

<論 説>

自己組織化する有機体システム

海老澤 栄一

目 次

序

1. 自己組織化へのアプローチ

有機的秩序

システムのダイナミズム

進化論的自己組織化

サイバネティクス論的自己組織化

2. 自己組織化の基本的命題

自己組織化の基本概念

自己組織化の命題

3. 人工物としての組織における自己組織化の意味

人工物としての組織の特徴

よい組織の性質

特定の指令センターをもたない組織

結語

序

植物に限らず動物も含めていわゆる生物は、すべて多細胞生物である。ごく単純な多細胞生物でも数種類の異なった細胞から構成されており、複雑な生物になるとその数は数百万から、数十億個にも及ぶという。バレンタイン (1978, p.87) によれば、生物の細胞が多細胞であればあるほど、細胞の機構を反復することができしかも個々の細胞を取り替えることができるので、子孫を多く残したり長生きしたりすることができるという。細胞の数の多少に限らず、個々の細胞には固有の機能があり、しかもその機能は生物体としての全体を維持す

るために何らかの役割を果たしていると考えられる。この多細胞構造は、さまざまな分子の機能分化と機能連鎖とが一体化したいわゆる“有機体”を構成していると考えられるのである。部分は部分同士の相互作用によって全体を構成し、全体は部分の連鎖によって相乗的に形成されていると見なすことができよう。

このような細胞連鎖は単体としての生物のみならず、生物間でも同じような視点からの分析を可能にする。例えばプランクトン、小型の魚、中型の魚、大型の魚の食物連鎖はそれぞれの種がより上位に位置している魚の餌になっており、しかもより上位の魚の個体数はより下位に位置する魚の個体数よりも数が少ないという“秩序の仕組み”がビルトインされていることによって地球規模の生態系を支える重要な因子を構成していると考えられるのである。

社会的構造物である“組織体”に目を転じて、それが環境との間でエネルギーや資源の交換をしている一種の“有機体”であることは異論のないところであろう。組織が自己の都合のみを考え“自組織”にとって理想的で合理的な仕組みをア・プリオリに設計し、なおかつそれがたとえ実現できたと仮定しても、それは一時的実現にしか過ぎず連続的に実現することは不可能であろう。なぜならば、組織にとってあらゆる環境動向を予め予知することは不可能であり、ア・ポストオリに対処せざるをえないような事態が数多く発生するからである。有機体組織は、あくまでも環境との相互作用を意識した相互影響、相互生存のあり方を模索するような行動原理をもち合せていなければならないと考えられるのである。

以上のような問題意識に基づき、本稿では組織の行動を有機体としての組織の自己創造、自己進化、自己変態あるいは自己組織化の過程として考え、組織論におけるその積極的意味を探ってみることにする。

1. 自己組織化へのアプローチ

有機的秩序

島根、鳥取両県にまたがる中海・宍道湖の干拓淡水化プロジェクトは、昭和

38年に食料増産を目指してスタートし、これまで四半世紀を経て720億円の予算が投じられてきた。ところがその間に、水質汚濁、米自体の過剰生産、ヤマトシジミなどの汽水性魚介類の絶滅などの問題が表面化し、プロジェクト自体の凍結や根本的見直しを迫られるに至った。干拓淡水化によって水田の耕作を楽しみにしてきた農家の人達や水田の面積が増えても魚介類の採取にそれほどの影響は出ないであろうと思ってきた漁師の人達にとってこのプロジェクトは一体何であったのであろうか。

アレグザンダー（昭和52年）らは「オレゴン大学の実験」のなかで、20年後の環境がどうあるべきかを現在設定すること、そしてその定められた想像上の世界にむけて、漸進的な発展の過程を操作することは不可能であると述べて、マスタープランの失敗を強調している。有機体システムの本質を考える際のきわめて重要なヒントが隠されているように思われるので、議論のポイントをもう少し詳細に紹介しておくことにしよう。

アレグザンダーらによればマスタープランのなかに、時間の経過とともに不可避的に生起してくるであろう事態に対処し秩序を保つような仕組みをあらかじめ組み込むことは不可能であるという。オレゴン大学を初めアメリカ国内の各種大学のキャンパスの設計がどちらかといえば大規模集中開発中心で行なわれてきているため、環境や状況に変化が生じ設計時の前提条件が変わってしまったときに、部分修正や部分補修が困難になりスラム化が進んでしまうというのである。換言すれば大規模集中開発の方法論では、システムを環境から遮断した静的環境のもとで設計し、システムを非連続的な枠のなかでとらえようとする意図が暗黙のうちに作用していると考えられるのである。先ほどの干拓淡水化プロジェクトの事例と本質的な部分で共通しているといえるのではないだろうか。

マスタープランやビッグプロジェクトでは、どちらかといえば硬直的で強固な枠組の維持を目標として掲げるようになるので、絶え間ない軌道修正や修復を困難にする。有機体組織にとって必要なのはこのような硬直的全体枠ではなく、むしろ環境を動的にしかも連続的に変化するものとみなし、そのなかで組

織の自律的、漸進的な成長機会を模索し誘導する“有機的秩序”なのである。

ホワイトヘッド(2) (1981, p. 321) によれば“有機体の哲学”は、現実性 (actuality) についての細胞説であるという。事実の究極的単位は、それぞれ細胞一複合体であって、現実性と同等の完結性をもつ構成要素には分解できないのである。細胞は相互に包みあって存在している要素であり、現実的存在なのである。キャンパスでいえば、市の人口、学生数、交通網、駐車場、遊歩道、街路樹、生活学習空間、市との結節点、緑の空間、カリキュラム、時間割、教授陣、学科構成、教室、講堂、学生コミュニティ、図書館、運動場、学生会館、保育設備、自転車置場、談話室、食堂、芝生、自習室、ドーミトリなどが相互に包みあっている現実的存在であり、相互に共存している細胞なのである。さらにいえばこれらの諸関係はほかの市との接続、州とのつながり、ほかの州とのつながり、国とのつながり、ほかの国とのつながり……というように現実的諸存在の連鎖、すなわち永遠的連続体から成り立っており、究極的には宇宙の構成要素として包み込まれてしまうのである。

組織は環境から孤立しては存在しえない。しかも厳密的な意味ではどこまでが組織でどこからが環境なのかを明確に識別することすら現実にはきわめて困難なのである。たとえば室内の温度と環境の温度との識別を考えてみよう。便宜的には窓や壁、ドアなどで遮断されている室内の空気の温度が室温と定義されている。室内にある温度計も室温を測定するために置かれているのである。しかし厳密的な意味では2ミリの厚さのガラス窓のどこまでが室内でどこからが室外なのであろうか。便宜的に1ミリずつに分割したとしても、1ミリと1ミリとが接触している1ミリ以下の面はどのように分割するのであろうか。この関係は際限なく続くことになり、結局ガラス窓のどこまでが室内でどこからが環境なのかは分からなくなってしまうのである。このことから室内の温度と環境の温度とは連続しており相互影響しあっていると見なすことが可能であろう。室内という現実的存在はより大きな環境という現実的存在と結合体を形成しており、相互に「秩序づけ」られている“過程”であると考えることができるのである。かくして有機体の哲学にとって秩序の問題はきわめて重要なテーマと

