

複雑系と社会

吉 野 貴 好

Complex System and Society

Kiyoshi YOSHINO

要旨

われわれの世界は、個人が単独で社会を形成しているのではなく、他者との相互主観的關係において構成されている。つまり、自己が変わることにより、他者が変わり、他者が変わると自己も変わるという自他の關係性というありかたのうちに、われわれの自己は社会において自己同一性を保持している。

自己(他者)の行為により他者(自己)關係が変化するというのは、關係(場)そのものが変化するということでもある。個人と關係とは相互依存的である。すると場と個人との間にはズレ(ゆらぎ)が生じ、このゆらぎを修復するための行為により、社会が変動することになる。したがって、社会は、単に静止しているのではなく、常に運動している、即ち、秩序から混沌へ、混沌から秩序へと変動しているのである。このような生成変化する社会、かつまた多様で、相対化する社会を納得できる形でわれわれの前に提示してくれる科学思想が、複雑系の科学である。

そこで、古典科学の思想を吟味し、その克服である非線形の科学を提出する「エントロピーの法則」から始め、「一般システム理論」「自己組織化理論」「オートポエティック理論」等々を考察し、閉鎖系でありながらかつ開放系でもある社会システムとの關係を究明する。さらに、これらの科学思想が、構成要素間での相互作用が秩序の生成に関わることに着目した理論であるのに対し、複雑系の科学にはもうひとつ同じ現象が秩序の崩壊に関わることに着目した理論がある。それがカオス理論であることを指摘し、「カオスの縁」、「創発」等々を考察し、社会が複雑系であることを立証する。

(キーワード：社会、他者、複雑系、秩序、混沌)

吉野 貴好

Summary

The purpose of this paper is to demonstrate that society is a complex system, as outlined below.

Society is not formed on the basis of the individuals independently, but of intersubjective relationships with others. The self will retain self-identity in society through its relationship with others. In short, when one acts, the other person reacts accordingly. Hereat the relationship itself, or sense of place, also changes. Then, a gap or fluctuation will arise between place and individual. Society will be altered as a result of attempts to rectify this fluctuation. Therefore, society does not remain stationary, but is in motion at every moment. It is complex system science that offers us insights into aspects of society that is generative and changes multifariously.

Therefore, I first examine thought in classic sciences, and go on to investigate the law of entropy, general system theory, self-organization theory, and autopoietic theory, which are related to the view that the interworking between constituent elements is closely linked to generation of order. Finally, I take up chaology that addresses the breakdown of order, and arrive at the conclusion that society is a complex system.

(Keyword: society, others, complex system, order, chaos)

I 相対化の時代

(1) 普遍と相対

ソクラテス (Sokrates 470・399B.C.) 以前の哲学者であるエレア学派の祖パルメニデス (Parmenides 544・501B.C.) は、「有るものは有り、無いものはない」と考え、現象の背後に真の存在者である「一者」を措定した。彼は変化や運動を否定し、真の存在者は不生・不滅であると考えた。パルメニデスは世界の多様性や運動を否定したわけである。これに対し、ほぼ同時代のヘラクレイトス (Herakleitos c.540・? B.C.) は「万物は流転する (パンタ・レイ)」というこれまた著名な言葉を残した。彼は、万物は生成し、変化すると考えたのである。世界の原理は運動であり、全てが変化するという主張である。彼は「君は、同じ川に2度入ることはできない」という比喩を使っている。つまり、人が2度目に入る川は既に川も自分も変わってしまっているために、同じ川に入ることはできないからである。鴨長明 (1155・1216) は『方丈記』冒頭で諸行無常を表現するのに「ゆく河の流れは絶えずして、しかももとの水にあらず」と述べているが、ヘラクレイトスの比喩を連想させる。しかし、ヘラクレイトスは、諸行無常を訴えたわけではなく、万物は対

立（作用と反作用或いは刺激と反応）することによって生成変化すると訴えたのである。但し、彼は一切が無秩序に生成変化するのではなく、全体としては調和や統一を保つと考えた。彼は、万物流転において対立物同士の闘争とその闘争を通して生まれる調和と統一を考えたとである。この調和や統一は神（ロゴス）によって保たれる。万物はロゴスにしたがって生成変化するのである。つまり、論理的には、一切は変化するが、変化するとは変化しないものがあるのはじめて変化することになる。その変化しないものがロゴスである。ヘラクレイトスのいうロゴスは普遍を前提しているのである。パルメニデスとヘラクレイトスは、それぞれ古くて新しい問題である「普遍」と「相対」をその思想の根底に置いている。人類の思想の変遷は相互の包摂の試みも含めて、普遍と相対の葛藤の歴史である。表現を変えれば、両者はコインの裏表の関係にあるパートナーといえるかもしれないし、振り子の両極にあるといえるかもしれない。現代は振り子が相対へ極度に振れた時代であろう。

