

エージェントベース社会システム科学の創出

出口 弘 東京工業大学総合理工学研究科知能システム科学専攻 deguchi@dis.titech.ac.jp


本稿では、東京工業大学の21世紀COEプログラム「エージェントベース社会システム科学 (ABSSS) の創出」について、そのミッションと研究プログラムを紹介する。ABSSSではボトムアップで構成的なエージェントベースモデリングの方法と機能的な方法の融合によりシステム認識の方法論の革新が図られると同時に、新たな社会技術としてのエージェントベースシミュレーションが開拓される。本稿ではこのエージェントベースシミュレーションの技術を中心に、どのような情報処理技術が新たな文理融合型の学問領域の創出に必要とされているかについて、その現状と展望を明らかにする。

COEプログラムのミッション

東京工業大学のCOE「エージェントベース社会システム科学の創出」は、平成16年度からスタートした、総合理工学研究科の知能システム科学専攻と社会理工学研究科の価値システム専攻にまたがる文理融合型で領域透過的な教育研究プログラムである<www.dis.titech.ac.jp/coe/>。本研究教育拠点での我々のミッションは、情報化・グローバル化した「21世紀社会の諸システム」を、個人や組織から積み上げてゆくボトムアップな方法で捉え、それに従来からの機能的なシステム理論の視点を加味して新たな制度設計の原理と技術を開拓し、「エージェントベース社会システム科学 (ABSSS: Agent-Based Social Systems Sciences)」という新たな学問領域を創出することである。本プログラムではエージェントベースモデリング (ABM: Agent-Based Modeling) という方法論に基づき、システムとしてのものの見方の革新を図り、さらに社会的な組織や個人の活動をボトムアップにモデル化しシミュレーションするためのエージェントベースシミュレーションの新技术を新たな社会技術として開拓し、これらを発展、展開し新たな文理融合型の社会システム科学を創出したい。

そこでは、ソフトウェアとしてのマシンエージェント (人工技術を用いて作成されたプログラムエージェント) だけでなく、問題にかかわる人間 (政策担当者など) もエージェントとして参加し、解決すべき問題の共有・理解・分析を可能とする参加型のソフトな問題解決枠組みとしての「エージェントベースモデリング (ABM)」とそれを可能とする「エージェントベースシミュレーション (ABS: Agent-Based Simulation)」の枠組みを開拓することが重要な課題となる。これらにより、個々のエージェントを基礎にして、社会諸システムを構成的にモデル化し、さまざまな制度をその設計過程に遡るかたちでデザインできるトレーサブルな問題解決枠組みを提案することが可能となる。

ABSSSでは、組織や個人を個性的な行動ルールと動的な内部モデル等を持つ自律的エージェントと見なす。また個々のエージェントの意思決定に関しては、合理性のみに着目することなく、曖昧さや、学習・適応・進化を折り込んだ個性的で動的なプロセスとしてこれを捉える。その上で個人や組織からなる社会の諸システムを、エージェントの相互競争・競争・協調を通して把握し、組織や社会の諸制度やその構築のプロセスを複雑適応系の立場から理論的に解析する。ここでは数理システム理論と社会システム理論の両面からの理論分析がなされる必要がある。

この新しい領域は、社会科学とシステム科学の融合した領域横断的な分野であり、社会システム論の再構築など多くの課題を含んでいる。我々は、-1に示されるように、シミュレーション、理論および実証という3つの切り口から現実を把握し、世界が直面する重要かつ困難な問題に対して社会科学とシステム科学の文理融合により問題解決のためのものの見方と分析の手段を共に提供することを目指している。

COEプログラムの概要

我々のCOEの研究プログラムは、多くの研究課題を含み、それらは以下の8つのプロジェクトから構成されている。

■意思決定の数理システム

プロジェクトリーダー：廣田薫

このプロジェクトのミッションはエージェントによる意思決定の数理モデルの解明応用である。エージェントベース社会システム科学で用いる数理モデルは、学習やネットワーク、交渉などを含み、従来の合理的意思決定モデルの範疇を超えたものになる。ここでは曖昧さや学習を含む人間の意思決定のさまざまなレベルのモデルをエージェントの意思決定の数理モデルとして統合的に明らかにすることを試みる。

