

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 17 日現在

機関番号：12701

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23530430

研究課題名(和文)ゲーミングを主体としたモデリング方法論

研究課題名(英文)Development of gaming-based modeling methodology

研究代表者

田名部 元成(Tanabu, Motonari)

横浜国立大学・大学院国際社会科学研究院・教授

研究者番号：10313462

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円、(間接経費) 930,000円

研究成果の概要(和文)：ゲーミングシミュレーションのモデリングにおける検証と確認の困難性という問題に対処するために、既存ビジネスゲームのモデルとその実施データを用いて新しいモデルの作成を行なう代理データシミュレーション手法を提案し、数理的認識論的枠組みの構築、シミュレータの設計と実装、評価モデルの構築、実証実験を通じて、提案手法の有効性を評価した。提案手法は、ゲームモデリング、ゲーム実施時の意思決定支援、what-if分析を通じたビジネス構造理解について有効であることが示された。

研究成果の概要(英文)：As a measure against the problem of verification and validation in gaming simulation modeling, a new method, called surrogate data simulation method, were proposed. In this method, modeler use existing game model and log data of actual gameplay for verifying and/or validating model being built. The method was evaluated through development of mathematical epistemological framework of simulation game, design and implementation of simulator, construction of evaluation model, and experiments in actual business game classes. The data analysis suggested that the proposed method could be effective in modeling simulation game, supporting decision-making during gameplay, and developing players' deeper understanding by using this method as what-if analysis.

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：経営学・経営学

キーワード：モデリング ゲーミング シミュレーション 認識論 方法論 代理データ ビジネスゲーム

1. 研究開始当初の背景

(1) 横浜国立大学経営学部が開発した YBG (Yokohama Business Game) は、ビジネスゲームの作成、実施、管理をすべてオンラインで行うことのできるプラットフォームである。モデルの作成や修正に高度なプログラミングスキルを必要としないにもかかわらず、ほとんどの場合、既存モデルを直接利用するか部分的に修正して利用するのみであり、構造自体を修正する利用は、一部を除いて見られなかった。これは、モデル改変による影響の予測困難性や、特定の結果や効果を実現するモデル改変方法の不明瞭性によるところが大きい。

(2) 研究代表者は、シミュレーション・モデリングにおけるこのような問題をさらに詳細化し、ゲーミングの実施結果を分析する際、意思決定と結果のデータのみからでは、意思決定者の意図や目的の解釈が難しく、それらを意思決定者から収集したとしても、分析には労力と時間がかかること、エージェントベースシミュレーションを用いても、エージェントが学習した結果の意味解釈が困難であり、さらに、市場やビジネスの構造の分析に対して、どのようなエージェントを設計すればよいか不明でないこと、そして、既存のゲーミングモデリング手法の中にもモデリング上の困難性や不確実性を取り除き、モデリングの指針を与えるものがあるが、既存モデルをどの条件下でどこまで修正してよいかを保証する理論的認識論的考察が十分に行われていないことを指摘した。

2. 研究の目的

本研究は、上述したようなシミュレーション・モデリングにおける問題に対して、既存ビジネスゲームのモデルとその実施データを用いて新しいモデルの作成を行なうための、数理的認識論的枠組みを構築し、それらの枠組みに基づいた具体的なモデリング手法をいくつか提案し、それらの方法の利点と欠点を比較することで、モデルと実データに基づくモデリング方法論の有効性と有用性を明らかにし、「ゲーミングモデルとその実施データに基づくモデリング方法論の開発」を行うものである。

3. 研究の方法

ゲーミングモデルとその実施データに基づくモデリング方法論の開発を行うために次の6つのステップを実施する。

(1) 既存ゲームモデルと実施データに基づくシミュレーション・モデリングの数理的メタモデルの特定と、モデリング中のモデル間の関係性に関する考察。ビジネスゲームの既存のモデルと、それに対するデータセット(入力と出力)を一組のシミュレーション状況として表現し、シミュレーション活動自体

を記述するための数理的枠組みを構築する。このために、数理システム論の枠組み、ならびにモデル論での考え方を借り、各々のシミュレーション状況における、モデルやデータにおける関係性に関する、取り扱うモデルの構造に応じた条件を見出す。取り扱うモデルの構造は、YBG ビジネスゲームのメタモデルの概念を用いる。

(2) 既存ゲームモデルと実施データに基づくシミュレーション・モデリングの認識論的枠組みの構築。シミュレーション研究を伝統的経験主義と解釈的の中間的アプローチと位置づけ、情報システム分野での研究方法で議論されている種々の議論を踏まえ、本研究の対象とする方法が依拠するための認識論的枠組みを構築する。

(3) ゲーミングモデルと実施データを用いたシミュレーション・モデリング手法の設計。上記で見出したモデリングに関する数理的認識論的枠組みに基づいて、シミュレーション・モデリングを行なうための具体的な手法を提案する。その際、シミュレーション・モデリングに対する分析や考察がある程度事前に可能となるように、シミュレーション・モデリングの表現に対する操作的な取り扱いを可能とする代数的演算を導入し、さらに与えられたモデリング表現に対する処理系に必要なとされる機能的要件を明らかにする。これらの検証は、純粋関数型言語によるプロトタイプ実装により行なうが、実装や検証に際しては、主に YBG においてデファクト・スタンダードとなっているビジネスゲームを修正する場面を想定し、ロジスティクスやマーケティングにおけるシミュレーション・モデリングの具体的事例を詳細に明らかにする。

