

平成21年度

**船舶からの温室効果ガス及び
大気汚染物質の世界的な排出量算定調査
報告書**

船舶からの温室効果ガス削減方策に関する調査研究

平成22年7月

海洋政策研究財団
(財団法人 シップ・アンド・オーシャン財団)

ご あ い さ つ

本報告書は、ポートルースの交付金による日本財団の平成 21 年度助成金を受け船舶からの温室効果ガス削減方策に関する調査研究事業の一環として実施した「船舶からの温室効果ガス及び大気汚染物質の世界的な排出量算定調査」の成果をとりまとめたものです。

1997 年の国際気候変動枠組条約（UNFCCC）第 3 回締約国会議（COP3）において採択された京都議定書では、外航船舶から排出される温室効果ガス（GHG）は排出削減数値目標の対象に含まれず、国際海事機関（IMO）を通じた作業によって、その排出量の抑制を追求することとされています。

このような GHG 排出量削減の定量的な目標作成のためには、現状における排出量と将来における排出量の増減を予測することが前提となるため、当財団では平成 20 年度において外航海運に起因する GHG 排出量の削減に向けた国際的な対策を進めるための枠組みを検討し、外航海運からの CO₂ 排出総量を改めて算定するとともに、その将来予測を行いました。同時に CO₂ 以外に京都議定書に定められた地球温暖化物質及びその他の関連物質についてもその算定を行いました。この調査における算定の考え方はほぼ統一された方法論として国際的にも認められ、計算結果についても国際的な調査関係者相互の検証に使用され、信頼性を得ることができました。

一方で、現在個別に行われている GHG 排出削減対策が効率の向上及び排出量の削減に定量的に反映されているのかどうかについて、正確な監視を第三者からも行う必要性が認識されてきており、毎年 UNFCCC などに対して排出量を報告するとともに、効率改善及び総量削減についての効果を監視する方策を早急に構築するべき時期にきております。しかも、国際海運からの GHG 排出量算定については、IMO で実施したような個別の船舶の活動量を積み上げて求めていく算定方法では非常に多くの手間と時間がかかるため、さらに効率的な算定方法が求められております。

そこで、本調査では IMO から 2009 年度に発表された Second IMO Greenhouse Gas Study 2009 に記載の排出量算定に用いられた運航パラメーターや活動量との関係を整理・検討することによって、国際海運からの GHG 総排出量を毎年効率的に正確に把握する方法を開発するとともに、UNFCCC への報告のための記載事項や作成方法及び作成スケジュール等の枠組みについて検討しました。本調査の成果が今後の GHG 排出削減に関する議論の基になるデータ作成の基礎となり、地球温暖化対策に貢献できることを願う次第です。

なお、本調査の実施にあたりましては、国土交通省をはじめ海運・海事関係者の方々のほか多くの皆様のご協力をいただきました。これらの方々に対しましてここに厚くお礼を申し上げます。

平成 22 年 7 月

海 洋 政 策 研 究 財 団
(財団法人シップ・アンド・オーシャン財団)

目 次

I. 調査の概要	1
1. 目的	1
2. 調査の構成	1
3. 調査内容	1
3.1 今後変動する運航パラメータの整理	1
3.1.1 対象とする運航パラメータの検討(感度分析)	1
3.1.2 運航パラメータデータの収集	1
3.1.3 運航パラメータの整理	1
3.2 排出総量を検証しうる活動総量の検討	2
3.2.1 活動量を用いた貨物輸送量の算定	2
3.2.2 貨物輸送量データの収集	2
3.2.3 貨物輸送量による排出総量推計の有効性検討	2
3.3 UNFCCC に対応する報告の枠組みの検討	2
3.3.1 年次報告用の排出量算定方法の検討	2
3.3.2 UNFCCC に対応する報告枠組みの検討	2
3.4 過去 7 年間の排出総量試算	2
II. 調査の内容	3
1. 排出量の算定対象及び排出係数	3
1.1 算定対象	3
1.2 対象物質	3
1.3 調査対象時期	3
1.4 対象物質の排出係数	3
2. 今後変動する運航パラメータの整理	4
2.1 対象とする運航パラメータ	4
2.1.1 算定に用いられた運航パラメータ	4
2.1.2 各運航パラメータの排出量への寄与の検討 (運航パラメータの感度分析)	8
2.1.3 船種別の排出量	9
2.1.4 運航パラメータの選定	10
2.2 運航パラメータの変動傾向	11
2.2.1 船種別船舶数の傾向	11
2.2.2 カテゴリー別船舶数の傾向	14
2.2.3 カテゴリー別の平均載貨重量トン数等の傾向	16
2.2.4 カテゴリー別の総載貨重量トン数等の傾向	18
2.2.5 Second IMO GHG Study の船舶数との比較	23
2.2.6 燃料消費率	25

2.3 非燃焼系排出量のパラメータ	27
2.3.1 原油輸送に伴う排出量算定のパラメータ	27
2.3.2 冷媒の漏洩量算定のパラメータ	33
3. 排出総量を検証しうる活動総量の検討	35
3.1 現況(2007年)における船舶動静ベースと統計値等ベースの貨物輸送量の比較.....	35
3.1.1 船舶動静ベースの2007年の貨物輸送量の算定	35
3.1.2 統計値等ベースの2007年の貨物輸送量.....	40
3.1.3 現況(2007年)の貨物輸送量の比較.....	49
3.2 過去における船舶動静ベースと統計値等ベースの貨物輸送量の比較	51
3.2.1 船舶動静ベースの貨物輸送量の経年変化.....	51
3.2.2 統計値等ベースの貨物輸送量の経年変化.....	53
3.2.3 過去の貨物輸送量(トンマイル)の比較	78
3.3 貨物輸送量(トンマイル)と貨物量(トン)の比較.....	83
3.4 運航パラメータの信頼性の再評価	85
4. UNFCCC に対応する報告の枠組みの検討	86
4.1 年次報告用の排出量算定方法の検討	86
4.1.1 燃焼系排出量の算定方法.....	86
4.1.2 非燃焼系排出量の算定方法	100
4.2 不確実性の評価	102
4.2.1 目的.....	102
4.2.2 不確実性とは.....	102
4.2.3 評価対象.....	102
4.2.4 評価方法.....	104
4.3 年次報告記載事項の検討	107
4.3.1 GHG 排出量報告の背景情報.....	107
4.3.2 インベントリ報告における原則.....	107
4.3.3 インベントリ報告の構成.....	108
4.4 年次報告書の作成プロセス・スケジュール(案).....	110
4.4.1 年次報告書の作成プロセス	110
4.4.2 年次報告書の作成スケジュール(案).....	111
5. 過去7年間の排出総量試算	112
5.1 燃焼系温室効果ガス排出量の算定	112
5.1.1 船種船型別船舶数・積載量による貨物輸送量の増減比(R1)	112
5.1.2 貨物輸送量の統計データによる補正(R2).....	115
5.1.3 過去の排出量算定結果	116
5.2 非燃焼系温室効果ガス排出量の算定	117
5.2.1 原油輸送に伴う排出量の算定結果	117
III. まとめ	118
1. 今後変動する運航パラメータの整理.....	118

2. 排出総量を検証しうる活動総量の検討	118
3. UNFCCC に対応する報告の枠組みの検討	118
4. 過去 7 年間の排出総量試算	119
IV. 添付資料	120
1. 温室効果ガス及び大気汚染物質の排出係数の整理結果	120
1.1 温室効果ガスの燃焼系排出係数	120
1.1.1 CH ₄ の排出係数	121
1.1.2 N ₂ O の排出係数	122
1.2 大気汚染物質の燃焼系排出係数	123
1.2.1 NO _x の排出係数	123
1.2.2 NMVOC の排出係数	125
1.2.3 CO の排出係数	127
1.2.4 PM の排出係数	128
1.2.5 SO _x	130
 (参考資料)	
用語の定義	132
船種の分類	135

I. 調査の概要

1. 目的

国際海運からの温室効果ガス(GHG)排出量については、効率的な算定方法の確立などが国際海事機関(IMO)において検討されているが、個別の船舶ごとを対象とした算定では効率化は困難である。そこで、本調査では、IMO による 2007 年の温室効果ガス等排出量について、排出量の算定に用いられた運航パラメータや活動総量と排出量との関係を整理・検討することにより、国際海運からの温室効果ガス排出総量の効率的な把握方法を検討し、合わせて、温室効果ガス等排出量の報告の枠組みを検討することを目的とした。

2. 調査の構成

- ・ 今後変動する運航パラメータの整理
- ・ 排出総量を検証しうる活動総量の検討
- ・ 気候変動枠組条約(UNFCCC ; United Nations Framework Convention on Climate Change) に対応する報告の枠組みの検討
- ・ 過去 5 年間の排出総量試算

3. 調査内容

3.1 今後変動する運航パラメータの整理

温室効果ガス等排出量の算定に用いた運航パラメータについて、算定方法や排出量への影響度などを整理して、温室効果ガス排出量等の算定に影響の大きい運航パラメータを抽出した。抽出した運航パラメータについて、排出量を算定した 2007 年を含む 9 年間の運航パラメータの変動を整理し、各パラメータの変動の可能性や、その変動に伴う排出量の変化の程度を検討した。

3.1.1 対象とする運航パラメータの検討(感度分析)

燃焼系排出量の算定に用いられた運航パラメータについて、パラメータが 10%増減する場合の排出量の変動量を計算し、排出量に大きく影響する運航パラメータについて検討を行った。

また、船種別の排出量割合を整理し、排出量の変動に大きく影響する船種を検討した。

3.1.2 運航パラメータデータの収集

燃焼系排出量算定に用いた運航パラメータとして、船種別の船舶数、載貨重量及び総載貨重量を選定し、Lloyd's Register-Fairplay Research 等から収集した。収集対象期間は、概ね 2001 年から 2009 年までの 2007 年を含む 9 年間とした。

原油輸送に伴う非燃焼系排出量算定に用いたパラメータデータとしては、原油輸送に伴う損失量と原油貨物量を収集した。

3.1.3 運航パラメータの整理

概ね 2001 年から 2009 年までの 9 年間の船種船型別船舶数、載貨重量について、変動幅、増減傾向を整理し、「①運航パラメータの将来の変動の可能性」、「②運航パラメータの変化による排出総量の変動の程度」を検討した。

3.2 排出総量を検証しうる活動総量の検討

船舶の活動量の指標の一つである貨物輸送量(統計値等ベース)と、温室効果ガス排出総量の算定に用いた船舶動静データから求めた貨物輸送量(船舶動静ベース)との関係を解析し、貨物輸送量(統計値等ベース)による温室効果ガス等排出総量の検証の有効性等について検討した。

3.2.1 活動量を用いた貨物輸送量の算定

温室効果ガス等排出量算定に用いた運航パラメータ(航行日数、平均速度、船舶数、載貨重量など)を用いて、航行日数と平均速度から1隻あたりの航行距離を求め、これに平均積載量・船舶数を乗じて、2007年の船種船型別貨物輸送量を算定した。また、2001年から2006年の船舶数・載貨重量データを基に、航行日数・平均速度の経年変化はないと仮定して、2001年から2006年までの過去の船種船型別貨物輸送量を算定した。

3.2.2 貨物輸送量データの収集

集計対象の船種については、船舶動静データを用いて算定した船種別貨物輸送量と船種別CO₂排出量を調査し、国際海運全体の排出量に占める割合が比較的大きい原油タンカー、石油製品タンカー、LNGタンカー、ばら積み船及びコンテナ船とした。貨物輸送量の統計値等データは、2001年から2007年までの7ヶ年を基本とし、Fearnleys「Fearnleys REVIEW」のほか、LNG船については石油企業資料、コンテナ船については(株)商船三井や国土技術政策総合研究所による統計・文献資料などから調査し、地域間貨物量、貨物輸送量算定に用いる地域間航行距離、貨物輸送量を収集・整理した。

3.2.3 貨物輸送量による排出総量推計の有効性検討

IMOから発表されたSecond IMO Greenhouse Gas Study 2009における船舶動静データから求めた船種別貨物輸送量と、統計・文献資料から求めた船種別貨物輸送量との関係を2001年から2007年の過去7年間にわたって整理し、排出総量算定に用いた船舶動静データと貨物輸送量(統計値等ベース)との整合性について検討することにより、貨物輸送量(統計値等ベース)からの推計によって温室効果ガス排出量の年間推移を把握する方法の有効性について検討した。

3.3 UNFCCCに対応する報告の枠組みの検討

3.3.1 年次報告用の排出量算定方法の検討

上記の整理検討結果を踏まえ、国際海運からの温室効果ガス排出量を効率的に把握する方法を検討し、UNFCCCに対応する年次報告における温室効果ガス排出量算定マニュアル(またはガイドライン)の基礎資料を作成した。

3.3.2 UNFCCCに対応する報告枠組みの検討

UNFCCCに対応する温室効果ガス排出量の報告の枠組みとして以下の事項を検討した。

- ① 年次報告書への記載内容
- ② 年次報告書の作成プロセス・スケジュール(案)

3.4 過去7年間の排出総量試算

「UNFCCCに対応する報告の枠組みの検討」で検討した排出量算定方法を用いて、過去7年間の排出量を試算した。

II. 調査の内容

1. 排出量の算定対象及び排出係数

1.1 算定対象

気候変動枠組条約第 4 条及び第 12 条と京都議定書第 7 条に基づき、各締約国は自国の温室効果ガスの排出と吸収のインベントリを条約事務局に提出することになっている。しかし、国際マリンバンカー油(国際海運に伴う燃料)からの排出量は各国にどのように割り当てるかの方法が難しいため、温室効果ガス排出量の算定方法が示されている IPCC ガイドラインでは各国のインベントリからは除外すべきとされており、国際海事機関(IMO)において検討が進められている。

本調査では、IMO において検討を進めているマリンバンカー燃料の燃焼から発生する温室効果ガス等を排出量算定対象とした。

1.2 対象物質

排出量算定物質は京都議定書の対象とされている 6 種類の温室効果ガス(CO₂、CH₄、N₂O、HFCs、PFCs、SF₆)に加え、前駆物質等のその他の大気汚染物質(NO_x、NMVOC、CO、PM、SO_x)も対象とした。排出量算定物質の 2007 年における全船舶からの排出量は表 1.2-1 に示すとおりである。

表 1.2-1 排出量算定物質(百万トン)
(Table 3.11 Summary of emissions (million tonnes) from total shipping in 2007*)

物質	Ship exhaust	Refrigerant	Crude oil transport	Total
温室効果ガス	CO ₂	1050	-	1050
	CH ₄	0.10	-	0.24
	N ₂ O	0.03	-	0.03
	HFCs	-	0.0004*	0.0004*
	PFCs	-	-	-
	SF ₆	-	-	-
その他大気汚染物質	NO _x	25	-	25
	NMVOC	0.8	-	3.1
	CO	2.5	-	2.5
	PM	1.8	-	1.8
	SO _x	15	-	15

* HFCs numbers valid for 2003. Crude oil transport: 2006 figures

出典: 「Second IMO GHG Study 2009」(IMO, 2009), p35

(表中網掛けは算定対象外)

1.3 調査対象時期

調査対象時期は、IMO が温室効果ガス排出量を算定した 2007 年を含む 5 ヶ年を基本とし、必要に応じ 2001 年まで調査対象とした。

1.4 対象物質の排出係数

対象物質の排出係数は、「Second IMO GHG Study 2009」(IMO, 2009)及び「平成 20 年度船舶からの温室効果ガス及び大気汚染物質の世界的な排出量算定調査報告書」(海洋政策研究財団、平成 21 年 2 月)で用いられている排出係数を用いた。

2. 今後変動する運航パラメータの整理

温室効果ガス等排出量の算定に用いた運航パラメータについて、算定方法や排出量への影響度などを整理して、温室効果ガス等排出量の算定に影響の大きい運航パラメータを整理した。整理した運航パラメータについて、排出量を算定した 2007 年を含む概ね 9 年間の運航パラメータの変動を整理し、各パラメータの変動の可能性や、その変動に伴う排出量の変化の程度を整理した。

2.1 対象とする運航パラメータ

2.1.1 算定に用いられた運航パラメータ

「Second IMO GHG Study 2009」(IMO, 2009)における温室効果ガス等排出量算定の基本式を以下に示す。本算定式を適用するには、AIS(Automatic identification system、船舶自動識別装置)による船舶動静データ、Lloyd's Register - Fairplay database における船舶登録情報等の膨大なデータの入手と解析が必要である。本算定式に用いられている運航パラメータの算出方法を表 2.1-1 に、各パラメータの信頼度を表 2.1 2 に示す。

$$Q_{GHG} = \sum_i \sum_j (K_{GHG,MDO} \times \alpha_{i,j,MDO} + K_{GHG,HFO} \times \alpha_{i,j,HFO}) \times N_{i,j} \times (F_{ME,i,j} + F_{AE,i,j} + F_{B,i,j})$$

Q_{GHG}	: 温室効果ガス排出量(kg-GHG/年)
$K_{GHG,MDO}$: MDO (Marine diesel oil)の温室効果ガス排出係数(kg-GHG/tonne-fuel)
$K_{GHG,HFO}$: HFO (Heavy fuel oil)の温室効果ガス排出係数(kg-GHG/tonne-fuel)
$\alpha_{i,j,MDO}$: 船種 i 船型 j の燃料消費量中の MDO の割合
$\alpha_{i,j,HFO}$: 船種 i 船型 j の燃料消費量中の HFO の割合($1 - \alpha_{i,j,MDO}$)
$N_{i,j}$: 船種 i 船型 j の船舶数(隻)
$F_{ME,i,j}$: 船種 i 船型 j の主機エンジンの年間燃料消費量(tonne/年)
	$F_{ME,i,j} = P_{ME,i,j} \times A_{ME,i,j} / 100 \times SFOC_{ME,i,j} \times D_{ME,i,j} \times 24(\text{hr} / \text{day}) \times 10^{-6}$
	$P_{ME,i,j}$: 船種 i 船型 j の主機エンジンの定格出力(kW)
	$A_{ME,i,j}$: 船種 i 船型 j の主機エンジンの負荷率(%)
	$SFOC_{ME,i,j}$: 船種 i 船型 j の主機エンジンの燃料消費率(g/kW-h)
	$D_{ME,i,j}$: 船種 i 船型 j の主機エンジンの航行日数(日)
$F_{AE,i,j}$: 船種 i 船型 j の補助エンジンの年間燃料消費量(tonne/年)
	$F_{AE,i} = P_{AE,i,j} \times A_{AE,i,j} / 100 \times SFOC_{AE,i,j} \times D_{AE,i,j} \times 24(\text{hr} / \text{day}) \times 10^{-6}$
	$P_{AE,i,j}$: 船種 i 船型 j の補助エンジンの定格出力(kW)
	$A_{AE,i,j}$: 船種 i 船型 j の補助エンジンの負荷率(%)
	$SFOC_{AE,i,j}$: 船種 i 船型 j の補助エンジンの燃料消費率(g/kW-h)
	$D_{AE,i,j}$: 船種 i 船型 j の補助エンジンの延べ稼働日数(日)
$F_{B,i,j}$: 船種 i 船型 j の補助ボイラーの年間燃料消費量(tonne/年)

表 2.1-1 算定に用いられた運航パラメータの算出方法

■主機エンジン(Main Engine)

	項目	算出方法
$N_{i,j}$	船種船型別船舶数(隻)	Lloyd's Register - Fairplay database ¹ より集計。
$P_{ME,i,j}$	主機エンジン定格出力(kW)	Lloyd's Register - Fairplay database より集計。
$A_{ME,i,j}$	主機エンジンの負荷率(%)	AIS による船舶動静データより算定した全航海の平均航海速度を求め、以下の計算式により負荷率を算定。出力が速度の 3 乗に比例すること、航海速力は 90%の出力であることを考慮している。 負荷率=出力/最大出力 $= \left(\frac{Average_speed}{Servise_speed} \right)^3 \times 0.9$ <i>Servise_speed</i> : 航海速力(満載状態において得られる最高速度) <i>Average_speed</i> : 平均航海速度
$SFOC_{ME,i,j}$	主機エンジンの燃料消費率(SFOC)(g/kW-h)	試験台の試験結果や海上試運転時のデータなどを基に、新旧エンジンの SFOC の差、平均エンジン年齢の差を考慮して設定。 エンジンの大きさや年齢に依存。
$D_{ME,i,j}$	主機エンジンの稼働日数(航行日数)	AIS による船舶動静データより算定した 1 航海毎の航行速度をもとに、以下の計算式により算定。 航海日数 = 正常速度の航行日数 + 低速速度の航行日数 $\times \frac{\text{低速速度}}{\text{通常速度}}$ 正常速度 : 計算された平均速度が航海速力の 80%超 低速速度 : 計算された平均速度が航海速力の 80%未満

■補機エンジン(Auxiliary Engine)

	項目	算定方法
$P_{AE,i,j}$	補機エンジン定格出力(kW)	Lloyd's Register - Fairplay database (extended version)より集計。
$A_{AE,i,j}$	補機エンジンの負荷率(%)	補機エンジンの通常の基数(3 基 : 運転用、予備、メンテナンス用)と使用形態を考慮して、専門家によって設定。
$D_{AE,i,j}$	補機エンジンの稼働日数	主機エンジンとの相対比率や船種船型別の代表データと比較し、妥当性を確認している。
$SFOC_{AE,i,j}$	補機エンジンの燃料消費率(SFOC)(g/kW-h)	幅広い試験台データ及びその他の測定データから推定。主として部分負荷対応で運転されるという実態を考慮している。

¹ Lloyd's Register-Fairplay は 2010 年に IHS Fairplay に改名された。

表 2.1-2(1) 算定に用いられた運航パラメータ(主機)の信頼度等

項目	信頼度	備考
船種船型別船舶数(隻)	非常に高い	登録船については高精度である。船舶の活動度において、すべて活動しているか、もしくはある種の船舶が不況で長期係船中であるかという点において不確かさが残る。
主機エンジン定格出力(kW)	非常に高い	高精度と思われる。
主機エンジンの稼働日数(航行日数)	高 ²	精度は、以下の AIS の情報収集システムに依存する。 <ul style="list-style-type: none"> ・ AIS ネットワーク内の港間を航行する船舶比率 ・ 船舶動静に対する仮定 ・ データの取捨選択 ・ 平均非稼働率 / 係船率 ・ 港間距離の計算 ・ 船舶の設計航行速度
主機エンジンの負荷率(%)	中	主機エンジンの負荷率は、拡大ロイズデータからの設計航行速度及び AIS による船舶動静データからの航行速度に影響を受けやすい。さらに、バラスト航海または軽荷の航海時においてはエンジン負荷が過大評価されやすい。 他のデータとの比較で妥当性に欠ける場合には、専門家の判断により数値が修正されている。
平均非稼働日数あるいは係船日数	中	すべての船舶について年間稼働日は355日と仮定する(年平均10日を非稼働状態とする)。
AIS 観測点間の距離計算	高 ²	平均速度の算出に使用。精度は AIS 受信地間の最短距離に陸地が存在することで影響を受ける。他のデータとの比較で妥当性に欠ける場合には、専門家の判断により数値が修正されている。 AIS では、船舶は出発港・到着港のほか、他の港あるいは AIS ネットワークがカバーする戦略的な拠点(スエズ、パナマ、ジブラルタル、マラッカ海峡、アラスカ半島、スリランカ南端)を通過する際も検知されるため、AIS の距離計算の誤差は小さいと考えられる。また、本調査により、貨物輸送量を AIS データ及び統計資料からそれぞれ求め、両者を比較したところ、両者の貨物輸送量は、船種によっては良く一致していたことから、信頼度「高」と判断した。
航海速力	高 ²	通常航海と低速(異常)航海とを判断することに用いる。また海上における出力係数の推計にも用いられる。
主機エンジンの燃料消費率(SFOC)(g/kW-h)	中 ³	Second IMO GHG Study 2009 では、SFOC について、エンジン毎にばらつきが見られるものの平均値は比較的精度が高いと評価している。しかし、非常に大きいエンジン以外は実測による測定値があるが、理想的な運転状態での値であり、実際には更に大きくなることが想定される。また、EEDI (Energy Efficiency Design Index; エネルギー効率設計指標)のリファレンスカーブ作成の際には、Second IMO GHG Study 2009 と異なる SFOC(主機エンジンで 190 g/kW-h、補機エンジンで 215 g/kW-h)が採用されているため、信頼度「中」と判断した。

出典: 「Second IMO GHG Study 2009」(IMO, 2009), p25を基に作成

² Second IMO GHG Study 2009 では信頼度「中」であったが、本調査結果により信頼度「高」と判断した。

³ Second IMO GHG Study 2009 では信頼度「高」であったが、本調査結果により信頼度「中」と判断した。

表 2.1-2(2) 算定に用いられた運航パラメータ(補機)の信頼度等

項目	信頼度	備考
補機エンジン定格出力(kW)	高い	主機エンジンと比較し幾分精度は下がるが、比較的高精度と思われる。
補機エンジンの稼働日数	中	船舶の出力需要と運航実務が変化しやすいため評価は難しい。そのため信頼性は中位のレベルであるが総排出量への影響は小さい。
補機エンジンの負荷率(%)	中	船舶の出力需要と運航実務が変化しやすいため評価は難しい。
補機エンジンの燃料消費率(SFOC)(g/kW-h)	中 ⁴	主機エンジンと同様

出典: 「Second IMO GHG Study 2009」(IMO, 2009), p26を基に作成。

⁴ Second IMO GHG Study 2009 では信頼度「高」であったが、本調査結果により信頼度「中」と判断した。

2.1.2 各運航パラメータの排出量への寄与の検討 (運航パラメータの感度分析)

Second IMO GHG Study 2009 において排出量の算定に用いられた各運航パラメータの変動が排出量にどの程度寄与するかを検討するため、各運航パラメータをそれぞれ 10%増減させた場合の排出量の変動量を求めることにより、運航パラメータの感度分析を行った。感度分析の結果を表 2.1-3 に示す。

排出量に大きく影響するのは、船舶数、主機エンジンの大きさ、主機エンジンの航海日数、主機エンジンの平均負荷率、主機エンジンの燃料消費率であった。このうち、主機エンジンの平均負荷率と燃料消費率は表 2.1 2 に示したように信頼度が「中」のため、誤差の影響が大きい可能性がある。

主機エンジンの燃料消費率を除いた運航パラメータについては、Lloyd's のデータや AIS による船舶動静データを用いて算定が可能であると考えられる。

表 2.1-3 各運航パラメータを 10%増減した際の排出量及び変動量

■排出量(百万トン)

項目	変動幅	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NMVOC	CO	SO ₂	PM	NO _x
変動なし		1,050	0.096	0.027	0.799	2.464	14.618	1.803	30.7
No ships	+10%	1,155	0.105	0.030	0.879	2.710	16.079	1.983	33.7
	-10%	945	0.086	0.025	0.719	2.217	13.156	1.623	27.6
Main Engine(ME) Power [kW]	+10%	1,139	0.104	0.030	0.866	2.672	15.871	1.958	33.7
	-10%	962	0.087	0.025	0.732	2.256	13.364	1.648	27.7
ME Days at sea[day]	+10%	1,139	0.104	0.030	0.866	2.672	15.871	1.958	33.5
	-10%	962	0.087	0.025	0.732	2.256	13.364	1.648	27.9
ME Average load[%]	+10%	1,139	0.104	0.030	0.866	2.672	15.871	1.958	33.5
	-10%	962	0.087	0.025	0.732	2.256	13.364	1.648	27.9
ME SFOC[g/kWh]	+10%	1,139	0.104	0.030	0.866	2.672	15.871	1.958	30.7
	-10%	962	0.087	0.025	0.732	2.256	13.364	1.648	30.7
Aux Engine (AE) Power [kW]	+10%	1,064	0.097	0.028	0.809	2.496	14.783	1.823	31.0
	-10%	1,037	0.094	0.027	0.789	2.431	14.450	1.782	30.4
AE Average load [%]	+10%	1,064	0.097	0.028	0.810	2.496	14.787	1.824	30.9
	-10%	1,036	0.094	0.027	0.788	2.431	14.448	1.782	30.4
AE Operating days	+10%	1,064	0.097	0.028	0.810	2.496	14.787	1.824	30.9
	-10%	1,036	0.094	0.027	0.788	2.431	14.448	1.782	30.4

■変動量

項目	変動幅	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NMVOC	CO	SO ₂	PM	NO _x
No ships	+10%	110%	110%	110%	110%	110%	110%	110%	110%
	-10%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
Main Engine(ME) Power [kW]	+10%	108%	108%	108%	108%	108%	109%	109%	110%
	-10%	92%	92%	92%	92%	92%	91%	91%	90%
ME Days at sea[day]	+10%	108%	108%	108%	108%	108%	109%	109%	109%
	-10%	92%	92%	92%	92%	92%	91%	91%	91%
ME Average load[%]	+10%	108%	108%	108%	108%	108%	109%	109%	109%
	-10%	92%	92%	92%	92%	92%	91%	91%	91%
ME SFOC[g/kWh]	+10%	108%	108%	108%	108%	108%	109%	109%	100%
	-10%	92%	92%	92%	92%	92%	91%	91%	100%
Aux Engine (AE) Power [kW]	+10%	101%	101%	101%	101%	101%	101%	101%	101%
	-10%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%
AE Average load [%]	+10%	101%	101%	101%	101%	101%	101%	101%	101%
	-10%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%
AE Operating days	+10%	101%	101%	101%	101%	101%	101%	101%	101%
	-10%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%

注) 太字は変動量が 5%以上を示す。

2.1.3 船種別の排出量

排出量の変動を把握していく上で、排出量の多い船種に着目することも重要である。船種別に整理した排出量を表 2.1-4 に示す。各項目において、コンテナ船が最も多く、次いで、ばら積み貨物船、原油タンカーが大きな割合を占めている。これらの活動量が大きく変動する場合には、排出量も大きく変動する可能性がある。

活動量の把握においては、これらの船種の活動量をより正確に把握できる方法が望ましい。

なお、フェリー、サービス、Misc の船種で、SO₂ と PM の割合が他の項目よりも小さくなっているのは、大きい船型についても排出係数の小さい MDO が使用されているためである。

表 2.1-4 各物質の船種別排出量割合

船種	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NMVOC	CO	SO ₂	PM	NO _x
01 Crude Tanker	10.0%	9.9%	9.9%	10.1%	10.1%	12.4%	12.4%	10.6%
02 Products Tanker	3.8%	3.8%	3.8%	3.8%	3.8%	3.7%	3.7%	2.5%
03 Chemical Tanker	5.0%	4.9%	4.9%	5.0%	5.0%	5.4%	5.4%	5.0%
04 LPG Tanker	1.2%	1.2%	1.2%	1.2%	1.2%	1.1%	1.1%	1.2%
05 LNG Tanker	2.4%	2.4%	2.4%	2.5%	2.5%	3.0%	3.0%	2.1%
06 Other Tanker	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%
07 Bulker	16.4%	16.3%	16.3%	16.5%	16.5%	20.0%	20.1%	17.8%
08 General cargo	8.9%	8.9%	8.9%	8.9%	8.9%	7.8%	7.7%	7.9%
09 Other dry	2.2%	2.2%	2.2%	2.2%	2.2%	1.4%	1.3%	2.0%
10 Container	21.6%	21.4%	21.4%	21.7%	21.7%	25.9%	26.0%	25.8%
11 Vehicle	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	3.1%	3.1%	2.8%
12 Roro	1.6%	1.6%	1.6%	1.6%	1.6%	1.4%	1.4%	1.6%
13 Ferry	7.6%	7.7%	7.7%	7.6%	7.6%	4.8%	4.7%	7.2%
14 Cruise	1.9%	1.8%	1.8%	1.8%	1.8%	2.2%	2.2%	2.2%
15 Yacht	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.1%	0.2%
16 Offshore	2.1%	2.2%	2.2%	2.1%	2.1%	1.1%	1.1%	1.8%
17 Service	5.1%	5.2%	5.2%	5.1%	5.1%	2.7%	2.6%	4.1%
18 Misc	7.3%	7.4%	7.4%	7.2%	7.2%	3.8%	3.7%	5.2%

※ 凡例 **太字ゴシック** : 10 %以上、**太字** : 5 %以上

注) Misc.には Fishing, Trawlers, Other fishing, Other が含まれている。

表 2.1-5 船種別の排出量割合(合計値)

船種	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NMVOC	CO	SO ₂	PM	NO _x
01Crude - 10Container	71.6%	71.3%	71.3%	71.9%	71.9%	80.8%	81.1%	75.0%
01Crude - 12Roro	75.7%	75.4%	75.4%	76.0%	76.0%	85.3%	85.6%	79.4%
01Crude - 13Ferry	83.4%	83.2%	83.2%	83.6%	83.6%	90.0%	90.2%	86.6%

2.1.4 運航パラメータの選定

以上の結果を踏まえて、過去の変動状況を把握する運航パラメータとして、表 2.1-6 に示す運航パラメータを選定した。

表 2.1-6 過去の変動状況を把握する運航パラメータ

項目	選定理由
船舶数(隻)	船舶数の温室効果ガス等排出量への影響は大きく、船舶輸送需要の増加に伴い増加の傾向であると考えられる。 船種・船型毎に1隻あたりの排出量も異なるため、船種・船型毎の船舶数を整理することが望ましい。
載貨重量トン数(DWT; Dead weight tonnage)	温室効果ガス等排出量算定に直接用いられているパラメータではないが、船舶の大きさに関連するパラメータであり、船舶の大きさとともに変動すると考えられる主機エンジン・補助エンジンの出力や燃費も連動して変動することが考えられる。 また、載貨重量トン(DWT)は貨物輸送量算定に用いられている。
燃料消費率(g/kW-h)	燃料消費率の温室効果ガス等排出量への影響は大きく、船種・船齢・船型に依存していると考えられる。 船種・船齢・船型毎の燃料消費率を整理することが望ましい。

2.2 運航パラメータの変動傾向

運航パラメータについて、温室効果ガス等排出量を算定した 2007 年を含む概ね 9 年間(2001～2009 年)の変動幅、増減傾向を把握し、以下の 2 点について検討した。

- ①運航パラメータの将来の変動の可能性
- ②運航パラメータの変化による排出量の変動の程度

2.2.1 船種別船舶数の傾向

(1) 船舶数

「World Fleet Statistics」(Lloyd's Register - Fairplay)による船種別船舶数の経年変化を表 2.2-1 に示す。多くの船種で船舶数は増加傾向を示しており、2009/2001 年比を見ると、LNG タンカーで 2.65 倍、ケミカルタンカーで 1.75 倍、コンテナ船で 1.71 倍と顕著な増加を示している。一方、減少傾向を示している船種は、Other tanker、Other dry(Reefer)、Other dry (Special)であり、2009/2001 年比はそれぞれ 0.45～0.47 倍、0.85 倍、0.88 倍となっている。

(2) 総積載量

「World Fleet Statistics」(Lloyd's Register - Fairplay)による船種別総積載量の経年変化を表 2.2 2 に示す。多くの船舶で総積載量は増加傾向を示しており、船舶数と同様に、特に LNG タンカー、ケミカルタンカー、コンテナ船で顕著な増加を示している。

表 2.2-1 船種別船舶数の経年変化

Second IMO GHG Study	船種区分 World Fleet Statistics	船舶数(隻)												増減率(2001年比)											
		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009						
01 Crude Tanker	CRUDE OIL TANKER	1,793	1,772	1,810	1,850	1,939	2,000	2,080	2,105	2,217	1.00	0.99	1.01	1.03	1.08	1.12	1.16	1.17	1.24						
02 Products Tanker	OIL PRODUCTS TANKER	5,191	5,163	5,136	5,047	5,095	5,166	4,830	4,809	4,914	1.00	0.99	0.99	0.97	0.98	1.00	0.93	0.93	0.95						
03 Chemical Tanker	CHEMICAL	2,598	2,681	2,828	2,970	3,154	3,381	3,793	4,212	4,557	1.00	1.03	1.09	1.14	1.21	1.30	1.46	1.62	1.75						
04 LPG Tanker	LPG TANKER	1,025	1,014	1,027	1,020	1,026	1,061	1,095	1,150	1,173	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	1.04	1.07	1.12	1.14						
05 LNG Tanker	LNG TANKER	128	138	153	174	195	222	253	301	339	1.00	1.08	1.20	1.36	1.52	1.73	1.98	2.35	2.65						
06 Other Tanker	Other Liquids Bulk Dry/Oil	348 201	359 180	371 174	365 152	376 135	383 109	163 97	162 98	164 90	1.00	1.03	1.07	1.05	1.08	1.10	0.47	0.47							
07 Bulker	BULK DRY	5,000	5,021	5,046	5,267	5,542	5,807	6,064	6,306	6,636	1.00	1.00	1.01	1.05	1.11	1.16	1.21	1.26	1.33						
08 General cargo	GENERAL CARGO	16,466	16,448	16,253	15,859	16,086	16,479	16,872	17,002	16,845	1.00	1.00	0.99	0.96	0.98	1.00	1.02	1.03	1.02						
09 Other dry (Reefer)	REFRIGERATED CARGO	1,407	1,334	1,272	1,242	1,236	1,231	1,236	1,210	1,193	1.00	0.95	0.90	0.88	0.88	0.87	0.88	0.86	0.85						
09 Other dry (Special)	OTHER DRY CARGO	259	260	250	240	236	242	214	226	229	1.00	1.00	0.97	0.93	0.91	0.93	0.83	0.87	0.88						
10 Container	CONTAINER	2,756	2,918	3,055	3,238	3,531	3,904	4,278	4,641	4,704	1.00	1.06	1.11	1.17	1.28	1.42	1.55	1.68	1.71						
11 Vehicle	RO-RO CARGO	1,871	1,904	1,921	1,959	2,092	2,300	2,416	2,489	2,505	1.00	1.02	1.03	1.05	1.12	1.23	1.29	1.33	1.34						
12 Roro	PASSENGER SHIP	2,710	2,773	2,833	2,873	2,958	3,024	3,031	3,035	3,127	1.00	1.02	1.05	1.06	1.09	1.12	1.12	1.12	1.15						
13 Ferry	PASSENGER/RO-RO CARGO	2,634	2,671	2,737	2,743	2,769	2,805	2,837	2,868	2,891	1.00	1.01	1.04	1.04	1.05	1.06	1.08	1.09	1.10						
13 Ferry (RoPax)	PASSENGER/GENERAL CARGO	339	342	340	339	329	347	338	335	334	1.00	1.01	1.00	1.00	0.97	1.02	1.00	0.99	0.99						
14 Cruise	PASSENGER (CRUISE)	372	392	432	441	456	465	485	506	513	1.00	1.05	1.16	1.19	1.23	1.25	1.30	1.36	1.38						
16 Offshore (Supply)	OFFSHORE SUPPLY	2,655	2,738	2,831	2,947	3,081	3,233	4,200	4,545	5,079	1.00	1.03	1.07	1.11	1.16	1.22	1.58	1.71	1.91						
16 Offshore (Other)	OTHER OFFSHORE	629	659	676	680	681	715	665	728	810	1.00	1.05	1.07	1.08	1.08	1.14	1.06	1.16	1.29						
17 Service (Research)	RESEARCH	857	857	870	851	869	874	891	897	926	1.00	1.00	1.02	0.99	1.01	1.02	1.04	1.05	1.08						
17 Service (Tug)	TOWING/PUSHING	9,367	9,715	9,948	10,149	10,681	11,449	11,958	12,492	13,232	1.00	1.04	1.06	1.08	1.14	1.22	1.28	1.33	1.41						
17 Service (Dredging)	DREDGING	1,126	1,132	1,159	1,148	1,149	1,141	1,140	1,151	1,153	1.00	1.01	1.03	1.02	1.02	1.01	1.01	1.02	1.02						
17 Service (Other)	OTHER ACTIVITIES	2,984	3,072	3,198	3,197	3,289	3,399	3,303	3,368	3,499	1.00	1.03	1.07	1.07	1.10	1.14	1.11	1.13	1.17						
18 Misc (Fishing)	FISH CATCHING	23,106	23,255	23,316	23,025	22,977	22,919	22,532	22,358	22,280	1.00	1.01	1.01	1.00	0.99	0.99	0.98	0.97	0.96						
18 Misc (Other Fishing)	OTHER FISHING	842	926	983	913	936	992	1,277	1,258	1,267	1.00	1.10	1.17	1.08	1.11	1.18	1.52	1.49	1.50						
	計	86,664	87,724	88,619	88,689	90,818	93,648	96,048	98,252	100,677	1.00	1.01	1.02	1.02	1.05	1.08	1.11	1.13	1.16						

注) 船種区分は Second IMO GHG Study 2009 に合わせた。(対象: 100GT 以上の商船、各年末現在)

出典: 「World Fleet Statistics」(Lloyd's Register - Fairplay, 2001-2009)

表 2.2-2 船種別総積載量の経年変化

船種区分		総積載量(1000×単位)										増減率(2001年比)									
Second IMO GHG Study	World Fleet Statistics	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	単位	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
01 Crude Tanker	CRUDE OIL TANKER	242,496	240,225	247,805	258,031	272,283	283,917	296,899	303,735	324,560	DWT	1.00	0.99	1.02	1.06	1.12	1.17	1.22	1.25	1.34	
02 Products Tanker	OIL PRODUCTS TANKER	41,586	40,201	40,643	42,157	44,715	47,864	49,730	52,367	55,555	DWT	1.00	0.97	0.98	1.01	1.08	1.15	1.20	1.26	1.34	
03 Chemical Tanker	CHEMICAL	30,417	32,410	36,400	40,903	46,118	51,336	59,167	68,891	76,901	DWT	1.00	1.07	1.20	1.34	1.52	1.69	1.95	2.26	2.53	
04 LPG Tanker	LPG TANKER	14,148	13,739	14,418	14,403	14,765	15,481	16,065	18,191	18,744	m ³	1.00	0.97	1.02	1.02	1.04	1.09	1.14	1.29	1.32	
05 LNG Tanker	LNG TANKER	14,327	15,698	17,637	20,449	23,285	27,114	31,867	40,783	47,652	m ³	1.00	1.10	1.23	1.43	1.63	1.89	2.22	2.85	3.33	
06 Other Tanker	Other Liquids Bulk Dry/Oil	533,093 8303,819	617,137 7265,433	685,288 6975,916	716,53 5601,597	869,219 4570,166	820,235 3297,286	87,265 2535,691	82,404 2458.8	87,275 2063,587	GT GT	1.00 1.00	1.16 0.87	1.29 0.84	1.34 0.67	1.63 0.55	1.54 0.40	0.16 0.31	0.15 0.30	0.16 0.25	
07 Bulker	BULK DRY	268,127	274,168	280,854	299,644	323,209	346,671	369,864	394,968	433,795	DWT	1.00	1.02	1.05	1.12	1.21	1.29	1.38	1.47	1.62	
08 General cargo	GENERAL CARGO	72,370	73,681	72,308	71,786	73,570	75,367	78,310	80,418	80,035	DWT	1.00	1.02	1.00	0.99	1.02	1.04	1.08	1.11	1.11	
09 Other dry (Reefer)	REFRIGERATED CARGO	7,319	7,173	6,849	6,704	6,662	6,641	6,678	6,455	6,350	DWT	1.00	0.98	0.94	0.92	0.91	0.91	0.91	0.91	0.88	0.87
09 Other dry (Special)	OTHER DRY CARGO	2,022	2,028	1,914	1,989	1,947	2,265	2,468	2,882	2,978	GT	1.00	1.00	0.95	0.98	0.96	1.12	1.22	1.42	1.47	
10 Container	CONTAINER	5,315	5,897	6,439	7,167	8,124	9,437	10,765	12,144	12,824	TEU	1.00	1.11	1.21	1.35	1.53	1.78	2.03	2.29	2.41	
11 Vehicle	RO-RO CARGO	27,501	28,031	29,130	30,585	32,798	35,259	38,080	41,635	41,308	GT	1.00	1.02	1.06	1.11	1.19	1.28	1.38	1.51	1.50	
12 Roro	PASSENGER SHIP	1,376	1,422	1,432	1,447	1,476	1,492	1,516	1,499	1,565	GT	1.00	1.03	1.04	1.05	1.07	1.08	1.10	1.09	1.14	
13 Ferry	PASSENGER/RO-RO CARGO	14,194	14,852	15,133	15,188	15,372	15,808	16,328	16,794	17,106	GT	1.00	1.05	1.07	1.07	1.08	1.11	1.15	1.18	1.21	
13 Ferry (RoPax)	PASSENGER/GENERAL CARGO	619	621	628	608	558	555	538	536	536	GT	1.00	1.00	1.01	0.98	0.90	0.90	0.87	0.87	0.87	
14 Cruise	PASSENGER (CRUISE)	8,939	9,884	10,651	11,520	11,928	12,568	13,401	14,406	15,234	GT	1.00	1.11	1.19	1.29	1.33	1.41	1.50	1.61	1.70	
16 Offshore (Supply)	OFFSHORE SUPPLY	2,546	2,765	2,992	3,211	3,517	3,890	4,643	5,232	6,126	GT	1.00	1.09	1.18	1.26	1.38	1.53	1.82	2.06	2.41	
16 Offshore (Other)	OTHER OFFSHORE	5,484	6,238	6,624	6,802	7,009	7,840	9,846	11,035	12,244	GT	1.00	1.14	1.21	1.24	1.28	1.43	1.80	2.01	2.23	
17 Service (Research)	RESEARCH	1,280	1,286	1,346	1,322	1,356	1,412	1,446	1,542	1,669	GT	1.00	1.00	1.05	1.03	1.06	1.10	1.13	1.20	1.30	
17 Service (Tug)	TOWING/PUSHING	2,542	2,647	2,714	2,767	2,948	3,159	3,377	3,563	3,740	GT	1.00	1.04	1.07	1.09	1.16	1.24	1.33	1.40	1.47	
17 Service (Dredging)	DREDGING	2,189	2,284	2,386	2,445	2,526	2,552	2,609	2,693	2,841	GT	1.00	1.04	1.09	1.12	1.15	1.17	1.19	1.23	1.30	
17 Service (Other)	OTHER ACTIVITIES	3,257	3,342	3,379	3,267	3,336	3,363	4,193	4,235	4,405	GT	1.00	1.03	1.04	1.00	1.02	1.03	1.29	1.30	1.35	
18 Misc (Fishing)	FISH CATCHING	10,671	10,708	10,723	10,292	10,207	10,135	9,859	9,761	9,718	GT	1.00	1.00	1.00	0.96	0.96	0.95	0.92	0.91	0.91	
18 Misc (Other Fishing)	OTHER FISHING	1,677	1,707	1,854	1,514	1,551	1,524	1,652	1,558	1,326	GT	1.00	1.02	1.11	0.90	0.92	0.91	0.99	0.93	0.79	

注) 船種区分はSecond IMO GHG Study 2009に合わせた。(対象: 100GT以上の商船、各年末現在)
 出典: 「World Fleet Statistics」(Lloyd's Register・Fairplay, 2001-2009)

2.2.2 カテゴリー別船舶数の傾向

「World Fleet Statistics」(Lloyd's Register - Fairplay)による船種船型別船舶数の経年変化を表 2.2-3、図 2.2-1 に示す。

船舶の隻数は、大型の石油製品タンカー・ばら積み船・コンテナ船で急増しており、2001年から倍以上に増加している。コンテナ船では、2008年まですべてのサイズで増加傾向であるが、他の船種では減少傾向のサイズも見られる。コンテナ船の D,E,F 区分において、2009年には減少傾向を示した。LNG タンカーについても船舶数は急増しており、2001年比で2倍以上となっている。

表 2.2-3 船舶数の経年変化

World Fleet Statistics		year									
Shiptype Category	Size Category	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
01 Crude Tanker	A 200,000+ DWT	454	443	448	464	482	494	514	523	548	
	B 125 -199,999 DWT	257	265	278	296	312	337	353	348	380	
	C 80 -124,999 DWT	503	506	552	572	613	644	673	695	746	
	D 60 -79,999 DWT	162	156	153	145	164	170	177	180	187	
	E 10 -59,999 DWT	294	281	262	256	250	241	247	239	234	
	F -9,999 DWT	123	121	117	117	118	114	116	120	122	
02 Products Tanker	A 60,000+ DWT	112	115	127	148	171	202	237	265	287	
	B 20 -59,999 DWT	546	490	477	478	482	487	467	461	477	
	C 10 -19,999 DWT	219	215	207	200	206	204	194	187	179	
	D 5 -9,999 DWT	497	502	491	468	466	455	457	466	506	
	E -4,999 DWT	3,817	3,841	3,834	3,753	3,770	3,818	3,475	3,430	3,465	
05 LNG Tanker	A 200,000+ CBM	0	0	0	0	0	0	4	25	41	
	B -199,999 CBM	128	138	153	174	195	222	249	276	297	
07 Bulker	A 200,000+ DWT	47	48	49	57	71	80	103	140	173	
	B 100 -199,999 DWT	489	496	518	553	594	641	676	706	799	
	C 60 -99,999 DWT	1,061	1,090	1,106	1,185	1,279	1,386	1,466	1,529	1,593	
	D 35 -59,999 DWT	1,302	1,368	1,409	1,475	1,575	1,656	1,730	1,806	1,942	
	E 10 -34,999 DWT	1,967	1,886	1,834	1,854	1,872	1,874	1,914	1,934	1,917	
	F -9,999 DWT	134	133	130	143	151	170	175	191	212	
10 Container	B 5,000+ TEU	157	200	240	313	383	486	578	682	771	
	C 3 -4,999 TEU	420	466	512	535	594	650	728	787	821	
	D 2 -2,999 TEU	450	481	504	550	590	646	688	747	719	
	E 1 -1,999 TEU	858	875	898	910	959	1,030	1,158	1,250	1,243	
	F -999 TEU	871	896	901	930	1,005	1,092	1,126	1,175	1,150	

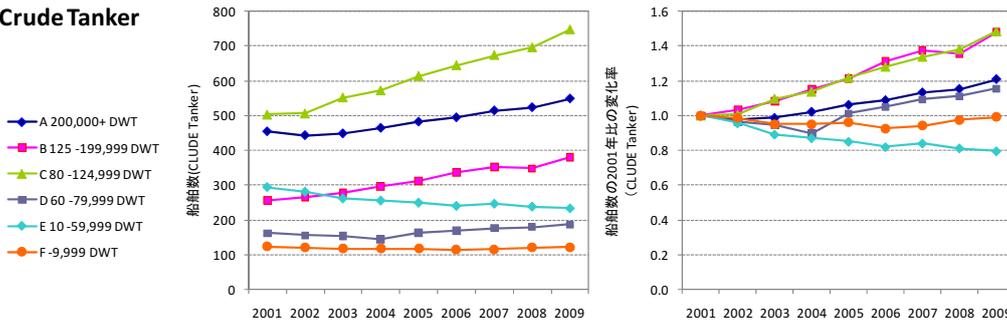
注 1) Size 区分の太字は Second IMO GHG Study 2009 と Lloyd's Register - Fairplay で区分が異なることを示している。

2) Container については、2008年以降に船型区分が変更されたため、区分 B,C,D の船舶数(ゴシック)は、Lloyd's Register のデータベースから求めた 2007 年の配分率を用いて配分した。

