



進化経済学論集 第1集

進化経済学会第1回京都大会研究報告
1997年3月28～29日

Evolutionary Economics in Kyoto

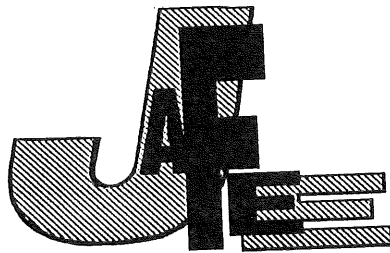
Papers of the First Annual Conference of
The Japan Association for Evolutionary Economics
Kyoto, March 28-29, 1997

進化経済学論集 第1集

進化経済学会第1回京都大会研究報告
1997年3月28-29日

Evolutionary Economics in Kyoto

Papers of the First Annual Conference of
The Japan Association for Evolutionary Economics
Kyoto, March 28-29, 1997



目 次

<<招待講演>>

リチャード・ネルソン	1
なぜ世界は変わるのか： 進化的経済理論についての1視点*	
ウルリッヒ・ヴィット	19
経済学とダーウィニズム*	
児玉 文雄	42
技術軌道の変更とオプション分担方式： 技術開発プロジェクトの進化過程*	

<<研究報告>>

江頭 進・依田 高典	61
ランダム・ノイズがある場合の進化的標準化競争	
依田 高典	75
システム互換性の進化的安定性： 正当の標準と事実上の標準の理論的分析	
田中 辰雄	96
技術伝播の進化モデル： 東アジアとラテンアメリカの比較分析*	
萩原 泰治	114
技術革新の進化的モデル： 技術発展の結合的モデル*	
清家 彰敏	132
自動車産業における進化の構造と過程： 産業進化の一般原理を模索して	
辻 正次・石川峰男・石川誠	143
技術の進化とイノベーション競争： 日本の工作機械産業の場合*	
松尾 匡	153
プロレタリアートの倫理と社会主義の精神： 進化論的唯物史観の運動論上の意義	

保住 敏彦	1 6 6
社会ダーウィン主義における進化論と社会民主主義	
長尾 伸一	1 7 2
初期ニュートン主義と複雑性	
尾近 裕幸	1 9 1
ハイエクの〈転向〉と進化経済学への遺産*	
平山 朝治	2 0 4
複雑系におけるルール・主体の進化と「見えざる手」	
吉田 雅明	2 1 4
複雑系・不可逆的時間・学習・進化：満足化主体の構成 する並列処理経済系によるシミュレーション・システム	
徳丸 宜穂	2 2 4
社会的分業による新技術の普及： 1930年代日本の耕耘機についての一事例*	
服部 茂幸	2 4 0
収穫逡増と地域分化	
富森 虔児	2 5 1
「日本的システム」における制度補完関係とその転換可能性	
植村 博恭・磯谷 明德・海老塚 明	2 6 3
「制度の経済学」と貨幣・労働のダイナミクス： 社会経済システムの制度分析に向けて	
出口 弘	2 8 3
複雑システムの制度創発とバーチャルエコノミー	
青木 達彦	2 9 3
金融不安定性仮説の進化経済学的構築に向けて	

(＊ 英文論文)

CONTENTS

<<Invited Papers>>

Richard R. Nelson	1
Why the World Changes: A Viewpoint on Evolutionary Economic Theory	
Ulrich Witt	19
Economics and Darwinism	
Fumio Kodama	42
Unlocking Path Dependency by Option Sharing: Lessons from Japanese Experiences in National Projects	

<<Approved Papers>>

Susumu Egashira and Takanori Ida	61
Evolutionary Competition of Standards with Random Noise*	
Takanori Ida	75
Evolutionary Stability of System Compatibility: Theoretical Analysis of de jure and de facto Standards*	
Tatsuo Tanaka	96
An Evolutionary Model of Technological Diffusion: A Comparative Analysis of East Asia and Latin America	
Taiji Hagiwara	114
Evolutionary Model of Technological Innovation: A Combinatorial Model of Technology Development	
Akitoshi Seike	132
Structure and Change in Automotive Industry: Toward a General Principle of Industrial Development*	
Masatsugu Tsuji, Mineo Ishikawa, and Makoto Ishikawa	143
Evolution of Technology and Competition for Innovation: Case of the Japanese Machine Tool Industry	
Tadasu Matsuo	153
Proletarian Ethics and the Spirit of Socialism: Significance of the Evolutionary Materialism for Social Movement*	
Toshihiko Hozumi	166

Evolutionism and Social Darwinism in the Social Democracy*

Shinichi Nagao	172
Complexity and Early Newtonianism*	
Hiroyuki Okon	191
Hayek's Legacy in Evolutionary Economics in the Light of his "Transformation"	
Asaji Hirayama	204
The Role of "Invisible Hand" in the Complex System: A Theory on the Evolution of Rules and Subjects*	
Masaaki Yoshida	214
Complexities, Irreversible Time, Learning, and Evolution: Simulation of a Parallel-Processing Economic System composed of Satisfying Subjects*	
Norio Tokumaru	224
Diffusion of Newly Developed Technology by Social Division of Labor: A Case of Japanese Cultivator in 1930s	
Shigeyuki Hattori	240
Increasing Returns and Regional Diversification*	
Kenji Tominomori	251
Japanese System: Institutional Complementarities and their Evolutionary Possibilities*	
Hiroyasu Uemura, Akinori Isogai, and Akira Ebizuka	263
Money, Labour, and the Economics of Institutions: Towards an Institutional Analysis of the Socio-economic System*	
Hiroshi Deguchi	283
Institutional Emergence of Complex System and Virtual Economy	
Tatsuhiko Aoki	293
Toward a Reconstruction of the Financial-Instability Hypothesis by way of Evolutionary Economics*	

(* written in Japanese)

A VIEWPOINT ON EVOLUTIONARY ECONOMIC THEORY

Richard R. Nelson
Columbia University

March 2, 1997

Varieties of Evolutionary Economic Theory

It is an honor to be asked to speak at the inaugural meeting of the Japanese Society for Evolutionary Economics. I want to use this occasion to reflect on the nature of evolutionary economic theory as it has developed in recent years, and in particular on the brand I espouse.

Over the past decade evolutionary economics, or at least bodies of thought and writing that are associated with that term, has become increasingly fashionable. The Schumpeter Society has a strong evolutionary spirit. A society for evolutionary political economy has become well established in Europe. There have been several summer schools concerned with teaching evolutionary economics. Several years ago, the Journal of Evolutionary Economics was born, and there are several other new journals that clearly have an evolutionary economics flavor. I would like to advertise Industrial and Corporate Change as an especially interesting journal for economists inclined towards an evolutionary theory. Geoffrey Hodgson has written a book that surveys precursors to modern evolutionary economic theorizing, and Ulrich Witt has put

together a volume of what he considers classic writings in the field. And now Japan has initiated a society for evolutionary economics.

I will argue in a minute that in fact the body of writing that calls itself evolutionary economics is quite diverse. However, it is unified by two central features. First, the central interest is in characterizing dynamic processes. In some cases, the principal concern is with economic variables that are understood to be undergoing continuing change. In other cases, the interest is in a particular configuration that is assumed to be in equilibrium, but the explanation for that configuration involves, in an essential way, analysis of how it got there. That leads me to the second common characteristic of economic writings that call themselves evolutionary. Almost all of them assume, or have built into them, path dependency. Within evolutionary theories, or models, history matters.

However, If one digs a bit deeper beneath these important commonalities, I think one can identify at least three distinguishable subgroups, or schools, of evolutionary theorizing: evolutionary game theory, theorizing that attaches itself to the new mathematical writings on nonlinear dynamic systems, and variation-selection models.

The focus in evolutionary game theory is on repeated games, generally with a given and fixed number of basic strategies available to the actors, and in which there are multiple possible equilibria. Which, if any, equilibrium ultimately is reached is determined by the dynamic "out of equilibrium" evolutionary processes built into the model, and by initial conditions. For the most part, the interest is in how the dynamic processes affect what equilibrium (if any) ultimately is reached. Or, the analysis may purport to explain a particular pattern of behavior, interpreted as an equilibrium in a game, as the result of certain dynamic processes that got the system there rather than to another equilibrium point.

The by-now rather extensive body of writing by economists, who have developed complex nonlinear dynamic models that purport to represent in abstract form certain classes of economic process, seems to me to be another kettle of fish. Here, unlike most evolutionary game theory, the focus of attention is on patterns of continuing change. In many cases, simulation is the vehicle for modeling. And the key theoretical arguments, and references, are to what has come to be understood about the mathematics of nonlinear dynamic systems more generally. Bifurcation points, chaos, and emergent properties often are part of the language used.

While there is overlap, both of these bodies of "evolutionary economics" seem to me to be quite different in

form, and spirit, from the kind of evolutionary theory Sidney Winter and I mapped out nearly fifteen years ago in our book, An Evolutionary Theory of Economic Change. Our central argument was that much of economic change could be understood as occurring through the operation of a particular kind of dynamic process, and that economic behavior and performance at any time needed to be treated in terms of where that process had led as of that time. The dynamic process we described had features analogous with, but details different from, evolutionary processes in biology. Its key features are these: At any time there usually exists some variety regarding the variables under interest. Selection mechanisms operate to winnow down that variety and there are relatively strong inertial forces bearing on what survives selection. But at the same time there are mechanisms that generate new variety.

We proposed that this kind of a theory could explain a wide variety of phenomena of interest to economists. Actually, Winter's original interest in evolutionary economic theory grew out of his scrutiny of the arguments presented by some prominent economists, Milton Friedman and Fritz Machlup in particular, that the standard predictions of neoclassical economic theory about the policies and practices of business firms were the same as what an evolutionary theory would predict. In a famous article, written prior to our joint work, Winter showed that the relationships between the

predictions of an explicit evolutionary theory, and neoclassical theory, are very complex, even when one is assuming that the environment within which firms are operating is constant. More generally, he argued convincingly that evolutionary theory needed to be regarded as a distinct alternative to, and not an ancillary support for, neoclassical theory for explaining, and predicting, phenomena that are the central focus of the latter, like firm pricing and employment policies. While in many cases the predictions of behavior in equilibrium are similar, the causal mechanisms stressed by the two theories are very different.

My own attachment to an evolutionary perspective came about for different reasons. In my view, and I believe Winter's, the principal value of an evolutionary theory of the sort we developed is that it deals effectively with economic behavior and performance in contexts where change is rapid and unpredictable, and where neoclassical economic theory would appear to be out of its plausible domain. Thus evolutionary theory deals comfortably with contexts where the assumption that behavior is "in equilibrium" is implausible. My own work has focussed on economic growth, driven by technological advance, and the dynamics of competition in industries where technological advance is important, two topics where the equilibrium assumptions of neo classical theory would seem quite inappropriate. However there are many other topics of interest to economists where

the assumption of equilibrium is awkward, at best, like the consequences of structural change in the economies of eastern Europe.

Since we wrote, there have been a large number of other economists who have worked with, and further developed, this kind of an evolutionary theoretic framework. I reviewed this body of work in my recent piece in the Journal of Economic Literature. It does not seem a good use of time to survey that material again here for this audience, who can be presumed familiar with much of it. Rather, in the remainder of this essay I want to focus on two matters.

One is the key analytic commitments of this branch of evolutionary economics, and the sources of its strength, or at least the ones I would stress. The second is constraints on the arena where evolutionary theory of this sort is likely to be powerful. My belief is that this kind of a theory is widely applicable, but there are some phenomena of interest to economists where an evolutionary theory may not provide much illumination.

Key Analytic Commitments and Sources of Strength

I noted above that the body of economic theorizing I am focussing upon here has features analogous to evolutionary theory in biology, but the details are different. Speaking for myself at least, I was not drawn to an evolutionary theory of economic change because of the appeal of biological

theory, but rather because my observations of processes of economic change strongly indicated to me that what was going on was a combination of selection on extant variation and generation of new alternatives. There are a wide variety of models which have these features. Models of biological evolution, and models of economic evolution of the sort we are discussing here, are two distinct subclasses.

Recently, of course, the power of "blind" evolutionary processes to develop life forms, and patterns of behavior, that are wonderfully sophisticated and well adapted to their environmental contexts, has become well recognized. Scholars from all disciplines are familiar with the argument of Richard Dawkin's Blind Watchmaker and Daniel Dennett's Darwin's Dangerous Idea. Henry Plotkin has touted "Darwin Machines" as the principal vehicle through which human knowledge grows, an argument in the spirit of but somewhat more extreme than the one Winter and I espouse.

In any case, Darwin's theory of biological evolution met resistance in good part because it explained extant variety without recourse to a creator with a "plan". The brand of evolutionary economic theory Winter and I have been advocating has met resistance within our discipline because it aims to explain economic change, and the existing configuration of economic variables at any time, without recourse to the assumption that the economic actors planned,

or anticipated, very clearly the full range of consequences of what they were doing.

Unlike the more extreme versions of evolutionary theory about human and organizational behavior, we certainly do not deny that thinking and planning are central aspects of economic behavior. The relationships among belief systems, thinking, and behavior are very complex in humans and human organizations. Most behavior of the sort in which economists are interested is at least "rationalized" if not derived as a consequence of reason.

However, our central premise is that humans are boundedly rational and that learning in the areas in which we are interested has a strong element of trial, error, and try again behavior. In some of these arenas there also is a strong element of interperson or interfirm competition, but not in all. What is essential in our view of evolutionary economics is that alternative modes of behavior compete with each other, and that there are systematic and understandable selection process that tend to winnow out the less adequate. Beyond that, our theoretical position is pragmatic and empirically oriented.

Indeed, another central feature of our brand of evolutionary economic theory is that it is, to a considerable extent, empirically oriented and even inductive. When one reads articles that fit within the first two of the economic evolutionary theory camps that I mentioned above--

evolutionary game theory, and nonlinear dynamic theory--one has the feeling that, for the author, the beauty or the power of the formal analysis is the basic desiderata. Empirical material is brought in mostly as "for instances," that is as a means of suggesting that the formal theory might actually correspond to something real out there. I am aware of few instances in which careful discussion of the empirical phenomena came first, and the theorizing was introduced and justified as a way to explain those phenomena.

In contrast, virtually all of the body of evolutionary theorizing of the sort that Winter and I have been doing has been focused on providing a plausible interpretation of certain bodies of empirical data, like the observed time series of outputs, inputs, and prices, that have been generated by experienced economic growth. In addition to being strongly oriented toward explaining specific empirical phenomena, our brand of theorizing also has explicitly and self-consciously aimed for what might be called "process realism."

To elaborate what we mean by that, we do not think it satisfying simply to have a model which is capable of generating, hence "explaining", the basic empirical data under consideration. We think it important that the processes built into that model be at least metaphorically consistent with what is known about the actual processes being modeled. I mentioned above the particular assumptions

about human and organizational behavior built into these kinds of evolutionary models. They are built in because they fit the facts. The details of the modeling of the behavior of the actors in our models, and the modeling of how the actors interact with each other, and with their environment, similarly are structured with considerable attention to what is known about the case.

Winter and I feel strongly regarding the merits of this philosophy for doing economic theory. We have couched our argument in terms of the relationships between formal theory, and appreciative theory, in economics.

We have proposed that most of the solid understanding economists possess is in the form of what we have called "appreciative theory," which is causal analysis that is quite close to the empirical phenomena and policy issues in focus. Appreciative theory represents what the economist studying an issue believes is "really going on." In contrast, formal theory is more abstract, and laid out with a certain distance from particular bodies of empirical phenomena. Formal theory encompasses only a small portion of what economists know about economic phenomena, and even that portion is a highly stylized version of what is known. This position led us to the argument that, to be really useful in advancing economic understanding, formal theory must be able to engage in dialogue, as it were, with the appreciative theory, which is

where most of the economists' understanding resides. And to do that, we argue, it must be developed to match up with it.

The evolutionary economic theory that is the focus of this essay is formal theory, in the sense above. It is an explicit abstract representation of the phenomena under study, rather than simply a way of talking about those phenomena.

However, the language of economic evolutionary theory is, in our view, one of its strengths. Evolutionary language seems to be the natural language used by economists to explain many of the phenomena they are studying, from the way businesses respond to a change in demand or supply conditions, to the patterns of long run economic growth. At least it is the language often employed by economists when they are not self consciously trying to theorize. Neo classical language becomes the standard only when economists are explicitly trying to develop a theoretical argument. A formal evolutionary theory has the great advantage of easily conforming with the economist's informed but not formal explanation that we have called appreciative theory.

More generally, evolutionary theory is much more conformable than neoclassical theory with social science thinking outside of economics. Thus its use enables economists to interact with scholars outside of economics much more effectively, and this is a significant advantage.

When Winter and I made that argument nearly fifteen

years ago, we had general conformability in mind, and at that time, did not anticipate that relatively formal evolutionary theory, along the lines we were espousing, would become an analytic vehicle widely used by scholars studying a variety of different aspects of cultural and social change. Yet it appears that, for scholars not coming from economics, an explicit evolutionary theory is a very natural way of understanding change. Indeed, evolutionary theory along the lines we are discussing here appears to have been independently discovered by a number of scholars of cultural and social change. The various evolutionary theoretic groups are just now beginning to find each other.

Thus over the last fifteen years or so, a sizable community of scholars studying the progress of science has adopted an expressly evolutionary theoretic perspective on the processes that are involved. Indeed, Donald Campbell, one of the pioneers in this arena, coined the term "evolutionary epistemology," which is basically a commitment to the proposition that knowledge evolves. Campbell was originally a Social Psychologist. Most of the modern evolutionary epistemologists have their training outside of economics.

Technological historians, and sociologists studying technological change, as well as economists, now are in wide accord that the processes of technological advance need to be understood as "evolutionary." This discovery, or the

development of this particular theoretical perspective on technological change, was arrived at more or less independently by the different disciplinary camps.

Alfred Chandler, trained as an historian, and doing his research in an historian's style, clearly has seen change in standard modes of business organization as proceeding through an evolutionary process. A new generation of business historians, and organization theorists, are following that theoretical road.

The fact that economists and non economists studying these phenomena use the same language, and have in minds a similar form of theory, enables knowledge to be combined. As I noted, this is beginning to happen.

A number of scholars, coming from economics and various other fields, have proposed that the law evolves. While in the early stages of the renaissance of interest by economists in institutions, neoclassical theory was the basis of the theorizing, in recent years economists interested in institutional change have joined sociologists, and historians, in using the language of evolutionary theory. I believe these strands of evolutionary theorizing, however, have met with less success than evolutionary analysis of technological change, and change in business organization. It may be useful to consider why.

Limitations of Evolutionary Economic Theory

Evolutionary theory is proving to be a flexible analytic instrument. Suitably tailored to the subject matter under study, it has proved capable of providing a convincing story about the processes of change governing a variety of phenomena of interest to the broader community of social scientists, as well as to economists. The theory has been effective both when the focus is on explaining an existing state of affairs, and when the orientation has been towards explaining patterns of continuing change.

The power of an evolutionary theory depends strongly on the analyst's ability to specify in a convincing way the nature of operative selection criteria and mechanisms. Most extant evolutionary models developed by economists give explicit attention to both a pattern of behavior or a kind of capability, e.g. a pricing policy or a technology for producing something, and to the economic units that exhibit that behavior or operate that capability. For the most part those units- usually presumed to be business firms- are treated as in competition with each other for customers in a given market. Almost always in the formal models, the criterion of fitness is "profit". This formulation gives rise to a class of powerful models in which both behavior or capabilities, and firms, are selected in terms of their profitability. Of course probing deeper requires analysis of just what the market treats as profitable.

I noted above, however, that this analytic structure, involving units as well as practices in competition with each other, is not an essential aspect of evolutionary theories of cultural change. What makes the theory work is ability to specify a plausible criterion of merit, and a selection mechanism that selects for that. Market competition provides one way of specifying an evolutionary theory. But in many contexts and arenas where one is tempted to apply an evolutionary theory, there is no real operative market, but only (maybe) a metaphorical one. Thus there is no real "market" that evaluates new science, or new law. And even where there is an operative market, evolutionary analysis need not model that market explicitly.

It is interesting that, while in evolutionary theories of technological change developed by economists there generally are firms that use extant technologies and create new ones, in the evolutionary theories of technological change laid out by historians or sociologists the firms often are ignored, and the competition is seen simply as among the technologies. A similar difference obtains between writings by economists and those by historians and other social scientists regarding the evolution of business form and practice. In most theories that propose that scientific knowledge evolves, while it is recognized that scientists compete for acclaim, the focus is on the competition among theories.

To date, economists, and other social scientists, have been relatively successful with evolutionary theory when the analyst can persuasively argue either that there is a real "market" operative in the arena, and be able also to specify what the market wants, or that there are generally accepted and enforced criteria for what is better than what (as for example an engineering or scientific consensus). The difficulties evolutionary theorists have been having with the law, and with institutions, in my view reflects that the selection criteria and mechanisms are extremely complex, and undoubtedly not constant over time. There may be not much an evolutionary theory can illuminate, if that is the case.

Partly the issue here is regarding what one includes, and excludes, under the broad rubric of evolutionary theory, and what kind of illumination one regards as valuable. Thus women's and men's clothes fashions change over time. These changes are pulled by changes in demand, but changes in demand are also pushed by people's perceptions of what other people are buying. Eric Abrahamson has argued that many kinds of business practices need to be understood as reflecting "fashions" whose legitimacy is strongly influenced by the fact that others have adopted those practices. If we choose we can say that fashions in clothes and business practices evolve. However, the understanding lent here by evolutionary language, and theory, is not so much power to predict, or even to explain in terms of stable systematic

consumption does -- a sign of satiation despite all the differentiation efforts in those industries. For other product groups, such as housing space and, in particular, those products which directly or indirectly provide comfort, safety, improvements in health, mobility and entertainment, the demand effects are exactly the opposite, i.e. they indicate that satiation is a long way from being reached. The latter products are, of course, precisely those provided by the economy's service sector.

Are all these empirical findings just accidental or do they fit into some general causal patterns? Economists are rarely inclined to accept this as a question they feel compelled to find an answer for. If long run economic development is considered at all from a theoretical point of view, it is usually treated as a process of economic growth that reflects an increase in the (subjective) utility which most of the agents involved enjoy (Romer 1986) -- the anthropocentric view of a basically hedonistic economic discipline. In an evolutionary perspective things may be interpreted differently. Such a perspective considers human kind as just another species, albeit one that has been able to enjoy a prolonged period of affluence, because its enhanced problem solving capacity just kept pace with the ecological problems created. As was explained in the previous section, human decision making can be seen as based on a complex structure of preferences that have emerged over the individuals' lifetimes from a few innate, and therefore basically inter-individually shared, dispositions. Those complex structures vary greatly and reflect the idiosyncratic learning history. It may therefore be very difficult to trace back the choices made by an economic agent at a given time to the few innate preferences that agent shares with other agents. Nonetheless, the only consistent and enduring effect that could, on average, be expected to show up despite all the individual variance in the decision making of the human kind over an extended period of time may be precisely an expression of those basic preferences that were fixed in the earlier times of human phylogeny.

Some of the features of the long term economic evolution sketched above do seem to fit this conjecture well. Humans behave much like any other species that dominates its environment. They increase their population size and pay little attention to the ecological dangers a rapidly growing population means, and they make efforts to enhance individual health and life expectancy. They subdue all rival species or drive them to extinction. Humans use their growing knowledge to find ways of avoiding the burden of physical work in making a living. As far as they can, they expand their

The strongly improved 'terms of trade' between human labor and nature's products (non-human energy flows and, with the necessary accumulation of machinery, materials) explain a fact that may seem puzzling, at least to non-economists. In their historical development, modern economies could afford to shift the bulk of their expenditures (or, to look at it the other way round, the bulk of their income creation) first from agriculture to the industrial sector and then on to the service industries. Nowadays, agriculture and the industrial sector together generate less than half of domestic income in all OECD countries. Because of the comparatively high input share of human work hours needed in producing services, these services have become relatively more expensive compared to agricultural and manufactured goods. At the same time, the demand for services does not seem to have been curbed by their increasing relative price in favor of an expansion of demand for agricultural and manufactured goods (perhaps because the demand for the latter goods is more quickly satiated than demand for services, see below). The inflation in energy utilization has, of course, led to a situation where the current level of production and consumption rely on the depletion of the - finite - fossil energy sources. The mechanization in the transformation of materials not only saved labor in terms of hours worked per unit of output. It also meant a large scale increase of output in terms of physical quantities, i.e. in the flows of materials processed in production. (This would be true even if the materials coefficient, i.e. materials per unit of output, did not increase.) These flows are partly necessary to maintain an ever growing stock of equipment. However, they also serve an increasing direct consumption of materials. This means that the act of consumption transforms goods into waste, a dissipation of materials.

Indeed, another striking feature of economic evolution over the past few centuries turns up on the demand side of the markets, where mankind's consumption has grown continually both absolute and per capita. In both the developing and the developed countries this is accompanied by increasing differentiation of consumer goods and the generation of entirely new groups of products. Economic growth is no longer only a matter of capital accumulation, technical progress, and productivity increases. It is also a story of what can be sold in the consumers' markets. Qualitative change in the array of final consumption goods, increasing mobility, internationalization of trade in formerly local specialities, and the soaring diversification of the service sector are only the most salient aspects of a deep seated process of change. This change is not without regularities. Economists have long known that the demand for certain product groups, such as groceries, does not expand at the same rate as income available for

production volume. Wind and water power, wood, coal, oil, natural gas, uranium were tapped one after another (see Marchetti 1980). Human physical energy input successively lost its character as a constraint on the growth of economic production.

This is an important fact for understanding how the economy could develop into its present form. A dissipative system like the human economy can increase its production only by increasing energy throughput. (As a matter of fact, material throughput has been regularly been increased as well.) The way in which energy and materials are combined in the economic production process is contingent on the state of technological knowledge applied. Each technology used implies a certain upper bound on the energy and materials feasible. These bounds can be shifted through switching to more advanced technological knowledge -- provided this can be made available. Without both improved human knowledge and cheap non-human energy flows, the characteristics of modern economic growth -- ever increasing specialization of individual economic activity, the division of labor, and the scope and scale of the market would not have been possible.

The tapping of non-human energy sources and their substitution for human physical work resulted in a strongly growing energy flow utilized in production per hour worked, i.e. in an increasing energy intensity. Coincidentally, the price of energy per unit, measured, e.g., in Mega-Joules, fell strongly relative to the wage rate. This means that, on average, one hour of work was able to buy an increasing amount of energy. Furthermore, the mechanization of the transformation of materials at large increased output produced per hour worked, i.e. the general productivity of labor. Since, however, energy intensity grew faster than labor productivity, the energy input per unit of output, the 'energy coefficient', increased. This is particularly obvious in the agricultural sector where a direct comparison between 'primitive' methods of cultivation based exclusively on human energy inputs and modern methods based on non-human energy inputs is possible (see Pimentel and Pimentel 1979, Table 7.3, 7.4, and 7.7). Needless to say, the productivity increases in agriculture thus achieved were instrumental in feeding a growing number of people. In addition the productivity increases in the agricultural sector improved the nutrition of the existing population and resulted in an increasing life expectancy as recent research on the period since 1800 has shown (see Fogel 1986).

easily be imagined, given man's large associative capacity, how an extremely developed hierarchy of learned reinforcers emerges from the very simple innate learning mechanism.

In the light of this approach, some instructive conclusions can be drawn with regard to human preferences. Their variety can obviously be explained as the result of a permanent learning process, a slow process of preference formation and change. In an individual lifetime history of conditioning, a more or less long chain of learned associations leads from the few innate preferences to those actually revealed in current economic choices. These choices do not necessarily increase genetic fitness -- people may, for instance, prefer to enjoy increased consumption rather than to raise children -- yet their decisions are related, in a complex, idiosyncratic fashion, to basic preferences that once had an adaptive value. In addition to the individual history of interactions of primary and secondary reinforcers, the unique historical circumstances that make certain choices available to certain individuals at a certain time also, of course, contribute to the enormous variance in actually observable choices in (and outside) the markets. The question that remains is whether, in spite of all the variance resulting from the individual influences, it can be argued that a general tendency can arise in the grand total of human choices in a way that is significant for characterizing economic evolution and, if so, whether such a tendency has something to do with the basic innate preferences of man.

V. Economic Evolution - Between Anthropocentrism and "Nature's View"

It has been argued in the previous sections that the Darwinian theory of natural selection is of little heuristic use for conceptualizing evolution in the economic domain. There may, however, be an indirect influence through some basic, innate, human preferences which play a role in organizing and directing the individuals' learning or preference formation processes. Before this question can be decided, it is useful to briefly outline some of the significant features of economic evolution which have been observed particularly over the past centuries. An almost trivial fact to be mentioned first is the undiminished exponential growth of the human population. An important prerequisite for the economic subsistence needed to feed a growing population has always been the provision of labor for the production of the means which, in turn, are capable of satisfying the basic needs. However, it is only in the last four centuries that growing technological knowledge made two things feasible at once -- a large scale substitution of human physical work through non-human energy sources and a real boost in the

Depending on the particular choices available, any objects can, in principle, enter the utility function. Since the individuals' subjective preference orderings are not directly observable, laboratory revelation procedures must be designed in which the ordering on a set of objects (as given by the experimenter) can be inferred indirectly from the observed choices. Although an individual's preferences may be viewed as reflecting her/his desires, economic theory usually refrains from attempting to specify, in a more general way the objects from which utility is derived. With reference to the subjective nature of their evaluations, the question of whether individuals have certain preferences for objects in common, which would be expected when preferences have a genetic basis, is left open.

It is interesting now that, in developing a theory of revealed preferences, economists have tried to design basically the same experiments which behavioral psychology has set up for a different purpose, namely when an attempt is made to empirically determine reinforcers empirically, that is, those items which have the power to reinforce operant behavior of an organism (Lea 1983). If a preference revelation experiment were run with mammals, some basic items could therefore be expected to be found as objects of the animals' preferences - those which have been identified in laboratory experiments with mammals (Millenson 1967) as primary reinforcers: air, water, sleep, warmth, nutrition, sexual activity, maternal care, love and affection, physical activity, and novelty. Because these elements are held in common and because of their obvious adaptive value, they may be considered part of the mammals' genetic program. To provide a hypothesis about the common elements of individual preferences, something which is missing in economic theory, these items may as well be considered part of man's genetic endowment.

However, besides these innate, primary reinforcers, behavioral psychology suggests the existence of so-called "secondary" or conditioned reinforcers. They are acquired in a conditioning or learning process which builds on the innate learning capacity shared by all vertebrates including man (Skinner 1966, Pulliam and Dunford 1980, pp.11-44). According to this theory, learning secondary reinforcers takes place by simple association with primary reinforcing events. If an originally neutral stimulus is systematically paired with a primary reinforcing stimulus, an association is established in such a way that the learned stimulus can eventually act as a substitute, at least for a limited time. A stimulus associated with conditioned reinforcers can also acquire reinforcing power in this way. It can

capacity to anticipate consequences of their behavior and to take account of them deliberately by searching for better solutions is more akin to Lamarckian than to Darwinian evolution. This is the reason why economic activities are much more volatile. Nonetheless, adaptive features are present here as well and they may be conjectured to follow their own regularities. Because of the limited human information processing capacity, these regularities are likely to reflect mental, rather than genetic, selection processes -- people are forced to be selective in what they sense, learn, and perceive. Since a coherent theory of these mental processes is still lacking, the present understanding of 'internal' selection processes and problem solving leaves many questions open. In any case, it may be inferred from the insights already available that the anticipation of external selection forces by internal selection, i.e. cognitively guided behavioral adaptations, does not necessarily lead to the same outcome as external selection alone. Cognitive anticipation usually allows for a multiplicity of solutions to a problem. This is a fortiori true where the invention of new, as yet unknown, solutions is considered.

IV. Economic Preferences and the Genetic Inheritance¹⁰

Even though there does not seem to be any evidence that natural selection forces govern the rapid adaptations of economic behavior observable in modern societies they may have an indirect effect. During human phylogeny, natural selection did shape human genetic endowments which, because those selection forces are no longer a source of systematic change, are still present and thus may have an impact on economic behavior. Among these endowments the basic, apparently genetically coded, conditioning or learning mechanisms and their "primary reinforcers" (Skinner 1966) seem to be particularly relevant. Before explaining their influence on economic activities it is necessary to elaborate briefly on the notion of reinforcers developed in psychology and on the notion of preferences considered in economics as a determinant of human decision making.

In the economists' view, individuals are supposed to order, according to their subjective preferences, alternatives which are available for choice. When a choice has to be made, people decide in favor of the most preferred of their alternatives. Under certain conditions, preferences can be represented by a utility function in which the independent variables are quantities of the objects of choice.

¹⁰ For a more detailed discussion of the material of this section cf. Witt (1991).

may be different. The continuity of what has been suggested as the analogue of the selection mechanism is lost. The argument derived from the selection metaphor rests on shaky foundations.⁹

In a more general perspective there is yet another reason for the limited usefulness of the selection metaphor in the economic domain. In the genetic context, selective forces operate on a given population and change the relative frequencies of the genes in the pool. The individual members of the population have little, if any, room for escaping from these pressures or for adjusting to them. In this sense, selection forces may be labeled 'external'. In a similar way, the anonymous competitive forces of the markets can be seen as external to the individual. The market participants unintentionally impose constraints on each others in their multilateral interactions, and these constraints may even force some of them out of business. Thus the population of agents on the supply and/or demand sides of a market may systematically change over time. Yet, unlike in the genetic case, the agents are not helpless when exposed to these changes. Indeed, an important part of the systematic changes observable in markets, both in the composition of the participants and in their activities, may be attributed to the individuals' attempts to anticipate the effects of the market forces and to take account of them. If successful, the effects of 'external' selection are replaced by what would have to be labeled 'internal' selection - an attempt to change activities deliberately and so to avoid unfavorable selection consequences.

Since this dimension of economic behavioral adaptation has no equivalent in the genetic domain, the selection metaphor may be a misleading heuristic for understanding the crucially important feature of economic evolution - the role played by learning and cognition. In fact, the individuals'

⁹ The conclusion which Audretsch (1995, p.186) draws from his empirical findings is worth noting in this context: "...the main message ... is that, with respect to the dynamic patterns of firms over time, there is, in fact, no tendency that can be generalized. Rather, the dynamic nature in which firms and industries tend to evolve over time varies substantially from industry to industry. And there is at least some evidence that it is differences in the knowledge condition and technology underlying the specific industry, that is the nature of innovative activity, that account for variations in industry evolution across markets".

structured processes than in the Darwinian example. In evolutionary economics they therefore lack much of the significance they have in evolutionary biology.

Despite these reservations, the weakened form of the analogy suggested by Nelson and Winter (1982) is, up to the present, probably the most influential contribution to evolutionary economics. They argue that firms are organizations which have to base their internal interactions on behavioral routines, rules of thumb, and regular interaction patterns. The firms' behavior in production planning, calculation, price setting, and even the allocation of R&D funds is viewed as rule bounded. The corresponding "routines" are interpreted as the 'genotypes' while the firm's specific decisions thus derived are interpreted as 'phenotypes'. The latter may be more or less favorable for the firm's overall performance measured in terms of profitable growth. Assuming that routines which successfully contribute to growth will not be changed, the actual expansion can be understood as an increase in relative frequency of those 'routine-genes'. Routines which cause deterioration in the firm's performance, on the other hand, are unlikely to replicate. The development of behavioral routines is thus considered to be a significant instance of economic evolution and an object of selection processes. Yet, there is little to support the assumption that this development is governed by a continuously operating selection mechanism (perhaps even one following transition laws given by a time-dependent change of respective frequency distributions). On the contrary, it is most likely that firms facing deteriorations are induced to identify the deficient routines and to replace or improve them in a kind of intentionally produced mutation of their 'genes'.

Nelson and Winter (1982) argue that such improvement or replacement activities are themselves subject to (higher) routines, and that the differential growth argument therefore applies once again. It may indeed be that firms activate higher problem solving routines on a regular basis when a crisis occurs or is expected to occur. Yet, the outcome of these problem solving routines is often more likely to depend on whose problem solving capacity is involved in those routines than on the routines themselves. In this case, the differential success of the problem solving process triggered cannot be derived from differences in those routines. Differential success is basically unpredictable (much like mutation in the genetic sphere). When different people are involved in the same routines at different times, development

artefact can thus be seen in the changes in its production technology, its mechanical layout, and its appearance. Its 'population dynamics' were significant before it eventually became extinct. Nonetheless, it is hard to provide a coherent explanation of the development in terms of a selection model. Many of the changes may be due to limitations on the materials available or to manufacturers' costs. Other changes may have been introduced by the manufacturers in anticipation of changes in fashion, i.e. biased adoption decisions of the consumers. A general causal structure does not seem to underlie these changes nor is there any hint of a continuously operating selection mechanism. The development of other artefacts has had different features so that the chances of finding a coherent explanation on the basis of the selection metaphor appear negligible.⁷

Another answer to the question of what might be the object of economic selection, or the evolving entity, in the domain of economics has been given in the literature on firms' organizations and their growth, persistence, decline, and eventual exit from the market. These contributions grew out of the debate on "economic natural selection" which has been instrumental in the development of evolutionary economics.⁸ The question raised was whether, and to what extent, diversity in the firms' goals and performances would be eliminated by competition. Would all those forms which are not sufficiently profitable be driven out of the market? The idea was explicitly derived by analogy with Darwinian thought. However, for logical reasons, the analogy is difficult to defend. First, no convincing analogue for the two separate, systematically interacting, levels of the genotype and the phenotype can be found in the economic domain, a point already made by Winter (1964). Second, there is no entity comparable to a gene pool in terms of continuity or, more specifically, no equivalent to the continuity of the germ plasma. As a consequence, the notions of selection and replication refer to much less constrained and

⁷ Several aspects of the changes which occurred in this and many other artefacts may, however, be captured quite well by a diffusion approach not based on any notion of selection, see Rogers (1983), Metcalfe (1988), Nakicenovic and Grübler (1991). As explained in more detail elsewhere (Witt 1992), the frequency dependency effect is a dominant feature of diffusion processes and represents an important element in formulating respective transition laws.

⁸ Alchian (1950), Penrose (1952), Friedman (1953); among the few empirical studies are Wedervang (1965) and, more recently, Audretsch (1995).

groups of agents, is an essential element of economic evolution and may yield a basis for deriving appropriate transition laws (for a corresponding modeling effort see, e.g., Witt 1996). The point is, rather, that these processes of transmitting knowledge within a human population are too little understood to justify the farreaching conclusions Hayek wants to draw.⁶

III. Natural Selection as a Metaphor

Attempts to construct analogies between genetic and economic evolution (e.g. in Boulding 1981, Hirshleifer 1982, Matthews 1984, Allen 1988, Metcalfe 1989, Faber and Proops 1990, Saviotti and Metcalfe 1991, Hodgson 1993, Anderson 1994, Gowdy 1994, chap.5) seem to be more popular than attempts to apply the theory of natural selection directly, or so it seems from their frequency. Yet there are serious objections to this kind of transfer too. To demonstrate this, imagine, for the moment, that the metaphor is used for the economic context. What then would the objects of economic selection be, or what would have to be thought of as the evolving entity in the domain of economics? Quite diverse answers to this question have been suggested in the literature. Some studies, for instance, focus on human artefacts such as mechanical devices for power transmission (Usher 1954) or products which serve certain particular needs (Saviotti 1988). The history of such artefacts is often well-documented. The Comptoise clock, which was produced from 1680 to 1914 in a small part of eastern France, is a telling example (see Schmitt 1983).

The basic mechanical layout of that pendulum clock has changed only in minor ways. The transition from manufacturing by hand (an estimated 20 000 pieces in the roughly first hundred years) to mechanized mass production (an estimated 2 million pieces in the following hundred years) has been accompanied mainly by changes in the outer appearance of the clock and the materials used. There have been several generations of faces, pendulums, and devices for striking the hour. The evolution of this

⁶ The co-evolutionary approach suggested, among others, by Boyd and Richerson (1985) covers several ideas of Hayek's theory in detail and is quite explicit in deriving corresponding transition laws. However, where it is not based on analogy, its crucial assumption is that social learning processes and genetic evolution interact or interfere with one another. Implicitly, this view presupposes that the theory of natural selection can be applied, albeit in a biased form, to present day human behavior, an interpretation that has been rejected here for the reasons given above.

(Hayek 1967) whose role, he claims, is often not understood even by those who follow the rules. They are passed on through cultural transmission - a 'blind' or spontaneous process in the sense that it is not consciously planned or controlled.

Hayek argues that the questions of which rules come into being, and how this happens, is a matter of historical accident. In contrast, systematic influences that result from a selection process decide which of the rules survive. He believes that the process shapes cultural evolution and operates on groups, where the groups are defined as sharing the same rules of conduct. Those groups which succeed in developing and passing on rules better suited to governing their social interactions are able to grow and to feed a larger number of people. Their relative superiority may enable them to conquer and/or absorb less well equipped, competing groups and thus, unintentionally, propagate the superior sets of rules. A growing population requires increasing specialization and division of labor. This, in turn, means that the underlying rules of conduct and the order they induce is extending. The rules become more differentiated and abstract (and, for the single mind, more difficult to understand). An "extended order" is seen as spontaneously emerging in this way over centuries. It is what has enabled modern societies to achieve a historically unique level of civilization and productivity. This order embodies an impersonal intelligence accumulated during the selection processes in the form of surviving impersonal rules of conduct. Its most important achievement, Hayek (1988, chap. 3) submits, is trade and the emergence of a system of markets.

Thus, Hayek's theory is based on the twin ideas of spontaneous order as a system of impersonal rules of conduct and evolution as a result of group selection. Taken together they amount to claiming that natural selection not only 'chooses' between competing species, it also 'chooses' between the competing groups of humans in which acquired cultural norms and rules are fixed. The problem with Hayek's grand view is that it offers no explanation of the crucial processes of social learning and the transmission of the rules of conduct. How do these processes operate? Is their continuity sufficient to ensure that group selection can indeed exert a differential effect on the replication of the rules? Since much of the process is tacit, is it possible that "observational" or "vicarious" learning (Bandura 1986), i.e. learning by imitation, plays a crucial role? How does this fit the standard interpretation of group selection? These questions do not deny the possibility that social or collective learning, which takes place within stable

conducive to that success.³ In the absence of selection pressure -- in a situation of affluence -- behavior which contributes to genetic fitness is no longer selected for. Behavioral variety may then increase and include variants which have no adaptive value. Thus, in a state of affluence, the Darwinian approach to explaining behavior by reference to its contribution to inclusive fitness is much less significant than under conditions of selection pressure. Given the abundance which modern economies have been able to create, it can scarcely be doubted that human behavior can vary significantly without having a differential impact on reproductive success. In particular, economically more or less efficient forms of behavior do not seem to correlate with generating more or fewer offspring, not even when a trade-off between quality and quantity in raising offspring is accounted for.⁴

In a modified form, a direct application of Darwinian thought also underlies the theory of societal evolution outlined by Hayek.⁵ He assumes three levels of evolution. The first is that of genetic evolution in which primitive forms of social behavior, preferences, and attitudes which bring about order in social interactions have been fixed genetically during man's phylogeny. Second, there is the evolution of the products of human intelligence and knowledge. Freed from the finite existence of each individual brain by efficient forms of coding, storing, and transmitting information, human knowledge has expanded enormously. Today the extent to which it makes the mastery of nature possible is impressive. Third, and this is what Hayek considers the core of his approach, there is the level of cultural evolution operating "between instinct and reason" (Hayek 1988, ch.1). Culture, in Hayek's interpretation, is neither genetically conditioned nor rationally designed. It is a tradition of learnt "rules of conduct"

³ As, for example, the size and quality of a habitat. It is worth noting that competition for scarce resources may exert its influence through an ecology effect. Competition for feeding opportunities at the level of the predator may induce selection pressure at the level of the prey, if the adaptive features of the prey population vary as in the case of the evolution of industrial melanism.

⁴ For further discussions see Witt (1985) and Hermann-Pillath (1991).

⁵ For statements of various aspects of that theory cf. Hayek (1971) and the epilogue in Hayek (1979) in which he explicitly draws on older notions of group selection in sociobiology; see also Hayek (1988).

Following the lead of sociobiology in explaining the emergence of “reciprocal altruism” (Trivers 1971), evolutionary game theory has been applied to social dilemmas, particularly the prisoners’ dilemma, arising in economic interactions. Conditions are derived under which, in a suitably defined human population, agents who share ‘altruistic’ genes have a selective advantage. They behave cooperatively even where, with self-interested preferences, rationality forbids such behavior. The contributions provide a logically sound explanation for the compatibility of altruism and rational decision making within a certain population where otherwise they are irreconcilable. It is the irreconcilability that gives rise to the dilemma. Taken by itself, this application of evolutionary game theory to human behavior can be interpreted as referring to early stages of human phylogeny during which selection pressure was intense. Preferences for behaving altruistically towards certain persons may have then been genetically fixed and thus still be present today. The argument has something to it and will be discussed further in section IV in a more general form.

The argument does not imply that the process described by evolutionary game theory is still operating on human behavior today. In fact, such an interpretation would be much stronger and difficult to defend. A vast array of inherited traits determines the potential behavior of each individual in a population of genetically reproducing organisms of a certain species. Genetic variety in the gene pool of the population translates into a distribution of traits and thus into potential behavior.² The case in which differences in the inherited traits of the organisms imply differential reproductive success and induce a change in the distribution of traits in the gene pool of the next generation is a situation of selection pressure. In the original, Malthusian, spirit of Darwin’s theory, selection pressure may be considered to be reflecting a situation of competition between organisms for reproductive success or for items that are

² On the ontogenetic level, environmental influences (e.g. nutrition conditions) which affect the growth of the phenotypic organism may differ in their impact on actual behavior and thus affect the extent to which this behavior lives up to its genetically determined potential. The ontogenetic differences are, however, supposed to have a minor and non-systematic influence on reproductive performance, i.e. the number of living offspring who carry the gene-pool of the next generation, compared to the influence genetic differences have.

mechanics (see Mirowski 1988). In this they were turning their backs on both the pre-Victorian (Smith 1759, 1776) and the Victorian (Mill 1848) versions of social philosophy. They had a “mechanics of utility and self-interest” in mind in which the state of rest, and not processes of change, figured most prominently. Focus was on the (market) equilibrium in which not only all individual plans fit together, but in which all the agents’ utility reaches an extreme value, a maximum in this case, subject to the mutually imposed constraints. (This is the dual formulation of the concept of equilibrium in classical mechanics where the state of rest is associated with minimum free energy.) The basic concepts and the way in which they were presented, came from Newtonian physics -- the approach which the ‘Darwinian revolution’ had just begun to challenge (Mayr 1991, Chapter V).

In view of these markedly different intellectual developments and in view of the fact that an evolutionary approach is now more seriously being used in economics, it may be asked how relevant the ‘Darwinian revolution’ is for economics. In economics attempts to actually make recourse to Darwinian concepts have so far been made in two different ways. One is the direct application of the theory of natural selection to human economic behavior. The other is a metaphorical use of Darwinian concepts in the construction of analogies. As is to be expected, the different approaches imply entirely different answers to the question just posed. The present paper briefly outlines these approaches and discusses possible parallels with evolutionary biology. Section II focusses on the attempts at applying the theory of natural selection directly to the economic domain. Section III turns to contributions in economics in which the theory of natural selection is used as a metaphor. In section IV the theoretical background of a more indirect interpretation is sketched. Section V highlights some of the significant historical features of long term economic development and argues that the explanatory sketch given previously is helpful in making sense of the observed features of economic evolution in terms of a broader Darwinian world view. Section VI offers some conclusions.

II. Does Natural Selection Operate on Economic Behavior?

Attempts to extend Darwinism directly to human economic behavior have been made in contributions covering several topics such as game theory (Hansson and Stuart 1990, Güth and Yaari 1992) and social philosophy (Hayek 1967, 1979, 1988). The game-theoretic contributions are motivated by the fact that humans are a result of genetic evolution and that human behavior, in particular all kinds of behavior conducive to, or instrumental in, enhancing reproductive success, has been subject to natural selection.

I. Introduction

Present theorizing in economics is mainly directed towards two goals. First, there is the functionalist endeavor at explaining, or better rationalizing, why certain kinds of behavior and institutions can be observed in the economy. Second, efforts are made to attribute, in a hypothetico-normative manner, certain features, such as efficiency, equity, or optimality, to the outcome of the economic process. Both strands of thought relate to a definition of economics as a discipline which deals with the problem of scarcity. As a result of "nature's parsimony", as Ricardo once put it, humans (and probably not only humans, see Ghiselin 1978) have to use scarce means to achieve given ends. An alternative to this latently normative orientation is to interpret economics as a theory of human social behavior in the context of what are usually considered economic activities, namely production, accumulation, distribution, exchange, and consumption. From this perspective, explaining why and how the historically observable forms of production, accumulation, distribution, exchange, and consumption change so significantly and why the changes have accelerated so much in the last few centuries is a natural goal for economic theorizing.

It is precisely this reinterpretation of the economic sphere as undergoing continuous change which has recently induced increasing efforts to develop an evolutionary approach to economics. Some economists at the turn of the century influenced by the 'Darwinian revolution' in natural history and the sciences in the 19th century had already expressed an interest in such an approach.¹ However, their pleas did not have much influence on actual economic theorizing. Darwin's -- and, even more so, Spencer's -- thought seem to have been inspired by the idea of extending the upper classes' liberal social philosophy of Victorian Britain to nature (Young 1988; Bowler 1989, 1995; Desmond and Moore 1991; Richards 1992). The inspiration guiding economic theorizing at the end of the 19th century was quite different. The proponents of the 'neoclassical revolution' in economic theory (Walras 1874/1954, Edgeworth 1881, Pareto 1896) tried to establish economic theory in terms of concepts borrowed from classical

¹ See the often cited introduction to Marshall (1898/1938); see Veblen (1898) and Schumpeter (1912/34); a good survey is in Hodgson (1993); for a most recent restatement of such an interest see Khalil (1992).

Economics and Darwinism

by Ulrich Witt *)

Max-Planck-Institute for Research Into Economic Systems
Evolutionary Economics Unit
August-Bebel-Str. 9
D-07743 Jena, Germany
witt@mpiew-jena.mpg.de

*) The author would like to thank Geoffrey Hodgson, Elias Khalil, and Juli Irving-Lessmann for continuous discussions on the subject and their most helpful comments on earlier drafts.

But clothes fashions and some aspects of business practice may be others.

As the above remarks suggest, I regard ability to specify selection criteria and mechanisms as essential to effective evolutionary modeling. In many cases, it also seems essential to be able to specify in some detail the mechanisms that generate innovation. Here, evolutionary economic theory still is rather backward.

To date, for the most part evolutionary economic theories have assumed either that new variety (innovations) are marginal changes from extant variety, or that the process is strictly random, or some of both. This has sufficed for the creation of formal models of technological and economic change that have aimed to explain relatively broad stylized facts. However, they clearly will not suffice if the focus is on more fine grained phenomena, like the development of computer technology, and changes over time in the structure of that industry.

In fact, Winter and I, along with Franco Malerba and Luigi Orsenigo, are now working exactly on this problem. We are calling the new kinds of evolutionary models we are developing "history friendly". I would be delighted to tell you more about this during our discussion period.

selection forces. Rather, if the theory is basically correct, the understanding is that these phenomena are shaped to a significant extent by random forces, and that the attempt to explain them in terms of "efficiency" may be a fool's quest.

The conceptual and analytic issues here are not simple for someone who espouses an evolutionary theory of economic behavior and performance. In particular, they focus attention on a particular aspect of much economic evolutionary theorizing - the presumption that the practices that one observes are "functional" in some sense for the entities that have adopted them. Many years ago Jon Elster questioned the use of "functional" theories in the social sciences, while at the same time granting the Nelson-Winter theory approval as an exception. I noted above that most evolutionary theorizing by economists links adoption of a practice by an entity to its profitability, which in turn is linked to its ability to survive. This theoretical strategy both enables a functional argument to go through, and eliminates the need to take explicit account of belief systems and conscious goal-directed decision making.

But what of aspects of human individual and organizational practice where survival is not at stake? It would appear then that an evolutionary theory needs to deal explicitly with belief systems. Science is one case in point.

consumption of primary reinforcing items -- food, drinks, entertainment, mobility, living space, and so on -- to a level of satiation. Before satiation is reached, suppliers of those items search for and create more sophisticated ways of consuming those items. The satiation features of some items, such as food, set more narrow limits on the expansion of the consumption than others like the diverse services mentioned above. Since many of these services, in particular those relating to mobility, rely more heavily on energy flow inputs than on material inputs, energy consumption is unlikely to reach satiation in the future. If the above suggested working hypothesis about the role of innate primary reinforcers or preferences suggested above holds, it may be argued that a Darwinian perspective on economic evolution is fruitful, and that it leads to important material conjectures about economic evolution -- provided, however, that perspective does not build on misleading metaphors or misconceived applications of the theory of natural selection to the domain of economics.

VI. Conclusions

Human economic activity has changed significantly over time and, apparently, is continuing to do so in an accelerating fashion. In view of this, the static (and latently normative) interpretation of the economy in modern economic theory is quite inapt. An "evolutionist revolution" does seem warranted. However, unlike the amazingly simple and yet powerful principles of genetic variation and natural selection which, as Darwin discovered, underlie the evolution of the species, the regularities which economic evolution may follow seem to operate in a way that is far more complex. The idea of applying the theory of natural selection directly to explaining the rapid adaptations in modern economic behavior cannot be upheld. There is simply no evidence for a systematic, differential, reproductive effect of certain kinds of economic activities. Metaphorical use of core notions of the Darwinian theory -- selection, variation, and replication -- in an economic context is no less problematic. Economists sometimes indulge themselves in speaking of selection forces metaphorically to highlight the outcome of competitive processes, particularly market processes. Agents in the markets compete with each other and the relatively inefficient, incompetent, or simply hypertrophic, competitors lose and eventually go out of business (an economic, not a physical, extinction). But the differences between the actual economic and biological processes referred to by the term selection, and the results produced by these processes, are so very different that the metaphor is of limited value for economic theory. The simple reason is that, in the domain of economics, there is no structure comparable in its continuity with the genetic mechanisms that

have led to the emergence of species in nature. An inspection of long term economic development can, however, help identify certain regularities which can be explained by evolutionary concepts as long as these are defined in a broader sense. A theory of preference formation has been suggested that points to some crude, genetically coded, human dispositions which may have a weak but persistent effect on economic choices and would explain the observed regularities. Economics may thus be fruitfully approached on the basis of a Darwinian world view in which natural selection has been, but no longer is, the immediate shaping agent.

References

- Alchian, A.A. (1950),
Uncertainty, Evolution, and Economic Theory, Journal of Political Economy, Vol. 58, 211-221.
- Allen, P. (1988),
Evolution, Innovation, and Economics, in: Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R., Silverberg, G., Soete, L. (eds.), Technical Change and Economic Theory, London: Pinter Publishers, 95-119.
- Anderson, E.S. (1994),
Evolutionary Economics: Post-Schumpeterian Contributions, London: Pinter.
- Audretsch, D.B. (1995),
Innovation and Industry Evolution, Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Bandura, A. (1986),
Social Foundations of Thought and Action - A Social Cognitive Theory, Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- Boulding, K.E. (1981),
Evolutionary Economics, Beverly Hills: Sage Publications.
- Bowler, P.J. (1989),
Evolution - the History of an Idea, Berkeley: University of California Press, rev.ed.
- , (1995),
"Herbert Spencers Idee der Evolution und ihre Rezeption", in: E.-M. Engels (ed.), Die Rezeption von Evolutionstheorien im 19. Jahrhundert, Frankfurt: Suhrkamp.
- Boyd, R. and Richerson P.J. (1985),
Culture and the Evolutionary Process, Chicago: University of Chicago Press.

- Campbell, D.T. (1987),
Blind Variation and Selective Retention in Creative Thought as in Other Knowledge Processes,
in: Radnitzky, G. and Bartley III, W.W. (eds.), Evolutionary Epistemology, Theory of Rationality, and the Sociology of Knowledge, La Salle, Il.: Open Court, 91-114.
- Desmond, A. and Moore J.R. (1991),
Darwin, London: Michael Joseph.
- Edgeworth, F.Y. (1881),
Mathematical Psychics, London:
- Faber, M. and Proops, J.L.R. (1990),
Evolution, Time, Production and the Environment, Berlin: Springer.
- Fogel, R.W. (1986),
“Nutrition and the Decline of Mortalities since 1700: Some Preliminary Findings”, in:
S.L.Engerman, R.E.Gallman (eds.), Long-Term Factors in American Economic Growth,
Chaicago: Chicago University Press, 439-555.
- Friedman, M. (1953),
The Methodology of Positive Economics, in: Friedman, M. Essays in Positive Economics,
Chicago: University of Chicago Press.
- Ghishelin, M.T. (1978),
“The Economy of the Body”, American Economic Review, Vol. 68, Papers and Proceedings,
233-237.
- Gowdy, J. (1994),
Coevolutionary Economics: The Economy, Society and the Environment, Boston: Kluwer.
- Güth, W. and Yaari, M. (1992),
Explaining Reciprocal Behavior in Simple Strategic Games: An Evolutionary Approach, in:
U.Witt (ed.), Explaining Process and Change - Approaches to Evolutionary Economics, Ann
Arbor: University of Michigan Press, 23-34.
- Hansson, I. and Stuart, C. (1990),
Malthusian Selection of Preferences, American Economic Review, Vol. 80, 529-544.
- Hayek, F.A. (1967),

- Notes on the Evolution of Systems of Rules of Conduct, in: F.A. Hayek, Studies in Philosophy and Economics, London: Routledge and Kegan Paul, 66-81.
- , (1979),
The Three Sources of Human Values, Epilogue to Law, Legislation, and Liberty, London: Routledge.
- , (1988),
The Fatal Conceit, London: Routledge.
- Hermann-Pillath, C. (1991),
A Darwinian Framework for the Economic Analysis of Institutional Change in History, Journal of Social and Biological Structures, Vol. 14, 127-148.
- Hirshleifer, J. (1982),
Evolutionary Models in Economics and Law, Research in Law and Economics, Vol. 4, 1-60.
- Hodgson, G.M. (1993),
Economics and Evolution: Bringing Back Life into Economics, Cambridge: Polity Press.
- , (1995),
“The Evolution of Evolutionary Economics”, Scottish Journal of Political Economy,
- Khalil, E.L. (1992),
“Economics and Biology: Eight Areas of Research”, Methodus, Vol. 4, 29-45.
- Lea, S.E.G. (1983),
“The Analysis of Need”, in: R.L.Mellgren (ed.), Animal Cognition and Behavior, Amsterdam: North-Holland, 31-63.
- Marchetti, C. (1980),
Society as a Learning System: Discovery, Invention, and Innovation Cycles Revisited, Technological Forecasting and Social Change, Vol. 18, 267-282.
- Marshall, A. (1898/1938),
Principles of Economics, 8th edition, London: MacMillan, first edit. published in 1898.
- Matthews, R.C.O. (1984),
Darwinism and Economic Change, in: Collard,D.A., Helm, D.R., Scott, M.F.G., Sen, A.K. (eds.), Economic Theory and Hicksian Themes, Oxford: Clarendon Press, 91-117.
- Mayr, E. (1991),

One Long Argument, Cambridge: Harvard University Press.

Metcalfe, S. (1988),

The Diffusion of Innovations: An Interpretative Survey, in: Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R., Silverberg, G., Soete, L. (eds.), Technical Change and Economic Theory, London: Pinter Publishers, 560-589.

--, (1989),

Evolution and Economic Change, in: Silberston (ed.), Technology and Economic Progress, London: MacMillan, 54-85.

Mill, J.S. (1848),

Principles of Political Economy With Some of Their Applications to Social Philosophy, London: Parker.

Mirowski, P. (1988),

Against Mechanism - Protecting Economics From Science, Totowa, N.J.: Rowman & Littlefield.

Nakicenovic, N. and Grübler, A., eds. (1991),

Diffusion of Technologies and Social Behavior, Berlin: Springer.

Nelson, R.R. and Winter, S.G. (1982),

An Evolutionary Theory of Economic Change, Cambridge, Mass.: Harvard University Press.

Pareto, V. (1896),

Cours d'économie politique, Lausanne.

Penrose, E.T. (1952),

Biological Analogies in the Theory of the Firm, American Economic Review, Vol. 42, 804-819.

Pimentel, D. and Pimentel, M. (1979),

Food, Energy and Society, London: Arnold.

Pulliam, H.R. and Dunford, C. (1980),

Programmed to Learn: An Essay on the Evolution of Culture, New York: Columbia University Press.

Richards, R.J. (1992),

The Meaning of Evolution: The Morphological Construction and Ideological Reconstruction of Darwin's Theory, Chicago: Chicago University Press.

Rogers, E.M. (1983),

Diffusion of Innovations, 3rd.edn., New York, Free Press.

Saviotti, P.P. (1988),

“Information, Variety and Technoeconomic Development”, Research Policy, Vol. 17, 89-103.

Saviotti, P.P. and Metcalfe, J.S. (1991),

Present Developments and Trends in Evolutionary Economics, in: P.P.Saviotti, J.S.Metcalfe (eds.), Evolutionary Theories of Economic and Technological Change, Chur: Harwood Academic Publishers, 1-30.

Schmitt, G. (1983),

Die Comptoise Uhr, Villingen: Müller.

Schumpeter, J.A. (1912/1934),

The Theory of Economic Development, Cambridge, Mass.: Harvard University Press 1934, first German edition 1912.

Skinner, B.F. (1966),

“Operant Behavior”, in: W.K.Honig (ed.), Operant Behavior - Areas of Research and Application, New York: Meredith, 12-32.

Smith, A. (1759),

The Theory of Moral Sentiments, London - Edinburgh: Millar, Kincaid, and Bell.

--, (1776),

An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations, London: Strahan and Cadell.

Trivers, R.L. (1971),

“The Evolution of Reciprocal Altruism”, Quarterly Review of Biology, Vol. 46, 35-57.

Usher, A.P. (1954),

A History of Mechanical Inventions, Cambridge: Harvard University Press.

Veblen, T.B. (1898),

Why Is Economics Not an Evolutionary Science? Quarterly Journal of Economics, Vol. 12, 373-397.

Walras, L. (1874/1954),

Elements of Pure Economics - On the Theory of Social Wealth, Homewood, Ill.: Irwin, French edition first published 1874.

Winter, S.G. (1964),

Economic 'Natural Selection' and the Theory of the Firm, Yale Economic Essays, Vol. 4, 225-272.

Witt, U. (1985),

Economic Behavior and Biological Evolution - Some Remarks on the Sociobiology Debate, Journal of Institutional and Theoretical Economics, Vol. 141, 365-389.

--, (1991),

Economics, Sociobiology, and Behavioral Psychology on Preferences, Journal of Economic Psychology, Vol. 12, No.4.

--, (1992),

"Evolutionary Concepts in Economics", Eastern Economic Journal, Vol. 18, 405-419.

--, (1996),

"Moral Norms and Rationality within Populations: An Evolutionary Theory" in: J.C.Pardo, F.Schneider (eds.), Current Issues in Public Choice, Aldershot: Edward Elgar, 1996, 237-256.

Young, R.M. (1988),

Darwin's Metaphor: Nature's Place in Victorian Culture, Cambridge: Cambridge University Press.

Unlocking Path Dependency by Option Sharing:
Lessons from Japanese Experiences in National Projects

by

Fumio Kodama
Research Center for Advanced Science and Technology
The University of Tokyo

presented at:
JAEE International Symposium on
"Evolutionary Economics – What's On?"
March 28, 1997, Kyoto, Japan

Introduction

The subject of this paper is focused on public management of national projects. Here, I am talking about those large science and engineering projects, that cannot be managed neither by scientists nor corporations alone without direct government involvement.

I have in mind high energy physics facilities, space research, fusion energy, oceanography, and Antarctic projects as examples. In these areas, even a single national government's involvement is no longer sufficient, thus, an international cooperation will be necessary, because none of us, Europe, North America, and Japan, can easily afford the total cost. Moreover, the smaller nations share a desire for access to the best facilities for these scientific researches.¹

Indeed, in these areas, the government can play an important role in the creation of new science and technology, but it is a different role than that of corporations. That is, the government must approach the creation of new technology with a view that is different than that taken by successful corporate management, which can be characterized based on the concept of "natural trajectory." The cumulative nature of technological advance has been described by Nelson and Winter as following a natural trajectory: today's research produces successful new technology and the natural beginning place for tomorrow's searches.² They discuss a "neighborhood" concept of a quite natural variety: once a system proves to be a success, it is possible only to make minor

changes.

However, a set of technological possibilities sometimes consists of a number of different classes of technology. Within any of these classes, technological advance may follow a particular trajectory. At any given time, all R&D may be focused on one class of technologies with no attention paid to other classes of technologies.³ These path dependencies, which are often involved in technology development, indicate the possibility that the system will *lock* into paths that are not globally optimal.⁴

Public policy discussions, therefore, should be centered around how to unlock the path we have been taking, and to explore all the possible trajectories. In order to unlock a less-globally-optimal trajectory which have been taken, we might need a *diversity* in technological approach and a *redundancy* in organizational setting. The Manhattan project, however, is still the conventional model for government involvement in the creation of new technology. According to Nelson, this model involves a willingness to make large early bets on particular technological *options* and force these through at very high cost.⁵

International cooperation has followed this model, and has been dominated by notions of cost sharing and task sharing. According to Branscomb, for example, cost sharing is being practiced in the European Center for Nuclear Research (CERN), and task sharing as represented in the U.S. space station, where different nations provide components to be assembled into the final system.⁶ However, dividing up costs and tasks suggests that an option has already been selected.

In this paper, therefore, using the path dependency as the

framework of analysis, I will try to describe the Japanese experiences of national projects: one is the nuclear program and the other is the space program. By reviewing the Japanese development of nuclear programs, I will make a study of technological lock-in. By reviewing the Japanese space programs, I will show that the importance of organizational redundancy is built into the Japanese programs, whether it was intended or not.

In the face of huge ex ante uncertainties concerning the uses of new technological capabilities, Rosenberg points out that private firms can depend upon the market mechanism, and that it encourages exploration along a wide variety of alternative paths.⁷ In these national programs which we have been studying in this paper, however, we cannot rely on the market mechanism. Therefore, I will come to propose a new idea for international cooperation, i.e., *option sharing*.

"Option sharing" is a concept which entails dividing up the burdens and responsibilities for pursuing each of the possible scientific and technological options in a given area. I will argue that a thorough search of all possible options should be the main objective of future international cooperation. For the management of this new type of international cooperation, I will draw some lessons from Japanese experiences in government-sponsored joint research among private firms, although these collaborations were conducted at domestic level.

1. Technological Lock-in: Japanese Nuclear Programs

Japan's total R&D budget for nuclear development is now far larger than any other country's, and comparing how this sum is being spent in Japan with how money is spent for nuclear development in other countries makes it clear that Japan has made a strong commitment to a specific technical option, the fast breeder reactor (FBR). By 1990, Japan's FBR budget has become the largest in the world, as shown in Table 1. Having reached that level, its future has become uncertain.

Table 1 Total nuclear and FBR budgets in major countries

Country	Total (\$million)	FBR (\$million)
Japan (1991)	3,200	520
U.S. (1992)	1,100	50
France (1990)	2,000	61
Germany (1991)	1,000	40
U.K. (1990)	800	176

Source: Science and Technology Agency, *Nuclear Power Pocket Book* (in Japanese), (Tokyo: Japan Atomic Industrial Forum, 1992).

Notes; U.S. budget is the Department of Energy's nuclear R&D plus radioactive waste management budget. The FBR budget is "advanced reactor" budget. French budget is total civilian CEA budget. German budget is BMFT's total budget. UK's is UKAEA's total civilian budget.

Japan's interests in nuclear technologies began in 1952 when the U.S. occupation ended and a ban on nuclear research was lifted. In 1955, Japan's Basic Atomic Energy Law was enacted, and the Japan Atomic Energy Commission (JAEC) was created in 1956 as the authoritative entity for policy decisions. JAEC's main task was to create a long-term development plan to promote domestic nucle-

ar technological capabilities.⁸

JAEC published its plan for power reactor development in 1966. The plan, which is still the essence of Japan's existing nuclear reactor development programs, defined the FBR as the primary goal of advanced nuclear reactor development.⁹ It is not surprising that a resource-poor country like Japan adopted FBR as its major goal, as in theory FBRs can produce more fuel than they consume. Furthermore, at the time of adoption, the world uranium resources were believed to be limited, and most other advanced nuclear nations took the same strategy.¹⁰ The plan also called for the establishment of a domestic fuel cycle, which would include the reprocessing of spent fuel, which is essential to extract plutonium for FBR.

JAEC's plan was the first strong commitment to the development of "indigenous" technology in Japan. It was a break in the pattern of technology importation that had been prevailed in Japan since the late 1880s. To achieve its goals, the government established the Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation (PNC) in 1967 to develop FBR and its associated fuel cycle technologies. Over the years, Japan's nuclear budget has increased drastically. Before 1967, the budget increase was moderate, but it jumped in 1970 and then grew six fold in 10 years, thus, making it one of the largest nuclear budgets in the world.

PNC's original mission is now complete. The next step for FBR development is to build a demonstration power reactor (DFBR), but for several reasons, the future of DFBR and the mission of PNC have become uncertain. First, the commercial need for FBRs has

become much more uncertain. Uranium resources are now believed to be plentiful, and the price of uranium is now the lowest it has been since the 1970s. On the other hand, construction costs as well as fuel cycle costs for FBRs, are still very high.

Second, existing FBR design and technology are no longer accepted as the best technical option for future nuclear development. For example, although a large-scale oxide-fuel FBR was believed to be suitable for commercial design, a small metallic-fuel fast reactor is emerging as a possible candidate. This type of reactor does not necessarily "breed" the fuel. Its design puts more emphasis on passive safety features rather than breeding capability. As waste management has become a critical issue to nuclear development, another fast reactor design that can "burn" or "transform" long-life radionuclides has become attractive. There is no clear consensus among nuclear experts today on the type of advanced reactor design that should be developed further.

Third, FBR uses plutonium, a material for nuclear weapons, as a fuel. Using plutonium as a fuel has increased political concerns about the risks of nuclear proliferation and possible diversion of fuel to nuclear explosives. Because of recent progress in nuclear disarmament, large quantities of plutonium may become available from dismantled nuclear warheads. This may increase political pressure to minimize civilian plutonium production. This political uncertainty and environmental concerns, which claim that plutonium is one of the most toxic materials in the world, have made the future even more uncertain of FBR programs.

Fourth, most advanced nuclear nations either canceled or de-

layed FBR development programs. The United States canceled its demonstration project, the Clinch River Breeder Reactor, in the early 1980s. Germany's demonstration reactor (SNR-2) and prototype reactor (SNR-300) were halted in 1980s. Great Britain has decided not to finance its FBR programs. Even France, which has been most aggressive in developing FBR, recently announced that it will not reopen its demonstration FBR (Superphenix) because of its technical problems.

Finally, the Japanese public attitude toward nuclear power has added further uncertainty to nuclear planning. While a majority of the public still believes nuclear power is necessary for the country, the portion of the public that favors a larger role for nuclear power has dropped below half for the first time in the 1990 government poll.

In conclusion, this kind of Japanese nuclear dilemma has been summarized by T. Suzuki as follows: to some Japanese leaders, any policy change seems like a threat to existing programs. But while consistency is certainly an element of success, other considerations need to take priority. Japan's nuclear policy will remain credible only if it reflects new realities and reduces economic and political risks.¹¹

2. Exploring Alternative Paths: Japanese Space Programs

My criticism of the Japanese nuclear energy policy is not that it made a major commitment to FBR that subsequently turned out to be

problem-ridden. A more appropriate criticism is aimed at the single-mindedness of the focus on FBR power that led to a comparative neglect of many alternatives. It now becomes more important to explore a wide variety of alternative paths, rather than to follow a single natural trajectory.

In fact, a pervasive uncertainty not only characterizes basic research, where it is generally acknowledged, but the realm of government-sponsored development projects. Consequently, as Rosenberg asserted, the pervasiveness of uncertainty suggests that the government should ordinarily resist the temptation to play the role of champion of any one technological alternative. He argues, therefore, it would seem to make a great deal of sense to manage a deliberately diversified research portfolio, a portfolio that is likely to illuminate a range of alternatives in the event of a reordering of social and economic priorities.¹²

The importance of diversity in technical approach was vividly demonstrated by the contrasting differences in commercialization of space activities between the United States and Europe. While the U.S. was once trying to integrate various space transportation activities by reusable Space Shuttle System, European Space Agency (ESA) led the commercialization by its *disposable* Arian Rocket System. In retrospect, the different approach by European contributed on activating the worldwide space activities.

Whether it was intended or not, the importance of organizational redundancy is built into the Japanese space programs. Japan's space efforts started in early 1950s at the University of Tokyo, which led to the successful launching of its first so-called "pencil rocket" in 1955. But during the early 1960s Japanese

space programs were still modest in size and concentrated in science program. In 1967, however, the "Space Activities Commission (SAC)" was established to develop a comprehensive Japanese space development programs. The SAC also suggested to establish a national RD&D organization, in order to promote "national efforts", hoping industry and the government can cooperate in promoting space technologies. National Space Development Agency (NASDA) was established in 1969 as an independent corporation, and its major mission was to develop "Japanese satellites and rockets".

NASDA's budget increased rapidly during 1970s as the development of rockets and satellites proceeded. And the NASDA's share was about 85% of entire national space budget. While Japan's space program is still small as compared with the United States, it's size is now comparable to those of other industrialized nations, as shown in Table 2.

Table 2. National Space Budget in Major Countries (\$ Million)

Country	1970	1991
U.S.	3,644	15,010
France	145	1,893
Japan	41	1,367
Germany	87	1,021
U.K.	44	290

Notes: Military related budgets are all excluded.

Source: National Space Development Agency, 1992.

Ironically, however, now that the NASDA had successfully launched its H-II rocket (100% domestic rocket with a world-class payload

of 2 tons) in Spring of 1994, the Institute of Space and Astronautical Science (ISAS), founded in 1981 from University of Tokyo's Space Research Institute, is increasingly attracting attention of space experts.¹³ The ISAS is legally restricted to only "space science" and has maintained independent position in the Japan's space program. In January 1990, it successfully launched a unmanned rocket to the Moon which made Japan the third (following the U.S., Russia) country in the world to send a Moon satellite.

Although SAC had kept encouraging ISAS-NASDA cooperation more, the redundancy might become more important for the future development than the removal of the wasteful expenses. In other words, we should pay a more attention to the differences in basic design philosophy and mode of technology transfer between these two organizations, whose missions are so different with each other.

Since it was started, ISAS had been developing domestic technologies in a consistent way. They are using only solid fuels. Its technology strategy for securing reliability is a system simplification and a wider margin of safety factor. Its development strategy is to conduct various tests in the space instead of doing them on ground, and thus to reduce the costs.

The NASDA's strategy, on the other hand, is following the tradition which NASA was developing since its Apollo project. Its reliability is secured by redundancy design, by detailed testing of components and subsystems, and by verifying the whole system on ground. While several unique designs can be found at ISAS system, the NASDA's system is based on those designs which had been verified elsewhere. Despite these differences, the two

systems have so far achieved reasonably good performance records.

When it comes to possibilities of technology transfer between these two projects, many Japanese suppliers are providing these two organizations with their components and subsystems. For example, Nissan Motor Co., a provider of solid-fueled rocket system for ISAS, and NEC Corp., a provider of science satellite for ISAS, are also involved in the NASDA's projects. Through these suppliers, ISAS and NASDA can indirectly share each other's system characteristics and development experiences. In short, they can benefit from each other through suppliers channels.

3. Cooperate and Compete: Option-Sharing

3-1 Cooperation Scheme

Recent news about cold fusion and warm-temperature superconductivity, is a stunning reminder that science and technology entail a vast array of options and alternatives. A thorough search of all possible options, therefore, should be the main objective of future international cooperation.

Under option sharing, in the early phase of the development of large projects involving international cooperation, scientists in each nation would pursue the approach of their own choosing, which would be explored on an affordable scale. By international agreement, all information about each approach would be open to scientists pursuing complementary projects in other countries,

and, as each project matured, scientists could elect to work on the project of their own choice, regardless of national location.

Of course, this cooperation scheme should not permit one country to force the option it has selected on other countries. Each country should have the right to choose which option it wishes to pursue. Given the need to ensure that all possible options are covered, of course, there would have to be a certain amount of compromise and adjustment. In the case of projects like the super collider, in which scientific value outweighs the merits of diversity, prior agreement would have to be sought for sharing costs and tasks to implement the scientific principles as a truly international facility.¹⁴ However, the soaring costs involved in large engineering projects is due, at least in part, to the increasing number of options and to the pressure imposed on a single government to cover all the costs involved in exploring all the options simultaneously. Only through international cooperation, is it feasible to pursue all potential options.

3-2 Technological Rationale: Calibration of Progress

Covering all possible options through international cooperation would have a profound effect on the development of technology. While science aims at an absolute truth, technology aims at relative superiority. Determining the most meritorious technical option, therefore, is not possible unless all the options are demonstrated and compared. Option sharing should not be looked upon that a country relies on advances made by competing projects of other countries. Instead, the other countries will provide a *calibration* of the state of art of technical advance, with trans-

parency provided through international cooperation.

Geraldo Hane studied on the Japanese R&D consortia that revolved around three or four key firms that are capable of advancing and commercializing the core technology.¹⁵ Those eight cases he examined are listed in Table 3, together with identification of key participants.

Table 3. Primary Systems and Device Developers

Project	Key Firms
MHD Power Generation	Hitachi, Mitsubishi Electric, Toshiba
Linear Motor Car	Hitachi, Mitsubishi Electric, Toshiba
Superconducting Generator	Hitachi, Mitsubishi Electric, Toshiba
300 kW Gas Turbine	IHI, Yamar Diesel, Kawasaki HI (systems) Kyocera, NGK Spark Plug, NGK Insulators (ceramics)
100 kW Gas Turbine	Toyota, Nissan, Mitsubishi Automotive (prototype engines) Onoda Cement, Noritake, Nihon Cement (ceramics)
Josephson Junction	Hitachi, Fujitsu, NEC
Superconducting Sensor	Hitachi, Yokogawa Electric, Shimazu, Toshiba
Stirling Engine	Mitsubishi Electric, Tokyo Sanyo, Aisin Seiki, Toshiba

Source: Geraldo J. Hane, "R&D Consortia -- Contrasting U.S. and Japanese Strategies," Center for International Studies, MITJP94-02, Massachusetts Institute of Technology, 1994, pp. 10-12.

He finds that the key developers are not given common tasks, but are typically assigned parallel tasks to develop slightly different prototypes. These firms then compete in the development of

these core technologies. He also discovered that the firms do not rely on advances of their competitors. Rather, the other firms provided a calibration of the state of technical advance, with transparency provided through the national laboratories in their role as evaluators.

The other firms that participate in the systems and device R&D consortia complement the tasks of the core developers either as users or as suppliers. If there is substantial integration in the skills of the complementary actors, competitive teams are formed. This is the case, for example, in the development of ceramic composites in the 100 kW gas Turbine Project. In this project, each of the firms with ceramics materials expertise is teamed with a petroleum firm, and the teams work in competition to synthesize prototype components. Onoda Cement teams with Tonen, Noritake teams with Idemitsu Kosan, and Nihon Cement teams with Nihon Seikiyu.

This structure does not mean, however, that the horizontal diffusion of information does not occur in Japanese consortia. Horizontal diffusion occurs in the calibration of progress, occurs at the start of a project when firms are standardizing evaluation methods and gathering information about the state-of-the-art internationally, and occurs in science projects where the value of commercial appropriation is uncertain. However, in the development of systems and devices, G. Hane concluded his investigation by saying: It is competition, not cooperation, that is the organizing principle of the projects.

3-3 Economic Incentives: Rewarding Even Losers

The calibration argument gives us a technological rationale behind cooperation, but it might not give enough economic incentives. In this context, we can draw some lessons from the way in which NTT structured the relationship between research and procurement. They make competitive bidding of new options, but procurements are divided into all the participants: a winner will get a majority of the procurement, but the remaining portion is divided among losers.

Before its privatization, NTT's status was a regulated monopoly. Since NTT was denied its own manufacturing capability, the Japan's organization for innovation in telecommunications has been built upon the hierarchical structure of the so-called "NTT family." The term is usually used to refer to NTT's four main external suppliers, Fujitsu, Oki, Hitachi, and NEC. D. Okimoto made an objective analysis on how NTT and the four companies were able to exchange information so freely without facing the problem of opportunistic behavior.¹⁶

What incentives prompted each firm to tackle the challenge of innovation and not simply free ride on the efforts of others? He discovered: although opportunistic behavior is hard to control completely in any joint undertaking, the organizational structure of the NTT family system lowered the temptations to engage in opportunistic behavior by stressing the positive-sum gains from mutual cooperation and the collective nature of rewards and responsibilities. In short, by tying research performance to procurements, NTT could provide most ingenious and effective mechanisms for rewarding even losers.

Of course, this NTT method can not be directly generalized from national to international level. However, by sharing information about all the options to be tried, a nation with physical and human capital focused on a losing option could be helped in catching up with the nation that happened to develop the winning option. This information sharing could be assured by allowing a free flow of researchers across national borders. After researchers had freely chosen the option they wished to pursue in accordance with their own views, convictions and career objectives, they would work in the country pursuing that option. Once the best option had been determined, researchers would return to their respective countries, thus ensuring information on the option will be disseminated throughout participating countries.

Concluding Remarks

Through option sharing, it is possible to resolve the inherent tension that exists between international cooperation and national autonomy. Through the principle of cooperate-and-compete, nations in the industrial world may capitalize on parallel interests. There are growing fears that the shift toward technological protectionism will turn into a minus-sum game for the world as a whole.¹⁷ It can be said that only through option sharing can a plus-sum game be assured. In a world in which "techno-nationalism" is the prevailing mood, international cooperation through option sharing may offer the breakthrough that can make the ideal of "techno-globalism" the new reality.

References

- (1) L. Branscomb, "The Road from Resentment to Understanding in U.S.-Japan Science and Technology Relations," a paper presented to *100th Anniversary of Electrotechnical Laboratory*, (Tsukuba, Japan: Electrotechnical Laboratory, 1991), p. E-27.
- (2) R. Nelson and S. Winter, *An Evolutionary Theory of Economic Change* (Cambridge, Mass.: Harvard University Press, Belknap Press, 1982), 257.
- (3) Ibid., 262.
- (4) R. Cowan, "Nuclear Power Reactors: A Study in Technological Lock-in," *The Journal of Economic History*, 50, no. 3 (1990): 541-67.
- (5) R. Nelson, *The Moon and the Ghetto* (New York: Norton & Company, 1977), 119.
- (6) L. Branscomb's foreword to the book: F. Kodama, *Emerging Patterns of Innovation* (Boston, Mass.: Harvard Business School Press, 1995)
- (7) Nathan Rosenberg, "Uncertainty and Technological Change," paper presented at *Growth and Development: The Economics of the 21st Century*, Center for Economic Policy Research, Stanford University, June 3-4, 1994
- (8) For a more detailed history, see T. Suzuki, "Japan's Nuclear Dilemma," *Technology Review* October (1991): 44-49. This section is based on Suzuki's paper "Need for Strategy Shift in Japan's National Big Project," which was prepared in August 1992 for the Japanese Commission on Industrial Performance, organized by the Japan Association of Techno-Economic Society (JATES).
- (9) *Basic Course of Reactor Development* (in Japanese), (Tokyo: Japan Atomic Energy Commission, 1966).
- (10) In fact, JAEC dispatched an ad-hoc studying commission to Europe and the United States to learn about other countries' strategies before reaching this decision.
- (11) T. Suzuki, "Japan's Nuclear Dilemma," 49.
- (12) Nathan Rosenberg, "Uncertainty and Technological Change," paper presented at *Growth and Development: The Economics of the 21st Century*, Center for Economic Policy Research, Stanford University, June 3-4, 1994
- (13) "Rocket fireworks: Japanese space programs," *The Economist*, August 3, 1991, p.77. And see also David Sanger, "Joining Space Race, Japan Launches Rocket to Moon," *The New York Times*, January 25, 1990, and D. Sanger, "Japan Eyes Space With Uncertainty, and Confusion," *The New York Times*, June 26, 1990, P.C1, c8.

- (14) L. Branscomb, "The Road from Resentment to Understanding in U.S.-Japan Science and Technology Relations," E-27.
- (15) Geraldo J. Hane, "R&D Consortia -- Contrasting U.S. and Japanese Strategies," Center for International Studies, MITJP94-02, Massachusetts Institute of Technology, 1994, pp. 10-12.
- (16) Daniel Okimoto and Henry Hayase, "Organization for Innovation: NTT Central Research Laboratories and NTT Family Firms", January 3, 1985
- (17) R. Reich, "Beyond Free Trade," *Foreign Affairs* 61, no. 4 (1983): 773-804.

Evolutionary Competition of Standards with Random Noise

江頭進¹・依田高典²

Abstract

本稿は、消費者が空間的特性を持つ場合の戦略の標準化競争をコンピュータ・シミュレーションによる実験を通じて考察したものである。400人からなるトーラス上のセルに配置された各プレイヤーが 관련된結果、必ずしも一つの優位な戦略に全員の選択が集中するとは限らなくなる。しかし、各プレイヤーの合理性を制限してみると、一つの支配的戦略が登場する可能性が大幅に増大する。これらの実験結果は、実際の技術の標準化競争において、生まれ出るパターンや制度を説明する重要な手がかりを与えてくれると思われる。

1 序

日常の行動の行動において、われわれは意識的、無意識的のうちに周囲の人々の行動を判断の基準にしている場合が多い。それは単に環境に合わせているというだけではなく、多数派に合わせるという行為そのものが個人的には積極的な意味を持つ場合も考えられるだろう。Katz & Shapiroの論文(1985)はこの問題を「ネットワーク外部性」という名前でも取り上げた画期的業績である。ネットワーク外部性とは、あるフォーマットの製品の需要量が、既にそのフォーマットを採用している人々の数に左右されるような現象を指す。特に、互換性のない複数のフォーマットが存在する場合(ex. ビデオテープの規格のVHS方式と β 方式、パーソナル・コンピュータのOSであるMS-WINDOWSとMac OS)、各企業は、消費者の支持を自社の採用しているフォーマットに集めることを第一に考えなければならない。

Katz & Shapiro以来、数学的ゲームを用いた多くの関連論文が発表されたが、残念ながらその多くが、消費者の効用関数に、単純に各フォーマットの製品の採用者の数を織り込んだだけのものとなっている。しかし、非常にしばしば見られることであるが、人々は全体としての普及率よりも「自分の近くの人々」がどのフォーマットを採用しているのか、ということに目を奪われがちである。これは、サーチ・コストの存在や仲間意識といった理由が考えられるであろう。ここでは、各プレイヤーが自分の隣人たちがどんな戦略を採用しているかということを観察した上で、自分の戦略をその範囲での多数派の戦略を合わせるといふゲームを考える。このゲームでは、多人数ゲームである上に、過程において発生するパターンを観察することに意義があるのでコンピュータ・シミュレーションによる動的ゲームを用いるのが有効であろう。そこで、既に幾人かの研究者にしばしば取り上げられている「日和見ゲーム」を用いて、その基本的な動きを見ることとする(ex. 小田 1996, Oda, Miura, Ueda & Baba 1996)。

本稿の第1節では、まず本稿を通じての基本モデルである協調ゲームの意味と、制限された合理性について考察する。第2節では基本的なゲームの構造を説明し、第3節でその結果を見る。ここで現れる「スクラム」という概念がキーポイントになる。第4節以降はこのスクラムをいかに壊すかというテーマで議論が進められる。まずはじめに、各戦略の初期値に偏りを持たせて状況の変化を観察する。次に、プレイヤーが判断の誤りを犯すようなTremblingを導入する。第6節では補足的にプレイヤーの戦略が変化する場合を考える。

本稿は経済学の論文として、市場における現象に関心を集中しているが、示される結果はきわめて一般

¹日本学術振興会特別研究員

²甲南大学講師

的であり、社会心理の形成や、もっと広げれば文化の形成問題にも応用が可能なものとなっている。

2 基本的アイデア

2.1 コーディネーション・ゲームの進化的安定性

ゲーム理論において、もっとも広範に支持を集めている均衡概念は、論に及ばず、ナッシュ均衡概念である。しかし、ナッシュ均衡概念にはよく知られた問題点が存在する。第一に、ナッシュ均衡を混合戦略を含めて解釈する場合、確率混合することの現実上の意味が必ずしも明らかではない。第二に、ナッシュ均衡はかなり広範な概念であり、しばしば複数個存在する。複数ナッシュ均衡の間の選択基準をいかに考えるべきか。数理経済学者のMaynard Smithは上の二つの問題に、進化論的アプローチから一つの解答を与えた。今日それは「進化ゲーム」の理論として知られている。

Weibullの言葉を借りれば、進化ゲーム理論は次のようにまとめられる。

「進化ゲーム理論のキー・コンセプトは進化的に安定な戦略(evolutionary stable strategy)」である。その様な戦略は正しく進化的淘汰圧力に対しても頑健である。ある大集団から任意の個々人を抽出し、対称的二人ゲームを行うものとせよ。また、個々人は、遺伝か何かである純粋または混合戦略を選ぶように「プログラム」されているものとせよ。そこで、別の純粋または混合戦略を選ぶようにプログラムされている個々人の小集団を紛れ込ませてみよう。この突然変異戦略に対して、異分子の比率が正の侵入バリアー以下の場合、既存の戦略の利得が突然変異戦略よりも高いようなバリアーが存在するならば、既存戦略は進化的に安定と言われる。」

(Weibull, 1995, p.33)

より厳密な定義は次のように与えられる。プレイヤーを $i = \{1, 2\}$ 、 $a_i(a_j)$ をプレイヤー $i(j)$ の戦略、プレイヤー i の利得関数を $U(a_i, a_j)$ とする。 a^* が次の二つの条件を満足するとき、 a^* は、ESSであるとされる。

$$U(a^*, a^*) \geq U(a, a^*) \text{ for } \forall a \quad (1)$$

$$\text{if } U(a^*, a^*) = U(a, a^*), \text{ then } U(a^*, a) \geq U(a, a) \text{ for } \forall a^* \neq a \quad (2)$$

条件(1)は戦略 a^* がナッシュ均衡戦略であることを意味し、同戦略は他の任意の戦略よりも低い利得をもたらしてはいけないことを表す。また、プレイヤーの集団が多形(polymorphic)であることを仮定すると、動学的調整を次のように与えられる。ある戦略 a を採るプレイヤーの比率を p 、戦略空間 A 上のプレイヤー比率のベクトルを P とする。

$$\frac{dp}{dt} = p[U(a, P) - U(P, P)] \quad (3)$$

条件(3)は戦略 a を用いるプレイヤー比率の増加率 $(dp/dt)/p$ はその利得と平均利得の差 $[U(a, P) - U(P, P)]$ に等しいことを表す。平均利得よりも高い利得を与える戦略は通常普及していき、平均利得よりも低い戦略を与える戦略は通常淘汰されていく。

次のような対称的2戦略二人ゲームを仮定しよう。通常、このようなゲームは「協調ゲーム(coordination game)」と一つの混合戦略均衡 $((a_1, 0.5; a_2, 0.5), (a_1, 0.5; a_2, 0.5))$ からなる。このことは、戦略 a_2 を採用す

るプレイヤーの比率を p とおき、動学方程式 $dp/dt = p(1-p)(2p-1)$ を用いて、 $p = 0, 0.5, 1$ のときに $dp/dt = 0$ となることから確かめられる。 $p < 0.5$ のとき $dp/dt < 0$ であるから、純粋戦略 $a_1(p=0)$ は ESS である。他方、 $p > 0.5$ のとき $dp/dt < 0$ であるから、純粋戦略 $a_2(p=1)$ は ESS である。ナッシュ均衡戦略 $(a_1, 0.5; a_2, 0.5)$ は ESS ではない。

		プレイヤー 2		(4)
		a_1	a_2	
プレイヤー 1	a_1	1, 1	-1, 0	
	a_2	0, -1	0, 0	

協調ゲームは非常に多様な経済学的含意を持っている。ここでは周知の 3 例を挙げよう。第一にルソーは『人間不平等起源論』において鹿狩と兎狩の間の協調ゲーム的状况を説明した。鹿狩には集団狩猟が適し、兎狩には個人狩猟が適している。鹿狩は大きな分け前をもたらすが、相手の協力が必要である。相手の協力無しに、鹿狩を行うことは徒労に終わる。兎狩は小さな分け前しかもたらさないが、相手の協力は必要でない。この場合、鹿狩は a_1 、兎狩は a_2 である。第二に技術標準の採用やシステムの普及においてより優れた技術が採用されず、より劣った技術が初期に採用されてしまいインストール・ベースやロックイン効果を持つてしまうことがある。キーボードの QWERTY 配列と DVORAK や DEALEY 配列の関係、VTR の β と VHS の関係がこの一例である (Cusumano, Mylonadis, & Rosenbloom 1992, David 1984)。技術標準の採用やシステムの普及は非常に強い戦略的補完性(しばしばネットワーク外部性とも呼ばれる)が存在する為に、自分一人だけが現在の戦略を変更するインセンティブが存在しないのである。この場合、優れた技術標準は a_1 、劣った技術標準は a_2 である。第三にケインズ経済学の非自発的失業も「協調の失敗」として解釈される。ケインズによれば個々人の合理的選択が時として社会全体の非効率性を招くのである。この場合、名目的な需要ショックに対して名目的な価格・賃金を変化させることは a_1 、変化させないことは a_2 である。

2.2 限定された合理性

サイモンは「限定された合理性 (bounded rationality)」という視点から主流派経済分析の限界を訴え続けてきた。経済学で取り扱ってきた合理性はしばしば狭すぎる概念であり、実証的基礎からも支持され難いものであると言う。ホガース&レダーも経済学と心理学の合理性に関するパースペクティブを比較考察して次のように指摘している (Hogarth & Reder 1986)。

現象の範囲：経済学は適切に動機付けられた市場行動にのみ注目する。

研究目的：経済学は選択の帰結を考察するが、心理学は選択のプロセスを考察する。

データ：経済学は集計された価格・数量関係に注目するが、心理学は個人レベルの多様なタイプに注目する。

近年、経済心理学的アプローチの発展から、選択の合理性をより広い現実的妥当性の観点から再考する動きが広まりつつある。経済学的極大化原理から逸脱した行為を「異常 (anomaly)」として片付けるのではなく、実際に観察される限定された合理性を基礎において理論を構築する動きである。例えば、期待効用

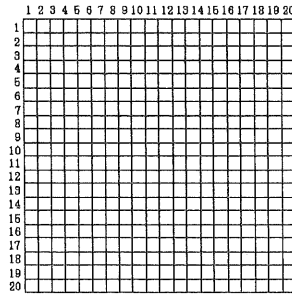


Fig. 1

極大仮説における独立性公理は「アレの反例」や「エルスバークの反例」から批判されるので、もっと緩やかな公理体系をもとに意思決定理論を構築する「期待効用理論の一般化」の動きを挙げることが出来る。

一般的に言って、認知科学の見地から人間の情報処理能力には限界があり、情報処理の深さと広さにはトレードオフ関係があることが知られている。人間は情報認知の過程で様々な誤謬を犯したり、ヒューリスティックスを用いたりする。今後の意思決定モデルにおいて、人間の限定された合理性や情報処理能力の限界を明示的に考察し、完全な合理性や万能な情報処理能力を前提としたモデルの結論がどれほど頑健であるのかを考察することが求められる。

本論文では、次のような限定された合理性、情報処理能力の限界を明示的にモデルに取り込むことにしよう。

- (1) 認知ノイズ：情報処理の深さの限界のために、プレイヤーは自分の行動を誤ったり、相手の行動を誤って観察する。例えば、相手が a_1 という行動を取っているにもかかわらず、5%の確率で a_2 の行動として観察するのである。
- (2) ヒューリスティックス：情報処理の広さの限界の為に、全プレイヤーの行動の情報を収集して行動を決定するのではなく、近隣の一部のプレイヤーの行動の情報のみを収集して行動を決定する。

2.3 基本的モデル

本論文では、協調ゲームと限定された合理性のアイデアを盛り込み次のようなモデルを考える。

- (1) 20行20列のセルを考える (Fig. 1)。セルはトーラス状になっていて、右端は左端に、上端は下端につながっている。各セルには一プレイヤーが存在する。従って、合計400人のプレイヤーが存在する。隣接する8人のプレイヤーを「1階の隣人」、1階の隣人の1階の隣人を含めた24人のプレイヤーを「2階の隣人」と呼ぶ。以下同様に「 x 次の隣人」を定義する。
- (2) 親番が左上のプレイヤーから順繰りに回ってくる。親番が400人の全プレイヤーを一巡することを「1ターン」とよぶ。各プレイヤーは親番のときにだけ、行動を変更することが出来る。ただし、行動は全相手プレイヤーに対して共通であり、相手プレイヤー毎に個別に選択することは出来ない。つまり、右隣のプレイヤーに対しては a_1 、左隣のプレイヤーに対しては a_2 のように使い分けることは出来ない。
- (3) 各プレイヤーは x 次の隣人と2.1節で与えられた協調ゲームを行う。協調ゲームの性質より、過去の自分も含めて過半数以上の近隣の行動に従うような戦略を選択することが最適戦略である。

(x 次のローカル・マジョリティ・ルール)

- ・ x 次の隣人合計 $4x(x+1)$ 人の行動に対して、半数 $2x(x+1)$ 人より多くのプレイヤーが $a_1(a_2)$ を選択するならば、自分も $a_1(a_2)$ を選択する。
- ・ x 次の隣人合計 $4x(x+1)$ 人の行動に対して、 $2x(x+1)$ 人のプレイヤーが $a_1(a_2)$ を選択するならば、自分の前ラウンドの行動を変えない。(行動変更の保守性)。

$x=1$ の場合、隣人プレイヤーは8人いる。4人より多くの隣人プレイヤーが a_1 を選択するならば a_1 、4人より少ない隣人プレイヤーが a_2 を選択するならば a_2 を選択する。4人の隣人プレイヤーが a_1 を選択するならば前ラウンドの自分の行動のままとする。

- (4) 第1ラウンドの各プレイヤーの行動は、初期分布に従って決定されるものとする。
- (5) 各プレイヤーは相手プレイヤーの行動 $\epsilon\%$ の確率で誤って観察する。
- (6) ゲームの利得はゲームが1ターン終了したときに一括して実現するものと仮定する。

プレイヤーの合理性が完全である場合にはどのようなことが予想されるであろうか。プレイヤーが全てのプレイヤーの行動を考慮に入れ戦略を決定し、また行動の観察に誤謬が存在しないならば、自分を除いた全プレイヤーの行動の過半数を占める戦略に合わせて行動をとるので、全プレイヤーの行動は即座に収束するであろう。ただし、協力行動 a_1 と非協力行動 a_2 のどちらが均衡戦略となるかは行動の初期比率に依存する。つまり、合理性が完全であるならば、セルを用いた多人数ゲームでも、二人協調ゲームと同様の結論が成立する。この意味で、本モデルの協力行動 a_1 と非協力行動 a_2 も進化的に安定な戦略であると言える。部分的あるいは確率的に協力行動 a_1 と非協力行動 a_2 が共存することはありえず、いずれか一方に収束するものと期待される。以上より、各プレイヤーの合理性が完全で、各プレイヤー間で強い戦略的補完性が存在する場合、社会全体の均衡パターンは画一化され、一度確定した社会パターンはそれが効率的なものであれ非効率的なものであれ固定的慣性傾向を持つことになる。

本論では上述の社会的均衡パターンの画一性と限定された合理性の関係をシミュレーションを用いて考察する。プレイヤーの情報処理能力の限界と社会全体の均衡パターンの多様性との間にどのような関係があるのかを明らかにしたい。

3 結果1

各人が周囲の状況に100%反応しながらしながら、戦略を決定した結果は以下ようになった (Fig. 2.1-4)。

- (1) 比較的早いターン(10ターン前後)で調整が終了し、各戦略を採用している人数、全体の得点ともに変化が無くなる。
- (2) 調整終了後、セルの配置パターンを見ると、いずれの場合も Fig. 3 のような柔らかい形をした図形が見られるた。
- (3) 各戦略の人数がそれぞれどこに収束するかということは、各戦略の人数の初期値に依存せず、ターン0の配置にのみ依存する (Fig. 4)。
- (4) 同様に、調整の終了ターンも各戦略の初期値には全く依存せず、ターン0の配置にのみ依存する。

