

## 複雑系と弁証法（上）

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

第2節 複雑系と弁証法 (以下、次号)

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

### はじめに<sup>1)</sup>

この原稿を執筆しているのは西暦2000年の春なのだが、窓外のさわやかな風渡る五月の早緑を目にしていると、ほんとうに心が和む。

さわさわと、あるいはざわざわと、渡っていく風の強さに応じて木々の枝が揺れ、葉が揺れていく。枝葉を揺らす一陣の風は、いつも絶え間なく変化している。強さや風向きや容積を変えながら、ときには微風になったり、またときには春の嵐になったりしながら、地表を縫って吹き抜けていく。こんな風と木々とのあいだに営まれる春の戯れは、いつまで見続けてもけっして見飽きるということがない。不思議なものである。

不思議と言えば、海に砕ける波の様子もまた、けっして見飽きることはない。

ぐぐぐっとせり上がった海面が、やがていくつもの白い波濤となってしぶきを立てて砕け散り、踏めばさくさくと音を立てそうな砂浜に一筋すうっと染み透っては消えていく。いつも同じ波のようでありながら、「ああ、またか」と思わせるところがない。いや実際、

もし厳密に観察すれば、一つ一つの波濤はそのときどきによって微妙に異なっているのだろう。一度として同じパターンが繰り返されることがない。わたしたちが自然の営みを眺めながら、いつもけっして見飽きることがなく、それどころかますます慰められていくような思いを深めるのは、このような事情から来ているのかもしれない。

雲もまたそうである。

いつかしたら、どこかから湧き上がってきた小さな雲の子供たちは、互いにくっつき合い、離れ合いながら次第に膨張し、やがて身をよじりながら空一杯に渦巻く雲海となり、そしてついには文字通り雲散霧消していく。現在のような高度に気象学の発達した時代でもなお天気予報がさっぱり当てにならないのは、きっとこんな雲の気まぐれのせいには違いない。空全体を大きく眺めても、一所にとどまる千切れ雲にじっと目を凝らしても、雲の姿形の複雑さとその変化の鮮やかさには、いつも驚かされる。そんな雲の自由奔放さは、小さな子供たちが興ずる遊びにもどこか似ている<sup>2)</sup>。

このような風にそよぐ木々、そして波や雲といった自然界の運動は、今日、「複雑系」と呼ばれる科学の新しい分野で盛んに研究されているテーマである。1980年代後半以降<sup>3)</sup>さまざまな分野で注目を集めているこの「複雑系」と呼ばれる世界<sup>4)</sup>は、大きく三つの局面に分けてとらえることができる。まず、この点をこれからの議論の出発点として十分に理解しておくために、タバコの煙を例えに用いながら説明を加えておくことにしよう(吉永(1996)27-28ページ参照)。

無風状態の中で灰皿に置かれたタバコの煙は、まずタバコの先端から一筋まっすぐに立ち上っていく。ところが、ある一定の高さまで達すると、今度は急にフニャフニャと揺らぎをはじめ、名状しがたいような不思議な幾何学模様を描きながら徐々に拡散をはじめめる。そしてさらに高度を増すと、煙はもはや形を失い、無限の大気の中に拡散して消え去ってってしまう。

第一の局面は、あたかも水道管の真ん中を同じ速度で流れている水と同じ具合に、古典的な流体力学という物理学を用いて記述できるという。また、タバコの煙の微粒子が大気の中へ拡散していってしまう第三の局面は、確率論的な統計力学によって記述できるという。ところが問題は、この二つに挟まれた第二の局面である。この局面では、煙の微粒子と空気の分子が複雑な相互作用を行なっているために、微粒子がいったいどのような軌跡を描き、それがどのように変化していくのかについて、従来の物理学では記述することができなかった。

単純な物理の法則によって微粒子の運動が決定論的に確定される第一の局面と、微粒子がまったくのたらいまわし運動を行ない、それゆえに確率的にしか運動をとらえることのできない第三の局面が連続しているということも不思議である。しかし、それ以

