

ISSN 1346-7328

国総研資料 第708号
平成24年12月

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.708

December 2012

国内海上ユニットロード輸送に関わる 経路選択と環境対策についての一考察

渡部 富博・佐々木 友子・赤倉 康寛・井山 繁

A Study on Transport Mode Choice of Domestic Maritime Unit Load
Cargo Transportation in View of Countermeasures against Global Warming

Tomihiko WATANABE, Tomoko SASAKI, Yasuhiro AKAKURA, Shigeru IYAMA

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan

国内海上ユニットロード輸送に関わる 経路選択と環境対策についての一考察

渡部 富博*・佐々木 友子**・赤倉 康寛***・井山 繁****

要 旨

地球温暖化への対応が喫緊の課題であり、我が国の温室効果ガス排出量の約2割を占める運輸部門についても、自動車の省エネ化や、交通流の円滑化、物流の効率化などの各種の対応が実施されている。2005年には、省エネ法が改正され輸送分野にもエネルギー消費を削減する努力目標の設定がされたほか、目標値との過不足分の温室効果ガスを取引する排出量取引制度も自主参加型であるものの国内で始まっている。さらに、2012年10月からは、温暖化対策のための石油石炭税の税率の特例が適用されるなどしている。

このような状況のなか、海上輸送に関しても、自動車輸送よりもエネルギー効率の良い鉄道や内航海運などの輸送機関を活用するモーダルシフトの推進や、省エネ船の開発、港湾における荷役機械の省エネ化、船舶への陸上電力供給などが既に進められているが、温室効果ガスの排出量取引や温暖化対策のための税のグリーン化などが今後さらに進めば、単にコストや時間だけではなく温室効果ガスの排出量やそれに関わる費用等を意識した輸送機関や経路選択が行われ、港湾貨物の流動にも変化が起こることが想定される。

よって、本分析では、今後の港湾物流に関わる施策の検討などの基礎資料とするために、我が国の海上ユニットロード輸送に焦点をあて、温室効果ガスの排出抑制等への取り組みなどの状況についてその動向を分析するとともに、海上ユニットロード貨物輸送に関わる長距離輸送ならびに中距離輸送のそれぞれについて機関選択モデルを構築し、輸送手段ごとのCO₂排出量の違いが、今後の温室効果ガス抑制施策や炭素税等の課税価格によってどのように各輸送機関の選択に影響するかを定量的に分析した。

キーワード：ユニットロード貨物，温室効果ガス，機関選択モデル

* 港湾研究部 港湾システム研究室長

** 港湾研究部 港湾システム研究室 研究官

*** 京都大学防災研究所港湾物流BCP研究分野 准教授（元港湾研究部 港湾計画研究室長）

**** 国土交通省航空局航空ネットワーク部近畿圏・中部圏空港政策室 課長補佐（元港湾研究部 主任研究官）

〒239-0826 横須賀市長瀬3-1-1 国土交通省国土技術政策総合研究所

電話：046-844-5028 Fax：046-844-6029 E-mail：watanabe-t2w3@ysk.nilim.go.jp

A Study on Transport Mode Choice of Domestic Maritime Unit Load Cargo Transportation in View of Countermeasures against Global Warming

Tomihiro WATANABE *
Tomoko SASAKI **
Yasuhiro AKAKURA ***
Shigeru IYAMA ****

Synopsis

Adoption of adequate countermeasures against global warming is an urgent problem. Various measures to reduce CO₂ emission, such as developing energy saving cars/ships, making car traffic more efficient, modal shift to rail/marine transportation and so on, have been applied in transport section in Japan.

It is expected that, in the future, transport mode of domestic cargos will be selected by considering not only cost and time but also CO₂ emission and greenhouse gases trading.

In these backgrounds, concerning maritime unit load cargo transportation, we have analyzed the trend of countermeasures on greenhouse gases reduction and have developed the mode choice model for long and middle distance transports respectively. We have also analyzed how the transport mode choice will be changed in the future by policy of countermeasures on greenhouse gases reduction and carbon tax considering the difference of CO₂ emission among transport modes.

Key Words: unit load cargo, greenhouse gases, transport mode choice model

* Head of Port Systems Division, Port and Harbor Department
** Resercher of Port Systems Division, Port and Harbor Department
*** Associate Professor, Port Logistics and BCP Studies, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University (Ex- Head of Port Planning Division, Port and Harbor Department)
**** Deputy Director for Airport Policy in Kinki and Chubu Area, Airport Department, Civil Aviation Bureau, MLIT (Ex- Senior Researcher of Port and Harbor Department)
3-1-1 Nagase, Yokosuka, 239-0826 JAPAN
Phone : +81-46-844-5028 Fax : +81-46-844-6029 e-mail : watanabe-t2w3@ysk.nilim.go.jp

目 次

| | |
|-----------------------------------|----|
| 1. はじめに | 1 |
| 2. 港湾物流を取り巻く温暖化対策の動向 | 1 |
| 2.1 我が国における温暖化対策の動向 | 1 |
| 2.2 港湾におけるCO ₂ 対策を巡る動き | 7 |
| 3. 国内ユニットロード貨物の機関分担モデル構築 | 9 |
| 3.1 使用データ | 9 |
| 3.2 ユニットロード貨物の輸送機関分担モデル構築 | 12 |
| 4. 環境対策の変化による国内輸送機関選択への影響分析 | 15 |
| 4.1 環境対策に関わる分析シナリオ | 15 |
| 4.2 経路選択モデルを用いた機関選択への影響分析 | 18 |
| 5. 結論 | 20 |
| 6. おわりに | 20 |
| 謝辞 | 21 |
| 参考文献 | 21 |
| 付録 | 22 |

1. はじめに

地球温暖化への対応が喫緊の課題であり、世界の各国・地域においても、その削減への取り組みがなされている。

1997年のCOP3(国連気候変動枠組条約第3回締結国会議)で議決された京都議定書が、ロシアが2004年に批准したことにより2005年2月により発効し、我が国においても、第1約束期間(2008年～2012年)で1990年比6%減を目標としたほか、2010年はじめには、「温室効果ガスを2020年までに1990年比で25%削減する」という中期目標を国連気候変動枠組条約事務局に提出するなどしており、温室効果ガス削減の目標達成に向けた取り組みが実施されている¹⁾。

我が国の温室効果ガス排出量の約2割を占める運輸部門においても、自動車の省エネ化や、交通流の円滑化、物流の効率化などの各種の対応が実施されており、海上輸送に関して言えば、自動車輸送よりもエネルギー効率の良い鉄道や内航海運などの輸送機関を活用するモーダルシフトの推進や、省エネ船の開発、港湾における荷役機械の省エネ化、船舶への陸上電力供給などが進められている。

このようななか、2005年にエネルギー使用の合理化に関する法律が改正され、一定規模以上の輸送能力を有する輸送事業者が省エネ計画やエネルギー使用量の報告義務などが課されることとなったほか、2006年には地球温暖化対策の推進に関する法律の改正が行われ、温室効果ガスを多量に排出する者に、国への算定・報告義務が課せられることとなった。

また、2005年に、個々の企業の温室効果ガスの排出枠(排出量の限度：キャップ)を設けて、排出量を減らす努力を確実にし、排出枠よりも多く排出した企業は、基準の排出量よりも減らすことができた企業から排出枠を購入し、自分の排出量を相殺できる制度である国内排出量取引制度(JVETS)が、自主的ではあるが動きだし、炭素への価格付けを通じて経済効率的に排出削減を促進する制度も始まった¹⁾。

さらに、2012年10月からは、温暖化対策のための石油石炭税の税率の特例が適用されることとなり、全化石燃料を課税ベースとする現行の石油石炭税に二酸化炭素排出量に応じた税率が上乘せされている。

このように温室効果ガスの排出抑制やその削減のための経済的な排出量の取引や課税などが進むことになると、国内における物流においても、荷主・企業は、単に環境意識の高まりや社会への貢献などから、より環境にやさ

しい鉄道や海運の利用を積極的に行うのではなく、輸送コストや輸送時間などに加え、温室効果ガスの排出量やその排出量に関わる価格なども意識した選択が行われることが想定される。

したがって、本分析では、我が国の海上ユニットロード輸送に焦点をあて、今後のCO₂の排出量取引制度の進展や、CO₂排出に関わる課税などによって、今後の輸送経路選択行動などがどのように変化するかを、輸送経路選択モデルを構築して、分析することとしたものである。

具体的には、2章では、我が国を中心とする温室効果ガスの現状や排出量抑制の対策の動向などを整理し、3章では、国内における鉄道、道路、海運といった輸送機関選択の状況を説明する国内ユニットロード貨物に関わる機関分担モデル構築を行う。さらに、4章では、CO₂の取引価格や、CO₂への課税金額の変化によって、国内輸送機関選択の状況がどのように変化するかを、3章で構築したモデルを活用して定量的に分析し、5章では結論を述べる。

2. 港湾物流を取り巻く温暖化対策の動向

本章では、4章で検討する今後のCO₂対策などが、国内貨物輸送における輸送経路選択などにどのような影響を及ぼすかを検討する際の基礎資料とするために、2.1では、我が国の温室効果ガスの排出の現状や、その削減に関する各種の取り組みについて、関連資料をもとに整理し、物流部門を中心としたCO₂排出の状況や対応の動向などを概観する。また、2.2では、港湾物流に関わる温室効果ガス削減への取り組みについて、港湾での排出ガス削減の取り組みや、背後輸送におけるモーダルシフトのための助成制度など、主要な港湾での取り組み事例を整理する。

2.1 我が国における温暖化対策の動向

(1) 温室効果ガスの排出状況

温室効果ガスは、太陽からの熱を地球に封じ込めて地表を温める働き(温室効果)があるガスであり、京都議定書や我が国の地球温暖化対策の推進に関する法律においては、①二酸化炭素CO₂、②メタンCH₄、③一酸化二窒素N₂O、④ハイドロフルオロカーボン類HFCs、⑤パーフルオロカーボン類PFCs、⑥六ふっ化硫黄SF₆の6種類とされている。通例、CO₂以外のガスは、温室効果ガスが地球温暖化にたらす程度をCO₂と比べた係数である地球温暖化係数(GWP: Global Warming Potential)をその排出量に乗じて、CO₂換算値として排出量を算定する。地球温暖化係数の例を表-1に示す。

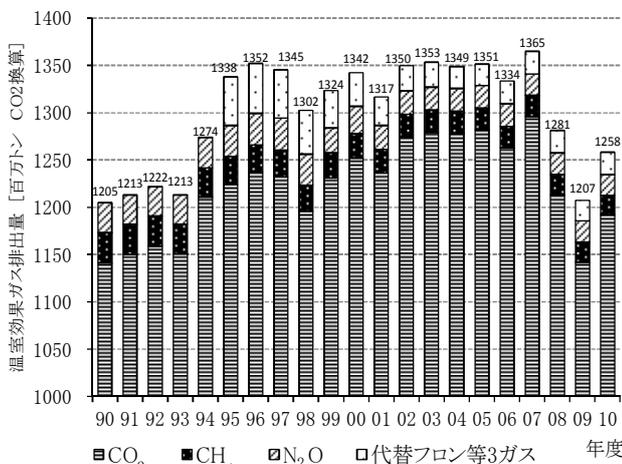
表-1 温室効果ガスの地球温暖化係数例

| ガスの種類 | | 地球温暖化係数(GWP) |
|--------------------------|--------------------------|--------------|
| 二酸化炭素(CO ₂) | | 1 |
| メタン(CH ₄) | | 21 |
| 一酸化二窒素(N ₂ O) | | 310 |
| 代替フロン等3ガス | ハイドロフルオロカーボン類(HFCs) | 140~11,700 |
| | パーフルオロカーボン類(PFCs) | 6,500~9,200 |
| | 六ふっ化硫黄(SF ₆) | 23,900 |

資料) 環境省地球環境局資料等をもとに作成

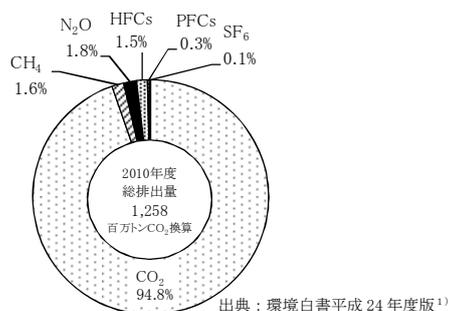
我が国の温室効果ガス排出量は、図-1 に示すとおり、1990年に12億500万トン(CO₂換算)だったものが、1995年には13億3,800万トン、2000年には13億4,200万トンと、1990年代前半に大きくその排出量が増大したが、その後は2005年に13億5,100万トンと横ばい、さらにその後は2009年に12億700万トンと2008年のリーマンショックに伴う景気の後退などもあり大きく減少したが、2010年には景気の回復に伴う製造業などの活動量増加や、猛暑や厳冬などに伴う電力消費量の増加などの影響もあり、12億5,800万トンに増加している。

6種類の温室効果ガスの排出内訳については、地球温暖化係数をかけたCO₂換算の排出量で、図-2 に示すとおり、約95%が二酸化炭素であり、残りの5種類のガスは合計でも5%程度と、温室効果ガスに占める二酸化炭素の割合が大きくなっている。



資料：国立環境研究所温室効果ガスインベントリオフィスのデータをもとに作成

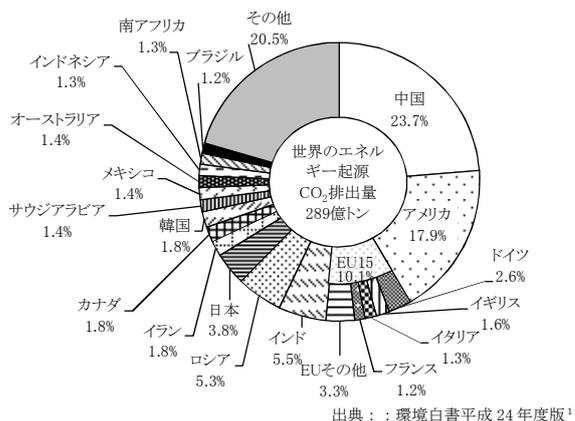
図-1 わが国の温室効果ガス排出量の推移



出典：環境白書平成24年度版¹⁾

図-2 我が国の温室効果ガスの内訳 (2010年)

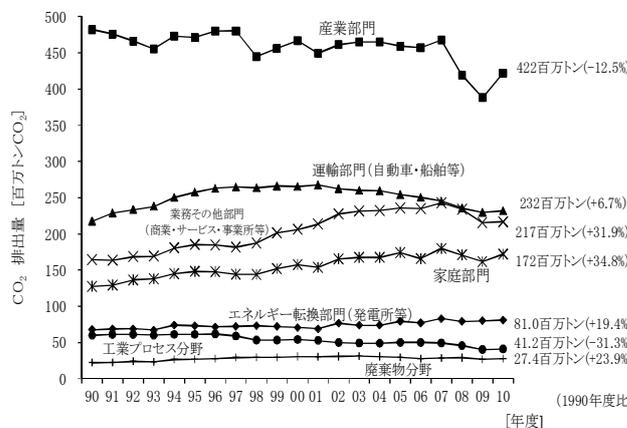
ここで、世界の中の日本の排出量についてみてみる。世界のエネルギー起源の二酸化炭素の排出量は、1990年に204億トンCO₂であったがものが、2009年には289億トンCO₂に増大しており、この約20年で1.4倍となっている。2009年の国・地域別のCO₂排出量を見ると、中国23.7%、アメリカ17.9%、EU(15か国)10.1%、インド5.5%、ロシア5.3%となっており、日本はロシアについて3.8%の排出割合となっている(図-3)。



出典：環境白書平成24年度版¹⁾

図-3 国別のエネルギー起源のCO₂排出量比率(2009年)

我が国のCO₂の排出量の部門別推移を図-4 に示す。2010年度のCO₂排出量は11億9,200万トンであり、部門別排出量は、産業部門(工業等)が4億2,200万トンで35.4%、運輸部門(自動車、船舶等)が2億3,200万トンで19.5%、業務その他部門(商業、サービス、事務所等)が2億1,700万トンで18.2%、家庭部門が1億7,200万トンで14.4%、そのほかエネルギー転換部門(発電所)・工業プロセス部門(セメント製造工程等の工業材料の化学変化)・廃棄物(プラスチックや廃油の焼却)で1億4,900万トン(12.5%)などとなっている。



「国立環境研究所温室効果ガスインベントリオフィスのデータをもとに作成」

図-4 我が国のCO₂の部門別排出量

1990 年度からの推移をみると、産業部門は年度ごとの増減はあるもののこの 20 年では減少しており、2010 年度の排出量は 1990 年度に比べて 12.5%の減少、運輸部門は 2000 年代にはいつてからは減少傾向にはあるものの 1990 年代に増加しているため、2010 年度の排出量は 1990 年度に比べて 6.7%の増加、業務その他部門や家庭部門は、ともに増加傾向にあり、業務その他部門は 1990 年度に比べて 31.9%の増加、家庭部門は、34.8%の増加となっている。

さらに、2010 年度の我が国の交通部門における道路や鉄道、海運利用の CO₂ 排出量を示したのが図-5 である。自動車乗用車の排出量が 1 億 1,680 万トンで 50.4%、自家用貨物車 3,909 万トンで 16.9%、営業用貨物車が 4,023 万トンで 17.3%、バス 434 万トンで 1.9%、タクシー 381 万トンで 1.6% となっており、自動車全体で運輸部門全体の 88.1%、日本全体では 17.1%を占めている。自家用貨物車と営業用貨物車を加えた貨物自動車では、運輸部門の 34.2%、日本全体では 6.7%を占めている。他の輸送モードの CO₂ 排出量は、内航海運が 1,089 万トンで運輸部門の 4.7%、航空は 919 万トンで 4.0%、鉄道 757 万トンで 3.3% となっている。なお、港湾貨物の輸送と関わりが深い内航海運は、我が国の CO₂ 排出量の 5%弱程度であるが、港湾貨物の港湾背後への輸送には、貨物自動車や鉄道などが使われるため、それらの排出量は営業用貨物車や鉄道などの排出量にも含まれていることとなり、港湾貨物に関わる排出量はもっと多いこととなる。

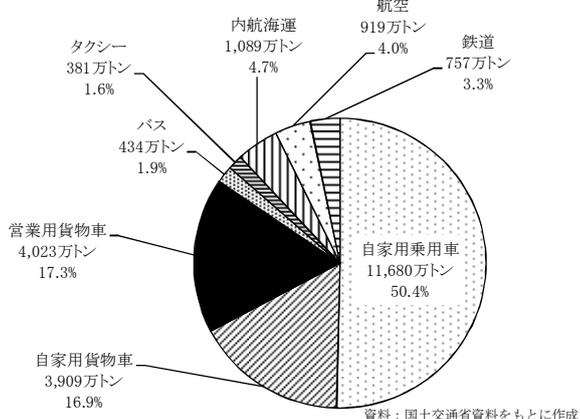


図-5 我が国の運輸部門における CO₂ 排出量 (2010)

(2) 温暖化対策の動向

我が国では、京都議定書の 6%削減約束の達成などにむけて、各種の取組がなされている。表-2 は、我が国の地球温暖化に向けた国内対策の状況を、文献 1 および文献 2 等をもとに、とりまとめたものである。

