

平成22年度

**排出規制海域設定による
大気環境改善効果の算定事業
報告書**

平成23年3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 22 年度助成事業「排出規制海域設定による大気環境改善効果の算定」の成果をとりまとめたものです。

平成 20 年 10 月に開催された国際海事機関 (IMO) の第 58 回海洋環境保護委員会 (MEPC58) において、MARPOL 73/78 条約附属書VIの改正案が採択され、平成 22 年 7 月 1 日に発効しました。この改正により船舶から排出される NO_x、SO_x 及び PM に関しては、2016 年からの第 3 次規制において、自国内に排出規制海域 (ECA :Emission Control Area) を設定できることになり、特に NO_x については、24 m 未満のプレジャーボートと合計推進出力 750 kW 未満の船舶を除く船舶に対し、ECA において従来規制値より 80 %削減することが義務付けられることになりました。ただし、ECA 設定を希望する国は環境影響評価を行い、それに基づいて適切な海域設定を行うことが求められており、IMO へ文書を提出し、審議の上承認を得ることになっております。

そこで、船舶からの排ガスに関して多くの調査研究実績がある当財団では、ECA 設定に関する広範囲の評価が可能なモデルを作成し、シミュレーションを行い、我が国沿岸域住民の健康や陸・海域への環境影響を評価するとともに、我が国における ECA 設定に関して国際的にも信頼が得られる科学的な資料を作成し、船舶に係わる環境政策の策定に寄与することを目的として、本事業を開始いたしました。

本年度は、船舶からの排ガスデータ (排出量及び排出場所) と陸上起源の大気中に排出される大気汚染物質のデータを入力し、環境濃度を予測できる大気反応モデル及び影響評価手法の調査検討を行うとともに、入力データとして必要な我が国周辺の船舶からの排ガスデータを求めました。

その結果、船舶自動識別装置 (AIS : Automatic Identification System) 搭載船舶の航行データ等を利用することなどにより、船舶に関する大気反応モデルの入力データとしては従来にない詳細な排ガス分布データを作成することができました。また、大気反応モデルと影響評価手法については欧米のモデルや評価方法を調査するとともに、我が国だけでなく IMO 等の国際社会に向けた評価手法の適用性について整理することができました。これらの本年度の成果を基に本格的な大気反応モデルによるシミュレーション並びに影響評価を行う予定です。

本調査を進めるにあたりましては、高崎講二九州大学大学院総合理工学研究院教授を委員長とする「排出規制海域設定に関する排出源データ調査研究委員会」並びに武林亨慶應義塾大学医学部教授を委員長とする「排出規制海域設定に関する評価モデル調査研究委員会」各委員の方々による熱心なるご審議とご指導を賜りました。また、大気反応モデル利用についてのご指導をいただきました速水洋財団法人電力中央研究所上席研究員並びに貴重な情報の提供を賜りました海上保安庁はじめ海運・海事関係者の方々に対しまして厚くお礼を申し上げます。

平成 23 年 3 月

海洋政策研究財団
会長 秋山昌廣

排出規制海域設定に関する排出源データ調査研究委員会名簿

(順不同、敬称略)

委員長	高崎 講二	九州大学大学院 総合理工学研究院 環境エネルギー工学専攻教授
委員	神成 陽容	独立行政法人国立環境研究所 客員研究員
	前田 和幸	独立行政法人水産大学校 海洋機械工学科 教授
	平川 貴光	財団法人日本船舶技術研究協会 環境技術ユニット 主任研究員
	河本賢一郎	社団法人日本船主協会 海務部 係長
	及川 武司	日本内航海運組合総連合会 審議役
	華山 伸一	海洋政策研究財団 海技研究グループ 主任研究員

オブザーバー

	丸田 晋一	国土交通省 総合政策局 海洋政策課 海洋政策渉外官
	及川 光弘	国土交通省 総合政策局 海洋政策課 専門官
	大坪 新一郎	国土交通省 海事局 安全基準課 国際基準調整官
	西 敏英	国土交通省 海事局 安全基準課 課長補佐
	池永 宜広	国土交通省 海事局 安全基準課 環境基準室 基準係長
	作田 朋巳	国土交通省 海事局 安全基準課 調整係長
	道下 善明	全国漁業共同組合連合会 漁政部 次長
	佐土 清志	社団法人海洋水産システム協会 研究開発部 参与
	矢野 京次	社団法人海洋水産システム協会 研究開発部 部長
	川嶋 民夫	日本郵船株式会社 環境グループ調査役兼技術グループ技師長
	松本 卓也	日本郵船株式会社 技術グループ 船舶計画チーム 課長代理
	実 謙二	株式会社商船三井 経営企画部 部長代理 兼 CSR・環境室 室長
	川越 美一	株式会社商船三井 技術部 計画・開発グループ グループリーダー
	直川 茂	川崎汽船株式会社 環境推進室長
	広瀬 晋也	石油連盟 技術環境安全部 燃料技術グループ長
	星 周次	いであ株式会社 国土環境研究所環境技術グループ グループ長

関係者

	石黒 純一	日本エヌ・ユー・エス株式会社 技術主幹
	櫻井 達也	日本エヌ・ユー・エス株式会社 ソシアル・サイエンス・コンサルティングユニット コンサルタント
	中村 紳也	株式会社日本海洋科学 取締役兼コンサルタントグループ 統括部長
	原 大地	株式会社日本海洋科学 コンサルタントグループ 主任研究員
	青山 憲之	株式会社日本海洋科学 コンサルタントグループ 研究員

事務局

華山 伸一	海洋政策研究財団	海技研究グループ	主任研究員
三木憲次郎	海洋政策研究財団	海技研究グループ	グループ長
森 勝美	海洋政策研究財団	海技研究グループ	グループ長代理
南島るりこ	海洋政策研究財団	海技研究グループ	海事研究チーム チーム長

排出規制海域設定に関する評価モデル調査研究委員会名簿

(順不同、敬称略)

委員長 武林 亨 慶應義塾大学医学部 公衆衛生学 教授
委員 加藤 順子 金沢工業大学 客員教授
佐瀬 裕之 財団法人日本環境衛生センター アジア大気汚染研究センター
生態影響研究部 部長
林 健太郎 独立行政法人農業環境技術研究所 物質循環研究領域 主任研究員

オブザーバー

丸田 晋一 国土交通省 総合政策局 海洋政策課 海洋政策渉外官
及川 光弘 国土交通省 総合政策局 海洋政策課 専門官
西 敏英 国土交通省 海事局 安全基準課 課長補佐
平川 貴光 財団法人日本船舶技術研究協会 環境技術ユニット 主任研究員
星 周次 いであ株式会社 国土環境研究所 環境技術グループ グループ長

関係者

石黒 純一 日本エヌ・ユー・エス株式会社 技術主幹
櫻井 達也 日本エヌ・ユー・エス株式会社
ソーシャル・サイエンス・コンサルティングユニット コンサルタント

事務局

華山 伸一 海洋政策研究財団 海技研究グループ 主任研究員
三木憲次郎 海洋政策研究財団 海技研究グループ グループ長
森 勝美 海洋政策研究財団 海技研究グループ グループ長代理
南島るりこ 海洋政策研究財団 海技研究グループ 海事研究チーム チーム長

目 次

第 I 編 調査の概要

1	調査の目的	1
2	委員会開催日	1
2.1	排出規制海域設定に関わる排出源データ調査研究委員会	1
2.2	排出規制海域設定に関わる評価モデル調査研究委員会	1
3	調査結果	2
3.1	排出源データの作成	2
3.1.1	船舶の活動量データの作成	2
3.1.2	船舶からの排出源データの作成	3
3.1.3	排出源データの空間分布解析	4
3.2	評価モデルの調査	4
3.2.1	大気反応モデルの調査・検討	4
3.2.2	PM2.5 評価モデルの調査・検討	5
3.2.3	影響評価手法の調査・検討	5

第 II 編 調査の内容

	主要用語説明	7
	主要略語集	10
1	船舶の排出源データの作成方法	14
1.1	ECA 設定の検討に必要なデータ	15
1.2	検討条件	17
1.2.1	算出区分	17
1.2.2	対象海域	17
1.2.3	算定及び推定対象年	18
1.3	排出量算定の考え方	19
1.3.1	排出量算定の基本式	19
1.3.2	トップダウン補正の方法	20
1.3.3	排出源データ作成の考え方	21

2	排出係数の設定	23
2.1	船舶からの大気汚染物質の排出経路	24
2.2	大気汚染物質の燃焼系排出係数	25
2.2.1	NO _x	26
2.2.2	SO ₂	29
2.2.3	PM	31
2.2.4	その他	33
2.3	2020年を想定した大気汚染物質の燃焼系排出係数	34
2.3.1	排出係数の決定に係るシナリオの検討	34
2.3.2	2020年におけるNO _x の排出係数	35
2.3.3	2020年におけるSO ₂ 及びPM排出係数	37
3	船舶の活動量及び燃料消費量の算出	38
3.1	商船	39
3.1.1	活動量及び燃料消費量の算出手順	39
3.1.2	計算条件	43
3.1.3	定格排出量の算定方法	45
3.1.4	停泊時の活動量の算出	56
3.1.5	航行時の活動量の算出	74
3.1.6	燃料消費量のトップダウン補正	98
3.1.7	燃料消費量の地理的分布	101
3.2	漁船	105
3.2.1	活動量及び燃料消費量の計算手順	105
3.2.2	計算条件	106
3.2.3	活動量と燃料消費量の算出	112
4	船舶からの排出源データの作成	134
4.1	商船からの排出源データ	135
4.1.1	対象海域内における総量	135
4.1.2	汚染物質排出量の水平分布	135
4.1.3	排出量の時間帯別の合計	146
4.2	漁船からの排出源データ	150
4.2.1	漁船の燃料消費量及び排出量	150
4.2.2	燃料消費量の水平分布	150
4.2.3	排出量の水平分布	151
4.3	排出源データの船種船型別比較	153

4.4	排出源データの検証.....	161
4.4.1	既存活動量との比較.....	161
4.4.2	東京湾を対象とした既存船舶排出源データとの比較.....	171
4.4.1	誤差要因の解析.....	172
5	陸上の排出源データの作成.....	178
5.1	既存の陸上の排出源データの整理.....	179
5.1.1	EAGrid2000-Japan について.....	180
5.1.2	REAS について.....	182
5.2	既存の陸上排出源データの利用について.....	185
6	船舶の排出源データの解析.....	187
6.1	離岸距離別の商船及び漁船の総排出量の解析.....	188
6.2	陸上の排出源データとの比較.....	190
6.2.1	船舶排出量と NIR との比較.....	190
6.2.2	船舶排出量と EAGrid2000-Japan との比較.....	192
6.3	排気ガスの排出構造.....	215
7	大気反応シミュレーションモデル及び PM2.5 評価モデル.....	225
7.1	大気反応シミュレーションモデル.....	226
7.1.1	大気反応シミュレーションモデルの概要.....	226
7.1.2	シミュレーションモデルの種類と特徴.....	226
7.1.3	過去の化学物質輸送モデル.....	228
7.1.4	第3世代モデルに求められる要素.....	231
7.1.5	第3世代モデルで扱われる物理・化学過程.....	232
7.1.6	代表的な第3世代モデル.....	234
7.1.7	CMAQ の適用例と課題.....	236
7.2	PM2.5 評価モデル.....	237
7.2.1	PM2.5 評価モデルの概要.....	237
7.2.2	エアロゾルモジュールの適用例.....	239
7.3	船舶が及ぼす大気汚染への寄与計算.....	241
8	影響評価モデル.....	250
8.1	欧米における評価モデル.....	251
8.1.1	人体健康影響評価モデル.....	251
8.1.2	環境及び生態系影響評価モデル.....	268
8.2	我が国の ECA 設定に適用できる影響評価モデルの検討.....	280

8.2.1	人体健康影響評価モデル.....	283
8.2.2	環境及び生態系影響評価モデル.....	284
9	まとめ.....	287
9.1	本調査の結論.....	287
9.2	本調査の背景及び目的.....	289
9.3	本調査の範囲.....	290
9.4	本調査の成果概要.....	290
9.4.1	船舶の排出源データの作成方法.....	290
9.4.2	排出係数の設定.....	291
9.4.3	船舶の活動量及び燃料消費量の算出.....	291
9.4.4	船舶からの排出源データの作成.....	293
9.4.5	陸上の排出源データの作成.....	294
9.4.6	船舶の排出源データの解析.....	295
9.4.7	大気反応シミュレーションモデル及び PM2.5 評価モデル.....	296
9.4.8	影響評価モデル.....	297

第 I 編 調査の概要

1 調査の目的

港湾付近の大気汚染を改善するために、付近の航行船舶に限定して規制を強化する考え方があり、改正された MARPOL 73/78 条約附属書VIにおいても、NO_x、SO_x 及び PM について、排出規制海域 (ECA) を、各国の判断で自国の海域を自由に設定できることになり、設定に際しては環境影響評価を行い、それに基づいて適切な海域設定を行うことが求められている。

海洋施策研究財団では、排出規制海域 (ECA) 設定に関する広範囲の評価が可能なモデルを作成し、シミュレーションを行い、沿岸域住民の健康や陸・海域への環境影響を評価するとともに、我が国における ECA 設定の根拠となる科学的な資料を作成し、船舶に係わる環境政策の策定に寄与することを目的として、平成 22 年度日本財団助成事業「排出規制海域設定による大気環境改善効果の算定」を実施している。

本調査は、上記事業の一環として、現況及び将来予測のための陸上及び海上の排出源データを作成するとともに、ECA 設定に関する広範囲の評価が可能なモデルに関する調査検討を行うことを目的とする。

2 委員会開催日

本調査の実施にあたって、以下のように委員会を開催し、調査方針及び調査結果についてご審議いただいた。

2.1 排出規制海域設定に関わる排出源データ調査研究委員会

- ① 第 1 回：平成 22 年 5 月 20 日
- ② 第 2 回：平成 22 年 7 月 12 日
- ③ 第 3 回：平成 22 年 10 月 6 日
- ④ 第 4 回：平成 22 年 12 月 20 日
- ⑤ 第 5 回：平成 23 年 2 月 15 日

2.2 排出規制海域設定に関わる評価モデル調査研究委員会

- ① 第 1 回：平成 22 年 10 月 7 日
- ② 第 2 回：平成 23 年 2 月 25 日

3 調査結果

3.1 排出源データの作成

3.1.1 船舶の活動量データの作成

(1) 商船（外航船と内航船）の停泊時における活動量の算出

- ① 2005 年の港湾統計（年報）より、甲種港湾及び乙種港湾について、港湾別、船型別、外内航別の入港（停泊）隻数を把握した。
- ② 各港湾区域と海岸線及び 3 次メッシュを重畳し、当該港湾の停泊岸壁が含まれるメッシュに均等に入港（停泊）隻数を配分した。
なお、東京湾内の主要港湾（東京港、川崎港、横浜港、千葉港、木更津港、横須賀港）の停泊船舶隻数に関しては、「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、平成 20 年 6 月、海洋政策研究財団（以下、「平成 19 年度 PM 影響調査報告書」という。）」の調査結果を使用した。また、東京湾以外の特定重要港湾については詳細な船種区分で入港（停泊）隻数を推計し、外内航別、船種・船型別に停泊岸壁が存在する 3 次メッシュに配分することによりデータの精度向上を図った。
- ③ 平成 19 年度 PM 影響調査報告書より、東京湾における入港（停泊）船舶 1 隻あたりの平均停泊時間と停泊時の時間帯別燃料消費算定結果から時間帯別活動量比率を求め、全ての港湾においてこの時間帯別活動量比率を適用するものとし、港湾別の年間入港(停泊)隻数に平均停泊時間と時間帯別活動量比率を乗じることにより、停泊時の時間帯別活動量を算出した。

(2) 商船（外航船と内航船）の航行時における活動量の算出

- ① 海上保安庁が運用する AIS 陸上局において記録された 2009 年 7 月 1 ヶ月分の AIS 搭載船舶の航行データより、同データに含まれる位置情報（緯度経度）から 3 次メッシュ毎に、同データに含まれる船種コードと長さ情報から船種・船型毎に、同データに含まれる日時情報から時間帯別・曜日別に活動量（隻数、平均航行速度、平均滞在時間）を算出した。
- ② また、AIS データに含まれる識別信号より、AIS 搭載船舶の航行データを日本籍船と外国籍船に区別し、外国籍船は全て外航船とし、日本籍船については、日本船舶明細書やロイズレジスター等より、別途日本籍船外航船リストを作成し、同リストと照合して内外航に区別した。
- ③ AIS データには総トン数情報は含まれず、全長の情報が含まれることから、Lloyd's Register や日本船舶・内航船舶明細書等より、船舶の全長と総トン数の関係を把握して、全長から総トン数を推定した。
- ④ 500 総トン未満で AIS を搭載していない船舶の活動量は次のとおり、500～1,000

総トンの活動量から補完した。

- a) 500 総トン未満の船舶のメッシュ内平均航行速力と平均存在時間は、500～1,000 総トンと同じであるとした。
 - b) 2005 年の港湾統計 (年報) より、500 総トン未満の入港隻数と 500～1,000 総トンの入港隻数の比率を求め、これを 500～1,000 総トンの平均存在隻数に乗じることにより 500 総トン未満の平均存在隻数とした。
- ⑤ 検討対象年である 2005 年の活動量データとするため、港湾統計 (年報) 等より、検討対象年である 2005 年と AIS データ年である 2009 年の内外航別、船型別入港隻数の比率を求めて平均存在隻数を補正した。なお、平均存在時間と平均航行速力は 2009 年の AIS データで求めた値を使用した。

(3) 漁船の活動量の算出

- ① 2003 年 (第 11 次) 漁業センサスより、海域別 (都道府県・大海区別)、トン数別の延べ漁業従事日数を求め、トン数グループ別に、航行速力や操業・航行時間等の活動パターンを想定して燃料消費量等をボトムアップ手法で算出した。
- ② ボトムアップで求めた燃料消費量に、1991～2001 年の「エネルギー生産・需給統計年報」及び 2005 年の「エネルギーバランス表」の統計値より求めた補正係数を一律に乗じてトップダウン補正を行った。
- ③ 都道府県別、トン数区分別に算出した燃料消費量を、軽油と A 重油に分けて 200 海里内で消費された燃料消費量を算出した。
- ④ 都道府県別に求めた燃料消費量を各漁港に均等配分し、各々の漁港を中心として設置した漁船の活動範囲内にある 3 次メッシュに、さらに均等配分した。
漁船の活動範囲は、0～30 トンの漁船は、漁港を中心に 22.5 海里を半径とする円内海域とした。30～150 トンの漁船は漁港を中心とした半径 60 海里の円内海域を航行エリア、半径 12～108 海里の範囲を操業エリアとし、150 トン以上の漁船は漁港を中心とした半径 141 海里の円内海域を航行エリア、半径 93～189 海里の範囲を操業エリアとした。

3.1.2 船舶からの排出源データの作成

3.1.1 で得られた船舶の活動量データのそれぞれに排出係数をかけて排出量を求め、国土地理院 3 次メッシュの各領域における SO₂、NO_x、NMVOC、CO、PM の 1 時間毎の排出量を 1 年分作成した。排出係数の設定は以下のように行った。

- ① 全ての船舶の主機及び補機はディーゼル機関と仮定し、船型区分ごとに定格出力を設定した。
- ② NO_x については定格出力から定格回転数を算定して定格排出係数を求めた。
- ③ NO_x 以外については定格出力から定格燃料消費量を求め、定格排出係数を求めた。
- ④ 定格排出係数から負荷率を考慮して排出係数を設定した。

3.1.3 排出源データの空間分布解析

現況評価の実施のため、作成される船舶排出源データより、次のような空間分布解析を実施した。陸上における排出源データは、利用可能であれば(財)石油産業活性化センターで実施している JATOP (Japan Auto-Oil Program) プロジェクトで整備中の 2005 年度の陸上排出源データを利用することとしたが、利用できなかったため、国立環境研究所及び埼玉大学、財団法人計量計画研究所が共同開発した EAGrid2000-Japan の排出源データを利用した。

- ① 日本近海における船舶起源排出源のマッピング
- ② 海岸線からある一定距離内 (12 海里など) において排出規制を実施した場合の排出量削減効果
- ③ 東京湾・伊勢湾・大阪湾・瀬戸内海などの閉鎖的の海域において排出規制を実施した場合の排出量削減効果

3.2 評価モデルの調査

3.2.1 大気反応モデルの調査・検討

ECA の影響や規制効果について離岸距離 200 海里まで評価できる大気反応モデルについて調査・検討を行った。調査・検討にあたっては、海外において開発・使用実績のあるモデルに重点を置き、その特徴、問題点、改良の方向等を明らかにした。

これまでに開発されているモデルは大きく (1) プルームモデル、(2) パフモデル、(3) ラグランジュ型モデル、(4) オイラー型モデルに分類することができ、これらを組み合わせたハイブリッドモデルも開発されている。現在、主に活用されているのはオイラー型モデルであり、3 次元非定常状態における汚染現象の解析事例が多く存在する。米国の環境保護庁(EPA)は、精緻・包括化の進んでいる最近の 3 次元オイラー型モデルを第 3 世代と称している。代表的な第 3 世代のモデルには、US-EPA が開発する Models-3/CMAQ や CAMx、NCAR 及び NOAA が開発する WRF-CHEM が挙げられる。これらモデルはオープンソースであり、バージョンアップによる今後の発展性も期待できることから、日本国内をはじめ世界的にもその使用実績が増加している。

本調査では、過去におけるシミュレーションモデルを総括するとともに、第 3 世代モデル開発の必要性とその経緯を整理した。また、第 3 世代モデルの比較に基づいて、我が国における ECA 設定による大気環境改善効果の算定に使用するための適否、計算量や計算時間などの要求スペック等を明らかにすることで、次年度用いるべきモデルを選定するとともに、要改善点などを整理した。大気反応シミュレーションの方法等については、委員会 神成委員に加えて我が国の大気反応シミュレーション分野の権威であり、計算経験も豊富な(財)電力中央研究所 環境科学研究所速水洋上席研究員の指導を受けた。

3.2.2 PM2.5 評価モデルの調査・検討

世界的な PM2.5 による環境影響への注目の高まりを受けて、我が国においても PM2.5 の環境基準が策定された。このような動きを踏まえて、PM2.5 の評価モデルについて調査・検討を行った。

PM2.5 は様々な化学種成分で構成され、大気へ直接排出される一次粒子、並びに大気中における粒子化で生成される二次粒子がある。大気中の挙動は複雑であり、発生源は広域かつ多岐にわたる。大気中における PM2.5 の動態を解析するには、原因物質の排出から大気中での移流・拡散・化学反応・粒子生成及び成長・沈着 (湿性及び乾性) といった諸過程を同時に考慮して濃度を予測する手法が求められる。上述の大気反応モデルは、これら諸過程を計算機上に構築したソフトとなっている。

本調査では、3.2.1 で示した大気反応モデルに組み込まれている「粒子生成及び成長」を扱うモジュール、例えば CMAQ に組み込まれている AERO3 や AERO4、また CMAQ-MADRID などの特徴、問題点、日本の気候・風土条件下での PM2.5 再現性等について解析整理を行い、次年度に用いるべきモジュールを選定した。

3.2.3 影響評価手法の調査・検討

大気汚染による、人体に対する影響や生態系に対する影響等の評価手法について調査・検討を行った。調査にあたっては、国内外において適応実績のある手法に重点を置いた。各モデルの特徴、問題点、改良の方向等を明らかにした。

影響評価モデルでは、国際応用システム分析研究所 (IIASA) が開発した統合評価モデルの「RAINS-Asia」 (Regional Air Pollution INformation and Simulation-Asia) や「GAINS」 (Greenhouse gas and Air pollution INteractions and Synergies) が欧州を中心に広く利用されている。また、人体影響及び損失余命評価に関しては、EPA による ECA 設定において「BenMAP」 (the environmental Benefits MAPing and analysis program) が使われている。生態系評価に関しては、例えば、土壌内における正味の酸中和量と酸 ($H^+ + Al^{3+}$) の下層への許容流出量の合計で土壌酸性化を評価する「臨界負荷量」や、無機・有機体窒素の沈着量に焦点を当てた「富栄養化」、オゾンのクリティカルレベルを評価する WHO の「AOT40」 (Accumulated exposure Over Threshold of 40ppb) や EPA の「SUM60」 (SUM of hourly average ozone concentrations $> \text{or} = 60 \text{ ppb}$) などがある。ただし、このような dose-response 関係のモデルにおいては、3.2.1 及び 3.2.2 で述べたモデル以上に気候風土が影響することとどまらず人口構成によっても大きく結果が異なってくるため、既存の欧米モデルをそのまま日本国に適用するについては慎重な検討が必要である。本調査では、このような観点からこれら既に国際的に利用されている影響評価手法の日本国への適用可能性について整理・検討した。

第Ⅱ編 調査の内容

主要用語説明

本報告書で使用した用語のうち、特に説明が必要と思われる主要な用語について以下に記す。その他の用語については、本文中の解説を参照されたい。

ボトムアップ手法

本報告書内では、外航船・内航船・漁船について、個船の活動量をベースに燃料消費量もしくは排出量を推定した後、対象エリア・時刻別に存在する隻数を乗ずることで総量を算出する手法と定義した。

トップダウン補正

本報告書内では、内航船及び漁船について、対象となるセクターにおいて消費された燃料種別のエネルギー量から排出量を算出する手法と定義した。本報告書では、資源エネルギー庁長官官房総合政策課が毎年編纂している総合エネルギー統計のうち、エネルギーバランス表を用いた。

商船

一般に貨物もしくは旅客の輸送を行う船舶をいうが、本報告書内では、航行時については、AIS を搭載し、AIS 陸上局において受信された航行データに含まれるものを全て「商船」と定義した。したがって、AIS を搭載している練習船等の官公庁船、500 総トン以上の遠洋漁業に従事する漁船等を含んでいる。

停泊時については、2005 年の港湾統計（年報）における甲種港湾及び乙種港湾に入港した外航商船、外航自航（フェリー）、内航商船、及び内航自航（フェリー）を「商船」と定義した。

外航船

一般に国際航海に従事する船舶をいうが、本報告書内では「商船」のうち、航行時については、外国籍の船舶及び日本籍で航行区域が「遠洋区域」の船舶（ただし、国内 2 次輸送に従事する大型タンカーを除く）並びに日本国籍で日韓を往来する旅客船及びフェリーを「外航船」と定義した。

停泊時については、2005 年の港湾統計（年報）における甲種港湾及び乙種港湾に入港した外航商船及び外航自航（フェリー）を「外航船」と定義した。

内航船

一般に国内の海上輸送に従事する船舶をいうが、本報告書内では「商船」のうち、日本籍で航行区域が「遠洋区域」以外の船舶（ただし、日韓を往来する旅客船及びフェリーを除く）並びに国内の 2 次輸送に従事する大型タンカーを「内航船」と定義した。

主に国内海上輸送に従事しているが、一時的に日韓を往来する船舶（旅客船及びフェリー以外）も含まれている。

停泊時については、2005年の港湾統計（年報）における甲種港湾及び乙種港湾に入港した内航商船及び内航自航（フェリー）を「内航船」と定義した。

漁船

本報告書内では、漁業センサスにおいて操業実態のあるものを漁船と定義した。したがってその隻数は、漁船登録と異なる場合がある。

排出量

本報告書内では、対象となるセクターからの総排出量と定義した。内航船及び漁船はトップダウン補正された排出量と同義である。外航船は、精度等を考慮し、離岸距離 50 海里以内の範囲での排出量としている。

ただし、セクター間及び陸上との排出量の比較では、内航・漁船について、外航船との比較を容易にするため、離岸距離別の排出構造を考慮する場合がある。

排出源データ

本報告書内では、船舶起源の排出源データは、3次メッシュ別・時刻別・船種別・船型別で整理された排出量のデータベースと定義した。陸上起源の排出源データは、我が国を対象とした既存の排出源データである EAGrid2000-Japan より、3次メッシュ別・月別・時間別の人為起源（燃焼・非燃焼・農業）及び自然起源（植物起源 VOC）排出量のデータベースと定義した。

3次メッシュ

標準地域メッシュ・システム（昭和 48 年 7 月 12 日行政管理庁告示第 143 号「統計に用いる標準地域メッシュ及び標準地域メッシュコード」）に基づくもので、一定の経線、緯線で地域を網の目状に区画する方法である。第 1 次地域区画は、経度差 1 度、緯度差 40 分で区画された範囲を指す。第 2 次地域区画は第 1 次地域区画を縦横 8 等分したもので、第 3 次地域区画は第 2 次地域区画を縦横 10 等分したものである。一般にこの第 3 次地域区画のことを「標準地域メッシュ」あるいは「3次メッシュ」と呼ぶ。

平成 19 年度 PM 影響調査報告書

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、平成 20 年 6 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）

Global Switch

MARPOL 73/78 条約 附属書 VI において、2020 年に予定されている燃料中硫黄分に対する規制、ECA 以外の全ての海域に適用される。全球への適用であることから、このように呼ばれることが多い。同附属書では硫黄分が 0.5 %を超えないこととされており、A 重油（留出油）の限定はない。また、船上処理装置による代替技術による達成も可能とされている。

EAGrid2000-Japan

国立環境研究所及び埼玉大学、財団法人計量計画研究所が共同開発した日本全国における排出源データであり、EAGrid2000-Japanは、東アジア域を対象とした0.5度メッシュベースのインベントリであるEAGrid2000について、日本を対象に詳細化したデータベースである。推計対象年は2000年であり、人為起源(燃焼・非燃焼・農業)及び自然起源(植物起源VOC)の排出量が3次メッシュベース、月別・時間別に推計されている。

主要略語集

本報告書で使用した略語のうち、主要な略語について以下に記す。その他の略語については、本文中の解説を参照されたい。

ADMER

Atmospheric Dispersion Model for Exposure and Risk Assessment。独立行政法人産業技術総合研究所が開発した大気汚染シミュレーションモデルのひとつで、数百 km 規模の領域スケールにおける大気汚染物質の、長期平均的な濃度分布の推定が可能であり、その空間分解能は 5 km × 5 km となっている。ADMER は、シミュレーションの専門家でなくても、比較的容易に大気濃度分布を計算できることを目的の一つとして開発されたものである。

AIS

Automatic Identification System。船舶自動識別装置。AIS は、SOLAS 条約で 2002 年から全世界レベルで導入された船舶自動識別装置であり、我が国も 500 総トン以上の国際航路の船舶及び 300 総トン以上の国際航路の客船に設置が義務づけられている。AIS では、船舶情報 (自船の識別符号・位置・針路・速度) を含む 22 種類のメッセージが用意され、これらを自動的に送信すると共に他の船舶が送信した情報を受信・解析する装置である。

AOT40

Accumulated exposure Over a Threshold ozone concentration of 40ppb。AOTx とは Accumulated exposure Over a Threshold ozone concentration of x ppb の略であり、オゾンの環境影響等々を評価するための指標のひとつであって、濃度が x ppb 以上の時の濃度と時間の積和と定義される。この場合は濃度が 40 ppb 以上の時の濃度と時間の積和を表す。

BenMAP

the environmental Benefits MAPing and analysis program。米国で開発され、コードが公開されている人体健康に対する影響評価モデルであり、機能が多く柔軟性も兼ね備えている。機能としては、現在の人口分布、将来の人口分布予測、大気汚染物質の濃度分布、大気汚染物質の濃度から早期死亡数や疾病発生数等を求める関数 (C-R Function : Concentration-Response Function) 、人体や環境及び生態系への影響を金銭換算するためのパラメータ等の入力データを用意できれば、各人口層に対する各種の健康影響 (早期死亡、疾病発生、労働損失、学校欠席、活動制限等) を評価可能である。

CAMx

Comprehensive Air quality Model with extensions。大気反応シミュレーションモデルのうち、米国環境保護庁(EPA)によって開発された、第 3 世代化学物質輸送モデルのひとつである。

CMAQ

Community Multi-scale Air Quality Modeling System。大気反応シミュレーションモデルのうち、米国環境保護庁 (EPA) によって開発された、第3世代化学物質輸送モデルを代表するものであり、世界中に多くのユーザを持つ。

地形、土地利用形態、発生源、気象などの情報を入力することにより、大気中の様々な汚染物質の濃度分布や湿性・乾性沈着量を計算する3次元オイラー型の化学物質輸送モデルである。様々な大気中の複雑な物理・化学過程を詳細に扱うことができ、様々な空間スケールを1つのフレームワークでまとめて扱うことができるマルチスケールのモデルであって、1つの格子サイズの想定解像度は1 km～100 km程度と従来のモデルと比較しても広い適用範囲を持つ。

C-R Function

Concentration – Response Function。人口分布及び大気汚染物質の濃度分布から早期死亡数や疾病発生数等を求める関数である。BenMAP コードには予め幾つかの C-R Function が登録されており、ユーザはそのうちのどれかを選択しても良いし、部分的に修正もできるし、あるいは自らが設定したものを使用することもできる。

ECA

Emission Control Area。排出規制海域。船舶から排出される NO_x、SO_x 及び PM に関して、一般海域よりも厳しい排出規制が課せられる規制海域。

GAINS

Greenhouse gas and Air pollution INteractions and Synergies。国際応用システム分析研究所 (IIASA) が開発した人体に対する影響や生態系に対する影響評価モデルであり、RAINS の進化版であって、欧州で使用されている。

IIASA

International Institute for Applied Systems Analysis。国際応用システム分析研究所。1972年にオーストリアのウィーン近郊に設立された非政府系の学際的な国際研究機関であり、社会経済問題、人口問題を含め、地球温暖化問題の研究で世界的に著名である。

IMO

International Maritime Organization。国際海事機関。船舶の安全及び船舶からの海洋汚染の防止等、海事問題に関する国際協力を促進するための国連の専門機関。

JATOP

Japan Auto-Oil Program。(財)石油産業活性化センターが経済産業省の支援を受け、1997年度から石油業界及び自動車業界と共同で実施した「Japan Clean Air Program (JCAP)」をさらに発展させたプロジェクトであり、「CO₂削減」、「燃料多様化」、「排出ガス低減」という3つの

課題を同時に解決する最適な自動車・燃料利用技術の確立を目指すプロジェクトのことである。

MEPC

Marine Environment Protection Committee。海洋環境保護委員会。IMO を構成する委員会の一つで、海洋環境を対象としている。

MADRID

Model of Aerosol Dynamics, Reaction, Ionization, and Dissolution。CMAQ に含まれるエアロゾルモジュールのひとつであり、エアロゾルの大気中での生成、核生成、無機・有機成分の反応・凝縮、凝集等を計算する。

NCAR

National Center for Atmospheric Research。米国大気研究センター。

NOAA

National Oceanic and Atmospheric Administration。米国海洋大気局。

NOx

Nitrogen Oxides。窒素酸化物。

PM

Particulate Matter。粒子状物質。

RAINS

Regional Air Pollution INformation and Simulation。RAINS モデルは国際応用システム分析研究所 (IIASA) が開発した複数汚染物質／複数影響について統合的な評価を行うツールであり、経済及びエネルギーの今後の展開、排出削減能力及び費用、大気拡散特性及び大気汚染に対する環境の感受性に関する情報等を組合せ、利用者が指定した排出削減シナリオの費用と環境影響の推定や、指定した環境目標を達成するための最適化を行うことができる。

RAINS-Asia

Regional Air Pollution INformation and Simulation-Asia。上記の RAINS をアジアに適用したものである。

SFC

Specific Fuel Consumption。燃料消費率 [g/kWh]。

SO₂

Sulfur Dioxide。二酸化硫黄。

SUM60

SUM of hourly average ozone concentrations ≥ 60 ppb。オゾンの環境影響等を評価するための指標のひとつであって、オゾン濃度を Xppb とすると、午前 8 時から午後 8 時の間において、X が 60ppb より大きい時間について X の和をとり、これを 3 月分累積した値である。

UNFCCC

United Nations Framework Convention on Climate Change。気候変動に関する国際連合枠組条約。

US-EPA

US Environmental Protection Agency。米国の環境保護庁。

WHO

World Health Organization。世界保健機関。

WRF-CHEM

Weather Research and Forecasting-Chemistry。大気反応シミュレーションモデルのうち、NCAR 及び NOAA が開発した第 3 世代化学物質輸送モデルのひとつである。このモデルは、気象モデル (WRF) と直接的に結合しているオンライン型モデルであり、そのため、大気化学種の気象・気候へのフィードバックをシミュレートすることが可能なモデルであって、気候変動の分野においてもその発展性が期待されている。

1 船舶の排出源データの作成方法

MARPOL 73/78 条約 附属書 VI の改正に伴い、大気汚染物質の排出規制海域 (ECA: Emission Control Area) を各国が設定することが可能となった。同海域の我が国海域への設定を考慮するための基礎資料として、同附属書の直接の規制対象となる外航船だけでなく、漁船や内航船を含む全ての船舶を起源とする大気汚染物質 (NO_x、SO_x、CO、NMVOC、PM 及び総排ガス量) の排出源データを現況・将来について整備するとともに、他の発生源との排出量比較を行うことを本調査の目的とする。ここで、排出源データとは、単なる排出総量だけではなく、大気環境を対象とした化学輸送シミュレーションにおいて利用できる、空間的・時間的な解像度を持つデータベースと定義する。

船舶を起源とする大気汚染物質の排出量 (E_s) は、船舶の活動量 (A) に排出係数 (F_s) を乗じることにより算出することができる。活動量 (A) は時間あたりの燃料消費量 [ton-fuel/h] あるいは平均出力 [kWh] で表現される。一方で、排出係数 (F_s) は、大気汚染物質ごとに [kg/ton-fuel] 及び [kg/kWh] で表現される。

内航船・外航船・漁船ともに、基本的には一隻あたりの活動量を集計するとともに、船型・船種・運航モード別に、これを集計するボトムアップ手法を基本としている。また、さらなる精度向上を目的として、内航船と漁船の活動量 (A) の推計結果については、エネルギーバランス表に記載された内航船や漁船向けの年間燃料消費総量 (熱量ベース) と比較することによりこのボトムアップ手法による集計値に補正を行うものとした。ただし、外航船は、我が国周辺海域での燃料消費量の実状を示す統計値が存在しないため、活動量 (A) の推計結果を補正することはできない。

空間的・時間的な解像度については、陸上のデータベースとの整合を図るため、また、港湾区域に近接した居住区への 1 時間値の影響を評価することを考慮し、1 区間概ね 1km² で区分される 3 次メッシュ、かつ、1 時間毎の排出源データを作成するものとした。

1.1 ECA 設定の検討に必要なデータ

港湾付近の大気汚染を改善するために、付近の航行船舶に限定して規制を強化する考え方がある。改正された MARPOL 73/78 条約附属書 VI (表 1.1-1参照) においても、窒素酸化物 (NO_x) 及び硫黄酸化物 (SO_x) ・粒子状物質 (PM : Particulate Matter) について、各国の判断で排出規制海域 (ECA : Emission Control Area) を自国の海域に設定できることになり、設定に際しては環境影響評価を行い、それに基づいて適切な海域設定を行うことが求められている。

ECA 指定を希望する国あるいは共同体は、国際海事機関 (IMO : International Maritime Organization) の海洋環境保護委員会 (MEPC : Marine Environment Protection Committee) に対して提案文書を下記 8 つのクライテリアに基づく評価から構成された提案文書を提出することとなっている。

- (1) 適用される ECA 案の明確な線引き
- (2) 規制対象となる排出汚染物質の種類 (e.g. NO_x, SO₂, PM, 又はこれらの組合せ)
- (3) 船舶起源の大気汚染物質によってリスクを受けると考えられる人口及び環境の範囲
- (4) 提案海域で排出される船舶起源の大気汚染物質が、大気環境濃度や生態系環境などに与える影響の評価。この評価には、必要に応じ、土壌、植生、水生、並びに人体などに対する影響についての説明を含めるものとする。
- (5) 提案海域における気象条件 (特に風況) 、並びに地理・地質・海洋・生物形態などの情報を整理し、大気汚染物質の濃度上昇や環境影響との関連性を評価する。
- (6) 提案海域内における船舶交通の特性や密度等の実態把握
- (7) 陸上における大気汚染物質の発生源対策
- (8) 船舶発生源の削減コストと陸上起源の削減コストの比較、並びに国際貿易に従事する船舶への経済的影響

今年度は、ECA 設定及び規制対象とすべき船舶区分を設定するための基礎資料として、現況及び将来予測のための船舶を起源とする大気汚染物質の排出源データを作成することを本調査の目的とする。

表 1.1-1 改正後の附属書 VI における SOx 及び PM 規制、NOx 規制の内容

【SOx 及び PM 規制】

区分	対象物質	内容
改正前	SOx	SOx 規制として燃料中硫黄分を削減 一般海域 4.50 %以下 SOx 排出規制海域 1.50 %以下
改正後	SOx、PM	新たに PM 規制を追加し、SOx・PM 規制として燃料中硫黄分を削減 一般海域 2012 年 1 月 1 日以降 3.50 %以下 2020 年 1 月 1 日以降 0.50 %以下 (注) 排出規制海域 2010 年 7 月 1 日以降 1.00 %以下 2015 年 1 月 1 日以降 0.10 %以下 (注) 2018 年に硫黄分 0.5 %の燃料の需要供給状況等をレビューし、一般海域の 0.5 %規制開始時期を 2020 年とするか、2025 年とするか決定する。

【NOx 規制】

区分	対象	内容
改正前 (現行 規制)	新造船	Tier1：全海域に適用 ・出力規模が 130kW よりも大きいディーゼル機関に適用 ・規制値 (NOx 排出係数)：定格回転数 (n) ごとに設定 130rpm 未満 : 17.0 g/kWh 130rpm 以上 2,000rpm 未満 : $45.0 \times n^{-0.2}$ g/kWh 2,000rpm 以上 : 9.8 g/kWh
改正後	新造船	Tier2：全海域に適用 (2016 年 1 月 1 日以降は排出規制海域を除く) ・開始時期：2011 年 1 月 1 日以降 ・出力規模が 130kW よりも大きいディーゼル機関に適用 ・規制値 (NOx 排出係数)：定格回転数 (n) ごとに設定 130rpm 未満 : 14.4 g/kWh (現行規制 15.5 %減) 130rpm 以上 2,000rpm 未満 : $44 \times n^{-0.23}$ g/kWh (現行規制 15.5 ~ 21.8 %減) 2,000rpm 以上 : 7.7 g/kWh (現行規制 21.8 %減) Tier3：排出規制海域に適用 (注 1) ・開始時期：2016 年 1 月 1 日以降 (注 2) ・規制値 (NOx 排出係数)：定格回転数 (n) ごとに設定 130rpm 未満 : 3.4g/kWh (現行規制 80 %減) 130rpm 以上 2,000rpm 未満 : $9 \times n^{-0.2}$ g/kWh (現行規制 80 %減) 2,000rpm 以上 : 2.0 g/kWh (現行規制 80 %減) (注 1) 長さ 24m 未満のリクリエーション用船舶、及び合計推進出力が 750kW 未満の達成困難と認められた船舶に搭載されるエンジンは免除。 (注 2) 2012 ~ 2013 年に、Tier3 規制を実行するための技術開発状況をレビューし、必要であれば Tier3 規制開始時期を調整する。

1.2 検討条件

1.2.1 算出区分

海上における大気汚染の排出源データは、表 1.2-1に示すとおり、商船 (外航船と内航船) 及び漁船別に分類して作成するものとした。

商船 (外航船と内航船) の排出源データは、船舶の航行時と停泊時別に作成するものとした。

また、内航船と漁船の大気汚染排出量については、統計資料によって得られる年間の燃料総消費量に基づきその総量を補正するものとした。ただし、補正においては、消費熱量を用いた。

また、漁船については搭載される主機の規模が小さく附属書 VI に基づく海防法の適用は一部の船舶しか受けていない。このため海防法上 NOx 規制の対象となる機関出力規模等を考慮した船型及び使用形態を想定した。

表 1.2-1 排出源データの算出区分

船種 状態	商船		漁船
	外航船	内航船	
停泊時	◎	○	—
航行時	◎	○	●
操業時	—	—	●

◎○：船型 (総トン階級) 別に算出

○●：年間の燃料総消費量に基づき総消費熱量を補正

●：NOx 規制の対象となる機関出力規模等を考慮

1.2.2 対象海域

商船の排出源データは、内航船は船舶自動識別装置 (以下「AIS」という。) 陸上局において記録された船舶の航行データを基に作成した。AIS の航行データを活用した活動量算出方法の詳細は、本報告書3.1.1(2) を参照されたい。

外航船を対象とした排出源データの作成範囲は、AIS 電波の受信範囲内に限られる。排出源データを作成後に検討を加えた結果、高い受信精度が期待できる離岸距離 50 海里以内を同範囲とした。

内航船は航行区域が平水区域 (湖、川及び港内等の水域)、沿岸区域 (概ね日本、樺太の一部、朝鮮半島の海岸から 20 海里以内の水域) 及び限定沿海区域 (近海区域を航行区域とする船舶のうち、本邦の周辺の水域のみ) を航行する船舶がほとんどであり、中には、航行区域が近海区域 (東経 175 度以西、南緯 11 度以北、東経 94 度以西、北緯 63 度以南の海域) のものも含まれるが、日本周辺においては、いずれも上記 AIS 受信範囲を超えて航行

する内航船はほとんど存在しないと考えられることから、内航船を対象とした排出源データの作成範囲を AIS 受信の範囲とした。ただし、内航船を対象とした排出源データは、資源エネルギー庁が編集する「総合エネルギー統計」のエネルギーバランス表のうち、内航船で消費されるエネルギー消費量からトップダウン補正を行った。エネルギーバランス表で報告されている内航船のエネルギー消費量は、離岸距離 200 海里範囲内で消費されたものと考えられるため、地理的には上記の AIS 受信範囲が作成範囲と言えるが、結果は 200 海里以内の範囲におけるものと同義となる。トップダウン補正の詳細は本報告書 1.3.2 及び 3.1.6 を参照されたい。

漁船を対象とした排出源データの作成範囲は、操業・航行時間等の漁業形態を考慮しつつ、離岸距離 200 海里以内の範囲とした。

作成された排出源データの集計は、離岸距離 200 海里以内 (内航船及び漁船のみ)、50 海里以内、12 海里以内、4 海里以内の 4 つの海域を対象に行った。集計結果は本報告書 6.1 を参照されたい。

1.2.3 算定及び推定対象年

JATOP で整備が進められている陸上起源排出源データの対象年が 2005 年であること、加えて環境濃度観測値の整備状況を考慮して、現況算出の対象年を 2005 年とした。

1.3 排出量算定の考え方

1.3.1 排出量算定の基本式

大気汚染排出量は、船舶カテゴリーごとに、以下の算定式のとおり、活動量×排出係数で算定される。

$$E_S = A \times F_S \quad \text{数式 1.3-1}$$

E_S	対象物質 s の時間あたりの排出量 [kg/h]
A	時間あたりの活動量、例えば [ton-fuel/h]
F_S	対象物質 s の排出係数、例えば [kg/ton-fuel]

活動量 (A) は時間あたりの燃料消費量 [ton-fuel/h] あるいは平均出力 [kWh] で表現される。一方で、排出係数 (Fs) は、大気汚染物質ごとに [kg/ton-fuel] 及び [kg/kWh] で表現される。対象物質の時間あたりの排出量は、両者の積として表される。

なお、排出係数は、SO₂ のように、使用燃料が同じであればどのような船型・船種でも一定のものと、NO_x のように使用燃料が同じであっても、燃焼される機関の定格出力の差異によって、排出規制値が異なるケースがある。また、SO_x についても内航、外航船によって、使用する燃料種が異なるため、排出係数 (この場合燃料中の硫黄分 wt %) が異なることも考えられる。このため、実際の計算においては、船種・船型によって排出係数が異なることを考慮した下記の数式が用いられる。

$$E_S = \sum_{type=i} \sum_{size=j} A_{ij} \times F_{Sij} \quad \text{数式 1.3-2}$$

E_S	対象物質 s の時間あたりの排出量 [kg/h]
A_{ij}	船種 i、船型 j の活動量、例えば [ton-fuel/h]
F_{Sij}	船種 i、船型 j における大気汚染物質 S の排出係数、例えば [kg/ton-fuel]