上に不思議なことは、この両局面のあいだに、単純でもなければたらめでもなく、決定論的でもなければ確率論的でもない世界が存在し、両者をつないでいるという事実である。しかもこの局面は、たんに第一、第三局面と異なっているというだけでなく、単純で決定論的な第一の局面から生まれ、でたらめで確率論的な第三の局面へと連続して展開していくものなのである。

微粒子の運動は、流体力学の世界ではごく単純に決定することができるし、統計力学の世界でも確率的に把握することができる。これに対して第二の局面では、微粒子と空気があまりに複雑な相互作用を行なっているために、ごくわずかの初期条件の違い　たとえば、最初のタバコの位置や、気温、湿度のわずかの違い　によって、そこに浮かび上がってくる幾何学模様は千変万化し、まったく予想することすらできないという。

第一の局面を秩序だった世界という意味でコスモスと呼ぶとすれば、第三の局面は混沌という意味のカオスである。そして、この両者に挟まれた世界が、秩序でも混沌でもなく、微粒子が次第に散逸していきながらもそこに独自の構造と法則性を生み出すという意味で、「カオスの縁」と呼ばれる世界である。複雑系とは、コスモス、カオスの縁、カオスという連続した三つの局面から構成される世界である。

最初、物理学や生物の世界で注目を集めはじめた「複雑系の科学」が、いまや経済学を含む社会科学全般にまでその応用分野を広げつつある<sup>5)</sup>。そこでは、「自己組織化」「散逸構造」「創発」といったこれまでの科学にない新しい概念が共通して用いられている。いまや「複雑系」という考え方は、自然科学の先端領域で発見された新現象を表わす新奇な概念というにとどまらず、科学の一般的な方法論的視角の地位を求めて世界中で自己増殖をはじめていると言えるだろう。

わたしたちがここで行ないたいことは、一言で言えば、この「複雑系の科学」に方法論上の位置付けを与えることである。あるいは、そこで用いられている諸概念を弁証法の諸概念と対比し、その意味と意義を明らかにすることと言い換えることもできる。そうすることで、20世紀末の複雑系の理論によって弁証法がいわば「再発見」され、現代諸科学の豊かな研究成果を付与されつつ、その科学方法論としての一般性と真理性をますます明らかにしている状況を示していきたい。

## 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

三つの局面をとって展開する複雑系の内容をさらに具体的に表象に思い浮かべるために、ここ

であらためてホテル火災の際の泊まり客のパニック行動の例を引いてみることにしよう（清水（1999）34 - 35ページ，参照）。

二つの非常階段をもつホテルで火災が発生したことが泊まり客にアナウンスされたとしてみよう。火災が実際小規模で、ホテル従業員のアナウンスも落ち着いたものであるならば、宿泊客はかなりの程度冷静に、自己の判断にしたがって自分に都合がよいと考える非常階段を伝って階下へ避難していくだろう。

各人に心理的なストレスはあるものの、そのレベルはあくまで低く、彼らを群集心理に追い込むほどではない。したがって、宿泊客総体としての一つの系（＝システム）はきわめて安定的で、その要素である一人一人の宿泊客の避難運動は統一性を維持している。つまり、若干の混乱はあっても、人々は二つの階段から秩序を乱すことなく定期的にホテルの外へと避難していくわけである。

しかし、事態の緊急性が増すと、宿泊客は、火災の全体状況を冷静につかみ、ゆっくりと判断を行なうだけの心の余裕を失っていくことになる。夜間の大規模火災の場合がそうであろうし、従業員の館内アナウンスがまったく行なわれなかったり、もし行なわれたとしても落ち着いたトーンと的確な情報を欠いている場合などがそうだろう。このような場合には、秩序とも異なり、無秩序とも異なる独特のパターンをもった人々の集団行動が発生することになる。