表-2 国内の温暖化対策の状況

| 大分類 | 中分類 | 具体の代表的な取組など |
|-----------------------------|--|---|
| 1. 温室効果ガスの排出削減、吸収等に関する対策・施策 | (1) エネルギー起源の CO ₂ に対する対策 | ア. 低炭素型の都市・地域構造や社会システムの形成 ・集約型・低炭素型都市構造の実現 ・緑化等にトリアンド対策 ・住宅の長寿命化の取り組み 等 イ. 部門別(産業・民生・運輸等)の対策・施策 (産業部門) ・省エネルギー性能の高い設備・機器の導入促進 ・エネルギー管理の徹底(省エネ法による工場等の省エネ等) 等 (民生部門) ・住宅の省エネルギー性能の向上 等 (運輸部門) ・自動車・道路交通対策 ・公共交通機関の利用促進 ・物流の効率化(モーダルシフトの推進事業、荷主と物流事業者の協働による省CO ₂ 化の推進等) 等 |
| | (2) 非エネルギー起源の CO ₂ やメタン、一酸化二窒素に関する対策の推進 | ・一般廃棄物焼却施設における燃焼効率の高度化 ・下水汚泥の燃焼の高度化 等 |
| | (3) 代替フロン等 3 ガスに関する対策の推進 | ・代替フロン 3 ガス(オゾン層は破壊しないものの、強力な温室効果ガスである HFC、PFC、SF ₆) のエアコン、冷凍庫、冷蔵庫などからの適切な回収 等 |
| | (4) 温室効果ガス吸収源対策の推進 | ・京都議定書の目標である森林による吸収量(1300 万炭素トン)確保のため健全な森林の整備、保安林等の適切な管理・保全、バイオマス利用の推進 等 |
| 2. 横断的施策 | (1) 温室効果ガス排出量の算定・報告・公表制度 | ・地球温暖化対策の推進に関する法律に基づく、温室効果ガス排出量の算定・報告・公表制度により、全国の事業者や輸送事業者からの排出量を集計、公表 等 |
| | (2) 国民運動の展開 | ・温暖化防止のための国民運動「チャレンジ25キャンペーン」の展開 ・クールビズ、スーパークールビズ、ウォームビズの展開 ・ライトダウンキャンペーン 等 |
| | (3) 見える化の推進 | ・カーボンフットプリント制度の構築・普及 等 |
| | (4) 税制のグリーン化 | ・地球温暖化のための税の導入 ・燃費のよい自動車への転換を促す税制 等 |
| | (5) 国内排出量取引制度 | ・自主参加型排出量取引制度(JVETS)を2005年度から展開 ・国内クレジット制度の実施 等 |
| | (6) カーボンオフセット | ・平成20年11月よりオフセットクレジット(J-OVER)制度を創設 等 |
| 3. 基盤的施策 | (1) 排出量・吸収量算定手法の改善 等 | |
| | (2) 地球温暖化対策技術開発・実証研究の推進 | |
| | (3) 観測・調査研究の推進 | |
| 4. フロン等対策 | (1) 国際的な枠組みの下での取組 | |
| | (2) オゾン層破壊物質の抑制 | |
| | (3) フロン類の回収・破壊の促進 | |

資料：第11回環境省政策会議資料(平成22年2月17日)、環境白書平成24年版等をもとに作成

国内の温暖化対策としては、①エネルギー起源の CO₂ や非エネルギー起源の CO₂ やメタン、代替フロン 3 ガス等について対策を行う温室効果ガスの排出削減や、吸収等に関する施策、②温室効果ガスの算定・報告・公表や、税制のグリーン化、国内排出量取引などの横断的施策、③排出量の算定手法の改善や観測などを行う基盤的施策、④オゾン層の破壊物質の抑制などを行うフロン等対策の 4 つに大きく分かれている。

このうち、エネルギー起源の CO₂ に関わる排出削減、吸収等に関する対策・施策については、低炭素型の都市・地域構造や社会システムの形成などが図られているほか産業部門や民生部門、運輸部門などの部門別に CO₂ 削減への取り組みがなされており、エネルギー使用の合理化に関する法律による工場や住宅、輸送事業者などにおけるエネルギー管理の徹底や、省エネルギー性能の高い設備や機器の導入、物流の効率化などが各部門においてな

れている。

また、横断的な施策として、地球温暖化対策の推進に関する法律にもとづき、エネルギー起源のCO₂以外の温室効果ガスも対象として、温室効果ガスの算定や報告などが必要となっているほか、オフィスや家庭などにおいて実践できるCO₂削減に向けた国民に実施してもらいたい具体的な25のアクションをまとめた「チャレンジ25キャンペーン」やクルールビズなどの国民運動の展開、地球温暖化のための税の導入、国内における温室効果ガスの排出量取引制度などについても導入がなされている。

上記のエネルギー起源のCO₂削減に関わる運輸部門での取り組みを、文献3及び文献4等をもとに、取りまとめたものが表-3である。

運輸部門では、表-3に示したとおり、①自動車単体対策や走行形態環境への配慮、②交通流の円滑化、③鉄道や海運へのモーダルシフトの推進や、港湾における省エネ化など物流の効率化、④エコ通勤の推進など公共交通機関の利用促進が実施されている。

表-3 運輸部門の温暖化対策の状況

| 分類 | 取組み |
|------------------------|--|
| 1. 自動車単体対策及び走行形態の環境配慮化 | ①自動車の燃費改善 |
| | ②燃費性能・排出ガス低減の向上を促す仕組み |
| | ③環境対応車の普及促進 |
| | ④次世代低公害車等の開発、実用化、利用環境整備 |
| | ⑤エコドライブの普及・推進 |
| 2. 交通流の円滑化 | ①環状道路等の幹線道路ネットワークの整備による渋滞解消 |
| | ②交差点の立体化等の推進による渋滞解消 |
| | ③道路交通情報等の情報提供 |
| 3. 物流の効率化 | ①自動車輸送の効率化(トラック単体の低燃費化、トラック輸送の自営転換の促進) |
| | ②鉄道や海運へのモーダルシフトの推進(省エネ船の建造促進、モーダルシフト等推進事業) |
| | ③港湾や海運の低炭素化の推進(港湾荷役機械の省エネ化、陸上電力供給、スーパーエコシップの普及等) |
| | ④見える化(エコレーンマーク、エコシップマークの普及) |
| | ⑤グリーン物流パートナーシップ会議(荷主と物流事業者の連携による物流の効率化) |
| 4. 公共交通機関の利用促進 | エコ通勤の推進 |

資料)国土交通白書24年版、国土交通省の地球温暖化対策について(大塚洋、運輸政策研究)等をもとに作成

これらの我が国の温室効果ガスの削減対策のうち、港湾貨物の輸送や、企業の輸送における経路選択などにも、影響があると思われる下記の4つの事項について、関連資料などをもとにその概要などを整理した。

- ・企業のみならず、2005年の法律改正によって輸送事業者についても温室効果ガスの算定・報告などの義務が必要となったエネルギーの使用の合理化に関する法律

- ・非エネルギー起源の温室効果ガスについても報告などの必要がある地球温暖化対策の推進に関する法律
- ・ガソリンなどに課税されることにより輸送経路ごとの輸送費用増などにもつながる地球温暖化対策のための税の導入
- ・温室効果ガスの排出量の基準値を達成できない企業は、達成できた企業から未達成成分を購入することとなる国内排出量取引制度

a) エネルギーの使用の合理化に関する法律

エネルギーの使用の合理化に関する法律(以下「省エネ法」と呼ぶ)は、石油危機を契機として昭和54年に制定された法律であり、「内外におけるエネルギーをめぐる経済的社会的環境に応じた燃料資源の有効な利用の確保」と「工場等、輸送、建築物及び機械器具についてのエネルギーの使用の合理化に関する所要の措置その他エネルギーの使用の合理化を総合的に進めるための必要な措置を講ずる」ことなどを目的に制定されたが、その後、幾度かの改正がなされ現在に至っている。

例えば、1998年には、1997年の京都議定書の制定をうけて法律が改正され、エネルギー多消費機器のうち省エネ法で指定する特定機器の省エネルギー基準を、各々の機器において基準設定時に商品化されている製品のうち「最も省エネ性能が優れている機器(トップランナー)」の性能以上に設定するトップランナー方式の導入などがなされている。

また2006年(平成18年)4月からは、一定規模以上の輸送能力を有する輸送事業者や一定規模以上の荷主に対しても、省エネルギー計画の策定、エネルギー使用量の報告の義務付け等の輸送に係る措置が新たに導入されている。具体的には、表-4に示すような一定の要件を満たす特定輸送事業者や、自らの事業に関して自らの貨物を継続して貨物輸送事業者へ輸送させる荷主については、年間の輸送量が自家物流も含めて、3,000万トンキロ以上の事業者は、省エネ計画の策定や、エネルギー使用量等の報告が義務付けられることとなっている。一定規模以上の輸送能力を有する輸送事業者は、国土交通大臣に、省エネ計画の作成・提出を行うほか、エネルギー使用量の報告や省エネ措置の取り組みなどを報告しなければならないほか、一定規模以上の貨物輸送を発注する荷主は、主務大臣(経済産業大臣および事業所管大臣)に、それらの報告などを行う必要がある。

さらに、2010年からは、それまでの工場単位から事業者単位への報告義務に改正がなされ、前年度の事業者全体(企業単位)のエネルギー使用量(原油換算値)が、

表-4 省エネ法の特定輸送事業者の範囲

| 輸送機関 | 基準 | 貨物 | 旅客 |
|------|---------|---------|----------------------|
| 鉄道 | 車両数 | 300両 | 300両 |
| 自動車 | 台数 | 200台 | バス:200台 タクシー:350台 |
| 船舶 | 総船舶量 | 2万総トン | 2万総トン |
| 航空機 | 総最大離陸重量 | 9,000トン | |

※自家用貨物自動車を使用して自家物流を行う場合も含む

資料：文献5をもとに作成

1,500k1/年以上であった場合には、エネルギー使用量の届け出や、中長期計画書・定期報告書を、所管する経済産業局や工場や事業所などの所管官庁への提出のほか、中長期的にみて年平均1%以上のエネルギー消費原単位の低減に努めることが必要となった。なお、年間のエネルギー使用量が1,500k1以上となる事業者の目安としては、年間電気使用量が約600万kwh以上、小売店舗の場合は床面積約3万㎡以上、ホテルの場合は客室数300~400室、コンビニエンスストアの場合30~40店舗程度などと言われている。

b) 地球温暖化対策の推進に関する法律

地球温暖化対策の推進に関する法律(以下「温対法」)は、「地球温暖化対策に関し、京都議定書目標達成計画を策定するとともに、社会経済活動その他の活動による温室効果ガスの排出の抑制等を促進するための措置を講ずること等により、地球温暖化対策の推進を図り、もって現在及び将来の国民の健康で文化的な生活の確保に寄与するとともに人類の福祉に貢献すること」を目的として1998年に制定され1999年4月から施行されている法律であり、国、地方公共団体、事業者、国民の責務などが盛り込まれている。

2002年には、我が国が京都議定書を締結したことを受けて、温対法の改正が行われ、京都議定書目標達成計画の策定、計画の実施の推進に必要な体制の整備、温室効果ガスの排出の抑制等のための施策等が盛り込まれている。また、2005年の改正では、事業活動に伴い一定以上の温室効果ガスの排出をする者(特定排出者)は、毎年度、事業所等ごとに、温室効果ガスの排出量等を事業所管大臣等に報告しなければならないことなどが盛り込まれている。

温室効果ガスの報告に関しては、省エネ法とはその対象が異なり、温対法では、エネルギー起源のCO₂だけでなく、エネルギー起源CO₂以外の温室効果ガス(5.5ガス：非エネルギー起源CO₂、メタン、一酸化二炭素、ハイドロフルオロカーボン類、パーフルオロカーボン類、六ふつ

化硫黄)の7種類のガスについて、その対象事業者は、その排出量を報告することとなっている。

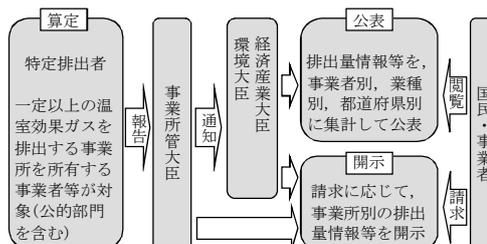
また、温対法の温室効果ガスごとの対象者は、表-5の通りであり、エネルギー起源のCO₂については、省エネ法で特定事業者に指定されている事業者(すべての事業者の原油換算エネルギー使用量合計が1,500k1/年となる事業者)や、省エネ法で指定されている特定貨物輸送事業者や、特定荷主(年間輸送量3,000万トンキロ以上)などが対象となるほか、非エネルギー起源のCO₂やメタンなどの他の排出ガスについても、年間のCO₂換算排出が3,000トン以上かつ事業者全体の従業員数が常時21人以上の場合には、その対象となる。

このCO₂などの温室効果ガスを多量に排出する者は、図-6に示すとおり、前年度の排出量の情報を、事業所管大臣に報告しなければならず、事業所管大臣はそれを環境大臣、経済産業大臣に報告し、それらが集計されて公表・開示されることとなる。

表-5 温対法の対象となる温室効果ガスと対象

| 温室効果ガスの種類 | 対象者・報告単位 |
|------------------------|---|
| エネルギー起源CO ₂ | <p>【省エネ法で特定事業者に指定されている事業者】</p> <ul style="list-style-type: none"> すべての事業所の原油換算エネルギー使用量合計が1,500k1/年以上となる事業者 原油換算エネルギー使用量が1,500k1/年以上となる事業所を設置している場合には、当該事業所の排出量も併せて報告 <p>【省エネ法で下記に指定される事業者】</p> <ul style="list-style-type: none"> 特定貨物輸送事業者 特定旅客輸送事業者 特定航空輸送事業者 特定荷主 |
| 上記以外の温室効果ガス(5.5ガス) | <ul style="list-style-type: none"> 非エネルギー起源CO₂ メタン(CH₄) 一酸化二窒素(N₂O) ハイドロフルオロカーボン類(HFCs) パーフルオロカーボン類(PFCs) 六ふつ化硫黄(SF₆) <p>・ 次の①及び②の要件をみたす者</p> <p>①温室効果ガスの種類ごとに、すべての事業所の排出量合計がCO₂換算で3,000トン以上となる事業者</p> <p>②事業者全体で常時使用する従業員の数が21人以上</p> <p>・ 温室効果ガスの種類ごとに、排出量がCO₂換算で3,000トン以上となる事業所を設置している場合には、当該事業所の排出量も併せて報告</p> |

資料：文献5をもとに作成



資料：文献5をもとに作成

図-6 温対法の温室効果ガスの算定報告公表の流れ

c) 地球温暖化対策のための税

温室効果ガスの削減への取り組みが世界的な潮流となっているが、1990年代以降、1990年のフィンランドの炭素税の導入、1991年のスウェーデンやノルウェーの二酸化炭素税の導入をはじめ、2007年のフランスの石炭税の導入、2008年のスイスの二酸化炭素税の導入、2010年のアイルランドの炭素税導入など、欧州各国を中心に、炭素税などの環境関連税制の見直しや強化が進んでいる。

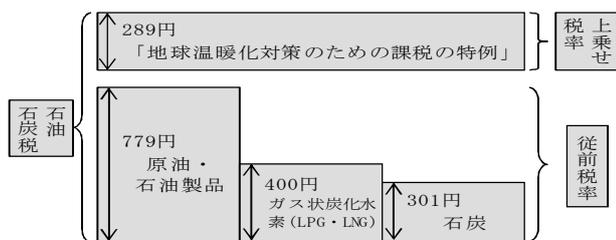
我が国においても、税制による地球温暖化対策を強化するとともに、エネルギー起源二酸化炭素抑制のための方策のひとつとして、平成24年度の税制改正大綱において、地球規模の重要かつ喫緊の課題である地球温暖化対策を進める観点から税の導入が位置づけられ、第180回国会において租税特別措置法等の一部を改正する法律案が可決・成立し、地球温暖化対策のための税が導入されることとなった¹⁾。

具体的には、広範囲な分野にエネルギー起源の二酸化炭素排出抑制を図るため、全化石燃料を課税ベースとする現行の石油石炭税に二酸化炭素排出量に応じた税率を上乗せする「地球温暖化対策のための課税の特例」が設けられることとなった(図-7参照)。税の適用は、平成24年10月からとなっているが、急激な負担増とならないように、3年半かけて税率を引き上げることとなっている(表-6参照)。

ただし、運輸部門に関しては、環境負荷の少ない大量輸送機関としての活用(モーダルシフト)、公共交通機関としての国民生活上の重要性等に配慮し、平成24年10月1日から平成26年3月31日までに以下の一定の運送の用に供する場合に限り、地球温暖化対策のために上乗せされる税率が還付される制度が創設されている。

(還付対象となる石油製品)

- ・内航運送の用に供する軽油及び重油
- ・一般旅客定期航路事業の用(遊覧の用は除く)に供する軽油及び重油
- ・鉄道事業の用に供する軽油
- ・国内定期航空運送事業の用に供する航空機燃料



(CO₂排出量1トンあたりの税率, 資料: 環境白書平成24年版をもとに作成)

図-7 地球温暖化対策のための税の概要

表-6 地球温暖化対策のための税の税率

| 課税物件 | 従前 | H24.10~ | H26.4~ | H28.4~ |
|---------------------|----------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 原油・石油製品 [1kl当たり] | (2,040円) | +250円 (2,290円) | +250円 (2,540円) | +260円 (2,800円) |
| ガス状炭化水素 [1t当たり] | (1,080円) | +260円 (1,340円) | +260円 (1,600円) | +260円 (1,860円) |
| 石炭 [1t当たり] | (700円) | +220円 (920円) | +220円 (1,140円) | +230円 (1,370円) |

注) ()は石油石炭税の税率

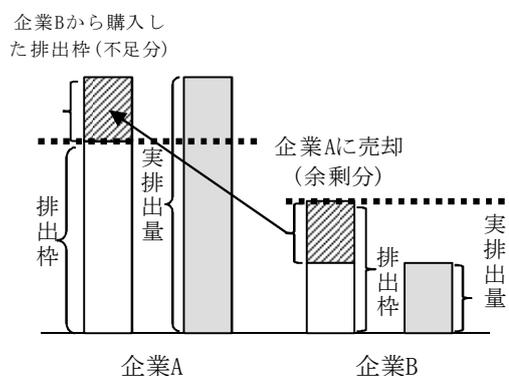
資料: 環境白書平成24年版をもとに作成

d) 国内排出量取引制度

温室効果ガスの排出量の限度に関わる義務順守の手段として、自ら削減する方法に加えて、制度対象者間の排出枠の取引を認めることで、柔軟性のある義務の履行や、炭素への価格付けを通じて経済効率的に排出削減を促進できる排出量取引制度が、我が国においても開始されている。この制度は、公平で透明なルールの下で、排出量に限度(キャップ)を設定し、削減の取引を担保するものであり、図-8に示したとおり、実際の排出量が排出量の限度(キャップ)を超える企業は、実排出量が目標よりも少なく排出枠に余剰がある企業から、その不足分を買い取る事となる。

排出量取引は、排出枠の設定時点では想定できない景気やエネルギー価格の変動、為替の変動などに伴う排出枠の過不足などを取引できることとなるため、義務順守の柔軟性が増すほか、排出枠が取引されCO₂排出に価格がつくことにより、様々な排出削減対策にも明確な価格付けがなされ、より安価な温暖化対策が選択されることになり、削減対策の低コスト化が図れるなどのメリットがある⁶⁾。

