

複雑系経済学の方法論

——その位置と問題点——

出口 康夫

1 はじめに

本論は、複雑系経済学の方法論を、これまでの社会科学の哲学におけるいくつかの論点に照らして特徴づけると共に、その問題点を指摘することをも目指す。

ところで「複雑系」という概念は多義的である。それに応じて、複雑系の知見を生かした社会科学、即ち「複雑系社会科学」も極めて広い内容を持ちうる。ただし現在の所、複雑系社会科学を標榜する理論は、経済学・経営学の分野にほぼ限られている。しかし一口に複雑系経済学と言っても、「経済は複雑系である」というスローガンの認定を除けば、その内実は多種多様である。例えば、複雑系研究の端緒となったカオス力学系との関係に関してすら、つぎのように二つの異なった動向を確認することができる。

(1) 経済現象をカオス力学系であると捉える立場。この観点に立てば、カオス理論の方法論は、そのまま経済学ないし社会科学一般へ適用できることになる。ちなみに、この傾向に属する業績としては、グッドウィンや斎藤清の仕事が挙げられる。¹

(2) 経済現象はある意味で複雑系であるが、それはカオス力学系ではないとする立場。この場合、複雑系経済学ないし社会科学とカオス理論の方法論的な類似点は、より一般的・抽象的なレベルに止まる。この動向（以下「非カオス的」という意味を含めて「複雑系経済学」と呼ぶ）の代表者はアーサー・塩沢由典・西山賢一らである。

本論が検討の対象とするのは、これらうち、塩沢・西山理論に代表される(2)の動向である。しかしその検討作業における対照例として、本論ではあえて、社会現象がある種のカオスであり、かつそれはCML (Coupled Map Lattice) によってモデル化可能であるとする社会科学を仮構する。ここで言うCMLとは、時空カオスと呼ばれる自然現象を

¹ グッドウィン(1992)。斎藤清(1990)。

記述する枠組みとして、カオス研究者らによって80年代に提案されたモデルである。²もちろん私はCMLモデルを社会現象に適用することは原理的に可能であると考えているが、そのような研究の実例を寡聞にして知らない。しかしここであえて実在しない社会科学を仮構し、それを対照物として用いるのは、一重に、そのことにより複雑系経済学が占める方法論的位置や、その方法論がはらむ問題の所在が、より鮮明になると考えるからである。

2 時空カオスとCMLモデル

カオス (chaos) とはまず、力学系(dynamic system) に存在する軌道的一种として導入された概念である。力学系とは、微分方程式の、全ての初期値に対する解(軌跡)を厳密に求めることを断念する代わりに、その軌跡の極限值の間に成立する位相的關係を明らかにすることを目指す数学理論として、ポアンカレによって創められた。一般に力学系は、ある位相空間 I (例えば様々な次元を持つユークリッド空間) から出発する。この位相空間の各点 x_i に対して、典型的には、力学法則に従う物体が持つ物理量(例えば空間的位置)という物理的解釈が与えられる。この解釈の下で、空間 I は、ある物理量を取りうる全ての可能な値(状態 state)を表すことになり、その意味で相空間 (state space) と呼ばれる。相空間には、例えば次ぎのような微分方程式

$$\frac{dx}{dt} = f(x, \mu)$$

(ここで t は時間を表す非負実数であり、また f は係数 μ を持つ代数方程式で、速度ベクトルと呼ばれる) が導入される。この速度ベクトルによって、各点 x_i は次々と写像されて相空間上の別の点に移る。この結果できる点列、

$$\langle \cdots f^{-1}(x_i), x_i, f(x_i), f^2(x_i), f^3(x_i), \cdots \rangle$$

は軌跡と呼ばれる。いま x_i を初期値とすると、この軌跡は(数学的には)初期値 x_i に対する先の微分方程式の解を表しており、この解はその微分方程式を積分することで求められる。また x_i を時間的初期値とすると、この軌跡は物体の空間的位置が迎える時間経過、即ち「運動の軌跡」という物理的意味を持つことになる。ところで、微分方程式の初期値一意性により、この軌跡は各初期値 x_i に対して一意的に定まる。つまり一定の速度ベクトルの下では、一旦初期値を与えられた物体の運動は、全ての時間において、ある一定の

² 時空カオス・CMLに関してはKaneko(1993)、金子・津田(1996)を参照されたい。本文第二節の説明は、主として後者によっている。

軌跡を描くように決定されているのである。

しかしポアンカレが証明したように、微分方程式として、例えば古典力学のラグランジェ方程式を採用し、三つ以上の物体を考慮に入れると、それらの軌道を積分によって求めることは、もはや不可能となる。三つ以上の物体に対しては、それらが空間の中で特定の仕方で配置されている場合に限って、積分によって軌跡（特殊解）を求めることができるのみである。しかし既に触れたように、ポアンカレは、特殊解の特定を目指す代わりに、各軌跡が収束する場合の極限值を考え、その極限值の間に成り立つ位相的性質を求めるという研究プログラムを立てた。例えば、いま相空間の部分集合 U を考える。 U の一定の近傍に存在する全ての初期値から出発した軌道が、残らず U 内部の点を極限值として持つような場合、言い換えると、それら全ての軌道があたかも引き込まれるように U の内部へと収束していくようなケースが数学的に見出される。このような場合、 U はアトラクター(attractor)と呼ばれる。このようなアトラクターが存在することも、軌道の極限値の間に成り立つ位相的性質の一例である。

ところでいま、速度ベクトルとして、

$$f(x) = 1 - ax^2$$

というロジスティック関数を取り、係数 a の値を $a \geq 1.4011\dots$ に設定しよう。すると、位相空間内を移動する二つの軌道間の平均距離が、時間が経つにつれ指数関数的に $(\propto e^{ht}, h \geq 0)$ 互いに離れていくような軌道が現れる。このような指数関数的乖離を示す力学系の軌道は、一般にカオスと呼ばれる。（本論では、このカオスを、後で紹介する時空カオスと区別する場合には「相空間カオス」と呼ぶ。）軌道間の平均距離の乖離度を示す指数 h はリャプノフ指数と呼ばれるが、³軌道の平均距離の指数関数的な増大とは、この指数が正である状態と言い換えることができる。今の場合、このリャプノフ指数は、各々の軌道の性質には依存しない、力学系全体の特性量であり、その系に含まれる全ての軌道の乖離度を一括して測る指数として利用できる。リャプノフ指数は、その他の軌道乖離度の指数と同様に、数学的に厳密に定義されており、それが正であることはカオスの弁別特性として広く用いられている。

カオスの存在はポアンカレによって予想されていたが、実際にはコンピューターの発達をまって初めて数学的に構成することが可能となった。例えばローレンツは、アトラクターを持つ系（散逸力学系）において、大気の対流運動を表すある種の微分方程式（ローレ

³ 詳しく言えば、 h は力学系のエントロピーであり、リャプノフ指数の総和が、このエントロピーと等しいことが（証明ではなく）予想されているに過ぎない。

ンツ方程式) から生み出されたカオスを数学的に構成した(Lorenz 1963)。また保存力学系と呼ばれる、アトラクターを持たないある種の系におけるカオスの存在は、エノンとハイレスによって数学的に例示された (Hénon and Heiles 1964)。一方、現実の現象がカオスであるかどうかの判定の標準的な手続きはつぎのようなものである。(1) まず対象となる現象の測定値(物理量・生理データ・経済指標など)の時系列データを収集する。(2) 得られた時系列データを、ターケンスの埋め込み定理を用いて、相空間上の軌道として表現する。⁴その際、相空間の次元を設定しなければならないが、この次元設定には恣意性がつきまとう。(3) 相空間上で表現されたデータから、(なるべく複数の)何らかの方法を用いて⁵、リャプノフ指数やハウスドルフ次元といったカオスの指標を計算する。⁶このような手続きによって、現在までに、ヒトの脳波・ヒトの心臓の拍動・ヒトの指尖脈波などの多種多様な現象において、カオスの存在が認定されている。

さて自然現象は、一般に空間的な拡がりを持つ。例えば力学現象は、重力場の各点における重力ポテンシャルの空間的分布とその時間的な変化として記述されるし、流体の乱流現象や生態系における動物相の変化は、ある物体の空間的な伝播・拡散現象と見なせる。これら空間的な現象は、その空間に適当に区間(格子)を設定し、その各区間における物理量の時間的な変化を追跡するという仕方で記述することができる。そのような記述の枠組みを提供するモデルの一つがCMLである。このCMLにおいて、空間は、一定の番号がつけられた、通常数個から数百個の格子によって区切られることになる。そしてある時点 $n+1$ における格子 i の物理量 x_{n+1}^i は、二つの手続きの組み合わせ(数学的には二つの関数からなる合成関数)によって一意的に決定されると見なされる。この二種類の手続きの典型例は以下である。まず格子 i とそれに隣接する二つの格子 $i-1, i+1$ の一つ前の時点 n における物理量(それぞれ $x_n^i, x_n^{i-1}, x_n^{i+1}$) が、格子を度外視した形で、一定の関数 f によって、それぞれ、

$$f(x_n^i), f(x_n^{i-1}), f(x_n^{i+1})$$

に写像される。次ぎにこれらの関数値が、格子を考慮に入れた別の関数 g によって、それぞれ更に、

⁴ 「ターケンスの埋め込み定理」については、金子・津田(1996) 234頁を参照。また埋め込みの例については、同書 245-246頁を参照されたい。

⁵ リャプノフ指数の計算法としては、ウォルフ法 (Wolf et al., 1985)・佐野-沢田法(Sano and Sawada, 1985)・エックマン-リュエル法(Eckman and Ruelle, 1986)などがある。

