

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 6 月 19 日現在

機関番号：82115

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2013～2016

課題番号：25289159

研究課題名(和文) アジア・ヨーロッパ大陸間のマルチモード国際物流シミュレーションモデルと政策分析

研究課題名(英文) Simulation model and policy analysis of multi-mode international logistics between Asia and Europe

研究代表者

柴崎 隆一 (Shibasaki, Ryuichi)

国土技術政策総合研究所・その他部局等・国際業務研究室長

研究者番号：50323514

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,600,000円

研究成果の概要(和文)：世界の基幹航路のひとつである東アジア＝欧州間国際貨物輸送に着目し、海上(スエズ運河ルート、パナマ運河ルート、北極海航路)・陸上(シベリアランドブリッジ、チャイナランドブリッジ)・航空の各輸送ルートの実態を調査・分析した上で、インターモーダル国際物流ネットワークモデルをユーラシア大陸(中央アジア・南アジア発着貨物、および中央アジアを通過する国際陸上貨物)へ適用し、国境抵抗の削減やインフラ投資・改善等の政策シミュレーションを実施するとともに、コンテナ船・ドライバルク船等の航行ルートの推計および選択モデルの構築を行い、パナマ運河拡張や燃料費下落などの影響についてシミュレーションを実施した。

研究成果の概要(英文)：We focus on the international logistics between East Asia and Europe, one of the major trade routes of the world. A field survey and analysis on the current status of each route (e.g. Suez Canal route, Panama Canal route, Northern Sea route, Siberian Land Bridge, China Land Bridge, and air transport) were implemented. Consequently, we applied the intermodal international container flow model to the Eurasian continent including the cargo originated from/attracted into Central and South Asia and the transit cargo via Central Asia, in order to simulate the impact of related policies such as decrease in national border barrier and infrastructure investment. Additionally, we estimated the route choice when each kind of vessel such as containerships and dry bulk carriers, navigates between each region of the world and developed the logit model to describe them, in order to simulate the impact of related policies such as the Panama Canal expansion and decrease in bunker fuel price.

研究分野：交通計画，物流

キーワード：国際物流 インターモーダル輸送 政策分析 交通計画 経路選択モデル 世界海運 一带一路 北極海航路

## 1. 研究開始当初の背景

研究代表者は、本研究課題開始以前にも国際貨物流動の配分モデル構築を行っていたところであったが、より実用的なモデルの構築とその適用を目的として、アジア・北米間輸送と比べると日本の研究調査分析例の少なかったアジア・ヨーロッパ間の国際貨物輸送に着目し、海上・陸上・航空等の様々な輸送ルートにおける実態・ボトルネック・将来計画等を具体的に把握したうえで、上記モデルの活用等によって輸送ルート選択の実像に迫り、より実効的な政策的含意を得ることが、研究開始当初の目的であった。

研究開始時点においては、もっとも一般的な東アジア・ヨーロッパ間の輸送ルートであるスエズ運河経由海上輸送ルート以外にも、北極海航路の利用が進展しつつあり、またパナマ運河の拡張も予定されている状況であった。さらに、交付期間中に、スエズ運河でも拡張工事が行われ、パナマ運河の拡張工事は当初予定よりも伸びたものの2016年6月に完了し、また陸上ルートのうちチャイナランドブリッジは中国による一帯一路政策の推進により、より脚光浴びることとなる一方で、ロシアと欧州の政治的対立等を背景に北極海航路の利用は低迷するなど、各ルートにまつわる様々な変化が生じ、結果として旬な話題を多く含むテーマとなった。

## 2. 研究の目的

研究開始当初の、交付期間中の具体的な研究目標は以下の通りであった。

(1)-1: 東アジア = 欧州間国際貨物輸送の現状と課題の把握

世界の基幹航路のひとつである東アジア = 欧州間国際貨物輸送に着目し、現在のメインルートであるスエズ運河経由の海上輸送(SCR)に加え、ロシア国内を横断するシベリア鉄道(TSR)、中国・中央アジア・ロシアを経由し欧州へ至る鉄道ルートであるチャイナ・ランドブリッジ(CLB)、地球温暖化に伴う北極海氷の減少によって今後の利用増加が期待される北極海航路(NSR)、

