

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 6 月 22 日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2017～2021

課題番号：17H02035

研究課題名(和文) モデル予測政策決定のためのエージェントベース・データ同化モデル

研究課題名(英文) Agent-based data assimilation models for model-based policy making

研究代表者

倉橋 節也 (Kurahashi, Setsuya)

筑波大学・ビジネスサイエンス系・教授

研究者番号：40431663

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 11,800,000円

研究成果の概要(和文)：参加型シミュレーション研究を通して、人間の合理的な意思決定や習慣的な行動、予期せぬ判断など、さまざまは要因が社会システムモデルには重要であることが分析された。これらの研究が進んできた2020年初頭に、新型コロナウイルスが発生し、緊急事態宣言が発出される事態となった。この状況に対して、エージェントベース医療政策ゲーミング&シミュレーションをベースに、新型コロナウイルス感染症に対する感染症政策モデルを構築し、人間行動や政策による影響予測を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本モデルの構築手法開発によって、地域における精度の高い感染者予測が可能となり、例えば新型コロナ感染において、札幌市と東京都での推定を行った結果では、1.2人/日という高い予測精度を示すことができた。このモデルを用いて、札幌市への流入リスクの影響を分析し、夏以降の流入者数を制限できていれば、11月の感染拡大は半分以下に抑えることができた可能性があることを示した。また、東京近郊市街地を対象とした個体ベースモデルから得た感染予防策の実効再生産数減少率を用い、飲食店の時短強化よりも飛沫防止策の徹底やテレワーク、イベント制限などとの総合的な対策が大きな効果を示すことを明らかにした。

研究成果の概要(英文)：Through participatory simulation studies, we analysed various factors as being necessary for social system models, such as rational decision-making, habitual behaviour and unexpected decisions by humans. In early 2020, when these studies were underway, a new coronavirus outbreak occurred, and the government declared a state of emergency. In response to this situation, we built an infectious disease policy model for the new coronavirus infection based on agent-based health policy gaming & simulation to predict the impact of human behaviour and policy.

研究分野：社会シミュレーション

キーワード：社会システム シミュレーション 最適化

1. 研究開始当初の背景

(1) 超スマート社会(Society5.0 内閣府 2016)を実現するために、エネルギーバリューチェーン最適化など社会課題の解決が求められていた中、電力市場小売自由化が開始したが、契約先変更は未だ 3%程度であり、卸電力市場の取引比率も伸びず、2020 年の発送電分離を伴う完全自由化に向けての制度設計の議論が続いていた。一方、金融市場では、欧州銀行危機を端緒とした国際金融不安の増加が、金融政策の見通しを不透明にし、企業では、ネット通販などの急成長に伴いインターネットマーケティング施策が企業業績を左右するようになっていた。多くの社会・経済政策では、事前実験が困難であるため、過去のデータや事象を参考に政策決定されていた。本来であれば、定量的に将来予測をしながら効果を評価することが期待されるが、その取組は一部の計量モデル(動学的確率的一般均衡モデル)や人工経済モデル EURACE(欧)等に留まっていた。このような中、申請者らは、電力市場モデル、空港サービスモデル、感染症モデル、人工市場モデル UMART、金融市場モデルなどで、エージェントに加えて人間がプレイヤーとなる参加型社会シミュレーションが、これらの課題を一定程度解決できることを示してきた。

(2) 一方で、ベイズ推定を用いた状態空間モデルに基づくデータ同化は、過去から現在までの時系列データからの帰納推論としての統計モデルと、未来への時間発展を予測する演繹推論としてのシミュレーションモデルをつなぐ、第 3 の科学研究手法として注目されてきた。しかしその適用範囲は、気象予測など物理法則を基礎とした数理モデルで記述ができる自然科学分野が中心となっており、人間や社会・経済現象といった社会科学分野への適用は交通流などに限定されていた。実際、これらへの適用には次のような困難な課題がある。1)社会・経済制度は、法律・契約・慣習のように規則や選択枝の組み合わせとして記述される場合が多く、統計モデルでは限界がある。2)事前の社会実験が困難なため、政策効果を予測する観測データが取得できない。3)モデル推定は確率分布を前提としており、ルール生成や論理演算などの知識推論に適さない。これまでの研究を通して、社会シミュレーションによる社会経済制度設計に関する研究を行ってきた。直近では、電力市場インセンティブ・メカニズム研究、参加型シミュレーションによる社会サービス設計を行い、社会リスク評価や、参加型モデル分析、パターン指向逆シミュレーション法によるモデル推定などが可能となっていた。

