

多主体複雑系のモデル化の試み：
ソフト OR/ソフトシステム科学からの接近

木嶋 恭一

東京工業大学大学院社会理工学研究科

東京都目黒区大岡山 2-12-1

Tel. 03-5734-2363 E-mail: kijima@valdes.titech.ac.jp

あらまし 多主体複雑系パラダイムは、複数の意思決定主体が関与する状況を、主観的内部モデルを持った知的決定主体がネットワーク的に相互作用するシステムとして捉えようとする非常に野心的な考え方であるが、その価値をより高め意味を確認するためには、これを現実世界に解釈できる操作化・モデル化が必要がある。本論では、ソフト OR/ソフトシステム科学と呼ばれる立場から、知的ポリエージェント学習モデル・ドラマ理論・敵対分析など、そのいくつかの試みについて検討する。

キーワード 多主体複雑系、内部モデル、ソフト OR、ソフトシステム科学、学習モデル

**Models for Poly-agent Systems Theory:
Approach from Soft Operational Research and Soft Systems
Science**

Kyoichi Kijima

Tokyo Institute of Technology, Graduate School of Decision Science and Technology

2-12-1 Ookayama, Meguro-ku, Tokyo 152, Japan

Telephone: +81-3-5734-2363 E-mail: kijima@valdes.titech.ac.jp

Abstract The purpose of this paper is to examine several models proposed for Poly-agent systems theory in Soft Operational Research or Soft Systems Science. The theory is a scheme for describing and analyzing poly-agent system consisting of a number of autonomous decision makers, i.e., agents, who interact each other and make decisions based on their internal model. Internal model is a model which the agent constructs subjectively to reflect its environment including other agents. Though it is really an ambitious scheme, we believe that some operational models are necessary to bridge it with practical reality. In this paper we examine several models and identify their specific features.

key words Poly-agent system, internal Model, Soft OR, Soft Systems Science, Learning Model

1 はじめに

本論は、特にソフトOR/ソフトシステム科学と呼ばれる立場から、筆者の提案する知的ポリエージェント学習モデル (Intelligent Poly-agent Learning Model; I-PALM) を中心に多主体複雑系 (ポリエージェントシステム) のパラダイム [8] を操作化・モデル化しようとするいくつかの試みについて検討することを目的とする。

多主体複雑系は、従来のオープンシステムパラダイムを補完する形で、人間や組織・集団を典型的な例とする異質で複数の意思決定主体が関与する状況をネットワーク的に相互作用するシステムとして捉え、その構造や相互作用を解明するための新しい思考の枠組みである。このパラダイムは、社会の様々な場面で急速に進展しつつあるネットワーク現象を読み解くパラダイムとして提案された。

多主体複雑系パラダイムは、基本的に3つのキーワード、すなわち、システムと環境の融合、参照内部モデル、ネットワーク、によって特徴づけられるが、その基本的ベースは、対象をシステムとして捉えようとするいわゆるシステム論の立場にある。

システム論において、対象を考察の対象としての「システム」とその周りをとりまく「環境」とに区別し、両者間の物質・エネルギー・情報の流れに注目しようとするオープンシステムパラダイムは、もっとも基本的な視点である。そのとき、組織や人間はしばしば典型的なオープンシステムとしてとらえられ、環境との2項対立で議論される。

これに対して、多主体複雑系の枠組みでは、単純な2項対立的視点ではなくむしろシステムと環境の融合に重点を置き、システムと環境の明確な識別というより環境とシステムの一体性・融合を強調する。さらに、この立場では、環境は客観的に外側に存在するのではなく、主観的知覚的な内部モデルとして意思決定主体の中に認識され、意思決定や行動の際にはこれが主体に参照されるとする。ここで、内部モデルとは、主体が自らとの関係を含む周囲の状況を知覚し解釈して、自らの内部に世界の様子を映し出した像 (モデル) を意味する。従って、複数の主体が一つの状況に関与しているときも主体ごとにそれに付与する意味と解釈は異なり、内部モデルはそれぞれ異なってくることになる。たとえば、湾岸戦争の際の「イラク軍のクウェートへの移動」という