■適応システム

プロジェクトリーダー：小林重信

このプロジェクトのミッションは、適応システムの観点から、エージェントベース社会システムを構築するための方法論的枠組みを確立することにある。本目的の達成に向けて、進化計算・強化学習・群知能の3分野を対象に、多目的最適化や分散強化学習における意思決定戦略、進化計算と強化学習の融合やマルチエージェントシステムにおける協調戦略などを具体的な課題として設定している。

■交渉エージェントと法システム

プロジェクトリーダー：新田克己

このプロジェクトのミッションは、法システムと交渉のマルチエージェント分析にある。ここでは模擬調停や模擬裁判における交渉エージェントの実装と評価を行う。具体的には、交渉に関する事例ベースを利用した交渉エージェントを開発し、紛争の当事者、調停員、裁判官に相当するエージェントに交渉戦略を組み込んで、その効果をシミュレーションにより評価する。

■協調行動

プロジェクトリーダー：三宅美博

このプロジェクトでは人間とマシンエージェントが相互作用するコラボレーションシステムのデザイン論を構築することを目標とする。そのためには人間とエージェントの両側から協調行動のメカニズムを調べることが必要であり、マシンエージェント側からは構成的手法を用いて、人間エージェント側からは心理学的手法を用いた解析を行う。

■社会シミュレーション

プロジェクトリーダー：出口弘

このプロジェクトは、現場の社会学者、政策担当者

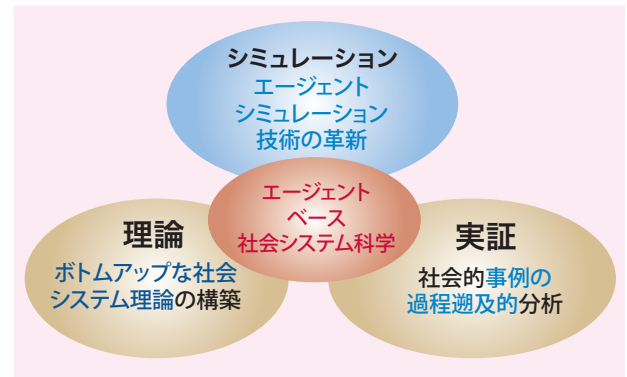


図-1 COEプログラムの方法論

が用いる ABSSS の標準シミュレーション環境を提供することを目的とする。そのために、SOARS (Spot Oriented Agent Role Simulator) と呼ばれる新たなシミュレーション言語を開発する。またそのシミュレーションのモデル作法や、エージェントベースダイナミカルシステムとしての特徴を明らかにし、大規模な社会経済モデルに対して、莫大な政策可能性を探索するためのエージェントベースシミュレーションの技法を開拓する。さらに参加型モデリングのために、マシンエージェントによる ABS と人間プレーヤによるゲーミングシミュレーションを混合したハイブリッドシミュレーションのフレームワークを SOARS 上で開拓する。

■エージェントベースモデリングとその応用

プロジェクトリーダー：木嶋恭一

このプロジェクトでは、複数の自律的決定主体の相互作用の構造とそれが創発するシステム特性に関して、数理モデル、シミュレーションモデルを始めとする重層的モデリングアプローチを行う。具体的には、階層構造を仮定した交渉過程の分析、誤解と相互理解の創発現象の解析、感情や非合理性を織り込んだ意思決定の分析モデルの開発、などを統一的視点のもとで行う。

■社会システム理論

プロジェクトリーダー：今田高俊

このプロジェクトでは、エージェントベース社会システム論の基礎と応用についての理論的考察を行い、その方法を体系化することをミッションとする。そこでは、トップダウンによる上からの管理ないし計画的変動ではなく、ボトムアップによる構成要素のシナジー（協同現象）ないし個別主体の反省的振る舞いからの秩序生成を探索することで、エージェントベースの社会システム理論の構築を目指す。

