

平成19年度

世界における海事産業の変革ビジョン
に関する調査研究報告書

平成20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)

はじめに

20世紀における輸送、情報等の科学技術の飛躍的発展は、地球的規模での社会変革を到来させようとしており、21世紀は地球全体で情報の即時性が高まる中、資源エネルギーの枯渇、地球温暖化の危険、水や食糧の限界、人口の増加等これからの人類の将来を示唆する要素が待ち受けていると考えられます。海洋政策研究財団では、このような環境下において今後わが国の海洋及び海事を如何に発展させていくかについての目標の設定を行うため、「世界における海事産業の変革ビジョンに関する調査研究」を実施しています。

調査研究は2ヶ年を予定し、まず、変革ビジョンのターゲットとしては、超長期の視点が欠かせないと考え、海事分野においては過去に例がない2050年くらいまでを想定することに決め、検討の対象としては世界における物資の輸送活動を中心とする海洋資源エネルギー開発も含めた世界の海事活動とし、将来の世界の海事活動の展開を設定した上で、その中でわが国海事産業が持続的に活動していくための構図を求め、具体的な変革ビジョンとして策定することにいたしました。

時間軸の点からも対象分野からも調査研究の範囲が非常に広大であるため、どのような手法でビジョンの策定まで行き着くのが、調査研究の趨勢を左右する最初の大きな課題でしたが、これについては、地球温暖化関係の超長期間におけるビジョン策定に使用されているバックキャスト方式を用いることとしました。すなわち、現在から積み上げるのでは期間が長すぎて適切なゴールにたどりつけない恐れが高い場合には、最初からターゲット年のあるべき姿を設定し、そこから現在を見て、とるべき政策・戦略（ビジョン）を策定するという方策です。

本調査研究では、更に、2050年まで現在の延長線上で世の中が推移すると仮定した場合の世界の海上輸送活動の将来予測を定量的、かつ、具体的に行ったうえで、ゴールである2050年のわが国海事活動のあるべき姿及びそれを達成するための課題を、数多くの有識者へのインタビュー等に基づき設定し、これと成り行き（予測）とのギャップを中心にビジョンを考えるという、将来予測をふまえたバックキャストという新たな手法で実施することにしました。

本調査研究は作業中ではありますが、本報告書では、将来予測までを示しており、2050年までの世界の海事活動に求められる要因が何かについて浮き彫りにしております。来年度は、将来予測と有識者インタビューに基づき、変革ビジョンを構成する要因を抽出し、その具体的内容とタイムスケジュールを明らかにしていく所存です。

最後に、調査研究委員会の委員長として熱心、かつ、適切にご指導を賜った宮下國生大阪産業大学教授をはじめとする委員各位とご協力いただいた皆様方に深く御礼申し上げます。

平成20年3月

海洋政策研究財団

((財)シップ・アンド・オーシャン財団)

世界における海事産業の変革ビジョンに関する調査研究委員会委員

(順不同 敬称略)

委員長	宮下 國生	大阪産業大学経営学部 教授 (神戸大学名誉教授)
委員	太田 和博	専修大学商学部 教授
	河野 真理子	早稲田大学法学部 教授
	篠原 正人	東海大学海洋学部 航海学科国際物流専攻 教授
	高木 健	大阪大学大学院 工学研究科地球総合工学専攻 船舶海洋工学部門 准教授
	野尻 幸宏	独立行政法人 国立環境研究所 地球環境研究センター 副センター長
	本村 真澄	独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構 石油開発支援本部 調査部 主席研究員
	大和 裕幸	東京大学大学院 新領域創成科学研究科 人間環境学専攻 教授
	山田 吉彦	日本財団 広報グループ 広報チーム チームリーダー

世界における海事産業の変革ビジョンに関する調査研究平成19年度試行インタビュー協力者

(順不同：敬称略)

遠藤 伸明	東京海洋大学海洋工学部流通情報工学科 准教授
大塚 耕司	大阪府立大学大学院機械系専攻海洋システム工学分野 教授
小山 堅	日本エネルギー経済研究所 理事
佐藤 徹	東京大学大学院新領域創成科学研究科 教授
寺前 秀一	高崎経済大学 教授
花岡 達也	国立環境研究所 地球環境研究センター 研究員
星野 裕志	九州大学大学院経済学研究院 教授
丸川 知雄	東京大学社会科学研究所 教授
森 隆行	流通科学大学商学部 教授
渡邊 豊	東京海洋大学海洋工学部 教授

世界における海事産業の変革ビジョンに関する調査研究平成19年度夏期研究合宿協力者

(順不同：敬称略)

河野 真理子	早稲田大学法学部 教授
鈴木 邦子	東京大学先端科学技術研究センター客員研究員
堀 雅文	東京大学 特任教授
森 隆行	流通科学大学商学部 教授
大和 裕幸	東京大学大学院 新領域創成科学研究科 人間環境学専攻 教授
渡邊 豊	東京海洋大学海洋工学部 教授

世界における海事産業の変革ビジョンに関する調査研究委員会関係者等

(順不同：敬称略)

関係者	松倉 洋史	東京大学工学系研究科	環境海洋工学専攻	マルチタイム・イノベーション寄附講座
	森 浩	(株)三菱総合研究所	主席研究員	
	白戸 智	(株)三菱総合研究所	主席研究員	
	蜂谷 和仁	(株)三菱総合研究所	主任研究員	
	大石 礎	(株)三菱総合研究所	研究員	
事務局	秋山 昌廣	海洋政策研究財団	会長	
	今 義男	海洋政策研究財団	理事長	
	工藤 栄介	海洋政策研究財団	常務理事	
	岡寄 修平	海洋政策研究財団	総務グループ	グループ長
	西田 浩之	海洋政策研究財団	海技研究グループ	グループ長
	田上 英正	海洋政策研究財団	海技研究グループ	調査役
	玉眞 洋	海洋政策研究財団	海技研究グループ	調査役
	今井 義久	海洋政策研究財団	政策研究グループ	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	グループ長代理
	大川 光	海洋政策研究財団	海技研究グループ	技術開発チーム長
	南島 るりこ	海洋政策研究財団	海技研究グループ	海事研究チーム長
	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

目 次

はじめに

第一部 調査研究の概要

- 1. 調査研究の目的 1
- 2. 調査研究の手法 1

第二部 将来予測と OPRF シナリオ

- 1. 将来予測結果の概要 5
 - 1.1 IPCC シナリオに従った基本データの作成 5
 - 1.2 2050 年までの世界の海上輸送の概要 9
 - 1.3 OPRF シナリオ 12
 - 1.4 2050 年までの世界の海上輸送動向(OPRF シナリオ)における支配的要因 15
 - 1.5 外航海運の CO2 排出量の推定 17
 - 1.6 OPRF シナリオにおける基準設定とその前提条件 18
- 2. 将来予測の内容 19
 - 2.1 IPCC シナリオに従った基本データの作成 19
 - 2.2 IPCC シナリオ A1B の採用 19
 - 2.3 基本データ (IPCC シナリオ A1B) 20
 - 2.4 OPRF シナリオ 38
 - 2.5 外航海運の CO2 排出量の推定 47
 - 2.6 OPRF シナリオにおける基準設定とその前提条件 49

第三部 海上活動に関する既存の将来予測と最近の動向

- 1. 基本事項 (人口、GDP) 51
- 2. エネルギー 61
- 3. 物流動向・港湾競争力 83
- 4. 国の経済成長に伴う輸送構造変化・貿易自由化 92
- 5. 主要輸送ルート関連 98
- 6. 環境安全対策 110
- 7. 労働力構造 118
- 8. 海運競争力 126
- 9. 造船競争力 129
- 10. 海上保安 137
- 11. 海洋利用 147
- 12. 地球温暖化 157
- 13. 循環型社会 165

(参考試算) 海上輸送コストモデルの構築及び将来の荷動き変化に伴う影響等 168

第一部

調査研究の概要

1. 調査研究の目的

21 世紀における世界の海事産業は、グローバル化などによる社会構造の変化、人口問題、エネルギー問題、食糧問題など新たに重要となってきた課題及び温暖化、大気汚染、海洋汚染等の環境問題、海難・テロ等の安全問題など従来の延長の対応だけでは困難と考えられる課題といった政策的、経済的及び社会的課題に対して適切に対処していく必要に迫られている。

このような中で、将来、世界の海事産業がどのような姿となり、その中でわが国海事産業が持続的に発展していく構図が何かについて、全世界的視野を持って政治、経済、社会、技術等の現状認識と将来の動向変化を的確に把握したうえで、さまざまな変化要因による影響に対峙して我が国の海事産業が進むべき姿等を模索した上で技術戦略、政策等を目標として設定し、的確にこれを実行していくことが求められる。

そこで、本調査研究では、今後進むべき海事産業の将来像や進むべき方向性、国際戦略、イノベーション等からなる海事産業の変革ビジョン並びに行動シナリオを求め、もって我が国海事産業の発展に繋がる新しい環境の構築に寄与することを目的とする。

2. 調査研究の手法

変革ビジョンのターゲットとしては 2050 年くらいまでを想定し、世界における物資の輸送活動と海洋資源エネルギー開発を含めた世界の海事活動を対象とする。

なお、ターゲットとした 2050 年という年は、近年地球温暖化対策の目標年として意識されている年であり、地球温暖化対策とエネルギーや物資の輸送が密接な関係を有することより、海事活動に関する長期ビジョンのターゲット年として適当と考えた。

アプローチとしては、このような超長期間におけるビジョンが対象となる調査は海事界初の試みであるため、地球温暖化関係を中心に超長期間におけるビジョン策定に使用されているバックキャスト方式を用いて実施する。

まず、2050 年までの世界における物資の輸送活動を中心とし、海洋資源エネルギー開発を含めた海事産業（海運、造船、港湾、海洋）の将来予測を行い、当該予測を提示して行うインタビュー等に基づきわが国海事関係者が目指すべき望まれる未来像と比較検証しながら、バックキャスト方式で、現在以降必要な変革ビジョン（政策目標）を策定する。具体的には以下の手順で行う。

なお、平成 19 年度は(1)及び(2)を実施し、この報告書の第二部及び第三部に示した。

(1) 定量的予測

2050 年までの世界の海上輸送の状況を量的に示すため、エネルギー、鉱業、農業など非常に幅広い産業活動の将来について、世界全体と共に大陸や主要国家の動向や貿易の状況までを見通す。

将来の人口、GDP、穀類、エネルギー動向等に基づき、石油、天然ガス、石炭、鉄

鉱石、穀類、工業製品等の消費量や海上荷動き量を過去の動向をふまえて推計する。動向分析は、世界全体、地域、主要国の将来分析を加味して行い、世界全体の荷動きをある程度明らかにする。

① IPCC シナリオの活用

上記定量的推計作業にあたっては、権威ある機関の既存の将来予測を組み合わせたものをベースに行うこととし、ターゲットである 2050 年までの世界のエネルギー消費活動のシナリオとして、気候変動に関する政府間パネル (IPCC) が作成した排出シナリオ (SRES) があるため、これを用い、その上で、各国の産業活動の動向や貿易などについては、国連食糧農業機関 (FAO) や国際エネルギー機関 (IEA) などの情報に基づき補強することとする。

② 海事に関する諸要因や温暖化対策の考慮

将来予測を IPCC シナリオに依る以上、GDP は順調に右肩上がり続け、現在の貿易自由化の流れも止まらなると考えられるため、海上荷動き量は少なくとも 2050 年までは指数関数的に増加していくことになる。しかしながら、現実には様々な制約要因が発生することは明らかであり、地球温暖化対策の必要性が急速に認識される中での右肩上がりの現実性、金融危機等による不況の発生に伴う影響、港湾整備、船舶供給、人材供給面の問題点等さまざまな海事に関する諸要因を考慮し、蓋然性が高く、かつ、政策（技術開発含む）実現を必要とする将来シナリオを策定する。

(2) 補足資料の収集

海事に関する既存の将来予測と最近の萌芽的な動向を横断的課題毎に収集し、(1) で設定した OPRF シナリオに基づき、平成 20 年度に実施する有識者インタビュー等をふまえて行う海事変革ビジョンの策定作業の参考とする。また、OPRF シナリオ下での海事活動の姿のイメージ形成にも役立つものである。

横断的課題としては以下により整理した。

- i) 基本事項（人口、GDP）
- ii) エネルギー
- iii) 物流動向・港湾競争力
- iv) 国の経済成長に伴う輸送構造変化・貿易自由化
- v) 主要輸送ルート関連
- vi) 環境安全対策
- vii) 労働力構造
- viii) 海運競争力
- ix) 造船競争力
- x) 海上保安
- xi) 海洋利用

x ii) 地球温暖化

x iii) 循環型社会

(3) 海事産業の望まれる未来像設定

2050年くらいまでの日本の海事産業の望まれる将来像として、海事関係者自身が独自の視点や価値観を含め、もっとも望んでいる未来像をインタビュー調査により明らかにする。インタビューでは望まれる未来像と変革ビジョンを構成する要素を抽出する。

① 将来予測案のヒヤリング

上記で作成した世界の海事産業と其中での日本の将来予測案を提示し、意見を聴取する。意見は海事産業に影響力のある海外の企業人や有識者に対しても行う。その上で、必要に応じ、予測案を修正し、将来予測とする。

② 望まれる未来像のインタビュー調査

上記①のヒヤリングと併せて、理想とする日本の海事産業の未来像について将来予測案と同時にインタビューを行う。調査結果は、専門と専門外とで重み分けをし、世界の海事産業の持続可能性を重視した上で、極端な意見を排除しながら、整理し、望まれる未来像を設定する。

③ 変革ビジョン構成要素の抽出

インタビューで望まれる未来像を設定する際には将来予測との乖離を中心にビジョンとして実行すべき事項の抽出を併せて行う。

(4) 変革ビジョンの策定

(3)により設定した2050年において望まれる未来像と変革ビジョンを構成する要素より、2050年のターゲットまでに望まれる未来像を実現するために実施可能な目標を変革ビジョンとしてまとめる。

① 変革ビジョンを構成する要素の評価

主な変化要因の発生時期とそこでのわが国海事産業の対応振りによる変化の違いを制度面、行政面、技術面、または、資金面に分け把握する。

② 変革ビジョン（政策目標）の策定

変革ビジョンを構成する要素の実施時期と具体的内容を2050年までに実施する政策目標として策定する。特に、将来予測と望まれる未来像の乖離を埋めるための政策目標は重要な部分となる。

第二部

将来予測と OPRF シナリオ

1. 将来予測結果の概要

2050年までの世界の海上輸送動向の将来予測を行う。これはバックキャスト方式において、インタビューにより行う望まれる未来像設定のために必要な資料であり、量的な動向把握を行うため、エネルギー、鉱業、農業など非常に幅広い産業活動に基づく海上輸送の将来について、世界全体と共に地域や主要国家の状況までを見通す必要がある。

その手法としては、2050年までの世界の経済活動のシナリオとして現時点で最も蓋然性が高いと言われている IPCC シナリオ A1B に基づいて推計した海上輸送動向をまず推計し、推計手法を確立した上で、A1B ベースの推計に海事に関する諸要因及び温暖化対策の実施を仮定して同手法で推計し、更に外航海運の CO2 排出量の推移を算出し、これを OPRF シナリオと位置づけ、背景の海上荷動きを条件付きバックデータとして今後の外航海運が超長期的にたどるシナリオとした。

1.1 IPCC シナリオに従った基本データの作成

IPCC シナリオ A1B に基づき、石油、天然ガス、石炭、鉄鉱石、穀物、工業製品等の消費量や海上荷動き量について、過去の動向や世界全体、地域等の将来分析を加味して推計し、世界全体の荷動きをある程度明らかにし、最終的には CO2 排出量まで推計する。その際、エネルギー関係については、国際エネルギー機関 (IEA)、穀物については国際連合食糧農業機関 (FAO) などの情報に基づき補強する。具体的フローは以下のとおりである。

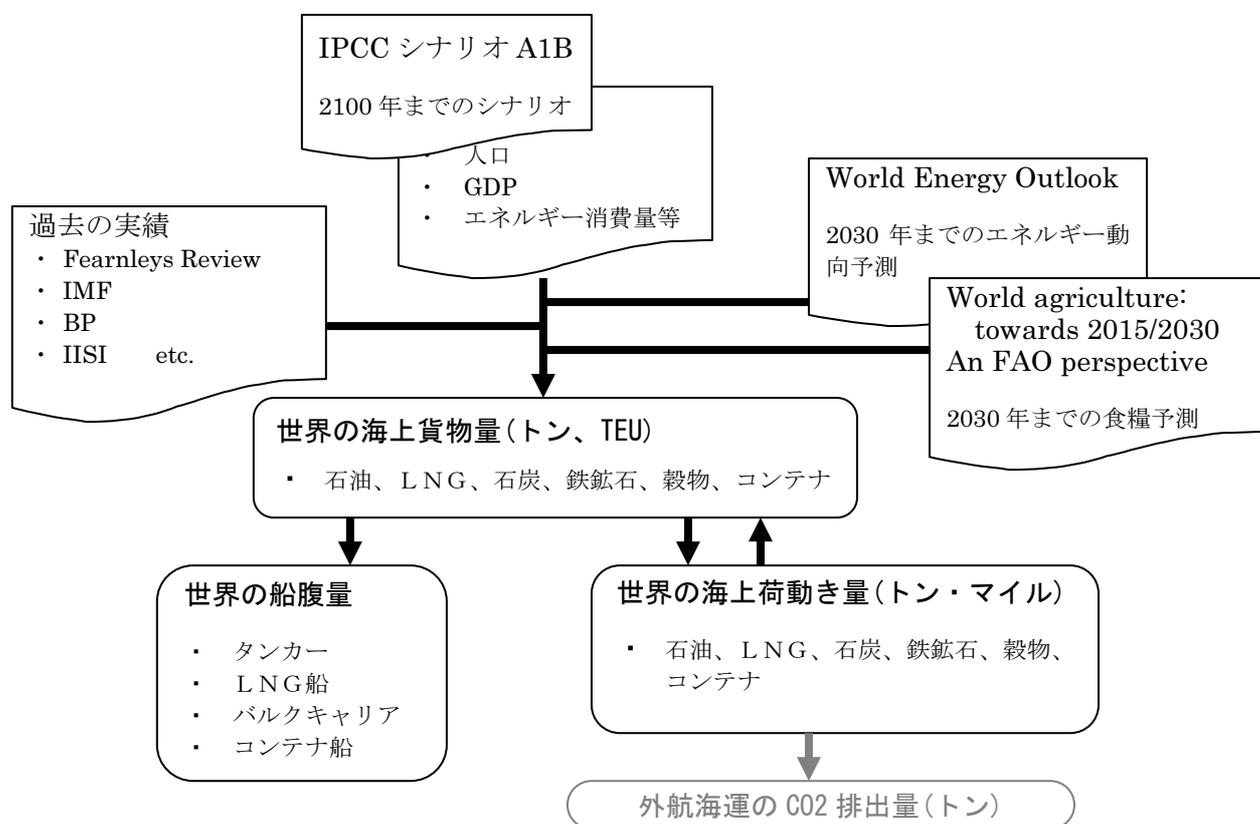
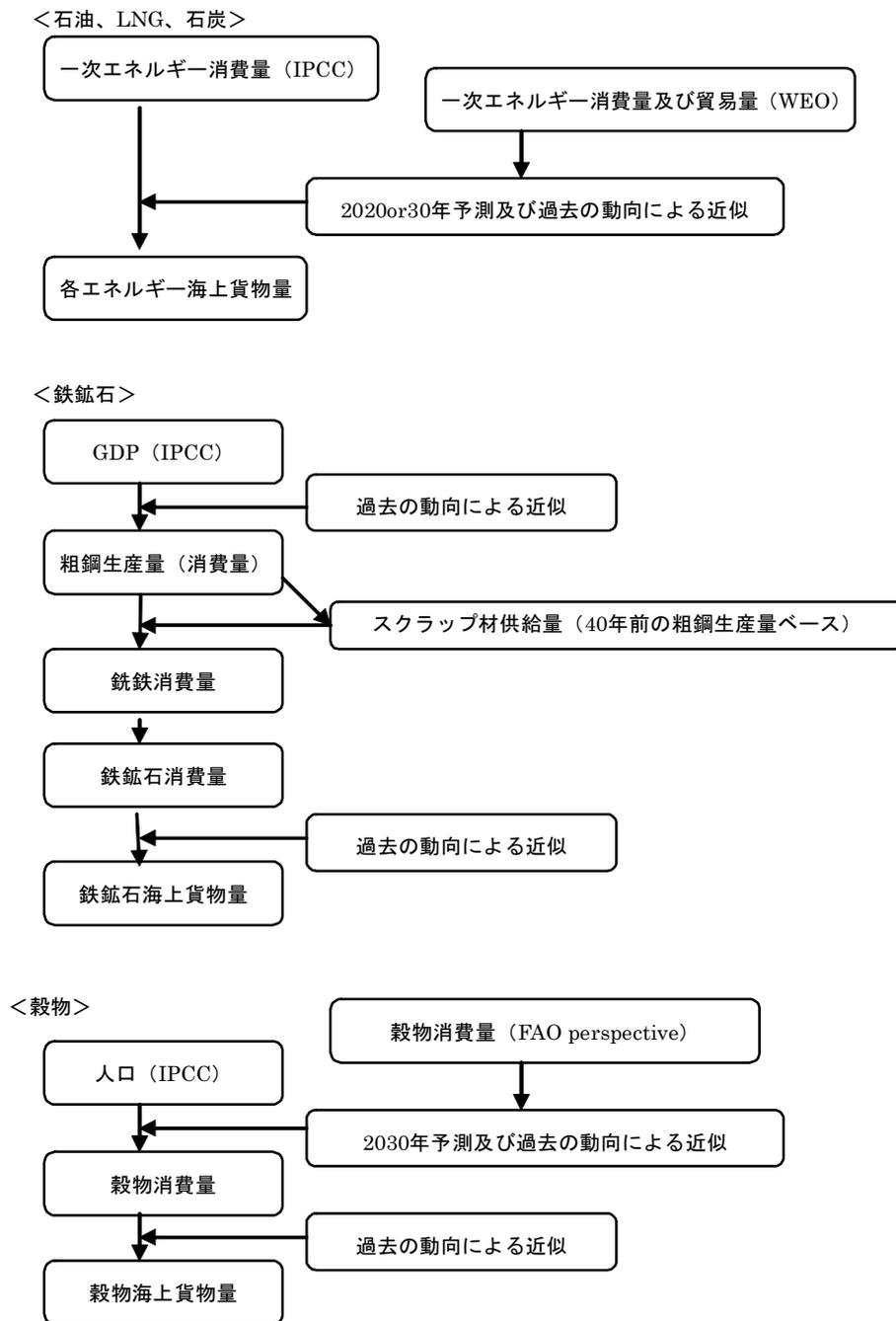


図 1.1 将来予測のフロー

各貨物の海上貨物量の推計フローは以下のとおりである。



<コンテナ>

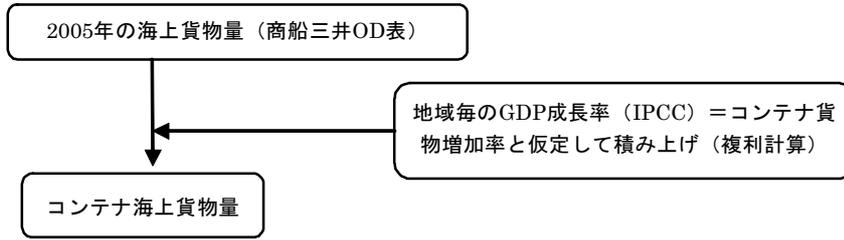


図 1.2 海上貨物量推計フロー

船腹量 (隻数) の推計フローは以下のとおりである。

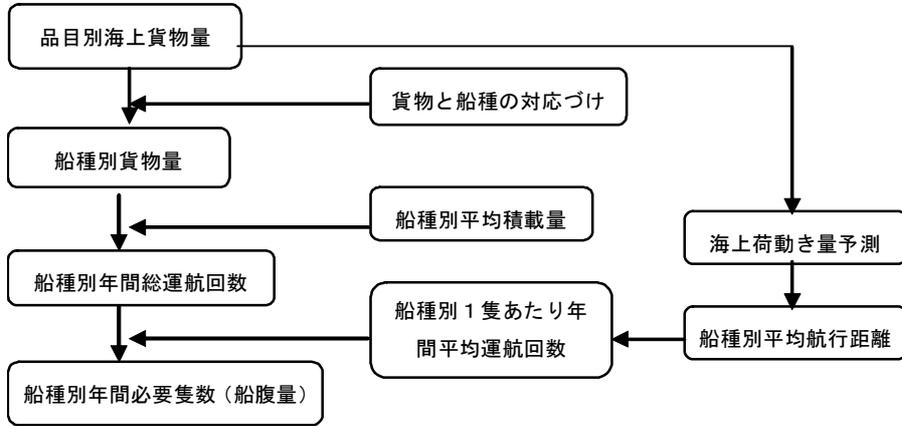
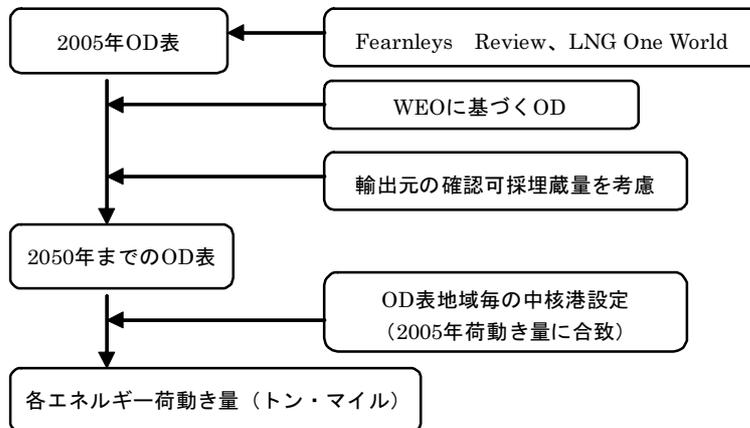


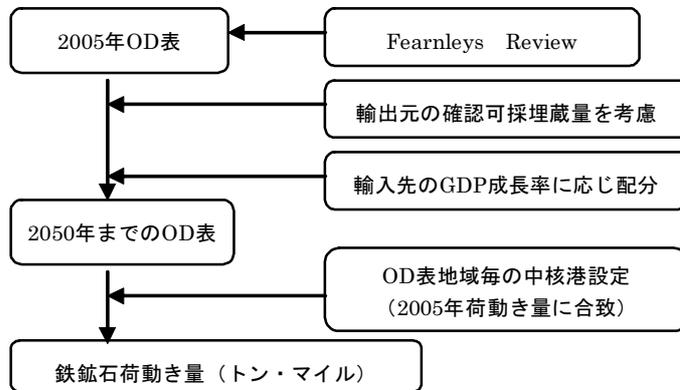
図 1.3 船腹量推計フロー

各貨物の OD 表及び海上荷動き量の推計フローは以下のとおりである。

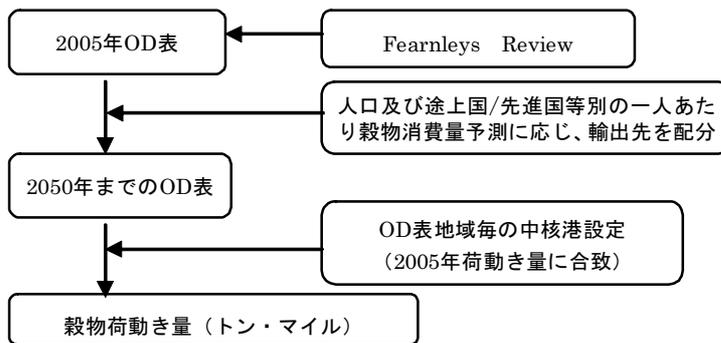
<石油、LNG、石炭>



<鉄鉱石>



<穀物>



<コンテナ>

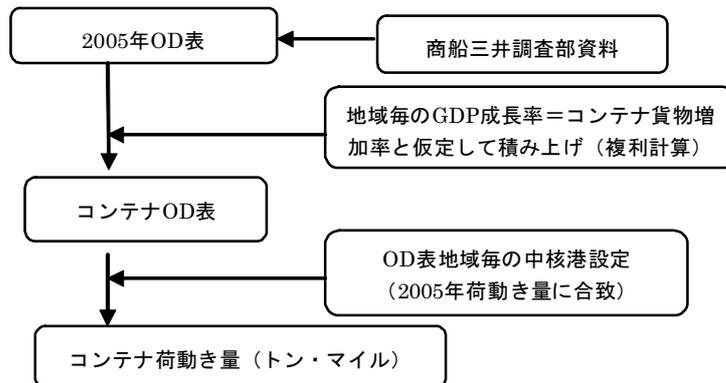


図 1.4 海上荷動き量推計フロー

1.2 2050年までの世界の海上輸送の概要

上記のフローに従って行った、IPCCシナリオA1Bに基づく海上貨物量、船腹量、海上荷動き量等の推計結果は以下のとおり。世界のデータはいずれも右肩上がりで大規模な増大を示している。一方、日本発着貨物荷動きは緩やかな増加となっている。