2. 研究の目的

(1) 参加型エージェントベース・データ同化モデルの構築

これまでのデータ同化は、システムモデルを物理シミュレーションモデルで記述し、取得可能な過去の観測データを使って、現在の状態ベクトルを推定するモデルであったが、本提案では人がプレイヤーとして意思決定する参加型シミュレーションモデルを採用することで、従来は観測が困難であったという予測の観測データを、模擬社会実験によって得ることができる。また、エージェントモデルの場合、モデルを記述するパラメータとして、数値以外にルールや論理式を用いる。観測データや目標値からこれらを推定するため、人工知能技術(進化・学習アルゴリズム)を用いた逆シミュレーション推論でこれらを推定する。このことにより、帰納推論と演繹推論を模擬社会実験によってつなぐ、社会科学に適用可能なデータ同化モデルを構成する。

(2) 提案するデータ同化モデルを用いた社会・経済制度設計への適用

実際の社会・経済制度設計に対して、提案する参加型データ同化モデルが適用可能かどうかを調べるため、それぞれの提案者が研究を進めてきた以下のような課題に適用し、検証を行う。

- ・エネルギーシフトを促す電力市場制度設計
- ・金融システムリスクを回避する金融市場安定化制度設計
- ・国際協調を促す新型感染症に対する医療政策設計
- ・ネット広告効果を最適化するマーケティング施策設計

(3) 提案するデータ同化モデルを用いた社会サービス評価

これまでの基盤研究で取り組んできたサービス科学への適用を行い、市街地活性化モデルや店舗購買モデル、都市施設イベント効果モデルなどで、社会サービスの施策効果を評価する。

3. 研究の方法

本研究では、社会科学分野へ適用可能な参加型データ同化法を確立し、実問題への適用可能性を調べる。研究は以下の 4 つのフェーズによって構成される。1)基礎となるエージェントベース・データ同化モデルを構築し、実証分析によって得られた結果との比較を行う。2)参加型データ同化モデルを構築し、人が参加する模擬実験の結果を基に、データ同化モデルの精度検証を行う。3)電力市場での制度設計、システムリスク金融制度設計、感染症医療政策設計を行い、モデルの検証を行う。4)参加型データ同化モデルを用いて、市街地活性化やマーケティング施策などの社会サービスでの適用可能性を検証する。

4. 研究成果

まず、ゲーミング&シミュレーション手法を用いた参加型シミュレーションに関する研究を実施し、参加型エージェントベースモデルの実現可能性と実施効果について検証を行った。はじめに、感染症の医療政策を対象とした研究成果を述べる。

(1) エージェントベース医療政策ゲーミング&シミュレーション

この研究では、天然痘ウイルスおよびエボラ出血熱ウイルスをベースとした新型感染症の感染シミュレーションと、それに対する医療政策ゲームの有効性について説明を行った。インフルエンザや天然痘バイオテロに対する感染モデルとしては、SIR モデルが広く用いられてきたが、近年エージェントベースモデルあるいは Individual based model が普及し始めている。このモデルで、一人ひとりの行動をコンピューター上で表現することが可能であり、これらのデータを用いて人々の接触過程をシミュレーションすることから、感染症の広がりを表現することができることを示した。

この研究は、Epstein 等の天然痘感染モデルをベースとして、医療政策として重要なワクチン備蓄量・抗ウイルス薬備蓄量・感染症対策を行なう医療スタッフ数などモデル化した。またエボラ出血熱ウイルスの感染モデルの実装を行い、有効なワクチンが開発されていない感染症での感染シミュレーションをモデル化した(図1)。これらの実験から、事前のワクチン備蓄量と医療スタッフの人員が、感染症の広がりを抑制するためにクリティカルな要因となっていることが見出された。また、これらのシミュレーションモデルをベースに、シリアスゲームとして感染対策を行なう医療政策決定ゲームを作成し、その効果を検証した。ゲームの結果、ワクチン備蓄量など決定に加えて、感染の発生が広がっている相手国への医療支援の意思決定タイミングに加えて、外出自粛や出入国制限が重要であることが見出された。

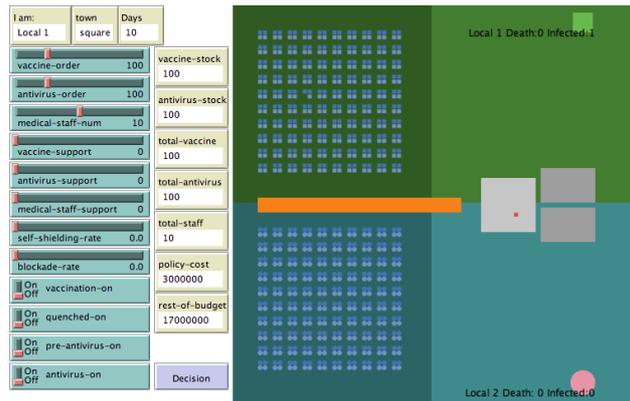


図 1 感染症医療政策ゲーミング&シミュレーション

Epstein, J. M. (2007) Generative Social Science: Studies in Agent-Based Computational Modeling, Princeton University Press

