

複雑系と自己組織化する組織 ——その企業経営への適用

吉 田 準 三

I はしがき

最近、大きな書店へ行くと、生命科学というコーナーがあり、その中に複雑系とかカオスなどの書名の書物が多数並んでいる。また、経済・ビジネスというコーナーにも、複雑系の経済学、複雑系の経営学などの書物がある。さらに、その2つのコーナーに、カオスあるいは自己組織化、自己組織性などの書物が含まれている。複雑系、カオス、自己組織化などの考えが、一種の流行となって、生命科学、経済・ビジネスなどの領域で盛んに取り上げられるようになってきたといえる。

17世紀以後のヨーロッパの近代科学の発展は、ニュートンの運動力学に代表されるように、自然の変化には一定の法則性があり、その法則を発見すれば、自然の変化を予測できるという考え方を確立してきた。ニュートンは、 $\text{力} = \text{質量} \times \text{加速度}$ という法則を発見し、その結果、ラプラスは、「すべての物体の現在の位置とそれに働く力がわかれば、将来の物体の位置がわかる」というようになった。

実際に、ニュートンの運動法則を天体の運動にあてはめて見ると、太陽を回る惑星(金星、木星、火星など)の位置は、ピタリと予測され、日食、月食の起こる日時も予測されるようになり、それを利用して、宇宙ロケットを飛ばすことも可能になった。

しかし、ニュートンの運動法則は、天体などの大きな物体の運動にはあてはまるけれども、電子、陽子、中性子などの原子を構成する、いわゆる素粒子のような微小物体にはあてはまらないことが、20世紀初期から発展した量子力学によって明らかにされた。とくに、ハイゼンベルグの不確定性原理によって、素粒子については、その位置と運動量を同時に正確に知ることはできないとされた。そして、ある素粒子がある位置に存在する確率が知られるだけであるとされた。

自然は、ある法則にしたがって変化するのだから、自然の将来の状況は、あらかじめ

決定されている。そして、その法則を発見すれば、将来の自然の状況は、予測可能であるとしたのが18世紀の物理学であった。それに対し、20世紀の原子物理学は、素粒子の位置や運動量（運動の方向と速さ）は、ある確率で分布しており、それらを確定的に予測することは不可能であることを明らかにした。

生命科学の分野では、19世紀にダーウィンの唱えた進化論によって、生物は環境に適応したモノが生き残り、繁殖し、環境に不適応なモノが淘汰されて死滅し絶滅していくとされ、また、最近の遺伝子研究によって、生物は遺伝子を親から受け継ぎ、遺伝子によって、将来、どんな生物になるかが決定されているとされるようになってきた。

しかし、4億年前の原始生命体の発生から、現在に至る、生物進化の過程を研究したガイア理論は、生物進化の過程は、まったくの偶然に支配されており、そこに法則性や予定調和性（だんだん良くなっていく性質）は存在しない。したがって、生物進化を予測することはできないとするようになってきた。

そもそも、生命の発生は、カオス（混沌）の中から、偶然に、ある有機物が生成し、それがしだいに高分子になり、細胞になり、細胞が機能分化したり、異種の細胞と接合したりして、高度な生命体を形成してきたのである。カオスからの生命の発生や原始生命体から高等生物への進化は、偶然に支配された自己組織化の過程である。

近代経済学では、ワルラスの一般均衡理論によって、経済の変動が連立方程式として記述され、その連立方程式を解けば、経済の将来の状況が予測可能とされてきた。しかし、最近、ブライアン・アーサーの“収穫逦増”の法則などによって、経済の将来の状況は予測不可能であり、経済の世界は、ワルラスのこのような均衡化に向かうよりも、ますます不均衡を拡大する方向に進むケースがありうると思われるようになって来た。そして、そのようなケースでは、結果の予測はほとんど不可能であるとされている。

経営学とくに経営管理論の分野では、予測し、計画を立て、その計画にしたがって経営活動を行い、計画からはずれたら、計画通りいくように統制（コントロール）を行って、所期の目標（売上高や利益）を達成していくという経営管理過程の考えが中心であった。また、経営組織は、業務を細分して、その1つ1つを各担当者に割り当て、適当な権限と責任を配分して、合理的に業務を遂行させる組織編成の考えが中心であった。

しかし、新製品開発のような業務は、予測が困難であり、きちんとした計画やスケジュールを立てて研究開発活動を行っても、新製品開発に成功するとは限らない。斬新なアイデアは、むしろ、既存の知識や技術にとらわれずに、開発に携わる人々の間の人間的接触によって、カオスの中から自己組織化する過程から生まれることが多い。そのような新しい知識を創造する過程を克明に明らかにした書物として、最近、野中郁次郎と竹内弘高両氏が「知識創造企業」という著書を出版された。

法則性を持ち、結果が必然的に生じ、予測可能な世界は単純である。それに対し、は

つきりした法則性がなく、偶然に支配され、予測困難な世界は複雑である。後者を複雑系と総称している。物理学、生命科学、経済学、経営学などの諸分野で、そのような複雑系とみなされる現象が、つぎつぎに発見され、その解明が発展しつつある。

もちろん、この世界がすべて複雑系で説明しつくされてしまうのではなくて、依然として、決定論によって説明される世界も存在している。単純系と複雑系が共存しているのが、この世界である。したがって、単純系の理論と複雑系の理論とは、互いに補完し合う関係にある。

この小論では、複雑系の理論を中心とし、カオスから自己組織化がどのように起こるか、とくに、企業の中で新しいアイデアや知識がどのように創造されるかについて論じる。

II オートポイエシス（自己組織化システム）

1911年、F.W.テイラーは、「科学的管理法」という著書を著し、その中で、工場における作業者の作業を要素作業に細分し、その要素作業を1人の作業者に割り当て、訓練して熟練させた上で、熟練工が1日にできる作業量を課業（タスク、ノルマ）とし、課業を達成した作業者には高い賃率（製品1個当りの賃金）で賃金を支払い、課業を達成しなかった作業者には低い賃率で賃金を支払うという差別的出来高払賃金制度を考案し、賃金の高低という刺激によって、課業を達成しようという意欲を起こさせようとした。

