

自己組織化ダイナミクスの原理

長谷川 光 圀

The Principles in Dynamics of Self-organizing

Mitsukuni Hasegawa

Abstract : This paper intend to make theoretically a contribution to the study of self-organizingssystem, which is be attributed to the fluctuation and autocatalysis. The study consists of two parts. The fore-part describe a nature of self-organizingssystem ; open systems, non-equilibrium, cycle, hierarchical multilevelsystems, time-and space-binding. The post-part present the fundamental principles on the dynamics of self-organizing ; principle of fluctuation-simplifying, principle of global stability, principle of hierarchical multilevelsystems, epigenealogical principle, principle of co-evolution.

I 序

物質とエネルギーのゆらぎと自己触媒 (fluctuation and autocatalysis) をつうじての自己組織化ダイナミクスは、物理化学を超えて生物学、社会学、経済学、そして経営学に有効となる一般的動態システム論の展開の可能性を十分に秘めている。

確かに、一般システム論は、20年以上も前に開発されてはいるが、それは、負のフィードバック制御を用いた構造の保存と安定性に着目する静態的なものに過ぎない。対して、ゆらぎを通しての自己触媒的な自己組織化ダイナミ

クスでは、システムの動態的側面が強調される。勿論、一般理論化は、そのような自己組織化ダイナミクスがかなり広範囲に見られる現象であり、見せかけの類似性にとどまらず、真の相同性 (homology), 即ち本質的関連性が存在する場合にだけ可能である。私は、その真の相同性を信じているが、それには、相当の根拠がある。例えば、生命組織体の機能の仕方に関するボワトー＝ヘスの研究は、細胞間コミュニケーションでも重要な生化学反応系、解糖サイクルにおいて、極限サイクル活動や化学反応波が現われて大域的安定領域を形成することを実験的に証明した¹⁾。また、プリゴジンとブリュッセル学派の研究者達は、シロアリの巣づくりの観察から、シロアリの巣は初めは無秩序に置かれた物質の山にすぎないが、物質配分のランダムなゆらぎが化学的、物理的刺激をシロアリに与え、自己触媒的に働く共同活動を生み出してくるとした²⁾。さらに、ブリュッセル学派のアレン＝デニューボルク等による都市進化の研究も興味深いものがある。即ち、ゆらぎと自己触媒機能をもつ経済活動は、元来均一な人口配置をもつ地域社会を全く不均一な地域社会へと変化させ、やがてより発達した経済活動のみが最も多くの住民を引きつけることに成功し、都市化へと進化していくとした³⁾。そして最後に、世界的に名の知られたエクセレント・カンパニー (excellent company) の一つであるソニーでは、技術者が技能を最高度に発揮できる自由豁達にして愉快なる工場建設を理想とし、これをベースにすべてに優先される新製品開発活動が自己触媒的に働くサイクルを形成し、階層と変革に対して柔軟な組織システムを導いている⁴⁾。これら以外にも、多数の研究や実験が存在し⁵⁾、実に広範囲にまで研究が及んでいる。

1) Boiteux, A., and B. Hess, "Oscillations in Glycolysis, Cellular Respiration and Communication", Faraday Symposium, 1974, pp. 2~10.

2) Prigogine, I., "Order through Fluctuation: Self-Organization and Social System", in Jantsch, E., and C.H. Waddington, (ed.), *Evolution and Consciousness: Human Systems in Transition*, Addison-Wesley, 1976, p. 113.

3) Allen, P.M, Deneubourg, J.M, Sanglier, M, Boon, P, and A. de. Palma, *Dynamic Urban Growth and Models*, Report No. TSC-1185-3, 1977, pp. 1~15.

本研究は、そのような相同性や本質的関連性を確認する観察的、実験的研究に関心を示しはするが、むしろ一つに自己組織化システムの基本的な特性を明らかにし、二つにゆらぎと自己触媒的機能による自己組織化ダイナミクスについて格別に重要と思われる諸原理を提示することにおかれる。この意味では、一般理論化志向であり、加えて先発的研究であるといえるであろう。

II 自己組織化システムの特性

自己組織化システムは、まさにその本質から、個々の性質の単なる寄せ集めとしては表現できない。けれども、自己組織化システムの特性を見分ける上で重要となる着眼点を最初に示しておくことは、意味あることと思われる。

1 組織と環境の関連性

古典的物理学は、閉鎖システム (closed system)、即ち環境から孤立しているシステムをもっぱら扱う。例えば、物理化学では、伝統的に多数の反応物質を混合した閉鎖容器内で、その反応、その速度、最終的に成立する平衡状態 (condition of equilibrium) 等を問題にする⁶⁾。しかも、熱力学の分野では、エントロピー (entropy) の法則が閉鎖システムにしか当て嵌らないことを十分に認識している。それでも、物理学や化学は、なぜ孤立システムを

4) 次の文献を参照。上竹瑞夫著『ソニー逆転の全戦略』講談社、1991年。金岡隆夫著『ソニーの人間の経営』ソニー出版、1982年。

5) Prigogine, I., Nicolis, G., and A. Babloyantz, "Thermodynamic of Evolution", *Physis Today*, 25, 1972, pp. 23~28. Baumann, G., "Das künstliche Nervensignal: Synthes einer Zellfunktion", *New Zürcher Zeitung*, 29. 1975. S. Holling, C. S., "Resilience and Stability of Ecosystems", in Jantsch, E., and C. H. Waddington, (ed.), *Evolution and Consiousness: Humann Systems in Transition, op. cit.*, pp. 71~92. Jantsch, E., *Technological Forecasting in Perspective*, Paris, 1967. Lefever, R., and R. Garay, "A Model of the Immune Surveillance of Cancer", in Bell, G., and A. Perelson, (ed.), *Theoritical Immunology*, New york, 1977.

6) von Bertalanffy, L., *General System Theory*, George Braziller, 1968. p. 38. 長野敬・大田邦昌共訳『一般システム理論』みすず書房、1975年、36頁。

つくろうとするのであろうか。その一つの有力な答えは、研究の便宜のために状態決定的システムをつくるためであり、状態決定的システムの下では、最終状態は必ず初期条件によって一義的に決定される、例えば化学反応物質の最終濃度は初期濃度に一義的に依存するという関係を実験によって観察し、証明できるからである。

古典組織論もまた、組織を閉鎖システムとみなした。即ち、組織が環境からどのような影響を受けるかあるいはまた環境にどんな影響を及ぼすか、という組織と環境との相互作用について、なんら考察を与えない。例えば、科学的管理法 (scientific management) の創始者であるテーラーは、生産活動内で、作業を合目的に分割するという問題と人間の作業能率を系統立て、作業能率を引き上げる問題に取り組んだ。彼の考え方の核心は、時間研究 (time study) 及び動作研究 (motion study) という形で個々の作業要素に至るいろいろな作業過程を分析し、職能別職長制度 (functional foremanship) を確立することにあつた⁷⁾。フェイヨルは、経営管理の一般理論化をめざし、経営管理を計画(予測)、組織化、指揮、調整、統制の諸要素に分解し、これに実務経験から会得した14の原理(主なものとして、分業、権限、規律、命令、指揮及び集権等の原理)を当て嵌め体系化を行った⁸⁾。そして、ウェーバーの官僚制組織論 (Theorie der Bürokratie) では、職位に基づく権限を最も合法的で、合理的なものともみなし、これが確保される時に、組織の安定と厳格な規律(例えば、職能的専門化による労働の分業、明確な権限の階層、職位に基づく権限と義務、仕事の処理手続の明示、人間相互の関係の非人間化、技術に基づく昇進と仕事の選択等)が保持されると考えた⁹⁾。

システムの中には、その特性そのものからして閉鎖システムでありえない

7) Taylor, F. W., *The Principles of Scientific Management*, Harper, 1911. 上野陽一訳『科学的管理法』産能大学出版部, 1969年。

8) Fayol, H., *Industrial and General Administration*, Pitman, 1930. 佐々木恒男訳『産業ならびに一般の管理』未来社, 1972年。

9) Weber, M., *Wirtschaft und Gesellschaft*, 5 Auflage, besorg von J. Winckelmann, J. C. B. Mohr, 1926, SS. 551~563.

ものもある。生きた生物体、例えば植物、動物及び人間等は、どれも本質的に開放システム (open system) である。生物体システムは、成分の流入と流出、生成と分解の中で自己を維持しており、生きている限り、決して化学的・熱力学的平衡状態のようにはならない。むしろ、いわゆる定常状態にあるのである。現代に至っては、物理化学においても、大きな変化がみられる。つまり、物理化学が拡張され、新しい理論は、開放システムまで射程を広げるようになってきているのである。例えば、プリゴジンの散逸構造論¹⁰⁾、ハーケンのシナジェティクス論¹¹⁾がそれである。

現代組織論においても、組織を開放システムとみなすようになってきている。例えば、バーナードは、共通の目的 (common purpose)、協働意欲 (willingness to cooperate) 及びコミュニケーション (communication) を組織の三要素とし、組織が生成し、存続するためには、組織の内外の環境の変化に適応していかなければならないとした¹²⁾。マーチ＝サイモンは、組織は人間行動、厳密には一つの複雑な情報処理システム、に影響を及ぼすメカニズムであると考え、或る期間をつうじての人間の行動はその期の初めの内的状態 (internal state) とその期の初めの環境 (environment) によって決定されるとした¹³⁾。そして、エメリー＝トリストは、閉鎖システムに対して開放システムの上に立つ組織の動態論は、組織構造の内部要因に組織の変化の要因を求めるのではなく、組織と外部環境との相互作用 (interaction) の中に組織の適応問題を見いだすところに特色があると述べている¹⁴⁾。

10) Prigogine, I., "Order through Fluctuation: Self-Organization and Social System", *op. cit.*, pp. 93~126.

11) Haken, H., *Advanced Synergetics: Instability Hierarchies of Self-Organizing Systems and Devices*, Springer-Verlag, 1983.

12) Barnard, C. I., *The Function of the Executives*, Harvard University Press, 1972, pp. 82~83. 山本安次郎・田杉競・飯野春樹訳『新訳経営者の役割』ダイヤモンド社, 1978年, 85~86頁。

13) March, J. G., and H. A. Simon, *Organizations*, John Wiley & Sons, 1958, p. 9. 土屋守章訳『オーガニゼーションズ』ダイヤモンド社, 1977年, 15頁。

14) Emery, F. E., and E. L. Trist, "Socio-Technical Systems", in Emery, F. E., (ed.), *Systems Thinking*, Penguin Education, 1971, pp. 282-283.

2 組織の内部状態とメカニズム

2-1 組織の内部状態

開放システムにおいて、組織と環境との物質やエネルギー、あるいは情報の交換は、組織自体の内部状態が非平衡 (non-equilibrium) の場合に限り維持される¹⁵⁾。

確かに、閉鎖システムにおける平衡と開放システムの中の安定的平衡には、一定の相似を示す。だが、それは、どちらのシステムも一定のまま停止しているという条件付の場合に限られる。従って、閉鎖システムと開放システムの物理化学的状态は、ほとんどの場合において基本的に異なっている。例えば、閉鎖システムにおける化学平衡は、可逆反応を基礎とする。これは、熱力学の第二原理 (エントロピー最大化) の結果である。これに対して、開放システムでは、非平衡、即ち定常状態に達し、全体として多数の反応において不可逆的になる。かつまた、その第二原理は、定義によって閉鎖システムのみ適用され、定常状態を規定できないのである。即ち、一層平易に言えば、物理的自然の中の一般的傾向は、熱力学のエントロピーの法則に従って無秩序が最大値になるまで増加し、やがて平衡状態に達するということになる。その状態では、全エネルギーが崩壊して一様に分布する低温の熱になる時、宇宙の最後の状況としていわゆる熱死が起こり、世界の過程が止まることになる。ところが開放システムで、非平衡状態の中では、不可逆過程によるエントロピーの増加ばかりでなく、負と称してもよいようなエントロピーのとりこみがある。つまり、これこそ真に自由エネルギーの高い複雑な分子をとりこんで生きている生物体の中で起こっていることなのである。換言すれば、自らを定常状態に保っている生物システムは、エントロピー増加を避けることができるし、高度の秩序と組織態に向かって進化することさえ可能である。かくして、物理化学の開放システムと非平衡状態への接近は、かっ

15) Jantsch, E., *The Self-Organizing Universe*, Pergamon Press, 1980, p. 32. 芹沢高志・内田美恵訳『自己組織化する宇宙』工作舎, 1986年, 83頁。

て物理化学の法則と生物学的自然レベルとの間に存在してきた矛盾を克服し、科学一般の一般的結論を導き出す方途を切り開いたことになる。

では、組織論においては、どうか。組織論では、平衡概念よりも均衡概念 (concept of equilibrium) が好んで用いられている。即ち、バーナードとマーチ=サイモンの組織均衡論が、それである。彼等の組織論は、周知のように現代組織論の主流をなしている。先ず、バーナードによれば、組織の均衡に必要なことは、いろいろな種類の効用を十分に支配し、交換し、これによって組織を構成する個人活動を支配することであり、組織は、その個人活動を用いることによって効用の適当な供給源を確保し、その効用をさらに貢献者に分配してはじめて貢献者から適当な貢献を継続して受け取ることができる。仮に貢献者が交換において効用の余剰、つまり純誘因 (net-incentives) を要求するならば、組織は自らの経済的交換と創造によって効用の余剰を確保できる場合にのみ存続することができると¹⁶⁾。対して、マーチ=サイモンの組織的均衡論は、より厳密である。つまり、誘因と貢献の差が大であれば大である程、個人の満足度もより大であると仮定するのは、もっともらしくみえる。だが、満足尺度のゼロ点と誘因—貢献効用の差引超過分のそれとは、必ずしも一致しない。満足尺度のゼロ点は、人が満足の程度ではなく、むしろ不満足の程度について語り始める点である。従って、それは、要求水準に関係する。他方、誘因—貢献効用の尺度でのゼロ点では、個人が組織を去るか否かについて無差別になる点である。この違いの説明は、現在の活動に代替する別の選択肢の可能性を導入することで明らかになる。即ち、不満足は、代替的選択肢を探索する行動のきっかけとなるが、長期にわたって探索が失敗すれば、要求水準は緩慢ではあるが、徐々に低められていく。そして、この間に不満足が持続する。他方、誘因—貢献効用の差引超過分は、代替的選択肢の知覚における変化に素早く順応する。代替的選択肢が数少なくなり、貧弱になると知覚される時には、放棄される諸活動の効用は減少する。そし

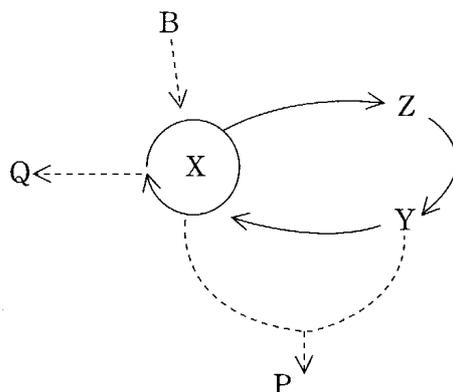
16) Barnard, C. I, *op. cit.*, pp. 244~245.

