

複雑系と弁証法（下）

板 木 雅 彦

目 次

はじめに

第 1 節 複雑系とは何か

1 - 1 複雑系と呼ばれるいくつかの事例

1 - 2 要素還元主義と複雑系 （以上，13巻 2号，2000年12月）

第 2 節 複雑系と弁証法

2 - 1 複雑系と弁証法 全体の対比

2 - 2 複雑系と弁証法 部分の対比

むすび

第 2 節 複雑系と弁証法

2 - 1 複雑系と弁証法 全体の対比

複雑系の理論が科学方法論としてどのような意義と位置づけをもっているかを知るためには、その構造を弁証法と対比して観察するのが近道である。

この場合、複雑系のもつ構造とは、コスモス、カオスの縁、カオスという3段階であり、その中でもとくに、カオスの縁において展開される自己組織化という現象を指している。複雑系の理論には、当然これ以外にも理論固有のさまざまな概念が用いられていることは、言うまでもない。これら諸概念の「部分の対比」は当面後回しにして、まずは両者の全体構造を対比することにしよう。

わたしたちが理解する弁証法は、次のような基本的「設計思想」のもとに組み立てられている¹⁾。

弁証法は、事物の存在と運動を形態としてとらえる。つまり、存在諸形態と運動諸形態が

それである。後者はさらに空間的運動諸形態と時間的運動諸形態とに分けられ、これら3種類の形態群によって事物の構造をとらえるわけである。そしてさらに、これら3種類の形態群を同時進行する時間軸のもとに置くことで、事物の生成過程、発展過程、転換過程からなる歴史過程をとらえる。

ところで、これら3種類の形態群は、それぞれ個別的形態、特殊的形態、一般的形態の3形態によって構成されている。したがって、事物の構造は9形態でもって尽くされることになり、事物の動態は、三つの個別的形態、三つの特殊的形態、三つの一般的形態を時間軸上に連ねた3段階でとらえられることになる。

事物を理解するとは、これら九つの形態を正確に弁別し、順序立てて互いに関連づけていくことである。このような方法上の基本的な見地からすれば、複雑系の理論の構成は、いかにも荒削りである。

まず第一に、事物の運動が、いきなり存在形態の分析なしに扱われている。要素からはじめて順々に存在諸形態を解き明かしていくという手続きをとらないから、「複雑なものを複雑なままにとらえる」といった非科学的な言辞を許すことにつながってしまう。

第二に、個別的形態、特殊的形態、一般的形態の3形態が明瞭に区別されていないから、ある場合には3分類、3段階、また別の場合には4分類、4段階の区分が用いられるなど、分析にあいまいさが生ずることになる。

第三に、複雑系の理論が扱っている「運動」は、現実には空間的運動に限定されており、事物が自分自身を再生産する過程を取り扱う時間的運動がまったく考慮されていない。自然界にある事物でも、多少とも複雑なものはすべて自らを再生産する機構を備えている。自らを時間的に繰り返し維持・展開できることによってはじめて、その存在もまた確立されたと言いうわけである。

したがって第四に、「複雑系」とは言いながら、実際にこの理論が取り扱うことのできる事物は、自然界に存在するきわめて単純な事物や事象に限定されており、複雑な社会現象をとらえることはほとんど期待できない。それにもかかわらず、この理論の唱道者たちが木に竹を継いだような自然界からのアナロジーを用いて、たとえば株式市場の価格運動や企業組織の成り立ちを解き明かそうとしていることは、その大胆さには脱帽するが、ほとんど無意味な試みであると言わざるをえない。

これに比べて、サイバネティックスの創始者であるウィーナーが「自己組織過程 (self-organizing process)」（ウィーナー [1961] (1962) 「第2版への序文」 xiiiページ）という概念のもとに、機械の自己再生や自己増殖を構想していたことは、じつに驚くべきことである。

「遺伝が行なわれ、細胞が増殖することができるためには、細胞の遺伝型質を担

う部分　いわゆる遺伝子（gene）　が、自分に似た別の遺伝型質を担う構造を作り出すことができなければならない。したがって、工学的に構成されたものが、ある手段によって自分と同様の機能をもつ他の構造物を作り出すことができ、その手段がわれわれに知られるということは、たいへん興味のあることである。第10章[「脳波と自己組織系」]は、この問題にあてられるであろう。特に、一定の周波数で振動している系が、いかにして他の振動系を自分と同じ周波数のものにかえてゆくことができるかをそこで論じよう。」（同上、ixページ）

しかし、以上のような複雑系の理論の本来的な限界をふまえながらもなお、わたしたちは、これを弁証法の全体構造と対比すべきであると考え。そこで以下では、存在諸形態と運動諸形態を区別せず、個別的形態、特殊的形態、一般的形態という三つの形態の観点から、両者の対比を行なうことにしよう。