事実は、イラクにとっては「正当な防衛的行動」として、アメリカにとっては「自由社会を脅かす侵略行動」としてそれぞれ解釈され内部モデル化されるのである。

システムと環境の融合、内部モデルが多主体複雑系のミクロ的な特徴を示すキーワードとすれば、そのマクロ的なキーワードはネットワークである。ネットワークは、システム論では階層構造に対置される概念であるが、多主体複雑系パラダイムでは、ネットワークを現実の社会現象におけるヴザイッドなホーリズムの不可欠な説明概念として取り込んでいる。現在特に企業組織を進化、ホロン型経営、インキュベーション (孵化) などの有機体メタファー (組織を一つの有機体としてみなす) に説明しようとする試みが盛んである。多主体複雑系パラダイムは、有機体メタファーを一步越えて、対象を文化的システムとして捉える文化メタファーに基づく。そこでは、組織は単なる適応複雑系ではなく、「異質の価値」・「多様な選好」との遭遇が古い価値秩序・世界観にゆらぎを生み出し、このゆらぎを通して自己組織化、変革・進化がすすむと考える。そこでは機能のネットワークという視点より、多様な価値観・利害の対立とアコモデーション (価値観の一時的並立共存) のネットワークが注目される。単に空間的・地理的制約を越えるだけでなく、時間的制約、情報ドメインの制約などあらゆる境界 (バウンダリー) 制約からも自由な相互進化するネットワークである。

このように、多主体複雑系パラダイムは、人間や組織・集団などの異質で複数の意思決定主体が関与する状況を、主観的内部参照モデルを持った知的決定主体 (エージェント) がネットワーク的に相互作用するシステムとして捉え、その構造や相互作用を解明しようとする考え方である。

多主体複雑系のパラダイムは非常に野心的な考え方ではあるが、その価値をより高め意味を確認するためには、これを何らかの形で操作化し、現実世界に解釈できるモデル化が必要がある。

ここではそのようなモデルを、便宜上、「すべての決定主体者の行動を知ることのできる」鳥瞰的な視点から記述・説明しようとする記述的モデルと、「いずれかの意思決定主体の立場にたって考察しその決定主体のとるべき行動の処方箋を描こう」とする処方箋的・規範的モデルとに分けて考えることにする。

前者では、分析者（研究者）はそのシステムの外側におき、すべての決定主体の行動や私的情報を観察可能であるとの立場をとるのに対し、後者では、分析者の利用可能な情報は彼が支援すべき決定主体がもつ情報のみとなる。以下では、ソフト OR/システム科学と呼ばれる立場から提案されている多主体複雑系の操作化・モデル化の試みについて、このスタンスの相違に注意しながら検討してみる。

2 知的ポリエージェント学習モデル

知的ポリエージェント学習モデル (I-PALM; Intelligent Poly-agent Learning Model) は、学習に基づき決定主体がその内部モデルと合理性の概念を変化させてゆくプロセスを記述しようとする記述的モデルである [3][5]。ここでは考察の第一段階として、ネットワークに関与している決定主体のうち2主体（プレイヤー）を取り出して考察する。この2主体モデルは今後の展開の最も基礎をなすモデルである。

ゲーム理論は、複数の意思決定者が対立する状況を数理的に取り扱う有力な数理的考察枠組みである。そこでは、複数の決定者（プレイヤー）はコンフリクト状況にあるものの、一つの問題状況を共通の知識として理解していると仮定し、合理的な行動を求めその性質を明らかにしようとする。それに対して、ハイパーゲーム分析は、通常のゲーム理論のように「全てのプレイヤーは同じゲームを見ている」とは考えず、同じ決定状況を各プレイヤーが異なって知覚していると仮定する。