なるのである (ホワイトヘッド(1), 1981, p.123)。

システムのダイナミズム

システムは環境との間で相互影響, 相互作用, 相互進化しあっている。これは自然のシステムであれ社会のシステムであれ共通の現象である。この場合のシステムの行動は, サブシステム間の整合性を保ちながら相互に連結しあい進化を生成する過程なのである。相互作用の過程を通して新奇性や創造性の創発を試みるのである。この進化生成の過程が予め明確に設計できるようなことは現実にはほとんど存在せず, 試行錯誤的にしかも部分的に自己創造を繰り返しながら, 進化の定着を狙うというのが一般的な方法であろう。したがって明示的な目標設定を予め行なうような目的論 (teleology) や設定された目的に準じて処理手順を細かな要素に分解していくような還元主義 (reductionism) 的アプローチはシステムのダイナミズムでは採用されない。秩序を論理的に筋道立てて形成していくようなプロセスではなく, むしろ“偶然”のなかから進化の方向を探るようなプロセスが重視されるのである (ヤンツ, 1986, pp.34-35; ラッセル 1985, p.73)。

今ピーク時に 100 名の顧客のオーダーを処理できる厨房をもっているレストランがあるとしよう。またテーブルもコックさんもウエイトレスも当然のことながら 100 名体制をとっているとする。実際の来店顧客数もほぼ当初の設計どおりに推移しているとすれば, この状態は一応安定した秩序が維持されているといえる。ところが, 立地条件の良さやメニューの評判などがプラスに作用し, 顧客数が平均して 100 名を優に超えるようになったとしよう。この場合従来維持してきた秩序は破壊されてしまうことになる。つまり顧客数の増大が秩序の破壊要因として作用したことになる。このような, 秩序を形成してきた構造要因を質的に変化させるような変数のことを「ゆらぎ (fluctuation)」と呼んでいる。

波と防波堤との関係, 乗客数と電車の車両との関係, 在庫品と倉庫のスペースとの関係, ダムの水量と容量との関係などのなかにも「ゆらぎ」とシステム

の秩序との関係を見出すことができる。システムのダイナミズムでは、「ゆらぎ」は古い秩序を破壊し、新しい秩序を生成するための刺激要因として作用するのである。これまでの議論で明らかのように、予め全ての変動を予測して秩序のキャパシティを準備しておくことは不可能である。したがってある程度の境界設定の下に、ある程度の秩序を形成しておき、その閾値を超えるような「ゆらぎ」が発生したときに、新たな秩序形成のための方策を立てれば良いのである。このような時に当初の前提条件が変化してしまったにもかかわらず、当初の秩序を維持しようとするそれは秩序の維持ではなく、再生不可能な秩序の破壊を意味することになる。先程のレストランの例では、当初設計した秩序にこだわると顧客が100名を超えないばかりでなく顧客の不満が増大し、逆に顧客を失うことにもなりかねないのである。顧客の増大という「ゆらぎ」にたいしては、収容能力を引き上げるべく店舗の改装をすとか、単価の高いメニューを用意し顧客を限定し売上高利益率を引き上げるとか、新しい店舗を建築すとかの方法を通して新たな秩序を形成することが必要なのである。このことから無秩序化が新たな秩序化の前提になることが明らかとなるであろう。

進化論的自己組織化

生態システム

オーストラリア大陸のユーカリの森では落雷や乾燥摩擦によるブッシュファイアが発生する。オーストラリアの土壌は乾燥が進んでおり、自然の火災が発生しやすいのである。しかも土壌が乾燥しているということはバクテリアや微生物が棲みにくい構造になっているということの意味しており、そのため落葉しても腐敗が進まず、養分を自ら生成できないような仕組みのなかで植物が生きているのである。このような環境下で植物が生存するための唯一の方法は、したがって、自分自らを燃やすことによってその灰を養分とする方法なのである。ユーカリは毎年皮を自ら剥ぎ大量の木屑を地面に落す。この皮はいわば焚き付けのような役割を果たす。高さが30から40メートルはあるユーカリの回りには、高さ2-3メートルのアカシアの木が密生している。しかも大気中には

ユーカリの木からでる大量の揮発性の油が混じっており火の発生を誘発しているのである。それは大気の色が青味がかかるほどの染まり具合だという (NHK スペシャル番組取材班, 昭和63年)。

自然発火の条件が整うと、まず木屑そしてアカシアへと火の手が伸びる。木屑が焚き付けだとなればアカシアはさしずめ薪というところであろう。燃え尽きたアカシアの灰はユーカリの養分になり、ユーカリの成長を促す。一方アカシアの種は、火によってはじけ飛び新しい芽を吹き出す。火を利用して新しい芽を殖やす植物には、このほかバンクシアの木がある。バンクシアの実は乾燥した気候から守るために厚い殻で覆われており、500度近い高温に熱せられたときに初めてはじけ飛び地面に落ちるのだという。高熱によって厚い殻が溶け発芽の準備が整うのである。

このようにユーカリ、アカシア、バンクシアなどの植物は、プッシュファイアと共生関係にある自然のシステムなのである。この一連の現象をより一般的な表現で要約すると、生存に適した組織特性の様態を選沢する機構を備えたひとつの生態システムであるとみなすことができよう。換言すれば生態システムは、秩序、無秩序化、新秩序化……、というような一連の変形を伴うダイナミックな進化のプロセスでもあるのである。Beer (1966, p.361) が言うように生態システムのなかに自己組織化の原型を見ることができるのである。

進化のプロセス

新しい秩序は意識的、計画的に形成されるというよりむしろ、様々な要素の、ときには予知できないような要素の相互関連作用から創造されてくるというのが、正しい見方であろう。この考え方に従えば、新しい秩序形成のための進化のきっかけは、可能態としての環境に存在していることになる。古い秩序を否定し新しい秩序を創造していくということはシステムにとって程度の差はあれ、環境から複雑性を取り込んできて操作化を進めることにほかならないのである。

ラッセル (1985, p.80) によれば、進化の主要な傾向は複雑性の度合いが高まる方向に向かう傾向があるという。すなわち個々の単位が寄り集まってきて大

きな集団を作り、数多くの構成要素をさまざまな形で相互に関連させながら拡張し、組織や構造を複雑にしていくような傾向が進化に見られるというのである。複雑性の高まりはシステムにとって、カオス以外の何者でもない。しかしシステムにとって、カオスを回避していたのでは新しい秩序の形成は実現できないことになる。むしろカオスこそ新秩序をさそい出す「ゆらぎ」の役割を果たすと考えられるのである。

ヤンツ (1986, p. 423) は進化のプロセスを進化の複雑さに応じて個体のレベル、種のレベル、進化プロセス自身のレベルという3つの次元でとらえている。まず第一次元はそれぞれの自己創出システムが時空構造のシーケンスをとおして個体発生的に進化するようなレベルである。これは胚のように生長のプロセスがあらかじめプログラム化されているような進化のことである。胚の成長にとって必要な情報はすべて、正確に遺伝子の構造のなかにコード化されている。この進化は既定の進路のなかで生長、発展を遂げていくような原初的進化といってもよいであろう (ラスロー, 1980, p. 63)。

