

# エネルギー資源の海上輸送における choke point 分析

鳥海重喜・高嶋隆太

## Maritime Energy Transportation Security and Choke Points

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。本研究では、地政学的リスクの一つとして考えられている、輸送ルート上の choke point を分析する。

資源エネルギー庁(2010)によれば、「 choke point は、物資輸送ルートとして広く使われている狭い海峡を指すが、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。

そこで本研究では、エネルギー資源の海上輸送

鳥海重喜 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27

中央大学理工学部情報工学科

Phone: 03-3817-1691

E-mail: toriumi@ise.chuo-u.ac.jp

における choke point 依存度を定量的に評価することを試みる。

### 2. 船舶動静データと海上航路ネットワーク

本研究では、世界中の原油タンカー、LNG 船、LPG 船を対象として、それぞれの船舶が 2007 年の一年間に寄港した場所を時系列に表す船舶動静データ (Lloyd's Marine Intelligence Unit 社製) とデジタル海上航路ネットワークを利用して、 choke point の通航実態を推測する。

船舶動静データには寄港実績のほかに、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)」や貨物の最大積載量の容積を表す「純トン (net tonnage)」なども含まれている。ただし、船舶の積み荷の状態は含まれていないため、貨物の輸送量を把握することはできない。対象とする航海数は、タンカーが約 41,000、LNG 船が約 5,200、LPG 船が約 32,000 である。

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、それらを結ぶリンク

(ノード間の大圏航路) で構成されている。詳細については、鳥海(2010), 鳥海・渡部(2010)を参照されたい。

出発地から目的地までの航路は海上航路ネットワーク上の最短経路とする。実際の航海では、気象・海象や水深等も考慮するので、必ずしも最短航路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準であることから、本研究では航海距離のみを基準に航路を選択すると仮定する。配分した結果、得られた船舶の通航量を緯度経度 1 度刻みで集計した結果を図 1 に示す。

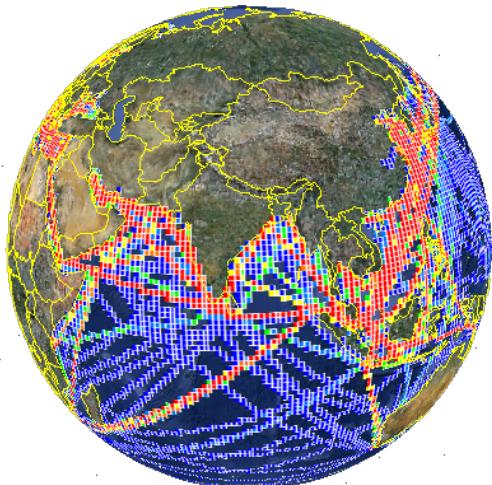


図-1 船舶の通航量 (赤: 通航量多 ⇔ 青: 通航量少)

### 3. チョークポイント比率の算出

チョークポイントとして、①ボスボラス海峡、②スエズ運河、③マンダブ海峡 (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 つの海域を定め、各航海に対して求めた航路がそれらを通航するか一つ一つ確認する。定めたチョークポイントを図 2 に示す。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。本研究では、船種ごとの国際輸送、言い換えるとエネルギー資源の輸出入に着目して、2 種類のチョークポイント比率を算出する。比較対象とする国は、日本 (JPN), 中国 (CHN), 韓国 (KOR), フランス (FRA), イギリス (GBR), アメリカ合衆国 (USA) の 6 力国である。

#### 3.1 航海数に基づくチョークポイント比率

輸入国 (航海の到着国)  $a$  への航海  $v_i^{(a)}$  ( $i=1 \dots N_a$ ) がチョークポイントを通航する回数を  $s_i^{(a)}$  としたとき、チョークポイント比率 (航海数)  $C_1^{(a)}$  を以下の式で定義する。

$$C_1^{(a)} = \frac{100}{N_a} \sum_{i=1}^{N_a} s_i^{(a)} \quad (1)$$

船種ごと輸入国ごとに算出した結果を図 3 に示す。まず、船種でみると、タンカーの比率が高いことがわかる。次に、輸入国でみると、いずれの船種に対しても、日本の比率が最も高いことがわかる。

