

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

○杉本陽拓 滝沢洋介 高橋真吾 (早稲田大学)

後藤裕介 (岩手県立大学)

Analysis of the Effect of Facilitating Understandings of Agent-Based Models by Gaming

* A. Sugimoto, Y. Takizawa, and S. Takahashi (Waseda University)

Y. Goto (Iwate Prefectural University)

Abstract— For effective practices of social simulation, stakeholders' understandings of the ABMs are highly required. We have proposed an approach of facilitating stakeholders' understandings of the ABMs by gaming. However, we do not have sufficient knowledge about how and what stakeholders understand about ABMs by the approach. In this paper, we inquire the effect of playing a gaming that facilitates understandings of the ABMs.

Key Words: Social simulation, Agent-based model, Gaming

1 研究背景と目的

近年、組織のマネジメント・システムの設計・分析を対象とした社会シミュレーションの実践がなされている[1, 2]. 社会シミュレーションでは、まず対象組織のマネージャーや従業員にインタビューを行い(フィールドリサーチ)、問題状況を明らかにする。次に、問題状況をあらわしたエージェントベースモデル(ABM)を構築する。そして、ABMを用いたシミュレーション実験によるシナリオ分析を行い、問題状況に対する政策の有効性の検証を行う。政策効果に関して不確実性が与える影響を分析し、各要因の不確実性により起こりうる事象の可能性を把握することで、政策意思決定者の支援を目的としている。

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[3]. 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[4]. ゲーミングによるモデル理解促進アプローチは、ABMと同型のゲームに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[5].

本稿では、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する。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る。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[6]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す。

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。本稿では関与者の問題状況理解に焦点を当てる。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が提案されている。

3 対象とする社会シミュレーション

本稿でゲーミングによるモデル理解促進アプローチを適用する社会シミュレーションについて説明する。

3.1 問題状況

実在する情報システムサポート業務を行う組織の一部門を想定する[7]。この部門では顧客からの受注内容を自社のシステムに登録する業務を担当している。登録内容により必要となる知識や作業が異なり、すべての業務に必要な知識の習得には約一年がかかる。そのため、従業員に様々な業務を適切に割り振り、新人教育を行う必要があるが、業務の割り振りの判断はベテランの勘頼みとなっている。

作業を行うために必要な知識がない場合、ほかの従業員やスーパーバイザー (SV) に質問をすることで知識獲得を試みる。しかしながら、質問された側は自分の作業を中断することになるために全体の生産性が下がってしまう恐れがある。同じ作業は繰り返しこなすことで習熟し処理速度が上がるが、その作業を長期間行わない場合、作業に必要な知識を忘却してしまう。

受注件数には波があり、月初・月末は繁忙期で処理能力が追いつかずオーダーを処理しきれない。一方で月中の閑散期には従業員が時間を持て余してしまう (アイドルタイムの発生) という問題がある。他に懸案事項として、知識継承がうまくできておらず、急な欠員に対応できないという問題がある。

3.2 シナリオ分析

対象組織のパフォーマンスを向上させる政策として、いくつかのタスク割り振り政策を検討した。問題状況を表現する ABM を構築し、シミュレーションによるシナリオ分析を行った。

シナリオ分析結果によると、各エージェントに特定のタスクを割り当て、処理時間の短縮を図る専門家政策は欠員による影響が大きく、パフォーマンスに重大な悪影響を与える可能性があることを示唆している。また、閑散期を利用した新人教育を行う教育重視政策は、その有効性が確認された。難易度の低いタスクから処理をし、より多くのタスク処理を試みる低難易度タスク優先処理政策は、高難易度タスクがいつまでも処理されずに残る危険性が明らかになった。

3.3 理解させたいストーリーの記述

問題状況とシナリオ分析による政策導入効果をゲームのストーリーとして整理・記述する。このストーリーをもとに、transformation modeling protocol でゲーム設計を行う。関与者にタスク発生の繁閑がパフォーマンスに与える影響を理解させるために、タスク発生の繁閑がない場合のストーリーも記述する。また、関与者の低難易度タスク優先処理政策の導入効果の理解とゲーム設計の妥当性評価のために、後述の2つの評価

