

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 5月 27日現在

機関番号：32689

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2009～2012

課題番号：21310097

研究課題名（和文） 業績評価制度設計の意思決定支援のためのシステム方法論の研究

研究課題名（英文） Development of Systems Methodology for Decision Support of Design of Performance Evaluation System

研究代表者

高橋 真吾（TAKAHASHI SHINGO）

早稲田大学・理工学術院・教授

研究者番号：20216724

研究成果の概要（和文）：本研究では、組織の各メンバーの特性に関する要因の不確実性に注目して、不確実性が与える影響の有無および特徴的な影響が現れるメンバー特性構造とそのメカニズムが表現できるエージェントベースモデルを用いた社会シミュレーションの方法を開発した。とくに各業績評価制度効果に対して不確実性が与える影響を一望できる「可能性のランドスケープ」を用いた分析手法を提案した。また、モデルでは完全には表現できない本質的な不確実性に焦点をあてて、現場のマネージャへの受容を促進するための参加型の方法論として、エージェントベースモデルから不確実性を取り入れたゲーミングモデルへの変換方法を開発した。

研究成果の概要（英文）：Paying attention to the uncertainty of the factor about the characteristic of each member of the organization, we developed the method of the social simulation using the agent-based model that represents the influence of uncertainty to the organization, the member characteristic structure and its mechanism. We suggested in particular the analysis technique using "the landscape of the possible outcomes" that could overlook the influence that uncertainty gave for each job performance evaluation system effect. In addition, being focused on the essential uncertainty that the model could not express completely, we developed a transformation protocol for the conversion of the agent-based model to a gaming model which took in uncertainty from the agent-based model, the protocol which can plays a participative methodology to promote the acceptance to managers involved in problematic situations.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	4,000,000	1,200,000	5,200,000
2010年度	3,600,000	1,080,000	4,680,000
2011年度	3,700,000	1,110,000	4,810,000
2012年度	3,700,000	1,110,000	4,810,000
年度			
総計	15,000,000	4,500,000	19,500,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：社会・安全システム工学・社会システム工学

キーワード：経営システム、業績評価システム、社会シミュレーション

1. 研究開始当初の背景

現在の企業組織が直面する不確実性は、環

境変動による外在的な不確実性だけでなく、組織内部の情報偏在や分散、組織部門間、成員間の相互作用による不確実性がますます高くなり、一種のビジネス複雑性といえる状況を作り出している。ビジネス複雑性に対処する組織変革の仕組みとしてマネジメントコントロールシステムがあるが、今日の日本企業におけるMCSではピラミッド型組織における責任と権限によるコントローリング特性情報を提供する会計情報システムだけでなく、インフォーマショナル特性と呼ばれる情報を提供し組織学習を促進する人事管理システムの有効な設計と実施が必要とされていた。

2. 研究の目的

環境変動、組織内情報偏在と分散、組織成員間相互作用等の高い不確実性のもとで、組織の設計のうち特に組織パフォーマンスに直接影響を与える業績評価システムに焦点を当て、業績評価システム設計の際に必要な代替案設計とその評価について、不確実性を考慮し、組織学習の方法を取り入れた意思決定支援のためのシステム方法論を構築し、その有効性の検証するための参加型実験の方法論を新たに開発して、提案支援ツールおよび方法論の有効性を確認する。

高い不確実性下での業績評価システムの設計や評価制度の分析には、制度の分析の枠組みとそれに基づく理論モデル、個別の実証データを利用して、複雑な相互作用をボトムアップ的にモデル化し、動的な組織特性を扱うことのできるマイクロモデルを構成し、可能な代替案の束をシナリオとして意思決定者に提示することが重要である。その手法としてはシミュレーションが有効な方法として挙げられるが、特にマイクロな相互作用を動的に扱えるエージェントベースの社会シミュレーションがビジネス不確実性下の意思決定の支援ツールとして特に有効である。本研究では、社会シミュレーションにより不確実性要因をシナリオにより構造化し、代替的評価制度の視座を与えることができる方法論の構築を目指す。