■エージェントベース政治決定過程

プロジェクトリーダー：蟹江憲史

このプロジェクトでは、政治決定過程のエージェントベースでの分析・シミュレーションを目的とする。その

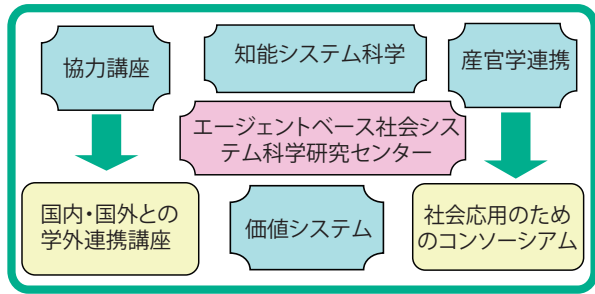


図-2 COEの推進体制

ために地球環境問題という具体的問題に着目し、これを中心として政治決定過程の多国間、多者間(含国際・国内)のガバナンス制度や合意形成のモデルを開発する。

これらのプロジェクトは、下記のCOE推進メンバにより遂行されている。またその実施体制は、図-2に示される。この図にあるエージェントベース社会システム科学研究センターは、本年4月にCOEのミッションの推進のために設立されたばかりである。

(1) COE推進メンバ：知能システム科学専攻

- 出口弘 (DEGUCHI, HIROSHI) 教授,
拠点リーダー, 専門：社会経済システム
- 小林重信 (KOBAYASHI, SHIGENOBU) 教授,
専門：創発システム論
- 廣田薫 (HIROTA, KAORU) 教授, 専門：計算知能
- 新田克己 (NITTA, KATSUMI) 教授,
専門：計算機科学
- 山村雅幸 (YAMAMURA, MASAYUKI) 教授,
専門：創発システム論
- 高玉圭樹 (TAKADAMA, KEIKI) 講師,
専門：知能情報学
- 三宅美博 (MIYAKE, YOSHIHIRO) 助教授,
専門：知能情報学
- 長谷川修 (HASEGAWA, OSAMU) 助教授,
専門：知能情報学
- 室伏俊明 (MUROFUSHI, TOSHIAKI) 助教授,
専門：知能情報学
- 橋田浩一 (HASIDA, KOICHI) 客員教授,
専門：人工知能
- 下田隆二 (SHIMODA, RYUJI) 教授, 専門：産学連携
- 村田智 (MURATA, SATOSHI) 助教授,
専門：自律分散系
- 寺野隆雄 (TERANO, TAKAO) 教授,
専門：人工知能
- 高安美佐子 (TAKAYASU, MISAKO) 助教授,
専門：経済物理学

(2) COE推進メンバ：価値システム専攻

- 木嶋恭一 (KIJIMA, KYOICHI) 教授,
拠点サブリーダー, 専門：意思決定システム科学
- 今田高俊 (IMADA, TAKATOSHI) 教授,
専門：社会システム論
- 猪原健弘 (INOHARA, TAKEHIRO) 助教授,
専門：数論的意思決定理論
- 蟹江憲史 (KANIE, NORICHIKA) 助教授,
専門：国際政治学
- 田中善一郎 (TANAKA, ZENICHIRO) 教授,
専門：政治学
- 潮見登 (SHIOMI, NOBORU) 客員教授,
専門：経営戦略
- 大和毅彦 (YAMATO, TAKEHIKO) 教授,
専門：理論経済学
- 金子宏直 (KANEKO, HIRONAO) 助教授,
専門：法学
- 中丸麻由子 (NAKAMARU, MAYUKO) 助教授,
専門：社会数理

以下ではこの新しい社会科学領域でのエージェントベースモデリングとそのシミュレーション技術に関しての世界の研究状況を概括すると同時に、我々のプロジェクトで開発中の新しいエージェントベースのシミュレーションの言語SOARSと、そのモデリングフレームワークについて説明する。