事物の個別的形態とは、事物の存在やその運動、機能が、たった一つの要素によって代表される形態であるということができる。

もっとも、このことは、要素の数がかならず一つきりでなければならないということの意味しているわけではない。要素は、複数存在し、運動していてもかまわない。ただ、複数存在し互いにゆるやかに連結しているということが、一つ一つの要素が示している性質の範囲を越えない、言い換えれば、要素のたんなるスカラー倍の集合体に過ぎないという点が肝要である。

このような個別的形態においては、要素の量的な変化にもかかわらず、事物が示す性質はきわめて安定的である。要素の追加的付加や、要素のもつ「エネルギー」の追加的上昇は、けっして事物の性質の上に質的な飛躍を生じさせない。これがつまり、事物の秩序だったコスモスの状態である。

しかし、要素の量の追加的増大は、徐々に事物の安定性を揺り動かしていくことになる。すなわち、個別的形態から特殊的形態への転化である。

ただし、そこに明確な下限の閾値が存在するわけではない。一単位の量的追加は、たとえどの絶対量のレベルであろうとも、潜在的には質的变化を含んでいる。このような、なんとも量的境界の不分明な状態が事物の特殊的形態である。逆にこのような意味からも、個別的形態は、たった一つきりの要素によってしか純粹に代表させることができないわけである。

事物の特殊的形態は、質的不安定性と不確定性、そして多様性が支配する世界である。たった一つの要素の追加が、それまでの事物の性質を一変するかもしれない。あるいは、たとえ量的追加がなくても、その組み合わせ方が変わることと同様の質的激変が生ずるかもしれない。しかも、そこに生ずるいくつもの質的变化と多様性は、互いに

まったく相対立し排除しあうものかもしれない。このような事態が、一つ一つ、一単位一単位の量的変化のたびごとに猫の眼のように繰り返される。わずかの初期条件の違いが、結果として思いもよらない性質を事物に与えることになる。これがカオスの縁と名付けられた状況であることは、言うまでもなからう。

このカオスの縁において生み出される新たな質的变化こそ、複雑系の理論が「創発」と名付けたものの本質である。そして、ここカオスの縁において要素の「自己組織化」現象が生ずる。そこに創発された事物のパターンの暫定性、多様性、不安定性は、まさに事物が特殊の形態にあることを根拠としている。

しかし、このようないわば「不確定性の世界」だけが自己組織化のすべてではない。

不安定性と多様性に彩られた自己組織化は、言ってみれば「カオス的自己組織化」であるが、そこにはまったく意図といったものが介在しない。この「意図せざる自己組織化」現象の根拠とメカニズムを解明しようとするところに、複雑系の理論の最大の眼目があった。なぜなら、意識的に計画された組織化ならば、ある意味で当たり前のことを言っているに過ぎないと考えられるからである。

しかし、繰り返して言うが、このような「不確定性の世界」だけが自己組織化のすべてではないのである。

事物の特殊の形態において現われる自己組織化は、意図せざる無意識的な自己組織化である。これはまた、「低度の自己組織化」と呼んでもよからう。

これがなぜ低度であるかという、まだ事物の内部に意識性が創発していないからである。わたしたちがこれまで取り上げてきた波や雲や水といった自然的事物が示す自己組織化現象には、まだ意識性が生まれていない。しかし、自然的事物でも無機物から有機物の世界になれば、進化の過程を経て、事物そのものの内部に意識中枢が形成される。これがここでいう「高度の自己組織化」の内容である。社会現象のすべては、この意識を持った「高度の自己組織化」であるか、あるいはそれへの過渡形態と考えることができるだろう。

複雑系の理論を唱道する経済学者が望んでやまない株式市場の理論化にしても、これをあたかも100年以上前の自由競争市場に擬して論ずる議論はまったくナンセンスであると言わざるをえない。今日の株式市場は、大証券会社や巨大独占企業によって淫靡な形で意識的にコントロールされているのが実態である。もちろんこのことは、株式市場が投資 = 投機家たちの意図と期待を越えて崩落する可能性をけっして排除しないのではあるが。

事物の「高度の自己組織化」を担うものが意識中枢である。そして、この意識中枢の物的基礎が事物の一般的要素である。この一般的要素を成立させ、空間的運動の統括と自分自身の再生産を意識的に行なうことのできる形態　これが事物の一般的形態なのである。

事物の一般的形態においては、ある特定の個別的要素が諸要素の中から抽出され、これがその個別的な姿のまま直接に事物の連関性を体現し、顕在化させる。この特定の個別的要素、すなわち一般的要素こそが、事物の連関性そのものを具現するものとして現われる。つまり、直接には見ることも触れることもできない「連関性」を、まさに見ることも触れて感じることも計ることさえもできるものとして、物質化することがこの一般的要素の特殊な機能なのである。