基準をストーリーに記述した。ストーリーはタスク発生の繁閑の有無と2つの評価基準の組み合わせで4種類を記述し、それぞれに対応するゲームを設計する (Table.1)。

Table. 1 Four stories to be transformed

Game	Story	Performance evaluation	Fluction of task generation
A	A	The number of performed tasks	Off
B	B	The number of performed tasks and their difficulties	Off
C	C	The number of performed tasks	On
D	D	The number of performed tasks and their difficulties	On

ストーリーに記述する各政策効果について説明する。

3.3.1 専門家政策の危険性

関与者 (組織) をとりまく不確実性として、いつだれが欠勤や退職をするかわからない欠員リスクや、いつどのようなタスクが発生するかわからないタスクの不確実性をストーリーとして記述する。欠員に備えた知識継承や、タスクの不確実性に備えたチーム内で多くの種類の知識を保有することの有効性を理解させる。

3.3.2 教育重視政策の有効性

タスク発生の繁忙期や閑散期の状況を再現し、教育重視政策 (閑散期を利用した新人エージェントの教育) の有効性を理解させる。

3.3.3 低難易度タスク優先処理政策の危険性

ゲームとして再現することを踏まえ、低難易度タスク優先処理政策の効果の評価基準によるエージェントの振る舞いへの影響としてストーリーに表現する。以下の帰結がゲームで再現されていることを確かめることで、transformation modeling protocol によるゲーム設計の妥当性の検証を行う。

パフォーマンスの評価基準として、タスク処理数のみの評価と、難易度とタスク処理数の積和の評価 (難易度を考慮したタスク処理数評価) の2種類を導入する。前者は低難易度タスク優先処理政策を表す。この場合、エージェントは処理時間が比較的短い低難易度のタスクを優先して処理し、高難易度のタスク処理が後回しになる。後者は、タスク処理評価に難易度の重み付けを行う。単位時間あたりの処理に対する評価の高い難易度の高いタスクを積極的に処理するようになり、タスク処理数のみの評価に比べ、タスク処理数は減るものの高難易度タスクの処理率が向上する。

