

テーマ 『システム概念と社会科学』

はじめに

1. 仮説

「世界（物質界、生物界および人間界）に存在するすべての実在はシステムを成す」

2. システムとは（定義）

（1）文章による表現

複数の要素から構成され、これら要素間には何らかの結合関係が存在し、各要素はその結合関係を介して一定のルールに基づく相互作用を及ぼし合い、その結果、全体として一定の秩序ある振る舞いを発現するような要素の集合体。

（2）式による表現

システム = : [{要素}、構造、ルール； 目的、動的] (式1)
ここで、 { } は集合をあらわす。

（3）図による表現

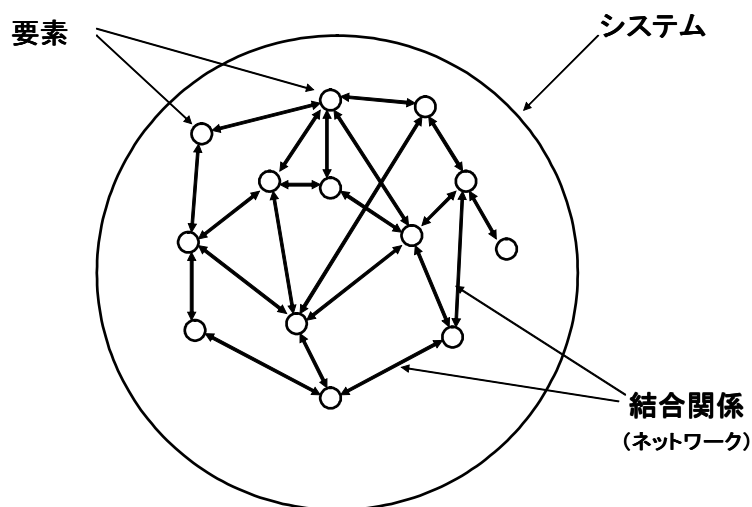


図1 システムの概念モデル

3. 主要な用語（概念）の説明

- **構造**：システムの構成要素は、何らかの結合関係によって相互に結び付けられており、いわゆるネットワーク構造をなしている。
- （構成要素間の）**相互作用**：システムの構成要素は相互に結びついてネットワークを構成し、一定のルールに基づく相互作用を及ぼし合っている。
- （構成要素の）**運動**：時間の経過とともに構成要素がその位置や形状、状態、質などを変化させること。広義の運動を指す。
- **ルール**：個々のシステム構成要素が、運動するに際して従わなければならない法則や規則、拘束条件など。システムの運動や状態変化を秩序づけているもの。具体的には、
物質界：自然法則
生物界：自然法則＋ゲノム情報
人間界：自然法則＋ゲノム情報＋社会的規則（＝約束ごと）
- （システム）**現象**：個々のシステム構成要素の運動の結果として外面に現れてくるあらゆる事実。システムの本質の外面的な現れ。自然現象、生命現象、社会現象、経済現象など。
- **創発**：もとになっている構成要素（部品や素材）とは飛躍的に違う質や性能が現れる現象。細胞内の小組織の集まりから生じている**生命現象**や神経細胞の集まりである脳から生じている**意識現象**は、創発の典型例である。

4. システムの特徴および性質

- ① システムは**階層構造（階層性）**を持つ。
- ② システムは、要素の集合体として閉じている。
システムの構成要素間に働く引力は非常に強力であり、システムは通常、一体的なものとして存在する。したがって、システムには外部と内部の明確な区別、すなわち境界が存在する。
- ③ システムの構成要素間にはネットワークを介した相互作用が存在し、相互作用に伴う各要素の運動（広義の）がそのシステムに固有の質や機能、振舞いなどを発現させる。さらに、各構成要素の運動は、システム現象や創発の発生原因となる。
- ④ すべてのシステムには寿命がある。すなわち、「死」が不可避的な事象として存在し、それと同時に、常に新しいシステムの「誕生」がある。
- ⑤ システムに設定された目的をよりよく達成できる方向に各構成要素の運動が行わ

れるようにするために、何らかの形の制御（コントロール）を行う仕組みがシステムに組み込まれ実現されなければならない。制御（コントロール）を行うための中枢システムが必要である。

