

Game-Based Situation Prototyping による協働型モデリングの提案

○三浦政司 前波晴彦（鳥取大学）

Collaborative Modelling with Game-Based Situation Prototyping

* M. Miura and H. Maenami (Tottori University)

概要— エージェントベースモデリングによる社会シミュレーションは幅広い分野での実務応用が期待されており、様々な社会現象に対して有用かつ説得力のあるモデリングを行う方法が求められている。本研究では、実務家や非専門家が持つ暗黙知・経験値の活用や、異分野専門家間の連携による複合的なアプローチが必要であると考え、それを実現するための手法としてゲーム設計やシステム設計の方法を応用した協働型モデリングプロセスの構築と実践に取り組んでいる。そして、これまでの実践結果に基づく提案のうち、ゲーム設計におけるペーパープロトタイピングの手法をベースとしたモデリングプロセスを Game-Based Situation Prototyping と名付け、整理した。本稿では Game-Based Situation Prototyping の基本的なアイデアと特徴を紹介し、いくつかの実践事例について報告する。

キーワード: エージェントベースモデリング, 協働型モデリング, 社会シミュレーション

1 背景・目的

与えられたルールに基づいて自律的に行動・意思決定・学習などを行う「エージェント」の集合として現象を記述するエージェントベースモデリングと、その結果を用いたシミュレーションは、複雑な現象をボトムアップ的に解析するための優れた方法であり、計算機の発展と共に様々な分野への適用が進んでいる。特に複雑な社会現象の理解、予測、設計を目的とした社会モデリングやシミュレーションへの適用が積極的に行われてきた。しかし、実際に社会応用が実現しているのは、交通・物流・避難などの一部の分野にとどまっており、今後はより幅広い分野を対象とした社会応用が期待されている¹⁾。また、特定の地域・組織・環境下における社会現象の分析・予測など、具体化・詳細化されたニーズへの対応も期待されている。このような期待に応え、有用性・妥当性の高いモデリングを効果的に行うためには、実務家や非専門家が持つ経験知・暗黙知の活用や、異分野専門家間の連携による複合的なアプローチなどが有効であると考えられる。そのようなモデリングを実現するためには、エージェントベースモデリングやシミュレーションに関する専門的な知識・手法を持っていない非専門家らと、協働でモデリングを行うことができるような方法が必要となる。そこで著者らはこれまでに、ゲーム設計やシステム設計の手法を応用することで、非専門家らと対話しながら、協働でエージェントベースモデリングを進めていくためのプロセスを提案し、試行的な実践を進めてきた²⁾³⁾。本稿ではこれまでの提案と実践のうち、ゲーム設計におけるペーパープロトタイピングの手法を応用した対話プロセスを、独自手法であるGame-Based Situation Prototyping(GBSP)として整理し、実践事例と共に紹介する。

GBSPは、ゲームとエージェントベースモデルの類似性に着目し、グループでゲームをつくるというプロセスを通して協働モデリングを実現するという手法である。Fig.1は生態系サービスと環境税設計をテーマとした協働モデリングにおいてGBSPを実践している様子であり、テーブル上にペーパープロトタイピングの手法によって構築した簡易ゲームが展開されている。



Fig. 1: GBSPの様子

GBSPと同様にゲームを利用したモデリング手法としては、参加型のゲーミングシミュレーションが提案されており、多くの研究・実践例がある⁴⁾⁵⁾⁶⁾。第2節ではそれらの先行事例との比較を含め、GBSPの概要と特徴について紹介する。さらに第3節では、エージェントベースモデリングをテーマとして扱った複雑系科学に関する教養教育における事例を中心に、GBSPの実践例について紹介する。教育における活用は、本研究の目的として前述した非専門家の経験知・暗黙知活用および異分野専門家との連携に関する文脈とは異なるが、エージェントベースモデリングに関する専門的な知識・手法をもたないメンバーによる協働モデリングが必要となるという点が一致しており、試行実践のフィールドとして適した機会となっている。

