

# システム科学における外在性と内在性

高橋真吾 (Shingo Takahashi)

早稲田大学理工学術院

## 1. システムの外在性と内在性

システムの外在性と内在性に関し、次の2つの流れを検討する。

### (1) サイバネティクスと合理的意思決定過程

全体性を主としたシステム思考は古くから知られているところである。20世紀にウィナーのサイバネティクスが登場し、サイバネティクスは近代の科学知識と結びついて現代の工学技術における人工物のデザインを中心となった。その中心原理である負のフィードバックは、人が達成したい目標に工学的なシステム（たとえば機械等）をコントロールする際に目標と実際の出力との差異を最小化するという考え方は工学だけでなく広く普及している。サイバネティクスにおける最小化は最適化の方法の典型である。何を最適化するのかについては問題関与者間での合意ができていることが前提となっている。

最適化の原理を用いた問題解決の方法論は、システム科学とくにシステム工学において、完全合理性の概念と融合して主体の合理的意思決定過程として結実している。合理的意思決定過程においても主体が達成したい目的は所与とされる。主体の完全合理性に対して、限定合理性は、完全性が現実的な主体の行動では満たされないとする。限定合理性では、不完全性が人の思考、記憶、計算等にあり、限定性自体が複合的な概念である。限定合理性においても主体の目的は所与とされ、目的が直接問われることはない。

このように目的が問題に関与する主体間で合意されている状況は、システムの外在性を特徴づける一つである。

### (2) ハードシステム思考とソフトシステム思考

20世紀後半に発展したシステム工学およびシステム分析の方法は、さまざまな複合的社会課題に適用され一定の成功を収めている。チェックランドはシステム工学の方法を英仏で進められたコンコルド開発プロジェクトにおいて適用しようとした。そこでは所与とされる目的自体が設定困難であった。これは実現したい事業が何であるかに対する各主体の持つ世界観 (Weltanschauung) が異なっているためである。すなわちシステムが外在的に認識されるのではなく、各主体の内在的過程を通過した結果認識されるシステムの内在性による。

チェックランドは、このような内在的な特徴をもつシステム思考をソフトシステム思考と呼んだ。ソフトシステム思考に対して、これまでの外在的なシステム思考をハードシステム思考と呼び区別をした。ハードシステム思考もソフトシステム思考も、問題解決におけるシステムアプローチとしては、理想と現実のギャップから解くべき課題を同定するという意味では共通している。しかし、ハードシステム思考では理想

やそこに至る手段は主体間で異ならず外在的に認識される。一方ソフトシステム思考では、それらは各主体に内在的に認識される。したがって、その表現であるモデルは、ソフトシステム思考では主体の認識の相違が表現されるが、ハードシステム思考では一つの「正しい」モデルが存在すると想定する。内在的にシステムを認識することは、複数の主体が関与する人間活動システムの特徴である。

## 2. 内在性に基づくシステム科学の方法

### (1) システムのマイクロ-マクロリンク

内在的認識によるソフトシステム思考は、チェックランドのソフトシステム方法論をはじめとして、さまざまな実際の社会的課題解決のための方法論が提案され実践されてきた。それらは問題関与者の内在的システム認識をいかにとらえるかが論点となっている。

ソフトシステム思考は問題状況に介入する際に用いられる方法論である。これを問題状況全体としてとらえたのがマイクロマクロリンクの概念である。マイクロマクロリンクでは、マイクロとしての各主体の世界観の相違が相互作用しシステム全体のマクロな特性となり、マクロな特性がマイクロとしての各主体の世界観に基づいて内在的に個別に認識されて各主体の行動をうみだす。

マイクロマクロリンクの概念は、マイクロな各主体の世界観が異なるというだけでなく、これまでの限定合理性も包含するものである。

### (2) エージェントモデルによる内在性の表現

問題状況に介入して問題解決を行う際に、問題状況に関与する世界観の異なる主体とその相互作用をモデルとして表現したものが内在的認識としてのエージェントである。

エージェントの内在性は内部モデルとして表現される。内部モデルは各エージェントの環境に対する個別の認知を表現し、内部モデルにしたがってエージェントの行動が行われる。内部モデルでは、基本的に状態、行為、因果関係、評価の4つに関連して表現される。

エージェントベースの社会シミュレーションは、内在的表現としての内部モデルをもつエージェントの相互作用によりシステムの複雑性と未来の不確実性を表現する。ビジネス複雑性下にある社会的課題を扱うエージェントベースの社会シミュレーションでは内部モデルの表現がシステムの挙動を決める重要性がある。

広い意味でのエージェント概念はシステムの内在的認識と同じではない。実際、主として情報システムやロボット技術などの人工知能におけるエージェントは、外在的に与えられたシステムの目的の最適化のために、分散処理をするサブシステムとしての役割である。エージェントは単体でも複数でも表現が可能である。そのような背景から複数のエージェントでのシステムを「マルチ」エージェントと呼ぶことがある。一方内在的認識のエージェントからなるエージェントベース社会シミュレーションでは、複数エージェントによるマイクロマクロリンクが本質的であるから、ことさら「マルチ」エージェントという表現は通常行われない。