



日本財団
The Nippon Foundation

助成事業

「船舶輸送におけるカーボンフットプリント策定
に関する調査研究」

(2009 年度報告書)

2010 年 3 月

財団法人 日本船舶技術研究協会

はしがき

本報告書は、日本財団の2009年度助成事業「国際海運における温室効果ガス削減のための総合対策」の一環で実施された「船舶輸送におけるカーボンフットプリント策定に関する調査研究」の成果をとりまとめたものである。

この調査研究は、（財）日本船舶技術研究協会に「船舶輸送におけるカーボンフットプリント策定検討委員会」（委員構成は別掲のとおり）を設置し、（独）海上技術安全研究所及び（株）三菱総合研究所による調査結果、（社）産業環境管理協会からの情報提供を受け、各委員のご協力を得て実施された。

船舶の輸送におけるカーボンフットプリント策定に関する調査研究

委員名簿(順不同、敬称略)

委員長	今津 隼馬 (東京海洋大学)
委員	村山 英晶 (東京大学)
	安藤 裕友 (海上技術安全研究所)
	福澤 敏博 (川崎汽船)
	小林 正則 (商船三井)
	実 謙二 (商船三井)
	増田洋一郎 (日本郵船)
	斎藤 光明 (日本船主協会)
	小村 淳 (川崎造船)
	柴田 繁志 (三井造船)
	上田 直樹 (三菱重工業)
	岩本 昌樹 (ユニバーサル造船)
	谷川 壽邦 (トヨタ自動車)
	山田 和幸 (本田技研工業)
	中野 勝行 (産業環境管理協会)
	斎藤 潔 (日本電機工業会)
関係者	吉田 正彦 (海上技術安全研究所)
	沼野 正載 (商船三井)
	越坂 忠裕 (日本郵船)
	佐々木千一 (日本海事協会)
	塚越 静雄 (日本自動車工業会)
	永村 知之 (三菱総合研究所)
関係官庁	坂下 広朗 (国土交通省 海事局 安全・環境政策課)
	三宅 正寿 (国土交通省 国土交通政策研究所)
	亀田 吉隆 (国土交通省 国土交通政策研究所)
事務局	岩本 泉 (日本船舶技術研究協会)
	平川 貴光 [吉田 正則] (日本船舶技術研究協会)
	仁平 一幸 (日本船舶技術研究協会)
	山下 優一 (日本船舶技術研究協会)

(注)[]内は前任者を示す。

目 次

1. 調査研究の目的及び進め方	1
1.1 目的	1
1.2 調査の進め方	1
2. C F P制度全般に関する国内及び国際的な状況	3
2.1 C F P制度に関する国際的・国内的な周辺状況の調査及び整理	3
2.1.1 経済産業省を中心とした我が国の動き	3
2.1.2 I S Oを中心とする国際的な動き	4
2.1.3 主要国の動き	4
3. C F P関連情報の概要と実際に提供されている情報等の分析	7
3.1 ヒアリング調査	7
3.1.1 我が国の主要な船社に対するヒアリング	7
3.1.2 荷主団体、荷主企業に対するヒアリング	7
3.1.3 D N V等海外船級の動向を含めて海上輸送に関するC F P情報の要件の取り 纏め	8
3.2 ヒアリング結果	9
3.2.1 船社	9
3.2.2 荷主	10
3.2.3 検証機関等	11
3.3 まとめ	12
4. 船舶輸送における標準的なC F P算定手順策定のための基本的な考え方の整理	15
4.1 商品のカーボンフットプリントへの対応	15
4.1.1 基本方針	15
4.1.2 二次データとして利用可能な原単位の設定方法	16
4.1.3 船社又は個船ごとのデータ算出方法	16
4.2 グローバル物流の把握(組織のカーボンフットプリント)への対応	17
4.2.1 基本方針	17
4.2.2 二次データとして利用可能な原単位の設定方法	17
4.2.3 船社又は個船ごとのデータ算出方法	18
4.3 まとめ	19
5. 二次データとして利用可能な原単位の算出	26
5.1 算出方法についての考え方	26
5.1.1 I M O(国際海事機関)のC O ₂ 排出源単位の推計方法	26
5.1.2 C O ₂ 排出源単位の推計方法の検討	26
5.1.3 C O ₂ 排出原単位の推計方法の適用	26
5.1.4 使用データ	26
5.2 I M OのC O ₂ 排出原単位の推計方法	28
5.2.1 I M OのC O ₂ 排出量とC O ₂ 排出原単位の推計方法	28
5.2.2 I M OのC O ₂ 排出量とC O ₂ 排出原単位の推計の再現	31
5.3 本調査のC O ₂ 排出原単位の推計方法	32
5.3.1 本調査の考え方	32
5.3.2 本調査の航海日数と航海距離の推計方法	33
5.3.2.1 L M I Uデータの内容	33
5.3.2.2 L M I Uデータを用いた航海日数と航海距離の推定方法	37
5.3.2.3 L R Fデータを用いた船舶要目の算出方法	42

5.4	C02 排出原単位の推計方法の適用	42
5.4.1	基本的な推計方法の内容	42
5.4.2	基本的な推計方法の適用結果	48
5.4.3	推計方法の改善とその適用結果	51
5.4.3.1	推計方法の改善の検討	51
5.4.3.2	主機負荷率の補正	51
5.4.3.3	航海距離の補正	55
5.4.3.4	航海速度のカタログ値(サービス速度)の利用	58
5.4.3.5	主機負荷率の補正と航海距離の補正の統合	60
5.5	まとめ	61
5.5.1	今回の手法の評価及び将来の展開	61
5.5.2	現在用いられているC02排出源単位との比較	62
5.5.3	提案した方法④による計算値	63
5.6	二次データとして利用可能な原単位の算出方法についての補足的考察	63
5.6.1	コンテナ1TEU当たりの重量及びコンテナ船の積載率について	64
5.6.1.1	活用したデータの概要	64
5.6.1.2	コンテナ1TEU当たりの重量の試算	66
5.6.1.3	船型別に見たコンテナ船1隻当たりの積載率の試算	68
5.6.2	リーファーコンテナについて	70
5.6.2.1	船舶の設計におけるリーファーコンテナの取り扱い	70
5.6.2.2	リーファーコンテナの使用状況及びデータ把握に関する現状	72
5.6.2.3	リーファーコンテナの原単位設定について	73
5.6.2.4	設計値ベースでの原単位の試算	76
5.6.2.5	まとめと今後の課題	78
6.	船社毎又は個船毎の実績ベースによる排出量の算出方法	81
6.1	基本的な考え方	81
6.2	商品のカーボンフットプリントへの対応	81
6.2.1	想定する算定方法	81
6.2.2	単位輸送量当たりのC02排出量の算出方法	84
6.3	グローバル物流の把握(組織のカーボンフットプリント)への対応	85
6.3.1	想定する算定方法	85
6.3.2	単位輸送量当たりのC02排出量の算出方法	87
7.	まとめ	88
8.	参考資料	89

1. 調査研究の目的及び進め方

1.1 目的

カーボンフットプリント（CFP）は、商品の各単位について、ライフサイクル全般（資源採掘から廃棄まで）で排出される温室効果ガスをCO₂量で表したものであり、商品に表示（見える化）することで、消費者にCO₂排出量の自覚を促すと共に、CO₂排出量の少ない商品への選好を高めることにより、サプライチェーンを通じた企業のCO₂排出量削減を促進するものである。環境負荷の低減に努めている事業者にとっては、温暖化対策を消費者に直接アピールできるというメリットがある。

商品のCFPを計算する上で、原材料や商品そのものの輸送により発生するCO₂量の計算も必要であり、商品のCFP計算自体は製造事業者が実施するが、海運サイドはその際必要なデータ提供を求められることとなる。

また、より環境負荷低減に関して感度の高い荷主においては、より環境負荷の低い物流手段・輸送経路を明確化し、採用しようという動きもある。他方、これらの情報提供要請を受ける海運サイドでは、現在標準的な方法がないため、船社毎にまちまちな方法での情報提供とならざるを得ない。

このため、荷主の要請に対して比較可能な透明度の高い情報の提供を可能とし、海運分野での環境負荷低減の契機となるよう、国際貨物輸送に関し、CFP算定に貢献するデータの提出を可能とする方策案をとりまとめることを目的とする。

1.2 調査研究の進め方

今回の調査作業は、目標を国際海運のCFPに関するPCR¹作成におくものではなく（PCRについては、CFP策定に関する国際的な標準が作成された後の作業が効率的）、既に一部荷主等から国際貨物輸送に関する関連データの提示が求められている状況に鑑み、PCR作成に先立つデファクトスタンダードの策定を目標とする。そのために以下のように作業を進めることとする。

（1）CFP制度に関する国際的・国内的な周辺状況の整理

まず、CFP制度全般についての理解を深めるため、国内外の現状について整理する。

（2）現在荷主サイドから海運サイドに対して提供が要請されているCFP関連情報の概要と実際に提供されている情報を関係者へのヒアリング等により整理

① 我が国の主要な船社に対するヒアリング

荷主の要望状況、海運業界（国際・国内）の対応状況、自社の対応状況、CFP情報を提供している場合にはその算出手法

② 荷主団体、荷主企業に対するヒアリング

（CFPの算定・表示を予定している）荷主企業等における作業状況、今後の対応予定（PCR

¹ 商品種ごとに定められるカーボンフットプリントの算定・基準であり、対象商品・サービスの定義、各ライフサイクルステージの設定、算定・表示方法等から構成されるもの。

作成の予定も含む)

- ③ その他 DNV 等海外船級の動向を含めて海上輸送に関する C F P 情報の要件を取り纏める。

(3) 船舶輸送における標準的な C F P 算定手順案の策定

① 基本的考え方の整理

C F P を商品に表示することは、過去のデータを基に未来を表示することであるから、まず、商品サイド（表示サイド）のニーズを明確化することにより、季節変動、景気変動による運航形態（速力等）、荷物量（積載率の変化、特にコンテナ船のように荷物が減っても運航する定航の場合）等の変化をどう考慮するか等、考え方の整理が必要である。

また、対象船種としては、積載率、混載等の観点から、コンテナ船が最も複雑と考えられ、C F P の表示が非耐久消費財を中心に進んでいくことを考えると、コンテナ輸送についての検討を優先すべきであるが、タンカー、バルカー、P C C についても、それぞれ航路等の特殊性を踏まえ、考え方を整理しておく必要がある。

② 二次データとして利用可能な原単位の算出方法の検討

- 全世界の公知のデータから船種別等に原単位を算出
コンテナ海上荷動量、コンテナ船の燃料消費量（I M O の G H G 専門家グループが国際海運からの C O 2 排出量推定に用いたデータを利用）から、g/TEU・km の数値を算出など、公知のデータから適当な船種、大きさ等の区分毎に原単位を算出する方法を検討する。
- 上記の原単位を更に細分化する方法について検討
例えば、主要航路毎の g/TEU・km の数値を算出するなどの方法が考えられるが、現実的、有益な方法として、通関データ等を活用し検討を加える。

③ 船社毎又は個船毎の実績ベースによる排出量の算出方法を検討

例えば、I M O で導入を促進している E E O I² を用いた手法とすれば、各船社では 1 航海毎の貨物量・燃料消費量データをある程度纏めて通報することが期待されるので、このデータを用いれば、大規模な海運事業者であれば、一定期間の移動平均を用いた実績値の形で、主要航路の C F P、或いは定期航路を運航している船舶であれば、個船の C F P を計算することが可能となるが、このような可能性も踏まえて基本的な算出方法を検討する。

² Energy Efficiency Operational Indicator：エネルギー効率運航指標（詳細は、別途公表する報告書「国際海運における温室効果ガス排出削減に向けた総合対策」参照）。

2. C F P 制度全般に関する国内及び国際的な状況

2.1 C F P 制度に関する国際的・国内的な周辺状況の調査及び整理

2.1.1 経済産業省を中心とした我が国の動き

- 2008年6月より「CO₂排出量の算定・表示・評価に関するルール検討会」において、「カーボンフットプリント制度の在り方(指針)」及び「商品種別算定基準(PCR)策定基準」の検討作業を開始し、2009年3月3日に策定・公表。
- 「指針」の内容を標準仕様書(Technical Specification)³「カーボンフットプリントの算定・表示に関する一般原則」(TS Q 0010)(参考2-1参照)として取り纏め、2009年4月20日に公表。
- 2009年6月より、「カーボンフットプリント算定・表示試行事業」として、PCRの作成スキームが始動。
- 2010年2月19日現在、75件のPCR原案策定計画⁴が登録され策定作業が進められており、順次PCRの認定がなされている。

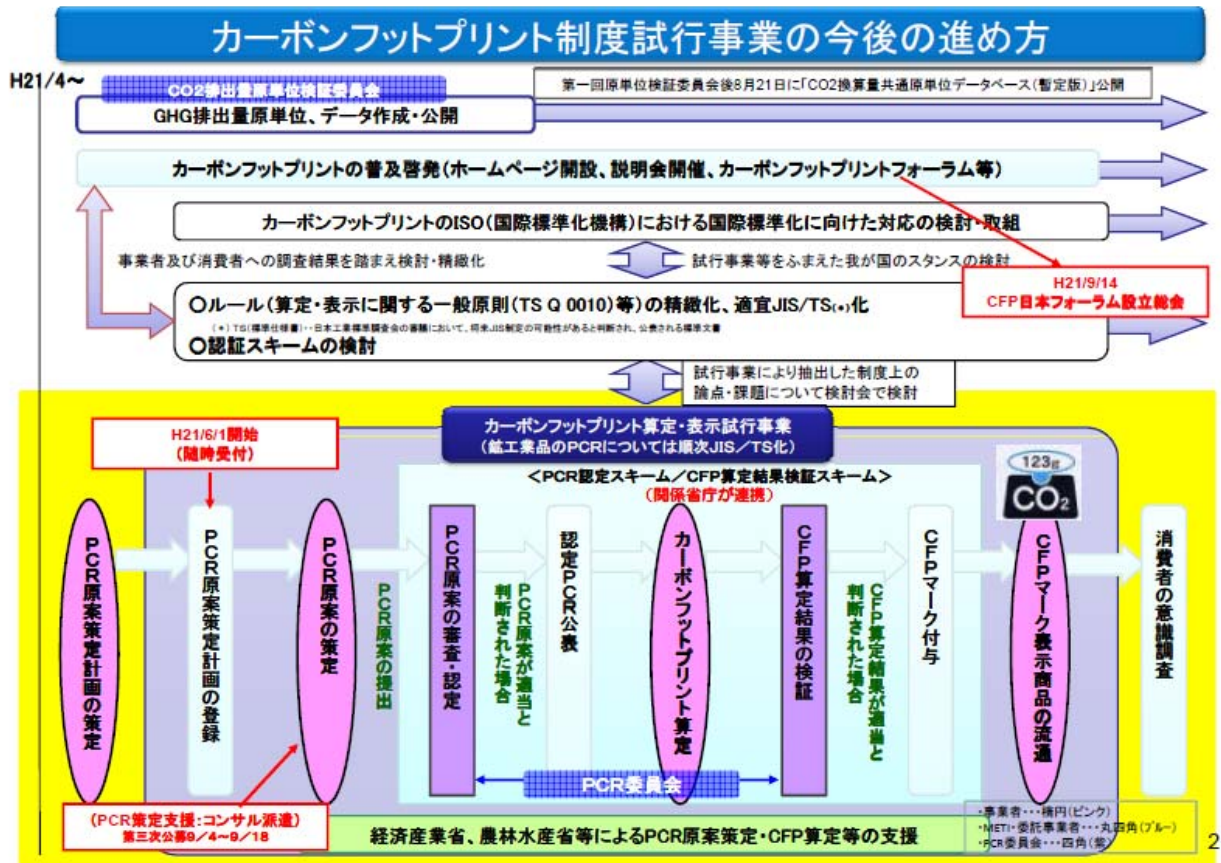


図 2.1 C F P 制度施行事業の流れ

出典：検討委員会資料（（社）産業環境管理協会提供）

³ 日本工業標準調査会(JISC)の審議において、将来、日本工業規格(JIS)制定の可能性があると判断され公表される標準文書。

⁴ PCR 原案策定計画一覧は、<http://www.cfp-japan.jp/calculate/entry/opening2.php> から入手可。また、認定された PCR は、<http://www.cfp-japan.jp/calculate/authorize/pcr.php>に掲載。

2.1.2 ISOを中心とする国際的な動き

ISOでは、国際規格を速やかに発行する必要性を考慮して、作業段階に応じて目標期日が定められている(ISO/IEC 専門業務用指針)。順調に標準化作業が ISO/TC207/SC7/WG2 にて行われると想定した場合、以下の標準化スケジュールとなる見通しである。

ISO/TC207/SC7/SC7/WG2 ウィーン会合から、WD2 に対して出された各国からのコメントについて検討が行われている。

※ TC207 : ISO に設置された「環境マネジメント技術委員会」(TC:Technical-Committee)

※ SC7:TC207 に設置された「温室効果ガスマネジメント及び関連活動分科委員会」(SC:Sub-Committee)

表 2.1 ISO関係主要スケジュール

年月	主なスケジュール内容
2009年9月1日	ISO14067-1 WD2 回付 (ISO14067-2 の回付は遅延中)
2009年9月30日	WD2 に対するコメントのセクレタリーへの提出期限
2009年10月初旬(予定)	各国からのコメントの配布
2009年10月19~21日	SC7/WG2 ウィーン会合
2009年11月	CD の登録
2010年5月	DIS 登録
2011年5月	FDIS 登録
2011年11月	ISO Standard(発行規格)の入手 (新規作業項目提案承認後 36 ヶ月)

<注>

・WD (working draft ; 作業原案)

・CD (committee draft ; 委員会原案)

※ 合意に至らない場合、第2次委員会原案 CD2 や CD3 を発行する場合もある。

・DIS (Draft International Standard ; 国際規格案) = (enquiry draft : 照会原案)

・FDIS (Final Draft International Standard ; 最終国際規格案) = (approval draft : 承認原案)

出典 : 検討委員会資料 ((社) 産業環境管理協会提供)

2.1.3 主要国の動き⁵

① 英国

- カーボンフットプリントに係る国内規格である PAS2050 “Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and service” および PAS2050 導入のための関連ガイドラインを策定。
- ガイドラインの発効は2010年3月頃を目途。

② 米国

- 法案の改正でカーボンラベルの調査を検討中。

③ フランス

- 国民会議が2010年早期に「環境ラベル法」を審議予定。CO₂のみならず他の製品環境情報も対象とするもの。

④ スイス

- 非営利組織「Climatop」によるカーボンラベルプログラム「Climatop」が開始。
- 大手小売業 Migros (ミグロ) 社が、食品、日用品等に導入している他、ダイソン社が

⁵ http://www.cfp-japan.jp/system/initiative_014.htmlにおける「資料3 海外調査報告書」参照。

エアータオル等に導入するなど広がりを見せている。

- ラベルには数値が記されていない（ウェブからファクト・シート入手可能）。
- 消費者が低炭素商品を見極めやすいよう、低炭素商品にのみロゴを貼ることができる。

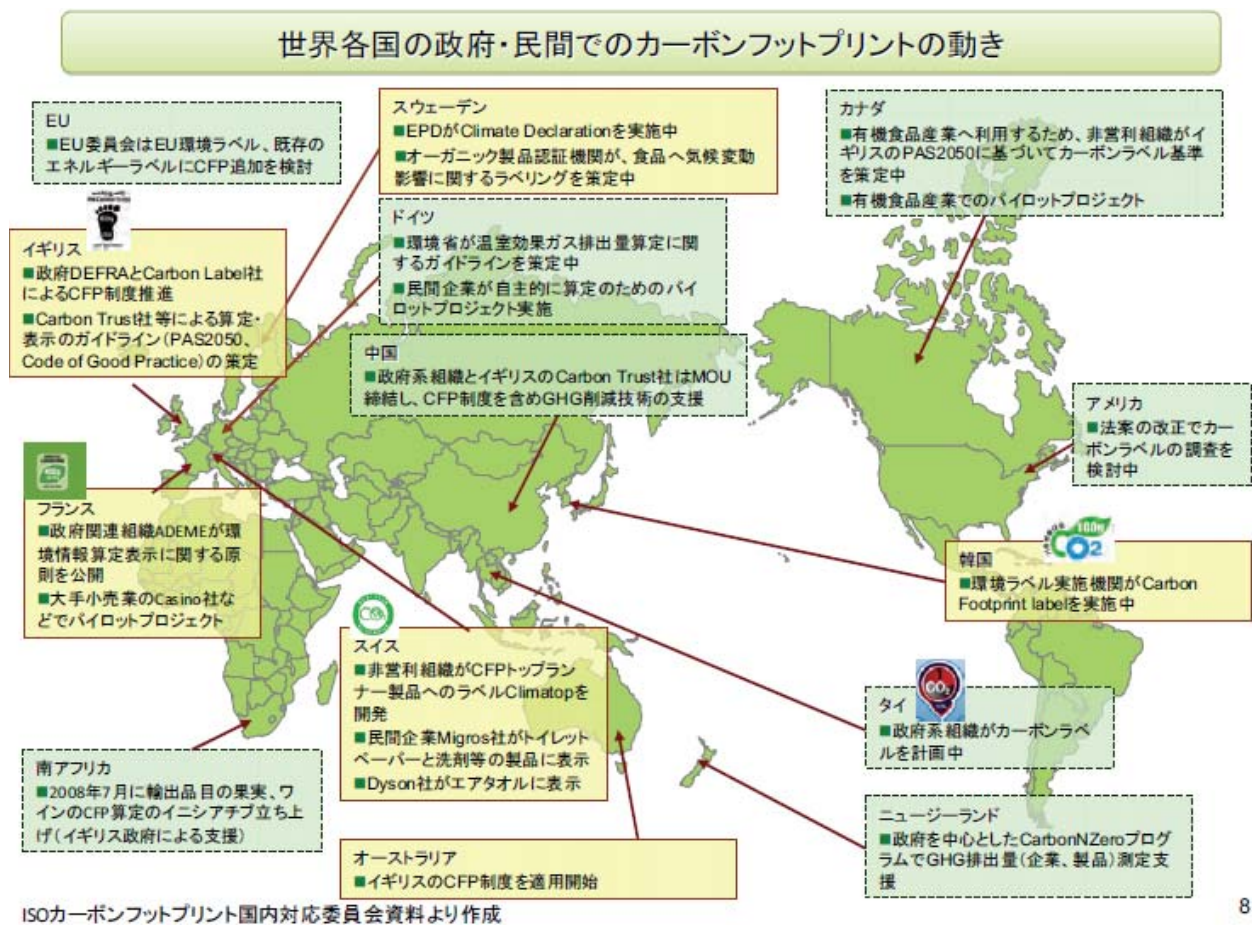


図 2.2 カーボンフットプリントを巡る世界の動き

出典：検討委員会資料（（社）産業環境管理協会提供）

○参考

参考 2.1 TS Q0010 のポイント

(1) 算定に関する基本ルール

- ◆ $GHG \text{ 排出量} = \sum (\text{活動量}_i \times GHG \text{ 排出量原単位}_i)$: i はプロセス
 - ◆ 事業者は、製品のGHG排出量については、一次データを用いて算定することを原則とし、二次データの利用は一次データの取得が困難な場合に限る。
- 一次データ：算定事業者が自らの責任において収集するデータ
- 二次データ：算定事業者が自らの責任において収集することが困難で、共通データ、文献データ及びLCAの実施例からの引用だけによって収集するデータ

表 2.2 各算定段階における活動量・原単位の例

算定段階	活動量の例	原単位の例
原材料調達	素材使用量	素材 1kg 当たりの生産時の GHG 排出原単位
生産	組立て重量	重量 1kg 当たりの組立て時の GHG 排出原単位
	生産時電力消費量	電力 1kWh 当たり GHG 排出原単位
流通・販売	輸送量(kg・km)=輸送距離×積載率×トラックの積載量	製品の輸送量 1kg・km 当たりの GHG 排出原単位
使用・維持管理	使用時電力消費量	電力 1kWh 当たり GHG 排出原単位
廃棄・リサイクル	埋め立て重量	1kg 埋め立て時の GHG 排出原単位
	リサイクル重量	1kg リサイクル時の GHG 排出原単位

(2) 配分 (アロケーション)

- 生産段階や流通・販売段階等、複数種別の製品が混流するプロセスにおいては、事業者は全体のGHG排出量から、個別商品のGHG排出量を配分する。
- 配分方法(重量比、経済価値比等)は、製品特性やプロセス特性に応じて個別のPCRで規定。

(3) カットオフ

- GHG排出量の算定において、製品を構成する部品・材料のうち、一定基準以下のものは、GHG排出量算定結果に大きな影響を及ぼさないものとし、算定を行わなくてもよいとすること。
- 具体的基準は、公正な議論を踏まえて個別のPCRで規定。

(4) PCR

- PCRの作成に当たっては、カーボンフットプリントの表示を行おうとする事業者及び業界団体等が主体となり、一定の公正な手続を経て策定。策定されたPCRはインターネット上などで一般に公開。

表 2.3 PCRに記述する各項目のイメージ

大項目	小項目
対象製品の定義	製品種類 算定範囲(ライフサイクルの算定段階、システム境界)
各算定段階内の設定	収集するデータ項目 配分方法(アロケーション) カットオフ基準 廃棄・リサイクルの考え方(シナリオ設定等)など
LCA計算	使用する原単位 など
表示方法	ラベル表示位置、サイズ 追加表示項目 など

3. C F P 関連情報の概要と実際に提供されている情報等の分析

3.1 ヒアリング調査

現在荷主サイドから海運サイドに対して提供が要請されているカーボンフットプリント（C F P）関連情報の概要と実際に提供されている情報整理を目的として、主要船社、荷主団体及び企業（国内及び外資系）、検証機関等に対してヒアリングを実施した。

3.1.1 我が国の主要な船社に対するヒアリング

我が国の主要船社（委員企業3社）に対し、荷主との関係におけるC F Pの取組状況やその他国際物流のCO₂削減等の観点からの荷主との協力関係についてヒアリングを行った。ヒアリング項目は以下の通り。

<ヒアリング項目>

- C F Pに関する荷主の要望状況
- 海運業界（国際・国内）の対応状況
- 自社の対応状況
- C F P情報を提供している場合にはその算出方法
- その他国際物流の温室効果ガス排出量の把握の観点からの情報提供方法等
- C F Pの原単位算出において2次データを活用する際に、活用可能なデータ

3.1.2 荷主団体、荷主企業に対するヒアリング

3.1.1の調査結果から、特にC F Pに対する取組が盛んであり船社にとって重要と思われる業種を特定し、その代表的な荷主団体・企業（自動車、電機を含む）に対し、ヒアリングを行った。

また、製品種別P C Rの作成状況を把握し作成が予定されている製品種類のうち、国際海運輸送が重要な位置を占めると予想されるものについて、必要に応じヒアリングを実施した。

さらに、外資系の関係業界へもヒアリングを行った。

なお、国内において外資系の関係業界へのヒアリングが困難だったため、海外のコンサルタントへ委託し調査を行った。

<ヒアリング項目>

- P C Rの策定状況
- 物流の算定方法の検討状況
- 主要製品のC F P値に占める国際海運の割合
- 国際海運による製品間の差別化の意向
- 原単位に対する要望（C F P及びその他用途）等

3.1.3 DNV等海外船級の動向を含めて海上輸送に関するCFP情報の要件の取り纏め

カーボンフットプリントに関する検証業務を行っている検証機関に対し、現在の取組状況や原単位作成のあり方等をヒアリングし、確認した。

<ヒアリング項目>

- 各社のCFPに関する取組状況（取り扱い状況、検証方法等）
- 荷主企業のCFPに関する取組状況
- 国際海運の算定方法の現状と課題
- 検証の際に原単位に求める要件 等

表 3.1 調査対象

区 分	調査対象数	
船社	邦船社（3社）	
荷主	国内	自動車メーカー（2社）、電機メーカー（3社）、 商社（食品系1社）、小売（1社） ※うち1社は電話ヒアリングのみ
	外資系	2社
検証機関等	外資系船級機関（1社）、検証機関（1社）	

表 3.2 ヒアリング項目

区 分	ヒアリング項目
船社	<ul style="list-style-type: none"> • CFPに関する荷主の要望状況 • 海運業界（国際・国内）の対応状況 • CFPへの対応状況 • CFP情報を提供している場合にはその算出方法 • その他国際物流の温室効果ガス排出量の把握の観点からの情報提供方法等 • CFPの原単位算出において2次データを活用する際に、活用可能なデータ
荷主	<ul style="list-style-type: none"> • CFPに対する取組意向と物流部門での取組状況 • 業界としてのCFPに対する取組状況（PCRの策定状況等） • 国際物流の算定方法の検討・適用状況 • 主要製品のCFP値に占める国際海運の割合 • 国際海運による製品間の差別化の意向 • 国際物流での排出削減目標とそれに向けての取組 • 原単位に対する要望（CFP及びその他用途）
検証機関等	<ul style="list-style-type: none"> • CFPに関する取組状況（取り扱い状況、検証方法等） • 荷主企業のCFPに関する取組状況 • 国際海運の算定方法の現状と課題 • 検証の際に原単位に求める要件 • 船級サービスとしての排出量データの収集状況

3.2 ヒアリング結果

3.2.1 船社

(1) CFPに関する荷主の要望状況

各社とも荷主からの要請に応じて、航路別のコンテナ船原単位 (g-CO₂/TEU・km) や自動車専用船の原単位 (g-CO₂/t・km) を提供している。荷主側から、原単位の算出方法について指定があるケースもある。

また、BSR⁶の Clean Cargo WG に参加している船社では、BSRが指定した方法に基づき、航路別のコンテナ船原単位を算出し、BSRに提出している。

上記の原単位は、企業が企業活動を行うに当たり排出するCO₂排出量の合計（以下「グローバル物流に係るCO₂排出量」という。）を算定するために用いられており、製品のCFPの算定のためにこれら原単位を用いているケースは少ないと考えられる。

(2) 海運業界（国際・国内）の対応状況

一部大手荷主では船社を選定する際に環境負荷の低さを評価軸の一つとして設定しているため、海運業界としても環境対策は行っているが、現時点ではCFPそのものに対する荷主の要望は大きくないため、CFPへの対応はあまりなされていない。

(3) CFPへの対応状況

荷主からの要望に応じて原単位の提供等を行うこともあるが、CFPを意識したものであるケースは少ない。

(4) CFP情報を提供している場合にはその算出方法

BSRで指定された算出方法は燃料消費量の実績値から算出したCO₂排出量を、満載状態を仮定した貨物量で割ることで算出している。一方、IMOで定められているEEOIでは、貨物量についても実重量ベースで算出する。後者については算出のための工数が多くなるため、一部船社では現時点で未対応である（システムの改修等が必要となる）。

(5) その他

CFPに用いる輸送原単位について以下のような意見が挙げられた。

- 実重量ベースで原単位を算出すると、航路ごと、輸送ごとの原単位のばらつきが大きくなることが予想される。CFPに用いる原単位のばらつきが大きいことは望ましくないと考えられることから、全航路の平均値を用いた方がよいのではないか。
- CFPの値に占める海上輸送に係るCO₂排出量の割合が小さい場合、航路ごとに異なる原単位を設定することにどの程度の意義があるかについては検討が必要と考えられる。

⁶ Business for Social Responsibility：米国に本拠地を置くNGO組織。Clean Cargo WGにおいて、海上輸送に係るCO₂排出量計算等を実施。当該WGには、米国を中心とする大手荷主及び世界の主要定航船社が参加。CO₂排出量計算の手法については参考3-1参照。