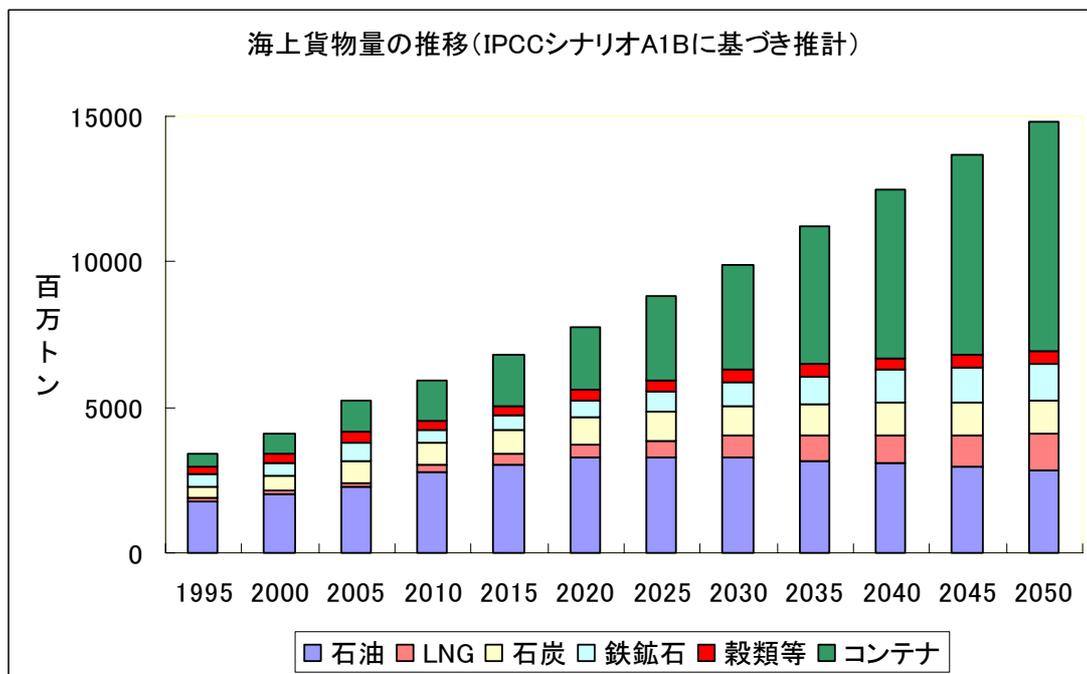


図 1.5 海上貨物量の推移 (基本データ)

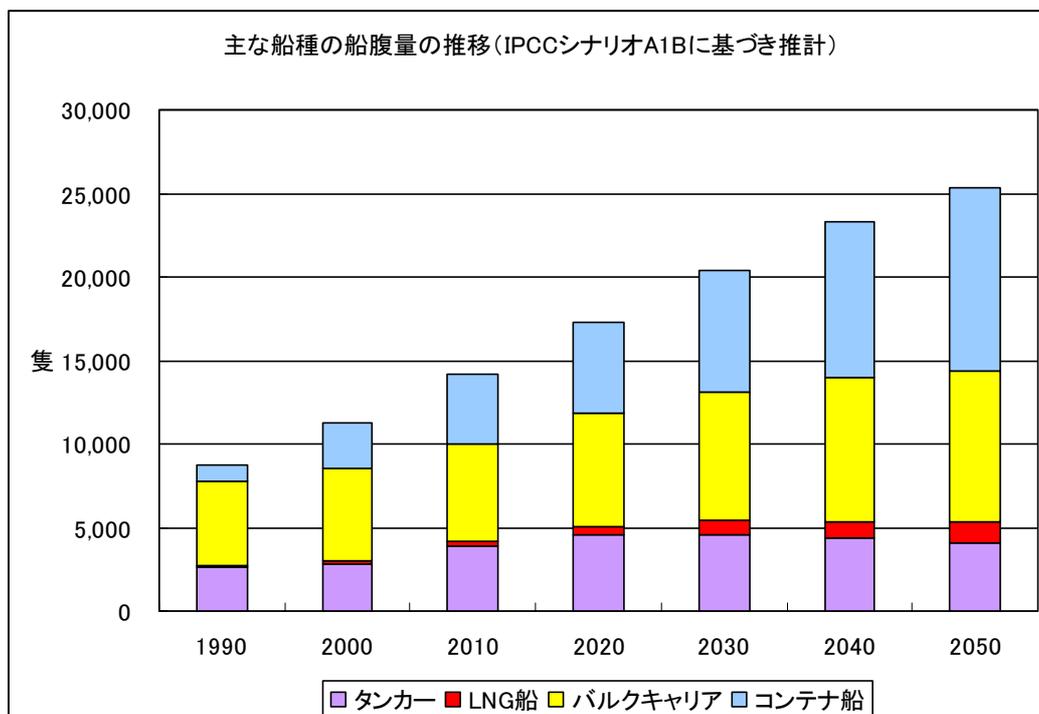


図 1.6 船腹量の推計 (基本データ)

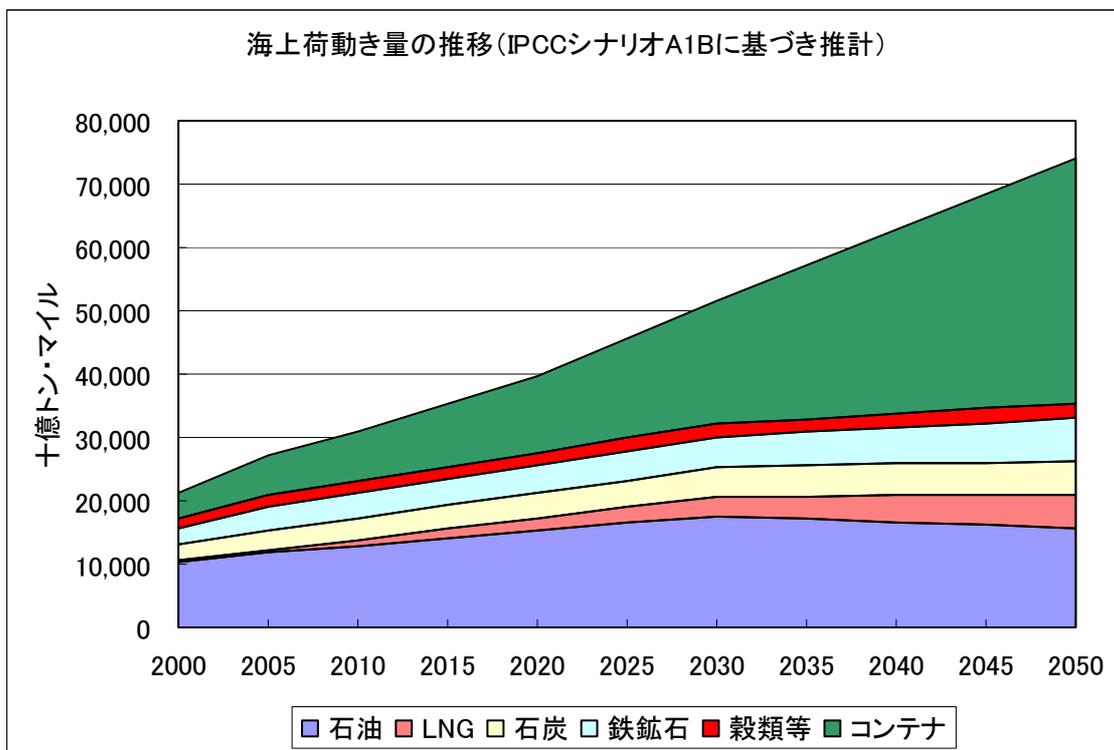


図 1.7 海上荷動き量の推移 (基本データ)

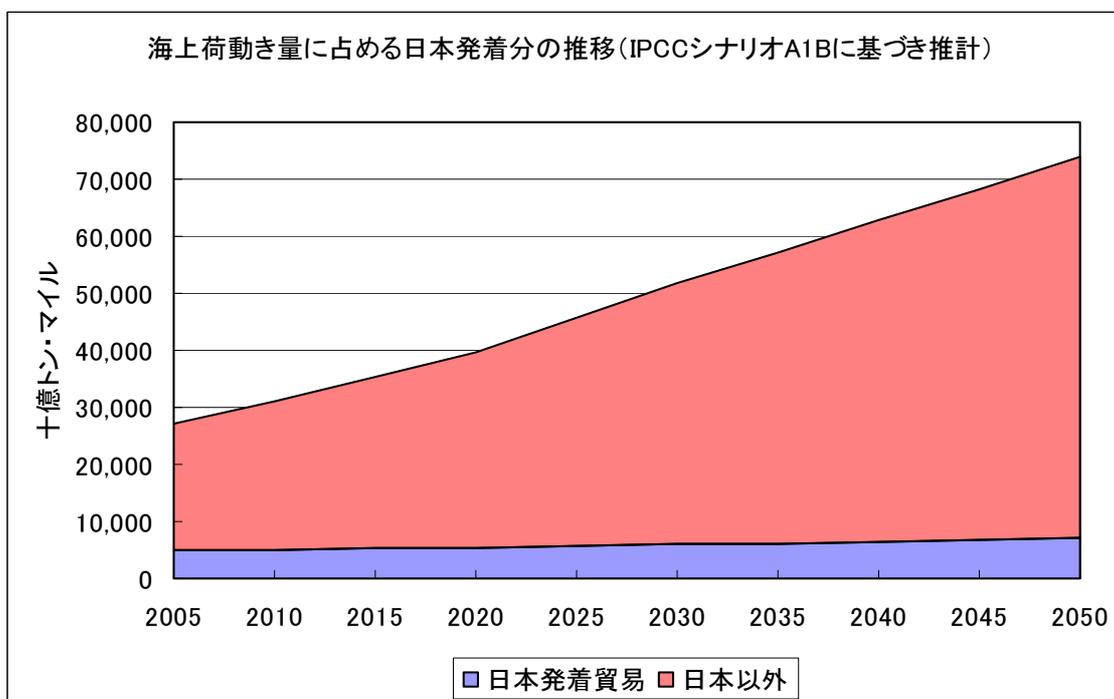


図 1.8 海上荷動き量に占める日本の割合 (基本データ)

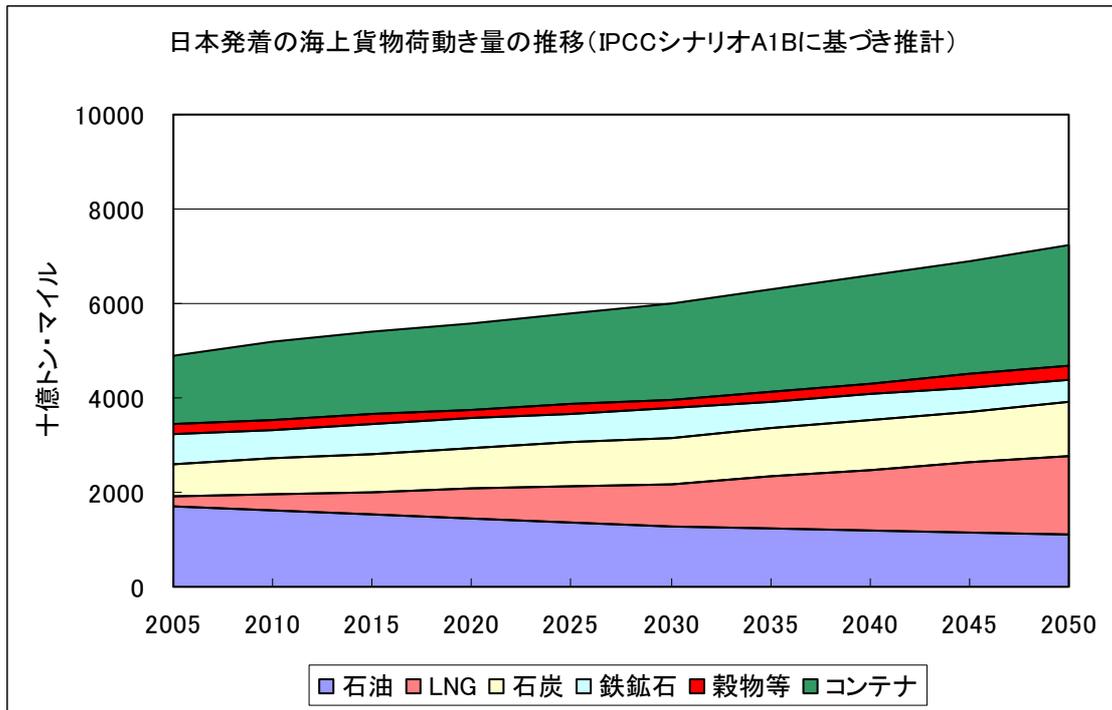


図 1.9 日本発着貨物の内訳（基本データ）

1.3 OPRF シナリオ

上記基本データは IPCC シナリオの A1B に基づいて推計したものであるが、2050 年までの将来予測とするためには、IPCC シナリオでは考慮されていない海事に関する要因等を反映させる必要がある。まず、鉄鉱石輸送で特に問題のある沖待ちの解消が徐々に進んでいくと考えられ、次に、パイプラインや鉄道整備など輸送インフラの整備や鉄スクラップ率の向上の影響を考慮に入れる（考慮した内容は 2. の将来予測の内容に示す）。

その上で、温暖化対策実行の影響を考慮する。地球温暖化対策の必要性は時代の進展と共に加速度的に高まることが予想されるため、かなり劇的な対策の実施による影響を考慮する必要がある。

温暖化対策には、運航方法の改善、燃料転換、技術開発などの対策があり得るが、これらの措置が全くなされなかった場合をまずは想定し、海上貨物量の将来予測において、IPCC シナリオ A1B に上記海事に関する諸要因を反映させたものにより推計される同時期の海上貨物量について削減を設定する。

設定にあたっては、2020 年より削減措置が開始され、エネルギー、資源、穀物の輸送など国の存立にかかわるものは 2050 年にエネルギー需要全体が同時期の 4/5 程度迄、製品などある程度地産地消が求められるものは 2050 年に同時期海上輸送需要の 1/2 程度迄と強弱をつけた抑制度合いを設定する。

上記設定で同様な推計手法で行った結果、海上貨物量、船腹量、海上荷動き量等の推計結果は以下のとおりである。

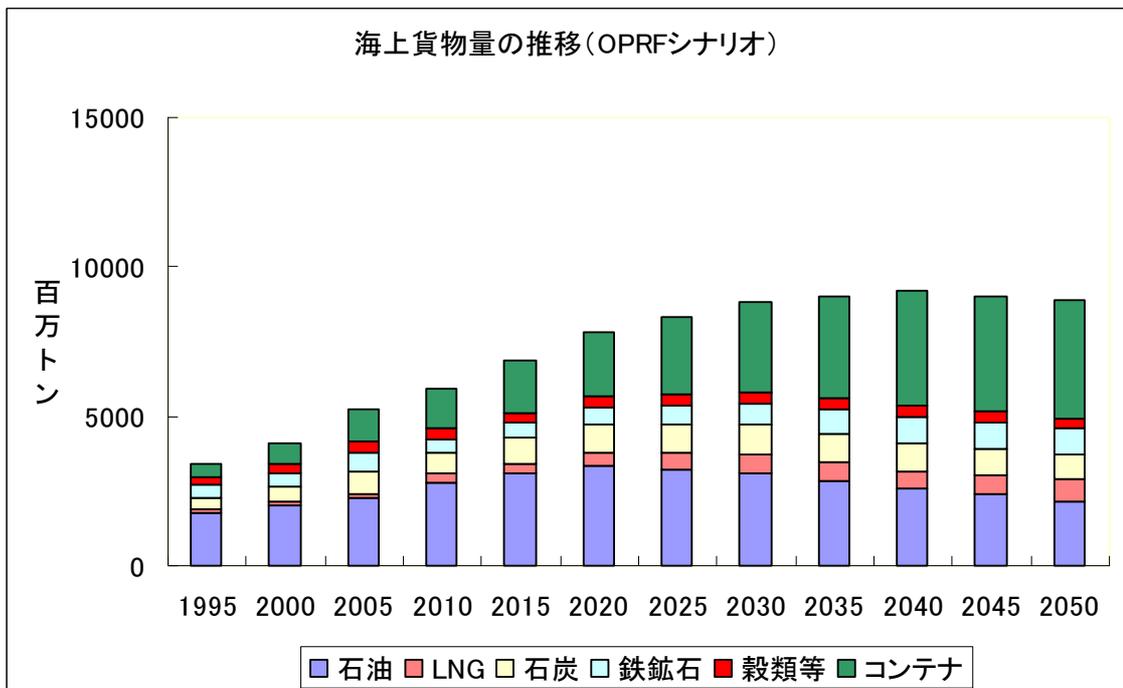


図 1.10 海上貨物量の推移 (OPRF シナリオ)

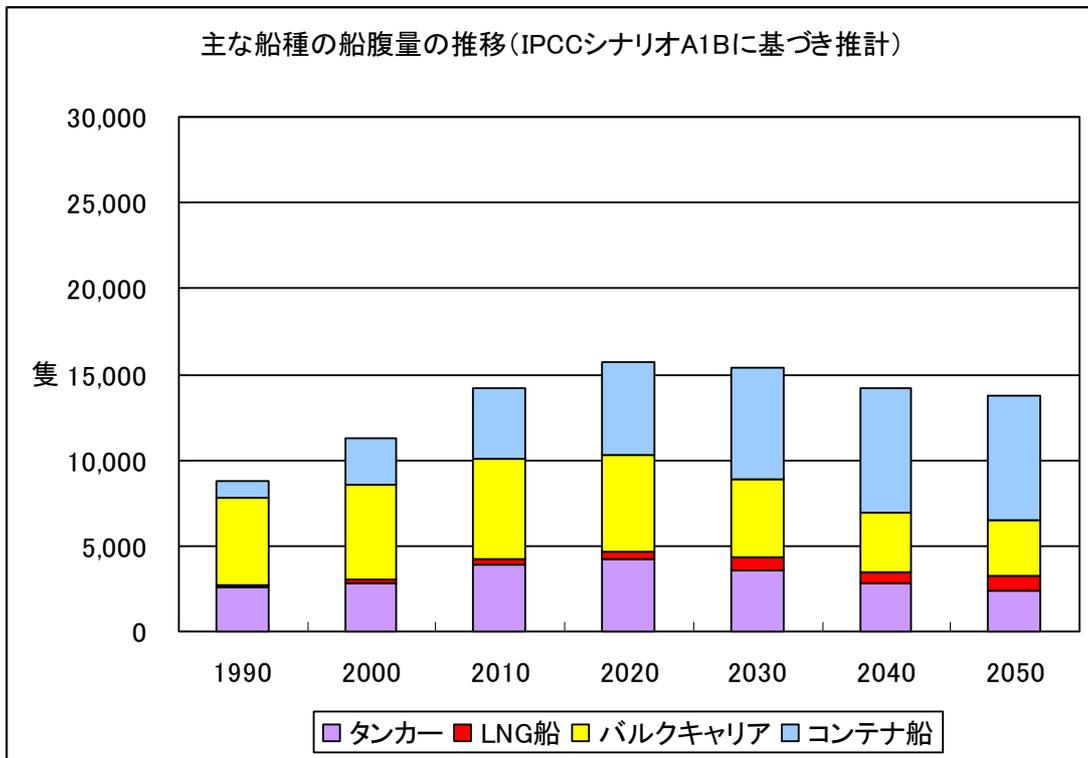


図 1.11 船腹量の推計 (OPRF シナリオ)

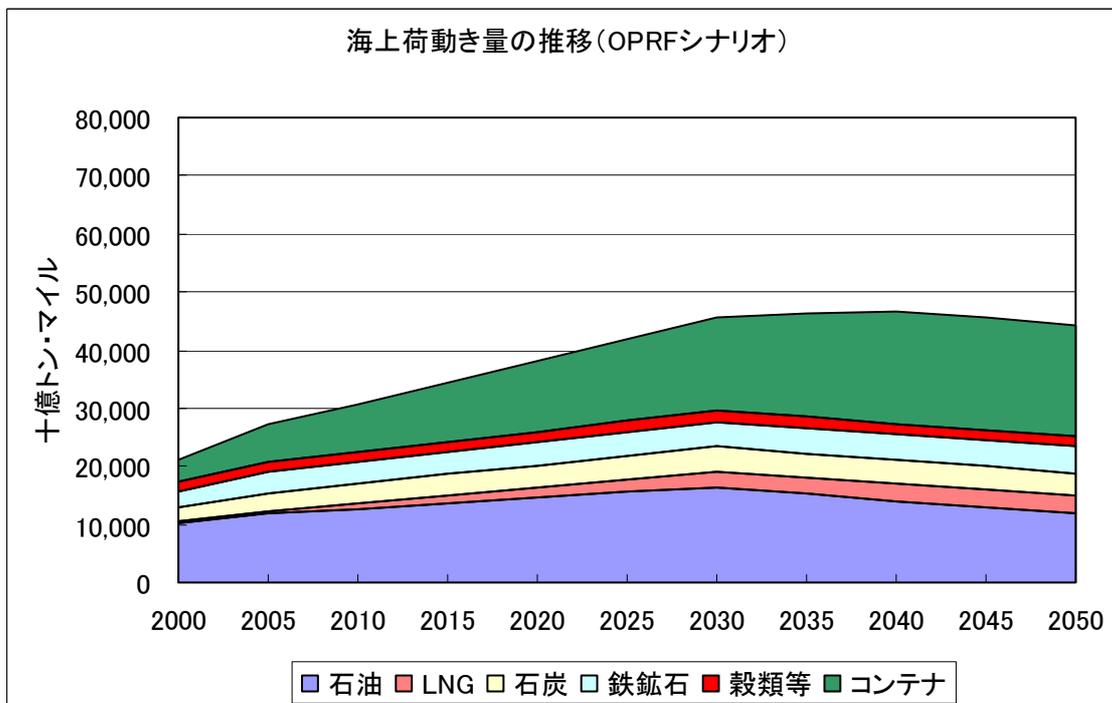


図 1.12 海上荷動き量の推計 (OPRF シナリオ)

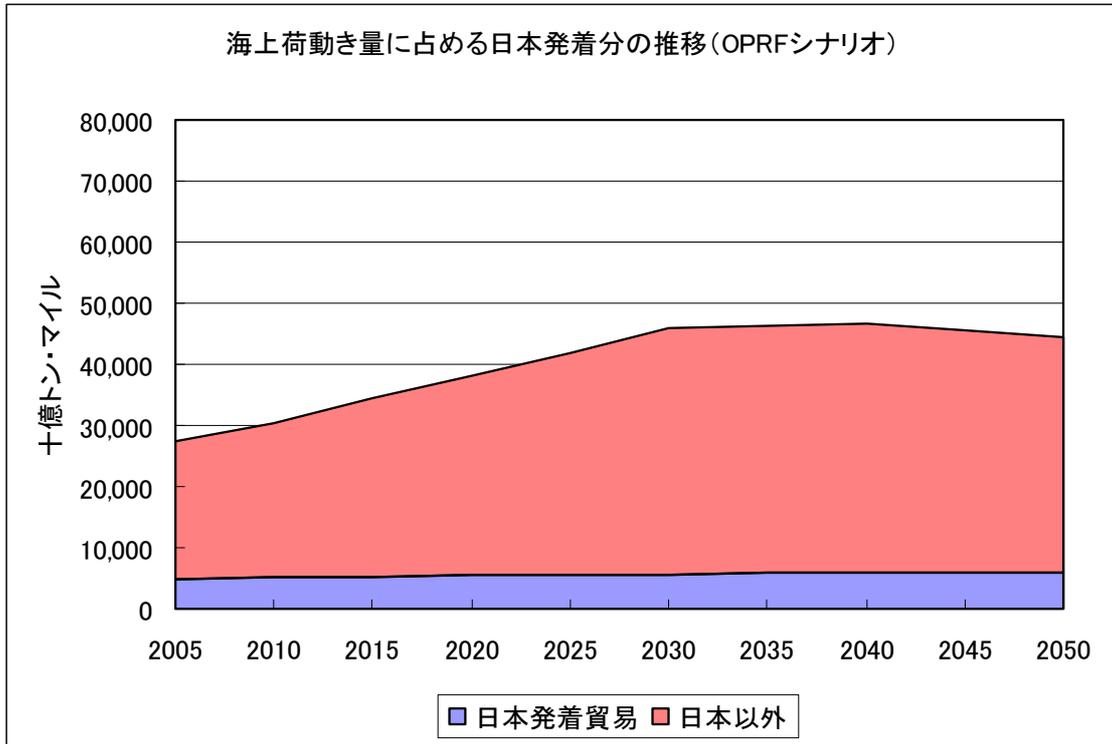


図 1.13 海上荷動き量に占める日本の割合 (OPRF シナリオ)

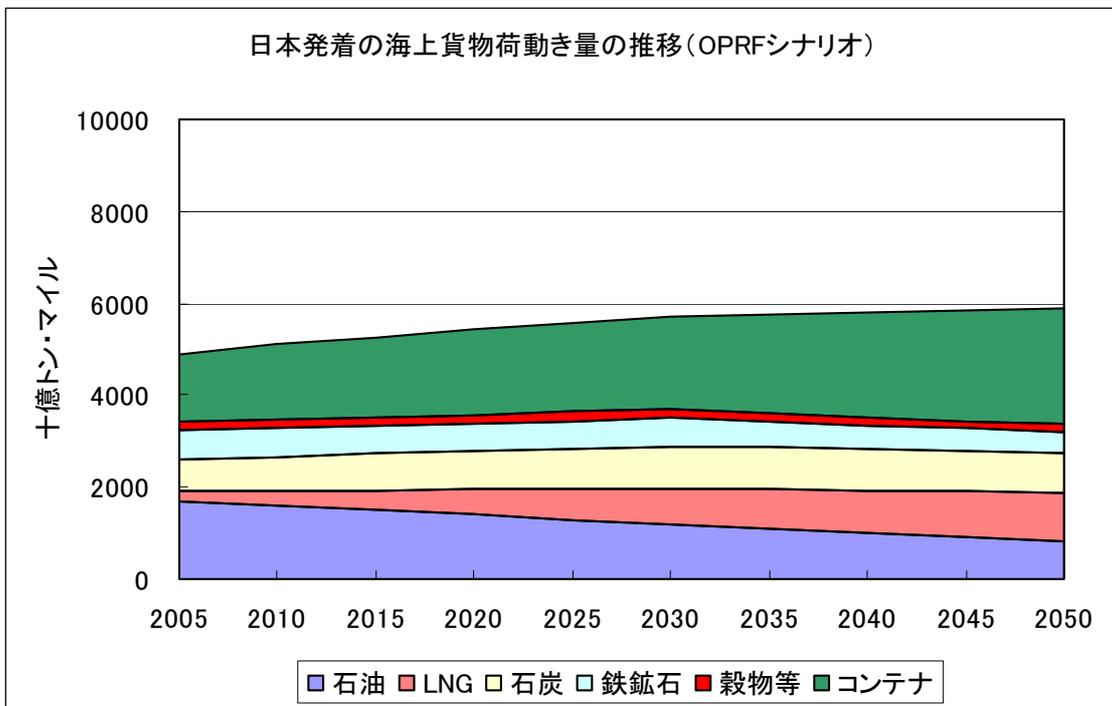


図 1.14 日本発着貨物の内訳 (OPRF シナリオ)