(2) 多様性の時代

ところで、現代は多様性 (diversity) の時代と言われている。この意味で、現代はヘラクレイトスの思想が前面に押し出された時代といえるだろう。「自然を強要して自分の問いに答えさせる」というカント (I.Kant 1724-1804) の言葉に端的に言い表されているように、近代になって人間は自らの生活の快適さや効率性、生産性の向上を求め自然を破壊し、侵食し続けてきた。その結果、遺伝子、種、生態系の3つのレベルで生物の多様性の危機がもたらされた。当然その反省として現代では生物の多様性を保護・保全しようという運動が地球規模で生じている。多種多様な生物は、各自独立して生存しているわけではなく、生物同士が相互作用を行いながら存続している。近代の人間中心主義がこの相互依存関係を断ち切り、現代の環境の危機をもたらした。われわれは、自然と切り離されたありかたでは、即ち、自然との相互連関なしには社会を形成し得ないことを学んだのである。また、こうした自然の特徴である多様性の意義が、生物学的多様性のみならず、今日では文化的多様性に至るまで、われわれの日常生活の隅々にまで浸透してきている。つまり、われわれは、旧来そうであったようには、価値や真理を一元的に決定することが難しくなった時代を迎えている。まるで一切の価値が相対化されていくような時代である。

(3) カルチュラル・スタディーズ

カルチュラル・スタディーズ (cultural studies) が明らかにしてきたように、従来われわれはギリシア思想やキリスト教思想上に構築された西洋思想のみを価値あるものと認めてきた嫌いがある。また、白人の文化や生活様式が他より優れていると思い込んできたふしもある。男性の方が女性よりえらいと意識下に刷り込まされて生活してきたかもしれない。しかし、地域はヨーロッパやアメリカだけに限定されないし、人種も白人だけではない。宗教もキリスト教だけではない。また、人間社会は男性だけでは成立しない。立場を変えれば、これまで見ていた景色とは異なる景色が見

えるのである。それぞれに真理観があり、価値観がある。つまり、多様なのである。この意味で、現代は、個別的真理や価値を積極的に認めていく時代といえるかもしれない。ヘラクレイトスは変化の根底に普遍のロゴスを想定したが、現代はまさに変わるということが変わらぬ真理を表現しているのである。つまり、変わらないのはロゴスではなく、「変わる」ということである。しかし、かといって、乱暴にも普遍的な真理など何処にも存在しない、と切って捨てることはできないだろう。普遍的な価値が見出せないほどに、現代社会は変化と相対性の真っ只中でもがき苦しんでいるということが、現代思想の現状なのである。

II 自他関係における社会

(1) 華嚴経の世界

さて、こうした時代の現状を踏まえ、われわれの社会がどのように形成されているかを考察する。われわれの世界は、個人が単独で社会を形成しているのではなく、他者との相互主観的關係において構成されている。つまり、自己が変わることにより、他者が変わり、他者が変わると自己も変わるという自他の関係性というありかたのうちに、われわれの自己は社会において自己同一性を保持している。自他関係によって形成される主観同士が、相互承認し、世界を共有する人間のありかた(相互主観性)のうちにわれわれは生を営んでいるのである。ちょうど中国仏教の華嚴経の世界に似ている。

華嚴の世界を解釈するのによく用いられる譬えに、『因陀羅網』がある。帝釈天の宮殿に張り巡らされた宝網のことであるが、一つ一つの結び目に宝珠がつけられている。例えば、Aという宝珠を中心とすると、Aに他のB、C、D・・・という宝珠が映し出される。Bを中心とすると、A、C、D・・・という宝珠が映し出される。他も同様である。しかし、AがBに映し出され、そのBがCのうちに映し出されるという線形の連鎖ではなく、AのうちにB、C、D・・・が含まれ、そのA自身がB、C、D・・・に含まれるという関係である。AがB、C、D・・・と関係し、参与することによって、B、C、D・・・が成立し、逆にB、C、D・・・が関係に加わることによって、Aも成立することになる。B、C、D・・・を中心にしても同じことがいえる。関係のなかで存在が決定され、存在は関係のなかで無限に変容し、適合していくのが華嚴の世界である。華嚴の世界は非線形の世界といえるだろう。われわれの社会も同様ではないだろうか。われわれは他者との関係のうちに生きており、この関係から、自己のあり方も、他者のあり方も規定されてくる。この意味で自己のうちには他者が生き、他者のうちに自己が生きているということができよう。われわれは他者によって規定されるとともに、自己と他者が相互に作用し合って相互に変わっていくという相互連関性における個人の行為が、逆にまた変動する社会を創造していくのである。つまり、自他関係の変化によって社会が変わり、自他の置かれた社会の変化によって自他も変化するのである。例えば、このことはパーソンズ(T.Parsons 1902・1979)やルーマン(N.Luhmann 1927・1998)等々の社会