第二次元はある特定の自己創出レベルにおいて、システムが系統発生の複雑な織物のなかで進化するような次元である。これは世代から世代への種の変化のことを意味しており、胚のような種のなかでの個別要素の進化のことを意味してはいない。第一次元の生長は厳密な意味では進化とは言えず、Beer (1966) が主張するようにむしろ“学習”と呼んだほうが良いかもしれない。学習は既に設定されている準拠枠やパラダイム、基準の範囲内で自己修正や自己適応を図る経験蓄積の過程なのである (Donald, 1979)。第二次元になって初めて“進化”固有の現象が表われてくると考えられる。

第三次元は進化プロセス自身が進化して新しい自己創造を開拓していくような次元のことである。この次元は進化が進化を生み出すいわゆる「メタ進化」のレベルであると考えられよう。自己組織化が最も進んだレベルは、最も高度な複雑性を吸収することによって新奇性を取り込み、自己進化や自己創造、自己超越を実現しようとするこの第3次元のことなのである。

サイバネティクス論的自己組織化

組織の自己組織化

今、スポンジと水との関係を考えてみよう。スポンジは一定の量までしか水を吸収できない。言い換えれば、スポンジは水を吸収できる能力の範囲内では水を吸収できないのである。大きなスポンジは小さなスポンジに比べて、一般的に言えば、より大量の水を吸収できる。このことはつまりスポンジにとって、水という“多様性”がスポンジのもつ能力の範囲内では吸収できないということを意味しているのである。水は多様性ジェネレータとして作用する一方、スポンジは多様性アブソーバとして機能しているのである。スポンジの多様性吸収能力を高めれば高めるほど、水という多様性の生成力を高めることができる。台所のステンレスの回りに付いた水をその量に応じて吸収できるようなスポンジがあれば、そのスポンジは水という多様性をコントロールする自己制御機能を備えていることになる。

もし水の発生量がコンスタントであれば、無駄のない合理的なスポンジの大きさを予め設計しておくことができる。しかしもしそうでない場合、水の発生量に応じてスポンジが自分自らを設計できれば理想的である。今のところ現実的な話しではないけれども、もしこのことが可能であれば、スポンジは自分自らの制御を通して機能を創造したり、機能を増殖させたりすることができるのである。このように考えてみると、システムの組織化とは、自分自らを組織化することであり、その場合多様性の制御のあり方が重要な分析課題になってくることは明らかであろう。

サイバネティクスの理論では、多様性は多様性によってのみ吸収されるという原理のことを「最小多様性の法則」と呼んでいる（アシュビィ, 1967, p. 255, 56, 59, 61）。

システムにおけるホメオスタットの意味

人間の発汗作用は、人間というシステムの体温を一定に保つために、運動時や気温の高い環境のもとでは促進され、一方、運動をしていないときや気温の

低い環境のもとでは、押えられる。このようなエネルギーの消費量に応じたシステム内の均衡を維持しようとする働きのことをホメオスタットあるいは恒常性と呼んでいる。ホメオスタットは、変動が許容できる一定幅の範囲内であれば維持できる。しかしその枠を超えるような変動があると維持できなくなる。この場合の変動は多様性と同義であり、多様性を許容する一定幅は、既に述べた「閾値」と同義である。

飛行機の場合もホメオスタットで説明できる。飛行機というシステム自体、安定的飛行を前提として設計されている。しかしその安定を不安定状態にする要因としては、エアポケット、気圧の変化、気象条件の変化、ニアミスなど様々なものが考えられる。これら諸要因が環境の多様性として作用し飛行機そのもののホメオスタットの維持を危険にさらすのである。このような複雑な多様性にたいしては、パイロットの操縦やコンピュータによる自動制御装置などが多様性吸収機能として作用し、飛行機というシステムのホメオスタットの維持を図っているのである。

このメカニズムをやや詳しく分析してみよう。まず飛行機にとって離陸時から水平飛行に移行するまでが、最初の不安定状態である。水平飛行に移行して初めてその不安定状態が解消され最初のホメオスタットすなわち最初の安定状態が実現する。ところが風、雨、霧、気圧、ほかの飛行物体の飛来などの環境多様性が不安定創出要因として作用するため飛行機にとって次の新たな不安定状態に直面することになる。しかし飛行機が多様性吸収能力が環境の多様性創出能力を上回っている場合、その新たな不安定状態もやがて吸収され新たな安定状態が実現する。この“第2の安定状態”は最初の安定状態を超えた時点で実現されている安定状態であり、一段と“高次元で実現される安定状態”だと考えられる。いまこれを上回るさらに高い不安定状態が現われたとしよう。具体的にはほかの飛行機との衝突や飛行機自体のエンジントラブル・計器類の故障など飛行機にとって吸収不可能な致命的な多様性の発生である。このようなときの安定性はどのように実現できるであろうか。現実的な解決策ではないが、飛行機のホメオスタットが破壊されると同時に乗客独り一人に個人カプセルが

用意され大気中や海上で救助を待つことがもしできれば、さらに高次元での安定性が実現される。仮にこの飛行物体を“カプセル飛行機”と呼べば、この“カプセル飛行機”は飛行機に代わる自己創造システムとして新たなホメオスタットを実現することになる。このように自己修正や自己創造機能によって以前の安定性よりもさらに高い安定性を実現し生存可能性を高めていくことのできるような、いわば安定性の連鎖のことを「超安定性」と呼んでいる（アシュビー, 1967, pp.126-27）。

有機体は環境変化にたいして自分自らを調整し、適応するような能力を有している。その能力とは、多様な環境変化にたいして有機体を構成している種々のサブシステムがそれぞれ生存に必要な調整機能を有しているということでもある。換言すればサブシステムはシステム全体のホメオスタットを維持し、生存可能性を高めるための自己組織化能力を有している超安定システム特性を備えているということができるのである（Miller, 1978, p.487）。

超安定性は「恣意的で予測し難い干渉を乗り越えて生き延びられるシステム」のことであり、「未知の、あるいは分析されていない諸力による攪乱のあとで（したがって、システムがそれに対処するように明示的に設計されていないような干渉に抗して）均衡状態に復帰するシステムの能力のこと」なのである（ビーア, 1987, pp.39-43）。予知不可能なあらゆる事態にたいしてシステムが予め備えることは不可能である。何かが生じていることを感知し、それを外乱として認知し、その外乱の影響が相殺されるまですなわち次の段階の安定性が実現されるまで内部の状態を変化させていくことができればそれで十分なのである。このような考察から、超安定性の追求はホメオスタット実現にとって欠かすことのできない要件なのである。

エントロピーの発生と自己組織化

一度火を付けて燃やしてしまったマッチは、2度とマッチとしての機能を果たすことはできない。硫黄や燐酸の化学的結合物であるマッチの頭は、ある一定量のエネルギーを保有している。その化学エネルギーは燃やされることによって、熱エネルギーに転換される。このように何時でも利用できるという“自

由度”をもった化学エネルギーの一定量が熱エネルギーに転換されることにより減少し、それに代わって有益な仕事に活用できないエネルギーの量が増大するようなことは日常の生活のなかでよく見られる現象である。システム内で有益な仕事に活用できないエネルギーの量のことをエントロピーと呼んでいる（ラッセル, 1985, p.82）。