1.4 2050年までの世界の海上輸送動向（OPRFシナリオ）における支配的要因

OPRFシナリオでは、IPCCシナリオA1Bに従った基本データにi) 海事に関する諸要因、ii) 地球温暖化対策の影響、を反映したが、i) は世界の海上輸送を対象とするマクロ的にはほとんど影響は無く、温暖化対策の影響が支配的である(図1.15～1.17)。

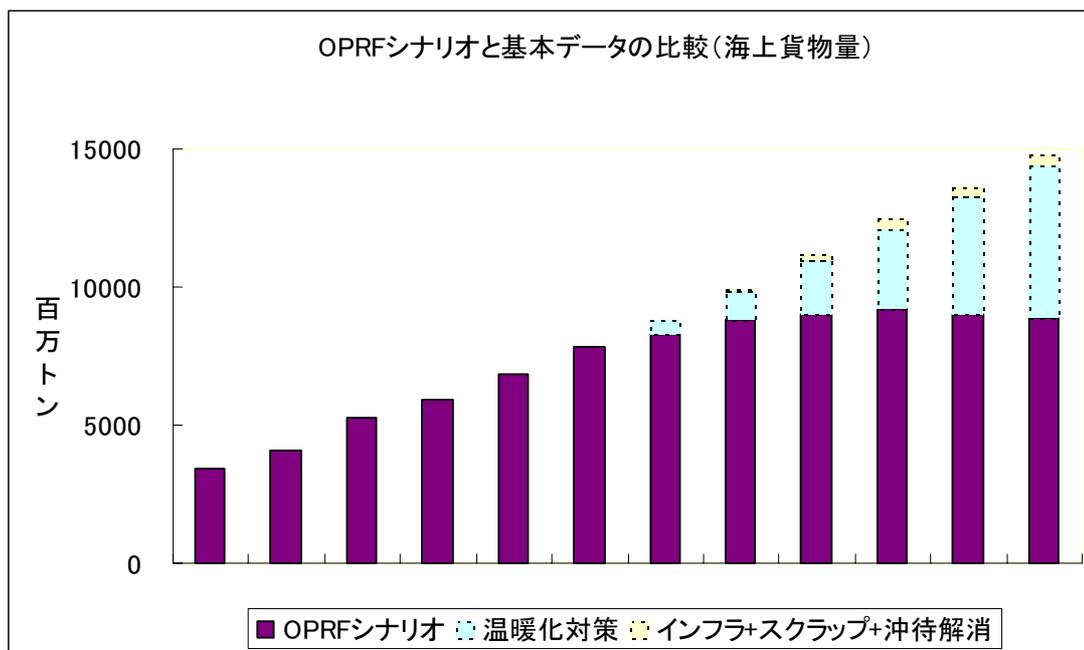


図 1.15 海上貨物量の推移 (OPRFシナリオとベースデータ比較)

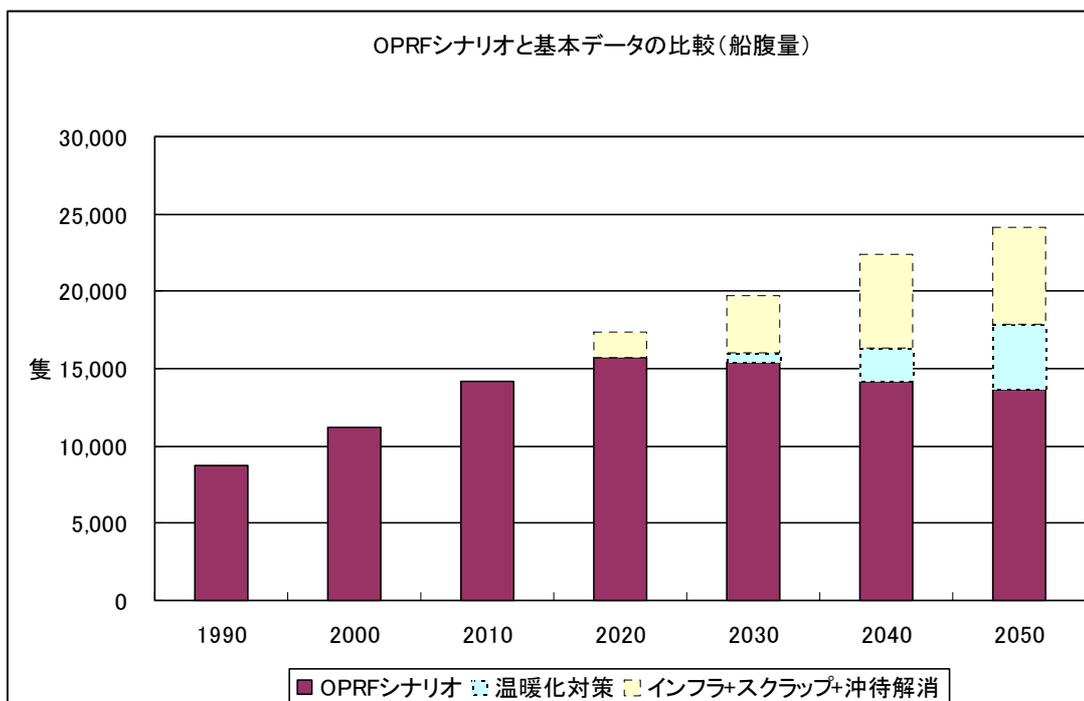


図 1.16 船腹量の推計 (OPRFシナリオとベースデータ比較)

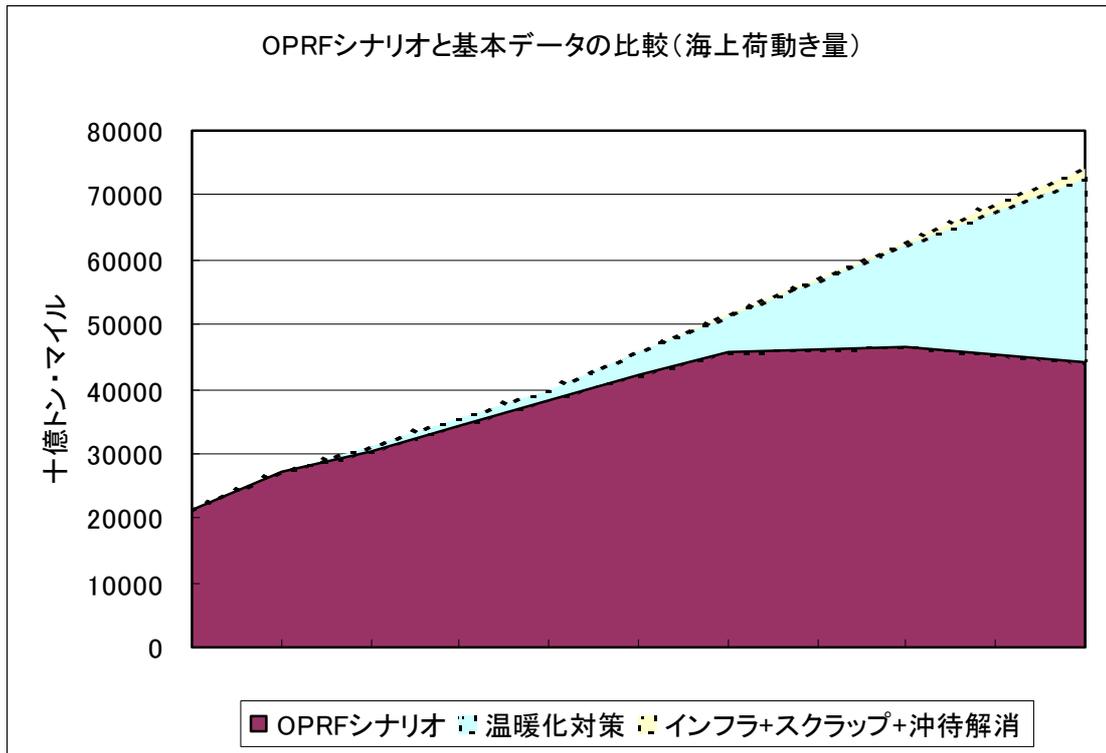
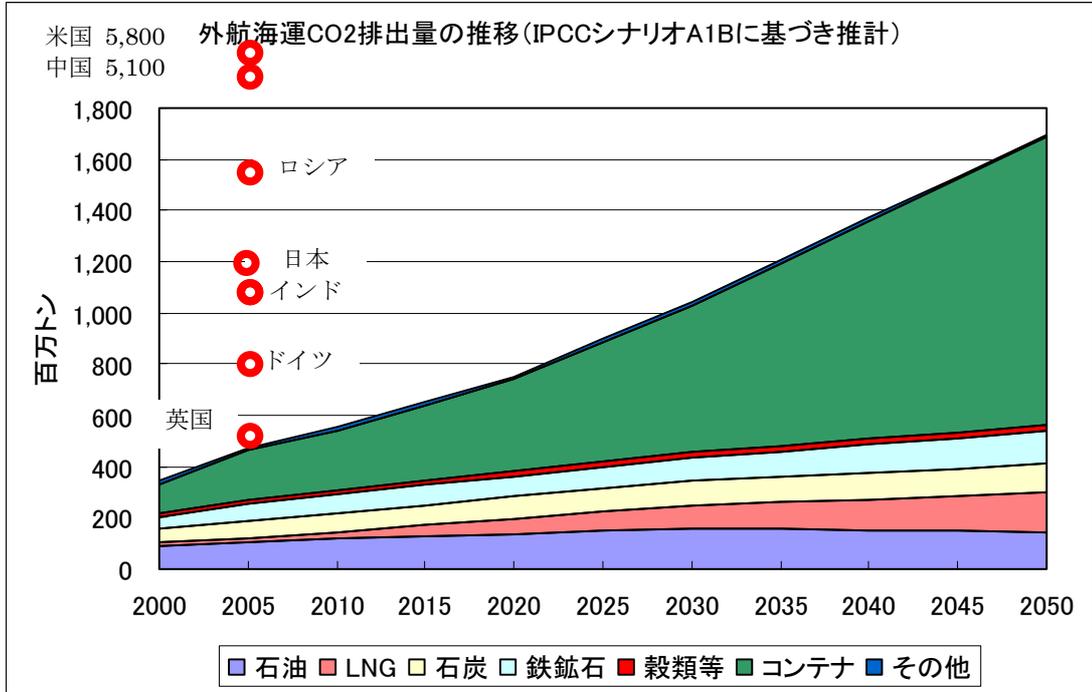


図 1.17 海上荷動き量の推計 (OPRF シナリオとベースデータ比較)

1.5 外航海運の CO2 排出量の推定

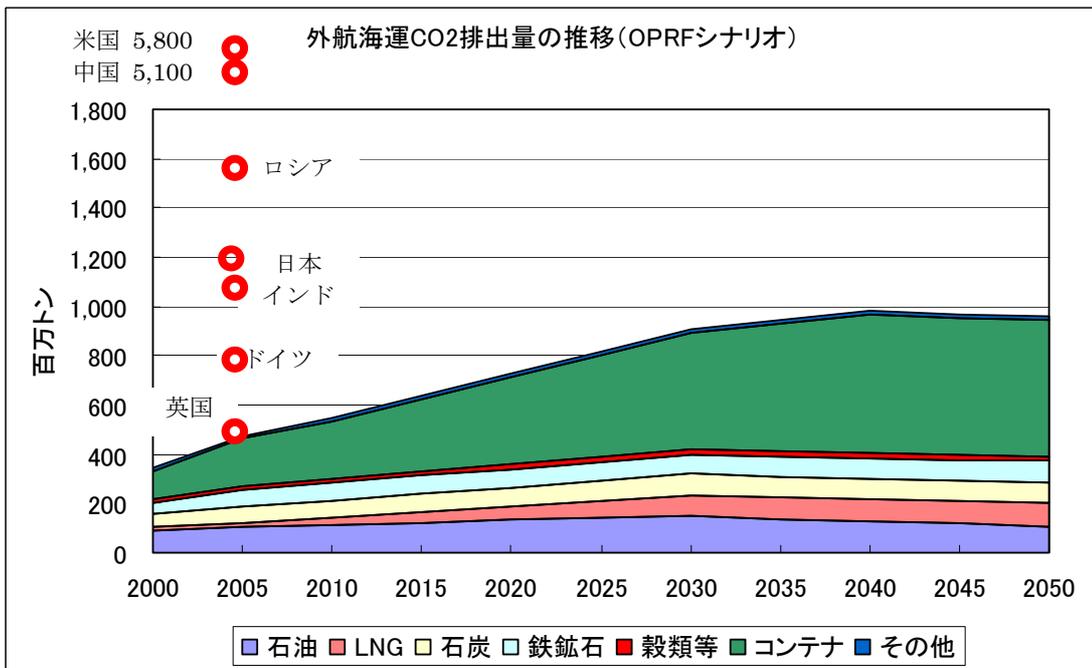
OPRF シナリオの前提で最も支配的なのが地球温暖化対策であるため、海上荷動き量（トンマイル）のデータをベースに外航海運からの CO2 排出量を試算した。

その結果を図 1.18～19 に示す。



● は、2005年の国別CO2排出量をプロットしたもの

図 1.18 CO2 排出量の推計 (IPCC シナリオ A1B)



● は、2005年の国別CO2排出量をプロットしたもの

図 1.19 CO2 排出量の推計 (OPRF シナリオ)

1.6 OPRF シナリオにおける基準設定とその前提条件

OPRF シナリオにおける CO₂ 排出量は図 1.20 のとおりであり、これを世界経済の安定と地球温暖化対策を両立しうるぎりぎりの排出量推移として設定する。そして、超長期の海事活動に支配的に影響を及ぼすのがこの温暖化対策と考えられることに鑑み、OPRF は図 1.20 の CO₂ 排出量を今後超長期に亘って海事社会が遵守すべき基準として提案する。この OPRF シナリオ基準を達成するために海事社会は一丸となって対応策を検討していく必要がある。

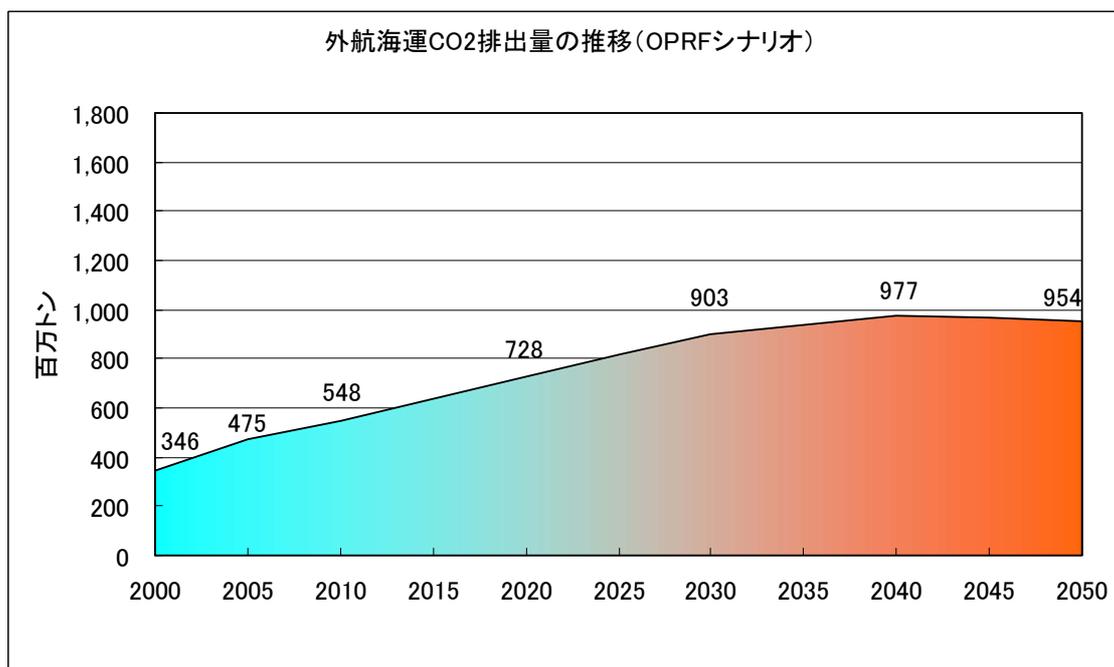


図 1.20 OPRF シナリオにおける CO₂ 排出量

2. 将来予測の内容

ここでは、1. に示した将来予測の推計に関してより詳細な手法の解説や係数等を示す。

2.1 IPCC シナリオに従った基本データの作成

定量的推計作業にあたっては、権威ある機関の既存の将来予測を組み合わせたものをベースに行うこととし、IPCC が作成した排出シナリオ（SRES）には、石油、天然ガス、石炭のエネルギー関係については 2010 年までの世界における消費量の予測値が示されており、鉄鉱石、穀物、工業製品等の消費量については、同じく 2010 年までの予測値が示されている人口や GDP から推計する。世界の消費量から、過去の動向や他機関による将来予測を加味して推計し、世界全体の海上荷動きをある程度明らかにし、最終的には CO₂ 排出量までの推計を行う。他機関の予測としては、エネルギー関係については、国際エネルギー機関（IEA）、穀物については国際連合食糧農業機関（FAO）などの情報に基づき補強する。

2.2 IPCC シナリオ A1B の採用

IPCC シナリオは 2001 年の IPCC 第 3 次評価報告書にまとめられており、2007 年 5 月に発表された第 4 次評価報告書においても同一のものが用いられている。

活動のグローバル化⇄地域化、経済成長⇄環境志向と 2 つのパラメータにより以下の 4 カテゴリーに分類され、最も蓋然性が高いと考えられるグローバル化かつ経済成長に分類される A1 に 3 シナリオ、A2、B1、B2 で各 1 シナリオの計 6 シナリオにまとめられている。A1 シナリオの中でも最も蓋然性が高いと言われているのが、エネルギーバランス重視の A1B であり、本将来予測においてもこのシナリオを採用する。

なお、IPCC シナリオでは温暖化対策の実行の影響は考慮されてはならず、現実には社会は諸施策等を実施すると考えられるため、この調査研究の将来予測を設定するにあたっては、とられるであろう施策を反映させる。

（参考：IPCC シナリオ各カテゴリーについて）

- A1. A1 は、高度経済成長が続き、世界人口が 21 世紀半ばにピークに達した後減少し、新技術や高効率化技術が急速に導入される未来社会を描いている。地域間格差の縮小、能力強化及び文化・社会交流の進展で、1 人あたり所得の地域間格差は大幅に縮小している。A1 シナリオファミリーは、エネルギーシステムにおける技術革新により三つのグループに分かれる。すなわち、化石エネルギー源重視（A1FI）、非化石エネルギー源重視（A1T）、すべてのエネルギー源のバランス重視（A1B）である。
- A2. A2 は地域的経済発展が中心で、1 人あたりの経済成長や技術変化は他の筋書きに比べバラバラで緩やかである。

B1. B1は、地域間格差が縮小した世界を描いている。経済構造はサービス及び情報経済に向かって急速に変化し、物質志向は減少し、クリーンで省資源の技術が導入されるというものである。経済、社会及び環境の持続可能性のための世界的な対策に重点が置かれる。

B2. B2は、経済、社会及び環境の持続可能性を確保するための地域的対策に重点が置かれる世界を描いている。世界の人口はA2よりも緩やかな速度で増加を続け、経済発展は中間的なレベルに止まる。

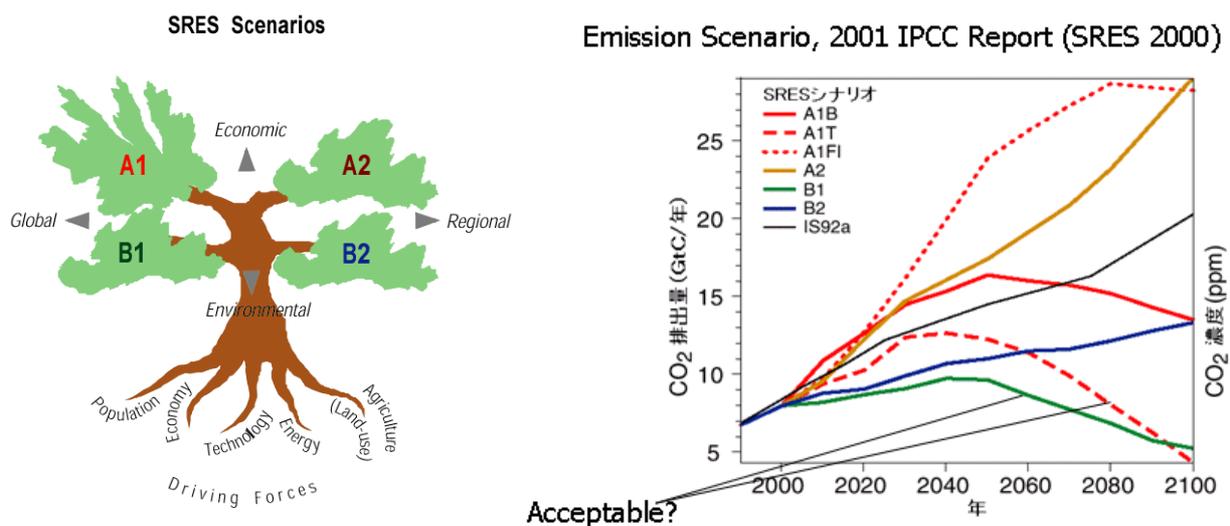


図 2.1 各シナリオにおける CO2 排出量予測

2.3 基本データ (IPCC シナリオ A1B)

IPCC シナリオ A1B における、2050 年までの人口、GDP、エネルギー動向等に基づき、石油、天然ガス、石炭、鉄鉱石、穀物、製造品等の消費量や海上貨物量を過去の動向をふまえて推計する。また、エネルギーについては IEA、穀物については FAO の情報に基づき補強する。

(1) 海上貨物量の推計

- ・ 石油及び石炭

IEA の World Energy Outlook 2006 における 2030 年予測における貿易推計より、IPCC シナリオ A1B における 2030 年の海上貨物量を推計し、2005 年以前の実績値と 2030 年の推計値により、一次エネルギー消費量 (IPCC シナリオ予測値有り) と海上貨物量の相関を最小二乗法による一次近似により推計。

- LNG

IEA の World Energy Outlook 2006 における 2030 年予測の貿易推計より、IPCC シナリオ A1B における 2020 年（一次エネルギー消費が近接）の海上貨物量を推計し、2005 年以前の実績値と 2020 年の推計値により、一次エネルギー消費量（IPCC シナリオ予測値有り）と海上貨物量の相関を最小二乗法による一次近似により推計。

- 鉄鉱石

粗鋼消費量（生産量）と鉄鉱石消費量とは以下の関係がある。

粗鋼量 = 銑鉄起因 + スクラップ起因

銑鉄量 = 鉄鉱石消費量 × 係数

過去の粗鋼生産量と GDP（総額）とは一定の相関が認められるが（図 2.2）、インフラ整備との関係が強い鋼材の特性上、一人当たり GDP が一定以上になると、鋼材消費量の伸びは止まってしまうと言われている（図 2.3 参照）。

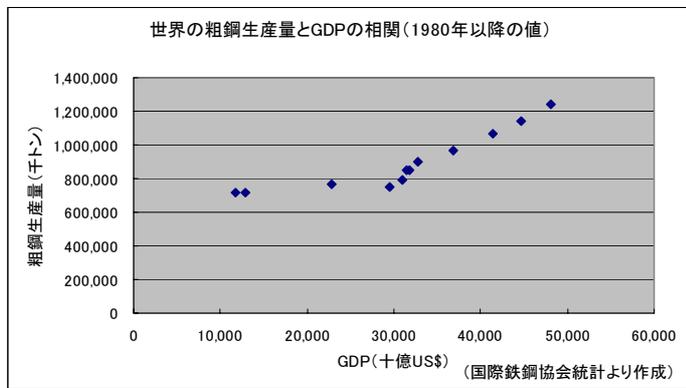


図 2.2 世界の粗鋼生産量と GDP の相関

このため、鉄鉱石消費量の推

計用 GDP としては、日本の例などをふまえ、IPCC シナリオ A1B における国民一人当たり GDP が US\$30,000 以上となった国はそれ以上 GDP が伸びないとして 2050 年までの推計用 GDP を求め、過去の相関による一時近似により、2050 年までの世界の粗鋼消費量を推計した。

次に、スクラップは過去の鋼材がリサイクルされるものであり、その率は 8 割程度といわれている。過去の統計より、概ね、60 及び 65 年の 40 年後のスクラップ起因の鋼材が各年の粗鋼生産量の 75 及び 78% となっており（図 2.4）、上記で推計した粗鋼消費量により 40 年前の粗鋼量をベースに推計したスクラップ起因分を引き、残りの銑鉄起因分より係数処理により鉄鉱石消費量を推計した。

消費量と海上貨物量の 2005 年以前の相関に基づき 2050 年までの鉄鉱石の海上貨物量を最小二乗法による二次近似で推計。

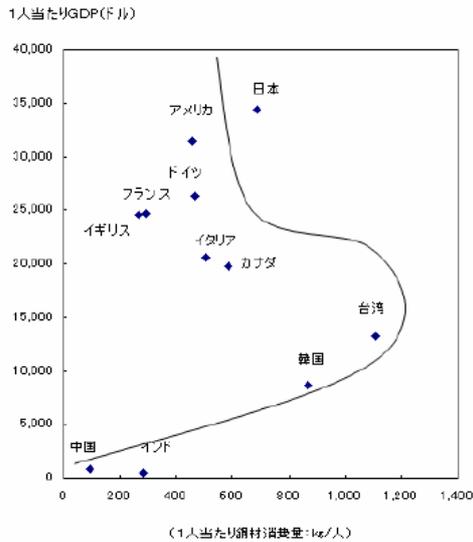


図 2.3 「日本の鉄鋼業」2004 年 12 月国見講演資料より

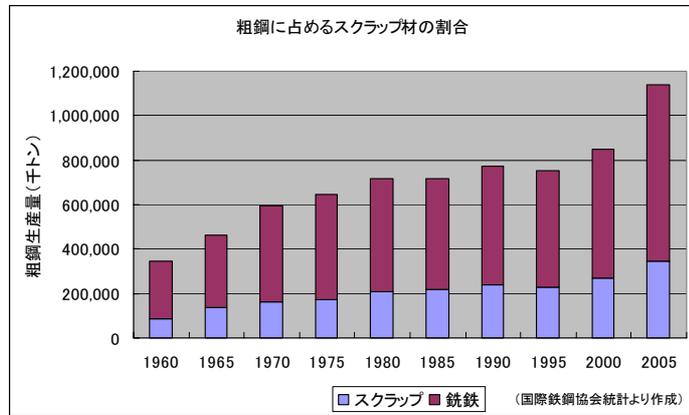


図 2.4 粗鋼に占めるスクラップ材の割合

・ 穀物

FAO の Perspective の 2030 年予測における貿易推計より、2030 年の穀物消費量を推計し、人口との相関により、2005 年以前の実績値と 2030 年の推計値より穀物消費量を推計。更に、穀物消費量と海上貨物量の 2005 年以前の相関に基づき 2050 年までの海上貨物量を最小二乗法による二次近似で推計。