て、この調整は、瞬時になされると¹⁷⁾。この種の誘因—貢献あるいは誘因—貢献効用の均衡は、私の考えでは瞬時においてのみ達成されそうであるが、克服しがたい固有の矛盾を内包していると思われる。加えて、誘因—貢献あるいは誘因—貢献効用の均衡プロセスは、不可逆的である。それ故に、バーナードとマーチ=サイモンの組織均衡は、物理化学の開放システムと同様に、正しくは不均衡であるといわなければならない。

2-2 組織のメカニズム

組織システムでは、特に二つのメカニズムが重要である。その一つは、組織内の一連のプロセスがつくる特性パターンで、サイクル的（閉回路的）なプロセスとして表現される¹⁸⁾。例えば、ベルーソフ=ジャボチンスキー反応と呼ばれる化学反応は、第1図のように、三つの中間生成物X, Y, Zから形成されるサイクルとして表現できる¹⁹⁾。ここで、右廻りの反応ローテーションを持続させるためには、このサイクルが非平衡状態になっている必要がある。また、内部プロセスのサイクル（閉回路）は、自らを持続的に再新し、サイクル全体としては、初期物質から中間生成物を経て反応最終生成物へと変換する触媒として作用する。つまり、中間生成物Xが内部プロセスのサイクルを

第1図 ベルーソフ=ジャボチンスキー反応とサイクル



(Jantsch, E., *The Self-Organizing Universe*, Pergamon Press, 1980, p. 33.)

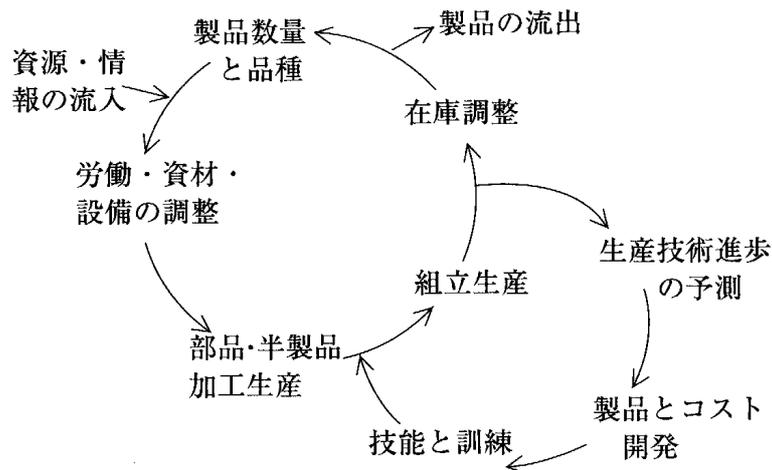
17) March, J. G, and H. A. Simon, *op. cit.*, pp. 85~86.

18) Jantsch, E., *op. cit.*, p. 33.

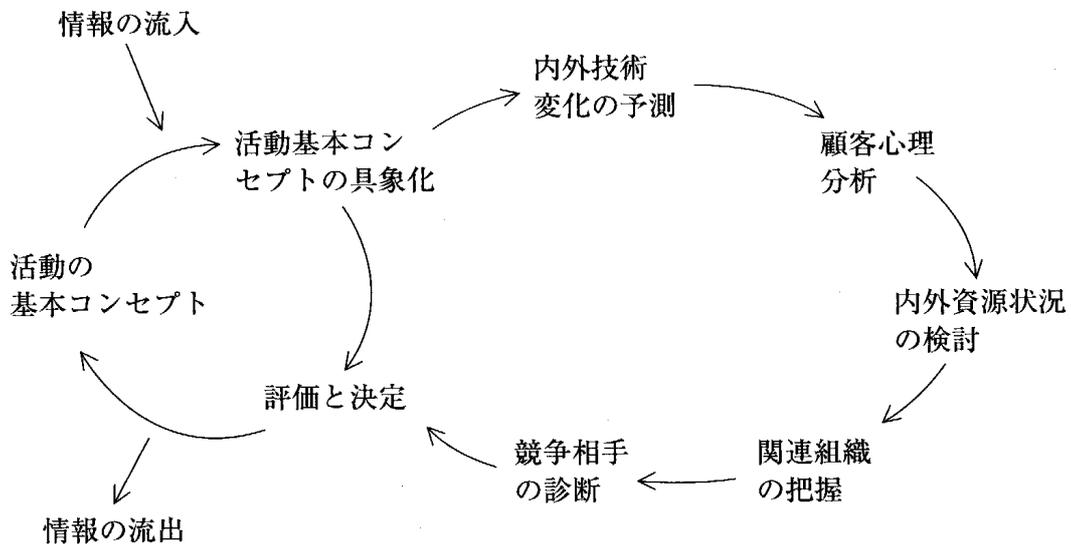
19) *Ibid.*, p. 33.

通じて自己触媒的に再生成され、他方ではXは持続的に反応最終生成物Qに変換されるので、システム全体は、安定的にまわりつづける。しかも、サイクルは、論理的と思える程に理路整然としているのである。

第2図 生産サブシステムのサイクル



第3図 戦略決定サブシステムのサイクル



ほぼ同様のことは、組織の中の生産サブシステムにおいてあるいは戦略決定サブシステムにおいて等にも見い出される。先ず、生産サブシステムの場合のサイクルについて。サイクル全体としては、生産情報と資源の流入から中間生成物としての諸活動、即ち生産プロセス、生産技術進歩の予測、製品とコスト開発、技能訓練を経て生産情報と製品の産出に至る変換を触媒する

作用をなしている。このサイクルが持続するためには、非平衡あるいは非平衡状態になければならないことは勿論のことであるが、さらに重要なことは、製品の数量と品種、労働・資材・設備の調整、部品・半製品の加工生産、組立生産、在庫調整という中核的生産プロセスのサイクルそれ自体が持続的に再新しつづけられなければならないということである。これらの条件下で、生産は自己触媒的に再生成され、生産は持続的に製品の産出に至る変換をつづけ、サブシステム全体は大域的 (global) に安定状態を保つことになる。

次に、戦略決定サブシステムの場合のサイクルについて。この場合も、サイクル全体は、情報の流入から中間生成物としての諸活動、即ち戦略決定プロセス、内外技術変化の予測、顧客心理分析、内外資源状況の検討、関連組織の把握、競争相手の診断を経て情報の流出 (= 戦略決定情報の投出) に至る変換を触媒する作用をなしている。特に重要なのは、活動の基本コンセプト—活動基本コンセプトの具象化—評価と決定のプロセスのサイクルが自らを持続的に再新しつづけなければならないということである。また、非平衡あるいは非平衡状態であることも重要な前提である。これらの要件下で、戦略決定は自己触媒的に再生成され、戦略決定は持続的に情報の流出、つまり戦略決定情報の投出に至る変換をつづけ、サブシステム全体は大域的に安定状態となる。

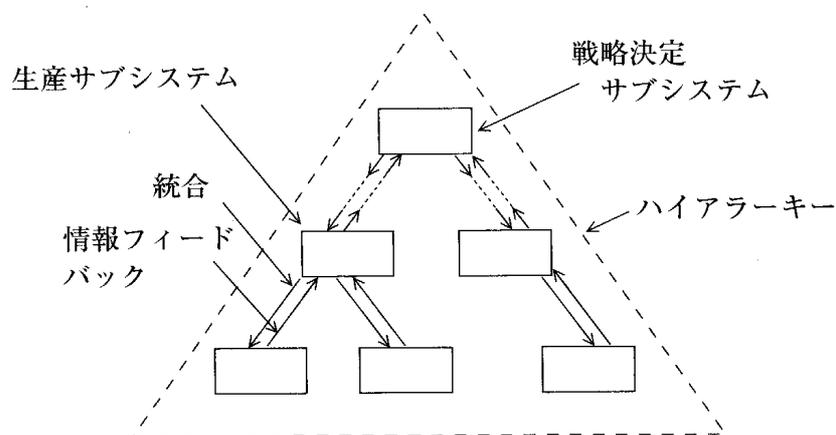
もう一つの重要なメカニズムは、組織化された多層システム (multilevel systems) のレベルや各システム間の配置レベル及びシステム内の階層的レベルにおけるプロセスの位置関係である²⁰⁾。即ち、このようなシステムでは、各レベルがより下層のすべてのレベルと密接に関連している。例えば、我々は、宇宙を巨大なシステムと見ている。それは、素粒子の超マイクロシステムから原子核のマイクロシステムへ、原子・分子から高分子化合物システムへ、分子と細胞の中間的システムへ、細胞システム、生物体システム、地球のマクロシステム、そしてさらに太陽系の超マクロシステムへとつづく多層的、階

20) *Ibid.*, p. 33.

層的システムの巨大な構造物といえる。

この多層的、階層的システム (multilevel, hierarchical systems) は、組織においてはより複雑に進化している。例えば、マーチ=サイモンによれば²¹⁾、システムの分化 (differentiation) は、二つのケースに分けられる。一つは、同一のプロセスに属する活動が集中し、分化が起こるケースで、縦のシステム分化として特徴づけられる。その事例として、我々は、資材管理サブシステム、生産サブシステム、販売サブシステム、そして研究開発サブシステム等を挙げることができる。もう一つは、プロセスの柔軟な目的を持って分化が起こるケースであり、横のシステム分化として特徴づけられる。我々は、その事例として製品別事業部制サブシステム、地域別事業部制サブシステム、そしてプロジェクトシステム等を挙げるができる。とりわけ、前者のシステム分化は、同一の専門的知識と熟練を活用するために起こるのではあるが、ある意味で目的と手段をとりちがえた分化といえる。対して、後者のシステム分化は、閉放システムの特徴である柔軟な目的とこれを達成するために必要な専門的知識と熟練を集中する形で起こる。即ち、この分化は、第1にプロセスの特別な目的によるシステム分化、第2に目的達成のためのプロセスの専門化によるシステム分化とが連結していることに注意されたい。また、連結によってプロセスの位置関係が決定され、サイクルの有り形

第4図 階層的多層システム



21) March, J. G. and H. A. Simon, *op. cit.*, pp. 194~199.

が決ってくる。

第4図は、組織システムと上述の戦略決定サブシステム及び生産サブシステムの関係を多層的、階層的システム（あるいは階層的多層システム）として示したものである。この組織では、横に向かって三層のシステム分化が、また縦に下って三層のシステム分化が見られる。

3 組織の時間的・空間的結合

物理学に確固たる伝統を築きあげた還元主義は、ミクロ的な世界の単純性に対する信念と空間構造への関心という静的なものの見方に基礎をおいている。確かに構成要素が変わらない固定構造なら、簡単に細分して再び集めて再構成もでき、そして重さや安定性、強度といったマクロ的な特性は、各要素とその集積状態の性質から表現できよう。だが、実際のシステムでは、マクロ的な特性の多くが各要素の性質やその組合わせに従っているわけではない。例えば、生物は、細胞の総和として定義できるものではない。また物理化学の反応系でも、ある分子が当の反応に加わらず、触媒として動的システムの全体に対して決定的影響を与えることがある。従って、マクロの特性は、多くの場合に静的な構造の属性ではなく、システム内、環境及びシステム間の動的な相互作用から生ずる。

組織システムのダイナミクスに関しては、時間—空間結合の認識が必要である²²⁾。時間の概念は、可逆性よりも不可逆性 (irreversibility) に関係する。即ち、不可逆性が認識されはじめて、プロセスや歴史の概念が生まれ、時間に過去から未来へ向かう方向性が与えられるからである。我々は、それを過去と未来の間の時間的対称性の破れ (break of the time symmetry) として理解できる。古典力学の機械論的システムを表わす方程式においては、時間の対称性が保存されている。これに対して、熱力学の熱伝導というマクロ的現象を記述するフーリエ方程式では、非一様な温度分布が未来にはより一様な温度分布に変わることを示して、不可逆性を表現している。確かに、孤立

22) Jantsch, E., *op. cit.*, pp. 34~35.