生物界：DNA（個体の生命の維持、種の保存）

動物界：DNA+原始的脳（同上+運動制御（筋肉の動きの制御））

人間界：DNA+原始的脳+認知能力の発達した脳（同上+人工システム（社会システム・機械システムなど）の設計および制御）

5. システム系列の分類と歴史的発展経過

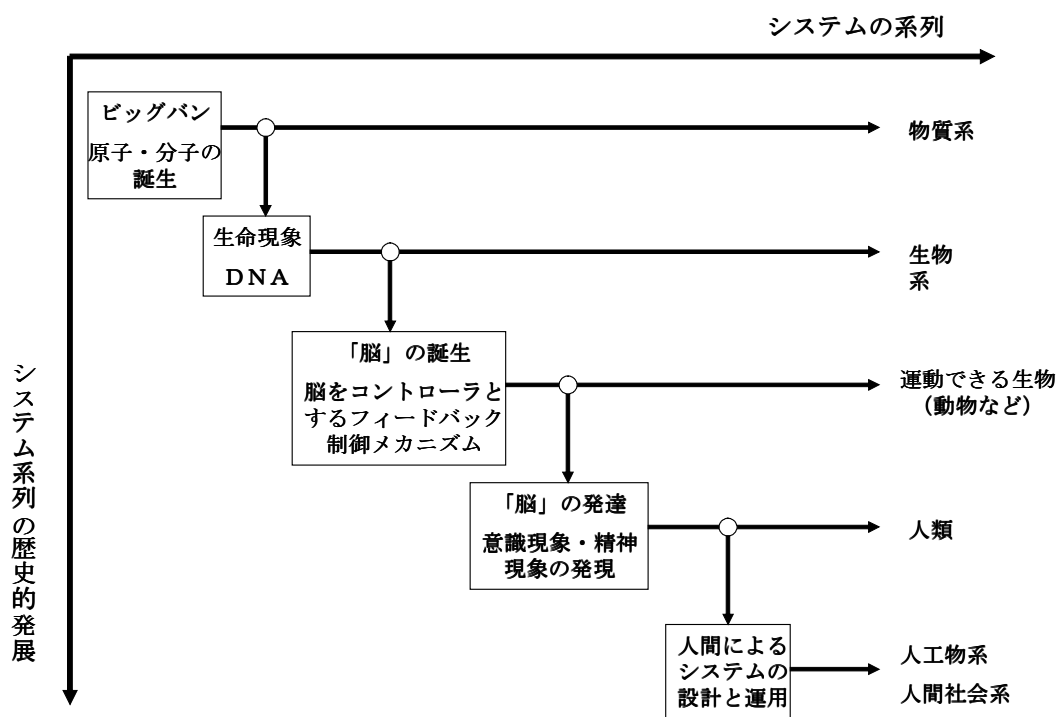


図2 システム系列の歴史的発展経過

6. 自律型システムにおける運動制御の仕組み

- ・システム科学や制御工学の教えるところによれば、明確な目的を持ち、その目的達成に向けて自律的な動きをするシステムにおいては、システムの各構成要素の運動をコントロール（制御）するための制御の仕組みが実現されていなければならない。
- ・この制御の仕組みは、制御機能を備えた中枢的な要素（制御要素と呼ぶ）を作り、その要素をコントローラ（制御装置）とした制御システムを構成する形で実現される。

・図 2 に示すように、これまで自然界で生み出された制御要素は、生物システム用の「DNA」と運動する生物用の「脳」の二種類だけである。

●DNA :

・DNA は生物の個体を構成するすべての細胞に存在しており（人体の場合約 60 兆個）、これをコントローラ（制御要素）とする制御システムが形成されている。

・DNA は 4 種類の核酸塩基の一次元配列となっている（ヒトゲノムの塩基の数は約 30 億個）。DNA は、形式的には「情報」の形を採っているが、働きのには「プログラム」である。制御動作は、対応するプログラム部分の動作のオン・オフを制御するやり方で行われている。

・生物システムの目的は、「個体の生命の維持」と「種の保存」の二つと考えられる。DNA には、これらの目的をうまく達成できるようにするための制御系と情報系の巧妙な仕組みが実現されている。たとえば、生物の体内で様々な役割を果たすたんぱく質やホルモン、酵素は、遺伝子の DNA 配列が設計図になり、その情報をメッセンジャーRNA（リボ核酸）に写し取ってから作られる。