続いて、M&Aにおける適切な買収プレミアム算出のためのゲーミングシミュレーション開発について述べる。

(2) M&A 企業買収モデル

この研究では、M&A(Merger and Acquisition) が、外部環境の変化という後押しもあり、近年経営手段の一つとして活発に用いられるようになってきていることを背景としている。その一方で、過半数の M&A が失敗に終わっているという現状があり、企業にとっては大きなリスクをはらむ投資であることに着目した。過去の先行研究では、事例研究や統計分析によって、買収プレミアムの増大が買収後の企業の株主価値を損ねる原因となっていることが明らかになっていた(図2)。しかしながら、その買収プレミアムの増大理由については、仮説の整理を行うにとどまっておき、原因の解明にはいたっていなかった。これは、買収金額の算出にいくぶんかの心理的要素を含み、また種々の条件の M&A をある条件を固定したうえで比較するといったことが難しいためであると考えられた。

本研究では、このような問題意識から、M&Aにおける買収プレミアムの増大が発生する条件を検討するために、ゲーミングシミュレーションを開発し、比較実験を行った。そして、コンテスト M&A か非コンテスト M&A か、単数買い手か複数買い手か、ニュースの有無といった条件をコントロールしながら、ゲーミングシミュレーションによって、このような種々の条件が買収プレミアムに及ぼす影響を実験的に検討した。その結果、M&Aにおける買収プレミアム増大の原因を探索するための新たな

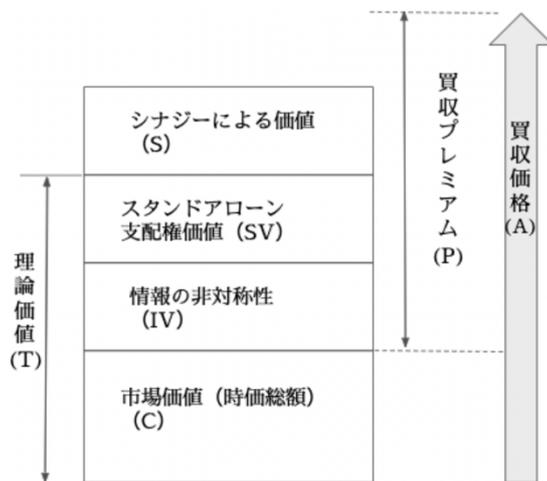


図 2 買収プレミアムのメカニズム

方法的展開の可能性を示すことができた。

本研究内で施行した実験では、被買収企業が買収提案を断った場合や買い手が複数いるケース、さらニュース(特にネガティブなニュース)といった外的要因が、買収プレミアムの算出に影響を与える可能性が示された。これは、現在日本で多く行われている友好的な相対取引が、買い手側によりメリットが強い取引形態となっている可能性を示唆する結果と言える。また、同時に教育的効果についてもアンケートとデブリーフィングを通じた検討を行い、特にM&A未経験者・初心者に一定の効果があることも確認できた。

参加型モデルの3つ目として、空港チェックイン機器利用の意思決定モデルにおいて、参加型シミュレーションを組み込んだ研究を実施した。

(3) セルフサービス機器利用の意思決定メカニズム

この研究では、現場のエキスパートの知見を活用した「セルフサービス機器利用の意思決定モデル」を提案し、セルフサービス利用率の向上並びに業務オペレーション双方に効果的なシナリオを検討した。研究対象は、まだ本格的に普及が進んでいなかった国際線ターミナルにおける、フルサービスキャリア(FSC)利用旅客向けのセルフサービスチェックイン機器とした。

セルフサービス機器利用の意思決定については、収集が可能な実測データに加えて、エキスパートの知識をファジー推論としてモデル化し、それらに基づいて旅客エージェントがお互いに混雑状況を推定しながら搭乗手続き方法を選択するエージェントベースモデルを構築した(図3)。航空会社の搭乗システムから抽出した実際の搭乗データを用いて、実測値との比較を行うことでモデルのパラメータ推定を行い、現実社会を写像した蓋然性の高いモデルを探索した。また、これらのモデルを用い、空港スタッフやチェックイン機器設置数といった生産財を様々に変化させることで、運営コストの抑制を考慮しながら、セルフサービス機器の利用率向上とサービス品質向上の両者のバランスが取れる業務システムについて、シナリオ分析を行った。