宿泊客は、その場その時々局所的な情報と自己の瞬間的な判断にしたがって、まわりの人が動く方向へ自分も動いていこうとする。そして、人々は先を争って階段に殺到するが、多くの人が同じ方向に向かうために階段が一杯になってふさがれてしまい、階下へ降りることができない。すると今度は、人々は別の階段へ先を争って向かっていく。このような群集心理と行動の繰り返しによって、出口では二つの階段から人々がほぼ交互に吐き出されていく。リズム振動、あるいはリミット・サイクルと呼ばれるものの発生である。事態の緊迫性がさらに増し、宿泊客の不安がいっそうかき立てられるにしたがって、リミット・サイクルの周期は短くなるとともに、その振動もしだいに複雑になっていき、わずかな条件の違いによってその具体的なパターンは大きく異なるものとなる。

では、人々がさらに不安にかき立てられると、事態はどのようになるだろうか。この先に出現するのがカオスである。

たとえば、大火災の結果ホテル内の電気系統がショート・サーキットから停電を引き起こしてしまったような場合がこれにあたる。人々は、たとえ刹那的にしる事態を判断する能力をまったく失ってしまう。彼らの形相はどれもこれも恐怖に引きつり、心理状態はほとんど狂気に近い異常事態である。なにがなんでも、とにかく人よりも早

く出口に到達しようとして雪崩を打って非常階段に殺到する。一方の階段がふさがれれば他方に向かうといった行動パターンさえ形成することができない。この結果、人々は二つの階段から間欠的に固まって降りてくるものの、その行動は混乱の極みとなって、いつどれだけ的人数がどのように降りてくるかは確率的にしか予想できなくなる<sup>6)</sup>。

三つの局面の連続的展開によって特徴づけられる複雑系は、人間のまったく関与しない純粋に自然的な現象においてだけ発生するわけではけっしてない。このホテル火災の状況によく表わされているように、火災現場からの避難という人間の社会行動においても、複雑系は十分に発生しうるわけである。そしてその場合、最初のコモスの局面と最後のカオスの局面は、具体的状況が天と地ほども異なっているにもかかわらず、人間の行動パターンが決定論的にか確率論的にか、とにかく予測可能であるという点で共通している。しかし、純粋に自然的な現象の場合と同様に、運動パターンがまったく予想を越えて展開していくのが、両者に挟まれたカオスの縁の状況である。

ここでは、たとえば二つの非常階段のあいだの距離や形状のわずかな違い、泊まり客の男女構成や年齢構成のわずかな違い、火災発生時のホテル内の照明具合のわずかな違い、等々に応じて、そこに発生するリズム振動はまったく異なったものになる。このことをあらかじめ予想することはまったく不可能である。にもかかわらず、そこにリミットサイクルという振動運動が形成されることだけは、ほぼ間違いなく確かなのである。複雑系の科学と呼ばれるものが注目されるようになったのは、このカオスの縁における特殊な運動パターンや性質の「創発」、あるいは「自己組織化」に科学者の関心が寄せられるようになったからにほかならない。カオスの縁においては、まさにわたしたちの予想を越えた「思いがけないことが起こる」系が自ら生成するわけである。

では、複雑系の研究の中でこれまで明らかにされてきた「創発」現象、「自己組織化」現象のなかから、いくつかの特徴的な事例を挙げていくことにしよう。

わたしたちにとってもっとも身近な存在で、この「創発」という現象をうまく表わしているのが水である(ワールドロップ(1996)104ページ)。

一個の水分子そのものは、少しも複雑な存在ではない。大きな酸素原子1個に小さな水素原子2個が結合したごく単純な構造をしている。この分子の振る舞いは、原子物理学の式に支配されている。しかし、そのような水分子を何兆個も一緒にすると、突然ゴボゴボ、バシャバシャと揺れ動く物質になる。つまり、その何兆個という分子全体が、一つ一つの水分子にはない液状という性質を「創発」したわけである。

ところが、この液状の水を徐々に冷却していくと、摂氏0度で突然それらの水分子は液状運動を停止し、氷という結晶配列を獲得する。また逆に、同じ液状の水の温度を徐々に

高めていき摂氏100度にまでもっていくと、今度はそれまで粘着的な性質をもっていた水分子が突然、大量現象としてばらばらとなって水蒸気へと相転移する。言うまでもなく、氷も水も水蒸気も、一つ一つの分子には何の変化も起こってはいない。