エージェントベースモデリングとシミュレーションの現状

エージェントベースモデリング (ABM) は、1990年代から徐々に国内外で醸成され、2000年前後から急速に明確な輪郭をとりつつある、社会科学の新しい研究プログラムである。ABMは、シミュレーションを活用した新しい社会的問題解決の技法として今後急速に発展していくであろう領域である。多彩な意思決定基準や内部モデルを持つエージェントが学習し、相互作用する中でボトムアップに構成されるシステムの性質を複雑適応系としてシステム分析する、ABSSSの中核となる研究プログラムがABMである。本COEはこのABMを中核としたABSSSの世界的研究教育拠点を目指している。我々のABSSSのプログラムの意義を明らかにするには、ABMをベースとした社会科学の研究プログラムの世界の現状を把握する必要がある。国内外でエージェントベースシミュレーションでの社会シミュレーション言語やシミュレーション枠組みの開発、その実用を目指している研究グループはいくつかある。日本では木嶋、高木、出口、寺野らが、1990年代前半にポリエージェントの概念を提起して社会科学領域でのエージェントベ

スアプローチに関する独自のリサーチプログラムを開始した¹⁾。ここでは、エージェントベースモデリングとソフトシステム的方法との融合や、ゲーミングによる体験的なシミュレーションとエージェントベースシミュレーションのハイブリッドなモデル化など、日本独自のリサーチプログラムが徐々に醸成されてきた。特に、ゲーミングとエージェントベースシミュレーションをハイブリッド化することで、ソフトウェアのマシンエージェントとゲーミングのプレーヤとして人間が混在するモデルを形成することができる。このハイブリッドなモデルの構築は日本独自の研究プログラムとして我々のイニシアティブのもとで発展を遂げつつある。

国外では、米国のミシガン大学のR. Axelrod、カーネギーメロン大学(CMU)のK. M. Carley、ブルッキング研究所のEpsteinとAxtellらの研究チームが1990年代から先駆けとなるアプローチを始めていた^{2)~4)}。このうちAxelrodは、早くから遺伝アルゴリズムに基づく社会シミュレーションを手がけ、今日のエージェントベースモデリングの基礎となる概念枠組みを提起してきた。彼のアプローチは広く影響を及ぼしたが、そのグループは米国での現在の社会シミュレーションに関する活動の拠点とはならなかった。ヨーロッパでは、サーレイ大学の社会学部のN. Gilbertなどのイニシアティブで1990年代にSIMSOC (Simulating Society) という研究グループが活発に活動を行ってきた。

また米国では2000年前後に、新しい動きがいくつも出現してきた。ジョージメイソン大学の社会学部ではClaudio Cioffi-Revillを中心に社会複雑系の研究センター(Center for Social Complexity)が設立され、MASONというエージェントベース社会シミュレーション用のJava上のツールキットを開発中である。またシカゴ大学とアルゴンヌ国立研究所は、RepastというJavaベースのエージェントベースのシミュレーションツールキットを開発し、大きな影響を及ぼしつつある。UCLAもレイクアロワヘッド会議というカンファレンスを主催し、西海岸の拠点を目指している。これらの活動は、相互に影響を及ぼしながら次第に大きな潮流を形成しつつある。2003年には、北米でのこれらの活動が統合され、地域国際学会としてのNAACSOS (North American Association of Computational Social and Organizational Science) が結成された。同時期ヨーロッパではESSA (The European Social Simulation Association)、アジア太平洋地域では日本のグループが中心となってPAAA (Pacific-Asian Association for Agent-based Approach in Social Sciences, <www.paaa.econ.kyoto-u.ac.jp/>) が結成された。これらの活動は、さらに統合されるかたちで、2年おきに統一国際会議が開催されることも決定

された。その第1回の統一国際会議 (First International Congress on Social Simulation) が本COEのイニシアティブにより、2006年8月21日から25日の日程で日本で開催されることが決定された。これらの活動は、その淵源をサンタフェ研究所を中心としたCAS (Complex Adaptive System) に置くにせよ、その展開は人間や社会を対象とすることで大きく異なった方向に向かっている。