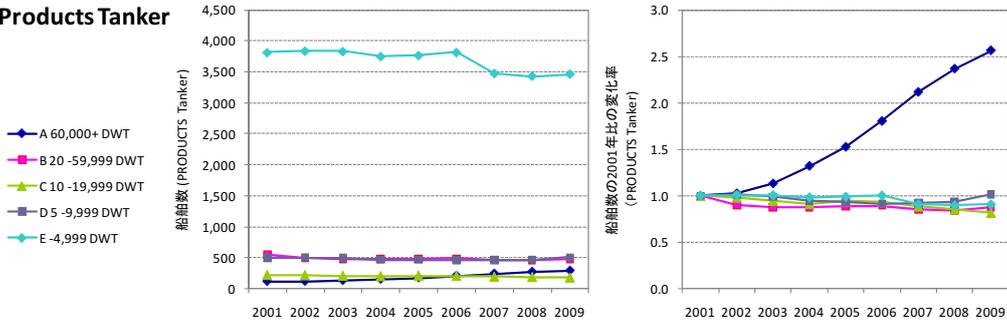
2nd IMO GHG の区分	2007 年までの区分 (TEU)	2008 年以降の区分 (TEU)	船舶数の配分
F -999 TEU	499or less 500-999	499or less 500-999	
E 1 -1,999 TEU	1,000-1,499 1,500-1,999	1,000-1,499 1,500-1,999	
D 2 -2,999 TEU	2,000-2,499 2,500-2,999	2,000-3,999	Lloyds Register データベースより求めた区分 C と D の割合 (0.69:0.31) を用いて、両区分に配分した。
C 3 -4,999 TEU	3,000-3,499 3,500-3,999 4,000-4,499 4,500-4,999		
B 5 -7,999 TEU	5,000or over	4,000-5,999	Lloyds Register データベースより求めた区分 4000-4999TEU と 5000-5999TEU の割合 (0.61:0.39) を用いて、両区分に配分した。
		6,000-7,999	
		8,000-9,999	
		10,000-11,999 12,000or over	

出典：「World Fleet Statistics」(Lloyd's Register - Fairplay, 2001-2008) (IHS Fairplay, 2009)

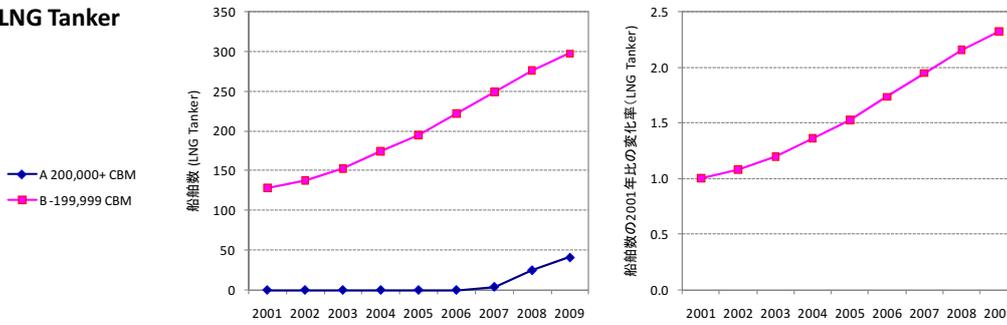
Crude Tanker



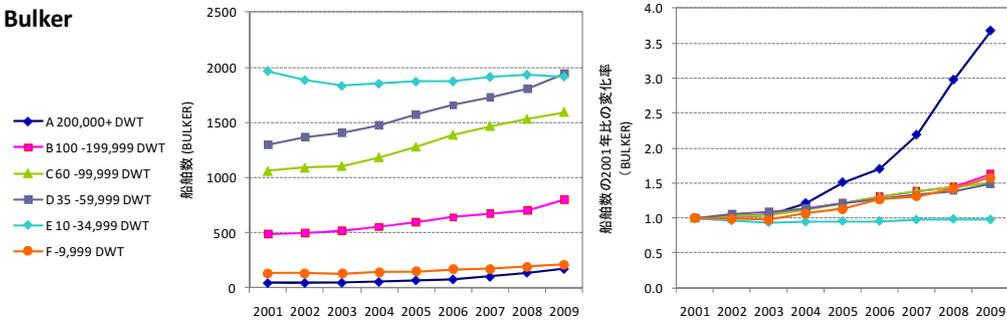
Products Tanker



LNG Tanker



Bulker



Container

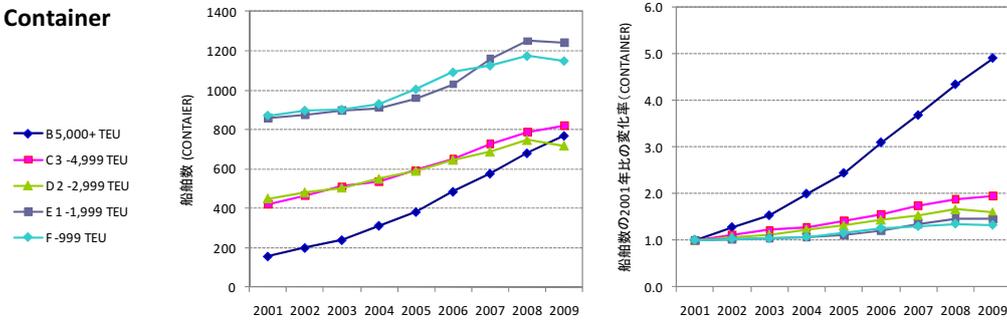


図 2.2-1 船舶数の経年変化

2.2.3 カテゴリー別の平均載貨重量トン数等の傾向

Second IMO GHG Study 2009 では載貨重量トン数(DWT)を温室効果ガス等排出量の算定に直接用いてはいないが、海運の CO₂ 効率(貨物輸送量(トンマイル)当たり CO₂ 排出量)の算定に用いられている。船舶の輸送能力の指標となるパラメータであり、船舶の大きさ、主機エンジン・補助エンジンの出力や燃費とも関係するパラメータと考えられる。

「World Fleet Statistics」(Lloyd's Register - Fairplay)による1隻あたりの平均載貨重量トン数(DWT)等の経年変化を表 2.2-4、図 2.2-2 に示す。カテゴリー別載貨重量トン数は多くのカテゴリーで経年的にほぼ一定であるが、石油製品タンカー(20-59,999 DWT)、LNG タンカー(-199,999 CBM)及びコンテナ船(5,000+ TEU)で増加傾向を示していた。

石油製品タンカー(20-59,999 DWT)については、ここでは示していないがカテゴリー内の詳細な内訳を見ると、2001年にカテゴリー内の船舶数が最大であった25-29,999 DWTの船舶数が減少し、一方で、45-49,999 DWTの船舶数が増大していた。このことから、20-59,999 DWTのカテゴリー内で大型化が進み、平均載貨重量トン数が増加したと考えられる。また、コンテナ船については、8,000 TEU以上の船舶数が増加しており、これにより平均載貨重量トン数が増加したと考えられる。

表 2.2-4 1隻あたりの平均載貨重量トン数(DWT/隻)等の経年変化

World Fleet Statistics		year									
Shiptype Category	Size Category	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	unit
01 Crude Tanker	A 200,000+ DWT	292,325	292,147	290,742	291,740	292,711	293,427	293,748	296,942	299,555	DWT
	B 125 -199,999 DWT	147,305	148,114	149,533	150,715	151,639	152,247	152,763	153,291	154,393	DWT
	C 80 -124,999 DWT	97,301	98,071	99,679	101,139	102,134	102,877	103,572	104,558	105,689	DWT
	D 60 -79,999 DWT	66,673	66,464	66,507	66,769	67,189	67,749	68,417	69,081	69,524	DWT
	E 10 -59,999 DWT	40,006	39,664	39,663	39,538	39,436	39,435	39,588	40,034	40,511	DWT
	F -9,999 DWT	3,402	3,432	3,354	3,398	3,381	3,360	3,404	3,485	3,359	DWT
02 Products Tanker	A 60,000+ DWT	82,508	83,061	82,303	80,802	81,248	81,529	82,173	82,976	83,710	DWT
	B 20 -59,999 DWT	35,184	35,665	36,154	37,131	37,835	38,544	39,484	40,460	41,180	DWT
	C 10 -19,999 DWT	15,362	15,326	15,278	15,396	15,280	15,246	15,018	14,765	14,626	DWT
	D 5 -9,999 DWT	6,312	6,292	6,304	6,399	6,415	6,467	6,516	6,557	6,546	DWT
	E -4,999 DWT	1,738	1,750	1,744	1,699	1,710	1,721	1,705	1,723	1,719	DWT
05 LNG Tanker	A 200,000+ CBM						212,071	222,625	224,706		CBM
	B -199,999 CBM	111,931	113,755	115,276	117,522	119,410	122,134	124,571	127,598	128,990	CBM
07 Bulker	A 200,000+ DWT	230,804	230,862	229,395	232,021	226,945	224,811	225,876	232,578	239,764	DWT
	B 100 -199,999 DWT	156,804	158,360	159,509	160,992	162,029	162,933	163,545	163,657	164,913	DWT
	C 60 -99,999 DWT	70,584	71,002	71,183	71,622	72,085	72,741	73,179	73,781	74,371	DWT
	D 35 -59,999 DWT	43,159	43,605	43,976	44,351	44,962	45,476	45,875	46,454	47,261	DWT
	E 10 -34,999 DWT	24,779	24,760	24,835	24,983	25,126	25,201	25,329	25,395	25,619	DWT
	F -9,999 DWT	5,805	6,017	5,768	5,472	5,323	5,259	5,254	5,466	5,596	DWT
10 Container	B 5,000+ TEU	5,858	5,985	6,060	6,101	6,285	6,543	6,676	6,815	6,888	TEU
	C 3 -4,999 TEU	3,847	3,876	3,877	3,919	3,923	3,934	3,951	4,073	4,107	TEU
	D 2 -2,999 TEU	2,465	2,469	2,478	2,482	2,494	2,514	2,522	2,500	2,500	TEU
	E 1 -1,999 TEU	1,412	1,409	1,413	1,420	1,419	1,415	1,411	1,415	1,415	TEU
	F -999 TEU	527	529	534	541	550	566	587	593	593	TEU

注 1) Size 区分の太字は Second IMO GHG Study 2009 と Lloyd's Register - Fairplay で区分が異なることを示している。

2) LNG タンカーは CBM(m³)、コンテナ船は TEU の個数である。

3) Container については、2008 年以降に船型区分が変更されたため、区分 B,C,D の船舶数(ゴシック)は、Lloyd's Register のデータベースから求めた 2007 年の配分率を用いて配分した。

出典：「World Fleet Statistics」(Lloyd's Register - Fairplay, 2001-2008) (IHS Fairplay, 2009)

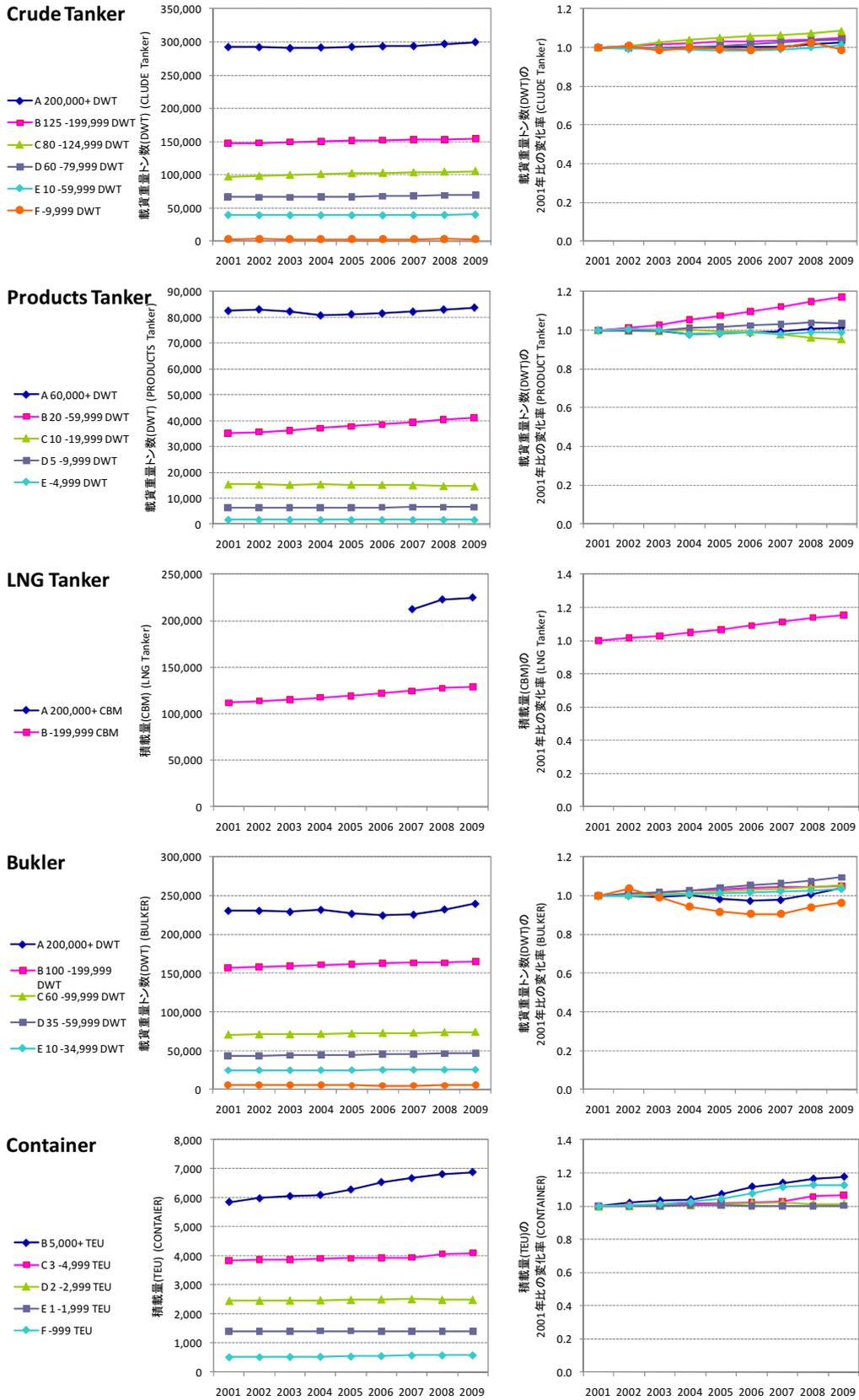


図 2.2-2 1隻当たりの平均載貨重量トン数等の経年変化

2.2.4 カテゴリー別の総載貨重量トン数等の傾向

「World Fleet Statistics」(Lloyd's Register・Fairplay)によるカテゴリー別の総載貨重量トン数(DWT)等の経年変化を表 2.2-5、図 2.2-3 に示す。船種別の総積貨重量トンの合計はすべての船種で増加傾向であった。原油タンカーは 60,000 DWT 以上のカテゴリーで総載貨重量トン数は増加傾向であり、石油製品タンカーは最大カテゴリーの 60,000 DWT 以上のカテゴリーのみが増加傾向、60,000 DWT 未満は減少傾向を示している。ばら積み船は 10-34,999 DWT のカテゴリーが横ばいで推移しているほかは、すべて増加傾向であり、200,000 DWT 以上の最大カテゴリーの増加傾向が顕著である。

LNG タンカーはカテゴリーが少なく、カテゴリー内の船舶数・載貨重量トン数ともに増加傾向であるため、総載貨重量トン数も顕著な増加傾向を示している。

コンテナ船はすべてのカテゴリーで増加傾向であり、特に 5,000 TEU 以上の最大カテゴリーは 2001 年比で 2007 年には 4 倍以上となっている。

表 2.2-5 総載貨重量トン数(DWT)等の経年変化

World Fleet Statistics		year										unit
Shiptype Category	Size Category	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009		
01 Crude Tanker	A 200,000+ DWT	132,715	129,421	130,253	135,367	141,087	144,953	150,986	155,301	164,156	10 ³ DWT	
	B 125 -199,999 DWT	37,857	39,250	41,570	44,612	47,311	51,307	53,925	53,345	58,670	10 ³ DWT	
	C 80 -124,999 DWT	48,942	49,624	55,023	57,852	62,608	66,253	69,704	72,668	78,844	10 ³ DWT	
	D 60 -79,999 DWT	10,801	10,368	10,176	9,681	11,019	11,517	12,110	12,435	13,001	10 ³ DWT	
	E 10 -59,999 DWT	11,762	11,146	10,392	10,122	9,859	9,504	9,778	9,568	9,480	10 ³ DWT	
	F -9,999 DWT	418	415	392	398	399	383	395	418	410	10 ³ DWT	
	Total	242,496	240,225	247,805	258,031	272,283	283,917	296,899	303,735	324,560	10 ³ DWT	
02 Products Tanker	A 60,000+ DWT	9,241	9,552	10,452	11,959	13,893	16,469	19,475	21,989	24,025	10 ³ DWT	
	B 20 -59,999 DWT	19,211	17,476	17,246	17,748	18,237	18,771	18,439	18,652	19,643	10 ³ DWT	
	C 10 -19,999 DWT	3,364	3,295	3,163	3,079	3,148	3,110	2,913	2,761	2,618	10 ³ DWT	
	D 5 -9,999 DWT	3,137	3,158	3,095	2,995	2,989	2,942	2,978	3,055	3,312	10 ³ DWT	
	E 4,999 DWT	6,634	6,720	6,687	6,376	6,448	6,571	5,925	5,909	5,957	10 ³ DWT	
	Total	41,586	40,201	40,643	42,157	44,715	47,864	49,730	52,367	55,555	10 ³ DWT	
05 LNG Tanker	A 200,000+ CBM	0	0	0	0	0	0	848	5,566	9,213	10 ³ CBM	
	B -199,999 CBM	14,327	15,698	17,637	20,449	23,285	27,114	31,018	35,217	38,310	10 ³ CBM	
	Total	14,327	15,698	17,637	20,449	23,285	27,114	31,867	40,783	47,523	10 ³ DWT	
07 Bulker	A 200,000+ DWT	10,848	11,081	11,240	13,225	16,113	17,985	23,265	32,561	41,479	10 ³ DWT	
	B 100 -199,999 DWT	76,677	78,547	82,626	89,028	96,245	104,440	110,556	115,542	131,766	10 ³ DWT	
	C 60 -99,999 DWT	74,890	77,392	78,728	84,872	92,197	100,818	107,280	112,811	118,473	10 ³ DWT	
	D 35 -59,999 DWT	56,193	59,652	61,963	65,418	70,814	75,308	79,363	83,896	91,780	10 ³ DWT	
	E 10 -34,999 DWT	48,741	46,697	45,548	46,318	47,036	47,227	48,479	49,115	49,111	10 ³ DWT	
	F -9,999 DWT	778	800	750	782	804	894	919	1,044	1,186	10 ³ DWT	
	Total	268,127	274,168	280,854	299,644	323,209	346,671	369,864	394,968	433,795	10 ³ DWT	
10 Container	B 5,000+ TEU	920	1,197	1,454	1,910	2,407	3,180	3,859	4,645	5,308	10 ³ TEU	
	C 3 -4,999 TEU	1,616	1,806	1,985	2,097	2,330	2,557	2,877	3,206	3,373	10 ³ TEU	
	D 2 -2,999 TEU	1,109	1,187	1,249	1,365	1,472	1,624	1,735	1,868	1,797	10 ³ TEU	
	E 1 -1,999 TEU	1,211	1,233	1,269	1,292	1,361	1,457	1,633	1,769	1,759	10 ³ TEU	
	F -999 TEU	459	474	481	503	553	619	661	697	681	10 ³ TEU	
	Total	5,315	5,897	6,439	7,167	8,124	9,437	10,765	12,186	12,919	10 ³ TEU	

注 1) Size 区分の**太字**は Second IMO GHG Study 2009 と Lloyd's Register・Fairplay で区分が異なることを示している。

2) コンテナ船は載貨重量トン数ではなく、TEU の個数(単位：1000TEU)である。

3) Container については、2008 年以降に船型区分が変更されたため、区分 B,C,D の船舶数(ゴシック)を Lloyd's Register のデータベースから求めた 2007 年の配分率を用いて配分し、各区分の中央値を乗じて、載貨重量を算定した。

出典：「World Fleet Statistics」(Lloyd's Register・Fairplay, 2001-2008) (IHS Fairplay, 2009)

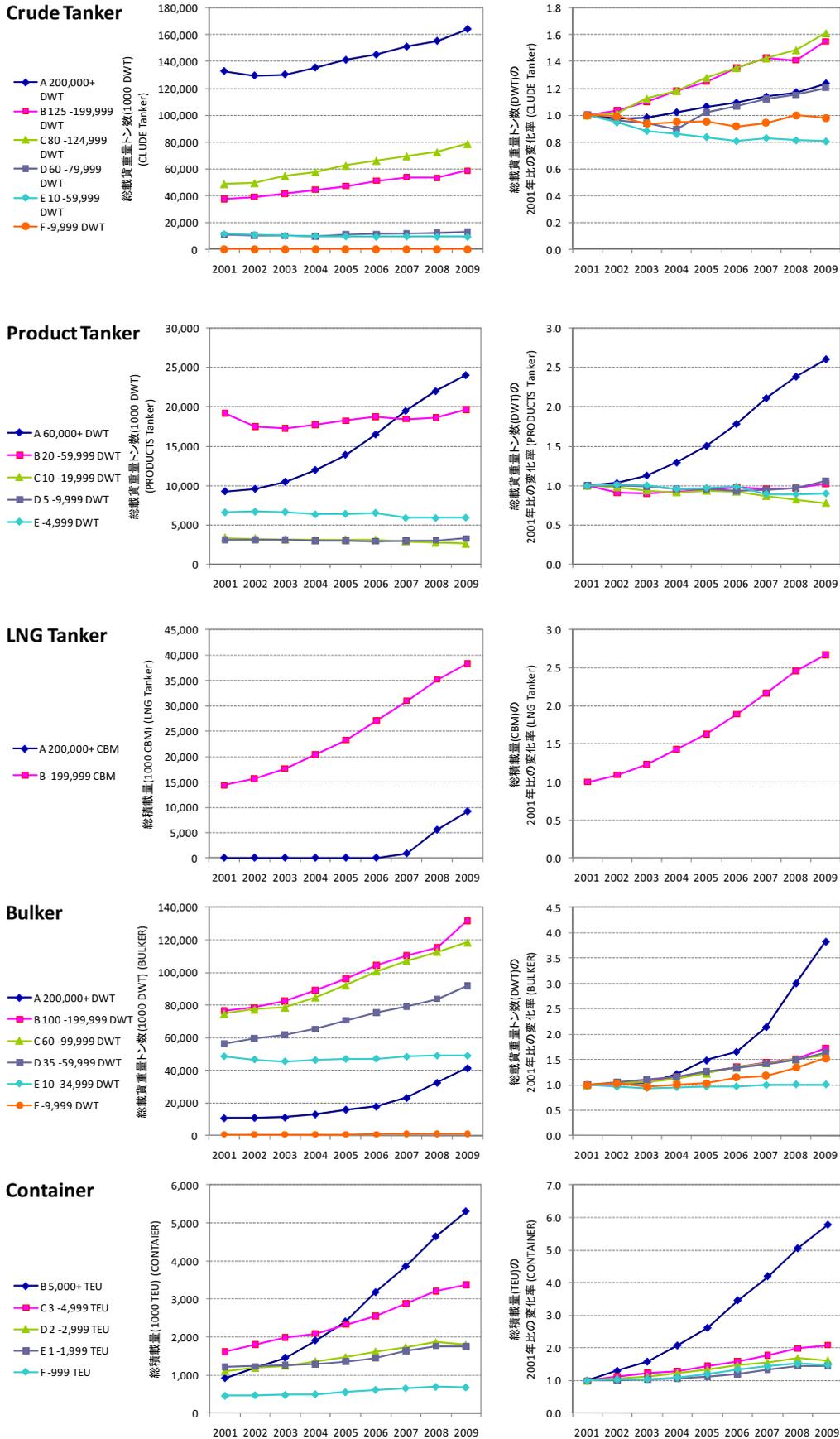


図 2.2-3(1) 総載貨重量トン数等の経年変化

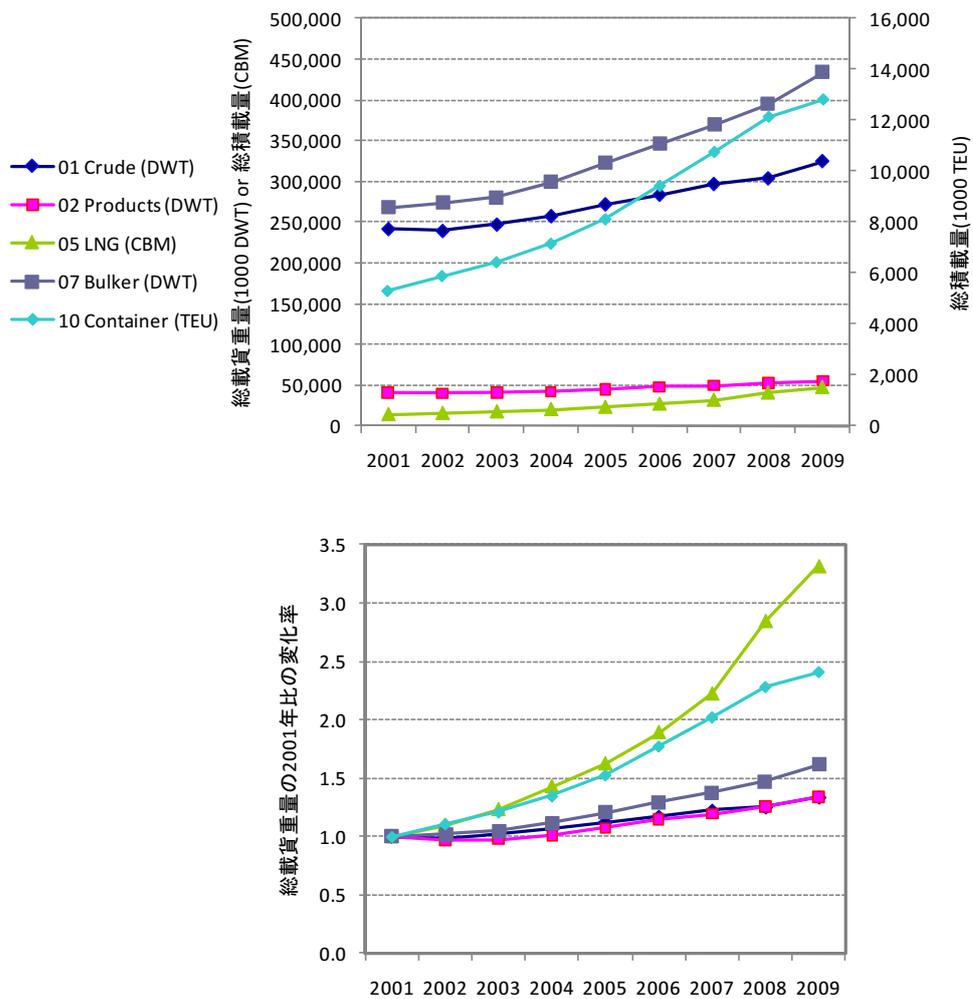


図 2.2-3(2) 総載貨重量トン数等の経年変化(船種別合計)

総載貨重量トン数(DWT)の船型別構成割合の経年変化は表 2.2-6、図 2.2-4 に示すとおりである。原油タンカーでは、最大船型(200,000 DWT 以上)でやや減少傾向、次に大きい船型(125-199,999 DWT、80-119,999 DWT)で微増傾向であった。

石油製品タンカーでは最大船型(60,000 DWT 以上)でのみ顕著な増加傾向、ばら積み船では10-34,999DWT で減少傾向を示している。

コンテナ船では、最大船型(5,000 TEU 以上)で顕著な増加傾向を示している。

表 2.2-6 総載貨重量トン数の船型別構成割合の経年変化

World Fleet Statistics		year								
Shiptype Category	Size Category	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
01 Crude Tanker	A 200,000+ DWT	55%	54%	53%	52%	52%	51%	51%	51%	51%
	B 125 -199,999 DWT	16%	16%	17%	17%	17%	18%	18%	18%	18%
	C 80 -124,999 DWT	20%	21%	22%	22%	23%	23%	23%	24%	24%
	D 60 -79,999 DWT	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%
	E 10 -59,999 DWT	5%	5%	4%	4%	4%	3%	3%	3%	3%
	F -9,999 DWT	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
02 Products Tanker	A 60,000+ DWT	22%	24%	26%	28%	31%	34%	39%	42%	43%
	B 20 -59,999 DWT	46%	43%	42%	42%	41%	39%	37%	36%	35%
	C 10 -19,999 DWT	8%	8%	8%	7%	7%	6%	6%	5%	5%
	D 5 -9,999 DWT	8%	8%	8%	7%	7%	6%	6%	6%	6%
	E -4,999 DWT	16%	17%	16%	15%	14%	14%	12%	11%	11%
	Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
07 Bulker	A 200,000+ DWT	4%	4%	4%	4%	5%	5%	6%	8%	10%
	B 100 -199,999 DWT	29%	29%	29%	30%	30%	30%	30%	29%	30%
	C 60 -99,999 DWT	28%	28%	28%	28%	29%	29%	29%	29%	27%
	D 35 -59,999 DWT	21%	22%	22%	22%	22%	22%	21%	21%	21%
	E 10 -34,999 DWT	18%	17%	16%	15%	15%	14%	13%	12%	11%
	F -9,999 DWT	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
10 Container	B 5,000+ TEU	17%	20%	23%	27%	30%	34%	36%	38%	41%
	C 3 -4,999 TEU	30%	31%	31%	29%	29%	27%	27%	26%	26%
	D 2 -2,999 TEU	21%	20%	19%	19%	18%	17%	16%	15%	14%
	E 1 -1,999 TEU	23%	21%	20%	18%	17%	15%	15%	15%	14%
	F -999 TEU	9%	8%	7%	7%	7%	7%	6%	6%	5%
	Total	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

注 1) Size 区分の太字は Second IMO GHG Study 2009 と Lloyd's Register - Fairplay で区分が異なることを示している。

2) Container については、2008 年以降に船型区分が変更されたため、区分 B,C,D の船舶数(ゴシック)は、Lloyd's Register のデータベースから求めた 2007 年の配分率を用いて配分した。

出典：「Second IMO GHG Study 2009」(IMO, 2009)、「World Fleet Statistics」(Lloyd's Register - Fairplay, 2001-2008) (IHS Fairplay, 2009)をもとに作成。

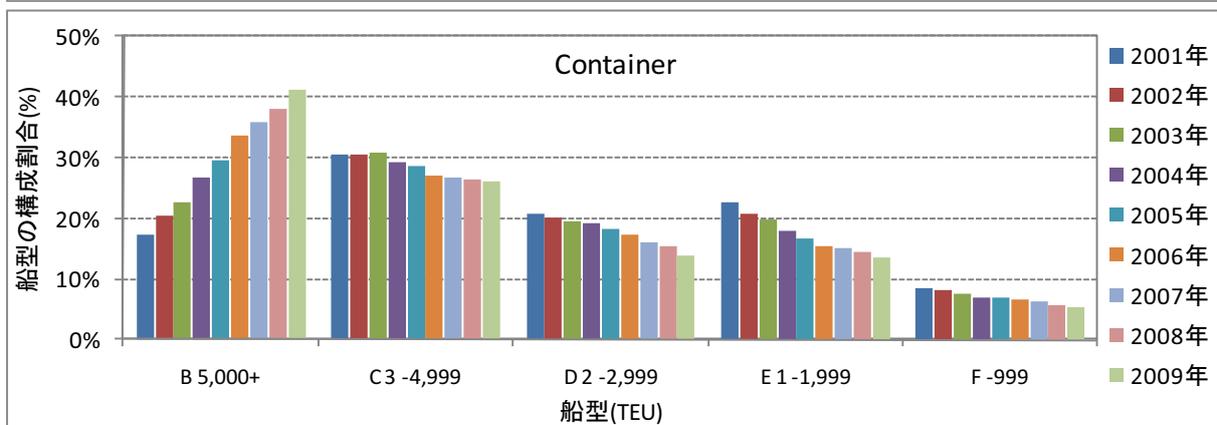
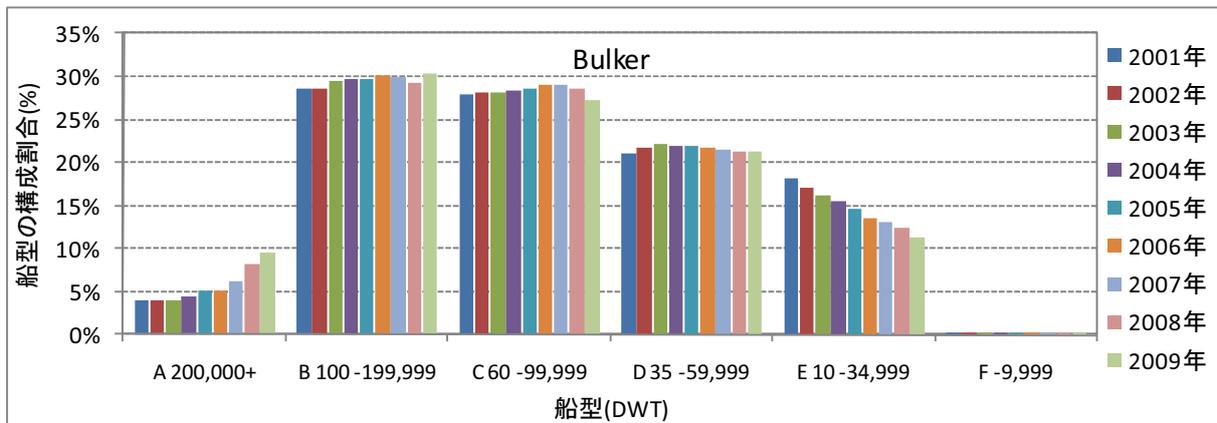
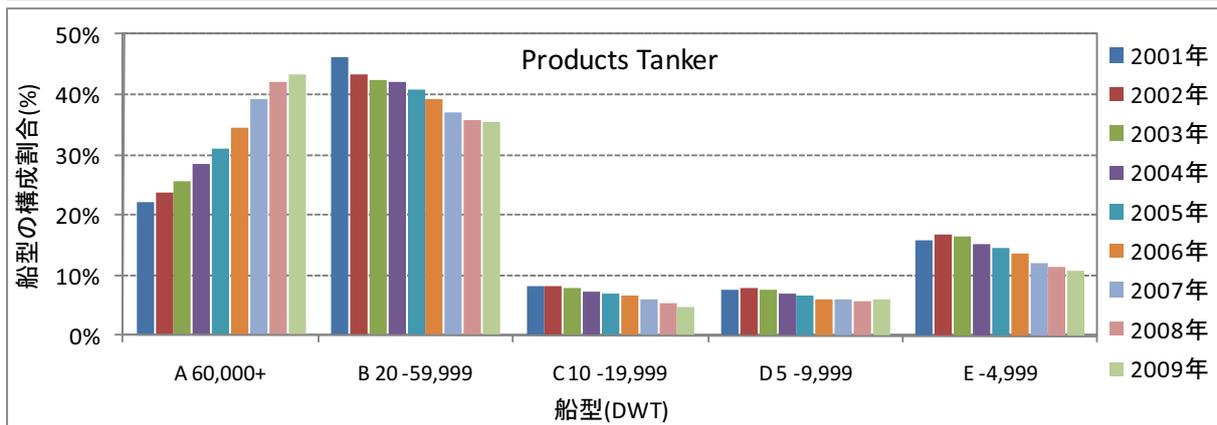
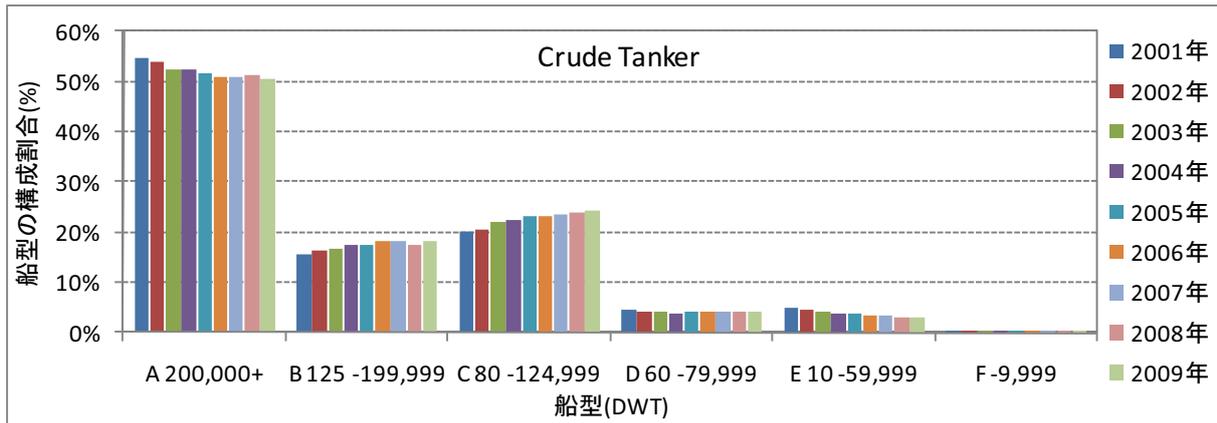


図 2.2-4 総載貨重量トン数等の船型別構成割合の経年変化

2.2.5 Second IMO GHG Study の船舶数との比較

Second IMO GHG Study 2009 では、Lloyd's Register - Fairplay のデータベースより求めた船種船型別船舶数等を用いて温室効果ガス等の排出量を算定している。ここで整理した「World Fleet Statistics」も Lloyd's Register - Fairplay のデータベースから集計された統計値であるが、集計区分や集計時期などの違いにより完全に一致しない可能性がある。今後、「World Fleet Statistics」を用いた温室効果ガス等の排出量算定方法を検討するためには、Second IMO GHG Study 2009 と「World Fleet Statistics」の船舶数等の整合性を確認しておくことが重要である。

(1) 船舶数

Second IMO GHG Study 2009 と World Fleet Statistics の 2007 年における船舶数及び積載量を表 2.2-7 に示す。ばら積み船(9,999 DWT 以下)を除いて、Second IMO GHG Study 2009 の 2007 年の値(a)と World Fleet Statistics の 2007 年の値(b)はよく一致している。Second IMO GHG Study 2009 では、主に EU 域内において内航船として登録されていたばら積み船(9,999 DWT 以下)を外航船として再登録したことを反映して登録数より多くなっていると考えられる。または、OTHER BULK DRY(2007 年時点で 1,133 隻、平均 7,288 GT)などの他のカテゴリーを含んでいる可能性がある。

(2) 平均載貨重量トン数

Second IMO GHG Study 2009 の 2007 年の値と World Fleet Statistics の 2007 年の値は概ね一致している。大きく異なるのは、ばら積み船(9,999DWT 以下)、プロダクトタンカー(60,000+ DWT)、コンテナ船(5,000+ TEU, 1-1,999 TEU)である。

表 2.2-7 2007 年の船舶数及び積載量の比較

Shiptype Category	Size Category	No ships			平均積載量(1隻あたり)			総積載量		
		(a)	(b)	(a/b)	(a)	(b)	(a/b)	(a)	(b)	(a/b)
01 Crude Tanker	A 200,000+ DWT	494	514	0.96	295,237 DWT	293,748 DWT	1.01	145,847,078 DWT	150,986,494 DWT	0.97
	B 120 -199,999 DWT	353	353	1.00	151,734 DWT	152,763 DWT	0.99	53,562,102 DWT	53,925,354 DWT	0.99
	C 80 -119,999 DWT	651	673	0.97	103,403 DWT	103,572 DWT	1.00	67,315,353 DWT	69,703,924 DWT	0.97
	D 60 -79,999 DWT	180	177	1.02	66,261 DWT	68,417 DWT	0.97	11,926,980 DWT	12,109,775 DWT	0.98
	E 10 -59,999 DWT	245	247	0.99	38,631 DWT	39,588 DWT	0.98	9,445,280 DWT	9,778,227 DWT	0.97
	F -9,999 DWT	114	116	0.98	3,668 DWT	3,404 DWT	1.08	418,152 DWT	394,809 DWT	1.06
02 Products Tanker	A 60,000+ DWT	198	237	0.84	101,000 DWT	82,173 DWT	1.23	19,998,000 DWT	19,474,983 DWT	1.03
	B 20 -59,999 DWT	456	467	0.98	40,000 DWT	39,484 DWT	1.01	18,220,000 DWT	18,438,944 DWT	0.99
	C 10 -19,999 DWT	193	194	0.99	15,000 DWT	15,018 DWT	1.00	2,887,500 DWT	2,913,469 DWT	0.99
	D 5 -9,999 DWT	466	457	1.02	7,000 DWT	6,516 DWT	1.07	3,258,500 DWT	2,977,976 DWT	1.09
	E -4,999 DWT	3,959	3,475	1.14	1,800 DWT	1,705 DWT	1.06	7,126,200 DWT	5,924,932 DWT	1.20
05 LNG Tanker	A 200,000+ CBM	4	4	1.00	97,520 DWT	212,071 CBM	1.00	390,080 DWT	848,285 CBM	1.00
	B -199,999 CBM	239	249	0.96	62,100 DWT	124,571 CBM	1.08	14,810,850 DWT	31,018,230 CBM	1.04
07 Bulker	A 200,000+ DWT	119	103	1.16	227,000 DWT	225,876 DWT	1.00	27,013,000 DWT	23,265,197 DWT	1.16
	B 100 -199,999 DWT	686	676	1.01	163,000 DWT	163,545 DWT	1.00	111,818,000 DWT	110,556,458 DWT	1.01
	C 60 -99,999 DWT	1,513	1,466	1.03	74,000 DWT	73,179 DWT	1.01	111,925,000 DWT	107,280,104 DWT	1.04
	D 35 -59,999 DWT	1,864	1,730	1.08	45,000 DWT	45,875 DWT	0.98	83,880,000 DWT	79,363,354 DWT	1.06
	E 10 -34,999 DWT	2,090	1,914	1.09	26,000 DWT	25,329 DWT	1.03	54,340,000 DWT	48,479,368 DWT	1.12
	F -9,999 DWT	1,120	175	6.40	2,400 DWT	5,254 DWT	0.46	2,686,800 DWT	919,405 DWT	2.92
10 Container	A 8,000+ TEU	118			9,800 TEU			1,151,500 TEU		
	B 5 -7,999 TEU	417	578	0.92	5,765 TEU	6,676 TEU	1.00	2,404,005 TEU	3,858,742 TEU	0.62
	C 3 -4,999 TEU	711	728	0.98	4,112 TEU	3,951 TEU	1.04	2,923,632 TEU	2,876,502 TEU	1.02
	D 2 -2,999 TEU	667	688	0.97	2,400 TEU	2,522 TEU	0.95	1,600,800 TEU	1,734,962 TEU	0.92
	E 1 -1,999 TEU	1,115	1,158	0.96	1,000 TEU	1,411 TEU	0.71	1,115,000 TEU	1,633,415 TEU	0.68
	F -999 TEU	1,110	1,126	0.99	500 TEU	587 TEU	0.85	555,000 TEU	660,884 TEU	0.84

注 1) Crude Tanker の B 120-199,999 DWT、C 80-119,999 DWT は、Second IMO GHG Study 2009 では、B 125-199,999 DWT、C 80-124,999 DWT である。

2) LNG Tanker の積載量は(a)と(b)で単位が異なるため、LNG の比重 0.46 ton/m³ で換算して比較した。

3) Container の A 8,000+ TEU は、World Fleet Statistics では 5,000+ TEU の 1 区分となっている。

出典：(a) 「Second IMO GHG Study 2009」(IMO, 2009)

(b) 「World Fleet Statistics」(Lloyd's Register - Fairplay, 2001-2008) (IHS Fairplay, 2009)

2.2.6 燃料消費率

(1) 代表的な燃料消費率

燃料消費率は、エンジンの大きさ、製造年などのパラメータに大きく依存している。なお Second IMO GHG Study 2009 では、ガス燃料や MDO への燃料転換を想定して燃料のエネルギー密度にも依存するとしているが、「内航船舶輸送統計調査」(国土交通省総合政策局)の油種別燃料消費量の経年変化を見ても、2009 年時点において SFOC(g/kW-h)に影響するほどの燃料転換は、短期的には過去にみられない。燃料消費率のデータは、エンジン試験台の試験結果や海上試運転時のデータなどから推計される。代表的な燃料消費率を表 2.2-8 に示す。これらのデータは、*DonChool Lee* によるもので、多数の CIMAC 新聞、メーカーカタログ、及び Diesel & Gas Turbine Worldwide などを参考に作成されたデータである。

このデータによれば、製造年のカテゴリーに 10 %程度、エンジンの大きさに 20 %程度依存している。

表 2.2-8 代表的な燃料消費率(g/kW-h)

Engine year of build	2-stroke low-speed	4-stroke medium-/high-speed (>5000 kW)	4-stroke medium-/high-speed (1000-5000 kW)	4-stroke medium-/high-speed (<1000 kW)
1970 - 1983	180-200	190-210	200-230	210-250
1984 - 2000	170-180	180-195	180-200	200-240
2001 to 2007	165-175	175-185	180-200	190-230

燃料消費率はエンジン試験台で、ISO が標準化した試験方法及び試験条件(ISO 3046-1⁵)に従って測定し、標準的な燃料エネルギー及び大気条件に修正される。しかし、実際の運転時の燃料消費率は試験台での測定値よりも増える。その理由は以下のとおりである。

1. エンジンが必ずしも最適運転条件で運転されるとは限らない。
2. 燃料のエネルギー含量が試験台のものよりも低い場合がある(残留燃料を使用した場合は、通常は約 5 %の差となる)。
3. 最高 SFOC 値は 5 %の誤差を含む。
4. エンジンの摩耗、劣化、メンテナンス(インジェクタ及び噴射ポンプの摩耗、設定不良、ターボチャージャーの汚れ付着、オイルフィルタの詰まり、熱交換器の汚れ付着など)によって消費量が増える

(2) Second IMO GHG Study で用いられた燃料消費率

Second IMO GHG Study 2009 で用いられた燃料消費率は、エンジンの新旧、平均使用年数による SFOC の差を考慮した表 2.2-9 の値である。船舶データベースにはエンジンの気筒数、ストローク数の記載がないため、出力、気筒による微調整は加えず、さらに低速・中速の違いを考慮した微調整も行っていない。

⁵ ISO 3046-1:2002 Reciprocating internal combustion engines -- Performance -- Part 1: Declarations of power, fuel and lubricating oil consumptions, and test methods -- Additional requirements for engines for general use

表 2.2-9 Second IMO GHG Study 2009 で用いられた燃料消費率(g/kW-h)

Engine year of build	Above 15 000 kW	15 000 - 5000 kW	Below 5000 kW
- 1983	205	215	225
1984 - 2000	185	195	205
2001 to 2007	175	185	195

出典：「Second IMO GHG Study 2009」(IMO, 2009)

(3) 燃料消費率の変動の可能性

船舶需要に大きな変化がない場合には、古くなった船舶は廃船となり、代わりに同じ大きさの船舶が新造される。新しい船舶の燃料消費率は古い船舶よりも小さいため、新しい船舶の割合が増加すると、船種船型別の燃料消費率は小さくなる。近年、船舶の隻数は増加傾向を示しているため、新しい船舶の割合がさらに増加していると考えられる。

また、近年船舶は大型化の傾向であり、大きい船舶の割合が増加すると船種船型別の燃料消費率はさらに小さくなる。

今後、船舶の大型化・隻数(新造船の割合)の増加が進めばカテゴリー別平均燃料消費率は小さくなると考えられる。

コンテナ船について、「World Fleet Statistics」の2001年、2004年、2007年の船型別船齢構成を用いて、燃料消費率を試算した結果を表 2.2-10 に示す。2007年の燃料消費率は2001年の97%程度になっていると想定される。温室効果ガス等の算定にはこの燃料消費率の推移を考慮していないため、3%程度の誤差が含まれている可能性がある。

表 2.2-10 コンテナ船の燃料消費率(g/kW-h)の推移

コンテナ船の船型	2001年	2004年	2007年	2001年に対する 2007年の変化割合
B 5 -7,999 TEU	183	179	178	97%
C 3 -4,999 TEU	185	183	181	98%
D 2 -2,999 TEU	189	186	183	97%
E 1 -1,999 TEU	198	197	194	98%
F -999 TEU	201	199	196	97%

2.3 非燃焼系排出量のパラメータ

原油輸送時及び冷媒からの漏洩により排出される温室効果ガス等を対象に、排出量に影響を及ぼすと考えられるパラメータの変動等を把握した。

2.3.1 原油輸送に伴う排出量算定のパラメータ

原油輸送に伴う VOC(CH₄ と NMVOC)の排出量は、原油貨物量に重量損失量を乗じることにより算定されている。

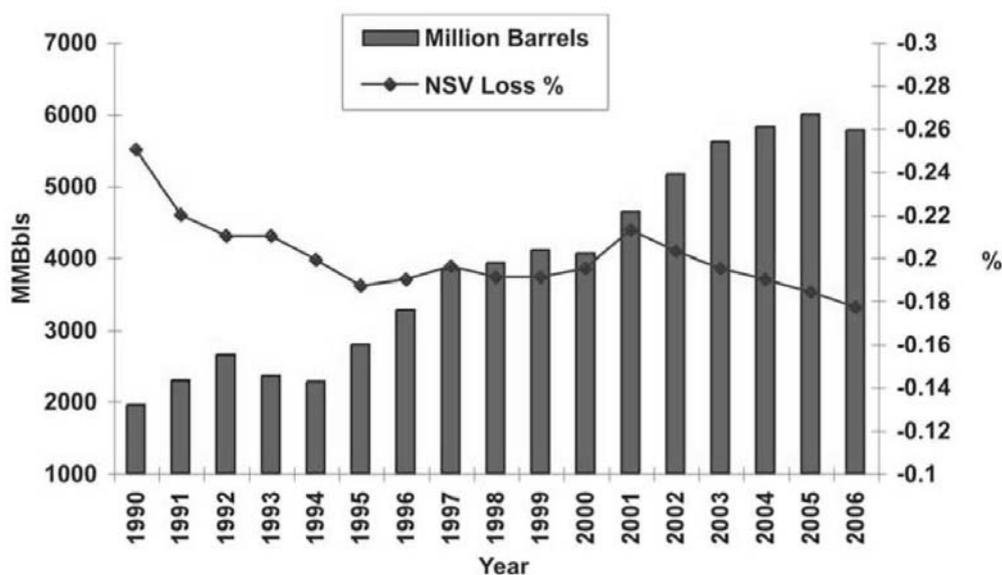
$$\text{原油輸送に伴う VOC 排出量[トン]} = \text{原油貨物量[トン]} \times \text{原油輸送に伴う重量損失量[\%]}$$

(1) 重量損失量

重量損失量は、エネルギー研究所の炭化水素管理委員会 4A (The Energy Institute Hydrocarbon Management Committee 4A; HMC-4A)によって収集・解析された世界中の原油の航行データを用いている。このデータベースで、各航海データの正味の積荷量(体積)と荷揚量(体積)の差から求めた正味の損失量(体積)が集計されている。重量損失量は、体積による損失量の0.6～0.75倍になる計算例が数例あり、IMO では重量損失量は体積による損失量の0.7倍と仮定している。

データベースの原油積荷・荷揚量と平均損失量を図 2.3-1 に示す。2006年の原油積荷・荷揚量は5,800百万バレル(783百万トン)であり、BP社の世界エネルギー統計による2006年の原油貿易量14,315百万バレル(1932.6百万トン)の約40%をカバーしている。これは全世界の状況を推計するのに十分な大きさであると考えられる。

平均損失量と対前年増減比の経年変化は表 2.3-1 に示すとおりである。2001年以降は対前年比で約4%ずつ減少している。



出典：PETROLUEM REVIEW, OCTOBER 2007, Energy Institute (http://www.oil-transport.info/Voyage_data/PetRev.pdf)

図 2.3-1 データベースの原油積荷・荷揚量と平均損失量(体積%)