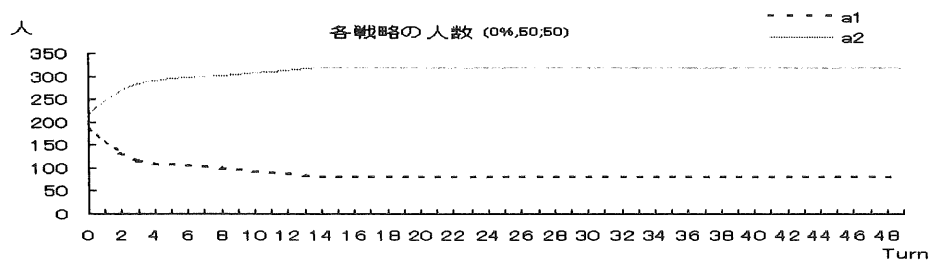


Fig. 2.1

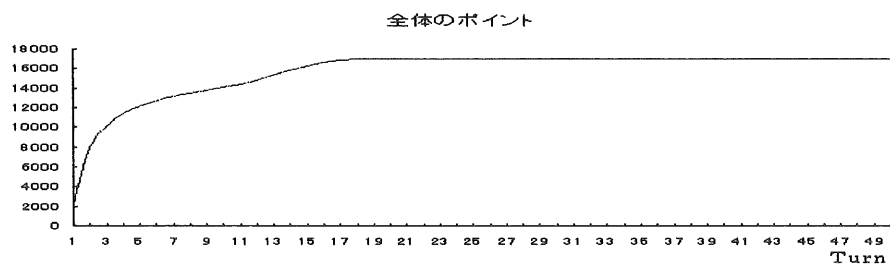


Fig. 2.2

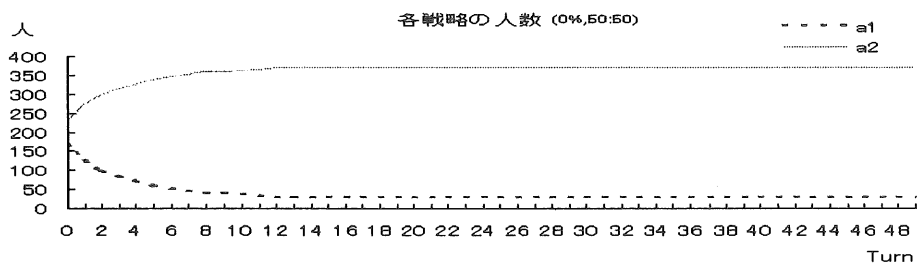


Fig. 2.3

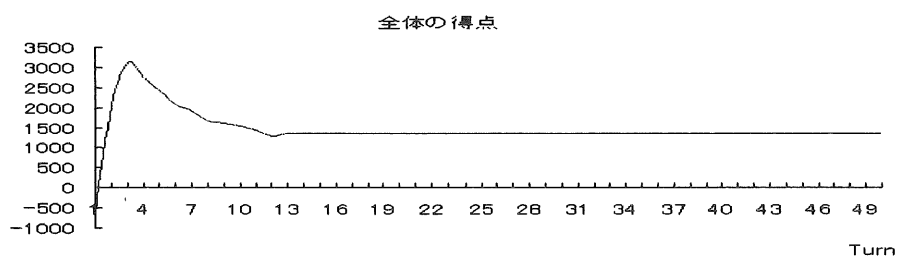
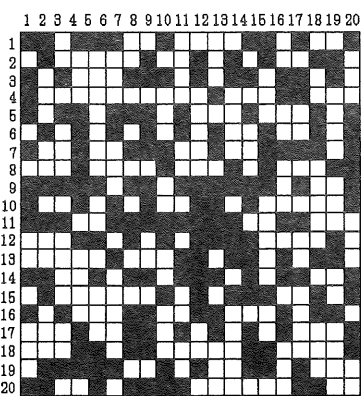
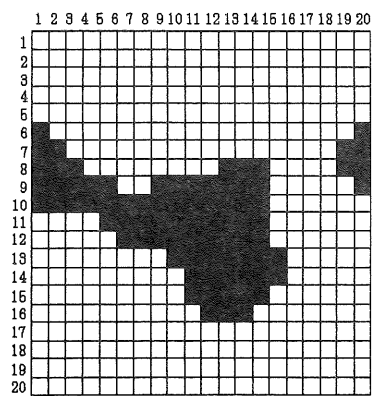


Fig. 2.4



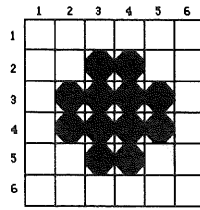


Fig. 5

通常の二人協調 ESS の場合は、どちらかの戦略に完全に収束するために、これはやや意外な結果であるが、各プレイヤーの初期戦略の配置とゲームの構造からあるほとんどの場合、10～20 ターン前後で両戦略を採る人数は変化しなくなった。可能性としては各戦略の比率が400:0になることを否定できないが、このゲームについて、1000回繰り返したが一度も現れなかった (362:38 というようにそれに近いパターンはできる (Fig. 2.3,4))。

定義 1

- (1) 各戦略の人数がまったく変化しなくなった状態を平衡状態と呼ぶ。
- (2) 各戦略の人数が入れ替わり続けている状態を非平衡状態と呼ぶ。

定義 2

- (1) 一つの戦略が他方の戦略よりも数において優勢になることを、de facto standard と呼ぶ。
- (2) 一つの戦略がプレイヤー全員に行き渡り、他の戦略が一掃された場合支配的になった戦略を incumbent de facto standard と呼ぶ。

このゲームで、平衡状態に到達するのは一つの戦略が Fig. 3 で示されたような図形を形成するからである。これをここではスクラムと呼ぶ。このスクラムは、「自分を入れた 5 人以上」というゲームのルールによって生まれたものである。スクラムの最小単位は Fig. 5 の様になる。この 12 個は各プレイヤーがゲームのルールに従い続ける限り、一度形成されれば崩れることはない。

定義 3

全体としては minor strategy だが、近隣のすべてのプレイヤーにとって locally major な戦略となっている状態をスクラム (scrum) と呼ぶ。スクラムが完成されるとゲームは平衡状態となる。

プレイヤー全体の挙げる得点が、ターン 1 が最低で、ターン 2、3 で跳ね上がるのは、ゲームが協調ゲームであることと、各プレイヤーが採用している戦略が完全な一様分布になっていることによる。つまり、ターン 1 では、近隣のプレイヤーと戦略が一致している可能性はないので、負の利得が得られる可能性がターン 2 以降に比べて大きいからである³。

³ 軽率の愚をあえて犯して、具体例に比較するならば 1995 年において、Apple 社製パソコンは世界的には、出荷台数で 5.3% のシェアしかなかったのだが、日本においては 11.5% を占めた。これはもともと世界的に見ても、日本での Macintosh 信仰が過去から一部の分野で極端に高かったためであると考えられる。世界的なフォーマットに準拠するよりも、自分の周囲の特殊な環境に適合してしまうことの一つの説明となるだろう。

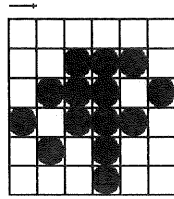


Fig. 6

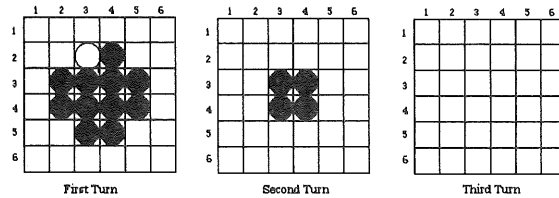


Fig. 7

4 スクラムの破壊

本節では前節で述べたスクラムをいかにして消滅させるかということについての考察を行う。スクラムを消滅をさせるためには、スクラムが最初からできにくい状態にしてやるか、もしくは形成されたスクラムが崩壊するような要因を入れてやればよい。本節では、以下二つの方法を用いる。

- (1) 各戦略の初期値に偏りを持たせる。具体的には、200:200 から 240:160 までの間で連続的に変化させて影響を考える
- (2) 各プレイヤーがある一定の確率で周囲の状況を読み間違えるというルールを新たに加える。具体的には各プレイヤーに一律に1%から20%までのノイズを加える。

4.1 初期値の偏り (uneven chance)

Fig. 5 で示した最小単位のスクラムは、例えばFig. 6 のような初期配置ならば1ターン後に形成される。したがって、Fig. 6 のようなパターンに配置される可能性を下げれば、スクラムが形成されにくくなるであろう。前節の基本モデルでは、各プレイヤーが戦略 a_1 と戦略 a_2 を選択する確率は50:50(even chance)であったが、今回はこの比率を非連続的に変えて⁴、de facto standard が形成されるときに各戦略を採用しているプレイヤーの人数との関係を調べる。

定義 4

初期的に有利な戦略を initial superior strategy(ISS) と呼び、初期的に不利な戦略を、initial inferior strategy(IIS) と呼ぶ。

⁴ コンピュータ・シミュレーションでは、変数の値を連続的に変えることはできない。

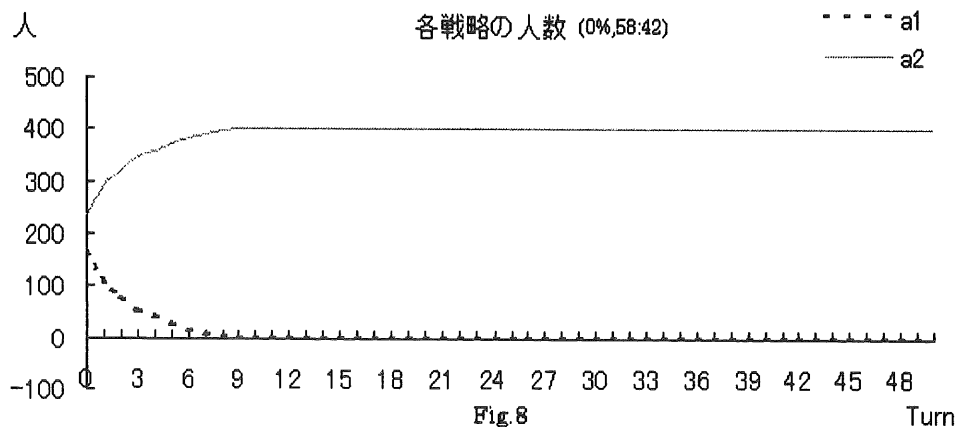


Fig.8

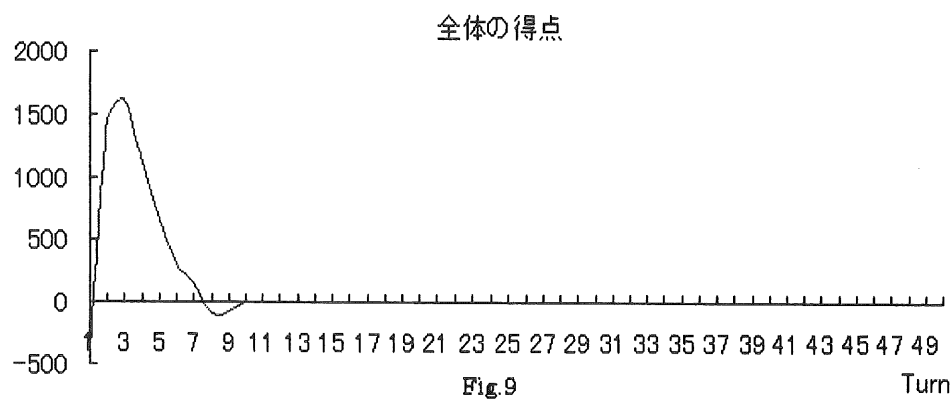


Fig.9

4.2 ノイズの発生

最初に設定したゲームのルールでは、各プレイヤーは自分を含んだ周囲の9人のプレイヤーの内、合計5人以上が一方の戦略を選択していた場合、自分もその戦略を100%選択するとしていた。このルールがスクラムの発生の原因となっていることは明らかである。そこで、今度は各プレイヤーが、 $\epsilon \in [0, 1]$ の確率で周囲の状況を読み間違えるとしよう⁵。一度形成された最小スクラム Fig. 5 は Fig. 7 のように一個所 (3,2) が欠けると2ターン後には消滅する。したがって、一度形成されたスクラムでも、プレイヤーの判断が安定的でない場合には、崩壊する可能性を含んでいる。

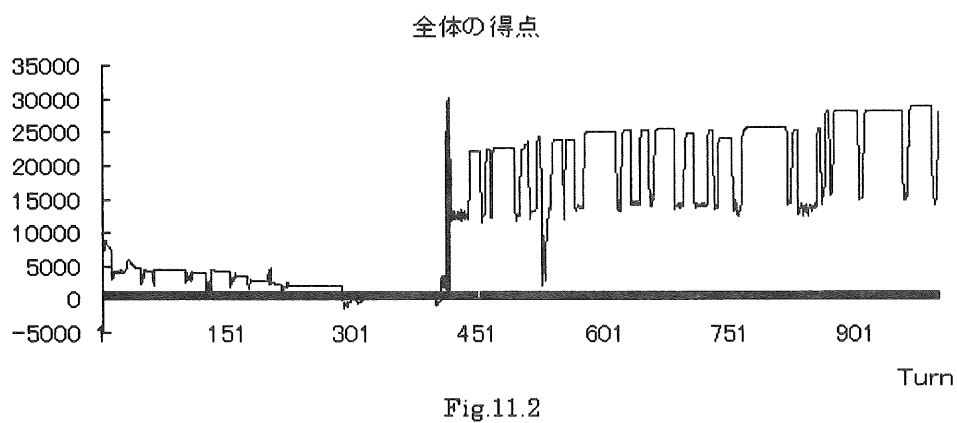
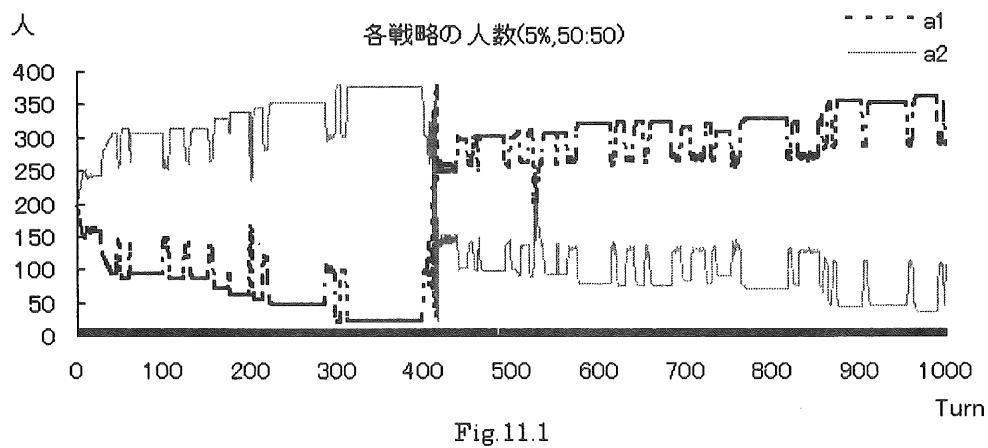
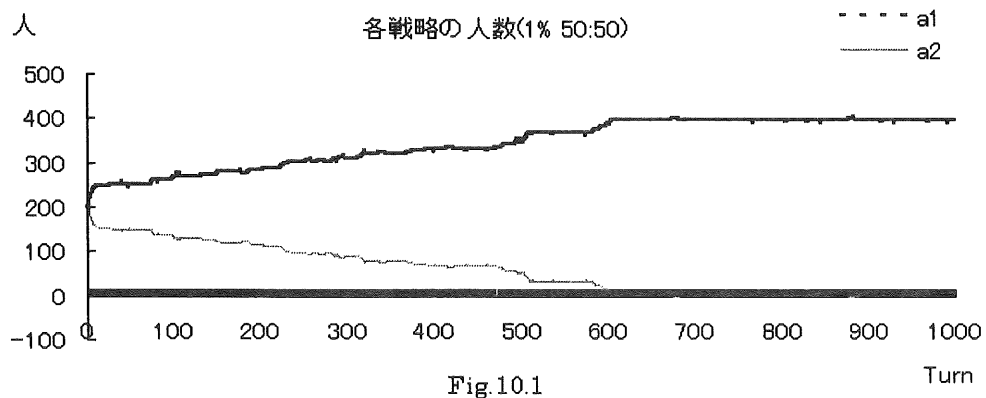
5 結果2

5.1 uneven chance

a_1, a_2 の両戦略の初期比率を 50:50 から非連続的に変化させた結果、58:42 で観察した範囲 (1000 回) で、incumbent de facto standard となるケースが観察された⁶(Fig. 8)。理論的には、各プレイヤーが最初に配置された時点で、Fig. 5 のような最小スクラムを形成する可能性があるので、88:12 までは、incumbent de facto standard にならない可能性がある。しかし、傾向としては偏りを大きくするにつれて、incumbent

⁵いわゆる、Trembling Game にするわけだが、Selten(1975) の場合は、Nash 均衡の頑健性を問うものであり、本稿のものと狙いが異なっている。

⁶実際には、 $a_1 < a_2$ で実験したが、このゲームは戦略の決定については対称的であるので一般性を失わない。



de facto standard になりやすくなる。

ISS が IIS に逆転される場合が、50:50 周辺ではごくまれにみられたが、56:44 以降はほとんど逆転は見られなかった。incumbent de facto standard になるときの全体の得点は、特徴的な動きを見せる (Fig. 9)。

初期戦略数と最終戦略数の関係

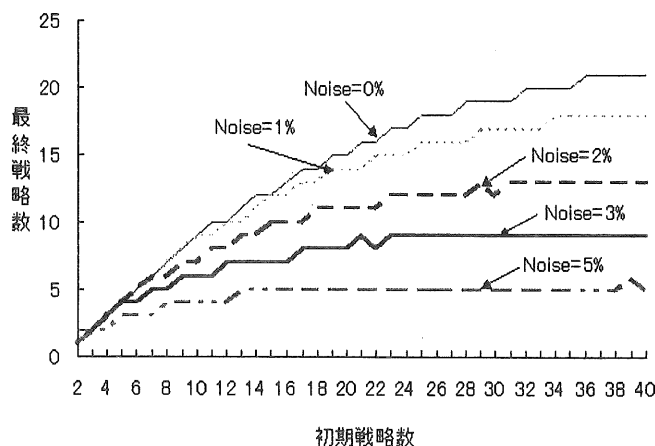


Fig. 13

5.2 ノイズをかけた場合

ここでは、ある一定の確率でプレイヤーがlocally majorな戦略を読み間違えるようにノイズを導入した。実際には、読み間違える確率(ノイズ)を0.01から0.1の範囲で変えて実験を行った。その結果、ノイズを1%かけた時点で、約10%の割合でincumbent de facto standardに到達するようになった(Fig. 10.1)。

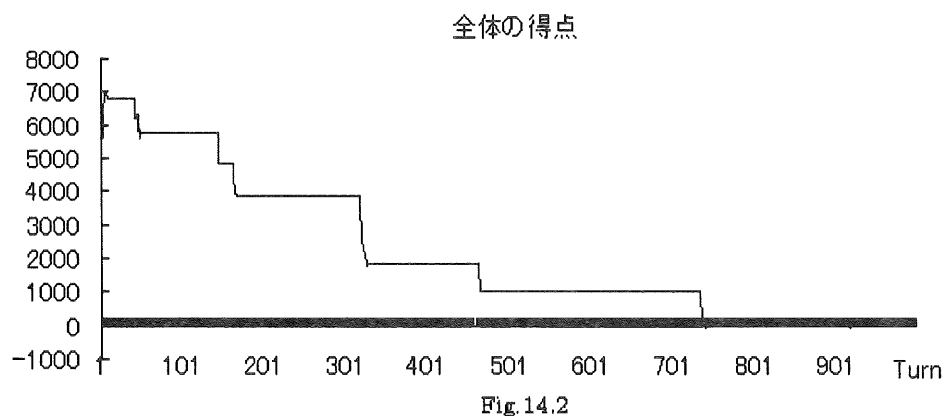
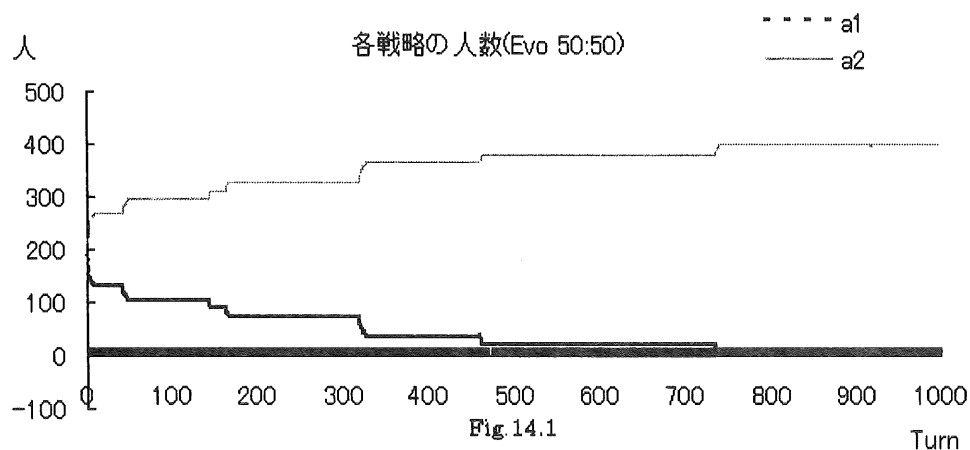
この結果は、ひとたび形成されたスクラムをノイズが崩壊させていることを示している。この程度のノイズでは、一度incumbent de facto standardが形成されてしまうと、0人になってしまった戦略が復活することはない。

ノイズが5%ほどかかるとさらに様相が変化する。最初は優勢と見られていた戦略が急速に低下し、入替りに当初不利であった戦略が逆転する場合がしばしばみられた。しかもこの逆転は一回のゲームの中で複数回みられる場合もあった(Fig. 11.1,2)。しかし、これはノイズの直接的影響でランダムに上下しているのではなく、入替った後は、一定期、平衡状態となりde facto standardが形成されることからゲームの構造に規定された間接的効果による変化である。つまり、0.03程度(400人中12人)のノイズでも、その配置によってはFig. 7のように周囲のプレイヤーの戦略をすべてひっくり返してしまう場合があるからである。

ここで追加的実験として、ノイズの最初に与えられた戦略の数と最終的に生き残る戦略の数についての実験をしておこう。そして、それらの関係に対して、ノイズがどのように働くかを観察する。実験方法は、今までと同様な400人ゲームを考え、各人は周囲半径1の範囲で最も採用者数の多い戦略を採用することとする。各初期戦略数ごとに1000回実験を繰り返し平均を採った⁷。

結果は、Fig. 13に見られるとおりである。基本的に400人程度のゲームでは、たとえ初期戦略が40あったとしても最終的に生き残るのは20前後以下であることがわかる。また、ノイズの大きさとともにその生き残る数は少なくなり、5%ほどかけた場合には、初期戦略数が13以上になっても、生き残る戦略数は平均で5でしかない。常識的に考えれば、人々の合理性が限定されている場合には、様々な種類の戦略が生き残るように思われる、しかし、この実験から、逆に人々が判断を誤る可能性がある場合には、全体としてはより少ない戦略に全員の選択が収束してしまうことがわかる。なお、このFig. 13には現れていないが、

⁷ただし、実験速度を優先するためにここでは、プログラム上で整数変数を利用した。そのため、小数点以下は切り捨てられている。このことは、プログラミング上でのデリケートな問題を含むのだが、ここでの近似としては問題ないと考えられる。



ノイズが大きくなるにつれて、最終的に生き残る戦略の数の分散は大きくなる傾向にある。

6 さらなる拡張

ここで蛇足の感もあるが、ゲームの構造を少し変えて、戦略の変化を導入してみよう。今までは、各プレイヤーの観察範囲は「1階の隣人」に限られていたが、ここではある一定の確率で、「2階の隣人」まで観察範囲を広げるようなプレイヤーが出てくることを想定する。つまり前節までのゲームでは、自分を含めた周囲9人の多数決で戦略を決定していたが、今回は25人で意志決定をするような人物が現れるような構造にするのである。前節のノイズが「人々の危うさ」ということを表しているとするれば、今回は「企業家精神」を表していると考えてもよいだろう。それ以外は、前回までと同じで、各戦略の初期比率は50:50、Tremblingは無しとした。

Fig. 14における結果は、企業家が現れる確率が0.01のときのものである。戦略の変化を導入すると、約10%の割合で、incumbent de facto standardに到達する。企業家の発生確率を上げると、incumbent de facto standardに到達する。

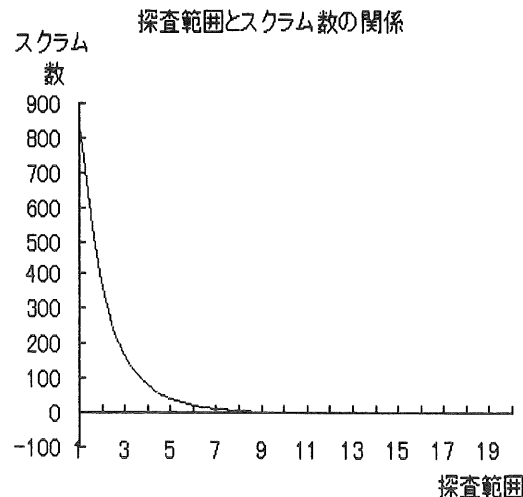


Fig. 15

場合は増えてくるが、0.1程度にしても、観察した範囲内(1000ターン)に到達しない場合が多く残った。ただし、到達するターン数は、明らかに早くなる(0.1の時で30~60ターン)。

一目して分かるこのグラフの動きの特徴は、各戦略の人数、全体の得点ともある一定水準に到達したあと平衡状態になり、しばらくそのままでも突然異なる水準に移り平衡状態になるということである。この動きは明らかに単純にノイズを加えたとき(Trembling)と異なる。

ここで観察範囲と、スクラムの発生の関係を観察するために、一般性を失わずにゲームを単純化しよう。今度は10000人のプレイヤーを円環上に並べ、その両サイドを探索するようにゲームの構造を変更する。探索範囲は1~20で、各探索範囲について10000回づつ繰り返し、そこに平均的に現れるスクラムの数を調べた(Fig. 15)。その結果、発生するスクラム数の指数的減少関数になっていることが分かる。つまり、プレイヤーは全員についての完全な情報を持たなくても、周囲に対して、ある程度の観察力を持てば斉一的行動を採りうるということがわかる。

7 結論

本稿でとりあげたのは、基本的な日和見ゲームにいくつかの変更を加え、その動態の変化を観察したものである。結論として、次の点があげられるだろう。

- (1) localなネットワーク外部性が働く場合、スクラムの形成は一方的なスタンダードの形成を阻害する傾向がある。
- (2) 各戦略の初期比率の違いは、スクラムを形成されにくくするが、一度できてしまえばそれを崩壊させることはできない。
- (3) スクラムの頑健性は、各プレイヤーが判断の限局的な正確さや確信の程度に依存し、また近視眼性にも左右される。
- (4) 他のプレイヤーよりもやや観察力のあるプレイヤーが少数でも混じっていると、スクラムは維持できない。

これらの結論は次のことを示している。

- (5) local なネットワーク外部性が存在する場合、各プレイヤーがローカルに順応的な（合理的な）行動をとることは、グローバルに順応的な（合理的な）行動をとることにならない。この閉塞的な状況を打ち破るのは、通常とは異なった判断（非合理的判断：Trembling や企業家精神）である。

なお、本稿において採用したモデルは、その戦略の進化に必然性のない「突然変異」的進化であったが、これに依存し過ぎた解釈が危険であることは注意しておかなければならない。

reference

- Cusumano, M., Y. Mylonadis, & R. S. Rosenbloom(1992)"Strategic Maneuvering and Mass-Market Dynamics:The Triumph of VHS over Beta",*Business History Review*, 66, pp. 51-94.
- David, P. A.(1984)"Clio and the Economics of QWERTY," *The American Economic Review*, papers and prodeeding, May, 1985, pp. 333-7.
- Farrell,J. & G. Saloner(1985)"Standarization and Compatibility, and Innovation, *Rand Journal of Economics*, Spring, 16, pp. 70-83.
- Hargreaves Heap, S. P., Y. Varoufakis(1995)*Game Theory: A Critical Introduction*, Routledge.
- Hogarth, R. M. , M. W. Reder(1986)"Introduction: Perspectives from Economics and Psychology", *Rational Choice: The Contrast between Economics and Psychology*, pp. 1-24, The Univ. of Chicago Press.
- 依田高典・廣瀬弘毅・江頭進「ネットワーク外部性とシステム互換性 -産業組織論に対する新しいアプローチ-」『経済論叢』, 第156巻第5号, 1995年11月。
- Katz, M. L. & C. hapiro(1985)"Network Externality, Competition and Compatibility," *American Economic Review*, vol. 75,no. 3, pp .424-40.
- Katz, M. L. & C. Shapiro(1986)"Technology Adoption in Presence of Network Externality," *Journal of Political Economy*, August, pp. 22-41.
- Lindsay, P. H., D. A. Norman(1977)*Human Information Processing: AnIntroduction to Psychology*, Academic Press.
- 小田宗兵衛(1996)「複雑系としての経済」,『計測と制御』,vol. 35, no. 7.
- Oda, S. ,K. Miura, K. Ueda & Y. Baba(1996)"The Application of Cellular Automaton to Network Externalities in Consumers' Theory: A Generalisation of Life Game".
- Selten, R. (1965)"Re-examination of the perfectness concept for equilibrium points in extensive games," *International Journal of Game theory*, 4.pp. 25-33.

システム互換性の進化的安定性：
正当の標準と事実上の標準の理論的分析

Evolutionary Stability of System Compatibility :
Theoretical analysis of de facto standard and de jure standard

依田高典 Takanori Ida

甲南大学経済学部講師 Assistant Prof. of Konan University, Faculty of Economics
CXQ04703@niftyserve.or.jp and/or ida@konan-u.ac.jp

* 本論文に執筆にあたって京大経済研究所藤田昌久教授の1996年度大学院講義から大きな啓発を受けました。

This paper owes much to the novel and stimulative lectures of Professor Masahisa Fujita at graduate school of faculty of economics, Kyoto University in 1996. I wish to express my gratitude to him.

** 学会当日は英文論文も別途用意致します。

On the very day of the meeting, I will prepare for another English paper.

1 序論

今日全世界のパソコンの圧倒的多数はDOS/V仕様であり、基本ソフトにはマイクロソフト社の製品が購入され、MPUにはインテル社製の半導体が組み込まれ、インターネット上を検索するにはネットスケープ社の製品が汎用化している。多様な現代社会に一見矛盾するが如きこの画一性。ネットワーク産業において、標準化は最も熾烈な競争の場である。諸企業はいかにして自社規格を標準に祭り上げるかに苦心暗澹としている。一度、自社企画が標準となった場合のライセンス料収入や製品開発における有形無形の便益は計り知れない。

David(1995 p.15)の言葉を借りれば、「かつて、より単純な社会において、技術的な標準を設定する仕事は経済学者や政治学者の業務項目ではなかった。それは謎であり退屈でもある事柄とされ、技術者の思召しにせいぜい任されていた。しかしながら、過去十年の間、標準や標準設定は戦略的経済上の重要性をにうようようになってきており、会社重役や研究責任者、特に施設、オペレーション・ネットワークを供給したり、コンピューターや電気通信産業のネットワーク・サービスを向上させる仕事に携わる会社のもの達の注意を集めている。」

それにしても、標準に対する産業界の意識の高まりはどのような背景のもと生まれてきたのであろうか。Mansell(1995)は技術デザイン活動・標準化・イノベーション・商活動における相互関連の重要性の増大を次のように指摘している。

- (1) 初期製品デザイン仕様における標準化の役割の増大
- (2) プレ標準化段階における技術デザインの占有をめぐる軋轢の増大
- (3) 市場の独占化を図るための技術デザインの戦略的仕様

今や、標準は最も早急に分析が待たれる社会科学上のトピックとなっている。標準をめぐる経済学者はどのような問いを立て得るのだろうか。Besen(1995)は標準にまつわる二つの問題を掲げている。

- (1) 標準を設定するために採用されるプロセスを決定するものは何か？
- (2) いかにして標準が選択されるかどうか、標準が設定されるのに時間がどれだけかかるか、何が標準となるのかといった問題に、プロセスはどのように影響を与えるのか？

本論文ではかかる「厄介なる標準(standards problematique)」(Hawkins 1995)の理論経済学的分析の最初の一步である。予め本論文で用いられる知識とテクニックの概要を解説しておくことは親切というものだろう。第一はネットワークと互換性をめぐる「新産業組織論」、第二は独占的競争と進化的ゲームを利用した「新空間経済学」である。

Katz & Shapiro(1994)は近年のネットワークの産業組織分析を広くサーベイしている。Hawkins et al(1995)は標準化をめぐる経済分析の端緒を提示している。Katz & Shapiro(1985, 1986a, 1986b)はネットワーク外部性のもとでの「互換性の私的誘因の過小性・過剰性」や「先手番の利」を論証した。Farrell & Saloner(1985, 1986)は新標準のバンドワゴン効果のもとでの「過剰慣性・過剰転移」や「既得基盤」を論証した。また、Farrell & Saloner(1988)は本論文と密接なテーマを扱い、標準採用における「委員会方式」と「市場方式」を比較し、社会厚生観点から前者が、スピードの観点から後者が優れることを論証した。

Arthur(1988)は経済システムにおける「収穫逦増とロック・イン効果」の重要性を論じている。Weibull(1995)が簡潔に整理しているように、進化ゲーム理論はナッシュ均衡の動学的安定性に基づく選択基準を提示した。Krugman(1991)とFujita(1995)は独占的競争モデルと進化ゲーム理論を巧妙に総合することによって、「規模の経済性と輸送費用の相互作用により内生的に生じる集積力」を論証した。彼等の研究は非線形な諸力が経済社会の「複雑性」を引き起こすことを示す理論の第一歩である。

本論文の目的は新産業組織論と新空間経済学の最新の成果を視野に収めつつ、標準と標準化という今までほとんどアプローチされて来なかったテーマに新しい分析の可能性を切り開くことである。第2節では「標準に関する予備的考察」を行い、正当の標準や事実上の標準の定義が与えられる。第3節では「完全標準としての正当の標準」に関する考察が行われ、クリティカル・マス条件と歴史的経路依存性条件が分析される。第4節では「バンドワゴン戦略」の正当の標準に与える負の外部性が分析される。第5節では「部分標準としての事実上の標準」に関する考察が行われ、合意形成に関する困難さが標準の複雑性を誘発することを分析する。第6節では「複数標準の競争とメタ標準」を考察され、既得基盤とライセンス料の影響を分析する。第7節では「DVD規格統一」に至るまでのケーススタディを行う。第8節では結論が与えられる。

2 標準に関する予備的考察

本格的分析を始める前に、標準と標準化の経済分析のための予備的考察を与えることは有益であろう。David (1995)によれば、「標準(standards)」の定義は以下のように与えられる¹⁾。

暗黙あるいは公的合意の結果、生産者によって支持される技術仕様の集合。例えば、レファレンス、最低品質、インターフェース、互換性に関する共通仕様のこと。

大雑把なイメージとして、構成部品の分類、資材・性能作業の仕様、手順の記述、量や質の測定基準を標準の例に挙げることができる。さらに、David(1995)は標準をその形成プロセスに応じて次のように類型化している。

(1) スポンサー無し標準(unsponsored standards)：特定の創業者あるいはそれに準ずるエージェントが所有権を有するわけではないが、公的領域で良く典拠付けられた形式で存在している標準。

(2) スポンサー付き標準(sponsored standards)：単一ないし複数のスポンサーが間接あるいは直接の所有権を有し、他企業に対して採用を推奨する標準。

(3) 標準合意(standards agreement)：米国国立標準協会(ANSI)に所属する組織のような自主的な標準設定機関によって制定される標準。

(4) 強制的標準(mandated standards)：規制権限を持っている政府機関によって制定される標準。

(1)と(2)のタイプの標準は市場プロセスを経て形成されるものであり、「事実上の標準(de facto standards)」と呼ばれる。(1)の例としては、タイプライターのキーボードの標準配列「QWERTY」が挙げられる。(2)の例としては、VTRのVHS方式やパソコンOSのWINDOWSが挙げられる。他方、(3)と(4)のタイプの標準は標準制定委員会の裁量や法令の制定を経て形成されるものであり、「正当の標準(de jure standards)」と呼ばれる。(3)の例としては、DVDのHD方式や画像圧縮技術のMPEG2が挙げられる。(4)の例としては、工場設備の一酸化窒素等有害物質の排出制限規制が挙げられる。

さらに、(1)から(3)までのタイプの標準は産業内のコミュニケーションを促進するための合意として形成されるものであり、「自主的標準(voluntary standards)」と呼ばれる。自主的標準を扶助する組織が存在する。国際標準化機構(ISO)は91カ国の国家品質機構から構成されている²⁾。それはグローバルな規格を討議し、調整するための国際的なフォーラムとして機能している。米国規格協会(ANSI)はISOの米国調印者であり、米国における多くの自主的標準の開発の調整を行っている。(4)のタイプの標準は、多くの場合、法令の形式をとっているため、「技術規制(technical regulations)」と呼ばれる。技術規制には拘束力のある条約(treaty)と推奨(recommendation)の2種類がある。以上をまとめたのが、図2-1である。

図2-1：様々な標準

スポンサー無し標準	事実上の標準	自主的標準
スポンサー付き標準		
標準合意	正当の標準	技術的規制
強制的標準		

現代ネットワーク産業において、正当の標準なканずく技術的規制による強制的標準はその重要性を次第に低下させている。何故ならば、それは一般に膨大な時間を必要とし、メンバーの特定の利害関係から中立的という

1 本論では、「標準」や「規格」の定義をやや大雑把に使う。ただし、予め参考までに(財)日本規格協会の概念定義を掲示しておくことは有益であろう。一般に英語の「standard」は「規格」と「標準」の二通りの訳語があり、訳語によって意味するところも異なる。規格とは「一般公衆が利用できる技術仕様書またはそれに類した文献であって、科学・技術・経験を集約した結果に基づいて喚起されたあらゆる利害について協調と合意または大方の承認を得て作成され、社会の便益を最大限に増進することを目的として、国、地域または国際間で認められた団体が承認したもの」であり、標準とは「1.関係する人々の間で利益または利便が公正に得られるように統一・単純化を図る目的で、物体・性能・能力・配置・状態・動作・手順・方法・手続き・責任・義務・権限・考え方・概念等について定められた取り決め、2.測定に普遍性を与える為に定めた基準として用いる量の大きさを表す方法またはもの」である。つまり、前者は技術仕様書としての、後者は取り決めとしての「standard」を表現するために使われる。また、「規格」には「technical standard」が与えられることもあり、「標準の1.のうち品物またはサービスに直接・間接に関係する技術的事項について定めた取り決め」を表す。(JIS工業用大辞典第3版1991参照。)

2 1987年に制定されたISO9000シリーズは当該企業の品質システムが一定の基準に達していることを保証し、国際的事業活動のパスポートとしての役割を果たしている。さらに、1996年には環境マネジメントシステムの国際規格ISO14000シリーズが発行されている。両シリーズとも各国1つの認定機関があり、認定機関が認定した審査登録機関が産業界の組織を監査する。

わけではないからである。Naemura(1995 p.94)が指摘するように、「コンピューター・電気通信・放送等の産業が融合し、マルチメディアと国際的規模の競争の時代に突入しているので、全ての標準の価値は次第に委員会の投票の結果というよりは産業の受容次第となっている。市場は急速かつ予測不能な形で変容し、適用される標準が公的なものが事実上であるかは、それらが現に存在し市場のニーズを満たす限り、通常気に留められるなくなっている」³。

それに対して、自主的標準なканずく事実上の標準がその重要性を増大させている。しかし、標準化が総て市場プロセスに委ねられしかるべきだと早合点してはならない。Kindleberger(1983)が指摘するように、標準設定は一般に純粋公共財としての属性を備えている。

(1) 標準を利用するメンバー間の便益を分割することができないこと(非分割性)。

(2) 全てのメンバーが標準を等しく利用することが可能であること(排除不能性)。

標準は公共財的属性を持っているので、標準化の市場の失敗が発生する。Besen(1995)は標準をめぐる市場の失敗として、次の3点を挙げている。

(1) 事実上の標準となるための競争は、一つのスポンサーのネットワークが優越を占めるまで、多大な年数を要するかもしれない。

(2) 公的な標準設定は非標準技術を採用するユーザー群を孤立させる事態を回避できるかもしれない。

(3) 市場プロセスは誤った技術を標準として採用する可能性がある。というのも、採用者たちは自身の選択の他者の厚生に与える影響を考慮に入れないからであり、その非協調プロセスが非効率的な標準を生み出してしまうからである。

標準化における市場の失敗を是正するために、政府は一定の範囲内で政策的介入をとることができる。では、政府はどのような政策をとり得るだろうか。Repussard(1995)は、自主的標準設定における政府の間接的支援を挙げている。

(1) 標準設定グループへの政府のエキスパートの参加

(2) 標準設定グループへの(金融的)支援

(3) 教育と奨励

(4) 技術的標準を促進するための研究開発基金の分配

(5) 技術法令における標準へのレファレンス

本論文では、近年注目著しい自主的標準についてのみ考察しよう。次のような3つの標準を類型化し、順次分析する。

(1) 完全標準(total standards)：プレイヤーは標準設定グループに参加して、技術仕様の互換性について協議する。もしも満場一致の合意に到達するならば、完全標準が形成される。これが本論文における正当の標準である。(第3節参照。)

(2) 部分標準(partial standards)：標準設定グループにおいて満場一致の合意形成に失敗したプレイヤーはサブグループ内での互換性を持った部分標準を形成する。これが本論文における事実上の標準である。(第5節参照。)

(3) メタ標準(meta standards)：複数の標準間で統一仕様をめぐる競争が行われる。ある場合には複数の標準が共存し、ある場合にはメタ標準が形成される。(第6節参照。)

3 完全標準としての正当の標準

本節では、完全標準としての正当の標準の形成プロセスを考察する。そこで、正当の標準が均衡となるにはクリティカル・マス条件と歴史的経路依存性条件が揃うことが必要であることが明らかにされる。

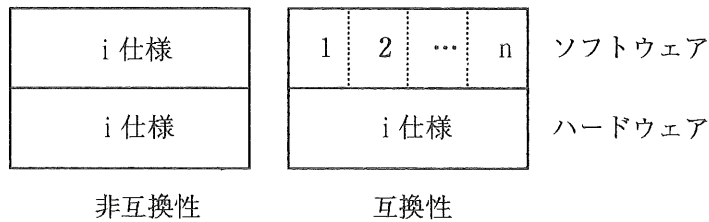
3.1 ゲームの設定とタイミング

プレイヤー i は独自仕様のハードウェア i を購入する。さらに、プレイヤーはハードウェアとソフトウェアを組み合わせて効用を得る。ここでは、ハードウェアとソフトウェアの組み合わせを「システム」と呼ぶ。システム

3 このことは標準化における公的標準が不必要であると意味するのではない。例えば、Leveque(1995 pp.106-107)は「社会的標準(social standards)」における公的介入の重要性を次のように述べている。「個々を保護する目的の標準(例えば健康に関連するもの)は負の社会的外部性を軽減するのに寄与する別の範疇を形成する。…社会的標準は市場メカニズムによってサポートされない。結果的に自主規制が立ち上がるのを期待できない。しかしながら、産業活動に対する公的・政府の介入は企業が社会的標準を採用する誘因を提供できよう。」

には互換性のないケースと互換性のあるケースがある。システム互換性のない時、i 仕様のハードウェアの上で i 仕様のソフトウェアしか作動しない。システム互換性のある時、i 仕様のハードウェアの上で i 仕様のみならず互換性のある全てのソフトウェアが作動する。(図3-1参照)

図3-1：システム互換性と非互換性



ゲームのタイミングは次のような2期モデルで与えられる。(図3-2参照)

第1期：各プレイヤーは戦略[互換性, 非互換性]の中から二者択一する。互換性を設定するためには、一般に折衝段階で多大な労力と時間がかかる。互換性を選択するプレイヤーは、結果の成否に関らず、互換性の費用を負担しなければならない。

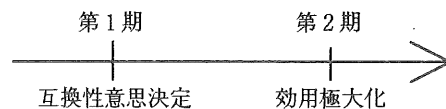
満場一致の仮定：全てのプレイヤーが第1期に互換性戦略を選択した場合にのみ、標準が形成される。この場合、各プレイヤーの独自仕様のソフトウェアとハードウェアの間の統一規格を完全標準と呼ぶ。

第2期：各プレイヤーが所得制約下の効用の極大化を行う。

独占的競争モデルの仮定：独占的競争モデルはハードウェアとソフトウェア間の効用関数がコブ・ダグラス型、ソフトウェア間のサブ効用関数がCES型で与えられ、次のような特質を持ったモデルである。

- (1)各仕様の差別化を取り扱い、ソフトウェアの間の補完性あるいは多様性の選好を中心論点とする。
- (2)各仕様間の価格交叉効果を捨象し、簡明な結論を引き出す。
- (3)最適化条件が簡単に表せるので、数値解析が容易である。

図3-2：ゲームのタイミング



3.2 モデルの詳細

各ケースの効用関数と所得制約式は次のように与えられる。

(i) 非互換ケースの効用関数

$$(1) \quad U_i^I = (C_{Si})^\mu (C_{Hi})^{1-\mu}$$

ただし、 U_i^I :=プレイヤー i の非互換性ケース I における効用

C_{Si} :=プレイヤー i のソフトウェア S の消費

C_{Hi} :=プレイヤー i のハードウェア H の消費

μ :=プレイヤー i のソフトウェア S の消費の支出比率、 $\mu \in (0,1)$

(ii) 互換ケースの効用関数

$$(2) \quad U_i^C = \left(\int_0^n (C_{Si})^\rho di \right)^{\frac{1}{\rho}} (C_{Hi})^{1-\mu}$$

ただし、 U_i^C :=プレイヤー i の互換性ケース C における効用

n :=プレイヤー数またはソフトウェアの多様性

ρ :=サブ効用関数の代替パラメーター、 $\rho \in (0,1)$

(i) 非互換ケースの所得制約式

$$(3) \quad Y_i = D_i F_i + P_{Si} C_{Si} + P_{Hi} C_{Hi}$$

ただし、 Y_i :=プレイヤー i の所得パラメーター

D_i :=プレイヤー i の第1期戦略ダミー変数、 $D_i \in \{0,1\}$

F_i :=プレイヤー i の互換性の負担費用

P_{Si} :=プレイヤー i のソフトウェア S の価格

P_{Hi} :=プレイヤー i のハードウェア H の価格

(ii) 互換ケースの所得制約式

$$(4) \quad Y_i = D_i F_i + \int_0^n P_{Si} C_{Si} d_i + P_{Hi} C_{Hi}$$

所得制約下の効用最大化問題と一次条件は次のように与えられる。

(i) 非互換ケースの問題と一次条件

MAX (1) s.t. (3)

F.O.C.

$$(5) \quad C_{Hi} = \frac{(1-\mu)(Y_i - D_i F_i)}{P_{Hi}}$$

$$(6) \quad C_{Si} = \frac{\mu(Y_i - D_i F_i)}{P_{Si}}$$

(ii) 互換ケースの問題と一次条件

MAX (2) s.t. (4)

F.O.C.

$$(7) \quad C_{Hi} = \frac{(1-\mu)(Y_i - D_i F_i)}{P_{Hi}}$$

$$(8) \quad C_{Si} = \frac{\mu(Y_i - D_i F_i)}{P_{Si}} \frac{(P_{Si})^{-\frac{\rho}{1-\rho}}}{\int_0^n (P_{Si})^{-\frac{\rho}{1-\rho}} d_i}$$

以下、分析を容易にするために対称性の仮定を設ける。

対称性の仮定：各プレイヤーの関数形は対称的であると仮定する。すなわち、 $P_{Si}=P_S$ 、 $C_{Si}=C_S$ 、 $C_{Hi}=C_H$ 、 $Y_i=Y$ 、 $F_i=F/m$ とする。ただし、

F :=互換性を達成するためのプレイヤー全体の費用

m :=第1期に互換性を選択したプレイヤー数、満場一致の仮定より $m=n$ の時にのみ互換性が達成される。

対称性の仮定より、例えば、(8)式は次のように書き改められる。

$$(8') \quad C_S = \frac{\mu(Y - \frac{F}{n})}{nP_S}$$

2.3 互換・非互換の2戦略ゲーム

以上定義されたゲームを判り易く、2プレイヤー・2戦略の非協力ゲームとして定式化する。プレイヤー i と i を除くプレイヤー群 I の中の任意の代表的プレイヤー j との間で互換性をめぐって交渉を行う。プレイヤー i の利得行列を図3-3のように表す。ただし、一般性を失わず、ハードウェアの効用ゼロ($\mu=1$)を仮定できる。

図3-3：互換・非互換ゲームの利得行列

		プレイヤー j	
		互換	非互換
プレイヤー i	互換	U_i^{11}	U_i^{12}
	非互換	U_i^{21}	U_i^{22}

$$(9) \quad U_i^{11} = n^{\frac{1-\rho}{\rho}} \frac{Y - \frac{F}{n}}{P_S}, \quad U_i^{12} = \frac{Y - F}{P_S}$$

$$U_i^{21} = \frac{Y}{P_s}, \quad U_i^{22} = \frac{Y}{P_s}$$

全プレイヤーが互換性を選択する場合にのみ正当の標準が形成される。常に $U_i^{12} < U_i^{22}$ が成立する一方で、 U_i^{11} と U_i^{21} の大小関係はパラメーター ρ 、 Y 、 n および F に依存している。 $\Delta^{11,21} = P_s(U_i^{11} - U_i^{21})$ と定義し、それから各偏微係数を得る。

$$(10) \quad \Delta^{11,21} = \frac{1-\rho}{n} \left(Y - \frac{F}{n} \right) - Y$$

$$(11) \quad \frac{\partial \Delta^{11,21}}{\partial \rho} < 0, \quad \frac{\partial \Delta^{11,21}}{\partial Y} > 0, \quad \frac{\partial \Delta^{11,21}}{\partial n} > 0, \quad \frac{\partial \Delta^{11,21}}{\partial F} < 0$$

つまり、相手プレイヤー j が互換性戦略を選択する場合、プレイヤー i が互換性戦略を選択する誘因は初期所得 Y とプレイヤー数 n の増加関数であり、代替パラメーター ρ と互換性費用 F の減少関数である。

3.4 均衡の進化的安定性

パラメーター n を時間上の関数 $n(t)$ とおく。初期プレイヤー数が十分に小さい時、 U_i^{11} は U_i^{21} よりも小さい。

$$(12) \quad n(0) \div 1 \rightarrow \Delta^{11,21} < 0$$

時間 t と共に、プレイヤー数が増加すると仮定する。 $\Delta^{11,21}$ はプレイヤー数 n の増加関数であるから、 $\Delta^{11,21} = 0$ となるような臨界的プレイヤー数 n^* が存在する。この n^* を「クリティカル・マス」と呼ぶ。また、 n^* に対応する時点 t^* を「クリティカル・タイム」と呼ぶ。例えば、(10)式において、パラメーターを(13)のように設定しよう。

$$(13) \quad n(0)=0, \quad \rho=0.25, \quad Y=4, \quad F=1, \quad dn/dt=0.1$$

この時、クリティカル・マス $n^*=1.07$ 、クリティカル・タイム $t^*=10.7$ である。均衡パターンは、通時上 3 つの段階に区分することができる。

- (i) クリティカル・タイム以前
- (ii) クリティカル・タイム
- (iii) クリティカル・タイム以後

各段階の均衡構造を進化的に安定な戦略から考察する⁴。本論の場合、進化的安定性とはプレイヤー間のシステム互換性合意の普及プロセスと解釈できる。ここでは、通常の進化ゲーム理論にならって、動学式を(14)式の「複製動学(replicator dynamics)」にならうものとしよう⁵。要するに、純粋戦略 $[0,1]$ と混合戦略 $[1-x, x]$ の期待利得の差が正(負)ならば、 x は増加(低下)すると仮定する。

$$(14) \quad dx/d\tau = [(U_i^{22} - U_i^{12})x + (U_i^{21} - U_i^{11})(1-x)]x(1-x)$$

- (i) クリティカル・タイム以前

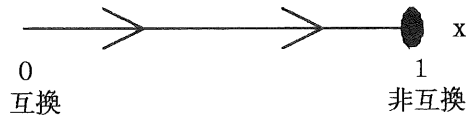
$t < t^*$ において、 $U_i^{11} < U_i^{21}$ かつ $U_i^{12} < U_i^{22}$ である。この場合、プレイヤー i にとって、非互換戦略は互換戦略を強く優越するので、各プレイヤーにとって非互換戦略を選択することが唯一の対称的ナッシュ均衡であり、また進化的に安定な均衡である。シングル・ポピュレーションの対称的進化ゲームでは、均衡の進化的安定性は図3-4のように表される。 n 人のプレイヤーのうち、比率 x のプレイヤーが非互換戦略を選択し、比率 $(1-x)$ のプレイヤーが互換戦略を選択するものとする。パラメータ x を合意形成のための調整時間 τ の関数としてその進化的安定性を考察する。この場合、いかなる初期比率 $x(0)$ においても全てのプレイヤーが非互換戦略を選択するようになる。

$$(15) \quad \lim_{\tau \rightarrow \infty} x(\tau) = 1$$

図3-4：クリティカル・タイム以前の均衡の進化的安定性

4 「進化ゲーム理論のキー・コンセプトは進化的に安定な戦略(evolutionary stable strategy)である。そのような戦略は正しく進化的淘汰圧力に対して頑健である。ある大集団から任意の諸個人を抽出し、対称的二人ゲームを行うものとせよ。また、個人は遺伝か何かである純粋または混合戦略を選ぶように「プログラム」されているものとせよ。そこで、別の純粋または混合戦略を選ぶようにプログラムされている個人の小集団を紛れ込ませてみよう。この突然変異戦略に対して、異分子の比率が正の侵入バリアー以下の場合、既存戦略の利得が突然変異戦略よりも高いようなバリアーが存在するならば、既存戦略は進化的に安定と言われる。」(Weibull 1995 p.33)

5 2 戦略のゲームにおいて、進化的安定性とアシンプトチック安定性との間に相違はない。しかし、3 戦略以上のゲームにおいて、進化的安定性の方がアシンプトチック安定性よりも制約的な安定性概念である。(Weibull 1995)

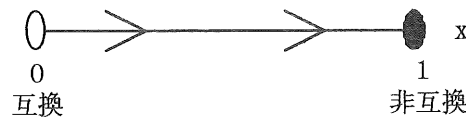


(ii) クリティカル・タイム

$t = t^*$ において、 $U_i^{11} = U_i^{21}$ かつ $U_i^{12} < U_i^{22}$ である。この場合、プレイヤー i にとって、非互換戦略は互換戦略を弱く優越するので、各プレイヤーにとって非互換戦略と互換戦略を選択することはそれぞれ対称的ナッシュ均衡である。この二つの純粋戦略ナッシュ均衡のうち、非互換戦略は進化的に安定な戦略であり、互換戦略は進化的に不安定な戦略である。この場合の進化的安定性は図3-5のように表される。初期比率 $x(0) = 0$ を除いて、いかなる初期比率 $x(0)$ からでも全てのプレイヤーが非互換戦略を選択するようになる。

$$(16) \begin{aligned} \lim_{\tau \rightarrow \infty} x(\tau) &= 1 & \text{if } x(0) &\neq 0 \\ \lim_{\tau \rightarrow \infty} x(\tau) &= 0 & \text{if } x(0) &= 0 \end{aligned}$$

図3-5：クリティカル・タイムの均衡の進化的安定性



(iii) クリティカル・タイム以後

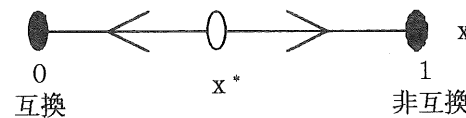
$t > t^*$ において、 $U_i^{11} > U_i^{21}$ かつ $U_i^{12} < U_i^{22}$ である。この場合、二つの純粋戦略ナッシュ均衡と一つの混合戦略ナッシュ均衡が存在する。一般に、このようなゲームは「コーディネーション・ゲーム」と呼ばれる。二つの純粋戦略ナッシュ均衡は進化的に安定な均衡であり、一つの混合戦略ナッシュ均衡は進化的に不安定な均衡である。 $U_i^{11} > U_i^{22}$ であるから、対称的互換戦略均衡の方が対称的非互換戦略均衡をパレート優位している。混合戦略ナッシュ均衡となる臨界的比率を x^* とおく。

$$(17) \quad x^* = \frac{\Delta_{11-21}}{\Delta_{22-12} + \Delta_{11-21}} \quad \text{ただし、} \Delta^{ab,cd} = P_S(U_i^{ab} - U_i^{cd})$$

因みに、 x^* はパラメーター n の増加関数である。この場合の進化的安定性は図3-6のように表される。初期比率が臨界的比率よりも小さい場合 ($x(0) < x^*$)、全てのプレイヤーが互換戦略を選択するようになり、初期比率が臨界的比率よりも大きい場合 ($x(0) > x^*$)、全てのプレイヤーが非互換戦略を選択するようになる。

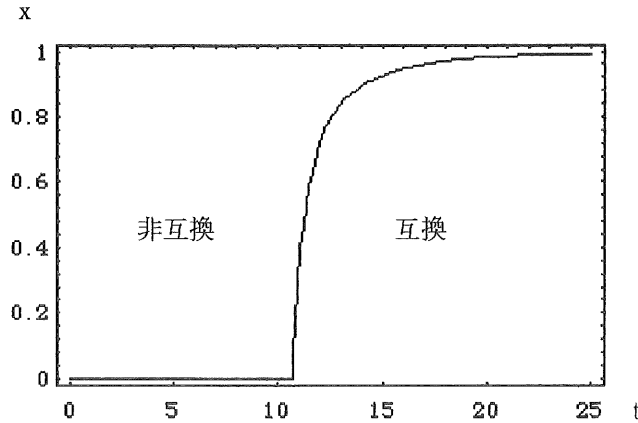
$$(18) \begin{aligned} \lim_{\tau \rightarrow \infty} x(\tau) &= 0 & \text{if } x(0) < x^* \\ \lim_{\tau \rightarrow \infty} x(\tau) &= x^* & \text{if } x(0) = x^* \\ \lim_{\tau \rightarrow \infty} x(\tau) &= 1 & \text{if } x(0) > x^* \end{aligned}$$

図3-6：クリティカル・タイム以後の均衡の進化的安定性



以上まとめたものが図3-7である。数値例は先のパラメーター(13)に基付いている。時間 t がクリティカル・タイム以前にはプレイヤー数 n がクリティカル・マスに達していないので、いかなる初期比率 x に対しても均衡は非互換である。時間 t がクリティカル・タイム ($t^* = 10.7$) に到達し、プレイヤー数がクリティカル・マス ($n^* = 1.07$) に達すると、初期比率 x が臨界的比率 x^* よりも小さい場合、互換も均衡となる。時間 t がクリティカル・タイムを過ぎると、臨界的比率は逡増するので、互換が進化的に安定な均衡となる領域は大きくなる。

図3-7：正当の標準の進化的に安定な均衡パターン



3.5 モデルのインプリケーション

本小節では、モデルの結論を自由に膨らませて、興味深いインプリケーションを引き出したい。以上のモデル分析では二つの時間概念が導入されている。

プレイヤー数 n に関する時間概念 t

均衡の進化的安定性に関する時間概念 τ

ここでは、2つの時間概念 t と τ を一まとめに T で表記し、正当の標準が形成されるパターン例を例示する。

第一に、時間 T が十分に小さい時にはプレイヤー数(すなわちソフトウェアの多様性)はクリティカル・マスに到達していない。したがって、全てのプレイヤーにとって互換性戦略は均衡戦略ではない。

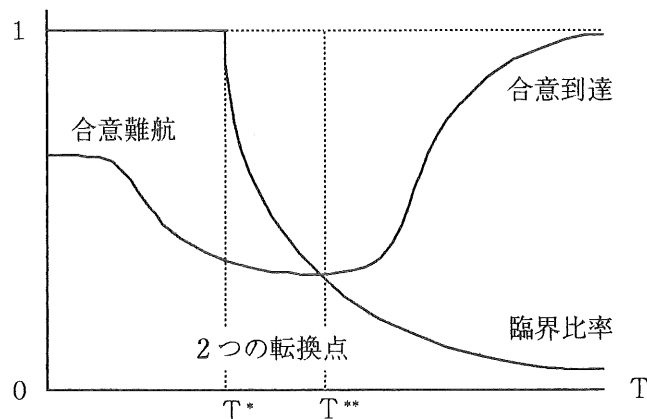
第二に、時間 T が経過すると共に二つのトレードオフする力が作用し始める。一つは $n(T)$ の通時上の増加であり、一つは $x(T)$ の通時上の増加である。前者は互換性に合意することの各プレイヤーの誘因の増加を意味し、後者は互換戦略を選択するプレイヤー数の通減を意味する。

第三に、時間 T^* においてクリティカル・マス n^* に到達する。この時、各プレイヤーが互換性に合意し正当の標準を形成することも均衡となる。しかし、クリティカル・マスの到達は各プレイヤーが互換性に合意することを必ずしも意味しない。何故ならば、非互換性も依然として進化的に安定な戦略であるからである。

第四に、クリティカル・タイム以後において、 $x < x^*$ であるならば、互換性戦略選択に関するトレンドは転換、互換性支持比率は増大し、最終的に正当の標準が形成されるだろう。クリティカル・タイムにおいて $x > x^*$ であっても、互換性支持比率が増大することは有り得る。何故ならば、戦略の進化的安定性のプロセスによって x が増加する一方で、臨界的比率 x^* 自体も増加するからである。 x の増加よりも x^* の増加が十分に速やかならば、 x は再び減少に転ずる。

図3-8：正当の標準形成パターン例

1- x (互換性支持比率)



以上の考察をもとに一つの正当の標準形成パターン例を図示したものが図3-8である。クリティカル・タイム

以前の早期において、プレイヤー数(すなわちソフトウェアの多様性) n がクリティカル・マス n^* に達していない。それゆえ、各プレイヤーは互換性に合意する誘因を持たないので、互換性支持比率 x は減少していく。しかし、 T^* に達し、全てのプレイヤーにとって正当の標準を形成する誘因が生まれる。さらに、 T^{**} に達すると互換性支持比率 $(1-x)$ が臨界的比率 $(1-x^*)$ を上回るようになるので、互換性支持比率は通増に転じ、最終的に満場一致の互換性合意に到達し正当の標準が形成される。

以上の本節の分析から得られた結論をまとめる。

命題1：正当の標準の形成条件

正当の標準の形成には2つの条件がそろうことが必要である。

- (1) クリティカル・マス条件：プレイヤーの数(すなわちソフトウェアの多様性)がクリティカル・マスに達すること
- (2) 歴史的経路依存性条件：クリティカル・タイム以後において、互換性合意支持比率が臨界比率を上回ること

以上のクリティカル・マス条件と経路依存性条件がそろってはじめて、互換性合意が通増していき、最終的に満場一致の合意に到達、正当の標準が形成される。

4 バンドワゴン戦略と正当の標準

本節では、第3の戦略としてバンドワゴン戦略を導入し、同戦略の正当の標準形成に与える影響を考察する。そこで、バンドワゴン戦略は、いわゆるフリーライダー問題を引き起こし、正当の標準に負の外部性を与えることを明らかにする。

バンドワゴン戦略とは、互換性あるいは非互換性の意志を積極的に表明することなく、もしも他のプレイヤーが互換性に合意するならば互換性に合意するが、そうでないのならば互換性に合意しない戦略である。バンドワゴン戦略を考慮に入れたゲームの利得行列は図4-1のようになる。この場合、 $[i$ の戦略、 j の戦略]として、正当の標準が形成されるのは次のケースである。

[互換、互換] & [互換、バンドワゴン] & [バンドワゴン、互換]

図4-1：互換・バンドワゴン・非互換ゲームの利得行列
プレイヤー j

プレイヤー i		互換	バンドワゴン	非互換
	互換	U_i^{11}	U_i^{12}	U_i^{13}
	バンドワゴン	U_i^{21}	U_i^{22}	U_i^{23}
	非互換	U_i^{31}	U_i^{32}	U_i^{33}

$$(19) \quad U_i^{11} = n^{\frac{1-p}{p}} \frac{Y - \frac{F}{n}}{P_s}, \quad U_i^{12} = n^{\frac{1-p}{p}} \frac{Y - F}{P_s}, \quad U_i^{13} = \frac{Y - F}{P_s},$$

$$U_i^{21} = n^{\frac{1-p}{p}} \frac{Y - \varepsilon}{P_s}, \quad U_i^{22} = \frac{Y - \varepsilon}{P_s}, \quad U_i^{23} = \frac{Y - \varepsilon}{P_s},$$

$$U_i^{31} = \frac{Y}{P_s}, \quad U_i^{32} = \frac{Y}{P_s}, \quad U_i^{33} = \frac{Y}{P_s}.$$

ε はバンドワゴン戦略を選択する時の負担費用を表し、正の微小な値 ($\varepsilon \in (0, F/n)$) であると仮定する。再び、パラメーター n を時間上の関数 $n(t)$ とおく。単純化のため、純粋戦略ナッシュ均衡にだけ議論を絞ることにしよう。二つのクリティカル・タイムにおいて均衡パターンが変化する。第一のクリティカル・タイム t_1^* は $U_i^{21} = U_i^{31}$ となる時間、第二のクリティカル・タイム t_2^* は $U_i^{12} = U_i^{32}$ となる時間である。定義から、 $t_1^* < t_2^*$ であり、パラメーターが(13)の場合、 $t_1^* = 10$ 、 $t_2^* = 11$ である。時間を t_1^* 以前、 t_1^* 以後 t_2^* 以前、 t_2^* 以後の3タイプに区分すると、均衡パターンは次のようになる。

- (i) t_1^* 以前($t < 10$)
[非互換、互換] & [非互換、バンドワゴン] & [非互換、非互換]
- (ii) t_1^* 以後 t_2^* 以前($10 < t < 11$)
[バンドワゴン、互換] & [非互換、バンドワゴン] & [非互換、非互換]
- (iii) t_2^* 以後($11 < t$)
[バンドワゴン、互換] & [互換、バンドワゴン] & [非互換、非互換]

以上の均衡のうち、正当の標準が形成される均衡にはアンダーラインが引いてある。 t_1^* 以前には正当の標準は均衡とならない。 t_1^* 以後 t_2^* 以前には[バンドワゴン、互換]が正当の標準均衡となる。 t_2^* 以後[バンドワゴン、互換]と[互換、バンドワゴン]が正当の標準均衡となる。いずれの時間においても、正当の標準を形成する戦略の組み合わせの中で[互換、互換]はナッシュ均衡でない。

以上の均衡のうち、進化的に安定な均衡はイタリックで飾ってある。いずれの時間においても、進化的に安定な均衡は[非互換、非互換]のみである。従って、正当の標準が形成される均衡は進化的に不安定であり、動学的に実現を期待できない。

以上、第3の戦略バンドワゴン戦略の効果が明らかになった。バンドワゴン戦略が存在しない場合、正当の標準の実現はクリティカル・マス条件と経路依存性条件に依存する。しかし、バンドワゴン戦略が存在する場合、正当の標準の実現は、クリティカル・マス条件と経路依存性条件にかかわらず、期待することはできない。

この結論はSchelling(1978)の均一マルチ・パーソン四人のジレンマ(UMPD)の結論を発展修正を加えたものであると言えよう。Schellingは次のようなモデルを考えた。

- (1) n 人の対称的プレイヤーが存在し、協力をするかただ乗りするかの選択をする。
- (2) 各プレイヤーは他の全てのプレイヤーが選択する戦略を好ましいと考える。また、ただ乗りは協力を優越する戦略となっている。
- (3) 自分がどの戦略を採用しようとも、協力をするプレイヤーの数が増えれば増えるほど、彼らのペイオフは高まる。

以上の条件のもと、Schellingは次のような結論を導いた。

- (4) ある臨界的プレイヤー数が存在し、その水準以上のプレイヤーが協力を選択するならば、全てのプレイヤーとも協力を選択するようになる。

Schellingのモデルは本節のバンドワゴン・モデルに類似している。しかし、本論文は戦略数が3であり均衡の進化的安定性を考えている点で、Schellingのモデルよりも複雑となっている。その結果、本論文の結論はSchellingの結論よりも悲観的なものとなっている。なぜなら、バンドワゴンが存在する下で、正当の標準は進化的に不安定な均衡だからである。

以上の分析から得られた結論をまとめる。

命題2：バンドワゴン戦略の正当の標準形成に与える効果

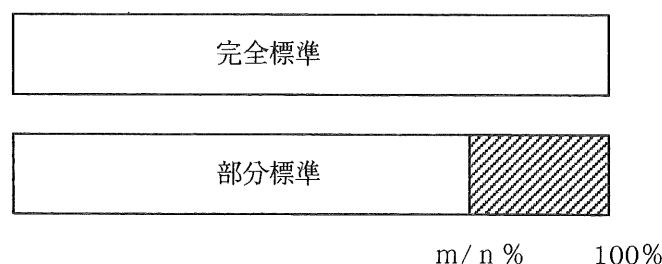
バンドワゴン戦略の正当の標準形成に与える効果はマルチ・パーソン四人のジレンマにおけるフリーライダー効果とよく似ている。バンドワゴン戦略が存在するもとでは、全てのプレイヤーが互選性を選択することは均衡ですらなく、一部のプレイヤーがバンドワゴンを選択して互換性に合意することも進化的に安定な均衡ではない。唯一進化的に安定な均衡は全てのプレイヤーが非互換性を選択することである。

5 部分標準としての事実上の標準

5.1 モデル

前節までは、完全標準としての正当の標準形成を考察した。本節では、部分標準としての事実上の標準形成を考察する。本論における定義では、図5-1のように、正当の標準は n 人のプレイヤーが満場一致の互換性合意に到達した場合を表し、事実上の標準は m 人のプレイヤーが部分一致の互換性合意に到達した場合を表す。

図5-1：完全標準と部分標準



n 人のプレイヤーのうち、 m 人のプレイヤーの合意による事実上の標準が形成された場合の効用を $U_i(m)$ とおく。

$$(20) U_i(m) = m^{\frac{1-\rho}{\rho}} \frac{Y - \frac{F}{m}}{P_s}$$

合意形成の費用を事実上の標準に参加するプレイヤー数 m の関数 $F(m)$ とおく。事実上の標準に参加する m 人のプレイヤーにとって、互換性合意に到達する誘因をポテンシャル関数 $\Pi_i(m)$ で表す。 $\Pi_i(m) > 0$ ならば、事実上の標準形成の正の誘因が作用する。

$$(21) \Pi_i(m) = U_i(m) - U_i^1, \text{ ただし } U_i^1 = Y/P_s$$

(21) 式は非線形であり、また合意形成の費用 $F(m)$ の形状次第で、複雑な解パターンを持つ。ある規格標準では合意形成のプロセスはメンバー規模が大きくなればなるほど、紛糾するかもしれないし、まとまりやすくなるかもしれない。ここでは、合意形成の費用を次のように簡単に定式化しよう。

$$(22) F(m) = a + bm^c, a, b > 0, c \geq 0$$

$c=0$ ならば、合意形成の費用 $F(m)$ はメンバー数 m に依存しない固定費用となる。しかし、一般に合意形成の費用はメンバーの数の増加関数、 $c > 0$ と考えるのが自然だろう。 $c=1$ ならば合意形成のメンバー一人あたり限界費用は一定であり、 $c > 1$ ならばの限界費用は通増する。 c が大きくなるほど、限界費用通増度は大きくなる。つまり、メンバー間の増加の合意形成の阻害度は大きくなる。(22) を (21) に代入すれば、次式を得る。

$$(23) \Pi_i(m) = m^{\frac{1-\rho}{\rho}} \frac{Y - \frac{a + bm^c}{m}}{P_s} - \frac{Y}{P_s}$$

$\Pi_i(m) = 0$ を満たす m^* が事実上の標準形成の誘因がゼロとなる均衡メンバー数である。(20) 式から明らかに、費用通増度パラメーター c 次第で、内点解 m^* は存在する場合もあれば、複数存在する場合もある。

5.2 費用通増度と均衡パターン

パラメーターを (24) のように置こう。

$$(24) \rho = 0.25, Y = 4, P_s = a = b = 1$$

(23) 式にパラメーター (24) を代入しゼロとおくと、次式を得る。

$$(25) 4m^3 \cdot m^{2+c} \cdot m^{2-4} = 0$$

$c = 0, 1, 2, 3$ とした場合、 m の内点解は図 5-2 のようになる。

図 5-2：費用通増度と均衡メンバー数

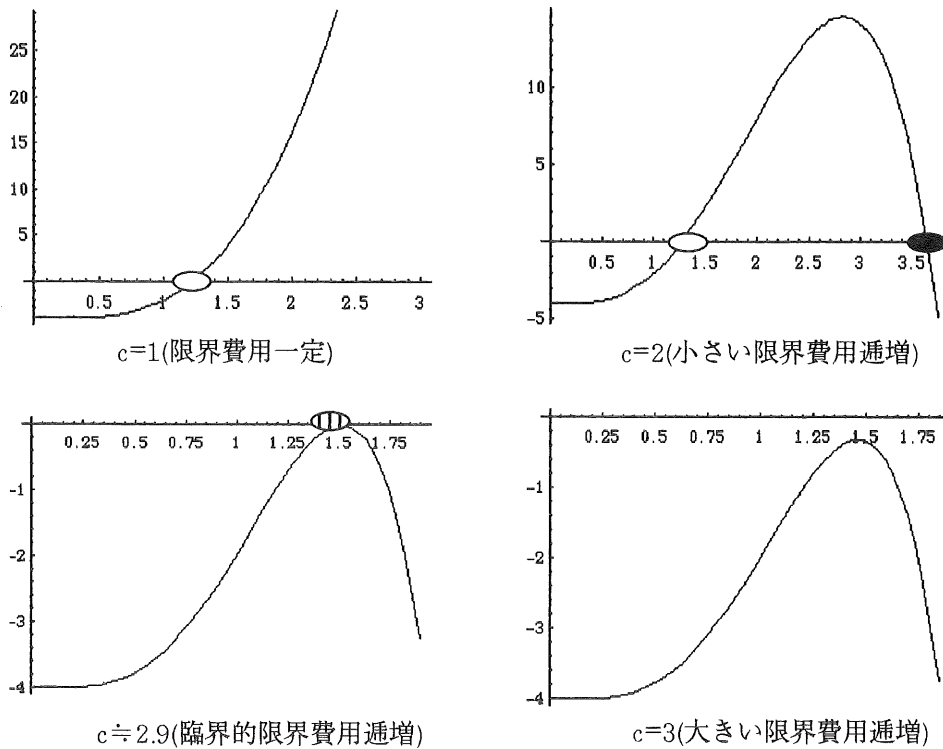
	$c = 0$	$c = 1$	$c = 2$	$c = 3$
内点解数	1 個	1 個	2 個	0 個
内点解	$m = 1.2$	$m = 1.2$	$m = 1.3, 3.6$	—

限界費用通増度パラメーター c に応じて、図 5-3 のように、均衡パターンは 4 つに分類することができる。

- (i) 限界費用一定以下 ($c \leq 1$)
- (ii) 小さい限界費用通増 ($1 < c < 2.9$)
- (iii) 臨界的限界費用通増 ($c \doteq 2.9$)
- (iv) 大きい限界費用通増 ($c > 2.9$)

図5-3では、ポテンシャル Π_i が縦軸、メンバー数 $m \in [0, n]$ が横軸にとられている。動学式を簡単に $d m / d \tau = k \Pi_i$ とおく(k は正の定数)。つまり、 Π_i が正ならば m は増加し、 Π_i が負ならば m は減少する。

図5-3：合意形成の費用と均衡パターン



(i)は、互換性合意の限界費用が一定以下のケースである。二つの端点解の他に、 $m \doteq 1.2$ に一つの内点解が存在する。ポテンシャル関数は $d \Pi_i / d m > 0$ であるから、左右の端点解はいずれも動学的に安定であるのに対して、内点解は動学的に不安定である。従って、このケースでは、3つの均衡；非標準、事実上の標準ならびに正当の標準が存在するが、動学的安定性の観点から事実上の標準は排除される。

(ii)は、最も興味深いパターンであり、互換性合意の限界費用が小さく通増するケースである。二つの端点解の他に、 $m \doteq 1.3$ と $m \doteq 3.6$ に二つの内点解が存在する。 $m \doteq 1.3$ の近傍で $d \Pi_i / d m > 0$ 、 $m \doteq 3.6$ の近傍で $d \Pi_i / d m < 0$ であるから、右の端点解と小さい内点解は動学的に不安定であるのに対して、左の端点解と大きな内点解は動学的に安定である。従って、このケースでは、4つの均衡；非標準、小さな事実上の標準、大きな事実上の標準、正当の標準が存在する。動学的安定性の観点から、小さな事実上の標準と正当の標準は排除されるが、非標準と大きな事実上の標準は排除されない。

(iii)は、互換性合意の限界費用が臨界的に通増するケースである。二つの端点解の他に、 $m \doteq 1.5$ に一つの内点解が存在する。 $m \doteq 1.5$ で $d \Pi_i / d m = 0$ 、その左近傍で $d \Pi_i / d m > 0$ 、右近傍で $d \Pi_i / d m < 0$ であるから、内点解はサドルポイントであり左不安定かつ右安定である。また、左の端点解は動学的に安定であるのに対して、右の端点解は動学的に不安定である。従って、このケースでは、3つの均衡；非標準、事実上の標準、正当の標準が存在する。動学的安定性の観点から、左からの事実上の標準と正当の標準は排除されるが、非標準と右からの事実上の標準は排除されない。

(iv)は、互換性合意の限界費用が大きく通増するケースである。二つの端点解の他に、内点解は存在しない。ポテンシャル関数は大域的に $\Pi_i(m) < 0$ であるから、左の端点解は動学的に安定であるのに対して、右の端点解は動学的に不安定である。従って、このケースでは非標準と正当の標準が存在するが、動学的安定性の観点から後者は排除される。そして、事実上の標準は均衡として存在しない。

以上の数値解析において、 $c=1$ と $c \doteq 2.9$ の二つの臨界的な費用通増度パラメーターが存在することが判る。図5-4に費用通増パラメーターと均衡位相図が描かれている。非標準はいかなる場合でも均衡であり、しかも動学的に安定である。事実上の標準均衡は、限界費用通増度が大きくない限り、1あるいは2個存在する。限界費用通増度が小さい時に、事実上の標準均衡は動学的安定になり得る。正当の標準はいかなる場合でも均衡である

が、限界費用が一定以下の時に限って動学的に安定である。

図5-4：費用通増度パラメーターと均衡位相図

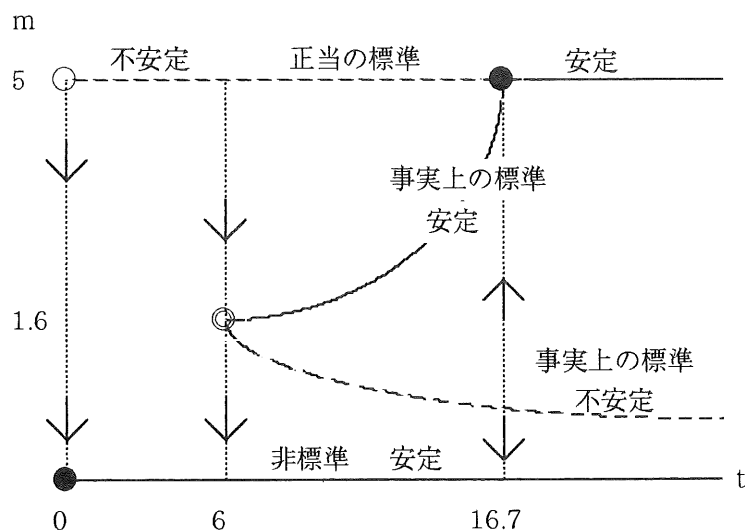
	$c \leq 1$	$1 < c < 2.9$	$c \doteq 2.9$	$2.9 < c$
非標準	安定	安定	安定	安定
事実上の標準	不安定	小：不安定 大：安定	サドルポイント (左不安定, 右安定)	なし
正当の標準	安定	不安定	不安定	不安定

5.3 モデルのインプリケーション

二つの臨界的な費用通増度パラメーターの近傍では均衡の位相が大きく変化するので、わずかなパラメーターの変化が均衡標準パターンに大きな変化をもたらす。例えば、時間の経過と共にメンバー間で標準が重要であるという意識が向上する結果、費用通増度パラメーターが大きな数値から小さな数値へ低下する場合を考えよう。ここでは、 $c(0)=3.5$ 、 $dc/dt=-0.1$ 、 $n=5$ とおく。通時上の均衡メンバー数と進化的安定性が図5-5に与えられている。

時間 $t=0$ において、非標準が安定均衡、正当の標準が不安定均衡となっている。時間が経過し、合意形成が容易になる。時間 $t=6$ において、メンバー数1.6(36%の部分標準)が上から安定、下から不安定な事実上の標準となる。その後、事実上の標準は分岐し、安定な事実上の標準は均衡メンバー数を増大させ、不安定な事実上の標準は均衡メンバー数を減少させる。時間 $t=16.7$ において、安定な事実上の標準は100%の完全標準に到達し、実質的に安定な正当の標準と同化する。

図5-5：均衡メンバー数と進化的安定性



以上の分析から得られた結論をまとめる。

命題3：合意形成の費用が事実上の標準に与える効果

事実上の標準が均衡となるのは、メンバーの増加が合意形成の負担にさほど大きな限界的増加をもたらさないケースである。特に、メンバーの増加が合意形成の負担に小さな通増効果を持つような場合、事実上の標準均衡は興味深い。何故ならば、このような場合、正当の標準均衡は動学的に安定でないのに対して、比較的大きな規模を持つ事実上の標準均衡は動学的に安定だからである。この意味において、正当の標準化が形成されることを期待できない領域で、事実上の標準が形成されることが有り得る。

6 複数標準の競争とメタ標準

6.1 メタ標準のモデル

前節までにおいて、正当の標準と事実上の標準の形成過程を分けて考察した。実のところ、近年注目を集めている標準の形成過程は事実上の標準と正当の標準の中間形態である。すなわち、複数の標準が平行して開発され、両者の間で規格統一の競争と協力が同時に進行され、あわや事実上の標準競争に突入かというところで、正当の標準の合意が形成されるようなケースである。(次節を参照せよ。)本節では、複数の標準の間の競争とメタ標準の形成過程を考察する。図6-1のように、A系列とB系列の二つの標準を考察する。n人のプレイヤーのうち、A系列のシェア比率を α 、B系列のシェア比率を $1-\alpha$ とする。二つの標準が競争してメタ標準を形成する際、どちらか一方がメタ標準となるものとしよう。メタ標準が形成されると各プレイヤーはより大きなソフトの多様性を享受できるので、メタ標準の形成は望ましい。しかし、二つの標準が統合してメタ標準を形成するには、二つの系列の統合のための費用Fが掛かるとしよう。スポンサーとなる系列が統合の費用のシェア β を負担し、スポンサーとならない系列が統合の費用のシェア $1-\beta$ を負担するものとする。スポンサーとなる系列が他系列からライセンス料を徴収する場合には、二つの系列の間の負担差額 $(2\beta-1)F$ をライセンス料とみなそう。

図6-1：二つの標準とメタ標準

二つの標準のシェア		
A系列	α	B系列
	αn	$(1-\alpha)n$
A系列がメタ標準となった場合の費用負担		
A系列	β	B系列
	βF	$(1-\beta)F$
		F

二つの系列の戦略はそれぞれ自社規格採用をするか、他社規格採用するかである。二つの系列の利得行列を図6-2のように表す。

図6-2：二つの系列の利得行列

		B系列	
		A系列採用	B系列採用
A系列	A系列採用	$U_{A^{11}}, U_{B^{11}}$	$U_{A^{12}}, U_{B^{12}}$
	B系列採用	$U_{A^{21}}, U_{B^{21}}$	$U_{A^{22}}, U_{B^{22}}$

二つの系列それぞれの効用関数と所得制約式を4つのパターンに分けて列挙する。基本的な定義は第3節に準じる。

(i) 互いに自社規格採用[A、B]

$$(26) U_A^{12} = \left(\int_0^{\alpha n} (C_{Sa})^p da \right)^{\frac{1}{p}} (C_{Ha})^{1-\frac{1}{p}}$$

$$(27) Y_A = \int_0^{\alpha n} P_{Sa} C_{Sa} da + P_{Ha} C_{Ha}$$

$$(28) U_B^{12} = \left(\int_0^{(1-\alpha)n} (C_{Sb})^p db \right)^{\frac{1}{p}} (C_{Hb})^{1-\frac{1}{p}}$$

$$(29) Y_B = \int_0^{(1-\alpha)n} P_{Sb} C_{Sb} db + P_{Hb} C_{Hb}$$

(ii) 互いに他社規格採用[B、A]

$$U_A^{21} = U_B^{12}, U_B^{21} = U_A^{12}, Y_A = (29)\text{右辺}, Y_B = (27)\text{右辺}$$

(iii) A系列がメタ標準[A、A]

$$(30) U_A^{11} = \left(\int_0^n (C_{Sa})^\rho da \right)^{\frac{\mu}{\rho}} (C_{Ha})^{1-\mu}$$

$$(31) Y_A = -\beta F + \int_0^n P_{Sa} C_{Sa} da + P_{Ha} C_{Ha}$$

$$(32) U_B^{11} = \left(\int_0^n (C_{Sb})^\rho db \right)^{\frac{\mu}{\rho}} (C_{Hb})^{1-\mu}$$

$$(33) Y_B = -(1-\beta)F + \int_0^n P_{Sb} C_{Sb} db + P_{Hb} C_{Hb}$$

(iv) B系列がメタ標準[B、B]

$$U_A^{22} = U_A^{11}, U_B^{22} = U_B^{11}$$

$$(34) Y_A = -(1-\beta)F + \int_0^n P_{Sb} C_{Sb} db + P_{Hb} C_{Hb}$$

$$(35) Y_B = -\beta F + \int_0^n P_{Sb} C_{Sb} db + P_{Hb} C_{Hb}$$

分析を容易にするために、あらかじめ単純化の仮定をおく。

単純化の仮定： $P_{Sa} = P_{Sb} = P_S$, $C_{Sa} = C_{Sb} = C_S$, $C_{Ha} = C_{Hb} = C_H$, $Y_a = Y_b = Y$, $\mu = 1$ とする。

二つの系列それぞれの均衡利得は次のようになる。

$$(36) U_A^{11} = n^{\frac{1-\rho}{\rho}} \frac{Y - \beta F}{P_S}, \quad U_A^{12} = (\alpha n)^{\frac{1-\rho}{\rho}} \frac{Y}{P_S}$$

$$U_A^{21} = ((1-\alpha)n)^{\frac{1-\rho}{\rho}} \frac{Y}{P_S}, \quad U_A^{22} = n^{\frac{1-\rho}{\rho}} \frac{Y - (1-\beta)F}{P_S}$$

$$(37) U_B^{11} = n^{\frac{1-\rho}{\rho}} \frac{Y - (1-\beta)F}{P_S}, \quad U_B^{12} = ((1-\alpha)n)^{\frac{1-\rho}{\rho}} \frac{Y}{P_S}$$

$$U_B^{21} = (\alpha n)^{\frac{1-\rho}{\rho}} \frac{Y}{P_S}, \quad U_B^{22} = n^{\frac{1-\rho}{\rho}} \frac{Y - \beta F}{P_S}$$

$\Delta_A^{11-21} = P_S(U_A^{11} - U_A^{21})$, $\Delta_A^{12-22} = P_S(U_A^{12} - U_A^{22})$ とする。 $(\Delta_B^{11-12}, \Delta_B^{21-22})$ も同様に定義する。) Δ と α , β の偏微係数は次のようになる。

$$(38) \frac{\partial \Delta_A^{11-21}}{\partial \alpha} > 0, \frac{\partial \Delta_A^{11-21}}{\partial \beta} < 0, \frac{\partial \Delta_A^{12-22}}{\partial \alpha} > 0, \frac{\partial \Delta_A^{12-22}}{\partial \beta} < 0$$

$$(39) \frac{\partial \Delta_B^{11-12}}{\partial \alpha} > 0, \frac{\partial \Delta_B^{11-12}}{\partial \beta} > 0, \frac{\partial \Delta_B^{21-22}}{\partial \alpha} > 0, \frac{\partial \Delta_B^{21-22}}{\partial \beta} > 0$$

(38)と(39)から、 α が十分に大きい時[A、A]、 α が十分に小さい時[B、B]がナッシュ均衡となる。また、 β が十分に大きい時[B、A]、 β が十分に小さい時[A、B]がナッシュ均衡となる。 α は二つの系列の規模格差を表すパラメータであるから、規模格差が大きい時メタ標準が形成されやすくなる。 β は費用負担格差を表すパラメータであるから、費用格差が小さい時メタ標準が形成されやすくなる。これらの結論は極めて直観的である。

6.2 メタ標準の均衡パターン

さて、メタ標準の均衡パターンが容易に分析できるように、次のようにパラメータを仮定しよう。

$$(40) \rho = 0.5, Y = 4, F = 3, n = 5, P_S = 1$$

この時、メタ標準の純粋戦略ナッシュ均衡パターンは図6-3のように9つの領域に区分される。

$$(i) \Delta_A^{11-21} > 0, \Delta_A^{12-22} > 0, \Delta_B^{11-12} > 0, \Delta_B^{21-22} > 0 : [A, A]$$

$$(ii) \Delta_A^{11-21} > 0, \Delta_A^{12-22} > 0, \Delta_B^{11-12} > 0, \Delta_B^{21-22} < 0 : [A, A]$$

$$(iii) \Delta_A^{11-21} > 0, \Delta_A^{12-22} > 0, \Delta_B^{11-12} < 0, \Delta_B^{21-22} < 0 : [A, B]$$

- (iv) $\Delta A^{11-21} > 0, \Delta A^{12-22} < 0, \Delta B^{11-12} < 0, \Delta B^{21-22} < 0 : [B, B]$
- (v) $\Delta A^{11-21} < 0, \Delta A^{12-22} < 0, \Delta B^{11-12} < 0, \Delta B^{21-22} < 0 : [B, B]$
- (vi) $\Delta A^{11-21} < 0, \Delta A^{12-22} < 0, \Delta B^{11-12} > 0, \Delta B^{21-22} < 0 : [B, B]$
- (vii) $\Delta A^{11-21} < 0, \Delta A^{12-22} < 0, \Delta B^{11-12} > 0, \Delta B^{21-22} > 0 : [B, A]$
- (viii) $\Delta A^{11-21} > 0, \Delta A^{12-22} < 0, \Delta B^{11-12} > 0, \Delta B^{21-22} > 0 : [A, A]$
- (ix) $\Delta A^{11-21} > 0, \Delta A^{12-22} < 0, \Delta B^{11-12} > 0, \Delta B^{21-22} < 0 : [A, A], [B, B]$

ベンチマークとして、(ix)の二つの系列のシェアが拮抗し、ライセンス料が低い場合を考察しよう。この場合、A系列とB系列の双方がメタ標準となる可能性がある。統一規格決定段階前の自社規格の提携拡大が中間的領域のメタ標準形成の動学的経路に重大な影響を及ぼす。もしも系列のシェアが一方に偏ると、高いシェアを持った系列がメタ標準となる。従って、メタ標準を目指すために自系列規模を大きくさせることが企業の4戦略となる。ライセンス料が高くなると、互いに自社規格を採用するのでメタ標準は形成されなくなる。統一規格決定の話合いにおいて、しばしばライセンス料の水準が紛糾の契機となるのはこのためである。メタ標準を推進するためには、ライセンス料は一定以下の水準に抑えられた方が良い。ライセンス料が負になると、互いに他社規格を採用しメタ標準が形成されなくなる。このパラドックスの一つの事例はメタ標準となった系列が過度に重い社会的互換性義務を負わせられるようなケースであろう。このような場合、自社規格を統一規格とするよりは、他社規格を統一規格として祭り上げた方が得策となる。

図6-3：メタ標準の均衡パターン

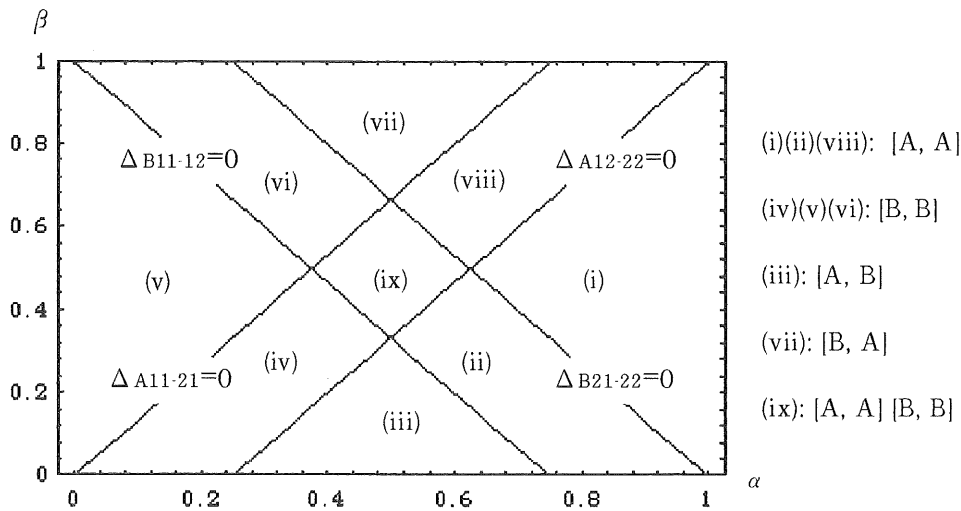
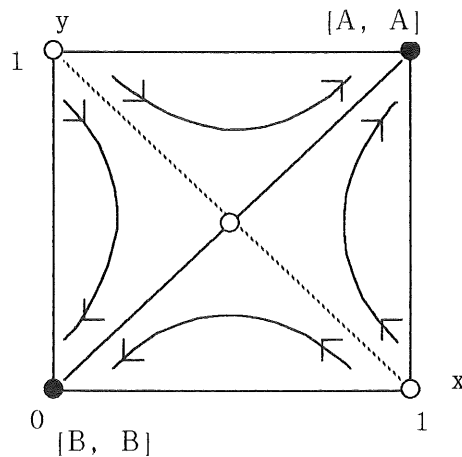


図6-4：拮抗する系列と低廉なライセンス料の均衡位相図



以上のメタ標準均衡の進化的安定性について簡単に触れておこう。本項のモデルは二つのポピュレーションか

らなる非対称的な進化ゲームなので、技術的な取り扱いには若干複雑になる。 x と y を $A \cdot B$ 各系列中の A 系列を採用する比率として、この場合の動学式は次のように与えられる。(Weibull 1995 p.175)

$$(41) \quad \begin{aligned} d x / d t &= (\Delta A^{11 \cdot 21} y - \Delta A^{12 \cdot 22} (1 - y)) x (1 - x) \\ d y / d t &= (\Delta B^{11 \cdot 12} x - \Delta B^{21 \cdot 22} (1 - x)) y (1 - y) \end{aligned}$$

(41)式から明らかなように、本モデルのような進化ゲームにおいて、混合戦略ナッシュ均衡は進化的に安定ではない。しかも、(ix)を除いた全てのパターンにおいて、一つの純粋戦略ナッシュ均衡が存在し、それらは進化的に安定である。二つのポピュレーションからなる進化ゲームにおける特色は非対称的ナッシュ均衡も進化的に安定となることである。従って、(iii)と(vii)のような採用規格の食違いによるメタ標準形成の失敗も進化的に安定な均衡となる。(ix)はサドルポイントの内点解を持ったコーディネーション・ゲームであり、その均衡位相図は図6-4に与えられている。北東領域から出発する軌道は A 系列均衡にいたり、南西領域から出発する軌道は B 系列均衡にいたる。

以上の分析から得られた結論をまとめる。

命題4：複数標準の競争とメタ標準

複数の標準がメタ標準の地位をめぐる競争をする場合、先に規模の大きな系列(既得基盤)を形成することが決定的に重要な戦略になる。メタ標準の費用負担に著しい格差が存在するならば、メタ標準は形成されず、複数の標準が共存する。均衡の進化的安定性に歴史的経路依存性が影響するのは、複数の標準のシェアが拮抗し、かつライセンス料が低水準な場合である。

7 ケーススタディ：DVDの規格統一

近年の標準化をめぐる最も興味深い事例はDVD(Digital Video Disk or Digital Versatile Disk)の規格統一である。DVDは「2000年の需要が1億2千万台」(東芝)とも「近い将来年7000億円規模の事業に育つ」(松下)とも言われ、世界中の家電メーカーの命運を賭けた商品である。DVDには映像再生専用の「DVDビデオ」、コンピューター向けの読み出し専用「DVD-ROM」、読み出し・書き込みが可能な「DVD-RAM」など5つの応用規格があり、映像再生プレーヤー・パソコン用記憶装置・ゲーム機・携帯用情報機器や業務用機器など幅広い用途がある。DVDの記憶容量はディスク片面一層で4.7GB(CD-ROMの7倍強)あり、動画や音声を駆使した大容量コンテンツを納めることが出来る。しかしながら、DVDの規格統一までの道のりは平坦なものではなかった。規格統一までの簡単な経路を年表風に表したものが以下である。

- 1990年頃 「ロスの夢」の技術的可能性の打診
- 1993年4月 タイム・ワーナー社と東芝がDVD開発の同盟締結
- 1994年5月 ハリウッド映画会社がアドバイザリー・グループを設立
- 12月 ソニー・フィリップス陣営が「MMC D」規格を提唱
- 1995年1月 東芝・松下電器産業など日米欧7社が「SD」規格を提唱
- 5月 米コンピューター業界のTWGが規格の統一を要望
- 8月 ソニーが東芝に規格統一を提案、交渉開始
- 9月 両陣営が規格統一で基本合意
- 12月 日米欧10社がDVD規格の基本仕様を発表

DVDの伝説は「ロスの夢」と呼ばれる小話から始まる。タイム・ワーナー前会長ロスは、「家庭で手軽で廉価に映画を楽しんでもらいたい。そのために、直径12cmの光ディスクに高品質の2時間映画を丸々一本入れたい。」という強い希望を持っていた。しかし、各大手家電メーカーはロスの夢の技術可能性に「不可能」と答えた。

皮肉なことに、タイム・ワーナーは当初、後にDVD開発の「家元」となる東芝に製品開発を打診をしなかった。東芝は家電業界ではさしたる実績を持たなかったからである。しかし、東芝が放送・通信・コンピュータ等のあらゆる分野を対象とした汎用の画像音声圧縮方式MPEG 2(Moving Picture Coding Experts Group 2)で世界標準を開発してから、東芝とタイム・ワーナーはDVD開発をめぐる強い同盟関係を結ぶことになる。

DVDの開発には二つの規格が存在し、統一規格の座をめぐる激しい競争が繰り広げられた。一つはソニー・フィリップスが提唱する厚さ1.2mmディスク単盤・片面3.7GBの「MMC D(Multi Media CD)」規格、もう一つは東芝が提唱する厚さ0.6mmディスク張合わせ構造・5GBの「SD(Super Density)」規格である。

光ディスクの基本特許を持つソニー・フィリップスはCD資産の継承を強調する戦略をとった。しかし、ソニー・フィリップスはフリーライダーに強い警戒を示したため、特許料紛争発生懸念が業界に広がった。東芝は事実上の標準作りのための多数派工作、得意分野に資源を集中不足部分は提携で補う「集中と選択」戦略に余念が無かった。タイム・ナワーの支持が功を奏したこともあり、ソフト産業を牛耳るハリウッド映画会社は早くから、大容量の東芝規格を支持していた。

一進一退の情勢が続いたが、ソニーが規格提唱の要と期待していた松下が土壇場で東芝陣営についたために、東芝陣営が圧倒的優勢に立った。ソニー陣営は片面二層方式で巻き返しを計ったが、東芝陣営もすぐに両面二層方式を発表した。

誰の目にも劣勢が明らかなソニーの可能な戦略には次のようなものであった。

- (1) 新たな技術提案をして再びSDと交渉のテーブルを持つ
- (2) SD規格に全面的に沿う形で統一交渉を決着する
- (3) 統一を断念し、自社規格による製品化を目指す

紛糾は収まらず、ソニーはVTRのときにβ規格を譲らなかったように、DVDの正当の標準は成立せず、事実上の標準競争に突入すると思われた。情勢を変化させたものは、IBMやマイクロソフト、アップルなど米コンピュータ業界が結成したテクニカル・ワーキング・グループ(TWG)の仲裁である。TWGはテレビとパソコン間の互換性・CDとDVD間の互換性・記録再生DVDと追記型DVDの互換性・統一したファイルシステムを要望し、両規格の統一を強く促した。ただし、中でも発言力の大きかったIBMは東芝よりの立場にあったと言われている。

米情報産業(コンピュータ産業・AVソフト産業)の意向を受け、東芝とソニーはようやく難産の合意に到達した。両陣営とも1996年夏の商品化を考え、規格統一のラスト・チャンスを最優先させたのである。しかし、統一案の骨子は従来のSD規格に沿ったもので、わずかにMMC D規格を採用したものである。ソニーは一貫して単盤構造だけは譲れないとしてきたので、ソニーのTKO負けと言っても差し支えない。

DVDのケーススタディを通じて、本論文が実に豊富な説明力とインプリケーションを持つことを見て取れよう。家電メーカーやソフト業界、コンピュータ業界をして一貫して企画統一に駆り立てたものは、DVDが未来のクリティカル・マス産業となるという期待であり、VHS対β競争やVHD対LD競争、MSX対ファミコン競争を通じた過去の失敗からの学習であった。そして、AV産業の「素人」東芝が統一規格の家元となったのはいくつかの偶然の賜物である。東芝とソニーの両陣営の激しい統一規格競争と松下・トムソン・日立等の日和見により、当初DVDの正当の標準の形成に失敗した。両陣営は事実上の標準競争をにらんで「ファミリー」の囲い込みを進めたが、ソフト業界やコンピュータ業界を含めて大きな系列を作ること成功したのは東芝陣営であった。結末はまるで進化的に安定な均衡に収束するがごとく、東芝陣営の勝利に終わったのである。

8 結論

本論文と本論文の2つの先駆けとなる論文、Arthur(1989)とForay(1995)との比較を行うことによって、結論としたい。先ず予め本論文の結論を簡単にまとめておこう。

- (1) 標準の満場一致の合意形成のための条件
 - (1.1) クリティカル・マス条件
 - (1.2) 歴史的経路依存性条件
- (2) バンドワゴン戦略の標準形成に対する負の外部性
- (3) 合意形成の困難度が事実上の標準に与える影響
 - (3.1) 合意形成が容易な場合、非標準と完全標準が長期均衡となる。
 - (3.2) 合意形成が中間な場合、非標準と部分標準が長期均衡となる。
 - (3.3) 合意形成が困難な場合、非標準のみが長期均衡となる。
- (4) メタ標準形成に影響を与える条件
 - (4.1) 系列のシェア格差
 - (4.2) ライセンス料の負担水準

Arthur(1989)は収穫逡増・収穫一定・収穫逡減の各条件の下で、競合する技術の市場シェアの動学的分析を行った。Arthurは予測可能性(predictability)・効率性(efficiency)・柔軟性(flexibility)・エルゴート性(ergodicity)という4つの基準から、各条件の結果を比較した。結果が図8-1に掲げている。

図 8-1：Arthur(1989)の結論

	予測可能性	柔軟性	エルゴート性	効率性
収穫一定	Yes	No	Yes	Yes
収穫通減	Yes	Yes	Yes	Yes
収穫通増	No	No	No	No

Foray(1995)は標準化という本論文と同じテーマを次の4つの観点から分析している。

- (1) 均質多人数囚人のジレンマ(UMPD)
- (2) 非収穫一定(non-constant returns)
- (3) 正の誘因(positive incentives)
- (4) 充分性(the sufficiency property)

そして、Forayは次の3つの結論を得た。

- (1) チッピング・ポイント(tipping points)
- (2) 複数均衡(multiple equilibria)
- (3) 経路依存性(path-dependent property)

ArthurやForayは伝統的収穫通減の世界像と新しい収穫通増の世界像が著しく対称的であることを教えてくれた。彼等の言う予測非可能性・非柔軟性・非エルゴート性・非効率性あるいはチッピング・複数均衡・経路依存性の結論は本論文の結論と非常に密接な関係性がある。(もっとも、本論文では彼らよりも経済学的に意味が明確なモデルを用いて、標準化に関する広く深い議論を行っているが。)

ArthurとForayならびに私の結論を踏まえて、平易な表現で我々の見解をまとめることにしたい。システム互換性が社会的便益を有するかどうかは市場の成熟度、端的に言えばメンバーの数やソフトの多様性が十分な水準に達しているかどうか依存している。市場が成熟している場合には、互換性の便益が標準化の費用を上回るので、全てのメンバーが標準化に合意する正の誘因を持つ。しかし、社会的には互換性が望ましい場合でも、非互換性は自己強化的にロック・インする傾向を有するので、過剰慣性と呼ぶべき互換性実現のタイム・ラグが発生する。しかし、歴史的偶然の作用によって、一度システム互換性を促進しようというが気運が盛上るや、雪崩現象的に標準化の合意に到達してしまうことも特徴的である。ただし、標準化の費用負担をめぐるただ乗りをすることが戦略的に可能な場合、自発的システム互換性は先ず実現すると考えられない。従って、互換性の便益に見合った公平な費用負担メカニズムを作ることが社会的標準化政策の最も重要な課題となる。全てのメンバーに対して拘束力を持つような正当の標準の合意には一般に長い時間がかかる。標準化の為の合意形成の難航が予想されるような場合には、特定メンバーに対してのみ拘束力を持つような事実上の標準が一般的なパターンとなるだろう。このような場合、複数の標準が統一標準の地位をめぐる競争が激化し、多くのメンバーを自陣営に取り込み「既得基盤」を形成することが重要な企業戦略となる。

システム互換性の複雑性の原動力はソフトウェアの補完性であり、社会的非効率性の本質は互換性をめぐる協調の失敗である。標準化形成において非互換性が最も強いロック・イン効果を持つが故に、レッセフェールの予定調和観は否定される。同時に、満場一致の拘束的標準の実現に擁する時間と労力の大きいことを鑑みて、公的画一主義も否定される。結局、自主的な標準化制定プロセスとその為の公平かつ透明な社会的ルールの共存が重要な要件である。そして、Forayが指摘するように旧標準に取り残されたり、標準のスイッチング費用を負担させらる当事者は結局消費者ユーザーなのである。従って、標準化の意思決定プロセスへユーザー参加の道を開くことが重要なテーマとなる。

参考文献

- Arthur, B. 1989, "Competing Technologies, Increasing Returns and Lock-in by Historical Events," The Economic Journal 99: 116-131.
- Besen, S. M. 1995, "The standards processes in telecommunication and information technology," in Hawkins et al. 1995: 136-146.
- David, P. A. 1995, "Standardization policies for network technologies: the flux between freedom and order revisited," in Hawkins et al. 1995: 15-35.