図 1.3-1に、船舶からの排出量の算定フローを整理する。

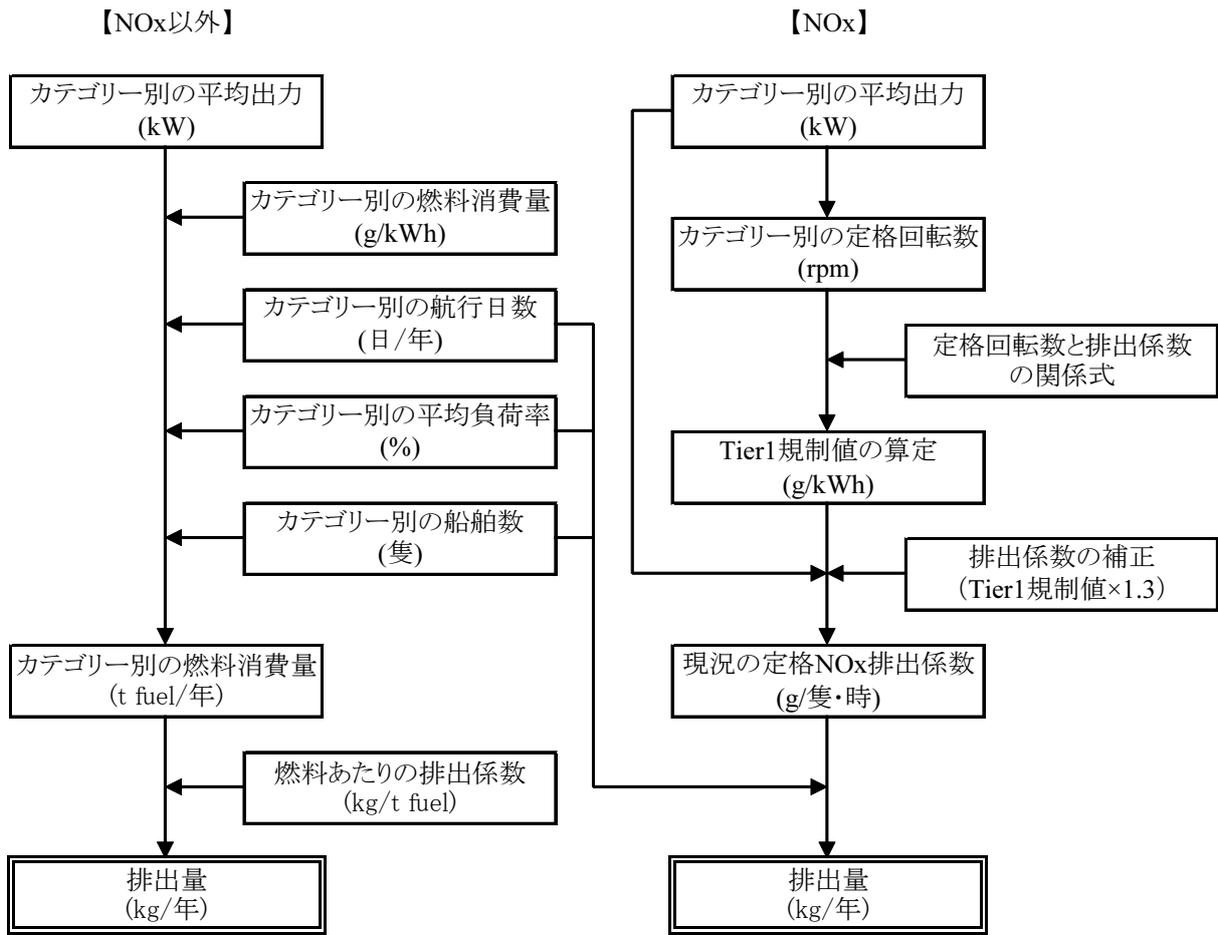


図 1.3-1 船舶からの排出量の算定フロー

1.3.2 トップダウン補正の方法

外航船については、我が国周辺での燃料消費量の実状を示す統計値が存在しないため、燃料消費量の推計結果を補正することはできないが、内航船と漁船の燃料消費量の推計結果については、国内における内航船や漁船向け年間燃料販売総量と比較することで補正可能であることから、本調査では、資源エネルギー庁長官官房総合政策課が毎年編纂している総合エネルギー統計のうち、エネルギーバランス表を用いて内航船及び漁船の燃料消費量の推計値をトップダウン的に補正する。

エネルギーバランス表は、「日本に輸入され、あるいは国内で生産され供給された石炭・石油・天然ガスなどのエネルギー源が、どのように転換され、最終的にどのような形態でどの部門や目的に消費されたかを定量的に示したもの」とされ、使用燃料の漏れが最も少ないと判断される。なお、同数値は、日本国が、国際機関に対して提出するセクター毎のエネルギー使用量としても用いられており、例えば OECD が編纂する Energy Statistics あるいは、UNFCCC に対して毎年提出される日本国の地球温暖化ガス排出量報告書 (National Inventory Report) においても基礎データとして使用されており、国際的な verification も受けているものであり、将来において IMO に対して提出するものとしても適していると考えられる。

1.3.3 排出源データ作成の考え方

船舶起源の汚染物質排出量が及ぼす居住区あるいは陸上生態系への寄与度合いは、日本あるいは近隣諸国の海岸線付近を航行する船舶の方が大きく、離岸距離が大きくなるほどその寄与度合いは小さくなることが予想される。また、同じエリアにおいても、例えば港湾内においては、停泊中の船舶と航行中の船舶が混在していることも予想される。

このため、3次メッシュ (x,y) における時間あたり総排出量は、下記の式で表現される。

$$E_{Sxy} = \sum_{type=i} \sum_{size=j} \sum_{operation=k} \sum_{time=t} A_{xyijkt} \times F_{Sijt} \quad \text{数式 1.3-3}$$

E_{Sxy}	メッシュ (x,y) における大気汚染物質 S の総排出量 [kg/grid/h]
A_{xyijkt}	メッシュ (x,y) における船種 i、船型 j の活動量、例えば [ton-fuel/grid/h]
F_{Sijt}	船種 i、船型 j、時間帯 t における大気汚染物質 S の排出係数、 例えば [kg/ton-fuel]
k	運航モード (停泊時 : k=1、航行時 : k=2、操業時 : k=3)
t	時間帯

ここで、3次メッシュ (x,y) とは、標準地域メッシュ・システム (昭和 48 年 7 月 12 日行政管理局告示第 143 号「統計に用いる標準地域メッシュ及び標準地域メッシュコード」) に基づき、一定の経線、緯線 (世界測地系) で地域を網の目状に区画したものである。

表 1.3-1に示すとおり、1次メッシュとは、経度差 1 度、緯度差 40 分で区画された範囲を示し、2次メッシュとは、第 1 次地域区画を縦横 8 等分したもの、3次メッシュとは、第 2 次メッシュを縦横 10 等分したものである。

3次メッシュは、「基準地域メッシュ」とも呼ばれ、1区画は概ね 1km 四方のエリアである。本調査において、外航船、内航船、漁船について、全ての運航モード (k=1,2,3) について、3次メッシュ単位で地理的な割り付けを行うとともに、1時間単位で時間的な割り付けを行うものとする。

表 1.3-1 標準地域メッシュの概要

区画の種類	区分方法	緯度の 間隔	経度の 間隔	一辺 の長さ	地図との関係
1次メッシュ (第1次 地域区画)	全国の地域を偶数緯度及びその間隔(120分)を3等分した緯度における緯線並びに1度ごとの経線によって分割してできる区域	40分	1度	約80km	20万分の1地勢図(国土地理院発行)の1図葉の区画
2次メッシュ (第2次 地域区画)	第1次地域区画を緯線方向及び経線方向に8等分してできる区域	5分	7分30秒	約10km	2万5千分の1地形図(国土地理院発行)の1図葉の区画
3次メッシュ (第3次 地域区画)	第2次地域区画を緯線方向及び経線方向に10等分してできる区域。「基準地域メッシュ」とも呼ばれる。	30秒	45秒	約1km	

2 排出係数の設定

大気汚染物質排出量 (E_s) は活動量 (A) と排出係数 (F_s) の積として表される。排出係数 (F_s) の設定により、排出量 (E_s) は直接大きく影響されるため、その設定に関しては、慎重さが必要である。陸上の発生源においては、例えば環境省が編纂した窒素酸化物総量規制マニュアルや IPCC がまとめた GHG に関する算定ガイドラインがある。船舶排ガスに対しては、このようなマニュアルは国内外ともまとめられていないが、既に多数の測定例があり、排出係数の値が整理されつつある。ここでは、IMO での議論に用いられる資料はもちろんのこと、日本や EU 等における算定方法を比較し、原出典などが明らかであり、信頼すべき排出係数であること、かつ IMO などにおいて使用・引用された実績があること、外航船から漁船まで、いずれの機関規模に対しても適用できるような柔軟性をもつことを考慮しつつ、現時点で妥当と考えられる排出係数を検討した。

検討の結果、ディーゼル機関から排出される NO_x 及び PM については機関出力あたりの排出係数を、それ以外の汚染物質については燃料消費量 (重量若しくは熱量) あたりの排出係数を適用した。また、 NO_x 、 SO_2 及び PM については、MARPOL 73/78 条約 附属書 VI に規定された規制による排出係数の変化を設定できるように留意した。同時に、 NO_x については、今回の改正内容が新造船にも適用されることから、船齢構成による平均的な排出係数を設定した。

また、2020 年における燃焼起源の大気汚染物質の排出係数を設定した。設定においては、 SO_2 及び PM の排出係数については 2020 年における全球に適用される規制値及び排出規制海域における規制値を考慮した。同様に、 NO_x 排出係数については将来の船齢構成の変化及び排出規制海域における規制値を考慮した。 SO_2 、PM、 NO_x 以外の燃焼起源の大気汚染物質の排出係数については 2005 年と同じとした。

大気汚染物質排出量は、下式のように活動量と排出係数の積として表される。排出係数の設定により、排出推定量は直接大きく影響されるため、その設定に関しては、慎重さが必要である。船舶排ガスに対しても、既に多数の測定例をまとめて、排出係数のデフォルト値が整理されつつある。ここでは、IMO での議論に用いられる資料はもちろんのこと、日本や EU 等における算定方法を比較し、現時点で妥当と考えられる排出係数をまとめた。

$$E_s = A \times F_s$$

数式 2-1

E_s	対象物質 s の時間あたりの排出量 [kg/h]
A	時間あたりの活動量 例えば [ton-fuel/h]
F_s	対象物質 s の排出係数 例えば [kg/ton-fuel]

ここで、排出係数の設定にあたって考慮すべき事項は下記のとおりである。

- (1) 原出典などが明らかであり、信頼すべき排出係数であること。IMO などにおいて、使用・引用された実績があること。
- (2) ECA を設定した場合の排出量削減効果を、定量的に評価できる排出係数であること。

例えば、総量算定後に削減率を乗ずるような方法論は、削減の絶対量が正確に評価できないことになる。

- (3) 外航船から漁船まで、機関の規模は 10,000 倍以上に開きがあるため、いずれのサイズに対しても適用できるような柔軟性をもつこと。

2.1 船舶からの大気汚染物質の排出経路

本事業で推計対象とした大気汚染物質の主な排出経路は、表 2.1-1 に示す経路が考えられる。例えば SO₂ は、一般的に燃料中の硫黄分が酸化されて放出されるため、数式 2-1 に示したように、燃料あたりの排出量 [kg/ton-fuel] として整理される。他方、NO_x (95 %以上は NO として放出される) は、機関における燃料の燃焼雰囲気下において、窒素と酸素が結びついて発生するいわゆる Thermal NO_x が主体となるため、燃料組成よりも燃焼の形式、例えば機関の違い、あるいは機関の規模によって排出係数が異なる場合が多い。このため、MARPOL 73/78 条約附属書 VI に定められている NO_x 規制値も、定格回転数をパラメータとした [g/kWh] という機関規模を考慮した規制値として表されている。

つまり、SO₂ に代表されるような物質については、排出係数は、カテゴリー別の船舶数、主機・補機の平均出力、燃料消費率等から算出した燃料消費量に、燃料あたりの排出係数を乗じて算出できる。他方、NO_x については、機関別で NO_x 排出係数が異なることから、船舶の規模が大きく異なることを考慮すると、燃料あたりの排出係数を用いるべきではなく、カテゴリー別のエンジン平均出力から排出係数を設定するべきである。

また、規制の効果を考慮できるような排出係数を考えた場合、NO_x は新造船にしか適用されないことから、計算対象年における規制導入隻数（機関数）を船齢構成により考慮して実質的な平均排出係数を求めることが重要である。

表 2.1-1 船舶からの大気汚染物質の主な排出経路

項目	主な発生経路	船舶運航からの主な発生経路
NO _x (窒素酸化物)	燃焼に伴って発生。	燃料の燃焼に伴って発生。95 % 以上は NO として排出
SO _x (硫黄酸化物)	硫黄を含んだ化石燃料の燃焼により発生。	硫黄を含んだ化石燃料の燃焼により発生。
PM (粒子状物質)	(人為起源) ばいじん発生施設からの発生。 燃料などの燃焼に伴う排出。	燃料などの燃焼に伴う排出。
NM VOC (非メタン揮発性有機化合物)	燃料の未燃焼分として排出。 原油からの揮発。	燃料の未燃焼分として排出。 原油からの揮発。
CO (一酸化炭素)	炭素を含むものの不完全燃焼に伴って発生。	燃料の燃焼に伴って発生。
CH ₄ (メタン)	農業、ゴミ廃棄物の腐敗により自然発生する。	燃料の未燃焼分、原油などの移動時に荷室より蒸発漏洩する。
N ₂ O (一酸化二窒素)	アジピン酸 (ナイロン 66 の原料) の生成の副産物などの化学工程。	燃料中の含窒素有機化合物から生じる Fuel-NO _x のごく一部として排出される。

2.2 大気汚染物質の燃焼系排出係数

各大気汚染物質の燃焼系排出係数は、国内外の既存資料の中から、特に 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 2.2-1 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。

表 2.2-1 船舶からの大気汚染物質の排出係数設定の参考文献

IPCC (2006)	2006 年 IPCC ガイドライン
IPCC (1996)	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
ENEP/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、平成 20 年 3 月、財団法人シップ・アンド・オーシャン財団
GHG 2 nd Study (2009)	The Second IMO GHG Study 2009

2.2.1 NOx

各文献で用いられている NOx の排出係数を表 2.2-2にまとめる。EC (2002) の排出係数も Lloyd's Register (1995) を基にした EMEP/CORINAIR (2007) の排出係数もほぼ同程度となっている。EC (2002) 、EMEP/ CORINAIR (2007) 、GHG 2nd Study (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、NOx 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。また、GHG 2nd Study (2009) においては、Pre Tier1 と Tier1 に対して、別の排出係数を設定しており、前者は後者の 15%、つまり Tier1 規制の導入効果はおよそ 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、GL (Germanischer Lloyd) などの調査によると、PreTier1 機関であっても、一部の機関は既に燃料消費量 (SFC) に影響しない範囲で、低 NOx 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。

今回の設定においては、規制の効果 (Tier1 で対 PreTier1 の 3割、Tier2 と Tier3 において対 Tier1 のそれぞれ 2割及び 8割減) との整合性を取るため、3割とすることとした。

表 2.2-2 NOx の排出係数の比較 ([]内は各排出係数の単位)

分類	出典	排出係数	排出係数 (換算)	元出典	備考
1	IPCC1996	1.8 [g NOx/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/ton-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。
3	EMEP/CORINAIR (2007)	87, 72, 57*2 [kg/ton-fuel]	2153, 1782, 1411*2 [kg/TJ]	Lloyd's Register (1995) IPCC (1997) Cooper (1996)	Engine dependent emission factors
4	GHG 2 nd Study (2009)	89.5, 78.2, (84.9)*3 [kg/ton-fuel]	2215, 1936, 2101*3 [kg/TJ]		Slow speed
		59.6, 51.4, (56.3)*3 [kg/ton-fuel]	1475, 1272, 1394*3 [kg/TJ]		Medium speed
		7 [kg/ton-fuel]	173 [kg/TJ]		Boilers
	IPCC2006	-	-	-	記載なし

換算係数：0.0404TJ/ton 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。

以下に、本事業における NOx の排出係数の設定方法をまとめる。

定格出力 [kW] と機関回転数の関係式から回転数 [rpm] を求め、回転数と排出係数の関係から排出係数 [g/kWh] を設定した。ただし、漁船は中速機関と仮定し、一律 750kW を採用した。

算定に用いる回転数には、「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)日本船舶技術研究協会資料)による定格出力と回転数の関係式 2.2-1 を採用した。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。

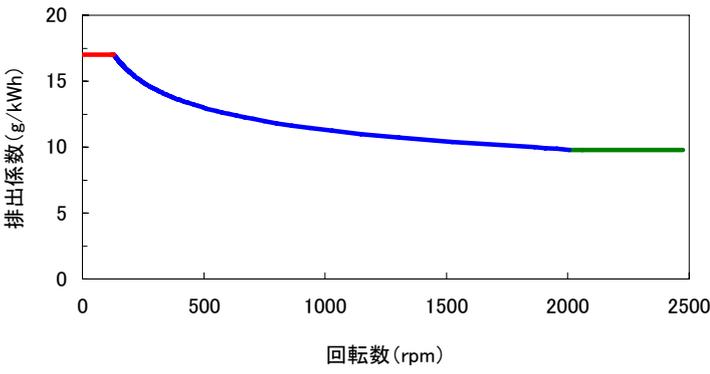
$$\text{回転数[rpm]} = 101.275 \times (\text{定格出力[kW/船]})^{-0.7005} \times 10^3 \quad \text{数式 2.2-1}$$

定格回転数と排出係数の関係は、IMO の現行規制値 (Tier1) を基本とした。Tier1 規制による内燃機関の回転数と排出係数の関係を表 2.2-3 に示す。

内航船及び漁船は、2005 年当時は Tier1 適合船が皆無であったと仮定し、全て PreTier1 (Tier1 に対して 3 割を上乗せした値) とした。外航船は 21.3 % (2005 年における Tier1 規制船舶の隻数存在確率) が Tier1、残りが PreTier1 とした。

補助ボイラの NOx 排出係数には、GHG 2nd Study (2009) で報告されている消費燃料あたりの排出係数の 7 g/kg-fuel を採用した。

表 2.2-3 NOx 排出係数算定に用いるデータ

項目	内容
回転数 [rpm]	$101.275 \times (\text{定格出力[kW/基]})^{-0.7005} \times 10^3$
Tier1 規制値	<p>定格回転数130rpm未満 : 17g/kWh</p> <p>定格回転数130rpm以上2000rpm未満 : $45 \times (\text{定格回転数})^{-0.2}$ g/kWh</p> <p>定格回転数2000rpm以上 : 9.8g/kWh</p> 

以上より、NOx 排出量の算出式は数式 2.2-2 のようになる。

$$E_{NOx} = N \times P_{tyoe} \times PR \times F_{NOx} \quad \text{数式 2.2-2}$$

- E_{NOx} : NOx 排出量 (NO2 換算 : kg/h)
- N : グリッド内の存在隻数
- P_{tyoe} : 主機・補機ディーゼル機関の定格出力 [kW]
- PR : 負荷率
- F_{NOx} : 定格回転数毎の NOx 排出係数 [kg/kWh]

2.2.2 SO₂

各文献で用いられている SO₂ の排出係数は表 2.2-4 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。ただし、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、6%ほど小さい排出係数となっている。

表 2.2-4 SO_x の排出係数の比較 ([]内は各排出係数の単位)

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%
ENEP/CORINAIR (2007)	20 * %S [kg/ton-fuel]	495 * %S [kg/TJ]	Lloyd's Register (1995)	S:燃料中硫黄分 (%/wt)
GHG 2 nd Study (2009)	54 [kg/ton-fuel]	1337 [kg/TJ]	CORINAIR	Residual (2.7 %S)
	10 [kg/ton-fuel]	248 [kg/TJ]	CORINAIR	MGO (0.5 %S)
EC (2002)	4.9 [kg/ton-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。
	20.0~20.2 [kg/ton-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。
	53.8~54.0 [kg/ton-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。
IPCC2006	-	-	-	記載なし
IPCC1996	-	-	-	記載なし

換算係数：0.0404TJ/ton 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

SO₂の排出量は、燃料消費量と燃料中に含まれる硫黄分 [%] の積に比例する。油種によって含有する硫黄分が異なることから、SO₂ 排出量の推計では船種毎の油種使用割合を考慮する必要がある。本推計では、既存の報告値を基に表 2.2-5に示す含有硫黄分を適用した。

表 2.2-5 A 重油及びC 重油の密度及び含有硫黄分

油種	硫黄分濃度 [%]		
	C	A	軽油
外航船	2.7 ¹⁾		
内航船	2.53 ²⁾	0.61 ²⁾	
漁船			0.005 ³⁾

*1: IMO-MEPC55/4/1 「Sulphur monitoring 2005」

*2: 第 11 回内航海運における使用燃料油、潤滑油に関する実態調査報告書 (内航総連、2007)

*3: 自動車の燃料に関する許容限度及び自動車の燃料に含まれる物質の量の許容限度

以上より、SO₂ 排出量は数式 2.2-3 より算出される。ただし、同式より算出される SO₂ 排出量は SO₂ 凝縮より生成される硫酸塩 (Sulfate) を含んだものであるため、後述する PM として排出される S 分を減ずる必要がある。

$$E_{SO_2} = W \times s \times \frac{M_{SO_2}}{M_S} \quad \text{数式 2.2-3}$$

E_{SO_2} : SO₂ としての排出量
(SO₂ 凝縮より生成される硫酸塩 (Sulfate) を含んだもの ; ton)

W : 燃料消費量 [ton]

s : 燃料中の硫黄分 [%]

M : 分子量 (SO₂=64 ; S=32)

2.2.3 PM

各文献で用いられている PM の排出係数を表 2.2-6にまとめる。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 2.2-6 PM の排出係数の比較 ([]内は各排出係数の単位)

出典	排出係数	排出係数 (換算)	元出典	備考
EMEP/CORINAIR (2007)	6.7 [kg/ton-fuel]	166 [kg/TJ]	Cooper and Gustafsson (2004)	Residual fuel
	1.1 [kg/ton-fuel]	27 [kg/TJ]	Cooper and Gustafsson (2004)	Distillate fuel
GHG 2 nd Study 2009)	6.7 [kg/ton-fuel]	166 [kg/TJ]	CORINAIR	Residual
	1.1 [kg/ton-fuel]	27 [kg/TJ]	CORINAIR	MGO
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/ton-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。
	4.4, 4.0, 4.0 ^{*2} [kg/ton-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。
	11.2, 10.3, 10.3 ^{*2} [kg/ton-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。
IPCC2006	-	-	-	記載なし
IPCC1996	-	-	-	記載なし

換算係数：0.0404TJ/ton 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

本事業では、PM の排出係数を、GL (Germanischer Lloyd) より提供された図 2.2-1に示す燃料中の硫黄分 [%] と希釈法における PM 排出係数 [g/kWh] の直線近似式から設定した。結果、PM の排出係数 [g/kWh] は数式 2.2-4 より、SO₂ から差し引かれるべき Sulfate の排出係数 [g/kWh] は数式 2.2-5 より算出した。

また、補助ボイラの PM 排出係数には、海洋政策研究財団による平成 19 年度 PM 影響調査の手法に従い、消費燃料あたりの排出係数の 2.5 g/kg-fuel を内航及び外航の双方に採用した。ただし、漁船にはボイラによる PM の排出を考慮しなかった。

$$\text{PM [g/kWh]} = 0.585 \times \text{S 分 [%]} + 0.281 \quad \text{数式 2.2-4}$$

$$\text{Sulfate [g/kWh]} = 0.267 \times \text{S 分 [%]} - 0.00885 \quad \text{数式 2.2-5}$$

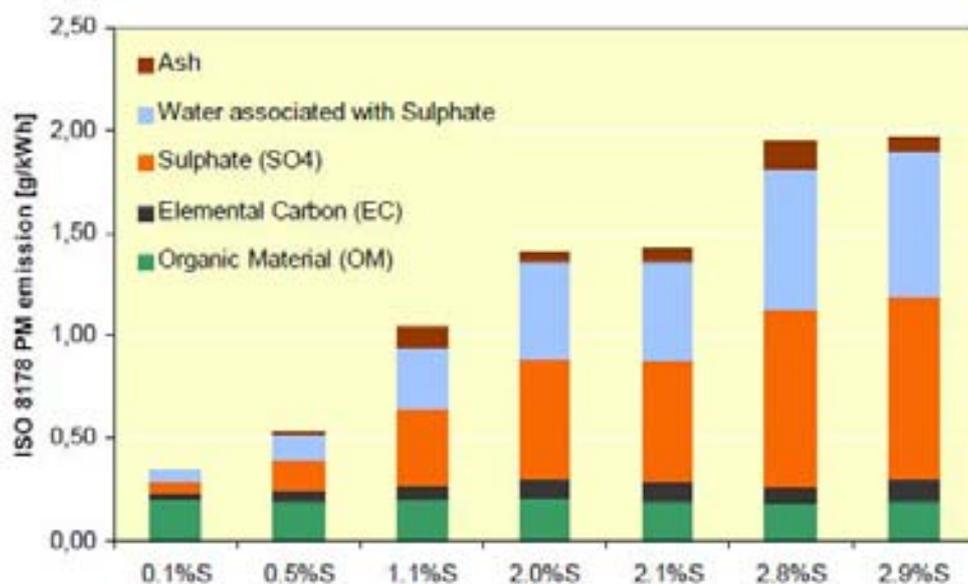


図 2.2-1 The compositions of particulate matter obtained from different fuel types, Germanischer Lloyd

2.2.4 その他

NO_x、SO_x、PM 以外の燃焼起源の大気汚染物質の排出係数は、表 2.2-7に示す 1996 年改訂 IPCC ガイドラインの報告値を採用した。当該係数は熱量あたりの排出量 [g/MJ] として整理されているため、表 2.2-8に示す発熱量の値を用いて重量換算した。

表 2.2-7 その他の汚染物質の排出係数

項目	ディーゼル機関	補助ボイラ
CH ₄	0.007	0.0030
N ₂ O	0.002	0.0003
NM VOC	0.052	-
CO	0.180	0.0150

表 2.2-8 各種燃料の低位発熱量 (LHV)

油種	発熱量 [MJ/kg-fuel]		
	C 重油	A 重油	軽油
全船 (LHV)	40.64 (*1)	42.31 (*1)	42.31 (*1)

*1:第 11 回内航海運における使用燃料油、潤滑油に関する実態調査報告書 (内航総連、2007)

2.3 2020 年を想定した大気汚染物質の燃焼系排出係数

2.3.1 排出係数の決定に係るシナリオの検討

将来における排出係数を検討する場合、油種の更新やNOx規制におけるTier1からTier3対象船の割合などを設定する必要がある。本事業では、表2.3-1に示す4つのシナリオを設定し、それぞれについて各汚染物質の排出係数を決定した。なお、NOx、SOx、PM以外の燃焼起源の大気汚染物質の排出係数は熱量あたりの排出量[g/MJ]として整理されており、将来における燃料の発熱量は現況と同じと仮定し、2020年に対する排出係数には2005年と同じものを適用した。

軽油の硫黄分は、2006年11月告示の大気汚染防止法に基づく「自動車の燃料に関する許容限度及び自動車の燃料に含まれる物質の量の許容限度」の改正によって、2007年より硫黄分を0.01%まで引き下げることとされている。これより、2020年における軽油の硫黄分は2005年における0.005%(50ppm)から0.001%(10ppm)へ改善することとした。

表 2.3-1 2020 年を対象とした SO₂・PM 及び NOx の排出係数の決定に係るシナリオ

	規制内容	燃料中の硫黄分	ECA for N
シナリオ 0	<ul style="list-style-type: none"> ECA for N による NOx 排出規制なし ECA for S 若しくは Global Switch による燃料中硫黄分への規制なし 	A 重油は 2005 年と同様 0.61 %、C 重油は MEPC 61/4 Annex1 で報告されている 2.6 % を適用 (2009 年の値)	ECA の設定は行わない。そのため NOx 規制は Tier2 まで。
シナリオ 1	<ul style="list-style-type: none"> ECA for N による NOx 排出規制あり ECA for S 若しくは Global Switch による燃料中硫黄分への規制なし 	シナリオ 0 と同じ	ECA の設定を行うことで Tier3 対象船を考慮する。
シナリオ 2	<ul style="list-style-type: none"> ECA for N による NOx 排出規制なし Global Switch による燃料中硫黄分への規制あり 	Global Switch が入ることによって A・C 重油とも硫黄分が 0.5 % まで低減。	シナリオ 0 と同じ。
シナリオ 3	<ul style="list-style-type: none"> ECA for N による NOx 排出規制あり ECA for S による燃料中硫黄分への規制あり 	ECA for S の設定を行うことで、A・C 重油とも硫黄分が 0.1 % まで低減。	シナリオ 1 と同じ。

2.3.2 2020 年における NOx の排出係数

NOx の排出係数の決定には、NOx 未規制 (Tier0) から Tier3 までの対象船の隻数比率を設定しなければならない。本事業では、2020 年におけるそれら比率を、船舶寿命、建造年数、各規制の適用年数から下記のとおり設定した。ただし、ECA が設定されないシナリオでは、Tier3 の比率は Tier2 へ加算した。

船舶寿命 (A)	: 25 年
建造年数 (B)	: 2 年
Tier3 適用年数 (C)	: 5 年 (2016 年から 2020 年まで)
Tier2 開始年 (D)	: 5 年 (2011 年から 2015 年まで)
Tier1 開始年 (E)	: 6 年 (2005 年から 2010 年まで)

Tier3 適用船舶の比率 = (C - B) / A	= 12 %
Tier2 適用船舶の比率 = D / A	= 20 %
Tier1 適用船舶の比率 = E / A	= 24 %
Tier0 適用船舶の比率 = 100 - 12 - 20 - 24	= 44 %

Tier0 から Tier3 までの NOx の相対的な排出強度は、Tier1 を 1.0 とした場合、Tier0～3 の排出強度を下記のとおり設定した。

Tier0 = 1.3
Tier1 = 1.0
Tier2 = 0.8
Tier3 = 0.2

2005 年における NOx 規制の隻数比率は、内航は全て Tier0、外航は Tier0 : 78.7 %、Tier1 : 21.3 %とした。よって、2005 年における NOx 排出係数の相対的な排出強度は内航 : 1.30、外航 : $(78.7 \times 1.3 + 21.3 \times 1) / 100 = 1.24$ と計算される。

同様に、2020 年の各シナリオにおける NOx 排出係数の相対的な排出強度は表 2.3-2 のとおり計算される。なお、Tier3 規制による NOx 排出量の削減効果は、Tier3 適用対象となる合計推進出力が 750kW よりも大きい船舶についてのみ期待できるものであり、船種船型別の kW-GT 関係式より、主機の機関定格馬力が 750kW となる総トン数を求めると、以下のとおり、内航船及び外航船については概ね 500GT 以下の船舶であることがわかる。

外航貨物船	611GT
内航貨物船	329GT
外航タンカー	548GT
内航タンカー	368GT
外航旅客船	121GT

内航旅客船 210GT

しかし、ここでは削減量を多めに見積るように、500GT 未満の船舶に搭載された主機及び補機機関を含めて全ての内航船及び外航船に対して Tier3 が適用されるとして計算を行った。

また、Global Switch 及び ECA for S 適用に伴う油種の変更 (残渣油から蒸発油への燃料の変更) によって、燃料中の含窒素有機化合物の低減が期待でき、結果として Fuel NOx の生成量が低減すると考えた。Thermal NOx を含めた NOx 全体の排出係数に対する低減割合は、米国の ECA 申請書の Technical Support Document では Tier0~2 の適用機関に対して 7%と見積られていることから、ここでも全体の NOx 排出係数を 7%減少させることとした。なお、油種の変更による Fuel NOx の低下は Tier1~2 適用による Thermal NOx の変化とは異なるファクターなので、両者の NOx 排出係数の変化は加算的とした。

表 2.3-2 2002 年の各シナリオにおける NOx 排出係数の相対的变化

	NOx の相対的な排出強度
シナリオ 0	内航・外航ともに Tier0 : 44 %、Tier1 : 24 %、Tier2 : 32 % と設定。 相対的な排出強度は $(1.3 \times 44 \% + 1 \times 24 \% + 0.8 \times 32 \%) / 100 \% = 1.0680$ となり、 排出係数は 2005 年時から内航 : $1.0680 / 1.3 = 82.2 \%$ に、外航 : $1.0680 / 1.2361 = 86.4 \%$ に減少する。
シナリオ 1	ECA for N の設定に伴い、Tier3 適用船を考慮。 内航・外航ともに Tier0 : 44 %、Tier1 : 24 %、Tier2 : 20 %、Tier3 : 12 % と設定。 相対的な排出強度は $(1.3 \times 44 \% + 1 \times 24 \% + 0.8 \times 20 \% + 0.2 \times 12 \%) / 100 \% = 0.9960$ とな り、排出係数は 2005 年時から内航 : $0.9960 / 1.3 = 76.6 \%$ に、外航 : $0.9960 / 1.2361$ $= 80.6 \%$ に減少。
シナリオ 2	ECA は設定しないものの、Global Switch により Tier0~2 に該当する全ての船舶 に対して -7 % の NOx 減少を設定するため、排出係数は 2005 年時から 内航 : $82.2 \% - 7 \% = 75.2 \%$ に、外航 : $86.4 \% - 7 \% = 79.4 \%$ に減少。
シナリオ 3	ECA for N の設定に伴い、Tier3 適用船を考慮。 内航・外航ともに Tier0 : 44 %、Tier1 : 24 %、Tier2 : 20 %、Tier3 : 12 % と設定。 相対的な排出強度は $(1.3 \times 44 \% + 1 \times 24 \% + 0.8 \times 20 \% + 0.2 \times 12 \%) / 100 \% = 0.9960$ とな る。 シナリオ A1 と同様、Tier0~2 に該当する 88 % の船舶に対して -7 % の NOx 減少 を考慮するため、排出係数は 2005 年時から内航 : $0.9960 / 1.3 - (7 \% \times 88 \%) = 70.5 \%$ に、外航 : $0.9960 / 1.2361 - (7 \% \times 88 \%) = 74.4 \%$ に減少。

2.3.3 2020 年における SO₂ 及び PM 排出係数

SO₂ 及び PM の排出係数は燃料中の硫黄分から決定される。SO₂ については、表 2.3-1 に示した、各シナリオにおける油種の含有硫黄分、並びに数式 2.2-3 及び数式 2.2-5 から決定した。PM については、各シナリオにおける油種の含有硫黄分、並びに数式 2.2-4 から決定した。

3 船舶の活動量及び燃料消費量の算出

船舶の活動量及び燃料消費量は、商船（内航船・外航船）及び漁船に分類して算出し、前者については、航行時と停泊時に分けて算出するものとした。活動量（A）の把握においては、精度向上のため、可能な限り個船毎の活動実態を把握している統計又は記録データを使用した。

商船の航行時の活動量は、海上保安庁による 2009 年 7 月 1 ヶ月分の AIS 陸上局における記録より、日本沿岸域を航行した AIS 搭載船舶の航行データを使用した。

商船の停泊時の活動量は、2005 年の港湾統計（年報）より、甲種港湾及び乙種港湾における入港隻数を停泊隻数とみなし、平成 19 年度 PM 影響調査報告書より、東京湾における平均停泊時間と停泊時の時間帯別燃料消費算定結果から、時間帯別活動量比率を求め、全ての港湾においてこの時間帯別活動量比率を適用するものとし、港湾別の年間入港隻数（停泊隻数）に時間帯別活動量比率を乗じることにより、停泊船舶の活動量を時間帯別に算出した。なお、燃料消費量の算出にあたっては、外航船はいずれの船型でも C 重油を 100 %使用しており、A 重油を使用している船舶は存在しないと仮定し、内航船に関しては、過年度の調査結果を参考に、船型別の A 重油使用割合を主機ディーゼル・補機ディーゼル・補助ボイラ毎に設定して求めた。

以上の手順で算出した燃料消費量のうち、内航船の航行時の燃料消費量に、2005 年の「総合エネルギー統計 エネルギーバランス表」の統計値より求めた補正係数 1.220 を一律に乗じてトップダウン補正を行った。

漁船の活動量及び燃料消費量は、2003 年（第 11 次）漁業センサスより、海域別（都道府県・大海区別）、トン数別の延べ漁業従事日数を求め、トン数グループ別に、航行速力や操業・航行時間等の活動パターンを想定して燃料消費量等をボトムアップ推計で算出し、ボトムアップで求めた燃料消費量に、1991～2001 年の「エネルギー生産・需給統計年報」及び 2005 年の「総合エネルギー統計 エネルギーバランス表」の統計値より求めた補正係数 1.4071 を一律に乗じてトップダウン補正を行った。都道府県別に求めた燃料消費量及び排出量を各漁港に均等配分し、各々の漁港を中心として設置した漁船の活動範囲内にあるグリッド（3 次メッシュ）に、さらに均等配分した。

漁船の活動範囲は、平均的な航行・操業時間と航行速度を考慮して、0～30 トンの漁船は漁港を中心に 22.5 海里を半径とする円内海域とした。30～150 トンの漁船は漁港を中心とした半径 60 海里の円内海域を航行エリア、半径 12～108 海里の範囲を操業エリアとし、150 トン以上の漁船は漁港を中心とした半径 141 海里の円内海域を航行エリア、半径 93～189 海里の範囲を操業エリアとした。

検討対象年の 2005 年における総燃料消費量 [ton/year] は、下表のとおりである。

[ton/year]		停泊時	航行時	操業時	合計
商船	内航船	731, 647	3, 231, 240	—	3, 962, 887
	外航船	5 6950	3, 173, 210	—	3, 710, 160
漁 船		—	1, 828, 426	581, 085	2, 409, 511

3.1 商船

3.1.1 活動量及び燃料消費量の算出手順

(1) 停泊時の活動量の算出

商船の停泊時の活動量は、港湾調査規則（昭和 26 年運輸省令第 13 号）の別表（第 3 条関係）に掲げる甲種港湾及び乙種港湾について、指定統計第 6 号港湾統計（年報）より、2005 年における各港湾の外内航別、船型別の年間入港隻数を停泊隻数とみなし、以下の手順で数式 1.3-3 中における活動量 A_{xyijkt} を算出した。

① 港湾別、船型別、内外航別入港隻数の把握（隻数= N_{ij} ）

2005 年の港湾統計（年報）より、甲種港湾及び乙種港湾について、港湾別、船種・船型別、内外航別の入港隻数（停泊隻数）を把握する。

② 3 次メッシュへの隻数配分（隻数= N_{xyij} ）

各港湾の入港隻数を、各々の港湾区域と 3 次メッシュ (x,y) を重畳し、当該港湾の停泊岸壁が含まれるメッシュに均等に船舶が存在したものと仮定して停泊隻数を配分する。

ただし、特定重要港湾に関しては、詳細な船種区分で入港隻数を推計し、内外航別、船種別に 3 次メッシュに配分することによりデータの精度を高めるよう考慮する。

③ 時間帯別配分（隻数= N_{xyijt} ）

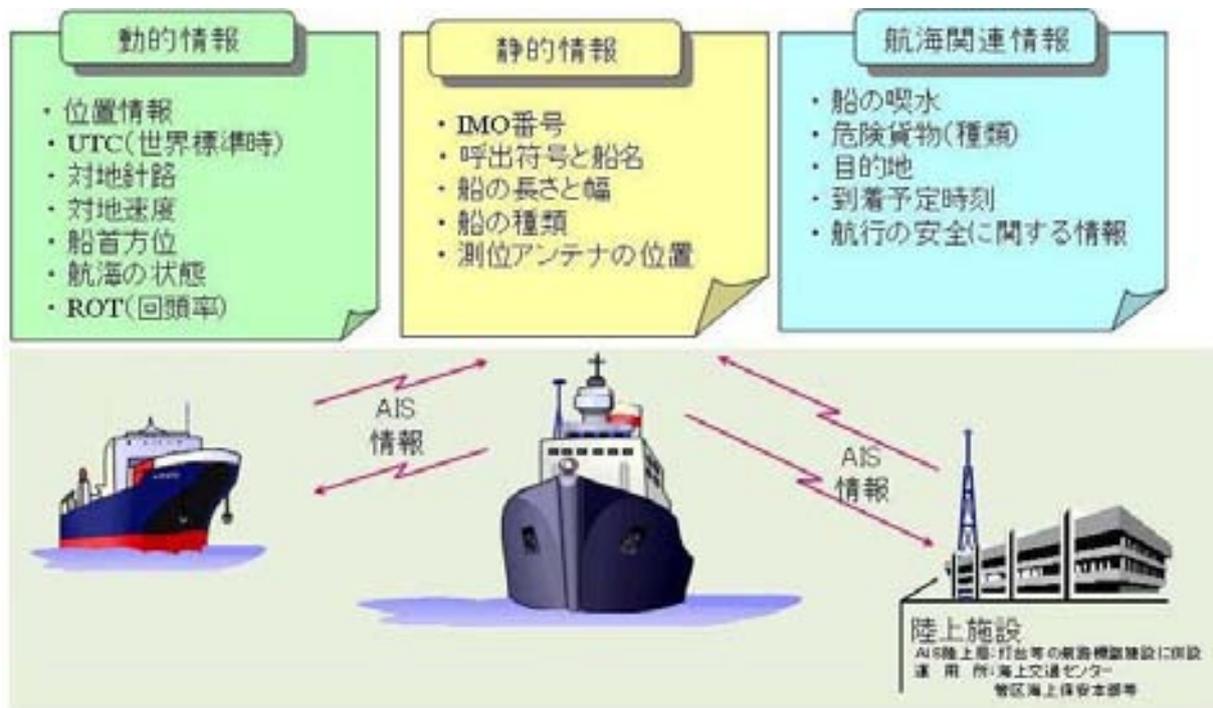
平成 19 年度 PM 影響調査より、東京湾における平均停泊時間と停泊時の時間帯別燃料消費算定結果から時間帯別活動量比率を求め、全ての港湾においてこの時間帯別活動量比率を適用するものとし、港湾別の年間入港隻数（停泊隻数）に時間帯別活動量比率を乗じることにより、停泊船舶の活動量を時間帯別に配分する。

(2) 航行時の活動量の算出

商船の航行時の活動量の算出にあたっては、海上保安庁が運用する AIS 陸上局において記録された 2009 年 7 月 1 ヶ月分のデータを使用した。

AIS とは、船舶に搭載され、自船の船名や位置等の情報を周期的に送信しつつ、周囲の他船から発信された情報を受信して当該他船の船名や位置等を把握する装置である。

AIS で送受信される情報には、船舶の船名、種類、呼出符合等の静的情報、位置情報、対地針路、対地速度、船首方位等の動的情報、目的地や到着予定時刻等の航行関連情報等があり、VHF 電波を介して、船舶間のみならず、船舶・陸上間でも情報の送受信が行えるシステムである (図 3.1-1 参照)。



出典：海上保安庁 HP

図 3.1-1 AIS システムのイメージ図

AIS は、2000 年 12 月に採択、2002 年 7 月に発効した SOLAS 条約 (海上における人命の安全のための国際条約) 第 V 章の改正により、一部の船舶に段階的に AIS の搭載義務が課されることとなった。

我が国においては、「船舶設備規程第 146 条の 29」の規定により、

- ① 国際航海に従事する 300 総トン以上の全ての船舶
- ② 国際航海に従事する全ての旅客船
- ③ 国際航海に従事しない 500 総トン以上の全ての船舶

に搭載義務が課されることとなり、2008 年 7 月 1 日に完全に搭載が義務化された。

日本沿岸域においては、海上保安庁により、2004 年 7 月 1 日から、東京湾内において AIS 陸上局による AIS 搭載船舶の監視及び航行データの収集が開始され、2009 年度から

は日本沿岸域全てで AIS 陸上局の運用が開始されている。

航行時の活動量は、2009 年 7 月 1 ヶ月分の日本沿岸域全ての AIS 陸上局受信データをベースに、3 次メッシュ単位で船種別、船型別の隻数、平均航行速力及び平均滞在時間を求め、以下の手順で数式 1.3-3 中における活動量 A_{xyijkt} を算出した。

① 内外航及び船種の区分 (隻数= N_{xyit})

AIS 静的情報より、AIS 搭載船舶を内外航別、船種別に区分する。

② 総トン数の推計 (隻数= N_{xyijt})

AIS データに含まれる長さ情報から船舶の総トン数を推定する。

③ 500 総トン未満の AIS 非搭載船舶の活動量データ作成

500 総トン未満の AIS 非搭載船舶の活動量を、AIS を搭載している 500~1,000 総トンのデータから推計する。

④ 対象年隻数への補正

港湾統計 (年報) 等より、検討対象年 2005 年と AIS データ年 2009 年の内外航別、船型別入港隻数の比率等を求めて活動量を補正する。

(3) 燃料消費量の算出

燃料消費量の推計にあたっては、船型及び主機・補機エンジンの特性を考慮した計算パラメータを用い、以下の式に示すとおり、3 次メッシュ単位で船種別、船型別の隻数を求め、設定した船種、船型別の平均停泊時間と時間帯別燃料消費量から、年間の燃料消費量を算出した。なお、ここでは部分負荷時における燃料消費率も、定格時におけるそれと同一であると仮定した。

$$A_{xyijkt} = \sum_{type=i} \sum_{size=j} \sum_{operation=k} \sum_{time=t} N_{xyijkt} \times W_{xyijkt} \times PR_{xyijkt} \times H_{xyijkt} \quad \text{数式 3.1-1}$$

A_{xyijkt}	メッシュ (x,y) における船種 i、船型 j、航行モード k (停泊時 : k=1、航行時 k=2)、時間帯 t の燃料消費量 [ton-fuel/grid/year]
N_{xyijkt}	メッシュ内の船種、船型別隻数[/grid/year]
W_{xyijkt}	時間帯別の定格燃料消費量 [ton-fuel/hour]
PR_{xyijkt}	負荷率
H_{xyijkt}	船種、船型別の停泊時間あるいはグリッド内航行時間 [hour]

なお、本推計では、外航船はいずれの船型でも C 重油を 100 %使用しており、A 重油を使用している船舶は存在しないと仮定した。

内航船に関しては、「第 11 回 内航海運における使用燃料油、潤滑油に関する実態調査報告書、平成 19 年 9 月、日本内航海運組合総連合会、環境安全委員会・燃料油ワーキンググループ」を参考にし、表 3.1-1 に示す A 重油使用割合を主機ディーゼル・補機ディーゼル・補助ボイラに対して設定した。この A 重油使用割合は隻数の割合、すなわち活動

量したがって熱量 (=エネルギー) の割合である。実際の A 重油使用量 (重量) を求めるには、以下の手順を採用する。

SFC を適用して燃料使用量を求める。これは A 重油換算したものである。

求めた燃料使用量に A 重油の発熱量をかけて、総熱量を計算する。

それに表 3.1-1 に示す割合をかけて A 重油の熱量を求める。残りが C 重油の熱量である。

その A 重油の熱量を発熱量で割って A 重油の使用量 (重量) を求める。同様に、C 重油の熱量を発熱量で割って C 重油の使用量 (重量) を求める。

表 3.1-1 内航船に対する A 重油使用割合

船型	A 重油使用割合 [%]		
	主機ディーゼル 機関	補助ディーゼル 機関	補助 ボイラ
500 総トン未満	89.04	100	56
500 ~ 1,000 総トン未満	89.04	100	38
1,000 ~ 3,000 総トン未満	30.08	100	38
3,000 ~ 6,000 総トン未満	22.15	69	0
6,000 ~ 10,000 総トン未満	4.55	69	0
10,000 ~ 30,000 総トン未満	4.35	41	0
30,000 総トン以上	4.35	0	0

3.1.2 計算条件

(1) 船種と船型の区分

① 停泊時

停泊時の商船の活動量は、港湾統計年報による区分等から、表 3.1-2と表 3.1-3に示す船種に区分し、表 3.1-4に示す船型に区分して算出するものとした。

表 3.1-2 停泊時の船種区分 (特定重要港湾以外)

船種コード	船種区分
0	内航商船
1	外航商船 (外航商船と外航自航の合計)
2	内航自航

表 3.1-3 停泊時の船種区分 (特定重要港湾)

船種コード	船種区分
0	内航貨物
1	外航貨物
2	内航フェリー
3	内航コンテナ船
4	外航コンテナ船
5	内航タンカー
6	外航タンカー
7	内航客船
8	外航客船
9	内航 PCC/RORO 船
10	外航 PCC/RORO 船