表 2.3-1 原油積荷・荷揚げ時の平均損失量の経年変化

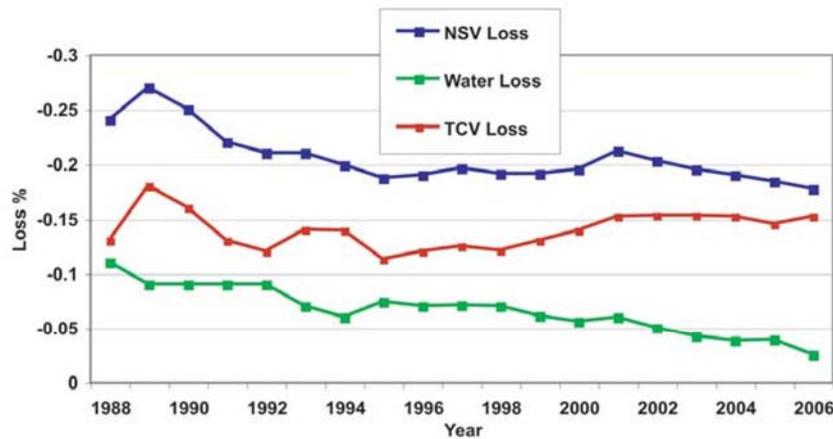
年	平均損失量(体積%)	平均損失量(重量%)	対前年増減比
2001	0.213	0.149	—
2002	0.203	0.142	-4.5 %
2003	0.196	0.137	-3.5 %
2004	0.190	0.133	-2.9 %
2005	0.184	0.129	-3.4 %
2006	0.177	0.124	-3.8 %

注) 平均損失量(重量%)は平均損失量(体積%)に0.7を乗じて算定。

出典：平均損失量(体積%) PETROLUEM REVIEW, OCTOBER 2007, Energy Institute
(http://www.oil-transport.info/Voyage_data/PetRev.pdf)

平均損失量(NSV Loss)の内訳は図 2.3-2 に示すとおり、積荷・荷揚げ時の体積差 (TCV Loss)と水分損失(Water Loss)である。積荷・荷揚げ時の体積差(TCV Loss)は、積荷時の船舶側・岸壁側の積荷体積の差、荷揚げ時の船舶側・岸壁側の荷揚げ体積の差等から計算されている。水分損失(Water Loss)は水分と堆積物に関する BOL(積荷の算定高)と産出高の差であり、原油や水分の実質の損失量ではない。近年は水分損失が減少しており、2006 年では-0.03 %であり、NSV Loss の 2 割以下となっている。TCV Loss は近年横ばいで推移している。

NSV Loss は水分損失を含む損失量であり、近年の水分損失の NSV Loss に占める割合が減少していることから、体積損失量と重量損失量の割合は 0.7 よりも減少している可能性がある。



出典：PETROLUEM REVIEW, OCTOBER 2007, Energy Institute
(http://www.oil-transport.info/Voyage_data/PetRev.pdf)

図 2.3-2 各種平均損失量の経年変化(%)

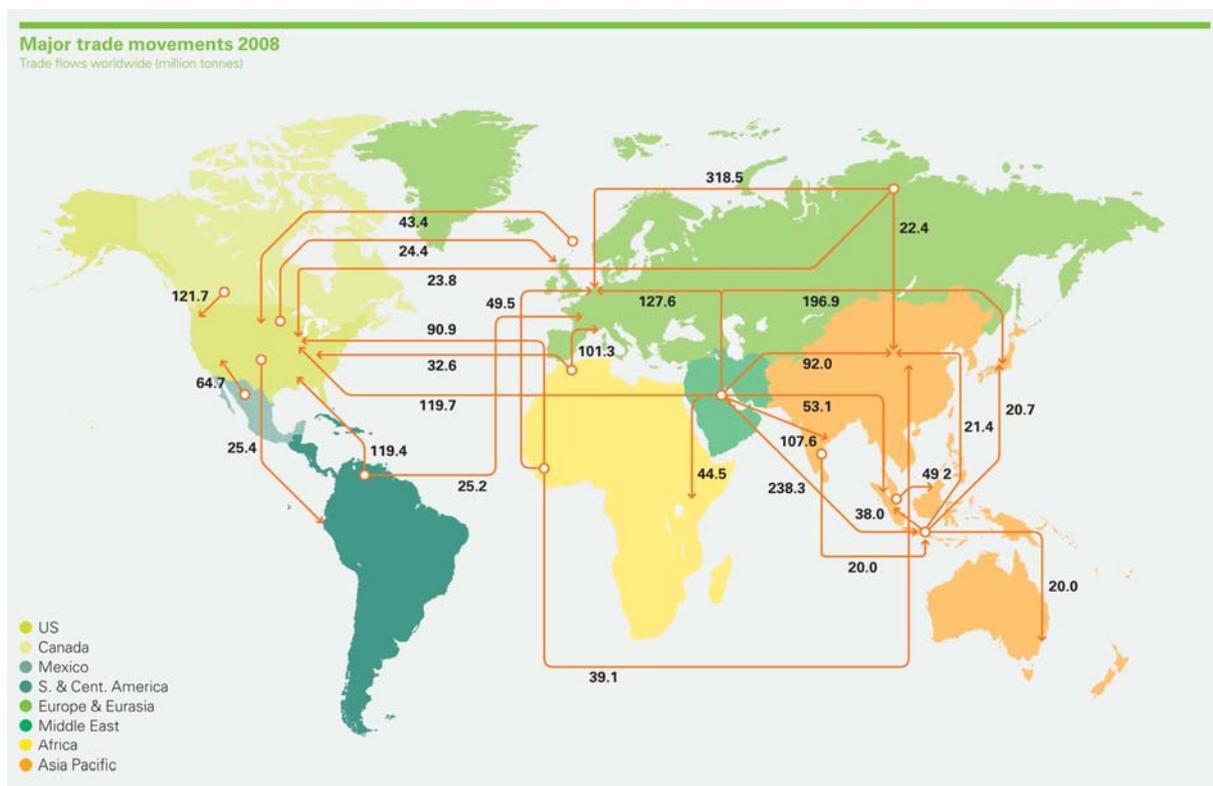
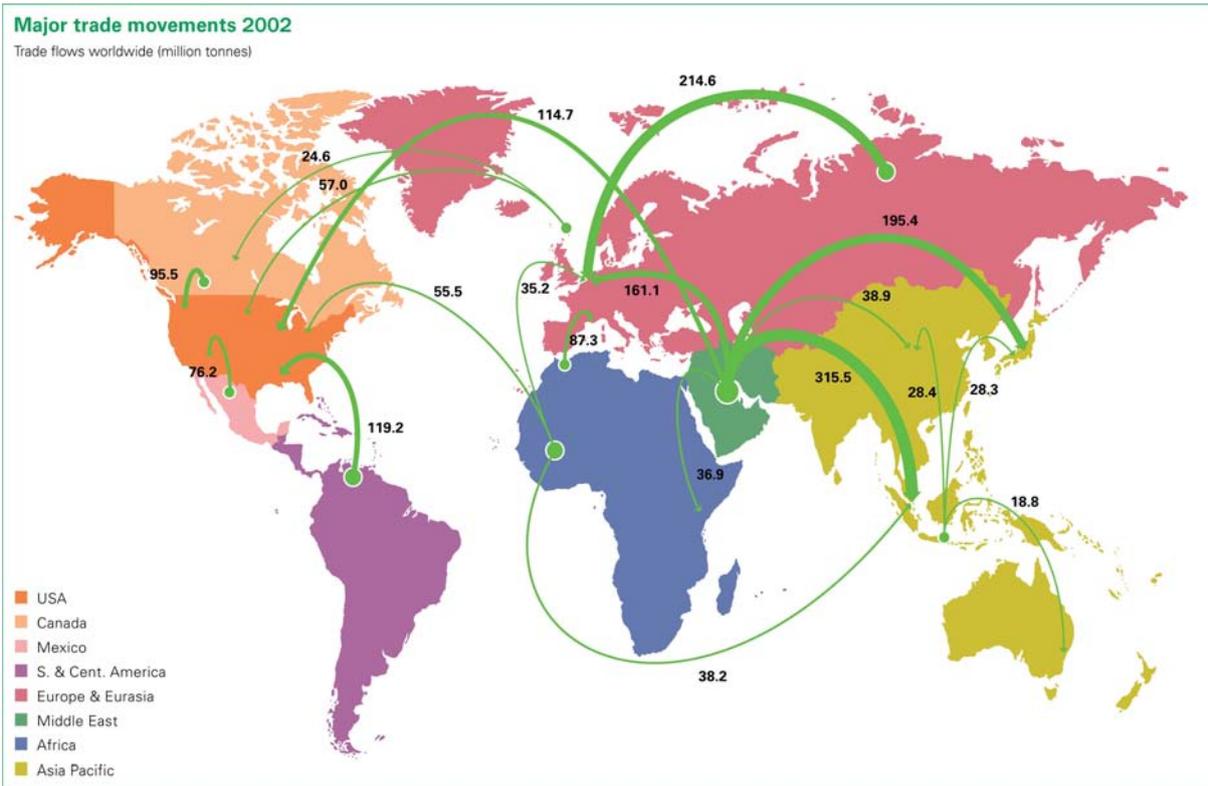
(2) 原油貨物量の変動

全世界の原油貨物量は、BP 社の世界エネルギー統計のデータが用いられている。世界エネルギー統計による原油貨物量の経年変化は表 2.3-2 に、原油輸送経路の変化は図 2.3-3 に示すとおりである。2003 年以降は数%の増加率で推移してきているが、2008 年は 0.7%減少している。変動幅は最大 6%程度である。地域別にみると、中国、中東、北アフリカでは 2001 年比で 2 倍以上増加しており、中国は世界全体の 1 割程度を占めるほどに増加している。

表 2.3-2 原油貨物量(百万トン)の経年変化

輸入地域 \ 年	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
US	455.4	450.5	480.3	501.2	500.7	502.7	501.6	487.2
Canada	47.0	43.2	45.1	46.6	46.5	42.3	48.8	34.6
Mexico	-	-	-	-	-	-	0.5	2.0
S.&Cent.America	44.6	42.2	37.7	37.8	32.7	33.7	42.2	30.4
Europe	464.6	467.4	488.5	507.8	524.7	533.6	542.2	542.2
FormerSovietUnion	-	-	-	0.3	-	-	0.1	<0.05
MiddleEast	4.2	4.2	10.5	9.2	10.2	10.1	5.8	11.0
NorthAfrica	8.1	8.3	8.5	8.7	8.9	9.1	8.9	16.4
WestAfrica	2.6	2.9	2.7	2.7	2.9	2.9	3.4	0.9
East&SouthernAfrica	26.5	24.7	25.0	25.4	27.3	25.6	25.6	25.4
Australasia	26.1	24.5	24.2	23.5	24.3	25.1	27.3	24.4
China	60.3	69.4	91.1	122.7	127.1	145.8	163.2	178.8
Japan	212.0	202.2	213.2	208.9	210.4	208.6	205.1	203.2
OtherAsiaPacific	332.6	327.2	343.2	360.1	369.5	393.1	409.1	413.3
合計	1684.0	1666.7	1770.0	1854.9	1885.2	1932.6	1983.6	1969.9
対前年増減率		-1.0%	6.2%	4.8%	1.6%	2.5%	2.6%	-0.7%

出典：「BP Statistical Review of World Energy」(BP 社、2002 年～2009 年)



出典：「BP Statistical Review of World Energy」(BP社、2003年、2009年)

図 2.3-3 主な原油輸送経路の変化(上：2002年、下：2008年)

(3) 原油輸送に伴う排出量の経年変化

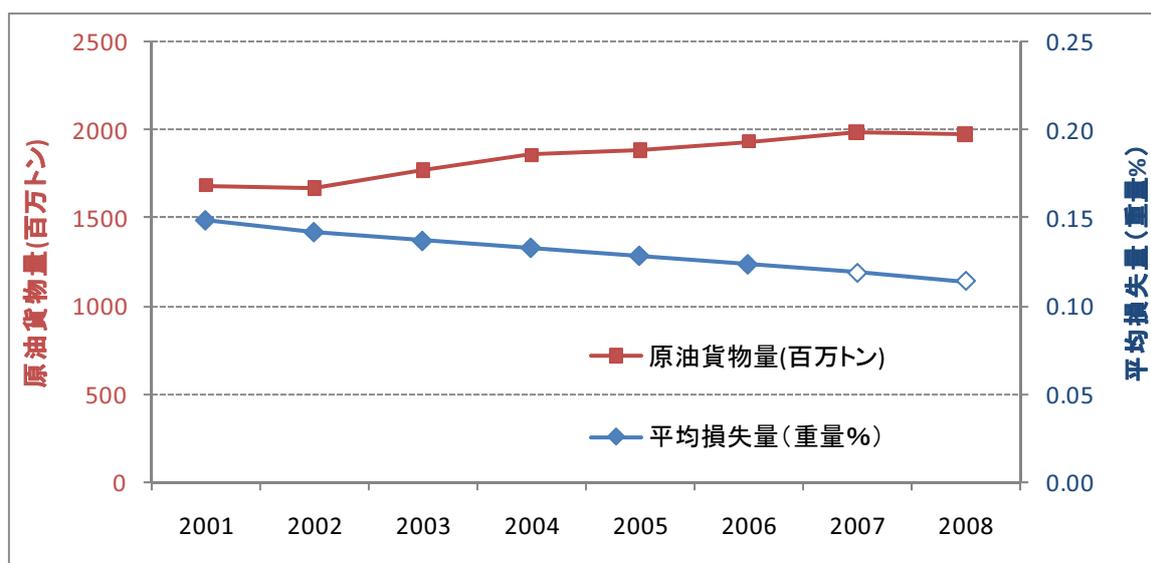
原油貨物量と平均損失量の経年変化より、原油輸送に伴う VOC 排出量の経年変化を算定した。原油貨物量と平均損失量の経年変化は表 2.3-3 及び図 2.3-4 に、VOC 排出量の算定結果は表 2.3-3 及び図 2.3-5 に示すとおりである。NMVOC と CH₄ の配分は、MARINTEK(Norwegian Marine Technology Research Institute, 海洋分野の研究会社)の測定結果に基づいて推計した Second IMO GHG Study 2009 の配分を用いた。

原油貨物量の増加割合よりも平均損失量が減少する割合の影響が大きく、原油損失量は減少傾向を示しているため、NMVOC 及び CH₄ 排出量は減少傾向を示している。

表 2.3-3 原油損失量と VOC 排出量(百万トン)

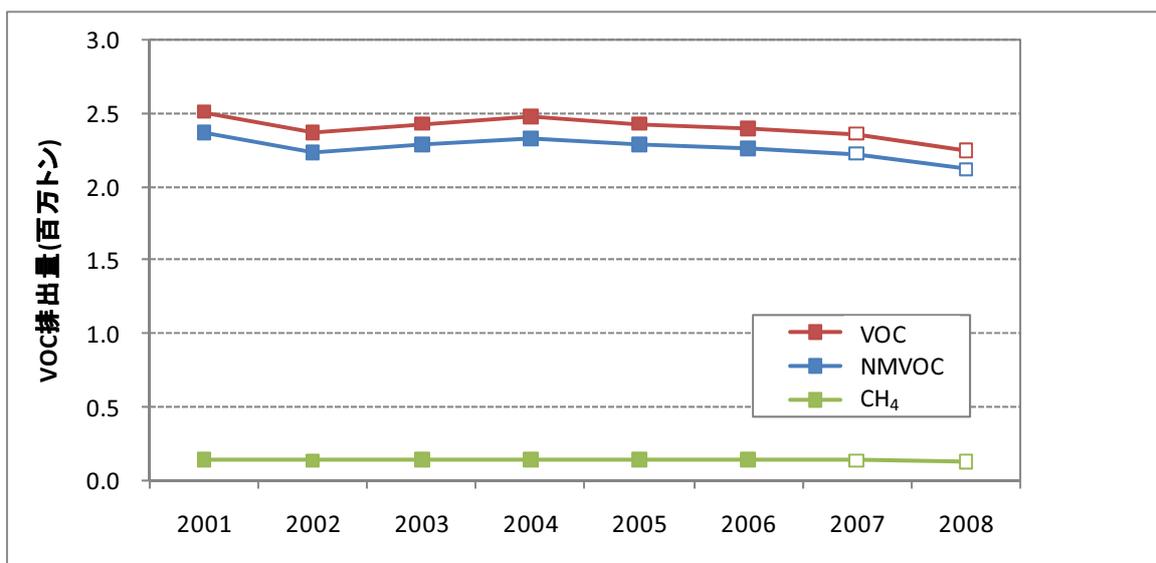
年	原油貨物量	平均損失量 (重量%)	原油損失量	NMVOC 排出量	CH ₄ 排出量
2001	1684.0	0.149	2.508	2.365	0.144
2002	1666.7	0.142	2.371	2.235	0.136
2003	1770.0	0.137	2.428	2.289	0.139
2004	1854.9	0.133	2.472	2.330	0.142
2005	1885.2	0.129	2.428	2.289	0.139
2006	1932.6	0.124	2.394	2.257	0.137
2007	1983.6	0.119	2.360	2.225	0.135
2008	1969.9	0.114	2.248	2.119	0.129

- 注 1) NMVOC と CH₄ の割合は、Second IMO GHG Study 2009 の割合を用いた。
 2) 2007 年、2008 年の平均損失量は同様の割合で減少傾向が続くと仮定して求めた。



注) 平均損失量の白塗りは推計値である。

図 2.3-4 原油貨物量及び平均損失量の経年変化



注) 白塗りは推計値である。

図 2.3-5 VOC 排出量の経年変化

(4) パラメータの変動の可能性

原油輸送に伴う排出量算定に用いられているパラメータは、原油輸送に伴う原油の重量損失量と原油輸送量である。

原油の重量損失量(%)は、2001年以降は一定の割合で減少しており、今後も同程度の割合で減少すると考えられる。なお、原油の重量損失量の減少は、主に水分損失(Water loss)によるものであり、2006年の水分損失は-0.03%で全体のNSV損失の約2割以下にまで減少している。

原油輸送量については、経済情勢に伴い2~6%程度の年々変動が見られ、特に中国や中東、北アフリカなどの変動が大きい。

原油輸送に伴うVOC排出量は、原油輸送量の増加傾向と重量損失量の減少傾向の割合によるものであるが、これまでの経年変化を考慮すると、今後も減少傾向が続くと考えられる。

2.3.2 冷媒の漏洩量算定のパラメータ

Second IMO GHG Study 2009 では、船舶からの冷媒排出量について最も包括的に評価された UNEP(United Nations Environment Programme, 国連環境計画)の最近のレポート(RTOC⁶ Assessment Report 2006, RTOC2006)を基にしている。

RTOC2006 では、2003 年を対象として、船舶数や一隻当たりの冷媒貯蔵量を基に冷媒の総貯蔵量を算定し、年間の排出割合を乗じて算定している。

(1) 冷蔵船

冷蔵船は近年製造されておらず、1994 年以降、冷蔵船の隻数はわずかに減少している。冷媒として HCFC-22(ハイドロクロロフルオロカーボン)⁷を使用している冷蔵船は顕著に減少しており、新しい冷蔵船に使用される冷媒は HFCs(ハイドロフルオロカーボン)⁸が支配的である。

10,000 cb.ft.以上の冷蔵船は約 1,250 隻で、平均は 267,000 cb.ft.である。

冷蔵船の約 90 %がまだ HCFC-22 を使用している。1970 年代のすべての船舶(1~5 トンの HCFC-22 を使用)が廃棄されたので、HCFC-22 の貯蔵は 3000 t に減少した。

冷蔵船の約 10 %は HFCs を使用した間接システムであり、1 隻あたり 0.5~1 ton の冷媒を貯蔵している。HFCs の貯蔵は約 100 t である。

1993 年以降の新造船では、R717(アンモニア)を使用した冷蔵システムが増えている。

排出量は HCFC-22 を用いた古いシステムでは多く、年間 20%と見積もられるが、新しい間接システムでは年間 5~10%低くなる。2003 年における冷蔵船の冷媒貯蔵量と排出量は表 2.3-4 に示すとおりである。

表 2.3-4 冷蔵船の冷媒貯蔵量と排出量(2003 年)

物質	船舶数 (隻)	貯蔵量 (t/年)	排出量 (t/年)	備考
HCHC-22	約 1,125 (約 90%)	3,000	600	年間 20%排出
HFCs	約 125 (約 10%)	100	15	年間 15%排出
R717		20	3	年間 15%排出

⁶ Refrigeration, Air Conditioning and Heat Pumps Technical Options Committee ; 冷凍・空調・ヒートポンプ技術選定委員会

⁷ モントリオール議定書対象のオゾン層破壊物質。

⁸ 気候変動枠組み条約に基づく京都議定書で規制対象となった代替フロン。

(2) 商船、海軍及び漁船の冷蔵・空調

商船、海軍及び漁船の隻数は約 64,000 隻(300 GT 以上)であり、約 45,000 隻は冷蔵・空調の冷媒に HCFC-22 を使用している。HFCs を使用しているのは約 23,650 隻、R717(アンモニア)⁹を使用しているのは約 1,000 隻である。2003 年における商船、海軍及び漁船の冷蔵・空調の冷媒貯蔵量と排出量は表 2.3-5 に示すとおりである。

表 2.3-5 商船、海軍及び漁船の冷蔵・空調の冷媒貯蔵量と排出量(2003 年)

物質	船舶数 (隻)	貯蔵量 (t/年)	排出量 (t/年)	備考
HCHC-22	約 45,000	10,000	2,500	年間 25%排出
HFCs	約 23,650	2,000	400	年間 20%排出
R717	約 1,000	20	4	年間 20%排出
CFC ¹⁰		50	15	年間 30%排出

(3) パラメータの変動の可能性

HCFC-22 はオゾン層破壊物質であり、先進国では 2020 年までに陸上の使用機器を全廃することが決められている。船舶についても MARPOL 条約附属書 VI において 2020 年以降は新造船への使用が禁止された。HFCs の使用割合は 10 %程度であるが、HCHCs の代替として今後 HFCs の使用が急増することが考えられる。冷媒を用いた機器の漏洩対策に変化がなく、その結果将来における漏洩率が現状と変わらないと仮定すると、HFCs の排出量が増加する可能性が考えられる。RTOC1998 から RTOC2006(2003 年)までの冷媒の排出量の変化は表 2.3-6 に示すとおりである。

表 2.3-6 排出量(t)の変化

物質	RTOC1998	RTOC2006	増減量	削減(率)
CFC	750 t	15 t	-735 t	-98%
HCHC-22	14,000 t	3,100 t	-10,900 t	-78%
HFCs	100 t	415 t	+315 t	+315%

⁹ 自然冷媒であり、地球温暖化係数、オゾン層破壊係数ともにゼロの環境負荷の小さい冷媒。

¹⁰ クロロフルオロカーボン。モントリオール議定書対象のオゾン層破壊物質。

3. 排出総量を検証しうる活動総量の検討

Second IMO GHG Study 2009 において、温室効果ガス等の算定に用いられた航行日数・航行速度・AIS 観測点間の距離は信頼度が「中」と評価されているが、船舶の活動実態をどの程度正しく把握しているか検証されていない。ここでは温室効果ガス等の算定に用いられた航行日数・航行速度・載貨重量トン数等から求めた貨物輸送量(船舶動静ベース)と、統計値等による貨物輸送量(統計値等ベース)との関係を解析し、統計値等ベースの貨物輸送量による温室効果ガス等の排出量の検証の有効性等について検討した。

なお、船舶動静データとの整合性を検討するためには、各国・各港でどれくらいの貨物の出荷・入荷したかを統計した取扱貨物量(トン)ではなく、どれくらいの貨物がどれくらいの距離を移動したかを表す貨物輸送量(トンマイル)が適している。

貨物量(トン)：ここでは船舶によって輸送された貨物の総量。各港湾で荷揚(あるいは荷下げ)された貨物の合計。単位は tonne。

貨物輸送量(トンマイル)：一貨物毎に重量と輸送距離を乗じて求める。何トンの貨物を何マイル運んだかを表す。単位は tonne-mile。輸送機関別に輸送量を比較する場合(輸送分担率)の単位として使われる

3.1 現況(2007年)における船舶動静ベースと統計値等ベースの貨物輸送量の比較

3.1.1 船舶動静ベースの2007年の貨物輸送量の算定

貿易統計値等による貨物輸送量(トンマイル)との比較を行うため、原油タンカー・石油製品タンカー・LNG タンカー・ばら積み船・コンテナ船の船舶動静ベースの貨物輸送量(トンマイル)を算定した。

(1) 全船舶の貨物輸送量

Second IMO GHG Study 2009 における温室効果ガス等の算定に用いられたデータを基に貨物輸送量(船舶動静ベース貨物輸送量)を算定した。算定式は数式 3.1-1 に示すとおりである。船種別の輸送距離については、2007年の排出量算定時に Fairplay データベースから求められた船種分類毎の平均航行速度と、主機エンジンの稼働日数(Days at sea)を基に算定している。船種別の貨物量については、載貨重量(DWT)と平均積載率(%)を乗じて算定している。なお、平均積載率は、各種船舶が空荷のまま戻る航海(バラスト航海)、複数の港での荷下ろし、通常の積載率などを考慮して算定している。算定に用いた運航パラメーターは表 3.1-2 に、貨物輸送量(トンマイル)の算定結果は表 3.1-3 に示すとおりである。

コンテナ船や RoRo 船などの載貨重量トン数の算定に用いる換算係数は表 3.1-1 に示すとおりである。コンテナ船の換算係数は貨物のネット重量であり、コンテナそのものの重量は含んでいない。なお、載貨重量トン数は温室効果ガス等排出量の算定に用いられていない。他事例のコンテナ船の換算係数は、10 ~ 20 トン/TEU であり、1 TEU の最大載貨重量が 21.4 トンであることを考慮すると、IMO で採用されている値は過小である可能性が考えられる。

数式 3.1-1 船舶動静ベースの貨物輸送量(トンマイル)の算定式

$$\text{輸送距離[mile]} = \text{平均速度[mile/h]} \times \text{航行日数[日/年]} \times 24[h/\text{日}]$$

1隻あたりの貨物輸送量[tonne-mile/隻]

$$= \text{載貨重量[DWT]} \times \text{平均積載率[\%]} \times \text{輸送距離[mile]}$$

表 3.1-1 載貨重量(トン)算定に用いる換算係数

船種	換算係数	備考
コンテナ船	7 tonnes/TEU	ネット重量
Ro-Ro 船	2 tonnes/lane metre	
自動車専用船(PCC)	1.5 tonnes/car equivalent unit	

出典: 「Second IMO GHG Study 2009」(IMO, 2009), p130

表 3.1-2 算定に用いた運航パラメータ(2007年)

カテゴリー	大きさ	載貨重量の平均	年平均積載率 [%]	平均速度 [knots]	船舶数 [隻]	主機ディーゼル				貨物輸送量
						平均出力 [kW]	航行日数 [日]	平均負荷率 [%]	燃料消費率 [g/kWh]	
01 Crude Tanker	A 200,000+ DWT	295,237 DWT	48	15.4	494	24,610	274	73%	185	7,077,514 × 10 ⁶ tonne-mile
01 Crude Tanker	B 120 -199,999 DWT	151,734 DWT	48	15	353	17,075	271	80%	185	2,512,079 × 10 ⁶ tonne-mile
01 Crude Tanker	C 80 -119,999 DWT	103,403 DWT	48	14.7	651	12,726	254	80%	195	2,900,879 × 10 ⁶ tonne-mile
01 Crude Tanker	D 60 -79,999 DWT	66,261 DWT	48	14.6	180	10,529	238	70%	195	478,249 × 10 ⁶ tonne-mile
01 Crude Tanker	E 10 -59,999 DWT	38,631 DWT	48	14.5	245	7,889	238	70%	195	376,144 × 10 ⁶ tonne-mile
01 Crude Tanker	F -9,999 DWT	3,668 DWT	48	12.1	114	1,865	180	65%	205	10,492 × 10 ⁶ tonne-mile
02 Products Tanker	A 60,000+ DWT	101,000 DWT	55	15.3	198	12,644	171	80%	185	690,381 × 10 ⁶ tonne-mile
02 Products Tanker	B 20 -59,999 DWT	40,000 DWT	55	14.8	456	8,482	171	66%	195	608,247 × 10 ⁶ tonne-mile
02 Products Tanker	C 10 -19,999 DWT	15,000 DWT	50	14.1	193	4,640	183	70%	205	89,323 × 10 ⁶ tonne-mile
02 Products Tanker	D 5 -9,999 DWT	7,000 DWT	45	12.8	466	2,691	177	75%	205	79,601 × 10 ⁶ tonne-mile
02 Products Tanker	E -4,999 DWT	1,800 DWT	45	11	3,959	1,032	175	65%	205	148,194 × 10 ⁶ tonne-mile
03 Chemical Tanker	A 20,000+ DWT	32,200 DWT	64	14.7	1,010	9,027	251	80%	195	1,844,451 × 10 ⁶ tonne-mile
03 Chemical Tanker	B 10 -19,999 DWT	15,000 DWT	64	14.5	584	5,161	246	80%	195	479,188 × 10 ⁶ tonne-mile
03 Chemical Tanker	C 5 -9,999 DWT	7,000 DWT	64	14.5	642	3,252	246	76%	205	245,739 × 10 ⁶ tonne-mile
03 Chemical Tanker	D -4,999 DWT	1,800 DWT	64	14.5	1,659	1,257	180	65%	205	119,679 × 10 ⁶ tonne-mile
04 LPG Tanker	A 50,000+ cbm	46,656 DWT	48	16.6	138	13,494	273	70%	195	336,299 × 10 ⁶ tonne-mile
04 LPG Tanker	B -49,999 cbm	3,120 DWT	48	14	943	3,225	180	65%	205	85,367 × 10 ⁶ tonne-mile
05 LNG Tanker	A 200,000+ cbm	97,520 DWT	48	19.6	4	37,322	260	70%	175	22,916 × 10 ⁶ tonne-mile
05 LNG Tanker	B -199,999 cbm	62,100 DWT	48	19.6	239	24,592	274	70%	275	914,703 × 10 ⁶ tonne-mile
06 Other tanker	B Other				402	1,522	180	65%	205	
07 Bulker	A 200,000+ DWT	227,000 DWT	50	14.4	119	17,224	281	71%	185	1,312,501 × 10 ⁶ tonne-mile
07 Bulker	B 100 -199,999 DWT	163,000 DWT	50	14.4	686	15,108	279	70%	185	5,388,312 × 10 ⁶ tonne-mile
07 Bulker	C 60 -99,999 DWT	74,000 DWT	55	14.4	1,513	9,912	271	70%	195	5,767,409 × 10 ⁶ tonne-mile
07 Bulker	D 35 -59,999 DWT	45,000 DWT	55	14.4	1,864	8,209	262	70%	195	4,173,574 × 10 ⁶ tonne-mile
07 Bulker	E 10 -34,999 DWT	26,000 DWT	55	14.3	2,090	6,436	258	70%	195	2,642,783 × 10 ⁶ tonne-mile
07 Bulker	F -9,999 DWT	2,400 DWT	60	11	1,120	1,532	180	65%	205	76,606 × 10 ⁶ tonne-mile
08 General cargo	A 10,000+ DWT	15,000 DWT	60	15.4	674	5,914	260	80%	195	582,470 × 10 ⁶ tonne-mile
08 General cargo	B 5,000-9,999 DWT	6,957 DWT	60	13.4	1,528	2,939	272	80%	205	557,192 × 10 ⁶ tonne-mile
08 General cargo	C -4,999 DWT	2,545 DWT	60	11.7	11,006	868	180	65%	225	849,451 × 10 ⁶ tonne-mile
08 General cargo	D 10,000+ DWT, 100+ TEU	18,000 DWT	60	15.4	1,225	7,882	240	65%	195	1,174,542 × 10 ⁶ tonne-mile
08 General cargo	E 5,000-9,999 DWT, 100+ TEU	7,000 DWT	60	13.4	1,089	3,720	180	65%	205	264,768 × 10 ⁶ tonne-mile
08 General cargo	F -4,999 DWT, 100+ TEU	4,000 DWT	60	11.7	1,486	1,860	180	65%	205	180,199 × 10 ⁶ tonne-mile
09 Other dry	A Reefer	6,400 DWT	50	20	1,239	4,941	256	69%	205	486,708 × 10 ⁶ tonne-mile
09 Other dry	C Special				228	5,787	235	65%	195	
10 Container	A 8,000+ TEU	9,800 TEU	70	25.1	118	68,477	241	67%	175	117,058 × 10 ⁶ TEU-mile
10 Container	B 5 -7,999 TEU	5,765 TEU	70	25.3	417	55,681	247	65%	175	252,226 × 10 ⁶ TEU-mile
10 Container	C 3 -4,999 TEU	4,112 TEU	70	23.3	711	34,934	250	65%	185	285,855 × 10 ⁶ TEU-mile
10 Container	D 2 -2,999 TEU	2,400 TEU	70	20.9	667	21,462	251	65%	185	141,316 × 10 ⁶ TEU-mile
10 Container	E 1 -1,999 TEU	1,000 TEU	70	19	1,115	12,364	259	65%	195	92,164 × 10 ⁶ TEU-mile
10 Container	F -999 TEU	500 TEU	70	17	1,110	5,703	180	65%	195	28,531 × 10 ⁶ TEU-mile
11 Vehicle	A 4,000+ ceu	5,272 CEU	70	19.4	398	13,137	284	76%	195	194,429 × 10 ⁶ CEU-mile
11 Vehicle	B -3,999 ceu	1,872 CEU	70	17.7	337	7,971	271	73%	195	50,839 × 10 ⁶ CEU-mile
12 Roro	A 2,000+ lm	2,577 LM	70	19.4	194	15,736	219	65%	185	35,725 × 10 ⁶ LM-mile
12 Roro	B -1,999 lm	716 LM	70	13.2	1,517	2,934	180	65%	205	43,342 × 10 ⁶ LM-mile

出典：「Second IMO GHG Study 2009」(IMO, 2009)

表 3.1-3 船舶動静ベースの貨物輸送量の算定結果(2007年)

カテゴリー	大きさ	カテゴリー 毎の 貨物輸送量	貨物輸送量 の総計	単位
01 Crude Tanker	A 200,000+ DWT	7,077,514	13,355,357	×10 ⁶ tonne-mile
01 Crude Tanker	B 120 -199,999 DWT	2,512,079		
01 Crude Tanker	C 80 -119,999 DWT	2,900,879		
01 Crude Tanker	D 60 -79,999 DWT	478,249		
01 Crude Tanker	E 10 -59,999 DWT	376,144		
01 Crude Tanker	F -9,999 DWT	10,492		
02 Products Tanker	A 60,000+ DWT	690,381	1,615,746	×10 ⁶ tonne-mile
02 Products Tanker	B 20 -59,999 DWT	608,247		
02 Products Tanker	C 10 -19,999 DWT	89,323		
02 Products Tanker	D 5 -9,999 DWT	79,601		
02 Products Tanker	E -4,999 DWT	148,194		
03 Chemical Tanker	A 20,000+ DWT	1,844,451	2,689,057	×10 ⁶ tonne-mile
03 Chemical Tanker	B 10 -19,999 DWT	479,188		
03 Chemical Tanker	C 5 -9,999 DWT	245,739		
03 Chemical Tanker	D -4,999 DWT	119,679		
04 LPG Tanker	A 50,000+ cbm	336,299	421,666	×10 ⁶ tonne-mile
04 LPG Tanker	B -49,999 cbm	85,367		
05 LNG Tanker	A 200,000+ cbm	22,916	937,619	×10 ⁶ tonne-mile
05 LNG Tanker	B -199,999 cbm	914,703		
06 Other tanker	B Other			
07 Bulker	A 200,000+ DWT	1,312,501	19,361,185	×10 ⁶ tonne-mile
07 Bulker	B 100 -199,999 DWT	5,388,312		
07 Bulker	C 60 -99,999 DWT	5,767,409		
07 Bulker	D 35 -59,999 DWT	4,173,574		
07 Bulker	E 10 -34,999 DWT	2,642,783		
07 Bulker	F -9,999 DWT	76,606		
08 General cargo	A 10,000+ DWT	582,470	3,608,623	×10 ⁶ tonne-mile
08 General cargo	B 5,000-9,999 DWT	557,192		
08 General cargo	C -4,999 DWT	849,451		
08 General cargo	D 10,000+ DWT, 100+ TEU	1,174,542		
08 General cargo	E 5,000-9,999 DWT, 100+ TEU	264,768		
08 General cargo	F -4,999 DWT, 100+ TEU	180,199		
09 Other dry	A Reefer	486,708	486,708	×10 ⁶ tonne-mile
09 Other dry	C Special			
10 Container	A 8,000+ TEU	117,058	917,150	×10 ⁶ TEU-mile
10 Container	B 5 -7,999 TEU	252,226		
10 Container	C 3 -4,999 TEU	285,855		
10 Container	D 2 -2,999 TEU	141,316		
10 Container	E 1 -1,999 TEU	92,164		
10 Container	F -999 TEU	28,531		
11 Vehicle	A 4,000+ CEU	194,429	245,268	×10 ⁶ CEU-mile
11 Vehicle	B -3,999 CEU	50,839		
12 Roro	A 2,000+ LM	35,725	79,067	×10 ⁶ LM-mile
12 Roro	B -1,999 LM	43,342		

(2) 国際海運と国内海運の区分

船舶動静ベースの貨物輸送量は、国内海運を含む全船舶の貨物輸送量であるため、国際海運と国内海運を区分する必要がある。Second IMO GHG Study 2009 では、船舶動静データから求めた全船舶排出量を国際海運と国内海運に区分するために、IEA (International Energy Agency) が管理している国内海運の船舶用燃料消費量データを用いている。IEA では、国際海運・国内海運の区分は次の港が同国かどうかで区別しており、OECD・その他別にすべての国に対して国際海運・国内海運分の船舶用燃料消費量を査定している。

船舶用燃料消費量の全船舶に対する国際海運の割合は表 3.1-4 に示すとおりであり、この割合を用いて求めた国際海運の貨物輸送量は表 3.1-5 に示すとおりである。

表 3.1-4 船舶用燃料消費量の全船舶に対する国際海運の割合

	項目	2005年	2006年	2007年	備考
①	海上輸送量(トンマイル)	28,376	30,058	31,425	出典：「Fearnley Review 2008」
②	海上輸送量の2007年比	0.90	0.96	1.00	2005年/2007年、または2006年/2007年
③	全船舶の燃料消費量 (100万トン)	300.6	318.5	332.9	2007年値：Second IMO GHG Study 2009の隻数、燃料消費率等より算定 2005, 2006年値：2007年値×海上輸送量の2007年比(②)
④	漁業の燃料消費量 (100万トン)	19.0	20.1	21.0	
⑤	IEAデータによる国内海運の 燃料消費量(100万トン)	33.1	34.1	35.3	出典：Energy Balances and Energy Statistics for OECD and non-OECD Countries.
⑥	国際海運の燃料消費量 (100万トン)	248.6	264.3	276.6	全船舶から漁業・国内海運の燃料消費量を除いた。(=③ - ④ - ⑤)
⑦	全船舶に対する国際海運の 割合(%)	82.7%	83.0%	83.1%	=⑥/③

表 3.1-5 船舶動静ベースの貨物輸送量(2007年)

船種	全船舶	国際海運	単位
01 Crude Tanker	13,355,357	11,096,987	×10 ⁶ tonne-mile
02 Products Tanker	1,615,746	1,342,526	×10 ⁶ tonne-mile
03 Chemical Tanker	2,689,057	2,234,342	×10 ⁶ tonne-mile
04 LPG Tanker	421,666	350,363	×10 ⁶ tonne-mile
05 LNG Tanker	937,619	779,069	×10 ⁶ tonne-mile
06 Other Tanker	—	—	—
07 Bulker	19,361,185	16,087,240	×10 ⁶ tonne-mile
08 General cargo	3,608,623	2,998,410	×10 ⁶ tonne-mile
09 Other dry	486,708	404,406	×10 ⁶ tonne-mile
10 Container	917,150	762,061	×10 ⁶ TEU-mile
11 Vehicle	245,268	203,794	×10 ⁶ CEU-mile
12 Roro	79,067	65,697	×10 ⁶ LM-mile

3.1.2 統計値等ベースの2007年の貨物輸送量

(1) 統計データの収集

船舶動静ベースの船種別貨物輸送量及び船種別CO₂排出量並びに統計データ収集対象船種を表3.1-6に示す。

統計値等ベースの船種別貨物輸送量(トンマイル)については、貨物輸送用途の船種のうち、船舶動静ベースの船種別貨物輸送量(トンマイル)と船種別CO₂排出量が大きい5船種を対象とした。5船種については、統計資料等により整理されている2007年の貨物輸送量(トンマイル)のデータ、または貨物輸送量(トンマイル)を算定できる地域間貨物量(OD表)等について整理をした。

**表 3.1-6 船舶動静ベースの船種別貨物輸送量及び船種別CO₂排出量(2007年)
並びに統計データ収集対象船種**

船種	船舶動静ベースの 貨物輸送量(国際海運)		CO ₂ 排出量 (国際海運)		収集 対象
	[百万トンマイル]	割合	[百万ト]	割合	
01 Crude Tanker	11,096,987	27.0%	105.1	13.2%	○
02 Products Tanker	1,342,526	3.3%	40.0	5.0%	○
03 Chemical Tanker	2,234,342	5.4%	52.1	6.5%	
04 LPG Tanker	350,363	0.9%	12.8	1.6%	
05 LNG Tanker	779,069	1.9%	25.7	3.2%	○
06 Other Tanker	—	0.0%	1.4	0.2%	
07 Bulker	16,087,240	39.2%	171.9	21.6%	○
08 General cargo	2,998,410	7.3%	93.3	11.7%	
09 Other dry	404,406	1.0%	23.1	2.9%	
10 Container	5,334,427	13.0%	227.1	28.5%	○
11 Vehicle	305,691	0.7%	26.3	3.3%	
12 Roro	131,394	0.3%	16.8	2.1%	
上記船種の合計	41,064,855	100%	795	100%	
収集対象船種の合計	34,640,249	84%	570	72%	

注) Container, Vehicle, Roro の貨物輸送量は表 3.1-1 の換算係数を用いてトンマイルに換算した。

(a) コンテナ貨物

① 株式会社商船三井による推計

世界の地域間コンテナ貨物量は株式会社商船三井 営業調査室において、JoC/PIERS や各同盟統計、Drewry 社、Global Insight 社のデータなどを参考にして 1998 年から 2007 年まで推計されている。2008 年以降については推計されていない。なお、データソースや地域間貨物量の推計方法は毎年変更しているため、単純比較はできない。

地域を表 3.1-7 に示す 8 地域に分類して、地域間貨物量の推定結果は表 3.1-8 に示すとおりである。近年は東アジアからの貨物量が増えている。

コンテナ貨物輸送量(TEU マイル)は、以下の手順により算定した。

- ・ 地域間貨物量(TEU)に表 3.1-9 に示す地域間距離(マイル)を乗じて各地域間の貨物輸送量(TEU マイル)を算定。
- ・ 各地域間の貨物輸送量(TEU マイル)を総計してコンテナの貨物輸送量(TEU マイル)を算定。

2007 年のコンテナ貨物輸送量(TEU マイル)の算定結果は表 3.1-10 に示すとおりである。

表 3.1-7 地域の種類

地 域 名	国及び地域
北 米	米国、カナダ
東 ア ジ ア	極東、東南アジア(タイ、マレーシア、シンガポール、インドネシア以東)
欧 州	イギリス、北部欧州、地中海、北アフリカ(モロッコ/ジブチ間)
中 南 米	メキシコ以南のラテンアメリカ、カリブ海地域
中 東	アラビア半島、イラン
インド亜大陸	パキスタン、インド、スリランカ、バングラデシュ、ミャンマー
ア フ リ カ	東アフリカ(ソマリア以南)、南部アフリカ、西アフリカ(西サハラ以南)
大 洋 州	オーストラリア、ニュージーランド、南太平洋諸島

表 3.1-8 コンテナの地域間貨物量(2007 年)

2007年 単位:千TEU

from \ to	北米	東アジア	欧州	南米	中東	インド等	アフリカ	オセアニア	合計
北米	367	6,444	2,536	2,206	350	321	292	267	12,782
東アジア	14,910	14,986	12,688	2,186	1,794	1,461	1,720	1,346	51,091
欧州	3,078	4,896	3,662	1,332	2,581	778	1,300	374	18,001
南米	2,035	1,229	2,500	1,733	196	58	396	63	8,210
中東	66	339	1,054	17	450	192	313	44	2,476
インド等	683	557	1,040	95	463	250	288	37	3,413
アフリカ	117	475	700	84	156	113	675	45	2,365
オセアニア	211	852	255	52	93	65	73	500	2,101
合計	21,466	29,779	24,435	7,705	6,083	3,238	5,057	2,676	100,440

出典：「定航海運の現状 2008」(株式会社商船三井営業調査室、2008 年 11 月)

表 3.1-9 コンテナ貨物輸送量推計用の距離表

コンテナ荷動き推計用距離表

単位: Mile

to		北米	東アジア	欧州	南米	中東	インド等	アフリカ	オセアニア
from		SF./Hali.	Nagoya	Rott.	La G./Valp	Ras Tan.	colombo	Lag./Dar.es	Auckland
北米	LA/NY.	361	4,934	3,416	1,906	8,276	8,653	4,769	5,778
東アジア	HK	6,156	1,436	9,883	10,397	5,206	3,071	5,515	6,269
欧州	Ham.	8,427	12,951	330	4,546	6,749	7,126	4,394	11,760
南米	Santos	7,855	12,379	5,493	3,715	8,444	7,801	3,461	6,940
中東	Dubayy	7,529	6,245	6,234	8,573	319	1,918	2,596	8,170
インド等	Bombay	7,715	5,228	6,420	8,759	1,421	899	2,329	7,151
アフリカ	Durban	7,267	7,692	7,013	6,439	4,272	3,671	1,597	7,208
オセアニア	Syd.	6,523	4,367	11,794	6,306	7,339	5,209	6,496	1,301

出典：「平成 19 年度 世界における海事産業の変革ビジョンに関する調査研究報告書」（海洋政策研究財団、平成 20 年 3 月）

表 3.1-10 コンテナ貨物輸送量の推計結果(2007 年)

年	貨物量 (千 TEU)	貨物輸送量 (百万 TEU マイル)
2007 年	100,440	583,090

② 国土技術政策総合研究所による推計

国土交通省 国土技術政策総合研究所(以下、国総研)において、船舶の動静データである Lloyd's データと世界各国のコンテナ取扱量を用いて、コンテナの地域間貨物量を詳細に推計している。国総研ではフィーダーコンテナ・トランシップコンテナを含めた地域間貨物量を推計しており、内貿や空コンテナは対象外としている。

国総研による 2007 年のコンテナ地域間貨物量の推計結果を表 3.1-11 に示す。国総研の推計は地域間の総貨物量であるため、商船三井の OD 割合を用いて OD 表を作成し、表 3.1-9 の距離表を用いて貨物輸送量を算定した。2007 年の算定結果は表 3.1-12 に示すとおりであり、貨物量で 1.64 倍、貨物輸送量で 1.33 倍となった。

表 3.1-11 コンテナの地域間貨物量(2007 年)

2007年		('000TEU)					
地域	NA	SA	EA	ME	OC	EU	AF
NA	3,243	3,057	23,874	2,157	558	6,900	520
	SA	650	2,105	242	46	2,366	290
	EA		45,560	7,370	3,718	26,957	3,885
	ME			5,110	194	5,787	1,682
	OC				443	387	52
	EU					12,517	5,079
合計(公表値)		165,214					464

注) 地域は以下のとおり。NA:北米、SA:南米、EA:東アジア、ME:西アジア・中東、OC:オセアニア、EU:ヨーロッパ、AF:アフリカ

出典：「国土技術政策総合研究所資料 世界のコンテナ船動静及びコンテナ流動分析(2009) -我が国港湾におけるトランシップコンテナ流動の推計-」（国土交通省 国土技術政策総合研究所, 2009 年 10 月）

表 3.1-12 コンテナ貨物量及び貨物輸送量の推計結果(2007年)の比較

資料	貨物量 (千 TEU)	貨物輸送量 (百万 TEU マイル)	備考
商船三井	100,440	583,090	フィーダーコンテナ等は含まず
国総研	165,214	773,796	フィーダーコンテナ等は含む
比	1.64	1.33	国総研／商船三井

(b) ばら積み貨物

ばら積み船は主に穀物、鉄鉱石、石炭などの乾貨物を輸送している。Fearnleys の Review において、ばら積み船で輸送されると考えられる穀物、鉄鉱石、石炭、ボーキサイト、アルミナ、燐鉱石について貨物輸送量が推定されている。2007 年の乾貨物輸送量の推計結果は表 3.1-13 に、各乾貨物の地域間貨物量は表 3.1-14～表 3.1-19 に示すとおりである。

表 3.1-13 ばら積み船の貨物量及び貨物輸送量(2007年)

貨物	貨物量 (百万トン)	貨物輸送量 (十億トンマイル)
穀物	341	1,927
鉄鉱石	787	4,544
石炭	806	3,778
ボーキサイト & アルミナ	83	268
燐鉱石	31	159
合計	2,048	10,676

出典：「Review2008」(Fearnleys、2008年2月)

表 3.1-14 穀物の地域間貨物量(2007年)

2007年 単位:千トン

To	From	USA	Canada	South America	Australia	Other	Total
UK/Continent		3,864	1,583	22,326	8	184	27,964
Mediterranean		4,763	925	18,446	28	4,941	29,103
East Europe		166	28	3,020		7,382	10,596
Other Europe		750	152	4,601	2	958	6,463
Africa		17,966	2,786	10,071	806	18,080	49,709
Americas		39,923	6,274	15,147	2	1,127	62,473
Near East		4,206	48	1,294		3,611	9,160
Indian Ocean		5,059	3,786	7,632	1,791	10,959	29,226
Japan		22,773	1,610	1,456	1,499	1,735	29,073
Oth. FE		33,823	3,615	32,738	4,057	11,947	86,180
Oth.& Unspec.		85	8	27	514	140	775
Total		133,377	20,818	116,757	8,707	61,063	340,722

出典:「Review2008」(Fearnleys、2008年2月)

表 3.1-15 鉄鉱石の地域間貨物量(2007年)

2007年 単位:千トン

To	From	UK/Cont.	Mediterranean	Other Europe	USA	Japan	China	Other Far East	Other	Total
Scandinavia		10,173	1,795	2,706	158	0	51		5,018	19,901
Other Europe		1,453	1,936	26,205	0	166	8,103	31	1,684	39,579
West Africa		6,697	2,166	971			1,719		176	11,728
Other Africa		8,104	986	1		6,425	12,230	3,858	2	31,606
North America		11,694	1,033	428		1,939	7,268	1,405	3,496	27,263
S.America Atl.		60,648	14,886	8,285	3,265	31,520	101,450	14,882	15,927	250,862
S.America Pac.		57			419	2,289	7,632	1,962	418	12,777
Asia		838	286	797	0	13,300	95,039	2,063	2,973	115,296
Australia/N.Z.		6,530	844	647		83,242	145,484	41,516	211	278,474
Total		106,194	23,931	40,041	3,842	138,881	378,976	65,716	29,905	787,485

出典:「Review2008」(Fearnleys、2008年2月)

表 3.1-16 石炭の地域間貨物量(2007年)