学者達によって研究されてきたダブル・コンティンジェンシー (double contingency) の問題を考えてみると分かりやすい。

(2) ダブル・コンティンジェンシー

自分が他者にある行為をした時、相手がどのような行為で答えるかは原理的には分からない。つまり、他者はどのような行為の選択も出来るために、他者の行為の出方は不確実である。同様に、自分の他者への次の行為も相手の出方次第であるから、自分がどのような行為を選択するかは不確実である。つまり、自分と相手が選択する行為には偶然性が介在している。一般にわれわれの行為連関にはこのような二重の不確実性、二重の依存性がある。これをダブル・コンティンジェンシーというが、こうした相互間のズレ (ひずみ、ゆらぎ) があるために社会は変動するのである。さらに言えば、このとき、自己 (他者) の行為により他者 (自己) 関係が変化するというのは、関係 (場) そのものが変化するということでもある。個人と関係とは相互依存的なのである。すると場と個人との間にはズレ (ひずみ、ゆらぎ) が生じ、このゆらぎを修復するための行為により、社会が変動することになる。関係において自己のありかたを決定する固体のことを関係体というが、関係体と関係との関係も関係体が変化することによって関係が変化し、関係が変化することによって関係体も変化するという相互連関的である。家族から地域共同体、国家、そして国際社会に至るまで人間の営む社会一切はこの相互連関性によって成立し、変容していくといえる。したがって、社会は自己形成体である。自己形成体であるということは、社会は開放系 (open system) であり、非均衡状態にあり、非線形的であるということである。自他関係の変化から社会の秩序形成や崩壊が生じるのである。「秩序とは多種多様な要素が密接な相互関係にある状態のことであり、混沌とはその逆である。」¹⁾ したがって、社会は、単に静止しているのではなく、常に運動している、即ち、秩序から混沌へ、混沌から秩序へと変動しているのである。換言すれば、秩序と混沌の境目で社会は変動するのである。

III 複雑系の科学

(1) 古典科学の思想

では、このような生成変化する社会、かつまた多様で、相対化する社会を納得できる形でわれわれの前に示してくれる科学思想はあるだろうか？ 解は、ある、である。それは複雑系 (complex system) の科学である。複雑系の科学は、この問いに一応の解を与えてくれる。以下このことを検証していく。

アルピン・トフラー (A.Toffler 1928-) は、『混沌からの秩序』まえがきにおいて、次のように述べている。

「現代の西欧文明において、最高度に磨き上げられた技術の一つは分割である。問題をできる限り小さな成分に分ける技術である。われわれは分割するのが得意だ。実にうまいので、各断片を集めてもとに戻すことを忘れてしまうことがよくある。この技術はたぶん自然科学において最もよく磨き上げられている。そこでは、問題にぶつかるとそれを次々と小さな断片に切り分けるのを常としているだけでなく、都合のよい方便を使って、各断片をそのまわりの環境から切り離してしまう。セテリス・パプリス―他のすべてのものが同じであれば―というわけである。このようにすれば、当の問題と、残りの世界との間の、複雑な相互作用を無視することができる。」²⁾

近代は、偶然を排除し、初期条件によって全ての事象を決定する古典力学（ニュートン力学）によって世界が規定されていた。つまり、部分と全体は等しいという前提のもとに複雑なものを部分に分割し、分割された部分を考えることで全体を理解するという要素還元主義に依存してきた。いわば世界を構成する要素は機械の歯車のように組み合わされていたのである。この近代科学の機械論的世界観に基づいて様々な法則や原理が発見され、今日の文明が築かれてきた。近代の思考形式も、デカルト（René Descartes 1596・1650）以来この古典科学に大きな影響を受けてきたのである。しかし、これは線形的な世界観である。端的に言えば、部分と部分の総和が全体になるというのが線形モデルである。安定、秩序、均質、平衡を強調する「閉じた系」において成立する。つまり、トフラーが指摘しているように、要素間の相互作用や環境との相互作用を捨象する考え方である。パルメニデスの要請といえるかもしれない。

（2）複雑系の科学

しかし、19世紀半ば以降、自然科学の分野でクラウジウス（R.J.E.Clausius 1822・1888）やトムソン（W.Thomson 1824・1907）などによって、「熱力学の第2法則（エントロピーの法則 law of entropy）」が発見されたことによって、線形モデル以外の可能性が考えられるようになった。パラダイム・シフトが行われ始めたのである。因みに、熱力学の第1法則は「エネルギー保存の法則（law of energy conservation）」といい、宇宙のエネルギーの総量は一定であるという法則である。これに対し、第2法則は、環境との間に、物質やエネルギーのやりとりがない閉鎖系（closed system）では、エントロピーは不可逆的に増加し、平衡状態に達したときエントロピー（entropy）は最大になる、という法則である。エントロピーとはギリシア語の変化という語に由来するが、難しい概念であるため、ここでは「無秩序の度合いを測る量」と理解しておく。例えば、外部から熱の出入りのない断熱された空間で、熱湯の入った器に氷を入れ放置すると、全体が均質なぬるま湯になる。しかし、この逆は成立しない。器にぬるま湯を入れて放置しても、熱湯と氷に分離することはない。即ち、時間的に不可逆なのである。従来の古典力学や量子力学では、時間的な可逆を前提にしてきた。現在以前の時刻である過去も現在以後の時刻である未来も、共に一意的に決定できると考えたのである。即ち、時間に関して対称な系を考えていたわけである。換言すれ