システムの場合、一様な分布から非一様な分布がひとりで出現することは、ありえない。その結果、一様で、平衡な状態に向かう進化のみが問題となり、これ以外の非一様な温度分布は、ランダムなものとして扱われる。開放システムの場合、事情は、一変する。例えば、エネルギー利用について、みてみよう。通常、宇宙進化のより初期段階で生まれたエネルギー蓄積ほど、エネルギー・ポテンシャルは大きい。物質の形で蓄積された化学エネルギーや核エネルギーの解放は、遠い過去のエネルギーが現在に活かされることを意味する(時間結合)。同様に、環境汚染や廃棄物を生み出すことで、現在が未来に働きかける(時間的対称性の破れ)。このことは、放射性廃棄物を見れば明らかである。プルトニウム増殖技術を用いれば、核分裂エネルギー蓄積をより有効に利用できるようになるが、それは、同時に未来に対して望ましくない危険物質をもたらすことになる。エネルギー資源の利用は、過去100年間に渡って時間結合を利用する方法しか、真剣に取りあげられてこなかった²³⁾。もし空間結合を利用する方法、つまり太陽エネルギーの直接的利用の方法が取り入れられていたならば、歴史は変わっていたであろう。進化するシステムの自己組織化を明らかにするためには、時間的・空間的対称性の破れ (break in time and space symmetry) をうまく説明できなければならない。プリゴジンによれば²⁴⁾、物理化学者はこれまで非平衡状態には何ら興味を示さず、ただ平衡への道をはばむ妨害ぐらいにしか考えてこなかったが、非平衡こそあるいは非平衡に伴うゆらぎ (fluctuation)こそ秩序と自己組織化の源泉なのであると。

組織論に転ずれば、古典的組織論は勿論のこと、現代組織論においてさえ、時間考慮は全く皆無である。例えば、マーチ＝サイモンの活動プログラム論では、刺激—反応パターン (stimulus-response pattern) の心理学的法則が基礎におかれている。即ち、過去の経験から学習された習慣は、記憶の中に

23) *Ibid.*, p. 278.

24) Prigogine, I., "Order through Fluctuation: Self-Organization and Social System", *op. cit.*, pp. 93~126.

貯蔵され、刺激が生じた時に、それに対する反応として再生され、目にみえる活動となって現われてくると²⁵⁾。だが、この刺激—反応図式(S-R)は、ピアジェ²⁶⁾によれば、最近では否定されている。つまり、刺激と反応の概念は、非常に広範囲にわたる再編成を必要とし、その結果従来の意味は、全く変わってしまうのである。実際、刺激がある反応を引き起こすためには、有機体にその反応の準備ができていなければならない。先ず、この能力の性質を明確にすることが、重要である。また、これは、ウォディントン²⁷⁾が発生学の分野で反応能力(competence)と呼んだものに相当する。ここで、反応能力は、誘導者に対する感受性と定義されるので、重要なのは刺激そのものではなく、刺激に対する感受性である。刺激に対する感受性は、いうまでもなく反応を与える能力に関係する。従って、この関係を図式化すると、S-Rではなく、S(A)Rでなければならない。ここで、Aは、刺激に対して反応を与える能力を意味する。

続いて、計画論の動向について、ふれておこう。1960年代半ばから、中期、そして最近では長期の計画に、関心が移行しつつある。その中で、従来の計画の理論や実践は、本質的な変革を余儀なくされている。即ち、短期計画の概念を時間的にひろげるだけでは、対応できないのである。短期計画の目的は、特定の比較的明確に認識された生産物なり理念を、計画と実行の決められた枠内で有効かつ経済的に実現することにある。しかし、非平衡やゆらぎの概念を欠いたものさしでは、長期にわたる未来に的を定めることは、不可能なことであった。こうして、短期の戦術的あるいは作業的計画レベルを超えるものとして、戦略レベルが考え出されたのである。このレベルでは、その実現をめざして時間—空間結合を踏え、かつ非平衡とゆらぎを考慮に入れ

25) March, J. G, and H.A. Simon, *op. cit.*, p. 139.

26) Piage, T., and B. InHelder, "In Defect of Empiricism", in Koestler, A., and J. R. Smythies, *Beyond Reductionism*, The Hutchinson, 1969, p. 172. 池田善照監訳『還元主義を超えて』工作舎, 1984年, 180頁。

27) Waddington, C. H, *The Strategy of the Genes*, Allen and Unwin, 1958.

て様々な選択案を考案し、試し、準備しなければならなくなっているといわねばならない。

4 組織の過程と構造

4-1 組織の過程

現代のシステム科学で起こりつつある研究姿勢の転換は、構造中心(structure-oriented)の静的な見方からプロセス中心(process-oriented)の動的な見方への転換である。即ち、堅固なシステム要素から構成された構造を強調する立場とは、明確な対照をなす。見方が変われば、導かれる結論も異なる。或る与えられた空間構造、例えば機械のようなメカニズムがプロセスを決定し、調整すると考えるのではなく、逆にプロセスの相互作用こそが構造の進化を引き出すと見るのである。従って、この世界観において力説されることは、“成ること”にほかならない。存在するということすら、動的システムにおいては、成ることの一様相である。もはやシステムの概念自体、特定の構造と結びつけて考える必要もなく、またそれぞれの要素の配置と関係の集合体として捉える必要もない。むしろ、システムは、コヒーレントに進化を続け、相互に関連しあうプロセスの集合体と考えるべきであり、これが平衡やテクノロジー構造に見られる硬直性と全く無縁の大域的安定構造を一時的に出現させることになるのである²⁸⁾。

古典力学は、孤立した粒子の姿を思い描いた。しかし、この研究姿勢は、熱力学の登場によって転換を余儀なくされた。熱力学は、不可逆性、即ちプロセスの時間的方向性を導入することで、初めてプロセス中心の研究姿勢を打ち出したのである。ここでは、時間の対称性は破れ、過去が未来と分かれることになった。そして、粒子群の全体を扱うマクロ的な見方が導入され、非常に多くの分子の動きを平均化した時の結果を表す概念、例えば温度とか圧力とかを用いて世界を記述するようになった。このレベルの記述は、プロセス、換言すればマクロな値の変化に関する秩序を対象とする。かの有名な

28) Jantsch, E., *The Self-Organizing Universe*, op. cit., p. 6.

熱力学の第二法則は、その秩序の典型的な定式化である。つまり、エントロピーは、孤立システムにおいては、増大する一方では熱的平衡に達するというのがその内容であり、ここでエントロピーというのは、簡単には全エネルギーの中で自由に利用できない部分を計る尺度であると理解される。熱力学では、不可逆プロセスの進展にともなって必ずエントロピーを増大し、やがてシステム構造を破壊するということになる。だが、これが、絶対というわけではない。孤立システムではなく、開放システムにおいては、周囲の環境とエネルギーや物質を交換することによって、自発的に新しい構造を形成する可能性がおおいにある。

経営管理論は、伝統的に過程志向(process-oriented)と思われがちである。即ち、経営管理論の先駆者フェイヨルは、管理活動を計画、組織、指揮、調整及び統制の諸要素から成るとした²⁹⁾。またクーンツ＝オードンネルに至っても、管理活動を計画、組織、要員配置、指揮、統制の諸要素あるいは過程に分けて考察する³⁰⁾。だが、彼等の経営管理論は、上述のプロセス中心の研究姿勢に遠く及ばない。つまり、一つに、彼等の経営管理論は、管理の孤立システムだけを取り上げている。二つに、そこには、不可逆性よりも可逆性の概念が重要な位置を占めている。そして、三つに、管理活動の諸要素あるいは諸過程、即ち計画、組織、指揮、調整、統制あるいは計画、組織、要員配置、指揮、統制は、相互に密接な関連性の下に一体的な管理過程として遂行されるとみなされるべきであるが、そこには、そのような意図がみられない。対して、サイモンの組織論では、開放システムにおける組織的意思決定プロセス(organizational decision-making process)を研究する。即ち、組織は環境に適応するシステムであり、管理活動は集団的活動である。この集団的活動に対して、組織的努力を適用するためのプロセスを発展させることが重要であり、これを容易にする技術が管理プロセスであり、意思決定プロセス

29) Fayol, H., *op. cit.*, chap. five.

30) Koontz, H. and C. O'donnelle, *Management: A Systems and Contingency Analysis of Managerial Functions*, McGraw-Hill, 1976, pp. 69~73.

であると³¹⁾。意思決定プロセスは、組織のメンバーの決定における一定の要素を分離し、また選択し、決定し、これを関係あるメンバーに伝達するという手続を公式組織上において確立することにある。その際に、組織は、個人から意思決定の自主権を一部取り上げ、代わって組織の意思決定のプロセスを与える。組織が個人に対してなす意思決定は、㊦個人の職務の一般的な範囲と性質を明らかにし、㊧オーソリティーを分配し、㊨組織の中に個々人の活動を調整するために必要な制約を定めることである。私の考えでは、このプロセス志向もまた次の点に問題が存する。つまり、管理組織は、彼によれば、専門化 (specialization) によって特徴づけられ、また意思決定職務も専門化されると³²⁾。そして、彼は、水平的専門化ではなく、垂直的専門化—現場の従業員と監督者との間の意思決定職務の分業—を主として取り扱おうと³³⁾。即ち、実行プロセスから意思決定プロセスを分断し、意思決定プロセスを専ら研究するというのである。だが、自己組織化システムでは、組織は頂点から下に向かって決定や命令が伝達される管理ハイアラーキーとして組織化されるべきではなく、イニシアティブは現場の各セクションがとり、その取り纏めを頂点が行うというように組織化されるべきであるとされる。例えば、或るグループの課題が船を建造することにあるとすれば、船の枠組設計を組織の頂点が行い、船の細目設計は現場の建造者に一任するというものである。さて、サイモンの研究姿勢は、プロセス中心的といいうるであろうか。私の考えでは、全体プロセスは意思決定プロセスと実行プロセスで構成されていると考えられるので、両者のプロセスを分断し、一方のみ研究する姿勢は、自ら限界があるといわねばならない。つまり、一つには、意思決定プロセスを通じて一定の要素を分離し、選択し、決定し、そして伝達されたものが、実行プロセスの段階で更新しなければならないという問題に直面した場合に、その

31) Simon, H. A, *Administrative Behavior*, The Free Press, 1965, p. 8. 松田武彦・高柳暁・二村敏子訳『経営行動』ダイヤモンド社, 1979年, 11頁。

32) *Ibid.*, p. 9.

33) *Ibid.*, p. 9.

対処の余地がなくなってしまう。換言すれば、時間的対称性の破れの認識が後退し、ここでは、なお時間の対称性が保存されているのである。二つに、組織のダイナミクスを想定しても、組織のダイナミクスは専ら意思決定プロセスを通じてだけ生じ、実行プロセスを通じては生じないということになる。しかし、実際には、意思決定プロセスと実行プロセスの両方から、組織のダイナミクスが引き起こされる場合が、最もエクセレントな組織なのである。これらの問題は、サイモンの意思決定プロセス論を引き継ぎ、発展させているマーチ＝サイモン及びサイヤート＝マーチの意思決定プロセス論にも妥当する。

4-2 組織の構造

組織の構造は、長い間主として空間的構造によって理解されてきた。しかし、組織のダイナミクスでは、時間的・空間的構造 (time-space structures)、簡単に時空構造の認識が必要である。即ち、ある特定時点における構造とは、空間的位置関係のみならず、その瞬間に異時点で働いている動態をも表現していなければならない。

西欧の物理学の主な関心は、ギリシアの哲学者デモクリトスの時代から現代まで、専ら構造の認識に向けられてきた。つまり、物理学は、物質の性質の由来を究極の構造的要素、即ち原子、素粒子、あるいはクォーク (quark) に求め、全体を部分に還元しようとしてきた。最近になってようやく、物質の基本原理は、そうした構造的要素に還元しても完全には理解できないことが分かってきた。例えば、ハイゼンベルグは、対称性をもつ基底レベルを想定し、物質宇宙の進化の歴史を一連の対称性の破れによって特徴づけようとした。彼の考えは、すでに原子論的な見方を超え、システム論的な見地に立っている。つまり、個々の構造的要素の性質ではなく、要素同士の関連性に焦点を当てているということである。だが、最も重要な関心のシフトは、物質を解剖するような静的な視点が時間も考慮にいられた動的視点へと、転換してきていることである。即ち、構造の認識に、空間要素に加えてより重要な時間要素が加わったのである。かくして、時間要素を欠く物質構造に代わって、

物質の進化プロセスが、より正確には進化する特質の自己組織化が舞台の前面に押し出されることになった³⁴⁾。

組織論においてもまた、構造は、伝統的に静的な空間構造として分析されてきた。例えば、ウェーバーの官僚制組織論は、その典型であるが、彼によれば、構造は所与の目的を達成するために合理性で貫徹された構造要素の機械的仕組であるとされる³⁵⁾。即ち、所与の目的達成のために、㊶個々人の役割をその専門性によって明確に細分化し、㊷細分化された役割を一定の権限の階層序列の上に位置づけ、㊸個々人の職務を没人格的に規定された標準手続や規則に従って遂行させ、㊹一定の地位に基づいて等級化された報酬を支払う等、いわばこれらは、効率を最大限に実現しうる一種の精巧な機械に見立てて構造を造りあげる工夫にはほかならない。バーナードの場合は、組織構造は、共通の目的、協働意欲、コミュニケーションの結合的關係によって形成され、その存続は、環境の変化に適応することで達成される。即ち、組織構造は、本来一定の目的を達成するために協働する人々で形成されるものであるから、環境変化の下で目的を設定し、その目的を協働する人々の調整のために伝達し、貢献を提供しようとする人々の意欲を刺激するものでなければならぬ。そのためには、環境の変化に適応して効果的戦略を選択し、決定する能力が必要であり、また個々人の組織参加の動機を満足させることが必要である。そして、これらの要件が満たされる時にだけ、組織構造は構造的に均衡し、維持されるということになる。だが、上述のようにそれらの二つの要件の間には、固有のあるいは根本的矛盾が存在する故に、構造的均衡は成立しえず、むしろ時間的対称性の破れ、つまり不可逆性の要素を含めた新たな展開が望まれる。組織の状況適合理論は、組織構造論に一石を投じた。即ち、あらゆる状況に適合しうる普遍的な組織構造は、存在しないと。例えば、バーンズ＝ストーカーは、技術革新の小さい安定的環境の下では機械的

34) Jantsch, E., *op. cit.*, p. 77.