2007年 単位:千トン

To	From	UK/Cont.	Mediterranean	Other Europe	South America	Japan	Other Far East	Other	Total
N.America		15,921	4,314	9,707	8,747	10,607	6,623	10,270	66,189
Australia		21,192	3,643	8,133	12,847	113,355	37,202	54,155	250,528
S.Africa		27,452	5,078	15,707	1,275	424	755	12,755	63,445
S.Am. Car.		22,411	5,667	11,393	5,380	29	0	32,087	76,967
China		784	6	1,969	289	15,195	20,547	13,582	52,371
FSU		34,105	1,829	24,277	74	11,486	6,355	2,001	80,128
Oth. E. Europe		1,297	527	2,685				561	5,068
Indonesia		4,710	7,788	5,982	1,790	32,652	63,324	57,998	174,244
Others		3,352	1,141	2,236	520	2,727	25,692	1,741	37,408
Total		131,222	29,993	82,088	30,922	186,476	160,498	185,150	806,349

出典:「Review2008」(Fearnleys、2008年2月)

表 3.1-17 ボーキサイトの地域間貨物量(2007年)

2007年 単位:千トン

From	To	UK/ Cont.	Other Europe	North America	Japan	Other	Total
Mediterranean			450				450
Africa		950	11,302	2,696			14,948
Jamaica				5,648			5,648
Oth. Americas			2,133	5,562			7,695
Asia			732	250	975	15,100	17,057
Australia			3,379		666	2,303	6,349
Others							0
Total		950	17,996	14,157	1,641	17,403	52,146

出典：「Review2008」(Fearnleys、2008年2月)

表 3.1-18 アルミナの地域間貨物量(2007年)

2007年 単位:千トン

From	To	UK/ Cont.	Other Europe	North America	Japan	Other	Total
Mediterranean			947			506	1,453
Africa			600			88	688
Jamaica		885	1,957	1,141		418	4,401
Oth. Americas			1,572	1,550	400	1,031	4,553
Asia			150		800	649	1,599
Australia				3,161	4,250	8,156	15,567
Others		770	1,191	616	650		3,227
Total		1,655	6,417	6,468	6,100	10,849	31,488

出典：「Review2008」(Fearnleys、2008年2月)

表 3.1-19 燐鉱石の地域間貨物量(2007年)

2007年 単位:千トン

From	To	UK/ Cont.	Mediterranean	Other Europe	Americas	Japan	Other Asia	Australia	Other	Total
Morocco		814	2,167	1,959	5,316	159	2,515	400	793	14,122
Other Africa		309	186	600	937	124	2,854	81	343	5,433
USA										0
N.East/R.Sea		807	281	710	93	149	4,997			7,036
FSU		827		1,484			407			2,718
Pacific Isl.							635	61		696
Others				35	1	239	889	39		1,203
Total		2,756	2,634	4,788	6,346	671	12,297	581	1,136	31,209

出典：「Review2008」(Fearnleys、2008年2月)

(c) 原油貨物

原油については、Fearnleys の Review において貨物量と貨物輸送量(トンマイル)の総量が推計されている。2007 年の原油の貨物輸送量を表 3.1-20 に示す。

Fearnleys の Review においては原油の地域間貨物量も整理されている。2007 年の原油の地域間貨物量を表 3.1-21 に、S&O(2009)において整理された地域間の距離表を表 3.1-22 に示す。

表 3.1-20 原油の貨物輸送量(2007 年)

年	貨物量 (百万トン)	貨物輸送量 (十億トンマイル)
2007 年	1,775	9,214

出典：「Review2008」(Fearnleys、2008 年 2 月)

表 3.1-21 原油(Crude Oil)の地域間貨物量(2007 年)

2007 単位:百万トン

From	To	N/W Europe	Mediterranean	North America	South America	Japan	Other Asia	Others	Total
Middle East		46.5	61.3	115.0	5.3	167.8	407.2	20.4	823.5
Near East		7.0	5.7	1.3	0.0	4.0	2.9	0.0	20.9
North Africa		26.0	45.2	37.2	2.9	0.0	11.4	0.6	123.4
West Africa		15.8	18.4	101.6	11.8	6.6	78.0	6.1	238.4
Caribbean		11.0	6.7	163.1	2.8	0.3	20.5	1.1	205.5
South East Asia		0.0	0.0	3.5	0.1	10.9	35.1	16.9	66.5
North Sea		4.1	4.7	23.5	0.1	0.0	1.0	0.9	34.4
Others		102.0	69.3	29.8	2.5	13.7	43.0	2.4	262.7
Total		212.5	211.4	475.2	25.5	203.3	599.1	48.4	1775.4

出典：「Review2008」(Fearnleys、2008 年 2 月)

表 3.1-22 原油貨物輸送量推計用の距離表

原油海上荷動き推計用距離表 単位: Mile

to		北西欧州	地中海	北米	南米	日本	他アジア	他
		Rotterdam	Barcelona	Houston/S.F	Buenos. A	Tokyo	Shanghai	Sydney
中近東	Dubayy	6,234	4,492	9,647	8,479	6,359	5,713	7,080
北アフリカ	Alger	1,839	279	5,252	5,721	9,475	8,836	9,981
西アフリカ	Lagos	4,138	3,531	5,958	4,283	11,144	10,292	9,127
カリブ	La Guaira	4,290	4,205	2,009	4,595	8,585	9,128	8,623
東南アジア	Tanjun	8,837	7,095	8,202	8,879	3,186	2,557	3,911
北海	Oslo	572	2,438	5,626	6,882	11,788	11,149	12,294
その他	Sankt/Syd	1,312	3,178	4,956	7,191	4,329	4,568	13,034

出典：「平成 19 年度 世界における海事産業の変革ビジョンに関する調査研究報告書」(海洋政策研究財団、平成 20 年 3 月)

(d) 石油製品貨物

石油製品(Oil Products)については、Fearnleys の Review において貨物量と貨物輸送量の総量が推計されている。2007 年の石油製品の貨物輸送量を表 3.2-18 に示す。

表 3.1-23 石油製品の貨物輸送量(2007 年)

年	貨物量 (百万トン)	貨物輸送量 (十億トンマイル)
2007 年	553	1,870

出典：「Review2008」(Fearnleys、2008 年 2 月)

(e) 液化天然ガス(LNG)

液化天然ガス(LNG)の地域間貨物量については、BP 社の世界エネルギー統計(BP Statistical Review of World Energy)において推計されている。液化天然ガス(LNG)の貨物輸送量を表 3.2-21 に示す。

2007 年の地域間貨物量の推定結果は表 3.1-24 に示すとおりである。

LNG 貨物輸送量(トンマイル)は、以下の手順により算定した。

- ・ 地域間貨物量(トン)に地域間距離(マイル)を乗じて各地域間の貨物輸送量(トンマイル)を算定。
- ・ 各地域間の貨物輸送量(トンマイル)を総計して LNG の貨物輸送量(トンマイル)を算定。

2007 年の LNG 貨物輸送量(トンマイル)の算定結果は表 3.1-26 に示すとおりである。

表 3.1-24 LNG の地域間貨物量(2007 年)

2007年		単位:千トン							
from \ to	北米	欧州	中南米	インド	日本	韓国	中国	他アジア	合計
北米	-	-	-	-	861	-	-	-	861
欧州	-	102	-	-	-	-	-	-	102
CIS	-	-	-	-	-	-	-	-	-
アフリカ	7,366	31,346	-	840	2,657	1,431	365	978	44,983
中南米	9,767	1,949	803	153	416	161	-	-	13,250
中東	380	5,541	-	6,242	16,856	12,848	51	569	42,486
他アジア	-	-	-	51	32,332	10,257	-	6,183	48,822
大洋州	-	-	-	-	11,717	409	2,409	241	14,775
合計	17,513	38,938	803	7,285	64,839	25,105	2,825	7,972	143

出典：「BP Statistical Review of World Energy」(BP 社、2008 年)

表 3.1-25 液化天然ガス(LNG)の貨物輸送量推計用の距離表

LNG海上荷動き推計用距離標

単位:Mile

to from		北米	欧州	中南米	インド	日本	韓国	中国	他アジア
		hali/NY/Balti/ SF	Lis. Marseille	Buanos A.	Bombay/Mu mbai/Kolkata	Kago.	Pusan	HK	Bangkok
北米	Alaska					3,039			
欧州	Stockholm	5,541	2,338		7,293	12,161	12,161		
CIS	Nakhodka					782			
アフリカ	Lagos	4,416	3,076		7,154	10,616	10,569	9,472	9,472
中南米	La Guaira	1,854	3,512	4,595	8,611	9,109	8,850		
中東	Dubayy	7,529	4,000	8,828	1,162	5,861	6,014	4,947	4,308
他アジア	Tanjyun./Balio/ Singapore	8,202	7,083		1,650	2,254	2,405	1,362	1,276
大洋州	Sydney./Dar.	6,523	10,040		5,754	2,714	2,973	3,855	4,511

出典：「平成 19 年度 世界における海事産業の変革ビジョンに関する調査研究報告書」（海洋政策研究財団、平成 20 年 3 月）

Lloyd's maritime atlas of world ports and shipping places. 23rd ed., 2005, T&F Informa UK Ltd.

表 3.1-26 液化天然ガス(LNG)の貨物輸送量の推計結果(2007 年)

年	貨物量 (百万トン)	貨物輸送量 (十億トン)
2007 年	165	589

3.1.3 現況(2007年)の貨物輸送量の比較

温室効果ガスの排出量算定に用いた船舶動静データを基に推計した貨物輸送量(トンマイル)と貿易統計値等を基に推計した貨物輸送量(トンマイル)の比較結果を表 3.1-28 に示す。なお、バルク密度が 1.0 未満の貨物を輸送する際には、最大載貨重量トン数(DWT)まで積載する前に容積として満載になると考えられるため、統計値等ベースの貨物輸送量は表 3.1-27 に示す換算係数(バルク密度または比重)で補正した値を比較に用いた。

船舶動静ベースの貨物輸送量と統計値等ベースの貨物輸送量を比較すると、原油タンカーで 1.0 倍程度、石油製品タンカーで 1.6 倍程度、LNG タンカーで 0.8 倍程度、ばら積み船で 0.7 倍程度、コンテナ船で 1.0 倍程度であった。

ばら積み船の船舶動静ベースの貨物輸送量(トンマイル)が大きいのは、統計値等では主な品目のみを算定していることも要因の一つであると考えられる。また、統計値等ベースの鉄鉱石、石炭、穀物、ボーキサイト&アルミナは大型船舶で輸送されることが多いことも要因と考えられる。これら主な品目が Panamax 以上(60,000 DWT 以上)の大型船舶で輸送されたと想定すると貨物輸送量は同程度となる(表 3.1-29)。

石油製品タンカーの船舶動静ベース貨物輸送量(トンマイル)が過小となっている要因として、石油製品として統計された貨物量(トン)の中に、潤滑油やアスファルトなど、ケミカルタンカーの輸送対象となっている品目も入っている可能性がある。石油製品の貨物輸送量(トンマイル)のうち、4 割がケミカルタンカーで輸送された品目である可能性がある。

船舶動静ベースの LNG 貨物輸送量(トンマイル)が統計値等ベースよりやや過大なのは、積載率 48%が高すぎる可能性がある。積載率 48%は産地から目的地まで満載で輸送すると仮定された積載率であるが、産地で積んだ LNG を複数の港に寄って下ろしながら航行する形態もあるため、実際の平均積載率は 48%よりも小さい可能性がある。

表 3.1-27 換算係数

船種	貨物	バルク密度 (比重)	換算前 (十億トンマイル)	DWT 換算後 (十億トンマイル)
Crude tanker	原油	0.85	9,2140	10,840
Product tanker	石油製品	0.85	1,870	2,200
Bulkier	穀物	0.77 ton/m ³	1,927	2,503
	石炭	0.96 ton/m ³	3,778	3,995
	アルミナ	0.934 ton/m ³	101	108

表 3.1-28 貨物輸送量の比較結果

船種	船舶動静ベース の貨物輸送量 [A] (百万トンマイル) (DWT 換算)	統計値等ベース の貨物輸送量 [B] (百万トンマイル) (DWT 換算)	比 $\left(\frac{\text{統計値等ベース[B]}}{\text{船舶動静ベース[A]}}\right)$
01 Crude Tanker	11,096,987	10,840,000	1.0
02 Products Tanker	1,342,526	2,200,000	1.6
03 Chemical Tanker	2,234,342		
04 LPG Tanker	350,363		
05 LNG Tanker	779,069	588,982	0.8
06 Other Tanker			
07 Bulker	16,087,240	11,416,151	0.7
08 General cargo	2,998,410		
09 Other dry	404,406		
10 Container	5,334,427 (762,061)	5,416,570 (773,796)	1.0
11 Vehicle	305,691		
12 Roro	131,394		
Other Cargoes		9,665,000	
合計	41,064,855	34,121,151	0.8

- 注 1) 統計値等データの Other Cargoes には LNG 貨物・コンテナ貨物も含まれているため、合計の算出には「05LNG Tanker」「10 Container」の貨物輸送量を差し引いた。
 2) Container の括弧内の数字は「百万 TEU・マイル」に換算した値。

表 3.1-29 ばら積み船の船型別貨物輸送量

ばら積み船 の船型	船舶動静ベースの 船型別貨物輸送量 (国際海運) [10 ⁶ tonne-mile]	船舶動静ベースの 船型別貨物輸送量 の総計 (国際海運) [10 ⁶ tonne-mile]	統計量基準の 貨物輸送量との 比
A 200,000+ DWT	1,090,559	A-Aの総計 1,090,559	0.1
B 100 -199,999 DWT	4,477,157	A-Bの総計 5,567,716	0.5
C 60 -99,999 DWT	4,792,150	A-Cの総計 10,359,865	1.0
D 35 -59,999 DWT	3,467,830	A-Dの総計 13,827,695	1.3
E 10 -34,999 DWT	2,195,893	A-Eの総計 16,023,588	1.5
F -9,999 DWT	63,652	A-Fの総計 16,087,240	1.5

- 注 1) 船舶動静ベースの船型別貨物輸送量：Second IMO GHG Study 2009 で算定された船舶動静ベースの貨物輸送量(表 3.1-3,p.38)と燃料消費量割合から求めた国際海運の貨物輸送量。
 2) 船舶動静ベースの船型別貨物輸送量の総計(国際海運)：合計値
 3) 統計値等ベースの貨物輸送量との比：統計値等ベースの貨物輸送量(DWT 換算で 11,416,151 百万トンマイル)に対する貨物輸送量総計(国際海運)の比

3.2 過去における船舶動静ベースと統計値等ベースの貨物輸送量の比較

現況(2007年)の一年間について、船舶動静ベースと統計値等ベースの貨物輸送量(トンマイル)を比較したが、過去においても関係性が持続しているか不明である。さらに統計値等ベースの貨物輸送量は経済状況を反映して変動する可能性が高い。ここでは過去における船舶動静ベースの貨物輸送量と統計値等ベースの貨物輸送量の比較を行った。

3.2.1 船舶動静ベースの貨物輸送量の経年変化

貿易統計値等による貨物輸送量(トンマイル)の経年変化との比較を行うため、原油タンカー・石油製品タンカー・LNGタンカー・ばら積み船・コンテナ船の船舶動静ベースの貨物輸送量(トンマイル)の経年変化を算定した。

船舶動静ベースの貨物輸送量(トンマイル)の経年変化の算定にあたり、航行距離(航行日数及び航行速度)と平均積載率は変化しないと仮定した。船舶数及び平均載貨重量の経年変化は、Lloyd's Register - Fairplay の World Fleet Statistics の経年変化(2007年比)を用いた。

船舶数の経年変化とカテゴリ別平均載貨重量トン数の経年変化を用いて算定した船舶動静ベースの貨物輸送量(国際海運)を表 3.2-1 及び図 3.2-1 に、2001年比の変化率を表 3.2-2 及び図 3.2-1 に示す。なお、国際海運と全船舶の区分は、Second IMO GHG Study 2009 と同様に、2007年における燃料消費量の全船舶・国際海運の割合を用いている。

コンテナ船と LNG タンカーの貨物輸送量(トンマイル)が大きく増加しており、2007年は2001年の約2倍になっている。原油タンカー・石油製品タンカーの増加割合は小さい。

表 3.2-1 船舶動静ベースの貨物輸送量の経年変化(2001年～2007年)

船種	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	単位
Crude Tanker	9,021,986	8,937,630	9,214,205	9,602,316	10,126,993	10,599,384	11,096,987	百万トン・mile
Products Tanker	1,086,619	1,048,923	1,063,601	1,110,689	1,183,826	1,279,111	1,342,526	百万トン・mile
LNG Tanker	349,330	382,759	430,041	498,594	567,744	663,515	779,069	百万トン・mile
Bulker	11,618,667	11,875,897	12,152,323	12,963,240	13,982,816	15,048,559	16,087,240	百万トン・mile
Container	353,124	397,533	438,686	493,563	564,326	663,558	762,061	百万 TEU・mile
	2,471,866	2,782,730	3,070,803	3,454,938	3,950,280	4,644,908	5,334,427	百万トン・mile

表 3.2-2 船舶動静ベースの貨物輸送量の2001年比の変化率

船種	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年
Crude Tanker	1.000	0.991	1.021	1.064	1.122	1.175	1.230
Products Tanker	1.000	0.965	0.979	1.022	1.089	1.177	1.236
LNG Tanker	1.000	1.096	1.231	1.427	1.625	1.899	2.230
Bulker	1.000	1.022	1.046	1.116	1.203	1.295	1.385
Container	1.000	1.126	1.242	1.398	1.598	1.879	2.158

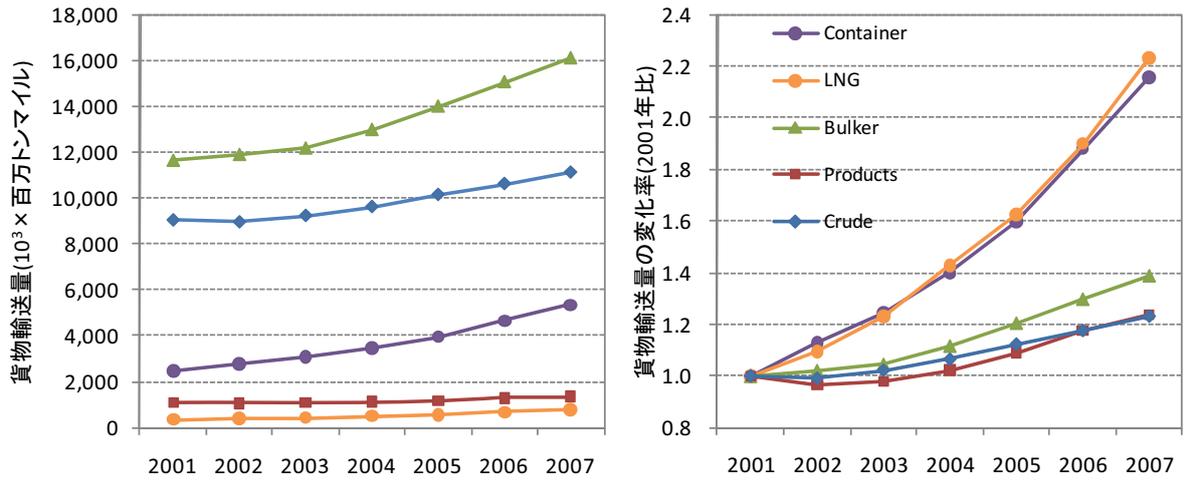


図 3.2-1 船舶動静ベースの貨物輸送量の経年変化(2001年～2007年)

3.2.2 統計値等ベースの貨物輸送量の経年変化

(1) 統計データの収集

(a) コンテナ貨物

① 株式会社商船三井による推計

2001年から2006年における地域間貨物量は表 3.2-3 に示すとおりである。現況(2007年)と同様に地域間距離表(表 3.1-9)を用いて貨物輸送量(TEU マイル)算定した。コンテナ貨物輸送量(TEU マイル)の2001年から2007年の算定結果は表 3.2-4 及び図 3.2-2 に示すとおりである。コンテナ貨物輸送量(TEU マイル)の対前年増減率は最大20%程度であった。コンテナ船の温室効果ガス排出量は全体の20%程度であることを考慮すると、コンテナ貨物輸送量(TEU マイル)の経年変化に伴う排出量の変動幅は4%程度と考えられる。

表 3.2-3(1) コンテナの地域間貨物量(2001年～2003年)

2001年		単位:千TEU							
from \ to	北米	東アジア	欧州	南米	中東	インド等	アフリカ	オセアニア	合計
北米	400	4,133	1,394	1,508	233	242	130	173	8,213
東アジア	7,839	7,632	4,606	800	850	600	640	914	23,881
欧州	2,520	2,942	4,640	562	686	337	741	246	12,674
南米	1,297	620	1,481	560	38	35	60	36	4,127
中東	137	275	233	5	180	187	30	36	1,083
インド等	475	780	464	5	232	228	35	45	2,264
アフリカ	97	389	614	45	30	36	182	79	1,472
オセアニア	151	1,125	253	27	27	48	59	272	1,962
合計	12,916	17,896	13,685	3,512	2,276	1,713	1,877	1,801	55,676

出典:「定航海運の現状 2001/2002」(株式会社商船三井営業調査室、2002年11月)

2002年		単位:千TEU							
from \ to	北米	東アジア	欧州	南米	中東	インド等	アフリカ	オセアニア	合計
北米	401	4,273	1,474	1,583	220	237	156	198	8,542
東アジア	9,309	8,899	5,040	902	892	664	676	985	27,367
欧州	2,661	3,123	4,592	648	690	373	867	267	13,221
南米	1,506	636	1,567	591	53	33	61	34	4,481
中東	144	378	299	5	55	150	53	26	1,110
インド等	501	856	522	9	232	220	71	39	2,450
アフリカ	128	382	769	47	44	65	165	52	1,652
オセアニア	180	1,117	340	28	38	54	46	228	2,031
合計	14,830	19,664	14,603	3,813	2,224	1,796	2,095	1,829	60,854

出典:「定航海運の現状 2002/2003」(株式会社商船三井営業調査室、2003年11月)

2003年		単位:千TEU							
from \ to	北米	東アジア	欧州	南米	中東	インド等	アフリカ	オセアニア	合計
北米	337	4,707	2,051	1,684	139	194	176	190	9,478
東アジア	10,005	11,045	6,911	750	2,400	500	850	1,750	34,211
欧州	3,201	3,744	6,700	569	1,450	600	1,350	364	17,978
南米	1,951	1,000	1,204	750	192	17	61	15	5,190
中東	139	370	450	8	180	40	133	26	1,346
インド等	439	250	1,000	32	450	325	60	13	2,569
アフリカ	138	725	700	34	149	85	355	16	2,202
オセアニア	160	850	124	160	141	33	16	400	1,884
合計	16,370	22,691	19,140	3,987	5,101	1,794	3,001	2,774	74,858

出典:「定航海運の現状 2003/2004」(株式会社商船三井営業調査室、2004年11月)

表 3.2-3(2) コンテナの地域間貨物量(2004年～2006年)

2004年 単位:千TEU

from \ to	北米	東アジア	欧州	南米	中東	インド等	アフリカ	オセアニア	合計
北米	339	5,027	2,249	1,834	160	216	189	252	10,266
東アジア	11,604	12,163	8,450	850	1,300	1,120	975	800	37,261
欧州	3,403	4,435	7,675	950	1,675	600	1,487	400	20,625
南米	2,119	1,100	1,500	900	106	20	121	22	5,888
中東	287	300	525	3	200	50	46	11	1,422
インド等	533	850	910	45	450	130	103	23	3,044
アフリカ	149	825	770	51	65	125	435	32	2,452
オセアニア	203	785	150	39	66	41	27	420	1,731
合計	18,636	25,485	22,229	4,673	4,022	2,302	3,383	1,960	82,689

出典:「定航海運の現状 2004/2005」(株式会社商船三井営業調査室、2005年11月)

2005年 単位:千TEU

from \ to	北米	東アジア	欧州	南米	中東	インド等	アフリカ	オセアニア	合計
北米	437	5,193	1,947	1,754	287	241	214	244	10,317
東アジア	13,138	12,632	9,587	1,484	1,537	1,115	1,033	1,130	41,656
欧州	3,006	4,766	2,240	1,391	1,582	818	1,890	342	46,036
南米	1,972	664	2,204	1,121	136	26	153	30	6,305
中東	150	325	586	5	322	157	55	13	1,613
インド等	619	636	853	61	282	150	137	30	2,767
アフリカ	158	404	1,346	63	82	150	568	39	2,811
オセアニア	207	880	263	51	81	55	36	455	2,027
合計	19,687	25,499	19,027	5,930	4,309	2,711	4,088	2,283	83,533

出典:「定航海運の現状 2005/2006」(株式会社商船三井営業調査室、2006年11月)

2006年 単位:千TEU

from \ to	北米	東アジア	欧州	南米	中東	インド等	アフリカ	オセアニア	合計
北米	240	5,704	1,996	1,912	309	224	244	237	10,865
東アジア	14,740	14,859	10,604	1,569	1,573	1,085	1,141	1,069	46,640
欧州	2,963	4,669	2,851	1,748	2,299	613	2,539	333	18,015
南米	2,093	718	1,750	1,583	174	37	361	55	6,770
中東	157	322	803	6	393	140	212	29	2,062
インド等	683	493	883	87	378	225	278	33	3,060
アフリカ	156	494	1,605	52	113	132	635	34	3,220
オセアニア	215	768	303	49	104	51	72	492	2,054
合計	21,245	28,027	20,795	7,006	5,344	2,507	5,482	2,281	92,687

出典:「定航海運の現状 2007」(株式会社商船三井営業調査室、2007年11月)

表 3.2-4 コンテナ貨物輸送量の推計結果(2001年～2007年)

年	貨物量 (千 TEU)	貨物輸送量 (百万 TEU マイル)	貨物輸送量の 対前年増減率 (%)
2001年	55,676	304,517	-
2002年	60,854	334,925	10.0 %
2003年	74,858	407,153	21.6 %
2004年	82,689	453,415	11.4 %
2005年	83,533	490,289	8.1 %
2006年	92,687	531,777	8.5 %
2007年	100,440	583,090	9.6 %

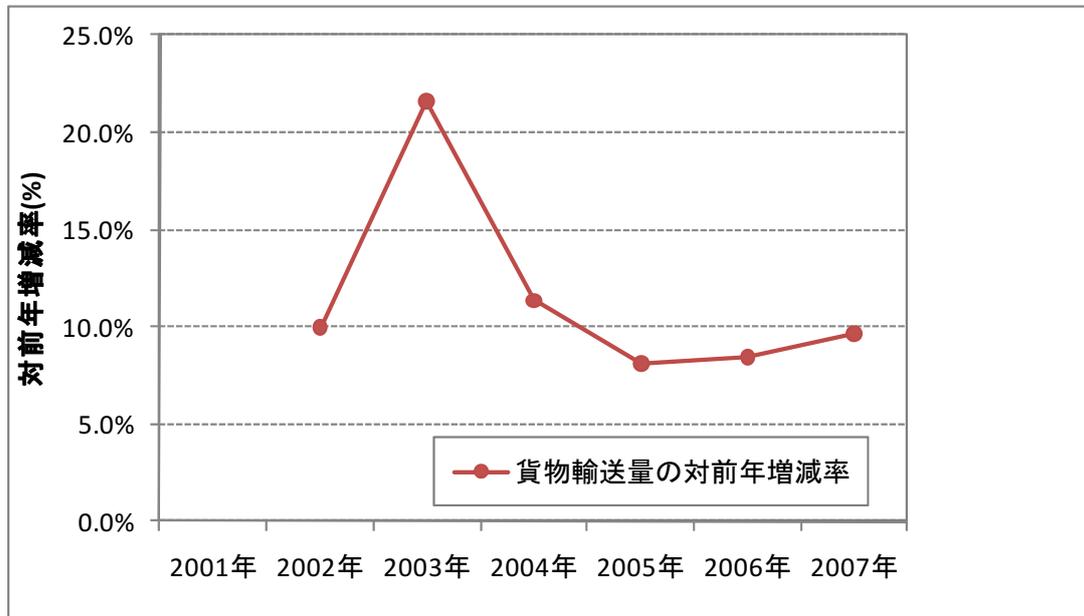
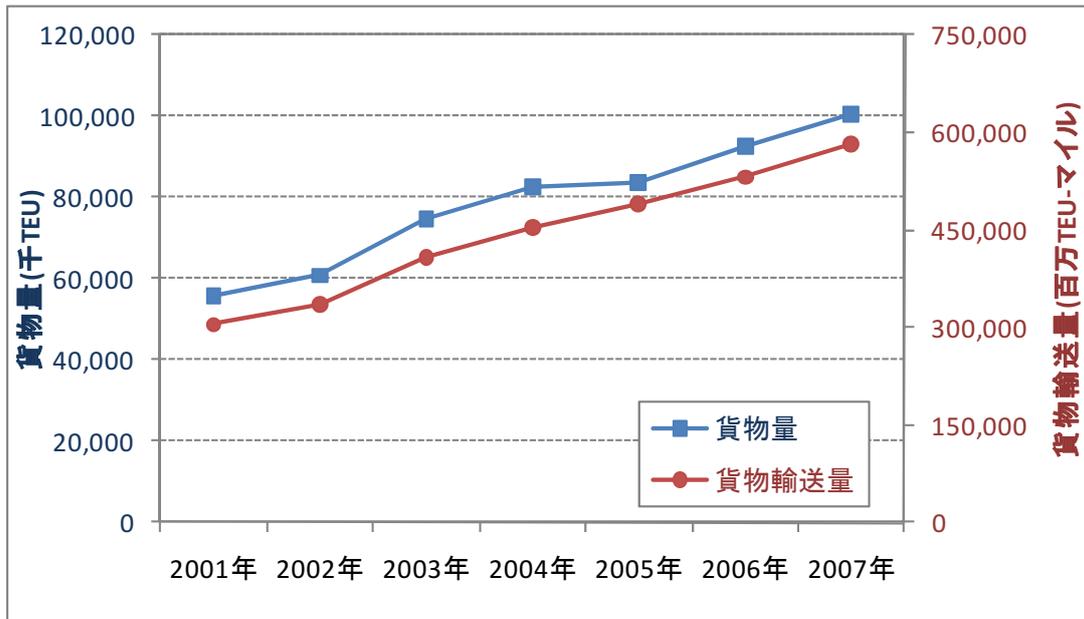


図 3.2-2 コンテナ貨物の貨物量、貨物輸送量及び対前年増減率

② 国土技術政策総合研究所による推計

国土交通省 国土技術政策総合研究所(以下、国総研)において、船舶の動静データである Lloyd's データと世界各国のコンテナ取扱量を用いて、コンテナの地域間貨物量を詳細に推計している。国総研ではフィーダーコンテナ・トランシップコンテナを含めた地域間貨物量を推計しており、内貿や空コンテナは対象外としている。ただし、推計されているのは 2002 年、2004 年、2006 年及び 2007 年の 4 ヶ年のみである。

国総研によるコンテナ地域間貨物量の推計結果を表 3.2-5 に示す。国総研の推計は地域間の総貨物量であるため、商船三井の OD 割合を用いて OD 表を作成し、表 3.1-9 の距離表を用いて貨物輸送量を算定した。2002 年、2004 年、2006 年及び 2007 年の算定結果は表 3.2-6、表 3.2-7 及び図 3.2-3 に示すとおりである。貨物量で 1.48~1.64 倍、貨物輸送量で 1.25~1.33 倍となった。

表 3.2-5(1) コンテナの地域間貨物量(2002 年)

2002年		('000TEU)					
地域	NA	SA	EA	ME	OC	EU	AF
NA	2,359	1,963	14,296	1,092	466	5,376	383
	SA	285	999	93	39	1,436	188
		EA	25,809	3,008	2,273	13,595	1,761
			ME	2,707	84	2,859	883
				OC	491	332	96
					EU	9,201	3,385
合計	95,756					AF	297

注) 地域は以下のとおり。NA:北米、SA:南米、EA:東アジア、ME:西アジア・中東、OC:オセアニア、EU:ヨーロッパ、AF:アフリカ

出典: 国土技術政策総合研究所資料 港湾研究部 港湾計画研究室による推計

表 3.2-5 (2) コンテナの地域間貨物量(2004 年)

2004年		('000TEU)					
地域	NA	SA	EA	ME	OC	EU	AF
NA	2,697	2,600	18,127	1,072	555	5,735	478
	SA	498	1,398	97	24	1,901	316
		EA	31,689	10,189	2,856	17,650	2,359
			ME	2,026	122	2,604	841
				OC	543	512	66
					EU	10,410	4,400
合計(公表値)	122,266					AF	502

注) 地域は以下のとおり。NA:北米、SA:南米、EA:東アジア、ME:西アジア・中東、OC:オセアニア、EU:ヨーロッパ、AF:アフリカ

出典: 「国土技術政策総合研究所資料 世界のコンテナ船動静及びコンテナ流動分析(2007) - 大型化が進む東アジア域内航路の動向分析 -」(国土交通省 国土技術政策総合研究所, 2007 年 12 月)

表 3.2-5 (3) コンテナの地域間貨物量(2006年)

2006年		('000TEU)					
地域	NA	SA	EA	ME	OC	EU	AF
NA	2,752	2,973	22,201	1,860	516	6,400	471
	SA	540	1,938	150	44	2,141	317
		EA	39,452	6,074	3,353	23,120	3,408
			ME	4,750	180	5,443	1,464
				OC	452	395	52
					EU	11,211	4,495
合計(公表値)	146,645					AF	493

注) 地域は以下のとおり。NA:北米、SA:南米、EA:東アジア、ME:西アジア・中東、OC:オセアニア、EU:ヨーロッパ、AF:アフリカ

出典:「国土技術政策総合研究所資料 世界のコンテナ船動静及びコンテナ流動分析(2008) —米国—東アジア間におけるコンテナ化の動向—」(国土交通省 国土技術政策総合研究所, 2008年6月)

表 3.2-6 コンテナ貨物量の推計結果の比較

(千 TEU)

資料	2002 年	2004 年	2006 年	2007 年	備考
商船三井	60,854	82,689	92,687	100,440	フィーダーコンテナ等は含まず
国総研	95,756	122,266	146,645	165,214	フィーダーコンテナ等は含む
比	1.57	1.48	1.58	1.64	国総研／商船三井

表 3.2-7 コンテナ貨物輸送量の推計結果の比較

(百万 TEU マイル)

資料	2002 年	2004 年	2006 年	2007 年	備考
商船三井	334,925	453,415	531,777	583,090	フィーダーコンテナ等は含まず
国総研	439,867	567,995	692,827	773,796	フィーダーコンテナ等は含む
比	1.31	1.25	1.30	1.33	国総研／商船三井

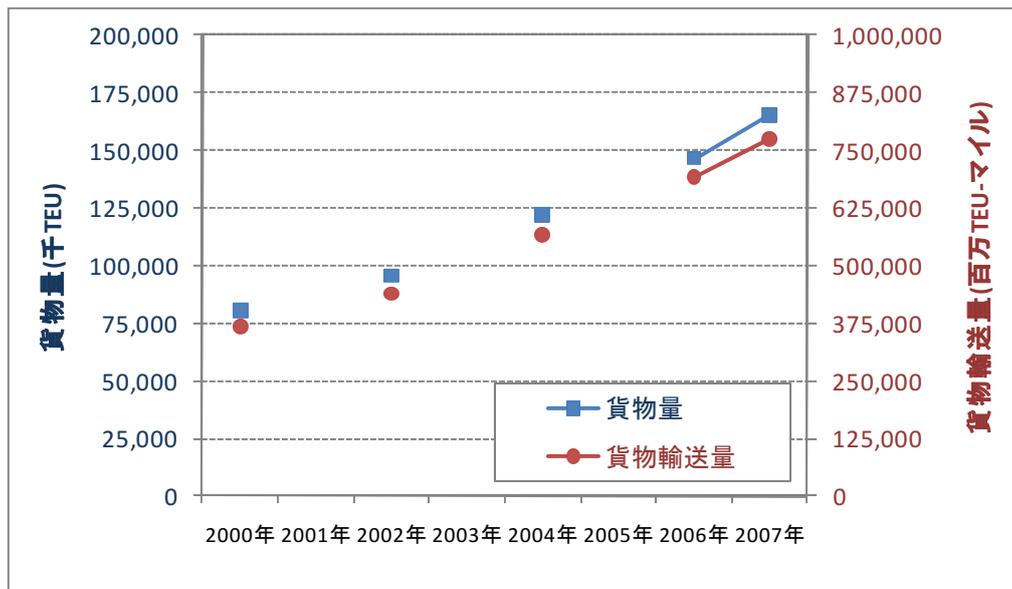


図 3.2-3 コンテナ船の貨物量及び貨物輸送量

(b) ばら積み貨物

ばら積み船は主に穀物、鉄鉱石、石炭などの乾貨物を輸送している。Fearnleys の Review において、ばら積み船で輸送されると考えられる穀物、鉄鉱石、石炭、ボーキサイト、アルミナ、燐鉱石について貨物輸送量が推定されている。2001 年から 2007 年における乾貨物輸送量の推計結果を表 3.2-8、図 3.2-4 及び図 3.2-5 に示す。

ばら積み船の貨物輸送量(トンマイル)の対前年増減率は最大 10%程度であった。ばら積み船の温室効果ガス排出量は全体の 16 %程度であることを考慮すると、ばら積み船貨物輸送量(トンマイル)の経年変化に伴う排出量の変動幅は 1.6 %程度と考えられる。

Fearnleys の Review においては各乾貨物の地域間貨物量も整理されている。各乾貨物の地域間貨物量を表 3.2-9～表 3.2-14 に示す。

表 3.2-8 ばら積み船の貨物輸送量の推計結果(2001 年～2007 年)

貨物量 単位: 百万トン

年	穀物	鉄鉱石	石炭	ボーキサイト & アルミナ	燐鉱石	合計
2001年	234	452	565	51	29	1,331
2002年	245	484	570	54	30	1,383
2003年	240	524	619	63	29	1,475
2004年	236	589	664	68	31	1,588
2005年	307	652	710	73	30	1,772
2006年	325	734	754	78	30	1,921
2007年	341	787	806	83	31	2,048

貨物輸送量 単位: 十億トン-マイル

年	穀物	鉄鉱石	石炭	ボーキサイト & アルミナ	燐鉱石	合計
2001年	1,322	2,575	2,552	192	141	6,782
2002年	1,241	2,731	2,549	206	152	6,879
2003年	1,273	3,035	2,810	198	148	7,464
2004年	1,350	3,444	2,960	231	154	8,139
2005年	1,686	3,918	3,113	248	154	9,119
2006年	1,822	4,192	3,540	267	155	9,976
2007年	1,927	4,544	3,778	268	159	10,676

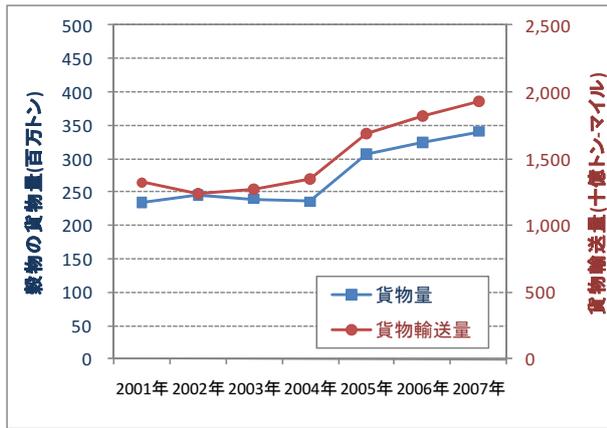
貨物輸送量の対前年増減率 単位: %

年	穀物	鉄鉱石	石炭	ボーキサイト & アルミナ	燐鉱石	合計
2001年	5.9%	1.2%	1.7%	-8.3%	6.4%	2.1%
2002年	-6.5%	5.7%	-0.1%	6.8%	7.2%	1.4%
2003年	2.5%	10.0%	9.3%	-4.0%	-2.7%	7.8%
2004年	5.7%	11.9%	5.1%	14.3%	3.9%	8.3%
2005年	19.9%	12.1%	4.9%	6.9%	0.0%	10.7%
2006年	7.5%	6.5%	12.1%	7.1%	0.6%	8.6%
2007年	5.4%	7.7%	6.3%	0.4%	2.5%	6.6%

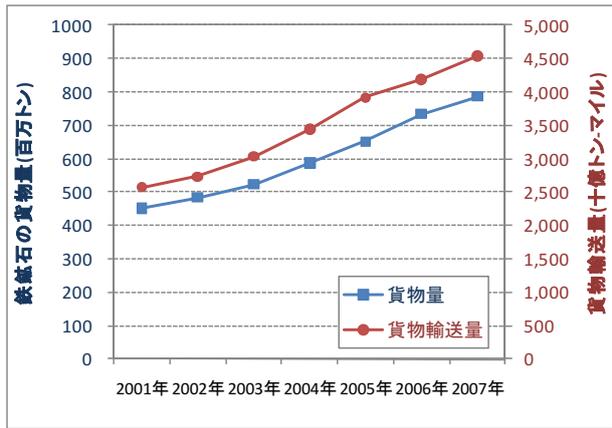
注) Review2008 において訂正されたデータもあるため、表 3.2-9～表 3.2-14 の地域間貨物量と値が異なることがある。

出典: 「Review2008」(Fearnleys、2008 年 2 月)を基に作成。

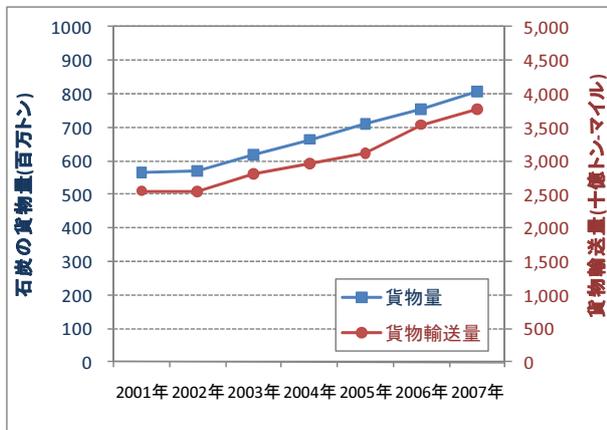
(a) 穀物



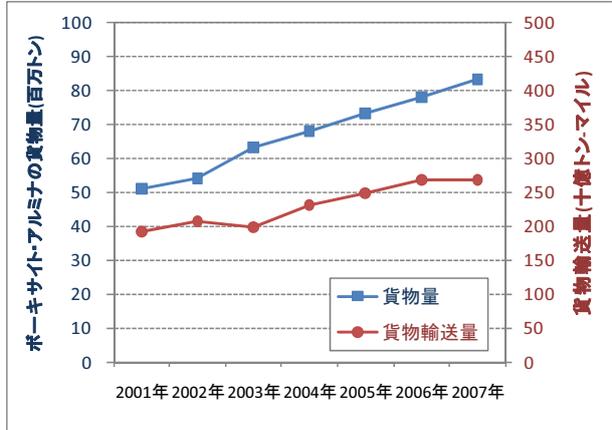
(b) 鉄鉱石



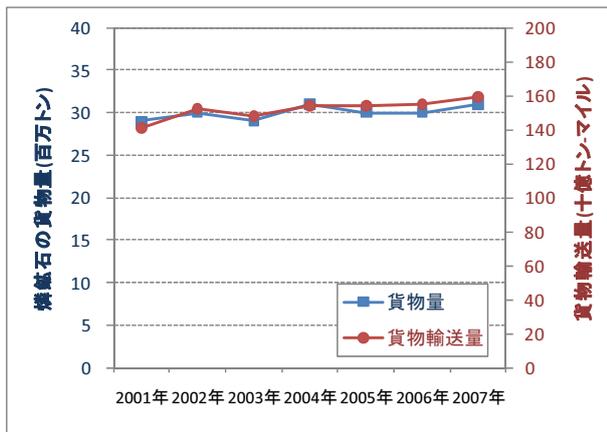
(c) 石炭



(d) ボーキサイト・アルミナ



(e) 燐鉱石



(f) 合計

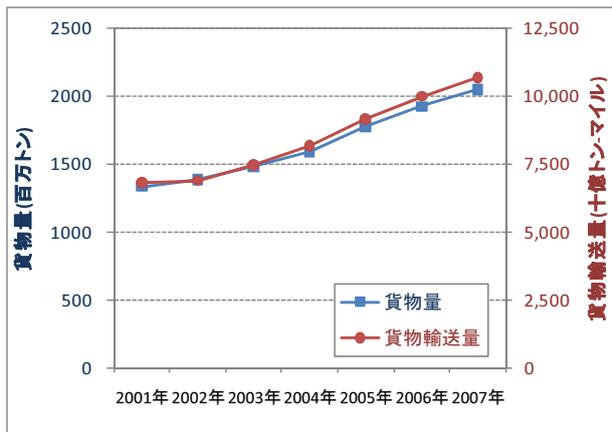
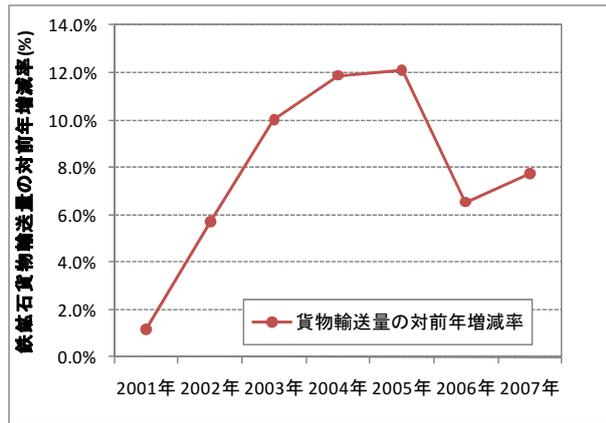


図 3.2-4 ばら積み貨物の貨物量及び貨物輸送量(2001年～2007年)

(a) 穀物



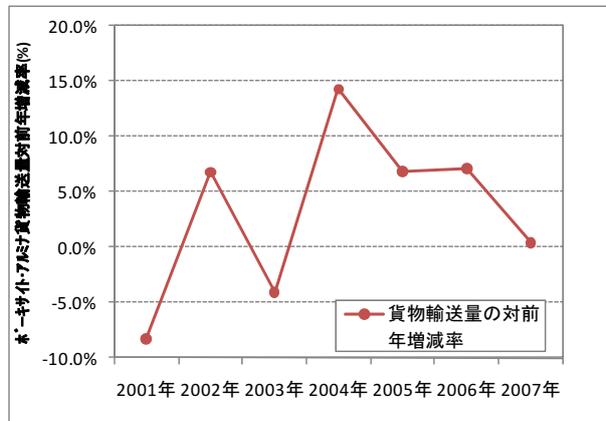
(b) 鉄鉱石



(c) 石炭



(d) ボーキサイト・アルミナ



(e) 燐鉱石



(f) 合計



図 3.2-5 ばら積み貨物の貨物輸送量の対前年比増減(2001年～2007年)

表 3.2-9(1) 穀物の地域間貨物量(2003年～2005年)

2003年

単位:千トン

To	From	USA	Canada	South America	Australia	Other	Total
UK/Continent		3,126	1,062	8,081		821	13,091
Mediterranean		5,035	1,823	6,679	275	3,954	17,765
East Europe		257	280	276		5,322	6,135
Other Europe		573	192	1,829		473	3,067
Africa		13,065	2,057	4,104	1,581	15,749	36,557
Americas		26,945	2,473	8,089	277	1,234	39,018
Near East		2,756		1,431	58	2,520	6,766
Indian Ocean		1,305	957	3,475	2,173	11,789	19,698
Japan		22,713	1,309	2,159	1,588	826	28,595
Oth. FE		26,465	1,714	16,069	4,824	18,943	68,016
Oth.& Unspec.			28		549	406	983
Total		102,239	11,896	52,192	11,325	62,038	239,690

出典:「Review2004」(Fearnleys、2004年2月)

2004年

単位:千トン

To	From	USA	Canada	South America	Australia	Other	Total
UK/Continent		2,808	716	6,006		260	9,791
Mediterranean		3,996	1,667	6,121	712	3,503	15,999
East Europe		642	45	583		3,547	4,816
Other Europe		408	113	2,186		368	3,075
Africa		14,622	2,247	7,382	3,827	11,985	40,063
Americas		26,539	3,232	7,791	196	158	37,917
Near East		3,555		983	131	2,894	7,563
Indian Ocean		2,107	755	4,728	6,695	4,951	19,237
Japan		22,755	1,673	768	2,693	682	28,571
Oth. FE		30,138	5,217	16,430	9,865	6,746	68,396
Oth.& Unspec.			35		476	34	546
Total		107,570	15,699	52,979	24,595	35,130	235,973

出典:「Review2005」(Fearnleys、2005年2月)

2005年

単位:千トン

To	From	USA	Canada	South America	Australia	Other	Total
UK/Continent		2,367	897	6,969	14	98	10,346
Mediterranean		2,623	1,110	6,000	511	4,845	15,089
East Europe		13	19	54		2,753	2,839
Other Europe		413	140	1,359		516	2,428
Africa		14,246	1,853	7,498	2,171	20,386	46,153
Americas		30,469	3,244	8,138		248	42,099
Near East		1,985		1,361	35	4,447	7,827
Indian Ocean		2,391	1,799	4,993	4,574	8,841	22,597
Japan		23,218	1,917	679	2,051	1,142	29,007
Oth. FE		26,891	4,715	22,020	7,860	10,584	72,070
Oth.& Unspec.			50		482	145	677
Total		104,615	15,744	59,071	17,698	54,004	251,132

出典:「Review2006」(Fearnleys、2006年2月)

表 3.2-9(2) 穀物の地域間貨物量(2006年)

2006年

単位:千トン

To	From	USA	Canada	South America	Australia	Other	Total
UK/Continent		2,944	1,451	18,035	7	233	22,669
Mediterranean		2,042	949	12,917	625	5,281	21,814
East Europe		83	11	2,579		7,860	10,532
Other Europe		298	122	3,026		841	4,287
Africa		14,900	2,936	6,515	2,367	18,109	44,827
Americas		37,779	6,536	14,920		1,760	60,995
Near East		3,574	23	702	34	4,123	8,456
Indian Ocean		3,536	4,006	6,619	6,100	13,100	33,361
Japan		24,436	1,830	586	1,871	1,298	30,021
Oth. FE		33,371	3,998	31,777	8,598	9,423	87,167
Oth.& Unspec.		34	16	26	514	65	655
Total		122,996	21,879	97,701	20,117	62,092	324,785

出典:「Review2007」(Fearnleys、2007年2月)

表 3.2-10 鉄鉱石の地域間貨物量(2003年～2006年)

2003年 単位:千トン

From	To	UK/ Cont.	Mediterranean	Other Europe	USA	Japan	China	Other Far East	Other	Total
Scandinavia		6,206	719	878			545	187	6,163	14,698
Other Europe		480					411	681	3,391	4,963
West Africa		6,830		476					2,625	9,932
Other Africa		6,672	288	3,163		9,461	13,646	1,448	1,828	36,506
North America		11,733	1,235			812	1,501	1,870	4,497	21,649
S.America Atl.		42,962	2,127	7,274	6,563	25,788	42,451	18,704	35,421	181,292
S.America Pac.					388	3,850	4,430	2,625	653	11,946
Asia		512	123			20,890	30,901	3,411	1,952	57,790
Australia/N.Z.		14,928	837	424	116	72,784	55,581	35,945	5,013	185,628
Total		90,324	5,330	12,217	7,068	133,585	149,466	64,872	61,544	524,404

出典:「Review2004」(Fearnleys、2004年2月)