4 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

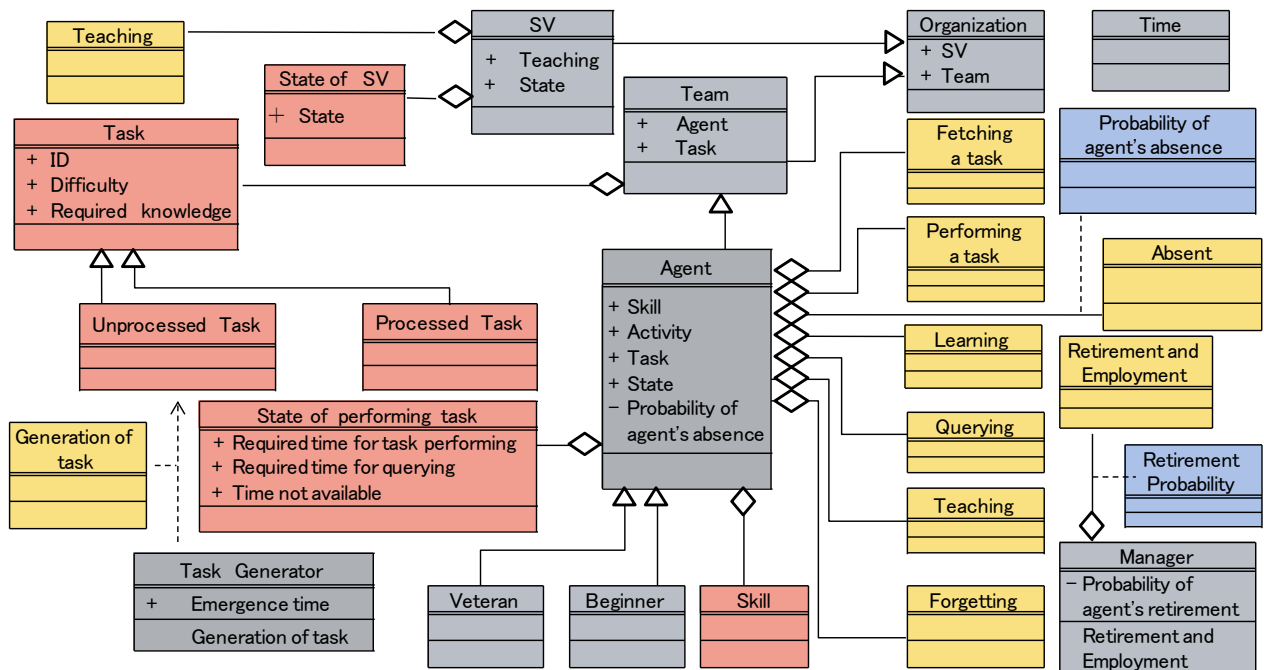


Fig. 1 Class diagram of the ABM

プロ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。

4.1 着目すべき主体・変数・行動の抽出

ストーリーより、考慮すべき要素（主体・変数・行動）を抽出する。行動が確率的に起こるものである場合、その確率も記述する。

4.1.1 時間の同期

ゲームではエージェントの時間を同期させることが可能である。ABM ではシミュレーションの性質上、複数のエージェントの活動を同時進行させることができない。そのために、ABM ではエージェントに要素としてそれまでの活動時間を持たせるなどの処置をとるが、こういった ABM 特有の時間概念による影響はエージェントの時間を同期したゲーム設計によって検討が可能である。本稿では、エージェントの時間を同期させたゲームを設計する。

4.1.2 考慮する要素の整理

4.1.2.1 タスク処理（タスクとスキル、クエリ）

組織は複数のチームを構成し、タスク処理を行う。「エージェント」が「タスク」を処理するためには対応する「スキル」が必要であり、「タスク処理」にかかる時間は当該「スキル保有量」が多ければ多いほど短くなる。エージェントがタスクを処理すると対応するスキル保有量が増える（「学習」）。タスク処理にかかる時間はスキル保有量によって差が生じる（「残りタスク処理時間」）。

エージェントがタスク処理に必要なスキルを所有し

ていない場合、チーム内にそのスキルをもったエージェントがいればそのエージェントに「クエリ」を行う。クエリしたエージェントはタスク処理のためのスキルを獲得する（「回答」、「学習」、「残り（被）クエリ時間」）。このとき、クエリされたエージェントはもし自分が他のタスクを処理している場合でもこの作業を中断してクエリに応じなければならない（割り込みと中断）。必要なスキルをもつエージェントがチームにいない場合は「スーパーバイザー」にクエリを行う（「教育」、「学習」）。なお、スーパーバイザーは各チームに一人しかおらず、同時に複数のクエリに回答することはできない（「被クエリ状態」）。エージェントが所有しているスキルはチーム内の全エージェントが知っている（共有知識）。エージェントは一定期間特定のタスクを処理しないと、対応するスキル保有量が減少していく（「スキル忘却」）。

4.1.2.2 チームが直面する不確実性

タスクは数種類あり、それぞれ必要なスキルの種類と難易度が異なる。タスクは定期的に一定数もしくは繁忙期～閑散期～繁忙期のサイクルで発生するが（「タスク発生」、「タスク発生量」）、どんなタスクが発生するのかは事前にはわからない。

チーム内で一定の確率（「欠勤確率」）に従ってエージェントは「欠勤」し、一定期間そのエージェントはタスク処理やクエリ回答などの活動を行わない一方で、スキルの忘却が起きる。

チーム内で一定の確率（「退職確率」）に従ってエージェントが「退職」する。退職は各エージェントに予め周知され、退職と同時に新人が補充される（「新

規雇用」).

4.2 中間記述言語 (UML) による ABM 文書の記述

4.2.1 クラス図

考慮する主体・変数・行動の静的構造をクラス図として記述する (Fig. 1). 以下の手順で記述を行うことにより, 以後のゲーム設計を円滑に行うことができる.

1. 主体・変数・行動をクラス化

主体としてエージェント, チーム, 組織, SV, マネージャー, タスクジェネレーターをクラス化する. また, 変数と主体の各行動をクラス化し, それぞれを関連付ける.

