解説：特集
システムを考える，システムで考える

システムと人

多主体系のシステム論—問題解決方法論の基礎としての

兼田敏之*

*名古屋工業大学大学院 工学研究科　愛知県名古屋市昭和区御器所町
*Nagoya Institute of Technology, Gokiso, Showa, Nagoya, Japan
*E-mail: kaneda@nitech.ac.jp

キーワード：ソフトシステム（ズ）方法論 (soft systems methodology: SSM)，ゲーミング (gaming technique)，多主体系 (multi-agent system).
JL 0004/07/4604-0312 ©2007 SICE

1. はじめに

本稿では，問題解決のためのシステム方法論として，Checkland らのソフトシステム（ズ）方法論と，社会システム工学で成立してきたゲーミング技法を説明したのち，多主体系における問題解決思考に示唆を与える形式システム論を論じる．

2. 多主体系の問題解決方法論

2.1 ソフトシステム（ズ）方法論

以前から，操作的モデルを用いた問題解決技法として，システム工学，オペレーションズ・リサーチやシステム分析が知られてきたが，今日，この最先端に位置づけられるものに，ソフトシステム（ズ）方法論（soft systems methodology，以下 SSM）と呼ばれるものがある[1),2)]．これは，イギリスの Peter Checkland のグループが，1970 年前後より展開してきたものである．氏は，従来のシステム工学やシステム分析と一線を画すために，これらをハードシステム方法論と呼び，自らの方法論をソフトシステム（ズ）方法論と呼んだ（表 1）．この方法論は，Churchman ら以降のシステム哲学（システム認識論）や形式システム理論の用語体系の本格的な導入をふまえて，現実世界での行為実践とシステム思考とのあいだの往還サイクルを提示する．

また，この方法論は望ましい目的を所与とはせずに，往還サイクルにおける学習を強調するもので，学習がアウトプットとされる．また，往還サイクルでは成員間のコミュニケーションが重視されるため，対話指向のアプローチに特徴がある．30 年間に，200 事例に及ぶ行為研究（action research）の積み上げがあるとされる．

ここで，SSM を理解する上で重要な用語の一例として，「根底定義（root definition）」を取り上げる．これは，往還サイクルにおけるひとつの要素ステップをなす．根底定義とは，問題状況にある各成員や各役割や関係構造をシステム記述したものであり，その特徴は CATWOE（C：顧客，A：行為者，T：入出力変換，W：世界観，O：所有者，E：環境制約）として整理される．

この根底定義をもとにして，問題解決者は「過程」，「構造」概念を導入した問題状況の表現や，成員の作用——動詞で特徴づける——により整理する概念モデルを構成する．そして行為実践を通じて，成員なり役割なりの関係のいわば「整序」や，あるいは世界観の「整序」を試みる．さらに，これらの効果と問題状況とを比較検討することを通じて，問題状況への理解を深めるとともに，再び根底定義を修正する．これが往還サイクルと呼ばれる．

2.2 ソフトシステム（ズ）方法論と多主体系

システムズアプローチ全体が暗黙的に協調モデルを前提としているという批判に対し，Checkland はこの方法論がコンフリクトを扱いうるとする．そのための枠組みとして

表 1　ソフトシステム（ズ）方法論の特徴（文献 1) を抜粋）

ソフトシステム（ズ）方法論	ハードシステム方法論（1950 年代）
(a) 出発点：明確に定義されていない問題状況が存在すると感じられる社会システムに対する，改善のための衝動．	(a) 出発点：依頼主が問題をもち込んだ時点で分析者がかなりの部分を「所与」と考えうるような，相対的に明確に定義された問題を解くという衝動．
(b) 表現：「構造」と「過程」の構成要素とそれらの間の関係を調べて表現する．問題状況の改善に関連するシステムを試験的に定義する．	(b) 分析：意思決定者の目的を調べることによって，分析する．目的は所与のことを実行するシステムに対するニーズとして表現されている．
(c) 定式化とモデル構築：関連システムの根底定義を定式化する．つぎにそれらシステムの概念モデルを構築する．	(c) 同定と比較：定められたニーズを満たすような代替システムを定義し，モデル構築し，それらを成果尺度によって比較する．
(d) 改良：形式システムモデルと既存のシステム思考によって概念モデルを改良する．	(d) 選択：ニーズに最も合致し，かつ実行可能な代替案を選び出す．
(e) 比較：現実の状況での「実態」と概念モデルを比較する．つぎにその比較結果を用いて現実世界における望ましくかつ実行可能な改革案を定義する．	(e) 対応する比較ステージは存在しない：このアプローチでは，その当初からどんな改革が必要かは明らかである．
(f) 実施：同意の得られた改革案を実行する．	(f) 実現：設計したシステムを実現する．