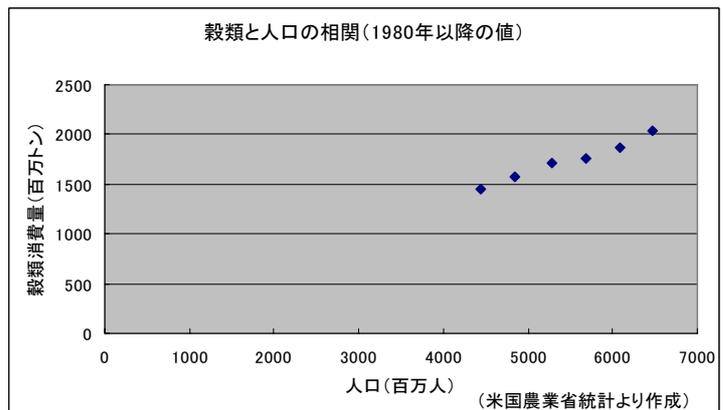


図 2.5 穀類と人口の相関

・ コンテナ

1990 年代からの統計しかなく、過去の実績より推計することは困難であるため、商船三井調査部資料の 2005 年 OD 表に基づき輸出地域毎に GDP 成長率=コンテナ貨物量増加率と仮定して推計。

上記推計の結果による海上貨物量の推移は総括表（表 2.3）に記載した。

【使用した単位換算係数】

95～06 建造コンテナ船 5 隻の実績より、コンテナ 1 TEU=13.15 トンとした。

表 2.1 コンテナ船 5 隻のデータ

建造年	1995	1997	2003	2004	2006	95～06
可裁コンテナ TEU	4,914	6,010	4,600	6,160	5,610	27,294
満載重量 DWT	61,470	81,819	63,160	81,171	71,360	358,980
係数 (Ton/TEU)	12.51	13.61	13.73	13.18	12.72	13.15

1EJ (exa joule)=1,018J=23.8 石油換算トン (TOE)

天然ガス：1Ton=0.805TOE

石炭：1Ton=1.5TOE

銑鉄 1Ton←鉄鉱石 1.906Ton (World Steel in Figures 2006 (国際鉄鋼協会)より)

【参考：GDP 成長率=コンテナ貨物量増加率とした背景】

世界における実質 GDP と製造品の生産量及び製造品の輸出量の推移は図 2.6 のとおりであり、近年のグローバル化により、製造品輸出量の増加率が高くなっている。また、GDP と製造品生産量とは概ね 1:1 で成長してきている。また、日本における GDP と総輸出量の上昇率（図 2.7 及び 2.8）をみても、成長期（80～95）には GDP 成長率が上回り、安定期（95～05）には輸出増加率が上回っている。

GDP と製造品の貿易の各成長率と国の発展度合いとのとの関係

係については、国の発展云々より

むしろ、世界経済が 90 年あたりを境にグローバル化が進んだことの影響が大きいと考えられる。将来予測に用いる IPCC シナリオ A1B は経済のグローバル化を前提としており、グローバル化した社会においては GDP と製造品生産量と製造品輸出量の成長率は 1:1:1 に近づくと考えられるため、コンテナ貨物量の推計にあたっては、GDP 成長率=コンテナ貨物量増加率と仮定した。

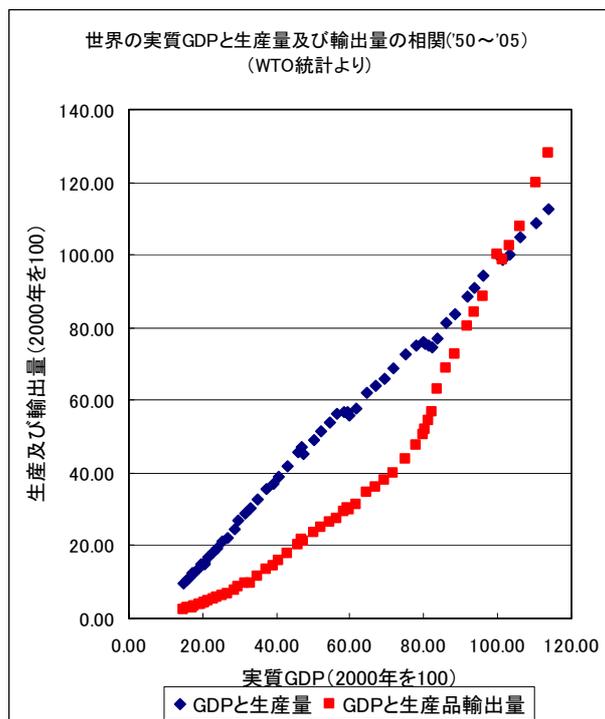


図 2.6 実質 GDP と生産量及び輸出量の相関

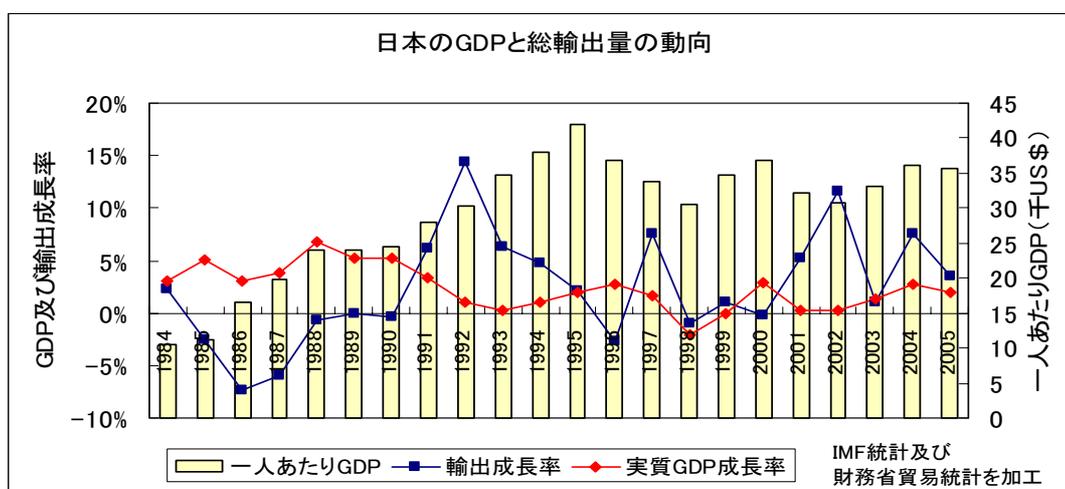


図 2.7 日本の実質 GDP と輸出量の動向

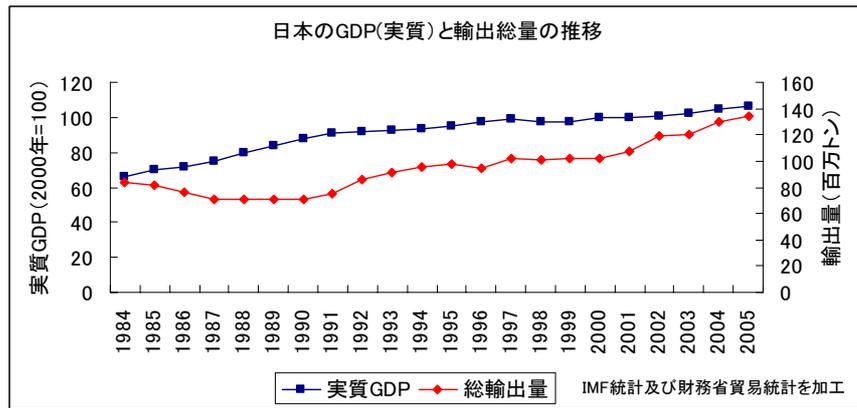


図 2.8 日本の実質 GDP と輸出量の推移

表 2.2 日本の実質 GDP 成長率と輸出増加率

	1980～1995	1995～2005	1980～2005
総輸出量増加率	1.6%	3.3%	2.3%
実質 GDP 成長率	3.3%	1.2%	2.4%

以上の仮定で推計した結果、将来推計においてコンテナ海上貨物量は 2050 年で 2010 年の約 6 倍の値となるが、図 2.9 のとおり、過去の世界の製造品貿易量の推移は対数軸に照らせば概ね妥当と考えられる。

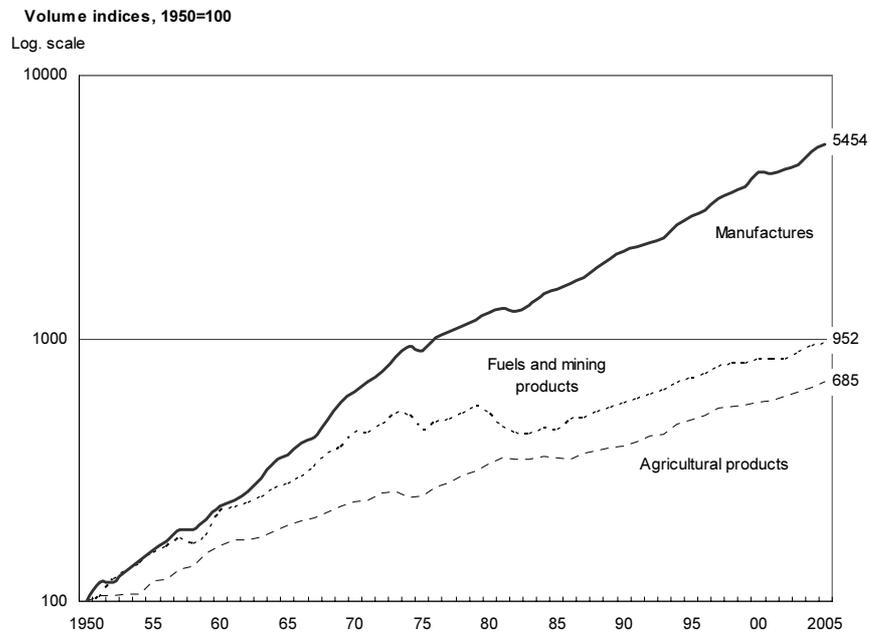


図 2.9 世界の貿易量の推移 (1950=100 とする) (出典: WTO)

(2) 船腹量の推計

海上貨物量から関連する船種別必要船腹量を推計する関係式は以下のとおり。

- ・船種別年間総運航回数 (ship・voyage/y) = Σ 品目別海上貨物量 (ton/y) / 平均積載率 / 船種別一隻あたり平均 DWT (ton/ship・voyage)
- ・船種別年間必要船腹量 (ship) = 船種別年間総運航回数 (ship・voyage/y) / 船種別 1 隻あたり年間平均運航回数 (voyage/y)

過去の貨物量と平均載可重量トンの相関関係を確認した上で、最小二乗法による一次近似により船舶の大型化を考慮した上で、必要船腹量を推計。結果は総括表 (表 2.3) に記載。

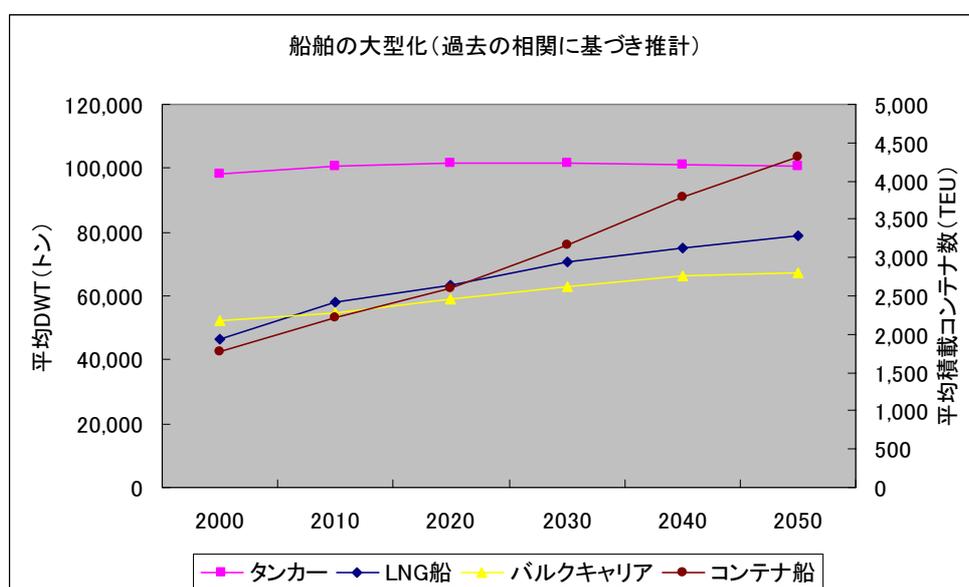


図 2.10 船舶の大型化推計

【参考：海上貨物量から船種別必要船腹量の推計計算の妥当性】

船種別 1 隻あたり年間平均運航回数算出に必要な速力、沖待ち日数等の妥当値を推計するため、過去の実績において比較評価した。

仮定とした速力等データは以下のとおりであり、計算値と実績の一致状況は以下の図 2.11 のとおり。

- ・タンカー速力は 1965 年 13kt～1980 年 14kt～2005 年 16kt
- ・LNG 船の速力は 95 年 18kt～2005 年 19kt
- ・バルクキャリアの速力は 1965 年 14kt～1980 年 15kt～2005 年 17kt
- ・コンテナ船の速力は 23kt
- ・沖待ちは、タンカー 2～3 日 / 2 ヶ月半、約 3 日 / 1 ヶ月程度とした。
- ・停泊日数はコンテナは 4 日 / 航海、その他は 3 日 / 航海
- ・船舶検査による不稼働は年 7 日とした (実際は 2 年に 1 回 2 週間)。

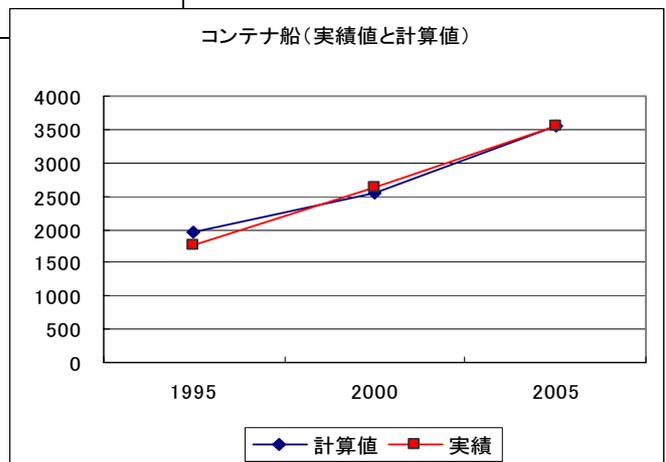
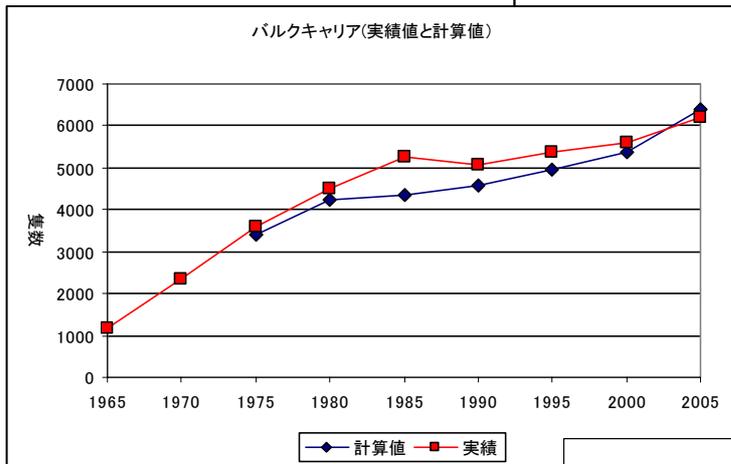
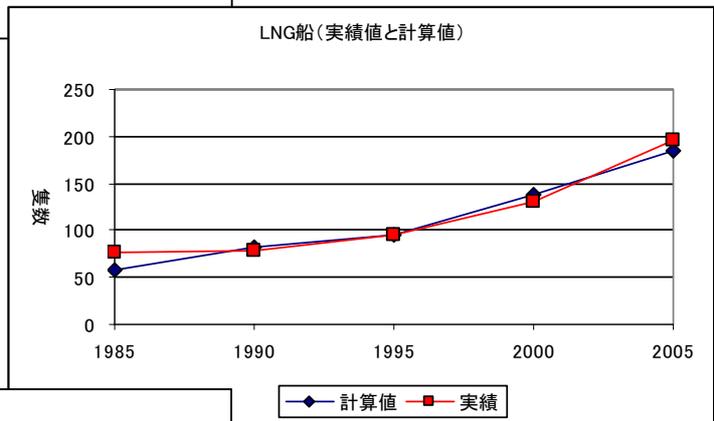
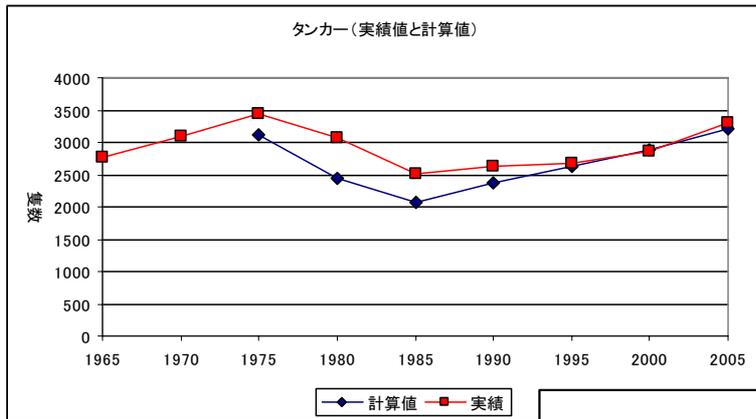


図 2.11 計算値と実績の近似状況

表 2.3 IPCC シナリオ A1B に基づく海上輸送の将来予測総括表

→IPCCシナリオ(A1B)

		1980	1990	2000	2010	2020	2030	2040	2050
世界人口(百万人)		4,442	5,280	6,086	6,774	7,462	8,150	8,407	8,673
世界GDP(10億米ドル)		11,775	22,797	31,759	42,933	61,514	94,093	132,110	186,355
世界エネルギー一次消費 費 (百万石油換算トンTOE)	石油	2975.1	3153.8	3556.2	4569.2	5254.2	5263.9	4964.6	4681.1
	天然ガス	1311.0	1792.1	2193.2	3529.5	4690.7	7146.9	8917.7	11128.1
	石炭	1807.4	2237.2	2364.3	3217.7	3892.9	4289.7	4363.8	4439.3
	原子力	161.0	453.2	584.5	771.8	1126.9	1676.1	2334.4	3332.1
	再生	387.4	495.3	610.5	447.3	1210.6	2193.4	4217.3	7791.4
合計	6641.9	8131.6	9308.7	12535.5	16175.4	20570.0	24797.8	31372.1	
世界エネルギー一次消費 費 (百万トン)	石油	2975.1	3153.8	3556.2	4569	5254	5264	4965	4681
	LNG換算	1055.4	1442.6	1765.6	2841	3776	5753	7179	8958
	石炭	2711.1	3355.7	3546.4	4827	5839	6435	6546	6659
鉄鉱石消費量(百万トン)	鉄鉱石	968.7	1009.8	1098.2	1127	1285	1794	2382	2623
穀物消費量(百万トン)	穀類	1452.8	1718.3	1864.3	2161	2381	2658	2684	2769
世界海上貨物量 (百万トン)	石油	1596.0	1526.0	2027.0	2768.1	3299.8	3286.1	3075.1	2855.0
	LNG	22.9	52.7	100.1	273.7	424.4	728.0	950.3	1227.9
	石炭	188.0	342.0	523.0	716.6	950.8	1029.5	1114.1	1140.3
	鉄鉱石	314.0	347.0	454.0	436.5	527.1	814.4	1134.6	1261.6
	穀物	198.0	192.0	230.0	256.0	280.2	310.2	313.0	322.1
	リン鉱、アルミナ、ホーキサイト	96.0	87.0	81.0	92.7	97.1	105.0	114.1	127.1
海上コンテナ量(百万)	-	-	52,786	102,863	163,414	276,937	438,429	599,921	
海上コンテナ量(百万ト)	-	-	694.3	1352.9	2149.3	3642.4	5766.4	7890.4	
(貿易量/消費量)*海上 輸送利用率(%)	石油	53.6%	48.4%	57.0%	60.6%	62.8%	62.4%	61.9%	61.0%
	LNG	2.2%	3.7%	5.7%	9.6%	11.2%	12.7%	13.2%	13.7%
	石炭	6.9%	10.2%	14.7%	14.8%	16.3%	16.0%	17.0%	17.1%
	鉄鉱石	32.4%	34.4%	41.3%	38.7%	41.0%	45.4%	47.6%	48.1%
	穀物	13.6%	11.2%	12.3%	11.8%	11.8%	11.7%	11.7%	11.6%
平均DWT(トン/隻) (TEU/隻)	タンカー	105,388	93,581	98,467	100,425	101,844	101,810	101,268	100,671
	LNG船	-	39,667	46,423	57,837	63,334	70,793	74,786	78,830
	バルクキャリア	41,930	47,690	52,167	54,798	58,792	62,669	66,127	67,453
	コンテナ船	-	-	1,777	2,214	2,602	3,169	3,800	4,322
平均積載率(重量)(%)	タンカー	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%
	LNG船	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%
	バルクキャリア	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%
	コンテナ船	-	-	100%	100%	100%	100%	100%	100%
年間総運航回数(隻・航海)	タンカー	15,453	16,639	21,006	28,126	33,061	32,936	30,985	28,938
	LNG船	-	1,355	2,200	4,829	6,838	10,493	12,967	15,895
	バルクキャリア	19,775	21,143	25,719	28,549	32,872	37,549	42,150	44,028
	コンテナ船	-	-	29,700	46,462	62,805	87,399	115,379	138,804
平均輸送日数(年/航海)	タンカー	0.1574	0.1426	0.1376	0.1372	0.1383	0.1395	0.1405	0.1416
	LNG船	-	0.0600	0.0624	0.0687	0.0730	0.0774	0.0787	0.0799
	バルクキャリア	0.2145	0.2160	0.2083	0.2046	0.2050	0.2054	0.2049	0.2043
	コンテナ船	-	-	0.0861	0.0888	0.0865	0.0834	0.0802	0.0786
年間必要船腹量(隻)	タンカー	2,433	2,373	2,890	3,858	4,573	4,593	4,354	4,097
	LNG船	-	81	137	332	499	812	1,020	1,270
	バルクキャリア	4,242	4,567	5,357	5,840	6,738	7,712	8,635	8,997
	コンテナ船	-	-	2,558	4,125	5,434	7,291	9,255	10,914
年間必要船腹量(百万トン) (百万TEU)	タンカー	256.4	222.1	284.6	387.4	465.7	467.7	440.9	412.4
	LNG船	-	3.2	8.6	19.2	31.6	57.5	76.3	100.1
	バルクキャリア	177.9	217.8	279.5	320.0	396.1	483.3	571.0	606.9
	コンテナ船	-	-	4.5	9.1	14.1	23.1	35.2	47.2
世界海上荷動き量 (十億トン・マイル)	石油	-	7821.0	10265.0	12920	15263	17606	16662	15717
	LNG	-	-	306.8	964	1997	3031	4197	5364
	石炭	-	1849.0	2509.0	3425	4028	4630	4935	5240
	鉄鉱石	-	1978.0	2545.0	3918	4332	4747	5762	6778
	穀物	-	1073.0	1244.0	1454	1592	1731	1765	1799
	リン鉱、アルミナ、ホーキサイト	-	359.0	340.0	352	369	399	433	483
コンテナ	-	-	3915.0	7993	12208	19551	29088	38544	

(参考:実績値出典等)

人口実績は国際連合

GDP実績はIMFのWorld Economic Outlook Databaseより

エネルギー実績はBP統計ベース(風力等再生エネルギーの一部は含まれない)

鉄鉱石消費量は国際鉄鋼協会統計の銑鉄生産量に係数を掛けて推計

穀物消費量は米国農業省統計

海上貨物量、平均DWT、荷動き量はFearnleys Review(10,000DWT(LNG船は1,000m2)以上)、但しLNG海上貨物量はCedigas

(3) 海上荷動き (OD) の推計

・ 石油海上荷動き

Fearnleys の 2005 年 OD 表をベースに 2030 年は IEA の WEO2006 に基づいて From 及び To の各地域の合計を推計し、フレータ法により OD を推計。

2050 年は輸出地域 (From) を 2005-2030 の伸びに従って推計し、2005 年時点の確認埋蔵量 (BP 資料) を超過する場合には抑制し、フレータ法により OD を推計。

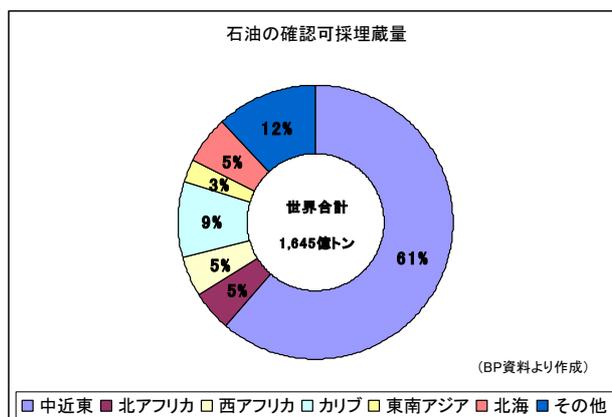


図 2.12 石油埋蔵量

表 2.4 石油 OD 表

OIL TOTAL SEABORNE TRADE 2005

(単位:百万トン)

From \ To	北西欧州	地中海	北米	南米	日本	他アジア	他	合計
中近東	66	106	155	14	236	486	28	1,091
北アフリカ	36	68	32	13	0	11	0	159
西アフリカ	16	24	127	15	11	72	4	269
カリブ	9	13	230	10	0	8	0	270
東南アジア	0	0	6	0	15	48	20	89
北海	2	10	54	1	0	7	0	74
その他	122	75	69	11	7	37	6	327
合計	252	295	673	63	269	668	58	2,279

(Review2006に基づき推計)

OIL TOTAL SEABORNE TRADE 2030

(単位:百万トン)

From \ To	北西欧州	地中海	北米	南米	日本	他アジア	他	合計
中近東	69	132	252	3	178	1112	24	1769
北アフリカ	37	84	52	2	0	24	0	200
西アフリカ	12	21	145	2	6	116	2	303
カリブ	4	6	140	1	0	6	0	156
東南アジア	0	0	12	0	14	136	22	183
北海	3	13	88	0	0	16	0	119
その他	164	122	144	3	7	110	7	556
合計	287	378	833	10	205	1519	55	3,286

OIL TOTAL SEABORNE TRADE 2050

(単位:百万トン)

From \ To	北西欧州	地中海	北米	南米	日本	他アジア	他	合計
中近東	119	196	310	4	172	1204	36	2,042
北アフリカ	20	40	21	1	0	8	0	90
西アフリカ	1	2	13	0	0	9	0	27
カリブ	8	12	217	2	0	9	0	247
東南アジア	0	0	3	0	3	33	7	47
北海	4	17	100	0	0	16	0	137
その他	96	61	60	1	2	40	3	265
合計	249	328	724	9	178	1,319	48	2,855

・ LNG 海上荷動き

LNG One World の OD 表をベースに 2005 年の荷動きを推計し、IEA の WEO2006 の 2030 年予測に基づき、IPCC シナリオの場合の 2020 年として From 及び To の各地域の合計を推計し、フレータ法により OD をまず推計。2030 年は 2005-2020 の伸びに従って輸出地域 (From) の合計を推計し (2005 年時点の確認埋蔵量 (BP 資料) を超過しそうな場合には抑制)、フレータ法により OD を推計。

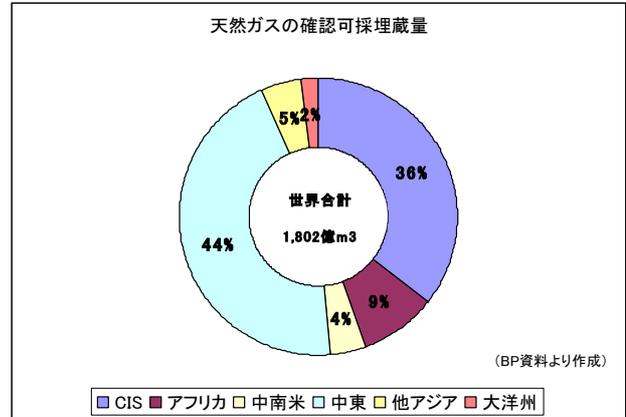


図 2.13 天然ガス埋蔵量

2050 年も同様に推計。なお、確認可採埋蔵量の大洋州については、将来的な小規模ガス田の実用化を見込み、埋蔵量を BP 資料の 1.5 倍と仮定した。

表 2.5 LNG OD 表

LNG TOTAL SEABORNE TRADE 2005

(単位:百万トン)