同様に、管理者（職長）の仕事も8つの仕事に分割し、1人の管理者はその分割された1つの仕事を担当するという職能的職長制度を考案した。

テイラーは、もともと、機械技師であり、機械が多く部品から構成されており、個々の部品がよくできていて、それらの部品が適切に組立てられていれば、機械は適切に動作することを知っていた。そこで、工場の作業組織も、個々の要素作業が適切に遂行され、それらが適切に組立てられていれば、全体の作業能率は向上すると考えたのである。そのような考え方を機械的組織観という。

テイラーの科学的管理法は、実際に適用され、ある程度の能率向上をもたらした。しかし、企業経営は、変化する経営環境の中で行われるものであり、環境の変化に適応して経営活動を変えていかなければならない。テイラーの科学的管理法は、同一の作業をくり返し行う場合には能率向上をもたらすが、状況に応じてやり方を変えていかなければならない場合には、あまり効果的でない。

そこで、つぎに登場したのが有機的組織観ないし生物的組織観である。有機的組織観は、生物ないし生命体が外部環境から物質やエネルギーや情報を受け入れ、それによって生命体を維持し、成長している。それは、外部環境といろいろなモノをやりとりするオープン・システムである。そのような生命体になぞらえて、企業も経営環境との間で、

いろいろなモノをやりとりして、企業の存続をはかり、成長するオープン・システムとみなす組織観である。そのような見方では、環境の変化に適応して、経営組織を柔軟に変化させ、環境から取り入れるモノ（入力）と外部へ送り出すモノ（出力）を変化させて、企業の存続・成長をはかるべきであるとされた。

そのような有機的組織観は、生物が環境に適応し、その適応がうまくいったものが生き残り、繁栄し、適応に失敗したものは自然に淘汰されて、死滅ないし絶滅するという生物進化論的な見方に裏打ちされている。

しかし、最近の生命科学の発展は、そのような進化論的見方を覆し、生命体は単に環境に適応して生きているのではなくて、「現在の地球環境は、生命圏と完全に一体化した形でわれわれを包んでいるとあってよい。……地球自身が1個の巨大な生命体である。……地球環境と生命圏の一体性を見るこの思想は、今日『ガイア論』と呼ばれている。」¹⁾と見るようになってきている。

『ガイア論』は、James Lovelock, *Gaia*, 1979年などによって提唱された考え方で、その要旨は次のようなものである。

太陽の惑星、地球や金星や火星の大気の組成は、地球では酸素21%、窒素78%、二酸化炭素0.03%なのに対し、金星と火星では、酸素が微量か0.13%、窒素1.9%と2.7%、二酸化炭素98%と95%となっており、地球だけが酸素が多く、二酸化炭素が少ない大気をもっている。太陽系が創生された初期には、惑星の大気組成は同じようなものであったと思われるが、なぜ、そのように地球だけが酸素が多く二酸化炭素の少ない大気をもつようになったのかといえば、約40億年前に、地球に光合成を行う生物が発生し、二酸化炭素を消費し、酸素を放出するようになったからである。そして、大気中の酸素は上空でオゾン層をつくり出し、それがバリアーとなって、有害な紫外線が地表に降りそそぐのを防ぎ、多くの生命体が地球で生存できる環境をつくりあげた。そのように、生命体の存在が環境の変化をもたらした。それは、単に生命体が環境に適応して生存し、存続するという関係ではなくて、生命体の活動が環境を変化させ、その新しい環境の中に新しい生命体が発生するという、いわば、生命体と地球環境との共進化の過程をたどったとみなされる²⁾。

さらに、生命体はタンパク質から作られており、そのタンパク質の主原料は炭素である。生命圏の消長を左右するのは、彼らに供与されている炭素の量である。生命圏の資源としての主な炭素源は大気や海洋中にある二酸化炭素であり、これが光合成や化学合成によって有機体すなわち生命体に変換されている。そして、そのようにして作られた有機体はいつか死を迎え、その死体はやがて分解されて二酸化炭素に戻る。そのように炭素は循環している。それを（有機）炭素サイクルという。

しかし、いくら生命圏が炭素を取り込む能力があっても、大気中の二酸化炭素をゼロにすることはできない。二酸化炭素がゼロになれば生物は死滅してしまう。そのように、資

資源量（上記の例では、二酸化炭素）によって生命圏の規模が決まり、また、逆に、生命圏の規模によって資源量が決まってくる。資源量と生命圏の規模の両者はホリスティック（全体として）に決まっている。そのような関係を「拮抗作用」という³⁾。

光合成によって、二酸化炭素を消費して酸素を放出する生物の出現によって、地球の大気中の酸素量が増大したが、酸素はある種の生物にとっては猛毒であり、酸素濃度が高くなると、それらの生物は生きていられない。ところが、自然界は、酸素の毒性を解消し、逆に、酸素を利用してエネルギーを発生させる、新しい生物（それは、それまでの生物に対比して、スーパー生物と呼ばれる）を創成した。現在、地球上に生存する多くの生物はその子孫である。「こうしてスーパー生物が自然界に登場した。それは誰の手を借りることもなく、生命圏の絶えざる生成という動きの中で起こったのである」とされている⁴⁾。

その一方で、生命はDNA（遺伝子）の突然変異などによらなくても、共生によって、さまざまな生命を生み出すことができる。

原核生物から真核生物の創成こそは、共生による地球生命圏の多様化への道を切り開いた大事件であった。ここで、原核生物とは細胞にDNAを包む核をもたない生物のことで、すべてのバクテリアや藍藻類が含まれる。また、真核生物は細胞にDNAを包み込む核をもつ生物のことであり、ゾウリムシなどの単細胞生物から植物、動物など、すべての多細胞生物は真核生物である。