表 3.1-4 停泊時の船型区分

船型コード	船型区分
0	0 ～ 500GT
1	500 ～ 1,000GT
2	1,000 ～ 3,000GT
3	3,000 ～ 6,000GT
4	6,000 ～ 10,000GT
5	10,000 ～ 30,000GT
6	30,000 ～ 60,000GT
7	60,000 ～ 100,000GT
8	100,000GT～

② 航行時

航行時の商船の活動量は、過年度の調査結果等を参考に、外航・内航別に加え、表 3.1-5と表 3.1-6に示す船種と船型に区分して算出するものとした。

表 3.1-5 航行時の船種区分

船種コード	船種区分
0	貨物船
1	タンカー
2	客船 (フェリー含む)
3	タグボート
4	その他
5	外航フルコンテナ船 (10,000GT 以上)

表 3.1-6 航行時の船型区分

船型コード	船型区分
0	0 ～ 500GT
1	500 ～ 1,000GT
2	1,000 ～ 3,000GT
3	3,000 ～ 6,000GT
4	6,000 ～ 10,000GT
5	10,000 ～ 30,000GT
6	30,000 ～ 60,000GT
7	60,000 ～ 100,000GT
8	100,000GT～

(2) 空間・時間解像度

商船の活動量については、表 3.1-7に示すとおり、停泊時、航行時ともに空間解像度は 3 次メッシュで作成するものとし、時間解像度については、停泊時は時間帯別に、航行時は時間帯及び曜日別に作成する。

表 3.1-7 商船の活動量の空間・時間解像度

運航モード	空間解像度	時間解像度
停泊時	● 3 次メッシュ	● 時間帯別
航行時		● 曜日別 ● 時間帯別

3.1.3 定格排出量の算定方法

(1) 機関定格出力の設定

主機ディーゼル機関の定格出力については、式 3.1-2 に示すとおり、船種毎の総トン数 [GT] と機関定格出力 [kW] との関係式によって求めるものとした。

$$PS_{i,k} = a \times X^b \quad \text{数式 3.1-2}$$

$PS_{i,k}$: 船種 i、船型 j の主機・補機ディーゼル機関定格出力 [kW]

a, b : 船種ごとに与えられる係数

X : 船舶総トン数 [GT]

図 3.1-2及び図 3.1-3は、『Lloyd's Register Fairplay 2009 年 10 月版』と『日本船舶・内航船舶明細書 2009 年』より、平成 19 年度 PM 影響調査等過年度調査の手法を参考に、船種毎に総トン数と機関定格出力の関係を示したものである。

さらに、外航貨物船、外航コンテナ船及び外航タンカーについては、10,000 総トン以上を 10,000～30,000 総トン、30,000～60,000 総トン、60,000～100,000 総トン及び 100,000 総トン以上の 4 区分に細分化して求めると、図 3.1-4～図 3.1-6に示すとおりとなる。

これらの図より、表 3.1-8に示すとおり船種毎に総トン数から主機関の定格出力を算出するものとした。

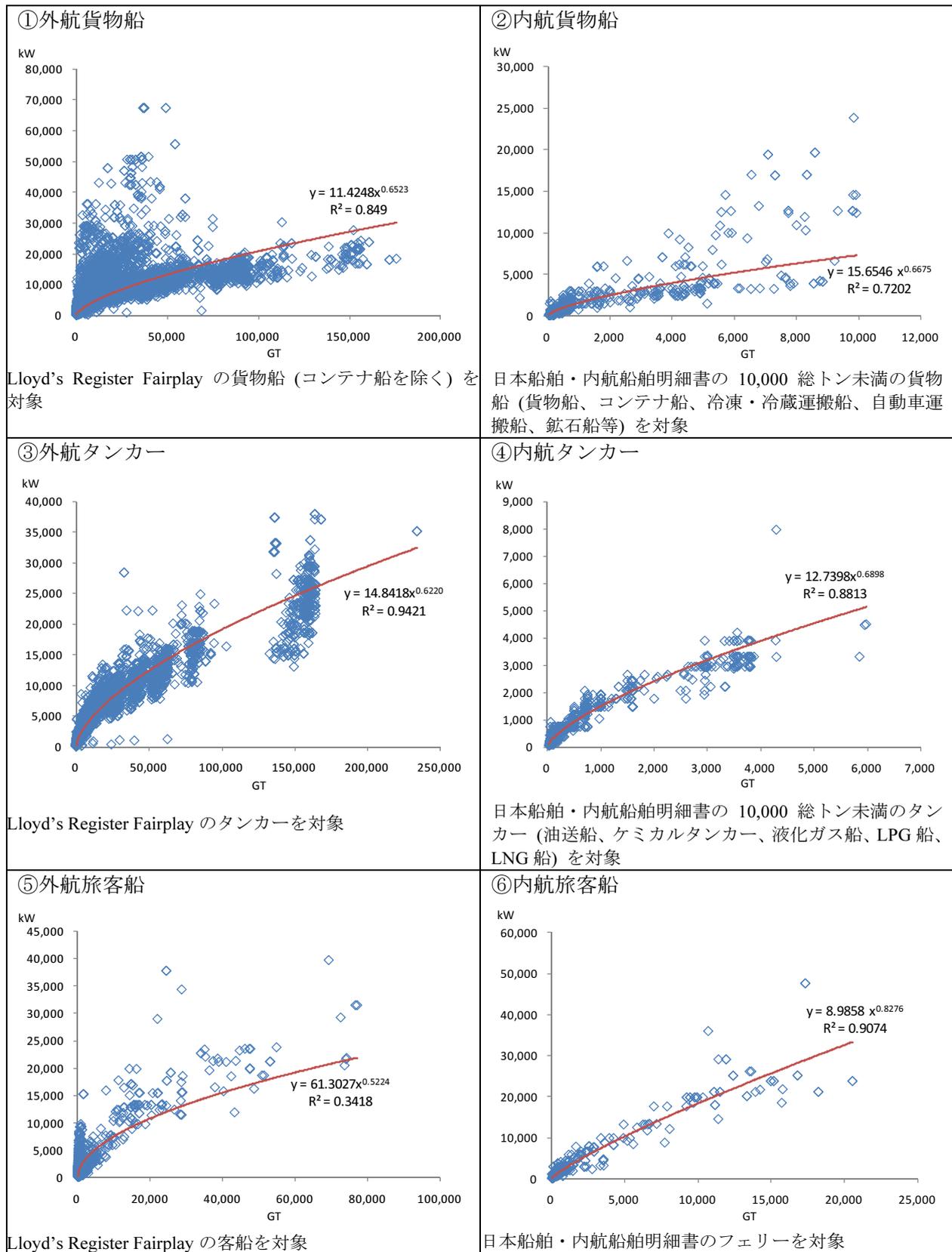


図 3.1-2 総トン数 GT と機関定格出力 kW の関係 (貨物船、タンカー、旅客船)

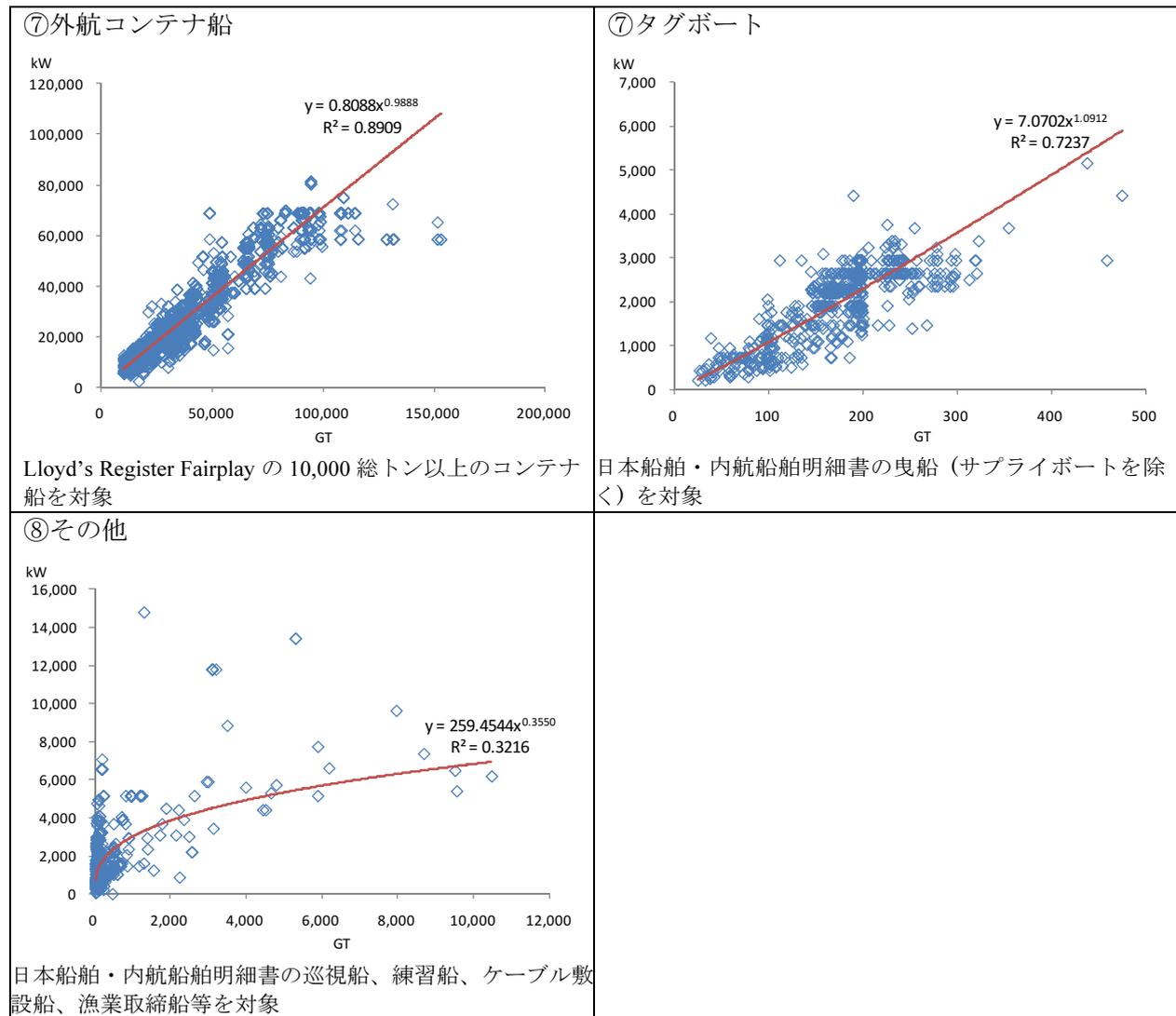
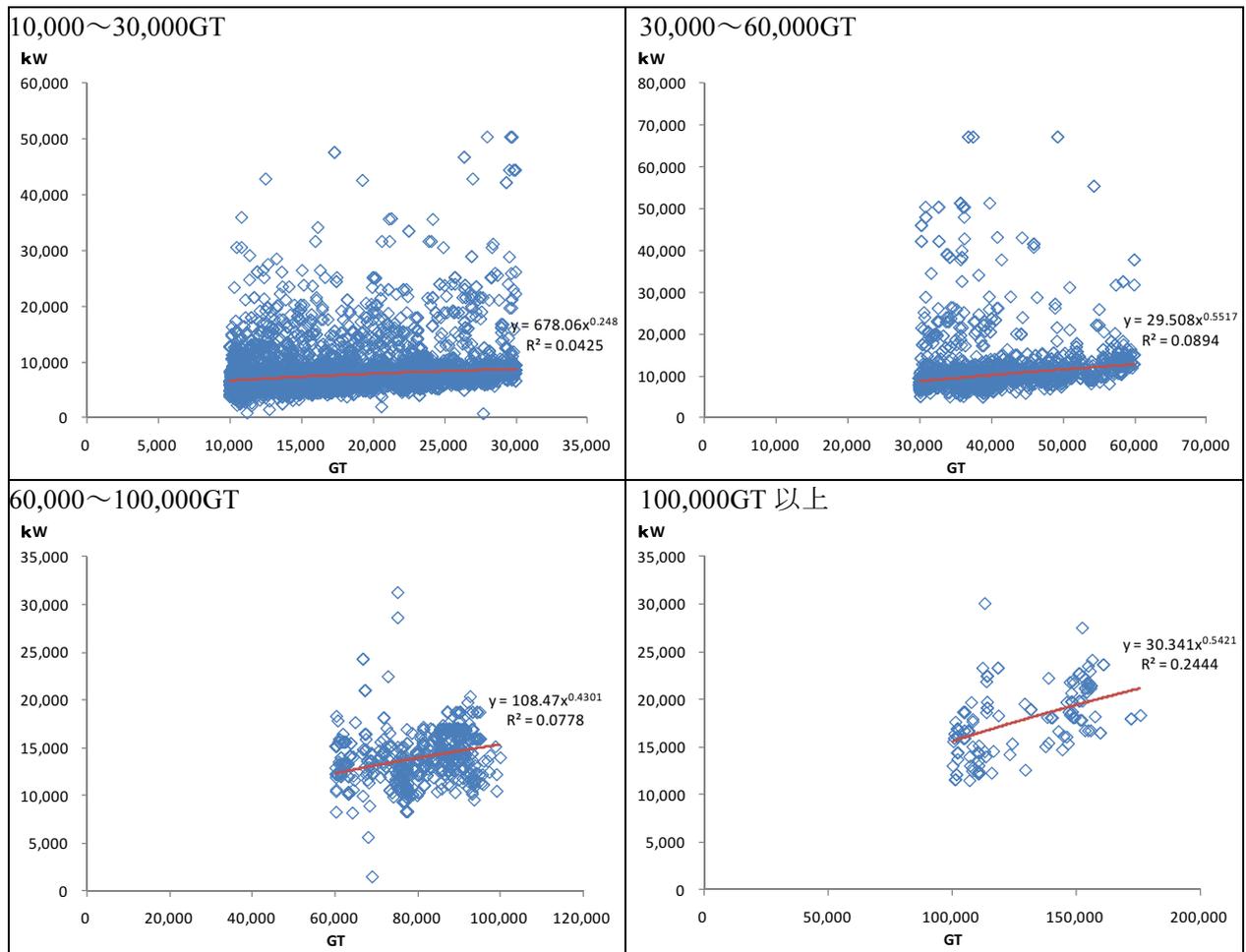
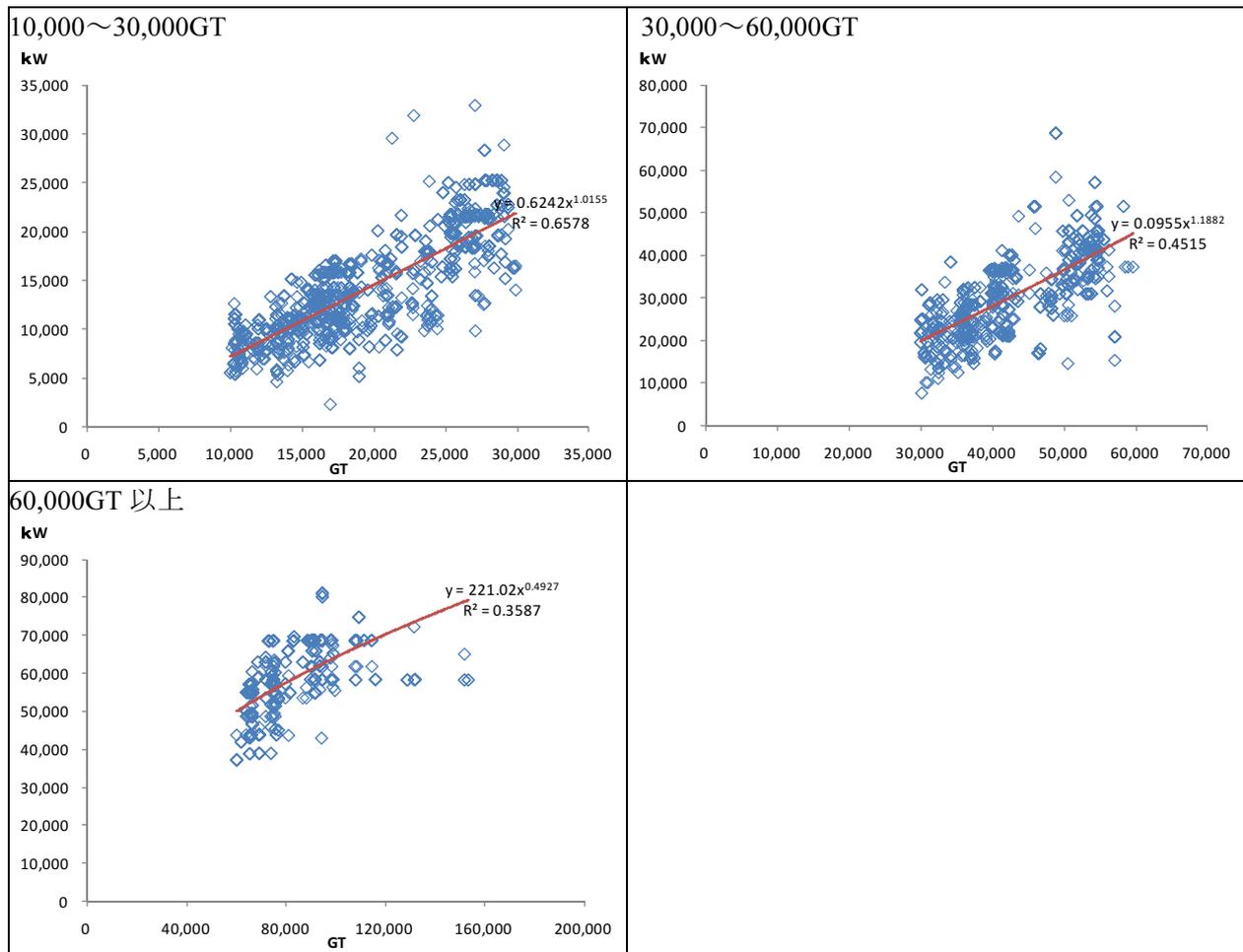


図 3.1-3 総トン数 GT と機関定格出力 kW の関係 (コンテナ船、タグボート、その他)



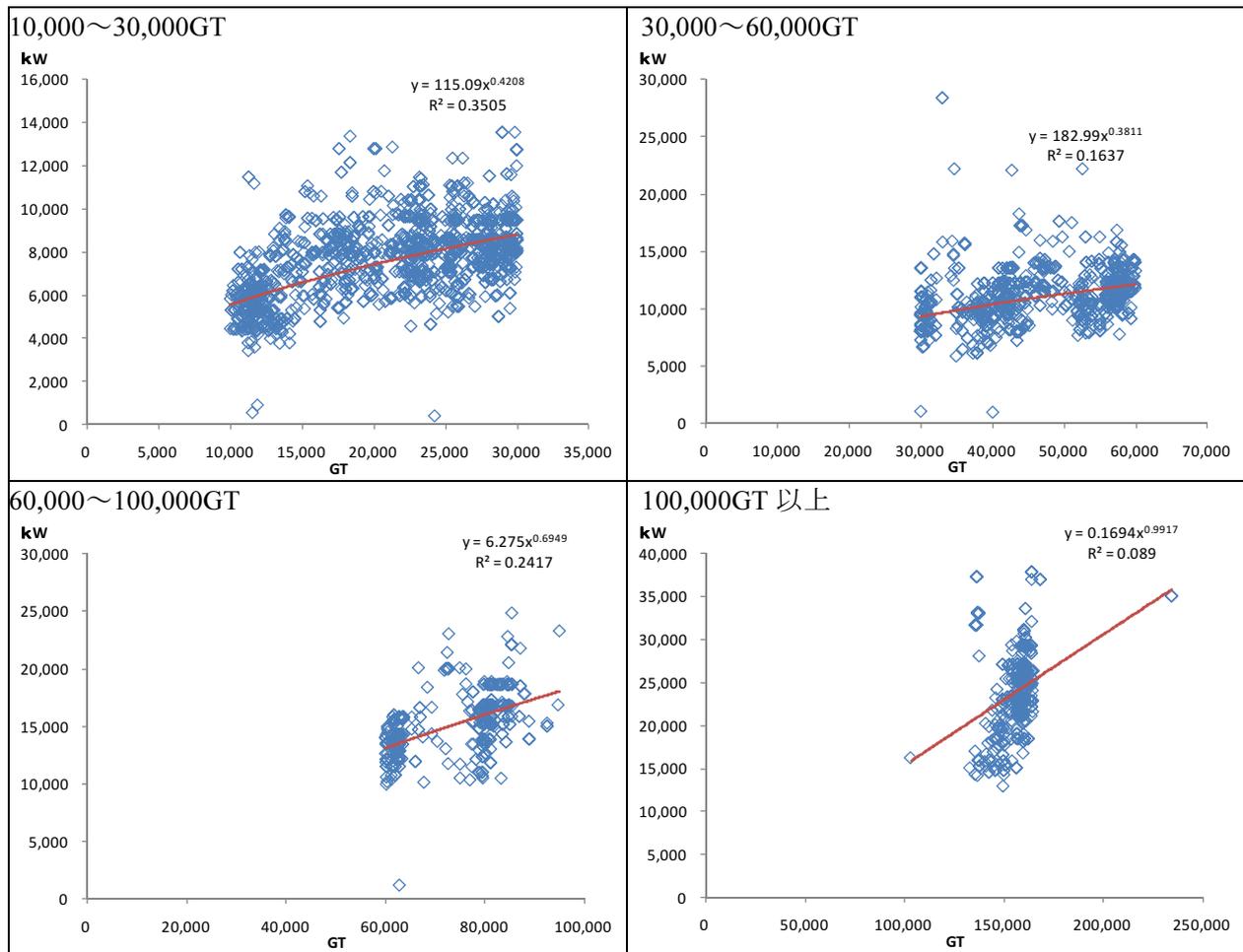
Lloyd's Register Fairplay の 10,000 総トン以上の貨物船 (コンテナ船を除く) を対象

図 3.1-4 総トン数 GT と機関定格出力 kW の関係 (10,000GT 以上の外航貨物船)



Lloyd's Register Fairplay の 10,000 総トン以上のコンテナ船を対象

図 3.1-5 総トン数 GT と機関定格出力 kW の関係 (10,000 総トン以上の外航コンテナ船)



Lloyd's Register Fairplay の 10,000 総トン以上のタンカーを対象

図 3.1-6 総トン数 GT と機関定格出力 kW の関係 (10,000 総トン以上の外航タンカー)

表 3.1-8 総トン数 GT と主機関定格出力 kW の関係式

	船種	回帰式 (累乗近似)	データソース
①	外航貨物船 (0~10,000GT)	$kW = 11.4248 \times GT^{0.6523}$	Lloyd's Register
	(10,000~30,000GT)	$kW = 678.0600 \times GT^{0.2480}$	
	(30,000~60,000GT)	$kW = 29.5080 \times GT^{0.5517}$	
	(60,000~100,000GT)	$kW = 108.4700 \times GT^{0.4301}$	
	(100,000GT~)	$kW = 30.3410 \times GT^{0.5421}$	
②	内航貨物船	$kW = 15.6546 \times GT^{0.6675}$	日本船舶・内航船舶 明細書
③	外航タンカー (0~10,000GT)	$kW = 14.8418 \times GT^{0.6220}$	Lloyd's Register
	(10,000~30,000GT)	$kW = 115.0900 \times GT^{0.4208}$	
	(30,000~60,000GT)	$kW = 182.9900 \times GT^{0.3811}$	
	(60,000~100,000GT)	$kW = 6.2750 \times GT^{0.6949}$	
	(100,000GT~)	$kW = 0.1694 \times GT^{0.9917}$	
④	内航タンカー	$kW = 12.7398 \times GT^{0.6898}$	日本船舶・内航船舶 明細書
⑤	外航旅客船	$kW = 61.3027 \times GT^{0.5224}$	Lloyd's Register
⑥	内航旅客船	$kW = 8.9858 \times GT^{0.8276}$	日本船舶・内航船舶 明細書
⑦	外航フルコンテナ船 (10,000~30,000GT)	$kW = 0.6242 \times GT^{0.9888}$	Lloyd's Register
	(30,000~60,000GT)	$kW = 0.0955 \times GT^{0.9888}$	
	(60,000GT~)	$kW = 221.0200 \times GT^{0.9888}$	
⑧	タグボート	$kW = 7.0702 \times GT^{1.0912}$	日本船舶・内航船舶 明細書
⑨	その他	$kW = 259.4544 \times GT^{0.3550}$	日本船舶・内航船舶 明細書

※Lloyd's Register は100総トン以上、日本船舶・内航船舶明細書は20総トン以上のデータを対象とし、総トン数や機関定格出力が不明なものは除外した。

(2) 負荷率の設定方法

航行時の船舶の燃料消費量の算出にあたっては、負荷率の設定が必要となる。負荷率は、航行速力の3乗に比例し、航海速力航行時の負荷率を85%とする。

平成19年度PM影響調査では、湾内外別、航行モード別(エンジンモーション別)の船速から負荷率を設定する離散的モデルが使用されたが、AISデータには動的情報として航行速力が含まれているので、予め『Lloyd's Register Fairplay 2009年10月版』及び『日本船舶・内航船舶明細書2009年』から船種別、船型別に航海速力の3乗の値を集計しておき、AISデータの解析結果から得られた航行速力の3乗との比率(航行速力³/航海速力³)で負荷率を設定するものとした。

各船種別、船型別に求めた航行速力と負荷率の関係は、図3.1-7と図3.1-8のとおりである。

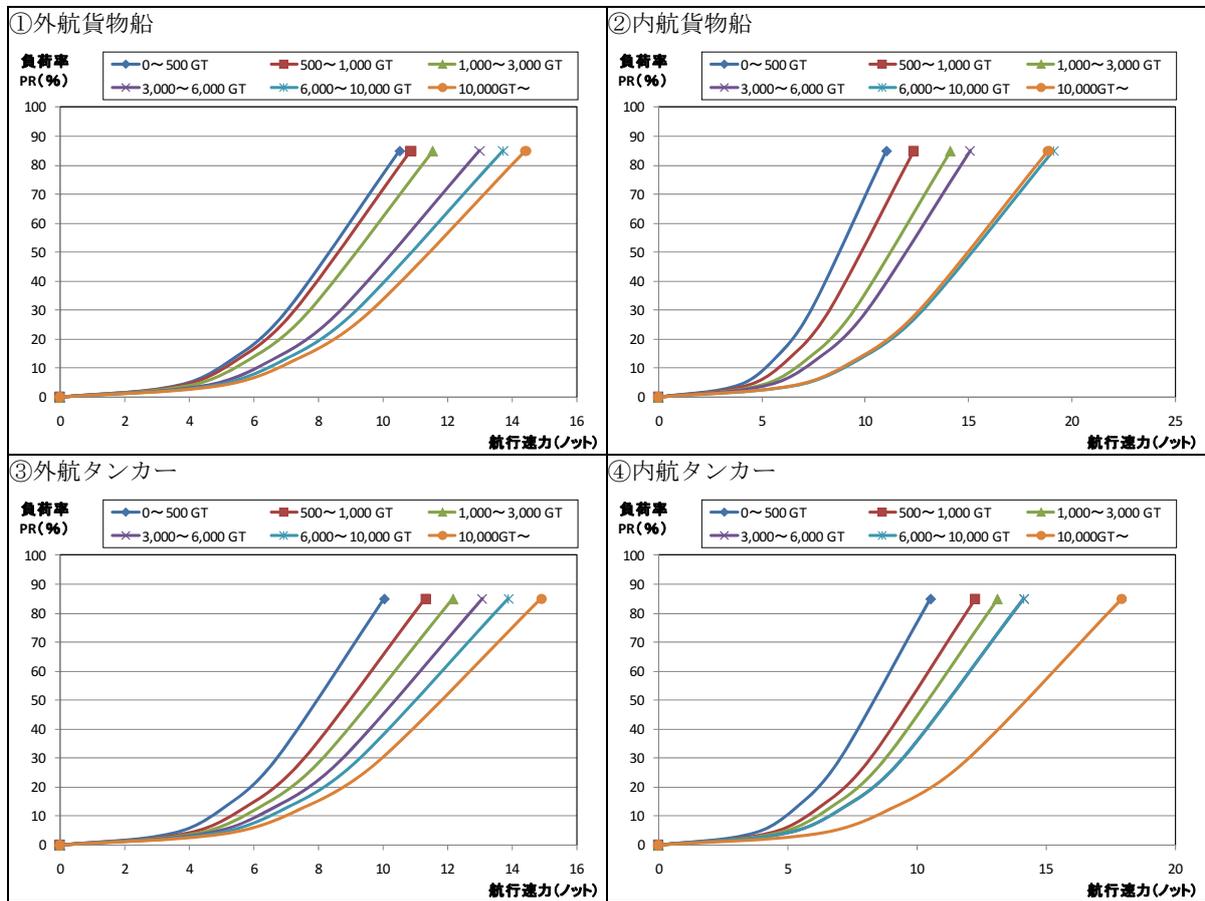


図 3.1-7 航行速力と負荷率の設定①～⑧

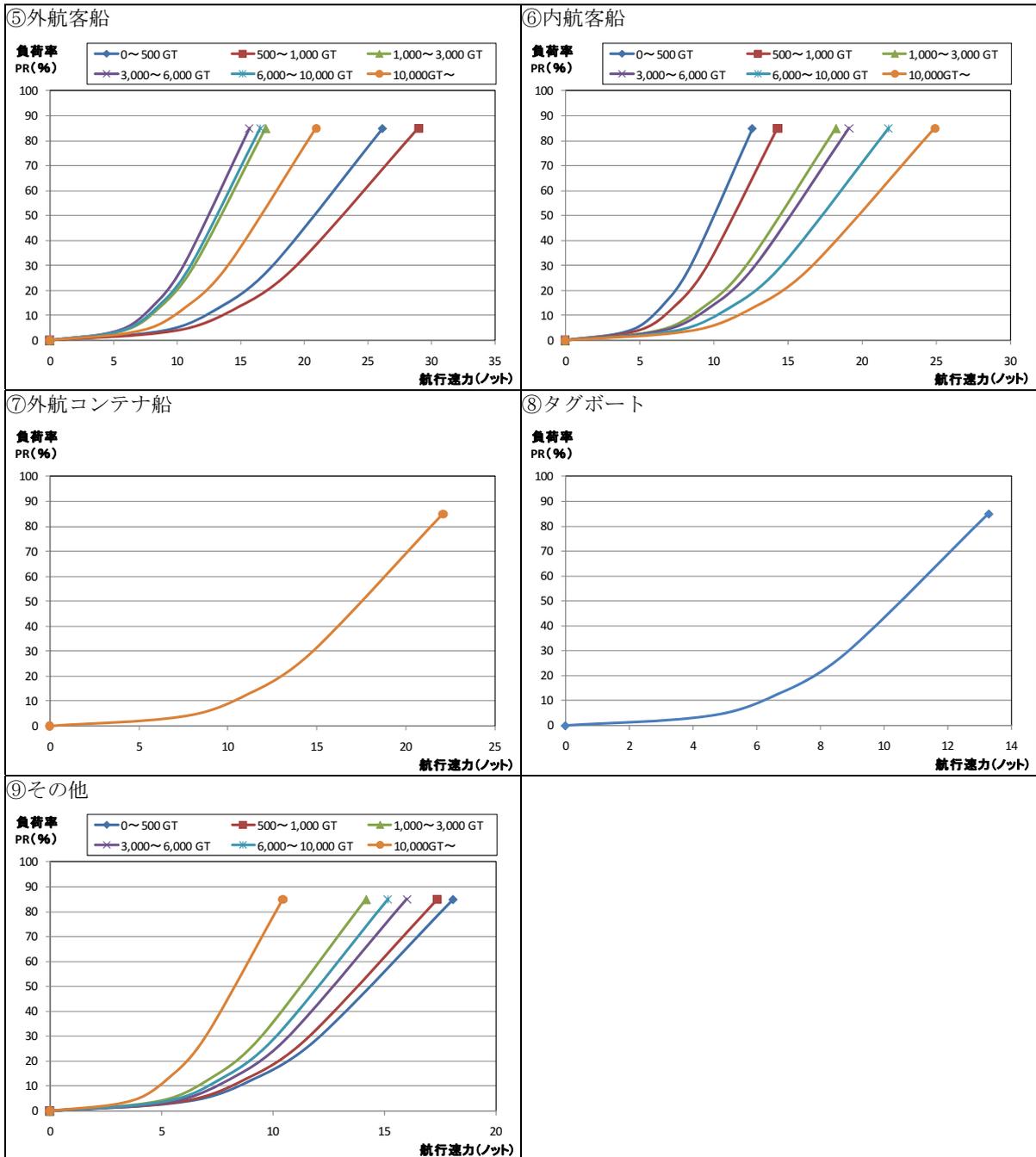


図 3.1-8 航行速度と負荷率の設定⑤～⑨

(3) 定格燃料消費量の算定方法

主機・補機ディーゼル機関における定格燃料消費量 $W_p \cdot W_a$ は、平成 19 年度 PM 影響調査に従い、下記式より算定した。

$$W_p = 0.18 \times PS_p \quad \text{数式 3.1-3}$$

$$W_a = 0.20 \times PS_a \quad \text{数式 3.1-4}$$

- W_p : 主機ディーゼル機関 (prime) における定格燃料消費量[ton-fuel/h]
 W_a : 補機ディーゼル機関 (auxiliary) における定格燃料消費量[ton-fuel/h]
 PS_p : 主機ディーゼル機関の定格出力 [kW]
 PS_a : 補機ディーゼル機関の定格出力 [kW]

多くの船舶では積荷の加温や暖房、厨房での利用を目的とした補助ボイラを搭載している。そのため、船舶活動量には補助ボイラにおける燃料消費量も加える必要がある。本事業では平成 19 年度 PM 影響調査に従い、下記式より補助ボイラにおける燃料消費量 W_b を算定する。なお、補助ボイラにおける燃料消費では NOx 排出量も算定する。

$$W_b = 73.48 \times B^{0.41} \times R \quad \text{数式 3.1-5}$$

$$B = 0.0267 \times X^{0.48} \quad \text{数式 3.1-6}$$

- W_b : 補助ボイラ (boiler) における定格燃料消費量 [ton-fuel/h]
 B : 補助ボイラ定格容量 [ton/h]
 R : 補助ボイラ平均搭載率 (表 3.1-9参照)
 X : 船舶総トン数 [GT]

表 3.1-9 補助ボイラ平均搭載率 [%]

総トン数	タンカー	その他
500 未満	70.4	49.1
500-1000	80.1	69.6
1000-3000	84.8	82.7

(4) 燃料消費率 (SFC)

主機ディーゼル機関の燃料消費率 (SFC) は、IMO の GHG 2nd Study 2009 等関連文献を参考に、表 3.1-10と表 3.1-11に示すとおり、船種・船型別や機関出力別に設定した。

表 3.1-10 主機ディーゼル機関の燃料消費率 (SFC) の設定

(単位 : g-fuel/kWh)

総トン数	SFC					
	貨物船	タンカー	旅客船	タグボート	その他	外航 コンテナ船
0～ 500GT	205	205	195	190	205	195
500～ 1,000GT						
1,000～ 3,000GT						
3,000～ 6,000GT	195	195	195	190	195	185
6,000～ 10,000GT						
10,000～ 30,000GT						
30,000～ 60,000GT	185	185	185	185	185	175
60,000～ 100,000GT						
100,000GT～						

参考) PREVENTION OF AIR POLLUTION FROM SHIPS Updated 2000 Study on Greenhouse Gas Emissions from Ships Phase 1 Report (MEPC 59/INF.10)

表 3.1-11 補機ディーゼル機関の燃料消費率 (SFC) の設定

(単位 : g-fuel/kWh)

機関出力	SFC
850kW 未満	230
850kW 以上	220

参考) IMO GHG 2nd Study 2009

3.1.4 停泊時の活動量の算出

(1) 活動量の算出手順

2005年における港湾統計(年報)より、入港船舶の存在した甲種港湾及び乙種港湾の全てを対象に、各港湾の入港隻数を停泊隻数として、港湾別、船種別、船型別の停泊隻数を集計し、これを各港湾で3次メッシュに配分し、さらに過年度の調査成果を活用して船舶の時間帯別活動量を推計した。

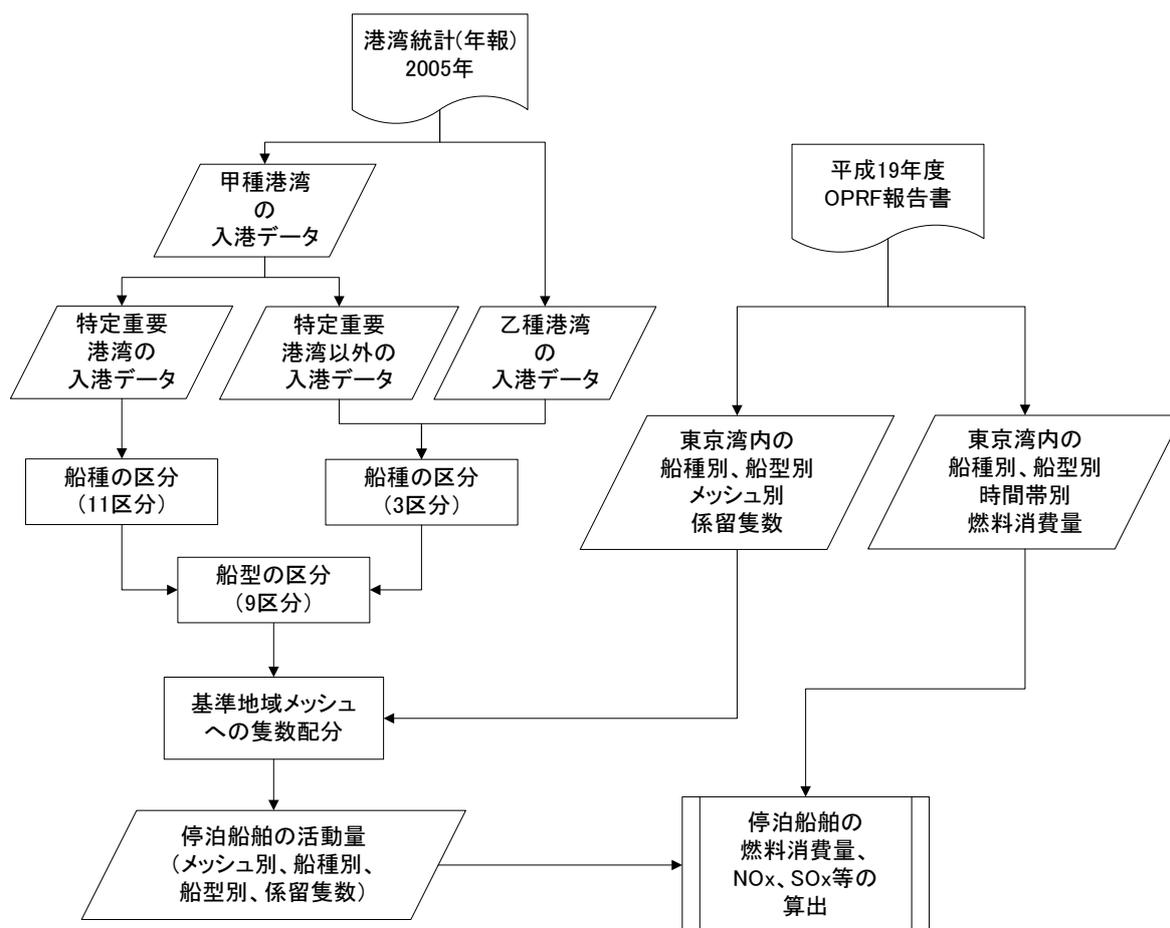


図 3.1-9 港湾統計(年報)等を活用した商船停泊時の活動量算出手順

(2) 船種と船型の区分方法

① 船種区分

港湾統計（年報）より、各港湾の入港隻数を、特定重要港湾以外の甲種港湾及び乙種港湾については表 3.1-12に示す区分に分類した。

特定重要港湾については、過年度の検討に使用したデータを活用したり、詳細な統計値を港湾管理者 HP 等より入手したりして、表 3.1-13に示す区分に停泊隻数を分配するものとした。

表 3.1-12 停泊船舶の船種区分 (特定重要港湾以外)

船種コード	船種区分
0	内航商船
1	外航商船 (外航商船と外航自航の合計)
2	内航自航

表 3.1-13 停泊船舶の船種区分 (特定重要港湾)

船種コード	船種区分
0	内航貨物
1	外航貨物
2	内航フェリー
3	内航コンテナ船
4	外航コンテナ船
5	内航タンカー
6	外航タンカー
7	内航客船
8	外航客船
9	内航 PCC/RORO 船
10	外航 PCC/RORO 船

② 船型区分

港湾統計 (年報) による各港湾の船型別隻数を表 3.1-14の区分に分類した。

甲種港湾では、10,000 総トン以上の船舶がひとつの船型区分で集計されている。乙種港湾では、内航商船と外航商船は 500 総トン以上の船舶がひとつの船型区分で集計され、自航 (自動車航走船) については船型区分がなく、全ての船型がひとつの区分で集計されている。

これらの船型区分の隻数については、港湾毎に隻数と延べ総トン数から平均総トン数を求め、平均総トン数が該当する船型区分に隻数を配分した (図 3.1-10参照)。

特定重要港湾については、過年度検討に使用したデータを活用したり、詳細な統計値を港湾管理者 HP 等より入手したりして、表 3.1-14に示す区分に停泊隻数を分配するものとした。

表 3.1-14 停泊船舶の船型区分

船型コード	船型区分
0	0 ～ 500GT
1	500 ～ 1,000GT
2	1,000 ～ 3,000GT
3	3,000 ～ 6,000GT
4	6,000 ～ 10,000GT
5	10,000 ～ 30,000GT
6	30,000 ～ 60,000GT
7	60,000 ～ 100,000GT
8	100,000GT～

【①甲種港湾の船型区分】

※港湾統計(年報)第2部の船型区分

No.	船型区分
0	5 ~ 100GT
1	100 ~ 500GT
2	500 ~ 1,000GT
3	1,000 ~ 3,000GT
4	3,000 ~ 6,000GT
5	6,000 ~ 10,000GT
6	10,000GT~

【②乙種港湾の船型区分】

※港湾統計(年報)第3部の船型区分

No.	船型区分
0	5 ~ 500GT
1	500GT~

平均総トン数(=延べ総トン÷隻数)より、該当する欄にデータを計上する
 ※例えば、10,000GT以上の平均トン数が25,000GTであったときは、「10,000~30,000GT」の欄に隻数を計上し、10,000GT以上の他の船型区分の活動量はゼロとなる

合計

【①甲種港湾の係留船舶船型区分】

※排出係数、係留時間等の基本船型区分

No.	船型区分
0	0 ~ 500GT
1	500 ~ 1,000GT
2	1,000 ~ 3,000GT
3	3,000 ~ 6,000GT
4	6,000 ~ 10,000GT
5	10,000 ~ 30,000GT
6	30,000 ~ 60,000GT
7	60,000 ~ 100,000GT
8	100,000GT~

【②乙種港湾の係留船舶船型区分】

※排出係数、係留時間等の基本船型区分

No.	船型区分
0	0 ~ 500GT
1	500 ~ 1,000GT
2	1,000 ~ 3,000GT
3	3,000 ~ 6,000GT
4	6,000 ~ 10,000GT
5	10,000 ~ 30,000GT
6	30,000 ~ 60,000GT
7	60,000 ~ 100,000GT
8	100,000GT~

図 3.1-10 船型区分への停泊隻数の分配

(3) 3次メッシュへの配分方法

① 東京湾内の主要港湾及び特定重要港湾

港内の停泊岸壁は、特定の船種や一定の大きさの船舶のみが停泊する専用埠頭や不特定多数の船種・船型の船舶が停泊する公共埠頭等があり、停泊時の活動量を3次メッシュ単位で求めるには、個々の停泊岸壁毎で船種・船型別の停泊隻数を把握する必要があるが、日本全国全ての港湾について停泊岸壁別の停泊実態データを入手することは困難であることから、ここでは、図 3.1-11に例示するとおり、港湾別に集計した停泊隻数を、当該港湾区域内の停泊岸壁を含む3次メッシュに均等配分するものとした。

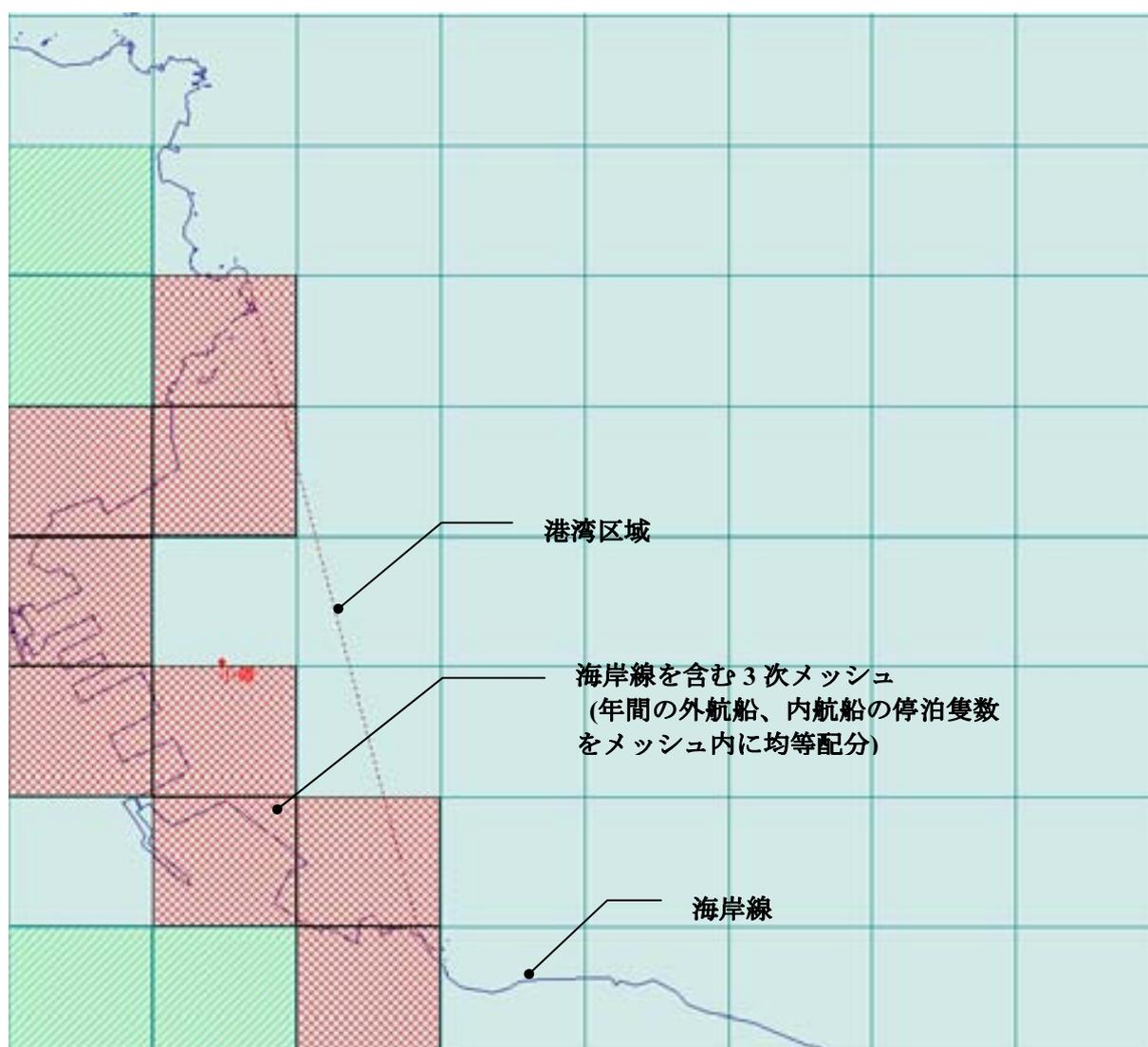


図 3.1-11 停泊船舶の地理的配分方法 (小樽港の例)

② 東京湾内の主要港湾及び特定重要港湾

東京湾内の主要港湾（東京港、川崎港、横浜港、千葉港、木更津港、横須賀港）については、平成 19 年度 PM 影響調査において、港湾管理者等より入手した停泊岸壁別の利用隻数から作成された 2000 年のデータ（メッシュあたりの内航・外航別、船種別、船型別の利用隻数、1 隻あたりの平均利用時間及び着岸時刻）があることから、これを 2005 年に換算して活用するものとした。