- Farrell, J., G. Saloner 1985, "Standardization, Compatibility, And Innovation," *Rand Journal Of Economics* 16.1: 70-83.
- Farrell, J., G. Saloner 1986, "Installed Base And Compatibility: Innovation, Product Preannouncements, And Predation," *American Economic Review* 76.5: 940-955.
- Farrell, J., G. Saloner 1988, "Coordination Through Committees And Markets," *Rand Journal Of Economics* 19.2: 235-252.
- Foray, D. 1995, "Coalitions and committee: how users get involved in information technology IT standardization," in Hawkins et al. 1995: 192-212.
- Fujita, M. 1996, "On the Self-Organization and Evolution of Economic Geography," *The Japanese Economic Review* 47.1: 34-61.
- Hawkins, R., R. Mansell, J. Skea ed. 1995, Standards, Innovation and Competitiveness, Edward Elgar.
- Hawkins, R. W. 1995, "Introduction: addressing the problematique of standards and standardization," in Hawkins et al. 1995: 1-12.
- Katz, M. I., C. Shapiro 1985, "Network Externalities, Competition, And Compatibility," *American Economic Review* 75.3: 424-440.
- Katz, M. I., C. Shapiro 1986a, "Product Compatibility Choice In A Market With Technological Progress," *Oxford Economic Papers*, Special Issue On The New Industrial Economics.
- Katz, M. I., C. Shapiro 1986b, "Technology Adoption In The Presence Of Network Externalities," *Journal Of Political Economy* 94.4: 822-841.
- Katz, M. I., C. Shapiro 1994, "Systems Competition And Network Effects," *Journal Of Economic Perspectives* 8.2: 93-115.
- Kindleberger, C. P. 1983, "Standards as Public, Collective and Private Goods," *Kyklos* 36.3: 377-96.
- Krugman, P. 1991, "Increasing Returns and Economic Geography," *Journal of Political Economy* 99: 483-499.
- Leveque, F. 1995, "Standards and standards-setting processes in the field of the environment," in Hawkins et al. 1995: 105-121.
- Mansell, R. 1995, "Standards, industrial policy and innovation," in Hawkins et al. 1995: 213-227.
- Naemura, K. 1995, "User involvement in the life cycles of information technology IT and telecommunication standards," in Hawkins et al. 1995: 93-102.
- Repussard, J. 1995, "Problems and issues for public sector involvement in voluntary standardization," in Hawkins et al. 1995: 62-66.
- Schelling, T. 1978, Micromotives and Macrobehavior, New York: Norton.
- Weibull, J. W. 1995, Evolutionary Game Theory, The MIT Press.
- 井川陽二郎 1996, D V Dのすべてがわかる本, 日本実業出版社.
- 清水欣一 1996, D V Dに賭ける東芝の逆襲, 日刊工業新聞社.

An Evolutionary Model of Technology Diffusion:
An comparative analysis of East Asia and Latin Amreica

Tatsuo TANAKA

Email:tatsuo@glocom.ac.jp, tt103@columbia.edu

-Current Address-

Center on Japanese Economy & Business

521 Uris Hall

Columbia University

New York, NY, 10027, USA

Fax:+1-212-678-6958 Tel:665-5028(home)

-Contact in Japan-

Center for Global Communications

International Univ. of Japan

6-15-21, Roppongi, Minato-ku

Tokyo 106, Japan

Fax:+81-3-5412-7111 Tel:5411-6677

Abstract

Author made an evolutionary model of technology diffusion from advanced countries to developing countries. Technology diffusion was assumed to occur stochastically from abroad to domestic firms, and among domestic firms. Economies of scale was also an important assumption of this model. By simulation analysis, it was shown that this model had two solutions. One is the monopolistic solution, and the other is the "dead-heat" solution, in which many firms with a similar size continued to exist and compete with each other. Technology diffusion was fast in the dead-heat solution. If East Asia took the dead heat solution and Latin America took monopolistic solution, we can explain the different development performance between two regions by this model. Three empirical evidence supported this model, that is international comparison firms size and entry frequency, and L-shape pattern of firms size and growth relation.

Note:

This study was conducted as a part of the study which is funded by the Ohira Memorial Foundations in 1992.

[1] Introduction

The aim of this paper is to propose a hypothesis to explain the differences of development performances between East Asian countries and Latin American countries.

It is well known that after 1980, the development performances differed substantially between East Asia and Latin America. Several hypotheses have been proposed to explain the cause of this difference, but in my view, not are sufficient so far. For example, although some researchers emphasize the accumulation of physical capital and human capital (i.e. World Bank 1993), the empirical evidence is not so strong. The growth rate of capital stock had been nearly the same during 1950-1980 between East Asia and Latin America¹, and the

¹ The following is the growth rate of capital (Hofman[1993], p.255, Table 6).

	1950-1973	1973-1980
Brazil	9.4	11.2

enrollment ratio of the first and second level of education also had been similar at least until 1970.

Other researchers emphasize the macro economic instability of Latin America countries as a cause of sudden fall of growth in 1980s. This explanation, however, does not go well with respect to timing and causality. For example, Mexico's macro economic indicators such as inflation rate and exchange rate had been stable as much as Korea till 1980. The fall of growth and explosion of inflation ratio occurred simultaneously in Mexico, thus it is difficult to determine which is the cause and which is the result. Moreover Brazil's instability of inflation and exchange rate started already in mid-1960s, that is, over 20 years before the stagnation in 1980s.

I admit that capital accumulations and macro economic stability are important factors for sustainable development. But these are not sufficient explanation for the contrast of performances of East Asia and Latin America. Another explanation is needed.

The speed of technology diffusion is such an another factor to explain the difference of development performances between these two areas. Some evidences exist which indicates that the speed of technology diffusion is higher in East Asian countries than in Latin American countries. For example, according to the comparative analyses, total factor productivity tended to grow at higher speed in East Asia than in Latin America (Hofman[1993], Kawai[1994]). With respect to the micro level, steel making technology, for instance, diffused quicker in East Asia than in Latin America (Poznanski[1990]).

Why do technologies diffuse at the different speeds? What is the determinant of the speed of diffusion? This paper attempts to answer to this question by using evolutionary approach.

Conclusion is as follows. The model had two solutions. One was the monopolistic solution in which the largest firm dominated the market and realized a monopoly. The other was the dead-heat solution in which small and medium sized firms continued to exist and compete with each other. Which solution was chosen was determined stochastically, but once either solution was realized, it tended to be maintained. In this sense, there was a path dependency to this model.

The speed of technology diffusion was higher in the dead-heat solution. Hence, I can propose a hypothesis that East Asia took the dead-heat solution whereas Latin America took the monopolistic solution. Comparison of firm size and entry frequency supported this hypothesis.

[2] The model

<Overview of the model>

In order to specify the way of diffusion, we need to decide what kind of technology we should focus on. According to the way of diffusion, technologies are classified into three categories, that is, patentable technology, capital embodied technology and human(or organization) embodied technology. In this paper I will focus on the human or organization

Mexico	7.1	7.4
Japan	8.9	8.0
Korea	6.0	15.5
Thailand	5.9	4.4

There is not distinct difference between East Asian countries and Latin America countries.

embodied technology, because other two technologies are less important as an explanation of divergent performances of East Asia and Latin America countries.

Since the patentable and capital embodied technologies can be purchased in the market, East Asia and Latin America would have had an equal access to these technologies. In other words, every country could introduce technologies as patents or new machines in exchange for money, and there is not persuasive evidence showing that the attitudes of East Asia and Latin America are different substantially with respect to licensing and capital formation. Thus to clarify the difference of development performances, focus should be put on the human or organization embodied technology.

Human or organization embodied technology is a set of various know-how such as worker's skills, improvements of workplace, tricks of marketing, efficient way of management etc.¹ Since it is difficult to buy this know-how in the market, firms in developing countries have to do trial and error in order to get these technologies.² Thus the success or failure of getting technologies will be stochastic. The success probability will not depend on the investment and the size of firm, because the diffusion process is a trial and error, not R&D investment. So I assume that the success probability is constant for all firms.

According to the assumption of scale economy, firms have the decreasing cost function. This cost function is to shift down owing to the stochastic technology diffusion.

Technology diffusion occurs in two ways. One is the diffusion from abroad to domestic firms, which we call the international diffusion. The other is the diffusion among domestic firms, which is called the domestic diffusion. The probability of domestic diffusion is assumed to be higher than that of the international diffusion, because the international diffusion have to overcome the barriers of language, institution and culture.

The decisions firms have to make are investment, entry and exit. For the simplicity I will assume the rule of thumb with respect to these decisions as specified in the following model.

<formulation of the model>

The model specification is as follows. Model is discrete time model. The demand function is assumed to be linear and fixed over time.

$$D_t = d_0 + d \cdot \text{PRICE}_t \quad (1)$$

D_t is a demand at t , PRICE_t is a price at t .

Let $X_{i,t}$ be the quantity that a firm i produces at time t . I assume the Leontief-type production function and also assume that the amount of investment during one period is a fixed fraction of existing capital. Therefore, a firm's output increase or decrease at a fixed rate, which we denote as "gr". This "gr" is a parameter which indicates the speed of investment. So firms can change its production level from $X_{i,t}$ to $(1+gr)X_{i,t}$ or $(1-gr)X_{i,t}$ in next period.

¹ Education is also human embodied, but here the effect education is omitted because, as shown before, the difference of education level between East Asia and Latin America had been negligible till 1970.

² Another way of obtaining human embodied technology is a joint venture with foreign companies. This channel of technology diffusion is important in south East Asia countries such as Thailand and Malaysia. But in Japan and Korea, the role of foreign direct investment has not been large. In this paper I focus the channel of technology diffusion without the foreign direct investment.

The technology level is measured by the downward shift of cost function. In the following average cost function, the shift term, $T_{i,t}$, represents the technology level of firm i at time t . Larger $T_{i,t}$ corresponds to lower average cost, thus to higher technology.

$$C(X_{i,t}, T_{i,t}) = (C_0 - T_{i,t}) - se * X_{i,t} \quad (2)$$

We assume that technology level increases by unity when technology diffusion occurs. The slope of this cost function, se , corresponds to the degree of scale economy. Larger se indicates larger economies of scale. Note that average cost is a function of the output level $X_{i,t}$ and technology level $T_{i,t}$.

Firm's investment is assumed to be decided by a rule of thumb. Let E_t be a set of number of existing firms at t . For instance, $E_3 = \{6, 7, 10\}$ indicates that there exist the 6th, 7th, and 10th firms at 3rd period. Unless market is monopolized, investment and displacement are decided by following rule.

$$\begin{aligned} X_{i,t} = & \begin{aligned} & (1+gr) X_{i,t-1} && \text{if } PAI_{i,t}^e > 0, \quad i \in E_{t-1} \\ & (1-gr) X_{i,t-1} && \text{if } PAI_{i,t}^e < 0, \quad i \in E_{t-1} \\ & X_{i,t-1} && \text{otherwise.} \end{aligned} \end{aligned} \quad (3)$$

$$\text{where, } PAI_{i,t}^e \hat{=} PRICE_t \hat{=} C((1+gr)X_{i,t}, T_{i,t})$$

$PAI_{i,t}^e$ is an expected profit per output of firm i when the firm expands its capital in the next period. I assume the adjusting expectation as for price, $PRICE_t$. Since price continues to decline owing to technological progress, the change of the price is expected by adjusting expectation formula. The equation (3) means that if existing firms ($i \in E_{t-1}$) expect to get a positive profit when it expand the output (i.e. capital) by gr percent ($PAI_{i,t}^e > 0$), then they carry out the investment. If existing firms expect no positive profit after expanding the output by gr percent, they decrease their capital by gr percent. Note that firms whose current profit is negative invest if they expect positive profit after investing.

If market is monopolized, above investment rule is stupid because the firm can use its monopoly power to reduce the output and increase the price. So if monopoly occurs, the firm is assumed to reduce its output until before the new entry starts.

International technology diffusion is assumed to occur to all existing firms ($i \in E_{t-1}$) at the same probability p_1 .

$$\begin{aligned} \Pr (T_{i,t} \hat{=} T_{i,t-1} + 1 \mid i \in E_{t-1}) &= p_1 \\ \text{If not realized, then } T_{i,t} &= T_{i,t-1}. \end{aligned} \quad (4)$$

Because of the barrier of language, physical distance, and culture, the international diffusion probability p_1 is assumed to be smaller than that of domestic diffusion, p_2 .

Domestic technology diffusion is assumed to occur step by step, that is, technology diffuses from the firms of technology level $T+1$ to the firms of technology level T . Leap, for example from $T-2$ to T is not allowed. This is because human embodied technology is something like a craft, so we need to climb up a ladder of various know how and technique

step by step. I assume a firm with technology level T can introduce technology from all firms with higher technology $T+1, T+2, \dots$, independently at the probability p_2 . Therefore, the probability of domestic diffusion for firm i is $1-(1-p_2)^{NX_{i,t-1}}$, where $NX_{i,t}$ is number of firms which have technology level superior to firm i at period t .

$$\Pr(T_{i,t} = T_{i,t-1} + 1 \mid i \in E_{t-1}) = 1 - (1 - p_2)^{NX_{i,t-1}} \quad (5)$$

If not realized, then $T_{i,t} = T_{i,t-1}$.

where $NX_{i,t} = \# \text{ of } \{j \mid j \in E_t, T_{j,t} > T_{i,t}\}$

Figure 1 shows briefly the way how technology diffuses in this paper. Note that the overall probability of domestic diffusion depends positively on the number of firms. This effect is called as the *density effect*. When the number of firms from which technology is to be introduced increase, then the success probability of technology diffusion increases. In other words, if you have more cases that you learn from, you can more easily get the information of that technology. Also note that the most advanced firms in that period can not introduce the new technology from other domestic firms because NX for them is zero. Hence the speed of technological progress become lower after the firm reaches the most advanced technology level.

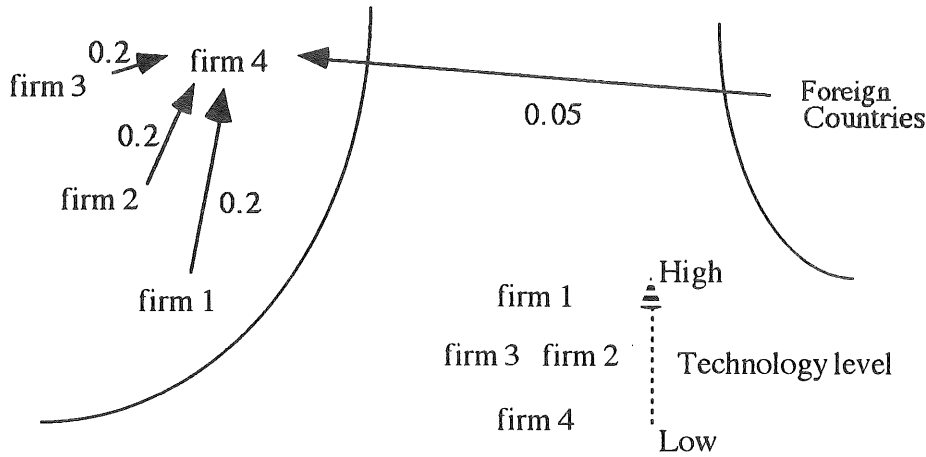


Figure 1 Path of technology diffusion

The rule of exit and entry is as follows. A firm exits when the firm's capital is reduced to threshold level, X_{exit} .

$$E_t = E_{t-1} - \{i\} \quad \text{if } X_{i,t-1} < X_{exit}. \quad (6)$$

To put this another way, firms reduce the firm size by displacement of capital when they can not expect positive profit, and after reaching the threshold level X_{exit} , they exit from the market.

Let ENT be a set of numbers of potential firms entering the market. For instance, $ENT = \{7, 8, 9\}$ means that 7th, 8th, and 9th firms are candidates for newly entering firms at the one period. The number of entering firms in one period, that is # of ENT, is assumed to be stochastic at the normal distribution with mean "en" and variance unity. That is

$$\# \text{ of ENT} \sim N(\text{en}, 1)$$

This "en" is a measurement of the entry frequency. As shown later, "en" is the most important parameter.

Newly entering firms are assumed to have a technology which was available t_d periods before. In other word, we assume that the technology of t_d -th periods before is available for new entering firms because it has become common in the industry during t_d -th periods. Let TM_t be the most advance technology at time t :

$$TM_t \hat{=} \text{Maximum } T_{i,t}, \quad (7)$$

$$i \in E_t$$

Then newly entering firms at t have a technology of level TM_{t-t_d} . We also assume that newly entering firm's output is a fixed fraction ("entsize") of total market size (X_t). Total market size at t is a sum of individual firm's output:

$$X_t = \sum_{i \in E_t} X_{i,t} \quad (8)$$

So newly entering firm's size is $\text{entsize} * X_t$.

By using EN , TM_t , and $\text{entsize} * X_t$, the rule of entry is written as follows.

$$E_t = \begin{cases} E_{t-1} + EN & \text{if } \text{PRICE}_{t-1}^e - C(\text{entsize} * X_t, TM_{t-t_d}) > 0 \\ E_{t-1} & \text{otherwise} \end{cases} \quad (9)$$

$$\begin{aligned} \text{where } T_{i \in EN, t} &= TM_{t-t_d} \\ X_{i \in EN, t} &= \text{entsize} * X_t \end{aligned}$$

Entry occurs when newly entering firms expect positive profit after entering ($\text{PRICE}_{t-1}^e - C(\text{entsize} * X_t, TM_{t-t_d}) > 0$).

By equalizing X_t of (8) with D_t of (1), we have the equilibrium price at t .

$$\text{PRICE}_t = d_0/d - X_t/d \quad (10)$$

The most advanced technology, total output, and price at t are determined by the equation (7), (8), and (10). Other variables at t are determined using the value at $t-1$ by the equation (3), (4), (5), (6), and (9). Therefore, all variables are determined stochastically.

Figure 3 shows the structure of this model as an algorithm. The algorithm consists of three components. Firstly firms calculate the expected profit in the next period when they expand their output by investment ($PAI_{i,t}^e$). If this expected profit is positive they conduct investment. If expected profit is negative, firms reduce its capital. Secondly technology diffusion occurs. While the success probability of international diffusion is fixed to p_1 , the

overall probability of domestic diffusion depends on number of firms. Thirdly entry and exit occur. If the firm's size has already reached threshold level, then it exits. If expected profit is positive using available technology, then new firms enter. The number of entering firms changes stochastically at normal distribution with mean "en" and variance unity.

<Condition for simulation>

The condition for simulation is as follows. Regarding demand, d in the equation (1) is set to be 1, and d_0 is set to 320. At the initial period, the number of the firm is 10, whose output sizes are uniformly distributed between 1 and 3. Initial firms' technology level $T_{i,0}$ is 1. Total periods are 500. X_{exit} is assumed to be 1.

We have five variable parameters. I set the parameters as follows and changed them to see the effect of parameters. Owing to the limitation of the space, I will report a typical case in this paper. Regarding the overall result of all simulations, see Tanaka(1995), though the simulation setting is slightly different.

	Standard case
en: mean of number of entering firms (measure of entry frequency)	3
gr: growth rate of production (measure of speed of investment)	0.02
se: the degree of scale economy (measure of scale economy)	0.2
p_1 : the probability of international diffusion	0.05
p_2 : the probability of domestic diffusion	0.2

[3] Results of the simulation

<Typical result: Emergence of the dead-heat solution>

To begin with, I will show a typical result. Figure 2 shows the change of number of firms for the standard case of parameters. Horizontal line indicates the periods from one to 300, and vertical line is the number of existing firms at each period. Note that run-I and run-II was calculated on the same parameter set. Only random variables are different.

As easily seen, after the initial turbulence, the number of firms increased to reach over 100 in run-I, while the number decreased to one or a few in run-II. To put this another way, the run-I reached to competitive solution, and run-II reached to monopolistic solution. These two types of solutions are separated clearly after the initial 150-200 periods. During the beginning 150-200 periods, it is unclear which path will be chosen because the paths cross each other. But once the path bifurcates, the path seems to be locked in each solution. In other words, there is a path dependency in the sense that there exist two solutions for the same parameters. Once the path reached to the either solution, it seemed locked in there.¹

¹ This lock-in effect is often seen in the model with some kind of scale economy. For example Arthur stressed this lock-in effect with respect to the technology using the dynamic stochastic dynamic equation which includes the scale effect (Arthur[1989]). Krugman pointed out that comparative advantage was created by industrial policy under the oligopoly having the scale economy (Krugman[1984]). Inada et.al. made a dynamic growth model with scale economy which had a two stable solutions (Inada, Sekiguchi and Toyoda[1972]). These models are different in the approaches (Arthur used a stochastic dynamic equation, Krugman used a static oligopoly model, and Inada

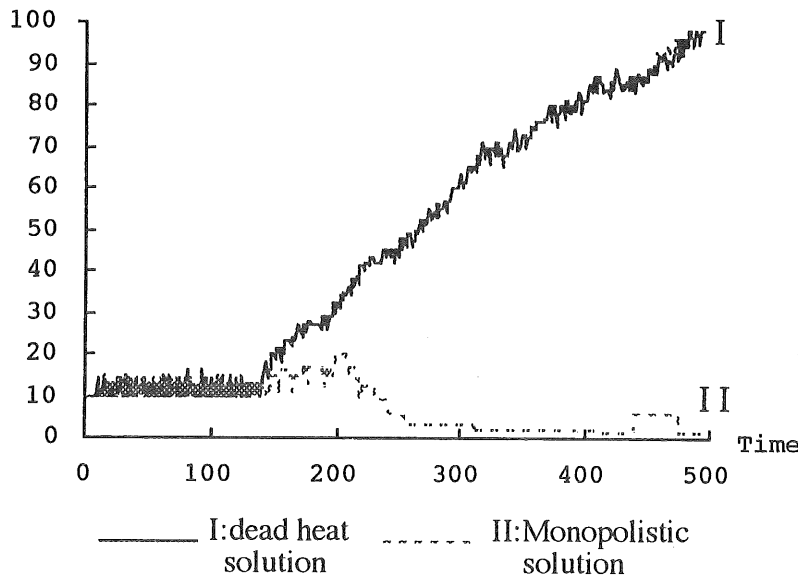


Figure 2 Number of firms

Why are there two solutions? To answer to this question, we need to consider the two cases. First case is that the firms' distribution is scattered in the broad range with respect to firm size and technology level. Figure 3(a) illustrates this. The number near the point is the number of the firms whose size and technology correspond to that point.

Since larger firms and technologically more advanced firms have lower cost than other firms, they will expand the size by the investment. On the contrary, other firms with higher cost will shrink their size and eventually exit. In figure 3(a), for instances, the firms at point A and B earn positive profit, whereas other firms' profit is negative. Firms at A and B will expand the size and other firms will be forced to reduce size. This process will continue till monopoly is realized.¹ Hence, if the distribution of firms is scattered, the monopolistic solution is likely to occur. Once the monopoly takes place, it is difficult for a new firm to enter the market because there exists scale economy. If new firms enter the market, the monopolistic firm can expand its output to reduce price and drive away newly entering firms using scale merits. Consequently the monopoly is likely to be maintained.

used the classical dynamic model), but the conclusion tend to be similar. Firstly, these models claimed that equilibrium was multiple and solution was path-dependent. In other words, there was a kind of lock-in effect. Secondly they tended to evaluate more or less the contribution of industrial policy.

¹ In reality, however, as the number of firms decreases, firm will begin to guess other firms' reaction. This mutual guess will turn the market structure into so-called oligopoly. Hence after the number of firms decreases enough, oligopoly solution will probably appear. In this paper, for the simplicity, this oligopoly solution is neglected (or assumed to be included in the monopolistic solution)

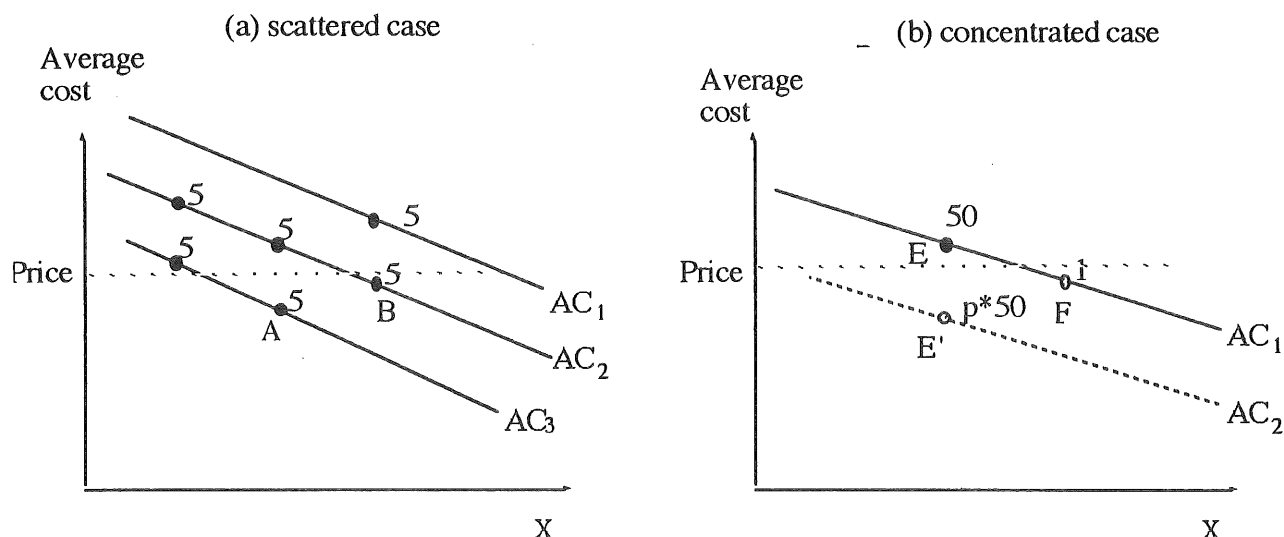


Figure 3 Why are there two solutions?

The second case is more important. It is the case that firms distribute in the very narrow range. In contrast with the scattered case, monopolistic solution is not inevitable. The reason is as follows.

In figure 3(b), the existing firms ($=50$) are assumed to be located at point E. Let us assume that, for some reason, a firm has expanded its capital and moved to the point F. Also assume that price is as shown in the graph, which makes the firm at F profitable, and the firms at point E unprofitable. Will the firm at F expand its capital and put away other firms like the former case? In this case, however, the expansion of this firm at F is very likely to be discouraged by other firms, because not a few firms at point E will introduce technology successfully to move to point E', where the cost is lower than firm at F. Owing to the fact that there are many firms at point E, this counter attack to the firm at F will take place at very high probability. For example, if the probability of international diffusion, p_1 , is 0.05, then the probability that at least one firm moves to point E' is $0.923 (=1 - 0.95^{50})$. So, the monotonous expansion of the larger firm is likely to be blocked by the technological advantage of the other firms.

Next we need to check the possibility that a technologically advanced firm which has moved to point E' may put away other firms and realize the monopoly. This possibility is, however, also unlikely to take place because of this paper's assumption about the technology diffusion.

Firstly the probability of international technology diffusion was assumed to be lower than that of domestic diffusion. This assumption reduces the speed of technological progress of the most advanced firm compared to the firm with the second or less technologies. So the most advanced firm becomes more likely to be caught up by other firms. In figure 6(b), the possibility of further advance of the firm at point E' is lower than the possibility that other firms advance to point E', because the firm at E' have to introduce from abroad, whereas other firms at E can, adding from abroad, also introduce from firms at E.

Secondly I assumed the density effect with respect to the domestic diffusion. That is, the probability of domestic diffusion was an increasing function of the number of existing firms from which technologies was supposed to be introduced. This density effect means that a firm which lags behind by one step from the concentrated group can easily introduce

the technology and catch up. In other words, once the distribution of firms' technology levels are concentrated, it is not likely to happen that a firm lags behind from them.

These two effects are, of course, tendencies, not deterministic propositions. But owing to these two effects, we can say that once the distribution of firms' size and technology level are concentrated, then it will tend to be maintained for fairly long period.

I will call this competitive solution as the "dead-heat" solution from now on. The reason I don't call it competitive solution is to stress that this solution is not a static concept, but a dynamic concept. This solution is maintained dynamically and could be broken into other solution, namely monopoly, by the shock from the outside. Adding to this, this solution requires the firm size to be similar with each other, whereas, in the standard model of perfect competition, the distribution of firm size is not a critical factor for the equilibrium. Moreover, this solution continuously gives a pressure on the firms to compete with each other with respect to technology diffusion and expansion of capital. To put this another way, this solution generate the incentives for the firms to introduce technology and expand their size.

<Effect to technology diffusion>

Note that both dead-heat solution and monopolistic solution are the consequences for the same value of parameters. Both of these two solutions are the paths of the evolution of the market. But their effects in terms of the speed of technology diffusion are very different.

Figure 4 shows the change of technology level $T_{i,t}$ with respect to the same two runs with figure 2. As easily seen, while the technology level increased rapidly in the case of dead heat solution, the technology level increases slowly in the monopolistic solution. *The speed of technology diffusion is higher in the case of the dead-heat solution than in the case of the monopolistic solution.*

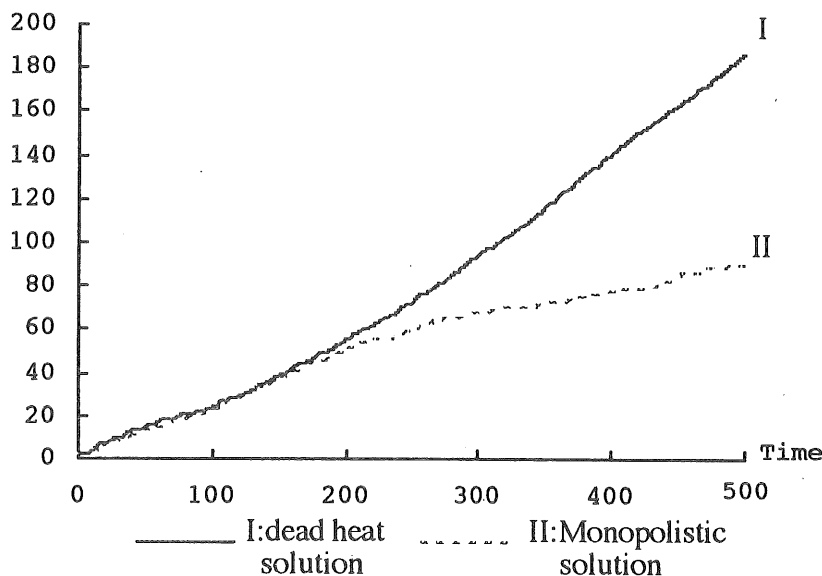


Figure 4 Technology level

The reason is clear. The direct determinant of total speed of technological progress is the speed of international diffusion. International diffusion was assumed to take place at the fixed probability p_1 to all existing firms. So if more firms exit, then the success probability as a whole will naturally become higher. Thus, under the dead-heat solution, success probability becomes higher owing to the fact that there are many firms.

To put this another way, when there are many firms, the probability that at least one firm succeeds in technology diffusion becomes larger under the assumption of fixed success probability for individual firms. Moreover, once technology is introduced to some domestic firms, it will spread rapidly by the density effect if the number of firms is large. So, under the dead-heat solution, technology diffuses more rapidly than under monopolistic solutions.

From the view of the strategy of economic development, hence, a dead-heat solution is desirable for promoting technology diffusion. But what is a critical factor to lead to the dead-heat solution? To answer to this question, I changed the parameters in 3125 ways in the former paper (Tanaka, 1995), and found that entry frequency, "en", is a strong promoting factor for dead heat solution. In this paper's model, also, entry frequency is a powerful factor to determine the monopolistic solution and dead heat solution.

<Implication>

Let us go back the aim stated at the beginning of this paper, and examine the implication of this model and

The aim of this study was to propose a hypothesis to explain the difference of development performances between East Asia and Latin America. If I derive the hypothesis according to this model, it is that *East Asian countries have taken the dead-heat solution whereas Latin American countries have taken the monopolistic solution*. In other words, in East Asia, since large number of small and medium sized firms have remained in the market, foreign technology has diffused to the domestic firms more quickly and spread among them rapidly. On the other hand, in Latin America, since a few monopolistic firms have dominated the market of Latin America, foreign technology has diffused slowly to domestic firms. This is a hypothesis to explain the difference of development performances between these two areas by the difference of their industrial organization.

Then what is the cause of the different solutions between these two areas? We have five parameters to influence the solutions. Of these five parameters, the probability of international diffusion (p_1) is too natural to adopt as an explanation for the difference of diffusion speed. The scale economy effect (se) is significant, but this parameter is mainly determined by the technical condition of the industry. So this parameter mainly depends on industries, not on countries.

Consequently, the candidates are entry frequency (en), speed of investment (gr), and probability of domestic diffusion (p_2). Entry frequency could be different among countries owing to the difference of income distribution, regulation of government, infrastructure, minimum level education, and so on. The speed of investment may also be different from country to country because of the difference of capital market, banking system, industrial policy etc. Probability of domestic diffusion may differ by countries if firm's behavioral pattern is historically determined.

[4] Empirical Evidence

Let us examine empirical evidence. If this simulation model is valid to reality, what kind of industrial organization should be observed in the developing stage?

Firstly firm size of better performance countries in East Asia should be smaller than that of stagnating countries in Latin America if the difference of performance between these two regions is explained by this model.

Secondly, at least one parameter should be different between East Asia and Latin America if most industries of these regions took different solutions. As I said before, candidates for different parameters are entry frequency (en), speed of investment (gr), and probability of domestic diffusion (p_2). Of these three, I will examine here entry frequency. If this model is valid, East Asia's entry frequency should be higher than Latin America's.

Thirdly, if this simulation is valid, there should be negative correlation between firm size and growth rate of the market, because total output grows faster in dead heat solution, and slower in monopolistic solution owing to the difference of speed of technological progress. On top of this, since there is a lock in effect either to dead heat solution or monopolistic solution, the negative correlation would be L shaped curve in figure 5.

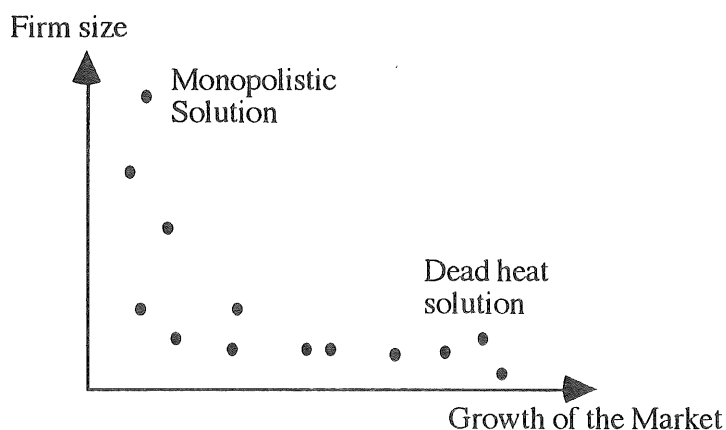


Figure 5 L-shape pattern

I examined these three points using several countries in East Asia and Latin America. I chose Japan, Korea, Thailand, Brazil, and Mexico. Japan and Korea are a representative of successful case and Brazil and Mexico are stagnating case. Thailand is supposed to be intermediate case.

<Data>

Data source is industrial census of each country. Regarding to Japan and Korea, the census is available for every year, but as for the rest countries, census is available for each 5 years or less. So I sampled census with 2 or 3 years interval with respect to Japan and Korea, and I used all available census for other countries.¹

¹ Data source is as follows. Japan: Census of Manufacturers (Ministry of International Trade and Industry), 1953, 55, 58, 60, 63, 65, 68, 70, 73, 75, 78, 80, 83. Korea: Report on Mining and Manufacturing Survey (The Korean Statistical Association), 1960, 63, 66, 68, 70, 73, 75, 78, 80, 83, 85, 88, 90. Thailand: Report of Industrial Survey, Whole Kingdom (National Statistical Office, Office of the Prime Minister) 1963, 68, 70, 74, 77, 79, 82, 84, 86, 89. Mexico: Censo Industrial (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) 1960, 65, 70, 75, 80, 90. Brazil: Censo Industrial (Fundacao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), 1960, 70, 75, 80, 85. In some years the data is not available because of the classification is not

The time coverage is approximately from 1960s to the mid of 1980s. An exception is the case of textile industry of Japan. The reason is that the textile industry of Japan became a declining industry after 1970 because its catching-up stage was over and it lost comparative advantage completely. Note that this study's interest is the catching-up stage of developing countries, not the mature stage of industry in advanced countries. Therefore the coverage of the textile industry of Japan is from mid-1950s to 1970.

<Firm size>

First of all, let's compare the firm size by employee base. Table 1 shows the average number of employees per establishment. Friedman test shows that the ordering of countries are not random at the significance level of 5%. Kendall's coefficient of concordance which corresponds to R square is 0.8.

Table 1

À@ Average Number of Employees per Establishment (persons/establishment)

	Japan	Korea	Thailand	Mexico	Brazil
Electric machines	60 (10)	98 (47)	170 (113)	125 (49)	86 (20)
Textiles	26 (3.5)	68 (21)	248 (113)	84 (7.0)	95 (21)
Automobiles	65 (5.4)	90 (36)	119 (57)	160 (33)	73 (20)

Friedman test statistics 9.6, Kendall's concordance 0.8

Probability on assuming Chi square distribution 0.048

Note: Figures in parenthesis are standard deviations

The impressive fact in this Table 1 is that Japan's firm size is the smallest in these five countries. For example, in electric machine industry, 60 persons was engaged per establishment in Japan, while 98 persons was engaged in Korea, 170 persons in Thailand, 125 persons in Mexico, and 86 persons in Brazil. Also average persons engaging in an establishment are 26 in textile industry and 65 in automobile industry, which are smallest of five countries. Moreover, Korea's firm sizes (98, 68, 90) are smaller than Mexico's (125, 84, 160) and nearly equal to Brazil's (86, 95, 73).

But, the employee per establishment may be a misleading measure, because the employee can be substituted by capital when wage rate is high. Japan's smallest firms size in terms of employee may be only a consequences of labor-capital substitution owing to high wage rate of Japan. To check this point, I conducted similar comparison using real capital stock per establishment, and obtained the similar result as table 1. Japan is smallest, Korea is the second, and Thailand and Mexico are the third (Brazil's data is not available).

So we can say that countries with better developing performances tend to have smaller firms. This result is supportive to our evolutionary model of technology diffusion.

Some of the readers might be surprised to see that Japan and Korea's firm size is smaller than other countries, because Japan is believed to be capital rich country and Korea is sometimes referred as a country in which large business groups take great role in the

sufficient, especially as for fixed asset.

economy. This paper's result, however, shows that the firm size of Japan and Korea is smaller in terms of both employment and capital. This is because there exist relatively large number of firms in Japan and Korea. This suggests that the new entry of firms is relatively vibrant in these two countries. I will examine this possibility in next section.

<Entry frequency>

Data of entry itself is difficult to obtain. I used the increase of the number of establishment as a proxy of entry. Exactly speaking, increase of establishment is the difference between entry and exit. One of the grounds of using this proxy is that the ratio of average entry to average exit is not so different among countries.

Entry frequency can be measured in several ways. Here I used two measures. One is the marginal increment of establishment to market size. Market size is measured by total employee and total capital stock. The other measure is the increment of establishment to a certain profit ratio. This measure indicates how many firms enter when profit ratio is the certain level.

Simple regression was applied to the number of establishment versus total employee. Table 2 shows obtained regression coefficients. These coefficients indicate how many establishments enter when the employee increases by 1000. For example, upper left value, 19.3, means that in Japan 19.3 firms enter when employees increase by 1000.

Table 2					
How Many Firms Enter when Employees Increase by 1000.					
	(unit=number of establishment)				
	Japan	Korea	Thailand	Mexico	Brazil
Electric machines	19.3	11.4	4.4	3.8	7.0
	(1.3)	(1.4)	(0.7)	(1.3)	(1.9)
Textiles	75.6	12.0	2.6	7.2	19.7
	(15.1)	(3.1)	(0.6)	(4.2)	(24.5)
Automobiles	13.2	10.8	3.6	4.6	6.0
	(0.3)	(0.6)	(0.4)	(0.8)	(2.4)

Friedman test statistics 10.93, Kendall's concordance 0.911

Probability on assuming Chi square distribution 0.027

Note: Figures in parenthesis are standard errors of the coefficient.

As easily seen, Japan's entry frequency was the highest of these five countries. Korea was the second in electric machine and automobile industries and the third in textile industry. Brazil was the third in the electric machines and automobiles and second in the textile. Thailand and Mexico's entry frequencies were the fourth or fifth. To check the substitution effect between labor and capital, I conducted similar regression using total capital stock as a measure of market size, and obtained similar result. That is, Japan and Korea's entry frequency was also higher even when entry frequency was measured by how many firm entered the market when industry's total real capital stock increased 10 million US dollar. In other word, no matter whether the market size is measured by employee or capital, new firms enter the market more frequently in Japan and Korea responding to market expansion. This is supportive to our evolutionary model of technology diffusion.

The second measure of entry frequency is the responsiveness to profit ratio. This measure shows how many firms enter the market when the profit ratio is a certain level. Profit ratio was calculated as follows.

$$\text{Profit ratio} = (\text{Shipment} - \text{Total Wage} - \text{Material and Energy Cost}) / \text{Shipment}$$

This profit ratio is the ratio of revenue of capital over the total sale. Entry was measured by increment of the establishment as before. I estimated simple regression of the increment of the establishment on the profit ratio and compared the estimated increase of establishment corresponding to 30% profit ratio.

Table 3 is the result. This table shows how many firms enter the market when the profit ratio is 30%. As easily seen, Japan's entry frequency was the highest, Korea's entry frequency was the second of all industries. Again countries with better development performances have a higher frequency of entry. For example, in the electric machine industry, 751 firms entered in Japan when the profit ratio was 30% whereas 351 firms entered in Korea at the same profit ratio. Korea's entry frequency, 351, was higher than Mexico(168), Thailand(6), and Brazil(-17).

Table 3 How many firms enter responding to the profit ratio?

	(a) when the profit ratio is 30%. (number of establishment)				
	Japan	Korea	Thailand	Mexico	Brazil
Electric machines	751 (225)	351 (171)	6 (5.4)	168 (55)	-17 (131)
Textiles	1981 (2982)	487 (134)	26 (22)	-34 (154)	-59 (131)
Automobiles	539 (59)	67 (41)	-2 (2.2)	57 (7.3)	73 (19)

Friedman test statistics 8.3 Kendall's concordance 0.689
Probability on assuming Chi square distribution 0.082

Therefore, both measures of entry frequency (responding to market size or profit ratio) indicated that new firms enter more frequently in Japan and Korea than in Thailand, Mexico, and Brazil. This result support our evolutionary model of technology diffusion.

<L-shape pattern>

As the third evidence, I checked the negative or L-shaped correlation between firm size and growth of the market for Japan and Korea. Figure 6 is Japan's case. Horizontal axis is a growth rate of each industry from 1966 to 1976, and vertical axis is firms size by employee base.

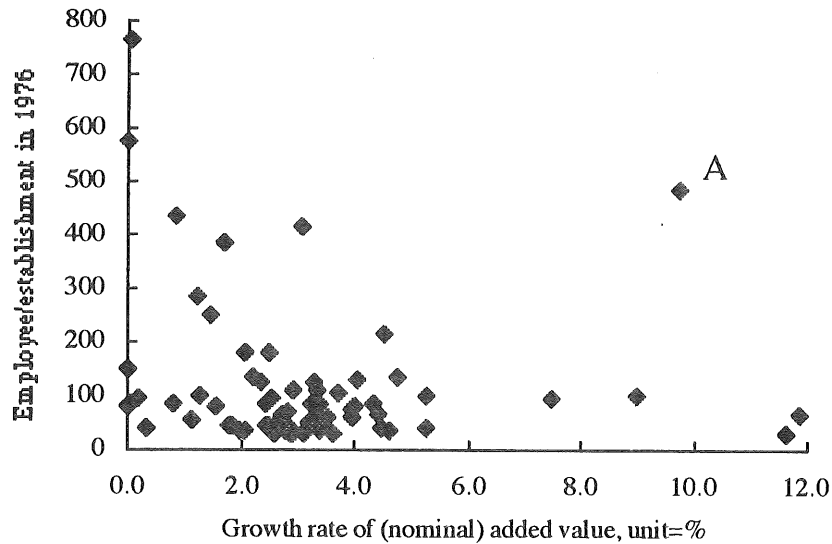


Figure 6 Growth and Firm size (Lt/Nt)
1966-1976, Japan

This graph shows weak negative or L-shape relations if we delete point A as an exception. Point A corresponds to semiconductor industry. Since semiconductor industry is R&D intensive and out of this study's focus, it is allowed to neglect it. Figure 7 shows the case of Korea. Clearly we can see L-shape pattern. In case of Korea this pattern persists till 1990.

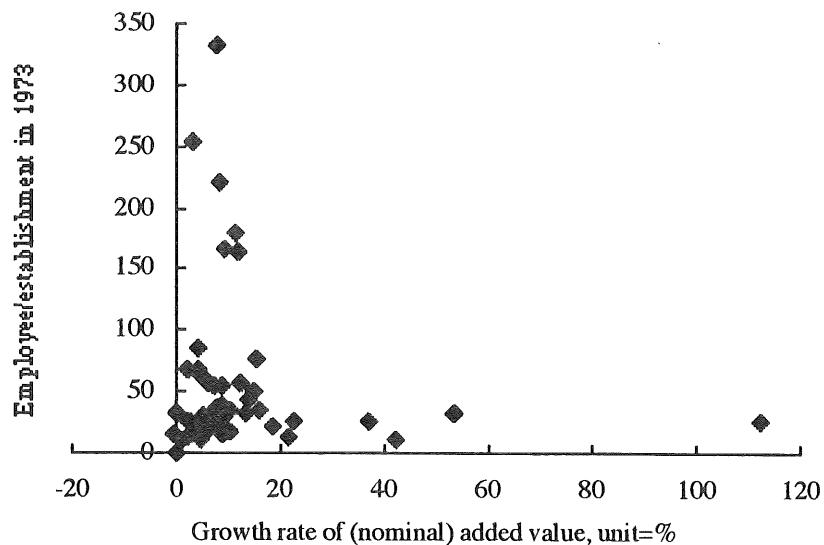


Figure 7 Growth and Firm size (Lt/Nt)
1966-1973, Korea

In summary, comparison of firms size, entry frequency, and L-shape pattern supported our evolutionary model of technology diffusion.

[5] Conclusion

Summary is as follows. This paper presented an evolutionary model of technology diffusion with the scale economy. This model is evolutionary in the sense that firms go through natural selection processes as the entry and exit. The model had two solutions. One was the monopolistic solution in which the largest firm put out other firms and realized a monopoly. The other was the dead-heat solution in which many firms distributed in the narrow range in terms of their size and technology levels and continued to compete with each other. Which solution was realized depended on chance, but once either solution was realized, the solution tended to be maintained after that. In this sense, there was a path dependency to this model. The speed of technology diffusion was higher in the case of the dead-heat solution. This was because, when many firms existed, the probability that at least one firm succeeded in technology diffusion became high. Thus, if East Asia took the dead heat solution and Latin America took monopolistic solution, we can explain the different development performance between two regions.

Three empirical evidence supported this model. First, Japan and Korea's firm size was smaller than that of Brazil and Mexico. Second, entry frequency is higher in Japan and Korea than in Brazil and Mexico. These two fact suggests that Japan and Korea took dead heat solution and Brazil and Mexico took monopolistic solution. Third, L-shape pattern ,which should be emerge if this evolutionary model is valid, was observed in Japan and Korea.

References

- Acs Z.J. and Andretsch, D.B., 1990, *Innovation and Small Firms*, MIT Press.
- Allen, Peter M., "Evolution, Innovation and Economics," in *Technical Change and Economic Theory* edited by Dosi, Freeman, Nelson, Silverberg, and Soete, Printer Publishers, pp.95-123
- Arthur, W.Brian, 1989, "Competing Technologies, Increasing Returns, and Lock-in by Historical Events," *Economic Journal* 99, pp.116-131
- Hofman, Andre, 1993, "Economic Development in Latin America in the 20th Century - A Comparative Perspective," in *Explaining Economic Growth*, edited by Szirmai, Ark, and Pilat, North Holland, Amsterdam, pp.241-266.
- Inada, Ken'ichi, Sekiguchi and Tokoda, *Mechanism of Economic Development -Theory and evidence -*, 1972, Soubun-sha, Tokyo. (Japanese)
- Kawai, Hiroki, 1994, "International Comparative Analysis of Economic Growth: Trade Liberalization and Productivity," *The Developing Economies* 32, No.4 December 1994, pp.373-397
- Murakami, Yasusuke, 1996, *An Anti Classical Political Economic Analysis*, Stanford University Press (forthcoming)
- Nelson, Richard and Sidney Winter, 1982 *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Belknap Press of Harvard University Press.
- Page, John M "Firm size and Technical Efficiency -Application of Production Frontiers to Indian Survey Data-," *Journal of Development Economics* 16, 1984 pp.129-152.

- Pakes, Ariel and Paul McGuire, 1994, "Computing Marcov-perfect Nash equilibria: numerical implication of a dynamic differentiated product model," *RAND Journal of Economics* 25, No.4, pp.555-589.
- Posnanski, Kazimierz, 1990, "Diffusion Performances of Major Steel-Making Countries: Alternative Econometric Tests," *Economics of Planning* 23, 1990, pp.129-141.
- Scherer F.M. *Innovation and Growth -Schumpeterian Perspective-*, MIT Press 1984.
- Smith, Stephen, 1991, "A Computer Simulation of Economic Growth and Technical Progress in a Multi-sectoral Economy," in *Evolutionary Theories of Economic and Technical Change: present status and future prospect*, edited by Saviotti and Metcalfe, Harwood academic publishers, 1991, pp.209-238.
- Tanaka, Tatsuo, 1995a, "An Evolutionary model technology diffusion;" GLOCOM Research paper #11 1995
- Tanaka, Tatsuo, 1995b "A comparison of firm size and entry frequency: Japan, Korea, Thailand, Mexico, and Brazil," GLOCOM Research paper #12 199.
- World Bank, 1993, *The East Asian Miracle: Economic Growth and Public Policy* (New York: Oxford University Press.

Evolutionary Model of Technological Innovation: A Combinatorial model of Technology Development

Taiji Hagiwara
Kobe University

1. INTRODUCTION

Although economic importance of technological change is widely accepted, model analysis has not succeed in incorporating it. In this paper, we propose a combinatorial model of technological development.

C.Freeman (1982) stressed the *fundamental uncertainty* of innovation, which no one can expect the probability to success. This is because individual research projects are different from each other. In spite of the fundamental uncertainty, several common features on technological development process are pointed out through accumulation of case studies. They are classified into two groups. One is the factor of innovation and another is relation between innovations. They are intertwined each other.

Firstly, the success of innovation depends on *technological opportunity* and firm's ability to innovate.

Technological opportunity varies among technology field depending on its stage of development. In the early phase of development of new technology, there are a lot of possibility to search, but no one knows real potentiality. Once the new technology turns out to be a source of prosperity, many inventors rush into the area. After much research effort by many firms, almost every possibility in the field will be examined and few technological opprtunities are left.

Firm's ability is also a decisive factor for innovation. Both its quantity and quality are important. In eighteenth and early nineteenth centuries, new technologies were invented mainly by individual inventors. In twentieth cenntury, in-house R&D activity is the main source of innovation. This is because technological development is build upon scientific knowledge and requires larger scale research activity. While the scientific knowledge comes mainly from academic area, cumulative research effort within individual firm is a discriminative factor to win

technological competition.

At an individual firm level, there are too many possibilities to conduct a comprehensive research compared with its ability. Any firm have to choose specific direction, which is determined by technological and social factors. Rosenberg [1976] called the social determinant as *focusing device*. The focusing device includes price (induced innovation Binswanger=Ruttan[19**]), aim of weakening bargaining power of labour, political pressure and so on.

Secondly, Innovations are sequential activities and not isolated each other. Following T.Kuhn's scientific paradigm Dosi[1982] proposed the concept of *technological paradigm* in which technology develops with common proto types and common thinking. In one paradigm, technological performances grow within limited band, *technological trajectory*. Technological trajectory is determined by technological and social factors (focusing device). Sahal [1981] disccussed it in similar but more technology deterministic way, and called them as "technological guidpost" and "technological avenue". Abernathy=Utterback[1975] and Gort=Klepper[1982] analyzed how new product emerges, and is elaborated and maturate. They are also related to the concept of technological trajectory.

As for imitation, critical point is appropriability of technology. One oversimplified view that technology is the same as information comes from Arrow [1962]. In his argument, technology is a set of blue print. Once it is known to public, any one can imitate it if patent system is not an obstacle. Many models including neoclassical production function belong to this idea. Another view is that imitation of technology is not free. Various kinds of cost and effort are required. Tacitness of technollogy, which is not codified and difficult to transfer, makes imitation difficult.

Concepts described above are important but are not incorporated well in model analysis. Nelson-Winter (1982), Silverberg-Dosi-Orsenigo (1988), Chiaromonte-Dosi (1993) are example to do so. But there is lack of technological development.

2. A Model of Technological Development: Technology Map

History of technology tells us that technologies develop on the basis of

preceding technologies¹. For example, invention of steam engine by J.Watt was not possible without its predecessor Newcomen engine. The citation analysis on patent or research paper for example Narin(****) analyze how technology depends upon preceding ones.

In the capitalist economy, technology is mainly developed by firms which are motivated by profit. Appropriating its own technology is very important. Sometimes, patent will protect spill over. Sometimes nature of technology, like tacit skill which cannot be transferred by language or code, prevents from imitation. As development of technology in whole society is built upon preceding technologies, development of technology within firm is also built upon preceding technologies, some of which are not public to the competitors. In the study on antibiotics, Achilladris (1993) shows how intra-firm accumulation of technology, "Corporate technology tradition" in his term, was important in developing new antibiotics. Main concern in this paper is to formalize such a way of technological development

Any technology is built upon preceding technologies. Without these technologies, the new technology could not have found. we call these technologies necessary for the new technology as its "base technology set".

As the relationship between new technology and its predecessor, several cases can be pointed out as in figure 1.

The case 1a shows a liner development of technology. A rough sketch of history of semiconductor technology may tell us that integrated circuit developed from transistor. This is often very partial view. The case 1b stresses pervasive character of technology 1. Generic technology, like information technology, affects various field of technology, communication technology machine tool technology video game technology and so on

If we see the source of new technology more detail, there are plural technologies without which new technology was not found. The case 2a is more realistic case than case 1a. The case 2a viewed in broader technology classification is

¹ Vega-Redondo (1994), Santarelli (1995) and Weitzman (1996) are the few literature focusing relationship between technology and its predecessor.

called as “technology fusion”. Numerical control machine tool is a joint product of traditional machine tool technology and information technology. The case 2b and 2c are mixes of case 1b and case 2a. In the case 2b, two new technologies share the same base technology set, technology 1 and 2. On the other hand, case 2c shows different base technology set.

The case 3 shows the possibility that the new technology (technology 3) may be gained from different sources. This case may provide late comers profit. The innovator of technology 3 find it on the basis of technology 1. The late comers may find technology 3 on the different basis (technology 2), which was not available when the innovator found first. If the R&D cost of latecomer is lower than that of innovator, competition is favor for the late comer.

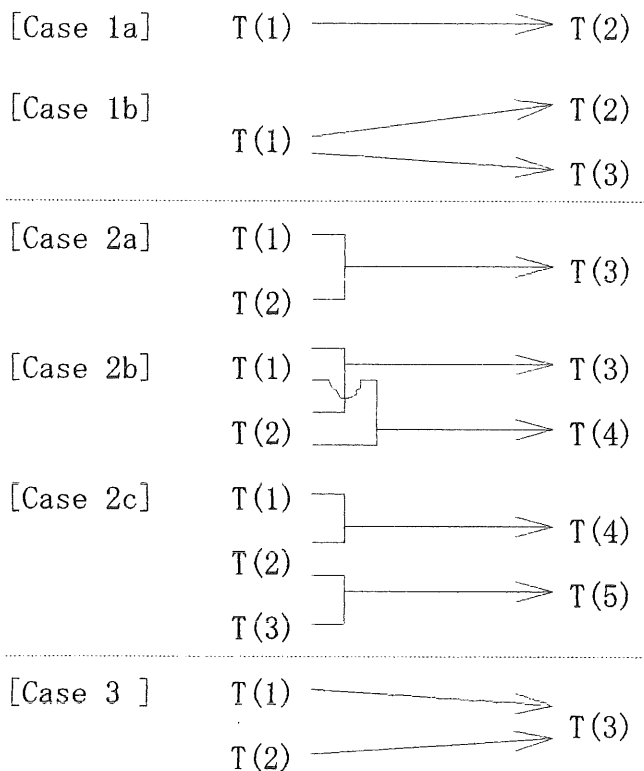


Figure 1 Possible Cases

Vega-Redondo (1994) and Santarelli (1995) are limited to the single predecessor case (case 1 and case 3).

In the evolutionary model of innovation, Nelson-Winter (1982) discussed

“local search”.

Local Search. There is a given constant set of technological possibilities, and each technique is characterized by coefficients a_l and a_k . Technical progress occurs as this set gradually is explored and discovered. For any firm engaging in such exploration, search is “local” in the sense that the probability distribution of what is found is concentrated on techniques close to the current one. (Nelson-Winter (1982), p.211)

Their discussion is similar to the case 1b.

For simplicity of analysis, we neglect the third case in this paper. Our discussion will be concentrated on single base technology set case.

The relationship between technology and its base technology set can be formalized in a large matrix $R=\{r_{ij}\}$, in which (i,j) factor, r_{ij} , shows whether that j -th technology is necessary to obtain i -th technology or not. That is, r_{ij} is one if j -th technology belongs to the base technology set of i -th technology, otherwise r_{ij} is zero.

Since the base technology set is the precondition of obtaining the technology, the relation matrix R can be rearranged so as to lower triangular matrix with zero diagonal factor ($r_{ij}=0$ for $j \geq i$).

Total relation matrix R is very large since it includes from ancient technologies, like use of fire, to potential technologies or future technologies. From practical reason, we should limit scope within certain range. Although the partial set of technology should cover relevant technologies as wide as possible, there must be some technologies with no base technology set and others with incomplete one within the partial set of technology. We can divide the partial set of technology into subsets of technology.

$G_0 = \{i \mid \text{which has no base technology set within the partial set}\}$

$G_1 = \{i \mid \text{which has base technology set in } G_0\}$

$G_2 = \{i \mid \text{which has base technology set in } G_0, G_1\}$

$G_K = \{i \mid \text{which has base technology set in } G_0, G_1, \dots, G_{K-1}\}$

The subset G_k is called as k-th generation². Then the relation matrix, R , can be divided to sub matrices as

$$R = \begin{bmatrix} 0_{N_1} & 0 & \dots & 0 \\ R_{21} & 0_{N_2} & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ R_{K1} & R_{K2} & \dots & 0_{N_K} \end{bmatrix}$$

where N_k is number of factors of k-th generation (G_k), 0_n is a n-dimensional square zero matrix. Submatrices, R_{ij} , of which size is N_i by N_j , may contain non zero factors.

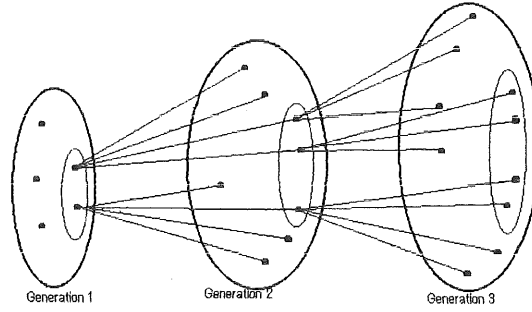


Figure 2

There may be some technologies which has no influence to later generations at all. Such cases are often found in history of technology. On the other hand, some technologies are base technology set of many technologies. We may expect that it will increase generation by generation in average like Figure 1.

From our definition, there is possibility to have completely different group of

² The intuitive reason to name “generation” is that there is no parent-child relationship within same subset and any technology has its parents (base technology set) in earlier subset. Since Technologies of the same generation have no relation each other some technologies can appear after technologies belonging several generations later.

technology coexist. In this case, submatrices R_{ij} is divided into several smaller submatrices with off-diagonal submatrices are zero. That is,

$$R_{ij} = \begin{bmatrix} Q_{11} & 0 \\ 0 & Q_{22} \end{bmatrix}$$

where sizes of Q_{11} and Q_{22} are N_{ik} by N_{jl} , $(N_i - N_{ik})$ by $(N_j - N_{jl})$. From analytical point of view, it is not useful to include the case with separable group throughout the development.

Cases of interest are diversion and fusion. Technological diversion is the case where several groups of technologies share the same base technology set at initial phase and they become separated each other. Such diversion is common phenomenon. On the other hand, technological fusion occurs when base technology set consists from two separate groups of technology. One example is evolution of numerical control machin tool technology.

It is important to identify how a technology is necessary to other technology of later generation, or which technologies of earlier generation it comes from. The relation matrix, R , shows the direct necessity of j -th technology to i -th technology. By multiplying R twice, we get the necessity of j -th technology to i -th technology via one technology since $R^2(i, j) = \sum_k r_{ik} r_{kj}$. R^2 shows the relationship with technology at least two generation before. Multiplication of R three times gives us the necessity via two technologies. Since the relation matrix, R , is a lower triangular, K times multiplication of R is zero matrix. By adding up these multiplication of R ($S = R + R^2 + R^3 + \dots + R^{K-1}$), we get the matrix, S , of which (i, j) factor shows total necessity of j -th technology on i -th technology. If (i, j) factor of matrix S is positive, j -th technology is necessary to obtain i -th technology via some route³. The i -th column of matrix S gives list of technologies necessary to obtain i -th technology directly and indirectly. The j -th row of matrix S gives list of technologies which need j -th technology directly and indirectly.

³ Since r_{ij} is 0 or 1, it is meaningless to discuss how much the value of matrix S is. Only zero or positive matters. If possible, value of matrix R can be a weight ($\sum_j r_{ij} = 1, r_{ij} \geq 0$) by evaluating the importance among base technology set. In doing so, value of S gives us relative importance among j .

Next, we will show the algorithm of making technology map in which

- (1) performance of technology is characterized in two dimensional space,
- (2) every technology has two technologies as base technology set,
- (3) base technology set belongs to previous Npg generations and
- (4) base technology sets can be divided into several groups.

Notations used here are: i : index of technology, j : index of performance ($j=1,2$), k : index of base technology set ($k=1,2$), ig : index of generation, $X(i,j)$: j -th performance of technology i , $R(i,k)$: k -th factor of base technology set of technology i , $Igr(i)$: the number of group which technology i belong to, $N_{max}(ig)$: maximum index of technology which belong to generation ig , N_0 : number of technologies existing in one generation at initial stage, N_{pg} : number of previous generation which base technology set consist from, N_{div} : criterion of diversion

STEP 1 <initialization>

Initialize $N_0 \cdot N_{pg}$ technologies by $X(i,j)=\text{random}$ (for $j=1,2$), $R(i,k)=0$ (for $k=1,2$), $Igr(i)=1$. Set index of generation: $ig=N_{pg}+1$. Set index of technology: $i=N_0 \cdot N_{pg}$

STEP 2 <diversion>

Sort technologies which belong to previous N_{pg} generations. If number of technologies which belong to the same group (value of $Igr(i)$ is common) exceeds N_{div} , then divide into two groups and redefine number of group ($Igr(i)=Igr(i)*2-1$ for one new group, $Igr(i)=Igr(i)*2$ for another new group). If not, $Igr(i)=Igr(i)*2-1$ for all within the group.

STEP 3 <combination>

For all possible combination of base technology set of generation ig and group, generate random value between (0,1). If random value is smaller than θ , the combination produce new technology. Set index of technology as $i=i+1$ and $R(i,k)$ as that combination.

STEP 4 <setting performance>

$X(i,j), j=1,2$ is randomly choosen from below area related performances of its base technology sets ($X(R(i,k),j), k=1,2, j=1,2$

- (1) better than convex hull of $X(R(i,1),j)$ and $X(R(i,2),j)$
- (2) not better than convex hull of $\alpha * X(R(i,1),j)$ and $\alpha * X(R(i,2),j)$
- (3) better than β times of worst performance.

STEP 5 <next step>

$i=i+1$

if $i \leq N_{\max}(ig)$ then goto STEP 3

else $ig=ig+1$ and goto STEP 2

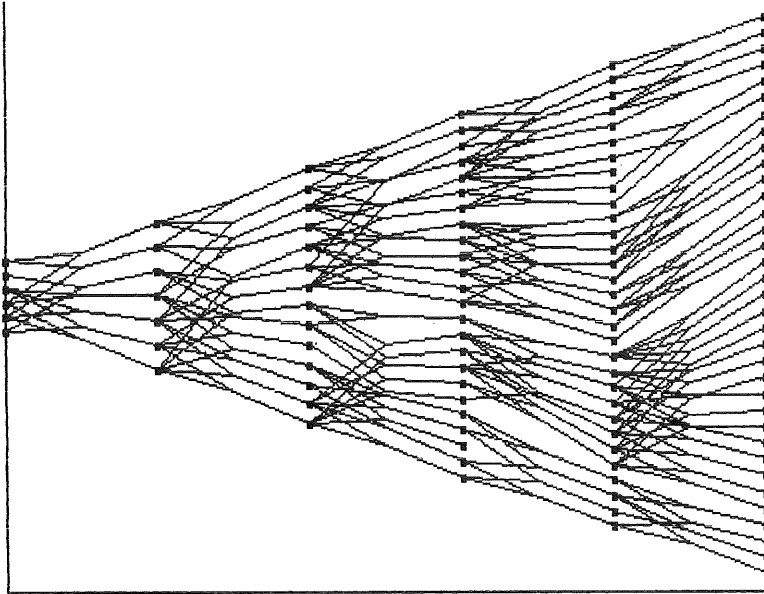


Figure 3 Technology Map: Technology and its Base Technology Set

One of the outcome of algorithm is shown in Figs.3 and 4. Fig 3 shows relationship between technology and its base technology set. Diversion occurs generation by generation. Some technology has no child technology (fourth generation third from below). Figure 3 shows mean and variance of performance (average of $X(i,1)$ and $X(i,2)$). Mean and variance is larger as generation proceeds. Difference among groups also become larger.

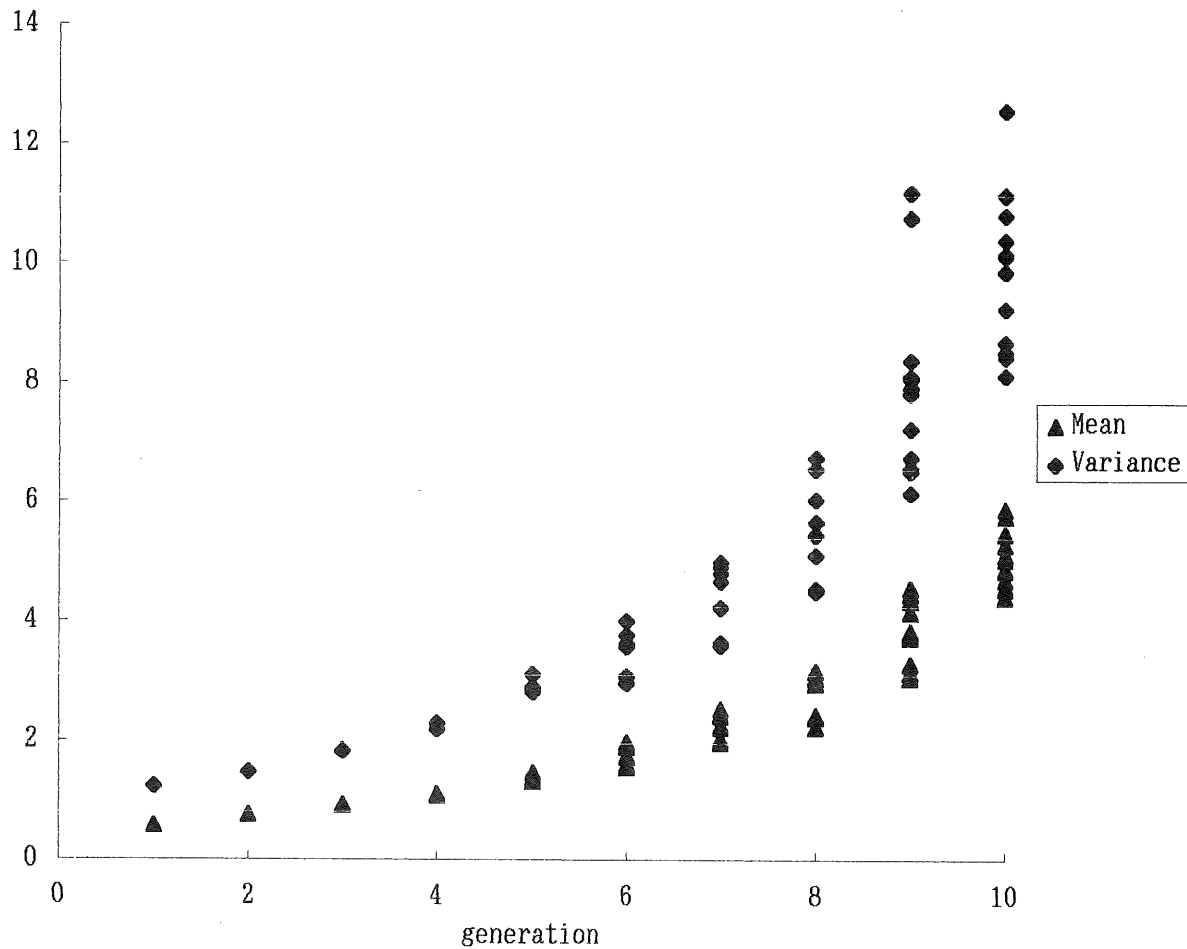


Figure 4 Mean and Variance of Technological Performance by Generation & Group

3. Search Process at Firm Level: Innovation and Imitation

In capitalist economies, search for new technology is mainly conducted by profit seeking firms, which compete each other. Firm has to make decision of R&D with very limited knowledge on technological possibility in the sense that

- (1) its technological ability (technology set) is small in comparison with current ability as a whole and
- (2) it does not know true technological potentiality, what it can develop next. Each firm has its own technological ability and history of search.

The firm makes various stages of decision on research and development. First, it sets budget for R&D. We assume R&D budget is determined by amount of

sales in previous period ($R\&D = r_0 + r_1 \text{Sales}$).

Second decision is to allocate R&D budget to invention activity and imitation activity⁴. From the reason discussed later, imitation activity is preferred to invention activity. If the firm has chance to imitate, it imitate them all then spent rest of R&D budget on invention activity. Third stage of decision is on individual research project. Before it, we describe the assumptions of research project.

Unit of research project consists from a combination of technologies and certain input of R&D resources such as researcher. For simplicity, the input of R&D resource is homogenous to any research project and one period experiment is necessary to get result regardless to success or failure. The only difference among projects is the combination of technologies. Therefore, R&D budget means number of research projects which firm conduct simultaneously in one period.

Invention activity start as a choice of technology. Number of possible combination is $N_t(N_t-1)/2$, where N_t is number of technologies which the firm owns. As N_t increases, possible combination increases in second order (at speed of N_t^2). Because of large number of possible combination, random choice of combination over whole combination is inefficient. Selection of combination needs to be focused, *focusing device*, as N.Rosenberg (1969) stresses. We adopt cost minimization as principle of focusing device. Firm ranks own technologies by cost. First ranked technology is the minimum cost technology and lower ranked technology costs more. Preferred combinations are (2,1), (3,1), (3,2), (4,1), (4,2), (4,3), (5,1), (5,2), (5,3), ..., where number is ranking of technologies. Just as breeding animals, firm choose randomly from top N_c combinations avoiding combinations which already tried (the list of tested combination).

The research project tests whether the selected combination of technologies generate a technology new to the firm. If the combination matches to technology map, a new technology is found, invention. The new one does not always have better performance than existing technologies. It, however, adds firm's technology set and

⁴ The firm can get technologies from outside as well. The new scientific knowledge and new capital goods in other sector are accessible to all firms in the sector. We concentrate our attention to imitation from competitors.

opens new possibility of combination. The firm files it (including failure) in the list of tested combination, which is used as a negative list of combination in future decision of research project. Continuing failure reduces the number of possible combinations and increases the possibility to find new technology, if the firm's technology set contains any opportunity. In both case, success and failure, the firm accumulates its experience in search for new technology.

The new technology become open to public some period later. Its trigger depends on nature of technology. In science based technology, like electronics or chemistry, technology become open through scientific paper or expiration of patent right, that is, some period after invention. On the other hand, technological development may proceed within firm and its outcome does not appear until new technology is carried out in production process, that is, innovation.

It is stressed that imitation is not free information and needs effort. Within our context, what becomes public is information of path reach it⁵ (sequence of successful combination) not the technology itself. Therefore, even after technology becomes public, only qualified firms who have adequate technologies as basic technology set to obtain the public technology. If the firm has basic technology set, it will get the public technology after one period. If the firm does not have base technology set of the public technology itself, several step is required.

For example, Fig.5 shows technology map. Let (32) as newly public technology. Bold lines show which technologies are necessary to obtain technology (32). (32)needs (22) and (23). (22)needs (11) and (13), and so on. Once technology become public, every firm knows the paths (bold lines). If the firm has technologies (22) and (23), imitation costs only one unit of research project and it is acquired one period after. If the firm has (11), (13) and (23), acquisition of (22) is required before. Then, two units of research projects and two periods are necessary to get technology (32). If the firm has (1),(2),(3),(4) and (5), cost of imitation is six unit of research projects and three period (acquire (11),(13),(14) at first period, (22) and (23) at second period, then (32) at third period). As by-products, the firm obtains technologies (11), (13), (14), (22), (23). On the other hand, the firm who lacks some of required

⁵ Although information to reach new technology itself is not free in real world, we assume it costless.

technologies can not imitate.

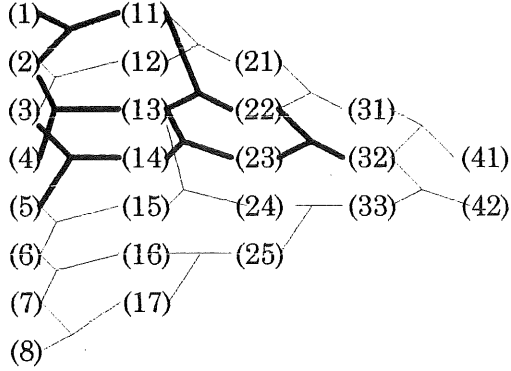


Figure 5 Technology Map: example

4. Evolutionary model of technological change

In this section, the model of competition is described. We consider price competition with homogeneous commodity. Firms produce homogeneous commodity, of which demand curve is

$$y_d = Ap^{-\epsilon}$$

Production requires capital stock (K) and variable input. Before facing market at period t , each firm f determines capital stock ($K(f,t)$) and production technology. Capital stock is determined at the end of previous period and limits maximum production level at period t ($y(f,t) \leq \sigma K(f,t)$). Capital-output ratio (σ) is equal among all technologies. To avoid vintage problem, depreciation rate of capital stock is assumed to be unity and capital stock ($K(f,t)$) disappears after next period of installation.

Production technology is minimum cost technology among technologies which firm f possess at the end of previous period. Each technology i is characterized by pair of input coefficients ($a_1(i)$, $a_2(i)$) with which two variable inputs

$$x_1(i) = a_1(i)y, \quad x_2(i) = a_2(i)y$$

are required to produce output (y). Cost is evaluated at factor price (w_0, w_1, w_2) which is exogenous and constant over time. Unit cost of technology i at full capacity operation is

$$Cost(i) = w_0\sigma + w_1a_1(i) + w_2a_2(i)$$

Since minimum cost technology depends upon technology set which the firm f

possesses at the end of period $t-1$ and factor price. cost is indexed by $C(f,t)$.

Firm f operates its capital stock according to profitability. If price ($p(t)$) is higher than unit variable cost ($VC(f,t)=w_1a_1+w_2a_2=C(f,t)-\phi$), firm f operates at full capacity. If $p(t)$ is lower than $vc(f,t)$, it does not operate at all. If $p(t)=vc(f,t)$, that is, in case of marginal firm, operation level is determined so as to clear market.

$$y_a(f,t) = \begin{cases} \sigma K(f,t-1) & \text{if } VC(f,t) > p(t) \\ (0, \sigma K(f,t-1)) & \text{if } VC(f,t) = p(t) \\ 0 & \text{if } VC(f,t) < p(t) \end{cases}$$

Through price adjustment, market reaches equilibrium.

Every firm will invest more if the rate of profit is higher. We employ the following investment function

$$K(f,t+1) = \max \left\{ K(f,t) \left[\alpha \frac{P(t)}{C(f,t)} \right]^\beta, K_{\min} \right\}, \quad \alpha \leq 1, \beta > 0$$

The term $P(t)/C(f,t)$ represents the proxy of the rate of profit if it is fully operated. Since the firm will not operate its equipment if this term is less than unity, it is not the actual rate of profit. The Condition $\alpha \leq 1$ means that the firm keep its size when the rate of profit is at certain non negative value. $1/\alpha$ is target mark-up ratio, since capital accumulation stops when price equals to $C(f,t)/\alpha$. To keep the possibility of reentry, each firm is assumed to have minimum size of production capacity.

The movement of capital share ($S(f,t)=K(f,t)/\sum K(k,t)$) with constant cost is determined by the investment function.

$$\begin{aligned} S(f,t+1) &= \frac{K(f,t+1)}{\sum_k K(k,t+1)} = \frac{K(f,t) \left\{ \alpha P(t) / C(f,t) \right\}^\beta}{\sum_k K(k,t) \left\{ \alpha P(t) / C(k,t) \right\}^\beta} \\ &= \frac{d(f,t) K(f,t)}{\sum_k d(k,t) K(k,t)}, \quad \text{where } d(f,t) = C(f,t)^{-\beta} \\ &= \frac{d(f,t) S(f,t)}{\sum_k d(k,t) S(k,t)} \end{aligned}$$

Then we get

$$\frac{S(f,t+1) - S(f,t)}{S(f,t)} = \frac{d(f,t) - \bar{d}(t)}{\bar{d}(t)}, \quad \text{where } \bar{d}(t) = \sum_k d(k,t) S(k,t)$$

This equation shows that the firm's share ($S(f,t)$) will increase if its competitiveness ($d(f,t)=C(f,t)^{-\beta}$) is higher than the average competitiveness ($\bar{d}(t)$) weighted by capital share. This equation shows that the share of most competitive firm approach to unity

and other firms' share will be zero. The average competitiveness ($\bar{d}(t)$) will increase as this process goes on.

$$\begin{aligned}
& \text{If all capital is operated at any price, the movement of price would be} \\
P(t+1) &= \left\{ \sum_f \sigma K(f, t+1) / A \right\}^{-\varepsilon} = \left\{ \sum_f \sigma \alpha K(f, t) P(t) d(f, t) / A \right\}^{-\varepsilon} \\
&= [\alpha P(t) \{ \sum_k \sigma K(k, t) / A \} \{ \sum_f S(f, t) d(f, t) \}]^{-\varepsilon} \\
&= [\alpha P(t) \{ P(t)^{-1/\varepsilon} \} \bar{d}(t)]^{-\varepsilon} = [\alpha P(t)^{1-1/\varepsilon} \bar{d}(t)]^{-\varepsilon} \\
&= P(t)^{1-\varepsilon} [\alpha \bar{d}(t)]^{-\varepsilon}
\end{aligned}$$

If the average competitiveness ($\bar{d}(t)$) were constant, equilibrium price would be $1 / \alpha \bar{d}(t)$ ($= 1 / \{ \alpha \sum_k S(k, t) / C(k, t) \}$), multiplication of target mark-up ratio and a kind of average cost.

However, working of this model is not so simple, since (1) the average competitiveness ($\bar{d}(t)$) is endogenous variable, (2) unprofitable capital stops operation and (3) costs of firm change at different speed among firm and by time through technological development as discussed earlier.

5. A Tentative Result of Numerical Simulation

Figs. 6-8 show one of simulation results. From Fig 6, the tendency to monopoly is observed. Starting from same size firm 8 grows and dominates market. There are big changes of market share twice, period 3-10 and period 30-40. Corresponding change in cost is observed in Fig.7. Both changes are caused by innovation by firm 8. We set parameter of imitation lag as 10 period. Therefore, rapid growth of firm 8 stops about 10 period later.

Fig 8 shows moving average of probability to success in invention (10 period moving average starting indicated period). Probability of technological leader (firm 8) is in bold line. Its probability shows peak three times. Such fluctuation of probability seems to be the result of change in technological opportunity. At the time of innovation of 30th period, probability is declining. Although accumulation of inventions should be the source of innovation, invention and innovation is not so related in this result. Further analysis should be done.

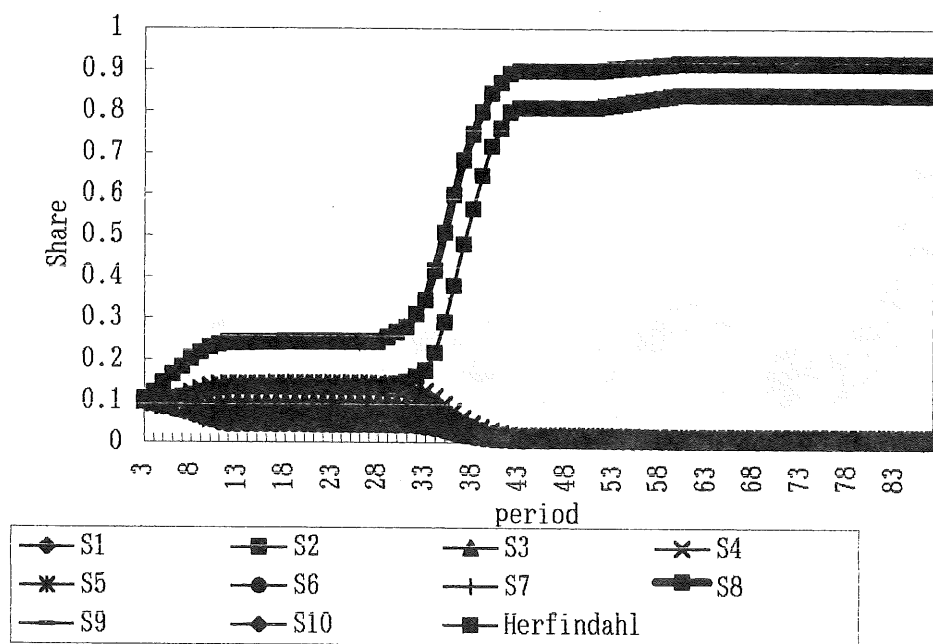


Figure 6 Market Share and Herfindahl Index

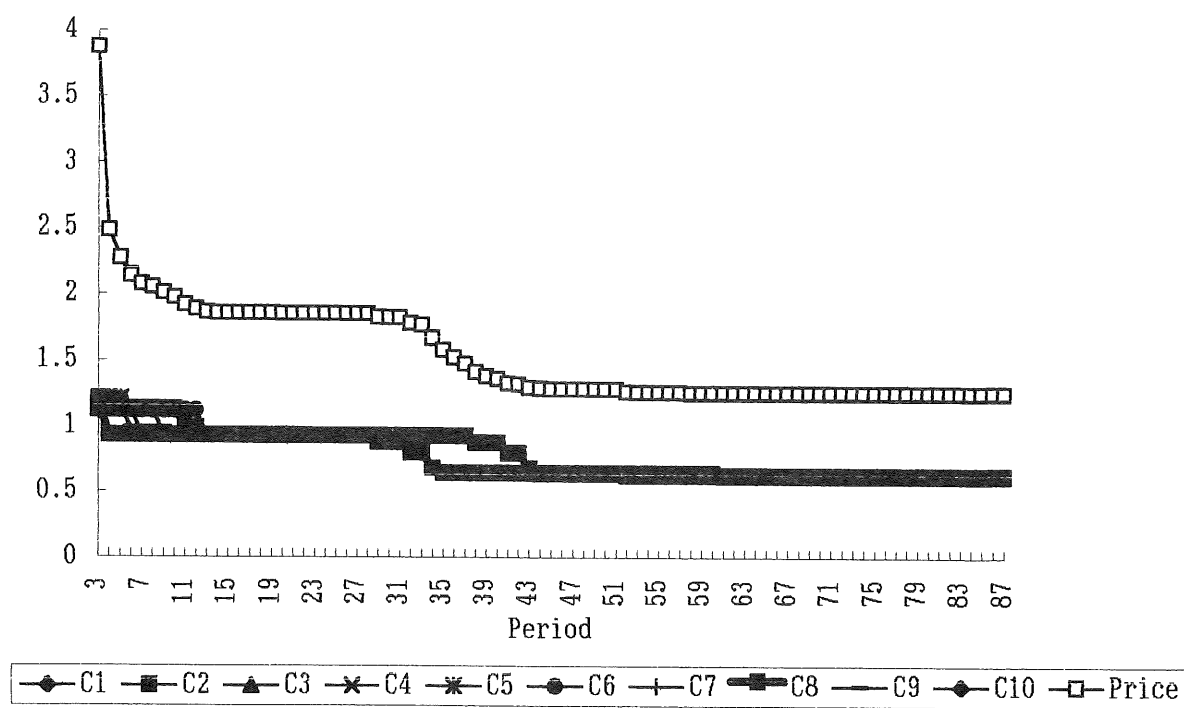


Figure 7 Costs and Price

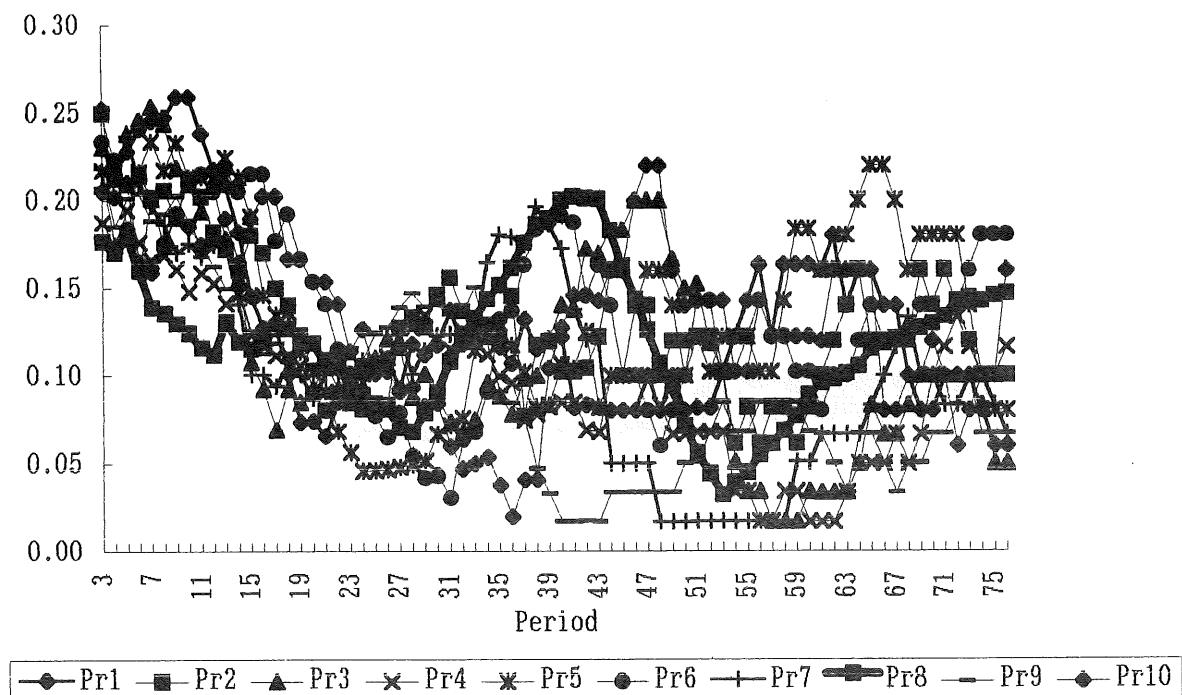


Figure 8 Moving Average of Probability of Invention

REFERENCE

- Abernathy, W.J and Utterback J.M., (1975) "A dynamic model of product and process innovation", *Omega*, vol.3 no 6, pp 639-56.
- Achilladris B. (1993) "The dynamics of technological innovation: The sector of antibacterial medicines", *Research Policy* vol 22 pp.279-308.
- Arrow, K.J. (1962), "Economic welfare and the allocation of resources for invention", in National Bureau of Economic Research, *The rate and direction of inventive activity*. Princeton U.P., pp.609-25.
- Binswanger=Ruttan (19**)
- Chiaromonte, F. and Dosi, G. (1993) "Heterogenetiy, competitiom, and macroeconomic dynamics", *Structural Change and Economic Dynamics*, vol.4, no 1, pp39-63.
- Dosi, G. (1982) "Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of determinants and directions of technological change", *Research Policy*, vol.11, no.3, pp.147-62.
- Freeman, C. (1982) *The Economics of Industrial Innovation*, Frances Pinter.
- Narin, F. (****)
- Nelson, R.R. and S Winter (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*,

Belknap Press of Harvard University Press.

- Pavitt, K. (1984) "Patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory", *Research Policy*, vol.13, no.6, pp.343-73.
- Rosenberg, N., (1969) "The direction of technological change: inducement mechanism and focusing devices", *Economic Development and Cultural Change*, vol.18, pp.1-24.
- Sahal, D. (1981) *Patterns of technological innovation*, Addison-Wesley
- Santarelli, E. (1995) "Directed Graph Theory and Economic Analysis of Innovation", *Metroeconomica*, vol.46 no.2, pp.111-126.
- Silverberg, G., Dosi, G. and Orsenigo, L., (1988) "Innovation, diversity and diffusion: a self organization model", *Economic Journal*, vol.98, no.393, pp.1032-54.
- Vega-Redondo, F. (1994) "Technological Change and Path Dependence: a Co-evolutionary Model on a Directed Graph", *Journal of Evolutionary Economics*, vol.4, pp59-80.
- Weitzman (1996) "Hybridizing Growth Theory", *American Economic Review*, vol.86, no.2 paper and proceedings, pp.207-12.