3. 研究の方法

本研究の主なプロセスは、以下の3つのフェーズから成っている。

モデル化とシミュレーションフェーズ：理論モデルの構築；個別状況に合致し、そこでの失敗事例を再現するモデルの構築；社会シミュレーションモデルの構築；不確実性と代替案の構築とシナリオ表現；シミュレーション実験によるシナリオ分析が主な構成要素である。

実証分析フェーズ：各モデル特性の同定のためにアンケートやヒアリングを利用した

実証研究。

評価フェーズ：結果およびシステムの有効性の検証のための参加型による実験。

4. 研究成果

4.1 組織行動のもつ不確実性が業績評価制度の効果に与える影響の分析

—可能性のランドスケープ分析の提案と適用

業績評価制度により組織メンバが態度を学習して組織行動が変化することは知られているが、業績評価制度効果には様々な要因の不確実性が影響しているため、組織目標を達成する業績評価指標構成の理解は十分でない。本研究ではメンバ特性に関する要因の不確実性に注目して、不確実性が与える影響の有無および特徴的な影響が現れるメンバ特性構造とそのメカニズムについて、エージェントベースモデルを用いた社会シミュレーションで検討する。そのために、各業績評価制度効果に対して不確実性が与える影響を一望できる「可能性のランドスケープ」を用いた分析方法を提案する。業績評価制度によるマネジメントが多く採り入れられている営業組織を想定した意思決定ケースに分析方法を適用した。その結果、多くの業績評価制度ではメンバ特性に関する不確実性が与える影響が存在することがわかった。また、高い有効性を示した業績評価制度における特徴的な結果の原因分析を行って、特定のメンバ特性構造が影響を及ぼすメカニズムを明らかにした。

4.1.1 目的と方法

4.1で研究の目的は組織メンバ特性の不確実性が業績評価制度の効果に与える影響を理解するために、様々な業績評価制度について各業績評価制度による複数の実行結果を一望できる“可能性のランドスケープ”を利用した、不確実性が与える影響の分析方法を提案することである。提案した分析方法を利用して、不確実性がある場合と縮減された場合についてランドスケープを比較し、影響の有無や度合いを明らかにする。また、ある業績評価制度下で特徴的な可能性が起こるメカニズムの分析を行う。

本研究では次の手順で研究を進める。ABM構築のプロセスでは、従来研究から妥当であると思われる仮定に基づいて業績評価制度による組織行動への影響モデルを構築する。MCSとしての業績評価制度が多く採り入れられている営業組織を対象とする。

実際の影響分析の前に、予備実験として構築したモデルのパラメータ値を定めて、モデルの正当性（verification）と妥当性（validation）を確認した。正当性と妥当性のテストでは想定する問題状況の観点から

パラメータ値を定め、事前の想定が難しいものについては試行錯誤的に設定する。そして正当性・妥当性テストを合格したパラメータ値で本実験を行った。本研究では、正当性テストはシミュレーションのプログラムがモデルの意図したとおりに実装されていることを確認し、妥当性テストはモデルが取り扱う問題領域におけるスタイライズドファクト (stylized fact) と整合するデータを生成できることを確認した。

本実験である業績評価制度の効果に対してメンバ特性に関する不確実性が与える影響の分析では、メンバ特性に関する要因として (1) メンバの能力・態度等と (2) 学習する組織メンバの 2 要因を分析対象とした。これらの要因に関する不確実性が業績評価制度の効果に与える影響を分析するために、可能性のランドスケープを利用した不確実性が与える影響の分析方法を提案し、構築・調整したモデルを用いて仮想的なケースに適用した。各要因の不確実性がある場合と縮減された場合でのランドスケープの比較を行い、影響の有無や度合いを明らかにした。また 1 つの業績評価制度に注目して、その業績評価制度下における特徴的な可能性が起こるメカニズムをパス解析により明らかにした。