3.2.2 荷主

(1) C F Pに対する取組意向と物流部門での取組状況

電機メーカー、自動車メーカーでは、いずれもC F P値に占める製品の使用段階に係る排出量が大きいことからC F Pに積極的に取り組んでいる状況にはない。

小売業ではP B品を中心にC F Pの取り組みが広がっている。ただし、使用段階で加熱調理を必要とせず、かつ、輸送時に定温輸送が必要な一部の生鮮食品を除くとC F P値に占める物流部門の占める割合は小さい。

(2) 業界としてのC F Pに対する取組状況（P C Rの策定状況等）

上記と同様、これまでにヒアリングを実施した荷主企業でC F Pに取り組んでいるのは小売業のみであり、電機メーカーや自動車メーカーではC F Pに取り組んでいる状況にはない。

ただし、C F Pの表示が義務化されるような動きがあった場合は、企業単体ではなく業界団体が足並みをそろえて対応していくことになると考えられるというコメントがあった。

(3) 国際物流の算定方法の検討・適用状況

これまでにヒアリングを実施した企業のうち、6社では国際物流に係るC O₂排出量の算定に取り組んでおり、一部企業では環境報告書で公表を行っている。ある企業では、船社に対し航路の分け方、算定手法を提示した上で原単位の提供を求めている。

なお、これらの取組とC F Pの取組は現在のところ完全に独立しており、C F Pの算出において国際物流のC O₂排出量に関するデータを用いてはいないケースが多い。

(4) 主要製品のC F P値に占める国際海運の割合

電機メーカー、自動車メーカーの製品はいずれも使用段階における排出量が製造段階のそれに比べて非常に大きいため、C F P値に占める国際海運の割合は小さい。また、電機メーカーからは完成品輸送に限れば0.1%のオーダーと考えられるとのコメントがあった。

小売業の扱う商品も大半はC F P値に占める国際海運の割合は小さいが、加熱調理をせず、輸送段階において定温輸送が必要な生鮮食品では、C F P値に占める国際海運の割合が数十%程度に達するケースもあるとのことだった。

(5) 国際物流での排出削減目標とそれに向けての取組

国内でヒアリングを実施した荷主企業の中で、国際物流での排出削減目標を設定している荷主企業はなかった。

海上輸送の多くを占めるコンテナ船では一つの船に多数の荷主の貨物が積載されることから、荷主として排出削減取組を実施することは難しい、輸入品については輸送費込みの価格（C I F価格）で契約をしているため、現時点では船種を指定することはできない等のコメントもあった。

自動車専用船では荷主の数が限定されるため、コンテナ船と比較すると排出削減取組を実施する余地はあると考えられるが、現状ではリードタイムやコストを犠牲にしてもC O₂排出量を削減するという事は考えにくい。

なお、大手外資系小売業では、今後5年間で国際物流からのC O₂排出削減5%という目標を設定しており、船舶のC O₂削減対策として、C O₂の少ないサービスを提供するパートナとの提携促進、航

路選択によるCO₂最小化、コンテナ内の積載率の向上、大型コンテナ（45ft）の利用を挙げている。

（6）原単位に対する要望（CFP及びその他用途）

グローバル物流に係るCO₂排出量算定のための原単位について、以下のような要望が挙げられた。

- 現在は船社から個別に原単位データの提供を受けてその値を用いているが、（特にコンテナ船のように燃料法を用いることが難しい船種については）本来は国やしかるべき機関などが標準的な原単位を示すべき。
- 航路別の原単位を設定し毎年更新すると投入された船舶の影響により変動が大きくなる。コンテナ船であればコンテナ船の原単位が一つあればよいと考える。現在の数値を見る限り航路別に分けなくてもよいと思うが、分けるとしてももう少し区分をまとめてもよいのではないか。
- CFP値に占める国際海運の割合は小さいため、CFP用の原単位は簡易に出せるものがよい。一方、国際物流のCO₂把握に用いる原単位は航路別・地域別に細分化された詳細なものが望ましい。
- 船種別のデータは扱いづらいため、商品種類別の原単位が欲しい。
- 混載時のアロケーションは重量ベースなのか、金額ベースなのか、また荷降ろし箇所が複数の場合のアロケーション方法等、方法論を標準化して欲しい。

3.2.3 検証機関等

（1）CFPに関する取組状況（取り扱い状況、検証方法等）

一部企業ではCFPの取組を開始しているところもあり、その検証を行ったケースも存在するが、現時点でCFPに取組み、かつ第3者検証まで受けている企業は少数である。CFPの検証に関する統一ルールは現時点で存在しないため、個別に対応している状況にある。

（2）荷主企業のCFPに関する取組状況

コンテナ船および自動車専用船を利用する頻度の高い荷主および食用油メーカー等における意識は高まりつつある。

ある外資系食品業で自らの定めた責任範囲（栽培～問屋への販売）におけるCFP値を算出したところ、フィリピンからのバナナ輸入において外航海運による排出量の比率が85%に達したという例がある。

（3）国際海運の算定方法の現状と課題

燃料の算定方法について、船舶に設置された流量計を用いるものと、バンカーオイルを購入した際に取り交わすBunker Delivery Noteをベースに算定するものがあるが、前者については流量計の精度が、後者については記入された数値の正確性が、それぞれ課題であると認識されている。

（4）検証の際に原単位に求める要件

コンテナの種類（ドライ/リーファー）をどのように反映し算定すべきか、考え方を整理する必要がある。

(5) 船級サービスとしての排出量データの収集状況

検証機関として船舶の環境対策のレベルを評価するサービスを行っているケースがある。評価基準にはE E D I⁷の数値や環境マネジメントシステムの有無、環境指標に関する目標設定の有無等がある。ただし、現段階では実績としてのCO₂排出量データやE E O Iは収集しておらず、評価の対象とはしていない。

3.3 まとめ

以上のヒアリング結果から国際船舶輸送からのCO₂排出量の算定に関する取組状況と今後の方向性は以下のようにまとめられる。なお、ヒアリングの際に提示された既存の算定方法として、B S Rの船舶輸送における原単位の算定方法と自動車業界における国際船舶輸送からのCO₂排出量の算定方法を参考に示す。

■ C F P及び国際物流におけるCO₂排出量把握の取組状況

船社、荷主（自動車及び電機メーカー）及び検証機関等のヒアリングの結果、現段階でC F Pへの取組はあまり進んでおらず、今後の具体的な動きも見えない状況にある。バナナの例のようにC F Pの数値に占める国際海運の割合が大きい場合もあるが、全体から見て国際海運のインパクトが小さい場合も多く、法的な規制等の要因がなければC F Pの取組が広がるかは不透明である。またC F Pの取組を行った場合でも相対的に国際海運の影響が小さければ数字を算出できればよいのであって詳細な差異の表現には関心が薄い。

一方で、企業活動としてのCO₂削減への要求は高まる中、自動車業界を中心に事業者全体の国際物流のCO₂排出量の算定が進んでおり、多くの荷主に利用されるコンテナ船についてこのための算定方法が整備されつつある。

■ 算定方法及び原単位策定の方向性

C F Pで用いる算定方法や原単位と企業としての国際物流の算定方法及び原単位とは、燃料の排出係数の扱い（燃焼時の排出量ベースか、ライフサイクルでの排出量ベースか）の差異はあるが、基本的には補正することで両者対応可能と考えられるため、両方あわせて考えることができる。

ヒアリング結果から、現段階では国際船舶輸送のC F Pの原単位に対する精緻化等の具体的なニーズは見られなかったことから、国際物流の算定方法及び原単位として検討を進め、C F Pへの応用もあわせて考えるのが妥当ではないかと考えられる。

また、国際物流の算定方法及び原単位としては、PCC やタンカー等の貨物種類が限定された船舶については、荷主が限定され、船ごとに荷主が個別に把握することが考えられるため、標準的な原単位としては、コンテナ船の原単位を策定するニーズが高いと言える。荷主と船社との関係や船種等により適切な算定方法も異なるため、複数の算定方法が適用できるよう算定方法の考え方を整理すべきである。

⁷ Energy Efficiency Design Index：エネルギー効率設計指標（詳細は、別途公表する報告書「国際海運における温室効果ガス排出削減に向けた総合対策」参照）。

○参考

参考 3.1 BSRの船舶輸送における原単位の算定方法

BSRでの原単位の算定方法の要点を整理すると以下のようになる。

- 原単位 (gCO₂/TEU・km) = CO₂排出量 / 貨物輸送量 で、船舶ごとに算出
- CO₂排出量は主機、発電機、ボイラーにおける年間燃料消費量から換算
- 貨物輸送量は、船舶の積載可能個数×航行距離で算定
- リーフアークンテナとドライコンテナの原単位を区別するため、コンセントの本数データも活用して原単位を算出
- 上記の算定を行うツールを会員企業に配布

具体的な算定方法は以下のとおり。

CO2 Formula
 (Note: the input sheet is designed to automatically calculate grams CO2/TEU-km based on carrier inputs)

CO2 formula for dry containers:

$$i_{Dry} = \frac{\left(\sum_{a,k} c \cdot m_{fuel,a,k} \right) - m_{RC} \cdot C}{V_{total} \cdot d}$$

CO2 formula that integrates reefer containers:

$$i_{Reefer} = \frac{\left(\sum_{a,k} c \cdot m_{fuel,abk} \right) - m_{RC} \cdot C}{V_{total} \cdot d} + \frac{m_{RC} \cdot C}{V_{Reefer} \cdot d}$$

With these definitions of variables:

$$\sum_{a,k} c \cdot m_{fuel,a,k} = c \cdot m_{fuel,HFO,ME} + c \cdot m_{fuel,HFO,AE} + c \cdot m_{fuel,HFO,Boiler} + \dots$$

$$\dots + c \cdot m_{fuel,MDO,ME} + c \cdot m_{fuel,MDO,AE} + c \cdot m_{fuel,MDO,Boiler}$$

a Different Aggregates running on fuel (ME, AE, Boiler, Incinerator)

k Different fuel types used on board (HFO, MDO)

$[m_{fuel}] = kg$ Mass of fuel consumed during specified period (incl. Time at berth, river and sea) by all consumers (ME, AE, Boiler, Incinerator)

$[m_{RC} = 1.9TEU \cdot w_{fuel} \cdot x_{Plugs} \cdot z_{time}] = kg$ Mass of fuel used for operating reefers

$[w_{fuel}] = \frac{kg}{TEU}$ Mass of fuel consumed by one reefer TEU within one year

$[V_{carg}] = TEU$ loaded onto a specific ship while at STATUTORY summer draft, and complying with the SOLAS safe visibility regulation (Chapter V "Safety of navigation", Regulation 22)

$V_{Reefer} = 1.9TEU \cdot x_{Plugs}$

$[x_{Plugs}]$ Number of reefer plugs on the vessel

1.9 TEU Number of TEU per plug. (We have several sizes of reefers e.g. 20', 40' and 45'. 1.9 is the average number of 20' reefer per reefer plug.)

$[d] = km$ Total distance sailed during specified period (Incl. River, ports and sea distance)

$[z_{time}]$ Percentage of one year calculation is provided for (if cap_year)

And these constants:

$w_{fuel} = \bar{P}_{Reefer} \cdot t \cdot y_{utilty} = 3.8kW \cdot .23kg/kWh \cdot 365 \text{ days} \cdot 24\text{hours/day} \cdot 25\% = 1914 \text{ kg/reefer-year}$

\bar{P}_{Reefer} Clean Cargo WG average power consumption of reefers = 3.8 kw

$[y_{utilty}] = 91d = 25\%$ Reefer plugs utilization per year (based on Maersk and Hamburg Süd data)

$c = 3114 \frac{g}{kg}$ IMO-approved emissions factor, as of 2005

出典 : Clean Cargo Working Group Environmental Performance Assessment 資料

参考 3.2 自動車業界における国際船舶輸送からの CO₂ 排出量の算定方法

<算出方法>

海上コンテナ輸送における CO₂ の算出はトンキロ法を適用する。

$$\begin{array}{ccccccc} \text{CO}_2 \text{ 排出量} & = & \text{原単位} & \times & \text{コンテナ本数} & \times & \text{輸送距離} \\ (\text{g-CO}_2/\text{年}) & & (\text{g-CO}_2/\text{teu} \cdot \text{km}) & & (\text{teu}/\text{年}) & & (\text{km}) \end{array}$$

<算出手順>

(1) 原単位：1年間の実績を使用して、船社ごとに以下の計算式で算出。

$$\text{航路別原単位} = \frac{\sum [1 \text{ 船あたり燃料使用量}(\text{MT}/\text{年}) \times \text{排出係数}(\text{g-CO}_2/\text{MT})]}{\sum [1 \text{ 船あたり積載本数}(\text{teu}) \times 1 \text{ 船あたり総航海距離}(\text{km}/\text{年})]}$$

注) 原単位：小数点以下第2位を四捨五入し、小数点以下第1位とする。

MT：メトリックトン

排出係数：3.11 (A重油、C重油含む)

積載本数：実際に積載した本数ではなく、最大積載本数(Nominal)とする。

なお、船舶の燃費は船型により大きく異なるため、各航路別に主要船型を調査し、L, M, S の3種類に分類する (L=5,000teu～、M=2,501～4,999teu、S=～2,500teu)。

また、原単位は10地域間(日本、北米、中米、南米、ヨーロッパ、東アジア、東南アジア、オセアニア、中近東、アフリカ)を結ぶ航路別に設定する。

(2) コンテナ本数：1年間に輸送した20フィートコンテナ(換算)の本数。

(3) 輸送距離：実際の航海距離ではなく、荷主が既に持っている港間の距離を使用。

持っていない場合は、ウェブサイトで公開されている「Distance Table」(distances.com)を採用。

出典：委員企業より入手した資料から一部抜粋

4. 船舶輸送における標準的なCFP算定手順策定のための基本的な考え方の整理

荷主サイドから海運サイドに対して提供が要請されているカーボンフットプリント（CFP）関連情報の概要と実際に提供されている情報整理を目的として、主要船社、荷主団体及び企業、検証機関等に対してヒアリングを実施したが、この結果を受け、今後の船舶輸送における標準的なCFP算定手順策定のための基本的考え方の方針を示す。

ヒアリングの結果、船舶輸送のデータ収集については、商品のカーボンフットプリントを目的としたデータ収集は一般的な距離や原単位の収集にとどまっている一方、企業としての国際物流におけるCO₂排出量把握の取組が進展しており、船社への要請もこの文脈から行われていることが判明した。このような企業全体としてのサプライチェーンでの排出量把握については、前章でグローバル物流に係る排出量という言い方をしたが、国際的にもその方法論の検討が進んでおり、組織のカーボンフットプリントという呼び方も一部でなされ、商品のカーボンフットプリントと並行して検討が進んでいる。

このため、ここでは商品のカーボンフットプリントへの対応とグローバル物流に係る排出量の把握（組織のカーボンフットプリント）への対応の2つの側面から今後の船舶輸送における標準的なCFP算定手順策定のための基本的考え方を示すこととする。

整理した基本的考え方を踏まえ、二次データとして利用可能な原単位の設定方法と船社又は個船ごとのデータ算出方法の方向性を示すこととする。船社又は個船ごとのデータ算出については、IMOで議論が進んでいるEEOIの活用を念頭に置きつつ、最終的には船ごとのデータを作ることが目的ではなく、コンテナごと又は貨物ごとのデータを算出することが目的であるため、その方法論の方向性を示す。

前者に必要な原単位の具体的な算出方法については後述5章に示すが、ここでは原単位を利用して算定する立場を考え、どのような単位で原単位を区分して設定するのかを示す。また、後者については第6章に具体的な考え方を示す。

4.1 商品のカーボンフットプリントへの対応

4.1.1 基本方針

商品のカーボンフットプリントにおいて船舶輸送の算出を行う場合、多くの商品においては船舶輸送によるCO₂排出量の全体に占める割合は小さく（電機製品では0.1%のオーダー）、他のライフサイクルでの算定にも負荷がかかること、輸送の算定が全体としてシナリオに基づく二次データからなされていることを考えると、カーボンフットプリントの算定を行う事業者にとって最も算定が容易なトンキロベースでの算定を基本とする。ただし、加熱調理をせず、輸送段階において定温輸送が必要な生鮮食品ではCFP値に占める国際海運の割合が数十%程度に達するケースもあるように、船舶輸送がライフサイクル排出量の重要な部分を占める一部の商品においては船社又は個船ごとのデータ算出も可能となるよう、算出方法を用意する。

なお、商品のカーボンフットプリントの算出においては、わが国のCFP制度試行事業及びIS0014067の規格化の検討においても燃料の直接燃焼による排出量だけでなく燃料の採掘、輸送、精製等を含めたライフサイクル排出量により算定するのが原則となっているため、適用する排出原単位はライフサイクル排出量によるものとする。現時点で用いることができるものとして、CFP制度試

行事業用CO₂換算量共通原単位データベース（暫定版）⁸の値が挙げられる。

4.1.2 二次データとして利用可能な原単位の設定方法

トンキロ法での算定を行う場合でも船舶の種類、航路、コンテナサイズ等により細分化した原単位を用いる場合には、その商品の実際の輸送状況を把握して適用する必要があり、算定が極めて困難であり年変動も大きくなる可能性がある。一般の荷主が把握可能なのは、代表的な貨物ごとの輸送経路、輸送手段（トラックか船舶か、トラックサイズ等）程度であるため、船舶輸送によるCO₂排出量がCFP値全体から見て相対的に小さい多くの荷主にとっては、対象商品の重量と輸送経路による輸送距離を設定するのみで算定できる一種類（ただし後述の温度管理は除く）のトンキロ当たりCO₂排出原単位のニーズが高い。

現在では多くの商品がコンテナ船で輸送されるため、コンテナ船の原単位（船舶のサイズ、航路等によらず一種類）を標準原単位として用意することとする。ただし、コンテナ船のサイズや航路ごとに算定できる場合も考慮し、これらの原単位も用意する。

また、商品の種類により輸送時の温度管理形態が特定されるため、その違いを反映することがPCR上も求められる傾向となっており、カーボンフットプリントの算定を行う事業者からのニーズが高まっていることから、ドライコンテナとリーファーコンテナの原単位は区別して設定すべきである。ただし、リーファーコンテナのCO₂排出量や電力使用量に関するデータは現在存在しない。このため、本検討では、まず船社又は個船ごとのデータ算出方法として検討した上で、一般化して二次データとして利用可能な原単位に反映できるかを実現可能性や妥当性の観点から引き続き検討を行うこととする。船社又は個船ごとのデータ算出方法としての検討については、6章に後述する。

コンテナ船以外でも、多数の荷主の多様な貨物が輸送される可能性があるため、現在CFP制度試行事業用CO₂換算量共通原単位データベース（暫定版）で用意されているその他バルク運搬船及びタンカーに対応する標準原単位を用意することとする。この場合も、船舶のサイズ、航路等によらず船種ごとに一種類の標準原単位を用意した上で、船のサイズや航路ごとに算定できる場合も考慮し、これらの原単位も用意する。

原単位の定期的な更新に対するニーズは存在するため、この原単位は定期的に更新可能な算出方法によるものとする。

4.1.3 船社又は個船ごとのデータ算出方法

一般的に商品のカーボンフットプリントの算定において船社又は個船ごとのデータを算出し、提供するニーズは存在しない。ただし、輸入フルーツの輸送など生産や使用段階での排出量が少ない一部の商品においては、船舶輸送がライフサイクル排出量の重要な部分を占め、船舶輸送の方法（コンテナ船か専用船か）に選択の余地があるため、船社又は個船ごとのデータ算出のニーズがあるといえる。

このため、荷主の貨物のシェアに応じて個船ごと又は船社ごとにデータを算出することを想定し、個船ごとの燃料使用量からCO₂排出量を求め、各商品に按分して個船ごと又は船社ごとにデータを算出する標準的な方法を整備する。ただし、コンテナ船の算出においては多数の荷主・商品を取り

⁸ CO₂換算量共通原単位データベース（<http://www.cfp-japan.jp/calculate/verify/data.html>）参照。参考4.2に船舶輸送の原単位を抜粋。

扱うという性質上、一般的な原単位（二次データ）の利用を原則とする。

産出の考え方は基本的にはグローバル物流の把握（組織のカーボンフットプリント）と同様の方法とするが、燃料の使用に伴う排出原単位については、燃料のライフサイクル排出量に基づく原単位を使用する。

4.2 グローバル物流の把握（組織のカーボンフットプリント）への対応

4.2.1 基本方針

グローバル展開を行っている企業においては物流に伴うCO₂排出量は、商品単位で見た際には小さい割合であっても、企業全体で見た際には絶対量も多く（輸出比率の高い自動車・電機等の企業では百万 tCO₂規模）、工場での生産等と比べても無視できない水準となっている。物流に伴うCO₂排出量の大半がグローバル物流によっているため、国内物流に引き続き企業全体としてのグローバル物流のデータ把握を進めているところである。

船舶輸送に対する貨物量や削減対策の余地を考慮して、二次データとして原単位を作成する場合と船社又は個船ごとのデータ算出方法の双方を用意する。これらの算出方法は同一ではないものの、整合性があることが求められる。

なお、グローバル物流に係る排出量（組織のカーボンフットプリント）の算出においては、燃料の直接燃焼による排出量を算定するのが原則となっている⁹ため、適用する排出原単位は燃焼時の排出原単位とする。

4.2.2 二次データとして利用可能な原単位の設定方法

物流部門としての削減対策も進めている中で、荷主としてその削減効果を評価したいというニーズが存在するため、これらの削減効果の算出方法も求められている。船舶輸送に関わる削減対策としては以下が挙げられている。

- 航路変更（中東方面への輸出において欧州経由ではなく直送にする等）による距離の削減
- 航空輸送から船舶輸送への変更（緊急輸送の削減、輸送経路の変更）
- 大型船の利用による効率向上
- コンテナ内の積載効率の向上
- 燃費の改善（エンジンや発電機の効率向上、減速航行等）

船舶のサイズ、航路等によらず一種類の原単位によるトンキロ法でも効果が評価できる対策が多いが、方面の違いによる特性を見られること、一般に物流部門においては方面別にデータを把握していることから、世界をいくつかの方面で分割して原単位を設定することとする。ただし、船舶のサイズや航路ごとに算定できる場合や、方面別に区分するのが難しい場合も考慮し、船舶のサイズや航路ごとの原単位や船舶のサイズ、航路等によらない一種類の原単位も用意するのが望ましい。

多くの商品がコンテナ船で輸送されるため、コンテナ船の原単位を標準原単位として用意するこ

⁹ WRI が策定中の GHG プロトコルスコープ 3 排出量算定・報告基準や国内の省エネ法での考え方は燃料の直接燃焼による排出量の算定であるが、ISO TR14069 においては、ライフサイクル排出量に基づく算定となっている。今後どのように決着が図られるかを確認する必要があるが、国内でも一般的には直接燃焼による排出量算定が行われているため、ここではこの考え方に立つこととする。

とし、定期的に更新可能な算出方法によるものとする。また、コンテナ船での輸送重量よりコンテナ本数(TEU)の方が容易に把握でき、コンテナ本数に基づく試算の方が船舶輸送への環境負荷の実態(コンテナ本数で積載可能量が決定される)に即していること、またコンテナ内の積載効率を向上する効果を評価できることから、TEU・kmあたりの原単位を設定して算定することとする。

後述 5.6 で試算した結果によれば、ドライコンテナとリーファーコンテナの原単位の違いは無視できない水準と考えられるため、区別して設定するべきである。ただし、リーファーコンテナのCO₂排出量や電力使用量に関するデータは現在存在しない。このため、本検討はまず船社又は個船ごとのデータ算出方法として検討した上で、一般化して二次データとして利用可能な原単位に反映できるかを実現可能性や妥当性の観点から引き続き検討を行うこととする。船社又は個船ごとのデータ算出方法としての検討については第6章に後述する。

コンテナ船以外でも、現状では船社又は個船ごとの算定が難しい場合もあることから、その他バルク運搬船及びタンカーに対応する標準原単位(トンキロ当たりCO₂排出原単位)を用意することとする。この場合も、船舶のサイズ、航路等によらず一種類の標準原単位を用意した上で、船のサイズや航路ごとに算定できる場合も考慮し、これらの原単位も用意する。

4.2.3 船社又は個船ごとのデータ算出方法

PCC等の専用船に対しては燃費の改善も含めて削減対策を考えている荷主もあるため、荷主の貨物のシェアに応じて個船ごと又は船社ごとにデータを算出することを想定し、個船ごとの燃料使用量からCO₂排出量を求め、各荷主に按分して個船ごと又は船社ごとにデータを算出する標準的な方法を整備する。コンテナ船の算出においては多数の荷主の貨物を取り扱うという性質上、一般的な原単位(二次データ)の利用を原則とするが、貨物シェアの大きい荷主に対しては個別にデータ提供する場合も想定して、算出方法を整備することとする。

4.3 まとめ

以上より、算定の目的に応じたCFP算定手順策定のための基本的考え方は以下ようになる。

表 4.1 算定の目的に応じたCFP算定手順策定のための基本的考え方

算定の目的	二次データとして利用可能な原単位の設定	船社又は個船ごとのデータ算出
商品のカーボンフットプリント	<ul style="list-style-type: none"> ・ コンテナ船の輸送トンキロ当たりの原単位(船舶のサイズ、航路等によらず1種類)を標準原単位として用意 ・ ただしドライ/リーファーコンテナは区分(具体的な算出方法は今後の検討課題) ・ オプションとしてコンテナ船のサイズや航路ごとの原単位もあわせて用意 ・ バルカーの原単位も同様 ・ 定期的に更新可能な算出方法による。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 個船ごとの燃料使用量からCO₂排出量を求め、各商品に按分して個船ごと又は船社ごとにデータを算出する標準的な方法を整備 ・ コンテナ船は一般的な原単位(二次データ)の利用が原則
	<ul style="list-style-type: none"> ・ 燃料の使用に伴う排出原単位については、燃料のライフサイクル排出量に基づく原単位を使用 	
グローバル物流の把握(組織のカーボンフットプリント)	<ul style="list-style-type: none"> ・ コンテナ船の TEU・km 当たりの原単位(世界をいくつかの方面で分割)を標準原単位として用意 ・ ただしドライ/リーファーコンテナは区分(具体的な算出方法は今後の検討課題) ・ オプションとしてコンテナ船のサイズや航路ごとの原単位もあわせて用意 ・ バルカーの原単位はトンキロ当たりとし同様に用意 ・ 定期的に更新可能な算出方法による。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 個船ごとの燃料使用量からCO₂排出量を求め、各荷主に按分して個船ごと又は船社ごとにデータを算出する標準的な方法を整備 ・ コンテナ船は一般的な原単位(二次データ)の利用が原則だが、貨物シェアの大きい荷主に対しては個別にデータ提供する場合もあり。
	<ul style="list-style-type: none"> ・ 燃料の使用に伴う排出原単位については、燃料の燃焼時の排出原単位を適用。 	

○参考

参考 4.1 燃料の原単位

<ライフサイクル排出量に基づく原単位>

表 4.2 C F P制度試行事業用CO₂換算量共通原単位データベース（暫定版）
における燃料の原単位（抜粋）

番号	名称	単位	GHG 排出量 kg-CO ₂ e	補記
2	A 重油のボイラーでの燃焼	L	2.96E+00	ボイラーによる燃焼を想定。燃料製造、燃焼由来の温室効果ガスを含む。高位発熱量：39.15MJ/L
3	B 重油のボイラーでの燃焼	L	3.06E+00	ボイラーによる燃焼を想定。燃料製造、燃焼由来の温室効果ガスを含む。高位発熱量：40.4MJ/L
4	C 重油のボイラーでの燃焼	L	3.20E+00	ボイラーによる燃焼を想定。燃料製造、燃焼由来の温室効果ガスを含む。高位発熱量：41.99MJ/L
8	軽油のボイラーでの燃焼	L	2.79E+00	ボイラーによる燃焼を想定。燃料製造、燃焼由来の温室効果ガスを含む。高位発熱量：38.0MJ/L

<燃焼による直接排出量に基づく原単位>

表 4.3 I M O調査で使用した排出係数

燃料種類	排出係数(kgCO ₂ /t)	備考
船用ディーゼル油 (MDO)	3.09	大洋航海及び沿岸航海
重油 (HFO)	3.02	大洋航海
LNG	2.75	

出典：I M O：「PREVENTION OF AIR POLLUTION FROM SHIPS Updated 2000
Study on Greenhouse Gas Emissions from Ships」（2008.09）

3.114gCO₂/kgfuel（出典：I M O MEPC/Circ.471: Interim Guidelines for voluntary ship CO₂ emission indexing for in trials, 2005）

表 4.4 地球温暖化対策推進法に基づく算定・報告・公表制度の単位発熱量
及び排出係数（改正後）

区分	単位発熱量	排出係数	参考) 換算後
軽油	37.7 GJ/kl	0.0187 tC/GJ	2.58 kgCO ₂ / l
A 重油	39.1 GJ/kl	0.0189 tC/GJ	2.71 kgCO ₂ / l
B・C 重油	41.9 GJ/kl	0.0195 tC/GJ	3.00 kgCO ₂ / l

参考 4.2 船舶輸送の原単位

表 4.5 C F P制度試行事業用CO₂換算量共通原単位データベース（暫定版）における船舶輸送の原単位（抜粋）

番号	名称	単位	GHG 排出量 kg-CO ₂ e	補記
155	コンテナ船<4000TEU	tkm	2.43E-02	平均的な積載率が考慮された値
156	コンテナ船>4000TEU	tkm	9.07E-03	平均的な積載率が考慮された値
157	その他バルク運搬船<8万DWT	tkm	6.71E-03	平均的な積載率が考慮された値
158	その他バルク運搬船>8万DWT	tkm	3.88E-03	平均的な積載率が考慮された値
159	タンカー<8万DWT	tkm	8.22E-03	平均的な積載率が考慮された値
160	タンカー>8万DWT	tkm	4.68E-03	平均的な積載率が考慮された値
217	冷凍コンテナ船<4000TEU	tkm	2.43E-02	平均的な積載率が考慮された値
218	冷凍コンテナ船>4000TEU	tkm	9.07E-03	平均的な積載率が考慮された値

注：数値の出典は全てシップ&オーシャン財団：「平成12年度船舶からの温室効果ガス（CO₂等）の排出削減に関する調査研究報告書」（2001.06）

参考 4.3 認定された P C R における船舶輸送原単位の適用状況

表 4.6 認定された P C R における船舶輸送原単位の適用状況

(2010. 2. 10 時点)

No.	認定 P C R 番号	対象製品	適用する船舶輸送原単位	適用対象
23	PA-AW-01	花き	コンテナ船 (4,000TEU 以下)	生産国の港→国内の港
22	PA-AV-01	汎用鋼管杭	コンテナ船 (4,000TEU 以下)	生産国の港→国内の港
21	PA-AU-01	小形二次電池	コンテナ船 (4,000TEU 以下)	
20	PA-AT-01	一般照明用ランプ	コンテナ船 (4,000TEU 以下)	生産国の港→国内の港
19	PA-AS-01	筆記具類	コンテナ船 (4,000TEU 以下)	
18	PA-A-01	ファイル・バインダー	コンテナ船 (4,000TEU 以下)	
17	PA-AQ-01	食器 (陶磁器製品および合成樹脂製品)	バルク運搬船 (80,000 DWT 以下)	
16	PA-AP-01	電子体温計 (抵抗体温計)	コンテナ船 (4,000TEU 以下)	生産国の港→国内の港
15	PA-AO-01	ユニフォーム	コンテナ船 (4,000TEU 以下)	生産国の港→国内の港
13	PA-AM-01	インスタントコーヒー	コンテナ船 (4000TEU 以上)	輸出港～日本の寄港地
12	PA-AL-01	チョコレート (ウエハース入りチョコレート)	バルク輸送船 (80,000DWT 以下)	海外産原材料の輸入時の輸送
11	PA-AK-01	オフィス家具	コンテナ船 (4000TEU 以下)	
10	PA-AJ-01	米菓 (うすく焼きサラダ油掛けした商品)	バルク運送船 (80,000 DWT 以下)	
9	PA-AI-01	ハム・ソーセージ類	コンテナ船 (>4,000 TEU)	
7	PA-AG-01	生ポテトチップス (契約栽培された国産馬鈴薯を使用した商品)	バルク運送船 (80,000 DWT 以下)	
5	PA-AE-01	キャンデー (醤油で味付けした商品)	バルク運送船 (80,000 DWT 以下)	
4	PA-AD-01	出版・商業印刷物 (中間財)	コンテナ船 (4000 TEU 以下)	国内輸送及び国際輸送
3	PA-AC-01	衣料用粉末洗剤	コンテナ船 (4000 TEU 以下)	生産国の港から国内の港