I-PALM は、ハイパーゲーム分析を基礎に問題状況の理解の変化といったダイナミックな過程をも視野にいたれた新しい分析枠組みである。すなわち、ある問題状況に関与する人々は当初異なった多様な価値観を持っており、各人は共通に関与している問題状況を異なって知覚するのが当然であると仮定する。そして、各プレイヤー間に相互作用のない独立な状況認識から始まって、各プレイヤーが次第に問題状況を学習し、互いに理解し相互認識を形成し、ついには通常のゲーム状況を共通に認識するようになる一連の過程を記述する。I-PALM の枠組みから見れば、通常のゲーム状況は十分な相互理解と問題状況の学習プロセスが終了して、各人が「同じゲームを見る」

ことができるようになった究極の状況といえる。

以下では、まず、ハイパーゲームについて概観し、ついで、I-PALM について検討することにする。

2.1 単純ハイパーゲームゲーム

単純ハイパーゲームゲームは非協力2人ゲームを出発点としている。プレイヤー p と q による非協力2人ゲームは一般に $G = (S_p, S_q, \geq_p, \geq_q)$ で与えられる。ここで、 S_p はプレイヤー p の戦略の集合、 $\geq_p$ は p が $S_p \times S_q$ 上に設定する選好順序である。 S_q と $\geq_q$ についても同様である。ここでは、適当な効用値を選好に割り当てることで非協力2人ゲームを正規形で表現することにする。非協力2人ゲームでの典型的な合理性（解の概念）としてナッシュ均衡がある。

非協力2人ゲームのナッシュ均衡解

プレイヤー p と q による非協力2人ゲーム G において、 $(s_p^*, s_q^*) \in S_p \times S_q$ がナッシュ均衡解であるとは

$$(\forall s_p \in S_p)((s_p^*, s_q^*) \geq_p (s_p, s_q^*))$$

$$(\forall s_q \in S_q)((s_p^*, s_q^*) \geq_q (s_p^*, s_q))$$

が成立することである。さて、これに対して2人単純ハイパーゲームは次で定義される。

2人単純ハイパーゲーム

(G_p, G_q) を2人単純ハイパーゲームという。ただし、 $G_p = (S_p, S_{qp}, \geq_p, \geq_{qp})$ および $G_q = (S_{pq}, S_q, \geq_{pq}, \geq_q)$ である。ここで、 S_{qp} はプレイヤー p が想定する q の戦略の集合である（すなわち、 p は「 q の戦略集合は S_{qp} である」と知覚している）。 $\geq_{qp}$ は、 $S_p \times S_{qp}$ 上の選好関係であって、プレイヤー p が想定する q の選好順序である（すなわち p は「 q の選好順序は $\geq_{qp}$ である」と知覚している）。 q についても同様である。ここで、 $S_{pp} = S_p$ 、 $\geq_{pp} = \geq_p$ と仮定することは自然である。

ここで G_p, G_q はそれぞれ、 p, q がその環境を主観的に解釈した内部モデルを表現していることに注意すべきである。2人単純ハイパーゲーム (G_p, G_q) が与えられたとき、各 G_p と G_q は通常のゲームであるから各々にたいして、ナッシュ均衡解の概念を次のように自然に拡張して適用できる。

単純ハイパーゲームのナッシュ均衡解

プレーヤー p と q による単純ハイパーゲーム (G_p, G_q) において、 $(s_p^*, s_{qp}^*) \in S_p \times S_{qp}$ が $G_p = (S_p, S_{qp}, \geq_p, \geq_{qp})$ のナッシュ均衡解であるとは

$$(\forall s_p \in S_p)((s_p^*, s_{qp}^*) \geq_p (s_p, s_{qp}^*))$$

$$(\forall s_{qp} \in S_{qp})((s_p^*, s_{qp}^*) \geq_{qp} (s_p^*, s_{qp}))$$

が成立することである。同様に、 G_q のナッシュ均衡解も定義することができる。

以上の概念を整理するために次のような例を考えてみる。A と B 国があり、各々互いに平和を望んでいるが互いに他方に対しては懐疑的であるとする。そのため、他国の兵器増強による脅威に対抗する兵器の整備という、軍備拡張競争が生じているとしよう。いま A、B 両国の取り得る戦略として、武装解除 D と軍備拡大 R を考えるとその結果として