海外では、2005年1月から、EU域内排出量取引制度(EU-ETS)が開始され、第1フェーズ(2005年~2007年)は、発電所、石油精製、製鉄、セメント等のエネルギー多消費施設(約11,500事業所)が対象とされたが⁷⁾、我



資料: 文献5をもとに作成

図-8 排出枠の設定と排出量取引(イメージ図)

が国でも、2005年(平成17年)4月に環境省が自主参加型国内排出量取引制度(JVETS)を創設したのをはじめ、2008年(平成20年)10月には経済産業省・環境省・農林水産省による国内クレジット制度や、同年11月には環境省によるオフセットクレジット(J-VER)制度が、2010年(平成22年)には、国内排出量制度の創設を盛り込んだ地球温暖化対策基本法案が閣議決定されるなどしている⁶⁾。

JVETSや国内クレジット制度、J-VERの概要は下記のとおりである。

- ・自主参加型国内排出量取引制度(JVETS)

JVETS(Japan's Voluntary Emissions Trading Scheme)は、2005年(平成17年)に、国内排出量取引制度に関する知見・経験の蓄積と、事業者の自主的な削減努力の支援を目的として、環境省が創設した制度であり、CO₂排出削減設備に対する設備補助、一定量の排出削減の約束、排出枠の取引により、積極的にCO₂排出削減に取り組もうとする事業者を支援し、確実かつ費用対効果に優れた形で削減を実現するものであり、これまでに延べ389の事業者が目標保有参加者として参加している⁸⁾。JVETSでは、基準年度の排出量(過去3年間の排出量平均値等)から排出削減予測値(補助金による設備投資及びその他の対策によるものを含む)を差し引いた排出量を目標とするなどして、第三者検証機関による排出量の検証などを受ける。省エネ機器導入のための設備投資費用の1/3が補助されるほか、検証のための費用も企業負担はないが、目標達成などができない場合には、補助金の返還や社名公表などがなされる。

- ・国内クレジット制度(国内排出削減量認証制度)

国内クレジット制度は、2008年(平成20年)10月に、経済産業省・環境省・農林水産省が創設した制度であり、中小企業等が大企業等の技術・資金等の協力を得て、ボイラー・空調・照明設備などの更新等により温室効果ガスの削減を行う排出削減事業を実施し、大企業等は中小企業等と協働(共同)で排出削減に取り組み、その削減分を売買できる仕組みである。大企業等は、温暖化ガス削減のための自主行動計画の目標達成のために、中小企業等と協働(共同)で行った温室効果ガスの排出削減量(=国内クレジット)を活用することができる制度である⁹⁾。

中小企業のみならず、農林(森林バイオマス)、民生部門(業務その他、家庭)等における排出削減も対象であり、あるプロジェクトや事業が実施された場合とそれらが実施されなかった場合に排出されたと予想される量(ベースライン)と比べて削減された分の排

出削減量をクレジットとして認定し取引するという方法である「ベースライン・アンド・クレジット」の考え方に基づきCO₂削減量を評価する。

- ・オフセットクレジット(J-VER)制度

J-VER(Japan-Verified emission reduction)は、2008年(平成20年)11月に環境省が開始した制度であり、自らの排出量を他の場所の削減量(クレジット等)で埋め合わせて相殺するカーボン・オフセットの仕組みを利用して、国内における排出削減・吸収を一層促進するため、国内で実施されるプロジェクトによる削減・吸収量を、オフセット用クレジット(J-VER)として認証する制度である。

オフセット・クレジット(J-VER)は市場における流通が可能であり、金銭的価値を有する。オフセット・クレジット(J-VER)のプロジェクト実施者は、このクレジットを売却することにより収益を上げることができる。このため、費用的な問題で温室効果ガスの削減を実施できない事業者や、管理が必要な森林を多く所有している地方自治体が、温室効果ガス削減プロジェクトの費用の全部や一部を、オフセット・クレジット(J-VER)の売却によって賄うことができることとなる。

2.2 港湾におけるCO₂対策を巡る動き

ここでは、2.1の表-3で整理した運輸部門の対策の物流の効率化における取組みのうち、港湾に関わりが深いモーダルシフトの推進や、港湾における低炭素化の推進について、その概要を整理する。

(1) 港湾物流に関わるモーダルシフトへの取り組み

国内物流において、より環境に優しい鉄道や海運を利用するモーダルシフトが推進されている。国土交通省や関係省庁、さらには関連団体などによるモーダルシフトに関わる取り組み例を取りまとめたものが、表-7である。

国土交通省・経済産業省が、荷主や物流事業者から構成される協議会がモーダルシフトを推進する際に助成するモーダルシフト等推進事業や、港湾物流には限定されないものの、JR貨物などの輸送に関し31フィートコンテナ購入の一部を補助する二酸化炭素排出抑制対策事業等補助金(環境省・国土交通省)などの補助制度がある。

また、補助制度ではないが、地球温暖化対策への顕著な取組みについて、経済産業省・国土交通省が大臣表彰を行うグリーン物流パートナーシップ優良事業者表彰、地球環境に優しい海上輸送を一定以上している荷主や、物流事業者などに付与するエコシップマークの使用認定をするなどしているエコシップモーダルシフト事業などがある。

また、表-8 は、我が国の主要港において、港湾管理者などがモーダルシフト等の推進のために実施している制度である。四日市港、大阪港、神戸港、北九州港において、鉄道や港湾利用などによるモーダルシフトに対して助成がなされているほか、大阪港や神戸港においては、陸上輸送距離の短縮などについても、助成がなされている。また、下関港においては、鉄道利用についての助成がなされている。

表-7 国などによるモーダルシフト等への取組み

| 制度名称 | 主体 | 概要 |
|---------------------|----------------------|---|
| モーダルシフト等推進事業補助金 | 国土交通省・経済産業省 | ・荷主、物流事業者等、物流に関わる関係者から構成される協議会により定められたモーダルシフト等推進事業に定められた事業に対して補助。運行経費や機器等の導入経費を最大1/2補助。 |
| 二酸化炭素排出抑制対策事業等補助金 | 環境省・国土交通省 | ・JR貨物などの貨物鉄道事業者または鉄道貨物利用運送事業者に対して、31フィートコンテナ購入の一部について補助。補助率は1/2。 |
| グリーン物流パートナーシップ優良事業者 | 経済産業省・国土交通省 | ・地球温暖化対策への顕著な取り組みへの大臣表彰。 |
| エコシップ・モーダルシフト事業 | エコシップ・モーダルシフト事業実行委員会 | ・海上輸送へのモーダルシフトに貢献する荷主企業・物流事業者を選定し、エコシップマークの使用を認定 ・特に貢献度の高い優良事業者に対して国土交通省海事局長表彰。 |

表-8 港湾管理者によるモーダルシフト等への取組み

| 港湾 | 制度名称 | 主体 | 概要 | 備考 |
|------|--------------------|----------|--|-----------------------------------|
| 四日市港 | グリーン物流促進補助事業 | 四日市港管理組合 | ・モーダルシフト、最寄り港湾利用事業の2種によるCO ₂ 削減に助成。2012年はモーダルシフトが1TEUあたり5000円。モーダルシフトは上限300万円、最寄港利用は上限200万円。 | ・2008年度創設。 ・2012.4.13 日本海事新聞 |
| 大阪港 | モーダルシフト補助制度 | 大阪市港湾局 | ・海上モーダルシフト、鉄道モーダルシフト、陸上輸送距離短縮、コンテナラウンドユースへの補助で、1TEUあたり2000円、事業あたり上限1000万円。 ・カーフェリー航走によるトレーラー、バンも2011年から助成をしており、12mトレーラーバン車(2TEUとカウント)で4000円/台を助成。 | ・2008年雑誌港湾6月号 |
| 神戸港 | モーダルシフト補助制度 | 神戸市みなと総局 | ・海上輸送へのモーダルシフト、鉄道輸送への切り替え、陸上輸送距離短縮、コンテナのラウンドユースへの補助。2010年は1TEUあたり2000円、1事業上限1000万円。 | ・2006年度創設。 |
| 北九州港 | モーダルシフト推進補助制度 | 北九州市港湾局 | ・北九州港を利用する貨物列車、内航船、フェリー等を用いてモーダルシフトを実施し、CO ₂ 削減が期待できるものに1TEUあたり1500円、上限300万円補助。 | ・2006年度創設。 ・2010. 11.24 日本海事新聞 |
| 下関港 | 下関市モーダルシフト利用促進補助制度 | 下関市 | ・下関貨物ターミナル(JR貨物)で積み込むコンテナのうち今までに鉄道利用実績のない荷主の貨物・鉄道輸送に変更した貨物等が対象。補助金額はコンテナサイズ、輸送距離、その他条件に応じて2000円～20000円、上限20万円～50万円。 | ・2009年度創設。 |

(2) 港湾における低炭素化の推進

港湾及びその周辺では多種多様な経済活動が行われており、その関連主体も、港湾管理者、船社、港湾運送事業者、輸送業者、物流事業者(倉庫業、物流施設)、臨

海部立地企業など、多岐にわたる。また、港湾貨物の輸送は、単に臨海部地域にとどまらず、背後地域にまで広範囲に及ぶことから、ロジスティクスセンターや工場、ショッピングセンターなどとの輸送も関わることとなる。

したがって、港湾に関わる温室効果ガスの削減となると、①停泊中の船舶からの排出、②コンテナやバラ積み貨物などの荷役などに関わる荷役機械や埠頭の照明などに関わる排出、③コンテナのゲート待ちなどに関わる車両からの排出ガス、④港湾内の貨物輸送に関わる排出、⑤貨物の背後圏への輸送に伴う排出、⑥臨海部立地の倉庫や工場などの電力消費や燃料消費に伴う排出など多岐にわたることとなる。

(1)で述べたとおり、背後輸送への温暖化ガスの削減に関しては、モーダルシフトの推進などが実施されているほか、表-9に主要な船社の取り組み例を示したとおり、船社においても、温室効果ガスの削減に向けた取り組みが実施されている。

このほか、港湾における停泊中の船舶からの排出量を削減するために、陸上から船に電力を提供する取組み(AMP: Alternative Maritime Power)が我が国の各港湾においても進められているほか、電動型トランスファークレーンや、コンテナの巻き下げ時及び車両の制動時に発生するエネルギーを蓄電装置に蓄電し、巻き上げ時及び車両の加速時に再利用することで、エンジンの負荷を低減し、温室効果ガス排出量を減らすことが可能となるハイブリッド型の荷役機械を導入する取り組みも行われている。なお、このような港湾における低炭素化については、海外のロサンゼルス港やロッテルダム港などにおいても、表-10に示したように進められている。

表-9 船社の温室効果ガス削減への取り組み例

| 企業名 | 概要 | 内容 | 備考 |
|-----|------------------------------|--|-------------------|
| K社 | CO ₂ 削減量10%達成 | ・2006年比で輸送トンマイルベースで、CO ₂ の削減量10%を達成。新たな目標として、2019年までに2011年比で、輸送トンマイルベースで10%の削減を、省エネルギー技術の導入や省エネ運航の徹底により目指す。 | 2012年4月18日:日本海事新聞 |
| M社 | 世界初 新造ハイブリッドPCC | ・世界最大級の太陽電池とリチウムイオン電池を組み合わせたハイブリッド給電システムを搭載する世界初の新造ハイブリッドPCCを2012年6月に竣工。港内停泊中の温室効果ガスなどの排出ゼロ実現を目指す。 | 2012年6月29日:日本海事新聞 |
| Y社 | 最新技術駆使、CO ₂ 削減極める | ・2011年度はCO ₂ 削減の13年度目標「06年度比10%減」を上回る実績を記録。燃費性能をリアルタイムで表示する燃料計を実用化するなど、改善活動にまい進。 | 2012年6月29日:日本海事新聞 |

表-10 海外の主要港での低炭素化への取り組み例

| 港湾 | 制度名称 | 概要 | 備考 |
|-----------------------------|-------------------------------------|--|---|
| ロサンゼルス港/ ロングビーチ港 (米国) | CAAP (クリーン・エ ア・アクション ・プラン) | ・クリーントラックプログラム(古いト ラックや排出基準に満たないトラッ クの港内乗り入れ禁止など)、停泊 中船舶の代替電源利用(AMP)の利 用促進など | ・CAAPは2006 年11月策定 ・2011年雑誌港 湾8月号より |
| ロッテルダム港 (オランダ) | 物流分野に おける環境対 策 | ・船舶環境指標(環境にやさしい船 への港湾使用料等のインセンティ ブ)、陸上電力供給システム、モー ダルシフト(トラック輸送率を2035年 までに35%)に低下など | |

(3) 主要企業のCO₂削減への取組など

我が国の主要メーカー等も、省エネ法や温対法などの改正などもあり、温室効果ガスの排出削減などに取り組んでいる。主要企業などにおける取組事例を、表-11に示す。

各企業とも、CO₂削減などのために、モーダルシフトの推進などを行っており、海上輸送や鉄道輸送の利用を推進しているほか、太陽発電の利用促進などに取り組んでいる。

表-11 主要な企業などの温室効果ガス削減への取組み

| 企業名 | 概要 | 内容 | 備考 |
|-------------------|--|--|----------------------|
| 電機 メーカー C社 | 海上・鉄道輸送 に転換で物流時 のCO ₂ を1/20以 下へ | ・中国から日本への製品出荷ルートを見 直し、広東省中山市→上海を鉄道輸送、 上海港→博多港をフェリー輸送に転換。 | 2009年7月13日 日本経済新聞 |
| 電機 メーカー P社 | グリーンプラン 2018で物流部門 CO ₂ を削減 | ・2018年までの環境行動計画をまとめた 「グリーンプラン2018」で、物流部門でCO ₂ 原単位を2005年度比46%削減。2011年度 は物流企業との連携で、環境負荷軽減と 効率化に向けた取り組みを海外にまで拡 大。 | 2011年9月9日 日本海事新聞 |
| 化学 メーカー S社 | タンクローリーか ら内航船利用で コストとCO ₂ 削減 | ・川崎事業所(川崎市)からのアンモニア の出荷を、従来のタンクローリーによる輸 送から、福島県の相馬港までの内航輸送 を利用した輸送に一部変更。 | 2009年5月23日 日本経済新聞 |
| 自動車 メーカー T社 | 完成車の共同輸 送でCO ₂ 排出量 削減 | ・愛知県三河地区から九州などへ輸送し ていた部品・完成車を、物流センター経由 の海上輸送に切り替えなどでCO ₂ 削減。 | 2008年10月31日 海事プレス |
| 飲料会社 A社 | 2020年までに CO ₂ を3割削減 | ・廃熱を利用する省エネ型の自動販売機 の導入、新醸造方式(高い熱エネルギー が必要なホップだけを重点的に煮沸)の導 入、工場への太陽発電の導入、鉄道など へのモーダルシフトの推進などでCO ₂ を削 減。 | 2010年3月26日 日本経済新聞 |
| 飲料会社 B社 | 長距離トラック輸 送を船舶や鉄道 貨物のコンテナ 輸送に切り替え モーダルシフト 推進 | ・商品を販売する地域の近くで製造するた めに、製造設備の再配置を順次実施。や むをえず遠方に輸送する場合はモーダル シフトでCO ₂ を削減。2011年度の500km以 上の輸送でのモーダルシフト比率は約 36%。 | 飲料会社WEB より |
| 繊維 メーカー T社 | 輸出入港全面見 直し物流改革 CO ₂ 削減加速 | ・輸出入港の全面見直し、地方港の活用 による国内輸送の効率化、モーダルシフト の推進などにより3年間でCO ₂ 削減3割を 実現。 | 2010年8月2日 日本海事新聞 |
| 繊維 メーカー J社 | CO ₂ 排出量 4.4%改善 | ・海上輸送へのシフトや輸送ルートの見直 しなどで、2010年度はCO ₂ の発生原単位 を4.4%改善。 | 2011年9月9日 日本海事新聞 |
| 食品 メーカー N社 | グループ3社の CO ₂ 排出量は 1000トン増 | ・2009年度に関東工場から九州地区の物 流拠点までの輸送を海上輸送にシフト。 2010年度は下関工場から関東地区の物 流拠点までの輸送の一部、静岡工場から 九州地区の物流拠点までの輸送の一部を 海上輸送にシフト。 | 2011年9月9日 日本海事新聞 |

3. 国内ユニットロード貨物の機関分担モデル構築

3.1 では、内貿ユニットロード輸送の機関分担モデルの構築に用いる輸送機関別の純流動OD表の作成方法の概要と、機関分担モデル構築のために抽出するODなど使用データについて述べる。また3.2では、抽出したOD毎の輸送機関別の輸送時間や輸送費用などのサービス水準の設定と、それらのデータをもとに、輸送距離300km以上の長距離輸送と100km以上300km未満の中距離輸送のそれぞれについて検討した輸送機関分担モデルについて述べる。

3.1 使用データ

輸送機関分担モデルの構築にあたっては、貨物の本来の出発地から、最終的な到着地までの一連の流れを考慮したいいわゆる純流動ベースのOD表が必要となる。例えば、国内のフェリーやRORO船、コンテナ船の船種別の港湾間の輸送については、国土交通省が毎年とりまとめている港湾統計により、港湾間の流動が把握可能であるが、その港湾間流動に、港湾背後への貨物流動に関する情報を追加し、貨物の出発地から到着地に関わる純流動OD表を作成する必要がある。また、競合する自動車や鉄道などの輸送にしても、幹線輸送や、鉄道駅間の輸送だけでなく、その背後圏輸送なども考えた流動量の把握が必要である。

国内のコンテナやトレーラーなどを活用した海上輸送である内貿ユニットロード輸送に関しては、筆者らが既報¹⁰⁾において、船種別や他の輸送機関の輸送機関別の純流動OD表の推計方法を取りまとめていることから、その推計方法に基づき、平成19年度の全国50地域(北海道を4地域、他は都府県別)間の純流動表を作成することとした。作成にあたっては、通例はフェリー輸送がその輸送距離によって、300km以上の長距離、100km以上300km未満の中距離輸送に区分されていることから、OD間の輸送距離により、長距離輸送(300km以上)と中距離輸送(100km以上300km未満)のそれぞれについて、純流動OD表を取りまとめ、輸送機関分担モデルの構築に用いることとした。なお、100km未満の短距離輸送については、同一県内での離島航路などの輸送も含まれ、今回の分析での50地域間のOD表では、域内流動となる流動も多いことなども勘案して、今回の分析の対象とはしないこととした。

以下には、既報における純流動推計方法の概要を述べるとともに、それに基づき推計した長距離ならびに中距離輸送に関わる国内内貿ユニットロード輸送に関わる純流動OD表、さらには、輸送機関分担モデル構築のために抽出した主要ODペアについて述べる。

(1) 純流動 OD 表の作成方法

国内の内貿ユニットロード輸送に関わる純流動 OD 表の作成にあたっては、文献 10 の既報と同様に表-12 に示す北海道を 4 地域とした全国を 50 地域とする地域区分として、OD 表の作成をすることとした。

また、フェリー、RORO 船、コンテナ船による内貿ユニットロード輸送以外の自動車貨物、鉄道貨物の車扱貨物については、文献 10 と同様に、内貿ユニットロード貨物の大宗品目を表-13 のとおり設定し、それらの品目について、貨物地域流動調査¹¹⁾の地域間 OD 貨物量をもとに OD 表を算出し、鉄道貨物、航空貨物の背後圏の流動データは、全国貨物純流動調査¹²⁾を用いて背後圏の情報をリンクさせることにより、純流動 OD を推計することとした。