アメリカの女性微生物学者、リン・マーギュリスによれば、酸素を呼吸するバクテリア（原核生物）が酸素を嫌う単細胞生物に取り込まれる形で共生したのが真核生物の起源であるという⁵⁾。この酸素呼吸機構をもつバクテリアこそ、現在の真核細胞内に存在するミトコンドリアである。さらには、光合成生物が葉緑体として細胞内に取り込まれ、それに運動性を獲得すべくスピロヘータ（鞭毛、繊毛など）が取り込まれて真核細胞となり、それが動物細胞や植物細胞の起源となった。宿主細胞、ミトコンドリア、葉緑体、鞭毛などは、もともと、別種の前核細胞であり、それぞれ、起源を異にする別の遺伝子をもっている。それらが1つの細胞内に共生するようになり、さらに、真核細胞同士が共生することによって、多細胞個体が創発されていった⁶⁾。

以上が、『ガイア論』とその発展から導き出された生物進化の筋道である。

現代の生命科学には、3つの生命システム論が展開されている⁷⁾。まず、第1世代の生命システム論は、要素と全体の違いを認め、生命体は、分子、細胞、組織、器官、器官系、そして生命体という階層構造から成っており、生命システムはそれらの要素からなる全体であり、また各要素が作る階層構造のネットワークであると、みなす。そして、この理論では、生命システムと外界との相互作用において、生命システムへの入力にある閾値（いきち）があると考えている。そして、生命システムへの入力がこの閾値より

下なら生命システムは作動することができ、外界からの擾乱にもかかわらず自己を定常的に維持できる。またそうなるように「部分—全体」という階層関係が決まっているとする。このタイプの生命システム論には閾値によって、“守るべき自己”という概念があるのみで、生命現象に特有の生成という過程がまったく考えられていない。

第2世代の生命システム論では、次のような自己組織化の概念に発展していく。自己組織化理論では、第1世代の生命システム論で重要視された、外界からの入力に対する生命システムの挙動の1対1の対応関係が崩れる。代わりに、生命システムは外界からの擾乱に対し、その挙動を絶えず変えていき、生命システム自身の変容・変質していくと考える。これは、入力に対するシステムの反応が内部で統合され、秩序が組み換えられて、新たな自己形成に至るとみなされるからである。ここで、偶発的なゆらぎの存在を仮定し、それによって下位の階層から上位の階層への統合が行われ、外界との対応関係を希薄化するほどにシステムの自己組織化が進む、とするのがハーケンらの論である。また、ブリゴジンの散逸構造論では、非平衡系においてゆらぎがある確率・頻度によってシステム全体を変質・変容させていくとしている。これがこのシステム論でいうところの「組織化」である。

第3世代のシステム論をオートポイエーシス論という。オートポイエーシス論は、「システムには入力も出力もない」と考える。そして、生命もオートポイエーシス・システムの一つとみなされる。それは、『ガイア論』が主張する「地球環境と生命圏は一体となって共に進化する（共進化する）」という考えと同じである。

マトゥラーナとヴァレラの著書「オートポイエーシス——生命システムとは何か」（国文社）によると、オートポイエーシス・システムは絶えずその構成素を産出し、それらの構成素はまた、構成素を産出するシステムを機能させることによって、不断に有機構成を生み出し、特定する。そうして、構成素がシステムの有機構成を維持する関係を保つかぎり、構成素が構成素を産出するというシステムの産出関係がはてしなく循環する。このようにオートポイエーシス・システムとは、構成素を産出するプロセスのネットワークによって規定されるような有機構成を備えた単位体のことであるとされている。

細胞分裂のとき、細胞の有機構成はそれによって分断されることなく分配されていく。つまり、細胞は分裂しても、やはりもとの細胞の有機構成を維持している。このように1つの単体が分割され、それと同じ有機構成をもつ2つの単体が得られるとき、これを再生産という。

さらに、分割された単体はオリジナルの単体と同じ有機構成をもつが、その「構造」は一般に異なっている。というのも、分割された単体はオリジナル単体が歴史的に生産した産物である不均質な「構造」のどれかを、その「構造」として分与されるからである。（ブドウ一房の中には、甘い部分と酸っぱい部分ができるようなものである。）この理由によって、再生産は必然的に歴史的システムを形成していくことになる。

また（ここがもっとも重要なことだが）、生命のようなオートポイエーシス・システムでは、外力や外因によらずにこの再生産がなされるということである。

さらに、「地球生命圏」はその作動の結果、オゾン層という境界を自分で作り出し、その領域化によって自己のシステムを作動させている。そのような「自己」の境界を自ら産出し得るシステムが、オートポイエーシス・システムである。

そのように、オートポイエーシス・システムは、外力や外因によらずに、自己の構成要素を自ら再生産し、自己の境界を自ら産出するシステムであり、その意味で、自己組織化するシステムなのである。

企業の経営組織について、テイラーはそれを機械システムになぞらえて考察し、その後の有機的組織論は、それを生命体になぞらえて考察した。

有機的組織論は、生命体が環境変化に適応して、その生命活動を調節したり、生命体の組織構造を変化させているのになぞらえて、企業も経営環境の変化に適応するように、その経営活動を調整したり、企業の経営組織を再編成したりしていくべきであるとした。それは、第1世代のシステム論に近い考え方である。

それに対し、野中・竹内両氏の「知識創造企業」では、企業の新製品・新技術の研究開発などの知識創造過程は、カオスから、ゆらぎによって、自己組織化が起こる過程であると考えている。それは、第2世代のシステム論に近い考え方である。

それでは、新しい生命観である『ガイア論』や『オートポイエーシス・システム論』になぞらえて、企業の経営組織を考察したら、どうなるのであろうか。

最近では、コンピュータと通信技術の発展により、いろいろな分野の企業や人が、相互に連結され、1つのネットワークあるいはウェブ(web, 網目)を形成し、それに属する企業や人が共に利益を受けるようになってきている。そのようなネットワークあるいはウェブを他の企業に先駆けて形成し、それを能動的に利用・管理することによって、自社も利益をあげる企業戦略が展開されている。そのようなウェブは、それに属する企業や人がそれぞれ独立に行動しながら、ウェブの中でそれぞれの機能を果たしつつ、共生している。それは、ちょうど、細胞の中のミトコンドリアや葉緑体や鞭毛などが結合して共生しているのに似ている。