東京湾内の主要港湾以外は、港湾区域内の海岸線と港湾区域線、3 次メッシュを重畳し、対象船舶が停泊する施設が含まれる 3 次メッシュを選択して停泊隻数の地域配分を行った。なお、特定重要港湾のように詳細な船種別・船型別の入港隻数が把握できる場合は、例えば、図 3.1-12 に示すとおり、外航コンテナ船が停泊する施設を含む 3 次メッシュに配分して精度を高めるものとした。

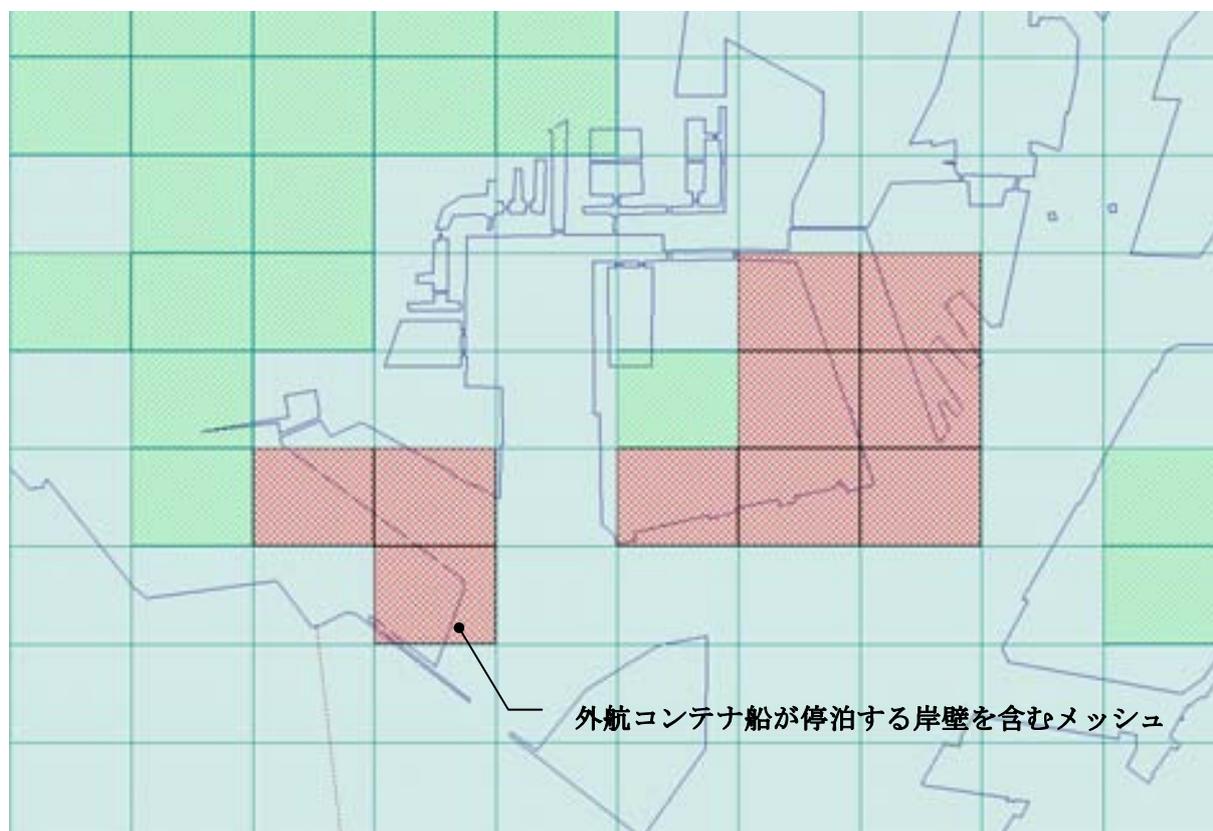


図 3.1-12 ある船種のメッシュ選択の例（例えば、名古屋港の外航コンテナ船の場合）

(4) 時間帯別活動量の算出方法

停泊船舶の活動量を時間帯別に求めるにあたっては、平成19年度PM影響調査より、東京湾における船舶の停泊時における活動実態（停泊時間、負荷及び時間帯別入港時刻）から、内外航別、船種別、船型別にモデル化し、それを全国の甲種港湾及び乙種港湾の時間帯別活動量の推計に使用した。

東京湾内に存在している東京港、川崎港、横浜港、千葉港、木更津港においては上記調査においてまとめられたバース別の時間割り振りをそのまま用いた。また、それ以外の港湾においては東京湾の全バースの内航船、外航船の平均的な時間帯別燃料消費量を適用した。図3.1-13に、例として内航商船及び外航船の時間帯別燃料消費量を示す。

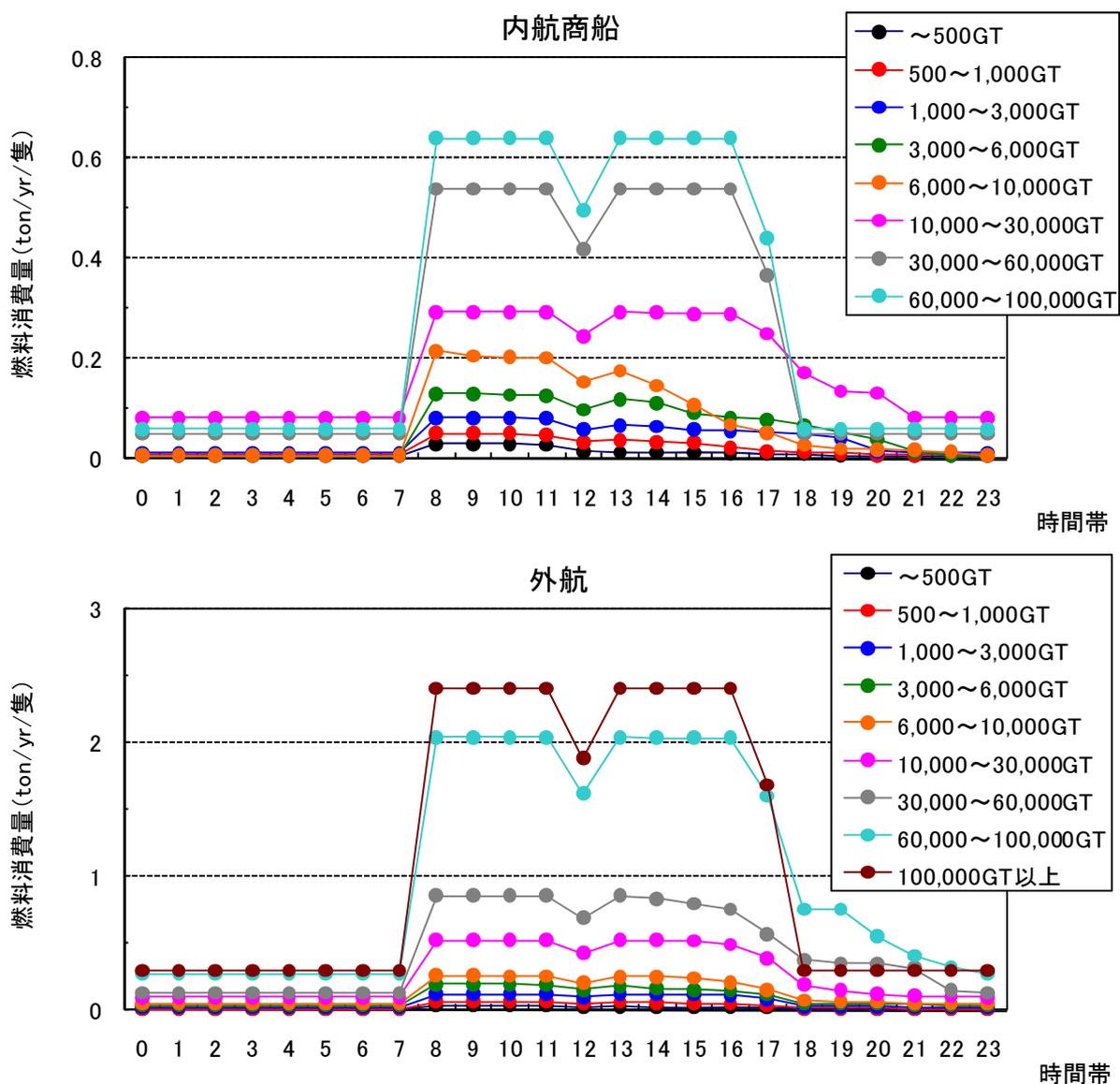


図 3.1-13 内航商船及び外航船の時間帯別燃料消費量

(5) 東京湾内主要港湾の活動量

東京湾内における停泊岸壁別の停泊隻数の集計にあたっては、平成19年度PM影響調査において使用されたデータを活用した。このデータは、2000年における東京湾主要港湾6港（東京港、川崎港、横浜港、千葉港、木更津港、横須賀港）を対象に、港湾管理者等から提供を受けた停泊岸壁別の利用実績より、港湾別、停泊岸壁別、船種別、船型別に停泊隻数等を集計したものである。

当該データの対象年が2000年であることから、これを本検討の対象年である2005年に換算するため、港湾統計（年報）より、各港湾で外内航別、船型別の2005年/2000年の隻数比率（表3.1-15、表3.1-16参照）を求め、これを2000年の停泊隻数データに乗じることにより、2005年の停泊隻数データ（停泊岸壁別、船種別、船型別）を作成した。

2005年の各港別、船種別、船型別に作成した停泊隻数は、表3.1-17～表3.1-22のとおりである。

なお、これら表3.1-17～表3.1-22の停泊隻数は、港湾管理者等から提供を受けた停泊岸壁別の利用実績に基づくので、後述の表3.1-23に示す港湾統計の入港隻数に基づく停泊隻数とは性質が異なる。

表 3.1-15 港湾別、船型別補正係数（2005年/2000年の入港隻数比率、内航商船）

	5～500GT	500～1,000GT	1,000～3,000GT	3,000～6,000GT	6,000～10,000GT	10,000GT～
東京	0.8363	1.1406	0.4875	0.8373	1.2294	2.7450
川崎	0.8362	0.9187	0.8376	1.3969	0.7662	0.0000
横浜	0.7814	0.7301	0.6678	1.1096	0.5133	1.6774
千葉	0.8895	0.8683	0.9811	1.7983	2.4078	0.7218
木更津	1.2612	1.2425	0.2050	1.9063	1.9000	1.1071
横須賀	0.6471	0.6700	0.5724	0.3391	0.5084	72.7500

表 3.1-16 港湾別、船型別補正係数（2005年/2000年の入港隻数比率、外航商船）

	5～500GT	500～1,000GT	1,000～3,000GT	3,000～6,000GT	6,000～10,000GT	10,000GT～
東京	0.6667	1.0000	1.4481	0.7958	2.5420	1.0342
川崎	4.5714	1.7013	0.9583	0.9835	0.7527	0.9850
横浜	1.0556	0.8745	0.9158	0.7308	1.5536	0.9492
千葉	6.6452	1.3416	0.9464	1.0150	0.8699	0.9400
木更津	0.4000	1.3778	0.8495	0.9639	1.7183	1.0294
横須賀	0.5000	0.3810	1.7586	1.9189	0.3889	0.6049

表 3.1-17 東京港停泊隻数 (2005 年推計)

(単位：隻)

船種 \ 船型	~500GT	500~ 1,000GT	1,000~ 3,000GT	3,000~ 6,000GT	6,000~ 10,000GT	10,000~ 30,000GT	30,000~ 60,000GT	60,000~ 100,000GT	100,000 GT~	計
内航貨物	19,453	1,021	1,529	1,251	478	1,493				25,226
外航貨物	14	76	615	403	493	347	35			1,984
フェリー										
内航コンテナ	1		48	280	95					423
外航コンテナ			87	493	2,028	1,213	1,136	333		5,290
内航タンカー	4,366	104	213	145						4,827
外航タンカー	1		1	2	3					6
内航客船	443				79	966				1,488
外航客船			1			28	1			30
内航PCC/RORO			186	338	779	288				1,592
外航PCC/RORO				2		17				19
計	24,278	1,201	2,682	2,914	3,955	4,353	1,172	333		40,887

※平成 19 年度 PM 影響調査で使用した 2000 年のデータより推計

停泊岸壁別の利用船舶隻数であり、港湾統計（年報）の入港（停泊）隻数とは異なる。

表 3.1-18 川崎港停泊隻数 (2005 年推計)

(単位：隻)

船種 \ 船型	~500GT	500~ 1,000GT	1,000~ 3,000GT	3,000~ 6,000GT	6,000~ 10,000GT	10,000~ 30,000GT	30,000~ 60,000GT	60,000~ 100,000GT	100,000 GT~	計
内航貨物	5,226	1,884	742	863	241	0				8,957
外航貨物	270	112	261	184	159	320	98	90	27	1,520
フェリー						133				133
内航コンテナ	0									0
外航コンテナ	5		13	38	27	114	0			198
内航タンカー	18,028	3,880	1,399	339		0		0	0	23,646
外航タンカー	14	216	199	252	38	156	136	36	176	1,223
内航客船										
外航客船										
内航PCC/RORO				325						325
外航PCC/RORO				1	3	4				8
計	23,542	6,092	2,614	2,003	468	727	234	126	203	36,010

※平成 19 年度 PM 影響調査で使用した 2000 年のデータより推計

停泊岸壁別の利用船舶隻数であり、港湾統計（年報）の入港（停泊）隻数とは異なる。

表 3.1-19 横浜港停泊隻数 (2005 年推計)

(単位：隻)

船種 \ 船型	~500GT	500~ 1,000GT	1,000~ 3,000GT	3,000~ 6,000GT	6,000~ 10,000GT	10,000~ 30,000GT	30,000~ 60,000GT	60,000~ 100,000GT	100,000 GT~	計
内航貨物	9,247	3,213	506	1,969	82	39				15,055
外航貨物	125	234	1,154	783	1,577	1,734	604	12		6,223
フェリー										
内航コンテナ	317	52	1	83	2	2				457
外航コンテナ			165	923	2,741	1,996	1,371	299		7,494
内航タンカー	9,629	2,742	1,256	565			50	87		14,328
外航タンカー	14	75	137	286	135	218	134	69	62	1,130
内航客船	766	65	31	288	1	124				1,275
外航客船						4				4
内航PCC/RORO					1					1
外航PCC/RORO			2	316	331	114	15			778
計	20,097	6,380	3,251	5,214	4,869	4,231	2,174	468	62	46,746

※平成 19 年度 PM 影響調査で使用した 2000 年のデータより推計

停泊岸壁別の利用船舶隻数であり、港湾統計（年報）の入港（停泊）隻数とは異なる。

表 3.1-20 千葉港停泊隻数 (2005 年推計)

(単位：隻)

船種 \ 船型	~500GT	500~ 1,000GT	1,000~ 3,000GT	3,000~ 6,000GT	6,000~ 10,000GT	10,000~ 30,000GT	30,000~ 60,000GT	60,000~ 100,000GT	100,000 GT~	計
内航貨物	25,102	2,668	844	1,879	462	208				31,163
外航貨物	33	225	1,120	540	152	699	72	78	2	2,922
フェリー										
内航コンテナ	137	76		174						387
外航コンテナ				128	72	159				359
内航タンカー	26,050	8,453	5,166	896		5		1		40,571
外航タンカー	246	270	391	294	49	204	308	71	142	1,974
内航客船	580					1				581
外航客船						1				1
内航PCC/RORO				1,189						1,189
外航PCC/RORO					1	4	1			6
計	52,149	11,691	7,521	5,100	736	1,281	382	149	144	79,152

※平成 19 年度 PM 影響調査で使用した 2000 年のデータより推計

停泊岸壁別の利用船舶隻数であり、港湾統計 (年報) の入港 (停泊) 隻数とは異なる。

表 3.1-21 木更津港停泊隻数 (2005 年推計)

(単位：隻)

船種 \ 船型	~500GT	500~ 1,000GT	1,000~ 3,000GT	3,000~ 6,000GT	6,000~ 10,000GT	10,000~ 30,000GT	30,000~ 60,000GT	60,000~ 100,000GT	100,000 GT~	計
内航貨物	27,877	1,876	46	200	21	168				30,188
外航貨物	4	85	446	172	91	165	28	160	36	1,186
フェリー										
内航コンテナ										
外航コンテナ							1			1
内航タンカー	448	458								906
外航タンカー							7	32	52	92
内航客船										
外航客船										
内航PCC/RORO										
外航PCC/RORO										
計	28,328	2,420	492	372	112	333	36	191	89	32,373

※平成 19 年度 PM 影響調査で使用した 2000 年のデータより推計

停泊岸壁別の利用船舶隻数であり、港湾統計 (年報) の入港 (停泊) 隻数とは異なる。

表 3.1-22 横須賀港停泊隻数 (2005 年推計)

(単位：隻)

船種 \ 船型	~500GT	500~ 1,000GT	1,000~ 3,000GT	3,000~ 6,000GT	6,000~ 10,000GT	10,000~ 30,000GT	30,000~ 60,000GT	60,000~ 100,000GT	100,000 GT~	計
内航貨物	8,514	494	560	15	284					9,867
外航貨物	2	6	19		40	169				236
フェリー			2,234	4,674						6,908
内航コンテナ										
外航コンテナ										
内航タンカー		209								209
外航タンカー										
内航客船										
外航客船										
内航PCC/RORO										
外航PCC/RORO										
計	8,516	709	2,814	4,689	324	169				17,220

※平成 19 年度 PM 影響調査で使用した 2000 年のデータより推計

停泊岸壁別の利用船舶隻数であり、港湾統計 (年報) の入港 (停泊) 隻数とは異なる。

(6) 全国の港湾の活動量

2005年における甲種港湾及び乙種港湾の全てを対象とした停泊隻数、延べ総トン数及び平均トン数を、船種別、船型別に集計すると表 3.1-23に示すとおりである。

表 3.1-24と表 3.1-25は、鹿児島県の喜入港を例に、港湾統計(年報)の船型区分での入港隻数を、前述の方法(図 3.1-10参照)によって本検討での停泊船舶の船型区分に再集計した例を示している。

表 3.1-24のとおり、10,000GT以上の入港隻数と延べ総トン数から平均総トン数を求めると、内航商船は59,183GT、外航商船は134,658GT(表の黄色の欄)となることから、表 3.1-25のとおり、内航商船は30,000～60,000GT、外航商船は100,000GT以上に区分する。

表 3.1-23 2005年における船種別・船型別停泊隻数(全港湾合計)

船型区分 [GT]	船種	停泊隻数	延べ総トン	平均総トン数
5～500	内航商船	1,796,236	277,021,123	154
	外航商船	11,826	2,812,514	238
	内航自航	551,282	131,102,937	238
500～1,000	内航商船	136,221	102,010,062	749
	外航商船	6,269	5,016,366	800
	内航自航	349,913	272,972,257	780
1,000～3,000	内航商船	57,240	119,261,655	2,084
	外航商船	23,569	44,027,800	1,868
	内航自航	157,030	264,038,538	1,681
3,000～6,000	内航商船	49,081	206,661,995	4,211
	外航商船	24,849	107,430,311	4,323
	内航自航	29,559	112,577,215	3,809
6,000～10,000	内航商船	9,855	78,934,165	8,010
	外航商船	22,078	177,712,827	8,049
	内航自航	22,025	184,636,764	8,383
10,000～30,000	内航商船	6,551	89,047,088	13,593
	外航商船	10,062	222,714,072	22,134
	内航自航	17,830	246,458,249	13,823
30,000～60,000	内航商船	660	32,957,536	49,936
	外航商船	30,496	1,178,553,782	38,646
	内航自航	0	0	—
60,000～100,000	内航商船	0	0	—
	外航商船	527	34,596,467	65,648
	内航自航	0	0	—
100,000～	内航商船	0	0	—
	外航商船	229	30,202,967	131,891
	内航自航	0	0	—
計	内航商船	2,055,844	905,893,624	441
	外航商船	129,905	1,803,067,106	13,880
	内航自航	1,127,639	1,211,785,960	1,075

表 3.1-24 港湾統計 (年報) 2005 年による船種別・船型別入港隻数 (例：鹿児島、喜入)

船型区分 [GT]	船種	停泊隻数	延べ総トン	平均総トン数	備考
5～ 100	内航商船	0	0	—	
	外航商船	0	0	—	
	内航自航	0	0	—	
100～ 500	内航商船	11	2,178	198	
	外航商船	0	0	—	
	内航自航	0	0	—	
500～ 1,000	内航商船	4	2,994	749	
	外航商船	0	0	—	
	内航自航	0	0	—	
1,000～ 3,000	内航商船	41	103,250	2,518	
	外航商船	0	0	—	
	内航自航	0	0	—	
3,000～ 6,000	内航商船	3	11,034	3,678	
	外航商船	0	0	—	
	内航自航	0	0	—	
6,000～ 10,000	内航商船	0	0	—	
	外航商船	0	0	—	
	内航自航	0	0	—	
10,000 GT～	内航商船	281	16,630,305	59,183	→30,000～60,000GT
	外航商船	207	27,874,217	134,658	→100,000GT～
	内航自航	0	0	—	
計	内航商船	340	16,749,761	49,264	
	外航商船	207	27,874,217	134,658	
	内航自航	0	0	—	

表 3.1-25 船型区分に集計した後の船種別・船型別停泊隻数 (例：鹿児島、喜入)

船型区分 [GT]	船種	停泊隻数	延べ総トン	平均総トン数
5～ 500	内航商船	11	2,178	198
	外航商船	0	0	—
	内航自航	0	0	—
500～ 1,000	内航商船	4	2,994	749
	外航商船	0	0	—
	内航自航	0	0	—
1,000～ 3,000	内航商船	41	103,250	2,518
	外航商船	0	0	—
	内航自航	0	0	—
3,000～ 6,000	内航商船	3	11,034	3,678
	外航商船	0	0	—
	内航自航	0	0	—
6,000～ 10,000	内航商船	0	0	—
	外航商船	0	0	—
	内航自航	0	0	—
10,000～ 30,000	内航商船	0	0	—
	外航商船	0	0	—
	内航自航	0	0	—
30,000～ 60,000	内航商船	281	16,630,305	59,183
	外航商船	0	0	—
	内航自航	0	0	—
60,000～ 100,000	内航商船	0	0	—
	外航商船	0	0	—
	内航自航	0	0	—
100,000～	内航商船	0	0	—
	外航商船	207	27,874,217	134,658
	内航自航	0	0	—
計	内航商船	340	16,749,761	49,264
	外航商船	207	27,874,217	134,658
	内航自航	0	0	—

(7) 特定重要港湾における停泊時の活動量の詳細設定方法

甲種港湾及び乙種港湾における停泊船舶の活動量を算出するために使用した港湾統計(年報)においては、入港船舶の船種は内航商船、外航商船等に分けられているのみであり、一般貨物船、タンカー、コンテナ船等の詳細な船種別には区分されていない。また、各港湾における停泊隻数等の活動量の地理的配分については、港湾施設を含む3次メッシュに、全ての船種・船型の隻数を一律に均等配分しているが、今後、シミュレーションによる詳細な検討を行うにあたっては、特に規模の大きな港湾については、船種・船型を考慮したより詳細な地理的配分データを作成することが重要となることから、停泊時の活動量が特に大きいと思われる特定重要港湾については、船種区分を詳細に細分化し、停泊隻数の地理的配分についてもより詳細に設定するものとした。

① 対象港湾

詳細設定の対象とした港湾は、以下の特定重要港湾23港である。

なお、東京湾内の東京港、横浜港、川崎港及び千葉港の4港については、前回委員会で報告のとおり、過年度の検討において作成された詳細なデータを使用している。したがって、今回、残りの19港について細分化を行った。

なお、横須賀港及び木更津港の2港は、特定重要港湾ではないが、過年度の検討において詳細データが作成されており、本調査においてはこれを使用している。

表 3.1-26 特定重要港湾

地域区分	特定重要港湾	備考
北海道	室蘭港	
	苫小牧港	
東北	仙台塩釜港	
関東	千葉港	過年度の検討において作成されたデータを使用
	東京港	
	川崎港	
	横浜港	
北陸	新潟港	
	伏木富山港	
東海	清水港	
	名古屋港	
	四日市港	
近畿	大阪港	
	堺泉北港	
	神戸港	
	姫路港	
	和歌山下津港	
中国	水島港	
	広島港	
	下関港	
	徳山下松港	
九州	北九州港	
	博多港	



图 3.1-14 主要港湾位置图

② 船種構成の詳細化方法

甲種港湾及び乙種港湾については、港湾統計（年報）の船種区分に基づき設定した3区分に入港隻数を配分したが、甲種港湾のうち特定重要港湾については、過年度の検討を踏まえて表 3.1-27に示すとおり、さらに詳細な11種の船種区分に細分化するものとした。

船種区分の細分化にあたっては、各港湾管理者のHPより、各港湾管理者が作成・公表している港湾統計資料や港勢資料を入手し、これを参考に設定した。使用するデータは、検討対象年次である2005年（平成17年）としたが、対象年のデータが存在しない場合はこれに最も近い年次のデータを使用した。

対象19港のうち、名古屋港、大阪港及び神戸港の3港湾については、各港湾管理者のHPより船種・船型別の詳細な入港隻数情報を入手することができた。

清水港、四日市港、北九州港及び博多港の4港湾については、船種別入港隻数と延べ総トン数のみ把握することができたため、過年度の検討で作成された東京湾における停泊船舶の船種別・船型別平均総トン数等を参考に、各港湾の船種・船型別隻数を細分化した。

その他の室蘭港、苫小牧港、仙台塩釜港、新潟港、伏木富山港、堺泉北港、和歌山下津港、姫路港、水島港、広島港、下関港及び徳山下松港の12港湾については、各港湾管理者の資料にも詳細な船種別入港隻数が示されていなかったため、2005年（平成17年）港湾統計（年報）における海上出入貨物量より、特定重要港湾23港の港湾毎の輸出入・移出入別・品種別貨物量をまとめ、判明している港湾での船種別入港隻数から、船種毎に1隻あたりの平均貨物量を求め、この値と各港湾の品種別貨物量から船種別入港隻数を算出した。これに加え、過年度の検討で作成された東京湾における停泊船舶の船種別・船型別平均総トン数等を参考にして船種・船型別隻数を細分化した。

表 3.1-27 港湾統計（年報）より区分した船種区分と細分化した詳細船型区分

港湾統計（年報）に基づく船種区分		詳細な船種区分	
コード	船種区分	コード	船種区分
0	内航商船	0	内航貨物船
1	外航船（外航商船と外航自航の合計）	1	外航貨物船
2	内航自航（フェリー）	2	内航自航（フェリー）
		3	内航コンテナ船
		4	外航コンテナ船
		5	内航タンカー
		6	外航タンカー
		7	内航客船（内航自航以外）
		8	外航客船
		9	内航 PCC/RORO
		10	外航 PCC/RORO

表 3.1-28 各港湾における一般貨物の取扱量 (2005 年)

一般貨物(2005年)				外航		内航		
港	輸出・輸入	移出・移入	合計	隻数	1隻あたり貨物量	隻数	1隻あたり貨物量	
苫小牧	13,782,235	14,461,578	28,243,813	707		4,876		
室蘭	7,829,725	4,775,312	12,605,037	401		1,610		
仙台塩釜	2,563,598	5,590,183	8,153,781	131		1,885		
千葉	22,723,161	29,349,336	52,072,497	2,573	8,831	23,392	1,255	
東京	45,213,746	21,401,356	66,615,102	1,250	36,171	12,680	1,688	
川崎	18,273,426	10,937,897	29,211,323	1,056	17,304	7,901	1,384	
横浜	50,046,716	19,428,578	69,475,294	2,749	18,205	16,639	1,168	
新潟	5,810,559	1,800,175	7,610,734	298		607		
伏木富山	4,637,168	1,031,912	5,669,080	238		348		
清水	9,249,942	3,342,705	12,592,647	795	11,635	2,525	1,324	
名古屋	69,093,349	18,756,843	87,850,192	2,454	28,155	13,452	1,394	
四日市	6,288,116	2,990,631	9,278,747	263	23,909	3,199	935	
堺泉北	15,596,151	13,956,338	29,552,489	800		4,705		
大阪	33,930,641	17,917,681	51,848,322	1,861	18,232	15,359	1,167	
神戸	40,964,601	14,807,522	55,772,123	1,613	25,397	754	19,639	
姫路	3,417,442	10,154,834	13,572,276	175		3,424		
和歌山下津	13,109,171	7,919,129	21,028,300	672		2,670		
水島	34,188,642	16,080,329	50,268,971	1,753		5,421		
広島	1,911,013	5,942,281	7,853,294	98		2,003		
下関	1,573,516	1,492,974	3,066,490	81		503		
徳山下松	12,037,083	28,109,893	40,146,976	617		9,477		
博多	12,367,223	9,423,398	21,790,621	1,098	11,263	5,557	1,696	
北九州	27,239,723	19,679,523	46,919,246	1,765	15,433	20,108	979	
■：船種別隻数推計結果				港湾統計年報(平成17年)		平均値＝	平均値＝	2,966

表 3.1-29 各港湾におけるコンテナ貨物の取扱量 (2005 年)

コンテナ取扱量(2005年)				外航		内航		
港	輸出・輸入	移出・移入	合計	隻数	1隻あたり貨物量	隻数	1隻あたり貨物量	
苫小牧	170,705	171,284	341,989	419		477		
室蘭	4,128	493	4,621	4	1,032	0		
仙台塩釜	98,579	54,690	153,269	242		152		
千葉	45,014	22,456	67,470	210	214	131	171	
東京	3,597,588	221,704	3,819,292	5,569	646	904	245	
川崎	34,503	9,612	44,115	240	144	0		
横浜	2,726,570	146,704	2,873,274	5,666	481	923	159	
新潟	152,900	72,359	225,259	375		201		
伏木富山	55,783	0	55,783	137		0		
清水	411,343	123,098	534,441	1,093	376	785	157	
名古屋	2,307,142	184,041	2,491,183	4,795	481	126	1,461	
四日市	145,358	31,603	176,961	723	201	185	171	
堺泉北	17,375	2,012	19,387	43		6		
大阪	1,802,302	291,967	2,094,269	4,163	433	726	402	
神戸	1,884,671	377,392	2,262,063	5,256	359	0		
姫路	1,713	21,675	23,388	4		60		
和歌山下津	7,626	1,308	8,934	19		4		
水島	90,085	62,403	152,488	221		174		
広島	148,765	44,781	193,546	365		125		
下関	84,679	14	84,693	208		0		
徳山下松	65,120	56,181	121,301	160		156		
博多	621,068	123,261	744,329	1,999	311	423	291	
北九州	407,695	75,727	483,422	1,952	209	432	175	
■：船種別隻数推計結果				港湾統計年報(平成17年)		平均値＝	平均値＝	359

表 3.1-30 各港湾における危険物の取扱量 (2005 年)

危険物(2005年)				外航		内航	
港	(単位:トン)			隻数	1隻あたり 貨物量	隻数	1隻あたり 貨物量
	輸出・輸入	移出・移入	合計				
苫小牧	6,733,893	8,319,368	15,053,261	124		6,407	
室蘭	5,375,498	10,460,788	15,836,286	31	173,403	8,056	
仙台塩釜	6,434,099	6,675,128	13,109,227	118		5,141	
千葉	72,495,468	34,952,410	107,447,878	1,036	69,976	24,381	1,434
東京	672,552	5,858,022	6,530,574	5	134,510	6,904	848
川崎	38,906,096	20,740,590	59,646,686	1,092	35,628	23,019	901
横浜	17,060,084	28,459,229	45,519,313	989	17,250	13,408	2,123
新潟	8,396,784	4,650,779	13,047,563	155		3,582	
伏木富山	3,112,862	2,371,792	5,484,654	57		1,827	
清水	1,087,880	3,745,355	4,833,235	43	25,300	2,580	1,452
名古屋	28,991,335	13,412,384	42,403,719	493	58,806	4,733	2,834
四日市	34,725,744	15,773,465	50,499,209	400	86,814	16,694	945
堺泉北	10,626,256	19,012,703	29,638,959	196		14,642	
大阪	1,013,819	2,027,203	3,041,022	107	9,475	5,074	400
神戸	2,698,899	3,387,815	6,086,714	659	4,095	3,999	847
姫路	11,230,984	2,529,543	13,760,527	207		1,948	
和歌山下津	10,258,959	10,113,873	20,372,832	189		7,789	
水島	25,520,375	22,947,547	48,467,922	470		17,673	
広島	709,363	1,122,111	1,831,474	13		864	
下関	160,004	1,189,394	1,349,398	3		916	
徳山下松	11,752,070	11,991,675	23,743,745	216		9,235	
博多	603,160	5,600,225	6,203,385	65	9,279	3,537	1,583
北九州	4,013,012	4,100,521	8,113,533	148	27,115	4,471	917
■: 船種別隻数推計結果 港湾統計年報(平成17年)				平均値=	54.304	平均値=	1,298

危険物: LNG、LPG、重油、原油、石油製品、化学薬品等

表 3.1-31 各港湾における完成自動車の取扱量 (2005 年)

完成自動車(2005年)				外航		内航	
港	(単位:トン)			隻数	1隻あたり 貨物量	隻数	1隻あたり 貨物量
	輸出・輸入	移出・移入	合計				
苫小牧	11,300	2,913,460	2,924,760	1		252	
室蘭	0	0	0	0		0	
仙台塩釜	170	7,148,092	7,148,262	0		618	
千葉	2,287,740	3,907,167	6,194,907	0		0	
東京	622,910	2,582,733	3,205,643	0		82	31,497
川崎	90	2,768,550	2,768,640	222	0	739	3,746
横浜	13,081,172	5,204,569	18,285,741	1,192	10,974	750	6,939
新潟	306,403	0	306,403	23		0	
伏木富山	943,760	0	943,760	72		0	
清水	933	43	976	0		0	
名古屋	23,878,609	29,312,935	53,191,544	1,455	16,411	1,267	23,136
四日市	2,049,290	1,271,920	3,321,210	192	10,673	390	3,261
堺泉北	1,257,450	1,219,815	2,477,265	96		105	
大阪	689,951	223,123	913,074	157	4,395	0	
神戸	2,039,428	1,607,828	3,647,256	277	7,363	427	3,765
姫路	0	2,710	2,710	0		0	
和歌山下津	1,270	0	1,270	0		0	
水島	1,118,844	2,203,663	3,322,507	86		191	
広島	1,202,116	1,031,220	2,233,336	92		89	
下関	88,289	51,985	140,274	7		4	
徳山下松	0	0	0	0		0	
博多	203,372	3,221,968	3,425,340	136	1,495	312	10,327
北九州	159,005	4,487,051	4,646,056	3	53,002	456	9,840
■: 船種別隻数推計結果 港湾統計年報(平成17年)				平均値=	13,039	平均値=	11,564

3.1.5 航行時の活動量の算出

(1) 活動量の算出手順

航行船舶の排出源データを3次メッシュ単位で作成するためには、メッシュ毎に航行隻数、航行速力、滞在時間を把握する必要がある。

そこで、海上保安庁が運用するAIS陸上局において記録された2009年7月1ヶ月のデータを使用し、AISに含まれる情報(表3.1-32参照)を活用して、対象となる全海域において、3次メッシュ毎に、内航・外航別、船種別、船型クラス別、時間帯別、曜日別に航行船舶の活動量(メッシュ内の平均航行隻数、平均航行速力、平均滞在時間)を算出した。

AISデータの処理手順は図3.1-15に示すとおりである。

また、AISデータは、全国9つの海域ごとに記録されており、データの二重取りを防ぐため、各海域のデータの受信状態を確認して、図3.1-16に示すとおり海域毎に使用するデータ範囲を設定した。

表 3.1-32 AISに含まれる情報の種類と内容

動的情報 航海中に変化する情報	静的情報 固定情報	航海関連情報 出港時に入力する情報
<ul style="list-style-type: none"> ● 日付 ● 時刻 ● 緯度・経度 ● 対地針路 ● 対地速力 ● 船首方位 ● 回頭率 ● 航海状態 	<ul style="list-style-type: none"> ● 船名 ● MMSIコード ● Call Sign ● IMO番号 ● 船の種類 ● 船の長さ ● 船の幅 	<ul style="list-style-type: none"> ● 船の喫水 ● 目的地 ● 到着予定時間 ● その他航行安全情報

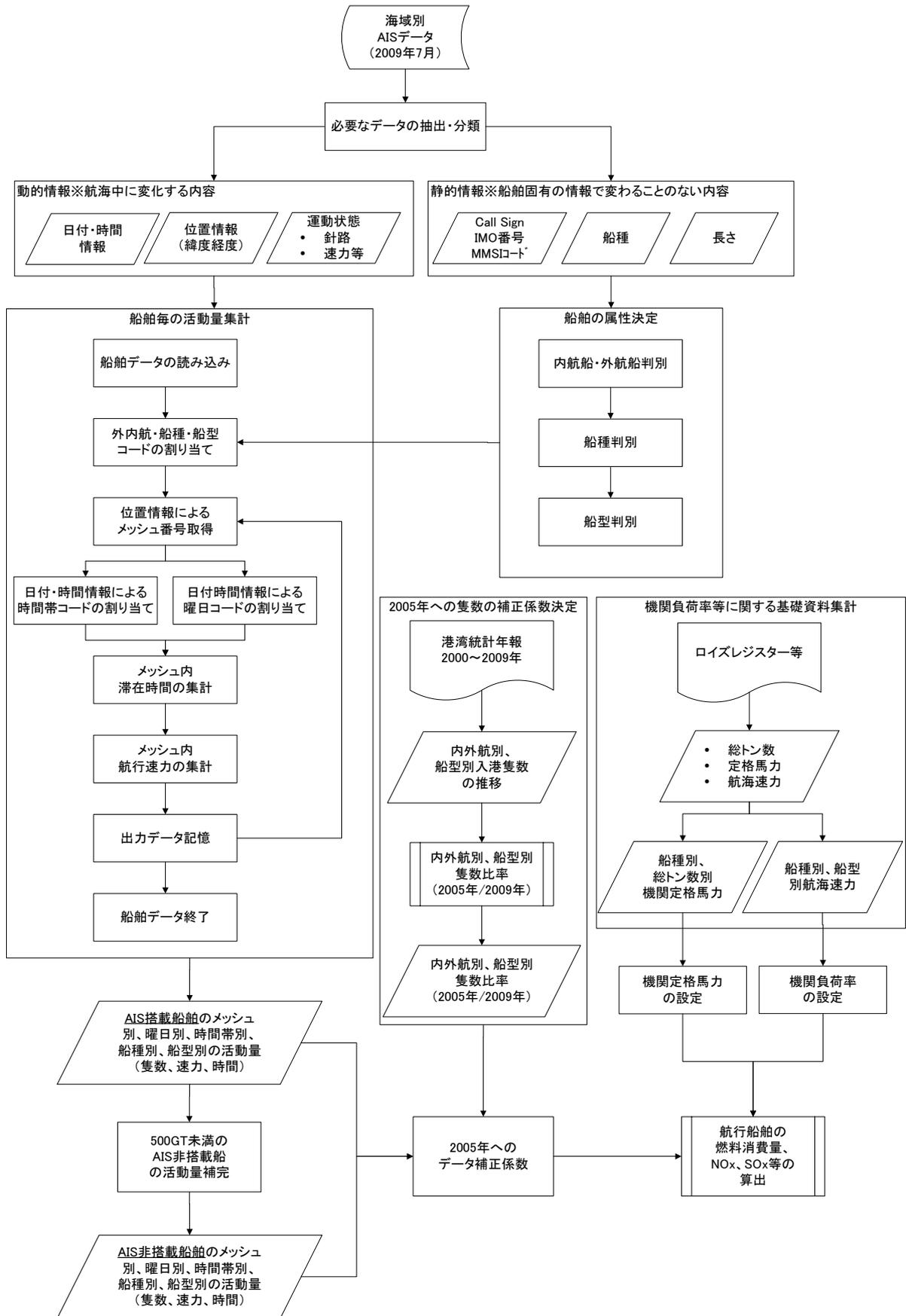


図 3.1-15 AIS を活用した航行船舶活動量算出手順

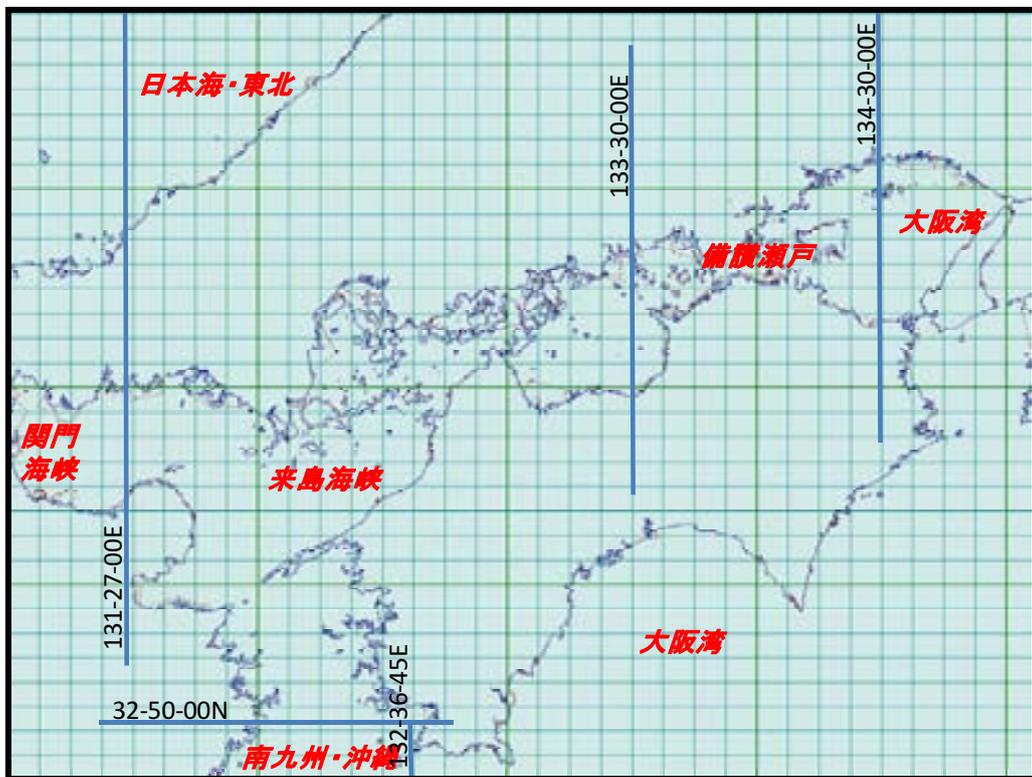
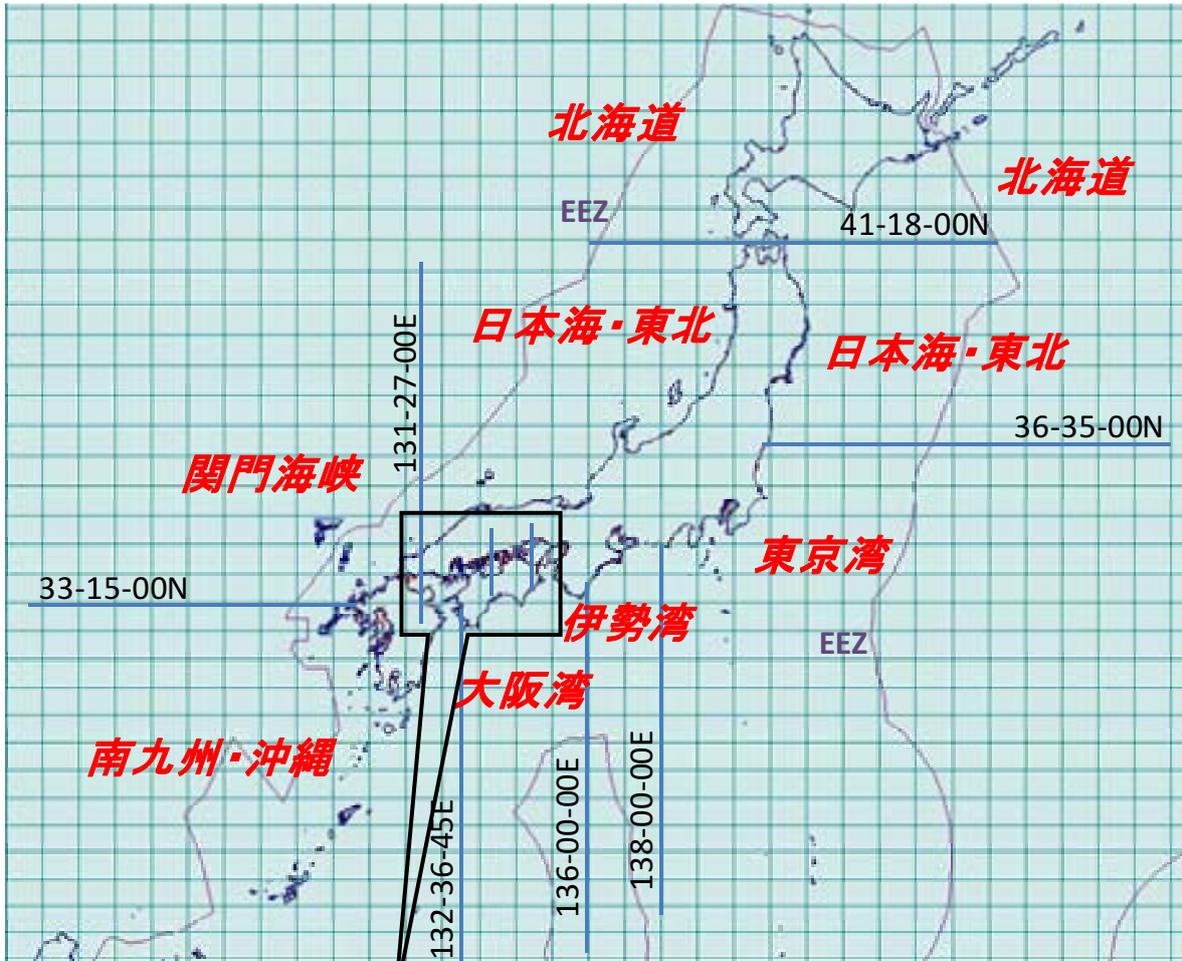


図 3.1-16 各海域の AIS データ範囲設定

(2) 500 総トン未満の AIS 非搭載船舶のデータ補完

① データ補完の考え方

500 総トン以上の船舶の動静は AIS データを解析することにより全て把握できるが、500 総トン未満の船舶の動静は、AIS を任意で搭載しているものに限られ、AIS を搭載していない 500 総トン未満の船舶の動静は不明である。

500 総トン未満で AIS を搭載している船舶は、タグボート等、特定の船舶に限定されるなど偏りがある可能性があるため、500 総トン未満の AIS を搭載していない船舶の活動量については、500～1,000 総トンの船舶の活動量 (AIS データ解析結果) から推定するものとし、具体的には、次の手順で行うものとした。

航行隻数は、港湾統計 (年報) による内航船の入港隻数の船型別隻数比率と AIS 航跡数の船型別隻数比率より推定する。

平均航行速力及び平均滞在時間については、日本船舶・内航船舶明細書の航海速力の比率より推定する。

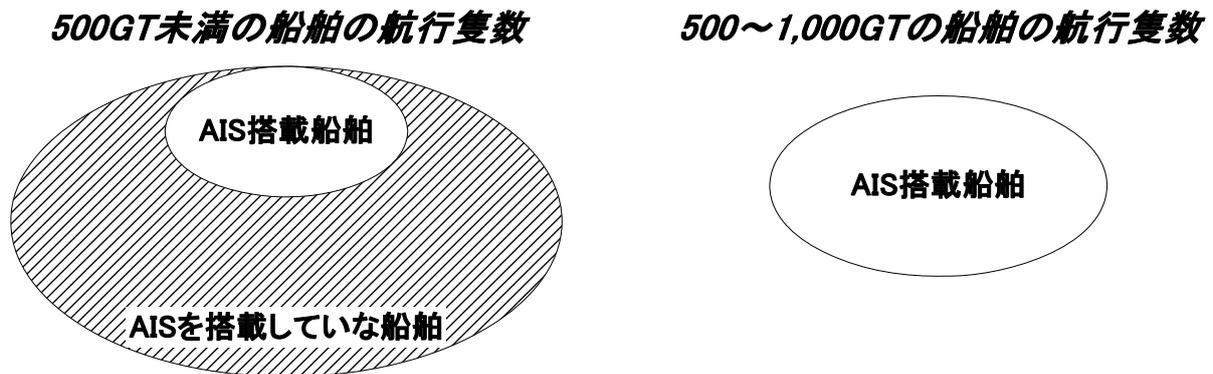


図 3.1-17 500 総トン未満の AIS 非搭載船舶の活動量の推計について

② 500 総トン未満の AIS 非搭載船舶の活動量補完方法

500 総トン未満の AIS 非搭載船舶の活動量は次の手順で補完するものとした、AIS データより、AIS を搭載船舶の活動量 (隻数 N_i 、平均航行速力 V_i 、平均滞在時間 T_i) を、3 次メッシュ単位で、船種別・船型区分別に算出する。(500 総トン未満は $i=5$ 、500~1,000 総トンは $i=10$)