(4) シミュレーション・モデリング支援システムの設計と構築。提案した複数のシミュレーション・モデリングを支援するための情報処理システムの機能的要件を明らかにし、構築したいゲーミング・シミュレーションに対するモデリング表現を処理し、モデリング活動を支援するための処理系のプロトタイプを構築する。プロトタイプでは、従来の YBG システムの言語の見直しも同時に行い、ゲーム開発者が容易により柔軟な方法でモデル構築ができる環境の実現を目指す。そのために、従来の YBG 言語によって記述されたモデルをも受理できる言語処理系を内包するようにする。言語処理は、純粋関数型言語による領域固有言語として実現する。

(5) ゲーミングモデルと実施データを用いたシミュレーション・モデリング手法の評価モデルの構築。モデリング手法を評価するための一般モデルを文献調査によって明らかにし、提案手法の評価を行なうための評価モ

デルを構築する。評価は定量的評価と定性的評価の両者を組み合わせたものを念頭に置く。

(6) シミュレーション・モデリングの有効性と有用性の評価。シミュレーション・モデリング支援システムを用いて各種のモデリング手法を評価するための実証実験を行い、それぞれの手法の利点と欠点を明らかにする。そのために、開発したシミュレーション・モデリング支援システムを用いてモデリング手法を評価するための実証実験を行なう。実証実験には、国内外の大学に協力を要請し、ビジネスゲームを用いた授業等の中で、ビジネスゲーム開発方法に関する講義を行なうとともに、その演習として実験を行なう。ゲーム環境、並びに開発したシミュレーション・モデリング支援システムはインターネット上のサーバとしてサービスを提供し、遠隔分散環境においてもデータ収集が行なえるようにする。また、実験を行なうのに必要となる、モデリングのための手引きやシステムの利用に関するマニュアル等も整備する。最終的に、上で得られた評価モデルに従って、それぞれの手法の利点と欠点を明らかにする。

4. 研究成果

(1) ゲームモデルと実施データに基づくシミュレーション・モデリングの数理的枠組みの構築については、数理システム論の枠組みを用い、典型的ビジネスゲームの一般モデルを定式化し、それを動作させるためのシミュレータのアーキテクチャを示した。このアーキテクチャはクラウド上への実装を前提としたものである。

(2) ゲームモデルと実施データに基づくシミュレーション・モデリングの認識論的枠組みの構築については、Lincoln & Guba の研究パラダイムの分類、ならびに、シミュレーション&ゲーミングにおける哲学的議論の調査をもとに、参加型パラダイムに基づくシミュレーション&ゲーミングの認識論について提案を行った。この認識論によってゲームモデルと実施データに基づくシミュレーションの結果に対する意味づけが可能となった。さらに、この成果に基づき、提案手法である代理データシミュレーション手法の認識原理としての抽象的意味とゲーミング知との関連を探求した。結果、問題解決指向のゲーミング・シミュレーションの形而上学としては、参加型パラダイムの親和性が高いが、その認識論については、デザイン科学研究の依拠するプラグマティズムとの親和性が高いことを示唆され、認識論としてプラグマティズムを据えるアクション・ラーニング、情報システムにおけるデザイン科学研究、および問題解決指向シミュレーション・ゲーミングの哲学的基盤の相違分析により、代理データシ

ミュレーションは、プラグマティックな認識論に立つデザイン指向問題解決型モデリング手法として位置付けられた。

(3) モデルと実施データを用いたシミュレーション・モデリング手法の設計については、需要分配型ビジネスゲームにおける実施データの総需要の修正が及ぼす影響に関する数学的議論を行い、特別な仮定のもと、実施データを用いたシミュレーションがゲーム実施時の文脈で解釈できることを示した。これによりゲーム実施後のデブリーフィングに革新的な手法を導入することが可能となった。

(4) シミュレーション・モデリング支援システムの設計と構築については、本研究で提案したアーキテクチャに基づくモデル処理系の設計と実装を領域固有言語によるアプローチによって行い、幾つかの実験により、ゲームモデルと実施データに基づく大規模シミュレーションが可能であることを確認した。これにより、シミュレーション・モデリングを支援する基盤が整備された。さらに、モデリング支援システムの実装について、ゲーミング・シミュレーションのモデルと同じモデルを内包するローカル PC のスプレッドシート上で動作する代理データシミュレーションを実施できる環境をプレイヤーに提供し、様々な角度から代理データシミュレーションを行うことによって、構築中のモデルに対する意見をフィードバックさせるという手法を開発し、その実装を行った。さらに、クラウド上で動作するモデリング支援システムの実装に向けた技術調査とプロトタイプの実装も行った。