次に、それまで固定していた古い技術システムが、新たなシステムの登場によってある局面で急激に入れ替わっていく様を見てみよう。技術的な「カオスの縁」における自己組織化の例である（ワールドロップ（1996）154ページ）。

たとえば、自動車のような新技術が登場すると、最初は徐々に、しかしある時点から急激に、それまでの馬という古い技術に取って替わっていった。そしてまず、馬とともに鍛冶屋が、ポニー速達便が、水呑場が、納屋が、さらには馬の手入れをする人間が消えていった。馬に依存していた技術のネットワーク全体が突然崩壊した。しかし今度は逆に、自動車とともに舗装道路やガソリンスタンドが、そしてファーストフード・レストラン、モーター、交通裁判所、交通警察、交通信号などが登場してきた。物とサービスの新しいネットワークが成長を開始し、崩壊する古いネットワークに置き替わっていった。

しかしここで、もし最初に与えられた技術の初期条件が若干異なっていたら、いったいどれほど異なった結論が導かれたかを想像してみることは、確かに有益なことかもしれない。半導体技術についてこのような「思考実験」を行なった者がポール・クルーグマンである。

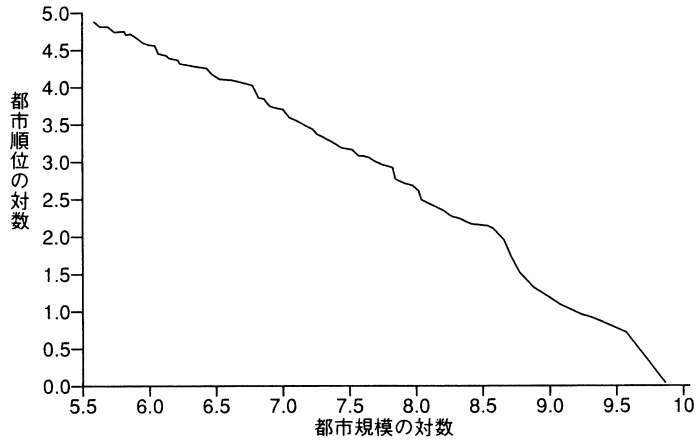
「初期値によってさまざまな結果が生まれる可能性があるということである。もし現実の歴史が若干異なっていたら、シリコンバレーは、ロサンゼルスや、マサチューセッツや、あるいはオックスフォードにできていたかもしれないのである。」（クルーグマン（1997）60ページ）

このような「若干の歴史的条件の違い」を政策的に左右することによって、いわゆる「経済的厚生」を高めたり、他国を押し退けて先端技術産業を確立することを政策的含意として今日広く喧伝されているものが、「戦略的通商政策」である。技術的な収穫逓増産業に政府の補助金や租税優遇策を講ずることによって、まさに未来のシリコンバレーをカリフォルニアではなくオックスフォードや東京に立地させようとする政策がその内容である<sup>7)</sup>。

次に、「都市のミステリー」とクルーグマンが呼ぶ現象を見てみることにしよう。これは、一国の都市の規模とその国内順位のあいだの経験則「ジップ法則（Zipf's law）」に関するものである（クルーグマン（1997）第3章）。

下のグラフのように、横軸に都市規模の対数をとると、縦軸にその国の都市規模の対数をとると、傾きがほぼマイナス1のほとんど直線の右下がりグラフが得られる。つまり、このグラフの意味するところは、都市人口規模はその都市の規模

