

## 社会システムモデルにおける「主体」のコンセプト

兼田敏之 (愛知県立大学)

筆者は、多主体相互作用系の社会システムモデルにおける「主体」のひとつの表現形式として、マルチエージェントシステムの適用に可能性を感じている。本稿では、社会システム工学で用いられるいくつかのモデル領域における「主体」のモデルを概括し、特に、ゲーミングモデルにおいて望まれるエージェントの要件などに触れる。

### (1) 数理モデルにおける「主体」

ゲーム理論などの数理モデルにおいて主体は、与えられたゲーム状況に対して、均衡解概念などとの対で提示される単純な求解原理である。例えばミニマクス原理は研究者が発見し設定するもので、主体が自分でその原理を「発見する」ものではない。

### (2) コンピュータシミュレーションモデルにおける「主体」

社会システム工学では、主体を計算の単位としたモデルを非集計モデル(disaggregation model)あるいはマイクロ行動モデル(individual behavior model)と称し、これまで土地利用モデル、交通計画モデル、住宅需要推計モデルなどの技法が確立されてきた。非集計モデルでは、主体は制約のもとで行動を行う(多くの場合は最適化)アルゴリズムとしてモデル化されてきた。例えば土地利用モデルでは、各土地利用主体(例えばオフィスを賃借し営業を行う企業)が制約条件のもとで自らの利益を極大化するよう挙動し、それらの相互作用の結果が互いに制約条件となり、それらの繰り返しにより土地利用パターンが形成されてゆく。数多くの同種の主体を用いるので、各主体のモデルは普通は単純化されている。

### (3) ゲーミングモデルにおける「主体」

環境問題や宅地開発問題など、異なる役割を持つ主体よりなる社会システムのモデルを人間プレイヤーとゲームルールで表現したものがゲーミングモデルである。このとき「主体」のモデルは、ゲームルールの制約のもとで、役割演技を行う人間そのものとなる。ゲーミングの用途として、研究、学習、教育、合意形成などが考えられるが、ゲーミングモデルにおけるプレイヤーのマシナルゴリズムによる代替は以下の点でメリットがある。

- (あ) 学習、教育、研究における「省人化」
- (い) ゲーミングモデル開発における「テストプレイヤー」
- (う) 人間プレイヤーの挙動研究の際の「比較基準」

### (4) ゲーミング研究で望むエージェント

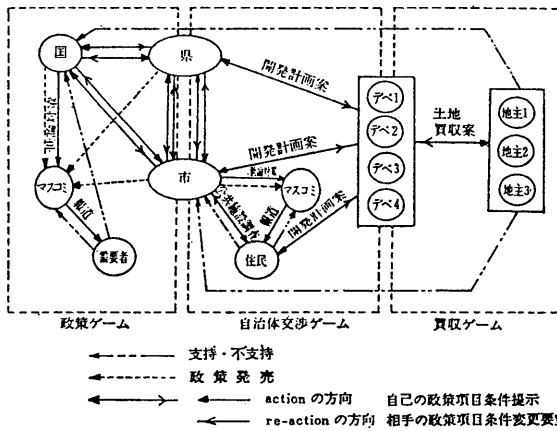
研究用途における人間プレイヤーの必要性はよく「人間(当事者)のみが持つ柔軟な意思決定能力」に求められるとされる。

多くのゲーミングにおいて望まれる「意思決定能力」は以下の点で特徴づけられる。

- (あ) 認識モデルを操作する能力、特にゲーム全体系を扱ったもの
- (い) 学習能力、特に認識モデルを変化させる学習
- (う) プラニング能力

そこで、筆者や木谷忍氏（東北大学）は、「主体」モデルの枠組みを、認識モデルと意思決定モデルを分離して二つの可変モデルを内部に持つものとして考えるようになった。木谷氏の研究では、「主体」における認識モデルをオートマトンの圏、意思決定モデルをルールの圏として表現した。筆者のモデル参照型意思決定問題の研究では、認識モデルを関係表現、意思決定モデルをマクシミン基準と目標関数で表現している。いずれも数理モデル上の研究なので、マルチエージェントを用いたコンピュータモデル研究を進める際の手掛かりにしたいと考えている。