2004年 単位:千トン

From	To	UK/ Cont.	Mediterranean	Other Europe	USA	Japan	China	Other Far East	Other	Total
Scandinavia		6,594	778	895			691	216	6,655	15,829
Other Europe		477					397	923	3,446	5,243
West Africa		7,601		678					2,721	11,000
Other Africa		7,158	330	3,201		10,072	17,014	1,582	2,311	41,669
North America		12,034	1,347	295		857	1,925	2,257	4,458	23,173
S.America Atl.		46,234	2,350	8,110	7,460	27,149	54,407	20,881	38,214	204,805
S.America Pac.					403	4,102	5,701	2,968	586	13,759
Asia		630	139			21,938	39,798	3,710	2,081	68,297
Australia/N.Z.		14,620	958	503	120	76,250	69,645	38,767	5,202	206,064
Total		95,349	5,902	13,681	7,983	140,368	189,579	71,304	65,673	589,838

出典:「Review2005」(Fearnleys、2005年2月)

2005年 単位:千トン

From	To	UK/ Cont.	Mediterranean	Other Europe	USA	Japan	China	Other Far East	Other	Total
Scandinavia		6,150	1,118	868				216	6,968	15,320
Other Europe		451	108				3,618	717	3,816	8,710
West Africa		7,039	2,413	661					507	10,620
Other Africa		6,208	2,050	1,900		6,752	10,861	1,486	204	29,461
North America		13,131	3,738	754		845	2,786	1,940	2,958	26,153
S.America Atl.		41,449	13,382	7,387	5,838	26,348	59,399	18,919	32,654	205,376
S.America Pac.		69			409	4,150	4,968	2,772	2,031	14,400
Asia		489	215			21,959	70,409	3,415	2,243	98,731
Australia/N.Z.		14,006	1,365	472	120	74,766	113,166	35,187	4,423	243,506
Total		88,992	24,389	12,043	6,368	134,820	265,207	64,654	55,804	652,276

出典:「Review2006」(Fearnleys、2006年2月)

2006年 単位:千トン

From	To	UK/ Cont.	Mediterranean	Other Europe	USA	Japan	China	Other Far East	Other	Total
Scandinavia		9,174	1,749	2,544	9				3,767	17,244
Other Europe		1,353	1,601	20,351	315	81	1,937	811	2,186	28,635
West Africa		6,629	2,795	541			76	0	377	10,418
Other Africa		6,847	834	3,012		5,269	12,735	2,791	24	31,512
North America		11,717	613	515	17	1,539	4,838	1,614	3,828	24,683
S.America Atl.		58,457	13,249	10,970	4,555	30,817	79,100	22,569	25,528	245,245
S.America Pac.		57			335	2,093	7,031	2,088	815	12,420
Asia		912	615	508		14,567	84,745	2,026	6,400	109,773
Australia/N.Z.		8,296	969	674	8	79,886	126,836	36,870	369	253,907
Total		103,443	22,426	39,116	5,239	134,252	317,299	68,768	43,295	733,837

出典:「Review2007」(Fearnleys、2007年2月)

表 3.2-11 石炭の地域間貨物量(2003年～2006年)

2003年 単位:千トン

From	To	UK/ Cont.	Mediterranean	Other Europe	South America	Japan	Other Far East	Other	Total
N.America		10,790	5,209	3,747	6,459	9,226	5,599	3,040	44,070
Australia		17,401	4,598	7,951	11,844	94,437	51,623	23,918	211,772
S.Africa		34,217	7,165	15,261	745	127	2,923	10,209	70,647
S.Am. Car.		14,590	5,103	6,477	877	72		23,053	50,172
China		1,292	1,375	1,299	2,390	30,723	48,909	3,017	89,005
FSU		8,706	15,600	3,665		7,575	4,974	68	40,587
Oth. E. Europe		8,799	584	2,593				928	12,904
Indonesia		3,561	4,733	3,864	2,196	21,346	43,425	7,286	86,411
Others		2,277	243	1,285	860	2,899	5,523	687	13,775
Total		101,633	44,610	46,142	25,371	166,405	162,976	72,206	619,342

出典:「Review2004」(Fearnleys、2004年2月)

2004年 単位:千トン

From	To	UK/ Cont.	Mediterranean	Other Europe	South America	Japan	Other Far East	Other	Total
N.America		12,921	5,810	4,618	8,170	10,240	9,234	3,494	54,487
Australia		19,280	3,315	6,851	10,328	102,547	59,318	23,360	224,999
S.Africa		24,231	7,437	14,449	2,172		1,340	6,344	55,973
S.Am. Car.		16,018	3,949	4,605	1,678	44	40	21,413	47,747
China		1,242	2,229	492	676	28,956	44,326	6,842	84,763
FSU		17,116	18,475	6,086	241	9,298	7,110	842	59,168
Oth. E. Europe		9,020	114	4,162	77			1,011	14,384
Indonesia		4,123	5,731	3,680	1,449	24,982	55,402	10,454	105,821
Others		2,771		1,189	957	3,917	7,680	813	17,327
Total		106,722	47,060	46,132	25,748	179,984	184,450	74,573	664,669

出典:「Review2005」(Fearnleys、2005年2月)

2005年 単位:千トン

From	To	UK/ Cont.	Mediterranean	Other Europe	South America	Japan	Other Far East	Other	Total
N.America		11,936	6,720	5,388	7,110	9,438	7,833	2,615	51,040
Australia		18,423	4,031	5,437	13,159	103,653	55,635	24,360	224,698
S.Africa		33,551	6,282	13,241	994	143	342	12,609	67,162
S.Am. Car.		15,554	6,171	5,863	2,447	15		32,466	62,516
China		664	1,627	256	387	23,965	44,937	2,849	74,685
FSU		25,611	18,187	9,691	471	10,695	3,506	974	69,135
Oth. E. Europe		10,202	1,582	2,855	120	21		1,027	15,807
Indonesia		3,373	6,731	6,095	1,532	27,313	61,940	18,971	125,955
Others		2,088	269	1,123	1,173	3,393	9,991	766	18,803
Total		121,402	51,600	49,949	27,393	178,636	184,184	96,637	709,801

出典:「Review2006」(Fearnleys、2006年2月)

2006年 単位:千トン

From	To	UK/ Cont.	Mediterranean	Other Europe	South America	Japan	Other Far East	Other	Total
N.America		14,043	4,285	6,351	7,424	9,016	5,779	5,219	52,118
Australia		19,742	3,097	526	14,317	103,223	40,748	52,128	238,780
S.Africa		36,152	4,728	13,551	1,229		15	7,134	62,810
S.Am. Car.		17,602	2,528	5,724	3,731	28	0	27,653	57,265
China		442	9	2,138	228	20,703	20,836	17,359	61,714
FSU		34,926	1,830	19,730	393	9,204	6,149	1,578	73,810
Oth. E. Europe		12,013	488	2,923	230		1	542	16,197
Indonesia		7,422	8,510	5,551	1,674	31,551	43,211	54,933	152,852
Others		2,580	141	3,754	589	3,269	23,551	4,974	38,858
Total		144,922	25,616	65,248	29,815	176,993	140,290	171,521	754,404

出典:「Review2007」(Fearnleys、2007年2月)

表 3.2-12 ボーキサイトの地域間貨物量(2003年～2006年)

2003年 単位:千トン

From	To	UK/ Cont.	Other Europe	North America	Japan	Other	Total
Mediterranean			450				450
Africa		1,344	9,096	5,381			15,821
Jamaica				5,119			5,119
Oth. Americas			1,150	3,292		200	4,642
Asia			450		655	450	1,555
Australia		200	3,954	250	1,014	175	5,592
Others							0
Total		1,544	15,100	14,042	1,669	825	33,179

出典：「Review2004」(Fearnleys、2004年2月)

2004年 単位:千トン

From	To	UK/ Cont.	Other Europe	North America	Japan	Other	Total
Mediterranean			355				355
Africa		1,738	10,327	3,243			15,308
Jamaica				5,017			5,017
Oth. Americas			2,213	5,649			7,862
Asia			1,095		850	832	2,777
Australia		45	3,367		1,081	258	4,750
Others							0
Total		1,783	17,356	13,909	1,931	1,090	36,069

出典：「Review2005」(Fearnleys、2005年2月)

2005年 単位:千トン

From	To	UK/ Cont.	Other Europe	North America	Japan	Other	Total
Mediterranean			524				524
Africa		2,014	10,352	3,535			15,901
Jamaica				5,241			5,241
Oth. Americas			1,681	6,931			8,612
Asia			736	589	919	2,140	4,384
Australia		133	3,338	172	825	438	4,906
Others							0
Total		2,147	16,630	16,468	1,744	2,578	39,567

出典：「Review2006」(Fearnleys、2006年2月)

2006年 単位:千トン

From	To	UK/ Cont.	Other Europe	North America	Japan	Other	Total
Mediterranean			450				450
Africa		1,775	11,820	4,572		0	18,167
Jamaica			0	5,732			5,732
Oth. Americas		0	1,933	4,743		0	6,676
Asia			994	450	1,050	9,100	11,594
Australia		0	3,434	400	800	626	5,260
Others							0
Total		1,775	18,631	15,897	1,850	9,726	47,879

出典：「Review2007」(Fearnleys、2007年2月)

表 3.2-13(1) アルミナの地域間貨物量(2003年～2006年)

2003年

単位:千トン

From	To	UK/ Cont.	Other Europe	North America	Japan	Other	Total
Mediterranean		255	797			445	1,498
Africa			450			176	626
Jamaica		1,134	1,503	1,610		129	4,376
Oth. Americas		244	1,645	908		1,740	4,537
Asia			150			980	1,130
Australia				3,385		8,997	12,382
Others		477	3,650	971		85	5,184
Total		2,110	8,195	6,874	0	12,551	29,731

出典:「Review2004」(Fearnleys、2004年2月)

2004年

単位:千トン

From	To	UK/ Cont.	Other Europe	North America	Japan	Other	Total
Mediterranean		255	556			516	1,328
Africa			450			193	643
Jamaica		1,177	1,723	1,273		0	4,173
Oth. Americas		262	1,649	976		1,807	4,694
Asia			150			1,158	1,308
Australia				2,811		10,581	13,391
Others		576	4,386	898		87	5,947
Total		2,271	8,914	5,957	0	14,342	31,484

出典:「Review2005」(Fearnleys、2005年2月)

2005年

単位:千トン

From	To	UK/ Cont.	Other Europe	North America	Japan	Other	Total
Mediterranean		397	600			290	1,287
Africa			605			136	741
Jamaica		795	1,212	1,107		874	3,988
Oth. Americas			1,882	1,754		964	4,599
Asia			81			1,370	1,451
Australia			282	3,200		10,980	14,462
Others		921	3,810	642		1,220	6,593
Total		2,113	8,472	6,703	0	15,833	33,121

出典:「Review2006」(Fearnleys、2006年2月)

2006年

単位:千トン

From	To	UK/ Cont.	Other Europe	North America	Japan	Other	Total
Mediterranean		50	880		0	539	1,469
Africa			600	0	0	70	670
Jamaica		841	1,412	1,106	0	455	3,814
Oth. Americas		0	2,177	1,592	201	709	4,678
Asia			150	0	800	449	1,399
Australia		0	0	2,973	4,250	7,808	15,031
Others		685	1,203	673	644	173	3,377
Total		1,576	6,121	6,343	5,895	10,202	30,438

出典:「Review2007」(Fearnleys、2007年2月)

表 3.2-14 磷鉱石の地域間貨物量(2003年～2006年)

2003年 単位:千トン

From	To	UK/ Cont.	Mediterranean	Other Europe	Americas	Japan	Other Asia	Australia	Other	Total
Morocco		1,181	1,978	1,124	4,038	108	1,923	204	456	11,011
Other Africa		216	140	466	429	155	2,122	281	453	4,262
USA					10					10
N.East/R.Sea		787	356	1,165	461	110	3,470			6,349
FSU		1,078	48	1,874	15		370			3,385
Pacific Isl.					3		516	49	28	596
Others					4	390	2,832	125	226	3,577
Total		3,262	2,522	4,629	4,961	763	11,233	659	1,163	29,190

出典：「Review2004」(Fearnleys、2004年2月)

2004年 単位:千トン

From	To	UK/ Cont.	Mediterranean	Other Europe	Americas	Japan	Other Asia	Australia	Other	Total
Morocco		1,058	2,186	1,384	4,613	104	1,864	145	475	11,829
Other Africa		238	139	446	518	175	2,056	342	465	4,378
USA					3					3
N.East/R.Sea		820	296	1,151	292	117	4,859			7,536
FSU		973		1,812			603			3,388
Pacific Isl.					2		558		30	589
Others		16			1	382	2,285	235	254	3,175
Total		3,105	2,621	4,794	5,428	778	12,224	722	1,224	30,896

出典：「Review2005」(Fearnleys、2005年2月)

2005年 単位:千トン

From	To	UK/ Cont.	Mediterranean	Other Europe	Americas	Japan	Other Asia	Australia	Other	Total
Morocco		889	2,088	1,766	4,616	113	2,791	538	588	13,388
Other Africa		178	188	392	475	78	2,806	92	189	4,399
USA										0
N.East/R.Sea		882	307	1,037	151	202	4,489			7,067
FSU		936		1,692			461			3,088
Pacific Isl.										0
Others					1	384	1,463	151	115	2,114
Total		2,885	2,584	4,886	5,243	777	12,009	781	892	30,056

出典：「Review2006」(Fearnleys、2006年2月)

2006年 単位:千トン

From	To	UK/ Cont.	Mediterranean	Other Europe	Americas	Japan	Other Asia	Australia	Other	Total
Morocco		699	1,887	2,078	4,393	157	3,296	394	604	13,506
Other Africa		232	140	384	675	149	3,126	24	344	5,075
USA										0
N.East/R.Sea		879	283	868	139	159	4,363			6,691
FSU		806		1,352			461			2,619
Pacific Isl.							613	44		657
Others				62	1	281	649	25		1,019
Total		2,616	2,310	4,744	5,209	746	12,508	487	948	29,567

出典：「Review2007」(Fearnleys、2007年2月)

(c) 原油貨物

原油については、Fearnleys の Review において貨物量と貨物輸送量(トンマイル)の総量が推計されている。2001 年から 2007 年における原油の貨物輸送量を表 3.2-15 及び図 3.2-6 に示す。なお、「Review2008」(Fearnleys,2008 年 2 月)において、理由は不明であるが 2005 年と 2006 年の貨物量と貨物輸送量の値が訂正されている。

補正後の貨物量は 2005 年に減少しているが、貨物輸送量は増加し続けているおり、原油の貨物輸送量(トンマイル)の対前年増減率は最大 7%程度であった。原油タンカー船の温室効果ガス排出量は全体の 10%程度であることを考慮すると、原油の貨物輸送量(トンマイル)の経年変化に伴う排出量の変動幅は大きくても 1%程度と考えられる。

Fearnleys の Review においては原油の地域間貨物量も整理されている。原油の地域間貨物量を表 3.2-17 に、S&O(2009)において整理された地域間の距離表を表 3.2-16 に示す。

表 3.2-15 原油の貨物輸送量の推計結果(2001 年～2007 年)

年	貨物量 (百万トン)	貨物輸送量 (十億トンマイル)	貨物輸送量の 対前年増減率 (%)
2001 年	1,592	8,074	—
2002 年	1,588	7,848	-2.8%
2003 年	1,673	8,390	6.9%
2004 年	1,754	8,795	4.8%
2005 年	1,720 (1,784)	8,875 (9,239)	0.9% (5.0%)
2006 年	1,756 (1,851)	8,983 (9,495)	1.2% (2.8%)
2007 年	1,775	9,214	2.6% (-3.0%)

注) 括弧内の値は「Review2008」(Fearnleys,2008 年 2 月)で訂正される前の値。

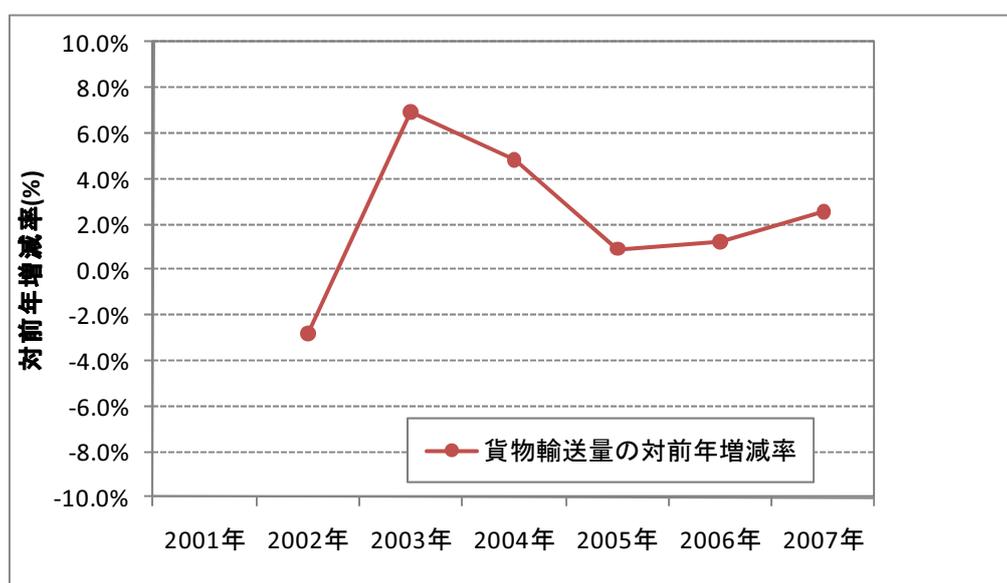
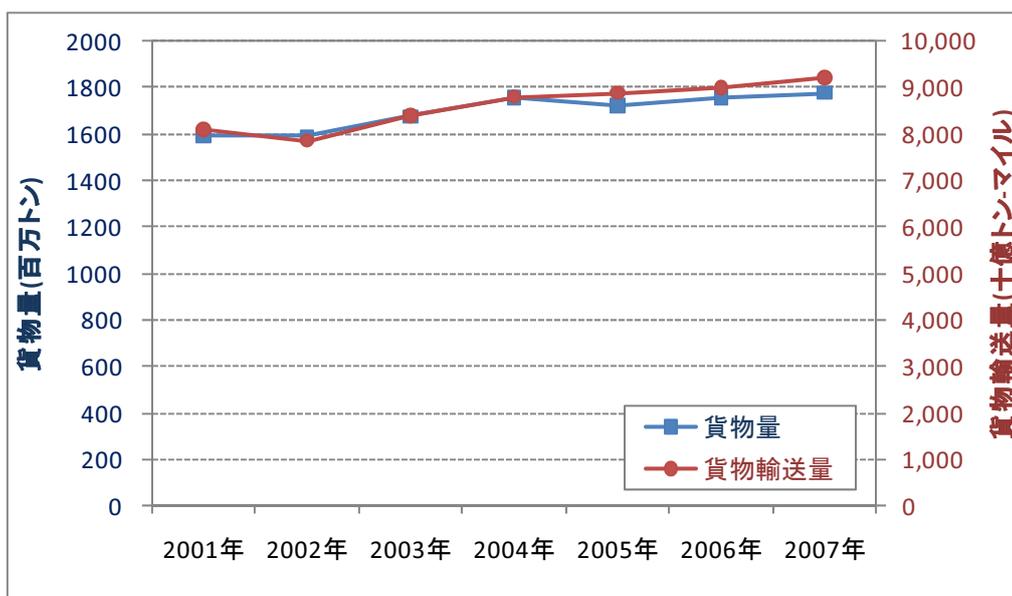


図 3.2-6 原油の貨物量、貨物輸送量及び対前年増減率(2001年～2007年)

表 3.2-16 原油貨物輸送量推計用の距離表

原油海上荷動き推計用距離表

単位: Mile

to		北西欧州	地中海	北米	南米	日本	他アジア	他
		Rotterdam	Barcelona	Houston/S.F	Buenos. A	Tokyo	Shanghai	Sydney
中近東	Dubayy	6,234	4,492	9,647	8,479	6,359	5,713	7,080
北アフリカ	Alger	1,839	279	5,252	5,721	9,475	8,836	9,981
西アフリカ	Lagos	4,138	3,531	5,958	4,283	11,144	10,292	9,127
カリブ	La Guaira	4,290	4,205	2,009	4,595	8,585	9,128	8,623
東南アジア	Tanjun	8,837	7,095	8,202	8,879	3,186	2,557	3,911
北海	Oslo	572	2,438	5,626	6,882	11,788	11,149	12,294
その他	Sankt/Syd	1,312	3,178	4,956	7,191	4,329	4,568	13,034

出典: 「平成 19 年度 世界における海事産業の変革ビジョンに関する調査研究報告書」(海洋政策研究財団、平成 20 年 3 月)

表 3.2-17 原油(Crude Oil)の地域間貨物量(2003年～2006年)

2003 単位:百万トン

From	To	N/W Europe	Mediterranean	North America	South America	Japan	Other Asia	Others	Total
Middle East		67.0	55.0	132.2	9.6	181.2	348.4	34.9	828.3
Near East		0.5	19.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	19.6
North Africa		11.0	63.3	16.6	2.7	0.0	4.1	0.8	98.5
West Africa		10.5	26.5	78.6	6.6	5.3	48.2	5.0	180.7
Caribbean		5.1	8.5	187.0	15.3	0.5	5.3	0.1	221.8
South East Asia		0.0	0.3	6.9	0.0	14.2	20.5	16.5	58.4
North Sea		4.8	8.8	58.0	1.0	0.0	6.1	0.0	78.7
Others		68.3	68.5	21.8	10.2	3.6	11.9	3.1	187.4
Total		167.2	249.9	501.2	45.4	204.8	444.5	60.4	1673.4

出典:「Review2004」(Fearnleys、2004年2月)

2004 単位:百万トン

From	To	N/W Europe	Mediterranean	North America	South America	Japan	Other Asia	Others	Total
Middle East		65.8	62.9	130.0	10.6	179.9	352.7	30.3	832.2
Near East		0.1	11.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	12.2
North Africa		14.5	67.9	21.8	4.0	0.3	5.0	1.0	114.5
West Africa		5.2	21.2	91.7	9.0	7.6	67.4	3.7	205.8
Caribbean		5.0	8.5	189.1	12.5	0.1	6.0	0.3	221.5
South East Asia		0.0	0.0	5.3	0.0	10.2	25.3	15.4	56.2
North Sea		2.3	8.2	46.4	0.6	0.1	4.1	0.2	61.9
Others		88.1	67.2	40.3	14.3	2.2	32.0	5.7	249.8
Total		181.0	246.9	525.7	51.0	200.4	492.5	56.6	1754.1

出典:「Review2005」(Fearnleys、2005年2月)

2005 単位:百万トン

From	To	N/W Europe	Mediterranean	North America	South America	Japan	Other Asia	Others	Total
Middle East		50.4	73.6	120.1	10.7	185.0	380.3	21.8	841.8
Near East		1.5	9.1	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	11.7
North Africa		27.8	52.9	25.3	10.1	0.0	8.3	0.2	124.5
West Africa		12.7	18.6	99.8	11.4	8.5	56.5	2.9	210.5
Caribbean		7.1	10.3	180.0	8.1	0.0	5.9	0.0	211.5
South East Asia		0.0	0.0	4.7	0.3	11.5	37.6	15.8	69.9
North Sea		1.9	7.8	42.2	0.4	0.0	5.3	0.2	57.9
Others		95.7	58.9	53.8	8.3	5.7	29.1	4.7	256.2
Total		197.1	231.2	527.1	49.4	210.8	522.8	45.6	1784.0

出典:「Review2006」(Fearnleys、2006年2月)

2006 単位:百万トン

From	To	N/W Europe	Mediterranean	North America	South America	Japan	Other Asia	Others	Total
Middle East		55.2	64.2	119.2	4.4	187.4	426.0	24.4	880.9
Near East		7.3	5.7	1.0	0.0	0.0	0.4	0.0	14.4
North Africa		31.6	52.6	39.1	3.4	0.1	8.8	0.8	136.3
West Africa		13.4	17.6	102.3	13.6	9.0	60.4	4.5	220.7
Caribbean		10.8	8.6	178.6	3.0	0.4	8.5	0.3	210.3
South East Asia		0.0	0.0	5.7	0.2	9.2	32.7	17.9	65.6
North Sea		5.6	5.7	32.1	0.0	0.0	0.3	0.3	44.0
Others		111.6	66.5	46.8	11.8	4.5	34.5	2.9	278.6
Total		235.3	220.9	524.8	36.4	210.5	571.6	51.2	1850.8

出典:「Review2007」(Fearnleys、2007年2月)

(d) 石油製品貨物

石油製品(Oil Products)については、Fearnleys の Review において貨物量(トン)と貨物輸送量(トンマイル)の総量が推計されている。2001 年から 2007 年における石油製品の貨物輸送量(トンマイル)を表 3.2-18 及び図 3.2-7 に示す。

貨物輸送量(トンマイル)は対前年比で最大 7 %程度の増加率で推移している。

表 3.2-18 石油製品の貨物輸送量の推計結果(2001 年～2007 年)

年	貨物量 (百万トン)	貨物輸送量 (十億トンマイル)	貨物輸送量の 対前年増減率 (%)
2001 年	425	1,345	3.6 %
2002 年	414	1,394	4.7 %
2003 年	440	1,460	5.8 %
2004 年	461	1,545	6.9 %
2005 年	495	1,652	6.4 %
2006 年	525	1,758	6.4 %
2007 年	553	1,870	3.6 %

出典：「Review2008」(Fearnleys、2008 年 2 月)

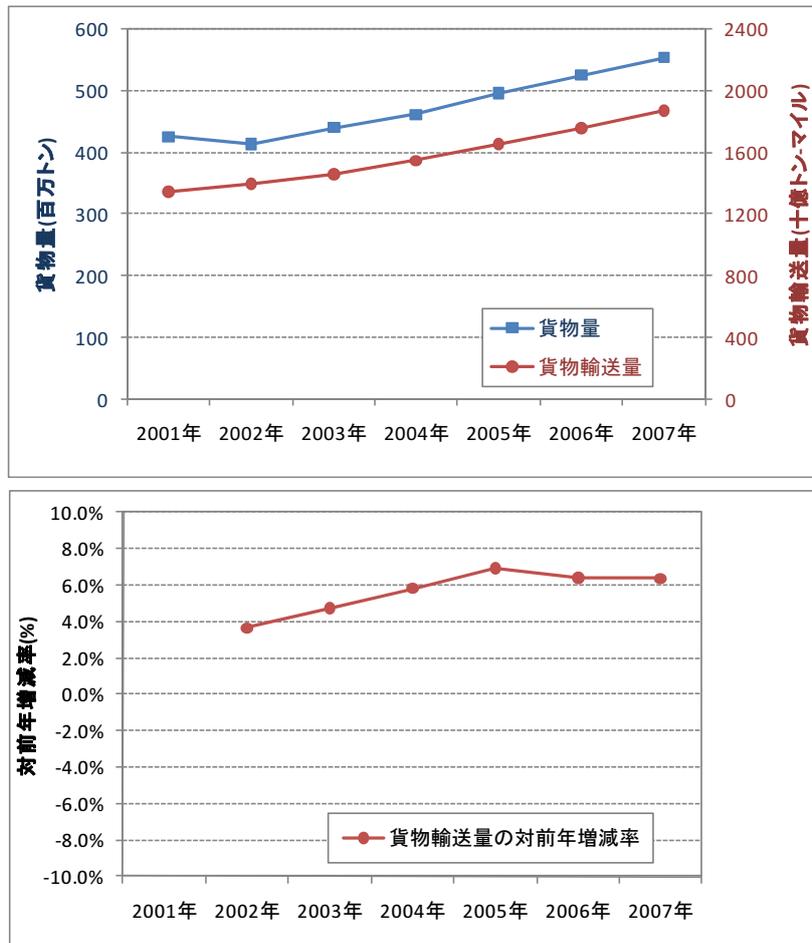


図 3.2-7 石油製品の貨物量、貨物輸送量及び対前年増減率(2001 年～2007 年)

(e) 液化天然ガス(LNG)

液化天然ガス(LNG)の地域間貨物量(トン)については、BP 社の世界エネルギー統計(BP Statistical Review of World Energy)において推計されている。2001 年から 2006 年における地域間貨物量は表 3.2-19 に示すとおりである。

LNG 貨物輸送量(トンマイル)は、以下の手順により算定した。

- ・ 地域間貨物量(トン)に地域間距離(表 3.2-20)を乗じて各地域間の貨物輸送量(トンマイル)を算定。
- ・ 各地域間の貨物輸送量(トンマイル)を総計して LNG の貨物輸送量(トンマイル)を算定。

LNG 貨物輸送量(トンマイル)の 2001 年から 2007 年の算定結果は表 3.2-21 及び図 3.2-8 に示すとおりである。LNG 貨物輸送量(トンマイル)の対前年増減率は 4 %～19 %程度で推移しており、最大 20 %程度であった。LNG 船の温室効果ガス排出量は全体の 2 %程度であることを考慮すると、LNG 貨物輸送量(トンマイル)の経年変化に伴う排出量の変動幅は 0.4 %程度と考えられる。

表 3.2-19(1) LNG の地域間貨物量(2001 年～2002 年)

2001年		単位:千トン							
from \ to	北米	欧州	中南米	インド	日本	韓国	中国	他アジア	合計
北米	-	-	-	-	1,307	-	-	-	1,307
欧州	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CIS	-	-	-	-	-	-	-	-	-
アフリカ	2,132	22,791	-	-	-	-	-	-	24,922
中南米	1,913	329	423	-	-	-	-	-	2,665
中東	715	1,358	37	-	11,695	8,862	-	-	22,667
他アジア	-	-	-	-	33,733	7,015	-	4,599	45,348
大洋州	51	-	-	-	7,337	58	-	-	7,446
合計	4,811	24,477	460	-	54,071	15,936	-	4,599	143

出典：「BP Statistical Review of World Energy」(BP 社、2002 年)

2002年		単位:千トン							
from \ to	北米	欧州	中南米	インド	日本	韓国	中国	他アジア	合計
北米	-	-	-	-	1,241	-	-	-	1,241
欧州	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CIS	-	-	-	-	-	-	-	-	-
アフリカ	715	25,090	-	-	-	-	-	-	25,806
中南米	3,124	336	423	-	-	-	-	-	3,884
中東	788	2,993	37	-	11,257	9,308	-	-	24,382
他アジア	102	58	-	-	33,471	8,118	-	5,110	46,859
大洋州	-	51	-	-	7,096	175	-	-	7,322
合計	4,730	28,528	460	-	53,064	17,600	-	5,110	143

出典：「BP Statistical Review of World Energy」(BP 社、2003 年)

表 3.2-19 (2) LNG の地域間貨物量(2003 年～2006 年)

2003年 単位:千トン

from \ to	北米	欧州	中南米	インド	日本	韓国	中国	他アジア	合計
北米	-	-	-	-	1,197	-	-	-	1,197
欧州	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CIS	-	-	-	-	-	-	-	-	-
アフリカ	2,139	27,287	-	-	-	168	-	-	29,594
中南米	7,818	58	759	-	58	-	-	-	8,694
中東	460	1,774	-	-	13,198	10,490	-	-	25,922
他アジア	58	-	-	-	36,281	8,366	-	5,460	50,166
大洋州	-	58	-	-	7,497	124	-	-	7,680
合計	10,476	29,178	759	-	58,232	19,148	-	5,460	143

出典：「BP Statistical Review of World Energy」(BP 社、2004 年)

2004年 単位:千トン

from \ to	北米	欧州	中南米	インド	日本	韓国	中国	他アジア	合計
北米	-	-	-	-	1,226	-	-	-	1,226
欧州	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CIS	-	-	-	-	-	-	-	-	-
アフリカ	2,730	25,149	-	-	117	394	-	58	28,448
中南米	9,585	-	628	-	-	-	-	-	10,213
中東	445	3,935	-	1,920	12,994	10,249	-	-	29,543
他アジア	416	131	-	-	33,660	10,775	-	6,607	51,589
大洋州	307	-	-	-	8,176	402	-	-	8,884
合計	13,483	29,215	628	1,920	56,174	21,820	-	6,665	143

出典：「BP Statistical Review of World Energy」(BP 社、2005 年)

2005年 単位:千トン

from \ to	北米	欧州	中南米	インド	日本	韓国	中国	他アジア	合計
北米	-	-	-	-	1,343	-	-	-	1,343
欧州	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CIS	-	-	-	-	-	-	-	-	-
アフリカ	3,672	29,280	-	-	58	219	-	-	33,230
中南米	9,081	475	672	-	-	-	-	-	10,227
中東	110	4,818	-	4,292	11,936	10,454	-	117	31,726
他アジア	183	117	-	-	32,850	10,709	-	6,607	50,465
大洋州	-	58	-	117	9,527	847	-	292	10,841
合計	13,045	34,748	672	4,409	55,714	22,229	-	7,015	143

出典：「BP Statistical Review of World Energy」(BP 社、2006 年)

2006年 単位:千トン

from \ to	北米	欧州	中南米	インド	日本	韓国	中国	他アジア	合計
北米	-	-	-	-	1,256	-	-	-	1,256
欧州	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CIS	-	-	-	-	-	-	-	-	-
アフリカ	4,679	34,529	-	518	920	1,263	-	394	42,304
中南米	8,037	2,745	708	-	321	51	-	-	11,863
中東	58	4,643	-	5,198	14,534	11,738	-	117	36,288
他アジア	-	-	-	58	31,281	11,235	-	6,643	49,217
大洋州	-	-	-	58	11,446	635	730	292	13,162
合計	12,775	41,917	708	5,833	59,758	24,922	730	7,446	143

出典：「BP Statistical Review of World Energy」(BP 社、2007 年)

表 3.2-20 液化天然ガス(LNG)の貨物輸送量推計用の距離表

LNG海上荷動き推計用距離標

単位: Mile

to from		北米	欧州	中南米	インド	日本	韓国	中国	他アジア
		hali/NY/Balti/ SF	Lis. Marseille	Buanos A.	Bombay/Mu mbai/Kolkata	Kago.	Pusan	HK	Bangkok
北米	Alaska					3,039			
欧州	Stockholm	5,541	2,338		7,293	12,161	12,161		
CIS	Nakhodka					782			
アフリカ	Lagos	4,416	3,076		7,154	10,616	10,569	9,472	9,472
中南米	La Guaira	1,854	3,512	4,595	8,611	9,109	8,850		
中東	Dubayy	7,529	4,000	8,828	1,162	5,861	6,014	4,947	4,308
他アジア	Tanjyun./Balio/ Singapore	8,202	7,083		1,650	2,254	2,405	1,362	1,276
大洋州	Sydney./Dar.	6,523	10,040		5,754	2,714	2,973	3,855	4,511

出典：「平成 19 年度 世界における海事産業の変革ビジョンに関する調査研究報告書」(海洋政策研究財団、平成 20 年 3 月)

Lloyd's maritime atlas of world ports and shipping places. 23rd ed., 2005, T&F Informa UK ltd.

表 3.2-21 液化天然ガス(LNG)の貨物輸送量の推計結果(2001 年～2007 年)

年	貨物量 (百万トン)	貨物輸送量 (十億トンマイル)	貨物輸送量の 対前年増減率 (%)
2001 年	104	342	—
2002 年	109	356	4.1 %
2003 年	123	399	12.1 %
2004 年	130	419	4.9 %
2005 年	138	435	3.8 %
2006 年	154	517	19.0 %
2007 年	165	589	13.9 %

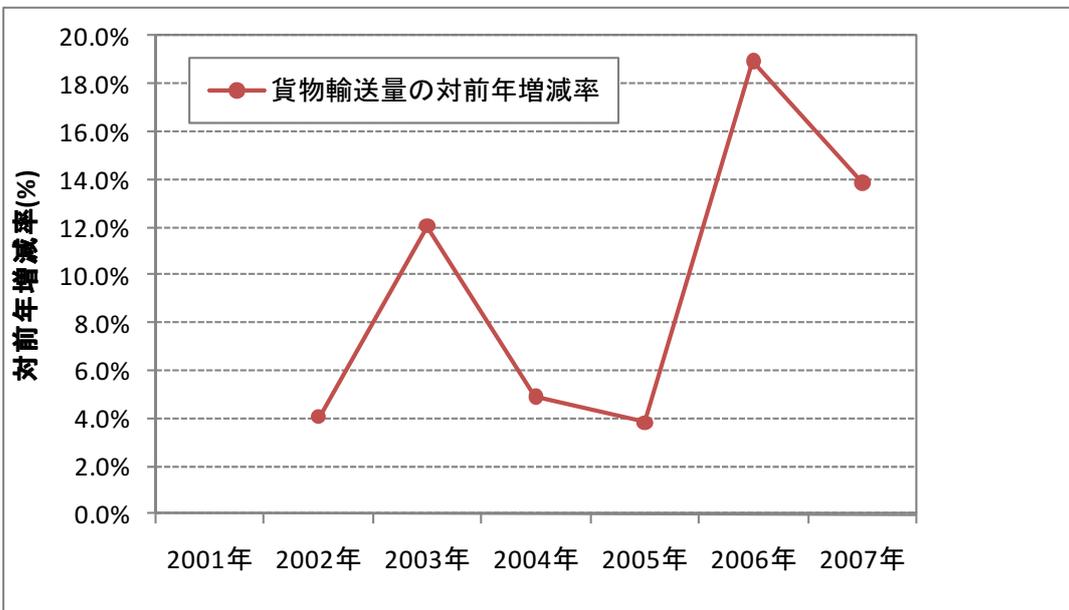
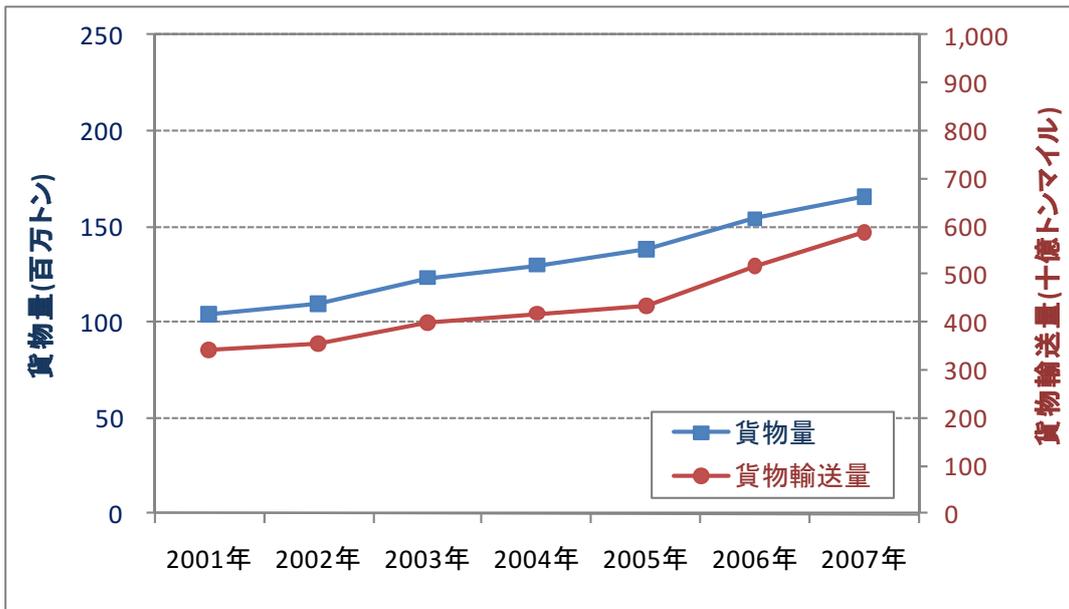


図 3.2-8 液化天然ガス(LNG)の貨物量、貨物輸送量及び対前年増減率(2001年～2007年)

(2) 統計値等による貨物輸送量の経年変化

統計値等による貨物輸送量の経年変化を表 3.2-22 に、2001 年比の変化率を表 3.2-23 に示す。ばら積み船の貨物輸送量が大きく増加しており、原油タンカーの貨物輸送量を上回っている。原油タンカーの貨物輸送量については、Fearnley Review 2008 の訂正後の値は近年横ばいで推移しているが、訂正前の値では 2006 年までゆるやかに増加している。

2001 年比の増加率では、コンテナ船の貨物量が大きく増加しており、2007 年は 2001 年の約 2 倍になっている。原油タンカーの増加割合は小さい。

表 3.2-22 統計値等ベースの貨物輸送量の経年変化(2001 年～2007 年)

船種	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年	単位
Crude Tanker	8,074,000	7,848,000	8,390,000	8,795,000	8,875,000	8,983,000	9,214,000	百万トン・mile
Crude Tanker (訂正前)	8,074,000	7,848,000	8,390,000	8,795,000	9,239,000	9,495,000	9,214,000	百万トン・mile
Products Tanker	1,345,000	1,394,000	1,460,000	1,545,000	1,652,000	1,758,000	1,870,000	百万トン・mile
LNG Tanker	342,305	356,235	399,162	418,814	434,798	517,271	588,982	百万トン・mile
Bulker	7,032,000	7,132,000	7,734,000	8,428,000	9,423,000	10,297,000	11,009,000	百万トン・mile
Container (MOL)	304,517	334,925	407,153	453,415	490,289	531,777	583,090	百万 TEU-mile
	2,131,618	2,344,475	2,850,072	3,173,908	3,432,023	3,722,436	4,081,631	百万トン・mile
Container (国総研)	403,226	439,867	503,931	567,995	630,411	692,827	773,796	百万 TEU-mile
	2,822,585	3,079,066	3,527,514	3,975,962	4,412,877	4,849,792	5,416,570	百万トン・mile

注) Container(国総研)の 2001 年、2003 年の値は前年・後年の値から補完した。

表 3.2-23 統計値等ベースの貨物輸送量の 2001 年比の変化率

船種	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年
Crude Tanker	1.000	0.972	1.039	1.089	1.099	1.113	1.141
Crude Tanker (訂正前)	1.000	0.972	1.039	1.089	1.144	1.176	1.141
Products Tanker	1.000	1.036	1.086	1.149	1.228	1.307	1.390
LNG Tanker	1.000	1.041	1.166	1.224	1.270	1.511	1.721
Bulker	1.000	1.014	1.100	1.199	1.340	1.464	1.566
Container (MOL)	1.000	1.100	1.337	1.489	1.610	1.746	1.915
Container (国総研)	1.000	1.091	1.250	1.409	1.563	1.718	1.919

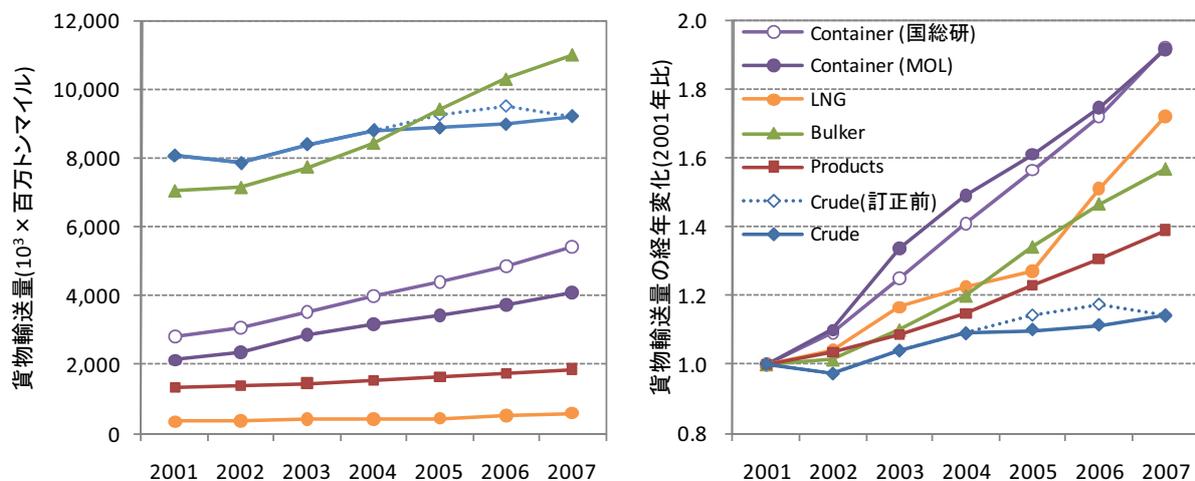


図 3.2-9 統計値等による貨物輸送量の経年変化

3.2.3 過去の貨物輸送量(トンマイル)の比較

過去の2001年から2007年について、温室効果ガスの排出量算定に用いた船舶動静データを基に推計した貨物輸送量(トンマイル)と貿易統計値等を基に推計した貨物輸送量(トンマイル)の経年変化を比較し、比例関係について検討した。なお、過去の貨物輸送量についても、比較のためDWT換算している。

(1) 原油タンカー

船舶動静ベースと統計値等ベースによる原油の貨物輸送量(トンマイル)の散布図を図3.2-10に示す。船舶動静ベースと統計値等ベースの原油タンカーの貨物輸送量の関係は、ばらつきが大きく、船舶数・載貨重量から推計した貨物輸送量では実際の貨物輸送量を把握できていない可能性がある。

また、FearnleyReview2008において、2005年と2006年の貿易統計値等が補正されたことも要因の可能性がある(p.69参照)。補正により2005年の貨物量は2004年よりも小さい値となったが、BP社による統計では2005年以降も微増が続いている。補正前の貨物輸送量との関係では、ばらつきが小さくなり、傾きがほぼ1の比例関係となっている。

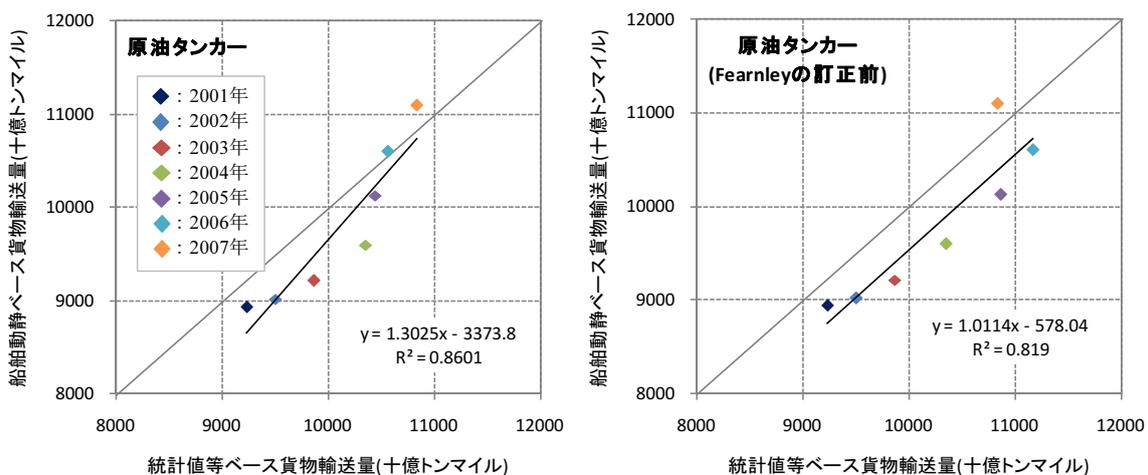


図 3.2-10 船舶動静ベースと統計値等ベースの原油の貨物輸送量の比較(2001年～2007年)

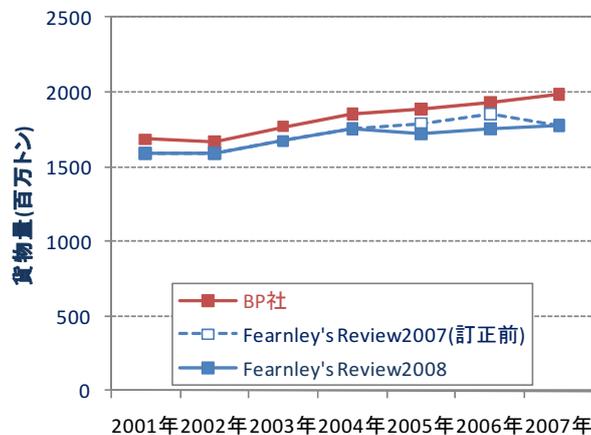


図 3.2-11 原油の貨物量の経年変化(2001年～2007年)

(2) 石油製品タンカー

船舶動静ベースと統計値等ベースによる石油製品の貨物輸送量(トンマイル)の散布図を図 3.2-12 に示す。石油製品タンカーによる貨物輸送量(トンマイル)は船舶動静ベースの推計値が過小となっている。

2001年と2002年以降で船舶動静ベースと統計値等ベースの貨物輸送量の関係が異なっており、1隻当たりの輸送距離や積載率等に変化があった可能性がある。また、船型によっては船舶数が大きく減少したことも影響している可能性がある。

船舶動静ベースの推計値が過小となっている要因として、石油製品として統計された貨物量の中に、潤滑油やアスファルトなど、ケミカルタンカーの輸送対象となっている品目も入っている可能性がある。統計値等ベースの貨物輸送量が石油製品と化学物質の全貨物輸送量と仮定して、石油製品タンカーとケミカルタンカーの船舶動静ベースの貨物輸送量と比較すると、船舶動静ベースの貨物輸送量が2倍近く過剰となるため、石油製品の統計値等ベース貨物輸送量には化学物質の貨物輸送量の一部が含まれていると考えられる。石油製品の貨物輸送量のうち、4割がケミカルタンカーで輸送された品目と仮定し、石油製品タンカーで輸送された貨物輸送量は統計値等ベースの6割と仮定すると、2002年以降では傾きがほぼ1の比例関係が見られる。

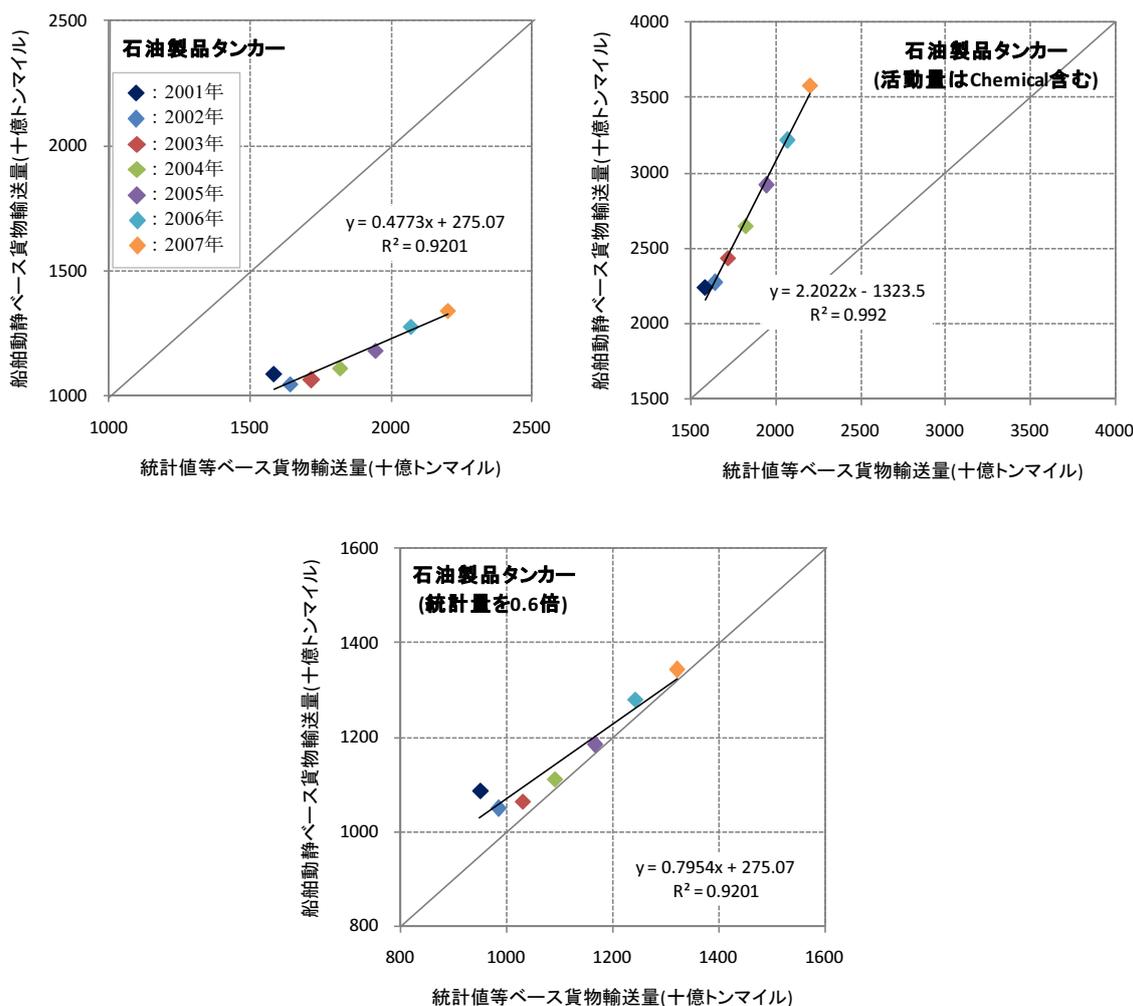


図 3.2-12 船舶動静ベースと統計値等ベースの石油製品の貨物輸送量の比較(2001年～2007年)