ば、線形的なのである。この可逆系での運動は力学法則と初期条件で決まる。ニュートン力学は直線で表される線形科学といえる。それに対し、熱湯と氷の例のように時間に対して非対称な系を非可逆系というが、これは非線形である。部分と部分が相互作用を起こし、それらの総和が全体にはならないというのが非線形科学といえる。つまり、要素間の創造的交互作用という立場から見ると、必ずしも部分の総和が全体とはならないということである。即ち、非線形科学は環境に対して開かれた系（開放系）である。しかし、かといって、非線形科学は、対象の分解を否定して、単に「全体は部分の総和以上である」と主張する抽象論的ホーリズム（全体論 holism）とも異なる。端的に言えば、線形科学（閉鎖系）では $1 + 1 = 2$ となるが、非線形科学（開放系）では $1 + 1 = 2 +$ となる。複雑系の世界は開放系であり、われわれが生を営む社会も非線形的な開放系である構成要素間の相互作用から成立するといえる。

この非線形の科学を専門とする非営利民間組織が、1984年、ジョージ・コーワンによってアメリカのニューメキシコ州サンタフェに設立された。このサンタフェ研究所から生まれた科学が21世紀の科学として注目されている「複雑系の科学」である。この研究所を中心として、複雑系の研究は、数学、物理、生物、化学、経済等々の分野へ急速に浸透して行った。現代では、フラクタル、ニューラル・ネットワーク、人工生命、サブサンクション・アーキテクチャ、ダブル・コンティンジェンシー、カタストロフィー、カオス理論、複雑系経済システム等々の分野において成果を上げている。目下、複雑系の定義は明確にはされていないが、若しくは現時点ではあえて定義しない意図もあるようだが、「およそ複雑なこの世の存在は何でもこのカテゴリーに入る」³⁾と定義付けもできるし、複雑な環境にさらされながら、その複雑性を縮減することを通して、自己自身を複雑にするシステムと定義付けることも可能である。ここではワールドロップの『複雑系』からその定義を挙げておく。「複雑な」とは、「おびたしい数の独立したエージェント（筆者注：エージェントとはこの場合要素）が様々なやり方で相互に作用しあっている」⁴⁾という意味である。つまり、複雑系とは、多くの要素が集団でネットワークを形成し、個々の要素間のフィードバックを通して、相互に関連しあいながら運動する非線形的システム（系）のことである。複雑系は、要素そのものを問題とするのではなく、要素間の関係を問題とするのである。この意味で、複雑系は関係の哲学ともいえる。

そこで、次に社会と複雑系との密接な連関を、複雑系の科学思想の具体的な内容である「システム（系）」をキーワードに幾つか考察していく。

IV 社会とシステム

(1) 複雑系のシステム

複雑系におけるシステムとは、要素的なものとの対比で用いられる概念であり、「部分の単なる総和以上のものである統一体という意味での全体を指し示す」⁵⁾概念のことをいう。閉鎖システム

(系)とは、内部的に安定したありかたで維持され、平衡状態に達すると以後変化しないシステムである。これに対し、開放システム(系)は、平衡状態にはなるが、これは一時的状態であり再度変化していくシステムのことをいう。そこで、われわれが生活を営む社会を考えると、それは外界と相互作用を行う開放システムである。例えば、絶えず外界と物質代謝を行い、エネルギーや情報等々を出し入れしている。この点で、われわれの社会は非平衡状態にある。そしてその内部にゆらぎをもち、環境変化に応じて新しい形態と構造を作り出す。したがって、人間社会は絶えず混沌から秩序へと形成していく。このことは複雑系の科学についてもいえる。まず、動的な平衡システムを考えてみる。

(2) 一般システム理論

生物学者のベルタランフィー (L.v.Bertalanffy 1901・1972) は、現代科学の根本問題の一つはオーガニゼーション (organization) の一般理論の問題であり、「一般システム理論 (general system theory)」がその概念に正確な規定を与えることができると考えた。オーガニゼーションとは、生命体は各要素が有機的にオーガナイズされた複合体であり、各要素に還元できない複合体のことをいう。そして彼は、システムを動的平衡システムと捉えた。動的平衡システムとは、外界と物質代謝やエネルギー代謝を行いながら自己保持する有機体モデルのシステムのことをいう。このシステムは、外部環境と相互作用を行うのであるから、当然開放系であるが、たとえ外的(環境)条件が変化しても自己維持するために均衡状態へと調整する。こうした恒常性維持機能のことをホメオスタシス (homeostasis) という。彼はシステムを「相互作用する要素の集合」⁶⁾と定義することによって、一般システム理論を生命現象の解明だけでなく、われわれの社会にも適用しようとした。つまり、生命現象を従来の要素還元主義ではなく、「全体は部分の総和以上」であり、諸部分の相互作用によって全体の特性が知られると考えたのである。要素間の関係が各要素の総和以上のものを生み出すということである。そして彼は、この考えは人間社会にも当てはまると考えたのである。附言すると、ホメオスタシスとは、環境変化による外部からの刺激に対して、自己自身を調節しながら、自己自身の状態を一定に保つ恒常維持システムのことであり、有機的なシステムは、さらに、積極的に自己自身の構造を変革することによって環境変化に適応しようとする。このような能力をもつシステムを複雑適応系という。

