

社会システムとゲーミングシミュレーション

松井啓之

京都大学 大学院経済学研究科

〒606 - 8501 京都市左京区吉田本町

TEL 075 - 753 - 3484 FAX 075 - 753 - 3492

E-Mail hmatsui@econ.kyoto-u.ac.jp

あ ら ま し 近年、マルチエージェントシミュレーションによって社会システムにアプローチする研究が注目されている。

エージェントとして人間を用いるゲーミングシミュレーションは、マルチエージェントシミュレーションと類似点も多い。そこで本論文では、複雑適応系としての社会システムを解析する手法としてのゲーミングシミュレーションを紹介し、マルチエージェントシミュレーション研究との関係および協力の可能性について検討を行う。

ゲーミングシミュレーションには、社会システムを分析・理解するために利用されてきた実績があり、マルチエージェントシミュレーション研究と協力するによって、多くの成果が期待できると考えられる。

キーワード ゲーミングシミュレーション, 社会システム, マルチエージェント, シミュレーション, エージェント, 学習

A Gaming Simulation for the Social System

Matsui, Hiroyuki

Graduate School of Economics, Kyoto University

Yoshida-Honmachi, Sakyo-ku, Kyoto 606-8501, Japan

TEL +81 - 75 - 753 - 3484 FAX +81 - 75 - 753 - 3492

E-Mail hmatsui@econ.kyoto-u.ac.jp

Abstract

In recent years, the research to a social system using the multi-agent simulation attracts attention. A gaming simulation using human agent also has a multi-agent simulation and many similar points. This paper gives an outline of the gaming simulation as the technique of analyzing the complicated social system. And the relation between gaming simulation research and multi-agent simulation research and the possibility of cooperation are examined.

A gaming simulation has the achievement used in order to understand and analyze a social system. Then, research of a multi-agent simulation can expect many results by cooperation with a gaming simulation.

key words Gaming Simulation, Social System, Multi-Agent, Simulation, Agent, Learning

1. はじめに

これまで、社会あるいは経済システムに対する研究アプローチとしては、現実社会の複雑性を無視し、簡単なモデル化によって表現する解析的なアプローチ、あるいは均一主体の集合として全体を捉える統計的なアプローチが主流であったと言える。そして、これらの中間としてシステムを構成する主体と主体間の関係に着目したシステム論的なアプローチが主に行われてきた。

しかし、これらのアプローチにおいては、システムを構成する個々の主体の判断や行動がシステム全体に影響を及ぼし、また逆にシステムあるいは環境の変化が、個々の主体の意思決定に影響を与えるという、いわゆるミクロ・マクロ・ループが存在していることは知られていても、このような複雑性を十分に踏まえた分析や研究は不十分であると考えられる。

特に、コンピュータの処理能力の向上、コンピュータサイエンスや分散人工知能の発展は、複雑なシステムをコンピュータ上のシミュレーション、特に個々の主体をエージェントとして扱うことによって複雑性を取り入れたマルチエージェントシミュレーションとして直接取り扱うことを可能とし、主に自然科学の分野で多くの適用がなされ成果をあげつつある。

このような状況を踏まえ、近年マルチエージェントを利用したシミュレーションによって、社会あるいは経済システムへアプローチを図る研究が注目を浴びている。これは、現実世界を複雑系として捉え、その複雑性を維持しながら、その分析を図っている点および、社会科学の分野に対しシミュレーションという、理論や実験とも異なる新しい研究手法を用いている点からこれまでの研究スタイルと大きく異なっている。

一方、社会科学の分野においても、これまでも複雑な社会や経済システムに対する研究アプローチとして、現実社会をゲームという環境にモデル化し、意思決定主体としてのエージェントとして人間を用いたゲーミングシミュレーション（以下、ゲーミングとしばしば略称）と言われる研究領域が存在している。実際に、数多くの研究や実践が行われ、様々な経験や知見、そして課題が得られている。

本論文では、このような複雑適応系としての社会・経済システムを分析、理解するための手法としての、ゲーミングシミュレーションを紹介し、その経験や課題から、マルチエージェントシミュレーションとの関係を考察し、今後の可能性や両分野の協力のあり方について検討する。