このように、ある特定の要素が直接に事物の連関性を体現し、顕在化できるためには、他のすべての要素が直接に連関性を表わすことを共同して放棄し、この個別的要素との関係を通じて間接的に連関性を表現するの でなければならない。このような統一性を獲得するためには、本来、自分たちのあいだでこそ顕在化していたはずの連関性、あるいはそのような連関性を表現する能力の放棄と委譲とが行なわれなければならない。事物の連関性を表現する能力は、本来属すべきものの手から、かれらの共同の代表者の手へと委譲される。つまり、一般的形態の成立は、事物を構成する全要素の共同作業としてのみ可能になるのであり、社会的事物の場合であれば、まさに社会的共同行為の結果として生みだされるものである。

さらに一言付け加えておけば、確立された一般的存在形態が空間的機能を十全に果たすために、一般的要素の種々の代理要素が発達する。また、その時間的再生産を滞りなく推し進めるために、種々の暫定要素も発達することになる。このように、「高度の自己組織化」のもとにおいてはじめて事物は、真に複雑性を発揮する。

この一般的形態において展開される意識的な高度の自己組織化は、同じカオスの縁にありながら、確定性の世界における自己組織化である。

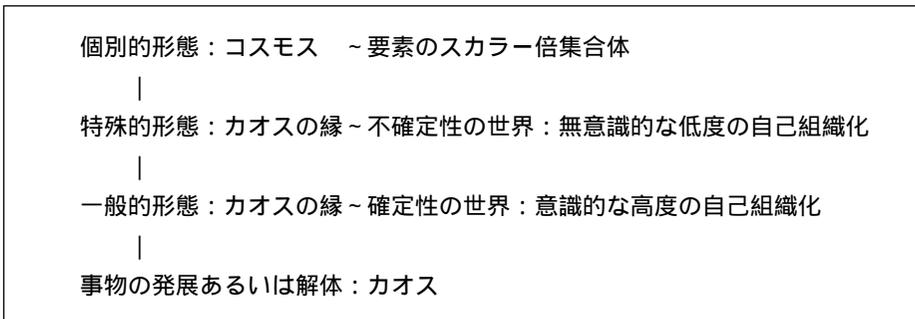
ただし、ここで「確定性」という場合、これが事物の多様性をまったく排除してしまっているのではないことに十分な注意が必要である。事物はその本質を貫きながらも、外的環境とのあいだの相互作用の結果、与えられたそれぞれの環境に適応しながら、じつにさまざまな存在様式を獲得することになる。多様性と一様性の統一　それが事物の具体的な存在様式なのである。

最後にわたしたちは、複雑系の理論でカオスと名付けられた状態が、弁証法ではどのように処理されているかを見ておかなければならない。これを一言でいえば、要素の量的発展

が上限値を越えることによって生ずる事物そのものの解体，あるいは，古い事物から新しい事物への転換期（過渡期）がそれである。

そのとき事物は，要素にまで砕け散る。古い要素が解体し，新たな要素のもとに新しい事物が生成していく兆しはうかがえるかもしれないが，いまだ事態はただひたすら混沌としている。文字通り，あらゆるものが可能でありながら，またあらゆるものが不可能でもあるように思われる状況　それがカオスである。

以上，複雑系の理論と弁証法の全体構造を対比すれば，次のようになる。



2 - 2 複雑系と弁証法　部分の対比

全体の対比をふまえて，次に複雑系の理論と弁証法の部分同士を対比しながら，両者の科学方法論上の位置づけを明らかにしていくことにしよう。しかし，ここで少々横道にそれるが，かつてノーバート・ウィーナーが提唱したサイバネティックスの内容を振り返ることからはじめることにしたい。

「はじめに」で雲について取り上げたときに触れたように，ウィーナーはすでに1948年の時点で²⁾，天体の運動の予測可能性と雲の運動の予測不可能性について明解に区別していた。この二つの運動は，時間に関する可逆性と不可逆性という点において，まったく対極的な運動なのである。

「天文学上の事柄は過去に向かっても将来に向かっても同じように起こる。天体の相互位置を示すための天球儀を右に廻しても左に廻しても，初めの位置と方向とを除いては何のちがいも生じない。最後にこれらすべてのことがニュートンによって一連の公理系と完結した力学とにまとめられたとき，この力学の基本法則は時間変数 t を負に変換しても不変のものとしてあらわされた。そこで，惑星の運動を映画に撮り，その運動状態がよくわかるように高速化してからフィルムを逆にまわしたとしよう。そのとき見られる運動の状態も，やはりニュートン力学に矛盾しない，可能なものなのである。一方，入道雲のなかの渦乱流の映画をとって逆回転すれば，まったく奇妙な

ものに見えるであろう。上昇気流のあるべきところに下降気流が生じ、渦乱流の構造がしだいに粗くなっていったり、雲の変化のあとに来るべき稲妻が先に来たり、そのようなことが数限りなくつづくであろう。」(ウィーナー [1961](1962) 39ページ)

なぜこのような違いが生まれるのだろうか。その理由は、天体の運動を構成する要素である惑星と太陽のあいだの力学的な相互作用に対して、惑星相互間の二次的な相互作用がほとんど無視しうるものだからである。これに対して、雲を構成する要素である水の粒子のあいだにはきわめて複雑な相互作用が働いており、しかもその数が無数であるからにはかならない。