2 提案手法

ゲームは、プレイヤーが従うべきルール、プレイヤー間またはプレイヤーとゲームシステム間の相互作用、そしてプレイヤーやゲームシステムが保持する様々なパラメータ（リソース）の移動によって特徴付けられる⁷⁾。一方、エージェントモデルは、エージェントが従う行動ルール、エージェント間またはエージェントと環境間の相互作用、そしてエージェントや環境が保持する様々なパラメータの変化によって特徴付けられる⁸⁾。すなわち、ゲームとエージェントモデルの構造は良く似ており、ゲームをデザインすることとエージェントベースモデリングを行うことは本質的に近いプロセスであると考えられる。著者らはこれらの類似性に着目し、ゲーム設計のプロセスを応用することで、非専門家らが協働でエージェントベースモデルやマルチエージェントシミュレーションを構築するための手法としてGame-Based Situation Prototyping (GBSP) を提案している。GBSPはゲーム設計におけるペーパープロトタイプ⁹⁾の手法に基づいており、紙やスチレンボードなどの簡易材料、トークン、カード、チップなどの各種プロトタイピングツール (Fig.2) を用いて、エージェント、環境、相互作用、各種パラメータの移動などを机上に素早くプロトタイプとして可視化する。参加者らはこのように展開されたプロトタイプに対して、リアルタイムに変更を加えながら議論を進める。また、ゲームをつくるつもりでエージェントの行動ルールや相互作用の手続きを議論し、規定していく。これにより、対象としている状況や現象に関して、参加者の意見を拾いながら、そして共通認識を得ながらエージェントベースモデルの基礎となるゲーム形式のプロトタイプを構築していくことができる。

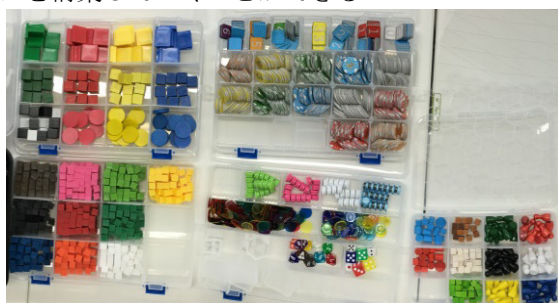


Fig. 2: GBSPに用いるプロトタイピングツール

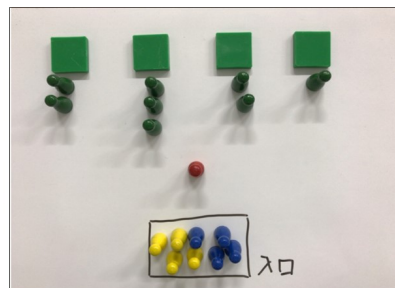
GBSPの基本的な手順は下記の①～④に示す。また、対応するプロトタイピングの様子をFig.3に示す。なお、GBSPは現在開発中の手法であり、ここで示す手順は今後変更される場合がある。

- ① 着目する現象の舞台となる環境と、登場するエージェントを紙、スチレンボード、ポインタークン、チップトークンなどをつかって机上に配置する
- ② エージェントや環境が持つパラメータを、チップトークンやブロックトークンなどを使って配置し、相互

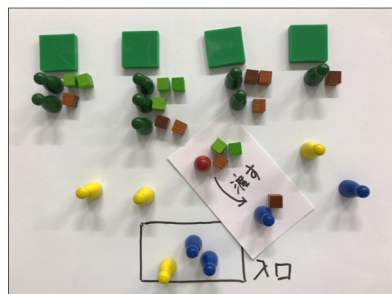
作用やパラメータ変化についてカード等を用いて記述する

- ③ ボードゲームを想定して、行動や処理の順序、意思決定が必要な箇所とタイミングなどを確認し、ルール化・手順化する

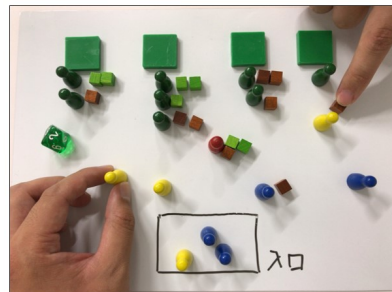
- ④ 組み立てたルールと手順に従って簡易的なゲームプレイを行い、細部を確認・修正していく