●運動制御中枢としての脳 :

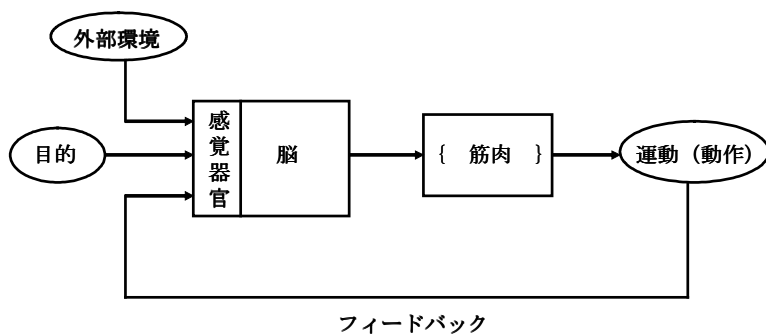


図 3 人体の運動機能を制御するためのフィードバック制御システム

・図 3 に示したような脳をコントローラとするフィードバック制御システムは、自然が作り上げたという意味で、最も自然で理想的な制御の仕組みであると解される。以後のシステムでは、すべての場合に、この制御方式が基本的なものとして踏襲されている。

・体系化された制御理論においても、「フィードバック制御」を基本的・原理的な制御方式として位置づけている。

7. 人工システムの基本構造パターン

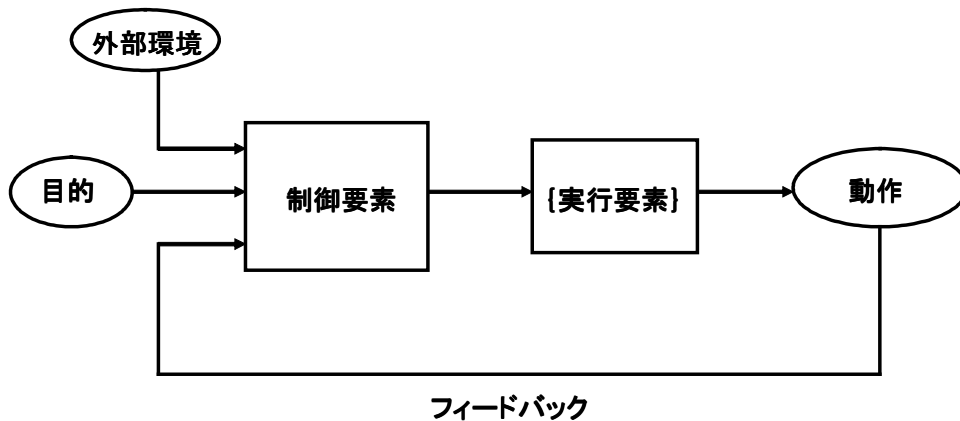


図6 人間が制御するシステムの基本構造パターン

・ 図中の制御要素は、具体的には「人間の脳」である。

8. 人間の脳の発達をもたらしたシステム進化上の大変革

・ システムの「創発」作用により人間の脳に「心」が誕生した。つまり、意識現象・精神現象が発現した。これによって人類は新しく「情報」を作り出す能力を獲得し、精神的・文化的活動が行えるようになるとともに、目的をより良く達成できるようにするための道具・手段（すなわち人工のシステム）を設計し使用することができるようになった。自然によって生み出されたシステムである人間が、今度は、人工のシステムを作り出して使うようになるまでに進化をとげたのである。

