様　式　Ｃ－１９、Ｆ－１９、Ｚ－１９　（共通）

科学研究費助成事業　　研究成果報告書

平成 ２８ 年　 ６ 月 ２０ 日現在

機関番号：３２６０１
研究種目：基盤研究(A)（一般）
研究期間：2012～2015
課題番号：２４２４３０２３

研究課題名（和文）実証的マルチエージェントモデルによる国際関係分析法の開発

研究課題名（英文）The Development of Agent-based Simulation Methodology for Empirical Research of International Relations

研究代表者
山影　進（YAMAKAGE, Susumu）

青山学院大学・国際政治経済学部・教授

研究者番号：１０１１５９５９

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費）　　27,500,000円

研究成果の概要（和文）：マルチエージェントモデルを用いた研究手法を国際関係研究のひとつとして確立するため、国際関係のさまざまなレベルにおける事象について、実証的なマルチエージェントモデルを構築し、それらのモデルを用いた実証分析を行った。国内の諸主体間関係や国家間関係について諸事例の再現を目指したモデルを構築することが可能であることを示した。構築されたマルチエージェントモデルは、具体的事象についての高い再現性を示し、モデル分析から事象についての多くの含意を得ることが可能であることが示された。それらの成果を論文や書籍として公表できた。

研究成果の概要（英文）：Beyond getting insight and analogy through the simplified and abstract models according to “KISS” principle, we built agent-based (multi-agent) models for empirical research that relate to the target phenomena in more straightforward way. The model shows the agents whose traits and properties are consistent with empirical evidence behave like the entities in the real world with simple rules. We replicated the pastoral people in African developing countries, insurgent groups in Afghanistan, and European great powers up to the time of the first world war, in order to reveal the micro-mechanism that exist behind the phenomena. Through the agent-based models, we could get non-trivial implications about the international relations at various levels. We suggest the multi-agent modeling as a useful methodology for international studies.

研究分野：国際関係理論／比較地域体系論／人間の安全保障論／人工社会構築技法

キーワード：国際関係　政治学　社会科学方法論　シミュレーション　マルチエージェントモデル　人工社会　自己組織化　複雑系

１．研究開始当初の背景

国際関係現象は、最上位主体である国家どうしの相互作用からさまざまな国際秩序や制度が自己組織化過程を経て形成される。ミクロレベルでのエージェントどうしの相互作用がマクロな位相を創発する現象を主たる分析対象とするマルチエージェンモデルは、本来非常に適した研究手法であるはずである。

しかし、マルチエージェントモデルを用いた国際関係研究は海外も含めて、散見されるに過ぎず、その多くは、単純な相互作用モデルのシミュレーション結果を多様に解釈して国家あるいは集団間の関係の特徴を再現できたと主張するものである。

近年になり、実証性を念頭に置いた研究の重要性が指摘されるようになってきている。本課題の共同研究グループは、世界に先駆けて、マルチエージェントモデルと実証研究を結合できることを示してきた。実証的マルチエージェントモデルを構築して、国際関係論の重要な分析手法のひとつにマルチエージェント・シミュレーションを位置づけることが極めて重要である。

２．研究の目的

国際関係における多様な現象について、マルチエージェントモデルを適用し分析できるようになることを究極的な目標としつつ、とくに国際関係における現象の実証的な研究への貢献できることを示すことが本課題の主な目的である。

国際関係にかかわる現象は多岐にわたるが、本研究においては、（１）国内政治の主体の属性や主体間関係についての記述（以下では「国内政治」）、（２）国家間関係の主体間関係についての記述（以下では「国家間関係」）、（３）国際レベルの主体と系のふるまいについての記述（以下では「国際制度」）、という３側面からの研究を並行して進め、実証分析に応用可能なマルチエージェントモデルを構築し、実証研究への応用可能性を示すことを目的とした。同時に（４）複雑な実証分析上のニーズに応えることができるようにシミュレータの機能向上を図ることも目的とした。

３．研究の方法

本課題では、複雑系研究の興隆以降、マルチエージェントモデルを用いた研究手法が、自然科学においては、普及しその地位を確立していることを鑑み、さまざまな分野や事例におけるモデル構築の例を検討し、参照することに努めた。

それらの検討をふまえてモデルの構築を進めたが、本課題における我々の立場は、社会科学研究の文脈に沿い、そして、あくまで実証分析に用いることを目的の主眼として、事例への適用を念頭にマルチエージェントモデルを構築することにある。

