

【原著論文】

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

鳥海重喜*・高嶋隆太**

A Sea Lane Network and Analysis on Choke Point in Maritime Energy Transportation

Shigeki TORIUMI* and Ryuta TAKASHIMA**

Abstract: We study a frequency of passing through the global choke points, that is, a dependence on the choke points by means of the sea lane network and the LMIU's vessel movement database. The choke points such as the Straits of Malacca, the Bosphorus Straits, and the Suez Canal are important sea lanes for the maritime transport of energy resource. It is, therefore, necessary to reduce the dependence on the choke points for the transport energy security. We show the effect of the change in transport volume on the dependence.

Keywords: エネルギー資源 (energy resources), 海上輸送 (maritime transportation), チョークポイント (choke point), 海上航路ネットワーク (sea lane network)

1. はじめに

エネルギーの安全保障を強化することは、国民生活、経済・社会活動、国防等、各国のエネルギー政策において、最重要テーマであると考えられる。このエネルギー安全保障を強化するための一つの施策として、「地政学的リスク」を低減することが挙げられる。エネルギー安全保障における地政学的リスクを地域で分類すれば、①産資源国におけるリスク(例えば、「外交ツールとしての利用」や「資源ナショナリズム」)、②消費国におけるリスク(例えば、「消費国間の資源争奪」)、③輸送ルートにおけるリスク(例えば、「テロや海賊」)となる。ここでは、上記③の輸送ルートにおけるリスクを具体的に考えてみる。

資源エネルギー庁(2010)では、輸送ルートにおけるリスクの具体例として、チョークポイントリスクを挙げている。チョークポイントは、物資輸送ルートとして広く使われている狭い海峡や運河を意味しており、石油やLNGなど大量のエネルギー輸送に際しても利用されることから、その安全確保、あるいはそこに依存しない輸送ルートの確保はエネルギー安全保障にとって非常に重要な要素であると

指摘されている。言い換えれば、チョークポイントを通過することをリスクとしてとらえるということである。そして、原油輸送に関して、チョークポイントへの依存度を「総輸入量に対するチョークポイントを通過する原油の総量(チョークポイントを複数回通過する場合は都度計上する)の割合」によって定義し、IEA Oil Informationなどのデータを利用して国別、年代別に比較している。しかし、年間の国別輸入量に基づくマクロ的な分析にとどまっておらず、地域的な特性、輸送する船舶や輸送ルートなどは考慮されていない。

そこで本研究では、原油タンカー、LNG船、LPG船の外航船を対象として、船舶ごとに寄港した場所を時系列に把握した船舶動静データをもとにチョークポイントの通航実態を把握し、輸送する船舶や輸送ルートからみたチョークポイント分析ならびにその経済性分析を行うことを目的とする。チョークポイントに関する分析は、鳥海・高嶋(2011)や高嶋・鳥海(2011)でも行われているが、本研究は、輸入先と輸送ルートを同時に決定する数理計画モデルを定式化し、モデルによって分析しているところが新

* 正会員 中央大学理工学部 (Chuo University)

〒112-8551 東京都文京区春日1-13-27 Tel: 03-3817-1680 E-mail: toriumi@ise.chuo-u.ac.jp

** 非会員 東京理科大学理工学部 (Tokyo University of Science)

しい。

2. 船舶動静データと海上航路ネットワーク

本研究では、Lloyd's List Intelligence (旧 Lloyd's Marine Intelligence Unit) が提供している船舶動静データを利用する。船舶動静データは、船舶ごとに寄港地 (港, 運河, 海域等) を時系列にまとめた寄港実績を表すものである。さらに、寄港実績に加えて、船舶ごとに貨物の最大積載量の重量を表す「載貨重量トン (dead weight tonnage; DWT)」や貨物の最大積載量の容積を表す「純トン (net tonnage ; NT)」など船舶の諸元に関するデータも含まれている。ただし、船舶の積み荷の状態は含まれていないため、貨物の実際の輸送量を把握することはできない。

本研究では、エネルギー資源による違いを分析するために、2007年の原油タンカー、LNG船、LPG船を対象とする。加えて、年次変化を捉えるために、2010年の原油タンカーも対象とする (計2カ年分)。対象期間中の航海数は、原油タンカーが約41,000 (2007年), 約43,000 (2010年), LNG船が約5,200, LPG船が約32,000である。

