

制御・学習および適応：経営問題を中心として

北原，貞輔

<https://doi.org/10.15017/4475331>

出版情報：経済学研究. 48 (5/6), pp.19-31, 1983-10-10. 九州大学経済学会
バージョン：
権利関係：



制 御 ・ 学 習 お よ び 適 応

——経 営 問 題 を 中 心 と し て——

北 原 貞 輔

前稿 (48 巻, 3・4 合併号) で, われわれはシステムの状態・均衡・成長・適応について考察した。本稿では, それをさらに拡張し, 制御・学習および適応の意義について述べ, 適応制御・学習制御と適応 (順応)・創造的適応などの意義・関連について, 前稿と同じく経営問題を対象に考察し, そのうえで制御・営存・創造空間の意義について考えてみる。

1. 制御の意義と制御システム

1.1. 制御とは

制御 (control) とは, “システムの挙動に関して定義される評価が, 所定の条件をみたすように, 入力によってシステム状態に支配を加えること”といわれている¹⁾。

動態的システムは, すべて環境からの入力を変換して出力とし, それを通じて環境に働きかける。この行為がシステムの行動である。したがって, 上記の定義によれば, 制御とは, その行動結果がなんらかの評価基準によって評価され, それが所定の条件をみたすように外部からの入力を用いてシステム状態に影響をおよぼすことと考えることができる (静態的システムでは行動結果を状態と置き換えればよい)。

そこで

1. Z: システムの行動結果として可能な
アウトプットの集合……このなか

には望ましい結果とそうでない結果がある。

2. G: 所定の条件をみたすアウトプットの集合……望ましい結果の集合で Z の部分集合である。
3. R*: 制御装置または調節器 R の可能な行動 (様式) の集合
4. S*: 制御対象システム S の可能な行動 (様式) の集合……その行動結果は集合 Z になる。
5. D: システム S ないしはその行動と, 制御装置 R ないしはその働きに影響する攪乱要因の集合

とし, まず, 制御の基本機構について考えてみよう。

システム S は, その可能な行動 (行動様式) の集合 S* の 1 つをとって行動するが, その結果は好ましいアウトプット (集合 G の 1 つ) になるか, 好ましくないアウトプット (集合 Z - G の 1 つ) になるかのいずれかである。システム S は, つねにいくつかの攪乱要因 (集合 D に属する) の影響下にあるから, その行動結果は必ずしも好ましいものになるとはかぎらず, それを好ましい結果に導くために制御装置が働くことになる。D, R, S と Z, G 間には図 1 に示すような相互関係が成り立つ。

ここでもし, 攪乱要因の影響に対する S と R の相互作用の結果, S の行動にもとづくアウトプットが, Z の部分集合 G 内の 1 つになるよう

1) 高橋安人 [18], 15 ページ。

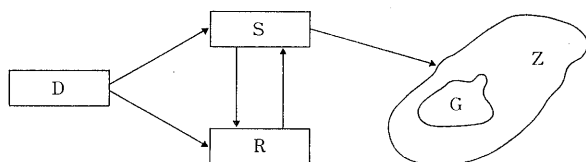


図1. システムSとその行動に対するDとRの関係

に制御装置Rが作動すれば、その場合にかぎってRは効果的な制御装置になる。

それを保証するには、制御装置Rは以下の条件をみたさなければならない²⁾。

- i 攪乱要因の集合Dとその影響量について十分な情報をもっている。
- ii システムSとその機能について十分な情報をもっている。
- iii 十分な制御手段をもっている。
- iv システムSの予測行動と目的を比較して制御手段を選択できるための判断基準をもっている。

条件iは自明である。システムSに影響する恐れのある攪乱要因に関する知識なしに、適切な制御は不可能であろう。

条件iiは、制御装置RとシステムSとの関連の問題であるが、Rが効果的な制御装置になるには、同時にそれがモデルをもっているべきことを意味する。このことは、RがSに影響する攪乱要因に関する情報を受けとったとき、その効果をうまく処理して、Sの行動結果が望ましいアウトプットの集合Gの1つに結びつくようにするため、攪乱要因の影響効果を実際に予測しなければならず、その際、システムSを直接使用できないからである。Sのとりうる行動と観察された攪乱要因の組合せに対し、いかなる制御手段を取るべきかについて、われわれはSのモデルを使用しなければならない。このモデルが適切なとき、判断基準にもとづく最適手

段の選択が可能になる。

条件iiiは、予測される攪乱要因に関し、その数に応じた制御手段の必要性をいうものであるが、そのなかには攪乱要因の混合効果に対する制御手段も含まれていなければならない。

条件ivは、制御手段を選択するために判断基準を欠かせないことを意味し、ここでは当然ながら、システムの目的つまりGが明確になっていることが必要となる。そしてそれがR内のSのモデルに組み込まれていなければならない。

1.2. 制御システム

制御システム (control system) とは、対象とするシステムSの状態または行動結果が望ましいアウトプットに達するように、他の入力を用いてSへの攪乱入力の効果を打ち消すシステムのことをいい、基本的には

- a. 原因制御システム (cause-controlled system)
- b. エラー制御システム (error-controlled system)

の2つに大別される。

原因制御

原因制御は、原因・結果関係の原理にもとづくものであって、対象システムSに影響する攪乱要因の効果そのものに対し、自己のもつ制御手段を働かせる制御形態のことをいう。そのため制御装置Rは、攪乱入力に関する情報を直接に把握することができ、かつ、その効果を打ち消す手段をもっていなければならない。

そこで1例として、部屋の温度 (可能な温度の集合: Z) を一定 (望ましい結果の集合Gの1つ) に保つ問題を取りあげてみる。このとき室外の温度 (攪乱要因の集合Dの1つ) に対し、ストーブからのガスの供給量を調整するだ

2) H. E. S. Kroese, B. V. [15], p. 170.

