

令和 6 年 9 月 30 日現在

機関番号：34504

研究種目：国際共同研究加速基金（国際共同研究強化）

研究期間：2018～2023

課題番号：17KK0058

研究課題名（和文）貨物流動・船舶動静データを用いた貿易の変遷、グローバル化の進展と都市の成長・衰退

研究課題名（英文）Trade Transition using cargo flow and vessel movement data, growth and decline of cities with the progress of globalization

研究代表者

伊藤 秀和（ITO, Hidekazu）

関西学院大学・商学部・教授

研究者番号：30368451

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 8,700,000円

渡航期間： 6ヶ月

研究成果の概要（和文）：Lloyds' List Intelligence (LLI)のデータベースを活用した本研究課題の主な成果として、4つの国際共同研究論文を学術雑誌に掲載した。例えば、(1) 重力モデルを用いて、人口規模や海上輸送距離がコンテナ輸送（の規模）に与えた影響を、(2) 帆船から蒸気船、一般雑貨船からコンテナ船への船舶の技術革新が海上輸送ネットワークの構造に与えた影響を、(3) コンテナ輸送におけるターミナル停泊時間と港湾間航行時間の空間的・時間的な相互依存関係を、(4) 海上輸送や港湾荷役が大気汚染を通じて港湾都市の周辺環境や住民の健康に与える影響を、それぞれ明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

我が国の貿易量の内、99%以上（重量ベース）は海上輸送が占めている。また、海上輸送の発展による輸送費低減によって、経済の国際化・グローバル化は一層進展した。本研究では、19世紀末から現在まで、100年を超える船舶の航行データを基に、海上輸送が企業の生産活動やそのサプライチェーンに与えた影響、また港湾活動を含め物流が近隣地域の環境に与える影響など、定量分析を用いて明らかにした。本分析の示唆は、政策の策定やその評価に寄与する。

研究成果の概要（英文）：The main results of this research project, which utilizes the Lloyds' List Intelligence (LLI) database, include four international joint research papers published in academic journals. For example, (1) the impact of population size and maritime transport distance on container transport (size) using a gravity model, (2) the impact of technological innovation of steam from sail ships and of container from general cargo ships on the structure of maritime transport networks, (3) terminal berthing time and navigation time between ports in container transport, and (4) the impact of maritime transport and port cargo handling on the surrounding environment and health of port cities' residents through air pollution.

研究分野：交通経済学

キーワード：貨物流動 船舶動静 地域経済 空間経済学 経済地理学 定量分析 空間統計 国際比較

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

## 1. 研究開始当初の背景

本研究課題の基課題（科研費）の研究目的は、「貨物流動と都市の階層性・多様性の関係を詳細な貨物流動データから明らかにし、その構造変化要因を空間経済学や経済地理学の枠組みで理論構築を行うこと」であり、本課題では、「大規模データベースを用いた貨物流動構造と都市・地域の経済的・地理的特性、およびその時系列変化の関係性分析」へと発展させることとした。具体的には、数世紀に渡る長期の都市の成長・衰退と国内・国際貿易、貨物輸送やそのネットワークの関係性分析のため、世界最古の継続的な雑誌のひとつ Lloyds' List Intelligence (LLI) (18世紀前半から入手可能)を用いた空間統計分析を、当該データの収集・電子化を進めるフランス国立科学研究センター (Centre national de la recherche scientifique, CNRS) の Cesar Ducruet 博士を主な海外共同研究者として国際共同研究を行うこととした。

## 2. 研究の目的

上記の基課題（科研費）では、わが国の詳細な貨物流動構造を分析するものの、1970年からと限定的で、かつ輸出入情報も不十分のため海外との貿易やサプライチェーン等を想定した場合、国際分業体制に関わる関係性分析には限界がある。上述した LLI は 1734 年が最も古く、船舶の動静データだけでなく、(かなり大分類ではあるが)貨物輸送品目や利用船舶に関する情報も入手でき、国際的な貿易統計や船型資料の側面も有する。当該データと地域経済データを統合し、かつ時系列分析に拡張することで、(世界規模での統合的なデータ利用は 1880 年からのみに限られるが)過去 100 年を超える地域経済と貨物輸送の関係性を明らかにすることが可能となる。

(それまでも継続的に共同研究を行ってきた)Ducruet 博士が当時 (2017 年) European Research Council (ERC) の研究補助 (“World Seastems”, 2013 年 - 2018 年)を得て、LLI の電子化を進めていたことから、長期に渡る船舶動静データを用いて貿易やサプライチェーンの変化と都市化・工業化への影響、さらに国際化・グローバル化の進展と都市の成長・衰退に関する実証計量分析を行うこととなった。なお、LLI を用いた Ducruet 博士との共同研究は現在、France National Research Agency (ANR) の研究補助 (“MAGNETICS”, 2023 年 - 2026 年)を得て、直近 2023 年までのデータベースに拡張するとともに、1880 年以降の全ての船舶動静データに対して機会学習を用いた分析へと発展している。

