

平成 30 年 6 月 26 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2017

課題番号：26350422

研究課題名(和文) 持続的・安定的な成長のためのグローバル社会の相互依存関係性の解明

研究課題名(英文) Interdependent relationship in global society toward sustainable and stable growth

研究代表者

池田 裕一 (Ikeda, Yuichi)

京都大学・総合生存学館・教授

研究者番号：90610858

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：近年、貿易額は年々増加の一途をたどっており、あらゆる国の産業の間にリンクが張られ世界経済全体が大きいネットワークとなっている。今後、新しい経済共同体が形成され、国際貿易は更に盛んになるであろう。このような経済のグローバル化にともない、あらゆる国の産業の間に働く相互作用は強くなる。

本研究では、データ科学、ネットワーク科学、計算科学などの方法論を駆使して、グローバル社会の相互依存関係を明らかにする。この研究によって、危機時におけるコミュニティの構造変化、景気循環の同期現象など、が明らかになった。また、特定の国で発生した経済危機が他の国々へ広がっていくグローバル経済危機の現象をモデル化できた。

研究成果の概要(英文)：Amount of international trade increases year by year and consequently gigantic economic network has been emerged. In the near future, new economic community will be established and international trade will be more active. This economic globalization will make interdependent relationship stronger.

This study aimed to study the interdependent relationship in global society using methodologies of data science, network science, and computational science. Evidences of structural change of economic community in crisis periods, synchronization of international business cycle were obtained. Furthermore, risk propagation from a specific country toward the rest of the world was successfully modeled.

研究分野：データ科学, ネットワーク科学, 計算科学

キーワード：国際景気循環 コミュニティ 同期 国際貿易 地域統合 リスク伝播 経済危機 マクロ健全性政策

## 1. 研究開始当初の背景

ギリシャの財政危機や米国のリーマンショックによる世界スケールの経済危機が危機感をもってとらえられていた。一方では、域内での自由貿易を進めて継続的な経済成長をとげた EU は、国際的に成功した経済政策ととらえられていた。グローバル化が進む経済において、近年、貿易額は年々増加の一途をたどっており、あらゆる国の産業の間にリンクが張られ世界経済全体が大きいネットワークとなっている。近い将来の環太平洋連携協定 (Trans-Pacific Partnership, TPP) の締結によって、新しい経済共同体が形成され、国際貿易は更に盛んになるであろう。このような経済のグローバル化の功罪を包括的な視点から理解することが求められていた。

## 2. 研究の目的

経済のグローバル化にともない、あらゆる国の産業の間に働く相互作用は貿易増加により強くなる。本研究では、おもに自然科学の方法論を用いて、コミュニティの時間的な構造変化、景気循環の同期、経済危機発生後の制御可能性などを調べて、貿易自由化がもたらすグローバル社会の相互依存関係性の変化を明らかにする。また、限られた局所的なデータから元のネットワーク全体を再構築する方法論を開発して、現象解明の分解能を向上させる。さらに、特定の国で発生した実体経済の悪化 (貿易額の急激な減少) や金融セクターの悪化による外的ショックが、他の国々へ広がっていくようなグローバルな経済危機の現象をモデル化する。

## 3. 研究の方法

データ科学、ネットワーク科学、計算科学などの理系的な方法論を駆使して大規模データ解析と数理モデル化を行うことよって事実を明確にするとともに、経済学や人文系など文系の研究者と議論を重ねて、グローバル経済の全体的な理解を進めてきた。

## 4. 研究成果

### (1) 平成 26 年度

世界の GDP の大部分を構成する 2 か国間の産業別貿易額データについて複雑ネットワーク解析と産業ごとの付加価値時系列データ解析を行った。貿易ネットワークを構成する主要なコミュニティを抽出して、これらのコミュニティは産業ごとに分かれていることを明らかにした。更に、世界中の産業ごとの付加価値時系列データ解析から、産業ごとの国際的な景気循環について同期現象が明確に存在することを発見した。同期現象の証拠として、先行研究のような相関係数でなく、オーダーパラメータを用いて同期現象の存在を示すことができた。

