

システムの記号的表現について

遠藤 貞一

システムという概念は現代の思想において最も重要にして基礎的なものである。しかもその説明が学者によってかなりまちまちである。しかしその内容迄がマチマチであるという印象は少ないが、表現の仕方にはかなりの相違が見られる。

かつそれは相当複雑に入り組んだものとなるのが一般なので、その表現も単なる長々しい文章の形式よりも、むしろ数学的表現に、特殊のシンボリックな記号と約束をとり入れると、一般にはるかに理解し易いものとなる。

この発想は記号論理学、新しい基礎数学、集合論、位相幾何学、数理言語、オートマトン等の表現をベースとして、これに **Advanced Symboles** の一群を創成して、新しい「システム記号法」なるものが研究されつゝあるが、その中の特殊記号をこゝに紹介して、それを用いて、ジェネラルシステム論の一部を表現してみる。

まづ記号論理学の言明計算、基礎数学に出てくる

- 1、 $p \wedge q$: 2つの真理値——を拡張して、集合 P, Q において $p \in P, q \in Q$ の元についても $\wedge \equiv \text{and}$ は適用される。
- 2、 $p \supset q$: p (先考) を考えて q (後考) を考える。
- 3、 $p > q$: p は主体 q の条件または前提である。
- 4、 $p \sim q$: p と q とは連絡がある。 \sim は連絡線という。