エントロピーは利用可能で自由なエネルギーの減少に伴って相対的に増大する。したがって閉じられた環境の下で他の条件が等しいとすれば、エントロピーは不可逆的に増大の一途をたどることになる。換言すればエントロピーはシステム内のランダムネス、つまり無秩序化を測定する目安になっているのである。このような秩序のある運動エネルギーから無秩序的で混沌とした熱エネルギーへの変換プロセスの運動のことを熱力学の第二法則と呼んでいる。

Beer (1966, p.368) によれば、エントロピーの推進は多様性生成を誘発するという。既に考察したように、多様性生成は新しい秩序の創出と密接に関連している。したがってエントロピーの運動は、“新しい秩序形成のための無秩序化運動”としてとらえることができよう。しかしこのことはカオスの永続的持続を奨励するものでは決してない。あくまでも、システムと環境との間で新しい均衡を創造するために、言い換えれば新しいホメオスタット形成のためにその方向にむけて、システムの構造を動かす“導力”として機能するのである。その運動のプロセスは決してプログラム化されてはおらず、むしろ試行錯誤的に選択されていくプロセスなのである。ある意味ではエントロピーの増大が自己進化を支えているともいえるのである。

家電メーカーの間でのビデオ装置の開発では、世界の大勢は VHS 側に完全に軍配があがったといえよう。この問題を今、ソニーの立場で考えてみよう。ソニーのベータにとって押し寄せる VHS という多様性増大に対処する方法は大ざっぱに言えば2つあった。1つは現在の秩序を維持する方法、つまり押し寄せる多様性を抑制する方法である。他の1つは押し寄せる多様性を受け入れることによってエントロピーを誘発し、現在のホメオスタット水準を一度破壊し、無秩序化をとおした新たな秩序を形成する方法である。前者の多様性抑制方法

を採用するということは、ベータ方式のビデオ装置を従来通り生産し続けるということの意味する。つまりある水準の秩序維持を前提として、マーケティング戦略の方法を組み立て直すのである。サントリーオールドの凋落を“ニュー”オールドで建て直すという戦略もこの範ちゅうに入れてよいであろう。一方、後者の多様性増幅方法を採用するということは、販売数量・売上高ともに伸び率が停滞傾向にあるベータに見切りをつけ、ライバル製品である VHS の製造販売に踏み切るということを意味する。この場合、これまでに形成してきた秩序を一度破壊し、新たに秩序を形成し直さなければならない。古い秩序の犠牲の下に、より高次の秩序を形成することが期待される。この行動はまさしく、自己組織化の行動だといえよう。成長や進化の機会が、このように後者の多様性の取込み並びにエントロピーの発生・放出によって増大してくることが期待されるのである。

“秩序の維持”を目標乖離や逸脱からの修復，“秩序の放棄”を目標の生成と見なせば、前者をネガティブ・フィードバックを組み込んだ保持的過程あるいは逸脱—均衡回復過程，後者をポジティブ・フィードバックを組み込んだ構造洗練的過程，逸脱促進的過程，構造—組成的過程，あるいは逸脱—増幅過程と呼ぶことができよう（バックレイ，1981，p.74）。

ゆらぎと散逸構造

ヤンツ（1986，p.61）によれば、物質世界には平衡構造並びに散逸構造という2つの基本的クラスがあるという。平衡構造とは均衡状態へ収斂していく安定指向の構造のことである。それに対して散逸構造とは均衡状態から離れていく、変化指向あるいは進化指向の特性をもつ構造のことである。このうち自己組織化に固有の構造は平衡構造ではなく、散逸構造である。

散逸構造とは元来、「システムが周囲の環境と交換を続けることで、エネルギーや物質の流れを自ら維持し、長期にわたってグローバルな安定行動を自分で組織化していく物理化学的反応システム」のことである（ヤンツ，1986，p.77）。散逸構造ではシステム自ら秩序を形成するために、システム内で生み出されたエントロピーを環境にたいして散逸する。この行動は、環境秩序の犠牲のもと

にシステム内部の秩序を保とうとする有機体の行動とも一致している。

散逸構造形成のきっかけは既に述べた構造要因を質的に変化させる変数である「ゆらぎ」によって与えられる。ゆらぎによる働きかけはシステム内部および外部の2通りがあると考えられる。このうちシステム内部で発生するゆらぎには以下で見るような3つのタイプがある。いまある国で革命が起こり、それまで政権を担当していた党が転覆の危機にさらされていると仮定しよう。この場合、革命は政権を担当している党にとっては危機的ゆらぎとして作用する。しかしもし革命のゆらぎが特定の限界内で終始し、従来からの秩序を破壊するに至らない場合、ゆらぎは旧秩序の範囲内で吸収されてしまうことになる。これが第1の“消滅型ゆらぎ”である。一方もしそのゆらぎにシステムの臨界規模を超えるほどのエネルギーが蓄積されていてそれが放出された場合、武力による政権交代が実現するかもしれない。しかしもしその新政権が一部の軍部の力によって樹立された場合、民衆や大衆の支持は得られない。安定状態の回復は期待できず、むしろ不安定状態が連続的に現われることになる。安定状態が回復することは二度とないかもしれない。これが第2の“破滅型ゆらぎ”である。この2つのケースはいずれもゆらぎが新秩序形成要因としては作用していないことになる。

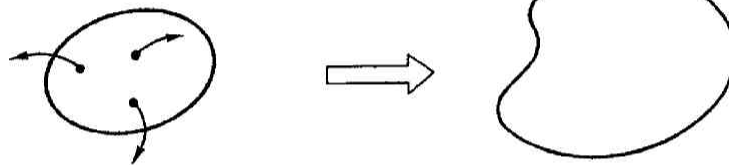
これにたいして、ゆらぎの増幅が臨界規模を超えたとしても新しい分子秩序が出現してくるような場合はどうなるであろうか。システム内部のエントロピーを環境にたいして散逸することによってそのマクロのゆらぎは次第に安定化してくることが期待できる。このゆらぎを経過したあとの秩序こそ、散逸構造によって特徴づけられる秩序なのである（プリゴジーン, 1980, pp.4-5）。民衆や大衆に支えられた自己増殖的革命は、サブシステム単位での小さな秩序から回復しそれが次第に大きな新秩序の形成に連鎖反動的に拡大していくことが期待される。相補性や相互依存性のなかから新しい秩序の仕組みが自発的に現われてくる。このように散逸構造はまさしく自ら秩序を生成するプロセスでもあるのである。これが第3の“進化型ゆらぎ”である。

一方、ゆらぎはシステム内部のみならず、システム外部すなわち環境の側か

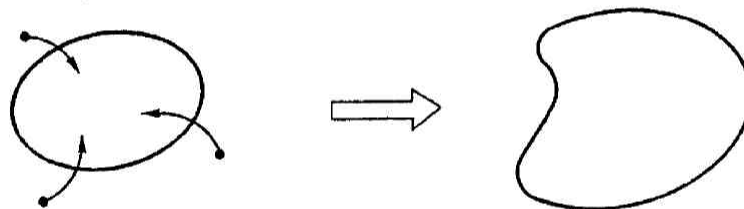
ら発生することもある。先程の革命の事例で言えば、他の国の革命が飛び火したりあるいは大国の誘導によって革命が誘発されたりする場合を考えれば良いであろう。外部からの刺激がシステム内部における秩序破壊の潜在的要因と連動、共震、共鳴することによって散逸構造がしだいに形成されていくのである。システム内部で発生するゆらぎが“外延創発型ゆらぎ”であるのに対して、システム外部で発生するゆらぎは、“誘発誘導型ゆらぎ”であるといえるであろう。両者のイメージは図1に示すとおりである。