- MD：相互軍備解除 (A、B ともに武装解除)、
- LFA：A が B より軍事的に優位に立つ、
- AR：軍備拡張競争 (A、B ともに軍備拡大)、
- LFB：B が A より軍事的に優位に立つ、

の4つの状況が考えられる。ここで A、B ともに平和指向であるという仮定からそれぞれの選好順序は、

$$MD \geq_A LFA \geq_A AR \geq_A LFB$$

$$MD \geq_B LFB \geq_B AR \geq_B LBA$$

となるはずである。ところがいま、互いの相互不信から A と B は互いの選好順序を誤解しそれぞれ次のように想定したとしよう。

$$LFA \geq_{AB} MD \geq_{AB} AR \geq_{AB} LFB$$

$$LFB \geq_{BA} MD \geq_{BA} AR \geq_{BA} LFA$$

これを、適当な効用値を用いて正規型で表現すると図1になる。

S_A	S_{BA}	D	R
D		4, 3	1, 4
R		3, 1	2, 2

S_{AB}	S_B	D	R
D		3, 4	1, 3
R		4, 1	2, 2

図1 A と B の単純ハイパーゲーム

従って、両国のマトリクスにおいて、ナッシュ均衡解となっているのは、それぞれ、軍備拡張競争に走るという行動である。このことは、相互不信から互いにに両国が相手の選好順序を誤解した場合とはとえ、両国が本当は平和指向であったとしても、均衡解としては軍備拡張競争に陥ってしまうことを示している。ところが、両者が互いの真の選好順序を知っている場合は、両者の単純ハイパーゲームは共通に図2で表され、軍備拡張競争とともに、相互軍備解除もナッシュ均衡解となり、後者が実際に起きる可能性もでてくるのである。この例は、プレイヤーの知覚あるいは誤解が原因で、均衡解の存在が大きく異なってくることを良く示している。

S_A	S_B	D	R
D		4, 4	1, 3
R		3, 1	2, 2

図2 通常の非協力ゲーム

2.2 共生的ハイパーゲーム

時間の経過とともに、各プレイヤーの状況認識は独立ではなくなり、プレイヤーの行為を他のプレイヤーが認識・解釈するという相互作用がうまれてくるかもしれない。その結果、複数のプレイヤーが1つの状況を違って概念化するものの、実質的には同じ行為に対して違ったラベルを貼ることが十分考えられる。

このような状況を取り扱う一つの方法は、互いのゲームを認識し解釈するし方を表現する(解釈)関数を導入した共生的(symbiotic)ハイパーゲームの考え方である。ここで、解釈関数というのは、あるプレイヤーが他のプレイヤーの戦略をどのように解釈するかを表現したものである。例えば、あるプレイヤーの「自分の利益を守る」という行為を他のプレイヤーは「攻撃意図の表示」と名付けるかもしれない。以上のアイデアを定式化すると、共生的ハイパーゲームの考え方が得られる。

共生的ハイパーゲーム

4つ組 (G_p, G_q, f, g) を相互認識のあるハイパーゲームという。ただし、ここで、 $G_p = (S_p, S_{qp}, \geq_p, \geq_{qp})$ と $G_q = (S_{pq}, S_q, \geq_{pq}, \geq_q)$ は単純ハイパーゲームで、 $f: S_q \rightarrow S_{qp}$ と $g: S_p \rightarrow S_{pq}$ は関数である。