また p は q を含むの $p \supset q$ の \supset 記号はよく使われる。

- 5、 \supset, \sim 及び——連絡線の軸は、長、短、弯曲自由である。

またこの軸の横に説明をつけることもある。なおこれ等の軸線は自由に交叉することが出来るが交わらない。交わるときは結び \times を入れる。

注—その他集合論、記号論理で使われる記号はそのまゝ使用される。

まづジェネラルシステム論におけるシステムの定義で

M. D. Mesarovic の定義

要素の集りを $V = \{V_i : i \in I\}$ とする。

こゝに I は集りの標数の集合を示す。

i はその標数である。

このときシステム S とは、 V の上に定義された関係

$$S = \times \{V_i : i \in I\}$$

ここで \times は V_i 間の直積を示す。

これだけでは

システムとは関係づけられたものの集り

またはいくつかのもの間に成立つ関係のパターン

であるという程の意味にしかならない。

そこで1歩進んでシステムの本質に突込むと、まづそれは全体が機能 (Function) という立場からリファイン (精練) されたものでなければならない。

それはほんとに必要なものだけが集合を形成し、その要素間の関係にそれぞれ適合した機能が結合されていなければならない。

さらにこの機能は分析すると2つに分れる。

1つは異種、異質の機能を合成して、より広く深く価値ある機能を生成すること。一機能の合成—Fc—c≡Construction

2つは機能が如何なる機能要素部分からどんな結合で構成されているかを分析する一機能の分解—Fa—a≡analyze

しかしこの機能が発揮されるのは

行動 (Behavior) 又は作用 (Action) によってである。

これをここでは〔 ϕ 〕で表わす。

この行動は、無秩序なものでなく、「或るルール」規則によって行われる。

これをここでは、システム・ルール≡L という。

システム・ルールに従い行動して、機能を発揮するシステムは、勿論一番初めに明確になっていなければならないものは、その行動の目的なり、目標でなければならない。

そこでこの目的または目標を〔P〕で表わす。

なおこの行動がよく理解されるためには、その行動の「環境」、 「場」がはっきりしていなければならない。

これをこゝでは〔E〕≡Enviroment, Fildで表わす。

すなわちこのような「場」で1つの体系が、或る目的に向って行動する思惟体系が「ケオス≡混沌」から「秩序集合」に凝結させれば、システム論が形成される。

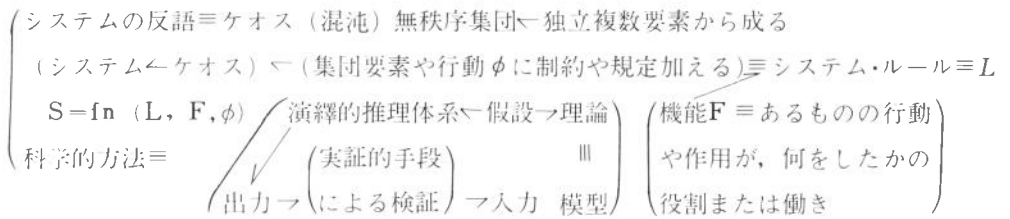
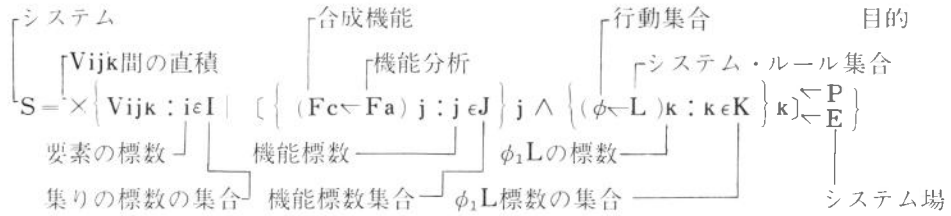
それを科学的方法論によって構成すればシステム科学となる。

我々はシステム科学の立場に立つものとする。

ここで科学的方法とは、假説にもとづいた演繹的論理体系を作り、これに問ひかけて結果を推論する思考方法である。推論された結果は実証的手段によって検証される。実証によって假説は法則となり、理論体系は客観性を獲得する。この体系を理論あるいは模型と呼んでいる。システ

ム科学はこのような科学的方法論によって、システムを追究する理論である。

そこで以上の所論を前述の記号を使って表現し直すと次のようになる。



システムの3要素 (行動, 機能, システム・ルール)

ϕ (Behavior)

今ある行動体 ϕ を考える。 ϕ の内部造を問わず、これを1つのブラックボックスと考え、ある入力 x を受け、出力 y を結果するとき、 (x, y) を ϕ の1つの行動と呼び、 ϕ の示す行動の集合を ϕ の行動領域と呼び D_ϕ で表わす。

n 種の行動領域 D_ϕ については次式が成立つ。

$$D_\phi = \{(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)\}$$

組み合わせ行動 (Combinational Behavior)

$\equiv (x, y) \leftarrow$ 出力 y が単一入力成分 x のみで決まるとき

Ex. 釣り下げた重み $\left\{ \begin{array}{l} \text{長さ } y \text{ のスプリング} \\ \text{スプリングの行動 } (x, y) \end{array} \right.$

順序行動 (Sequential Behavior)

$\equiv t$ 時点の出力 y_t が入力時系列 $x = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_t)$ で決るとき

即ち過去の履歴や積算効果で結果の異なる行動

Ex.

$(x (=x_1, x_2), y) \equiv$ 作業 y を行う作業者の行動 $\left\{ \begin{array}{l} \text{作業命令 } x_1 \text{ を受け} \\ \text{材料 } x_2 \text{ を準備して} \end{array} \right.$

行動体 ϕ がシステムを形成する要素なるとき、これを

サブシステムという。

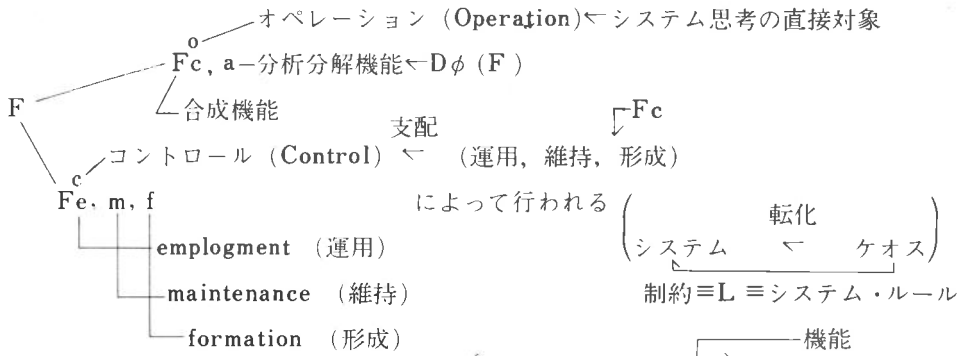
$$(1 \text{ つの行動}) \equiv (x, y) \rightarrow \begin{matrix} \uparrow f \\ \text{或働き} \\ \text{或役割} \end{matrix} \equiv [\text{機能}] \leftarrow (x, y) \\ \text{--- (定義)}$$