企業のネットワークやウェブの形成と発展は、市場において、他に対して、いかなる競争優位をもつかに依存している。コンピュータや通信などのハイテク（高度な技術）分野で、他社を圧倒する先進性を持ち、ウェブに他の企業や人を参加させるインセンティブ（誘因、参加しようとする気にならせる刺激）を提供し、一挙に大規模なウェブをつくりあげる戦略を迅速に展開しなければならない。しかも、他社もそのようなウェブの形成に意欲をもって競争してくる。その競争は激烈であり、先に優位に立った者がますます強大になり、少しでも後れをとった者はたちまち敗者になるというように、オー

ル・オア・ナッシング（全部か無か）の勝負である。

そのような市場における新しい競争形態と企業戦略について、最近、ブライアン・アーサーを中心とするアメリカのサンタフェ研究所の研究者たちが「複雑系の経済学」を打ち立てた。

つぎに、「複雑系の経済学」について説明する。

III 複雑系の経済学⁸⁾

アルフレッド・マーシャルたちは、1880年代、90年代の経済を分析して、次のように考えた。

たとえば、コーヒー農園主は、彼のコーヒー農園の土地を酷使して、しだいにコーヒー生産を拡大していくが、やがて、生産費用の増加ほどには収穫は増加せず、したがって、利益が増加しなくなる。その限界まで、生産を拡大する。そのように、当時の生産活動には“収穫逡減の法則”があてはまると、マーシャルたちは考えた。

その一方で、多くのコーヒー農園が市場で競争し合っていれば、コーヒーの市場価格は、平均生産費用にまで落ち込むので⁹⁾、だれも大儲けすることはできない。それをマーシャルたちは“完全競争”といった。

そのような“収穫逡減の法則”と“完全競争”の原理にしたがう経済世界は、均衡の状態ゆえに規律正しく、予測可能のゆえに科学的分析に従順であり、安定ゆえに安全であり、ゆったりとした変化ゆえに途切れないものであった。それほど急ぐこともなく、それほど儲かりもしない。いわば上品なのである。

多少のズレはあるが、マーシャルの世界は、一世紀後にもまだ、大量加工に依存している近代経済の一部分に生きていた。

製品差別化やブランド・プレゼンスとは、現在では多くの企業よりも、むしろ少数の企業が参加している特定市場での競争において使われる言葉である。そのような市場では、どの企業も市場を独占することはできなくなる。このような製品は通常、相互補完的なので、標準価格のようなものが表れてくる。マージンは薄く、だれも大儲けできない。これは、正確にはマーシャルの“完全競争”ではないが、近似している。

しかし、もしマーシャルたちの唱えた“収穫逡減”が覆されるならば、つまり“収穫逡増”が存在するならば、いったいどんなことが起こるであろうか。成功している製品がその成功ゆえにいつそう成功していくならば、市場はどのように機能するだろうか。

1980年代初頭、CP/M(8ビットCPU用DOS)、DOS、およびアップル社のマッキントッシュというシステムが競争していた、パソコン(以下、PCと略す)のオペレーティング・システム(以下、OSと略す)市場を見てみよう。

OS市場に“収穫逡増”のメカニズムが見てとれる。すなわち、あるシステムが成功す

ると、それは次にソフトウェア開発者およびハードウェア・メーカーがそのシステムを採用しようとする呼び水となり、このシステムがさらに成功を促していく。

CP/M は最初に市場に登場した OS であり、79年までは非常に定評があった。その後マッキントッシュが現れた。これは素晴らしく使いやすいものであった。

DOS は80年にマイクロソフトが IBM/PC のために OS を提供するという合意がなされたときに誕生した。1, 2年の間は、どの DOS が優位性を獲得できるかは判然としなかった。

DOS のプラットフォームである新しい IBM-PC は、その場しのぎの出来損いだった。しかし、DOS と IBM ユーザーは成長し、彼らからの指示が増えることによって、ロータスのようなソフトハウスが、DOS 向けのソフトウェアを開発するようになった。

DOS の優位性は、IBM-PC の優位性でもあるが、さらなる優位性を育み、ついには DOS と IBM のコンビネーションは市場のかなりの部分を支配するようになった。この歴史はよく知られている。

しかし、いくつかの事柄に注意しよう。どのシステムが支配的になるかは (IBM の合意前には) 予測不可能であった。ひとたび DOS と IBM が成功すると、そのユーザーにしてみれば、新たに別の OS に切り替えることはコスト的に割に合わなかったので、DOS は市場にロックインされたのである。

支配的なシステムが最高のものとは限らない。DOS はコンピュータのプロにはあざ笑われた。だが、ひとたび DOS が市場にロックインされると、その提供者であるマイクロソフトは、広がった DOS ユーザーたちにその開発コストを分散させることができた。その結果、マイクロソフトは巨額のマージンを享受した。

これらの性質、つまり、市場の不安定性(市場が成功した製品を好むようになる)、多数の潜在的結果(歴史における異なる出来事の下で、異なる OS が勝利できた)、予測不可能性、ある市場でロックインする能力、劣った製品が支配する可能性、ある勝者に対する厚い利得、といったものが、収穫逦増の存在を示す証明書になって来た。……

ここで、2つの経済体制、あるいは経済世界を考えると便利である。

その2つとは、第1は、知識はさほど重要でなく、本質的には物質的資源の凝縮である製品を生み出し、マーシャルの収穫逦減の原理に則って運営される大量生産の経済であり、第2は、わずかな物質的資源を使って、本質的には知識の凝結である製品を生み出し、収穫逦増のメカニズムの下で運営される知識主導型の経済である。……