関数 f は、プレーヤー q のもつ真の戦略集合 S_q をプレーヤー p がどのように解釈・認識しているかを示すものである。関数 g についても同様である。

共生的ハイパーゲーム (G_p, G_q, f, g) が与えられたとき、われわれの興味はそこで新たに定義される合理性(解)の概念である。この解の概念は、 G_p と G_q それぞれに依存するだけでなく、これらがどのように互いに解釈されているかという f と g にも依存するはずである。ここでは、そのような解を集合 $S_p \times S_q$ 上に次のように定義する。 $S_p \times S_q$ は、学習が十分繰り返されたときに p と q が共通に認識するという意味で仮想的に定義される問題状況に設定された「真」の戦略空間である。

共生的ハイパーゲームの均衡解

(G_p, G_q, f, g) を相互認識のあるハイパーゲームとし、 $G_p = (S_p, S_{qp}, \geq_p, \geq_{qp})$ 、 $G_q = (S_{pq}, S_q, \geq_{pq}, \geq_q)$ 、 $f: S_q \rightarrow S_{qp}$ 、 $g: S_p \rightarrow S_{pq}$ とする。 $(x^*, y^*) \in S_p \times S_q$ がその均衡解であるとは

$$(\forall x \in S_p)((x^*, f(y^*)) \geq_p (x, f(y^*))) \text{ と}$$

$$(\forall y \in S_q)((g(x^*), y^*) \geq_q (g(x^*), y))$$

が成立することである。

$(x^*, y^*) \in S_p \times S_q$ が均衡解であるとき、これがプレーヤー p によって解釈された $(x^*, f(y^*)) \in S_p \times S_{qp}$ について、相手が $f(y^*)$ から戦略を変えない限り、自らの戦略 x^* を変える動機がない。このことは、プレーヤー q についても成立するから、この均衡解は、 f と g による相手の戦略の解釈に基づいたナッシュ均衡解と考えることができる。

(a)

サッカーファンのゲーム

当局のゲーム

ファン \ 当局	当局			当局	
	Tou	Tol		Int	Nint
Beh	1, 5	3, 6	→	1, 3	3, 4
PH	2, 3	6, 4		2, 2	4, 1
RH	4, 2	5, 1			
				Acc	
				Unacc	

(b)

サッカーファンのゲーム

当局のゲーム

ファン \ 当局	当局			当局	
	Tou	Tol		Int	Nint
Beh	1, 5	3, 6	→	1, 3	3, 4
PH	2, 3	6, 4		2, 2	4, 1
RH	4, 2	5, 1			
				Acc	
				Unacc	

(ファンの知覚)

(当局の知覚)

Beh: 通常の行動

Acc: 許容できる行動

PH: 「暴動を楽しむ」

Unacc: 許容できない行為

Rh: 本当の暴動

Int: 介入する

Tou: 厳格な対応

Nint: 介入しない

Tol: 許容的な対応

図3 サッカーファンと当局とのゲーム

その意味で、この均衡解はナッシュ均衡解を自然に拡張した解の概念といえる。

これを簡単な例を用いて説明してみる [1]。英国でしばしば起きて問題となるサッカー場での暴動を、プレイヤーがサッカーファンと「当局」である2人単純ハイパーゲームとして次の様に表現してみよう (図3を参照)。ここで、重要な点は、サッカーファンにとって暴動は、本当の暴動 (RH) 以外に暴動を楽しむと自分たちが認識している行為 (PH) が存在すること、一方、当局にとっては、サッカーファンの行為は許容できるかできないかの2通りにしか識別されていないという点である。

図3では、戦略間の解釈写像を2つのゲーム間のリンク (矢印) として表現し2通りの解釈写像を考えている。(a)では当局はサッカーファンが「暴動を楽しむ」を許容可能としてみているが、(b)では同じ行為を許容不可能として解釈している点が異なっている。この場合 (a) と (b) とでは、解の安定性が大きく異なっている。(a)では、ファンが「暴動を楽しむ」当局はこれに介入してこないという状況が、均衡解となり「暗黙の合意」点として存在しうる。しかし (b) ではもはやこの結果は均衡解ではなくなり、ファンが本当に暴動を起こし当局が介入するという最悪の事態が生じる。このように2つのゲーム間の解釈の仕方がどのようなものかは状況の分析に重要な役割を演じるのである。