・ 人工のシステムは、大別すれば人工物システムと(人間)社会システムの2種類に分けられる。

・ 対応する学問分野は、人工物システムが自然科学および工学、(人間)社会システムが社会科学である。

・ 人工システムは、人間が設計し使用するものであることから、人工システム研究における基本問題は、設計問題と制御問題の二つである。

9. 人工物システムと社会システムの比較

		人工物システム	社会システム
システムの差異	基底要素	物質（原子、分子）	人間（または人間集団）
	ルール	自然法則	社会規則（社会的約束ごと） 法律 条例 規則 規定 規約 定款 約束 契約 社会制度 文化・芸術の様式 倫理 慣習 エチケット ……
	コントローラ （制御主体）	人間の脳	人間の脳
	システムの可制御性	ルール・命令に対する違背がない	ルール・命令に対する違背がある
「制御」の同義語		コントロール（制御） 使用 運転 操縦 運用 操作	コントロール（制御） 経営 運営 操業 統治 支配 監督 指導 教育
システム設計上の差異		<ul style="list-style-type: none"> ・「ルール」は自然法則であり、設計の対象ではない。 ・「フィードバック制御」のための仕掛けが、設計され、システムに組込まなければならない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・「ルール」は設計されなければならない。 ・「フィードバック制御」の仕組みは設計されるが、「規則」の形で実現されるのが普通である。
学問・研究上の差異		<ul style="list-style-type: none"> ・工学（+自然科学） ・ほとんど全ての人工物システムは、数学を用いて厳密なモデル化が可能である。「数学」が主要な研究用手段（言語）となっている。 ・自然科学研究との連携性が密。 	<ul style="list-style-type: none"> ・社会科学分野の諸学問 ・システム・モデルの表現手段としては、「自然言語」があるのみ。数学は、ほとんど有効に使えない。 ・理系分野の学問との連携性が少ない。

表1. 人工物システムと社会システムの比較

10. 人間の脳が行う「情報」の生産

- ・人間が脳を使って行った様々な**知的活動の結果**を何らかの媒体（メディア）に**出力（Output）**したものが**情報**である。
- ・情報は、人間が作り出すもう一つの生産物である。その他の生産物は、モノ、サービス、

環境の三つ。

・情報は、心（精神）の食料である。すなわち、人間が行う知的活動（精神活動）のエネルギー源である。

・情報化社会においては、情報は物質やエネルギーと同等以上の価値をもつ資源と考えられている。生産された情報は、蓄積・保管され、社会で共有される**知的財産**として拡大再生産される**社会の進歩・発展を支える基盤**を形成している。

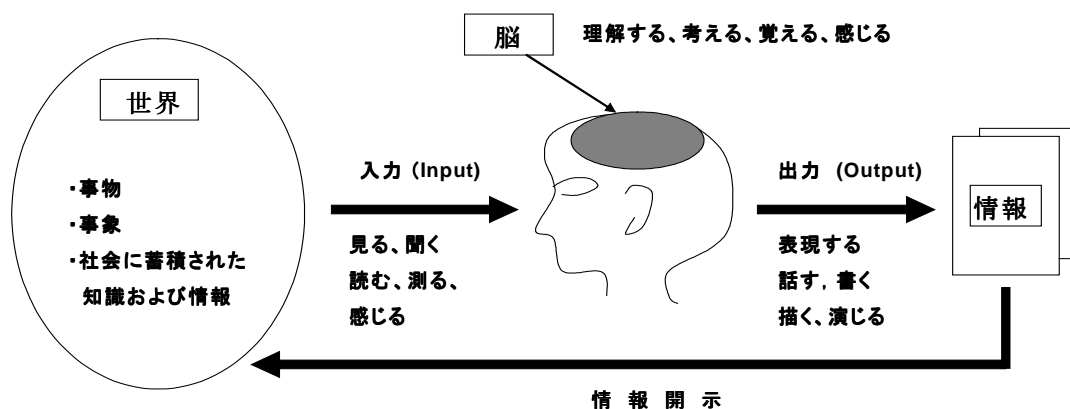


図5 人間の脳が行う情報の生産

1.1. 「人間の脳」と「コンピュータ」

	脳	コンピュータ
基本要素 (素子数)	神経細胞 (約 1000 億)	電子的な 2 値の論理素子 (数十万ないし数百万個)
システム構成 (回路網 (ネットワーク))	神経細胞同士をシナプスを介して相互に接続した神経回路網 (ニューロン・ネットワーク)	論理素子を電氣的配線で相互接続した電子回路網

動作方式	神経細胞の接続の仕方、すなわち「配線」の仕方によって、脳の持つあらゆる働きが実現される。	基本機能のみで構成した固定的回路（ハードウェア） + プログラム（ソフトウェア）
特徴	・情報生産能力に優れている ただし、教育・訓練が不可欠。	・情報生産能力は未実現 ・情報機械としての基本機能 ○信号・データ処理機能 ○シミュレーション機能 ○メディア機能

表 2. 人間の脳とコンピュータの比較

むすび