図1 外延創発型ゆらぎと誘発誘導型ゆらぎ

a. 外延創発型ゆらぎ



b. 誘発誘導型ゆらぎ



ヤツン (1986, p.104) は散逸構造の理論を「自分自身を新たな構造として再構成していく内部ダイナミズムの記述」として理解している。この論理に従えば非平衡システム内で内部ダイナミズムとしてのゆらぎを自己増殖させることによって自己組織化が初めて実現することになる。ゆらぎを通した秩序とはシステムが無限に続く一連の不安定状態を通過しながら、その度ごとに新たな自己創出構造を自発的に形成していくプロセスだと考えられる。

2. 自己組織化の基本的命題

自己組織化の基本概念

自己設計と自己組織化

自己組織化は他律的力によって設計されたり運営されたりすることではなく、

自分自らの自律的能力によって自分自らを創造したり，形成したり，変化させたりすることと係わっている。しかもその場合，整然とした，合理的で，無駄のない状態を前提とはしていない。むしろ混沌とした，整序化されていない，複雑で，不安定な状態を想定し，そのなかから新しい秩序の生成を探るという組織行動を分析の対象にしているのである。機械論，分析主義，還元主義とは相容れないのである。

ヤンツ (1986) の論述によれば，還元主義では意識を脳のなかの神経の働きで，また生命を有機化学によって説明しようとしているという。ところがこの論理には循環論の罫にはまる矛盾が潜んでいると指摘する。すなわち，意識は，百数十億の神経細胞が複雑に絡み合った織物の累積結果にしか過ぎず，つぎにその神経細胞は巨大分子の巨大な集合体にしか過ぎない。さらに巨大分子は数百万の原子がつながりあったものにしか過ぎない。その原子は周囲をめぐる電子の雲によって取り囲まれた核に過ぎず，その核とは波動方程式と呼ばれる確率関数の固有値に過ぎない。最後に確率関数の固有値は何を意味するかというと，物理学の特定の実験結果に意味を付与するために，人間の意識プロセスが創造した一つのモデルにしか過ぎないということになり，永遠の循環論法に陥ってしまうと主張する。還元主義は解剖学のような物的要素分解を目的とした分野ではそれなりの意味をもつものの，システム全体の働きを全体として理解したり，要素同士が複雑に作用しあってなにか新しいものを生成したりすることが期待されているような分野では，役に立たない。むしろ有害なのである。

自己組織化では“ゆらぎ”を通した秩序の形成を目指す。飛騨高山の合掌造りの屋根を葺き替えるという作業に例をとって考えてみよう。村落全体があたかも一つの有機体のように機能しているところでは，屋根の葺き替えも業者に任せるのではなく，村人全員の協力体制のもとに行なわれる。そこでは萱を地面から中間にあげる人，中間から屋根の位置まであげる人，萱を屋根の斜面にセットする人，長くて丈夫な蔓を紐のかわりに“木の針”にとおし屋根の外側と内側とで交互に刺しながら梁に萱を固定していく人，大きな掛け声を掛ける人，古い萱を処分する人，食事の準備をする人，お茶の準備をする人，作業全

体の進捗状況を見て遅れの目立つ部署に人を回す人など、参加者全員がそれぞれ自分で認知ししかも他からも認知されている役割を自分で設計しているのである。誰かに命令されて与えられた所定の作業を遂行するのではなく、全体状況のなかで自己の役割を認識し、自然発生的にそれぞれが自分で自分の仕事を自主的に設計しているのである。身軽な人、声の大きな人、力のある人、細かな作業が得意な人などなどそれぞれが自分の役割を設計していくところに自己組織化の一つの形態を見出すことができよう。ときには作業分担が重複してしまうこともある。あるいは負担が大きくしかも危険の伴う部署には誰も自ら配置せず、全体の秩序が最初から維持されるということはないのかもしれない。このような場合であっても“ゆらぎ”をとおした調整が新たな秩序形成を可能にし全体としてのホメオスタットは維持されるのである。

上記の例は自己設計を通じた自己組織化の例である。やや古い事例であるけれども、ウエイク（1979, p. 208）はアポロ計画の宇宙飛行士が宇宙船内の作業の自由度にかんする問題で1日の坐り込みストライキに突入した事件を自己設計の問題としてとりあげている。飛行士の言い分は、宇宙船システム全体がヒューストンにある地上のコントロールセンターからの細かな制御のもとに置かれており、そのため実質的なスラックはことごとく奪われあたかもロボットのような扱いを受けているのが我慢ならないというわけである。宇宙船の窓から地球を眺める暇もないほど、こまごました6フィートもの長さの実験指示が毎日地上から届けられ、そのなかには少なくとも42もの指示が含まれているというのである。

アポロ3号の飛行士のひとりであるギブソンは、ストライキに入るまえに、「将来、地上のコントロールセンターは飛行士にたいして大まかなスケジュールや仕事に関して飛行士が自分で選べるような買い物リストを提供すべきである」と述べている。まさしく自己設計の重要性に言及しているのである。

自己組織化の概念

Donald（1979, pp. 58-59）は自己組織化を学習、適応と同義にとらえ、「システムが誤りから学び、組織化し、時間の経過にともなって変化する特定の刺激

に反応するよう自分自身を適応することである」と理解している。この場合、学習や適応の結果、それぞれの行動の拠って立つ基盤にしていた準拠枠や基準は変更の対象となる。

またアイゲン (1971, p.167) によれば自己組織化とは、「最初無秩序 (ランダム) な現象しかない系で、ある無秩序な現象の結果がその出発点にフィードバックして、ある種の増幅された動作を生み、それが適当な外部条件のもとで、マクロ的な機能的組織体にまで成長すること」であるという。この定義では、無秩序から秩序へ向かう機能的統一体としての組織過程に重点が置かれている。またサイバネティクス理論の立場からコンドラトフ (1964, p.126) は自己組織化を「機械そのものが自己の構造を完成させていき、“活動の進行” に応じて自己の欠点を取り除いていくこと」と理解している。サイバネティクスでは、生物の有機体のみならず人工物の有機体的構造をも問題にする。

生物組織であろうと人工的組織であろうと、自己組織化の概念化に欠かせない共通の基本要素として、混沌のなかからの秩序形成およびシステムの自己変革・自己生成能力があると思われる。これらのことを勘案してわれわれなりの概念化を試みると次のようになる。

自己組織化とは「システムの新しい秩序生成のために、ゆらぎの能動的、意識的創生をとおして自己を変革したり創造したりする過程のこと」である。

自己組織化の命題

これまで分析してきた自己組織化の行動諸特性をもとに、自己組織化実現にとって欠かせない基本的命題を抽出してみると以下のようになる。

1. 散逸構造にみられる秩序からの乖離を新しい秩序形成のための源泉と見なす。

安定指向の平衡構造では自己創造は期待できない。せいぜい現状を維持するのが限度である。それにたいして散逸構造では環境にたいしてエントロピーを放出することによって、システム内部の動的ホメオスタットが維持できるのである。