船舶動静データにおける寄港実績には、港や運河など船舶が立ち寄った地点が網羅されているが、ルート (途中経路) は含まれていない。したがって、ルートを把握するためには、船舶の移動モデルを別途考慮する必要がある。ここでは、鳥海 (2010) で提案されたデジタル海上航路ネットワーク (図1) を用いて、ネットワーク上で船舶が移動するものと定める。デジタル海上航路ネットワークは、港、運河、海上変針点などのノードと、ノードを大圏航路として結ぶリンクによって構成されている (図1は正距円筒図法で描画されているので、高緯度地域ほど歪んでいることに注意されたい)。出発地と目的地をこのネットワークのノードとし、ネットワーク上で航海距離が最も短くなるルートをDijkstra法により求め、船舶の移動ルートとする。言うまでもなく、実際の航海では気象・海象や水深等も考慮するので、必ずしも航海距離が最短のルートを選択するわけではないが、多くの場合で航海距離が第一の基

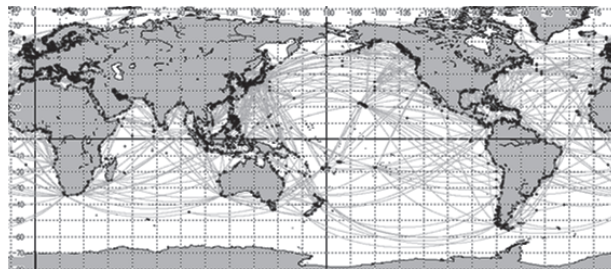


図1 海上航路ネットワーク

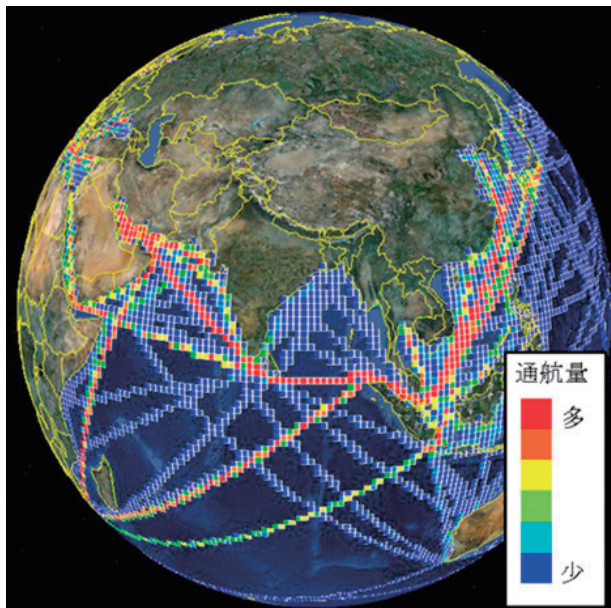


図2 タンカーの通航量

準であることから、本研究では航海距離のみを基準にルートを選択すると仮定する。ただし、大型の船舶はパナマ運河やスエズ運河を通航できない (パナマックス制限, スエズマックス制限) ことを勘案し、船舶の大きさに基づいて通航可能なリンクを定めた上でルートを探索する。

2010年の原油タンカーについて、全ての航海に対するルートを求め、リンク毎に通航する船舶数 (航海数) を数え上げる。その船舶の通航量を緯度経度1度刻みで集計した結果を図2に示す。多くの船舶が通航している海域とそうでない海域があることがわかる。

3. チョークポイント分析

船舶動静データを利用してエネルギー資源の海上輸送におけるリスクを定量的に評価する。本章では、鳥海・高嶋 (2011) や高嶋・鳥海 (2011) と同様に、

チョークポイント比率を定義し、資源エネルギー庁(2010)による値と比較する。

3. 1. チョークポイントの定義

本研究では、①ボスポラス海峡、②スエズ運河、③マダガスカル海峡(ソマリア沖)、④ホルムズ海峡、⑤マラッカ海峡、⑥パナマ運河の6つの海域をチョークポイントと定める(図3)。そして、各航海に対して得られた航路がそれらのチョークポイントを通過するか確認する。当然、一航海が複数のチョークポイントを通航する場合もある。例えば、サウジアラビアから日本へ向かう場合、ホルムズ海峡(④)とマラッカ海峡(⑤)を通航するので、チョークポイントを通る回数が増えることになる(図3の黒矢印)。

3. 2. 輸送量の定義

2章で述べたように、船舶動静データからは貨物の輸送量を把握することができない。そこで、本研究では、それぞれの航海について、その船舶の最大積載量を輸送量と仮定する。ただし、船種によって最大積載量の基準は異なるものとし、原油タンカーは載貨重量トン、LNG船およびLPG船は純トンとする。

仮定が妥当であることを確認するために、2007年の原油タンカーの船舶動静データから日本への国際輸送のみを抽出して輸入国ごとに載貨重量トンを集計し、輸入国上位10カ国に対して、その輸入国の比率を求め、資源エネルギー庁(2010)の国別の原油輸入実績(キロリットル単位)と比較する(図4)。集計単位が異なるため、ここでは国別の比率で比較している。図4をみると、両者は概ね一致しており、原油タンカーの輸送量として最大積載量を用いることが妥当であることがわかる。