図 1



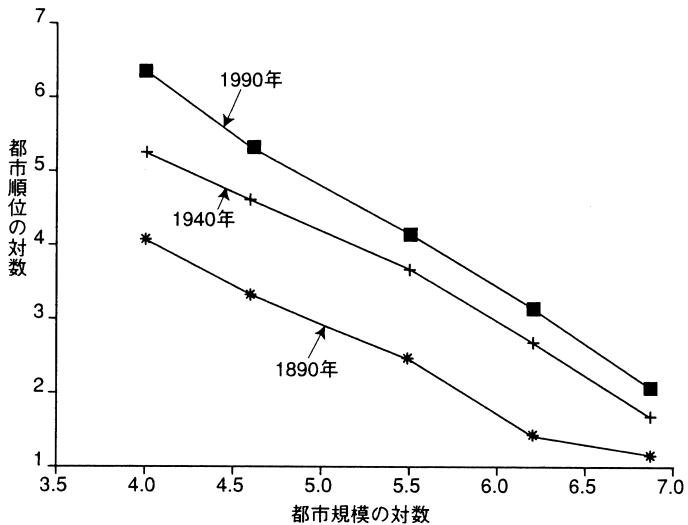
（出所）クルーグマン（1997）64ページ

別順位にほぼ正確に反比例するというものである。具体的に言えば、全国で二番目に大きな都市は、一番大きな都市の約半分の人口を擁し、三番目に大きな都市は同様に三分の一の人口を擁することになる。

ただし、規模別順位が1位とか2位とかいった大都市の場合にはこの法則はあまりよくあてはまらない。たとえば、ロサンゼルスは、ニューヨークの人口の半分を大きく上回っている。しかし、下位の都市に関するかぎり、驚くほどぴったりとあてはまっている。

このような正確な反比例関係が生ずる理由は、実際のところまだ明らかになってはいない

図 2



（出所）クルーグマン（1997）65ページ

が、この規則性 あるいは「法則」 のさらにミステリアスなところは、次のグラフに示されるように、これがアメリカの歴史上ほぼ100年にわたって妥当しているように思われる点である。

ジップ法則の不思議な規則性は、都市規模に限らず、さまざまな分野で観察されている。たとえば、ある直径を越える隕石が地球に衝突する確率、地震の規模と頻度のあいだの関係、一定規模以上の雪崩が発生する確率などはみなそうである（クルーグマン（1997）69ページ）。

最後に、液体の対流現象について考察し、非平衡系熱力学の世界で「散逸構造」と呼ばれている事態を観察することにしよう（北原（1999）90 - 95ページ）。ここでは簡単な例として、液体が下から熱を加えられて温められている状態を想定する。

液体の下は高温、上は低温だから、下側から上側へ向かって徐々に熱が伝わる熱伝導と呼ばれる現象が生ずる。熱を加えるのをやめると、熱伝導の結果、全体として様な温度となって、再び熱平衡状態が回復される。つまり、エントロピーが極大となるわけである。

エントロピー（entropy）とは、1865年にクラウジウスによって新たに導入された概念で、次のように定義される。ある系が受け取る微小な熱量を  $dQ$ 、絶対温度を  $T$  とすると、系のエントロピーの変化  $dS$  は、 $dS=dQ/T$  と定義される。したがって、熱量として可逆的な変化であればエントロピー一定、不可逆的な変化であればエントロピーはかならず増大する（熱力学第二法則）。今日では、この概念が情報理論、環境問題等、さまざまな分野に応用されているが、もっとも簡単に言えば、系の「でたらめさ」「乱雑さ」「無秩序さ」ととらえることができる（米沢（1995）26 - 29ページ）。

しかし、液体の下部から熱を加え続けると、新たな事態が生ずることになる。熱伝導よりもっと効率よく熱を輸送するために、温められた液体が膨張して軽くなり、浮力によって上昇しようとする。浮力が十分でないと、上昇しようとしても液体の粘性によって上昇が抑えられる。しかし、温度差がしだいに大きくなると、熱伝導だけでは下からの温度上昇を抑えきれなくなり、ついに浮力が粘性に打ち勝って温められた液体が下方から上方へ、冷たい液体が上方から下方へ動きだす。これが対流発生仕組みである。

このように、熱を加えることによって非平衡条件を強めると、系は新しい状態に相轉移し、対流という一定の秩序をもったパターンが形成される。この新しい状態は、最初の平衡状態、そのすぐ後の熱伝導状態、そして最後に到達する熱平衡状態とはまったく異なった状態を示している。つまり、液体の対流がもつ運動エネルギーがその粘性を媒介として熱エネルギーとして散逸し、エントロピーを増大させていく過程において、ある種の構造が生成・維持されていくわけである。これが I・プリゴジンによって「散逸構造」と名付けられた事態である。