そして、提案モデルと同プラットフォームの協調ゲームを構築し、コンピューターシミュレーションでは扱いにくい刻々と変化する状況への対処と戦略抽出の手がかりにゲーミングが効果的かを検証した。実験空間に ambivalent な仕組みを導入し、複数ロビーの生産財のコントロールを複数プレイヤーが協力するゲームに発展させた。

ゲームから得た気づきの有効性をコンピューターシミュレーションで検証し、Bag Drop 流入旅客の滞留時間の抑制戦略が有効であること、案内誘導係員配置数とサービス品質は常に線形関係ではないことが確認できた。ゲーミングの枠組みを用いることで、変化する状況下で優先的に着目すべき事項の発見や、プレイヤー間の主体的経験の振り返りや実施結果のデータ分析が戦略立案に重要な手がかりを供することが示された。



図 3 セルフサービス機器利用モデル

また、オランダとドイツの研究者と共同で、エネルギー転換影響モデルを開発し実験を行った。

(4) シミュレーション&ゲーミング手法によるエネルギー転換影響モデル

エネルギー移行ゲーム(ETG)は、より環境に優しい電力オプションへのエネルギー移行を達成するために参加型シミュレーションとして開発された。ゲームの中で、再生可能エネルギーに関して、エネルギー企業や政党がその利用レベルについて意思決定する。モデルには、実際の消費者調査に基づく人工社会での消費者集合が含まれている。そのため、プレイヤーは異質な集団と相互作用する必要がある。ETGで使用される人工社会は、社会シミュレーションモデルの開発を導く汎用フレームワークとして開発された Consumat アプローチ(Jager)に基づくものである(図4)。ETGでは、模擬消費者は、価格、安全性、グリーン度に基づいてエネルギー供給者を選択し、政府内の政党に投票する。満足度と不確実性のレベルに応じて、人工的な消費者は、習慣的に行動し、最適化し、他の人の真似をし、プロバイダーでの経験を他の人に聞くことができる。ETGのプレイヤーは、エネルギー企業や政党の役割を担うことができる。企業プレイヤーは、エネルギー

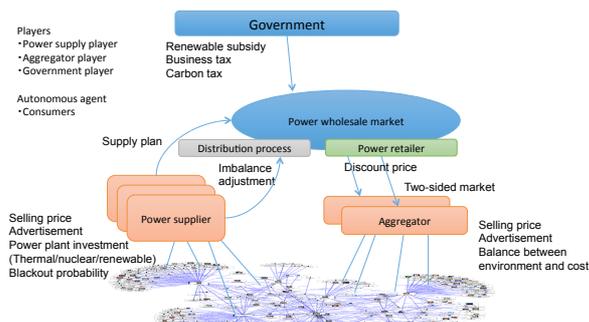


図 4 エネルギー転換ゲーム

一源の混合物を構成することによって消費者に提案を行う。この混合物は、太陽光、風力、ガス、石油、原子力、石炭、またはリサイクルから構成されることがあります。これらのエネルギー源の原料価格は、不足量と技術開発に対処する基本的なシナリオの関数として、時間の経過とともに変化する。また、異なるエネルギー源の排出量（グリーン度）と安全性も把握される。さらに、企業プレーヤーは、利益率やマーケティング（消費者への情報提供）に充てる割合を決定し、他の企業のマーケットシェアに関する情報を得ることができる。また、意思決定をする際に、人工的な消費者集団に対して満足度を調査することができる。ETG では、2人のプレーヤーが政党の役割を担い、1人は現在の政府、もう1人は野党である。政府は、課税と補助金によって、異なるエネルギー源の原材料価格を変える可能性を持っている。野党も課税と補助金を設定する。人工のエージェントは、補助金や税制のうちどれが自分にとって最も好ましいかを評価し、最も満足度の高い政党に投票する。政党は自分の人気（有権者の割合）の情報を持っており、選挙が近づいていることを確認する。このように、人間の参加者とコンピューター上のエージェントが相互作用しながら、最適解を求めて競争や強力を行うシステムとなっている。

Jager, W., Modelling consumer behaviour, Thesis Behavioural and Social Sciences, University of Groningen, 2000

以上のような、参加型シミュレーション研究を通して、人間の合理的な意思決定や習慣的な行動、予期せぬ判断など、さまざまな要因が社会システムモデルには重要であることが分析された。これらの研究が進んできた2020年初頭に、新型コロナウイルスが発生し、緊急事態宣言が発出される事態となった。この状況に対して、エージェントベース医療政策ゲーミング&シミュレーションをベースに、新型コロナウイルス感染症に対する感染症政策モデルを構築し、人間行動や政策による影響予測を行った。