### (2) 平成 27 年度

1995 年から 2011 年までの産業別の国際貿易と付加価値の年次時系列データ (41 ヶ国、35

産業) と、1998 年から 2015 年までの G7 各国の産業別生産指数の月次時系列データの解析から、貿易自由化が引き起こす 3 つの集団運動: (i) 貿易額の増大に伴う国際景気循環の同期, (ii) 界同時不況のコミュニティ (経済ブロック) 構造変化, (iii) 経済危機の制御可能性, の存在を示して、その特徴を明らかにした。

### (3) 平成 28 年度

貿易自由化、経済共同体、地域統合に関して、特定の国における経済共同体からの離脱や保護貿易政策による貿易コストの増加が、国際貿易ネットワークや経済共同体に及ぼす影響を定量的に推定する方法を検討した。各国の産業間の貿易データ、財ごとの国間の貿易データ、についてそれぞれの貿易コストを推定し、その結果から財ごとの各国の産業間の貿易コストを推定して、その貿易コストを用いて財ごとの各国の産業間の貿易額を推定するネットワーク再構成モデルを開発した。この再構成モデルはさまざまなネットワーク再構成問題へ適用可能である。

### (4) 平成 29 年度 (延長期間)

昨年度開発した貿易コストをいって財ごとの各国の産業間の貿易額を推定するモデルを用いて、英国の EU 離脱による最適経済圏の変化、トランプ政権による保護貿易政策がもたらす各々の国における貿易額の変化を定量的に推定した。また、このような貿易額の急激な変化は、外的ショックとして各国の経済へ大きな影響を与えるため、その影響を推定するためのモデルが必要となる。そのために、金融危機の 3 つの期間 (平常時、バブル期、バブル崩壊期) について、バブル崩壊期には金融セクターの悪化が取引ネットワークを介して実体経済の悪化をもたらす事例の存在をデータ解析によって実証するとともに、各企業と金融機関の健全性をスピン変数で表現したモデルによって、外的ショックを推定する方法論を開発した。

(5) この他、経済共同体や地域統合について、経済的な側面だけでなく、政治、文化の側面も併せて地域統合のさまざまな課題を検討する国際ワークショップを開催した (平成 28 年 12 月)。本ワークショップでは、ユネスコのジョン・クローリー博士を招き、学生とともに、伝統的な形態における地域統合の限界を理解し、現代的な社会変革について検討するとともに政策立案の実践に取り組んだ。

## 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 7 件)

① Y. Ikeda, H. Iyetomi, T. Mizuno, T. Ohnishi, T. Watanabe, "Community Structure and Dynamics of the Industry Sector-Specific International-Trade-Network", Signal-Image

Technology and Internet-Based Systems (SITIS), pp.456-461, 2014

② Y. Ikeda, H. Aoyama, and Y. Sakamoto, "Community Dynamics and Controllability of G7 Global Production Network", 2015 11th International Conference on Signal-Image Technology & Internet-Based Systems, 2015, pp. 391-397, DOI 10.1109/SITIS.2015.28

③ Y. Ikeda, H. Aoyama, H. Iyetomi, T. Mizuno, T. Ohnishi, Y. Sakamoto, and T. Watanabe, "Econophysics Point of View of Trade Liberalization: Community dynamics, synchronization, and controllability as example of collective motions", RIETI Discussion Paper Series 16-E-026, pp.1-35, 2016

④ Y. Ikeda, T. Watanabe, "Who buys what, where: Reconstruction of the international trade flows by commodity and industry", Complex Networks & Their Applications V, Studies in Computational Intelligence 693, 2016, pp.657-670, DOI 10.1007/978-3-319-50901-3\_52

⑤ M. Wilinski, Y. Ikeda, H. Aoyama, "Complex correlation approach for high frequency financial data", Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment, pp. 023405-023405, 2018, <https://doi.org/10.1088/1742-5468/aaa8eb>

⑥ A. R. Keeley, Y. Ikeda, "Determinants of foreign direct investment in wind energy in developing countries", Journal of Cleaner Production, pp.1451-1458, 2017, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.106>