2.3 学習における創発性

さらに問題状況への関与が続き、相互の理解がより進むかも知れない。これを次の大域的整合性の概念として定義する。

想定の大域的整合性

(G_p, G_q, f, g) を相互認識のあるハイパーゲームとする。 p による q の選好順序の想定が (f, g) に関して大域的に整合しているとは、任意の $x \in S_p$ と $y, y' \in S_q$ について、

$$(g(x), y) \geq_q (g(x), y') \Leftrightarrow (x, f(y)) \geq_{qp} (x, f(y'))$$

が成立することをいう。このとき、単に、 p の想定は大域的に整合している、ということにする。

この条件は、 p による q の選好順序の想定 $\geq_{qp}$ が、真の $\geq_q$ に f と g に関して整合していること、すなわ

ち、 q の選好順序を「正しく」理解していることを示している。もちろん、概念の双対性から、ここでも、 G_q と (G_p, G_q, f, g) に対しても対称的な定義が可能なのは当然である。

価値観を共有するハイパーゲーム

相互認識のあるハイパーゲーム (G_p, G_q, f, g) が価値観を共有するハイパーゲームであるとは、(1) p による q の選好順序の想定が (f, g) に関して大域的に整合している、(2) q による p の選好順序の想定が (f, g) に関して大域的に整合している、ことをいう。

いま、最初に個別に存在していた2つの単純ハイパーゲーム G_p と G_q に、相互認識 f と g が生じて (G_p, G_q, f, g) が生成される過程を考えてみる。そのとき、もともとの G_p あるいは G_q に存在していた解が消滅したり、逆に単純ハイパーゲーム G_p, G_q では解が存在しなかったものが、 f あるいは g が想定されることで新たに均衡解が生まれてきたりするであろう。このような、解の発生と消滅の現象は、個別の G_p, G_q 間に関係 (f, g) が生じたからこそ発生するものであり、いわば、個別の G_p, G_q からシステム (G_p, G_q, f, g) が生成されるときに創発特性 (emergent properties) を表現するもので、その生起条件を求めることはシステム論的にきわめて興味深い問題である。さらに、その生起条件が求めれば、相互認識 f と g がどのようなものとき、どのような現象が生じるかがわかり、 f と g の形に関する what-if 分析ができることから、応用面でも重要な問題である。

次の定理は、この問題に対して一つの解答を与えるものである。すなわち、 G_p にナッシュ均衡解が存在していても、 (G_p, G_q, f, g) に均衡解が存在しない場合 (解の消滅)、逆に G_p にナッシュ均衡解が存在しなくても、 (G_p, G_q, f, g) に均衡解が存在する場合 (解の創発) のための一種の判定条件を与えている。

定理： (G_p, G_q, f, g) を共生的ハイパーゲームとし、 f が全射 (surjection) であるとする。さらに、 p による q の選好順序の想定が大域的に (f, g) に関して整合しているとする。そのとき、 G_p にナッシュ均衡解が存在すれば、 (G_p, G_q, f, g) においても均衡解が存在するし、逆に (G_p, G_q, f, g) において均衡解が存在すれば、 G_p にもナッシュ均衡解が存在する。

もちろん、概念の双対性から、 G_q と (G_p, G_q, f, g) に対しても対称的な定理が成立するのは当然である。

ここで定理に現れている、 f が全射であるという条件は、 p は q の真の戦略集合 S_q の「モデル」として S_{qp} を持っていることを示しており、冗長な戦略を q に対して想定していないことを表現していると考えることができる。

