

ソフト・システム思考

—その意義を考える—

北原 貞輔

ハード・システム思考に対し、ソフト・システム思考を初めて対峙させたのは数理生物学者ラポポートである。また類似の見解にグラスマンやウェイクらのルース・カップリング論がある。そして最近ではチェックランドのソフト論を見ることができる。いま、なぜソフトなのか、本小論ではその意義について一考してみたい。

1. 現代科学の特徴

17世紀の物理学者ガリレオは、“自然の真理は数学的事実にある”といい、科学的実験と数学的描写を強調し、みずからもそれを実行することで多大の成果をあげた。その後、デカルト、ニュートン、ベーコンらもこの思想に同調し、それが以後の科学者の思考を支配するパラダイムになったことは多くの人びとの認めることであろう。チェックランドは、その特徴を還元主義、反復性、反証性にあるという[1]。現実世界内で特定の視点に立ち、そのなかで観察・測定可能な、因果関係を明確にできる変数だけを取りだして研究しようとする思想は還元主義である。このためそこでは数式を用いた論理構成が可能で、厳密性を追求することができる。

ニュートンによって導かれた引力の方程式はその典型的な具体例であるが、彼は、晩年、主観的に制約条件を設定して論理を展開したことに対して、大きな悔いを抱いていたといわれる。けれども現代科学は、なお依然として還元主義的立場に立って歩み続けている。機械論、原子論、分析論などもほぼ同じ範疇の思想である。

われわれは、まず、ガリレオの残した言葉、“自然の真理は数学的事実にある”と“科学的実験と数学的描写”に注目する必要がある。前者は明らかに宇宙を対象にし、後者は制約条件下の科学つまり還元主義科学を意味する。そこには明らかに矛盾がある。あるいは矛盾を感じないところに問題があるといってもよい。

還元主義パラダイムのもとでは、1つの理論が完成すればそれを否定して新しい理論を構築し、さらにそれを

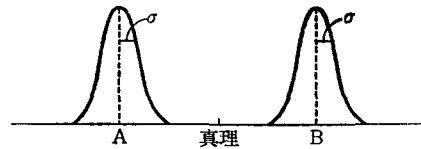


図 1

否定して新理論を構築することができる。ニュートン力学とアインシュタインの相対性理論の関係はそのことを如実に示した例である。つまり制約条件下の理論は真理を求めているのではなく、それから偏った、図1のAやBを追求しているからである。そして精密さを追い求めることは、平行誤差 σ を小さくしようとする努力にほかならない。

さらにいま1つの重要な問題は実験である。それが制約条件下の理論の追求になることは自明であるが、たとえば電子の運動を測定するとき、光を当てて測定すれば、光の影響が加わって完全を期することはできない。つまり測定値は測定者と無関係ではなく、その意味からも厳密性を過度に追求しても意味がない。類似の問題に製品精度と使用者の関係がある。ガリレオを祖とする現代科学は、大きな難点をもっていることになる。

しかもダーウィンの種の起源の発表とともに、諸科学は、生物学的分野から大きなインパクトを受けることとなった。生物体には、本来、伝統的な物理学の手法を適用することはできない。それは生物が流れのなかで不可逆的に変化していく複合システムのためである。生物である人間から成り立つ経営や社会もその範疇に入る。

ところが英国の生物学者ウォディントンは、進化はひとり生物学的分野にだけ見られるものではなく、非生物学的分野にも類似の現象が見られると指摘した[2]。また、原子は運動していて初めて原子としての性質をもつ。つまり伝統的物理学のとってきた構造固定の論理は、物理学的分野でも大きな近似であったということである。

ブリゴジーンとニコリスは、構造的に安定したシステムはないといい、散逸構造の進化は、構造、機能、“ゆらぎ”という自己決定のシーケンスであると指摘する[3]。つまりシステムは構造、機能、“ゆらぎ”の三極構造で成

きたはら ていすけ 九州大学 経済学部

〒812 福岡市東区箱崎 6-19-1

り立ち、それが進化の必要条件ということである。

さらに言葉を換えていえば、自然のシステムは、すべてその構成エレメントあるいは粒子の時間的にかぎりのない“ゆらぎ”によって互いに情報を伝達しながら自己を維持する一方、つねにその“ゆらぎ”のなかから、新しいものへ創造的に自己を越えて進む、あるいはシステム特有の臨界点を越えて進む特性を所持しているということである[4]。