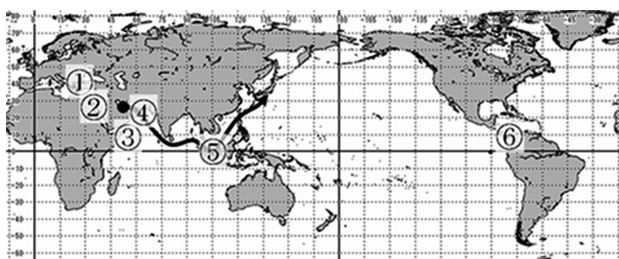


図3 チョークポイント

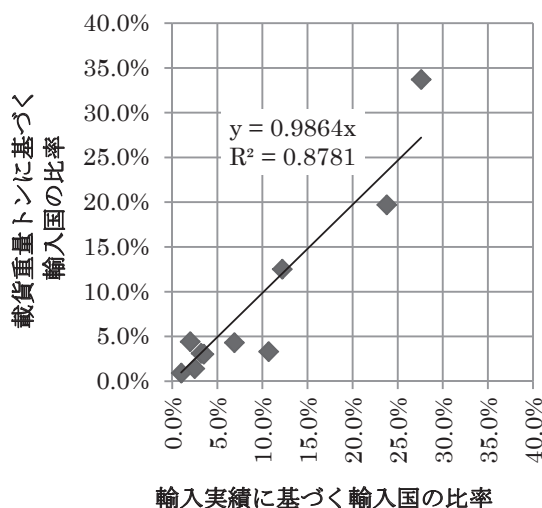


図4 原油タンカーにおける輸送量の比較

3. 3. チョークポイント比率の定義

船舶動静データをもとにしたチョークポイント比率を定義する。ある船種における国*a*への国際輸送が*N_a*回行われているとし、その*i*番目の輸送が最大積載量*m_i*の船舶で行われ、その輸送において*s_i*回チョークポイントを通過するとしたとき、輸入国*a*のチョークポイント比率*CPR^(a)*を次の(1)式で定義する。

$$CPR^{(a)} = \frac{\sum_{i=1}^{N_a} \{m_i \times s_i\}}{\sum_{i=1}^{N_a} m_i} \times 100 \quad (1)$$

例えば、全ての輸送において、チョークポイントを通る回数が増えるのであれば、チョークポイント比率*CPR^(a)*は100となる。このチョークポイント比率は、数値が小さいほど海上輸送におけるリスクが低いことを表している。

3. 4. 船種別国別チョークポイント比率

資源エネルギー庁(2010)によるチョークポイント依存度と比較するために、日本、中国、韓国、フランス、ドイツ、イギリス、アメリカ合衆国の7カ国を対象として、チョークポイント比率を計算する。図5は、2007年の原油タンカーを対象として、縦軸に本モデルによる値、横軸に資源エネルギー庁(2010)によるチョークポイント依存度をとった散布図である。両者は概ね一致するものの、韓国、中国、

フランスに関しては、本モデルの値が低くなっている。この原因として考えられるのは、資源エネルギー庁（2010）の数値は、輸出国と輸入国の地域的な位置関係から代表的な輸送ルートを決めた上で算出されたものであり、過大評価されている可能性がある。一方、本モデルでは、船舶の大きさによりパナマ運河とスエズ運河の通航可否を定めており、実態に即した値となっている。例えば、中国を輸入国として、本モデルにおける運河の通航制限を撤廃して同様にチョークポイント比率を算出すると、資源エネルギー庁（2010）の数値とほぼ同じになる。また、資源エネルギー庁（2010）の数値は、2000年代の代表的な値となっており、具体的な年号が不明であることから、比較年度の相違による誤差の可能性も考えられる。

次に、2007年を対象として、船種ごと輸入国ごとにチョークポイント比率を算出した結果を図6に示す。図6より、東アジアの3カ国のチョークポイント比率は、他の4カ国のチョークポイント比率と比べて非常に大きいことがわかる。その中でも日本のチョークポイント比率は最も大きい。地理的にほぼ同等の条件と考えられる中国のチョークポイント比率が低いのは、チョークポイントを通航しなくて済む南米やアフリカの国々から輸入している割合が高いためと考えられる（図7）。また、韓国は日本と比べて、サウジアラビアからの輸入の割合が低く、ロシアからの割合が高いことから、日本よりもチョークポイント比率がやや低くなっている。