2. 環境攪乱にたいして対処的に自己を設計する。

事前に制御することが不可能な環境攪乱にたいして、システムは部分的、増分的に自己変革・創出をはかる。

3. 異質性や多様性の取り込みあるいは生成によってシステムの自己超越力を高める。

システムが自己を超え新しい自分を創造していくためには、自分にはない異質性や過去に経験したことのないような多様性を意識的、主体的に取り込むことが必要である。

4. システムの閾値の拡大とその見直しによって、秩序の維持とその修正の機会を断続的に確保する。

閾値の範囲内ではシステムは安定し、秩序が保たれている。しかし成長や進化、変革などの機会は次第に喪失してしまう。ゆらぎの作用で古い秩序を破壊し、後生的により大きな複雑性と多様性をも吸収できる新秩序を創造する。

5. ゆらぎはシステム内部での創発とシステム外部からの誘導という2つのルートで発生する。

秩序の創造はゆらぎの発生によって開始される。そのゆらぎはシステム内部で創発させることもできるし、またシステム外部からつまり環境から誘導することもできる。

6. システムの生存可能性は、より高次に向かう安定性の上方向連鎖すなわち超安定性によって高めていくことができる。

同一次元の安定的秩序ではなく、より高次の安定的秩序を目指すためには、安定性を超える安定性すなわち超安定性の探索が望まれる。

7. 自己設計能力はシステムの環境操作能力や環境多様性の吸収能力を高めるのに貢献する。

システムの構成要素は指令センターからの指示をそのつど仰がなくても、システム全体のなかで自己の果たすべき機能を自分で設計することによってシステム全体の成果を高めることができる。

3. 人工物としての組織における自己組織化の意味

人工物としての組織の特徴

人工物としての組織

ラッセル (1985, p.91) は散逸構造の視点から人類を眺め、エネルギーと物質の大量の消費が大きなゆらぎとして現代社会に作用しているという。地球的規模で見ると天然資源は不足しているばかりでなく枯渇の危機にさらされ続けているのである。人類が環境に放出するエントロピーの量はまさに正のエントロピーとして不可逆的に増大し続けているのである。人類はいまや転換期に差しかかっており、残された選択は崩壊か突破かのいずれかであるという。崩壊を免れたときにのみ組織の再組織化と新しいレベルの安定が出現するのである。

人類は本来、自然のシステムと共生することによって存在している生命有機体である。その人類は自分たちの欲求を満たすために様々な人工物 (Artifacts) を構築し消費している。ここで言う人工物とはサイモン (1987, p.8) によれば、自然的ということにたいして、人間によってつくられたものという意味である。アマゾンの奥地の天然熱帯樹林は“自然的”であるのにたいして、伐採後の森林に人間が人工的に植えた樹林は“人工的”だと考えられる。人工物は自然物と独立して存在しているわけではなく、地球のシステムの中ではともに現実的存在であり、共在しているのである。

しかし同時に人工物が自然物と異なる点も識別しておかなければならない。サイモンは人工物の科学の領域として次の4つの項目をあげている。

- ① 人工物は、人間によって合成される。
- ② 人工物は、外見上は自然物を模倣しているかもしれないが、多かれ少なかれ、自然物の実質を欠いている。
- ③ 人工物は、その機能、目標、適応によって特徴づけることができる。
- ④ 人工物は、特にそれが設計されているときは、記述法のみならず、命令法によっても論議されることが多い。

人工物は環境から資源やエネルギーを取り入れそれを自己目的のために消費

し、結果をエントロピーとして環境に放出している。その意味で、人工物は環境適応的でなければならない。しかし人工物の環境適応の方法は自然法則によって支配されている自然物とは異なり、人間によって機能をデザインしなければならないのである。このデザインの科学こそが、人間にとって固有の研究領域だとサイモンは主張する。

人工物のデザイン

人工物のデザインは、限られた環境探索能力、限られた代替案発見能力、限られた予知能力のもとで行なわれなければならない。時には問題そのものが何であるかが分からない状態、あるいは代替案が与えられていない状態でデザインしなければならないこともある。

このような制約の下で人工物のデザインを行なうときの行動原理としては何を論拠としてもつべきであろうか。問題の単純化と曖昧性の許容という2つのことが考えられよう。まず第1は問題の単純化、限定化である。目標を明確に設定し、問題領域を特定化することによって、どんなに複雑で広範囲にわたる問題でも次第に単純化してくることが期待できる。非常に複雑な機構をもったコンピュータでもそれぞれ限られた範囲に機能をデザインしなおすことによって単純化が実現するのである。一般的な表現を用いれば、下位レベルにあるサブシステムの機能を限られた合理性の範囲内でブラックボックス化することにより、上位システムの機能は単純化してくるのである。

しかしシステムの単純化はあらゆる場合に可能であるということではない。時には現実世界を過度に単純化しすぎてしまうという弊害もある。ある時点でデザインされたサブシステムの限定的機能が当初予想もしなかった方向へ向かって動き出したり、ほかのサブシステムからデザイン時点ではおよそ考えもつかないような影響を受けたりすることがある。これは人工物のシステムが広域化、オープン化してくることによって、あたかも“さざ波”のように連鎖反应的に相互影響範囲が拡大してくることから引き起こされてくるのである。車の普及にともなって表面化してきた廃棄ガスや交通事故の問題、北国の“車ぶん”の問題、騒音の問題、自然破壊の問題、地球の温室化の問題など、数えあげら

れないほどの多様で複雑な問題を生起させているのである。人間は車という人工物をデザインした当初からこれらの諸問題を全て予知することはできなかったのである。事後的に問題が表面化してきたときに部分的に対処してきたにしか過ぎないのである。

市場に出回っている、こよなく一般消費者から愛されている“スーパーブランド”の商品でも、永遠に愛され続けるということはいえない。いつの日か(その日がいつくるかは誰にも分からない)何らかの理由で(それがどのような理由によるかは正確には誰にも分からない)飽きられていくのである。古くはフォード自動車のT型しかり、最近ではサントリーオールドしかり、キリンビールしかりである。T型フォードの場合、庶民の“下駄”のように愛された車はその庶民性のゆえに、大衆からしだいに飽きられていったのである。人工物は自らもっている固有の機能ゆえに、時間の経過のなかでやがて自分が否定されてしまうという必然的な道を避けて通るわけにはいかないのである。人工物がやがて直面する自己否定の必然性を先送りし生存可能性を高めていくためには、サイモンが言うように、淘汰作用に応じて人工物を“進化”させることが必要なのである。

第2は曖昧性、スラックの許容である。デザインの対象物が複雑で広域にわたればわたるほど、合理的で事前的なデザインの構築は困難になる。であるとすれば、事後的に適応できるような仕組みを組み込んでおくことが望ましいということになる。その仕組みとは冗長性に見られるような“ゆるみ”や“たるみ”をシステムにデザインしておくことである。予期せぬ出来ごとが発生してもその時点で“ゆるみ”や“たるみ”を使って対処し生存可能性を高めていくことが可能となるのである。厳格で無駄のない、合理的なデザインは機械システム向けの設計方法であり有機体システムには適していないのである。