(5) 新型コロナウイルス (COVID-19)における感染予防策の推定

本報告では、新型コロナウイルスの感染プロセスをエージェントベースモデルに実装し、一般の市民や企業、学校などにおいて対策が可能な予防策の有効性についての比較検討を行った。モデルでは、1120人の仮想的な住民エージェントが通勤通学および店舗等への訪問を行い、新型コロナウイルスの感染リスクに晒されている状態を模擬した。実験の結果からは、個々の感染予防策（時差通勤、テレワーク、学級閉鎖、接触率低減、発熱後自宅待機）を単独あるいは部分的に複合して実施しても、大きな効果は得ることができないことが判明した。一方で、複合的な対策を実施した場合は、死亡者数や1日当たりの最大の重度入院者数を大きく減少させることが確認された。新型コロナウイルスの感染は、動的な住民ネットワーク上での接触に伴う相互作用過程であり、それぞれの感染事象は特定の分布を示さない。これは、たまたま確認された事例から予防策の効果の推定することの限界を示している。本研究では、100回の試行実験を通して各種予防策の最大リスクを評価することで、予防策を複合的に講じることが、感染拡大の最大リスクを減少させる可能性を示した。重度の入院者数を減少させることは、医療崩壊を回避し、死亡者数を減少させることにつながると考えられる。感染予防策について比較検討を試みた。中国での最新の分析から、入院が必要な重症者の急増が、適切な医療を施すことができずに死亡者数を増加させてしまったことが報告されている。しかし、病床数の急増やPCR検査および濃厚接触者の追跡体制の増強によって、急速に死亡率を減少させていることから、人の動きに応じた効果的な感染予防策の策定が必要であることを示した。

また、新型コロナウイルス感染症の感染予測に関して、モバイル統計情報と機械学習を用いた、流入リスクを考慮した新たなSEIRモデルを提案した。本モデルによって、地域における精度の高い感染者予測が可能となり、札幌市と東京都での推定を行った結果では、1.2人/日という高い予測精度を示すことができた。このモデルを用いて、札幌市への流入リスクの影響を分析し、夏以降の流入者数を制限できなければ、11月の感染拡大は半分以下に抑えることができた可能性があることを示した。また、首都圏の緊急事態宣言で呼び掛けられている感染予防策について検証を行った。そして、東京近郊市街地を対象とした個体ベースモデルから得た感染予防策の実効再生産数減少率を用い、SEIRモデルでの1ヶ月後予測を行うことで、飲食店の時短強化よりも飛沫防止策の徹底やテレワーク、イベント制限などの総合的な対策が大きな効果を示すことを明らかにした。

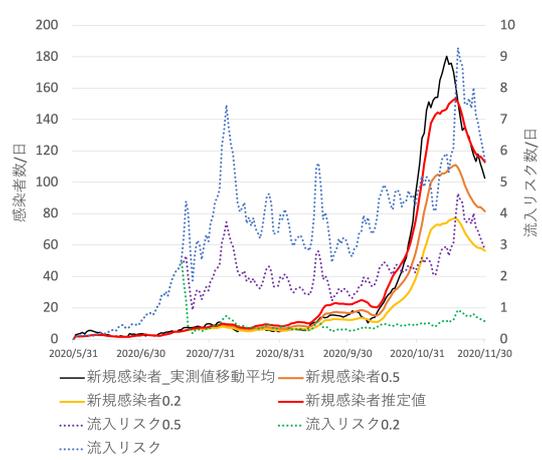


図 5 流入リスク低減による感染者数予測

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計18件（うち査読付論文 15件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 13件）