2014年に予定される拡張によって東アジア = 欧州間輸送でも一部で利用される可能性があるパナマ運河経由の海上輸送(PCR)、

高付加価値品を中心とする航空輸送、の各ルートについて、現地調査・文献調査により、利用の実態、利用上の課題・ボトルネック、将来改良・改善計画を把握する。

(1)-2: 東アジア = 欧州間国際貨物輸送におけるルート選択モデル構築とシミュレーション

1の調査結果を踏まえ、必要に応じて既存モデルの改良、入力データ更新やネットワークの変更、新たな要素の追加などを行ったうえで、東アジア = 欧州間国際貨物輸送の輸送ルート選択を再現するモデルを構築する。また、構築したモデルを用いて、投資計画などの政策を入力した際のインパクト計測や、将

来貨物輸送需要(研究代表者による別途研究により推測される)を入力した将来値の予測を行う。

(2) 中央アジア地域の国際陸上輸送の現状・課題の把握とモデル構築・政策シミュレーション

内陸国である中央アジア5か国(カザフスタン・キルギス・タジキスタン・ウズベキスタン・トルクメニスタン)を発着地とする国際貨物(5か国相互間の貨物および他地域との間の貨物)について、輸送実態、ネットワークの現状と課題、改良計画を把握したうえで、各国を複数地域に分割したうえで配分モデルを構築し、現状再現性を確認する。また、構築したモデルを用いて(1)-2と同様な政策シミュレーションや将来予測を行う。

## 3. 研究の方法

<アジア・ヨーロッパ大陸における国際貨物輸送の現状と課題の把握>

テーマ : 東アジア = 欧州間国際貨物輸送の輸送ルート別実態調査(6ルート)

テーマ : 国際貨物輸送の動向に関する地域別調査(ロシア・中国・中央アジア・欧州)

テーマ : 個別関連テーマに関する現状分析  
<現状把握を踏まえたマルチモード国際物流モデルの構築>

テーマ : 東アジア = 欧州間国際貨物輸送におけるルート選択モデルの構築

テーマ : 中央アジア地域の国際陸上輸送を対象とした国際物流モデルの構築

<モデルを利用したシミュレーション・将来予測・政策評価分析>

テーマ : 構築したモデルを用いたシナリオ別物流シミュレーションと将来予測・政策評価

## 4. 研究成果

(1) テーマ : 各地域における現地調査および実態分析

他の予算での渡航も含め、スエズ運河に3回、パナマ運河に1回、北極海航路に2回、中央アジア・南アジアに2回の現地調査を実施した。このうち、パナマ運河および北極海航路については、実態および将来展望を学術論文として取りまとめた(雑誌論文の および)。また、中央アジア地域に関する物流データ分析(学会発表の)、および研究会氏前年に実施したロシア極東地域の現地調査成果のとりまとめ(学会発表の)も行った。また、ロシアおよびソ連の鉄道網の発展の歴史を調査し、ロシア(およびソ連)における鉄道建設は、投資効率面からは地域差があり、資源開発のために人口増加を狙ったものや、安全保障面の効果を狙ったものがあることを明らかにした。その他、スペースの都合上詳細は省略するが、特にスエズ運河とパナマ運河の現状や展望については、いくつかの雑誌記事や書籍・ハンドブックの分担執筆などにも掲載された。

(2) テーマ : 個別関連テーマに関する現状分析

1) 北極海航路

北極海域から東アジアへの LNG 輸送について、航路、積み替えの有無、冬季の耐氷船投入航路などのシナリオ別に運航費用を推計し、既存の調達先との比較を行った(雑誌論文の )。さらに、輸送費の変化による貿易・経済へのインパクトを推計した(学会発表の、図1)。

2) 海賊発生に関する地理的分析

地理情報システムを用いて海賊出没位置の空間データベースを作成した上で、東南アジア周辺海域で発生する海賊活動の地理的特性を明らかにした。そして、カーネル密度推定により、海賊出没ホットスポットの経年変化を確認した(雑誌論文の )。さらに、海賊活動の監視に対する新技术の一つである成層圏プラットフォームを活用した海賊監視システムである SSRP に注目し、PF の最適配置について、代表的な施設配置問題の一つである最大被覆問題を拡張したモデルを提案し、ソマリア沖での海賊監視を対象として最適配置について考察した。

3) エネルギー資源の国際海上輸送におけるリスク評価

エネルギー資源の安定輸送を目指すために、種類の異なる輸送手段を考慮し、輸出国で問題が発生し輸入が不可能となるカントリーリスクと輸送中に問題が発生し輸送が不可能となる輸送リスクの 2 つの観点から、数理モデルを用いて、輸入量や輸送手段について評価した(雑誌論文の、)。