自動車産業における進化の構造と過程
――産業進化の一般原理を模索して――

富山大学経済学部
清家彰敏

1. 序論

自動車産業は環境変化を受けて新しいモデルを生み出し、淘汰と学習過程を繰り返してきた。黎明期を除き、多くの大企業が「進化した」企業の挑戦を、学習等により、越えてパラダイムを内部化することで進化した、存続し続けている。自動車産業は多くの場合、環境、市場の変化を受けて進化してきたという点で、環境の変化をもたらす先端技術、素材等の産業の極に属すると説明される（トヨタ自動車蛇川常務）。

一方、環境、市場が大きな変化を起こしたのはT型フォードの挑戦である。科学技術史的視点から分析すれば、20世紀の最大の社会環境、自然環境の変化は「自動車」によってもたらされたとも言われている。本報告は上記の視点より、自動車産業の進化の構造と過程を環境との交互作用、企業間での組織間学習、淘汰、内部化の視点で分析する。

また、自動車産業は組立型産業の代表的な存在であるといわれる。その組立型産業としてイメージを決定したのは、衆知のごとくフォード社のモデルT型生産のベルトコンベアシステムである。しかし、自動車企業および企業グループは素材生産と加工組立の長大な生産構造と過程の統合された存在として形成されてきた。

本報告の討議課題は以下の2点である。

- 1) 進化に関わる3つの原理を新たに提示する。
- 2) 自動車産業を20世紀における、この自動車生産構造と過程について、その進化の構造と過程を経営史的資料と手法を用い分析する。

2. 進化の新たな3つの原理

進化（構造と過程）は人的移動、熟練の記述、個の自律化、市場の意識、内部組織の限界、意思決定の理解、知識外部化、情報化、規格化、活動の社会化、国際化等の変化の中で、競争、協調、計画等によって内部組織、組織間関係は進化してきた。

本稿では企業および組織間関係の環境変化を説明できる新たな3つの原理を提案する。それは「組織同質化」「商品完結性」「知識転写性」の3つの原理である。この変化の中で、新たな成功モデルが登場し、支配的原理となり、そのモデルがまた3つの原理で変質していくことになる。

1) 組織同質化の原理

同質化は企業のみならず、社会のあらゆる組織、個人において見られる。政府、政党の主張に区別がつけられなくなったのは、日本だけではなく、欧米諸国に共通の現象である。この現象は情報化と組織の関係のもっとも基本的なものとも考えられる。かつてはトヨタとホンダは明確なコンセプトの違いをその商品に具現化していた。ところがその差は年々無くなっていっているように見える。

情報の共有化が進むと、例えば、東芝の組織構成員が何を考えているか、どのような戦略、技術、商品企画を持っているか日立にも松下にも即座に分かってしまう。それに対抗して日立、松下は組織的に準備することが可能となる。したがって、1社が新製品を出しても他社はすぐに同じ新製品を出すことができる。このことは東芝が松下、日立に対しても同じ対応を行うことができることを示している。企業は時間の経過とともに情報共有が進み組織的に同質化する。

これは、以下のメカニズムによっている。情報化が企業組織の同質化をすすめることについては一般に十分認識されていない。20世紀は情報の世紀であり、情報量の急増と情報の保存方法の飛躍的向上で説明される。個人の意思決定過程が類似してくるといった側面があるが、それよりも重要なのが組織に対する同質化の圧力である。情報化によって、企業の組織構成員が情報の”海”に浸かることは、(1)些細な失敗についても長期的に記録、保存される、(2)保存された記録はいつ暴露の対象になるか分からない、(3)意図しない行動が自己組織のおよび計画、編集的に紡がれ、失敗に連座する可能性が常にある、といったことを意味している。20世紀における情報化は人間の社会から「忘却」という言葉を消しつつある。そのことは忘却の人間行動、組織行動における深い意味と機能が失われることの影響について問いかけるものである。これを「忘却のないシステム」と同質化の圧力と呼ぶことにする。

人間が忘却のないシステムのなかで、自己保身的行動を期するなら、ドラスティックな意思決定を避ける行動はとりわけ合理性を持つことになる。成功者に対するより、失敗者に対する報いがより大きく、1回の失敗が1回の成功で埋め合わせることができないことは世の東西を問わない。この結果、企業経営は成功するより失敗しない組織、「防衛型」組織へと変質していくことになり、新しいモデルの挑戦を受ける時まで同質化の傾向は合理性を持つことになる。

2) 商品完結性の原理 製品完結性(完成度)の低下

人間に係わる事物はすべて知識を伴っている。人間に係わる事物であるモノ、商品、サービス、情報等の生産行為はすべて知識を伴っている(人工物工学、吉川弘之)。組織を知識創造の手段として認識し、操作的な概念としての”形式知”と”暗黙知”で説明を試みたのは野中(1990)である。野中はサイモンの情報伝達モデルに対して知識創造モデルを構築した。サイモンはトップ・マネジメントが知識を創造(意思決定)し、他の組織構成員は階層を構成しそれを伝達する存在と規定した。野中は、現実の企業では知識は階層のいたるところで創造され、しかもその創造される知識は多くの場合他の構成員の創造した知識と複雑に関連づけられているとした(野中、1985)。

企業で創造される知識は多くの側面を持っている。T型フォードの知識は20世紀初頭の大農業国アメリカの一般大衆である農民層を前提としている。したがって、知識の各側面ごとに産業組織論・組織間関係論・経営戦略論・組織論が成立しうる。本稿では創造された知識が、他の存在、特に商品、サービス等にどのような影響を与えるかを問題にする。知識が創造されると事物の完結性が低下する(清家、1996)。知識の創造行為はその知識に係わるすべての事物の”完結性”を低下させる。

例えば、アウト・ドア・ライフといった物語が創られたとする。自然の中で息子と一緒に

に車をとめて、イワナ釣りに興じる。その夜はテントの前で火を囲み、焼けたイワナをほうばりながら息子と青春談義に時を忘れる。このとき、小さな幸せと息子と分かち合うささやかな知識”物語”が創造されている。この物語に酔いながら、隣にとまっているセダンを見て、なんてこいつは使い勝手が悪いんだろうと感じる。このとき、セダンは商品としての完結性が急激に低下したのである。

個人、組織は知識を創造することで完結された自己を破壊し、再び新たな完結された自己を連続的かつ不連続に形成していく存在と規定しうる。また、社会的存在としての自己は環境との交互作用により、新たな完結すべき（統合すべき）知識を内面化することによって破壊され、再び完結されなければならない。

このような知識の完結性が問題にされるとき、その完結性の向上が挑戦者の原理となる。

3) 知識転写性の原理

商品開発における制限条件としての「知識転写性」という概念を規定することができる。ここでは知識転写性を知識を媒体（製品・サービス）へ転写する効率と規定する。これは素材の性質、加工方法によって規定される概念である。例えば、素材としてチタンはもっとも知識転写効率が悪いものの一つである。また、加工方法として、プレス、インジェクションは知識転写効率を悪化させるものと考えられる。科学技術の進歩は知識転写性を操作する経営戦略を企業に与える。20世紀初頭は知識転写性を悪化させるが規模の経済が発揮できるプレス技術等の量産技術が急速に発達し、企業はその技術に合理性を持つ形に進化したそれがアメリカ生産方式、フォード方式であった。20世紀末、科学技術の進歩、マルチメディア化の進展は知識転写性を向上させ、従来大企業の大型設備でなければ困難であったプレス、塗装、化学プラントをコンパクトにしつつある。熱反応の大型化学工場が生物反応による小型のバイオ設備にとってかわることも知識転写性の向上である。

なお、上記の3つの進化の原理は帰納的概念化の途上で提案した。しかし、この概念は演繹的に「知識」の「同質性」「完結性」「転写性」といった形で統合できる概念であり、次稿以降問題とする。

3. 世界の産業史的進化論と自動車産業

経営史的に生産機能と内部組織および組織間構造に注目して史的考察を行えば、4期の時代区分に分けることが可能である。

1期 黎明期 単一企業内における素材生産、加工組立の混在

この期は生産において熟練が支配する時代である。自律的組織、その多くは個人が創造の中核であった。自動車の全体把握は1人の人間で十分可能であり、多くの実験的開発・生産・販売・倒産が繰り返された。技術の未成熟の割に情報共有、経営資源の市場内蓄積が多く、創業コストは低く押さえらる。「戦略実験」という用語をこの期の現象を説明するのに規定した。世界の自動車産業ではT型フォード（事実上の標準）が登場する以前がこの期である。日本では戦後の2輪車の浜松、電子通信の芝浦、航空機産業解体後の自動

車産業における66年のカローラ（事実上の標準）登場以前が「戦略実験」期に相当する。素材生産と加工組立は未分化の状況である。この時代、「時間」は各熟練工の作業への没入と個性、創造との関わりで、各熟練工の管理に任され、熟練工の数だけ時間の経過が多様に存在した。各熟練工は社会、市場との契約によってのみ「時間」を他者との調整の対象とした。ある熟練工にとっての1秒と他の熟練工にとっての1秒はまったく異なる物差しにのっていた。時間は多元であり、時間の多元管理が市場と社会・文化によって行われていた。

技術的には手作り生産であり、知識転写性は極めて悪く、高いコストを問題とはしない少数の消費者に支えられていた。製品は多くが受注生産であるため、商品完結性は高く、「能力」があれば容易に参加できるクローズド・オープンシステムであるため同質化は進行しなかった。

2期 フォードシステム

単一工場における少種大量の加工組立と工程周辺での素材生産が行われた。経営資源における未熟練労働者の人的移動が主流であった。旧大陸から新大陸への未熟練労働者の移動は、熟練の記述の必要を増し、ハンドブックエンジニア、規格化、分業、工作機、治具の専門化が進行した。知識転写性は向上しなかったが、専用機、量の増加がそれを補ってあまりあった。アメリカ生産方式である。その極致としてフォード生産方式が確立した。これは時間管理の主体の転換を示していた。欧州における熟練工（創業者、起業家でもあったが）は各自が「時間」管理していた。熟練工の数だけ時間の経過が多様に存在した。各熟練工の社会、市場との契約によった「時間」管理はテイラーイズムによって、時間の一元化を迫られた、それは同期的運行を宿命とする鉄道網の急拡大とそれを可能にする唯一の手段である大企業システム、その社会組織への内包、また同期双方向通信網の急速な整備の最終的な帰結でもあった。

古代において“神・王”の権力によって一元化されていた時間（ピラミッドの建設等）が、その後解放され、この時代、再び科学と大企業組織によって一元化されたのである。これは消費の大衆化という潮流を支える唯一のシステム「大企業・大量生産・大量販売」の萌芽であった。消費の大衆化という時代的正統性に支えられフォードシステムは自動車産業から全産業へ、米国からソビエト連邦へ、やがて日欧へと伝搬していく。この段階の大企業は「大工場」「大精錬所」「大規模交通調整機関」といった量的に大きい単機能組織であった。年間数十万台を生産する単機能組織を機能させるには設備、人材、教育における巨大な資本投下と長期間の価値を生まない期間を待つ必要がある。投資と利益のタイムラグは単機能組織の規模に一般的に正比例し、収穫とリスクも正比例する。これが生産の論理である長期的意思決定であり、投機的意思決定が求められる。それに対し、市場の論理は短期的意思決定であり、生産の論理と対照をなす。

先進国経済ではこの市場と生産の論理の対照が起す矛盾は個人（熟練工＝起業家）の内部で個別に解消され、産業全体としては顕在化しない。それに対し、これをキャッチ・アップする国の論理は個人で解消されない市場と生産の論理、短期的意思決定と長期的意思決定の論理を国家といった社会機関で解消しようと試みることになる。それが欧州におけるドイツであり、新大陸の米国、辺境であるロシア（ソビエト連邦）であった。短期的、

長期的といった「時間」感覚の矛盾を調整する産業基盤投資としての金融資本（ヒルファディング）であり、国家財政の出動であった。産業基盤とは時間感覚の矛盾の調整機関である。このモデルは1950年代のソビエト連邦で頂点を迎えることになる。

ところで、当時の米国は基本的に歴史・文化を持たない。新大陸発見時には7000万人と推定された新大陸の住民と歴史、文化は当時人口6000万人と推定される欧州によって完膚なまでに抹殺・破壊しつくされた。この歴史を持たない市場の単純さが、フォードイズムの生産の論理に従属することを可能にした。商品完結性は問題とならなかったのである。このことがやがて、市場からの大きなリアクションを招くことになる。

このシステムは同質化を招く前にスローン・システムに打ち破られるが、基本的にはスローン・システムはフォードイズムの原理を超えてはいなかったので、スローン・システムに内包される形で、やがて組織同質化をむかえ、日本型の挑戦を受けることになる。

3期 スローン・システム

市場は米国における社会の成長、成熟とともに生産へ要求”復讐”を開始した。過去の環境にもっとも適合したフォードモデルへの新たな挑戦がGMであった。新しい環境への新しいモデルが求められた。ここで大企業＝単機能組織は市場の細分化の圧力（市場の論理＝短期的意思決定）と規模の経済の拡大（生産の論理＝長期的意思決定）を内部的に処理、統合する手段として事業部制を発明することになる。これが自動車産業においてはGMのスローン・システムとなる。フォードのT型は、GMとの競争で相対的に商品完結性の急速な低下をまねき、生産中止し、フォードは2度とGMから市場首位を奪うことはできなくなった。やがて、このモデルは1960年代の米国によって頂点を迎えることになる。米国のスローン・システムは成功しながら、組織同質化の弊害を同時に抱えていた。それが、70年代の衰退に繋がる。

大企業におけるスローン・システムは、シュムペーターによる「イノベーションにはかなりの規模の資源のコミットメント（研究開発投資）とそれを誘因づけるための収穫が必要であり、その場合少なくとも一次的な独占力を達成できる大企業のみが、イノベーションを魅力あるものとみなすであろうから、完全競争は実現不可能であるだけでなく、能力的にも劣っており、市場独占力こそがイノベーションを行うための必要条件である」との考えで裏付けられた。

スローン・システムは意思決定への理解（チャンドラー）、単機能的内部組織の限界、トップマネジメントの計画機能の分離の原理に基づくものであった。同時に、経済の急拡大とともに産業基盤形成の国家の出動は相対的にウエイトが減り、長期と短期の時間感覚の矛盾の処理機能は、その多くを内部組織に内包されることになる。産業基盤の内部組織化である。多種大量の加工組立と素材生産は基本的には各事業部の中で垂直統合された。市場とイノベーションの関係が上記のシュムペータ仮説によって裏付けされることになる。

4期 日本型システム

内部組織ですべての問題を解決するスローン・システムは市場からの最大の挑戦者株主の登場等によって70年代急速に弱体化した。スローン・システムの経営者たちは「刹那的戦略」を選んで自ら隘路に入り込んだ。刹那的戦略は経営資源のストックをフローに変え

ることである。もっとも手っ取り早い方法は過去に購入した不動産を売却して見かけの利益を上げる戦略である。将来を見越して養成した人材を短期的な仕事に投入し、消耗させ、短期的成果を上げるのも刹那的戦略である。

第2次世界大戦において日本海軍が、空母（第6航戦）のために長期間育成したパイロットを急遽戦況の悪化した陸上のラバウル航空隊に編入、消耗させ、機動部隊を壊滅させた意思決定も刹那的戦略である。

刹那的戦略は問題に関する評価能力が低い関係者が、意思決定に関して大きな権限を持つとき、特に行使されやすい。この時代の株主反革命は米国の機関投資家（評価能力が低い）のスローン・システムの経営への介入をもたらし、70年代、80年代の米経済の低迷を招いた。日本海軍の事例も空母パイロットが夜間空母に降りるためにどのくらい高い練度が要求されるか、それがどのくらいの育成期間を必要とするか、について評価できない人々の意思決定への大きな関与が原因の一つであった。

日本型システムは内部組織の限界を組織間関係で解決する。市場の組織化の原理で80年代、日本企業は成功を収め、このモデルは世界の支配的モデルとなる。新たな進化が起こったのである。このモデルは組織間関係に内部組織の原理を浸潤させ、市場を中間組織化するものであった（今井他、1982）。複数企業（素材型企業と組立型企業）の機能分担と素材型企業（部品企業）は数次の階層構造（一次企業はシステム部品メーカーと呼ばれ、組立が中心となる）を取ることが原則であり、トヨタグループは30万人3万社の大企業集団となった。

日本型システムの形成を史的に考察すると、ロンドン軍縮条約以降の海軍工廠の縮小による系列組織の原型が作られたことに触れたのは港（1987）である。また和田（1991）は第2次世界大戦後の中小企業庁、米軍よりのAHP特需からの学習が日本型、特にトヨタに与えた影響について述べている。

組織におけるコスト概念とネットワークについて考察してみよう。技術における効率概念と同様に経営においても効率概念が存在する（効率的なシステムは存続が容易であるとの前提）。企業の発展（進化）の基準としての効率概念である。その指標の中でもっとも一元化しやすく操作性のよいものとして、コスト概念がある。R.H.コースの取引コストによれば「市場における取引においては取引のために必要とされるコストを低減する方向で市場化、もしくは内部組織化の行動が企業間において行われる。」という原則が成り立つと考えられる。

「意思決定における時間と場所の制約を克服しつつ新たな競争戦略にタイミングをうる手段としてまた著しい不確実性に対処するために企業の内部資源と外部資源とを組み合わせ活用する組織論として、企業経営においてもネットワークという概念が正面に浮かび上がってきた」（今井、）の考え方とあわせて考察するならば、ネットワーク組織はもっとも取引コストの小さい方法で内部資源と外部資源の組み合わせを検討する組織論の一つと考えることができよう。その際の人的“係わり”のコストとして下記の考えがある。

ハーバード大学のT.B.リフソンのパラレル・ヒエラルキー等の考えより、企業、個人相互においては、その関係へのコスト投入に際して固定費と変動費の2つの種類の取引コストが想定できる。例えば人間関係において、業務関係（契約等）以上の“深い交際（貸し借り）”を積み重ねる作業等は固定費投入行動にあたる。固定費をかけていけば、個々の取引コス

ト（業務関係における時間と予算）の低減につながる。それに対して、純然たる自由な業務関係（契約等）のみの行為は、固定費をかけずに変動費のみで処理していると考えることができる。

ネットワーク上で規模の経済を発揮した日本型組織間関係とそのマネジメントも「組織間関係」という項目を除けば、シュムペーターの結論の枠を超えていない。

内部組織における組織の失敗が組織間関係への生産構造と過程の拡大をもたらした。このとき、情報の共有、開発委託、マーケットプル、同質化競争等への変化がともない日本型モデルは成立したと考えられる。組織間関係、競争的自己組織化、技術・生産の大衆化、情報の非対称性の解消、情報の共有、マーケットプル等の概念で説明される。

またトップダウン型での組織間関係におけるトヨタ生産方式の形成過程において、ボトムアップ型（競争的自己組織モデル）であるトヨタのボディローテーションシステム（競争的組織間製品移動モデル：清家、1995）が補完的役割を果たした。

4. 種の交代の原理

1) 挑戦者の原理

既存企業を新たな企業が駆逐する現象は拡大の経済で説明が可能である。伊藤元重は成長の経済の概念で日本企業の説明を行った。成長する企業は成熟し高給の高齢者の雇用を維持せざるを得ない企業よりあきらかに有利であるというものである。成長する企業は若年で生活コスト（給与への要求）が一般に低い従業員を多く雇用することができる。したがって、30歳代後半が生活コストと能力の逆転が起こる年代と規定すると、若年者を雇用することができる成長企業は有利になるというものである。この概念を拡張すると拡大の経済が成立する。

2) 減ぶ側の原理

人間が忘却のないシステムのなかで、自己保身的行動を期するなら、ドラスティックな意思決定を避ける行動はとりわけ合理性を持つことになる。成功者に対するより、失敗者に対する報いがより大きく、1回の失敗が1回の成功で埋め合わせることができないことは世の東西を問わない。この結果、企業経営は成功するより失敗しない組織、「防衛型」組織へと変質していくことになる。この戦略は一般に2つ知られている。「刹那的戦略」と「速度の戦略」の2つである。

「刹那的戦略」は前述したように経営資源のストックをフローに変えることである。手っ取り早く過去に購入した不動産を売却して見かけの利益を上げる戦略である。問題に関して専門性が低い関係者が、意思決定に関して大きな権限を持つとき、特に行使されやすい。1970年代の株主反革命は米国の機関投資家（評価能力が低い）の経営への介入をもたらした。70年代、80年代の米経済の低迷を招いた。

「速度の戦略」は企画から商品化までの期間をできるだけ短縮し、変化に柔軟に即応しようとするものである。速度の戦略は、競争企業に対してより短期間の商品開発体制を作ることから始まる。意思決定に関する社内外の情報を日常的、広範囲に収集し、競争企業の「成功の直前」を待つことになる。出来るだけ早く競争企業の商品の成功を察知し、そ

の兆しが見え、失敗が無いと確信した瞬間に意思決定する。いかに競争企業より大量の商品・サービスを先に投入し、より短期的に成果を回収するかが速度の戦略の成功の鍵となる。

「刹那的戦略」が70年代、80年代の米国での失敗で否定される傾向にある。スローン・システムが日本型システムと急速に交代したのはこの「刹那的戦略」が選択されたのと無関係ではない。「速度の戦略」は情報化に適合していることで注目を集めている。情報が溢れるほど、ネットワークの効率が高くなるほど、商品開発の速度を加速できることが事例的に広く知られており、速度の戦略の成功の可能性が高くなる。したがって、速度の戦略を採用する企業は世界的に急速に増加している。80年代以来、世界中の自動車企業で最大の経営課題の一つとして開発期間の短縮が行われている。電気機械、情報通信も例外ではない。90年代の世界のパソコンメーカーの競争力は開発期間であり、デジタル・ゲーム産業も同様である。

この速度の戦略は同質化を進展させる。開発への即応体制は、すなわち企業組織の汎用化につながる。かつてのIBMのシステム360は360度の応用力があるとのことで360と名付けられたが、あらゆる事業に360度対応できる企業体質づくり、「汎用組織」化が求められる。企業組織における汎用目的の組織内内包である。

株主の監視が強まれば強まるほど、政府、マスコミ、市民の監視が強まるほど失敗へのおそれは組織構成員個々で強まる。この「失敗の恐れ」は階層組織内でブレイク・ダウンされ、各階層の意思決定における個々の汎用化の進行に繋がり、そのことは結果として個人の個性の消滅、企業の独自性の消失、各企業組織の同質化を加速させる。

民主主義の産業への布教活動は歴史的に各国で繰り返されてきた。民主主義、高学歴化の進展は、企業内において能力的に拮抗する人材（プレイヤー）の増加につながり、ゲームは複雑になる。より「失敗のない行動」への誘因は強まり、意思決定は延期的に、成果は短期的に求められる。延期的意思決定は速度の戦略とセットにあることが多い。延期的意思決定の結果、意思決定が遅れても速度がそれを補ってくれるからである。この結果、投機的、長期的行動は合理性を失うことになる。同質化の傾向ははこのようなして助長される。

5. 21世紀の新たな変化

1) 自動車産業自体の拡散と同質化

情報化、マルチメディア化は産業間の参入障壁を低くすると考えられる。従来は全く競合するはずがなかった企業がメディアの変化によって思わぬ競争にさらされる。印刷、映画、アニメ等の産業はマルチメディア化で同じ競争場裏に引きずり出された。自動車と通信企業が競争することも自動車のマルチメディア化で現実になってきている。古典的産業識別は、オーバーラップ、境界の消滅によって無意味になりつつある。これが進展すると世界中の大企業は同じ市場で競争する同じ型の企業にすべてなりかねない。少なくとも、その方向は、同質化に向かっていく傾向であることは疑いがないと思われる。

2) アバナシーモデル終焉の予兆

商品のソフト化、バーチャル化は商品開発の過程に革命的な変化をもたらそうとしている。かつては、「モノ」がまず創られ「ソフト」が付加され、テレビ宣伝等のために「バーチャル化」するというのが一般的であった。モノ（リアル＝現実）から情報（バーチャル＝仮想）が創られる。自動車は現実であり、その映像（仮想）がテレビで宣伝される。ところが情報技術等はその過程を逆転させつつある。

情報（仮想）からモノ（現実）が創られつつある。コンピュータグラフィックスで創られた自動車をテレビでみて、その現実には存在しない仮想の自動車を欲しい人が集まって自動車企業に発注し、現実の自動車が開発生産される。情報（仮想）からモノ（現実）が創られたのである。

例えば過去にもこのような仮想から現実が創られた例は見られる。「君の名は」という昭和20年代を代表する映画の中の女性のファッション（仮想）が、日本中に新しいファッション（現実）を創り出したことはよく知られている。この傾向は映画の中のオードリー・ヘップバーンの髪型（仮想）が世界中の女性の髪型となった（現実）ことをみても、人類の一般的な行動パターンであると思われる。

しかし、このような仮想（映像）から現実（モノ）といった過程は、20世紀を特徴づけた現実（モノ）から仮想（宣伝映像＝情報）の過程（見込大量生産システム）に比べて、明らかに産業の主流とはなりえなかった。つまり、「仮想から現実」とは受注生産方式（延期的意思決定）、「現実から仮想」とは計画生産（見込み＝投機的意思決定）の言い換えである。

ところで、20世紀は過去（モノ＝現実）が現在（情報＝仮想）を創造した時代と考えることもできる。21世紀は現在（情報＝仮想）から未来（モノ＝現実）が設計される時代であるのかもしれない。例えば、商品開発でコンピュータ・グラフィックスの画面の前に座っている人は未来を設計しているのである。それに対し、アバナシー等のデファクト・スタンダードが創られ、それが規模の経済にもとづきマス・メディアを使い宣伝され、大量生産、大量販売されるシステムは過去にもとづいて現在を設計しているのである。

上記を整理して、20世紀型を「現実－仮想」モデルと呼び、21世紀型を「仮想－現実」モデルと呼ぶことにする。

パーソナルメディアであるインターネットビジネスにおける受注生産はその多くがこの「仮想－現実」モデルで説明できる。この仮想－現実モデルへの転換が世界的に生産の場において行われたのが、フォード生産方式からトヨタ生産方式への転換である。仮想（カンバン）が現実（部品）の前に存在し、現実（部品）は仮想（カンバン）によって支配される存在となったのである。トヨタ生産方式（ジャスト・イン・タイム）の本質は情報とモノの逆転への移行にあった。カンバン（バーチャル）からモノ（リアル）が作られる。パソコンにおける一人組立（フロンティア神代〔山口県〕）もモノと情報の過程の逆転があつて可能になった。

この時代はきめ細かな個人の知識創造によることが、合理性を持つと思われる。大企業の属性は商品の完結性を向上させるといった点で合理性を失っていくと思われる。大企業の存在は、一人企業等への組立“素材”の提供として合理性をもつとも考えられる。また一人企業以外に、企業内でトヨタ生産方式の応用技術として試みられる「一人組立」（全工程を一人で行う）も合理性を持つことになる。今後、一人組立の完結度の向上と集団組立の完結度の低下はフロンティア神代〔山口県〕の事例が日本において見られるが、世界

的な現象である。

一方、情報処理技術、バイオ技術の向上は知識転写性を向上しつつあり、小設備での開発、生産は合理性を増している。トヨタの大規模開発体制は過去のものとなりつつある。また、環境規制は、規制と共存するシステムとしての自動車産業を求めている。自己組織的にユーザーに対応して、車種開発のチームがタイムラグをもって並行開発を行うのが日本型システムであった。細分化する市場に対応するためトヨタグループだけでも欧米全体に匹敵する100近い車種を抱える。これがそれぞれ、開発チームで分担され、市場に出される。この開発チームは独立性、自律性が高く、部品産業にまたがる大規模組織で企業内でも独立した存在である。したがって、一般的には「政府等の規制」に一斉に技術標準を変えるシステムにはなっていない。クラウンで試して、ついでカリーナで・・・といった形で説得的に、徐々に技術が変化していく。ボトムアップ的、自己組織性の極めて高い組織だけに、トップダウン的、計画的に「規制と共存する」ことはシステムの相容れない可能性が高い。この点で現在世界中にトヨタイズム、リーン生産方式として問われている日本型システムは21世紀にあたって進化の転換点にある。

日本型システムは組織関係論において、ネットワークにおける係わりの決定は、固定費を積み重ねるか、または変動費のみで処理するかを、コスト概念で判断して、係わり方法（組織形態）を選択、構築していく作業であるといえるかもしれない。このときのネットワークによる創造の効率（コスト）の基準が「量産（過去から現在、現実－仮想モデル）」から「個別生産（現在から未来、仮想－現実モデル）」へと変わりつつある。この結果、同質化によって従来の大企業、系列はネットワークの効率を低下させ、新たなモデルが進化の形として問われているとも考えられる。

6. 結語

自動車産業は環境変化を受けて新しいモデルを生み出し、淘汰と学習過程を繰り返してきた。黎明期を除き、多くの大企業が「進化した」企業の挑戦を、学習等により、越えてパラダイムを内部化することで進化し、存続し続けてきた。20世紀の最大の環境変化は「自動車」によってもたらされたとも言われている。本報告は上記の視点より、新たに進化に関わる3つの原理「同質化」「完結性」「転写性」について提示し、自動車産業の進化の構造と過程を環境との交互作用、企業間での組織間学習、淘汰、内部化の視点で分析した。

参考文献

- 清家彰敏(1995)『日本型組織間関係のマネジメント』白桃書房、平成7
- 清家彰敏(1995)「自動車産業のプロセス・イノベーション」野中郁次郎・永田晃也編『日本型イノベーション・システム』白桃書房、平成7年
- 清家彰敏(1996)「組織規模とイノベーションの効率」『情報系』オフィスオートメーション学会、Vol.5
- 長谷川章・清家彰敏(1997)「マルチメディアビジネス型経営学の試論」『情報系』オフィス・オートメーション学会、Vol.17.No.5,1997年4月
- Barnard,C.I.,The Functions of the Executive,Harvard University,1938

今井賢一他(1982)『内部組織の経済学』東洋経済新報社,1982年

野中郁次郎(1990)『知識創造の経営』日本経済新聞社,1990年

Simon, H. A. (1976), *Administrative Behavior*, 3rd ed., Free Press, 1976

EVOLUTION OF TECHNOLOGY AND COMPETITION FOR INNOVATION: CASE OF THE JAPANESE MACHINE TOOL INDUSTRY

Masatsugu Tsuji
Osaka School of International Public Policy
Osaka University

Mineo Ishikawa
Faculty of Economics
Nagoya City University

and

Makoto Ishikawa
Osaka School of International Public Policy
Osaka University

1. Growth of the Japanese Machine Tool Industry

The Japanese machine tool industry has the largest share in world production and exports, and it has retained this position for the past for fourteen years. It reached the highest level of production during the period of the bubble economy, but current production is approximately half that amount, and it has yet to restore its peak level. As for exports, a sharp increase was observed after the oil crises of the 1970s, which was due to the success of numerically-controlled (NC) machine tools. During this period, exports exceeded imports. This shows that the quality (in terms of price) of Japanese machine tools had become compatible with that of Western countries.

The Japanese machine tool industry was not endowed with its high quality level from its beginnings. It established its current position through the concerted efforts exerted by all those who worked with their craftsmanship with the sole aim of catching up with Western technology and winning the race for innovation. The Japanese manufacturing industry more or less began using an imitative process involving making a “dead-copy,” in the process of industrialization after the Meiji Restoration and gradually absorbed advanced technology. Next, Western and indigenous technologies which included accumulated skills and craftsmanship were assimilated into “Japanese

technology". The machine tool industry is a representative example. In this paper, we attempt to trace the locus of the machine tool industry from the point of view of evolution of technology, and focus on the Japanese way of innovation.

2. Technology Transfer in the Japanese Machine Tool Industry

In this section, we will review how advanced Western technology was introduced to the Japanese machine tool industry after the Second World War, and how Western technology was absorbed.

2.1. Introduction of Western technology

The production of Japanese machine tools after the Second World War began in 1952. During the war, the importation of foreign machine tools was not possible, and later, the transfer of equipment owned by machine tool builders as compensation for wartime damages was put under consideration. Thus, for nearly ten years, Japanese machine tool builders did not have access to Western technology, and this made it necessary for them to catch up in terms of gaining advanced technology, the most immediate way which was its introduction. In the 1950s, eight technological cooperation agreements were concluded, and by 1960, thirty-seven were established with France (14), the U.S. (12), West Germany (4), Switzerland (4), and other countries. The machine tools introduced were lathe, milling, and grinding machines, and they were of the conventional type. At this time, Japanese automobiles and household electric appliances also started production, thus the contribution of imported machine tools was great in this respect.

From the 1960s, nearly half of the advanced technology introduced to Japan was from the U.S. The reason for this was that, during this period, NC machine tools were introduced into the market, and the U.S. had the most advanced technology in this field. Japanese machine tool builders also targeted the development of NC machine tools as tools of the future generation.

In the late 1970s, the number of technology cooperation agreements declined sharply, and this may imply that the Japanese machine tool industry had finally caught up

with that of the West. At this time, Japanese machine tool builders acquired only a portion of the patent, and cross-licensing became popular. Then, towards to the 1980s, technology related to computerized numerically-controlled (CNC) machine tools and industrial robots was being provided to Western firms. This indicates that Western companies began to rely on Japanese technology.

2.2. Form of technology transfer

The introduction of foreign technology to Japan, that is, in the form of technology cooperation agreements, was characterized by the acquisition of patents, gaining know-how as well as the purchasing of machine tools. Other methods such as joint ventures were yet common and only seven cases of joint ventures have been reported since 1963.

Thus, the Japanese way of foreign technology acquisition is in marked contrast with that of East Asia in recent years, which is characterized by foreign direct investment (FDI) -- advanced technology being acquired through FDI. This main reason for this difference is the fact that Japanese machine tool builders had already achieved a certain level of technology accumulated before and during the Second World War, so they were able to absorb advanced technology more easily. A typical way of acquiring technology and know-how was by assembling machine tools with their own parts and other equipment such as electrical devices according to a blueprint. With their accumulated skill and experience, it is said that some Japanese machine tools were of a quality equal to the Western originals. More than ten years of isolation from Western technology in the post-War period did not result in much technological difference, and the margin was much narrower as compared to the technological gap that exists these days between the advanced technological level of the West and Japan and that of the developing economies.

In addition, Western machine tool builders were rather small in size, so they did not have the capacity to expand their production abroad. They also tended to ask for rather expensive licensing fees or royalties, and their Japanese counterparts willingly paid them.

3. Development of NC Machine Tools: Competition for Innovation

In this section, we will analyze how technology management of the individual firms determined their future in the age of technological transformation, which was brought about by the emergence of new technology. Early commercialization of new technology is the key for success in business competition.

3.1. How the Japanese machine tool industry won the international competition for innovation

NC machine tools were first experimentally invented by MIT in 1952. In 1955, Giddings & Lewis produced the first commercial NC machine tools. In Japan, Makino Milling produced a NC milling machine in 1958, three years after the U.S. It was from the mid-1960s that NC machine tools generally began to be manufactured and shipped to the market. Though Japanese firms were latecomers in possession of a rather low level of technology, they eventually won the race for NC machine tools.

The reason why Japanese machine tool builders were able to take the greatest share in production worldwide is that they successfully combined computers with machine tools. As mentioned earlier, the size of Japanese machine tool builders was relatively smaller than those of the U.S. and Europe. This means that they could not afford to direct much funding towards R&D activities to invent NC machine tools. They chose instead to cooperate with other computer companies rather than invent the machine tools themselves. The latter took part in activities to develop software, and the former specialized in its application to machine tools. On the other hand, U.S. machine tool builders chose to develop both aspects on their own. Thus, much time was consumed for their development.¹⁾

Another approach taken by Japanese manufacturers was specializing in NC machine tools with simple functions, such as milling, drilling, and cutting. In addition, they also targeted a class of customers consisting of small- and medium-sized companies by means of producing general purpose machine tools. On the other hand, U.S. machine tool builders specialized in production for big companies such as those related to military aerospace and, as a result, they produced much more sophisticated, but expensive machines.

Another interesting fact about NC machine tools was that they were just what manufacturing firms desired and had been waiting for. They were introduced at the same penetration rate as color television sets and VCRs. The fact that Japan had taken the right strategy was proven by the need for machine tools by the market after the oil crises to promote productivity through the introduction of automation in the production process, in order to cut down on labor and energy consumption. Much demand actually came from small- and medium-sized firms.

Thus, the Japanese machine tool industry could respond to the demands of the market, and expanded their production as well as exports. It was in 1972 that Japanese exports of machine tools exceeded its imports. Thus, the Japanese economy achieved its long-held dream of becoming independent of foreign machine tools.

The difference in philosophy of innovation determines the success or failure in R&D competition.

3.2. From the Big 5 to the Big 3: domestic competition for innovation

In the previous section, the international R&D competition for NC machine tools was presented. In this section, we will discuss the domestic competition and its aftermath, namely, how the success or failure of the development of NC machine tools affected the rank order of individual firms in terms of the amount of production. The structural transformation which took place in the market for machine tools will also be examined. Prior to 1977, companies with a long tradition in manufacturing machine tools which included Ikegai, Okuma, Toshiba Machine Tools, Hitachi Seiki, and Toyoda Machine Works, were called the “Big 5,” and had occupied the largest market share in the machine tool industry. They had a long tradition in producing machine tools, especially Ikegai which was one of the oldest companies in this industry.

There was another category of firms, namely, that of Okuma, Yamazaki, and Mori Precision Machinery. The size of this group was not very big at its origins. After 1977, the rank order of the firms in this industry changed entirely. The aforementioned firms increased their market share tremendously, and Yamazaki, Okuma, and Mori are presently still the biggest companies. Due to this, these firms are referred to as the “Big 3” in the following section. The most well-known firm in this industry, Ikegai, suffered a drastic loss in its market share.

3.3. Two categories of technology innovation

The drastic change in rank order of market share, as stated above, stems from the success or failure to develop new technology, i.e., NC machine tools, CNC machine tools more precisely. Here, from the point of view of innovative technology management, we make a comparison of the Big 5 and the Big 3 in terms of philosophy towards development of new technology such as NC or CNC machine tools.

The Big 5 had a long reputation of producing special purpose machines, since most of them belong to the “*zaibatsu* group,” which established machine tool firms in order to supply machine tools to their affiliates. Hitachi, for instance, specialized in turret lathes, and was the biggest manufacturer of milling machines, which were later replaced by machining centers. Hitachi, Toshiba, and Toyoda Machine Works produced special purpose machines for big manufacturers. Toyoda Machine Works was established as an affiliate of Toyota Motor Corporation, and produced mainly for its parent company. The size of the market for those specialized machine tools are limited, therefore its production cannot create economies of mass-production. Also, since they were big and prominent firms, and possessed much management resources such as researchers engaged in R&D activities, when faced with the new technology, they took the strategy of developing CNC machine tools on their own. However, this caused them to devote too much time to this project, and they were subsequently left behind in the race for the development of CNC machine tools.²⁾

On the other hand, the Big 3 took a different R&D strategy. Let us first examine the cases of Yamazaki and Mori. They were quite small-sized firms when the race for developing CNC machine tools started, and were too small to develop new technology by themselves. Instead, they decided to work in alliance with computer makers such as Fanuc, Yasukawa, and Mitsubishi, who were engaged in developing electronic devices or computers at the time, which were also applicable to machine tools. They preferred the so-called strategic alliance with firms of other industries, rather than carrying out technology development by their own. Firms in the electronics industry specialized in the development of computers and had many R&D sections engaged in the development of computer hardware as well as software. Joint efforts in R&D by machine tool builders and electronics companies made it possible to win the development competition.

The strategy chosen by Okuma was similar to other prominent firms, that is, their own development. As stated earlier, the Big 5 had an accumulated level of technology and long tradition of R&D activities as machine tool builders, and also were rich in human resources. The difference between Okuma and other prominent firms is their target of R&D. The latter aimed for the development of rather large and specialized machine tools for specialized firms and specialized jobs; on the other hand, the former targeted general machine tools for simple tasks. Okuma thus expected to have a large demand for CNC machine tools from small- and medium-sized manufacturers, who preferred machine tools sold at reasonable prices for simple tasks such as drilling and milling. One of Okuma's key inventions in its development of CNC machine tools was the introduction of the servo motor, rather than using the pulse motor as did Fanuc and other electronics companies. CNC machine tools with servo motors can automatically adjust their position to programmed ones; on the other hand, pulse motors were operated with electric signals (pulse) and did not have the function of automatic adjustability. Okuma's success thus lies in their technological tradition and craftsmanship as a machine tool builder.

Since it is necessary for even new products embodied with new technology to be in demand by the users in the market, marketing strategy is another important factor of R&D. This was correctly understood by the Big 3. The success of Yamazaki and Mori depended upon their strategy of specializing in the sales of CNC lathe turning machines and machining centers to small- and medium-sized manufacturers. Mori, especially, put an extra effort in selling its CNC machine tools in the domestic market. Its marketing strategy involved establishing sales networks all over Japan, and providing after care to small businesses such as quick repair in case of mechanical trouble. For small businesses, the stoppage of production lines due to mechanical trouble leads to great losses. Yamazaki also took the same strategy, and it was one of the first firms to establish a direct sales network system in this industry, which had traditionally adopted the agent system. Yamazaki made a special effort to export machine tools abroad, especially to the U.S. and Europe, and took the same marketing strategy it used in the domestic market, that is, supplying CNC machine tools with reasonable prices and attentive after service. Its success was thus similar to that of Honda's, which stressed

exports more than sales in domestic market, and its reputation established abroad promoted the domestic demand.

In sum, the strategy taken by Yamazaki and Mori is referred to as a strategic alliance, which made use of outside resources, and specialized their core competence in the manufacturing and marketing of their products. Though an outsourcing strategy is now popular in the network age, it was already being put into practice more than twenty years ago (see Tsuji and Nishiwaki [1996]).

4. Concluding Remarks: Evolution of Technology in the Japanese Machine Tool Industry

Japanese technological innovation has been referred to as process innovation instead of product innovation. The former implies that Japanese technology specializes mainly in the application of basic technology invented by Western companies for the production process. Automobiles, household electric appliances, and semiconductors, categories in which Japanese companies have technological superiority, are typical examples. The same argument can be applied to the Japanese machine tool industry, as seen in the previous section, where the basic concept of NC and CNC machine tools originated in Western companies.

Innovation is, however, separate from invention. The latter is purely a technological matter; on the other hand, the former is an economic and business matter. The Japanese machine tool industry successfully achieved machine tool production which met the demand of other manufacturers in terms of price, quality, and marketing such as maintenance services and sales network. Western machine tool builders succeeded in inventing sophisticated machine tools for specialized use such as for the military, but not for general purposes. As for CNC machine tools, Japanese technology was no longer imitative, in other words, the new machine tools were invented keeping pace with the evolution of the computer. This was made possible through the strategic alliance with computer makers.

Once the amount of production of NC and CNC machine tools increased, the process of learning-by-doing brought further reduction of costs and increase in efficiency.

This also led to more investment in R&D, and innovation of new technology. The evolution of technology takes the following processes: R&D, commercialization, and diffusion. In the Japanese machine tool industry, the success of one technology became the basis of the next technology, that is, the success of NC machine tools created that of CNC machine tools. This cumulative process propelled the Japanese machine tool industry to becoming number one in world production and it has maintained this position for more than fourteen years.

Another interesting comparison can be made of recent economic development of East Asian manufacturing industries. Recent economic growth in Asian countries has been driven by the FDI of Western firms, particularly the assembling and processing industry, as they set up assembling plants in the developing countries. For those countries, by taking advantage of this situation, they were able to promote growth and acquire new technology. This type of industrial development is called “leapfrogging,” which indicates that those countries bypassed the acquisition of basic technology or R&D (see Soete [1985], Barro and Sala-I-Martin [1995], and Hobday [1996]). By this theory, the recent development of the household electronic appliances and electronics industries in Southeast Asian economies can be explained. They bypassed the above process, and with the advantage of their labor cost, have been successfully competing with advanced economies.

This has not, however, been the case for the machine tool industry. The reason is as follows: Firstly, machine tools are part of an assembling and processing industry, and the production process is separate for the pieces, parts, and equipment. The total quality of a machine tool is not equivalent to the total sum of the quality of all the parts and equipment. Secondly, machine tools do not consist of only one, but numerous parts and equipment, and their quality reflects the overall level of technology in the economy, from simple to sophisticated. Industries which supply parts and equipment must develop a balanced level of technology.

The development of Japanese machine tools in this context can be hypothesized as the “flying-geese” model, which is a theory of the product cycle inspired by the endogenous process of development in the domestic economy. As we discussed previously, the introduction of Western advanced technology did not lead to leapfrogging,

but rather a catching up, since all technology introduced were conventional and could be absorbed by the level of technology at that time, and Japanese machine tool builders had immediately joined the race for innovation.

NOTES

1) There is another reason why the U.S. machine tool industry lagged behind Japanese firms. M&A has been popular in the U.S. The machine tool industry was a good target for M&A for other firms outside this industry. This hindered the long-term strategy for machine tool builders to develop NC machine tools.

2) In 1973, there were seven machine tool builders still engaged in producing NC devices by themselves such as Hitachi Seiki, Okuma, Toyoda Machine Works, and Washino Machine. Now, in 1996, only Okuma produces its own NC devices. All other companies retreated from this market and have been making their purchases from electronics firms such as Fanuc.

REFERENCES

Barro, R. J. and X. Sala-I-Martin [1995], *Economic Growth*, McGraw-Hill, New York.

Hobday, M. [1995], *Innovation in East Asia*, Edward Elgar, London.

JMTBA [1982], *Kosakukikaai Sanjunen Shi* (Thirty-Year History of Machine Tools).

Kobayashi, M. [1983], "Nihon Kosakukikai Kogyo no Toukeiteki Bunseki (Statistical Analysis of the Development of the Japanese Machine Tool Industry)," *Keizai Ronso* (Economic Journal), Kyoto University, Vol. 132, No. 1-2, pp. 88-109.

Sawai, M. [1990], "Kosaku Kikai (Machine Tools)," in *Sengo Nihon Keiei Shi* (History of Post-War Japanese Business), chapter 3, Toyo Keizai, Tokyo.

Soete, L. [1985], "International Diffusion of Technology, Industrial Development and Technological Leapfrogging," *World Development*, Vol. 13, No. 3, pp. 409-32.

Tsuji, M. and Ishikawa, K. [1994], "Growth and Industrial Transformation of the Japanese Machine Tool Industry," Proceedings of the International Conference of Financing Development in Guangdong, City University of Hong Kong.

Tsuji, M., Ishikawa K. and K. Ishikawa [1996], "Technology Transfer and Management in East Asian Machine Tool Industries: Lesson learned from Japanese Machine Tool Industry," Discussion Paper of Economics and Business, Faculty of Economics and OSIPP, Osaka University

Tsuji, M. and T. Nishiwaki [1996], *Netto-waku Mirai-Nihon Keizai to Keieino Atarashii Mikata* (Network Future -- New Dimension of Japanese Economy and Business), Nihon Hyoronsha, Tokyo.

プロレタリアートの倫理と社会主義の精神

—進化論的唯物史観の運動論上の意義—

進化経済学会報告バージョン(抄)

松尾 匡 (久留米大学経済学部)

1 マルクスにおける科学と価値観の一致：疎外論的唯物史観

マルクスにおける、科学としての唯物史観と人間解放の価値観との関係は、従来、初期マルクスと後期マルクスとの関係として論じられてきた。そこにおける大方の理解では、マルクスは青年時代にフョイエルバッハの影響を受けて『経済学哲学草稿』などで疎外論を論じ、疎外からの人間の解放を主張していたのだが、『ドイツ・イデオロギー』においてフョイエルバッハと決裂して以降は、こうした立場からの転換が起り、やがて、唯物史観と剰余価値論という科学的認識の上に理論を立てるようになったという。

それに対して、『資本論』などの後期マルクスの経済学体系の基礎的ロジックがまさに疎外論でできていることを、最初に体系的に示したのは、副田満輝であった。ここで疎外とは、人間の本質である社会性意識性が、人間から抽象されて、人間の外に、個々人の自由にならないものとして自立し、他方、個々具体的人間はその抜け殻となったバラバラの感性的存在になり、前者が後者を抑圧することで社会が展開するが、しかし本来前者は後者の産物であり、究極的には後者のもとに取り戻されるという図式である。例えば前者が「神」後者が「人間」、前者が「国家」後者が「市民社会」など。副田によれば、『資本論』冒頭も、前者が「価値」後者が「使用価値」、前者が「貨幣」後者が「一般商品」といったような同一の図式で説明できる。

副田のこの指摘に触発されて、筆者はさらに『資本論』を同様の論理で読んでいった。その結果、冒頭商品論にとどまらず、搾取論も蓄積論も機械論も商人資本論も銀行資本論も市場価値論も平均利潤率論も恐慌論も、およそ『資本論』の全体系が、全く同一の疎外論の論理でできていることを見出した。それだけではなく、史的唯物論そのものもまた、疎外論でできていることがわかった。

ただし、この認識に到達するためには、観念論と唯物論の対立の論点になっている基礎カテゴリーの意味構成を、通俗的理解から転換しなければならない。一般に、唯物論といえば客観主義的で理詰めで全体論的なイメージがあり、観念論といえば主観主義的で情緒的で個人の主体性を重視するイメージがある。だが、マルクスに直接つながるカント、ヘーゲル、フョイエルバッハの著作を読んでもみると、観念論対唯物論の争いの焦点になった対立は、精神と外的物質との対立なのではない。彼等の問題意識に共通する対立図式は、《観念＝理性（悟性）》と《感性＝感覚＝「傾向」＝情念＝本能》との間の対立なのである。フョイエルバッハらヘーゲル左派は、単に宗教批判のゆえでなく、この、《感性＝経験＝感覚＝欲望etc》の《理性＝観念》に対する優位の主張のゆえに、自らを唯物論と称したのである。

これらから見て取れるのは、唯物論と観念論についての通俗的理解とは全く正反対とも言える姿である。この概念分類はマルクス・エンゲルスも共有している、というのが筆者の主張である。二人は外在的物質と感覚や感性との間に概念上の区別立てをしていない場合が多い。

これを踏まえて、唯物史観を疎外論的に説明すると次のようになる。個々人の生活・生命の生産の世界、

要するに《物質＝感覚＝感性＝欲望＝本能etc》の世界、これが「土台」である。それに対して、《観念＝理性＝科学＝宗教＝道德etc》の世界、これが「上部構造」である。「土台」は動物にも共通するが「上部構造」は人間特有の本質である。この「上部構造」は本来「土台」に奉仕するもののはずなのに、「土台」から自立し、個々人の自由に動かせない外的なものになって、「土台」の中の個々人を抑圧してくる。しかし、究極的には「上部構造」は「土台」のもとに取り戻される。すなわち、「土台」が変化して、既存の「上部構造」とのギャップが大きくなると、どこかで、既存の「上部構造」がくつがえり、「土台」にもっと適合的な「上部構造」に取り替えられる。

このように解釈するならば、「土台」の中には財貨の生産のみならず、消費活動も含め、各個人の「行住座臥飲食着衣」のなりわいがすべて含まれることになるのだし、他方通俗的理解では「経済」とされて「土台」に入れられるものも、多くは本来「上部構造」に入れられるべきだということがわかる。例えばマルクスは信用制度を「上部構造」と言っている。体系的に判断すれば、貨幣制度も価値法則も、「上部構造」に含めるべきである。

通俗的理解のように、「土台」を経済システム、「上部構造」を政治やイデオロギーや文化ととらえるかぎり、平板な経済決定論に墮してしまわないためにはこの二つの内部や中間に幾層ものレベルを作らなければならないことになるし、いわゆる「反作用」の程度について頭を悩まさなければならなくなる。その結果は、「経済的要因は強いけれども他のいろいろな要因も十分影響する」というような、なにも言わないに等しい無概念的なことしか言えなくなる。疎外論的理解ならば、「土台／上部構造」の二つでなければならないことがわかるし、疎外観念たる「上部構造」が「土台」と必ずしも最適にマッチせずに自立し、「土台」に対してその必ずしもマッチしない姿を押し付けてくることは、疎外の疎外たるゆえんの日常茶飯事であって、ことさらに「反作用」などと言って頭を悩ませる必要がないこともわかる。

かくしてこの疎外論的理解に立つかぎり、歴史法則としての唯物史観が示す社会発展の方向に従うことと、疎外観念の抑圧からの生身の個々人の解放を求めることとは、同一のものとなるのである。

II マルクスの唯物論の時代背景

しかし、客観法則と主観的解放願望とのこの一致が成り立つためには、個々人の実感や欲望が、客観的物質的生産の必要事とはダイレクトに一致し、他方社会の宗教やイデオロギーとは必ずしも一致せずかえって対立を感じるという区分が成り立たなければならない。少し周りを見回せば、このような図式が成り立たない例がいくらかでも見つかる。筆者は、この前提はマルクスの時代認識に支えられていたのだと考えている。すなわち近代ブルジョワシステムの発展が、普遍的自然科学的必要と各自の感性的欲求との間の直接の一致をもたらしたと見ているようなのである。

しかしその前に、疎外が起こる原因についてのマルクス・エンゲルスの説明を見ておかなければならない。『ドイツ・イデオロギー』で全面展開され、その後の二人の著作をいたるところ貫いている見解によれば、疎外が起こる原因は、社会的依存関係の中にある人々が、互いにばらばらに特殊化されていることにある。この認識こそが、マルクスとフォイエルバッハらヘーゲル左派との分水嶺となった。なぜなら、ここから結論されることは、疎外は現実社会の在り方に根拠をもつことから、疎外をなくするためには現実社会を変えるほかないということになるからである。すなわち、社会的依存関係の中にいる人々が特殊性に埋没することなく、互いにつながりあうことによって、自らの意思のもとに普遍的依存関係をコントロー

ルできるようにしなければならないのである。はやい話が、日々の生産や分配、その他の人間関係を、全成員の話し合いで納得づくで展開するということである。これが共産主義である。

いったいこのようなことが現実に可能なのだろうか。マルクスは可能と考えた。その根拠が、先にも触れた、近代ブルジョワ社会の発展なのである。近代ブルジョワ社会は、人々を排他的に閉じ込めていた特殊集団を解体し、機械化で分業も不要にして、一切の特殊な属性をはぎとられた単純均質なプロレタリアート大衆を作り出す。彼等は今日食いつなぐことに精一杯で、人々を特殊化させていた文化的欲求など持てず、ただ全人類に共通の生物学的な生活だけをしている。労働もみな同じ単純労働で、しかも一生のうちにいろいろな部門を経験して全能的になる。すなわち、感性的存在そのものが普遍的な大衆が作り出されたのである。だから彼等にしてはじめて、疎外をなくし、社会全体の生産編成を納得づくで組織することができるようになったのだ。

したがってマルクス・エンゲルスは、資本制経済の発展が小農民や職人や弱小民族を没落させてきたという、まさに疎外の中の疎外とも言える悪魔的現実を、結果として肯定することとなり、これを頃から認めないヘーゲル左派やアナキストと対立することとなった。二人はこれをもって自らを「科学的社会主義」と称し、資本主義の発展で没落させられる弱者の立場に立った解放思想と自らを区別したのである。

しかし二人の図式では、一旦ブルジョワの発展が完成し、圧倒的多数の大衆がプロレタリアートになったならば、もはや唯物史観と主観的解放思想が原理的に対立することはあり得ないことになる。なぜならプロレタリアートは人々を分け隔てていた特殊な属性をすべてはぎとられて、普遍的自然科学的欲求がむき出しになっているために、個々人の感性を抑圧から解放しその欲求に基づいて「上部構造」を逆にひれ伏させることを求めることと、「上台」の客観的状況に合わせて「上部構造」を作り替えようとするとは、直接一致するからである。したがってこの場合になすべきことは、自然発生的な労働運動を世界的に整理して、相互交流を図ることである。その中で、労働者各自が労働者階級としての普遍性を自覚していくことが目指されるのである。よって、社会発展の方向を指し示す理論の正しさは、この組織の中で労働者各自の実感に基づく支持を普遍的に獲得することによって、確証されることになる。

Ⅲ 科学と価値観の対立：プレハーノフ＝レーニン流「唯物史観」と非唯物論

しかし、エンゲルス死後は、唯物史観ははじめマルクスの主要学説に対するこのような疎外論的解釈は姿を消す。これ以後、唯物論は實在論的に解釈されるようになるのである。すなわち、レーニンの『唯物論と経験批判論』に典型的に見られる立場であるが、個々人の感性、実感、感覚といったものを外在的物体と同一のカテゴリーにおくのではなく、観念と同一のカテゴリーにおくのである。なぜこのようなことになったのか。筆者の考えでは、物質的条件がマルクスの時代から変わったために、唯物論そのものが唯物論的に変化したのだ。すなわち、19世紀末「大不況」を通じて進行した重工業化の結果、労働力の中核が、繊維産業の女性・児童中心の単純労働者から、独占的重工業部門の複雑労働者(ホワイトカラーを含む)へと移り変わったのである。その結果、労働者がもはや単純均質な普遍的存在ではなくなり、部門、部署、階層間で、各々特殊な形態に閉じ込められた。小経営や小農民も没落せずに滞留し、大経営との間に有機的依存関係を結ぶ。後進国の前近代的諸システムも、19世紀のように資本主義の進出によって解体されるのではなく、先進国独占資本主義によってかえって強化・利用されるようになる。すなわち、資本主義の発展が世界を普遍化させるのではなく、逆に特殊化させるようになったのである。だから、個々

人の主観的な実感がそのまま労働者・勤労者の普遍的な利害と一致するわけではなくなる。

しかも、複雑労働力は、意識的労働投下によって社会的総労働の一環として生産されるものである。それが資本制のもとでは個別家計の私的判断に基づいてなされるために、持ち家や自家用車といった「生産手段」への物神崇拜、地位や肩書きや資格への物神崇拜、男性複雑労働者への主婦の従属、親や教師への子供の従属といった疎外によって複雑労働力生産の全体的展開が司られるようになる。もはや労働者の欲求は、全人類に共通する自然科学的普遍性を持った欲求なのではなく、複雑労働力の生産・補填のための各々特殊な欲求や、生産した複雑労働力商品を飾りたてるための文化的幻想的特殊性を帯びた欲求になる。

このような状況のもとでは、労働者各自の主観的自然発生的実感に基づいていたならば、必ずしも客観的普遍的認識が受け入れられるわけではないということになる。個々人の感性的実感は外在的物質と一体のものではなく、むしろ、文化的幻想やイデオロギーにがっちりと捕えられており、客観的真理に到達するためにはこうした諸観念から自由な「理性」によるほかないことになる。ここに唯物論の实在論的解釈が生じる根拠がある。唯物史観の疎外論的解釈では、「上部構造」が個々人の外に自立して勝手に歴史をつくっていくことは批判されるべき現実であり、主体的にはこれを個々人のもとにとりもどすことが目指されるべきで、しかも究極的には実際にもそうなるということになった。ところが唯物史観の实在論的解釈ではそれが全く逆になり、個々人の外に歴史法則が自立して勝手に流れていくことが、逆らうことのできない必然事となる。つまり個々人の感性的実感が、前者の場合には「土台」の中にあっただのに対して、後者の場合には「上部構造」の支配下にあるために、歴史の流れる方向は、個々人の主観的実感に受け入れられるかどうかにかかわりなく、科学的目をもって理性によって個々人の外に見い出してこなければならない。

ここにおいては個人の主体的自由は、この歴史の必然法則を洞察して、それを自分の進むべき方向として積極的に受け入れた者にのみあることになる。これがブレハーノフが『歴史における個人の役割』で打ち出し、レーニンが引き継いだ立場である。ブレハーノフによれば、偉大な個人とは、この歴史的必然を正しく見出し、その効果的な実現を積極的にもたらした者のことだとされる。しかしこのような役割が神ならぬ人間として能力の制約を背負った個人に帰せられる限り、かかる偉人の出現は偶然に待たなければならない。そこでこの立場の当然の帰結として、チームを組むということが出てくる。科学的目をもって本質を探ることを訓練された人々が、組織を組むことによって個々の制約を脱し、「客観的真理」の認識に到達できるようになっていくというわけである。こうしてレーニンの前衛党理論が現われる。前衛党は個々人の日常的な実感ではとらえることのできない真理を見出し、一般大衆はそれをあとから教えられて受け入れる存在になる。彼等にとって自由とは、前衛党の示す方針を自分のものとして受け入れることにのみあり得ることになる。さもなくば歴史の必然に翻弄されて人生を棒に振るだけだからである。

これがいやなら分裂した労働者階級のどれかの階層の特殊な自然発生的実感に依拠することになり、それはしばしば他の階層の労働者の利害を侵害することになる。先進国独占部門の中核的複雑労働者は、産業別労働組合を組織して、熟練労働者の代替困難性を武器に独占資本から譲歩を勝ち取り、体制そのものを転覆しなくとも生活労働条件を改良していくことが可能になった。独占資本にとっては、植民地、従属国や国内非独占部門からの収奪を強めることにより、その譲歩の埋め合わせはすぐにつけることができる。よってこうした収奪は先進国複雑労働者にとっては利益となる。ここから、漸進的改良主義を唱え、労働者の国民的利害の存在を主張し、しばしば植民地領有を擁護する、いわゆる「社会民主主義」が現われる。

今や、感性が物質側を離れ観念側についている図式が成り立つので、唯物史観の現実性を信じてその法則の実現に力をつくす立場でなければ、唯物史観の客観法則そのものの存在を認めずに人間の自由意思を重視する立場しかなくなる。ベルンシュタインは『社会主義の諸前提と社会民主主義の任務』において、イデオロギーや科学、芸術などには、経済や自然によって規定されてはならず、かえって逆に経済状態を左右するものがあることを強調している。その後のドイツ社会民主党は、彼の主張にそった線で修正主義を進めていくにつれて、社会主義を、唯物史観に基づく客観必然性から基礎づけるというよりは、搾取の廃絶の倫理的な要求として打ち出す傾向を強めていった。

他方、ソ連・東欧体制の悲惨な内情が露呈し、これらの体制を激しく批判したはずのトロツキズムの潮流もまた内ケバや一般人を巻き込むテロの中で墮落、衰退していった後の1980年代、左翼的論調の中で主流を占めるようになったのは、反近代主義、反普遍主義であった。この論者達はマルクスの中の近代主義、西欧中心主義に、その後のすべての抑圧の源流を見い出した。とりわけ「唯物史観」こそは、これらの人々の格好の批判的となった。曰く。この地球上には様々な特性を持ったグループが存在している。唯物史観論者は、本当はそれらのグループのひとつにすぎない西欧のたどった歴史を勝手に一般化し、それを、それが実感にそぐわない人々にまで「これこそが人類全体に当てはまる普遍的原理なのだ」と称して押し付けてくる。このようなまやかしの普遍性で様々な特性の違いを持った人間を押しつぶしてはならない。我々はこうした違いを尊重し、これらの実感のいずれかに主体的に立って生きていくべきである。

彼等はこのような相対主義を主張し、障害者や少数民族や被差別部落などの解放運動、ドヤ街の労働運動等々の社会運動・市民運動の中に入っていく、そういった人々の実感に根差した運動を目指した。国際的には、パレスチナやラテン・アメリカ等の民族解放闘争がこの潮流に位置する。

しかし、80年代を通じて政権についた社会民主主義政党は、こぞって民営化、規制緩和、労働保護政策の撤廃などの市場化改革を進め、福祉も削減し、当初の倫理主義的立場からはるかにかけはなれた結末に陥り、たいていは支持層を失って衰退していつている。相対主義者達の潮流は、中国→ベトナム→カンボジア→ラテン・アメリカ→イスラムなどと、幻滅してはさらに周辺に聖域を求め、また幻滅しということを繰り返し、ますます土着のますます因習的な文化制度への傾斜を強めていくのだが、その結果はたいていは一層輪をかけた野蛮を発見して終わる結果になる。さらに、宗教的・民族的・部族的アイデンティティーに凝り固まった人々が、世界中のいたるところで血で血を洗う泥沼の紛争を続けているが、相対主義はこのような紛争に対して評価を下すことができなくなっている。そして、相対主義の活動家達が普遍的な原理を意識的に否定しつつ担ってきた各種社会運動・市民運動は、たいてい、後継者がなくなって消滅するか、当の活動家達が思ってもいなかったような没政治的で自己の特殊利益のみを鉄面皮に追求する運動に墮落するかしてしまっている。

それゆえ、非唯物論の潮流の破産は明らかである。しかし他方レーニンの唯物史観信奉の持つ危険性も明らかである。おまけに今や、唯物史観に忠実であるならばロシアのスターリン体制も私的資本主義への移行も必然として説明されねばならず、プレハーノフ＝レーニン流の個人の自由、すなわち必然性の方向を望ましいと思うことによる自由は、左翼的心情の者にとっては成り立たなくなっている。

かくして今日、マルクスの唯物史観の論点に見られるような科学性普遍性と、疎外論の論点に見られるような抑圧からの個人の解放を求める倫理性を、再び総合することが望まれるようになったのである。

IV 進化論的唯物史観による再総合

だが、大衆自身が唯物的であったマルクスの時代の欧米と異なり、人々がもはや様々な文化的属性を身につけてしまっている現在において、唯物史観の疎外論的解釈は復活可能なのだろうか。

ここで検討してみたいのが、戦後主体性論争の当事者だった梅本克己の示唆である。彼の初期の諸論文では、「必然性の洞察」ではとらえきれない自由があるのではないかという問題が提起されている。洞察する自己の自由があるのではないか。それは人間の中にある社会性と個別性、必然性と偶然性の背反に根拠を置き、罪悪や道徳が成り立つのはここからである。そしてこの自由に基づく作用があくまで個人の判断によってなされなければならないところに、人間存在の根源的な不安、「無」がある。この不安をどのように超克するのか。梅本はこの問いを発しながら、ついに答えていないように思う。ともかく、彼は洞察の背後にある個人の自由を提起することによって、唯物史観(客観普遍性)と疎外論(個人的主体性)の再総合のための手がかりを残した。

筆者が疎外論的唯物史観の再生のためにここで提起したいのは、唯物史観を進化論的に解釈することである。進化論ゲームに見られる現代ダーウィニズムの要点は次のようにまとめられる。

各個別遺伝子は自己の複製をなるべく確実に存続させることを目的に行動するが、ここで各遺伝子形にとって他の遺伝子形が左右することのできない他者として現われるために、調和的な生態系の状態は個別遺伝子の外で、全体論的に決まり、その中に占めるべき位置が後から個別遺伝子に押し付けられることになる。個別遺伝子はミクロには自己目的を追求して行動しているのだが、それが結果としては全体論に服するのである。個別遺伝子は突然変異によってそこから逃れようとするが、しょせんはかない抵抗に過ぎない。よって諸遺伝子形の安定な分布状態は、各遺伝子が全体として直面している外的環境の状態からは、相対的に自立していることになる。つまり決定論的に外的環境を最適に反映したものには必ずしもなっていない。ところがその自立性のゆえに、様々な方向へ突然変異した個別遺伝子が、マイナーな位置で割り込む余地がある。そしてこのことが、個別遺伝子の自己目的を追求する行動を媒介として、究極的には外的環境の変化に対応した生態系の変革をもたらすのである。

このようなロジックが、疎外論的に解釈された唯物史観と類似していることはもはや明白だろう。疎外論も個人から出発する。そして個々人が互いにばらばらになっているために、社会的協働をつかさどる観念体系(=「上部構造」)が個々人によって左右できない外的なものとして自立し、それに個々人が従属させられることで社会的協働が展開することを、批判的に説明する。それゆえその「上部構造」は、個々人の直面する感性的条件、すなわち技術上の要請や能力、欲望、人間の相互依存関係の状態など(=「土台」)を、必ずしも最適に反映しているわけではなく、「土台」から相対的に自立することになる。しかし、「土台」の状況の変化が引き続くならば、究極的には「土台」の変化にあわせて「上部構造」が取り替えられる。この「土台」を外的環境と、「上部構造」を安定な諸遺伝子形の分布状態と入れ替えてみれば、上述の進化論の論点とほぼ一致する。

問題は、疎外論的唯物史観はそのままでは、個々人の感性が「土台」と直接一致する19世紀のプロレタリアートにしか成り立たないことにあった。人間が大なり小なり観念的生き物になってしまい、個人と「土台」との一致が成り立たなくなった時代ではどうなるのか。そこで、進化論とのアナロジーをさらに徹底することを試みてみよう。

「土台」と「上部構造」の間に、「個別観念」を置こう。個々人は各々の個別観念を持ち、それが生活

全般にわたってその個人の行動を支配している。進化論とのアナロジーでは、これが個別遺伝子に当たる。個別観念は、自己と同じ観念をなるべく多く広げ、なるべく長期にわたって存続させることを自己目的にしている。個別観念がその自己目的を追求するためにさしあたって必要な事は、自己の乗り物である人間の本能的・感性的必要を満たすことである。まず、自己の個体を快適に存続させなければならないし、さらに他者に受け入れられるためには、なるべく多くの他者の本能的・感性的欲求を満たすことができない。したがって、個別観念は、「土台」の状況を反映する必要がある。

しかし各個別観念の直面する制約条件は「土台」だけなのではない。なるほど、もし人々の間の情報交流が完全で、各個別観念が万人の直面する「土台」の状況をすべて把握できるものならば、人々の抱く個別観念はみな、「土台」の状態だけを最適に反映したものになる。つまり、諸個別観念の社会全体での安定的な分布や体系の構造(=「上部構造」)はその場合、所与の「土台」に対していろいろあり得る中で、人々の感性的欲求を最も高く満たすことのできる最適なものが選ばれることになる。

ところが人々の間の情報交流ができない場合にはどうなるか。マルクスの公式通り、疎外が生じる。すなわち、個別観念が直面する制約条件には「土台」のみならず他者の個別観念に基づく行動も含まれるのだから、個別観念の自己目的追求は他者の個別観念を「横にらみ」しながらなされなければならない。かくして安定な「上部構造」は各個別観念の外に自立して現われ、各個別観念はそれに適応しなければならない。それは各自の感性的欲求を必ずしも最適に満たさないかもしれず、「土台」の状況を必ずしも最適に反映していないかもしれない。

極端な例では、ある独裁的な政府のもとで人々が困窮を極め、国の経済が危機的な状態に陥っていたとしよう。人々の間に自由な情報交流がなければ、ある個別観念がそのような状況に反発して政府打倒を企図したとしても、他の個別観念がみな既存の「上部構造」に従って政府に忠実だと予想されるならば、その個別観念もまた政府打倒はあきらめ、既存の「上部構造」に従っておかなければ、存続していくことはできない。ゆえに「土台」と不適合を起こした「上部構造」が、個別観念の自己存続を求める最適化行動の結果、個々人の感性と対立しつつ居座り続けることになってしまう。

しかし「上部構造」の「土台」からのギャップが拡大していくと、結局はどこかで既存の「上部構造」がくつがえり、もっと「土台」に適合したものに置き換えられることになる。それが何によってもたらされるか。突然変異である。つまりここに、梅本の示唆した自由、すなわち、感性的状況を反映した個別観念を作り出し、それを世の中に広げる自由が必要となる。これが「自由」なのは個人の偶然的事情に依存しているからだ。そうであるならばこの新観念創造の契機は、科学的洞察によるのであれ天の啓示であれ、何でも構わないのであるし、それゆえ、その新観念が本当に人々の感性的条件に合致して広まっていくかどうかはアプリアリには何の保証もないということになる。

しかし、その新個別観念が既存の「上部構造」よりも「土台」に適合しているならば、「土台」と「上部構造」とのギャップが拡大するにつれて、それはマイナーな位置にであれ広まっていくだろう。そうしてこの動きが引き続くならば、やがてある時点でその新観念が急速に「上部構造」におけるメジャーな位置にまで広がり、旧来の「上部構造」を構成していた諸観念が一挙に衰退する。このとき、多くの場合、旧来の「上部構造」を人々に強制するための暴力装置が、実力で無効化されることになる。

最も極端な、先の独裁政府の例で言うと、やがて経済破綻が著しくなっていくと、他者もまた政府打倒を望んでいるのではないかという予想を持った新個別観念が現われる。そして、結果として現政府打倒と

いうこの新個別観念が広く人々の間に行き渡ることが確信されるならば、たとえこの身が減びても、その新個別観念に基づいた行動に乗り出す者が現われる。こんな確信は、各自の主観に依存しているので、何の保証もない。まさに梅本の指摘した根源的不安の成り立つ点である。だから最初にこの不安を乗り越えて行動に乗り出す者は、主観確率予想の点でかなりの変人である。だがこの予想が当たっていたならば、この行動の結果、たとえ直接には失敗に終わっても、政府打倒の新観念を抱く人が広がり、やはりみな政府打倒を望んでいるのかもしれない、現政府はそれほどもたないかもしれない、という予想の主観確率が一般に引き上げられるだろう。そうすると、自分の死が無駄にならないという確信を抱く人が前よりも増え、前よりも多くの人々が実際に行動に乗り出すだろう。こうした相乗作用が累積していくと、どこかの時点で雪崩的に人々が政府打倒に立ち上がり、さしもの独裁政府も実際に崩壊することになる。

かくして私達は現代進化論の論点を応用することにより、大衆がもはや唯物的でなく観念的になった時代においても成り立つような、唯物史観の疎外論的解釈を構築することができた。ここにおいて客観必然性と個人の主体性を結ぶ鍵となっているのは新観念創造の自由である。

プレハーノフ＝レーニンの図式では、社会の発展方向は科学的洞察力を持ったものには予測可能で、人間の自由はそれを受け入れる者にのみ存する。そしてその実在論的立場のゆえに、洞察された社会の発展方向の正しさは、人々がそれを進んで受け入れるかどうかにはかわらないことになる。それに対して、進化論的唯物史観では、どのような新観念が「土台」の発展方向に合わせたものであるかは、事前的には原理的にわからないということになる。よってこれはあげて個人の自由な創意に任せられることになる。そしてそれらの諸新観念のうちどれが社会発展の方向にかなったものであるかは、人々の感性的条件に合致して受け入れられることによって、事後的にはじめて明らかになる。

だから、「上部構造」がまだ生命力を持っているうちからそれに対する被抑圧者のたたかいが成され、様々な方向性を持った反体制的諸観念が社会のマイナーな位置に広がっていた方が、そういった異論の潮流が全くなかった場合と比べ、「土台」の変化に際してスムーズに「上部構造」を取り替えることができるのである。それはちょうどある特定の種が繁栄しすぎた生態系が外的環境の変化にもろいことと同じである。よってこの場合、人間の主体的自由意思に基づく解放を求める倫理的価値観が、「土台」に応じた「上部構造」形成の必然法則の、実現の不可欠の条件になる。俗流唯物史観解釈のように、両者の中途半端な妥協と折衷に答があるのではなく、前者の徹底が後者の実現を促進し、強化するのである。

また、進化論的唯物史観は、現に社会には様々な多様な価値観があったし、それを十分に保証する社会が望ましい社会であることを認める。この点で真理の唯一性を唱える旧唯物史観とは区別される。しかし、この価値観の多様性の重視は、相対主義者がいうようにそれらの共存自体が目的だからなのではなく、「土台」の将来の変化に合わせた適切な「上部構造」が現時点ではわからないために、その候補を常に十分に維持しておく必要があるからなのである。

V 進化論的唯物史観成立の時代背景

「土台」発展の方向を正しく見定めた方針ならば、たとえ現在マイナーな支持しか受けていなくても、やがては人々にメジャーに受け入れられるだろうというのが進化論的唯物史観の立場になるが、とはいえこの過程に長い時間がかかるのならば、実践的にはプレハーノフ＝レーニン流の唯物史観理解の場合と全く変わらないことになる。そうであるならば、「本当に正しいかどうかかわからないけれど遠い未来には正

しいか間違っていたかが明らかになる。その日まで自分を信じてがんばれ」というよりは、「人が何を言おうがこれが正しいのだから、これに基づいてがんばれ」という方が「がんばりがいい」がある。よって、人々が様々な階層、部門、部署、民族などに分かれて別々の利害を持っていた重工業時代においては、ブレハーノフ＝レーニン流の唯物史観理解（以下、「旧唯物史観」と呼ぶ）の方が、運動上は現実妥当性を持っていたということになる。人々が19世紀のように均質でもなく、情報交流も制約されているならば、労働者の普遍的利害を反映した理論が自発的に広がるには絶望的な努力と時間が必要になるからである。

これに対して、筆者が進化論的唯物史観を提起したのは、現在、唯物史観のこのような理解を妥当にする物質的条件が作られていると考えているからである。

それは筆者が何度も繰り返し述べているので、本稿では簡単に触れるだけにするが、現代資本主義の発展方向が、従来の独占資本主義・国家独占資本主義の段階とは本質的に異なる段階への移行をもたらしているということにある。すなわち、1980年代に進行したいわゆるME化とそれによる国際化の結果、筆者が「世界的自由競争資本主義」と呼ぶ新しい資本主義が作り出されたのである。この資本主義によって、従来の国ごとの労働者の分立は崩され、旧来の熟練も不要になり、労働者は旧階層や部門や部署や民族に関わらない全般的な競争に巻き込まれている。小農民も小経営も激化する競争の中で没落をはじめている。すなわち、19世紀半ばにマルクスやエンゲルスが目にしたことが、現在全世界を舞台にして再現されているのである。

ただしマルクスのオリジナルな論点に従うのなら、私達は現在進行する資本主義発展が引き起こす世界の普遍化を肯定し、小経営・小農民・熟練労働者の没落や民族性の喪失を引き受けなければならない。こうしてこそはじめて、マルクスの時代と同様の均質普遍的単純プロレタリアートが世界中に作り出され、このような大衆を前提してはじめて、マルクスのすべての立論が成り立つのだから。こうした点が、彼の科学主義の中に弱者解放思想と対立する側面を残したのだった。私達もそうすべきなのだろうか。

たしかに、現代資本主義のもたらす世界の普遍化の傾向に対して、民族・階層・部署等の特殊性の防衛という形で抵抗することは、決して成功しない。だが現代資本主義がもたらした物質的条件は、19世紀と同じではない。すでに資本主義は自らの利益のために、発達したME機器を基盤に、企業間ネットワークと注文生産を発展させているが、これは、商品生産経済の根本を突き崩す人間関係システムをはらんでいる。筆者がすでに何度も主張していることは、これを労働者大衆の側が主体的に利用し、世界の普遍化を、資本による疎外としてでなく、個々人の事情を尊重しながら合意によって成し遂げていくことである。具体的には、労働運動の世界的共闘、消費生協、医療生協、自主福祉団体、労働者自主管理企業などのネットワークを拡大し、市場によるのではなく権力によるのでもない生産・流通・消費関係を下から発展させていくことが展望される。こうした社会システムを指すのに、最近になって「非営利・協同セクター」という言葉が定着したが、筆者は、この非営利・協同セクターのネットワークが、進化論的唯物史観を妥当ならしめる基盤となるものと考えている。その理由は以下の通りである。

なるほど19世紀と違って人々はさしあたり何らかの特殊な属性を帯びているかもしれないけれども、彼等はネットワークを通じて直接の情報交流でつながりあい、他者の様々な特殊諸属性をわがものとして理解することによって生活を作っている。よって、ここにおける各人は、どの特定の集団にも埋没していないという意味で個人として自立しながら、なおかつ、ネットワークの拡大につれてますます多様な他者の諸属性を身につけて、わが身自身が普遍化していく。マルクスが当時のプロレタリアート形成に見い出

したものを「喪失による普遍化」とするならば、ここで展望されるのは「獲得による普遍化」である。

これまでのように個々人が何らかの特殊な集団に各々埋没していたならば、各自の前にはその集団の特殊観念(伝統、因習、方針、社風、規則etc.)が圧倒的環境として現われるので、各個別観念はそれを受け入れて周囲と同様のものにならざるを得ない。それに対して、非営利・協同ネットワークにおいては、各個別観念は様々に異なる特殊観念の影響を受けて形成される。ちょうど両性の交配から新しい組み合わせの遺伝子ができることを、もっと著しくしたようなものである。だから全く新しい、しかもひとりよがりでない個別観念が創造されやすい。そしてそれが真に社会の感性的条件にかなない、人々の間に広まるかどうかは、直接の開放的な情報交流であるネットワークを通じて比較的容易に確かめられることになる。

もちろん、いかなるネットワークと言えども、さしあたっては社会的依存関係をすべて覆い尽くしているわけではない。だから、どの観念が「土台」に最も適合しているかの最終決着がここで簡単につくわけではない。しかし、十分な情報交流を経て、現状のネットワークの範囲に比して極一部にしか広がらなかったならば、その観念は「土台」に普遍的に適合してはいないのだということがすぐ確定するのだし、現状のネットワークの範囲で可能な最大限の人々にまで広がったならば、真に最適であるかはともかく、とりあえず現状のところはその観念は「上部構造」の一環を担うのに妥当であると満足することができる。以上が、今日の条件下で進化論的唯物史観が妥当性を持つとする根拠である。

VI 非営利・協同ネットワークの世界史的意義

さて、非営利・協同ネットワークの中で遂行される生産関係は、原理的には商品生産関係と階級関係を克服することを目指すもので、マルクスの意味での共産主義的關係を、資本制的上部構造の支配下で下から実現していくことにほかならない。このネットワークの拡大の極限として、マルクスの言う市場も国家もない共産社会が展望されるのである。もちろん、非営利・協同ネットワークの拡大につれてやがて資本制の「上部構造」との矛盾が大きくなり、やがて人々がこれを打ち倒して、非営利・協同ネットワークの十分な展開にふさわしい新しい「上部構造」を、世界的にも部分的にも作り上げる出来事は起こるだろう。しかしそれは、「土台」の中における、資本制経済から非営利・協同ネットワークへの日常的変革が、十分進行した後のことであって、前ではない。

唯物史観によれば、どんな「正統」解釈の基本教科書でも、新しい社会は古い社会の母体の中で育ってきて、それが十分育った後で、古い母体を破り捨てて権力を握る。封建制を倒して近代を作ったのは農奴ではない。農民のなかからうまれたブルジョワジーが、封建経済とは違う新しいブルジョワ経済を封建勢力の支配下で下から発展させていって、やがてそれが十分成熟した後で、封建勢力の支配を破り捨てたのだった。古代社会を倒して中世を作ったのは奴隷ではない。ローマ帝国の被支配者から生まれた土着の地主が、解放奴隷を囲い込んで新しい経済を始め、それが十分成熟した後でローマ帝国は崩壊したのだった。あるいは京都の貴族の支配下で農民から土着の地主たる武士が生まれて、彼等が新しい経済を下から発展させていって、それが十分育った後で、貴族の支配に反乱を起こして自前の政権を作り上げたのだった。

ところがマルクスの図式では資本制から共産制への変革だけがこうなっていない。資本制を構成する一方の当事者たる労働者階級が、まだ共産制が存在していないところで政権を握り、その後で資本制経済を共産制に変革していくことになっている。「上部構造」が「土台」を変革する。

こんなことになるのにはちゃんと理由があることは、すでに述べた。プロレタリアートは奴隷や農奴と

違い、自己自身が普遍的であるはじめての大衆である。だから彼等にはじめて共産社会は展開できるのであり、資本制の発展は共産社会自体は作らなかったにせよ、共産社会実現の条件は「土台」の中に立派に作り上げたのだから、「土台」が「上部構造」を変える図式は失われていない。マルクスの図式で政治革命が先行することになったのは、19世紀のプロレタリアートが条件としては共産制にふさわしい普遍性を持っていたとしても、それはパチンコ玉のような単純均質な存在という意味だから、現実には商品生産の中でばらされていて、共産主義的つながりあいは後から作らなければならないからである。

それに対して、非営利・協同ネットワークの中で活動する人々は、完全に普遍的になり切っていない普遍化途上の存在であるにしても、その普遍的側面は、実際に直接の人間関係で生活を生産することによって作られている。だからこの場合は、マルクスの展望とは違い、「土台」の変革を先行させることが可能になる。これまでのすべての社会変革と同じになるのである。

かくして、かつて封建制のもと、中世末期のプロト工業化と言われる技術革新の結果、ブルジョワ階級が出現し、商品生産経済を始めて封建制の「土台」を浸食していき、それが今日世界を支配する資本主義社会へとつながっていったように、今日、ME化の結果、非営利・協同ネットワークで活動する人々が出現し、市場でもなく階級でもない経済を始めて資本制の「土台」を浸食していき、それが未来の世界を支配する共産社会へとつながっていくことが展望されるのである。

VII 下からの社会主義化における進化論的唯物史観の役割

しかし、協同組合で社会変革を企てた試みは、資本主義と同じくらい昔から数限りなくあったが、たいていは失敗に終わっている。労働者自主管理企業にせよ消費生協にせよ、資本主義的競争の真ただ中でやっている限り、その競争に伍していこうとすれば資本主義的変質は免れ得ないからである。それがここに来て急に労働者自主管理協同組合などが発展を始め、多くの研究者の注目を集めるようになっていには、もちろん、ME化という物質的条件がある。だとしても、資本主義的変質の鉄の傾向がこれによって完全に克服できるわけではない。いったい、私達はこの傾向を克服して、いつの日か非営利・協同ネットワークがメジャーな社会システムとなるまで、これを発展させていくことができるのだろうか。

筆者は、進化論的唯物史観がこの問題を解決する役割を果たすと考えている。

これは二面について言える。まず、非営利・協同ネットワークのネットワークそのものの組織の仕方について、進化論研究の成果が有益な示唆を与える。

進化的に安定な均衡は、一定の与件に対して複数存在し得、そのどれが現実には選ばれるかは初期状態に依存する。ここから、均衡的制度の相対主義的な理解をする論調があるが、それは全く違う。それら複数ある均衡は、与件に対する適合度に関して、一般に優劣がつけられるのである。例えばよく引き合いに出されるビデオのVHSとベータの例を考えて見よう。この場合、ベータの方が技術的に優れているにもかかわらず、初期条件がVHSの方がシェアが大きかったために、累積的なフィードバックの結果VHSが市場を独占することになった。ところがこの現実の均衡よりも、ベータが市場を独占する均衡の方が技術的・心理的与件に対する適合度が高いのは明白である。カナのキーボード配列についても、新JISに統一される方が便利なのは明白なのだが、現実には筆者も含め旧JISを使う者が圧倒的であり、これを変えることができない。このようなことはそれ自体望ましいことではない。

しかも、均衡Aを均衡Bよりも優位にさせている与件があるとして、その与件がますます深化する傾向

があったとしよう。最初から均衡Aが実現されているならば、与件の変化に合わせて、均衡は漸進的に変化していくだけである。ところが初期条件のために均衡Bが実現されているならば、与件の深化が進むと、やがてどこかで均衡が消失し、突然、均衡Aにジャンプするということが起こる。このような回り道はコストが大きい。

この、均衡の初期値依存性ということを直観的に知っているがゆえに、古今東西の党派闘争は陰謀と暴力沙汰で彩られていたのである。労働組合でも生協でも、たまたま一旦執行部を握った党派は、以後永遠にその組織におけるヘゲモニーをとり続けることができるのが通例である。だとすると、暴力であれどんな汚い手であれ、ともかく決定的な機会に強引に行動したものが勝ちということになる。これが許されるならば、どろどろな党派闘争の末、「上台」に対して最適でないシステムがとられ、しかも長期的にはそれも「上台」との不適合が大きくなって崩れてしまうということが起こりうる。これは私達にとってずいぶん犠牲の大きいことである。

よって、なるべく「上台」に対して最適な制度を選ぶことのできるようなメタ制度を作らなければならない。そのためには、現在多数を占めるものがそれがゆえに有利にならないよう、また、暴力や小手先の戦術が有効にならないよう、人々の間の情報交流を拡大し、すべての人に新観念創造の自由を保証し、そうやって創造された個別観念がすべて対等の立場で人々に問われるようにしなければならない。非営利・協同ネットワークは、元来、対等な個人間の直接の開放的情報交流のための組織である。したがってこのネットワークがその真に民主的な性格を形骸化させず、今述べた点で充実させていくなれば、それは進化論からの教訓を踏まえた理想的な社会システムを私達に与えることになるだろう。情報通信手段の目下の著しい発達、その物質的条件となる。

二面目は、非営利・協同ネットワークで活動する個人の主体的生き様に与える進化論的唯物史観の影響である。

前述したように、個別観念は自己の複製をなるべく高い確率で存続させることを目的にする。自分の感性的状況に合致した自己観念が、広い人々に伝わり、それが「上部構造」の中の不動の一部として連綿と残されるであろうことを実感しているとき、人は人生の充実感を感じるのだろう。偉大な宗教家達が唱えた「魂の救済」も、合理的に解釈するならば、地上世界の人々の頭中に永遠に共有されていくであろう部分の観念に、自己の個別観念が評価され、その一環に付け加わることを意味しているのだろう。

かつて旧唯物史観を信奉した多くの人々が、なぜ精力的に社会主義運動をたたかえたのか。前衛党の言うことを聞いていれば、いわば「魂が救われる」からである。前衛党の示す社会発展の必然法則が正しいならば、その方針にしたがって努力すると、やがて本当に共産社会が実現されたとき、自分の個別観念も加わってできた「上部構造」が、自分の肉体の死後もすべての人々の頭中に永遠に引き継がれ、人々を満足させ続けることになるからである。梅本克己は、なぜ共産主義革命のために命を投げ出すことができるのかという問いを立てたが、最後に行き着いた答はこのようなものだったと解釈できる。この答は、「必然法則」のために人命を犠牲にすることを正当化する危険性を持っているが、実際このように感じて過去、労働者の解放のために自ら命を投げ出した幾多の革命家の業績は、高く評価していかなければならない。

こう考えると、旧唯物史観が信用されなくなった状況で、社会運動全体を覆う惨状も理解できる。「魂が救われ」ないなら誰が自己犠牲的に努力するか。権力への追従も目先の利益の追求も当然の結果である。真面目な若者が新興宗教や民族主義に走るのも当然である。そっちの方が自己観念を残せそうな気がする。

このような状況の中ではいくら非営利・協同セクターと言っても、しょせん、一部の者の私利追求の道具となるか、ナショナリズムにからめとられてしまうかに終わるだろう。そこで、これらのネットワークで活動する人々が今一度唯物史観への信頼を取り戻し、自分達のやっていることが次の社会を作る壮大な偉業の一環なのだという自覚を持てるようにしなければならない。ただし今度は進化論的解釈によって。

だがその場合には、もはや旧唯物史観のように、必然性を正しく洞察してくれる存在という意味での前衛党はいない。これに従えば必ず「魂が救われる」というものがない。各自は自分の日常の生活点の中から、自己の個別観念を自分で作り出すしかない。マルクス経済学者はその手助けができるだけで、則るべき青写真など示してはくれない。だから、自己の作り出した個別観念が、本当に人々に受け入れられて将来にわたって存続していけるかどうか、未来の「上部構造」の一環を成せるかどうか、事前的にはわからない。つまり、「魂が救われる」かどうかわからない。

この根源的不安をどう克服するのか。やってみて確認するしかない。非営利・協同ネットワークの中で、まず自分の周囲から、自己の信じる個別観念に基づいて人間関係を作ってみることである。かつては、レーニン主義にせよ「社会民主主義」にせよ(マルクス自身も)、まず政権を握ってからすべてが始まることになっていた。だから、政権を握る前の運動と言え、目下の悪政の非を打ち鳴らしておればよく、自分の手では何もする必要がなかった。しかしこれからはそうではない。消費者にとって望ましい消費財の生産も、あるべき医療、福祉、教育の実現も、働く者が生き生きと参加できる搾取のない経営も、非営利・協同ネットワークの中で、政権をとる以前にやってみることができる。

旧唯物史観の時代には、人々の主観を超越した正しい方針の名のもとに、社会主義者が周囲の人々を傷つけるような方針を平然と押し付けるといことが、大小様々のレベルでよく見られた。しかし進化論的唯物史観を自覚した社会主義者にとっては、自分の考え出した方針のせいで周囲の人々が傷ついたならば、それは自分の個別観念が間違っていたことの確証になるのである。その場合は、原則レベルか戦術レベルかはともかく、個別観念が作り直されなければならない。

他方、相対主義者は、ある方針がある特定の集団に抑圧なく受け入れられている状態に満足して、それをその外に広げていくことは求めなかった。その結果は運動の孤立や消滅、集団エゴへの墮落、拝金や権力追従だった。進化論的唯物史観を自覚した者にとっては、自己の個別観念は、あくまでより広く人々に受け入れられることを目指す。したがってある集団でうまくいって人々に受け入れられてもそれで満足せず、さらにそれを部門や民族を超えて広げていかなければならない。

こうした過程を通じて、どんなにささやかなものであれ、自己の信じる方策に基づいて周囲の人々の生活がうまく作られてそれが受け入れられ、さらにそれが様々な人々に広がっていったならば、当面のところは自己の個別観念の普遍的存続を信じることができる。作の根源的不安はこうして克服するしかない。そして、自分が貢献したネットワークの中で、資本主義との矛盾に抗いながらも、様々な人々が生き生きとその活動に参加し、その便益を享受し、そしてそうしたつながりが拡大しているのをいまわの際で目にしたならば、やがてそれらが世界を覆って資本主義的関係を食いつくし、でき上がった理想の共産社会の「上部構造」の中に自分の作った個別観念が永遠に生き続けることを確信して、死んでいくことができるのである。労働組合や協同組合などの中で行われる、時と場所によっては英雄的だが、しかしいては一見ちまちました日常的活動に、誇りと自信を持つこと。これが進化論的唯物史観が教える態度である。それが新しい社会体制の創造へつながるのだ。

社会ダーウィン主義における進化論と社会民主主義

愛知大学

保住敏彦

この報告においては、まず、19世紀後葉から20世紀初頭のヨーロッパ社会において、ダーウィン主義と社会ダーウィン主義の流行が当時の思潮に及ぼした影響を明らかにし、ついで、ドイツ社会民主党におけるダーウィン主義と社会主義（マルクス主義）との理論的關係に関する論争を検討する。さいごに、現代の状況から振り返って、社会ダーウィン主義と社会民主主義における進化思想の意義と限界について論じる。

(1) 19世紀・20世紀の社会と思潮、および社会ダーウィン主義の位置

この報告において、ダーウィン主義というのは、生物の諸個体の生存競争による最適者の生存が種の進化をもたらした（自然淘汰）とするダーウィン(Charles Robert Darwin, 1809-82)の進化論のことであり、社会ダーウィン主義というのはこれを社会現象に適用した社会進化論のことである。

19世紀後葉から20世紀初頭のヨーロッパの社会経済情勢の特徴は、科学技術の革新にともなう工業生産力の飛躍的發展、資本の集中と独占的資本組織の成立、労働者階層の増大と労働運動や社会主義運動の進展などである。国際的には、イギリス、フランス以外に、ドイツ、イタリアなどの国民国家が成立し、オーストリア＝ハンガリー帝国とロシア帝国も第1次大戦の後には、幾つかの民族国家に解体され、こうして諸民族国家の間の抗争が顕著にみられるようになる。また、先進工業国は保護関税政策、資本輸出、植民地政策などの帝国主義政策を採用して経済的権益を確保しようとするので、諸工業国間に帝国主義的対立が生じる。他方、各国の国内の社会情勢をみれば、産業近代化にともなう社会問題の発生とそれをめぐる階級闘争の発生が見られ、また資本のがわからの社会政策の展開がみられた。

この時期に思想状況はどうだったのか。19世紀には生産力発展と結びついて自然科学や技術が發展する一方で、フランスではコント(August Comte, 1789-1857)の実証主義的社会学が流行し、イギリスでは、物理、心理、社会、倫理などのすべての現象を進化論的方法で論じるスペンサー(Herbert Spencer, 1820-1903)の見解が、1870年代以来流行し、進化論という観念を普及させた。ドイツでは19世紀後葉には、歴史学派経済学が講壇において影響力をもち、社会政策学会を通じてかれらの提案する社会政策が政府により採用された。また、マルクスの唯物史観と社会主義思想は、ドイツを中心に、知識人や労働者階層のなかに影響を及ぼすにいたる。これらの思想は、いずれも歴史的な發展という観念をもち、歴史現象の相対的な評価という特徴をもつ。

トレルチ(Ernst Troeltsch, 1865-1923)によれば、18世紀が個人主義を特徴としていたのに対して、19世紀は「社会的結合と大衆の集団化」を特徴とする文化にかかわったのであり、このため、社会思想も集団と集団、階級と階級、民族と民族などの関係をテーマとするものになったという。18世紀までの啓蒙主義思想は、人間と社会に関して自然的秩序（自然法）というものを想定し、そこから現実の人間と社会を批判した。つまり、理念としての自然状態と現実の社会制度や人間の在り方との対立という、二元的な構造になっている。人間の理性の發展につれてより合理的な社会へ發展するという意味での歴史はあったが、現実の社会そのものがその内的な因果関係によって進化するというような観念は少なかった。また、啓蒙主義の社会観は、アトムとしての個人から

なる、いわば機械をモデルとした体系であった。これに比べると、19世紀の社会思想は、歴史学派の学説やスペンサーの社会進化論に見られるように、生物(有機体)をモデルとした社会観をとることが多く、社会の歴史的な発展ないしは進化というヴィジョンをとる。このため、19世紀に残存する啓蒙主義も、その体系から目的論を排除するにいたるのであり、また、進歩の信仰も個人の理性によってではなく、発展と適応の法則によって基礎づけようとするにいたるのである。

19世紀後葉から20世紀初頭にかけての社会と思潮の変化のなかで、ダーウィンの進化論がブルジョワ思想に及ぼした影響は、大きかった。生物が環境への適応をめぐる競争し、環境に適した個体が最適者として生き残り、それが種の進化をもたらすというダーウィンの進化論は、スペンサーの社会進化論とともに、諸個人、諸集団、諸民族などの抗争が、環境への適応をめぐる諸主体の競争の現れであり、この競争の結果として、社会の進化がなされるという観念を生み出した。では、この社会ダーウィン主義は、当時の帝国主義政策や帝国主義のイデオロギーにたいして、どのような影響を及ぼしたのだろうか。

(2) 社会ダーウィン主義の帝国主義、民族主義に及ぼした影響

H. W. コッホ(H. W. Koch, 1944-) は、「社会ダーウィン主義は、階級、民族、人種であれ、経済的利害団体であれ、何らかの利害のために、無慈悲で非妥協的な闘争を説くすべての人々の、効果的な道具になったのだ」と述べている。そうしたものとして社会ダーウィン主義は、帝国主義を精神的に支持するイデオロギーの機能を果たしたのであり、また、後には、ナチスの人種理論に取り込まれたのである。

H. W. コッホによれば、社会ダーウィン主義は、スペンサーの社会哲学とダーウィンの生物学との総合から成立した。それは生物界における生存競争と自然淘汰による最適者の生存という原理を、人間社会に適用して、人間社会における諸社会集団間の闘争を、また、諸個人間の闘争を肯定するイデオロギーを作り上げた。ところで、社会ダーウィン主義による社会解釈には、保守主義的なタイプのものと、改良主義的なタイプのものとのふたつがあり、両者の間では、人間がその自由意志により環境世界を漸次変革できるかどうかという問題をめぐって、論争がなされたという。社会ダーウィン主義は、膨張主義的な帝国主義のイデオロギーにもなり、また、社会批判的、社会改良的な見解とも結びつくのである。そして、イギリスでは前者の傾向が強く、アメリカでは後者の傾向が強かったという。

イギリスの著名な社会ダーウィン主義者としては、前述のスペンサー以外に、ベンジャミン・キッド(Benjamin Kid, 1858-1916)、カール・ピアソン(Karl Pearson, 1857-1936)がおり、ドイツ、オーストリアにはルートヴィッヒ・グンプロヴィッツ(Ludwig Gumplowicz, 1838-1909)、グスタフ・ラッツェンホーファー(Gustav Ratzenhofer, 1842-1904)、ヒューストン・ステュアート・チェンバリン(Houston Stuart Chamberlain, 1855-1927)などがいる。スペンサーはまだ自由主義と個人主義とを信じていたが、ピアソンやチェンバリンは帝国主義を社会ダーウィン主義でもって根拠づけたことで有名である。

イギリスやドイツでは、社会ダーウィン主義は、帝国主義、戦争の賛美、人種主義などに結びつく傾向が強かった。まず、帝国主義との結びつきだが、帝国主義は利害集団によってだけでなく、民族がその推進勢力に組み込まれるので、優秀な民族による劣等な民族に対する支配の権利という主張がなされるようになり、そのために社会ダーウィン主義の理論が利用されるようになる。たとえば、T. H. ハックスレー(Thomas h. Huxley, 1825-1895) は、「帝国主義的立場からは、より大きく強い民族が、より弱小な民族を排除したり吸収したりする権利をもっているという結論にたった」という。

また、B. キッドは、『社会進化論』(1894)のなかで、「イギリスの侵略と大英帝国の存続と拡大を正当化するような、倫理的、宗教的、社会的論拠を述べたとき、普遍的文明の利害のもとに書いていると確信していた」という。また、19世紀末には、ボーア戦争に際して、イギリスが人種理論にもとづいて戦争の正当性を主張したように、すでに社会ダーウィン主義による帝国主義の合理化が見られたという。さらに、1900年代の英・独の戦艦建造をめぐる競争においては、英・独両国のいずれにおいても、同様に、社会ダーウィン主義的なアジテーションがなされたという。

また、イギリスの戦争文学者たちの作品のなかでは、戦争の賛美と社会ダーウィン主義的な見解とが結びつけられていた。同じことは、1880年から1914年の頃のドイツの通俗的な新聞・雑誌のなかに見られるという。さらに、社会ダーウィン主義と人種主義との結びつきは、ヒルファディングの指摘するように帝国主義イデオロギーの中にすでに現れていたが、ナチズムにおいてもっとも極端なかたちであらわた。アーリア民族によるユダヤ民族の絶滅（「ユダヤ人問題の最終解決」）を正当化する論拠は、社会ダーウィン主義によって与えられたのである。では、19世紀のいまひとつの有力な社会思想であったマルクス主義やその影響下に成立した社会民主主義においては、社会ダーウィン主義はどのように評価されていたのだろうか。

(3) マルクス、エンゲルスのダーウィン主義観

その「序文」においてマルクス(Heinrich Karl Marx, 1818-83)が唯物史観を定式化した『経済学批判』(Zur Kritik der politischen Oekonomie, 1859年)は、奇しくも、ダーウィンの主著『種の起源』(The Origin of Species, 1859)と同じ年に刊行されている。マルクスの唯物史観の表明は、その10年以上以前に、『ドイツ・イデオロギー』(Die deutsche Ideologie, 1846)のフォイエルバッハに関する章にみられるので、マルクス主義とダーウィン主義とはそれぞれ別個に形成されたと考えられる。

マルクスのダーウィン主義にたいする評価は、アンビヴァレントなものであり、一方では、それが生物界に関する科学的真理であるとみるが、他方では、それがイギリスの競争社会を反映したブルジョワ・イデオロギーであると見ていた。たとえば、マルクスは、1861年1月16日づけのラサール宛の手紙のなかで「あらゆる欠陥にもかかわらず、ここで(ダーウィンの著作のなかで諷刺引用者)初めて、自然科学のなかの『目的論』が、致命的な打撃をうけただけでなく、その合理的な意義も経験的に分析されたのだ」と述べ、ダーウィンの学説の自然科学上の功績を認めている。しかし、マルクスはまた、1862年6月18日づけのエンゲルス宛の手紙のなかで、「ダーウィンは動物や植物のなかに、分業、競争、新市場の開発、発明およびマルサスの『生存闘争』などをともなう、イギリス社会を認めている」と述べ、ダーウィン主義が、イギリス社会の特徴を生物界にも認める、きわめてイデオロギー的な理論だとみていたのである。