以上のことを総合すると、人工物のデザインでは限られた、しかも手の届く範囲内でデザインを繰り返し、進化的・増分的にホメオスタット水準を向上させることによって、新しい秩序を生成しようとするところに基本的な特質があると考えられるのである。

よい組織の性質

よい組織の相対性

ここでいう“よい”組織とは、有機体の生存を助長するように作用する組織のことを言う（アシュビイ(2), 1967, p.357）。一方、有機体の生存機会を削減するように作用する組織のことを“わるい”組織という。秩序からの乖離が増長され続けてしまうような組織はわるい組織である。ポジティブフィードバックで連結されたパイロットと飛行機との関係は、秩序を回復することができず誤差が拡大し続けることになるので、破壊への道をたどるわるい組織の例である。それにたいして、ネガティブフィードバックで結合されたパイロットと飛行機との関係は、秩序の回復が可能であり生存の機会は助長される。よい組織の例になる。

ところでこのよい組織の“よい”という基準には絶対的なものではなく、焦点基準の立て方によってわるい組織になったりもする。アシュビイによれば、頭脳が記憶をもっているということは、過去の復元で未来が現われるような環境の下でよい組織になり、一方未来が過去と逆に現われる環境下では、わるい組織になるという。この考え方に従えば、記憶することの得意な学生の頭脳はよい成績を取りやすく、よい組織である。しかし記憶力のみで創造性開発力に欠けるこの頭脳は社会人にとってはわるい組織にもなる。なぜならば記憶が進化にとって阻害要因になることはよくあることだからである。

このようによい組織が有機体の生存を助長するとはいってもそれは絶対的なものではなく、基準を変えれば“よい”組織は“わるい”組織へ、また“わるい”組織は“よい”組織に変わる可能性をもった相対的なものなのである。したがってよい組織を実現するために必要な要件が何であるかという問いかけは、常に試みられなければならないのである。組織存続の論理から言えば、ある意味では安定した秩序のある組織はよい組織である。しかしこれへの安住は長期的存続を危うくするので、見方を変えればわるい組織になる。組織にとっては、不安定で無秩序な、当面マイナスに作用する条件を意識的に用いて揺さぶりを

かけてゆらぎを創発し、進化の機会を確保することが重要になるのである。

よい組織の自己組織性

アシュビィによれば、自己組織化には2つの異なった意味があるという。1つはそれぞれが独立した部分から出発し、ついでそれぞれの独立部分があるタイプの連結を形成する方向へ変化するという意味での自己組織化である。神経細胞の樹枝状突起が成長し、神経細胞の接続部であるシナプスを形成するという事例は、このレベルの自己組織化である。自己連結を繰り返すことによって新しい自己が形成される自己組織化は、いわば相互独立から相互依存への進化の道でもある。どちらかといえば原初的自己組織化であるといえよう。

もう1つの自己組織化はわるい組織からよい組織へ変化する自己組織化である。この組織化では過去の記憶を学習の繰り返しによって組み替えることにより自分自らの生存性を高めていくことができる。言い換えればわるい行動の仕方からよい行動の仕方へ自分自身で変わっていくことができるのである。組織に、あるゆらぎが発生したとき、そのゆらぎは組織の秩序を無秩序化する方向に作用する。そのままの状態が加速化されると、エントロピーは不可逆的に増大し、システムの崩壊につながっていく。フィードバックのメカニズムでいえば、ポジティブフィードバックが機能することになる。もしこの時、変化の途中でフィードバックの働きがポジティブからネガティブに自動的に変われば、破壊への道を途中で止めることができる。この場合組織自体は生存可能性を確保するメカニズムを保有しているということになる。これがわるい組織からよい組織へ変わる自己組織化のメカニズムなのである。

特定の指令センターをもたない組織

多重指令センターの存在

ビーア (1987, p.312) は吻合細網のような上下の口同士おが互いにピッタリ合っていて明確に見分けのつかないようなネットワークでは、特定の焦点あるいは指令センターは存在していないという。蜜蜂の巣作りを例にとってみると、確かに巣作りのための指令センターは存在していない。すでに「自己組織

化の基本概念」のところで取り上げた飛騨高山の合掌造りの屋根の葺替えも、明確な、特定化された指令センターは存在していなかった。このような組織ではネットワークのノードを形成する各結接点がそれぞれ潜在的指令センターであり、時間の変化に伴ってまた機能遂行の程度によってそれぞれが顕在化された指令センターになりうるのである。

Beer (1966, p.361) は自己組織化の特性をもつ生態システムには、学習と適応、成長と進化の行動が伴っており、そのような特性をもつシステムにはコントロールセンターは不要であると述べている。自分自らを自分の能力でコントロールできれば、確かに特定の部署から指令やコントロールを発する必要はなくなるであろう。

指令の冗長性と曖昧性

時間や状況の変化にともなって変化する指令センターの位置は、情報によってネットワーク内の各ノードに伝播される。各ノードは情報処理センターであると同時に意思決定センターでもある。企業組織ではそれぞれの部署がノードに相当し、そこで毎日様々な意思決定が行なわれている。たとえ末端の一担当者レベルであっても意思決定が行なわれている。しかも自分が担当している職務内容との関連で自分が設計した職務に関しては、上司に相談することなく自分の自主的判断で意思決定し、関連部署のノードに指令を出しているのである。これは自己組織化そのものである。

個々の指令センターが自己組織化を進めていくにあたって欠かすことのできない条件としては以下に示すような項目が考えられるであろう。

- ① 指令の粹そのものを曖昧にする。
- ② すべてのノードを情報ネットワークでつなぐ。
- ③ すべてのノードをネットワーク連鎖のなかで潜在的指令センターとして位置づける。

結 語

自己組織化の概念は環境攪乱下における生命体や有機体の行動と深い関わり

をもっている。環境攪乱下で合理的な組織設計や組織行動を展開することは、事実上不可能である。そのため自己組織化の理論では還元論的あるいは機械論的ではない、過程論的、有機体論的分析軸が求められてきたのである。

自己組織化の理論では従来どちらかといえばその概念の曖昧さのゆえに敬遠されてきた、無秩序とか、不安定、ゆらぎ、散逸、非平衡、混沌、進化などの用語を好んで使用する。その理由はシステムをダイナミックなプロセスと考えているからである。ダイナミックなプロセスは先の見通しの明るい理路整然とした、整序化されたプロセスとは異なり、闇のなかを手探りで一步一步進む試行錯誤的プロセスなのである。したがってあらかじめ明示的にしかも合理的に構造や機能を設計しておくような方法は採れないのである。

唯一可能なのは、社会の延長的連続体の過程のなかでシステムの生存可能性を高めるために、換言すれば、少しでもより多くの満足が得られるようにするために、“よい”組織の実現を目指して自己を進化させ、創出させ、設計し、超越することなのである。ホワイトヘッド(1) (1981, pp.125-26) の表現を借りれば、「満足」がある存在を閉鎖し、それにとって代わる諸存在の生成を創造し、自己が超越されるのだという。このように連続したプロセスの中では、さまざまな現実的諸存在も進化し続けるダイナミクス性を持ち合わせており、創造的進化を遂げているのである。