2. ゲーミングシミュレーションとは

Greenblat^[9]によれば、ゲーミングシミュレーションとは、ゲーム的側面をもつシミュレーション、すなわち、シミュレーションの文脈内に人間がプレイヤーとして参加し、全面的にせよ部分的にせよ、そのプレイヤーの意思決定によって動作するようなシミュレーションのことである。

そのため、現実社会を抽象化した上で、現実社会を手続き型のアルゴリズムによるシミュレーションではなく、役割と環境を与えられた自律したエージェント（＝プレイヤー）の相互行為から成り立つシミュレーションである^[3]。プレイヤーには、演ずべき役割（＝ロール）、達成すべき目標、行うべき活動、何をなしうるかの制約、そして、各プレイヤーの行動やシステム内での他の要素（偶然を含む）の作用の結果としての利得等が与えられる。

特に、割り付けられた役割の後の行動が、個人の独自性や立場に基づいて自由にできるゲーミングをロールプレイングゲーム(RPG)^[14]と呼ぶ場合もある。

ゲーミングにおける役割、目標、制約、結果、そして、それらの結びつきは、現実世界から抽出され、形付けられる。換言すれば、ゲーミングシミュレーションは現実世界のシステムにおけるこれらの要素をシミュレートしていると言える。

ゲーミングシミュレーションは、ただ1回あるいは統計的に有意でない回数の反復しかできないという性質があるものの、設計者が仮定した人々の反応でなく、実際に人々がどのように反応するかを知る機会を与えてくれるという性質を有している。

また、ゲーミングシミュレーションによって、現実の状況に特有の多面的な複雑性を導入し、理解することが可能になると考えられることから、一般的にいつて、(1)人間の反応や相互作用が予想できなかったり、人間が研究対象のプロセスの一部となっているような探索型研究に、(2)専門家の考えを引き出すために、(3)状況の本質、特に競争的状況の本質を理解する学習あるいは研究に適していると考えられる。

しかし実際には、ゲーミングシミュレーションとは何かという点について、研究者の間でもそれほど明確な理解がなされているわけではない。そのため、用語上の混乱も数多くなされている。

一般に、ゲーミングシミュレーションを略してゲーミングと呼ぶが、それ以外にもゲームシミュレーションやシミュレーションゲーム、あるいは単にゲーム、シミュ

レーションと言いがなされる。さらに、ゲーミングシミュレーションが複数の名称で呼ばれるだけでなく、ゲーミングシミュレーションとは言えない他の体験学習の手法まで含めて一括してシミュレーションと呼ばれたりする。それ故、ゲーミングシミュレーションおよび隣接する活動を「ゲーミングとシミュレーション」と称し、ゲーミングシミュレーションは、ゲームとシミュレーションの両方の性質を持つ活動であると簡単に説明し、次に具体例を挙げて済ませることが多い。

このようなゲーミングシミュレーションに関する用語の議論に加え、ゲーミングシミュレーション自身の科学あるいは技術としての基盤を確立しなければゲーミングが発展しないと危機感が存在する。Meadows^[20]は、その解決のため(1)ゲーミングに関する公式のプログラム、(2)ゲーミングを記述する書式の標準化、(3)ゲーミングの学習効果に関する研究という実務的な解決の指針を提示している。

3. ゲーミングシミュレーションの歴史

ゲーミングの歴史を考えると、戦闘などに備えて個人的にあるいは集団的模擬演習という形でシミュレーションを行った歴史は長く、その中のいくつかは、例えば碁や将棋のようにゲームとして今日に至っていると考えられる。

一方、教育あるいは研究を意識した現代的なゲーミングシミュレーションは、第2次世界大戦中に行われたウォー・ゲーム(War Game)から始まり、1950年代後半から1960年代にかけてアメリカで発展したと言われている。^[4]

村山^[21]によれば、第2次世界大戦中のウォー・ゲームやORの発展に伴い軍隊内の兵站ゲーム、在庫管理ゲーム、人事管理ゲームなど管理的・経営的なものが生まれ、1956年にANA(米国経営協会)、IBM、ニューポート海軍兵学校にてビジネス・ゲームが作られた。そして、それらの集大成として1958年にビジネス・マネジメント・ゲームへと発展し、アドリンガー型のビジネスゲームが完成した。その後急速に多数の類似ゲームが開発された。