水の相転移, 技術転換, 都市の人口成長, 隕石・地震・雪崩, 液体の対流現象 さまざまな事例を列挙してきたが, ここから共通して観察されることは, 要素, あるいは要素のもつエネルギーが一定以上に量的に増大すると, そこにある種の規則性が発生するということである。そのことを研究者たちが創発 (emergence) とか自己組織化 (self-organization), あるいは散逸構造 (dissipative structure) と命名していることは, すでに何度も触れてきた。

ここでもっとも特徴的なことは, 規則性の発生にあたって, 事前にお膳立てされた意識的計画といったものがいっさい存在しないという点である。事象や事物を構成する要素が, いわばランダムに運動・成長するという, まさにそのことのみから秩序が生み出されていく。そうやって形成された秩序が, 要素そのものからみるとまったく「思いもかけない」ものであるという新鮮な驚きを表現すれば「創発」ということになる。また, 無秩序からの秩序の発生という「弁証法的」プロセスに注目すれば「自己組織化」という言葉が用いられることになる。

このような創発と自己組織化の過程は, エンゲルスが『自然の弁証法』のなかで述べた「量的変化の質的变化への転化」そのものであるということが出来る。

要素の量的規模がある限界内にとどまっている場合には, じっと鳴りを潜めていた規則性が, 一定の閾値 (下限値) を突破することで一気に現われ出る。まさに「思いもかけないもの」として新鮮な驚きをともなって顕在化する。しかし, さらに量的規模が増大してある一定の閾値 (上限値) を突破することで, 今度はこの規則性が崩壊してカオスに突入することになるわけである。

## 1 - 2 要素還元主義と複雑系

すでに「はじめに」でも触れたように, 今日では力学, 生物学, 経済学など現代科学の諸分野で, 複雑系の考え方を使った研究が広範に進められつつある。これまでわたしたちは, この複雑系と呼ばれる事態が三つの局面によって構成されていること, そしてその二つ目のカオスの縁と呼ばれる局面において, 系のもっとも注目すべき特徴である創発・自己組織化・散逸構造といった現象が生ずることを, いくつかの研究例を取り上げながら論じてきた。

第1節を締めくくるにあたって, 複雑系の科学が, これら個々の科学を越えた科学方法論そのものに対してどのような問題を投げかけているのかということについて考察しておこう。

まず, 複雑系の科学がとらえようとした対象はいったい何だったのだろうか。これを一言で言うならば, 単純で静態的な秩序 (コスモス) でもなく, まったくでたらめな混沌 (カオス) でもなく, 両者の境界線上に現われる複雑で動態的・暫定的な秩序である。これは, 決定論的世界と確率論的世界という両極端の現象だけを扱ってきたこれまでの諸科学の方

法論ではとらえきれない対象であった。そのことの反省のなかから、「複雑なものを複雑なものとして取り扱う」という、ある種のスローガンも生まれてきたわけである。

事物を「複雑なものそのものとして取り扱う」という立場は、言い換えれば、これまで近代諸科学を貫く大前提となってきた要素還元主義への懐疑を表明するものである。

今日まで数世紀にわたって、物理学者をはじめとした多くの自然科学者は、複雑な自然現象を単純な要素や過程に分解し、その組み合わせで全体を理解するという「要素還元主義」の方法を採用してきた。より少ない仮定、より少ない変数やパラメーター、より少ない方程式で表現される理論がより一般性の高い優れた理論であるという見方がそれである。ここから、究極的には「素粒子がわかればすべての自然現象がわかる」とか「DNAがわかればすべての生物現象がわかる」といったような、「要素とそのあいだの相互関係」への還元主義的な自然観が生まれることになる（津田他（1996）2 - 3ページ）。

しかし、問われるべきは、はたして「要素還元主義」なのだろうか。分析の対象たる事物を要素とその相互関係に還元せずに、「複雑なものを複雑なものとして取り扱う」といったことが、はたして科学的分析方法として成り立ちうるのだろうか。わたしたちは、改めてこう問い返さざるを得ないのである。

