

ルードヴィヒ・フォン・ベルタランフイ の一般システム理論

山 川 偉 也

序

近代科学技術と産業との提携は、われわれの社会に未曾有の経済的発達をもたらし、レジャーと慰安を増し、交通のスピードアップ、通信範囲と速度を増大させ、医学の発達によって数多くの病気の治療を可能にした。しかし、その反面においては、数々の「公害」、環境の汚染、画一化され過密化した都市生活における人々の生きがい感の喪失、青少年犯罪、薬品公害、精神病患者の増加などをも生みだした。そしてこうした事態は、今日ほとんど地球的規模にまで及んでいる。「人類滅亡論」がささやかれ、科学技術に対するかつての信頼の念が急速に冷め、人間の未来に対する漠然とした不安、絶望感がひろがりはじめている——。一般に、近代科学技術は、われわれの外部世界、自然を支配することにおいては非常な成功をおさめたかもしれない。しかしその自然支配の技術が産みだすところのものを制御し、われわれ自身の社会生活のなかで、また、他の生物たちとの協調の中で巧みに利用する知を開発することにおいては、これまでのところ失敗しているということができないのではないだろうか。河川・湖沼・海・大気・土壌の産業廃棄物や薬品による汚染、自然環境のますます加速されていく人為化の動きは、自然システムを破壊し、生態系を攪乱することによって、人類史上いまだかつてみなかった人間存在にとっての危機を導きだした。パンドラの函は開けられ、それを閉ざす術もない。繁栄と富裕の中で人間存在は孤立し、いまやみずからの手でみずからの首をしめる結果を導

きだそうとしている。人間はここにいたってはじめて、みずからがみずからに課した「自然の征服」というルネッサンス以来のテーゼが、その実質において破産していることを知りはじめたのである。人間は何よりもまず生態系の一員であり、自然システムという鎖の中の一つの輪である。けれども、われわれはわれわれがいま直面するところのこれらの危機的諸状況の根源を、たんにテクノロジーの現実支配の局面にのみ見ることはできないであろう。また、現在の危機を回避するために、一切の技術的なものを否定し去るということもできない。そのようなことは不可能であろう。しかしまた現実無視の「放下」(Gelassenheit)の境地に逃がれることもまた許されることではないであろう。むしろわれわれのいまなすべきことは、間接的にすぎると思われるかもしれないが、テクノロジーの本質をみきわめ、それを過大評価せず、われわれ人間存在へのより深い知に基礎づけ直すという作業であるかもしれない。しかし、ハイデッガーのいうように、テクノロジーは現代の本質に属し、むしろ時代の形而上学的前提とわがちがたく結びついている(『世界像の時代』)とすれば、われわれは一方においてこのような深い知の検討を、かかる形而上学的前提とのかかわりにおいて模索する基礎作業とともに、他方においてはわれわれがいまテクノロジーに対して抱いている基本的通念の全体像をできるだけ明確にとりだし、ますます専門化し細分化する科学諸分野およびその応用部門相互間の疏通を妨げる要素に対して的確な処方箋を示唆し、一つのシステムとしてのテクノロジーが現実世界にかかわる論理構造を明らかにする作業がなされなければならないであろう。そのためにはしかし、(1)「宇宙における人間の地位」(シェーラー)を新たに思索する哲学と、(2)諸科学をなんらかのかたちで統一的にみることを許す統一科学的構想と、(3)技術の社会科学的研究およびその現実世界への適用とが、相互に密接に関連しあった有機的総合的視点から展開されることが必要であろう。

私がこれから紹介したいと思うフォン・ベルタランフィの思想は、上の(2)にあてはまるものである。理論生物学者として出発したベルタランフィは、その当時対立しあっていた生体の機械論的理解と生氣論的そのいずれをもしりぞ

一般システム理論

け、「開放系 (Open System) としての生体の理論」(最初の発表は1939年に遡る) を世に問うて、生物学研究における生体論 (Organicism) の立場を確立するとともに、進んで、科学諸領域間にみいだされる論理構造の同型性を手がかりに、その究極において「統一科学」を志向する『一般システム理論』(General System Theory) を要請するにいたった。その最初の提唱は1945年に遡る。これは N. ウィーナーの「動物と機械における制御と通信」という副題をもつ主著に先立つ3年前のことである。この最初の提唱以来、彼は一般システム理論および科学におけるシステム論的アプローチの必要性の普及につとめたが、経済学者ボールディング、数理生物学者 A. ラポポート、生理学者 R. ジェラルドたちの理解と協力のもとに、一般システム理論のための協会設立の企てが、1954年における The American Association for the Advancement of Science の年次会合において実現して以来、(i) さまざまな分野における概念、法則、およびモデルの同型性を考察し、一分野から他分野への効果的置換を助長すること、(ii) モデルを欠いている諸分野における適切な理論モデルの発達を奨励すること、(iii) 異った諸領域における理論研究の努力のむだな重複を可能なかぎり小さくすること、(iv) 専門家たち相互間のコミュニケーションの改善を通じて科学の統一を促進することを目的として実質的な仕事に入った。彼はまた A. ラポポートとともに協会の年報 “General System” を編集し「アイディアや探求を要するなんらかの分野において適切だと思われるような種々の意図をもった実際の諸論文のため場所を提供」しようとした。そしてその後も着々と実績をつみ重ねつつあり、協会の会員数も創立当初にくらべるならば飛躍的に増大している。しかしそうこうしているうちに、同じようにシステム論的アプローチを志向する理論分野が出現してきた。すなわち、N. ウィーナーのサイバネティックス (1948年)、シャノンとウィーバーによる情報理論 (1949年)、フォン・ノイマンとモルゲンシュテルンによるゲーム理論 (1947年) などの理論分野の開発がそれである。これらの理論のはなばなしい展開、とりわけサイバネティックスの発達や N. ウィーナーの『第二次産業革命』宣言の陰にかくれ

て、一般システム理論の展開は地味でめだたないものと思われた。そしてシステム理論はしばしばサイバネティックスや制御理論と混同された。けれども、ベルタランフィによれば、「サイバネティックスはテクノロジーや自然の調節機構の理論として、また、情報やフィードバック概念に基礎を置くものとして、一般システム理論の一部分にすぎない」のである。

わが国においてもいまやシステム論的研究は流行病のようなものとなっているともいえるが、それらは多くはサイバネティックスや情報理論などの系統のもののように見受けられる。システム論的研究の普及に貢献したベルタランフィの功績は大きいと思われるにもかかわらず、ごく少数の例（たとえば、山川雄巳『政治体系理論』、有信堂、1967年、p. 30—45）を除いて、わが国においてはまともに彼のこの方面での仕事を紹介したものは皆無といってよい片手落ちな実情である。私はこの機会に彼の論文集『一般システム理論』（Ludwig von Bertalanffy, *General System Theory, —Foundations, Development, Applications*, 1968, George Braziller, New York, pp. xiv+289）を取りあげ、個々の論文の文脈を可能なかぎり生かして、簡潔に、彼の思想を紹介したいと思う。

なお念のため、この論文集に収められている各論文とその発表年とを以下にかかげておく。

- 1 Introduction (1967)
- 2 The Meaning of General System Theory (1955)
- 3 Some System Concepts in Elementary Mathematical Consideration (1945)
- 4 Advances in General System Theory (1962)
- 5 The Organism Considered as Physical System (1940)
- 6 The Model of Open System (1967)
- 7 Some Aspects of System Theory in Biology (1964)
- 8 The System Concept in the Sciences of Man (1961—64)
- 9 General System Theory in Psychology and Psychiatry (1966)

10 The Relativity of Categories (1962)

Appendix: The Meaning and Unity of Science (1947)

これらの各論文は内容的に相互に重複やくりかえしがかなり多く、したがって各論文にそのまま即してその内容を紹介することは無意味であるから、私は内容項目主義的に議論を整理してみたい。次にそのプログラムをかかげておく。

1 一般システム理論をめざして

- 1.1 統一科学の構想
- 1.2 物理学主義的還元の拒否
- 1.3 統一科学の構想は可能である
- 1.4 一般システム理論提唱の背景
- 1.5 主要なシステム論的アプローチ
- 1.6 機械論的アプローチの限界

2 一般システム理論の基本概念

- 2.1 システムの定義
- 2.2 システムの（暫定的）数学的定義
- 2.3 定常状態
- 2.4 生長
- 2.5 競争
- 2.6 全体性
- 2.7 独立性（加算性）
- 2.8 漸進的分離
- 2.9 漸進的機械化
- 2.10 集中
- 2.11 漸進的個体化
- 2.12 階層秩序

3 一般システム理論のプログラム

3. 1 開放系の基本的特質

3.11 定常状態

3.12 等目標性

3. 2 開放系とサイバネティックス

3. 3 一般システム理論のプログラム

む す び

1 一般システム理論をめざして

1. 1 かつて論理の実証主義の立場から唱えられた統一科学構想は、あらゆる科学を物理学に還元すること、あらゆる現象を物理的諸事象へ最終的に帰着せしめることを理念として提出された。R. カルナップにとっては、科学が対象とするところのものはすべて基本的経験の対象から構成せられ、それに究極的に還元せられるのであって、経験を超えた対象は科学の領域内に存在せず、科学にとっては無意味であった。科学は、カルナップにとっては「プロトコル陳述」にもとづく実験的証明によって規制せられた陳述の体系であった (R. Carnap, *the Unity of Science*, p.27., London, Kegan Paul, 1934. なお中桐大有『近代科学論』, 理想社, 1957, p. 244—250)。しかしプロトコル陳述とは観察者の直接経験に与えられる感覚印象群の言語的記述であって、それら感覚印象群あるいは知覚要素群が時空座標系に一義的な位置を占めるかぎりにおいて、その記述は物理学の言語によってなされる。かくして、カルナップにとっての統一科学構想は、あらゆる科学の言語を物理学の言語に還元すること、実在のあらゆるレベルを物理学のレベルに究極的に還元することによって実現されるはずのものであった。

ベルタランフィもまた一般システム理論の立場から統一科学の構想を打ちだそうとするが、しかしその構想は、あらゆる科学命題の物理学的言語をもってする命題への翻訳の可能性を主張する立場のそれ、すなわち、物理学の言語をもって諸科学共通の普遍語とみなそうとするそれではない。