さらに社会や政治・文化などのプロセスや考え方を取り入れたゲーミングの開発が1950年代末から始まった。ビジネスゲーム以外に広く知られたものとしては、国際関係論の分野におけるINS(INTERNATION SIMULATION)^[10]、社会学の分野におけるSIMSOC(SIMULATED SOCIETY)^[8]、都市計画の分野におけるCLUG(COMMUNITY LAND USE

GAME)^[7]などがある。

これらのゲーミングを参考にしてわが国においてもグローバル・シミュレーション^[24]、仮想世界ゲーム^[11]、環境コンフリクト実験ゲーム^[23]、東京工業大学社会工学科による一連の都市開発・計画ゲーム^{[13][18][19]}や紛争解決ゲーム^{[16][17]}などが開発され現在に至っている。

一方、イギリスにおいても「経験から学ぶ(learning by doing)」という理念によるゲームも数多く開発されているように、現在まで教育目的を中心に、世界中でさまざまなゲーミングシミュレーションが開発されており、その適用範囲も極めて広いものとなっている。

しかしながら、これらの活動の位置付けは、個々の開発者の意図や目的によって、例えば、教育目的と研究目的のように微妙に異なっている。このことは、ゲーミングの可能性の広がりを生み出していると同時に、ゲーミングに対する理解の差を生じつづけることになり、用語の混乱やゲーミング自体の科学技術の基盤としての弱さの原因ともなっている。

4. ゲーミングシミュレーションとゲーム理論

ゲーミングシミュレーションとゲーム理論は、人工的に設定された環境でのプレイヤー(主体)の相互作用を論じるという点で共通する部分があるが、基本的には違うものと考えられる^[9]。

ゲーム理論は紛争または協力の状態、つまり相互に葛藤、対立するプレイヤー間の行動について研究する数学あるいは経済学の領域に属するものである。それは、解析モデルを対象とし、その解は解析的に求められる。ゲーム理論は今日経済学のみならず社会科学一般で相互に利害対立や相互干渉のある意思決定を分析するために広く用いられ、様々な拡張がなされている。

これに対して、ゲーミングシミュレーションは、関係が一層複雑で人間の没理論的行動等に伴う不確実性が非常に多い場合、解が求まらないような問題に対して、人間の意思決定を介在させたシミュレーションによって満足解を求めるところにある。

5. ゲーミングの目的と種類

ゲーミングシミュレーションの分類はいくつか試みられているが、Klabbers^[15]が指摘しているように、個別のゲーミングの多様性によって単純な分類に収まりきらないことが多い。

そこで学習という大きな視点から井門^[12]は、ロール

プレイを「役割体験」と捉え、教育あるいは学習のあり方を「主体」と「場」という2つの軸で4分類化しているが、特にゲーミングシミュレーションは、その中でも「仮想の場」において「仮想の主体」という状況を設定することにより、実践的にリアリティを再構成し問題解決あるいは学習の場を提供していると考えられる。

それを踏まえ、新井^[11]は、「仮想の場—仮想の主体」において、ゲーミング自体の志向性(仮想的—現実的)とプレイヤーの行動や意思決定の制約(緩やか—厳密)との2軸によってゲーミングを図1のように区別している。

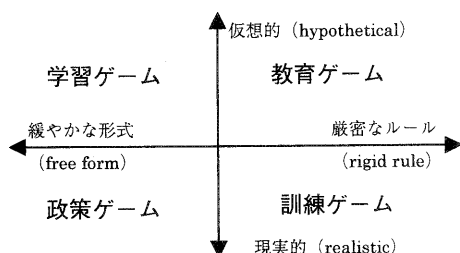


図1. 「仮想性」と「曖昧さ」によるゲーミングの分類

ただし、どのようなゲーミングもファシリテーターのやり方やプレイヤーの性格によって、異なる使い方が可能となるので、この分類も個別のゲーミングをはっきりと類型化するというよりもゲームを設計あるいは実施する際におけるゲーミングの機能に対する視点という側面が強い。

例えば、訓練ゲームは、仮想的状況であってもプレイヤーは自らの能力を高めることが必要とされる。具体的にはOJT(On the Job Training)の代わりになることが求められ、より現実に近い状況で厳密なルールに基づいて行われる。ビジネス・ゲームに代表されるようにチーム間での勝敗を通して、判断能力の向上などを図る研修・訓練である。しかし、これらのモデルは、意思決定の得点は、あらかじめ組み込まれており、ゲーミングの特徴であるプレイヤー間相互作用の分析、評価は明示的に困難である^[22]。