2. 主体・変数の主たる状態・役割ごとにサブクラスを展開

タスクのサブクラスとして処理前タスク, 処理済タスクを, エージェントのサブクラスとして初心者とベテランを記述する.

3. 主体・変数の属性について, 可視性を記述

クラス化された主体・変数についてそれぞれの属性の可視性 (エージェントの情報獲得の可否) を記述する.

4. 行動に関わる確率は関連クラスとして記述

確率で起こる行動である欠勤, 退職・新規雇用の確率を関連クラスとして記述する.

5. クラス・サブクラスについて主体・変数・行動・確率で色分け

それぞれのクラスを主体・変数・行動・確率で色分けすることで, 各クラスの位置づけを明確にする.

4.2.2 ステートマシン図

主体のサブクラス間と変数の状態遷移の定性的関係性を記述する. 各状態遷移のトリガーと遷移の結果をステートマシン図で表す. 具体的な数値ではなく, カードゲームで再現しなければならない定性的関係性を記述する. 例としてエージェントのスキル, エージェントの状態のステートマシン図を示す (Fig.2, Fig.3).

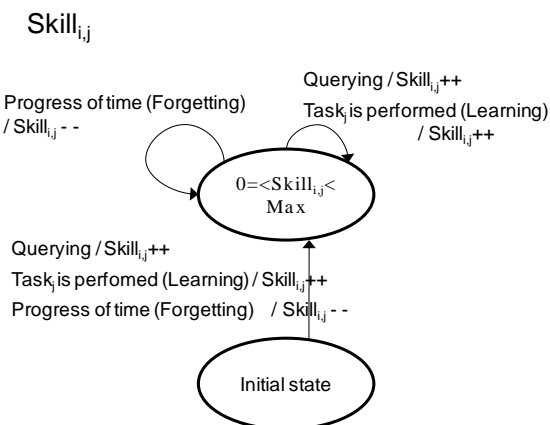


Fig. 2 State machine diagram (Skill)

State of a agent(a, b, c)

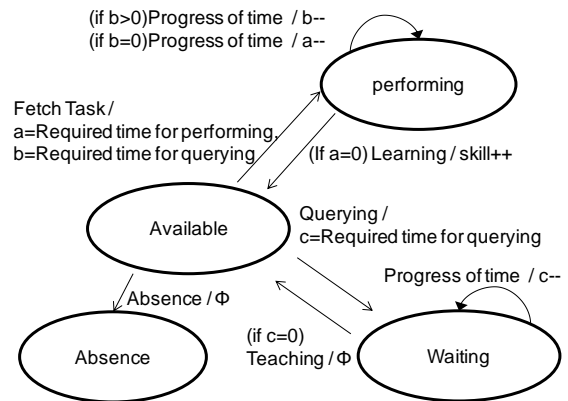


Fig. 3 State machine diagram (State of an agent)

4.2.3 シーケンス図

行動が及ぼす主体・変数への影響を定性的関係性から記述する. 初心者エージェントがベテランまたはスーパーバイザー (SV) にクエリにより知識を得て, タスク処理を実行する過程を表したシーケンス図を例として示す (Fig.4).

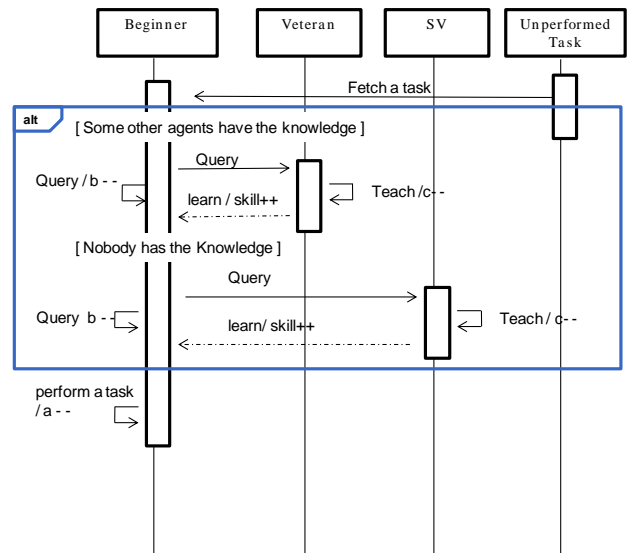


Fig. 4 Sequence diagram (Beginner)

4.2.4 フローチャート

クラス図 (Fig.1) の行動の実行順序を記述する. 各行動が起こる条件を整理する (Fig.5).