表-12 全国の地方 10 区分と 50 地域区分の対応¹⁰⁾

| 地方 | 50地域区分 |
|------|----------------------------------|
| 北海道 | 道北 道東 道央 道南 |
| 東北地方 | 青森県 岩手県 宮城県 秋田県 山形県 福島県 |
| 関東地方 | 茨城県 栃木県 群馬県 埼玉県 千葉県 東京都 神奈川県 山梨県 |
| 北陸地方 | 富山県 石川県 福井県 新潟県 |
| 中部地方 | 長野県 岐阜県 静岡県 愛知県 三重県 |
| 近畿地方 | 滋賀県 京都府 大阪府 兵庫県 奈良県 和歌山県 |
| 中国地方 | 鳥取県 島根県 岡山県 広島県 山口県 |
| 四国地方 | 徳島県 香川県 愛媛県 高知県 |
| 九州地方 | 福岡県 佐賀県 長崎県 熊本県 大分県 宮崎県 鹿児島県 |
| 沖縄 | 沖縄県 |

表-13 貨物地域流動調査の品目分類と大宗品目¹⁰⁾

| 9品目分類 | 32品目分類 | 品目分類名 | 対象品目 |
|---------|--------|-----------|------|
| 農水産品 | 1 | 穀物 | ● |
| | 2 | 野菜・果物 | ● |
| | 3 | その他の農産品 | ● |
| | 4 | 畜産品 | ● |
| | 5 | 水産品 | ● |
| 林産品 | 6 | 木材 | ● |
| | 7 | 薪炭 | |
| 鉱産品 | 8 | 石炭 | |
| | 9 | 金属鉱 | |
| | 10 | 砂利・砂・石材 | |
| | 11 | 石灰石 | |
| | 12 | その他の非金属鉱 | |
| 金属機械工業品 | 13 | 鉄鋼 | ● |
| | 14 | 非鉄金属 | |
| | 15 | 金属製品 | ● |
| | 16 | 機械 | ● |
| 化学工業品 | 17 | セメント | |
| | 18 | その他窯業品 | ● |
| | 19 | 石油製品 | |
| | 20 | 石炭製品 | |
| | 21 | 化学薬品 | ● |
| | 22 | 化学肥料 | |
| | 23 | その他の化学工業品 | ● |
| | 24 | 紙・パルプ | ● |
| 軽工業品 | 25 | 繊維工業品 | |
| | 26 | 食料工業品 | ● |
| 雑工業品 | 27 | 日用品 | ● |
| | 28 | その他の製造工業品 | ● |
| 特殊品 | 29 | 金属くず | |
| | 30 | 動植物性飼肥料 | ● |
| | 31 | その他の特種品 | ● |
| その他 | 32 | その他 | |

各輸送機関別の純流動 OD 表の作成方法の概要は、既報¹⁰⁾と同様に下記の a) から d) のとおりとした。

a) フェリー・RORO 船・コンテナの純流動 OD 算出方法

国内輸送における内貿ユニットロード輸送に関わる純流動 OD 表の推計にあたっては、フェリー、RORO 船、コンテナ船のそれぞれによる港湾間貨物量を、港湾統計に基づき対象地域間の港湾間 OD 表としてとりまとめ、さらにその OD 表に、全国貨物純流動調査 (3 日間調査)¹²⁾と内貿ユニットロード貨物流動調査 (1 ヶ月調査)¹³⁾との双方の港湾背後の背後輸送データを加味して、純流動 OD 表を作成する。その算定フローを図-9 に示す。

こうして作成される船種別の OD 表は、港湾統計をベースとしているため、単位がフレートトンベースでの純流動 OD 表であることから、自動車や鉄道などの他の輸送機関の輸送量の単位である重量トンにさらに変換して、船種別の重量トン(メトリックトン)の純流動 OD 表を作成する。

具体的なフレートトン (FT) からメトリックトン (MT) に換算する係数の算出は、下記のとおりとした。

フェリーについては、純流動 OD 表算出のデータとして用いた港湾統計と、内貿ユニットロード貨物流動調査データを用いて算出する。すなわち、内貿ユニットロード貨物流動調査では、フェリー貨物の輸送貨物量(メトリックトン)と車両の輸送台数を把握することができるため 1 台あたりの平均積載重量 (MT/台) を算出できる。この平均積載重量と、港湾統計から算出できるフレートトンでの平均積載貨物量 (FT/台) を用いることで、フェリー貨物のフレートトンとメトリックトンの換算係数を計算する。

また、RORO 船、コンテナ船については、内航船舶輸送統計年報で貨物量の年間値がメトリックトンで把握でき、港湾統計では、フレートトンで貨物量の年間値が把握できるため、2 つを除することで換算係数を算出する。

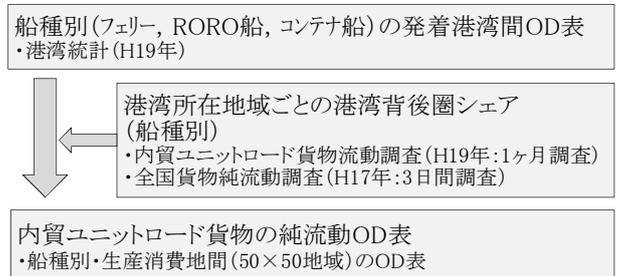


図-9 純流動ベースの OD 表の算定フロー概要¹⁰⁾

b) 自動車輸送の純流動 OD 算出方法

自動車輸送貨物の純流動 OD の算定は、表-13 に示した対象品目についての貨物地域流動調査の地域間貨物量を

もとに算定する。貨物地域流動調査では、自動車輸送は対象自動車の出発・到着地点間の貨物量を集計しているため、自動車輸送の場合には、さらに別の自動車に積み替えて輸送されるケースも想定される。ただし、今回の分析は、全国 50 地域での分析であり、積み替えての輸送は、輸送距離の短い同一地域内での輸送である可能性が非常に高いと推察される。そこで、自動車輸送の純流動 OD を全国 50 地域間で推計するにあたっては、海上輸送や鉄道輸送、航空輸送のように背後圏への貨物の配分処理は行わず、対象品目の貨物地域流動調査の貨物量を純流動 OD 貨物量として計上することとした。

ただし、貨物地域流動調査の自動車輸送データには、輸送の途中にフェリーを利用する貨物も含まれているので、フェリーに関する OD 表の推計と自動車輸送の OD 表の推計での重複計上を控除するために、調整を行う。すなわち、自動車輸送の OD は、フェリーの OD を控除したものを基本とするが、北海道-本州間においては自動車輸送においてもフェリーを利用せざるを得ないことから、津軽海峡のフェリーの利用については、自動車輸送の OD とみなし、控除しないものとする。ただし、津軽海峡フェリー（青森港-室蘭港、青森港-函館港）を利用した貨物のうち、津軽海峡フェリーの発着港が当該貨物の発着地域内に位置する場合（青森県-道央、青森県-道南）には、津軽海峡フェリーが主たる輸送機関とみなされるため、フェリー OD とする。以上の、自動車輸送貨物とフェリー輸送貨物との重複排除に関わる調整の概要を、図-10 に示す。

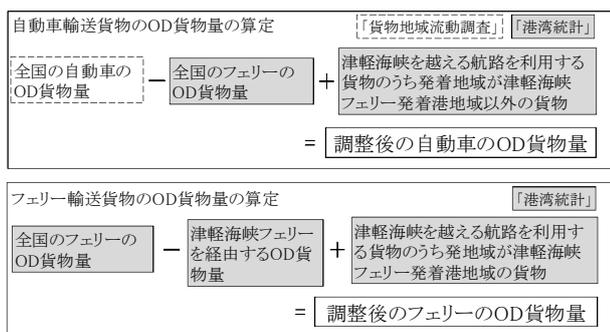


図-10 自動車貨物とフェリー貨物の重複調整の概要

c) 鉄道輸送に関する純流動 OD 表

鉄道貨物の純流動 OD の算定は、自動車貨物と同じく貨物地域流動調査の地域間貨物量をもとに算定する。ただし、貨物地域流動調査における鉄道貨物の地域間貨物量は、鉄道貨物では利用したターミナル間貨物量が集計されている。したがって、純流動ベースで貨物量を集計するためには、鉄道ターミナルの背後圏へ貨物を配分したうえで、純流動 OD 表を推計する必要がある。そこで、鉄道貨物の背

後圏設定については、平成 17 年の全国貨物純流動調査¹²⁾の調査データを用いて行う。

なお、鉄道貨物の品目は、貨物地域流動調査においては、車扱貨物は 32 品目別に集計されており、コンテナ貨物は品目の区別がない。そのため、車扱貨物は、表-13 で設定した内貿ユニットロード太宗品目を分析対象とし、車扱の 32 品目分類のうち 18 品目分類の貨物を集計することとしたほか、鉄道によるコンテナ貨物輸送については、品目別の統計がなく、すでにユニット化されており内貿ユニットロードへのシフトの可能性も十分にある貨物であるため、全量を対象として OD 表の推計を行うこととした。

d) 航空輸送に関する純流動 OD 表

航空貨物の純流動 OD の算定も、鉄道貨物と同じく貨物地域流動調査の地域間貨物量をもとに算定した。ただし、貨物地域流動調査における航空貨物の地域間貨物量は、航空貨物では利用空港間の貨物量が集計されている。したがって、純流動ベースで貨物量を集計するためには、空港の背後圏へ貨物を配分したうえで、純流動 OD 表を推計する必要がある。そこで、航空貨物の背後圏設定についても、鉄道と同様に平成 17 年度の全国貨物純流動調査¹²⁾の調査データを用いて行うこととした。

なお、航空貨物についても品目別のデータはないが、費用負担力が高い少量高付加価値の貨物が既に現状で専用のコンテナやパレットによって輸送されているため、全量を対象として OD 表推計を行うこととした。

以上をもとに、フェリー、RORO 船、コンテナの船種毎の OD 貨物量を加えた内航ユニットロード輸送貨物の 50 地域間の純流動 OD 表を推計した結果を、付録表-A.1 には、輸送距離が 300km 以上の長距離輸送について、付録表-A.2 には、輸送距離が 100km~300km の中距離輸送について示す。なお、分析対象とした年度は、貨物の背後圏データとして利用する内貿ユニットロード貨物流動調査の実施年が平成 19 年度であることを勘案して、平成 19 年度のデータとした。

(2) 使用した純流動 OD 表の OD ペアデータ

国内の内貿ユニットロード貨物に関わる輸送機関分担モデルの構築にあたっては、上記(1)で作成し、付録表-A.1 および表-A.2 に示したフェリー、RORO 船、コンテナ船の輸送量を合計した内貿ユニットロード貨物の純流動 OD 表の中から、貨物量の多い OD ペアを抽出することとした。そして、抽出した内航海運輸送量の多い OD ペアについて、他の輸送モードである自動車や鉄道の貨物量を勘案

して、OD 毎に輸送機関別のシェアを算出し、輸送機関分担モデルの構築に用いることとした。なお、航空貨物については、既報¹⁰⁾で分析されているとおり、その取扱量が少なく、機関分担シェアも僅かであるので、今回のモデル構築にあたっては考慮しないこととした。また、抽出したOD について、フェリー、RORO 船、コンテナ船のそれぞれについて、OD ペア毎の所要時間や費用などのサービス水準を設定する必要があるが、OD ペアによっては、同じ船種でも複数の航路が存在する場合があることから、そのような場合には、輸送量が最も多い航路の貨物量やサービス水準をモデル構築に用いることとした。

長距離輸送に関わる OD ペアについては、まず年間貨物量が 30 万重量トン(メトリックトン)以上の OD と、その逆方向の OD を選出したほか、貨物量が 12 万重量トン以上の OD の中から、北海道・東北・関東・中部・北陸・近畿・中国・四国・九州・沖縄の 10 圏域間の OD の中からの抽出がなされるように OD を選出し、82 の OD を抽出した。抽出した結果が、付録 表-A.1 の網掛け部分であり、北海道-関東間で 16 の OD、近畿-九州間で 12 の OD、関東-九州間で 10 の OD などとなっている。

中距離輸送に関わる OD ペアについては、福岡県と長崎県間などの離島航路は除く OD の中から、まず年間貨物量が概ね 5 万重量トン(メトリックトン)以上の上位 30 の OD を抽出し、その逆方向の OD も抽出し、35 の OD を抽出した。抽出した結果が、付録 表-A.2 の網掛け部分であり、近畿-四国間で 14 の OD、中国-四国間で 14 の OD などとなっている。

上記の長距離輸送に関わる 82 の OD ならびに、中距離輸送に関わる 35 の OD について、自動車や鉄道などの輸送貨物量などの実績を、長距離については、付録 表-B.1 および表-B.2 の実績値の欄に、中距離については表-B.3 の実績値の欄に示す。

3.2 ユニットロード貨物の輸送機関分担モデル構築

本節では、上記 3.1 で抽出した長距離ならびに中距離の純流動 OD 表のなかの代表 OD を用いて、その OD 毎の輸送機関を最もよく説明できる輸送機関分担モデルの構築を行うために設定した各 OD のサービス水準設定についてまず述べるとともに、集計型のロジットモデルで輸送機関別の輸送分担率を最もよく説明できるように行ったパラメーター推計の結果、構築したモデルの現況再現性について述べる。

(1) OD のサービス水準設定

3.1 で抽出した長距離ならびに中距離の OD について、

輸送機関分担モデル構築のために、各輸送機関の輸送費用や、輸送時間などのサービス水準の設定を行った。

各 OD について、フェリー、RORO 船、コンテナ船、自動車輸送、鉄道輸送のそれぞれを利用する場合の、幹線輸送部分の費用や輸送時間のほか、フェリー、RORO 船、コンテナ船、鉄道による輸送については図-11 に示す端末の自動車輸送に関わる費用や時間、積み替えの費用や時間などについても、表-14 示した各種の資料に基づき設定し、以下で述べる輸送機関分担モデル構築にあたっての説明変数の候補として用いることとした。

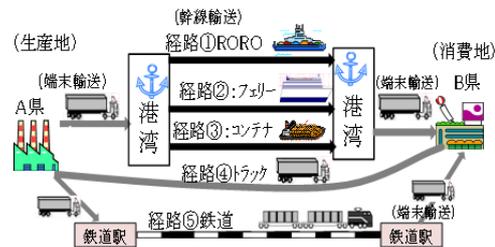


図-11 国内輸送における各輸送機関の幹線・端末輸送

表-14 各輸送機関のサービス水準の設定根拠など

| 機関 | サービス水準 | 設定根拠など | |
|------------------|----------------------------|---|---|
| 内貿ユニットロード輸送 | 航行距離(km) | 「海上定期便ガイド2008年版」 ¹⁴⁾ 等 | |
| | 航行速度(ノット) | 「海上定期便ガイド2008年版」等 (複数ある場合は、平均値を設定) | |
| | 所要時間(航行時間) | 「海上定期便ガイド2008年版」等 (複数ある場合は、平均値を設定) | |
| | 輸送コスト | 幹線輸送 | 港湾投資の評価に関する解説書2011 ¹⁵⁾ の船型別の海上輸送コスト式をもとに算定 |
| | | 端末輸送 | 港湾投資の評価に関する解説書2011 ¹⁵⁾ のトラック輸送費用コスト式をもとに算定 |
| | 積卸荷役時間 | 船社ヒアリングなどをもとに設定 フェリー: 積み卸しともに2時間を想定 コンテナ・RORO船: 積み卸しともに3時間を想定 | |
| 輸送頻度(便/週) | 「海上定期便ガイド2008年版」等 | | |
| 自動車輸送 | 輸送距離(km) | 市販の地図ソフトをもとに設定 | |
| | 走行速度(km/h) | 道路交通センサスの平日全国平均値をもとに設定 | |
| | 所要時間(h) | 上記の距離と走行速度をもとに算定 | |
| 他の輸送機関での端末トラック輸送 | 輸送コスト | 高速料金 | 大型車両の通常運賃をもとに設定 |
| | | 輸送運賃 | 港湾投資の評価に関する解説書2011 ¹⁵⁾ のトラック輸送費用コスト式をもとに算定 |
| | 休憩時間 | 厚生労働省労働基準局「トラック運転者の労働時間等の改善基準ポイント」より運転時間に応じた休憩・休憩時間を設定 | |
| 鉄道輸送 | 輸送距離(km) | 「JR貨物時刻表2007」 ¹⁶⁾ (H19年3月ダイヤ改正) | |
| | 速度(km/h) | 「JR貨物時刻表2007」(H19年3月ダイヤ改正) (複数ある場合は平均値を設定) | |
| | 所要時間(h) | 「JR貨物時刻表2007」(H19年3月ダイヤ改正) (複数ある場合は平均値を設定) | |
| | 輸送コスト | 幹線輸送 | 「JR貨物時刻表2007」(H19年3月ダイヤ改正) (複数ある場合は平均値を設定) |
| | | 端末輸送 | 「JR貨物時刻表2007」(H19年3月ダイヤ改正)の集荷付貨物または配達付貨物・第二種利用運送事業の運賃 |
| | 積卸荷役時間 | 既存調査結果をもとに積荷6時間、卸荷4時間を想定 | |
| 輸送頻度(便/週) | 「JR貨物時刻表2007」(H19年3月ダイヤ改正) | | |

(2) 輸送機関分担モデルの構築

a) モデル構造

3.1 で選出した長距離輸送の 82 の OD, 中距離輸送の 35 の OD のそれぞれについて, その幹線輸送が図-11 に示したフェリー, RORO 船, コンテナ, 自動車, 鉄道のいずれであるかを推計する輸送機関分担モデルの構築を行う。

これらの抽出した OD については, 港湾統計や貨物地域流動調査を集計して, 50 地域間の流動量を算出した集計データであることや, 図-11 に示す経路①から経路⑤毎の費用や時間のみならず, 積み替えの有無や, 幹線輸送の頻度などが, 経路選択に大きく関与することが想定されることから, モデル構築にあたっては, 多くの説明変数が導入可能な集計ロジット型のモデルを基本とすることとした。

ロジットモデルは, ランダム効用理論に基づき, もともとは個人単位での交通行動を考え, 「個人は, 選択肢の中から最も望ましい, すなわち効用が最大となる選択肢を選ぶよう行動する」と考え, 効用の大きさを, 確定項と誤差項によって記述できると仮定し, その効用関数の誤差項の確率分布にガンベル分布を想定するモデルである。今回の検討では, 個人単位の検討ではなく, 50 地域毎に集計した結果としての輸送機関の選択状況を用いる集計ロジットモデルを考え, 地域ごとに, 相手地域との幹線輸送の選択確率を考えると, 式 (1) で各地域について相手地域との幹線輸送の選択確率を, 式 (2) で各選択肢(各輸送機関)の効用を考えるとにより推計することとした。

$$P_r = \frac{\exp(V_r)}{\sum \exp(V_i)} \quad (1)$$

$$V_r = \alpha \cdot X_1 + \beta \cdot X_2 + \gamma \cdot X_3 \dots \quad (2)$$

ここに P_r : 輸送機関 r の選択確率

V_r : 輸送機関 r の効用関数

$\alpha, \beta, \gamma \dots$: パラメーター

$X_1, X_2, X_3 \dots$: 説明変数

なお, 今回の集計ロジットモデルの構築においては, 図-11 に示す幹線輸送の候補である経路①から経路⑤の各輸送経路を同じレベルとしてとらえるモデル構造(バイナリーモデル)のほか, 例えば内航海運利用か, トラック利用か, 鉄道輸送かの 3 つの中のどれかを考える行動と, さらに内航海運を選ぶ場合には, フェリー, RORO 船, コンテナ船のどれにするかを考えるというレベルの違う 2 つの選択行動をモデル構築に考えるモデル構造(ネステッド・モデル)の大きく 2 つが考えられることとなる。すなわち, 今回のモデル構築にあたり, 内航の 3 つの船種であるフェリー, RORO 船, コンテナ船が同じようなタイプで, まずは内航か鉄道か, トラックかを考えることとなるのか,