To	From	北米	欧州	中南米	インド	日本	韓国	中国	他アジア	合計
北米	北米	0	0	0	0	1	0	0	0	1
CIS	CIS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
アフリカ	アフリカ	2	31	0	0	0	0	0	0	33
中南米	中南米	9	0	1	0	0	0	0	0	10
中東	中東	1	2	0	0	15	12	0	0	29
他アジア	他アジア	0	0	0	0	41	9	6	0	56
大洋州	大洋州	0	0	0	0	8	0	0	0	9
合計	合計	12	33	1	0	65	21	6	0	138

(LNG One World 2003より推計)

LNG GAS TOTAL SEABORNE TRADE 2030

(単位:百万トン)

To	From	北米	欧州	中南米	インド	日本	韓国	中国	他アジア	合計
CIS	CIS					4				4
アフリカ	アフリカ	81	86		0	1	0	0	0	168
中南米	中南米	70	30	2	0	0	0	0	0	102
中東	中東	89	29		42	119	44	0	0	323
他アジア	他アジア	0	0		1	49	3	10	1	64
大洋州	大洋州	0	0		0	30	4	34	0	67
合計	合計	240	146	2	43	203	51	44	1	728

LNG TOTAL SEABORNE TRADE 2050

(単位:百万トン)

To	From	北米	欧州	中南米	インド	日本	韓国	中国	他アジア	合計
CIS	CIS					8				8
アフリカ	アフリカ	131	143		0	1	1	0	0	276
中南米	中南米	108	47	3	0	0	0	0	0	158
中東	中東	166	55		71	244	78	0	0	614
他アジア	他アジア	0	0		0	51	3	14	1	70
大洋州	大洋州	0	0		0	38	4	60	0	102
合計	合計	405	246	3	72	342	86	74	1	1228

・石炭海上荷動き

Fearnleys の 2005 年 OD 表をベースに 2030 年は IEA の WEO2006 に基づいて From 及び To の各地域の合計を推計し、フレータ法により OD を推計。

2050 年は輸出地域 (From) を 2005-2030 の伸びに従って推計し、2005 年時点の確認埋蔵量 (BP 資料) を超過する場合には抑制し(インドネシアのみ)フレータ法により OD を推計。

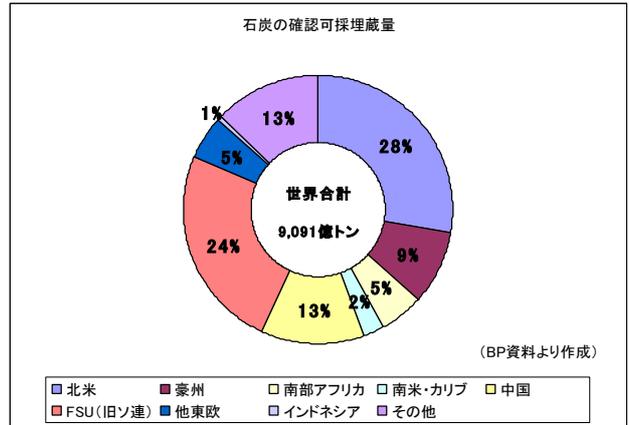


表 2.6 石炭 OD 表

図 2.14 石炭埋蔵量

COAL TOTAL SEABORNE TRADE 2005

(単位:百万トン)

From	To							合計
	西欧	地中海	他欧州	南米	日本	他極東	その他	
北米	12	7	5	7	9	8	3	51
豪州	18	4	5	13	104	56	24	225
南部アフリカ	34	6	13	1	0	0	13	67
南米・カリブ	16	6	6	2	0	0	32	63
中国	1	2	0	0	24	45	3	75
FSU(旧ソ連)	26	18	10	0	11	4	1	69
他東欧	10	2	3	0	0	0	1	16
インドネシア	3	7	6	2	27	62	19	126
その他	2	0	1	1	3	10	1	19
合計	121	52	50	27	179	184	97	710

(Review2006)

COAL TOTAL SEABORNE TRADE 2030

(単位:百万トン)

From	To							合計
	西欧	地中海	他欧州	南米	日本	他極東	その他	
北米	10	6	5	6	7	6	2	42
豪州	34	8	10	23	172	99	42	388
南部アフリカ	46	9	18	1	0	0	16	91
南米・カリブ	24	10	9	4	0	0	47	93
中国	1	1	0	0	19	37	2	61
FSU(旧ソ連)	38	28	14	1	14	5	1	101
他東欧	12	2	3	0	0	0	1	18
インドネシア	5	11	9	2	37	90	27	181
その他	7	1	4	3	9	30	2	56
合計	176	75	72	40	259	267	140	1029

COAL TOTAL SEABORNE TRADE 2050

(単位:百万トン)

From	To							合計
	西欧	地中海	他欧州	南米	日本	他極東	その他	
北米	7	5	4	4	6	6	2	33
豪州	40	10	13	27	217	146	53	506
南部アフリカ	52	11	22	1	0	1	20	107
南米・カリブ	28	13	11	4	0	0	59	115
中国	0	1	0	0	13	31	2	48
FSU(旧ソ連)	43	35	17	1	18	7	2	123
他東欧	12	2	4	0	0	0	1	20
インドネシア	3	6	5	1	20	56	14	104
その他	8	1	5	4	13	48	3	83
合計	195	83	80	44	287	296	155	1140

・鉄鉱石海上荷動き

Fearnleys の 2005 年 OD 表をベースに、輸出地域 (From) は確認埋蔵量 (US Mineral Commodity Summaries 2007) との兼ね合いで輸出量を推計し、輸入地域 (To) は増加分を GDP と鉄鉱石消費量の相関により配分して輸入量を推計し、フレータ法により OD を推計。(2030 年 2050 年共)

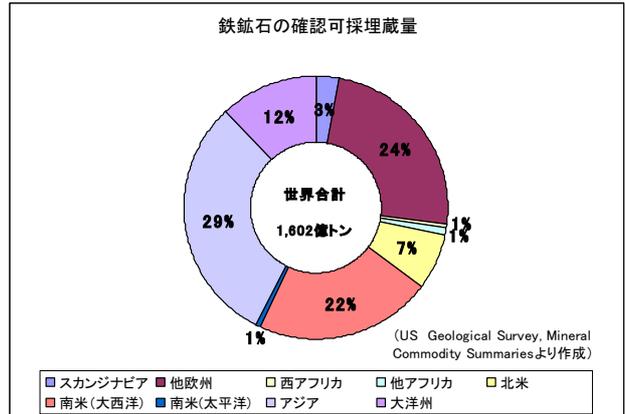


図 2.15 鉄鉱石埋蔵量

表 2.7 鉄鉱石 OD 表

IRON ORE TOTAL SEABORNE TRADE 2005

(単位:百万トン)

From	To								合計
	西欧	地中海	他欧州	米国	日本	中国	他極東	その他	
スカンジナビア	6	1	1	0	0	0	0	7	15
他欧州	0	0	0	0	0	4	1	4	9
西アフリカ	7	2	1	0	0	0	0	1	11
他アフリカ	6	2	2	0	7	11	1	0	29
北米	13	4	1	0	1	3	2	3	26
南米(大西洋)	41	13	7	6	26	59	19	33	205
南米(太平洋)	0	0	0	0	4	5	3	2	14
アジア	0	0	0	0	22	70	3	2	99
大洋州	14	1	0	0	75	113	35	4	244
合計	89	24	12	6	135	265	65	56	652

(Review2006)

IRON ORE TOTAL SEABORNE TRADE 2030

(単位:百万トン)

From	To								合計
	西欧	地中海	他欧州	米国	日本	中国	他極東	その他	
スカンジナビア	6	1	1	0	0	0	0	13	22
他欧州	0	0	0	0	0	3	1	8	13
西アフリカ	7	3	1	0	0	0	0	1	12
他アフリカ	5	2	2	0	5	8	1	0	23
北米	18	5	1	0	1	3	3	7	38
南米(大西洋)	53	17	10	23	28	64	26	76	296
南米(太平洋)	0	0	0	1	3	4	3	3	13
アジア	1	0	0	0	30	97	6	7	141
大洋州	16	2	1	0	73	112	44	9	257
合計	107	29	15	25	140	291	83	125	814

IRON ORE TOTAL SEABORNE TRADE 2050

(単位:百万トン)

From	To								合計
	西欧	地中海	他欧州	米国	日本	中国	他極東	その他	
スカンジナビア	11	2	2	0	0	0	0	45	60
他欧州	1	0	0	0	0	3	2	28	34
西アフリカ	7	3	1	0	0	0	0	2	12
他アフリカ	5	2	2	0	3	4	1	1	18
北米	40	14	4	0	1	4	7	33	103
南米(大西洋)	51	20	14	57	15	34	29	148	368
南米(太平洋)	0	0	0	2	1	2	2	5	12
アジア	3	2	0	0	70	226	29	56	386
大洋州	22	3	1	2	57	86	70	26	267
合計	140	46	25	60	147	359	141	344	1,262

・ 穀物海上荷動き

Fearnleys の 2005 年 OD 表をベースに、輸入地域 (To) は先進国と途上国別の一人あたり穀物消費量の推移と人口増加を考慮し、各地域の輸入量を推計し、フロー法により OD を推計。(2030 年 2050 年共)

表 2.8 FAO perspective による先進国/途上国等別一人当たり穀物消費量の推移

FAO(kg/capita)	2030	2005	増加量 2005-2030
途上国	279	254	25
先進国	667	605	62
東欧、旧ソ連	685	548	137
平均	344	323	21

表 2.9 穀物 OD 表

GRAIN TOTAL SEABORNE TRADE 2005 (単位:百万トン)

From	To											
	西欧	地中海	東欧	他欧州	アフリカ	北アメリ	近東	インド洋	日本	他極東	その他	合計
米国	2	3	0	0	14	30	2	2	23	27	0	105
カナダ	1	1	0	0	2	3	0	2	2	5	0	16
南米	7	6	0	1	7	8	1	5	1	22	0	59
豪州	0	1	0	0	2	0	0	5	2	8	0	18
その他	0	5	3	1	20	0	4	9	1	11	0	54
合計	10	15	3	2	46	42	8	23	29	72	1	251

(Review2006)

GRAIN TOTAL SEABORNE TRADE 2030 (単位:百万トン)

From	To											
	西欧	地中海	東欧	他欧州	アフリカ	北アメリ	近東	インド洋	日本	他極東	その他	合計
米国	2	4	0	1	25	37	4	3	23	30	0	129
カナダ	1	2	0	0	3	4	0	2	2	5	0	19
南米	7	8	0	2	13	10	2	7	1	24	0	73
豪州	0	1	0	0	4	0	0	6	2	9	1	22
その他	0	6	3	1	29	0	7	10	1	10	0	67
合計	11	20	3	3	74	51	12	29	28	78	1	310

GRAIN TOTAL SEABORNE TRADE 2050 (単位:百万トン)

From	To											
	西欧	地中海	東欧	他欧州	アフリカ	北アメリ	近東	インド洋	日本	他極東	その他	合計
米国	3	4	0	1	27	39	4	4	23	31	0	134
カナダ	1	2	0	0	3	4	0	3	2	5	0	20
南米	7	9	0	2	13	10	3	7	1	24	0	76
豪州	0	1	0	0	4	0	0	7	2	9	1	23
その他	0	6	3	1	31	0	7	11	1	10	0	69
合計	11	21	3	3	78	53	14	31	29	79	1	322

・ コンテナ海上荷動き

商船三井調査部資料 2005 年 OD 表に基づき、輸出地域 (From) 各地域の IPCC シナリオ A1B の GDP 成長率=コンテナ貨物量増加率と仮定して推計し、フレータ法により OD を推計。(2030 年 2050 年共)

表 2.10 コンテナ OD 表

コンテナ貨物量推計 2005 (単位:千TEU)

From \ To	北米	東アジア	欧州	南米	中東	インド等	アフリカ	オセアニア	合計
北米	437	5,193	1,947	1,754	287	241	214	244	10,317
東アジア	13,138	12,632	9,587	1,484	1,537	1,115	1,033	1,130	41,656
欧州	3,006	4,766	2,240	1,391	1,582	818	1,890	342	16,035
南米	1,972	664	2,204	1,121	136	26	153	30	6,306
中東	150	325	586	5	322	157	55	13	1,613
インド等	619	636	853	61	282	150	137	30	2,768
アフリカ	158	404	1,346	63	82	150	568	39	2,810
オセアニア	207	880	263	51	81	55	36	455	2,028
合計	19,687	25,500	19,026	5,930	4,309	2,712	4,086	2,283	83,533

(商船三井調査部資料)

コンテナ貨物量推計 2030 (単位:千TEU)

From \ To	北米	東アジア	欧州	南米	中東	インド等	アフリカ	オセアニア	合計
北米	370	8774	1962	4956	761	637	421	207	18,088
東アジア	30697	58884	26654	11567	11238	8134	5604	2648	155,426
欧州	2792	8833	2476	4311	4599	2372	4077	319	29,779
南米	6300	4232	8378	11947	1360	259	1135	96	33,707
中東	403	1740	1871	45	2704	1315	343	35	8,456
インド等	1977	4052	3241	650	2818	1495	1016	96	15,344
アフリカ	411	2094	4162	546	667	1217	3427	102	12,625
オセアニア	213	1808	322	175	261	177	86	470	3,512
合計	43,162	90,418	49,067	34,197	24,406	15,607	16,108	3,972	276,937

コンテナ貨物量推計 2050 (単位:千TEU)

From \ To	北米	東アジア	欧州	南米	中東	インド等	アフリカ	オセアニア	合計
北米	370	13176	2009	7038	1439	1041	1291	224	26,588
東アジア	46949	135146	41720	25108	32485	20318	26280	4365	332,372
欧州	2649	12573	2404	5803	8244	3675	11856	326	47,529
南米	9090	9163	12372	24465	3708	611	5021	149	64,579
中東	695	4508	3306	110	8823	3709	1814	65	23,030
インド等	3224	9918	5411	1504	8687	3984	5080	169	37,978
アフリカ	1143	8748	11855	2157	3508	5532	29246	305	62,493
オセアニア	226	2871	349	263	522	306	279	536	5,352
合計	64,346	196,103	79,425	66,449	67,415	39,177	80,867	6,139	599,921

(4) 海上荷動き量（トン・マイル）の推計

2005年の海上荷動き量と整合性を保ちつつ、上記OD推計と各地域の中核港を設定し（表2.11～16）、品目別の海上荷動き量（トン・マイル）を推計した。また、日本発着貨物の量的推移を推計し、世界との比較を行った（表2.18）。

表 2.11 石油海上荷動き推計用距離表

OIL SEABORNE TRADE MILAGE 2005 (単位: Mile)

From	To	北西欧州 Rotterdam	地中海 Barcelona	北米 Houston/S.F.	南米 Buenos. A	日本 Tokyo.	他アジア Shanghai	他 Sydney
中近東	Dubayy	6,234	4,492	9,647	8,476	6,359	5,713	7,080
北アフリカ	Alger	1,839	279	5,252	5,721	9,475	8,836	9,981
西アフリカ	Lagos	4,138	3,531	5,958	4,283	11,144	10,292	9,127
カリブ	La Guaira	4,290	4,205	2,009	4,595	8,585	9,128	8,623
東南アジア	Tanjun	8,837	7,095	8,202	8,879	3,186	2,557	3,911
北海	Oslo	572	2,438	5,626	6,882	11,788	11,149	12,294
その他	Sankt/Syd	1,312	3,178	4,956	7,191	4,329	4,568	13,034

表 2.12 LNG 海上荷動き推計用距離表

LNG SEABORNE TRADE MILAGE 2005 (単位: Mile)

From	To	北米 hali/NY/ Balti/SF	欧州 Lis. Marseille	中南米 Buanos A.	インド Bombay	日本 Kago.	韓国 Pusan	中国 HK	他アジア Bangkok
北米	Alaska					3,039			
CIS	Nakhodka					782			
アフリカ	Lagos	4,416	3,076			10,616	10,569		
中南米	La Guaira	1,854	3,512	4,595		9,109	8,850		
中東	Dubayy	7,529	4,000		1,162	5,861	6,014	4,947	4,308
他アジア	Tanjyun./Balid	8,202	7,083			2,254	2,405	1,362	1,276
大洋州	Sydney./Dar.	6,523	10,040			2,714	2,973	3,855	

表 2.13 石炭海上荷動き推計用距離表

COAL SEABORNE TRADE MILAGE 2005 (単位: Mile)

From	To	西欧 Rott.	地中海 Barcelona	他欧州 Gothenburg	南米 B.A.	日本 Nagoya	他極東 Shanghai	その他 Merborne
北米	Balti.	3,700	3,995	4,146	5,925	9,884	10,197	9,873
豪州	Syd.	11,794	10,052	12,240	7,191	3,067	3,258	692
南部アフリカ	Durban	7,013	6,239	7,459	4,473	7,692	7,025	5,428
南米・カリブ	La Guaira	4,290	4,205	4,736	4,595	8,721	9,128	8,704
中国	H.K.	9,883	8,141	10,329	10,627	1,436	865	4,969
FSU(旧ソ連)	St.P./Nahdka	1,312	3,178	823	7,622	13,936	11,889	12,244
他東欧	Hamb.	330	2,194	420	6,638	12,951	10,905	11,360
インドネシア	Tanjun.	8,837	7,095	9,283	8,879	3,072	2,557	3,121
その他	Bambay	6,420	4,678	6,866	8,304	5,228	4,694	5,271

表 2.14 鉄鉱石海上荷動き推計用距離表

IRON ORE SEABORNE TRADE MILAGE 2005 (単位: Mile)

From	To	西欧 Rott.	地中海 Barcelona	他欧州 St.P.	米国 S.F.	日本 Nagoya	中国 Shanghai	他極東 Pusan	その他 Merborn
スカンジナビア	Gothe.	518	2,384	823	8,617	13,142	11,095	11,393	11,850
他欧州	Ham.	330	2,194	1,214	8,427	12,951	10,905	11,206	11,660
西アフリカ	Las P.	1,790	1,225	3,030	7,186	11,719	9,936	10,237	10,691
他アフリカ	Durban	7,013	6,239	8,253	10,588	7,692	7,025	7,302	5,728
北米	Balti.	3,700	3,995	4,940	5,262	9,884	10,197	9,919	10,173
南米(大西洋)	B.A.	6,382	5,820	7,622	8,744	10,910	11,393	11,670	7,448
南米(太平洋)	L.A.	7,852	7,882	9,092	361	4,934	5,798	5,245	7,202
アジア	HK.	9,883	8,141	11,123	6,156	1,436	865	1,158	5,269
大洋州	Sydney	11,794	10,052	13,034	6,523	2,957	4,568	4,599	692

表 2.15 穀物海上荷動き推計用距離表

GRAIN SEABORNE TRADE MILAGE 2005 (単位: Mile)

From	To	西欧 Rott.	東欧 Hamb.	他欧州 St.P.	アフリカ Durban	南北アメリカ Santos	近東 Istanbul	インド洋 Colombo	日本 Nagoya	他極東 Pusan	その他 Bangkok
米国	Hou./Balti./SF.	5126	5382	6366	8601	5265	6878	8987	4629	4940	7482
カナダ	Hali./Vanc.	2917	3173	4157	7267	4836	4529	8715	4348	4660	7210
南米	B.A./Vaparaíso	6382	6638	7622	4473	992	7127	10087	8357	9864	11187
豪州	Syd.	11794	12050	13034	6118	7930	9259	5209	4367	4599	4986
その他	Bombay	6420	6676	7660	3841	8013	3885	899	5228	4995	3289

表 2.16 コンテナ荷動き推計用距離表

コンテナ海上輸送 MILAGE 2005 (単位: Mile)

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

表 2.17 品目別平均航行距離推計 (IPCC シナリオ A1B)

(単位: Mile)

	1990	2000	2005	2030	2050
石油	5,125	5,064	5,155	5,358	5,505
LNG	2,570	2,838	3,251	4,163	4,368
石炭	5,406	4,797	4,400	4,497	4,595
鉄鉱石	5,700	5,606	5,692	5,829	5,372
穀物	5,589	5,409	5,518	5,580	5,585
コンテナ	—	5,639	5,869	5,368	4,885

表 2.18 海上荷動き量と日本発着貨物荷動き量の推計 (IPCC シナリオ A1B)

(単位：十億トン・マイル)

西暦	2005	2010	2020	2030	2040	2050
石油	11,749	12,920	15,263	17,606	16,662	15,717
LNG	447	964	1,997	3,031	4,197	5,364
石炭	3,124	3,425	4,028	4,630	4,935	5,240
鉄鉱石	3,711	3,918	4,332	4,747	5,762	6,778
穀類等	1,780	1,806	1,961	2,129	2,198	2,282
コンテナ	6,448	7,993	12,208	19,551	29,088	38,544
基本データ 合計	27,259	31,026	39,790	51,693	62,841	73,923
日本以外	22,353	25,910	34,254	45,738	56,335	66,865
日本発着貿易	4,906	5,116	5,536	5,955	6,507	7,058
石油	1,702	1,616	1,444	1,272	1,196	1,119
LNG	205	344	620	897	1,281	1,666
石炭	698	756	872	988	1,053	1,117
鉄鉱石	621	622	623	625	548	472
穀物等	202	199	192	185	240	294
コンテナ	1,478	1,636	1,844	2,040	2,275	2,549

2.4 OPRF シナリオ

上記基本データは IPCC シナリオの A1B に基づいて推計したものであり、2050 年までの将来予測とするため、IPCC シナリオでは考慮されていない海事に関する要因等を反映させる。まず、鉄鉱石輸送で特に問題のある沖待ちの解消が徐々に進んでいくと考えられ、次に、パイプラインや鉄道整備など輸送インフラの整備や鉄スクラップ率の向上の影響を考慮に入れる。

その上で、温暖化対策実行の影響を考慮する。地球温暖化対策の必要性は時代の進展と共に加速度的に高まることが予想されるため、蓋然性の高い温暖化対策を設定し、政策（技術開発含む）実現を必要とする将来シナリオを策定する。

(1) 考慮事項

i) 海事に関する諸要因

イ) 沖待ちの解消

鉄鉱石供給者の寡占状態に伴い頻発している長時間の沖待ちについては、CO₂ 排出量増加や船舶からの大気汚染につながっており、解消されなければならない。OPRF シナリオでは 2010 年から減少し 2040 年に無くなるものとする。

ロ) エネルギー関連インフラ等の整備

パイプライン網等インフラ整備や技術開発により輸送需要が大きく変化する要因があるため、以下のような前提を立てて考慮する。

- ・ミャンマーと中国を結ぶ石油及びガスパイプラインが完成・供給開始（2030 年代）
- ・中東とインドを結ぶガスパイプラインが完成・供給開始（2030 年代）
- ・中国とロシアのガスパイプラインが完成・供給開始（2010 年代）
- ・北部アフリカと欧州を結ぶガスパイプラインが拡充・供給開始（2030 年代）
- ・シベリア鉄道の近代化完成（2030 年代）（東アジアー欧州海上コンテナで 2040 年以降年間 400 千 TEU を輸送）
- ・北極海航路が通年通航可能（2040 年代）（東アジアー欧州海上コンテナの 1/2 を輸送）
- ・日本近海のメタンハイドレートの採掘又はパイプライン敷設による日本の LNG 輸入減少（2030 年代）（2050 年に日本の LNG 輸入量の 1 割相当を分担）

ハ) 循環型社会の伸展

- ・鉄スクラップ利用率が推定約 80%から 15%上昇（2020 年から 50 年にかけて）（鉄鉱石約 5%程度減少相当）

ii) 地球温暖化対策の影響

今後、温暖化の進行が現実のものなるに従い、温暖化対策への要求レベルは幾何級数的に高まることが予想されるため、かなり劇的な対策の実施による影響を考慮する必要がある。

温暖化対策には、運航方法の改善、燃料転換、技術開発などの対策があり得るが、これらの措置が全くなされなかった場合をまずは想定し、海上貨物量の将来予測において、IPCC シナリオ A1B に上記海事に関する諸要因を反映させたものにより推計される同時期の海上貨物量について削減を設定する。

設定にあたっては、2020 年より削減措置が開始され、エネルギー、資源、穀物の輸送など国の存立にかかわるものは 2050 年にエネルギー需要全体が同時期の 4/5 程度迄、製品などある程度地産地消が求められるもの（コンテナ）は 2050 年に同時期海上輸送需要の 1/2 程度迄と強弱をつけた抑制制度合いを設定する。