具体的には、（１）「国内政治」については、低開発諸国における人道危機の発生過程、国内政治主体間の統合と分離、内戦における暴力の空間的分布等を主なテーマとした。（２）「国家間関係」については、大国間の合従連衡の過程を主なテーマとした。（３）「国際制度」については、国際社会のマクロレベルにおいて見られる戦争規模の規則性や国際社会における政策や規範の拡散過程等を主なテーマとした。

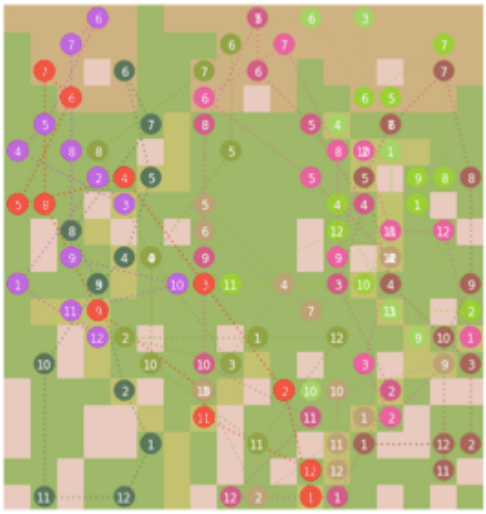
上記の作業と並行して、（４）「シミュレータの機能向上」については、地理的データとの関連づけ・計算速度の高速化・インターフェイスの改良等によって、複雑な実証分析上のニーズに応えることができるようにすることも目的とした。

４．研究成果

以下において、国際関係研究の実証分析のために構築したマルチエージェントモデルおよびそれを用いた実証分析のおもだったものを示す。

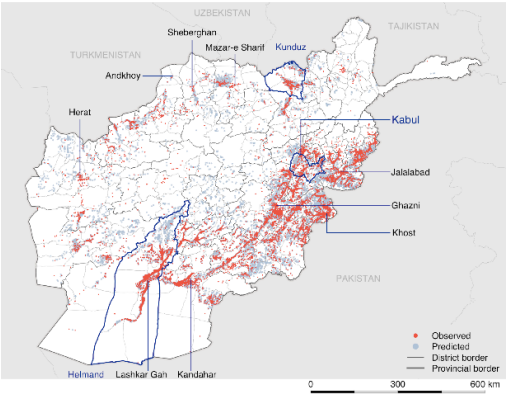
（１）国内政治

アフリカの牧畜民についてのモデル分析と実証分析を行った。モデル分析からは、牧畜民の示す移動パターンにより、不安定で厳しい自然環境や気候条件においても、資源への効率的なアクセスが可能になることが示された。モデルにおいて示される牧畜民の移動パターンは、実際の牧畜民のものとの近似を示す。



アフガニスタンの内戦における暴力の空間的分布についてのモデル分析と実証分析を行った。構築したマルチエージェントモデルと実際の暴力の空間的分布を対照することにより、実際の反乱分子の行動を左右する要

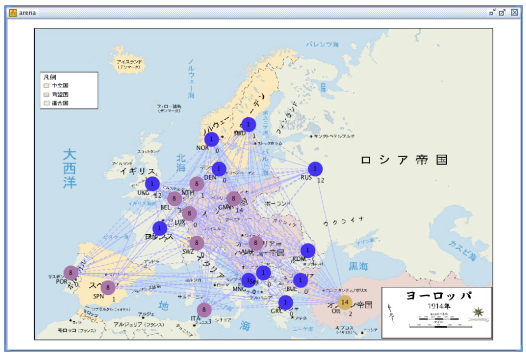
因とそれにより暴力の空間的分布が生じ



るメカニズムを明らかになった。

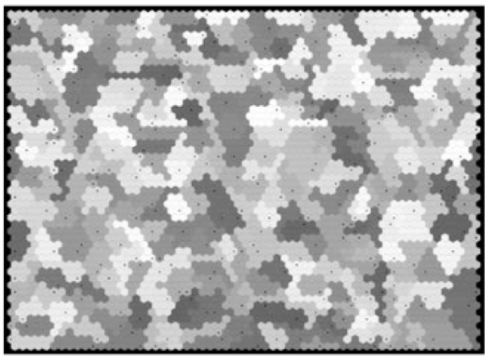
（２）国家間関係

第１次世界大戦に向かう欧州諸国の結託構造についてのモデル分析と実証分析を行った。史実に基づいた国力と関係を用いたマルチエージェントモデルを構築し、安定的な欧州諸国間の結託関係を探索させた。モデルが示す結託関係は、史実に近似することが示された。また、同時に示される史実とは異なる安定的な結託関係やそれらの変動から、復路的な歴史過程分析の可能性が示された。