1.2 物理学や生物学，社会科学などあらゆる科学を包括する一の仮説—演繹的体系がはたして実際に確立されうるか否かは甚だ疑問であって，おそらく物理学還元主義は無益で無理な要求であろうとベルタランフィはいう。しかも今日は物理学の危機の時代でもある。その基本的諸概念は，信ぜられていたよりもずっとあいまいで不明確なものとなり，また物理学の言語そのものが一義的明確さを失い，それ自身新たな統合を求める気運にある。バナールの言葉はその事情を次のように伝える。「それらの困難がいかなるものであるかを知っている者は誰だって，今日，物理学の危機がおよそなんらかの単純な仕掛けや，あるいはまた，手もちの理論に修正を施こしたりすることによって解決されそうなものだなどと信じてはいない。なにか根本的なものが必要とされており，そしてそれは物理学の領域をはるかに越えて行われなければならないであろう……一の新たな世界観が作りだされつつある。しかし，それが決定的なかたちをとるまえに，多くの経験や討論が必要とされるだろう。それは斉合的でなければならず，素粒子や，また，素粒子の複雑に入り組む場についての新しい知識を含み，また解明しなければならず，波と粒子のパラドックスを解かねばならず，原子内部の世界および広大な宇宙空間をも理解可能なものにしなければならない。それはあらゆる先行する世界観と異った或る次元を有するとともに，それ自身のうちに新たな発展とそのよってきたるゆえんについての説明を含みもたねばならない……」(Bernal, J.D., *Science in History*, London, Watts, 1957)。素粒子とか原子とかは，今日，従来考えられていたよりもずっとあいまいなものであることがわかってきており，それらは宇宙の堅固な構築材であるというより，むしろある観察された諸事象を説明するための複雑な概念モデルであると考えられるようになってきている。このような事態にあっては，還元主義的統一科学構想はその土台を失うといわなければならない。

1.3 それでは，科学の統一を構想することは全然無意味か。否，無意味どころか可能である。では，統一科学の構想の可能性はどこにその現実的基盤をもつか。科学の統一は，あらゆる科学を物理学や化学に還元しようとする還

元主義的ユートピアによってではなく、実在のもろもろのレベルあるいは層の「構造的斉一性」(The structural uniformities, p.87)に著目することによって可能である。ベルタランフィはいう「世界は、かつてオルダス・ハックスレーが言い表わしたように、一個のナポリ風アイスクリームのようなものである。そこでは、もろもろのレベル——物理学的、生物学的、社会的、道德的世界——がチョコレート、イチゴ、ヴァニラの層によって表わされるのである。われわれはイチゴをチョコレートに還元することはできない……われわれの言いうるのはせいぜい、たぶん結局は、すべてがヴァニラ、すべてが心あるいは精神だということである」(p.49)と。それでは、実在のレベルあるいは層の構造的斉一性とは事柄の文脈においては何を意味するか。それは一方では実在そのものが、そのそれぞれの階層を他のそれに、より高次のものをより低次のそれに還元することの不可能な一階層秩序をなし、またそれらの階層秩序を把握する理論モデルそのものもまたその実質的内容に照らしてみるととき他の分野の理論モデルに還元しがたいそれぞれ固有の層を形成するということの意味するとともに、他方においては、かかる実在のレベルをそれぞれ形式的システムとして見るとき、それぞれのシステムが実質的に含む内容にかかわりなく、それらシステムに共通な特性、法則、概念がみいだされ、一言にしていえば、各システムをつらぬく法則の「同型性」(isomorphism)がみいだされるということの意味する。ここに還元主義ではなく、「展望主義」(Perspectivism)と名づけられうる統一科学構想がひらける。

1.3.1 展望主義、それはまず物理学主義において見られたごとき、ある理論分野の他の理論分野に対するプリオリテート、ある実在レベルの他の実在レベルに対する根源性を認めない。原子や分子がリンゴや石や机よりも「より実在的」であると考えるのは「機械論的迷信」(10章, pp. 242—243)にすぎない。ユクスキュールがその環境論(Umweltlehre)において述べたように、ある意味で、人間の経験や知識が作りなす世界は、人間という生物種に特有な世界であって、もろもろの生物種がそれぞれにもつ無数の環境に比して、権利上そ

れ自身の卓越性をかくべつもつというわけではないように、また、われわれの科学においてもそのある分野の实在把握をもって他の分野のそれに優れりとする理由もない。異なる生物種がそれぞれ独自の世界をもつように、諸科学はそれぞれみずからに固有な理論分野を有するのである。唯一の实在に対して多数のパースペクティブが開かれ、そしてそれらの一つ一つがそれ自身の独自性を主張しうる。

1.3.2 しかしながらこのことは、われわれの経験や認識がわれわれの心一身組織によって決定せられているという意味において、われわれが世界を把握する経験や認識のカテゴリーそのものが相対的なものにすぎなく、結局それらは实在そのものとはかかわりない人為的なものにすぎないということになるのではあるまいか。実際、ユクスキュールの環境論はそうした結論をひきだすようにみえる。ユクスキュールによれば、すべての生物は、いわばそれらを取り巻いているところの多様な対象のうちから、その生体組織に応じてそれが反応し、そしてその総体が生物の環境をかたちづくるところの少数の特質を切り抜くのである。生体がもつ経験のカテゴリーあるいは直観形式は、カントのいうようにア・プリオリで普遍的ではなく、むしろ経験活動を行う生体の心身組織や生理学的諸条件によって決定せられている、というのがその主張である。人間的経験の世界が犬やハエやウニの世界に比してかくべつ秀れているのではないように、そしてそれぞれがそれぞれの種の心身組織によって決定されているように、物理学の対象である原子や電子といったものも、たんに人間という種に特有な心身組織に依存する人為的所産にすぎないのであるというようなことが主張される。しかしこれは誤っている、第一にあらゆる生物は自分の前に展開される光景をただじっと見ていて、自分の気に入ったものを取りこむだけの傍観者にすぎないものではない。むしろ生体はドラマの中の演者である。生体はみずからの心身組織に応じて外界からやってくる刺激に反応する。何が刺激あるいは信号として取りあげられるかについては幅がある。けれども、生体のその知覚はその当の生体をして生存可能の道を切り拓くように導かなけれ

ばならない。このことはしかし、空間、時間、実体、因果性のような経験のカテゴリーがまったくあてにならないとすれば不可能であっただろう。経験のカテゴリーは生物の進化の過程において姿を現わし、たえずそれら自身を生存闘争の中で検討しなければならなかった。もしもそれらがなんらかの仕方ですべて実在に対応していないとするならば、もろもろの状況にあって適切な反応をすることが生体にとっては不可能であっただろう、そしてそのような生物はすみやかに淘汰によって排除されたであろう。かくして、動物や人間が未だに生存しているという事実そのものが、それらの経験の形式あるいはカテゴリーが、ある程度、実在に対応していることを証明しているのである。「ある程度」というのは、知覚や経験のカテゴリーが十分にあるいは完全に「実在的」世界を写しだす必要はないからである。しかしながらそれらはある生体をして実在に定位しかくして生存を保証しうるほどには実在に対して「同型」的でなければならない。かくして(1.31)の末尾において述べたごとく、唯一の実在に対して多数のパースペクティブが開かれるとともに、そのパースペクティブのひとつひとつが実在に「同型」的である。

1.3.3 展望主義、それは(1.31)、(1.32)においてみられた「実在」に対する多くのパースペクティブのいわば横のつながり、あるいは空間的並列関係における相互の「独立」、「個性」、そしてそれにもかかわらずそれぞれのパースペクティブの「実在」への「同型性」を強調する象面のみではなく、それら個々のパースペクティブが「実在」との関係において「収斂」し、「実在」にむかって「集中」「生長」し、種的制約を脱して、「実在」との「同型性」そのものを顕わにしようとする展望の立場、いわば縦の関係、時間の軸に沿っての見通しという意味をもつ。そうベルタランフィは考えているように私には思われる。科学をこの見通しに沿って考察するとき、その本質的特質は、その「脱一擬人化」(de-anthropomorphization, 10章, pp.244—245)である。第一に、科学は人間固有の経験にもとづくもろもろの特質を次第に排除してゆく傾向を示し、これは人工の感覚器官を発明し記録装置をもって人間の観察者

に代えることに結びついて行われた。観察可能な対象の領域を拡張することが科学の機能の一つである。第二に、科学研究の収斂という事態がある。たとえば、ロシュミットの数(0°C , 一気圧の気体の 1cm^3 に含まれる分子数($=2.6870 \times 10^{19}$))をいう)とか、それに類いした物理定数は一つの方法によってではなく、相互にまったく独立したおよそ20ばかりの方法で測定される。それらは、だから、たんに現象を経済的に記述するコンヴェンションだとは考えられないのであって実在のある諸局面を表わすのである。自然科学のもっとも重要な仕事はその対象を相互に独立的な仕方で検討することである。第三に、自然科学はその発展史においてまずいわゆる第二性質を捨象し、質量、不可入性、延長といった第一性質のみをとりあげたが、ついで、直観の形式や悟性のカテゴリーもまた排除してゆく傾向にある。すでにユークリッド空間やニュートンの時間そのものが直接経験のそれらとは異なる理論的構成物であった。ましてや現代物理学の理論構成がそうであることはもちろんである。人間的経験に固有なものは漸進的に排除せられ、かくして最後に残るのはただ数学的諸関係から成る一のシステムのみとなる。かくして、「漸進的脱一擬人化」の究極において、一の記号体系、数理物理学のそのような一のアアルゴリズムが、いわばそれ自身の生命をえて動きだす、とベルタランフィはいう。それは一切の人間的要素を断ち切った科学のあり方、「脱一擬人化のユートピア」である。たしかに、物理学の発達はそのを産みだした人間の心身のあり方に依存する。だからもし人間が光を知覚せず、われわれには不可視のラジウムとかX線を知覚するような存在者であったとするなら、たんに人間の世界のみではなく物理学の発展そのものも異ったものとなっていたであろう。しかし、とベルタランフィはいう。

「感覚的経験を補う適当な装置によって、X線やあらゆる種類の電磁波をわれわれがみつけたしたと同様のやり方で、まったくわれわれとは異った心身組織をもった存在について同様のことを論ずることができるだろう。シリウス座の一遊星にX線のみを感知する知力をもったものあるいは『天使』たちがいるとせよ。彼らは、同様のやり方で、われわれによっては可視光線を意味する一群