(3) LNG タンカー

船舶動静ベースと統計値等ベースによる LNG の貨物輸送量(トンマイル)の散布図を図 3.2-13 に示す。

2001 年から 2003 年までは船舶動静ベースと統計値等ベースの貨物輸送量は同程度であったが、2004 年以降船舶動静ベースの貨物輸送量が統計値等ベースよりも大きくなっている。船舶動静ベースの貨物輸送量算定にあたっては、2007 年の航行距離が変わらないと仮定しているが、2004 年以前では航行距離が 2007 年ほど長くなかった可能性も考えられる。なお、地域間貨物量の推移(P.73、表 3.2-19)を見ると、2004 年以降、欧州への貨物量が増加傾向を示しており、この影響で航行距離が伸びている可能性がある。

2005 年以降では、船舶動静ベースと統計値等ベースの傾きが 1 に近づいているが、船舶動静ベースの貨物輸送量がやや過大となっている。これは積載率 48%がやや高い可能性がある。積載率 48%は産地から目的地まで満載で輸送すると仮定された積載率であるが、産地で積んだ LNG を複数の港に寄って下ろしながら航行する形態もあるため、実際の平均積載率は 48%よりも小さい可能性がある。仮に積載率を 0.38%程度(0.8 倍程度)とすると、傾きがほぼ 1 の比例関係が見られる。

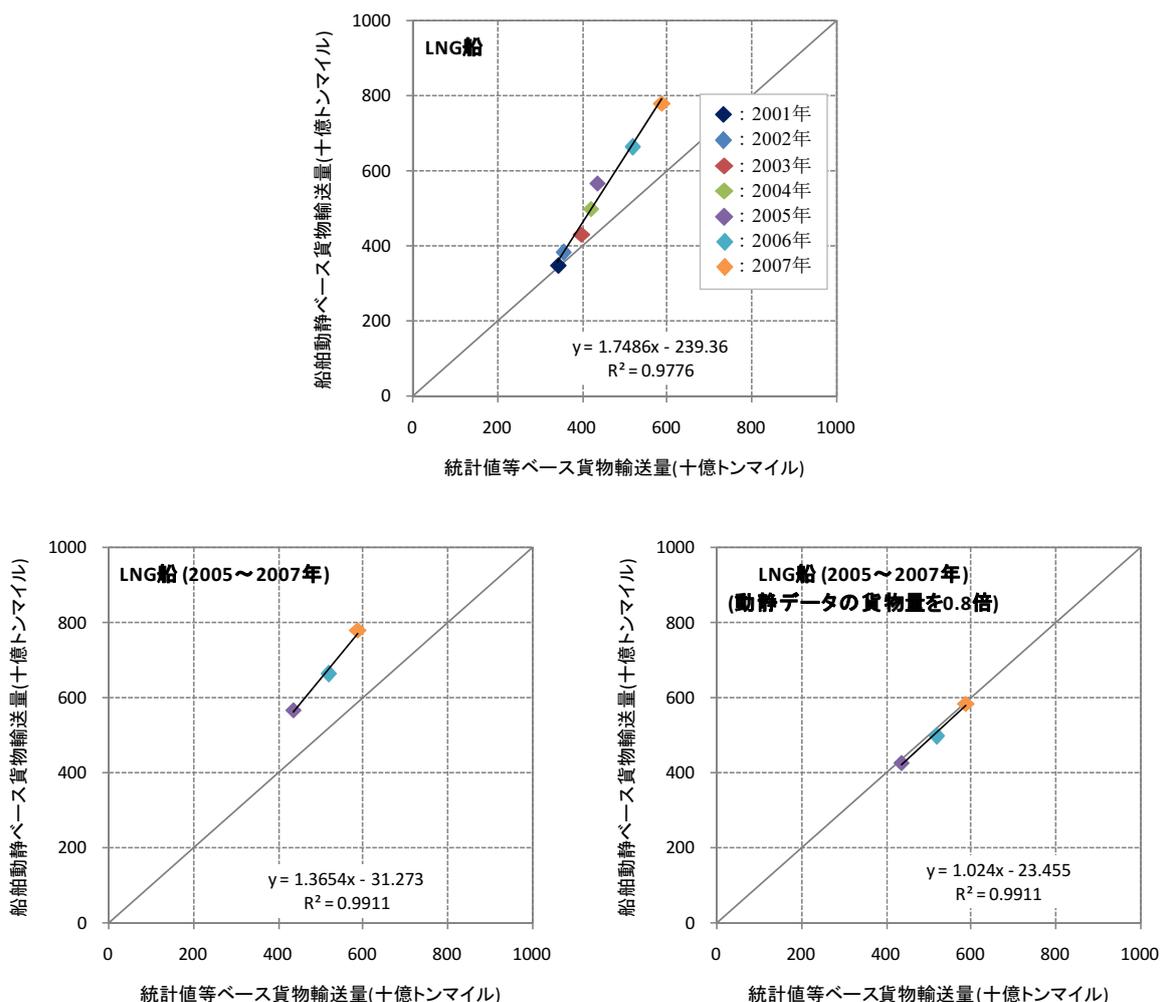


図 3.2-13 船舶動静ベースと統計値等ベースの LNG の貨物輸送量の比較(2001 年～2007 年)

(4) ばら積み船

船舶動静ベースと統計値等ベースによるばら積み船の貨物輸送量(トンマイル)の散布図を図 3.2-14 に示す。船舶動静ベースと統計値等ベースによるばら積み貨物の貨物輸送量の関係は、船舶動静ベースの貨物輸送量が約 4,000×十億トンマイルほど大きいものの、傾きがほぼ 1 の比例関係がみられた。統計値等ベースの貨物輸送量はばら積み貨物の主要品目(穀物、鉄鉱石、石炭、ボーキサイト、アルミナ、燐鉱石)のみであるため、約 4,000×十億トンマイルはその他の品目の貨物輸送量と考えられる。また、2001 年から 2007 年において、その他の品目の貨物輸送量の経年変化は小さかったと考えられる。

以上のことから、船舶数・載貨重量から推計した貨物輸送量により実際の貨物輸送量を把握できると考えられる。

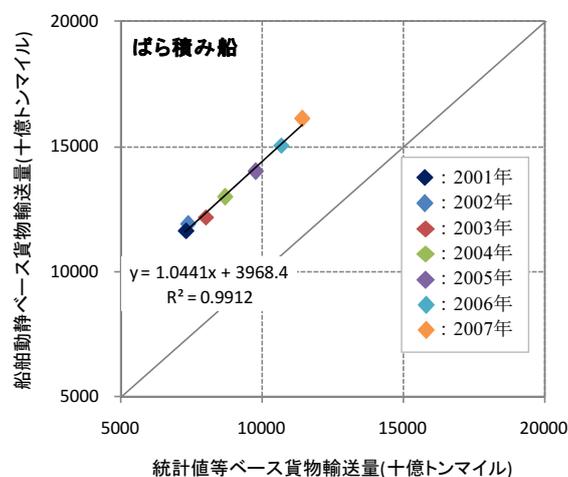
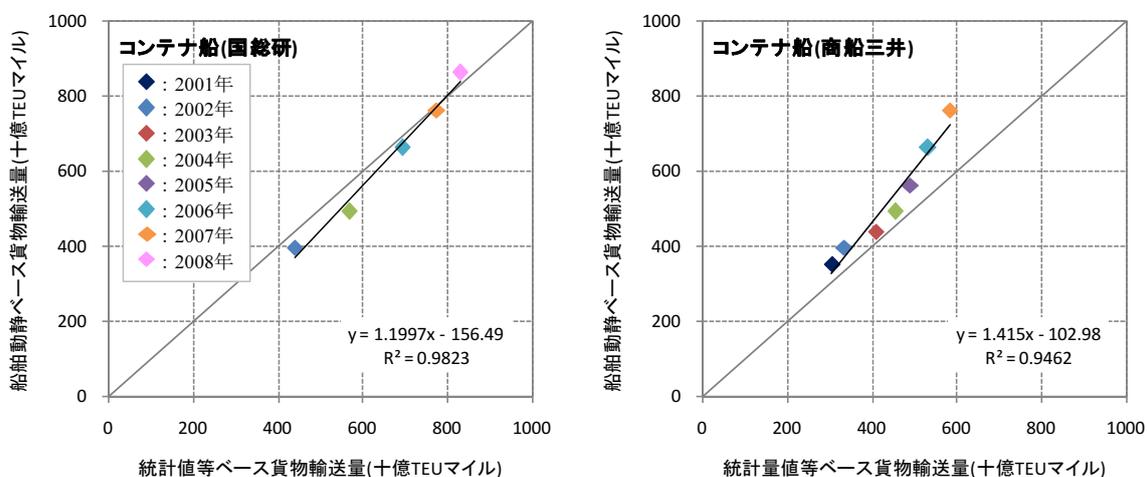


図 3.2-14 船舶動静ベースと統計値等ベースのばら積み貨物の貨物輸送量の比較(2001年～2007年)

(5) コンテナ船

船舶動静ベースと統計値等ベースによるコンテナ貨物の貨物輸送量(TEU マイル)の散布図を図 3.2-15 に示す。コンテナ貨物の貨物輸送量(TEU マイル)の関係は、フィーダーコンテナを含むコンテナ貨物輸送量(国総研)では、傾き 1 の比例関係にあり、船舶数・載貨重量から推計した貨物輸送量により実際の貨物輸送量を把握できると考えられる。なお、コンテナ貨物輸送量(国総研)は、船舶の動静データである Lloyd's データと世界各国のコンテナ取扱量を用いて、コンテナの地域間貨物量を詳細に推計した値である。

フィーダーコンテナ貨物を含まないコンテナ貨物輸送量(商船三井)との比較では、年々、船舶動静ベースの貨物輸送量が大きくなっており、近年のフィーダーコンテナ貨物の増加を反映していると考えられる。



注) 左図の 2008 年の統計値等ベース貨物輸送量は、国土技術政策総合研究所資料 港湾研究部 港湾計画研究室による地域間貨物量推計値を基に算出している。

図 3.2-15 船舶動静ベースと統計値等ベースのコンテナ貨物の貨物輸送量の経年変化の比較(2001 年～2007 年)

3.3 貨物輸送量(トンマイル)と貨物量(トン)の比較

船種によっては、貨物輸送量(トンマイル)の算定に必要な発着別貨物量(トン)の公表値がないものもある。温室効果ガス排出量は貨物輸送量(トンマイル)の経年変化とともに変動すると考えられるが、貨物量 1 トンあたりの輸送距離の経年変化がない場合には、貨物量(トン)によって温室効果ガス排出量の経年変化を推定できる可能性がある。そこで、貨物量(トン)と貨物輸送量(トンマイル)との整合性を検討した。

2001 年から 2007 年の統計値等ベースの貨物輸送量(トンマイル)と貨物量(トン)との比較を図 3.3-1 に示す。貨物量(トン)と貨物輸送量(トンマイル)とは非常によく比例しており、貨物輸送量(トンマイル)のかわりに貨物量(トン)を代用できる可能性がある。

貨物量 1 トンあたり(または 1 TEU あたり)の輸送距離を表 3.3-1 に、2001 年比の経年変化率を表 3.3-2 に示す。石油製品タンカーを除いて、±3%以内となっている。石油タンカーの 2001 年比の貨物量 1 トンあたり(または 1 TEU あたり)の輸送距離は 7 %との増加割合が大きい。図 3.2-12 を見ると 2001 年が特異的に石油製品タンカーの貨物輸送量が小さい年であったと考えられる。2002 年比では石油製品タンカーの増減は±1 %となる。

以上のことから、貨物量(トン)を用いて温室効果ガス排出量を推定する場合には、貨物輸送量(トンマイル)を用いた算定結果より±3 %程度の誤差を生じることが想定されるため、貨物輸送量(トンマイル)が入手可能なら貨物輸送量(トンマイル)を用いるべきであるが、一次推計値としては貨物量(トン)を適用できると考えられる。

表 3.3-1 貨物量 1 トンあたり(または 1 TEU あたり)の輸送距離(mile)の経年変化

船種	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年
原油タンカー	5071.6	4942.1	5013.7	5014.0	5159.9	5115.6	5191.0
原油タンカー(訂正前)	5071.6	4942.1	5013.7	5014.0	5178.8	5129.7	5191.0
石油製品タンカー	3164.7	3367.1	3318.2	3351.4	3337.4	3348.6	3381.6
LNGタンカー	3280.2	3253.5	3238.6	3224.0	3154.6	3357.0	3563.6
ばら積み船	5113.9	4968.2	5079.0	5137.8	5145.5	5202.1	5221.7
コンテナ船(国総研)	—	4593.6	—	4645.5	—	4724.5	4683.3

表 3.3-2 貨物量 1 トンあたり(または 1 TEU あたり)の輸送距離の変化率(2001 年比)

船種	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	備考
原油タンカー	100%	97%	99%	99%	102%	101%	102%	
原油タンカー(訂正前)	100%	97%	99%	99%	102%	101%	102%	
石油製品タンカー	100%	106%	105%	106%	105%	106%	107%	
	—	100%	99%	100%	99%	99%	100%	2002年比
LNGタンカー	100%	99%	99%	98%	96%	102%	109%	
ばら積み船	100%	97%	99%	100%	101%	102%	102%	
コンテナ船(国総研)	—	100%	—	101%	—	103%	102%	2002年比

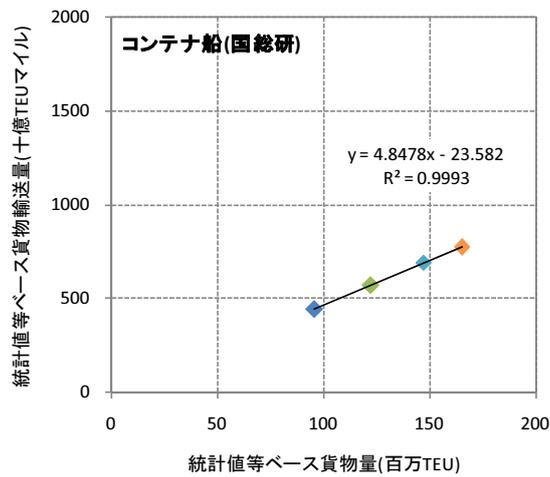
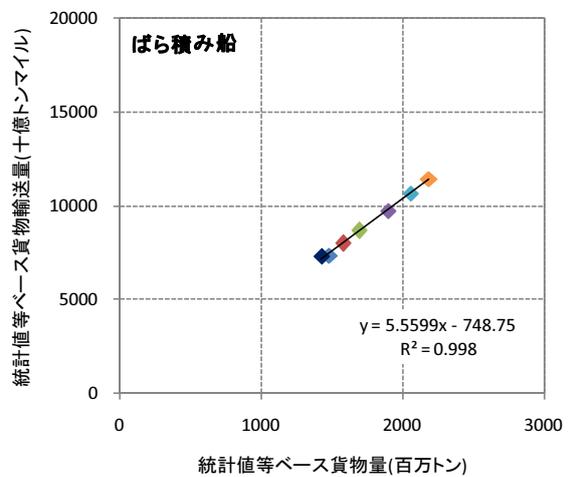
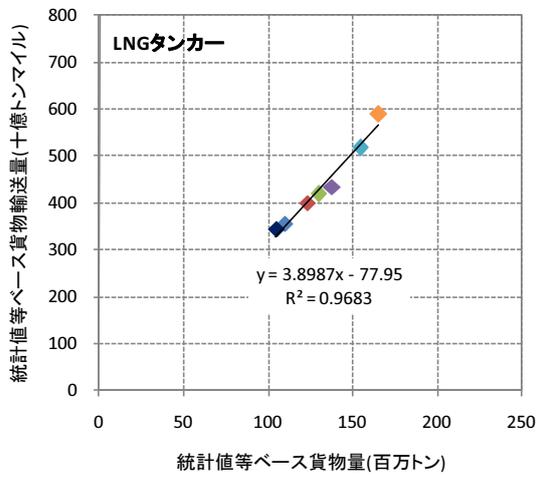
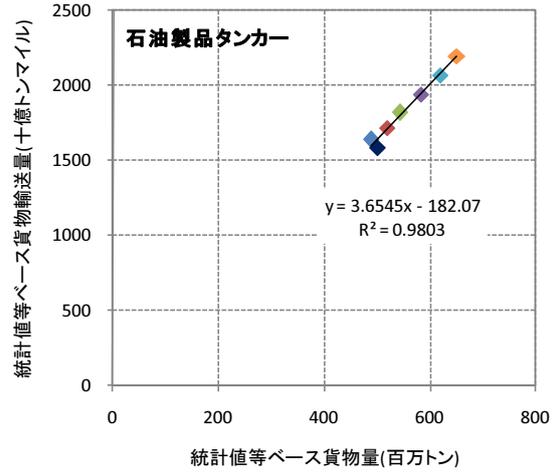
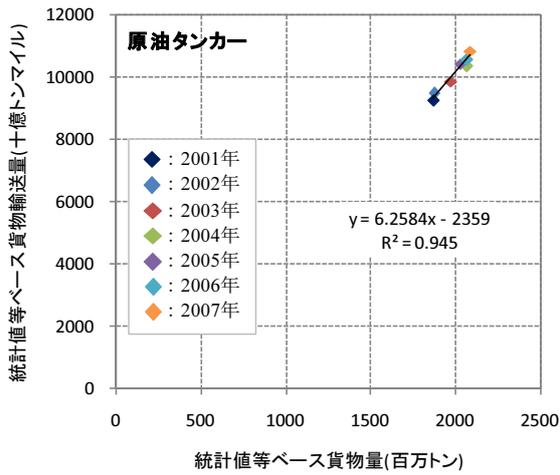


図 3.3-1 統計値等ベースの貨物量と貨物輸送量の比較(2001年～2007年)

3.4 運航パラメータの信頼性の再評価

主機エンジンの稼働日数、航海速力、AIS 観測点間の距離などを用いて算定した貨物輸送量(トンマイル)と統計値等による貨物輸送量(トンマイル)を比較した結果、両者は非常によく一致していた。算定に用いた運航パラメータの精度は、Second IMO GHG Study 2009 では信頼度中と判断されていたが、今回の結果を考慮すると信頼度は高いと考えられる。

主機エンジンの燃料消費率は、Second IMO GHG Study 2009 では実測による測定値を基に専門家によって検討された値が設定されており、信頼度「高」と判断されていた。しかし、IMO において EEDI(Energy Efficiency Design Index)のリファレンスカーブ作成の際には Second IMO GHG Study 2009 とは異なる燃料消費率(主機エンジンで 190 g/kW·h、補機エンジンで 215 g/kw·h)が採用されているため、信頼度「中」と判断した。

4. UNFCCC に対応する報告の枠組みの検討

4.1 年次報告用の排出量算定方法の検討

Second IMO GHG Study 2009 では、1 隻ごとの移動実績をもとに推計した船種船型別の平均活動量(航行日数、航行速度等)を用いて GHG 排出量を算定しているため、その精度は高いものの、毎年行う算定方法としては作業量が膨大である。そのため、「II. 2. 今後変動する運航パラメータの整理」及び「II. 3. 排出総量を検証しうる活動総量の検討」の整理検討結果を踏まえ、国際海運からの GHG 排出量を効率的に把握する方法を検討した。

さらに、UNFCCC に対応する年次報告における GHG 排出量算定マニュアル(またはガイドライン)の基礎資料を作成した。

4.1.1 燃焼系排出量の算定方法

船舶からの GHG 排出量は燃料消費量に排出係数を乗じて算定される。燃料消費量は船舶の活動量に依存し、活動量は貨物輸送量によって代表されることが、前章より確認できた。貨物輸送量は貿易統計書などの統計資料により算定が可能であるが、船種船型別の船舶数や積載量の経年変化から類推することも可能である。船舶数・積載量については、Lloyd's Register・Fairplay (IHS Fairplay)のデータベースにおいて、すべての船舶が登録されている。

以上のことを踏まえ、以下の手順により、効率的な算定が可能であると考ええる。

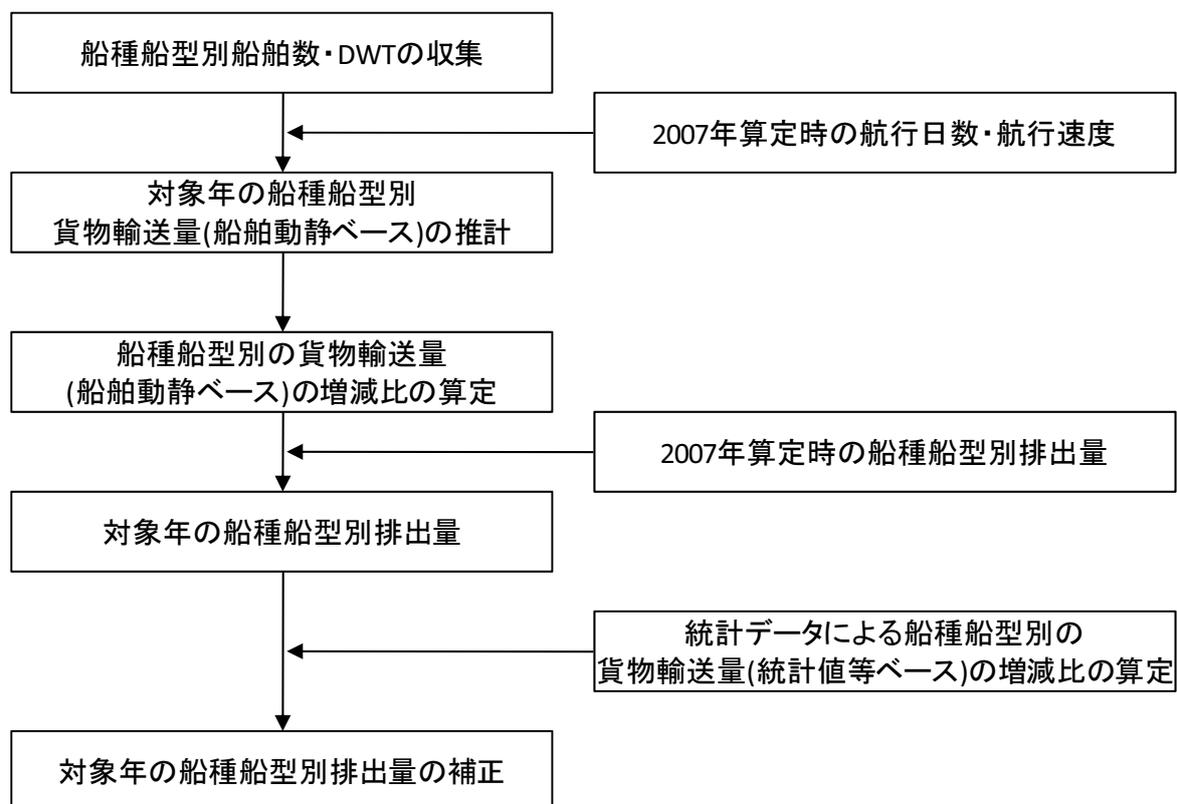


図 4.1-1 算定フロー図

(1) 算定式

全船舶の温室効果ガス排出量の算定式は以下に示すとおりである。なお、次式は 2008 年を対象とした式を表している。

$$Q(2008)_{GHG} = \sum_i \sum_j Q(2007)_{GHG,i,j} \times R1_{i,j} \times R2_i$$

$Q(X)_{GHG}$: X 年における全船舶の温室効果ガス排出量(kg-GHG/年)

$R1_{i,j}$: 船種 i 船型 j の船舶動静ベースの貨物輸送量の増減比

$$R1_{i,j} = \frac{N(2008)_{i,j} \times W(2008)_{i,j} \times a_{i,j} \times L_{i,j}}{N(2007)_{i,j} \times W(2007)_{i,j} \times a_{i,j} \times L_{i,j}} = \frac{N(2008)_{i,j} \times W(2008)_{i,j}}{N(2007)_{i,j} \times W(2007)_{i,j}}$$

$N(X)_{i,j}$: X 年における船種 i 船型 j の船舶数(隻)

$W(X)_{i,j}$: X 年における船種 i 船型 j の載貨重量(DWT)

$a_{i,j}$: 船種 i 船型 j の平均積載率(%)

$L_{i,j}$: 船種 i 船型 j の輸送距離(mile)

$R2_i$: 船種 i の統計値基準の貨物輸送量による補正

$$R2_i = \left(\frac{Ts(2008)_i}{Ts(2007)_i} \right) \left/ \left(\frac{Ta(2008)_i}{Ta(2007)_i} \right) \right.$$

$Ta(X)_i$: X 年における船種 i の活動量ベースの貨物輸送量(tonne-mile)

$Ts(X)_i$: X 年における船種 i の統計値等ベースの貨物輸送量(tonne-mile)

統計値基準の貨物輸送量と船舶動静ベースの貨物輸送量の関係から、船種によって、以下の貨物輸送量を用いる。

原油タンカー : [統計値等ベースの貨物輸送量]を使用

石油製品タンカー : [統計値等ベースの貨物輸送量]×0.6

LNG タンカー : [統計値等ベースの貨物輸送量]を使用

ばら積み船 : [統計値等ベースの貨物輸送量]+4,000×10⁹ tonne-mile

コンテナ船 : [統計値等ベースの貨物輸送量]を使用

その他船舶 : [統計値等ベースの貨物量(ton)]を使用

国際海運による温室効果ガス排出量は、上式で求めた全船舶の排出量から漁船等(Misc)を除いた排出量に対し、表 4.1-1 に示す 2007 年における国際海運の排出量の割合を乗じて求める。

表 4.1-1 全船舶(漁船等を除く)に対する国際海運の割合

項目	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	NM VOC	CO	SO ₂	PM
割合	89.35%	89.12%	89.12%	89.39%	89.39%	93.42%	93.54%	89.65%

(2) 排出係数

2007年の燃焼系排出量算定に用いる排出係数は、表 4.1-2 に示すとおりである。S&O(2009)¹¹ で用いられた排出係数とし、算定対象年においても排出係数は変化しないものと仮定した。

表 4.1-2 現況の排出係数(CO₂)

項目	排出係数 [kg/tonne fuel]		出典
	HFO (S分 2.7%)	MDO (S分 0.5%)	
CO ₂	3,130	3,190	IPCC2006

(3) 船舶動静ベースの貨物輸送量の増減比の推計

Lloyd's Register・Fairplayの「World Fleet Statistics」による算定対象年の船舶動静データを収集し、2007年算定時の航行日数・航行速度は変化しないと仮定して、算定対象年における船舶動静ベースの貨物輸送量の増減比を推計する。

「World Fleet Statistics」の船種区分は「Second IMO GHG Study 2009」と異なるため、船種区分を対応させる必要がある。「Second IMO GHG Study 2009」の船種区分に対応する「World Fleet Statistics」の船種区分の対応表を表 4.1-3 に示す。2007年における船種区分の対応結果を参考に示している。貨物輸送量の増減比の推計結果は表 4.1-4 に示すとおりである。

¹¹ S&O(2009)：平成 20 年度船舶からの温室効果ガス及び大気汚染物質の世界的な排出量算定調査報告書，平成 21 年 2 月，海洋政策研究財団

表 4.1-3 船種区分の対応表

船種区分			(参考)		
2nd IMO GHG Study	World Fleet Statistics (Lloyd's Register - Fairplay)	船型別 データの 有無	船舶数(2007年)		比
			2nd IMO GHG Study	LRF	LRF/IMO
01 Crude	CRUDE OIL TANKER	○	2,037	2,080	102%
02 Products	OIL PRODUCTS TANKER	○	5,271	4,830	92%
03 Chemical	CHEMICAL	○	3,894	3,793	97%
04 LPG	LPG TANKER	○	1,081	1,095	101%
05 LNG	LNG TANKER	○	243	253	104%
06 Other tanker	Other Liquids	-	402	260	65%
	Bulk Dry/Oil	-			
07 Bulker	BULK DRY	○	7,391	6,064	82%
08 General cargo	GENERAL CARGO	○	17,007	16,872	99%
09 Other dry (Reefer)	REFRIGERATED CARGO	-	1,239	1,236	100%
09 Other dry (Special)	OTHER DRY CARGO	-	228	214	94%
10 Container	CONTAINER	○	4,138	4,278	103%
11 Vehicle	RO-RO CARGO	△	735	2,416	101%
12 Roro		(DWTのみ)	1,711		
13 Ferry	PASSENGER SHIP	×	3,092	3,031	98%
13 Ferry (RoPax)	PASSENGER/RO-RO CARGO	×	3,321	3,175	96%
	PASSENGER/GENERAL CARGO	×			
14 Cruise	PASSENGER (CRUISE)	○	499	485	97%
15 Yacht	-	-	1,051		
16 Offshore (Crew/Supply)	OFFSHORE SUPPLY	-	4,565	4,200	92%
16 Offshore (Platform Supply)					
16 Offshore (Offshore Tug/Supply)					
16 Offshore (Anchor Handling Tug Supply)					
16 Offshore (Support/safety)					
16 Offshore (Pipe)	OTHER OFFSHORE	-	519	665	128%
16 Offshore (FPSO, drill)					
17 Service (Research)	RESEARCH	-	895	891	100%
17 Service (Tug)	TOWING/PUSHING	-	12,330	11,958	97%
17 Service (Dredging)	DREDGING	-	1,206	1,140	95%
17 Service (SAR & Patrol)	OTHER ACTIVITIES	-	2,871	3,303	115%
17 Service (Workboats)					
17 Service (Other)					
18 Misc (Fishing)	FISH CATCHING	-	22,558	22,532	100%
18 Misc (Trawlers)					
18 Misc (Other Fishing)	OTHER FISHING	-	1,291	1,277	99%
18 Misc (Other)	-	-	667		

注) 船型別データの有無は以下のとおり

- : Second IMO GHG Study 2009 の船型区分に対応した World Fleet Statistics の船型区分がある
- △ : Second IMO GHG Study 2009 の船型区分と異なるが、World Fleet Statistics の船型区分がある
- × : Second IMO GHG Study 2009 で船型区分があるが、World Fleet Statistics に船型区分がない。
- : Second IMO GHG Study 2009 で船型区分がない。

表 4.1-4(1) 船舶動静ベースの貨物輸送量の増減比の推計

カテゴリー	大きさ	貨物輸送量算定に用いたデータ						Lloyd's Register Fairplay のデータ						貨物輸送量の増減比		載貨重量の単位	
		載貨重量の平均 [DWT/隻]	年平均積載率 [%]	平均速度 [knots]	船舶数 [隻]	2007年		2008年		2009年		(2008年/2007年)	(2009年/2008年)				
						船舶数 [隻]	載貨重量の平均 [DWT/隻] or [GT]	船舶数 [隻]	載貨重量の平均 [DWT/隻]	船舶数 [隻]	載貨重量の平均 [DWT/隻]			船舶数 [隻]	載貨重量の平均 [DWT/隻]		船舶数 [隻]
01 Crude Tanker	A 200,000+ DWT	295,237	48	15.4	494	514	293,748	150,986,494	523	296,942	155,300,652	548	299,555	164,156,352	1.03	1.06	DWT
	B 120 -199,999 DWT	151,734	48	15	353	353	152,763	53,925,354	348	153,291	53,345,348	380	154,393	58,669,500	0.99	1.10	DWT
	C 80 -119,999 DWT	103,403	48	14.7	651	673	103,572	69,703,924	695	104,558	72,667,840	746	105,689	78,844,160	1.04	1.08	DWT
	D 60 -79,999 DWT	66,261	48	14.6	180	177	68,417	12,109,775	180	69,081	12,434,643	187	69,524	13,001,013	1.03	1.05	DWT
	E 10 -59,999 DWT	38,631	48	14.5	245	247	39,588	9,778,227	239	40,034	9,568,217	234	40,511	9,479,532	0.98	0.99	DWT
	F -9,999 DWT	3,668	48	12.1	114	116	3,404	394,809	120	3,485	418,193	122	3,359	409,756	1.06	0.98	DWT
02 Products Tanker	A 60,000+ DWT	101,000	55	15.3	198	237	82,173	19,474,983	265	82,976	21,988,657	287	83,710	24,024,816	1.13	1.09	DWT
	B 20 -59,999 DWT	40,000	55	14.8	456	467	39,484	18,438,944	461	40,460	18,651,999	477	41,180	19,643,039	1.01	1.05	DWT
	C 10 -19,999 DWT	15,000	50	14.1	193	194	15,018	2,913,469	187	14,765	2,761,114	179	14,626	2,618,018	0.95	0.95	DWT
	D 5 -9,999 DWT	7,000	45	12.8	466	457	6,516	2,977,976	466	6,557	3,055,443	506	6,546	3,312,309	1.03	1.08	DWT
	E -4,999 DWT	1,800	45	11	3,959	3,475	1,705	5,924,932	3,430	1,723	5,909,302	3,465	1,719	5,956,858	1.00	1.01	DWT
	A 20,000+ DWT	32,200	64	14.7	1,010	1,044	40,331	42,105,453	1,192	40,865	48,711,069	1,304	41,582	54,222,442	1.16	1.11	DWT
03 Chemical Tanker	B 10 -19,999 DWT	15,000	64	14.5	584	632	14,910	9,422,986	789	14,920	11,771,498	912	14,974	13,656,216	1.25	1.10	DWT
	C 5 -9,999 DWT	7,000	64	14.5	642	643	7,339	4,718,973	740	7,321	5,417,306	812	7,318	5,942,514	1.15	1.10	DWT
	D -4,999 DWT	1,800	64	14.5	1,659	1,474	1,981	2,920,043	1,491	2,006	2,991,594	1,529	2,014	3,079,874	1.02	1.03	DWT
	A 50,000+ cbm	46,656	48	16.6	138	138	74,888	10,334,600	159	75,941	12,074,658	160	76,619	12,259,022	1.17	1.02	m ³
04 LPG Tnaker	B -49,999 cbm	3,120	48	14	943	957	5,988	5,730,573	991	6,172	6,116,340	1,013	6,402	6,484,995	1.07	1.06	m ³
	A 200,000+ cbm	97,520	48	19.6	4	4	212,071	848,285	25	222,625	5,565,627	41	224,706	9,212,928	6.56	1.66	m ³
05 LNG Tanker	B -199,999 cbm	62,100	48	19.6	239	249	124,571	31,018,230	276	127,598	35,217,019	298	128,990	38,439,013	1.14	1.09	m ³
	B Other				402	260	10,088	2,622,956	260	9,774	2,541,204	254	8,468	2,150,862	0.97	0.85	GT
07 Bulker	A 200,000+ DWT	227,000	50	14.4	119	103	225,876	23,565,197	140	232,578	32,560,937	173	239,764	41,479,132	1.40	1.27	DWT
	B 100 -199,999 DWT	163,000	50	14.4	686	676	163,545	110,556,458	706	163,657	115,541,582	799	164,913	131,765,832	1.05	1.14	DWT
	C 60 -99,999 DWT	74,000	55	14.4	1,513	1,466	73,179	107,280,104	1,529	73,781	112,811,430	1,593	74,371	118,473,208	1.05	1.05	DWT
	D 35 -59,999 DWT	45,000	55	14.4	1,864	1,730	45,875	79,363,354	1,806	46,454	83,895,620	1,942	47,261	91,779,904	1.06	1.09	DWT
	E 10 -34,999 DWT	26,000	55	14.3	2,090	1,914	25,329	48,479,368	1,934	25,395	49,114,793	1,917	25,619	49,110,975	1.01	1.00	DWT
	F -9,999 DWT	2,400	60	11	1,120	175	5,254	919,405	191	5,466	1,043,913	212	5,596	1,186,317	1.14	1.14	DWT
08 General cargo	A 10,000+ DWT	15,000	60	15.4	674	1,871	20,271	37,927,057	1,919	20,253	38,865,901	1,890	20,311	38,388,390	1.02	0.99	DWT
	B 5,000-9,999 DWT	6,957	60	13.4	1,528	2,616	6,951	18,183,646	2,738	6,969	19,080,050	2,786	6,975	19,431,288	1.05	1.02	DWT
	C -4,999 DWT	2,545	60	11.7	11,006	12,385	1,792	22,198,805	12,345	1,820	22,471,636	12,169	1,826	22,215,066	1.01	0.99	DWT
	D 10,000+ DWT, 100+ TEU	18,000	60	15.4	1,225										1.02	0.99	DWT
	E 5,000-9,999 DWT, 100+ TEU	7,000	60	13.4	1,089										1.05	1.02	DWT
	F -4,999 DWT, 100+ TEU	4,000	60	11.7	1,486										1.01	0.99	DWT
09 Other dry	A Reefer	6,400	50	20	1,239	1,236	5,403	6,677,785	1,210	5,335	6,454,779	1,193	5,323	6,350,384	0.97	0.98	DWT
	C Special				228	214	11,532	2,467,830	226	12,750	2,881,528	229	13,003	2,977,775	1.17	1.03	GT
	A 8,000+ TEU	68,600	70	25.1	118	118	9,800	1,151,500	188	8,891	1,671,458	220	9,042	1,989,152	1.45	1.19	TEU
10 Container	B 5 -7,999 TEU	40,355	70	25.3	417	417	5,765	2,404,005	494	6,000	2,961,600	551	6,000	3,303,780	1.23	1.12	TEU
	C 3 -4,999 TEU	28,784	70	23.3	711	711	4,112	2,923,632	787	4,000	3,148,520	821	4,000	3,285,560	1.08	1.04	TEU
	D 2 -2,999 TEU	16,800	70	20.9	667	667	2,400	1,600,800	747	2,500	1,868,175	719	2,500	1,797,450	1.17	0.96	TEU
	E 1 -1,999 TEU	7,000	70	19	1,115	1,115	1,000	1,115,000	1,250	1,415	1,768,600	1,243	1,415	1,759,340	1.59	0.99	TEU
	F -999 TEU	3,500	70	17	1,110	1,110	500	555,000	1,175	593	697,352	1,150	593	681,489	1.26	0.98	TEU

表 4.1-4(2) 船舶動静ベースの船舶船型別貨物輸送量の推計

カテゴリー	大きさ	貨物輸送量算定に用いたデータ						Lloyd's Register Fairplay のデータ						貨物輸送量の増減比R1		載貨重量の単位
		載貨重量の平均 [DWT]/隻	年平均稼働率 [%]	平均速度 [knots]	船舶数 [隻]	2007年		2008年		2009年		(2008年/2007年)	(2009年/2008年)			
						船舶数 [隻]	載貨重量の平均 [DWT]/隻	載貨重量の平均 [DWT]/隻	船舶数 [隻]	載貨重量の平均 [DWT]/隻	船舶数 [隻]			載貨重量の平均 [DWT]/隻	船舶数 [隻]	
11 Vehicle	A 4,000+ CEU	7,908	70	19.4	398							1.09	0.99	GT		
	B -3,999 CEU	2,808	70	17.7	337							1.09	0.99	GT		
	A 2,000+ LM	5,154	70	19.4	194	2,416	15,762	38,079,947	2,489	16,727	41,634,505	2,505	16,490	41,308,301	GT	
12 RoRo	B -1,999 LM	1,432	70	13.2	1,517							1.09	0.99	GT		
	A Pax Only, <25kn				984	3,031	500	1,515,551	3,035	494	1,498,867	3,127	500	1,564,823	GT	
	B Pax Only, <25kn				2,108										GT	
13 Ferry	C RoPax, <25kn+				177	3,175	5,312	16,866,435	3,203	5,411	17,330,416	3,225	5,470	17,641,355	GT	
	D RoPax, <25kn				3,144										GT	
	A 100,000+ GT				24	28	119,041	3,333,146	34	120,312	4,090,612	39	123,556	4,818,692	GT	
14 Cruise	B 60-99,999 GT				69	73	79,541	5,806,502	76	79,691	6,056,479	79	79,509	6,281,217	GT	
	C 10-59,999 GT				130	127	29,559	3,753,964	126	29,790	3,753,535	120	30,167	3,620,079	GT	
	D 2-9,999 GT				74	79	5,068	400,358	77	5,064	389,955	77	5,126	394,682	GT	
15 Yacht	E -1,999 GT				202	178	600	106,782	193	597	115,290	198	603	119,331	GT	
	Yacht				1,051										GT	
	A Crew/Supply Vessel				607										GT	
16 Offshore	B Platform Supply Ship				1,733										GT	
	C Offshore Tug/Supply Ship				550	4,200	1,105	4,642,841	4,545	1,151	5,231,895	5,079	1,206	6,125,510	GT	
	D Anchor Handling Tug/Supply				1,190										GT	
17 Service	E Support/safety				487										GT	
	F Pipe (various)				246	665	14,806	9,845,687	728	15,158	11,035,089	810	15,116	12,243,794	GT	
	G FPSO, drill				273										GT	
18 Misc	A Research				895										GT	
	B Tug				12,330	11,958	282	3,377,473	12,492	285	3,562,634	13,232	283	3,740,026	GT	
	C Dredging				1,206	1,140	2,289	2,609,498	1,151	2,339	2,692,508	1,153	2,464	2,841,239	GT	
18 Misc	D SAR & Patrol				992										GT	
	E Workboats				1,067	3,303	1,270	4,193,489	3,368	1,258	4,235,429	3,499	1,259	4,405,394	GT	
	F Other				813										GT	
18 Misc	A Fishing				12,849	22,552	438	9,858,802	22,358	437	9,760,738	22,280	436	9,717,935	GT	
	B Trawlers				9,709										GT	
	C Other fishing				1,291	1,277	1,294	1,652,199	1,258	1,238	1,557,802	1,267	1,047	1,326,217	GT	
	E Other				667									GT		

注) 貨物輸送量の増減比 R1 の斜体のカテゴリーについては以下のとおり

General Cargo : 大きさの区分 D,E,F の増減比は、それぞれ大きさの区分 A,B,C の増減比を使用。

Vehicle, RoRo : すべて同じ増減比を使用。

Ferry : 区分 A,B は PASSENGER SHIP の増減比、区分 C,D は PASSENGER/RO-RO CARGO と PASSENGER/GENERAL CARGO の増減比を使用。

Yacht : 増減しないと仮定(船舶数等のデータがない)

Offshore : 区分 A~E は OFFSHORE SUPPLY の増減比、区分 F,G は OTHER OFFSHORE の増減比を使用。

Service : 区分 D~F は OTHER ACTIVITIES の増減比を使用。

Misc : 区分 A,B は FISH CATCHING の増減比を使用。区分 E は増減しないと仮定(船舶数等のデータがない)

(4) 貨物輸送量の統計データによる補正

2001年から2007年までの船舶数、載貨重量の増減から算定した貨物輸送量は、実際の貨物輸送量(統計値)と比較的よい相関を示していたが、今後の経済状況の変化等により、実際の貨物輸送量が船舶数・載貨重量の変化と一致しない場合が起こり得る。貨物輸送量の統計値がある船種については、船舶数・載貨重量から算定した貨物輸送量と大きな解離がないか確認し、必要であれば貨物輸送量の統計値による補正が必要である。

4 船種について、船舶動静ベースと統計値等ベースの貨物輸送量とその増減比を表 4.1-5 に示す。原油タンカーでは、船舶動静ベースでは1.047の増減比であったが、統計値等ベースでは1.026の増減比であった。この場合には、船舶動静ベースで算定した温室効果ガス排出量はやや過大に算定している可能性があるため、「船舶動静ベースの増減比」と「統計値等ベースの増減比」から補正係数 R2 を求め、温室効果ガス排出量の算定に用いる必要がある。

貨物量及び貨物輸送量の統計資料は表 4.1-6 に示すものがある。

表 4.1-5 統計データによる補正

船種	基準	貨物輸送量 十億トンマイル or 十億 TEU マイル		増減比	統計値による 補正係数(R2)
		2006年	2007年		
		01 Crude Tanker	船舶動静ベース 統計値等ベース		
02 Products Tanker	船舶動静ベース 統計値等ベース	1,279 1,241	1,343 1,320	1.050 1.064	1.013
05 LNG Tanker	船舶動静ベース 統計値等ベース	664 517	779 589	1.174 1.139	0.970
07 Bulker	船舶動静ベース 統計値等ベース	15,050 14,675	16,087 15,416	1.069 1.051	0.983
10 Container	船舶動静ベース 統計値等ベース	664 693	762 774	1.148 1.117	0.973

注) 2008年の統計値は未入手であり算定式の補正係数 R2(2008年/2007年)は求められないため、便宜上、R2(2007年/2006年)を求めた。

表 4.1-6 貨物量及び貨物輸送量の統計資料

No	船種	統計データ(参考)	2008年データの出版年月
1	Crude Tanker	<ul style="list-style-type: none"> • Fearnleys Annual Review (Crude Tanker) • Fearnleys Oil and Tanker Market Quarterly • BP Statistical Review of World Energy(Crude + Product) 	2010/01 2010/01 2009/06
2	Products Tanker	<ul style="list-style-type: none"> • Fearnleys Annual Review (Product Tanker) • Fearnleys Oil and Tanker Market Quarterly 	2010/01 2010/01
3	Chemical Tanker	<ul style="list-style-type: none"> • Drewry Shipping Insight (Chemical) • MSI SPECIALIST SECTOR REPORTS - Chemical Tankers 	
4	LPG Tanker	<ul style="list-style-type: none"> • MSI SPECIALIST SECTOR REPORTS - LPG Carriers • World LP Gas Association, Statistical Review of Global LP Gas 	
5	LNG Tanker	<ul style="list-style-type: none"> • BP Statistical Review of World Energy • LNG Shipping Market Annual Review and Forecast 	2009/06
6	Other Tanker		
7	Bulker	<ul style="list-style-type: none"> • Fearnleys Annual Review (Iron, Coal, Grain, Bauxite, Alumina, Phosphate rock) 	2010/01
8	General cargo	<ul style="list-style-type: none"> • Clarksons Shipping Review & Outlook 	
9	Other dry	<ul style="list-style-type: none"> • Drewry Reefer Shipping Market Annual Review and Forecast • Drewry Annual Multipurpose (MPP) Vessels Market Review and Forecast • Clarksons Shipping Review & Outlook 	
10	Container	<ul style="list-style-type: none"> • 国総研 世界のコンテナ船動静及びコンテナ流動分析 • Drewry Container Market Annual Review and Forecast 	2010/07 予定 2009/10
11	Vehicle	<ul style="list-style-type: none"> • Hesnes Shipping As “The Car Carrier Market “ • MSI SPECIALIST SECTOR REPORTS - Pure Car Carriers 	
12	Roro	<ul style="list-style-type: none"> • Clarksons Shipping Review & Outlook 	
13	Ferry	<ul style="list-style-type: none"> • Ship Pass statistics Ferry 	
14	Cruise	<ul style="list-style-type: none"> • Cruise Industry News Annual • Clarksons Shipping Review & Outlook 	

(5) 算定結果

2008年及び2009年のCO₂排出量の算定結果は表 4.1-7 に示すとおりである。2007年に対して、2008年で9%、2009年で14%の増加と算定された。

表 4.1-7(1) CO₂ 排出量の算定結果

カテゴリー	大きさ	2007年				2008年				2009年			
		補正1		補正2		補正1		補正2		補正1		補正2	
		温室効果ガスの 排出量(2007年) [1000 ton]	総載貨重量の 増減比 R1 (2008年/2007年)	温室効果ガスの 排出量(2008年) [1000 ton]	統計値による 補正 R2	温室効果ガスの 排出量(2008年) [1000 ton]	総載貨重量の 増減比 R1 (2009年/2008年)	温室効果ガスの 排出量(2009年) [1000 ton]	統計値による 補正 R2	温室効果ガスの 排出量(2009年) [1000 ton]	総載貨重量の 増減比 R1 (2009年/2008年)	温室効果ガスの 排出量(2009年) [1000 ton]	統計値による 補正 R2
01 Crude Tanker	A 200,000+ DWT	37,512	1.03	38,584	0.98	37,802	1.06	39,957	0.98	39,147			
	B 120-199,999 DWT	20,799	0.99	20,576	0.98	20,158	1.10	22,170	0.98	21,721			
	C 80-119,999 DWT	32,826	1.04	34,222	0.98	33,528	1.08	36,378	0.98	35,640			
	D 60-79,999 DWT	6,778	1.03	6,960	0.98	6,819	1.05	7,129	0.98	6,985			
	E 10-59,999 DWT	6,479	0.98	6,340	0.98	6,211	0.99	6,154	0.98	6,029			
	F -9,999 DWT	661	1.06	701	0.98	686	0.98	673	0.98	659			
02 Products Tanker	A 60,000+ DWT	7,590	1.13	8,569	1.01	8,684	1.09	9,489	1.01	9,616			
	B 20-59,999 DWT	11,998	1.01	12,137	1.01	12,300	1.05	12,954	1.01	13,128			
	C 10-19,999 DWT	3,201	0.95	3,033	1.01	3,074	0.95	2,915	1.01	2,954			
	D 5-9,999 DWT	4,433	1.03	4,548	1.01	4,609	1.08	4,997	1.01	5,064			
	E -4,999 DWT	12,799	1.00	12,765	1.01	12,937	1.01	13,041	1.01	13,217			
	A 20,000+ DWT	29,980	1.16	34,683	1.00	34,683	1.11	38,607	1.00	38,607			
03 Chemical Tanker	B 10-19,999 DWT	9,932	1.25	12,408	1.00	12,408	1.16	14,394	1.00	14,394			
	C 5-9,999 DWT	7,078	1.15	8,126	1.00	8,126	1.10	8,914	1.00	8,914			
	D -4,999 DWT	5,087	1.02	5,212	1.00	5,212	1.03	5,366	1.00	5,366			
	A 50,000+ cbm	5,731	1.17	6,696	1.00	6,696	1.02	6,798	1.00	6,798			
	B -49,999 cbm	7,029	1.07	7,502	1.00	7,502	1.06	7,954	1.00	7,954			
	A 200,000+ cbm	405	6.56	2,638	0.97	2,578	1.66	4,267	0.97	4,138			
05 LNG Tanker	B -199,999 cbm	25,256	1.14	28,674	0.97	27,807	1.09	30,351	0.97	29,433			
	B Other	1,419	0.97	1,375	1.00	1,375	0.85	1,164	1.00	1,164			
07 Bulker	A 200,000+ DWT	6,109	1.40	8,550	0.98	8,403	1.27	10,705	0.98	10,521			
	B 100-199,999 DWT	30,345	1.05	31,713	0.98	31,168	1.14	35,545	0.98	34,934			
	C 60-99,999 DWT	45,546	1.05	47,894	0.98	47,071	1.05	49,433	0.98	48,584			
	D 35-59,999 DWT	45,447	1.06	48,042	0.98	47,217	1.09	51,654	0.98	50,766			
	E 10-34,999 DWT	40,168	1.01	40,694	0.98	39,995	1.00	39,992	0.98	39,305			
	F -9,999 DWT	4,268	1.14	4,846	0.98	4,763	1.14	5,413	0.98	5,320			
08 General cargo	A 10,000+ DWT	13,320	1.02	13,649	1.00	13,649	0.99	13,482	1.00	13,482			
	B 5,000-9,999 DWT	16,872	1.05	17,703	1.00	17,703	1.02	18,029	1.00	18,029			
	C -4,999 DWT	22,568	1.01	22,846	1.00	22,846	0.99	22,585	1.00	22,585			
	D 10,000+ DWT, 100+ TEU	24,805	1.02	25,419	1.00	25,419	0.99	25,129	1.00	25,129			
	E 5,000-9,999 DWT, 100+ TEU	8,901	1.05	9,339	1.00	9,339	0.99	9,233	1.00	9,233			
	F -4,999 DWT, 100+ TEU	6,804	1.01	6,888	1.00	6,888	0.99	6,809	1.00	6,809			
09 Other dry	A Reefer	19,656	0.97	19,000	1.00	19,000	0.98	18,693	1.00	18,693			
	C Special	3,455	1.17	4,034	1.00	4,034	1.03	4,169	1.00	4,169			
	A 8,000+ TEU	19,234	1.45	27,920	0.97	27,152	1.19	32,313	0.97	31,424			
10 Container	B 5-7,999 TEU	55,013	1.23	67,772	0.97	65,909	1.12	73,524	0.97	71,502			
	C 3-4,999 TEU	62,323	1.08	67,117	0.97	65,271	1.04	68,112	0.97	66,239			
	D 2-2,999 TEU	37,007	1.17	43,188	0.97	42,000	0.96	40,410	0.97	39,299			
	E 1-1,999 TEU	39,636	1.59	62,870	0.97	61,141	0.99	60,821	0.97	59,149			
	F -999 TEU	13,871	1.26	17,429	0.97	16,950	0.98	16,564	0.97	16,109			