エージェントベースのシミュレーションのツールとしては、サンタフェ研究所でセルラーオートマタのシミュレーションのために開発されたSwarmが依然として大きな影響力を持っている。初期にブルッキング研究所で開発されたAscapeも、RepastやMASONもSwarmの影響を色濃く受けている。さらに日本で構造計画研究所が中心となり開発された、MASというシミュレーション言語もSwarmの教育用日本語版の位置付けで開発された。だが他方で、エージェントベースのシミュレーションの実社会応用について、大規模なプロジェクト開発能力を持つのは、米国でもノンアカデミックスタッフが充実しているCMUやブルッキング研究所などいくつかに限られており、そこでの大規模開発プロジェクトではこれらのツールによらない開発が指向されている。米国では実用で指向されるものと、旧来型のシミュレーションツールとの間に明らかな乖離が生じつつあるようにも見える。その中で、我々のCOEは新たな概念枠組みとシミュレーション言語、理論を開発することで、この隘路に対してブレイクスルーをもたらしことを目指している。表-1は既存のABS言語と我々のSOARSを比較したものである。その詳細については次章以降で詳述するが、我々のCOEプログラムは結果として、大規模な社会経済システムの諸問題に対して、ABSの視点からこれを分析、モデル化すると同時にシミュレーションでこれを解析する実用のためのツールを提供することができるものと考えている。

社会経済のエージェントベースシミュレーション

SOARSの概要

本章では、我々のCOEで開発しているエージェントベースシミュレーション言語SOARS (Spot Oriented Agent Role Simulator) について、その概要と応用の可能性等を示す。この言語は社会シミュレーションプロジェクトが中心となって開発しているが、そこにランドスケープサーチのための実数値GAの技術等、他のプロジェクトでの成果を取り入れつつ、また他のプロジェクトで我々の言語が利用されるなどの相互関係を通じて発

開発グループ	サンタフェ研究所	シカゴ大学	ジョージメイソン大学	東工大COE
ABS言語	Swarm	Repast	MASON	SOARS
セルシミュレーション	◎	◎	◎	○
エージェントの役割記述	×	×	×	◎
クラスタ&グリッド対応	×	×	×	◎
アフターデータマイニング	×	×	×	◎
リアルタイム・グラフ表示	○	○	◎	△
アフター・アニメーション	×	×	×	◎
参加型シミュレーション	×	×	×	◎
ランドスケープサーチ	×	×	×	◎

表-1 既存のABS言語とSOARSの比較

展しつつある。

SOARSは、社会経済システムのシミュレーションのために開発された言語であり、エージェントベースの動的システムを記述するために独自の設計思想を持つ^{5), 6)}。エージェントベースシミュレーションの世界では、セルラーオートマタモデルに淵源を持つSwarmの影響が強く、RepastやAscapeあるいはMASもその流れを汲む言語となっている。これに対しSOARSは、エージェントの役割行動とスポットと呼ばれる場に局所化された相互作用を並列的に記述することを目的として開発された言語で、その設計思想やモデリングのコンセプトは既存のエージェントベースシミュレーション言語や、ルールベースのイベント駆動型の言語とは大きく異なる。社会経済システムの構造的なレプリカを作成しその動的特性や制度デザインを分析する、Working Social ScientistのためのツールとしてSOARSはデザインされている。

SOARS言語は、基層にJavaを採用し、中間層にエージェントの役割記述やその相互作用を記述するための独自のスクリプト言語を持つ。その上に実際のモデルの作成やシミュレーション結果の分析をサポートするモデルビルダーの層がある。SOARSでのモデル化には以下のような特色がある。

(1) ステージモデル

1時間単位をさらに因果的な状態書き替えの前後関係でいくつかのグループに分け、これをステージと呼ぶ。1つのステージ内では、エージェントのルールの実行順序や、相互作用の計算順序（レゾルバーの計算）は結果に影響しないように記述することが要請される。これは干渉分解と呼ばれる方法である。むしろ後のステージの遂行には前のステージの結果（状態変化）が影響してもよい。

(2) 役割モデル

役割の種類を定め役割名を記述する。エージェントは役割を状況に応じて活性化させることで、その役割名のルール（群）を実行する。役割にはエージェント役割とスポット役割（スポットルール）がある。スポット役割は、スポットの持つ物理的特性などを記述するものであり、相互作用の計算のために用いることもできる。