ルになるように実装する。

C) ディーラー

ディーラーは本来得ることのできない情報（不可視の属性）を扱う役割を持つ。しかし、ディーラーの役割の行動であってもその不可視性が維持でき、かつプレイヤーの意思決定に影響を及ぼさないならばルールとして実現することも可能である。

D) ゲームの世界観

ゲーム中の表現を現実や ABM と異なるものを用いることで、現実と切り離してゲームをプレイさせることができる。これにより、問題状況の純粋で多面的な理解の促進効果を高めることが期待される。

4.5 設計したゲーム

本稿では、タスク処理をゾンビ退治に見立てたバイオハザードゲームとして設計した。ABM とゲームの表現の対応表を示す (Table.2)。

Table. 2 Terminologies in ABM and Game

	ABM	Game
Agent	Agent	Player
	Skill	Weapon
	Performing a task	Destroying a zombie
	Querying	Being lectured
	Teaching	Lecturing
	Learning	Power up
	Forgetting	Power down
SV	Absence	Injuring
	SV	Merchant
Task	Teaching	Being lectured by the merchant
	Task	Zombie
Manager	Difficulty	Level
	Retirement and Employment	Gameover and Continue
Task Generator	Generating tasks	Zombie Appearance

プレイヤーは1テーブル5人で、これを1チームとする。1テーブルあたりトランプと UNO を各3組使用し、1ゲームの目安時間は90分である。

プレイヤーはチームで協力して出現したゾンビを倒し、ゲーム終了時のチームの得点の最大化を目指す。得点は退治したゾンビに応じて、予め知らされた2つの評価基準による得点式によって与えられる。ゲーム A, C (退治数のみの評価) では退治したゾンビ1体につき5点が、ゲーム B, D (難易度を考慮) では退治したゾンビ1体につき難易度 (4段階) ×2点が与えられる。

1. カードの種類

ゾンビカードはトランプの1~7の数字カードで構成される。カードは各種類3枚ずつ、全部で84枚ある。ゾンビカードの数字はゾンビの種類を表している (全7種類)。スートは強さ (難易度) を表しており、ク

ラブ、ダイヤ、ハート、スペードの順にゾンビの強さを1~4とし、数が大きいほど強いゾンビを表す。

武器カードは UNO の数字が1~7のカードで構成される。枚数を多く保持しているほど強い武器を所持していることを表す。数字は種類を表し、ゾンビとの交戦を行うにはゾンビカードと同じ数字の武器カードを最低1枚保有していることが必要である。なお、同一種類の武器カードは最大4枚まで保有することができる。

負傷判定山札は、負傷カード2枚と感染死カード1枚、無傷カード7枚の10枚で構成される。

2. ゲームの準備

ゾンビカードをよくシャッフルし、テーブルに山札としてセットする。テーブル内でジャンケンをし、初期設定が有利な2人を選出する。2人は任意の武器カード2枚を保有した状態で、他のプレイヤーは任意の1枚を保有した状態でゲームを開始する。

3. ゲームの流れ

1ゲームは80ターンで構成される。ゲーム A, B (ゾンビ発生に繁閑がない) では一定間隔で一定量のゾンビが発生する。ゲーム C, D (ゾンビ発生に繁閑がある) では1~20, 61~80ターンが繁忙期、21~60ターンが閑散期を表している。ターンカウントはマスの描かれた台紙の上でコマを動かして行う。

台紙のマスには「ゾンビ出現」または「武器劣化」のイベントが書かれていることがある。「ゾンビ出現」の場合はマスごとに指定された枚数のゾンビカードを山札からめくり、場に出す。「武器劣化」の場合はすべてのプレイヤーは保有する武器カードを各種類1枚ずつ捨てなければならない。ただし、前のターンに「レクチャー」または「交戦」で使用した武器カードはこの対象としない。