⁶ ハウスドルフ次元の場合は、その非整数値、即ちフラクタル次元値がカオスの存在の指標とされている。

$$g(f(x_n^i), f(x_n^{i-1}), f(x_n^{i+1}))$$

に写像されることで、元の時点 $n+1$ での格子 i の物理量 x_{n+1}^i が得られるのである。二番目の関数 g として頻繁に用いられるのは、

$$x_{n+1}^i = g(f(x_n^i), f(x_n^{i+1}), f(x_n^{i-1})) = (1-\varepsilon)f(x_n^i) + \frac{1}{\varepsilon}(f(x_n^{i+1}) + f(x_n^{i-1}))$$

である(ε は定数)。 ε が0でない場合、この関数 g によって、各格子の次の時点での物理量は、隣接する格子の現在の物理量によっても影響を受けることになる。すると一般的に、ある時点での各格子における物理量の分布には、一定の空間的なパターン(秩序ないし相関)があることが期待できよう。ところがいま、格子を度外視した第一の関数 f として、相空間でカオス軌道を生じさせた速度ベクトル(例えば $a \geq 1.4011\cdots$ とした場合のロジスティック関数)を取ると、定数 $\varepsilon (\neq 0)$ の値によっては、格子の物理量の空間的相関が、時間と共に指数関数的に減衰していくという数学的現象が確認される。この格子物理量の空間的相関の指数関数的減衰現象を「時空カオス」と呼ぶ。一方 $\varepsilon = 0$ 、即ち $x_{n+1}^i = f(x_n^i)$ である場合、隣接する格子の物理量の間には相互影響関係が存在しないことになる。このような場合、各格子は、相空間における様々な軌跡のある一定の時間における状態を表していると思えることができる。つまりCMLは相空間の軌道の集合に帰着するのである。このことは逆に、CMLが、通常の力学系に軌道間の相互作用を付加したモデルと見なせることを意味する。

この時空カオスの存在を判定する指数としては、リャプノフ指数やハウスドルフ次元といった相空間カオスを表す指数を拡張したものが用いられる。また現実の現象における時空カオスの認定は、基本的には、上述した相空間カオスの経験的判定の手続きに則って行われる。ただし時空カオスの数学的ないし経験的な存在認定の手法は(相空間カオスに比べても)技術的に未発達であり、今後の研究が待たれている。

CMLモデルでは、二つの方程式の係数の値に応じて、物理量の空間的相関が、時間に変化するにつれて示す、様々な複雑な振る舞いが、時空カオス以外にも表現可能である。物理量の時空的な秩序状態と無秩序状態が交互に現れる「時空間欠性」もその一例である。CMLモデル上で構成される物理量の複雑な時空的振る舞いは、大気の大気対流・液晶の電気対流・粘性流体の回転など、空間的な広がりを持つ幅広い現象において確認されている。但し、この経験的な検証の手続きは、CMLにおける物理量の時空的振る舞いを、コンピューターを用いて図示し、それと現実のデータとの異同を視覚的に確認するという定性的な作業に頼らざるをえない。先に述べた技術的な制限により、指数を用いた定量的判定方法は、現時点では、定性的な作業の結果を追認する、補助的な役割しか果たしていないの

である。

3 自然科学の方法・カオス論以前

このように、数学的には力学系軌道の一特殊形態に過ぎないカオスであるが、それは我々の自然観や科学観の大きな変革をもたらすほどのインパクトを持つとされる。その理由は以下の四点にまとめられよう。

- (1) ロジスティック関数のような比較的単純な方程式から、極めて複雑な軌跡が得られる。単純な方程式は単純な現象を表すという、科学における従来の暗黙の前提が通用しない。
- (2) 初期値一意性を持つ決定論的な微分方程式から、後で述べるような予測不可能性が生ずる。非決定論的な確率現象は予測不可能だが、決定論的な現象は予測可能であるという、従来の科学の常識がこれまた覆される。
- (3) 科学の対象としてはあまりに複雑で無秩序であるとして、いままで放置されてきた現象の少なからぬ部分が、カオスによって記述可能である。カオスは、科学的探究の対象を飛躍的に拡大する可能性を持つ。
- (4) カオスには、現行の自然科学の標準的な方法が通用しない。カオス現象の研究のためには、新たな方法論を構築しなければならない。

これらのうち、以下では専ら(4)のカオス研究がもたらすとされる、科学の方法論的革新に焦点を絞って論じていく。しかしその前には、これまでの自然科学の標準的な方法とは何かを見定めておかねばなるまい。ところが、一口に自然科学と言っても、それぞれ多少なりとも独自の方法を持つ様々な分科が存在している。また「自然科学において用いられるべき方法とは何か」は科学哲学の主要な論題であり、多くの科学者・哲学者が様々な方法論を提案してきている。従って、自然科学全般に概ね妥当し、多くの方法論的立場の間で合意が成立している「方法」を少数の項目にまとめあげることは、困難と言うより無謀な企てに近い。しかしここで敢えてその無謀を冒すにあたっては、あくまで本論の論点に関連する項目に限り（従って例えば、科学的発見の方法などは除外する）、また以下の議論の便を考え、主に過去30年間の英語圏での社会科学の哲学の文献に見られる「自然科学の方法」を参考にする。⁷（ちなみに90年代に入っても、社会科学の哲学における自

⁷ 参考にした文献は以下である。Ryan(1970), Trigg (1985), Braybrooke(1987), Manicas (1987), Little,

然科学の方法を巡る議論にカオス理論の影響は見られない。)このような観点で選んだカオス理論以前の自然科学の方法は、次ぎの四項目である。(1)法則的説明。(2)因果関係の特定。(3)予測による理論のテスト。(4)単純なモデルの組み合わせによる複雑な現象の一意的な構成。

これらのうち「(1)法則的説明」とは、個々の自然現象を普遍的な自然法則の事例として位置づけることであり、力学・熱力学・電磁気学の諸法則による、様々な物理現象の説明がその代表例である。また「(2)因果関係の特定」の範例は、病理学における発病メカニズムや生物化学における光合成の仕組みの解明である。なお自然法則と因果関係を共に「現象間に見られる恒常的な規則性」に他ならないと見なす実証主義者にとっては、

(2)は(1)の特殊形態に帰着する。そして(1)の方法は、ヘンペルによって「演繹的法則論的説明 (deductive nomological explanation)」という科学的説明の一つの様式(D-N モデル)として定式化された。このヘンペルの定式化の影響は、社会科学の哲学においても顕著で、多くの文献がD-Nモデルを自然科学の中核的方法として採用している。⁸

また(3)で言及されている「理論」とは、しばしば一般的法則・初期条件・補助仮説などからなる連言であると思なされる。そしてこの理論からの、一定の実験・観測状況における観察可能な一定の量に関する予測の導出は、演繹的推論によると、通常理解されている。その場合、予測の失敗は前提である理論が偽であることを演繹的に証明することになるが、予測の成功は理論が真であることを演繹的に示すわけではない。予測の成功(ないしはその蓄積)によって理論が帰納的に確証されるかどうかは、カルナップ・ノイラー・ヘンペルらの帰納主義と、ポPPERらの反証主義の間で論争の的となっていた。しかしこれらの両陣営とも、予測の導出とその成否の判定が、自然科学の理論を経験的にテストする唯一の方法である点に関しては同意している。また予測される量は、個別的な現象の性質に関するものであれ、平均や分散などの現象の集団的性質を表す統計量であれ、典型的には、何らかの物理量であり、最終的には長さ・質量・時間という基本量によって表されうる。さらに予測のテストの最も望ましい形態は、同一の状況下で実験を繰り返すことであるとされているが、全ての自然科学でこの繰り返し実験が可能であるわけではない。例えば、天文学では人工的に条件を制御する実験は例外的な場合を除きそもそも不可能であり、理論のテストは観測に頼らざるをえない。また古生物学など自然史を扱う分野では、

(1991), Gordon (1991), Martin, M., and McIntyre (1994).