35) 拙稿「官僚制組織論と人間的基礎」福井県立大学論集第6号, 1995年, 159~179頁。

組織構造が有効であり、技術革新の大きい不安定的な環境下では有機的組織構造が適していることを、実証的研究を通じて明らかにした³⁶⁾。しかし、彼等とその後の状況適合論者は、組織構造の変動について説明できる動態理論あるいは簡単に時間的対称性が破れるプロセスの説明を展開することに成功しなかった。だが、組織構造の問題は、確実にもっと広く、かつ深く進化しているのである。

III 自己組織化ダイナミクスの諸原理

自己組織化システムのダイナミックな進化には、いくつかの原理が存在している。これらの原理を研究することなくして、組織システムの一般的動態理論の研究はありえない。

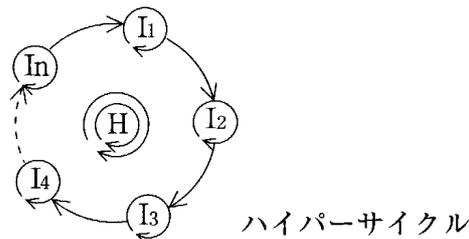
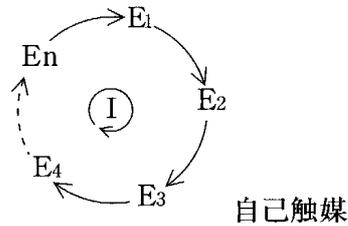
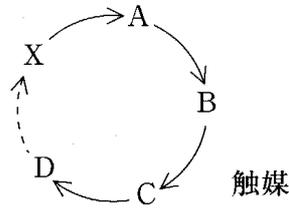
1 ゆらぎ増大の原理

自己組織化システムのダイナミクスにとって最も重要な働きをするのが、ゆらぎ増大効果 (the effect of fluctuation amplifying) である。このゆらぎ増大効果は、自己組織化システム内のサイクル的 (即ち、閉回路的) 反応を通じて、また三つの増大法則に従って作用する。先ず、自己組織化システム内のサイクル的反応については、さらにアイゲン=シュスター³⁷⁾によって明快なハイアラキーを形成することが明らかにされた。即ち、変換反応サイクル全体が一つの触媒 (catalyst) として働き、触媒反応サイクル全体が一つの自己触媒 (autocatalyst) を成し、自己触媒サイクル全体が一つのハイパーサイクル (hypercycle) として機能するというものである (第5図を参

36) Burns, T., and G. M. Stalker, *The Management of Innovation*, Tavistock, 1961, pp. 4~11.

37) Eigen, M., und P. Schuster, "The Hypercycle, a Principle of Natural Self-Organization: Part A, Emergence of the Hypercycle", *Naturwissenschaften*, 64. Aufl., 1977, pp. 541~564. "The Hypercycle, a Principle of Natural Self-Organization: Part B, The Abstract Hypercycle", *Naturwissenschaften*, 65. Aufl., 1978, pp. 7~41. "The Hypercycle, a Principle of Natural Self-Organization: Part C, The Realistic Hypercycle", *Naturwissenschaften*, 65. Aufl., 1978, pp. 347~369.

第 5 図 触媒サイクルのレベル



(Eigen, M., und P. Schuster, "The Hypercycle, a Principle of Natural Self-organization, in Three Parts: Part A: Emergence of the Hypercycle" *Naturwissenschaften*, 64, Aufl., 1977. p. 546.)

照)。

次に、自己組織化する組織システムの活動領域が有限であるとすれば、これが現実的であるが、ゆらぎの増大は、常に飽和点をもつことになる。即ち、ゆらぎの指数関数的増大 (bei exponentieller Vermehrung) では、飽和点に達した時、淘汰により適したものだけが増大 (あるいは増殖) し、適応しているか否かのふるい分けは制約条件によって決定される。双曲線関数的増大 (bei hyperbolischer Vermehrung) では、いったん淘汰の決断がくだされると、最後まですべてが決まってしまう。これらのことを、ゆらぎの準線型的増大も含めて、詳しく分析していこう。

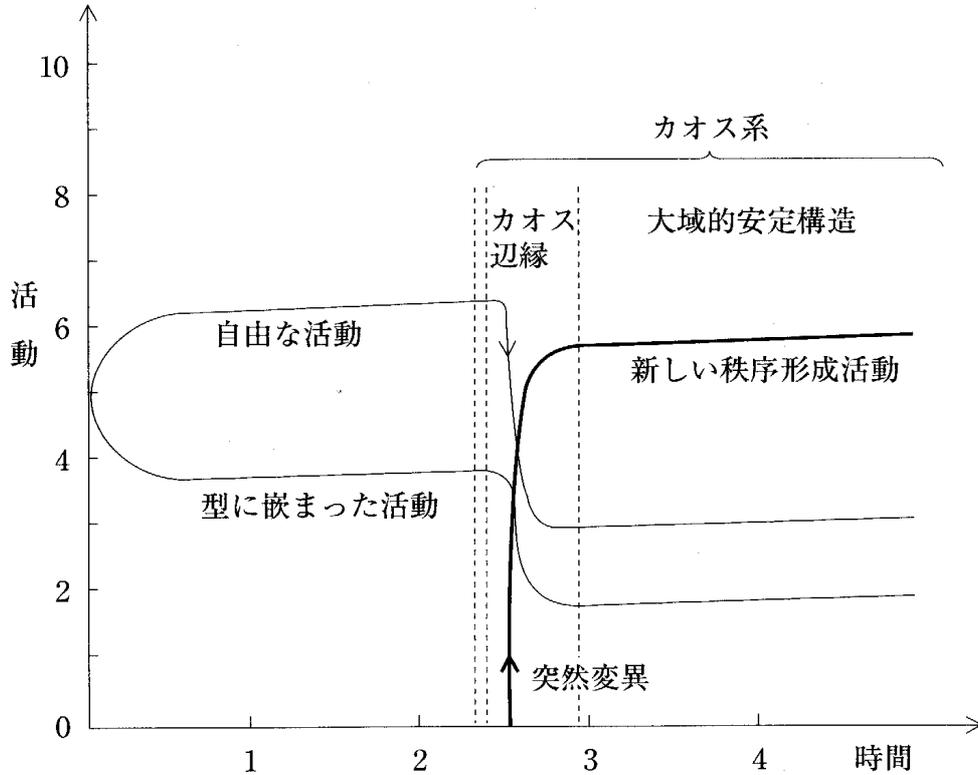
1-1 ゆらぎの準線型的増大

ゆらぎの準線型的増大 (bei quasilinearer Vermehrung) は、ゆらぎの数又はゆらぎの量が同じ時間間隔でほぼ同じだけ増加する場合に認められる。また、仮に総数に限界を設定しても、ゆらぎの準線型的増大の場合には、真の意味の競合は生じない。というのは、この場合には、例えば生存している種の個体数に比例して、個体数が自然の死滅法則に従い減少するが、この減少率と準線型的増大率とが打ち消し合うようになるからである³⁸⁾。従って、ゆらぎの準線型的増大では、あからさまな淘汰は生じないで、むしろ共存 (koexistenz) と呼ばれる状態が実現される。

第6図は、自己組織化システム内におけるゆらぎの準線型的増大を簡単にゆらぎの構成要素、つまり自由な活動と型に嵌まった活動の共存と勢力趨向に例え、そして新しい秩序形成活動の動きを示したものである。図の中で、自由な活動と型に嵌まった活動の共存は、ゆらぎの準線型的増大に制限を加えることで生ずる。ここでの例では、自由な活動と型に嵌まった活動の増大率の比は、5対3である(逆の場合には、組織システムは進化しない)。また、自由な活動と型に嵌まった活動の和(最初は同数)は、一定に保たれているため、自由な活動が増大する分だけ、型に嵌まった活動は減少することになる。このプロセスは、自由な活動と型に嵌まった活動の数の比が増大率と同じになったところで、定常状態に達する。特に重要なのは、この条件下で、またカウフマンのいうカオス辺縁で新しく生ずる突然変異、即ち新しい秩序形成活動は、変異の適性(=淘汰に対する有利性)とは無関係に急増する。また、この増大率によって、新しい秩序形成活動、自由な活動及び型に嵌まった活動の間の数の比が決定されることになる。ただ、カウフマンによれば、突然変異、即ち新しい秩序形成活動には、自己の選択が絡んでおり、従って突然変異は、選択肢の中の一つであるという³⁹⁾。

38) Eigen, M., und R. Winkler, *Das SPIEL : Naturgesetze steuern den Zufall*, R. Piper & Co. Verlag, 1985, S. 247. 寺本英・伊勢典夫・岩橋保・西尾英之助・柊弓絃訳『自然と遊戯』東京化学同人, 1981年, 206~207頁。

第6図 ゆらぎの準線型的増大と新秩序形成活動

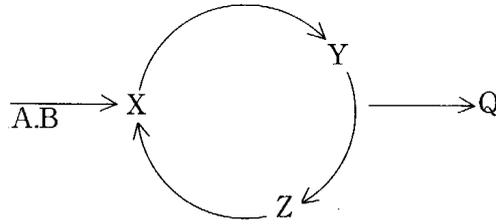


(この図は、アイゲン=ヴィンクラーの生存ゲーム図式を私なりの解釈で独自に発展させたものである。Eigen, M., und R. Winkler, *Das SPIEL : Naturgesetze steuern den Zufall*, R. Piper & Co. Verlag, 1985, S. 248.)

さらに、残された問題がある。つまり、ゆらぎの準線型的増大を醸し出す触媒反応サイクルは、どうなっているかということである。第7図は、それを要点的に示している。即ち、触媒反応サイクルは、閉じたサイクルであるが、自己組織化システムは、決して閉じた孤立システムではない。そこで、Aは環境から交換をつうじての物質やエネルギーのインプットを、またBは同じく環境から交換をつうじての情報のインプットを表わし、これに反応して中間的に伝送活動X、自由な活動Y、型に嵌まった活動Zが生成され、これらの活動が閉じた触媒反応サイクルを形成する。そして、この触媒反応サイクルの働きによって、Qが、つまり最終的生成物がアウトプットされるという

39) Kauffmann, S. A, *The Origins of Order : Self-Organization and Selection in Evolution*, Oxford University Press, 1993, p. 181.

第7図 触媒サイクル



全体像が浮かび上がる。その際に、触媒反応は反応の途中で中間活動を生成し、また反応の速度を変えたり、自ら反応を引き起こす働きをすることになる。

1-2 ゆらぎの指数関数的増大

ゆらぎの指数関数的増大は、ゆらぎの数又はゆらぎの量が同じ時間間隔で同じ倍率だけ増加する場合に認められる。このゆらぎの指数関数的増大では、総数が制限され、飽和点を持つことによって、ゆらぎの準線型的増大とは全く違った結果をもたらす。即ち、ゆらぎの増大速度と現存の反応参加者、つまり自由な活動と型に嵌まった活動の数とが比例するために飽和点に達すると、共存状態はたちまち消失し、淘汰があからさまに生ずることになる。

アイゲン＝ヴィンクラーは、そのような淘汰的競合が成立するための制約条件を提示している。つまり、

第1 各個体は種に関係なく、同じ物質から構成され、同じ栄養源（あるいはエネルギー源）に依存している。

第2 限界が設定される結果、全体としては定常状態が生ずる。つまり、すべての種属の個体数の和は一定であり、ある一つの種が増加するためには、他の種が減少しなければならない。