また、教育ゲームは、講義形式によって教授されてきた知識(理論学習)を具体的な経験を通じてより高いレベルでの統合を目指す(経験学習)ものである。代表的なものとしてSIMSOCがある。

SIMSOCは、社会の仕組みを大学生に学ばせるために考案されたもので、集団間関係(地域関係、異文化関係、国家間関係)を扱う代表的なものとして高く

評価され、数カ国語に翻訳されている。大規模で複雑なゲームであり、社会学や心理学で扱う人間行動の多様な側面が体験・観察出来ると言われている^[8]。

さらに、SIMSOCを手本として、広瀬は、南北地域間の葛藤と協調のプロセスをシミュレートし、飢餓や貧困、テロリズム、環境汚染といった地球規模の問題を単純なかたちで再現するゲームとして仮想世界ゲーム(SIMINSOC)を開発し、実際に教育の現場で用いることで、社会心理現象を実際に被験者として体験していくことによって、社会心理学の教育・研究を行っていくことを目指している^[11]。

ゲーミングの中には、ごみ処理場や原子力発電所の立地問題等に代表される紛争解決型のゲーミングが存在する^{[16][17][23]}。これらは集団意思決定や合意形成あるいはアコモデーションといった問題解決を志向するもので、政策ゲームとして考えられる。

これらのゲームの中には、現実社会を極めて忠実に緻密にモデル化して、実際に将来予測等にも利用されるようなものもあるが、当然ゲーム開発の手間と比較してその利用範囲は極めて限定されたものとなる。

そこで実際には、ある程度の抽象的な仮想状況を設定し、その中でゲームを行うことで組織や集団を構成する主体の学習に基づく問題解決が基本となる。つまり、プレイヤー自身を含む対象システムの構造や振る舞いについて、プレイヤー自身、プレイヤー間の関係、システムとプレイヤーの関係をj知ることjに目的がある。

学習ゲームは、政策ゲームにおける学習の効果に着目したものと言えるであろう。例えば、関のグローバル・シミュレーションは、元来は政策ゲームとして開発されたが、国際関係学部jの学生jの導入教育として利用され、デブリーフィングを通じて、国際政治システムに関する洞察を得ることにある。これは、少なくとも学生教育に関しては大きな成功を収めている^[24]。

また地域の将来について学習するためにj行うゲーミングも存在する^[1]。これは、プレイヤー自身の意思によって地域の将来を考えることを目的としたもので、明確な学習目標を設定したものではない。

6. ゲーミングの効果と評価

ゲーミングは、プレイ全体についての詳細な検討を行うことによって、意味があるものになる。つまり、ゲームの手順をゲーム終了後に分析しながら、個々のプレイについての検討を行う訳である。このことをデブリーフィング(debriefing)と呼び、ゲームそのものよりも、

教育や研究においては重視される。

実際ゲームが終わり次第、ディブリーフィングを行う。ディブリーフィングの適切な日本語訳は存在しないが、一つの定義としてはディブリーフィングを「内省＋反省＋批評→省評」と定義している。つまり、ゲーム終了後にプレーヤー間でゲーム自体を事後分析することにより、ゲームをより深く理解することが大きな目的である。

特に、ディブリーフィングによって、ゲーム中の各プレーヤーの行動について、その理由や思考が明らかになることによって、様々な意思決定プロセスについての理解が深まり、同時にゲームの問題点や非現実的な点が明らかになり、改良点が明確になることが期待できる。このように、ディブリーフィングは、ゲーミングにおける教育効果の根幹となる部分である。

このようにゲーミングに関して、教育あるいは学習効果について一定の評価がとは異なり批判も数多く存在する。

例えば、しばしばゲーミングと比較される領域としての実験経済学では、理論のリアリティを検証するために、人間でこれを検証しようとする。いわば自然科学の実験のスタイルを踏襲したアプローチをとるが、この立場から見ると、ゲーミングは、統制の取れていない恣意性の強い実験アプローチとみなされている。