(3) 自己組織化システム

次に「自己組織化システム (self-organizing system)」について考察する。複雑系の科学は主に自己組織化理論とカオス理論から成立している。自己組織化システムとは、無秩序な状態から、自己生成を経ながら、秩序ある状態を形成するシステムのことをいう。物理生化学者のプリゴジン (I.Prigogine 1914-) は、「散逸構造 (dissipative structure)」から自己組織化が生じると考えた。散逸構造というのは、平衡から遠く離れた条件下では無秩序(混沌)から秩序への移行が起こるこ

とがある。つまり、物質の新しい動的状態が現れることがある。この状態とは、ある与えられた系とその環境との相互作用を反映した状態のことである。この新しい状態のことを散逸構造と呼ぶ。この散逸構造において自発的な自己組織化が起こるとプリゴジンは考えた。具体的には、「ゆらぎ (fluctuation)」がキーポイントとなる。

端的に言えば、ゆらぎとは閉鎖系であれ開放系であれシステム内部には秩序の創造の可能性が潜んでいるということである。このことをゆらぎというが、例えばインクを水に落としたときのことを考えてみると分かりやすい。水に落とされたインクは自由奔放な動きをする。インクの分子相互が隔たって動いていることもあれば、相互に接近することもある。このときミクロな運動はアットランダムであるが、マクロから見た場合に一定の秩序が生じることがある。この場合、ミクロな無秩序とマクロな秩序との関係について、インクの分子は水のなかで一様に拡散する確率が最も高いことが知られている。つまり、マクロに見るとエントロピー増大の方向へと動く。しかし、エントロピー増大に逆行する分子の運動も確率的頻度は小さいながらも継続している。そして、水とインクの系全体では、平衡状態に近づけば近づくほどエントロピー増大に逆行する分子の運動の確率的頻度は小さくなり、平衡状態から離れれば離れるほどこの確率的頻度は大きくなる。それゆえ、平衡状態からはるかに隔たった状態では、エントロピー増大の法則に逆行する秩序化が生じる可能性があるのである。これを「ゆらぎを通しての秩序形成」という。システム内部にある小さなゆらぎが増幅されて、ある分岐点を越えるとその系は急速に新しい秩序をつくっていく。このようなゆらぎを通しての秩序形成によって、多様な環境変化に対して系は、自分自身の内部組織の配置を自分自身で変えることにより（自己組織化により）、新しい環境に適応でき、かついっそう複雑な構造を創っていくことになる。われわれの社会も同様に、決して固定されたものではなく、自己と他者、対自然・環境との相互作用によって従来にはなかった構造や秩序を生み出しながら成立しているのである。

(4) オートポイエーシス・システム

さて、自己組織化を行うシステムのひとつで、観察者からの視点ではなくシステムの視点からシステムを把握するというシステムがある。オートポイエーシス・システム (autopoiesis system) である。オートポイエーシス理論はチリの神経生理学者のマトゥラーナ (H.R.Maturana 1928-) によって生み出され、社会学者のルーマン (N.Luhmann 1927-1998) によって社会システムに応用された。オートポイエーシスとは、文字通りオート (自己) をポイエーシス (制作) するという意味であるが、その理論は「自己を本質や本体の側から規定していくのではなく、また自己が決定されずに様々に変貌していくというのでもなく、オートポイエーシスは境界を自ら作り出すことによって、そのつど自己を製作する」⁷⁾ という理論である。マトゥラーナは、神経システム (色の知覚) をモデルにして、この理論を細胞システムや免疫システムにまで拡大した。具体的には、外部刺激に対する視覚神経細胞の活動は、外部刺激の物理的特性に 1 対 1 に対応していないという