- 分析1：顧客，問題所有者，問題解決者の同定と相互関係の解明（介入分析）
- 分析2：役割，価値観，規範（役割期待）の同定と相互関係の解明（社会システム分析）
- 分析3：個人間ポリティクスと集団文化の同定（政治分析）

を挙げたが，研究活動自体は分析1を中心に展開してきた．複数の世界観の共存（accommodation）と呼ぶ概念も提出されているが，政治学などが多元主義として議論してきたような，際立った対立をはたして適切に扱いうるかについては，課題が残されている．

氏の著書には，組織間関係や政策分野の事例も紹介されているが，もともと企業経営をおもな事例として活動を展開してきた経緯からいっても，民間企業——それも所有関係が明確な個人オーナーによる企業における部門間改善といった比較的小集団の問題——に適した方法論といえそうである．また，システム概念の体系的導入により，たとえば部門間情報システムの仕様設計といった，緻密で整合的であることが要求されるシステムデザインの方法論としての性格も兼ね備えている．

この方法論は，システム思考とシステム実践の統合を果たしたという点で，従来の問題解決技法を超えたものとなった．また，システム概念の体系的な導入により，この方法論が広い「接続可能性」を有する点に大きな特徴がある．ただし，分析2，3領域に踏み込むためのツールを欠くきらいは否めない．

2.3 問題解決技法としてのゲーミング

ゲーミングについては「1人以上の人間の意思決定を含むシミュレーション」としたシステム論者Ackoffの定義を用いても，本稿の範囲を超えない[3]．教育訓練技法としてのゲーミングの歴史は古く，Kriegspielと呼ばれる現代的な戦争ゲーミングは，少なくとも18世紀末のプロシアまで遡ることができる．

ゲーミングの一例として生産管理ゲーミングであるBeer Gameを挙げておく．このゲームは，ビールを生産・流通・販売する「工場⇔一次卸⇔二次卸⇔販売店」のシーケンシャルなサプライチェーンを，おのおのの立場から「体験」するもので，時々刻々と変化するビール需要は販売店のみに知らされ，プレイヤー間のコミュニケーション構造が前述のチェーンのみに限定されている点，各プレイヤーとも在庫は可能なものの，他者へのビールの発注と到着に時間遅れがある点，に特徴があり，参加者にシステム構造について深い理解を促すことが狙いである．この例では，制御問題として定式化することが可能であるが，数式の誘導で求解するのではなく，実際にゲームを試みることがゲーミングと呼ばれる．

Ackoffによれば，問題解決研究におけるゲーミングの利用は，(1) 意思決定モデルの開発，(2) そのようなモデルの解の発見，(3) ゲームでモデリングされた問題について提案された解の評価，を支援する際に有効であると論じた．70年代以降，社会問題を扱うゲーミングが成立してから昨今までの新しい研究の潮流は，ゲーミングを「気づき」を促す「モデルのコミュニケーション」とでも特徴づけるものである．いわゆる「アーバン・ゲーム」によって都市問題といった公共政策分野の問題解決方法論の知見を蓄積してきた都市計画学者Dukeは，市民を対象としたゲーミングが効果をもつ条件として，(1) 単純なゲームを用いること，(2) 道具としてのゲーミングは適用範囲が著しく狭いので，問題指向に新しいゲームの開発な必要なこと，(3) ゲーミングの開発や実施に際して特別な装置も担当者の訓練も不要なこと，(4) ゲーミングは，参加者に少なくとも中心テーマの「構図 (big picture)」を伝え，できれば，実感している問題意識と見識ある意思決定に影響を及ぼす主要因とのあいだの関係づけを促すこと，を挙げている[4]．適切に設計されたゲーミングは，SSMが手薄としてきた分析2，3領域にむしろ適した技法であるといえそうである．