1. 著者名 永井秀幸, 倉橋節也	4. 巻 J102-D
2. 論文標題 コンパクトシティへ向けた処方箋 - 賑わい醸成とトラムの導入 -	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 電子情報通信学会論文誌D	6. 最初と最後の頁 750-758
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14923/transinfj.2019JDP7020	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 倉橋節也, 小野功	4. 巻 106
2. 論文標題 隠れマルコフモデルとエリアセンシング手法を用いた未知の異常データ検出	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 鉄と鋼	6. 最初と最後の頁 91-99
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2355/tetsutohagane.TETSU-2019-066	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 熊田ふみ子, 倉橋節也	4. 巻 28-4
2. 論文標題 多様性が組織の成果に及ぼす影響 - フォールトラインによる考察 -	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 経営情報学会誌	6. 最初と最後の頁 189-209
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Takahiro Obata and Setsuya Kurahashi	4. 巻 19127
2. 論文標題 A Research of Variable Selection Method within A Framework of Real-coded Genetic Algorithm	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proc. 2019 IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC)	6. 最初と最後の頁 3388-3395
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Setsuya Kurahashi	4. 巻 96
2. 論文標題 Agent-based Gaming Approach for Electricity Markets	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Smart Innovations, Systems and Technologies	6. 最初と最後の頁 311 - 320
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-319-92031-3_31	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takumi Kato, Kazuhiko Tsuda	4. 巻 7(1)
2. 論文標題 Quantitative evaluation of sensitivity in confidential car exterior design	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Artif. Intell. Research	6. 最初と最後の頁 34 - 44
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5430/air.v7n1p34	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Tsuyoshi Shida, Kazuhiko Tsuda	4. 巻 7(2)
2. 論文標題 A study of differences by industry using factor models influencing software development estimates	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Artif. Intell. Research	6. 最初と最後の頁 34 - 42
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5430/air.v7n2p34	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 橋本守人, 倉橋節也	4. 巻 32-5
2. 論文標題 資金取引ネットワークモデルに基づく連鎖破綻リスク分析	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 人工知能学会論文誌	6. 最初と最後の頁 B-H21_1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1527/tjsai.B-H21	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 倉橋節也	4. 巻 26-2
2. 論文標題 エボラ出血熱に対するエージェントベース医療政策ゲーミング&シミュレーション	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 日本シミュレーション&ゲーミング学会誌	6. 最初と最後の頁 52-63
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Ueda Keiichi, Kurahashi Setsuya	4. 巻 6
2. 論文標題 Agent-Based Self-Service Technology Adoption Model for Air-Travelers: Exploring Best Operational Practices	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Frontiers in Physics	6. 最初と最後の頁 5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fphy.2018.00005	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 菊地剛正, 國上真章, 山田隆志, 高橋大志, 寺野隆雄	4. 巻 33-1
2. 論文標題 金融規制が金融システムいの安定性や金融機関行動に与える影響についてのシミュレーション	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 人工知能学会論文誌	6. 最初と最後の頁 79
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 寺野隆雄	4. 巻 58-7
2. 論文標題 実データから顧客行動シミュレーションができるまで	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 情報処理	6. 最初と最後の頁 586-589
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 倉橋節也	4. 巻 35-3
2. 論文標題 新型コロナウイルス(COVID-19)における感染予防策の推定	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 人工知能学会論文誌	6. 最初と最後の頁 D-K28_1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1527/tjsai.D-K28	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 瀬之口 潤輔, 小畑 崇弘, 酒本 隆太, 倉橋 節也	4. 巻 42
2. 論文標題 多重解像度解析を用いた株式市場の将来予想と構造解明	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 現代ファイナンス	6. 最初と最後の頁 71-89
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24487/gendaifinance.420003	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Taisei MUKAI, Takao TERANO	4. 巻 12-1
2. 論文標題 Inter-Business Trading Structure Model with Agent-Based Simulation and Its Application to Real Data.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 SICE Journal of Control, Measurement, and System Integration	6. 最初と最後の頁 11-19
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.9746/jcmsi.12.11	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Taisei MUKAI, Takao TERANO	4. 巻 22-6
2. 論文標題 Effects of Trade Environment in Decentralized Inter-Organizational Business Structures through Agent Simulation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 JACIII	6. 最初と最後の頁 933-942
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20965/jaciii.2018.p0933	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yuko Taniguchi, Kazuhiko Tsuda	4. 巻 9
2. 論文標題 A study of the possibilities of text mining and machine learning for score evaluation and review content	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Artificial Intelligence Research	6. 最初と最後の頁 1-11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5430/air.v9n1p1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Hiroshi Takahashi	4. 巻 12
2. 論文標題 Information Technology and Finance	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Innovative Approaches in Agent-based Modelling and Business Intelligence. Agent-Based Social Systems	6. 最初と最後の頁 43-51
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-13-1849-8_4	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計38件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 36件)