の波長を発見しただろう。しかしこれだけではない。そのシリウス座の天使たちはたぶんわれわれのとはまったく異なる記号体系や理論体系を用いて計算することだろう。しかし、物理学の体系はその完全なかたちにおいては、いかなる人間的なものもはや含んではいないから、しかも対応するものはいかなる物理学体系についても真であるだろうから、われわれは、それらの物理学が、なるほど記号体系は異なっているが、同じ内容をもつということ、すなわち、一方の物理学が表わす数学的関係諸構造は適当な『語彙』や『文法』によって他方のそれらへ翻訳されるだろうということを結論しなければならない」（10章, pp.244—245）と。そしてこの思弁はまったくのユートピアではなく、熱力学と情報理論とがちょうどこのような関係にあって、それらは明らかに同型のシステムであり、一方を他方に翻訳するための完全な『語彙』の仕上げが進行中であるという。

1.3.4 展望主義、それは最後に実在に関するメタ・サイエンティフィックな主張となる。上に述べたごとく、「漸進的脱一擬人化」は物理学あるいは科学一般のユートピアを開くものと考えられた。しかしそのユートピアはあらかじめ実在のある局面への方向定位を前提している。実在そのものはさまざまに可能なパースペクティブの中に姿を現わし漸進的に接近される。しかしその際われわれがいかなるパースペクティブをえらびとるか、実在のいかなる特性をわれわれの理論体系で把握するかは「生物学的、文化的、そしてたぶんは言語的な諸要因によって決定される」（p.245）。宇宙に関するわれわれの心的表象はつねに実在そのものの或る諸相あるいはパースペクティブのみしか写しださない。それには深い理由があるとベルタランフィはいう。われわれの思考はつねにヘーラクレイトスがいったように、暖—寒、黒—白、生—死、昼—夜のような反対物によって行なわれ、物理学の言語もまたその例外ではないのである。この理由によって、たとえ脱一擬人化の究極においても、われわれの全知識は実在のある諸相のみを写しだすにすぎないのである。実在、それは何であろうか。ベルタランフィは、それをニコラウス・クサーヌスが神と呼んだところの

もの、すなわち *coincidentia oppositorum* (反対物の一致) であるといっている。脱一擬人化にもかかわらずわれわれの知は究極的实在の無限に豊かな多様性を汲みつくすことはできない。しかもニコラウスのいうように、「(その) すべての部分から全体が輝やき出る」(*ex omnibus partibus relucet totum.*) のである。

1.3.5 展望主義, かくしてそれはある種の形而上学的立場を表明するものであって、一般システム理論の情緒的側面を形成するともみられるであろう。ベルタランフィが若年のころより親しんだドイツ神秘主義の影響を、われわれはそこに見ることができる。しかしこれを彼の一般システム理論の中に組み入れて考察するならば、それは個別諸科学が開くパースペクティブの体系的連関を明らかにしつつ、漸進的「脱一擬人化」すなわち各個別科学に特有な内容にかかわりなく妥当する理論システムあるいはアルゴリズムの開発によって、その究極においてあらゆる理論システムを全体的パースペクティブのうちに統合する一般システムを求めようとする理論運動となる。統一科学構想は、かくして、实在へのシステム論的アプローチにおいてはじめて可能である、とベルタランフィは考える。

1.4 ベルタランフィが一般システム理論を提唱するに至った背景、またその展開の過程において登場してきたその他のシステム論的アプローチとの一般システム理論との関係は複雑に入りこんでいる。ここではまず前者について述べるとして、ベルタランフィが何故一般システム理論を提唱するに至ったかは (i) 一方では、理論生物学者として出発した彼の経歴に、(ii) 他方では現実諸状況における諸問題がシステム論的アプローチを要求したことに、(iii) また他方では、いまやますます加速されていく個別諸科学部門の細分化・専門化の動きのうちにあって、各専門分野相互間の連繋が分断され学問諸分野相互間に共通な言語が失われているという事情に、(iv) そして、物理学を除く他の諸科学が19世紀古典物理学を範とする機械論的アプローチにより当該諸科学プロパーの諸現象を処理しようとしながら、その根本的な欠陥をもつと考えられたこと

に、(v) しかもこうした事情とは別個に、諸科学相互間において独立に、類似した概念、原則、同一形式の法則がみいだされ、それらが多く従来の科学の範囲内においては計画的に無視されてきたものであり、そのうえそれらが多くシステム概念にかかわりを有し、システム概念の光の下においてこそはじめて正当に学問的に評価されうるものであると思われたことに、ある。

以下、順を追ってその各々の事情をできうるかぎり簡単に見ておくことにする。

(i) ベルタランフィはすでに1920年代にその当時における生物学研究や理論に不満を感じていた。その当時の機械論的アプローチは生命現象においてまさに本質的であるものを無視するか、あるいは否定しているように彼には思われたし、またドリーシュによる生氣論も着想はよいが、その理論の実際において科学の範囲を逸脱していると思われた。そこで彼は全体ないしはシステムとして生体を考察し、そのさまざまなレベルにおける組織化原理の発見に生物諸科学の主要目的をみるところの生物学における一の組織論的考想、「生体論」(Organicism)を主唱した。ホワイトヘッドの有機体の哲学は1925年に姿を現わすが、ベルタランフィの「生体論」の最初の声明は1925—26年に遡る。その後、生体論の綱領を具体化させようとする彼の努力は、生体がたまたま開放系であるという事実に基づき「開放系」(Open system)理論を発展させることになって結実する(1940)。後に見るであろうように、この開放系のモデルこそ一般システム理論の礎石となるものである。(ii) 他方では科学技術上の歴史的背景がある。蒸気機関とか自動車、あるいはラジオ受信機のようなものが科学技術の花形であった時代には、それらはそれぞれ専門分野の技術者たちだけで充分処理することができた。しかるに弾道ミサイルとか宇宙船とかが出現してくるにいたって、さまざまな科学技術が一つの目的のために結集されなければならなかった。それだけではなく、財政上の、経済上の、社会の、政治の無数の諸問題が、「全体」的なとりあつかい、システム論的なアプローチを要求した。(iii) また他面では、過度の専門化において個別諸科学相互間に共通な言

一般システム理論

語が失われてゆきつつある現状に対して、各理論分野をシステムとしてみたとき、そこにかかる現状打開の方向が見透されると考えられたことがある。ここではエイコフの言葉を挙げてこの事態の説明としたい。「最近二十年間のうちに、われわれは『システム』が科学的研究における重要な概念として現われるのを目撃した。もちろんシステムは何世紀にもわたって研究されてきた。しかしここではなにか新たなものがつけ加わったのだ……部分の集合体としてより、むしろ一つのものとしてシステムを研究する傾向は、諸現象を狭く限定された文脈において孤立的に取り扱うのではなく、むしろそれらの交互作用を精査の対象として公開し、自然のより大なる部分へとますます研究の手を伸ばしてゆこうとする現代科学の傾向と一致している。…これらの探究の成果そしてその他の多くの成果は、科学的、工学的諸領域のますます広がりゆく展望をはらむ協同研究の努力のうちへ織りこまれてゆきつつある。われわれは、科学的知識の一の総合を達成しようとして、かつてなされたかずかずの努力のうちにあってもたぶんは最も包括的なそれに参与しているのである。」(R.L. Ackoff, "Games, Decisions and Organization." General Systems, 4 (1959), pp.145—150)。(iv) 一方では、このような見透しが立てられるにもかかわらず、他方ではいまだに19世紀古典物理学を範とする機械論的見方が科学諸分野において根強く残っている。かかる見方にとっては科学の唯一の目的は分析であって、実在をたえず小さな諸単位へと分割してゆき、孤立化された個々の因果連鎖を追求することであった。「かくして、物理的実在は質点あるいは原子へ、生命組織は細胞へ、行動は反射へ、知覚は要素感覚へというふうに分割された。それに対応して因果法則は本質的に一方通行だった。一個の太陽は一個の遊星をニュートン力学において引きつけ、受精卵における一遺伝子はかくかくの遺伝形質をうみ、ある細菌種はこれやあれやの病気をうみだし、心的諸要素は、糸でつらねられたビー玉のように連合の法則によって整列させられる」(2章, p.45)。古典物理学の基礎概念を体系化しようとしたカントの範疇表を想起するならば、そこにかかる機械論的な世界観のエッセンスを見ることができると

ベルタランフィはいう。しかしこのような機械論的見方は、物理学における決定論的諸法則が統計的法則によって取ってかわられたときに変更されずむしろ強化せられ、現代の諸科学の中にもちこまれたのである。N.ウィーナーのサイバネティックス、アシュビーの適応系モデル、チューリング機械などはシステムを研究する強力な理論分野であるが、それらが機械論的見方に立つものである点において限界をもつ（後述）とベルタランフィはいう。またこれに関連して、20世紀前半期のアメリカ心理学の主流を形成した「反応生体」(The reactive organism) 概念、「刺激-反応図式」(S-R 図式), 「環境決定論」, 「平衡原理」, 「経済の原理」に基づく人間の「ロボット・モデル」考想を、機械化され商業化された社会の時代精神の表現であって、それは人間を機械的学習、広告技術、マス・メディア、モチベーション・リサーチ、洗脳などによってますます計画的に管理されるものとなすのだと批判している。(v) 一般に機械論的アプローチは組織的でない複雑性に関する理論を展開するには非常に成功したともいえる。しかし今日の根本問題は「組織化された複雑性」の問題である。組織、全体性、指向性、目的論、分化、ゲシュタルトのような諸概念は、伝統的物理学がこれを意識的に無視し科学の範囲外のものとしてきたものである。しかるに現代科学の特色は、これらの概念によって示される諸現象を考慮することなしにはそれが成立しえないというところにある。実際、科学のあらゆる分野において、相互に独立に、これらの概念に定位する理論分野がまったく異った諸事実に基づいて出現してきたのである。類似した諸概念、モデル、法則がしばしば時を同じくしてしかも全然別個に発展させられるという事態があり、しかもそれらがしばしばおどろくべき構造的類似性や同型性を示したのである。たとえば、生長の指数法則はある種の細菌細胞の増加、動物個体群の生長、また書物の出版数によって測られる科学研究の進歩などにあてはまる。対象となるものは細菌、動物、書物などのようにまったく異なり、またそこに含まれる因果機構もそうであるにもかかわらず、それらを表現する数学的方法は同じである。また、動物や植物の種間の競争を記述する方程式体系がある。この同じ方程式