500 総トン未満で AIS 非搭載船舶の活動量 (N'_5 、 V'_5 、 T'_5) を、500~1,000 総トンの船舶の活動量データ (N_{10} 、 V_{10} 、 T_{10}) より推計する。

500 総トン未満の AIS 非搭載船舶の航行隻数 (N'_5) は、500~1,000 総トンの航行隻数 (N_{10}) に後述の補完係数 α を乗じて推計する ($N'_5 = \alpha \cdot N_{10}$)。

500 総トン未満の AIS 非搭載船舶の平均航行速力 (平均滞在時間) は、500~1,000 総トンの平均航行速力に後述の補完係数 β ($1/\beta$) を乗じて推計する ($V'_5 = \beta \cdot V_{10}$ 、 $T'_5 = 1/\beta \cdot T_{10}$)。

500 総トン未満の AIS 搭載船舶の活動量と非搭載船舶の活動量を個別に出力し、燃料消費量等算出時に合算する。

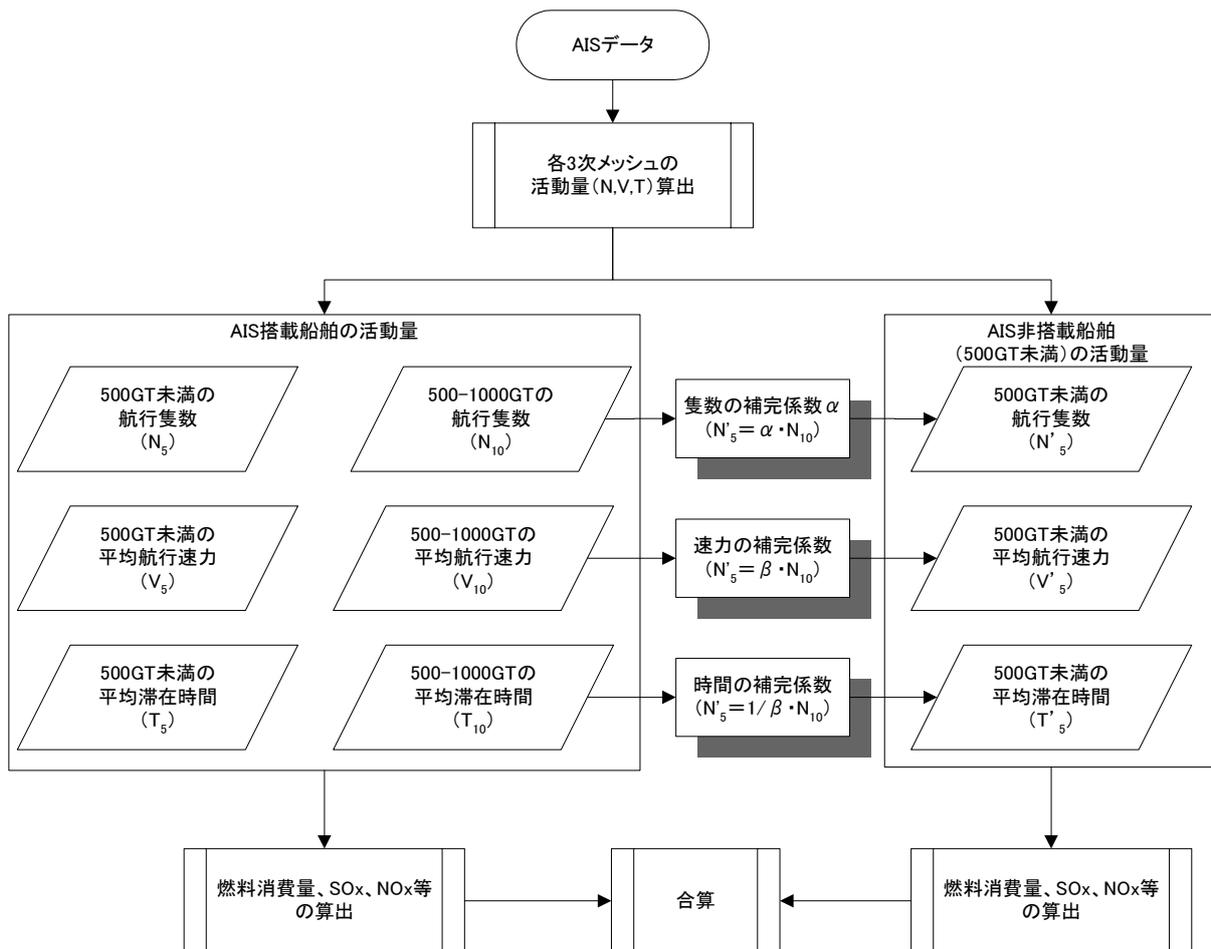


図 3.1-18 500 総トン未満の AIS 非搭載船舶の活動量補完方法

③ 500 総トン未満の AIS 非搭載船舶の航行隻数を補完するための係数 α の求め方

AIS で記録された全ての船舶の動的情報より、各々の船舶の位置情報 (点) を結んで航跡データ (線) を作成する。

ここでは、一定速力以上、かつ一定時間以上航行したものを対象として一つの航跡データを作成する。(1 トリップ 1 隻として航跡データを作成する。停泊した船舶は一旦航跡を終わらせ、再び動き出したら別トリップ数としてカウントする。)

AIS データより、500 総トン未満の航行隻数 (航跡数 : X_A) と 500~1,000 総トンの航行隻数 (航跡数 : Y_A) を求め、これらの隻数比率 (X_A/Y_A) を求める。

一方、港湾統計 (年報) より、2005 年の船型別入港隻数集計結果から、500 総トン未満の入港隻数 (X_B) と 500~1,000 総トンの入港隻数 (Y_B) を求め、これらの隻数比率 (X_B/Y_B) を求める。

港湾統計 (年報) による隻数比率 (X_B/Y_B) が、日本沿岸域を航行する船舶の船型別構成を表しているものと仮定する。

AIS を搭載していない 500 総トン未満の航行船舶の隻数を X'_A とし、 $X'_A = \alpha \cdot Y_A$ とすると、 $\alpha = X_B/Y_B - X_A/Y_A$ となる。

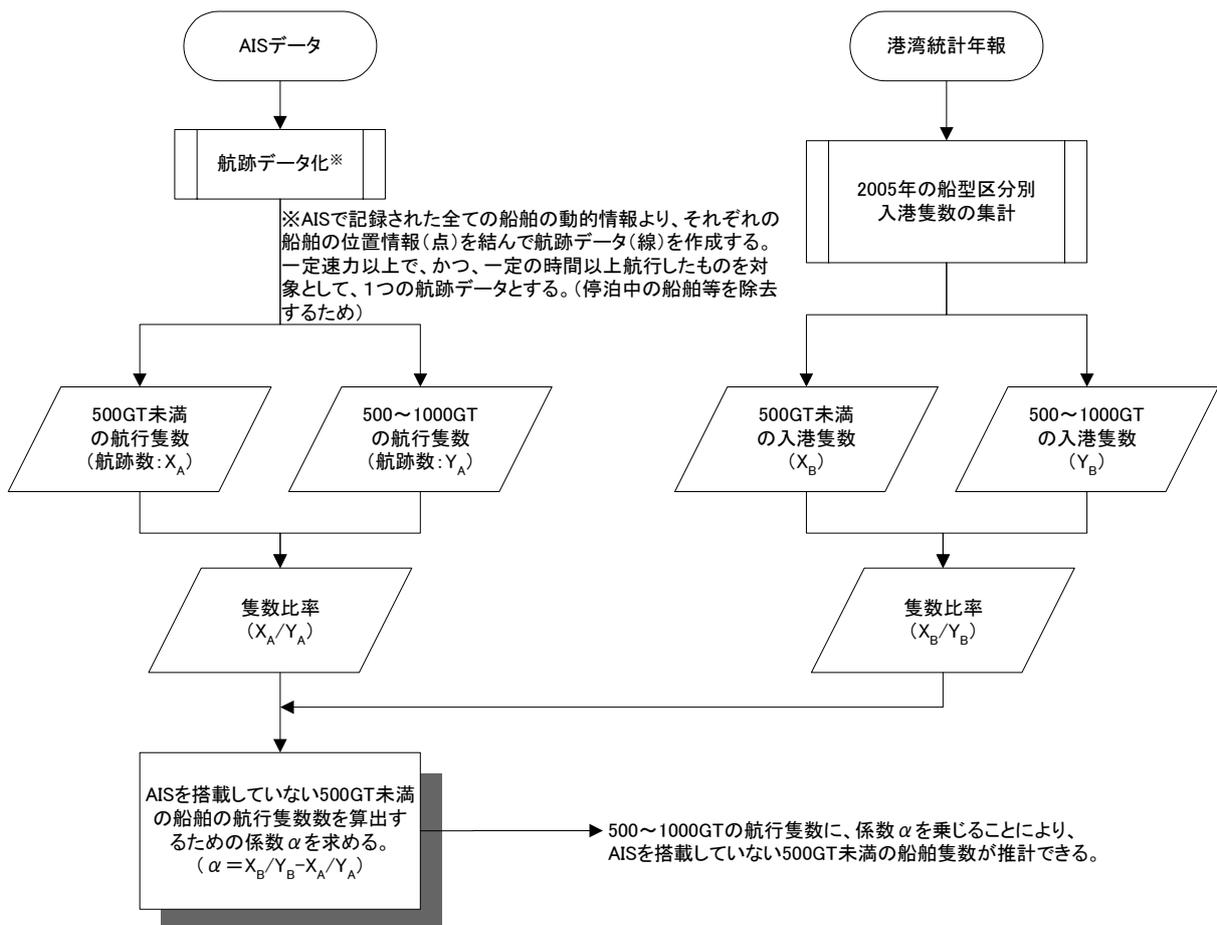
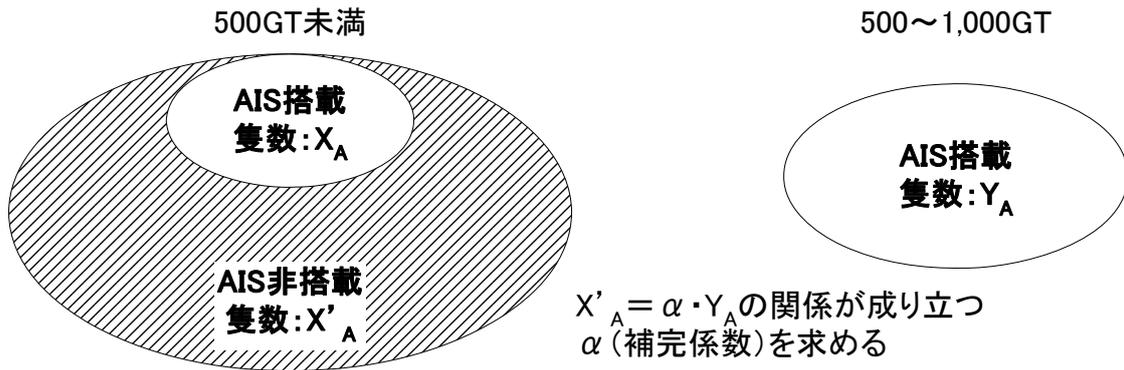
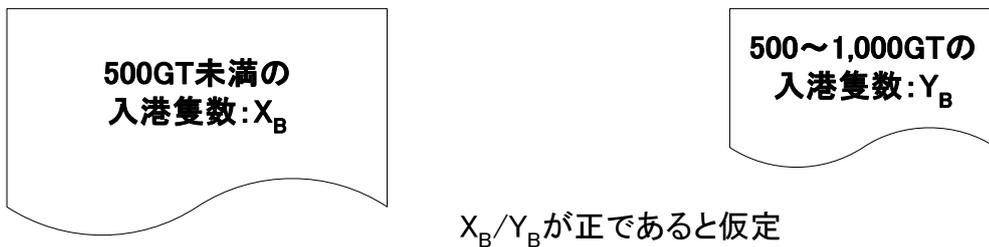


図 3.1-19 補完係数 α の算出手順

AIS航跡データ



港湾統計年報



$$\frac{X_A + X'_A}{Y_A} = \frac{X_B}{Y_B}$$

$$\frac{X_A + \alpha Y_A}{Y_A} = \frac{X_B}{Y_B}$$

$$\frac{X_A}{Y_A} + \alpha = \frac{X_B}{Y_B}$$

$$\alpha = \frac{X_B}{Y_B} - \frac{X_A}{Y_A}$$

図 3.1-20 補完係数 α の概念図

④ 航行隻数を補完するための係数 α の算出

2005年の港湾統計(年報)によると、5～500総トンと500～1,000総トンの入港隻数は、各海域で表3.1-33に示すとおりである。一方、2009年7月において各海域で取得されたAIS搭載船舶の航跡数は表3.1-34のとおりである。これは、各海域で取得されたAISデータを1隻ずつ連続した航跡データとして集計したものである。

これらより各海域で補完係数 α を求めると表3.1-35のとおりである。

表 3.1-33 2005年港湾統計による入港隻数

	5～500GT : X_B	500～1,000GT : Y_B	比率 (X_B/Y_B)
東京湾	159,698	31,145	5.1276
伊勢湾	123,093	14,025	8.7767
大阪湾	242,605	22,894	10.5969
備讃瀬戸	218,058	141,632	1.5396
来島海峡	886,089	109,301	8.1069
関門海峡	147,702	33,052	4.4688
北海道	14,622	5,807	2.5180
日本海・東北	141,705	15,905	8.9095
南九州・沖縄	413,946	112,373	3.6837

※ 甲種港湾、乙種港湾の入港隻数の合計

表 3.1-34 各海域で取得されたAIS搭載船舶の航跡数(2009年7月)

	5～500GT : X_A	500～1,000GT : Y_A	比率 (X_A/Y_A)
東京湾	5,928	5,701	1.0397
伊勢湾	3,411	5,248	0.6499
大阪湾	3,562	7,738	0.4603
備讃瀬戸	3,397	6,410	0.5299
来島海峡	3,663	7,356	0.4979
関門海峡	8,962	6,530	1.3726
北海道	486	1,105	0.4403
日本海・東北	11,528	6,954	1.6579
南九州・沖縄	1,729	3,149	0.5492

※ 0.5ノット以上の速力で15分以上継続したデータを航跡化し、1本の航跡を1隻と集計

表 3.1-35 各海域における補完係数 α

	X_B/Y_B	X_A/Y_A	補完係数 α
東京湾	5.1276	1.0397	4.0879
伊勢湾	8.7767	0.6499	8.1268
大阪湾	10.5969	0.4603	10.1366
備讃瀬戸	1.5396	0.5299	1.0097
来島海峡	8.1069	0.4979	7.6090
関門海峡	4.4688	1.3726	3.0962
北海道	2.5180	0.4403	2.0777
日本海・東北	8.9095	1.6579	7.2516
南九州・沖縄	3.6837	0.5492	3.1345

⑤ 航行速力・滞在時間を補完するための係数 β の算出

『日本船舶・内航船舶明細書 2009 年』より、20～1,000 総トン未満の登録船舶から、航海速力のデータが含まれている船舶を対象に、20～500 総トン未満と 500～1,000 総トンの船舶で平均航海速力を求めると表 3.1-36とおりである。

20～500 総トン未満の船舶の航海速力は、500～1,000 総トン未満の船舶の航海速力に対して、平均的に 0.9257 倍であることから、 $\beta=0.9257$ として、500 総トン未満の AIS 非搭載船舶の航行速力と滞在時間を補完するものとする。

表 3.1-36 航海速力の比較

船型区分	平均航海速力	サンプル数
20～500GT	11.90	4,161
500～1,000GT	12.85	650
比率 (補完係数 β)	0.9257	—

※ 『日本船舶・内航船舶明細書 2009 年』より作成

(3) 船種及び船型の決定方法

AIS データ (静的情報) には、船名のほか、表 3.1-37に示すとおり船舶を識別する符号が含まれている。このうち、MMSI コードは、全ての船舶の静的情報に含まれており、MMSI コードから、船種、船型等のほか、航海速力や機関定格出力を含む船舶固有の情報が全て含まれたリストを照合することにより、より精度の高い活動量データを作成することが可能である。

現段階において、このようなリストの作成あるいは入手は困難であることから、以下に示す方法により、MMSI コード等を活用して個別の船舶の属性情報を決定するものとした。

表 3.1-37 AIS データ (静的情報) に含まれる船舶を識別する符号

Call Sign (コールサイン)	呼出符号 (信号符字) : 無線局を識別するために割り当てられた文字や数字からなる符号の羅列である。最初から 1~3 文字は各国に割り当てられた文字や数字で、日本への割り当ては JA~JS、7J~7N、及び 8J~8N である。
IMO 番号	IMO 船舶識別番号 (IMO Ship identification number) : 個々の船に対してその船の識別のため、恒久の番号として指定されたものである。IMO 決議の採択によって、海事上の安全、汚染防止及び海事上の詐欺行為の防止を促進させるため、1987 年に導入された。 船舶の国籍が変更されても IMO 番号は変わらない。
MMSI コード	海上移動業務識別コード (Maritime Mobile Service Identity) : DSC 通信装置 (デジタル選択呼出 (Digital Selective Calling) 遭難警報等を送受信する船舶用の通信装置) を搭載した船舶・地上局に認識番号として交付される番号。9 桁の数字から構成され、最初の 3 桁は国籍を示す。 日本籍船では、最初から 3 文字は 431 若しくは 432 が使用される

① 内航船と外航船の分類

次の手順で外航船と内航船に区別するものとした (図 3.1-21参照)。

AIS データから MMSI コードを参照して日本籍船か外国籍船かを判別する。(日本籍船の場合は最初の 3 文字が 431 若しくは 432 で始まる)

外国籍船は全て外航船とし、日本籍船については、別途作成した「日本籍船外航船リスト」を参照し、同リストに含まれている船舶は外航船とする。

「日本籍船外航船リスト」(180 隻)は、『日本船舶・内航船舶明細書 2009 年』より、航行区域が「遠洋」のものを抽出して作成した。なお、喜入から国内への 2 次輸送に従事する VLCC は、内航船として国内でバンカリングすることがあるので、これら船舶については「内航船」として取り扱うものとし、日本籍船外航船リストから除外した。

『日本船舶・内航船舶明細書 2009 年』には、全船に Call Sign が含まれているが、IMO 番号及び MMSI コードはない。そこで、『Lloyd's Register Fairplay 2009 年 10 月版』と船名を照合して IMO 番号や MMSI コードを補足した。

AIS データの静的情報には、MMSI コードは 100 %、Call Sign は 99 %、IMO 番号は 73 %の船舶でカバーされている (東京湾 2009 年 7 月のデータによる検証結果) が、日本籍外航船リストには、Call Sign は 100 %カバーされているが、MMSI と IMO 番号は欠落が多いので、①Call Sign、②MMSI、③IMO 番号の順序でデータを照合した。

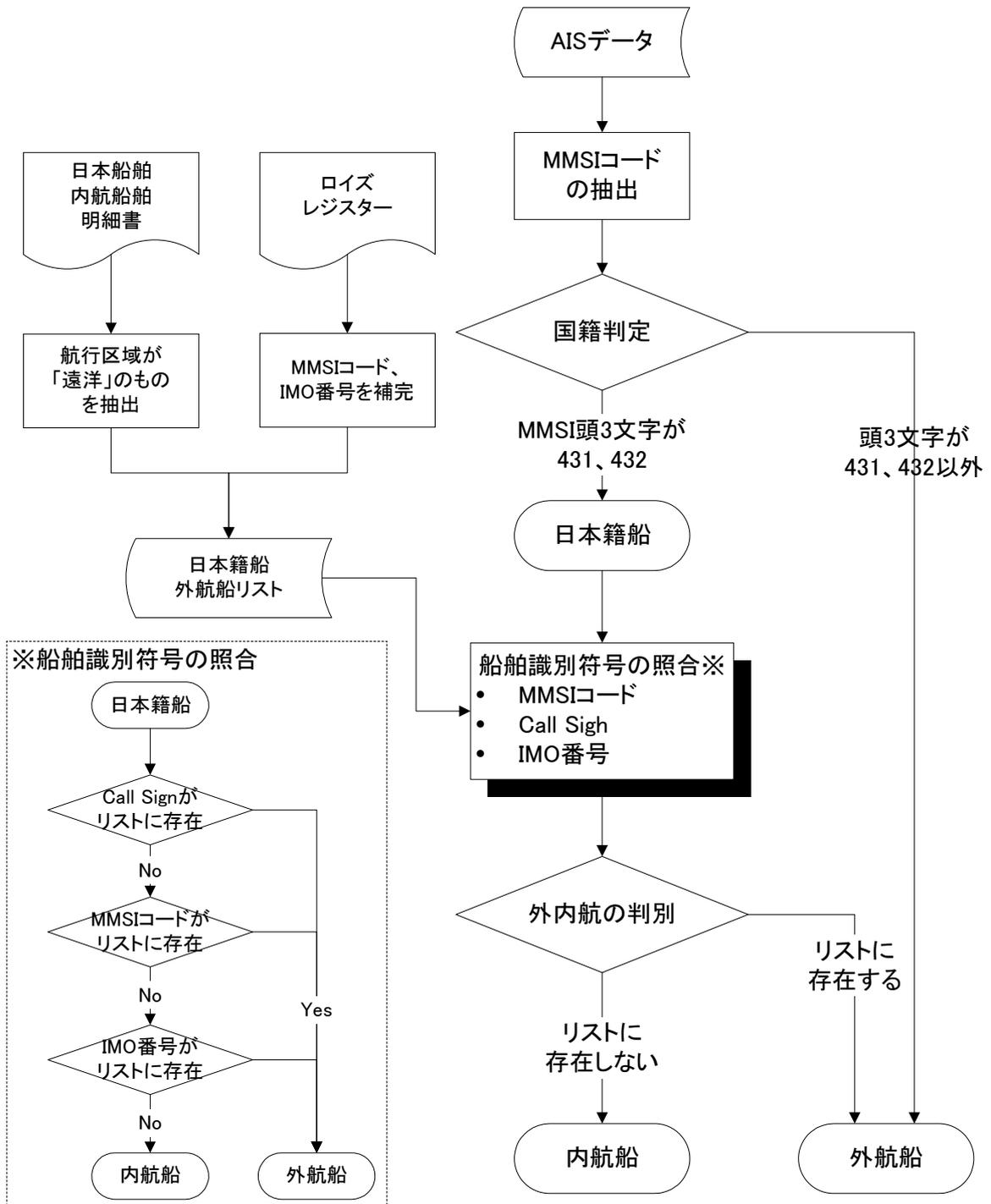


図 3.1-21 外航船と内航船の区別の手順

② 船種の分類

AIS データ (静的情報) には、船種を示すコード*が含まれており、これを参照することにより、表 3.1-38に示す船種区分に分類するものとした。

AIS データの船種コードではコンテナ船も貨物船となるが、コンテナ船は一般貨物船と比べて航行速度が大きく、燃料消費量等の算出にあたって特に留意する必要があることから、これを分類するため、『Lloyd's Register Fairplay 2009年10月版』より、別途 10,000 総トン以上のコンテナ船を抽出して作成した「外航フルコンテナ船リスト」(3,508 隻) を活用して貨物船の中から抽出して分類するものとした (図 3.1-22参照)。

なお、今回使用した AIS データの中には、船種が不明な船舶データ (船種コードが空欄となったデータ) が 2~5 %程度含まれるが、それらは全て「貨物船」として扱うものとした。

表 3.1-38 船種の分類

船種コード	船種区分
0	貨物船
1	タンカー
2	客船 (フェリー含む)
3	タグボート
4	その他
5	外航フルコンテナ船 (10,000GT 以上)

※AIS コードによる船種区分の一例

第1桁のコード	船種
6	客船
7	貨物船
8	タンカー
9	その他の船舶
特殊な船舶	
50	水先案内船
51	捜索救難船
52	曳船
53	港湾見回り船

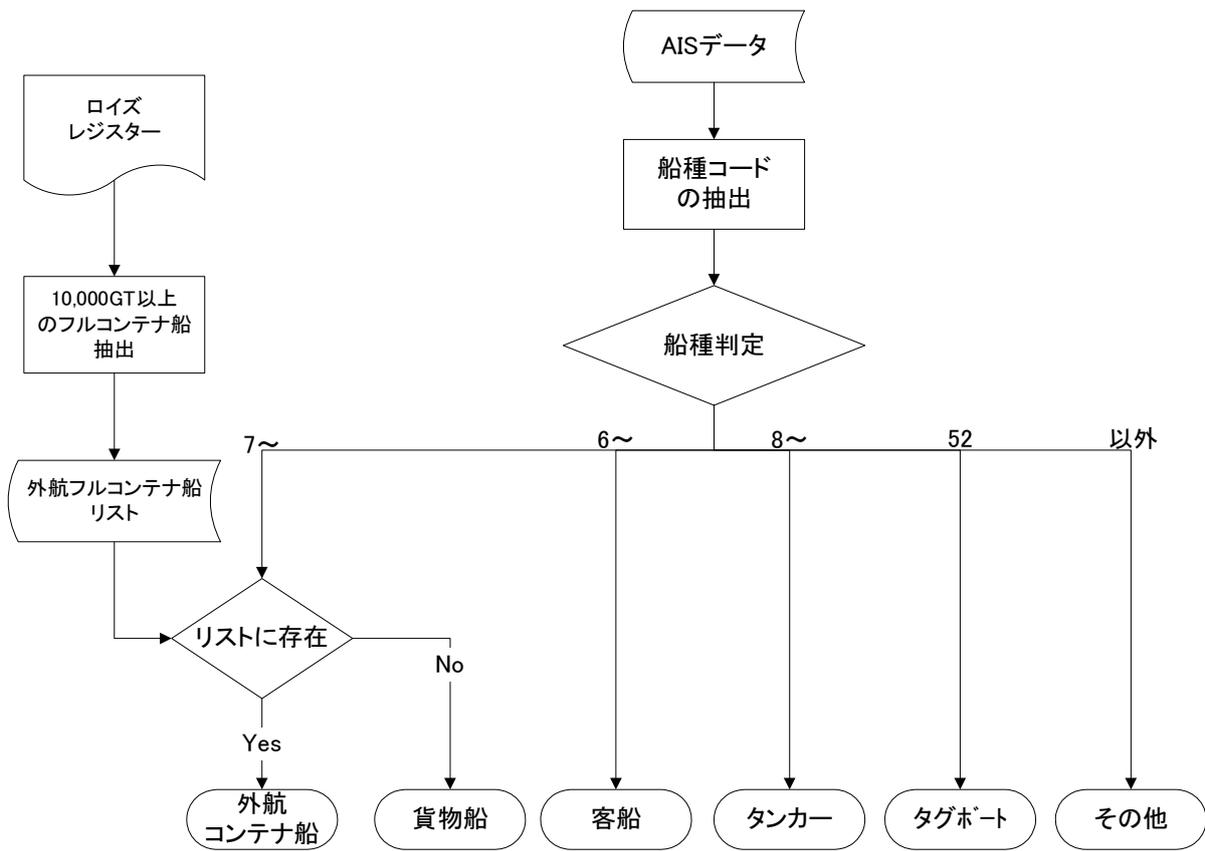


図 3.1-22 船種の区別の手順

③ 長さによる総トン数の推計方法と船型の分類

AIS データ (静的情報) には、総トン数は含まれず、船の全長が含まれている。

AIS データを受信した個々の船舶の総トン数については、『Lloyd's Register Fairplay 2009 年 10 月版』と『日本船舶・内航船舶明細書 2009 年』より、船種別の船舶の全長と総トン数の関係を把握して全長から総トン数を推定し、表 3.1-39に示す区分に分類した。

船舶の総トン数 (GT) と全長 (L : LOA) の関係式については、有村らによる『船舶諸元特性の統計解析に関する一考察、日本航海学会論文集 No.89 P.237~243 (1993 年)』の手法を参考に、総トン数 (GT) の常用対数を目的変数とし、全長 L の常用対数を説明変数とし、図 3.1-23、図 3.1-24及び表 3.1-40に示すとおり回帰式を求めた。

表 3.1-39 船型の分類

船型コード	船型区分
0	0 ~ 500GT
1	500 ~ 1,000GT
2	1,000 ~ 3,000GT
3	3,000 ~ 6,000GT
4	6,000 ~ 10,000GT
5	10,000 ~ 30,000GT
6	30,000 ~ 60,000GT
7	60,000 ~ 100,000GT
8	100,000GT~

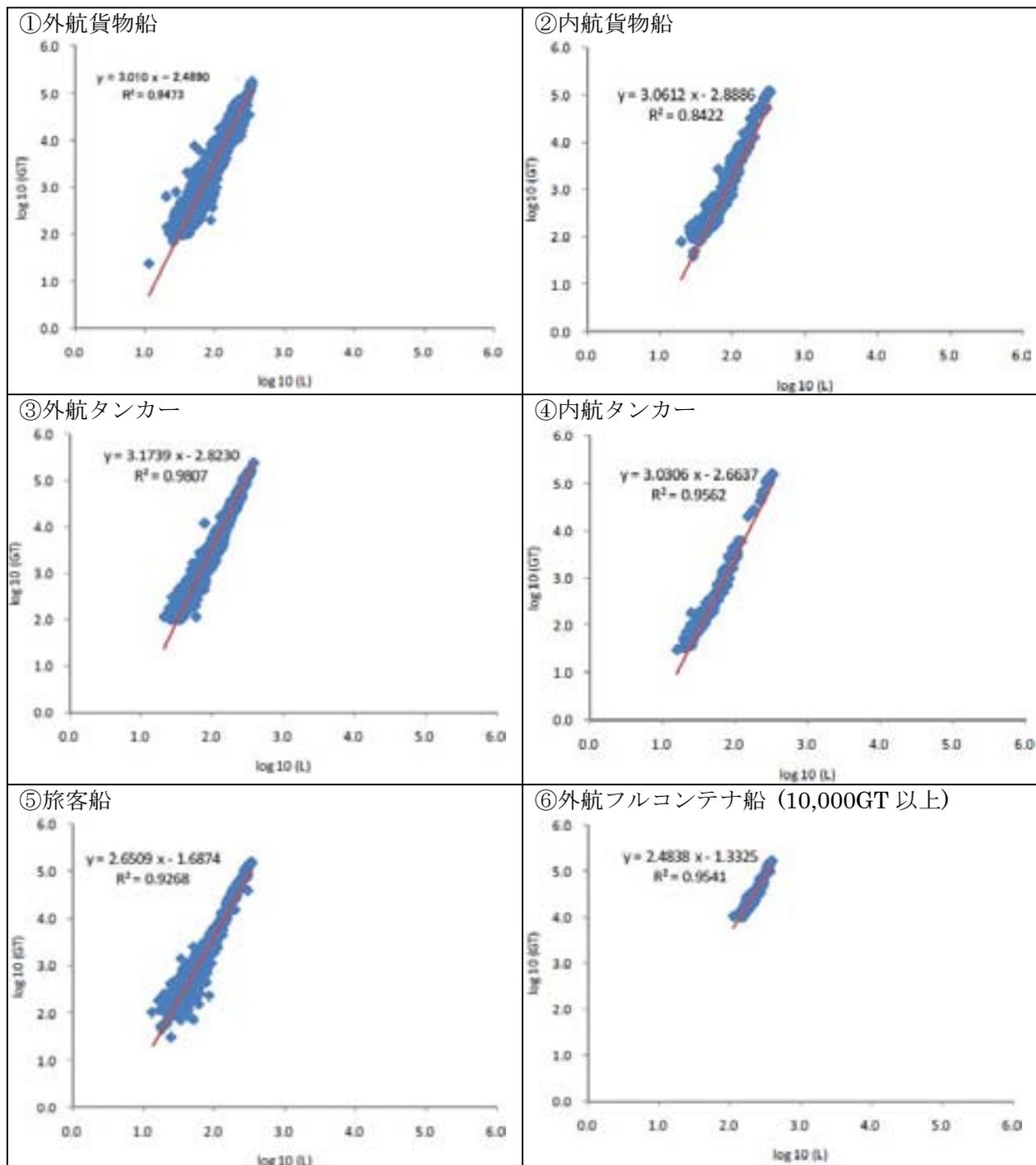


図 3.1-23 総トン数 GT と全長 L の関係①～⑥

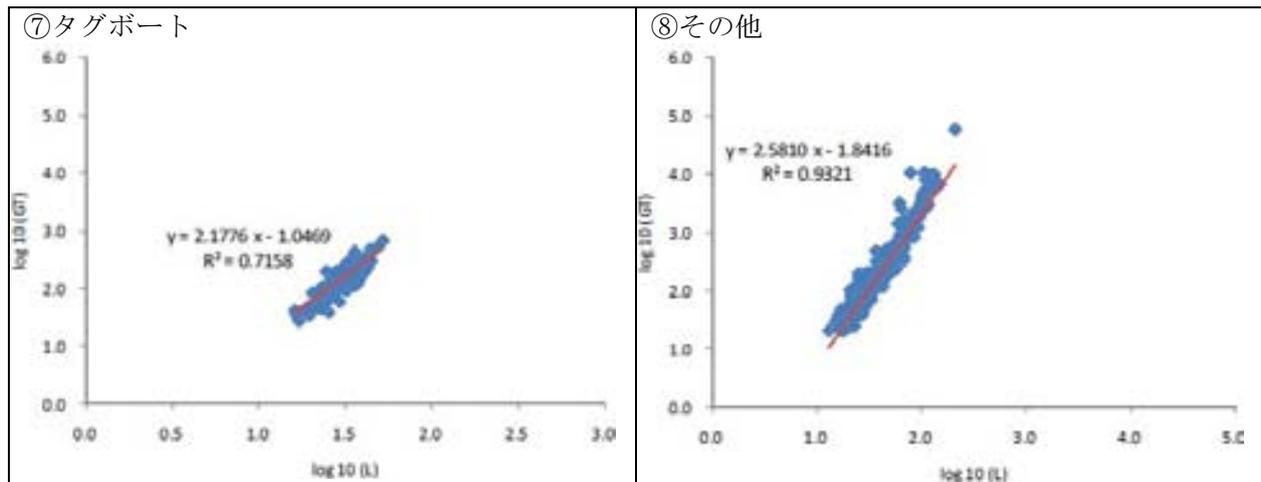


図 3.1-24 総トン数 GT と全長 L の関係⑦、⑧

表 3.1-40 総トン数 GT と全長 L の関係式

	船種	回帰式 (両対数近似)	標準偏差	サンプル数	データソース
①	外航貨物船	$\log_{10}(\text{GT}) = 3.0101 \times \log_{10}(\text{L}) - 2.4890$	± 0.7137	32,128	Lloyd's Register
②	内航貨物船	$\log_{10}(\text{GT}) = 3.0612 \times \log_{10}(\text{L}) - 2.8886$	± 0.4880	23,948	日本船舶・内航船舶明細書
③	外航タンカー	$\log_{10}(\text{GT}) = 3.1739 \times \log_{10}(\text{L}) - 2.8230$	± 0.8164	1,802	Lloyd's Register
④	内航タンカー	$\log_{10}(\text{GT}) = 3.0306 \times \log_{10}(\text{L}) - 2.6637$	± 0.5949	3,507	日本船舶・内航船舶明細書
⑤	旅客船	$\log_{10}(\text{GT}) = 2.6509 \times \log_{10}(\text{L}) - 1.6874$	± 0.6877	13,129	Lloyd's Register
⑥	外航フルコンテナ船	$\log_{10}(\text{GT}) = 2.4838 \times \log_{10}(\text{L}) - 1.3325$	± 0.2624	2,094	Lloyd's Register
⑦	タグボート	$\log_{10}(\text{GT}) = 2.1776 \times \log_{10}(\text{L}) - 1.0469$	± 0.1398	9,939	日本船舶・内航船舶明細書
⑧	その他	$\log_{10}(\text{GT}) = 2.5810 \times \log_{10}(\text{L}) - 1.8416$	± 0.6045	1,333	日本船舶・内航船舶明細書

※Lloyd's Register は 100 総トン以上、日本船舶・内航船舶明細書は 20 総トン以上のデータを対象とし、全長や総トン数が不明なものは除外した。

(4) 検討対象年 (2005 年) への活動量補正

今回使用した AIS データは 2009 年 7 月のデータなので、検討対象年である 2005 年の隻数に変換するため、港湾統計 (年報) による船種別、船型別入港隻数推移を分析し、2009 年の入港隻数を推計して 2005 年との隻数比率 (補正係数) を求めた。

表 3.1-41 は、2000～2009 年の港湾統計 (年報) における甲種・乙種港湾の総入港隻数を、船種別、船型別に集計したものであり、図 3.1-25～図 3.1-33 は、各船種、船型の入港隻数推移を図示したものである。また、表 3.1-42 は、直線回帰によって 2009 年の入港隻数を船種別、船型別に推計した結果と、2005 年との隻数の比率より補正係数を求めたものである。

燃料消費量等算出にあたっては、2009 年の AIS データの解析によって求められた活動量に、船種別、船型別に求められた当該補正係数を乗じることによって 2005 年の活動量に補正することができる。

表 3.1-41 港湾統計 (年報) 2000～2008 年の入港隻数

(単位：隻)

船種	船型	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年
内航商船	5～500GT	2,058,568	1,965,128	1,883,267	1,832,856	1,804,315	1,796,236	1,721,312	1,670,946	1,620,467
	500～1,000GT	141,751	134,853	128,498	128,876	125,459	126,075	125,929	127,689	125,532
	1,000～3,000GT	89,371	83,333	80,540	76,782	76,978	70,968	71,431	68,043	69,425
	3,000～6,000GT	42,116	41,963	42,404	42,688	43,810	45,627	44,561	43,537	43,147
	6,000～10,000GT	9,239	9,882	9,780	9,735	9,357	9,737	9,741	10,496	10,584
	10,000GT～	3,751	4,280	5,042	5,807	7,048	7,206	9,099	10,560	11,361
	小計	2,344,796	2,239,439	2,149,531	2,096,744	2,066,967	2,055,849	1,982,073	1,931,271	1,880,516
外航商船	5～500GT	14,325	13,943	12,754	12,761	12,715	11,826	10,070	8,553	9,058
	500～1,000GT	5,979	6,494	5,885	5,979	5,867	6,215	5,599	5,110	4,452
	1,000～3,000GT	20,114	19,928	20,536	21,724	22,539	23,023	24,011	24,026	22,573
	3,000～6,000GT	26,057	27,109	25,397	25,964	25,808	24,846	23,438	23,261	21,510
	6,000～10,000GT	15,279	16,035	17,752	21,175	21,158	22,857	23,935	23,115	23,300
	10,000GT～	41,806	40,518	40,532	40,149	41,505	41,138	42,521	42,224	43,111
	小計	123,560	124,027	122,856	127,752	129,592	129,905	129,574	126,289	124,004
内航自航	5～500GT	143,337	144,096	136,292	131,394	132,193	128,450	123,101	117,514	113,340
	500～1,000GT	936,220	921,609	886,468	859,307	846,478	839,035	807,032	809,260	774,695
	1,000～3,000GT	95,622	98,804	98,318	103,859	101,582	105,366	102,377	92,081	90,468
	3,000～6,000GT	12,166	15,523	15,742	15,604	14,861	14,995	15,004	19,177	18,197
	6,000～10,000GT	24,509	24,879	23,738	23,888	23,582	21,963	21,765	18,007	13,336
	10,000GT～	18,219	17,427	17,232	17,391	17,452	17,830	17,321	13,323	14,322
	小計	1,230,073	1,222,338	1,177,790	1,151,443	1,136,148	1,127,639	1,086,600	1,069,362	1,024,358
合計	3,698,429	3,585,804	3,450,177	3,375,939	3,332,707	3,313,393	3,198,247	3,126,922	3,028,878	

