

汎用マルチエージェント・シミュレータ

- ABS(Agent Based Simulator)システム -

01505210 (株)構造計画研究所
(株)構造計画研究所
(株)構造計画研究所

* 服部 正太 HATTORI Shota
木村 香代子 KIMURA Kayoko
西山 直樹 NISHIYAMA Naoki

1. はじめに

マルチエージェント・シミュレーション技法は、社会科学分野では新しい手法である。1950年代後半から1960年代前半にかけて生まれた社会科学および社会事象の解釈、説明、予想のためのコンピュータ利用の代替案として1990年代に登場した。1980年代後半からのパソコンの登場、特に1990年代に入ってからの高性能化は、処理速度の高速化、オブジェクト指向、使いやすいインターフェースなどをもたらし、社会科学の研究者がマルチエージェント・シミュレーション技法を積極的に利用できる環境が整えられた。

米国では、教育用システムとしてマサチューセッツ工科大学メディアラボのレズニック教授が StarLogo というシステムで高校生向けのエージェントベースのシミュレーション教育を1990年から開始し、その成果は同教授の著書に示されている(Resnick 1994)。また、サンタフェ研究所でも Unix ベースのマルチエージェント・システム言語 Swarm が開発され、株式トレードモデルなど同研究所の複雑系研究のシンボルとなった(<http://www.santafe.edu/>)。1996年にはブルッキングス研究所のエプスタイン博士らによる人工社会研究の著書が登場した(Epstein 1996)。ミシガン大学のアクセルロッド教授が複雑系手法を社会科学全般について適応する目的でまとめられた著書も、注目を集めている(Axelrod 1997)。またこうした手法を利用したビジネスもコンサルティング会社で利用されるようになり、アーネストヤングやプライスウォーターハウスクーパーなどが積極的に実務に活用している。

マルチエージェント・シミュレーション手法の前提は、社会事象をコンピュータ上に仮想モデルとして構築し、実験が出来ることに特長がある。従来の統計分析の手法や多変量解析の手法、さらにパス解析や共分散構造方程式の手法が変数間の分析によりシステムを同定するのと異なり、エージェント間の相互作用を理解してモデルを動的にしかも視覚的にとらえることに特長がある。ただし、現実社会をそのまま表現するのではなく、社会事象の理論を検証するモデルを構築することに意味がある。さらに、この手法では、社会事

象の理論的モデルを構築するのではなく、社会事象のコンピュータ・モデルを構築し、モデルを検証する。

日本でのこの分野への注目は、人工生命やセルオートマトンなど主として工学系研究者が行ってきたが、1998年に設立された進化経済学会などのセッションとしてマルチエージェント・シミュレーションの手法が一角をしめるようになりつつある。

筆者らが所属する構造計画研究所では、通産省および情報処理振興協会の支援により、教育分野におけるマルチエージェント・シミュレーション技法の普及をはかるためのプロジェクトを1998年11月から開始した。このプロジェクトでは、社会科学研究者および教育者が日本語環境の基で、容易にマルチエージェント・シミュレーション・モデルの構築が出来るように、VisualBasic に極めてよく似た開発言語体系の ABS(Agent-Based Simulator)システムを開発した。

2. 他のシミュレータとの比較

前述のように、よく知られたマルチエージェント・シミュレータとして、マサチューセッツ工科大学メディアラボの StarLogo、サンタフェ研究所の Swarm が挙げられる。下記の表は3つのシミュレータの機能や操作性などを比較したものである。

項目	StarLogo	Swarm	ABS
インストールの容易さ	○	×	◎
モデル構築の容易さ	◎	×	◎
ルール作成の容易さ	○	×	◎
出力設定の容易さ	○	×	○
出力のバリエーション	○	◎	○
シミュレーション速度	○	◎	○
複雑なシミュレーションへの対応	×	◎	○
日本語対応	×	×	◎

図1 シミュレータの比較

初心者向けの StarLogo、プログラミングに精通した専門家向けの Swarm に対して、ABS はより幅広い範囲のユーザ向けに操作性を重視しつつ、実用に耐えうるシミュレータを目指して開発された。