このように、ウィーナーがはやくも1948年の時点で理解していたものは、複雑系の理論家たちが1980年代に取り組もうとした課題そのものであったわけである。そして、その解明の方向もまた、フィードバックを通ずる機械や生物の「自己組織化過程」(ウィーナー [1961](1962)「第2版への序文」xiiiページ)を明らかにするというものであった。まさに、「複雑系のすべてがここにある」と言ってもけっして過言ではない(米沢(1995) 104 - 108ページ、参照)。

さて、このように複雑系理論の先駆者とも言うべきウィーナーが彼のサイバネティクス理論の中心にすえたものが、フィードバックの概念であった。

フィードバックとは、「われわれが、与えられた一つの型通りに或るものに運動を行なわせようとするとき、その運動の原型と、実際に行なわれた運動との差を、また新たな入力として使い、このような制御によってその運動を原型にさらに近づけるということである」(ウィーナー [1961](1962) 8ページ)。なお、このサイバネティクス(Cybernetics)という語は、「舵手」を意味するギリシャ語から作られたものであるという(ウィーナー [1961](1962) 15ページ, [1954](1979) 8ページ)。つまり、目標となる海岸線をにらみながら、そこからのずれに応じて微妙に舵取りを行なう舵手や、そのような機構を組み込まれた自動操舵装置が、フィードバック機構のもっとも端的な例である。

フィードバック機構は、二つのモメント(契機)から構成されている。作用のモメントと反作用のモメントがそれである。言い換えれば、複雑系の世界をとらえるためのもっとも基本的な分析装置である「フィードバック概念」とは、弁証法で言う対立物の統一と相互作用の工学的な表現と考えることもできる。

具体的に考えてみよう。船を構成するもっとも基本的な機構は動力(エンジン)機構である。エンジンの一つ一つの回転運動が、船の推進運動の基本要素となっていることは言うまでもない。船の操舵とは、このようなエンジンの回転運動の一つが抽出されて、直接的な船の推進運動ではなく、その他のすべてのエンジンの回転運動を総括する運動に特化した回転運動である。

もしかすると、動力としてエンジンは使うが、操舵は人間が手で行なっているのではな

いか、という疑問が生ずるかもしれない。しかし、かつては動力そのものも人間力が用いられており、そのような人間力の一つが 船を漕ぐという動作とほぼ同時に操船作業を行っていたのである。そこから推進力だけを機械力に転換したものが、指摘されるような中間形態として残存しているわけである。

さて、操舵運動とは、舵を右へ面舵、左へ取舵と回転させることを要素とする運動である。舵手は、目標となる海岸線をにらみながら、面舵と取舵を適宜組み合わせながら船を最適な航路へ導いていく。この場合舵手の行なう操舵運動は、エネルギーの面からいえば、そのほとんどを機械（エンジン）力に依存している。しかし、コントロールの面からいえば、今日でもなお多くの船で舵手の人間力と技量に全面的に依存しているといえることができる。

舵手の行なう直接的なコントロールの対象は、言うまでもなく舵の回転運動である。しかし、舵手は、そのすべての人間力を舵の操作に費やすわけではない。むしろ舵の操作はほとんど無意識と言ってもよいほどのものであるが、舵手にかけられる負担の大部分は眼球の運動であり、視神経と聴神経をつねに張り詰めている緊張感である。昼間の見晴らしのよい海上であれば、海岸線や他の航行する船の様子から必要な情報を読み取って操舵するであろうし、夜間や霧の中の航行では、互いの霧笛の響きが唯一の情報源かもしれない。しかしいずれにしても、舵手の行なう運動のほとんどすべてが、操舵のためのフィードバック作業に費やされているわけである。言い換えれば、エンジンの回転運動にはじまる船の全運動形態を総括する一般的運動の役割を、舵手は担っている。

船が大型化し乗組員の分業が進展するのに応じて、舵手はほとんど機械的な操舵だけを担い、監視や判断といったフィードバックに特有な作業が船長の機能として特化されていく。また同時に、ルーティン的な操船に関しては、この両者が自動操舵装置によって置き換えられていく。

以上、ウィナーのサイバネティックスの提唱以来、今日ではかなりの程度「常識化」されたとも言えるフィードバック機構を弁証法的にとらえるならば、機械的あるいは人間的な運動を要素にし、その二重の総括運動を実体とするものであることを明らかにしてきた。つまり、そこにみられるものは、要素とそれが織りなす連関性 この両対立物の統一と相互作用なのである。そして、対立物の統一が弁証法のもっとも基本的法則であるように、非線形的フィードバック（ポジティブ・フィードバックとネガティブ・フィードバック）が複雑系の理論の基礎となっている。