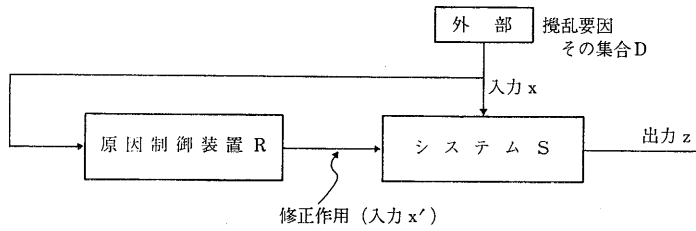


図 2. 原因制御の機構

けで十分であり、しかもその量的関係も明らかになっていると仮定できれば、外部温度に関する情報さえあれば、ストーブを調整して室温を一定に保つことができる。この関係は図 2 に示すように表わせる。

ここに原因制御装置 R は、室外の温度を測定する温度計と、その測定された値に応じてガスの弁を調整する調整装置、弁、ガス・ストーブから成り立っている。そして同時に、外部温度に対し、弁をどのように調整すればシステム S（部屋）の温度 Z を望ましい値（G の 1 つ）に保つことができるか、その因果関係が十分にわかっていて、それが弁を調整するための判断基準として制御装置に組み込まれていなければならない。

原因制御は、1.1 に述べた制御の基本理念（条件 i ～ iv）を最も忠実に反映するものであって、その装置は、温度計・調整装置・弁・ストーブから成る直列システム、したがって連鎖的情報伝達構造（chain-shaped information transmission structure）となっている³⁾。

ところが原因制御が、システム S への環境の影響を対象にしているといっても、S と環境 D の関係は原因・結果関係として十分にわかっており、それが 1 つのモデルとして R 内に組み込まれていなければならない、それは S と D および R の関係がクローズド・システムを形成するこ

とを意味する。それは比較的に単純かつ決定論的システムの場合でなければ適用困難である。

エラー制御

すぐ前に述べた室温の例をいま一度取りあげてみよう。部屋の温度を望ましい値に保持しようとするとき、現実には、室外の温度を知るだけでは必ずしも十分ではない。室外の風の強さや方向なども室温に影響する攪乱要因となりうるからで、それらすべての要因と室温の関係を事前に完全に知っておくことは現実にはかなり困難である。

このため結果としての室温（Z の 1 つ）を観察してストーブのガスの量を調整することが多い。それは結果を所定の条件と比較し、その偏差つまりエラー e を求め、 $e \rightarrow 0$ とするためにガスの量 x' を調整するということである。これは図 3 に示すように表わせる。

原因制御では、温度計は外部温度 x を測定するために働き、その装置は事前に求められている因果関係にもとづいて供給すべきガスの量を調整する。これに対してエラー制御では、温度計はシステムのアウトプット（室温）を測定するために使用されるだけである。つまりエラー制御では、攪乱に関する情報は事前に必要とされず、それはシステム S を通過した後にはわかれば十分であって、その意味では全機構がモデルの役を果たすことになる。このため攪乱に対するシステムの応答に時間おくれ（time delay）

3) H. E. S. Kroese, B. V. [15], p. 114.

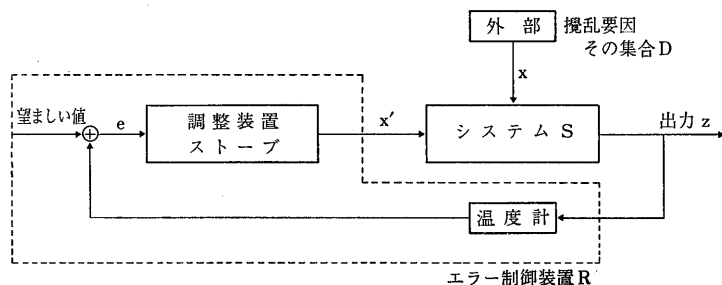


図 3. エラー制御の機構

を生じるのは避けえない。

また、人間が考えるエラー制御では、それが効果を発揮するのに一定の範囲がある。たとえば $25^{\circ}\text{C} \sim 25^{\circ}\text{C}$ の制御能力をもつサーモスタットは、それ以上あるいはそれ以下の温度については最大能力で作動するかストップするかであろう。エラー制御は、事前に予測された環境変化の範囲内の制御にとどまらざるをえないが、そこには予測モデルが必要となる。

エラー制御は、原因制御が一方的な情報連鎖構造をもつのに対し、図3からわかるように循環構造 (circular structure) をもつ。つまり、そこで活用される情報はフィードバック・ループを形成する。