⁸ D-N モデルの社会科学に対する応用については Hempel(1942) (Hempel(1965)に再録) を参照されたい。

原理的に再現実験は不可能である。

最後の(4)は、より詳しく言うと、自然を少数の自由度しか持たない単純なミクロなレベルと、多数の自由度を持つ複雑なマクロなレベルに二分し、後者を前者の組み合わせとして一意的に構成する方法である(金子・津田, 1996, 2頁)。この項目は、従来の科学哲学(特に社会科学の哲学)の議論においては、必ずしも明確には意識されてこなかった。これが自然科学の一つの方法として脚光を浴びてきたのは、むしろカオス理論の登場によって、それとは異なる方法が現実的な選択肢となって以降のことであろう。しかしこの方法は、例えば、まず最も単純で認識しやすいものから始めて、その後で複合的なものの認識へと考えを進めるべきだというデカルトの『方法序説』(初版1637)における「総合の規則」(Descartes, R., 1989, p.70)や、自然は単純性を好むが故に、自然現象の説明において措定される原因は必要最小限にとどめよ、というニュートンの『プリンキピア』(初版1687)における「自然哲学における推論の第一規則」(Newton, 1966, p.398)においても見出しうる、自然科学の古典的な方法の一つであると言えよう。

4 カオス研究の方法論

さてカオス研究においては、その対象の持つ特異な性質により、これら従来の自然科学の方法の抜本的な見直しが必要であるとされている。各項目別に言えば、「予測による理論のテスト」という方法が、相空間カオス・時空カオスを含めたカオス研究一般において、極めて制約された仕方ではしか用いられず、「単純なモデルの組み合わせによる複雑な現象の一意的構成」が不可能であり、また特に時空カオス研究において「法則的説明」と「因果関係の特定」という方法は放棄される。以下これらの点を順に概観していこう。

カオス現象一般に対して「予測による理論のテスト」という方法が、従来の意味では適用できないことは、散逸力学系における相空間カオスを最初に数学的に構成したローレンツ以来、多くの研究者によって指摘されてきた。物理量の予測を典型例とする従来の予測のあり方を、力学系の枠内で定式化すれば次ぎのようになる。まず、ある現象の物理量の時間的变化を支配する微分方程式と、その解としての速度ベクトルを仮定して、力学系モデルを構築する。つぎに当の現象が持つ、ある時点における物理量を測定し、それを初期値として相空間上の一点に対応させる。さらに、速度ベクトルを用いてその初期値からの軌道を計算し、将来のある時点におけるその物理量の値を一意的に求め、それを予測値とする。最後に、その時点において予測値が実現しているかどうかを、観測によって確認する。

ところで実際の初期値の測定には、常に誤差がつきものである。もちろん測定においては、誤差を最小限にとどめる為のあらゆる努力が払われるべきである。しかし誤差を全くなくすことは、實際上不可能であり、測定値は実際の初期値と多かれ少なかれ異なった近似値に過ぎないのである。言い換えると、我々は相空間の一点を初期値として特定できず、初期値が一定の頻度でその中に入るはずの、相空間のある部分集合を、誤差範囲として示すことしかできないのである。

もしここでの軌道が互いに指数関数的に乖離していくカオス軌道であれば、「軌道の初期値のわずかの違いが時間が経つにつれて指数関数的に増幅され」（青木,1996,16頁）、「軌道の出発点をいかに近くを選んでその軌道はもとの軌道と何らの類似性をもたない」（ibid.,16頁）ことになる。「初期値鋭敏性 (sensitive dependence on initial conditions)」と呼ばれる、相空間カオスの持つこの性質は、時空カオスにおいても当てはまる。軌道が初期値鋭敏でなければ、即ち、各軌道の違いが初期値の誤差範囲をある程度保ったままで推移すれば、一定の範囲に納まる予測が可能である。しかし系がカオスである場合、一定の幅を持った初期値から出発した軌道は、互いに指数関数的に離れて行き、もはや一定の範囲に納まる予測は不可能となる。そして一定の範囲に納まらない予測とは、「全てのことが起こり得る」という予測と同様、予測として意味をなさない。実際、ローレンツ方程式の場合、ある物理量を表す変数に関して1000分の1の初期値の違いから出発した軌道が、時間が経つにつれ全く異なった経過を辿ることが確認された。この場合、初期値を1000分の1の精度で特定できない我々にとって、予測は事実上不可能なのである。⁹

このように、初期値を厳密に特定することができない我々には、初期値鋭敏な事柄（即ち、相空間カオスを持つ力学系の軌道の物理量や、時空カオスが発生するCMLモデルにおける格子の持つ物理量）に関する予測は、一般に不可能なのである。しかし裏を返せば、初期値が少々変化しても影響を蒙らない性質、即ち初期値の変化に対してロバストな性質ならば、予測やテストの対象となりうるはずである。そしてカオス的力学系やCMLにおける初期値変化にロバストな性質としては、リャプノフ指数やハウスドルフ次元といった相空間カオスや時空カオスの指数が挙げられる。これらの指数は、個々の軌道や格子の性質ではなく、系全体の特性量である。先に触れたように、我々は系全体に対して一定の指

⁹ また初期値鋭敏なカオスに対しては、予測のテストの最も望ましい形態である再現実験も不可能となる。追試は、できる限り最初の実験と同じ条件でなされねばならない。しかし初期値の特定の場合と同様に、我々には厳密に同じ実験状況を再現することはできない。そしてカオス力学系においては、実験状況のわずかの違いは、一定の予測範囲を超えた、異なった結果を生み出す。同じ状況を厳密には再現できない我々にとっては、第一の実験結果を追試によって検証することは事実上不可能なのである(cf. Stuwart,1989,p.288f)。

数を予測し、それを実験や観察によってテストすることで、現実の現象においてどの程度のカオスが発生しているかを確認することができるのである。

結局、カオス研究においては、個別的な対象（軌道を持つ物質・格子によって区画された場）の物理量に関する予測は断念せざるを得ないことになる。代わりに予測の対象となるのは、系全体が持つカオスの指数である。速度ベクトルやCMLモデルによって表現されている理論の経験的テストは、このカオス指数を用いることによってのみ可能となる。また特に、指数が十分には整備されていない時空カオスに関しては、先に言及した定性的な予測が、いまのところ、主な方法とならざるを得ないのである。

また、複雑な現象を単純なモデルの組み合わせによって理解するという方法は、単純なミクロなレベルと複雑なマクロなレベルの区別ができないカオス研究一般においては通用しないとされる。この区別が不可能である理由として、金子と津田は次ぎの三つを挙げている（金子・津田,1996, 3-4頁）。まず先に触れたカオスの初期値鋭敏性は「軌道のミクロな違いが、時間経過に伴って、マクロな違いに指数関数的に拡大される」とも表現できるが、これはミクロとマクロのレベル分け自体が無効であることを意味している。つぎに、カオスを生み出す典型例である非線形微分方程式では、単純な過程の「重ね合わせ」という手法を用いることが困難である。さらに、カオスは高々3変数の方程式という、少数の自由度しか持たないモデルにおいても発生する。つまり自由度を少数に抑えた系は単純であるという図式は、カオスにおいては成り立たないとされるのである。

以上二つの論点が、相空間カオス・時空カオスいずれの研究にも関わるものであったのに対し、これから見ていく「法則的説明」と「因果関係の特定」の放棄は、専ら時空カオスが生ずるCMLモデルにおいて顕著になる事柄である。力学系においては、通常、個々の軌道をたどるものは物体であり、その物体間には力学的な因果関係が成立すると見なされていた。一方、CMLにおいて物理量を担う基本単位である格子は、適度に粗視化された場の一区画に過ぎない。そして研究者は、「個々の格子点の実体が何か、それが微視的にどう表されるかは考えない」(ibid., 81頁)とされる。つまりCMLの格子は因果関係の項となり得るような実体であるとは考えられていないのである。（従って隣接格子間に想定される物理量の相互的影響も、何らかの微視的な因果関係の集積的所産であって、それ自身は因果関係ではない。）CMLにおいて研究者は、実体間に成立しているかもしれない因果メカニズムを度外視して、専ら巨視的な物理量の時空的相関関係のみを記述しているのである。このことは、CMLを用いた研究においては、自然現象の間に成り立つ因果メカニズムの特定という方法が、もはや採用されていないことを意味する。

またCMLによって定式化される物理量の様々な時空的振る舞いは、格子を度外視した

物理量の変化を表す関数として、ロジスティック関数の代わりに相空間カオスを生み出す他の速度ベクトルを用いても、同様に構成できる(ibid.,113頁)。さらに、先に確認したように、一般にカオス理論において、予測を通じた経験的テストの対象となる事柄は、専ら系全体のカオス指標であり、特にCMLにおいて、その指標は、物理量の巨視的な時空的振る舞いの様々な様相を表すものであった。すると、たとえ実験・観察において、あるCMLモデルに基づいたカオス指標が確証されたとしても、そのことは必ずしも、そのモデルに含まれていた速度ベクトルが真であることは意味しない。つまりCMLモデルを用いることで科学者が探究の対象としている事柄は、個々の物理量の時間変化を支配する(速度ベクトルという方程式で表現される)一般法則ではなく、(カオス指数として表現される)系全体として見た場合の、物理量の時空的相関の様相なのである。言い換えると、速度ベクトルは、現象に対して妥当すべき自然法則ではなく、あくまで系全体の物理量の時空的相関を生成させるための、一種の理論的道具として扱われているのである。このようにCMLモデルにおいては、現象間に成り立つ法則を発見し、それによって個々の現象を説明するという方法は採用されていないのである。