実験結果を得たのである。換言すれば、神経システムを、外部刺激を受けての細胞活動によるスタティックな写像と見る場合には、上記の結果が説明出来ないことになってしまう。神経システムの働きは、神経システムの構成要素を産出し、再産出するだけで、システムは自らの同一性を保持するように自己内部での作動を反復するだけである。感覚器表面に環境世界からの刺激が与えられても、この刺激に対処する神経システムが作動しているわけではない。したがって、神経システムはそれ自体の関連内部でのみ活動していなければならない、と彼は考えた。神経システムの側から見ると、このシステムの特定の作動をひきおこす要因は、観察者から見て内的であれ外的であれ、神経システムはこれらを区別することはない。また、外部環境との関係で区別されるような境界もなく、その境界をもとに想定されているインプットもアウトプットもない。したがって、神経システムはその作動において、特に構成要素の産出において、一貫した閉鎖系をなし、同時に環境との関係において、内部も外部もないというかたちで開かれているシステムということになる。そこで、マトゥラーナはオートポイエーシス・システムを次のように定義した。

「オートポイエーシス・システム（＝オートポイエティック・マシン）は、一定範囲内に維持される変数としての有機構成を持つホメオスタティック・システムである。それは、構成素が構成素を産出するという産出（変形および破壊）過程のネットワークとして、有機的に構成された（単位体として規定された）機械である。」⁸⁾

自分を構成している要素によって自分を構成する要素を作り出すこと、言い換えれば、自分の構成要素を自己創出し、絶えずこの働きを続けるシステムがオートポイエーシス・システムということである。このシステムは自分の構成要素を産出するだけでなく、自らの境界も産出する。これまでのシステム論は自己維持しながら、かつ外界と物質代謝やエネルギー代謝を行いつつ、外部環境との相互作用を通して自己形成を行っていくと把握されてきた。それに対し、オートポイエーシス・システムは、システムが環境との境界をどのようにして画定していくか、環境世界との関係を自らどのように創造するかに関わってくる。つまり、システムのありかたをシステム自身との関係で明らかにしようとするのである。ここにはシステムの考察を観察者の立場からではなく、システムそのものから行うという、従来のシステム論とはまったく異なる視点の変更がある。

一般的に有機体の特徴には（１）自律性（２）個性性（３）境界の自己決定（４）入出力の不在があるが、（１）から（３）までは開放系の動的平衡システムや自己組織システムにおいても妥当する。しかし、（４）については説明がつかない。従来のインプット・アウトプットといった因果的作用関係でシステムを把握したのでは、オートポイエーシス・システムがもつシステムの産出関係を理解することはできなのである。例えば、免疫反応は病原微生物や異種動物の成分や細胞、化学物質など「自己」以外のあらゆるものに対して起こる。このような免疫系における自己はあらかじめ定められたものではなく、環境に応じて自在に変容していく。つまり、変化する環境と

の相互作用によりシステムの自己を形成していく。免疫システムは、システムが自己と非自己の境界を変えていくのではなく、環境との相互作用により境界が定まることによってシステムそのものが成立し、システムの自己が規定されていくのである。この点で免疫システムは、自己組織化システムである。

(5) 社会システム

このように、閉鎖系でありながらかつ開放系でもあるというオートポイエティック・システムを社会システムに応用したのがN.ルーマンである。彼は「社会システムの諸要素、つまりそれ以上には分解されえない究極的な統一体を」⁹⁾ コミュニケーション (communication) と名づけている。コミュニケーションは、それ以上分解できない究極的な統一体であり、コミュニケーションがコミュニケーションを循環的、回帰的に再生産するために、彼は社会をオートポイエティックなコミュニケーション・システムとして理解するのである。このシステムは自己言及的に自己へと回帰するために閉鎖システムであるが、それと同時に外的環境に対し開かれてもいるのであるから開放システムでもある。開かれているということは外的環境の複雑性に直面していることである。複雑性とは、例えば、あるものが二つの状態を取るときに複雑であるというように、可能な出来事や状態の総体のことをいう。したがって、状態や出来事の数が増えれば、それらの関係の数も増え複雑性が増大することになる。それゆえ、社会システムはこうした状態や出来事の数が増えることを制限しようとする。即ち、複雑性の縮減を行おうとする。ルーマンは社会が秩序を創造するのはこの複雑性の縮減のためであると考えているのである。

さて、これまで見てきた「一般システム理論」「自己組織化理論」「オートポイエーシス理論」等々の科学思想は、構成要素の間での相互作用が秩序の生成に関わることに着目した理論であった。しかし、複雑系の科学にはもうひとつ同じ現象が秩序の崩壊に関わることに着目した理論がある。それが主として数学者のポアンカレ (Jules - Henri Poincare 1854・1912) や気象学者のローレンツ(E.N.Lorenz 1917・) 等々の研究から出てきたカオス理論 (chaology) である。

V カオスと創発

(1) カオス

カオス (混沌 chaos) とは、その精確な定義はなく、作業仮説が提出されている段階であるが、おおよそ「簡単な非決定論的な非線形法則から生みだされる有界で非周期的な不安定運動」¹⁰⁾ のことをいう。カオスの特徴は、初期値を若干変えただけでも後の状態が大きく変わってしまうという「初期値に対する鋭敏な依存性」にある。初期条件が変わると将来予測不能な事態が生じることである。初期条件とは、「対象とする系の現在の条件」である。およそ300年間科学を規定してきたニュートン力学では、初期条件が分かれば未来におけるその系の振る舞いはすべて