原因制御とエラー制御とは、それぞれ対照的な特徴をもっている。このため両者を組み合わせてそれぞれの特徴を発揮させることが考えられてくる。ここではその説明は省略する。

要は、制御理論では、それを指向する人がなんらかの形のモデルをもっている、あるいは客観的法則を知っていて、それを利用してシステムを支配でき、したがってシステム状態の最適化が可能ということである。システム状態は、構造・機能・入出力・蓄積などのすべてを対象とする⁴⁾。けれども制御理論というシステム状態への支配には、一般に環境に応じた構造・機

能の更新は含まれない。さきの例で、環境の変化に応じ、部屋を改造することまでは対象にされていなかったであろう。そして制御理論の第2の特徴は、目的達成のために情報が活用されることである。

2. 学習と適応制御

2.1. 学習

ウィーナーは、“有機的に編成されたシステムはある変換原理によってインプットをアウトプットに変換するが、もし、その変換原理がシステムの遂行行動の評価に関するある一定の判断基準を含み、その変換方法が、そのシステムの遂行行動をその判断基準にしたがって逐次改善していくように組み立てられていれば、そのシステムは学習する”という⁵⁾。

多くの書物では、ある個所に食餌のある閉ざされた部屋に入れられたネズミが、試行錯誤の後その目的地に到達すれば、以後、ネズミはその目的の場所に直行する例を引用して学習 (learning) の意義を説明する。それによれば、学習とは、“結果がある与えられた時点での投入状態に依存するだけでなく、それに先行する時点の投入状態にも依存する”ようなシステムの行動を対象にするものと考えてよい⁶⁾。ウ

4) 北原貞輔 [12]。

5) N. Wiener [20], p. 14, 邦訳 14 ページ。

6) H. Greniewski [6], pp. 73~74。

イナーのいう“システムの遂行行動を逐次改善していく”という表現の背後には、当然ながら、この“先行時点の投入状態に依存する”という意味が含まれている。

また、ベルマンは、環境の変化にともなうシステム状態を

- i システム状態は、時間とともに、決定論的な、しかしわれわれの知らない方法で変化する。
- ii システム状態は、時間とともに、少数のパラメータを含む特定の、しかし、われわれの知らない確率分布に従って変化する。
- iii 隠れた変数があるというように、システム状態の変化は全くわからない。

という3つのタイプに分け、学習の意義を以下のように説明した。彼のいう学習は、“システムが上記のような不確実性に直面したとき、それがとる最も常識的なアプローチは経験から学びとることであるが、そのプロセスを通じて、システムがみずから未知であった構造やパラメータを学びとっていくこと”である⁷⁾。

さらに言葉を代えていえば、学習とは、当該システムが“客体界の属性についてのインフォメーションを獲得するだけではなく、同時に新しい志向の諸類型をうること”であって⁸⁾、それを通じて環境と調和をとる、あるいはその変化に対応していくことであると考えられることもできる。

このように学習の意義に関する説明・解釈は多様であり、人によって必ずしも同一ではない。けれどもこれらの説明から、学習とは

1. 環境の変化に対するシステムの行動を

対象とする。

2. システム内に行動結果と目的を比較する判断基準がある。
3. システム内に情報の蓄積と使用がある。
4. 行動結果はフィードバック情報として活用される。
5. 環境の変化に対し、未知であった対応手段を見いだす。

を特徴にもつシステムの行動と考えられる。

1は明らかに対象システムがオープン・システムであることを示すものである。2と4とは、それだけではエラー制御と同等であって、システム内部にモデルが組み込まれていることを意味する。しかし、3があるから環境の変化に対し、学習するシステムは未知であった対応手段を発見する(5)ことができる。これはエラー制御には見られないことである。サーモスタットは、たしかに外部温度に応じてガスの量を調整して室温を一定に保つ働きをするが、過去の情報を蓄積して活用することはない。したがって、同じく環境を対象にし、情報に関して循環構造(フィードバック)をもつということから、学習をエラー制御で置きかえることはできない。

しかも学習するシステムが、情報の蓄積と活用を通じ、“新しい志向の諸類型の獲得”ないしは“行動の改善”を行なうことは、暗に、システム自体が時間の経過にともなって自己の目的を変え、また、その構造・機能を変化させていくことを含意している。システム内部の構造・機能になんらの変化もなければ行動を改善することはできず、また、環境の変化によっては目的の修正も必要となるはずである。他方、エラー制御には、システム目的の変更だけでな

7) R. Bellman [3], chapter 15.