なお、エネルギー輸送量抑制分は省エネルギー、原子力、再生エネルギーで代替されるものとする。

(2) 推計結果

推計は 2.3 の基本データ（IPCC シナリオ A1B）算出に使用したモデルと同様な方法で行った。海上貨物量、船腹量、海上荷動き量等の推計結果は以下のとおり。

i) 海上貨物量の推計

海上貨物量の推計結果は総括表（表 2.19）に示す。

ii) 船腹量の推計

OPRF シナリオにおける船舶の大型化の状況は以下のとおり。

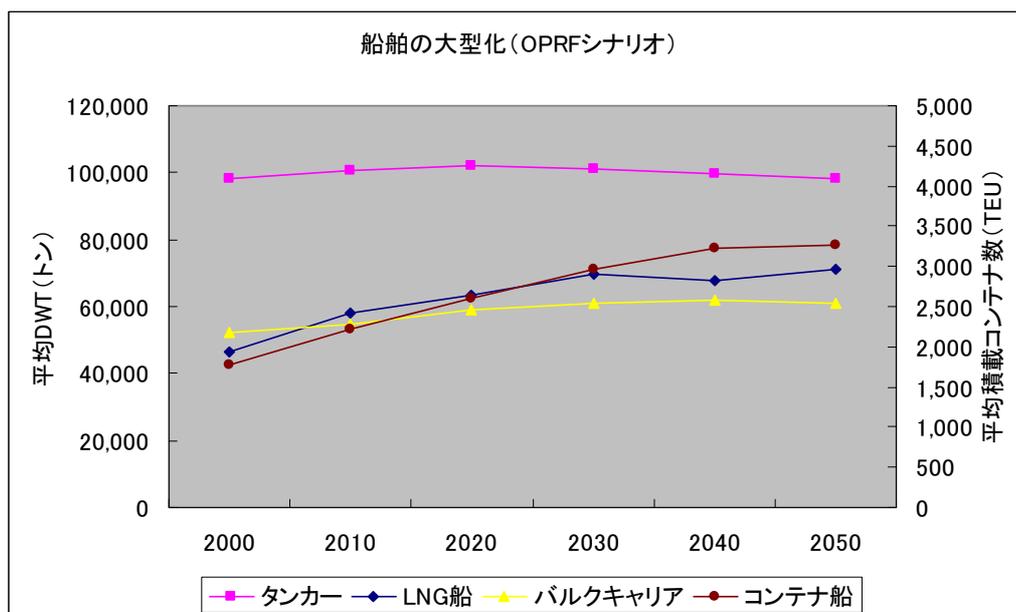


図 2.16 船舶の大型化推計

表 2.19 OPRF シナリオにおける海上輸送の将来予測総括表

		1980	1990	2000	2010	2020	2030	2040	2050
世界人口(百万人)		4,442	5,280	6,086	6,774	7,462	8,150	8,407	8,673
世界GDP(10億米ドル)		11,775	22,797	31,759	42,933	61,514	94,093	132,110	186,355
世界エネルギー一次消費 (百万石油換算トンTOE)	石油	2975.1	3153.8	3556.2	4569.2	5254.2	4913.0	4302.7	3744.9
	天然ガス	1311.0	1792.1	2193.2	3529.5	4690.7	6670.4	7728.6	8902.5
	石炭	1807.4	2237.2	2364.3	3217.7	3892.9	4003.7	3782.0	3551.4
	原子力	161.0	453.2	584.5	771.8	1126.9	1676.1	2334.4	3332.1
	再生	387.4	495.3	610.5	447.3	1210.6	2193.4	4217.3	7791.4
	合計	6641.9	8131.6	9308.7	12535.5	16175.4	19456.6	22365.0	27322.4
世界エネルギー一次消費 (百万トン)	石油	2975.1	3153.8	3556.2	4569	5254	4913	4303	3745
	LNG換算	1055.4	1442.6	1765.6	2841	3776	5370	6222	7167
	石炭	2711.1	3355.7	3546.4	4827	5839	6006	5673	5327
鉄鉱石消費量(百万トン)	968.7	1009.8	1098.2	1127	1285	1606	1925	1856	
穀物消費量(百万トン)	1452.8	1718.3	1864.3	2095	2284	2481	2205	2093	
世界海上貨物量 (百万トン)	石油	1596.0	1526.0	2027.0	2802.9	3351.0	3067.0	2589.6	2143.2
	LNG	22.9	52.7	100.1	273.7	424.4	668.1	588.6	736.0
	石炭	188.0	342.0	523.0	733.5	978.7	960.9	938.4	854.7
	鉄鉱石	314.0	347.0	454.0	436.5	527.1	709.4	886.7	848.7
	穀物	198.0	192.0	230.0	248.6	269.5	291.1	260.8	248.4
	リン鉱石、アルミナ、ホーキサイト	96.0	87.0	81.0	92.7	97.1	98.0	98.9	101.7
海上コンテナ量(百万)	-	-	52,786	102,863	163,414	230,781	291,886	299,561	
海上コンテナ量(百万ト)	-	-	694.3	1352.9	2149.3	3035.3	3839.0	3939.9	
(貿易量/消費量)*海上 輸送利用率(%)	石油	53.6%	48.4%	57.0%	61.3%	63.8%	62.4%	60.2%	57.2%
	LNG	2.2%	3.7%	5.7%	9.6%	11.2%	12.4%	9.5%	10.3%
	石炭	6.9%	10.2%	14.7%	15.2%	16.8%	16.0%	16.5%	16.0%
	鉄鉱石	32.4%	34.4%	41.3%	38.7%	41.0%	44.2%	46.1%	45.7%
	穀物	13.6%	11.2%	12.3%	11.9%	11.8%	11.7%	11.8%	11.9%
平均DWT(トン/隻)	タンカー	105,388	93,581	98,467	100,524	101,971	101,247	99,899	98,445
	LNG船	-	39,667	46,423	57,837	63,334	69,553	67,759	70,954
	バルクキャリア	41,930	47,690	52,167	54,914	58,971	60,827	62,001	60,773
	コンテナ船	-	-	1,777	2,214	2,602	2,956	3,234	3,267
平均積載率(重量)(%)	タンカー	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%
	LNG船	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%
	バルクキャリア	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%
	コンテナ船			100%	100%	100%	100%	100%	100%
年間総運航回数(隻・航海)	タンカー	15,453	16,639	21,006	28,452	33,533	30,911	26,451	22,215
	LNG船		1,355	2,200	4,829	6,838	9,802	8,864	10,585
	バルクキャリア	19,775	21,143	25,719	28,669	33,076	35,265	36,707	35,199
	コンテナ船			29,700	46,462	62,805	78,081	90,262	91,706
平均輸送日数(年/航海)	タンカー	0.1574	0.1426	0.1376	0.1372	0.1246	0.1148	0.1049	0.1060
	LNG船		0.0600	0.0624	0.0683	0.0719	0.0755	0.0769	0.0783
	バルクキャリア	0.2145	0.2160	0.2083	0.2044	0.1689	0.1307	0.0950	0.0950
	コンテナ船			0.0861	0.0888	0.0865	0.0834	0.0801	0.0781
年間必要船腹量(隻)	タンカー	2,433	2,373	2,890	3,902	4,179	3,549	2,775	2,354
	LNG船		81	137	330	491	740	681	828
	バルクキャリア	4,242	4,567	5,357	5,861	5,588	4,609	3,489	3,344
	コンテナ船			2,558	4,125	5,434	6,513	7,232	7,160
年間必要船腹量(百万トン) (百万TEU)	タンカー	256.4	222.1	284.6	392.3	426.1	359.3	277.2	231.7
	LNG船		3.2	8.6	19.1	31.1	51.5	46.2	58.8
	バルクキャリア	177.9	217.8	279.5	321.8	329.5	280.4	216.3	203.2
	コンテナ船			4.5	9.1	14.1	19.3	23.4	23.4
世界海上荷動き量 (十億トン・マイル)	石油	-	7821.0	10265.0	12686	14559	16432	14116	11799
	LNG	-	-	306.8	892	1783	2674	2895	3116
	石炭	-	1849.0	2509.0	3363	3842	4321	4124	3928
	鉄鉱石	-	1978.0	2545.0	3781	3922	4063	4352	4642
	穀物	-	1073.0	1244.0	1433	1528	1624	1503	1381
	リン鉱石、アルミナ、ホーキサイト	-	359.0	340.0	352	369	372	376	386
コンテナ	-	-	3915.0	7993	12208	16292	19332	19026	

(参考:実績値出典等)

人口実績は国際連合

GDP実績はIMFのWorld Economic Outlook Databaseより

エネルギー実績はBP統計ベース(風力等再生エネルギーの一部は含まれない)

鉄鉱石消費量は国際鉄鋼協会統計の銑鉄生産量に係数を掛けて推計

穀物消費量は米国農業省統計

海上貨物量、平均DWT、荷動き量はFearnleys Review(10,000DWT(LNG船は1,000m²)以上)、但しLNG海上貨物量はCedigas

平均輸送日数は、船種別時代別速力、ドック期間、沖待ち事情等をヒヤリングし設定。

・ 石油海上荷動き

表 2.20 石油 OD 表

OIL TOTAL SEABORNE TRADE 2005

(単位:百万トン)

From	To	北西欧州	地中海	北米	南米	日本	他アジア	他	合計
中近東		66	106	155	14	236	486	28	1,091
北アフリカ		36	68	32	13	0	11	0	159
西アフリカ		16	24	127	15	11	72	4	269
カリブ		9	13	230	10	0	8	0	270
東南アジア		0	0	6	0	15	48	20	89
北海		2	10	54	1	0	7	0	74
その他		122	75	69	11	7	37	6	327
合計		252	295	673	63	269	668	58	2,279

(Review2006に基づき推計)

OIL TOTAL SEABORNE TRADE 2030

(単位:百万トン)

From	To	北西欧州	地中海	北米	南米	日本	他アジア	他	合計
中近東		64	123	235	2	166	1037	22	1651
北アフリカ		34	78	49	2	0	22	0	186
西アフリカ		11	19	135	2	5	108	2	283
カリブ		3	6	130	1	0	6	0	146
東南アジア		0	0	11	0	13	127	20	171
北海		2	12	82	0	0	15	0	111
その他		153	113	135	2	7	102	6	519
合計		268	352	777	9	191	1417	51	3,067

OIL TOTAL SEABORNE TRADE 2050

(単位:百万トン)

From	To	北西欧州	地中海	北米	南米	日本	他アジア	他	合計
中近東		90	147	232	3	129	904	27	1,533
北アフリカ		15	30	15	1	0	6	0	68
西アフリカ		1	2	10	0	0	7	0	20
カリブ		6	9	163	1	0	7	0	185
東南アジア		0	0	3	0	2	25	6	36
北海		3	13	75	0	0	12	0	103
その他		72	46	45	1	2	30	3	199
合計		187	246	543	7	134	990	36	2,143

・ LNG 海上荷動き

表 2.21 LNG OD 表

LNG TOTAL SEABORNE TRADE 2005

(単位:百万トン)

From	To	北米	欧州	中南米	インド	日本	韓国	中国	他アジア	合計
北米		0	0	0	0	1	0	0	0	1
CIS		0	0	0	0	0	0	0	0	0
アフリカ		2	31	0	0	0	0	0	0	33
中南米		9	0	1	0	0	0	0	0	10
中東		1	2	0	0	15	12	0	0	29
他アジア		0	0	0	0	41	9	6	0	56
大洋州		0	0	0	0	8	0	0	0	9
合計		12	33	1	0	65	21	6	0	138

(LNG One World 2003より推計)

LNG GAS TOTAL SEABORNE TRADE 2030

(単位:百万トン)

To	北米	欧州	中南米	インド	日本	韓国	中国	他アジア	合計
From									
CIS					4				4
アフリカ	83	84		0	1	1	0	0	168
中南米	71	29	1	0	0	0	0	0	102
中東	66	20		38	99	39	0	0	263
他アジア	0	0		1	50	3	9	1	64
大洋州	0	0		0	32	4	32	0	67
合計	220	134	1	39	186	47	40	1	668

LNG TOTAL SEABORNE TRADE 2050

(単位:百万トン)

To	北米	欧州	中南米	インド	日本	韓国	中国	他アジア	合計
From									
CIS	0	0	0	0	7	0	0	0	7
アフリカ	141	0	0	0	2	2	0	0	145
中南米	114	42	2	0	0	0	0	0	158
中東	58	16	0	0	136	55	0	0	265
他アジア	0	0	0	1	50	4	9	1	64
大洋州	0	0	0	0	43	6	48	0	97
合計	313	59	2	1	238	66	57	1	736

・石炭海上荷動き

表 2.22 石炭 OD 表

COAL TOTAL SEABORNE TRADE 2005

(単位:百万トン)

To	西欧	地中海	他欧州	南米	日本	他極東	その他	合計
From								
北米	12	7	5	7	9	8	3	51
豪州	18	4	5	13	104	56	24	225
南部アフリカ	34	6	13	1	0	0	13	67
南米・カリブ	16	6	6	2	0	0	32	63
中国	1	2	0	0	24	45	3	75
FSU(旧ソ連)	26	18	10	0	11	4	1	69
他東欧	10	2	3	0	0	0	1	16
インドネシア	3	7	6	2	27	62	19	126
その他	2	0	1	1	3	10	1	19
合計	121	52	50	27	179	184	97	710

(Review2006)

COAL TOTAL SEABORNE TRADE 2030

(単位:百万トン)

To	西欧	地中海	他欧州	南米	日本	他極東	その他	合計
From								
北米	9	5	4	5	7	6	2	39
豪州	32	7	9	21	161	92	39	362
南部アフリカ	43	8	17	1	0	0	15	85
南米・カリブ	23	9	8	3	0	0	43	87
中国	1	1	0	0	17	35	2	57
FSU(旧ソ連)	35	26	13	1	13	5	1	94
他東欧	11	2	3	0	0	0	1	17
インドネシア	5	10	9	2	35	84	25	169
その他	6	1	3	3	9	28	2	52
合計	164	70	68	37	242	249	131	961

COAL TOTAL SEABORNE TRADE 2050

(単位:百万トン)

From	To							合計
	西欧	地中海	他欧州	南米	日本	他極東	その他	
北米	5	3	3	3	4	4	1	23
豪州	30	7	10	21	163	109	40	379
南部アフリカ	39	8	16	1	0	0	15	80
南米・カリブ	21	9	8	3	0	0	44	86
中国	0	1	0	0	9	22	1	34
FSU(旧ソ連)	33	26	13	1	13	5	1	91
他東欧	9	2	3	0	0	0	1	14
インドネシア	2	5	4	1	16	45	12	84
その他	6	1	4	3	10	36	2	63
合計	146	62	60	33	215	222	116	855

・鉄鉱石海上荷動き

表 2.23 鉄鉱石 OD 表

IRON ORE TOTAL SEABORNE TRADE 2005

(単位:百万トン)

From	To								合計
	西欧	地中海	他欧州	米国	日本	中国	他極東	その他	
スカンジナビア	6	1	1	0	0	0	0	7	15
他欧州	0	0	0	0	0	4	1	4	9
西アフリカ	7	2	1	0	0	0	0	1	11
他アフリカ	6	2	2	0	7	11	1	0	29
北米	13	4	1	0	1	3	2	3	26
南米(大西洋)	41	13	7	6	26	59	19	33	205
南米(太平洋)	0	0	0	0	4	5	3	2	14
アジア	0	0	0	0	22	70	3	2	99
大洋州	14	1	0	0	75	113	35	4	244
合計	89	24	12	6	135	265	65	56	652

(Review2006)

IRON ORE TOTAL SEABORNE TRADE 2030

(単位:百万トン)

From	To								合計
	西欧	地中海	他欧州	米国	日本	中国	他極東	その他	
スカンジナビア	6	1	1	0	0	0	0	9	18
他欧州	0	0	0	0	0	3	1	5	10
西アフリカ	8	3	1	0	0	0	0	1	12
他アフリカ	5	2	2	0	5	8	1	0	23
北米	15	4	1	0	1	3	2	5	30
南米(大西洋)	45	15	8	13	26	59	21	49	235
南米(太平洋)	0	0	0	1	3	4	3	3	13
アジア	1	0	0	0	24	79	4	4	113
大洋州	16	2	1	0	76	116	40	7	256
合計	95	26	13	14	135	272	71	83	709

IRON ORE TOTAL SEABORNE TRADE 2050

(単位:百万トン)

From	To									合計
	西欧	地中海	他欧州	米国	日本	中国	他極東	その他		
スカンジナビア	6	1	1	0	0	0	0	0	20	29
他欧州	1	0	0	0	0	3	1	12	16	16
西アフリカ	7	3	1	0	0	0	0	1	12	12
他アフリカ	4	2	2	0	3	5	1	0	18	18
北米	21	7	2	0	1	3	3	13	49	49
南米(大西洋)	41	15	10	26	17	40	20	88	258	258
南米(太平洋)	0	0	0	1	2	3	2	4	12	12
アジア	1	1	0	0	37	122	10	16	186	186
大洋州	20	2	1	1	68	106	53	17	267	267
合計	102	31	16	28	128	281	91	172	849	849

・ 穀物海上荷動き

表 2.24 穀物 OD 表

GRAIN TOTAL SEABORNE TRADE 2005

(単位:百万トン)

From	To											合計
	西欧	地中海	東欧	他欧州	アフリカ	北アメリ	近東	インド洋	日本	他極東	その他	
米国	2	3	0	0	14	30	2	2	23	27	0	105
カナダ	1	1	0	0	2	3	0	2	2	5	0	16
南米	7	6	0	1	7	8	1	5	1	22	0	59
豪州	0	1	0	0	2	0	0	5	2	8	0	18
その他	0	5	3	1	20	0	4	9	1	11	0	54
合計	10	15	3	2	46	42	8	23	29	72	1	251

(Review2006)

GRAIN TOTAL SEABORNE TRADE 2030

(単位:百万トン)

From	To											合計
	西欧	地中海	東欧	他欧州	アフリカ	北アメリ	近東	インド洋	日本	他極東	その他	
米国	2	4	0	0	23	35	3	3	21	29	0	121
カナダ	1	1	0	0	3	4	0	2	2	5	0	18
南米	7	8	0	2	12	9	2	6	1	23	0	68
豪州	0	1	0	0	3	0	0	6	2	8	1	21
その他	0	5	3	0	28	0	6	10	1	9	0	63
合計	10	19	3	3	69	48	12	27	27	73	1	291

GRAIN TOTAL SEABORNE TRADE 2050

(単位:百万トン)

From	To											合計
	西欧	地中海	東欧	他欧州	アフリカ	北アメリ	近東	インド洋	日本	他極東	その他	
米国	2	3	0	0	17	30	2	2	20	27	0	103
カナダ	1	1	0	0	2	3	0	2	2	5	0	16
南米	6	7	0	1	9	8	1	4	1	22	0	58
豪州	0	1	0	0	3	0	0	4	2	8	0	18
その他	0	5	3	1	23	0	3	7	1	10	0	53
合計	9	17	3	3	54	41	6	19	25	72	1	248

・コンテナ海上荷動き

表 2.25 コンテナ OD 表

コンテナ貨物量推計 2005

(単位:千TEU)

From To	北米	東アジア	欧州	南米	中東	インド等	アフリカ	オセアニア	合計
北米	437	5,193	1,947	1,754	287	241	214	244	10,317
東アジア	13,138	12,632	9,587	1,484	1,537	1,115	1,033	1,130	41,656
欧州	3,006	4,766	2,240	1,391	1,582	818	1,890	342	16,035
南米	1,972	664	2,204	1,121	136	26	153	30	6,306
中東	150	325	586	5	322	157	55	13	1,613
インド等	619	636	853	61	282	150	137	30	2,768
アフリカ	158	404	1,346	63	82	150	568	39	2,810
オセアニア	207	880	263	51	81	55	36	455	2,028
合計	19,687	25,500	19,026	5,930	4,309	2,712	4,086	2,283	83,533

(商船三井調査部資料)

コンテナ貨物量推計 2030

(単位:千TEU)

From To	北米	東アジア	欧州	南米	中東	インド等	アフリカ	オセアニア	合計
北米	308	7312	1635	4130	634	531	351	173	15,073
東アジア	25581	49070	22212	9640	9365	6778	4670	2206	129,522
欧州	2327	7361	2063	3592	3832	1977	3397	265	24,816
南米	5250	3527	6982	9956	1133	216	946	80	28,089
中東	335	1450	1559	37	2254	1096	286	29	7,047
インド等	1647	3376	2701	541	2348	1246	846	80	12,786
アフリカ	342	1745	3468	455	556	1014	2856	85	10,521
オセアニア	178	1507	269	146	218	147	72	392	2,927
合計	35,968	75,348	40,889	28,498	20,339	13,006	13,423	3,310	230,781

コンテナ貨物量推計 2050

(単位:千TEU)

From To	北米	東アジア	欧州	南米	中東	インド等	アフリカ	オセアニア	合計
北米	185	6583	1001	3524	720	522	647	112	13,294
東アジア	23507	67524	20592	12573	16268	10175	13160	2186	165,986
欧州	1325	6077	1197	2904	4126	1839	5933	163	23,564
南米	4550	4577	6164	12248	1856	306	2514	75	32,290
中東	348	2251	1647	55	4417	1857	908	33	11,515
インド等	1614	4954	2696	753	4349	1995	2543	85	18,989
アフリカ	572	4369	5906	1080	1756	2769	14641	153	31,247
オセアニア	113	1435	174	132	261	153	140	268	2,676
合計	32,215	97,771	39,378	33,269	33,753	19,615	40,486	3,074	299,561

iii) 海上荷動き量

2005年の荷動き量と整合性を保ちつつ、上記OD推計と各地域の中核港を設定した上で計算を行い、品目別の海上荷動き量（トン・マイル）を推計した。

表 2.26 品目別平均航行距離推計（OPRF シナリオ）

（単位：Mile）

	1990	2000	2005	2030	2050
石油	5,125	5,064	5,155	5,358	5,505
LNG	2,570	2,838	3,251	4,002	4,234
石炭	5,406	4,797	4,400	4,497	4,595
鉄鉱石	5,700	5,606	5,692	5,727	5,469
穀物	5,589	5,409	5,518	5,580	5,559
コンテナ	—	5,639	5,869	5,368	4,829

表 2.27 海上荷動き量と日本発着貨物荷動き量の推計（OPRF シナリオ）

（単位：十億トン・マイル）

西暦	2005	2010	2020	2030	2040	2050
石油	11,749	12,686	14,559	16,432	14,116	11,799
LNG	447	892	1,783	2,674	2,895	3,116
石炭	3,124	3,363	3,842	4,321	4,124	3,928
鉄鉱石	3,711	3,781	3,922	4,063	4,352	4,642
穀類等	1,780	1,785	1,897	1,996	1,878	1,767
コンテナ	6,448	7,993	12,208	16,292	19,332	19,026
OPRF シナリオ 合計	27,259	30,500	38,212	45,778	46,697	44,278
日本以外	22,353	25,385	32,787	40,056	40,902	38,404
日本発着貿易	4,906	5,115	5,425	5,723	5,794	5,874
石油	1,702	1,599	1,393	1,187	1,014	840
LNG	205	322	556	790	920	1,051
石炭	698	743	832	922	878	834
鉄鉱石	621	617	610	603	543	483
穀物等	202	198	189	180	169	158
コンテナ	1,478	1,636	1,844	2,040	2,270	2,508

2.5 外航海運の CO2 排出量の推定

これまで、IPCC シナリオ A1B に従った基本データに、i) 海事に関する諸要因、ii) 地球温暖化対策の影響、を反映したが、i) は世界の海上輸送を対象とするマクロ的にはほとんど影響は無く、温暖化対策の影響が支配的であることが判明したので、海上荷動き量（トンマイル）のデータをベースに外航海運からの CO2 排出量を試算した。

C 重油の場合の CO2 排出係数は $2.999 \times 10^3 \text{ g(CO}_2\text{)/kg(Fuel)}$ （「気候変動に関する国際連合枠組条約」に基づく日本国報告書（1994））を採用し、船種毎の燃料消費量は「船舶からの温室効果ガスの排出削減に関する調査研究（平成 12 年度：S&O 財団）」の 97 年データを使用した。この調査研究では 1997 年の世界の海上荷動き量（トン・マイル）をベースに燃料消費量を算出している（表 2.28）。

表 2.28 船種別燃料消費量（平成 12 年度 S&O 財団）

	ton/year	TEU-mile	ton-mile	燃料消費量 ton/ ton-mile	CO2 排出量 ton/ ton-mile
97 石油燃料消費	35,151,000		1.16E+13	3.02765E-06	9.07992E-06
LNG				9.7244E-06	2.91635E-05
97 石炭燃料消費	16,541,000		2.36E+12	7.01187E-06	2.10286E-05
97 鉄鉱石燃料消費	15,743,000		2.52E+12	6.24722E-06	1.87354E-05
97 他バル燃料消費	4,785,000		1.37E+12	3.50549E-06	1.0513E-05
97 コンテナ燃料消費	45,011,000	3.52E+11	4.63E+12	9.7244E-06	2.91635E-05

※) LNG はデータがないためコンテナと同一の消費効率と仮定
コンテナの TEU-Ton 換算は 1 TEU=13.15ton とした（表 2-1 参照）

また、国際エネルギー機関のデータをベースに環境省が 2005 年の国別排出量を示しているので国別の概算排出量を算出し、外航海運からの排出量と比較を行った（図 2.18）。

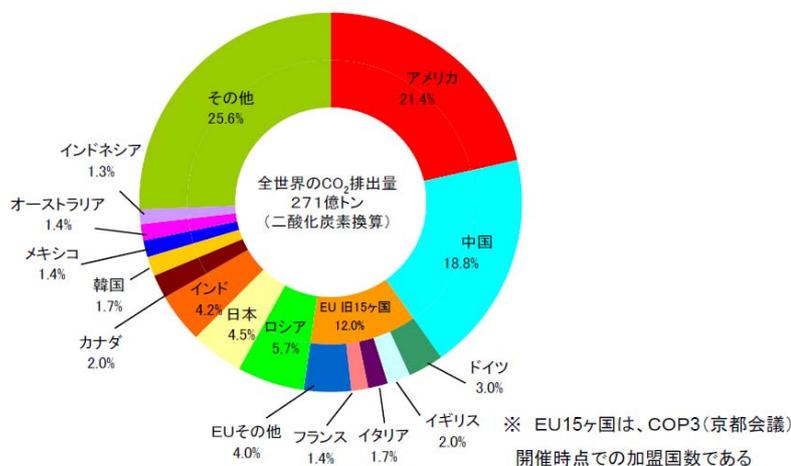
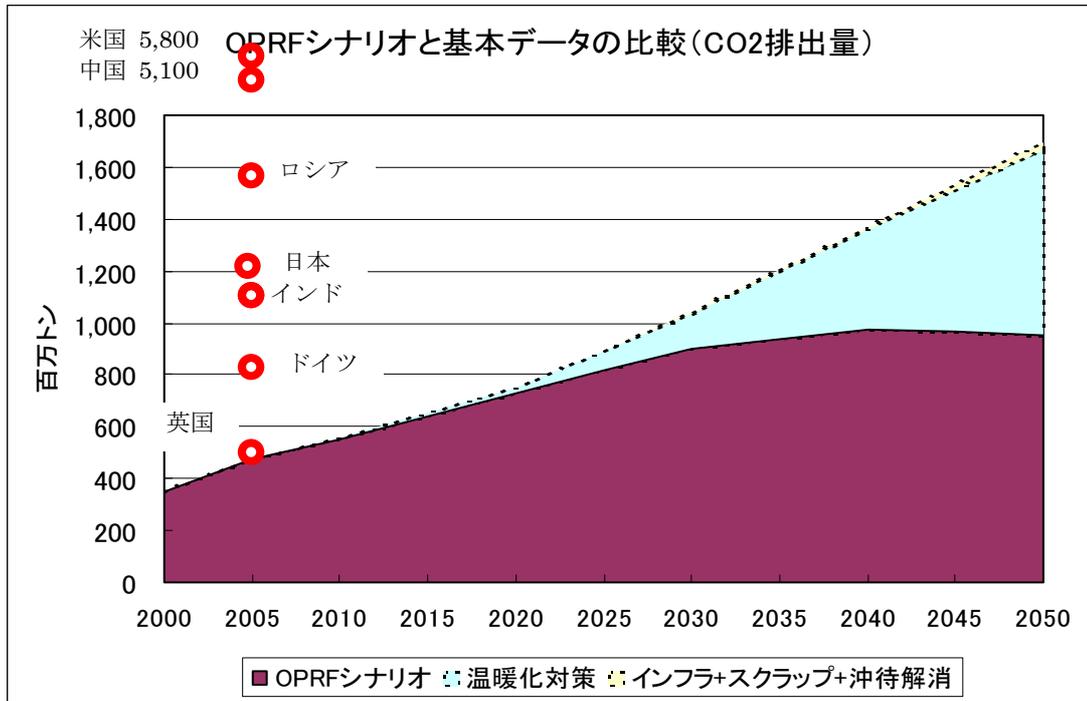


図 2.17 世界全体の CO2 排出量 (2005 年) 出典:IEA「CO2 EMISSIONS FROM FUEL COMBUSTION」2007 EDITION を元に環境省作成

外航海運の CO2 排出量推計結果を図 2.18、表 2.29 及び 2.30 に示す。



● は、2005年の国別 CO2 排出量をプロットしたもの

図 2.18 CO2 排出量の推計 (IPCC シナリオ A1B)

表 2.29 CO2 排出量の推計 (IPCC シナリオ A1B)

CO2 排出量 (Million ton)	2000	2010	2020	2030	2040	2050
その他	13	13	13	13	13	13
石油	93	117	139	160	151	143
LNG	9	28	58	88	122	156
石炭	53	72	85	97	104	110
鉄鉱石	48	73	81	89	108	127
穀類等	17	19	21	22	23	24
コンテナ	114	233	356	570	848	1124
合計	346	556	752	1040	1370	1697

表 2.30 CO2 排出量の推計（OPRF シナリオ）

CO2 排出量 (Million ton)	2000	2010	2020	2030	2040	2050
その他	13	13	13	13	13	13
石油	93	115	132	149	128	107
LNG	9	26	52	78	84	91
石炭	53	71	81	91	87	83
鉄鉱石	48	71	73	76	82	87
穀類等	17	19	20	21	20	19
コンテナ	114	233	356	475	564	555
合計	346	548	728	903	977	954

2.6 OPRF シナリオにおける基準設定とその前提条件

OPRF シナリオにおける CO2 排出量は図 2.19 のとおりであり、エネルギーを始めとする物資の輸送という重要な使命を担い、効率化努力に限界がある海運活動においては、排出量削減には困難を伴うものの、世界経済の安定と CO2 対策を両立しうるぎりぎりの排出量推移として設定する。そして、超長期の海事活動に支配的に影響を及ぼすのがこの温暖化対策と考えられることに鑑み、OPRF は図 2.19 の CO2 排出量を今後超長期に亘って海事社会が遵守すべき基準として提案する。この OPRF シナリオ基準を達成するために海事社会は一丸となって対応策を検討していく必要がある。