出典：公開された認定 P C R (<http://www.cfp-japan.jp/calculate/authorize/pcr.html>)

参考 4.4 GHGプロトコルドラフトでの規定

GHGプロトコルとは、世界資源機構（WR I）と持続可能な発展のための世界経済人会議（WB C S D）が共同で実施しているイニシアチブであり、これまで、以下のような企業単位及びプロジェクト単位の算定基準を作成してきた。これらは I S O の標準化の仮定においても大きな影響力を及ぼし、事実上の標準として世界各国で用いられている。

- 事業者の排出量算定報告基準
- プロジェクト削減量算定プロトコル及び指針

現在は、下記の2つのプロトコルの作成を開始しており、2010年中には公表される予定である。現段階では、利害関係者助言グループのためのレビュードラフトが公開され、世界各地（米、独、英、中）でワークショップが開催され、検討が進められている。2010年1月よりこれらのドラフトに基づくロードテスト（試行適用）が世界の30社（製品ライフサイクル及びスコープ3の合計）の参加により開始された。

- 製品ライフサイクル排出量算定報告基準
- スコープ3排出量算定・報告基準

上記のうち、スコープ3排出量は、エネルギー起源温室効果ガス以外のその他の間接排出量を指し、以下のように分類された排出カテゴリーの一つを指す。上記の基準はこれまで算定方法が確立されていなかったスコープ3の算定方法の標準化を目指したものであり、組織のバリューチェーン排出量を算定するためのプロトコルになっている。

スコープ1：事業者が所有又は管理する排出源から発生する温室効果ガスの直接排出
スコープ2：電気、蒸気、熱の使用に伴う温室効果ガスの間接排出
スコープ3：スコープ2を除くその他の間接排出

スコープ3の排出カテゴリーは16に分けられており、そのうち物流分野に関しては、上流での輸送配送（調達物流）、下流での輸送配送（販売物流）が対象となっている。

スコープ3の排出カテゴリー

<上流排出>

1. 購入した商品・サービス—直接（Tier1）供給者の排出
2. 購入した商品・サービス—cradle-to-gate
3. スコープ2に含まれないエネルギー起源CO₂
4. 資本設備
5. 輸送、配送（上流、入荷）

直接供給者から購入した製品、サービス、資源、燃料の外部物流、配送（中間物流、配送を含む）、外部貯蔵、廃棄物の外部輸送に係る排出。

物流事業者のスコープ1、2の排出量に相当

- 6. 出張
- 7. 事業からでる廃棄物
- 8. スコープ 1,2 に含まれないフランチャイズ（上流）
- 9. スコープ 1,2 に含まれないリース資産（上流）
- 10. スコープ 1,2 に含まれない投資

<下流排出>

- 11. フランチャイズ（下流）
- 12. リース資産（下流）
- 13. 輸送、配送（下流、出荷）

報告企業の所有ではない輸送手段、倉庫等による販売製品の輸送、配送、貯蔵に係る排出。

- 14. 販売した製品の使用
- 15. 販売した製品の廃棄

<その他の排出>

- 16. 雇用者の通勤

算定方法については、上流、下流とも同じであり、以下のような規定がされている。

算定方法

輸送については、燃料法、距離法（燃費法と同等）、活動量法（トンキロ法、TEU・km 法等）の3種類。倉庫等については燃料法か床面積等の活動量での算定。

船舶の距離法又は活動量法の算定方法

燃料法以外での船舶の排出量算定に当たっては、次のような考え方が示されている。

表 4.7 燃料法以外での船舶の排出量算定の考え方

区分	単位	一次データ	二次データ	備考
コンテナ船 (<2000TEU)	kgCO ₂ e/TEU *km	船社	IMO	船社から提供可能なデータ a) 特定の輸送の排出量 b) 既存のネットワーク、過去の燃料消費に基づく航路での排出量 c) 船種ごとの排出量
コンテナ船 (2000-5000TEU)			CCWG	
コンテナ船 (5000-8000TEU)			LCA-IO データベース	
コンテナ船 (>8000TEU)				
バルク船 (<20000DWT)	kgCO ₂ e/ t*km			
バルク船 (>20000DWT)				

出典：WRI/WBSCD, “Scope 3 Accounting and Reporting Standard REVIEW DRAFT FOR STAKEHOLDER ADVISORY GROUP” (2009.11)

参考 4.5 ISO14069TR での規定

温室効果ガス排出量の算定基準としては、2006 年に ISO14064 として以下の規格化がなされている。

ISO14064-1 温室効果ガス-第 1 部： 組織レベルの温室効果ガス排出量及び吸収量の定量化と報告に関する手引

ISO14064-2 温室効果ガス-第 2 部： プロジェクトレベルの温室効果ガス排出削減量・吸収増大量の定量化，監視，報告に関する手引

ISO14064-3 温室効果ガス-第 3 部： 温室効果ガス主張の妥当性確認及び検証の手引

このうち、-1 で組織としての排出量の算定方法を示しているものの、算定範囲や考え方等が中心であり、具体的な算定方法は明確にされていなかった。このため、特に他者からの電力・熱から生じる間接的なGHG排出量（エネルギー起源間接排出、スコープ2）及びその他の間接的なGHG排出量（その他間接排出、スコープ3）の算定方法に関して-1を適用する方法について指針を示すことを目的として検討が開始されている。

ここでは物流にともなう排出については燃料のライフサイクル排出量に基づく算定を要求している。

5. 二次データとして利用可能な原単位の算出

5.1 算出方法についての考え方

5.1.1 IMO (国際海事機関)のCO₂排出源単位の推計方法

IMOのMEPC59/INF.10(2008年)では、船舶による温室効果ガス排出に関する2000年の調査報告の見直しを行う中で、船種別・船型別の年間燃料消費量、年間輸送距離及び年間輸送貨物量の推定を行い、それよりCO₂排出源単位を求めている。

本調査では、IMOが実施した推定方法について調査を行った。

5.1.2 CO₂排出源単位の推計方法の検討

本調査は、標準的なCFP算定方法の作成するための基礎資料として、海運によるCO₂排出原単位の推計方法を検討する。そのために、本調査のCO₂排出原単位の推計方法は、IMOの推計方法を基本とする。ただし、CO₂排出原単位は、経年的に変化すると考えられ、IMOの推計手法で使用されているデータの中で、全世界の公知のデータで更新が可能なものについて検討を行う。

5.1.3 CO₂排出原単位の推計方法の適用

本調査でCO₂排出源単位を推定する方法としては、IMOの推計手法で使用されているデータの中で、全世界の公知のデータ等で更新が可能なデータを下記の方法で変更している。また、推定結果をIMOの結果と比較することで、推定の適正を確認している。

方法①：LMIUデータ(Lloyd's Maritime Information Unit)

及びLRFデータ(Lloyd's Register Fairplay)よりIMOのデータを置換

方法②：主機の負荷率の補正(1) ⇒ IMOの負荷率を基準

方法③：主機の負荷率の補正(2) ⇒ サービス速度の負荷率85%

方法④：航海距離の補正

方法⑤：サービス速度のカタログ値の使用

また、本調査で対象とする船舶は、表5.1に示すバルク、原油タンカー、プロダクトタンカー、ケミカルタンカー及びコンテナに対してサイズ別の分類している。

5.1.4 使用データ

本調査分析は、2005年時点のLloyd's Maritime Information Unit(LMIU)及びLloyd's Register-Fairplay(LRF)のデータベースを使用している。

LMIUのデータは、大きく分けて、動静データ(CLIENT PLACES MOVES:各船舶の運航に関する各港湾での到着日、出発日が記録)、船舶データ(CLIENT VESSELS:各船舶の主要な仕様等が記録)及び位置データ(CLIENT PLACES:各港湾の種別、緯度経度が記録)の3つのデータベースからなっており、それらを用いて航海日数と航海距離の推定するためのデータとして使用した。

LRFのデータは、2005年末までに建造された船舶のDWT等の主要目と、建造年、解撤された年が把握可能である。このデータベースから各船舶のDWTとTEUにより船舶のサイズを分類し、船種別サイズ別のカテゴリーごとに、主機の出力平均(kw)、1補機当りの出力平均(kw)、積載能力平均(DWT、

TEU, NWT) を算出するためのデータとして使用した。

表 5.1 本調査の対象船種及びサイズのカテゴリー

船種	サイズ
Bulk	200,000+ dwt
	100 -199,999 dwt
	60 -99,999 dwt
	35 -59,999 dwt
	10 -34,999 dwt
	-9,999 dwt
Crude oil tanker	200,000+ dwt
	120 -199,999 dwt
	80 -119,999 dwt
	60 -79,999 dwt
	10 -59,999 dwt
	-9,999 dwt
Products tanker	60,000+ dwt
	20 -59,999 dwt
	10 -19,999 dwt
	5 -9,999 dwt
	-4,999 dwt
Chemical tanker	20,000+ dwt
	10 -19,999 dwt
	5 -9,999 dwt
	-4,999 dwt
Container	8,000+ teu
	5 -7,999 teu
	3 -4,999 teu
	2 -2,999 teu
	1 -1,999 teu
	-999 teu

5.2 IMOのCO₂排出原単位の推計方法

5.2.1 IMOのCO₂排出量とCO₂排出原単位の推計方法

IMOスタディ¹⁰は、2007年に存在する船舶を表5.2に示すような70の船種別サイズ別に分類し、CO₂排出量の推計を行っている。推計では、船種別サイズ別に、主機と補機に関する出力と燃料消費率、また、平均的な運航状況を設定し、それに基づく一隻当たりの燃料消費量を算出し、2007年の隻数を掛け合わせることで全体のCO₂排出量算出を行っている。

使用しているデータとしては、

- ① 2007年の世界船腹に関するLloyd's Register-Fairplay (LRF) データベース
- ② AISLive ネットワークの自動船舶識別システム (AIS) のデータが用いられている。

表 5.2 IMOにおける船種別サイズ別の分類

Category		No. of classification		Size unit & Type designation
Bulk	Bulk	6	Size	Dwt
Cargo	Gen Cargo	6	Size	Dwt, TEU
	Other dry	2	Type	Reefer, Special
Container	Container	6	Size	Teu
Tank	Chemical tanker	4	Size	Dwt
	Crude oil tanker	6	Size	Dwt
	LPG tanker	2	Size	cbm
	LNG tanker	2	Size	cbm
	Products tanker	5	Size	Dwt
	Other tanker	1	Type	
Ro/Pax Cruise	Cruise	5	Size	GT
	Ferry	4	Type	Ro/Pax, speed
Vehicle/Roro	Roro	2	Size	lm
	Vehicle	2	Size	ceu
Other	Misc	4	Type	Fishing, Trawlers, Other fishing
	Offshore	6	Type	Supply, Anchor Handling, Support/safety, Pipe
	Service	6	Type	Research, Tug, Dredging, Patrol, Workboats
	Yacht	1	Type	
Total	18 Categories	70	Classifications	

LRFのデータより、70の船種別サイズ別毎について総トン数の平均、載貨重量の平均、主機関・補助機関の平均出力、主機関の平均負荷、補助機関の平均負荷及び船舶の平均設計速度が整理されている。

また、主機と補機の燃料消費率SFOC (g/kWh)は、試験台での試験結果、海上試運転中の測定データなどから主機関の燃料消費率は、エンジンの新旧、平均使用年数によるSFOCの差を考慮して表5.3の値を推定している。補助機関の燃料消費率は、部分負荷対応で運転されるという実態を考慮して表5.4の値を推定している。

¹⁰ Prevention of Air Pollution from Ships, Second IMO GHG Study 2009, Update of the 2000 IMO GHG Study (MEPC59/INF.10). 仮訳を別途、(財)日本船舶技術研究協会のHPに掲載する予定のところ参照されたい。

表 5.3 IMOが推定した主機関燃料消費率 (g/kWh)

Engine age	Above 15,000 kW	15,000-5,000 kW	Below 5,000 kW
Before 1983	205	215	225
1984 - 2000	185	195	205
2001 - 2007	175	185	195

表 5.4 IMOが推定した補助機関燃料消費率 (g/kWh)

Engine age	Above 800 kW	Below 800 kW
Any	220	230

平均的な運航状況として、年間航海日数、補機の稼働日数（補機が複数存在する場合は、稼働日数が365日を越える）、主機と補機の負荷率（%）が存在する。年間航海日数は、Automatic Identification System (AIS) の記録から各船種別サイズ別に設定が行われている。補機の稼働日数、主機と補機の負荷率は、専門家の判断により設定が行われている。主機による燃料消費量は、年間航海日数の間、主機が一定の負荷率で稼働し、一定の燃料消費率に基づき消費する仮定で推計が行われる（年間航海日数×主機負荷率×主機の燃料消費率）。補機による燃料消費量は、補機の稼働日数×補機の負荷率×補機の燃料消費率により推計が行われる。

主機と補機からの燃料消費量を合計し、排出係数 (kg CO₂/tonne Fuel) を掛け合わせることで、1年間のCO₂排出量が、船種別サイズ別に推計される。ただし、タンカーについては、ボイラーからの燃料消費量に加えられ、この燃料消費量は、タンカーの船種別サイズ別に一定の値がIMOによって設定されている。

さらに、IMOでは、この一連の入力値に対して表 5.5 及び表 5.6 に示す信頼性の定性評価、および入力値の不確かさを行っている。

以上のCO₂排出量の推計に加え、IMOスタディでは、一部の船種・サイズ（42種）に関しては、貨物の積載状況と船舶の航海する速度を設定することで、CO₂排出原単位 (gramme CO₂/tonne-km) が推計されている。

CO₂排出原単位は、単位で示されるように、輸送する貨物量と、その貨物を輸送した距離（航海距離）を仮定する必要がある。IMOスタディでは、貨物量の年間航海距離を、LRFデータで示されているカタログ値の速度と、上記の年間航海日数を用いて以下のように推計が行われている。ここで、LRFデータに示されている船舶の速度を「サービス速度」と記述し、本調査がデータに基づき推計した船舶の速度を「航海速度」と記述する。

$$\text{年間輸送距離} = \text{年間航海日数} \times \text{サービス速度}$$

一方、CO₂排出量は、ボイラー分を除けば、年間航海日数に比例する。よって、CO₂排出原単位は、分子と分母で年間航海日数がキャンセルアウトされるため、サービス速度に依存する。

輸送する貨物量は、船種別サイズ別の平均積載能力（トン）に積載能力利用率（%）を掛け合わせることで推計が行われる。コンテナ船の平均積載能力は、1コンテナ当たり7トンで、Twenty-foot

Equivalent Unit (TEU) がトン単位に換算されている。また、Ro-ro 船は、1 レーンメートル当たり 2 トン、自動車運搬船は、Car Equivalent Unit (CEU) 当たり 1.5 トンで換算が行われている。この他の船種は、明確な記述がないが、数値を検討すると、Dead Weight Ton (DWT) が、トン単位として用いられていると考えられる。

以上を整理すると、IMO の CO₂ 排出原単位は、次の様に示すことが出来る。

IMO の CO₂ 排出原単位

＝年間の CO₂ 排出量(g CO₂) / 年間のトンマイル(tonne-km)

＝各種原単位(g CO₂/日) × 航海日数(日) / (トン(tonne) × 航海距離(km))

＝各種原単位(g CO₂/日) / (サービス速度(km/hr) × トン(tonne))

ただし、各種原単位とは、CO₂ 排出量(トン) の推計に使用した原単位を 1 日当たりに変換したものである。

表 5.5 主エンジン燃料消費量計算の信頼性と不確かさ

入力	データソース	信頼性	備考
カテゴリー別船舶数	Fairplay データベース	非常に高いとの定評あり。	登録船の精度が高い。全ての船舶が活発に活動しているかどうか、あるいはあるカテゴリーのある船舶が係船中かどうか、などに不確かさがある。
主エンジン平均サイズ	Fairplay データベース	非常に高いとの定評あり。	高精度と思われる。
主エンジン平均稼働日数	AIS データから計算した。 ただし、AIS カバー率が低い船種は除いた。	中位のレベル： しかし不確かさの主要因である。	精度は以下の精度の影響を受ける。すなわち、AIS 集計システム、AIS ネットワークエリア内の港間を移動する船の全体の代表程度、船舶の動きに対する仮定、データのカットオフ及びフィルタリング、平均非稼働/係船日数の仮定、港間距離の計算、船舶設計速度、など。
主エンジン平均負荷	AIS 平均速度及び Fairplay 設計速度データからデフォルト値を計算。他のデータあるいは特殊条件によってより適正と思われる場合は、デフォルトを置き換えた。	中位のレベル： 不確かさの二次要因となる。	計算は、拡大 Lloyd' s データベースの船舶設計速度データ及び AIS データから推定した海上速度の誤差に影響されやすい。船舶がバラスト航行あるいは軽荷航行の場合、負荷を過大評価しやすい。他のデータとの比較で妥当性が疑わしい場合は、専門家の判断により置き換えた。
平均非稼働/係船日数	仮定	中位のレベル： 主エンジンの稼働日数に影響する。	全ての船舶に対して有効歴日を 355 日と仮定した。 (平均して 10 日が非稼働日)
AIS 観測点間の距離の計算	AIS の協力の下で計算	中位のレベル。	AIS データの平均速度の計算に使用。AIS 受信基地間の最短ルート途中に陸塊があると精度に影響する。他のデータとの比較で妥当性が疑わしい場合は、専門家の判断により置き換えた。
船舶設計速度	拡大 Fairplay データベース	中位のレベル。	「正常」航海と「低速(異常)」航海の区別で使用。海上での出力係数の推定にも使用。
主エンジン平均 SFOC	試験台データ及び他の測定データから推定	高いとの定評が 運航者及び製造者からある。	エンジン間のばらつきがあるが、それに比べると平均値の精度は高いと思われる。

表 5.6 補助エンジン燃料消費量計算の信頼性と不確かさ

入力	データソース	信頼性	備考
カテゴリー別船舶数	Fairplay データベース	非常に高いとの定評あり。	登録船の精度が高い。全ての船舶が活発に活動しているかどうか、あるいはあるカテゴリーのある船舶が係船中であるかどうか、などに不確かさがある。
補助エンジン平均サイズ	拡大 Fairplay データベース	高いがデータ間にギャップ有り。	主エンジンよりはデータの精度が少し劣る。しかし一般的には精度が高いと思われる。
補助エンジン平均稼働日数	専門家の判断と運航者との相談による	中位のレベル：船舶稼働日数と補助エンジンに対する需要による。	船舶の出力需要及び運航慣行にばらつきがあるため、評価が難しい。信頼性は中位のレベルだが、トータルインベントリに対する影響は小さい。
補助エンジン平均負荷	専門家の判断と運航者との相談による	中位のレベル：船舶の運航条件と需要による。	船舶の出力需要及び運航慣行にばらつきがあるため、予測が難しい。
補助エンジン平均 SFOC	試験台データ及び他の測定データから推定	高いとの定評が運航者及び製造者からあり。	エンジン間のばらつきがあるが、それに比べると平均値の精度は高いと思われる。

5.2.2 IMOのCO₂排出量とCO₂排出原単位の推計の再現

5.2.1の内容に従って、IMOスタディのCO₂排出原単位の推計を確認する。

すべてのデータがIMOスタディにおいて示されていないため、全く同じ推計は困難であるが、データを補足してコンテナ船に関して推計を再現した結果を表5.7に示す。

IMOスタディでは、主機と補機の燃料消費率が船種別サイズ別に示されていないため、別途資料を収集して設定した。また、船種別サイズ別に使用する燃料が異なり (Marine Diesel Oils もしくは Heavy Fuel Oils)、その炭素含有量が異なることから、CO₂ 排出係数が変化する。CO₂ 排出係数の算出は、以下で行われる。

$$\text{CO}_2 \text{ 排出係数} = \text{炭素含有量 (\%)} \times \text{モル質量比 (m/m)}$$

ただし、m/m=44/12

表5.7の推計の結果から、コンテナ船のサイズである8,000TEU以上、5,000~7,999TEU、3,000~4,999TEU、2,000~2,999TEU、1,000~1,999TEU、999TEU以下のそれぞれにおいて、CO₂ 排出原単位は、12.2、16.2、16.2、19.6、32.1、36.3 g CO₂/tonne-kmとなる。

IMOスタディに明記されている値は、それぞれ12.5、16.6、16.6、20.0、32.1、36.3 g CO₂/tonne-kmであるため、十分に推計が再現できている。

表 5.7 IMOによるCO2 排出原単位推計の再現 (コンテナ船)

サイズ 推計方法		8,000+ teu	5-7,999 teu	3-4,999 teu	2-2,999 teu	1-1,999 teu	-999 teu
主機と 補機	主機出力平均(kw)	68,477	55,681	34,934	21,462	12,364	5,703
	1補機当たり出力平均(kw)	3,081	2,433	1,782	1,359	985	600
	年間航海日数(日)	241	247	250	251	259	180
	主機負荷率平均(%)	67%	65%	65%	65%	65%	65%
	補機稼動日数平均(日)	600	600	500	500	450	400
	補機負荷率平均(%)	60%	60%	60%	60%	60%	60%
	主機燃料消費率(g/kwh)(注)	<u>174.3</u>	<u>174.9</u>	<u>184.8</u>	<u>185.3</u>	<u>195.0</u>	<u>195.0</u>
	補機燃料消費率(g/kwh)(注)	<u>220</u>	<u>220</u>	<u>220</u>	<u>220</u>	<u>220</u>	<u>230</u>
燃料消費	主機	46,247	37,523	25,183	15,573	9,740	3,123
	補機	5,856	4,625	2,823	2,153	1,404	795
	ボイラー	0	0	0	0	0	0
	合計	52,103	42,148	28,005	17,725	11,144	3,918
燃料と 炭素	炭素含有量	82.5%	82.5%	82.5%	82.5%	84.2%	84.2%
	CO2 排出係数(kg CO2/kg Fuel)	3.025	3.025	3.025	3.025	3.087	3.087
CO2 排出量(CO2 Ton)		157,611	127,497	84,716	53,619	34,405	12,095
輸送条件	積載能力平均(ton)	68,600	40,355	28,784	16,800	7,000	3,500
	年間積載能力利用率(%)	70%	70%	70%	70%	70%	70%
	サービス速度平均(knot)	25.1	25.3	23.3	20.9	19.0	17.0
	年間トンマイル平均 (1,000ton-nm)	6,971,467	4,236,665	2,816,802	1,480,603	578,710	179,928
CO2 排出原単位(g CO2/tonne-km)		12.2	16.2	16.2	19.6	32.1	36.3

(注) : IMOスタディのレポートに明示されていないため、別途入手した資料を参考にして設定(アンダーライン)

太字はIMOの設定値。その他は計算値。

5.3 本調査のCO2 排出原単位の推計方法

5.3.1 本調査の考え方

本調査では、標準的なCFP算定方法の作成するための基礎資料として、海運によるCO₂排出原単位の推計方法を検討する。本調査のCO₂排出原単位の推計方法は、IMOの推計方法を基本とする。ただし、CO₂排出原単位は、経年的に変化すると考えられ、IMOの推計手法で使用されているデータを更新する必要がある。

表 5.8 は、CO₂排出原単位の推計を実データによって更新するために、必要なデータ項目とその利用可能を示している。IMOの推計において、LRFデータがそのまま使用されている場合は、そのデータを更新することが可能である。しかし、データの中には、専門家の判断により設定されたデータ項目である主機負荷率平均、補機稼動日数平均、補機負荷率平均及び年間積載能力利用率があるため、データを更新することが困難と判断した。また、主機燃料消費率、補機燃料消費率は、容易に利用できるデータベースが存在しないため、同様に更新が困難と判断した。

年間航海日数に関しては、世界的なAISからのデータを入手する必要があるが、そのようなデータベースを容易に利用することができない。そこで、本調査では、Lloyd's Maritime Information Unit

(LMIU) によって作成され、船舶の運航に関する分析に使用されている船舶動静データの利用可能性を検討する。LMIUデータの船舶動静データは、年間航海日数に加え、各港湾間の距離を設定することで、各船舶の年間航海距離を推定することが可能である。本調査では、年間航海日数と年間航海距離から、航海速度平均（年間航海日数／年間航海距離）を推定し、これを用いてCO₂排出原単位を算出する方法を基本とする。

尚、CO₂排出原単位の推計は、IMOの推計方法のように年間航海日数を使用せず、LRFデータのサービス速度のみに依存して推計が可能である。本調査では、この方法の確認は行いが、船種別サイズ別に年間の燃料消費量やCO₂排出量が明示的に推計されることが重要と考え、上記のLMIUデータを用いた推計を基本としている。

表 5.8 データの更新可能性

データ項目		実データによる推計可能性
主機と補機	主機出力平均 (kw)	○ LRFデータ
	1補機当たり出力平均 (kw)	△ LRFデータ
	年間航海日数 (日)	○ LMIUデータ
	主機負荷率平均 (%)	×
	補機稼動日数平均 (日)	×
	補機負荷率平均 (%)	×
	主機燃料消費率 (g/kw)	×
	補機燃料消費率 (g/kw)	×
燃料と炭素	炭素含有量	一定
	CO ₂ 排出係数 (kg CO ₂ /kg Fuel)	一定
輸送条件	積載能力平均 (ton)	○ LRFデータ
	年間積載能力利用率 (%)	×
	航海速度平均 (knot)	○ LRFデータ
	年間航海距離 (nm)	○ LMIUデータ

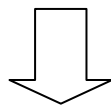
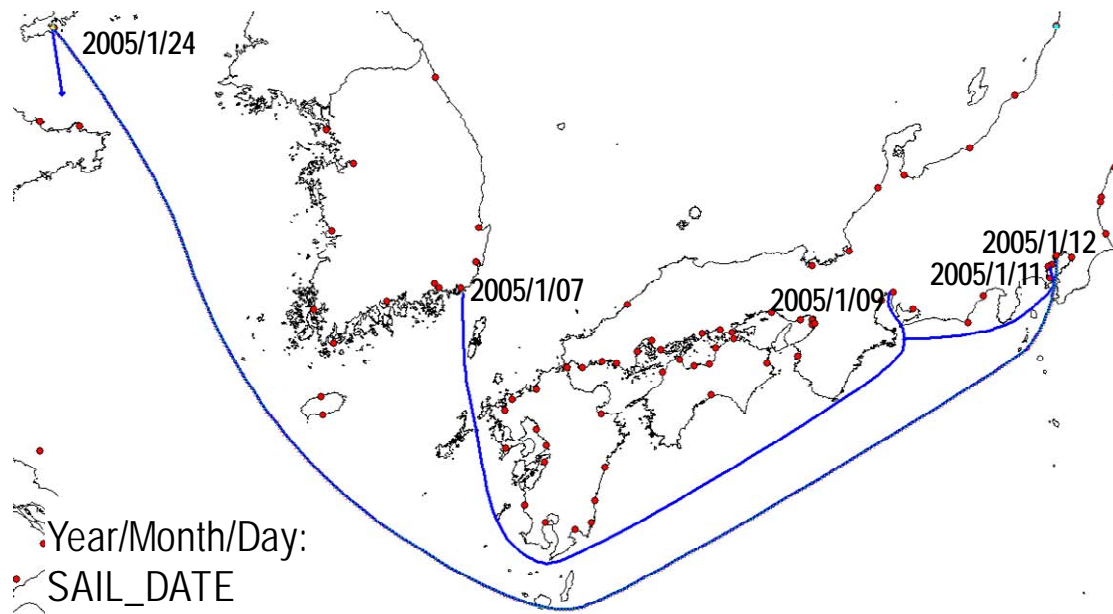
5.3.2 本調査の航海日数と航海距離の推計方法

5.3.2.1 LMIUデータの内容

本調査において航海日数と航海距離を推計するための基礎となるLMIUデータの内容を示す。

LMIUデータは、LMIUによって各国・地域で指定されたエージェントが、船舶の港湾間の移動について、各湾での到着日、出発日を記録したデータであり、大規模なデータベースとして整備されている。LMIUデータは、大きく分けて3つのデータベースが存在し、それらが互いに関連付けられて構築されている。1つ目のデータベースは、動静データ (CLIENT PLACES MOVES) であり、各船舶の運航に関して、各港湾での到着日、出発日等が記録されている。2つ目のデータベースは、船舶データ (CLIENT VESSELS) であり、各船舶の主要な仕様等が記録されている。3つ目のデータベースは、位置データ (CLIENT PLACES) であり、各港湾の種別、緯度経度が記録されている。図 5.1 は、船舶の動静がデータベースによって表現されている様子を模式化している。

以下では、各データの内容を示す。



船舶データ

LMIU_NO	VESSEL_NAME	YEAR OF BUILD	FLAG	GRT	DWT	TEU
60237	Da Hong	1973	PAN	4593	6601	324

動静データ

LMIU_NO	ARRIVAL_DATE	SAIL_DATE	PLACE_NAME	PLACE_ID
60237	2005/1/06	2005/1/07	Busan	5295
60237	2005/1/09	2005/1/09	Nagoya	3832
60237	2005/1/10	2005/1/11	Yokohama	2842
60237	2005/1/11	2005/1/12	Tokyo	5802
60237	2005/1/12	2005/1/24	Dalian	3983
60237	2005/1/24	2005/1/24	Yokohama	2842
60237	2005/1/24	2005/1/25	Tokyo	5802

位置データ

PLACE_IDNO	PLACE_NAME	PLACE_TYPE	LATITUDE	LONGITUDE
2842	Yokohama	P	35.5	139.7
3832	Nagoya	P	35.1	136.9
3983	Dalian	P	38.9	121.7
5295	Busan	P	35.1	129.0
5802	Tokyo	P	35.7	139.7

図 5.1 データベースの模式図

①動静データ (CLIENT PLACES MOVES)

動静データの項目を表 5.9 に示す。動静データでは、21 項目で構成される 1 つのレコードが、ある船舶の港等への到着を表し、このレコードが複数存在することによって、船舶の到着の連続が記録されている。各船舶は LMIU_NUMBER によって特定され、この船舶の ID ナンバーが、船舶データと関連付けされている。また、各船舶の到着地が PLACE_IDNO によって特定され、この ID ナンバーが位置データと関連付けされている。