4) 国際交通貨物に関する分析

東アジア = 欧州間の航空と海運の機関分担状況を品目別に整理し、品目別の両輸送機関分担の閾値を推計し、その結果から生鮮品等の perishable goods とその他品目の 2 つのグループにおおよそ分類できることを示した(雑誌論文の )。また、韓国における航空貨物流動の現状とハブ空港戦略に関する政策について調査を行った。

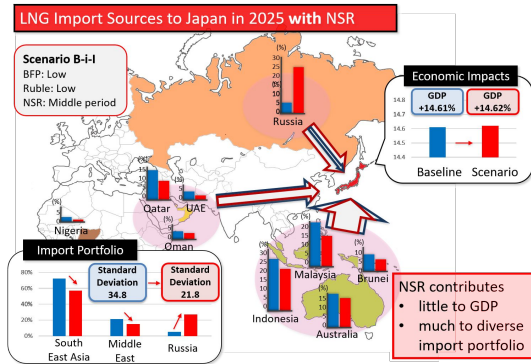


図1 北極海航路開設による我が国の LNG 輸入パターンの変化予測の例

(3) テーマ : 東アジア = 欧州間国際貨物輸送および中央アジア地域発着貨物を対象としたルート選択モデル・国際物流モ

デルの構築とモデルを活用したシナリオ別物流シミュレーション/将来予測・政策評価  
1) インターモーダル国際物流ネットワークモデルのユーラシア大陸への適用と政策シミュレーション

研究代表者が、前研究課題の成果も踏まえ、中米地域を対象に構築した世界規模の国際海上コンテナ貨物輸送ネットワークと世界各地域の陸上(背後)輸送ネットワークを統合したインターモーダルな国際物流モデルを、ユーラシア大陸(南アジア,中央アジア)に適用した(学会発表の、)。モデルの全体構成を図2に、中央アジアモデルの現状再現結果(ゲートウェイ港湾のコンテナ取扱量,および陸上フロー)をそれぞれ図3,4に示す。

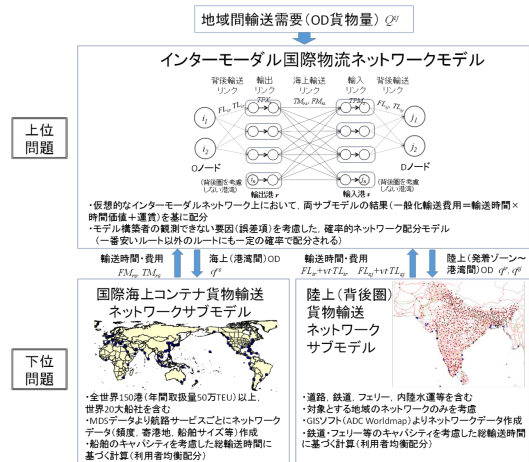


図2 インターモーダル物流モデルの全体構成

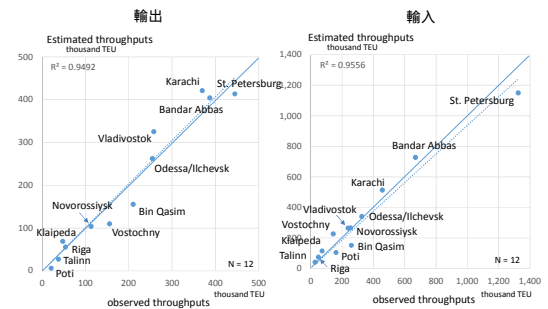


図3 中央アジアモデルにおけるゲートウェイ港湾(ただし分量の多い中国港湾を除く)別取扱量の実績値とモデル推計値(2013年)の比較

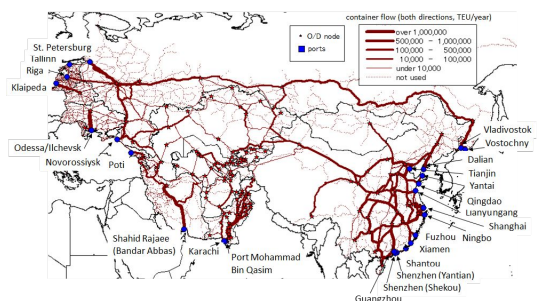


図4 中央アジア発着国際海上コンテナ貨物のコンテナ貨物フロー(2013年現状再現値)