一般システム理論

体系が物理化学や経済学などの分野にも同様にあてはまるのである。これらの事態は何を意味するであろうか。それは、一つには問題となるところの諸対象が動的相互作用を行う諸要素から成る複合体、すなわちシステムとして考えられるということと、また他面ではかかるもろもろのシステムに対して、それらがシステムであるかぎりにおいて同型の法則があてはまるということである。そして、そこに含まれているものの性質には関係なしに同型の諸法則がシステムズやそのサブクラスにあてはまるということは、システムの諸特質やまたそのシステムに含まれる諸要素の諸特質に関係なしに、あるタイプのあらゆるシステムにあてはまる一般システムの諸法則が存在するということをさし示すのである。

ここにおいて、システムズ一般に有効な普遍的諸原理をみちびきだし定式化することをめざす一の理論分野が要請せられる。このようにして1945年、ベルタランフィは一般システム理論の最初の構想を発表した。

1.5 けれどもその後の理論諸分野の発展史のなかで、ベルタランフィの一般システム理論のほかにも、数々のシステム論的アプローチが現われてきた。システム研究の応用部門におけるアプローチ、たとえば、システム工学、オペレーションズ・リサーチ、線型・非線型計画法のようなものを別にすれば、主要なシステム論的アプローチとして次のようなものが挙げられるとベルタランフィはいう。(1)「古典的」システム論、(2)コンピュータリゼーションとシミュレーション、(3)コンパートメント理論、(4)集合論、(5)グラフ理論、(6)回路網論、(7)サイバネティックス、(8)情報理論、(9)オートマトン理論、(10)ゲーム理論、(11)決定理論、(12)待合わせの理論である。(1)はシステム一般あるいは定義されているサブクラスにあてはまる諸原理、またそれらの研究や記述に要するテクニックを提供し、具体的場合に応用することにおいて、(2)は従来の数学的方法をはるかに超えるシステムをコンピューターにかけることを可能にし、また、現実の研究室での実験をコンピューター・シミュレーションによって置きかえることによって（こういうやり方で、たとえばB.ヘスは100ほどの連立微

分方程式のモデルを使って細胞内解糖作用の14段階の連鎖反応を計算した),(3)はシステムの諸要素間の動的相互作用, この場合はサブユニット間に輸送過程が生ずるシステムを数学的に定式化する点において,(4)はシステムの一般形式的諸特性をその術語によって公理化することができる点において,(5)はシステムの構造的あるいはトポロジー的諸特性を精密に表現することができるゆえに,(6)は集合論, グラフ理論, コンパートメント理論などに関連づけられえ, 神経回路網のようなシステムに応用できる点において,(7)はシステムと環境相互間の, またシステム内の通信および環境との関係におけるシステム機能のコントロール(フィードバック)に基づくシステム・コントロールの理論である点において,(8)は将来において情報が組織化の尺度として使用されうるかもしれないという期待を抱かせる点において,(9)はチューリング機械においてシステムのある一般モデルを示す点において,(10)はある競技者が他の競技者にたいして適当な戦術によって最大利益, 最小損失を手に入れる行動にかかわるゆえにシステム科学のうちに編入されるかもしれないという期待がある点において,(11)は被選択項の間の決定にかかわるものである点において,(12)は密集諸条件下における分布の最適化にかかわるものである点において, 質においてはかならずしも均一でなく, またこれらの中にはいまだ不完全なものもあるが, システムを研究するための強力な方法を提供するものであるとベルタランフィは考えている。

1. 6 ともかく, 強調しなければならないのは, これらのアプローチによって, 従来は科学の範囲外のものであるとして考察されず, また取り扱いも可能ではないとして考えられてきたところの諸問題が, まさしく「科学」の範囲内のものとして採りを入れられてきているということである。もちろん, モデルと実在の間の不一致はしばしばである。数学的に高度に発達した精密なモデルがあっても, それが具体的な場合にどういうふうに適用されるのか疑問のままであることがある。それに対して他方ではいかなる数学的テクニックも役に立たない基本的な諸問題がある。そこに期待のしすぎからくる失望というような

ことも起ってくる。たとえば、とベルタランフィはいう。サイバネティックスは具体的諸現象にたいしてモデルを示し、以前にはタブーとされていた目的論的諸現象を科学的に正当な問題領域にもちこむことによって、たんにテクノロジーにおいてだけでなく、基本的諸科学に甚大な影響を与えた。しかしそれは機械論的見方の切り換えというよりむしろその拡張であったので、あらゆるものを包括する説明とか偉大な「世界観」などをもたらさなかった。また、情報理論は、心理学や社会学への適用においてはどうも思わしくないということがわかってきたし、ゲーム理論は戦争や政策決定に応用できると期待されたにもかかわらず、それが政策決定や世界の情勢をましな方向に導いたとは考えられなかった。

システムを研究するにはさまざまなアプローチがある。機械論的モデルを使ってそれを処理することもできるし、組織論的モデルによってそれに近づくこともできる。しかもこれらはかならずしも排他的でなく、同じ現象が異ったもろもろのモデルによって処理されうることすらある。しかしながら、一般に機械論的考想は、ある限界を有するとベルタランフィはいう。機械論的考想によって基本的方法とは分析あるいは解析であった。デカルトが『方法叙説』において哲学の研究方法としてかかげたところの4つの規則のうちの2.と3.（「第二に、研究しようとする問題の各々を、できるだけ多く、かつ事柄の解決をいっそうよくするというかぎり、小部分に分割すること。第三に、もっとも単純で、もっとも容易なものからはじめて、少しずつ段階を登って、もっとも複雑なものの認識にまで、適当に順序を設定しながら登ってゆくこと」）のようなものこそ、解析的手続きの本領であった。それは、考察対象がその構成諸要素に分解されえ、そしてふたたびそれらの諸要素から当のある対象が構成されうるということ、すなわち、考察されるところの「複合体全体のヴァリエーションはその諸要素のヴァリエーションの総和である」（3章, p.67）ことを前提する。すなわち、解析的手続きはそれが有効になされうるためには二つの条件を必要とする。(1)対象の構成諸要素間の相互作用が存在しないか、存在するとし

ても研究目的のために無視してさしつかえがないほど微弱であるか、(2)構成諸要素の行動を記述する関係式が線型であるということ。(1)の条件下においてのみ構成諸要素は現実枚挙され合計されえ、(2)の条件下においてのみ対象全体の行動を表現する方程式は構成諸要素の行動を表現する方程式と同型でありうる。しかしこれらの諸条件は相互作用する動的諸要素から成るシステムにはあてはまらない。しかもこのようなシステムこそシステムの一般的あり方だといえるのである。それにもかかわらず機械論的方法論はいまだに科学研究の主流をなしつづけているともいえる。たとえば B. ラッセル (B. Russel, Human Knowledge, Its Scope and Limits, London, 1948) は「有機体概念」をしりぞけ科学における分析的方法を擁護する。ラッセルによれば有機体概念が意味するのは、諸部分の行動を支配する諸法則が諸部分の全体における位置を考慮することによってのみ述べられうるということであるが、彼は次のような例を挙げてこれを拒否する。たとえば光受容器としての眼の機能は、それが単独的にとりあげられ、その内部の生理—化学的反応や外部から入ってくる刺激、またそれに応ずる神経インパルスが考慮に入れられるなら、それだけで十分に理解されうる。「科学の進歩は分析と人為的分離によってなされてきた…それゆえ、いかなる場合においても機械論的見方を作業仮説として採用し、それに反対する明白な証拠がある場合にかぎってそれを放棄するのが思慮あることである。生物学的諸現象に関して、そうした証拠はこれまでのところまったく欠けている」。たしかに、分析的方法はある程度生体に適用可能である。心搏、神経筋標本の痙攣などはそれらを生体から切りはなして研究しても全体としての生体内で研究してもほとんど同じであり、また、高度に機械化した部分システムの中で生ずる諸現象に関しても同様のことがいえる。しかし基本的で第一次的な生物学的諸現象についてはまったく事情が異なる。胚の発達や物質代謝、生長や神経系の活動などの生物学的諸現象のどの領域をとってみても、ある要素の行動はそれがシステム内における場合と分離された場合とはまったく異なることがみいだされるとベルタランフィはいう。後に明らかになるであろう

が、ベルタランフィは機械化されたシステムを開放系によって基礎づけようとする意図をもつ。彼のシステム論はあくまでも生体モデルを基盤としてそのうえに他のシステム・モデルを連関させ体系づけようとするものである。彼がサイバネティックスやアシュビーの適応系モデルまたオートマトン理論などの一般に機械論的考想にもとづくシステム・アプローチのシステムの一般理論の要求に対してその不十分さをいうのはこの点においてである。たとえば、オートマトン理論は、基本的には、有限数のことばで定義されうる諸事象を一個のオートマトンによって表現することが可能だとする。しかし要求されるステップが有限でも無限でもなく「巨大」数（たとえば宇宙における分子数）の場合にはどうか。そうした巨大数は指数関数や階乗関数など爆発的に増大する関数をとまなう多くのシステム問題において、また強い相互作用をとまなうところあいの構成要素数から成るシステムにおいてすら現われてくるのがアシュビーによって認められている (Ashby, "Constraint Analysis of Many-Dimensional Relations," Technical Report #2, May 1964, Urbana, Electrical Engineering Research Laboratory, University of Illinois.)。また、システム内の調節が一つ、あるいは、あるかぎられた数の妨害に向けられるのではなく、任意のそれ、予見することがたぶん可能でなかったであろう不特定数の諸状況に向けられるならば、機械論的考想にもとづくシステム・モデルの限界が現われてくるとベルタランフィはいう。ところがこうした事態こそ、生体における胚や神経系の調節においてみいだされるところのものであってみれば、機械論的システムは生体の開放系モデルを第一次的基盤としてのみ理解されうる第二次的なそれなのであると彼はいう。

2 一般システム理論の基本概念

上に述べたごとくベルタランフィは、実質的には彼の開放系モデルをもって一般システムのモデルを理解しているようであるが、彼の一般システム理論の展開にあたっては、それが厳密には「システム」概念の定義とシステムの諸特