大量加工の世界では、典型的には標準的な価格があふれ、生産活動は反復的になる傾向がある。すなわち、多くの製品が日々、年々同一でありうる。それゆえ競争とは、製品を供給し続けたり、品質を向上させたり、コストを下げたりすることを意味する。

この種のマネジメントには、多くの文献に語られているとおり、特定の“技”というものが存在する。そこでは、突発事故や突然の中断を受けない環境、すなわち制御と支

配によって特徴づけられる環境が好まれる。このような環境では、人々が生産を実行するだけでなく、それを計画し制御することも要求される。

それゆえ、そこでは職制やヒエラルキー構造が好まれる。大量加工は反復的であるがゆえに、継続的改善、絶え間ない最適化が可能なのである。したがってマーシャルの世界は、ヒエラルキー構造、計画、および制御が好まれる傾向がある。何よりそこは、最適化の世界なのである。

知識主導型の産業における競争は、これとは異なる。なぜなら、そこを支配している経済原理が異なるからである。

勝者のみが支配を許される市場において、知識主導型の企業たちが競争しているとすると、そこでのマネジメントは、次なるテクノロジーの勝者となること、すなわち次なるカネのなる木を育て上げること、と再定義されるだろう。

ゴールは「次なる大仕事」の探索となる。この環境にふさわしいマネジメントは、生産志向でなく、ミッション志向となる。組織のヒエラルキーは圧縮され、フラット化に向っていくのは、民主主義が労働者階級に突然授けられたからではなく、コンピュータによって多くのミドル・マネジャーが不要になるからである。

ヒエラルキー組織がフラット組織に姿を変えていくのは、新しい仕事を運んでくる者たちが、小さなチーム、すなわち特攻隊のように組織化され、CEOあるいは取締役会に直接報告できるようにするためである。

取締役は、ガバナンス（企業統治）という考えからは自由であることが必要である。企業が将来も生き延びうるか否かは、彼ら取締役の考え次第である。

それゆえ、取締役と彼らに報告する特攻隊チームは、ビジネスを成功させ、会社を成長させるという目的において、雇用者と被雇用者という関係ではなく、対等な者同士として扱われる。当然、組織のヒエラルキーは四散し、分解される。……

収穫逓減の象徴である生産という舞台は、洗練された近代工場と類似している。すなわち、そのゴールは高品質の製品を低いコストで提供し続けることにある。……

対照的に、収穫逓増が働く領域での競争スタイルは、ギャンブルに非常に類似している。それは、スキルを用いてプレーすることと同様に、どのゲームをプレーするかを選ぶこともゲームの一部である、カジノのようなギャンブルなのである。

そして、だれがプレーするのは、登場してみないとわからない、そのルールはやっているうちにわかってくる、しかも、賭け金は何百万ドルにもなり、そのオッズ(odds, 勝算)もわからない、というギャンブルである。

そのようなハイテクのカジノは、臆病者には向いていない。事実、ハイテク・カジノのテーブルでプレーするための華麗な技術は、本来、心理学的なものに属している。その技術の程度を測る尺度は本当にわずかしかない。それは、技術的な専門知識、十分な資金力、意志、そして勇気といった類のものである。

リターン（もうけ）は、テクノロジーの霧の中に隠された新しいゲームに気づき、その姿を最初に認め、理解したものにもたらされる。ビル・ゲーツは、テクノロジーのウィザード（wizard, 達人）というより、次なるゲームの姿を識別できる先見性を備えたウィザードというべきである。

経済における知識主導の部分は、フラットな組織構造、ミッション志向、特に（ビジネスの行く末についての）方向性のセンスを要求する。五カ年計画などではとうていダメである。

知識ベース市場では、次の2つの原則が広く浸透している。第一に、市場をつかむことに注意を払うこと、第二に、ずば抜けたテクノロジーを手にすることに努力すること。これらの原則は真実であるが、成功を約束するものではない。

知識主導型の市場では、良質の製品をたずさえた参入者が、優位性を生み出すことができる。しかし、企業戦略としてはまだ受動的である。必要なのは、収穫逓増を能動的に働かせるマネジメントなのである。

能動的な企業戦略の一例として、確乎たる地歩を築くために、参入当初は激しくディスカウントする方法が挙げられる。

ネットスケープは、そのインターネット・ブラウザ（端末）を無料配布し、市場シェアの70%を勝ち取った。いまは、そこから紡ぎ出された派生ソフトおよびアプリケーションから利益をあげている。[知識主導型の世界では、そのようなウェブ（網目）を形成する方法で競争するのである。]

あなたが敗者になるとしたらどうであろうか。おそらく、ときには残余の収入にすがりつくことに注意を払うだろう。……しかし、大規模なロックイン(lock in, 閉じ込め)がなされた市場では、普通、このような戦術はうまく機能しない。その代替となる戦術は、緩やかな死、あるいは、そのフィールドを放棄する潔い撤退である。

ここでの撤退は、ビジネスを完全に止めてしまうことを意味しない。インターネットの主導権争いで敗けた会社は、撤退する代わりに、インターネットの付加価値の提供、たとえば、株式市況の提供、ゲームやエンタテインメントの提供などのインターネットの関連業務を行っている。

アーサーは、そのようにコンピュータ・ネットワークのようなハイテク産業における競争や企業戦略の特性を明らかにしたばかりでなく、金融業などのサービス産業の分析を行い、そこでも、収穫逓増の原理が働いていることを明らかにした。