わかることになる。しかし、1961年アメリカの気象学者ローレンツが5000分の1の初期値（最初に与えたインプットの値）の誤差から、シミュレーション結果が全く変わることを発見した。よく知られている例は、北京で蝶が羽ばたくとニューヨークで竜巻が起こるというバタフライ効果である。また例えば、コーヒーに同じ濃度のクリームを落としたとき、クリームの広がり方はそのつど異なる。二度と再現できないような模様を描く。これがカオスの典型である。つまり、落とす高さや角度、コーヒーの温度分布等々の微妙な差異に模様は依存する。即ち、コーヒーの模様は初期値に依存する。これが「初期値に対する鋭敏な依存性」ということである。

初期値がほんの僅かでも違えば、結果は当初の予想と全く異なるものとなる。つまり、カオスが現れるのである。ここにおいて、従来の現象の中に法則を見出し、未来予測をする決定論的科学観は機能しなくなる。そこでは、各要素は自由に振舞っており、したがって、無秩序な混沌状態に見えるが、「逆に、強靱な適応力をもつ。それは要素と要素が極めて自由に相互作用していると同時に、要素間相互作用が互いに螺旋的に影響を及ぼす非線形関係にあるからである。…カオス理論は、特に、この予測不可能性、非法則性、非決定性を強調している点で、複雑系の混沌相の面を強調したものといえる。」¹¹⁾ こうしたカオス現象は、物理の世界だけでなく、経済予測や社会の動向、さらに国際政治や人口動向等々諸々の場面に現れてくる。

(2) カオスの縁

このように崩壊から秩序の方向を自己組織化理論等が扱うのに対して、秩序から崩壊への方向を扱うカオス理論とを併せたものが複雑系の科学なのであるが、生成と崩壊を繰り返しながら、この秩序と崩壊の中間にありながら微妙な平衡を維持している生成変化する均衡点がある。それを複雑系の科学では「カオスの縁 (edge of chaos)」と呼んでいる。

「…複雑系は秩序と混沌をある特別な平衡に導く力を有している。しばしば<カオスの縁>と呼ばれるこの均衡点は、システムの構成要素が秩序に固定されてもいないし、それでいて分解して混乱もしていないような状態である。カオスの縁とは生命がみずからを支えるのに十分な安定性を有しているところ、生命という名に値する十分な創造性を有しているところ、である。…カオスの縁は、何世紀にもわたる奴隷制度や人種隔離政策が突然一九五〇年代、六〇年代の市民権運動に屈したところ、七十年間のソ連共産主義が突然政治的混乱と動揺に屈したところ、長いあいだ保たれていた進化上の安定性が突然大規模な種の形質転換に屈したところ、である。カオスの縁は、間断なく移動していく「停滞とアナキーの狭間にある戦場」であり、複雑系が自発的、適応的であり得るところ、活気を帯びるところである。」¹²⁾

われわれの世界は要素間の相互作用によるネットワークを形成し、奴隷制度や人種隔離の廃止、ソ連邦の崩壊といった国家制度や国家の枠組みから種の形質転換という生物学上の問題、さらには

家族や地域共同体に至るまで、常に秩序と混沌を繰り返しながら、生成変化していくのである。カオスの縁は、その秩序と混沌の狭間であり、秩序と無秩序の相互の力が微妙なバランスを維持し、バランスを崩せば混沌へと向かう場所である。まさにこの場において、世界は自らを形成し、人間の社会的活動が可能になる。なぜなら、この混沌を含む秩序と秩序を含む混沌の狭間で、従来なかった創造が生じるからである。即ち、創発（emergence）である。

（3） 創発

創発とは元々進化論から出てきた用語であるが、複雑系では、要素相互間の関係から個々の要素の性質それだけを取り出して調べたのでは分からないシステムとしての新しい性質や能力、また構造化や組織化が生じることがあり、このことを創発という。

「…下位レベルにある個々の構成要素間の局所的相互作用から、上位のレベルにあるなんらかの大域的構造が出現する。この構造によって規定された全体的な特性が今度は下方へフィードバックされ、構成要素のふるまいに影響を及ぼす。この図式を下だけ見れば機械論的見方になるし、上だけ見れば生氣論的ないしは目的論的見方になる。唯一、複雑系の科学だけが上下双方向の見方を統一的に捉えることができ、その際のキーワードが創発だというわけである。構成要素間の局所的な相互作用が系全体の構造化を生成するという点では、創発は相転移以外の — 外部条件の有無という決定的な違いはあるにせよ — 何ものでもでもない。また、創発される構造が、要素だけを見ては予測できない、言い換えれば『全体は部分の総和ではない』という点では、非線形現象の特性そのものである。」¹³⁾