(参考文献) 小幡、環境コンフリクト実験ゲーム、1992、技報堂出版、熊田他、都市づくりと土地利用、1985、技報堂出版



熊田らの宅地開発過程ゲーミングモデルの例  
 上側：主体間関係図  
 下側：各主体の行動基準表

主体名	目標	目的関数の因子
国	政策目標の達成度の最大化	目標年度までの供給達成率 目標宅地有効率の達成率 目標販売価額の達成率 目標デベロッパー利潤の達成率
県	居住環境率の最大化	人口密度に関する環境率 緑化率に関する環境率 道路率に関する環境率 下水道普及率に関する環境率 上水道普及率に関する環境率
市	都市経営健全度の最大化	各開発地における6年間の財政収支
デベロッパー	年当り利潤率の最大化	売上げ 直接費(買収費・工事費・税金) 間接費(人件費・金利) 開発期間
住民	行政サービスから受ける満足度の最大化	緑から受ける満足度 道路から受ける満足度 上水道から受ける満足度 下水道から受ける満足度
需要者	住宅確保による満足度の最大化	販売価額による満足度 供給地の有効宅地率による満足度 開発地の利便性による満足度
地主	生活の安定度の最大化	生活基盤の確保により受ける安定性 消費的欲求充足により受ける安定性 コミュニティより受ける安定性 将来資産に関する安定性

# 組織の知識活動のエージェントモデルとシミュレーション

A Multi-agent Model for Knowledge Activities of Organizations and their Simulation

幡鎌 博<sup>1</sup> 寺野 隆雄  
Hiroschi Hatakama Takao Terano  
筑波大学大学院経営システム科学専攻

## 1. はじめに

本論文では、組織の知的活動における協調の仕組みを分析するためのモデルの構築を指向する。このようなモデルの確立によって、複数の知識システムが緩く結合された状況に対する理論的な考察と実際的な応用が可能となると考えられる。これまで、野中他<sup>(9)</sup>は、暗黙知の概念を使って、組織の中での知識の動的な動きを示したが、そのモデルは形式化されておらず、計算論的に表現されていない。また、エージェント間の知識交換の研究の多く<sup>(4)</sup>は、共通オントロジーの存在を仮定しており、現実性に欠ける。それらに対し、本研究では、エージェント間での言語が完全に共有できず、使用する言葉の意味が異なる状況を想定し、コミュニケーションが不完全な状況におけるエージェント間の組織的な問題解決と学習を行う仕組みについて考察する。

## 2. 意思決定問題

### 2.1 モデルの基本となる考え方

Simon の意思決定の理論での、「決定の前提」の考え方をを用いる。Simon は、組織の中では決定は合成される、と言っている<sup>(6)</sup>。各個人の意味決定の諸前提に影響を与えることで、組織活動が行われているという考え方をしている。他エージェントの推論結果を前提として使うことで、互いの知識が独立していても経験的に学習を行うことができ、以降の意思決定に役立てることができるという利点がある。

学習の方法は、分散EBL<sup>(7)</sup>と失敗時の学習とを組み合わせる。成功した場合には、個々のエージェント内の学習と、それまでの全体的な決定方法の肯定的な学習を行う。失敗の場合には、他のエージェントの推論結果を自分の決定の前提として採用するかを履歴から見直す学習と、全体の決定のやり方を見直す学習を行う。

我々は、スペシャリスト集団での協調方法を表したスペシャリストモデルと、ゼネラリスト集団での協調方法を表したゼネラリストモデルを構築し、カップの概念学習のシミュレーションを行った。<sup>(3)</sup>

### 2.2 スペシャリストモデル

#### (1) 特徴

それぞれのエージェントが異なる分野の領域知識を分けて持つ設定であり、人間組織でのスペシャリスト間での協調の仕組みを表す。知識面での独立性が高く、知識に関するやりとりはできずに、それぞれが更に専門化を深めてゆくエージェント関係を想定する。

メタルールとして、限られたエージェントによって、組織として決定が行われるようにする。それぞれのエージェントは、権威ポイントを持つ。組織としての決定が失敗した場合には、全体決定に関与していないのに正しかったエージェントのポイントがプラスされる。そして、ポイントが逆転すると決定を行うエージェントが入れ替わる。これにより、その時点で最適なエージェントによって全体の決定を行うための、メタレベルの学習を行なうことになる。

エージェントの関係は、組織での部門間関係(例えば、企画・設計・製造・検査・物流・販売)での知識の環状のつながりを表すことができる。

#### (2) シミュレーション結果

結果としては、図1のようにほとんどの場合、最適状態までゆかず、ある程度正解率が高い状態に落ちついてしまう。そのため、ある回数以上、全体の意思決定を行うエージェントが入れ代わらない場合には、成功時に与えていた権威ポイントをそれ以降与えないようにすることで、順安定状態への定着を防ぐことができた。