IV 野中・竹内両氏の「知識創造企業」論¹⁰⁾

野中郁次郎と竹内弘高両氏は、多くの日本企業のトップ経営者や開発担当者とのインタビューと事例研究の上に立って、企業内での組織的知識創造の理論を打ち立てられた。

両氏は、まず、「組織が不安定な環境に対処するときは、単に受動的に適応するだけでなく、能動的に環境と相互作用を行う。組織には自己変革の能力がある。しかし、既成の組織論の多くは、受動的で静態的である。変化する環境にダイナミックに対処したいと願うのであれば、情報・知識を単に効率的に処理するだけでなく、それらを創造するような組織であらねばならない。さらに組織成員は受け身であってはならず、イノベーションの積極的な推進者でなければならない。次章で見るように、組織は既成の知識体系を打ち壊しながら革新的な思考や行動を生み出すことによって新しい自己を創造する、というのが我々の考えである。」¹¹⁾と述べ、企業は自己創造する組織体でなければならないことを強調している。そして、情報と知識の相違と類似について、次のように論じている。「第一に、知識は情報と違って、『信念』や『コミットメント』に密接にかかわり、ある特定の立場、見方、あるいは意図を反映している。第二に、知識は情報と違って、目的をもった『行為』にかかわっている。知識は、つねにある目的のために存在するのである。第三に、知識と情報の類似点は、両方とも特定の文脈やある関係においてのみ『意味』を持つことである。……我々の組織的知識創造理論では、プラトン以来の西洋哲学の伝統に従って、知識を『正当化された真なる信念』と定義する。しかし、伝統的な西洋認識論が『真実性』を知識の最も重要な特性とみるのに対して、我々は『正当化された信念』という側面を強調する。このような焦点の当て方の違いは、西洋の伝統的認識論と我々のアプローチとのもう一つの相違につながる。つまり、西洋の伝統的認識論は、命題や形式論理で典型的に表現される知識の絶対的で静的な、人間から独立した側面を強調するが、我々は知識を、『個人の信念が人間によって、“真実”へと正当化されるダイナミックなプロセス』と見るのである」¹²⁾とする。

つまり、西洋の伝統的認識論では、知識を客観的な真実という側面にとらえるが、野中・竹内両氏は、知識を人間によって正当化されるプロセスというように流動的なものとしてとらえる。そして、「情報は知識を引き出したり組立てたりするのに必要な媒介あるいは材料である。……

情報は行為によって引き起こされるメッセージの流れであり、メッセージの流れから創られた知識は、情報保持者に信念として定着し、コミットメントと次なる行為を誘発するのである。……

我々は、個人の価値体系に深く根ざした『コミットメント』や『信念』に代表される知識の行動的・主観的側面を、組織的知識創造理論の重要な基礎として注目する。……

最後に、情報と知識は両方とも、特定の文脈（コンテキスト）やある関係においてのみ意味をもつ。すなわち、それらの意味は状況に依存し、人びとの相互作用によってダイナミックに作られる。バーガーとルックマンによれば、ある特定の歴史的・社会的コンテキストの中で相互に作用し合う人びとは、共有している情報から現実としての社会的知識を構築する。この社会的知識が、逆に人びとの判断、行動、態度に影響を与える

のである。同じように、リーダーによって提起される漠然とした企業ビジョンは、その企業のビジネス行動すなわち環境との相互作用をつうじて、企業メンバーによって肉づけされ組織知になっていくのである。そして、その組織知が逆にその企業のビジネス行動に影響を与える。」¹³⁾としている。

さらに、両氏は、「知識を創造するのは個人だけである。組織は個人を抜きにして知識を創り出すことはできない。組織の役割は、創造性豊かな個人を助け、知識創造のためにより良い条件を作り出すことである。したがって、組織的知識創造は、個人によって創り出される知識を組織的に増幅し、組織の知識のネットワークに結晶化するプロセスと理解すべきである。このような現象は、相互に作用し合う人びとの集団の中で起こる。そういう相互作用集団は、組織内のヨコの境界やタテの階層、さらには組織間の境界を越えて広がっていくのである」¹⁴⁾としている。

企業における研究開発活動は、研究者だけでなく、生産技術者、営業部員、経理部員なども参加したプロジェクト・チームによって行われることが多い。それらの人びとの間の相互作用によって新製品のアイデアが創り出される。また、それをまとめるチーム・リーダーやトップ経営者のビジョンが、アイデア創出に示唆を与える。また、消費者の苦情や希望なども新製品開発に影響を与える。そのように、企業内外の多くの人びとの相互作用によって、新製品の知識が創造される。

野中・竹内両氏は、西洋的な合理性の知は、明示的・形而上学的・客観的であるから、それを「形式知」と呼ぶ。しかし、組織的知識創造のプロセスにおいては、形式知と並んで、「暗黙知」が重要な役割を果たすことを強調される。「暗黙知は、特定状況に関する個人的な知識であり、形式化したり他人に伝えたりするのが難しい。一方、明示的な知すなわち『形式知』は、形式的・論理的言語によって伝達できる知識である」¹⁵⁾とされている。そして、暗黙知と形式知の相互作用によって、組織的知識創造が行われるとされている。

暗黙知と形式知の相互作用によって、知識変換が行われる。そのような知識変換には、共同化（暗黙知から暗黙知へ）、表出化（暗黙知から形式知へ）、連結化（形式知から形式知へ）、内面化（形式知から暗黙知へ）という4つのモード（方式）があるとされる¹⁶⁾。

共同化とは¹⁷⁾、経験を共有することによって、メンタル・モデルや技能などの暗黙知を創造するプロセスである。人は言葉を使わずに、他人の持つ暗黙知を獲得することができる。修行中の弟子がその師から、言葉によらず、観察、模倣、練習によって技能を学ぶのはその一例である。ビジネスにおけるOJT（現場で仕事をしながら訓練を受けること）は、基本的に同じ原理を使う。

表出化とは¹⁸⁾、暗黙知を明確なコンセプトに表すプロセスである。これは、暗黙知がメタファー（暗喩、たとえ）、アナロジー、コンセプト、仮説、モデルなどの形をとりなが

らしだいに形式知として明示的になっていくという点で、知識創造の真髄である。

連結化とは¹⁹⁾、コンセプトを組み合わせて一つの知識体系を創り出すプロセスである。この知識変換モードは、異なった形式知を組み合わせて新たな形式知を創り出す。学校における教育・訓練などが、この知識変換の形をとる。