以上四項目に分けて、カオス研究では従来の自然科学の方法論がそのままでは通用しないことを見た。注目に値するのは、このような事態を受けて、少なからぬカオス研究者たちが、自らの研究を、これまで確立されてきた方法が使えないという意味で、従来の経験的科学的科学の一種の欠如態に過ぎないとは見なさず、むしろ独自の方法論を備えた新しい科学の分野であると主張していることである。一般に、科学における方法は、対象と目的に応じて選ばれると我々は考えがちである。このような見方よれば、目的は対象と並んで、方法を決定する要因なのであり、方法が目的を規定する訳ではない。しかしそもそも方法に選択の余地が無い場合、取りあえず手に入る方法に応じて、それによって達成可能な事柄が研究の目的として設定されることも、科学の現場では往々にして起こりうる。カオス研究者の方法論的な発想転換を支えているのも、この種の「方法によって目的を決定する」という「健全な開き直り」とも形容すべき態度であると思われる。カオス研究者が扱っているのは、これまでの科学が敬遠してきた「複雑な」対象である。このような対象には従来の方法は通用せず、当然その方法が保証してきた目的も達成できない。ここでの目的とは先に挙げた方法と表裏一体の関係にあるもの、即ち「与えられた初期値に対する物理量の予測」「マクロな現象のミクロな実体による説明」「因果メカニズムの特定」「法則の発見」などであろう。このような状況の下で、カオス研究者は、従来の目的を断念し、彼らに残された方法によって達成できるものへと研究の目標自体をシフトさせたのであった。その結果、カオスという新たな対象に対して、新たな方法論と目的を備えた新たな科学が

登場したのである。従来の方法との対比で見てきたカオス研究の方法論（そしてそれと表裏一体となった目的）をここで改めてまとめると、「特定の初期値の下での物理量に着目し、それを予測するのではなく、あくまで系全体の時空構造の変化を記述し予測すること」となろう。そして、このような方法論の現象論的な性質は、特に、因果メカニズムを度外視し、動力的法則に対して道具主義的な態度をとるCML的アプローチにおいて顕著となるのである。

5 CML社会科学の構想

冒頭で触れたように、複雑系社会学者のカオス理論に対する態度は様々である。しかし本節では敢えて、カオス理論、なかんずく、CMLモデルが社会現象に直接適用された場合の方法論的含意について考えることにする。それではCMLモデルは如何にして社会科学に適用されうるのだろうか。以下は、CML社会科学の素描的構想である。

社会現象をCML上でモデル化するためには、まず、各々が何らかの社会統計量を持ち、その間に近接的相互作用の可能性が与えられた有限個の格子を設定しなければならない。この格子には、適度に粗視化された社会統計量の標本単位を当てるのが適当であろう。例えば社会統計量として失業率を考えた場合、各々の格子は失業率の標本単位である職業安定所の一管区となる。これら格子間には一定の順序を持った隣接関係（順序位相）が導入される。力学系の場合、この関係としては専ら空間的な隣接関係が考えられていた。一般に社会現象も、地球表面付近の三次元空間中で起こる現象であるので、その指標たる社会統計量の標本単位も一定の地域的な区画毎に集計され、その結果として空間的な布置を持つ場合が多い。国勢調査、社会学における種々の標本調査に基づく統計量、上記の失業率などのある種の経済指標はその典型例である。これらの統計量に対しては、力学系と同様に空間的な隣接関係を持った格子を設定すればよい。一方、必ずしも一定の空間的区画毎に集計されない社会統計量も存在する。この場合は、空間的隣接関係以外の何らかの順序位相を導入する必要がある。例えば、株価に対しては、何らかの産業連関を想定し、その連関を一定の順序関係に直して、各会社の株価に隣接関係を設定すればよい。

このような格子を設定すれば、つぎに格子を度外視した時間変化を表現する関数を設定する必要がある。カオス理論において確認したように、この関数は相空間においてカオスを発生させるものならば何でもよく、CML社会科学においても、専ら社会統計量の様々な時空変動を発生させる理論的道具として扱われる。また隣接格子間の相互影響関係を表す関数も設定しなければならない。ここで注意すべきは、カオス理論と同様、相互影響関

係を設定しないことも可能であることである。これらの関数を設定することは、社会統計量を、個々の標本単位ごとに一定の時間発展を経るものと見なすことを意味する。CML社会科学は、新古典派経済学の一般均衡論のような静的な理論ではなく、社会統計量に関する動力学的理論なのである。

CML社会科学は、カオス理論が現象の複雑さに対処するために行った、目的のシフトを伴う方法論的な転換を受け継ぐ。まずCML社会科学は、個々の初期条件の下での社会統計量の予測を公式に断念する。例えばCML経済学は、様々な政策を選択した場合のある国のGDPの予測や、様々な経済状況下での平均株価の予想は行わないのである。しかしCML社会科学は、全ての予測を回避するわけではない。それは、(カオス理論がそうであったように)社会統計量の系全体が示す空間的(ないしは一般に言って、位相的)相関関係の時間経過が辿る様々な複雑な様相を、カオス指標という形で予測する。そしてこのような予測のテストを通じて、CML社会科学は実証主義的な経験科学であり続けるのである。しかし経験科学としてのCML社会科学の関心は、あくまで社会現象の持つ統計量が、全体として、どのような係数配置の下で、時空カオスや時空間欠性などの時空的動態を示すのかに限られる。

このような関心の制限は、いくつかの更なる方法論的帰結を持つ。確かに、CML社会科学の主題である、適度に粗視化されたマクロな格子社会量やその時空的動態は、個人や(家庭・企業・国家などの)団体といった社会的主体の様々な活動の所産であろう。しかしCML社会科学は、格子社会量が、いかにしてそれらミクロな主体の相互活動から生み出されるのかを、もはや問うことはしない。マクロな格子社会量とその時空的動態は、ミクロな社会主体の行動によっては説明されないのである。つまりCML社会科学においては、(新古典派経済学を含む)ある種の社会科学において採用されていた、「社会現象を究極的には個人の行動によって説明する」という方法論的個人主義(methodological individualism)という説明戦略が放棄されるのである。

この方法論的個人主義の放棄に伴って、社会的活動主体に関する様々な前提(無限合理性・限定合理性など)は不要となる。確かに社会現象のミクロな主体である人間やその集団は、知性を備えている点で、気体分子などの複雑な自然現象のミクロな実体とは異なる。しかしCMLモデルによる自然現象と社会現象の説明には、いずれのミクロな実体も登場しない。人間と気体分子の差は、理論的には考慮の外に置かれるのである。

また格子社会量は、それ自身では因果的効力を持たない。ミクロな社会主体の行動の間の因果関係と、それらの行動がマクロな社会量を生み出す因果メカニズムの度外視と相まって、結局CML社会科学においても、カオス理論と同様に、因果関係の特定という科学

の方法・目的は放棄されるのである。

先に述べたように、CMLモデルにおける社会量の時間変化を表す関数は、あくまで道具主義的に扱われている。時空カオス指数の予測の成功によって社会現象に対するモデルの妥当性が経験的に確証されたとしても、そのことは、モデルにおいて常に取り替え可能な社会量に関する関数が、対象において成り立っていることを意味するわけではない。CMLを用いた科学は、この種の関数が表すとされる現象間に成り立つ法則の発見には、もはや興味を持たないのである。

以上概観してきた方法論的な転換は、社会現象という対象の複雑さに対処する為のCML社会科学なりの処方箋である。つまりCML社会科学は、複雑な社会現象を前にして、特定の社会量の予測や、ミクロな社会主体からマクロな社会量の時空動態へと至るメカニズムを含む因果関係一般の特定、さらには社会量の動力的法則の発見という目標を断念し、代わりに、社会量の系全体としての時空的動態の様々な様相の記述と予測に専念するのである。

6 社会科学の哲学の対立軸 I：自然主義と反自然主義

以下、社会科学の方法論を巡るこれまでの哲学的議論を、二つの代表的な対立軸に即して整理して紹介する。本節で取り上げるのは＜自然主義と反自然主義＞という対立軸である。

これは「社会科学は自然科学の方法を用いるべきか否か」を争点とする、社会科学の哲学における最大の論争に関わるものである。¹⁰「自然主義 (naturalism)」とは、この問いに対してイエスと答える立場を指し、また「反自然主義 (anti-naturalism)」とは、それにノーをつきつける立場の総称である。¹¹

これらのうち、自然主義は、早くもホッブス・ヒューム・コンドルセ・コント・ミルらの主張において見られる。即ちその立場は、社会科学が科学の一分科として成立する以前、ないしはまだ構想段階にあった時代から存在するのであり、逆説的に言えば、社会科学自

¹⁰ これが社会科学の哲学の最大の論争点であるという認定については、例えば Ryan(1970) p.13f, Trigg(1985), p.2f, Braybrooke(1987), p.7f, Little(1991), chap.11, Martin and McIntyre(1994), p.xv を参照されたい。

¹¹ 自然主義・反自然主義という呼び方は、Popper(1957), Braybrooke(1987), Manicas(1987), Little(1991), Martin and McIntyre(1994) などで採用されている。また Ryan(1970)や Trigg(1985)は前者を経験主義、Trigg(1985)と Fay and Moon(1977) は後者を人間主義(humanism)と呼んでいる。さらに Hayek(1955) は前者を科学主義 (scientism) と名づけている。

体よりも古い歴史を持っているのである。20世紀において自然主義を代表するのは、ノイラートやヘンペルら論理実証主義を採る哲学者や、ポPPERなどその立場を批判的に継承した論者である。このように、時代も哲学的立場も多岐に亘る論者によって唱えられてきた自然主義には、自然科学の方法や社会科学の範囲などを巡って、当然様々なバージョンが存在する。そのうち、自然科学の方法に関しては第3節において四項目にまとめておいた。一方、歴史学を社会科学と認めるかどうかに関して、それを認めるヘンペルと、反対するポPPERの対立は、社会科学の範囲に関する不一致の一例であるといえる。¹²