⑦ Y. Ikeda, H. Yoshikawa, "Macro-Prudence Modelling based on Spin Dynamics on Supply-Chain Network", accepted for publication in RIETI Discussion Paper, 2018

[学会発表] (計 23 件)

① Y. Ikeda, H. Iyetomi, T. Watanabe, T. Ohnishi, and T. Mizuno, "Community Structure and Wealth Transfer on Trade Network", NetSci 2014, 2014 年 06 月 02 日~2014 年 06 月 06 日, University of California, Berkeley

② Y. Ikeda, H. Iyetomi, T. Mizuno, T. Ohnishi, T. Watanabe, "Community Structure and Dynamics of the Industry Sector-Specific International-Trade-Network", Third International Workshop on Complex Networks and their Applications, 2014 年 11 月 23 日~2014 年 11 月 27 日, Marrakech, Morocco

③ 池田裕一, "景気循環のマルチプレックスネットワーク解析", 統数研共同研究集会「経済物理学とその周辺」, 2015 年 09 月 24 日, 鳥取大学工学部

④ 池田裕一, "ヒト・モノ・カネの国際的流", 統数研共同研究集会「経済物理学とその周辺」, 2016 年 01 月 09 日, 統計数理研究所

⑤ 池田裕一, "貿易自由化の経済物理学", 経済物理学 2015: 新たな方向性を求めて, 2015 年 12 月 03 日, 京都大学基礎物理学研究所

⑥ 池田裕一, 青山秀明, J. Constable, L. Moroney, "英国電力網における風力発電の系統連系に必要なゾーン間送電電力量の推定", 電気学会 平成 27 年電力・エネルギー部門大会, 2015 年 08 月 25 日, 名古屋大学

⑦ 池田裕一, 家富洋, 水野貴之, 大西立頭, 渡辺努, "国際貿易ネットワークにおけるコミュニティと同期", 日本物理学会 2015 年秋季大会, 2015 年 09 月 18 日, 関西大学

⑧ 池田裕一, "貿易自由化における集団運動", 日本物理学会 第 71 回年次大会, 2016 年 03 月 20 日, 東北大学

⑨ Y. Ikeda, H. Iyetomi, T. Mizuno, T. Ohnishi, and T. Watanabe, "Community Structure and Synchronization of the Industry Sector Specific Trade Network", NetSci2015 (国際学会), 2015 年 06 月 01 日, Zaragoza, Spain

⑩ T. Ohnishi, T. Mizuno, Y. Ikeda, H. Iyetomi and T. Watanabe, "Network Motifs in the World Trade Network", NetSci2015 (国際学会), 2015 年 06 月 01 日, Zaragoza, Spain

⑪ Y. Ikeda, H. Aoyama, and Y. Sakamoto, "Community Dynamics and Controllability of G7 Global Production Network", COMPLEX NETWORKS 2015 (国際学会), 2015 年 11 月 23 日, Bangkok, Thailand

⑫ Y. Ikeda, "Community and Controllability of Global Production Network: Focusing on the Economic Crisis of 2008", ECONOPHYS-2015 (招待講演) (国際学会), 2015 年 11 月 27 日, NEW DELHI, INDIA

⑬ Y. Ikeda, and T. Watanabe, "Reconstruction of International Trade Network", International Conference on Socio-economic Systems with ICT and Networks (国際学会), 2016 年 03 月 27 日, University of Tokyo

⑭ 池田裕一, "グローバル経済における集団運動: 同期, コミュニティ, 制御可能性", RIMS 共同研究「マクロ経済動学の非線形数理」(招待講演), 2016 年 07 月 06 日~2016 年 07 月 08 日, 京都大学

⑮ 池田裕一, 渡辺勉, "財と部門を考慮した貿易ネットワークの再構成", 日本物理学会 2016 年秋季大会, 2016 年 09 月 16 日, 金沢大学

⑯ Y. Ikeda, T. Watanabe, "Who buys what, where: Reconstruction of the international trade flows by commodity and industry", THE 5th INTERNATIONAL WORKSHOP ON COMPLEX NETWORKS & THEIR APPLICATIONS (国際学会), 2016 年 11 月 30 日~2016 年 12 月 02 日, Milan, Italy