表 5.9 動静データの項目

データ項目	内容
01 L M I U _ N U M B E R	L M I U による船舶の ID ナンバー
02 REFNO	各動静に対する ID ナンバー
03 MOVE_IDNO	各船舶の各動静に対する ID ナンバー
04 PLACE_IDNO	寄港又は通過する位置の ID ナンバー
05 MOVEMENT_TYPE	P : 通過、I : アイドリング、O : オペレーティング、 空欄 : 通常の寄港
06 MOVEMENT_TYPE_QUALIFIER	05 をさらに詳細に評価するコード 05 が P の場合 N : 北、S : 南、E : 東、W : 西、空欄 : 不明 05 が I の場合 D : 解体、N : 進水、L : 係船、R : 修復 C : 改造 05 が O の場合 T : 貿易、U : 固定 05 が空欄の場合 A : アンカー、O : アンカー解除、S : 避難 C : クリアー、空欄 : 実質的な寄港
07 ARRIVAL_DATE	寄港又は通過の開始日
08 ARRIVAL_DATE_ESTIMATED	07 が推計されたデータである場合 : Y
09 ARRIVAL_DATE_QUALIFIER	07 をさらに詳細に評価するコード A : その日付後、B : その日付前、O : その日付、 T : その日付付近
10 SAILED_DATE	寄港の終了日
11 SAILED_DATE_ESTIMATED	08 と同様
12 SAILED_DATE_QUALIFIER	09 と同様
13 PRE_PLACE_IDNO	報告された到着に対して、前の位置の ID ナンバー
14 PRE_PLACE_SLDT	以前の場所からの出発日
15 PRE_PLACE_SLDT_ESTIMATED	08 と同様
16 PRE_PLACE_SLDT_QUALIFIER	09 と同様
17 NEXT_PLACE_IDNO	報告された到着に対して、次の位置の ID ナンバー
18 NEXT_PLACE_ARDT	次の位置での到着日
19 EXT_PLACE_ARDT_ESTIMATED	08 と同様
20	09 と同様
21 EDIT_DATE	データが作成又は更新された日付

②船舶データ (CLIENT VESSELS)

船舶データの項目を表 5. 10 に示す。船舶データでは、各船舶に対して 12 項目のデータが存在する。L M I U は、船舶の種類を GEN_TYPE によって 14 種類に分類し、また SUB_TYPE によって 140 種類に分類している。表 5. 11 は、L M I U による船舶の分類の概要を示している。

表 5. 10 船舶データの項目

データ項目	内容
01 L M I U_NUMBER	L M I U による船舶の ID ナンバー
02 VSL_NAME	船舶の現在の名称
03 FLAG	船籍
04 YEAR_OF_BUILD	船舶の建造年
05 GROSS_TONNAGE	船舶の総重量
06 NET_TONNAGE	船舶の純重量
07 DWT	船舶の DWT
08 CONTACT_NAME	船舶の現在のオーナー
09 GEN_TYPE	船舶の総称的な船種コード
10 SUB_TYPE	09 を細分化した船種コード
11 REGISTER_NO	Lloyd' s Register による船舶の ID ナンバー
12 EDIT_DATE	船舶が登録又は更新された日付

表 5. 11 L M I U による船舶の分類

GEN_TYPE	SUB_TYPE 数	GEN_TYPE	SUB_TYPE 数
BULK TYPE	5	OTHER MISCELLANEOUS TYPE	53
COMBINATION CARRIERS	2	PASSENGER	2
DREDGERS	12	RESEARCH	7
FISHING	7	TANKER	17
GENERAL CARGO	4	UNITISED	6
GAS CARRIER	3	TUGS	18
MISCELLANEOUS	2	DRILLING	2

③位置データ (CLIENT PLACES)

位置データの項目を表 5. 12 に示す。位置データでは、各位置に対して 14 項目のデータが存在する。L M I U の位置データでは、世界の約 8600 地点のデータが存在する。この内、約 7300 地点に関しては緯度経度のデータが存在するが、残りの地点は緯度経度のデータが空欄である。また、実際に船舶の寄港が行われていると考えられる港湾 (P) やターミナル (T) は、約 7100 地点が存在する。

表 5.12 位置データの項目

データ項目	内容
01 PLACE_IDNO	位置の ID ナンバー
02 PLACE_NAME	位置の名称
03 COUNTRY_CODE	位置が属する国のコード
04 AREA_CODE	位置が属する地域のコード
05 AREA_SEQUENCE_NO	04 の連番
06 PLACE_TYPE	位置の種類を示すコード A : Anchorage、C : Canal、L : Land Area、O : Offshore、 P : Port、T : Terminal、W : Water Area、 X : 正確な位置が不明、Z : Country
07 LAT_DIR	赤道からの方向
08 LAT_DEGREES	緯度の度
09 LAT_MINUTES	緯度の分
10 LAT_SECONDS	緯度の秒
11 LONG_DIR	子午線からの方向 E : 東、W : 西
12 LONG_DEGREES	経度の度
13 LONG_MINUTES	経度の分
14 LONG_SECONDS	経度の秒

5.3.2.2 LMIUデータを用いた航海日数と航海距離の推定方法

①本調査で使用するLMIUデータ

LMIUデータに関して、以下に示す対象のデータを入手し、船舶の運航（主要航路及び就航船舶の状況）を調査する。

a. 対象年

2005年の1年間における船舶の運航を対象にする。

b. 船種

- Bulk
- Crude oil tanker
- Products tanker
- Chemical tanker
- Container

また、上記の条件に従い、2005年の動静データにおいて存在が確認できる船舶の隻数は、表 5.13 の通りである。これらの船舶の内、一部の船舶について動静データが存在しない。また、各船舶の動静データに関して、後述するような加工を施すことによって、実際に集計に使用する船舶が限定される。

② LMIUデータの編集

対象とする動静データに対して、以下のデータの編集等により、船舶の運航状況を把握する。

a. データの抽出

動静データに記載されている PLACE_ID が、位置データを確認することで、港湾であるか、港湾以外の場所（ウェイポイント、内陸地等）であるかがわかる。

本調査では、PLACE_TYPE が以下の値である位置データのみを使用した。

○ PLACE_TYPE : P、T

b. データの加工

位置データでは、緯度経度の情報が欠落しているデータが存在する。各種資料より、上記の条件の PLACE_TYPE であり、実際の寄港が行われていることが確認できた港湾に関して、緯度経度の情報を補完した。

対象とする LMIUデータにおいて、以上の主な作業によって得られたデータのレコード数と、オリジナルの LMIUデータのレコード数を表 5.13、表 5.14、表 5.15 に示す。

表 5.13 動静データのレコード数

船種	オリジナルデータ	対象データ
Bulk	203,159	174,494
Crude oil tanker	65,566	48,535
Products tanker	100,767	88,657
Chemical tanker	154,092	134,746
Container	359,367	332,435

表 5.14 船舶データのレコード数（隻数）

船種	オリジナルデータ	対象データ
Bulk	6,840	5,970
Crude oil tanker	1,801	1,605
Products tanker	4,619	2,380
Chemical tanker	3,139	2,372
Container	4,159	3,575

表 5.15 位置データのレコード数（港湾数）

船種	オリジナルデータ	対象データ
Bulk	8,555	1,969
Crude oil tanker		974
Products tanker		1,647
Chemical tanker		1,675
Container		1,142

対象とする港湾を L M I U の地域コード別に図 5.2 に示す。対象とする港湾数は、すべての船種の内、一隻でも船舶の寄港が確認できた港湾である。

また、L M I U の地域の分類は、世界各国の海岸線を 25 地域に分類している。

地域コードと地域名を表 5.16 に示す。

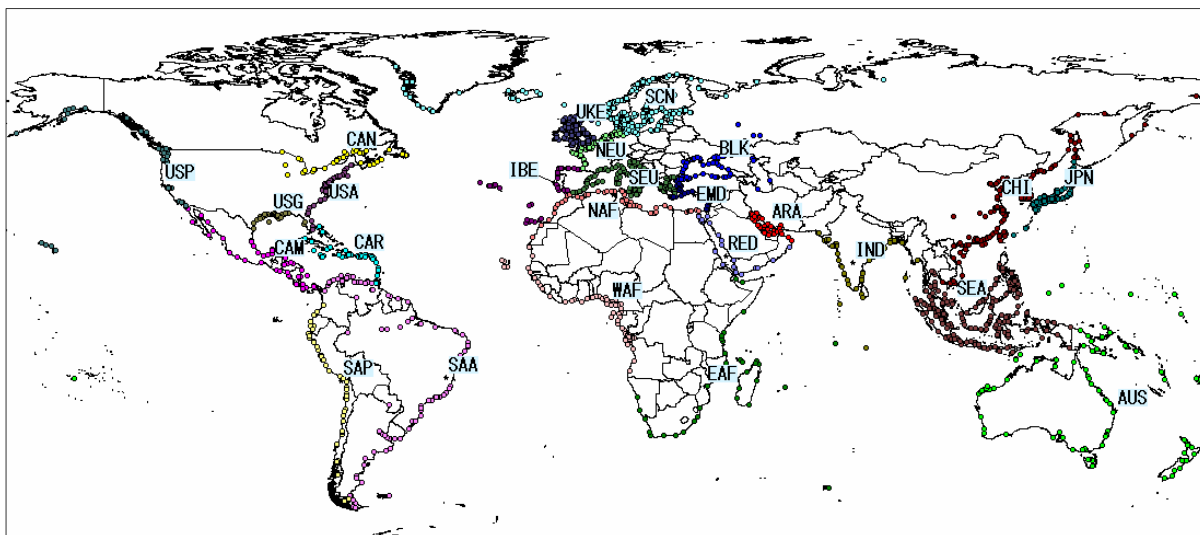


図 5.2 地域別の対象港湾

表 5.16 L M I U の地域コードと地域名

地域コード	地域名
ARA	Gulf States
AUS	Australia, New Zealand, New Guinea etc
BLK	Black Sea coast
CAM	Central America inc Mexico to Panama
CAN	N. E. Canada and Great Lakes
CAR	Caribbean Islands
CHI	China, Korea and Russia
EAF	South & East African coasts
EMD	Eastern Mediterranean inc Cyprus, Turkey
IBE	Spain / Portugal inc Atlantic Islands
IND	India, Pakistan and Burma
JPN	Japan
NAF	North African coast
NEU	North European Atlantic coast
RED	Red Sea coast inc up to the Persian Gulf
SAA	South America Atlantic coast
SAP	South America Pacific coast
SCN	Scandinavia inc Baltic, Greenland, Iceland etc
SEA	Vietnam, Thailand, Malaysia and Indonesia
SEU	European Mediterranean coast
UKE	United Kingdom inc Eire
USA	U. S, Atlantic coast including part of Canada
USG	Gulf of Mexico
USP	West coast North America inc USA, Canada & Alaska
WAF	Africa Atlantic coast

③本調査の航海日数の推定方法

本調査が利用するLMIUデータでは、各船舶の港湾への到着日と出発日が記録されている。各港湾間における到着日と出発日の差から、航海日数の推計を行う。図 5.3 は、航海日数の推計に関する模式図であり、各船舶の各港湾への寄港の連続から、航海日数を算出する過程を示している。2005 年のLMIUデータに関して、各船舶の1年(365日)間において、その内の航海日数を集計し、年間航海日数とする。船舶によっては、365日間の動静データが存在しないため、330日以上動静データが存在する船舶に関して分析を行った。330日以上365日未満の動静データが存在する船舶に関しては、比率を用いて365日に拡大している。図 5.4 は、コンテナ船のサイズ3,000~4,999TEUの船舶に関して、各船舶の年間航海日数を推計し、年間航海日数を階級として船舶数をヒストグラムで表している。この際の航海日数の中央値は、256日である。

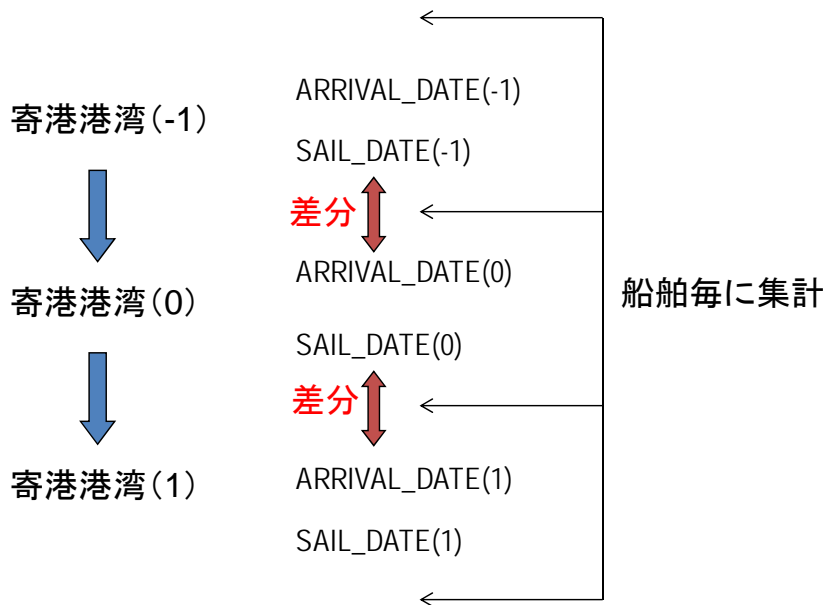


図 5.3 航海日数の推計模式図

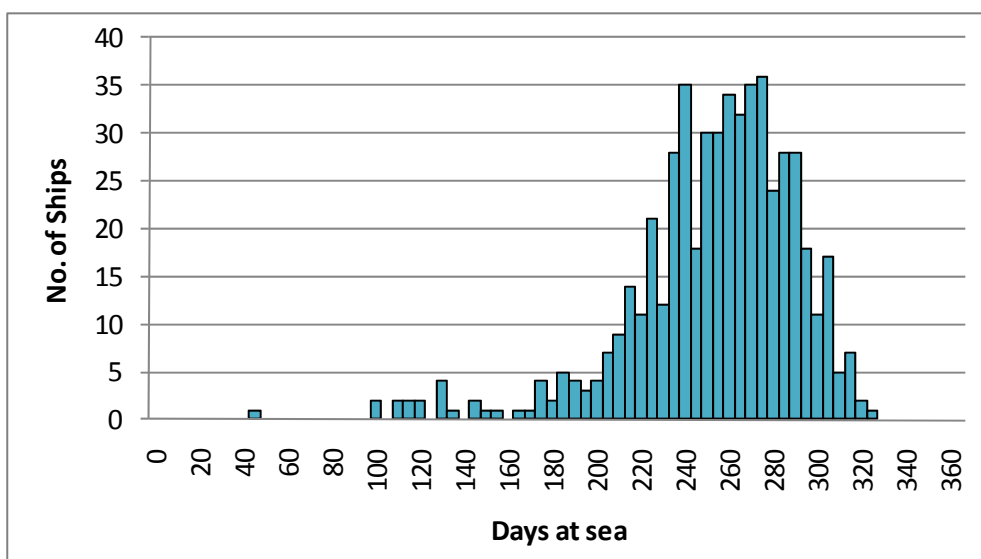


図 5.4 船舶別年間航海日数の分布 (Container 3-4, 999TEU 2005年)

④本調査の航海距離の推定方法

LMIUデータは、港湾間の距離に関するデータが存在しないため、港湾間距離の算定を行った。貨物の取扱量が大きい港湾について、LMIUデータの港湾座標と、海上にWay Pointを作成し、港湾からWay Pointを経由しての港湾までの距離を推計している。港湾間距離を算出した港湾間は、LMIUデータに存在する港湾間のデータに対して80%程度を補足している。図5.5は、航海距離の推計に関する模式図である。

また、図5.6は、コンテナ船のサイズ3,000~4,999TEUの船舶に関して、年間航海距離を推計し、年間航海距離を階級として船舶数をヒストグラムで表している。この際の航海距離の中央値は、130,860nmである。

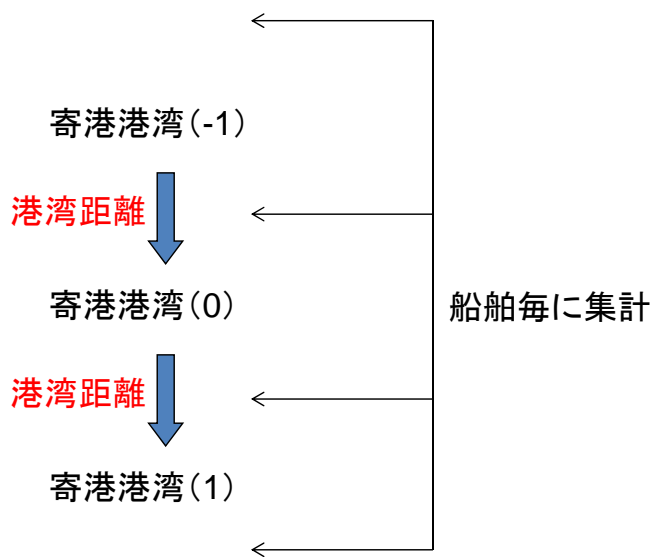


図 5.5 航海距離の推計模式図

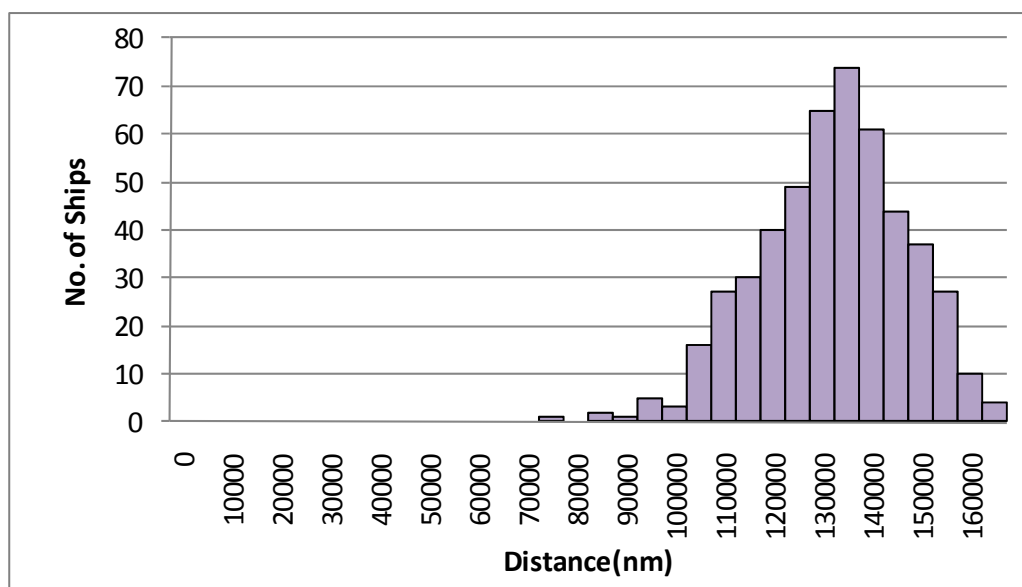


図 5.6 船舶別年間航海距離の分布 (Container 3-4,999TEU 2005 年)

⑤航海速度の算定

本調査では、③の年間航海時間と④の年間航海距離から、船種別サイズ別の航海速度平均を以下の式で算出する。コンテナ船のサイズ 3,000～4,999TEU の船舶に関しては、航海速度平均が、21.3knot と算出できる。

$$\text{航海速度平均 (Knot)} = \text{年間航海距離 (nm)} \div \text{年間航海時間 (day)} \div 24\text{hr}$$

5.3.2.3 LRFデータを用いた船舶要目の算出方法

①使用するLRFデータ

本調査では、2008年12月時点でのLRFデータにより、船舶の各要目に関する分析を行う。

②対象とする船種

以下の様に、LMIUデータと同様の船種を対象として分析を行う。LMIUデータとLRFデータは、IMOナンバーにより関連付けを行い、同一の船舶が対象となるように分析を行う。

- Bulk
- Crude oil tanker
- Products tanker
- Chemical tanker
- Container

③船舶要目の算出方法

本調査では、LRFデータの内容をそのまま使用している。主な作業は、各船舶に関して、DWTとTEUにより船舶のサイズを分類し、船種別サイズ別のカテゴリーごとに、主機の出力平均(kw)、1補機当りの出力平均(kw)、積載能力平均(DWT等)を算出する。

5.4 CO2排出原単位の推計方法の適用

5.4.1 基本的な推計方法の内容

本調査は、IMOスタディの方法に従うことを基本とし、IMOスタディの方法の更新可能なデータに関して、新に分析を行うことでCO₂排出原単位を推計する。

本調査で対象とする船舶は、バルク、原油タンカー、プロダクトタンカー、ケミカルタンカー、コンテナ船であり、IMOスタディの対象船の一部である。表5.17は、船種別サイズ別のカテゴリーを示している。

表 5.17 船種別サイズ別カテゴリー

船種	サイズ
Bulk	200,000+ dwt
	100 -199,999 dwt
	60 -99,999 dwt
	35 -59,999 dwt
	10 -34,999 dwt
	-9,999 dwt
Crude oil tanker	200,000+ dwt
	120 -199,999 dwt
	80 -119,999 dwt
	60 -79,999 dwt
	10 -59,999 dwt
	-9,999 dwt
Products tanker	60,000+ dwt
	20 -59,999 dwt
	10 -19,999 dwt
	5 -9,999 dwt
	-4,999 dwt
Chemical tanker	20,000+ dwt
	10 -19,999 dwt
	5 -9,999 dwt
	-4,999 dwt
Container	8,000+ teu
	5 -7,999 teu
	3 -4,999 teu
	2 -2,999 teu
	1 -1,999 teu
	-999 teu

運航状況に関しては、前述 5.3 の方法に従い、LMIUデータの各船舶について、年間の航海日数と航海距離を算出する。年間航海日数と年間航海距離は、算出した値の中央値を推計値として使用した。中央値は、データを大きさで並べ替えた時の中央に存在するデータの値であり、データの分布が正規分布であれば平均値と一致する。本調査の分析において、一部の船種別サイズ別の航海日数と航海距離はデータ数が少なく、不規則な分布が存在する場合があったため中央値を採用する。推計した年間航海日数と年間航海距離から航海速度平均を算出する。Crude oil tanker の 9,999dwt 以下の船舶は、推計方法に対応する船舶が存在しなかったため、推計値を得られていない。

推計した船舶の年間航海日数について、船種別の年間航海日数別船舶数を、次の図 5.7～図 5.11 に示す。

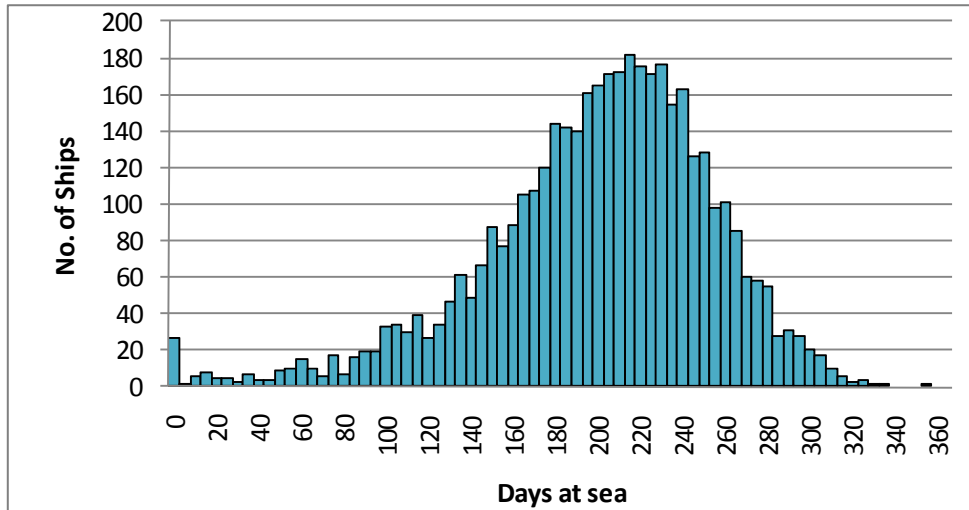


図 5.7 年間航海日数の推計結果—Bulk

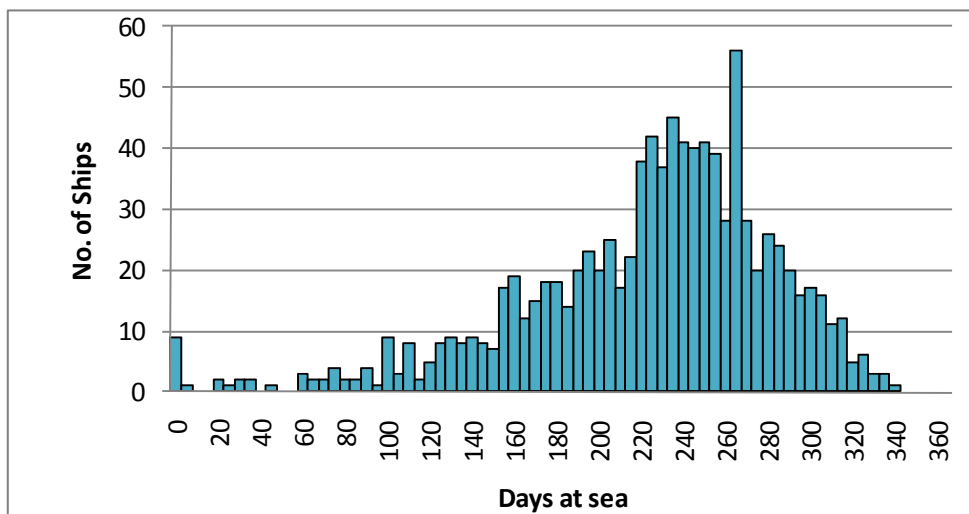


図 5.8 年間航海日数の推計結果—Crude oil tanker

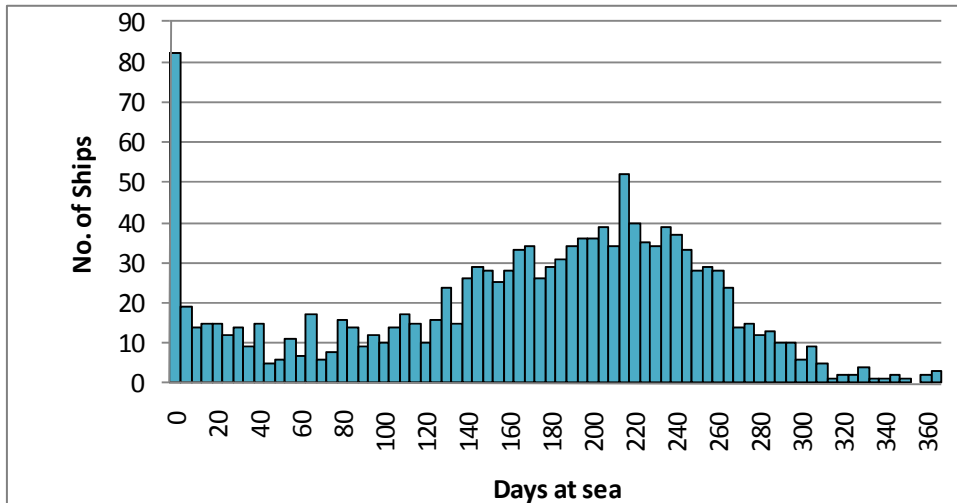


図 5.9 年間航海日数の推計結果—Products tanker

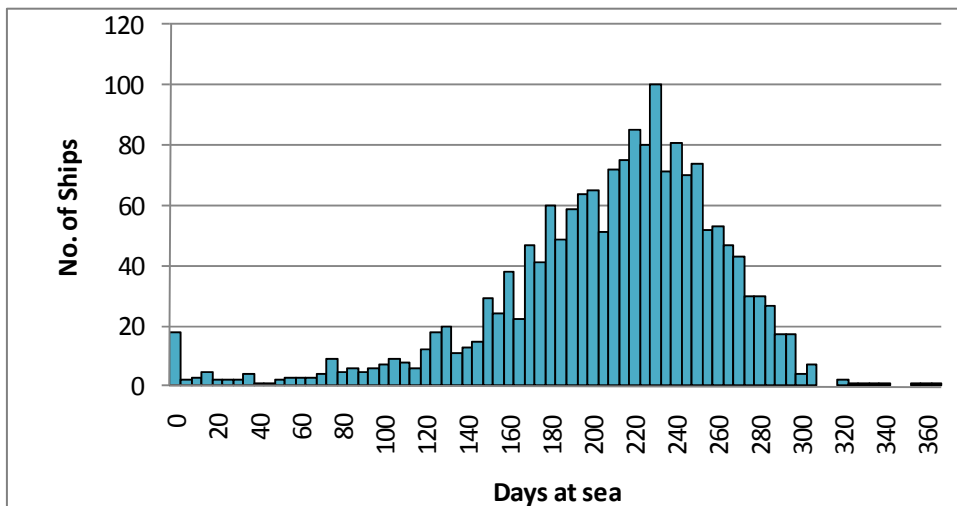


図 5.10 年間航海日数の推計結果—Chemical tanker

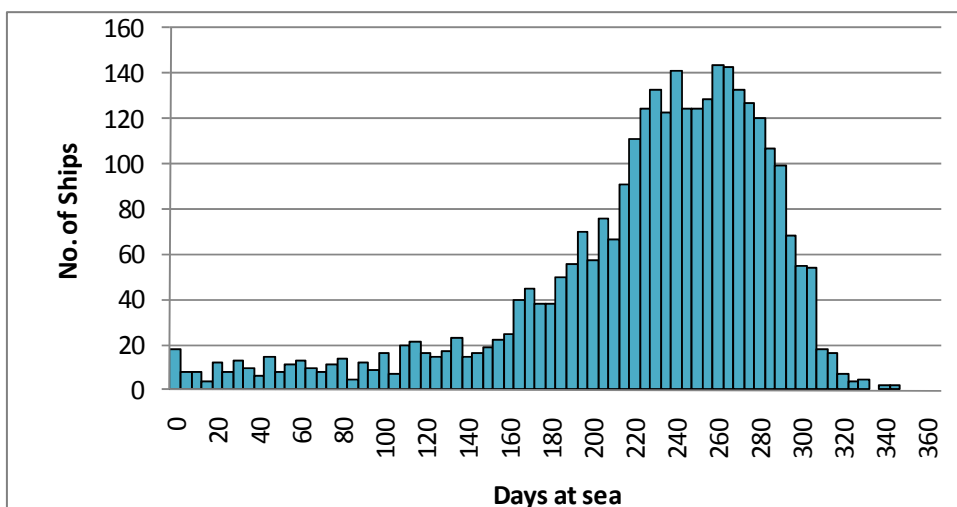


図 5.11 年間航海日数の推計結果—Container

推計した船舶の年間航海距離について船種別に年間航海距離別船舶数を、次の図 5.12～図 5.16 に示す。(Appendix.1 は、同様の年間航海日数別船舶数について、船種サイズ別に示している。また、Appendix.2 は、同様の年間航海距離別船舶数について、船種サイズ別に示している。)

(いずれの Appendix も添付省略。)