サブシステム ϕ の行動が m 種の機能 $f_1, f_2, f_3, \dots, f_m$ に分類されると

$$D\phi = D\phi(f_1) \cup D\phi(f_2) \cup D\phi(f_3) \cup \dots \cup \phi(f_m)$$

に分割され、 $D\phi(f_i)$ は機能 f_i を有する行動の集合で $D\phi$ の部分集合である。

一般システムの機能



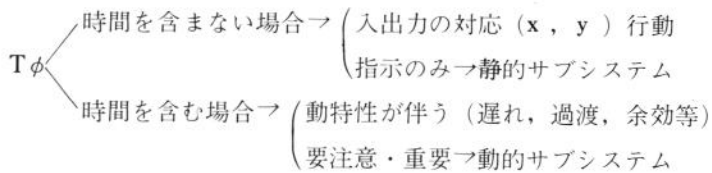
$$[L_1, L_2, L_3, L_4, L_5, L_6, L_7] = L = \{ y \mid (x, y) \in D(F) \}$$

出力成分の集合 (Fの示す行動の集合)

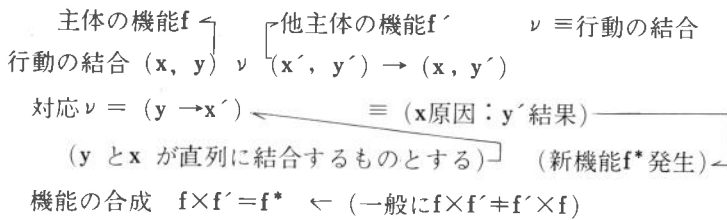


$$\phi \text{ の行動モデル} \equiv [\text{変換 } T\phi: x \rightarrow y, (x, y) \in D\phi] \leftarrow (\phi \leftarrow \text{入力 } x) \rightarrow (\text{出力 } y)$$

$x \equiv (x_1, x_2, \dots, x_n)$ を領域とする入力変数
 $y \equiv (y_1, y_2, \dots, y_n)$ を値域とする出力変数
 \rightarrow (入出力組 (x_i, y_i) の集合が ϕ の行動 $D\phi$)
 この ϕ がシステムの要素として部分機能を分担するとき、その $T\phi$ はサブシステムの行動モデルとなる。



サブシステムの結合と合成



もし2つの主体で不可能ならば

$$(x, y) \nu_1 (x'', y'') \nu_2 (x'', y') \rightarrow (x, y')$$

$$\nu_1 = (y \rightarrow x''), \nu_2 = (y'' \rightarrow x')$$

φ Γ φ' とは < φ が関係 Γ において φ' と結合する > = 入出力の結合

但し φ', φ ≡ 入出力サブシステム φ, φ' 間にある関係 ≡ Γ

一番重要なものは人間である。その能力を高めるため機械を使う。

人間 M と機械 MC との結合は

- 1) φ_M Γ₁ φ_{MC} ← Γ₁ = 操作による物理的結合
- 2) φ_{MC} Γ₂ φ_M ← Γ₂ = φ_{MC} 状態の情報結合
- 3) φ_M の機能 f = コントロール機能
- 4) φ_{MC} の機能 f' = オペレーション機能

人間の結合にはフォーマル結合 Γ とインフォーマル結合 Γ̄ が存在する。人間関係は (Γ, Γ̄) で表わされる。これは特に問題である。

今サブシステムの集合 φ = (φ₁, φ₂, …, φ_n) とその間の関係を規定する結合の集合 Γ = (Γ_{ij} | i, j = 1, 2, …, n) からなるネットワーク { φ, Γ } = S はシステムである。

$$S = \left\{ \phi, \Gamma \right\}_{\mathbf{E}} : \mathbf{x} \rightarrow \mathbf{y}$$

x = 入力, y = 出力, E = 環境

環境からの入力 x は一般に次のような要素を成分とする入力変数である。

- (1) 行動の動機や方向づけの入力で社会動向, 社会要求, 期待制度, 習慣など,
- (2) 行動を実行するための入力で環境状況, 財貨, エネルギー, 原料など,
- (3) システム構成のための入力で人間や機械
- (4) システムの行動能力, 効率, 特性に影響を与える人力で学問, 技術, 知識, 言語, 心

理的刺激，生理的作用，物理的作用など。

出力Yは

商品，サービス，学問，技術など

システム個有の行動結果

しかしこれらのネットワークの有効利用はなお多くの問題を解決しなければならない。

結 言

これまでの所でシステムの或る部分の骨子は示されたが，これはさらに，人間と人間の中の組織のシンボリックな表現と，その組織と仕事との関係がシンボライズされて，それとのシステム的な相関関係が明らかされると問題は一層その構成を明らかにして来ることになる。この後者については，次の機会に述べられるであらう。