特に生きたシステムやそれらから構成される社会を対象にすると、それらに対して構造固定の仮定を取り入れることは基本的には正しくない。それらはメタボリックかつカタボリックな作用を通じて定常状態を維持しながら、さらにそれとは異なる構造的ゆらぎのなかにあつて、均衡とは異なる、一時的に安定な“一様状態”を保っているのである。しかもそれはシステムの生存・発展の必要条件である[5]。

ミクロ世界とマクロ世界とは、相互に関連をもって進化し続けている。原核生物の生存を思いだしてみれば理解できるであろう。また、人類社会は、人びとみずからがつねに社会変革を求めて努力し続けている。これらを考えるとき、未来の状態は過去のとそれと同じと考えることはできず、このため未来の状態を過去のデータを用いて正確に予測しようとするのは基本的には不可能である。さきの図の真理は時間的に一定ではないのである。

これまでの科学の採択してきた還元主義的ないしは機械論的パラダイムは、それに依拠することで、科学の未発達な時代には大きな成果を期待可能であった。けれどもそれが保持する仮定を越えて精密さだけを追求していけば、誤差のなかの遊戯と化してしまうであろう。

2. ハード論の盲点

ハード論は、合理性を基礎としたシステムティック・システム思考に裏打ちされたシステム思考のことをいう。あるいはチェックランドによれば、構造化された問題を対象とし、目的に手段を対応させる二分法的思考である[6]。このためそこでは刺激即反応の因果律が中心とされ、数学的形式が重視される。それはまさに還元主義科学の典型であり、機械論的パラダイムに立つものといえよう。もちろん、われわれはそれを全く不必要というのではない。けれども生物やその集団としての生態系、経営や社会などの複合システムを研究対象にすると、ハード思考には、以下に示す大きな欠点が含まれている。

a. 評価尺度を異にする複数のシステムをどのように結

びつけるか。

b. 進化する世界をどのようにモデルに取り込むか。

c. 因果律は絶対か。

d. “ゆらぎ”をどのように解釈するか。

e. 目に見えない世界は無視できるのか。

人体は消化器系、循環器系、呼吸器系などが相互関連を保持して維持されている。キャノンはそのような状態をホメオスタシスと呼んだ。それを経営に当てはめると、たとえば生産システムの設計者が、物的システムだけでなく、それに携わる作業者の肉体的・精神的問題から、前後工程の作業者間関係、上司との関係などのすべてを含むモデルを作成しなければならないことを意味する。現実には、物的システムの設計者たちは、それにかかわりをもつ多数の人びとと事前に協議し、さらに設計後の協議で設計変更をする。このためモデル上の効率性や最適性は必ずしも生かされない。そこにはすでに多数のサブシステムの調和、つまりハード論を越えた現実的対応を見ることができている。

上述の例で、さらに金属疲労や機械の劣化から、他企業の設備投資の関係などまでも含めたモデルを作成できれば、それはbに対応したことになる。どれだけ優れた数学者でも、それに応じることはほとんど不可能であろう。これまで数学モデルを作成するにさいし、人びとは時間的不変の仮定を採択してきた。たとえばシステムへの入出力を x 、 y で表わすとき、 $y = f(x)$ の関係のなかで f を固定し、 x の時間的変化に対する y の変化を対象にしてきた。進化を念頭におくかぎり、関数形 f が時間的に連続・不連続的に変化するモデルが必要となる。

また、因果律についても、それを絶対といえない例が数多く発見されている。たとえば大沢教授のグループは、ゾウリムシの行動にそれを発見したが[7]、人間の精神活動にもそれを見ることができている[8]。また、生体の構成要素であるタンパクや細胞が、それぞれ上位レベルを形成するさいにも完全な因果律は成り立たない[9]。

前述で f を固定するのは、“ゆらぎ”を認めない例である。人間の知的成長は、“ゆらぎ”のなかでの f の時間的変化を意味する。このため f を固定して、“ゆらぎ”を認めない論理は、人間の自由な思索や行動を認めないことに通じる。遺伝子さえも人体を自由に動きまわって全体の調和を助けている。経営や社会においては、人間のもつ“自由度”は“ゆらぎ”である[10]。東ドイツの哲学者クラウスは、社会主義社会では数学モデルを用いて社会を制御(支配)可能という[11]。それは、人間の自由な思索や行動までも数学モデルで支配することを意味