3. 5. チョークポイント比率の年次変化

原油タンカーを対象として、2007年と2010年のチョークポイント比率を算出し年次変化をみる。結果を図8に示す。いずれの国においてもほぼ同じ値となり、この3年間ではチョークポイント比率にほとんど変化はないことがわかる。

3. 6. チョークポイント別通航比率

これまでは3.1節で定義した6つの海域のチョークポイントを一まとめにしてチョークポイント比率

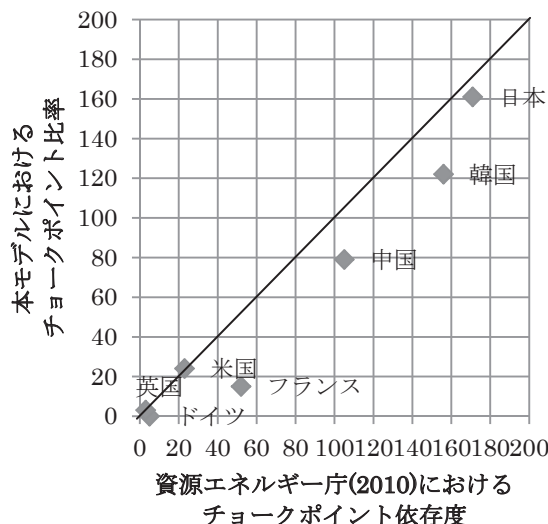


図5 原油タンカーにおけるチョークポイント比率の比較

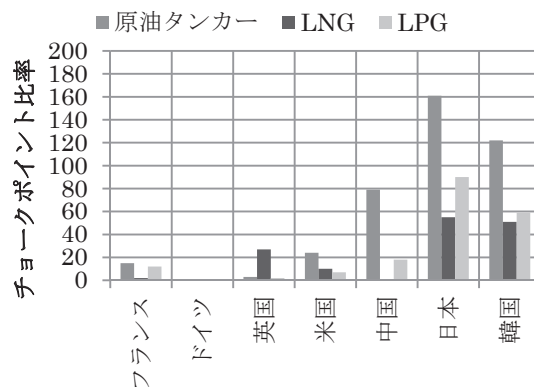
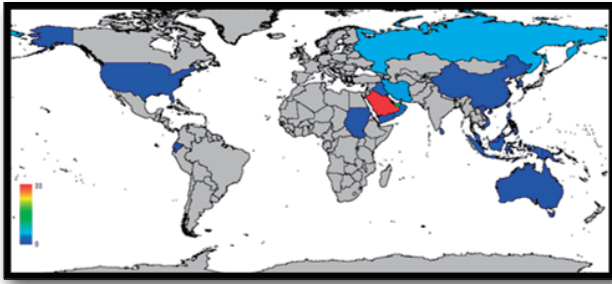


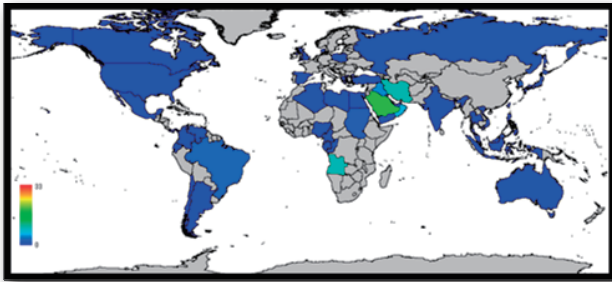
図6 船種別国別チョークポイント比率

を算出した。ここでは、チョークポイント別に通航比率を算出し、どのチョークポイントが最も影響を与えているのかを調べる。2007年の原油タンカーを対象とした結果を図9に示す。図9は半円形分布図で表されており、(1)棒グラフと同じ構造、(2)柱頭が接近しているので比較が容易、(3)地球の丸さに対応し、配置が感覚的距離と対応、(4)半円の大きさによって他国との比較が容易、などの特徴を持つ。

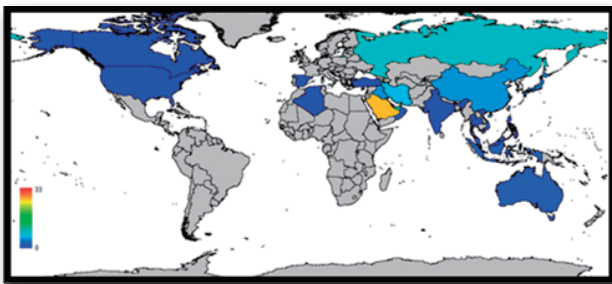
日本を到着国とする原油タンカーの場合、最も影響が大きいのはマラッカ海峡であり、次にホルムズ海峡であることがわかる。中国と韓国も同様の傾向を示しているが、日本よりも比率が低いことがわかる。