さて、最終的には、この価値観を共有するハイパーゲームは、通常のゲーム状況へと変化してゆくかもしれない。そのとき両者は同じゲーム $G = (S_p, S_q, \geq_p, \geq_q)$ を共通に戦うことになる。しかし、この共通の理解も時間とともに、意識的にせよ無意識的にせよ、また能動的にせよ受動的にせよ破られ、また次のフェーズに変化するかもしれない。

以上から、I-PALM は図4に示したように問題状況の変化を認識し、それぞれのフェーズにおける合理性を考察する分析枠組みとすることができる。特に単純ハイパーゲームから相互認識がどのように生まれてくるか（すなわち、どのような解釈関数 f, g がどのように生まれてくるか）そのプロセスを考察することは興味深い、今後の課題である。

2.4 Hyper Evolutionally Stable Strategies

I-PALM では、各エージェントの内部モデルは基本的にそれに付随する（主観的）利得行列および環境を解釈する解釈関数の組で表現される。すなわち、利得行列と解釈関数の組はエージェントのタイプを表現すると考えることができる。そのとき、様々なタイプのエージェントが混在する状況を想定したとき、相互作用を十分に行うことで、均衡状態としてどのような状態に到達するの考察はきわめて興味深い。

ある特定のタイプのエージェントがその状況を覆い尽くすのか、それとも様々なタイプのエージェントがそれぞれのニッチを見だし住み分けするのか。進化的安定戦略 (ESS) の概念を拡張して、現在研究を進めているところである [3]。

2.5 ハイパーゲームシミュレーション

学習に基づき決定主体がその内部モデルと合理性の概念を変化させてゆくプロセスを「すべての決定主体者の行動を知ることのできる」上位の視点から記述しようとする I-PALM を拡張して、いずれかの意思決定主体の立場にたつて学習のプロセスを考察する試みも行われている。たとえば、I-PALM において p は学習するに従い自らのモデル (G_p, f) を書き換えてゆくが、その中で記述される相手の持つ効用を実際にどのように想定しそれを相互作用の中でどのように書き換えてゆくか。これについて、遺伝的アルゴリズムを用いた研究が進められている [6][9]。

3 ドラマ理論：ゲームメタファーからドラマメタファーへ

たとえば、ボスニアの紛争や IRA と英国政府の関係をニュースで見るとき、それらはしばしば予想外の急展開を見せ、まさに小説よりも意外な展開がしばしば見られる。これはもはや当事者どうしのゲームというより、意外性に満ちたドラマを見ているようだといってもよい。状況を、合理性に根拠を置くゲームメタファーでとらえるのではなく、ドラマメタファーでとらえしかも数理的に解析しようとする記述的モデルがドラマ理論である [4]。

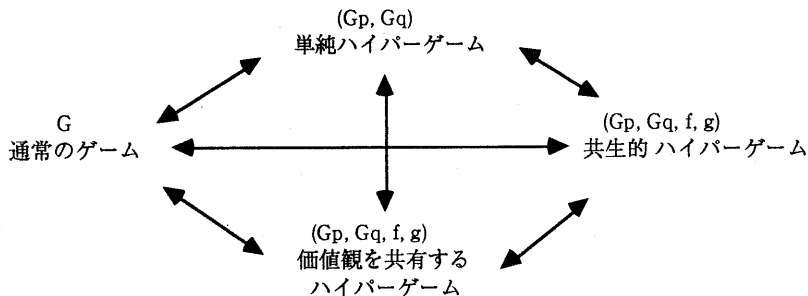


図4 I-PALMによる問題状況の認識の表現

合理的行動が、常に本人の選好に従って行動することを意味するなら、合理的行為者は時として大きな難問に直面する。たとえば、囚人のジレンマ問題で、両者とも合理的プレーヤーなら、互いの共通の善意を信じ切れず両者にとっての最悪の場面を迎えることになるかもしれない。合理的プレーヤーは、不本意な約束、強制された約束は無視されるに違いないと考えるからである。そしてそう考えることが彼らに最悪の事態というコストをもたらすのである。