内面化とは²⁰⁾、形式知を暗黙知へ体化するプロセスである。それは行動による学習と密接に関連している。個々人の体験が共同化、表出化、連結化をつうじて、メンタル・モデルや技術的ノウハウという形で暗黙知ベースへ内面化されるとき、それらは彼らにとって非常に貴重な財産となる。

それらの知識変換の各モードによって創られる知識の内容は、当然のことながら異なる。共同化によって「共感知」が生み出され、表出化によって「概念知」が生み出され、連結化によって「体系知」が生み出され、内面化によって「操作知」が生み出される²¹⁾。

そして、「これらの異なった知識内容は、相互に作用し合いながら、知識創造のスパイラルを形成する」とされる²²⁾。

野中・竹内両氏は、「組織的知識創造プロセスにおける組織の役割は、個人が知識を創造・蓄積し、グループが活動しやすいような適正なコンテクストを提供することである。この節では、知識スパイラルを促進するために組織レベルで必要となる5つの要件を考察する」とされて、意図、自律性、ゆらぎと創造的なカオス、冗長性、最小有効多様性の5つを考察しておられる²³⁾。

ここで「意図」とは、知識スパイラルを動かすものとしての組織の意図であり、それを実現しようという努力は、企業経営においては戦略という形をとる。組織的知識創造の観点から見ると、戦略の本質は、知識の獲得、創造、蓄積、利用のための組織的能力を開発することである。したがって、企業戦略の最も重要な要素は、どのような知識を創造するかという知識ビジョンを作り出し、それを経営実践システムに具体化することである。

自律性とは、組織のメンバーに、事情の許す限り、個人のレベルで自由な行動を認めることである²⁴⁾。そうすることによって、組織は思いがけない機会を取り込むチャンスを増やすことができる。また自律性によって、個人が新しい知識を創造するために自分を動機づけることが容易になる。さらに、自律的な個人は、部分の中に全体の情報が含まれるホログラフィック構造の一部として機能する。独自のアイデアが自律的な個人から生まれ、チームの中に広まり、やがて組織全体のアイデアとなる。このように、自己組織化する個人は、ロシアの入れ子人形の核のような地位を占めるのである。

自律性を確保する知識創造組織は、マトゥラーナとヴァレラの言う「自己創出システム（オートポイエシス・システム）」と見ることもできる。自己創出システムと同じように、知識創造組織の自律的な個人やグループは、より高い組織レベルの意図に表明された究極的目標を追求するための自己の任務範囲を自主的に設定する。企業の中で個人

が自律的に行動できるような状況を創り出すための強力な手段の一つは、自己組織化チームである。そのようなチームは、R&D、企画、製造、品質管理、販売、マーケティング、顧客サービスのようなさまざまな経歴をもった10~30名のメンバーで構成される、職能横断的な異質性をもつプロジェクト・チームでなければならない。それは日本企業で多用されている。

知識創造を促進する第三の組織的要件は、組織と外部環境との相互作用を刺激するゆらぎと創造的カオスである²⁵⁾。ゆらぎは完全な秩序ではなく、「不可逆的な秩序」によって特徴づけられている。それは、パターンを最初に予測することが困難な秩序である。もし、組織が環境情報にオープンな態度をとれば、それらの情報に含まれる曖昧性、冗長性、あるいはノイズ（雑音）を利用して、自らの知識体系を向上させることもできる。

ゆらぎが組織に導入されると、そのメンバーは日常行動、習慣、あるいは認知枠組みの「ブレイクダウン」に直面する。ブレイクダウンとは、快適な習慣的状态が中断されることを意味する。そのようなブレイクダウンに直面したときが、我々の根本的な思考やものの見方を見直す機会なのである。環境のゆらぎは組織の内部にブレイクダウンをひき起こし、そこから新しい知識が生まれる。このような現象は、「ノイズからの秩序の創造」あるいは「カオスからの秩序の創造」と呼ばれる。カオスは、組織が本当の危機に直面したときには自然に発生する。たとえば、市場のニーズの変化や競争企業の急成長によって自社の業績が急速に落ちたときなどである。カオスはまた、「危機感」を与えるために組織のリーダーが挑戦的な目標を組織成員に示すことによって意図的に創り出されることもある。このような意図的カオスは、「創造的カオス」と呼ばれ、組織内の緊張を高めて、危機的状況の問題定義とその解決に組織成員の注意を向けるのである。

第4の要件は冗長性である。組織に組み込まれた意図的な冗長性である。この場合の冗長性は、個人やグループの創り出したコンセプトが、それをただちに必要としないほかの人たちにも共有される必要がある。情報を重複共有することは、暗黙知の共有を促進し、ほかのメンバーが言語化しようとしていることを互いに感じとることができ、この意味で、情報の冗長性は知識創造プロセスを加速する。

第五の要件は、最小有効多様性である。複雑多様な環境からの挑戦に対応するには、組織は同じ程度の多様性を内部に持っていなければならない。それが最小有効多様性である。最小有効多様性は、組織の全員が情報を柔軟にさまざまな形ですばやく組み合わせたり、平等に情報を利用できるようにすることによって強化できる。多様性を増やすためには、組織のすべての成員が最小のステップをつうじて最も早いスピードで可能な限りいろいろな情報を利用できるように保証しなければならない。

なお、野中・竹内両氏は、以上のような4つの知識変換モードと組織的知識創造を促進する5つの組織的要件に、さらに、時間の次元を組み込んだ組織的知識創造の統合的なファイブ・フェイズ・モデル（5段階モデル）を提示しておられる²⁶⁾。それは、(1)暗黙

知の共有, (2)コンセプトの創造, (3)コンセプトの正当化, (4)原型 (アーキタイプ) の構築, (5)知識の転移という5段階モデルである。

さらに、両氏は、「知識創造のマネジメントは、トップダウンでもボトムアップでもなく、ミドル・アップダウンの方法がよい」²⁷⁾としておられる。「ミドル・アップダウン・マネジメント」は、「知識は、チームやタスクフォースのリーダーを務めることの多いミドル・マネジャーによって、トップと第一線社員 (すなわちボトム) を巻き込むスパイラル変換プロセスをつうじて創られる」ことを意味する。