あるいは最初から, フェリーか, RORO 船か, コンテナ船か, 鉄道か, トラックかを想定するのかが問題となる。

この点については, フェリーや RORO 船がトレーラーやフォークリフトなどでの積み卸しが可能な RORO タイプ(ロールオン・ロールオフタイプ)の船であるのに対して, コンテナ船はクレーンなどで貨物を積み卸しする LOLO タイプ(リフトオン・リフトオフタイプ)の船であり荷役のタイプが違うことや, フェリーと RORO 船においても, 港湾での荷役を港運事業者が行うか, 運転者が自ら行うかどうかなども異なることから, 今回のモデル構築は, 図-11 の経路①から経路⑤を並行に考えるバイナリー型のモデルで行うこととした。

b) モデルのパラメーター推計結果

長距離輸送の 82 の OD と, 中距離輸送の 35 の OD のそれぞれについて, 各輸送経路の費用, 時間, 幹線輸送の輸送頻度, 積み替えの有無などを説明変数の候補として, 長距離ならびに中距離のそれぞれについて, 最も各 OD の輸送機関を説明できる効用関数となるように, 各説明変数のパラメーターを最尤法により推計した結果を, 長距離輸送については, 表-15 に, 中距離輸送については表-16 に示す。

表-15 長距離輸送の効用関数のパラメーター推計結果

| | モデルL-1 | モデルL-2 | モデルL-3 | モデルL-4 | モデルL-5 | モデルL-6 | モデルL-7 |
|----------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 所要時間(h) | -7.499E-02 (-4.39) | -3.536E-02 (-1.39) | -4.225E-02 (-1.96) | | | | -6.540E-02 (-3.09) |
| 総時間(h) (所要時間+平均待ち時間) | | | | -3.204E-02 (-4.02) | -1.721E-02 (-2.04) | -1.696E-02 (-2.02) | |
| 輸送頻度逆数(週/便) (自動車は無し) | | | | | | | -7.880E-01 (-0.71) |
| 輸送頻度(便/週) (自動車は無し) | | | 5.632E-03 2.0440 | | | | |
| 費用(万円) | -8.658E-02 (-2.08) | -1.537E-01 (-2.93) | -1.325E-01 (-2.79) | -1.459E-01 (-3.44) | -1.893E-01 (-4.03) | -1.710E-01 (-2.80) | -1.039E-01 (-2.16) |
| 積み替え有無 (RORO船, コンテナ船, 鉄道有) | | -1.085E+00 (-2.02) | | | | | |
| フェリーダミー | | -8.735E-01 (-2.20) | | | | | |
| 自動車ダミー | | | | | 1.018E+00 (2.73) | 9.198E-01 (2.15) | |
| 鉄道ダミー | | | | | | -2.458E-01 (-0.46) | |
| 尤度比 (ρ^2) | 0.204 | 0.228 | 0.224 | 0.193 | 0.226 | 0.227 | 0.207 |

上段:パラメーター, 下段()内:t値

表-16 中距離輸送の効用関数のパラメーター推計結果

| | モデルM-1 | モデルM-2 | モデルM-3 | モデルM-4 | モデルM-5 |
|-------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 所要時間(h) | -1.513E-01 (-1.29) | | -1.473E-01 (-1.17) | -1.588E-01 (-1.32) | -1.537E-01 (-1.22) |
| 総時間(h) (所要時間+平均待ち時間) | | -1.608E-01 (-1.41) | | | |
| 輸送頻度逆数(週/便) (自動車は無し) | | | -2.113E+01 (-0.62) | | -1.546E+01 (-0.40) |
| 費用(万円) | -5.237E-01 (-1.09) | -3.515E-01 (-0.65) | -3.745E-01 (-0.67) | -2.707E-01 (-0.48) | -2.949E-01 (-0.49) |
| 積み替え有無 (RORO船, コンテナ船, 鉄道有) | | | | -1.941E+00 (-0.69) | -8.866E-01 (-0.29) |
| 尤度比 (ρ^2) | 0.383 | 0.396 | 0.398 | 0.374 | 0.400 |

上段:パラメーター, 下段()内:t値

表-15の長距離輸送のモデルL-1からL-7までのパラメーターをみると、所要時間（あるいは総時間）、費用は、パラメーターの符号条件に問題もなく、t値の絶対値も大きいものも多く、説明力の高い説明変数となっているほか、例えばモデルL-2のように、積み替えの有無やフェリーダミー変数が説明変数となっているモデル、L-3のように、輸送頻度が説明変数となっているモデルもある。モデルのあてはまりをみる尤度比が一番大きいのは、モデルL-2であるが、所要時間の説明変数のt値が、-1.39と少し小さいので、モデルとしてはL-5やL-6が長距離輸送の輸送機関分担モデルとしてはよいと判断し、以下の現況再現性では、ダミー変数のt値が少し小さいが、尤度比が大きいモデルL-6を用いて検証を行うこととした。

表-16の中距離輸送のモデルM-1からM-5までのパラメーターをみると、所要時間（あるいは総時間）、費用は、パラメーターの符号条件に問題はないものの、t値の絶対値は1程度であり大きくない。輸送頻度の逆数や積み替えの有無についても、t値の説明変数があまり大きくなく、説明力は高くない。

構築したモデルM-1からM-5の中では、所要時間と輸送費用の双方が説明変数にはいっており、t値の絶対値も1を超えているモデルM-1が、構築したモデルの中では説明力があるモデルということとなるので、以下のモデルの現況再現性では、モデルM-1を用いて検証を行うこととした。

c) モデルの現況再現性

上記の長距離輸送のモデルL-6と、中距離モデルのモデルM-1のそれぞれについて、長距離輸送は82のODの合計値でみた輸送機関別の実績値とモデルの推計値の比較結果を図-12に、また中距離輸送の35のODの合計値でみた輸送機関別の実績値とモデルの推計値の比較結果を図-13に示す。また、長距離輸送の82のODの中から輸送量の多い8つのODについて、OD毎の輸送機関別の輸送実績とモデル(L-6)の推計値を比較したものを図-14に、中距離輸送の35のODの中から輸送量の多い9つのODについて、OD毎の輸送機関別の輸送実績とモデル(M-1)の推計値を比較したものを図-15に示す。なお、長距離輸送モデルに用いた82のODについての輸送機関別の実績値とモデル(L-6)を用いた推計値は付録表-B.1および表-B.2に、また中距離モデルに用いた35のODについての輸送機関別の実績値とモデル(M-1)を用いた推計値は付録表-B.3に示す。

長距離輸送では、輸送量の多い福岡→神奈川のODでは、実績値に比べてRORO船利用が過小評価で、自動車輸送が過大評価、兵庫→福岡のODでは、実績値に比べてRORO

船が過小評価となるなど、個別のOD毎には、輸送機関別の推計値が一部で過大、一部で過小などの推計となっているが、82のODの合計でみると、図-12のとおり、概ねの輸送機関別のシェアを再現できている。

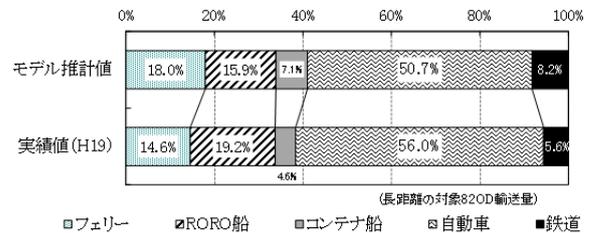


図-12 長距離輸送モデル(L-6)の現況再現性

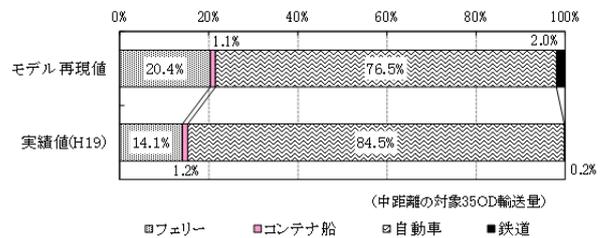


図-13 中距離輸送モデル(M-1)の現況再現性

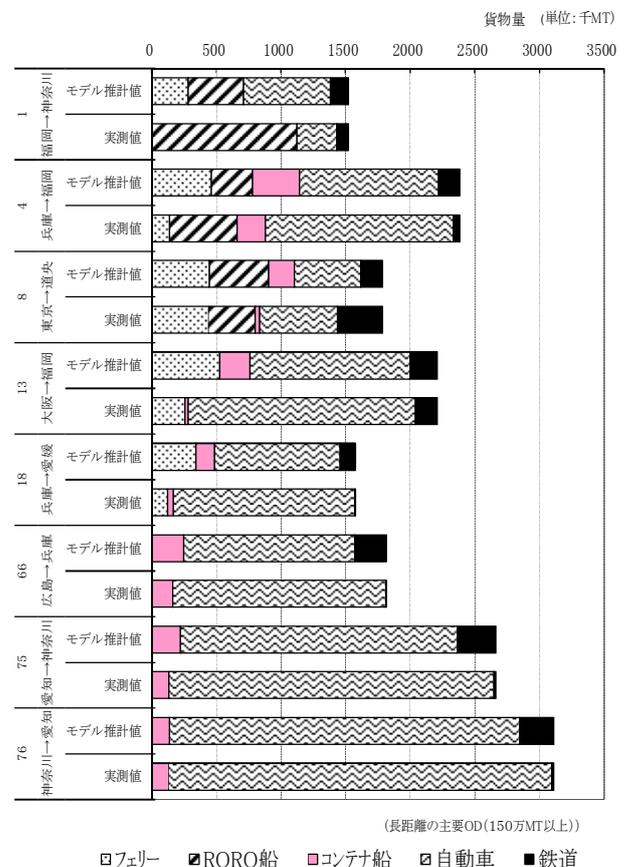


図-14 長距離輸送モデル(L-6)の現況再現性

また、中距離輸送でも、輸送量の多い山口→福岡や福岡→山口のODでフェリーが過大推計、自動車は過小推計、大阪→香川のODでは、フェリーが過大推計など、個別のOD毎には、輸送機関別の推計値が一部で過大、一部で過小などの推計となっている。35のODの合計でも、フェリーの実績値14.1%が推計値では20.4%などと、長距離輸送に比べると、その再現性が低いという結果となった。

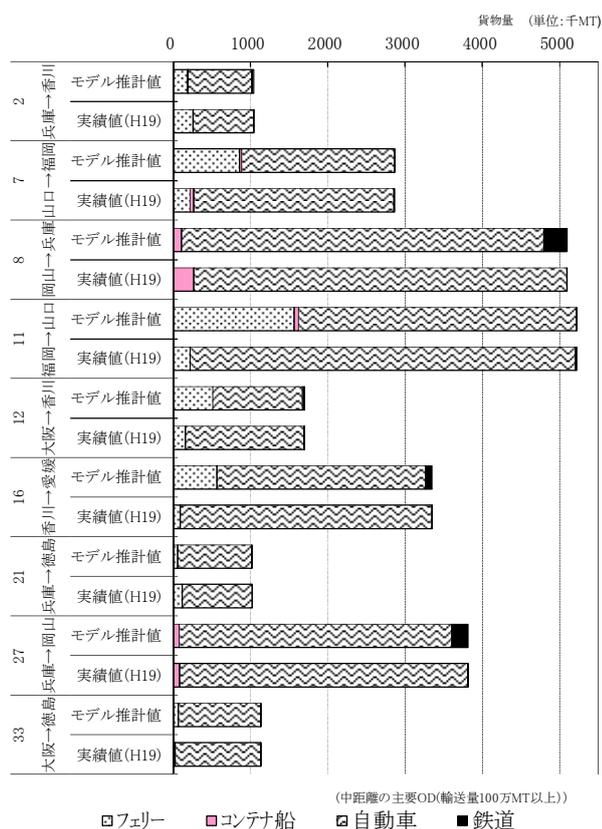


図-15 中距離輸送モデル(M-1)の現況再現性

4. 環境対策の変化による国内輸送機関選択への影響分析

本章では、2章で整理した地球温暖化対策のための税や国内の排出量取引などの状況を踏まえて、今後の環境対策の変化によって、我が国の内陸ユニットロード輸送に関わる国内の輸送機関選択がどのように変化することとなるかを、3章で構築した輸送機関分担モデルを活用して行う。

4.1 環境対策に関わる分析シナリオ

温室効果ガスの抑制のためには、様々な施策が表-2で整理したとおり推進されている。本節では、これらの各種の温暖化対策に関わる環境対策の中から、今後の荷主・企

業などの貨物の輸送経路選択に大きく影響があると思料される下記の2つのケースについて、分析シナリオを検討する。

1つ目のケースは、炭素税の上昇に伴い炭素の含有量に応じてガソリンなどの製品価格が上昇し、その結果として自動車や船舶による輸送などの輸送費用が間接的に上昇するケース、そして2つ目のケースは、国内輸送における輸送機関利用者が、各輸送機関から排出されるCO₂排出量にCO₂1トンあたりの課金額を乗じた金額を、直接的に負担するようになるケースである。各ケースの詳細は、下記のとおりである。

(1) 炭素税による燃料価格上昇の場合のシナリオ

地球温暖化対策のための石油石炭税の税率の特例が設けられ、図-7に示したとおりCO₂排出量1トンあたり289円が、上乗せされることとなっている。この上乗せ税率については、モーダルシフトに活用される内航海運や鉄道などに用いられる場合には、平成26年3月31日までの間には、税が還付される制度があるものの、今後の温暖化対策のための税負担分が、内航海運などの輸送費用にも影響し、輸送手段の選択に影響を及ぼすことが考えられる。

そこで、今後エネルギー起源のCO₂排出の更なる抑制を図るために、全化石燃料を課税ベースとして、CO₂排出量に応じた炭素税が課税されるとし、それにより各輸送機関の輸送費用がどのくらい変化するかを既存の分析事例などをもとに設定し、その輸送価格変化がどれほどの輸送機関の選択変化をもたらすかを、3章で構築したモデルを用いて分析する。

分析にあたっては、まず炭素1トンあたりの金額を想定し、それが二酸化炭素1トンあたりいくらになるかを、CO₂の分子量が44、炭素Cの原子量が12であるので12/44を乗じて算出、さらに、原油やガソリンなどの1リットルあたりの税率がどの程度となるかを、原油やガソリンなどのCO₂排出量に応じて算定する。炭素税を、1万円/t-Cとした場合の、算出結果が表-17である。

表-17のガソリンなどの高騰がトラック輸送や内航海運などの輸送にどの程度の提供をもたらすかをさらに検討する必要があることから、国土交通省が産業連関表を用いて、原油価格の高騰が運輸業の価格変化にどれほどの影響を及ぼすかを分析した文献17を参考に、その影響を設定することとした。すなわち、文献17によれば、表-18に示したとおり、原油や天然ガスの価格が20.0%上昇したとすると、ガソリンなどの石油製品が9.686%上昇し、道路貨物輸送の価格は0.813%、沿岸・内水面貨物輸送の価格は0.940%、鉄道貨物輸送の価格は0.378%変化することとなる。

したがって、ガソリン価格を130円/リットルとし、炭素税が1万円/t-Cとすると、ガソリン価格は表-17より、約6円上昇し136円/リットルとなり約5%弱の価格上昇となる。したがって、表-18の石油製品（ガソリン）の価格変化9.686%の概ね半分の変化であるので、道路輸送の価格は0.41%上昇、沿岸・内水面貨物輸送の価格は0.47%上昇、鉄道貨物輸送の価格は0.19%の上昇となる。これらのトラック輸送、内航海運輸送、鉄道輸送の輸送費用変化を、3章で構築した輸送機関分担モデルにインプットして、炭素税の変化による輸送機関分担の変化を分析することとする。

表-17 炭素税によるガソリン等への影響

| | 炭素トン (円/t-C) | (二酸化炭素トン) (円/t-CO ₂) | 対象 | 税率 |
|---------------|-----------------|-------------------------------------|---------|-------------|
| 検討ケース (※1) | 10,000 | 2,728 | 原油・石油製品 | 7.13 円/l |
| | | | ガソリン | 6.33 円/l |
| 参考(※2) | 3,900 | 1,064 | 原油・石油製品 | 2,780 円/kl |
| | | | ガソリン | 17,320 円/kl |
| | 27,380 | 7,467 | | |

※1:検討ケースは、参考欄の炭素トンに関わるガソリンなどの税率をもとに算定。
 ※2:環境省 平成22年度税制改正要望 地球温暖化対策税の具体案より。

表-18 原油等の価格上昇（2割）の運輸業への影響

| | 価格変化率(%) |
|------------|----------|
| 原油・天然ガス | 20.000 |
| 石油製品 | 9.686 |
| 電力 | 2.000 |
| 外洋輸送 | 1.552 |
| 沿海・内水面旅客輸送 | 0.972 |
| 国際航空輸送 | 0.969 |
| 沿海・内水面貨物輸送 | 0.940 |
| 国内航空旅客輸送 | 0.893 |
| 道路貨物輸送 | 0.813 |
| バス | 0.602 |
| ハイヤー・タクシー | 0.590 |
| 国内航空貨物輸送 | 0.528 |
| 鉄道貨物輸送 | 0.378 |
| 貨物運送取扱 | 0.274 |
| 鉄道旅客輸送 | 0.200 |
| 倉庫 | 0.185 |
| 港湾輸送 | 0.177 |

資料:文献17より作成

(2) 排出されるCO₂への課金のケースのシナリオ

省エネ法においては、年間のエネルギー量が多い事業のみならず、自ら貨物を輸送事業者に輸送させている荷主や、貨物の輸送事業者も、一定の要件を満たすと、エネルギー使用量の報告義務や、年1%以上の消費量原単位を中長期的に削減する目標の設定などが必要となっており、よりCO₂排出量の少ない輸送機関の利用が、今後ますます必要となる。

省エネ法では、貨物の輸送を行う事業も、CO₂の排出量の報告やその削減努力をする必要があるが、例えばトラック事業者が排出するCO₂が、その目標値を超えるような場合には、その不足分を国内排出量取引などを通じて、費用をかけて購入しなければならないため、排出するCO₂に応じて、温室効果ガスを輸送費用に上乗せして、その回収を図ることも想定される。

よって、ここでは、各輸送機関が排出するCO₂排出量に、CO₂単価を乗じたCO₂の価格分だけ、輸送費用が上昇する場合を想定して、それによる輸送機関選択への影響を分析することとする。

具体的には、下記のステップ1からステップ3により、輸送費用がCO₂価格を計上することによりどれだけ上昇するかを求めることとした。

a) ステップ1（輸送機関別の輸送費用（トンキロ単価））
 フェリー、RORO船、コンテナ船、トラック、鉄道の各輸送機関の輸送費用単価（トンキロあたりの単価）は、その輸送距離によっても、大きく異なることとなるため、輸送距離100km、300km、500km、800kmの4つのケースについて、各輸送機関別の輸送費用を算出する。