第3 他の種との間には、安定化の相互作用は働かない⁴⁰⁾。

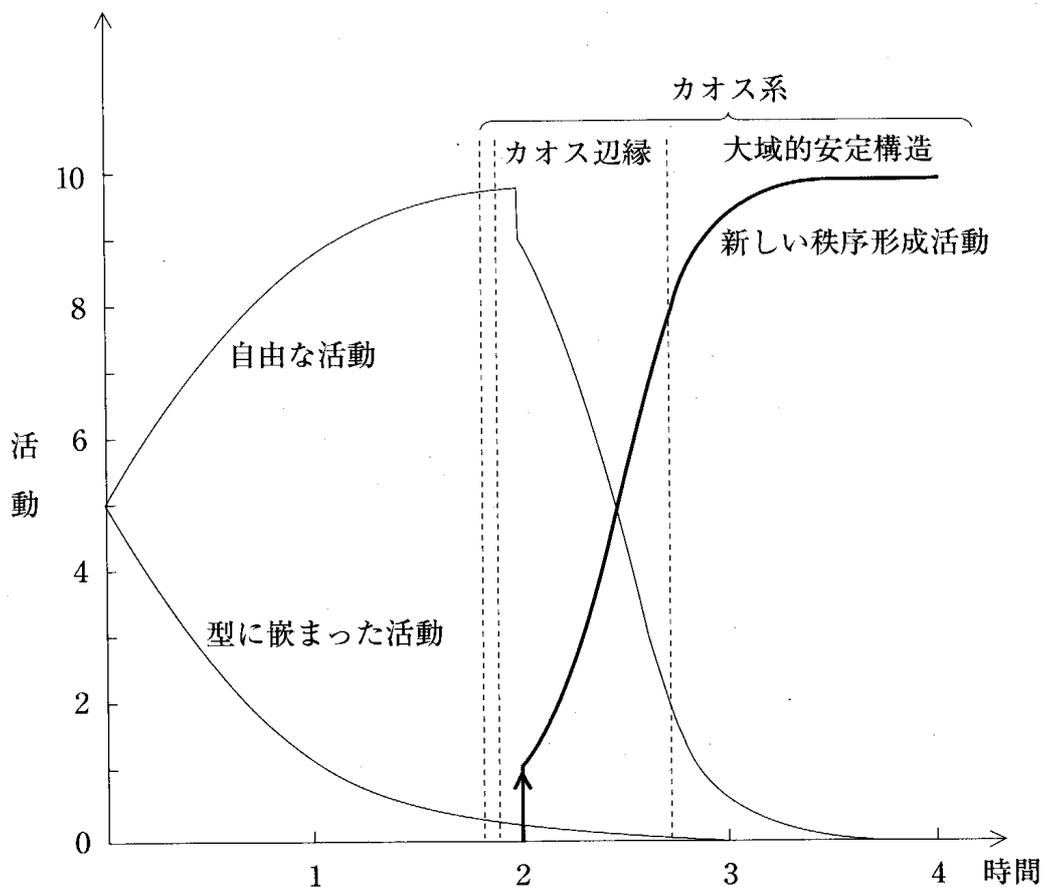
ここで安定化の相互作用とは、例えばある自己増殖能力をもつ種が他の種を自己の増殖過程で保護することによって成立する。がしかし、この相互作用

40) Eigen, M., und R. Winkler, *a. a. O.*, S. 249.

用は、他の種の存在を決して保証するものではない。ただ、一つ一つの種のみでは自己増殖できないで、全体として一つの反応サイクルを成している場合がある。この場合には、反応サイクルのすべての構成種が同時に絶滅しない限り、変動による淘汰は生じない。

さて、自己組織化システム内におけるゆらぎの指数関数的増大を、上のケースと同様に、簡単に自由な活動と型に嵌まった活動の競合 (konkurrenz) ならびに淘汰と勢力趨向に例え、かつまた新しい秩序形成活動の動きを明らかにしていこう。第 8 図の中で、淘汰は、ゆらぎの指数関数的増大に従って自由な活動と型に嵌まった活動が競合する結果として生ずる。自由な活動と型に嵌まった活動の増大比は、この例でも 5 対 3 である (逆の場合は、進化が

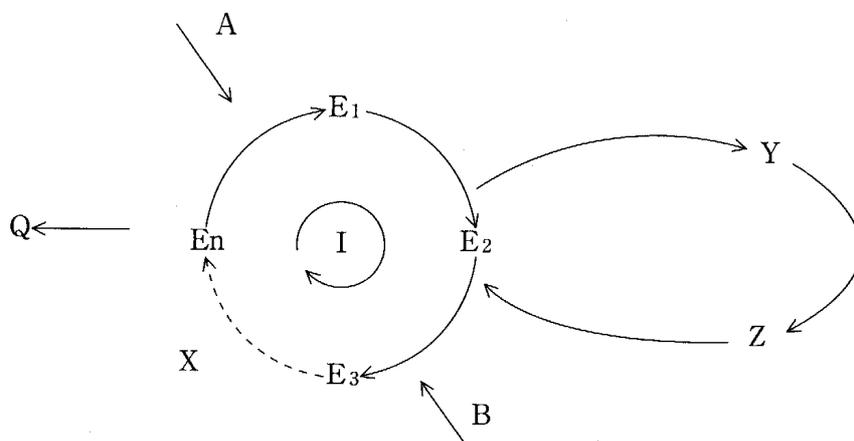
第 8 図 ゆらぎの指数関数的増大と新秩序形成活動



(この図は、アイゲン=ヴィンクラーの生存ゲーム図式を私なりの解釈で独自に発展させたものである。Eigen, M., und R. Winkler, *Das SPIEL : Naturgesetze steuern den Zufall*, R. Piper & Co. Verlag, 1985, S. 250.)

組織システムに生じない)。ただ、ここでは、共存は成立せず、型に嵌まった活動は、カオス辺縁の領域において（点線の領域）完全に消滅する。特に注目すべきことは、突然変異、即ち新しい秩序形成活動が淘汰に対して明らかに有利であるならば、自由な活動をも駆逐して急増するということである。それは、初期の自由な活動の増大率の2倍を示す。また、こうした条件下では、新しい秩序形成活動は、やがて完全に自由な活動を駆逐させてしまうことになる。

第9図 自己触媒サイクル



然らば、ゆらぎの指数関数的増大を醸し出す自己触媒反応サイクルは、どうなっているのだろうか。まず、環境との交換をつうじて物質やエネルギーA、ならびに情報Bが自己組織化システムにインプットされる。次に、これに反応して中間的に伝送活動X、自由な活動Y、型に嵌まった活動Zが生成され、これらの活動が自己触媒反応サイクルを形成する。ここで自己触媒反応とは、反応の中間的産物である活動の内、自ら同じ活動を生成し続け、反応の速度を変えたり、自ら反応を引き起こす働きをすることを意味し、特に図の中ではXがその主な役割をもつことになる。そして、この自己触媒反応サイクルの働きをつうじて、最終的に生成物Qがアウトプットされるという全体像が描かれる。

1-3 ゆらぎの双曲線関数的増大

有限性を想定した自己組織化システムにおいては、ゆらぎの指数関数的増

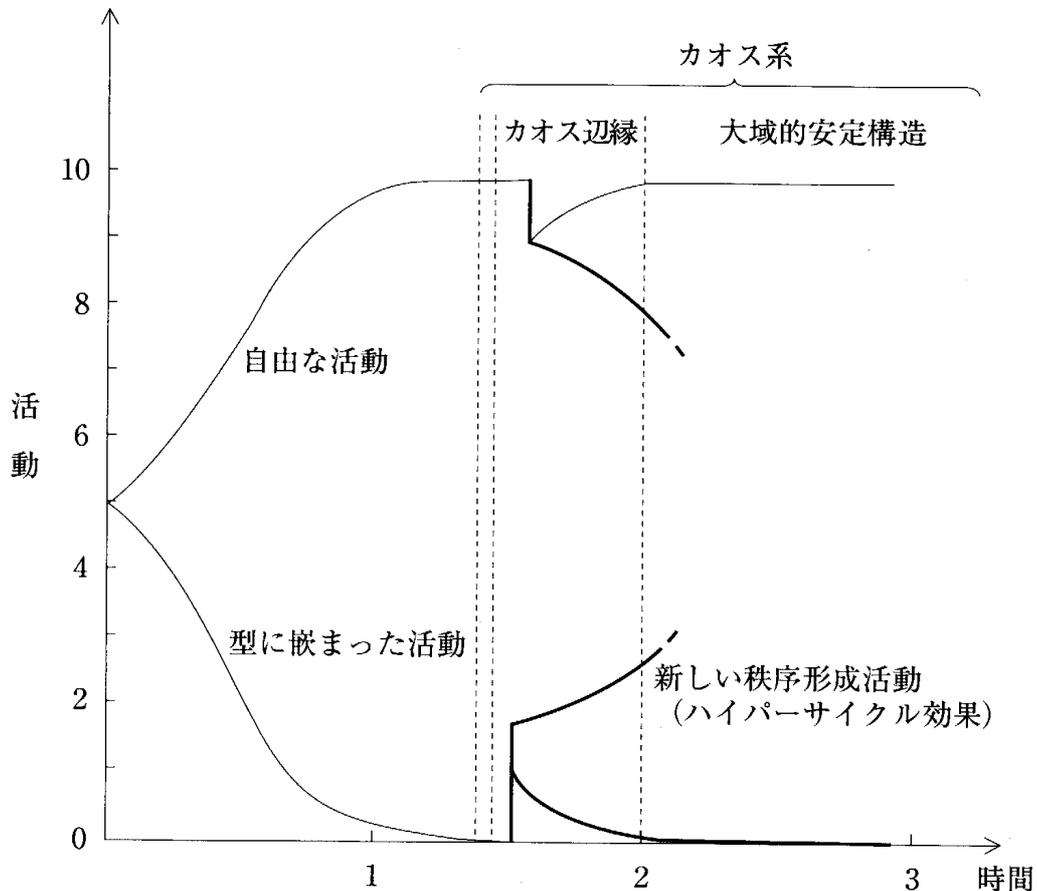
大とゆらぎの双曲線関数的増大との間に、大きな相違があるとは誰しも想像しないことである。確かに、ゆらぎの双曲線関数的増大は、数学的にはゆらぎの数又はゆらぎの量が時間の経過とともに倍加の時間間隔の減少を示し、かつ有限時間のうちに無限大に達するという特異点をもつことで、ゆらぎの指数関数的増大とは根本的に異なっている。しかしながら、現実には有限とされた量が無限になることはないので、特異点が現われるずっと以前に、限界（あるいは有限）を設定することによって増大が止められてしまう。このためゆらぎの双曲線関数的増大とゆらぎの指数関数的増大の本質的な相違は、一見しただけでは全く見分けられない。例えば、原子爆弾のすさまじい爆発力は、ウラン中での中性子の指数関数的増大によって十分に引き起こすことができる。また、限られた生活空間で種の淘汰が働くには、種が指数関数的に増大するだけで十分である⁴¹⁾。

だがそれでも、ゆらぎの双曲線関数的増大とゆらぎの指数関数的増大との間には、厳然とした相違が存在している。即ち、ゆらぎの指数関数的増大は、競合に対して淘汰に有利と見なされるものの増大を招来するが、しかし最有利に適する突然変異、即ち新しい秩序形成活動が新たに出現すると、今度はこの新しい秩序形成活動が急激に増大し、前の自由な活動と交代する。対して、ゆらぎの双曲線関数的増大では、結果的に現われる淘汰は、一度決められると特別な条件が満たされない限り、二度と覆らない。換言すれば、突然変異、即ち新しい秩序形成活動が新たに出現しても、特別な条件が満たされない限り、増大できずに死滅してしまうことになる。然らば、ここでいう特別な条件とは、何か。それは、いくつかの自己触媒サイクルが組み合わせられることで生ずる協同的複合サイクルの形成とその効果ということである。アイゲン＝シュスターは、その協同的複合サイクルのことをハイパーサイクルと命名した⁴²⁾。

41) *Ebenda.*, S. 254.

42) Eigen, M., und P. Schuster, "The Hypercycle, a Principle of Natural Self-Organization: Part A, Emergence of the Hypercycle", *a. a. O.*, SS. 542~546.

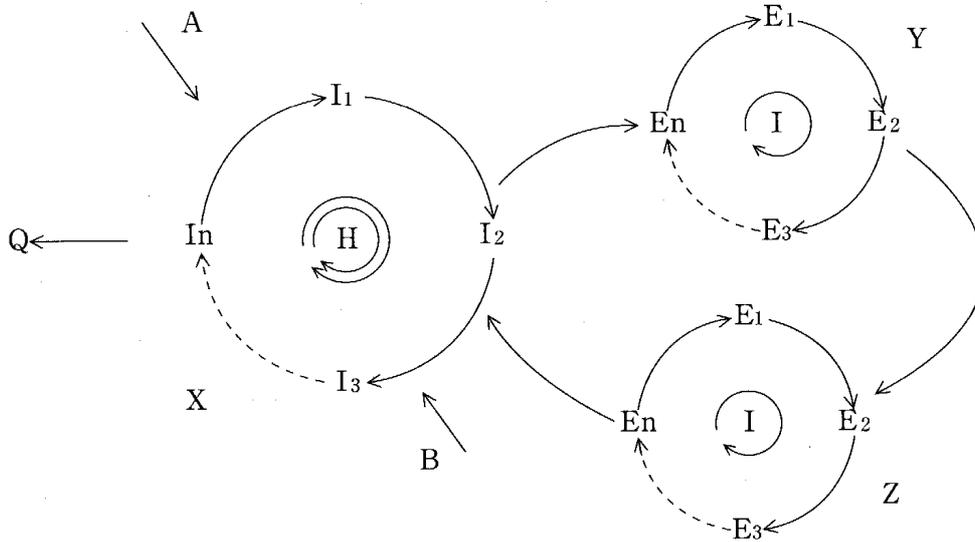
第10図 ゆらぎの双曲線関数的増大と新秩序形成活動



(この図は、アイゲン=ヴィンクラーの生存ゲーム図式を私なりの解釈で独自に発展させたものである。Eigen, M., und R. Winkler, *Das SPIEL : Naturgesetze steuern den Zufall*, R. Piper & Co. Verlag, 1985, S. 251.)