8) T. Parsons & E. A. Shils [17], 邦訳 18, 204 ページ。

く、その構造・機能の改新も含まれておらず、基本的には他の入力にもとづくアウトプットの変化が対象になっているだけである。

学習には

6. システムみずからが自己の目的および構造・機能を変化させていく。

という重要な概念が含まれている。ウィナーのいうシステム内部にもつ判断基準も、行動を逐次改善していくなかで変化していくとみるべきであろう。“一定の判断基準”という表現をみて、それは変化しないと考えることは正しくない。われわれ自身、自己のもつ判断基準が学習を経て変化していくことと対比してみれば理解できるはずである。

そこで一例として、人間個人を例にとってもう少し詳しく考察してみよう。人間はつねに外部環境の変化のなかに生きている生物システムであるが、外部からの刺激は、情報として受け入れられ、保持され、必要に応じてそれを想起するという3つの神経活動に結びつく。これらを一括して記憶という⁹⁾。

もちろん、上記の刺激はきわめて多くの特性をもっていて、そのなかのかなりの部分が一旦は感覚貯蔵庫に記憶されるものの、きわめて短い時間に減衰し(約1秒)、その一部だけが記憶として残る。これがいわゆる短期記憶といわれるものであるが、それもかなり早く減衰するといわれる¹⁰⁾。しかし、それがその人にとって重要であり、かつ反復されると短期記憶貯蔵庫に保持され、必要に応じて検索・使用されるも

のとなる。

また、短期記憶の一部には反復・体制化などで長期記憶貯蔵庫に転送されるものもある。これは永久あるいは半永久的に保存され、必要に応じて短期記憶とともに検索・使用される¹¹⁾。以上の関係を図4にまとめておこう。

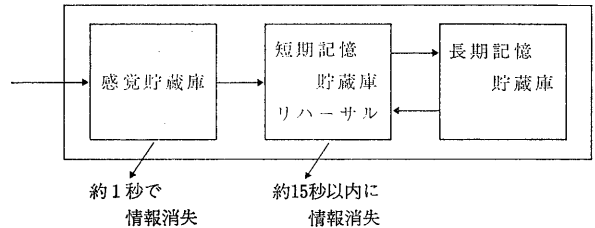


図4. 二貯蔵庫記憶システム
(G. R. Loftus and E. F. Loftus [16])
(図3を借用した。)

人間がこれらの記憶を活用するのは、その蓄積情報にもとづくなんらかのモデルを活用していることを意味する。アービブは、長期記憶をスライド・ファイルに、短期記憶をスライド・ボックスに対応させて説明する。彼の説明では、環境変化に対する人間の知覚作用は、感覚情報を参照しながら、スライド・ボックス内に仕込まれているスライドの位置を直したり、ファイルから感覚入力にもっともよく一致するスライドを検索してスライドを入れ代えたり、足し増したりすることである。そして環境との関係の変化は、それによって新しい入力をえようとするので、スライドを書き直したり、再編したり、新しいスライドを加えてファイルを更新することである¹²⁾。

したがって、そこには内的モデルの活用と修正が含まれており、過去に遭遇したことのない新たな事態に対応できるモデルの新構築のプロ

9) 福島邦彦 [5], 54 ページ。ここにはいわゆる知識情報システム (KIPS; knowledge information processing system) が形成されている。Kitagawa [11]。

10) G. R. Loftus and E. F. Loftus [16], 邦訳 12 ページ。

11) G. R. Loftus and E. F. Loftus [16], 邦訳 79 ページ。福島邦彦 [5], 56 ページ。

12) M. A. Arbib [1], 邦訳, 125~129 ページ。

セスが内包されている¹³⁾。それは明らかに神経回路の構造の変化を必要とする¹⁴⁾。

“先験情報の不足によって、システムの目標が全面的には定められず、これを流動情報の適当な処理で補償することによって、時間の経過とともにその機能を改善する能力をもつシステムが学習するシステム”である。したがって、それは“漸近的に最適なシステム”ということもできよう¹⁵⁾。

制御はクローズド・システム思考にもとづくもので、その意味では均衡に対応する概念である。これに対し、学習はオープン・システム思考に基礎をおき、定常状態ひいては成長に対応する概念と考えることができる。人間は制御を経て成長するのではなく、学習→定常状態の維持を通じて成長するものである。したがって、学習は成長という時間的に変化するシステム状態を作り出すプロセスに含めて考えるべきであろう。

そこで、ふたたび人間を例にとり、その成長プロセスをある短い時間区間で考察してみよう。そこではたしかに人間は定常状態を保持しているが、それは多くの面で学習を通じてえられたシステム状態の維持過程と解釈してもよからう。もちろん、定常状態はシステムの構造・

機能の変化を含むものであるが、短い時間区間だけであればその変化が小さいことから、システムの構造・機能を一定と仮定することもできよう。われわれは人間の成長過程に、近似的な意味で制御の概念を適用可能になる。もちろん、人体システムについては、医学的・生理学的に制御の概念を直接に適用できる局面も数多く発見されている。

これらの2つの局面をまとめて、われわれは、人間の成長を

学 習→定常状態の維持→学 習→
(近似的制御による)

あるいは

変 革→均 衡→変 革→

のプロセスのなかで成り立つものと考えこともできる¹⁶⁾。ここに学習制御 (learning control) の概念が生まれる。

学習制御とは、システムが環境の変化を情報として受け入れて蓄積すると同時に、構造を含むシステム機能の変化を通じ、新しい環境に調和して定常状態を維持していく近似的プロセスを意味し、その結果がシステムの成長に結びつくものと考えべきであろう。それは明らかにオープンかつ自己組織システムだけがもつ特徴である。

とくに人間を主体的構成要素として成り立つ企業組織などの人工システムを研究対象にする場合は、制御の概念を過大視することなく、近似的ながらも上記の概念を重視すべきであろう。それにしても、学習が真の意味においては均衡状態を対象にするのではなく、それを通じた変革にもとづく定常状態を対象にしていること、そしてそれが成長に結びつく概念であることを忘れてはならない。