（３）国際制度

国際社会マクロレベルにおいて見られる国家間戦争についてモデル分析と実証分析を行った。戦争が戦争自体を拡大させる正帰還過程と戦争が疲弊により戦争を縮小させる負帰還過程により、国際社会の実



証データの示す戦争規模のべき乗分布とフランス革命期を契機とした分布の質的変動を再現できることを示した。

上記の（１）～（３）の研究成果についてはいずれも学術論文あるいは研究書籍の一部として公表している。下記の「５.主な発表論文等」を参照のこと。

（４）シミュレータの機能向上

具体的な国土や地域の地理的データなどをふまえた現実世界のシミュレーションに対応できるように、外部データと関連づけたモデル構築がスムーズに行えるようなツール（地理的データコンバーター）の開発を進め、複雑な属性をもつ多数のエージェント間の相互作用を現実的な時間内で処理可能にするように、高速化やインターフェイスの改良などに取り組んだ。

（５）その他

平成 26 年度には、国際ワークショップを主催し、海外からは同テーマに取り組む若手研究者を招き、国内からもおもだった研究者に参画してもらった。本課題の途中経過を発表し、国内外の同種の研究グループとの意見交換を図った。

５．主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計 22 件）

① SAKAMOTO, Takuto, Mobility and Sustainability: A Computational Model of African Pastoralists, Journal of Management and Sustainability, Vol.6, No.1, 2016, pp.59-75, 査読有.
DOI: 10.5539/jms.v5n1p59.

② SAKAMOTO, Takuto, Computational Research on Mobile Pastoralism Using Agent-Based Modeling and Satellite Imagery, PLoS One, Vol.11, No.3, 2016, 査読有.
DOI: 10.1371/journal.pone.0151157

③光辻克馬・山影進、第１次世界大戦にいたる欧州国際関係のパラレルワールドの動態：『国際緊張モデル』によるマルチエージェントシミュレーション分析（その 3）Aoyama Journal of International Studies、3、2016、pp.87-108、査読無.

④伊藤岳、2 つの集計化と非集計化：内戦研究の微視的転回、その含意と課題、国際関係論研究、31、2015、pp.73-99、査読有.

⑤ITO, Gaku and Susumu YAMAKAGE, From KISS to TASS-modeling: A Preliminary Analysis of the Segregation Model with Spatial Data

on Chicago, Japanese Journal of Political Science, Vol.16, No.4, 2015, 査読有.
DOI:10.1017/S1468109915000304

⑥光辻克馬、山影進、明治維新はどれだけ蓋然的だったのか：幕末動乱期のマルチエージェントシミュレーション（MAS）分析（その２）青山国際政経論集、95、2015、pp.81-108、査読無.

⑦光辻克馬、山影進、幕末動乱期のマルチエージェントシミュレーション（MAS）分析：自己駆動粒子系による統治制度動態モデル（GSSM）の構築とその応用、青山国際政経論集、94、2015、pp.95-138、査読無.

⑧ ITO, Gaku, The Insurgent Disease? Simulating the Geography of Insurgent Violence, Working Paper Series: Study on Artificial Societies, 48, 2015, pp.1-32, 査読無.

⑨ SAKAMOTO, Takuto, A Computational Model of Nomads: Mobility and Sustainability of African Pastoralists, Working Paper Series: Study on Artificial Societies, 47, 2015, pp.1-22, 査読無.

⑩山影進、人工社会構築からマルチエージェント国際政治教育へ：アクティブラーニングを通じた新しい方法へのいざないを試みて、青山インフォメーション・サイエンス、Vol.42, No.1、 2015、 pp.12-22、査読無.

⑪ SAKAMOTO, Takuto and Mitsugi ENDO, Multi-Agent Simulation of State Collapse and Reconstruction: Analyzing the Past and the Future of Somalia, Working Paper Series: Study on Artificial Societies, 46, 2015, 査読無.

⑫光辻克馬、山影進、改良版「国際緊張モデル」による第１次世界大戦前夜の欧州国際関係をめぐるマルチエージェントシミュレーション分析、Aoyama Journal of International Studies、 2、 2015、pp.151-167、査読無.

⑬伊藤岳、拡大と疲弊の相互作用が生む戦争規模の法則性　補遺：追加的な感度分析、ワーキングペーパーシリーズ人工社会研究、45、2014、pp.1-14、査読無.