一方、反自然主義の歴史も劣らず古く、ヴィーコやヘルダーといった18世紀の哲学者や、19世紀から20世紀初頭の新カント派にまで遡る。社会科学の方法は自然科学のそれとは根本的に異なると主張した論者は、すべからく反自然主義陣営の一員と見なされる。「自然科学とは根本的に異なる方法とは何か」に関しては百家争鳴の観があり、結果としてこの立場には、自然主義より更に幅広い主張が含まれるが、今日、いわば現役の立場として議論の対象になるのは、主に M.ウェーバーと P.ウィンチの方法論である。¹³

ところで自然主義と反自然主義双方の主張の背後にあるのは、「社会科学は自然科学に比べて立ち後れている」という社会科学の現状に対する認識であるといえる。そしてこの立ち後れの原因の少なくとも一つは、社会科学の対象である社会現象が、解析力学や統計力学に代表される自然科学が扱う自然現象に比べて、格段に「複雑」であることに由来するとされている。（ここで対照される自然科学とは、カオス理論が登場する以前のいわば「単純系科学」であり、念頭におかれている自然現象も「単純系」に限られている。）またこの立ち後れは、そもそも社会科学は「科学」たり得るのかという疑念をしばしば起こさせるほど、ひどいものであるとされる。自然主義と反自然主義は、この立ち後れ状況を克服し、社会科学の科学としての身分を確立するために書かれた、二つの異なった処方箋なのである。

自然主義はその処方箋を書くに当たって、社会現象は自然現象よりも複雑であることは認めている。社会を構成する人間は知性を持ち、その振る舞いは知性のないブラウン運動粒子よりもはるかに複雑である。また人間の社会を相手とする以上、関連する状況を目的に合わせて制御した実験を繰り返すことは、倫理上ないし實際上不可能である。しかし自

¹² Hempel(1942), Popper (1957) を参照。

¹³ ウェーバーを反自然主義の陣営に含めることに反対する論者もいる。例えばランシマンはウェーバーの立場を「社会科学は自然科学の方法とそれ独自の方法を併用すべきだ」と主張するものと見なしている (W.G.Runciman (1972) p.19)。またウィンチに関しては P.Winch (1958)を参照されたい。

然主義者によれば、社会現象と自然現象の間に横たわる違いは、あくまで程度の差 (difference in degree) でしかなく、方法論を根本的に変えねばならないほどの種類の違い (difference in kind) ではない。自然主義者によれば、自然現象と社会現象は共に、方法論的に一貫した一元的な科学（ノイラートの言う「統一科学」）の対象を構成するのである。

方法論が一貫しているとは、目的が同じであることを意味する。第4節で列挙した（単純系）自然科学の目標が、社会科学の目標として、あくまで保持されるのである。自然主義者が社会科学の立ち後れを認定するのも、これらの目標の達成を成功の基準としてのことである。（例えば、ある経済状況下での経済指標の予測の度重なる失敗が、経済学の科学性に対する疑念を引き起こすのは、そもそも社会量の予測を経済学の目標として受け入れているからである。）対象と目的が同じである以上、社会学者は、単純系自然科学の方法の徹底化によって、自分たちの専門分野の立ち後れ状況を克服するしかない。単純系自然科学の方法がますます徹底されるべき社会研究の側面としては、データ収集が挙げられる。社会統計量のうち、歴史的・地域的に最も整備されている項目としては、物価と並んで人口がある。しかしこの人口にしても、今日の水準から見て信頼に足るデータの出現は、ケトレの主導による、1846年のベルギーでの統計調査を待たねばならない。つまりわずか150年程度の歴史しか持たないのである。これに対して、「現在の社会科学の予測成績の悪さは、このデータ数の不足によるところが大きい。今後も地道にデータを蓄積していくことで、社会量に対する理論の予測力を向上させよう」と考えるのが典型的な自然主義的発想である。もちろん自然主義者たちは、自らの処方箋によって社会科学が、いつの日か単純系物理学と肩を並べるほど成功する（例えば、戦争勃発の予測が、天文学における日食の予測に匹敵する正確さと射程の長さを獲得する）と考えるほど楽天主家ではない。しかし彼らによれば、社会科学の科学としての地位を（たとえそれが自然科学に遅れをとった二流科学としての地位であろうと）揺るぎないものにするくらいの効能を、彼らの処方箋は持つはずなのである。

これに対して反自然主義は、自然現象にはなるほど因果的恒常性はあるが、意味はない (meaningless) のに対して、人間の行動が織りなす社会現象は意味を持つ (meaningful) という点で、両者は決定的に種類が異なるという認識から出発する。ここで「意味」というのは、行為の目的・動機・意図など、合理的な行為者本人が自分自身の行為を理解するために用いている（はずの）事柄である。このように、意味を持つ現象を扱う社会科学の第一の目的は、合理的な行為者本人が自らの行為に与えている意味の理解・解釈であるべきで、その行為が生み出す因果的恒常性の特定は、あくまで二義的な目的に止めるべきであると、反自然主義者は主張する。このように反自然主義は、社会科学の目的そのものを自然科学

とは異なるものとして設定し直すのである。いまや社会科学の立ち後れは、(例えば予測の失敗のような)自然科学的な観点到に照らしてのことではなく、この社会現象の解釈の不備に求められる。そしてその立ち後れの原因は、このような解釈を与えない自然科学の方法に従っていることにありと診断されるのである。

それではこの社会現象の理解はどのような方法でもたらされうるのか。過去30年間ほどの社会科学の哲学の文献で紹介されている反自然主義の処方箋は、主に「理解(Verstehen)」を鍵概念とするウェーバーの方法論と、ウィットゲンシュタインの言語ゲーム論を援用したウィンチの方法論である。

ウェーバーの「理解」概念に対しても様々な解釈が与えられてきているが、その一つとして、それを自らの心理状態の他者への投影 (projection)ないし移入(empathy)であるとするものがある。¹⁴社会学者自身、社会の一員としての行為者である。そして自らが一定の合理性を持ち、何かを意図しつつ行為する際には、その合理性や意図に関する、当事者としての一定の理解を持っている。「人は類似した状況におかれた場合、類似した意図に基づいた行為を行うであろう」という一般的な想定に導かれて、この当事者として体験した合理性や意図を、類似した状況下にあると見なされた他者の行為に当てはめる作業が、「投影」としての「理解」なのである。

このように、ウェーバーが個人的体験に基づいた心理的操作として解釈されるような方法を提案したのに対して、ウィンチは公共的な観察により依存した方法を打ち出した。ウィンチの方法を支える発想はつぎのようなものである。我々は社会から孤立して行為するわけではない。我々が属している共同体には、その成員がある事柄を意図し、その達成を目指して合理的に行為するための規則が備わっている。そのような規則に従うことではじめて、その共同体の成員は、一定の目的を持った行為を合理的に遂行することができる。また逆に、ある人物がその共同体に属しているとは、そのような規則に従って行為することに他ならない。そしてウィンチによれば、社会学者の為すべきことは、ある社会構成員の行動を観察することによって、このような行為の規則を特定することなのである。

いずれにしても、行為の意味の理解を目指す反自然主義の立場に立てば、社会現象に対する説明には、個人や集団が何事かを「選好する」「意図する」「選択する」といった(身体の外側からは観察できず、本人以外にも意識できない)内包的な(intentional)語句が(外的な行動や神経生理過程を記述する外延的な (extensional)語句に置き換えられずに) 不可避免的に含まれることになる。この点において、社会科学の説明様式は、そのような内包的

¹⁴ 例えば Nagel (1961)p.473-485 を参照。

語句を一切含まない自然科学の説明様式と大きく異なるのである。すると反自然主義によれば、科学はその対象・目的・方法に関して、外延的な自然科学と内包的な社会科学に大きく二分されるのである。自然主義の方法論的一元論に対して、反自然主義は自然/社会の二元論の立場に立つのである。

このような反自然主義的な方法論は、社会科学の少なからぬ分野で既に（時には暗黙裡に）用いられている。その代表例は、経済学と民族誌である。例えばロビンズは、経済学の基礎となるべき（「経済的合理人」などの）個人に関する諸前提は、個人的自己反省 (personal introspection) によって得られると見なしている。ここでの自己反省とはウェーバーの言う「理解」の一形態であろう (Robbins (1932))。また文化人類学者のギアツは、自然主義を明確に拒否した上で、社会的な現象を何か別の事柄の象徴と見なし、その意味を解釈するという方法を提案している (Geertz, 1983)。

もちろんこの種の学問的対立にありがちなことだが、この対立を調停ないし止揚しようとする案もいくつか提案されてきた。例えばフェイとムーン (Fay and Moon (1977)) は、社会科学において、内包的現象の意味の理解と因果メカニズムの解明は共に必要であり、自然主義と反自然主義（彼らの用語では「人間主義 (humanism)」）は、その意味でいずれも一面的であると批判した。またリトルは、社会科学の様々な分野を方法論的に一括りにすること自体に反撥し、社会科学に多様な方法を認める多元主義 (pluralism) を唱えた (Little (1991))。