(5) ゲーミングモデルと実施データを用いたシミュレーション・モデリング手法の評価モデルの構築に関しては、基礎的な文献調査を行うとともに、定量的評価と定性的評価の両者を組み合わせた試行的な評価指標を設計した。この評価指標は、上述した代理データシミュレーション・システムとともに、予備実験において評価された。

(6) シミュレーション・モデリングの有効性と有用性の評価については、2 回の実験によりデータを収集し、モデリング主体の学習に焦点を当てた分析を行った。提案手法の有効性と有用性の評価をさらに詳細化するため、華師範大学（中国）で実験を行い、データを収集分析したところ、従来の実験結果を補強することができた。分析は、提案手法の処置ありと処置なしの2回のビジネスゲームを通じて得られたビジネスシミュレーションプラットフォーム上の定量的客観データとゲーム後に受講者から収集した定性的主観データの2種類を用いて行なわれた。提案する代理データシミュレーション手法に対して

は、What-if 分析を通じた可能な世界における多様な視点からのビジネス構造理解をもたらす可能性は示唆されたものの経営意思決定能力の向上を意図するビジネスゲームにおいては、むしろ意思決定支援ツールとしての意味が強く、必ずしも利用者に対する多様な学びをもたらさないという性質も明らかとなった。

本研究によって、いかなる条件において代理データシミュレーション手法が、利用者への意思決定支援ではなく、利用者への多様な学び提供できるかという新たな研究上の問いが提示された。この視点については、デザイン科学的アプローチによって、大規模ビジネスシミュレーションプラットフォームの構築を通じた研究が求められる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計6件)

1. 田名部元成, 佐藤亮, ビジネス分析方法論 - 戦略のヒューマン・ベース・シミュレーション分析, システム/制御/情報, 査読無し, 58(7), 2014, 掲載予定.
2. Beiyu Yang, Motonari Tanabu, Facilitating Knowledge Acquisition with Surrogate Decision Maker Method in Business Simulation Game, Innovation and Supply Chain Management, 査読有り, 7(4), 2013, 157-167.
3. Beiyu Yang, Motonari Tanabu, The Effectiveness of SDM Method in Business Simulation Game, Developments in Business Simulation and Experiential Learning, 査読有り, 40, 2013, 302-313.
4. 田名部元成, ビジネスゲームのための言語の設計と実装, 横浜経営研究, 査読無し, 32(2), 2011, 53-78.
5. 田名部元成, 製造販売型ビジネスゲームにおける需要分配に関する考察, 横浜経営研究, 査読無し, 32(1), 2011, 145-169.
6. 田名部元成, ビジネスインテリジェンスのための教育, 経営システム, 査読無し, 21(5), 2011, 243-250.

[学会発表](計13件)

1. Motonari Tanabu, Cloud-Based Business Gaming Simulation: A New Evolution of YBG, 41st Annual Conference of the Association for Business Simulation and Experiential Learning, 2014年3月19-21日, フロリダ(米国).
2. 田名部元成, 社会・経済・ビジネスのためのシミュレーション: ゲーミングからのアプローチ, 第40回横幹技術フォーラム, 2014年1月24日, 日本大学経済学部(東京).

3. Motonari Tanabu, Yoshiki Matsui, Social Simulation and Its Methodological Implications for IS Research, JPAIS/ JASMIN International Meeting 2013, 2013年12月18日, ミラノ(イタリア).
4. 田名部元成, シミュレーションのシステム哲学的基礎, 科学基礎論学会2013年度秋の研究例会, 2013年11月2日, 東京大学駒場キャンパス(東京).
5. Motonari Tanabu, A Framework for Learning Through Building Business Games: A Design Science Research Perspective, the 40th Annual Meeting of the Association for Business Simulation and Experiential Learning (ASBEL 2013), 2013年3月8日, オクラホマシティ(米国).
6. 楊蓓玉, 田名部元成, SDM method for players' domain knowledge acquisition in business simulation game, 第2回社会システム部会研究会, 計測自動制御学会, 2012年8月4日, 東京工業大学(横浜市).
7. 楊蓓玉, 田名部元成, Surrogate Decision Maker Method towards Comprehensive Debriefing, 日本シミュレーション&ゲーミング学会2012年春期全国大会, 2012年6月2日, 流通経済大学(松戸市).
8. Motonari Tanabu, Yoshiki Matsui, Beiyu Yang, Ryo Sato, A Throughput Management Strategy for a Production and Distribution Business Game, Decision Sciences Institute 2011 Annual Meeting, 2011年11月19日, ボストン(米国).
9. 田名部元成, 代理データシミュレーション手法, 日本シミュレーション&ゲーミング学会2011年秋期全国大会, 2011年10月22日, 北海道大学(札幌市).
10. 田名部元成, Epistemological Perspectives in Gaming Simulation, 日本シミュレーション&ゲーミング学会2011年秋期全国大会, 2011年10月22日, 北海道大学(札幌).

[その他]

ホームページ

<http://jpn.business-simulation.net>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

田名部 元成 (TANABU, Motonari)
横浜国立大学・大学院国際社会科学研究所
院・教授

研究者番号: 10313462