⑰ Y. Ikeda, H. Iyetomi, T. Mizuno, T. Ohnishi, and T. Watanabe, "Possible scenarios of protective trade: Reconstruction of the international trade flows by commodity and industry", 2nd Workshop on Statistical Physics for Financial and Economic Networks, NetSci 2017 (国際学会), 2017 年

⑱ H. Iyetomi, Y. Ikeda, T. Mizuno, T. Ohnishi, and T. Watanabe, "International Trade

Relationship from multilateral Point of View", the 6th international workshop on complex networks and their applications (Complex Network 2017) (国際学会), 2017年

⑱ 池田裕一, 荒田禎之, 吉川洋, "マクロ健全性のスピンモデル", 日本物理学会 2017年秋季大会, 2017年

⑲ 池田裕一, 荒田禎之, 吉川洋, "マクロ健全性のスピンモデルと金融セクターに働く外場の解釈", 京都大学基礎研究会 経済物理学 2017, 2017年

⑳ 家富洋, 池田裕一, 大西立頭, 水野貴之, 渡辺努, "多国間的視点における国際貿易関係", 京都大学基礎研究会 経済物理学 2017, 2017年

㉑ Y. Ikeda, Y. Arata, and H. Yoshikawa, "Spin Model on Network for Macro-Prudential Analysis", CompleNet 2018, Boston (国際学会), 2018年

㉒ 池田裕一, 荒田禎之, 吉川洋, "株価スピンネットワークと金融セクターに働く外場", 日本物理学会 第73回年次大会, 2018年

[図書] (計5件)

① 池田他(編者) (他15名), 京都大学学術出版会, "総合生存学の構築に向けて(書籍全体のネットワーク解析, 第6章を分担執筆)", 2015, 418ページ

② Y. Ikeda (Ed), Springer, "Evolutionary and Institutional Economics Review, Special issue for The global energy transformation and Human Survivability", 2016, 50

③ H. AOYAMA, Y. FUJIWARA, Y. IKEDA, H. IYETOMI, W. SOUMA, and H. YOSHIKAWA, Cambridge University Press, "MacroEconophysics New Studies on Economic Networks and Synchronization", 2017, 436ページ

④ Y. Ikeda, et.al (他15名), Kyoto university press, and trans pacific press, "Human Survivability Studies - a new paradigm for solving global issues (network analysis of whole book, and chapter 6)", 2018年, 342ページ

⑤ 池田他(翻訳), 共立出版, ネットワーク科学 (Laszlo Barabasi, "Network Science"の翻訳書), 2018, 約450ページ(近刊)

[産業財産権]

○出願状況(計0件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
出願年月日:  
国内外の別:

○取得状況(計0件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
取得年月日:  
国内外の別:

[その他]

ホームページ等

① 京都大学大学院総合生存学館/教員紹介/研究指導教員

<http://www.gsais.kyoto-u.ac.jp/faculty/>

② 池田データサイエンス研究室

<http://ikeda.gsais.kyoto-u.ac.jp/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

池田裕一 (IKEDA, Yuichi)

京都大学・大学院総合生存学館・教授  
研究者番号: 90610858

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

吉川洋 (YOSHIKAWA, Hiroshi)

東京大学・大学院経済学研究科・教授(現在, 立正大学・教授)

研究者番号: 30158414

渡辺努 (WATANABE, Tsutomu)

東京大学・大学院経済学研究科・教授  
研究者番号: 90313444

青山秀明 (AOYAMA, Hideaki)

京都大学・大学院理学研究科・教授  
研究者番号: 40202501

家富洋 (IYETOMI, Hiroshi)

新潟大学・大学院自然科学研究科・教授  
研究者番号: 20168090

(4) 研究協力者

水野貴之 (MIZUNO, Takayuki)

国立情報学研究所・准教授

大西立頭 (OHNISHI, Takaaki)

東京大学・大学院情報理工学系研究科ソーシャルICT研究センター・准教授