つまり自然科学的な研究アプローチから見るとゲーミングには、統制された実験が出来ない、客観的なデータが集められない、実験の再現が難しいといった問題が指摘されている。

また、教育効果に関しても伝統的な教育評価からすると、何を学んでいるのか分からない、授業の統制が出来ない。成績の評価が出来ないなどが指摘されている。教育効果が高いという指摘がある一方で、これらの批判を覆すだけの実証的研究の蓄積があるとは言えない状況である。

7. ゲーミングシミュレーションとエージェントベースのシミュレーション

社会システムを複雑適応系とみなし、多数のエージェントによって構成されているという考え方は、ゲーミングシミュレーションにおいても自然である。実際にエージェントをプレイヤーとして様々なゲームが開発されていることから、エージェントシミュレーションとゲーミングは極めて近いと考えられる。

このような状況で、例えば出口は、理論解析のための重要な方法としてマルチエージェントシミュレーシ

ョン研究を捉え、理論と同時にそれを補完するものとして、コンピュータ上の実験としてのエージェントベースのシミュレーション、社会的に構成されたリアリティ世界との相互作用の場としてゲーミングによるテストベッドという方法論の三角形を提案している^[6]。

つまり、非常に高いコミュニケーション能力と学習能力を有する人間をエージェントとしたゲーミングを設計し、実施することによって、実際にゲーミングの中で生じる多様性を上手く利用することで、ゲーミングは、エージェントベースの複雑系に対する極めて魅力的なテストベッドを提供する。

さらに、ゲーミングの分析を通じエージェント間のコミュニケーションや意思決定のついて知見を得た上で、それらを実装し、様々な条件の下でコンピュータシミュレーションを実施することで、システムの様々な性質、そして理論が導き出される可能性がある。

具体的に出口は、簡単な社会的ジレンマ問題である「共有地の悲劇」についてのゲーミングを通じ得られた知見を基礎に、エージェントベースのシミュレーションを実施し、破綻した共有地の中での勝利者の存在とロックイン構造を発見し、また、それらを防ぐための制度について検討している^[6]。

実際に、ここで挙げた例以外にも、社会的ジレンマを取り扱ったゲーミングは数多く存在し、そのいくつかはエージェントシミュレーションとしても実装が行われ、比較分析が可能となっている。

また、人工市場を対象とした具体的なテストベッドシステムの開発を目指している U-Mart プロジェクト^[26]においては、マシンエージェントのみの取り引きシミュレーションとヒューマンエージェントによる取り引き実験とが並行して行われている。これはまさにヒューマンエージェントによる実験、すなわちゲーミングと複数のマシンエージェントによるエージェントシミュレーションが互いに影響し、フィードバックをかけながら市場という複雑な対象を明らかにすることを目指している。

これらの社会的ジレンマや市場を取り扱ったゲーミング以外にも、エージェントベースのシミュレーションとの接点を持つゲーミングは数多く存在する。例えば、BAFA-BAFA^[25]と呼ばれるゲームでは、仮想の2つの国の文化をルールとして身に付け、その後互いの国を訪問するというプレイを行い、文化のギャップを体験することによって異文化理解を目的として設計されている。これはまさに現在数多くなされている人工社会のシミュレーションと対比されるものであろう。

8. 最後に

本論文では、複雑適応系としての社会システムにおける分析あるいは解析手法としてのゲーミングシミュレーションについて、その歴史や分類、そして課題などを示し、最近急速に進展しているマルチエージェントシステムによる各種シミュレーション研究との接点について、可能性を含め検討を行った。

ゲーミングは、主に教育分野で利用されてきたとはいえ、複雑な社会システムをゲームとして表現し、様々な社会問題を理解・分析するのに利用されてきた。これらの蓄積は決して少ないものではなく、マルチエージェントシミュレーションにおいても多くの示唆を与えるものになろう。また逆に、マルチエージェントシミュレーションの研究で得られるであろう知見が、ゲーミングの研究を進展させることが期待できる。

このように、今後マルチエージェントシミュレーションとゲーミングシミュレーションの研究は関連することも多く、協力体制を実現すれば、今後より多くの成果が期待できる。興味のある方の参加を求めたい。