13) M. A. Arbib [1], 邦訳, 130 ページ。彼はこれを適応モデル構築の条件としている。

14) 福島邦彦 [5], 58 ページ。神経生理学では、記憶(長期記憶)を神経回路の構造変化とみるのがもっとも有力な説となっている。

15) Ia. Z. Tsyppkin [19], 邦訳 1~3 ページ。
これに類似の概念に追値制御がある。たとえば販売目標を時間の関数としてモデル化し、これを用いて目標を達成しようとする場合がこれに当たる。モデル上にはシステムの構造・機能の時間的な変化はなく、それは明らかに制御モデルであるが、実施過程で構造・機能を改新していけば、それは後述する近似的学習・制御に近いものとなる。追値制御については、たとえば市橋英世 [7], 79 ページ。

16) 北原貞輔 [12]

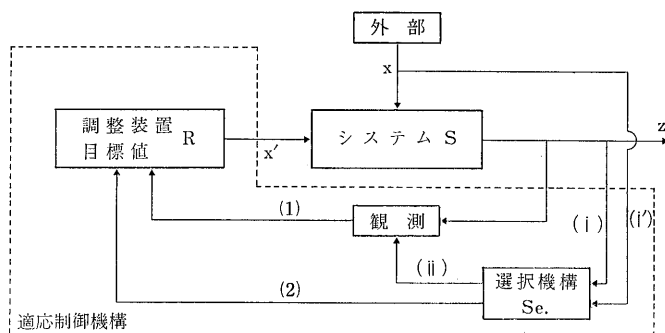


図 5. 適応制御の機構

2.2. 適応制御

適応 (adaptation) は客体 (環境またはシステム) から主体 (システム) への影響を対象とし、制御 (control) は主体から客体への働きかけを対象にすると生じる概念であるが、前者はオープン・システム思考、後者はクロード・システム思考をその基礎におく。適応制御 (adaptive control) は、この両者を結合した概念である¹⁷⁾。

その機構は、大まかには図5に示すように表わされる。システムSは攪乱入力 x の影響下であり、そのアウトプットZは観測装置で把握され、ルート(1)を経て調整装置(目標を含む)Rに送られ、入力 x' でシステムSが調整される。これはさきに述べたエラー制御であるが、適応制御では、これにもう1つの機能が加わる。その機能とは、システムSのアウトプットZに関する情報と、環境の変化つまり攪乱要因の挙動に関する情報とが、それぞれルート(i), (i') を経て選択機構(selection me-

chanism) Se に取り入れられ、環境の変化の程度によってはエラー制御の働きを止め（ルート(ii)), ルート(2)を通じて目標を含む調整機構Rの働きを変更させる機能のことである。適応制御機構は、以上の2つの機能から成り立っている。

ルート(2)は、環境の変化に対して新たな情報を取り入れ、新しいパターン認識(pattern recognition)のもとでシステムSを最適制御(optimal control)しようとするものであって¹⁸⁾、当然、そこには1つのモデルが組み込まれていなければならない。このためそれは制御の範疇に含まれるものであるが、環境の変化が取り入れられており、その意味で適応という表現が使用されている。

ところが適応制御機構に含まれる選択機構が、そのなかで環境変化の情報にもとづいてパターン認識を更新するといっても、それは環境の変化に先行する時点で予測、完成されたモデル上で実行せざるをえず、モデル内のパラメータの変更の域を脱しえまい¹⁹⁾。

だからといって、上記の選択機構が、時間的に変化する環境に対応してモデル自体の更新ま

17) 北川敏男 [8], 116 ページ。

なお、ベルマンは環境の不確実性を前記の i ~ iii のタイプで示し、フィードバックやコントロールの研究に彼のいう学習プロセスを結合して適応制御と定義した。その意味では学習=適応となっている。また、学習と制御を直結するかぎり、前記の説明から理解できるように、それは近似的な意味の学習と制御でなければならぬ。R. Bellman [3], 邦訳 232 ページ。

18) 北川敏男 [8], 116 ページ, R. Bellman [3], chapter 16.

19) 北川敏男 [8], 117 ページ。

でも実行するものとすれば、かなりの制約条件下でなければ最適解はえられまい²⁰⁾。また、なんらの制約条件もなしに解がえられるとすれば、それはすでに適応制御の域を脱したものとなる。

けれども適応制御が、変化・発展する環境内におけるシステム状態の安定を志向するためのものであることに間違いはなく、その意味で適応という表現を使用するとしても、それにもとづく制御装置Rを含むシステムSは、近似的・超安定システムの段階にあり、具体的には、アシュビーのホメオスタットに相当するものといえよう²¹⁾。適応あるいは学習の概念には、それ以上の意味が含まれていることを見落してはならない。

3. 制御に対する学習と適応

さきにも述べたように、制御は主体から客体への影響に焦点をおき、適応は客体から主体への働きかけを主対象にするとときに生じる概念である。客体つまり主体にとっての環境は、ごく限られた場合を除き、主体の意志のままに調整できるものではない。もし、これが可能と仮定できれば、制御と適応を区別する必要はなく、適応制御という用語さえも不必要となる。