エンゲルス(Friedrich Engels, 1821-96)とマルクスとの見解の相違は、近年注目されている。エンゲルスはより客観的な社会の発展法則を強調し、科学的社会主義という言葉を生布させたのに対して、マルクスはより哲学的であり、理論上プロレタリアート主体の実践を重視したと考えられる。このように、マルクスに比べて、エンゲルスがより科学を重視する立場にあったことは明らかであるが、だからといってかれが社会ダーウィン主義者だったと評価することはできない。たとえばエンゲルスは1875年11月12(-17)日づけのラブロフ宛の手紙のなかで、「人類社会と動物社会との本質的差異は、動物はせいぜい拾集するだけなのに、人間は生産する、ということです。このただひとつの、とはいえ重大な差異だけからみても、動物社会の法則をそのまま人類社会にうつすことは不可能です」と述べ、ホッブズやマルサスの理論を生物界に移しかえたダーウィン学説の限界を指摘している。

しかし、エンゲルスはマルクスよりは、ダーウィンの進化論とマルクス主義の階級闘争論とを統合しようと努力したと思われる。というのも、エンゲルスのマルクス主義解釈におけるきわめて実証科学的な傾向や、政治思想における漸進主義などに、ダーウィン主義の影響が認められるからである。ちなみに、エンゲルスは1883年マルクスの死去に際して、ハイゲート墓地での葬送の辞のなかで、「ダーウィンが生物界における進化の法則を発見したように、マルクスは人類史における進化の法則を発見した」と述べ、マルクスとダーウィンとの間に類似性があるとみなす見解を表明したのであった。エンゲルスのこうした科学主義的な傾向は、晩年になるほど強まったように思われる。

マルクスの女婿エドワード・アーヴェリング (Edward B. Avinger, 1849-1898) は、ドイツ社会民主党の理論機関誌『ディ・ノイエ・ツァイト』に掲載された論文「チャールズ・ダーウィンとカール・マルクス」(“Charles Darwin und Karl Marx. Eine Parallele” in; Die Neue Zeit, 15-2, 1897)において、ダーウィン主義とマルクス主義とが矛盾しておらず、むしろ前者は後者を基礎づけていると評価している。ダーウィン主義に関する多くの論文を収録した同誌における、この最初期の論文のなかで、アーヴェリングはこう述べている。「わたしには、社会主義は歴史的発展過程の論理的帰結であると思われるし、わたしはダーウィンの学説を社会主義の最強の科学的支柱とみなしているのである。ちなみに、マルクスは全ての読者のなかでももっとも熱心でもっとも多面的な者として、ダーウィンの全著作を根本的に熟知していたのである」(S. 742-3) と。

当時、ダーウィン主義者の多くの支持者たちは、ダーウィン主義と社会主義とは対立していると思っていた。とういのも、社会主義は、ダーウィン主義の基本的観念である生存競争と自然淘汰に反する見解だと見られていたからである。ところが、アーヴェリングはダーウィン主義は社会主義を科学的に基礎付けているとみている。この見解は、ドイツ社会民主党の理論家たちに影響を及ぼし、かれらの多くは、ダーウィン主義とマルクス主義とを矛盾しないもの、あるいは互いにあい補うものと見たのである。19世紀後葉から20世紀初頭におけるダーウィン主義の流行、自然科学、社会科学をとわず実証主義的な学風の流行のなかで、マルクス主義をもまたひとつの科学的な学説ととらえる傾向が強まったのである。

(4) 社会ダーウィン主義による社会主義批判

ダーウィンが生物進化つまり種の変化にきずくにいたったのは、ビーグル号航海によって得られた鳥類の標本の調査結果によるといわれる。しかし、どのような原因によって種が進化するのかという問題については、ダーウィンはマルサス (Thomas R. Malthus, 1766-1834) の『人口論』(1798)を読むことによって、そこで述べられた生存競争論から自然淘汰論を思いついたという。このように、ダーウィンの進化論は社会理論と結びつく地盤があった。だが、進化論を社会に適用したひとは、当初、社会主義を批判するために、それを利用しようとした。かれらは社会主義が諸個人間の、あるいは集団間の生存競争を否定することによって、社会進化のもっとも重要な要因を否定していると非難した。たとえば、スペンサーは自由放任の資本主義体制が進化の法則と合致しており、「競争を取り除いたり軽減させることですら自然に反する行為となりうる」と論じ、こうした見地から労働組合や社会主義思想あるいは政府の干渉などに反対した。

また、ドイツにおいても、ダーウィン主義の宣伝家であるエルンスト・ヘッケル (Ernst H. Haeckel, 1834-1919) は、「すでに1878年に、ダーウィン主義は『およそ社会主義的ではない』という立場に立っていた」と言われている。ヘッケルは、社会ダーウィン主義を「貴族主義」的なものだとして述べた。このようにイギリスでもドイツでも、ダーウィン主義の普及のなかで、ダーウィン主義を利用した社会主義批判がなされるようになったのである。

(5) ドイツ社会民主主義の社会ダーウィン主義観

ところで、こうした動向にたいして、社会主義者の側からは、ふたつの反応が見られた。

ひとつは、ベルンシュタイン(Eduard Bernstein, 1850-1932)やカール・ピアソンのように、ダーウィン進化論を積極的に社会主義思想のなかに取り入れ、進化論的な社会主義思をかたちづくろうとする傾向であり、いまひとつはドイツ社会民主党内の正統派マルクス主義の代表カウツキー(Karl J. Kautsky, 1854-1938)やベーベル(Ferdinand August Bebel, 1840-1913)のように、社会ダーウィン主義と社会主義とを明確に区別しようとする傾向である。

ベルンシュタインは、論文「社会主義の擁護者であるダーウィンの弟子」(“Ein Schueller Darwin's als Verteidiger des Sozialismus”, in; Die Neue Zeit, 9-1) のなかで、スペンサーの弟子のグラント・アレン(Grant Allen, 1848-1899) の見解を取り扱っている。ベルンシュタインによると、アレンはロンドンのフェビアン協会の集会において、『社会主義は自然淘汰の法則に介入するかぎりでは、科学と矛盾しているか』というテーマで講演をおこなった。アレンがそこで証明しようとしたのは、社会主義とダーウィン主義とが矛盾しないということであり、かれの言葉をかりれば、「社会主義は、・・・人間社会の形成に対する進化論的發展法則の、最後のまさしく必然的な成果として、生物界の現象の歴史において、正当な地位を得ている」(S. 172) ということである。かれの見解では、「資本主義と土地独占の制度」は自然淘汰の作用を制限し妨害するが、社会主義はそれらの制度を廃止することによって、自然淘汰の作用を発揮させるからである。つまり、社会主義社会においても、自然淘汰が働くことによって進歩がなされるというのである。ベルンシュタインは、このアレンの見解を批判していない。このことは、ベルンシュタインにとって、この見解が同意できる内容のものであったことを意味しているだろう。

ちなみに、ベルンシュタインの主著『社会主義の諸前提と社会民主主義の課題』(1899) には、かれの修正主義的な社会主義観が述べられているが、かれはその立場を「有機的進化主義(Organischer Evolutionalismus)」と特徴づけている。かれは社会主義が、資本主義の否定的な現象を伴う発展の末の崩壊の結果として生じるという、資本主義崩壊論を信じなかった。むしろ、資本主義の発展にともなう、社会的富の増大や科学の発展や「労働者階級自身の知的小および道徳的成熟の増大」によって、社会主義が漸次、実現してくると見ていた。資本主義から社会主義への自然成長を信じていたのである。

ピアソンは、論文「社会主義とダーウィン主義」(“Sozialismus und Darwinismus” in; Die Neue Zeit, 16-1) において、ダーウィン主義と社会主義との対立を強調していた、ベンジャミン・キッドの『社会進化論』を論評している。キッドの立場は「社会内部の生存闘争が社会の進化の根本条件であるという主張を・・・生物学的な真理としてうけいれる」(S. 715) ことにあったが、ピアソンの立場は、「ある社会内部の闘争の制限は、社会的熟練の増大をもたらすだろう」(S. 718) と、社会内部の生存闘争の制限と外部の社会との闘争を強調するものであった。ピアソンは、「社会主義者は、文明社会では、内部の生存闘争が重要な役割を演ずるという証拠は、提出できないという意見である」(S. 755) と述べ、集団内での諸個人の生存競争ではなく、集団と集団との間の闘争を重視したのである。しかし、センメル(Bernard Semmel)によると、このピアソンの見解は、「社会帝国主義にイデオロギー的基礎を提供した」のであり、それというのも、ピアソンはイギリスが世界的地位を維持するためには、必要とあれば、他の劣等民族を犠牲にしても、自国民の福利を図るべきだと主張したからである。

他方、社会主義とダーウィン主義との区別を強調するベーベルとカウツキーの場合はどうか。ベーベルは、論文「ダーウィン理論と社会主義」(“Die Darwinische Theorie und der Sozialismus” in; Die Neue Zeit, 17-1)のなかで、当時、流布していたヴォルトマン (Ludwig Woltmann, 1871-1907) の『ダーウィン理論と社会主義 蛄人社会の自然史に関する一論』(1899)を紹介しつつ、自己の見解を述べている。ベーベルはダーウィン主義と社会主義とを結びつけようとするヴォルトマンの努力に、概して共感しているが、しかし、ダーウィン主義者がダーウィン同様に社会問題に無知であること、ダーウィン主義者も科学的社會主義とその基礎にある史的唯物論を知らない場合には人間社会の發展法則を理解できないこと (S. 486-7) 等を指摘し、マルクス主義者がダーウィン主義を理解していないのではなく、ダーウィン主義者がマルクス主義を理解していないのだと主張したのである。

カウツキーは、論文「ダーウィン主義とマルクス主義」(“Darwinismus und Marxismus”, in; Die Neue Zeit, 13-1)において、イタリアのフェッリ教授の著書『社会主義と現代科学』を批評しつつ、ダーウィン主義とマルクス主義との関係について論じた。かれは両者の類似性について「ダーウィンとマルクスとの対比は目新しいことではない。両説の類似性は明白である。一方は他方とどのように、發展の鍵を闘争のなかに見いだした。つまり、ダーウィンは生存闘争のなかで、マルクスは階級闘争のなかで発見した」(S. 709)と述べている。しかし、カウツキーは、マルクス主義がダーウィン主義に基づいているというフェッリの主張、および進化法則という自然法則にもとづいて社会主義の必然性を根拠付けるとするフェッリの考えには反対している。

(5) 社会ダーウィン主義および社会民主主義の進化思想の意義と限界

これまで見てきたように、ダーウィン主義と社会主義との関係に関して、ダーウィン主義によって社会主義は理論的に否定されると見る立場と、ダーウィン主義によって社会主義は理論的に根拠づけられるとみる立場と、ダーウィン主義は生物界の進化を明らかにし、社会主義(マルクス主義)は人間社会の歴史的發展を明らかにすると両者を区別する立場の、三つがあった。第一の立場は、資本主義体制擁護の保守主義や人種差別の人種主義や少数民族抑圧の民族主義と結びつく。第二の立場からは、ベルンシュタインに見られるような進化論的社会主義が生じるが、これはしばしば自国社会内の競争を制限することによって、外国および他民族との競争を助長する社会帝国主義に転化する。第三の立場からは、進化と革命とを統合した理論が生み出される可能性はあったが、現実には、それはカウツキー理論にみられるような資本主義崩壊論(社会革命論)という客観主義的なものに止まった。ドイツ社会民主主義にみられた第二および第三の立場は、ともに社会ダーウィン主義からの社会主義への攻撃にたいする反応であった。しかし、ともに社会ダーウィン主義が帝国主義のイデオロギー的支柱になっていることにたいする明確な認識が欠けていた。また、第二および第三の立場は、資本主義から社会主義への自然成長(連続性)であるにせよ、資本主義の崩壊から社会主義への飛躍(非連続性)であるにせよ、いずれにせよ、社会の進化の法則を素朴に信じ、バラ色の未来社会の実現を予想する楽観主義的な進歩信仰という点では、共通していた。しかし、マルクス=レーニン主義という教条主義的な思想によって社会主義計画経済を実現したロシア革命と、それに続く東欧共産主義政権が瓦解し、計画経済から市場経済への復帰がなされている現状をみれば、そうした素朴な進歩信仰をもてなくなっているのが、現代社会の特徴なのではないのだろうか。社会ダーウィン主義であれ、社会民主主義であれ、進化思想というものへの懐疑が蔓延しているのが現代の思想的特徴であるとおもわれる。こういう思想状況にあって、いかにして人間と社会の進化について語れるか、あらためて問いなおす必要があるだろう。

進化経済学会報告

初期ニュートン主義と複雑性

広島大学経済学部

長尾伸一

進化という観点から社会をとらえようとする試みの歴史的起源は、19世紀に発展した、社会の有機的、生物学的アナロジーだといえるだろう。A.マーシャルやT.ヴェブレンを巻き込んだ19世紀の生物学的法則観は、18世紀の世界観を基礎付けた科学だと思われていた「ニュートン主義」的な物理学の機械論的世界像に対する批判を通じて成長したものだった。古典力学を範型としたワルラス的な数理経済学に対して、「進化経済学」が生物学を着想の出発点にもっているとすれば、それを構想する上で、「ニュートン主義」がどのようにとらえられ、実際にどのようなものだったかを回顧することにも、懐古趣味以上の意味があるだろう。

(1)「ニュートン主義」批判のフォーマット

機械対生命という対比は、19世紀初頭のロマン主義にはじまる。たとえばドイツ自然哲学を出発点に主著『生命の理論』を仕上げようとしたコールリッジは、晩年の研究ノート¹で「ニュート

ン主義」を乗り越える哲学を構築する試みを繰り返している。この試行をつうじて、コールリッジは機械論の、外的な力と死んだ物質という二項対立ではなく、より精神的で一元的でダイナミックな力を求め²、それによって機械論的宇宙そのものを生成の姿で理解しようとしていた³。その動機は、ニュートンとロックの「機械論の哲学、臆病だが誇らしげな人を意気消沈させる死の教説」⁴と戦うことだったのである。

ロマン派の二項対立は、後の生物学的法則観に基づく「機械論」批判に受け継がれた。有機的な系の法則を定式化することを目指した一般システム論の提唱者ベルタランフィは、宿敵である「ニュートン主義」の明晰な定義を与えている。ベルタランフィによると、「ニュートン主義」は「粒子の位置と運動から、任意の時点での宇宙の状態を予言することができる。」⁵という、古典力学を普遍化した決定論的世界解釈に基づいている。質点の運動などの本来のニュートン力学の領域から、理論の決定論的構造を、世界全体の先行解釈へと拡張していくさいに役立っているのが、科学史的には「ニュートンの方法」とか「分析的方法」とよばれてきた方法論である。これはベルタランフィにとっては「実在を限りなく小さな単位に分け、因果連鎖の個々の環をばらばらにする」⁶ことを意味する。

「こうして物理的実在は質点や粒子に分解され、生物体は細胞に、行動は反射に、知覚は時々刻々の感覚作用にと分解された。それと対応して、因果関係は本質的に一方通行であった。」⁷

ベルタランフィは「分析的方法」が正当化されるオントロギー的条件を示している。それは研究される対象の線形性である。

線形性とは、

1 部分相互の相互作用が弱いこと、これによって部分を全体から取り出して研究することができる

2 部分の振る舞いが線形であること

ということを意味する。

これにたいして、互いに相互作用をする部分から成り立っている「システム」は、一般的には非線形の連立微分方程式で記述される⁸。20世紀の立場から見て、「ニュートン主義」と反ニュートン主義の世界理解をめぐる対立は、それがあくまで数学的に定式化できるとして、線形性と非線形性の対立という形式で表現できるのである。現在のわれわれが「機械論」、「決定論」、「還元主義」を批判する場合の主なフォーマットがここにあるといえる。

ロマン主義やシステム論のニュートン批判は、現在の「自己

組織性」の理論にも受け継がれている。複雑性の科学の提唱者の一人、イリヤ・プリゴジンの著書の序文で、アルビン・トフラーは次のように「ニュートン主義」を批判している。

「17、8世紀に「古典的科学、」あるいは「ニュートン主義」という標語のもとにまとめられてきた思想を取り上げてみよう。この思想はあらゆる出来事が少なくとも原理的には正確に定めることができる初期条件によって決定されている世界の像を描き出した。この世界では、偶然はどんな役割も持たず、宇宙はすべての部分が歯車のように噛み合っていてできている機械なのである。」⁹

「このような世界の見方に導かれて、ラプラスは次のような有名な主張をおこなった。彼によると、十分な事実が与えられさえすれば、我々は未来を予言するだけでなく、過去を再現することさえできるのである。」¹⁰

彼はこのような世界像が特定の社会と結びついているという。

「この機械論的見方の受容は、工場文明の勃興に対応している。機械の時代が熱狂的に宇宙全体を一つの機械とみなす理論を指示したことを単なる偶然とみることはできない。」¹¹

以上のように、ロマン派にははじまる「ニュートン主義」批判の書式とレトリックは、現在に至る生物学的科学の提唱者たちを大きく規定してきた。しかし現在の科学史研究から見ると、このよう

な理解には大きな誤りがあることがすでに判明している。たとえばベルタランフィやプリゴジンたちが厳しく対立した「決定論的機械論」は、ニュートンなどのイギリスの学者たちによって発展させられたものではなく、18世紀末フランスの物理学者ラプラスが体系化したものだった。フランスで発展した啓蒙のニュートン主義ではない、イギリス本来のニュートン主義は、コールリッジやベルタランフィとは異なった世界理解を持っていたのである。

(2) 偶然性、非決定性と初期ニュートン主義

たしかにロマン派が批判するように本来のニュートン主義も、法則の形としては線形性を想定していた。だがその世界認識の全体を取り上げると、むしろ線形性は部分的にしか妥当するものでしかなかった。線形性、対称性、単純性という、啓蒙期に大陸で主に展開したニュートン主義の世界と、18世紀前半までの初期ニュートン主義とのあいだには、世界の論理的性格について大きな違いがあった。

ラプラスに集約される大陸ニュートン主義者にとって、世界は明らかに単純な法則に貫かれているが、18世紀初頭イギリスの初期ニュートン主義者にとっては、線形で対称的な美しい法則を人間の眼前で繰り広げてくれるにもかかわらず、世界の根源は人間の知性からは隠されている。

したがって個人の前に目映く現前する有機的世界を「憶測的方法」で描き出そうとするコールリッジの「生命の哲学」は、たとえば彼が晩年に自然哲学を経験的に検証する必要を感じはじめたとはいっても¹²、初期ニュートン主義にとっては、神を恐れぬ知性の傲慢さの現れの一つということになるだろう。自然の中に眠っている、磁力のような対立する力が展開し、光と重力の対立に発展し、ついに無機物から生物、人間へと駆け登って意識に達するきらびやかな進化の全体像¹³を、思弁哲学によって個人の脳裏に再現できると考えるのは、裏をかえせば、知的な方法で存在の深淵に到達できることをこの詩人哲学者が想定しているということとを意味する。

もちろん初期ニュートン主義が保守的なキリスト教擁護論と同一であったのではない。ニュートン批判を展開していた18世紀の宗教的著作家たちは、人間から隠されている深淵は、神の啓示によってのみ与えられるものであると考えた。啓示が真正であるかどうかの判定は個人の宗教体験などではなく、確定された聖書の文字の権威の手に委ねられる。

これにたいして、初期ニュートン主義者は「語り得ぬものについては沈黙しなければならない」といって、自己の見解を個々の「実験と観察」の結果を越えることを自らに禁じはしない。初期

ニュートン主義の経験主義的方法論は、それぞれの経験的探求を一つの糸に編みこんで、極限值的にこの世界を支えるものを指し示している。「実験と観察」の積み重ねは、文字どおり無限に繰り返されることで、人間の知性をこの根源に接近させていく。科学の研究は時間軸上で、最終的な真理に向かう漸近線を描くのである。

だがこの知識の漸近線は、直観主義的に言えば、確定的で有限個の操作によって終局まで与えることができるものではない。そのような意味では、世界の根源は初期ニュートン主義者にとってさえも、現実には人間の手が届かない見果てぬ夢の彼方に横たわっているのだ。

終局的真理への接近という意味で科学的、理性的探求の限界性を想定する初期ニュートン主義が懐疑論者と異なるのは、この「一步一步 step by step」の一つ一つが、「実験と観察」の規則に照らして自らの正当性を主張できるということにある。全体を一度に明らかにすることはできないが、全体に至る無限の階段の一段一段は、確かで揺るがないものであるという確証を得ることができる。というのは、初期ニュートン主義者にとって、世界はオントロギー的な意味で部分的に線形だからである。そのためにニュートンが『光学』の「実験」で示したように、じっさいの「実

験」が人間に与える経験の全体から、法則の定立にとって重要だと判断される一部だけを抽出して、これに焦点をあてて研究することが許されるのだ。ゲーテを困惑させ、ニュートンに反対することを決意させた¹⁴ ニュートン主義の「経験主義」のこの性質が、「重力」の法則の妥当性を裏付けた方法論的、認識論的確信の背後にある。

だがまた初期ニュートン主義者たちは、「総和は全体にはならない」ということも知っていた。「実験と観察」を際限なく足し合わせても、人間は真の「全体」に到達することはできない。なぜなら「全体」は、被造物である人間を越えた神の領域に属しているからである。端点が靄の中に消えている中空にかかる虹のように、神への道が無限の研究の階梯として指し示されていても、世界は究極的には、創造者である神の自発的意志に委ねられている。刻々と運動量を失いつづけ、力学的死に向かう世界を生かしつづけるため、神はときおり「時計のネジを巻く」ように介入する。そればかりでなく、神の介入は神の自由意志の結果であるため、原理的には予測することはできない。

この点で、ベルタランフィのシステムの世界的世界と初期ニュートン主義のオッカムの世界的世界論は、奇妙に入り組んだ対立軸を形成する。

システム論はニュートンの決定論に対して、世界の非線形性を対置する。

システム論が仮定する、相互干渉しあう部分から成り立つ全体は、ラプラスが想定したような形で予見可能な行動をおこなわない。非線形現象が数学的には一般的に、近似値計算によってのみ解くことができる連立非線形微分方程式で記述されることを考えれば、かりに物理的言語で記述され、かつカオスの性質を持っていなくても、システム的世界は厳密に直観主義の立場から見ても、認識論的に非決定論的であることになる。その意味で、システム的世界は一般的に人間の手を越えているともいえる。さらにはこの複雑な世界を捉える方法も、物理学的手法に限定されるものではないのかもしれない。ペルタランフィはニュートン主義の「還元主義」に、世界の階層的存在論に対応する「遠近主義」を対立させる。

「生物学的、行動的、社会的レベルのものを最低次のレベルである物理学の構成と法則のレベルに還元することはできない」¹⁵

この階層性思想は、システムが記述言語の選択というよりひろい意味で、認識論的に非決定論的な論理構造をもつ、というよう

に敷衍することもできよう¹⁶。

にもかかわらず、システム論は全体を把握することができるという確信に導かれている。ベルタランフィの前には、階層的で有機的であれ、すでに隅々までできあがった世界がそびえ立っている。

「私たちは現在、宇宙を巨大な階層的構造物として「見て」いる。それは素粒子から原子核へ、原子、高分子化合物へ、分子と細胞の中間の豊富な構造物へ、細胞、生物体、そしてさらに超個体的なオーガナイゼーションへと続く。」¹⁷

素粒子から社会にいたるこの壮大な存在の連鎖の個々の部分の作動を、計算によって確定することはできないにせよ、システム的世界は少なくとも一望に見渡すことができるのである。すなわち、システム的世界は細部まで計算し尽くすことはできないが、人間の意識にたいして現前するのだ。

初期ニュートン主義は世界のオントロギー的線形性を仮定していたが、世界の全体を一度に捉えることはできないと考えていた。「いかに我々が努力をしても、自然のもっとも大きな部分は疑いもなく我々の手の届く範囲の外に留まるのである。」¹⁸と書い

たのは、18世紀にニュートンを普及させるのにもっとも貢献した著者の一人と考えられているイギリスの科学者ペンバートンだった。またペンバートンと並ぶ重要なニュートン解説者である、18世紀スコットランドの代表的な数学者・物理学者コーリン・マクローリンは、重力が合理的に説明できないことこそが、神の世界への介入の証明であると論じたのだった。かれらにとって世界の究極原因である神は、デカルトやライプニッツなどの大陸の哲学者たちが考えたような、世界をみずからあらかじめ決めた理性的法則に従って統治する「設計者」であるというよりは、必要に応じて自らの創造的な発意に基づいて介入する「創造者」としての意志する神だった。したがって神の行為の意図は、最終的には人間には明らかにされない。いいかえると、宇宙の究極原因は、原理的に人間には到達できないと言う意味で、人間的な合理性を越えている。この世界理解が、経験主義的方法論を初期ニュートン主義の中核としたのである。

本来のニュートン主義が想定していた「意志する神」を、認識論にはわれわれに知ることができない原因であると読み替え、それを偶然性と呼び直せば、初期ニュートン主義の世界理解には、線形で決定論的な法則理解とともに、全体としては偶然性に支配される像が共存していたのである。

初期ニュートン主義の中には、不可知なもの、隠されたものに対する感性が、しらふの経験科学者と同居していた。それはベーコン的方法と見えるような厳密な経験主義を標榜しながら、「語ることをできないもの」につねに存在の余地を残して置くことができたのである。たとえば複雑性の科学と、部分的線形性を採用する初期ニュートン主義のどちらが不確定なもの、未知なものを受け入れる論理的空間を持っているのかは、かならずしも自明ではないといわなければならない。

(4) 経済学とニュートン主義

E. R. カンタベリーは80年に出版された経済学史の概説書の中で、自然が機械的な一般法則によって支配されていると考える「ニュートン的な世界像」がスミス経済学の背景にあると書いている¹⁹。またイギリスの高名な経済史家であり、特徴ある経済学史の著書も持っているフィリス・ディーンは、スミスの『国富論』を、ベーコン、ガリレオ、デカルトの流れを汲む啓蒙思想の科学主義を体現した存在であると捉えようとしている²⁰。このように「ニュートン的な世界像」を価格メカニズム論や予定調和的な経済像の源泉と見る考え方は、さほど真剣な反論を受けることもなく、欧米の経済学史理解のなかに定着しているように見える。だがそれは経済学の創設者だったアダム・スミスとジェームズ・スチュアー

トの例を見れば、過度の単純化だったことがわかる。

スミスは、ロマン派が批判するような意味でのニュートン主義に近い法則観を持っていたように見える。それは彼の機械の比喩にたいする立場に窺える。スミスは人間が作り出したすばらしい機械に対する賛美の念が、為政者の政治への情熱を掻き立てるという²¹。この「驚異の機械」は、巨大で精密な歯車でできあがった力学的機械として表象されている。

「それらの事柄は巨大なる政治体制の一部をなし、政治という機械の諸々の歯車 *several wheels of the machine of government* は、このような事柄のために一層調和がとれて楽に回転するようにみえるのである。」²²

スチュアートも機械の比喩を採用する。彼は「宇宙は偉大な時計職人によってつくられた巨大な時計である。」という。

だが彼の機械は、スミスの機械のようにはうまく機能しない。というのは、「政治の機械は単純であればあるほど壊れにくく長持ちし、精妙に作られれば作られるほど有用なものにはなるが、狂いやすくなる。」²³からである。そのため「近代の国家はつねに壊れやすい。ときにはバネが弱すぎ、ときにはバネが強すぎて機械に合わない。」²⁴のだ。

このような態度には、認識論上での懐疑主義的な経験主義が

伴っている。たとえば「数学的証明、自己同一的な定理や幾何学の公理は確実なものである。この基準に足らないすべてのものは確実性を備えていない。」²⁵と、スチュアートは数学主義を批判する。あるいは彼は「私は存在の偉大な造り手によって与えられた能力を超えてまで私の知識を広げようとは思わない。」²⁶と、初期ニュートン主義の懐疑論的な立場を標榜する。そして「政治理論家の中には、相互に複雑に結び付いていて1つの原理に還元し得ない多くの問題を狭い範囲に閉じ込める方便ならばなんでも好むものがある。このことが、そのような諸問題を私がシステムと呼ぶものへと陥らせる。」²⁷と、演繹的方法論を批判する。

初期ニュートン主義者たちと同様、経験科学はスチュアートにとって数学ではない。

「自然哲学の証明は数学のように完全に決定的な形では行われないのである。」²⁸

経済学の発展は、結果的にこの二人のうち、主に前者の道をたどった。それが「進化論的経済学」にどのような意味をもっていたのかは、われわれが今検討しなければならない課題なのである。以上の歴史的概観を踏まえて、報告では、その点を中心に議論してみたい。

¹¹ The Notebooks of Samuel Taylor Coleridge
Vol. 4, Princeton University Press,
Princeton, 1990.

² 「創造をつうじた魔術的なエネルギーの明白な存在・・・それは機械的なものの土台であり前提条件である・・・それは有機的な世界で自らをもっともよく表現する」The Notebooks of Samuel Taylor Coleridge Vol. 4, entry 4908.

³ The Notebooks of Samuel Taylor Coleridge Vol. 4, entry 4843.

⁴ The Notebooks of Samuel Taylor Coleridge Vol. 4, entry 4834.

⁵ 『一般システム論』、28 ページ。

⁶ 『一般システム論』、41 ページ。

⁷ 『一般システム論』、42 ページ。

⁸ 『一般システム論』、16 ページ。

⁹⁹ Alvin Toffler, foreword, Ilya Prigogine and Isabelle Stengers, Order out of Chaos, Flamingo, London, 1985, p. 18.

¹⁰ Alvin Toffler, foreword, Ilya Prigogine and

Isabelle Stengers, *Order out of Chaos, Flamingo*,
London, 1985, p.18.

¹¹Alvin Toffler, foreword, Ilya Prigogine and
Isabelle Stengers, *Order out of Chaos, Flamingo*,
London, 1985, p.18.

¹²¹² Samuel Taylor Coleridge Vol. 4, Princeton
University Press, Princeton, 1990, p. xx.

¹³The Notebooks of Samuel Taylor Coleridge Vol.
4, entry 4843.

¹⁴ Neil M. Ribe, *Goethe's Critique of Newton: A
Reconsideration, Studies in History and
Philosophy of Science*, Vol. 16, No. 4, 1985.

¹⁵『一般システム論』、45 ページ。

¹⁶「還元主義者」の主張ではありとあらゆる科学と実在のすべて
の側面とが最後に還元されていくべき唯一のものは物理的理論
であるとする・・・けれども私たちがどんなシンボリズムを採るか、
したがってまた実在のどんな側面を表現しようとするかは生物学的、
文化的因子に依存する。、」『一般システム論』、240 ページ。

¹⁷『一般システム論』、24 - 25 ページ。

¹⁸ A View of Sir Isaac Newton's Philosophy, p. 4.

¹⁹E. Ray Canterbury, The Making of Economics, Wadsworth Publishing Co, 1980, 上原一男訳『経済学：人・時代・思想』日本経済新聞社、1983年。

²⁰Philis Deane, The State and The Economic System, Oxford U.P., 1989, p. 60.

²¹ Adam Smith, The Theory of Moral Sentiments, Cralendon Press, , Oxfrd, 1976. p. 185

²² 米林富男訳、アダム・スミス『道徳情操論（下）』1970年、395ページ。They make part of the great system of government, and the wheels of the political machine seem to move with more harmony and ease by means of them. Adam Smith, The Theory of Moral Sentiments, Cralendon Press, , Oxfrd, 1976. p. 185

²³ It is of government as of machines, the more they are simple, the more they are solid and lasting; the more they are artfully composed, the more they become useful; but the more apt

watches, which are continually going wrong; sometimes the spring is found too weak, at the other times too strong for the machine: and when the wheels are not made according to a determined proportion, by the able hands of a Graham, or a Julien le Roy, they do not tally well with one another; then the machine stops, and if it be forced, some part gives away; and the workman's hand becomes necessary to set it right. James Steuart, An Inquiry into the Principles of Political Oeconomy, London, 1777. pp. 249-50.

²⁵ A mathematical demonstration is certainty; identical propositions and geometrical axioms are certainty. Whatever does not come up to these standards, is something less than certainty. The term doubt is not the opposite to belief: it is a middle term between belief and disbelief. Observations on Dr. Beattie's Essay on the Nature and Immutability of Truth, p. 13.

²⁶ I did not extend my knowledge beyond the faculties bestowed upon me by the great Author of my existence. Observations on Dr. Beattie's Essay on the Nature and Immutability of Truth, p. 16.

²⁷ 小林昇監訳『J スチュアート経済の原理』名古屋大学出版会、1993年。247ページ。Some political writers are fond of every expedient to reduce within a narrow compass many questions, which being involved in intricate combinations, cannot be reduced to one principle. This throws them into what I call systems; James Steuart, An Inquiry into the Principles of Political Oeconomy, London, 1777. p. 135.

²⁸ A View of Sir Isaac Newton's Philosophy, p. 23.

Hayek's Legacy in Evolutionary *Economics* in the Light of his “Transformation”

Hiroyuki Okon
Faculty of Economics, Wakayama University

It is high time that we take our ignorance more seriously.
Friedrich A. Hayek

I. Introduction

While, in *The New Palgrave: A Dictionary of Economic*¹, we can find such entry words “development economics,” “energy economic,” “environmental economics,” “institutional economic,” and so on, we *cannot* discover an entry “evolutionary economic.”² In this sense, it might be able to say that it has not yet so called ‘citizenship’ in Economics. This situation, I believe, should be welcomed rather than lamented, since creation of a new thing is, if so difficult, more interesting than learning of the old thing.

The purpose of this essay is to consider what Hayek’s legacy in evolutionary economics is. Hayek and his later works are referred to in relation to evolutionary analysis of society, especially evolution of rules of conducts. Although I do not deny that Hayek’s later works is so important to evolutionary economics, I would like to insist that we should see Hayek’s intellectual history *as a whole* if we expect to learn some lessons from Hayek to develop evolutionary economics. By doing so, I will conclude that there are two crucial problems for developing new economics: philosophical sophistication of a relevant theory of ontology; the coordination problem as reproduction of existing spontaneous order.

This essay is constituted as follows. In the following section, we will examine some trends of thinking behind recent explosion of evolutionary economics. In section III, in parallel to section II, we will find out similar trends of thinking in the treatments of Hayek within evolutionary economics. These two sections constitute background of the following argument. In section IV, the nature of Hayek’s intellectual career will be reviewed. I will insist there that we can and should interpret Hayek’s intellectual history as his unconscious struggle of escape from the notion of equilibrium. Being based on this interpretation, in the following two sections (section V and VI), two crucial problems will be presented as central to evolutionary economics. In the final section (section VII), some further suggestions for research agenda will be made.

¹ Published in 1987.

² Instead, we can discover ‘natural selection and evolution’ contributed by Sidney G. Winter. Vol.3, K to P, pp. 614-617.,

II. Why Evolutionary Economics?

In the world, why should we need 'evolutionary economics (to be denoted as EE hereafter)'? And what is EE on earth? In this section, as preparation for subsequent arguments, some answers to these fundamental questions will be examined and classified or categorized.

Even though, as we saw, the entry 'evolutionary economics' cannot be discovered in *The New Palgarve*, we have already had a great number of those books which can be categorized as EE³. We have had even *Journal of Evolutionary Economics* since 1991⁴. If we try to count the number of papers and articles whose key words include 'evolution' or 'evolutionary economics', it would be really enormous. It is far beyond my ability to review all of these works and classify them under some headings. Even though the great diversity should be considered as evidence of EE's healthiness, however, it may be worthwhile to examine *some trend of thinking and its implication* in EE.

In order to clarify the trend of thinking in EE, we can use a few books or papers which is comprehensive, not specific, in nature.

The following tables can be used to know what EE is, and to, in one way and another, generalize the trend of thinking in EE. It seems very difficult to see the general trend of thinking of EE in these tables. Indeed, for example, Hodgson says that "it is unlikely there is a single, underlying and coherent message."⁵ According to him, the use of the phrase 'evolutionary economics' seems be only a matter of fashion. However, it could be possible and necessary to draw out the trend of thinking of EE to understand the reason why EE is needed.

The seven themes in evolutionary economics (Witt ed., 1993; Witt, 1994)

1.	Shumpeterian Themes
2.	Economic Natural Selection and Firm and Industry Behavior
3.	Broader Biological Analysis
4.	Path-Dependency and Bifurcations: Aspects of Non-Linear Dynamics
5.	Knowledge, Innovation and Competition
6.	Cultural Evolution and Spontaneous Order
7.	Economic Growth and Development in the Long Run

³ For example, Hanusch (1988), Hanusch ed. (1988), Tool (1988), Tool ed. (1988), Hamilton (1991), Witt ed. (1992), Hodgson (1993), Witt (1993), Witt ed. (1993), Day and Chen eds. (1993), Anderson (1994), England ed. (1994), Hanappi (1994), Magnusson (1994), Tool ed. (1994), Hodgson, Samuels, and Tool eds. (1994), Leydesdorff, Van Den Besselaar, and Allen eds. (1994), Gowdy, (1994), Shionoya and Perlman eds. (1994), Delorme and Dopfer eds. (1995), Vromen (1995), Andersen (1996), Kwasnicki (1996), Helmstadte and Perlman eds. (1996), Mothe and Paquet eds. (1996) Saviotti and Saviotti (1996)

⁴ Published by the Institutional Joseph Schumpeter Association.

⁵ Hodgson (1996), p. 2.

II. Why Evolutionary Economics?

In the world, why should we need 'evolutionary economics (to be denoted as EE hereafter)'? And what is EE on earth? In this section, as preparation for subsequent arguments, some answers to these fundamental questions will be examined and classified or categorized.

Even though, as we saw, the entry 'evolutionary economics' cannot be discovered in *The New Palgrave*, we have already had a great number of those books which can be categorized as EE³. We have had even *Journal of Evolutionary Economics* since 1991⁴. If we try to count the number of papers and articles whose key words include 'evolution' or 'evolutionary economics', it would be really enormous. It is far beyond my ability to review all of these works and classify them under some headings. Even though the great diversity should be considered as evidence of EE's healthiness, however, it may be worthwhile to examine *some trend of thinking and its implication* in EE.

In order to clarify the trend of thinking in EE, we can use a few books or papers which is comprehensive, not specific, in nature.

The following tables can be used to know what EE is, and to, in one way and another, generalize the trend of thinking in EE. It seems very difficult to see the general trend of thinking of EE in these tables. Indeed, for example, Hodgson says that "it is unlikely there is a single, underlying and coherent message."⁵ According to him, the use of the phrase 'evolutionary economics' seems be only a matter of fashion. However, it could be possible and necessary to draw out the trend of thinking of EE to understand the reason why EE is needed.

The seven themes in evolutionary economics (Witt ed., 1993; Witt, 1994)

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none">1. Schumpeterian Themes2. Economic Natural Selection and Firm and Industry Behavior3. Broader Biological Analysis4. Path-Dependency and Bifurcations: Aspects of Non-Linear Dynamics5. Knowledge, Innovation and Competition6. Cultural Evolution and Spontaneous Order7. Economic Growth and Development in the Long Run |
|---|

³ For example, Hanusch (1988), Hanusch ed. (1988), Tool (1988), Tool ed. (1988), Hamilton (1991), Witt ed. (1992), Hodgson (1993), Witt (1993), Witt ed. (1993), Day and Chen eds. (1993), Anderson (1994), England ed. (1994), Hanappi (1994), Magnusson (1994), Tool ed. (1994), Hodgson, Samuels, and Tool eds. (1994), Leydesdorff, Van Den Besselaar, and Allen eds. (1994), Gowdy (1994), Shionoya and Perlman eds. (1994), Delorme and Dopfer eds. (1995), Vromen (1995), Andersen (1996), Kwasnicki (1996), Helmstadte and Perlman eds. (1996), Mothe and Paquet eds. (1996) Saviotti and Saviotti (1996)

⁴ Published by the Institutional Joseph Schumpeter Association.

⁵ Hodgson (1996), p. 2.

The six main uses of a phrase ‘evolutionary economics’ (Hodgson, 1996)

1. Evolutionary economics as institutional economics (Veblen, commons, other Institutional economists)
2. Evolutionary economics as economics of J. A. Schumpeter (*Journal of Evolutionary Economics*)
3. Evolutionary economics as economics of spontaneous order (Austrian school of economics, F. A. Hayek)
4. Evolutionary economics as economics of the great economists (Smith, Marx, Marshall)
5. Evolutionary economics as evolutionary game theory inspired by mathematical biology
6. Evolutionary economics as economics of complexity

When he points out “*endogenously generated economic change, its causes and its consequences*” as one agreed problem by evolutionary economists,⁶ Witt also reveals, I believe, two concepts which define the trend of thinking of EE. They are ‘change’ and ‘process’. Thus we can say as follows. *Evolutionary economics is economics of change and process*.

Why, then, is economics of change and process needed? Here again, the following words by Witt are suggestive. “The basic analytical tools of the predominant neoclassical approach - optimal adaptation, unique equilibria in which all individual plans are compatible, and the typological method of representative behavior - are unsuitable to explain economic change and its regularities.”⁷ Witt and other ‘evolutionary economists’ alike believe that EE must treat with the subject domain which neoclassical general equilibrium theory cannot help neglecting due to its theoretical structures. After all, such issues as “novelty, creativity, open system, variety, emergent properties, and population thinking” raised by Hodgson are utterly strange to general equilibrium theory.⁸

Even though EE seems to be related to some feelings of dissatisfaction with existing (neoclassical) economics, the real situation will be much clearer if we use Professor Kiichiro Yagi’s, rough but useful, classification of two types of motives to embark on EE. One is that EE is to be expected to extend ‘existing (neoclassical) economics’ by means of inserting new concepts into that framework (Extension Type). The other is that EE is to be expected as (utterly) different economics from the existing ones (Replacement type). Using these two categories, we can say that EE, at least so far, has been induced by Extension type of motivation.

III. Friedrich A. Hayek and Evolutionary Economics: conflict and its resolution

Friedrich Hayek (1899-1992) has been interpreted in some relation to EE. Ulrich Witt says that “In Hayek’s social philosophy, hypotheses on cultural and socio-economic evolution are of central importance.”⁹ According to Müfit Sabooglu and Richard Langlois, “The unifying thread in his work is arguably his vision

⁶ Witt (1994), p. 541. Emphasis added.

⁷ Witt ed. (1993), p. xxiv.

⁸ Hodgson (1996).

⁹ Witt (1994b), p. 178.

of society as an evolved system of rules, which he often discussed in terms of the concept of 'spontaneous order'.¹⁰ What is more, Marina Bianchi even says that "In the recent resurgence of institutional ideas, and in particular of the emergence and evolution of social norms and institutions, *Hayek occupies a central position*."¹¹

It is beyond dispute that Hayek, especially in his later works, endorsed evolutionary approach to those institutions which are "the results of human action but not of human design." Indeed, since the early 1940s, Hayek came to deeply committed to 'the tradition of spontaneous order'.¹² According to Hayek and others who agree with him, a market is a typical example of spontaneous order. The spontaneous emergence of order, and its consistency with classical liberalism, is analyzed by, to use Ullmann-Margalit Edna's phrase, 'invisible hand explanations.' This is compatible with Hayek's confidence in methodological individualism. However, there will emerge some problems when Hayek speaks of evolution of rule of conducts. He explains it by 'group selection' or 'survival of fittest' explanation. This explanation cannot be consistent with methodological individualism, and cannot be secured to be compatible with the ideas of classical liberalism. As Norman Barry, Viktor Vanberg, and others point out, there is serious conflict in Hayek's economics of spontaneous order between invisible hand explanation versus group selection.

Two options to resolve this conflict are proposed. These two resolution are based on their respective recognition about what is the most fundamental in Hayek's thought. The first option which is faithful in the tradition of spontaneous order, and then in methodological individualism, is to abandon the conception of group selection and, even if having its limitation, to keep hanging on invisible hand explanation.¹³ The second option takes much more seriously Hayek's philosophical position that the significant knowledge is of tacit kind. However, the research program or research agenda of this option is still not clear.¹⁴

What is interesting and significant here is *not* the content of these two options, *but their respective spirit or their trends of thinking*. The trend of thinking of the first option is, to use term defined in the previous section, that of Extension type. Although the second option's spirit is ambiguous, it seems much nearer to Replacement type than the first. But, as was noted, its will is so flexible and very weak. I believe, however, that the second option rather than the first one is much more important in EE. In order to explain the reason

¹⁰ Sabooglu and Langlois (1995), p. 1.

¹¹ Bianchi (1994), p. 232. Emphasis added.

¹² Barry (1982) gives a good historical summary of that tradition and the place of Hayek in it.

¹³ For example, Vanberg (1986). Recent development of game theoretic argument of evolution should be thought of as practicing this option.

¹⁴ As a matter of fact, this option is now unpopular. Sabooglu and Langlois propose to develop a theory of learning and imitation with the same spirit of Hayek in his 1952 book *The Sensory Order*. See Sabooglu and Langlois (1995), pp. 26-8.

why I believe so, I would like to see the nature of Hayek's long career *as a whole*. If we can draw some valuable lessons for EE, it is only when we see Hayek's work as a whole and understand inner logic operating in it, not his later works and such ambiguous phrase 'spontaneous order.'

IV. Hayek's Transformation as his Struggle of Escape

Friedrich August Hayek was born in 1899, and died in 1992. During about 70 years of his scholarly period, Hayek published more than twenty books and more than two hundreds articles and pamphlets. As is well known, Hayek started his career as technical economist. However, after about twenty years of being only an economists, Hayek moved to the field called 'social philosophy'. Here the now famous problem of, to use Bruce Caldwell's phrase, Hayek's 'transformation' arise.

In my recent essay on Hayek's intellectual history, I tried to re-interpret it from a radically different perspective in which very critical attitude toward both the notion of equilibrium and general equilibrium theory is taken.¹⁵ My perspective, in other words, is that of seeing an economy *as it is*. From this perspective, an economy must be said much more complex than Hayek thought of. However this unresolvable complexity *has been and is* consistent with our ignorance.

From this perspective I interpreted Hayek's long career as *his unconscious struggle of escape from the notion of equilibrium*. When he started his career as economist in the early 1920s, Hayek was already one of the most faithful general equilibrium theorists. Since then, he had followed a pattern of thinking that any theoretical difficulties should and could be overcome by amending, redefining, reinterpreting, or even renaming the notion of equilibrium. After twenty years devoted to investigating the powers and shortcomings of general equilibrium theory, Hayek came to adopt the notion of spontaneous order. Although this change was a *disguised* leap, it could have unintended effect that, with this notion of spontaneous order without any strict definition, Hayek could readily move to the field of social philosophy. During his struggle with wrong interpretation or misuse of general equilibrium theory by market socialists, Hayek reached his most appreciated philosophical insight that *we all are ignorant*.¹⁶ However, Hayek never doubted the consistency between this insight and the notion of equilibrium. The result was two conflicting theories of spontaneous order; invisible hand explanation and group selection. In both theories, however, his philosophical insight that nobody can has unbounded reason came to be violated. To the end, Hayek never noticed the reason for this violation: his pattern of thinking that any theoretical difficulties should and could be overcome by amending, redefining, reinterpreting, or renaming the notion of equilibrium. In this sense, Hayek's scholarly activity of about seventy years can be interpreted as his *unconscious* struggler with

¹⁵ Okon (1997)

¹⁶ It should be noted that this means that even economist's rationality is bounded. See, for example, Hayek (1979).

the notion of equilibrium.¹⁷

The conclusion, or more appropriately lesson, which I have drawn from my alternative interpretation of Hayek's career is as follows. If we endorse Hayek's fundamental philosophy is that we are all ignorant, the problem of economics should be that of reproduction of order. That is, on the assumption that we all are ignorant and an economy is *already and always* structured processes, how *is* this overall order (an orderly process) reproduced? If we reconstruct Hayek's economics to be consistent with his warning against the abuses of reason, we should be restart with this 'reproduction problem' This lesson, I believe, will have something to do with his legacy in EE.

V. Hayek's legacy in Evolutionary Economics (1):Relevance of his fundamental philosophy

Frankly speaking, I think that there is little to learn from Hayek for development of EE. But this is only so as long as we believe that EE should be considered as, in some sense or others, extension of general equilibrium theory. In other words, if EE is economics of evolution, or economics of change and process, or *evolutionary* economics, Hayek's work should be irrelevant. However, if we think that EE is needed to replace the existing (neoclassical) economics, or if EE is intended as evolutionary *economics*, I believe, Hayek would occupy a central position.

Hayek devoted his whole life to extension of general equilibrium theory into a theory of dynamic nature, *evolutionary* economics if you like. As we said in previous section, we can and should interpret Hayek's long career as his unconscious struggle of escape from the notion of equilibrium. And as far as his economics is concerned, it is indeed disappointing. The same is true for his explanation of spontaneous order. Hayek's confusion in his explanation of the process of spontaneous order in economics lies in the assumption that, while both economic agents and economist are not allowed to have unbounded rationality, prices are given *almost almighty power* to coordinate *all* economic activities. While he can be genuinely modest, or sufficiently cautious, about the abuse of reason by economic agents and economists, why does Hayek have to attribute unrealistically enormous power of coordination only to prices? It is because he cannot completely escape from the notion of equilibrium which Hayek is induced to construct an economy from solely human behavior *at a stroke*, or *ab initio*. Even if the notion of equilibrium is replaced by that of "spontaneous order" in the later writings of Hayek, this situation cannot be said to change.¹⁸

What Hayek missed is that his fundamental philosophy that we are all ignorant cannot be compatible with the notion of equilibrium and general equilibrium theory. This is not speculation, but valuable lesson we should learn from his unconscious struggle of escape from the habit of thinking in equilibrium economics.

¹⁷ For more detail of this argument, see Okon (1997).

¹⁸ Okon (1997), pp. 40-3.

For development of evolutionary *economics*, we take Hayek's following warning much more seriously. "It is high time that we take our ignorance more seriously."

VI. Hayek's legacy in Evolutionary *Economics* (2): Two crucial problems

If it is high time that we take our ignorance more seriously, it is also high time that we try to replace the existing economics with evolutionary *economics*. As far as this ambitious attempt is concerned, two crucial problems should be tackled first: philosophical sophistication of relevant theory of ontology, and coordination problem as reproduction of spontaneous order.

(1) Philosophical sophistication of relevant theory of ontology

What is a theory of ontology which can be compatible with Hayek's fundamental philosophy? Some answers to this question have been suggested by members of Austrian school of economics and some other commentators on his work.¹⁹ For example, according to Lawson or Fleetwood, a theory of ontology which is consistent, or encourage, general equilibrium theorizing is 'Empirical Realism (ER).' According to ER, the world is constituted only by our impressions or experience. With ER we cannot, however, recognize *the structured and intransitive objects* in the world²⁰. One typical example of these objects is Hayek's rules of conduct.²¹ Remember that Hayek endorsed not 'invisible hand explanation' but 'group selection' when he tried to explain them. This suggests that Hayek had a different theory of ontology from ER. It is 'Transcendental Realism (TR)' according to Lawson, or 'Critical Realism (CR)' to use Fleetwood's phrase. According to TR or CR, the world is consisted of three domains which are out of phase with one another; the empirical, the actual, and the structured and intransitive. Lawson and Fleetwood argue that what can be compatible with Hayek's recognition in his later works is only this theory of ontology.

Although to examine their arguments is not our purpose in this essay²², it is at least the case that if we take our ignorance more seriously, we must develop some different theory of ontology than one on which the notion of equilibrium and the existing (neoclassical) economics is based. In order to develop evolutionary *economics*, we must philosophically sophisticate our theory of ontology.

¹⁹ See, for example, Rizzo (1993), Boettke, Horwitz, and Prychitko (1994), Peacock (1993), Lawson (1994), Fleetwood (1995), Fleetwood (1996). I reviewed Lawson's argument in my recent essay. See Okon (1997), pp. 27-30.

²⁰ "[S]tructured in the sense of their[objects] being irreducible to the events of experiences, *intransitive* in the sense of their existing and acting independently of their identification." Lawson (1994), p. 132.

²¹ Lawson says that "That rules are irreducible to actions leads Hayek to investigate the conditions under which rules will be most strictly observed." Lawson (1994), pp. 151-2.

²² However, I should criticize of them for one point. Although both of them take it for granted that Hayek, in his early years, endorsed ER, it is not the case. As I insist in my 1994 paper, Hayek's ontological position in his 1928 paper is close to TR or CR even if I did not use these words. See Okon (1994).

(2) Coordination problem as *reproduction of existing spontaneous order*²³

Taking our ignorance seriously and the need for philosophical sophistication of a theory of ontology necessitate decisive transformation of central problem of existing economics in favour of evolutionary *economics*. The central problem of economics is so called 'coordination problem': how can countless individual behavior come to be consistent with one another? However, in this grand problem we can distinguish two theoretically different problems. One is exemplified by general equilibrium theory and can be called here 'emergence problem.' It is the problem of making something (e.g. an economy) *ab initio*. The other can be called 'reproduction problem' whose typical example is a theory of reproduction of Marx or Sraffa. It is the problem of how the existing situation can be maintained or sustained.

As is practiced in daily activity of economists, the emergence problem is answered by means of invisible hand explanation. Although its explanatory procedure has not yet been named appropriately, the reproduction problem is addressed by different process. Because it starts with the assumption that some structure has already existed. Crucial point to understand the difference between these two problem is to see how much rationality is needed on the side of economic agents and/or economist. As Professor Yoshinori Shiozawa asserts, while the emergence problem (general equilibrium theory) has to assume unbounded rationality, the reproduction problem does not.²⁴ Then, if we take our ignorance more seriously, what we must address is not the emergence problem but the reproduction problem. It is not an accident when we hear Lawson saying that "individual agents draw upon social structure as a condition for acting, and through the action of individuals taken in total the structure are *reproduced or transformed*."²⁵ It is not also by chance when we see Fleetwood insisting that "The task of socioeconomics is to illuminate and explain these mechanisms and structures [in which the source of 'order' lies], and how they are *reproduced and/or transformed*."²⁶

As far as the coordination problem in a market economy is concerned, Hayek himself believes that the price system is *sufficient* for conveying relevant knowledge which is dispersed among individuals, and to coordinate their activities. However, his confidence in only price system seems be not consistent with his fundamental philosophy that we are all ignorant. An economy is not so simple to be coordinated dispense with prices, as Hayek correctly recognizes. But at the same time, an economy is not so simple to be coordinated only by means of prices. Hayek is absolutely right when he considers an economy as being more complex than constructive rationalist thinks of. But an economy is much more complex than Hayek

²³ See also Okon (1997), p. 48. Although I use there the phrase 'spontaneous order' rather than 'coordination problem', essence of my argument is identical with each other.

²⁴ Shiozawa (1989). Although he does not use such phrase 'the reproduction problem', it is certain that it is his central problem when he examine the significance of the idea of bounded rationality.

²⁵ Lawson (1994), p. 150. Emphasis original.

²⁶ Fleetwood (1996), p. 736. Emphasis added.

thinks of. An economy is not so simple to be known the process from its very origin to the present situation. An economy is *always and already structured processes*.

If we develop evolutionary *economics* along with Hayek's fundamental philosophy that we are all ignorant, its central problem to be tackled first should be that of reproduction of order. That is, on the assumption that we all are ignorant and an economy is already and always structured processes, how *is* this overall order (an orderly process) reproduced?

VII. Concluding remarks

As we have seen so far, if we detect and evaluate Hayek's legacy in EE, we must keep two things in mind. First, EE should be intended to replace the existing economics with evolutionary *economics*. Secondly, we must look at Hayek's career *as a whole* to learn relevant lessons to develop such an alternative economics. The most decisive message we must learn from Hayek is that we take our ignorance more seriously. From this philosophically fundamental point of view, two crucial problems were put forward as central to evolutionary *economics*. One is philosophical sophistication of relevant theory of ontology. The other is the coordination problem of reproduction of spontaneous order.

It might be dishonest to stop here without any further suggestions for 'research program' in evolutionary *economics*. I would like to refrain from saying something further about the need for philosophical sophistication of relevant theory of ontology. It is because, first of all, it is beyond my ability, and someone has already set about the work. Thus I would like to confine myself to the coordination problem.

Whether or not, as Rizzo or Fleetwood insists, his 1968 paper "Competition as a Discovery Procedure" marks Hayek's complete breaks with the notion of equilibrium²⁷, the paper seems to be able to suggest following research agenda. What Hayek says in that paper is, in a words, that competition has its *raison d'être* in a fact that we are all ignorant. Although this is a penetrating insight into the consequence of our ignorance, Hayek's argument should be said to be extremely unsatisfactory for two mutually related reasons. First, his dichotomy between organization and market in that paper or else has resulted in a very distorted view of how an economy works²⁸. It is beyond dispute that organizations provide some kinds of coordination mechanism. As a crucial part of the coordination problem, we must study the organization, the market, and the problem of "what then is the principle of this division?"²⁹ Secondly, Hayek was not clear

²⁷ Rizzo (1990), and Fleetwood (1996), p. 739.

²⁸ See also Hayek (1968a). G. B. Richardson says that "The dichotomy between firm [organization to use Hayek's term] and market, between directed and spontaneous co-ordination, is misleading; it ignores the institutional fact of inter-firm co-operation and assumes away the distinct method of co-ordination that this can provide." Richardson (1972), p. 240.

²⁹ Richardson (1972), p. 224.

about where, in what ways, and in what forms competition occurs.³⁰ Although Hayek saw only competition outside individuals or firms or organizations, it can be observed inside them. However, it seems inappropriate to use the term ‘competition’ to describe what is happening inside them. Let me use ‘improvement’ or ‘*kaizen*’ here to make my point. According to Masaaki Imai, what is happening within the firm is properly called ‘*kaizen* (improvement)’ of *daily activities or routines or norms*³¹. But what is decisive here is the observation that “There is no *kaizen* where there is no standards.”³² Then, as another crucial part of coordination problem, we must study these routines and norms and how they are coordinated to make what we can call ‘organization’ or firm.

As we stated before, the coordination problem is central to evolutionary *economics*. It implies that what evolutionary economist should look at is *not* changing *but* a stationary process of an economy. It seems to me that this is entirely consistent with Hayek’s warning that “It is high time that we take our ignorance more seriously.”

References

- Arnold, R. (1980) "Hayek and Institutional Evolution". *Journal of Libertarian Studies*. Vol. 4, No. 4. (Fall), pp. 341-352.
- Barry, N. P. (1982) "The Tradition of Spontaneous Order" *Literature of Liberty*, Vol. V, pp. 7-58.
- Bianchi, M. (1994) "Hayek’s Spontaneous Order: The ‘correct’ versus the ‘corrigible’ society", in Birner, J. and van Zijp, R. eds., *Hayek, Co-ordination and Evolution: His legacy in philosophy, politics, economics, and the history of ideas*, London: Routledge, 1994, pp. 232-251.
- Boettke, P., Horwitz, S., and Prychitko, D. L. (1994) "Beyond equilibrium economics: reflections the uniqueness of the Austrian tradition," in Boettke, P. and Prychitko, D. L. eds., *The Market Process: Essays in Contemporary Austrian Economics*, Hants, UK, and Vermont, USA: Edward Elgar, 1994, pp. 62-79.
- Boettke, P. J. ed. (1994) *The Elgar Companion to Austrian Economics*, Hants, England and Vermont, USA: Edward Elgar.
- Fehl, U. (1994) "Spontaneous Order" in Boettke, P. J. ed., (1994), pp. 197-205.
- Fleetwood, S. (1995) *Hayek’s Political Economy: the Socio-economics of Order*, London: Routledge.
- Fleetwood, S. (1996) "Order without equilibrium: a critical realist interpretation of Hayek’s notion of spontaneous order," *Cambridge Journal of Economics*, Vol. 20, No. 6, pp. 729-747.

³⁰ His price-theoretic argument, if nor wrong, is trivial!

³¹ Imai (1991).

³² Imai (1991), p. 157. English translation is by Okon. We can replace the word ‘standard’ with ‘routines’ ‘norms’ or what denotes stationary processes of daily activities.

Hayek, F. A. (1968a) "The Confusion of Language in Political Thought" in Hayek, F. A. *New Studies in Philosophy, Politics, Economics and the History of Ideas*, Chicago: The University of Chicago Press, 1978, pp. 71-97.

Hayek, F. A. (1968b) "Competition as a Discovery Procedure" in Hayek, F. A. *New Studies in Philosophy, Politics, Economics and the History of Ideas*, Chicago: The University of Chicago Press, 1978, pp. 179-190.

Hayek, F.A. (1979) "Coping with Ignorance," *Champions of Freedom, The Ludwig von Mises Lecture Series*, Vol. 5, pp. 13-28, reprinted in Hayek (1983), pp. 17-27. (page reference to the former).

Hayek, F. A. (1983) *Knowledge, Evolution and Society*, London: Adam Smith Institute.

Hodgson, G. (1994) "Hayek, Evolution, and Spontaneous Order". In *Natural Images in Economic Thought*, edited by Philip Mirowski. Cambridge: Cambridge U. Press, pp. ***-***.

Hodgson, G. M. (1993) *Economics and Evolution*, Ann Arbor: The University of Michigan Press.

Hodgson, G. M. (1996) "The Challenge of Evolutionary Economics" first version, 1 August 1996, contribution to a collection of 'views and comments on economics and evolution' for the *Journal of Institutional and Theoretical Economics*.

Imai, M. (1991) *KAIZEN: The key to Japan's competitive success*, Japanese edition, Tokyo: Kodansya.

Lawson, T. (1994) "Realism and Hayek: a case of continuing transformation," in M. Colona, H. Hagemann, and Hamouda, O. F. eds., *Capitalism, Socialism and Knowledge: The Economics of F. A. Hayek, Vol. II*, Aldershot: Edward Elgar, 1994, pp. 131-159.

Nelson, R. R. and Winter, S. G. (1982) *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge, Mass., and London: The Belknap Press of Harvard University Press.

Okon, H. (1994) "The significance of Hayek's 1928 paper in the evolution of his thought," *Keizai Riron* (The Economic Society of Wakayama University), No. 258, pp. 55-95.

Okon, H. (1997) "The Struggle of Escape from the Notion of Equilibrium: A trial of radical re-interpretation of Hayek's intellectual history" Preliminary Version, February 1997.

Peacock, M. (1993) "Hayek: Realism and Spontaneous Order", *Journal for the Theory of Social Behaviour*, Vol. 23, No. 3, pp. 249-264.

Richardson, G. B. (1972) "The Organization of Industry" *Economic Journal*, Vol. 82, pp. 883-96, reprinted in G. B. Richardson, *Information and Investment: A Study in the Working of the Competitive Economy*,

second edition, Oxford: Clarendon Press, 1990, pp. 224-242. (page reference to the latter).

Rizzo, M. (1990) "Hayek's four tendencies towards equilibrium," *Cultural Dynamics*, Vol. 3, No. 1, pp. 12-31.

Sabooglu, M. and Langlois, R. N. (1995) "Knowledge and Meliorism in the Evolutionary Theory of F. A. Hayek", to be appeared in Kurt Dopfer, ed., *Contributions to Evolutionary Economics*, Dordrecht: Kluwer Academic.

Shiozawa, Y. (1989) "The Primacy of Stationarity: A Case against General Equilibrium Theory," *Osaka City University Economic Review*, Vol. 24, No. 1, pp. 85-110.

Vanberg, V. (1994) "Hayek's Legacy and the Future of Liberal Thought: Rational Liberalism versus Evolutionary Agnosticism". *Cato Journal*, Vol. 14, No. 2, pp. 179-199.

Vanberg, V. (1986) "Spontaneous Market Order and Social Rules: A Critical Examination of F. A. Hayek's Theory of Cultural Evolution". *Economics & Philosophy*. Vol. 2, pp. 75-100, reprinted in Wood, J. C. and Woods, R. N. eds., *Friedrich A. Hayek: Critical Assessments*, Vol. IV, London and New York: Routledge, 1991, 177-201. (page reference to the former).

Williams, K., Williams, J., and D. Thomas (1983) *Why Are the British Bad at Manufacturing?* London: Routledge & Kegan Paul.

Winter, S. G. (1987) "Natural selection and evolution," in Eatwell, J., Milgate, M., and Newman, P. eds., *The New Palgrave A Dictionary of Economics*, Vol. 3, K to P, London: Macmillan Press, 1987, pp. 614-17.

Witt, U. ed. (1993) *Evolutionary Economics*, Vermont, and Hants, England: Edward Elgar.

Witt, U. (1993) "Introduction," in Will ed. (1993), pp. xviii-xxvii.

Witt, U. (1994a) "Evolutionary economics", in Boettke ed. (1994), pp. 541-548

Witt, U. (1994b) "The Theory of Societal Evolution: Hayek's unfinished legacy," in Birner, J. and van Zijp, R. eds., *Hayek, Co-ordination and Evolution: His legacy in philosophy, politics, economics, and the history of ideas*, London: Routledge, 1994, pp. 178-189.

複雑系におけるルール・主体の進化と 「見えざる手」

筑波大学社会科学系 平山朝治

はじめに

1. 分析ツールとしての数学と日常言語（方法論）
2. ルールの進化（ミクロ理論Ⅰ）
3. 進化と主体（ミクロ理論Ⅱ）
4. 共通経験のネットワーク（ミクロ・マクロ・ループ）
5. 「見えざる手」と進化（マクロ理論）

はじめに

複雑系としての経済社会の基本的なありかたを塩沢[1990]はゆらぎのある定常系とし、私はそれを定常＝不可逆系ととらえ直してみた（平山[1996a]）。過去と類似の状態を再生産しつつ、徐々に、あるいはかなり急激に進化してゆくとすれば、ゆらぎとは定常性に概念的には含まれてしまうような確率的変動ではなく、繰り返されない、一回限りの個性を持った、新カント派が強調する意味での歴史的な出来事であればならぬだろう。同派は繰り返される現象を説明する法則定立的な自然科学と個性記述的な文化科学とを分けてしまったが、この二分法を止揚して、定常性と不可逆性とを共に扱うものが進化学であり、経済についてそのような方向をめざすことが進化経済学会の設立趣旨の中心にあると私は解釈している。

本報告は、このような立脚点から進化経済学の基本的な枠組みの概略を私なりに描こうという試みである。

ミクロのレベルでみると、個人の行動が定型的であり、ルールに従っているという点に定常性が現れるのに対し、新しいものごとを創造する主体性に不可逆性が強く出ていえると言えよう。そこで、ルールと主体の二側面に着目しつつ経済社会の進化をミクロなレベルでまずとらえ、諸個人の行動が社会経済の総過程というマクロのレベルとどのように相互規定的につながっているかという、塩沢[1995], p.3のいうミクロ・マクロ・ループについて、スミスの「見えざる手」の進化経済学的再解釈という形で考えてみることにしたい。

新古典派の正統的な発想においては、マクロは

個人の合理的選択というミクロによって基礎づけられるべきものである。しかし、この世界の実相はさまざまな構成部分が相互に影響しあうなかで類似の事態が反復されつつ不可逆的に進化していくものであるとすれば、どこから話をはじめめるかはかなり恣意的に決めざるをえない。ルールや主体はわれわれの日常性に根ざした身近な事象であるという理由で、相互補完的な議論の端緒としてここでは選ばれている。そして、マクロの全体性はわれわれ個々人にとっては見渡し難いものであり、他者はおおむね自分の期待を裏切らない行動をとるであろうといった、全体のある程度の調和、「見えざる手」に対するアприオリな信頼を、過去の経験をふまえて前提した上でミクロレベルでの人間の日々の営みも行われているとすれば、これから着手するミクロ的考察はマクロのレベルをあらかじめ暗黙の前提として展開されるしかないだろう。

1. 分析ツールとしての数学と日常言語（方法論）

不可逆的なゆらぎは、確率論という数学的定式に乗せることのできない本性を持っている。相対頻度の極限という客観確率の定義は、同じ試行の無数の繰り返しという厳密な定常性を前提するものであるし、主観確率は予期しない新しい事象でもある一回限りの個性的事象の生起によって必ず裏切られるので、そのような事象が起こる可能性があるところでは厳密な主観確率を持つ人はいないだろう（その意味で主観確率は客観確率が近似的にでも定義可能な世界でのみ意味を持つのだ）。また、ゼノンの逆理も示唆するように、時間的な変化を数学的言語で表現することはできず、数学は創造的な変化を飼い殺して「空間化」してしまう（大森[1996], p.94-9を参照）。不可逆的過程とそこにおける創造性を重視するメンガー以来のオーストリア学派が数学的定式化をかたくなに拒んできた揺るぎない根拠はここにあるのではなかろうか。創造的過程への感受性のある人はそれへの数学の適用にほとんど本能的な反感を覚えるものなのだ。

不可逆的過程を適切に扱うことができるのは、形式論理学や数学ではなく、弁証法なのだが、私が採用したい弁証法は日常言語そのもの（詩的・象徴的言語も含む）である。日常言語は形式的言語の上述の欠陥から、その曖昧性のおかげで免れ

ることができる。日常言語の曖昧性を数学的に模倣しようとするファジー理論は、集合への要素の帰属度を数値化することによって、たとえば35才の彼は80%若いという風に、若い人の集合の境界を曖昧化するが、それは彼を80%若い人の集合に100%帰属させることであり、分類を細かくしたall or nothingにすぎない。若さにかげりが見えるにもかかわらず20才の若者以上に若々しく振舞う彼は、「120%若い」といった数学を無視した表現でこそよくとらえることができる。80%と120%の表現の違いは、ファジー理論が曖昧で微妙なニュアンスに富んだ現実をいかに飼い殺してしまうかを如実に語っている。

日常言語は経済社会という分析対象において使われている言語と同質なもの（外国社会の日本語による研究のように同一とは限らない）であり、主客二元論をさけ、自己言及的システムを内在的に分析するために必須のツールである。以下、日常言語の意味はおおむね慣用・使用(Gebrauch)であるとするウィトゲンシュタイン[1976a],43の洞察をてがかりに考察しよう。

2. ルールの進化（ミクロ理論Ⅰ）

慣用とは、多数の類似の状況への同一語の適用例の蓄積であり、類似の状況が繰り返し出現することを前提としているという意味で、複雑系の定常性の側面に対応するものである。ゆるやかな意味での定常性を欠いた系においては慣用が成立せず、言語活動・人間生活が不可能になる。

定常系における慣用は、「ルールに従っているとき、わたくしは選択をしない。わたくしは盲目的にルールに従っているのだ。」（同,219）というような、無意識的・自動的な行為を典型とするものである。したがって、それはプログラム化された定型的行動として、自動機械オートマトンのモデルを適用することができる（塩沢[1993], p.273. ff.を参照）。

しかし、この世界において定常性は厳密に言えば成立しておらず、常にどこかで非確率的なゆらぎが生じて不可逆的な変化を引き起こしているとすれば、慣用とは全く同一の状況への適用ではありえず、さまざまな類似の状況への適用である。したがって、慣用としての語の意味は不確定であり（ウィトゲンシュタイン[1988],652）、ひとたび反省をすると任意の行為についてそれが慣用ルー

ルに従ったものかそれに反したのかという疑問が沸き起こり得るものである。

たとえば、♣という演算の慣例として、 $1 \clubsuit 3 = 4$ 、 $2 \clubsuit 4 = 6$ 、 $3 \clubsuit 5 = 8$ 、 $4 \clubsuit 6 = 10$ が与えられているが、10より大きい数には不慣れな（あるいは手指の数を超える数の観念を持たない）人々からなる社会を想像してみよう（以下の例はクリプキ[1983]のものを改めた平山[1996b]による）。 $5 \clubsuit 7$ の答えについて、多くの人々は10以上の数を区別せずに10で表して10という表現を与えるのに対し、一部の創意ある人は、 $4 \clubsuit 6 < 5 \clubsuit 7$ は明らかだからそれは不適切だとして10より大きな自然数を導入して12としたとしよう。

この場合、10と答えた人は12という数は慣用に反すると主張し、12を擁護する人は、いずれも10とするのは“<”の慣用に反して $4 \clubsuit 6 = 5 \clubsuit 7$ とするので不適切だと主張する。いずれも慣用の一部に自分の主張を根拠づけることができるのであり、逆に言えば、10より大なる数をどう扱うかという新しい状況への慣用の適用は不確定性を残すものであったことになる。

同様の事態は塩沢[1993]のオートマータ・ネットワークに即しても見出だすことができよう。全く同一の事態が繰り返すような状況においては、どのような予想形成の仕方でも前期の売上は今期や来期の売上と同じであり、ゆらぎにいかに対処するかという点で種々な予想形成方式が分化しえる。そして、ゆらぎのありかたに応じて、簡便でしかも系を安定化させるという意味で有用な予想形成方式も変化しえる。一般化すれば、 Q を内部状態の集合、 X を入力ないし外部状態の集合、 Y を出力ないし外部への働きかけの集合、 f を現在の状態 (q, x) からつぎの時刻の内部状態 q' をきめる関数、 g を現在の状態 (q, x) からつぎの時刻の外部への働きかけ y' をきめる関数として、

$$M = (Q, X, Y, f, g)$$

と表現される自動機械オートマトンは、 Q, X の範囲がある「閾値」を超えるところでは f, g が明確には定義されておらず、その範囲内でのみ無反省的・自動的な行動を生み出すようなものと言えよう（塩沢[1995], p.15を参照）。さらに言えば、「閾値」自体もさまざまな条件に依存する曖昧なものと考えるべきだろう。

新しい状況への慣用の適用についての解釈が対立するような状況において、どの解釈が採用さ

れ、やがて無反省的な慣用に加えられていくかについては、「新しい意味は、ある種の訓練を重ねてきたわれわれにとって何らかの仕方では有用であると思えるようなものでなければならない。」

(ウィトゲンシュタイン[1976b],p.66)という基準を挙げることができる。すなわち、慣用の習熟による定型的行動をあくまで基盤としながら、一部の定型的行動が予期せぬ不都合を引き起こしたり非決定・解釈の分化を招いた際に、それらの問題を解決するという意味で有用なものが支持され、定着することによって新たに定型的行動を導くようになると考えられよう。以上が、定常性と不可逆性の双方を加味して描かれる、ルールや、無反省的にルールに従う定型的行動の進化の基本的なありかたである。

われわれにとって有用な新たなルール・新たな意味がいかんして創造されるかは、主体の問題として次節で検討することとし、ひとたび出現した新たなルールがいかんして定着しえるかについて次に考えてみよう。

ハイエクに典型的に見られるように、突然変異によって出現した新たなルール（の解釈）のうち、有用性の比較的高いもの（最も高いとは限らない）が自然選択によって選ばれようとするのが、ダーウィンの進化論の自然な適用であろう。先の10より大きい数への♣算の拡張はそうにして普及することが期待できる。しかし、新たなルールの有用性をすべての人が長期的には享受し、パレートの改善が実現するとは限らないとすれば、自然選択に任せるといって、ルール選択に関する高次のルールの有用性に疑問が持たれることにもなろう。そのようなケースとしては、新たなルールを採用するかどうかで利害対立がある場合や、わずかな人が採用すれば彼らの効用を高めるがそれが普及するにつれてかえって多数の人々の効用を低めるような、いわばグレシャムの法則が成立する場合とが挙げられ、これらのケースにおいては共同体の多数意見・公権力による強制や、利益衡量などによる裁定という形で、人為的な選択が行われることが多いと言えよう（平山[1996b],p.370. ff.を参照。制裁（サンクション）の必要なケースの存在については、塩沢[1995],p.15や八木[1996],p.32でも指摘されている）。

困難な問題として、自然選択と種々の人為選択とをどのように組み合わせることが社会経済の進

化にとって有用であるかという設問を挙げることができる。その答えは、時代に応じて変化する。19世紀後半以降の重化学工業化時代、とりわけ1930年代以降は、自由放任の終焉が唱えられ、人為選択に力点が置かれた時代であり、日本の1940年体制もそのような時代の所産であった。しかし、1970年代以降はそうにして形成された諸制度が既得権と結び付いた硬直的な桎梏となり、規制緩和による自然選択の拡大が時代の要請となってきた。規制緩和と政策も一部の人々の少なくとも短期的な利益と対立するので、それ自体が人為選択の一面を持たざるを得ない。

このように考えてくると、ハイエクなどが想定する以上に人為選択は一般的であり、権力闘争を伴うような政治過程によって選択されたルールがやがて定着し、それに従うことに対する反発や疑問も消失することによって、それは定型的行動に組み込まれてゆくのである。そして状況が変化して定型的行動の一部が行き詰まると、永遠の自然と思われていた体制が実はかなり最近になって人為的に形成されたものであることが自覚され、その変革の必要が説かれるようになる。

西田哲学における行為的直観の世界は、非連続・直線という不可逆性と連続・円環という定常性とが絶対矛盾的自己同一として結び付いたものであり、われわれが問題としている世界に他ならない。彼は「ベルグソンは習慣を生命の物質化と考えた。私は之に反しエラン・ヴィタルを能動的習慣の発展と考える」（西田[1965b],p.203）という面白い見解を表明している。創造性は定型的行動という物質化した習慣のうち行き詰まったものが、解釈・適用（修正も含めて）の不確定性の顕在化という形で活性化したところで発揮され、そうして創造された新たなものもやがて定着・常識化して物質化してゆくのだとすれば、西田とベルグソンの説は両立するだろう。そして、すでに生じたものの普及は自然選択的進化ゲームや公共選択的な政治過程のモデルによって、かなり形式的に分析可能であり、定型的行動は自動機械として描かれえという風に、ルールの進化のうちの、物質化した側面は、創造性を飼い殺すものとして批判される数学的モデルとの適合性が高いと言えよう。しかしそれは進化という現象の一面、しかも新たなものが物質化・定着して新鮮さを失うという、ウェーバー風に言えばカリスマの日常

化の側面を言わば空間化して描くものにすぎないという限界を持つことを忘れてはなるまい。

3.進化と主体（ミクロ理論Ⅱ）

人が定型的行動の惰眠から揺り起こされるのは、自己内外の状態(q, x)のある量が閾値を超えるという異常事態の発生によってである。閾値の内においては不可逆性は無視されて類似の事態の繰り返しが行われているとみなされるのだが、それを超えると自己（個人や所属集団）の存続の危機に結び付くとして、意識的な対応の努力が開始されると表現することができるだろう。

その作業は自己とそれを取りまく環境とを共に含む世界についての従来の認識枠組みを組み替えることを含むとも言えよう。そして、まずは今までイメージしてきた自己の保存のための能動的な努力が計られるだろうが、ルールの場合と同様、自己の範囲の不確定性が顕在化したり、存続可能となるように自己そのものの定義まで意図的に変更することもありえるだろう。自分の死を自覚した人が家など自分の死後も残る存在の永続を強く願うように。ここでは、定型的行動の際に自明の前提とされていたことの少なくとも一部に疑問が及ぶのである。そして、古い自己が死に、新たに生れ変わるような体験も伴いえる。

システムそれ自身が自己と環境との境界を定義していくものとして、オートポイエーティック・システムという考え方が提起されている。その基本的なアイデアは、構成要素を再生産する円環的プロセスとしてのシステムの運動を自己の定義とするものである（河本[1995]を参照）。そこでは、閉じた円環としてのシステムの自己完結性が強調され、他システムも同様に閉じた他なる自己であり、相互に相手の環境として間接的に影響しあうにすぎないとされる。

「作られたものが作るものを作る」（西田[1965b], p.547）という晩期西田哲学の行為的直観の世界も円環的な自己制作のシステムであり、広い意味でオートポイエーティック・システムの一つであると考えられることもできようが、西田は「一つの個物が何処までも自己自身の媒介者となる、自己自身を媒介する」のは「知的自己の立場である」（同、p.59）と批判し、「直観ということは、私と汝とが二つの世界として相対立し、私と汝との世界が一つとなることである。」「個物は

絶対の他から媒介せられることによって個物となるのである、非連続の連続によつて媒介せられることによって個物となるのである」（同、p.65,91）と論じている。

閉じた円環としての自己イメージに安住できるのは、定型的行動において自己像が安定化し、自己の外と内との境界の不確定性が顕在化しないときであるとすれば、創造的な行為的直観における自己の姿を自閉的なオートポイエーティック・システムとすることは確かに不適切であろう。自己イメージの組み替えの際には旧来の閉じた円環が一時的にであれ破られ、自他の境界の不確定性が意識され、自他が直接触れ合い（ターナー[1976]のいうコムニタス）、他に媒介されることによって新たな自己が誕生してくるだろうからである。

このような自己像・世界像の変容の体験は、西田を継ぐ京都学派の巨星今西錦司の思想形成の原点となった。彼が二十歳くらいのころ岩登りをしていた際、「登るに登れず下るに下れず、進退窮まってどうなることかと誠に絶望の淵に落ち込んでおった。その時突如として、非常になごやかな気持ちに包まれました。それは昔の修験者が山の岩窟にこもって一週間行をしておりますと、一週間目に紫の雲にのって大日如来が現われるという。そういう風に書いたものを読んだ事があるのですが、紫の雲も、大日如来も現われただけでも先程言いました大慈・大悲といった自然の本質と言いますか、そういうものに触れたんですね。それで進退窮まったという事も忘れてふと見上げたら一条のルートが見付かった。もう絶対登れんと思ったのが登れる事が分ったんです。」（今西[1986], p.34.f.）他との交流、とりわけ絶対的な他の恵みを実感させるような出来事を契機に、自己の行き詰まりを突破する新たな道が見出されたのである。

創造的な行為的直観とは、道なきところに道を見出すものとも言えよう。大きく揺らいだ異常事態に対処するような、ふだんとちがった作業を適切に行う能力は深い経験に由来する知的熟練であり（小池[1991], 第5章、塩沢[1995], p.15）、技能の習熟は道を極めると言われるように、道を見失った際に行為的直観によって道を見出す能力の獲得を伴うのであろう。大慈・大悲や道といった表現は、人間の認知構造の望ましい変容には、自己を超越した他なる存在からの「呼び声と

か命令とかいうもの」(西田[1965b],p.55)、ホワイトヘッドのいう究極者としての創造作用(creativity)の唆し(lure)がかかわっており、ある種の宗教的体験による自己の生まれ変わりが伴っていることを示しているのだろう。進化経済学会設立大会のCALL FOR PAPERS冒頭にある「進化せよ、と神は言った」もそのことを表現しているものと私は解釈している。本来、主体(subject)という語は神に従う者という意味を持っていた。超越的な息吹に唆されることによって人間は単なる作られたもの、自動機械から脱して主体性を持った自由な存在として創造の業に従事できるということなのであろう。

4. 共通経験のネットワーク(ミカ・マカ・ループ)

集団は物質化したルールによる秩序維持に大いに依存せざるをえず、集団の硬直性を打破するなど、さまざまな創造的主体性を担うのは、個人としての人間である。したがって、ここでの主体とは創造的な個人に限定して考えてよいだろう。

個人は対象世界に関する認識を自分の心の内部で行い、外的客観と内的主観とは別のものであるとする、主客二元論がとられることが多いが、その際には主客双方を認識しえる超越的・特権的視座に学問的分析者は立ち得ると仮定されがちである。これに根拠がなく、分析者といえども自分の内部に対象世界についてのモデルを構築できるにすぎないと見抜いた場合、対象世界・客観は誰にとっても不可知の、カント的物自体となり、それについて言及する意味もなくなる。そして、各々の個人の世界モデルが当人の意識の内部で形成されているが、たとえばAさんの世界モデルはAにしか知れないことになる。そして他者はいかに複雑な行動をしようとも自動機械にすぎず、自分のように内心の世界モデルを使った創造的行為を行ってはいないという独我論は反証不可能なものになる。世界の全体を見渡す特権的視座を否定したオートポイエーシス理論が、他者との直接的交わりを欠いた閉鎖的円環として自己を定義するのは、このような独我論的陥穽に陥っているからであり、知的自己の立場に対する西田の批判がこの点に関連していることも明らかであろう。

自己の他にも創造的主体が存在していること、他者は自動機械ではないことがいかにして知られるのかという疑問は、他我問題という哲学的ア

ポリアとしてとりわけ近代西欧哲学を悩まし続けてきた。これに対する解決の方向性は、日常言語、日常生活に着目し、他者も自分と同様に、けがをすれば痛みを感じるなどさまざまな経験を知覚していると、われわれは根拠もなく信じて生活していることを確認すれば良いとする、後期ウィトゲンシュタインの言語ゲーム論に見られるような論調において示されている。その線に沿って大森[1996]は、有意味な「私は……を経験する」を出発点として「あなた(あの人)は……を経験する」もそれと同様の慣用ないし意味を獲得するに至る過程をシミュレートするという興味深い議論を展開しており、それにヒントを得つつ議論を逆転させて私は次のように考えてみた。なお、大森説は私の見る限りガーフィンケルの立場(浜[1996]を参照)と基本的に同じと思われるので、以下の議論はエスノメソドロジーに対する私の、あるレベルまでの一致と批判でもあることは、見て取りやすいはずである。

大森[1996]に対する私の疑問の中心はおそらく、意味シミュレーションで「私は……を経験する」(「私は痛い」など)を出発点にしている(同、p.115)ことである。これは経験の私秘性(同、p.174-5)を前提として議論を始めようということだと思われるが、私は別の出発点をとったほうが自然だと感じる。

「私は痛い」にしても、たとえば苦痛で泣いている時に親が「〇〇ちゃんの痛い痛いの飛んで行け」などとあやすうちに修得される「痛い」の用法であり、知覚の一人称命題の基礎的なものは「あなたは……を経験している」という風な他者の教えによって使えるようになったとすれば、一人称から出発する大森氏の意味シミュレーションは転倒しているのではなかろうか。

それに対して親は一人称命題を使えてそれを自己変換で子どもに適用していると大森氏は反論するかもしれない。しかし、その親が子供だったころには……、となると鶏が先か卵が先かという悪循環に陥る。それを断ち切る一つの方法は、誰か天才的な人が知覚の一人称命題という言葉の用法を発明したとすること(大森氏の議論は結局そのような前提に立つものと思われる)だが、これはいかにも不自然だ(ウィトゲンシュタイン[1976a]によれば、そのようなものは私的言語であり、発明した当人にも他の誰にもその意味を理解できないものである)。より一般化すれば、言語は誰か単独の天才的個人が発明したと考えることができ

るのかという問題にもなる。言語については、非言語的・身体的なコミュニケーションとの連続性の下での、幾人もの創意の蓄積として生成したと考えるべきだろう。したがって、そのようにして進化してきた言語共同体のなかで個人の経験についての意味も形成されたと考えるべきではなかろうか。

具体的には、意味シミュレーションの出発点はむしろ次のようなものであるべきではないか、というのが私の見解である。晴れた空を見て二人の人間A Bが「ああ、青い」と言っているような場面を出発点にとれば、ここでの青は公共的な世界にある空の属性であり、空気が窒素や酸素などからできているのと同様の身分を持っている。「青い空」は私秘的な経験ではなくて、二人の人間が同じ空を見て同じ青だと言っている、共通経験である。

次に、Aが地面に視線を移した時にBがまた「空が青い」と言えば、この場合はBの個人的経験の報告となるが、AはそれはBの私秘的な知覚で自分の「青」の知覚と同じかどうかかわからないなどとは考えず、さっき自分も見えていた「青」とほとんど同じ青だろうと思って同意するだろう。

痛みの場合、空ほど公共性がなく、特定の人の身体の変調がその人だけに感じられるとすれば、私秘性がきわだつかもしい。しかしこの場合でも、たとえばバス事故で自分を含む多数のけが人が出た場合、事故という公共的な出来事が各人のけがや痛みを伴ったわけだから、公共的な空をとともに見た人の目に青色光線が射して青を経験するのと構造的にはまったく同じである。同じ事故にまきこまれて似たようなけがをして同じように苦しみ呻いているという公共的な体験のなかで痛みも共通経験としてあらわれるのである。だから、他人の痛みがよく解る人とは、他人の境遇に仮想的に身を置いて、（自分の痛みを他人に類推するのではなくて）痛みを仮想的に共に体験(Mitleid)する人なのではなかろうか。

アダム・スミス[1973]の道徳哲学は、境遇の想像上の交換(imaginary change of situation)による仮想的共通体験として得られる同感を基本原理とし、公平で事情に通じた観測者(impartial and well-informed spectator)という、神の代理人・理想的他者が同感・是認することである、状況に即した適宜性を徳性の基準とするものであり、われわれの共通経験の議論にスムーズに接続できる優れた学説であると言えよう。

このような、共通経験を基盤とする言語共同体

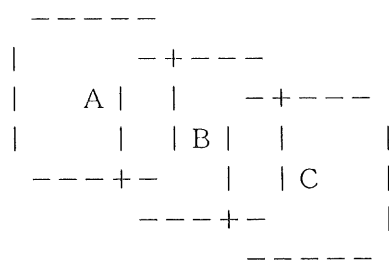
が成立していることが出発点にあり、私にしか解らない痛みというような私秘性のイメージは、痛くないふりをしてがまんするなどの高度な自己表現法を修得した後にはじめて出て来るものではなかろうか。自分の経験の報告の際に嘘をつく、隠すことがありえるというのは、しかし、経験が私秘的であることの証拠にはならない。自分しか知らない預金カードの暗証番号、人に絶対に見せない秘密の日記など、原理的には他者も知ることができるが隠したり嘘をついたりすることは多く、痛みなどの秘めた経験とそのような秘密とどこが原理的に違うだろうか。私の経験も同様に原理的には他の人にも知ることのできるものではなかろうか。さらに、自分の経験・内心を自分が一番よく知っているとも限らない。概して素朴な人の内心は顔の表情にストレートに現れるものであり、一般に本人が自覚している以上に、本人には見えない顔の表情に如実に現れるものであろう。自分は元気なつもりなのに、鏡で見た自分の顔の暗さにおどろき、そういえばあんなつらいことがあったと気づくような場合を思い浮かべると、顔の表情を常時読みとっている身近な人の方が自分の内面を自分よりもよく知っていることもありえる。また、大けがをして痛いはずなのに、別のことに没頭しててけがにも気づかず、隣の人に「こんなけがして痛いだろう」（これは先述の仮想的共通体験）と言われて初めて今まで気にしなかった痛みに苦しむこともありえる。

私自身がそのように考えるようになったのは、色弱で共通経験を十分には共有できないためかもしれない。子どものとき空を桃色に塗っていて、色弱が発見されたが、その際、夕焼けなら桃色、晴れなら青を塗ると教えられてからは、それまで大した違いではないと思っていたが区別しようとするればできる桃色と青のクレヨン色の違いを自覚するようになり、晴れた空は青、夕焼けは桃色と思って空を見るようにもなった。それでも微妙な中間色は普通の人のように区別はできないが、普通の人色の分類に影響されて、それに適応するようにある程度色知覚も変化した。共通経験の言語的枠組みが自分の経験を秩序付け、それに意味を与えていることは、正常な人にはあまり意識されないが、その秩序に適応しきれない知覚障害者には容易に知られるのかもしれない。

もう一つ印象深かったのは、幼い娘が夜中に突然大声で「痛い！」と泣き叫びはじめ、原因不明の痛みで何病だろうか大騒ぎしたが、結果的には足の裏を蚊に刺されて痒かったのだと判明し、

私の解釈では、言語共同体の共通経験を基盤と

有意味な共通経験が基盤となって個人的経験も有意味性を獲得しえるとすれば、自己と他者とは、直接（AとB、BとC）ないし間接（AとC）に共通経験を共有していることになる。



— 210 —

ても、全人類はかなり小規模で共通経験を共有する共同体の成員を共通の祖先とする存在であるとすれば、人は誰かに育てられて原初の祖先の共通経験を間接的に継承しながら存続してきたはずだから、あらゆる人は間接的に共通経験の絆で結ばれていることになる。

対面関係の例として職業訓練におけるOJTを挙げることができよう。対面関係における実技指導は言語化不可能な高度の熟練を共通経験とすることによって師から弟子へと伝えていくものであり、したがって熟練は師弟の共有財産として規定されるべきものである。現代日本の企業において熟練・技能が企業と従業員個人との共有財産とされる根拠は、企業という場における共通経験の形成に企業と個人とが共同投資していることに求められる（平山[1995]を参照）。西欧においては熟練・技能はそれを身に付けている個人の排他的所有物であるとされることが多いが、それは、自他の共通経験の共有というあたりまえの事実を見逃した結果、他我問題のアポリアに陥ってしまったような誤った世界理解にしたがって、自分の経験は自分の排他的所有物であると囲い込んでしまった帰結である。経済史的には、西欧近代初頭にみられた囲い込みによる入会地や開放耕地の消失が、共通経験の忘却を促し、他我問題を発生させたものと思われる。マルクス[1965],p.932が原罪にたとえた資本の本源蓄積の際に出現した、私有できないものまで私有しようとする囲い込みの精神は、哲学的・社会的歪みの元凶であるという意味で、近代西欧文明にとっての「原罪」と呼ぶにふさわしい。

幅広い共通経験が可能となる根拠は、人間の種個体としての斉一性という今西の強調する生物学的同質性であろう。しかし、共通経験の言語化が進むにつれて、言語的枠組みによる経験の秩序化を通して、同じ生物種でありながら言語共同体ごとに個性的な共通経験が生み出されるとともに、人間の言語を習得した類人猿ボノボのように、言語を介する共通経験は種の壁を超えて共有されえるものともなった。

このようにして、さまざまな主体の構成するグループによって共有される共通経験に、そのグループ共通の慣用、すなわちその内部で間主観的に妥当する意味やルールが体现されているのである。

個人Aにとっての世界とは、まずは自分が直接経験した世界からなるが、それは他者との共通経験という共有領域を介して、他者との言語的コミュニケーションを通じて他者の直接経験をも間接的にとりこめるようなものであり、直接間接の、そして実際にあったり可能性のある共通経験を媒介として、言語的・非言語的コミュニケーションによってさまざまな生物の直接経験を間接的に含み込んでしまうものである。したがって、直接経験という視野は局所的なものにすぎないが個人の世界はこの世界全体にまで広がっていると言うことができるだろう。したがって、Aにとっての世界とBにとっての世界とCにとっての世界は、それぞれの個人の意識の内部の、外からは伺い知れないような孤立した閉鎖世界ではなく、まったく同じ一つの世界なのである（この結論は平山[1984]で提起し、森岡[1994]は別の角度から同じ結論を得ている。平山説と森岡説の本質的一致については、平山[1994]を参照）。近代哲学の主客二元論をしりぞけ、独我論を否定できなくなるような閉鎖的オートポイエーシスという自己言及システム理論も共通経験の直接・間接の共有という自他の切っても切れない絆を見逃す錯誤を犯したものととしてしりぞけた結果として、主体と世界、局所と全体、ミクロとマクロとの相即、西田的に表現すれば絶対矛盾的自己同一が証されたと言えよう。このような、部分と全体の相即ないし一致は、西洋思想史においては、クザヌスに発し、ベルタランフィやホワイトヘッドにまで継承された、システム哲学の根本的洞察である（村田[1990],p.100,ff.を参照。同書は西田哲学を戦間期にさかんになったシステム哲学の一つとして位置付けている）。

5.「見えざる手」と進化（マクロ理論）

主客二元論や他我問題をしりぞけて、共通経験のネットワークによって過去・現在・未来の全ての人々などが直接・間接に相互浸透するという形で一つの世界を共有しあっているという世界理解の大枠の下で、諸個人の世界認識やそれに基づく行為というミクロ・レベルと、世界の秩序というマクロ・レベルとがどのように関連し、相互に規定しあいながら、世界が進化してゆくかを、とりわけ経済的側面に重点を置きながら明らかにすることが、進化経済学の最大の課題であると私は考

える。そのための学問的遺産としては、上述のシステム哲学の伝統があり、ここではわれわれ日本人にとって比較的なじみやすい西田の考察を端緒としてみよう。

西田は「各人の行動が同時に世界の自己形成作用と考えられる」「行為的自己としての私は既に世界の一面という意味を有つて居るのである、一つの世界という意味を有つて居るのである。……我々が行為的自己として立つ時、私は単に自己によつて自己を媒介する個物ではなくして、他によつて媒介せられることによって自己自身を媒介し、又他を媒介する個物でなければならぬ、即ち主観的・客観的な世界の一面でなければならぬ。」（西田[1965b], p.44, 61）と述べて、視野や知識が局所的に限定されているという意味では必然的に自己中心的たらざるをえない個々人の行為が引き起こす相互作用が総体として世界の自己形成オートポイエーシスとなっていることを論じている。複雑な相互作用の下で他に媒介されるということは、生命の始原以来の共通経験のネットワークの下で自己を形成するということであるから、「我々が行為的自己として立つ時、私は歴史によって媒介せられた歴史的自己でなければならぬ（後に云う如く歴史に於ける一傾向でなければならぬ）。」（同、p.61.f.）自己はネットワークを通じて悠久の歴史と一体であるとはいえ視野や知識は歴史のほんの一部をカバーするものにすぎない。したがって、自己の有限性を自覚しつつ自己に与えられている「歴史に於ける一傾向」に向かって自己を開き、いわば歴史的使命という「見えざる手」の唆しに我が身を委ねることが、要請されることになる。「歴史的発展の法則はランケの云う如く我々人間の思慮を絶したものでなければならぬ。」「私というもの何処までも行為的であり、歴史的世界の底から媒介せられるものと考えれば、私に対して立つものは神という如きものと考えることができる」（同、p.89, 62）と彼が述べるように。

このような諸個人の行為と世界全体の進化との関係のとらえかたは、原罪によって能力の限界を負い、自己中心的たらざるをえない諸個人の行為が、「見えざる手」の贖罪に導かれることによって全体の調和と幸福とを帰結するという、スミスの神学的ビジョン（田中[1993]を参照）に極めて類似したものである。実際、原罪を負って利己的

な人も含め、あらゆる存在を贖罪によって幸福にしようとするスミスの神は、「絶対の神とは自己自身の中に絶対の否定を含む神でなければならない、極悪にまで下り得る神でなければならない。悪逆無道を救う神にして、真に絶対の神であるのである。」（西田[1965c], p.404）という西田の神にほかならないだろう。進化学のなかに神学的・宗教的問題を持ち込むことに違和感を抱く人も少なくないかもしれないが、大慈・大悲の体験が日本の独創的進化学である今西自然学の基盤にあることや、真に創造的な革新は「見えざる手」に触れるような宗教的体験を原動力として起こることが多いということは、認めざるをえないだろう。宗教的狂信を引き起こすことなく、世界の創造的進化に貢献しえるような神学や宗教のありかたを求め、それに反するような「神」観念とそれとを明確に弁別し、良くないものは批判していくような作業も、進化学にとって不可欠のものではなかろうか。そのような立場から、創造作用に反するがゆえに批判・排除すべき神観念として「宇宙的道德家としての神」「不変、無情の絶対者としての神」「支配する力としての神」「現状肯定主義者としての神」「男性としての神」を挙げているプロセス神学の試み（カブ&グリフィン[1978]を参照）のごときは、進化学に含まれるべきものではなかろうか。

進化経済学は、人間の利己性や「見えざる手」をめぐるスミスの考察に当初より含まれていた、歴史的全体性と局所的個人との弁証法的相互規定性の洞察を回復するという、温故知新を基礎に、数学的モデルの一面性や限界を自覚し、合理的個人の選択から経済社会の秩序を導こうとする現代の正統派＝新古典派経済学のパラダイムに含まれている致命的な誤謬を明らかにし、正統に対する消極的なプロテストに終わることなく、スミスの古典派を真の意味で継承するという大道を歩むべきであろう。

その際に重要なのは、全知的合理性を否定して限定合理性を採用するという、テクニカルには興味深い問題に限られない。限定合理性を持つために慣習的に行動するような利己的・自己中心的個人を出発点に置いて、ミクロからマクロを導こうという、進化ゲーム論など新古典派の最近の展開において無視されているのは、歴史的全体性のなかで人間は自己を形成し、そこから西田の言う

「呼び声とか命令とかいうもの」を受け、「歴史に於ける一傾向」として存在しているということに現われるような、創造作用におけるマクロからミクロへの唆しであり、それこそが、社会経済の、予見不可能で創造的な進化の最大の鍵なのである。スミス理論においては、具体的状況に即した適切な行為を導く神の代理人たる内面の観察者が唆しの役割を担っていると解釈できるだろう。神への信頼を「具体的状況とそこに秘められた神の極めて特殊な召しに応答する能力」（カブ&グリフィン[1978],p.227)とするプロセス神学の見解はスミスと極めて近いように私は感じる。