「要素還元主義」とまったく対蹠的な立場が「全体論 holism」と呼ばれる考え方である。全体論を文字通り一言で要約すれば、「全体は部分の算術的総和以上のものである」ということになるだろう。社会科学の分野でも、社会有機体論とか社会システム論といった分析視角・方法の底流に流れているものがそれである。伝統的に、方法論的個人主義と方法論的全体論の二つが社会科学の重要な対立軸をなしてきた。しかし、その発想の出発点は何よりも生物学であり、生物体という複雑きわまる分析対象は、とても要素や部分に還元して理解し尽くされるものではなく、どうしても全体そのものの独自性を認めざるを得ないという強い自然体験に根ざしたものであると考えられる。わたしたちがもし、複雑系の理論をどちらか一方に分類しなさい、と言われたら、この全体論の系譜に連なる理論潮流であると答えることになるだろう。

確かに、悪しき「要素還元主義」の弊害には、目に余るものがある。とりわけ、唯物論の立場を徹頭徹尾貫き、厳密な実体分析を行なった結果としての要素還元ではなく、観念論と深く結び付きながら、安易に自然科学の分析概念を借用したような社会科学にこの弊害が典型的に見られる。

現代の主流派経済学が深い混迷に陥っている理由は、たんに数学を利用したいがために無理な単純化を行ったり、物理学の力学的均衡論を援用するために「要素還元主義」を利用しているためである（塩沢（1997）（1998））。実体を確定することのできない観念的な「効用」を基本要素とし、この連関を「均衡」という、本来経済社会に成立することのな

い概念を物理学から借用することによって成立しているのが現代主流派経済学である。複雑きわまる現代社会の経済的側面を実証的にどこまでも抽象していった結果として根源的な要素を抽出し、そこから再び上向して理論的総合化を行なうのとは、まったく正反対的分析態度と言わざるをえない。これはまさに、悪しき「要素還元主義」の代表格と言うことができる<sup>8)</sup>。

しかし、このことは決して、わたしたちが事物の分析に際して複雑なものを複雑なままに留め置いてよいということの意味しているわけではない。

事実、いままでわたしたちが取り上げてきた複雑系にかかわるさまざまな例 風・波・雲の運動、タバコの煙、人間のパニック行動、水の相転移、技術転換、都市の人口成長、隕石・地震・雪崩、液体の対流現象 は、それぞれ固有の要素をもって構成されている。そして、それ自体としてはどうということのない要素が互いに連結されることによって、関係性、あるいは連関性と呼ばれるもう一つのモメントが発生する。この連関性こそが、いままで観察してきたさまざまな「複雑きわまる諸現象」の根源である。

したがって、要素と連関性 事物の唯物論的分析にもとづくこの両者への還元こそ、科学が科学であるかぎり決して手放してはならない基本的な方法論なのである。

気体や水の一つ一つ分子、泊まり客という資格における一人一人の人間、都市住民という資格における一人一人の人間、馬車を作る生産手段と自動車を作る生産手段の一組一組 このような要素の徹底的な分析と、そこから明らかにされる諸要素の連結の必然性、そして連結によって生まれる思いもかけない現象の数々。これら諸現象を、存在形態と機能形態と発展形態に選り分けていく厳密な分類作業。このような要素を出発点とする地道な作業の積み重ねが、科学の内容である。「複雑なものを複雑なままに取り扱う」ことのできる王道は、やはり科学には許されていないと言わざるをえない。

したがって、複雑系の理論が提起している真の方法論上の問題は、事物を要素にまで還元することの否定なのではなく、最小単位の物質的基礎(=要素)にまで事物を還元したうえで、これをいかに連結し、総合し、複雑な事物の全体像を明らかにするか、という点に求められなければならない。よく知られている弁証法の用語を用いれば、下向法が問題なのではなく、要素の本質への下向をふまえて、いかに現実的諸現象に上向するかが問われているのである<sup>9)</sup>。そして、この上向に際して鍵を握っているのが、「量的変化の質的变化への転化」という周知の弁証法の命題である。