ところがかなりの範囲にわたって、学習、適応と適応制御が混同されているようである。それは無意識ながらも

1. 環境を自己の思うままに動かさう。
2. 環境に大きな変化はない。

のいずれかを仮定していること から と思われ

る。

1 は明らかにクローズド・システム思考に立脚したときの見解であり、自然科学的問題や経営内部の問題のなかには、たしかにこれを仮定できるものもある。だからといって、この仮定をそのまま一般論にまで延長すべきではあるまい。そこには、おのずから限界がある。そしてその限界を越えたとき、適応、学習と適応制御の混同が生じるものと思われる。

これに対し、2 は必ずしもクローズド・システム思考に立脚したものではなく、むしろオープン・システム思考を取り入れたものといえるが、ある短い時間区間内、あるいはある種のシステムについてはそれを仮定できても、一般の社会システムにこれを仮定することはかなりの冒険といえよう。とくに経営問題では、企業が相互に戦略をもっており、みずからもその構造・機能を積極的に変化させ、それを通じて環境を変化させているから、2 を仮定することは不可能とみるべきであろう。

たとえば工場における材料の購入・在庫・払出しのシステムに関する OR モデルの使用例を取りあげてみよう。それは明らかに工場を環境とみる管理システムの例であるが、そのときの環境は比較的にその変化が穏やかであり、また、自己の意志で調整できる環境である。このため環境の変化に対し、モデルのもつパラメータの変更によって在庫の調整が可能だけでなく、環境の変化の程度によっては、モデル自体の更新さえも行なうことができる²²⁾。そこには

22) 2 の仮定が成り立つような社会環境は、企業間に特定の結びつきがなく、その変化が穏やかでランダムとみられる社会環境（エメリーとトリストのいうタイプ1の環境）の場合であり、現実には、そのような仮定が成り立つ範囲はかなり制限されるはずである。北原貞輔 [12], F. E. Emery & E. L. Trist [4]。

23) 北原貞輔・児玉正憲 [14], 第8章。

20) モデルと現実間には、とくに経営問題ではかなりの相違があり、モデルの活用には限界がある。北原貞輔・久保山千秋 [13]。

21) 北原貞輔 [12], なお、ホメオスタットについては、W. R. Ashby [2], 邦訳 117 ページ。

適応制御の概念から、さらにそれを越える適応の概念が成り立っている。

けれどもこのシステム・モデルをそのまま延長して、製品の在庫・販売システムに適用することはきわめて危険である。そのときの環境は企業外の市場となり、その変化は必ずしも穏やかではなく、どうしてもランダムと考えることはできないからである。しかもそれを自己の意のままに制御することは不可能であろう。そこには適応制御の概念を適用することは困難である。多くの企業で、OR モデルの使用に慎重を期す最大理由の1つはここにあるが、これこそ適応制御の限界を知り、学習との相違を知悉した経営陣の経験的感覚の現われといえよう。

環境との関連について研究するとき、われわれは

- a. 環境に関する情報はつねに新たに取り入れられる。
- b. 主体はつぎの行動をとって環境に調和する。
 - b₁. 環境に対する主体の働きかけの仕方（様式）が改新される。
 - b₂. 環境の変化に対応する主体の変化の仕方が改新される。

に注目すべきであろう²⁴⁾。

a が成り立ち、かつ b のいずれかまたは双方が成り立つ場合が学習である。ネズミが食餌のあり場所を索し当てる例は $a + b_1$ の場合で学習の例とみてよい。それは環境からの情報の蓄積と、それにともなうなにがしかの機能の変化を必要とする。

他方、適応制御では、その機構に内蔵される選択機構が、事前に予測された範囲内では環境情報を利用するから、完全ではないにしても条

件 a がみたされることに間違いはない。しかし、必ずしも b が成り立つとはいえない。選択機構内に取り入れられたモデルは、環境の変化に先行する時点で作成されたものであって、適応制御機構の働きはモデル内のパラメータの修正を限度とし、システム S およびそれと環境間の構造・機能の変更にもとづく行動様式の改新とはなっておらず、環境の変化によっては、その目的とする最適制御が必ずしも達成できるとはいえないからである。

学習とは、さきに述べたように、環境の変化を情報として把握・蓄積し、それを活用し、構造を含むシステム機能の変化・更新から目的の修正を介し、環境の変化に調和して定常状態を維持していくための活動であって、オープンかつ自己組織システムだけがもつ特徴である。これに対し、制御は基本的にはクローズド・システムを対象とする。それは既存の構造内での目的の達成を指向しているからであり、適応制御もこの範疇の概念である。

これに対して適応とは、システムみずからが自己の構造・機能を変化させ、それを通じて環境の変化に調和していくシステムの特徴を対象に使用されるが、同時に、それを通じてえられるシステムの安定状態の最高の形態を指すものである²⁵⁾。このため適応が制御の概念を越えることは明らかであるが、さらに学習の概念を越えるものまでも含んでいることを見落してはならない。その第1は適応がプロセスと状態を指すのに対し、制御や学習は主としてプロセスを指す概念であること、第2は適応が順応と創造の二特性を含んでいることである。