プラスの作用がさらにプラスの反作用を呼び起こすのがポジティブ・フィードバック、プラスの作用がマイナスの反作用を呼び起こすのがネガティブ・フィードバックである。したがって、前者は発散運動を、後者は収束運動をもたらすことになる。

普通、フィードバック機構における「相互作用」と聞けば、船の目標物の方角と実際に船が航行している方角とのあいだの相互作用、言い換えれば、真なる値と実際の値との相互作用を思い浮かべる。二つの値の格差を利用して舵手は、面舵をとったり取舵をとったりする。つまり、船がその目標物に接近しようとしているならネガティブ・フィードバックが、それを回避しようとしているならポジティブ・フィードバックが働くことになる。

しかし、これを弁証法の世界に置き換えてみた場合に、「相互作用」の内容はまったく異なったものとして現われた。エンジンを原動機とし、この機械力を伝動機構を通じて細かく分解・結合し、その一つを操舵運動として統括的に独立させ、人間の監視・判断力と適切に結び付けることすなわち、運動と運動、力と力の相互作用が操船機構の実体としての、弁証法的な意味における「相互作用」なのである。この場合、船と目標物との角度は、このような操船機構に外的に与えられた条件＝目的として機能している。

さて、フィードバックが弁証法の対立物の統一の法則の工学的表現だとすれば、いままでしばしば指摘してきたように、「創発」とか「相転移」という概念は、量的変化の質的变化への転化、およびその逆転化の法則を表わすものである³⁾。

要素の量が増大することで要素間の連結がしだいに複雑化し、事物の個別的形態が特殊的形態に転化する。それにともなって、それまで個別要素のなかに潜在的にしか現われてこなかった事物の質的特性が顕在化する。これが「創発」の意味する内容である。

ただし、これは低度の自己組織化にともなう創発である。この特殊的形態がさらに一般的形態に発展することによって、創発する質的特性もまた、高度の自己組織化にともなうそれへと変化する。

この両者の区別は、とくに重要であるように思われる。通常、複雑系の研究者が「創発」という概念を用い、そのことにとりわけ注目するのは、「意識的計画をともなわない秩序の創出」がそこに観察されるからである。たしかに、個別的形態から特殊的形態への移行に際しては、このことはまったく正しい。しかし、特殊的形態から一般的形態へ事物が移行する際には、事物の中に「意識性」、あるいは「意識中枢」そのものが無意識的に創出されることを忘れてはならない。

いや、「無意識的に」というのは誤解を生むかもしれない。なぜなら、社会的事物の場合には、まさに構成員の共同行為として多かれ少なかれ意識的行為をともなって、一般的要素が創出されるからである。だからこれは、より正確には、意識的・無意識的を問わず「必然的に」と言い換えるべきかもしれない。

だから、この「意識的計画をともなわない秩序の創出」に特別の注意が払われているという今日の研究状況には、とりわけ眉に唾して接しなければならない。端的に言って、ここには、いわゆる社会主義諸国の国家としての崩壊以降の思想状況、イデオロ

ギー状況が如実に反映されているからである。

弁証法の三つの基本法則の最後 否定の否定の法則は、複雑系の理論では、「自己組織化」という概念のなかに反映されている。

まず、否定の否定の法則そのものについて。「弁証法」と普通呼ばれているものから神秘的の衣を剥ぎ取ってみれば、否定の否定とは結局、個別的形態から特殊的形態が展開され（第一の否定）、次にこれに引き続いて、特殊的形態から一般的形態が展開されること（第二の否定）を意味している。

特殊的形態は、諸要素の連結した形態だから個別的形態の対立物、すなわちその否定物である。事物のもつ性質を無限の多様性をもって特殊に表現する特殊的（諸）形態に対して、単一の一般的形態は、事物の本質をもっとも一般的・統一的に表現しているという意味において、特殊的形態の対立物、すなわちその否定物である。ただし、二度目の否定であるにもかかわらず、最初の個別的形態に逆戻りしてしまうわけではけっしてない。ただ、たった一つの一般的要素を抽出し、もっとも単純な形態において事物の本質を表現しているという意味において、個別的形態をもその内部に包含していることに留意しなければならない。

このようにみれば、事物が自己組織化するとは、その構成要素が形態を組織・展開することにほかならない。しばしば「秩序から生ずる不安定」と呼ばれる事態は、個別的形態から特殊形態への転化を表わしており、「不安定から生じる秩序」と呼ばれる事態は、特殊的形態から一般的形態の成立を表わしていると理解することができる。

なお、これに関連させて、「アトラクター」という概念をここで補足的に検討しておこう。カウフマンは、これについて次のように述べている。

「複数の軌道が、同じ状態サイクルに落ち込むことがありうる。すなわち、これらの軌道の異なる初期パターン、そのどれからネットワークが発射しても、一連の状態を通過して激しく変化したあと、同じ状態サイクル、すなわち同じ明滅のパターンに落ち着くことがある。力学系の言葉を用いれば、この状態サイクルがアトラクターであり、そこに流れ込む軌道の集合は、『引き込み領域』と呼ばれる。大雑把に言えば、アトラクターを湖、そして引き込み領域をその湖に流れ込む水の領域であると見なすことができる。」（カウフマン（1999）145ページ）