性あるいは諸原理を述べる適当な数の公理命題から演繹されるかたちをとるだろうと予想する。そして、そうした一般システム理論にとってのいくつかの原理とたぶんはみなされるであろうものを、システムを表現すると暫定的に彼が仮定するところの連立微分方程式体系から導きだそうとする試みを三章において行っている。ただし、断っておかなければならないのは、ここでシステムの定義からの演繹として段階を追って導きだされる各方程式は、実際には科学の諸分野においてベルタランフィがみいだしたところの「同型」の方程式を順に追ってモディファイして展開する形を取ったものであって、われわれが注目しなければならないのは、むしろそれらの方程式によって表現される各分野の諸法則の「同型性」の事実であって、ベルタランフィの展開は、これらの法則の「同型性」に対する一解釈とみられるということである。ベルタランフィの三章での展開はしたがって一般システム理論の模擬演習とみられるものであって、それ以上でもそれ以下でもないことをあらかじめ留意しておかなければならないと思われる。したがって、現実には、一般システム理論がこうした形式で展開されうるかどうかはあくまで別問題である。このことを念頭に置いたうえで、彼の主要な論旨の展開を追ってみよう。

2.1 システムの定義 システムとは相互作用する諸要素の複合体である、(p.55)。相互作用とは、諸要素Pが関係Rにあり、その結果、RにおけるPの一要素の行動が他の関係R'におけるその行動と異なるということを意味する。もしRとR'におけるその要素の行動が異ならないなら、相互作用は存在せず、諸要素は関係RおよびR'に関して独立的に行動する。

2.2 いま諸要素 P_i ($i=1, 2, \dots, n$) のなんらかの測度を Q_i によって表わし、次の単純な連立微分方程式によってシステムを定義する。

$$\left. \begin{aligned} \frac{dQ_1}{dt} &= f_1(Q_1, Q_2, \dots, Q_n) \\ \frac{dQ_2}{dt} &= f_2(Q_1, Q_2, \dots, Q_n) \\ &\dots\dots\dots \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

$$\frac{dQ_n}{dt} = f_n(Q_1, Q_2, \dots, Q_n) \quad \Bigg\}$$

この連立微分方程式においては、任意の測度 Q_i の変化は Q_1 から Q_n にいたるあらゆる Q_i の一関数であり、逆に任意の Q_i の変化があらゆる他の測度の変化および全体としてのシステムの変化をひきおこす。そしてこの種の方程式体系は多くの分野においてみいだされるものである。この連立微分方程式から、測度 Q_i あるいは関数 f_i の性質——すなわちシステム内の諸関係あるいは相互作用——についてはなにも言われていないにもかかわらず、ある一般的原理が導かれうる。

2.3 定常状態 システムの定常状態の条件は $\frac{dQ_i}{dt}$ の消失によって特徴づけられる。

$$f_1 = f_2 = \dots = f_n = 0 \quad (2)$$

この条件下に n 個の変数に対し n 個の方程式がえられる。それを解くことにより次の値をえる。

$$\left. \begin{array}{l} Q_1 = Q_1^* \\ Q_2 = Q_2^* \\ \dots\dots\dots \\ Q_n = Q_n^* \end{array} \right\} \quad (3)$$

このシステム内においては、仮定により、変化が消失しているから、これらの値は定数である。

さて(1)のタイプの方程式はそれに適当な条件を与えることによって、さまざまな領域にみいだされるシステム法則の形式的同一性を説明するのに利用されうる。そしてそれはシステムを理解するのに基本的である一連の概念を導きだすのに役立つ。

2.4 生長 上に述べたことを(1)の方程式体系が一種類のみの要素から成るシステムに還元される場合において示すことができる。

$$\frac{dQ}{dt} = f(Q) \quad (4)$$

これがテーラー級数に展開されるとすれば

$$\frac{dQ}{dt} = a_1Q + a_{11}Q^2 + \dots \quad (5)$$

この級数は諸要素が自然発生しない場合には絶対値をとらない。したがって、絶対値が0にひとしい場合にかぎって可能な $Q=0$ において $\frac{dQ}{dt}$ は消滅する。その最も単純な可能性は、級数の第一項のみが残される場合である。

$$\frac{dQ}{dt} = a_1Q \quad (6)$$

このことはシステムの生長が直接に諸要素の数に比例することを意味する。定数 a_1 が正であるか負であるかに応じて、システムの生長は正であるか負であるかであり、その結果、システムは増大するか減少する。

この解は、

$$Q = Q_0 e^{a_1 t} \quad (7)$$

である。 Q_0 は $t=0$ のときの諸要素の数である。これは多くの分野でみいだされる指数法則である。

$a_1 > 0$ の場合のこの法則の適用範囲：ある種の細菌や動物の個体生長、植物や動物個体群の無制限の生長（生物学）、マルサスの法則、人間の知識の増大（社会学）など。 $a_1 < 0$ の場合：放射性元素の崩壊、単分子反応における化合物の分解など。

方程式(5)に帰り、二項の場合を考えると、

$$\frac{dQ}{dt} = a_1Q + a_{11}Q^2 \quad (8)$$

この方程式の解は、

$$Q = \frac{a_1 C e^{a_1 t}}{1 - a_{11} C e^{a_1 t}} \quad (9)$$

第二項を残すことは重要な結果をもたらす。(7)は無限の増大を示した。しかし(8)の解においてはS字状曲線がえられ、限界値に達する。この曲線は「logistic 曲線」と呼ばれ広い応用範囲をもつ。例：化学における自触反応曲線など。

このように、方程式(1)に適当な条件を与えたり、テーラー級数に展開したり

することによってもろもろの法則が導きだされることは何を意味するか。それはある種の法則は，たんに経験に基づいてだけではなくして純粹に形式的な仕方でもみいだされるということを意味し，そしてこのことはそれら諸法則の物理学的，生物学的，社会科学的等々の解釈とは別箇に，それらの法則が「ア・プリオリ」であることを意味するのだ，とベルタランフィはいう。すなわち，これらの

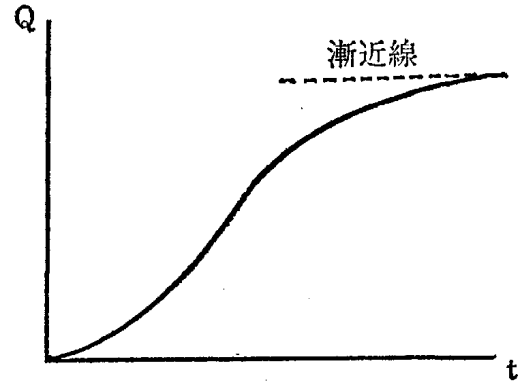


図1 Logistic曲線 (P63)

の事態は，もろもろのシステムや具体的事実の形式的特性にかかわる一般システム理論が存在しうることを，また，自然が形式的斉一性を示していることを明らかにするのである。

2.5 競争 (Competition) (1)によって表わされるシステムはその諸部分間の競争を示すことがある。その最も単純な場合は，あらゆる係数が $(a_j \neq i) = 0$ の場合，すなわち各要素の増大が要素それ自身にだけによって起る場合である。二つの要素の場合

$$\left. \begin{aligned} \frac{dQ_1}{dt} &= a_1 Q_1 \\ \frac{dQ_2}{dt} &= a_2 Q_2 \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

あるいは

$$\left. \begin{aligned} Q_1 &= c_1 e^{a_1 t} \\ Q_2 &= c_2 e^{a_2 t} \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

ここに

$$t = \frac{\ell_n Q_1 - \ell_n c_1}{a_1} = \frac{\ell_n Q_2 - \ell_n c_2}{a_2} \quad (12)$$

により時間を消去する。すると

$$\alpha = a_1/a_2, \quad b = c_1/c_2 \alpha$$

とすれば

$$Q_1 = bQ_2\alpha \quad (13)$$

がえられる。

これは「アロメトリー式」と呼ばれるものであって、形態形成上の、生物化学上の、生理学上の、系統発生上の種々のデータにあてはまる。

さて、(10)を次のように書き変える

$$\frac{dQ_1}{dt} \cdot \frac{1}{Q_1} \cdot \frac{dQ_2}{dt} \cdot \frac{1}{Q_2} = \alpha \quad (14)$$

あるいは次のように表現する。

$$\frac{dQ_1}{dt} = \alpha \cdot \frac{Q_1}{Q_2} \cdot \frac{dQ_2}{dt} \quad (15)$$

(14)は、考察される部分 Q_1 と Q_2 の相対生長率がアロメトリーの式のあてはまるある生命周期を通じてコンスタントな比例においてあることを求める。(15)によれば、この関係が分布過程の結果として解釈される。

システムを構成する諸部分間の相互作用が仮定されるなら、すなわち $a_j \neq i \neq 0$ の場合には事態はもっと複雑になる。その場合は、種間の競争についてヴォルテラ (V. Volterra, *Leçons sur la Théorie Mathématique de la Lutte pour la Vie*, Paris, Villars, 1931) によって研究されたような、また、生体内部での諸部分の競争を論じたシュピーゲルマン (S. Spiegelman, "Physiological Competition as a Regulatory Mechanism in Morphogenesis," *Quart. Rev. Biol.*, 20 ((1945)), 121) の研究のそのような方程式によって、表現されるシステムに達する。

2.6 全体性 (Wholeness) 方程式(1)がテーラー級数に展開されると仮定しよう。

$$\frac{dQ_1}{dt} = a_{11}Q_1 + a_{12}Q_2 + \dots a_{1n}Q_n + a_{111}Q_1^2 + \dots \quad (16)$$

ある量 Q_1 における変化はすべて、 Q_1 から Q_n にいたるあらゆる諸要素の量の一関数であり、他方、ある Q_i におけるなんらかの変化は他のあらゆる諸要素お

よび全システムにおける変化をひきおこす。それゆえこの場合システムは一の「全体」として行動する。

2.7 独立性 (Independence) あるいは加算性 (Summativity)

変数 $Q_j (j \neq i)$ の係数が 0 になるとせよ。するとシステムは次のように退行する。

$$\frac{dQ_i}{dt} = a_{i1}Q_i + a_{i11}Q_i^2 + \dots \quad (17)$$

このことは、各要素における変化がただ当の要素自身にだけ依存することを意味する。それゆえ、各要素は他の要素と独立に考えられうる。全複合体のヴァリエーションはその諸要素のヴァリエーションの総和である。われわれはこうした行動を物理的加算性あるいは独立性と呼びうる。