システムの上位レベルに備わっていなかった機能が、明確な指定なしに下位のレベルから発現するという創発は、複雑系の特徴であるが、この点でわれわれの社会も複雑系である。つまり、例えば、諸個人が集まることにより人間関係という関係が生じ、これが拡大していくことによって社会が生じる。こうしたことは創発であり、社会は社会の規範（個人の行動原理）を諸個人へとフィードバックしていくことになる。

（4） 社会と複雑系

社会は個々人の相互作用によって次々に新しい構造を創発していく。感情、意志、知性等々の様々な要素を有している個々人は、それらの構成要素が相互に関連しあい個として全体的な統一性を維持し、価値を設定し、目的を実現しながら、相互に情報や行為を交換しながら、相互作用のネットワークを形成し、互いに結びつきながら一つの集合体（全体）を構成している。相互関連性のなかでひとつの行為は他に影響し、影響を受けた他は逆に影響を及ぼした相手に影響を及ぼし返す。同様に他の行為も全体に影響を及ぼし、その全体から影響を及ぼし返される。こうした個々人の無限

行為連関の中から、それらの行為を超えた新たなものを創発する。こうした個々人の相互作用ネットワークから、家族、地域共同体、国家、国際社会といった組織・構造が階層的に生まれ、一層複雑な機能をもつ社会へと分節化されていく。このように下位にある要素の相互作用から創発される上位構造は、より大きな社会的歴史的連関（全体）へと発展していく。しかも、その社会的歴史的連関（全体）から個別の構成要素へとフィードバックされていくというプロセスを踏みながら、この進展は進むのである。つまり、ある系の諸要素の連関が常にひとつの全体として上部構造の構成要素となっていく、その上部構造がもとの下部構造にフィードバックされていくのである。但し、上位構造は下位構造に還元してしまうのではなく、あくまでも上位にある階層はその階層の統一性を維持しながら、下位構造へとフィードバックされるのである。ややこしい表現かもしれないが、各階層は「独立してはいるが独立していない」のである。

マトゥラーナの研究からも知られるように、各階層は自分自身で他の階層との境界を作り出し、かつ他の階層を規定していく。この境界はルーマンの言うように単なる空間的な区別ではなく、相互の意味上の差異化によって形成される意味境界である。社会と環境とのありかたも同様である。われわれの社会は、「このような意味境界を自ら作りだしながら、環境から新しい情報を取り入れ、積極的に自分自身の構造を変革することによって、環境に適応していく」¹⁴⁾ 複雑適応系なのである。こうした各階層間の相互作用関係のうちに、われわれの社会は動的、創造的に変動していくといえる。

VI 社会と倫理

これまで見てきたように、人間は関係においてある。人間の行為も関係によって規定され、意味付けられる。しかし、この関係は不変ではなく、変化する。能動と受動の交互作用によって自他関係は限定され、変動していくことになる。社会はこうした人間の行為的連関によって成立している。われわれが倫理を、実践や行為において、それに従うべき共同体の原理や規範と理解し、人と人との間の秩序の維持を可能にするものと把握すれば、行為が関係において変化していく以上、倫理もやはり関係の変化に応じて変化していくことになる。しかし、従来の倫理学は、安定した社会内部で成立する倫理や価値を考えてきた。そこには無秩序や混沌を含む変動する現実の社会の倫理や価値を捨象してきたきらいがある。しかし、現実の社会は絶えず変化し、生成しているのだから、それに応じた倫理、つまり生成変化する倫理を考える必要がある。この点で、複雑系の思想は、倫理の考察においても、大いに参照されるべき科学思想だと思われる。

(よしの きよし・高崎経済大学政策学部非常勤講師)

複雑系と社会

註

- 1) 小林道憲『複雑系社会の倫理学』ミネルヴァ書房、2000年、42頁。
- 2) I. プリゴジン・I. スタンジェール『混沌からの秩序』みすず書房、1999年、1頁。
- 3) 米沢富美子『複雑さを科学する』岩波科学ライブラリー、1995年、6頁。
- 4) M. ミッチェル・ワールドロップ『複雑系』新潮社、1996年、10頁。
- 5) G. クニール・A. ナセヒ『ルーマン社会システム理論』新泉社、1995年、20頁。
- 6) L.v. ベルタランフィ『一般システム理論』みすず書房、1992年、35頁。
- 7) 河本英夫『オートポイエーシス』、青土社、1995年、11頁。
- 8) H. マトゥラーナ・F. ヴァレラ『オートポイエーシス』国文社、1992年、70・71頁。
- 9) G. クニール・A. ナセヒ『ルーマン社会システム理論』新泉社、1995年、76頁。
- 10) 井上政義『カオスと複雑系の科学』日本実業出版社、1996年、56頁。
- 11) 小林道憲『複雑系社会の倫理学』、69頁。
- 12) M. ミッチェル・ワールドロップ『複雑系』、11頁。
- 13) 吉永良正『複雑系とは何か』講談社現代新書、1996年、107頁。
- 14) 小林道憲『複雑系社会の倫理学』、77頁。