① エージェント、環境を配置



② リソースを配置, 相互作用を記述



③ ゲーム化 ④ 試行プレイ

Fig. 3: GBSPの手順

ゲームを利用したモデリングの手法としては、これまでに参加型のゲーミングシミュレーションが提案、実践されており、例えば参考文献^{4) 5) 6)}に挙げるような先行研究がある。これらの手法においてはステークホルダがゲームのプレイヤーとして参加するのに対して、GBSPではゲームの作り手として参加する。そのため、ステークホルダが参加する前の段階である程度のルールやメカニクスが構築されている既存手法と異なり、GBSPではルールやメカニクスの構築も協働で行う。これは目的設定や課題抽出の段階から協働で取り組むことに相当し、かなり初期の段階からステークホルダの意見を取り入れたモデリングを行う場合に適した手法である。状況を素早く可視化し、議論しながら随時変更を加えていくことのできるペーパープロトタイプ

ングの手法を導入することで、はじめてそのようなプロセスが可能となる。参加型ゲーミングシミュレーションとGBSPの比較をした結果をTable.1にまとめる。

Table. 1: 既存手法とGBSPの比較

ゲーミング シミュレーション	Game-Based Situation Prototyping
ゲームのロールプレイ 性に着目	ゲームの手続き的な 側面に着目
非専門家はゲームプレ イヤーとして参加	非専門家はゲームの 作り手として参加
非専門家が参加する前 の段階で、ある程度のル ールやメカニクスが構 築されている	非専門家らと協働で ルールやメカニクス を構築していく

3 実践例

これまでにGBSPを用いたエージェントベースモデリングを実践した例を簡単に紹介する。前節で示したGBSPの基本的な手順や、Fig.2に示したGBSP用ツールセットなどについては、ここで紹介する試行実践を通して整理、構築したものである。

2.1 研究活動における実践

エージェントベースモデリングの導入に関心のある研究者からの協力を得て、いくつかの研究活動においてGBSPを用いた協働モデリングを実践している。これまでに発表している専門家集団のチームビルディングに関する研究¹⁰⁾と協調学習における学習者同士の情報交換に関する研究¹¹⁾の他、生態系サービスと環境税設計に関する研究においてGBSPを用いたモデリングに取り組んでいる。Fig.1は生態系サービスと環境税設計に関する研究におけるGBSPの様子であり、Fig.4にGBSPの結果に基づいて構築したマルチエージェントシミュレーションの画面キャプチャを示す。

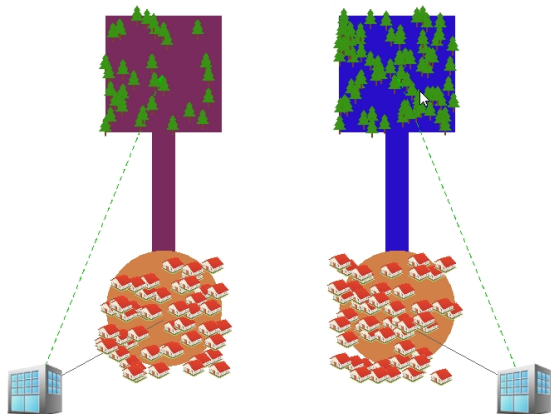


Fig. 4: 生態系サービスシミュレーションの動作画面

いずれの研究活動における実践においても、GBSPを用いることで異分野専門家とのスムーズな対話・連携を実現することができ、それぞれのテーマにおいて効果的なエージェントベースモデリングを行うことができた。

2.2 教養教育における実践

著者らが鳥取大学内にて担当している教養科目「教養ゼミナール」において、受講生グループによるエージェントベースモデリングの活動にGBSPを導入した。この授業は、複雑系科学の考え方が専門分野を問わず幅広い領域の学生にとって重要な教養になると考え、その基礎的な視点と手法を身につけることを目的として企画・実施しているもので、主に大学初年次生を対象としている。授業の後半では、学生グループが自ら設定したテーマに基づいて様々な社会現象についてエージェントベースモデリングを行い、シミュレーションを構築するという実践的な活動に取り組む。これまでの実施結果としては、参考文献¹²⁾で報告しているように、一定の成果を得ることができたが、グループの議論過程にいくつかの問題点が残った。プログラミング経験が浅い受講生たちは、エージェント行動について適切な粒度で議論することができず、大雑把な議論だけで先に進もうとしたり、無闇に複雑な条件をつけたりしてしまった。その結果、シミュレーション構築に移行する段階で大きな手戻りが何度も発生し、スケジュールの遅延が起きた。2016年度の授業では上記の問題点に対応するために、学生グループによるモデリングの過程にGBSPを導入した。Fig.5に、受講生グループによるGBSPの様子を示す。