し、人体における自律神経系の働きさえも無視する論理である。ハード論を過度に強調するとき、われわれは、そのような社会の構築をめざしていることになる。

これまでの科学が採択してきた“観察・測定可能な変数だけ”の仮定は、量的かつ表面現象だけを重視し、“目に見えない”質的側面を無視している。精神活動は除くにしても、情報や人間関係も目に見ることはできない。もちろんシャノン流に解釈すれば情報の計量化は可能である。しかし、それをどのように解釈するかは一段上位レベルの問題で計量化することはできない。また、それがかかりに計量化されたとしても、さらに上位レベルがある。ここにもハード論の盲点がある。質はつねに量より上位レベルなのである[12]。

3. ソフト・システム思考[13]

ハード、ソフトをどのように規定するかについては、まだ統一された見解はない。そこでエレメントの連結に関し、われわれは、過去に以下の5項目

- a. 影響力の数 (多:少)
- b. 影響力の強さ (強:弱)
- c. 影響力の継続時間 (長:短)
- d. 反応時間 (即時:遅れ)
- e. 影響力の吸収度 (小:大)

を用い、硬い連結と柔い連結を区別することを提示した。

たとえば生産システムをみれば、aについては明らかに柔軟である。それは結合関係を“物の流れ”に限定して他の関連は比較的無視可能という意味からである。だがb, c, dについてはかなりタイトである。それは前後工程が機能的・反応時間的に強い相関関係にあり、しかも継続的なためである。また、前工程からの結果を処理して後工程に引きつぐ以上、eについてもタイトである。特に同期化・自動化が進むほどそうである。

これに対して事務工程では、多くの情報にもとづく他との結合関係があるという意味でaについてはタイトである。けれどもそれだけに、それぞれの機能にもとづく影響は断続的あるいは間歇的とみることができ、その強さは個々の情報について一定ではなく、反応時間にもかなりの余裕があったり、影響の一部を吸収して反応せずすむこともある。b以降については、生産工程に比べてかなり柔軟性があるとみてよい。

さらに多数のサブシステムから成る複合システムでは、多数の異なった機能を同時に取りあげ、一部を無視できないこともある。そのとき条件aについてはきわめてタイトになる。川の流れを取りあげてみよう。梅雨期

の雨はそのまま川に沿って海に注ぐわけではなく、その一部は流域・山間部の樹木に吸いとられて保持され、晴天時に逐次放出されることで川の流れを枯渇させないであろう。そのとき樹木の存在は流域を洪水から守り、それを砂漠化させないためのバッファーになっている。

また、人体の諸器官を構成するタンパクの構造に“ゆらぎ”があるとか、神経回路が外部からの情報刺激でその構造を変化させることなども、すでに識者には知られた事実である。それらは明らかに人体システムの柔構造に通じるものである。そこに見られるのは複合システムが、環境の変化に応じてその構造、つまり構成要素の相互関連を変えて対応するということであり、それを通じて生を保っているという事実である

スペース・シャトルで無重力空間に運ばれたメダカが、環境の変化にとまどいを見せた反面、宇宙で生まれた子供たちは正常に泳いだことが報告されている。それは地上で使用されない遺伝情報の使用という推論に結びつくが、そこにはリダンダンシー、つまり“ゆとり”ないしは“ムダ”の存在と状況に応じたその活用がみられる。

以上の諸例を見て、われわれは、複合システムを対象にすると、

- a' バッファーの存在
- b' 相互関連の変化
- c' リダンダンシーの保持

がシステムの生存にとって不可欠なことがわかる。それはこれまでの還元主義科学の追い求めてきた効率・最適重視に対し、システムの生存・持続性重視、ひいては人間重視の立場に立つものである。

われわれは、前記のb~eとa'~c'に関し、要素あるいはサブシステム間の結合関係、さらにはシステムと環境間の結合関係が全体として柔軟であるが、なお秩序を保持しているシステムをソフト・システムと定義し、特に意識的にそのようなシステムを対象にとり、上記の条件を考慮してシステムの観察・研究に取り組むとき、それをソフト・システム思考と呼ぶことにする。