4.1.2 可能性のランドスケープ作成

モデルを作成し、その妥当性を検証した後、モデルパラメータの調整を行い、シミュレ

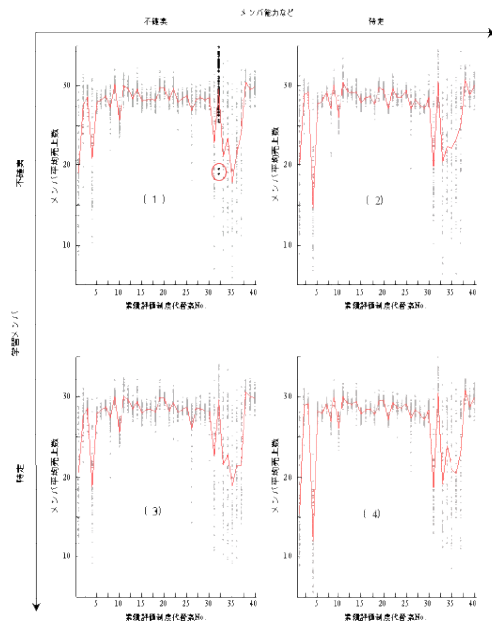


図1 可能性のランドスケープ例
シミュレーション実験をした。その結果に基づいて、本研究では可能性のランドスケープを作成し、組織に本質的に含まれる不確実性下での意思決定支援に供する代替案提示の方法を提案した。

具体的には、直面している不確実性下で、各業績評価制度代替案がどのような結果を生み出す可能性があるのか検討するために、以下の手順で可能性のランドスケープを作成する。

- ・手順 1: 検討する業績評価制度代替案の策定と対象指標・時点の決定
- ・手順 2: 対象指標値の記録と結果のプロット

手順 1 では可能性のランドスケープ作成にあたって、検討する業績評価制度代替案を策定する。次に対象とする指標と時点を決定する。指標は、マネージャが関心を持っている、システムの検討したいパフォーマンスを端的に表すものがよい。さらに、その指標を検討したい時点を決める。

手順 2 では業績評価制度代替案により現れる指標値の分布と平均値を一望できるように、実行結果を整理・可視化して、ランドスケープを作成する。各業績評価制度代替案について一定回数ずつシミュレーションを実行し、対象時点での対象指標値を記録する。縦軸に対象指標値、横軸に業績評価制度代替案番号をとり、各業績評価制度代替案下での実行結果をプロットする。(図 1 を参照)

4.1.3 結論

本研究では、業績評価制度の効果について、組織メンバ特性に関する不確実性が与える影響の問題を扱った。はじめに、業績評価制度下における組織行動の ABM を構築した。予備実験として構築したモデルのパラメータ値を調整して、正当性と妥当性の 2 つのテストを通過したものを本実験で利用した。本実験では、業績評価制度の効果要因の不確実性によって受ける影響を可視化するための可能性のランドスケープを利用した不確実性が与える影響の分析方法を提案して、調整したモデルを用いて仮想的な意思決定ケースに提案分析手法を適用した。(1) 組織メンバの能力及び態度と (2) 学習するメンバの 2 つの要因に関して、要因の不確実性が与える影響があるかどうか実験し、結果から 2 要因ともに業績評価制度の効果に影響を与えることがわかった。また、高い有効性を示した業績評価制度における特徴的な可能性が起きるメカニズムをパス解析により明らかにした。

4.2 社会シミュレーションのゲーミングによるモデル理解促進アプローチ

社会シミュレーションのゲーミングによるモデル理解促進アプローチは (1) 行動モデルの妥当性の評価、(2) 関与者の問題状況理解、(3) 社会シミュレーションで分析したシナリオ効果の現実組織でのパイロット実

験という3つの目的がある。本研究では関与者の問題状況理解に焦点を当てた。社会シミュレーションに精通していないほとんどの関与者は、複雑で大規模な ABM をドキュメント（数式やフローチャート、UML、プログラムコードなど）を読むことや、プレゼンテーションを受けることで理解することは非常に難しい。ABM と同型のゲームをプレイすることによる ABM の仮想体験から、関与者は ABM を理解し、ABM が表現している問題状況を理解することができると考えられる。また、ゲーミングによるモデル理解促進アプローチで用いる ABM と同型のゲーム設計手法としてオブジェクト指向のモデリング言語である UML を利用した transformation modeling protocol を提案した。