2.4 ソフトシステム（ズ）方法論とゲーミング技法

筆者はかつて，ゲーミングを継続的に用いる問題解決の枠組みについて，SSMの枠組みを用いて整理したことがある[5),6)]．その特徴は，問題解決者を共有認識管理者と特徴づけ，ゲーミングモデルを「関係者が共有するモデル」，ゲーミングを「設計，制御されたコミュニケーションの場」として捉え，関係者各者の相互学習に応じて，ゲーミングモデルを改良・変更しながら，共有認識を拡げるとともに，合意の土台を探ろうとするものである．

SSMの言葉で整理すれば，これは問題解決者のもつシステム思考世界とシステム実践の対象である現実世界との不断の相互作用を通じて問題解決に迫るものであるが，(1) 形式システム論の概念をシステム思考世界の枠組みとして用いる（ゲーミングモデルの形式化），(2)「根底定義」を行い，ゲーム設計の際の条件を詰める（利用コンテクストや基本仕様の設定），(3) ゲーミングの実施は，問題状況に関与する主体間の認識共有を促進するなど，現実世界に対していくつかの影響や副作用を及ぼし，システム思考世界に対しては改良のための知見や利用コンテクスト，基本仕様の再設定を強いるなど，二面の作用をもつ（ゲーミングの二面作用），(4) システム思考世界の変化過程は，設計されたゲームの改良や用途特化の過程そのものであり，これはまた現実世界の問題解決過程，すなわち関係者間の合意形成過程に対応している（ゲーミングの特化改良過程）点などに独自の特徴がある（図1）．

要するに，問題解決者は，問題解決過程の各時点において，限定的な用途を狙って，適切に設計されたゲーミングを用いて，関係者間の「相互学習」を図ることにより，その過程をマネジメントする．関係者の問題解決過程をマネジメントするうえで，ゲームの特化改良過程を操作概念と

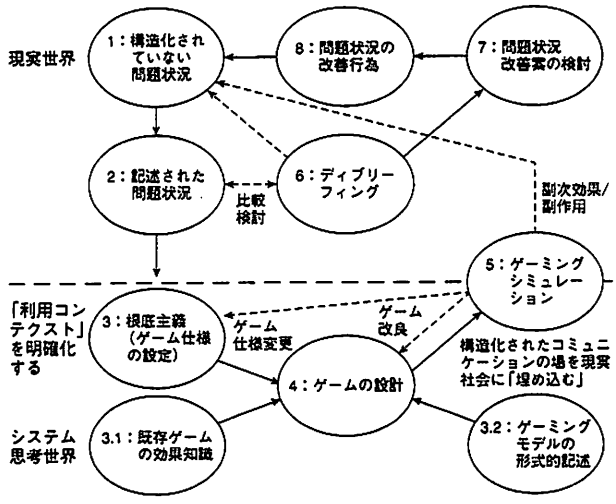

図1　ゲーミングをソフトシステム（ズ）方法論に埋め込む[5]

する考え方である．

3.　多主体系の形式システム論

3.1　システムの基本概念

本節では，分析2，3領域での問題解決方法論を念頭において，多主体系の形式システム論（formal system theory）を論じる[7]．これは問題解決指向の社会システム論であり，システム・モデリングと十分な接続可能性を有している．また，概念分割（taxonomy）に基づく社会システム論は，学習者が社会システムの要素やその諸相を捉える「言葉」を学ぶ上で，有用となろう．システム論は認識論の一種ともいえるので，主体システムに対する認知機能の導入は，問題解決方法論のためのシステム概念のあり方に豊かな示唆をもたらす．なお，本稿では，システム，モデル，準同型性（homomorphism），世界観（Weltanshauung）といったシステムの基本概念を，一般システム理論[8]に拠ることとし説明を省く．

（1）　人工システムとデザイン

人工システム（system of artificial）とは，人間がデザインするシステムを意味するもので，たとえば，鍬や鋤鍬，食器から建物，船，コンピュータ，ロボット，都市などのハードウェアのみならず，数学的ツールや人工知能プログラムといったソフトウェア，さらには法制度や政策が対象とする社会システムが含まれる．かつてSimonは，このような人工システムのデザインがいかにして可能であるかを論じた[9]．

人工システムは，そのおかれた環境に対し，目的（purpose）を通じて形成されたシステムとして特徴づけられる．言い換えると，人工システムとは，一方で自然法則などの制約に従いながら，他方では，デザイナーが設けた目的に適うようにデザインされたものである．人工システムは，それ自体の仕組みである「内部構造」を有し，そのシステムが機能する場としての「外部環境」と関連づけられる．