前記したネズミの例は前者（順応）の場合であり、それが一般にいう学習（その結果をして

24) 北川敏男 [8], 113 ページ。

25) H. E. S. Kroese, B. V. [15], 北原貞輔 [12]。

のシステム状態を含む)と同じ意味をもつ。それは生きた生物が環境の変化に随順することにより、生を営み存在を保つための情報中心の活動であって、営存 (eizon) と呼ばれることもある²⁶⁾。

他方、人間が多くの知識を身につけ (情報の蓄積)、それを活用してさらに新しい自然法則・社会法則を見だし、それを実現化して社会の発展に結びつけ (自己変革が必要になる)、みずからもそれに調和していくのは後者の例である。これを創造的適応という²⁷⁾。

われわれはさきに人間の成長を

学 習→定常状態の維持→学 習→

変 革→均 衡→変 革→

のプロセスのなかで成り立つものと考えうるといった。したがって、その意味では学習=変革であり、そのなかに創造的適応が含まれるとみることできる。しかし、学習に関する一般の概念には自己変革は含まれていても、創造的適応のように、自己変革を通じて環境に積極的に働きかける意味はない。

原因制御・エラー制御・適応制御・適応 (順応)・学習・創造的適応などの概念は、まず第1に、われわれが対象システムをどの程度オープン・システム視するかと、それがどの程度自己組織性をもつかの二元的観点から生じる異なった概念といえよう。原因制御には、これらのいずれの性質もみられない。エラー制御はかなりオープン性をもち、適応制御はさらにオープンであるが、いずれも自己組織性は有しない。これに対し、後の三者はいずれも完全にオープンかつ自己組織システムのもつ特徴である。

他方、人工システムと生物システムという観点に立って観察すれば、後者は明らかに純粋な適応システムであるが、前者には上記のすべての性質をもたせることが可能である。たとえば常識的な意味での機械は、明らかに適応制御の段階までであるが、企業組織のような場合は、それが人間を主体的構成要素とするから、創造的適応の段階までの性質をもたせることができる。ただ、実施過程までを考えれば、近似的適応の域にとどまらざるをえないことも多いであろう²⁸⁾。

制御・学習・適応などの概念に関する第2の識別は上記のオープン性にかかわるものであるが、客体から主体への働きかけに焦点をおくか、その逆を重視するかによるものである。制御は後者に属し、自己を中心とする概念である。これが既存の構造を未来にまで延長し、モデルの使用を不可避なものとしている。これに対し、学習と適応 (順応) とは、環境の変化を学びとってそれに調和していこうとする概念であって、その意味では他律的である。

他方、創造的適応は、環境に積極的に働きかけてこれを変化させ、みずからもその変化した環境に調和していくという意味をもち、自主性と他律性の二面性をもつ概念である。このためオープンかつ自己組織システムだけがもちうる特徴であるが、一般の生物システムや動物システムにこれを期待することはできず、人間や企業などを含む社会的システムだけがもつ特徴である。

なお、学習および適応 (順応) について、すぐ上では、両者はいずれも環境からの働きかけに焦点をおくという意味で他律的といったが、後者が環境に順応するという意味で真に他律的

26) 北川敏男 [8], [9]。

27) 北原貞輔 [12]。

28) 北原貞輔 [12]。

である反面、学習には、つぎの段階で創造的適応に発展するという意味も含まれている。本節初めに述べた分類でいえば、このときは $a+b_2$ である。学習には $a+b_1$ と $a+b_2$ の2つの場合がある。

経営問題では、企業を社会の発展に貢献すべき人間主体のシステムであると解釈するとき、われわれは制御・適応制御システムの研究だけでなく、それ以上に、学習・学習制御・創造的適応に大きな関心を払うべきであろう。

4. 制御・営存・創造空間²⁹⁾

これまでに述べてきたことから、われわれは制御・学習・適応などの諸概念が、いずれも情報システム活動を基礎として成り立つものであることがわかる。

これらのなかで、制御は、基本的には対象システムの構造・機能を固定し、環境の変化つまり攪乱入力の影響に対し、他の入力を用いて、当初に与えられたシステム目的を達成しようとするとき生じる概念であり、環境変化に関する完全な知識を必要とする。

これに対し、人間あるいはその集団としての企業などが、環境の変化のなかでその変化を取り入れながら存続・生存していくための対応を中心とする概念が営存である。それは環境の変化に順応していく意味の適応、あるいはネズミの例で述べた学習を通じた適応に対応する概念であって、システム自体の構造・機能の更新だけでなく、そのなかには環境の変化に応じた目的の修正も含まれる。

われわれはさきに適応を順応と創造的適応に区別した。前者は環境の変化に随順していく行為とその結果としてのシステムの安定状態を意味し、上記の営存を含む概念である。これに対し、後者は自ら社会の変革を導き、それに調和していくという自主性・他律性の二面を含む行動と、その結果としてのシステムの安定状態を対象とする概念である。人間あるいは企業などの組織体としての学習行動は、それに引きつづき、適応(順応)あるいは創造的適応に結びつくものである。