注) 2008年の統計値は未入手であり算定式の補正係数 R2(2008年/2007年)は求められないため、便宜上、R2(2007年/2006年)を用いた。

表 4.1-7(2) CO₂ 排出量の算定結果

カテゴリー	大きさ	2007年		2008年		2009年		
		温室効果ガスの排出量(2007年) [1000 ton]		補正1 総載貨重量の増減比 R1 (2008年/2007年)		補正2 統計値による R2		
		温室効果ガスの排出量(2007年) [1000 ton]	補正1 総載貨重量の増減比 R1 (2008年/2007年)	温室効果ガスの排出量(2008年) [1000 ton]	補正2 統計値による R2	温室効果ガスの排出量(2009年) [1000 ton]	補正1 総載貨重量の増減比 R1 (2009年/2008年)	補正2 統計値による R2
I1 Vehicle	A 4,000+ CEU	17,901	1.09	19,572	1.00	19,419	0.99	19,419
	B -3,999 CEU	8,443	1.09	9,231	1.00	9,158	0.99	9,158
	A 2,000+ LM	6,792	1.09	7,426	1.00	7,368	0.99	7,368
I2 Roro	B -1,999 LM	10,003	1.09	10,936	1.00	10,851	0.99	10,851
	A Pax Only, ≥25kn+	8,411	0.99	8,318	1.00	8,684	1.04	8,684
	B Pax Only, <25kn	8,908	0.99	8,810	1.00	9,198	1.04	9,198
I3 Ferry	C RoPax, ≥25kn+	10,957	1.03	11,258	1.00	11,460	1.02	11,460
	D RoPax, <25kn	52,038	1.03	53,469	1.00	54,428	1.02	54,428
	A 100,000+ GT	3,793	1.23	4,655	1.00	5,483	1.18	5,483
I4 Cruise	B 60-99,999 GT	8,126	1.04	8,475	1.00	8,790	1.04	8,790
	C 10-59,999 GT	6,150	1.00	6,149	1.00	5,931	0.96	5,931
	D 2-9,999 GT	987	0.97	961	1.00	973	1.01	973
I5 Yacht	E -1,999 GT	479	1.08	517	1.00	535	1.04	535
	Yacht	2,541	1.00	2,541	1.00	2,541	1.00	2,541
	A Crew/Supply Vessel	1,605	1.13	1,809	1.00	1,809	1.17	2,118
I6 Offshore	B Platform Supply Ship	6,074	1.13	6,845	1.00	6,845	1.17	8,014
	C Offshore Tug/Supply Ship	1,454	1.13	1,639	1.00	1,639	1.17	1,919
	D Anchor Handling Tug Supply	8,645	1.13	9,742	1.00	9,742	1.17	11,406
I7 Service	E Support/safety	1,708	1.13	1,924	1.00	1,924	1.17	2,253
	F Pipe (various)	1,646	1.12	1,844	1.00	1,844	1.11	2,046
	G FPSO, drill	1,437	1.12	1,611	1.00	1,611	1.11	1,787
I8 Misc	A Research	4,295	1.07	4,578	1.00	4,578	1.08	4,956
	B Tug	35,473	1.05	37,418	1.00	37,418	1.05	39,281
	C Dredging	5,709	1.03	5,891	1.00	5,891	1.06	6,216
I9 Other	D SAR & Patrol	2,639	1.01	2,665	1.00	2,665	1.04	2,772
	E Workboats	2,093	1.01	2,113	1.00	2,113	1.04	2,198
	F Other	3,481	1.01	3,516	1.00	3,516	1.04	3,657
I10 Fishing	A Fishing	20,825	0.99	20,617	1.00	20,617	1.00	20,527
	B Trawlers	37,863	0.99	37,486	1.00	37,486	1.00	37,322
	C Other fishing	6,726	0.94	6,342	1.00	6,342	0.85	5,399
I11 Total	E Other	10,835	1.00	10,835	1.00	10,835	1.00	10,835
	合計(全船舶)	1,050,374	1.00	1,138,310	1.00	1,138,310	1.00	1,179,732
	合計(国際海運)	870,381	1.00	961,940	1.00	949,816	1.00	987,897

注) 2008年の統計値は未入手であり算定式の補正係数 R2(2008年/2007年)は求められないため、便宜上、R2(2007年/2006年)を用いた。

(6) CO₂ 以外の排出係数

CO₂ 以外の排出係数は表 4.1-8 に示すとおりである。Second IMO GHG Study 2009 とほぼ同じであるが、NO_x、SO_x、PM の排出係数は異なる。なお、NO_x 排出係数は、燃料あたりの排出係数ではなく、エンジン規模(出力)による排出係数を用いているため、総排出量を燃料消費量で除して求めた値である。

表 4.1-8 現況の排出係数(NO_x 以外)

項目	排出係数 [kg/tonne fuel]		出典
	HFO (S 分 2.7%)	MDO (S 分 0.5%)	
CH ₄	0.28	0.30	IPCC2006
N ₂ O	0.081	0.086	IPCC2006
NMVOC	2.4	2.4	EMEP/CORINAR(2007)
CO	7.4	7.4	EMEP/CORINAR(2007)
SO _x	50.56	9.4	S&O(2008)
PM	6.5	1.4	S&O(2008)
NO _x	97.0	75.7	排出量を燃料消費量で除して算出した。

注) 単位換算には、HFO : 0.0404 TJ/tonne Fuel、MDO:0.0430 TJ/tonne Fuel を用いた。

(a) NO_x 排出係数

Second IMO GHG Study 2009 の NO_x 排出係数は燃料消費量基準であり、Slow-speed ディーゼルエンジンと Medium-speed ディーゼルエンジンに対して、①未規制、②Tier1 規制、③2007 年の総出力比率によって加重平均した排出係数(Tier1 が 40.4 %)の 3 種類の排出係数が示されている。しかし、NO_x 排出係数は本来エンジン規模(出力)により異なるため、エンジン規模(出力)により設定した排出係数を用いる方が適切である。ここでは、定格出力と機関回転数の関係式から回転数を求め、回転数と排出係数の関係から NO_x 排出係数を詳細に設定する方法とした。

算定に用いる回転数は、「既存船舶からの世界的な大気汚染物質排出量に関する調査研究」(平成 19 年 3 月、(財)船舶技術協会資料)による定格出力と回転数の関係式を用いた。この関係式は Lloyd's のデータに登録されている船舶の主機ディーゼル機関の定格出力と定格回転数から作成されたものである。

回転数と排出係数の関係は、IMO の現行規制値(Tier1)を基本とし、建造年が 2000 年以前の未規制の機関については現行規制値から規制導入効果を考慮して設定する。Second IMO GHG Study 2009 においては、未規制は Tier1 の 115 %、つまり Tier1 規制の導入効果は 15 %の削減であると見積もっている。この値は国内で用いられる最大削減幅 30 %に比較すると小さいが、Germanischer Lloyd などの調査によると未規制機関であっても、一部の機関は既に燃料消費率に影響しない範囲で、低 NO_x 機関の導入を果たしており、その効果が現れているものとして説明されている。ここでは国内で用いられる最大削減幅 30%を採用し、Tier1 規制値の 30 %増とした。

船齢構成は、Lloyd's Register に登録されており、2007年に就航している船舶のうち、以下に示す船舶を対象に集計した全船舶の船齢構成を用いた。

- ・ 130 kW 超のディーゼル機関を搭載している船舶（軍艦を除く）
- ・ 総トン数 100 GT 以上の船舶

ただし、年齢構成は船種毎に大きく異なること、また、古い船舶の活用頻度が少ないことが想定され、Lloyd's のデータの船齢構成が活動量を反映していないことなどの問題点があり、今後改善が必要である。

ボイラーについては、8 kg/tonne-fuel を用いた。

表 4.1-9 NO_x 排出係数算定に用いる項目

項目	内容
定格回転数 (rpm)	$101.275 \times (\text{定格出力[kW/基]})^{0.7005} \times 10^3$
Tier1 規制値	定格回転数 130 rpm 未満 : 17 g/kW・時 定格回転数 130 rpm 以上 2,000 rpm 未満 : $45 \times (\text{定格回転数})^{0.2}$ g/kW・時 定格回転数 2,000 rpm 以上 : 9.8 g/kW・時

表 4.1-10 船齢構成

建造年	隻数(隻)	構成比(%)	2007年の規制状況
2000年～	12,908	17.2	Tier1
1995～2000年	10,685	14.2	未規制
1990～1995年	10,533	14.0	未規制
1985～1990年	11,818	15.8	未規制
1980～1985年	13,934	18.6	未規制
～1980年	15,118	20.2	未規制
計	74,996	100.0	—

表 4.1-11 船種船型別の燃料種別 NOx 排出係数(2007年)

船種船型	燃料消費量 (百万トン)			NOx 排出量 (百万トン)			NOx 排出係数 (kg/tonne-fuel)		
	ALL	HFO	MDO	ALL	HFO	MDO	ALL	HFO	MDO
01 Crude Tanker	33.6	33.4	0.1	3.24	3.23	0.01	96.6	96.7	55.7
02 Products Tanker	12.7	9.4	3.2	0.78	0.61	0.17	61.4	64.5	52.3
03 Chemical Tanker	16.6	14.3	2.3	1.53	1.35	0.17	92.1	94.7	76.1
04 LPG Tanker	4.0	2.7	1.3	0.37	0.26	0.10	90.9	96.6	79.1
05 LNG Tanker	8.2	8.2	0.0	0.64	0.64	0.00	77.7	77.7	—
06 Other Tanker	0.4	0.2	0.3	0.03	0.01	0.02	71.5	71.5	71.5
07 Bulker	54.9	54.1	0.8	5.46	5.40	0.06	99.5	99.9	70.3
08 General cargo	29.5	19.1	10.4	2.41	1.66	0.75	81.9	87.1	72.4
09 Other dry	7.2	2.9	4.3	0.63	0.25	0.38	86.8	86.8	86.8
10 Container	72.2	69.6	2.6	7.91	7.68	0.23	109.5	110.3	89.1
11 Vehicle	8.4	8.4	0.0	0.87	0.87	0.00	102.8	102.8	—
12 Roro	5.3	3.4	1.9	0.48	0.34	0.15	91.3	98.3	78.6
13 Ferry	25.2	10.1	15.1	2.21	0.88	1.32	87.6	87.6	87.6
14 Cruise	6.1	6.0	0.1	0.66	0.66	0.01	108.6	109.2	66.5
15 Yacht	0.8	0.3	0.5	0.06	0.02	0.04	73.7	73.7	73.7
16 Offshore	7.1	2.1	5.0	0.55	0.17	0.39	77.8	77.8	77.8
17 Service	16.8	5.0	11.8	1.26	0.38	0.88	75.1	75.1	75.1
18 Misc	23.9	7.2	16.7	1.58	0.47	1.11	66.1	66.1	66.1
Total	332.9	256.5	76.4	30.67	24.89	5.78	92.1	97.0	75.7

注) HFO:Heavy fuel Oil(重油)、MDO:Marine diesel oil(船用ディーゼル油)

(b) SO_x/PM 排出係数

Second IMO GHG Study 2009 の SO_x 排出係数は、燃料中硫黄分がすべて SO_x として排出されるものとして設定しているのに対し、S&O(2009)¹¹ の SO_x 排出係数は、PM に区分される SO₄ 粒子として排出される量を補正して SO_x 排出係数を設定している。この補正は今後マクロな排出量算定においては、非常に重要な点であり、特に将来において燃料中硫黄分が制限された場合に大きな影響を産む。

S&O(2009)¹¹ の PM 排出係数は SO₄ 粒子を含む PM 排出係数となっている。

なお、過去の算定において、サルファーモニターの燃料中硫黄分測定結果を用いて SO_x 排出係数を設定することもできるが、2007 年の算定に用いた排出係数を用いている。

(c) 燃料の変化に伴う排出係数の変化

船舶用燃料については、2020 年からの硫黄分規制などにより、船舶用燃料の質が変わり排出係数も変化する可能性がある。船舶用燃料の質の変化に伴う排出係数の変化についても考慮する必要がある。

4.1.2 非燃焼系排出量の算定方法

(1) 原油輸送に伴う排出量の算定方法

(a) データ収集

原油輸送に伴う排出量算定に必要な体積損失量と原油貨物量を収集する。

表 4.1-12 原油輸送に伴う排出量算定に用いるデータ

データ	出典
体積損失量(%)	エネルギー研究所の炭化水素管理委員会 4A (The Energy Institute Hydrocarbon Management Committee 4A; HMC-4A)によって収集・解析された世界中の原油の航行データ。 (PETROLUEM REVIEW, Energy Institute)
原油貨物量(トン)	BP 社の世界エネルギー統計のデータ。 (BP Statistical Review of World Energy)

(b) 算定方法

原油輸送に伴う VOC(CH₄ と NMVOC)の排出量は、以下の式により算定する。

$$Q_{NMVOC} = 0.94 \times Q_{VOC}$$

$$Q_{CH_4} = 0.06 \times Q_{VOC}$$

$$Q_{VOC} = L \times \alpha \times k$$

Q_{NMVOC} : 原油輸送に伴う NMVOC 排出量[ton]

Q_{CH_4} : 原油輸送に伴う CH₄ 排出量[ton]

Q_{VOC} : 原油輸送に伴う VOC 排出量[ton]

L : 原油貨物量[ton]

α : 原油輸送に伴う体積損失量[%]

k : 体積損失量に対する重量損失量の比(0.7)

注意点 1 : 体積損失量に対する重量損失量の比は 0.7 としているが、体積損失量に占める水分損失量の減少などにより、近年の体積損失量に対する重量損失量の比は 0.7 よりも減少している可能性がある。

(2) 冷媒の漏洩による排出量の算定方法

UNEP によるレポート「Report of the Refrigeration, Air Conditioning and Heat Pumps Technical Options Committee」の Transport Refrigeration(Reefer ships, Refrigeration and Air conditioning on Merchant Marine, Naval and Fishing Vessels)の値を採用する。

RTOC1998 時から 2003 年までの HCFC-22 の減少分が、HFCs 等の増加分に相当すると仮定すると、残りの HCFC-22 が全廃されたときの各冷媒の漏洩による排出量は表 4.1-13 に示すとおりとなる。HFCs は 2003 年比で 1.4 倍程度の排出量となる。

表 4.1-13 今後の排出量の推定

区分	物質	貯蔵量(t/年)			排出量(t)		
		RTOC 1998	2003 年	HCFC-22 全廃時	RTOC 1998	2003 年	HCFC-22 全廃時
冷蔵船	HCFC-22	6,250	3,000	0	2,000	600	0
	HFCs	0	100	192	0	15	29
	R717	0	20	38	0	3	6
商船・海軍及び 漁船の冷蔵・空 調	HCFC-22	30,000	10,000	0	12,000	2500	0
	HFCs	500	2,000	2,750	100	400	550
	R717	0	20	30	0	4	6
	CFC	0	50	75	0	15	23

4.2 不確実性の評価

4.2.1 目的

気候変動枠組条約第 4 条及び第 12 条と京都議定書第 7 条に基づき、附属書 I 締約国は温室効果ガス排出・吸収目録(以下、「インベントリ」)を条約事務局に毎年提出することが求められている。2000 年 5 月に策定された「温室効果ガスインベントリにおけるグッドプラクティスガイダンス及び不確実性管理報告書」(以下、「GPG(2000)」)では、インベントリの不確実性(Uncertainty)を定量的に評価し、報告することとされている。ただし、不確実性評価は、当該国インベントリの正確性の継続的改善に貢献することを目的に実施するものであって、不確実性の高低によってインベントリの正当性の評価や正確性の各国間比較を行うものではないとされている。

4.2.2 不確実性とは

不確実性(Uncertainty)とは、測定値の代表性といった多くの不確実な点について、真の値からのブレの度合いをさすものであり、測定誤差等に相当する精度(accuracy)よりも広い概念である。「排出量の不確実性」は、「排出係数の不確実性」と「活動量データの不確実性」を求め、これらを用いて算定する。

GPG(2000)では、以下の方法を用いて排出量の不確実性評価を行うこととされている。

$$U = \sqrt{U_{EF}^2 + U_A^2}$$

- U : 排出量の不確実性(%)
- U_{EF} : 排出係数の不確実性(%)
- U_A : 活動量の不確実性(%)

4.2.3 評価対象

GPG(2000)では、排出量の算定に関連する全ての不確実性を考慮することとされている。排出係数及び活動量データの不確実性の原因となる事項としては、表 4.2-1 及び表 4.2-2 のものが GPG(2000)に示されている。

表 4.2-1 排出係数に関して起こりやすい不確実性の原因となる事項の例

<p>○継続的測定に係る不確実性</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 毎年測定するなど、測定時点間の測定条件の違いによる不確実性。
<p>○排出係数の決定に関する不確実性</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 機械等の起動時と停止時等の異なる運転状態で排出係数が大きく異なることがある。可能であれば、活動量を運転状況等に分解することが望ましい。 ・ 毎年測定するなど、測定時点間の測定条件の違いによる不確実性。 ・ 排出係数は運転時の負荷の影響を受ける。可能であれば、負荷の最高出力に対する割合を示すことができると良い。具体的には、排出係数とその値に影響を及ぼすと考えられる変数との回帰分析や散布図をとることが望ましい。 ・ 安全性確保のため、炭坑や埋立処分場からのメタンの排出量を測定するなど、GHG 排出量の測定を目的としない測定結果を利用している場合に、不確実性が生じることがある。このとき、不確実性の評価のため、測定された排出量と総排出量の比を算定することが求められる。
<p>○少ないデータから排出係数を設定している場合</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 排出係数の分布が正規分布以外になる場合も多くある。分布が予測可能な場合には、理論的背景の文章を添付することで専門家の判断(Expert Judgment)により分布を設定することが望ましい。

表 4.2-2 活動量データに関して起こりやすい不確実性の原因となる事項の例

項目	説明
統計誤差	エネルギーバランス表における供給一次エネルギー量と最終消費の誤差
エネルギーバランス表整合性	生産、消費、輸出入の整合性
クロスチェック	複数の統計間の整合性(国全体のエネルギー消費と、自動車のエネルギー消費/等)
自動車の台数と型式	台数、型式、車齢、燃料種、排気ガス制御方式等に細分化するほど不確実性が增大する可能性がある。
燃料の密輸	燃料の輸入量と部門別の消費量の合計を比較することで確認できる。
バイオマス燃料	バイオマス燃料の市場が存在しない場合、その消費は一般的燃料と比べて不確実性が大きくなる。

4.2.4 評価方法

GPG(2000)では、不確実性の原因となる事項を考慮しながら、実測データ及び専門家判断(Expert Judgment)により不確実性評価を行うこととされている。

(1) 排出係数の不確実性評価

(a) 評価方法

以下に示すディシジョンツリーを基本として排出係数の不確実性の評価を行う。

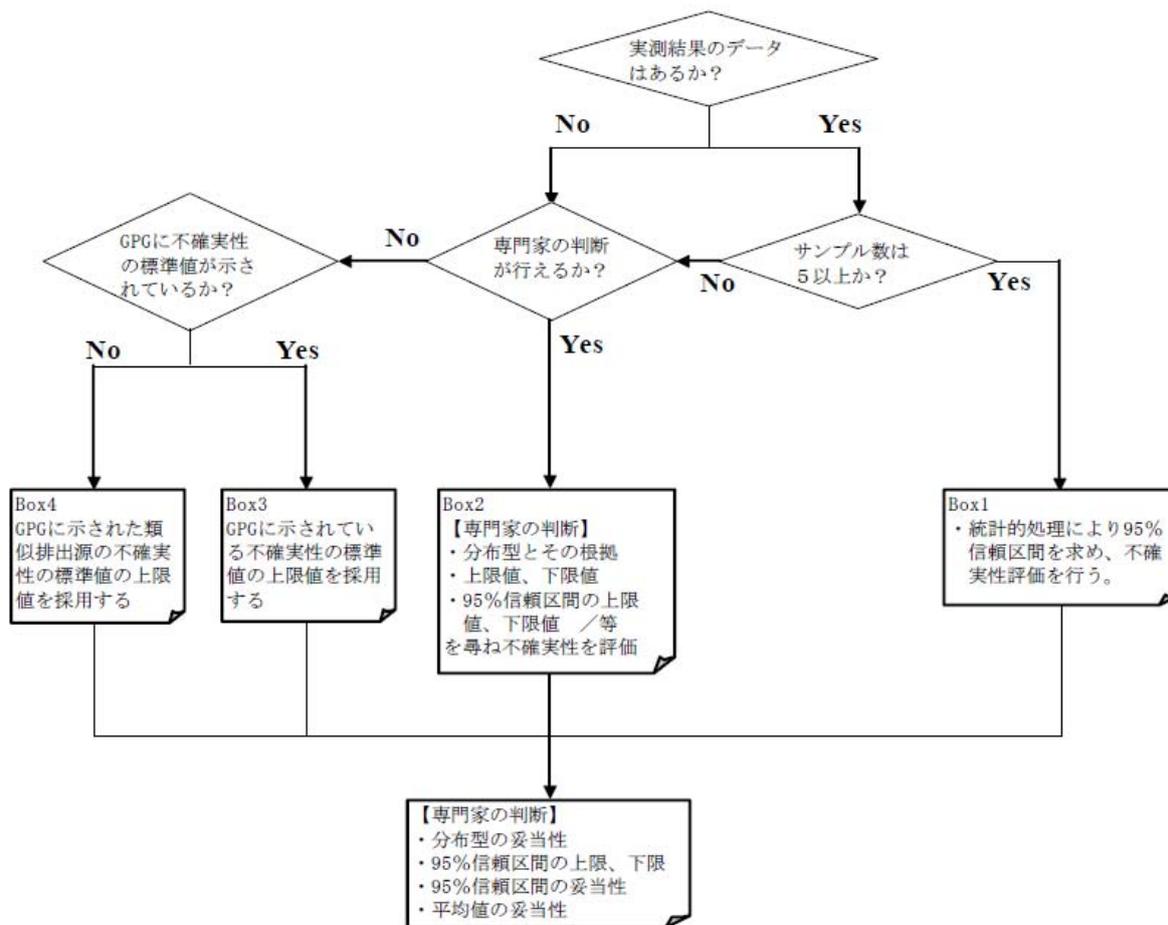


図 4.2-1 排出係数の不確実性評価方法のディシジョンツリー

(b) 排出係数の不確実性の統合(合成)方法

基本的には、不確実性の統合は GPG(2000)における Tier 1 を用いて行う。要素間の相関が強い場合などにはモンテカルロ法を用いて合成する方法(GPG(2000)における Tier 2)を採用することもできる。

(2) 活動量データの不確実性評価

(a) 評価方法

以下に示すディシジョンツリーを基本として活動量データの不確実性の評価を行う。

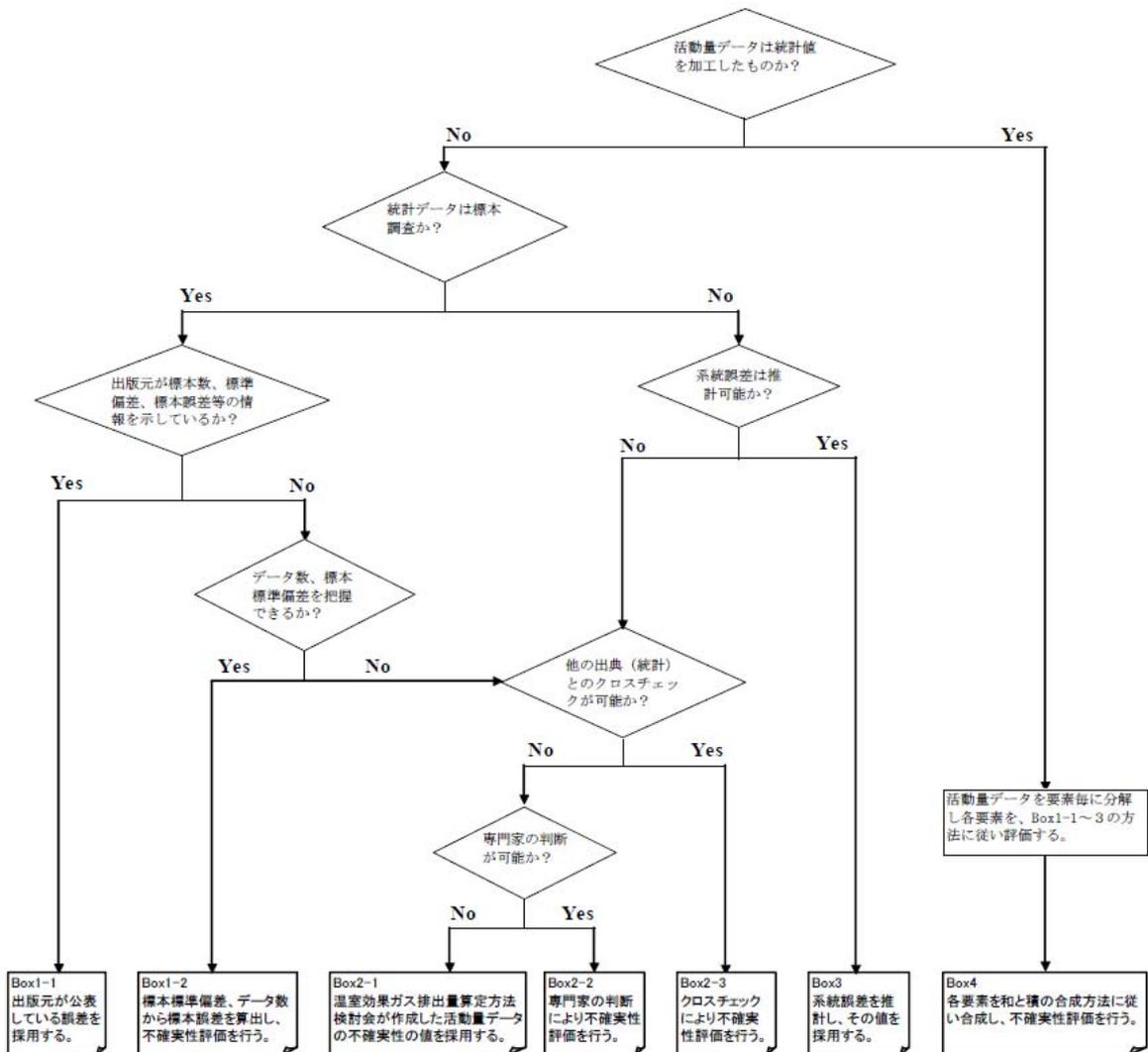


図 4.2-2 活動量データの不確実性評価方法のディシジョンツリー

(b) 排出係数の不確実性の統合(合成)方法

基本的には、不確実性の統合は GPG(2000)における Tier 1 を用いて行う。要素間の相関が強い場合などにはモンテカルロ法を用いて合成する方法(GPG(2000)における Tier 2)を採用することもできる。

(3) 排出量の不確実性評価

排出係数及び活動量の評価結果を GPG(2000)の Tier 1 で示されている積の合成式を用いて、船舶からの排出量の不確実性の評価を行う。

$$U = \sqrt{U_{EF}^2 + U_A^2}$$

- U : 国際海運からの排出量の不確実性(%)
- U_{EF} : 国際海運の排出係数の不確実性(%)
- U_A : 国際海運の活動量の不確実性(%)

(a) 排出係数の不確実性

IMO では、CO₂ の排出係数を Second IMO GHG Study 2009 で用いた値(HFO で 3,130 kg/tonne-fuel、MDO で 3,190 kg/tonne-fuel)から、HFO で 3,206 kg/tonne-fuel、MDO で 3,114 kg/tonne-fuel とすることを提案している。

排出係数の不確実性は 2 %程度と想定される。

表 4.2-3 現況の排出係数(CO₂)

項目	排出係数 [kg/tonne fuel]		出典
	HFO (S 分 2.7%)	MDO (S 分 0.5%)	
2nd IMO GHG Study	3,130	3,190	IPCC2006
IMO の 2010 年の排出係数	3,206	3,114	
誤差	2 %	2 %	

(b) 活動量の不確実性

算定に用いた活動量の項目のうち、航行日数や AIS 観測点間の距離は信頼性が高いと評価されたが、燃料消費率(「2.2.6 燃料消費率」参照)については値に 20 %程度の幅がある。

活動量の不確実性は燃料消費率に代表されると考え、20 %程度と想定される。

(c) 排出量の不確実性

排出量の不確実性は、排出係数の不確実性 2 %と活動量の不確実性 20 %を上記式で合成して算定できる。国際海運からの排出量の不確実性は 20.1 %と想定される。

$$U_E = \sqrt{U_{EF}^2 + U_A^2} = \sqrt{(2)^2 + (20)^2} = \sqrt{404} \approx 20.1$$

4.3 年次報告記載事項の検討

4.3.1 GHG 排出量報告の背景情報

気候変動枠組条約第 4 条及び第 12 条と京都議定書第 7 条に基づき各締約国は自国の温室効果ガスの排出と吸収の目録(インベントリ)を条約事務局に提出する責任を有している。インベントリの算定方法は IPCC により作成された「*2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* 以下：IPCC ガイドライン」に定められた方法に従うこととしている。また各国のデータ収集事情等を考慮し算定方法の選択及び算定不確実性の定量的評価のため 2000 年に「*Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories* 以下：GPG」が出版された。算定されたインベントリの報告方法については「*UNFCCC Reporting Guidelines on Annual Inventories* : UNFCCC インベントリ報告ガイドライン (FCCC/SBSTA/2006/9)」に則して行う。

この UNFCCC インベントリ報告ガイドラインにおける記載事項必要要件等を整理することで年次報告記載事項の検討を行うこととする。

4.3.2 インベントリ報告における原則

UNFCCC インベントリ報告ガイドラインには原則として他(他排出国、他排出分野)インベントリとの対比が可能な方法論が用いられる。船舶からの温室効果ガス排出量算定においても他の温室効果ガス排出報告書との比較が容易となるよう、算定方法及び用いた仮定を明確にする。また、経年比較のため基礎的に用いられている方法論は毎年同じものとし、また発生源や吸収源からの排出及び削減の推計に用いられている一連のデータも毎年同じものを用いる。

4.3.3 インベントリ報告の構成

UNFCCC インベントリ報告構成は National Inventory Report(NIR)と共通報告様式 Common Reporting Format(CRF)の 2 つで構成される。

NIR とは、排出量・吸収量の算定方法、算定に用いたデータの出所、インベントリ作成体制や品質保証・管理の手続きなどにつき、詳細な説明を記した報告書である。

CRF とは、排出量・吸収量の算定結果や、算定に用いたデータ(各排出源・吸収源における活動量など)を報告するための、標準化された表のセットである。附属書 I 締約国は、これらの表に必要な数値情報を記載し、電子媒体によって提出する。

(1) National Inventory Report(NIR)の必要要件

気候変動枠組み条約事務局に提出する NIR には以下の要件が必要とされる。国際マリンバンカー油(国際海運に伴う燃料)からの排出量の報告で対象と考えられる項目は○で示している。

表 4.3-1 National Inventory Report(NIR)の必要要件

要件区分	内容	備考	対象
算定方法に関する記述	参照元の情報		○
	用いた推論及び仮説		○
	排出要因と活動量データ	GPG 参照し記載	○
	データ入手状況	GPG 記載のディシジョンツリー参照	○
	予見される将来の改善		○
キーカテゴリー	GPG 記載のディシジョンツリーを用いずにキーカテゴリー分析を行った場合の補足説明		○
	カテゴリーの分解レベルと正当性		○
	CRF にキーカテゴリーを反映させる		○
	キーカテゴリーに用いた算定方法の選択理由説明		○
不確実性に対する評価	不確実性原因の抽出		○
	排出係数の不確実性評価	GPG 記載のディシジョンツリー参照	○
	活動量の不確実性評価	GPG 記載のディシジョンツリー参照	○
	総排出量の不確実性評価		○
検算(再計算)	新しい算定方法の適用		×
	新規排出・吸収カテゴリーの追加		×
	過去データの改訂		×
QA/QC 計画	キーカテゴリー毎に QA/QC 計画の作成		○
	算定の正確性チェック		○
	文書保管		○
	外部審査		○
作成者	インベントリ作成機関の記述		○

(2) 共通報告様式 Common Reporting Format(CRF)

共通報告様式は、各締約国の報告書の定量的データを保証するため、また締約国間で比較を行うためのものである。共通報告様式は、Energy, Industrial Processes, Solvent and Other Product Use, Agriculture, LULUCF, Waste, Summary Tables, Other Tables がある。ここでは、Energy, Summary Tables, Other Tables の様式リストを以下に示す。

Energy

Table 1 Sectoral Report for Energy

Sectoral Background Data for Energy

Table 1.A(a) Fuel Combustion Activities – Sectoral Approach

Table 1.A(b) CO₂ from Fuel Combustion Activities – Reference Approach

Table 1.A(c) Comparison of CO₂ Emissions from Fuel Combustion

Table 1.A(d) Feedstocks and Non-Energy Use of Fuels

Table 1.B.1 Fugitive Emissions from Solid Fuels

Table 1.B.2 Fugitive Emissions from Oil, Natural Gas and Other Sources

Table 1.C International Bunkers and Multilateral Operations

Summary Tables

Summary 1.A Summary Report for National Greenhouse Gas Inventories (IPCC Table 7A)

Summary 1.B Short Summary Report for National Greenhouse Gas Inventories (IPCC Table 7B)

Summary 2 Summary Report for CO₂ Equivalent Emissions

Summary 3 Summary Report for Methods and Emission Factors Used

Other Tables

Table 7 Summary Overview for Key Categories

Table 8(a) Recalculation – Recalculated Data

Table 8(b) Recalculation – Explanatory Information

Table 9(a) Completeness – Information on Notation Keys

Table 9(b) Completeness – Information on Additional Greenhouse Gases

Table 10 Emissions Trends (CO₂)

Table 10 Emissions Trends (CH₄)

Table 10 Emissions Trends (N₂O)

Table 10 Emissions Trends (HFCs, PFCs and SF₆)

Table 10 Emissions Trends (Summary)

4.4 年次報告書の作成プロセス・スケジュール(案)

4.4.1 年次報告書の作成プロセス

年次報告は以下のプロセスにより作成する。

(1) インベントリ改善に関する検討

UNFCCC 事務局におけるインベントリの審査における指摘、前年までの温室効果ガス排出量算定仮定において発見された修正事項に基づいて、インベントリの改善項目の抽出・検討を行う。

(2) インベントリ用データの収集

インベントリの作成に必要なデータの収集を実施する。

(3) CRF 案の作成

共通報告様式に基づきデータの入力・算定を実施する。また、キーカテゴリー分析及び不確実性評価も併せて実施する。

(4) NIR 案の作成

NIR の構成は毎年ほぼ同じであることから、前年の NIR を基礎とした上で、最新データへの更新、記述の修正及び追加を行うことにより作成する。

(5) 外部 QC 及び関係機関調整

QC 活動として、外部機関による QC を実施する。外部機関は入力データや排出量算定式の確認を行うだけでなく、温室効果ガス総排出量の算定を行い、排出量算定結果の相互検証も実施する。この相互検証により、データ入力や排出量算定のミス等を予防する。また、NIR 案の記載内容についても、同様に内容のチェックを実施する。

次いで、インベントリ一次案を関係機関に送付し、関係機関による確認を実施する。

(6) CRF・NIR 案の修正

関係機関におけるインベントリ一次案のチェックの結果、修正依頼が提出された場合には、関係機関と修正内容を調整した後、インベントリ二次案を作成する。

作成した二次案は、最終確認のため再度関係機関に送付する。追加の修正依頼がない場合、二次案が最終版となる。

(7) インベントリの提出

完成したインベントリを IMO に提出し、IMO から UNFCCC 事務局に提出する。

4.4.2 年次報告書の作成スケジュール(案)

船舶からのインベントリ報告書はIMOが事務局となって作成し、UNFCCC事務局への提出前にIMOの小委員会であるばら積み液体・気体物質小委員会(BLG)の承認を得る。年次報告書をUNFCCC事務局に提出する期限は毎年4月15日とされており、遅くとも4月15日から6週間以内に行う必要がある。年次報告書は海洋環境保護委員会(MEPC)にも報告するものとする。

N年の統計値の公表は、N+2年の2月頃であるため、N+2年の4月提出するための年次報告書作成スケジュール案は表4.4-1に示すとおりとなる。

表 4.4-1 年次報告書の作成スケジュール案

プロセス	N+1年												N+2年					
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月
インベントリ改善に関する検討	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●					
インベントリ用データの収集										●	●	●	●	●	●			
CRF案の作成													●	●	●			
NIR案の作成													●	●	●			
BLGの検討・承認														●	●	●		
外部QC及び関係機関調整														●	●	●		
CRF・NIR案の修正															●	●		
インベントリの提出																●		

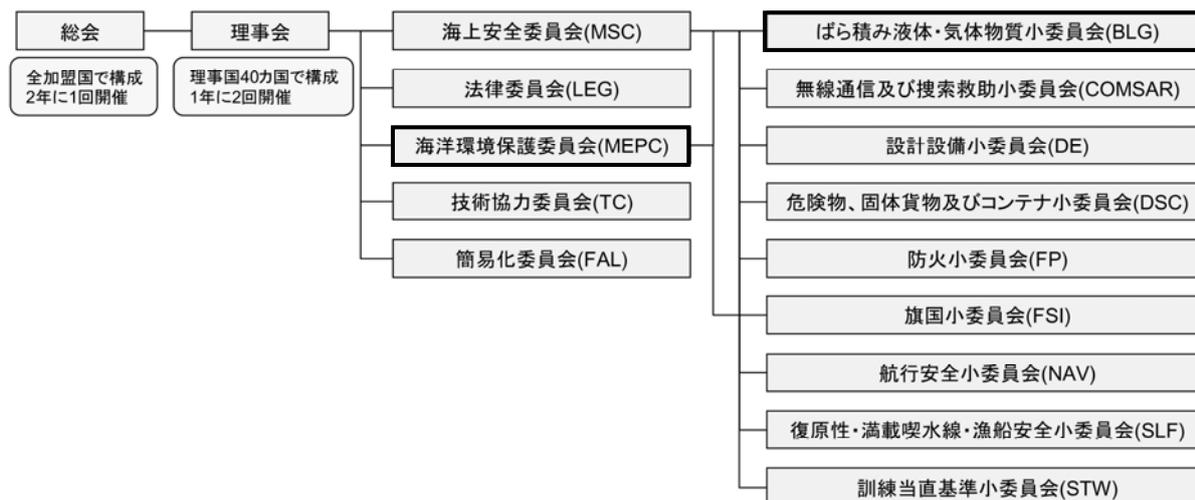


図 4.4-1 IMOの組織図

5. 過去 7 年間の排出総量試算

「4. UNFCCC に対応する報告の枠組みの検討」で検討した排出量算定方法を用いて、過去 7 年間の温室効果ガス排出量を試算した。

5.1 燃焼系温室効果ガス排出量の算定

5.1.1 船種船型別船舶数・積載量による貨物輸送量の増減比(R1)

「World Fleet statistics」を基に船種船型別の過去 7 年間の船舶数・積載量を整理し、貨物輸送量の増減比を整理した。過去 7 年間の貨物輸送量の増減比を表 5.1-1 に示す。

表 5.1-1 (1) 過去 7 年間の総載貨重量トン数等による船種船型別貨物輸送量の増減比

カテゴリー	大きさ	総載貨重量(Lloyd's Register Fairplay のデータ)							貨物輸送量の増減比					
		2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2007年 /2007年	2007年 /2007年	2007年 /2007年	2007年 /2007年		
01 Crude Tanker	A 200,000+ DWT	132,715,469	129,421,261	130,252,635	135,367,264	141,086,831	144,952,944	150,986,494	0.88	0.86	0.86	0.90	0.93	0.96
	B 120 -199,999 DWT	37,857,294	39,250,157	41,570,043	44,611,717	47,311,232	51,307,292	53,925,354	0.70	0.73	0.77	0.83	0.88	0.95
	C 80 -119,999 DWT	48,942,157	49,624,097	55,022,997	57,851,564	62,608,026	66,252,879	69,703,924	0.70	0.71	0.79	0.83	0.90	0.95
	D 60 -79,999 DWT	10,800,965	10,368,422	10,175,507	9,681,463	11,018,962	11,517,251	12,109,775	0.89	0.86	0.84	0.80	0.91	0.95
	E 10 -59,999 DWT	11,761,764	11,145,506	10,391,657	10,121,603	9,858,973	9,503,865	9,778,227	1.20	1.14	1.06	1.04	1.01	0.97
	F 9,999 DWT	418,472	415,275	392,397	397,551	398,924	383,039	394,809	1.06	1.05	1.09	1.01	1.01	0.97
	A 60,000+ DWT	9,240,930	9,551,962	10,452,478	11,958,625	13,893,392	16,468,921	19,474,983	0.47	0.49	0.54	0.61	0.71	0.85
	B 20 -59,999 DWT	19,210,591	17,475,670	17,245,511	17,748,437	18,236,628	18,770,833	18,438,944	1.04	0.95	0.94	0.96	0.99	1.02
	C 10 -19,999 DWT	3,364,351	3,295,041	3,162,631	3,079,122	3,147,626	3,110,278	2,913,469	1.15	1.13	1.09	1.06	1.08	1.07
	D 5 -9,999 DWT	3,136,978	3,158,488	3,095,391	2,994,668	2,989,491	2,942,441	2,977,976	1.05	1.06	1.04	1.01	1.00	0.99
E -4,999 DWT	6,633,560	6,720,028	6,686,715	6,375,694	6,447,743	6,571,250	5,924,932	1.12	1.13	1.13	1.08	1.09	1.11	
02 Products Tanker	A 20,000+ DWT	20,004,971	21,492,029	24,717,154	28,666,171	32,981,884	36,748,301	42,105,453	0.48	0.51	0.59	0.68	0.78	0.87
	B 10 -19,999 DWT	4,595,751	4,975,672	5,514,264	5,901,374	6,504,926	7,652,850	9,422,986	0.49	0.53	0.59	0.63	0.69	0.81
	C 5 -9,999 DWT	3,569,004	3,680,464	3,861,039	3,992,288	4,241,741	4,405,601	4,718,973	0.76	0.78	0.82	0.85	0.90	0.93
	D -4,999 DWT	2,246,800	2,261,379	2,307,696	2,343,298	2,389,561	2,529,429	2,920,043	0.77	0.77	0.79	0.80	0.82	0.87
	A 50,000+ CBM	9,346,671	8,966,570	9,575,737	9,503,514	9,839,556	10,233,926	10,334,600	0.90	0.87	0.93	0.92	0.95	0.99
03 Chemical Tanker	B -49,999 CBM	4,801,248	4,772,552	4,841,997	4,899,531	4,925,631	5,246,675	5,730,573	0.84	0.83	0.84	0.85	0.86	0.92
	A 200,000+ CBM	0	0	0	0	0	0	848,285	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	B -199,999 CBM	14,327,107	15,698,144	17,637,295	20,448,881	23,284,924	27,113,723	31,018,230	0.46	0.51	0.57	0.66	0.75	0.87
	B Other	8,836,912	7,882,570	7,661,204	6,318,127	5,439,385	4,117,521	2,622,956	3.37	3.01	2.92	2.41	2.07	1.57
	A 200,000+ DWT	10,847,795	11,081,379	11,240,335	13,225,190	16,113,096	17,984,879	23,265,197	0.47	0.48	0.48	0.57	0.69	0.77
04 LPG Tnaker	B 100 -199,999 DWT	76,677,089	78,546,731	82,625,773	89,028,497	96,245,088	104,439,821	110,556,458	0.69	0.71	0.75	0.81	0.87	0.94
	C 60 -99,999 DWT	74,890,073	77,391,788	78,728,141	84,872,078	92,197,255	100,818,453	107,280,104	0.70	0.72	0.73	0.79	0.86	0.94
	D 35 -59,999 DWT	56,192,829	59,651,502	61,962,750	65,417,870	70,814,391	75,307,682	79,363,354	0.71	0.75	0.78	0.82	0.89	0.95
	E 10 -34,999 DWT	48,740,880	46,696,651	45,547,690	46,318,231	47,035,514	47,226,625	48,479,368	1.01	0.96	0.94	0.96	0.97	0.97
	F -9,999 DWT	777,858	800,238	749,780	782,456	803,783	894,022	919,405	0.85	0.87	0.82	0.85	0.87	0.97
	A 10,000+ DWT	34,123,292	35,648,730	34,774,669	34,972,270	35,817,238	36,529,007	37,927,057	0.90	0.94	0.92	0.92	0.94	0.96
05 General cargo	B 5,000-9,999 DWT	17,267,648	17,101,919	16,767,174	16,317,355	16,810,934	17,211,416	18,183,646	0.95	0.94	0.92	0.90	0.92	0.95
	C -4,999 DWT	20,979,228	20,930,588	20,766,330	20,496,678	20,941,465	21,626,122	22,198,805	0.95	0.94	0.92	0.92	0.94	0.97
	D 10,000+ DWT, 100+ TEU								0.90	0.94	0.92	0.92	0.94	0.96
	E 5,000-9,999 DWT, 100+ TEU								0.95	0.94	0.92	0.90	0.92	0.95
	F -4,999 DWT, 100+ TEU								0.95	0.94	0.94	0.92	0.94	0.97
	A Reefer	7,318,532	7,173,070	6,849,261	6,703,563	6,662,252	6,641,079	6,677,785	1.10	1.07	1.03	1.00	1.00	0.99
06 Container	C Special	2,022,469	2,028,267	1,913,920	1,989,437	1,947,336	2,265,010	2,467,830	0.82	0.82	0.78	0.81	0.79	0.92
	A 8,000+ TEU								0.24	0.31	0.38	0.49	0.62	0.82
	B 5 -7,999 TEU	919,681	1,197,073	1,454,495	1,909,672	2,407,317	3,179,657	3,858,742	0.24	0.31	0.38	0.49	0.62	0.82
	C 3 -4,999 TEU	1,615,803	1,806,158	1,985,126	2,096,585	2,330,475	2,557,131	2,876,502	0.56	0.63	0.69	0.73	0.81	0.89
	D 2 -2,999 TEU	1,109,324	1,187,481	1,249,026	1,365,289	1,471,622	1,623,969	1,734,962	0.64	0.68	0.72	0.79	0.85	0.94
07 Other dry	E 1 -1,999 TEU	1,211,128	1,232,952	1,268,955	1,361,034	1,457,255	1,633,415	1,633,415	0.74	0.75	0.78	0.79	0.83	0.89
	F -999 TEU	458,726	473,776	480,902	502,736	553,233	618,531	660,884	0.69	0.72	0.73	0.76	0.84	0.94

表 5.1-1(2) 過去 7 年間の総載貨重量トン数による船種船型別貨物輸送量の増減比

カテゴリー	大きさ	総載貨重量(Loy ds Register Fairplayのデータ)							貨物輸送量の増減比						
		2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2007年 の 単位	2001年 /2007年	2002年 /2007年	2003年 /2007年	2004年 /2007年	2005年 /2007年	2006年 /2007年
11 Vehicle	A 4,000+ CEU								GT	0.72	0.74	0.76	0.80	0.86	0.93
	B -3,999 CEU	27,501,345	28,030,659	29,130,165	30,584,822	32,798,069	35,259,399	38,079,947	GT	0.72	0.74	0.76	0.80	0.86	0.93
12 Roro	A 2,000+ LM								GT	0.72	0.74	0.76	0.80	0.86	0.93
	B -1,999 LM								GT	0.72	0.74	0.76	0.80	0.86	0.93
13 Ferry	A Pax Only, ≥25kn+	1,375,644	1,422,050	1,431,536	1,446,750	1,476,133	1,491,796	1,515,551	GT	0.91	0.94	0.94	0.95	0.97	0.98
	B Pax Only, <25kn								GT	0.91	0.94	0.94	0.95	0.97	0.98
	C RoPax, ≥25kn+	14,813,001	15,473,162	15,761,379	15,795,643	15,929,357	16,363,234	16,866,435	GT	0.88	0.92	0.93	0.94	0.94	0.97
	D RoPax, <25kn								GT	0.88	0.92	0.93	0.94	0.94	0.97
14 Cruise	A 100,000+ GT	933,902	1,290,394	1,688,443	2,348,513	2,458,833	2,841,378	3,333,146	GT	0.28	0.39	0.51	0.70	0.74	0.85
	B 60-99,999 GT	3,697,369	4,229,327	4,647,227	4,905,560	5,171,597	5,460,466	5,806,502	GT	0.64	0.73	0.80	0.84	0.89	0.94
	C 10-59,999 GT	3,771,102	3,840,184	3,774,469	3,748,204	3,778,607	3,748,635	3,753,964	GT	1.00	1.02	1.01	1.00	1.01	1.00
	D 2-9,999 GT	471,859	453,656	454,334	424,387	422,143	418,142	400,558	GT	1.18	1.13	1.13	1.06	1.05	1.04
	E -1,999 GT	64,620	69,943	86,091	93,569	96,499	99,639	106,782	GT	0.61	0.66	0.81	0.88	0.90	0.93
	Yacht								GT	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
16 Offshore	A Crew/Supply Vessel								GT	0.55	0.60	0.64	0.69	0.76	0.84
	B Platform Supply Ship								GT	0.55	0.60	0.64	0.69	0.76	0.84
	C Offshore Tug/Supply Ship	2,545,854	2,764,860	2,992,012	3,211,432	3,517,044	3,890,221	4,642,841	GT	0.60	0.60	0.64	0.69	0.76	0.84
	D Anchor Handling Tug/Supply								GT	0.55	0.60	0.64	0.69	0.76	0.84
	E Support/safety								GT	0.55	0.60	0.64	0.69	0.76	0.84
	F Pipe (various)								GT	0.56	0.63	0.67	0.69	0.71	0.80
	G FPSO, drill	5,484,192	6,238,413	6,623,531	6,802,232	7,008,782	7,840,139	9,845,687	GT	0.56	0.63	0.67	0.69	0.71	0.80
17 Service	A Research	1,279,516	1,285,624	1,345,673	1,321,643	1,355,610	1,412,240	1,446,158	GT	0.88	0.89	0.93	0.91	0.94	0.98
	B Tug	2,541,570	2,647,421	2,714,078	2,767,049	2,947,727	3,158,518	3,377,473	GT	0.75	0.78	0.80	0.82	0.87	0.94
	C Dredging	2,188,590	2,284,159	2,386,236	2,445,103	2,526,117	2,551,558	2,609,498	GT	0.84	0.88	0.91	0.94	0.97	0.98
	D SAR & Patrol								GT	0.78	0.80	0.81	0.78	0.80	0.80
	E Workboats	3,256,923	3,342,146	3,378,671	3,266,600	3,335,688	3,362,707	4,193,489	GT	0.78	0.80	0.81	0.78	0.80	0.80
	F Other								GT	0.78	0.80	0.81	0.78	0.80	0.80
18 Misc	A Fishing	10,670,700	10,707,694	10,723,291	10,292,017	10,206,976	10,135,182	9,858,802	GT	1.08	1.09	1.09	1.04	1.04	1.03
	B Trawlers								GT	1.08	1.09	1.09	1.04	1.04	1.03
	C Other fishing	1,677,072	1,706,608	1,853,520	1,513,758	1,550,524	1,524,215	1,652,199	GT	1.02	1.03	1.12	0.92	0.94	0.92
	E Other								GT	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