また，この人工システムをデザインする問題は，最適化問題あるいは満足化問題（制約充足問題を含む）として定式化することができる．人工システムのデザインにとって重要なシステム概念として，システム境界（system boundary）あるいは接面（interface），外部仕様（specification），システム実装（system implementation），ブラックボックス（black box）などがある．大規模なシステムを実装する上では，入れ子（strata）といった後述の階層システム理論が関連する．

（2）　システム概念としての目的論

つぎに，多主体系を考える上で重要なシステム概念として，近代的な意味での目的論（teleology）を挙げる．かつて自然科学では，その対象に「目的」を内在させることを認めてこなかったという経緯がある．というのは，目的間の接続，すなわち目的-手段関係を遡ってゆくと，最後に「究極原因（final cause）＝神の意志」の議論に行き着いてしまうためであった．これに対して近代科学では，自然哲学からこの目的論を切り離すことによって，進化的な知識蓄積と体系化が生じた，とされる[10]．

しかしながら，人間の心的プロセスを扱う心理学では，人間の意識に内在するところの「目的」や「意図」について，その概念化を避けて通ることができない．紆余曲折を経ながらも，今日のシステム論が用いる「合目的的な（purposive）」と「意図的な（purposeful）」を早くから弁別してきたのは心理学であった．

サイバネティクス観が成立する1940年代，Rosenbluethは，Wienerらとともに小論文を発表した[11]．この論文は，人工システムのデザインを念頭においたシステム挙動の分類を論じるもので，その中で彼らは，誘導魚雷といったフィードバック制御をおこなうシステムにおける目的に対して，このteleologyという言葉をあてた．この論文で初めて，目的論は，前述の究極原因の議論と切り離され，かつ，因果の過程論から独立する概念として位置づけられるに至った．この目的概念は，組織における目的間関係，問題解決における目的-手段分析の発想に繋がってゆく[9]．一方，意識や目的を内在する意思決定システムとしての主体システムや，その主体システムが構成する社会システムの概念構築を扱った，Ackoffと心理学者Emeryによるシステム論もまた，立論をこの論文に依拠した[12]．目的や意図を内在するシステムは，今日のシステム理論では目的追求システム（goal seeking system）と呼ばれ，後述する意思決定システムのモデルとして，広く用いられている．

3.2　意思決定システムによる多主体系

（1）　意思決定システム——意思決定主体のモデル

ここで，社会システムを構成する意思決定主体の1つのモデルとして，意思決定システムと称するシステム概念を

導入する．意思決定システム（decision-making system）における第1の定義要件は，そのシステムの外部仕様に「目的」概念が明示されていることである．したがって，意思決定システムは，前述した目的追求システムである．第2の要件は，意思決定システムの内部構造が意思決定問題（decision problem）として定式化できることである．これらを満たす意思決定システムは，意思決定主体（decision-unit, agent）のモデルとして用いることができる．意思決定主体のモデルには，経済学モデルが長らく1つの規範としてきた合理性モデル（rational model）のみならず，組織論などが扱ってきた限定合理性モデルがある．本項では前者を，次項では後者を扱う．

（2） 理論的ゲーム——意思決定システムによる多主体系のモデル

意思決定システムによる相互作用系を扱う形式システムとして，理論的ゲームがある．理論的ゲームの例として，非協力ゲーム理論（non cooperative game theory）における標準型（normal form）ゲームの定式化を挙げる．このゲームは，(a) 複数のプレイヤーから構成される「プレイヤーの集合」; (b) プレイヤーごとに与えられる「行為集合」; (c) すべてのプレイヤーが選択した結果であるところの，行為の組（対）の「帰結集合」; (d) 帰結集合を定義域として，プレイヤーごとに定義される「利得（目的）関数」，の4つ組で定義される．これら4種の要素概念は，明示されたゲームのルールと言い換えられる．ゲーム理論では，この定式化に加えて，プレイヤーの「意思決定原理」——ゼロ和ゲームの場合，マクシミン戦略——が導入されたのち，「均衡解」が導出され，全体系の振舞いの性質が検討される．ここでプレイヤーは，与えられた目的と意思決定原理をもち，ルールが課す相互作用状況のもとで解を求める意思決定問題として定式化されるため，意思決定システムである．