各種の関係資料をもとに、算出した各輸送機関別の輸送距離帯の別のトンキロあたりの輸送費用を、表-19に、またその単価の変化の様子を図-16に示す。

各輸送機関とも、輸送距離が長くなるほどトンキロあたりの単価が減少し、長距離ほどより輸送費用単価が安くなっているほか、輸送機関別には、トラック利用の場合が、どの距離帯でみても輸送単価が高くなっている。

内航海運のフェリー、RORO船、コンテナ船の3種の比較では、長距離輸送帯では、フェリー、RORO船、コンテナ船の順に安くなっているが、100kmの輸送距離では、コンテナ船の輸送費用が高くなっている。

表-19 各輸送機関のトンキロあたり単価の試算値

| 輸送距離 | (単位:円/トン・km) | | | | 備考 |
|--------------|--------------|--------|--------|--------|---|
| | 100 km | 300 km | 500 km | 800 km | |
| トラック(5t) | 50.7 | 30.8 | 26.3 | 23.8 | 港湾投資の評価に関するガイドライン2011の輸送コストをもとに算定 |
| 鉄道 (コンテナ) | 24.7 | 14.2 | 12.1 | 10.8 | 貨物運賃と各種料金表2010の鉄道運賃をもとに算定 |
| フェリー | 21.7 | 16.4 | 15.4 | 14.8 | 港湾投資の評価に関するガイドライン2011のトレーラー(10t)コスト式 (1万GTクラス) 7900円+5110円×航行時間T (速度37km/時) |
| RORO船 | 20.8 | 13.6 | 12.1 | 11.3 | 港湾投資の評価に関するガイドライン2011のトレーラー(10t)コスト式 (1000D/Wクラス) 10850円+3890円×航行時間T (速度39km/時) |
| コンテナ船 | 40.8 | 16.1 | 11.2 | 8.4 | 港湾投資の評価に関するガイドライン2011の内貿コンテナ船コスト式 (5000D/Wクラス) 18500円+490円×航行時間T (速度26km/時) |

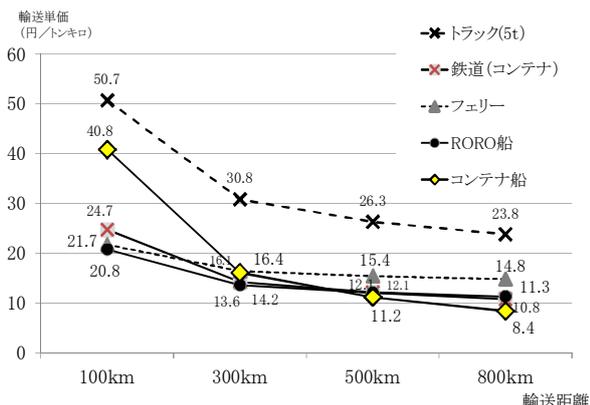


図-16 各輸送機関別のトンキロ単価

b) ステップ2 (輸送機関別のCO₂コスト算出)

次に、各輸送機関のCO₂排出原単位(表-20)に、CO₂の1トンあたりの単価を乗じて、貨物1トンを1km運ぶ場合に排出されるCO₂コスト(円/トンキロ)を算出する。なお、CO₂の単価の想定については、炭素1トンあたりの単価が、文献18の「公共事業評価の便益分析に関する技術指針」では10,600円/t-Cとされていることや、文献19の「中央環境審議会地球環境部会目標達成シナリオ小委員会中間とりまとめ(案)」においては、炭素1トンあたり1.3万円~3.5万円となることシミュレーションされていることを参考に、1万円/t-Cの場合と、3万円/t-Cの場合の2ケースを考えることとした(表-21参照)。

なお、営業トラックについては、普通車が9割、小型車が1割程度と想定し、表-20のCO₂排出原単位をもとにその排出原単位を算出し、その輸送効率を表-22に示したとおり236g-CO₂/トンキロとした。

そして、表-21に示した炭素単価1万円の時と、3万円の場合について、トンキロあたりのCO₂単価を求めた。その算定結果が表-22である。

表-20 各輸送機関別のCO₂の排出原単位

| 区分 | 輸送効率 (g-CO ₂ /トン/km) | 備考 |
|------|---------------------------------|------------------------|
| 自動車 | 営業用普通車 | 173 文献20より、積載量3トン以上... |
| | 営業用小型車 | 808 文献20より |
| | 自家用普通車 | 394 文献20より |
| 鉄道 | 22 | 文献20より |
| 国内航空 | 1490 | 文献20より |
| 内航船舶 | コンテナ専用船 | 56 文献21より |
| | RORO船 | 99 文献21より |
| | フェリー | 128 文献22より、旅客輸送分は除く |
| | 在来船 | 36 文献21より |

表-21 想定した炭素1トンあたりの単価

| ケース | 単価(円/t-C) | 備考 |
|------|-----------|--|
| ケース1 | 10,000 | 公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針(国交省, H21) 10,600円/t-Cをもとに設定 |
| ケース2 | 30,000 | 中央環境審議会地球環境部会目標達成シナリオ小委員会中間取りまとめ(案)での炭素税の設定 1.3万~3.5万円/t-C |

備考) 10,000円/t-C → 10,000 × 12/44 = 2,727円/t-CO₂

表-22 輸送機関別のトンキロあたりのCO₂単価算定結果

| 区分 | 輸送効率 (g-CO ₂ /トン/km)① | CO ₂ 排出量単価 (円/トンキロ) | |
|---------|----------------------------------|--------------------------------|------------------|
| | | ケース1 10,000円/t-C | ケース2 30,000円/t-C |
| 営業用トラック | 236 | 0.64 | 1.93 |
| 鉄道 | 22 | 0.06 | 0.18 |
| 国内航空 | 1,490 | 4.06 | 12.19 |
| 内航船舶 | コンテナ専用船 | 56 | 0.15 |
| | RORO船 | 99 | 0.27 |
| | フェリー | 128 | 0.35 |

備考1: ①(g-CO₂/トンキロ) ÷ 10⁶(g/トン) × CO₂単価(円/t-C) × 12/44 (C/CO₂)
 備考2: 営業用トラックは、普通車9割、小型車1割を想定。
 備考3: フェリーの輸送効率は、旅客分を除いた原単位を活用。

c) ステップ3 (CO₂排出価格を考慮した輸送費用算定)

さらに、ステップ2で求めたCO₂排出量の単価と、ステップ1の輸送機関別の輸送単価をもとに、各輸送機関において、輸送距離別に、炭素単価が1万円の場合、3万円の場合で、CO₂課金によってどれだけの輸送コスト増となるかを算定する。

その算定結果が、炭素単価が1万円/t-Cのケースが表-23、3万円/t-Cのケースが表-24である。

表-23 輸送機関別のCO₂課金に伴う輸送コスト増の算定 ~1万円/t-Cのケース~

| 区分 | 輸送単価 (CO ₂ 未考慮) ① (円/トンキロ) | | | | ケース1 10,000円/t-C の場合の排出量単価 ② (円/トンキロ) | 輸送単価 (CO ₂ 価格考慮) ①+② (円/トンキロ) | | | | 輸送単価の上昇率 (①+②) ÷ ① - 1 | | | |
|----------|---------------------------------------|--------|--------|--------|---------------------------------------|--|--------|--------|--------|------------------------|--------|--------|--------|
| | 100 km | 300 km | 500 km | 800 km | | 100 km | 300 km | 500 km | 800 km | 100 km | 300 km | 500 km | 800 km |
| 営業用トラック | 50.7 | 30.8 | 26.3 | 23.8 | 0.64 | 51.3 | 31.4 | 26.9 | 24.4 | 1.27% | 2.09% | 2.45% | 2.70% |
| 鉄道(コンテナ) | 24.7 | 14.2 | 12.1 | 10.8 | 0.06 | 24.8 | 14.3 | 12.2 | 10.9 | 0.24% | 0.42% | 0.50% | 0.56% |
| フェリー | 21.7 | 16.4 | 15.4 | 14.8 | 0.35 | 22.0 | 16.7 | 15.7 | 15.1 | 1.61% | 2.13% | 2.27% | 2.36% |
| RORO船 | 20.8 | 13.6 | 12.1 | 11.3 | 0.27 | 21.1 | 13.9 | 12.4 | 11.6 | 1.30% | 1.99% | 2.23% | 2.39% |
| コンテナ船 | 40.8 | 16.1 | 11.2 | 8.4 | 0.15 | 41.0 | 16.3 | 11.4 | 8.6 | 0.37% | 0.95% | 1.36% | 1.82% |

※営業用トラックは、普通車9割、小型車1割としてCO₂原単位を設定。
 ※フェリーのCO₂原単位は、旅客を除くCO₂原単位。

表-24 輸送機関別のCO₂課金に伴う輸送コスト増の算定 ~3万円/t-Cのケース~

| 区分 | 輸送単価 (CO ₂ 未考慮) ① (円/トンキロ) | | | | ケース2 30,000円/t-C の場合の排出量単価 ② (円/トンキロ) | 輸送単価 (CO ₂ 価格考慮) ①+② (円/トンキロ) | | | | 輸送単価の上昇率 (①+②) ÷ ① - 1 | | | |
|----------|---------------------------------------|--------|--------|--------|---------------------------------------|--|--------|--------|--------|------------------------|--------|--------|--------|
| | 100 km | 300 km | 500 km | 800 km | | 100 km | 300 km | 500 km | 800 km | 100 km | 300 km | 500 km | 800 km |
| 営業用トラック | 50.7 | 30.8 | 26.3 | 23.8 | 1.93 | 52.6 | 32.7 | 28.2 | 25.7 | 3.81% | 6.27% | 7.34% | 8.11% |
| 鉄道(コンテナ) | 24.7 | 14.2 | 12.1 | 10.8 | 0.18 | 24.9 | 14.4 | 12.3 | 11.0 | 0.73% | 1.27% | 1.49% | 1.67% |
| フェリー | 21.7 | 16.4 | 15.4 | 14.8 | 1.05 | 22.7 | 17.4 | 16.4 | 15.8 | 4.83% | 6.39% | 6.80% | 7.08% |
| RORO船 | 20.8 | 13.6 | 12.1 | 11.3 | 0.81 | 21.6 | 14.4 | 12.9 | 12.1 | 3.89% | 5.96% | 6.69% | 7.17% |
| コンテナ船 | 40.8 | 16.1 | 11.2 | 8.4 | 0.46 | 41.3 | 16.6 | 11.7 | 8.9 | 1.12% | 2.85% | 4.09% | 5.45% |

※営業用トラックは、普通車9割、小型車1割としてCO₂原単位を設定。
 ※フェリーのCO₂原単位は、旅客を除くCO₂原単位。

例えば 1 万円/t-C のケースの輸送距離 100km の場合であれば、営業用トラックの輸送コストは、CO₂ を考慮すると 1.27%の輸送費用増、フェリーでは、1.61%の輸送費用増などとなる。この価格の上昇分をもとに、3章で構築した機関分担モデルを用いて、機関分担率への影響を分析する。

4.2 経路選択モデルを用いた機関選択への影響分析

4.1 で示した炭素税による燃料価格上昇の場合と、排出される CO₂ への課金される場合のそれぞれについて、輸送機関別の輸送費用の変動率をインプットとして、3章で構築した長距離輸送についてはモデル L-6 を用いて、また中距離輸送については、モデル M-1 を用いて、輸送機関別の選択状況の変化を分析する。それぞれのケースの分析結果を以下に示す。

(1) 炭素税等による燃料価格増の輸送機関選択への影響

長距離モデル L-6 ならびに中距離モデル M-1 のそれぞれを用いて、4.1 (1) に示した炭素税が 1 万円/t-C の場合に、ガソリンが約 5%上昇し、それにとまう道路輸送の輸送費用が 0.41%、内航海運の輸送費用が 0.47%、鉄道輸送の費用が 0.19%上昇した場合の、フェリー、RORO 船、コンテナ船、自動車、鉄道の各輸送機関別の選択状況を、モデルの現況推計値(再現値)と比較した結果を表-25 に示す。

なお貨物量は、長距離モデルの構築に用いた 82 の OD の貨物量と中距離モデルの構築に用いた 35 の OD の貨物量の合計の貨物量である。

炭素 1 トンあたり 1 万円/t-C の課金となっても、それぞれの輸送費用の変化は 1%にも満たない変化であるため、輸送機関が変わる貨物も非常に少なく、全体の貨物量の 0.01%程度となっている。自動車や内航海運に比べて

表-25 炭素税 (1 万円) による輸送機関の変動結果

| 輸送機関 | 現況(モデル再現値)ケース0 | | 分析①(炭素税1万円/t-C) | | 分析①のケース0からの増減(※1) | |
|-------|----------------------|------------------------------|----------------------|------------------------------|-------------------|---------------------------|
| | 内貿ユニットロード貨物量再現値(千トン) | 輸送機関別CO ₂ 再現値[トン] | 内貿ユニットロード貨物量推計値(千トン) | 輸送機関別CO ₂ 推計値[トン] | 内貿ユニットロード貨物量(千トン) | 輸送機関別CO ₂ [トン] |
| フェリー | 16,017 (17.6%) | 803,773 (11.0%) | 16,005 (17.6%) | 803,296 (11.0%) | -12 -0.01% | -477 -0.06% |
| RORO船 | 8,302 (9.1%) | 717,772 (9.8%) | 8,312 (9.2%) | 718,676 (9.8%) | 10 0.01% | 904 0.13% |
| コンテナ船 | 4,273 (4.7%) | 144,224 (2.0%) | 4,266 (4.7%) | 144,191 (2.0%) | -7 -0.01% | -33 -0.02% |
| 自動車 | 57,142 (62.9%) | 5,575,215 (76.2%) | 57,150 (62.9%) | 5,573,919 (76.2%) | 7 0.01% | -1,296 -0.02% |
| 鉄道 | 5,052 (5.6%) | 77,173 (1.1%) | 5,054 (5.6%) | 77,260 (1.1%) | 2 0.00% | 87 0.11% |
| 合計 | 90,787 (100.0%) | 7,318,158 (100.0%) | 90,787 (100.0%) | 7,317,343 (100.0%) | 0 0.00% | -815 -0.01% |

※1: 下段の数字は、貨物量は現況のケース0と分析①の輸送機関別シェアの増減。また、CO₂はケース0と比べた場合の分析①の排出量の増減率

輸送費用の増加率が小さかった鉄道の貨物は微増、自動車は微減となっている。

内航海運は、フェリー、コンテナ船は微減となったが、RORO 船は微増であった。内航の 3 船種については、フェリー、RORO 船、コンテナ船とも 0.47%の費用増として、船種別の条件の違いまでを今回はインプットできていない計算の結果として、他の輸送機関との貨物の取り合いなどの中で、RORO 船のみ貨物が減少せず、増加したものと思料される。

(2) CO₂ 課金による輸送費用増の輸送機関選択への影響

CO₂ 課金の変化による輸送機関別、輸送距離別の輸送コストの変化は、炭素 1 トンあたりの費用が 1 万円/t-C ならびに 3 万円/t-C のそれぞれの場合について、表-23 及び表-24 のとおりであり、このコスト変化は輸送距離によって異なることから、ここでは、炭素のトン単価や、輸送距離、さらには輸送機関別の CO₂ の排出原単位などを、表-26 に示すケースを設定して、その変化を分析することとした。ケース 2-3 は、炭素単価や輸送距離はケース 2-2 と同じであるが、技術革新などによって、フェリーの CO₂ 排出原単位が 128 から 82g-CO₂/トンキロに減少した場合を、またケース 2-4 は、フェリーの CO₂ 排出原単位は、ケース 2-3 と同じく 128 から 82g-CO₂/トンキロであるものの、フェリーの運航速度を 2 割減として CO₂ を削減するケースであるので、フェリー輸送の場合には、フェリーの輸送時間が余計にかかるとする場合である。なお、表-26 には示していないが、現状の炭素課税がない場合をそれぞれのケース 0 として呼ぶこととする。

表-26 炭素単価と輸送距離等のケース設定

| | 単価(円/t-C) | 輸送距離 | 輸送機関別のCO ₂ 排出原単位 | サービス水準(速度等) |
|---------|-----------|-------|--|---|
| ケース 1-1 | 10,000 | 100km | 現行 | 現行 |
| ケース 1-2 | 10,000 | 500km | 現行 | 現行 |
| ケース 2-1 | 30,000 | 100km | 現行 | 現行 |
| ケース 2-2 | 30,000 | 500km | 現行 | 現行 |
| ケース 2-3 | 30,000 | 500km | フェリー: 128→82(g-CO ₂ /t/km)に減少 | 現行(CO ₂ 排出原単位は船舶の技術革新で減少と想定) |
| ケース 2-4 | 30,000 | 500km | フェリー: 128→82(g-CO ₂ /t/km)に減少 | フェリー: 速度2割減 |

注) 現状をケース0とする。

a) 輸送距離の違いによる分析

輸送距離 100km と輸送距離 500km の距離による違いをみるために、炭素単価 3 万円/t-C の場合のケース 2-1 とケース 2-2 のそれぞれについて、現況のケース 0 からの輸送機関別のシェアの変化を表したのが図-17 である。

コンテナ輸送は、長距離の方が増加率が小さくなっているが、鉄道やRORO船については、長距離輸送の500kmのほうがそれらの輸送機関へのシフト率が大きく、自動車は長距離輸送の500kmのほうが機関分担率の減少が大きくなっており、長距離ほどより環境負荷の小さい輸送機関が選択され、環境負荷の大きい自動車などが敬遠されるということが定量的に分析された。

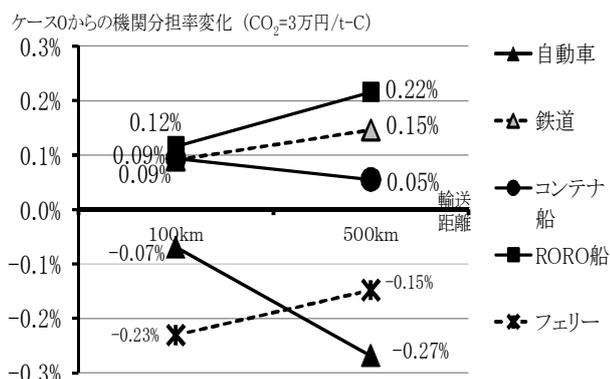


図-17 輸送距離の違いによる輸送機関別シェアの変化

b) 炭素単価の違いによる分析

炭素の単価の違いによる輸送機関選択の違いをみるために、輸送距離が100kmで、炭素単価1万円/t-Cと3万円/t-Cの場合のケース1-1とケース2-1のそれぞれについて、現況のケース0からの輸送機関別のシェアの変化を現したのが図-18である。

CO₂の排出量原単位が大きい自動車や、フェリーは、炭素に課税されることにより輸送機関分担率が減少し、その傾向は、炭素単価が大きい3万円/t-Cの方が大きいこと、また鉄道や、内航海運の中でもCO₂排出量原単位が小さいコンテナ船やRORO船については、現状に比べて炭素に課税されることにより輸送機関分担率が増加し、その傾向は、炭素単価が大きいほど大きいことが、定量的に分析された。