4. ソフト社会

ソフト思考は、すでにわれわれのまわりにさまざまな形で具体的にその姿を見せ始めている。たとえば経済的側面についていえば、それは以下に述べる状況の変化例に端的に示されている[14]。

1. 均一な製品の生産: 効率主義
→多様な製品の生産: 個性重視

2. 量重視→質重視
3. 物質重視→情報の価値重視
4. 物的生産重視→サービス産業重視
5. 集中経済→分散経済

1.は没個性・平等の論理から個人の価値観の多様化の認識・個性の尊重への転換、そして少種多量生産から多種少量生産への推移を意味する。2.には無機的材料の使用から有機的材料の直接使用による製品品質の向上がある。バイオテクノロジー重視はその典型例といえよう。3.は保温重視からデザイン・色彩重視への衣服の生産の変化にその例が見られる。衣服のデザイン・色彩はそれを着用する人の個性表現の媒体となるが、その価値は時間とともに変化し、これまでの還元主義的経済尺度でそれを評価することは困難である。

4.は物的生産物重視の経済から人手を要するサービス産業への変化を意味する。それはたしかに前者がある程度確保されるという条件下で成り立つものであるが、現在では、その比重がしだいに大になりつつある。ビジネス・スクール、文化教室、コンピュータのソフト産業などの発展はその例である。

5.にいう集中経済は、ある意味で最も効率的であるが、災害の発生にさいして全国経済に致命的ダメージを与える。分散経済は、非効率性でそれを救済するとともに、地域を活性化させる特徴をもつ。1.~4.は機能的面からのソフト化、5.は構造的面からのソフト化である。

また、経営を対象にするとき、

- a. 企業活動に関する十分な観察
- b. 企業活動の基本的特質の明確化
- c. 大規模・重要な基本システムの決定
- d. 協議機構の設置

にもとづく多次元組織論もソフト化の例である[15]。

条件aは、その全体活動とともに環境との関連を含む全般認識の必要性をいうものである。その結果、bが明らかになりcが決定されるが、dは、そのさい、それらの活動にかかわりをもつ多数の人びとおよび専門家の協議を欠かせないことを意味する。それは一部の専門家の価値観にもとづくハード・システム化の欠点を防ぐとともに、各サブシステムの行動領域・行動指針を明らかにするためのものである。あるいはdを通じ、基本サブシステムが相互に関連をもつにしても、それをあえて独立にするために協議機構があるといってもよい。

もちろん、bとcは時間的に固定的ではなく、内助・外的環境の変化によって変化の可能性をもつ。そして上記のプロセスが反復されるなかで、ハード・システム論

からの手段の適用局面、ゆとりやリダンダンシーの程度やその置き方を明らかにせねばならない。特に人間を含め、あるいは生物にかかわりをもつ複合システムを対象にするとき、ハード論は、ソフト思考のなかでこそ、その意義を発揮できることを忘れてはならない。ハード論の主張する効率や最適化などは、進化過程上にある複合システムでは、生存・持続性を前提にして初めて意義があり、それを無視しては考えられないからである。

ここではこれ以上の説明は省略するが、それは権力主義的な組織理論を越え、最近強調されているホロン経営の特徴を具備した過程論的な組織理論で、そこでは人間に大幅な自由が認められ、進化・発展の可能性を秘めた、しかし全体重視の組織が形成されるであろう。

5. む す び

17世紀の科学は、その研究対象を物質の量的特性と構造の研究に絞った。このため“ものごと”ないしは“できごと”の質や価値、人間の意思や意識、感性などといった人類社会にとって最も重要な特性を科学の対象から締めだしてしまった。しかも20世紀に入って、多くの科学者たちは、それらの分野にまでも伝統的な物理学の手法を適用しようと努力してきた。

われわれは、現代科学の特徴、それに依拠するハード論の盲点について述べ、ソフト・システムをどのように規定するかについて提言し、徐々に進行しつつある社会のソフト化について述べた。われわれは、これまでの科学を否定するつもりはない。しかし、マイクロ・マクロ宇宙の進化を考え、自然が個と全体の相互関連の融合のなかに成り立つことを考えたとき、ハード論にだけ頼ることはできない。というよりは、全体の認識のなかでこそハード論は生かされるということである。