「広大なネットワーク状態空間全体の中で、引き込み領域に入ったすべてのものを吸い込むような、点状のブラックホールがアトラクターだと考えることができる。」（カウフマン（1999）190ページ）

カウフマンは、電球のオンとオフによって構成されるブル式ネットワークと彼が呼ぶ実験装置を用いた実験にもとづいてこの「アトラクター」の概念

を提唱している。したがって、これが自然事象だけでなく社会事象も貫く概念として成立しうるものなのかどうか、さらには、この内部に一般的要素が確立されるものなのかどうか、かならずしも明らかではない。

しかしながら、さまざまな特殊的で不安定な状態サイクルに対して、一般的で安定した状態を表わす「アトラクター」が弁証法の一般的形態に相当するものであると考えることができるのではなからうか。

以上、弁証法の基本的な3法則と対応させながら弁証法と複雑系の理論の構成部分同士を対比してきた。3つの全体的対比と3つの部分的対比でもって、両者の関係は、ほぼ明らかになったと考えられる。そこで最後に、複雑系の理論の中に登場する二つの魅力的な用語「プロモーター」と「リプレッサー」を取り上げながら、弁証法における対応物を探っておくことにしたい。

事物が自己組織化を行なっていく、あるいは諸形態を展開していくにあたって、プロモーターとかリプレッサーとか呼ばれる要素が事物の中に発生してくるという。

たとえば、人間の受精卵は、受精後ほぼ50回の細胞分裂を繰り返してさまざまな種類の細胞へと分化していく。その数は2の50乗個、その各々が種々に枝別れした経路に沿って分化していき、最終的には256個の細胞種を生み出す。これらの細胞が人間の幼児の組織や器官を形成することになる。この個体発生の過程において、遺伝子が遺伝回路を形成しながら、互いに「遺伝子のスイッチをオンにしたり、オフにしたりする」ことが明らかになっている。これにかかわるタンパク質を「プロモーター」とか「リプレッサー」と呼ぶわけである（カウフマン（1999）第5章、参照）。

これを弁証法の世界に置き換えれば、どのようなものとして理解できるだろうか。事物は、まず3つの存在形態を確立したのち、3つの空間的な運動・機能形態を展開する。

もっとも、実際の歴史過程では、存在形態を確立したのちによろやく、「どっこいしょ」とばかりに空間的な運動・機能形態の展開を開始する、といった悠長なことが行なわれるわけではけっしてない。存在形態と空間的運動形態、時間的運動形態の形成・展開は同時並行している。したがって、「3つの存在形態を確立したのち」というのは、あくまでわたしたちの認識のための理論的な抽象であることに注意しておく必要がある。

この際、事物の一般的要素は、その空間的な拡大・確立運動を行なっていくために、要素の中から機能的代理物を抽出し、その機能を代理させていくが、この機能的代理物が果たす二つの対立的機能が、「プロモーター」と「リプレッサー」と呼ばれているものに相当すると考えることができる。

事物は、その発達にともなって空間的に要素を拡大し、またその空間的な展開をより

有効に果たすために、一般的要素に集中された総括機能を特定の個別要素に代理させる。そうすることによって、要素の量的拡大をいっそう促進し、要素間の連結と組織化を体系的に推し進めていくことができる。これが空間的な機能的代理物の内容である。これをポジティブな側面、すなわち、要素の拡大と機能的充実という側面からみれば、「プロモーター」と表現されることになるだろう。

しかし、一般的要素とその機能的代理物の果たす役割は、これに尽きるものではない。事物が事物そのものにとどまるためには、要素の量的発展がある一定の下限値を越えなければならないことはもちろんだが、同時に、ある一定の上限値を越えて要素が量的に発展することを抑制しなければならない。なぜなら、もしその上限を越えてしまえば、事物の本質が変化し、事物が事物であることをやめざるを得なくなるからである。したがって、このようなネガティブな側面、すなわち、要素の量的な拡大を一定値以内に押さえ込むという側面からみれば、この機能的代理物は、「リプレッサー」と表現されることになるわけである。

以上からもうかがえるように、「プロモーター」や「リプレッサー」が事物の内部に形成されるためには、その事物が、社会的事物であれ自然的事物であれ、かなりの程度高度に発達した自己組織化を行ないうるものでなければならない。自然界の例としては、上でカウフマンがあげたような遺伝にかかわるタンパク質がこれに相当するが、社会事象で言えば、たとえば人間組織における中間管理職などが適切な例としてこの概念の理解に役立つのではないかと思う。