この意味で、諸要素の自己組織化、連関性の創発、そこに生まれる散逸構造としての事物の存在形態を解明しようとする複雑系の理論は、その課題において、唯物弁証法の目指すものと完全に一致している。そしてまた、いかに堅固に存在する事物であっても、小さな量的変化をつねに繰り返しており、いつかは質的・根本的变化を被らざるを得ないと予言する点において、

弁証法と同じ批判性と革命性を帯びた方法的視角なのである。

たしかに、複雑系の研究者たちが弁証法という「苔むした19世紀哲学」にあえて言及する機会は、ほとんどまったくと言っていいほどない。しかし、ここに理論的源流を求めることが、次に検討するように、複雑系理論そのものの今後の発展にとって、決定的とも言ってよいほどの重要性をもっているように思われる。

(以下、次号)

## 注

- 1) 本稿では、筆者としてははじめて、「分析的分かち書き」という表記法を用いることにしたい。その詳細についてはいずれ詳しく説明する機会があると思うが、「2マス落とし」「4マス落とし」等々を原則とするこの新しい表記法の意図するところは、以下、一目瞭然であると思われる。このような新しい試みに対して、読者のご理解をお願いしたい。
- 2) 「天文学は最も古い科学であるが、気象学はようやく最近科学の名に値するものとなってきたばかりである。天文学上によく知られている現象は何世紀にもわたって予報できるが、明日の天気を正確に予報することは一般にやさしいことではなく、いろいろな点で非常に未熟なものである。」(ウィーナー [1961] (1962) 37ページ)
- 3) 「複雑系」の研究で一躍有名になったサンタフェ研究所が設立されたのが1986年。また、この言葉一般読者の耳に届かせるのに大いに貢献したミッチェル・ワールドロップの著書がアメリカで出版されたのが1992年。また、京都大学基礎物理学研究所で「第1回複雑系研究会」が開催されたのが1992年夏のことであった(米沢(1995)7ページ)。
- 4) 系(system)とは、物理学や化学の分野で用いられる概念で、一定の相互作用や相互関連をもつ物体の集合を指している。
- 5) 経済学の立場から「複雑系」をはじめて取り上げ、この言葉を書名に含む日本で最初の本となったものが、塩沢(1990)である(塩沢(1998)「解説『市場の秩序学』その後」383ページ、参照)。
- 6) 清水(1999)では4つの局面に分けてホテル火災の状況が描かれているが、ここではこれを上記の3局面に整理して取り上げている。
- 7) その最初の文献は、Brander and Spencer(1983)および(1985)である。なお、このような国際経済関係に緊張をもたらすナショナリスティックな「戦略的通商政策」を中心となって唱道しているポール・クルーグマンの主張に関しては、Krugman(1986)、クルグマン、オブズフェルド(1990)第11章を参照。また、日本人研究者のものとしては、富浦(1995)を参照。
- 8) なお、複雑系をめぐるシンポジウムと、それをふまえて塩沢自身の応答に関しては、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、を参照。
- 9) 「要素への還元それ自体は批難されるべきことではない。真に求められているのは、蒙昧で神秘的な全体論などでは断じてなく、『非線形還元論の図式』とも呼ぶべき、要素的過程から全体的特性を導出するための新しい論理形式の構築なのである。」(吉永(1996)239ページ)

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.  
 (1985) '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』文真堂, 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』NTT出版
- 塩沢由典 (1997) 『複雑さの帰結 複雑系経済学試論』NTT出版  
 (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)  
 (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) 『複雑系のカオスのシナリオ』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  
 [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 diclectics

Since the 1980s 'science of complexity' has been attracting attentions of not only natural but also social scientists. Its researchers adopt new concepts, such as 'self-organization', 'dissipative structure', and 'emergence' to explain some phenomena which, they believe, have not been able to be successfully elucidated by the present established sciences . It seems to seek the position of a new general methodology of science.

This paper attempts to place the 'science of complexity' in the right position along the line of dialectical methodology of science. The author asserts in the first section of his paper that an important issue presented by the theory of complexity is not the denial of reduction of a thing into its fundamental elements, in the name of reductionism, but the problem of how to combine again the elements into the thing and explain the emerging complexity in the combining process.

( Masahiko Itaki , 本学部教授 )