

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 30 年 5 月 2 日現在

機関番号：12608

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2017

課題番号：16K16358

研究課題名(和文)国際バルク貨物輸送における最適輸送手段選択問題のミクロ計量分析

研究課題名(英文)Analysis on freight mode choice for international bulk cargo shipping

研究代表者

川崎 智也(Kawasaki, Tomoya)

東京工業大学・環境・社会理工学院・助教

研究者番号：30705702

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,000,000円

研究成果の概要(和文)：同時方程式モデルによりバルク貨物の輸送手段選択要因を分析した。分析の結果、コンテナ化率の高い品目では、海上輸送量増がコンテナ化率上昇につながっていないこと、相対運賃のコンテナ化率への影響は、コンテナ化が進んでいない品目を除き負であること、輸入国側のコンテナ港湾整備は、コンテナ化率の低い品目でコンテナ化率を上げるが、コンテナ化率の高い品目でコンテナ化率を下げる可能性もあること、輸出国側の輸出費用引き下げはコンテナ輸送を促す可能性があること、輸入国側の輸入費用引き下げもコンテナ輸送を促す可能性があること、運賃負担力の高い品目がコンテナ輸送される傾向にあること、が明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：Factors affecting freight mode choice for transporting bulk cargoes by Simultaneous Equation Model. As a result, followings are clarified. (i)There is no relationship between container volume and containerization for higher containerized cargoes, (ii)fare has negative influences on containerization, (iii)port development increases containerization for low containerized cargoes while it decreases for higher containerized cargoes, (iv)cost reduction of import country is effective to increase containerization, (v)cost reduction of export country might also increase containerization, and (vi)cargoes of higher price per weight tend to be transported by container haulage.

研究分野：港湾計画

キーワード：バルク貨物 コンテナ化 同時方程式モデル 輸送手段選択

### 1. 研究開始当初の背景

近年、海上輸送における片荷輸送の解消やコンテナ輸送施設の充実などを背景として、穀物や金属スクラップなどのバルク貨物がコンテナ船により輸送される「バルク貨物のコンテナ化 (Bulk Cargo Containerization, BCC)」が顕在化している。コンテナ輸送量が伸び悩むなか、BCC によるコンテナ輸送量の増加が期待されている。しかしながら、BCC が成立する要件、もしくはバルクキャリアとコンテナ船の輸送手段選択に関する意思決定問題は十分に分析されていないのが現状である。

### 2. 研究の目的

本研究課題では、バルク貨物輸送における輸送機関選択問題を対象とし、バルクキャリアとコンテナ船の選択要因をマイクロ計量アプローチに基づいて分析するとともに、コンテナ輸送への転換の理論的根拠を明らかにすることを目的とする。本テーマは船会社や荷主などの物流事業者だけでなく、UNCTAD や UNESCAP などの国際機関においても重要な問題と位置付けられているものの、輸送機関選択モデルの構築において考慮すべき要因の同定など、モデル化にあたって考えるべき重要な要因の整理も進んでいない。輸送機関選択モデルの構築により、熾烈な競争下にある邦船社の配船計画や地方自治体による港湾整備などの、適切な意思決定に資することが期待される。さらに、邦船社などの物流事業者の発展は、我が国の貿易活動が円滑になることを意味し、スピルオーバー効果を増大させることから、我が国にとって重要な課題である。

### 3. 研究の方法

#### (1) インタビュー調査

BCC については、これまでに十分な研究成果が蓄積されていないことから、真に考慮されるべき要因やバルクキャリアとコンテナ船の輸送機関選択における意思決定メカニズムが明確になっていない。そのため、本研究課題の意思決定に係わるステークホルダー（受荷主、フォワーダー、船会社）へのインタビュー調査を重点的に行うことで、これらを明らかにする。

#### (2) 品目特性分析と輸送機関選択モデル

インタビュー調査によって同定された要因に基づき、同時方程式モデルを援用し、本研究が対象とする輸送機関選択モデルを構築する。モデル開発に際しては、荷主と船社の意思決定が互いの意思決定に相互に作用していることに留意する。荷主と船社の相互作用については、相互作用項を導入する。また、在庫が余ると在庫費用が増加するため、小口の荷主は大量輸送が特徴であるバルクキャリアを避ける可能性があるなど、荷主の特徴を考慮したモデルを構築する。