とくに企業が情報活動を通じて自然・社会環境の変化に応じて生存・成長していくとき、その行動は、上記の制御・営存・創造の3座標軸で成り立つ空間上の点で表わせる。それはあるサブシステムは制御活動を取り、他のサブシステムは創造活動をとるというようにしてであり、また、それらのサブシステムが状況に応じて制御・営存・創造活動を使いわけるというようにしてである。要は、その程度が企業によって同じではないということである。

さきの在庫システムの例でいえば、通常は数学モデルを用いた制御活動である。それは環境が安定しているからにほかならない。しかし、若干の日時を経て環境に変化が起これば、そこには適応制御機構の働きが起こる。そしてそれを越える変化には、モデルの取替えを含む適応活動、つまり営存のための行為が現われる。もちろん、これらの過程で新たな管理方式の研究が完成するかも知れない。それは学習を通じた創造的適応に結びつく。

特定の機械や生産工程のような主として物質から構成されるシステムを対象にするときは、他との関連を無視できれば、われわれは短い時間区間では制御論でそれに対応することができ

29) T. Kitagawa [10], 北川敏男 [8], [9]. 制御・営存・創造の3座標軸論は、国内では、1969年、北川敏男 [8] で初めて展開・紹介されたものである。しかし、企業活動がこの3軸で成り立つ空間内の点で表わされるという認識はまだ不十分なようである。

る。けれども人間を含む社会環境内の企業システムのような複合システムを対象にする場合は、制御論だけでこれに対応することは困難である。われわれは、企業活動がつねに制御・営存・創造空間内の活動であることを忘れてはならない。

5. お わ り に

近年、数学・情報科学・コンピュータなどの進歩・発達にともない、多くの分野で適応制御機構の導入が容易になってくるとともに、適応制御を学習ないしは適応と、さらには自己組織性と同一視する傾向が散見されるようになってきた。たしかに自然科学の分野では、ある程度の条件を整えさえすれば、適応制御と学習を同一視してもさして問題にならないことも多からう。だからといって、社会科学の分野にそのままその論理をもち込むことには大きな問題がある。それは完全にオープンかつ自己組織システムである人間がその中心になるからである。

本小論では、以上のようなことを踏まえ、制御の概念を基礎に、学習、適応（順応）と創造的適応、適応制御のもつ意義について比較・考察をこころみ、制御・営存・創造空間について論及した。諸賢の御批判を乞う次第である。

参 考 文 献

- [1] M. A. Arbib: *The Metaphorical Brain, An Introduction to Cybernetics as Artificial Intelligence and Brain Theory*, John Wiley & Sons, 1971, 金子隆芳訳『脳』サイエンス社, 1980.
- [2] W. R. Ashby: *Design for a Brain*, Chapman and Hall, 1960, 山田坂二（他）訳『頭脳への設計』宇野書店, 1967.
- [3] R. Bellman: *Adaptive Control Process*, Princeton University Press, 1961, 渡辺茂
- 訳『適応制御プロセス』共立出版, 1966.
- [4] F. E. Emery and E. L. Trist: "The Causal Texture of Organizational Environment" *Human Relations*, Vol 18, No. 1, February, 1965.
- [5] 福島邦彦:『神経回路と自己組織化』共立出版, 1979.
- [6] H. Greniewski: *Cybernetics without Mathematics*, Pergamon Press, 1960..
- [7] 市橋英世:『組織行動の一般理論』東洋経済新報社, 1978.
- [8] 北川敏男:『情報学の論理』講談社, 1968.
- [9] ———:『情報と認識』日本放送出版協会, 1979.
- [10] T. Kitagawa: "The Role of Medical Informatics in Establishing an Integrated and Intelligent Medical Information Systems", *MED. Inform.*, Vol.7, No. 1, 1982.
- [11] ———: "Model and Architecture of Distributed Data Base Sharing Systems Associated with Knowledge-Information Processing Systems" in R. P. van de Riet and W. Litwin (eds.): *Distributed Data Sharing Systems*, North-Holland, 1982.
- [12] 北原貞輔:「均衡・成長と適応」経済学研究, 第48巻, 第3・4合併号, 九州大学経済学会, 1982.
- [13] 北原貞輔・久保山千秋:「モデルの意義とその活用限界」オフィス・オートメーション, Vol. 3, No. 5, 1982.
- [14] 北原貞輔・児玉正憲:『OR による在庫管理システム』九大出版会, 1982.
- [15] H. E. S. Kroese, B. V.: *Systeemdenken*, Nijhoff Social Science Division, Translation, N. J. T. A. Kramer and J. de Smit; *Systems Thinking*, 1977.
- [16] G. R. Loftus and E. F. Loftus: *Human Memory—The Processing of Information—*, Lawrence Erlbaum Associates, Inc., 1976, 大村彰道訳:『人間の記憶—認知心理学入門—』東京大学出版会, 1980.
- [17] T. Parsons and E. A. Shils: *Toward a General Theory of Action*, Harvard University Press, 1954, 永井道雄（他）訳『行為の総合理論をめざして』日本評論, 1968.
- [18] 高橋安人:『システムと制御』岩波書店, 1969.
- [19] Ia. Z. Tsytkin:『学習システム入門』, 北川敏男・林 順雄訳, 共立出版, 1973.
- [20] N. Wiener: *God and Golem, Inc*, MIT Press, 1964, 鎮目恭夫訳『科学と神』, みすず書房, 1973.