#### 3.2 推定輸送量に基づくチョークポイント比率

2 節で述べたように、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、

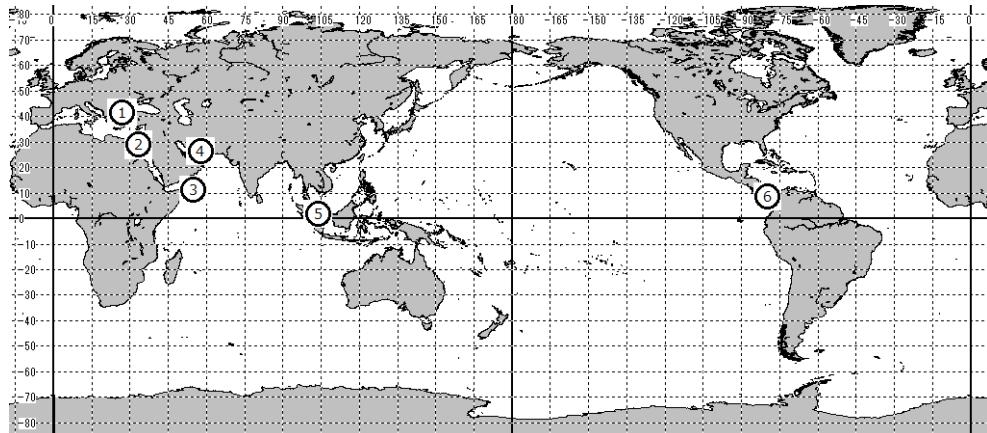


図-2 チョークポイント

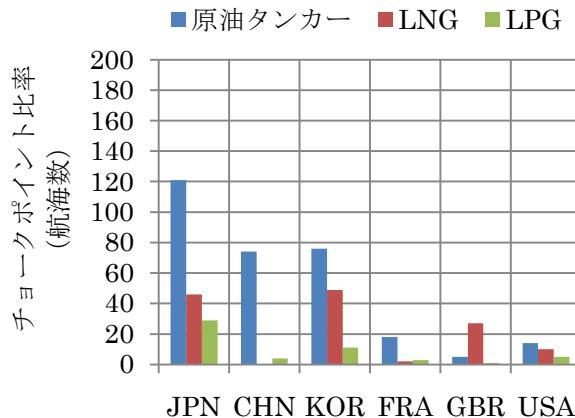


図-3 チョークポイント比率（航海数）

本研究では、船舶ごとの最大積載量を輸送量と仮定し、輸送量に基づくチョークポイント比率を算出する。ただし、船種によって最大積載量の基準を選択するものとし、タンカーの場合は載貨重量トン、LNG船およびLPG船の場合は純トンとする。

最大積載量を用いる根拠として、日本の原油輸入国上位10カ国(資源エネルギー庁、2009)とタンカーの載貨重量トンに基づく輸入国の比率とを比較してみると(図4)、両者は概ね一致していることがわかる。

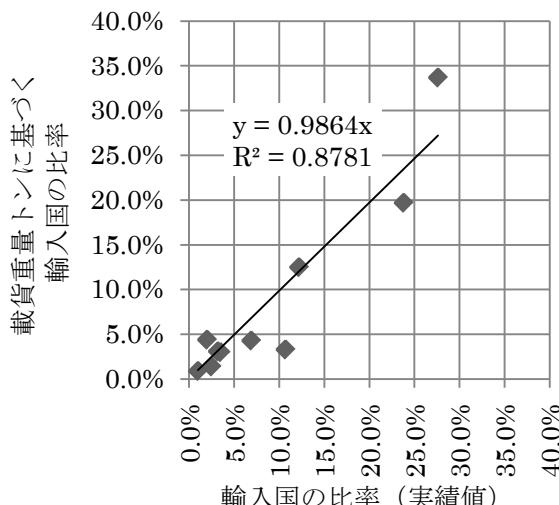


図-4 輸入国の比率

輸入国 $a$ への航海 $v_i^{(a)}$ ( $i=1 \dots N_a$ )がチョークポイントを通航する回数を $s_i^{(a)}$ とし、この航海が最大積載量 $m_i$ の船舶で行われたとしたとき、チョーク

ポイント比率(推定輸送量) $C_2^{(a)}$ を以下の式で定義する。

$$C_2^{(a)} = \frac{\sum_{i=1}^{N_a} m_i \times s_i^{(a)}}{\sum_{i=1}^{N_a} m_i} \times 100 \quad (2)$$

船種ごと輸入国ごとに算出した結果を図5に示す。図5より、東アジアの3カ国の比率は、他の3カ国の比率と比べて非常に大きいことがわかる。その中でも日本の比率は最も大きい。地理的にはほぼ同等の条件と考えられる中国や韓国の比率が低いのは、チョークポイントを通航しなくてす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。