7 社会科学の哲学の対立軸 II: 方法論的個人主義と全体論

方法論的個人主義を唱えた哲学者としては J.S. ミルが知られているが、社会科学の分科の中では、経済学（特にミクロ経済学）がこの方法論を採用しており、ロビンズや L. フォン・ミーゼスといった経済学者たちが、この立場に立った議論を展開している。（「方法論的個人主義」という名称自体、経済学の主流をなす方法論を指す用語として、シュンペーターによって与えられたものである。）現代の社会科学の哲学の文脈において、この方法論的個人主義は様々に定式化されている。なかでもブレイブルークは、それを「社会科学において最終的に十分な説明戦略とは、個人についての事実から集団についての事実へと進むというもののみであり、その逆方向ではない」というテーゼとしてまとめている (Braybrooke (1987))。つまり方法論的個人主義は、社会的事実は個人的な事実によって説明されるべきであって、その逆ではないという主張なのである。

この立場に真っ向から対立する方法論は全体論 (holism) である。全体論の立場を採った

論者としては、社会学者デュルケームが知られている。彼の主張は、「社会集団の成員の動機・好み・信念といった個人的な事実は、その社会のあり方によって大きく規定されている」という洞察に基づいている。そのように考える限り、個人的事実によって社会的な事実を説明することはできず、むしろ逆に、前者は後者によって説明されるべきなのである。結局、デュルケーム流の全体論によれば、社会的な事実は社会的事実によってのみ説明されることになる。

ゴードンは、この方法論的個人主義と全体論の対立は、個人的な事実と社会現象との間の因果関係についての理解の違いに根ざしていると指摘している(Gordon (1991))。つまり方法論的個人主義は、個人の行動や心的状態は社会現象を引き起こす因果効力(causal power)を持った実体であるとする一方で、社会現象にはそのような因果効力を認めない。また全体論は、社会的事実に対しては因果効力を承認し、個人的な状態にはそれを拒否するのである。すると個人的事実と社会的事実の間に双方向の因果関係を設定することによって、これら方法論的個人主義と全体論の主張をそれぞれ、「社会現象は個人的事実によって説明可能である」、「個人の状態は社会的事実によって説明可能である」と、共に両立可能な形に弱めることもできるわけである。

また方法論的個人主義と全体論の双方が、ある現象をその原因を特定することによって説明することを社会科学の方法としていたことを考えると、これらはいずれも、先に触れた自然主義の立場に含まれると言える。言い換えると、方法論的個人主義と全体論は自然主義の枠内での路線対立なのである。

8 CML社会科学の方法論的位置

それではいよいよCML社会科学と複雑系経済学の持つ方法論を、上で概観した二つの方法論的対立軸の上に位置づけてみよう。まずはCML社会科学の方法論的位置を、＜自然主義と反自然主義＞という対立軸に照らして確認することから始める。

複雑な自然現象を対象とするカオス研究の方法論を受け継ぐCML社会科学は、一見すると自然主義の最新のトレンドであるように思えるかもしれない。しかし実際には、CML社会科学は、自然主義・反自然主義さらにはそれらの調停案など、この対立軸に関してこれまで提案されてきたいずれの立場にも解消されない、独自の方法論的位置を占めるのである。

先に確認したように、自然主義が想定してきた自然科学の方法論とは、カオス研究ならびにCML社会科学が、複雑な対象にそぐわないとして捨てた、単純系科学の方法論であ

った。CML社会科学は、社会現象間の一般法則や因果メカニズムの解明、さらには特定の社会量の予測には興味を持たず、それらを研究の方法・目的として採用しないのである。代わりにCML社会科学が専念するのは、系全体の社会量の時空的動態の記述と予測である。一方、CML社会科学は、「理解・解釈」を核とする反自然主義の方法や目的も受け入れない。CML社会科学がその時空的な振る舞いに興味を示す、適度に粗視化された社会区画上の量は、個人の行為とは異なり、動機・目的などの「意味」を担った存在ではない。このように自然主義と反自然主義のいずれの方法論をも採用しない以上、CML社会科学は、リトルやフェイ・ムーアらの中間的立場にも立たないのである。

＜自然主義と反自然主義＞の対立軸に即して確認できる、このCML社会科学の方法論の革新性は、この対立軸上にあるそれぞれの立場が設定している科学一般の方法論的区分においても際立つ。CML社会科学の立場からは、科学はその方法論によって、大きく単純系科学と複雑系科学に分けられ、後者の中にカオス理論とCML社会科学が含まれるのである。これは自然主義が想定していた科学の方法論的一元論とも、反自然主義が含意していた対象の知性の有無に応じた方法論的区分とも異なる。これらいずれの方法論的カテゴリーも、カオス研究の登場を視野に入れておらず、自然現象を扱う科学を方法論的に一枚岩であると捉えている。それに対してCML社会科学の方法論は、これら従来の科学の方法論のカテゴリーに対して、根本的な見直しを迫るものなのである。

つぎに＜個人主義と全体論＞の対立軸を取り上げよう。個人主義や全体論、さらにはそれらを弱めた立場も、個人的事実と社会的事実の間に一方向ないしは双方向の因果関係を想定し、それを自らの立場の根拠としていた。つまり先に指摘しておいたように、この対立軸上の立場はいずれも、原因を特定することによって社会現象を説明するという方法を採用している点で、自然主義の立場に立つのである。一方、CML社会科学が関心を払う粗視化された格子社会量の測定単位は、個人であっても集団であっても構わない。さらにCML社会科学は因果メカニズムの解明自体をも放棄するのであり、その際ミクロな個人的事実とマクロな社会的事実の間の因果関係も一切不問に付されるのである。CML社会科学の方法論は、この対立軸上のどの立場にも属さないのみならず、その対立軸自体を消去する含意を持つのである。

9 複雑系経済学の方法論的位置

つぎに複雑系経済学についても同様の位置づけ作業を行う。以下の論述の便を考え、まずは＜個人主義と全体論＞の対立軸から取り上げる。

この対立軸に関して、現在の複雑系経済学を代表する塩沢理論や西山理論は、いずれも個人的事実と社会的事実の間に相互的な因果関係を想定し、社会現象を個人的事実によって説明すると同時に、個人の状態を社会的事実によって説明するという方法論を採用している。つまり複雑系経済学は、個人主義と全体論の双方とも、強い形態では採用しないのである。

この点を顕著に示すのが、塩沢の「マクロ・ミクロ・ループ」という考えである。ここで塩沢は、経済の総過程としての「ゆらぎある定常過程」というマクロな社会的事実と、複雑な状況を前にして定型行動を示すミクロな個人的事実とを対置させた上で、「総過程がどうあるかというマクロの状況がミクロの行動を決めるという側面」（塩沢,1997b,226頁）と「経済の総過程ともいうマクロは、（自己組織化過程を通じて）個々のミクロの行動が作り出している」（ibid.,227頁）側面とを共に指摘し、結果として「経済では、このようにミクロとマクロとは相互に円環的に規定しあっている」（ibid.,227頁）と主張している。そしてこのようなマクロとミクロの相互規定関係（ループ）の認定に基づいて、塩沢は「個と全体の関係を考えるときには、そのループが確認されないうちは、理論として完結していない」（ibid.,227頁）と論じている。これは、（個人主義による）ミクロによるマクロの説明や、（全体論による）マクロによるミクロの説明だけでは、経済現象の説明としては不十分であるという主張である。

また西山理論にも同様の方法論的含意が見られる。西山は、経済学が扱う最もミクロなレベルとして「一人の人間」を、また最もマクロなレベルとして「世界市場」を挙げる（西山,1997,128頁）。そして「複雑系が共通にしめす自己組織臨界状態の仕組みを手がかりにして、個人のミクロな消費活動がマクロな消費社会になっていく過程を論じて」（ibid.,192頁）いる。ここでは、複雑系の知見と個人のミクロな行動を説明項として、世界市場を形成しているマクロな経済現象を説明するという個人主義的な説明戦略がとられていることが見て取れる。一方、西山理論では、ミクロな個人の行動を認知科学における活動理論を用いて理解しようとしている。この活動理論は、個人の行動を説明する説明項として、その個人が属する「共同体」や、共同体と個人の関係を決めている「規則」を採用している。つまり西山は、マクロな社会現象でミクロな個人の行動を説明するという全体論も同時に採用しているのである。

塩沢・西山はともに、従来の新古典派経済学に対して、いくつもの根本的な批判を行っている。塩沢・西山理論と新古典派経済学との対立は、＜個人主義と全体論＞の対立軸に即しても見て取ることができる。前者が、マクロな社会現象とミクロな個人の行動を相互的に説明するという戦略を採用しているのに対して、従来の経済学、特にミクロ経済学は

方法論的個人主義を採用する社会理論の代表例であり、その個人主義的な説明戦略は、新古典派経済学の中核をなす、一般均衡理論においても顕著に見られるのである。一般均衡理論においては、ある市場全体が持つ需要関数や供給関数は、それぞれ、個々の消費者（ないし家計）の需要関数や、個々の生産者（通常はある生産組織）の生産関数の、単純な合成として定義されている。このことは、市場というマクロな社会現象が、消費単位・生産単位といったミクロな社会的個体によって説明されていることを意味している。

一方、カオス理論の社会現象への直接の応用であるCML社会科学が、マクロ的事実の時空変動を現象論的に記述するのみで、ミクロ・マクロ間の因果関係に基づく説明を断念しているのに対して、塩沢・西山理論は、そのようなミクロ・マクロ間の説明が依然として可能であり、かつ経済現象の理解にとって不可欠であると見なしている。