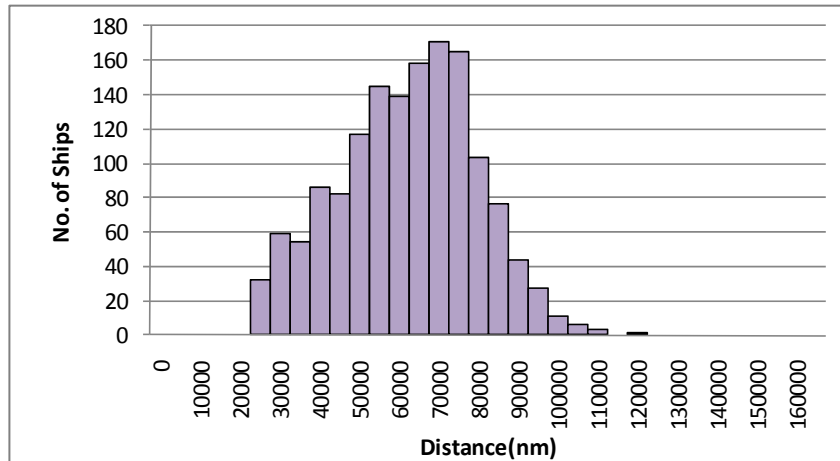


図 5.12 年間航海距離の推計結果－Bulk

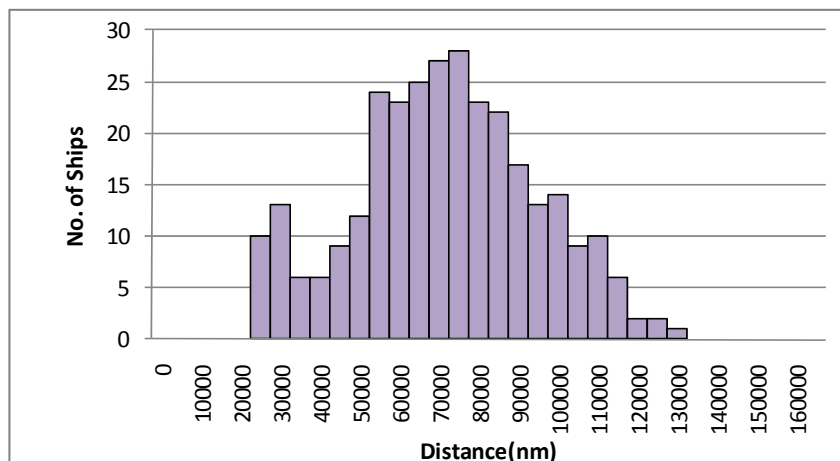


図 5.13 年間航海距離の推計結果－Crude oil tanker

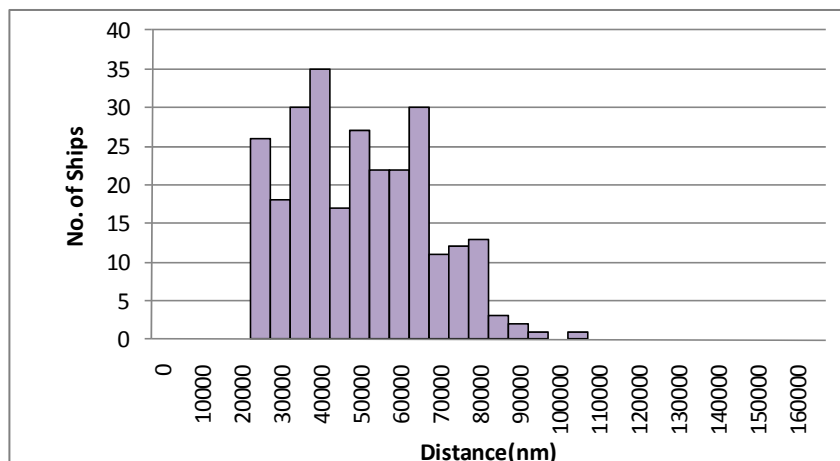


図 5.14 年間航海距離の推計結果－Products tanker

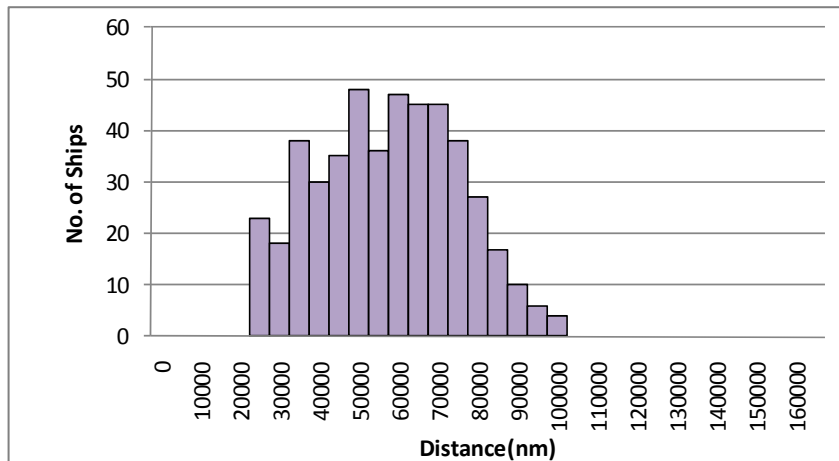


図 5.15 年間航海距離の推計結果—Chemical tanker

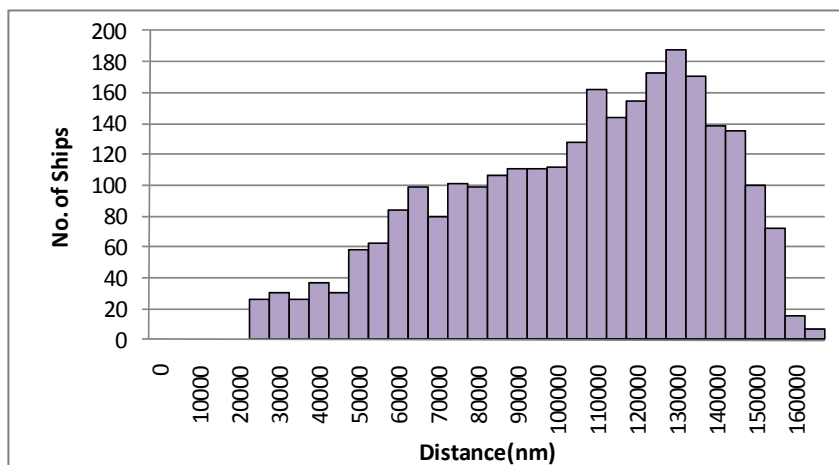


図 5.16 年間航海距離の推計結果—Container

次に、LMIUデータと船種とサイズが整合するように、LRF データから主機出力 (Kw)、補機出力 (Kw)、補機搭載個数、積載能力 (ton) のデータを抽出し、主機出力、積載能力では平均値を算出、補機では1補機当たり出力の平均値を算出している。コンテナ船の積載能力は、7×TEU (ton)、Net weight ton (NWT)、Dead weight ton (DWT)、TEU を使用している。その他の船舶に関しては、DWT を使用する。コンテナ船に関して、積載能力 (ton) は、NWT がIMO値の積載能力 (ton) と比較的近い値であったため、採用している。また、以降の記述では、コンテナ船のDWTとTEUを用いた分析は参考値であり、分析結果について言及していない。

本調査では、更新が困難であるCO₂排出原単位の算出に必要なデータは、IMOスタディの値を使用する。具体的には、主機と補機の負荷率 (%)、主機と補機の燃料消費率 (g/kwh)、積載能力利用率 (%) はIMOスタディの値、もしくはIMOスタディで用いられていると考えられる値を使用している。

以上の推計方法は、本調査の基本的な方法であり、方法①とする。

5.4.2 基本的な推計方法の適用結果

方法①の適用結果を示す。表 5.18 は、方法①による年間航海日数、年間航海日数、航海速度平均の推計値を船種カテゴリ別に、IMO 値と比較して示している。推計値と IMO 値の比較は、(推計値 - IMO 値) / IMO 値を乖離と定義して示している。年間航海日数に関しては、コンテナ船では IMO 値と大きな乖離がないが、他の船種は IMO 値に比べ小さくなる場合が多い。年間航海距離は、全体的に IMO 値に比べ小さくなる傾向がある。その結果、航海速度平均は、IMO 値に比べ小さい。特に、タンカーにおいてその傾向が顕著である。

表 5.19 は、方法①による、主機出力平均、1 補機当り出力平均、積載能力平均の推計値を同様に IMO 値と比較している。主機出力平均と積載能力平均は、全体的に IMO 値と大きな乖離がないが、1 補機当り出力平均については乖離が大きい。また、コンテナ船の積載能力平均は、IMO スタディで用いられている 7*TEU (トン) に加え、NWT での推計値が IMO 値との乖離が小さい。

表 5.20 は、方法①による CO₂ 排出原単位の推計結果と IMO 値を比較している。バルク船、コンテナ船に関しては、IMO 値と比較的に大きな乖離がないが、上記のタンカーについては特に年間航海距離の過小推計によって、IMO 値と大きな乖離 (過大推計) が存在する。

表 5.18 方法①による運航状況の推計結果

船種	サイズ	年間航海日数			年間航海距離 (nm)			航海速度平均 (knot)		
		IMO 値	推計値	乖離	IMO 値	推計値	乖離	IMO 値	推計値	乖離
Bulk	200,000+ dwt	281	229	-19%	97,114	69,365	-29%	14.4	12.6	-12%
	100 -199,999 dwt	279	214	-23%	96,422	70,288	-27%	14.4	13.7	-5%
	60 -99,999 dwt	271	216	-20%	93,658	66,621	-29%	14.4	12.9	-11%
	35 -59,999 dwt	262	207	-21%	90,547	63,410	-30%	14.4	12.8	-11%
	10 -34,999 dwt	258	196	-24%	88,546	49,964	-44%	14.3	10.6	-26%
	-9,999 dwt	180	166	-8%	47,520	37,128	-22%	11.0	9.3	-15%
Crude oil tanker	200,000+ dwt	274	264	-4%	101,270	84,911	-16%	15.4	13.4	-13%
	120 -199,999 dwt	271	234	-14%	97,560	61,646	-37%	15.0	11.0	-27%
	80 -119,999 dwt	254	216	-15%	89,611	56,672	-37%	14.7	10.9	-26%
	60 -79,999 dwt	238	213	-11%	83,395	33,889	-59%	14.6	6.6	-55%
	10 -59,999 dwt	238	166	-30%	82,824	61,116	-26%	14.5	15.3	6%
	-9,999 dwt	180	135	-25%	52,272	-	-	12.1	-	-
Products tanker	60,000+ dwt	171	236	38%	62,791	59,749	-5%	15.3	10.5	-31%
	20 -59,999 dwt	171	207	21%	60,739	52,730	-13%	14.8	10.6	-28%
	10 -19,999 dwt	183	177	-3%	61,927	40,779	-34%	14.1	9.6	-32%
	5 -9,999 dwt	177	159	-10%	54,374	31,951	-41%	12.8	8.4	-35%
	-4,999 dwt	175	124	-29%	46,200	31,753	-31%	11.0	10.7	-3%
Chemical tanker	20,000+ dwt	251	213	-15%	88,553	64,355	-27%	14.7	12.6	-14%
	10 -19,999 dwt	246	223	-9%	85,608	58,634	-32%	14.5	11.0	-24%
	5 -9,999 dwt	246	210	-15%	85,608	47,311	-45%	14.5	9.4	-35%
	-4,999 dwt	180	190	6%	62,640	36,211	-42%	14.5	7.9	-45%
Container	8,000+ teu	241	262	9%	145,178	139,570	-4%	25.1	22.2	-12%
	5 -7,999 teu	247	253	2%	149,978	141,453	-6%	25.3	23.3	-8%
	3 -4,999 teu	250	256	2%	139,800	130,860	-6%	23.3	21.3	-9%
	2 -2,999 teu	251	247	-2%	125,902	118,129	-6%	20.9	19.9	-5%
	1 -1,999 teu	259	239	-8%	118,104	94,784	-20%	19.0	16.5	-13%
	-999 teu	180	192	7%	73,440	64,501	-12%	17.0	14.0	-18%

「Appendix.3 方法①による運航状況の推計結果」を参照のこと (掲載省略)

表 5.19 方法①による船舶要目の算出結果

船種	サイズ	主機出力平均 (kw)			1 補機当り出力平均 (kw)			積載能力平均 (ton)		
		I M O 値	推計値	乖離	I M O 値	推計値	乖離	I M O 値	推計値	乖離
Bulk	200,000+ dwt	17,224	16,443	-5%	794	805	1%	227,000	225,087	-1%
	100 -199,999 dwt	15,108	14,787	-2%	697	614	-12%	163,000	162,007	-1%
	60 -99,999 dwt	9,912	9,847	-1%	549	552	1%	74,000	72,101	-3%
	35 -59,999 dwt	8,209	8,165	-1%	533	546	2%	45,000	45,093	0%
	10 -34,999 dwt	6,436	6,523	1%	458	509	11%	26,000	24,973	-4%
	-9,999 dwt	1,532	2,516	64%	237	271	14%	2,400	5,396	125%
Crude oil tanker	200,000+ dwt	24,610	24,441	-1%	1,034	901	-13%	295,237	292,230	-1%
	120 -199,999 dwt	17,075	16,864	-1%	1,232	774	-37%	151,734	150,159	-1%
	80 -119,999 dwt	12,726	12,686	0%	769	700	-9%	103,403	101,229	-2%
	60 -79,999 dwt	10,529	10,796	3%	731	691	-5%	66,261	69,191	4%
	10 -59,999 dwt	7,889	8,022	2%	729	712	-2%	38,631	39,800	3%
	-9,999 dwt	1,865	1,911	2%	222	360	62%	3,668	3,845	5%
Products tanker	60,000+ dwt	12,644	11,300	-11%	780	642	-18%	101,000	78,831	-22%
	20 -59,999 dwt	8,482	8,532	1%	736	580	-21%	40,000	39,230	-2%
	10 -19,999 dwt	4,640	4,855	5%	535	425	-21%	15,000	15,720	5%
	5 -9,999 dwt	2,691	2,611	-3%	291	331	14%	7,000	6,548	-6%
	-4,999 dwt	1,032	1,471	43%	123	246	100%	1,800	2,752	53%
Chemical tanker	20,000+ dwt	9,027	9,065	0%	837	732	-13%	32,200	39,420	22%
	10 -19,999 dwt	5,161	5,185	0%	623	523	-16%	15,000	14,935	0%
	5 -9,999 dwt	3,252	3,348	3%	416	375	-10%	7,000	7,360	5%
	-4,999 dwt	1,257	1,708	36%	216	246	14%	1,800	2,895	61%
Container (7*TEU)	8,000+ teu	68,477	66,132	-3%	3,081	2,067	-33%	68,600	58,471	-15%
	5 -7,999 teu	55,681	54,892	-1%	2,433	2,279	-6%	40,355	42,154	4%
	3 -4,999 teu	34,934	33,752	-3%	1,782	1,566	-12%	28,784	27,496	-4%
	2 -2,999 teu	21,462	21,286	-1%	1,359	1,190	-12%	16,800	17,500	4%
	1 -1,999 teu	12,364	12,262	-1%	985	760	-23%	7,000	9,849	41%
	-999 teu	5,703	5,491	-4%	600	428	-29%	3,500	4,018	15%
Container (NWT)	8,000+ teu	68,477	66,132	-3%	3,081	2,067	-33%	68,600	54,168	-21%
	5 -7,999 teu	55,681	54,892	-1%	2,433	2,279	-6%	40,355	36,676	-9%
	3 -4,999 teu	34,934	33,752	-3%	1,782	1,566	-12%	28,784	23,085	-20%
	2 -2,999 teu	21,462	21,286	-1%	1,359	1,190	-12%	16,800	13,414	-20%
	1 -1,999 teu	12,364	12,262	-1%	985	760	-23%	7,000	7,805	12%
	-999 teu	5,703	5,491	-4%	600	428	-29%	3,500	3,475	-1%
Container (DWT)	8,000+ teu	68,477	66,132	-3%	3,081	2,067	-33%	68,600	102,450	49%
	5 -7,999 teu	55,681	54,892	-1%	2,433	2,279	-6%	40,355	75,510	87%
	3 -4,999 teu	34,934	33,752	-3%	1,782	1,566	-12%	28,784	52,841	84%
	2 -2,999 teu	21,462	21,286	-1%	1,359	1,190	-12%	16,800	35,524	111%
	1 -1,999 teu	12,364	12,262	-1%	985	760	-23%	7,000	20,672	195%
	-999 teu	5,703	5,491	-4%	600	428	-29%	3,500	8,825	152%

「Appendix.4 方法①による船舶要目の推計結果」を参照のこと（掲載省略）

表 5.20 方法①によるCO₂排出原単位の推計結果

船種	サイズ	CO2 排出原単位 (g CO2/tonne-km) or (g CO2/teu-km)		
		I M O 値	推計値	乖離
Bulk	200,000+ dwt	2.4	2.7	12%
	100 -199,999 dwt	2.9	3.1	5%
	60 -99,999 dwt	4.1	4.8	17%
	35 -59,999 dwt	5.7	6.5	15%
	10 -34,999 dwt	7.9	11.8	49%
	-9,999 dwt	29.1	23.5	-19%
Crude oil tanker	200,000+ dwt	2.8	3.0	10%
	120 -199,999 dwt	4.3	5.6	29%
	80 -119,999 dwt	5.9	7.3	24%
	60 -79,999 dwt	7.4	14.3	93%
	10 -59,999 dwt	9.0	8.1	-10%
	-9,999 dwt	32.9	-	-
Products tanker	60,000+ dwt	5.7	8.7	52%
	20 -59,999 dwt	10.3	13.2	28%
	10 -19,999 dwt	18.7	26.6	43%
	5 -9,999 dwt	29.0	49.6	71%
	-4,999 dwt	45.2	49.0	8%
Chemical tanker	20,000+ dwt	8.5	8.2	-4%
	10 -19,999 dwt	10.8	14.3	32%
	5 -9,999 dwt	15.0	22.8	52%
	-4,999 dwt	22.2	32.5	46%
Container (7*TEU)	8,000+ teu	12.2	15.0	23%
	5 -7,999 teu	16.2	16.5	2%
	3 -4,999 teu	16.2	17.8	9%
	2 -2,999 teu	19.6	19.3	-1%
	1 -1,999 teu	32.1	25.5	-21%
	-999 teu	36.3	34.7	-4%
Container (NWT)	8,000+ teu	12.2	16.2	33%
	5 -7,999 teu	16.2	19.0	17%
	3 -4,999 teu	16.2	21.2	30%
	2 -2,999 teu	19.6	25.2	29%
	1 -1,999 teu	32.1	32.2	0%
	-999 teu	36.3	40.1	10%
Container (DWT)	8,000+ teu	12.2	8.6	-30%
	5 -7,999 teu	16.2	9.2	-43%
	3 -4,999 teu	16.2	9.2	-43%
	2 -2,999 teu	19.6	9.5	-51%
	1 -1,999 teu	32.1	12.2	-62%
	-999 teu	36.3	15.8	-56%
Container (TEU)	8,000+ teu	-	105.0	-
	5 -7,999 teu	-	115.7	-
	3 -4,999 teu	-	124.4	-
	2 -2,999 teu	-	135.0	-
	1 -1,999 teu	-	178.5	-
	-999 teu	-	242.8	-

「Appendix. 5 方法①によるCO₂排出原単位の推計結果」を参照のこと（掲載省略）

5.4.3 推計方法の改善とその適用結果

5.4.3.1 推計方法の改善の検討

CO₂排出原単位の推計結果が、IMO値と異なる傾向を持つ船種が存在するため、基本的な方法（方法①）の修正に関して、以下の5点の検討を行った。

- (1) 主機負荷率の補正（方法②、方法③）
- (2) 航海距離の補正（方法④）
- (3) サービス速度の利用（方法⑤）
- (4) 方法③と方法④を組み合わせた補正（方法⑥）

5.4.3.2 主機負荷率の補正

(1) 主機負荷率の補正方法

方法②では、方法①の航海速度平均に対応する主機負荷率を、IMO値の負荷率を基準として、出力が速度の3乗に比例することを利用して補正する。その他は、方法①と同様の推計値を使用する。

方法③では、方法①の航海速度平均に対応する主機負荷率を、航海速度時の負荷率を85%と仮定して補正する。その他は、方法①と同様の推計値を使用する。

主機負荷率の補正は、以下のように行った。

船速(V)と出力(P)の関係を以下とする。

$$P = \alpha V^3 \quad \alpha : \text{定数}$$

基準とする機関性能出力H₀と負荷L₀から出力P₀を算出

$$P_0 = H_0 \cdot L_0$$

基準とする速力V₀とP₀から定数αを算出

$$\alpha = P_0 / V_0^3 = H_0 \cdot L_0 / V_0^3$$

LRFデータから算出した機関性能をH_{IRF}、LMIUデータから算出した船速をV_{LMIU}、未知である負荷をL_{NMRI}とし、

$$\begin{aligned} L_{\text{NMRI}} &= \alpha V_{\text{LMIU}}^3 / H_{\text{IRF}} = (H_0 \cdot L_0 / V_0^3) \cdot (V_{\text{LMIU}}^3 / H_{\text{IRF}}) \\ &= (H_0 / H_{\text{IRF}}) \cdot (V_{\text{LMIU}}^3 / V_0^3) \cdot L_0 \end{aligned}$$

(2) 主機負荷率の補正の適用結果

方法②と方法③による主機負荷率の補正を行った結果を、表5.21に示す。また、表5.22、表5.23は、それに基づくCO₂排出原単位の推計結果である。方法②では、IMO値の主機負荷率に比べ、過小推計になる。方法③でもコンテナ船を除き、同様の結果となると言える。CO₂排出原単位に関しては、全体として過小推計になるが、バルク船とコンテナ船に関しては、大きなサイズでIMO値と似た傾向になる。

表 5.21 方法②と方法③による主機負荷率の推計結果

船種	サイズ	方法② 主機負荷率 (%)			方法③ 主機負荷率 (%)		
		I M O 値	推計値	乖離	I M O 値	推計値	乖離
Bulk	200,000+ dwt	71%	50%	-29%	71%	60%	-16%
	100 -199,999 dwt	70%	61%	-12%	70%	75%	6%
	60 -99,999 dwt	70%	50%	-28%	70%	61%	-13%
	35 -59,999 dwt	70%	49%	-30%	70%	60%	-15%
	10 -34,999 dwt	70%	28%	-60%	70%	34%	-51%
	-9,999 dwt	65%	24%	-63%	65%	31%	-52%
Crude oil tanker	200,000+ dwt	73%	48%	-34%	73%	56%	-23%
	120 -199,999 dwt	80%	32%	-60%	80%	34%	-58%
	80 -119,999 dwt	80%	33%	-59%	80%	35%	-56%
	60 -79,999 dwt	70%	6%	-91%	70%	8%	-89%
	10 -59,999 dwt	70%	82%	16%	70%	99%	41%
	-9,999 dwt	65%	-	-	65%	-	-
Products tanker	60,000+ dwt	80%	29%	-63%	80%	31%	-61%
	20 -59,999 dwt	66%	24%	-63%	66%	31%	-53%
	10 -19,999 dwt	70%	21%	-70%	70%	26%	-63%
	5 -9,999 dwt	75%	22%	-71%	75%	25%	-67%
	-4,999 dwt	65%	42%	-36%	65%	54%	-16%
Chemical tanker	20,000+ dwt	80%	50%	-37%	80%	53%	-34%
	10 -19,999 dwt	80%	34%	-57%	80%	36%	-54%
	5 -9,999 dwt	76%	20%	-74%	76%	22%	-71%
	-4,999 dwt	65%	8%	-88%	65%	10%	-84%
Container	8,000+ teu	67%	48%	-28%	67%	61%	-9%
	5 -7,999 teu	65%	51%	-21%	65%	67%	4%
	3 -4,999 teu	65%	51%	-21%	65%	67%	3%
	2 -2,999 teu	65%	57%	-13%	65%	74%	14%
	1 -1,999 teu	65%	43%	-34%	65%	56%	-13%
	-999 teu	65%	38%	-42%	65%	49%	-24%

「Appendix. 6 方法②と方法③による主機負荷率の推計結果」を参照のこと（掲載省略）

表 5.22 方法②によるCO₂排出原単位の推計結果

船種	サイズ	CO ₂ 排出原単位 (g CO ₂ /tonne-km) or (g CO ₂ /teu-km)		
		I M O 値	推計値	乖離
Bulk	200,000+ dwt	2.4	2.0	-18%
	100 -199,999 dwt	2.9	2.7	-7%
	60 -99,999 dwt	4.1	3.6	-13%
	35 -59,999 dwt	5.7	4.8	-15%
	10 -34,999 dwt	7.9	5.9	-26%
	-9,999 dwt	29.1	11.8	-59%
Crude oil tanker	200,000+ dwt	2.8	2.1	-23%
	120 -199,999 dwt	4.3	2.6	-40%
	80 -119,999 dwt	5.9	4.2	-29%
	60 -79,999 dwt	7.4	5.6	-24%
	10 -59,999 dwt	9.0	9.0	0%
	-9,999 dwt	32.9	-	-
Products tanker	60,000+ dwt	5.7	5.0	-13%
	20 -59,999 dwt	10.3	8.2	-20%
	10 -19,999 dwt	18.7	16.1	-14%
	5 -9,999 dwt	29.0	30.3	4%
	-4,999 dwt	45.2	40.1	-11%
Chemical tanker	20,000+ dwt	8.5	5.4	-36%
	10 -19,999 dwt	10.8	7.1	-34%
	5 -9,999 dwt	15.0	8.3	-45%
	-4,999 dwt	22.2	9.9	-56%
Container (7*TEU)	8,000+ teu	12.2	11.1	-9%
	5 -7,999 teu	16.2	13.4	-17%
	3 -4,999 teu	16.2	14.4	-11%
	2 -2,999 teu	19.6	17.1	-12%
	1 -1,999 teu	32.1	17.8	-44%
	-999 teu	36.3	22.3	-39%
Container (NWT)	8,000+ teu	12.2	11.9	-2%
	5 -7,999 teu	16.2	15.4	-5%
	3 -4,999 teu	16.2	17.1	5%
	2 -2,999 teu	19.6	22.3	14%
	1 -1,999 teu	32.1	22.5	-30%
	-999 teu	36.3	25.8	-29%
Container (DWT)	8,000+ teu	12.2	6.3	-48%
	5 -7,999 teu	16.2	7.5	-54%
	3 -4,999 teu	16.2	7.5	-54%
	2 -2,999 teu	19.6	8.4	-57%
	1 -1,999 teu	32.1	8.5	-74%
	-999 teu	36.3	10.2	-72%
Container (TEU)	8,000+ teu	-	77.5	-
	5 -7,999 teu	-	94.1	-
	3 -4,999 teu	-	100.7	-
	2 -2,999 teu	-	119.8	-
	1 -1,999 teu	-	124.9	-
	-999 teu	-	156.1	-

「Appendix. 6 方法②と方法③による主機負荷率の推計結果」を参照のこと（掲載省略）

表 5.23 方法③によるCO₂排出原単位の推計結果

船種	サイズ	CO ₂ 排出原単位 (g CO ₂ /tonne-km) or (g CO ₂ /teu-km)		
		I M O 値	推計値	乖離
Bulk	200,000+ dwt	2.4	2.3	-4%
	100 -199,999 dwt	2.9	3.3	11%
	60 -99,999 dwt	4.1	4.3	3%
	35 -59,999 dwt	5.7	5.7	0%
	10 -34,999 dwt	7.9	6.8	-15%
	-9,999 dwt	29.1	13.9	-52%
Crude oil tanker	200,000+ dwt	2.8	2.4	-12%
	120 -199,999 dwt	4.3	2.7	-37%
	80 -119,999 dwt	5.9	4.3	-27%
	60 -79,999 dwt	7.4	5.8	-21%
	10 -59,999 dwt	9.0	10.3	15%
	-9,999 dwt	32.9	-	-
Products tanker	60,000+ dwt	5.7	5.1	-11%
	20 -59,999 dwt	10.3	9.1	-12%
	10 -19,999 dwt	18.7	17.1	-9%
	5 -9,999 dwt	29.0	31.3	8%
	-4,999 dwt	45.2	45.0	0%
Chemical tanker	20,000+ dwt	8.5	5.7	-33%
	10 -19,999 dwt	10.8	7.4	-31%
	5 -9,999 dwt	15.0	8.9	-41%
	-4,999 dwt	22.2	10.8	-51%
Container (7*TEU)	8,000+ teu	12.2	13.7	13%
	5 -7,999 teu	16.2	17.0	5%
	3 -4,999 teu	16.2	18.3	13%
	2 -2,999 teu	19.6	21.7	11%
	1 -1,999 teu	32.1	22.5	-30%
	-999 teu	36.3	27.6	-24%
Container (NWT)	8,000+ teu	12.2	14.8	21%
	5 -7,999 teu	16.2	19.6	21%
	3 -4,999 teu	16.2	21.8	34%
	2 -2,999 teu	19.6	28.4	45%
	1 -1,999 teu	32.1	28.4	-12%
	-999 teu	36.3	31.9	-12%
Container (DWT)	8,000+ teu	12.2	7.8	-36%
	5 -7,999 teu	16.2	9.5	-41%
	3 -4,999 teu	16.2	9.5	-41%
	2 -2,999 teu	19.6	10.7	-45%
	1 -1,999 teu	32.1	10.7	-67%
	-999 teu	36.3	12.5	-65%
Container (TEU)	8,000+ teu	-	96.1	-
	5 -7,999 teu	-	119.3	-
	3 -4,999 teu	-	128.2	-
	2 -2,999 teu	-	152.1	-
	1 -1,999 teu	-	157.4	-
	-999 teu	-	192.9	-

「Appendix.7 方法②と方法③によるCO₂排出原単位の推計結果」を参照のこと（掲載省略）

5.4.3.3 航海距離の補正

(1) 航海距離の補正方法

方法④では、方法①のタンカーに関する年間航海距離が過小になることから、中央値に変え80点値（データを大きき順に並び替えた時の上位から 20%位）を使用する。その他は、方法①と同様の推計値を使用する。

図 5.17 は、コンテナ船のサイズ 3,000~4,999TEU の船舶に関して、船舶別年間航海距離の分布の中央値と 80点値を示している。

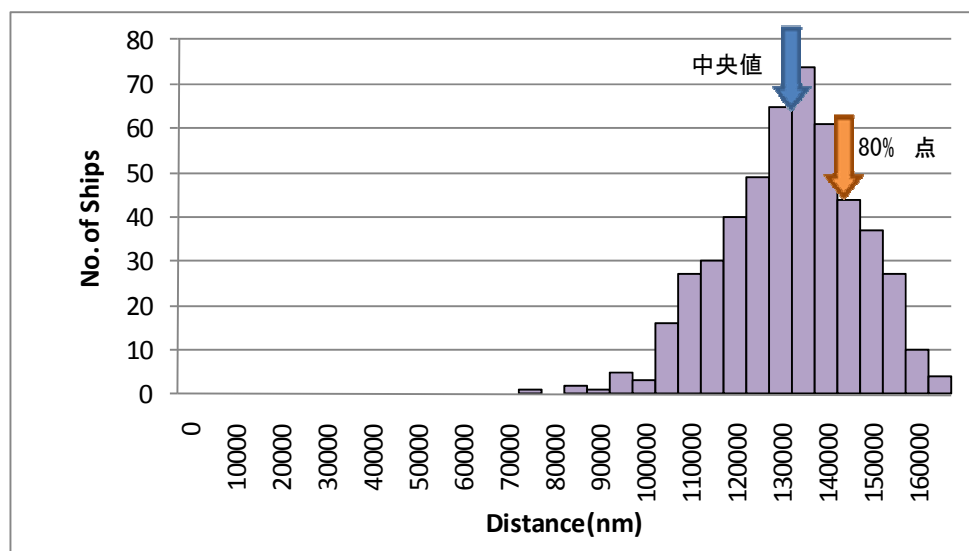


図 5.17 船舶別年間航海距離の分布の中央値と 80点値 (Container 3-4, 999TEU)

(2) 航海距離の補正方法（方法④）の適用結果

方法④による航海距離の補正を行った結果を、表 5.24 に示す。また表 5.25 は、それに基づく CO₂排出原単位の推計結果である。方法④では、タンカーの航海距離平均に関して、IMO 値に近づく。バルク船、コンテナ船の推計結果は、方法①と大きな相違はない。よって、全体として、航海速度平均の推計値が IMO 値に近づく。この結果、CO₂排出原単位は、船種全体で IMO 値に近い値となる。