(a) 日本



(b) 中国



(c) 韓国

図7 日中韓における原油輸入先の割合

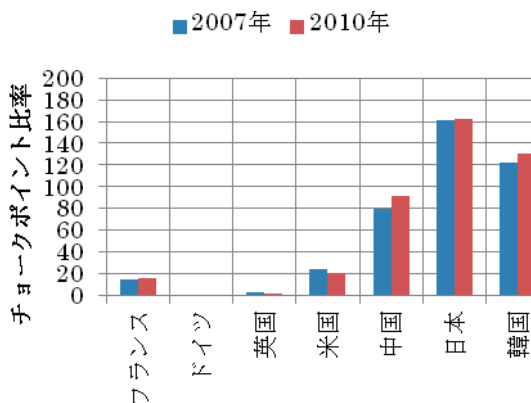


図8 チョークポイント比率の年次変化

4. 輸入先・輸送ルート決定問題

3章では、海上輸送のリスクを数値化したチョークポイント比率を定義し、現状分析を行った。チョークポイント比率は低いほうが望ましく、他国と比べ

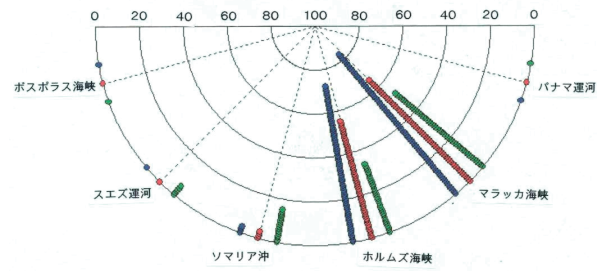


図9 海域別チョークポイント比率（青：日本，赤：韓国，緑：中国）

て数値の高い日本は、その低減が望まれる。チョークポイント比率を低下させるためには、(1) 輸入先（の比率）を変更する、(2) 輸送方法（モード）を変更する、(3) 輸送ルートを変更する、のいずれかが必要である。

まず、(1) について考えてみると、資源を産出できる国は限られており、輸入先を新規に開拓することは難しい。現実的に可能なのは、輸入先の比率を変更することだと考えられる。

次に、(2) について考えてみると、原油やガスであればパイプラインを利用することが可能である。例えば、マレー半島のクラ地峡にパイプラインを建設し、末端で船舶との積み替えを行うことができれば、マラッカ海峡を通航する必要がなくなり、チョークポイント比率を低下させることができる。しかし、この建設には多額の資金と時間が必要であり、すぐに実現できるものではない。

最後に、(3) について考えてみると、これは代替ルートが存在するならば比較的容易に対応することが可能である。例えば、マラッカ海峡を避けて中東諸国から日本へ輸送するには、スダグ海峡を經由するルートやロンボク海峡を經由するルートが存在する（図10）。一方、ホルムズ海峡には代替可能なルートは存在しない。

ただし、最短ルートではなく代替ルートを利用するのであれば、航海距離が長くなる分だけ、海運会社にとって余計なコストが掛かることになる。したがって、日本国としてエネルギー資源の安全・安心な確保を目指すのであれば、このコストを国全体でシェアする仕組みが必要である。

そこで、本章では、チョークポイント比率と輸入

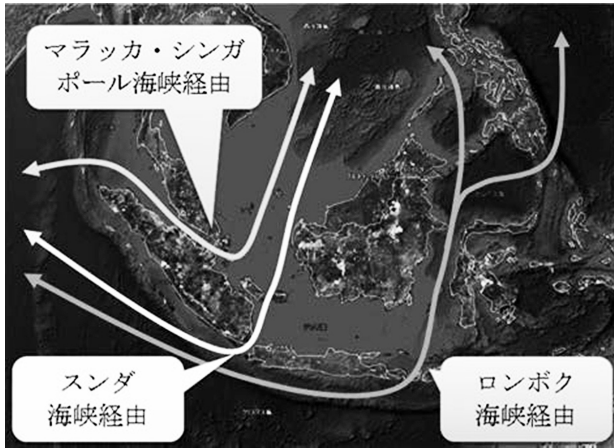


図10 輸送ルートを選択肢

先の多様性を所与とした輸入先・輸送ルート決定問題を定式化し、リスク度合いの改善と必要なコストとの関係について分析する。

4. 1. 多様化指数の定義

1章で分類した地政学的リスクの「産資源国」におけるリスクを考慮すれば、輸入先に大きな偏りがあることは望ましくない。そこで、輸入先の多様性を示す尺度として多様化指数 (Herfindahl-Hirschman 指数) を導入する。多様化指数は、全輸入量に占める各輸入国の比率の2乗を合計したものであり、数値が小さいほど多様化されていることを表す。i 国からの輸入量を x_i としたとき、多様化指数 H は以下の式で定義される。