つぎに＜自然主義と反自然主義＞の対立軸に即して複雑系経済学の方法論を特徴づけよう。塩沢・西山理論による新古典派経済学に対する批判の焦点の一つは、後者を支えている個人に関する前提である。その前提とは、塩沢によれば「すべてを計算し、最も有利な選択を行う「合理的経済人」」（塩沢,1997b,195頁）であり、また西山によれば「つねに利益を最大にし、効用（満足感）を最大にしようとして、合理的な判断をする、孤立した個人」（西山,1997,6頁）である。このような前提に代えて、塩沢は「限界ある能力の中でなんとかよりよい結果を求めて行動する人間」（塩沢,1997b,200頁）、即ち「限定合理性」を、また西山は活動理論の知見を用いた「複雑な日常の文脈の下での、私たちの行為」（西山,1997,47頁）についての理解を、それぞれ基礎とする経済学を構想しているのである。

ところで、「人間が、このような[新古典派経済学が仮定する]全知・全能な存在でないことは、わたしたち自身がよく知っていること」（塩沢,1997b,195頁）という発言に集約されるように、複雑系経済学による新古典派的人間観への批判と対案の提出においては、経済活動の当事者としての自らの体験を他者へと投影する「理解・解釈」の手法が用いられていると言える。この点で複雑系経済学は、自然科学とは異質な反自然主義的な方法を採用しているのである。

一方、自然主義的方法論についてはどうか。まず塩沢・西山理論は、カオス理論と共に、「マクロな現象をミクロな要素の組み合わせによって一意的に決定されるものとして理解する」という要素還元的な手法を明確に拒絶する。このことは先に確認した「方法論的個人主義の拒否」という両理論の姿勢において既に明らかである。塩沢・西山理論によれば、マクロな経済現象は、そのミクロな要素を説明単位にするだけでは説明し尽くせないとされるのである。しかし塩沢・西山理論の反還元主義的な方法論は、それらが試みている「ミクロからマクロへの説明」の側面においても鮮明に現れている。以下では塩

沢理論に焦点を絞って、このことを確認したい。

この説明局面において塩沢理論は、(西山理論が「自己組織臨界状態」に注目したように)「ゆらぎのある定常過程」というカオス研究に由来する概念を用いている。この概念は、経済現象をその時間変動の特徴に即して、通時的に特徴づけたものである。それに対応して、塩沢理論において、経済現象の共時的な側面は「経済システムは、多くの小さな、あるあそびの範囲で独立した部分に分かれ」(塩沢,1997b,223頁)ていると理解される。ここで言われる「あそび」は、「ゆるい連結」とも表現されている(塩沢,1997a,159頁)。このように各部分がゆるく連結した系では、系全体の状態は、部分の状態を単純に重ね合わせることで記述できない。これは、先にカオス研究において確認した(第3節)、「非線形微分方程式において、単純な過程の「重ね合わせ」という要素還元的な手法を用いるのが困難である」という事情と同様のケースである。経済の共時的なあり方を「ゆるやかな結合系」と捉える限り、マクロな系全体を、ミクロな要素を組み合わせることで一意的に決定されるものと見なすことはできないのである。

このような非還元主義的な立場を採る以上、複雑系経済学が、新古典派の一般均衡理論のような、経済の総過程をミクロな現象の組み合わせで一意的に決定するような方程式を立てないことは明らかである。この点に関して塩沢も「経済システムの複雑さに注目することは、その全体を記述するような大規模な方程式を再構成することでは」(塩沢,1997b,219頁)なく、「複雑系経済学では、経済変数を一義的に決定するような方程式ないし方程式系を必ずしも要求し」(ibid.,219頁)ないと明言している。しかし複雑系経済学が、CML社会科学において見られるように、法則に対して、実際の現象を支配する実在性を認めない、「法則に関する道具主義」にまで踏み込むかどうかは、明確ではない。確かに塩沢は「ゆらぎのある定常過程」としての経済を、「つねにすでに構造化された過程である」(塩沢,1997a,273頁)と特徴づけた上で、「この種の過程は微分方程式系や、差分方程式系、確率過程など、いかなる力学系によっても記述できない」(ibid.,273頁)と述べている。しかしこの定常過程は、ある仮定のもとでは、フォン・ノイマン経路として数学的に表現可能なものである(ibid.,271頁)。この数学的表現が、CMLモデルにおける速度ベクトルのように、マクロな現象をモデルで構成する際に、他の表現と取り替えても構わないとされるならば、塩沢理論においても、それは単にマクロ現象を構成する為の道具に過ぎないことになろう。しかしそうでない限り、フォン・ノイマン経路は、定常過程としての現実の経済現象において成り立つ、ある客観的な法則と見なされていると思われる。複雑系経済学は、「ゆらぎある定常過程」・「ゆるやかな結合系」・「自己組織臨界状態」などとして捉えられた経済現象の間に成立している、ある種の規則性を、数学的表現を与え

られた客観的法則として取り出すという、自然科学の方法・目的は維持しているのではなかろうか。

同様に「因果メカニズムの解明」もまた、複雑系経済学において維持されていると思われる。先に確認したように、塩沢・西山理論とも、マクロ・ミクロ間に相互的因果関係を想定し、それら間の双方向的説明を目指していた。このことは、両理論とも、現象の間に成立する因果メカニズムを追跡することで、それらの現象を説明するという自然主義的な方法・目的を奉じていることを意味する。

最後に、「ある初期条件の下での特定の社会量の予測」に関する複雑系経済学の態度を確認しよう。まず複雑系経済学は、特定の社会量の予測は可能であると考えているのだろうか。再三触れているように、塩沢理論は経済現象の時間変動を「ゆらぎのある定常過程」と見なしている。ここで言う「定常性」とは「周期性」のことである(塩沢1997a,158頁)。それでは「ゆらぎ」とは何か。元来「ゆらぎ」とは、物質の相転移の臨界状態(criticality)において生ずる、二つ相を区別していた変数の、大小様々な揺動を意味していた。例えば、水から氷への相転移における「ゆらぎ」とは、摂氏0度の臨界状態における密度の不均一な分布状態を意味する。そして、一回の相転移において、どの大きさのゆらぎが起こるかは予測できないが、その出現頻度はゆらぎの大きさ(これを f と表す)に反比例する(即ち $\frac{1}{f}$ となる)ことが知られている。このように「ゆらぎ」を、安定した出現頻度を持つ

頻度現象であると見なせば、「ゆらぎある定常過程」は、頻度安定性を持った周期性と解釈できることになる。そしてこの場合、ある経済量に対する頻度予測は可能となる。実際、塩沢理論においては、ある品物の「需要」や「在庫量」といった特定の経済量に対して、ある程度の精度を持った頻度予測の可能性は認められている(塩沢,1997b,221.222.249頁)。このことは、マクロな経済状態を、頻度現象としての「ゆらぎ」を有する「自己組織臨界状態」と見なす西山理論においても同様である(西山,1997,136頁)。この点で複雑系経済学は、そのような特定の経済量の予測を不可能と見て、それを断念するCML社会科学とは袂を分かち、むしろ新古典派などの従来の経済理論と同様の立場をとっているのである。

しかし話しはここで終わらない。例えば塩沢が、ある品物の需要の予測に関して、これまでの様々な時間変動のパターンを考慮に入れて「需要予測の精度を上げるということも考えられ[るが]需要予測がすべて正確に行われる訳では[ない]」(塩沢,1997b,221頁)と述べているように、特定の経済量の予測の精度は、実践的な観点からいっても必ずしも常に満足のいくものではない。このことは自然主義も等しく認めるであろう。自然主義によれば、社会科学は、物理学などに比べ、予測の精度に関しては永久に二流科学の地位に甘ん

じなければならないのである。しかし自然主義的方法論を奉じ、経済量の予測を社会科学の目的とわきまえる経済学者ならば、ここで予測精度の向上に大きな関心を示し、その為のデータ収集や経済統計的技法の改善に取り組んでしかるべきである。しかし複雑系経済学者はそうではない。むしろ彼らは、予測精度の向上には理論的興味を示さず、代わりに、この予測の不十分性—不可能性ではない—を織り込んで理論を構築しようとするのである。このことが、複雑系経済学の方法論的立場を際立たせている特徴であると思われる。

塩沢理論が限定合理性を大前提として構築されていることは先に確認した。この限定合理性の重要な一側面として、「経済主体は常に不十分な予測しかできない」というテーゼがあると思われる。商店主がベストを尽くしたとしても、彼の在庫予測が常に不十分であることは、複雑系経済学にとって改善されるべき状況ではなく、そこから理論が発せなければならない現実なのである。このような限定合理性しか持ち合わせず、不十分な予測しかできない経済主体から構成されているにも関わらず、なぜ市場経済が全体として、それなりに機能するのか、という問いこそ経済学が説明すべき事柄なのである(ibid.,283頁)。複雑系経済学が経済学の究極の目標として掲げる、「経済の再生産の構造とその変動を説明し、理解すること」(ibid.,249頁)もまた、この経済の各成員の予測不十分性を前提した上で果たされねばならないのである。