表 5.24 方法④による運航状況の推計結果

船種	サイズ	年間航海日数			年間航海距離 (nm)			航海速度 (knot)		
		I M O 値	推計値	乖離	I M O 値	推計値	乖離	I M O 値	推計値	乖離
Bulk	200,000+ dwt	281	229	-19%	97,114	77,952	-20%	14.4	14.2	-2%
	100 -199,999 dwt	279	214	-23%	96,422	78,892	-18%	14.4	15.4	7%
	60 -99,999 dwt	271	216	-20%	93,658	77,468	-17%	14.4	14.9	4%
	35 -59,999 dwt	262	207	-21%	90,547	74,818	-17%	14.4	15.1	5%
	10 -34,999 dwt	258	196	-24%	88,546	63,390	-28%	14.3	13.5	-6%
	-9,999 dwt	180	166	-8%	47,520	44,158	-7%	11.0	11.1	1%
Crude oil tanker	200,000+ dwt	274	264	-4%	101,270	99,955	-1%	15.4	15.8	2%
	120 -199,999 dwt	271	234	-14%	97,560	73,396	-25%	15.0	13.1	-13%
	80 -119,999 dwt	254	216	-15%	89,611	67,583	-25%	14.7	13.0	-11%
	60 -79,999 dwt	238	213	-11%	83,395	62,201	-25%	14.6	12.2	-17%
	10 -59,999 dwt	238	166	-30%	82,824	74,652	-10%	14.5	18.7	29%
	-9,999 dwt	180	135	-25%	52,272	-	-	12.1	-	-
Products tanker	60,000+ dwt	171	236	38%	62,791	74,352	18%	15.3	13.1	-14%
	20 -59,999 dwt	171	207	21%	60,739	64,166	6%	14.8	12.9	-13%
	10 -19,999 dwt	183	177	-3%	61,927	53,854	-13%	14.1	12.7	-10%
	5 -9,999 dwt	177	159	-10%	54,374	40,451	-26%	12.8	10.6	-17%
	-4,999 dwt	175	124	-29%	46,200	35,749	-23%	11.0	12.0	9%
Chemical tanker	20,000+ dwt	251	213	-15%	88,553	76,589	-14%	14.7	15.0	2%
	10 -19,999 dwt	246	223	-9%	85,608	71,232	-17%	14.5	13.3	-8%
	5 -9,999 dwt	246	210	-15%	85,608	60,155	-30%	14.5	11.9	-18%
	-4,999 dwt	180	190	6%	62,640	47,753	-24%	14.5	10.5	-28%
Container	8,000+ teu	241	262	9%	145,178	143,379	-1%	25.1	22.8	-9%
	5 -7,999 teu	247	253	2%	149,978	147,906	-1%	25.3	24.4	-4%
	3 -4,999 teu	250	256	2%	139,800	143,188	2%	23.3	23.3	0%
	2 -2,999 teu	251	247	-2%	125,902	129,172	3%	20.9	21.8	4%
	1 -1,999 teu	259	239	-8%	118,104	113,425	-4%	19.0	19.8	4%
	-999 teu	180	192	7%	73,440	82,262	12%	17.0	17.9	5%

「Appendix.8 方法④による運航状況の推計結果」を参照のこと（掲載省略）

表 5.25 方法④によるCO₂排出原単位の推計結果

船種	サイズ	CO2 排出原単位 (g CO2/tonne-km) or (g CO2/teu-km)		
		I M O 値	推計値	乖離
Bulk	200,000+ dwt	2.4	2.4	0%
	100 -199,999 dwt	2.9	2.7	-7%
	60 -99,999 dwt	4.1	4.1	1%
	35 -59,999 dwt	5.7	5.5	-2%
	10 -34,999 dwt	7.9	9.3	18%
	-9,999 dwt	29.1	19.8	-32%
Crude oil tanker	200,000+ dwt	2.8	2.6	-6%
	120 -199,999 dwt	4.3	4.7	9%
	80 -119,999 dwt	5.9	6.2	4%
	60 -79,999 dwt	7.4	7.8	5%
	10 -59,999 dwt	9.0	6.6	-26%
	-9,999 dwt	32.9	-	-
Products tanker	60,000+ dwt	5.7	7.0	23%
	20 -59,999 dwt	10.3	10.8	6%
	10 -19,999 dwt	18.7	20.1	8%
	5 -9,999 dwt	29.0	39.2	35%
	-4,999 dwt	45.2	43.5	-4%
Chemical tanker	20,000+ dwt	8.5	6.9	-19%
	10 -19,999 dwt	10.8	11.8	9%
	5 -9,999 dwt	15.0	17.9	19%
	-4,999 dwt	22.2	24.7	11%
Container (7*TEU)	8,000+ teu	12.2	14.6	20%
	5 -7,999 teu	16.2	15.8	-3%
	3 -4,999 teu	16.2	16.2	0%
	2 -2,999 teu	19.6	17.6	-10%
	1 -1,999 teu	32.1	21.3	-34%
	-999 teu	36.3	27.2	-25%
Container (NWT)	8,000+ teu	12.2	15.8	29%
	5 -7,999 teu	16.2	18.2	12%
	3 -4,999 teu	16.2	19.3	19%
	2 -2,999 teu	19.6	23.0	18%
	1 -1,999 teu	32.1	26.9	-16%
	-999 teu	36.3	31.4	-13%
Container (DWT)	8,000+ teu	12.2	8.3	-32%
	5 -7,999 teu	16.2	8.8	-46%
	3 -4,999 teu	16.2	8.4	-48%
	2 -2,999 teu	19.6	8.7	-56%
	1 -1,999 teu	32.1	10.2	-68%
	-999 teu	36.3	12.4	-66%
Container (TEU)	8,000+ teu	-	102.3	-
	5 -7,999 teu	-	110.6	-
	3 -4,999 teu	-	113.7	-
	2 -2,999 teu	-	123.4	-
	1 -1,999 teu	-	149.2	-
	-999 teu	-	190.4	-

「Appendix.9 方法④によるCO₂排出原単位の推計結果」を参照のこと（掲載省略）

5.4.3.4 航海速度のカタログ値（サービス速度）の利用

（１）サービス速度を用いた推計方法

LRFデータは、各船舶の航海速度のカタログ値（サービス速度）が示され、この値を用いることがIMOスタディのCO₂排出原単位の推計方法と一致する。方法⑤では、このサービス速度を使用したCO₂排出原単位の推計が、どの程度、IMO値と一致するか検討する。具体的には、LRFデータから各船舶のサービス速度を抽出し、平均値を算出する。このサービス速度に基づきCO₂排出原単位を推計している（航海日数と航海距離をLMIUデータから算定しない）。その他は、方法①と同様の数値を用いている。

（２）サービス速度を用いた推計方法（方法⑤）の適用結果

表 5.26 は、方法⑤に基づくCO₂排出原単位の推計結果である。IMOスタディと同様の分析であるため、CO₂排出原単位は基本的にIMO値に近づく。しかし、データそのものは、当然IMOスタディと異なるため、10%から20%程度は乖離が存在する。これは、対象年の相違に加え、データが持つ不確実性が影響していると考えられる。

表 5.26 方法⑤によるCO₂排出原単位の推計結果

船種	サイズ	CO2 排出原単位 (g CO2/tonne-km) or (g CO2/teu-km)		
		I M O 値	推計値	乖離
Bulk	200,000+ dwt	2.4	2.6	7%
	100 -199,999 dwt	2.9	3.1	7%
	60 -99,999 dwt	4.1	4.7	14%
	35 -59,999 dwt	5.7	6.4	13%
	10 -34,999 dwt	7.9	9.7	23%
	-9,999 dwt	29.1	18.9	-35%
Crude oil tanker	200,000+ dwt	2.8	2.7	-1%
	120 -199,999 dwt	4.3	4.3	-2%
	80 -119,999 dwt	5.9	5.3	-11%
	60 -79,999 dwt	7.4	6.2	-17%
	10 -59,999 dwt	9.0	7.8	-13%
	-9,999 dwt	32.9	25.6	-22%
Products tanker	60,000+ dwt	5.7	6.0	5%
	20 -59,999 dwt	10.3	8.8	-14%
	10 -19,999 dwt	18.7	16.2	-13%
	5 -9,999 dwt	29.0	28.8	-1%
	-4,999 dwt	45.2	36.6	-19%
Chemical tanker	20,000+ dwt	8.5	7.7	-10%
	10 -19,999 dwt	10.8	12.4	14%
	5 -9,999 dwt	15.0	17.4	15%
	-4,999 dwt	22.2	23.1	4%
Container (7*TEU)	8,000+ teu	12.2	13.6	12%
	5 -7,999 teu	16.2	16.2	0%
	3 -4,999 teu	16.2	17.8	10%
	2 -2,999 teu	19.6	19.8	1%
	1 -1,999 teu	32.1	23.9	-26%
	-999 teu	36.3	34.0	-6%
Container (NWT)	8,000+ teu	12.2	14.7	21%
	5 -7,999 teu	16.2	18.6	15%
	3 -4,999 teu	16.2	21.2	30%
	2 -2,999 teu	19.6	25.8	32%
	1 -1,999 teu	32.1	30.1	-6%
	-999 teu	36.3	39.4	8%
Container (DWT)	8,000+ teu	12.2	7.8	-36%
	5 -7,999 teu	16.2	9.1	-44%
	3 -4,999 teu	16.2	9.3	-43%
	2 -2,999 teu	19.6	9.7	-50%
	1 -1,999 teu	32.1	11.4	-65%
	-999 teu	36.3	15.5	-57%
Container (TEU)	8,000+ teu	-	95.4	-
	5 -7,999 teu	-	113.5	-
	3 -4,999 teu	-	124.5	-
	2 -2,999 teu	-	138.4	-
	1 -1,999 teu	-	167.0	-
	-999 teu	-	238.3	-

「Appendix. 10 方法⑤によるCO₂排出原単位の推計結果」を参照のこと（掲載省略）

5.4.3.5 主機負荷率の補正と航海距離の補正の統合

(1) 方法③と方法④を統合した推計方法

ここでは、各方法を全体で評価することに資するため、方法を組み合わせた場合を検討した。比較的、方法として有力な方法③と方法④を組み合わせ、方法⑥とする。

(2) 方法③と方法④を統合した推計方法（方法⑥）の適用結果

表 5.27 は方法⑥に基づくCO₂排出原単位の推計結果である。結果は、タンカーの推計値がIMO値に近づくが、結果が良好であったバルク船とコンテナ船でIMO値との乖離が大きくなる。

表 5.27 方法⑥によるCO₂排出原単位の推計結果

船種	サイズ	CO ₂ 排出原単位 (g CO ₂ /tonne-km) or (g CO ₂ /teu-km)		
		IMO値	推計値	乖離
Bulk	200,000+ dwt	2.4	2.9	18%
	100 -199,999 dwt	2.9	4.0	37%
	60 -99,999 dwt	4.1	5.5	33%
	35 -59,999 dwt	5.7	7.5	32%
	10 -34,999 dwt	7.9	9.3	18%
	-9,999 dwt	29.1	16.9	-42%
Crude oil tanker	200,000+ dwt	2.8	3.2	16%
	120 -199,999 dwt	4.3	3.5	-19%
	80 -119,999 dwt	5.9	5.0	-15%
	60 -79,999 dwt	7.4	6.2	-17%
	10 -59,999 dwt	9.0	13.5	50%
	-9,999 dwt	32.9	-	-
Products tanker	60,000+ dwt	5.7	5.8	2%
	20 -59,999 dwt	10.3	9.9	-4%
	10 -19,999 dwt	18.7	18.4	-2%
	5 -9,999 dwt	29.0	32.0	10%
	-4,999 dwt	45.2	47.8	6%
Chemical tanker	20,000+ dwt	8.5	7.6	-11%
	10 -19,999 dwt	10.8	9.9	-9%
	5 -9,999 dwt	15.0	11.8	-21%
	-4,999 dwt	22.2	12.2	-45%
Container (7*TEU)	8,000+ teu	12.2	14.4	18%
	5 -7,999 teu	16.2	18.4	13%
	3 -4,999 teu	16.2	21.5	32%
	2 -2,999 teu	19.6	25.4	30%
	1 -1,999 teu	32.1	30.6	-5%
	-999 teu	36.3	40.4	11%
Container (NWT)	8,000+ teu	12.2	15.5	27%
	5 -7,999 teu	16.2	21.2	30%
	3 -4,999 teu	16.2	25.6	57%
	2 -2,999 teu	19.6	33.1	69%
	1 -1,999 teu	32.1	38.6	20%
	-999 teu	36.3	46.7	29%
Container (DWT)	8,000+ teu	12.2	8.2	-33%
	5 -7,999 teu	16.2	10.3	-37%
	3 -4,999 teu	16.2	11.2	-31%
	2 -2,999 teu	19.6	12.5	-36%
	1 -1,999 teu	32.1	14.6	-55%
	-999 teu	36.3	18.4	-49%
Container (TEU)	8,000+ teu	-	100.8	-
	5 -7,999 teu	-	128.9	-
	3 -4,999 teu	-	150.3	-
	2 -2,999 teu	-	177.7	-
	1 -1,999 teu	-	213.9	-
	-999 teu	-	283.0	-

「Appendix. 11 方法⑥によるCO₂排出原単位の推計結果」を参照のこと（掲載省略）

5.5 まとめ

5.5.1 今回の手法の評価及び将来の展開

各方法のCO₂排出原単位の推計結果を船種別サイズ別に図示した結果を Appendix. 12（掲載省略）に掲載している。次に、各方法別のCO₂排出原単位の推計結果を評価するため、各方法別に推計値とIMO値間で回帰による比較を行った。この際、コンテナ船のDWTとTEUを用いた結果は、傾向が異なるため対象外としている。

表 5. 28 は、各方法によるCO₂排出源単位の推計値とIMOの値に対して全対象船種をまとめて回帰によって比較を行った結果の回帰係数とR2値を示している。回帰係数及びR2値で見ると方法④及び方法⑤はIMOの値に非常に良くあった結果を示している。この2つに対してCO排出原単位の推計値とIMO値の回帰を、切片を0として比較したグラフを図 5. 18 に示す。方法④は方法⑤に比べて回帰係数がIMOの値に近いが、データのバラツキを比較すると方法⑤の方が全体的にバラツキは少なくなっている。このことから最も回帰係数とR2値が優れているIMOスタディと同様の方法である方法⑤がCO₂排出源単位を推計する方法としては良いと考えるべきであるが、方法⑤は、サービス速度を、CO₂排出源単位を推計する上で航海速度として使用しているため、年毎の運航実績を反映させたCO₂排出原単位を推計するという本調査の目的からすると、CO₂排出源単位を更新する上で問題がある方法と考えられる。そこで、次に回帰係数とR2値が優れている方法④を本調査におけるCO₂排出源単位を推計する方法として提案する。

表 5. 28 各方法による推計値とIMO値の回帰による比較（全船種）

評価項目	方法①	方法②	方法③	方法④	方法⑤	方法⑥
回帰係数	1.167	0.780	0.913	<u>0.975</u>	<u>0.948</u>	1.091
R2 値	0.870	0.828	0.820	<u>0.885</u>	<u>0.899</u>	0.845

「Appendix. 13 各方法によるCO₂排出原単位推計結果の評価（全対象船種）」を参照のこと（掲載省略）

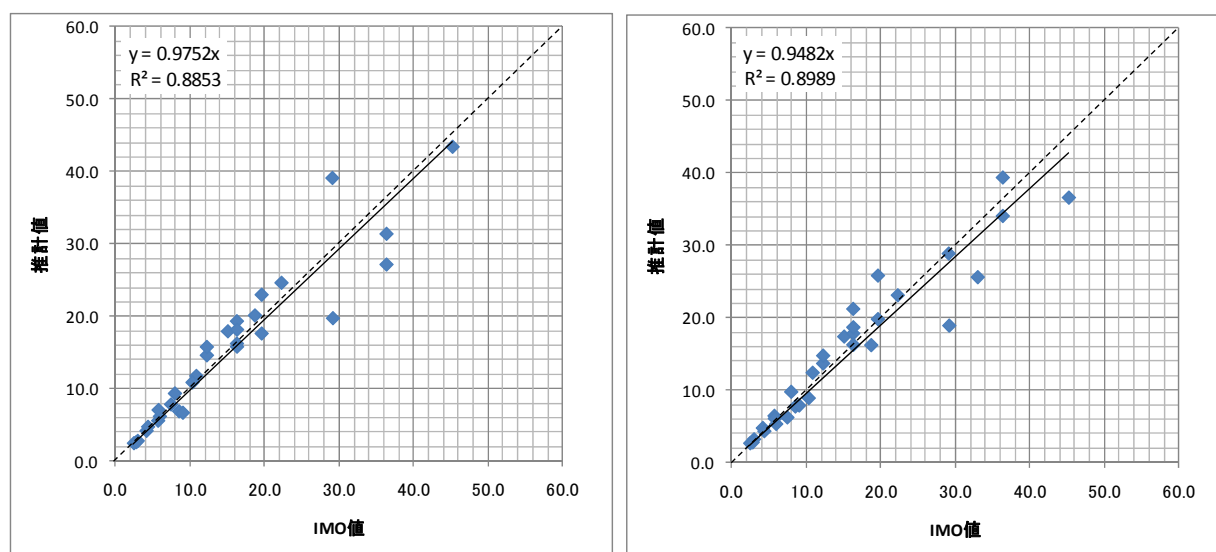


図 5. 18 方法④（左）及び方法⑤（右）による推計値とIMO値の回帰による比較（全対象船種）

CO₂排出源単位の推計方法としては、当面、方法④を使用して、年度毎の各船種の値を推計する。しかし2009年7月に開催されたIMO海洋環境保護委員会第59回会合では、将来の強制化を睨んだ任意の取り組みの一つである船舶の環境性能（単位輸送能力あたりのCO₂排出量）を示す指標EEDI（MEPC59 Circ681 及びCirc682）の導入が合意された。これにより船舶の同一船型に対する環境性能を明らかにすることが出来るため、方法⑤におけるサービス速度がより厳密な値として意味を持つてくることが予想されるので、将来的には、方法⑤を使用して、年度毎の各船種の値を推計することが可能となると考えられる。

さらに、個船の1航海（出航から次の出航迄）毎の実貨物輸送量（トンキロ）とその際の燃料油使用量から、単位輸送当たりの実CO₂排出を示す指標EEOI（MEPC59 Circ684）が国際海運に普及すれば、荷主が必要とする船種に対して年間の個船データを集計し、それらの中央値等を取ることで厳密なCO₂排出源単位を算出することが将来的には可能となると考えられる。しかし、商品に付与されるCFPに含まれている海上輸送が締めているCO₂排出量の割合は非常に少ない。そのため、ある商品に対して輸送に従事した船を特定してEEOIを用いて厳密に算出することは、実用的な面からは合理性に欠けることが予想される。

5.5.2 現在用いられているCO₂排出源単位との比較

平成20年度、経済産業省では、CFP制度構築に向け、関係省庁との連携のもと、制度の指針となる「カーボンフットプリント制度の在り方（指針）」と、商品・サービスごとに排出量の算定ルールを作成するための「商品種別算定基準（PCR：Product Category Rule）策定基準」を取りまとめ、この指針と基準を基に平成21年度よりCFP算定・表示試行事業が実施されている（第2章参照）。この事業を支援するために様々な既存文献、調査資料などからデータを収集し、整理して構築された「CO₂換算量共通原単位データベース（暫定版）」が社団法人産業環境管理協会（JEMAI）より公開（平成21年8月21日）されている。（4.1.2 及び参考4.2 参照）

このデータベース中で使われている海上輸送に関するCO₂排出源単位は、平成12年度にS&O（財団法人シップ・アンド・オーシャン）が、船舶からの温室効果ガス（CO₂等）の排出削減に関する調査研究の中で、外航船（タンカー、バルカー及びコンテナ）の船種別・船型別・船齢別の年間輸送総量（トンキロ）及び年間燃料消費量の推定を行い、それよりCO₂排出源単位を求めた結果を使用している（Appendix 15 参照（掲載省略））。実際に国内の事業者がCFPを算出する際に使用している海上輸送のCO₂排出源単位を表5.29に示す。このJEMAIが公開しているCO₂排出源単位は、現在の海上輸送の実態に即して推計したIMOの値と比べて、CO₂排出量を少なめに算出している。このCO₂排出源単位をCFP導入事業者が使用し続けていると、船主が努力してCO₂排出量を削減した結果によるEEOIと国内に普及しているCO₂排出源単位の関係でCO₂排出源単位が不当に良い状態になり、船主に対するインセンティブが働かなくなる。このようなことから、本調査で提案したCO₂排出源単位の推計方法がCFPを算出する際のベースになることが良いものと考えられる。

表 5.29 J E M A I が提示している海上輸送のCO₂排出源単位

船種	船型	CO ₂ 排出原単位 (g-CO ₂ /トンキロ)
コンテナ船	4,000 TEU 以下	24.3
	4,000 TEU 以上	9.07
タンカー	80,000 DWT 以下	8.22
	80,000 DWT 以上	4.68
その他バルク運搬船	80,000 DWT 以下	6.71
	80,000 DWT 以上	3.88

5.5.3 提案した方法④による計算値

提案した方法④により 2008 年の L M I U データ及び L R F データを使用して最新のバルカー及びコンテナ船のCO₂排出源単位を算出すると下記のとおりとなる。

表 5.30 提案した方法④による計算値

●バルカー

Size(dwt)	200,000+	100,000	60,000	35,000	10,000	-9,999
		-199,999	-99,999	-59,999	-34,999	
2008 年 推計値 (g-CO ₂ /ton-km)	2.0	2.6	4.6	6.5	11.0	20.3

●コンテナ船

Size(teu)	8,000+	5,000	3,000	2,000	1,000	-999
		-7,999	-4,999	-2,999	-1,999	
2008 年 推計値 (g-CO ₂ /ton-km)	12.2	14.2	15.7	17.8	20.6	26.0

5.6 二次データとして利用可能な原単位の算出方法についての補足的考察

以上の二次データとして利用可能な原単位の算出は、既存の I M O による算出方法に従った試算に基づいているが、I M O の算出方法では、いくつかの設定値が置かれておりその設定根拠等が明らかにされていない。これらの数値についても将来更新の必要性が高まることが想定される場所、その手法の可能性を検討しておくことが重要と考えられる。ここでは、これらの設定値のうち、コンテナ 1TEU 当たりの重量及びコンテナ船の積載率について、公表資料を用いた算出の可能性を検討する。

また、荷主に対するヒアリングや本検討委員会における議論から、海上コンテナの輸送に関する原単位をコンテナ種類別（ドライコンテナ／リーファーコンテナ）に分けることに対する一定のニーズが存在することがわかった。これを受け、船舶技術の専門家に対してリーファーコンテナの電力使用量に与える影響やコンテナ種類別原単位作成の実現可能性についてヒアリングを行うとともに、主要船社に対してコンテナ種類別原単位作成の実現可能性や原単位作成のために利用可能なデータの把握状況についてヒアリングを行った。あわせて、一部船社からの協力により参考データをいただき、リーファーコンテナの原単位の試算を行った。ここではヒアリング結果を踏まえ、コンテナ種類別の原単位作成に向けた状況整理を行うとともに、コンテナ種類別の原単位作成のあり方について考察する。

5.6.1 コンテナ 1TEU 当たりの重量及びコンテナ船の積載率について

コンテナ 1TEU 当たりの重量およびコンテナ船の積載率について、現状における公表資料を用いた算出の可能性を検討するため、P I E R S データ及び Containerisation International Yearbook、国際輸送ハンドブックに基づき構築したコンテナ船に係るデータベースを活用し、算出の可能性等を検討した。

5.6.1.1 活用したデータの概要

(1) P I E R S データ

P I E R S データは、米国において輸出または輸入された海上貨物の通関情報 (B/L または AMS (Automated Manifest System) データ) を活用したデータベースである。本データにより、米国において輸出または輸入された海上貨物について、貨物の重量や TEU ベースでの量以外にも、米国における積卸年月日や利用港湾、利用船舶、米国の貿易相手国における船積卸港等の情報を得ることが可能である。

なお、P I E R S データは、通関情報をもとにしたデータベースであるため、空コンテナの個数は不明である。また、貨物量は通関書類を元にしたデータであるため、混載貨物等の場合には、コンテナ個数の記載は無く、換算値となっている。

本調査で活用した P I E R S データは、次の通りである。

<用いた P I E R S データの概要>

- 対象期間： 2000 年 1 月～3 月、2009 年 10 月
- 対象範囲： 東アジア－北米間
- 記載項目： 仕出国、最終船積港、米国船積・卸港湾名、船舶名、荷揚日、貨物量 (重量 (MT)、個数 (TEU))

表 5.31 P I E R Sデータのサンプル

仕出国	仕出国最初船積港 (通関場所)	最終船積港	米国輸入港湾名	船舶名	荷揚日	重量 (MT)	個数 (TEU)
CHINA P	NINGPO	KOBE	LOS ANGELES	ALLIGATOR BRAVERY	000110	124.46	17
CHINA P	SHANGHAI	KOBE	LOS ANGELES	ALLIGATOR BRAVERY	000110	351.64	40
CHINA P	CHONGQING	SHANGHAI	LOS ANGELES	ALLIGATOR BRAVERY	000110	248.02	44
CHINA P	KUNSHAN	SHANGHAI	LOS ANGELES	ALLIGATOR BRAVERY	000110	183.62	52
CHINA P	NANJING	SHANGHAI	LOS ANGELES	ALLIGATOR BRAVERY	000110	174.91	31
CHINA P	NANJING	SHANGHAI	LOS ANGELES	ALLIGATOR BRAVERY	000110	268.62	32
CHINA P	SHANGHAI	SHANGHAI	LOS ANGELES	ALLIGATOR BRAVERY	000110	2295.49	385
CHINA P	SHANGHAI	SHANGHAI	LOS ANGELES	ALLIGATOR BRAVERY	000110	1131.49	215
CHINA P	SHANGHAI	SHANGHAI	LOS ANGELES	ALLIGATOR BRAVERY	000110	1782.01	304
CHINA P	SUZHOU	SHANGHAI	LOS ANGELES	ALLIGATOR BRAVERY	000110	161.09	48
CHINA P	WUHAN	SHANGHAI	LOS ANGELES	ALLIGATOR BRAVERY	000110	34.14	2
CHINA P	WUXI	SHANGHAI	LOS ANGELES	ALLIGATOR BRAVERY	000110	16.90	1
CHINA P	ZHANGJIAGANG	SHANGHAI	LOS ANGELES	ALLIGATOR BRAVERY	000110	77.54	5
CHINA P	DARIEN	SHANGHAI	LOS ANGELES	ALLIGATOR BRAVERY	000110	29.72	9
CHINA P	SHANGHAI	TOKYO	LOS ANGELES	ALLIGATOR BRAVERY	000110	16.24	2
HG KONG	HONG KONG	TOKYO	LOS ANGELES	ALLIGATOR BRAVERY	000110	18.48	6
JAPAN	HAKATA	SHANGHAI	LOS ANGELES	ALLIGATOR BRAVERY	000110	19.39	4
JAPAN	HIROSHIMA	KOBE	LOS ANGELES	ALLIGATOR BRAVERY	000110	5.57	1
JAPAN	KOBE	KOBE	LOS ANGELES	ALLIGATOR BRAVERY	000110	447.60	33
JAPAN	KOBE	KOBE	LOS ANGELES	ALLIGATOR BRAVERY	000110	813.75	99
JAPAN	KOBE	KOBE	LOS ANGELES	ALLIGATOR BRAVERY	000110	308.38	49
JAPAN	MOJI	KOBE	LOS ANGELES	ALLIGATOR BRAVERY	000110	72.71	14
JAPAN	OSAKA	KOBE	LOS ANGELES	ALLIGATOR BRAVERY	000110	165.04	22
JAPAN	OSAKA	KOBE	LOS ANGELES	ALLIGATOR BRAVERY	000110	386.46	51
JAPAN	SHIMIZU	TOKYO	LOS ANGELES	ALLIGATOR BRAVERY	000110	99.01	12
JAPAN	SHIMIZU	TOKYO	LOS ANGELES	ALLIGATOR BRAVERY	000110	32.41	10
JAPAN	TOKYO	TOKYO	LOS ANGELES	ALLIGATOR BRAVERY	000110	359.19	55
JAPAN	TOKYO	TOKYO	LOS ANGELES	ALLIGATOR BRAVERY	000110	625.86	104
JAPAN	TOKYO	TOKYO	LOS ANGELES	ALLIGATOR BRAVERY	000110	375.52	76
JAPAN	YOKOHAMA	TOKYO	LOS ANGELES	ALLIGATOR BRAVERY	000110	713.40	93
JAPAN	YOKOHAMA	TOKYO	LOS ANGELES	ALLIGATOR BRAVERY	000110	21.68	5
JAPAN	YOKOHAMA	TOKYO	LOS ANGELES	ALLIGATOR BRAVERY	000113	228.57	15
CHINA P	NINGPO	KOBE	OAKLAND	ALLIGATOR BRAVERY	000113	188.54	39
CHINA P	SHANGHAI	SHANGHAI	OAKLAND	ALLIGATOR BRAVERY	000113	18.58	3
CHINA P	SHANGHAI	SHANGHAI	OAKLAND	ALLIGATOR BRAVERY	000113	9.54	3
CHINA P	SHANGHAI	SHANGHAI	OAKLAND	ALLIGATOR BRAVERY	000113	97.04	29
JAPAN	SUZHOU	SHANGHAI	OAKLAND	ALLIGATOR BRAVERY	000113	0.90	0
JAPAN	KOBE	KOBE	OAKLAND	ALLIGATOR BRAVERY	000113	9.85	2
JAPAN	KOBE	KOBE	OAKLAND	ALLIGATOR BRAVERY	000113	43.64	5
JAPAN	KOBE	KOBE	OAKLAND	ALLIGATOR BRAVERY	000113	8.24	2
JAPAN	OSAKA	KOBE	OAKLAND	ALLIGATOR BRAVERY	000113	19.70	4
JAPAN	TOKYO	TOKYO	OAKLAND	ALLIGATOR BRAVERY	000113	59.48	11
JAPAN	TOKYO	TOKYO	OAKLAND	ALLIGATOR BRAVERY	000113		

(2) 国際輸送ハンドブック

国際輸送ハンドブックは、(株)オーシャンコマース社が年1回発行している書籍で、「定期船を中心とした国際輸送を軸に航空貨物輸送や港湾、NVOCC、コンテナリース、米国・カナダの鉄道などの動向をコンパクトにまとめた」11書籍となっている。コンテナ定期航路に関する情報は、日本に係わりのあるサービスのみを掲載している。つまり、日本を起終点とする貨物の接続サービスがないアジア-北米間の航路やアジア-欧州間の航路、北米-欧州間の航路などは掲載対象とはなっていない。

本調査では、PIERSデータに掲載されている船舶の仕様(船長、喫水、船幅、積載 TEU、総トン数、DWT 等)の把握に活用した。

(3) Containerisation International Yearbook

Containerisation International Yearbook は、Informa UK 社が年1回発行している書籍で、コンテナ取り扱い港湾の概況や現在利用されているコンテナ船や新造船のリスト等が掲載されている。

本調査では、PIERSデータに掲載されている船舶の仕様の把握の際、(2) 国際輸送ハンドブックには掲載されていなかった船舶に係わる情報の把握に活用した。

5.6.1.2 コンテナ 1TEU 当たりの重量の試算

ここでは、コンテナ 1TEU 当たりの重量の把握のために、一般的な統計データの活用可能性の検討を行った。

(1) 検討の概要

まず、コンテナ 1TEU 当たりの重量の把握において、我が国の港湾統計や貿易統計の活用が考えられる。我が国の港湾統計は、我が国の港湾において輸出・輸入されたコンテナ貨物/非コンテナ貨物別に貨物取扱量、コンテナ個数 (TEU) の把握が可能となっている。ただし、我が国の港湾統計に記載されている貨物量の単位は、フレート・トン (容積トン) が用いられており、重量 (MT) が不明である。