(3) エージェントとスポットの記述

エージェントとスポットは、名前と個数が宣言される。

(4) エージェントとスポットの状態表示

エージェントやスポットが持つことのできる状態変数はキーワードと呼ばれ、文字列（リテラル）、数値オブジェクト、リストなどが利用可能である。

(5) スポットでのレゾルバーに局所化された相互作用

レゾルバーを用いてスポットに局所化された相互作用を定めることで相互作用モデルが構成される。たとえば感染症のモデルでは、あるスポットでその汚染度とそこにいるエージェントの感染度から、エージェント間の感染やスポットの汚染を計算する。

エージェントベースシミュレーションの新技术

社会科学のシミュレーションとそのデータ解析のためには、シミュレーションそのものの機能以外にも多くの機能がサポートされる必要がある。特に我々は社会科学の概念構成に整合したかたちで、実世界の主体の役割構造に対応するある種のレプリカモデルを作成したい。それを可能とするモデル作成、分析、検証、制度設計などの支援環境を、シミュレーションとワンセットの環境としてサポートすることが求められる。そのためにSOARSでは役割や構造、機能、相互作用といった社会システムの分析概念と同水準の粒度で、かつ概念的にも整合したレベルでモデルを構成する。物理的なシミュレーションモデルでは状態変数としてストック変数を仮定し、その変化をフローのダイナミクスとして記述する

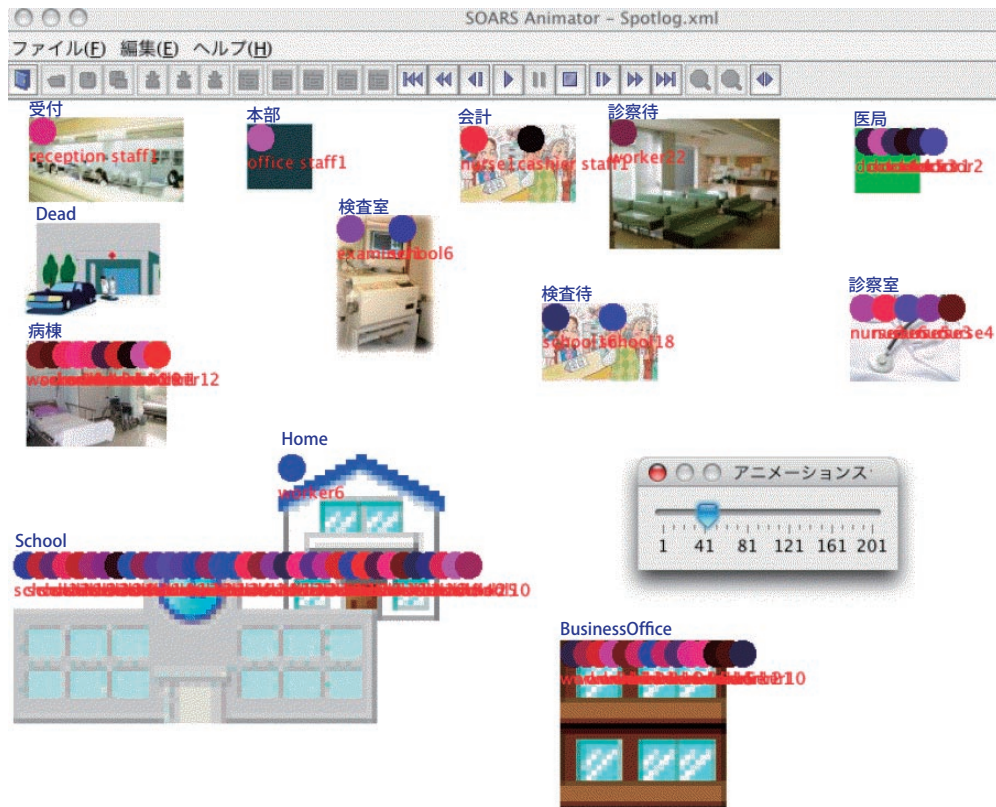


図-3 病院内のエージェントの活動と感染モデル

ことが基本となる。これに対し、我々は人間や組織の役割的な活動をダイナミカルシステムとして記述する。その結果としてさまざまなフローの発生とストックの変化をも分析できる。しかし先行してシステムを特徴付けるストック変数の変化を法則として定式化はしない。