むすび

わたしたちはこれまで、現代科学の最先端を行くと自負する複雑系の理論の内容を検討することを通じて、科学の統一的方法論としての弁証法の優位を改めて再確認する作業を行ってきた。ただ、わたしたちの目的は、複雑系の理論がこれまで試み、そしてこれからも試みようとしている純粋に学問的・科学的な研究の成果を否定したり、過少評価したりすることにあるのではない。むしろ、その成果に依拠することによって、複雑系の理論によっていわば再発見され、豊かにされた弁証法の姿を示したかったのである。そこで、本稿をむすぶにあたって、改めて弁証法的方法論の優位性を再整理しておこう。

第一に、弁証法は、唯物論的な要素の考え方にしっかりと基礎づけられている。観念論的思考が繰り返し繰り返し登場し、社会的に反動的な役割を果たしている今日では、このことの意義は、いくら強調してもし過ぎることがない。

第二に、弁証法は、存在形態、空間的・時間的運動形態、生成・発展・転換過程を方法

的に区別しつつ、統合している。したがって、すべての事象を「形態」として、総合的かつ歴史的に把握することを可能にしている。

第三に、弁証法は、無意識的な低度の自己組織化と、とくに人間社会に典型的に観察される意識的な高度の自己組織化とを区別している。しかし同時に、自然界においても、高度に発達した場合には「意識性」や「意識中枢」が発生することを明らかにして、自然現象と社会現象のあいだの相互浸透現象を解く鍵を与えている。

第四に、弁証法は、高度の自己組織化の場合に、空間的には一般的要素やその代理要素が生まれ、時間的再生産のためには暫定要素が生まれることを明らかにして、事物の体系的な構造を解き明かすための分析用具を備えている。

第五に、弁証法は、とくに特殊な形態の諸特徴を示すことによって、複雑性や不確定性のよってきた理由を明らかにし、「複雑なものを複雑なままに取り扱う」といった「悪しき複雑系解釈」の神秘性を否定している。

言うまでもなく、弁証法が諸科学の統一的方法論であると自負するためには、日々生起する具体的な事象からの挑戦をつねに受けて立たなければならない。その意味で、「統一的」とは、あくまで歴史的に過渡的で相対的な意味に理解されなければならない。しかし、「統一的」であることによってはじめ、その方法論は、さまざまな諸科学のあいだの相互類推(アナロジー)を可能にする。本稿を締めくくるにあたって、最後にこのことの意義を検討してみよう。

たとえば、ピンポン玉が互いにぶつかり合う様子から、空気中の分子の衝突を理論化することを試みるのがその例である。また、光と音が互いに似た振る舞いを行なうところから、光の波動説を説いたオランダの物理学者ホイヘンス(Christiaan Huygens, 1629 - 1695)は、光の実験が直接不可能な歴史的制約のもとで、類推を唯一の武器として彼の研究の理論化を試みたと言える。あるいは、1929年のアメリカ証券市場の崩落や1987年のいわゆる「ブラック・マンデー」を、砂山の崩落現象や雪崩をモデルに分析しようとするある種の複雑系の理論家たちの試みは、その最たるものであろう。

では、このような相互類推(アナロジー)が許される理論的根拠とは、いったい何だろうか。あるいは、「勝てば官軍」　ホイヘンスの光の波動説のように、結論が正しければそのためのアナロジーも結果として正しかったのであり、そうでなければ、たんなる発想法の一種にとどまるということだろうか。

わたしたちは、そうは考えない。Aという事象とBという事象が、たとえ社会事象と自然事象にまたがっていても、もし両者のあいだに同じ論理構造が想定されるならば、相互類推(アナロジー)は、十分な根拠をもって主張できると考える。もちろん、このことが直接その主張の真理性を保障するものではないが、少なくとも、「主張しうる」とい

う根拠を与えることにはなると考える。

いままでの例を使えば、個体発生におけるある種のタンパク質がはたすプロモーターやリプレッサーの役割は、企業の中の間管理職の役割になぞらえて考えることができる。あるいは、この中間管理職の役割は、労働力、労働手段、労働対象の3つによって構成される労働過程の中の労働手段になぞらえて考察することも可能なのである。なぜなら、この3つはともに、空間的運動形態における代理要素の果たす機能という点で共通だからである。

また、大衆芸能である漫才のボケとツッコミの関係は、ちょうど自動車のエンジンとハンドルの関係から類推して分析することができる。なぜなら、両者はともに、要素とそれを総括する一般的要素の関係に立っているからである。

わたしたちの日々の研究に際して、まずはその事物そのものの分析を優先し、そこにはらまれる独自の構造と論理を明らかにしなければならないことは、改めて言うまでもない。しかし、その分析の過程で、ある形態がどうしても発見することのできないとき、あるいは、まだ発見されない形態の性質をあらかじめ予想することで、その発見の手掛かりを得たいとき　このような場合に、既知の事物とのあいだの相互類推（アナロジー）は、分析のためのもっとも強力な武器としてわたしたちの研究に大いに寄与してくれる。

