

PS-27 国際海上コンテナ輸送網の特性と流動モデルの構築

物流研究グループ *間島 隆博、小林 和博、小坂 浩之

1 はじめに

国際コンテナ海上輸送量は、ほぼ一貫して増加し続けており、今後も成長が見込まれている。本件では、コンテナ海上輸送網やその経路選択の特性を把握するとともに、コンテナ流動モデルを構築した。モデルは、世界規模の流動を巨視的に捉えることを目的としている。

2 輸送網の特性

国際コンテナ定期船航路は、ハブ・スポーク型のネットワークとして捉えられ、大量・長距離輸送を担う幹線航路を大型船舶で輸送することにより規模の経済を期待した輸送システムである。ここでは、近年発展が著しいコミュニティ抽出法を用い、国際コンテナ航路が形成するネットワークの構造分析を試みる。コミュニティとは図 1 に示すように、1 つのコミュニティ内に多くのリンクが存在し、コミュニティをまたぐリンクは少数となるような分割により得られるノードの集合である。

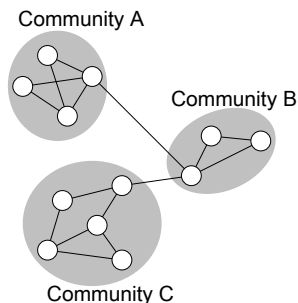


図 1 コミュニティの模式図

ここで利用するコンテナ船航路のデータは、Containerisation International Online(現 Lloyd's List & Containerisation International、以降 CI Online と略す。)が公表している 2010 年のデータベースから得た。このデータから港をノード、港間の船の動きを、向きを持ったリンク(アーク)として表現したネットワークに変換すると、ノード数が約 1,000、リンク数が約 13,000(重複したリンクも計上)となった。コミュニティ抽出法では、モジュラリティと呼ばれる指標により有向グラフを解析する手法¹⁾に対し、上記重複したリンクを重みとして考慮する改良を行った。図 2 にノード数が多い上

位 10 コミュニティ(楕円内の港)を示す。

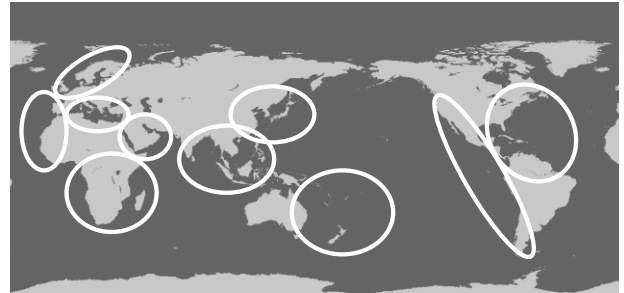


図 2 コミュニティ分割の結果

最終的に得られたコミュニティ数は 18 となり、上位 10 コミュニティに 95%以上の港が含まれる。分析の入力データには位置データは含まれていない。にもかかわらず、欧州、北東アジアなど、コミュニティは地理的に分けられる分割となった。これは、ネットワークが支線航路により密に繋がり、幹線航路は複数のコミュニティを貫く経路を持つ構造であることを暗示する。

3 流動モデルの概要

輸送経路選択の代表的な特性を捉えてモデル化を行い、輸送需要を表す純流動 OD (Origin, Destination) 表を作成する。

コンテナの経路選択は、航海時間が支配的であるとの仮説を元に分析を進めた。分析に利用したデータは 2010 年 8 月における PIERS データベースを用いた。このデータベースから船舶ごとに北米港で積載、荷降ろしされたコンテナ数量(単位: TEU、以降積み取り量とする)が分かる。また、船舶の港間航海時間は LMIU 船舶動静データから得た。

分析は競合パス集合で起こる経路選択を対象とした。競合パス集合とは、発着港、出港日と同じコンテナが利用した複数の航路(船舶)の中で、発着港間の経路を抜き出したパスである。図 3 は競合パス集合とそれに係るデータの整理方法の模式図であり、3 つの競合パスで構成される 1 つの競合パス集合が描かれている。これらの競合パスの平均値は{10 日, 100TEU}となる。多くの発着港の組み合わせについて、航海時間を x 軸、積み取り量を y 軸にとって(無次元化のため、平均値との差を平均値で除した)プロットすると図 4 が得られる。