⑭平岡喬之、自己駆動粒子系の動学：群集運動を中心に、ワーキングペーパーシリーズ人工社会研究、44、2014、pp.1-18、査読無.

⑮光辻克馬、山影進、第１次世界大戦前夜における欧州国際関係のパラレルワールド：ランドスケープ理論を拡張した「国際緊張モデル」に依るマルチエージェントシミュレーション、Aoyama Journal of International Studies, 1, 2014, pp.79-106, 査読無.

⑯YUKAWA, Taku, Iku YOSHIMOTO and Susumu YAMAKAGE, International Policy Diffusion at the Systemic Level: Linking Micro Patterns to Macro Dynamism, Journal of Theoretical Politics, Vol.26, No.2, 2014, pp.177-196, 査読有.

⑰伊藤岳、国際関係論におけるシミュレーション技法の展開：理論研究と実証研究の架橋、国際関係研究、30、2013、pp.43-63, 査読有.

⑱ SAKAMOTO, Takuto, Exploring Spatial Dynamics of Civil Conflicts in Virtual Africa: A New Research Design, CDR Quaterly, 8, 2013, pp.28-58, 査読無.

⑲SAKAMOTO, Takuto, Conflict Analysis in Virtual States (CAVS): A New Experimental Method Based on the Extensive Use of Multi-Agent Simulation (MAS) and Geographical Information System (GIS), JICA Research Institute Working Paper, 56, 2013, pp.1-27, 査読有.

⑳MITSUTSUJI, Katsuma and Susumu YAMAKAGE, Bridging Empirical Analysis in International Politics and Multi-Agent Simulation: Substituting Basic Norms in International Society, Working Paper Series: Study on Artificial Societies, 43, 2013, pp.1-28, 査読無.

㉑鈴木一敏、パッケージ交渉の分岐点：日米構造協議における争点リンケージ、国際政治、170、2012、pp.156-170、査読有.

㉒山影進、マルチエージェントシミュレーションの可能性：社会科学の立ち位置から、設計工学、Vol.47, No.2、2012、pp.543-550、査読有.

〔学会発表〕（計　21　件）
①SAKAMOTO, Takuto, Nomadic Computation: Analysis of African Pastoralism Using Agent-Based Modeling and Satellite Imagery, APL Seminar Institute Developing Sconomics, Japan External Trade Organization (IDE-JETRO), 2015年10月29日, Japan External Trade Organization (Chiba).

②伊藤岳、山影進、武装勢力による暴力行使

の規定要因を比較・評価する：アフガニスタンと北カフカスの比較分析、新潟県立大学実証政治学研究センター「実証政治学の先端学術会議」、2015 年 10 月 9 日、東京大学本郷キャンパス山上会館（東京都文京区）。

③SAKAMOTO, Takuto, Sustainability of Mobile Pastoralism in African Drylands, International Workshop on Computational Social Science, June 29, 2015, Santorini Island(Greece)

④ SAKAMOTO, Takuto, Normadic Computation: A SpatioTemporal Analysis of Sustainability of African Pastoralists, International Conference on Computational Social Science, June 8-11, 2015, Helsinki(Finland)

⑤光辻克馬、脱植民地化と主権国家性：極小国家独立をめぐる国際連合における議論の研究、駒場国際政治ワークショップ、2015 年 5 月 29 日、東京大学駒場キャンパス（東京都目黒区）

⑥ ITO, Gaku, Modeling the Spatial Patterns of Insurgent Violence in Afganistan, International Workshop on Multi-Agent Simulation (MAS) and Global Issues: From Complexity to Policy Implications, February 20, 2015, University of Tokyo, Komaba Campus(Meguro, Tokyo).

⑦MAKITA, Hiromi, Single and Multiple Identity Strategies in Bolivian Social Movements, International Workshop on Multi-Agent Simulation (MAS) and Global Issues: From Complexity to Policy Implications, February 20, 2015, University of Tokyo, Komaba Campus (Meguro, Tokyo).

⑧SHIRATORI, Koichiro, Procrastination vs Ambition: Explaining Successive S-Shaped Diffusion Curve, International Workshop on Multi-Agent Simulation (MAS) and Global Issues: From Complexity to Policy Implications, February 20, 2015, University of Tokyo, Komaba Campus(Meguro, Tokyo).

⑨KAI, Ayako, A Note on Endogenous Trade Policymaking, International Workshop on Multi-Agent Simulation (MAS) and Global Issues: From Complexity to Policy Implications, February 20, 2015, University of Tokyo, Komaba Campus(Meguro, Tokyo).