2.8 漸進的分離 (Progressive segregation) さらに、諸要素間の相互作用が時間とともに減小する場合がある。これは方程式 (1) によれば、 Q_i の係数がコンスタントでなく時間とともに減少することを意味する。その最も単純な場合

$$\lim_{t \rightarrow \infty} a_{ij} = 0 \quad (18)$$

この場合、システムはある全体性から諸要素が次第に独立してゆく状態を経過する。最初一元的システムの状態にあったものが次第に独立的因果連鎖へと分離してゆく。これは漸進的分離である。一般に、原子、分子、あるいは結晶のような組織は、あらかじめ存在する諸要素の結合によって生ずる。ところが生体組織は、諸部分へ分裂してゆく根源的全体の分化により形成される。このことは胚の発達や神経系のそれを見れば明らかである。生体において何故分離が支配的であるかは、従属的部分システムへの分裂がシステム内の複雑性の増大を意味するからであると考えられる。しかし、より高度の秩序に向うそうした移行は、エネルギー供給を予想し、そしてエネルギーは、システムが環境からそれを摂取する開放系である場合にのみ連続的にシステム内にとり入れられうる。そしてまた、システムが全体的状態にある場合には、妨害は新たな平衡

状態の導入にみちびくが、もしシステムが個別的な因果連鎖に分離するなら、これらは各々独立に進行することとなる。

2.9 漸進的機械化 (Progressive mechanization) かくして、増大する機械化は、諸要素がそれら自身だけによって作用するようますます決定されるにいたることを意味し、全体としてのシステムによる調節可能性を失うということの意味する。相互作用係数がより小さくなればなるほど、それだけますます各項 Q_i は無視しうるものとなり、そして、それだけますますシステムは、独立的諸部分からなる一の加算的総体のように、すなわち「機械的」になる。

2.10 集中 (Centralization) いますべての方程式において、ある要素 P_s の係数が、他の要素の係数はかなり小、あるいは0にひとしくさえあるのに、大きいとすれば、システムはこの場合

$$\left. \begin{aligned} \frac{dQ_1}{dt} &= a_{11}Q_1 + \dots\dots\dots a_{1s}Q_s + \dots\dots\dots \\ \frac{dQ_s}{dt} &= a_{s1}Q_s + \dots\dots\dots \\ \frac{dQ_n}{dt} &= a_{ns}Q_s + \dots\dots\dots a_{n1}Q_n + \dots\dots\dots \end{aligned} \right\} \quad (19)$$

というかたちに表現される。この場合 p_s を指導部分 (leading part) と呼ぶことができる。あるいはシステムが p_s に集中するということができる。もしある方程式あるいは全方程式における係数 a_{is} が、 p_s それ自身の方程式における諸係数が小であるにもかかわらず、大であるとすれば、 p_s におけるある小さな変化が全システムにいちじるしい変化をひきおこすだろう。そこで p_s は「引き金」(trigger)と呼ばれうる。 p_s における小さな変化が全システムにおいて「増幅」されるのである。

2.11 漸進的個体化 (Progressive individualization) 漸進的集中はしばしば漸進的分離と連結しており、その表現はある指導部分の時間的发展、すなわち(18)と(19)のコンビネーションによって与えられる。それと同時に漸進的集中の原理はとりもなおさず漸進的個体化のそれである。「個体とは集中化した一

のシステム」と定義される。しかし、生物学の領域においては、これは厳密にはある限られた場合についてのみあてはまり、個体発生や系統発生の見地からすれば、生長する生体は漸進的集中を通じて次第に統一され、「不可分」のものとなってゆくのである。

2.12 階層秩序 (Hierarchical order) 以上において輪郭づけられたシステム概念について重要なことが付け加えられなければならない。システムは、しばしば、その個々の成員がまたより低次のレベルのシステムであるというように構造されている。したがって、 Q_1, Q_2, \dots, Q_n によって示される各要素は、その各々がふたたび、(1)の方程式体系に類似した方程式体系によって定義されるところの、諸要素 $O_{i1}, O_{i2}, \dots, O_{in}$ から成る一のシステムである。

$$\frac{dO_{ii}}{dt} = f_{ii}(O_{i1}, O_{i2}, \dots, O_{in}).$$

システムのこうした重畳性 (Superposition) は、その個々のレベルに対してふたたび全体性、加算性、漸進的機械化、集中等々があてはまるところの階層秩序を意味する。

3 一般システム理論のプログラム

以上の一般システム理論の基本概念の中に当然入れられるべくして述べなかった基本概念がある。それは、開放系 (Open system) と閉鎖系 (Closed system) の区別、またシステムの安定状態に関する以上の二系での差異、すなわち定常状態 (steady state, Fließgleichgewicht ((流動平衡))) と熱力学的平衡、またそれに関連して開放系内の諸要素の動的相互作用による生長過程およびその等目標性 (Equifinality) などである。しかしながらいままで述べてきたとおりベルタランフィの考えている一般システムのモデルは結局、開放系モデルに基礎を置くものであることは明らかであるので、これらについては、ここで論ずることにしたわけである。これらの諸概念についての論究は主として5章、6章、7章において行われている。5章は開放系モデルについての著者の最初の研究であり、6章はやや一般向きの開放系についての説明 (サイバネティックスに

対する論述を含む)であり、7章はもっぱら生長の問題を取り扱ったものである。また、一般システム理論のプログラムについては、あらゆるところにそれへの言及がみいだされるが、ややまとまったものとしては1章、2章、3章、4章の一部の論述が挙げられるにすぎない。一般システム理論というようなすでに出来上った教説があるわけではなく、ある箇所ではベルタランフィがいつているように、それはむしろ新たな科学的思考がシステム論的に再定位するための一の「作業仮説」である現状においてはそれも当然といえるかもしれない。ともかく、上述のような箇所におけるベルタランフィの論述を手がかりに、一般システム理論の体系的プログラムを述べることにしよう。

3. 1 開放系の基本的特質 ベルタランフィが開放系 (Open System) を強調するのは、システム・モデルとして、それが閉鎖システムに対してプライオリティをもつと考えるからにはほかならないが、その認識には生体の機械モデルがその非常な成功にもかかわらず全体としての生体の理解に対して種々の根本的限界を有すると考えられ、しかもそれらの限界は開放系の示す基本的特質の光の下にはじめて可知的なものとなるとする彼の確信がある。すなわち、最近における分子生物学の発達では生体をほとんど分子機械 (molecular machines) の集積体とみなす機械論的方向において展開しており、そこでたとえば、酸化のクレブス回路の「機械工場」とかミトコンドリアの機能を細胞の「動力工場」とか表現するような発想、また同様に染色体の DNA 遺伝コードを特殊な蛋白に、そして結局多細胞生体へと変換し翻訳するのはある種の「微視機械」であるというような発想が出て来る。なるほど生体は一面ではたしかに「サイバネティック機械」のようにみえる側面をもち、またその機械の個々の部分を構成する物理化学的反応系は、それら自身が安定したホメオスタティックなメカニズムを示す。酵素反応や呼吸、また発酵などの反応速度論的考察や質量作用の法則による考察が重要であることはいうまでもないことであって、生体内の諸過程はそれらによる考察によって明らかになる物理—化学的平衡状態を示し、それらの平衡状態は異った諸条件下にあってすら、おおはばに維持されるとい

うことをわれわれは知っている。けれども、第一に生体を「機械」と考想することは論理的に誤っており、第二に物理—化学的な平衡ということは決して原理的に生体を理解させるものではない、とベルタランフィはいう。なぜなら、第一に生体を「機械」として考想する場合、その起源の問題が生ずる。なんらかの神学的説明を企てるのではなく、無秩序な物理—化学的諸事象から成る宇宙において種々の「機械」がいかにして生じてくるに至ったかは、進化論のテキストブックの中にみいだされない問である。ゲノタイプというようなものをもってきたところで、それがすでに一定のメカニズムを予想するとすれば論理的前後関係を顛倒しているというべきである。また、生体には制御機械の典型的モデルとしてのチューリング機械にとって限界となるような調節機構が備っている。チューリング機械には宇宙の分子数に匹敵するような巨大数から成るプロセスを再現する能力があるか。また任意の妨害に対して自動修復や調節を示しうるか。生体はこれらの諸能力を示し、そしてこれこそかつて生氣論者をしてエンテレヒーとか超自然的能力を生体に関して仮定せしめたところのものである。このような仮定はしりぞけられなければならないが、機械論的な生体理解もまた却下されなければならない。第二に、生体内の生理学的諸過程は、それぞれを単独の系としてみたとき物理—化学的平衡の相を示すが、しかし生体そのものは平衡のうちにある系であるとは考えられない。それは閉鎖システムではなく開放系である。それは環境とたえざる物質交代のうちにある系である。生体は外界に対して閉ざされ、つねに同じ成分から成る静的システムではない。それは外部環境からのたえざる物質の輸入、そしてそのエネルギーへの変換、外部への物質輸出においてほぼコンスタントな質量関係下に維持されるところの（準）定常状態にある開放系である。

生体が定常状態にある開放系であるという特質こそは生命現象の根幹であり、そして生体内の定常状態に基づくかたちで二種類の過程がある。一つは系みずからに由来する周期的、自律的諸過程（たとえば呼吸器官や体循環、消化器官の自律的運動、神経中枢や脳の自律的周期的電気活動など）であり、他は

外的諸条件の変化によって、生体内にひきおこされる反応および諸過程の群であって、生体はこれらの刺激あるいは妨害によって定常状態の変動を経験するが、ふたたび動的に安定した平衡状態に復する。したがって開放系としての生体は、一方ではそれが比較的短かい時間間隔をとって考察されるなら、ある近似において定常状態を示し、他方、全生命サイクルにおいて考察されるなら、変化の中をつらぬくある種の不変的構造を示す。とりわけ生体が生長過程において示す等目標性は、時間の軸に沿っての生体の定常状態保持の姿を如実に示すものである。

もちろんこのことは、開放系の基本的特質たる定常状態が閉鎖系における真の平衡、熱力学的平衡やまた化学的平衡とは異なることを意味する。それは「流動平衡」(Fließgleichgewicht)であって、系の要素の連続的で不可逆的な形成・解体においてコンスタントに維持されるものである。