1. 発表者名 Kohei Yashima, Setsuya Kurahashi
2. 発表標題 Modeling of Bicycle Sharing operation system with dynamic pricing by Agent Reinforcement Learning
3. 学会等名 14th International KES Conference on Agents and Multi-agent Systems: Technologies and Applications (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Setsuya Kurahashi
2. 発表標題 Estimating Effectiveness of Preventing Measures for 2019 Novel Coronavirus Diseases (COVID-19)
3. 学会等名 9th International Congress on Advanced Applied Informatics, 8th International Conference on Smart Computing and Artificial Intelligence (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Keisuke Kuniyoshi, Setsuya Kurahashi
2. 発表標題 How to Use Adaptive Learning in the Classroom? Teaching Simulation with Adaptive Learning on the Complex Doubly Structural Network
3. 学会等名 59th Annual Conference of the Society of Instrument and Control Engineers of Japan (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Hideyuki Morofuji, Setsuya Kurahashi
2. 発表標題 Analysis of "bid-Rigging Norms" Model in the Application of the Norms Game Model
3. 学会等名 59th Annual Conference of the Society of Instrument and Control Engineers of Japan (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Miku Mochii and Kurahashi Setsuya
2. 発表標題 Gaming Simulation on Merger and Acquisition
3. 学会等名 International Workshop: Artificial Intelligence of and for Business (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 倉橋節也
2. 発表標題 シミュレーション&ゲーミング手法によるエネルギー転換と電力先物市場の影響予測
3. 学会等名 日本オペレーションズ・リサーチ学会「エネルギーミックスの諸問題とOR」(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Setsuya Kurahashi
2. 発表標題 Model-based Policy Making: Urban Dynamics, Health Policy, Electricity Market and Family Strategy
3. 学会等名 MIT-Tsukuba Joint-Workshop on Data Systems Science towards Social and Business Innovations (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Setsuya Kurahashi
2. 発表標題 Agent-based Gaming Approach for Electricity Markets
3. 学会等名 12th International KES Conference on Agents and Multi-agent Systems (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Setsuya Kurahashi
2. 発表標題 Agent-Based Gaming for Two- Sided Electricity Markets
3. 学会等名 49th International Simulation and Gaming (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Setsuya Kurahashi
2. 発表標題 A Health Policy Simulation and Gaming Model of Ebola Haemorrhagic Fever and Zika Fever
3. 学会等名 Social Simulation (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hideyuki Nagai, Setsuya Kurahashi
2. 発表標題 Urban Dynamics Simulation Considering Street Activeness and Transport Policies
3. 学会等名 Social Simulation (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Keiichi Ueda, Setsuya Kurahashi
2. 発表標題 How can we utilize self-service technology better?
3. 学会等名 Social Informatics (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Setsuya Kurahashi
2. 発表標題 Supply and Demand Balance Prediction Model of Electricity Futures Market
3. 学会等名 The 19th International Symposium on Knowledge and Systems Sciences (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Setsuya Kurahashi
2. 発表標題 An Infectious Disease Medical Policy Simulation and Gaming
3. 学会等名 IEEE International Research Conference on SMART COMPUTING and SYSTEMS ENGINEERING (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Watanabe Kodai, Sato Akira, Sannomiya Shuj,; Yoshida Kenichi
2. 発表標題 Network Node Classification Based on DNS Query Analysis
3. 学会等名 International Conference on Parallel and Distributed Processing Techniques & Applications (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ito Kohei, Sato Akira, Sannomiya Shuji, Yoshida Kenichi
2. 発表標題 Cardinality-Based Abnormal Traffic Classification Using Packet Sampling
3. 学会等名 International Conference on Parallel and Distributed Processing Techniques & Applications (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 軽部 勲, 倉橋 節也
2. 発表標題 エージェントシミュレーションによる 農業経営の持続性検討
3. 学会等名 第12回人工知能学会：経営課題にAIを！ビジネス・インフォマティクス研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hideyuki Nagai, Setsuya Kurahashi
2. 発表標題 Agent-Based Urban Dynamics Simulation to Analyze Effects of Street Attractiveness and Tramway for an Urban Sprawl
3. 学会等名 The 4th IEEE International Workshop on Social Services through Human & Artificial Agent Models (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Morito Hashimoto, Setsuya Kurahashi
2. 発表標題 Management integration impact analysis of financial institutions based on a fund transaction network model
3. 学会等名 Social Simulation 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Setsuya Kurahashi, Gaeske Scholz, Wander Jager
2. 発表標題 The energy transition game:Experiences and ways forward
3. 学会等名 Social Simulation 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Ayae Ide, Kazuya Yamashita, Yoichi Motomura and Takao Terano
2. 発表標題 Analyzing Regional Characteristics of Living Activities of Elderly People from Large Survey Data with Probabilistic Latent Spatial Semantic Structure Modeling
3. 学会等名 IEEE BigData 2017, The 2nd International Workshop on Application of Big Data for Computational Social Science 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yuji Tanaka, Takamasa Kikuchi, Masaaki Kunigami, Takashi Yamada, Hiroshi Takahashi, Takao Terano
2. 発表標題 Classification of simulation results using log clusters in agent simulation
3. 学会等名 International Workshop Artificial Intelligence of and for Business (国際学会)
4. 発表年 2017年