注) 貨物輸送量の増減比のカテゴリーについては以下のとおり

General Cargo : 大きさの区分 D,E,F の増減比は、それぞれ大きさの区分 A,B,C の増減比を使用。

Container : 大きさの区分 A の増減比は区分 B の増減比を使用。

Vehicle, RoRo : すべて同じ増減比を使用。

Ferry : 区分 A,B は PASSENGER SHIP の増減比、区分 C,D は PASSENGER/RO-RO CARGO と PASSENGER/GENERAL CARGO の増減比を使用。

Yacht : 増減しないと仮定(船舶数等のデータがない)

Offshore : 区分 A~E は OFFSHORE SUPPLY の増減比、区分 F,G は OTHER OFFSHORE の増減比を使用。

Service : 区分 D~F は OTHER ACTIVITIES の増減比を使用。

Misc : 区分 A,B は FISH CATCHING の増減比を使用。区分 E は増減しないと仮定(船舶数等のデータがない)

5.1.2 貨物輸送量の統計データによる補正(R2)

原油タンカー、石油製品タンカー、ばら積み船及びコンテナ船について、船舶動静ベース及び統計データによる貨物輸送量を表 5.1-2 に、貨物輸送量の統計データより求めた補正值を表 5.1-3 に示す。

表 5.1-2(1) 過去 7 年間の貨物輸送量の統計データ

船種	基準	貨物輸送量 (十億トンマイル or 十億 TEU マイル)						
		2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年
01 Crude	船舶動静ベース	9,022	8,938	9,214	9,602	10,127	10,599	11,097
	統計値等ベース	9,499	9,233	9,871	10,347	10,441	10,568	10,840
02 Products	船舶動静ベース	1,087	1,049	1,064	1,111	1,184	1,279	1,343
	統計値等ベース	949	984	1,031	1,091	1,166	1,241	1,320
05 LNG	船舶動静ベース	349	383	430	499	568	664	779
	統計値等ベース	342	356	399	419	435	517	589
07 Bulker	船舶動静ベース	11,632	11,891	12,168	12,973	13,991	15,050	16,087
	統計値等ベース	11,288	11,362	11,997	12,672	13,752	14,675	15,416
10 Container	船舶動静ベース	353	398	439	494	564	664	762
	統計値等ベース	403	440	504	568	630	693	774

表 5.1-2 (2) 過去 7 年間の貨物輸送量の統計データ(増減比)

船種	基準	貨物輸送量の増減比(対象年/2007年)					
		2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年
01 Crude	船舶動静ベース	0.813	0.805	0.830	0.865	0.913	0.955
	統計値等ベース	0.876	0.852	0.911	0.955	0.963	0.975
02 Products	船舶動静ベース	0.809	0.781	0.792	0.827	0.882	0.953
	統計値等ベース	0.719	0.745	0.781	0.826	0.883	0.940
05 LNG	船舶動静ベース	0.448	0.491	0.552	0.640	0.729	0.852
	統計値等ベース	0.581	0.605	0.678	0.711	0.738	0.878
07 Bulker	船舶動静ベース	0.723	0.739	0.756	0.806	0.870	0.936
	統計値等ベース	0.732	0.737	0.778	0.822	0.892	0.952
10 Container	船舶動静ベース	0.463	0.522	0.576	0.648	0.741	0.871
	統計値等ベース	0.521	0.568	0.651	0.734	0.815	0.895

表 5.1-3 過去 7 年間の貨物輸送量の統計データによる補正 R2

船種	統計値による補正 R2 (対象年/2007年)					
	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年
01 Crude	1.078	1.058	1.097	1.103	1.055	1.021
02 Products	0.889	0.954	0.985	0.999	1.002	0.987
05 LNG	1.296	1.231	1.228	1.111	1.013	1.031
07 Bulker	1.013	0.997	1.029	1.019	1.026	1.017
10 Container	1.125	1.090	1.131	1.133	1.100	1.028

5.1.3 過去の排出量算定結果

船舶からの過去7年間の温室効果ガス排出量算定結果を表 5.1-4、表 5.1-5に示す。Second IMO GHG Study 2009 をベースとした S&O(2009)では、全船舶の貨物輸送量の経年変化をもとに過去の排出量を算定している。その算定結果(表 5.1-6)と比較すると、数%程度の差はあるものの傾向は類似しており、船種船型別の船舶数、載貨重量トン数を用いた算定方法が、船舶全体の排出量の年間推移を効率的、簡易的に算定するのに有効であることが確認された。

表 5.1-4 過去7年間の温室効果ガス排出量算定結果(全船舶)

単位：百万トン

年	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	NMVOC	CO	SO _x	PM
2001	814.7	0.074	0.021	23.0	0.62	1.91	10.9	1.34
2002	832.2	0.076	0.022	23.6	0.63	1.95	11.1	1.37
2003	873.6	0.080	0.023	24.9	0.66	2.05	11.8	1.45
2004	904.4	0.082	0.024	26.0	0.69	2.12	12.4	1.52
2005	948.0	0.086	0.025	27.4	0.72	2.22	13.1	1.61
2006	993.3	0.090	0.026	28.9	0.76	2.33	13.8	1.70
2007	1050.4	0.096	0.027	30.7	0.80	2.46	14.6	1.80

表 5.1-5 過去7年間の温室効果ガス排出量算定結果(国際海運)

単位：百万トン

年	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	NMVOC	CO	SO _x	PM
2001	655.4	0.059	0.017	19.2	0.50	1.54	9.6	1.19
2002	670.8	0.061	0.017	19.6	0.51	1.57	9.8	1.22
2003	707.1	0.064	0.018	20.8	0.54	1.66	10.5	1.29
2004	738.1	0.067	0.019	21.9	0.56	1.73	11.0	1.36
2005	777.4	0.070	0.020	23.1	0.59	1.83	11.7	1.44
2006	818.4	0.074	0.021	24.4	0.62	1.92	12.3	1.52
2007	870.4	0.079	0.023	26.1	0.66	2.04	13.1	1.62

表 5.1-6 S&O(2009)の温室効果ガス排出量算定結果(国際海運)

単位：百万トン

年	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	NMVOC	CO	SO _x	PM
2001	653.6	0.059	0.017	19.7	0.50	1.53	9.9	1.22
2002	659.8	0.060	0.017	19.8	0.50	1.55	10.0	1.23
2003	707.0	0.064	0.018	21.1	0.54	1.66	10.7	1.32
2004	754.1	0.068	0.020	22.4	0.57	1.77	11.4	1.41
2005	794.9	0.072	0.021	23.4	0.61	1.87	12.0	1.48
2006	838.9	0.076	0.022	24.6	0.64	1.97	12.7	1.57
2007	870.4	0.079	0.023	26.1	0.66	2.04	13.1	1.62

5.2 非燃焼系温室効果ガス排出量の算定

5.2.1 原油輸送に伴う排出量の算定結果

原油貨物量と平均損失量の経年変化より、原油輸送に伴う VOC 排出量の経年変化を算定した。算定結果は表 5.2-1 に示すとおりである。NMVOC と CH₄ の配分は、MARINTEK の測定結果に基づいて推計した Second IMO GHG Study 2009 の配分を用いた。

原油貨物量の増加割合よりも平均損失量の減少割合の影響が大きく、原油損失量は減少傾向を示している。

表 5.2-1 原油損失量と VOC 排出量(百万トン)

年	原油貨物量	平均損失量 (重量%)	原油損失量	NMVOC 排出量	CH ₄ 排出量
2001	1684.0	0.149	2.508	2.365	0.144
2002	1666.7	0.142	2.371	2.235	0.136
2003	1770.0	0.137	2.428	2.289	0.139
2004	1854.9	0.133	2.472	2.330	0.142
2005	1885.2	0.129	2.428	2.289	0.139
2006	1932.6	0.124	2.394	2.257	0.137
2007	1983.6	0.119	2.360	2.225	0.135

注 1) NMVOC と CH₄ の割合は、Second IMO GHG Study 2009 の割合を用いた。

注 2) 2007 年の平均損失量は同様の割合で減少傾向が続くと仮定して求めた。

III. まとめ

1. 今後変動する運航パラメータの整理

燃焼系排出量算定に用いた運航パラメータとしては船種別の船舶数、載貨重量及び総載貨重量を、原油輸送に伴う非燃焼系排出量算定に用いたパラメータとしては原油輸送に伴う損失量と原油貨物量を選定して整理を行い、以下の点を明らかにした。

- ・ 2001年から2009年における船種船型別の船舶数は、ほとんどの船種船型カテゴリで増加傾向を示しており、今後も増加する可能性が考えられた。特にばら積み船・コンテナ船の最大カテゴリの船舶数が顕著な増加傾向を示していた。
- ・ 船種船型別の載貨重量トン数は、ほとんどの船種船型カテゴリでほぼ一定の傾向であったが、コンテナ船の最大カテゴリにおいては増加傾向を示しており、今後も増加する可能性が考えられた。
- ・ 原油輸送に伴う非燃焼系排出量に係わるパラメータとして、原油輸送に伴う損失量については2001年以降一定の割合で減少する傾向にあり、今後も減少する可能性が考えられた。原油貨物量は-1～6%程度の年変動がみられ、全体傾向としては微増傾向であり、今後も微増の可能性が考えられた。

2. 排出総量を検証しうる活動総量の検討

船舶の活動量の指標の一つである貨物輸送量(統計値等ベース)と、GHG排出総量の算定に用いた活動量から求めた貨物輸送量(Second IMO GHG Study 2009ベース)との関係を解析し、貨物輸送量(統計値等ベース)によるGHG排出総量算定方法の有効性等について検討し、以下の点を明らかにした。

- ・ 船舶数、載貨重量トン数から求めた貨物輸送量(トンマイル)と統計資料による貨物輸送量(トンマイル)は、非常によい相関関係にあることが明らかとなった。
- ・ 船舶数、載貨重量トン数の経年変化による算定方法は、簡易的な貨物輸送量の年間推移の把握に有効であることが示唆された。
- ・ ただし、経済状況の変化に伴う貨物輸送量の減少は把握できないため、統計資料における貨物輸送量からの確認と補正の必要性が示唆された。

3. UNFCCC に対応する報告の枠組みの検討

国際海運からのGHG排出量を効率的に把握する方法を検討し、UNFCCCに対応する国際海運からのGHG排出量年次報告におけるGHG排出量算定マニュアル(またはガイドライン)の基礎資料を作成した。

国際海運からのGHG排出量の効率的な算定フロー(案)を次図に示す。

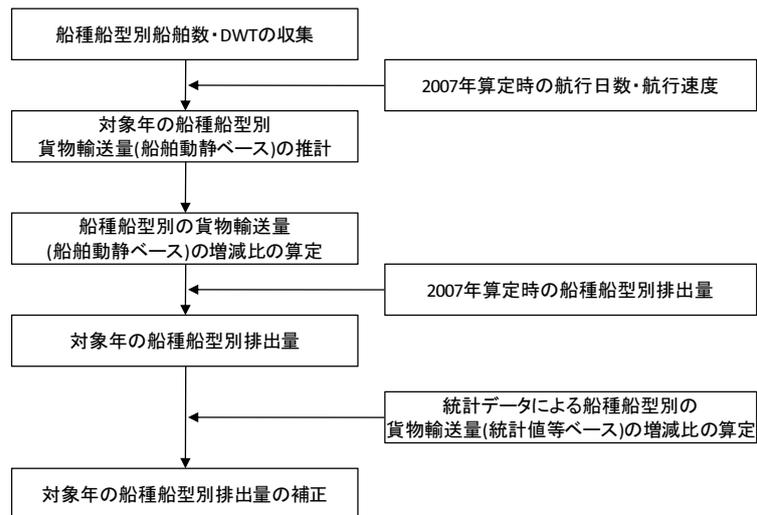


図 5.2-1 温室効果ガス排出量の年間推移算定フロー(案)

4. 過去7年間の排出総量試算

「II. 4. UNFCCC に対応する報告の枠組みの検討」で検討した排出量算定方法を用いて、過去7年間の排出量を試算し、上記算定方法の有効性、課題点等を整理した。その結果、次の成果を得た。

- ・ 船種船型別の船舶数、載貨重量トン数を用いた算定方法が、船舶全体の排出量の年間推移を効率的、簡易的に算定するのに有効であることが確認された。
- ・ 船種船型別の船舶数、載貨重量トン数のみの簡易的な算定方法では、経済状況の変化に伴う船舶の活動量の減少を把握できないため、統計資料からの確認と補正が貨物輸送量に対して必要であることが確認された。
- ・ 統計資料による補正については、主な船種でのみ有効性が確認されたが、他の船種についても統計資料の収集、確認が必要であると考えられた。

IV. 添付資料

1. 温室効果ガス及び大気汚染物質の排出係数の整理結果

1.1 温室効果ガスの燃焼系排出係数

現況の排出係数は、2006年 IPCC ガイドライン及び1996年改訂 IPCC ガイドラインをはじめとする表 1.1-1 に示す参考文献の算定方法・排出係数を整理した上で設定した。なお、IPCC ガイドラインでは、固体燃料・液体燃料・気体燃料それぞれで OECD 及び各国国内における統計単位が異なる(ton や m³など)ため、燃料の発熱量あたりの排出係数としている。

国際海運からの CO₂ についても、将来的には発熱量あたりの排出係数(g-CO₂/MJ など)を設定するのが望ましいと考えられる。たとえば、MARPOL 条約附属書 VI の改正により硫黄含有量が 0.5% の良質燃料がグローバルに供給される 2020 年においては燃料の構成が現時点と大きく異なってくる。これは、陸上において軽油の規格が各国間で大きく異なることと同じ状況であり、その場合は質量当たりあるいは体積当たりの排出係数より、熱量当たりの排出係数の方が適用できる燃料範囲が広がるためである。また、通常の天然ガス中と LNG タンカーにおいて航行中に荷室から発生する BO ガスとでは、もともと天然ガスに含まれる CO₂ 含有率が大きく異なるため、体積当たりの排出量よりも熱量当たりの排出量を用いた方が、同じく適用範囲が広いと思われる。

表 1.1-1 排出係数設定の参考文献

IPCC2006	2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (2006年 IPCC ガイドライン)
IPCC1996	Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (1996年改訂 IPCC ガイドライン)
S&O(2001)	平成 12 年度 船舶からの温室効果ガス(CO ₂ 等)の排出削減に関する調査研究報告書、平成 13 年 6 月、財団法人シップ・アンド・オーシャン財団
S&O(1999)	平成 10 年度 船舶排ガスの地球環境への影響と防止技術の調査研究報告書、平成 11 年 3 月、財団法人シップ・アンド・オーシャン財団
EMEP/CORINAIR(2007)	EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook - 2007
環境省(2008)	日本国温室効果ガスインベントリ報告書、2008 年 5 月、温室効果ガスインベントリオフィス(GIO)編、環境省地球環境局地球温暖化対策課監修
EC(2002)	Quantification of emissions from ships associated with ship movements between ports in the European Community, Final Report Entec UK Limited (July 2002)
S&O(2008)	平成 19 年度 船舶起源の粒子状物質(PM)の環境影響に関する調査研究報告書
2nd IMO GHG(2009)	Second IMO GHG Study 2009 (IMO, 2009)

1.1.1 CH₄の排出係数

各文献で用いられている CH₄の排出係数は、表 1.1-2 に示すとおりである。文献値は、大きく分けて、7.4～7.5 kg/TJ、1.24 kg/TJ、0.3～0.5 kg/TJ の 3 種の排出係数が用いられていることが解る。EMEP/CORINAIR(2007)と運輸省船舶技術研究所の排出係数は、IPCC2006 の排出係数に比べて一桁小さく、その測定例も少ないことから、代表性が他の文献に比較して劣ると考えられる。また、EMEP/ CORINAR(2007)の出典 IPCC(1997)にも 0.05 kg/tonne fuel の記載はなく、元出典は不明である。本調査では、IPCC2006 の排出係数を用いることとした。

なお、NMVOC については、「1.2.2 NMVOC」で述べる。

表 1.1-2 CH₄の燃焼系排出係数の比較

分類	出典	排出係数	排出係数 (換算)	元出典	備考
1	IPCC2006*1	7 ± 50% [kg/TJ]	7 ± 50% [kg/TJ]	Lloyd's Register(1995) and EC(2002)	Ocean-going ship
	IPCC1996*2	0.007 [g CH ₄ /MJ]	7 [kg CH ₄ /TJ]	Lloyd's Register(1995)	環境省(2008)で採用。 燃料種(軽油、A 重油、 B 重油、C 重油)ごとの 発熱量を用いてリ ットルあたりに換算 した値を使用。
	MEPC45 に提出された コンサルレポート (MEPC45/8) *3	7.5 kg/TJ (原表記 0.3kg/t-Fuel)	7.5 kg/TJ		
	S&O(2001)採用値	7.5 kg/TJ	7.5 kg/TJ		
	2nd IMO GHG(2009)	0.3 [kg/tonne fuel]	7.4 kg/TJ	IPCC2006/CORINAIR	
2	EMEP/CORINAIR*4 (2007)	0.05 [kg/tonne fuel]	1.24 kg/TJ	IPCC(1997)	Engine dependent emission factors
3	運輸省船舶技術研究所*5	0.3～0.5 kg/TJ	0.3～0.5 kg/TJ		

換算係数 : 0.0404TJ/tonne Fuel

*1 : 2006 年 IPCC ガイドライン Vol.2, p3.50, Table 3.5.3

*2 : 1996 年改訂 IPCC ガイドライン Vol.3, p1.90, Table 1-48

*3 : CORINAIR90 database, the CORINAIR 1994 default emission factors, the EDGAR Version2.0 database, National Communications to the FCCC, Berdowski, et al. (1993a and 1993b), Radian Corporation(1990) and US EPA(1995)

*4 : EMEP/CORINAIR(2007) B842-15 Table 8.2

*5 : 船舶技術研究所(2000), 「平成 12 年度船舶技術研究所発表会講演集、船用ディーゼル機関から排出される揮発性有機化合物の計測及び評価」

1.1.2 N₂O の排出係数

各文献で用いられている N₂O の排出係数は、表 1.1-3 に示すとおりである。多くの文献で Lloyd's Register(1995)のデータを基とした 2 kg/TJ(これも 19 の機関を測定した平均値)が用いられており、船舶技術研究所の 0.74~14.36 kg/TJ の範囲内となっている。船舶技術研究所の排出係数は限られた船舶の実測値であることから、本調査では、Lloyd's Register(1995)のデータを基とした IPCC2006 の排出係数を用いることとした。なお、N₂O については触媒性能が劣化した SCR において二次生成するという報告があり、NO_x の Tier3 規制において将来 SCR が多く使用される場合は、その発生量について留意する必要があると考えられる。

表 1.1-3 N₂O の排出係数の比較

分類	出典	排出係数	排出係数 (換算)	元出典	備考
1	IPCC2006*1	2 + 140% - 40% [kg/TJ]	2 + 140% - 40% [kg/TJ]	Lloyd's Register(1995) and EC(2002)	Ocean-going ship
	IPCC1996*2	0.002 [g N ₂ O/MJ]	2 [kg CH ₄ /TJ]	Lloyd's Register(1995)	環境省(2008)で採用。燃料種(軽油、A重油、B重油、C重油)ごとの発熱量を用いてリットルあたりに換算した値を使用。
	S&O(2001)	0.08 [kg/tonne fuel]	2 [kg/TJ]	IPCC ガイドライン	
	EMEP/CORINAIR (2007)*3	0.08 [kg/tonne fuel]	2 [kg/TJ]	Lloyd's Register(1995) IPCC(1997) Cooper(1996)	Engine dependent emission factors
	2nd IMO GHG(2009)	0.08 [kg/tonne fuel]	2 [kg/TJ]	IPCC2006/CORINAIR	
2	船舶技術研究所*4	0.12 [g/kg fuel]	2.97 [kg/TJ]		4 cycle engine, 85 % steady load
		0.58 [g/kg fuel]	14.36 [kg/TJ]		4 cycle engine, 25 % steady load
		0.07 [g/kg fuel]	1.73 [kg/TJ]		2 cycle engine, 85 % steady load
		0.03 [g/kg fuel]	0.74 [kg/TJ]		2 cycle engine, 25 % steady load

換算係数 : 0.0404TJ/tonne Fuel

*1 : 2006 年 IPCC ガイドライン Vol.2, p3.50, Table 3.5.3

*2 : 1996 年改訂 IPCC ガイドライン Vol.3, p1.90, Table 1-48

*3 : EMEP/CORINAIR(2007) B842-16 Table 8.2

*4 : S&O(2001)において、船舶技術研究所(2000)、「平成 12 年船舶技術研究所研究発表会講演集、船用ディーゼルから排出される亜酸化窒素の排出特性」より計算

1.2 大気汚染物質の燃焼系排出係数

1.2.1 NO_x の排出係数

各文献で用いられている NO_x の排出係数は、表 1.2-1 に示すとおりである。EC(2002)の排出係数も Lloyd's Register(1995)を基にした排出係数とほぼ同程度となっている。EC(2002)、EMEP/CORINAIR(2007)、2nd IMO GHG(2009)はエンジンスピードや規制の有無により区分した燃料消費量あたりの排出係数を設定しているが、IPCC1996 では 1 区分の燃料消費量あたりの排出係数のみであり、誤差は大きいと考えられる。

しかしながら、NO_x 排出係数は本来エンジン規模により異なるため、船舶構成が不明の平均化された燃料消費量あたりの排出係数よりも、エンジン規模(出力)により設定した排出係数を用いる方が適切である。本調査では、エンジン規模(出力)により排出係数を設定した S&O(2008)の方法を採用した。

表 1.2-1 NO_x の排出係数の比較

分類	出典	排出係数	排出係数 (換算)	元出典	備考
1	IPCC1996	1.8 [g NO _x /MJ]	1800 [kg/TJ]	Lloyd's Register(1995)	Ocean-going ship (diesel engines)
2	EC(2002)	91.9~92.8、65.0 ~65.7、59.1~ 59.6*1 [kg/tonne fuel]	2275~2298、 1610~1627、 1463~1476*1 [kg/TJ]	mostly IVL and Lloyd's Engineering Service data	海上航行時。エ ンジン、燃料、 場所毎に設定。 表 1.2-2 参照
3	EMEP/CORINAIR (2007)	87, 72, 57*2 [kg/tonne fuel]	2153, 1782, 1411*2 [kg/TJ]	Lloyd's Register(1995) IPCC(1997) Cooper(1996)	Engine dependent emission factors
4	2nd IMO GHG (2009)	89.5, 78.2, (84.9)*3 [kg/tonne fuel]	2215, 1936, 2101*3 [kg/TJ]		Slow speed
		59.6, 51.4, (56.3)*3 [kg/tonne fuel]	1475, 1272, 1394*3 [kg/TJ]		Medium speed
		7 [kg/tonne fuel]	173 [kg/TJ]		Boilers
	IPCC2006	-	-	-	記載なし

換算係数：0.0404TJ/tonne Fuel

出典：2006年 IPCC ガイドライン Vol.2, p3.50, Table 3.5.3

出典：1996年改訂 IPCC ガイドライン Vol.3, p1.90, Table 1-48

出典：EMEP/CORINAIR(2007) B842-16 Table 8.2, Table 8.4

*1：slow speed, medium speed, high speed

*2：slow speed, composite factor, medium speed

*3：未規制、Tier1 規制、(2007年の平均)。2000年から2006年は線形補完。

表 1.2-2 EC(2002)の船舶の NO_x 排出係数 (kg/tonne fuel)

エンジン	燃料	主機関		補助機関
		at sea	in port, manoeuvring	at sea, in port, manoeuvring
SSD	MGO	91.9	66.7	—
	MDO	91.9	66.7	—
	RO	92.8	67.4	—
MSD	MGO	65.0	47.5	64.1
	MDO	65.0	47.5	64.1
	RO	65.7	47.9	64.8
HSD	MGO	59.1	43.0	50.2
	MDO	59.1	43.0	50.2
	RO	59.6	43.6	51.1
GT	MGO	19.7	9.1	—
	MDO	19.7	9.1	—
	RO	20.0	9.2	—
ST	MGO	6.9	5.0	—
	MDO	6.9	5.0	—
	RO	6.9	5.1	—

エンジン	
SSD	slow speed deisel
MSD	medium speed deisel
HSD	high speed deisel
GT	gas turbine
ST	steam turbine

燃料	
MGO	marine gas oil
MDO	marine diesel oil
RO	residual oil

元出典：mostly IVL and Lloyd's Engineering Service data(船型別に集計した排出係数もある)

1.2.2 NMVOC の排出係数

各文献で用いられている燃焼系 NMVOC の排出係数は、表 1.2-3 に示すとおりである。Lloyd's Register(1995)を基にしたグループ 1 の排出係数はエンジン形態によらず 1 つの排出係数が設定されているが、EC(2002)では、エンジンのスピードに応じて 3 つの排出係数が設定されている。なお、IPCC2006 では NMVOC の排出係数は記載されていない。

CH₄と NMVOC の排出係数比較は表 1.2-4 に示すとおりである。重量比、体積比ともに、EMEP/CORINAIR(2007)で小さくなっている。

表 1.2-3 NMVOC の燃焼系排出係数の比較

分類	出典	排出係数	排出係数 (換算)	元出典	備考
1	2nd IMO GHG (2009)	2.4 [kg/tonne fuel]	59.4 [kg/TJ]	CORINAIR	
	S&O(2008)	2.4 [kg/tonne fuel]	59.4 [kg/TJ]	EMEP/CORINAIR(2006)	
	EMEP/CORINAIR (2007)	2.4 [kg/tonne fuel]	59.4 [kg/TJ]	Lloyd's Register(1995) IPCC(1997) Cooper(1996)	Engine dependent emission factors
	IPCC1996	0.052 [g/MJ]	52 [kg/TJ]	Lloyd's Register(1995)	Ocean-going ship (diesel engines)
2	EC(2002)	3.1~3.2、2.3~2.5、0.9~1.0*1 [kg/tonne fuel]	76~80、58~61、23~24*1 [kg/TJ]	mostly IVL and Lloyd's Engineering Service data	エンジン、燃料、場所毎に設定。表 1.2-5 参照
	IPCC2006	-	-	-	CH ₄ のみ記載あり

換算係数：0.0404TJ/tonne Fuel、3.6MJ/kW-h

出典：1996年改訂 IPCC ガイドライン Vol.3, p.1.90, Table 1-48

出典：EMEP/CORINAIR(2007) B842-16 Table 8.2, Table 8.4

*1：slow speed, medium speed, high speed

表 1.2-4 CH₄と NMVOC の排出係数の比較

出典	CH ₄ の排出係数	NMVOC の排出係数	CH ₄ /NMVOC 比	
			(重量比)	(体積比)
IPCC1996	0.007 [g/MJ]	0.052 [g/MJ]	13.5 %	3.5 %
2nd IMO GHG(2009)	0.3 [kg/tonne fuel]	2.4 [kg/tonne fuel]	12.5 %	3.2 %
EMEP/CORINAIR (2007)	0.05 [kg/tonne fuel]	2.4 [kg/tonne fuel]	2.1 %	0.5 %

注) 体積比は、S&O(2006)の実測結果を基に NMVOC の平均分子量を 62 として算出した。

表 1.2-5 EC(2002)の船舶の NMVOC 排出係数 (kg/tonne fuel)

エンジン	燃料	主機関		補助機関
		at sea	in port, manoeuvring	at sea, in port, manoeuvring
SSD	MGO	3.2	8.8	—
	MDO	3.2	8.8	—
	RO	3.1	8.4	—
MSD	MGO	2.5	6.7	1.8
	MDO	2.5	6.7	1.8
	RO	2.3	6.4	1.8
HSD	MGO	1.0	2.7	1.8
	MDO	1.0	2.7	1.8
	RO	0.9	2.6	1.8
GT	MGO	0.3	1.6	—
	MDO	0.3	1.6	—
	RO	0.3	1.5	—
ST	MGO	0.3	0.9	—
	MDO	0.3	0.9	—
	RO	0.3	0.9	—

エンジン	
SSD	slow speed deisel
MSD	medium speed deisel
HSD	high speed deisel
GT	gas turbine
ST	steam turbine

燃料	
MGO	marine gas oil
MDO	marine diesel oil
RO	residual oil

注) 原典では HC 排出係数となっているが、分析方法などから判断して NMVOC であると考えた。

元出典 : mostly IVL and Lloyd's Engineering Service data(船型別に集計した排出係数もある)

1.2.3 CO の排出係数

各文献で用いられている CO の排出係数は、表 1.2-6 に示すとおりである。どの文献値も基データは Lloyd's Register(1995)であり、同程度の排出係数となっている。

表 1.2-6 CO の排出係数の比較

出典	排出係数	排出係数 (換算)	元出典	備考
IPCC1996	0.18 [g/MJ]	180 [kg/TJ]	Lloyd's Register(1995)	Ocean-going ship (diesel engines)
EMEP/CORINAIR (2007)	7.4 [kg/tonne fuel]	183 [kg/TJ]	Lloyd's Register(1995) IPCC(1997) Cooper(1996)	Engine dependent emission factors
2nd IMO GHG (2009)	7.4 [kg/tonne fuel]	183 [kg/TJ]	CORINAIR	
S&O(2008)	7.4 [kg/tonne fuel]	183 [kg/TJ]	EMEP/CORINAIR(2006)	
IPCC2006	-	-	-	記載なし

換算係数 : 0.0404TJ/tonne Fuel

出典 : 1996 年改訂 IPCC ガイドライン Vol.3, p1.90, Table 1-48

出典 : EMEP/CORINAIR(2007) B842-16 Table 8.2, Table 8.4

1.2.4 PMの排出係数

各文献で用いられているPMの排出係数は、表1.2-7に示すとおりである。S&O(2008)の元出典のデータは希釈法による測定結果を用いており、SO₄粒子を含むPM排出係数となっている。EMEP/CORINAIRの排出係数設定に用いた元出典データの測定方法については不明であるが、S&O(2008)と同程度の排出係数となっている。EC(2002)は上記の2文献に比べて大きい排出係数となっている。

表 1.2-7 PMの排出係数の比較

出典	排出係数	排出係数 (換算)	元出典	備考
EMEP/CORINAIR (2007)	6.7 [kg/tonne fuel]	166 [kg/TJ]	Cooper and Gustafsson (2004)	Residual fuel
	1.1 [kg/tonne fuel]	27 [kg/TJ]	Cooper and Gustafsson (2004)	Distillate fuel
2nd IMO GHG (2009)	6.7 [kg/tonne fuel]	166 [kg/TJ]	CORINAIR	HFO
	1.1 [kg/tonne fuel]	27 [kg/TJ]	CORINAIR	MDO
S&O(2008)	1.44~6.45 [g/kg fuel]	36~149 [kg/TJ]	*1	燃料中硫黄分 0.5~2.7%
EC(2002)	4.4, 4.0, 4.0*2 [kg/tonne fuel]	109, 100, 100*2 [kg/TJ]	mostly IVL and Lloyd's Engineering Service data	港内航行時の MGO(Marine gas oil)。海上航 行時は設定な し。 表 1.2-8 参照
	4.4, 4.0, 4.0*2 [kg/tonne fuel]	109, 100, 100*2 [kg/TJ]		港内航行時の MDO(Marine Diesel oil)。海上 航行時は設定な し。 表 1.2-8 参照
	11.2, 10.3, 10.3*2 [kg/tonne fuel]	276, 254, 254*2 [kg/TJ]		港内航行時の Residual oil。海 上航行時は設定 なし。 表 1.2-8 参照
IPCC2006	-	-	-	記載なし
IPCC1996	-	-	-	記載なし

換算係数：0.0404TJ/tonne Fuel

出典：EMEP/CORINAIR(2007) B842-15 Table 8.1, B842-16 Table 8.4

*1：「平成16年度船舶排出大気汚染物質削減技術検討調査報告書」(平成17年3月、(社)日本マリンエンジニアリング学会)

*2：slow speed, medium speed, high speed

表 1.2-8 EC(2002)の船舶のPM 排出係数 (kg/tonne fuel)

エンジン	燃料	主機関		補助機関
		at sea	in port, manoeuvring	at sea, in port, manoeuvring
SSD	MGO	—	4.4	—
	MDO	—	4.4	—
	RO	—	11.2	—
MSD	MGO	—	4.0	1.4
	MDO	—	4.0	1.4
	RO	—	10.3	3.5
HSD	MGO	—	4.0	1.4
	MDO	—	4.0	1.4
	RO	—	10.3	3.5
GT	MGO	—	1.6	—
	MDO	—	1.6	—
	RO	—	4.5	—
ST	MGO	—	2.8	—
	MDO	—	2.8	—
	RO	—	7.1	—

エンジン	
SSD	slow speed deisel
MSD	medium speed deisel
HSD	high speed deisel
GT	gas turbine
ST	steam turbine

燃料	
MGO	marine gas oil
MDO	marine diesel oil
RO	residual oil

元出典：mostly IVL and Lloyd's Engineering Service data(船型別に集計した排出係数もある)

1.2.5 SOx

各文献で用いられている SOx の排出係数は、表 1.2-9 に示すとおりである。各文献ともに燃料中硫黄分を基に排出係数を設定しているため、同程度の排出係数となっている。S&O(2008)については、PM に区分される SO₄ 粒子として排出される量を補正して排出係数を設定しているため、平均硫黄成分から理論上導かれる排出係数と比較して 6 %ほど小さい排出係数となっていることに留意されたい。この補正は今後マクロな排出量算定においては、非常に重要な点であり特に将来において燃料中硫黄分が制限された場合、大きな影響を産む。実際に、欧米で実施された調査では、硫酸塩となった硫黄分と SOx のままの硫黄分をダブルカウントしている例が見られる。

表 1.2-9 SOx の排出係数の比較

出典	排出係数	排出係数 (換算)	元出典	備考
S&O(2008)	9.4~50.6 [g/kg fuel]	233~1252 [kg/TJ]	*1	燃料中硫黄分 0.5~2.7%
EMEP/CORINAIR (2007)	20 * %S [kg/tonne fuel]	495 * %S [kg/TJ]	Lloyd's Register(1995)	S: 燃料中硫黄 分(%Wt)
2nd IMO GHG(2009)	54 [kg/tonne fuel]	1337 [kg/TJ]	CORINAIR	HFO (2.7%S)
	10 [kg/tonne fuel]	248 [kg/TJ]	CORINAIR	MDO(0.5%S)
EC(2002)	4.9 [kg/tonne fuel]	121 [kg/TJ]	mostly IVL and Lloyd's Engineering Service data	海上航行時の MGO(Marine gas oil)。エンジ ン、燃料、場所 毎に設定。表 1.2-10 参照
	20.0~20.2 [kg/tonne fuel]	495~500 [kg/TJ]		海上航行時の MDO(Marine Diesel oil)。エン ジン、燃料、場 所毎に設定。表 1.2-10 参照
	53.8~54.0 [kg/tonne fuel]	1332~1337 [kg/TJ]		海上航行時の Residual oil。エ ンジン、燃料、 場所毎に設定。 表 1.2-10 参照
IPCC2006	-	-	-	記載なし
IPCC1996	-	-	-	記載なし

換算係数 : 0.0404TJ/tonne Fuel

出典 : EMEP/CORINAIR(2007) B842-15 Table 8.1

*1 : 「平成 16 年度船舶排出大気汚染物質削減技術検討調査報告書」(平成 17 年 3 月、(社)日本マリンエンジニアリング学会)

*2 : slow speed, medium speed, high speed

表 1.2-10 EC(2002)の船舶の SO₂ 排出係数 (kg/tonne fuel)

エンジン	燃料	主機関		補助機関
		at sea	in port, manoeuvring	at sea, in port, manoeuvring
SSD	MGO	4.9	4.9	—
	MDO	20.0	20.1	—
	RO	53.8	54.0	—
MSD	MGO	4.9	4.9	5.1
	MDO	20.2	20.2	19.8
	RO	54.0	54.3	54.2
HSD	MGO	4.9	4.9	5.1
	MDO	20.2	20.2	19.8
	RO	54.0	54.3	54.2
GT	MGO	5.2	5.0	—
	MDO	20.0	20.1	—
	RO	54.1	53.9	—
ST	MGO	5.2	5.0	—
	MDO	20.0	20.1	—
	RO	54.1	53.9	—

エンジン	
SSD	slow speed deisel
MSD	medium speed deisel
HSD	high speed deisel
GT	gas turbine
ST	steam turbine

燃料	
MGO	marine gas oil
MDO	marine diesel oil
RO	residual oil

元出典：mostly IVL and Lloyd's Engineering Service data(船型別に集計した排出係数もある)

■ 用語の定義

用語	説明
AIS	Automatic identification system ; 船舶自動識別装置。
BLG	Sub-Committee on Bulk Liquids and Gases ; ばら積み液体・気体物質小委員会。IMO の小委員会。SOLAS 条約、マルポール条約、IBC コード、IGC コード等に関する安全要件並びに海洋汚染防止要件等に関する事項を扱う。
CBM	cubic metre ; 立方メートル。体積の単位。
CFC	Chlorofluorocarbons ; クロロフルオロカーボン。モントリオール議定書対象のオゾン層破壊物質。
CH ₄	Methane ; メタン。
CO	Carbon monoxide ; 一酸化炭素。
CO ₂	Carbon dioxide ; 二酸化炭素。
CRF	Common Reporting Format ; 共通報告様式。気候変動枠組条約(UNFCCC)や京都議定書の下で、附属書締約国は、IPCC インベントリガイドラインに従って、自国のインベントリを作成し、NIR と CRF の二つを、締約国会議に提出することが義務付けられている。CRF は、排出量・吸収量の算定結果や、算定に用いたデータ(各排出源・吸収源における活動量など)を報告するための、標準化された表のセット。(算定項目等は「NIR」参照)
DWT	Dead weight tonnage ; 載貨重量トン数。貨物(自己の燃料等も含む)の最大積載量の重量。計画満載喫水線に至るまで貨物を満載した時の排水トン数から、貨物を積載していない時の排水トン数を引いて求める。
GHG	Greenhouse gas ; 温室効果ガス。京都議定書における排出量削減対象の温室効果ガスは 6 種類(CO ₂ 、メタン(CH ₄)、一酸化二窒素(N ₂ O)、ハイドロフルオロカーボン(HFCs)、パーフルオロカーボン(PFCs)及び 6 フッ化硫黄(SF ₆)。
GPG	IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories ; 温室効果ガスインベントリにおけるグッドプラクティスガイダンス及び不確実性管理報告書。「IPCC ガイドライン 1996」の問題点の解決とインベントリの不確実性の低減を主な目的として、IPCC が 2000 年 5 月に策定。
HCFC-22	ハイドロクロロフルオロカーボン。モントリオール議定書対象のオゾン層破壊物質。
HFCs	Hydro fluoro carbons ; ハイドロフルオロカーボン。気候変動枠組み条約に基づく京都議定書で規制対象となった代替フロン。
HFO	Heavy fuel oil ; 重油。
IEA	International Energy Agency ; 国際エネルギー機関。
IMO	International Maritime Organization ; 国際海事機関。国際連合の専門機関のひとつ。海上航行の安全性と海運技術の向上やタンカー事故などによる海洋汚染の防止や諸国間の差別措置の撤廃を目指している。
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change ; 気候変動に関する政府間パネル。人為起源による気候変化、影響、適応及び緩和方策に関し、科学的、技術的、社会経済学的な見地から包括的な評価を行うことを目的として、1988 年に世界気象機関(WMO)と国連環境計画(UNEP)により設立された。
IPCC ガイドライン	IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories ; IPCC 国別温室効果ガス排出インベントリガイドライン。UNFCCC の下での国別温室効果ガス排出インベントリ作成に用いる文書。排出・吸収量の推計方法の透明性を確保することや、各国の情報を比較しやすいように、各国が採用すべき計算手法や報告形式等についての標準的方法が示されている。

用語	説明
LNG	Liquefied natural gas ; 液化天然ガス。
Lloyd's Register – Fairplay	ロイズ・レジスター・フェアプレイ(LRF)。世界で選ばれている海運業向けの海事情報提供会社であり、全世界の 100 総トン以上の商船について最新の詳細情報を包括的に提供する唯一の組織。2010 年に IHS Fairplay に改名された。
MARINTEK	Norwegian Marine Technology Research Institute。MARINTEK は、3 つの会社と 8 つの研究機関からなる海洋分野の研究開発を事業として行っているノルウェーの研究会社である。対象としている分野は、海運、漁業、エネルギー等と幅広い。
MDO	Marine diesel oil(distillate marine fuel with possible residual fuel traces)。船用ディーゼル油(少量の残渣含有可とされる船用留出燃料)
MEPC	Marine Environment Protection Committee ; 海洋環境保護委員会。IMO の委員会。全ての加盟国で構成され、年 1~2 回開催される。船舶に起因する海洋汚染の防止及び規制に関する事項についての検討を行う。詳細な技術的事項の検討は、下部組織である小委員会(ばら積液体・ガス小委員会(BLG)及び旗國小委員会(FSI))へ付託される。
NIR	National Inventory Report ; 国家温室効果ガスインベントリ報告書(「国家目録報告書」等とも言う。)。気候変動枠組条約(UNFCCC)や京都議定書の下で、附属書締約国は、IPCC インベントリガイドラインに従って、自国のインベントリを作成し、NIR と CRF の二つを、締約国会議に提出することが義務付けられている。NIR は、排出量・吸収量の算定方法、算定に用いたデータの出所、インベントリ作成体制や品質保証・管理の手続きなどにつき、詳細な説明を記した報告書。締約国が温室効果ガスインベントリで算定・報告すべき排出源・吸収源は、「エネルギー」「工業プロセス」「溶剤及び他の製品使用」「農業」「土地利用変化及び林業」「廃棄物」の 6 分野、対象とすべきガスは、CO ₂ 、メタン(CH ₄)、一酸化二窒素(N ₂ O)、ハイドロフルオロカーボン(HFCs)、パーフルオロカーボン(PFCs)及び 6 フッ化硫黄(SF ₆)。附属書締約国は、これらのほかに前駆物質(窒素酸化物(NO _x)、一酸化炭素(CO)、非メタン炭化水素(NMVOC)、二酸化硫黄(SO ₂))も含めるべきとされている。
NMVOC	Non-methane volatile organic compounds ; 非メタン揮発性有機化合物。
NOx	Nitrogen Oxides ; 窒素酸化物。
OD 表	origin-destination ; 起点終点。起点 (origin) から終点 (destination) に向けたヒト・モノ・情報などの流量を行列形式で表したもの。
PFCs	Perfluorocarbons ; パーフルオロカーボン類。気候変動枠組み条約に基づく京都議定書で規制対象となった代替フロン。半導体のエッチングや洗浄に用いられていた。また陸上や船舶などでの消化剤としても用いられる。
PM10	Particulate matter/material with aerodynamic diameter 10 micrometres or less。 10 μ 以下の空気動力学的直径を持った粒子状物質/物体。
QA/QC	Quality Assurance/Quality Control : 品質保証/品質管理。GPG2000 により定められた排出インベントリの透明性、一貫性、比較可能性、完全性、信頼性を向上させるために必要とされる仕組みであり、QA/QC 計画、QA/QC 活動及び手続の作成等が求められている。
R717	アンモニアの冷媒番号。アンモニアは自然冷媒であり、地球温暖化係数、オゾン層破壊係数ともにゼロの環境負荷の小さい冷媒。
RTOC	Refrigeration, Air conditioning and Heat Pumps Technical Options Committee ; 冷凍・空調・ヒートポンプ技術選定委員会。

用語	説明
SF ₆	Sulphur hexafluoride ; 六フッ化硫黄。
SFOC	Specific fuel oil consumption ; 燃料消費率。単位は kg/tonne-fuel。
SO _x	Sulphur oxides ; 硫黄酸化物。
TEU	Twenty foot equivalent unit ; TEU(20 フィートコンテナ換算)。コンテナ貨物の単位。
Tier1 規制	MARPOL 条約附属書VIの 2005 年 5 月発行に伴い、2000 年 1 月 1 日以降に建造される船舶に対する NO _x 排出量規制。その後、附属書VIが改訂され、Tier2 規制(2011 年開始)、Tier3 規制(2016 年開始)が定められている。
UNEP	United Nations Environment Programme ; 国連環境計画。環境分野を対象に国連活動・国際協力活動を行う。取り扱う分野は、オゾン層保護、有害廃棄物、海洋環境保護、水質保全、化学物質管理や重金属への対応、土壌の劣化の阻止、生物多様性の保護等多岐にわたる。UNEP は、その比較優位である法的規範の適用を通じ、地球環境の保全・向上の実現に寄与してきている。
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change ; 気候変動に関する国連枠組み条約。気候変動枠組条約ともいう。
VOC	Volatile organic compounds ; 揮発性有機化合物。
インベントリ	Inventory。英語で商品や財産などの目録、あるいは商品や財産の目録を作成する在庫調査やたな卸しを意味する語。ここでは、温室効果ガス等の排出量。
貨物輸送量	一貨物毎に重量と輸送距離を乗じて求める。何トンの貨物を何マイル運んだかを表す。単位はトンマイル。輸送機関別に輸送量を比較する場合(輸送分担率)の単位として使われる。
貨物量	ここでは船舶によって輸送された貨物の総量。各港湾で荷揚(あるいは荷下げ)された貨物の合計。単位はトン。
キーカテゴリー	排出量目録全体の不確実性に最も影響するカテゴリを「キーカテゴリー」と呼び、キーカテゴリー評価を行うことは、目録全体の不確実性を管理する上で、重要な役割を果たす。
載貨重量トン数	DWT(Dead weight tonnage)。貨物(自己の燃料等も含む)の最大積載量の重量。計画満載喫水線に至るまで貨物を満載した時の排水トン数から、貨物を積載していない時の排水トン数を引いて求める。
船舶動静ベース	ここでは船種船型別の船舶数・載貨重量トン数・平均積載率・平均航行距離などから求めた活動量(貨物輸送量)を基準・ベースとすること。
ディシジョンツリー	意思決定の“決定”や物事の“分類”などを多段階で繰り返し行う場合、その「分岐の繰り返し」を階層化して樹形図(tree diagram)に描き表したグラフ表現、あるいはその構造モデル。
統計値等ベース	貨物量及び貨物輸送量に関する統計値を基準・ベースとすること。
トランシップコンテナ	トランシップ(Transshipment)とは、積荷港から荷卸港まで、同一船舶で運送されずに、途中港で積み替えされることをいう。
バルク密度	Bulk density。仮比重ともいう。物質の重量(乾燥重量)を、その物質が内包する空間を含めた体積で割って得られる。単位は ton/m ³ である。
フィーダーコンテナ	本船が直接寄港する幹線コンテナ船の主要港に発着するコンテナ貨物を別便で端末輸送を行うための小型コンテナ船。大型コンテナ船の寄港する幹線航路の主要港をハブ港(hub)、幹線コンテナ船が直接寄港するには貨物量がやや少ない支線輸送の対象港をフィーダーサービス港(feeder service port)という。
モンテカルロ法	乱数を用いてシミュレーションや数値計算を行う手法の総称。

■ 船種の分類

Crude Tankers	原油タンカー	原油運搬用のタンカーを包含する分類
Products Tankers	プロダクトタンカー	種々の石油精製品を運搬するタンカー
Chemical Tankers	ケミカルタンカー	種々の化学工業品を運搬するタンカー
LPG Tankers	LPG タンカー	液化石油ガス及び時としてアンモニアのような他の製品を運搬する専用タンカー
LNG Tankers	LNG タンカー	液化天然ガスを運搬する専用タンカー
Other Tankers	その他のタンカー	燃料輸送タンカー、あるいはオレンジジュース、ビチューメン、ワイン、水などの特定の液体製品を運搬するタンカー
Bulker	バラ積み貨物船	穀物、鉄鉱石、石炭などのバラ荷を運搬するよう設計された船舶
General cargo carriers	一般貨物船	小型単倉船から最新式の多目的船まで幅広い範囲の貨物船を包含する分類。コンテナやバラ荷を運搬するよう設計された船舶も含まれる。これらの船舶の大部分は専用の揚重機を装備している。
Other dry carriers	その他のドライ貨物船	冷凍貨物船あるいは特別のドライ貨物運搬船
Container ship	コンテナ船	コンテナに収められた貨物のみを運搬するよう設計された純然たるコンテナ船。すなわちデッキ上及びデッキ下の両スペースともにコンテナを運ぶよう設計されたフルセルラー船
Vehicle ships	車輛運搬船	(新しい)車、トラック、時には車輪が付いた特殊貨物を運搬するよう設計された船舶
Ro-Ro	Ro-Ro 船	貨物を車輛に乗せ、車輛ごと積荷・揚荷を行う船舶
Ferries	フェリー	車と乗客を定期的に運搬する船舶。夜間フェリーも含む
Cruise ships	クルーズ	娯楽目的の航海で乗客を載せる船舶。
Yachts	ヨット	大型の娯楽用船舶。
Offshore	オフショア船	各種のプラットフォームサプライ船及びオフショアサポート船が含まれる。ここではドリリングリグはこの中に含まない。
Service	サービス船	タグボートが主であるが、それ以外の作業船、浚渫船、観測船なども含まれる
Misc	漁船	漁類捕獲用の船

この報告書は、ボートレース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。

平成21年度 船舶からの温室効果ガス及び大気汚染物質の世界的な
排出量算定調査報告書
(船舶からの温室効果ガス削減方策に関する調査研究)

平成22年7月発行

発行 海洋政策研究財団(財団法人シップ・アント・オーシャン財団)

〒105-0001 東京都港区虎ノ門1-15-16 海洋船舶ビル
TEL 03-3502-1828 FAX 03-3502-2033
<http://www.sof.or.jp>

本書の無断転載、複写、複製を禁じます。

ISBN978-4-88404-248-6