閉鎖系における平衡と開放系における「流動平衡」のもつ意味の差異は、おそらく熱力学的観点からもっとも明らかになるとベルタランフィは考える。熱力学の第二法則は、周知のとおり、ある閉鎖系における物理的諸過程が、一般的にエントロピー増大の方向、すなわち確率増大と秩序減少に向う傾向があることを述べる。閉鎖系においてはエントロピーの増大がクラウシウス方程式($dS \geq 0$)によって表わされる。ところが、生体システムは高度の秩序と反確率的状態のうちにみずからを維持し、分化や有機構成の増大の方向に進みさえする。開放系としての生体におけるこのいちじるしい特色は、プリゴジンによる拡張されたエントロピー・ファンクションにより理由づけられうる。プリゴジンにしたがえば、開放系におけるエントロピーのトータルな変化は

$$dS = d_e S + d_i S$$

で表わされうる。 $d_e S$ は輸入によるエントロピー変化を、 $d_i S$ は化学反応、拡散、熱輸送などのような系内の非可逆的諸過程によるエントロピー生産を示す。 $d_i S$ は第二原理によりつねに正である。 $d_e S$ は正あるいは負でありうる。後者は、たとえば、自由エネルギーあるいは「負エントロピー」の潜在的担体

としての物質輸送を示すものと考えられうる。「生体は負エントロピーを喰べる」という有名なシュレージンガーの言明（『生命とは何か』，岩波新書 pp.110—124）の根底をなしているのはこのことである。しかしながら，開放系の一般化された非可逆的熱力学的基礎づけそのものは，いまだ試案の過程にある。

3.1.1 定常状態 開放系の基本的特質たる定常状態が充たすべき諸条件・諸特質を導きだすため，ベルタランフィは一般的な輸送方程式に着眼する。いま Q_i をシステムの第 i 番目の要素の測度を表わすものとすれば，そのヴァリエーションは次のかたちで与えられる。

$$\frac{\partial Q_i}{\partial t} = T_i + P_i \quad (1)$$

ここに， T_i は空間のある一点における要素 Q_i の輸送速度， P_i はその生産率を表わす。

注目すべきは，物理学や生物学や社会学における多くの方程式がこの(1)の特殊ケースとしてあらわされるということである（pp.126—127）。

一般に，方程式(1)によって定義されるシステムは三種類の異った解をもつ。第一に Q_i の無制限な増大，第二に，時間に独立な定常状態，第三に，周期的サイクルを示す解がえられる。第一はシステムの縦断的構造，すなわちシステムの時間的变化，生物学的には生長を示し，第二はシステムの横断的構造，すなわちシステムの定常状態を示し，第三はシステム内での周期的変動，すでに述べた自律的諸過程を示す。もちろん，これらの解を導きだすためには，一般的微分方程式(1)に諸条件を与えそれを特殊化しなければならない。ベルタランフィはそれぞれの場合についてこのことを試みているが，それらについて詳説する必要はないと考える。ただ，(1)の定常状態についてののみいま簡単にこれをみれば（一般的システムの定常状態を示す条件については，本稿2において考察した），たしかにその存在を証明することは困難であるが，しかし方程式(1)の二つの項のいずれもが Q_i において線型であり，時間から独立しているという条件をつけ加えるならば，その解は，標準的な積分法によってえられ，次

の形をとる。

$$Q_i = Q_{i1}(x, y, z) + Q_{i2}(x, y, z, t), \quad (2)$$

x, y, z は空間座標, t は時間, Q_{i2} は定数と限定諸条件の間に成りたつある種の諸関係のために時間の増大につれて 0 に減少する t の一関数である。他方, (2)における Q_{i1} によって表わされる時間に独立な一の定常状態があるなら, Q_{i1} は時間に独立な方程式

$$T_i + P_i = 0 \quad (3)$$

を充たさなければならない。ここから, (a)安定した解がえられるなら, 定常状態にあるシステムの構成において諸反応はひきつづきおこなわれつづけ, 閉鎖系におけるような平衡には達せず, また物質の流入・流出も行われるけれども, コンスタントにとどまるということ。また, (b)定常状態において輸送によって入ってくる要素数および単位時間ごとの化学反応は, それから出てゆく数にひとしいということ, が理解されるのである。

3.1.2 等目標性 (Equifinality) 開放系の時間的生長においても, 定常状態は系の等目標性というかたちで系の調節機能を明らかにする。物理—化学

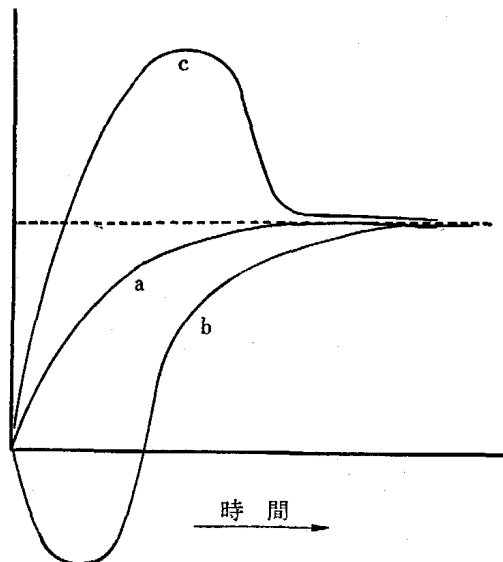


図2 いろいろな開放系における定常状態(a)への漸進的接近, 誤ったスタート(b)オーバーシュート(c)の概要 (p.143)。

的閉鎖系においては系の最終状態はまったく初期諸条件や過程のなんらかの変化に依存する。ところが開放系にあっては同じ最終的状态が異った初期条件やまた過程の妨害に会っても等目標的に達成されるのである。開放系においては「オーバー・シュート」や「誤ったスタート」(すなわち最終的に定常状態に導く方向とはまったく反対の方向への出発)などが起りうる。しかも定常状態が結局は達成される。(開放系の示すこのきわめて興味深い現象についてのベルランフィ

の数学的定式化の試みについては pp.131—134 を参照されたい。)

3.2 開放系とサイバネティックス ベルタランフィは、生体の開放系モデルがきわめて実り多い構想であって、生命の根本的特質、物質代謝、生長、発達、自己調節、刺激反応、自発活動等はすべて、生体が開放系であるという事実の結果であると指摘し、かかる理論モデルは、多様で雑多な諸現象を同じ一般的概念の下に結合し、量的諸法則を導きださうる統一原理であると予測する。そして一連のベルタランフィの理論活動は実際この予測が概して正しいものであることを証明してきたし、また彼以外の人々の考察によっても証明されてきたと考える。そしていまや彼は開放系理論をより一般化し、「一般システム理論」の中に組みこもうとする。しかしながらここにウィーナーのサイバネティックスとのいわば権利争いが生ずる。なぜなら、サイバネティックスもまたシステムの制御過程のメカニズムを研究する理論分野として出発し、そしてシステムの一般理論たることを志向しているからである。

ここでは両理論分野の相違についてのベルタランフィの考えを簡単に整理したい。ベルタランフィによれば、開放系モデルの基礎は構成要素の動的相互作用にあり、サイバネティックモデルの基礎はフィードバック回路にある。前者は情報については何も語らない。そして後者は熱力学的に閉ざされ物質代謝を行なわない。これらのうちどちらがシステムモデルとしてプライオリティをもつであろうか。明らかに開放系モデルであるとベルタランフィは考える。何故なら、第一に開放系においては秩序増大、エントロピー減少が熱力学的に可能であるが、サイバネティック機構においてはそのようなことは可能でない。なるほど「情報」量は形式的に負エントロピーを表わす熱力学的表現と同形式の表現によって定義される。けれども閉鎖システムであるサイバネティック機構においては情報は減少するのみであって増大しないからである。第二に、サイバネティックスのフィードバック・モデルは広義での機械的構造配置を前提するが、この機械的構造配置そのものは、一般化されたシステムの生体モデルの漸進的機械化(2.9を参照)の過程において出現するとして位置づけられる。

したがって諸要素の動的相互作用に基づく調節機構こそ「第一次的」なそれであって、フィードバック・モデルにおける調節は「第二次的」なそれであると考えられるからである。

3.3 一般システム理論のプログラム かくして、ベルタランフィはあらゆるシステムにあてはまる原理を定式化し導きだすことを課題とする一般システム理論を要請する。それは「全体性」、「組織」についての一般科学であり、その完成した姿においては、2において述べたように、システムの定義とシステムの特性または原理を述べる公理命題から演繹される純粋に形式的なかたちをとって展開するが、それにもかかわらずさまざまな経験諸科学に適用できる論理—数学的学問であるだろうとベルタランフィは予測する。それは確率論が偶然的事象にかかわる科学に対してもっと同様の意義を「組織化された全体」にかかわる諸科学に対してもつだろうと考えられる。ベルタランフィはまた別の文脈では、一般システム理論を、従来哲学の分野で、「範疇論」が果してきたと考えられる役割に取って代るものとも考えている。要するに一般システム理論は「個別諸科学の世界を垂直に貫ぬき走る統一諸原理」を展開する科学である (p.38)。そしてこの意味においてこの科学は1において述べた科学の統一という目標へわれわれを近づけるものであると彼は考える。

したがって、現実問題として一般システム理論が果さなければならないところの課題は次のようになるであろう。第一にシステムの正確な定義を与えるとともに実在諸領域におけるシステムの類型の基本的分類を行ない、それらの体系的連関を明らかにすること。第二にそれらのシステムにみいだされる概念、法則、モデルの論理的同型性を発見すべく努力すること。第三に、諸領域にみいだされるこれらの論理的同型性を手がかりにもろもろのシステムを垂直に貫ぬく一般原理、たとえば最小作用の原理、システムの平衡や変動の条件についての原理などを探究し、システム一般にあてはまる論理—数学的なかたちに展開すること。そしてさらに以上のごとき作業をもとにして、一の完結せる形式的演繹体系としてのシステム理論を樹立することである。他方、一般システム

理論のいわば応用的側面が考えられる。第一に、それは異った諸分野におけるモデルの同型性に注目することによって一分野から他分野へのモデルの効果的置換を助長しうる。第二にこのことと結びついて異った諸分野における理論研究のむだな重複を避けさせることができる。第三にそれは科学研究者たちのコミュニケーションの改善に役立ちうる。そしてこのことは科学の統一ということに結びつきうる。

しかしながら一般システム理論がベルタランフィのかかげるこれらの課題を果しうるためには、正確な規準を設けることによって、それがたんなるアナロジーに堕さないよう注意しなければならないだろう。明らかにそのような「アナロジー」という非難はベルタランフィがそもそも一般システム理論を構想するに至ったきっかけとなったところの实在諸領域にみいだされる概念、法則の「論理的同型性」という概念、一般に、「同型性」(Isomorphism)に向けられるだろう。「同型性」ということがたんに恣意的なものにすぎないなら、一般システム理論は科学の資格をもつことができないものとなるであろう。このことについてベルタランフィはどう考えているかを最後に簡単に述べておきたい。