生物の場合、進化への道を開くきっかけは偶然的に与えられるという。しかしその特殊な偶然が一度、DNA の構造のなかに書き込まれてしまうと、大量に増殖・伝播・複製・翻訳が繰り返され、必然の国に入るという(モノー, p.137)。人工物の場合、生物とは異なり、生存可能性を高めるために偶然を引き込んできて必然化するような意識なり、主体性なり、知識、能力を保有しているのである。このことにこそ、有機体システムとしての人工物が進化の道を自ら探り、自己を超越し、自己組織化の道を模索する固有の意味が存在すると考えられる。

〔注〕

- アイゲン, M., 「物質の自己組織化と生体高分子の進化」日本生物物理学会編『自己組織化』学会出版センター, 1977年。
- アシュビィ, W.R.(1), 篠崎武他訳『サイバネティクス入門』宇野書店, 昭和42年。
- —————(2), 山田坂仁他訳, 『頭脳への設計』宇野書店, 昭和42年。
- アレグザンダー, C., 他, 宮本雅明訳『オレゴン大学の実験』鹿島出版会, 昭和52年。
- NHK スペシャル番組取材班, 『オーストラリア大自然の誘惑』日本放送出版協会, 昭和63年。
- コンドラトフ, A.M., 秋田義夫訳, 『サイバネティクス入門』白楊社, 1964年。
- サイモン, H.A., 稲葉元吉・吉原英樹訳, 『新版システムの科学』パーソナルメディア, 昭和62年。
- ニコリス, G., プリゴジンス, I., 小島陽之助, 相沢洋二訳, 『散逸構造』岩波書店, 1980。
- バックレイ, W., 新陸人・中野秀一郎訳, 『一般社会システム論』誠信書房, 昭和55年。
- バレンタイン, J.W., 「多細胞生物の進化」『サイエンス』Vol. 8, No. 11, 1978.11.
- ビーア, S., 宮沢光一監訳『企業組織の頭脳』啓明社, 1987年。
- ホワイトヘッド, A.N.(1), 平林康之訳『過程と実在1』みすず書房, 1981年。
- —————(2), 平林康之訳『過程と実在2』みすず書房, 1981年。
- モノー, J., 渡辺格・村上光彦訳『偶然と必然』みすず書房, 1972年。
- ヤンツ, E., 芹沢高志・内田美恵訳『自己組織化する宇宙』工作舎, 1986年。
- ラズロー, E., 『システム哲学入門』紀伊国屋書店, 1980。
- ラッセル, P., 吉福伸逸他訳『グローバルブレイン』工作舎, 1985年。
- Beer, S., *Decision and Control*, John Wiley & Sons, 1966.
- Donald, A., *Management, Information and Systems*, 2nd. ed., Pergamon Press, 1979.
- Miller, J.G., *Living Systems*, McGraw-Hill, 1978.
- Weick, K.E., "Organization Design: Organizations as Self-Designing Systems," in (eds.) J.F. Veiga & J.N. Yanouzas, *The Dynamics of Organization Theory*, West Publishing Co., 1979.

参 考 文 献

1. 甘利俊一「自己組織とはなにか」『数理科学』No. 277, JULY 1986, 5-9ページ。
2. アヤラ, F.J., 「進化のメカニズム」『サイエンス』Vol. 8, No. 11, 1987.11, 22-37ページ。
3. 井上達夫『共生の作法』創文社, 昭和61年。
4. 今井賢一チーム, 『情報ネットワーク化と産業組織』大蔵省印刷局, 昭和59年。

5. 今田高俊「自己組織系の論理と社会発展論」『思想』No. 647, 1978年5月, 1-25ページ。
6. _____, 『自己組織性』創文社, 昭和61年。
7. _____, 「自己組織性と進化」『組織科学』Vol. 21, No. 4, 1988, 2-11ページ。
8. ウェイク, K.E., 金児暁嗣訳『組織化の心理学』誠信書房, 昭和55年。
9. 内田隆三「高度産業化におけるシステムの論理」『思想』1985年4月, 127-144ページ。
10. グールド, S.J., 仁木帝都, 渡辺政隆訳, 『個体発生と系統発生』工作舎, 1987年。
11. グランスドルフ, P., プリゴジン, I., 松本元, 竹山協三訳『構造・安定性・ゆらぎ』みすず書房, 1977年。
12. 清水博「バイオホロニクスの論理」『現代思想』Vol. 16, No. 1, 1988年1月, 146-167ページ。
13. シンプソン, G.G., 平沢一夫, 鈴木邦雄訳, 『進化の意味』草思社, 1977年。
14. 杉田敦, 「S.O. [self-organization] 型録」『AI ジャーナル』No. 4, 56-67ページ。
15. ダン, L.C., 柳沢嘉一郎訳, 『人間の多様性と進化』みすず書房, 1972年。
16. 高原康彦「システム論から見た適応, 自己組織化, 学習の概念」『組織科学』Vol. 19, No. 1, 1986, 66-77ページ。
17. 津田一郎「脳—情動的自己組織」『数理科学』No. 277, JULY 1988, 10-20ページ。
18. 出口弘「自己組織化研究の方法論批判」『現代思想』Vol. 16, No. 1, 1988年1月, 128-137ページ。
19. 永安幸正, 「社会システムのコスモロジー—自己的日常からの発想を求めて—」『科学と現実』1987年, 163-200ページ。
20. 西山賢一「経済システムのごみ箱モデル」『数理科学』No. 277, JULY 1986, 61-65ページ。
21. 野中郁次郎, 山田英夫「企業の自己革新プロセスのマネジメント」『ダイヤモンド・ハーバード・ビジネス・レビュー』Feb.-Mar. 1986, 77-88ページ。
22. _____「組織秩序の解体と創造」『組織科学』Vol. 20, No. 1, 1987年, 32-44ページ。
23. ピアジェ, J., 芳賀純訳, 『行動と進化』紀伊国屋書店, 1987年。
24. ベルグソン, H.L., 真方敬道訳, 『創造的進化』岩波書店, 1979年。
25. マイヤー, E., 「進化」『サイエンス』Vol. 8, No. 11, 1978年11月, 11-21ページ。
26. 正村俊之, 「社会的情報システムの生成と変動」『思想』No. 757, 1987年7月, 77-101ページ。
27. ミラー, S.L., オーゲル, L.E., 野田春彦訳, 『生命の起源』培風館, 昭和50年。
28. モラン, E., 大津真作訳, 『方法1, 自然の自然』法政大学出版局, 1984年。
29. Ashmos, D.P., Huber, G.P., "The Systems Paradigm in Organization Theory:

- Correcting the Record and Suggesting the Future," *Academy of Management Review*, 1987, Vol. 12, No. 4, pp. 607-621.
30. Clemson, B., *Cybernetics: A New Management Tool*, ABACUS PRESS, 1984.
 31. Eggen, J.B., "System Model of Knowledge," *GENERAL SYSTEMS*, Vol. XXI, 1976, pp. 169-173.
 32. Manz, C.C., "Self-Leadership: Toward an Expanded Theory of Self-Influence Processes in Organizations," *Academy of Management Review*, 1986, Vol.11, No.3, pp. 585-600.
 33. Nonaka, I., "Creating Organizational Order Out of Chaos: Self-Renewal in Japanese Firms," *California Management Review*, Spring 1988, pp.57-73.