また，ゲーム理論では，手番や情報などのルールの課し方により，情報の完全性/不完全性（perfect/imperfect information）が，また，共有知識（common knowledge）の有無により，完備性/不完備性（complete/incomplete information）が分類される．ここで述べた理論的ゲームは完備情報ゲームである．

理論的ゲームは意思決定システムによる多主体系（multi-agent system）を扱う形式システムである．理論的ゲームは，社会科学や理工学における社会のモデルとして用いられてきた．そのモデルの典型的対象は，スポーツ競技や盤上競技などであった．おのおのの主体は，与えられたルールのもとで意思決定を行うものである．

（3） 階層システム——組織内調整のモデル

階層システム理論（hierarchical system theory）は，複数の意思決定システムを直列や並列に接続することにより，個々の意思決定システムでなしえなかった規模や複雑さの意思決定を扱うものである[13]．

この理論の少なくとも一部は，Bernardが組織の成立前提とした共働システム（cooperative system）の考えによる．ただし，階層システム理論では，意思決定システム（目的追求システムでもよい）のあいだの関係に，一種の階層性を導入する．この階層性は，直接的に外界と直面する複数の意思決定システム（下位主体（infimal unit））と，外界と直面する代わりに下位主体の意思決定問題に「整序」を加える1つの意思決定システム（上位主体（supremal unit））とのあいだの関係を規定するものである．ここで，下位主体どうしは，外界を通じて相互作用はあるものの，互いに他の主体の目的も知らされず，コミュニケーションも行いえない状況にあるものとする．

この状況は，上司と部下からなる組織に例えることができる．階層システム理論は，上司の目的や部下の目的を組織全体の目的と異なるものとしてデザインしうる条件を探るものであった．この理論は，複数の主体の意思決定を接続させる組織内調整のモデルを示し，意思決定システムによる階層システムの目的間整合性（goal consistency）を論じた．なお，一貫性の公理など，後述する複合主体システムにおいても，この理論は役割を果たす．

3.3 認知主体システムによる多主体系

（1） 認知主体システム——主観的に合理的な意思決定主体のモデル

ところで，最適化ソルバーのごとき完全合理的な意思決定システムを，ヒトの意思決定のモデルであるとしたところで，何か足りないと誰もが感じるであろう．もともと，社会システムをモデリングする際，構成する主体システムのモデル表現について，多種多様な考えが許容されうる．

そこで，意思決定システムに対して「認知」の機能を導入する．つまり，主体を内部モデル（internal model）を参照する意思決定システムとして表現する[14]．このシステムを認知主体システム（cognitive agent system）と称する．

考えてみればヒトは，カエルやイヌと異なり，内部に意識という豊富な内容を有する現象を抱えている．ヒトは，その内部に外部環境の像を映すいわば鏡を有しており，その鏡像のもつ情報に基づいて行為を選択する．つまり内部モデルとは，ヒトの内部に有する外部環境の写像である．また，ヒトの意識とは，この内部モデルを形成し操作する場でもある．そして，この内部モデルは，実際の行為に先立って行う事前リハーサルのためにあるといってもよいだろう[15]．

ここで例をあげる．与えられた外界情報と自らの有する知識，そして思考時間の制約のもとで，一度限りゲーム（one-shot game）を行うひとを考える．このひとの内部モデルは，たとえば，自らの行為とその帰結のあいだの2項関係として表現されることとする．意思決定の時点が来れば，この内部モデルについて十分な検討を経る，経ないにかか

わらず，このモデルに基づいて行為を選択せざるをえない．そのときひとは，一度限りの意思決定に先立って，情報入手や熟慮，熟考を通じての内部モデルの逐次的な改訂，いわばフィードフォワードを行うはずである．これもまた学習（learning）の一種に違いない．これは，行為のデザインと言い換えてもいい．

進化論的に考えれば，この行為デザインの巧拙が，ヒトの生き残りに影響を与えたはずである．単純な繰り返しゲームの状況において，Tit For Tat（しっぺ返し戦略）といったコンティンジェンシーを扱う行為選択ルールとフィードバックが意味をもつというのが，昨今の学説が示唆するところである．これに対して，前述の状況では内部モデルとフィードフォワードが意味をもつはずである．このとき，意識の発生を進化論的に説明しやすいのは，前者よりむしろ後者のほうではないだろうか．もしここで，生存上の有利さのために意識の進化が生じたと解釈することができるのであれば，内部モデルは主体の「行為デザイン」のために進化してきたといっても言いすぎにはなるまい．