また、両氏は、「今世紀の大部分にわたって、組織の構造は二つの基本的なタイプであるビューロクラシーとタスクフォースのあいだを揺れ動いてきた。しかしどちらの構造も、知識創造には適していない。その二つを組み合わせること、すなわち統合が必要なのである」とされ、そのような統合された組織構造を「ハイパーテキスト型」²⁸⁾組織と呼んでおられる。

V 結び

近代科学は、ニュートンの運動法則以来、自然には一定の法則性があり、その法則を発見すれば、将来を予測できるという考え方を発展させて来た。

また、ダーウィンの進化論は、生物界では、適者生存と自然淘汰によって、多様な生物の種が生まれ発展して来たと言われた。

経済学の分野でも、ワルラスの一般均衡論やマーシャルの収穫逦減の原理などによって、数理解析によって均衡点を求め、経済現象を解明できるとする考え方が広まった。

経営学の分野でも、マネジメント・サイクル (経営管理過程) という考えにもとづき、予測し、計画を立て、実行し、実行した結果を測定・評価して、計画からはずれたら、計画通りいくようにコントロールして、所期の目標 (生産量, 売上高, 利益額などの目標) を実現していけばよいという考え方が広まった。

それらのいろいろな学問分野に、これまで行われて来た共通の考え方は、現象の法則性と予測可能性を前提としていることである。

しかし、最近、それらの学問分野で、現象の法則性と予測可能性を否定する現象が発見され、そのような現象をいかに説明し、それにどう対処するかが問題となって来た。

物理学の世界では、量子力学によって、素粒子 (電子, 陽子, 中性子など) の位置は確定的に測定できず、存在の確率分布が知りうるだけであるとされるようになった。

生物学の世界では、地球の生成から多様な生命体の存在する現在の地球になるまでの間、単に適者生存の法則にしたがうのではなくて、地球環境と生命圏が相互に作用し合いながら、超生命体として、“自己創成するガイア”として発展して来たとする考え方が出て来た。それは、自己の構成要素を自ら産出し、他との境界を自らつくりあげるオート

ポエーシス・システムとみなされるようになった。

経済学の世界では、マーシャルの収穫逓減の原理に反し、勝者がますます強大になっていく収穫逓増の原理にしたがう分野が出現しているという、アメリカのサンタフェ研究所のアーサーらの考え方が発展して来た。それは、コンピュータのネットワークの形成における競争などである。その分野では、ネットワークの形成で優位に立ったものが、さらに、多くのメンバーを取り込み、ますます、その勢力を拡大していくようになっている。その分野では、結果として、勝者は大もうけをし、敗者は大損をすることになる。しかし、だれが勝者となるかは、まったく予測できない。それは、巨額の賭け金を賭けたギャンブルのようなものである。

経営学の分野では、これまで、予測し、計画を立て、人びとに役割を分担させ、実行させ、統制・制御していった、経営活動を遂行していくという考え方が行われていた。しかし、新製品開発のような知識創造活動においては、何が起こるか予測できないから、そのような管理方式は適用できない。そのため、プロジェクト・チームやタスクフォースのような自律的な小集団をつくり、そのメンバーの相互作用と、企業内外の環境からの刺激によって、オートポイエーシス・システムのように、自己創成ないし自己組織化によって、組織的知識創造を行わせ、新製品開発を行わせていくべきであるとされるようになってきた。

はっきりした法則性をもたず、したがって、予測不可能な対象を複雑系という。それは、以上のようないろいろな学問分野に存在する。

ただし、依然として、法則性と予測可能性をもった単純系も存在する。複雑系は単純系と共存し、互いに入り組んでいるのである。そのようなものとして現象を解明し、それに対処すべきである。

注

- 1) 森山茂著「自己創成するガイア——生命と地球は共生によって進化する」学習研究社、1997年6月5日発行 12頁
- 2) 同書 15頁～17頁
ジェームス・ラブロックとリン・マーギュリスは、「生命体とそれが生きる惑星環境は、一体化した自己調整的システムを構成しており、その気候および大気の化学組成は生命体の生存に有効で、かつ定常性があるように積極的に維持されている。生命と環境とは、このような一体性をもって結ばれているのであり、両者は1つのシステムをなして進化する」という説を提唱した。
- 3) 同書 34頁～36頁
- 4) 同書 56頁
- 5) 同書 94頁～95頁

- 6) 同書 96頁
- 7) 以下の3つの生命システム論に関する記述は、同書212頁～224頁の所説の要約である。
- 8) 以下の「複雑系の経済学」の記述は、ブライアン・アーサー稿、川越敏司訳「複雑系の経済学を解き明かす“収穫逓増”の法則」DIAMOND ハーバード・ビジネス1997年1号 1997年1月ダイヤモンド社発行 p5～p16による。
- 9) 通常、「価格＝限界生産費用」と考えられている。「価格＝平均生産費用」としているのは、誤植、誤訳、あるいはアーサーの勘違いであろう。(同誌6頁，最下段)
- 10) この項の記述は、野中郁次郎・竹内弘高著、梅本勝博訳「知識創造企業」東洋経済新報社、1996年3月発行 によった。
- 11) 同書 72頁～73頁
- 12) 同書 85頁
- 13) 同書 86頁～87頁
- 14) 同書 87頁～88頁
- 15) 同書 88頁
- 16) 同書 90頁～104頁
- 17) 同書 92頁
- 18) 同書 95頁
- 19) 同書 100頁
- 20) 同書 102頁
- 21) 同書 106頁
- 22) 同書 107頁
- 23) 同書 109頁～124頁
- 24) 同書 112頁
- 25) 同書 116頁
- 26) 同書 124頁～132頁
- 27) 同書 188頁～194頁
- 28) 同書 241頁