それに対して、新古典派（オーストリア学派は除く）による「見えざる手」の解釈は、単に利己的なだけの一面的人間を仮定して数学的モデルで分析を進める際に、その種のマクロからの唆しを無視して人間の原罪・利己心の上に居直り、経済社会の非創造的・物質的側面が全てであるかのような印象を人々に広め、創造的進化を抑圧するような、悪しきイデオロギーとしてしか機能しえないのではなかろうか。そして、「見えざる手」とは一般均衡論的に理解された市場メカニズムであると論ずることによって新古典派はスミスを裏切り、経済学を誤った方向に導いてきたのである（平山[1996c]を参照）。したがって、進化経済学には、経済学の方法を根底から改めるという歴史的使命が課せられていることになる。

定型的行動と創造的行為とは必ずしも対立するものではなく、合理性の限界をかかえた人間が限られた能力を創造のために生かし得る余裕を、定型的行動は提供しており、創造の多くも不確定性の顕在化したルールや意味の再解釈を通して行われ、新たな創造は必要な修正を加えつつ危機に瀕していた定型的行動を保存する機能を果たすという意味で、両者は相互補完的なものでもある。そして、一部の限られた天才だけでなく、ごく普通の人々が、程度や水準の差はあれ、両方の営みをしており、創造活動に生き甲斐を見出すものである。このような人間生活のありのままの姿を直視しつつ、生き生きとした創造活動を促進することが、進化経済学の目標でなければならないだろう。

参考文献

今西錦司 1986『自然学の提唱』講談社学術文庫
ウィットゲンシュタイン,L. 1976a 藤本訳『哲学探求』大

- 修館書店
——1976b ed.by C. Brighton, *Wittgenstein's Lectures on the Foundations of Mathematics*, Harvester Press
——1988 野家訳『心理学の哲学2』大修館書店
大森荘蔵 1996『時は流れず』青土社
カブ,J.B. & D.R.グリフィン 1978 延原訳『プロセス神学の展望』新教出版社
河本英夫 1995『オートポイエシス——第三世代システム』青土社
クリプキ,S.A. 1983黒崎訳『ウィットゲンシュタインのパラドックス——規則・私的言語・他人の心』産業図書
小池和男 1991『仕事の経済学』東洋経済新報社
塩沢由典 1990『市場の秩序学——反均衡から複雑系へ』筑摩書房
——1993『岩波講座・社会科学の方法V 分岐する経済学』岩波書店
——1995『慣行の束としての経済システム』『専修大学社会科学研究所月報』No.390
スミス,A. 1973 水田訳『道徳感情論』筑摩書房
ターナー,V.W. 1976 富倉訳『儀礼の過程』思索社
田中正司 1993『アダム・スミスの自然神学——啓蒙の社会科学の形成母体』お茶の水書房
西田幾多郎 1965a『西田幾多郎全集 第一巻 善の研究・思索と体験』岩波書店
——1965b『西田幾多郎全集 第八巻 哲学論文集第一・第二』岩波書店
——1965c『西田幾多郎全集 第十一巻 哲学論文集第六・第七』岩波書店
浜日出夫 1996『秩序問題のパラダイム転換——『共通価値』から『信頼』へ』『社会科学の新しいパラダイム』筑波大学大学院社会科学研究科（新曜社から近刊）
平山朝治 1984『社会科学を超えて——超歴史的比較と総合の試み』啓明社
——1994『独我論から一者へ』『経済学論集（筑波大学）』第32号
——1995『イエ社会と個人主義——日本型組織原理の再検討』日本経済新聞社
——1996a『複雑性と言語ゲーム——社会科学のあたりまえパラダイム』『社会科学の新しいパラダイム』筑波大学大学院社会科学研究科（新曜社から近刊）
——1996b『ルールの不確定性、公正および自由』『ライブラリ相関社会科学3 自由な社会の条件』新世社
——1996c『書評 ケネス・ラックス著 田中訳『アダム・スミスの失敗——なぜ経済学にはモラルがないのか』』『週間ポスト』9月27日号
マルクス,K. 1965 岡崎訳『マルクス＝エンゲルス全集 第23巻 資本論第一巻』大月書店
村田晴夫 1990『情報とシステムの哲学——現代批判の視点』文真堂
森岡正博 1994『この宇宙にひとりだけ特殊な形で存在することの意味——『独在性』哲学批判序説』池上他編『自己と他者——さまざまな自己との出会い』昭和堂
八木紀一郎 1996『制度形成の理論と市民社会論』『鹿児島経大論集』第36巻第4号

複雑系・不可逆的時間・学習・進化

ー 満足化主体の構成する並列処理経済系によるシミュレーション・システム

吉田 雅明 (専修大学)

E-mail: VAH29311@pcvan.or.jp

要旨

不可逆的な時間の中で経済活動が実行され、個別の構成要素は簡単な振舞いしかししないのに、そのシステム全体の振舞いはきわめて複雑で、解析が不可能であり、シミュレーションによって構成的に理解するしかないシステムとしてわれわれの経済システムを捉えようとするとき、最適化をベースに主体行動を考え、それらの整合的な秩序としての経済的経験の解釈を基本とする経済学の思考は、大きな認識論的障壁となる。本報告はその代替的なシステムとして、ケインズ再解釈から得られた、ローカルな情報に基づいて満足化原理にしたがい判断し、均衡とは関係なく実行する様々な主体によって構成される並列処理系としての経済システムのモデルを提示し、その振舞いをシミュレーションによって示すものである。

はじめに

我々は仕事上、どうしてもスタンダードな経済学を話題にする機会が多い。しかし、講義などを詳しくすればするほど、経済学のパズルにリアリティを感じるようになる。通常、経済学でものごとを解釈するとき、まず何らかの最適化行動を行う経済主体を想定し、彼らの行動が整合的となる均衡状態として理解しようとするから、どうしても現状肯定的な性質を帯びてしまい、これが経済学への共感をそいでしまうのかもしれない。一方で再生産理論に依拠する経済学の流れもあるが、マイクロ・ファウンデーションを従来もたなかったことによる操作性の悪さと、主流派の圧倒的なパズル生産性の前に、劣勢は如何ともしがたい。

経済学への不満として、独特で強引な単純化が挙げられることが多い。もちろん、単純な原理にものごとを還元し、汎用性のあるモデルを作ってきたことによる功績は否定できないが、それが適切な単純化であったかどうか考え直してもよい時期に来ているのではないだろうか。そして、近年注目されるようになった「複雑なものは複雑なままに構成して見せよう」という考え方とそれを実現する手法は、そのための手がかりを示唆しているように思われる。経済学において複雑系の議論を上記の不満を解消するような形で、全面的に活かす方法はないものだろうか。本報告では、その手がかりを、まず時間の捉え方から探ってみようと思う。

不可逆的な時間を考えるということ

市場経済では、経済システムは中央機関により一括管理されることなく、価格メカニズムを媒介として競争的な個々の経済主体によって分散的に運営されていると考えられている。そこでは経済主体は各自の判断で行動を実行しているものとされている。しかし、こうした市場経済を理解するための経済モデルは、市場経済モデルに不可逆的な時間構造—これはわれわれの日常における時間である—を導入したとたんに破綻を来してしまう。すなわち、個々の取引は取り消し不能になるから、一般均衡理論の不均衡価格下の模索過程は機能しなくなる。取引が実行される毎に、初期資源賦存量が変化してしまうのだから均衡モデルそのものが変わってしまうからである。ならば不均衡価格下の取引を認めたというクラウアー以来の不均衡モデルであればどうかというと、価格を固定して取引制約を考慮しなおしての再決定を繰り返す数量調整タトヌマンが遂行不能になるのであるから、同様である。¹⁾

このように言うと、たとえ個々の取引が取り消し不能でも、不均衡下の取引が繰り返されているうちに、競争が行われているならば価格メカニズムが機能し、均衡が達成されるようになる、と反論されるかもしれない（合理的期待モデルを正当化するときにはそのように考えられているし、繰り返しゲームでも構造は変化しない）。しかしそのためには、すべての取引が同じ環境条件のもとで行われ続けることが必要である。だが、不可逆な時間を考えれば、遂行される取引によって環境条件自体が刻々と変化しているはず

だから、それが結論に影響しないとみてよい根拠は見あたらない。

この不可逆的な時間に加えて、個々の経済主体による分散的な運営を考えてみると、判断に要する時間も行動のタイミングも限られてくるから、たとえその時点において主体が得た情報に基づいての個別の主体均衡のみを考えると、経済学が当然のように想定する最適化行動は遂行不可能であることがわかる。（当セッションにおいては周知のように）人間の計算能力と判断すべき問題の計算量の大きさを考えれば、最適化計算は現実的には実行不可能だからである。さらに上述のように、価格をはじめとするシグナルが均衡状態を反映していないとすれば、たとえ最適化計算を遂行できたとしても、それが実際に最適であることは希である。

基本設計からやり直すために

このように不可逆的な時間構造を考えだすと、どうも経済学の基本設計からやり直さなければいけないように思えてくる。不可逆的な時間構造といえば、J. ロビンソンの「ケインズ革命の核心は、人間の生活は時間を通じて行われるということをはっきり認識したことであった。すなわち、変えることのできない過去とまだ未知の将来との間に、たえず動きつつある瞬間において人間は生活しているのだということをはっきり認識したことであった」（『異端の経済学』日本語版序文）が有名であるが、その後のポスト・ケインジアンが上のような要求に応えうるシステムを提示したようには残念ながら思われない。²⁾ そこで表現されるべき経済システムのスペックとして、

- ・不可逆的時間の中で整合性を保つこと
- ・個々の主体による完全な分散処理
- ・主体の情報処理能力・時間への現実的な制約
- ・システムとしてある程度のラバストネスをもつこと

を設定し、これに適切なモデルを最初から考えてみることにする。

手がかりはケインズに

ここで迂遠なようだが、ケインズの『貨幣論』にある「基本方程式」をめぐる議論の構造を取り上げてみる。実は通説に反して³⁾、『貨幣論』には標準的ではない経済学体系のアイデアが『一般理論』よりはるかにわかりやすいかたちで、しかも整合性を持って、散りばめられているからである。

「基本方程式」というのは売上を正常利潤を含む「生産費」とその差額である「利潤」（超過利潤）で書き直しただけの恒等式である。しかし「現実世界から外部的な諸事実を導入して生命を吹き込むとき、それは原因と結果をたどるに役立つ方法で、素材を分析・整理できる」点が「唯一の長所」と本人がいうように、いかにしてそう読むかが焦点となる。消費財部門を表現した第1基本方程式の作り方は、まずある期の消費財について、

$$\text{消費財売上} = \text{消費支出額} = \text{所得} - \text{貯蓄} = \text{消費財部門生産費} + (\text{資本財部門生産費} - \text{貯蓄})$$

ここで生産費はそれぞれの部門の正常利潤を含む。所得は両部門の生産費の和として定義されるので上のように変形でき、括弧内は消費財部門の超過利潤となる。消費財価格は売上÷産出量で定義され、前期までの生産活動の結果としての消費財数量で各辺を割れば、消費財価格＝単位あたり正常生産費＋単位あたり超過利潤となり、第1基本方程式の出来上がりである。

これに「生命を吹き込む」べく導入されるのが、超過利潤によって生産水準を調整しようとする企業家の行動と所得からの消費支出パターンである。『貨幣論』の例示はわかりにくい、いかに複雑に生産期間や所得からの消費パターンが設定されようと、この基本方程式の環境条件が変わらないとすれば、消費財部門の生産が変動する様子を描き出すことができるし、いくつか単純化のための仮定をおけば乗数概念を構成するのも容易である。つまり、括弧内＝0の状態をまず考え、資本財部門の生産が拡大し、以後拡大した水準で保たれたとする。すると括弧内>0より超過利潤が発生する。そこで消費財生産企業家は次期の生産量を増大すべく、次期に向けての生産費を増加させる。これは消費財部門から発生する所得の増大になり、消費支出を増加させるので次期の売上はさらに増加し、次期の超過利潤は依然として正になる。

ただ、労働者階級の他に資本家・資産家階級を想定するのが『貨幣改革論』以来のケインズのヴィジョンなので、追加的に生じた所得のすべてが消費されるのでないとすれば、超過利潤の大きさはより小さくなっている。こうしてさらなる生産調整が行われ、超過利潤が0になるまで続く。もし前期の追加的所得の一定割合が消費されるとしてよいのなら、生産及び所得増加は資本財部門の生産額増加の乗数倍であることは容易にわかる。実際にケインズがそのような単純化を行ったのは後のことだが、それは体系の仕組みを根本的に変えるほどの「飛躍」ではない。

しかし重要なのは、そうした経済の平衡状態を説明しうる構造が潜在していることよりも、むしろ平衡状態以外の過程が常態として、経済主体の実現された行動の連鎖によって具体的に描かれていることである。そうした途上で貸金率や資本財生産水準の変更、資産部門の新たな動き、何らかの政策介入など、この過程の環境条件は常に変化にさらされているのだが、それでもなお継続して過程は具体的に記述される。これは既存の均衡理論や不均衡動学には求めがたい性質である。さらに注目すべき点は、

- ・ 価格は単なる平均価格として定義され、一物一価も、すべての財がその価格で需要されることも含意せず、これはもはや市場の情報を体現する価格ではないこと
- ・ 企業家は正常利潤水準をガイドラインとして技術的（収穫の通減・不変・通増を問わない）・制度的に可能な範囲で生産調整を行うが、これは最適化行動を含意せず、むしろ正常マークアップ率という基準を持つ満足化原理にしたがう行動であること

など、新古典派経済学との根本的な違いである。

消費財部門での波及過程をみてきたが、変動の原動力は資本財部門の生産水準の変化であり、資本財に対して支出される貨幣の大きさである。そのメカニズムについて『貨幣論』の議論は必ずしも明確ではないが、主因である企業家の予想収益と資金調達費用の比較で設備投資を決意するというのは『一般理論』と実質的に変わらない。また、費用側に大きく影響する資産部門の動向についても、貯蓄預金と株式をはじめとする諸資産間の選択がいかに資産家階級によって行われるか、そしてそうした体系に銀行組織がいかに影響しうるか、さまざまな金利や限度額の操作など、『一般理論』よりはるかに具体的に、論じられている。

このように『貨幣論』全体を見渡すと、まず「古典派」のイメージは浮かんでこないし、『一般理論』のメッセージを包含する基礎さえ窺える。種々の経済主体はそれぞれのローカルな局面に応じ、（経済学の、ではなく）われわれの日常の意味で常識的な判断に基づく行動を実行する。その際に他者の行動との関係は、システムの構成部品のおそびとして、きわめてルーズなままに残されている。これを体系として理解するための基礎は一般均衡理論などとは異質なものののだ。

満足化主体の構成する並列処理経済系

ではこのように見たケインズ・システムをより具体的に示すとどうなるだろうか。まず、経済主体の行動の表現方法であるが、何らかの基準をもとにした調整行動であることから、局面の判断基準となる社会的相場を閾値（満足化基準）とし、判断時点でのローカルな情報の入力値の加重和が閾値を超えるならば上方調整出力、下回るならば下方調整出力を行うユニットとしてモデル化することにする。ユニット間の入出力関係を決めてやることによって、このような主体の構成する社会を表現する。

ここで、閾値の初期データと加重和算出のウェイトは最初に与えられていなければならないが、これは新規参入する企業家といえどもその社会の相場を知って行動することの反映である。もちろんこれらのデータは学習によって改められるが⁴⁾、それは制御結果を記憶スタックにおいて時間をおいて段階的フィードバックさせるモデル⁵⁾として実現できる。

なお、調整行動は一度行われると、しばらくは技術的にも組織運営の観点からも変更できない。そこで1つのユニットが調整出力を行ったとき、しばらくの期間はしきい値に大きな値が加算されて、たとえば大きな入力があったとしても反応しないようにしておく。こうした形で人々の行動に見られる様々なラグを統一的に扱う。

そこで、経済主体の調整行動を一般的に示すと、新たなケインズ体系の基本方程式が得られる。これは相互結合タイプのネットワークである。

$$x_j(t+1) = a_j f \left[\sum_{d=0} \sum_{i=1} w_{ji}(t-d) x_i(t-d) + z_j(t) - s_j - \sum_{d=0} s'_j(t-d) x_j(t-d) \right]$$

ただし記号は、

$x_j(t)$ t 期の第 j プロセスの調整出力。

w_{ji} 第 j プロセスの入力として第 i プロセス出力を入力として受ける場合のウェイト。直接的に影響のない場合は0。プロセスの入出力デザインを表現する。

s_j 第 j プロセスの満足化基準。ただし、そのプロセスが出力を行なったとき、それに続くある一定期間は出力を行なえないことを示すために、満足化基準が高くなる期間 T を設定し、その期間中の出力に十分大きなウェイト s' を掛けたものをこの基準に加算する。

z_j 第 j プロセスに対する系外部からの入力。

a_j 最大調整量パラメータ。たとえ最大調整を決意したとしても、その大きさは制度的・技術的・慣習的な制約を受ける。 a_j はこうした大きさを表現する。

$f[\cdot]$ しきい値関数。デジタル対応の場合、 $\cdot > 0$ or $\cdot < 0$ に応じて一定値出力。

しかし、このままではシステムの振舞いがどうなるのかわからない。大雑把にでも振舞いを示す工夫が必要だ。そこで経済には体系として構成するとき同種として扱ってもよい行動パターンの主体、勤労所得家計、消費財生産企業家、資本財生産企業家、いくつかのタイプの資産家等が活動していることに注目し、同種とみなされるユニットについては単純に束ね、一つのマクロ・ユニットを作る。マクロ・ユニットのふるまいを定性的に考える際、それが同種のユニットによって構成されていることにより、統計力学の手法が利用可能となる。以下、甘利俊一[『神経回路網の数理』1978]の手順にしたがい、等質ランダム結合回路が作られるが、その1単位時間経過後の平均出力は、回路内部の個別ユニットの結合の強さ、その時点での平均出力、平均外部刺激、平均満足化基準を用いて、個々のユニットと同様の表現が可能である。また、この平均出力の平衡状態は、これらに依存して決まることになる。そこで外部刺激として、他のマクロ・ユニットの平均出力を読み込む形で複数のマクロ・ユニットを組み合わせれば、システム全体の平衡状態も考えることができる。

2種類の主体グループのネットワークにより構成される簡単な場合について考えてみよう。あるお互いに影響を与えあう同質な判断プロセスからなる集合を考え、その中の1判断プロセスへのこの集合内部からの影響を与えるものとして、判断の直前の時点での集合内の判断プロセスの出力を考える。その影響がある場合には、そのプロセス出力は当該の判断プロセス入力にある正の値のウェイトを掛けて入ってくるものとする。この判断プロセスでは直接には考慮されないプロセス出力については、ウェイト=0となる。さて、あるプロセス出力は確率 p でこの判断プロセスに影響し、ウェイト w で結合し、したがって確率 $(1-p)$ で結合しない(ウェイトは0)とする。 n が十分に大きいならば、 r 本のプロセス出力がこの判断プロセス影響する確率は正規分布で近似できる。1つの判断プロセスへの入力に対するウェイトの、マクロ・プロセス全体としての平均 $\omega n p$ を W 、分散 $\omega^2 n p(1-p)$ を σ_w^2 で表す。これらはマクロ・プロセス内部からの刺激に対するのマクロ的な結合の強さ表現するものである。当該のマクロ・プロセスの外部からの刺激 z_j 、各判断プロセスの満足化基準 s_j についても正規分布にしたがうものとし、その平均と分散を同様に表す。すると、このマクロ・プロセスがどれだけ活発に動いているかを示す活動水準としての出力平均 X は、1単位時間を経て、次のように変換される。 $\phi(u) = 1/\sqrt{2\pi} \int_{-\infty}^u e^{-y^2/2} dy$ として、

$$F(X) = 2 \phi \left((wX + z - s) / (\sqrt{\sigma_w^2 + \sigma_z^2 + \sigma_s^2}) \right) - 1$$

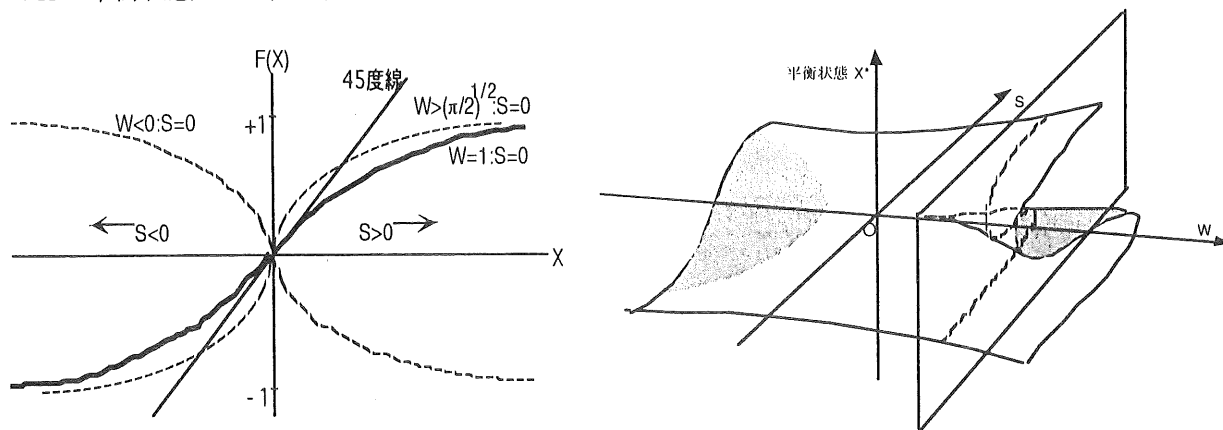
ここで、 $\sigma^2 = \sigma_w^2 + \sigma_z^2 + \sigma_s^2$ 、 $W = w/\sigma$ 、 $S = (z - s)/\sigma$ として、次のように書き直しておく。

$$F(X) = 2 \phi(WX + S) - 1$$

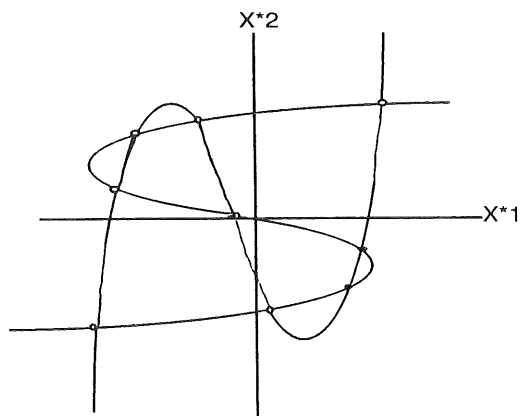
したがって、 $X_{t+1} = F(X_t)$ が、このマクロ・プロセスの状態遷移を表す方程式ということになる。ここでマクロ・プロセスの入出力関数と個別のプロセスの入出力関数の形状の相似に注目されたい。個別の主体の行動モデルとしてわれわれは満足化原理を採用し、その定式化にMcCulloch & Pittsの形式ニューロ

ンを採用したのだが、マクロ・プロセスの振る舞いについても同様の手法が適用できる。

さて、 $X_{t+1} = X_t$ となると、このマクロ・プロセスは平衡状態にあるわけだが、そのような X の値は、 $X-Y$ 平面で $Y = X$ (45度線) のグラフと $Y = F(X)$ のグラフとの交点の X 座標で表される。45度線を $F(X)$ のグラフが非負の傾きをもって左上から右下に横断するとき、安定的な平衡点となり、それ以外は不安定な平衡点となる。問題は $Y = F(X)$ のグラフの形状であるが、 $W = 1$ 、 $S = 0$ のグラフが下左図の実太線になるので、これを X 軸方向に $1/W$ 倍し (点線)、 S だけ平行移動したものとして表される。こうして X の平衡状態 X^* は、 W 、 S に応じて決まることになる (下右図。陰影部は不安定な平衡を示す)。



2つのマクロ・プロセスが相互に活動水準にとってプラスの刺激を与えあうと考えれば、他方の活動水準をもう一方の外部刺激と読み直すことができる。上右図、 W 一定として断面図を見れば、 S の水準による平衡状態の変化が示されるのであるが、この S を他方のマクロ・プロセスの活動水準として読み、こうした2つのグラフを90度ずらして重ね合わせたものが下図である。両者の交点は2つのマクロ・プロセスからなる系の平衡状態を示している。

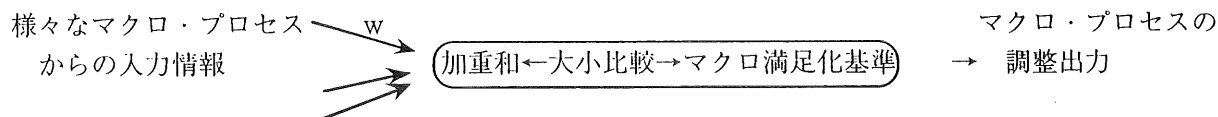


こうしてみると、2種類しか主体グループがなくとも、これは多平衡のシステムであり、また2番目の図の断面をスライドさせてみれば、 W の変化によっても平衡点マップは変容することがわかる。

シミュレーションによる例解(1)

ここまでの手順にしたがって構築されたシステムはより具体的にはどのような振舞いをするのだろうか。わかりやすくするために、上のマクロ・プロセスの作成以降の手順について、その相互結合ネットワークの振る舞いをシミュレートしてみよう。ここでは次のような手順でシミュレーション・システムを作成して検討する。

① 満足化原理にしたがい行動する経済主体グループモデルの作成

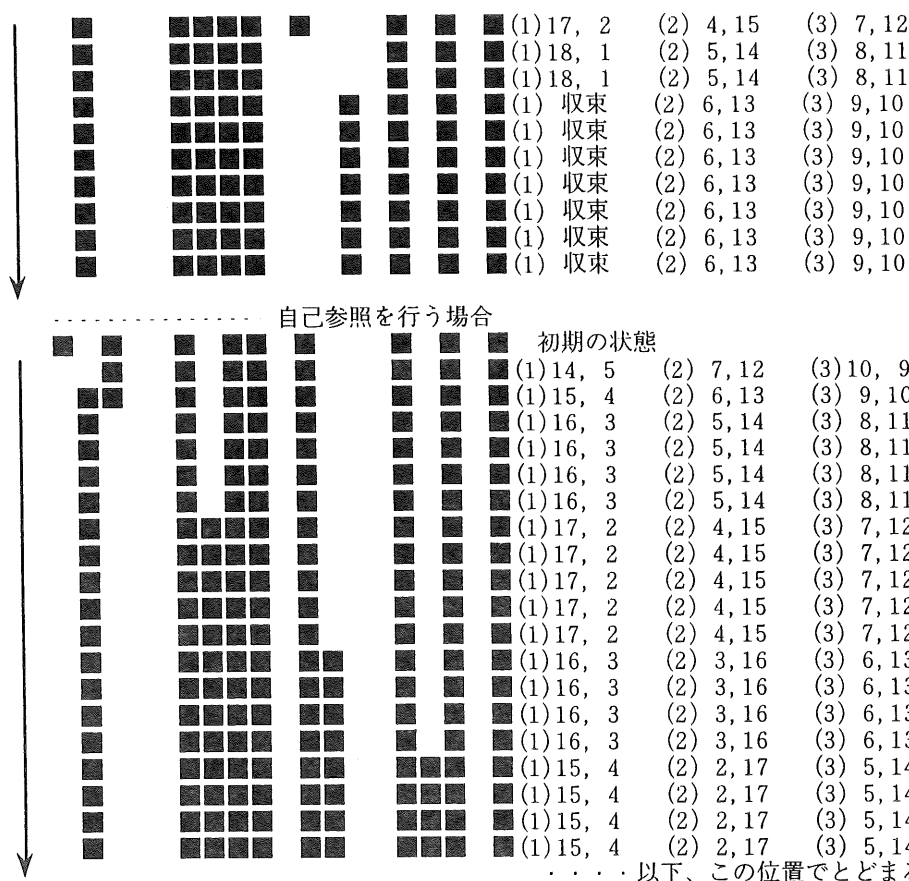


② マクロ・ユニットの入出力関係 (w) をデザインし、マクロ・ネットワークを作成

たとえば、労働者階級、消費財部門企業家階級、資本財部門企業家階級、資産家階級、民間銀行組織というマクロ・ネットワークの活動水準をそれぞれ、 $a_1 \sim a_5$ で表し、全体に対する外部刺激レベルとして政策介入レベル a_6 を考えるならば、ある時点におけるこのシステムの状態はこの超平面上の点

へ向けて移動することになる。ここで i は斜面番号を表す。





結果は各ユニットの状態を更新する際に、自らの1期前の行動を参照するかしないかの2通り示した。入力値に1期前の自らの行動を参照させるようにすると、各グループは以前の自分たちの行動に影響され、たとえ他のマクロ・プロセスからの入力が行動変更を指示するものであったとしても、それが以前の自己の行動の慣性を覆すほどの大きさでなければ、システムは想定した平衡状態の周辺でとどまり続けることになる。現実的な経済主体は自身の以前の行動を引きずるものであろうし、変更のシグナルに対して鋭敏には反応しないであろうから、こうした領域はさらに大きくなる。

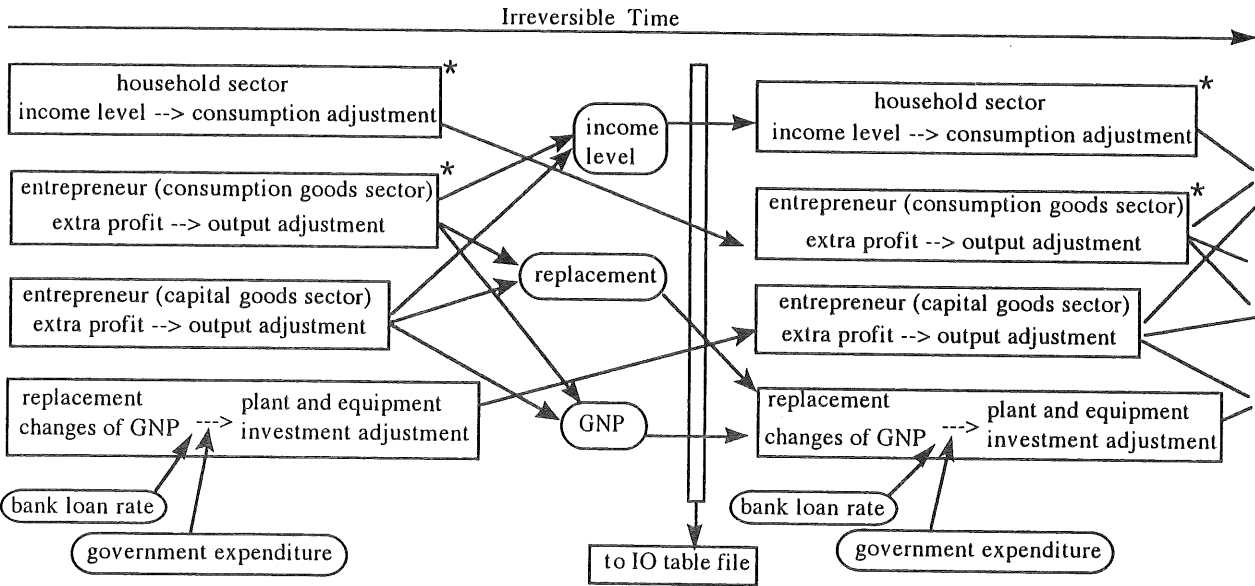
シミュレーションによる例解(2)

次は『貨幣論』に則したかたちでシミュレーションを行う。今度は最初に平衡状態を与えることはせず、現実的な調整パターンを与えて、満足化主体群による並列処理経済系をシミュレートする。このプログラムでは単純な場合に限定し、次頁の上図⁶⁾のように主体グループとして、労働者グループ、消費財生産企業家グループ、資本財生産企業家グループ、設備投資決定企業家グループの4つを考慮しているが、もちろん資産家グループ、民間銀行グループ、政策当局による操作変数を加えることは、難しいことではない。

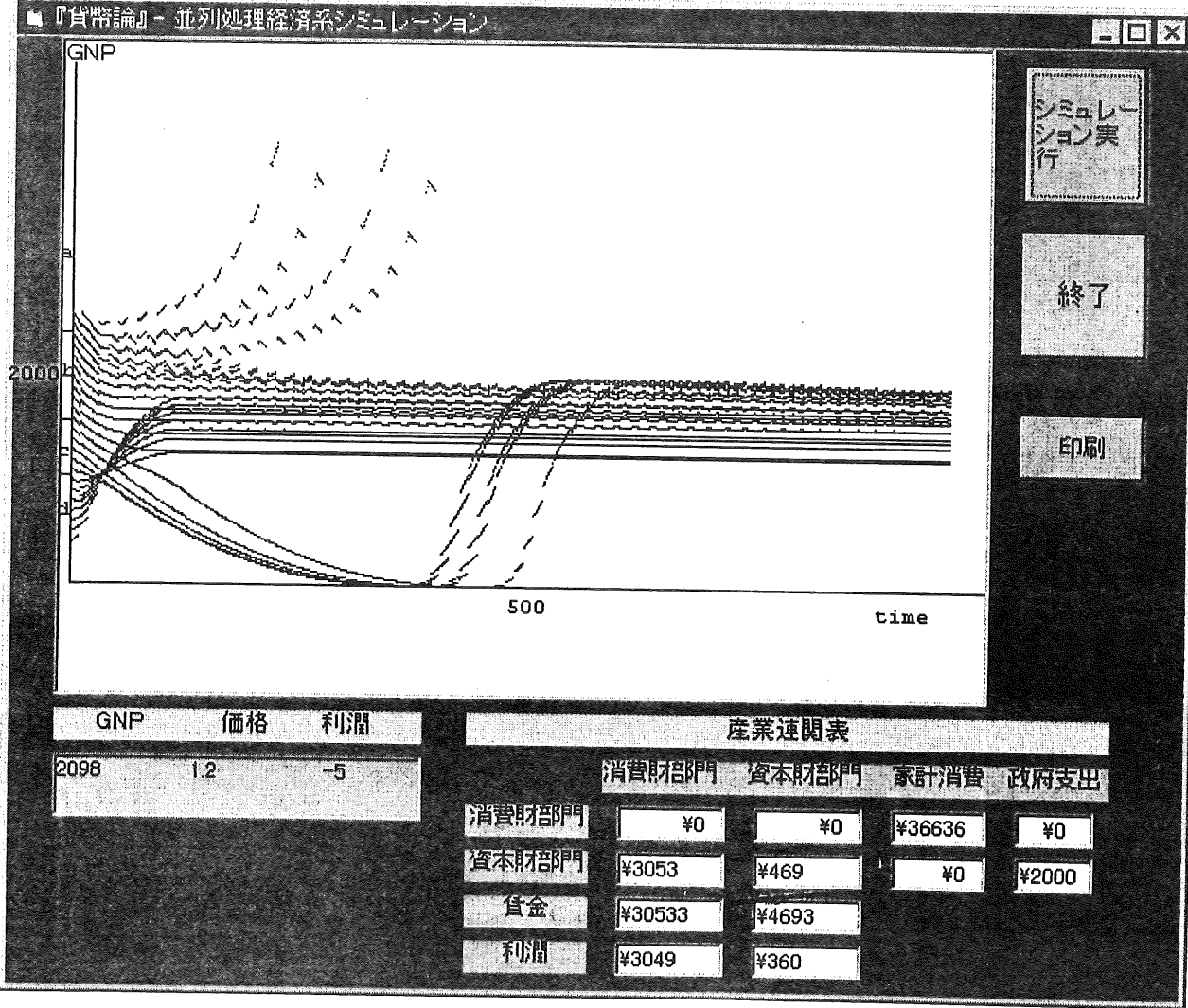
『貨幣論』は、資本財に対する支出を決定する要因として貸付利率と企業家の期待をあげるだけで、あまり具体的な定式化は与えていない。ひとまずここでは消費財生産部門の調整行動にして10アクション前の時点との比較でのGNPの伸びと資源などの環境条件に制約される成長の天井により期待を形成し、資本財への支出(新規設備投資)を決定することにした。これも金融システムとの関連をつけるように拡張することは可能である。

なお、現実の経済データとの対応を示すために、消費財生産部門の調整タイミングにして20回ごとに部門間の取引を集計し、産業連関表を出力させている⁷⁾。ここで産業連関表のデータの背景に需給均衡は全く必要ないことがわかると思う。4つのマクロ・プロセス以外の環境条件不変としても十分な時間がその状態で保たれない限り平衡状態には到達しないし、ましてや現実的にはシステム外部からのショックに絶えずさらされている。また、平衡状態に達する経路の場合には、十分長い時間動かしてみれば再生産

表が得られる。そして、このシステムの平衡状態は、各マクロ・プロセスが出力変更の有効な誘因をもたないこと⁸⁾のみを意味し、背景の最適化行動・最適状態を一切含意しない。

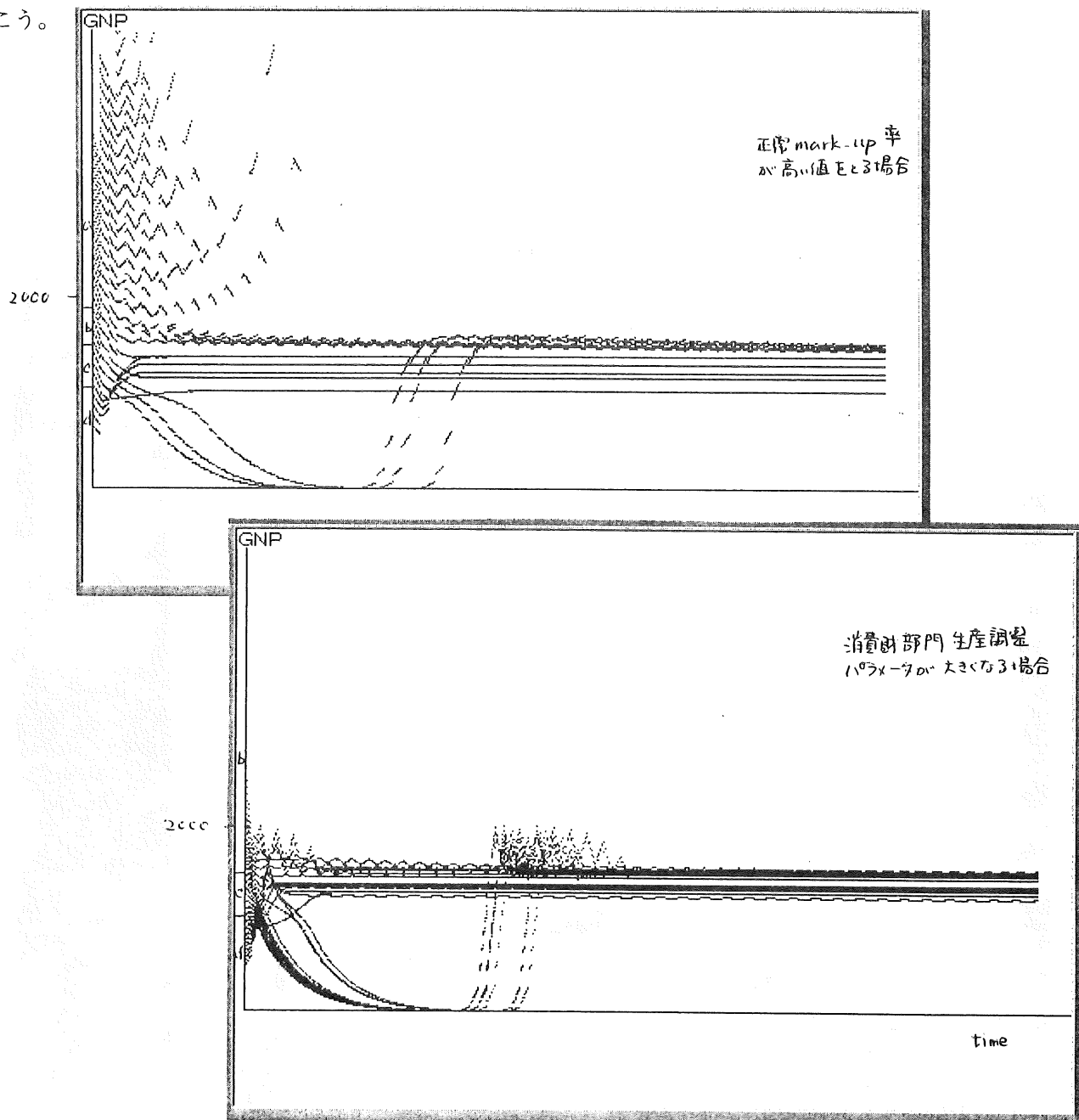


実行結果



前頁の実行結果は、消費財部門の生産水準の初期値を変化させ、その後のシステムの振舞いをGNPのグラフで表している。これは(6)頁の斜面のイメージ図を消費財部門の活動水準値で横切った線上の各点からスタートしたものと考えてよい。初期点によってシステムがオーバーヒートしてしまう経路(a)、活動を低下させた後に水準を維持する経路(b)（高い値から出発するほど振動が激しい）、活動水準が一旦0水準まで低下してしまう経路(c)（倒産条件を加えれば、システムダウンする経路といえる）、活動を上昇させた後に水準を維持する経路(d)（低い値から出発するほど後の振幅が大きくなる）が見られる。バンド(b)(c)内部では、ラバストネスが維持され、また経路間の移動は政策水準の変更により可能である。

これまでのところでは各プロセスの行動調整の仕方に変化はないものとしてきた。学習行動は主体ごとに行動結果をある期間記憶するテーブルを作成し、それを満足化基準にフィードバックする仕組みを加えてやれば表現できるが、フィードバックの時間的タイミングは、通常のアクションよりも長い時間を要するものである。三つ子の魂百まで、というように、通常の間人はその基本的な行動基準はめったに改めないし、世の中基本的には無理が通っているものである。しかし学習や制度変化、進化もまたこの会合の大きなテーマである。最後に行動パターンの変化がシステムの振舞いにどのような変容をもたらすか見ておこう。



結語

本報告は、何故に初期データの満足化基準が与えられたかは問わずに、とにかく満足化原理にしたがう主体の存在を前提にして、彼らが構成する経済システムとは如何なるものか、どのような振舞いをするのかを明らかにするべくモデル構築を行った。（従うか従わないかは別として）参加しようとする社会の相場を知らずにその社会で十分に活躍する主体というのは考えにくい。ならばそうした主体を典型的なものに見なして、それぞれの主体にローカルな範囲での自律性を許容しながらも、ある程度のラバストネスをもつシステムとは何か。このように考えた方が、実際に動いている現実の経済システムの仕組みを理解するためには建設的であるように思う。無秩序から合理的な秩序を構成するようになるべきだ、という意味で規範的な社会モデルに固執するよりも、たとえパラメータが多くてアドホックに映ろうとも、シミュレーションという手段が利用できる現在、記述的な社会モデルを目指した方がよいと考えるからである。

このようなシステムは、冒頭に挙げたスペック要求を満たしている。満足化主体の構成する並列処理系を構築することにより、経済学の歴史と同じくらい長くて自然なことに思われた需要と供給の世界からの脱却が可能となる。

注釈

- 1) なお、不可逆的時間を取り入れることによる不都合は、理論モデルを構成する以前の段階でも生じる。一物一価は当然のように想定されているが、高めの値段で取引した人であろうと安めの値段で取引した人であろうと、一度購入してしまえばそれで取引は終了する。一物一価は、同一の商品について、売上数量に敏感に反応する供給者が売り続け、価格に敏感に反応する需要者が買い続けた上で達成されるものだが、達成された状態をほとんどの商品について保証できる状態を想像するのはきわめて難しい。価格をめぐっての販売競争が行われていることと、一物一価が成立することは、別のことである。□
- 2) 因果構造を表現したものとされるPasinetti[『経済成長と所得分配』1974]のcausal-typeの連立方程式体系にしても、recursiveな体系における変数の決定順序と、実際に「歴史的時間」の中で展開される経済事象の因果論的展開とは、次元の異なる問題であるから、両者を混同するわけにはいかず、解決策とはなりえない。繰り返し不可能な世界での不確実性を扱って有名なShackleの議論が、経済システム全体のモデルとして示されたこともないように思う。
- 3) ここでは形成史研究上の議論には触れないことにする。京大『経済論叢』1990.8「ケンブリッジ・サーカス再考」、専修大『経済学論集』1995.3&11「『貨幣論』の検証(1)(2)」参照。
- 4) とはいえ、それには個々の調整アクションよりもはるかに長い時間を要するものである（人間はめったなことでは一度習得したその基本的な行動基準について学習しない！）。したがってまず、満足化基準、調整量、入力情報エリアは所与として、そうした主体が並列的に構成するシステムを構築することを優先する。しかし徐々に満足化基準が変わっていけば、のちのシミュレーションでみるように、経済システムの振舞いも変化するし、それがカタストロフ的に変化することもある。
- 5) たとえばMesarovic = Macko = Takahara[*Theory of Hierarchical Multi-level Systems*, 1970]参照。
- 6) *印のプロセス以外の出力一定とした場合、乗数過程が得られる。
- 7) IO分析では取引表から直接得られる投入産出行列を1つのまとまった技術情報とするが、これはそのホワイト・ボックス化の手順を示唆している。
- 8) これが『貨幣論』の「均衡」の実質的な定義である。（完全雇用に言及した定義が1カ所あるが、それは貨幣数量式に対応させるために産業的流通を固定すべく行われている。議論の主旨はそのような特殊な場合に限定される定義を否定している）

Diffusion of Newly Developed Technology

by Social Division of Labor

A case of Japanese cultivator in 1930s'

Norio Tokumaru

Graduate Course of Economics , Kyoto University

Abstract

This paper describes how cultivators were introduced and diffused in the prewar Japanese agriculture .

The introduction and diffusion of such finished machines is usually understood as a linear process .

However , in the case of cultivator in our case , it often requires an adaptation process which often involves a sequence of minor but important improvements, which takes place if and only if there exist close links with other industrial sectors , as well as learning by adopters .

By using the data on agriculture in Okayama prefecture in Japan , this paper gives an example of diffusion process , which will shed a new light on our understanding of technology transfer and of technological evolution in general as well .

1. Introduction

This paper describes how cultivators were introduced and got diffused in the prewar Japanese agriculture. While the introduction and diffusion of such finished machineries is usually understood as a linear process which does not require any detailed explanations, it is often said that when a new technology is introduced in some area , the technology must be adapted to the factor endowment and technological level there for its diffusion .

However , economists often tend to emphasize exclusively the very outcome of the adaptation. For example, Hayami and Ruttan(1985) , while arguing about the technological change in agriculture in general , explained technological change as an outcome of adaptation to the change of factor endowment . But they did not explain the *process* of adaptation of new technologies . Although they pointed out the necessity for the "trial and error" by farmers , blacksmiths , and mechanics in the course of adaptation

I thank Professor Satoshi Sechiyama , Professor Sobei H. Oda and my friends for their critical comments .

(pp.261) , their theoretical model named "induced technological innovation model" does not logically require the process of adaptation¹⁾ . Therefore , we could conclude that such a reference to the adaptation process itself is not an essential component for their theorizing about the agricultural development and that their theoretical framework can not treat the adaptation process appropriately .

Moreover , there has been no case study which tried to understand the process of adaptation systematically . This is one of the reasons why the theory of technology transfer failed to explain in a well defined way about how a transferred technology which was adapted to the factor endowment could diffuse or not .

The adaptation process often involves a sequence of minor improvements , which successfully takes place only if there exist close links with other industrial sectors , as well as learning by adopters . As we know , such a sequence will not always follow. In fact , there have been a lot of transferred technologies which have not been adapted because no improvement has occurred , even though they were adapted to the factor endowment . This suggest the complexity of the adaptation process . Therefore , we should say that only the technology which goes all the way of this process can survive and diffuse .

This article is concerned with a case of agricultural technology . Since agriculture is restricted by natural environment more strictly than other industries , we can hopefully see in agriculture the process of diffusion of newly introduced technologies in more vivid perspectives .

By using the data on agriculture in Okayama prefecture , Japan , we will offer an example of the diffusion process , which sheds a new light on our understanding not only of technology transfer but also of technological evolution in general .

In section two we will show an example of adaptation of farm cultivators in prewar Okayama prefecture . Since the farm cultivator , originally imported from US , was the first mobile machine in prewar Japanese agriculture , we can expect difficulties in adaptation to be revealed more explicitly in the case of the farm cultivator than in any other case of transferred agricultural machines .

In section three we will examine the implications of the example in section two .

The last section contains concluding remarks , which will emphasize the importance

¹⁾ The characteristic of this model is that the change in factor endowment induce innovations which save the relatively scarce factor . In their theorizing , because the factor prices and the production possibility set are already known , it is easy to choose the optimal technology and logically no "trial and error" is required .

of understanding the mechanism of " the social division of labor " by which a technology is formed and diffused . By understanding this mechanism , we can reach a further understanding of the process of technical and industrial progress .

2. Empirical example : diffusion process of farm cultivator in prewar Japan

In this section we will take up an example of the mechanization which took place in 1930s as diffusion process of the farm cultivator. In Japanese agriculture, the real mechanization started in 1920s. One of the characteristics of this process is that machines were made in imitation of those imported from Europe or US so as to fit the conditions in Japan. The farm cultivator was the first mobile machine in the history of Japanese agriculture. So we can expect here the difficulties of diffusion to appear more explicitly than in any other case of technology in agriculture.

Before considering the farm cultivator, we show in this section how the farm motor, a machine leading to agricultural mechanization, was introduced to that district. In 1920-1930s, Okayama (in Western Japan) was a district in which most advanced agriculture prospered.

In those periods, irrigation began to face a serious obstacle, which was brought about by shortage of labor. In 1910s, power used in agriculture was being supplied by human and livestock. Especially, because there was not enough water for crops, irrigation required a lot of labor. Moreover, industrialization started in 1910s and modern industries absorbed a lot of labor from the agricultural sector.

It was 1916 that a small-size motor "Alpha" was imported from US by a landed farmer. Until then , the oil motor had been used for post harvest operations etc. The motor was so heavy that it could not easily be moved and could not be used for outdoor operations like irrigation. The "Alpha" newly developed in US was light enough to be moved and was expected to be used for irrigation in Okayama.

Despite this advantage, "Alpha" was too expensive for farmers . And even though it could be moved, the weight per HP (horsepower) was much larger than motors domestically developed later in 1920s .

For five years since 1920, domestic motors had been improved radically, and they

became lighter and cheaper than those manufactured in US¹⁾. In those days many manufacturers in that area began to try to produce light and cheap motors. They had originally engaged in farm-tool repairing, shipbuilding and so on, and they did study the structure of motor by reverse-engineering the imported motors.

In addition, diffusion of the pump and diffusion of the motor proceeded hand in hand. Together with this process of improvement of the motor, pumps diffused very rapidly, largely because of serious drought in 1922 and 1924. Paddy fields irrigation by human labor could not supply enough water, so a simple pump named "Vertical Pump", which was designed by a farmer so as to be used together with the motor, diffused rapidly. At the same time, motors also diffused rapidly with this pump.

As the small-size motor prevailed, works like rice polishing and irrigation became to be done by the motor. But farmers really wished that cultivation labor became mechanized, because it was the hardest toil for them.

Meanwhile in 1919 farm cultivators were imported for the first time. A large-size farm cultivator was imported in 1919. But since these cultivators were designed for the use in non-paddy fields, they were not suitable for the use in paddy fields. In addition, since they were very expensive and consumed too much fuels, most of them had soon turned out to be out of use.

However, one of the cultivators named "Simar" of Swiss make, remained and served as a model for the future farm cultivator. One of the distinguished characteristics of the "Simar" cultivator is that while other cultivators cultivated the soil by tilling the nails, Simar did so by rotating them. That mode of cultivation is very popular today, but was very rare in those days.

In spite of these advantages, people had to face the following shortcomings when the Simar began to be used in paddy fields in Japan. These shortcomings prevented that machine from being diffused²⁾. First, the nails had a lot of problems. For example, the nails got tangled with weeds, or they wore away quickly. Second, the engine mounted on Simar was inefficient in terms of fuel economy. Third, it was hard to change the moving direction because the Simar had no clutch system. Fourth, it was impossible to replace or

¹⁾ According to Shimizu(1955) pp.210, in 1924 the weight per HP of domestic motor became lighter than that of imported motor.

²⁾ See Wada(1979)p.82-83.

repair the components which were also manufactured abroad. Lastly but not least , the Simar was quite expensive for Japanese farmers.

It was in 1921 that the Simar demonstration by a Swiss took place in that area . A few people got hints for manufacturing the cultivator in this demonstration and decided to manufacture it. A farmer named Nishizaki was one of them³⁾ . He had known the small-size motor "Alpha" and thought that if the light motor was used, development of mobile machines also became possible. The most important shortcomings of Simar was its expensiveness mainly entailed by the cost of the engines mounted on. Therefore , he designed a cheap cultivator which could be used together with motors already in use among farmers. He studied about the details of cultivation itself and continued to improve his machine.

Then in 1927, the first Japanese farm cultivator was completed. Although it was based on simple manufacturing technology, it incorporated improvements such as the clutch and the nails and it turned out to be very cheap (10% of Simar!)⁴⁾ .

However , when it was put to use in other areas, differences in soil brought about a lot of mechanical troubles , while it had few troubles in Nishizaki's area in spite of its mechanical simplicity. These troubles were attended and repaired by ironworks or forges there. From then on , ironworks and forges started to engage in manufacturing cultivators.

A manager of ironworks (named Itano) learned the shortcomings of the cultivator while repairing and improved them. For example, nails became to be made of steel (formerly made of casting), the form of nails was changed, and the transmitter was changed from chain to gear (because the chain was often broken) . And prices became about two thirds of the price of the former cultivator.

After many turns of trial and error , a new cultivator was completed around 1930.

People often suffered from the backwardness of technology. For example, if they wanted to manufacture cultivators with the same HP as Simar (5~7HP), the cultivators became too expensive. Therefore , they had to manufacture cultivators with less HP than Simar (about 2HP) so that they could sell at low prices. Of course, new problems (called

³⁾ See Fukuda and Hosokawa(1959) p.193 , in which Nishizaki's autobiography is quoted .

⁴⁾ See Wada(1979) p.112 .

"bottlenecks"⁵⁾) arose from this situation. These problems were solved by utilizing the outcomes achieved in the industrial sector. For example, manufacturing lightweight cultivators became possible by introducing innovations like precision machine tools, lightweight metal, and lightweight precision motors being manufactured in large factories, etc.

In short, improvements in the cultivator was greatly influenced by the innovations in other sectors.

3. Understanding the process of diffusion of the cultivator

In this section we focus on understanding the process of diffusion of the cultivator . In agricultural technology , there have been a lot of cases that new technologies could not fully demonstrate its ability because they failed to diffuse . Therefore , the contribution of a technology on socioeconomic development depends on whether the technology really diffuse or not .

However , it is clear that we cannot understand this process of diffusion by applying the theoretical framework of Hayami and Ruttan(1985) mentioned in section one . And case studies in this area did not treat this process systematically but often treated the process as " history of inventions " or " history of events " , which made us impossible to understand the interrelation between individual inventions or events ¹⁾ . Therefore , we cannot understand the process of diffusion of cultivator systematically by just referring to these case studies . In this section we wish to shed new light on this example of diffusion of cultivator .

Clearly , no one could deny that the process of diffusion of newly developed technologies depends on a factor : improvement ²⁾ . Therefore , here we concentrate on this factor in examining the process of diffusion of cultivator .

In order to study the process of diffusion of cultivator systematically , we have to

⁵⁾ On the concept " bottleneck " , see Rosenberg (1976) pp.108-125.

¹⁾ For example , they only tell us who the inventor was or how he invented . However , note that we do not undervalue these case studies . Actually , these case studies contain a lot of useful information , which contributes our understanding of individual inventions .

²⁾ We suppose that the adaptation to the environment is based mainly on the product and process improvements .

answer the following questions .

- 1) *What were preceding conditions that would prepare the favorable background where farmers were being changed into ' potential ' users of the cultivator ?*
- 2) *How were the needs and the bottlenecks of the cultivator known to the manufacturers ?*
- 3) *How was the mechanism which motivated the manufacturers to develop new machines ?*

Here , we try to answer these questions .

- 1) *What were preceding conditions that would prepare the favorable background where farmers were being changed into ' potential ' users of the cultivator ?*

For diffusion of the cultivator , there must exist some preconditions that will influence farmers and change them into ' *potential* ' users of the cultivator . We think that diffusion of the farm motor was the most important condition for diffusion of the cultivator , because diffusion of the farm motor means the growth of the ' *potential* ' market for the cultivator ³⁾ .

Therefore , we will analyze the diffusion process of the farm motor by answering the above question .

First , it is important that the wide ' *potential* ' market for the farm motor had existed in the farming area . The established system of farming was based on the animal power . A series of instruments which had been used by connecting with the animal motor could also be used simply by connecting them to the farm motor . Therefore , we can say that the ' *potential* ' market for the farm motor had existed . However , because farmers did not suffer any inconvenience , there was little incentive for farmers to introduce newly the farm motor .

Secondly , there was a trigger which could turn the *potential* market into the *real* one . In the above example , serious droughts in 1922 and 1924 were the trigger . The " Vertical Pump " could not be operated by connecting with the ' animal ' motor , which induced the diffusion of the farm motor and therefore the growth of the ' *real* ' market . (On the diffusion of the farm motor , see figure 1 .)

We also have to note that the entry of machine industries which had manufactured motors for warships during the WWI into the farm motor market was made possible by the rapid growth of the farm motor market . During the recession after the WWI , war

³⁾ Note that one who has a farm motor at hand can use the cultivator simply by connecting it to the farm motor , which means that the diffusion of the farm motor underlies the growth of the ' *potential* ' (if not *real*) market for the cultivator .

industries turned their attention to the farm motor market which had not been fully developed yet , but was growing rapidly . They actually decided to manufacture the farm motor , because the growing demand for the farm motor made them possible to apply the mass production method which they learned by manufacturing the motors of warships ⁴⁾ .

Thirdly , improvements were made possible by utilizing the achievements of technical progress in the machine industry . The achievements of technical progress in the machine industry were utilized for improvements of the motor by manufacturers there in the form of improvements of parts of the motor and the machine tool . Especially , the farm motors manufactured by applying the mass production method were better in various respects (for example , in terms of low price , light weight , consuming less fuel etc) ⁵⁾ because of their most advanced manufacturing techniques . However , there still remains a question as to why the technological achievements of machine industry could be used , which we cannot answer in this paper ⁶⁾ .

In sum these conditions induced the diffusion of the farm motor which in turn set up the favorable background for the development of the cultivator .

2) *How were the needs and the bottlenecks of the cultivator known to the manufacturers ?*

It is clear that improvement is one of the preconditions for diffusion of new technology . Therefore , it is quite important for the manufacturers to improve the newly introduced technologies while using them . We try to understand the learning process in which manufacturers learned bottlenecks of the cultivator to be improved , because improvement depends on the evolution of learning .

Of course learning can take place in a variety of ways . Here we present a concept ' *learning by repairing* ' . In our example , we see that relevant manufacturers acquired knowledge about the cultivator mainly through repairing it .

Repeated repairs led them to accumulating relevant knowledge in the following way.

1) Many manufacturers became to acquire knowledge about the mechanism and

⁴⁾ On these war industries , see Shimizu (1955) pp. 202-203 . Kubota Corporation (1990) is a ' *living* ' history of one of these war industries . See especially *ibid.* , pp.34-35 .

⁵⁾ Shimizu (1955) pp.202-203 .

⁶⁾ To answer this question , at least we have to answer these following questions . First , *why* the development of machine industry was made possible ? Secondly , *why* the manufacturers of the motor could use the achievements of the technical progress in machine industry ? These questions seem to require another comprehensive treatment .

structure of the cultivator in firsthand .

2) What is more important is that they also acquired the knowledge which could be discovered only through use . For example , a lot of requests by users to repair particular parts taught the manufacturers where the bottleneck was . Therefore , the repeated repairs of parts help knowledge about bottlenecks to be accumulated. This kind of knowledge have local character and are quite different from literal , objective knowledge which exist independent of actual usages of the machines ⁷⁾ .

In this example , we can identify that the evolution of learning was made possible by the well-organized ' *user-production interaction* ' ⁸⁾ . However , the accumulated knowledge in per se is not sufficient for producers to use it . A question as to whether or not achievements of the learning process will be utilized for actual improvement remains to be answered .

3) *How was the mechanism which motivated the manufacturers to develop new machines ?*

Here we analyze the mechanism which motivated the manufacturers to develop new machines .

As we saw in 2) , it certainly was necessary for improvement of the cultivator that *learning by repairing* evolved smoothly . However , the answer for the question cannot be perfect without making clear the incentives to improve products that , while an important link in the course of diffusion , seem to have been neglected both in empirical and theoretical studies .

Situation relevant to the question were as follows .

On one hand , the prospects of the manufacturers for future sales were good . As we showed in 1) , the diffusion of the farm motor means the growth of the *potential* market for the cultivator . This growth of the *potential* market made their prospects good , which led the entry of local manufacturers into the cultivator market .

On the other hand , the real sales performance of the cultivator was poor , because the low technological level and high price of the cultivator prevented the purchase by

⁷⁾ This point was argued also by Rosenberg (1982) pp. 120-140 . He argued that the complexity of the possible interactions between products and use environments requires actual using in order to acquire knowledge on the products .

⁸⁾ This is a concept presented in Lundvall (1988) pp.349-369 , and Lundvall (1992) . He emphasized by using this concept the interactive aspect of innovation , which was based on the separation of users from producers .

farmers . This means that the market remained still *potential* ⁹⁾ .

However , when reduction in price and improvement of the cultivator were achieved , the sales took a turn . Conversely , when the sales was poor , improvements were not achieved , because the manufacturer could not earn a profit enough to invest in improvements . This situation was recognized by the manufacturers like this : " Improve the cultivator in order to sell it . " and " Sell the cultivator in order to improve it . " ¹⁰⁾ For example , the fact that 43% of the cultivators which had been produced in Okayama prefecture between 1934 and 1939 were sold to the other prefecture (Yoshioka (1941) p.301) reflects their effort to sell . Moreover , technical levels of every cultivator were demonstrated in contests, and the results were announced by the Prefecture , which greatly affected the farmer's decision on which to buy . Therefore , we can say that the contests also induced the technical competition among manufacturers .

In addition , severe competitions for improvement and sales among manufacturers brought about the virtuous circle of improvements and sales .

We summarize the above analysis in figure 3 .

In this figure , the virtuous circle of improvements and sales is the most important part in order to understand the diffusion of cultivator . From this figure , we can find four conditions required to make possible the virtuous circle . They are , 1) growth of the *potential* market , 2) competitiveness between manufacturers , 3) development of machine industry and 4) evolution of *learning by repairing* .

4 . Concluding remarks

By studying systematically the process of diffusion with reference to the case of the cultivator in Okayama hitherto , we pointed out in section 3 some key factors of the process .

Our study evidently suggests that there are many important aspects in the process of technology diffusion to be covered in further systematic studies .

First , we should explore the nature of the *user-producer interaction* (Lundvall) in

⁹⁾ This fact verifies Rosenberg's theory of ' technological expectations ' , in which he argued that newly developed products , which are often improved and therefore not stable in design and functions , often diffuse very slowly . See Rosenberg (1982) pp.104-119 .

¹⁰⁾ These sentences are quoted from Fujii (1979) pp.101, which is an autobiography of a manufacturer then .

more detail . For example , we ought to take up the following questions : Is the learning process affected by the geographical distance between producers and users ? And does the importance of the interaction as a source of learning change along the life cycle of a technology ?

Secondly, we have to answer the question on the formation of the technological complementarity : How is the technological complementarity formed ? Obviously , if we study the formation of the technological complementarity between machines , such as between cultivators and motors , we have to take into account the development of the machine industry , because the technological achievements of the machine industry are necessary for the formation of the complementarity , as was shown in our example .

Thirdly , we also have to study how the established farming system affects the diffusion of new machines . It is often emphasized that the diffusion of new machines changes the prevalent farming system . However , this is just one direction of causal links . The prevalent farming system affects the diffusion of new machines . For example , the motors , diffusion of which was a condition for the diffusion of cultivator , could diffuse rapidly because of the establishment of the farming system which used the livestock as a motive power of many operations . By studying this , we will get a hint for the question as to why the technology transfer fails when the technology requires a farming system which is quite different from what has prevailed in the transferred area .

Fourthly , the mechanism generating the virtuous circle of improvements and sales must be studied . We have shown that factors , such as the extent of the *potential* market , the competitiveness between manufacturers , the possibility to use the technological achievements of the machine industry , and the evolution of learning , generated this mechanism . Our question is as to how the virtuous circle works if these factors change . We think this question quite important because the virtuous circle itself is the core , at least in the case of cultivator , of the technical progress .

Let's present these questions in more general form .

In our example , improvements and diffusion of the cultivator took place in the nexus of a lot of agents , such as users , manufacturers of the farm motor , machine industries , and manufacturers of the cultivator . Therefore , we can say that the cultivator was formed and diffused by the *social division of labor* . This may also be the case in other technologies .

We ought to emphasize that innovations (including improvement and diffusion) in general are not completed by one or a few adventurous entrepreneur manufacturing the product in question . The orthodox approach adopted in many case studies is to look for and identify the innovator . But such efforts are unsatisfactory for the study of the innovation process .

Therefore , we think that the mechanism of the *social division of labor* by which the technology is formed and diffused has to be studied . If we can clarify not only the *structure* but also the *mechanism* of that social division of labor ¹⁾ , we can expect to understand systematically the process of formation and diffusion of the new technology as a social process which has remained the " black box " in many case studies and theories of the technical change . And this mechanism will tell us why in some cases the process of social division of labor is coordinated well and in other cases not .

¹⁾ We have to note that the *structure* of this social division of labor has been expressed in the form of " input-output matrix " . However , the *mechanism* of this social division of labor has explored only partially , of which A.O.Hirschman's " linkage " analysis of economic development is an example , even though it has been interpreted statically in a given IO matrix . See Hirschman (1986) pp.69-72 .Recently , some theorists of ' evolutionary economics ' have studied the " National Systems of Innovation " , in which they emphasized the systematic character of innovations . For example , see Lundvall (1992) and Nelson (1993) .

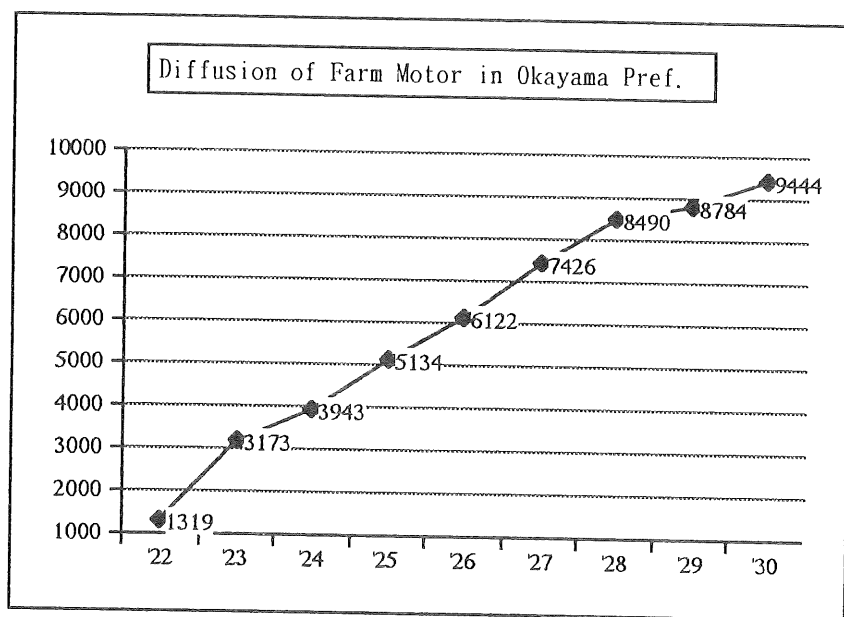


Figure 1. Diffusion of farm motor in Okayama Pref.

(Source : Yoshioka (1941) p.34)

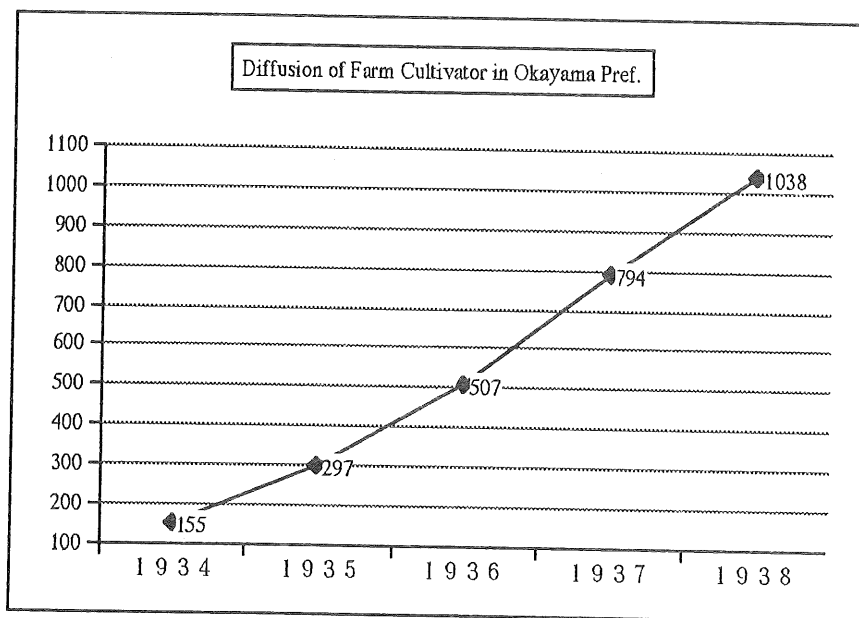


Figure 2. Diffusion of cultivator in Okayama Pref.

(Source : Yoshioka (1941) p.59)

References

- Dosi, G. (1988) 'Sources, Procedures, and Microeconomic Effects of Innovation', *Journal of Economic Literature*, 26 (3), 1120-1171.
- Fujii, Y. (1979) *Kokoro No Hashira* (The autobiography of Yasuhiro Fujii)
- Fukuda, M. and Hosokawa, H. (1959) 'Okayamaken Nanbu Ni Okeru Nogyo Kikai-ka No Tenkai Katei' ('The Process of Mechanization in South Okayama'), in *Nihon Nogyo Hattatsu-shi Bekkan* (History of Development of Japanese Agriculture Supplementary Volume). (Chuo Kouron-sha, Tokyo)
- Hayami, Y. and Ruttan, V.W. (1971) *Agricultural Development*.
(The John Hopkins University Press, Baltimore)
- Hirschman, A.O. (1986) 'Linkages in Economic Development' in *Rival Views of Market Society*
(Viking Penguin Inc. New York)
- Kako, T. (1986) 'Nogyo Ni Okeru Tekiseigijutsu No Kaihatsu To Fukyu' ('Development and Diffusion of the Appropriate Technology in Agriculture ~The Case of the Walking cultivator~'), *Keizai Kenkyu* (The Economic Review), 37(3), 193-207.
- Kojima-ko Hattatsu-shi Hensan Iinkai (1972) *Kojima-ko Hattatsu-shi* (History of Lake Kojima)
- Kubota Corporation (1990) *Kubota Hyaku-nen* (The History of Kubota Corporation)
- Lundvall, B. -A. (1988) 'Innovation as an interactive process : from user-producer interaction to the national system of innovation', in Dosi, G. Freeman, C. Nelson, R. Silverberg, G. and Soete, L. (ed.) (1988) *Technical Change and Economic Theory* (Pinter Publishers, London and New York), pp.349-369.
- Lundvall, B. - A. (ed.) (1992) *National Systems of Innovation* (Pinter Publishers, London)
- Nelson, R.R. (ed.) (1993) *National Innovation Systems* (Oxford University Press, New York)
- Okayamaken Keizai-bu (1943) *Shuyo Nokigu Riyou Hikkei* (Handbook of Agricultural Machines)
- Okayamaken-ritsu Kouyou koukou (1953) *Kojima-wan Kantaku Chitai Ni Okeru Gendai Nokigu Hattatsu-shi* (History of Agricultural Machines in Kojima Reclaimed Land)
- Okayamaken Nougai (1911) *Okayamaken No Noyo Hatsudouki* (Farm Motors in Okayama Prefecture)
- Rosenberg, N. (1976) *Perspectives on Technology*. (Cambridge University Press, Cambridge)
- Rosenberg, N. (1982) *Inside the Black Box*. (Cambridge University Press, Cambridge)

- Shimizu , H. (1955) ' Nokigu Bumon No Shin-kyokumen' (' The Development of Agricultural Machines ') ,
in *Nihon Nogyo Hattatsu-shi* (History of Development of Japanese Agriculture) vol.6 .
(Chuo Koron-sha , Tokyo)
- Sonomura,M. (1964) *Doryoku Kounki To Hand cultivator* (Walking cultivator and Hand cultivator). (Humin-
sha , Osaka)
- Wada, K. (1979) *Kounki Tanjo* (The Birth of Farm cultivator). (Humin Kyoukai, Osaka)
- Yoshioka, K. (1941) *Nogyo Kikai-ka No Kihon Mondai* 16(Basic Problems on Agricultural Mechanization).
(Hakuyou-sha, Tokyo)

はじめに

収穫逡増が存在する場合、より大規模に生産を行う企業、地域の生産費用が小規模な企業、地域よりも優位に立つ。そのために地域空間に関して均衡が成立するのではなく、因果的累積関係が生じることはすでにMyrdal (1957) やKaldor (1978a, 1978b) によって指摘されている。こうした彼らの考え方は、例えば、Scott (1990) において2つの地域の成長モデルとしてモデル化されている。それぞれの地域は互いに競争を行っているので、片方の地域の収益率はその地域の生産性のみならず、他の地域の生産性の水準によっても影響を受けることになる。収穫逡増のために生産量が大きくなるほど生産性は上昇するので、生産量の大きい地域の方が収益率が高くなる。収益率には資本が投資され、他の地域よりも成長率が高くなるであろう。これはさらにその地域の生産性、収益性を上昇させることになる。このような結果、初めに生産量の多かった地域が他の地域よりも成長し、地域格差を広げることになるのである。

しかしながら、Scottのモデルでは地域を1つの単位として扱っているために、ミクロ的な基礎が欠けている。現在、例えば、Krugman (1991) のように、収穫逡増問題は独占的競争モデルの中で新しくミクロ経済学の1分野として研究されている。そこで、本稿では、独占的競争によって、同一の産業を持つ2つ都市における地域分化が企業行動の結果として生まれてくることを示した。また、土地面積が限られた都市に人口が集中するとその地域の住民の1人当たりの土地利用面積が低下する。これはその分だけその都市に住む住民の効用を低下させるので、これを補うためにその都市の住民の賃金は上昇しなければならないであろう。こうした効果が大きい場合には、人口の小さい都市の収益率が人口の小さい都市の収益率よりも高くなるであろう。本稿では、都市間の賃金格差を考慮することにより、Myrdal, Kaldorの主張するこれは因果的累積関係が必ずしも生じない可能性があることを示した。

1. 基本モデル

消費者は労働者としての能力が等しいとする。その効用関数も同一で、

$$U = \left\{ \sum_{k=1}^A q_k^{(e-1)/e} \right\}^a h^{1-a} \quad (1.1)$$

ただし、

$$\frac{1}{2} < a < 1$$

h : 1人当たりの土地利用量

である。効用関数がこのように書ける時、消費者は所得の a の割合を消費財の購入にあて、 $(1-a)$ の割合を土地使用に対する地代の支払いにあてる。消費者に移動の自由がある限り、消費者の効用はどの地域に住もうが同一になる。しかし、企業の立地が集中する消費者は高い地代を払わなければならないであろうから、受け取る所得はどの地域に住むかによって異なってくる。また、消費者の能力は等しいので、何れの部門で労働するかによって受け取る賃金には違いが生じない。

都市住民は全て労働者であるとしよう。すると、1人当たりの土地利用面積 h は、

$$h = \frac{H}{L} \quad (1.2)$$

H : 都市の利用可能な土地面積

L : 都市住民人口 = 労働者数

となる。住民の支払う地代はその都市の住民に地代として分配されたとする。すると、労働者として支払った地代と地主として受取る地代は都市ごとに同額となる。そのため、消費財への支出額は労働者の賃金総額と等しくなる。また、都市の規模に応じて土地利用量と消費財の購入量には違いが生じる。住民に移動の自由が存在する場合には、消費者はどの都市に居住してもその効用は等しくなる。そのためには、都市の規模が大きくなるほど、1人当たりの所得が上昇し、土地利用量の減少による効用の低下を補わなければならないであろう。この時、都市に居住する消費者の各消費財の購入量 z は、

$$z = z_0 L^{(1-a)/a} \quad (1.3)$$

とならなければならない。

企業の労働のみによって生産を行い、生産関数は全て同一であるとする。労働投入には固定的な部分と生産量に比例する部分が存在する。企業が立地する都市以外の消費者に販売する時には、遠方に輸送しなければならないので余分な労働投入が必要となる。今、企業が立地する都市以外の消費者に1単位の生産物を輸送するためには追加的な労働投入量 t が必要であるとしよう。

都市1に立地する企業と都市2に立地する企業のそれぞれの利潤は、

$$Q = p_1 q_1 + p_2 q_2 - w_1 (l_0 + l_1 q_1 + l_1 q_2 + t q_2) \quad (1.4)$$

$$Q^* = p_1 q_1^* + p_2 q_2^* - w_2 (l_0 + l_1 q_1^* + l_1 q_2^* + t q_1^*) \quad (1.5)$$

Q : 企業の利潤

w : 賃金率

q_1 : 都市1への販売量

q_2 : 都市2への販売量

l_0 : 固定的な労働投入量

l_1 : 生産量を 1 単位増やすために必要な労働量投入量

t : 企業が立地する都市以外に販売量を 1 単位増やすために必要な労働投入量

である。以後、都市 2 に立地する企業を特に区別する必要がある時には、右上に*をつけることにする。貨幣賃金率は消費財の購入量と価格をかけたものなので、

$$w_1 = p_1 z_0 L_1^{(1-a)/a} \quad (1.6)$$

$$w_2 = p_2 z_0 L_2^{(1-a)/a} \quad (1.7)$$

L_1 : 都市 1 の住民人口

L_2 : 都市 2 の住民人口

となる。また、1 都市に n 個の企業が存在するので、1 企業で働く労働者は

$$\frac{L_1}{n}, \frac{L_2}{n} \quad \text{となる。したがって、}$$

$$Q = p_1 q_1 + p_2 q_2 - p_1 z_0 \frac{L_1^{1/a}}{n} \quad (1.8)$$

$$Q^* = p_1 q_1^* + p_2 q_2^* - p_1 z_0 \frac{L_2^{1/a}}{n} \quad (1.9)$$

となる。

2. 2つの都市の規模が同一の場合

収穫逓増の不完全競争モデルには均衡状態が複数存在し、その何れの均衡状態に最終的にたどり着くかは初期状態によって決まる。本節では、初期時点において2つの同一規模の都市が存在する場合を扱う。この時、両者は対照的なので、価格、数量は一方のみを計算すればよい。

同一の生産物を生産する2つの企業がクールノー型の競争を行うとしよう。 $L_1 = L_2 = L$ とすると、都市各企業が利潤を最大化するためには、1次の条件として、

$$Q_{q1} = q_1 p_1' + p_2 q_2 - \frac{1}{a} p_1 z_0 \frac{L^{(1-a)/a}}{n} l_1 \quad (2.1)$$

$$qQ_{q1*} = q_1' p_1' + p_2 q_2 - \frac{1}{a} p_1 z_0 \frac{L^{(1-a)/a}}{n} (l_1 + t) \quad (2.2)$$

が満たされなければならない。ここで、都市1における全体の販売量に対する自都市の企業の販売量を σ とする。すると、

$$Q_{q1} = \left\{ 1 - \frac{\sigma}{e} \right\} - \frac{1}{a} \cdot \frac{z_0 L^{(1-a)/a}}{n} l_1 \} p_1 \quad (2.3)$$

$$Q_{q1*} = \left\{ 1 - \frac{1-\sigma}{e} \right\} - \frac{1}{a} \cdot \frac{z_0 L^{(1-a)/a}}{n} (l_1 + t) \} p_1 \quad (2.4)$$

が成立する。(2.3)式、(2.4)式の $\{ \}$ の中が正の場合、価格が正である限り、生産量を増加させればさせるほど、利潤が増加するであろう。しかしながら、この時、労働者に対する需要が増加するので、労働市場は超過需要となるであろう。その結果、労働者の実質賃金 z が増加し、その分だけ利潤が減少することになる。こうした過程は $\{ \}$ の中が0となるまで続くであろう。したがって、労働市場において需給が一致する均衡状態では、

$$z_0 = \frac{a n (2e - 1)}{(2 l_1 + t) e L^{(1-a)/a}} \quad (2.5)$$

$$\sigma = \frac{l_1 + e t}{2 l_1 + t} \quad (2.6)$$

となるであろう。

したがって、(1.8)式より企業の利潤 Q は、

$$Q = \left\{ \frac{2l_1 + t}{(2l_1 + t)l_1 + \{l_1 + (1-e)t\}t} \left(\frac{L}{n} - l_0 \right) - \frac{(2e-1)a}{(2l_1 + t)e} L \right\} p_1^{(1)} \quad (2.7)$$

となる。企業に参入の自由がある場合、利潤 $Q_1 = 0$ となるまで、企業が参入するであろう。この企業数 n は、

$$n = \frac{L}{l_0 + \alpha L} \quad (2.8)$$

ただし、

$$\alpha = \frac{(2e-1)a}{[(2l_1 + t)l_1 + \{l_1 + (1-e)t\}]e}$$

である。(2.8)式は n は L が大きくなるほど増加することを示している。このことは大都市ほど参入可能な企業数が大きくなることを示すのである。

3. 2つの都市の規模が異なる場合

初期状態において都市の規模が異なる場合を考えよう。本節では都市1が都市2よりも大きいとする。この時、

$$Q_{a1} = \left(1 - \frac{\sigma_1}{e} - \frac{1}{a} \cdot \frac{z_0 L_1^{(1-a)/a}}{n} l_1 \right) p_1 \quad (3.1)$$

$$Q_{a1}^* = \left(1 - \frac{1 - \sigma_1}{e} \right) p_1 - \frac{1}{a} \cdot \frac{z_0 L_2^{(1-a)/a}}{n} (l_1 + t) p_2 \quad (3.2)$$

$$Q_{q2} = \left(1 - \frac{1 - \sigma_2}{e}\right) p_2 - \frac{1}{a} \cdot \frac{z_0 L_1^{(1-a)/a}}{n} (1_1 + t) p_1 \quad (3.3)$$

$$Q_{q2}^* = \left(1 - \frac{\sigma_2}{e} - \frac{1}{a} \cdot \frac{z_0 L_2^{(1-a)/a}}{n} l_1\right) p_2 \quad (3.4)$$

となる。

ここで, $\frac{p_2}{p_1} = \theta$, $\left(\frac{L_2}{L_1}\right)^{(1-a)/a} = \mu$ としよう。すると, (3.1) 式と (3.2) 式

から,

$$z_0 = \frac{a n (2e - 1)}{\{(1_1 \theta t) \theta \mu + 1_1\} e L_1^{(1-a)/a}} \quad (3.5)$$

$$\sigma_1 = \frac{e (1_1 + t) \theta \mu - (e - 1) 1_1}{(1_1 + t) \theta \mu + 1_1} \quad (3.6)$$

成立する。他方, (3.3) 式と (3.4) 式から,

$$z_0 = \frac{a n (2e - 1) \theta}{(1_1 \theta \mu + 1_1 + t) L^{(1-a)/a}} \quad (3.7)$$

$$\sigma_2 = \frac{-(e - 1) 1_1 \theta \mu + e (1_1 + t)}{1_1 \theta \mu + 1_1 + t} \quad (3.8)$$

が成立する。(3.5) 式と (3.6) 式を解くと, $g > 0$ とならなければならないので,

$$\theta = \frac{-(\mu - 1) + \sqrt{(\mu - 1)^2 + 4\mu (1_1 + t)^2}}{2 (1_1 + t)} \quad (3.9)$$

となる。

3. 1 輸送費用が存在しない場合

輸送費用が存在しない場合、 $g = 1$ となる。この時、

$$Z_0 = \frac{a n (2e - 1)}{(\mu + 1) l_1 L_1^{(1-a)/a}} \quad (3.10)$$

$$\sigma_1 = \sigma_2 = \frac{1}{2} \quad (3.11)$$

となる。

企業 1, 2 の利潤はそれぞれ、

$$Q = \left\{ \left(\frac{L_1}{n} - l_0 \right) - \frac{a (2e - 1) L_1}{(\mu + 1) l_1} \right\} p_1 \quad (3.12)$$

$$Q^* = \left\{ \left(\frac{\mu^{a/(1-a)} L_1}{n} - l_0 \right) - \frac{a (2e - 1) \mu^{1/(1-a)} L_1}{(\mu + 1) l_1} \right\} \quad (3.13)$$

である。したがって、利潤が 0 となる企業数はそれぞれ、

$$n_1 = \frac{L_1}{l_0 + \frac{a (2e - 1) L_1}{(\mu + 1) l_1}} \quad (3.14)$$

$$n = \frac{L_1}{l_0 \mu^{-a/(1-a)} + \frac{a (2e - 1) \mu L_1}{(\mu + 1) l_1}} \quad (3.15)$$

となる。

$n_1 = n_2$ の時は何れの都市も利潤が 0 となる企業数が同一なので、都市の規模には変化が生じない。 $n_1 < n_2$ の時には、規模の大きな都市 1 の企業の利潤は 0 となる時、規模の小さい都市 2 の企業の利潤は正となる。都市 2 の企業の利潤が正であるので、これらの企業はより高い賃金を払って生産を拡大させたいと考えることになるであろう。こうした企

業の行動は都市1の労働者を都市2に引きつけることになるので、都市1の人口を減少させ、都市2の人口を増加させることになるであろう。他方、 $n_1 > n_2$ の時には、都市2の企業の利潤は0となる時、都市1の企業の利潤は正となる。この場合には逆に都市1の高い賃金が都市2の労働者を引きつけることになるので、都市1の人口が増加し、都市2の人口が減少することになるであろう。

$n_1 = n_2$ の時、(3.14)式、(3.15)式より、

$$\begin{aligned} f(\mu) &= l_0 l_1 (\mu + 1) (1 - \mu^{-a/(1-a)}) + a(2e - 1) L_1 (1 - \mu) \\ &= 0 \end{aligned} \quad (3.16)$$

となる。 $f(\mu)$ を微分すると、

$$f'(\mu) = l_0 l_1 \left(1 - \mu^{-a/(1-a)} + \frac{a}{1-a} \mu^{-1/(1-a)} \right) - a(2e - 1) L_1 \quad (3.17)$$

となる。 L_1 は $l_0 l_1$ と比較して比べものにならないくらい大きいので、 μ が十分に大きい時、 $f'(\mu)$ は < 0 となる。他方、 μ が小さくなると、 $\mu^{-1/(1-a)}$ が無限大に大きくなっていくので、 μ が十分に小さい時には、 $f'(\mu) > 0$ となる。また、 $f(0) < 0$ 、 $f(1) = 1$ である。したがって、 $f(\mu) = 0$ は、 $0 < \mu_0 < 1$ となる解を1つ持つ。なお、 $f'(\mu_0) > 0$ なので、都市1に対する都市2の人口の比率がこの水準よりも大きい場合には、都市2に人口が流入し、2つの都市の人口が互いに等しくなるようになるが、この水準よりも小さい場合には、都市2から人口が流出し、2つの都市の人口格差がますます大きくなるのである。

流通費用が存在しない場合、2つの都市の規模があまり違わない場合には、小さい都市に人口が流入し、最終的に2つの都市の規模が等しくなるであろう。しかしながら、2つの都市の規模の違いが大きい場合には、小さい都市から人口が流出してしまい、小さい都市が存続し得なくなるのである。すなわち、Myrdal, Kaldorの主張する因果的累積関係は元の格差が大きい場合にのみ成立し、元の格差が小さい場合には逆に収斂するのである⁽²⁾。

3.2 輸送費用が存在する場合

次に輸送費用が存在する場合を考えよう。この時、都市1、都市2の企業の利潤は、

$$\begin{aligned} Q_1 &= p_1 q_{11} + p_2 q_{12} - w_1 L_1 \\ &= \left(\frac{L_1}{n_1} - l_0 \right) \\ &\quad \times \frac{\{\sigma_1 + (1 - \sigma_2) \theta \mu^{1/(1-a)}\} l_1}{\{\sigma_1 + (1 - \sigma_2) \mu^{1/(1-a)}\} l_1 + (1 - \sigma_2) \mu^{1/(1-a)} t} p_1 \end{aligned}$$

$$-p_1 z_0 L_1^{1/a} \quad (3.18)$$

$$Q_2 = p_1 q_{21} + p_2 q_{22} - w_2 L_2$$

$$= \left(\frac{\mu^{a/(1-a)} L_1}{n_2} - 1_0 \right) \times \frac{\{\sigma_1 + (1-\sigma_2) \theta \mu^{1/(1-a)}\} 1_1}{\{\sigma_1 + (1-\sigma_2) \mu^{1/(1-a)}\} 1_1 + (1-\sigma_1) t} p_1$$

$$-p_1 z_0 \mu^{(2a-1)/(1-a)} L_1^{(2a-1)/a} \quad (3.19)$$

となる。

(3.19) 式より,

$$n_1 = \frac{L_1}{1_0 + \beta_1 (\mu) z_0 L_1^{1/a}} \quad (3.20)$$

$$n_2 = \frac{L_1}{1_0 \mu^{-a/(a-1)} + \beta_2 (\mu) z_0 L_1^{1/a} \mu} \quad (3.21)$$

ただし,

$$\beta_1 = \frac{\{\sigma_1 + (1-\sigma_2) \mu^{1/(1-a)}\} 1_1}{\{\sigma_1 + (1-\sigma_2) \theta \mu^{1/(1-a)}\} 1_1} + \frac{(1-\sigma_2) \mu^{1/(1-a)} t}{\{\sigma_1 + (1-\sigma_2) \theta \mu^{1/(1-a)}\} 1_1}$$

$$\beta_2 = \frac{\{(1-\sigma_1) + \sigma_2 \mu^{(1-a)/a}\} 1_1}{\{(1-\sigma_1) + \sigma_2 \theta \mu^{(1-a)/a}\} 1_1} + \frac{(1-\sigma_2) \mu^{(1-a)/a} t}{\{(1-\sigma_1) + \sigma_2 \theta \mu^{(1-a)/a}\} 1_1}$$

となる。(3.20) 式と (3.21) 式に (3.5) 式を代入し, 整理すると,

$n_1 = n_2$ となる時,

$$g(\mu) = \{ (1_1 + t) \theta \mu + 1_1 \} (1 - \mu^{-a/(1-a)}) e^{1/L_1} + a n (2e - 1) (\beta_1 - \beta_2 \mu) = 0 \quad (3.22)$$

となることが分かる。 $g(\mu)$ の第1項は正で、第2項は負である。ここで輸送費用が $g(\mu)$ をどのように変化させるかを考えよう。輸送費用が存在しない場合、 $\beta_1 = \beta_2 = 1$ である。すると、

$$\beta_1 - \beta_2 \mu - (1 - \mu) = (1 - \beta_1) (1 - \mu) - \mu (\beta_1 - \beta_2) \quad (3.23)$$

となる。ところが、 $1 - \beta_1 \leq 0$ 、 $\beta_1 - \beta_2 \leq 0$ であるから、

$$\beta_1 - \beta_2 \mu - (1 - \mu) \leq 0 \quad (3.24)$$

である。したがって、輸送費用が存在する時、第2項の値は常に小さくなることが分かる。他方、第1項の値は輸送費用が存在すると小さくなるので、 $g(\mu) = 0$ となる μ ($0 < \mu < 1$)の値は輸送費用が存在する時、大きくなることが分かる。

輸送費用が存在する場合、近くの小さな生産者の費用は遠くの大きな生産者よりも低くなる可能性がある。そのため、人口分布が固定されているモデルにおいては、輸送費用が存在する時、市場に近くで生産しようとする力が働くので、輸送費用が存在しない場合よりも生産は分散的に行われることになる。それに対して、本稿のモデルにおいては、企業の利潤が相対的に大きくなる都市に、企業が参入し、生産が活発になる結果、労働者が流入すると仮定されている。このような人口移動を考慮したモデルにおいては、輸送費用が存在する時、規模の大きい都市は大きな需要地を獲得でき、輸送費用を節約することが可能となる。その結果、輸送費用の存在は、大きな都市に労働者が流入し、地域間の格差が拡大する1つの要因となるのである。

終わりに

収穫逓増の作用が存在する時、大規模な生産を行う企業の方が費用面で有利になる。しかしながら、大きな都市の住民は制約された土地を多数の住民で利用しなければならないので、土地利用面積は低下するであろう。これを補うために、都市で働く労働者の賃金は上昇する。これらの2つの要因のうち、何れの要因が大きく作用するかによって、2つの都市の格差が縮小するか、さらに拡大するかが決まるであろう。本稿では、2つの都市の人口格差が一定水準以下の場合にはこれらの2つの要因のうち高賃金要因の方が大きく作用するので、2つの都市の格差が縮小する。他方、2つの都市の格差が一定水準を越えると、収穫逓増要因の方が大きくなるので、さらに格差が拡大する。したがって、Myrdall, Kaldorの考える因果的累積関係は2つの都市の初期時点における格差が大きい場合には成り立つが、そうでない場合には2つの地域の格差が縮小し、収斂することになるのである。

さて、輸送費用が存在する場合、規模の大きい都市に立地する企業は大きい需要を獲得

でき、輸送費用を節約することが可能となる。そのため、輸送費用が存在すると、2つの都市の格差が狭まるか広がるかの分岐点となる規模格差の水準が小さくなるのである。

しかしながら、本稿で扱ったのは、同一の産業を持つ2つの都市である。都市の数は2つと限る必要はないし、1つの都市の中に全ての産業が含まれる必要もない。その点で本稿の地域構造は極めて単純化されているのである。

注

1 1企業の全労働投入から固定的な労働投入を引いたものが可変的な労働投入である。ここからさらに別の都市に輸送するために必要な労働投入を引いた残りの部分に1_iをかけたものが生産量となる。

2 従来、因果的累積関係が取りざたされてきたのは先進国と発展途上国のように主として2つの地域の格差が大きい場合であった。2つの地域の格差が小さい場合には因果的累積関係が存在しないという本稿の結論はこの問題に1つの解答を与えるものであろう。

文献

Kaldor, N. (1978a) "The Irrelevance of Equilibrium Economic Theory," in N. Kaldor, *Further Essays on Economic Theory*, London, Duckwell. 「均衡経済学の不当性」 笹原昭五・高木邦彦訳『経済成長と所得分配——理論経済学続論』日本経済評論社, 1989年, 所収。

Kaldor, N. (1978b) "Why are Regional Policy Necessary," in *Further Essays on Economic Theory*. 「どこで経済理論はまちがっているか」『経済成長と所得分配——理論経済学続論』所収。

Krugman, P. (1991) "Increase Returns and Economic Geography," *Journal of Political Economy*, Vol.99, No.3, June.

Myrdal, G. (1957), *Economic Theory and Under-Developed Regions*, London, Duckworth. 小川敬士訳『経済理論と低開発』東洋経済新報社, 1959年。

Scott, P. (1990) "Vicious Circles and Cumulative Causation", P. Arestis and Y. Kitromilides (eds.), *Theory and Policy in Political Economy: Essays in Pricing, Distribution, and Growth*, Aldershot, Hants, Edward Elgar.