内部モデルは，「モデル」の定義を満たすものであり，認知主体システムにとって，このモデルと外部環境すなわち対象システムとの適合関係が，意思決定の効果に大きく影響する．ここで，認知主体システムがもつこのような特徴を，主観的認知（subjective cognition）と呼ぶ．意思決定主体が他の部分で，合理的なメカニズムを備えていたとしても，その前提が内部モデルに拠る限り，この主体は「主観的に合理的」な意思決定を行う存在である[16]．ここで，主観的認知は限定合理性（bounded rationality）の1つの源泉である．

認知主体システムが陥る誤認の例として，目的追求システムでない対象システムを目的追求システムと思い込んでしまう誤認を挙げる．「擬人化の誤認」もこの例である．未知のシステムとの応答に際して，「目的をもつものとして説明できる（合目的的）」と認知する主体は，内部モデルにおいて，そのシステムの目的の存在について判断を留保しているのに対して，「意図があるようにしか思えない（意図的）」と認知する主体は，その内部モデルにおいて対象システムを目的追求システムとして捉えている．

（2） ハイパーゲーム——認知主体による多主体系のモデル

英語では，ゲームという言葉の原義は狩猟にあるといわれる．狩猟の場合，狩猟者と獲物との間になんらかの明示的なルールの取り決めがあるわけではない．にもかかわらず，狩猟者は，理論的ゲームの意味で，ゲームに取り組んでいると「思う」．つまり，狩猟者は前述の「主観的認知」によっていると解釈することができる．ここで注意してほしいのは，ゲームとわれわれが呼ぶ概念もまた，主体がもつ認知機能を前提として成立している点である．

ゲームを行う意思決定主体にとっての前提条件として，内部モデル中にある外部環境の像の中から，「他者」——自己と同じ目的追求システムの構造をもちながらも，自己とは異なるシステム——を抽出する認知機能が考えられる．前述の理論的ゲームの定式化も，この前提のもとに成立しているはずであるが，完備情報ゲームの枠組みでは，この前提が明示的に扱われることはない．

理論的ゲームが現実社会のモデルとしてやや物足りないと感じるのも，状況認識や現実社会の慣習がかならずしも共有知識として与えられておらず，プレイヤーがそれを「誤認」を含む憶測や思い込みで補う状況を扱いづらいためではないのだろうか．

そこで，ハイパーゲーム（hypergame）と呼ばれるゲームを導入する．このゲームでは，おのおののプレイヤーは，(a) 意思決定者としての自らの存在；(b) 自らの行為集合；(c) 自らの利得関数，という理論的ゲームの3つの要素を「正しく」認知しているものの，(d) 他のプレイヤーの存在；(e) 他のプレイヤーの行為集合；(f) 他のプレイヤーの利得関数，について，「知っているつもり」であってもどこか誤認しているかもしれない．ハイパーゲームは，認知主体システムにおける「内部モデル」のなかに，真のゲームと同じとは限らない「ゲーム」を有する「ゲーム」である．ハイパーゲームは，不完備情報ゲームである．ここでハイパーゲームは，「ゲーム」の階層的な「入れ子」を構成している点に注意されたい．この「入れ子」にも多階層が考えられる．

ハイパーゲームの一例として，存在している他者を存在していないとする誤認をあげる．n 人ゲーム状況において，ある主体が他の主体の存在を正しく認知せず，$(n-2)$ 人ゲームとして誤認する状況を考えてみよう．はじめに，この主体は自らの内部モデルに映る $(n-2)$ 人ゲームのもとで，最適と思う行為を選択する．しかし帰結は，見落としていた残りの2人の選択行為にも影響を受けるため，予期していた帰結と異なることもある．この帰結が予期した帰結と異なっていたとき，その主体は，自らの状況認知がどこか違っていることを「気づく」．あるいは，別のルートから情報を入手することも考えられる．