参考文献

- [1] 新井潔 (1993) : 地域学習支援システムとしての市長選挙ゲーミング・シミュレーション, 計画行政, 16 (3), 76 - 85
- [2] 新井潔 (1995) : 市民参加の方法としてのゲーミング・シミュレーション, シミュレーション&ゲーミング, 5 (1), 35 - 44
- [3] 新井潔・出口弘・兼田敏之・加藤文俊・中村美枝子 (1998) : 『ゲーミングシミュレーション』, 日科技連出版
- [4] 馬場則夫 (1990) : ゲーミングの歴史と今後の展望, シミュレーション&ゲーミング, Vol.1, No.1, 55 - 60
- [5] 出口弘 (1997) : ゲームプログラミングと社会科学, 『ゲームプログラミング』, 共立出版, 231 - 243
- [6] 出口弘 (2000) : 『複雑系としての経済学』, 日科技連出版
- [7] Feldt, A. : CLUG (COMMUNITY LAND USE GAME), The Free Press.
- [8] Gamson, W. A. (1972) : "SIMSOC : Establishing social order in a simulated society", Inbar and Stoll (1972) : *Simulation and Gaming in Social Science*, The Free Press.
- [9] Greenblat, C. S. (1988) : *Designing Games and Simulations : A Illustrated Handbook*, Sage Publications (新井潔・兼田敏之訳 (1994) : 『ゲーミング・シミュレーション作法』, 共立出版)
- [10] Guetzkow, H. and Cherryholmes, C. : INTER - NATION SIMULATION (INS), Science Research Associates, Inc.
- [11] 広瀬幸雄編著 (1997) : 『シミュレーション世界の社会心理学 ゲームで解く葛藤と共存』, ナカニシヤ出版
- [12] 井門正美 (1996) : 『ロールプレイングの四類型』により社会的役割体験の学習構想—社会科教育学の立場から, シミュレーション&ゲーミング, 6 (1), 2 - 13
- [13] 兼田敏之 (1988) : 『ゲーミングシミュレーションを活用した計画技術者のための学習支援システムの開発に関する研究』, 東京工業大学学位論文
- [14] 鐘ヶ江秀彦 (2000) : プランナー研修ゲーミング・シミュレーションの開発のための設計要件, 熊田禎宣監修 (2000) 『公共システムの計画学』, 技報堂出版, 194 - 210
- [15] Klabbers, J. H. G. (1987) : "A user-oriented taxonomy of games and simulations", Crookall, D. et al. (1987) : *Simulation - Gaming in the late 1980s*, Pergamon Press.
- [16] 熊田禎宣・森田恒幸 (1975) : ゲーミングシミュレーションを用いた電源開発手続き評価への接近, 日本都市計画学会学術研究発表論文集, 第10号, 73 - 78
- [17] 熊田禎宣・根本敏則・松田宏一 (1976) : ゲーミングシミュレーションによる都市における道路計画手続きの代替案比較に関する研究, 日本都市計画学会学術研究発表論文集, 第11号, 349 - 354
- [18] 熊田禎宣・松井啓之・清水晶 (1997) : 『広域分散ネットワーク環境におけるネットワークゲームの開発』, (財)科学技術融合財団研究補助成果報告書
- [19] Matsui, H., Shimizu, A. and Kumata, Y. (1999) : "Developing a Network Gaming System for Planning Education", *Gaming/Simulation for Policy Development and Organizational Change*, Tilburg University Press, 251 - 258
- [20] Meadows, D. L. (1992) : "Preparing the gaming profession to deal with problems of the twenty-first century", Crookall and Arai (1992) : *Global Interdependence: Simulation and Gaming Perspectives*, Springer - Verlag.
- [21] 村山乾一 (1984) : ゲーミングシミュレーションの歴史と展望, オペレーションズ・リサーチ, 29 (2), 77 - 82
- [22] 村山乾一・越出均・岡田好史 (1992) : 『経営組織のゲーミング・デザイン』, 日刊工業新聞社
- [23] 小幡範雄 (1992) : 『環境コンフリクト実験ゲーム 対立から共生への環境創造』, 技報堂出版
- [24] 関寛治 (1997) : 『グローバル・シミュレーション&ゲーミング』, 科学技術融合振興財団
- [25] Shirts, R. G. : BAFA-BAFA, SIMILE II,
- [26] U-Mart 研究会 (2000) : <http://www.u-mart.econ.kyoto-u.ac.jp/>