少なくとも2.に述べたa~eを同時に解決できる合理的モデルができないかぎり、そしてその合理性に関する客観的定義ができないかぎり、われわれは新たな対応を考えねばならない。ソフト思考にいうソフトは軟弱などを意味するのではない。人間が変化のない無機的世界に存在する無機の実体でないかぎり、ソフト・システム思考は不可避であろう。それはまだ新しい世界である。多くの人たちの批判・議論が沸騰することを期待したい。

参 考 文 献

- [1] P. B. Checkland: Systems Thinking, Systems Practice, Wiley, 1981, 高原康彦・中野文平監訳『新しいシステムアプローチ』オーム社, 1985.

- [2] C. H. Waddington: "The Theory of Evolution Today", in A. Koestler & J. R. Smythies (eds.): Beyond Reductionism, Hutchinson, 1969, 池田善昭監訳『還元主義を超えて』工作舎, 1984.
- [3] G. Nicolis & I. Prigogine: Self-organization in Nonequilibrium Systems, Wiley, 1977, p.13.
- [4] E. Jantsch: "Unifying Principle of Evolution," in E. Jantsch (ed.): Evolutional Vision, Westview, 1981.
- [5] 北原貞輔: 『システム科学入門』第3刷, 有斐閣, 1986.
- [6] P. B. Checkland: ibid.
- [7] 大沢文夫: 「微生物の行動」石井威望(他)編: 『生命現象のダイナミズム』中山書店, 1984.
- [8] 北原貞輔: 前掲書, 142ページ.
- [9] 清水博: 「ホロンとしての人間」石井威望(他)編『ミクロコスモスへの挑戦』中山書店, 1984.
- [10] 文言・北原貞輔・伊藤重行: 「ゆらぎ」とは何か『オフィス・オートメーション』Vol. 9, No. 1, 1988.
- [11] G. Klaus: Kybernetik und Gesellschaft, Deutscher Verlag der Wissenschaften, 1973, 石塚悦男訳『サイバネティクスと社会学』合同出版, 1978.
- [12] 北原貞輔: 「メタインフォメーション」経済学研究, Vol.53, No. 6, 九州大学経済学会, 1988.
- [13] 北原貞輔・伊藤重行: 「ソフト・システム思考—組織生存の条件—」『オフィス・オートメーション』Vol. 6, No. 4, 1985. 北原貞輔: 前掲書, 第12章.
- [14] 北原貞輔・山崎良也: 「ソフト経済—その意義を考える—」北原貞輔・矢田俊文編: 地域経済システムの研究』九州大学出版会, 1986. 北原貞輔: 前掲書, 第12章.
- [15] 北原貞輔: 『現代経営システム論』新評論, 1976, 第5章.

▶ パーソナルコンピュータ用線形計画法パッケージ ◀

パーソナルLP

実用的な例題を多数収録し、入門者向けに線形計画法をわかりやすく解説!!

開発: 平本 巖(㈱電力計算センター)

機種: PC-9801

定価: 80000円

概要: 線形計画法パッケージ。問題入力、単体表の操作、図解法、サポート機能など。(マニュアル添付。)

解説書: パソコンパッケージによる

例解 線形計画法(定価1800円)

問合せ先: 日本電気ソフトウェア㈱

営業部 ☎ 03(444)3211

■好評発売中

ファジイ理論とその応用

水本雅晴著 A5/3200円

近年実用面からも注目され始めたファジイ理論について、永年研究を重ねてきた著者が、ファジイ集合とこれを定義づけるメンバーシップ関数、ファジイエントロピー、ファジイシステム等の基本的概念から、応用面全般にわたって解説した決定版。

新時代のコンピュータ総合誌

定価880円

Computer Today

7月号特集/好評発売中

32ビットパソコン時代のOS

—OS/2とUNIX—

別冊 プログラム移植 定価1380円

月刊誌

数理科学

7月号特集/好評発売中/定価930円

相転移のルネサンス

別冊 相対論の座標 定価2000円

サイエンス社

東京都千代田区神田須田町2-4 安部徳ビル

☎03(256)1091 振替 東京7-2387