$$H = \sum_{i=1}^N \left(\frac{x_i}{\sum_{i=1}^N x_i} \right)^2 \quad (2)$$

ここで、 N は輸入国の総数である。

4. 2. 輸送コストの定義

原油タンカーの運航形態には、自社船による運航と一般船会社から船舶を借り受けて運航する形態があり、後者は用船と呼ばれている。この用船には、航海用船、定期用船、裸用船の3種類の契約があるが、ここでは航海ごとに契約を結ぶ航海用船を対象として、輸送コストを考える。航海用船契約の場合、船主は資本費、船費、運航費を負担することになる。一方、荷主は用船の対価として用船料を負担する。

用船料は、船主と荷主の合意により決定されるものであるが、実際には需要 (荷動き量) と供給 (船腹量) の関係が大きく影響を与えるので、費用を直接推計することは難しい。

そこで、船舶による1トンあたりの輸送コストは、運航速度や運航時間が同一であれば、船舶 (載貨重量トン) が大きいほど低くなるという規模の経済性を考慮し、以下の式で与えることとする。

$$C = \alpha \times DWT^\beta \quad (3)$$

C は載貨重量トン (DWT) あたりの1日の輸送コスト、 $\alpha (>0)$ と $\beta (<0)$ はパラメータである。このパラメータを、Stopford (2009) に挙げられている数値を利用して定める。Stopford (2009) では、資本費、船費、運航費をいくつかの仮定 (例えば、運航速度は14knotなど) の下で算出し、それを年間コストとして換算している。本研究では、近年の実勢価格を参考に、燃料1トンあたりの価格を500米ドルと設定したうえで、Stopford (2009) の値を補正してパラメータを定める。その結果、 $\alpha = 397.4$ 、 $\beta = -0.609$ となった (図11)。

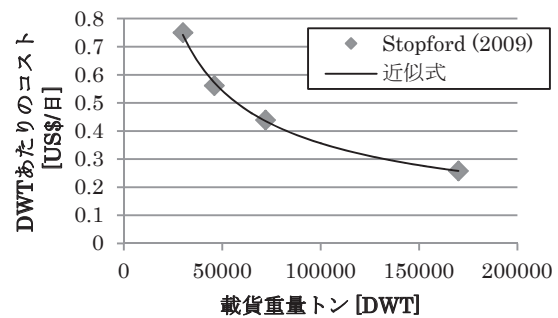


図11 DWTあたりの輸送コスト

4. 3. 数理モデルによる定式化

まず、対象国におけるあるエネルギー資源の輸入先 (輸出国) の集合を I とし、輸入先 i が提供可能なエネルギー資源量を u_i 、単位輸送量を s_i とする。また、輸入先 i から対象国までのルートの集合を $R^{(i)}$ とし、ルート $r \in R^{(i)}$ における輸送コストを $c_r^{(i)}$ 、そのときのチョークポイント通過回数を $p_r^{(i)}$ とする。このとき、 $x_r^{(i)}$ を輸入先 i から対象国まで輸送ルート r を利用して輸送する回数とすれば、総輸送コストを最小化するモデルは以下のように定式化される。

$$\min \sum_{i \in I} \sum_{r \in R^{(i)}} c_r^{(i)} x_r^{(i)} \quad (4)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{r \in R^{(i)}} s_r x_r^{(i)} \leq u_i \quad \forall i \in I \quad (5)$$

$$\sum_{i \in I} \sum_{r \in R^{(i)}} s_r x_r^{(i)} \geq V \quad (6)$$

$$\sum_{i \in I} \left(\frac{\sum_{r \in R^{(i)}} s_r x_r^{(i)}}{\sum_{i \in I} \sum_{r \in R^{(i)}} s_r x_r^{(i)}} \right)^2 \leq H \quad (7)$$

$$\frac{\sum_{i \in I} \sum_{r \in R^{(i)}} s_r p_r^{(i)} x_r^{(i)}}{\sum_{i \in I} \sum_{r \in R^{(i)}} s_r x_r^{(i)}} \leq CPR / 100 \quad (8)$$

$$x_r^{(i)} \in \{0, 1, \dots\} \quad (9)$$

ここで、 V は対象国に必要なエネルギー資源量、 H は多様化指数の上限、 CPR はチョークポイント比率の上限を表すパラメータである。

制約式について説明する。式(5)は、それぞれの輸入先での供給可能量を表し、式(6)は対象国での需要を満足することを表している。式(7)は多様化指数の上限制約である。これは、現状よりも輸入先を偏らせたくないということを表している。式(8)はチョークポイント比率の上限制約である。これまで述べてきたように、チョークポイント比率は低い方が望ましく、ある一定の値よりも悪化させたくないということを表している。式(9)は、輸送回数の非負制約である。