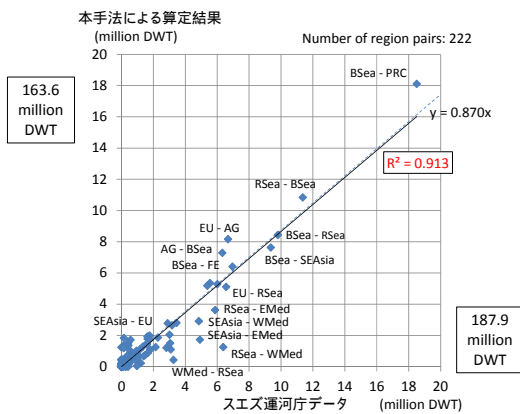


図7 ドライバルク船における世界発着地域別のスエズ運河通航量の比較（スエズ運河庁データおよび本手法による推計結果）

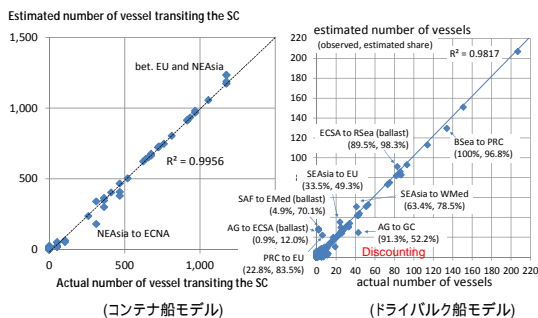


図8 集計ロジックモデルの現状再現性：世界発着地域別のスエズ運河通航量

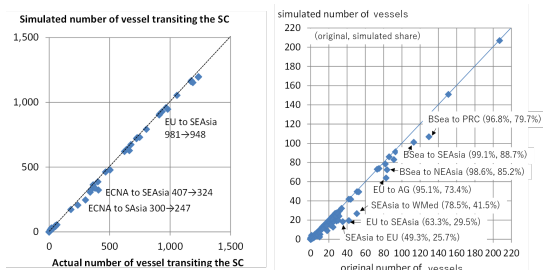


図9 燃料費の低下による発着地域別スエズ運河通航船舶数の変化シミュレーション（左：コンテナ船，右：ドライバルク船）

### 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〕\* 査読付学术论文のみ掲載（計12件）

稲田啓佑・鳥海重喜・高嶋隆太，エネルギー資源の国際海上輸送におけるリスク評価，日本エネルギー学会誌，No.96，pp.129-138，2017，査読あり

R.SHIBASAKI，T.AZUMA，T.YOSHIDA，Route Choice of Containership on a Global Scale and Model Development: Focusing on the Suez Canal，International Journal of Transport Economics，Vol.43，No.3，pp.263-288，2016，査読あり

S.TANABE，R.SHIBASAKI，H.KATO，Impact assessment model of international transportation infrastructure

development: Focusing on trade and freight traffic in Central Asia, Asian Transport Studies, 4(1), pp.159-177, 2016, 査読あり

柴崎隆一・神波泰夫・渡部大輔，東アジア～欧州間国際貨物の航空/海上輸送の分担に関する一考察，日本物流学会誌，No. 24，pp.121-128，2016，査読あり

M.Furuichi，N.Otsuka，Proposing a common platform of shipping cost analysis of the Northern Sea Route and the Suez Canal Route，Maritime Economics & Logistics，17，1，pp.9-31，2015，査読あり

柴崎隆一，北極海航路利用の現状と展望～トランジット輸送と資源輸送～，海運経済研究，49，pp.21-30，2015，査読あり

石黒一彦，北極海航路利用 LNG 輸送の経済性分析，海運経済研究，49，pp.11-20，2015，査読あり

渡部大輔・永田康宏・鳥海重喜，ソマリア周辺海域における海賊活動の地理的分布の変化，日本航海学会論文集，132，pp.44-50，2015，査読あり

菅原淳子・柴崎隆一，パナマ運河拡張による米国インターモーダル輸送システムへの影響に関する一考察，海運経済研究，48，pp.83-92，2014，査読あり

茅野宏人・石黒一彦，配船スケジュールを考慮した荷主の港湾選択行動分析，土木学会論文集 D3，Vol.70，No.5，pp.789-799，2014，査読あり

H.KATO，R.SHIBASAKI，K.NAKAMURA，Y.OGAWA，Potential Impacts of Maritime Transportation Risk at the Straits of Malacca and Singapore on Maritime Traffic Flows and Regional Economies，Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies，10，pp.2177-2196，2013，査読あり

鳥海重喜・高嶋隆太，海上航路ネットワークとエネルギー資源の国際輸送におけるチョークポイント分析，GIS 理論と応用，21-1，pp.47-55，2013，査読あり