なお、OPRF シナリオにおける CO2 排出量推移では、現在議論されている、2050 年に現状 CO2 排出量の半減というレベルに遠く及ばないが、超過分は排出権取引等が考えられる。

次に、この基準設定の大きな前提条件として、技術に立地した海上輸送改革による CO2 対策の実現を考慮していないことがある。海事社会が CO2 対策を何もしなければ最後は輸送量削減措置しかないためであり、裏返せば CO2 排出量大幅削減に資する燃料の転換など技術に立地した海上輸送改革が実現すれば、海事活動は超長期にわたり繁栄を続け、一方でこれが実現できなければ、2020～30 をピークに伸び止まると言える。海上輸送改革の動向による影響は今後のインタビューやビジョン策定の際に明らかにすることとしたい。

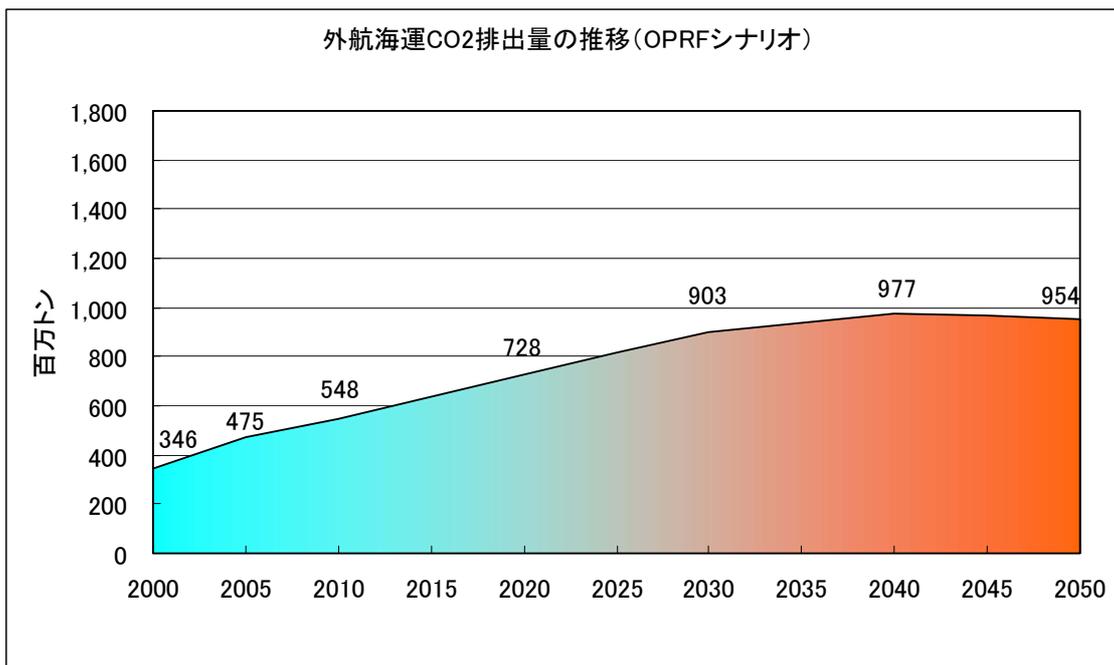


図 2.19 OPRF シナリオにおける CO2 排出量

第三部

海上活動に関する既存の将来予測と

最近の動向

ここでは、第二部で設定した OPRF シナリオに基づき、平成 20 年度に実施する有識者インタビュー等をふまえて行う海事変革ビジョンの策定作業の参考とするため、海事に関する既存の将来予測と最近の萌芽的な動向を横断的課題毎に収集したものである。OPRF シナリオ下での海事活動の姿のイメージ形成にも役立つ情報である。

1. 基本事項（人口・GDP）

1.1 人口

[ポイント]

- 世界の人口は、2005年の65億人から2050年には約1.3倍の87億人に増加する。
- 2050年の将来人口は、ALM（アフリカ、ラテンアメリカ、中東）地域では2000年の約2倍、ASIA（極東（日本）以外のアジア）では1.3倍、OECD90では1.2倍に増加、REF（東・中央ヨーロッパ、旧ソビエト連邦）では横ばい。（IPCC A1B シナリオ）
- 生産年齢（15～64歳）人口比率は我が国では2050年には51%にまで低下する。欧州、北米では2010年、アジアでは2015年をピークに低下。アフリカでは1990年以降増加を維持。若年人口が多い現在のアフリカの人口構成は大きな困難を伴っているが、将来においては潤沢な労働力として利点になる可能性あり。

IPCC A1B シナリオによれば、世界の人口は、2005年の65億人から2050年には約1.3倍の87億人に増加する。

また、2050年の地域別将来人口は、ALM 地域においては2000年の約2倍、ASIA では1.3倍、OECD90では1.2倍に増加し、REFでは横ばいに推移する。（IPCC A1B シナリオ）

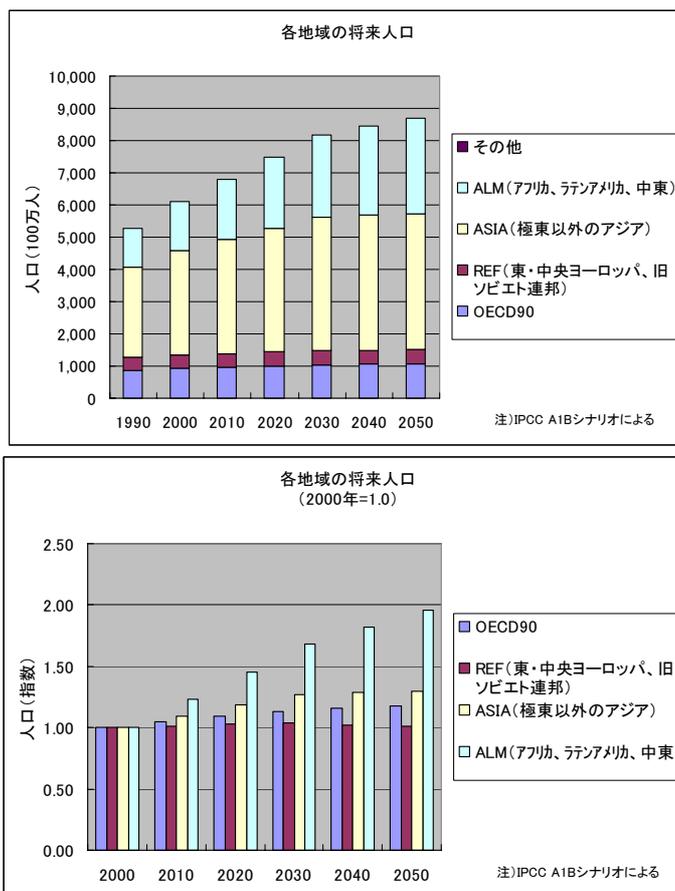
ただし、合計特殊出生率は世界的に低下傾向にあり、また、HIV/AIDSの影響により人口増加率は徐々に鈍化する。

図表 1.1 世界の将来人口（単位：百万人）

西暦	2010	2020	2030	2040	2050
人口	6,805	7,493	8,182	8,439	8,704

出典) IPCC A1B シナリオ

図表 1.2 世界各地域の将来人口



国別の人口では、上位3国は2005年には中国・インド・米国の順であったが、2050年にはインド・中国・米国の順に変化する。また、4位以下では、ALM地域に分類される途上国(ナイジェリア、パキスタン、バングラディッシュ、エチオピア、コンゴ民主共和国)が上位にランキングされる。

図表 1.3 人口ランキング(単位:百万人)

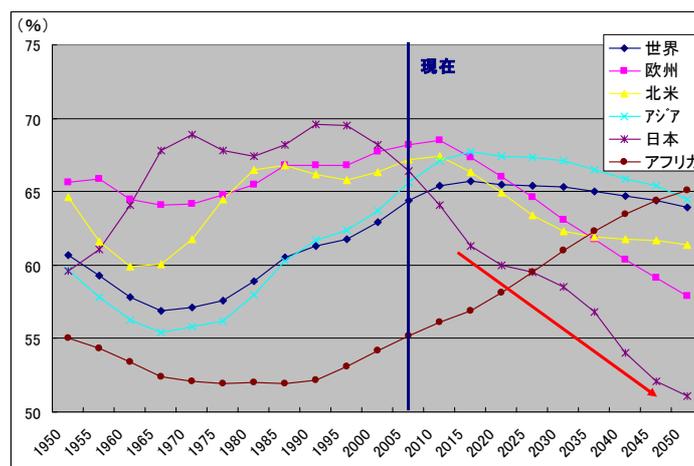
2005年		2050年	
1.中国	1,328.1	1.インド	1,733.1
2.インド	1,108.7	2.中国	1,262.4
3.米国	298.2	3.米国	395.0
4.インドネシア	223.9	4.ナイジェリア	377.2
5.ブラジル	186.9	5.パキスタン	349.6
6.パキスタン	160.2	6.インドネシア	292.9
7.バングラディッシュ	143.1	7.ブラジル	281.5
8.ロシア	143.0	8.バングラディッシュ	271.8
9.ナイジェリア	135.4	9.エチオピア	233.1
10.日本	127.8	10.コンゴ民主共和国	177.3

出典) 人口が変えるアジア 2050年の世界の姿(社団法人日本経済研究センター)

なお、各国、各地域の将来人口は下記の傾向がある。

- ・ 中国では政府の一人っ子政策等の影響もあり、2020年代後半に人口がマイナス成長になり人口減が続く。
- ・ OECD 諸国では出生率の低下、長寿化等を背景に高齢化が進む。特に日本では人口減少、及び高齢化が進むスピードが速い。
- ・ 中国、NIEs、ASEAN 地域においても世界の他地域よりも高齢化が進むスピードが速い。
- ・ 生産年齢(15～64歳)人口比率は我が国では2050年には51%にまで低下する。一方、欧州、北米では2010年、アジアでは2015年をピークに低下する。アフリカでは1990年以降増加に転じている。多くのアフリカ諸国にとって圧倒的に若年人口が多い現在の人口構成は大きな困難を伴っているが、同時に将来においては潤沢な労働力として利点にもなり得る。

図表 1.4 生産年齢(15～64歳)人口比率



出典) United Nations, World Population Prospects: The 2006 Revision (中位推計) による。

図表 1.5 (参考) 各種機関による将来の人口シナリオ

機関	報告書	対象年次	人口シナリオ
社団法人 日本経済 研究セン ター	人口が変え るアジア 2050年の世 界の姿	2050年	<p>世界人口は2050年の時点で約94億人と、約65億人だった2005年の1.5倍になる。一方で合計特殊出生率は世界的に低下していくため、人口増加率は徐々に鈍化し、現在の1.3%から2025年までに1%以下に鈍化し、2050年までに0.5%へ落ち込む。</p> <p>人口超大国の相対的地位も大きく代わる。1950年から2050年まで上位3国を中国・インド・米国が占める姿は変わらないものの、2050年では4位ナイジェリア、5位パキスタン、8位バングラディシュ、9位エチオピア、10位コンゴ民主共和国と、途上国が上位にひしめく。</p> <p>世界人口全体に対し、65歳以上の老年人口が占める割合は15.5%と2005年に比べ8.2ポイント上昇する。</p>
内閣府	世界経済の 潮流	2030年	<p>経済活動の基礎となる人口の長期的動向をみると、世界全体の人口は2003年に63億人に達し、2030年には中位推計で81億人となる見通し(国際連合(2003))である。人口増加率は先進国、途上国の両方で鈍化すると見込まれており、その背景として主に出生率の低下とHIV/AIDSの影響が挙げられる。こうした出生率の低下を背景に、高齢化のスピードは高まることになる。また、国際連合(2003)では、人口の増加に悪影響を与える要因の一つとして、HIV/AIDSによる疾病率、死亡率の上昇を挙げている。</p>
OECD	2020年の世 界経済	2020年	<p>非OECD諸国、とりわけ、アフリカや南アジアにおける人口成長によって、2020年の約80億人への世界の人口の増加が全て説明される。アフリカ、中国、インドは、それぞれ13~14億の人口を有する。急速な人口成長は持続可能な発展を脅かすことになる。</p> <p>ほとんどのOECD諸国では、ベビーブームの終焉、出生率の低下、寿命の長寿化を反映して、人口が高齢化することとなる。多くの非OECD諸国、とりわけ中国、ロシアでは2020年までの間に、人口の増加とともに人口の高齢化さえも起きてしまう。</p>

1.2 GDP

[ポイント]

- 世界の GDP は 2005 年の 45 兆 USドルから 2050 年には 4.1 倍の 186 兆 USドルに増加する。
- 2050 年の地域別 GDP は、ASIA（極東（日本）以外のアジア）においては 2000 年の 23 倍、ALM（アフリカ、ラテンアメリカ、中東）地域では約 20 倍、REF（東・中央ヨーロッパ、旧ソビエト連邦）は 15 倍、OECD90 では 2.6 倍に増加する。（IPCCA1B シナリオ）
- IPCCA1B シナリオでは高度経済成長の持続により、一人当たり所得の地域間格差は大幅に縮小すると想定している。具体的には、OECD 地域に比較して REF（東・中央ヨーロッパ、旧ソビエト連邦）は 2000 年の 9%から 2050 年には 58%になり、ASIA では 4%から 30%、ALM（アフリカ、ラテンアメリカ、中東）では 8%から 35%に増加し地域間格差は縮小する。

IPCCA1B シナリオによれば、世界の GDP は 2005 年の 45 兆 USドルから 2050 年には 4.1 倍の 186 兆 USドルに増加する。

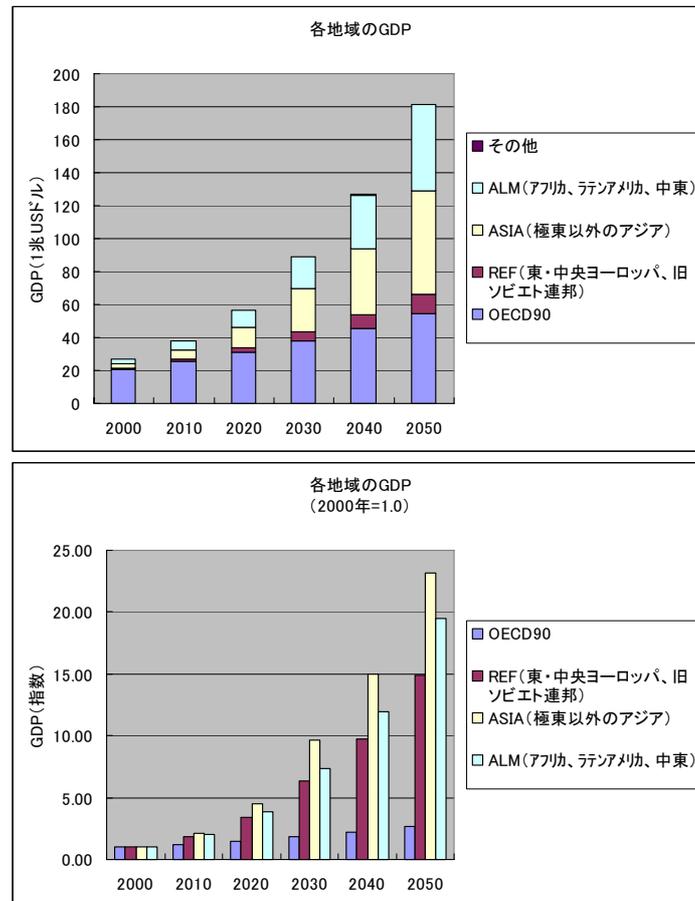
また、2050 年の地域別 GDP は、ASIA においては 2000 年の 23 倍、ALM 地域では約 20 倍、REF は 15 倍、OECD90 では 2.6 倍に増加する。（IPCCA1B シナリオ）

図表 1.6 世界の将来 GDP（単位：10 億米ドル）

西暦	2010	2020	2030	2040	2050
人口	37,899	56,480	89,059	127,076	181,321

出典) IPCCA1B シナリオ

図表 1.7 世界各地域の将来 GDP



日本経済研究センターの予測によれば、国・地域別では、2050年において米国（34.0億ドル）、中国（33.4億ドル）、EU（19.9億ドル）、インド（19.1億ドル）、対して日本は5億ドルになるとの予測がある。

中国のGDPは2020年までには米国を上回り世界一の経済大国になるが、次第に成長率が鈍化するため、2050年の時点ではわずかながら米国に抜き返される。インドはまもなく日本を上回り、その後も拡大を続ける。2050年時点では、米国、中国のGDP規模は日本の7倍弱、インドも3.8倍となる。

図表 1.8 GDP ランキング (単位: 2000 年購買力平価ドル基準 (千億ドル))

2005 年		2050 年	
1.EU	111.6	1.米国	339.6
2.米国	110.9	2.中国	333.9
3.中国	77.3	3.EU	198.9
4.日本	34.7	4.インド	191.2
5.インド	33.8	5.日本	49.9
6.ブラジル	14.1	6.ブラジル	35.8
7.ロシア	13.9	7.インドネシア	30.7
8.カナダ	9.5	8.ロシア	25.2
9.韓国	9.4	9.カナダ	24.3
10.インドネシア	7.6	10.フィリピン	20.5

出典) 人口が変えるアジア 2050 年の世界の姿 (社団法人日本経済研究センター)

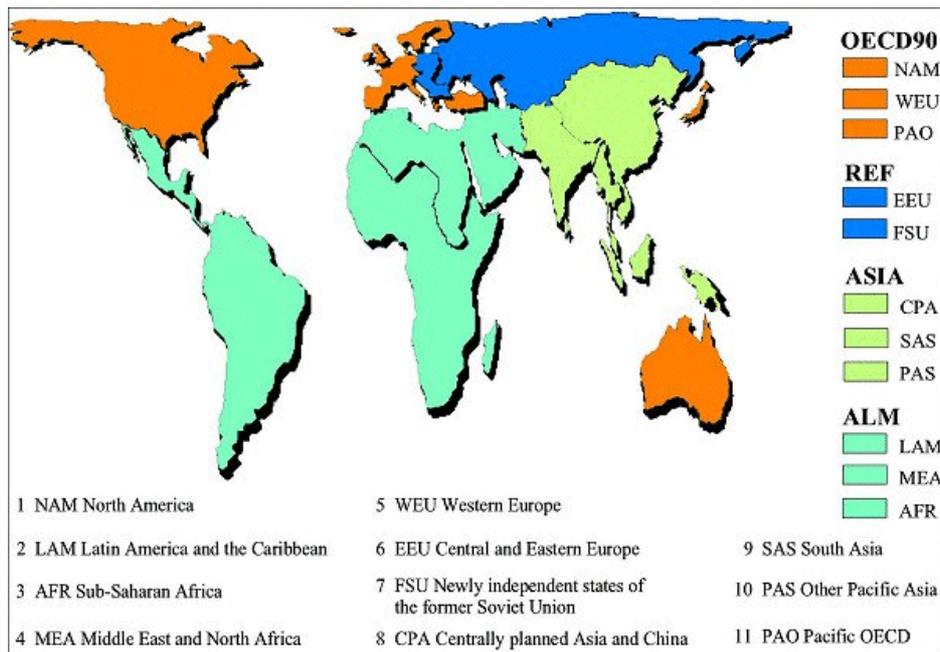
OECD 諸国の年平均成長率の 2%程度に対して、非 OECD 諸国の成長率は概ね 5%以上と高くなっている。特に IPCC シナリオ (A1B) は他機関と比較して、OECD 諸国の成長率は低め、非 OECD 諸国の成長率は高めとなっている。

図表 1.9 各機関別の GDP 予測 (年平均成長率)

2000-2020

	The World	OECD90	REF	ASIA	ALM
IPCCシナリオ(A1B)	3.8%	2.1%	6.4%	7.9%	7.0%
OECD(高成長)	5.0%	2.9%	5.5%	7.0%	6.3%
OECD(低成長)	3.0%	2.0%	3.4%	4.5%	2.7%
(参考)日本経済研究センター	3.5%	2.2%	-	5.6%	-
(参考)内閣府	3.2%	2.5%	-	3.8%	-

図表 1.10 IPCC シナリオにおける地域区分



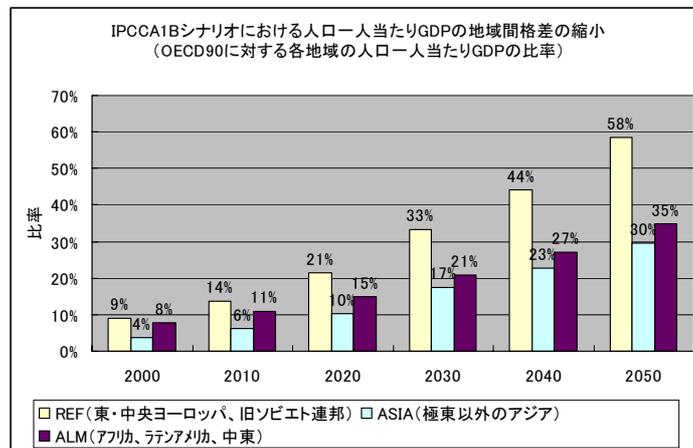
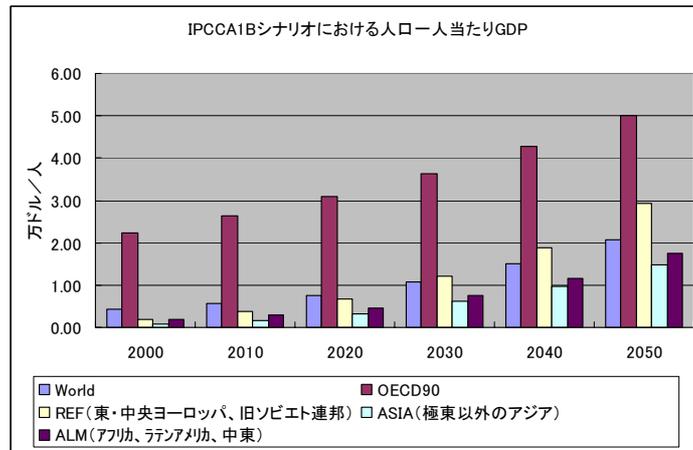
図表 1.11 (参考) 各種機関による将来の GDP シナリオ

機関	報告書	対象年次	GDP シナリオ
社団法人 日本経済 研究セン ター	人口が変え る アジ ア 2050年の世 界の姿	2050年	世界経済の姿について、中国とインドが目立つ。中国の GDP は 2020 年までには米国を上回り世界一の経済大国になるが、次第に成長率が鈍化するため、2050 年の時点ではわずかながら米国に抜き返されることになる。インドはまもなく日本を上回り、その後も拡大を続ける。2050 年時点では、米国、中国の GDP 規模は日本の 7 倍弱、インドも 3.8 倍となる。
内閣府	世界経済の 潮流	2030年	人口動向を踏まえて各国の長期的成長率の動向について、仮定に基づき試算を行うと、先進国と比べ、アジア各国の成長率が高いものとなり、世界の GDP に占めるシェアも大幅に増加することになる。ただし、人口増加率が先進国に比べ高いため、一人当たり GDP の格差は、経済規模ほどには縮小しないと考えられる。
OECD	2020年の世 界経済	2020年	(高成長シナリオ) OECD 諸国が各国の主要な政策課題を成功裏に達成するとの仮定から、長期の生産性予測と労働市場の見通しは良好なものとなり、GDP 成長率は過去の 25 年と同程度 (年率 2.9%) となる。1 人当たり GDP は人口成長率が低下することから急速に上昇する。 非 OECD 諸国では、OECD 諸国に比べて潜在的な成長力が明らかに高く、健全な政策がさらなる成長の可能性を生み出しうる。今後の 25 年間にわたり年平均経済成長率は年率で 2.5 ポイント上昇し、6.7%となる。 (低成長シナリオ) 人口高齢化に加え、改革の遅れが与える影響を加味すると、OECD 諸国の成長率は 2010 年から 2020 年の間では 1.7%へと段階的な低下が生じる。 非 OECD 諸国では、将来の成長が過去の 25 年間の平均成長率を上回ることではない。

1.3 人口一人当たり GDP について

IPCCA1B シナリオでは、高度経済成長が続くことにより、一人当たり所得の地域間格差は大幅に縮小することを想定している。OECD 地域に比較して REF（東・中央ヨーロッパ、旧ソビエト連邦）の一人当たり所得は 2000 年には 9%程度であったが、2050 年には 58%になると想定している。ASIA(極東以外のアジア)においても 4%から 30%、ALM（アフリカ、ラテンアメリカ、中東）では 8%から 35%に増加し、地域間格差は縮小する。

図表 1.12 IPCCA1B シナリオにおける人口一人当たり GDP



国・地域別では、2050年において米国（8.6万ドル）、シンガポール（6.3万ドル）、カナダ（5.8万ドル）、対して日本は5.3万ドルになるとの予測がある（日本経済研究センター）。

図表 1.13 人口1人当たりGDPランキング

（単位：2000年購買力平価ドル基準（ドル））

2005年		2050年	
1.米国	37,173	1.米国	85,976
2.香港	29,740	2.シンガポール	62,574
3.カナダ	29,328	3.カナダ	58,318
4.日本	27,137	4.日本	53,113
5.シンガポール	26,950	5.韓国	51,964
6.EU	24,833	6.香港	50,157
7.韓国	19,698	7.EU	47,293
8.マレーシア	9,752	8.マレーシア	29,207
9.ロシア	9,742	9.ロシア	26,622
10.タイ	7,694	10.中国	26,445

出典）人口が変えるアジア 2050年の世界の姿（社団法人日本経済研究センター）

2. エネルギー

2.1 エネルギー需要

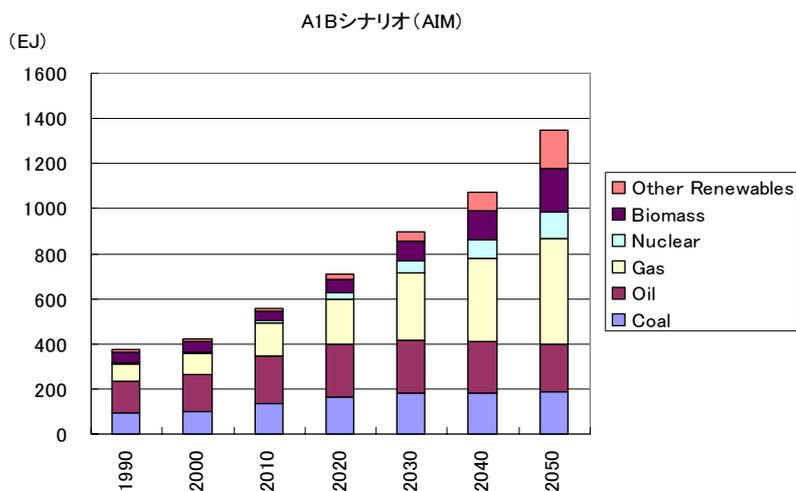
[ポイント]

- IPCC の A1B シナリオ (AIM モデル) では、2000 年時点での世界の一次エネルギー需要 424EJ(424×10¹⁸J) に対して、2030 年時点で約 2.1 倍の 895EJ、2050 年時点では約 3.2 倍の 1,347EJ の需要を予測している。
- 地域別のエネルギー消費を見ると、OECD 諸国の伸びが小幅にとどまるのに対して、アジア、アフリカ・中南米 (図中「ALM」) のエネルギー消費が急速に増加する予測となっている。
- 地域別の一次エネルギー構成比をみると、東欧、旧ソビエト連邦 (REF) では天然ガス、アフリカ、中南米 (ALM) では再生エネルギーの比率が他の地域より高い。アジアでは石炭比率が高いがその比率は 2050 年に向けて徐々に低下していく。

IPCC の A1B シナリオ (AIM モデル) では、2000 年時点での世界の一次エネルギー需要 424EJ(424×10¹⁸J) に対して、2030 年時点で約 2.1 倍の 895EJ、2050 年時点では約 3.2 倍の 1,347EJ の需要を予測している。