4. 4. 経済性分析

前項で定式化したモデルを用いて、日本における原油輸入を対象とした数値実験を行う。数値実験における仮定を以下に示す。

- ① 輸入先は輸入量上位9カ国(サウジアラビア, UAE, カタール, ロシア, イラン, クエート, オマーン, イラク, インドネシア)とする。
- ② 各輸入先における供給可能量は現状の輸入量の2倍とする。
- ③ 各輸入先から日本までの輸送ルート数は、ロシアが1つ、インドネシアが2つ(マラッカ海峡を経由するルート, スンダ海峡を通過するルート), それ以外の中東諸国は3つ(マラッカ海峡

を経由するルート, スンダ海峡を通過するルート, ロンボク海峡を通過するルート)とする。

- ④ 各輸入先から日本までの輸送ルートにおいて通過するチョークポイント数は、出港地によって異なるので、船舶動静データならびに海上航路ネットワークを用いて平均通過回数を求める。
- ⑤ 日本における総需要は現状と同じとし、多様化指数とチョークポイント比率の上限も現状と同じとする。
- ⑥ 各輸入先からの単位輸送量(原油タンカーのサイズ)は船舶動静データから算出した輸出国別の載貨重量トンの平均値とする(例えば、サウジアラビアからの単位輸送量は295,400DWT)。
- ⑦ 各輸送ルートの輸送コストは、4.2節で定めた原油タンカーのサイズ別の1日当たりのコストを用いて、往復の航海日数+積み揚げ3日として算出する。

以上の仮定のもとパラメータを定めて、数理計画ソルバーILOG CPLEX 12.2を用いて計算した結果と現状とを比較する(図12, 図13)。

図12は輸送コストに関して、現状の総輸送コストを100%としたときの、輸入先ごとの比率を表したものである。総輸送コストでみると、モデルのほうが約7%低くなっている。これは、相対的に単位コストが高いイランとクエートからの輸入がほぼゼロとなり、替わってロシア、インドネシア、オマーン、イラクからの輸入が提供可能な上限まで増えているからである。なお、単位コストが安い輸入先からの輸入に偏らないのは、多様化指数の上限制約が効いているからである。

図13は輸入先(輸入量)の比率を現状とモデルで比較したものである。UAEとサウジアラビアの比率がほぼ反転しているのは、UAEの単位輸送コストがサウジアラビアよりも安いためだと考えられる。

さらに、利用した輸送ルートを見ると、チョークポイント比率の上限を現状と同じとしているために、ロシアを除く全ての輸入先において、マラッカ海峡を経由するルートのみを選択している。中東諸

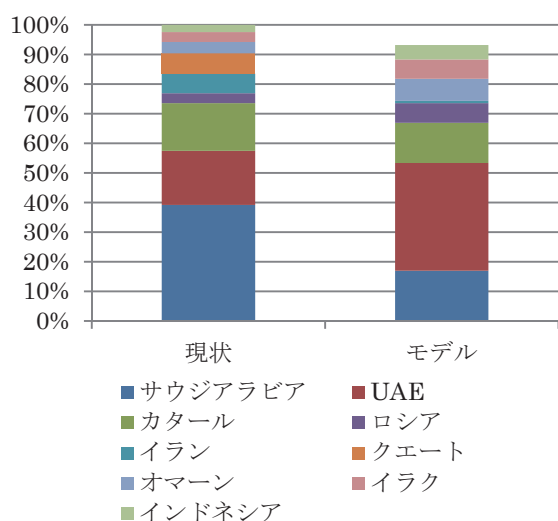


図12 輸送コストの比較

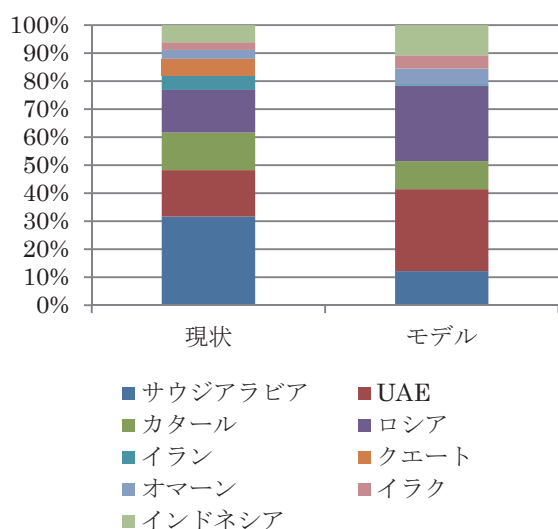


図13 輸入先の比率

国から日本への輸送では、マラッカ海峡を経由するルートの輸送コストが一番低く、大きく迂回することになるロンボク海峡を経由するルートの輸送コストが一番高いためである。一方、チョークポイントを通過する回数は、ホルムズ海峡を含めなければ、マラッカ海峡経由では1回、スダ海峡経由とロンボク海峡経由では0回である。