1 . 発表者名 Yuji Tanaka, Takamasa Kikuchi, Masaaki Kunigami, Takashi Yamada, Hiroshi Takahashi, Takao Terano
2 . 発表標題 Classification of simulation results using log clusters in agent simulation
3 . 学会等名 International Workshop Artificial Intelligence of and for Business (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 K.Yoshida, K.Tsuda, S.Kurahashi, H.Azuma
2 . 発表標題 Mining Online Shopping Frauds -- A Non-Data Mining Approach,
3 . 学会等名 42nd Annual IEEE-Computer-Society International Conference on Computers, Software, and Applications (COMPSAC) (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 T.Manabe, K.Yoshida
2 . 発表標題 Video Streaming Service and CD Sales
3 . 学会等名 ICOIN2018 (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 K.Yoshida, K.Fujiwara, A.Sato, S.Sannomiya
2 . 発表標題 Cardinality Analysis to Classify Malicious Domain Names
3 . 学会等名 IEEE 44rd Annual Computer Software and Applications Conference (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1. 発表者名 T.Aoshima, K.Yoshida
2. 発表標題 Pre-Design Stage Cost Estimation for Cloud Services
3. 学会等名 44th Annual IEEE-Computer-Society International Conference on Computers, Software, and Applications (COMPSAC) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 T.Takeda, K.Yoshida
2. 発表標題 Transfer learning from planar to spherical images
3. 学会等名 IEEE 44rd Annual Computer Software and Applications Conference (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takumi Kato, Kazuhiko Tsuda
2. 発表標題 The effect of the number of additional options for vehicles on consumers' willingness to pay
3. 学会等名 KES 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tatsuya Ogura, Kazuhiko Tsuda
2. 発表標題 Fluctuation of Commodity Price in the EC Market and Its Factor Analysis
3. 学会等名 KES 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takamasa Tanaka, Hidekazu Niibori, Shiyingxue Li, Shimpei Nomura, Hiroki Kawashima, Kazuhiko Tsuda
2. 発表標題 Bot Detection Model using User Agent and User Behavior for Web Log Analysis
3. 学会等名 KES 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Shinichi Tachibana, Kazuhiko Tsuda
2. 発表標題 Study of a Method to Understand the Intention of Taste Expressions through Text Mining.
3. 学会等名 KES 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Nozomi Komiya, Jun Nakamura, Kazuhiko Tsuda
2. 発表標題 Study on Human Cognition: A study challenging Gambling Businesses using a Cognitive Model for Casinos
3. 学会等名 KES 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Hiroki Hara, Yoshikatsu Fujita, Kazuhiko Tsuda
2. 発表標題 Population estimation by random forest analysis using Social Sensors
3. 学会等名 KES 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Hideo Hosoo, Yuto Kimura, Kazuhiko Tsuda
2. 発表標題 A Study of Conflict Solving Tactics and Culture in Integrated Organizations through Interviews and Text Mining
3. 学会等名 KES 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Daisuke Katayama, Kazuhiko Tsuda
2. 発表標題 A Method of Using News Sentiment for Stock Investment Strategy
3. 学会等名 KES 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Eiji Kano, Kazuhiko Tsuda
2. 発表標題 Extracting repeater knowledge from citizen report data
3. 学会等名 KES 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Shinji Akatsu, Ayako Masuda, Tsuyoshi Shida, Kazuhiko Tsuda
2. 発表標題 A Study of Quality Indicator Model of Large-Scale Open Source Software Projects for Adoption Decision-making
3. 学会等名 KES 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Setsuya Kurahashi, Hiroshi Takahashi	4. 発行年 2018年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 284
3. 書名 Innovative approaches in Agent-Based Modelling and Business Intelligence	

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 異常検出手法	発明者 倉橋節也	権利者 筑波大学
産業財産権の種類、番号 特許、2020-139284	出願年 2020年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	寺野 隆雄 (Terano Takao) (20227523)	千葉商科大学・基盤教育機構・教授 (32504)	
研究分担者	吉田 健一 (Yoshida Kenichi) (40344858)	筑波大学・ビジネスサイエンス系・教授 (12102)	
研究分担者	津田 和彦 (Tsuda Kazuhiko) (50302378)	筑波大学・ビジネスサイエンス系・教授 (12102)	
研究分担者	高橋 大志 (Takahashi Hiroshi) (60420478)	慶應義塾大学・経営管理研究科(日吉)・教授 (32612)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計5件

国際研究集会 12th International KES Conference on Agents and Multi-agent Systems	開催年 2018年～2018年
国際研究集会 Artificial Intelligence of and for Business 2018	開催年 2018年～2018年
国際研究集会 13th International KES Conference on Agents and Multi-agent Systems	開催年 2019年～2019年
国際研究集会 Artificial Intelligence of and for Business 2019	開催年 2019年～2019年
国際研究集会 14th International KES Conference on Agents and Multi-agent Systems	開催年 2020年～2020年

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------