たとえばSARSのような感染症の病院内での感染プロセスをモデル化する場合には、医師、看護師、技師、患者、事務職員など関連する諸役割とそれらの役割により活動するエージェントをまずモデル化する。エージェントは役割を状況によって切り替える。たとえば医者役割を職業役割として持つエージェントは、就業時間が終了すると家庭役割を取得し、また感染してそれが確定診断されると患者役割へと変化する。エージェントは、自らの役割に従って受付、待合室、診察室、病棟、医局、食堂、検査室、事務室、ナースステーション、病室などスポットと呼ばれる場を移動する。各々のスポットで感染プロセスをはじめさまざまな局所的相互作用が記述される。図-3はこのシミュレーションの結果を事後的にアニメーション表示したものである。

このようなシミュレーション分析では、多様な感染対策が比較される必要がある。対策には、各スポットでのマスク着用や消毒などにより感染確率を直接的に変化させる通常の感染防止措置以外に、エージェントの役割や組織構造の変化を要求する組織的感染対策がある。たとえば発熱患者用のゲートを設けたり、患者の家族の家

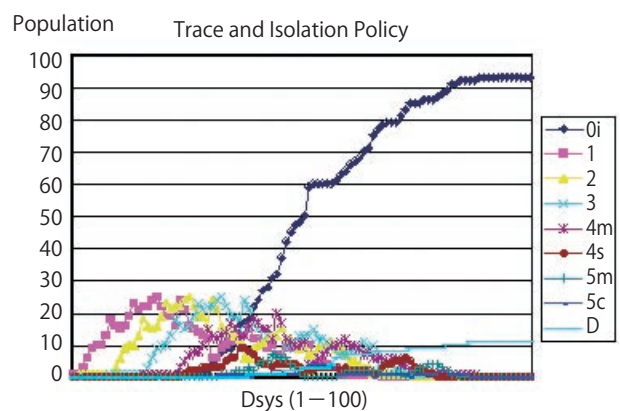


図-4 追跡隔離対策をした場合のSARS感染の推移

庭隔離対策、患者に接触した人の追跡隔離等の政策がこれに当たる。図-4は800人の小さなコミュニティでの感染プロセスを、感染が疑われる状態から、回復して免疫ができるまでを各状態の推移としてグラフ化したもので、感染が確定診断できる3期の患者に接触したエージェントを3日間遡って自宅隔離するという政策を行い、感染の押さえ込みにある程度成功した例である。ここでは感染のレベル1, 2, 3, 4m, 4s, 5m, 5cと死者D、さらに免疫を得て回復した0iの各人数の遷移が示されているが、これらはシミュレーションでの各エージェントの状態を計測した結果得られるもので、この各状態の遷移に関する微分方程式や確率過程を直接的に書き下ろすことで得ら

れたものではない。

防疫問題や社会の諸制度設計などで大規模なシミュレーションによる問題解決を可能とするためには複雑な社会の動きの適切なモデル表現、問題発生時の迅速なシミュレーション、大規模な政策パラメータ空間の最適探索など従来にはないシミュレーション技術が必要となる。SOARSは、サンタフェ研究所のSwarm、シカゴ大学のRepast、ジョージメイソン大学のMASONなど従来のエージェントベースのシミュレーション言語に対して、いくつかの新しい特色を持つ。第1に役割概念に基づいてエージェントの活動を捉えその動的なプロセスを記述していること。第2に1つのステージの中でエージェントの実行順序を交換しても結果に影響しないという並列性を基礎に、シミュレーションの1単位時間（stepあるいはtick）を因果的に前後関係を持つ複数ステージへ分割したモデル化を行っていること。第3に個々のステージではエージェントの役割遂行やエージェント間の相互作用を並列に扱える干渉分解がモデル構築の前提になっていることなど、役割ベースの動的モジュール概念に基づいたプログラミング上のアーキテクチャが多く提案されている。