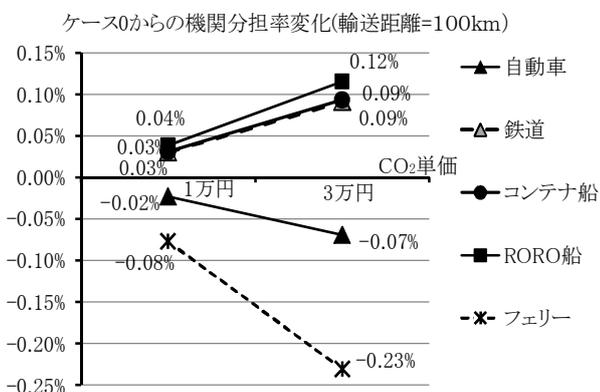


図-18 炭素単価の違いによる輸送機関別シェアの変化

c) CO₂ 排出原単位の変化による分析

輸送距離500km、炭素単価3万円/t-Cのケース2-2に加えて、技術革新などによりフェリーのCO₂排出原単位が現況の128から82g-CO₂/トンキロに減少するとしたケース2-3(フェリーの運航速度はケース2-2と同じ)、さらに、CO₂の排出原単位はケース2-3と同じ82g-CO₂/トンキロに減少し、かつフェリーの運航スピードも2割減少し輸送時間が長くなるとするケース2-4の3つのケースについて、長距離の82のODと中距離の35のODの合計の各輸送機関のシェアの変化ならびにCO₂排出量の変化を現況のケース0と比較したのが表-27である。また、図-19は、各ケースの輸送機関別のシェアの変化を示す。

ケース2-2では、現況のケース0に比べて炭素に3万円の課税となるため、環境負荷の小さいRORO船やコンテナ船、鉄道のシェアが増え、環境負荷の大きい自動車やフェリーの貨物量が減少することとなっている。

しかしながら、フェリーのCO₂排出量原単位がRORO船と同程度まで小さくなるとするケース2-3では、自動車の貨物量が減少するかわりに、フェリー、RORO船の貨物量が大きく増加する結果となっている。ただし、RORO船の貨物量は、フェリーに一部貨物を奪われるため、ケース2-2よりは少なくなっている。

表-27 CO₂ 排出原単位と速度変化によるシェアの変化

| 輸送機関 | ケース0(現況再現) | | ケース2-2(3万円,500km)のケース0からの変化率 | | ケース2-3(3万円,500km,フェリーはCO ₂ 排出原単位2割減)のケース0からの変化率 | | ケース2-4(3万円,500km,フェリーはCO ₂ 排出原単位2割減,かつスピード2割減速)のケース0からの変化率 | |
|-------------|---------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------|--|---------------------------|---|---------------------------|
| | 内貨エレクトロード貨物量再現値(千ト) | 再現値輸送機関別CO ₂ [トン] | 内貨エレクトロード貨物量(千ト) | 輸送機関別CO ₂ [トン] | 内貨エレクトロード貨物量(千ト) | 輸送機関別CO ₂ [トン] | 内貨エレクトロード貨物量(千ト) | 輸送機関別CO ₂ [トン] |
| フェリー | 16,017 | 803,773 | -134 | -5,165 | 127 | 11,703 | -2,198 | -139,690 |
| RORO船 | 8,302 | 717,772 | 196 | 17,589 | 131 | 11,475 | 712 | 66,182 |
| コンテナ船 | 4,273 | 144,224 | 50 | 4,604 | 31 | 3,687 | 199 | 11,870 |
| 自動車 | 57,142 | 5,575,215 | -244 | -67,647 | -396 | -81,626 | 962 | 43,162 |
| 鉄道 | 5,052 | 77,173 | 132 | 3,266 | 108 | 2,734 | 325 | 7,506 |
| 合計 | 90,787 | 7,318,158 | 0 | -47,353 | 0 | -52,028 | 0 | -10,969 |
| 現況からの増減率(%) | フェリー | | -0.84% | -0.64% | 0.79% | 1.46% | -13.72% | -17.38% |
| | RORO船 | | 2.36% | 2.45% | 1.57% | 1.60% | 8.57% | 9.22% |
| | コンテナ船 | | 1.17% | 3.19% | 0.72% | 2.56% | 4.67% | 8.23% |
| | 自動車 | | -0.43% | -1.21% | -0.69% | -1.46% | 1.68% | 0.77% |
| | 鉄道 | | 2.62% | 4.23% | 2.14% | 3.54% | 6.44% | 9.73% |
| | 合計 | | 0.00% | -0.65% | 0.00% | -0.71% | 0.00% | -0.15% |

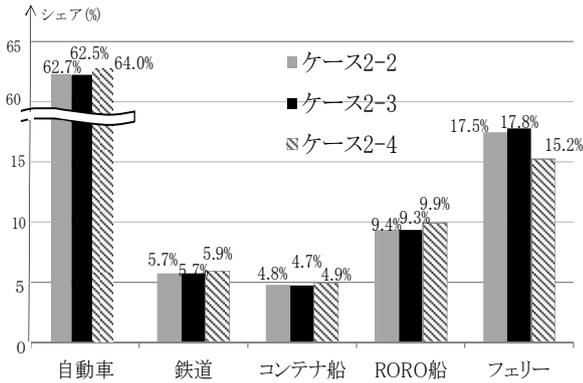


図-19 CO₂排出原単位と速度変化によるシェアの変化

さらに、フェリーのCO₂排出量が減るものの、フェリーは減速運航によりCO₂を減らすことになる場合を考えるケース2-4では、フェリーの貨物量は、現況のケース0と比べても大幅に減少し、RORO船の貨物量が大幅増、環境負荷の大きい自動車輸送についても、現況よりも貨物量が増えるという結果となっている。フェリーのCO₂排出量原単位が減ることによって、各輸送機関のCO₂の排出量合計は現状のケース0よりも減少はしているものの、CO₂の排出原単位が減速運航による場合には、輸送時間が大幅増となるが今回はフェリーの輸送費用を固定したこともあり、他の輸送機関との費用やコストなどとの関係で、フェリーが選択されず、RORO船や自動車輸送などが選択されることとなったことがこの要因であると思料される。

5. 結論

本資料では、今後の地球温暖化対策に関わる港湾物流の施策検討などの基礎資料となるように、我が国の海上ユニットロード貨物輸送に焦点をあて、温室効果ガスの排出抑制等への取り組みなどの状況についてその動向を分析するとともに、海上ユニットロード貨物輸送に関わる機関選択モデルを構築し、輸送手段ごとのCO₂排出量の違いが、今後の温室効果ガス抑制施策や炭素税等の課税価格によってどのように変化するか等を分析した。

その結果を取り纏めると以下のとおりである。

(1)省エネ法や温対法、国内排出量取引など、今後の港湾物流などを考える上でその状況をよく捉えておく必要があると思われる各種の制度や施策などについて関連資料の整理などを行うとともに、港湾におけるモーダルシフト促進への取組や企業の取組などについて関連資料をとりまとめた。

(2)我が国の国内輸送について、既報の純流動ベースの貨物OD表をもとに、長距離(300km以上)と中距離(100km以上～300km未満)のそれぞれについて、フェリー、RORO船、コンテナ船、自動車、鉄道の各輸送機関の選択状況を表現できる集計ロジック型の輸送機関分担選択モデルを構築した。

(3)構築したモデルにより、炭素税などによる輸送費用への影響や、輸送機関別のCO₂排出量への課金などによる輸送コスト増などにより、各輸送機関の選択にどの程度の影響がでるか等を定量的に分析した。

その結果、例えば、トンキロあたりのCO₂排出原単位が大きい自動車などから、環境負荷の小さい鉄道やRORO船などへのシフトが、CO₂課金などによって起こることや、排出原単位が仮に減少するとしても、船の減速運航などによるものでは、輸送時間が余計にかかることにより、機関分担率が逆に減ることもあることを定量的に示すことができた。

6. おわりに

本分析では、5章で述べた結論を得ることができたが、まだ下記にあげるような課題も残されており、今後、引き続き検討を進めていきたいと考えている。

- ・構築した中距離輸送におけるモデルのパラメーター推計結果をはじめ、構築した輸送機関分担モデルは、必ずしも十分な説明力をもったモデルとは言えないことから、さらに改良、精度向上が必要である。
- ・CO₂排出量については、貨物の輸送トンキロにトンキロあたりの排出原単位を乗じるトンキロ法に基づく検討となっているが、エネルギー使用量の算定方法としては、より精度の高い燃料法や燃費法などもあり、さらにはトラック輸送については、積載率や最大積載重量などを考慮する改良トンキロ法もあることから、今後はこれらの方法によるCO₂の排出量を評価し、検討することも必要である。
- ・今回の輸送機関分担モデルを用いた分析では、炭素のトンあたり単価や、CO₂課金の場合の単価などを、関連資料をもとに設定しているが、その設定値についても、更なる検討が必要である。
- ・今回の輸送機関の変化については、幹線輸送による輸送機関別のCO₂の排出量に着目した分析であったが、今後は、港湾における荷役機械の省エネ化や、陸上からの船への電力供給、さらには港湾管理者などが実施しているモーダルシフトのためのインセンティブ補助

などが、実際にどのように輸送選択に影響をしているかなどを、輸送機関分担モデルなどを使って定量的に分析できるように、モデルの拡張、高度化なども必要である。

(2012年11月15日受付)

謝辞

本研究は、科研費(22360212)の助成を受けたものである。また、本研究をとりまとめるにあたっては、国総研港湾研究部の方々をはじめ、多くの方々にご助言を頂きました。末尾ながらここに記して深く感謝致します。

参考文献

- 1) 環境省：環境白書平成24年版，2012年
- 2) 環境省：第11回環境省政策会議 資料4-2 現行の地球温暖化対策の全体像，2010年2月
- 3) 国土交通省：国土交通白書2012 平成23年度年次報告，2012年
- 4) 大塚洋：国土交通省の地球温暖化対策について～運輸部門を中心に～，運輸政策研究 Vol.13 No.2 2010 Summer，2010年
- 5) 向井憲一：温室効果ガスの算定と報告-工場又は事務所その他の事業所の排出量について-，省エネルギーセンター，2010年
- 6) 環境省地球温暖化対策課市場メカニズム室：国内排出量取引制度について，2012年9月
- 7) 環境省地球環境局市場メカニズム室：諸外国における排出量取引の実施・検討状況，2012年7月
- 8) 環境省市場メカニズム室：環境省自主参加型国内排出量取引制度(JVETS)概要，2010年
- 9) 経済産業省・環境省・農林水産省：国内クレジット制度の概要について，2012年4月
- 10) 鈴木恒平・渡部富博・井山繁・赤倉康寛：内貿ユニットロード貨物の純流動ODの算定に関する分析，国総研資料第618号，2010年12月
- 11) 国土交通省総合政策局情報政策本部編：平成19年度貨物地域流動調査，(財)運輸政策研究機構，2009年，
- 12) 国土交通省：全国貨物純流動調査，2007年
- 13) 国土交通省：平成19年度内貿ユニットロード貨物流動調査，2007年
- 14) 2008年版海上定期便ガイド，海上定期便の会／内航ジャーナル主宰
- 15) 港湾事業評価手法に関する研究委員会編：港湾投資の評価に関する解説書 2011，みなと総合研究財団，2011年7月
- 16) 鉄道貨物協会：2007 JR貨物時刻表，2007年
- 17) 国土交通省：原油価格高騰が運輸業に与える影響，2004年
- 18) 国土交通省：公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針(共通編)，2009年6月
- 19) 中央環境審議会地球環境部会目標達成シナリオ小委員会：目標達成シナリオ小委員会中間取りまとめ(案)について，2001年6月
- 20) 経済産業省・国土交通省：ロジスティクス分野におけるCO₂排出量算定方法共同ガイドラインVer.3，平成19年3月
- 21) 赤倉康寛・鈴木武・松尾智征：我が国貨物の国際・国内海上輸送によるCO₂排出量の推計，国総研資料NO.497，2009年
- 22) 赤倉康寛：日本における沿岸輸送の発展と最近の情勢、PIANC 125周年記念国際セミナー I，2010年9月

付録B

表 -B.1 長距離輸送の機関分担モデル構築のために抽出した 82 の OD の輸送機関別の実績値とモデル(L-6) 推計値

| No. | 発地域 | 着地域 | | 輸送機関別の地域間OD輸送量(H19年) [単位:千MT] | | | | | 合計 |
|-----|-----|-------|----------|-------------------------------|-------|-------|-------|-----|-------|
| | | | | フェリー | RORO船 | コンテナ船 | 自動車 | 鉄道 | |
| 1 | 福岡 | → 神奈川 | モデル推計値 | 285 | 425 | 0 | 674 | 140 | 1,524 |
| | | | 実績値(H19) | 3 | 1,123 | | 306 | 92 | 1,524 |
| 2 | 道央 | → 東京 | モデル推計値 | 313 | 288 | 79 | 358 | 96 | 1,134 |
| | | | 実績値(H19) | 226 | 281 | 249 | 275 | 103 | 1,134 |
| 3 | 兵庫 | → 大分 | モデル推計値 | 349 | 369 | 68 | 351 | 76 | 1,213 |
| | | | 実績値(H19) | 26 | 1,005 | 1 | 176 | 4 | 1,213 |
| 4 | 兵庫 | → 福岡 | モデル推計値 | 463 | 320 | 363 | 1,075 | 163 | 2,384 |
| | | | 実績値(H19) | 142 | 522 | 217 | 1,455 | 49 | 2,384 |
| 5 | 栃木 | → 道東 | モデル推計値 | 0 | 657 | 0 | 313 | 71 | 1,040 |
| | | | 実績値(H19) | | 1,027 | | 12 | 1 | 1,040 |
| 6 | 愛媛 | → 大阪 | モデル推計値 | 222 | 315 | 101 | 762 | 93 | 1,493 |
| | | | 実績値(H19) | 242 | 186 | 19 | 1,043 | 2 | 1,493 |
| 7 | 神奈川 | → 福岡 | モデル推計値 | 147 | 346 | 0 | 681 | 125 | 1,299 |
| | | | 実績値(H19) | 28 | 845 | | 356 | 71 | 1,299 |
| 8 | 東京 | → 道央 | モデル推計値 | 447 | 459 | 197 | 514 | 168 | 1,785 |
| | | | 実績値(H19) | 440 | 362 | 34 | 601 | 348 | 1,785 |
| 9 | 神奈川 | → 大分 | モデル推計値 | 191 | 341 | 0 | 284 | 77 | 893 |
| | | | 実績値(H19) | 10 | 780 | | 102 | 2 | 894 |
| 10 | 愛媛 | → 兵庫 | モデル推計値 | 134 | 0 | 87 | 434 | 56 | 711 |
| | | | 実績値(H19) | 188 | | 126 | 395 | 1 | 711 |
| 11 | 神奈川 | → 道央 | モデル推計値 | 186 | 193 | 47 | 210 | 55 | 691 |
| | | | 実績値(H19) | 145 | 323 | 87 | 87 | 50 | 691 |
| 12 | 道央 | → 宮城 | モデル推計値 | 238 | 136 | 0 | 317 | 71 | 763 |
| | | | 実績値(H19) | 374 | 179 | | 178 | 32 | 763 |
| 13 | 大阪 | → 福岡 | モデル推計値 | 526 | 0 | 234 | 1,241 | 210 | 2,212 |
| | | | 実績値(H19) | 259 | | 23 | 1,760 | 169 | 2,212 |
| 14 | 大阪 | → 道央 | モデル推計値 | 152 | 148 | 17 | 51 | 0 | 369 |
| | | | 実績値(H19) | 173 | 149 | 7 | 40 | | 369 |
| 15 | 愛知 | → 道央 | モデル推計値 | 202 | 147 | 12 | 90 | 37 | 487 |
| | | | 実績値(H19) | 180 | 150 | 0 | 77 | 80 | 487 |
| 16 | 福岡 | → 大阪 | モデル推計値 | 241 | 295 | 105 | 562 | 98 | 1,301 |
| | | | 実績値(H19) | 307 | 5 | 48 | 878 | 64 | 1,301 |
| 17 | 大阪 | → 愛媛 | モデル推計値 | 270 | 0 | 95 | 744 | 65 | 1,174 |
| | | | 実績値(H19) | 265 | 0 | | 897 | 12 | 1,174 |
| 18 | 兵庫 | → 愛媛 | モデル推計値 | 343 | 0 | 144 | 971 | 118 | 1,577 |
| | | | 実績値(H19) | 123 | | 47 | 1,403 | 3 | 1,577 |
| 19 | 道央 | → 福井 | モデル推計値 | 191 | 251 | 0 | 0 | 44 | 485 |
| | | | 実績値(H19) | 460 | 23 | | 0 | 3 | 485 |
| 20 | 宮崎 | → 大阪 | モデル推計値 | 122 | 64 | 0 | 0 | 8 | 194 |
| | | | 実績値(H19) | 174 | 6 | | 0 | 14 | 194 |
| 21 | 福岡 | → 静岡 | モデル推計値 | 90 | 103 | 0 | 253 | 22 | 468 |
| | | | 実績値(H19) | 45 | 339 | | 72 | 13 | 468 |
| 22 | 福岡 | → 愛知 | モデル推計値 | 180 | 12 | 0 | 494 | 65 | 750 |
| | | | 実績値(H19) | 148 | 130 | | 459 | 13 | 750 |
| 23 | 福岡 | → 兵庫 | モデル推計値 | 232 | 0 | 173 | 607 | 71 | 1,082 |
| | | | 実績値(H19) | 162 | | 87 | 796 | 37 | 1,082 |
| 24 | 千葉 | → 道央 | モデル推計値 | 157 | 147 | 28 | 160 | 44 | 536 |
| | | | 実績値(H19) | 125 | 153 | 19 | 203 | 36 | 536 |
| 25 | 埼玉 | → 道央 | モデル推計値 | 203 | 187 | 0 | 255 | 53 | 697 |
| | | | 実績値(H19) | 181 | 52 | | 422 | 43 | 697 |
| 26 | 茨城 | → 福岡 | モデル推計値 | 49 | 197 | 0 | 194 | 35 | 474 |
| | | | 実績値(H19) | 53 | 220 | | 177 | 24 | 474 |
| 27 | 道央 | → 愛知 | モデル推計値 | 36 | 118 | 108 | 76 | 24 | 363 |
| | | | 実績値(H19) | 85 | 149 | 3 | 40 | 85 | 363 |
| 28 | 茨城 | → 道央 | モデル推計値 | 90 | 107 | 0 | 94 | 9 | 300 |
| | | | 実績値(H19) | 120 | 109 | | 47 | 24 | 300 |
| 29 | 道東 | → 東京 | モデル推計値 | 95 | 144 | 0 | 110 | 11 | 359 |
| | | | 実績値(H19) | 172 | 75 | | 64 | 48 | 359 |
| 30 | 群馬 | → 道央 | モデル推計値 | 64 | 52 | 0 | 95 | 21 | 233 |
| | | | 実績値(H19) | 93 | 106 | | 22 | 13 | 233 |
| 31 | 道央 | → 大阪 | モデル推計値 | 105 | 114 | 28 | 40 | 15 | 302 |
| | | | 実績値(H19) | 27 | 107 | 28 | 91 | 49 | 302 |
| 32 | 大分 | → 兵庫 | モデル推計値 | 132 | 0 | 25 | 0 | 28 | 185 |
| | | | 実績値(H19) | 133 | | 50 | 0 | 3 | 185 |
| 33 | 東京 | → 福岡 | モデル推計値 | 65 | 164 | 264 | 280 | 76 | 848 |
| | | | 実績値(H19) | 16 | 26 | 222 | 561 | 23 | 848 |
| 34 | 宮城 | → 道央 | モデル推計値 | 143 | 88 | 0 | 206 | 49 | 485 |
| | | | 実績値(H19) | 197 | 75 | | 139 | 73 | 485 |
| 35 | 東京 | → 道東 | モデル推計値 | 99 | 53 | 110 | 109 | 31 | 402 |
| | | | 実績値(H19) | 64 | 161 | 35 | 140 | 3 | 402 |
| 36 | 大阪 | → 宮崎 | モデル推計値 | 130 | 87 | 0 | 0 | 15 | 231 |
| | | | 実績値(H19) | 204 | 10 | | 0 | 18 | 231 |
| 37 | 道央 | → 埼玉 | モデル推計値 | 122 | 101 | 35 | 152 | 31 | 440 |
| | | | 実績値(H19) | 57 | 64 | 44 | 125 | 150 | 440 |
| 38 | 大分 | → 神奈川 | モデル推計値 | 72 | 128 | 0 | 0 | 42 | 242 |
| | | | 実績値(H19) | 115 | 2 | | 0 | 125 | 242 |
| 39 | 福岡 | → 東京 | モデル推計値 | 84 | 147 | 189 | 222 | 52 | 694 |
| | | | 実績値(H19) | 49 | 79 | 87 | 450 | 29 | 694 |
| 40 | 愛知 | → 福岡 | モデル推計値 | 146 | 0 | 0 | 381 | 77 | 605 |
| | | | 実績値(H19) | 108 | | | 411 | 86 | 605 |
| 41 | 道央 | → 神奈川 | モデル推計値 | 90 | 81 | 35 | 98 | 23 | 326 |
| | | | 実績値(H19) | 29 | 42 | 46 | 152 | 57 | 326 |
| 42 | 道央 | → 茨城 | モデル推計値 | 47 | 58 | 0 | 49 | 7 | 161 |
| | | | 実績値(H19) | 83 | 54 | | 5 | 20 | 161 |