次に、チョークポイント比率の上限制約のパラメータ CPR を変化させたときの総輸送コストの変化を分析する。図14は、パラメータ CPR を25ポイント刻みで変化させ、現状を100%としたときの、それぞれのモデルの総輸送コストの比率を表している。図12でみたように、チョークポイント比率を

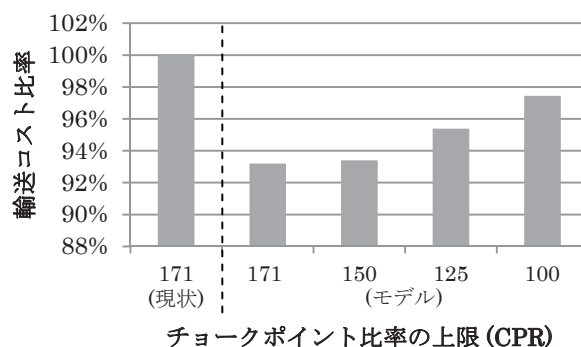


図14 チョークポイント比率の上限と総輸送コストとの関係

現状と同じとしてもモデルの最適値のほうが約7%低い。また、チョークポイント比率の上限制約が厳しくなると、チョークポイントを通過しないルート、言い換えると迂回ルートを選択しなければならなくなり、その分だけ輸送コストが増加する様子が見てとれる。しかし、モデルから得られた結果は、いずれの場合においても、現状よりも輸送コストが低く、輸入先を適切に選ぶことができれば、余分なコストを掛けることなく輸送リスクを低減させることが可能であることを示している。

5. おわりに

現在の日本は、原油の輸入先を中東諸国に大きく依存しており、そこからの輸送ではホルムズ海峡およびマラッカ海峡を通過するため、地政学的リスクが大きい状況が続いている。本研究では、地政学的リスクの一つをチョークポイント比率として定めて、船舶動静データと海上航路ネットワークを活用して分析した。また、輸入先・輸送ルート決定問題を数理計画法により定式化した。その結果、輸入先を適切に選ぶことができれば、余分なコストを掛けることなく輸送リスクを低減させることが可能であることが明らかになった。もちろん、輸入先を自由に選ぶということは難しいので、すぐに実現できるわけではない。

本研究では、外生的に各国の供給可能量に上限を設け、多様化指数による輸入先の分散化を図ったが、国によって原油の調達価格が異なるものとし、ある国からの輸入量が増加すると需要と供給の関係から

その国からの調達価格が上昇するというモデルも考えられる。このモデルにおいて、目的関数を調達コストと輸送コストの和の最小化とすれば、自ずと輸入先の分散化が行われると予想される。今後の課題としたい。

また、本研究では、地形等を考慮して予めチョークポイントを定めたが、迂回を強いられ、別の海峡を数多くの船舶が通航するとなれば、その海域がチョークポイントになると考えられる。チョークポイントを動的に定めることも今後の課題である。さらに、チョークポイントを通過するリスクの発生確率や影響度合いなどの考慮も必要である。

謝辞

匿名の査読者の親切なるアドバイスによって、論文の改訂を行うことができました。ここに記し謝意を表します。また、本研究の一部はJSPS科研費24500021ならびに25350459の助成を受けました。

参考文献

- 資源エネルギー庁 (2010) 『エネルギー白書』。経済産業省資源エネルギー庁。
- 高嶋隆太・鳥海重喜 (2011) エネルギー安全保障の定量評価:海上輸送におけるチョークポイント分析。「日本オペレーションズ・リサーチ学会2011年秋季研究発表会アブストラクト集」, 36-37。
- 鳥海重喜 (2010) 海上航路ネットワークを用いたコンテナ船の運航パターン分析。「オペレーションズ・リサーチ」, **55**(6), 35-43。
- 鳥海重喜・高嶋隆太 (2011) エネルギー資源の海上輸送におけるチョークポイント分析。「地理情報システム学会研究発表大会講演論文集」, **20**, CD-ROM。
- Stopford, M. (2009) *Maritime Economics 3rd edition*. New York:Routledge.
- (2012年10月19日原稿受理, 2013年4月18日採用決定, 2013年5月24日デジタルライブラリ掲載)