『日本的システム』における制度補完関係とその転換可能性

富森虔児（桜美林大学）

I 『日本的システム』を構成する要素システムとその制度補完関係

ここでの『日本的システム』とは日本における経済、経営の双方を含む総体的システムを考えている。およそあらゆる有機的システムがそうであるように、それはいくつかの鍵となるべき要素システムの有機的相互補完関係によって成り立っていると考えられる。以下、考えられる要素システムとそれらの相互補完の関係について簡単に説明しておこう。

（１）文脈的技能と情報共有システムと集団の仕事配分（Gp-C）

『日本的システム』では企業経営内部における仕事の配分、編成は個人の長期的な職種の限定に基づかず、むしろ（小）集団を単位とするを基本とする。個人への役割分担は与えられるにしても相当程度フレキシブルであるばかりでなく、時間とともに変動すべきことが予定されている（ローテーションシステム）。

このような関係のもとで諸個人に要求される技能は、特定の職務に関連する機能的技能であるよりも、組織、集団の文脈における文脈的技能である。また、このようなシステムにおいては、なによりも集団の効率的機能が必須であり、そのためにも構成員による可能な限りの情報の共有が望ましいとされる。

『日本的システム』におけるこの要素は、少なくとも欧米型のシステムとの対比において最も際立っており、他の要素（たとえば、長期雇用や年功賃金の全般的普及）と比べても日本の経済近代化の端著期からも認められ*しかも大中小の企業規模によらず広範に確認できるなどの点で特徴的である。

それらに照らして、この要素が『日本的システム』において最も根源的な要素であると言えることができる。

* 菅山真次『日本的雇用関係の形成』（山崎広明、橘川武郎編「＜日本的経営＞の連続と断絶」岩波書店、日本経営史4、第五章）

（２）長期雇用とローテーションシステム（L-R）

集団の仕事編成の要求する文脈的技能は組織内でOJTを通して訓練される。このため、組織加入（採用）後の一定期間は企業が当該人的資源に投資する期間となる。この投資部分が回収されるためにも雇用は一定期間以上の長期性をもつことが当然にも期待される。また、職種が限定されえないために時間の流れのなかで職種の交替が行われる可能性が始めからあり、そうした消極的な意味でのローテーションシステムの必然性は（１）でも見

たとおりだが、さらに文脈的技能の形成や情報の共有のためにもローテーションシステムが積極的にも追及されることになる。

このような意味で、(1)の必然の結果として(2)が『日本的システム』の要素制度となるが、さらに、長期雇用が企業構成員の企業へのコミットメント意識を一般的に強めることからみて、この要素が逆に(1)を補完している関係も明白であろう。この関連で言えば、雇用は長期であるほど企業との運命共同体的絆を強めるとも考えられるが、次ぎに見る年功賃金との関連では特定の年齢(定年)で雇用関係を切るとは不可避であり、訓練投資の回収、企業へのコミットメント意識の強化とこのようなコスト面の考慮といった諸側面のバランスのなかで現実の運用が行われていると考えることができるだろう。

(3) 年功と能力査定による昇進競争をともなった賃金制(SW-P)

歴史上、職務給の導入の試みは繰り返され、今もその種の努力なお続けられているが、そもそも職種の限定が厳密にはなされえない『日本的システム』では、そうした試みが成功する条件はない。こうした消極的契機に加えて長期雇用のなかでのインセンティブシステムたるべきものとして年功賃金制が今日まで執拗に存続することになった。もとよりそのなかに競争的契機を導入するために諸種の考課をともなった能力査定が加えられ、そうした職能給を年功給とあわせたものが通常の賃金制のパターンであることはよく知られているとおりである。しかも考課の基準に集団への協調性などを重要な一要素とすることによって(1)を補完することも広く認められている。

(2)(3)の必然的結果としての(4)労働市場の閉鎖性の条件下では、こうした査定による昇進や昇給のわずかの差でも時として強力なインセンティブとして働き得ることも多くの研究がすでに明らかにしている通りである。

(4) 労働市場の閉鎖性(CL)

文脈的技能の要請が長期雇用を必然とすると同時に、文脈的技能の基礎としての可塑的技能に対する要請は、学卒定期採用への傾斜と中途採用者への賃金、昇進などにおけるなんらかの差別を不可避とする。このような採用と長期雇用の形態が全般化する限り労働市場は学卒新規を別として基本的に閉鎖的とならざるをえない。こうした労働市場の閉鎖性のもとでは採用される個人にとっても離職のリスクは極めて大きく、この結果長期雇用も補完されうることになる。同時にこうした労働市場の閉鎖性からくる離職(もしくは企業倒産による退出)のリスクの大きさが従業員によるモラルハザード問題の発生を食い止める効果を持つことによって、(6)に見る日本独特のコーポレートガバナンスも支えられている一面も認められるのである。

(5) 成長指向の経営戦略(Gr-S)

閉鎖的労働市場のもとでの長期雇用で企業と結び付く従業員(および基本的にその出身

者で占められる経営者）にとって、所属する企業の成長はその生涯所得の増大と昇進機会の拡大、かつその社会的地位の向上などにとって決定的意義をもつ。そのため日本の企業には常に内部から強い成長戦略への圧力がかかる。政府による産業政策（9）、日本の企業集団（とりわけそれによって経営が株主への短期利益の還元圧力から解放され得ていることは、こうした成長戦略をさらに外部から支え、その結果成長展望のある市場への諸企業のラッシュのような殺到とその枠のなかでの過当競争が、日本経済の諸分野に共通して観察されるパターンとなったのである。

（6）株式の相互保有などを軸とする企業集団＝日本的コーポレートガバナンス（Bg-Sh）

法人間の株式の相互保有を中心とした企業集団形成の積極的理由については、いまだ共通する理解が研究者間で確立しているとは言い難いが、その少なくとも消極的意義が、株主圧力からの企業経営の解放＝経営者支配の確立にあることについてはほとんど異論はない。しかもこれによってこそ（5）の成長戦略も可能とされていることがとりわけ重要であろう。

むろん戦前の財閥の崩壊改組によって二次大戦後につくられたものであり、それによって企業の経営者支配と成長戦略の追及が可能となったことを考えれば、この要素が高度成長下における『日本的システム』の完成にとって決定的支柱となったということもできよう。

（7）メインバンクシステム（MB）

企業集団形成の中心の一つとなったのが、メインバンクシステムである。それはまず系列金融を通して集団形成の軸となり、同時に企業の成長戦略を支えた。また、企業へのモニターリングを通して企業内のモラルハザードの発生を食い止める補助的役割も果たした。ただこの面を過大評価することには問題がともなおう。

（8）下請制（SC）

製造業を中心とした集団形成において見逃せない要素制度である。その意味で（7）に加えて（6）を支えている。

（9）産業政策（IP）

企業の成長戦略を支えた役割が大きい、いま一つメインバンクのモニターとしての役割も重要であった。

以上、9つの要素制度の間の相互補完関係についてはすでに文中に示した通りだが、さらにこれを図示すれば第一図の如くなる。これと対比するためにアメリカ型システムの相

互補完関係を第二図に示しておいた。（その説明はここでは省略する）。

Ⅱ『日本的システム』の転換可能性

（１）転換の総合性

『日本的システム』が、諸要素の相互補完関係に基づく有機的総体である以上、個々の要素の切りはなされた転換は一非常に制限された範囲のなかでは不可能ではないとはいえ一極めて困難であるとせざるを得ない。一つの変化例えば成長指向戦略（Gr-S）の変化は、第三図にみるような波及効果を他の要素に及ぼさざるを得ないし、また、それ自体の変化が他の規定要素によって制約されざるを得ないと考えられるからである。

こうしてシステムの転換は一必ずしもビッグバンということにはならないにしても一多かれ少なかれ総合的なものとならざるを得ないと言えよう。

同時に転換のそうした総合性の故に、新たな均衡的総合システムに進化しうる条件のないままにシステムの積極的転換を考えることはできないだう。そうした進化の方向のない場合の転換は、せいぜいシステムの一定の崩れと退化のようなものに結果せざるを得ないと考えるのである。

こうして『日本的システム』の今後の転換がそのいずれに向かうかが、当然重要な論点となる。以下、その点について若干の検討を試みてみたい。

（２）客観諸条件の変化と『日本的システム』の転換

最近における日本経済をめぐる客観条件の変化のなかには、『日本的システム』の転換に影響とすると思われるものがいくつかある。今、それらを取り上げ、それによってどのような転換が予想できるかを検討してみよう。

（a）経済の低成長化

バブル後の不況という短期的条件を除いても日本経済がすでに低成長時代に入っていることは否定できない。

『日本的システム』が、その必然の一環として成長指向戦略を含んでいる以上、この点での客観条件の変化はそのシステムの持続にとって重大な意義をもついると考えねばならないだろう。

第三図で示している通り、この点（Gr-S）の変化は直ちに雇用システム（L-R）、メインバンクシステム（MB）、年功制（SW）に影響する可能性を持っている。否、それは単なる可能性の域を出てすでに現実の問題となっているともいえよう。

まず雇用システムについていえば、長期雇用とローテーション（L-R）によるべき雇用の本体部分の圧縮と流動的雇用へのより多くの依存という選択が多くの企業によって行われている。＊

*高度成長時代は企業の成長と拡大によって（第四図でのA → B → Cへの拡大）
よっ てこうした雇用形態の全般化がはかられたが、Cという成長限界にぶつかって、
逆に 雇用の本体部分をAまで圧縮し、C-A分は、パートタイマー、契約社員、アウト
ソーシングなどの流動的雇用に依存するという選択である。

こうした雇用システムの部分的転換はさしあたりは『日本的システム』のこの部分での一定のくずれを示す以外のものではないが、もしここでの流動的雇用部分が機能的技能をもつ専門職によって占められるようになり、かつその処遇（主として賃金）においてのステータスの向上が実現されるようなことになれば、それはシステムの積極的転換につながりうる要素をもっているとも考えることができる。

そうしたことになるかどうかにとって、労働市場の状況（労働力の売り手市場となるか否か）や、機能的技能を選好する産業なり企業の登場といった条件が関わるように思われるが、このうち後者については後に取り上げるとして、さしあたり前者との関わりで高齢化社会化や労働時間短縮の動きが規定要因として重要となることを指摘しておきたい。

メインバンクシステムについても企業の銀行依存が後退するなかでその変容が観察されている。またその抜本的改正には限界がありながらも年功制もまた昨今諸企業において調整の課題とされていることはよく知られているところである。ただ、これらもさしあたりはシステムの一定の崩れの域をでるものでなく、これらから直ちに進化の芽を確認することはできそうにない。

(b)国際環境の変化

近年における日本経済をめぐる国際環境の変化はいくつかの経路を経て『日本的システム』の転換の圧力となりつつある。

第一にアジア全域における近年における経済発展の影響である。むろんそうした影響も多様であり、これらを一言で表現することはできない。また、新しい国際環境のなかで日本の企業がいかに存立していくかの問題もそれほど単純な問題ではなかろう。ただ、こうしたアジア全域の経済発展がみられるなかでは、少なくとも高度成長時代のような汎用商品の大量生産という戦略は日本の企業のとるべき戦略としてはますます不適合となりつつあるのも事実であり、「個性ある高付加価値商品」の開発と供給が課題となってきたことは否定できない。しかもこうした「個性ある高付加価値商品」の開発供給には、企業内的にも個人のもつ機能的技能への依存の必要が当然予想され、そこからのシステム転換の圧力の強まりが考えられる。

第二に国際環境の変化のなかで一とりわけ変動相場制下での為替フリーの戦略の必要もからんで一企業のグローバルな活動の拡大がますます広がって来ている。こうした企業の海外活動のフィードバック効果は当然『日本的システム』の転換圧力として働くことになるだろう。

こうした国際環境の変化から来る転換圧力先の低成長からくる規定に比してはるかに積

極的転換に関わる度合いが強いようにも思われる。だが、それが現実にはどの程度のものとなるかは、こうした抽象的指摘だけでは到底明らかにしえない。ここでは、さしあたり「転換可能性」の一般的指摘にとどめざるをえない。

(c) 投資家の反乱、技術開発の新しい局面

こうした要因も場合によっては『日本的システム』転換の規定要因となることが予測されるが、ここでは問題点を指摘するにとどめその突っ込んだ検討は後日の課題とする。

III 進化ゲーム理論適用の意義と限界

すでにみてきたように『日本的システム』の積極的転換には、変わるべき新たな均衡的システムの存在と、少なくとも限定された合理性のもとでの人々の選択によって移行が保証される条件が確立されねばならない。

こうした点で、近年急速に発展してきた「進化ゲーム理論」によっていくつかの重要な示唆が与えられ得る。

以下、ここでは主として青木昌彦氏のモデル*に依拠しながらこれらの点を明らかにし、かつ前節までのわれわれの議論に対するその含意を確かめ、同時にそうした方法の適用の限界などにも触れてみることにする。

*主として青木昌彦／奥野正寛「経済システムの比較制度分析」東大出版会 1996 年、第三章による

(1) 青木モデルのエッセンス

まず青木モデルの概要を要約しておく。ただしここでは数値例を具体的に示すことは省略し、われわれの議論に関係する限りでさしあたりそのエッセンスを示すにとどめる。

(a) モデルの前提

およそあらゆるモデルアプローチにとって—それが少なくとも単なるモデルの遊戯にとどまらない限り—決定的に重要なのはそれが設定している前提条件である。こうした前提条件の如何によって、モデルを使っての現実分析の可能性が決まるといっても過言ではないからである。

それでは青木モデルの設定している基本的前提条件とはどのようなものか。また、それらは現実分析に利用する上でどの程度 plausible であろうか。

青木モデルの第一の前提は二産業（X産業とY産業）と二技能（文脈的技能cと機能的技能f）に限定された経済社会の設定である。また、二技能を選択すべき主体はマネジメントと被雇用者の二者とされる。

さらに、ここでX産業は文脈的技能に適合性をもち、Y産業は機能的技能に適合性をもっているとされる。すなわちX産業ではX産業では労使双方が文脈的技能を選択すると

きにそのコストが最も安くなり、Y産業では両者が機能的技能を選択するときそのコストが最も安くなる。X産業関係者が機能的技能を選択し、Y産業関係者が文脈的技能を選択するときそのコストは先の場合より高くなるが、労使が同じ技能を選択する場合はそれでも両者がことなる技能を選択する場合よりはコストが安いとされる。つまりここでのコストの関係は、

$$X_{cc}=Y_{ff}<X_{ff}=Y_{cc}<X_{cf}=X_{fc}=Y_{cf}=Y_{fc}$$

とされるのである。

青木氏らも示しているとおり、今日の経済社会では文脈的技能の適合するタイプの産業として自動車、電機などの加工組み立て産業、機能的技能の適合するタイプの産業として化学、情報などの産業がすでに具体的に確認されており、こうした前提の現実反映性は十分に承認できるものである。

また、青木モデルは以上の前提のほかに、人々の選択行動における限定合理性の前提を設定している。つまり人々は慣性と近視眼的アプローチによって、社会の状況をみつめつつその期待効用を計算し、それによって行動するとして、合理的期待の前提を批判しているがこれも説得的である。＊

＊青木モデルは以上のほか ①X、Y両産業とも労使二人で1単位を生産 ②X、Yへの所得の支出比は α 、 β ($\alpha + \beta = 1$) で一定 ③労使合わせた人口合計は1でそれらが文脈的技能、機能的技能の技能選択、X,Yの産業選択によって4種類にわかれる。などの前提をおいている。これらに加えて先の諸ケースのコストの具体的数値を与えると、各ケースの期待効用の数値が得られることになる。ただ、これら三つの前提は説明の便宜のための技術的前提であり、その限りで現実反映性などを特に吟味する必要はないと考えられる。

(b) モデルの帰結

このモデルによって得られる重要な帰結は以下の四つの進化的均衡（「局所的に漸近安定性をもつ点＝すなわちその点の回りの十分近くの点から出発すればダイナミックスによってその点に収束していくような点」＜青木前掲書84頁＞）である。

[P均衡]：X産業では全員が文脈的技能を選択、Y産業では機能的技能を選択。両産業とも比較優位のマッチングが行われており、均衡は明らかにパレート最適である。

[A均衡]：両産業とも全員が機能的技能を選択。アメリカ的システムに照応する状況。

[J 均衡]：両産業とも全員が文脈的技能を選択。日本的システムに照応する状況。

[L均衡]：X産業では全員機能的技能を選択、Y産業では全員文脈的技能を選択。両産業とも非効率であり、その意味で病的均衡である。

(2) われわれの分析に対するモデルの含意と限界

＜含意＞前節までのわれわれの議論を青木モデルの言葉で表現すれば次のようになる。

日本のシステムの現況はJ均衡もしくはそこへダイナミズムが向かうE領域の中にある。ここでも機能的技能を選択する者は少数存在するものの大勢はなお文脈的技能を選択しており、文脈的技能選択の期待効用は機能的技能選択のそれより大きく、したがってJ均衡に帰る力はP均衡やA均衡に向かう力より大きい。

だが、ここで何らかの事情により機能的技能を選択する人口が増大しそれによってE領域からF領域に入ると、少なくともY産業に参入する場合の期待効用は機能的技能選択においてより大きくなり、一気にP均衡に向かうダイナミズムが生まれることになる。この段階で「日本のシステム」の進化的転換が現実性を帯びてくるわけである。

要するに、IIの(2)でみたような客観条件の変化と「日本のシステム」の転換可能性の議論は、モデルのタームでいえば、E領域からF領域に向かうための条件がこうした変化の中で芽生えつつあるのではといった議論だったのである。しかもここでモデルが示唆している点は、こうした転換にとって決定的なのはY産業の存在だということである。さらにふえんしていえば、Y産業が現に存在するばかりでなく、今後それが産業構造上の意義を高めるようなになれば、それは「日本のシステム」の転換にとっても大きな積極的規定条件なるだろうことが含意されているともいえるのである。

<限界>モデルが所詮抽象化に過ぎない以上、それには抽象化による除外が不可避であり、そうした除外によってモデル適用の限界も出てくる。

ここでのモデルはわれわれの「日本のシステム」における第一の要素、すなわちGp-Cに主として関わっているが、この部分を制度補完的に支えている他の要素はこれをモデルの外に捨象している。だが、モデルを現実の分析に適用する場合は当然こうした問題を再度取り込んでこななければならない。

例えば、文脈的技能は長期雇用と閉鎖的な労働市場によって補完されているが、機能的技能の世界では労働力のはるかに流動的となり、したがって労働市場もより開放的となることが予想される。そうした場合、閉鎖的労働市場での「退出のリスクの大きさ」といったモラルハザード問題を阻止すべき基本要件—この点でメインバンクのモニターリングを基本と考える青木氏とは筆者は見解を多少異にする—がなくなることになる。となれば新しい状況に適合した「モラルハザード問題阻止」の制度的補完要件が別途に確保されなければならない(青木氏の提言する持ち株会社案もここでの一案とはなろう)。

また、機能的技能—それ自体の内容は時とともに変動する—を人々が選択できるためにはそうした機能的技能を習得できる教育インフラストラクチャーの形成も必要であろう。そうした教育インフラまで含めた労働市場の転換が補完的に伴われねばならないのである。*

Y産業の意義の増大などは、そうした補完的制度的形成の有力な側圧となるかもしれない。だが、反対にそうした補完的システムを含んだ全体の転換がうまくいかない場合、日本のY産業は国際競争の敗者となり、これによって日本経済の地盤が次第に沈下していくというシナリオもありえないとはいえないだろう。

* 機能的技能はその性格上、文脈的技能のようにOJTにはなじまない。反対にそれはあらゆる企業、産業に共通しうる汎用性をもつものであり、社会的に養成されるべきものである。教育インフラの重要性が問題となるのはこのためである。

Summary

Japanese system, which covers both of economic structure at macro-economic level and business structure at micro-economic level, is widely understood to have some outstanding peculiarities at least compared with most of western economies.

The system, however, as well as any other system of this kind, is not a mere incidental combination of various peculiar phenomena. On the contrary, it should be understood to be a wholistic organism combining various factor institutions in a tight complementarity relation.

Studies on Japanese system so far have already done much in clarifying detail of each factor institution.

However very few of them have successfully analysed organic relations of factors which are in an intimate complementarity network.

Also these studies were not enough in analysing possibility of the system change in adequately scientific way, although some of them somehow exaggerated a probable change overlooking a stubborn nature of the wholistic network, or based on some sort of optimism.

The paper first focuses on representative factors forming the Japanese system, factors which have been already taken up in previous studies.

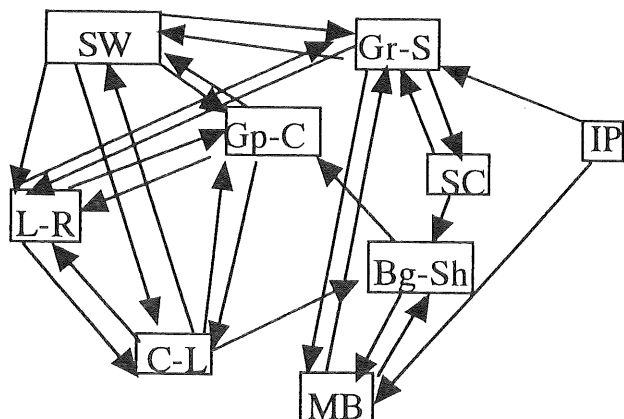
However, attempts are made to clarify their relation of complementarity as much as possible. This part of description is given in Section 1 of the paper.

Section 2 is devoted to more concrete discussion over probable change of Japanese system, taking into consideration contemporary circumstance change surrounding Japanese economy.

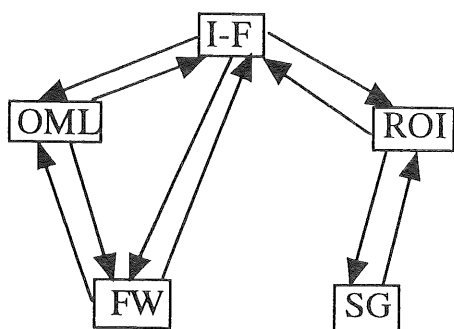
So as to enable more scientific approach regarding future forecast of the system change, we will take up "the theory of evolutionary game" in Section

3 drawing on recent research in this field. From this study, a valuable theoretical suggestion for the consideration of the changeability of the system, as well as the boundary of this approach, will be induced.

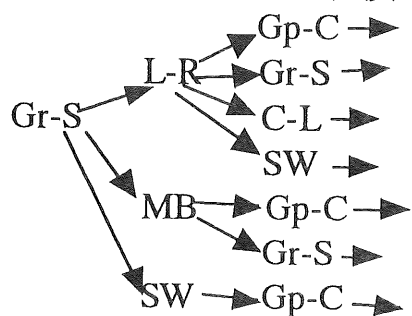
第一図 日本のシステムにおける相互補完関係



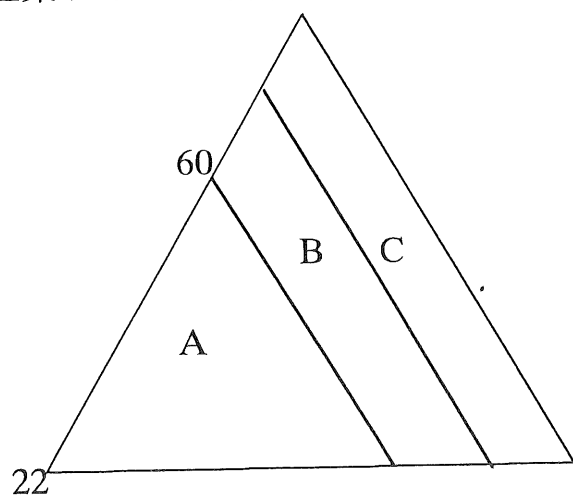
第二図 アメリカ的システムにおける相互補完関係



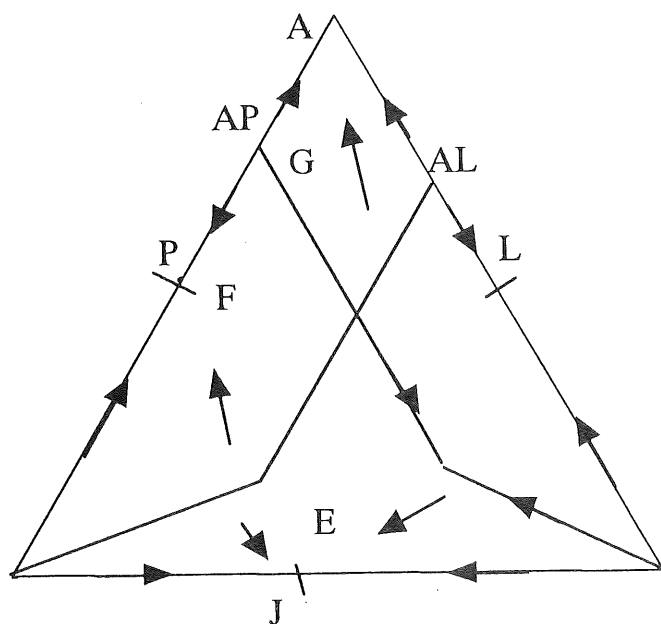
第三図 日本のシステム転換の波及効果



第四図 企業サイズと年齢別従業員構成



第五図 諸均衡と諸領域の図示



「制度の経済学」と貨幣・労働のダイナミクス
--社会経済システムの制度分析に向けて--

植村博恭・磯谷明德・海老塚明

Money, Labour and 'the Economics of Institutions':
Towards an Institutional Analysis of the Socio-economic System

Hiroyasu UEMURA, Akinori ISOGAI and Akira EBIZUKA

1 はじめに--4つの「制度派」宣言と貨幣・労働の視点--

いま「制度」の分析が現代の経済学研究の焦点の1つとなりつつある。1980年代以降、ここ10年余の間の現代経済学の展開では、ほとんど全ての潮流が「制度の経済学」への志向を強めてきたといえる。

こうした研究方向の変化には、おそらく相互に関連し、交差し合う理論的な背景と現実的な背景の2つがあったように思われる。前者の「理論的」な背景の一例として、ここでは経済学の最も基礎的な範疇である「資源配分のメカニズム」に関する理解を取り上げてみよう。1970年代以降、現代の経済学が多様な展開を示す中で、特にマクロ経済学のミクロ経済学化が急速に進んだ1980年代には、この資源配分のメカニズムに対して、これまでとは異なる観点からの分析が重要であるという共通の理解が生まれた。それまでの分析の対象は、もっぱら市場メカニズムに置かれ、代替的な資源配分メカニズムとして計画経済メカニズムが議論される場合でも、それがどれだけうまく市場メカニズムを模倣でき、また資源配分活動としてどれだけのメリットをもっているのかが論点とされてきた。二項対立的に議論されてきた「市場」と「計画」は、資源配分のメカニズムという限りでは、稀少な資源の合理的配分という1つの共通な問題に対する2つの解法、ないしは相異なる機械的なメカニズムにすぎないものとされてきたのである。だが、1980年代以降のここ10年余の間に、経済学はこの問題をめぐり大きな変化を遂げた。第1は、資源配分は機械的メカニズムではなく固有の意思をもった人々を通して行われること、したがってそれは人々のインセンティブに合致したメカニズムでなければならないことがクローズアップされたことである。第2は、資源配分活動は市場での分権的取引と政府（中央計画当局）による集権的指令だけによって機能するのではなく、企業組織内部の資源配分や組織間の明示的あるいは暗黙の契約に基づく資源配分の方がより重要であると認識されるようになったことである。こうした経済理論上のめざましい進展が、80年代以降の時代状況の変化と密接に関連していたことは想像に難くない。集権的な指令的計画経済モデルを体現していた旧ソ連・東欧諸国の体制崩壊が現実のものとなり、同時に高度資本主義諸国でのレッセフェール型自由主義への熱狂も次第に冷めはじめ、経済政策についての新たな視点の探求が開始されたのも80年代以降だったからある。そして現在、金融のグローバリゼーショ

ンと企業活動の国際化に直面する中で、制度革新と新たな制度形成が緊急の課題となりつつある。

以上の理論的・現実的な背景の変化に呼応して、これまですでに「制度派経済学」宣言として受け取るべきいくつかの新しい研究成果が公表されている。注目すべきは、次の4つの成果である。第1は、取引費用の経済学として組織と契約の理論に新境地を切り拓いたO・E・ウィリアムソンの「新」制度主義 (Williamson(1975;1985))。第2は、方法論論的個人主義と徹底した主観主義を基本にして、オーストリア学派と新制度派の接続を試みるネオ・オーストリアンの新制度主義 (Langlois(1986))。第3は、日本企業の制度分析に基礎を置く青木昌彦、奥野正寛による「比較制度分析」(青木(1995),岡崎・奥野(1993),青木・奥野 (1996))。第4は、ヨーロッパ制度主義の立場からヴェブレン的制度主義の再生を試みるG・M・ホジソンの「現代」制度主義 (Hodgson (1988; 1993)) である。これらのいずれも、「制度の経済学」の胎動を担うものであるのは間違いないし、「制度の経済学」への将来展望を語るうえで不可欠の検討材料となるであろう。また、これらの4つ以外にも、制度分析の重要性を主張し、独自の理論・実証分析を蓄積してきた研究集団がある。フランスにおけるレギュラシオン・アプローチとアメリカにおける社会的蓄積構造 (SSA) アプローチがそれである。

今後は、それぞれの制度主義の間での相互討論の活発化が予想されるが、「制度の経済学」としてどのような体系化がなされていくのかについてはなお未確定な部分が多い。それでも、上記の研究成果における一つの線引きは可能である。

第1と第2の制度主義--そして、現時点では第3のそれもここに含まれるだろう--とそれ以外という線引きである。

本稿が何よりも問題にしたいのは、前者にグループ分けされる制度主義である。そこにはある種の共通性を見て取ることができる。それは、新古典派の市場理論に見られる方法論の「制度」分析への拡張という傾向である。この点を、D・Cノースは次のように的確に指摘している。

「ミクロ経済理論の強さは、それが個々人の人間行動に関する仮説に基づいて構成されていることである。制度は人間の創造物である。制度は生成発展し、そして人間によって改められる。したがって、われわれの理論は個人から始められなければならない。」(North (1990))

個別主体を出発点においた社会秩序の説明、すなわち方法論的個人主義こそが新古典派経済学の思想的・理論的核心であり、この方法論の「制度」分析への適用として、現在の「制度の経済学」は、彼らにとって「制度の経済学」なのだといえよう。もちろん、かつてのマルクス経済学のように、「制度」(例えば、所有制度)による個別主体に対する制約を一方的に強調することはできない。その意味で、上記の「制度の経済学」による問題提起は真剣に受け止められなければならないと、われわれは考える。しかしながら、方法論的個人主義および全体主義的方法 (holism) に依拠するものとは異なった「制度の経済学」を構想するためには、あらたな社会秩序の理解とそこにおける「制度」の位置づけを原理的に確定するという作業が、そしてオルタナティブな市場理論の構築が必要不可欠である。

われわれが本稿において試みるのは、これまで進められてきたこれらの「制度」分析の諸成果を念頭に置きながら、そこに「貨幣」と「労働」という2つの要素を組み入れ、それらが作り出す独自の世界から再度、諸制度の分析を照射しかえす時に何がいえるの难道

うかを問うことにある。これはあくまでも将来構築されるべき「制度の経済学」の探求の始まりにすぎない。しかし、「貨幣」と「労働」という経済システムと社会システムとの接点に位置する「特殊な」商品--C・ポランニー（1946）に倣って、これらは「擬制的商品」ということもできる--である。われわれがこれらに着目する理由は次の点にある。すなわち、「貨幣」と「労働」の考察は、「制度」分析が制度の経済学的分析として文字通り「経済学」の内部にのみ留まるのではなく、それらを通して「経済学」の「外部」--社会・文化・政治・生活世界などの諸領域--への視野の拡大を要請するものであり（「社会経済システムの制度経済学」への志向性）、そのことによって、方法論的個人主義とは異なった「制度の経済学」構築の手がかりを与えてくれるのではないかという期待を込めたことである。もちろん、これは作業仮説以上のものではない。だが、同時にそこには、むりやり力学的均衡論の枠組みに閉じこめられたり、あるいはややもすれば全くの多元主義に陥りかねない「制度」分析に何らかの特定の足場を築いておきたいという意図があることにも注意を喚起しておきたい。

さて、本稿は以下のように構成される。まず第2節では、現在議論の焦点となっている制度分析のミクロ的側面を検討する。特に制度派経済学における「新」と「現代」との対質を検討する中で、経済主体の新しい行為の理論へと傾斜する議論の限界を確認する。これを受けて第3節では、われわれが目指す「社会経済システムの制度経済学」の基本的輪郭を提示する。続いて第4節では、「制度としての貨幣」および「制度としての市場」という点を強調した後、貨幣経済におけるJ・M・ケインズの経済行為論を手がかりにして、経済過程に対する金融市場（貨幣関係）からの規定関係を析出する。そして第5節では、前節の議論の対極に位置するものとしての労働に関わる諸領域の制度化が、経済過程に対して独自の経済・社会的な構造効果をもつことを明らかにする。第6節では、第4節における議論と第5節における議論を総合し、諸制度の接合関係の中での重層的決定の関係を析出し、第7節では、その規定関係の変容を論ずるとともに、われわれ自身の「制度経済学」の方法的課題に再度言及することで本稿を閉じることにしたい。

2 経済学のミクロ経済学化と経済主体の行為の理論

2.1 1980年代後半からの2つの新傾向

本節では、最近の議論の焦点となっている制度分析のミクロ的側面に焦点を定めることにより、「制度の経済学」が担うべき課題は何かという点を明確にしようと思う。この点に立ち入る前に、80年代後半からの現代経済学の2つの傾向を簡単に振り返ることから議論を始めよう。第1の傾向はマクロ経済学のミクロ経済学化が急速に進んだこと、そして第2の傾向は情報の経済学やゲームの理論の思考法の導入が積極的になされたことである。前者は、マクロ経済学においてともすれば軽視されがちであった経済人の理性を復権させる試み--あるいはまた、政策者に独占されていた理性を経済人の手に奪回せしめるという反ケインズ主義の積極的な継承の試み--だと見ることができる。一方、制度や組織への問題関心の高まりを理解する上で重要なのは後者の傾向だろう。情報の経済学では、情報の不完全性や非対称性に対処するものとしての取引慣行や組織、制度の「役割」が目目され、「ゲームの理論」においては、相互依存関係にある少数の経済主体間の戦略的行動の解明に研究の努力が重ねられてきた。たとえば、繰り返しゲームには通常、複数の均衡が存在することが知られている。この時、どの均衡が安定的であるかは、人々の学習や慣習、さらには社会的諸制度に依存して決まるとされるのである。われわれは、こうした制

度や組織、また人々の学習や慣習への着目から多くを学ぶことができる。加えて、完全情報の仮定への批判や、制度を所与とし、なぜそれが選択されたかを不問にしてきたという旧来からの新古典派批判はいまではもはや的はずれであることを認めねばならない。要するに、現代の新古典派経済学は「制度の経済学」という新たな衣をまとい、もはや昔の姿ではないということである。しかしながら、仮りにそれらの「制度の経済学」としての側面を認めることができたとしても、次のような側面には異議を申し立てておかねばならない。それらは結局のところ、経済主体の選好と意思決定の独立性を前提とする原子論的な最適化行動の論理を不完全情報の環境下で進行する時間的プロセスに拡張したものにすぎないということである。要するに、経済主体の行為に関する個人主義的最適化仮説をあくまでも堅持しようとするのである。あるいはまた、それらは制度の形成と機能、さらには制度間の関係についても力学的均衡論の枠組みの中に押しとどめておこうとするものと言い換えてもいいかもしれない。この点については、次により立ち入った考察を加えることにしよう。

2.2 「新」制度派経済学 vs. 「現代」制度派経済学

ここではウィリアムソンに代表される「新」制度主義とそれに対するホジソンの「現代」制度主義の立場からの批判を対置することによって、新たな「制度の経済学」構築の方向性を確認することにした。

ウィリアムソンによる企業組織分析の特徴は、取引費用の節約を基準とする市場と組織の合理的選択の問題にすべてが還元されるところにある。2つの概念（あるいは対概念）が分析の鍵をなす。第1は、諸個人の将来の予見能力や情報処理・計算能力には限界があるという意味での「限定された合理性」（「不確実性」「複雑性」がこれと対をなす）。第2は、取引において情報的優位を活用しようとする諸個人の性向を述べたもので、策略を伴った自己利益の追求を意味する「機会主義」（「少数性」が対をなす）。さて市場取引においては、将来の不確実性に加え、機会主義ゆえの行動上の不確実性が存在する。だが限定された合理性のゆえに、取引当事者はこれらの不確実性を事前には処理できない。それでもなお取引を成立させようとするれば、取引当事者たちは、相手の行動に対処するために、より多くの情報を集め、交渉し、相互の監視を強め、契約の実行を確認しなければならない。要するに、市場取引では費用の発生が不可避となる。この費用が大となれば、それを節約ないし回避すべく別種の取引形態が考案される。その1つが市場取引そのものを組織内取引によって置き換えてしまうというものである。組織は、市場に代えて選択された費用節約的で効率的な取引の一形態となる。いったん組織をこのように定義してしまえば、仲間集団から機能別組織、多数事業部組織にいたる組織革新のプロセスは、それぞれの組織に付着する費用とそれを節約する選択のプロセスとみなされることになる。

以上の説明に対しては、次のような疑問が提起されるだろう。第1は、市場と組織の合理的選択が成り立つのは、ロビンズのエコノマイザーの世界でのみ通用する「合理的」行動を認める限りにおいてだということである。ロビンズの合理的行動とは、所与の目的に対する既知の諸手段の組合せや配置を可能な限り考え、その配置に順番をつけ、最後に一番高い順番のものを選ぶという「行動」をさす。「行動」といっても、この目的一手段図式でのそれは個人の意識の中でのプロセスに過ぎず、人間の活動としての行為・行動はきれいに消し去られている。したがって、選択行為自体の社会的・歴史的な被制約性や文脈依存性が考慮されるやいなや、ウィリアムソンの議論は成り立たなくなるのである。第2の疑問は、取引費用の節約の「結果として」組織の形成を説明できたとしても、市場とは

異なる世界としての組織の内実、またなぜ組織が存在するのか、この説明からはいっこうに明らかにならないということである。第3の点はこの第2の疑問点に関わってくる。組織を組織たらしめ、かつ組織内取引を支えるものは、組織のヒエラルキーや組織の共同目標、あるいは組織のルールや慣行といったものの存在だろう。ウィリアムソンのいう「機会主義」の横行を限定する「慣習」や「伝統」、さらに道徳や法といった広義の「社会的規範」、これらの制度的条件に支えられてはじめて組織内取引が実現されると見るべきではないかというのがそれである。もちろん組織を構成する諸主体は多様であり、企業組織の場合、その共同目標になり組織内ルールなりは、企業構成員間のコンフリクトや社会規範と企業の戦略行動との妥協として成立するものといえる。いずれにせよ、市場と組織の合理的選択の問題としてしか組織の問題を論じようとしないウィリアムソンの議論には、当然このような見方は登場しない。

「新」制度主義とホジソンの「現代」制度主義を分かつのは、まさにこの点にある。「個人と社会の特定の関係なり、特定の機能なりに関する支配的な思考習慣」(Veblen(1899))というT・ヴェブレンの制度の定義を継承して、ホジソンは制度を「伝統、慣習、または法的制約の作用によって継続的かつルーティン化された行動パターンを作り出す傾向を有する社会組織」(Hodgson(1988))と定義する。こうした理解は、制度を個人の行動に対する与件とする新古典派経済学とも、制度を個人の合理的選択行動の結果とする新制度派経済学とも異なっている。制度とは人々の思考と行動の習慣である。と同時に、この制度の中で人々の思考と行動は習慣化され持続されうるものとなるのである。こうした制度理解に基づいて、ホジソンは「社会関係および制度の経済的文脈に関連づけられる人間主体のオルタナティブな理論の構築」を提起する。そして、このオルタナティブにおける焦点は、次のような2点に集約しうるだろう。

第1は、問題の核心の1つはミクロの経済主体にあり、個人的「主体」の特性と合理性の視野と範囲に関するオルタナティブを提起すること。第2は、ロビンズ流の目的-手段のカテゴリーで行為を捉える合理的選択行動仮説を批判し、新たな行為の理論を構築することである。

さて、「新」制度主義が前提する新古典派流の行為の理論に対するホジソンの批判はたしかに鋭く、明快である。また、「方法論的個人主義」にも「方法論的全体主義」にも与することなく、個人的主体の行為と制度(ないしは構造)との間の円環的規定関係を意識的に主題化して分析することが重要であるというホジソンの見解には学ぶべきところも多い。しかしながら、もしホジソンの批判が「新」制度主義におけるミクロ次元の行為の理論にのみ向けられているだけだと批判される側から理解されたならば、その批判は単なる「副次的」な問題として片づけられてしまう危険性がないとはいえないだろう。なぜなら、新古典派経済学の思想的核心は、個人的主体から出発して社会秩序を説明するという方法論にあり、個別的主体の行為に関する性格規定の指摘は、研究方法上の抽象レベルの違いの問題に簡単にすり替えられてしまうだろうからである。したがって、新古典派経済学のハード・コアにゆさぶりをかけるには、それに代わりうる社会、制度、個人関係の新たな構築へと向かわねばならない。ただし、このテーマは、本稿の射程を大きく超えているし、現段階では、われわれ自身も確たる解答を持ち合わせているわけではない。ただし、当面の現代経済分析に関するいくつかの作業仮説を提出することは可能であり、また必要でもあるように思われる。節を改めて、われわれの暫定的な作業仮説を明らかにしておこう。

3 社会経済システムの制度分析--われわれが目指すもの--

前節での考察を踏まえた上で、ここでは、本稿におけるわれわれの基本視角を6点にわたって簡潔に提示しておこう。

(1) 経済主体の多層主義的理解

われわれは、実体としての個人--新古典派の場合には、予め「経済合理性」をも備えた個人--がア・プリオリに存在し、それらの間で社会関係が結ばれ、社会が形成されるという理解--いわゆる、方法論的個人主義--を採用しない。「個人」にしても「社会」にしても、それはある種の「関係性」が実体化したものである。しかしながら、さらに次のような視点が追加されねばならないと考える。関係の多元性、あるいは多層性という視点がそれである。「個人」は、それぞれが置かれる「場」に応じて多層的な「顔」を持つ存在だということになる。この視点からすれば、「限定合理的」な存在として経済主体を定義するのは妥当である。ただし、この理解だけならば、それはまだ新古典派的経済主体の亜種にとどまると言わざるをえない。社会システムと経済システムの全体の中で、必ずしも整合的とはいえない複雑で多層的な社会関係を内面化しつつ自己同一性を維持している主体こそが、われわれが想定する「個人」だからである。その上で、この「自己同一性」、すなわち、アイデンティティの形成のあり方こそが問われなければならない。

(2) 貨幣によって結ばれた「制度」としての市場システム

市場は、貨幣によって結ばれた、脱中心化されたシステムである。市場システムを理解するための出発点は、「制度としての貨幣」でなければならない。貨幣以外のモノから出発することは、結局のところ、分散化された意思決定が行われる市場経済が存続しうるのは何故かという経済学の「根本問題」を消去してしまうことになるからである。

貨幣は、支払いと受取りとからなるシステムであり、モノではない。市場システムは、「経済主体」が貨幣というモノをやりとりすることによって形成されるのではなく、貨幣という市場の外部から与えられる「制度」によって成立するのである。この意味で、すなわち、市場という「経済空間」に論理的に先行するものという意味で、貨幣は「経済システム」と「社会システム」の接点に位置する。さらに、資本家、賃労働者といった「経済主体」もまた、この「貨幣」という「制度」と「企業組織」のなかでの権力関係との相互作用を通して形成されるものと、把握されなければならない。われわれは、このように把握することによって、従来十分な概念的区別が十分には与えられたこなかった市場経済と資本主義経済を理論的に区別して規定しようとする。

(3) 権力関係を内に持つダイナミックな貨幣的運動体としての「企業」

本稿では、労働制度の構造効果との関連で企業組織の問題が議論されるにすぎない。そこで、われわれが目指すものを明確にする上でも、「企業」理解に関するより一般的なくつつかの観点を述べておくことが有益であろう。

まず第1は、企業を貨幣的・金融的な運動体として把握する必要性についてである。これはマルクスがいう「資本循環」の問題であり、また、ポスト・ケインジアンがいう「貨幣的生産理論」の枠組みに対応するものである。企業を、貨幣・金融的要因と実物的要因とが不可分に結びついているダイナミックな運動体として理解する視角は、マクロ的には、「セー法則」と「中立的貨幣命題」の批判へと連なることも強調しておかねばならない。第2は、企業組織内での権力関係、労働の現場の人間関係を分析する必要性についてである。現代の企業理論は、企業を「情報システム」として把握することで、その分析能力を格段に高めてきた。しかし、この企業組織の「情報システム」としての側面とその組織内

部そして外部に存在する「権力システム」とは分離しえないと、われわれは考える。企業組織「内」の権力関係の場合、そこではむきだしの労使関係が現れるというよりは、昇給や昇進などに関わる「インセンティブ問題」（働かせるためのアメの問題）が介在しているが、企業組織の権力装置としての側面（ムチの問題）も同様に重要であることを確認しておかねばならない。他方、企業組織「外」の環境--階層的な企業間関係や分断的労働市場など--は、企業組織の内部の構造と相互に補完的な関係にあることも注意すべきである。特に日本経済においては、転職や出向に伴う生涯所得の損失の問題がこれまで多くの研究者によって指摘されてきた。企業組織の内部と外部の構造からなる格差構造が、ある種の社会的な強制装置として作用するのである。第3に、企業は、技術革新の場であり、シュンペーター的なダイナミズムを持つ活動体として把握されねばならない。これは、企業を既存の技術的条件の下で費用最小化を行う存在として把握することと決定的に異なることを意味する。

（４）「制度的補完性」あるいは「構造的両立性」


諸制度が生み出す様々な調整効果--レギュレーション・アプローチはこれを「レギュレーション」と呼ぶ--は互いに補完性をもっている。これは現在、「制度的補完性」の概念として議論されている。われわれは、「構造的両立性(structural compatibility)」という言葉をもしる使い、この概念を、次のように拡充発展させる必要があると考える。第1に、それは、よりマクロ的に、よりダイナミックに把握されるべきである。マクロの需要形成や生産性上昇にどのような影響を与えるのか、また、それらの影響は首尾一貫した整合性を持っているのかが問われねばならない。第2に、この概念による分析の視野を社会システム全体との関連に拡大して、社会経済システムの再生産の要請との「整合性」や「補完性」を問題にする必要がある。換言すれば、経済システムとしては十分な「整合性」があつたとしても、社会システムとの関係で整合性を持っているか否かとは、別問題である。資本主義は、育児や老人介護といったいわば「生命の社会的再生産」の領域の存在を避けて通ることはできないのであって、それはマクロ動態に反作用を持つ。

（５）ミクロ・マクロの円環的規定関係と「制度」の位置

通常、理論経済学は、ミクロ経済学とマクロ経済学に区分される。しかし、両者を原理的に区分する基準は存在しない。むしろ、われわれは、両者は「制度」のあり方によって生み出される異なるレベルの分析水準であると考ええる。すなわち、「制度」が可能にする行動とその主体、およびそれによってもたらされる帰結のそれぞれがミクロとマクロに相当すると考える。すなわち、「制度」なるものを媒介とした「ミクロ」と「マクロ」の間の関係を解明する必要があるということである。そこには、ミクロ主体の意識や行動とマクロ的システムとの円環的規定関係が存在する。まず、「ミクロ」から「マクロ」への論理は、次のようになる。経済主体の繰り返される行動によって制度が再生産され、諸制度の補完性とその構造効果、制度進化や産業動態間の適合性に応じて、マクロの需要形成と生産性上昇が規定され、したがって資本蓄積の動態（マクロ・ダイナミックス）が生み出される。需要形成に関するカレツキの観点（所得分配と需要形成との相互規定関係）と生産性上昇に関するカルドアの観点（生産性上昇と成長との相互規定関係）が、ここで重要である。また、そこでは社会システムとの適合性も問題となる。次に「マクロ」から「ミクロ」へは、景気変動や国際競争、さらには構造的危機などのマクロ経済環境の変化が、制度の安定性や個別主体の意識や行動に影響を与える。たとえば、マクロ経済環境が変化し、将来にわたる企業の成長可能性が変化すると、企業組織内部の労働者の意識や行動、

さらに学習過程に影響を与える。また、成長のダイナミズムの減少が、財政危機等を通じて「社会統合」に影響を与えることもありうる。表1は、以上を整理したものである（同様の議論は、塩沢(1995)の「ミクロ・マクロ・ループ」およびCoriat and Dosi(1996)の<bottom-up/top-down>などがある）。

表1 < Bottom-up/Top-down >のミクロ・マクロ・ループ

分析のフィードバック・ループ	分析の対象
 集計量レベルでのダイナミクス (マクロ・ダイナミクス)	<ul style="list-style-type: none"> * 安定的成長と構造的危機 * 成長レジームの形成と経路依存性 * マクロ変数間の構造的連関 需要形成と生産性上昇の累積的連関
構造的両立性 共進化	<ul style="list-style-type: none"> * 制度進化の適合性 * 金融市場と賃労働関係の規定性 * 制度間の補完性と構造効果 * 社会システムとの適合性
ミクロから集計的特性へ	<ul style="list-style-type: none"> * 社会的コンフリクトと集团的行動 * 企業組織と社会技術的变化 * ルーティーンやルールに基づく行動
マクロからミクロへ	<ul style="list-style-type: none"> * ルーティーンやノルムの形成 * 学習過程 * 期待形成 * システム統合の社会統合への影響

Coriat and Dosi(1996)の Table2 をわれわれの問題意識に即して修正。

(6)「経路依存性」の理論的性格

われわれもまた、経済制度の発展・進化に関する「経路依存性 (path dependency)」の概念を重視する。確かに、現在の経済と社会の発展は、歴史的過去の状況に規定されている。しかし、社会的コンフリクトや国家間コンフリクトの影響による変化や発展経路の断絶もあり、また、「公共性」に関する市民の意識が社会の発展に与える影響も決して無視できない。したがって、「経路依存性」の理解に関しては、均衡論的理解に与せず、資本蓄積が、より広い社会的コンテキスト（経済倫理、法律、市民の意識、政府介入など）によってどのように規定され、その構造変動が生み出されるか考察する必要がある。「経路依存性」の問題は、修正できない過去と不確実な将来をもった不可逆的時間、すなわちいわゆる「歴史的時間」(J. ロビンソン)のなかで進行する過程として把握されるべきものである。また、本稿で強調されるのは、そのような「経路依存性」をもった経済発展過程は、「貨幣」の論理と「労働」の論理に大きく影響を受けるということである。

4 ケインズの貨幣経済論--金融市場による規定性--

現在では、貨幣システムは、金属貨幣システムではなく、信用貨幣システムである。金属貨幣システムの場合、貨幣制約は、物理的な金量によって最終的に与えられている。これに対して、信用貨幣システムの場合、そのような制約性がないために、人々の評価のあり方が経済動態に対して大きく影響することになる。このような観点から、現代経済の動態が分析されなければならない。この点をもっとも強く意識していたのが、J. M. ケインズである。そこで、ここでは、ケインズのストックとしての貨幣、すなわち金融資産に関する所説を手がかりにしながら、経済動態に対する金融市場による規定性という問題を考えてみよう。

第2節で述べたように、ロビンズ的世界での合理的行動とは「選択」という一点だけからなり、実際に何かを行うことはこの合理的行動のカテゴリーには属さない。目的合理的行動とは、歴史からも行為者自身からも孤立した、自己完結的な論理的形式に帰着するものなのである（間宮(1993)）。ロビンズ世界に登場する人間は、自らが置かれた環境に非能動的な存在にはかならず、決して「本源的行動者」(prime mover)ではないのである。

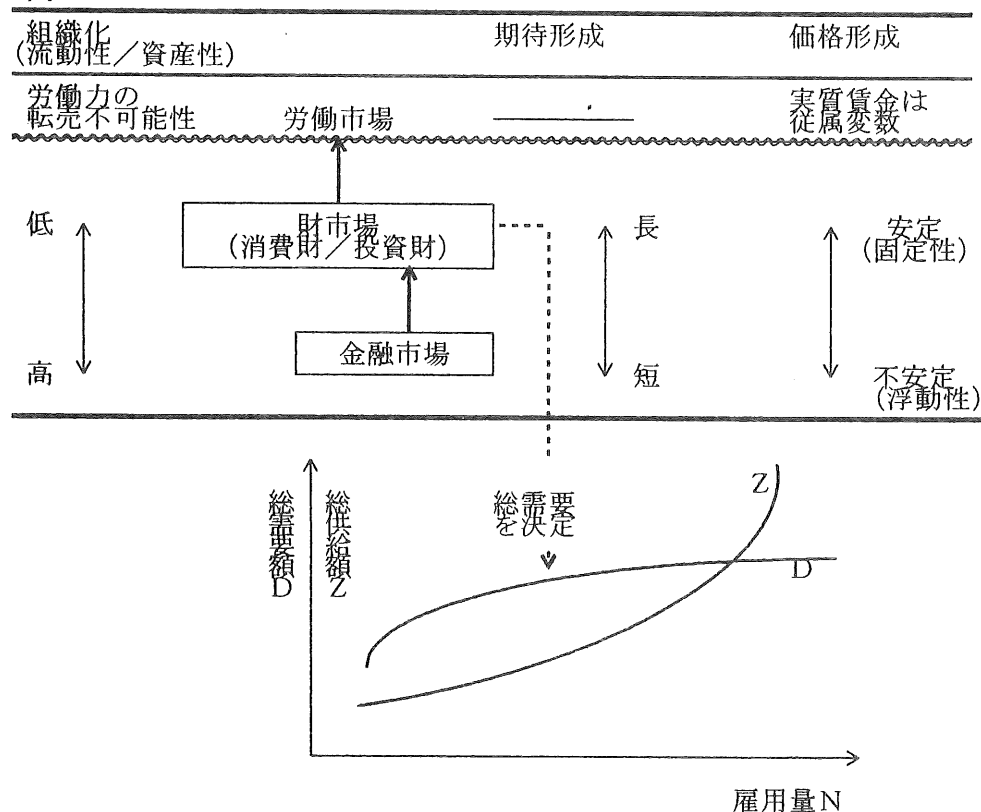
このロビンズ的世界に対して、われわれが実際に生きている世界を主観的にも客観的にも不確実で不確定な世界として描きだしたのが、ほかならぬ J・M・ケインズであった。不確実性のない世界であれば、われわれは未知のものに向けて期待を抱く必要もない。「不確実性」と「期待」とは表裏一体に貼り合わされたものであり、この点からロビンズのいう目的合理的行動とは異なるケインズ独自の行為把握、期待形成に基づく経済行為の議論が導き出されるのである。「期待形成に基づく行為」というケインズの着想を簡単に要約してみよう。2つの前提が重視される。1つは、将来の不確実性、すなわち行為の結果は事前には不確実だということである。もう1つは、行為の不可逆性、すなわち歴史的時間の中で再決定は許されないということである。これら2つは、ケインズの経済行為の理論にとっての両輪をなしている。というのも、将来の不確実性は期待形成の前提をなしており、その前提の上に立って期待が実際にどのような形態をとるのかを決めるのが行為の不可逆性の程度だからである。

ところで、ケインズの独自の着想は、期待と不確実性への注目による独自の行為論だけにとどまてはいない。期待形成に基づく経済行為ということを通して、かれはみずからの「貨幣経済の理論」へと議論を進めるのである。ケインズの「貨幣経済」——信用貨幣システム——とは「将来に対する期待の変化が雇用の方向だけではなく、その量をも左右することのできる経済」(Keynes(1936))、すなわち人々の資産＝資本評価のあり方が、経済動態に大なる影響を及ぼすような経済である。

人々の期待は、果たしてどのような経路を介して雇用や生産といった実物の領域に作用するのだろうか。先にケインズの行為論の両輪に立ち戻って考えてみよう。まず「行為の不可逆性」であるが、その程度は市場の「組織化」の程度に依存する。さらに、この組織化の程度は、当該市場の時間上・空間上の「不確実性」の程度に依存する。そして、市場におけるこの不確実性の度合は「期待」の時間的視野に影響を及ぼすことになる。ケインズが期待の時間尺度として「短期」と「長期」とに区分したのはよく知られている。また、ケインズが市場の組織化の発展という時、それは「あたかも農夫が朝食後、晴雨計に打診して、午前10時から11時までの間に農業からの彼の資本を引き揚げようと決意することができ、またその週の終わりに再び農業に戻るかどうかを考え直すことができるようなもの」(Keynes(1936))といった状態を指している。

以上、取引関係にまつわる「不確実性」を前提にして、「行為の不可逆性」「組織化」「期待」の間には依存関係が存在する。もちろん、経済を構成する市場は取引される財のもつ「流動性」に応じて複数存在する。この点をも考慮しながら、この依存関係を図示するならば次のようになる。

図 1



上の図式からも分かるように、それぞれの市場の組織化の程度が異なる時間尺度をもつ期待形成を生み、さらにそれぞれの市場で取引される財・サービスの価格形成にも影響を及ぼすことによって、経済全体のダイナミクスを生み出すのである。ケインズの総需要・総供給分析を援用するならば、次のようにいうこともできよう。金融市場において利子率が決まり、それに影響を受けながら投資が行われ、それが総需要の大きさを規定する。総需要曲線 (D) と総供給曲線 (Z) の交点で期待利潤額が最大になるような産出量が定まる。さらに短期の生産関数を介して、この産出量に対応する雇用量が決まる。そして、こうした金融市場から生産・雇用という実物的な領域への規定関係は、それぞれの市場の組織化の程度により種々の変化を蒙ることになるのである。

ところで、ケインズは所有と経営の分離に伴う組織された投資市場の発展には、時には投資を促進し、時には経済システムの不安定性を著しく高めるという新たな要因が導入されることを喝破していた。株式市場が組織化され整備されるようになると、投資は徐々に流動化し、投資は日々売買されるようになる。投資家は投機家と化し、仲間を出し抜くことにのみ汲々とする。かれらの期待形成は近視眼的に短期化し、こうした期待形成の変化が経済全体を投機の渦へと巻き込んでいく。このように、ケインズが理解した金融資産というストックを売買する信用貨幣システムとは、期待や思惑による不安定性と発散性の傾向を内在させた経済システムなのである。そして、こうした傾向は、「流動的な」投資市場を組織することに成功したことの「ほとんど避け難い結果」であることもケインズは理

解していた。だが、それが「避け難い結果」であるとしても、このシステムは一個のシステムとして存立し存続している。不安定化の傾向に対抗する何らかの安定化の契機を内に持たない限り、システムの存立は不可能なはずである。ケインズ自身は、そうした安定化の契機を、とくに貨幣賃金の硬直化の背景に潜む「慣習」の力（貨幣賃金の水準をめぐる「公正」の観念）に求めていたように思える。ケインズは、「貨幣賃金が実質賃金よりもいっそう安定的であることは、経済システムが固有の安定性をもつための一条件である」（Keynes(1936)）と述べる。だが、かれは、貨幣賃金の硬直化が経済過程に対してどのような規定性をもつかについてはほとんど具体的な分析を行っていない。また、「慣習」やさらに諸制度が資本蓄積の動態あるいはその特定のレジームに応じてどのように影響を受けるかということもさらに検討されなければならない問題である。次節以下において試みようとするのは、まさにこの点についての検討である。

5 賃労働関係の構造効果—労働世界からの規定性—

5.1 企業の組織的活動と労働制度

本節では、金融市場の対極に位置している労働に関わる諸制度の問題を取り上げたいと思う。結論を先取りして言えば、ここで主張しようとしているのは、労働過程と労働市場に存在する諸制度は、前節で論じたケインズの論理に対して、反作用する一定の構造効果を持つということである。

この点に立ち入る前に、企業の組織的活動との関わりで、労働世界における制度の成立環境を論じておこう。まず念頭に置かれるべきは、多様な主体が共存しているという点である。すなわち、個別の労働者と彼らが作り上げる組織体としての企業という相違が存在し、さらにそれぞれ企業にも労働者にも多様性が存在する。

まず企業組織についていえば、それは、不確実性が存在するもとで組織的活動を包摂した貨幣の循環運動によってつき動かされており、そのような循環運動においては、「時間の節約」が中心問題となる。そこからまた、貨幣資本の流動性と実物資本の固定性の対抗関係も生じる。企業は生産諸要素の統合の場であるだけでなく、労働者を包摂する「社会統合の場」であって、労働者の労働意欲を喚起することが重要な課題となる。さらに、企業組織は、問題解決活動のための諸種のルーティンの実践の有機的結合体であり、生産性上昇のための革新的活動を展開している。そして、技術の革新、模倣、普及のダイナミクスを通じて、企業間の差異と多様性が生み出される。

他方、労働者は、自らの所属する様々な社会集団の有する慣習や社会規範に従い、生活過程と企業組織との双方に所属しつつ日々の行動を行っている。労働者は、なによりも自己意識を持ち、かつ企業による転売が不可能な存在である。その意味では、流動性の世界の外に位置する。そして、そのような労働者を企業は賃金を媒介として包摂・統制するのであるが、そのことを通じて、特定のルーティンが形成されてくる。それは、労働者集団に対する規格化であることもある。そうしたルーティンの形成に基づき、社会的諸集団間のコンフリクトや社会規範と企業戦略に基づく統制行動との双方によって生み出される歴史的産物として、社会的妥協が成立し、明示的あるいは暗黙のルールが形成されるのである。これが、労働世界における制度の成立機制である。レギュレーション・アプローチでは、労働過程・労働市場から生活様式にいたる賃金形態に連なる連節構造全体を、「賃労働関係」(rapport salarial)と呼んでいるが、広範な社会的諸領域を包み込むその全体を通じた

社会的妥協として、それは形成されるのである。

5.2 賃労働関係の構造効果

このような労使間の社会的妥協としての賃労働関係は、雇用保障、賃金形成、熟練形成、需要形成などに関わる独自の構造効果を持っている。その効果によって、それらは、経済成長、生産性、失業率などのマクロ経済的変数に影響を与える。これは、マクロ経済動態に対する賃労働関係の規定性である。

このように、賃労働関係が様々かたちで「制度化」されることによってもたらされる構造効果を、正面から取り上げる点で、ここでの理解は、制度的「摩擦」を除去し完全競争を実現することが最良の経済パフォーマンスを生み出すと考える「新古典派経済学」とは対立する。すなわち、まず第1に、労働市場を単に「市場」としてとらえるのではなく、社会慣習や制度、さらには権力関係などと不可分のものとして捉えることである。この観点からは、それは労使コンフリクトや制度的調整がなされる場となる。第2に、のちにみるように、賃労働関係における制度化がもたらす構造効果のために、生産性上昇が生み出され、「動学的効率性 (dynamic efficiency)」が達成される。第3に、賃労働関係の構造効果がマクロ経済動態に与える影響は、複雑な回路を持っており、それらの効果の強度は制度的構造に依存して可変的である、との認識に立っていることである。

以下、賃労働関係のもつ構造効果を、順次検討していくことにしよう。

5.3 雇用保障と熟練形成、イノベーション促進効果—生産性に影響

制度化された妥協としての雇用保障の問題を検討してみよう。雇用と解雇に関して課される法的制約や規則は、雇用の安定を促進するが、しかしそれは短期的には失業率を上昇させる。その意味で、それは静学的効率性を損なう結果をもたらす。したがって、これまで失業問題の解決策として、雇用のフレキシビリティの増大が主張されてきたのであった。

しかしながら、雇用保障は長期的には労働者の熟練形成とイノベーションを促進し、動学的効率性を高めることができるのである。つまり、制度化された労使関係のもとで雇用が安定的に保障されるとき、長期的な視野に立った労働者の熟練形成への投資が可能となる (R. ボワイエなどの「skill-labour nexus」の議論を参照、Boyer(1995))。また、雇用が保障され配置転換などを通じた内的フレキシビリティが確保されるもとでは、イノベーションへの対応が柔軟に行われる。この点でも、雇用保障は生産性の上昇を促進する。

もちろん、雇用保障に関する制度化の形態は様々であり、注意すべきは雇用保障される労働者に対する制度的補完物として雇用保障されず、フレキシブルに雇用調整される労働者群が存在することである。この点は、「労働市場の分断化」の問題の一環としてこれまで論じられてきたが、様々な形態で雇用保障をされている正規労働者と雇用がフレキシブルに調整される非正規労働者とが存在し、両者が補完的構造を作り上げていることが、不確実性のもとでの企業の組織的活動の安定化と企業への労働者の選別的統合にとって重要な役割を果たしているといえよう。特に日本経済においては、この要請に対応して、労働市場が階層的企業間関係と連動しつつ洗練された階層的構造が作り上げられている (海老塚・磯谷・海老塚(1996)における「階層的市場—企業ネクサス」の議論を参照)。

5.4 賃金のミクロ的効果と労働インセンティブ—生産性への影響

次に、賃金決定に関する制度化が持つミクロ的影響、すなわち賃金が労働意欲に与える影響を検討する。これは、通常「効率賃金仮説」と呼ばれている問題であるが、ここで強調したいのはそれが企業組織内外における制度化と深く関わっている点である。

まず、企業組織内で長期的な雇用保障がなされている労働者では、監視や企業内の人事

管理が重要な役割を果たし、そのことに対応して企業組織の戦略とルーティンの慣性との合成結果として一定の賃金体系が形成される。すなわち、雇用が保障されている労働者に対しては、賃金プロフィールや昇進ルールなどに体现された企業組織内部の「公正さ」や将来の処遇の基準を介して、労働意欲が刺激されることになる。

これに対して、外部労働市場に接している労働者に関しては、現行賃金と次善の雇用機会のもとで受け取る賃金との差によって、労働意欲が引き出される。これは「失業コスト (job-loss cost)」を軸にすえた一種の「効率賃金モデル」であるが、失業コストが失業保険や福祉制度などの企業と労働者をとりまく制度的環境と結びついている点が強調されていることに注意する必要がある。日本経済の場合には、失業率は低く「失業コスト」は、そのままでは観察されにくい、転職や出向の際の生涯所得の喪失というかたちで、きわめて制度化された形態をとって存在している。これをわれわれは「制度化された失業コスト (institutionalized job-loss cost)」と呼んでいる (海老塚・磯谷・植村 (1996))。競争的労働市場における「失業コスト」の「機能的等価物」である。

また、この賃金と労働意欲の関連は、賃金交渉制度の形態とも不可分に結びついている。すなわち、企業組織と生産過程の特質が自発的な労働努力と積極的なコミットメントを必要としているか否かが、賃金交渉制度の集権化の度合いに影響を与える。換言すれば、企業組織と生産過程が労働者の労働努力を必要としていたり、労働努力に関して相異なる要請をもつ組織を併せ持っていたりすると、企業の戦略は、効率賃金的な賃金設定をより必要とし分権的賃金交渉制度を望むようになる (Ramaswamy, R. and Rowthorn, R.E. (1993))。したがって、賃金格差を、社会的な不平等を指示するものとして把握するだけでは不十分で、その一定部分は制度的環境に依存しつつ生産性を向上させる効果をもつのである。

5.5 賃金構造と産業構造の転換—生産性と需要形成に影響

賃金格差、特に産業間の賃金格差は、マクロ経済的には別の効果を持っている。産業間賃金構造の産業構造への効果がそれである。すなわち、平等な賃金構造が、産業構造転換を促進するという点である。この効果をより詳しく述べれば、以下のようなになる。集権的な賃金交渉制度のもとでは、産業間にわたる平等な賃金構造ができあがるが、それは収益性の高い産業や企業により多くの利益を、収益性の低い産業や企業により多くの損失をもたらすことによって、産業構造の転換と産業の合理化を促進する。そして、そのことによって、経済全体の生産性を高め、合理化投資を促進するのである。

以上、賃金格差の持つ構造効果は複雑であるが、概念的には、第1に、労働意欲を高める効果をもつもの、第2には、企業・産業間の生産性上昇率格差に対応するもの、第3に、産業構造転換を促進するもの、そして第4に、一種の独占レントとして存在するものなどに分けることが可能である。多様な経済主体を前提とする「制度の経済学」は、賃金格差をはじめとする様々な「格差」の効果を理論化することが必要となっている。

5.6 労使関係と期待形成—需要形成 (特に、投資需要) に影響

次に、賃労働関係と需要形成に関する検討に移ろう。賃労働関係の需要形成効果は、ミクロレベルではまず企業の設備投資に影響を与える。すなわち、前節で論じた設備投資が行われる際の期待形成にも影響を与えるという点である。投資に関するいわゆる「長期期待」は、資本蓄積の状態や金融市場での投機的活動に影響されるが、それと並んで、労使関係からも影響を受ける。すなわち、設備投資に際しての企業の長期期待の形成は、労使関係の安定性と、それに基づく組織体としての企業の持続的成長可能性に影響を受けるのである。制度化された安定的な労使関係は、不確実性を軽減させることより、安定的な長

期期待の形成を促す。逆に、労使コンフリクトが激化する環境では、長期期待の安定性は保証されないことになる。

5.7 所得分配と需要形成—金融市場からの影響との合成効果

賃労働関係と需要形成をマクロの視点からながめると、所得分配と需要形成という問題が浮上してくる。すなわち、賃金と雇用の制度的調整は、生産物単位当たりの賃金コスト（あるいは、マクロでみれば賃金シェア）の水準を決定するとともに、総需要の形成に影響を与える。賃労働関係は、投資決定と消費需要の形成を介して、マクロの総需要の形成に影響を与える。M. カレツキが示唆するように、賃金は企業にとってはコストであるが、同時に労働者の所得でありマクロ的にみれば消費需要の源泉である。マクロ経済動態は、この二つの効果の相克のもとで展開する。まず、なじみ深い総需要の構成要素から出発しよう。

$$Y = C + I + G + (EX - IM)$$

$$(+) \quad (-\text{or}+) \quad (-) \quad (+)$$

これらに対する賃金シェアの上昇の影響は、下に示された符号のようになる。すなわち、一般的に言って、消費には「消費ノルム」にも影響されつつプラスの、また輸出にはマイナス、輸入にはプラスの効果を持つ。ここで、外国貿易を捨象すれば、問題の核心は、投資行動と所得分配の関係にある。それは、一意的に規定しえない。ここでは、問題を多少単純化して議論しよう。すなわち、貯蓄は利潤からのみ行われると仮定する。また、投資は、期待利潤率 r^e と利子率 i によって決定される。すなわち、

$$I/K = g(r^e, i)$$

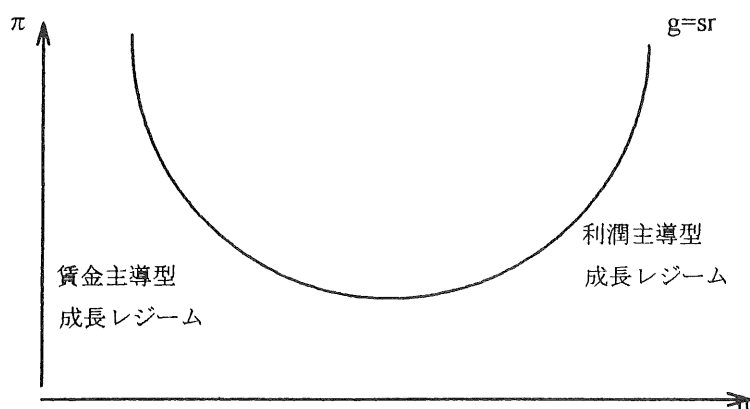
ここで、期待利潤率が利潤シェアと稼働率とに反応して形成されると仮定し、利子率の影響を捨象すると、そこから次の式が与えられる。これは、投資関数を明示化したかたちでの「ケンブリッジ方程式」である。

$$g(\pi, u) = s r$$

ここで、 π : 利潤シェア、 u : 稼働率、 s : 貯蓄率、 r : 利潤率。

このように仮定すると、投資が利潤シェアに十分に感応的であれば、利潤シェアが上昇することによって成長率が高まる（「利潤主導型成長レジーム」）。また、反対に投資が十分に稼働率に感応的であれば、利潤シェアの低下（賃金シェアの上昇）によって成長率が高まる（「賃金主導型成長レジーム」）。したがって、これらいずれのレジームに経済が位置するかは、そのときの投資行動の性格によって決まってくるのである（Marglin and Bhaduri(1990)）。この2つのレジームを示したのが、図2である。

図2 所得分配と需要レジーム



もちろん、投資行動は、前節で論じたように金融市場とも連動している。特に、信用創

造が十分になされる場合には、それはコスト条件（ここでは、 π ）からある程度独立に展開し、かつ不安定なものになりやすい。したがって、需要レジームは、金融市場や对外开放度の変化の影響を受けつつシフトするものと考えることができる。最も起こる可能性の大きなシフトは、経済の对外开放度の上昇と国際競争の激化がコストとしての賃金の機能を重要なものとすることによって、賃金主導型成長の基礎を掘り崩すということである。このような需要レジームのシフトに対して、集権的労使交渉制度は首尾一貫した賃金政策を行う可能性をもつ。

以上で賃労働関係の持つ構造効果のすべてが尽くすされているとは必ずしもいえないが、いずれにしても、その効果はきわめて複線的な回路をもち、しばしば対立的に作用することもあるという点が強調されるべきで、特定の歴史的状況に応じて、その総合的效果は変化するという点である。この点からいって、労働制度がもたらす効果の分析は、一種の「レジーム・アプローチ」の表現をとることになる。

6 貨幣関係・賃労働関係の対抗的規定関係とマクロ・ダイナミクス

6.1 貨幣関係と賃労働関係の規定力のダイナミクス

第4節では、金融市場において組織化が進むと投機的金融取引が増大し、経済過程を不安定化させることを、ケインズの論理にもとづいて論じた。また、第5節では、賃労働関係が市場的調整過程の障害物として存在するのではなく、それ独自の経済的・社会的な構造効果をもっていることを多面的に検討した。それを受けて、ここでは金融市場・財市場と労働市場・労働過程に存在する諸制度とによって生み出されるダイナミックな関連全体を考察してみよう。言い換えれば、ここでの試みは、諸制度の接合関係の中に貫く貨幣と労働の論理を軸とした重層的決定関係を析出し、その変容の問題を論じることである。

まずケインズの論理に従えば、ストックとしての貨幣、すなわち金融資産の評価によって利子率が決まる。そして、それに影響を受けつつ投資が行われることによって、財市場の動態的な運動が規定される。もちろん、景気循環過程においては、ストックとしての資本設備それ自体の増減が設備投資に影響を与えるという調整過程も視野に納める必要があろう。しかし、いずれにしても、金融市場から影響を受ける設備投資の動態が経済の変動を規定し、特に、現代株式会社制度のもとでは、金融市場が整備され「市場の組織化」が進むにつれて投機的活動が増大することによって、経済過程は不安定なものとなっていく。これがケインズの論理に規定される世界である。

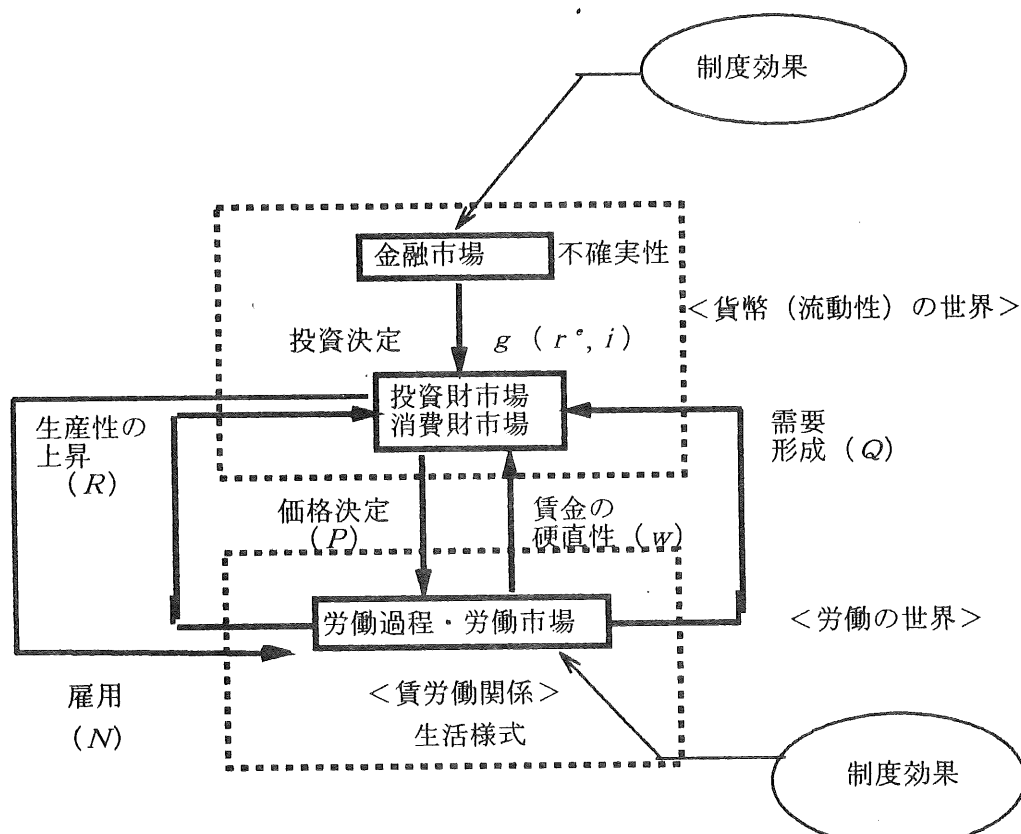
これに対して、賃労働関係、特に労働過程と労働市場における諸制度は、それ独自の構造効果を持って、ケインズの論理に基づく規定関係に対して反作用をもつ。これが、第5節で取り上げた世界である。これは、労使関係が資本蓄積を規定すると考えるマルクスの資本主義理解に通底している。しかしながら、ここでは特に、現代の経済社会を念頭に置きつつ労使関係が様々な制度的形態をとる点に注目してきた。

社会慣習や社会的諸集団の対立関係が存在する社会的な場の中で、企業の組織的活動と社会的コンフリクトの接点として様々な形で成立する労使交渉制度のあり方は、雇用保障、熟練形成、最低賃金保障、産業間の賃金構造などに影響を与え、さらにそれらが、複数の回路を通じて生産性上昇と需要形成に対して集約的な効果を与え経済動態を規定していく。このような構造効果の観点からみれば、労働過程・労働市場の諸制度は、金融市場の組織化からもたらされる不安定性を緩和し、経済の循環的成長過程を安定化させる役割を

果たしうる。そして、このようなシステム全体の動態が、逆にミクロレベルの経済主体の意識や行為を規定していくのである。もちろん、このような円環的規定関係に不整合や生じたり、労使間のコンフリクトが増加したりして、既存の制度内でそれを誘導できなくなると、賃労働関係のシステムに対する安定化効果は低下してしまう。

以上の金融市場・財市場から労働過程・労働市場に至るダイナミックな構造連関のの総体を表したのが、図3である。

図3 貨幣関係と賃労働関係の規定関係の構造



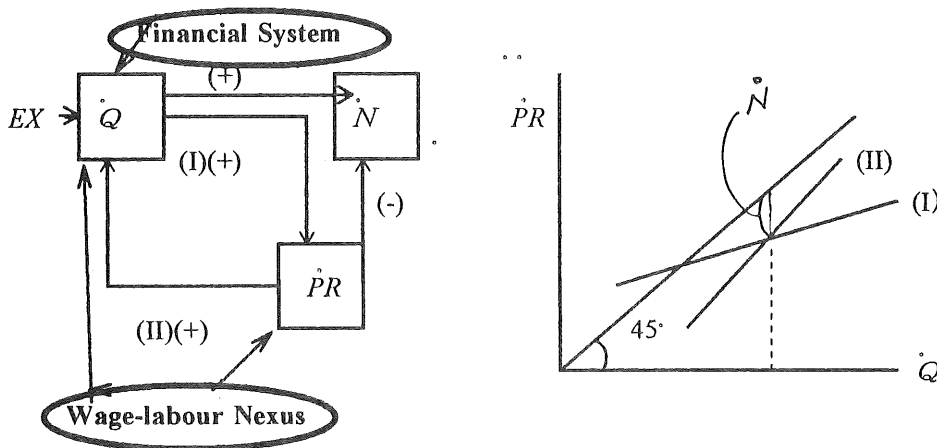
このように、経済動態に対する規定性の点で、金融市場と賃労働関係とは対抗的な規定関係をもち、それらは歴史的過程において相克的な展開をしてきた。そのことを通して、各時代、各国の特定のマクロ経済的規則性が生み出されてきたのである。その意味では、ここでの枠組みは理論と歴史的現実との間の強い緊張関係の上に成立している。特に、戦後資本主義の「黄金時代」の時期には、固定相場制と管理通貨制度のもとで国内経済関係が優先され、安定的な労使関係が成立することによって、賃労働関係の効果がマクロ経済動態に十分な規定力をもち、高成長を達成したのである。

5.2 マクロ経済効果の総括的表現:累積的因果連関

それでは、諸制度と市場の総体は、成長や雇用といったマクロ経済パフォーマンスにどのような影響を与えるのだろうか。このことを考える上で重要なのは、諸制度の「構造的両立性」の問題である。様々な制度的構造の効果は、経済の諸領域において多層的な規則性を生み出す。そして、それらの制度的構造は、おのおの異なったタイムスパンで変化し、互いに接合しあい影響しあいつつ進化していく。問題は、それらの規則性が適合的・補完的に強めあっていくか、不適合を生じさせるかという点である。より具体的に言えば、諸制度は、一方で、金融市場の影響を受けつつ行われる投資決定と消費ノルムに規定される

消費需要形成、さらに様々な国際関係に規定される国際貿易をとうして生産量の成長に影響を与え、他方で企業組織の革新や労働意欲、さらには産業構造の転換を通じて生産性に影響を与えていく。そして、これらの相互関連にいかんによって、最終的に一国のマクロ経済パフォーマンスが決定されてくる。それらの影響は、 (\dot{Q}) 、生産性上昇 $(\dot{P}R)$ 、雇用変化 (\dot{N}) へと集約されうる。それを、レギュレーション理論や進化経済学が、均衡分析に対する代替的枠組みとして、また不可避的過程を表現するものとしてしばしば用いる「累積的因果連関」の枠組みで総括すれば、次のようになる。

図4 累積的因果連関（生産量、生産性、雇用）



図に表された関係は、カルドアの論理を発展させたもので、生産量の成長と生産性の上昇とが相互促進的関係にあるものと把握し、次のような2つの関数で表現できる。

(I) 生産性レジーム： $\dot{P}R = f(\dot{Q})$ 、(II) 需要レジーム： $\dot{Q} = g(\dot{P}R)$

また、ここから雇用成長率 (\dot{N}) は、 $\dot{N} = \dot{P}R - \dot{Q}$

それぞれの規定関係は「生産性レジーム」および「需要レジーム」と呼ばれる。「生産性レジーム」は、イノベーション、規模の経済性、資本設備の合理化、熟練形成、労働意欲などに規定されている。他方、「需要レジーム」は、生産性上昇が所得分配を介して消費需要形成と投資需要形成に影響を与えることによって生み出される。もちろん、投資需要の形成に関しては、金融市場の影響が働く。両レジームに与えられる様々な影響の強度はこの関連を媒介する諸制度と市場の調整作用の相互的な適合性に依拠して変化し、様々なレジームを生み出す。したがって、「累積的因果連関」の動態は、歴史的に可変的であり、それは金融制度から労働制度に至る諸制度の、さらに国際経済関係などとの「構造的両立性」に依存する。歴史的にいくつかの構造安定的なマクロ経済的規則性、あるいは「成長レジーム」が作り出された。もちろん、その内部でも企業の組織革新のようなミクロ的変化は連続的に生起しているが、諸制度の安定性が確保されつつマクロ的規則性が維持されているのである。そのような状態では、安定的な期待形成がもたらされる。これに対して、労使間のコンフリクトの増大や制度変化の累積的效果がある臨界点に達し、制度間の両立性が崩れていくと、そのようなマクロ的規則性は失われることになる。

7 むすびに代えて

ここでは第3節で述べたわれわれ自身の「制度経済学」の基本的視点に立ち戻りつつ、前節において議論した諸制度の相互規定関係の変容について若干の言及を行おうと思う。

第3節で述べたいいくつかの視点のなかで、われわれが特に強調しておきたいのは、ミクロ次元での経済主体の意識や行為とマクロ的なシステムとの円環的規定関係を理論化するために「ミクロ・マクロ・ループ」の枠組みを設定したことである。これには、「制度の経済学」の体系化にとっては、その「ミクロ的基礎づけ」とともに「マクロ的基礎づけ」も同様に重要であるというわれわれ自身の積極的な意図が込められている。このループの第3節での図式化が示すように、ミクロとマクロの間には、いくつかの分析レベルの階梯が存在する。それゆえ、ループの各階梯において分析の対象とされている諸問題を順次理論化していくことが、当面の作業だということになるだろう。もちろん、その理論化に際しては、「労働」の論理と「貨幣」の論理という2つの規定関係（あるいは、両者の対抗的關係）が、どのような位置関係にあり、またどのように変容するのかについても常に注意を払わなければならないものと考ええる。

さて、本稿を閉じるにあたって、1980年代後半から現在にかけて起こりつつある諸制度間の相互規定関係における変容という事態--すなわち、戦後資本主義経済は、第5節で論じた国内の賃労働関係の規定関係が各国民経済の経済動態において中心的役割を演じた時期であったのに対して、現在、国民経済を越えた経済活動の急速な展開の中で、第4節で論じた金融市場の組織化が経済過程を不安定化させるという論理が、再び経済動態を規定するようになってきたかに思われるような事態--は、本稿の立場から、どのように理解しうることについて述べておこう。ただし、以下での言及は、先のミクロ・マクロ・ループのボトム・アップ・ループにおける上位の分析対象部分に関わるにすぎないが、「制度」分析の今日的意義を確認する上でいくつかの材料を提供してくれると思われる。

まず第1に、現在、金融のグローバリゼーションと企業活動の国際化のなかで諸制度間の規定関係が変容しつつあるという問題は、より抽象的に捉えれば、貨幣の論理と労働の論理が制度の論理と交差する地点で生じている構造変化である。もちろん、それに加えて国民経済的枠組みの地位低下という問題（宮崎(1995)）もあろう。しかし、本稿論では扱うことを断念した国家の問題をさておくとすれば、ここで問題となっていることは、企業の組織的活動とグローバルなマクロ経済的変動との間にあって、様々な諸制度（金融制度、労働制度など）が規定関係の多層的な回路を作り上げており、それが貨幣と労働の論理のダイナミクスに突き動かされ、変容しつつあるということである。

第2に、生産の国際化と金融のグローバリゼーションに直面して、実際に様々な組織革新の努力が行われている。ここで問題となるのは、そうした努力が各国の社会経済システムの歴史的「経路依存性」に規定されつつ、貨幣・金融や労働などの諸領域でどのような新しい制度を生み出していくことになるのか、という点である。その際、われわれの観点から強調したいのは、そのような制度変化は、グローバルな「パレート最適」に向かう動きでもなければ、既存の組織的・制度的メニューの組み合わせや組み替えにとどまるものではないだろうということであり、それは生活領域を含んだ社会的諸領域との摩擦や社会的諸集団間のコンフリクトとも密接にかかわりつつ、新たな制度的創造の側面を不可避免的に含むということである。

参考文献

青木昌彦(1995)『経済システムの進化と多元性--比較制度分析序説--』東洋経済新報社。

青木昌彦(1996)「経済学は制度をどう見るか」大山道広・西村和雄・吉川洋編『現代経済学の潮流 1996』東洋経済新報社。

青木昌彦・奥野正寛編著(1996)『経済システムの比較制度分析』東京大学出版会。

- 青木達彦編(1995)『金融脆弱性と不安定性：バブルの金融ダイナミズム』日本経済評論社。
- Amable, B., Boyer, R. and Lordon, F. (1995), "Le paradoxe de l'Ad hoc en économie", in D'Autume and Cartelier, J. (eds.), *L'économie est-elle une science dure?*, Economica.
- Bowles, S. and Boyer, R. (1990), "Labour Market Flexibility and Decentralisation as Barriers to High Employment? Notes on Employer Collusion, Centralised Wage Bargaining and Aggregate Employment" in R. Brunetta and C. Dell'Aringa, *Labour Relations and Economic Performance*, Macmillan.
- Boyer, R. (1992), "Labour Institutions and Economic Growth: A Survey and A "Regulationist" Approach", *CEPREMAP*, No.9218, a paper presented to the Fourth Annual Conference of The European Association of Labour Economists (E.A.L.E.), Warwick, September 4-7th 1992.
- Boyer, R.(1994), "Do Labour Institutions Matter for Economic Development? : A "regulation" Approach for OECD and Latin America with an Extension to Asia", in Rogers, G.(ed.), *Workers, Institutions and Economic Growth in Asia*. (植村博恭訳「経済発展における労働制度の重要性：OECD ならびにラテンアメリカへのレギュラシオンの接近とそのアジアへの拡張」『レギュレーション・コレクション4：国際レジームの再編』藤原書店)
- Boyer, R.(1995), "Is the Japanese Wage-labor Nexus Decaying or Evolving? Part One: Theoretical and Historical Background", Paper presented to the International Seminar on *Regulation Approach to Japanese Typed Capitalism*, Hitotsubashi University, January 28-29th.
- Boyer, R.(1996), "The Seven Pradoxes of Capitalism", Paper presented to the International conference on Socio-Economics (SASE) at Geneva University, July, 1996.
- Boyer, R. and Drache, D.(1996), *States Against Markets: The Limits of Globalization*, Routledge.
- Boyer, R. and Orléan, A.(1994), "Persistence et changement des conventions: Deux modèles simples et quelques illustrations", in A.Orléan (dir.) *Analyse économique des conventions*, PUF.
- Bowles, S. and Gintis, H.(1993), "The Revenge of Homo Economicus: Contested Exchange and the Revival of Political Economy", *Journal of Economic Perspectives*, Vol.7, No.1.
- Bowles, S., Gintis, H. and Gustafsson, B. (eds.) (1993), *The Market and Democracy*, Cambridge University Press.
- Cartelier, J.(1996), *La Monnaie*, Flammarion.
- Coriat, B. and Dosi, G.(1996), "The Institutional Embeddedness of Economic change: An Appraisal of the 《Evolutionary》 and 《Regulationist》 Research Programmes" *Working Paper*, 96-01 (ParisXIII).
- Deleplace, G. and Nell, E.(eds.) (1996), *Money in Motion: The Post-Keynesian and Circulation Approaches*, Macmillan.
- 海老塚明・磯谷明德・植村博恭 (1996)「戦後日本経済へのレギュレーション・アプローチ(1)/(2)ー「階層的市場ー企業ネクサス」論ー」『経済学雑誌』第96巻第5/6号、第97巻第1号。
- Hodgson, G.M. (1988), *Economics and Institutions: A Manifesto for Modern Institutional Economics*, Polity Press.
- Hodgson, G.M.(1993), *Economics and Evolution: Bringing Life Back into Economics*, Polity Press.
- Hodgson, G.M. (ed.), (1993), *The Economics of Institutions*, Edward Elgar.
- 磯谷明德 (1994)「＜制度の経済学＞と現代経済学の革新--G. M. ホジソンの「現代制度主義」を中心に--」細江・浜砂編『現代経済学の革新と展望』九州大学出版会。
- 磯谷明德(1996)「＜社会経済システムの制度分析＞に向けて--「制度の経済学への一視点--」『経済学史学会年報』第34号。
- Isogai, A., Uemura, H. and Ebizuka, A. (1996), "An Institutional Analysis of the Post-war Japanese Economy: From the viewpoint of 'Hierarchical Market-firm Nexus'", Paper presented to the International Colloquium on *Japanese Capitalism and Contemporary Crisis* at Paris, December 16-18th.
- Keynes, J.M.(1936), *The General Theory of Employment, Interest and Money* (The Collected Writings of John Maynard Keynes, Vol.7), Macmillan. (塩野谷祐一訳『雇用・利子および貨幣の一般理論』東洋経済新報社, 1983年)。

- Knight, J. (1992), *Institutions and Social Conflict*, Cambridge University Press.
- Langlois, R.N.(ed.)(1986), *Economics as a Process: Essays in the New Institutional Economics*, Cambridge University Press.
- Marglin, S. and Bhaduri, A.(1990), "Profit Squeeze and Keynesian Theory", in Marglin, S and Schor, J (eds.)(1990).
- Marglin, S. and Schor, J.(eds.)(1990), *The Golden Age of Capitalism: Re-interpreting the Postwar Experience*, Clarendon · Oxford. (磯谷明徳・植村博恭・海老塚明・雨宮照雄・遠山弘徳・由井敏範訳『資本主義の黄金時代：マルクスとケインズを超えて』東洋経済新報社、1993 年)。
- 間宮陽介(1993)「経済学における人間一行為の理論のために」岩波講座『社会科学の方法Ⅴ』岩波書店。
- 宮本光晴(1991)『企業と組織の経済学』新世社。
- 宮崎義一・伊東光晴 (1961)『コンメンタール：ケインズ/一般理論』日本評論社。
- 宮崎義一 (1995)『国民経済の黄昏：「複合不況」その後』朝日新聞社。
- Nelson, R.R. and Winter, S.G.(1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Harvard University Press.
- North, D.C. (1990), *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*, Cambridge University Press. (竹下公視訳『制度・制度変化・経済効果』晃洋書房、1994 年)
- 野口真 (1996)「情報化と経済社会の動態」伊藤誠・岡本義行編著『情報革命と市場経済システム：企業と産業の構造転換』富士通ブックス。
- Pasinetti, L.L. (1994), "Economic Theory and Institutions", in Delorme, R. and Dopfer, K. (eds.), *The Political Economy of Diversity: Evolutionary Perspectives on Economic Order and Disorder*, Edward Elgar.
- Ramaswamy, R. and Rowthorn, R. (1993), "Centralized Bargaining, Efficiency Wages, and Flexibility", IMF Working Paper. (横川信治・野口真・植村博恭訳『構造変化と資本主義経済の調整』学文社、1994 年に所収)
- Rowthorn, R.(1982), "Demand, Real Wages and Economic Growth", *Sutudi Economici*, No.18. (横川・野口・植村訳『構造変化と資本主義経済の調整』学文社、1994 年に所収)
- Rowthorn, R. and Wells, J.(1987), *De-industrialization and Foreign Trade*, Cambridge University Press.
- Rutherford, M. (1994), *Institutions in Economics: The Old and the New Institutionalism*, Cambridge University Press.
- 塩沢由典(1990)『市場の秩序学--反均衡から複雑系へ--』筑摩書房。
- 塩沢由典(1995)「慣行の束としての経済システム」『専修大学社会科学研究所月報』390 号。
- 高 哲男(1991)『ヴェブレン研究--進化論的経済学の世界--』ミネルヴァ書房。
- 高須賀義博 (1981)『現代資本主義とインフレーション』岩波書店。
- 谷本寛治(1997)「社会経済システムにおける調整と変革」『思想』第 872 号。
- 植村博恭(1993)「レギュレーション理論における組織と資本蓄積--その社会理論的含意について--」『経済社会学会年報』第 15 巻。
- 植村博恭 (1996)「脱工業化と資本蓄積の構造変化--ポスト・マルクシアン・アプローチ」伊藤誠・野口真・横川信治編『マルクスの逆襲』日本評論社。
- Veblen, T.B.(1898), "Why is Economics not an Evolutionary Science ?", *Quarterly Journal of Economics*, July.
- Veblen, T.B.(1899), *The Theory of Leisure Class: An Economic Study in the Evolution of Institutions*, Macmillan. (小原敬士訳『有閑階級の理論』岩波書店、1961 年)
- Williamson, O.E.(1975), *Markets and Hierarchies: Analysis and Antitrust Implications*, The Free Press. (浅沼萬里・岩崎晃訳『市場と企業組織』日本評論社、1980 年)
- Williamson, O.E.(1985), *The Economic Institutions of Capitalism*, The Free Press.
- 八木紀一郎(1992)「ヨーロッパ制度主義経済学の成立」『経済論叢』第 147 巻第 1-3 号。
- 八木紀一郎(1993)「制度の経済学としてのマルクス経済学」『経済理論学会年報第 30 集』青木書店。
- 山田鋭夫(1991)『レギュレーション・アプローチ』藤原書店。
- 山田鋭夫(1994)『20 世紀資本主義：レギュレーションで読む』有斐閣。

複雑システムの制度創発とバーチャルエコノミー

Institutional Emergence of Complex System and Virtual Economy

中央大学商学部 出口 弘

Hiroshi Deguchi, Chuo University

deguchi@tamacc.chuo-u.ac.jp <http://degulab.tamacc.chuo-u.ac.jp>

Abstract: In this paper we focus on agent oriented complex model of economic systems. To develop agent oriented economics we focus on the following two topics. The one is a internal state model of an agent by which the agent make decision. The other is a dynamical model of multi agent economics. For the former topic we introduce exchange algebra. For the later purpose we need new paradigm of agent based dynamics. We give some preliminarily research for the paradigm. We also introduce the gaming simulation method to analyze the dynamics of nine agent model of economic system which is called virtual economy. The results are shown several figures of macro economic dynamics of the system.