また、ゾンビカードの予測ができないようにするために20ターンが経過するごとに各プレイヤーは退治したゾンビカードを集計した後、残りの山札と混ぜて再びセットする。

4. プレイヤーの活動

プレイヤーの活動は「交戦」、「他プレイヤーからレクチャーを受ける」、「他プレイヤーにレクチャーをする」、「武器商人からレクチャーを受ける」という4種類がある。交戦には4- (該当武器カード枚数-ゾンビの難易度) ターンが、プレイヤー間のレクチャーでは双方に2ターンが、武器商人からのレクチャーでは4ターンが必要である。なお、交戦中に他プレイヤーからレクチャー相手として指名された場合、交戦を中断して先にレクチャーを行わなければならない。

5. 1ターンの流れ

そのターンの活動が決定していないプレイヤーは場にあるゾンビカードを任意の1枚をとることができる。

必要な武器カードを保有していれば直ちに交戦に入るが、保有していない場合はその武器カードを持つ他プレイヤーまたは武器商人からレクチャーを受け、武器を獲得後、交戦に入る。新しくゾンビとの交戦を行いたくない場合や場にゾンビカードがない場合はそのターンの活動は行わない。すべてのプレイヤーがそのターンの活動を決定したら、それぞれの活動のターンカウントを一つ進める。本稿では、ミス防止のために各プレイヤーに活動の進行状況（ターン数）をカウントする台紙を用意した。

6. 負傷・感染死

ゾンビとの交戦が終了（退治）したら、負傷判定山札から1枚引く。負傷カードを引いた場合は6ターン活動が行えない。感染死カードの場合は武器カードを任意の1枚を除き、すべて捨てる。無傷カードであれば何もしない。負傷判定山札はカードが無くなる毎に、引いたカードをよくシャッフルして戻す。

5 被験者実験によるゲームプレイの効果の検証

5.1 被験者実験

前節で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。

被験者実験では、設計したゲームを用いたゲーミングシミュレーションを行う。ゲームプレイ後のディブリーフィングを設ける。ゲームの振り返りを行い、記述設問から得た各チームの回答で、ABMの理解度を確認する。

被験者は5人ずつ6チームに分かれて各4種類のゲームをプレイする。ゲーム回数を重ねることによる習熟の影響を考慮して4種類のゲームのプレイ順は各チームで違うものとした。なお、4ゲームの成績が最も良かったチームに対して賞金を用意し、インセンティブを確保した。

5.2 ゲーム設計の妥当性

利用したtransformation modeling protocolによるゲーム設計の妥当性を検証する。ストーリーに記述したエージェントの振る舞いとゲーム中のプレイヤーの振る舞いの対応の比較を行う。評価基準によるエージェントの意思決定への影響を、(1)処理タスクとゲーム終了時の残存タスクの難易度別割合の変化と(2)ディブリーフィングで調査したプレイヤーの戦略の違いの2つの観点から確認する。

5.2.1 処理タスクと残存タスク

評価基準によるプレイヤーのふるまいの変化によって処理したタスクとゲーム終了時の残存タスクの難易度別割合が変化する。評価に難易度の重みづけを行った場合、処理数のみの評価をした場合に比べて処理タスクは高難易度の割合が上がり、残存タスクは高難易度の割合が下がることを統計検定により確かめる。

繁忙なし（ゲームAとB）と繁忙あり（ゲームCとD）に分けて、各チームの処理タスクと残存タスクの難易度別割合の差を検定する。タスク難易度はゲームで設定した4段階と、それを2つに分けた2段階に分けて検定を行う（Table.3）。結果、評価基準のタスク処理への影響として、高難易度タスクの処理率の差が有意であった。なお、繁忙なしの処理タスクの難易度別割合に大きな差が見られないのは1ゲームで発生する66個のタスクのうち、60以上を処理していたためだと考えられ、残存タスクの検定で高難易度タスクの処理を避けていることが確認できる。

5.2.2 プレイヤーの戦略

ディブリーフィングで各ゲームでの戦略を調査した。全チームが評価基準により処理タスクの選択が変わったと回答し、ストーリーと同様の振る舞いが確認された。このことより、設計の意図通りの行動をプレイヤー自ら選択し、その影響が処理タスクの各難易度の処理率に現れたことが確かめられた。