第10図は、自己組織化システム内におけるゆらぎの双曲線関数的増大を簡単に自由な活動と型に嵌まった活動の間のすべてか無かの淘汰的決定に例え、そして新しい秩序形成活動の動きとハイパーサイクルの関係を表わしたものである。図の中で、すべてか無かの淘汰的決定は、双曲線関数的増大の下での競合により生ずる。この例では、ゆらぎの指数関数的増大のような淘汰の効果は、特別な条件が満たされない限り、ただちに消失する。即ち、一度選択された結果は、特別な条件が満たされない限り、二度と覆すことはできないのである。ただ、突然変異、即ち新しい秩序形成活動が自由な活動を駆逐できるとすれば、新しい秩序形成活動が自由な活動の増大率の倍以上の増大率を示すという条件が満たされる限りにおいてであり、またそれは、協

第11図 ハイパーサイクル



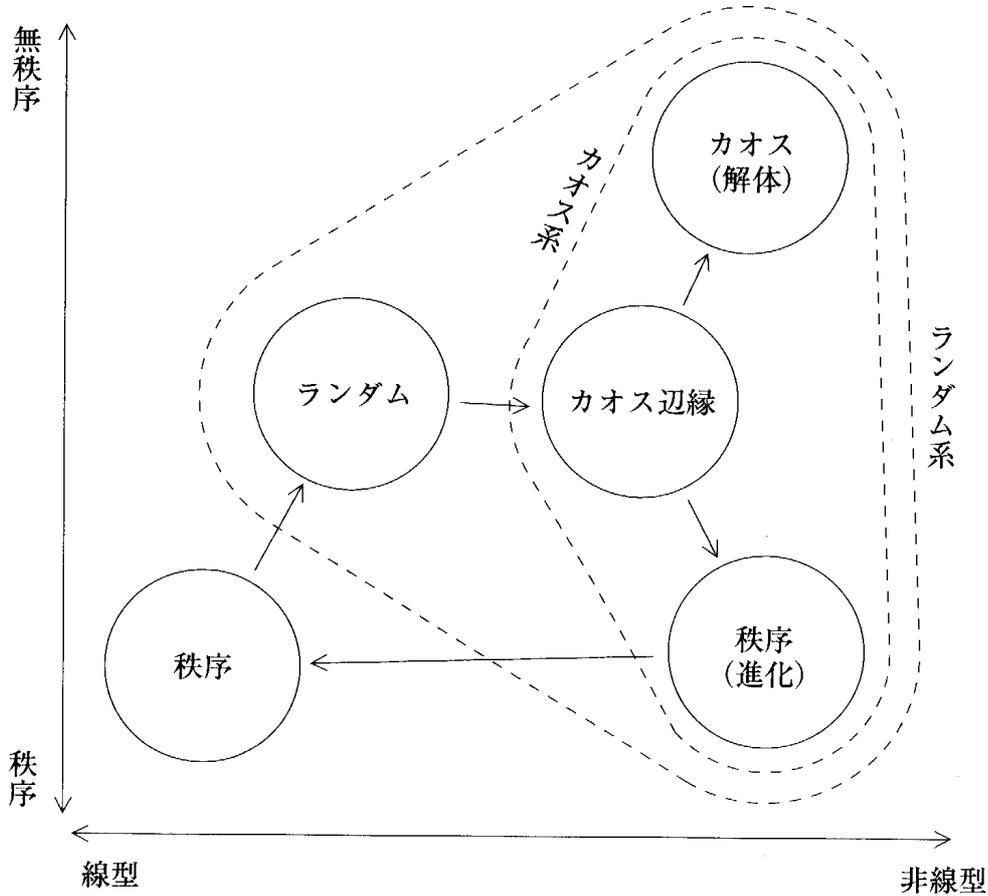
同的複合サイクル，即ちハイパーサイクルによって可能になるということになる。

では、ゆらぎの双曲線関数的増大を醸し出すそのハイパーサイクルとは、どのようなサイクルであろうか。ハイパーサイクルについてもまた同様に、複雑な閉じたサイクルであるが、自己組織化システムは開放システムであり、環境とつながっている。そこで、環境との交換をつうじて物質やエネルギーAが、また情報Bが自己組織化システムにインプットされ、これに反応して伝送活動X，自由な活動Y，型に嵌まった活動Zが中間的に生成され、これらの活動が閉じたハイパーサイクルを形成する。ハイパーサイクルでは、すべての活動，即ち伝送活動，自由な活動，型に嵌まった活動が，自己触媒反応サイクルを成す。そして、このハイパーサイクルの働きによって、Qが、つまり最終的生成物が非常な量と速さで繰り返し、アウトプットされるという全体像が浮び上がってくる。

2 大域的安定構造の原理

組織システムが非線型を強めていくと、やがてカオス系 (chaostic system) が出現する (第12図を参照)。ここでは、先ずカオス辺縁が大きな役割を演ずる。即ち、カオス辺縁は、カウフマンの指摘するように、組織システムの進

第12図 組織システムのダイナミックな進化



化能力が最大になる領域なのである。この領域内（広くはカオス系内）では、いたるところでマイクロのゆらぎが存在し、またいたるところで情報創発が生ずる。そして、これらと自己触媒的働きによって醸し出される突然変異が、自己組織化システムの自己選択で選ばれたならば、初期値への鋭敏な依存性（sensitive dependence on initial conditions）という事象⁴³⁾、即ち自己組織化システム内のいたるところで存在する小さなゆらぎが大きくなって、やがてこれが自己組織化システム全体を別のシステムに進化させるというそれをもたらすことになる。

グリックは、いう。カオス系であっても、小さな攪乱を加えた時に、その

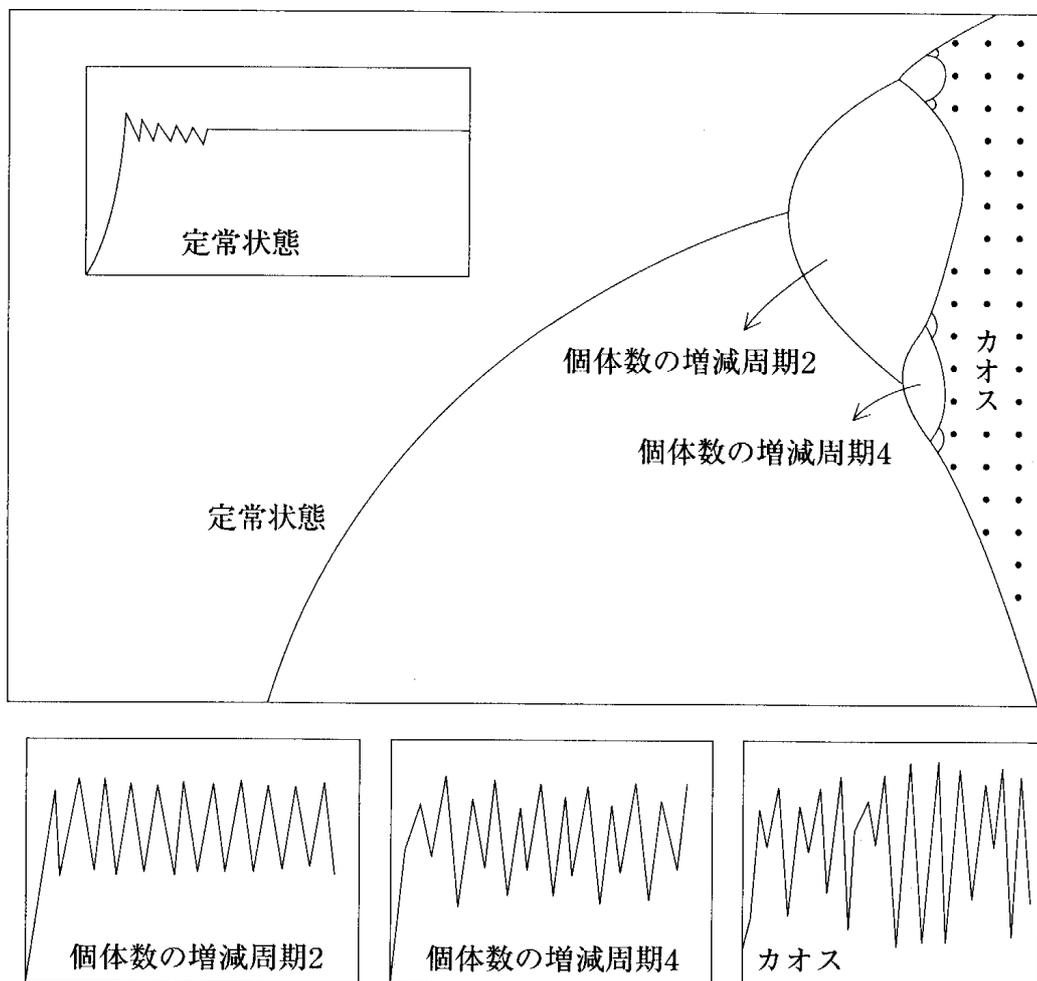
43) 初期値への鋭敏な依存性は、気象関係でバタフライ（蝶々）効果として知られている。即ち、これは、北京で今日蝶が羽を動かして空気をそよがせたとすると、来月ニューヨークの嵐の生じ方に変化がおこるという意味である。

特異な不規則性がいつまでも消えずに残れば、安定であるといえる。そのようなカオス系の良い例は、ローレンツ系である。ローレンツの発見したカオスは、予測がぜんぜんできないものでありながら、ちょうど鉢の底のビー玉のように安定していたのである。ノイズを加えたり、揺さぶったり、混ぜたり、運動を妨げてみたり、様々なことをやって乱してみても、過渡の状態がまるで峡谷にひびくこだまのようにしだいに消えていき、すべてがおさまってみると、そのカオス系は、また元通りの奇妙な不規則のパターンに戻るのである。つまり、局所的には予測できないが、大域的には安定していると⁴⁴⁾。換言すれば、カオスと大域的安定構造 (global stability) の共存であると。この点を、次に明らかにしていこう。

ロバート・メイは、 $x_{\text{next}} = rx(1-x)$ というロジスティック方程式を使いながら、異なった繁殖度をもつ種の個体群の挙動を大域的に表わすために一つの集約的な分岐図を作った(第13図を参照)。この図は、一つのパラメーターを変えることによって、単純なシステムの究極的挙動、即ちこの場合は急増しては崩壊する野生動物の個体数のふるまい、が変わってくる様子を示している。パラメーターの値は横軸で、最終個体数は縦軸にセットされている。ここで、パラメーターを増すということは、システムを追いつめてその非線型性を増すことを意味する。パラメーターが低いと、個体群は絶滅する(図の左)。パラメーターが増加するに従い、個体群が定常状態に達するレベルもまた上昇する(図の中央)。ところがパラメーターがさらに上昇し、第1の臨界値を越えると(この場合、値が3を越えると)、定常状態は二分し、個体群の数は二つのレベルの間をいったり来たりし始める。即ち、この分岐は、個体群の数の周期が2年サイクルで変わったことに相当する。そして、さらにパラメーターを上昇しつづけると、その分岐の現われる速度は、どんどん増し、分岐の数は倍に、またその倍に……、同様に個体群の周期も4年サイクル、また8年サイクル……へと変化していく。分岐は、そのように4, 8,

44) Gleick, J., *CHAOS: Making a New Science*, Penguin Books, 1987, pp. 48~49.

第13図 増減周期とカオスの出現



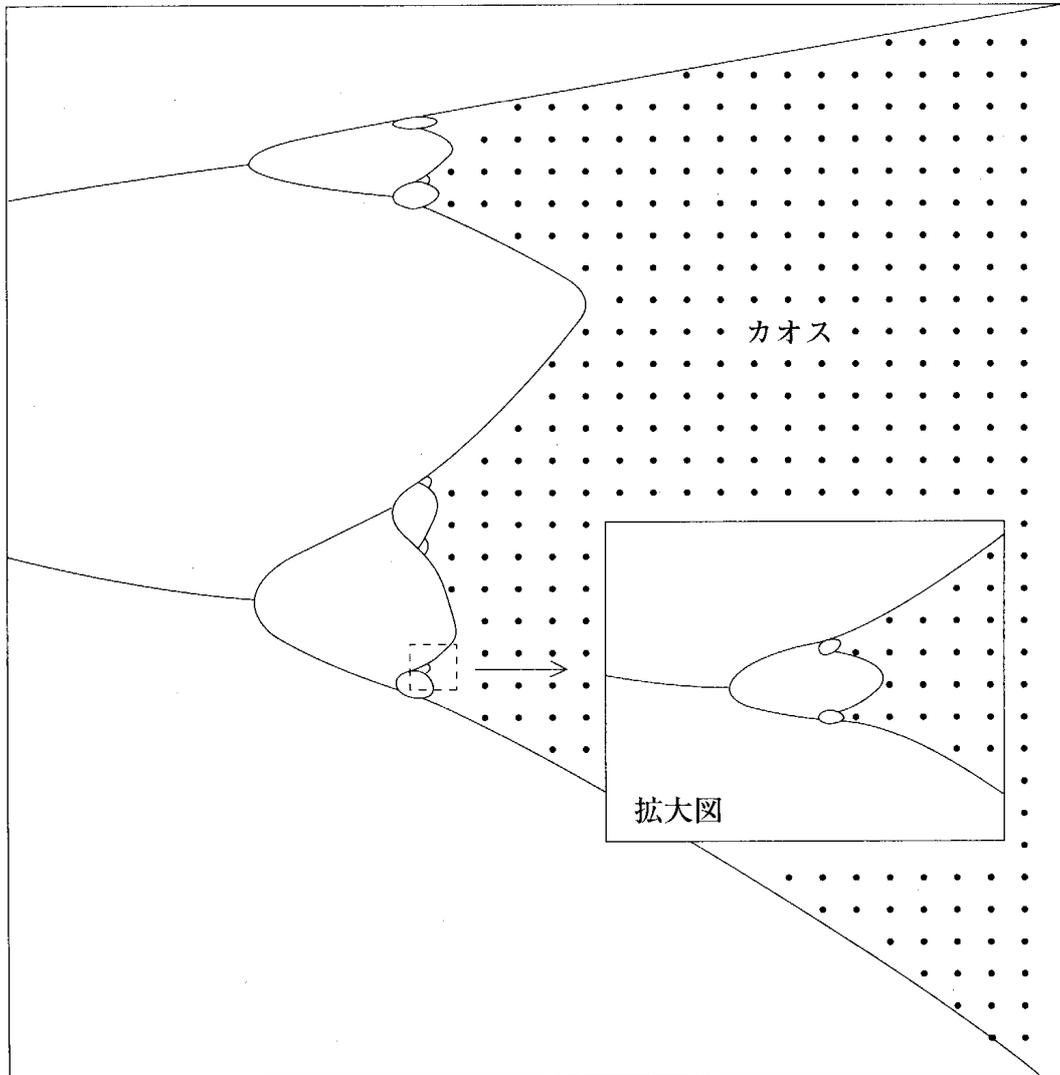
(Gleick, J., *CHAOS : Making a New Science*, Penguin Books, 1987, p. 71.)