※ 外航商船は外航自航を含む

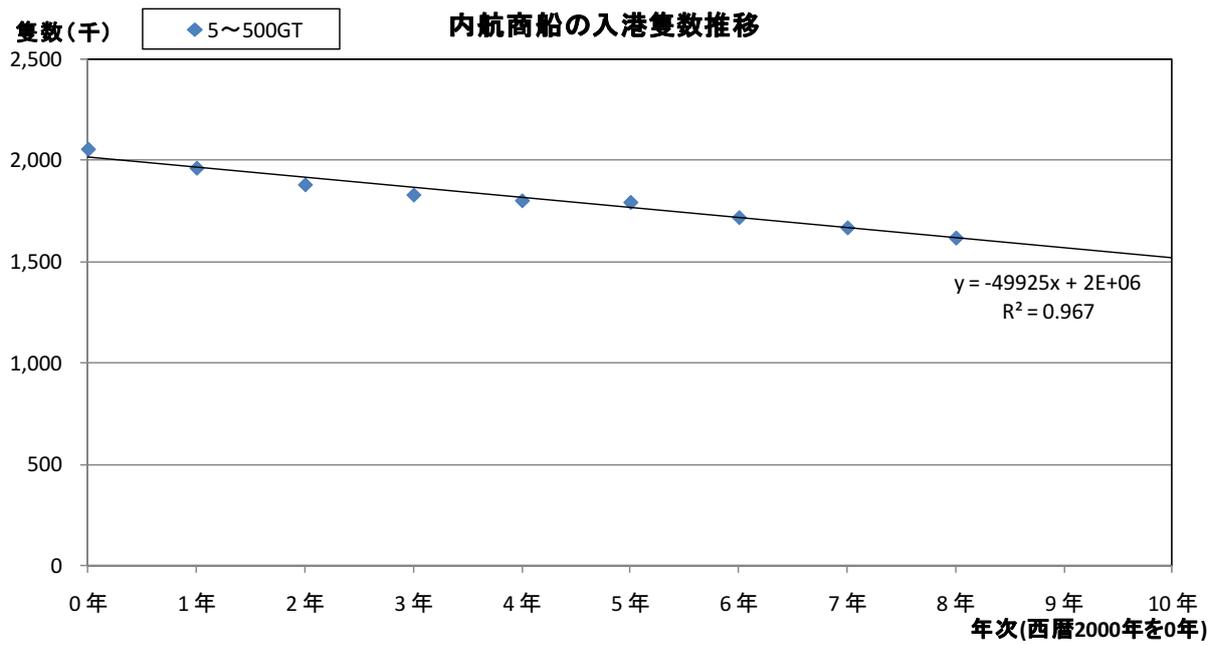


図 3.1-25 内航商船 (5~500GT) の入港隻数の推移

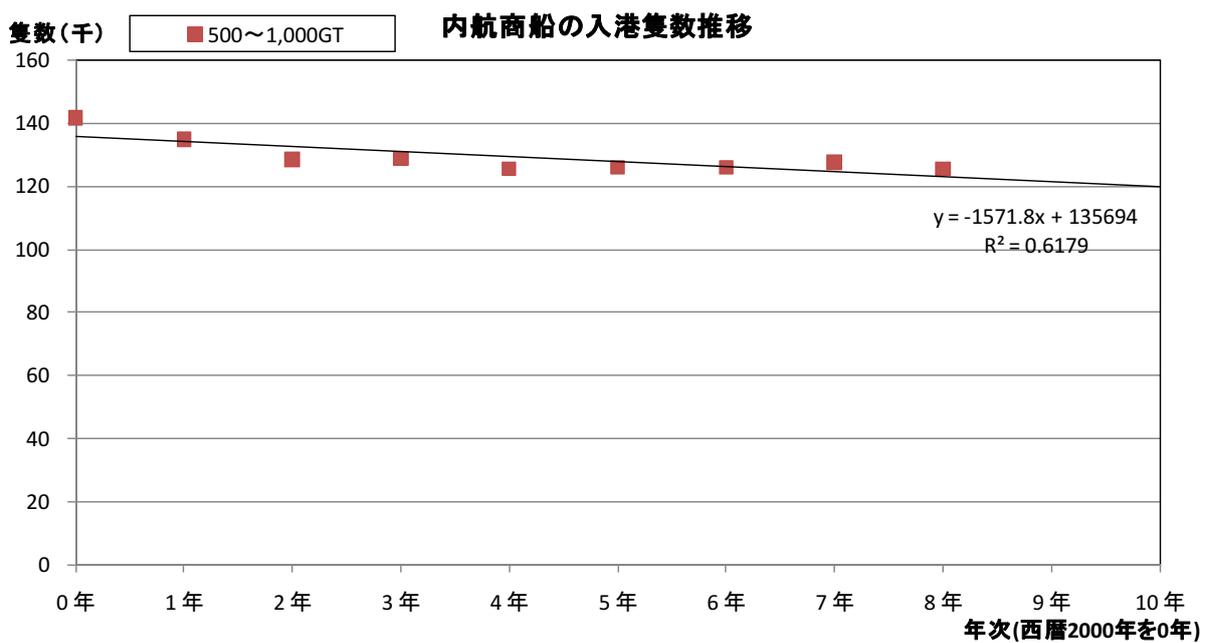


図 3.1-26 内航商船 (500~1,000GT) の入港隻数の推移

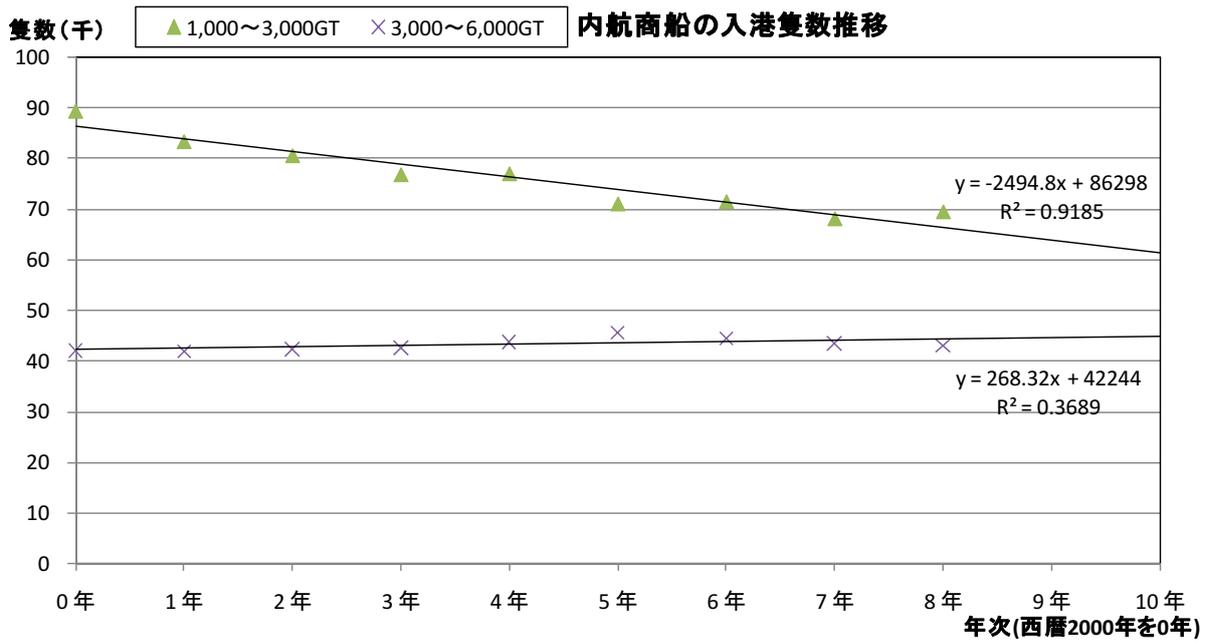


図 3.1-27 内航商船 (1,000~3,000GT、3,000~6,000GT) の入港隻数の推移

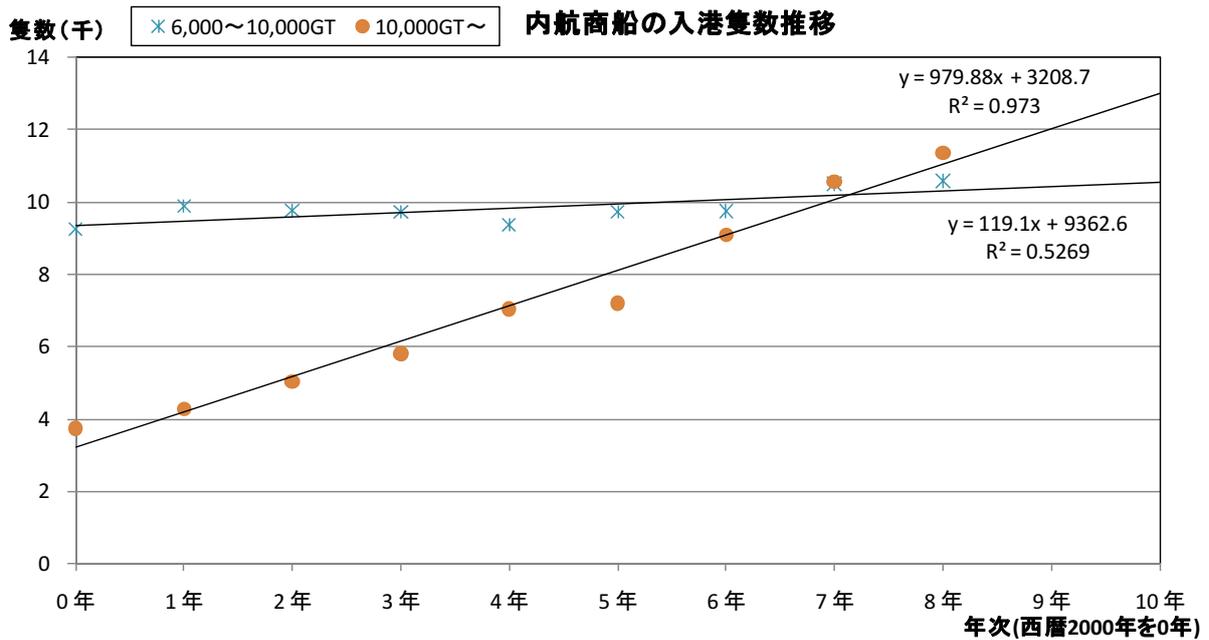


図 3.1-28 内航商船 (6,000~10,000GT、10,000GT 以上) の入港隻数の推移

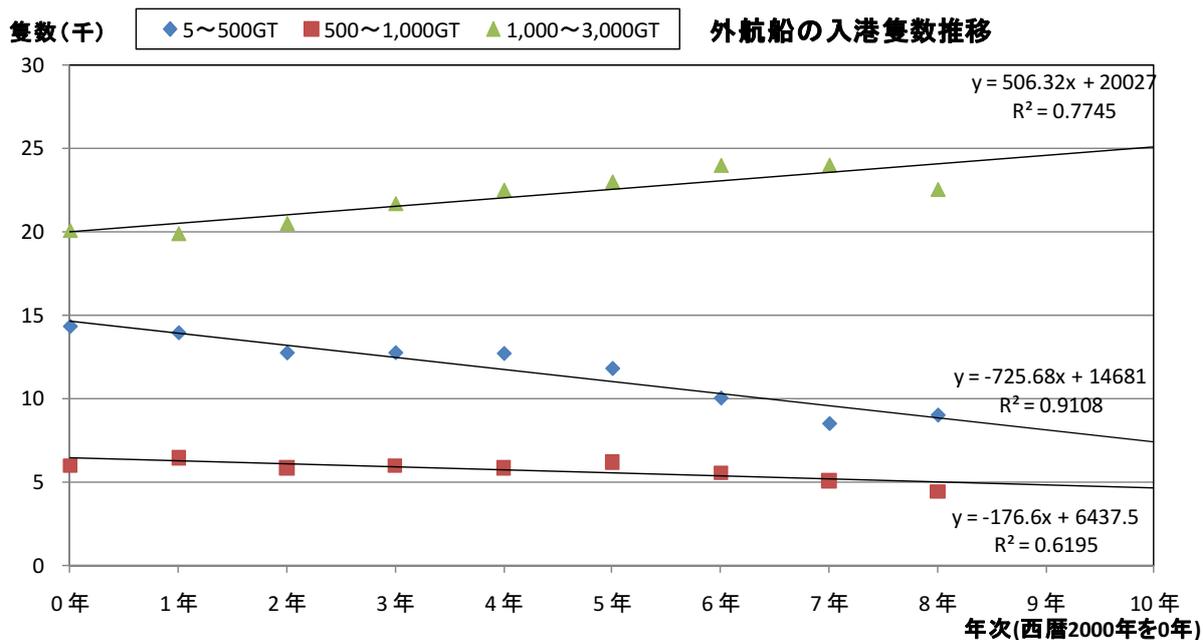


図 3.1-29 外航商船 (5~500GT、500~1,000GT、1,000~3,000GT 以上) の入港隻数の推移

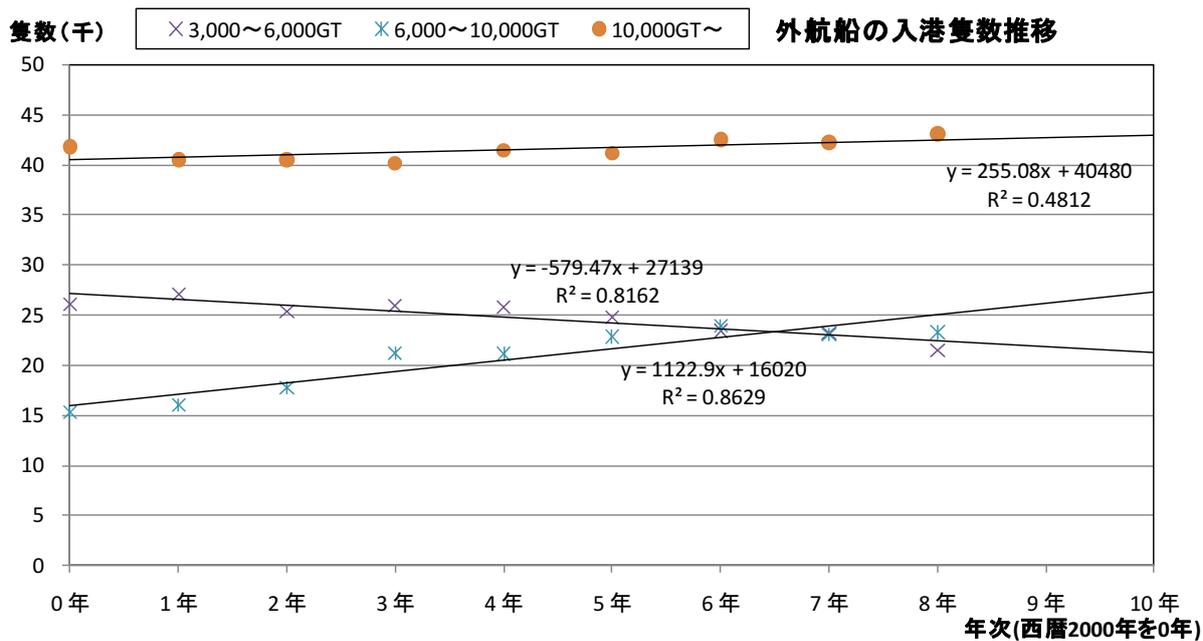


図 3.1-30 外航商船 (3,000~6,000GT、6,000~10,000GT、10,000GT 以上) の入港隻数の推移

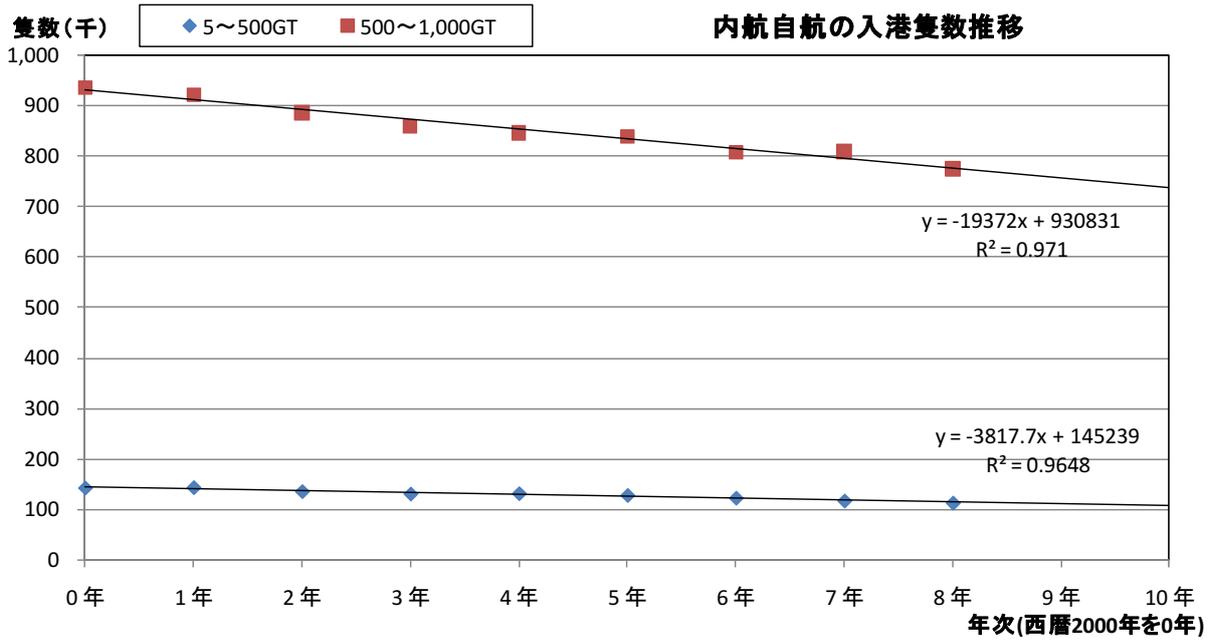


図 3.1-31 内航自航 (5~500GT、500~1,000GT 以上) の入港隻数の推移

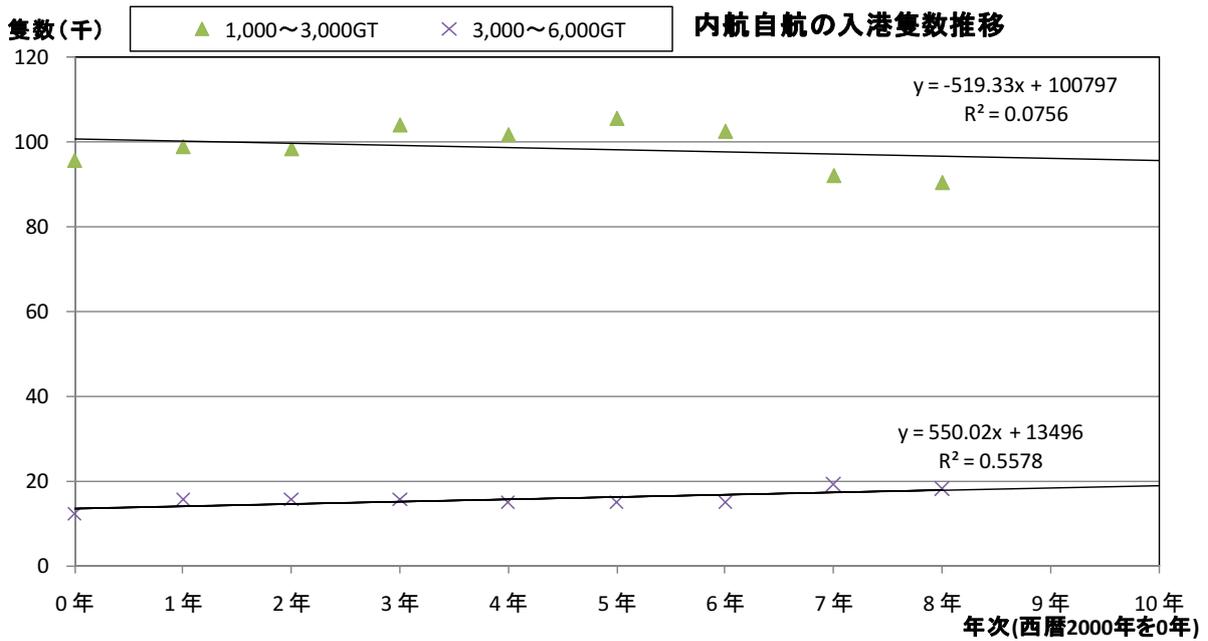


図 3.1-32 内航自航 (1,000~3,000GT、3,000~6,000GT 以上) の入港隻数の推移

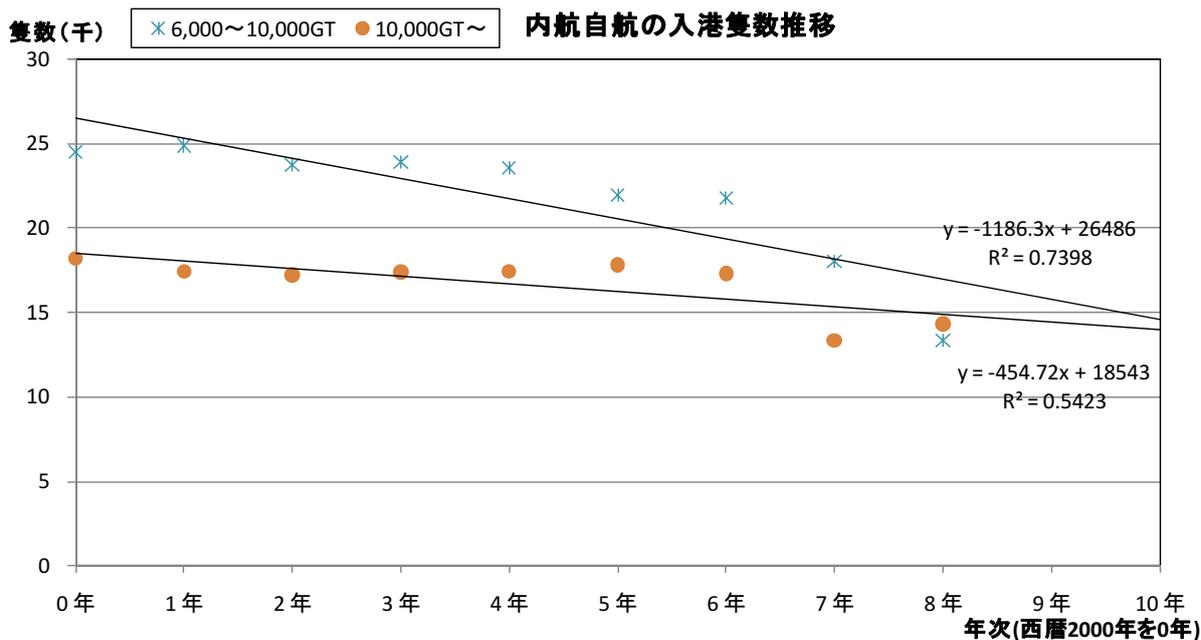


図 3.1-33 内航自航 (6,000~10,000GT、10,000GT 以上) の入港隻数の推移

表 3.1-42 AIS による航行船舶活動量補正のための 2009 年/2005 年の隻数比率

船種	船型区分	回帰式 (直線近似)		決定係数	2009 年 入港隻数 (回帰式推定値)	2005 年/ 2009 年 入港隻数比
		傾き	切片			
内航商船	5~500GT	-49,925	2,016,709	0.9670	1,567,387	1.1460
	500~1,000GT	-1,572	135,694	0.6179	121,548	1.0372
	1,000~3,000GT	-2,495	86,298	0.9185	63,845	1.1116
	3,000~6,000GT	268	42,244	0.3689	44,659	1.0217
	6,000~10,000GT	119	9,363	0.5269	10,435	0.9332
	10,000GT~	980	3,209	0.9730	12,028	0.5991
外航商船	5~500GT	-726	14,681	0.9108	8,150	1.4511
	500~1,000GT	-177	6,438	0.6195	4,848	1.2819
	1,000~3,000GT	506	20,027	0.7745	24,584	0.9365
	3,000~6,000GT	-579	27,139	0.8162	21,924	1.1333
	6,000~10,000GT	1,123	16,020	0.8629	26,126	0.8749
内航自航	5~500GT	-3,818	145,239	0.9648	110,880	1.1585
	500~1,000GT	-19,372	930,831	0.9710	756,487	1.1091
	1,000~3,000GT	-519	100,797	0.0756	96,123	1.0962
	3,000~6,000GT	550	13,496	0.5578	18,447	0.8129
	6,000~10,000GT	-1,186	26,486	0.7398	15,809	1.3893
10,000GT~	-455	18,543	0.5423	14,451	1.2339	

西暦 2000 年の場合は X=0

3.1.6 燃料消費量のトップダウン補正

表 3.1-43に、商船の停泊時及び航行時 (AIS 陸上局における電波受信範囲) の燃料消費量のボトムアップ手法での算出結果をまとめる。外航船の推計結果については、外航船による我が国周辺での燃料消費量の実状を示す統計値等が存在しないため検証することはできない。他方、内航船の推計結果については、国内における内航船向け年間燃料販売総量などと比較することで検証が可能となる。そこで、本事業では、資源エネルギー庁長官官房総合政策課が毎年編纂している総合エネルギー統計のうち、エネルギーバランス表を用いて内航船の推計値をトップダウン的に補正する。

表 3.1-43 ボトムアップ手法で算出した燃料消費量の結果 [ton/year]

	停泊時	航行時	合計
内航船舶	731,647	2,648,557	3,380,204
外航船舶	536,950	3,520,746	4,057,696

エネルギーバランス表は、1章 (1.3.2) において先述のとおり、使用燃料の漏れが最も少なく、国際的な verification も受けていることから、将来において IMO に対して提出するものとしても適していると考えられる。

エネルギーバランス表では、表 3.1-44に示すとおり、水産、旅客船舶、貨物船舶ごとに燃料消費量がまとめられている。本統計値は 2005 年度のものであるが、少なくとも対象となるセクターについては 2005 年との差異は少ないと予想されることから、これを 2005 年の燃料消費量として取り扱うこととする。表に示した燃料種以外に、例えば潤滑油などの消費が計上されているが、燃焼を目的とした使用ではないため、今回は活動量から除外した。また、水産業では灯油の消費が計上されているが、焼き玉機関あるいは漁労作業による消費であると考えられ、今回対象となる機関で燃焼されている可能性が少ないことから除外した。結果、内航船の燃料消費量統計値は旅客船舶と貨物船舶の合計値となる。また、漁船は水産業に相当する。

外航船については、バンカーの払い出し量が、エネルギーバランス表にも記載されているが、この統計値は日本へ寄港する船舶の周辺での活動量と一致しない。日本で払い出された燃料も EEZ 外で使用される可能性もある一方で、他国で払い出しを受けた船舶が寄港する可能性もあるためである。したがって、前述のとおり、外航船に関してはボトムアップ手法による積み上げしか EEZ 内の排出量を算定できないことになる。

表 3.1-44 エネルギーバランス表に基づく燃料消費量 [kl/year]

	旅客船舶	貨物船舶	漁船
A 重油	277,972	1,046,143	2,482,123
C 重油	1,237,532	1,695,513	320,911
合計	1,515,504	2,741,656	2,803,034

(旅客) 船舶については、A 重油～C 重油の消費量について運輸関係エネルギー要覧による旅客輸送用消費量を計上する。

(貨物) 船舶については、A 重油～C 重油・軽油の消費量について内航船舶輸送統計・運輸関係エネルギー要覧による貨物輸送用消費量を計上する。

内航船の合計に占める航行時 (2,648,557 ton/year) の割合は約 78 % であり、一般的な内航船の燃料消費モデル (航行時の燃料消費量は 85 % 程度) からすれば少ないと考える。この過小評価の理由として、AIS で捕捉されていない船舶の存在や、500 総トン未満の補正済み航行船舶データの過小評価が考えられる。そこで、ボトムアップの値をエネルギーバランス表に補正する際には、航行時の燃料消費量にのみ補正をかけることとした。

エネルギーバランス表における燃料毎の集計は体積ベース [kl] で行われている一方、本推計では SFC [g/kWh] を基に質量ベース [ton] で行っている。補正は、これら異なる単位を同一化して行う必要があるが、ここでは両者ともに熱量 [MJ] に変換し、総消費熱量を求めて、それらを合せるように補正することとする。

表 3.1-45 に、ボトムアップ手法による内航船航行・停泊での燃料消費量 [ton] についてまとめた。消費燃料の平均硫黄分は航行時：1.67 %、停泊時：0.78 %、内航船合計：1.48 % であり、A 重油と C 重油の分配は内航船合計で A 重油：1,857,649 ton/year、C 重油：1,522,554 ton/year となった。

表 3.1-45 内航停泊・航行による消費燃料に関する推計値

	燃料消費量 [ton]	平均硫黄分	A 重油 [ton]	C 重油 [ton]
内航停泊	731,647	0.78 %	665,798	65,848
内航航行	2,648,557	1.67 %	1,191,851	1,456,706
合計	3,380,204	1.48 %	1,857,649	1,522,554

※ A 重油の硫黄分：0.61 %

※ C 重油の硫黄分：2.53 %

エネルギーバランス表及び内航船航行・停泊での燃料消費量から算出されるエネルギー単位を表 3.1-46にまとめる。エネルギー単位への変換で利用する総発熱量は、エネルギーバランス表に対しては同統計報告における値を、内航船推計値に対しては日本内航海運組合総連合（以下、内航総連）の報告値を採用した。内航船によるエネルギー量合計は 149,348 TJ であり、エネルギーバランス表の値 (174,936TJ) の 85 %程度である。両者を一致させるための、内航航行に対する補正係数は **1.220** と計算される。よって、本事業でボトムアップされる内航航行の燃料消費量及び大気汚染物質排出量には、補正係数 **1.220** を一律に乗じることとした。なお、表 3.1-46 より、燃料合計に占める A 重油の割合は内航合計：56.1 %、エネルギーバランス表：29.6 %と大きく乖離している。これは、エネルギーバランス表における C 重油使用量がより多いことを意味するが、内航総連及び日本旅客船協会が把握している C 重油の使用実態とは合致しない。そのため、ここでのトップダウン補正では A 重油及び C 重油の合計エネルギー消費量のみについて補正することとし、A 重油及び C 重油の使用比率に対しては補正を行わないこととした。

補正後の結果を表 3.1-47にまとめる。

表 3.1-46 エネルギーバランス表及び内航船航行・停泊におけるエネルギー単位

	A 重油 [TJ]	C 重油 [TJ]	合計 [TJ]
内航航行	53,776	62,697	116,473
内航停泊	30,041	2,834	32,875
内航合計	83,817	65,531	149,348
エネルギーバランス表	51,752	123,184	174,936

※ 内航航行+内航停泊=148,190 TJ

※ エネルギーバランス表の総発熱量 [MJ/kg] A 重油：39,084、C 重油：41,999

※ 内航総連報告の総発熱量 [MJ/kg] A 重油：45.120、C 重油：43.040

表 3.1-47 ボトムアップ手法で算出した燃料消費量の補正後の結果 [ton/year]

	停泊時	航行時	合計
内航船舶	731,647	3,231,240	3,962,887
外航船舶	536,950	3,520,746	4,057,696

3.1.7 燃料消費量の地理的分布

(1) 停泊時

停泊時における商船の燃料消費量の水平分布図出力例を図 3.1-34～図 3.1-36に示す。

図 3.1-37は東京湾内、図 3.1-38は伊勢湾内、図 3.1-39は大阪湾内における商船停泊時の燃料消費量水平分布を示したものである。

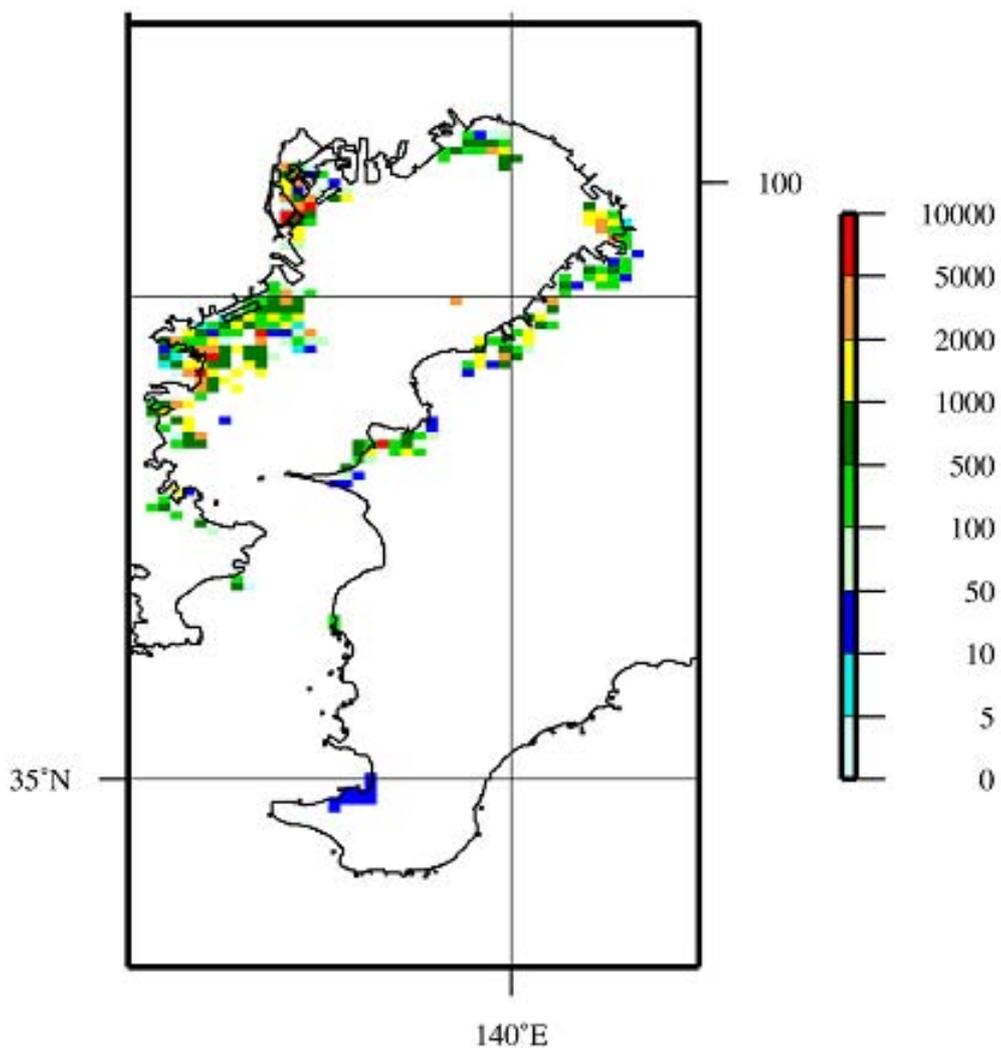


図 3.1-34 商船停泊時の燃料消費量[ton/year/grid]水平分布図 (外航船+内航船、東京湾内)

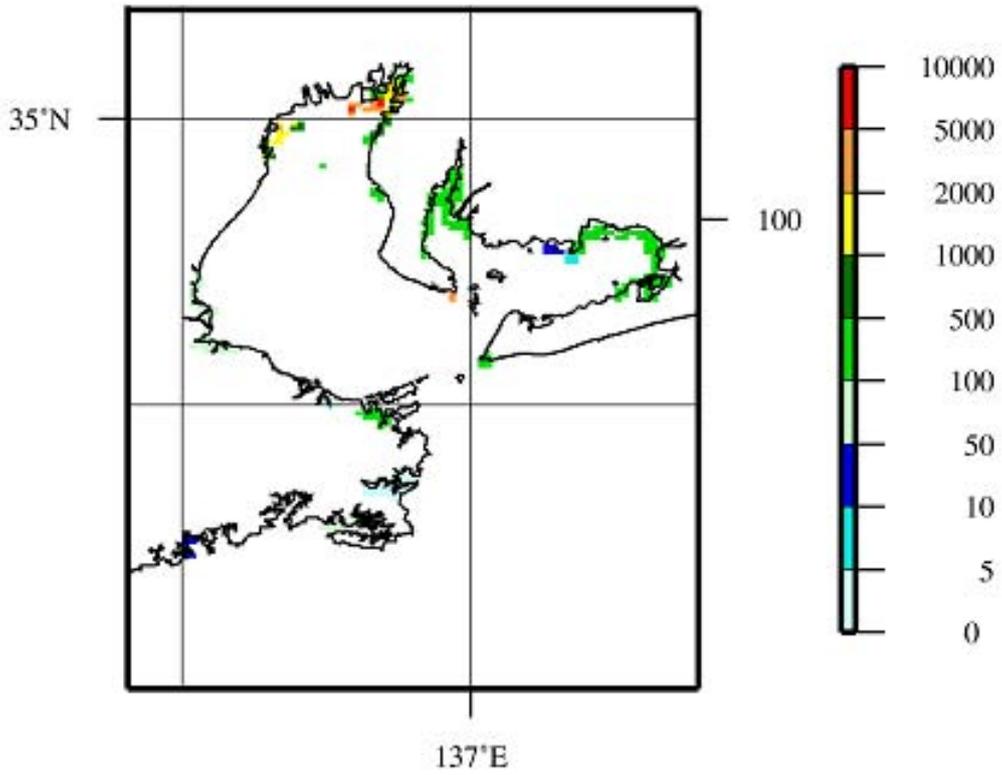


図 3.1-35 商船停泊時の燃料消費量[ton/year/grid]水平分布図 (外航船+内航船、伊勢湾内)

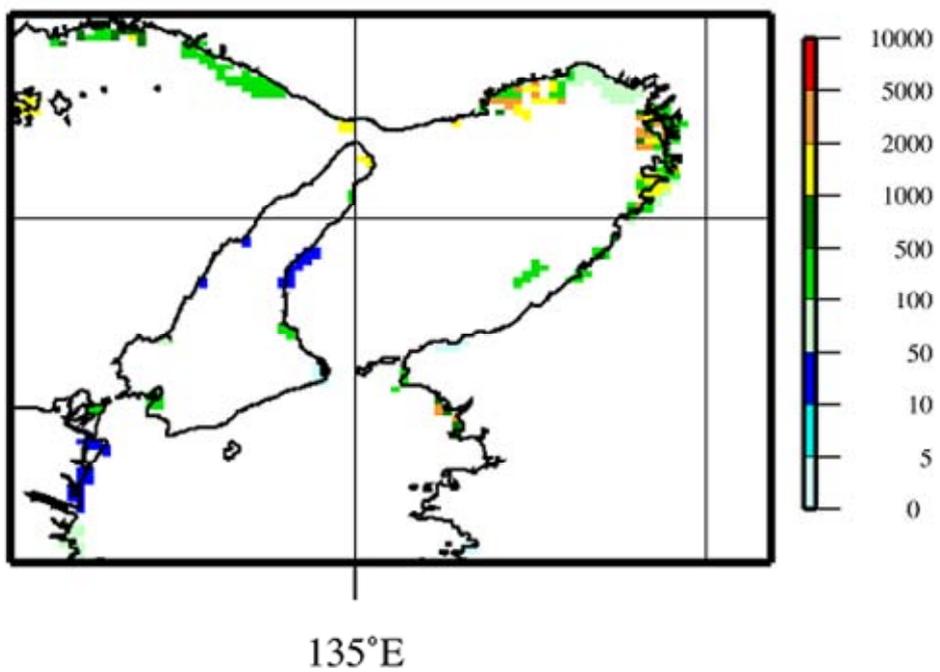


図 3.1-36 商船停泊時の燃料消費量[ton/year/grid]水平分布図 (外航船+内航船、大阪湾内)

(2) 航行時

航行時における商船の燃料消費量の水平分布図出力例を図 3.1-37～図 3.1-39に示す。

図 3.1-37は外航船と内航船の燃料消費量の水平分布を示し、図 3.1-38は内航船、図 3.1-39は外航船の燃料消費量の水平分布を示したものである。

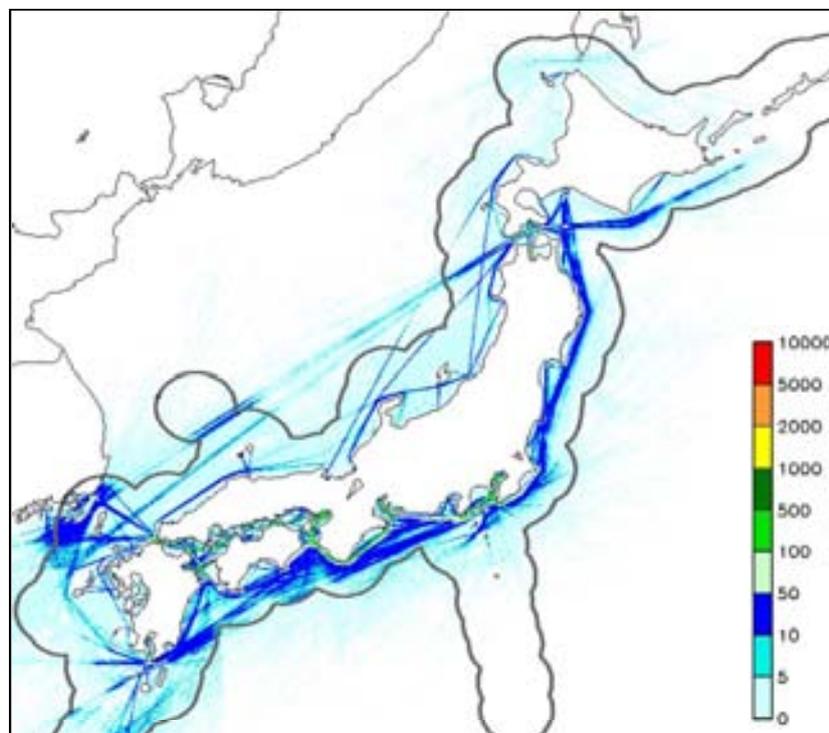


図 3.1-37 商船航行時の燃料消費量[ton/year/grid]水平分布図 (外航船+内航船)
(灰色の線は離岸距離 50 海里を示したもの)

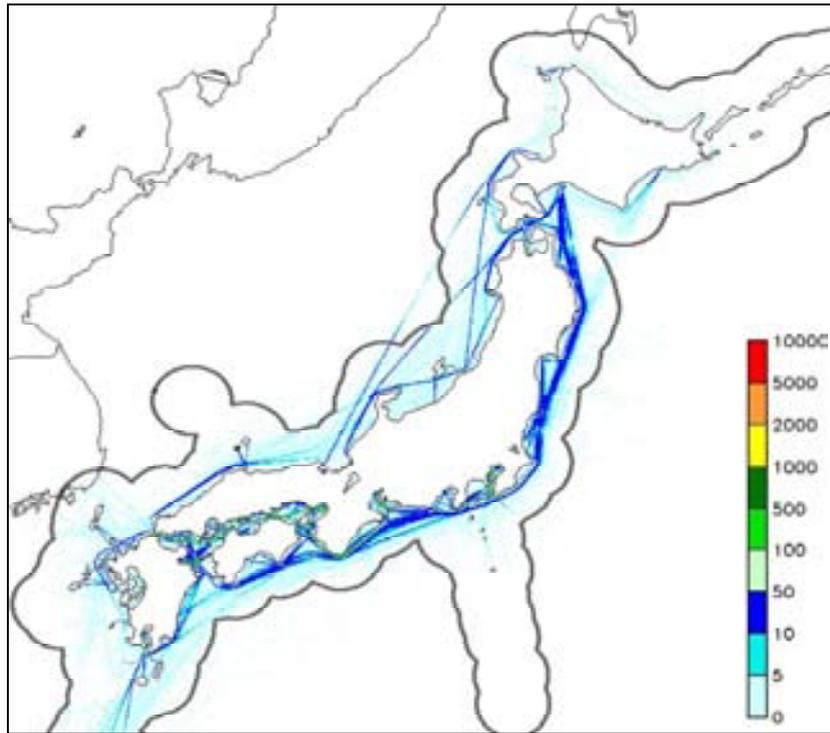


図 3.1-38 商船航行時の燃料消費量[ton/year/grid]水平分布図 (内航船)
 (灰色の線は離岸距離 50 海里を示したもの)

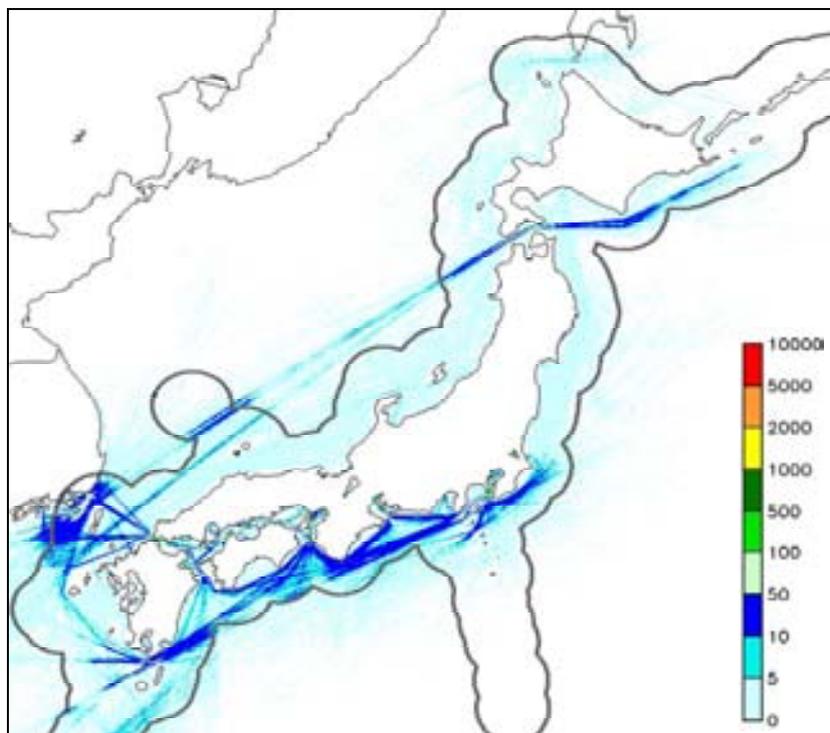


図 3.1-39 商船航行時の燃料消費量[ton/year/grid]水平分布図 (外航船)
 (灰色の線は離岸距離 50 海里を示したもの)

3.2 漁船

3.2.1 活動量及び燃料消費量の計算手順

2003年(第11次)漁業センサス(以下「漁業センサス」)により、海域別(都道府県・大海区別)、トン数区分別の延べ漁業従事日数を求め、トン数グループ別に、航行速力や操業・航行時間等の活動パターンを想定して燃料消費量等を算出した。

算出の手順を図3.2-1に示す。

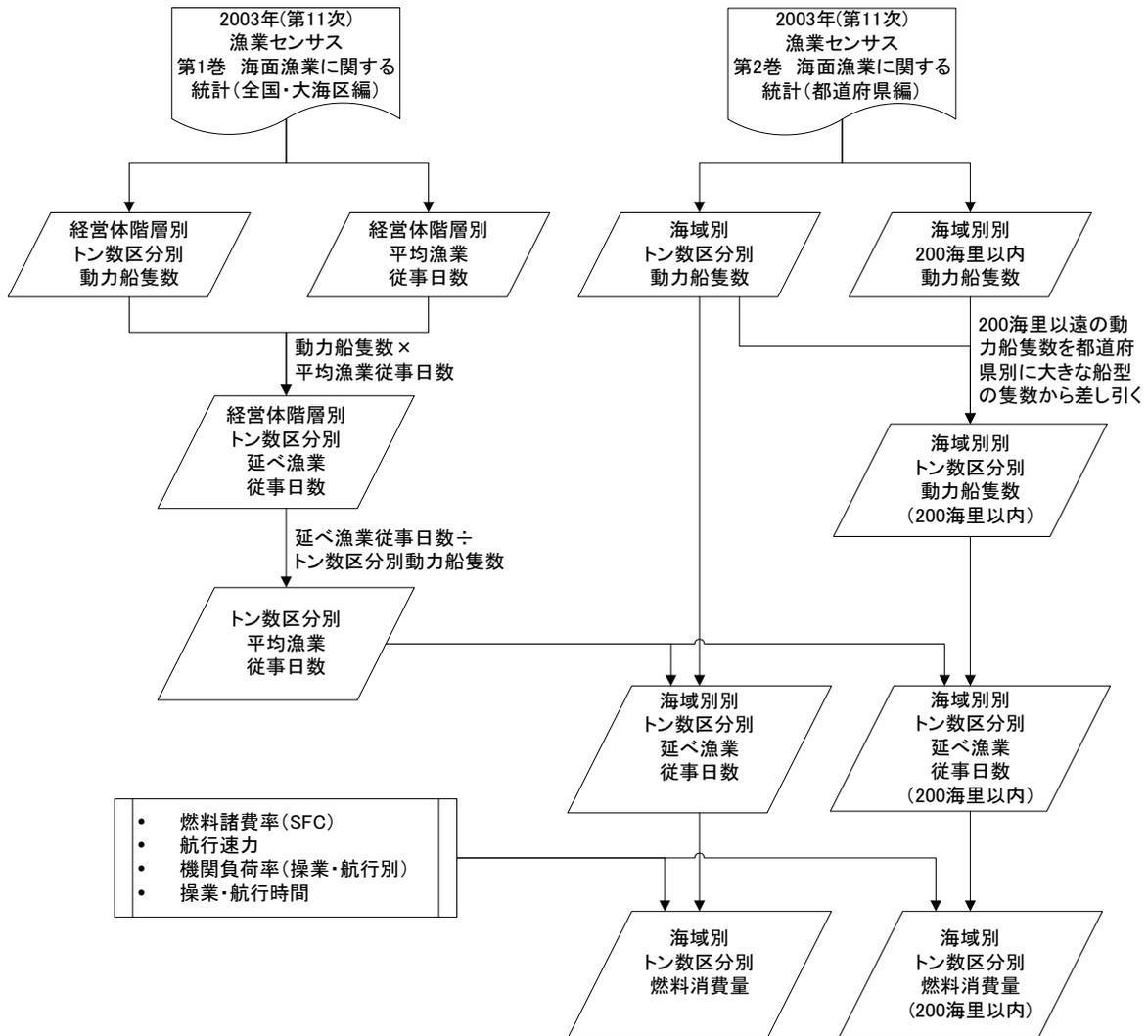


図 3.2-1 漁船統計資料による漁船の活動量及び燃料消費量の算出手順

3.2.2 計算条件

(1) 燃料消費率 (SFC)

漁船の燃料消費率 (SFC) は、IMO の GHG 2nd Study 2009 より、一律 225 [g-fuel/kWh] と設定した。

(2) 航行速力及び操業時の速力と時間の設定

漁業センサスによる漁船のトン数区分は表 3.2-1のとおり 15 に区分されている。

30 トン未満の漁船は日帰りで活動するものとし、表 3.2-1に示すとおり、航行速力を 15 ノット、操業時間と往復航行時間をそれぞれ 6 時間と 3 時間と設定した。

30 トン以上の船舶は冷凍装置を備えていることから海上で 1 泊するものとし、『平成 19 年度 漁船の省エネルギー推進のてびき (財) 省エネルギーセンター』において事例として示されている 65 トン底びき網漁船と 160 トン底びき網漁船の操業パターン及び燃料消費パターンより、表 3.2-1に示すとおり速力及び航行時間・操業時間を設定した。

負荷率は、航行時は一律 85 %とし、操業時の負荷率は、30 トン未満は 1 本釣りが多いものと思われるので 5 %とし、30 トン以上の漁船は曳網により負荷率が高くなるものと思われ、前記資料の事例※より、操業時の燃料消費量が全体に占める割合を考慮して表 3.2-1に示すとおり設定した。

※ 65 トン底びき網漁船 (全長 25.30m) の事例によると、全 17 時間のうち 12 時間が操業で残りの 5 時間が往復航の時間となっている。また、操業時は 4 ノット程度の速力であるが曳網のためエネルギー消費が増え、操業時の燃料消費量は全体の 7 割程度となっている。160 トン底びき網漁船 (全長 37.62m) の事例では、1 航海平均が 23 時間 45 分で約半分が操業、残りが往復航と港内であり、操業時は 2~4 ノットの速力であるが、操業時の燃料消費量は全体の約 5 割弱となっている。

表 3.2-1 トン数区分別の漁船操業パターンの想定

トン数区分	操業時速力 [ノット]	航行時速力 [ノット]	操業時間 [h/day]	航行時間 [h/day]	操業時 負荷率	航行時 負荷率
1T 未満	—	15.0	6.0	3.0	5 %	85 %
1~3						
3~5						
5~10						
10~20						
20~30						
30~50	4.0	12.0	12.0	5.0	75 %	85 %
50~100						
100~150						
150~200	4.0	12.0	12.0	11.75	65 %	85 %
200~350						
350~500						
500~1,000						

(3) 活動パターンの想定

漁船の活動パターンは図 3.2-2に示すとおり想定した。

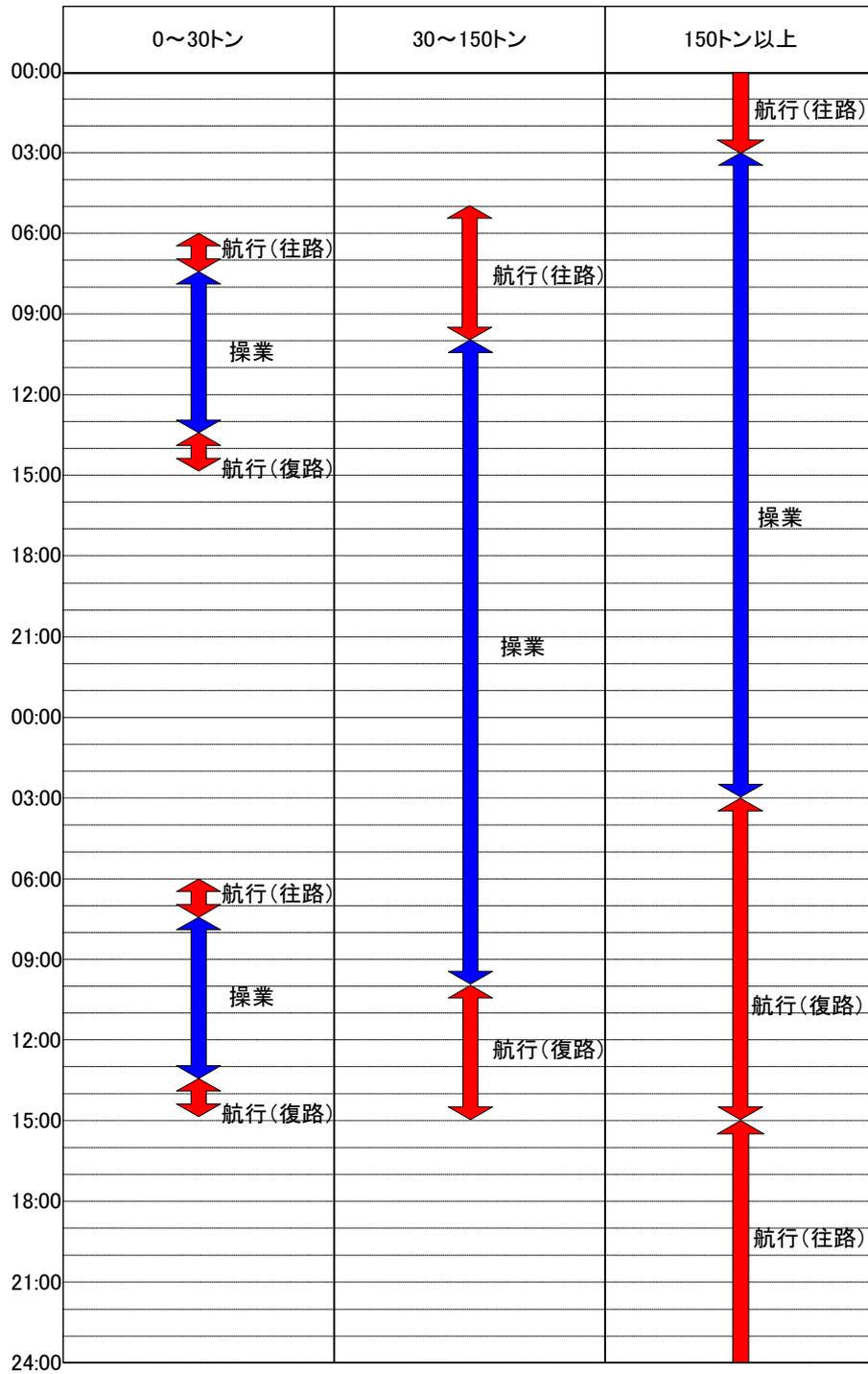


図 3.2-2 漁船の活動パターンの想定

(4) 排出源データの作成方法

海域別・トン数区別に求めた漁船活動量等は、まず海域毎で各漁港に均等配分し、各漁港を中心として設置した活動範囲内にある3次メッシュに、各漁港に割り当てられた活動量等をさらに均等配分するものとした。