注) 四捨五入のため合計が一致しない場合がある。

注) フェリー, RORO船, コンテナ船の輸送量は当該ODにおいて複数航路がある場合には, 各船種の代表航路の貨物量。

表 -B.2 長距離輸送の機関分担モデル構築のために抽出した 82 の OD の輸送機関別の実績値とモデル(L-6) 推計値 (続き)

| No. | 発地域 | 着地域 | 輸送機関別の地域間OD輸送量(H19年) [単位:千MT] | | | | | 合計 | |
|-----|-----|-------|-------------------------------|---------|---------|--------|---------|--------|--------|
| | | | フェリー | RORO船 | コンテナ船 | 自動車 | 鉄道 | | |
| 43 | 道央 | → 千葉 | モデル推計値 | 36 | 41 | 9 | 36 | 9 | 130 |
| | | | 実績値(H19) | 23 | 36 | 3 | 51 | 17 | 130 |
| 44 | 静岡 | → 福岡 | モデル推計値 | 118 | 59 | 0 | 330 | 29 | 536 |
| | | | 実績値(H19) | 12 | 50 | | 441 | 33 | 536 |
| 45 | 道央 | → 群馬 | モデル推計値 | 16 | 18 | 3 | 19 | 2 | 58 |
| | | | 実績値(H19) | 20 | 32 | 0 | 4 | 2 | 58 |
| 46 | 福岡 | → 茨城 | モデル推計値 | 158 | 409 | 0 | 628 | 66 | 1,262 |
| | | | 実績値(H19) | 26 | 5 | | 1,199 | 32 | 1,261 |
| 47 | 福井 | → 道央 | モデル推計値 | 17 | 0 | 0 | 10 | 3 | 30 |
| | | | 実績値(H19) | 17 | | | 7 | 5 | 30 |
| 48 | 道東 | → 栃木 | モデル推計値 | 15 | 12 | 0 | 20 | 2 | 49 |
| | | | 実績値(H19) | 7 | 1 | | 22 | 19 | 49 |
| 49 | 愛知 | → 岩手 | モデル推計値 | 125 | 180 | 0 | 516 | 67 | 888 |
| | | | 実績値(H19) | 22 | 356 | | 316 | 193 | 888 |
| 50 | 愛媛 | → 福岡 | モデル推計値 | 73 | 0 | 71 | 0 | 15 | 158 |
| | | | 実績値(H19) | 148 | | 7 | 0 | 3 | 158 |
| 51 | 東京 | → 宮城 | モデル推計値 | 0 | 231 | 108 | 1,118 | 0 | 1,458 |
| | | | 実績値(H19) | | 133 | 198 | 1,126 | | 1,458 |
| 52 | 愛知 | → 宮城 | モデル推計値 | 105 | 153 | 0 | 392 | 78 | 729 |
| | | | 実績値(H19) | 98 | 176 | | 422 | 34 | 729 |
| 53 | 福岡 | → 愛媛 | モデル推計値 | 33 | 0 | 32 | 0 | 6 | 72 |
| | | | 実績値(H19) | 65 | | 4 | 0 | 3 | 72 |
| 54 | 熊本 | → 岩手 | モデル推計値 | 0 | 145 | 0 | 0 | 90 | 235 |
| | | | 実績値(H19) | | 234 | | 0 | 1 | 235 |
| 55 | 埼玉 | → 大分 | モデル推計値 | 35 | 154 | 0 | 0 | 44 | 233 |
| | | | 実績値(H19) | 33 | 196 | | 0 | 4 | 233 |
| 56 | 道央 | → 新潟 | モデル推計値 | 82 | 0 | 0 | 96 | 37 | 215 |
| | | | 実績値(H19) | 139 | | | 47 | 30 | 215 |
| 57 | 愛媛 | → 愛知 | モデル推計値 | 177 | 0 | 0 | 673 | 73 | 923 |
| | | | 実績値(H19) | 100 | | | 818 | 5 | 923 |
| 58 | 大分 | → 千葉 | モデル推計値 | 262 | 68 | 0 | 0 | 12 | 342 |
| | | | 実績値(H19) | 170 | 14 | | 0 | 159 | 342 |
| 59 | 道東 | → 大阪 | モデル推計値 | 56 | 28 | 28 | 29 | 13 | 153 |
| | | | 実績値(H19) | 46 | 32 | 26 | 27 | 23 | 153 |
| 60 | 新潟 | → 道央 | モデル推計値 | 187 | 0 | 0 | 219 | 28 | 434 |
| | | | 実績値(H19) | 118 | | | 302 | 14 | 434 |
| 61 | 愛媛 | → 大分 | モデル推計値 | 60 | 60 | 0 | 0 | 4 | 124 |
| | | | 実績値(H19) | 44 | 80 | | 0 | 0 | 124 |
| 62 | 岩手 | → 愛知 | モデル推計値 | 75 | 105 | 0 | 307 | 61 | 548 |
| | | | 実績値(H19) | 41 | 140 | | 201 | 165 | 548 |
| 63 | 山口 | → 兵庫 | モデル推計値 | 150 | 0 | 95 | 628 | 59 | 932 |
| | | | 実績値(H19) | 113 | | 29 | 780 | 10 | 932 |
| 64 | 香川 | → 愛知 | モデル推計値 | 109 | 0 | 0 | 0 | 44 | 154 |
| | | | 実績値(H19) | 152 | | | 0 | 2 | 154 |
| 65 | 神奈川 | → 兵庫 | モデル推計値 | 0 | 0 | 65 | 1,001 | 136 | 1,202 |
| | | | 実績値(H19) | | | 167 | 1,004 | 30 | 1,202 |
| 66 | 広島 | → 兵庫 | モデル推計値 | 0 | 0 | 248 | 1,324 | 244 | 1,816 |
| | | | 実績値(H19) | | | 166 | 1,648 | 2 | 1,816 |
| 67 | 大分 | → 愛媛 | モデル推計値 | 57 | 0 | 32 | 0 | 4 | 93 |
| | | | 実績値(H19) | 90 | | 3 | 0 | 0 | 93 |
| 68 | 大阪 | → 鹿児島 | モデル推計値 | 27 | 18 | 12 | 46 | 6 | 109 |
| | | | 実績値(H19) | 70 | 2 | 3 | 29 | 6 | 109 |
| 69 | 大分 | → 大阪 | モデル推計値 | 53 | 0 | 0 | 62 | 11 | 127 |
| | | | 実績値(H19) | 106 | | | 10 | 10 | 127 |
| 70 | 鹿児島 | → 大阪 | モデル推計値 | 117 | 46 | 116 | 182 | 27 | 488 |
| | | | 実績値(H19) | 65 | 21 | 1 | 399 | 2 | 488 |
| 71 | 愛媛 | → 山口 | モデル推計値 | 31 | 0 | 0 | 0 | 6 | 37 |
| | | | 実績値(H19) | 29 | | | 0 | 8 | 37 |
| 72 | 大阪 | → 大分 | モデル推計値 | 64 | 0 | 0 | 0 | 15 | 79 |
| | | | 実績値(H19) | 75 | | | 0 | 4 | 79 |
| 73 | 山口 | → 愛媛 | モデル推計値 | 43 | 0 | 0 | 100 | 4 | 147 |
| | | | 実績値(H19) | 27 | | | 118 | 2 | 147 |
| 74 | 愛媛 | → 千葉 | モデル推計値 | 32 | 126 | 0 | 107 | 12 | 277 |
| | | | 実績値(H19) | 12 | 111 | | 128 | 26 | 277 |
| 75 | 愛知 | → 神奈川 | モデル推計値 | 0 | 0 | 227 | 2,136 | 302 | 2,665 |
| | | | 実績値(H19) | | | 133 | 2,515 | 17 | 2,665 |
| 76 | 神奈川 | → 愛知 | モデル推計値 | 0 | 0 | 139 | 2,706 | 268 | 3,113 |
| | | | 実績値(H19) | | | 132 | 2,963 | 18 | 3,113 |
| 77 | 東京 | → 静岡 | モデル推計値 | 0 | 0 | 184 | 1,150 | 157 | 1,491 |
| | | | 実績値(H19) | | | 122 | 1,336 | 33 | 1,491 |
| 78 | 愛知 | → 愛媛 | モデル推計値 | 144 | 0 | 0 | 470 | 25 | 640 |
| | | | 実績値(H19) | 52 | | | 584 | 4 | 640 |
| 79 | 山口 | → 愛知 | モデル推計値 | 43 | 0 | 0 | 159 | 16 | 218 |
| | | | 実績値(H19) | 81 | | | 112 | 25 | 218 |
| 80 | 山口 | → 千葉 | モデル推計値 | 0 | 85 | 15 | 155 | 13 | 268 |
| | | | 実績値(H19) | | 5 | 97 | 131 | 35 | 268 |
| 81 | 宮城 | → 愛知 | モデル推計値 | 29 | 41 | 9 | 107 | 21 | 207 |
| | | | 実績値(H19) | 69 | 40 | 0 | 23 | 74 | 207 |
| 82 | 千葉 | → 愛媛 | モデル推計値 | 13 | 53 | 36 | 0 | 5 | 107 |
| | | | 実績値(H19) | 12 | 91 | 2 | 0 | 3 | 107 |
| 合計 | | | モデル推計値 | 9,994 | 8,874 | 3,971 | 28,234 | 4,584 | 55,658 |
| | | | (分担シェア) | (18.0%) | (15.9%) | (7.1%) | (50.7%) | (8.2%) | (100%) |
| | | | 実績値(H19) | 8,111 | 10,674 | 2,572 | 31,179 | 3,122 | 55,658 |
| | | | (分担シェア) | (14.6%) | (19.2%) | (4.6%) | (56.0%) | (5.6%) | (100%) |

注) 四捨五入のため合計が一致しない場合がある。

注) フェリー、RORO船、コンテナ船の輸送量は当該ODにおいて複数航路がある場合には、各船種の代表航路の貨物量。

表 -B.3 中距離輸送の機関分担モデル構築のために抽出した 35 の OD の輸送機関別の実績値とモデル(M-1)推計値

| No. | 発地域 | 着地域 | 輸送機関別の地域間OD輸送量(H19年) [単位:千MT] | | | | | |
|-----|-----|-------|-------------------------------|---------|--------|---------|--------|--------|
| | | | フェリー | コンテナ船 | 自動車 | 鉄道 | 合計 | |
| 1 | 香川 | → 大阪 | モデル推計値 | 159 | 0 | 665 | 3 | 827 |
| | | | 実績値(H19) | 401 | | 425 | 1 | 827 |
| 2 | 兵庫 | → 香川 | モデル推計値 | 180 | 16 | 818 | 32 | 1,046 |
| | | | 実績値(H19) | 259 | 3 | 779 | 5 | 1,046 |
| 3 | 愛媛 | → 広島 | モデル推計値 | 169 | 50 | 302 | 0 | 521 |
| | | | 実績値(H19) | 220 | 0 | 300 | 0 | 521 |
| 4 | 香川 | → 兵庫 | モデル推計値 | 150 | 12 | 564 | 0 | 726 |
| | | | 実績値(H19) | 353 | 1 | 371 | | 726 |
| 5 | 和歌山 | → 徳島 | モデル推計値 | 325 | 0 | 0 | 0 | 325 |
| | | | 実績値(H19) | 325 | 0 | 0 | 0 | 325 |
| 6 | 香川 | → 和歌山 | モデル推計値 | 281 | 0 | 0 | 2 | 284 |
| | | | 実績値(H19) | 283 | 0 | 0 | 1 | 284 |
| 7 | 山口 | → 福岡 | モデル推計値 | 860 | 30 | 1,974 | 1 | 2,865 |
| | | | 実績値(H19) | 222 | 48 | 2,585 | 10 | 2,865 |
| 8 | 岡山 | → 兵庫 | モデル推計値 | 0 | 110 | 4,685 | 298 | 5,094 |
| | | | 実績値(H19) | | 270 | 4,821 | 3 | 5,094 |
| 9 | 岡山 | → 愛媛 | モデル推計値 | 179 | 19 | 623 | 0 | 822 |
| | | | 実績値(H19) | 250 | 12 | 560 | 0 | 822 |
| 10 | 香川 | → 広島 | モデル推計値 | 123 | 0 | 311 | 1 | 435 |
| | | | 実績値(H19) | 179 | | 255 | 1 | 435 |
| 11 | 福岡 | → 山口 | モデル推計値 | 1,568 | 54 | 3,597 | 5 | 5,224 |
| | | | 実績値(H19) | 221 | 3 | 4,978 | 22 | 5,224 |
| 12 | 大阪 | → 香川 | モデル推計値 | 515 | 0 | 1,158 | 33 | 1,706 |
| | | | 実績値(H19) | 158 | | 1,536 | 11 | 1,706 |
| 13 | 熊本 | → 長崎 | モデル推計値 | 215 | 0 | 220 | 2 | 437 |
| | | | 実績値(H19) | 218 | | 219 | 0 | 437 |
| 14 | 長崎 | → 熊本 | モデル推計値 | 199 | 0 | 0 | 4 | 203 |
| | | | 実績値(H19) | 202 | | 0 | 1 | 203 |
| 15 | 岡山 | → 徳島 | モデル推計値 | 122 | 0 | 286 | 0 | 408 |
| | | | 実績値(H19) | 180 | | 228 | 0 | 408 |
| 16 | 香川 | → 愛媛 | モデル推計値 | 570 | 0 | 2,691 | 90 | 3,352 |
| | | | 実績値(H19) | 95 | | 3,256 | 1 | 3,352 |
| 17 | 愛媛 | → 岡山 | モデル推計値 | 64 | 0 | 223 | 0 | 288 |
| | | | 実績値(H19) | 163 | | 125 | 0 | 288 |
| 18 | 高知 | → 岡山 | モデル推計値 | 147 | 0 | 0 | 0 | 147 |
| | | | 実績値(H19) | 147 | | 0 | 0 | 147 |
| 19 | 広島 | → 香川 | モデル推計値 | 162 | 0 | 400 | 1 | 564 |
| | | | 実績値(H19) | 137 | | 426 | 1 | 564 |
| 20 | 徳島 | → 岡山 | モデル推計値 | 135 | 0 | 0 | 0 | 135 |
| | | | 実績値(H19) | 135 | | 0 | 0 | 135 |
| 21 | 兵庫 | → 徳島 | モデル推計値 | 60 | 0 | 958 | 3 | 1,021 |
| | | | 実績値(H19) | 118 | | 902 | 1 | 1,021 |
| 22 | 滋賀 | → 香川 | モデル推計値 | 100 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| | | | 実績値(H19) | 100 | | 0 | | 100 |
| 23 | 徳島 | → 大阪 | モデル推計値 | 202 | 0 | 669 | 2 | 873 |
| | | | 実績値(H19) | 58 | | 815 | 0 | 873 |
| 24 | 高知 | → 広島 | モデル推計値 | 74 | 0 | 0 | 0 | 74 |
| | | | 実績値(H19) | 74 | | 0 | 0 | 74 |
| 25 | 岡山 | → 高知 | モデル推計値 | 118 | 0 | 390 | 0 | 508 |
| | | | 実績値(H19) | 94 | | 414 | 0 | 508 |
| 26 | 徳島 | → 広島 | モデル推計値 | 69 | 0 | 0 | 0 | 69 |
| | | | 実績値(H19) | 69 | | 0 | 0 | 69 |
| 27 | 兵庫 | → 岡山 | モデル推計値 | 0 | 83 | 3,525 | 208 | 3,817 |
| | | | 実績値(H19) | | 85 | 3,729 | 2 | 3,817 |
| 28 | 高知 | → 兵庫 | モデル推計値 | 84 | 0 | 324 | 1 | 408 |
| | | | 実績値(H19) | 56 | | 352 | 0 | 408 |
| 29 | 徳島 | → 兵庫 | モデル推計値 | 64 | 0 | 907 | 2 | 973 |
| | | | 実績値(H19) | 63 | | 909 | 1 | 973 |
| 30 | 広島 | → 徳島 | モデル推計値 | 23 | 0 | 65 | 0 | 88 |
| | | | 実績値(H19) | 66 | | 22 | 1 | 88 |
| 31 | 兵庫 | → 高知 | モデル推計値 | 46 | 0 | 206 | 2 | 254 |
| | | | 実績値(H19) | 38 | | 214 | 2 | 254 |
| 32 | 広島 | → 愛媛 | モデル推計値 | 101 | 28 | 170 | 0 | 299 |
| | | | 実績値(H19) | 19 | 0 | 279 | 0 | 299 |
| 33 | 大阪 | → 徳島 | モデル推計値 | 68 | 0 | 1,067 | 2 | 1,137 |
| | | | 実績値(H19) | 28 | | 1,108 | 1 | 1,137 |
| 34 | 香川 | → 滋賀 | モデル推計値 | 14 | 0 | 50 | 0 | 64 |
| | | | 実績値(H19) | 22 | | 42 | | 64 |
| 35 | 広島 | → 高知 | モデル推計値 | 10 | 0 | 27 | 0 | 37 |
| | | | 実績値(H19) | 3 | | 34 | 0 | 37 |
| 合計 | | | モデル推計値 | 7,157 | 402 | 26,877 | 694 | 35,130 |
| | | | (分担シェア) | (20.4%) | (1.1%) | (76.5%) | (2.0%) | (100%) |
| | | | 実績値(H19) | 4,954 | 422 | 29,684 | 69 | 35,130 |
| | | | (分担シェア) | (14.1%) | (1.2%) | (84.5%) | (0.2%) | (100%) |

注) 四捨五入のため合計が一致しない場合がある。

注) フェリー, RORO船, コンテナ船の輸送量は当該ODにおいて複数航路がある場合には, 各船種の代表航路の貨物量。

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of NILIM

No. 708 December 2012

編集・発行 ©国土技術政策総合研究所

本資料の転載・複写のお問い合わせは

〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1
管理調整部企画調整課 電話:046-844-5019