16, 32……へとだんだんスピードをあげて起こって来るが、ある点を過ぎると突然にめちゃくちゃに崩れてしまう。つまり、分岐の集積点から先は、今までの規則的な周期性は、もう決して落ち着くことのない変動、即ちカオスの状態に落ちてしまうのである⁴⁵⁾。かくして、図のその領域部分は、斑点でおおわれることになる。

メイは、いう。最も単純なこの非線型方程式に支配されている動物の個体群を追っていくと、その年々の変動は、まるで環境から来るノイズに吹き乱されてでもいるようにてんででたらめなものに見える。ところが、この複雑

45) *Ibid.*, p. 73.

第14図 カオスの中に現われる秩序の窓



(Gleick, J., *CHAOS : Making a New Science*, Penguin Books, 1987, p. 75.)

怪奇な混乱のさなか、突如安定した周期が戻ってくるのである。パラメーターはますます上昇し、非線型性がいやが上にもシステムを追いつめているというのに、ある点にくると突然奇数の3とか7とかのような規則的周期が現われ、秩序の窓が姿を現わすのである(第14図を参照)。そして、個体数の変動パターンは、3年又は7年という周期で反復をはじめ。続いて、倍の周期のもたらす分岐は、その速度を早めるが、前と同じような反復に戻り、3、6、12とか7、14、28などの周期をめまぐるしい速度で通りすぎ、しばらく行くとある点を境にまた崩れ、再びカオスに落ち入ると⁴⁶⁾。

グリックは、その現象をカオスと安定の同居といい⁴⁷⁾、ヤンツもまた、自己組織化システムが完全に平衡を失ってよろめきながらも前に進み続けることで、なんとか倒れないように大域的に安定した構造を維持するのに腐心しているかのように見えると表現している⁴⁸⁾。

3 ハイラーキー的多層システムの原理

組織システムは、ハイラーキー的多層システム (hierarchical multilevel system) を成している。そこで、先ずハイラーキー的多層システムの単純モデルを示し、続いてハイラーキー的多層システムの複雑モデルを検討しよう。

3-1 ハイラーキー的多層システムの単純モデル

例えば、ハイラーキー的多層システムの単純モデルは、進化した生態系の食物連鎖システムにみられる。即ち、草食動物は植物を食べ、食物連鎖システムの中で下位のサブシステムを成し、肉食動物は草食動物(一部植物も)を食べ、食物連鎖システムの中で上位のサブシステムを成す。また、補食肉食動物は被食肉食動物を食い、この食物連鎖システムの最終にして、最高位に位置してどの動物にも食われない肉食動物もやがて自然死する。そして、これらの植物や動物を構成していた物質は、いろいろな小動物や微生物、菌類によってもとの構成物質や分子にまで分解され、これが植物に回収されて食物連鎖システム内を再循環することになる。このリサイクルは、全体から見ればエネルギーが豊富な光子をエネルギーが乏しい光子へと変換するシステムを成し、食物連鎖システムにとっては、全体システムを形成する⁴⁹⁾。他方、食物連鎖システムには、ハイラーキー的秩序原理、即ちいかなる動物も種の保存以上に食してはならないというそれが支配しているのである。そこには、ヤヌスの顔が見え隠れしている。

46) *Ibid.*, p. 73.

47) *Ibid.*, p. 48.

48) Jantsch, E., *op. cit.*, p. 31.

49) *Ibid.*, p. 189.

3-2 ハイアラーキー的多層システムの複雑モデル

ハイアラーキー的多層システムの複雑モデルの検討では、メサロヴィッチのハイアラーキー的多層システムの図解的概説が貴重な手段になる。ここでは、三層のハイアラーキー的システムを想定する。また、相違をそれほど強調する必要がない時には、レベルという一般的用語を使用する。

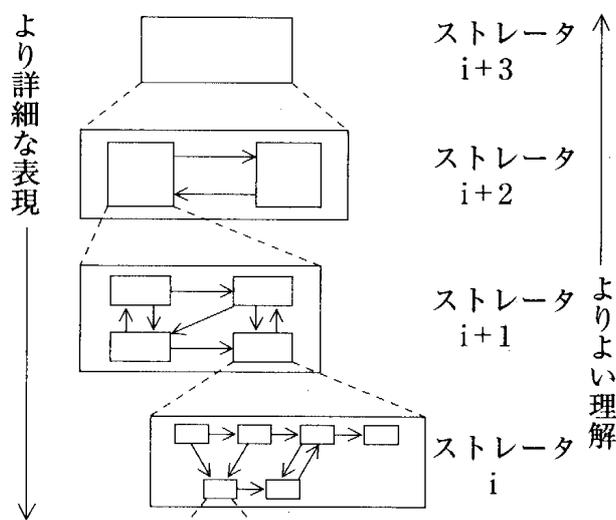
メサロヴィッチは、上下の縦関係として配列される多層システムについて各レベルの意味的な違いを表記するために、次の三方法を用いた。

(i) 記述あるいは抽象のレベル この記述あるいは抽象のレベルによる方法は、ハイアラーキー的多層システムの特徴をそれぞれ異なった抽象水準から理解しやすい簡単なモデルに直して記述し、それらのレベルのサブシステムの働きをできるだけ独立的なものとし、各レベルに特有の変数、原理、原則を尊重しながら、全体としては各レベルを積み重ね、相互に関連づけて理解し、説明し、組み立てる方法である⁵⁰⁾。この場合は、ストレータ化したシステム (stratums systems) と呼ばれる。例えば、ストレータ化したシステムの典型的な事例は、次のケースにみられる。即ち、完全にオートメーション化された産業工場は、普通三つのストレータ (層位) でモデル化される (第15図を参照)。一つは、素材とエネルギーを物理的に処理し、製品を産出するストレータ、二つは、物理的な機械に必要な指令を出して制御するストレータ、そしてさらに三つは、生産及び製品の効果と利益を考えて経済的な報酬を獲得する活動のストレータである。これらのストレータは、それぞれが独自の課題をもち、相互に異なった抽象度を示している。

また、ストレータは、おのおの他のストレータに帰せしめることができない原理、原則、そして諸変数等を含む一つの集合であり、かつ本質的に重要なことは、ストレータ特有のゆらぎと自己組織化の働きを内にもつということである。あるストレータのある対象は、下位のストレータとなる関係にあ

50) Mesarović, M.D, Macko, D, and Y. Takahara, *Theory of Hierarchical Multilevel, System*, Academic Press, 1970, p. 37.

第15図 ストレータ間の関係



(Mesarović, M. D, Macko, D., and Y. Takahara, *Theory of Hierarchical Multilevel, System*, Academic Press, 1970, p. 42.)

り、ストレータ上のある要素は、それより下位のストレータでは一つの集合となる。与えられたストレータ上のサブシステムは、それより下位のストレータでは一つのシステムとなる。これらのストレータが上位ストレータ・システムを形成する場合に、どのような相互関係をもつかは、ハイアラーキー的秩序形成原理に基づく。図で示されているように、ストレータは上下の配列であり、下に向かって考察すると詳細な説明が与えられ、上に向かって考察すると原理的に深い理解が可能になる。

(ii) 意思決定の複雑性のレベル 意思決定の複雑性のレベルによる方法は、レイヤー化したシステム (layers systems) と呼ばれる。即ち、意思決定の特徴は、決定すべき時を逸することができないというだけでなく、活動の実行される状況 (結果の予測も含めて) について十分な知識が揃っていないという基本的なジレンマを持つことである⁵¹⁾。そこで、このジレンマを解決するアプローチが、複雑な意思決定の状況下において必要になる。レイヤー化したシステムでは、あるレベルの意思決定問題の解が決定されると、これに続く

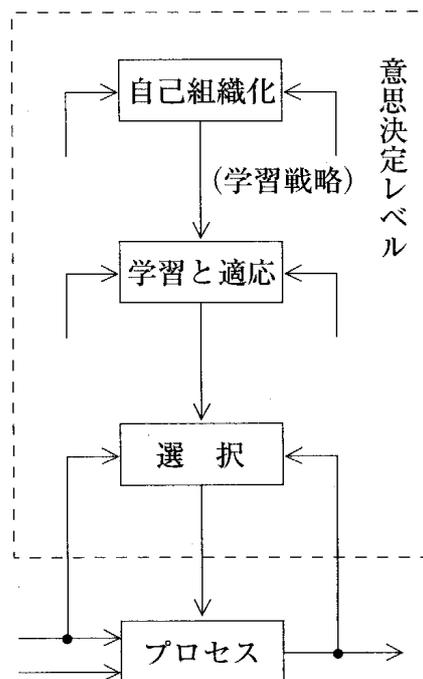
51) *Ibid.*, p. 43.

下位のレベルの意思決定問題のあるパラメーターは固定できるから、後の意思決定問題は完全に規定されて解くことができるようになる。つまり、このように上から下へと複雑な意思決定問題を配列し、順序づけて解いていくことに着目することで、複雑な意思決定問題の解は、より簡単なサブ意思決定問題の解に置き換えることができるということである。

第16図は、意思決定のレイヤー（積層）における働きを三つのレベルに分けたものである。即ち、㊦システム全体の目標を志向して所与の条件の下に、下位レイヤーの働きや構造及び戦略プランを定め、活動の最終形態を決定する自己組織化レイヤー、㊧状況の現状や結果についての判断につきまとう不確実な諸要素の集合を小さくする学習と適応のレイヤー、そして㊨状況のプロセスから情報を探索し、活動に関係する情報を獲得し、不確実性を残しながら結果と評価によって活動の選択を行う選択レイヤー。

(iii) 組織のレベル ハイアラーキー的多層システムの組織化レベルでは、

第16図 多レイヤー意思決定ハイアラーキー



(Mesarović, M. D, Macko, D., and Y. Takahara, *Theory of Hierarchical Multilevel Systems*, Academic Press, 1970, p. 47.)

次のことが必要である。即ち、第1、システムは明確に認知できる相互関係をもつサブシステムで構成されていること。第2、あるサブシステムは意思決定ユニットとして定義されていること。第3、ある意思決定ユニットは他の意思決定ユニットによって影響又は制御されるという意味で、意思決定ユニットは階層的に配列されること⁵²⁾。そして、第4、サブシステムを構成するそれぞれの意思決定ユニットは、相入れない目標をもっていること。これらの要件によるシステムの階層化レベルをエシェロン（梯列配置）といい、多エシェロン・システム（multiechelon systems）は、また多レベル・多目標システムともいわれる⁵³⁾（第17図を参照）。

多レベル・多目標システムは、単一レベル・単一目標システムと単一レベル・多目標システムと比べて二つの特徴をもつ。つまり、一つには、意思決定ユニット間に階層的関係が存在し、トップレベル・ユニットの意思決定問題が多レベル・システムに対して規定された主要な問題になるということである。もう一つは、本質的なことで上位ユニットが下位ユニットの目標探索活動を完全に制御できないだけでなく、むしろ下位ユニットに対して積極的に活動の自由度を与えねばならないということである。

3-3 ハイアラーキー的多層システムの秩序

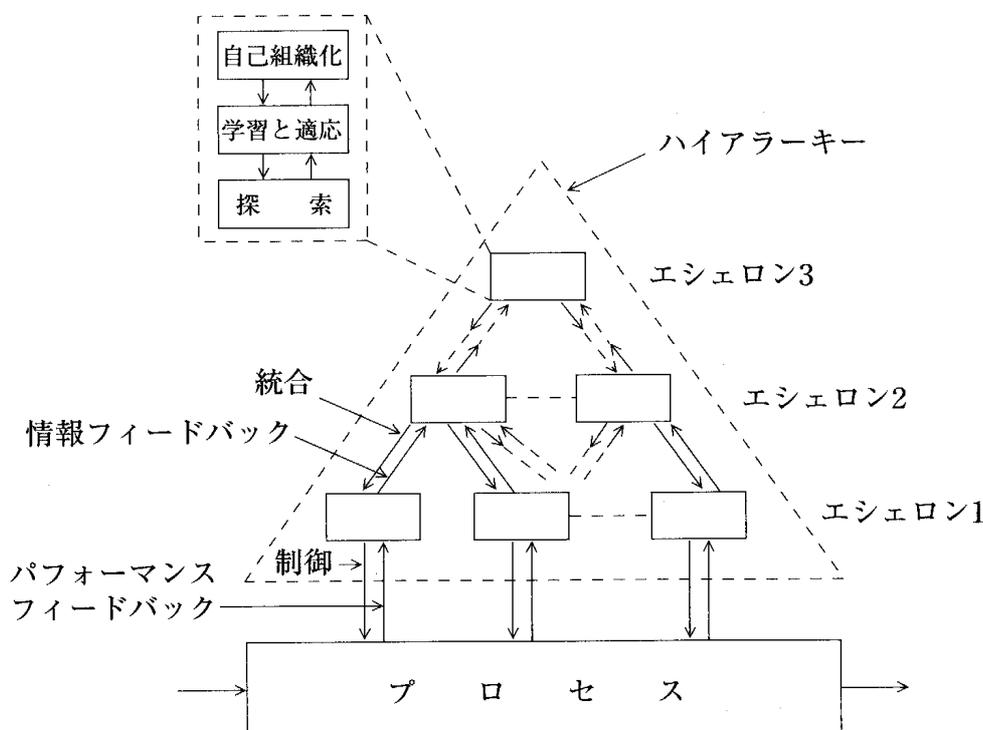
ハイアラーキー的多層システムには、基本的にヤヌス（Janus）の原理が働いている。ヤヌス（二面の顔）は、ケストラーによれば⁵⁴⁾、上位のシステムに対しては“部分として従属”しているが、下位のサブシステムに対しては“準自律的な全体”として機能するというものである。ここで、準自律的とは、細胞小器官、細胞、筋肉、神経、器官、ユニット組織等すべてがそれぞれに固有のリズムとパターン（外部刺激がなくとも、しばしば自発的に現われる）をもち、その特徴的なパターンと活動を固持し、かつ又柔軟な戦略として再

52) *Ibid.*, p. 49.