また大規模なモデルに対して、そこでの政策の効果を分析するためには、巨大なパラメータ空間の探索が必要となる。探究すべき政策が1項目2値として、仮に20種類の政策の組合せを考えると、100万通りもの可能性を探索する必要がある。このような巨大なパラメータ空間の探索では、個々のシミュレーションを十分な回数行ってその安定性を論じる従来のやり方から、巨大なパラメータ空間でのモデル評価のランドスケープそのものの構造を探索するランドスケープサーチや、特定の結果を出すパラメータを逆推定する逆シミュレーションなどの方法へと、方法自体を転換することが必要となる。このランドスケープサーチや逆シミュレーションの機能を実装するためには、莫大な量のパラメータ空間の探索のための計算資源が必要となる。さらに個々のモデルが大きなものとなると単独のCPUではその計算資源を賄うことは難しい。そこでパラメータの探索に関する実験計画と、それに基づくグリッドコンピューティングが必要とされる。SOARSでは、現在Sun Grid EngineベースでPCクラスターを標準でサポートしている。また今後より大規模なグリッドコンピューティングをサポートする予定である。これらと実数値GAの技術が融合することで、巨大な政策的パラメータ空間に渡る多くのシナリオの可能性を同時探索するランドスケープサーチが可能となる。さらに、シミュレーション結果をベースに、特定のエージェントの追跡、シミュレーションの巻き戻し、任意の地点からのパラメータを変えてのシミュレーションの再

実行など、問題解決のためのさまざまなデータマイニングメカニズムが搭載される。

ABSが社会にもたらすもの

ABSは新しい社会的問題解決の技法として今後急速に発展していくであろう領域である。また多彩な意思決定基準や内部モデルを持つエージェントが学習し、相互作用する中でボトムアップに構成されるシステムの性質を複雑適応系としてシステム分析する、ABSの中核となる研究プログラムがABMである。ABSは、このABM、ABSに基づき、競争的なコンフリクト環境下でのマルチエージェントの相互作用を扱うエージェントシミュレーションの技術、曖昧さや学習を含む意思決定のモデル等多くの工学的、システムのアプローチと社会科学の視座が融合したリサーチプログラムとなる。

ものの見方の枠組みを与えることを基本的なミッションとするのが、社会科学の基本的立場である。これに対して狭義の工学は社会的に与えられた課題に答えるかたちで、解くべき問題を発見しそれを解く方法を開拓することをミッションとする。我々の目指すエージェントベース社会科学のリサーチプログラムはこの両者を含み、社会に対するABM、ABSを用いた新たなものの見方と、多様な意思決定基準を持ち学習を行うことのできるエージェントからなる組織や社会の制度設計を可能とする、新たな社会技術が融合した文理融合型のシステム科学を構築する作業となる。

このような文理融合型の研究教育プログラムは、必要性はしばしば指摘されるがその実現は難しい。我々のCOEでは知能システム科学専攻と価値システム専攻の相互のプログラム乗り入れや博士課程の学生が作る自主的なフォーラム、産業界との連携等を通じて、文理融合型の研究教育体制を確立している。その結果として研究のみならず、人材面でも社会の実問題を適切に理解し、分析し、問題を解決することのできる文理融合型の人材が輩出されることが期待される。

参考文献

- 1) 高木春夫, 木嶋恭一, 出口 弘, 他: マルチメディア時代の人間と社会, 日科技連出版 (1995).
- 2) Axelrod, R.: The Complexity of Cooperation, Princeton University Press (1997).
- 3) Carley, K. M. and Prietula, M. J. (eds.): Computational Organization Theory, Hillsdale, N. J.: Lawrence-Erlbaum Assoc (1994).
- 4) Epstein, J. M. and Axtell, R.: Growing Artificial Societies, The MIT Press (1996).
- 5) 出口 弘, 田沼英樹, 清水哲男: エージェントベースの社会シミュレーション言語SOARSの設計思想とその展開, 第35回計測自動制御学会システム工学部会研究会, pp.153-158, 05 PG0002 (2005).
- 6) Tanuma, H., Deguchi, H. and Shimizu, T.: SOARS: Spot Oriented Agent Role Simulator: Design and Implementation, Post-proceedings of AESCS'04, pp.49-56, Springer-Verlag (2005).

(平成17年4月18日受付)