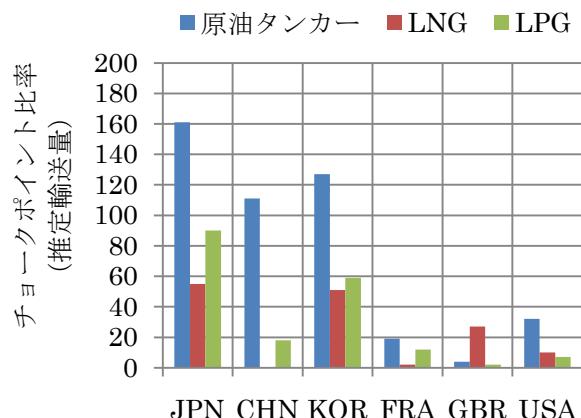


図-5 チョークポイント比率（推定輸送量）

#### 4. 海域別チョークポイント比率の算出

前節では、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を算出した。ここでは、海域別にチョークポイント比率を算出し、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。タンカーの推定輸送量を対象として算出した結果を図6に示す。図6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。

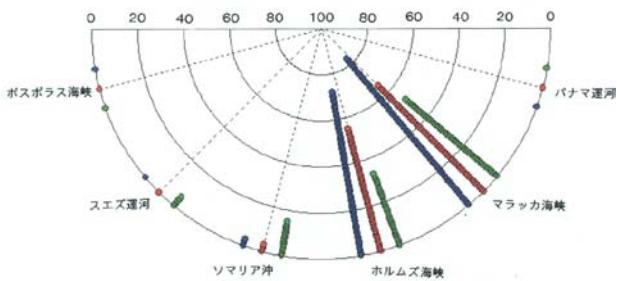


図-6 海域別 choke point ratio (CP) 比率

(青：日本、赤：韓国、緑：中国)

## 5. 輸送量と choke point 比率との変化

資源エネルギー庁（2010）では、エネルギー安全保障の定量評価の指標として「 choke point への依存度」を挙げており、当然のことながら低いことが望ましいとしている。

ここでは、簡単に、タンカーによる原油の輸送量が、現在の輸送量から増減した場合の日本の choke point 比率を計算してみよう。例えば、 choke point を 2 回通航する国（サウジアラビア、クエートなど）からの輸送量が（現在の全輸送量に対して） 30% 増加すると、 choke point 比率は 9 ポイント増加して 170% になる。同様に、 choke point を通航しない国（ロシアなど）からの輸送量が 30% 増加すると、 choke point 比率は 37 ポイント減少して 124% になる。これらの関係をまとめたものを図 7 に示す。

図 7 より、現状から choke point 比率を低減させるためには、

- choke point を 2 回通航する地域からの輸送量を減少させる
- choke point を 1 回通航する地域もしくは choke point を通航しない地域からの輸送量を増加させる

ことが必要であることがわかる。ここで注意すべき点は、 choke point を 1 回通航する地域からの輸送量を増加させることによっても choke point 比率は低減するということである（ただし、 choke point 比率は 100% より下がらない）。見かけ上、輸送リスクは低減しているが、リスクに晒される総量としては増加していることに留意しなければならない。

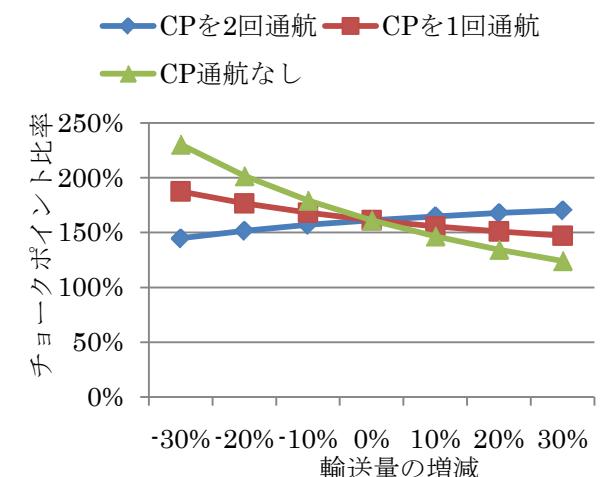


図-7 輸送量と choke point 比率との関係

## 6. おわりに

本研究では、船舶動静データとデジタル海上航路ネットワークをもとに、エネルギー資源の海上輸送に関する choke point 比率を算出した。

今後の課題として、 choke point における有事確率を算出し、期待損失を求めることや、 choke point 比率低減のシナリオを想定することなどが挙げられる。

## 参考文献

- 資源エネルギー庁(2009, 2010) : エネルギー白書.  
 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・渡部大輔(2010) : 国際海運における海賊活動の地理的特性分析, 地理情報システム学会研究発表大会講演論文集, 19, CD-ROM.