① 0～30 トンの漁船

0～30 トンの日帰りで活動する漁船は、航行エリア=操業エリアとし、漁港を中心に航行速力15ノット×片道航行時間1.5時間で求められる距離22.5海里を半径とする円内海域を活動範囲と設定した(図3.2-3参照)。

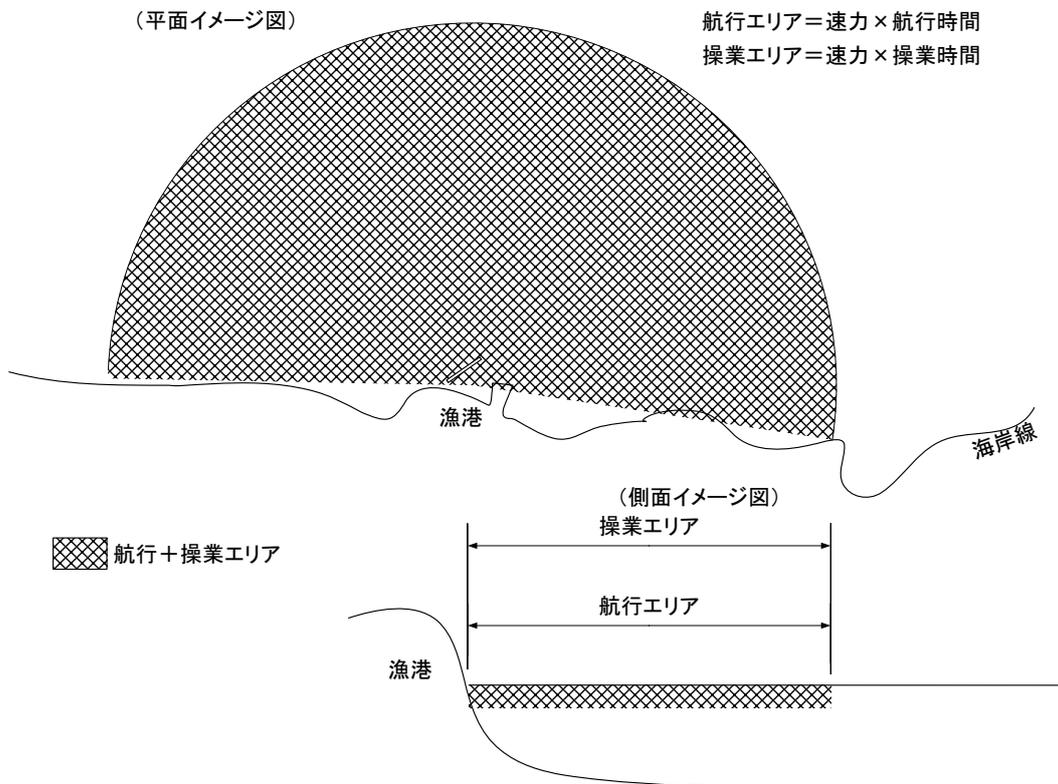


図 3.2-3 漁船活動の地理的配分の考え方 (0～30 トン)

② 30 トン以上の漁船

海上で1泊する30トン以上の漁船の活動範囲は、漁港を中心に、航行速力に片道航行時間を乗じて求めた距離を半径とする円内海域を航行エリアとし、そこから操業時速力に操業時間を乗じて求められる範囲を操業エリアとして設定した(図3.2-4参照)。

具体的には、30～150トン(150トン以上)の漁船の航行エリアは、漁港を中心に航行速力12ノット×片道航行時間5時間(11.75時間)より、漁港を中心とした半径60海里(141海里)の円内海域を航行エリアとし、航行エリアの限界線から操業時速力4ノット、操業時間24時間で往復できる距離48海里内を操業エリアとした。

したがって、30～150トンの漁船は漁港を中心とした半径12～108海里の範囲、150トン以上の漁船は漁港を中心とした93～189海里の範囲が操業エリアとなる。

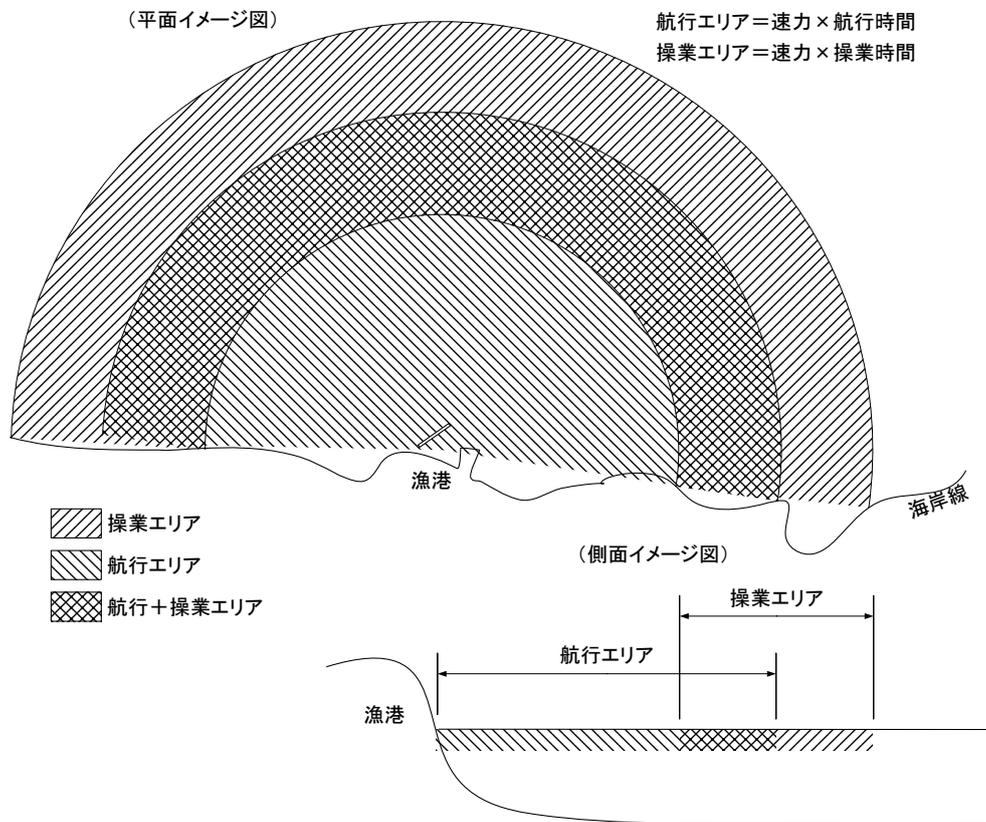


図 3.2-4 漁船活動の地理的配分の考え方 (30 トン以上)

(5) 機関定格出力の設定

漁船のトン数区分別隻数と延べ総トン数より各トン数区分の平均総トン数を求め、新馬力適用船舶におけるトン数区分別隻数と馬力数より平均馬力を求めると表 3.2-2のとおりであり、これらの数値から漁船について総トン数と機関定格出力の関係式を導くと図 3.2-5に示すとおりである。

これにより、漁船の各トン数区分における機関定格出力を表 3.2-3に示すとおり設定した。

表 3.2-2 トン数区分別平均トン数と新馬力適用船舶における平均馬力

トン数区分	動力船			新馬力適用船舶		
	総隻数	総トン数	平均総トン数	総隻数	馬力数 [kW]	平均馬力 [kW]
1T 未満	7 311	5 119.55	0.70	717	18 690	26
1～3	36 106	67 926.83	1.88	3 479	179 185	52
3～5	45 453	198 227.64	4.36	4 443	471 234	106
5～10	15 508	120 616.35	7.78	1 766	295 703	167
10～15	4 773	60 033.99	12.58	502	112 859	225
15～20	3 929	71 479.23	18.19	456	126 956	278
20～30	50	1 302.39	26.05	5	760	152
30～40	63	2 277.75	36.15	14	4 576	327
40～50	42	1 861.71	44.33	3	895	298
50～60	31	1 757.04	56.68	9	4 562	507
60～70	73	4 790.59	65.62	9	3 505	389
70～80	142	10 709.34	75.42	21	8 715	415
80～90	134	11 201.84	83.60	24	11 819	492
90～100	89	8 584.84	96.46	8	4 181	523
100～150	320	41 346.99	129.21	47	26 225	558
150～200	198	34 488.11	174.18	26	22 105	850
200～350	233	71 045.32	304.92	34	31 698	932
350～500	453	187 888.30	414.76	81	65 502	809
500～1,000	10	6 668.00	666.80	3	4 171	1 390

出典) 2003 年 (第 11 次) 漁業センサス 第 1 巻 海面漁業に関する統計 (全国・大海区編)

Ⅲ海面漁業の漁船及び乗組員に関する統計 2 動力船トン数規模別統計

(1) 動力船隻数・トン数・主機関の馬力数 (7) 新馬力数適用船隻数・馬力数

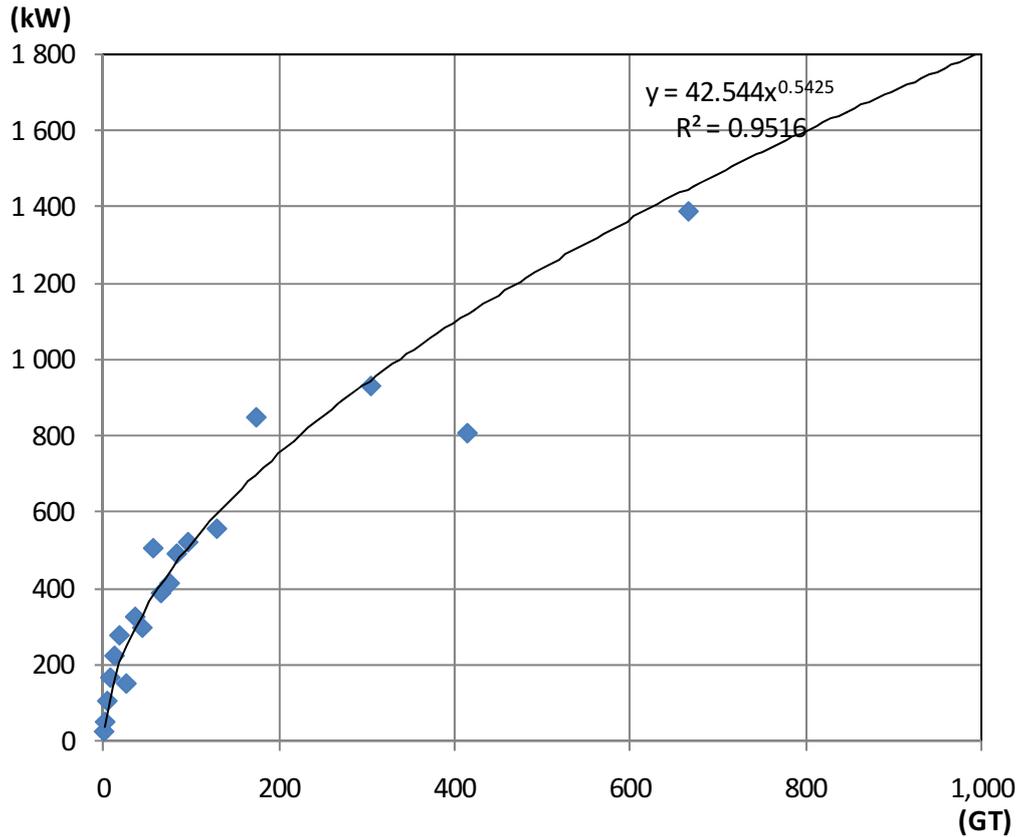


図 3.2-5 総トン数 [GT] と機関定格出力 [kW] の関係式

表 3.2-3 回帰式によるトン数区分別の機関定格出力

トン数区分	平均総トン数	平均出力 [kW]	回帰式による機関定格出力 [kW]
1トン未満	0.7	26.1	35
1～3	1.9	51.5	60
3～5	4.4	106.1	95
5～10	7.8	167.4	129
10～20	15.1	250.3	186
20～30	26.0	152.0	249
30～50	39.4	321.8	312
50～100	79.0	461.7	455
100～150	129.2	558.0	595
150～200	174.2	850.2	699
200～350	304.9	932.3	947
350～500	414.8	808.7	1 119
500～1,000	666.8	1,390.3	1 448

3.2.3 活動量と燃料消費量の算出

(1) エネルギー統計による燃料消費量

表 3.2-4は、漁業における油種別消費量の推移を示したものである。

1991～2001年は「エネルギー生産・需給統計年報」、2005年は「エネルギーバランス表」の統計値であり、各年のC重油及びB重油の使用量が示されている。灯油及び潤滑油は、内燃機関の燃焼用として使用されていないことから、排出量推計における燃料消費量には含めないこととした。

表 3.2-4によると、2005年の「エネルギーバランス表」による軽油使用量は、過去の推移からみると過小となっており、逆にC重油使用量は過大となっていることがわかる。

そこで、表 3.2-5に示すとおり、「エネルギー生産・需給統計年報」に記載されている1991～2001年の各年の燃料使用量を熱量に換算し、熱量ベースの軽油比率及びC重油比率を各年で求め、これを2005年に外挿することにより、より実態に合った油種別使用比率を推計するものとした。なお、エネルギー単位への変換に利用した総発熱量 [MJ/kl] は、エネルギーバランス表で報告されている各年の値とした。

図 3.2-6は、表 3.2-5で示した軽油比率とC重油比率の経年変動より、軽油比率の推移が1999年後に大きく異なっていることから、1999～2001年の比率で外挿したものである。

この外挿方法によると2005年における熱量ベースの軽油比率は26.7%、C重油比率は2.56%となり、これにより、2005年における油種別消費量は、表 3.2-6に示すとおりとなる。

これによると漁船におけるC重油の消費は65,644 [ton/year] となり、軽油、A重油の消費量と比べてかなり少ない値となった。C重油を消費する船舶は比較的大型の船舶と思われることから、C重油については全て200海里以遠で消費されるものとし、軽油及びA重油は全て200海里内で消費されるものとする。

表 3.2-4 漁業における燃料消費量 (単位 : kl) の推移

年	灯油 [kl]	軽油 [kl]	A 重油 [kl]	B 重油 [kl]	C 重油 [kl]	潤滑油 [kl]
1991 年	86,371	872,429	3,932,650	1,902	25,948	36,787
1992 年	87,082	878,655	3,570,790	1,023	35,971	32,059
1993 年	119,751	866,235	3,171,162	1,061	28,004	27,162
1994 年	111,019	926,118	3,012,041	4,655	29,704	26,716
1995 年	119,253	929,443	2,822,617	1,546	31,097	25,235
1996 年	155,688	1,076,805	2,735,125	1,120	18,581	24,688
1997 年	156,536	1,270,899	2,634,112	145	12,451	23,027
1998 年	126,495	1,378,661	2,566,584	125	14,107	21,907
1999 年	148,231	918,451	2,886,531	41	7,469	23,649
2000 年	131,842	881,367	2,861,430	38	4,446	20,713
2001 年	148,145	898,908	2,631,929	1,072	27,372	18,616
2005 年	19,060	25,779	2,482,123	0	320,911	21,681

出典) 1991～2001 年 : エネルギー生産・需給統計年報 2005 年 : エネルギーバランス表

表 3.2-5 漁業における燃料消費量 (単位 : TJ) の推移

年	軽油 [TJ]	A 重油 [TJ]	B 重油 [TJ]	C 重油 [TJ]	軽油比率	C 重油比率
1991 年	33,245	156,556	76	1,106	17.4 %	0.7 %
1992 年	33,477	141,782	41	1,527	18.9 %	1.1 %
1993 年	33,020	125,794	43	1,183	20.6 %	0.9 %
1994 年	35,308	119,143	187	1,258	22.6 %	1.0 %
1995 年	35,401	111,798	62	1,312	23.8 %	1.2 %
1996 年	41,027	107,896	45	784	27.4 %	0.7 %
1997 年	48,492	103,782	6	524	31.7 %	0.5 %
1998 年	52,556	101,317	5	592	34.0 %	0.6 %
1999 年	35,018	113,832	2	314	23.5 %	0.3 %
2000 年	33,654	112,547	2	187	23.0 %	0.2 %
2001 年	34,342	103,763	43	1,148	24.7 %	1.1 %
2005 年	973	97,012	0	13,478	26.7 %	2.56 %

出典) 1991～2001 年 : エネルギー生産・需給統計年報 2005 年 : エネルギーバランス表
 軽油比率=軽油消費量 / (重油+軽油消費量合計) C 重油比率=C 重油消費量 / 重油消費量

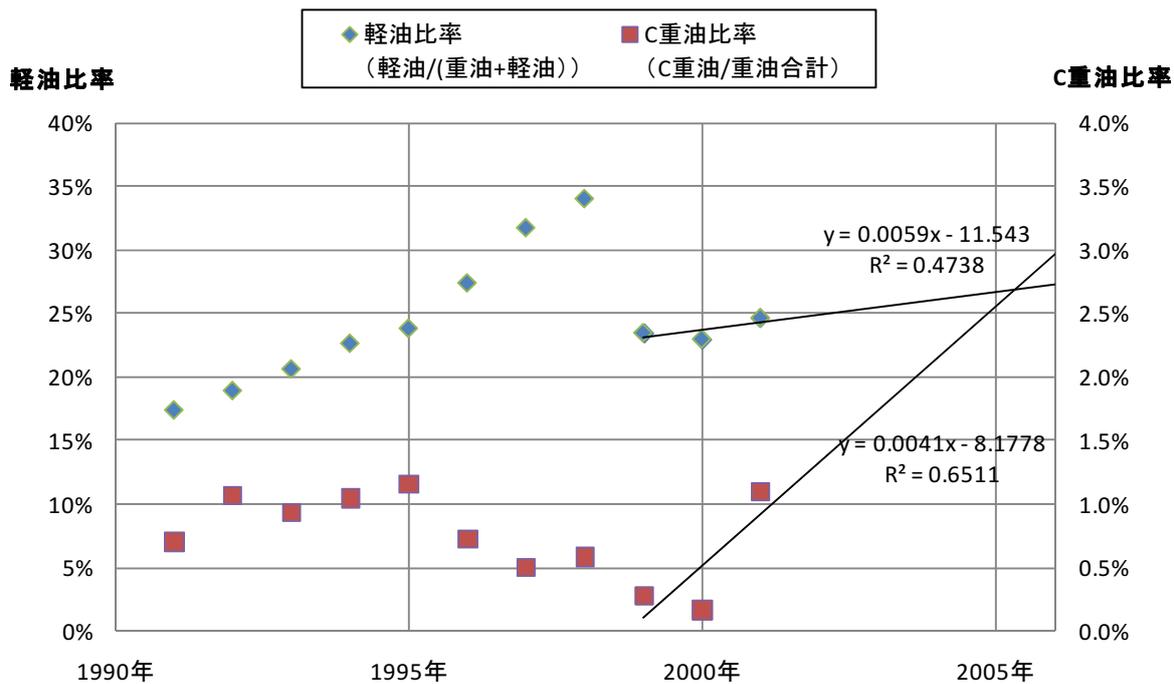


図 3.2-6 1991～2001 年における熱量ベースの軽油比率及び C 重油比率

表 3.2-6 2005 年における漁業による燃料使用量

	軽油	A 重油	C 重油	合計
補正前				
油種別熱量[TJ]	973	97,012	13,478	111,463
補正後				
油種別熱量[TJ]	29,707	78,931	2,825	111,463
単位重量あたりの熱量[MJ/kg]	45.00	45.12	43.04	
油種別重量[ton]	660,145	1,749,366	65,644	2,475,155

(2) 漁船隻数と漁業従事日数

漁業センサス(全国・大海区編)より、経営体階層別動力船隻数と経営体階層別平均漁業従事日数は、表 3.2-7のとおりである。平均漁業従事日数を動力船隻数に乗じることにより、各区分での延べ漁業従事日数を表 3.2-8のとおり求めることができ、これをトン数区分別に合計することにより、各トン数区分の延べ漁業従事日数が得られる。

一方、漁業センサス(都道府県編)には、表 3.2-9に示すとおり、都道府県・大海区別、トン数区分別漁船隻数が集計されており、この表と表 3.2-8で求めたトン数区分別延べ漁業従事日数より、表 3.2-10のとおり、都道府県・大海区別、トン数区分別延べ漁業従事日数を求めることができる。

なお、漁業センサス(都道府県編)には、都道府県・大海区別の 200 海里以内の漁船隻数も集計されており、表 3.2-11に示すとおり、全ての漁船隻数との差から 200 海里以遠で活動する漁船の隻数を都道府県別・大海区別に把握することができる。200 海里以遠で活動する漁船は大きな船型であると思われるので、表 3.2-9の隻数から都道府県・大海区毎に大きな船型から 200 海里以遠の隻数を引いていくと、200 海里以内での漁船の延べ漁業従事日数を求めることができる。表 3.2-12に示すとおり、200 海里以内の漁船は 500 トン以下となる。

表 3.2-7 経営体階層別・トン数区分別動力船隻数及び1経営体平均漁業従事日数

経営体階層	トン数区分	No	計 (隻)	1トン未満																1経営体平均 漁業従事日数 (日)	
				1 (隻)	1~3 (隻)	3~5 (隻)	5~10 (隻)	10~20 (隻)	20~30 (隻)	30~50 (隻)	50 (隻)	100 (隻)	150 (隻)	200 (隻)	320 (隻)	150~ 200 (隻)	200~ 350 (隻)	350~ 500 (隻)	500~ 1,000 (隻)		1,000~ 3,000 (隻)
漁船非使用階層	無動力船のみ	1	114 925	7 311	36 106	45 453	15 508	8 702	50	105	469	320	198	233	453	10	3	4	157		
		2																		82	
		3	4 522																		78
		4	22 742	540	22 202																113
		5	29 943	415	1 347	28 181															138
		6	13 749	442	2 022	3 618	7 667														160
		7	6 967	118	645	1 568	1 507	3 129													176
		8	1 838	18	117	579	695	403	26												184
		9	1 710	7	55	286	596	686	6	74											170
		10	1 362	4	35	99	340	635	6	7	236										166
		11	925	3	7	32	85	536	15	46	132	69									206
		12	528	2	5	5	8	193	1	4	62	95	48	37	68						221
		13	377	1	5	4	12	64	2	49	35	42	67	91	5						261
		14	552	1	4	1	5	12	5	12	61	51	33	110	267	4	3				293
		15	81	1	5	2	2	2	12	7	2	18	27	1							330
		16	1 508	22	203	215	400	667	1												330
17	602	4	45	85	105	363													241		
18	4 511	270	1 843	1 407	713	278													134		
19	73	4	44	19	1	5													182		
20	90	13	30	39	8														88		
魚類	ざんざけ養殖	63	586	698	887	796	3	2											287		
	ぶり類養殖	22	3 039																296		
	まだい養殖	23	2 102	113	748	664	390	186											291		
	ひらめ養殖	24	195	15	81	42	29	28											292		
	その他の魚類養殖	25	921	46	344	273	169	89											285		
	ほたてがい養殖	26	3 470	44	646	1 973	732	71	3										220		
	かき類養殖	27	3 246	141	1 258	1 111	333	398	4	1									213		
	その他の貝類養殖	28	123	19	73	26	4	1												190	
	くるまえばい養殖	29	10	5	3	1	1													289	
	ほや類養殖	30	89	1	43	36	8	1												204	
海面養殖	その他の水産動物類養殖	31	12	7															251		
	こんぶ類養殖	32	333	7	145	123	56	2											197		
	わかめ類養殖	33	1 120	103	682	260	53	22											159		
	のり類養殖	34	5 508	133	1 057	3 653	562	103											205		
	その他の海藻類養殖	35	401	30	277	85	7	1	1										180		
	真珠養殖	36	1 895	123	1 328	333	91	19	1										239		
	真珠母貝養殖	37	381	96	233	39	10	3											232		

出典)2003年(第11次)漁業センサス 第1巻 海面漁業に関する統計(全国・大海区編)

Ⅲ海面漁業の漁船及び乗組員に関する統計 1経営体階層別統計 (1)漁船隻数・動力船トン数規模別隻数

Ⅰ海面漁業の生産構造及び就業構造に関する統計 1漁業経営体 (2)経営体階層別統計 Ⅱ漁業従事日数別経営体数

注)経営体階層は、漁業経営体が「過去1年間に主として営んだ漁業種類」又は「過去1年間に使用した漁船のトン数」により、次の方法により決定した。

ア)過去1年間に主として営んだ漁業種類(販売金額1位の漁業種類)により決定した経営体階層

イ)過去1年間に使用した漁船の種類及び動力船の合計トン数により決定した経営体階層

上記(ア)以外の経営体は、使用漁船の種類及び使用動力船の合計トン数により、漁船非使用、無動力船、動力1トン未満から動力3,000トン以上の階層までの16経営体階層を決定した。

表 3.2-9 都道府県・大海区別、トン数区分別漁船隻数

都道府県 大海区	トン数区分 No	計 (隻)	11トン 未満 (隻)	1~3 (隻)	3~5 (隻)	5~10 (隻)	10~20 (隻)	20~30 (隻)	30~50 (隻)	50~ 100 (隻)	100~ 150 (隻)	150~ 200 (隻)	200~ 350 (隻)	350~ 500 (隻)	500~ 1,000 (隻)	1,000~ 3,000 (隻)	3,000 トン以上 (隻)
北海道	1	114,925	7,311	36,106	45,453	15,508	8,702	50	105	469	320	198	233	453	10	3	4
北海	2	8,878	42	1,232	3,538	2,465	1,412	18	5	10	42	76	10	25	2	1	
青森	3	4,047	132	638	2,407	491	247	2	5	17	62	13	22	10	1		
岩手	4	2,607	113	1,452	526	244	219	1	2	17	1	2	15	15			
宮城	5	2,648	147	789	937	398	179	2	6	17	34	10	22	106	1		
秋田	6	592	3	173	318	45	43	2	4	2	2	1					
山形	7	419	52	245	74	17	25			2	3						
福島	8	782	46	62	348	216	49		9	6	6	13	11	16			
茨城	9	608	18	102	375	10	33		30	5	8	22	5				
千葉	10	2,060	80	489	876	428	154		2	18	4	4	4	1			
東京	11	732	33	204	207	164	77	2	2	6	1	1	11	19	1		4
神奈川	12	1,108	113	245	528	83	93		2	6	2	2	5	32	1		
新潟	13	1,154	66	488	271	205	112	3		1	2	2	4				
富山	14	506	15	91	137	118	117	1		4	32	7	4	1			
石川	15	1,852	107	690	602	284	132	1	8	4	4	7	4	1			
福井	16	1,290	86	486	443	165	85		3	17	4		1				
静岡	17	3,001	419	893	674	771	154		6	17	6	16	44	1			
愛知	18	1,957	62	418	643	396	435		2								
三重	19	6,002	614	2,815	1,998	773	342	1	7	12	8	2	4	26			
京都	20	691	80	320	181	50	58	1			1						
大阪	21	919	16	250	146	463	44										
兵庫	22	5,280	175	1,263	2,870	735	178	1	17	40			1				
和歌山	23	3,414	360	1,062	946	786	242		7	3	3	4	1				
鳥取	24	676	18	178	318	80	29	2		33	8	4	5	1			
島根	25	2,228	313	801	662	230	160	2	4	31	11	9	4	1			
岡山	26	2,013	196	864	762	150	41										
広島	27	3,659	301	1,272	1,400	259	424	2	1								
山口	28	5,744	518	2,486	2,127	284	296		3	26	1	2	1				
徳島	29	2,234	159	953	534	321	257		1	8			1				
香川	30	2,900	170	1,088	1,171	213	256				1						
愛媛	31	7,023	699	2,838	2,598	507	328	1	3	21	15	5	7	1			
高松	32	3,289	173	880	1,328	567	256	1	4	14	14	2	10	40			
福井	33	3,745	164	702	2,377	295	196		4	4	2	4	1				
佐賀	34	2,927	104	427	2,225	118	45		4	4	1	3					
長崎	35	10,448	560	2,678	4,971	1,282	840	2	3	44	14	13	33	6	1	1	
熊本	36	4,067	240	1,530	1,723	430	137		3	3							
大分	37	3,676	156	1,439	1,629	241	167	1	1	37	4	1	1				
宮崎	38	1,897	53	419	890	193	272		17	17	30	13	6	4			
鹿児島	39	5,251	412	1,852	1,619	827	458	2	2	2	4	4	72	1	1		
沖縄	40	2,601	296	1,292	674	224	110	2	1								
北海道	41	4,884	32	809	1,743	1,586	604	17	1	2	27	41	7	12	2	1	
太平洋	42	8,203	341	2,673	2,980	1,046	658	5	18	85	106	46	91	152	2	2	
太平洋	43	14,860	1,321	5,064	4,326	2,615	1,255	3	19	59	21	7	40	123	3	4	
太平洋	44	13,584	1,002	4,727	4,552	1,933	1,097	3	10	98	66	21	27	48			
北海道	45	3,994	10	423	1,795	879	808	1	4	4	8	15	35	3	13		
日本海	46	5,160	251	1,367	2,413	698	366	6	8	7	9	11	6	18			
日本海	47	7,159	636	2,595	2,316	865	490	6	32	125	55	21	13	4	1		
東シナ	48	31,288	2,005	9,316	14,193	3,436	2,076	6	5	83	21	15	46	82	2	2	
瀬戸内	49	25,793	1,713	9,132	11,135	2,450	1,348	3	8	2	1						

出典)2003年(第11次)漁業センサス 第2巻 海面漁業に関する統計(都道府県編)
 1 海面漁業の生産構造及び就業構造に関する統計 10漁船隻及び乗組員 (1)漁船隻数・動力船トン数規模別隻数

表 3.2-10 都道府県・大海区別、トン数区分別延べ漁業従事日数

トン数区分 都道府県 大海区	No	計 (日)	1トン 未満 (日)	1〜30										100 150 200	150 200	200 350	350 500	500 1,000	1,000 3,000	3,000 トン以上 (日)
				1〜3	3〜5	5〜10	10〜20	20〜30	30〜50	50	100	150	200							
延べ漁業従事日数	20 297 017	1 029 236	5 917 857	8 033 756	3 019 596	1 798 638	9 533	19 331	114 216	83 362	52 812	71 824	141 431	3 115	990	1 320				
動力船1隻の平均漁業日数	177	141	164	177	195	207	191	184	244	261	267	308	312	312	330	330				
全 国	1	20 297 017	1 029 236	5 917 857	8 033 756	3 019 596	1 798 638	9 533	19 331	114 216	83 362	52 812	71 824	141 431	3 115	990	1 320			
北 海 道	2	1 567 952	5 913	201 928	625 337	479 965	291 850	3 432	921	2 435	10 941	20 271	3 083	7 805	623	330	0			
青 島 道	3	714 745	18 583	104 570	425 434	95 604	51 053	381	921	4 140	16 151	3 467	6 782	3 122	312	0				
岩 手 県	4	460 425	15 908	237 986	92 970	47 510	45 266	191	368	4 140	261	533	4 624	4 683	0	0				
宮 城 県	5	467 666	20 695	129 319	165 613	77 495	36 998	381	1 105	4 140	8 857	2 667	6 782	33 094	312	0				
秋 田 県	6	104 554	422	28 355	56 206	8 762	8 888	381	736	487	267	0	312	0	0	0				
山 形 県	7	74 000	7 321	40 156	13 079	3 310	5 167	487	782	0	487	0	312	0	0	0				
福 島 県	8	138 110	6 476	10 162	61 509	42 058	10 128	0	1 657	1 461	1 563	3 467	3 391	4 995	0	0				
茨 城 県	9	107 379	2 534	16 718	66 281	1 947	6 821	0	7 306	1 303	2 134	6 782	1 561	0	0	0				
千 葉 県	10	363 819	11 262	80 148	154 832	83 337	31 831	0	368	4 384	1 042	1 067	1 233	312	0	0				
東 京 都	11	129 279	4 646	33 436	36 587	31 933	15 915	381	368	1 461	267	3 391	5 932	312	0	1 320				
神 奈 川 県	12	195 685	15 908	40 156	93 323	16 161	19 222	0	1 461	521	0	1 541	9 991	312	0	0				
新 潟 県	13	203 809	9 291	79 984	47 899	39 916	23 150	572	0	244	521	533	1 233	0	0	0				
富 山 県	14	89 365	2 112	14 915	24 215	22 976	24 183	191	0	521	2 134	308	4 995	0	0	0				
石 川 県	15	327 084	15 063	113 093	106 403	51 404	27 283	191	1 473	974	8 336	1 867	1 233	312	0	0				
福 井 県	16	227 828	12 107	79 657	78 300	32 128	17 569	0	552	4 140	1 042	0	312	0	0	0				
静 岡 県	17	530 010	58 986	146 365	119 129	150 123	31 831	0	1 105	4 140	1 563	0	4 932	13 737	312	0				
愛 知 県	18	345 628	8 728	68 511	113 649	77 106	89 911	0	368	0	0	0	312	0	0	0				
三 重 県	19	1 060 019	86 438	461 385	247 095	150 512	70 689	191	1 289	2 922	2 084	533	1 233	8 117	0	0				
京 都 府	20	122 038	11 262	52 449	31 992	9 738	11 988	191	0	0	267	0	0	0	0	0				
大 阪 府	21	162 305	2 252	40 976	25 805	90 152	9 094	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
兵 庫 県	22	932 506	24 636	207 009	507 269	143 113	36 791	191	3 130	9 741	0	0	312	0	0	0				
和 歌 山 県	23	602 950	50 680	174 064	167 204	153 044	50 020	0	1 289	731	782	0	1 233	312	0	0				
鳥 取 県	24	119 389	2 534	29 175	56 206	15 577	5 994	381	0	8 037	2 084	1 067	1 541	0	312	0				
島 根 県	25	393 489	44 064	131 286	117 008	44 784	33 071	381	736	7 549	2 866	2 401	1 233	312	0	0				
山 梨 県	26	355 518	27 593	141 612	134 682	29 207	8 474	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
広 島 県	27	646 220	42 375	208 484	247 448	50 430	87 638	381	184	0	0	0	0	0	0	0				
山 口 県	28	1 014 453	72 924	407 461	375 944	55 298	61 181	0	552	6 332	261	0	617	312	0	0				
徳 島 県	29	394 549	22 384	156 199	94 384	62 503	53 120	0	184	1 948	0	0	0	312	0	0				
香 川 県	30	512 172	23 932	178 326	206 973	41 474	52 913	0	0	267	0	312	0	0	0	0				
愛 媛 県	31	1 240 339	98 405	465 155	459 193	98 719	67 795	191	552	5 114	3 908	1 334	2 158	312	0	0				
高 松 県	32	560 874	24 355	144 234	234 722	110 402	52 913	191	736	3 409	3 647	533	3 083	12 488	0	0				
福 岡 県	33	661 408	23 088	115 059	420 132	57 440	40 512	0	0	974	521	0	1 233	312	0	0				
佐 賀 県	34	516 940	14 641	69 886	393 256	22 976	9 301	0	0	974	261	0	925	0	0	0				
長 門 県	35	1 845 232	78 836	438 930	878 617	249 621	173 622	381	552	10 715	3 467	10 172	1 873	312	330	0				
熊 本 県	36	718 277	33 787	250 771	304 538	83 726	28 317	0	731	782	0	0	312	0	0	0				
大 分 県	37	649 222	21 962	235 855	287 924	46 926	34 518	191	0	9 011	1 042	267	0	312	0	0				
宮 崎 県	38	335 031	7 461	68 675	157 306	37 579	56 220	0	0	4 140	7 815	3 467	1 850	1 249	0	0				
鹿 児 島 県	39	927 384	58 001	303 547	286 156	161 027	94 665	381	0	487	0	267	1 233	22 479	312	330	0			
沖 縄 県	40	459 365	41 671	211 762	119 129	43 616	22 736	381	184	0	267	0	312	0	0	0				
北海道	41	862 568	4 505	132 597	308 073	308 813	124 842	3 241	184	487	7 034	10 936	2 158	3 747	623	330	0			
道庁管内	42	1 448 740	48 006	438 111	526 711	203 689	136 004	953	3 314	20 700	27 614	12 269	28 051	47 456	623	0	0			
道庁管内	43	2 624 439	185 969	830 001	764 615	509 172	259 399	572	3 498	14 368	5 471	1 867	12 330	38 402	935	0	1 320			
道庁管内	44	2 399 084	141 061	774 766	804 560	376 379	226 742	572	1 841	23 866	17 193	5 601	8 323	14 986	0	0	0			
道庁管内	45	705 384	1 408	69 331	317 284	171 152	167 008	191	736	1 948	3 908	9 335	925	4 059	0	0	0			
道庁管内	46	911 313	35 336	224 054	426 494	135 909	75 649	1 144	1 473	1 705	2 345	2 934	1 850	5 620	0	0	0			
道庁管内	47	1 264 358	89 536	425 327	409 350	168 426	101 279	1 144	5 891	30 441	14 328	5 601	4 007	1 249	312	0	0			
道庁管内	48	5 525 804	282 262	1 526 756	1 968 593	669 031	429 094	1 144	1 473	20 213	5 471	4 001	14 180	25 601	623	660	0			
道庁管内	49	4 555 327	241 155	1 496 756	1 968 096	477 045	278 621	572	1 473	487	0	267	0	312	0	0	0			

注) トン数区分別延べ漁業従事日数と動力船隻数から、動力船1隻あたりの平均漁業従事日数を求め、これにトン数区分別動力船隻数を乗じることにより、延べ漁業従事日数を求めた。

出典) 2003年(第11次)漁業センサス 第2巻 海面漁業に関する統計(都道府県編)
I 海面漁業の生産構造及び就業構造に関する統計 10漁船隻数・動力船トン数規模別隻数

表 3.2-11 200 海里以内の漁業隻数

トシ数区分 都道府県 大区	No	動力船				主とする操業区域(200海里以内)の動力船				200海里以遠 の動力船隻数
		総隻数	総トン数	主機関の馬力数(PS)	主機関の馬力数(KW)	総隻数	総トン数	主機関の馬力数(PS)	主機関の馬力数(KW)	
全	1	114 925	926 095	7 586 807	1 393 341	114 088	665 789	7 104 768	1 284 435	837
北海道	2	8 878	96 668	963 641	101 951	8 840	81 505	928 701	100 111	38
東北	3	4 047	43 583	334 885	66 924	4 022	34 152	313 555	64 924	25
関東	4	2 607	23 207	196 264	15 898	2 577	12 357	175 690	12 946	30
中部	5	2 648	69 595	268 948	69 104	2 500	19 000	188 488	49 325	148
近畿	6	592	3 756	38 018	11 538	591	3 268	38 018	9 738	1
山形	7	419	2 497	21 961	3 832	418	2 045	20 481	3 832	1
福島	8	782	17 517	84 445	28 457	743	6 464	60 167	28 457	39
茨城	9	608	15 382	78 703	16 325	604	13 560	76 363	16 325	4
千葉	10	2 060	15 102	160 021	30 161	2 044	12 988	154 531	28 986	16
東京	11	732	31 756	89 989	10 710	717	12 452	65 049	10 710	15
神奈川	12	1 108	22 186	101 399	18 184	1 067	5 903	60 069	17 184	41
新潟	13	1 154	7 564	72 317	15 900	1 150	6 350	68 977	15 900	4
富山	14	506	12 150	43 834	7 848	486	4 949	36 024	4 948	20
石川	15	1 852	15 831	133 771	38 763	1 817	10 410	121 146	34 063	35
福井	16	1 290	7 802	20 239	15 548	1 289	7 303	79 579	15 548	1
静岡	17	3 001	38 740	272 344	48 154	2 947	17 557	236 214	37 614	54
愛知	18	1 957	13 001	130 879	24 680	1 956	12 551	130 359	24 680	1
三重	19	6 002	38 396	331 186	82 664	5 949	24 382	300 105	63 181	53
岐阜	20	691	2 910	35 392	5 550	691	2 910	35 392	5 550	0
大塚	21	919	5 561	44 625	10 478	919	5 561	44 625	10 478	0
兵庫	22	5 280	28 521	259 173	46 920	5 279	28 022	257 373	46 920	1
和歌山	23	3 414	18 291	193 994	31 324	3 395	16 103	189 294	30 414	19
鳥取	24	676	9 447	54 560	8 568	674	8 749	52 300	8 568	2
島根	25	2 228	16 085	155 386	19 949	2 227	15 586	153 586	19 949	1
岡山	26	2 013	6 739	63 608	22 924	2 013	6 739	63 608	22 924	0
広島	27	3 659	17 496	176 612	25 730	3 659	17 496	176 612	25 730	0
山口	28	5 744	23 781	239 855	68 027	5 743	23 378	239 855	67 387	1
徳島	29	2 234	11 095	104 137	15 446	2 226	10 108	100 137	15 446	8
香川	30	2 900	13 670	116 699	16 006	2 899	13 171	116 209	16 006	1
愛媛	31	7 023	32 999	309 165	67 476	7 020	31 852	305 965	66 326	3
高知	32	3 289	37 974	282 882	65 916	3 222	18 784	242 713	56 736	67
福岡	33	3 745	19 437	219 537	38 265	3 744	18 952	218 877	38 265	1
佐賀	34	2 927	13 563	145 716	33 680	2 927	13 563	145 716	33 680	0
長門	35	10 448	72 019	702 249	112 232	10 444	70 383	702 249	109 652	4
熊本	36	4 067	16 328	235 214	44 338	4 060	15 302	232 064	42 598	7
大分	37	3 676	18 303	202 579	38 537	3 640	14 927	194 756	32 669	36
宮崎	38	1 897	21 145	164 470	28 221	1 862	14 571	142 831	23 107	35
鹿児島	39	5 251	56 322	331 988	69 916	5 174	24 132	299 668	56 821	77
沖縄	40	2 601	9 677	146 122	17 077	2 553	8 301	137 462	16 677	48
北海道	41	4 884	53 169	499 093	53 003	4 861	43 891	477 353	51 163	23
太平洋	42	8 203	157 410	803 696	162 914	7 957	73 659	654 694	138 183	246
太平洋	43	14 860	159 179	1 085 818	214 553	14 680	85 834	946 327	182 355	180
太平洋	44	13 584	107 310	939 801	197 791	13 416	73 848	858 270	175 569	168
北海道	45	3 994	43 499	464 548	48 948	3 979	37 614	451 348	48 948	15
日本海	46	5 160	37 840	335 679	72 972	5 134	28 486	323 029	68 272	26
日本海	47	7 159	58 400	504 122	94 393	7 119	50 784	484 977	89 693	40
東シナ	48	31 288	200 718	1 925 839	359 316	31 150	163 602	1 881 049	340 801	138
東シナ	49	25 793	108 570	1 028 211	189 451	25 792	108 071	1 027 721	189 451	1

出典)2003年(第11次)漁業センサス 第2巻 海面漁業に関する統計(都道府県編)
 I 海面漁業の生産構造及び就業構造に関する統計 10 漁船及び乗組員 (2) 動力船隻数・トン数・主機関の馬力数、(8)主とする操業水域(200海里以内) ア 漁船隻数・トン数・主機関の馬力数

表 3.2-12 都道府県・大海区別、トン数区分別延べ漁業従事日数 (200 海里以内)

トン数区分 都道府県 大海区	No	計 (日)	1トン未満																
			1~3 (日)	3~5 (日)	5~10 (日)	10~20 (日)	20~30 (日)	30~50 (日)	50~100 (日)	100~150 (日)	150~200 (日)	200~350 (日)	350~500 (日)	500~1,000 (日)	1,000~3,000 (日)	3,000 トン以上 (日)			
延べ漁業従事日数	20 297 017	1 029 236	5 917 857	8 033 756	3 019 596	1 798 638	9 533	19 331	114 216	83 362	52 812	71 824	141 431	3 115	990	1 320			
動力船1隻の平均漁業日数	177	141	164	177	195	207	191	184	244	261	308	312	312	312	330	330			
全 国	1	20 149 194	1 029 236	5 917 857	8 033 756	3 019 596	1 798 638	9 533	19 331	114 216	83 362	52 812	71 824	141 431	3 115	990			
北 海 道	2	1 561 241	5 913	201 928	625 337	479 965	291 850	3 432	9 21	2 435	10 941	20 271	0	0	0	0			
青 島 道	3	710 329	18 583	104 570	425 434	95 604	51 053	381	9 21	4 140	16 151	3 467	2 466	0	0	0			
岩 手 県	4	455 126	15 908	237 986	92 970	47 510	45 266	191	368	4 140	261	533	0	0	0	0			
宮 城 県	5	441 527	20 695	129 319	165 613	77 495	36 998	381	1 105	4 140	6 513	0	0	0	0	0			
秋 田 県	6	104 377	422	28 355	56 206	8 762	8 888	381	736	487	267	0	0	0	0	0			
山 形 県	7	73 823	7 321	40 156	13 079	3 310	5 167	0	487	782	0	0	0	0	0	0			
福 島 県	8	131 222	6 476	10 162	61 509	42 058	10 128	0	1 657	1 461	1 563	267	0	0	0	0			
茨 城 県	9	106 673	2 534	16 718	66 281	1 947	6 821	0	7 306	2 134	6 782	312	0	0	0	0			
千 葉 県	10	360 993	11 262	80 148	154 832	83 337	31 831	0	368	3 653	0	0	0	0	0	0			
東 京 都	11	126 630	4 646	33 436	36 587	31 933	15 915	381	368	1 461	261	267	3 391	2 810	0	0			
神 奈 川 県	12	188 444	15 908	40 156	93 323	16 161	19 222	0	1 218	0	0	0	0	0	0	0			
新 潟 県	13	203 103	9 291	79 984	47 899	39 916	23 150	572	0	244	521	533	0	0	0	0			
富 山 県	14	85 833	2 112	14 915	24 215	22 976	24 183	191	0	521	1 334	0	0	0	0	0			
石 川 県	15	320 902	15 063	113 093	106 403	51 404	27 283	191	1 473	974	2 345	0	0	0	0	0			
福 井 県	16	227 652	12 107	79 657	78 300	32 128	17 569	0	552	4 140	1 042	0	0	0	0	0			
静 岡 県	17	520 473	58 986	146 365	119 129	150 123	31 831	0	1 105	4 140	1 563	0	2 158	0	0	0			
愛 知 県	18	345 451	8 728	68 511	113 649	77 106	89 911	0	368	0	0	0	0	0	0	0			
三 重 県	19	1 050 659	86 438	461 385	247 095	150 512	70 689	191	1 105	0	0	0	0	0	0	0			
京 都 府	20	122 038	11 262	52 449	31 992	9 738	11 988	191	0	0	267	0	0	0	0	0			
大 阪 府	21	162 305	2 252	40 976	25 805	90 152	9 094	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
兵 庫 県	22	932 329	24 636	207 009	507 269	143 113	36 791	191	3 130	9 741	0	0	0	0	0	0			
和 歌 山 県	23	599 594	50 680	174 064	167 204	153 044	49 813	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
鳥 取 県	24	119 036	2 534	29 175	56 206	15 577	5 994	381	0	8 037	2 084	1 067	1 233	0	0	0			
島 根 県	25	393 313	44 064	131 286	117 008	44 784	33 071	381	736	7 549	2 866	2 401	1 233	0	0	0			
岡 山 県	26	355 518	27 593	141 612	134 682	29 207	8 474	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
広 島 県	27	646 220	42 375	208 484	247 448	50 430	87 638	381	184	0	0	0	0	0	0	0			
山 口 県	28	1 014 277	72 924	407 461	375 944	55 298	61 181	0	552	6 332	261	0	617	0	0	0			
徳 島 県	29	393 136	22 384	156 199	94 384	62 503	53 120	0	184	244	0	0	0	0	0	0			
香 川 県	30	511 995	23 932	178 326	206 973	41 474	52 913	0	0	267	0	0	0	0	0	0			
愛 媛 県	31	1 239 809	98 405	465 155	459 193	98 719	67 795	191	552	5 114	3 908	1 334	1 541	0	0	0			
高 松 県	32	569 041	24 355	144 234	234 722	110 402	52 913	191	736	3 166	0	0	0	0	0	0			
福 岡 県	33	661 232	23 088	115 059	420 132	57 440	40 512	0	0	974	521	0	1 233	0	0	0			
佐 賀 県	34	516 940	14 641	69 886	393 256	22 976	9 301	0	0	974	261	0	925	0	0	0			
長 門 県	35	1 844 525	78 836	438 930	878 617	249 621	173 622	381	552	10 715	3 647	3 467	10 172	1 249	0	0			
熊 本 県	36	717 041	33 787	250 771	304 538	83 726	28 317	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
大 分 県	37	642 864	21 962	235 855	287 924	46 926	34 518	191	0	1 705	0	0	0	0	0	0			
宮 崎 県	38	328 850	7 461	68 675	157 306	37 579	56 220	0	0	4 140	4 689	0	0	0	0	0			
鹿 児 島 県	39	913 785	58 001	303 547	286 156	161 027	94 665	381	0	487	0	267	308	0	0	0			
沖 縄 県	40	450 888	41 671	211 762	119 129	43 616	13 848	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
北海道	41	858 506	4 505	132 597	308 073	308 813	124 842	3 241	184	487	7 034	10 669	0	0	0	0			
道庁管内	42	1 405 294	48 006	438 111	526 711	203 689	136 004	953	3 314	20 700	27 614	12 003	0	0	0	0			
道庁管内	43	2 592 649	185 969	830 001	764 615	509 172	259 399	572	3 498	14 368	4 689	0	0	0	0	0			
道庁管内	44	2 369 413	141 061	774 766	804 560	376 379	226 742	572	1 841	22 405	0	0	0	0	0	0			
道庁管内	45	702 735	1 408	69 331	317 284	171 152	167 008	191	736	1 948	3 908	9 335	308	0	0	0			
道庁管内	46	906 721	35 336	224 054	426 494	135 909	75 649	1 144	1 473	1 705	2 345	2 401	0	0	0	0			
道庁管内	47	1 257 294	89 536	425 327	409 350	168 426	101 279	1 144	5 891	30 441	14 067	0	0	0	0	0			
道庁管内	48	5 501 432	282 262	1 526 914	2 508 593	669 031	429 094	1 144	1 473	20 213	5 471	2 401	0	0	0	0			
道庁管内	49	4 555 150	241 155	1 496 756	1 968 096	477 045	278 621	572	1 473	487	0	267	0	0	0	0			