## 3. 研究の方法

(当時) LLI の収集はほぼ終わっていたことから、研究期間の前半は 1880 年以降の電子化と併せて、20 世紀を通じて統合的で入手可能なデータである都市人口の整備を進める。また、20 世紀末以降については、国レベルより小さい地域レベル(具体的には、OECD の TL2 (Territorial Level 2)、例えば、日本では 10 地域に分類)の社会経済データの入手作業を進める。

研究期間の後半は、前半に進めた LLI の電子データと追加のデータベースを統合し、空間統計分析を進める。過去 100 年を超える地域レベルでの域内外の貿易や、船舶動静データや貨物流動データを用いた海上輸送ネットワークの変化、また都市の成長・衰退、さらにグローバル・サプライチェーンの変遷を、空間統計手法を用いて明らかにする。

なお、研究計画調書作成時点(2017 年 8 月)では、2019 年度末から 2020 年度にかけて約 1 年間、所属研究機関における在外研究の機会を活用して、フランス・パリ(主に CNRS)で国際共同研究を実施する予定であったが、新型コロナウイルス感染症の感染拡大により、渡航を延期した。そのため、本研究課題も延長を行った(2023 年度が最終年度)。その後、2022 年度にフランスに渡航したものの、所属研究機関での教育活動のため、その滞在期間を約半年に短縮して共同研究を実施した。そのため、2023 年度にも 2 回ほどフランス(欧州)に滞在し、短期間ではあったが共同研究を実施し成果を得た。

## 4. 研究成果

上記 LLI のデータベースを活用した本研究課題の主な成果として、以下 4 つの国際共同研究論文を学術雑誌に掲載した。例えば、**成果 1**では、重力モデルを用いて、人口規模や海上輸送距離がコンテナ輸送(の規模)に与えた影響を、**成果 2**では、帆船から蒸気船、一般雑貨船からコンテナ船への船舶の技術革新が海上輸送ネットワークの構造に与えた影響を、**成果 3**では、コンテナ輸送におけるターミナル停泊時間と港湾間航行時間の空間的・時間的な相互依存関係を、**成果 4**では、海上輸送や港湾荷役が大気汚染を通じて港湾都市の周辺環境や住民の健康に与える影響を、それぞれ明らかにした。

**(成果 1)** Urban gravity in the global container shipping network, *Journal of Transport Geography*.

**(成果 2)** The spatial determinants of innovation diffusion: Evidence from global shipping networks, *Journal of Transport Geography*.

**(成果 3)** Spatial Network Analysis of Container Port Operations: The Case of Ship Turnaround Times, *Network and Spatial Economics*.

**(成果 4)** Ports and their influence on local air pollution and public health: A global analysis, *Science of The Total Environment*.

具体的に、**成果 1**では、1977年から2016年までの約40年間、300万件以上の港湾間の船舶動静データを用いて、約9000の港と約4600の港湾都市を対象に、寄港船舶容量に関する定量分析を行った。特に、港湾と都市の空間的・機能的な関係性を明らかにするため、港湾都市とさらに広い港湾地域という2つの概念、また海上輸送ネットワークについても直接的に結ばれた港湾間リンクと(途中の寄港を経て)間接的に結ばれた港湾間リンクの計4つのパターンに分類し、重力モデルによる比較分析を行った。その結果、人口規模の大きな都市どうしほど相互の結びつきが強い一方(人口規模の差があると結びつきは弱い)、離れた都市(港湾間距離が長い)ほどやはり結びつきが弱いという重力的な特性が確認された。また、港湾間距離の抵抗はこの40年間に渡り負値でかつ(絶対値で)拡大傾向を示し、より近接性が重視される海上輸送ネットワークとなった。船型の大型化によって基幹航路とそれを支えるフィーダー(支線)航路の住み分けが一層進んだことで、より港湾間距離の短いフィーダー航路がネットワークで支配的になった状況を示唆する結果であった。