たとえば，当事者であると思っていなかった2人のプレイヤーの存在を新たに知ることになれば，このとき，状況認知はより「正しく」なり，ついで，これらの主体がとりうる行為の集合や利得構造を知ろうとするだろう．あるいは，この主体が，この帰結の違いを，他の2主体の意思決定の影響——コンティンジェンシー——によるものではなく，「外乱」によるものであると思い過ごして，内部モデルを $(n-2)$ 人ゲームとしたまま，修正を加えないことも考えられる．また，ゲームがじつは $(n-1)$ 人ゲームであったという偽の判断に至ったとき，この主体は，この2人の行為の合成を1つの主体の行為として誤認することもありうる．この場合，次回には $(n-1)$ 人ゲームと誤認してゲー

表2　多主体系のクラスと問題解決方法論

ソフトシステム（ズ）方法論の分類	多主体系としての特徴	ゲーミング事例
分析1　介入分析	行動主義学派の組織理論（組織成員の関心圏の共有，役割間の「整序」）	チームビルディング・ゲーミング（生産管理ゲーミング）
分析2　社会システム分析	認知主体システムによる多主体系（ハイパーゲーム，複合主体，期待役割間の「整序」）	相互制御ゲーミング（協調変革ゲーミング）
分析3　政治分析	意思決定システムによる多主体系（ゲーム理論，階層システム理論），組織文化論	政治ゲーミング（異文化理解ゲーミング）

ムに臨むことになる．

ハイパーゲームは，プレイヤー間における認知の程度，すなわち認知ギャップ（cognition gap）を扱う点に特徴がある．認知ギャップに起因する社会的な問題状況は少なからずあり，その解決を考える上で，認知ギャップの修正プロセスである相互学習（mutual learning）が大きな意味をもつ．

以上に述べてきたように，ハイパーゲームは，認知主体システムによる多主体系を扱う形式システムである．

（3）　複合主体システム——組織形成のモデル

ここで，複数の主体システムを成員として「入れ子」をなす目的追求システムを，複合主体システム（poly-agent system）と呼ぶ．複合主体システムは，1970年代に前述のAckoffとEmeryの影響を受けた社会システム論者の公文俊平が言及した概念である[16]．氏がおもに論じた政体の融合は階層性を強調するものではなかったが，たとえば，昨今のEUの政府統合を見ると，政府機構が入れ子形状をなす強い階層性が見られる．

とくに，認知主体システムがもつ内部モデルは，対象の因果認識に関して限定合理性をもたらすため，この認知主体システムを上司—部下型の階層システムに導入することによって，行動主義学派の組織理論が言及した組織意思決定における不確実性の回避（risk avoidance on organizational decision）を記述することができる．認知主体システムを成員とした際，認知上の限定合理性を含む組織内調整においては，前述した目的間整合性と並んで，構成主体の内部モデル間整合性（consistency among internal models）が意味をもつ．また，構成主体における内部モデルの変形は，組織学習（organizational learning）の一形態ということもできる．

また，複合主体システムは，組織形成のモデルを供する．仲間たちがベンチャー企業を立ち上げる場合を考える．定款を設けて企業を設立するとともに，個々の主体は社員としてその企業に所属することになる．これは，複数の主体が相互作用する状況から，複合主体システムが形成されるプロセスであり，このようなプロセスは，組織化あるいは複合主体化と呼ばれる．多くの場合，複合主体化の成立のためには，各主体が「自己拘束」を選択することが必要になる．また，構成主体が「自己拘束」を解除することによって，組織つまり複合主体を離脱する．このモデルは組織均衡論が論じた，成員の帰属と離脱を表現することができる．

4.　複雑多主体系と世界観——結びに代えて

さて，認知主体システムは，これら多主体複雑系である社会システムをどのように捉えるのであろうか？　たとえば，都市計画学者Hallが論じたロンドン第三空港の立地問題[17]は，技術要因に加え，政治，経済，社会の要因が複雑に連関する総体（mess）[18]の存在を前提としなければ，問題解決どころか問題記述すら不可能である．しかしながら，この総体は，政治，経済，社会のおのおののサブシステムに明確に分解（decomposition）されうるとは言いにくい．むしろ，各認知主体の解釈枠組みが異なれば，当然異なるモデルが生成される点に特徴がある．このような，複数の解釈に基づくモデル化が可能な総体を多面体システム（multi facet system）と呼んでおく．