⑩MITSUTSUJI, Katsuma and Susumu YAMAKAGE, The Making of Modern Japan As a Collective Behavior of Self-Propelled Particles: Historical Research with Multi-Agent Methodology, International Workshop on Multi-Agent Simulation (MAS) and Global Issues: From Complexity to Policy Implications, February 20, 2015, University of Tokyo, Komaba Campus(Meguro, Tokyo).

⑪伊藤岳、内戦における暴力行使とその論理、日本国際政治学会 2014 年度研究大会、2014 年 11 月 14 日～16 日、福岡国際会議場（福岡県）

⑫伊藤岳、内戦における暴力行使の帰結：空間計量経済／統計モデルによるアプローチ、駒場国際政治ワークショップ、2014 年 11 月 6 日、東京大学駒場キャンパス（東京都目黒区）。

⑬ITO, Gaku and Susumu YAMAKAGE, From KISS to TASS-Modeling: A Preliminary Analysis of the Segregation Model Incorporated with GIS data on Chicago, 実証政治学の最先端学術会議（新潟県立大学実証政治学研究センター）、2014 年 10 月 10 日、東京大学本郷キャンパス（東京都文京区）。

⑭伊藤岳、内戦における暴力行使の帰結：空間計量経済モデルによるアプローチ、神戸大学国際政治経済ワークショップ、2014 年 9 月 26 日、神戸大学六甲第 1 キャンパス（兵庫県神戸市）

⑮阪本拓人、東アフリカ牧畜民社会の広域的研究：Landsat アーカイブと牧畜民研究、日本アフリカ学会第 51 回学術大会、2014 年 5 月 24～25 日、京都大学（京都府京都市）

⑯遠藤貢、北部ソマリアにおける競合する国家形成と和解機能の変容、日本アフリカ学会第 51 回学術大会、2014 年 5 月 24～25 日、京都大学（京都府京都市）

⑰阪本拓人、遊動生活の持続可能性：アフリカ牧畜民、複雑系、人間の安全保障、国際関係論研究会第 190 回定例会、2014 年、3 月 22 日、東京大学駒場キャンパス（東京都目黒区）

⑱鈴木一敏、相対利得の妥当範囲の検証について、国際政治経済分析研究会、2014 年 3 月 14 日、京都大学（京都府京都市）

⑲鈴木一敏、貿易政策をめぐる近年の研究動向、『環太平洋経済協力をめぐる日・米・中の役割』第 2 回研究会、2013 年 6 月 28 日、アジア太平洋研究所（大阪府大坂市）

⑳阪本拓人、コンピュータのなかで考えるアフリカ、日本アフリカ学会第 50 回学術大会、2013 年 6 月 26 日、東京大学駒場キャンパス（東京都目黒区)。

㉑阪本拓人、紛争と平和のシミュレーション分析：アフリカの角を事例に、アジア経済研究所・東京大学大学院総合文化研究科「人間の安全保障」プログラム・東京大学グローバル地域研究機構アフリカ地域研究センター主催「TICAD V のためのアフリカ開発講座」、2012 年 11 月 30 日、東京大学駒場キャンパス（東京都目黒区）

〔図書〕（計　2　件）
①鈴木一敏、『日米構造協議の政治過程：相互依存下の通商交渉と国内対立の構図』ミネルヴァ書房、2013、総ページ数 261 頁。

②山影進（編著）『アナーキーな社会の混沌と秩序：マルチエージェント国際関係論のフロンティア』書籍工房早山、2014、総ページ数 250 頁。

〔その他〕ホームページ
Virtual Lab Yamakage
http://yamakage-ken.com

６．研究組織
(1)研究代表者
山影　進（YAMAKAGE, Susumu）
青山学院大学・国際政治経済学部・教授
研究者番号：10115959

(2)研究分担者
遠藤　貢（ENDO, Mitsugi）
東京大学大学院・総合文化研究科・教授
研究者番号：70251311

阪本　拓人（SAKAMOTO, Takuto）
独立行政法人日本貿易振興機構アジア経済研究所・地域研究センター・研究員
研究者番号：40456182

光辻　克馬（MITSUTSUJI, Katsuma）
東京大学大学院・総合文化研究科・研究員
研究者番号：30647441

(4)研究協力者
鈴木　一敏（SUZUKI, Kazutoshi）
湯川　拓（YUKAWA, Taku）
伊藤　岳（ITO, Gaku）
甲斐　亜弥子（KAI, Ayako）
土山　實男（TSUCHIYAMA, Jitsuo）
青井　千由紀(AOI, Chiyuki)