**成果 2**では、1880年から2008年まで、5年毎(実際にはその内の4か月)の船舶動静データを用いて、蒸気船とコンテナ船の普及、いわゆる蒸気船革命とコンテナ化、が海上輸送ネットワークに与えた影響を世界規模で比較する。時間的・空間的かつ多層的な同ネットワークに対して、a) それぞれの輸送技術の導入が同ネットワークに与えた影響と、b) 輸送技術の違いがそれぞれのネットワークに与えた影響の差異を、港湾(都市)間ネットワークの観点から明らかにする。その結果、(港湾都市の発展に関する)歴史的背景、海上輸送の長さ(港湾間の物理的距離)、新技術の普及速度、地理的な伝搬経路(どの地域・航路で普及が進んだのか)など、一定の違いはあるものの、2つの技術革新には多くの共通点があることを明らかにした。両者とも、特定の港湾、あるいは地域や航路で集中的に普及が進み、都市の人口規模と港湾の取扱規模が普及を後押しし、また(船舶の大型化に併せて港湾の水深も必要となることから)河川港からより河口、あるいは沿岸部へと港湾の立地が移ることで、旧技術から新技術へと徐々に移行が進んだ。

**成果 3**では、1977年から2016年までの約40年間、約2300のコンテナ港における船舶の停泊時間とコンテナ港湾間の航行時間の変動に対する影響要因を、約300万件の船舶動静データに基づいた定量分析によって明らかにした。港湾都市の特徴を考慮するため、都市の経済指標とコンテナ港湾のネットワーク指標を組み合わせた多段階手法、具体的には国レベルと都市レベルの2段階の構造を採用し、船舶の遅延を評価する新たな手法を提案した。その結果、港湾の連結性、一人当たりの国内総生産、船舶の寄港回数、港湾の位置(島)がコンテナ港湾の荷役効率に正の(停泊時間に対しては負の)影響を与えることを明らかにした。一方で、都市人口、海上での航行遅延、最大船舶サイズ(港湾容量)、港湾の位置(河川)は、同じく荷役効率に負の(同じく正の)影響を与えることを明らかにした。分析期間においては全般的に、船舶の停泊時間と港湾間の航行時間は減少しているものの、港湾及び海上での運営上及び技術上の変化もあり、特に2007年から2008年の金融危機の前後で、停泊時間を早くし、航行時間を遅くする傾向を示した。船舶の航行速度と消費燃料の関係は指数関数的に増加するため、航行速度を下げる(航行時間を遅くする)ことで、消費燃料の削減を試みた船社行動も確認された。

**成果 4**では、2001年から2018年にかけて、OECD加盟の35カ国、約5000の港湾を対象に港湾荷役や海上輸送が環境負荷や住民の健康に与える影響を定量分析によって明らかにした。港湾や海上輸送が環境に与える影響に関する研究は近年増加しているものの、港湾活動を支える背後圏都市における環境負荷やその住民の健康被害との関係性についての研究は不十分であり、本論文はその空隙を埋めるものである。本研究では、コンテナ貨物やバルク貨物、一般雑貨、さらに旅客輸送やフェリーなど異なる船舶輸送を対象に、また自然条件、大気汚染の程度、社会経済環境を示す指標、公衆衛生に関するデータを整理・統合したパネルデータ分析を行った。その結果、港湾地域は(主に内陸部の)非港湾地域よりも平均的に大気汚染の程度が高く、また健康への影響は港湾地域の人口密度と取扱貨物の特性(特にコンテナ輸送が多い港湾)や港湾混雑によって異なる(分類される)ことを示した。具体的には、工業都市、中間的な都市、そして大規模都市の3つのタイプに分類され、特に大規模都市は人口密度が高く、また消費財需要が高いためコンテナ貨物が多く混雑することから、大気汚染の程度が高いことが示された。

(以上)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 7件 / うち国際共著 7件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Cesar Ducruet、Hidekazu Itoh	4. 巻 101
2. 論文標題 The spatial determinants of innovation diffusion: Evidence from global shipping networks	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Transport Geography	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.jtrangeo.2022.103358	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 該当する
1. 著者名 Cesar Ducruet、Hidekazu Itoh	4. 巻 22
2. 論文標題 Spatial Network Analysis of Container Port Operations: The Case of Ship Turnaround Times	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Networks and Spatial Economics	6. 最初と最後の頁 883 - 902
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s11067-022-09570-z	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 該当する
1. 著者名 Ducruet Cesar、Itoh Hidekazu、Berli Justin	4. 巻 85
2. 論文標題 Urban gravity in the global container shipping network	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Transport Geography	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.jtrangeo.2020.102729	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 該当する
1. 著者名 Ducruet Cesar、Polo Martin Barbara、Sene Mame Astou、Lo Prete Mariantonia、Sun Ling、Itoh Hidekazu、Pigne Yoann	4. 巻 915
2. 論文標題 Ports and their influence on local air pollution and public health: A global analysis	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Science of The Total Environment	6. 最初と最後の頁 170099 ~ 170099
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.scitotenv.2024.170099	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 該当する

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 4件）

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔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
主たる渡航先の主たる海外共同研究者	デュクリュエ セザール  (Ducruet Cesar)	フランス国立科学研究センター・EconomiX・Senior Researcher	

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0件

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		
フランス	CNRS		