Fig. 5: 受講生グループによるGBSPの様子

GBSPを導入した結果、過去の授業と比較して、曖昧な行動モデルの記述や必要な処理、パラメータなどの見落としが減り、スムーズな形でシミュレーション構築の段階へと進むことができた。受講生全員がプログラミング経験のない1年生であることを踏まえると、GBSPが非専門家による協働モデリングに対して有効であることを示唆する結果である。Fig.6には受講生グループが構築したシミュレーションの例（遊園地における行列形成をテーマとしたもの）を示す。

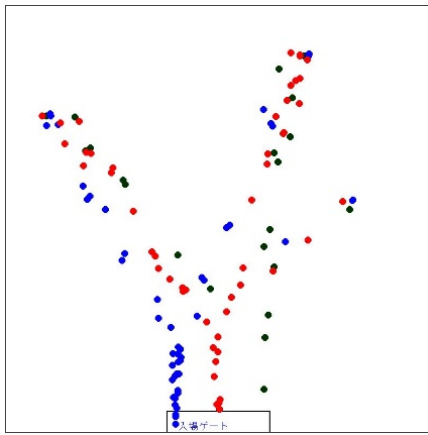


Fig. 6: 受講生が構築したシミュレーション

4 課題と展望

本稿では著者らが提案する手法をGame-Based Situation Prototypingとして整理し、その基本的なアイデアと手順、試行実践例について紹介した。研究活動および教養教育における実践により、提案手法を用いた対話型の協働モデリングが効果的であることを確かめることができた。しかし、その効果や優位性について、定量的・客観的な評価を行うことができておらず、有効性評価の手法構築と実践が課題である。また、今後の展開として、エージェント間の相互作用記述など、GBSPに特有な表現に適した専用のペーパープロトタイプリングツールなどを設計し、より効果的な手法の提案を目指す。さらに、「状況」や「動き」を可視化しながら議論することのできるGBSPは、エージェントベースモデリングに限らず、サービス設計、制度設計、組織設計、ワークショップなど様々な場面で活用できる可能性があり、幅広い応用方法について検討と試行を進めていく予定である

謝辞

本稿に関連する教育・研究の一部については、中山隼雄科学技術文化財団による助成を受けた。記して、謝意を表したい。

参考文献

- 1) 森俊勝：日本におけるマルチエージェントシミュレーション活用の動向，情報処理，Vol.55，No.6，585/590（2014）
- 2) 三浦政司，前波晴彦：ゲーム設計とシステム設計の手法を応用した，エージェントベースモデリングのための対話プロセスの提案，第10回計測自動制御学会社会システム部会研究会論文集，211/214（2016）
- 3) 前波晴彦，三浦政司：エージェント・ベース・モデリングのための暗黙知抽出手法の検討，経営情報学会 2015 年秋季全国研究発表会要旨集，5/8（2015）
- 4) 新井 潔：ゲーミングシミュレーション，オペレーションズ・リサーチ：経営の科学，Vol.49，No.3，143/147（2004）
- 5) 鳥居大祐，石田亨：参加型モデリングとマルチエージェントシミュレーション，人工知能と知識処理，No.104，Vol.133，7/12（2004）
- 6) 菱山玲子：マルチエージェントシミュレーションにおけるゲーミングの利用，情報処理，Vol.55，No.6，pp.557-562，2014
- 7) Adams, E. and Dormans, J. : Game Mechanics: Advanced Game Design, New Riders Press, 63/68 (2012)
- 8) 鳥居大祐，石田亨：参加型モデリングとマルチエージェントシミュレーション，電子情報通信学会技術研究報告，人工知能と知識処理，No.104，Vol.133，7/12（2004）
- 9) J. Gibson : Introduction to Game Design, Prototyping, and Development, Addison-Wesley Professional, 125/140 (2014)
- 10) 前波晴彦，三浦政司，桑野将司，川島浩誉：ABMを用いた学際研究チーム形成モデルの構築，第10回計測自動制御学会社会システム部会研究会論文集，175/178（2016）
- 11) 桐山聡，矢部玲子，三浦政司，村田真実：集团的知性を活用した論理的文書作成支援方法，平成28年度工学教育研究講演会論文集，316/317（2016）
- 12) Miura, M. : Project Based Learning with Multi-Agent Simulation in Liberal Arts Education, Proceedings of the 3rd International Conference on Applied Computing & Information Technology, 242/247 (2015)