### 4. 研究成果

#### (1) 輸送機関選択の意思決定構造

輸送機関選択問題に係わる実務者へのインタビュー調査と文献調査により、輸送機関選択の意思決定構造について分析した。より詳細には、輸送方法の相違、意思決定要因、コンテナ化に適した品目の性質と意思決定構造とコンテナ化促進方策を検討した。

分析の結果、BCC においては受荷主の意向、海上運賃のほかバンニング・デバンニングや通関などの費用削減が大きく影響を与えることが分かった。また、BCC は大きな施設の導入は必要としないこと、一度コンテナ化を決定するとすぐにバルク輸送に戻すことが難しいため、コンテナ輸送とバルク輸送の選択が逐次的意思決定でないことが分かった。さらに、受荷主が各要因を考慮したうえで BCC に関する意思決定をリードするという現状のもと、技術革新や情報化のほか、コンテナ船社による受荷主への働きかけが BCC の促進には重要になることも示した。

コンテナ輸送とバルク輸送の選択においては、両輸送手段の貨物フロー（図 1）の違いについて理解することが重要である。コンテナ輸送では、生産者が工場や生産地でコンテナ詰め（以下、バンニング）するか、積み替え施設まで貨物を運んでバンニングが行われる。米国中部産の穀物は、鉄道でカリフォルニア州の積み替え施設まで運ばれ、バンニングされることがある。コンテナターミナルからコンテナ船で運ばれた貨物は、最終目的地で荷物が取り出される（以下、デバンニング）。一方、バルク輸送は大量に同品目を輸送できることが可能であるために、大規模市場への供給に適する一方、コンテナ輸送は小口輸送で出発頻度も高く、リードタイムも短いため、多頻度輸送や比較的規模の大きい市場への輸送に適することが分かった。バルク輸送では、出発港に運ばれるまでにほかの貨物と一緒にされたり、別々の農場で生産された穀物が一つの貨物として混在することがある。しかし、コンテナ輸送ではバンニング後に最終目的地までほかの貨物と混在することはない。そのため、コンテナ輸送は生産地や品種が指定された Identity Preserve 貨物の輸送に適することが分かった。バルク輸送は満船輸送を想定しており、インバランスが問題になることは少ないが、コンテナ輸送は定期発着でスペースに余裕があっても出発しなければならず、インバランスが問題になる。

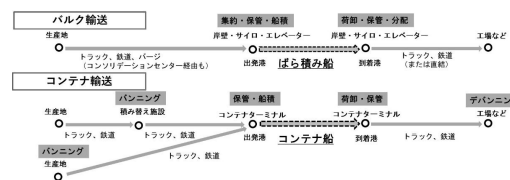


図 1 バルク輸送とコンテナ輸送の貨物フロー

バルク輸送に強く関与している一部フォワーダーや商社などの実務者を除き、BCCはコンテナ貨物を増やす可能性があることがインタビュー調査から示唆された。BCCそのものは1980年代には北米復航(米国 アジア)で空コンテナ返送の活用として始まっていたが、現在では新たな貨物ソースの一つとして積極的に増やしていきたい意向があることが一部船社や港湾管理者から示唆された。しかし、輸送手段の選択はあくまで経済原理に沿っており、規模の経済が働き、低費用のバルクキャリアの利用が原則である。以上を踏まえ、BCCの意思決定に関する考慮要素と促進を働き掛ける要素の概念図として図2を作成した。