4.3 ゲーミングによるエージェントベースモデルの理解促進効果の検討

社会シミュレーション結果の受容には ABM についての理解が不可欠であるが、ほとんどの関与者は社会シミュレーションに精通していないために ABM の理解は難しい。特に、エージェント間の複雑な相互作用や組織内外に高度の不確実性が含まれる問題状況では顕著である。このような問題を解決するために社会シミュレーションのゲーミングによるモデル理解促進アプローチが提案されている。ゲーミングは複雑なリアリティの全体像の理解・共有に有効な体験指向のツールとして知られている。ゲーミングによるモデル理解促進アプローチは、ABM と同型のゲームを関与者にプレイさせることによる関与者の ABM の理解促進を目的の一つとして定めている。しかしながら、ゲーミングによる関与者の ABM の理解促進効果に関して検討が不十分であった。

本研究では、ABM と同型のゲームをプレイすることによってゲームの表現での ABM の理解が促進されることを検証した。ABM の理解にゲーミングを用いるメリットとして、ドキュメントやプレゼンテーションでは困難な問題状況の多面的理解の可能性が挙げられる。現実における自分の立場以外の様々な立場を体験することで、純粋な問題構造を理解することができる。現実の問題状況を関連付けてゲームをプレイさせないため、ゲームの表現を ABM や現実の問題状況と異なるものを用いた。また、モデル理解促進アプローチで提案されている ABM と同型のゲームの設計手法である transformation modeling protocol を、ABM の理解促進を目的としたゲーム設計手法として見直した。

4.3.1 transformation modeling protocol に

よるゲーム設計

transformation modeling protocol を利用し、理解させたいストーリーを再現するゲームの設計を行う。

transformation modeling protocol はクラス図やステートマシン図、シーケンス図などの UML を媒介とし、オブジェクト指向に基づいた ABM と同型のゲームの設計を可能にしている。

4.3.2 被験者実験によるゲームプレイの効果検証

設計したゲームをプレイすることで、ストーリーに記述した ABM の特徴の理解が促進されることを検証する。大学学部生・大学院生 30 名を対象に被験者実験を行った。被験者実験の対象者は実際の社会シミュレーションの対象者とは異なるが、本実験の目的はあくまでもゲームプレイによる ABM 理解の可能性の検討である。

ゲームプレイによって被験者がストーリーの特徴をゲームで理解できたか、ディブリーフィングの設問回答をもとに確認した。

本研究では、ABM と同型のゲームをプレイさせることで、意図した ABM の特徴をゲームの表現で理解させることができることが明らかになった。また、社会シミュレーションのゲーミングによるモデル理解促進アプローチで提案されているゲーム設計手法 transformation modeling protocol を、ABM の理解促進を目的としたゲーム設計手法として提案し、改良を行った。

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 9 件）

1. 横田絵理, 妹尾剛好, 高橋真吾, 後藤裕介, 日本企業における業績管理システムの実態調査、『三田商学研究』第 55 巻第 6 号, 67-87, 2013 年 2 月, 査読有

2. Y. Goto and S. Takahashi, “Landscape Analysis of Possible Outcomes,” In: S. H. Chen, T. Terano, and R. Yamamoto (Eds.) Agent-Based Approaches in Economic and Social Complex Systems VI: Post-Proceedings of The AESCS International Workshop 2009, Springer Series on Agent-Based Social Systems, Vol.8, pp.87-98, 2011(January), 査読有

3. S. Sakuma, Y. Goto, and S. Takahashi, “Analysis of Knowledge Retrieval Heuristics in Concurrent Software Development Teams,” In: K. Takadama, C. C. Revilla, and G. Deffuant (Eds.) Interacting Agents and Social Phenomena:

The Second World Congress on Social Simulation, Springer Series on Agent-Based Social Systems, Vol.7, pp.151-163, 2010(September), 査読有.
DOI: 10.1007/978-4-431-99781-8_11

4. 横田絵理・妹尾剛好「戦略マネジメントシステムの事例研究(1)ーキリンビール株式会社のバランスト・スコアカードー」『三田商学研究』53(2)pp.123-136, 2010, 査読有

5. 横田絵理・妹尾剛好「戦略マネジメントシステムの事例研究(2)」『三田商学研究』53(3), 2010, pp.45-58, 査読有

6. Yusuke Goto and Shingo Takahashi, "Landscape Analysis of Possible Outcomes," Agent-Based Approaches in Economic and Social Complex Systems VI: Postproceedings of Pacific Asia Association for Agent-Based Approaches to Complex Social Systems Sciences, pp. 87-98, 2010, 査読有

7. S. Sakuma, Y. Goto, and S. Takahashi, "Analysis of Knowledge Retrieval Heuristics in Concurrent Software Development Teams," In: K. Takadama, C. C. Revilla, and G. Deffuant (Eds.) Agent-Based Social Systems Volume 7, pp.151-163, Springer, 2010, 査読有

8. 後藤裕介, 高橋真吾, 瀬上義人, 「内部競争を考慮した知識共有のための評価制度分析」, 経営情報学会誌, Vol. 18, No. 1, pp. 15-49, 2009, 査読有

9. 後藤裕介, 高橋真吾, 「組織行動のもつ不確実性が業績評価制度の効果に与える影響の分析ー可能性のランドスケープ分析の提案と適用ー」, 経営情報学会誌, Vol. 18, No. 2, pp. 139-166, 2009, 査読有

[学会発表] (計9件)

1. 杉本陽拓, 滝沢洋介, 高橋真吾, 後藤裕介, ゲーミングによるエージェントベースモデルの理解促進効果の検討, 計測自動制御学会システム・情報部門社会システム部会シンポジウム, 2013

2. 佐々木美紗, 後藤裕介, 高橋真吾, 南野謙一, 渡邊慶和, 業績評価制度導入効果の理解のためのシミュレータ開発, 第74回情報処理学会全国大会, 2012年3月6日

3. 後藤裕介, 滝沢洋介, 高橋真吾, 不確実性に着目した参加型アプローチ ABMS の検討 計測自動制御学会システム・情報部門第1回社会システム部会研究会, 2012年2月27日

4. 後藤裕介, ABSS 妥当化の視点からのシナリオ分析の意義の検討, 計測自動制御学会システム・情報部門学術講演会, 2011年11月23日

5. Y. Goto, Scenario Analysis and Validation of Agent-Based Models, The 4th

EWU-IPU Exchange Program in Computer Science 2011年9月1日

6. Yusuke Goto, Yosuke Takizawa and Shingo Takahashi, Hybrid Approach of Agent-Based and Gaming Simulations for Stakeholder Accreditation, The 4th World Conference on Social Simulation (WCSS2012), 2012.

7. Yusuke Goto and Shingo Takahashi, Agent-based Simulation Analysis of Performance Measurement Systems Considering Uncertainties of a Learning Model, EURO2012(25th European Conference on Operational Research), 2012

8. Y. Goto and S. Takahashi, How Scenario Analysis Can Contribute to ABMS Validation, The 7th International Workshop on Agent-based Approaches in Economic and Social Complex Systems, 2012

9. 後藤裕介, 滝沢洋介, 高橋真吾, 不確実性に着目した参加型アプローチ ABMS の検討, 計測自動制御学会システム・情報部門社会システム部会シンポジウム, 2012

6. 研究組織

(1) 研究代表者

高橋 真吾 (TAKAHASHI SHINGO)

早稲田大学・理工学術院・教授

研究者番号: 20216724

(2) 研究分担者

横田 絵理 (YOKOTA ERI)

慶應義塾大学・商学部・教授

研究者番号: 20277700

後藤 裕介 (GOTO YUUSUKE)

岩手県立大学・ソフトウェア情報学部・講師

研究者番号: 40454037