3. ABS システムの特徴

下記の画面は ABS システムのシミュレーション画面であるが、コントロール・パネルによりシミュレーション・パラメータを簡単に変更することができる。またコントロール・パラメータのウィンドウや出力グラフ、マップなども対話型インターフェースにより簡単に設定することが可能で、短時間に高度なシミュレーション・モデルを構築することができる。

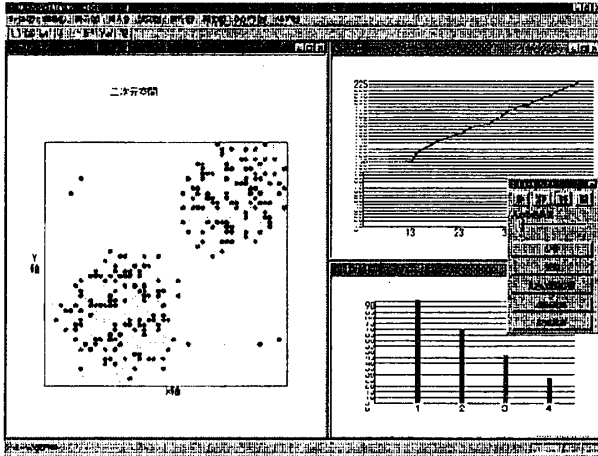


図2 シミュレーション実行中の画面

(1) シミュレーション・モデルの構築

モデル構築では、以下の3つを定義する。

- ・ **空間、エージェント、変数**
系 (ABS では World と呼んでいる) の中に存在する要素として、階層構造で定義される。
- ・ **ルール**
World ルール、エージェント・ルール、共通ルールがあるがいずれも、VisualBasic に類似した ABS 独自の文法や関数を使って、記述する。
- ・ **コントロール・パラメータ**
シミュレーションの開始や終了などの実行制御パラメータ以外に、シミュレーション毎に変更したい変数などを自由に配置しておくことができる。

(2) シミュレーション設定

シミュレーションを実行する前に設定する項目として、初期値、出力、実行環境がある。初期値はシミュレータに用意された設定機能を使用する以外に、外部ファイルからの入力をサポートしており、別アプリケーションにより確率的に分布させたデータなどを簡単に設定することが可能である。

出力の種類としては、図2に示すような2次元マッ

プ、折線および棒グラフ、テキストや数値を画面およびファイルへ出力する機能をサポートしている。

実行環境の設定としては、シミュレーションの終了条件、ルールの実行順序、ログファイルの指定などがある。

(3) シミュレーション実行

通常、初期値やパラメータを変更しながら何百回、あるいは何千回のシミュレーションを実行することになるが、初期値等の変更の手間を省き、シミュレーション実行を効率良く行うために、ABS ではバッチ・シミュレーション、ネットワーク上の複数台のコンピュータを使った分散実行機能を装備している。

(4) 分析

シミュレーション結果は外部ファイルにログとして保存することが可能であるが、シミュレーションステップ毎の各変数の値がテキストファイルとして出力されるため、大量のデータとなる。ABS システムでは、シミュレーション結果の分析をサポートする機能として、統計ソフトやスプレッドシートで簡単に読み込めるようにデータを加工する機能を装備している。

6. まとめ

社会科学では大域的、巨視的なものと個々の行動の関連性に関する仮説を検証することは困難である。しかし全体の系としては非常に複雑でも個々の行動や局所的な相互作用はある特定のルールで記述することができる。個別エージェントの行動ルールを積み上げてシミュレーションを行い、ボトムアップに仮説検証を行うマルチエージェント・シミュレーション手法は、社会科学を研究する上でひとつの注目すべき新しいアプローチであることは間違いない。

このようなアプローチは社会科学の分野でもまだ始まったばかりであるが、汎用的かつ使い勝手の良いシミュレータの開発は、社会科学の今後の発展に大きく寄与するものと自負している。今後、シミュレータの普及や様々な分野への適用、シミュレーション結果の処理や解釈の方法およびモデル自体の評価方法の検討といったことが課題として挙げられる。

参考文献

- [1] Epstein, Joshua M., and Robert Axtell
1996 Growing Artificial Societies: Social Science from the Bottom Up. Washington, DC: Brookings Institution Press and Cambridge, MA: MIT Press. (邦訳 1999 『人工社会』 構造計画研究所 共立出版)