53) *Ibid.*, p. 51.

54) Koestler, A., and J. R. Smythies, *Beyond Reductionism: The Alpbach Symposium*, The Hutchinson, 1969, p. 192, pp. 210~214.

第17図 ハイラーキー的多層組織化システム



(Mesarović, M. D, Macko, D., and Y. Takahara, *Theory of Hierarchical Multilevel Systems*, Academic Press, 1970, p. 49, p. 53.)

新することを自己決定するということの意味する。この自己決定性は、あらゆるタイプのハイラーキー的多層システムの全レベルに現われる普遍的特性である。他面、従属は、より大きな全体の構成部分として機能すること、即ち統合することを意味する。例えば、胚組織の従順性から細胞小器官の共生、昆虫から人間の組織まで様々な繋がりあるいは絆をもつ場合に、統合がみられる。そして、ハイラーキー的多層システムの安定性は、その相反する二つの性質の平衡（平衡が実現されとは限らないが）に関係しており、原子から銀河系にいたるまであるいは経験的にはすべての生命現象においてここで示した両極性をたどることができる。かくして、ハイラーキー的多層システムにおける準自律性と従属性あるいはまた自己決定と統合という両極性は、最も基本的で重要な秩序形成の原理であるといえることができる。

4 コミュニケーションの原理

組織システムの自己組織化ダイナミクスにおいて、コミュニケーションは

重要な役割を演ずる。このことは、宇宙進化のダイナミクスについても同様である。即ち、宇宙進化の段階では、四つの物理力(つまり、重力、電磁力、強い核力及び弱い核力)の相互作用が生み出す一種のコミュニケーションが存在している。重力は局所的にエネルギー密度を増大させ、その結果核力が活動を開始するが、今度は再びこれがマクロシステム、即ち星の個体発生の過程に働き返してくる。また、同じ段階でシステムと環境間において、あるいはシステムと他システム間においてコミュニケーションとともに、エネルギーと物質の交換も開始することになる。

組織システムの自己組織化ダイナミクスにあつては、ステントが生命の進化で示した三つの基本的なコミュニケーション⁵⁵⁾とほぼ同様のコミュニケーションをみることができる。即ち、保存的経営資源の情報段階コミュニケーション(=遺伝子段階コミュニケーション)では、保存的に蓄えられた経営資源の情報が伝わるから長期的に作用すると同時に、組織メンバーの多くの世代を超えてコヒーレントな系統的発生の進化をうながす。この意味で、系統的コミュニケーションともいわれる。管理の情報段階コミュニケーション(=代謝段階コミュニケーション)は、メッセンジャー役をつとめることで、二つの役割を果たす。つまり、一つは、サブシステムの成長過程を調整し、もう一つは、環境からのゆらぎの影響を鎮め、準自律性を強める働きをする。この管理の情報段階コミュニケーションは、比較的ゆっくりと作用し、多少の時間を必要とする。がしかし、自己組織化するシステムのエネルギー及び物質の交換プロセスは、管理の情報段階コミュニケーションを通じて行われる。戦略の情報段階コミュニケーション(=神経段階コミュニケーション)では、先ず管理の情報段階コミュニケーションよりもはるかに高速度で作用し、自己組織化ダイナミクスを発現させる。そしてまた、それは、次に情報の自己組織化を引き起こし、これにより管理の情報段階コミュニケーション

55) Stent, G.S., "Cellular Communication", *Scientific American* Sept., 1972. 長野敬訳『細胞間コミュニケーション』サイエンス, 1972年11月号, 29~39頁。

の現実から解放され、新たな戦略の情報段階コミュニケーションを創出する。この解放は、二つの重要なステップ、即ち統覚作用と予想において成し遂げられる。統覚作用は、多様な経験の反照作用において展開され、予想は、自省作用において展開される。

これらの保存的経営資源の情報段階コミュニケーション、管理の情報段階コミュニケーション、及び戦略の情報段階コミュニケーションは、単独で作用することはほとんどなく、あるセマンティックな文脈の中で結合的に作用する。例えば、戦略の情報段階コミュニケーションは、自ら経営資源を長期的に蓄積していく力を生み出すことができる。この働きは、管理の情報段階コミュニケーションと保存的経営資源の情報段階コミュニケーションとが結びつき、協調的に作用することで実現される。また、保存的に蓄積された経営資源の情報は、そのままでは死んだ情報である。この情報が意味を成すのは、ある特定の文脈下で捉られた情報の意味に関連づけられる場合のみである。そして、この文脈も、戦略の情報段階コミュニケーションと管理の情報段階コミュニケーションが結合して作用することで実現される。即ち、われわれは、その結合作用のことを系統後成的原理 (epigenealogical principle) と呼ぶことができる⁵⁶⁾。

5 相互進化の原理

進化は、宇宙の進化、生命の進化、組織の進化のいずれをとっても、ゆらぎを通してコヒーレントに分化し、展開される新しい秩序形成の歴史にほかならない。展開されること (unfolding) は、積み上げること (building-up) とは異なる⁵⁷⁾。即ち、後者では、構造が強調され、下から上へとシステムが一つ一つ積み上げられてハイアラーキー的多層システムが生ずることを意味している。対して、前者では、分化と統合のプロセスが織り重なりながら広がっていくこと、換言すればプロセスが上層システムから下層サブシステムへ、

56) Jantsch, E., *op. cit.*, pp. 201~202.

57) *Ibid.*, p. 75.

下層サブシステムから上層システムへ同時に進行し、この両方向のプロセスによってハイラーキー的多層システムが形成されること、そして同時に異なるハイラーキー的多層システムのレベルで構造化が進行していくことを意味する。つまり、進化は、分化と統合の両プロセスの相互浸透から生ずるのだが、それは、上層のマクロと下層のミクロとの両世界で同時に進行する相互依存的な構造化として作用するのである。

例えば、宇宙の進化では、物理力、即ち重力、強い核力、弱い核力、電磁力の力のアンバランスな相互作用により、宇宙のマクロとミクロの両面で同時に進化に作用する構造化現象が生まれた。そして、マクロ構造は、ミクロ構造の環境となり、ミクロ進化に決定的な影響を及ぼすことになった。他方、ミクロ構造の進化、即ち原子核や原子、分子の形成は、マクロ構造の形成や進化になくてはならない要因となった。また、生命発生にあるいは組織の発展に見られるミクロ進化では、それ自体を持続するためのマクロ的条件をつくりだし、マクロ進化では、その分化と統合の両プロセスの進行を維持するためにミクロ的自己触媒要素を創発する。つまり、重要な点は、そのような相互依存の相補性こそが、環境と交換しながら新奇性を生みだしつづける開放的進化の基本的特徴をなしているということである。さらにまた、全面的な進化を喚起するのは、ある所与の環境に対する適応でなく、全レベルにおけるシステムと環境との相互進化、即ちミクロ世界とマクロ世界の相互進化にほかならないということである。しかも、そのような全面的な進化は、不確定でかつ不完全なものであるが、常に自己一貫性の原理 (principle of self-consistency) に基づいており、創造的なものなのである。

ミクロとマクロの両世界における相互進化の原理 (principle of co-evolution) とともに、さらにもう一つの重要な視点がある。即ち、進化は、生命や組織のミクロ構造から地球や全宇宙に現われた様々なマクロ構造まで、あらゆるレベルで対称性の破れが時空を切開き、自己組織化システムのダイナミクスをつうじて展開される。しかも、現われた時空構造 (time-space structures) は安定したまま止まることなく、さらに新たな未来を形づくるため新

たなゆらぎが生じ、新たな構造へと進化を続けていくという視点である⁵⁸⁾。ここでいう対称性の破れは、例えば一つにビックバンが宇宙の膨張を引き起こし、過去と未来の間の時間的対称性に破れが生じたケース、二つに反物質よりも物質が過剰であったために起こった物質の誕生によって、元来均質だった宇宙のマクロ的な空間的対称性に破れが生じたケース等に代表される。また、時空構造とは、空間的構造のみによって理解するのではなく、システムの機能や環境との関係を含めて相互作用しあうプロセスの時間的・空間的秩序に着目してシステムのダイナミクスを理解することを意味する。

IV 結

本研究では、二つの課題に取り組んだ。一つは、自己組織化システムの基本的特性を明らかにすることであり、もう一つは、自己組織化ダイナミクスに見られる格別に重要な諸原理を思索し、提示することである。これらについて要点的に整理し、今後の研究課題を示しておこう。

先ず、自己組織化システムの特長として、開放システム、非平衡、閉回路性、ハイアラーキー的多層システム、そして時間的・空間的結合を挙げることができる。つまり、周囲の環境と物質やエネルギーを交換し、自発的に構造形成を行うシステムが開放システムであるが、自己組織化システムは、まさに開放システムを問題にする。この開放システムは、周囲の環境から持続的に物質や自由エネルギーを取り入れ、またエントロピーを環境に排出することが可能である。その際に、仮に組織システム内部のエントロピー生産と環境へのエントロピー放出が瞬時でも釣り合うならば、平衡状態に達する。けれども、通常は非平衡状態にあり、そして開放的な秩序状態は、非平衡状態の時のみ維持され、環境との交換は不可欠であり、これにより組織システムは持続的に自らを再新することができる。自己組織化システムには、特別

58) *Ibid.*, pp. 183~184.

にプロセスの閉じた自己触媒的サイクルが存在するが、これは同時に、他の交換プロセスを通じて環境と結ばれている。組織システムは、ストレータ、レヤー、エシェロンという複数レベルのシステムが縦の層関係として配列されるだけでなく、各レベルの活動と形態は上位システムに従属し、かつ自ら準自律性を維持しているという秩序関係で構成されている。そして、自己組織化ダイナミクスは、時間的・空間的結合の現象として、換言すれば時間的・空間的対称性の破れの現象として生ずるということである。

次に、私は、自己組織化ダイナミクスの特に重要な原理として、ゆらぎ増大の原理、大域的安定構造の原理、ハイアラーキー的多層システムの原理、コミュニケーションの原理、そして相互進化の原理を提示した。つまり、ゆらぎは、多様で物質やエネルギーに結びつく事象であるが、便宜的にそれらと分離して原理的に定式化できる。即ち、同じ時間間隔でほぼ同じだけ増加するゆらぎの準線型的増大、同じ時間間隔で同じ倍率だけ増加する指数関数的増大、時間間隔の減少と倍率上昇がともなって増加する双曲線関数的増大であり、それぞれ異なる進化プロセスを示す。進化能力は、カオス辺縁で最大となるが、カオス系では、カオスは勿論のこと、長期的に繰り返す大域的安定構造が出現する。組織システムは、上位システムと下位サブシステムあるいはストレータ・システム、レヤー・システム、エシェロン・システムによって多層的に構成され、下位サブシステムは上位システムに部分として従属（＝統合）し、同時に自ら準自律性（＝自己決定）を全体として確保し、維持しているというハイアラーキー的な秩序形成原理が支配している。自己組織化ダイナミクスで、コミュニケーションは、重要な役割を演ずる。即ち、保存的経営資源の情報段階コミュニケーションは系統的発生の進化を可能にし、管理の情報段階コミュニケーションは、下位サブシステムの成長過程を調整し、環境からのゆらぎの影響を鎮め、準自律性を強める。戦略の情報段階コミュニケーションは、自ら新たな戦略の情報段階コミュニケーションを創出し、情報の自己体系化を引き起こす。そして、組織システムの進化は、分化と統合の両プロセスの相互浸透から生ずるのであるが、それは、上層の

マクロシステムと下層のマイクロサブシステムとが同時に相補的に進化する相互依存的構造化として作用するということである。さらなる今後の研究課題としては、それらの原理を組織システムの自己組織化ダイナミクスに応用し、研究を展開していくことにある。