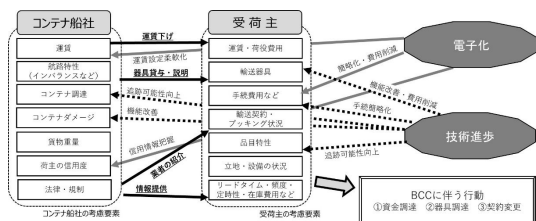


図2 バルク貨物コンテナ化の意思決定に関する考慮要素・促進要素と受荷主の行動

図2より、BCC促進には運賃をはじめ受荷主の費用削減が重要になることが分かる。この場合、単一貨物もしくは一回で運ばれる貨物あたり収益性を基準にするのではなく、帰りのバルク貨物が低運賃でも往復航全体で利潤最大化を図れるのであれば、バルク貨物への低運賃提示も可能である。一方で、輸送量が多い方面の貨物に対し、インバランス解消の難しさに応じた柔軟な運賃上昇やインバランス・サーチャージ徴収も重要である。輸送費用削減に関し、運賃以外に重要なものは、荷役(バンニング・デバンニング)、包装費用削減、器具品質向上につながる技術進歩である。ライナーバッグは品質保持と費用の観点から、改良余地が大きい。一方、荷役器具の導入費用を下げる工夫も必要で、一部船社のように貸与を行い、輸送が安定するまで使い方を説明して同費用を下げる方法が有効であることが示唆された。

## (2) 品目特性と輸送機関選択モデル構築

日本～ASEANの海上輸送を対象として、従来コンテナ船により輸送されていないバルク貨物に着目し、輸送手段選択の要因分析を実施した。

まず品目別にコンテナ化の進展動向についてクラスター分析を援用して分析した。クラスター分析の結果、以下～の考察が得られた。全てのクラスターにおいて、2007年付近を境として、コンテナ化の進行が止まっていること、平均コンテナ化率の高いクラスターは平均輸送量が少なく単価が高く、中程度から低いクラスターは単価が低い傾向にあること、平均コンテナ化率の低いク

ラスターでは、2007年以前もコンテナ化があまり進んでいなかったこと、コンテナ化率が低いクラスターに属する品目においても航路によっては多くコンテナ輸送されていること、コンテナ化率が高いクラスターでも属する品目や航路によってはさらなるコンテナ化の余地が残されていること。

次に、同時方程式モデルを用いてクラスター別にコンテナ化率の要因を分析した。分析の結果、以下～の考察が得られた。海上輸送量のコンテナ化率への影響は、コンテナ化率が中程度の品目でプラス、低い品目ではマイナス、コンテナ化率の高い品目では、海上輸送量増がコンテナ化率上昇につながっていないこと、相対運賃のコンテナ化率への影響は、コンテナ化が進んでいない品目を除きマイナスであること、輸入国側のコンテナ港湾整備は、コンテナ化率の低い品目でコンテナ化率を上げる可能性があるが、ばら積み輸送設備が同時に整備されるため、コンテナ化率の高い品目でコンテナ化率を下げる可能性もあること、コンテナ化率の低い品目を中心に輸出国側の輸出費用引き下げはコンテナ輸送を促す可能性があること、輸入国側の輸入費用引き下げもコンテナ輸送を促す可能性があること、運賃負担力の高い品目がコンテナ輸送される傾向にあること、一部バルク貨物のコンテナ化はインバランス解消の有用な手段となりうること、一部バルク貨物ではコンテナ化がインバランスの解消方向に進まずこれら品目でコンテナ化をどう進めるかが課題であること。

コンテナ化率の低い品目のコンテナ輸送を促す観点からは、港湾インフラや陸上インフラの整備に加え、港湾に輸送費用と陸揚げ以降の費用、通関手続など輸出入手続費用の削減も重要になる。インバランス解消の観点からもこれらの施策は重要である。ただし、具体的施策の検討は今後の課題である。また、本研究課題では近海航路でのバルク貨物コンテナ化を分析したが、海運会社・荷主双方にとって重要な基幹航路のバルク貨物コンテナ化についても検討が必要である。これらは今後の課題である。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計1件)

松田琢磨, 花岡伸也, 川崎智也, 米澤祐介, 東アジア域内におけるバルク貨物コンテナ化の要因分析, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.73, No.5, pp. I\_661-I\_672, 2017.

〔学会発表〕(計1件)

Matsuda, T., Hanaoka, S. and Kawasaki, T. (2017): The Structure of Decision Making Process in the Bulk Cargo

Containerization, International  
Association of Maritime Economics (IAME)  
2017 Conference, Kyoto, 2017.6.

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

川崎智也 (KAWASAKI, Tomoya)

東京工業大学・環境・社会理工学院・助教

研究者番号：30705702