科学的研究は、感性的認識、悟性的認識、そして本来の弁証法的認識を意味する理性的認識という3つの段階を踏んで展開されていく（見田 [1972] (1976), 参照）。そして、その個々の過程の中では、従来の単純な演繹や帰納といった論理的操作が繰り返されていく。しかし、このようにいわば「地を這うような」とでも言うべき地道な科学的研究の定石に加えて、自由に空想と想像を働かせ、諸科学の分野を越えた研究者の協力・共同作業に支えられた相互類推（アナロジー）の方法が用いられることによって、諸学問は、よりいっそうの発展の契機を与えられると思われる。

複雑系の理論家のあいだでは、とりわけ相互類推（アナロジー）の方法を用いた発想法が頻繁に活用されているという（吉永（1996）242ページ）。しかし、そのことがほんとうに意味のあるものとして学問的成果を生み出すためには、弁証法的方法論の裏付けを是非とも必要としているのである。それを前提としてはじめて、　複雑系の理論の言葉を用いれば　「諸学問の共進化と自己組織化の可能性」が生まれるのである。

注

- 1) 筆者の理解する弁証法の基本的な諸カテゴリーとその構造については、改めて詳細に論ずるつもりである。順序が後先になってしまうが、ここではその結論だけを示して、議論を前へ進めていくことにしたい。

- 2) 1961年出版の『サイバネティックス』第2版の 部には1948年, 第 部には1961年と記されている。
- 3) カウフマンは, 次のように述べている。「単語や言い回しの中には, 効果的で刺激的なものがある。『創発』もそうした単語の一つであろう。普通, われわれはこの観念を, 『全体は部分の総和以上のものである』という文章で表現する」(カウフマン(1999)51ページ)。なお, 相転移に関しては, 同上, 105 - 108ページを参照せよ。

参考文献

- Brander, James A. and Spencer, Barbara J.
 (1983) 'International R&D rivalry and industrial strategy', *Review of Economic Studies*, no.50, pp.707-722.
- Brander, James A. and Spencer, Barbara J.
 (1985) 'Export subsidies and industrial market share rivalry', *Journal of International Economics*, no.16, pp.83-100.
- カウフマン, スチュアート
 (1999) 『自己組織化と進化の論理』米沢富美子監訳, 日本経済新聞社
- 北村和夫 (1999) 『ブリゴジンの考えてきたこと』岩波書店
- Krugman, Paul (1986) *Strategic Trade Policy and the New International Economics*, Cambridge, Massachusetts: the MIT Press, 高中公男訳 『戦略的通商政策の理論』文眞堂, 1995年
- クルーグマン, ポール (1997) 『自己組織化の経済学 経済秩序はいかに創発するか』北村行伸, 妹尾美起訳, 東洋経済新報社
- クルグマン, P. R., M. オブズフェルド
 (1990) 『国際経済 理論と政策 I 国際貿易』新世社
- 見田石介 [1972](1976)「科学的真理に到達する道筋 経済学の場合」『見田石介著作集』第2巻, 所収
- 西山賢一 (1997) 『複雑系としての経済』日本放送出版協会
- 清水博 (1999) 『生命と場所 創造する生命の原理』N T T出版
- 塩沢由典 (1997) 『複雑さの帰結 複雑系経済学試論』N T T出版
- 塩沢由典 (1998) 『市場の秩序学 反均衡から複雑系へ』ちくま学芸文庫(筑摩書房)
- 塩沢由典 (1998) 「『帰結』批評への応答」大阪市立大学経済学会 『経済学雑誌』第98巻第5・6号, 1998年3月
- 津田一郎, 金子邦彦, 池上高志
 (1996) 『複雑系のカオス的シナリオ』朝倉書店
- 富浦英一 (1995) 『戦略的通商政策の経済学』日本経済新聞社
- ワールドロップ, M. ミッチェル
 (1996) 『複雑系』新潮社
- ウィーナー, ノーバート [1954](1979) 『人間機械論 人間の人間的な利用』第2版, 鎮目恭夫, 池原止戈夫訳, みすず書房

- ウィーナー, ノーバート [1961] (1962) 『サイバネティクス 動物と機械における制御と通信』
第2版, 池原止戈夫他訳, 岩波書店
- 米沢富美子 (1995) 『複雑さを科学する』 岩波書店
- 吉永良正 (1996) 『「複雑系」とは何か』 講談社現代新書

System of Complexity and Dialectics (2)

This paper attempts to place the 'science of complexity' in the right position along the line of dialectical methodology of science. The author examines and criticizes some general concepts of the theory of complexity in comparison with those of dialectics, i.e., individual, particular, and general forms. He further tries to elucidate the nature and significance of 'feedback process', 'emergence', and 'self-organization' by properly associating these concepts with the dialectical laws of interpenetration of opposites, transition from quantitative change to qualitative change, and negation of negation. On top of that, he mentions the corresponding concepts in dialectics to 'promoter' and 'represser' in the theory of complexity. In conclusion, he summarizes his argument for and criticism against the theory in five points.

(ITAKI, Masahiko 本学部教授)