最後に、＜自然主義と反自然主義＞という対立軸に即したここまでの議論をまとめてみよう。複雑系経済学は、自然主義の方法の一部（法則の発見・因果メカニズムの解明）は採用するが、要素還元主義は拒否し、また特定の経済量の予測も原理的に不十分であることを受け入れる。その一方で、複雑系経済学は、人間観に関する前提を設定する際に、「理解・解釈」という反自然主義的な方法に訴えているのである。

10 複雑系経済学の方法論的問題点

「特定の経済量に対する予測の不十分性を前提して理論を構築する」という複雑系経済学の戦略は、しかし、ある方法論的な困難に直面するように思える。経済現象の特徴は、商店主などの経済主体と経済学者の間に、経済理解や合理性に関して、原理的には区別がつかない点にあると思われる。（このことは経済学者による他者「理解」が可能である所以でもあった。）各経済主体が限定合理性しか持たず、不十分な予測しかできないのならば、当然また経済学者も限定合理性しか持たず、十分な予測はできないはずである。複雑系経済学者は、各経済主体に対して付与しなかった無限合理性を、自らにだけ特権的に付与することはできない。このことは複雑系経済学者が、たとえ経済主体の限定合理性とい

う前提の下に、経済の再生産の構造を理解し、説明できたとしても、その理解・説明もまた、限定合理性の下での理解に止まり、不十分な予測しかもたらさないことを意味する。

（もし十分な予測が可能なら、複雑系経済学の信奉者となった商店主は完全な在庫予測ができることになってしまい、複雑系経済学的前提が崩れる。）複雑系経済学は、経済主体の限界合理性を織り込んだ理論構築を志向する限り、十分な予測力を持った理論の構築を最初から断念しなければならないのである。このことは、その理解・説明の内容が、特定の経済量に関する予測をテストすることによっては検証できないことを意味するだろう。しかしもっと深刻なのは、限定合理性を（経済主体にもそして自己自身にも）前提する理論は、原理的に反証されることがないという事態である。そもそも不十分な予測力しか持たないものとして提出された理論は、たとえ予測が失敗しても、その責任をとらされて偽とされることがない。

このことが持つ意味をさらに明らかにするために、新古典派経済学とCML社会科学の方法論を改めて取り上げよう。完全合理性という非現実的な前提を各経済主体に対して置く新古典派経済学者は、しかしそれ故に、自らにも経済を完全に予測する可能性を付与できる。彼らは、もし自らの理論が正しく、かつデータが十分にあれば、経済量に関する完全な予測が可能であると称することができるのである。この場合、データが不十分でない限り、予測の失敗は新古典派理論が偽であることを意味する。

他方、CML社会科学は経済量の予測不十分性どころか予測不可能性までも主張する。その代わり、CML社会科学はマクロ・ミクロ間の因果メカニズムの解明や、経済過程の法則の発見などの（新古典派と複雑系経済学が目指していた）目標を一切断念する。CML社会科学は格子経済量の時空変動の理解しか目指さないのである。このような目標は、ささやか過ぎて、新古典派と複雑系経済学にとっては、たとえ達成されたとしても経済の理解が進んだことにならないと感じられるだろう。しかしこの目標の制限には意味がある。CML社会科学が設定した目的は、あくまで予測によるテストが可能な事柄なのである。CML社会科学は、初期値に対してロバストで、予測とそれによるテストが可能である事柄以外は語らない、禁欲的な実証主義科学なのである。

複雑系経済学は経済主体の完全合理性を非現実な仮定として退ける。この時点で、経済現象に関しては、十分な予測力を持つ理論など存在しないことが含意されている。新古典派理論による予測の約束は空手形なのである。それでも複雑系経済学は、（架空のCML社会科学のように）予測可能で経験的にテスト可能な範囲へと自らを制限しない。複雑系経済学が提案する理解・説明は、おそらく原理的にテスト可能性（そして反証可能性）を超えている。その理解・説明が正しいとしても、それが正しいことを示す手段は、もはや

ないのである。

11 おわりに

前節で指摘した複雑系経済学の方法論的問題点は、その方法論が不適切であることを意味するものではない。むしろそれは、社会科学、なかんずく、経済学が、どのような方法論を採ろうとも宿命的につきまとう困難の一表現に過ぎないと思われる。社会科学の方法論的宿痼の原因は、私の診るところ、つぎの二つである。(1) 社会学者(経済学者)と社会活動主体(経済主体)とが原理的に同じ認識論的立場に立つ。社会理論の認識論的限界と社会主体のそれは合致する。従って理論の認識論的制限を緩めれば、社会主体も(時には全能に近い)認識可能性を付与される。一方、社会主体に認識論的制限を加えれば、当然、理論が知りうる射程は短くなる。(2) 社会現象、特に特定の社会統計量の予測が、単純系自然科学と比べても、また社会的実践の要求水準(例えば、赤字を出さずに商店を経営するために必要な在庫量の予測精度)からしても、つねに(控えめに言って)不十分なものに止まる。それは、予測のために収集すべきデータの量や、そのデータから予測を導くための計算量が、容易に社会学者や社会主体の能力を超えるためである。

複雑系経済学・新古典派経済学・CML社会科学の方法論は、これらの事情から生ずる方法論的困難に対する異なった解答なのである。そのうち新古典派経済学とCML社会科学の方法論は、それぞれ「無限合理性という非現実的な仮定を措く」「社会科学の目標を大幅に切り詰め現象論に撤退する」という異なったやり方で、経験的実証科学の地位を確保しようとしている。残る複雑系経済学は、非現実的な仮定を措くことも、現象論に止まることも拒否し、その代償として、自らの主張の正当性を経験的テストに訴えて確保するという手だてを断念せざるを得ないのである。予測のテストに代わる正当化の方法は、ウェーバーやウィンチ流の反自然主義的な方法論に求めるのも一つの途ではある。既に確認したように、この「解釈」の方法は、民族誌のみならず、経済学においても「人間観」を設定する際に、学派の違いを超えて用いられてきた。帰趨は見極めがたいが、複雑系社会科学の方法論が反自然主義により傾斜する可能性は、大いにあるのである。¹⁵

了

¹⁵ 本論は、国際高等研究所の1998年度の研究プロジェクト「複雑系と社会科学の方法」のために、1999年8月に執筆された。本誌への掲載をご承認いただいた、プロジェクト代表の塩沢由典先生をはじめ、参加者たる石塚良次・小林道夫・斉藤了文・津田一郎・福島真人・山脇直司・吉田雅明の各先生には、研究会での討議を通じて様々なご教示を頂いた。この場を借りてお礼申し上げたい。

参考文献

- 青木統夫 1996 力学系・カオス
- 金子邦彦・津田一郎 1996 複雑系のカオス的シナリオ
- グッドウィン,R.M. (有賀裕二訳) 1992 カオス経済動学
- 斎藤清 1990 非線形経済現象の実証的アプローチ
- 塩沢由典 1997a 複雑さの帰結-複雑系経済学試論-
- 1997b 複雑系経済学入門
- 西山賢一 1997 複雑系としての経済
- Braybrooke,D.,1987, Philosophy of Social Science.
- Descartes,R.,1989, Discours de la Méthode (originally published in 1637).
- Eckman,J.P.,et al.1986,"Lyapunov Exponents from Time Series" , Phys.Rev.A34.
- Fay,B.,& Moon,J.D.,1977,"What Would an Adequate Philosophy of Social Science Look Like?" reprinted in Martin,M.,& McIntyre,L.,(1994).
- Geertz,C.,1983, The Interpretation of Culture.
- Gordon,S.,1991, The History and Philosophy of Social Science.
- Hayek,F.A.,1955, The Counter-revolution of Science: Studies in the Abuse of Reason.
- Hempel,C.,G.,1942,"General Laws in History" reprinted in Hempel, (1965) Aspects of Scientific Explanation and other Essays in the Philosophy of Science.
- Hénon, M., and Heiles,C.,1964,"The Applicability of the Third Integral of Motion" Astron.J.69.
- Kaneko, K.,1993,Theory and Applications of Coupled Map Lattice.
- Little, D.,1991, Varieties of Social Explanation.
- Lorenz, E.N.,1963,"Deterministic nonperiodic flow" J.Atmos.Sci.,20.
- Manicas, R.,1987, A History and Philosophy of the Social Sciences.
- Martin, M., and McIntyre,L.,1994, Readings in the Philosophy of Social Science.
- Nagel,E.,1961, The Structure of Science.
- Newton,I.,1966, Sir Isaac Newton's Mathematical Principles of Natural Philosophy and his System of the World (originally published in 1687).
- Popper,K.,1957, The Poverty of Historicism.
- Robbins,L.,1932, An Essay on the Nature and Significance of Economics Studies.
- Runciman,W.G.,1972, A Critique of Max Weber's Philosophy of Social Science.
- Ryan,A.,1970, The Philosophy of Social Science.
- Sano,M.,& Sawada,Y.,1985,"Measurement of the Lyapunov spectrum from a chaotic time series" Phy.Rev.Lett.,55.
- Stuart,I.,1989, Does God Play Dice? :The New Mathematics of Chaos.

Trigg,R.,1985, Understanding Social Science.

Winch,P.G.,1958, The Idea of a Social Science.

Wolf,J.B.,et al.,1985,"Determining Lyapunov exponents from a time series"
Physica, D16.

(京都大学文学部助教授)