この多面体システムについての有名な例は，政治学者Allisonが提示したキューバ危機の3つの分析パラダイムである[19]．ここで，分析パラダイムのおのおのは，合理的行為モデル（ゲーム理論），組織プロセスモデル（組織理論），政府内政治モデル（政治ゲーム）であり，これは3つの世界観と言い換えることができる．

CheckklandもSSMにおいて「世界観」を強調しているが，これが問題解決において大きな意味をもってくるのも——実践上の要請からと推察されるが——，社会システムならではの多主体系の複雑さによるためであろう．現実の問題解決においても，利害関係（経済学的側面）に着目すべきか，コミュニティ規範（社会学的側面）に着目すべきか，などといった問題解決者の解釈の葛藤がよく言及されるところである．こうして，われわれは世界観に再び辿りつく．最後に，SSMの示した分析1，2，3の問題クラスを前節の多主体系のシステム論で特徴づけ，対応するゲーミングの事例を表2に示して，本稿を締めくくりたい．

5.　文献ガイド

ソフトシステム（ズ）方法論について，体系は 文献1)，実践例は 文献2)を勧める．ゲーミング技法については，文献4)のほか，Duke，Greenblatともに訳書がある．和書

では 文献 6), 7) がある．3，4 章全体は文献 7) を参照のこと．システム論の入門書として，文献 9) は幅広い内容，文献 10) は現代的な問題意識を扱う．社会システム論では 文献 13) を勧める．文献 13) の内容は『情報文明論』(NTT 出版，1994) にも所収されている．ゲーム理論，階層システム理論，ハイパーゲームは，成書が豊富にある．

(2007 年 1 月 22 日受付)

参 考 文 献

1) P. Checkland: Systems Thinking, Systems Practice, John Wiley (1981), (飯島淳一，ほか訳：新しいシステムアプローチ：システム思考とシステム実践，オーム社 (1985))
2) P. Checkland and J. Scholes: Soft Systems Methodology in Action, Wiley (1990), (妹尾堅一郎訳：ソフト・システムズ方法論，有斐閣 (1994))
3) R. Ackoff: Scientific Method, John Wiley and Sons, Inc. (1962)
4) C. Greenblat and R. Duke: Principles and Practices of Gaming - Simulation, Sage Publications (1981)
5) 兼田，熊田：ゲーミングシミュレーションの方法論に関する一考察，第 13 回システムシンポジウム，3, 19/31 (1988)
6) 新井，出口，兼田，加藤，中村：ゲーミングシミュレーション，日科技連 (1998)
7) 兼田敏之：社会デザインのシミュレーション&ゲーミング，共立出版 (2005)
8) Hall and Fagan: General Systems– Yearbook of the society for the advancement of general systems theory, 1, 18/28 (1956)
9) H. Simon: The Sciences of the Artificial, MIT Press (1969), (稲葉，吉原訳：新版・システムの科学，パーソナルメディア社 (1987))
10) 市川惇信：暴走する科学技術文明，岩波書店 (2000)
11) A. Rosenblueth, N. Wiener and J. Bigelow: Behavior, Purpose and Teleology, Philosophy of Science, 10, 18/24 (1987)
12) L. Ackoff and F. Emery: On Purposeful Systems, Tavistock Publications (1972)
13) Mesarovic, Macko and Takahara：Hierarchical Multilevel Systems Theory, Academic Press (1970), (研野訳：階層システム理論，共立 (1974))
14) R. Rosen: Planning, Management, Politics and Strategies, Int. J. General Systems, 1, 245/252 (1974)
15) G. Edelman: Bright Air, Brilliant Fire, Basic Books (1992), (脳から心へ，新曜社 (1995))
16) 公文俊平：社会システム論，日本経済新聞社 (1979)
17) P. Hall: Great Planning Disasters, University of California Press (1980)
18) R. Ackoff: Beyond Problem Solving, General Systems, **XIX**, 237/239 (1974)
19) G. Allison: Essence of Decision– Explaning the Cuban Missle Crisis (1971), (宮里訳：決定の本質，中央公論新社 (1977))

[著 者 紹 介]

兼田敏之（かねだとしゆき）君(正会員)

1983 年東京工業大学工学部社会工学科卒業．88 年東京工業大学大学院理工学研究科社会工学専攻博士課程修了．工学博士．専門は，社会工学，都市計画学，シミュレーション&ゲーミング．最近は，都市解析，計画理論，社会シミュレーションの研究に取り組む．