一方、財務省関税局が公表している貿易統計では、コンテナ/非コンテナの別に数量および貿易価格の把握が可能である。ただし、貿易統計における数量は、一部は重量 (MT) で記載されているものの、商品によっては“個数”や“ユニット”、“リットル”等で記載されているため、正確な重量の把握ができない。

そこで、ここでは、米国の輸出・輸入に係わる資料である“PIERSデータ”を活用し、1TEU 当たりの重量 (MT) の算出可能性の検討を行うこととした。

ここで使用したPIERSデータは、コンテナ以外の海上貨物も含まれている。そのため、コンテナ以外の貨物を取り除く必要がある。

そこで、ここでは、PIERSデータと Containerisation International Yearbook や国際輸送ハンドブックを用いて構築したコンテナ船の船舶 DB を付き合わせ、コンテナ船により輸送された貨物データのみを抽出し、当該貨物データにおける 1TEU 当たりの重量 (MT) の算出を行った。

¹¹ オーシャンコマース社の「国際輸送ハンドブック」の紹介資料より抜粋

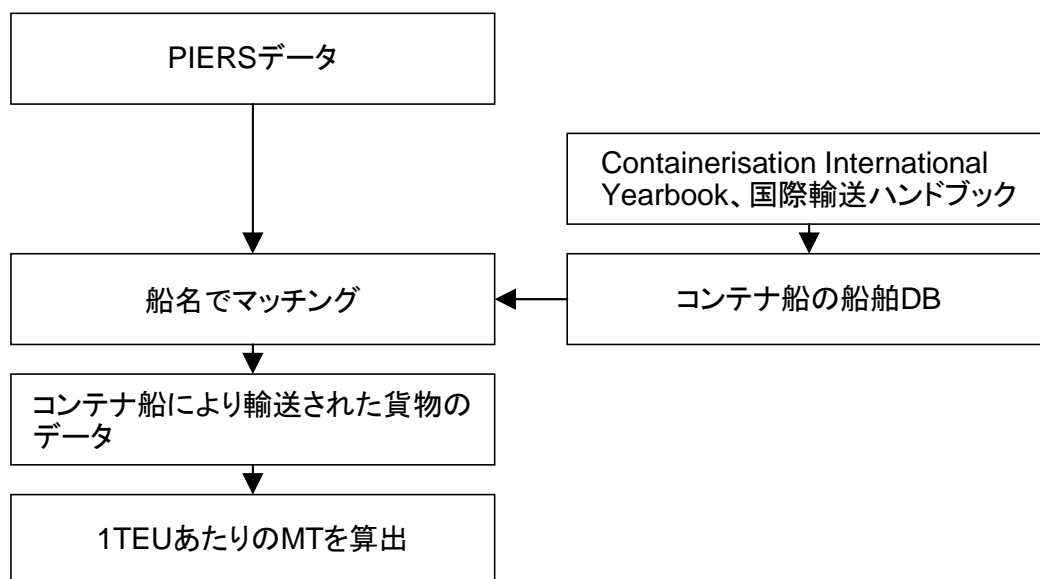


図 5.19 P I E R S データを活用した 1TEU 当たりの MT の算出手順

(2) 集計結果まとめ

集計結果をみると、2000 年データでは、米国からの輸出 10.5MT/TEU、米国への輸入 6.51MT/TEU、輸出入平均 7.88MT/TEU、2009 年データでは、米国からの輸出 10.94MT/TEU、米国への輸入 6.00MT/TEU、輸出入平均 7.36MT/TEU となった。

輸出入の平均では、いずれも I M O が用いている 7MT/TEU と概ね同程度の数値となることがわかった。また、輸出と輸入とで大きく違うことも明らかとなった。

輸出と輸入における違いについては、米国は、東アジアから家電製品はもちろん、衣類、雑貨類等の製品を輸入し、東アジア諸国に対しては肉類や穀類、果実等を輸出している。この貿易形態の中、米国輸入においては容積がちなものが増えており、米国輸出においては重量がちなものが増えていることが考えられ、このような結果になっていると考えられる。

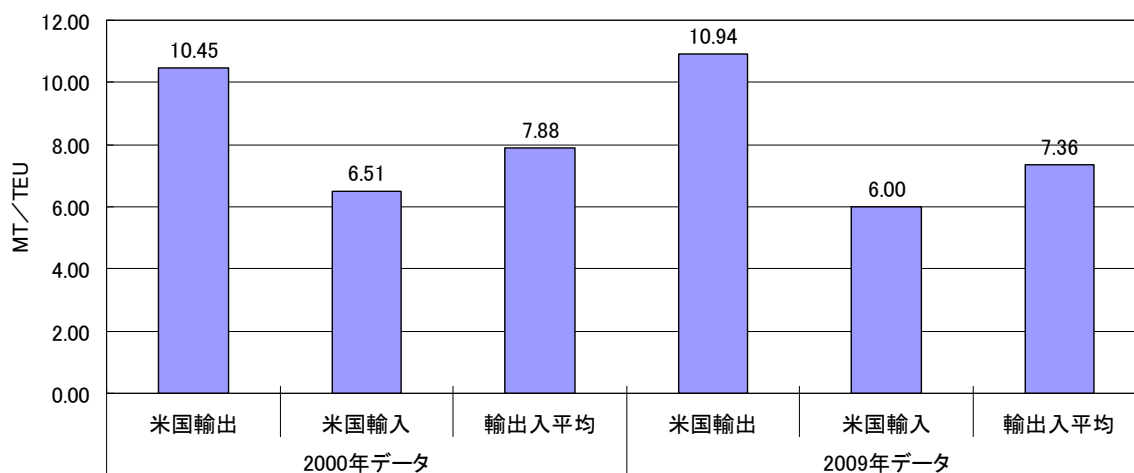


図 5.20 1TEU 当たりの重量(MT) [P I E R S データにより作成]

表 5.32 1TEU 当たりの重量の集計

区分		MT	TEU	MT/TEU
2000 年データ	輸入	8,631,773	1,325,472	6.51
	輸出	7,332,153	701,663	10.45
	輸出入	15,963,926	2,027,135	7.88
2009 年データ	輸入	5,685,925	948,296	6.00
	輸出	3,946,719	360,907	10.94
	輸出入	9,632,644	1,309,204	7.36

[PIERSデータにより作成]

5.6.1.3 船型別に見たコンテナ船1隻当たりの積載率の試算

ここでは、コンテナ船1隻あたりの積載率を試算するため、船舶名と当該船舶により輸送された貨物量の関係が明確になっているPIERSデータの活用可能性の検討を行った。

(1) 検討の概要

PIERSデータは、先述の通り、コンテナ以外の海上貨物も含まれている。そのため、コンテナ以外の貨物を取り除く必要がある。

そこで、ここでは、PIERSデータと Containerisation International Yearbook や国際輸送ハンドブックを用いて構築したコンテナ船の船舶DBを付き合わせ、コンテナ船のデータのみを抽出した。そして、東アジアから米国への到着時、または米国から東アジアへの出発時における積載量の把握を行うため、各船舶の1航海における米国における輸入貨物量または輸出貨物量を合計し、船舶の船腹量から平均的な積載率を船型別に試算した。

なお、“航行時における平均的な積載率”の把握が目的であることを勘案し、東アジアー北米ー欧州間を輸送している船舶は、東アジアー欧州間を輸送されている貨物も積載されており、米国到着時または出発時において、米国輸出・輸入貨物のシェアが必ずしも高くない可能性があることから、ここの集計対象からは除くこととした。

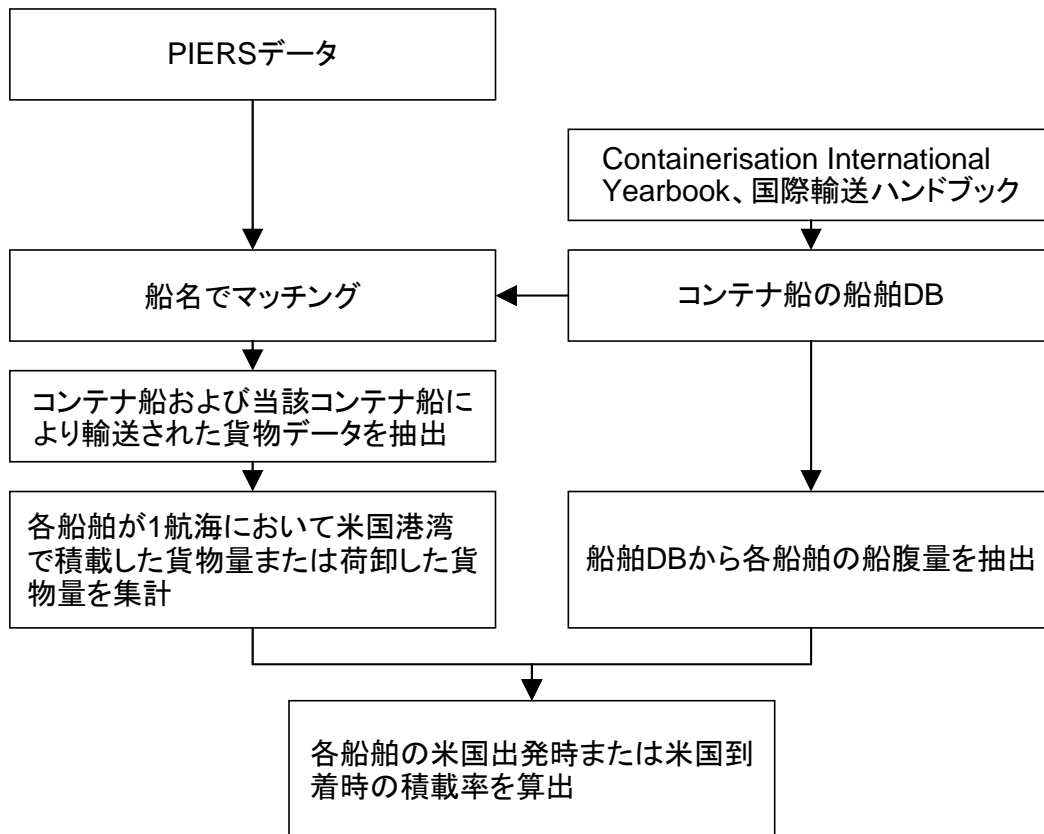


図 5.21 船型別コンテナ船 1 隻あたりの積載率の試算結果（単位：TEU）

(2) 集計結果まとめ

集計結果をみると、2000年データでは、米国輸入の4,000～5000TEUクラスの船舶70.4%、6,000～7,000TEUクラスの船舶83.1%となっている他は、IMOで採用している70%よりも小さい。特に米国輸出においては、積載率が50%を満たさないこととなっている。また、2009年データを見ると、米国輸入の7,000TEU以上クラスの船舶において71.7%となっている他、2000年データと同様、積載率が小さくなっている。

この要因としては、PIERSデータは米国の輸出入を対象としたデータであり、カナダやメキシコにおける積み卸し、米国において南米等にトランシップされている貨物が含まれていないこと等が挙げられる。

PIERSデータの活用により、方面（米国輸出－米国輸入）による積載率の違いは把握可能となったものの、採用する積載率としては、IMO採用値との比較や船社担当者の実感からすると乖離がみられることから、現状のままでは活用の可能性が低い。

今後、船社等へのヒアリングによる補正等、補正に関する情報の蓄積と補正技術の整理、技術の向上等が必要だと考えられる。

表 5.33 積載率の試算結果

● 2000 年データ (単位 : TEU)

船型	米国輸出			米国輸入			米国輸出入		
	貨物量	船腹量	積載率	貨物量	船腹量	積載率	貨物量	船腹量	積載率
～1000	231	1,800	12.8%	4,262	11,908	35.8%	4,493	13,708	32.8%
～2000	18,311	88,648	20.7%	89,924	174,256	51.6%	108,235	262,904	41.2%
～3000	158,804	425,597	37.3%	277,592	494,544	56.1%	436,396	920,141	47.4%
～4000	143,585	393,139	36.5%	236,425	429,734	55.0%	380,010	822,873	46.2%
～5000	240,817	571,017	42.2%	461,955	656,509	70.4%	702,771	1,227,526	57.3%
～6000	117,724	340,633	34.6%	222,371	345,997	64.3%	340,095	686,630	49.5%
～7000	18,414	39,208	47.0%	32,587	39,208	83.1%	51,001	78,416	65.0%
全体	697,886	1,860,042	37.5%	1,325,116	2,152,156	61.6%	2,023,002	4,012,198	50.4%

● 2009 年データ (単位 : TEU)

船型	米国輸出			米国輸入			米国輸出入		
	貨物量	船腹量	積載率	貨物量	船腹量	積載率	貨物量	船腹量	積載率
～1000	931	2,336	39.9%	880	1,629	54.0%	1,811	3,965	45.7%
～2000	2,277	6,867	33.2%	6,133	9,333	65.7%	8,410	16,200	51.9%
～3000	6,055	24,166	25.1%	27,767	49,277	56.3%	33,823	73,443	46.1%
～4000	29,614	98,382	30.1%	49,011	77,697	63.1%	78,625	176,079	44.7%
～5000	97,015	491,280	19.7%	213,285	444,237	48.0%	310,299	935,517	33.2%
～6000	101,569	489,903	20.7%	275,995	486,124	56.8%	377,563	976,027	38.7%
～7000	57,283	247,420	23.2%	154,956	254,786	60.8%	212,239	502,206	42.3%
7000～	66,164	285,281	23.2%	217,020	302,813	71.7%	283,183	588,094	48.2%
全体	360,907	1,645,635	21.9%	945,047	1,625,896	58.1%	1,305,954	3,271,531	39.9%

[PIERSデータにより作成]

5.6.2 リーフターコンテナについて

船社からのヒアリング結果を踏まえ、海上コンテナの輸送に関する原単位をコンテナ種類別（ドライコンテナ／リーフターコンテナ）に作成するための状況整理を行うとともに、コンテナ種類別の原単位作成のあり方について考察する。

5.6.2.1 船舶の設計におけるリーフターコンテナの取り扱い

(1) 船舶の電源設計

船舶には通常ディーゼル発電機が搭載されているが、そこで発生した電力の用途を船舶の状況別にまとめたものが以下の表である。航海時の生活用電力が△としたが、これはシャフトジェネレーター（メインエンジンの軸動力によって発電を行う機器）やターボジェネレーター（メインエンジンの廃熱によって発電を行う機器）を搭載している船舶では、航海中はこれらの機器による電力で船内の電力需要をまかなうことがあるためである。

表 5.34 船舶におけるディーゼル発電機電力の用途

	停泊時	港湾内	航海時
生活用電力	○	○	△
リーファーコンテナ	○	○	△
係船機器（ウインチ等）		○	
スラスタ		○	

※ △は航海中においてシャフトジェネレーターやターボジェネレーターで電力をまかなう場合にはディーゼル発電機は使用しない。

表 5.35 船舶における電源構成

	停泊時	港湾内	航海時	搭載状況
ディーゼル発電機	○	○	○	全船舶
シャフトジェネレーター			○	一部船舶
ターボジェネレーター (蒸気タービン発電機)	△	△	○	一部船舶

シャフトジェネレーターやターボジェネレーターは基本的にメインエンジンが作動している時のみ発電可能¹²なため、船舶に搭載するディーゼル発電機の容量を決定する際には、電力用途別の電力使用量を算出し、その船舶で使用しうる最大の電力量を全てディーゼル発電機でまかなえる容量としている。参考として実在するコンテナ船のスペックを一部示す。

表 5.36 コンテナ船のスペック例

	Ship A	ship B	ship C
Deadweight	78,693t	55,064t	63,160t
Container Capacity	7,024TEU	4,211TEU	4,646TEU
(Refrigerated containers)	839TEU	476TEU	no data
Electric Generator	2,900kW × 4sets (DG)	1,770kW × 4sets (DG)	DG 1,800kW × 4sets TG 1,500kW × 1set

※ DG: Diesel Generator TG: Turbo Generator

¹² ターボジェネレーターについては、停泊時や港湾内でもボイラーを焚いて利用することがある。ただし、ディーゼル発電機の方が高効率であるため補助的な利用である。

(2) リーフアーコンテナの仕様

リーフアーコンテナの主なスペックについてドライコンテナと比較する形で次表に示す。

温度設定については多くのリーフアーコンテナの設定可能温度帯を示したが、 -45°C や -60°C まで冷却可能なタイプも一部では利用されている。また、設定した温度に庫内を保つ温度調節機能を持つ。

また、外寸はドライでもリーフアーでも同じであるが、容積では15%程度、最大積載量では2%前後リーフアーの方が小さくなっている。このため容積勝ちの貨物の場合、リーフアーコンテナの方が、重量積載率が低下することが想定される。

表 5.37 一般的なリーフアーコンテナの仕様

		20' ドライ	20' リーフアー	40' ドライ	40' リーフアー
外寸 (mm)	L	6,058	6,058	12,912	12,912
	W	2,438	2,438	2,438	2,438
	H	2,591	2,591	2,591	2,591
内寸 (mm)	L	5,899	5,486	12,033	11,565
	W	2,352	2,270	2,352	2,264
	H	2,386	2,234	2,386	2,204
内容量 (m ³)		33.1	27.8	67.5	57.7
自重 (kg)		2,220	2,750	3,740	4,100
最大積載量 (kg)		21,780	21,250	26,740	26,380
温度設定 (°C)		-	-20~+20	-	-20~+20

5.6.2.2 リーフアーコンテナの使用状況及びデータ把握に関する現状

(1) 輸送実績など

営業用のデータとして、リーフアーコンテナの積み地や揚げ地、(コンテナ自重を含む)コンテナ重量、貨物種類等のデータを把握しているものの、現在全社で航路や個船と結びつけた形でまとめはならず、リーフアーコンテナの原単位の算出に用いることは困難であるとのことであった。

航路によってリーフアーコンテナの割合は大きく異なる。南米や豪州から日本向けの貨物では食肉や青果物が多いことからリーフアーコンテナの割合が高く、欧州航路ではリーフアーコンテナはほとんど使用されない。南米や豪州航路においても日本発の航海においてはリーフアーコンテナがあまり使用されない。また、積載する貨物の種類により、温度設定がチルド帯 (5°C 等) や冷凍 (-40°C 等) とまちまちであり、温度設定により電力使用量が異なっている。このような温度設定データについても個船の運航データとしては把握しているものの保管して事後的に利用できるようにはなっていない。また各コンテナは航海ごとに温度設定を変えて使われており、コンテナによって特定の温度設定となるとはいえない。

なお、リーフアーコンテナの割合が高い航路でも、コンテナ輸送量の全体に占めるリーフアーコンテナの割合は1~2%程度である。このことから、リーフアーコンテナの原単位をドライコンテナの原単位と異なるものとした場合であっても、ドライコンテナの原単位が大幅に変わることはないと予想される。

(2) エネルギー使用量の把握状況

発電機には電力量計が取り付けられているため、船全体での電力使用量は把握可能ではあるが、本船やリーファーコンテナには電力量計が設置されていないため、用途別の電力使用量を把握することはできない。また、発電機で発電された電力は合流した後に、各用途に配電されるため、発電機の発電量と特定の用途の電気使用量を対応付けることもできない。

一方、コンテナ船を設計する際に発電機の容量を決めるための平均的なリーファーコンテナの電力使用量を設定しており、その値は3~4kW/TEUである。つまり、500個のリーファーコンテナを積載できるコンテナ船には、本船で使用する電力をまかなうための発電機と別に1,500~2,000kWの発電機を設置する必要がある。

なお、外気温や設定温度によってリーファーコンテナの電力使用量が異なるため、航路や季節、貨物種類によって原単位の値も変化すると考えられる。

5.6.2.3 リーファーコンテナの原単位設定について

B S R (Business for Social Responsibility) の Clean Cargo WG において、リーファーコンテナ用プラグ数(リーファーコンテナの積載可能個数)を用いてリーファーコンテナの原単位を算定することが検討された。プラグ数から算出したリーファーコンテナ用燃料使用量(主機の使用も含む)をドライコンテナ用燃料使用量から差し引くため、プラグ数が多く、リーファーコンテナの消席率が低い船ではドライコンテナの原単位を過小に見積もることになってしまうという課題があったが、その後検討は進んでいない。

前述のように、船社が現状把握しているデータから実績ベースの原単位を算出することは不可能である。そこで、リーファーコンテナの平均的な電力使用量を想定した上で原単位を算出し、その値がドライコンテナの原単位と大きく異なるものであれば、かつ、リーファーコンテナの原単位を実績ベースで算出する必要があると判断されるのであれば、実際に航行しているコンテナ船のリーファーコンテナに電力量計を取り付ける等してサンプル的に原単位を算出することでリーファーコンテナの原単位設定の方法論を確立すべきではないか、との意見があった。

以下、設計値ベースでの原単位の算出方法及び実績ベースでの原単位の算出方法のオプションを示す。なお、いずれのオプションについてもリーファーコンテナの温度設定による違いは考慮せず、リーファーコンテナとドライコンテナの二種類のみで議論している。

(1) 設計値ベースでの原単位の算出方法

現状、リーファーコンテナの電力使用量の実績値は存在しない。そこで、各社がコンテナ船の発注時に発電機の容量を決めるための電力使用量を用いて原単位を算出する方法を示す。

必要なデータは以下の通り。

表 5.38 設計値ベースでの算出に必要なデータ

データ	備考
コンテナ積載量	ドライ／リーファー別の積載量データが必要。
燃料使用量	メインエンジン、補助ボイラー、発電機等で消費する燃料の合計値。
リーファーコンテナの消費電力量	船社がコンテナ船を発注する際、発電機の容量を決定するための設計値 (3~4kW/TEU 程度)
航海時間	リーファーコンテナの電力使用量を算出する際航海時間を、輸送量 (TEU km) を算出する際に航海距離を用いる。航海時間、航海距離、平均速度のうち2つがデータとしてあれば可。
航海距離	
発電機の効率	IMOが標準的な値として 0.23kg-fuel/kWh を示している。リーファーコンテナの使用電力量を燃料使用量に換算する際に用いる。
燃料の排出係数	IMOが標準的な値として 3.114kg-CO2/kg-fuel を示している。燃料使用量を CO2 排出量に換算する際に用いる。

ここで、以下の通り記号を設定する。

- V_D : ドライコンテナ積載量 (TEU)
- V_R : リーファーコンテナ積載量 (TEU)
- m : 燃料使用量 (t)
- e_R : リーファーコンテナの消費電力 (kW/TEU)
- t : 航海時間 (h)
- d : 航海距離 (km)

船舶で使用する燃料全体からリーファーコンテナの設計値から推測した燃料使用量を引いたものをドライコンテナとリーファーコンテナの両方に振り分ける。その上で、リーファーコンテナの燃料使用量をリーファーコンテナにのみ振り分けることでそれぞれの原単位を算出する。すると、 i_D (ドライコンテナ輸送原単位) および i_R (リーファーコンテナ輸送原単位) は以下のように算出される。いずれも単位は g-CO2/TEU km である。

$$i_D = \frac{(m - e_R \cdot t \cdot V_R \cdot 0.23 / 1000) \cdot 3.114}{(V_D + V_R) \cdot d} \cdot 10^6$$

$$i_R = i_D + \frac{e_R \cdot t \cdot 0.23 \cdot 3.114}{d} \cdot 10^3$$

ここではメインエンジン、補助ボイラー、発電機で使用する燃料の種類 (HF0/MDO) や発電機の機器別 (ディーゼル発電機、シャフトジェネレーター、ターボジェネレーター) の効率や用途別の CO₂ 排出量の配分 (ターボジェネレーターの場合、廃熱を生み出す燃料を発電機側でカウントするかどうか) 等の問題は考慮していないが、これらについての情報を得られるのであれば、より実態に近い値を算出することが可能となる。

(2) 実績ベースでの原単位の算出方法

実績ベースでの原単位の算出する方法として、①電力量計等を用いてリーファーコンテナの電力使用量を直接計測する、②リーファーコンテナの積載個数と船舶の燃料使用量の相関からリーファーコンテナの電力を発生させるために使用された燃料使用量を推定する、の2通りが考えられる。①のように電力量計を用いて直接計測した方がより正確な電力使用量を把握できるものの、コンテナ船に電力量計を設置し、相当程度の期間計測を行わなければならない。一方、②については、船社はコンテナ種類別の貨物データ（輸送本数、積み地／揚げ地等）や船舶の運航データ（燃料消費量等）を保有しているもののそれらのデータ同士が紐づけられている状況にないため、データを加工する必要がある。

① 電力量計を用いて実測する方法

リーファーコンテナの電力使用量を電力量計によって実測すること以外は0に示した設計値ベースでの算出方法と同じである。この方法によって算出する際の留意点としては、季節要因を排除するために最低1年間のデータ取得期間を設けること、赤道をまたぐオーストラリア航路と北太平洋のみ航行する北米航路でもリーファーコンテナの電力使用量はことなると考えられるため複数のコンテナ船で計測をする必要があることが挙げられる。また、ターボジェネレーターやシャフトジェネレーターを搭載しているコンテナ船ではそれぞれの kWh あたり CO2 排出原単位を設定する必要がある。

② 貨物データ、運航データから算出する方法

ディーゼル発電機のみを搭載（シャフトジェネレーターやターボジェネレーターを搭載していない）コンテナ船について、航海ごとにリーファーコンテナの個数と、その航海でのディーゼル発電機の燃料消費量(t/日)をプロットする。本船部分の電力消費量が一定だと仮定すれば、回帰直線の傾きがリーファーコンテナの冷凍機の電力使用に伴う発電機の燃料使用量となる。

s : 回帰直線の傾き

v : 平均速度

とすると、s の値はリーファーコンテナの積載量が 1TEU 増えるごとに追加的に発電機が消費する一日あたり燃料の量を示すので、リーファーコンテナの輸送量 TEU km あたりの CO2 排出量は下記の通り表される。また、プロットのイメージも示す。

$$\frac{s}{v \cdot 24} \cdot 3.114$$

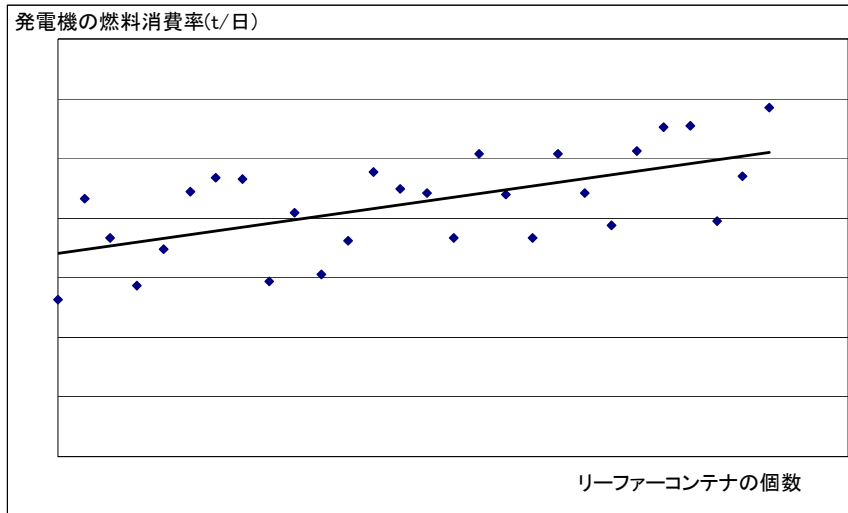


図 5.22 リーファーコンテナの個数と燃料消費量の相関（イメージ）

この方法は、実際にコンテナ船へ電力量計の設置をせずに済むという利点があるが、船社の保有している膨大な量の貨物データ、運航データを加工する必要がある。

5.6.2.4 設計値ベースでの原単位の試算

前項に示したとおり、現時点ではリーファーコンテナの電力使用量の実績値は把握されていない。よってここでは、リーファーコンテナの電力使用量については各船社がコンテナ船の設計段階で用いている値を用い、その他燃料使用量や輸送実績については船社から提供いただいたデータを用いてコンテナ種類別の原単位の試算した。前述の通り、航路や設定温度によってリーファーコンテナの電力使用量は変動するため、ここに示した数値は参考値として認識いただきたい。

(1) A社からの提供データに基づく試算

ヒアリングを実施したA社から提供されたデータに基づく試算を行う。満載を想定しており、主機の燃料使用量等は全て設計値である。算出の前提は以下の通り。

表 5.39 A社提供データ

コンテナ積載可能数	5,500TEU
主機の燃料使用量	190t/d
発電機の燃料使用量（本船使用分）	5t/d
航行時間	250h
平均速度	24knots
航行距離	6,000miles
リーファーコンテナの電力使用量	3.8kW/TEU ※
発電機の効率（リーファー使用分）	0.23kg-fuel/kWh
燃料の排出係数	3.114t-CO2/t-fuel

※Clean Cargo WGの平均値に相当

これらのデータから原単位を算出すると、ドライコンテナの輸送原単位は 103.5g-CO₂/TEUkm、リーファーコンテナの輸送原単位は 164.8 g-CO₂/TEUkm となる。リーファーコンテナの輸送原単位はドライコンテナと比較して約 60%高い。

(2) B社からの提供データに基づく試算

次にB社から提供されたデータに基づく試算を行う。このデータは日本～北米西海岸を航行しているコンテナ船の実データであり、積載量や燃料使用量も実データである。ただし、リーファーコンテナの電力使用量は設計値となっている。3航海分のデータを提供いただいた。なお、このコンテナ船にはシャフトジェネレーターが搭載されており、そこで発生した電力を利用していることから、ディーゼル発電機の燃料使用量が少ない航海が含まれている。

表 5.40 B社提供データ

コンテナ積載可能数	6,000TEU
主機・補助ボイラーの燃料使用量	1,150～1,300t
発電機の燃料使用量	25～115t
航行時間	230～245h
平均速度	20～21.4knots
航行距離	4,670～4,900miles
ドライコンテナの積載量	4,260～4,890TEU
リーファーコンテナの積載量	184～235TEU
リーファーコンテナの電力使用量	3.6kW/本 (20' か 40' かによらず一定とした)
発電機の効率	0.23kg-fuel/kWh
燃料の排出係数	3.114t-CO ₂ /t-fuel

コンテナ種類によらず、一律に原単位を算出すると 91.7～97g-CO₂/TEUkm となる。リーファーコンテナの電力使用量を考慮してドライとリーファーを区別して原単位を算定した場合、ドライコンテナは 91.3～96.4 g-CO₂/TEUkm、リーファーコンテナは 125～132 g-CO₂/TEUkm となり、やはりドライコンテナに比べてリーファーコンテナの原単位は約 40%程度高い。さらに、リーファーコンテナの積載割合が全体に比べて小さい (4.25%) ことから、コンテナ種類別に原単位を算出することはドライコンテナの原単位には大きな影響を与えないことがわかった。

(3) 試算結果のまとめ

船社2社から提供いただいたデータでの試算結果をまとめる。

コンテナ積載量全体に占めるリーファーコンテナの割合は、B社提供データの平均値である 4.25%にA社のデータも揃えて算出した。「単純平均」はコンテナ種類によらず一律に算出した原単位である。

A社提供データ、B社提供データともにリーファーコンテナとドライコンテナの原単位を比較するとリーファーの方が40～60%程度高いが、コンテナ種類を考慮した原単位算出がドライコンテナの原単位に与える影響は小さいことがわかる。

前項までにこの計算の前提を書いたが、リーファーコンテナの電力使用量は想定値である上A社とB社では想定している値に開きがある (A社は3.8kW/TEU、B社はコンテナのサイズによらず3.6kW/本)