Key Words : Exchange Algebra, Complex System, System of National Account (SNA), Multi Agent System, Gaming Simulation, Virtual Economy

1. 経済システム分析のパラダイム転換

本稿では経済システムを複数の自律的なエージェント(活動主体)からなるシステムとして見る視点に立って、経済システムのモデル化を試みる。これは経済を、企業や家計、政府、金融機関といった固有の目標(と目標自身の学習、変更能力)を持つ自律のエージェントからなるシステムと見て、個々のエージェントのダイナミクスから国民経済のようなマクロエージェントの活動モデルを構成的に論じようとするアプローチである。

このような立場に立ったとき、経済システムの制度というものはどのように扱われるだろうか。経済システムの制度については、さまざまな立場からの議論がある。我々は制度をシステムの拘束条件と考える。ここでは経済システムは、個々の自律的な経済的エージェントからなるマルチエージェントシステムと見做される。

このような観点に立って複雑系としての経済システムモデルを構築するのは、経済システムのような主体を含む複雑系では、一般法則+拘束条件による特殊化だけでは個別のエージェントの固有も目的の行動を含むモデルを構築できないからである。主体的な活動をする複雑系を特徴付けるミニマムなモデルはどのようなものであるべきかについては、今日まだ確実な方向性は見えていない。ただし近代の意思決定論やサイバネティクス、或いはダイナミカルシステム論など社会科学でも用いられてきた道具立ての大幅な見直しが必要であることは間違いない。

い。またその見直しの方向は、非線形の力学系の分岐理論に代表される自己組織化のパラダイムや、カオスといった方向にもないだろう。目的を持ち或いは形成し、他のエージェントや世界を認識しそれについてのモデルを自ずからの内に形成し、相互にコミュニケーションし学習するような自律のエージェントとしての主体を含む複雑系の科学は、複合的な構造を持ったマルチエージェントシステム、或いはエージェントの高次構造を含むボリエージェントシステム(多主体複雑系)の科学を構築する方向に向かうと考えられる。これは経済システムだけの課題ではない、経済システム、社会システム、組織科学、そしてロボティクスやソフトウェアエージェントを含む主体的エージェントの科学が複雑システムの科学として構築され、その中で経済システム論が位置づけられるというひとつの方向性が見いだせる。

我々はここで経済的制度という特殊なものを扱うのではなく、社会経済システムの全体像の中で、制度というものを位置づける作業をする必要があると考えている。制度について論じる為には、経済学は他の社会科学とも基盤を共通する必要がある。その上で経済システム固有の制度とは何かを問い直す作業が必要となる。

本稿では、この多主体複雑系の立場から、経済システムの構造や制度というものを分析すると同時に、その研究方法としてのバーチャルエコノミーについて述べることにする。

ここでは制度は、自律的エージェントのダイナ

ミクスの境界条件と見做される。制度というエージェントの活動の境界条件は、常にミクロ連関の中で産み出されると同時に、マクロなエージェントによってデザインされる。このミクロ、マクロの制度創出のダイナミクスを経済学は説明できなければならない。原理的には、設計論的にある制約を表すシンボルを下位のエージェントの活動拘束、境界化に用いて何らかのシステムを実現する上からの制度化と、エージェントの相互作用の中から相互拘束が形成され、それがシンボリックに固定されていく下からの制度化の両方の方向性がある。むしろ社会システムについての議論でもこのミクロ、マクロのダイナミクスは、多くの課題を抱えている。期待の相補性からスタートするミクロ的な制度創発の議論は、マクロの構造の創出には届かず、他方でマクロのシステム論は、システムを機能主義的に特徴付けるところで終わっている。限定された組織という枠組みの中でのみ、我々は制度の上からの設計としてのワークデザインと下からの制度の問い直しの両者が会合ダイナミクスがシステム方法論などの形で論じられている。

このような立場から、経済システムの構造やそこでの制度的システムの問題を扱っていくのであれば、我々は取敢ず現在大きな成功を収めている、進化安定の均衡解を持って制度と見做しそこへの経路の歴史性を問うというアプローチとはとりあえず異なる立場に立つことになる。ただしこのアプローチと我々のアプローチは必ずしも矛盾するものではない。ある実現された均衡解がそれを内面化することによりひとつの安定した構造となるという議論は、数理的枠組みや均衡解の複数性を別とすれば、社会システム論では例えばバックレイによりセカンドサイバネティクス概念を用いて論じられている。組織の中で上から与えられた役割構造であっても、それを受け入れる側のダイナミクスの中で安定化されないと実現されないことになる。また何らかの境界条件の変化でその安定化された均衡状態そのものが不安定化したときには、新しい均衡状態を求めるゆらぎと探索のエージェント間のダイナミクスが開始される。この不安定化をバックレイはポジティブフィードバックとしてアナログ的に説明した。この説明枠組みは、今日の分岐理論の枠組みに近いも

のである。

今日の進化経済学的アプローチでは、しばしば制度的多様性の表現に用いられるのが、進化安定戦略の概念である。だがここで明かにされる多様性は、複数均衡点を持つ離散時間、離散状態の確率力学系の初期条件依存の経路の多様性である。均衡点の数と種類からなる相図が多様な均衡点への経路を明かにするものとして用いられる。これは基本的には力学系の平衡解の相図による説明の原理である。ここではまだ分岐の意味での構造変化は問題とならない。この分岐の意味での構造変化は、技術や制度などの与件が変化することでゲームの種類が変わり、均衡点の数と種類が不連続に変化することを言う。この意味では、進化経済学の議論の一部は、自己組織化に関する複雑系の議論と平行な論理構成を持つことがわかるだろう。

進化安定なナッシュ解に関する議論では、分岐に対応するいわゆる構造変動の議論は明示的には行われていない。これは分岐に対応する平衡解の全体構造の摂動による変化を説明する枠組みが、進化安定という力学系の位相構造とは異なる立場からの摂動と構造安定概念を用いてなされているからであろう。またこれらのアプローチでは、社会的、或いは経済的エージェントの状態という概念は明示的に扱われない。効用、利得概念に基づいて変化は説明される。この点でも本稿の我々のアプローチは、上述のアプローチとはやや異なった立場に立つ。

本稿では、エージェント指向の新しいリサーチプログラムを明かにしながら、そこで必要となる道具立てを構築する作業を行っていききたい。我々のモデルの道具立ては二つに区分される。ひとつはエージェント自身が作り上げ、参照する内部状態空間の構成に関するものである。これはミクロエージェントでは財務諸表を中心とする財や取引に関する状態構造であり、国民経済のようなマクロエージェントにとっては、SNAで扱われるような国民経済の諸データを意味する。第二に必要とされるのは、エージェントのダイナミクスに関するモデルである。経済主体のような自律的エージェントは、自身の目的に従って活動する。また相互に互いの活動やその内部モデルを参照し、コミュニケーションし、学習し、予測する。これらの多彩な活動が、エージェントの状態変化を引き起こすダイナミクスの背後にある。

またこのようなシステムに対する制御は、大部分は直接的にその内部状態を動かすということはない。状態を変化させる意思決定を行うのは多くはエージェント自身であり、何らかの政策的制御はそれに対して間接的に作用する。そしてこれらの事柄は、我々が自身、活動する経済主体の立場に立ったときにごく自然に利用している事柄でもある。これらの課題は、経済学固有というよりは、主体を含む複雑系そのもののリサーチパラダイムの革新という内容を含んでいる。だが第一の道具立て、つまり状態空間の構成に関する枠組みは、経済学固有の課題を背負わざるを得ない。これは経済的エージェントが自体で参照する内部モデルを構成するからである。この内部状態空間に対するモデルには、先に述べたようにミクロの財務状態などを中心とする状態記述とマクロの国民経済に関する状態記述に大別される。この両者に対して、統一的な基礎付けを与えるのが、第2節で述べる交換代数である。

これに対して、自律的エージェントに対するダイナミクスを構築する作業は、より困難な課題を含んでいる。例えばエージェント指向という観点からは、ゲーム理論とその近年の展開は特筆に値する。それにもかかわらずゲーム論は、経済の多彩な状態空間を再現できないという問題のために、その限界は明かである。またエージェントのダイナミクスを論じるためにも、ゲーム論のダイナミクスは不十分である。エージェントの持つ内部状態空間を変化させるダイナミクスをエージェントの相互干渉モデルを含む形で構築することは容易ではない。局所的に最適化、満足化をしながら相互に連結、干渉するエージェントのダイナミクスに関する基本的なモデル枠組みとして適当なモデルは存在しないのである。

状態空間に対する時間発展作用素による古典的な力学系のダイナミクスは、その構造が一様法則の局所的境界化とその空間的或いは回路的連結によるものである以上、エージェント毎に固有の活動をするマルチエージェント型のシステムの記述には用いることはできない。同様に単なるルールベースのダイナミクスでもエージェントの活動の特徴付けることが出きるない。単純に言って、発火するルールの結合としてのモデル、(これらは例えばプロダクションシステムやペトリネットとして利用されてい

る)では、複合的なエージェントの分析は難しい。それではせいぜいルール間のデッドロックを解析する程度の事柄しか期待できない。

我々が必要とするのは、局所的に目的を持って活動するエージェントの相互干渉を含むダイナミクスのモデルとそこでの制御原理の確立である。このエージェント間の活動の相互干渉は、同時決定問題としては解くことの難しい問題である。限定されたケースについては、ゲーム理論や既存の意思決定理論でも扱われている。パレート最適基準は、相手の手が拘束されている条件下での自己の手の最適化ができていう基準になる。またナッシュ均衡は限定された期待の相補性の考えに合致する。完全情報の故に内なる他者を想定し、その拘束下での自己決定を探索し、同時に自己決定拘束下での内なる他者の選択を探索し、両者の一致するところを探索均衡点とする。完全情報の仮定は、換言すると状態モデルの他者参照の完全性であると見做せる。これに加えて意思決定順序(因果連鎖)の対称性は、実はかなり強力な仮定となる。例えばナッシュ均衡は、両方が同時決定的に拘束をかけるときの解の選択を論じたものである。この解の均衡が選択されるためには、一種の期待の相補性が生じている。

そしてこの意思決定の順序などの、拘束の決定順序がエージェントからなるシステムでは重要なコントロールの方法となる。またこの因果連鎖の形成順序が経済システムでは重要な役割を果たす。因果連鎖は、経済システムでも、また経営システムの内部でも生じる。経営システムでは経営システムを構成する内部的な機能エージェントとしての投資意思決定部門、予算意思決定部門、雇用意思決定部門などが相互干渉しながら意思決定する必要がある。個々の部門(エージェント)は他の部門の意思決定を所与の拘束条件とするならば、比較的単純な最適化意思決定を行えばよい。しかし各部門の意思決定の決定順序は一様ではない。予算制約を先に決めて投資や雇用計画を定める拘束順序もあれば投資計画を決めてから資金調達を定めるケースもある。経済システム全体をとっても同様の意思決定拘束の決定に関する因果連鎖の問題がある。例えば実物投資需要が資金需要をもたらす場合と、低金利の資金供給が投資を引き起こす場合では因果順序が逆である。また需要が供給を引き起こす場合と、供給が需要を

引き起こす場合も順序が逆となる。

意思決定拘束の決定順序を形成する方法は、幾つかに大別できる。ひとつは組織階層を導入することである。上位のエージェントが下位のエージェントの局所的最適化行動をマネジメントする方法である。もうひとつが各々のエージェントが探索、交渉を行いながら相互拘束を構成していく方法である。後者の場合、エージェントが参照する内部モデルの中で内なる他者として他のエージェントの行為を推測するプロセスが重要となる。

意思決定順序を持つ意思決定問題は、通常は展開型ゲームの手番として扱われる。確かにいわゆる展開型ゲームではゲームの木は、相互拘束の因果的系列を形成する。前に選択した手が後の手のための条件を拘束するのである。チェスのようなボードゲームの類はこのような因果的相互拘束のあるゲームである。

だがここで問題とする因果的な相互拘束系列は、これらの概念枠組みで取り扱うことは難しい。他方で、いわゆる協力ゲームのコアや配分の議論も、我々の問題としているエージェントの相互拘束を説明するものではない。

【自律的エージェントの制御問題】

自律的エージェントからなるシステムでは、システムに対する制御は、いわゆる工学的な可制御や可観測といったパラダイムとは異なった枠組みが必要となる。自律的エージェントは独自の活動の枠組みを持ち、参照するデータオブジェクトや活動計画のオブジェクト(内部モデルオブジェクト)を持ち、それらや他のエージェントの内部モデルオブジェクトを参照しながら活動している。

外部からの制御はこのエージェントの活動ルールやオブジェクトを直接制御するのではなく、間接的に様々なオブジェクトやエージェントを追加したり境界条件を変えることで全体の系の性質を動かそうとする。この自律的エージェントからなるシステムの制御原理について検討する。エージェントの状態空間を前提としたとき、最適化や満足解の条件は、状態空間のある領域を指定することになる。この領域に入るように意思決定(の連鎖)を組み立てる探索が必要になる。

ここでは二つのタイプの制御原理を提起する。個々のエージェントは自律的に探索を行っていると

してその局所的探索空間そのものを動かしてやることのできれば、これは一種の制御になる。そのためには様々な制度的な境界条件の設定が必要となる。またこの境界条件そのものの探索が必要になる。この上位の境界条件をいろいろ動かすことで下位の探索空間を変えてやるという制御を、ここでは境界制御と呼ぶことにしよう。経済システムは様々な方法で境界制御を受けている。また多くの人間活動システムでは、企業のマネージャ階層や国民経済の政府のように上位のエージェントが形成され、この上位エージェントが何らかの正当性のもとに境界制御、つまり境界条件そのものの探索を行っている。

もうひとつのエージェントに対する制御が、エージェントの参照する内部モデル空間の相互参照構造を利用した制御である。エージェントが自ら参照する状態空間やそれに対するオペレータの種類、範囲を変えることで、局所探索の構造を変化させることができる。これを内部モデル制御と呼ぶことにする。この内部モデルの構造制御は、プレーヤ間のコミュニケーション構造によって大きく変化する。つまりコミュニケーション環境という内部モデルの構造を変化させるような境界条件の制御が内部モデル制御のひとつの重要なタイプとなる。また内部モデルを相互参照して何を学習するかということもこの制御に関連する。

2. 交換代数とバーチャル経済

我々はエージェントの内部状態モデルとして、簿記に基礎を置いた交換代数という代数モデルを採用する。エージェントの局所的意思決定のための内部モデルとして財務的状态は基本ではあるがすべてではない。しかしここでは、この財務的状态をコアの状態モデルとして経済的エージェントの活動モデルを記述する作業をまず第一に行いたい。というのも、現在の経済学が、マクロ経済変数、或いは効用関数概念を中心に組み立てられており、エージェントのミクロ状態空間としての取引の状態から、マクロ経済変数を構成的に与える、或いはそのミクロ状態空間に関する意思決定問題を考えるという構造になっていないからである。

【交換代数の公理系】

交換代数は、まず冗長代数と呼ばれる下記の代数系の上に定式化される。今 T を非負の整数が実

数とする。二項オペレーション $+$ と単項オペレーション \neg が集合 Ψ の上に定義されており、更に左乗積 $ax \in \Psi$ が $a \in T, x \in \Psi$ に対して定義され下記の公理系(2-1)を満たすとき、 Ψ を冗長代数と呼ぶ。

公理系(2-1)

- (1) $x + y = y + x$ (2) $(x + y) + z = x + (y + z)$
- (3) $x + 0 = x$ (4) $a(bx) = (ab)x$
- (5) $1x = x, 0x = 0$ (6) $(a + b)x = ax + bx$
- (7) $a(x + y) = ax + ay$ (8) $\neg\neg x = x$
- (9) $\neg\neg x = x$ (10) $\neg(x + y) = \neg(\neg x + \neg y)$
- (11) $\neg(x + y) = \neg x + \neg y$
- (12) $\neg(x + \neg y) = 0 \equiv \neg x = \neg y$
- (13) $\neg(\neg x) = x$
- (14) $\neg(ax) = a(\neg x), \neg(ax) = a(\neg x)$
- (15) $x + y = 0 \rightarrow x = 0 \wedge y = 0$
- (16) $ax = 0 \rightarrow a = 0 \vee x = 0$

この冗長代数上には、ノルムや一次独立、基底などの概念が導入できる。冗長代数はそれ自体では、簿記の抽象化としては不十分である。冗長代数 Ψ の基底の集合 Γ の上の関係 \Leftrightarrow が、更に次の公理系(2-2)を満たすとき、 Ψ を交換代数と呼ぶ。

公理系(2-2)

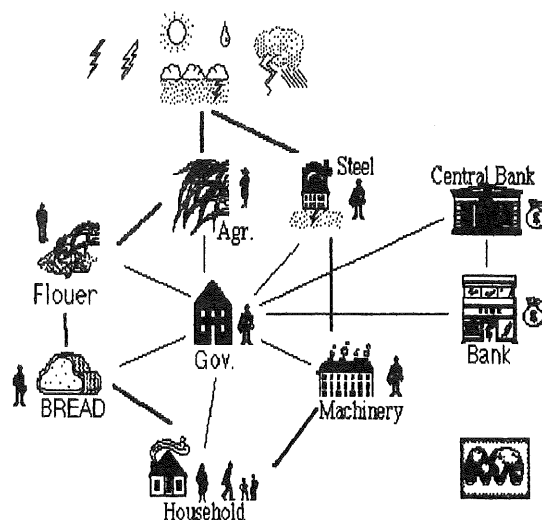
- (1) $\forall x, y \in \Gamma \ x \Leftrightarrow y \equiv \neg x \Leftrightarrow \neg y$
- (2) $\forall x, y, z \in \Gamma \ x \Leftrightarrow y \text{ and } y \Leftrightarrow z \rightarrow \neg(x \Leftrightarrow z)$
- (3) $\forall x, y \in \Gamma \ x \Leftrightarrow y \equiv y \Leftrightarrow x$
- (4) $\forall x, y \in \Gamma \ x \Leftrightarrow y \rightarrow \neg(x \Leftrightarrow \neg y)$
- (5) $\forall x, y, z \in \Gamma \ \neg(x \Leftrightarrow y) \text{ and } \neg(y \Leftrightarrow z) \rightarrow \neg(x \Leftrightarrow z)$
- (6) $\forall x \in \Gamma \ \exists y \in \Gamma \ x \Leftrightarrow y$

この交換代数は、簿記の抽象化にあたっている。 Ω を経済主体の集合としたとき、 $K(\Omega, [\Gamma]) = \{f \mid f: \Omega \rightarrow [\Gamma]\}$ を経済場と呼ぶ。 $[\Gamma]$ は基底 Γ から生成される交換代数である。経済場の概念を用いて統計体系として構想されている国民経済計算:SNA (Systems of National Account)を代数的に再構築することが可能となる。現在の93年SNAは、国民経済を形成する要素エージェントとして活動別と制度別の区別をやめたため、よりシンプルな構造モデルとなっており、交換代数で個々のエージェントの状態記述を行い、そこからSNAの諸データを構成的に計算するのは容易である。この我々のアプローチは、従来のマトリクス的な表現に対して、より深い深層構造を与えるものとなっている。

3. 事例としてのバーチャル経済

ここでは、具体的にこの交換代数による状態記述を用いた経済的エージェントからなる国民経済のモデルを考える。このモデルでは意思決定は人間のプレーヤが行う形でシステムのダイナミクスは与えられる。つまりゲーミングシミュレーションの形で経済の動的構造が与えられる。「仮想経済ゲーミング」は交換代数を深層構造のモデルとして持つ、国民会計のゲーミングシミュレーションである。交換代数は、経済主体の経済交換とそれによる経済主体の状態変化の記述をあたえる代数系である。この代数系は簿記の深層構造の抽象化となっており、また簿記を多元・多通貨・多主体記述に拡張したモデルを与える。そのために通貨単位としてMOU,実物財の単位として、WHU(小麦単位),FLU(小麦粉単位),BRU(パン単位),STU(鉄単位),MAU(機械単位)の五つの単位系を採用している。これによって実物財とその価格変化もモデルの中に明示的に取り入れることが可能となる。

ここでの国民経済は9主体(政府、銀行、中央銀行、農家、製鉄、製粉、製パン、機械製造、家計)と海外部門からなるものとする。この関係は下図のように示される。



実際のゲームのプレーヤーは、政府、銀行、中央銀行、農家、製鉄、製粉、製パン、機械製造、家計の9エージェントからなる。このほかに、チューターがゲームコーディネータとしてゲームをコーディネートして進行させる。各々の経済主体は、

(1) 農業部門では、生産機械の台数と雇用者数の条件の許す範囲で、小麦を生産する。生産した小麦は製粉業へ売却する。(2) 製粉業は、小麦を農業部門から購入し、それから生産機械の台数と雇用者数および原料調達の条件の許す範囲で小麦粉を生産する。生産された小麦粉はパン製造業に売却する。(3) パン製造業では、小麦粉を製粉業から購入し、それから生産機械の台数と雇用者数および原料調達の条件の許す範囲でパンを生産する。生産されたパンは家計部門に売却する。(4) 製鉄業では原料の鉄鉱石から鋼鉄を作るが、ここでは原料に関する議論を省いており、原料は無制限に供給されているものとする。従って製鉄業は、生産機械の台数と雇用者数の条件の許す範囲で鋼鉄を作りそれを機械製造業に売却する。(5) 機械製造業は、鋼鉄を製鉄業から購入し、生産機械の台数と雇用者数および原料調達の条件の許す範囲で機械装置を作る。作られた機械装置は、農業、製粉業、パン製造業、製鉄業、機械製造業、政府、家計に売却する。(6) 家計は各部門へ労働力を供給する。また貯蓄によって国内に資本を供給する役割も果たす。さらに家計は最終消費の主体である。パンを購入しそれを消費する。家計は同時に機械製品を住宅投資として購入する。(7) 政府は、税率などのマクロ意思決定の主体である。同時に政府サービスの生産、消費主体である。政府はまた機械装置を公共投資として購入する。政府はまた補助金をさまざまな条件を付けて任意の経済主体に交付できる。法人税は製造業に関して一律であるが、補助金という形でこれに実質的な差をもうけることが可能となる。(8) 銀行は金融業務を行なう。資金を中央銀行から導入し、さらにそれを民間企業に融資する。また貯蓄を受け入れ民間の資金を吸収する。この経済では、いわゆる信用乗数は存在しない。従って金融期間は手持ちの現金以上の融資を行うことができない。資金の必要量が貯蓄を上回る場合は、公定歩合で中央銀行から資金を借り入れる。更に中央銀行に預けている準備金を中央銀行と協議の上で引き出すなどの方策も可能である。(9) 中央銀行はマクロ金融政策の主体である。公定歩合を決定しマクロな資金の流れを調整する。特に中央銀行は、政府の発行する国債の管理を一手に引受る。国債の発行は、そのまま中央銀行が引受る形のもの、中央銀行が市中売却をはかるもの

の2種類が可能である。(10) ゲームコディネータは、海外の為替レート、海外商品市況の管理などシミュレーション環境の仮説をコントロールしたりしてゲームを進める役目である。

主体を含む複雑系の問題解決ではシステムの成員が自らの主体的世界理解としての内部モデルを相互に調整し、学習することが問題解決の重要なステップとなる。特にその系の状態の変化に主体の意思決定が深くかかわる場合、当該の主体が系の変化と自らの意思決定の関係を学習し、成員間で共有可能な内部モデルを持つことができるかが極めて重要な意義を持つ。そのためには、主体の意思決定によってシステムの状態がどのように変化していくかに関するモデルを有益に用いることができる。

【マクロ経済指標】

国民経済を構成する、農業、製粉、パン製造、製鉄、機械製造、家計、政府、銀行、中央銀行の各々の部門主体の経済状態を統合することで一国の経済のマクロ経済状態が得られる。マクロ経済の状態変数は多岐にわたるが、その中でも、国民所得 Y 、投資 I 、貯蓄 S 、消費 C 、輸入 IM 、輸出 EX はもっともよく用いられるマクロ経済変数である。

これらは、国民経済を構成する部門主体の状態として計測され、その総和として得られる。

いま {農業、製粉、パン製造、製鉄、機械製造、家計、政府、銀行、中央銀行} = Nation_S, {農業、製粉、パン製造、製鉄、機械製造} = Ind_S とすると、

$$S[i] = \text{内部留保}[i] + \text{減価償却引当金}[i] \quad i \in (\text{Nation_S} - \{\text{中央銀行}\})$$

$$I[i] = \text{今期機械装置購入}[i] + \text{製品在庫}(\tau-1)[i] + \text{原材料在庫}(\tau-1)[i] \quad i \in \text{Ind_S} \cup \{\text{家計}, \text{政府}\}$$

$$C[\text{家計}] = \text{パン購入支出}[\text{家計}]$$

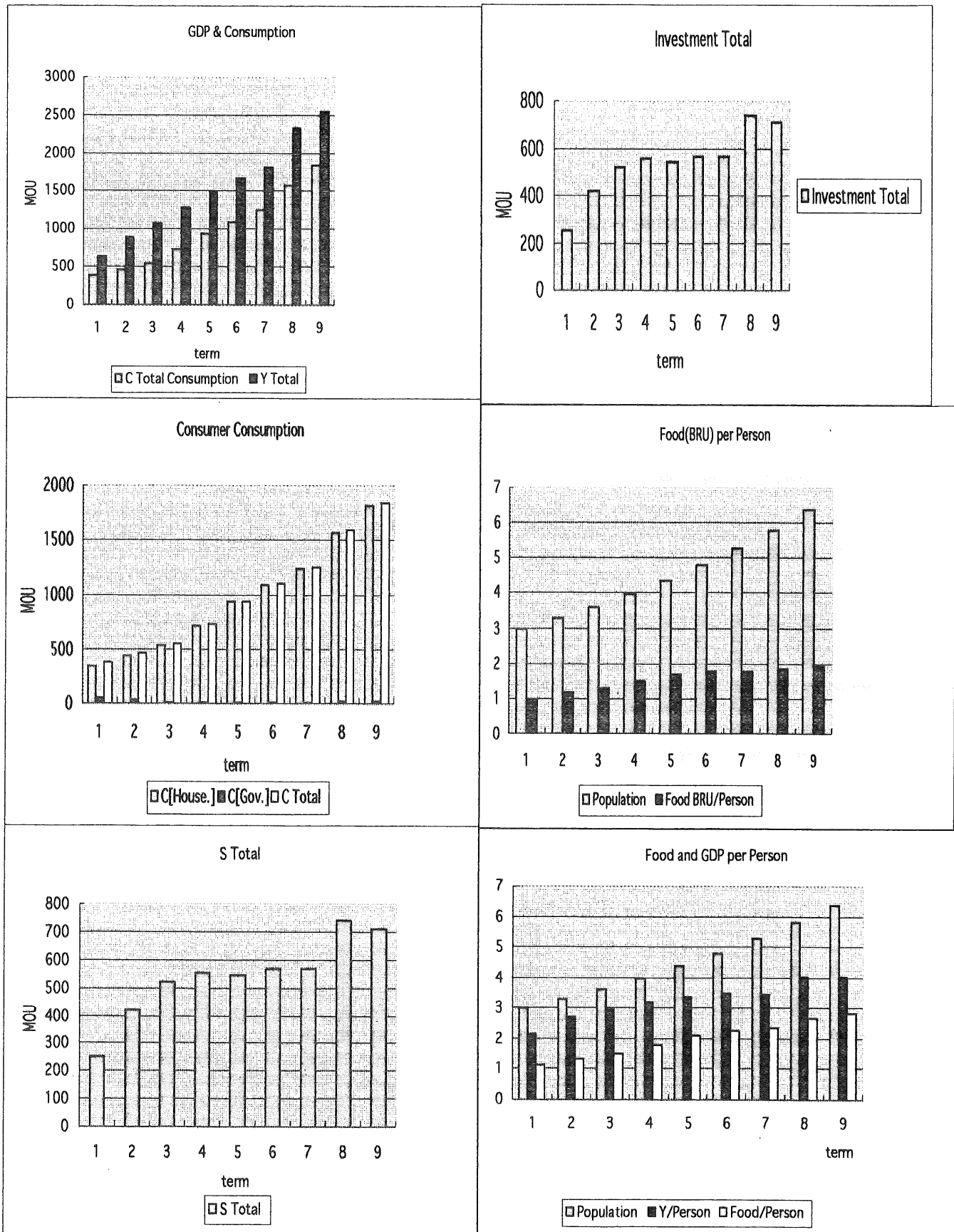
$$C[\text{政府}] = \text{労賃}[\text{政府}]$$

ただし、銀行には減価償却引当金 $i=0$ 、家計と政府では製品在庫 $(\tau-1)[i] = \text{原材料在庫}(\tau-1)[i]=0$ 、農業と製鉄業では原材料在庫 $(\tau-1)[i]=0$ と常になる。

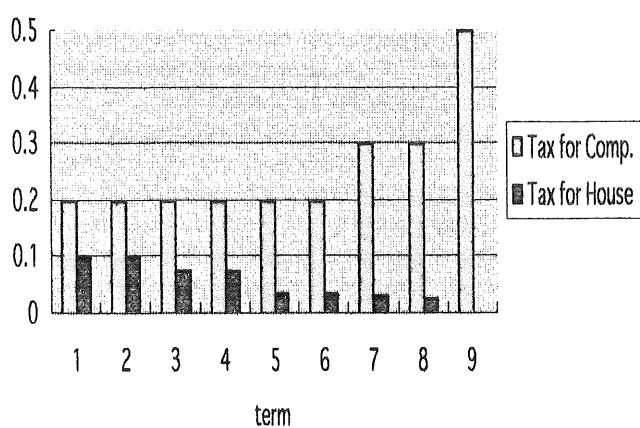
また政府の消費は、政府サービス生産と等価であると規約するので、恒等的に政府の労賃の支払と等しいものと定義される。

4. バーチャル経済の事例

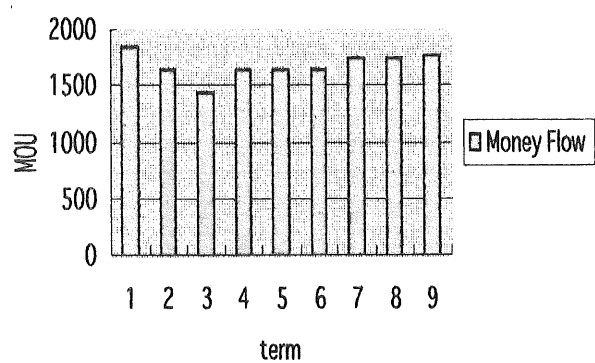
ここでは、このバーチャル経済を通産省の入省2年目の教育用に用いた結果をグラフで示そう。



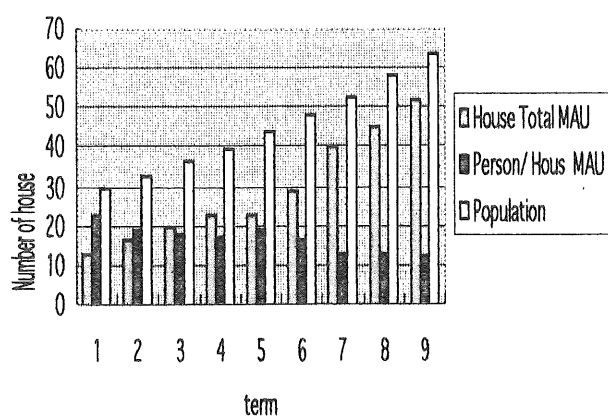
TAX



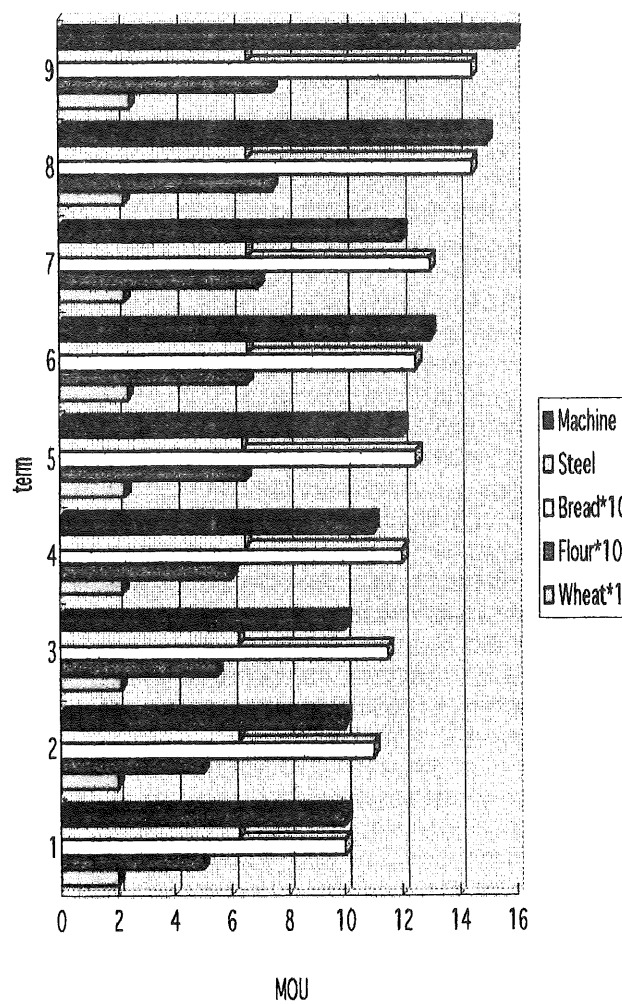
Money Flow



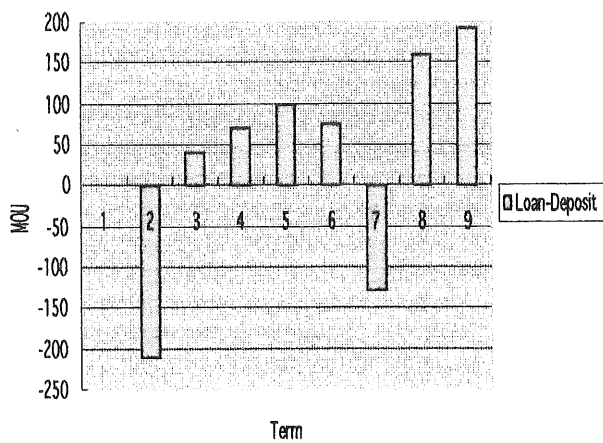
House per Person

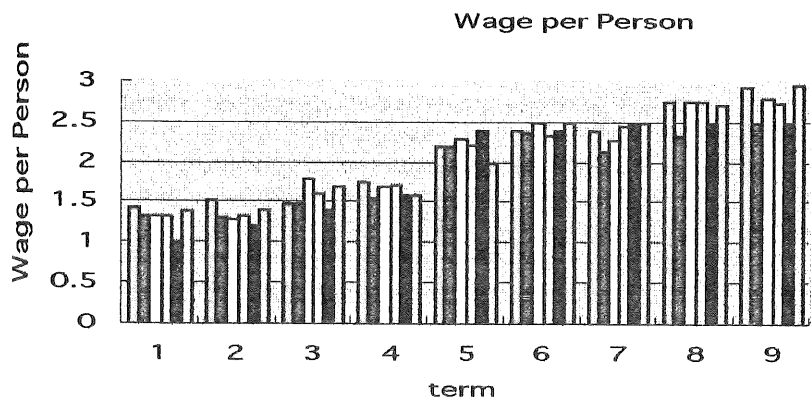


Price

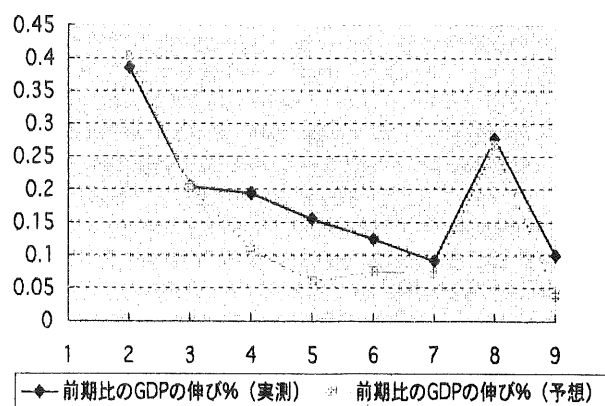
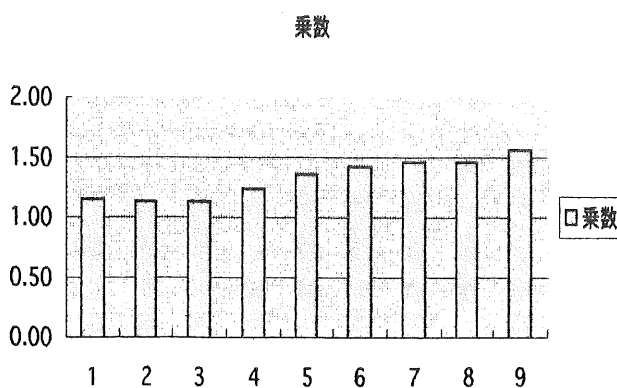
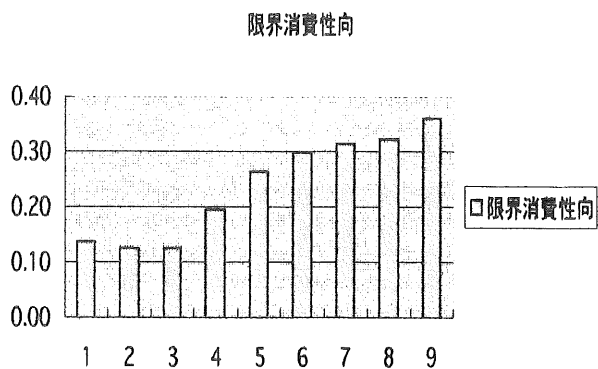
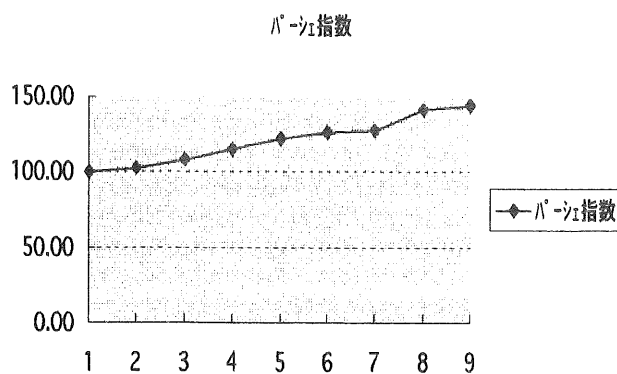
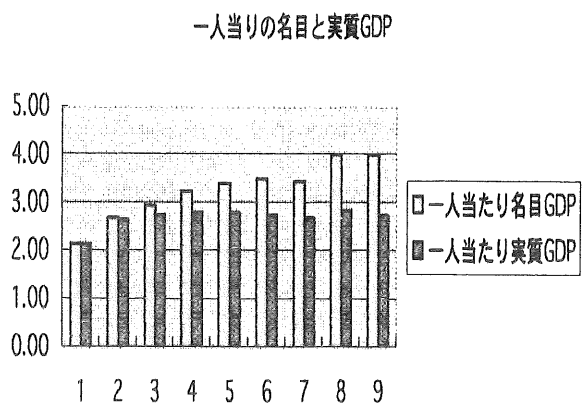
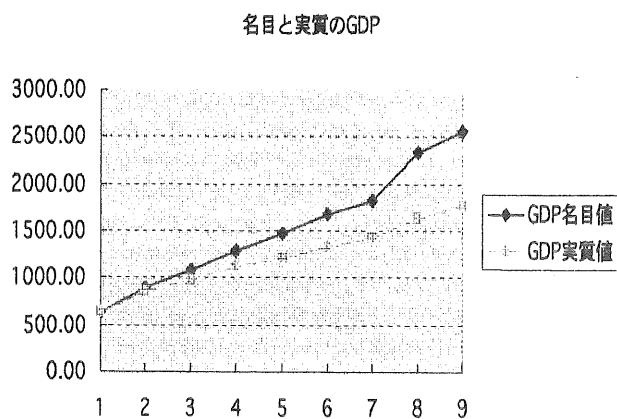


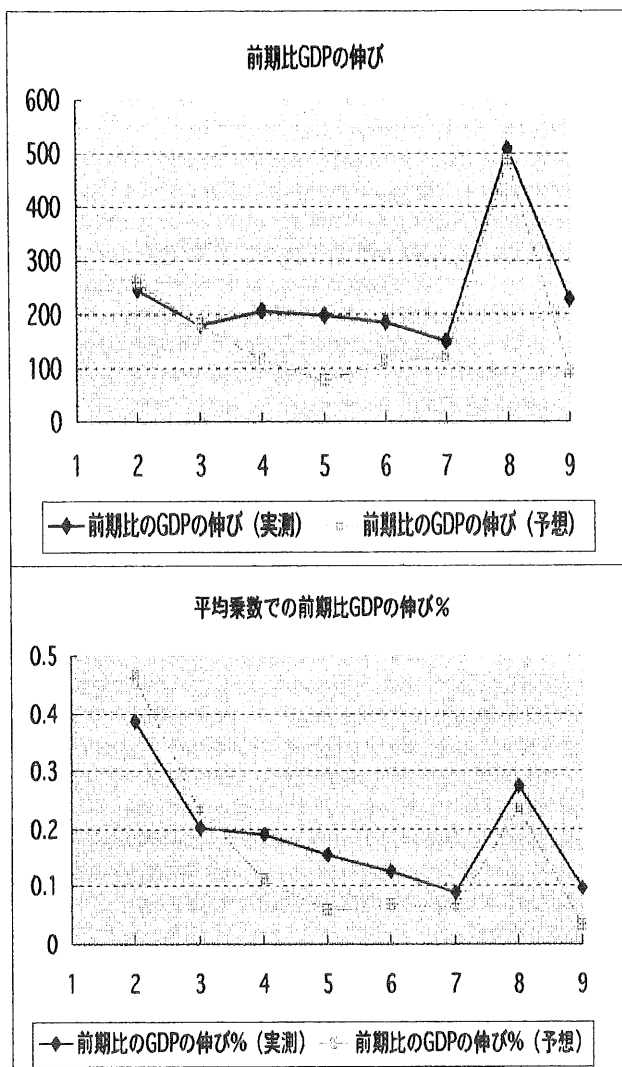
銀行借入-預金





□ Gov. Wage/Person ■ Agri. Wage/Person
 □ Milling Wage/Person □ Bread Wage/Person
 ■ Steel Wage/Person □ Machine Wage/Person





4. 経済学の新しいリサーチプログラム

我々は制度とその進化を含むような経済システムの複雑系としての経済学のリサーチプログラムを必要としている。ここで紹介した交換代数に基づくバーチャルエコノミーはそのためのエージェントの状態記述に力点を置いたアプローチである。バーチャル経済では意思決定は、人間が行っている。このバーチャル経済そのものは、二つの展開の可能性を持つ。第一は、バーチャル経済そのものが、社会的な経済システムの学習、合意形成支援のためのグループウェアとして用いられる可能性である。だがそれには数千の経済エージェントからなるゲーミングシミュレーションが必要となる。そのためには人工知能的なエージェントが人間のプレーヤーに混じって様々なシナリオを検討するようなモデル作りが必要であり、新たなシミュレーション技術が必要となる。

る。

更に第二の展開として、バーチャル経済がダイナミクスを含む新たな経済モデルへと発展していく方向性がある。このためには、最初に述べたように、内部状態モデルを持ち、局所的に最適化などの目的的な活動を自律的に行い、更にエージェント間で相互参照による相互調整、模倣などの活動を行う自律的エージェントからなるシステムのダイナミクスの議論を発展させていく必要がある。

文献

- Hiroshi Deguchi, Exchange Algebras and Economic Field, 数理解析研究所講究録 809, pp.88-105, 京都大学数理解析研究所, 1992
- 出口弘, 経済交換の数理システム論—交換代数の公理的定式化とその多元, 多主体, 多次元記述への拡張—, 福島大学商学論集, 第56巻第3号, PP.25-53
- 出口弘, 経済交換の数理システム論2—経済主体の交換記述—, 福島大学商学論集, 第57巻第1号, PP.83-98
- H.Deguchi, B.Nakano, Axiomatic Foundations of Vector Accounting, 1986, Systems Research, Vol.3, No.1, pp.31-39
- 出口弘, 国民経済のマルチエージェント・システムとしてのゲーミングシミュレーション, シミュレーション&ゲーミング, Vol.4 No.1, Sep., pp.112-128, 1994
- Hiroshi Deguchi, "MULTI AGENT ECONOMICS AND ITS GAMING SIMULATION", in 『Modeling and Control of National and Regional Economies 1995』, edited by Vlacic et al., pp.269-274, Pergamon Press, February 1996
- 出口弘, 「自律分散型の産業構造と組織」, ハーバード・ビジネス, 5月号, pp.44-53, 1996, ダイアモンド社
- 出口弘, 「情報と複雑系の経済システム論」, 経済セミナー, No.504, pp.32-39, January 1997, 日本評論社
- 出口弘, 「マルチエージェントの活動モデル」, 人工知能学会研究会知識ベースシステム研究会(第36回)資料 SIG-KBS-9603, 1997
- 木嶋恭一, 出口弘監修, システム知の探究1—決定するシステム—, 日科技連出版, 1997年3月

金融不安定性仮説の進化経済学的構築に向けて

信州大学 青木達彦

§. 1 はじめに

H. ミンスキー(1975)(1982)(1986)の「金融不安定性仮説」は、1960年代半ば以降、米国において規則的に生じてきた金融危機を理論化したものであり、複雑精緻な金融構造を備えた資本主義経済についての本来的な不安定化傾向を主張するものであるが、その理論を実際の市場過程の理解に適用するに当たっては、進化経済学という「自己組織化(self-organizing)」という、体系に内生的に働く調整過程を考慮することが有用であると考えられる。本稿は、このような形でミンスキー仮説と進化経済学的構築とが整合的であることを論じ、もって金融不安定性仮説を進化経済学的構築の下に置くことによって、現実経済への適用にあたって、その仮説は一層適切さを増すことを論じようとするものである。

この課題を検討するにあたって、本稿はミンスキーの金融不安定性仮説を現実経済への適用という観点から、いかに理解するかにかかわる次の2つの論点を念頭において進められる。1つは、ウォルフソン(1989)(1994)によって、(アメリカ経済について)景気循環の転換点と金融危機の勃発との時間的順序関係の議論の中から提起されてきた、(ミンスキーがいうように)金融構造が「脆弱化」し、企業収益に対する金利負担が増大しながらも、こうした金融的要因のみからは金融破綻が現実化することはないという指摘である。もう1つは、金融構造の「脆弱化」そのものについて、それを(債務の契約的支払いに応じるための準備の指標としての)「流動性比率」——日本については、たとえば「手元流動性比率」——で見て、(米国については70年代以降、日本については80年代後半以降)単純に「債務化」の進行を指摘できないということがあり、その場合にも不安定化仮説を矛盾なく理解することができるとすれば、それは如何にして可能であるかという問題である。

本稿は、ミンスキーのいう脆弱化した金融構造が、不安定化仮説との関係でいかに解されるかを、自己組織化過程——それは、貨幣供給の制約に対する「管理可能債務」の創出を含む、広くは「負債調整」という対応から、リスク管理あるいは広くは「資産負債総合管理」のためにデリバティブズを含む金融革新による対応、さらには機関化現象、金融自由化の下での取引組織の進化的発展まで——を考慮に入れることによって、論じようとする。こうして本稿は、金融脆弱経済の不安定化問題をより適切かつより発展性のある枠組において議論することに資そうとするものである。

§. 2 資産変換過程における認知フィードバック

ミンスキーにおいて投資行動は、バランスシート上の資産間の変換として捉えられる。

しかもそれら資産は、「金融」というベールを通して見られる。つまり資産の取得に当たっては債務の発行を伴い、それは債務契約から元利の支払い——その中に借り換えを含む——を伴うから、資産は、債務の履行に必要な「キャッシュフロー」をどれだけ生み出す力があるかによって評価される。こうした資産評価を、ミンスキーは、ケインズの『一般理論』17章の、「自己利子論」に依拠して再提示する。つまり、資産の価値を、予想粗利潤の流れと持越費用——ミンスキーではこの中に、資産取得に伴った債務契約の課す現金支払契約を含ませている——と並んで、それが獲得する流動性収益によって捉える。「流動性プレミアム」は、ミンスキー（1989,p. 176）において「購入しようとする、雇用しようとする、あるいは支払契約を履行しようとすることが、不測の事態によってできなくなってしまうのに対処させるものの価値である」と表現されるが、不測の事態とは、資産の操業からの予想収益に予想外の変動があるとか、あるいは金利の急騰を指すものと考えられる。それは景気や（資産）市場の動向に関係しているから、これに対処しようところの流動性収益とは、そうした変動から相対的に免れて自らの価値を実現する属性——それを各種資産はそれぞれ異なった程度において所有している——から生じてくるものである。更に加えていえば、流動性の価値は、不可逆的な意思決定を繰り延べさせ、流動的状态におくことから（将来）得られる（と期待される「投機的」）価値をも意味すると考えられる。

こうして流動性プレミアムの大きさは、景気循環の各局面で債務をどれだけ容易に履行できるかの判断に関係しているし、将来の（投機的利得の）予想、その確かさにも依存していると考えられる。ミンスキーにおいては、（債務の履行を可能にする）キャッシュフローの資金源泉は、資産を操業して得る収益の他、当該資産を担保にしての貸付けや資産市場での売却によっても得られるから、このことは、流動性の価値が景気の各々の局面での（債務履行の容易さに関わる）期待の状態や、資産市場が崩壊する(disrupt)ことの蓋然性についての予想に依存していることを意味している。こうしてミンスキーは資産評価を論じるとき、種々の資金源泉を与える各種資産からのキャッシュフローについて、その十分さ(adequacy)と合わせて、確かさ(reliability)を問題にしているのである。

次に問われることは、こうした不確実性を考慮した評価論を基礎にもつとき、投資過程としての資産変換の進行がどのように記述されるかである。合わせてそれは、いかなる意味で進化経済学よりする理解と相容れるものであり、従って正統的な均衡論的理解とどのように相違してくるかである。留意されることは、景気循環のプロセスで流動性プレミアムあるいはリスクプレミアムの大きさが変化し、このことが好景気下に投資対象をより長期の、よりリスクな資産へと向かわせ、他方資金調達に当たっても、より長期の、よりリスクな債務を選択させる、ということである。そのプロセスは次のように記述される。

資産の取得とその金融——それは「ポジション」の形成といわれる——に当たっては、「借り手、貸し手双方とも通常流動性の相対的に——とは取得する資産のそれに比して——大きい金融債務を発行して、流動性の低い資産（実物資産）を取得するか、あるいは流

動性の大きい資産（貨幣貸付）を手放すかしている。しかしいま、資本資産から安定的に所得が生み出されている（景気拡大の）ような状況下では流動性に与えられる価値は低下しているだろうから、資金の借り手にとって取得したところの、流動性に依拠する割合の相対的に小さい資産の価値は、発行した金融債務あるいは手放した流動資産――ともに（取得した資産に比して）より流動的である――の価値よりも相対的に増大しているのである。同じく資金の貸し手にとって、手放した資産――貨幣貸付あるいは資金を調達すべく自ら発行した債務（たとえばCD）――は、取得した金融債務あるいは企業への貸付債権よりはより流動的であるから、流動性プレミアムが低下している状況下で有利な資産変換を行なっていることになる。」（青木、1995、95 頁）

こうした景気拡大プロセス――実は「バブル」を伴う景気の過熱化として理解されるところの――の理解を、たとえば80年代後半の、資産価格の騰貴を経験した日本経済に適用すれば、次のことを確認できる。すなわち、株価や地価の上昇が顕著になる中で、企業において含み益が増大する中で、（新株発行を伴う）エクイティ・ファイナンスにより、（その時点では）低利の資金調達が可能になったこともあって、投資行動が積極化する。そのとき投資対象になったのは、「自社ビル建設や社宅建設といった直接には収益に寄与しない投資や、新規事業分野への進出や海外事業展開といった収益化までの懐妊期間の長い投資」（『平成5年版経済白書』169 頁）といったものであった。合わせて金融機関についてみれば、積極化した融資の内容は、「長期貸出や中小企業向け貸出、個人向け貸出、さらに不動産業向け貸出」（*ibid.*, 142 頁）といったものだったのである。

他方、企業の資金調達についてみれば、80年代後半には新株発行を伴うエクイティ・ファイナンス（有償増資、転換社債、ワラント債の発行）が急速な勢いで増大するが、90年代にかけて、これらのうちで発行額の変動のもっとも大きいのが、表1から窺われるように、ワラント債（株式買い取り権付き社債）であるが、これは上の3つのうちで最もリスクの大きい債務である――つまり、株価が持続的に上昇するとの期待の下に取得されているから、普通株以上にリスクであり、満期時点での社債のもつ価値の保証がないことから、転換社債よりもリスクである――ことによって理解できる。すなわち、楽観が行き渡った89年には、外貨建で発行されたとき、ワラント債はマイナスの資金コストを与えるほどに極めて有利なキャッシュフローを与えたのであった。ところが逆に、株価が下落し、その低迷が持続すると、特に国内でワラント債発行は顕著に減少するのである。

以上に見てきた、楽観的な期待が広がるところに成立する景気拡大過程の理解を、我々は、経済主体の意思決定に関わる「認知構造」が「経路依存的」であるところから生じてくることとして提示しようとする。この点が、ミンスキー的構築をして進化経済的構築として成立せしめうる根拠としていえると考えられるのであるが、これが意味することに入っていく前に、まず以下で、これと対置されるところの正統派による実物的、均衡論的景気循環過程の叙述――それは「ミンスキー的」不安定的デフレーションを導くとするところのものである――を取り上げておこう。

テイラー＝オコーネル（1985）は、（ヘッジ金融からポンツィ金融に至る）金融構造の変化に伴う「負債デフレーション危機」の発生を論じて、ミンスキー流クライシス論として標準化される定式化に先鞭をつけたが、それは、伝統的経済学からする解釈に立つものであった。先にふれたミンスキーの資産選択論は、一見するところ資産毎の需給関係によって定式化できるように思われるが、テイラー＝オコーネルは、家計のポートフォリオの対象になるものとして、株式と政府短期証券、貨幣の3つを取り出し、それらの資産需要関数を特定する。すなわち、貨幣と株式、株式と債券の間の代替性に焦点を当て、これを弾力性によって表そうとする。しかし実はこのことは、ミンスキーが不確実性下の意思決定にあたって流動性の果す役割を――次節で示すように「安全性のゆとり幅」の範囲でのリスク・テイクに止めるというふうに――考慮したことを欠落させているのである。

テイラー＝オコーネルにおいては、株価は実物資産からの予想準地代の資本還元価値で捉えられており、その下で予想利潤に低下が生じたときのインパクトが論じられている。すなわち、資本の限界効率の低下が株価の下落を引き起こし、投資需要の低下を通じてキャッシュフローの低下を引き起こすとする。それは企業の富の縮小、金融状態の悪化であるという。ここで仮定されるのが、家計のポートフォリオにおいて株式と貨幣とが緊密な代替関係にあるということで、この仮定によって――投資の一層の切り下げを通して――、下方に累積的なデフレーションが生じると論じられるのである。すなわち、家計（金利生活者）は危険回避的な効用関数をもっているとして、株価が下落すると、ポートフォリオを貨幣にシフトさせる。そのとき、株式と貨幣との代替の弾力性が高いということは、株価がそれ程一層の低下――暴落といわれるほどの――を被らなくとも、この下方デフレーションを引き起こすことを可能にするのである。ただしそのためには、（投資を継続して引き下げよう）利子率が上昇するとされるのでなければならず、そのためには今度、（株式からシフトした）債券への需要の増加が引き起こす利子率の低下を圧倒するほどに、株式から貨幣へのシフトを通じて（資金市場での逼迫を通じて引き起こされるだろう）利子率の上昇が大きいとされるのでなければならないというものである。

以上のデフレーション的危機を導くロジックから窺われるように、ここに働くのは、資本の限界効率の低下に端を発する、最適化行動の下に進行する実物的プロセスである。しかも弾力性で表された効用関数の形状に課された条件によって、株価の暴落は免れている。つまり（4節で見るブラック・マンディでの株価暴落を引き起こしたメカニズムと対置すれば）ここには（需要の弾力性特性を通じて）「市場流動性」が確保されているのである。

問題は、こうした過程が果たして、実際の市場過程の理解として適切かどうかである。歴史的時間の軸上でなされる意思決定とは、例えば不確実性の下で、予期せざる事態の到来に対し、あるいは不可逆的な意思決定に対し、流動性を保有して対処する、あるいは何らかの幅を持った「ゆとり」の中での行動として、その中に留まるべく、学習したり、あるいは革新を試みたりしているのではないだろうか。それは機械的なプロセスではなく、各時点での事態をいかに認知するかをこそ基礎にしているのではないか。そこでここでは

こうした関心から、先に見たミンスキーの景気拡大過程における（資本資産需要価格に表された）「期待形成」がどのようになされるかをとり上げよう。その特徴は、ファンダメンタルズから乖離し、景気を過熱化させるほどに、一方的に楽観的な方向へと期待が形成されるというものであったからである。

ミンスキー自身は、安定期の持続が安定性（security）についての誤った認識（perception）を生み出すと論じたが、B. フリードマン＝D. レイブソン（1989）は、これを投資家の予想収益の形成の問題として、（期待効用関数を用いたものではあるが）論理的基礎を与えようとした際、ミンスキーの不安定化仮説における期待形成を次のように解釈した。すなわち、市場暴落の嵐が遠ざかっていくにつれて、投資家は暴落の確率が――実際は変わらぬとしても――低下していくものとの近視眼的（myopic）な認識をもってしてしまうことである、と。あるいは引用すると、「金融危機が去って時間が経つと、（経済主体の）行動は次のようなものに変化する。すなわち金融システムが、ある種の炸裂（rupture）を被ることなくショックに耐えるということが出来るだけの能力を減じていくということであるが、それは来るべき金融危機の見込みが時間の経つにつれて高まっていくという仕方によってなのである。」（p. 139）

このような期待形成は如何なるものとして導出されるであろうか。R. セティ（1992）は、得られた結果を期待が新たな追加情報として、いわゆる「学習（learning）」過程によって形成されていくプロセスとして理解しようとした。例えばそれは「ベイジアン」的学習として、客観的確率分布と主観的確率分布を併置し、後者は（観察を通じた）追加的情報を得て期待が改訂されることとして描かれるのである。すなわち、初期時点では（暴落に対し）過剰に警戒的になっているが、やがて確信が回復されてくるといったふうにある。ここに景気拡大を（過熱に）導く期待は何ら非合理的な行動を表すものではないとされたのであるが、しかも、この期待改訂プロセスは、客観確率との関係で主観確率が近づいていくという意味で「修正的（corrective）」であるばかりでなく、両者のギャップが開いていくという意味での「転位的（dislocative）」としても描かれたのである。上で言及されたミンスキー的期待形成は、まさに後者の、「真に背後の暴落の確率は増大しているのに、認識された暴落の確率は低下している」（Friedman & Laibson, 1989, p. 169）に当たっているというのである。

しかし以上の期待形成の理解は、伝統的、均衡論的なそれである。なぜなら、（合理的期待形成のもとで見出されるだろうところの）客観的確率分布との関係のもとに期待形成が理解されるものとなっているからである。次節でより明示的に提示される、われわれが採ろうとする期待形成についての理解においては、「客観的」なる真の構造といったものが想定される余地はない。資産変換という投資過程に関わる期待として、（将来収益に関わる長期期待の他には）債務履行の容易さに関わる判断があるであろう。そのとき、「債務構造」という「客観的」たりうる変数は、意思決定において、（先に言及されたように）その時点時点での流動性プレミアムの大きさ、資産市場が崩壊することの蓋然性について

の予想といった、一言でいえば、その時点での「認知構造」に依存したものとして捉えられるのである。これはまさに、G. ホジソンが、「伝統的制度学派」について留意したところの次のような構築と合致しているのである。すなわち、経済主体と制度——それは慣習とか言語といった形を取る——とは、円環関係に置かれ、制度は諸個人の認知プロセスを介して意味を持ってくるとされるからである(1996)。そしてまた、「進化的思考における累積的性質は、まさに次の事実依存している、すなわちそれは人間の性質ないし選好関数を所与のものとして扱っていないということである。環境と個人の気質(temperament)の双方が累積的な変化のプロセスを構成しているのである」(1994, p. 24)。

こうして意思決定主体と制度との間の円環関係(フィードバック)のもとに、上に取り上げたミンスキー的期待形成を提示することができるかどうかを問うことができるのである。このプロセスは、次節で「自己組織化」として市場過程として描かれるところのものであるが、ここにおいて、本節で与えた資産評価における可変的な流動性プレミアムの役割を介して、次のようにポジティブフィードバックをもたらすものとして描ける。すなわち、ある時点で、例えば契約的支払いの履行を首尾よくしえたという結果は、経済主体に「認知」され、リスクプレミアムを可変的なものとしつつ、今度は次の意思決定に関わる債務構造についての契約的支払いの履行の容易さについての判断に影響を与えるのであって、こうした「認知フィードバック」を通じて、累積的因果を生み出していると考えられるのである。ミンスキー的構築は、このような経路依存的な累積的因果構造をもつものであることによって、進化経済学的構築と合致するのである。

§. 3 金融脆弱下の市場過程と自己組織化

景気拡大が過熱化するプロセスを、前節のような「認知フィードバック」を介した進化的プロセスとして理解するとき、これがそのまま現実の市場過程を描くとされるためには、債務の履行が「スムーズになされている」——この意味することは、以下に出てくる考えを使えば、安全性のある幅が金利変動下にも耐えられるものであったということである——という前提が満たされていなければならない。そうして過熱ブームが信用逼迫、あるいは金融攪乱に至る過程は、市場での(資金の貸し手と借り手といった)それぞれの経済主体の側における適応や「創発」=革新、あるいは互いの間の相互作用の下に生じる調整の問題として扱わねばならない。ここに進化経済における「自己組織」という考えを適用することができる。

自己組織化の議論が、ミンスキー的構築において、果たして、そしていかに整合的に組み込まれるかを議論するにあたり、次のことから触れていこう。「自己組織」を、諸主体の適応や「創発」、あるいは互いの間の相互作用のもとに生じた調整を経て生み出されるマクロ的特性として理解することができる(ウィツ、1985)。新古典派的な市場均衡をもこのような調整結果として考えることができるが、新古典派均衡アプローチは、そもそも「自己組織化」を問題にし得ないという構築になっている。なぜなら、それは制約下の最

適化行動を論じるべく、効用関数を所与、固定しており、「認知フィードバック」の経路が働かないものとなっているからである。実際、先にセティにおいて見た客観確率と主観確率の間は、後者が自己参照構造(self-referential structure)を持っていたとしても、前者はその経路と独立に設定されるもので、フィードバック関係にはなかった。それゆえ、「満たされない状態とか怒り」が生じたとしても、それらは外生的要因によって引き起こされているものでしかなく、そうした事態に受動的に調整しようということはあるとしても、それらを動機として（内生的に）経済行動が引き起こされるということはないのである。これに対し「自己組織化」というときには、固有に主体側の学習過程、情報収集、交渉といったことが市場の時間経路にシステムティックに影響を及ぼすものとして描かれる。諸主体はより良い決着を求め、「自己組織化」の方法をもって努力するところから、市場では調整プロセスが常に進行していると理解されるのである。

U. ウイツ(1985)は、自己組織化によりもたらされる市場過程として、次のような描写を与えている。需要・供給の各主体は情報上の不完全性のもとに置かれて、その行動は（ある期間にわたって）例えば利潤について、上限、下限に挟まれた、必ずしも不変でない幅を持った「回廊（corridor）」によって描かれるとしている。そして両主体は、その限界を越えないようにするか、あるいは越えたときには戻るように行動する動機を、自らが、あるいは（制裁措置が取られるというように）外的に持っていると言われる。さらに、主体間の相互活動によって無意識のうちにもたらされる自己組織化を強要する効果が働くとして、次のような2つの相反する傾向の生ずることを指摘している。すなわち、1つは、シフトする回廊に適応していくようにさせる力であり、もう1つはこれと反対に、調整を乱すような力で、（利潤限界に起こりうるシフトに対処せんという動機から）革新的活動によって回廊の限界をシフトさせようとするものである。

ウィツの上のような単純化されたものではあるが自己組織化を、いまミンスキーの不安定性仮説の議論の中にどのように読み込んでいくことが可能であろうか。まず注意されることは、ミンスキーの投資と金融の資産変換過程は、「安全性のゆとり幅（margins）」がどれほどあるかをめぐっての、企業家と銀行家の間での貸借関係として記述されている（ミンスキー、1986、186頁）ということであって、これは上にいう、可変的な幅を持った回廊に当たるものと考えることができる。この回廊の幅は、ミンスキーにおいて金融構造に依存している。いわゆる「ヘッジ」金融の際には、この幅は狭くても貸借関係が成立する。

「投機的」あるいは「ポンツィ」金融の際には、わずかな金利変動によっても債務不履行という事態に見舞われうるから、その幅は広くとられる必要がある。そしてこの幅については、同じ金融構造が景気循環の局面に応じて異なる安全性の程度を表すと認知されうることに留意される。ただ、安全性の幅についての後者の側面は、量的には前者の要因によって規定される関係にあると考えられる。こうして、ミンスキー的不安定性論の中に、自己組織化という市場過程を読み取るための踏み石を得た。

さて前節の資産変換過程の理解においては、景気拡大とともによりリスクで、より長

期の資産が取得され、他方よりリスクで、利子率により感応的なポジション形成手段も選ばれる。この資産変換が現実には市場で進行し、現れてくるためには、その過程で成立してくる「安全性」の水準が、企業家と銀行とがこれについて「許容できる(acceptable)」水準のうち、より小さい方によって規定される幅に収まっているはずのものである。そしてミンスキーによれば、米国では1960年代半ば以前には、金利動向如何によらず、債務不履行の問題がシステムティックには生じてこなかったといわれるのである。それは金融構造が「頑健(tough)」であったことに依拠せしめられるのであって、国債等「流動性」の高い資産をポジション形成に用いるという、以下にいう「資産調整」のもとに置かれていたからと理解される。

しかし債務不履行の問題、従って金融危機が現実化するのには、60年代半ば以降、金融構造が「脆弱(fragile)」なそれに変質してからのことである。この様子をまず図1によって見ていこう。これはアメリカの商業銀行について、合衆国政府証券に手元現金準備と加盟銀行の準備預金を加えたもの——これは「優遇資産」と呼ばれる——の総負債との比率をとったものである。この比率は、1950年代から74年にかけて着実に低下していくが、頑健な金融構造期には、(売却にあたって価格変動から免れうる、従って流動性にその価値を負う比率の相対的に高い)財務省証券のような資産を売却することによって、銀行は「ポジション」を形成できていた。同じことを非金融邦人企業について、米国についてみたものが図2である。ただし今度は、金利負担能力を示すフローの変数を用いて示されている。すなわち、税引き前利潤と減価償却引当金および純利子支払額の和を純利子支払額に対してとった「インタレスト・カバレッジ・レシオ」の動きである。やはり、長期趨勢として60年代後半に明瞭な低落が示されている。そこでこうした事態がいかんして生じてきたかから見ていこう。

J. A. クレーゲル((1992)は、ミンスキーに依拠しつつ、次のことに留意する。1930年代の初め以来、適格商業手形の割引を銀行準備供給の主要源泉とするのでは、適格手形の不足から準備供給が十分でないという事情があり、ここから公開市場での政府証券の売買が銀行準備供給の主要源泉になるということがあったことである。しかもこのことは、次のような副作用を伴ったというのである。すなわち、公開市場操作の手段たる証券あるいはそれと裁定関係にある金融債務の諸価格は、——短期金利については、短期債の取引量を操作してコントロールの対象にするとして、中・長期債については政策運営目標に合わせた銀行準備を供給すべく、量的に操作されるが——、価格については市場での受動的な決定に任されたというのである(Minsky, 1986) (Kregel, 1992)。こうして注意されることは、公開市場政策下の準備供給調節は、長期債券の価格の可変性(variability)を伴うものであるというのである。

このことは60年代後半以降、アメリカの金融政策における中間目標の変遷に照応して、より良く理解できる。すなわち、連銀はは60年代までは短期金融市場情勢を重視し、自由準備(過剰準備—借入準備)やFFレートを一定水準に維持しようとし、その結果、通

貨・信用の動向にさほど関心を払わず、ために通貨・信用については継続的拡大（縮小）をもたらして、景気変動を増幅する傾向が指摘されているのである。ここに70年に入るや、銀行信用等の量的金融指標を重視する政策に転換がなされた。

そこで中間目標の変遷におおよそ対応して、金利ないし資産価格の変動が増大したというデータを見ておこう（Papadimitriou and Wray, 1995）。それは1966年を境にして、（中間目標として）短期利子の安定化が採られた時期と、66年以降のインフレ対策のために金融引き締め政策を裁量的に採る時期とを対照させるもので、1959. 2-65. 4に、3ヶ月TBの標準偏差は0. 61であり、長期国債のそれは0. 14に過ぎなかったのに、それ以降については、TBの場合は1966. 1-77. 4に1. 27、1978. 1-93. 3に2. 96へと増大している。長期国債については1965年まで0. 14であったのが、その後の2つの時期に、それぞれ0. 84、1. 87へと増大しているのである。

以上、60年代半ばを境にして、優遇資産を構成する国債価格の変動の度合は確かに増大したことを見るができる。上で留意したことは、こうした資産価格の可変性の増大の背後に、基本的には準備供給の調節にあたっての公開市場政策の多用があるということであったが、ここで資産価格の変動性の増大が、金融脆弱期にどのように債務履行上の問題を引き起こすかを見ることができる。図3から窺われるように、長期趨勢的に見て総債務に占める短期債務の比率が増大している。この図の示すところは、景気拡張期には、金利上昇の予想から長期債務の比率が増大するが、信用逼迫期に短期債務が顕著に増大することによって、この効果が現れて短期債務の比率は趨勢的には上昇するというものである。なおこうした短期債務は、信用逼迫下に金利は高騰しているが、（非自発的支出の性格をもつ）資金需要からやむをえず銀行からなされた（変動金利）金融、あるいは短期債務の借り換えであると説明される（Wolfson, 1994）。

こうした短期債務の比率の趨勢的な増大は、脆弱な金融構造期に特徴的な債務返済上の困難を引き起こす。すなわち、（資本主義経済に特徴的に）長期資産が取得される下で、短期債務の比率が増大するということは、短期金利が高騰したとき、とくに借り換えにあたって金融的困難を引き起こすことになるのである。金融脆弱期の金融問題をこのように理解したうえで、次いで借り手、貸し手側に「自己組織化」を迫る力が働いたことを、次のようにして見るができる。

まず第一に、既に見たように、長期であれ短期であれ、流動性の高い国債のような資産であっても、その価格の可変性が増大してきているとき、ポジション形成手段としてであれ、契約的支払いのためであれ、その価値が流動性に依拠する割合の高いことをもって頑健な金融構造期に果たしたような役割を、（例えば銀行にとって）「優遇資産」はもはや必ずしも果たし得なくなっているということである。実際、既に50年代半ばまでに巨大銀行のみならず中小銀行にとっても、財務省証券のような資産の売却（ディーリング）によるより、フェデラルランド市場からの借り入れに依拠するということが起こってきたの

であって、こうしたポジション形成は、60年代半ば頃には、財務省証券のディーリングに取って代わろうとしていたとされる。

こうしたポジション形成手段の転換は、クレーゲル（1992）によって、「資産調整」から「負債調整」への転換として理解された。そして負債調整は、債務の履行—借り換えを含む—にあたって、60年代後半以降の金利や資産価格（そしてまた為替レート）の変動率が増大する下で、先にふれた、この期の「脆弱な」金融構造下に固有の金融的困難を引き起こしたのである（Wolfson, 1994）。

こうした負債調整に伴う金融的困難の増大を、先に見た「安全性のゆとり幅」へのインパクトとして見ると、それはゆとり幅が広げられるプロセスとして理解されると考えられる。それでは如何にして、その幅の拡幅が可能になったのかと問えば、それはリスクの増大分、利潤の見込が増大することによっているはずである。それでは、如何にして負債調整が利潤見込を増大させたかと問えば、それは管理可能債務を含む「金融革新」によって市場を一層効率化する—これは以下にふれるように「市場流動性」に依拠するという—こととしてもいえる—ことによって可能となっているのである。

すなわち、管理可能な債務は、例えば金融機関にとって、政府長期債の買い戻し条件付き取引による現先運用であり、ユーロダラーの取り入れといったものであるが、これらは共に所要準備の算定からは除かれる債務であることによって、準備の節約、その効率利用を可能にするのである。例えば、準備節約型預金として量的にみて重要であった譲渡可能預金証書（CD）は、60年代初期に発行されて以来急速な拡大（66年の信用危機にいたるまでの間に年率10.7%の伸び）を遂げ、これによって銀行は信用拡大（同期間に8.0%の伸び）にあたって準備（同期間に2.6%の伸び）の課す制約を回避できたのである。こうして管理可能債務のような新しい金融商品は、安全性の幅の上限を上にしフトさせるところの自己組織化を表すものと考えられるのである。

金融革新の形をとった自己組織化は、さらに、金融脆弱期に増大したリスクを管理するという形でも機能したことに注意される。すなわち、長期資産の取得を短期債務によって行うという、満期構成のギャップによって特徴的に引き起こされる「流動性リスク」に対して、例えば金融機関は、金利リスク・エクスポージャー（金利変動が引き起こす収益の損失）を引き下げるべく次のような、新しい金融取引によるリスク管理を行うのである（日本銀行調査統計局、1993）。それは、バランスシート上の資産側で長期債権の保有（例えば長プラベースや短期基準金利での貸出）を減らし、対応して短期債権（短プラ連動型貸出、さらにはスプレッドバンキング）にしフトさせるという動きである。金融機関はこうした資産構成の短期化を通じて金利変動の衝撃を回避しつつ（＝ポートフォリオ選択を金利水準に基づかせるのでなく）、そのとき資産と負債の双方を増加させて総収益率の追求を図るということも追求しているのである。この文脈で、金利スワップのようなデリバティブズを用いてリスク管理が可能となっていることも留意される。それは資産負債の総管理の一環で、デリバティブズを用いて満期構成のギャップを引き下げ、もって金利や資

産価格の変動からくる流動性リスクに対処することがなされているのである。

しかし、金融革新を通じた自己組織化として、債務履行というリスク問題にかかわる最も大きなインパクトは、デリバティブ取引による「市場流動性」の向上とそれへの依存にあるように思われる。すなわち、デリバティブズは、資産に付随しているリスクを取り出し、そのリスクについて売買することにより、派生商品という新たな市場を作り出すことを可能にした。しかも派生商品取引は手数料や証拠金が低いため取引費用が低く、レバレッジ効果をもつことによって、マーケットでの取引機会を増やしたのである。これはすなわち、市場流動性を顕著に高めたということである。そのとき検討されるべきは、かつて「流動性」の果たした役割が縮小ないし変質してくるのではないかということである。なぜなら、市場の流動性が高いとは、市場間の連結性（linkage）を高め、諸市場が一体となって動くことによって、ある市場に仮に大きな変化が生じて、経済全体でそれを吸収することによって、大きな資産価格の変動でもシステマティックなリスクを引き起こさないだろうからである。そのとき、ショック・アブソーバーとしての流動性は、かつての固有の役割を縮小させつつ、むしろ流動性自体がポートフォリオ選択の対象となって（短期総）収益率を上げるために使われるようになることを見ることができるのである。このことを日米経済についてみてみよう（青木、1995b）。

図4は米国の非金融邦人企業について、流動資産の短期総債務に対する百分率で見た「流動性比率」を示している。図5は、日本経済についてそれに対応するものとして、売上高に対する「手元流動性」を示すものである。図4は、まず60年代後半を通じて流動性比率を顕著に低下させたことを示している。趨勢としてのこうした動きと合わせて、景気循環に沿っての動きも見ることができて、拡張期には増加し、景気後退中に底に達し、その後上昇が拡張の最初の局面中続く。ところが70年代以降、景気循環に沿ってのこうした動きは同じであるのに、長期趨勢としてはこの比率は反対に上昇していくのである。図5については、景気循環に沿っての手元流動性比率の動きに80年代半ばを境にして変化が見られる。すなわち、80年代半ば以前には、景気拡大下にポジション形成のために手元流動性を取り崩す、後退期には積み増すという動き＝資産調整が見られるが、これに対し80年代後半には、景気循環に沿ってのそうした手元流動性比率の動きを圧倒して、資金の調達・運用の両建てを反映して、この比率が顕著に引き揚げられている。こうした事態をもたらしたのは、金融資産の保有が、その流動性特性においてよりは、（長プラで見た調達金利よりも、より）高い収益率を与えることに、つまりポートフォリオ選択の対象になったということにあると考えられるのである。（米国における流動性比率の趨勢的上昇には、こうした要因以外に、上に言及した金融革新を利用した資産負債総合管理が関係しているとも考えられる。）こうした比率の推移は、金融構造の「脆弱性」の根拠を流動性比率の低下とか債務化の進行といったものにもはや求めることが適切でないということを意味していると同時に、その背後に働いた自己組織化—その最たるものが市場機能が高まる下で「市場流動性」がクリティカルな役割を果たすよう担ったということ—を反映し

ているのである。

本節の残りの部分では、以上に見てきた金融脆弱経済に働いた自己組織の結果、金融破綻や危機といったものがどのように捉えられるようになるかという問題を取り上げよう。これに関係してウォルフソン(1989)(1994)の次のような指摘に目を向けよう。ウォルフソンは、1966年の信用逼迫から1982年夏の企業倒産、メキシコの債務危機までの5度の金融危機を取り上げて、次のような問題提起を行なった。すなわち、それら金融危機は、それぞれ景気後退が始まった後(6ヶ月以内)に生じているのであり、(米国において)金融構造が「脆弱化」し、企業収益に対する金利負担が増大しても一時的に短期(および変動)金融比率を増やしても一時的に、こうした金融的要因のみからは、金融破綻が現実化することはなかったというのである。ここに含意されているだろう問題は、ミンスキーが金融構造の脆弱化ということを強調したのに対し、金融危機あるいは資産価格の暴落を如何にこれに関係づけて理解できるかということである。我々の以上の議論が示唆するところは、金融脆弱経済に働く自己組織化を迫る力を組み込むならば、金融構造の脆弱化という指摘自体は何ら意義を失うものではなく、むしろ自己組織化を介して脆弱化は市場メカニズムのより中核的な部分へと浸透せしめられているということを見たのである。

ただ以上のことを指摘しても、これで上のウォルフソンの指摘が問おうとしたこと、金融危機は(景気循環との関連で)どのようにして起こり、如何に理解されるものであるかに答えることにはならない。ウォルフソン自身は景気の転換に伴う、利潤という実物的要因が金融上の困難を引き起こすことに注意しようとしたのであるが、ここでは、H. カウフマン(1986)が、米国経済について指摘した、60年代後半以降の金融市場の変質の問題に言及して、その意味するところにふれるに止めよう。

カウフマンは、60年代半ばを境にして利回り曲線に「変質」が生じたことを指摘した。つまり、長期債券購入の最適なタイミングを見たとき、利回り曲線に「変質」が起こった下では、同じタイミングで好況末期に、逆転した長短金利差が最大になり、資本利得が期待されるときでの長期債投資は、逆に資本損失を伴うものとなると論じたのである。ここに示唆されていると考えられることは、本来ならなされた長期債券投資が控えられ、短期債券が選好されていくということは、リスク管理のもとで短期総収益率が追求される傾向があるということであり、これもまた(機関)投資家側に金融脆弱経済下に働いた自己組織化を通して生じてきた金融市場の変質を反映しているのではないかということである。

§. 4 金融脆弱経済における市場流動性の問題

金融脆弱経済とは、金融構造の脆弱化に対し資金の貸し手、借り手がそれぞれに、あるいは相互作用の中から適応ないし創発していくという自己組織化を通じて成立した市場過程である。そして前節に見たところによれば、金融派生商品取引を含めて金融革新によって、あるいは資産の流動化ないしセキュリティゼーションに訴えて、効率的な市場の働き

を通じて諸市場があたかも一つであるかのように一体化して機能するという「市場流動性」に金融とそれに伴う契約的支払いを依拠せしめたところこそ、金融脆弱経済に特有の機能があるということであった。本節では、この市場流動性が実際保証されているのかどうか、それが金融脆弱経済のアキレス腱になることはないのかどうかを論じようとする。

「市場流動性」とは、債務を履行するためであれ何であれ、必要に迫られて資産——あるいはデリバティブズのような契約でも構わない——を売却せねばならないときに、その資産のノウショナルなあるいは均衡的な価値を減ずることなく売却できることと定義される。あるいは端的には、金融債務がその取引価格の継続性を保てることである。証券市場の価格形成の問題としてみれば、マーケット・メーカーの機能が果されるということである。しかし現実の経済においてこうした機能が不全に陥る傾向はないであろうか。この点の検討を行うにあたり、まず伝統的（均衡）経済学ではどのように論じるかを見ておこう。

いま証券市場で、ある証券の供給、売りが増加したとする。これ自体は、投資家達のポートフォリオ調整から起こったとしよう。伝統的経済学では、当該証券の価格が下がるならば、これが需要の増大を引き起こし、売りの増加に対応できるとする。それは既に、2節で、テイラー＝オコーネルにおいて見たように、弾力性概念に訴えるものであって、いまの場合、価格がどれだけ下がるかは需要の価格弾力性次第とされる。しかるに伝統的経済学は、この（需要の）価格弾力性を過大に見積もる傾向があるのである。それは市場の機能が効率的であると考えることに関係している。そのとき、売りの増大に対する市場の反応は、証券（あるいは契約）の価格低下を小さなものに止めるものとなる。ここに取引価格は継続されるものとなり、市場流動性が確保されている。こうした事態は既に、テイラー＝オコーネルにおいて見たところで、彼らの「ミンスキー・クライシス」では株式と貨幣の代替が密であることによって、株価の暴落は免れていたのである。伝統的経済学における、弾力性という実物タームで理解された市場流動性概念の下では、かくて証券価格の暴落の可能性は無視ないし軽視されるのである。しかし現実はどうであろうか。1987年10月に起こった、ニューヨーク株式取引所（NYSE）の株価暴落を取り上げてみよう。

暴落の起こった10月19日時点での株価総額は3.5兆ドルであった。この総額の2%、7000億ドル以上の暴落が起こったのである。（他方、それを引き起こした側の機関投資家の売却額は、株式と株価指数先物を合わせて60億ドルに過ぎなかった。）これだけの暴落を引き起こすためには、弾力性概念に訴えるとして、株式に対する需要の弾力性がごく小さいものでなければならないのである。（その値はある論者によれば、伝統的モデルが想定する需要の弾力性よりはるかに小さく、あるモデルでは100分の1程度とされる（Gennotte&Leland, 1990））。88年1月にニコラス・ブレイディを委員長としてまとめられたブレイディ報告は、こうした事態を捉えて、流動性——それは正常な取引量の下ではマーケット・メーカーのよって提供されたであろう——が、「幻想（illusion）」

に陥ってしまっていたからであると論じたのである。本節では、市場流動性はどのような場合に、如何にして攪乱されるのかを関心として、ブラック・マンディを取り上げるが、それはポートフォリオ・インシュアランスという（プット）オプションが指数裁定取引との相互作用を通じて暴落を引き起こしたとされるからで、本来デリバティブズは、すでに言及したように「流動性革命」を引き起こしたといわれるものであるからである。

このようなデリバティブ取引がいかにして市場間の連結を断ち切ることになったかを見ていこう。

87年の暴落を議論するとき、どのような市場が関係していたか、それらの市場をどのような取引戦略が連結していたかから見ていこう。3つの市場が関係していたのであり、1つはNYSE、ここでは株式と株価指数が取引されている。第2にシカゴのマーカントイル取引所、ここでは株価指数と先物が取引されている。もう1つがシカゴの商品取引所で、株価指数とオプションが扱われている。図6は、NYSEの株式取引とマーカントイル取引所の先物取引を示している。この図から、暴落の起こった10月19日に大量の先物の売りが出されていることが分かる。そこで以下で、ポートフォリオ・インシュアランスと指数裁定取引との相互作用によって株価の暴落が引き起こされるメカニズムを見ていこう。

まずポートフォリオ・インシュアランスというのは、手持ちのポートフォリオの価値に最低限度を設け、それだけの価値に転換できるようプット・オプションを用いてヘッジをするものである。ただ、市場には余りプット・オプションの契約が存在しておらず、自らに合ったものを作るということからも、株式のショート（売り）・ポジションと（株式を売却して得た現金を非危険資産で運用するというふうに）貸付のロング（買い）・ポジションとで「合成の」プット・オプションがつけられる。しかも、株式を直接売却しようとすると、取引コストが多くかかるため、株価指数先物を利用する。ところで合成プットを用いて、ポートフォリオをある価格水準でヘッジしようとすることは、ポートフォリオの価値がその水準に達した時点の株価指数の「期待値」を行使価格とするオプションを使うということになり、これは現実のプットを用いた場合に対して、ヘッジ・コストを市場価格として明示的な形で投資家に提示するものではないのである。このことが、実は、株価指数が急激に変化するような場合に、ポートフォリオ・インシュアランスの実行に困難を引き起こすことになったのである。

さて（株式を用いた）合成プット・オプションは、株価が変動するたびに、株式のポジションと貸付残高を上下に調整しなければならない。原資産の価格変化に対するオプションの価格の変化率は「デルタ」と呼ばれるが、株価が変動したとき、初めの株式ポートフォリオに対してデルタの割合だけの株式を売買し、その金額分、貸付けを増減する状態を保てば、オプションがヘッジの役割を果たすよう合成されていることになる。例えば、株式ポートフォリオの価値が下落すれば、デルタ値に当たるだけの株式ポートフォリオを売却して、その分貸付けを増やしておけば、一定額の現金に転換できるところの株式と貸付

のポジションを合成できたことになる。そしてさらに、株価指数先物を使えば、ポートフォリオ・インシュアランスを実行するためには、初めのポートフォリオはそのままにして、「株価指数先物市場」でポジションを取るだけでよいのである。先物取引では通常、当初の契約価格と清算時点の市場価値との差額が、現金で決済されるからで、株式ポートフォリオの価値が低下するとき、デルタ分の先物の売りポジションを取ることによって、初めのポートフォリオの価値低下は先物取引からの収益で丁度相殺されているからである。

しかし、こうしたポートフォリオ・インシュアランスのオペレーションが常にうまく機能するかというとそうではないのである。ダウ平均が500ポイント以上も下がった10月19日のような、株価指数が急激に変化するような場合がそうであって、このときには、ポートフォリオ・インシュアランスによって発生する売買を市場はうまく捌くことが出来なかった、つまり、市場流動性の問題を被ったのである。このことを、ブレイディ・レポートによって見ていこう。

10月19日は、市場は（ミューチャル・ファンドの）ポートフォリオ・インシュアランスによる巨額な先物売りによって始まった。先物市場における売り圧力は先物に歴史的規模の割安化（discounts）を引き起こし、このことは指数裁定取引を通じて株式市場に伝達されていく。この様子は図6において、INDEX ARBITRAGEとして、割安の先物を17億ドル購入し、現物の株式を同額分売却する、これをプログラム売買によって行うということを示されてる。ところで注意されることは、同日10時30分頃には、機関投資家の中にはポートフォリオ・インシュアランスによる先物の売却の一方、先物の割安化が大きいために、株式を株式市場で（DOTを通じた）プログラム取引によって「直接」売却する者が出てきたということである。それは同図で、ニューヨーク株式市場での株式指数の売却額23億ドルのほとんどを占めるといわれるほどのものであった。

ポートフォリオ・インシュアランスが、先物市場での売却から株式を直接売却するプログラムに転じたことが、指数裁定によるプログラム売りとあいまって、ダウ平均を急落させる。先物の方については、ポートフォリオ・インシュアランスは、2時までの2時間ほどに13億ドル分売って、先物指数を14.5%低下させ、その後もさらに売りつづける。そのようなことがあると、どういうことが起こってくるであろうか。その日（月曜日）午後の後半部では、指数裁定取引をする人の中に、株価の低落のために、DOTを通じた株式の売却に二の足を踏む人が出てきたし、そういう人はまた先物市場で買い支えることを拒否し、先物の購入から退却したのである。このことは先物指数の割安化を一層（20ポイント）押し進めるのであって、こうした市場の機能不全から大きな discounts が出てくるのが、株式市場から買い手を追い立てることになり、ダウ指数は最後の1時間でほとんど300ポイント下落したのである。ところが、ポートフォリオ・インシュアランスの先物売りは、株式市場の閉鎖後も続くのである。

以上が、ブレイディ・レポートが描く「流動性が幻想に終わった」状況である。同レポートは事態を、金融商品、市場参加者、取引戦略そして決済フローが一緒になって、株式

と株式オプション、先物という別個の市場を通常は1つの市場として連結させることになっているのに、その連結が断ち切られたこととして説明しようとしている。先物を売却できるかどうかは、株式市場で売却できる＝流動性があるかどうかに関連しているというのである。大量の売り圧力に対して、マーケット・メーカーやスペシャリストが、通常時に備えた流動性では立ち向かえず、株価が暴落するとき、ファンダメンタルズからすると、先物が大幅な割安状態にあったとしても、先物に対する買いは不足し、ポートフォリオ・インシュアランスによるヘッジのための先物売りのオペレーションは、その遂行に困難を来すのである。

ブレイディ・レポートでは、先物市場に「流動性の幻想」を引き起こすことになった株式への大量の売り圧力自体が、何によって生じたかについて、ポートフォリオ・インシュアランスの顧客がその売り戦略に修正を加えたことを強調している。つまり、先物市場での売却から株式を直接売却するプログラムに転じたということである。そしてこうした戦略変更は、株価が低落する下で株式指数を用いてのポートフォリオ・インシュアランスによるダイナミックヘッジに孕まれた困難に照応していると考えられるのである。

ダイナミックヘッジに孕まれた困難とは、合成オプションによるヘッジが、実際のオプションにおける明示的な市場価格でなく、株価指数の「期待値」を行使価格とするところにあった。このことは実際、10月19日のような状況下で、オプションを買ってヘッジしようとしたポートフォリオ・マネージャーは何とか生き残れたのに、合成オプションを選んだ場合には、ポジションをヘッジしようとしても、株価指数であれ、先物指数であれ、十分な早さで売ることができなかったということに示されている。これは、合成プット・オプションを用いてのヘッジは、あらかじめヘッジ・コストを確定できず、背後の証券の価格のボラティリティの不確実性から免れることができないということと関係している。そして実際、株価、先物のボラティリティのために、ポートフォリオ・インシュアランスは好ましいヘッジを達成することができなかったわけである。

ケインズは、「流動性」は個別主体にとって不確実性に対処することを可能にしたが、そのような流動性を市場全体で考えることはできないとした(Kregel, 1994)。いま、不確実性を利率の将来動向についてのそれで考えるとして、市場参加者の多くが同様に不確実性を増大させるとき、それは経済体系の安定性に関わることとなる。すなわち、「利率の将来に関する意見が人々の間で一致するようになり、そのため現在の（貨幣量の）率が僅かに変化しただけでも現金保有への動きをどっと引き起こすことがある。経済体系の安定性と、貨幣量の変化に対する経済体系の感応性が、不確実なことがらについての意見の多様性に著しく依存しているということは興味深い」（ケインズ、1936、170頁）。ブラック・マンディにおいても、資産価格の動向について多くの投資家が同様に不確実性を増大させたときに起こったことなのである。しかも人々が「流動性」を求めたときに、「市場流動性」を破綻させることになったのである。かくてここに示されたことは、デリバティブズを含む金融革新によって取引組織を進化させてきた自己組織も、（いわゆる根本的）

不確実性にさらされたときには、リスクヘッジのための取引行為自体がボラティリティと金融破綻を生じさせることがあるということである。

(拙いものではあるが、本稿を、昨年10月24日に亡くなられたハイマン・P・ミンスキー教授に捧げることを許して頂きたい。教授が、制度主義経済学者であることを任じておられたことを想起しつつ。)

引用文献

- 足立英之 (1989)「経済の不安定性と金融的要因」『国民経済雑誌』第161巻第5号
- 青木達彦(1995)(編著)『金融脆弱性と不安定性—バブルの金融ダイナミズム』日本経済評論社。
- (1995b)「ミンスキー理論で日本の金融危機を読む」『エコノミスト』6月20日。
- 浅子和美(1993)、「金融自由化とマクロ経済」『90年代の金融政策』貝塚・原田編著、日本評論社。
- Brady, N. F., et. al. (1988), “The Presidential Task Force on Market Mechanisms”, in *The Stock Market Crash of October 1987*, compiled by B. D. Reams, William S. Hein, 1988.
- Davidson, P. (1991) *Controversies in Post-Keynesian Economics*, Edward Elgar (〔ケインズ経済学の再生〕永井進訳 名古屋大学出版会 1994年)。
- Eckstein, O. and A. Sinai (1987), “The Mechanism of the Business Cycle in the Postwar Era,” in *The American Business Cycle*, ed. by R. J. Gordon, University of Chicago Press.
- Friedman, B. and D. I. Laibson (1989) “Economic Implications Of Extraordinary Movements in Stock Prices”, *Brookings Papers on Economic Activity*, 2.
- Hodgson, G. M. (1994), “Precursors of Modern Evolutionary Economics: Marx, Marshall, Veblen and Schumpeter”, in R. W. England ed., *Evolutionary Concepts in Contemporary Economics*, Univ. of Michigan Press.
- (1996), “The Viability of Institutional Economics”, unpublished draft.
- Kaufman, H. (1986a) *Interest Rates, the Markets, and the New Financial World*, Times Books. (佐藤隆三訳『カウフマンの警告』剋草書房)
- Keynes, J. M. (1936), *The General Theory of Employment, Interest and Money*, Macmillan (「雇用、利子及び貨幣の一般理論」塩野谷裕一訳、東洋経済新報社、1983年)
- 経済企画庁, (平成5年版) 『経済白書』
- Kregel, J. A. (1992), Minsky’s “Two Price” Theory of Financial Instability and Monetary Policy: Discounting versus Open Market Intervention in *Financial Conditions and Macroeconomic Performance*, eds. by S. Fazzari and D. B. Papadimitriou, M. E. Sharpe

- (1994), “Global Portfolio Allocation, Hedging, and September 1992 in the European Monetary System”, in *Employment, Growth, and Finance*, ed. by P. Davidson and J. A. Kregel.
- Minsky, H. P. (1975), *John Maynard Keynes*, Columbia University Press,
 (『ケインズ理論とは何かー市場経済の金融的不安定性ー』堀内昭義訳 岩波書店 1988)
- (1982), *Can It Happen Again? : Essays on Instability & Finance*, M. E. Sharpe, (『投資と金融』岩佐代市訳 日本経済評論社 1988)
- (1986), *Stabilizing an Unstable Economy*, Yale University Press,
 (『金融不安定性の経済学ー歴史・理論・政策ー』吉野・浅田・内田訳 多賀出版 1989)
- (1989) “Comment on Friedman, B. M. and D. I. Laibson (1989) ” *Brookings Papers on Economic Activity*, 2.
- 日本銀行調査統計局「金利変化が金融機関収益に与える影響」『日本銀行月報』1993年10月.
- Papadimitriou, D. B. & L. B. Wray (1995), “The Fed.: Wrong Turn in Risky Traffic”, *Challenge*, no. 1-2.
- Sethi, Rajiv (1992), “Dynamics of Learning and the Financial Instability Hypothesis”, *Journal of Economics*, Vol. 56, no. 1.
- 田坂広志・倉都康行(1997)「ビジネスマンのための複雑系講座」『エコノミスト』2月25日.
- Taylor, L. and S. O’Connell (1985), “A Minsky Crisis”, *Quarterly Journal of Economics*, 100.
- Uchida, K, (1987-88), “Risk Aversion and Minsky’s Crisis Model”, *Hokudai Economic Papers*, 17.
- Witt, U. (1985), “Cordination of Individual Economic Activities as an evolving Process of Self-Organization”, in U. Witt ed. *Evolutionary Economics*, Edward Elger, 1993.
- (1992), *Explaining Process and Change : Approaches to Evolutinary Economics*, Univ. of Michigan Press.
- Wolfson, M. H. (1986), *Financial Crises*, M. E. Sharpe.
- (1989), “Theories of Financial Crises”, in *Financial Dynamics and Business Cycles : New perspectives*, ed. by W. Semmler, M. E. Sharpe —
- (1994), *Financial Crises*, 2nd ed. M. E. Sharpe (野下・原田・浅田訳『金融恐慌』日本経済評論社、1995年) .

表 1 東証上場会社の資金調達

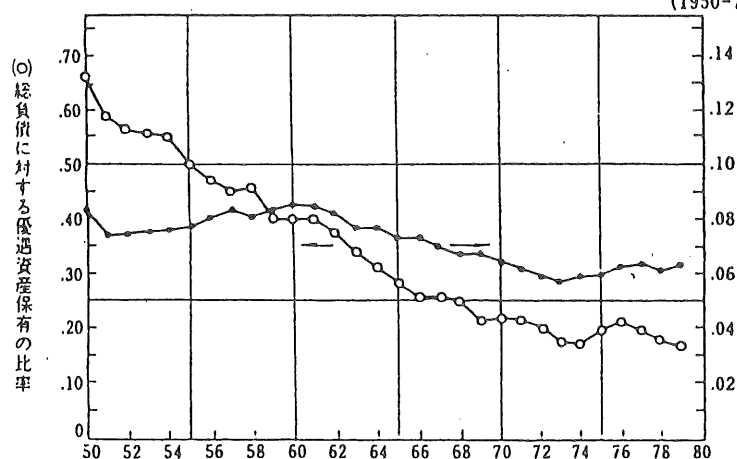
単位：億円

年	計	株式				債券					
		株主 割当	公募	第三者 割当	ワラント 行使 (現金支払分)	普通債 国内	普通債 国外	転換社債 国内	転換社債 国外	ワラント債 国内	ワラント債 国外
1955	625	619	5	1							
60	3,543	3,203	337	4							
65	1,141	1,116	2	24		3,200	—	—	39		
70	6,562	5,191	1,327	44		5,053	—	960	252		
75	9,807	7,630	2,124	54		13,944	2,679	4,080	1,046		
80	9,983	843	8,423	717		10,325	1,712	1,040	5,106		
85	7,631	1,655	4,370	317	1,290	5,895	15,005	18,615	12,978	100	6,803
86	8,025	489	3,556	273	3,707	6,150	15,536	27,060	4,141	1,160	19,386
87	28,985	4,166	13,261	1,018	10,540	8,200	11,112	51,540	9,797	300	30,848
88	45,334	7,492	24,279	764	12,799	8,730	7,482	64,680	8,167	—	35,025
89	85,294	6,895	56,460	891	21,048	5,800	8,054	67,700	15,332	3,850	91,599
90	33,994	7,511	17,553	2,833	6,112	18,280	14,430	27,025	5,862	9,150	28,448
91	7,510	1,953	1,169	1,016	3,371	23,147	37,438	10,285	2,214	3,815	35,903

出所：東京証券取引所「証券統計年報」

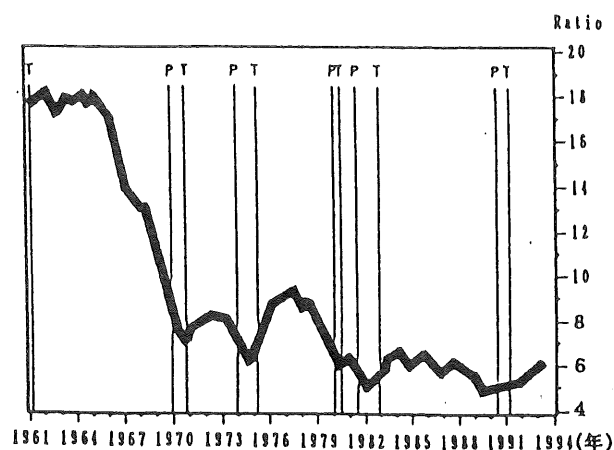
図 1 商業銀行——総負債に対する正味資産および優遇資産保有の比率

(1950-79年)

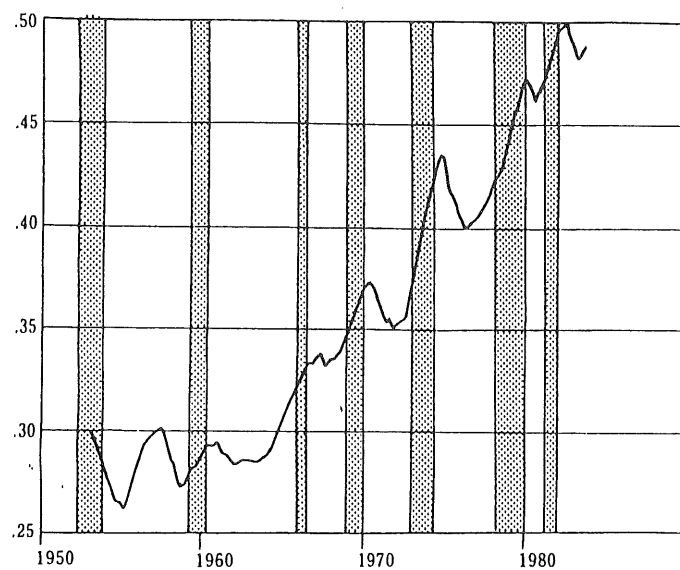


(資料) 連邦準備制度理事会「資金循環動向」。

図 2 インタレスト・カバレッジ・レシオ



(出所) Wolfson (1994), Financial Crises, 2nd ed, P. 156



注：1) 1953：2～1983：4。

2) 影のついている部分は precrunch/crunch の期間を示す。

空白部分は accumulation および reliquefaction を示す。

出所：Eckstein and Sinai [1987] p. 72.

図 3 負債残高に対する短期債務の比率——非金融法人企業

浅子和美(1993)

より再掲。

図 1 Minsky, (1982) より再掲。

図 2 拙稿 (1995b) より再掲。

図 3, 拙稿 (1995) より再掲。

図4 流動性比率

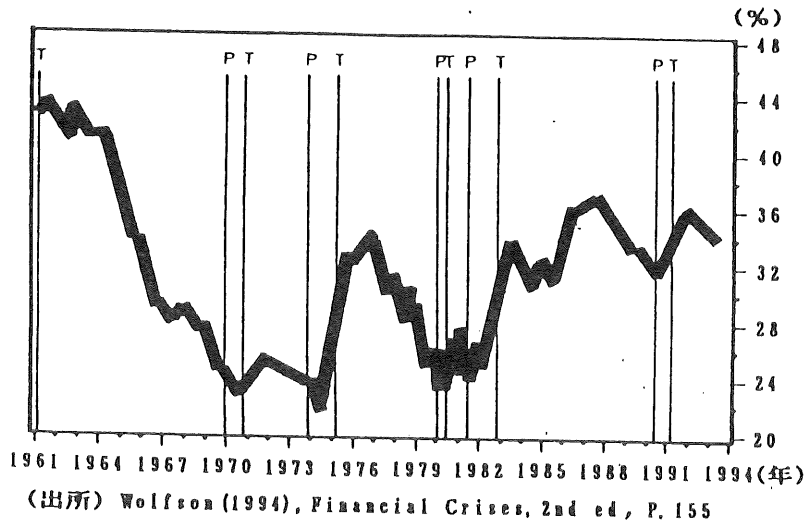


図 4、図 5
拙稿 (1995b) より再掲.

図5 手元流動性比率(主要企業、季節調整済み)

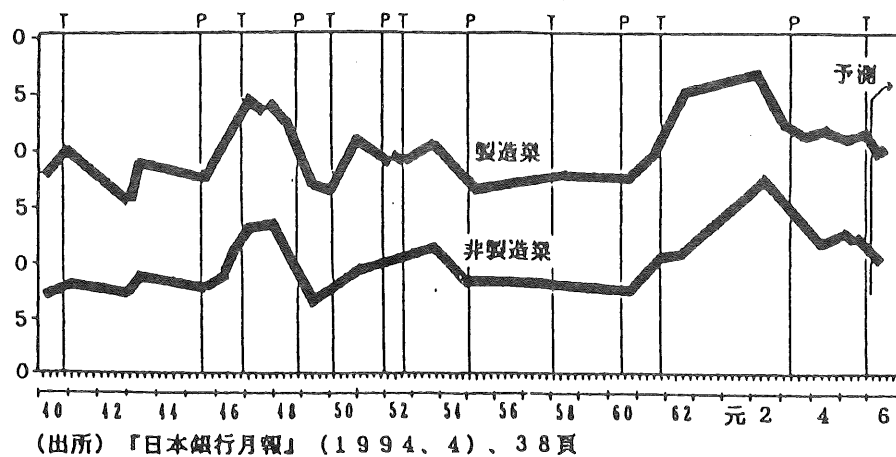


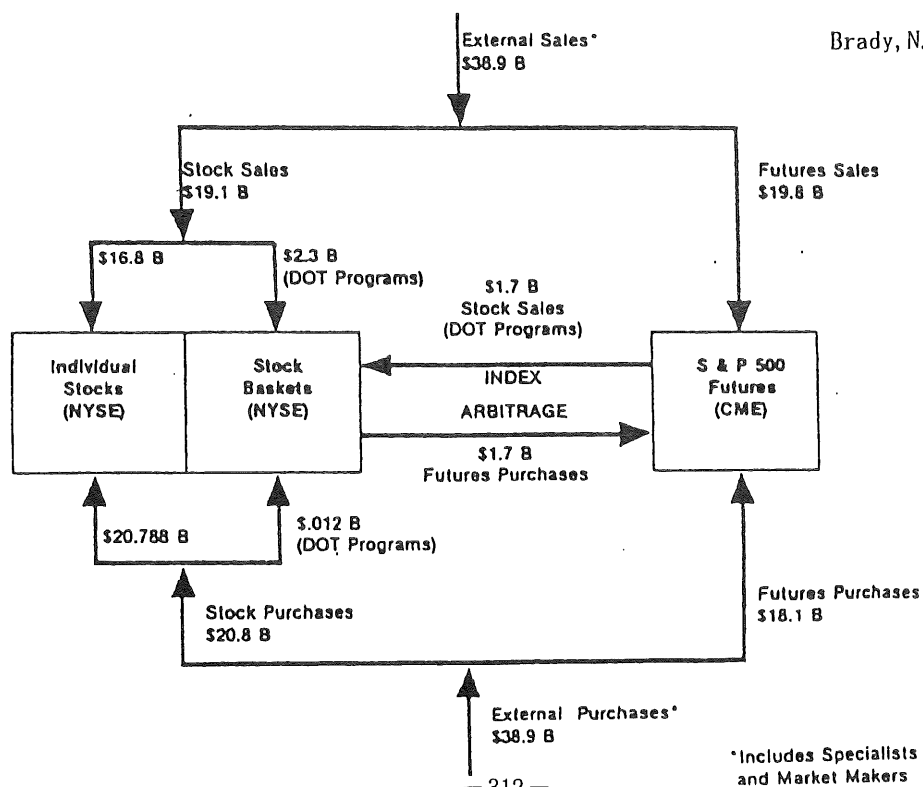
Figure 6

SCHEMATIC OF EQUITY AND PURCHASES NYSE STOCKS AND CME FUTURES

Monday, October 19th

図6の(出所)

Brady, N. F., et. al. (1988)



本学会設立大会の実施については、学術振興野村基金、京都大学経済学部、オムロン株式会社、村田機械株式会社、高橋電気工事株式会社、株式会社堀場製作所から、暖かいご理解と援助をいただきました。謝意を表明いたします。

1997年3月28日 大会実行委員会

**Japan Association for Evolutionary Economics
Organizing Committee of the 1997 Conference
c/o Faculty of Economics/Kyoto University**

京都市左京区吉田本町
京都大学経済学部気付
進化経済学会設立大会実行委員会

(瀬地山敏、弘岡正明、池上惇、塩沢由典、有賀裕二、
室田武、山下清、八木紀一郎、吉田和男)



Evolutionary Economics in Kyoto

Papers of the First Annual Conference of
The Japan Association for Evolutionary Economics
Kyoto, March 28~29, 1997