異った实在の諸領域、また異った諸科学において広汎に概念や法則やモデルの論理的同型性がみいだされる理由、(あるいは前提条件)は三つあるとベルタランフィは考えている。明らかにその二つはわれわれの实在認識の仕方および实在そのものの構造に結びついていると彼はいう。なぜなら、第一に、どんなに複雑な微分方程式であろうとそれを書きしるすだけならきわめて簡単であるが、それを実際に解こうとすれば、なんでもないような式がきわめてやっかいあるいは解答不能であることが多い。自然現象を記述するのに好んで用いられる単純な数学的表現は限られており、この理由のゆえに同一の構造をもった諸法則がまったく異った諸分野において現われてくるということになる。そしてこのことは日常言語による諸法則に対しても同じくあてはまる。ここにおいても現象をとらえる知的図式 (intellectual shemes) の数は限られており、そ

ここで同一の表現が異った諸領域において現われてくることになる。第二に、しかしこのことは、それらの諸法則が適用されるような構造を世界すなわち観察可能な諸事象の総体が有していないなら、なんの助けにもならないであろう。もちろんこのことはしかし諸法則がそのまま実在そのものを表現するということではない。それらは実在のあるパースペクティブを切り拓くのである。そしてそのことはまた1において述べたように実在との構造的対応においてはじめて可能なのである。第三に、ベルタランフィは2において述べられた議論に訴える。そこではシステムの一般的定義およびそれを表現と思われる方程式体系から、その体系の性質やその諸要素また諸要素相互間の関係についてはなんらの仮定をも設けることなしにさまざま諸領域においてみいだされるところの諸法則、またシステムの一般的特性にかかわるとと思われる諸概念がみちびきだされた。このことはとりわけ強力に一般的なシステム原理、すなわちすべてのシステムにおいて同型的な一般原理が存在することの証拠であると考えられるのである。

む す び

結論に代えて若干私の感想を書きしるしておきたい。一般システム理論の問題点そのものについては、前掲、山川『政治体系理論』第Ⅱ章第2節「一般体系理論」に適切な批評（第一に、それが理論体系を扱いがたいということ。第二に、それが「視座」に墮するおそれがあること。第三に、それが大幅にサイバネティックス系の現代制御理論または現代システム理論の成果を吸収せねばならぬこと。）がなされているので、私は別の側面について触れておきたい。

第一に、彼の生体モデルについてである。上に見てきたようにベルタランフィの一般システム理論は結局開放系としての生体モデルを基盤にするものであるが、しかし生体モデルそのものとしてみたとき、「開放系」としての生体モデルは生体の充たすべき条件をすべて満足するかという問題がある。生体モデルが充たすべき条件としては、通常、その系が(1)物質・エネルギー転換系であ

ること、(2)自己保存的調節機構をもつこと、(3)自己増殖機構をもつこと、が考えられるのではないか（たとえば、柴谷篤弘『生物学の革命』29—32ページ参照）。ベルタランフィの開放系モデルは(1)、(2)の条件はたしかに十分にみたすだろう。しかし(3)の条件はどうであろうか。自己増殖機構の原理そのものを、「開放系」理論は基礎づけうるであろうか。しかしながらひるがえって考えてみると、「一般生物学」（野田春彦他『新しい生物学』1966, 218—226ページ参照）というような立場から生命をもった存在を定義しようとするなら、上の(3)の条件は十分に一般的であるとも考えられないし、また(1)の条件もかならずしも必要であるとは考えられないともいえる。(1)の条件は結局個体の機能を一定に保つための手段であって、負エントロピーの摂取というようなことも結局個体機能を定常状態に保つ必要から来ているのである。すると(1)の条件なしにも生体モデルが成り立ちうるとするならば、「一般化された非可逆的熱力学による生体モデルの基礎づけ」というようなベルタランフィの構想は、その論理的必然性を失うともいえる。要するに、ここにおいて問題となるのは、「システムの一般モデルとしての生体モデル」というベルタランフィの基本的構想は普遍性を有するかということである。そして、普遍性の規準の取り方次第によっては、その問は否定的にも答えられうるであろう。

第二に、本文において触れることのできなかったベルタランフィの思想の傾向について。彼は若年のころよりドイツ神秘主義、芸術史に親しみ、またシュペングラーの歴史解釈を愛好したといっている。彼の神秘主義的側面は1において述べた「展望主義」に現われている。また、芸術についての彼の考えは10章において展開されている。ここで触れておきたいのはシュペングラーと彼の思想とのかかわりである。シュペングラーについてはこの書物のほとんどあらゆる章に言及がある。そしてその評価は好意的である。そして一般システム理論の展開についての構想そのものが、注意してみると、きわめてシュペングラーの歴史観に類似しているように思われる。ある文明の誕生、生長、老衰、死というようなシュペングラーの歴史の把握のシェーマとベルタランフィのシス

テムの分化、生長、機械化というような図式を比較するならば、そこにはたんに類縁性というようなものを超えるものがみいだされそうな気がする。シュペングラーがたぶんはジンメルの生の哲学の影響を受けたように (Theodor W. Adorno, *Prismen. Kulturkritik und Gesellschaft*, Frankfurt 1955. 邦訳 70—71ページ), ジンメルが生と形式の抗争といったモチーフもまたベルタランフィにみいだされるかもしれない。一般システム理論はそれを一の統一科学構想としてみると、それは究極において実在そのものへの肉迫において相対的にとどまり、実在そのものは知られず理解されず無限に多様な諸相をわれわれに示しつつもニコラウス・クサーヌスのいう *coincidentia oppositorum* としかいいようのないものであるとベルタランフィがいうとき、本書におけるシステム理論の展開のうちに一種の悲劇的様相が感じとられるのである。

第三に、ベルタランフィは、20世紀前半期のアメリカ心理学の主流を形成し、いまなお無視できない勢力をもっている「反応生体」概念、「S—R図式」、「環境決定論」などに基づく人間の「ロボット・モデル」考想の批判を通じて、生体が元来たんに外部からの刺激に反応するだけの受動的なシステムにすぎないものではなく、むしろ自発活動をする系であることを強調し、新たな「人間モデル」(それを彼は“active personality system”と形容する。pp.192—193)の抬頭を叙述するが(8章, 9章, cf. L. von Bertalanffy, *Robots, Men and Minds*, New York, George Braziller, 1967), それら一連の人間諸科学の新たな方向定位が「システム」概念に拠点を求めるものであることを説く。これに関連して、私のいま述べておきたいことは、伝統的「心—身問題」に関する種々のアポリアに対して、この立場が比較的柔軟な態度を取りうるのではないかということである。たとえば、今日われわれは、一方では新たな「人間機械論」と、他方では精神医学の領域における「現象学的—人間学的」立場に立つ人々(たとえば、L・ビンスワンガー、J・ツット、V・E・フランクルなど)が、心—身二元論の欠陥や難点をそれぞれの立場から克服しようと努力しているのを目撃するが、前者の立場が「因—果法則」の徹底によって新たな「心—身因

果論」をつくりだし、それによって現状の困難を原理的に打開することができるという見透しをもつ（たとえば、『岩波講座、哲学』(3)所収、坂本百大「新人間機械論」参照）にもかかわらず、「機械という語の意味と含みの大幅な改訂」はかならずしも心一身の因果決定論を許容させる論理的前提とはならず、「精神現象」と「物質現象」の原理的区別を一種の「言語問題」の枠組の中へもちこんで解消せしめようとするものとして（「言語問題」とすること自体が悪いというのではないが）十分なものとは考えられない（いま、この問題を詳しく論ずることはできない。機会をみて私の考えを述べたい。）し、また後者の立場が、多くは比較的狭く限定された臨床的諸事実の文脈内での発言として、充分に一般的な心一身二元論克服の原理をかならずしも明確に提供しているとはいいがたいのに対して、「システム」概念は心的現象にも身体的現象にもあてはまる中立的な原理の枠組をもたらしことによって、心一身各項のいずれか一方に偏して、なんらかの統一的理解をえようとする場合に生ずる無理を免れうると考えられる。ホワイトは、「システム」概念が心理—生理現象の統一的理解のための「共通言語」を提供し、やがては物質的および精神的現象理解のいずれもがむしろそれから導きだされるであろうところの統一理論を用意するものであると予測する（L. Whyte, *The Unconscious before Freud*, New York, Basic Books, 1960）。さらに、システム論の立場に立てば、「自由意志」や「決定論」の問題に関しても、それら両者の関係をかならずしも二律背反のかたちで考える必要がなさそうに思われる。しかしこれについてもいまは述べるできない。

最後に、まったく個人的な感想を記しておきたい。かつてキューエノ（C. Cuénot, Teilhard de Chadin. C. Soucy）は、ティヤール・ド・シャルダンの思想とヘーゲルの思想を比較し、両者の間に弁証法的思考の一種の平行があることを指摘したといわれる（『理想』(1967, 7, No. 434) 所収、江頭太郎「ティヤール・ド・シャルダンの哲学思想について」）が、いまティヤールとベルタランフィの思想を照応させてみるならば、そこにはヘーゲルとティヤールの間の平行よ

りも、さらにそれ以上の符合がみいだされるかもしれないのである。古生物学者としてのティヤールが宇宙の生成にみいだしたのは「拡散」・「収斂」・「発現」の原理であった。それに対し、ベルタランフィが一般システムの原理ないしはカテゴリーとして提出したのは「生長」・「漸進的分離」・「集中」・「個体化」などであった。両者の間のモチーフの平行は明らかであろう。ここにおいて、われわれは想像をたくましくして、こういってもよいかもしれない。「個別諸科学の世界を垂直に貫ぬき走る統一諸原理」を展開するところの一般システム理論とは、かつてヘーゲルが思弁的に構想し展開した『大論理学』に比すべきものであるが、しかし後者が硬直せる概念の機械的運動図式を呈示するのに対して、前者はより柔軟で複雑な内容を含意しつつ、しかも厳密に数学的な表現を採用しようとする点において、われわれの時代精神がはらむ根本的諸問題に対して、より「上空飛翔的」でない批判原理の体系を提供するものである、と。

1970. 10. 31