5.3 ゲームプレイの効果

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

Table. 3 The difference of the tendency of task performing

	Fluction of task generation	Divided a degree of difficulty into four				Divided a degree of difficulty into two	
		4 (Difficult)	3	2	1 (Easy)	4,3 (Difficult)	2,1 (Easy)
Performed Task	Off	-1.679*	-0.518	1.272	0.523	-1.646*	0.823
	On	-4.032***	-0.052	3.567***	1.925*	-2.776**	1.388
Remained Task	Off	4.157***	0.815	-2.743**	-3.311**	9.124***	-4.562***
	On	5.098***	1.835*	-2.603**	-3.876*	9.392***	-4.696***

*** : p<0.01 ** : p<0.05 * : p<0.1

Table. 4 Players' understanding of the ABM by gaming

Situation	Understanding of each team					
	1	2	3	4	5	6
In the busy season, the agent cannot perform a task.	✓	✓		✓	✓	✓
In the off-season, some agent becomes free.	✓	✓		✓	✓	✓
Education in the off-season		✓				
It's unpredictable when and what kind of task appears.	✓	✓	✓		✓	✓
It's unpredictable that when and who is absent or retire.	✓	✓	✓		✓	
Holding all weapons in a team to against task uncertainty				✓	✓	
Holding one kind of weapon several people in a team to against vacant uncertainty	✓	✓	✓			✓

✓ : It was mentioned by comments of debriefing session

答をもとに確認する (Table.4) .

表中の✓は設問解答に言及があったことを示している。結果より、被験者の理解はおおむね達成できたと言える。なお、プレイヤーをとりまく不確実性への対応として、2種類の対応のどちらかが確認できた。タスクの不確実性への対応を重視する「すべての知識をチーム内で保有」、あるいは欠員の不確実性への対応を重視する「各種類の知識を複数人で保有」が行われていた。

しかしながら、「閑散期を利用した新人教育」の理解は達成することはできなかった。この理由としてタスク発生数や欠勤・退職確率の予備実験で行ったパラメータ設定が適切でなかったことが考えられる。閑散期のタスク発生数を極めて少なく、欠勤・退職確率を高く設定したために習得したスキルを活用することなく忘却していたことが、プレイ中の様子やディブリーフィング中の発言やゲームの感想で確認された。

6 結論

本稿では、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改良を行った。

なお、本稿の被験者実験の対象者は実際の関与者ではなく、あくまでゲーミングの可能性の示唆に終始している。今後の課題として、関与者がゲームで理解した特徴を、どのようにABMや現実の問題状況と結び付け、理解するかを検討する必要がある。

参考文献

1) Ohori, Kobayashi, Obata, Takahashi, and Takahashi: Decision Support for Management of Agents' Knowledge and Skills with Job Rotation in Service-oriented Organization, Proceedings of

the 45th Hawaii International Conference on System Sciences, 1492/1501 (2012)

- 2) 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-可能性のランドスケープ分析の提案と適用, 経営情報学会誌, **18-2**, 139/166 (2009)
- 3) Yusuke Goto, Yosuke Takizawa, and Shingo Takahashi: Hybrid Approach of Agent-based Simulation and Gaming Simulation for Stakeholders' Accreditation, *Proceedings of the 4th World Congress on Social Simulation*, in CD-ROM (2012)
- 4) 兼田敏之: 社会デザインのためのシミュレーション&ゲーミング, 共立出版株式会社 (2005)
- 5) 後藤裕介, 滝沢洋介, 高橋真吾: エージェントベースモデルの理解に関するゲーミングの役割の考察, 計測自動制御学会 システム・情報部門学術講演会, 438/441 (2012)
- 6) 滝沢洋介, 後藤裕介, 高橋真吾: 関与者の受容性促進のための ABS とゲーミングによるハイブリッドアプローチの提案, 計測自動制御学会 システム・情報部門 第2回社会システム部会研究会, 51/56 (2012)
- 7) 呉春霞: サービス業務組織における従業員へのタスク割振りの施策とその影響の分析, 早稲田大学創造理工学部経営システム工学科卒業論文 (2011)