注) トン数区分別延べ漁業従事日数と動力船隻数から、動力船1隻あたりの平均漁業従事日数を求め、これにトン数区分別動力船隻数(200海里以内)を乗じることにより、200海里以内の延べ漁業従事日数を求めた。

出典) 2003年(第11次)漁業センサス 第2巻 海面漁業に関する統計(都道府県編)
I 海面漁業の生産構造及び就業構造に関する統計 10 漁船隻数・動力船トン数規模別隻数

(3) ボトムアップ手法による漁船の燃料消費量の算出

漁船活動による燃料消費量 Fuel は、数式 3.2-1 で算出される。(定格燃料消費量は、燃料消費率 SFC [g-fuel/kWh]×機関定格出力 P_m [kWh]で算出される。)

ここでは、全ての船型における漁船に対して SFC = 225 g-fuel/kWh を適用した。

$$\text{Fuel} = N \times \text{SFC} \times P_m \times \text{PR} \times H \quad \text{数式 3.2-1}$$

N : 隻数=延べ漁業従事日数
SFC : 燃料消費率 225[g-fuel/kWh]
P_m : 機関定格出力 [kWh]
PR : 負荷率
H : 活動時間 [hour]

延べ漁業従事日数は、都道府県・大海区別、トン数区分別に、距岸 200 海里以内では表 3.2-12のとおり算出され、機関定格出力は表 3.2-3のとおり、トン数区分別に求められている。

負荷率と活動時間については、トン数グループ別に表 3.2-1に示すとおり想定しており、これらより、操業時と航行時を合せた燃料消費量を求めると表 3.2-13に示すとおりである。

表 3.2-13 都道府県・大海区別、トン数区分別燃料消費量 (200 海里以内)

(単位：ton/year)

トン数区分	No	1T未満	1~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~50	50~100	100~150	150~200	200~350	350~500	500~1,000	1,000~3,000	3,000T以上	合計
都道府県																	
全	1	23 144	227 471	487 268	250 669	213 013	1 464	16 454	135 185	109 903	106 729	121 549	19 582	0	0	0	1 712 431
北海道	2	133	7 762	37 928	39 844	34 739	549	857	3 305	19 395	56 723	0	0	0	0	0	201 235
青森	3	418	4 019	25 804	7 936	6 077	61	857	5 619	28 630	9 703	9 350	0	0	0	0	98 474
岩手	4	358	9 148	5 639	3 944	5 388	30	343	5 619	462	1 493	0	0	0	0	0	32 423
宮城	5	465	4 971	10 445	6 433	4 404	61	1 028	5 619	11 544	0	0	0	0	0	0	44 571
秋田	6	9	1 090	3 409	727	1 058	61	686	661	0	746	0	0	0	0	0	8 448
山形	7	165	1 544	793	275	615	0	0	661	1 385	0	0	0	0	0	0	5 438
福島	8	146	391	3 731	3 491	1 206	0	1 543	1 983	2 771	746	0	0	0	0	0	16 007
茨城	9	57	643	4 020	162	812	0	0	9 916	2 309	5 971	25 712	1 399	0	0	0	51 000
千葉	10	253	3 081	9 391	6 918	3 789	0	343	4 958	0	0	0	0	0	0	0	28 733
東京	11	104	1 285	2 219	2 651	1 894	61	343	1 983	462	746	12 856	12 589	0	0	0	37 194
神奈川	12	358	1 544	5 660	1 342	2 288	0	0	1 653	0	0	0	0	0	0	0	12 844
新潟	13	209	3 074	2 905	3 314	2 756	91	0	331	924	1 493	0	0	0	0	0	15 096
富山	14	47	573	1 469	1 907	2 879	30	0	924	0	3 732	0	0	0	0	0	11 561
石川	15	339	4 347	6 454	4 267	3 248	30	1 371	1 322	4 156	0	0	0	0	0	0	25 534
福井	16	272	3 062	4 749	2 667	2 091	0	514	5 619	1 847	0	0	0	0	0	0	20 822
静岡	17	1 326	5 626	7 225	12 462	3 789	0	1 028	5 619	2 771	0	8 181	0	0	0	0	48 028
愛知	18	196	2 633	6 893	6 401	10 702	0	343	0	0	0	0	0	0	0	0	27 169
三重	19	1 944	17 735	14 987	12 495	8 414	30	1 028	0	0	0	0	0	0	0	0	56 833
京都	20	253	2 016	1 940	808	1 427	30	0	0	746	0	0	0	0	0	0	7 222
大阪	21	51	1 575	1 565	7 484	1 083	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11 757
兵庫	22	554	7 957	30 767	11 880	4 379	30	2 914	13 221	0	0	0	0	0	0	0	71 703
和歌山	23	1 140	6 691	10 141	12 705	5 929	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36 606
鳥取	24	57	1 121	3 409	1 293	713	61	0	10 907	3 694	2 985	4 675	0	0	0	0	28 917
島根	25	991	5 046	7 097	3 718	3 936	61	686	10 246	5 080	6 717	4 675	0	0	0	0	48 253
岡山	26	620	5 443	8 169	2 425	1 009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17 666
広島	27	953	8 014	15 008	4 186	10 432	61	171	0	0	0	0	0	0	0	0	38 825
山口	28	1 640	15 662	22 802	4 591	7 282	0	514	8 594	462	0	2 337	0	0	0	0	63 884
徳島	29	503	6 004	5 725	5 189	6 323	0	171	331	0	0	0	0	0	0	0	24 245
香川	30	538	6 854	12 553	3 443	6 298	0	0	0	746	0	0	0	0	0	0	30 434
愛媛	31	2 213	17 880	27 851	8 195	8 070	30	514	6 941	6 927	3 732	5 844	0	0	0	0	88 196
高知	32	548	5 544	14 237	9 165	6 298	30	686	4 297	0	0	0	0	0	0	0	40 804
福岡	33	519	4 423	25 482	4 768	4 822	0	0	1 322	924	0	4 675	0	0	0	0	46 935
佐賀	34	329	2 690	23 853	1 907	1 107	0	0	1 322	462	0	3 506	0	0	0	0	35 177
長門	35	1 773	16 872	53 290	20 722	20 667	61	514	14 543	6 465	9 703	38 568	5 595	0	0	0	188 773
熊本	36	760	9 639	18 471	6 950	3 371	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39 191
大分	37	494	9 066	17 463	3 895	4 109	30	0	2 314	0	0	0	0	0	0	0	37 371
宮崎	38	168	2 640	9 541	3 120	6 692	0	0	5 619	8 312	0	0	0	0	0	0	36 091
鹿児島	39	1 304	11 668	17 356	13 368	11 288	61	0	661	0	746	1 169	0	0	0	0	57 601
沖縄	40	937	8 140	7 225	3 621	1 648	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21 571
北海道太平洋北区	41	101	5 097	18 685	25 636	14 860	518	171	661	12 468	29 854	0	0	0	0	0	108 053
太平洋中北区	42	1 079	16 840	31 946	16 907	16 189	152	3 085	28 095	48 948	33 586	0	0	0	0	0	196 829
太平洋南東区	43	4 182	31 904	46 376	42 268	30 877	91	3 257	19 501	8 312	0	0	0	0	0	0	186 768
北海道日本海北区	44	3 172	29 781	48 799	31 245	26 989	91	1 714	30 408	0	0	0	0	0	0	0	172 189
日本海西海区	45	32	2 665	19 243	14 208	19 879	30	686	6 244	6 927	26 123	1 169	0	0	0	0	93 605
日本海東海区	46	795	8 612	25 868	11 282	9 005	183	1 371	2 314	4 156	6 717	0	0	0	0	0	70 303
東シオ海区	47	2 013	16 349	24 828	13 982	12 055	183	5 485	41 316	24 936	0	0	0	0	0	0	141 147
瀬戸内海区	48	6 347	58 692	152 153	55 539	51 076	183	857	27 434	9 697	6 717	0	0	0	0	0	388 694
	49	5 423	57 532	119 370	39 601	33 165	91	1 371	661	0	746	0	0	0	0	0	257 962

(4) 漁船の燃料消費量のトップダウン補正と油種別消費量

表 3.2-14 は、表 3.2-6で求めた①エネルギー統計による 2005 年の漁業における油種別燃料消費量 (重量ベース) と、表 3.2-13で求めた②漁業統計資料 (漁業センサス) によるボトムアップで推計した総燃料消費量 (重量ベース) を示したものである。漁業活動で消費される距岸 200 海里内の燃料消費量は 2,409,511 ton/year と推計され、内訳は操業時が 581,085 ton/year、航行時が 1,828,426 ton/year である。

軽油及び A 重油を加えた値は、エネルギー統計では 2,409,511 ton/year であるが、漁業センサスよりボトムアップ手法で算出した値は 1,712,431ton/year となった。エネルギー統計の値を正とすることから、これらの比率である 1.4071 を補正係数とし、表 3.2-13の値に一律この係数を乗じることにより、表 3.2-15 に示すとおり、燃料消費量を都道府県・大海区別、トン数区別にトップダウン補正した値を求めることができる。

また、軽油は小型の漁船で使用されることから、軽油と A 重油のトン数区別消費量は、まず、軽油を小さな船型から先に割り当てていき、軽油の割り当てが全て終了してから A 重油を残りの船型に割り当てるものとする。

表 3.2-14 燃料消費量のトップダウン補正

	軽油	A 重油	合計
エネルギー統計による油種別重量[ton/year]	660,145	1,749,366	2,409,511
漁業統計資料による燃料消費量[ton/year]	—	—	1,712,431
補正係数 (重量ベース)	—	—	1.4071

表 3.2-15 補正後の都道府県・大海区別、トン数区分別燃料消費量 (200 海里以内)

(単位: ton/year)

トン数区分 都道府県	No	トン数区分										合計				
		1T未満	1~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~50	50~100	100~150	150~200		200~350	350~500	500~1,000	1,000~3,000
全	1	32 565	320 067	685 621	352 709	299 724	2 059	23 152	190 215	154 641	150 176	171 028	27 554	0	0	2 409 511
北海道	2	187	10 921	53 368	56 063	48 881	772	1 206	4 651	27 290	79 814	0	0	0	0	283 152
青森	3	588	5 656	36 308	11 167	8 551	86	1 206	7 906	40 285	13 652	0	0	0	0	138 560
岩手	4	503	12 871	7 934	5 549	7 581	43	482	7 906	650	2 100	0	0	0	0	45 622
宮城	5	655	6 994	14 134	9 052	6 197	86	1 447	7 906	16 244	0	0	0	0	0	62 714
秋田	6	13	1 534	4 797	1 023	1 439	86	965	930	0	1 050	0	0	0	0	11 887
山形	7	232	2 172	1 116	387	865	0	0	930	1 949	0	0	0	0	0	7 651
福島	8	205	550	5 249	4 913	1 696	0	2 170	2 790	3 899	1 050	0	0	0	0	22 522
茨城	9	80	904	5 657	227	1 142	0	0	13 952	3 249	8 401	36 179	1 968	0	0	71 760
千葉	10	356	4 335	13 214	9 734	5 331	0	482	6 976	0	0	0	0	0	0	40 429
東京	11	147	1 808	3 122	3 730	2 666	86	482	2 790	650	1 050	18 039	17 713	0	0	52 335
神奈川	12	503	2 172	7 964	1 888	3 219	0	0	2 325	0	0	0	0	0	0	18 072
新潟	13	294	4 326	4 088	4 662	3 877	129	0	465	1 300	2 100	0	0	0	0	21 241
富山	14	67	807	2 067	2 684	4 050	43	0	1 300	5 251	0	0	0	0	0	16 267
石川	15	477	6 117	9 081	6 004	4 570	43	1 929	1 860	5 848	0	0	0	0	0	35 928
福井	16	383	4 308	6 682	3 753	2 943	0	723	7 906	2 599	0	0	0	0	0	29 298
静岡	17	1 866	7 916	10 167	17 535	5 331	0	1 447	7 906	3 899	0	11 511	0	0	0	67 579
愛知	18	276	3 705	9 699	9 007	15 059	0	482	0	0	0	0	0	0	0	38 228
三重	19	2735	24 954	21 088	17 839	11 839	43	1 447	0	0	0	0	0	0	0	79 687
京都	20	356	2 837	2 730	1 137	2 008	43	0	0	1 050	0	0	0	0	0	10 161
大阪	21	71	2 216	2 202	10 530	1 523	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16 543
兵庫	22	779	11 196	43 292	16 717	6 162	43	4 100	18 603	0	0	0	0	0	0	100 891
和歌山	23	1 604	9 414	14 270	17 877	8 343	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51 507
鳥取	24	80	1 578	4 797	1 819	1 004	86	0	15 347	5 198	4 201	6 578	0	0	0	40 688
島根	25	1 394	7 101	9 986	5 231	5 539	86	965	14 417	7 147	9 452	6 578	0	0	0	67 895
岡山	26	873	7 659	11 494	3 412	1 419	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24 857
広島	27	1 341	11 276	21 118	5 891	14 678	86	241	0	0	0	0	0	0	0	54 630
山口	28	2 307	22 038	32 084	6 459	10 247	0	723	12 082	650	0	3 289	0	0	0	89 889
徳島	29	708	8 448	8 055	7 301	8 897	0	241	465	0	0	0	0	0	0	34 115
香川	30	757	9 645	17 664	4 844	8 882	0	0	0	1 050	0	0	0	0	0	42 822
愛媛	31	3 113	25 158	39 189	11 531	11 355	43	723	9 767	9 746	5 251	8 222	0	0	0	124 098
高松	32	771	7 801	20 032	12 896	8 862	43	965	6 046	0	0	0	0	0	0	57 415
徳島	33	730	6 223	35 855	6 709	6 785	0	0	1 860	1 300	0	6 578	0	0	0	66 041
佐賀	34	463	3 785	33 562	2 684	1 588	0	0	1 860	650	0	4 933	0	0	0	49 496
長門	35	2 494	23 740	74 983	29 157	29 079	86	723	20 463	9 097	13 652	54 268	7 873	0	0	285 616
熊本	36	1 069	13 563	25 990	9 780	4 743	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55 144
大分	37	695	12 756	24 572	5 481	5 781	43	0	3 256	0	0	0	0	0	0	52 584
宮崎	38	236	3 714	13 425	4 390	9 416	0	0	7 906	11 696	0	0	0	0	0	50 783
鹿児島	39	1 835	16 417	24 421	18 809	15 855	86	0	930	0	1 050	1 644	0	0	0	81 049
沖縄	40	1 318	11 453	10 167	5 095	2 319	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30 352
北海道太平洋北区	41	143	7 172	26 292	36 071	20 909	729	241	930	17 543	42 007	0	0	0	0	152 038
太平洋北区	42	1 519	23 695	44 951	23 790	22 779	215	4 341	39 531	68 874	47 258	0	0	0	0	276 952
太平洋中區	43	5 884	44 891	65 254	59 475	43 446	129	4 582	27 439	11 696	0	0	0	0	0	262 795
太平洋南區	44	4 463	41 903	68 663	43 964	37 976	129	2 412	42 787	0	0	0	0	0	0	242 296
北海道日本海北区	45	45	3 750	27 076	19 992	27 971	43	965	3 721	9 746	36 756	1 644	0	0	0	131 709
日本海北区	46	1 118	12 118	36 398	15 875	12 670	257	1 929	3 256	5 848	9 452	0	0	0	0	98 921
日本海西區	47	2 833	23 004	34 935	19 673	16 963	257	7 117	58 134	35 087	0	0	0	0	0	198 603
東シナ海西區	48	8 931	82 583	214 090	78 147	71 867	257	1 206	38 601	13 645	9 452	0	0	0	0	518 779

(5) 地域別の燃料消費量及び排出量

軽油及びA重油の200海里以内における消費量を、都道府県別・大海区別、トン数区別に求めると、それぞれ表3.2-16と表3.2-17に示すとおりとなり、SO₂及びNO_xの排出量を都道府県・大海区別、トン数区別に割り振ると、それぞれ表3.2-18と表3.2-19に示すとおりとなる。これらを都道府県別に比較した図を図3.2-7～図3.2-10に示す。

なお、機関定格出力130kW以上の船舶は表3.2-3より概ね5トン以上の船舶となり、距岸200海里以内での5トン以上の漁船の燃料消費量は1,371,258 ton/yearとなり、距岸200海里内の全ての漁船の燃料消費量2,409,511 ton/yearの57%となる。

また、距岸200海里内におけるSO₂の排出量は、全体の78% (16,104 ton/year) が5トン以上の船舶から排出され、NO_xについては、燃料消費量と同じで全体の57% (91,417 ton/year) が5トン以上の船舶から排出されることとなる。

表 3.2-16 都道府県・大海区別、トシ数区分別軽油消費量（操業及び航行時、200 海里以内）

（単位：ton/year）

都道府県	トシ数区分 No	1T未満	1～3	3～5	5～10	10～20	20～30	30～50	50～100	100～150	150～200	200～350	350～500	500～1,000	1,000～3,000	3,000 T以上	合計
		32,565	320,067	307,513	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
北海道	1	187	10,921	23,936	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35,045
北海道	2	588	5,656	16,285	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22,528
北海道	3	503	12,871	3,559	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16,933
北海道	4	655	6,994	6,339	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13,988
北海道	5	13	1,534	2,151	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,698
北海道	6	232	2,172	501	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,904
北海道	7	205	550	2,354	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,109
北海道	8	80	904	2,537	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,521
北海道	9	356	4,335	5,927	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,618
北海道	10	147	1,808	1,400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,356
北海道	11	503	2,172	3,572	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,247
北海道	12	294	4,326	1,833	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,453
北海道	13	67	807	927	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,800
北海道	14	477	6,117	4,073	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,666
北海道	15	383	4,308	2,997	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,688
北海道	16	1,866	7,916	4,560	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14,342
北海道	17	276	3,705	4,350	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8,332
北海道	18	2,735	24,954	9,458	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37,147
北海道	19	356	2,837	1,225	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,418
北海道	20	71	2,216	988	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,275
北海道	21	779	11,196	19,417	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31,393
北海道	22	1,604	9,414	6,400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17,418
北海道	23	80	1,578	2,151	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,810
北海道	24	1,394	7,101	4,479	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,974
北海道	25	873	7,659	5,155	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13,687
北海道	26	1,341	11,276	9,472	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22,088
北海道	27	2,307	22,038	14,390	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38,735
北海道	28	708	8,448	3,613	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,769
北海道	29	757	9,645	7,922	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18,324
北海道	30	3,113	25,158	17,577	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45,848
北海道	31	771	7,801	8,985	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17,556
北海道	32	730	6,223	16,082	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23,035
北海道	33	463	3,785	15,053	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19,302
北海道	34	2,494	23,740	33,631	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59,865
北海道	35	1,069	13,563	11,657	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26,289
北海道	36	695	12,756	11,021	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24,472
北海道	37	236	3,714	6,021	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,972
北海道	38	1,835	16,417	10,953	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,206
北海道	39	1,318	11,453	4,560	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17,332
北海道	40	143	7,172	11,792	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19,106
北海道	41	5,884	44,891	29,268	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45,375
北海道	42	4,463	41,903	30,797	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80,042
北海道	43	45	3,750	12,144	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77,163
北海道	44	1,118	12,118	16,325	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15,938
北海道	45	2,833	23,004	15,669	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29,561
北海道	46	8,931	82,583	96,023	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41,506
北海道	47	7,630	80,952	75,334	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	187,537
北海道	48	7,630	80,952	75,334	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	163,916
北海道	49	7,630	80,952	75,334	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	163,916

表 3.2-17 都道府県・大海区別、トン数区分別 A 重油消費量 (操業及び航行時、200 海里以内)

(単位: ton/year)

トン数区分 都道府県	No	トン数区分別										合計				
		1T未満	1~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~50	50~100	100~150	150~200		200~350	350~500	500~1,000	1,000~3,000
北海道	1	0	0	378,108	352,709	299,724	2,059	23,152	190,215	154,641	150,176	171,028	27,554	0	0	1,749,366
北海道	2	0	0	29,431	56,063	48,881	772	1,206	4,651	27,290	79,814	0	0	0	0	248,108
北海道	3	0	0	20,023	11,167	8,551	86	1,206	7,906	40,285	13,652	13,156	0	0	0	116,032
北海道	4	0	0	4,376	5,549	7,581	43	482	7,906	650	2,100	0	0	0	0	28,688
北海道	5	0	0	7,795	9,052	6,197	86	1,447	7,906	16,244	0	0	0	0	0	48,726
北海道	6	0	0	2,645	1,023	1,489	86	965	930	0	1,050	0	0	0	0	8,188
北海道	7	0	0	616	387	865	0	0	930	1,949	0	0	0	0	0	4,747
北海道	8	0	0	2,895	4,913	1,696	0	2,170	2,790	3,899	1,050	0	0	0	0	19,413
北海道	9	0	0	3,119	227	1,142	0	0	13,932	3,249	8,401	36,179	1,968	0	0	68,239
北海道	10	0	0	7,287	9,734	5,331	0	482	6,976	0	0	0	0	0	0	29,811
北海道	11	0	0	1,722	3,730	2,666	86	482	2,790	650	1,050	18,089	17,713	0	0	48,979
北海道	12	0	0	4,392	1,888	3,219	0	0	2,325	0	0	0	0	0	0	11,825
北海道	13	0	0	2,254	4,662	3,877	129	0	465	1,300	2,100	0	0	0	0	14,788
北海道	14	0	0	1,140	2,684	4,050	43	0	0	1,300	5,251	0	0	0	0	14,467
北海道	15	0	0	5,008	6,004	4,570	43	1,929	1,860	5,848	0	0	0	0	0	25,262
北海道	16	0	0	3,685	3,753	2,943	0	723	7,906	2,599	0	0	0	0	0	21,609
北海道	17	0	0	5,607	17,535	5,331	0	1,447	7,906	3,899	0	11,511	0	0	0	53,237
北海道	18	0	0	5,349	9,007	15,059	0	482	0	0	0	0	0	0	0	29,897
北海道	19	0	0	11,629	17,581	11,839	43	1,447	0	0	0	0	0	0	0	42,540
北海道	20	0	0	1,506	1,137	2,008	43	0	0	1,050	0	0	0	0	0	5,744
北海道	21	0	0	1,215	10,530	1,523	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13,268
北海道	22	0	0	23,875	16,717	6,162	43	4,100	18,603	0	0	0	0	0	0	69,499
北海道	23	0	0	7,869	17,877	8,343	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34,089
北海道	24	0	0	2,645	1,819	1,004	86	0	15,347	5,198	4,201	6,578	0	0	0	36,879
北海道	25	0	0	5,507	5,231	5,539	86	965	14,417	7,147	9,452	6,578	0	0	0	54,922
北海道	26	0	0	6,339	3,412	1,419	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11,170
北海道	27	0	0	11,646	5,891	14,678	86	241	0	0	0	0	0	0	0	32,542
北海道	28	0	0	17,694	6,459	10,247	0	723	12,092	650	0	3,289	0	0	0	51,154
北海道	29	0	0	4,442	7,301	8,897	0	241	485	0	0	0	0	0	0	21,346
北海道	30	0	0	9,741	4,844	8,862	0	0	0	0	1,050	0	0	0	0	24,498
北海道	31	0	0	21,612	11,531	11,355	43	723	9,767	9,746	5,251	8,222	0	0	0	78,250
北海道	32	0	0	11,047	12,896	8,862	43	965	6,046	0	0	0	0	0	0	39,859
北海道	33	0	0	19,773	6,709	6,785	0	0	1,880	1,300	0	6,578	0	0	0	43,006
北海道	34	0	0	18,509	2,684	1,558	0	0	1,860	650	0	4,933	0	0	0	30,194
北海道	35	0	0	41,352	29,157	29,079	86	723	20,463	9,097	13,652	54,268	7,873	0	0	205,751
北海道	36	0	0	14,333	9,780	4,743	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28,656
北海道	37	0	0	13,551	5,481	5,781	43	0	3,256	0	0	0	0	0	0	28,112
北海道	38	0	0	7,404	4,390	9,416	0	0	7,906	11,696	0	0	0	0	0	40,811
北海道	39	0	0	13,468	18,809	15,855	86	0	930	0	1,050	1,644	0	0	0	51,843
北海道	40	0	0	5,607	5,095	2,319	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13,021
北海道	41	0	0	14,499	36,071	20,909	729	241	930	17,543	42,007	0	0	0	0	132,931
北海道	42	0	0	24,790	23,790	22,779	215	4,341	39,531	68,874	47,258	0	0	0	0	231,577
北海道	43	0	0	35,987	59,475	43,446	129	4,582	27,439	11,696	0	0	0	0	0	182,753
北海道	44	0	0	37,867	43,964	37,976	129	2,412	42,787	0	0	0	0	0	0	165,133
北海道	45	0	0	14,932	19,992	27,971	43	965	3,721	9,746	36,756	1,644	0	0	0	115,770
北海道	46	0	0	20,073	15,875	12,670	257	1,929	3,256	5,848	9,452	0	0	0	0	69,360
北海道	47	0	0	19,266	16,673	16,963	257	7,117	58,134	35,087	0	0	0	0	0	157,098
北海道	48	0	0	118,067	78,147	71,867	257	1,206	38,601	13,645	9,452	0	0	0	0	331,242
北海道	49	0	0	92,628	55,722	46,665	129	1,929	930	0	1,050	0	0	0	0	199,054

表 3.2-18 都道府県・大海区別、トシ数区分別 SO₂ 排出量 (操業及び航行時、200 海里以内)

(単位: ton/year)

トシ数区分 都道府県	No	トシ数区分別										合計					
		1T未満	1~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~50	50~100	100~150	150~200		200~350	350~500	500~1,000	1,000~3,000	3,000T以上
全	国	4	39	4,478	4,142	3,520	24	272	2,234	1,816	1,764	2,008	324	0	0	0	20,625
北海道	1	0	1	349	658	574	9	14	55	320	937	0	0	0	0	2,918	
青森	2	0	1	237	131	100	1	14	93	473	160	154	0	0	0	1,365	
岩手	3	0	2	52	65	89	1	6	93	8	25	0	0	0	0	339	
宮城	4	0	1	92	106	73	1	17	93	191	0	0	0	0	0	574	
秋田	5	0	0	31	12	17	1	11	11	11	12	0	0	0	0	97	
山形	6	0	0	7	5	10	0	11	23	46	12	0	0	0	0	56	
福島	7	0	0	34	58	20	0	25	33	46	12	0	0	0	0	228	
茨城	8	0	0	37	3	13	0	164	38	99	425	23	0	0	0	802	
千葉	9	0	1	86	114	63	0	6	82	0	0	0	0	0	0	351	
東京	10	0	0	20	44	31	1	6	33	8	12	212	208	0	0	576	
神奈川	11	0	0	52	22	38	0	0	27	0	0	0	0	0	0	140	
新潟	12	0	1	27	55	46	2	0	5	15	25	0	0	0	0	174	
富山	13	0	0	13	32	48	1	0	15	62	0	0	0	0	0	170	
石川	14	0	1	59	71	54	1	23	22	69	0	0	0	0	0	298	
福井	15	0	1	44	44	35	0	8	93	31	0	0	0	0	0	255	
静岡	16	0	1	66	206	63	0	17	93	46	135	0	0	0	0	627	
愛知	17	0	0	63	106	177	0	6	0	0	0	0	0	0	0	352	
三重	18	0	3	138	206	139	1	17	0	0	0	0	0	0	0	504	
京都	19	0	0	18	13	24	1	0	0	0	12	0	0	0	0	68	
大阪	20	0	0	14	124	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	156	
兵庫	21	0	1	283	196	72	1	48	218	0	0	0	0	0	0	820	
和歌山	22	0	1	93	210	98	0	0	0	0	0	0	0	0	0	402	
鳥取	23	0	0	31	21	12	1	0	180	61	49	77	0	0	0	434	
島根	24	0	1	65	61	65	1	11	169	84	111	77	0	0	0	647	
岡山	25	0	1	75	40	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	133	
広島	26	0	1	138	69	172	1	3	0	0	0	0	0	0	0	385	
山口	27	0	3	210	76	120	0	8	142	8	39	0	0	0	0	605	
徳島	28	0	1	53	86	104	0	3	5	0	0	0	0	0	0	252	
香川	29	0	1	115	57	104	0	0	0	0	12	0	0	0	0	290	
愛媛	30	0	3	256	135	133	1	8	115	114	62	97	0	0	0	925	
高知	31	0	1	131	151	104	1	11	71	0	0	0	0	0	0	470	
福岡	32	0	1	234	79	80	0	0	22	15	0	77	0	0	0	508	
佐賀	33	0	0	219	32	18	0	0	22	8	0	58	0	0	0	357	
長門	34	0	3	490	342	341	1	8	240	107	160	637	92	0	0	2,424	
熊本	35	0	2	170	115	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	342	
大分	36	0	2	160	64	68	1	0	38	0	0	0	0	0	0	333	
宮崎	37	0	0	88	52	111	0	0	93	137	0	0	0	0	0	480	
鹿児島	38	0	2	160	221	186	1	0	11	0	12	19	0	0	0	612	
沖縄	39	0	1	66	60	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	155	
北海道	40	0	1	172	424	246	9	3	11	206	493	0	0	0	0	1,563	
北海道	41	0	3	294	279	268	3	51	464	809	555	0	0	0	0	2,725	
北海道	42	0	5	426	698	510	2	54	322	137	0	0	0	0	0	2,156	
北海道	43	0	5	448	516	446	2	28	502	0	0	0	0	0	0	1,949	
北海道	44	0	0	177	235	328	1	11	44	114	432	19	0	0	0	1,362	
北海道	45	0	1	238	186	149	3	23	38	69	111	0	0	0	0	818	
北海道	46	0	3	228	231	199	3	91	683	412	0	0	0	0	0	1,850	
北海道	47	1	10	1,398	918	844	3	14	453	160	111	0	0	0	0	3,913	
北海道	48	1	10	1,097	654	548	2	23	11	0	12	0	0	0	0	2,356	
北海道	49	1	10	1,097	654	548	2	23	11	0	12	0	0	0	0	2,356	

表 3.2-19 都道府県・大海区別、トン数区分別 NOx 排出量 (操業及び航行時、200 海里以内)

(単位：ton/year)

都道府県	トン数区分 No	トン数区分別										合計					
		1T未満	1~3	3~5	5~10	10~20	20~30	30~50	50~100	100~150	150~200		200~350	350~500	500~1,000	1,000~3,000	3,000以上
北海道	1	2,171	21,338	45,708	23,514	19,982	1,37	1,543	12,681	10,309	10,012	11,402	1,837	0	0	0	160,634
北海道	2	12	728	3,558	3,738	3,259	51	80	310	1,819	5,321	0	0	0	0	0	18,877
北海道	3	39	377	2,421	744	570	6	6	80	527	2,686	910	877	0	0	0	9,237
北海道	4	34	858	529	370	505	3	32	527	43	140	0	0	0	0	0	3,041
北海道	5	44	466	942	603	413	6	96	527	1,083	0	0	0	0	0	0	4,181
北海道	6	1	102	320	68	99	6	64	62	0	70	0	0	0	0	0	792
北海道	7	15	145	74	26	58	0	0	62	130	0	0	0	0	0	0	510
北海道	8	14	37	350	328	113	0	145	186	260	70	0	0	0	0	0	1,501
北海道	9	5	60	377	15	76	0	0	930	217	560	2,412	131	0	0	0	4,784
北海道	10	24	289	881	649	355	0	32	465	0	0	0	0	0	0	0	2,695
北海道	11	10	121	208	249	178	6	32	186	43	70	1,206	1,181	0	0	0	3,489
北海道	12	34	145	531	126	215	0	0	155	0	0	0	0	0	0	0	1,205
北海道	13	20	288	273	311	258	9	31	87	140	0	0	0	0	0	0	1,416
北海道	14	4	54	138	179	270	3	0	87	350	0	0	0	0	0	0	1,084
北海道	15	32	408	605	400	305	3	129	124	390	0	0	0	0	0	0	2,395
北海道	16	26	287	445	250	196	0	48	527	173	0	0	0	0	0	0	1,953
北海道	17	124	528	678	1,169	355	0	96	527	260	0	767	0	0	0	0	4,505
北海道	18	18	247	647	600	1,004	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0	2,549
北海道	19	182	1,664	1,406	1,172	789	3	96	0	0	0	0	0	0	0	0	5,312
北海道	20	24	189	182	76	134	3	0	0	0	70	0	0	0	0	0	677
北海道	21	5	148	147	702	102	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,103
北海道	22	52	746	2,886	1,114	411	3	273	1,240	0	0	0	0	0	0	0	6,726
北海道	23	107	628	951	1,192	556	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,434
北海道	24	5	105	320	121	67	6	6	1,023	347	280	439	0	0	0	0	2,713
北海道	25	93	473	666	349	369	6	64	961	476	630	439	0	0	0	0	4,526
北海道	26	58	511	766	227	95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,657
北海道	27	89	752	1,408	393	979	6	16	0	0	0	0	0	0	0	0	3,642
北海道	28	154	1,469	2,139	431	683	0	48	806	43	0	219	0	0	0	0	5,993
北海道	29	47	563	537	487	593	0	16	31	0	0	0	0	0	0	0	2,274
北海道	30	50	643	1,178	323	591	0	0	0	0	70	0	0	0	0	0	2,855
北海道	31	208	1,677	2,613	769	757	3	48	651	650	350	548	0	0	0	0	8,273
北海道	32	51	520	1,335	860	591	3	64	403	0	0	0	0	0	0	0	3,828
北海道	33	49	415	2,390	447	452	0	0	124	87	0	439	0	0	0	0	4,403
北海道	34	31	252	2,237	179	104	0	0	124	43	0	329	0	0	0	0	3,300
北海道	35	166	1,583	4,999	1,944	1,939	6	48	1,364	606	910	3,618	525	0	0	0	17,708
北海道	36	71	904	1,733	652	316	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,676
北海道	37	46	850	1,638	365	385	3	0	217	0	0	0	0	0	0	0	3,506
北海道	38	16	248	895	293	628	0	0	527	780	0	0	0	0	0	0	3,386
北海道	39	122	1,094	1,628	1,254	1,057	6	0	62	0	70	110	0	0	0	0	5,403
北海道	40	88	764	678	340	155	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,023
北海道	41	10	478	1,753	2,405	1,394	49	16	62	1,170	2,800	0	0	0	0	0	10,136
北海道	42	101	1,580	2,997	1,586	1,519	14	289	2,635	4,592	3,151	0	0	0	0	0	18,463
北海道	43	392	2,993	4,350	3,965	2,896	9	305	1,829	780	0	0	0	0	0	0	17,520
北海道	44	298	2,794	4,578	2,931	2,532	9	161	2,852	780	0	0	0	0	0	0	16,153
北海道	45	3	250	1,895	1,333	1,865	3	64	248	650	2,450	110	0	0	0	0	8,781
北海道	46	75	808	2,427	1,058	845	17	129	217	390	630	0	0	0	0	0	6,595
北海道	47	189	1,534	2,329	1,312	1,131	17	514	3,876	2,339	0	0	0	0	0	0	13,240
北海道	48	595	5,506	14,273	5,210	4,791	17	80	2,573	910	630	0	0	0	0	0	34,585
北海道	49	509	5,397	11,197	3,715	3,111	9	129	62	0	70	0	0	0	0	0	24,198

年間消費量(トン)

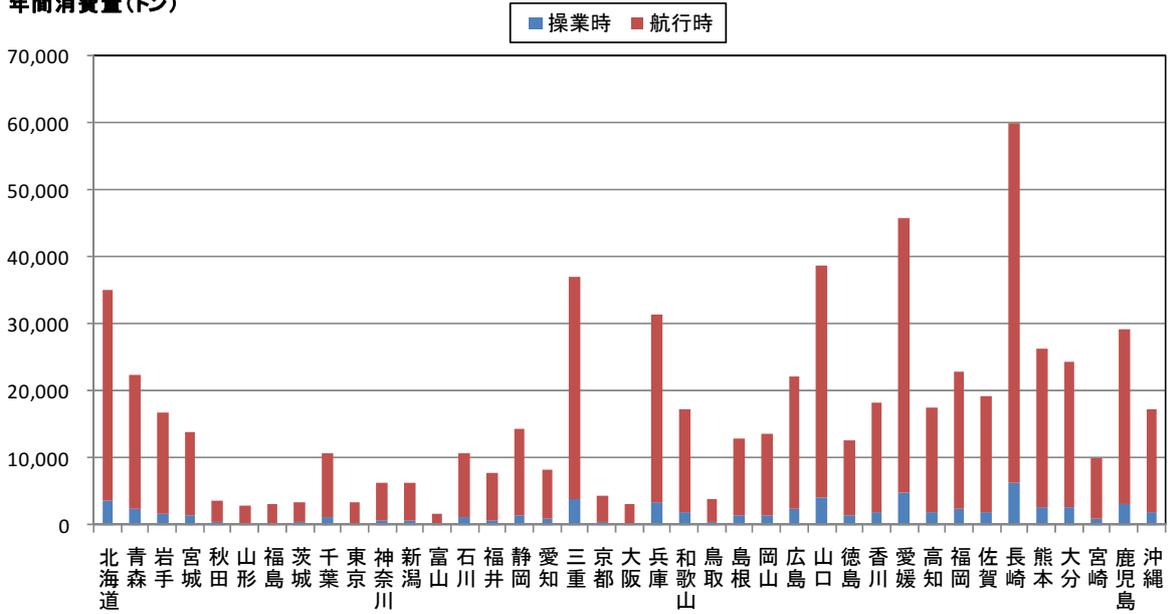


図 3.2-7 漁業による都道府県別の軽油年間消費量 (200 海里以内)

年間消費量(トン)

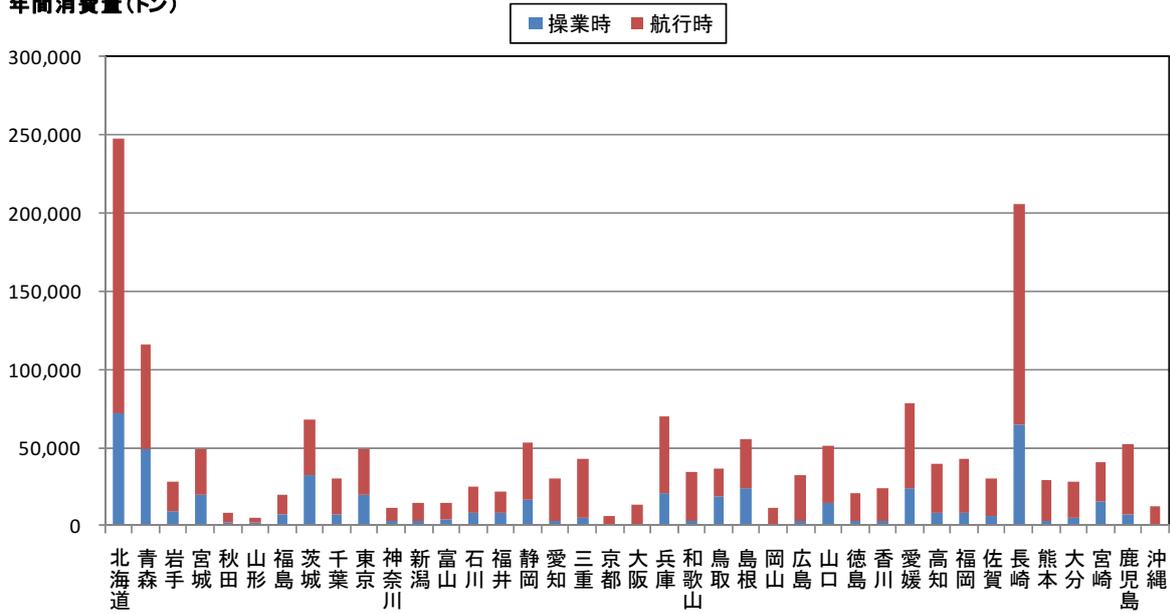


図 3.2-8 漁業による都道府県別の A 重油年間消費量 (200 海里以内)

年間排出量(トン)

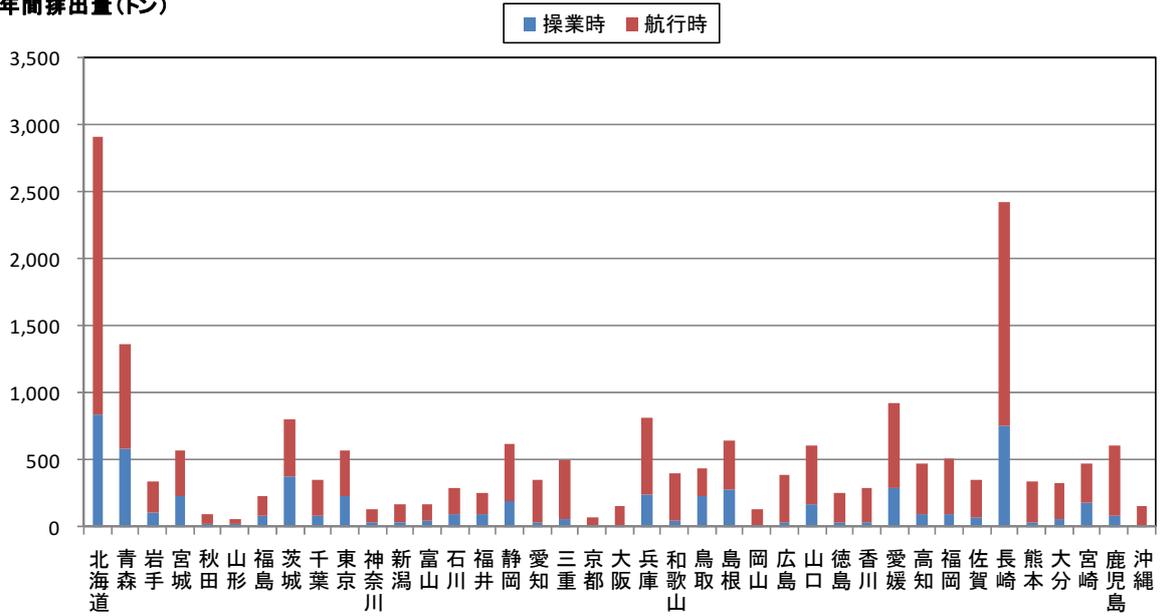


図 3.2-9 漁業による都道府県別の SO₂ 排出量 (200 海里以内)

年間排出量(トン)

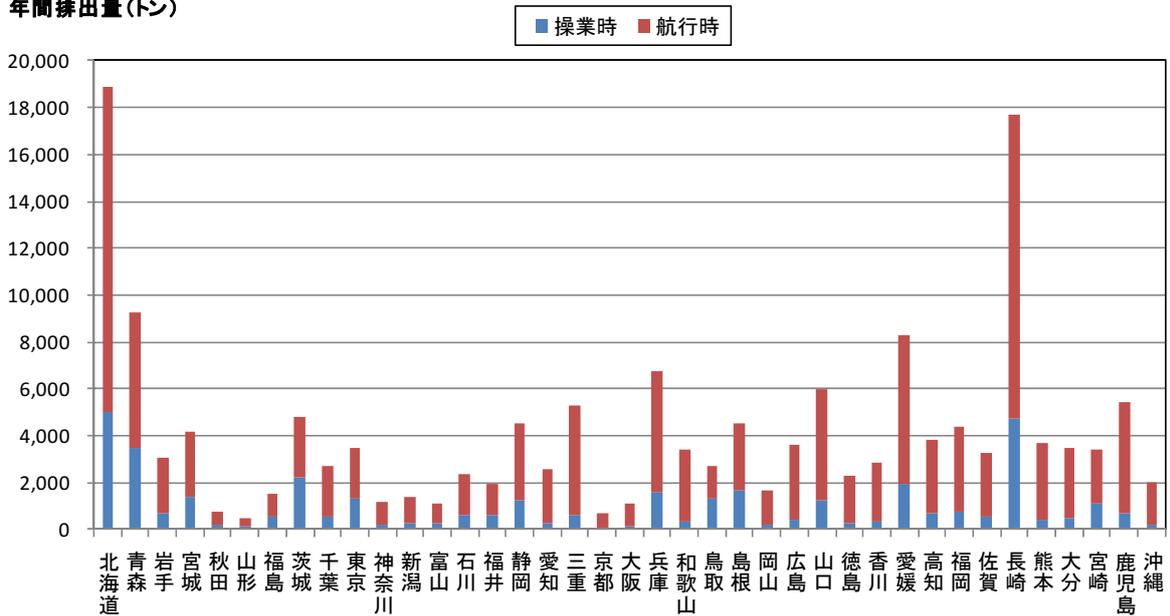


図 3.2-10 漁業による都道府県別の NO_x 排出量 (200 海里以内)

本検討での漁船のトン数区分別の使用燃料油は、表 3.2-20 に示すとおり、5 トン未満の漁船については、軽油と A 重油を使用し、5 トン以上の船舶は全て A 重油を使用することとなる。

また、距岸 200 海里内は、軽油及び A 重油が全て消費されるものとし、C 重油については消費量が少ないことから、全て 200 海里以遠で消費されるものとした。200 海里以遠で活動する遠洋漁船に関しては、漁場への往復時において距岸 200 海里内で活動するが、これらは AIS の航行データで補足されることとなる。

表 3.2-20 本検討での油種別燃料消費量の地理的配分

トン数区分	漁業形態	モデル化	使用する燃料油種	燃料消費量の地理的配分	備考	
5 トン未満	沿岸沖合	船中泊しない	軽油	漁港から 22.5NM 内	エネルギーバランス表における漁業セクターの一部	
5～30 トン			A 重油			
30～150 トン	沖合	船中泊する(一日半)	A 重油	航行時： 漁港から 60NM 内 操業時： 漁港から 12～108NM		
150～350 トン	沖合	船中泊する(二日)	A 重油	航行時： 漁港から 141NM 内 操業時： 漁港から 93～189NM		
350 トン以上	遠洋	複数の船中泊	C 重油	距岸 200NM 内での活動は漁場への往復のみと想定。 漁場への往復時の活動量の一部は AIS データで補足されている。		エネルギーバランス表における漁業セクターは東京港発の捕鯨調査船のみ。