〔学会発表〕\* 研究代表者が関係する査読付英文国際会議発表論文のみ掲載（計11件）

R.SHIBASAKI，T.KAWASAKI，Modelling International Intermodal Container Shipping and Application to South Asia，6th International Conference on Transportation and Logistics (TLOG 2016)，7-9 September 2016，Hsinchu，Taiwan

R.SHIBASAKI，T.KAWASAKI，Modelling International Maritime Container Cargo Flow and Policy Simulation in South Asia: An Application of Network Equilibrium Assignment Model on a Global Scale，World Conference on Transport Research - WCTR 2016，10-15 July 2016，Shanghai，China

T.USAMI, H.KATO, R.SHIBASAKI, Impacts of introducing the Northern Sea Route on macro economy and on diversification of liquefied natural gas import sources in Japan, Transportation Research Board 95th Annual Meeting, 11-15 January 2016, Washington D.C.

S.TANABE, R.SHIBASAKI, H.KATO, Impact Assessment Model of International Transportation Infrastructure Development: Focusing on Trade and Freight Traffic in Central Asia, Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, 10, 11 September 2015, Cebu, Philippines (best paper for best application in practices を受賞)

R.SHIBASAKI, T.AZUMA, T.YOSHIDA, Route Choice of Containership on a World Scale and Model Development: Focusing on the Suez Canal, Annual Conference of International Association of Maritime Economists (IAME 2015), 24-26 August 2015, Kuala Lumpur, Malaysia

M.FURUICHI, R.SHIBASAKI, Cascade strategy of container terminals to maximize their quantitative and qualitative capacity, Annual Conference of International Association of Maritime Economists (IAME 2015), 24-26 August 2015, Kuala Lumpur, Malaysia

S.TANABE, R.SHIBASAKI, H.KATO, International Freight Transportation Demand under Improved Border-Crossing Services in Central Asia, Transportation Research Board 94th Annual Meeting, 11-15 January 2015, Washington D.C.

K.TANAKA, S.TANABE, R.SHIBASAKI, H.KATO, Database Development of Cargo Traffic Volumes at Border Crossing Points Incorporating Data Reliability Analysis in Central Asia, 5th International Conference on Transportation and Logistics (TLOG 2014), 28-30 July 2014, Bangkok, Thailand

S.TANABE, R.SHIBASAKI, H.KATO, Impacts of Border-Crossing Service Improvement on Regional Economy and Trade: Case Study in Central Asia, 5th International Conference on Transportation and Logistics (TLOG 2014), 28-30 July 2014, Bangkok, Thailand

R.SHIBASAKI, S.NARUSE, H.ARAI, T.KAWADA, Industries, Intermodal Logistics and Ports in Far Eastern Russia: Current Status and Future Projects, Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, 9, 9-12 September 2013, Taipei

R.SHIBASAKI, T.AZUMA, T.WATANABE, S.TORIUMI, A Container Cargo Assignment

Model on a Real International Maritime Shipping Network and Application to the Suez Canal Transit Analysis, Annual Conference of International Association of Maritime Economists (IAME 2013), 3-5 July 2013, Marseille, France

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

柴崎 隆一 (Shibasaki, Ryuichi)  
国土交通省国土技術政策総合研究所・管理調整部・国際業務研究室長  
研究者番号: 50323514

### (2) 研究分担者

渡部 大輔 (Watanabe, Daisuke)  
東京海洋大学・学術研究院・准教授  
研究者番号: 30435771

石黒 一彦 (Ishiguro, Kazuhiko)  
神戸大学・海事科学研究科・准教授  
研究者番号: 60282034

鳩山 紀一郎 (Hatoyama, Kiichiro)  
東京大学・大学院工学系研究科・講師  
研究者番号: 60361523

鳥海 重喜 (Toriumi, Shigeki)  
中央大学・理工学部・准教授  
研究者番号: 60455441

加藤 浩徳 (Kato, Hironori)  
東京大学・大学院工学系研究科・教授  
研究者番号: 70272359

菅原 淳子 (Sugawara, Junko)  
東京工業大学・理工学研究科・研究員 (H27年度まで)  
研究者番号: 00631277

### (3) 連携研究者

古市 正彦 (Furuichi, Masahiko)  
京都大学・経営管理大学院・特定教授  
研究者番号: 60572758

町田 一兵 (Machida, Ippei)  
明治大学・商学部・准教授  
研究者番号: 10611452

川崎 智也 (Kawasaki, Tomoya)  
東京工業大学・環境・社会理工学院・助教 (H28より)  
研究者番号: 30705702

### (4) 研究協力者

神波 泰夫 (Kannami, Yasuo)  
パシフィックコンサルタンツ株式会社