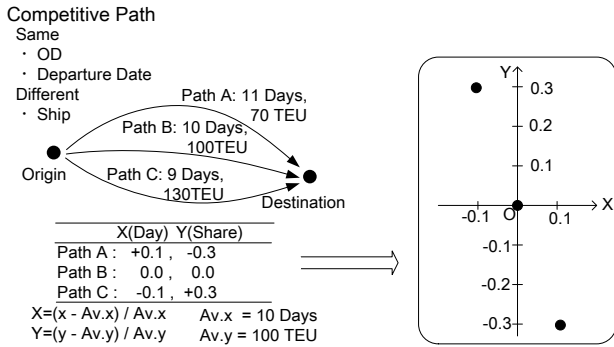


図3 競合パスの模式図

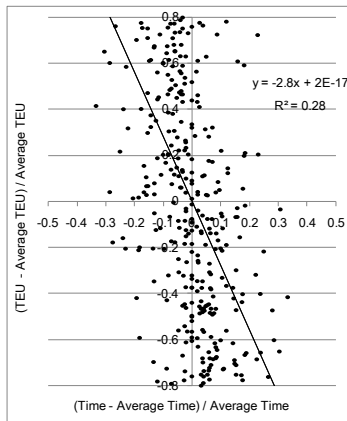


図4 航海時間と積み取り量の関係

結果は大きくばらつくが、第2,4象限より、第1,3象限の点数が小さいことは明らかであり、負の相関が示されている。これは、短い航海時間ほど、貨物を獲得しやすいことを意味している。最小二乗法で得られる直線は、ほぼ原点を通り、傾きは-3である。これは、平均より1割速いサービスは平均より3割多い積み取り量を獲得できることを示唆しており、コンテナ船の船速が大きい理由として理解できる。

また、この経路選択の傾向を定式化して、コンテナの港間需要を表す純流動OD表(2010年)を作成した。手順の詳細は文献²⁾を参照されたい。

4 解析

上記の2010年におけるOD表を入力とし、コンテナ流動を解析した結果を示す。なお、対象とする港はコンテナ取扱量の上位200港とした。また、用いる航路はWeeklyサービス(着港、出港の曜日を固定したサービス)と呼ばれる航路に限定した。

本解析で得られた港におけるコンテナ取扱量とCI Onlineで報告された取扱量を図5で比較する。解析結果は全般的に、実際の取扱量を良く再現できている。次に、得られた港間純流動OD表を地域別に集約した結果を図6に示す。ここで、比較対象は、文献³⁾にあるデータ(図中MOLと示す)が推計し

た結果とした。ヨーロッパの着量などで若干大きめの差が記録されているが、概ね既報の数量と傾向は一致することが確認できる。

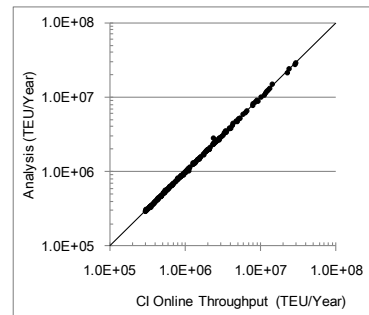


図5 港のコンテナ取扱量、実績値と解析値の比較

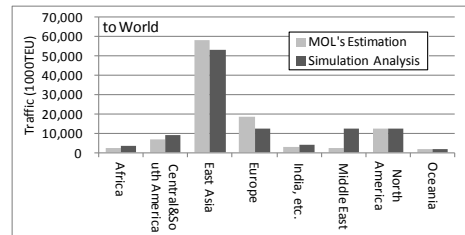
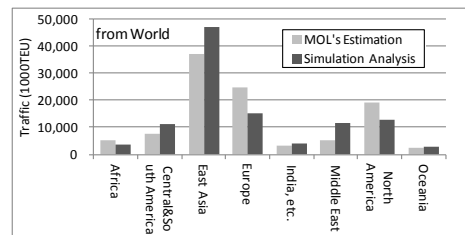


図6 国際海上コンテナ地域間流動

5 まとめ

本件で開発した流動モデルにより、輸送時間、寄港パターン、新たなサービス航路の導入といった、コンテナ輸送網に係るパラメータの変化が貨物流動に与える影響を定量的に分析することができる。輸送網と関係する港湾、船会社などにおいて応用が期待できる。

【参考文献】

- 1) E. A. Leicht and M. E. J. Newman, Community structure in directed networks, Physical Review Letters, Vol.100, 118703, (2008)
- 2) 間島隆博、小林和博、小坂浩之：国際海上コンテナ輸送のネットワーク分析と流動モデルの開発、海上技術安全研究所 第14巻第4号, pp.275-284, (2015)
- 3) 国土交通省：海事レポート平成23年版