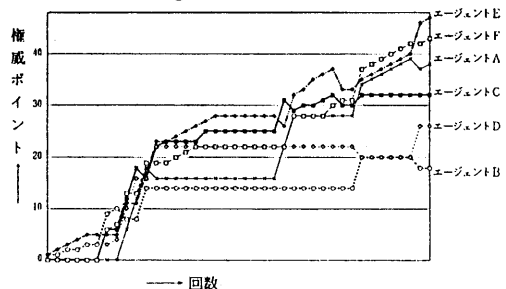


図1. スペシャリストモデルの実行結果

<sup>1</sup> 幡鎌 博 現 富士通株式会社 (Fujitsu Limited)

## 2.3 ゼネラリストモデル

### (1) 特徴

各エージェントが、問題空間について一通り知識を持つ設定として、ゼネラリスト間で知識に関して協調するものとする。共通の分野であるが違いもある知識体系（知識の欠如や矛盾があってもいい）を持つエージェント間で、知識を補い合いながら問題解決してゆき、環境が変わると補い合う関係を変えることを許す。

他のエージェントに質問等はできないが、サブゴールの推論結果を見ることができる。自分の推論が終わった後、各エージェントのサブゴールの推論結果を見てから、各自の決定を行う。学習は、他のエージェントの推論結果で、自分の知識を補えるかを調べる。

### (2) 結果

図2のように、知識が矛盾を含んでいたり不正確でも、補い合い、環境の変化に適応するような特殊化という意味での学習を行うことが確認された。

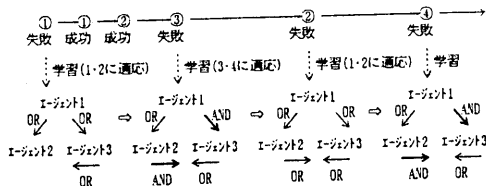


図2. ゼネラリストモデルの実行結果

## 2.4 組織の知識活動の特徴の創発

組織の学習は、それぞれが半断・学習することで複数の視点により適応が試みられ、他のエージェントの知識で補いあったり、全体の意思決定者を選ぶことで、その時点で外部環境に最も適切な全体の決定を行うことができる。ただし、同時に硬直化や迷信的学習の危険性ははらむことになり、注意が必要である。

## 3. 解の発見問題

問題に対して適切な解を組織内で見つける問題に対しては、問題の提示、あるエージェントによる解の発見、解が問題に結びつく（組織としての解の発見）、というプロセスが意思決定に加えて必要となる。それぞれで、協調による動的な活動を考える必要がある。

### 3.1 モデルの基本となる考え方

問題の提示のプロセスと、問題と解との結びつきのプロセスでは、組織論のゴミ箱モデル<sup>(1)</sup>とルー

スカッピングモデルが参考になる。解の発見のプロセスでは、認知科学で創造プロセスを表現する Geneploreモデル<sup>(2)</sup>をベースとすることができる。

## 3.2 各プロセスでの特徴

### (1) 問題の提示

組織の中では単一の目標があるのではなく、多種の目標が存在している。そのため、ある問題が、問題として組織の中に提示される範囲は限られる。

### (2) 解の発見

Geneploreモデルでは、発見は、生成(generate)と探索(explore)のプロセスに分けられる。組織の中での解の発見では、両プロセスにおいて、それぞれ個々のエージェントによって行う場合と、複数のエージェントによって協調的に行う場合が考えられる。

### (3) 問題と解との結びつき

最後に、問題を正確に認識できるエージェントが、解を正確に認識できるエージェントとコミュニケーションをとり、解の説明が問題を満足することを確認する。そして、成否に応じた学習を行う。

## 4. おわりに

この研究の枠組みによって、組織の知識活動を計算論的に表すことができた。このような協調方法は、厳密な知識共有の方法を補うための用途に応用が期待できる。

## 《参考文献》

- [1] Cohen, M. D. et al. "A Garbage Can Model of Organizational Choice (Administrative Science Quarterly, Vol. 17, No. 1, 1972)
- [2] Finke, R. A., et al. "Creative Cognition: Theory, Research, and Applications" (The MIT Press, 1992)
- [3] 幡鎌 博, 寺野 隆雄「分散知識システムの協調・学習に関する考察」(人工知能学会 SIG-KBS-9501-2, P. 9-16, 1995)
- [4] 西田豊明「協調型アーキテクチャによる知識の共有と再利用」(人工知能学会誌, Vol. 9, No. 1, P. 23-28, 1994)
- [5] 野中他「組織的「知の創造」の方法論」(組織科学, Vol. 24, No. 1, 1990)
- [6] Simon, H. A. 「経営行動 (3rd edition)」(ダイヤモンド社, 1989)
- [7] 寺野隆雄「エージェントの組織行動を分析するための機械学習モデル」(経営情報学会, 1994年春季全国大会, P. 191-194, 1994)