ドラマ理論は、登場人物（キャラクター＝従来のプレーヤーに対応）、選択肢、選好などにより構成されるが、ドラマ理論は情報が外部から遮断された状況下で、登場人物 同士の相互作用によりドラマがどのように展開するかそのダイナミクスに基本的興味がある。

ドラマはエピソードの連続として展開され、エピソードの中でキャラクターは相互作用を行う。ドラマ進行の中で、ある時点にあるキャラクターによって観察された状況をフレームと呼ぶ。各エピソードはシーンセッティング、built-up、クライマックス、denouement（終局）から構成され、これがいくつかまとまり一つのドラマを構成する。

一つのエピソードの中において、built-up では、各キャラクターはある特定のポジション（その実現が期待されるシナリオ）の実現に向けて、行為あるいは言語で互いに登場人物（キャラクター）が対話などの交渉・相互作用を行う。この相互作用を繰り返す過程で遭遇するゲーム論的なジレンマ（パラドックス）が（本人は本当は実行したくない）不本意な脅し、不本意な約束、あるいは 情報交換、感情的あるいは理性的な討論などを生みだし、これがジレンマ解消にむけフレームの連続（ドラマ）を時間的に変化させてゆく。しかし、キャラクターの不本意な脅しや不本意な約束に依存する他者への働きかけは、徒労に帰することになるかもしれない。そこで感情の高まりが起り、エピソードのクライマックスを迎える。合理性のジレンマは、ある種の感情と選好の変更を生みだし、同時に新たな選択肢、他のキャラクターの巻き込みなどをもたらす。そして、次のエピソードへと進行してゆく。Howard[4] は、ドラマ理論における主要定理として「そのようなジレンマには6種類しか種類がない」こと、「そのうち3種類のジレンマが解消されると残りのジレンマも解消され

すべてのキャラクターは共通のポジションをもつ」ことを証明している。さらに、「この共通のポジションは、強い意味で均衡点になっている」こと、すなわち、これより望ましいシナリオは存在せず、あとの3つのジレンマに遭遇することはありえないこと、を示している。

このように、ゲーム理論が選択の合理性の分析に重点があるのに対して、ドラマ理論はそれを一歩進めて、ある瞬間に固定されたフレーム内での選択とともに、フレームが変化してゆくその過程に興味がある。なお、フレームの変化を導く原因となる圧力を明らかにしようとするモデルとして 敵対分析とよばれる手法がある[2]。これは、処方箋の色彩も持ち、それをサポートするソフトウェア INTERACT も開発されている。

謝辞 本稿の執筆に当たっては一部、科学技術融合振興財団の援助を受けた。記して感謝する。

参考文献

- [1] Bennett, P.G., Hypergames: Developing a Model of Conflict, *Futures*, 12(6)(1980) 489-507
- [2] Bennett, P.G., Confrontation Analysis, *Proceedings of the IMA Conference "Modelling International Conflict"*, (1997)
- [3] Colman, A.M., *Game Theory and its Applications*, Butterworth, (1995)
- [4] Howard, N., Drama Theory: Fundamental Theorems, *Proceedings of the IMA Conference "Modelling International Conflict"*, (1997)
- [5] Kijima, K., Intelligent Poly-agent Learning Model and its Application, *Information and Systems Engineering*, 2(1996) 47-61
- [6] Utomo, S., Application of GA to Analyzing Learning Process in Hypergame Situation, *Master Thesis*, 1998
- [7] 木嶋 恭一, 問題状況の主観的評価に基づく意思決定: 相互認識のあるハイパーゲームとその応用, 電気学会論文誌 C (電気・情報・システム部門誌), vol.111 (1991), 98-106
- [8] 高木, 木嶋, 出口, マルチメディア時代の人間と社会, 日科技連出版社, 1995
- [9] 高橋真吾, 荒瀬雅子, ハイパーゲームにおける認識の適応プロセス解析に対する GA の適用, *JASMIN*, 4 (1), 43-46