こと、A社については燃料消費量についても想定値であることを鑑みると、ここで算出した値はあくまで参考程度とすべきであろう。

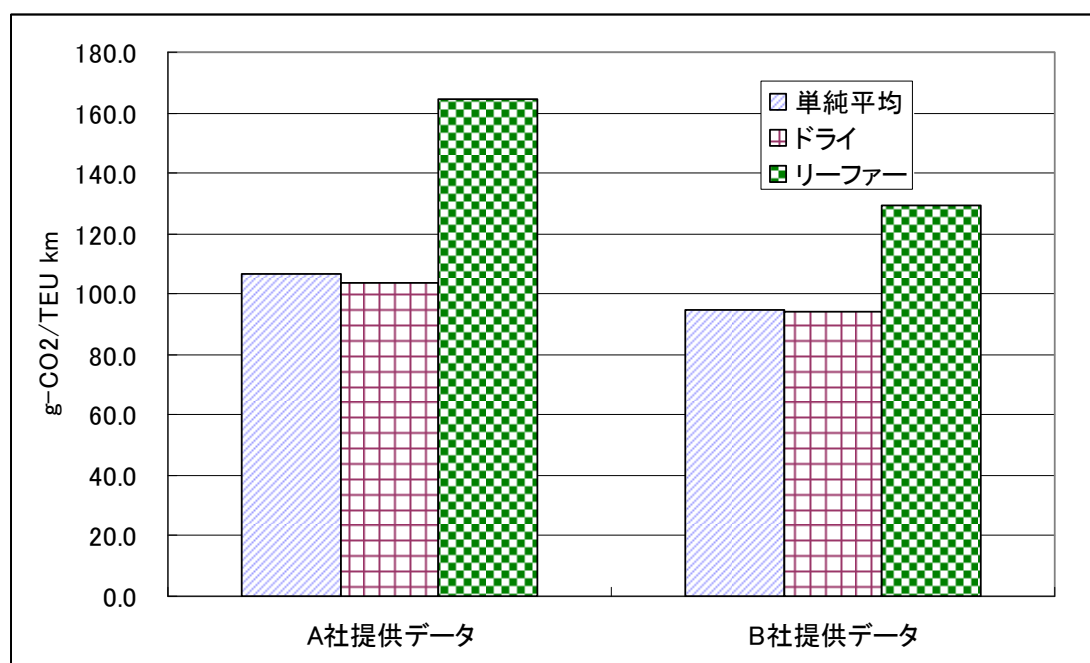


図 5.23 原単位の比較

5.6.2.5 まとめと今後の課題

前項の試算から、コンテナ種類別に輸送原単位を算出すると、リーファーコンテナはドライコンテナと比較して、相当程度原単位が高い可能性があることがわかった。ここでの試算はリーファーコンテナの電力使用量について設計値を用いていることから、設計値データの妥当性を確認するとともに、設計値データの利用可能性を検証するため実績ベースでの算定もすることが望ましい。

実績データを収集する方法としては、実際に航行しているコンテナ船に積載されたリーファーコンテナに電力量計を設置して、電力使用量を測定することがデータの信頼性等の観点から最も望ましいが、航路や貨物種類の影響によって原単位が変化する事を考えると一定量以上のデータを集める必要がある。原単位のニーズとしては航路別、貨物種類別までの細かい区分での設定は必ずしも必要ないことから、船社が持っている貨物データ（コンテナ種類別消席率等）と運航データ（燃料消費量や航行距離・時間等）を加工することにより、コンテナ種類別の原単位を推計することも適用できる可能性があるが、データに基づき試算をして確認する必要がある。また、前述の通り輸送実績のデータは原単位算出をしやすいような形で保持されてはいないため、データの組み換えに工数がかかる。

いずれにせよ船社の協力無くしては実績ベースでの原単位算定は不可能であることから、コンテナ種類別の原単位に対するニーズを考慮した上で、船社と協議の上、実施可能な実績ベースでの原単位策定に向けた方法論を確立していく必要がある。

原単位策定の方法論確立に向けて検討すべき重要な論点として、下記の二つが考えられる。

(1) 主機の動力・排熱を利用する発電機の扱い

実績ベースでの原単位策定にあたり、ターボジェネレーターやシャフトジェネレーターのようなメインエンジンの動力・排熱を利用する発電機の扱いは課題となりうる。まずは実績ベースでのデータ収集（特に運航データを加工する方法を採用する場合）をディーゼル発電機のみで電力をまかなっている船舶について実施し、設計値との比較を行うことから始めることが妥当である。実績ベースのリーファーコンテナ電力使用量データが得られたら、次にCO₂排出原単位にするため、ターボジェネレーターやシャフトジェネレーターの扱いについて検討する必要がある。シャフトジェネレーターについてはメインエンジンの軸動力を利用するため、メインエンジン側で損失が発生する。その割合について船用機器メーカー等へのヒアリングを通じて明らかにする必要がある。

また、ターボジェネレーターについてはメインエンジンの排熱を利用する機会が多いため、CO₂排出量を0と見なすことも一案であるが、船用機器メーカーや造船メーカーと検討すべき事項であると考えられる。

(2) 減速航行による燃料消費量変化の扱い

近年の船舶用燃料の高騰や景気後退による輸送需要の減退に由来した船腹量の余剰により、船社が減速航行に取り組むケースもある。水の抵抗（摩擦抵抗）は速度の2乗に比例するため、燃料消費量およびCO₂排出量は航行速度の3乗に比例する。減速により航海時間が延びたとしても燃料消費量およびCO₂排出量の削減に繋がる。ただし、減速航行により削減されるのは推進力であるメインエンジンの燃料消費量であり、乗組員の生活に必要なエネルギーや、リーファー輸送における貨物の冷却は、航行時間に比例するため減速航行を行うとむしろ増加する。

5.6.2.4で試算に用いたA社提供データを利用し、10%および20%減速航行時のリーファーコンテナおよびドライコンテナの輸送原単位試算結果を表5.41および図5.24に示す。積載量は満載、リーファーコンテナの割合は5.6.2.4の試算で用いた4.25%を想定する。

表 5. 41 減速航行がコンテナ輸送原単位に与える影響

	輸送原単位 (g-CO2/t-km)		
	24knot(減速なし)	21.6knot(10%減速)	19.2knot(20%減速)
単純平均	106.1	87.5	71.1
ドライ	103.5	84.6	67.9
リーファー	164.8	152.7	144.5
リーファー固有分	61.3	68.1	76.6
一航海あたり燃料使用量 (t-fuel)			
メインエンジン 燃料使用量	1,979	1,603	1,266
ディーゼル発電 機燃料使用量	52	58	65
リーファー用 燃料使用量*	51	57	64

※リーファーコンテナの電力使用量 3.8kW/TEU 発電機の効率 0.23kg-fuel/kWh として算出

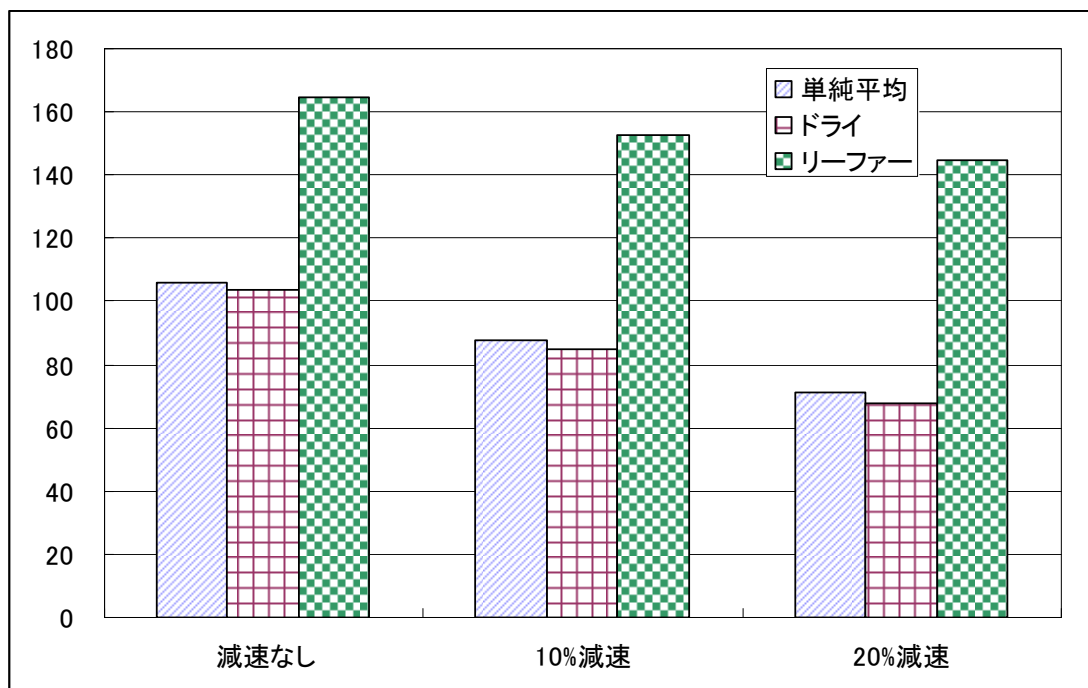


図 5. 24 減速航行がコンテナ輸送原単位に与える影響

減速しないケースと 20%減速するケースを比較すると、ドライとの差は 61.3~76.6g-CO2/TEU km、ドライとの比は 159.2~212.8%となり、いずれも減速航行の影響を受けることが分かった。

リーファーコンテナの輸送原単位を算出する際には、ドライコンテナ（もしくはコンテナ種類によらない単純平均）の輸送原単位に補正のための数値を足す、もしくは乗じることで算出することが考えられる。その数値は荷動きの活発さや燃料価格の上下によって変動するため、定期的に見直していく必要があると言える。

6. 船社毎又は個船毎の実績ベースによる排出量の算出方法

6.1 基本的な考え方

船舶輸送によるCO₂排出量算定の方法としては、二次データとして利用可能な原単位を用いる方法と、船社又は個船ごとのデータを用いる方法とがあるが、ここでは船社又は個船ごとの実績から単位輸送量（トンキロ等）当たりのCO₂排出量を算出するための手法に関する考え方を示す。なお、ここではリーファーコンテナとドライコンテナを区別していない。5.6 に示すように区別すべきではあるが、具体的な方法論が未確立であるため、今後の課題とする¹³。

なお、当面は多くの場合に二次データとして利用可能な原単位を用いた算定を行い、EEOIなど船舶ごとのデータの整備とともに船社又は個船ごとのデータを用いる方法の適用を拡大することを念頭においている。

6.2 商品のカーボンフットプリントへの対応

以下、想定する算定方法と単位輸送量当たりのCO₂排出量の算出方法を示す。なお、ある商品のCFP値の認定を受けるためには、根拠データの検証が必要となるため、第三者により確認可能な客観的な根拠データに基づいて算出する必要がある。

6.2.1 想定する算定方法

基本的には商品種別算定基準（PCR）で示されたシナリオに沿った算定（トンキロ法）となることが想定されるが、一方で専用船を利用している場合等、個別にデータを入手し算定することも考えられる。このため、燃料法による場合とトンキロ法による場合、さらにはコンテナ本数に基づく方法（TEU・km法）から按分する方法を下記に示す。このうちトンキロ法による場合には、単位輸送量（トンキロ）当たりのCO₂排出量の数値が、コンテナ本数に基づく方法（TEU・km法）による場合には、単位輸送量（TEU・km）当たりのCO₂排出量の数値が必要となる。

なお、自動車専用船の場合には、TEU・km法の考え方にに基づき1台・kmあたりで算定することも可能である。

（1）燃料法

特定の荷主の特定の商品がある船舶の貨物の大半を占める場合には、燃料法により算定することができる。この場合には、以下のように輸送重量に基づき算定を行う。データの取得単位に基づき、より厳密な詳細法と簡易法を示す。現段階では簡易法を適用することが現実的であるが、将来的にデータが逐次自動的に集積される体制が整えば、詳細法に移行することも可能となる。

¹³ IMOで規定するEEOIでも、リーファーコンテナに供給する電力使用量を測定するようにはなっていない。

① 詳細法

1 航海あたり CO ₂ 排出量	=	1 航海あたり燃料使用量	×	CO ₂ 排出原単位		
(t-CO ₂)		(MT)		(t-CO ₂ /MT)		
特定商品の CO ₂ 排出量	=	1 航海あたり CO ₂ 排出量	×	商品輸送重量	÷	当該船舶の全輸送重量
(t-CO ₂)		(t-CO ₂)		(t)		(t)
商品あたり CO ₂ 排出量	=	Σ (特定商品の CO ₂ 排出量	÷	当該商品の輸送数量	×	10 ⁶)
(g-CO ₂ /個等)		(t-CO ₂)		(個等)		(g/t)
※必要な航海分を加算						

ここで、1 航海あたり燃料使用量とは、寄航する港間（前の港からの出航から次の港での出航まで）を 1 航海とした時の航海中及び停泊中の総燃料消費量を指し、燃料の種類ごとに把握するものとする。また排出原単位はライフサイクル排出量（参考 4.1 燃料の原単位 参照）に基づくものとする。

輸送重量はコンテナ等の輸送資材を含まない商品の出荷時の荷姿の重量とする。商品輸送重量はその航海において当該船舶に積載された特定商品の重量とする。また当該船舶の全輸送重量は同様にその航海において当該船舶に積載された全商品の重量とする。

当該商品の輸送数量はその航海に積載されていた当該商品の輸送数量であり、商品の種類により設定された単位に基づく数量とする。

商品あたり CO₂ 排出量は、航海あたりで算出された商品あたりの CO₂ 排出量を必要な航海分加算したもの（A 港から C 港に当該商品を輸送し、途中で B 港に寄港した場合には A 港～B 港分と B 港～C 港分を加算したもの）とする。

② 簡易法

1 船あたり CO ₂ 排出量	=	1 船あたり燃料使用量	×	CO ₂ 排出原単位		
(t-CO ₂ /年)		(MT/年)		(t-CO ₂ /MT)		
特定商品の CO ₂ 排出量	=	1 船あたり CO ₂ 排出量	×	商品輸送重量	÷	当該船舶の全輸送重量
(t-CO ₂ /年)		(t-CO ₂ /年)		(t)		(t)
商品あたり CO ₂ 排出量	=	特定商品の CO ₂ 排出量	÷	当該商品の全輸送数量	×	10 ⁶
(g-CO ₂ /個等)		(t-CO ₂ /年)		(個等)		(g/t)

ここで、1 船あたり燃料使用量とは、航海中及び停泊中の総燃料消費量を指し、燃料の種類ごとに把握するものとする。また CO₂ 排出原単位はライフサイクル排出量に基づくものとする。

輸送重量はコンテナ等の輸送資材を含まない商品の出荷時の荷姿の重量とする。商品輸送重量は 1 年間において当該船舶に積載された特定商品の重量とし、その船舶が就航する航路のうち主要部分（日本～北米であれば、太平洋航路上）での商品重量を積算したものとする。また当該船舶の全輸送重量は同様にその船舶が就航する航路のうち主要部分で 1 年間において当該船舶に積載された全商品の重量とする。

(2) トンキロ法

一般的な商品は船舶の貨物の一部を占めるに過ぎないため、燃料法を用いるのは難しく、商品ごとに下記のようなトンキロ法に基づく算定を行う。

$$\begin{array}{ccccccc} \text{CO}_2 \text{ 排出量} & = & \text{原単位} & \times & \text{輸送重量} & \times & \text{輸送距離} \\ (\text{g-CO}_2/\text{年}) & & (\text{g-CO}_2/\text{t} \cdot \text{km}) & & (\text{t}) & & (\text{km}) \end{array}$$

原単位の区分は、船種別（コンテナ船／タンカー／その他バルク運搬船）とし、かつ方面別に分けたものも用意する。方面としては、最大 10 地域（日本、北米、中米、南米、ヨーロッパ、東アジア、東南アジア、オセアニア、中近東、アフリカ）であるが、二次データとして算出された原単位の方面区分に揃えて統廃合する。また、コンテナ船の場合にはドライコンテナ／リーファーコンテナで区分する。なお、適用する排出原単位は燃料のライフサイクル排出量から算出された原単位とする。

輸送重量はコンテナ等の輸送資材を含まない商品の出荷時の荷姿（流通業者間で取引される形態）の重量とする。

輸送距離はウェブサイトで公開されている「Distance Table」(distances.com)を採用することとし、公開されていない場合には船社が保有する港間の距離を個別に入手することとする。それも入手できない場合には、荷主が保有する港間の距離を採用することとする。

(3) コンテナ本数に基づく方法（TEU・km 法）

一般的な商品は船舶の貨物の一部を占めるに過ぎないため、燃料法を用いるのは難しいが、コンテナ貨物の場合には、コンテナ本数として把握し、それを各商品に按分できる場合もある。このため、コンテナ本数から算出し、その後に商品ごとに按分する方法を以下に示す。船社としてはコンテナ内の貨物重量を正確に把握することは難しいことから、このようなコンテナ本数当たりの原単位の方がトンキロ当たりより正確に把握できるが、トンキロ法と異なり（トンキロ法の場合には商品の重量が一意に定まるため、1 回の計算で値が確定する）、年間のコンテナ本数や商品出荷量から算出する必要が生じる。

$$\begin{array}{ccccccc} \text{コンテナの CO}_2 \text{ 排出量} & = & \text{原単位} & \times & \text{コンテナ本数} & \times & \text{輸送距離} \\ (\text{g-CO}_2/\text{年}) & & (\text{g-CO}_2/\text{TEU} \cdot \text{km}) & & (\text{TEU}/\text{年}) & & (\text{km}) \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{商品あたり CO}_2 \text{ 排出量} = \\ (\text{g-CO}_2/\text{個等}) \end{array}$$

$$\begin{array}{ccccccc} \text{コンテナの CO}_2 \text{ 排出量} \times \text{商品輸送重量} \div \text{コンテナの全輸送重量} \div \text{商品の全輸送数量} \\ (\text{g-CO}_2/\text{年}) & & (\text{t}) & & (\text{t}) & & (\text{個等}) \end{array}$$

原単位の区分は、船種別（コンテナ船／タンカー／その他バルク運搬船）とし、かつ方面別に分けたものも用意する。方面としては、最大 10 地域（日本、北米、中米、南米、ヨーロッパ、東アジア、東南アジア、オセアニア、中近東、アフリカ）であるが、二次データとして算出された原単位の方面区分

に揃えて統廃合する。また、コンテナ船の場合にはドライコンテナ／リーファーコンテナで区分する。

なお、適用する排出原単位は燃料のライフサイクル排出量から算出された原単位とする。

輸送重量はコンテナ等の輸送資材を含まない商品の出荷時の荷姿（流通業者間で取引される形態）の重量とする。商品輸送重量は1年間においてコンテナに積載された特定商品の重量とし、商品の全輸送重量は当該コンテナに積載された全商品の重量とする。

輸送距離はウェブサイトで公開されている「Distance Table」(distances.com)を採用することとし、公開されていない場合には船社が保有する港間の距離を個別に入手することとする。それも入手できない場合には、荷主が保有する港間の距離を採用することとする。

6.2.2 単位輸送量当たりのCO₂排出量の算出方法

1年間の実績に基づき、個船ごと、船社ごとに算出する。なお、ここで算出される値の適用期間については、ある1年間（暦年又は年度）のデータを収集し、次の年に集計・原単位を算出し、その翌年1年間に適用することを想定する。また、適用する排出原単位は燃料のライフサイクル排出量から算出された原単位とする。

(1) トンキロあたりの原単位

<個船ごと>

$$\text{原単位} = \frac{\sum_{\text{航海}} [\text{燃料使用量}(MT) \times \text{排出係数}(g - CO_2 / MT)]}{\sum_{\text{航海}} [\text{輸送重量}(t) \times \text{航海距離}(km)]}$$

<船社ごと>

$$\text{原単位} = \frac{\sum_{\text{船舶}} \sum_{\text{航海}} [\text{燃料使用量}(MT) \times \text{排出係数}(g - CO_2 / MT)]}{\sum_{\text{船舶}} \sum_{\text{航海}} [\text{輸送重量}(t) \times \text{航海距離}(km)]}$$

※輸送重量が航海ごとに直接把握できない場合には、下記で推計

$$\text{輸送重量}(t) = \text{積載本数}(TEU) \times 1 \text{本あたり積載量}(t/TEU)$$

上記の積載本数には空コンテナを含めない（含めてしまうと積載率が低い程、原単位が向上するという矛盾が発生）。なお、計測する航海は実際に貨物が積載されていない区間（バラスト航海）も含めることとする。

また、1本あたり積載量は、当該船舶又は船社のコンテナ船全体の年間の1TEUあたりの平均重量とする。ただし、これを荷主が船社から入手できない場合には、二次データとして利用可能な原単位の設定に用いた平均積載量(TEU/t)を用いることができる。コンテナ船以外の場合には、輸送重量は直接積算する。

また輸送距離は船社が保有する港間の距離を基本とする。これは、トンキロ法に基づくCO₂排出量算定時に考え方（ウェブサイトで公開されている「Distance Table」(distances.com)を採用）とは異なるため、算定した結果の合計値が船舶の実際のCO₂排出量と整合しないこととなるが、荒天等の理由で実際の輸送距離が長くなった場合にも不利にならないよう航行距離あたりのパフォーマンスで

評価するよう配慮したためである。

(2) コンテナ本数に基づく方法での原単位 (TEU・km 法)

< 個船ごと >

$$\text{原単位} = \frac{\sum_{\text{航海}} [\text{燃料使用量}(MT) \times \text{排出係数}(g - CO_2 / MT)]}{\sum_{\text{航海}} [\text{積載本数}(teu) \times \text{航海距離}(km / \text{年})]}$$

< 船社ごと >

$$\text{原単位} = \frac{\sum_{\text{船舶}} \sum_{\text{航海}} [\text{燃料使用量}(MT) \times \text{排出係数}(g - CO_2 / MT)]}{\sum_{\text{船舶航海}} [\text{積載本数}(teu) \times \text{航海距離}(km)]}$$

上記の積載本数には (1) と同様に空コンテナを含めない。なお、計測する航海は実際に貨物が積載されている区間のみであるため、バラスト航海は含まない結果となる。

また輸送距離は (1) と同様に船社が保有する港間の距離を基本とする。

6.3 グローバル物流の把握（組織のカーボンフットプリント）への対応

6.3.1 想定する算定方法

商品の場合と同様、燃料法とトンキロ法の場合がある。ただし、コンテナ船の場合には、コンテナ本数 (TEU・km) に基づく算定となる。

(1) 燃料法

商品のカーボンフットプリントの場合と同様の考え方にに基づき、荷主企業の組織単位で以下のように算定する。ただし、組織としての把握の方が適用できる可能性が高い。

① 詳細法

$$\begin{array}{l}
 1 \text{ 航海あたり } CO_2 \text{ 排出量} = 1 \text{ 航海あたり燃料使用量} \times CO_2 \text{ 排出原単位} \\
 (t-CO_2) \qquad \qquad (MT) \qquad \qquad (t-CO_2/MT) \\
 \\
 \text{荷主の } CO_2 \text{ 排出量} \\
 (t-CO_2) \\
 \\
 = \sum (1 \text{ 航海あたり } CO_2 \text{ 排出量} \times \text{当該荷主の輸送重量} \div \text{当該船舶の全輸送重量}) \\
 (t-CO_2) \qquad \qquad \qquad (t) \qquad \qquad \qquad (t)
 \end{array}$$

※必要な航海分を加算

ここで、1 航海あたり燃料使用量とは、寄航する港間（前の港からの出航から次の港での出航まで）を 1 航海とした時の航海中及び停泊中の総燃料消費量を指し、燃料の種類ごとに把握するものとする。また CO₂ 排出原単位は燃焼時の直接排出量に基づくものとする。

輸送重量はコンテナ等の輸送資材を含まない商品の出荷時の荷姿の重量とする。当該荷主の輸送重量はその航海において当該荷主が積載した商品の重量とする。また当該船舶の全輸送重量はその航海において当該船舶に積載された全商品の重量とする。

② 簡易法

$$1 \text{ 船あたり CO}_2 \text{ 排出量} = 1 \text{ 船あたり燃料使用量} \times \text{CO}_2 \text{ 排出原単位}$$

(t-CO₂/年) (MT/年) (t-CO₂/MT)

荷主の CO₂ 排出量
(t-CO₂)

$$= \sum \left(\frac{1 \text{ 船あたり CO}_2 \text{ 排出量} \times \text{当該荷主の輸送重量}}{\text{当該船舶の全輸送重量}} \right)$$

(t-CO₂) (t) (t)

※必要な船舶分を加算

ここで、1 船あたり燃料使用量とは、航海中及び停泊中の総燃料消費量を指し、燃料の種類ごとに把握するものとする。また CO₂ 排出原単位は燃焼時の直接排出量に基づくものとする。

輸送重量はコンテナ等の輸送資材を含まない商品の出荷時の荷姿の重量とする。当該荷主の輸送重量は 1 年間において当該船舶に積載された当該荷主の重量とし、その船舶が就航する航路のうち主要部分（日本－北米であれば、太平洋航路上）での商品重量を積算したものとする。また当該船舶の全輸送重量は同様にその船舶が就航する航路のうち主要部分で 1 年間において当該船舶に積載された全商品の重量とする。

(2) トンキロ法

コンテナ船以外のタンカー／その他バルク運搬船の場合に適用する。算定方法は商品のカーボンフットプリントの場合と同様である。ただし、適用する排出原単位は燃焼時の排出量から算出された原単位とする。

(3) コンテナ本数に基づく方法（TEU・km 法）

コンテナ船については、商品のカーボンフットプリントの場合と同様、以下のように算定する。ただし、適用する排出原単位は燃焼時の排出量から算出された原単位とする。

$$\text{CO}_2 \text{ 排出量} = \text{原単位} \times \text{コンテナ本数} \times \text{輸送距離}$$

(g-CO₂/年) (g-CO₂/TEU・km) (TEU/年) (km)

6.3.2 単位輸送量当たりのCO₂排出量の算出方法

1年間の実績に基づき、個船ごと、船社ごとに算出する。なお、ここで算出される値の適用期間については、ある1年間（暦年又は年度）のデータを収集し、次の年に集計・原単位を算出し、その翌年1年間に適用することを想定する。また、適用する排出原単位は燃料の燃焼時の排出量から算出された原単位とする。

（1）トンキロ法

商品のカーボンフットプリントの場合と同様とする。ただし、燃焼時の排出量から算出された排出原単位に基づきCO₂排出量を算出する。

（2）コンテナ本数に基づく方法（TEU・km法）

商品のカーボンフットプリントの場合と同様とする。ただし、燃焼時の排出量から算出された排出原単位に基づきCO₂排出量を算出する。

7. まとめ

今回の調査研究は、CFP制度全体の初動時期に、海運に関するCFPに関し、荷主や船社の要望を踏まえた、将来的なデファクトスタンダードを先行して検討するために実施されたものである。

調査の結果、現時点においては、海運に係るCO₂排出量を極めて精緻に算出する要請はあまり強くなかったが、その一方で、リーズナブルな二次データとしての原単位の算出に関しては、強いニーズが存在したところ、今回の調査検討の重点はこの点に置かれた。

その結果、IMOにおいて船舶から排出されるCO₂排出量を推定するために用いた方法をベースに、今後も定期的に更新が期待される国際的に公知なデータにより補完する手法を検討し、最適と考えられる算定案を提示した。また、その方法によって、2008年の最新データを使った計算例を提示した。

今回求められた原単位の値や手法が、今後、様々な製品や企業のCFPの算出の際に活用いただければ幸いである。

これらの二次データに関しては、今後の船舶動静データ等の更新に合わせて、最新のものとしていくことが必要であるが、そのような作業に加えて、必要に応じて細分化及び精緻化を図っていく必要がある。

この点について、今回の調査においては、リーファーコンテナの細分化、コンテナ積載率の精緻化について試行したが、これらを指標化するためには、更に検討が必要である。

船社毎又は個別船毎の実績ベースによる排出量の算出方法については、原時点においてそれほど精緻な方法が求められているわけではないが、標準的な算出方法をいくつか掲げている。今後、IMOで定めたEEOI等の運用が広まり、排出量のデータが集積されれば、このような実績ベースの算出も比較的容易に、かつ有意義になされることになると期待される。

最後に、このような新鮮かつ複雑なテーマに積極的に取り組んでいただいた委員の方々を初めとする関係者に重ねて謝意を表し、当該調査研究の結びといたしたい。

8. 参考資料

本報告書を作成するにあたり、参考にした資料を以下に示す。

- 「カーボンフットプリント制度の在り方（指針）」（経済産業省）
- 「商品種別算定基準（PCR）策定基準」（経済産業省）
- 「カーボンフットプリントの算定・表示に関する一般原則(TS Q 0010)」（日本工業標準調査会）
- 「PCR 原案策定計画一覧」（<http://www.cfp-japan.jp/calculate/entry/opening2.php>）
- 「海外調査報告書サマリー」（http://www.cfp-japan.jp/system/initiative_014.html）
- 「Clean Cargo Working Group Environmental Performance Assessment 資料」
（Business for Social Responsibility [米国に本拠地を置く NGO 組織。通称 BSR]）
- 「CO₂ 換算量共通原単位データベース」
（<http://www.cfp-japan.jp/calculate/verify/data.html>）
- 「PREVENTION OF AIR POLLUTION FROM SHIPS Updated 2000 Study on Greenhouse Gas Emissions from Ships (2008.09)」（IMO）
- 「MEPC/Circ.471: Interim Guidelines for voluntary ship CO₂ emission indexing for in trials, 2005)」（IMO）
- 「MEPC59/INF.10: Update of the 2000 IMO GHG Study Final report covering Phase1 and Phase2)」（IMO）
- 「Scope 3 Accounting and Reporting Standard REVIEW DRAFT FOR STAKEHOLDER ADVISORY GROUP (2009.11)」（WRI/WBSCD）
- 「LMIU データ」（Lloyd's Maritime Information Unit）
- 「LRF データ」（Lloyd's Register Fairplay）
- 「ISO14064-1 温室効果ガス-第1部：組織レベルの温室効果ガス排出量及び吸収量の定量化と報告に関する手引」
- 「ISO14064-2 温室効果ガス-第2部：プロジェクトレベルの温室効果ガス排出削減量・吸収増大量の定量化，監視，報告に関する手引」
- 「ISO14064-3 温室効果ガス-第3部：温室効果ガス主張の妥当性確認及び検証の手引」
- 「ISO/TR 14069 組織のカーボンフットプリントー活動データに関する ISO 14064-1 に対する技術的手引」
- 「CO₂換算量共通原単位データベース（暫定版）」（社団法人産業環境管理協会）
- 「平成12年度 船舶からの温室効果ガス（CO₂等）の排出削減に関する調査研究」（財団法人シップ・アンド・オーシャン）
- 「国際輸送ハンドブック」（オーシャンコマース社）
- 「PIERS データ」（米国において輸出または輸入された海上貨物の通関情報 [B/L または AMS [Automated Manifest System]] データ）を活用したデータベース）
- 「Containerisation International Yearbook」（Informa UK 社）
- 「ウェブサイト “distances.com” の各種公開データ」（<http://www.distances.com/>）
- 「国際海運からの温室効果ガス排出削減に関する国際動向」（日本船舶海洋工学会誌第28号，2010）
- 「カーボンフットプリント」（工業調査会）



この報告書は、競艇の交付金による日本財団の助成金を受けて作成しました。

— 船舶輸送におけるカーボンフットプリント策定に関する調査研究 —

2010年（平成22年）3月発行

発行 財団法人 日本船舶技術研究協会

〒107-0052 東京都港区赤坂2丁目10番9号 ラウンドクロス赤坂

TEL 03-5575-6428

FAX 03-5114-8941

URL <http://www.jstra.jp>

E-mail info@jstra.jp

本書の無断転載、複写、複製を禁じます。