A1B シナリオのエネルギー需要予測値は、IPCC の各シナリオの中でも比較的高くなっている。これは、高い経済成長によってエンドユーザーのエネルギー需要が増大し、エネルギー提供側の技術革新 (コスト低減) と相まって、エネルギー供給が増大を続けるからである。A1B シナリオの 2030 年時点のエネルギー需要は、国際エネルギー機関 (IEA) の “World Energy Outlook 2006” の予測を 2 割程度上回っている。(注：後述するように、同じ A1B シナリオでも予測を行うモデルによってエネルギー需要量は異なる。)

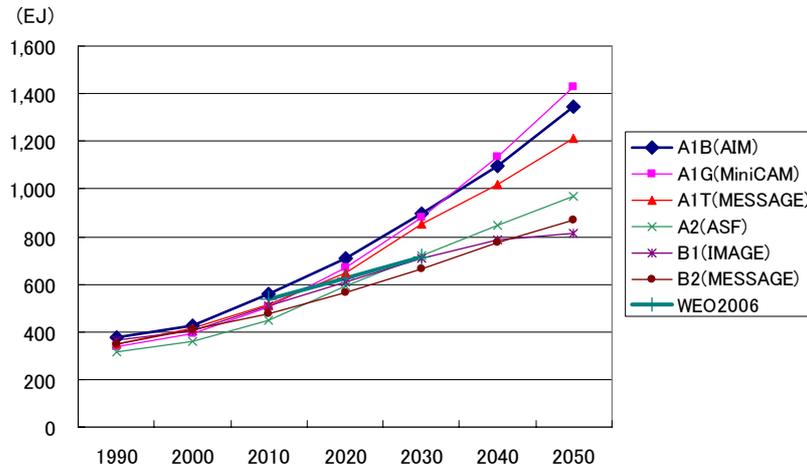
図表 2.1 A1B シナリオによるエネルギー需要予測



注：EJ=10¹⁸J

出典) IPCC Special Report on Emissions Scenarios より作成

図表 2.2 IPCC 各シナリオ及び WEO2006 によるエネルギー需要予測の比較

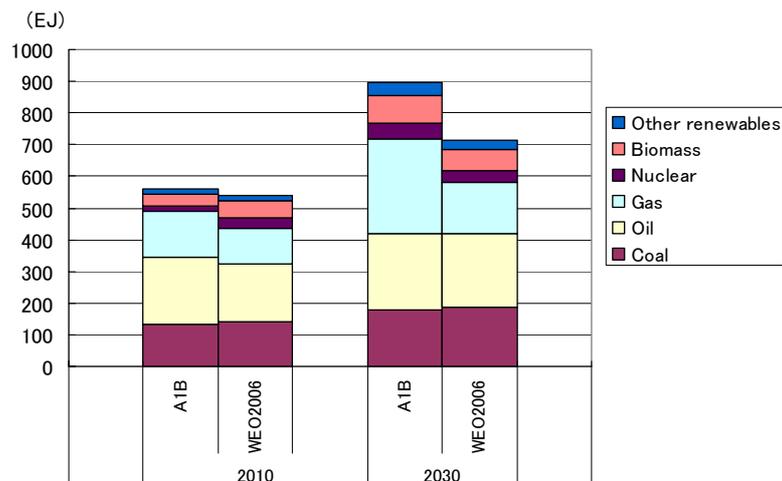


注：A1G は最終レポートでは A1FI と呼称変更

出典) IPCC Special Report on Emissions

A1B シナリオと WEO2006 予測の 2030 年時点での一次エネルギー構成比を見ると、両者の石油、石炭の需要量はほぼ一致しているが、A1B シナリオの方が、天然ガスおよび再生エネルギーの需要量を多く見積もっている。このことから、A1B シナリオにおいては、旺盛なエネルギー需要を、天然ガス及び再生エネルギー供給を増やすことでカバーする想定であることがわかる。

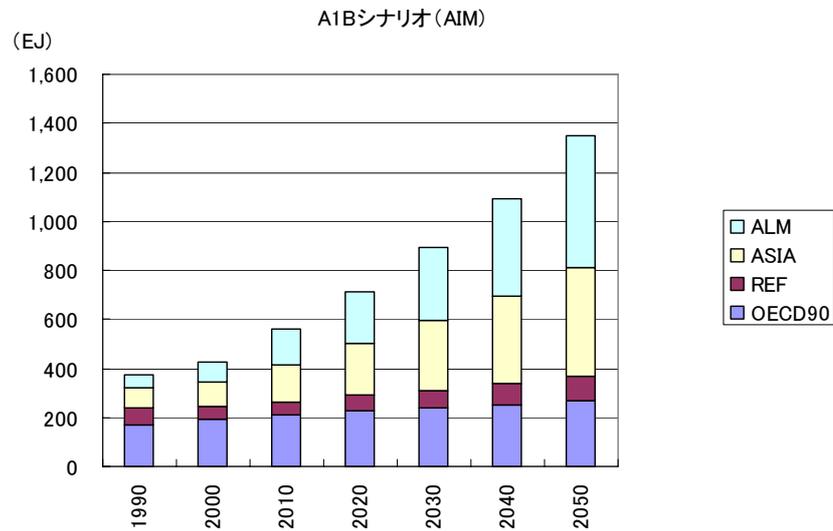
図表 2.3 A1B シナリオと WEO2006 予測の一次エネルギー構成比の比較



出典) IPCC Special Report on Emissions Scenarios 及び World Energy Outlook 2006 より作成

A1B シナリオにおける地域別のエネルギー消費を見ると、OECD 諸国の伸びが小幅にとどまるのに対して、アジア、アフリカ・中南米（図中「ALM」）のエネルギー消費が急速に増加する予測となっている。

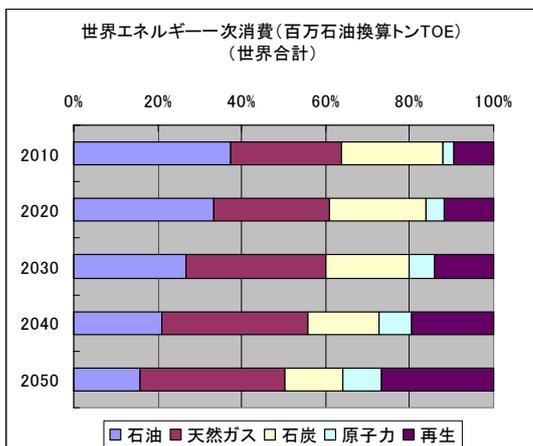
図表 2.4 A1B シナリオにおける地域別のエネルギー消費量



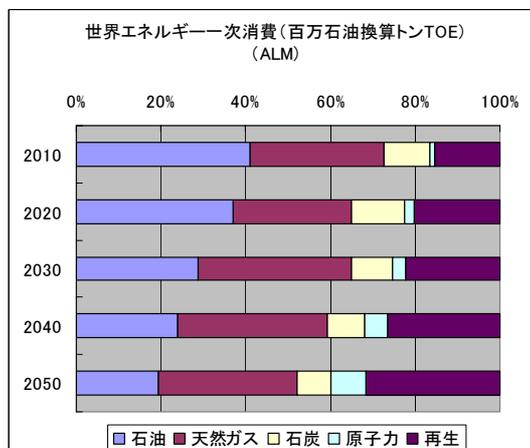
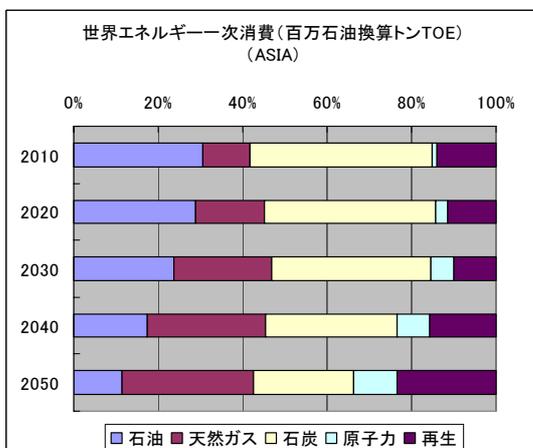
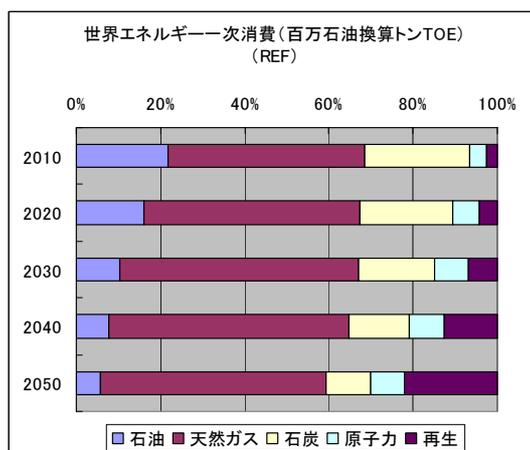
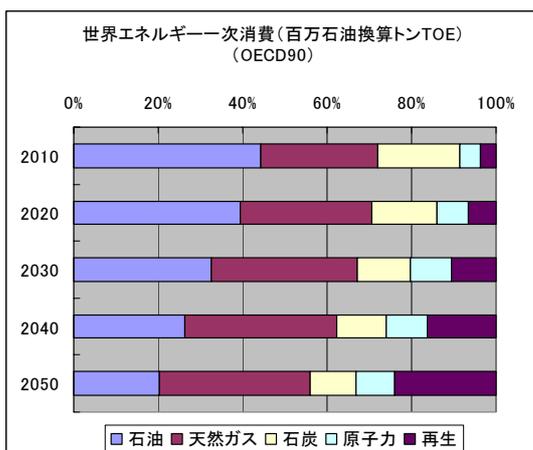
出典) IPCC Special Report on Emissions Scenarios より作成

さらに地域別の一次エネルギー構成比をみると、東欧、旧ソビエト連邦（図中「REF」）では天然ガスの比率が他の地域に比べて高い。また、アジアでは石炭の比率が高いがその比率は 2050 年に向けて徐々に低下していく。アフリカ、中南米（図中「ALM」）では、再生エネルギーの比率が高いことが特徴的である。

図表 2.5 地域別の一次エネルギー構成比



注：A1B シナリオ (AIM モデル)



出典) IPCC Special Report on Emissions Scenarios より作成

2.2 エネルギー価格

[ポイント]

■海上輸送費が原油価格に比例して上昇すると考えた場合、原油価格が2倍になれば、石炭の輸入価格は現状価格で1～3割弱程度、天然ガスは2～5割程度、石油については3～6%程度上昇すると見込まれる。ただし、IPCCの2050年までの予測では、資源枯渇などの影響でエネルギー価格原価が相当程度上昇することを見込んでおり、上記増加による影響は限定され、特に原油に対する影響は少ないものと考えられる。

IPCC 予測において、エネルギー価格は外生的に、あるいはモデル内で内生的に与えられる。

例えば、IPCC 予測で使われている6つのモデルのうち、“ボトム・アップ”型のモデル（例えば AIM、IMAGE）では、コストを積み上げで与えるのに対して、“トップ・ダウン”型のモデル（例えば MARIA、MiniCAM）では需給関係による価格形成プロセスがモデル化されている。

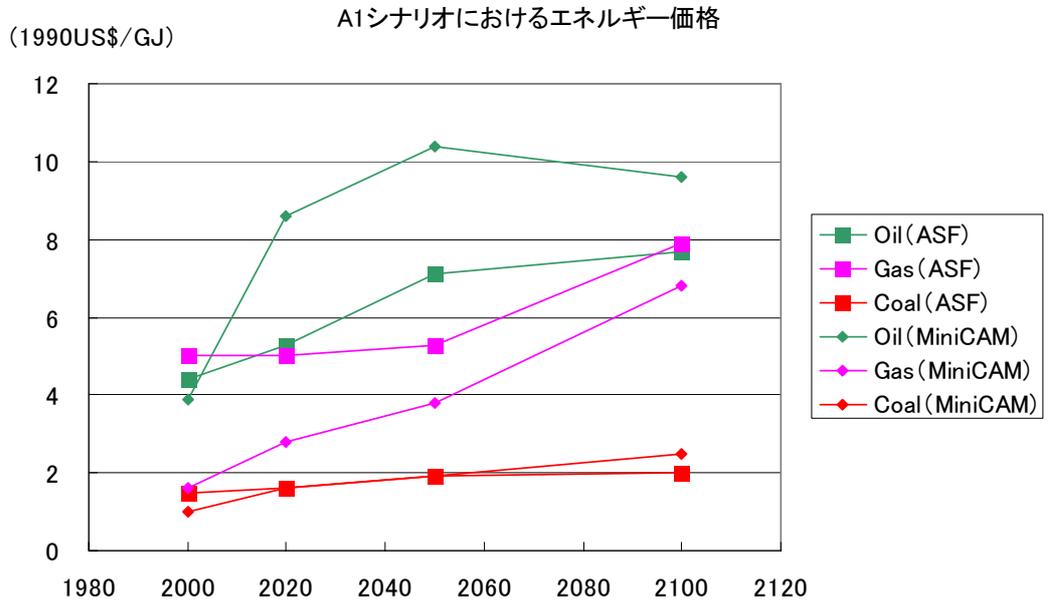
例として、“トップ・ダウン”型のモデルである MARIA では、エネルギー価格は、エネルギー抽出コストとエネルギー利用コストから構成される。エネルギー抽出コストは Rogner(1997)によって定められた二次関数の生産関数によって決定される。市場価格はモデル内で計算されるシャドープライスとして決定される。石炭については、抽出コストは\$0.2～\$6.3/GJ（1990年価格）であり、天然ガスは最大\$25/GJ、石油は最大\$28/GJとなっている（採掘困難度の高い油田、ガス田等を含む）。

“ボトム・アップ”型の MESSAGE モデルは“トップ・ダウン”型の MACRO と組み合わせ用いられるが、MESSAGE 内でのエネルギー価格はコストの積み上げのみで算定される。コスト算定の基本的なアウトラインは MARIA の場合と同一であるが、MESSAGE の場合には、技術依存部分がより詳細にモデル化されている。B2 代表ケースでは、石炭の抽出コストが\$1.1～5.4/GJ（1990年価格）、ガスが\$1.2～5.7/GJ、石油が\$1.2～5.3/GJとなっている。

A1 シナリオ及び B2 シナリオにおけるエネルギー価格（国際価格またはシャドープライス）の例を次ページに示す。化石燃料の枯渇を反映して、2050年にかけて価格が上昇していく結果となっている。また、同じシナリオでも、モデルにより価格の設定値は大きく異なり、直接の比較は難しいことがわかる。（前ページの A1B シナリオ AIM モデルに相当する価格は入手できなかった。）

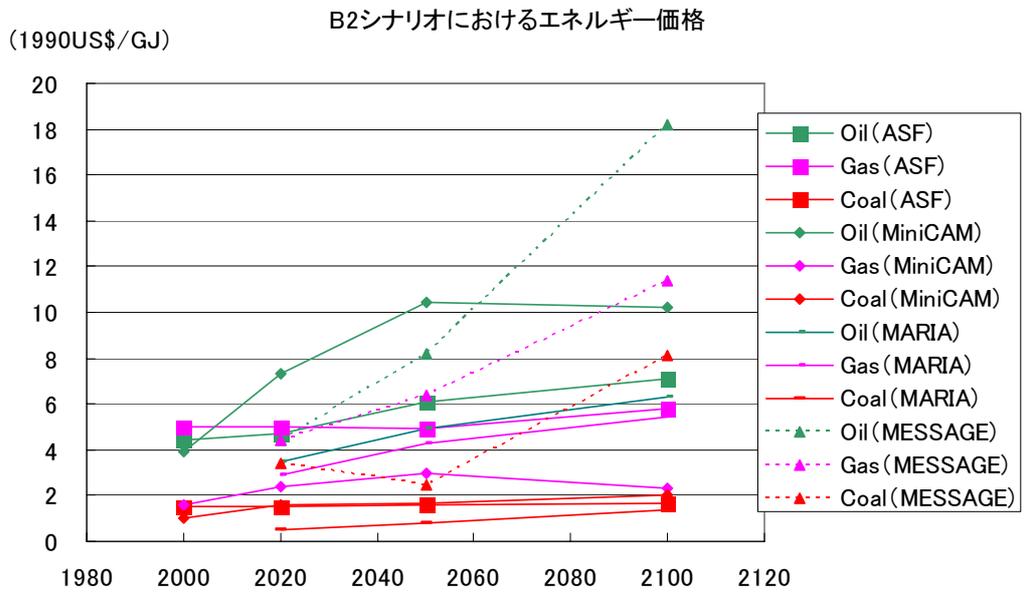
なお、例えば A1 シナリオの ASF モデルの価格は CIF 価格なのに対して、MiniCAM モデルの価格は FOB 価格（海上輸送料金、保険料が含まれない）であるため、現状値が異なることに注意が必要である。特に天然ガスにおいて、その価格差が大きくなっている。

図表 2.6 A1 シナリオにおけるエネルギー価格



出典) IPCC Special Report on Emissions Scenarios より作成

図表 2.7 B2 シナリオにおけるエネルギー価格



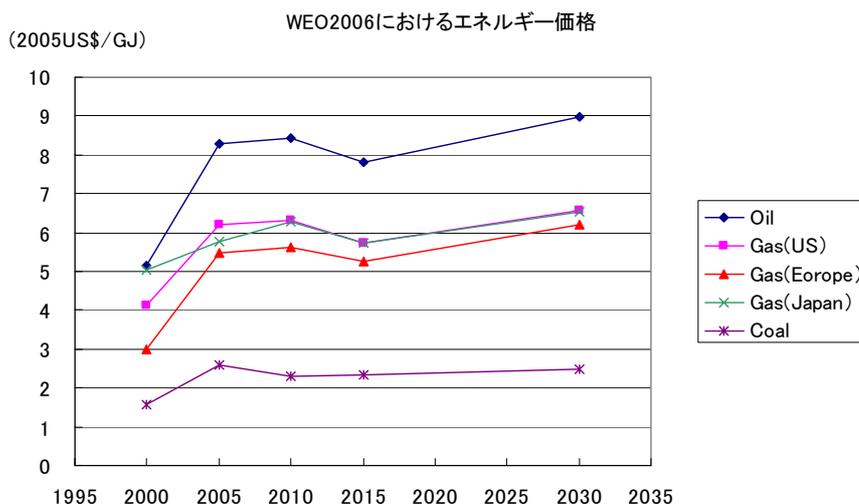
出典) IPCC Special Report on Emissions Scenarios より作成

一方、IEA は WEO2006 の中で、今後のエネルギー価格について以下のように述べ、2010 年代初めに一旦下落した価格が、将来的に徐々に上昇していくことを予測している。

「本アウトLOOKでは、原油および精製品需給の逼迫が続くとの予測に基づき、石油価格の前提が上方修正されている。市場の基礎的条件を考慮すると、新規の生産・精製能力が稼動し、需要の伸びが鈍化することから、価格は緩やかに下落する。しかし、新たな地政学的緊張が発生したり、さらに悪い可能性として大規模な供給途絶が発生した場合には、価格がさらに高騰する事態も考えられる。現在の想定では、IEA の平均原油輸入価格は 2010 年代初めに実質 1 バレル 47 ドルへと低下し、その後 2030 年まで一貫して上昇する。天然ガス価格は、石油価格の動向にほぼ追随すると想定されている。これは、石油価格連動型の長期ガス供給契約が今後も一般的であることや、燃料間の競争による。石炭価格は石油やガスに比べるとさほど変化しないが、両者の動きに従うと想定されている。」

出典) : WEO2006 エグゼクティブサマリー日本語訳より

図表 2.8 WEO2006 におけるエネルギー価格の想定値



	2000	2005	2010	2015	2030	単位
Oil	31.38	50.62	51.50	47.80	55.00	2005US\$/barrel
Gas(US)	4.34	6.55	6.67	6.06	6.92	2005US\$/Mbtu
Gas(Europe)	3.16	5.78	5.94	5.55	6.53	
Gas(Japan)	5.30	6.07	6.62	6.04	6.89	
Coal	37.51	62.45	55.00	55.80	60.00	2005US\$/tonne

	2000	2005	2010	2015	2030	単位
Oil	5.13	8.27	8.42	7.81	8.99	2005US\$/GJ
Gas(US)	4.11	6.21	6.32	5.74	6.56	
Gas(Europe)	3.00	5.48	5.63	5.26	6.19	
Gas(Japan)	5.02	5.75	6.27	5.72	6.53	
Coal	1.56	2.60	2.29	2.33	2.50	

注 : GJ 当たりの価格は換算値

出典) “World Energy Outlook 2006” IPCC より作成

2.3 生産コスト

(1) Rogner の論文による生産コスト

IPCC の SRES 各モデルにおいて参照しているエネルギー価格に関する論文である H-H.Rogner の “AN ASSESSMENT OF WORLD HYDROCARBON RESOURCES” (1997)では、既存研究から石油、天然ガス、石炭の生産コストについてまとめている。

それによれば、回収性が確認されている通常の原油、天然ガス資源 (Proved recoverable reserves) の生産コストが1石油当量バレルあたり\$10前後かそれ以下なのに対して、埋蔵未確認などのそれ以外の通常の石油・天然ガスは\$10~25、オイルシェール (原油分を含んだ岩石) やコールベッドメタン、メタンハイドレートなどの非従来型の資源については\$25~150前後の生産コストが推計されている。

図表 2.9 エネルギー資源の石油当量当たり生産コスト

Table 10 Estimates of fossil resource extraction economics for the IIASA-WEC study^a

Resource category	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Oil	<12	12—19	19—25	25—35	35—38	38—52	52—62	62—160
Gas	<10	10—16	16—25	25—29	29—34	34—42	42—50	50—145
Grade	A	B	C	D	E			
Coal ^b	1—9	9—11	11—16	16—24	24—36			

^aProduction cost ranges in US\$ (1990) per barrel of oil equivalent (boe). The resource categories I–VIII for crude oil and natural gas correspond to the categories shown in Tables 4 and 7. Likewise, the coal grades A through E correspond to those of Table 8. Adapted from (5, 22, 44, 48, 52, 56, 58–60).

^bHard and brown coal.

【資源の分類】

下記に同論文で用いられている資源の分類を示す。

通常の我々が普段目にしている原油、天然ガスは、カテゴリー I ~ III に分類されている。それ以外の、今後技術進歩やエネルギーコスト上昇に伴い利用される可能性のある石油・ガス資源が、カテゴリー IV ~ VIII に示されている。

I ~ III、IV ~ VIII の中は資源の発見のしやすさ、回収のしやすさで分類されている。また、カテゴリーの名称として、現時点で利用可能なものを貯蔵量 (reserves)、使用できないものを資源量 (resources) あるいは付加的な産出 (additional occurrence) と称している。

非在来型の資源であるカテゴリー IV ~ VIII には、以下が含まれている。

○石油

オイル・シェール：油を含んだ岩石

タールサンド（ビチューメン）：油を含んだ砂、その中の油分をビチューメンという
 重質油／超重質油：金属質等を含み、比重の重い油
 深海油：深海にある油田（※深海に明確な定義はない）

○天然ガス

コールベッド・メタン：石炭鉱床に含まれているメタンガス
 シェールガス：頁岩に貯蔵されているガス
 タイト・フォーメーションガス：透水率の低い地層にとけ込んでいるガス
 ガス・ハイドレート：ガス分子が水分子に取り込まれた氷状の物質。その多くが深
 海部とシベリアの永久凍土内に存在する。
 ジオプレッシャー・ガス：地下の高圧下で地下水に溶け込んだガス
 深海ガス：深海にあるガス田

図表 2.10 エネルギー資源の分類（再掲：日本語訳を追加）

分類	I	II	III	IV	V	VI	VII、VIII
Oil	Conventional oil (在来型石油)			Unconventional oil reserves and resources (非在来型の石油貯蔵量、資源)			
	Proved recoverable reserves (回収性が確認されている貯蔵量)	Estimated additional reserves (推測される付加的な貯蔵量)	Additional speculative resources (付加的な推測資源量)	Enhanced recovery (回収技術が向上した場合の回収量)	Aggregate of shale, bitumen, and heavy oils (シェール、ビチューメン、重質油等)		
Gas	Conventional natural gas (在来型天然ガス)			Unconventional natural gas reserves and resources (非在来型の天然ガス貯蔵量、資源)			
	Proved recoverable reserves (回収性が確認されている貯蔵量)	Estimated additional reserves (推測される付加的な貯蔵量)	Additional speculative resources (付加的な推測資源量)	Enhanced recovery (回収技術が向上した場合の回収量)	Coalbed methane, tight formation gas, etc* (コールベッド・メタン、タイト・フォーメーションガス等)		
					Recoverable Reserves (回収可能な貯蔵量)	Resources ((貯蔵量と評価されない) 資源量)	Additional occurrences (付加的な産出)
分類	A	B	C	D	E	—	—
Coal	Proved recoverable reserves (回収性が確認されている貯蔵量)	Additional recoverable reserves (付加的な回収可能貯蔵量)	Additional identified reserves (付加的な確認されている貯蔵量)	Additional resources (20% of remaining occurrences) (付加的な資源量(残りの産出の20%))	Additional resources (80% of remaining occurrences) (付加的な資源量(残りの産出の20%))	—	—

*Coalbed methane, gas from tight formations, geopressured gas, clathrates, and gas remaining in-situ after commercial production has ceased.

出典) H-H. Rogner “AN ASSESSMENT OF WORLD HYDROCARBON RESOURCES” (1997)

下の分類表は table4, 7, 8 から作成。

(2) 米国の主要エネルギー企業による生産コスト

米国系の主要エネルギー企業 29 社（米エネルギー情報庁の Financial Reporting System の対象社）の経営状況を報告した、“Performance Profiles of Major Energy Producers 2005”の中で、これらの企業による世界各地での石油・天然ガスの生産コストが整理されている。

それによれば、2005 年の製造コスト (lifting cost) は、石油と天然ガスの合計で、1 石油当量バレルあたり平均 \$ 6.87 となっている。一番安いのは中東の \$ 4.95 であり、米国内でのコストは、陸上で \$ 7.70、海上で \$ 6.36 と、陸上の方が割高となっている。

(lifting cost には、井戸及び関連施設・設備の運転、維持費用、生産税が含まれる。油田、ガス田の探査、開発費用は含まれていない。石油と天然ガスの内訳は示されていない。)

図表 2.11 米国主要エネルギー企業による石油・天然ガスの製造コスト

Table 10. Lifting Costs for FRS Companies by Region, 2004 and 2005 (Dollars Per Barrel of Oil Equivalent)									
Region	Direct Lifting Costs			Production Taxes			Total		
	2004	2005	Percent Change	2004	2005	Percent Change	2004	2005	Percent Change
United States									
Onshore	--	--	--	--	--	--	6.30	7.70	22.1
Offshore	--	--	--	--	--	--	4.35	6.36	46.0
Total United States	4.38	5.39	23.1	1.32	1.95	47.2	5.70	7.34	28.7
Foreign									
Canada	5.15	6.98	35.7	0.23	0.30	31.2	5.38	7.29	35.5
OECD Europe	4.54	5.71	26.0	0.70	1.37	95.1	5.24	7.08	35.2
Former Soviet Union and Eastern Europe	5.74	5.21	-9.2	1.24	3.15	154.4	6.98	8.36	19.8
Africa	4.06	4.09	0.7	1.51	2.20	46.2	5.57	6.29	13.0
Middle East	4.36	4.81	10.4	0.19	0.14	-27.4	4.56	4.95	8.7
Other Eastern Hemisphere	4.26	3.74	-12.2	1.53	1.94	27.1	5.79	5.69	-1.8
Other Western Hemisphere	1.88	3.17	68.5	1.72	2.38	38.5	3.60	5.55	54.2
Total Foreign	4.25	4.91	15.4	1.01	1.57	54.6	5.27	6.48	22.9
Worldwide Total	4.31	5.13	18.9	1.16	1.74	50.2	5.47	6.87	25.6
-- = Data not available.									
Notes: Natural gas is converted to equivalent barrels of oil at 0.178 barrels per thousand cubic feet. Sum of components may not add to total due to independent rounding.									
Source: Energy Information Administration, Form EIA-28, (Financial Reporting System).									

出典) “Performance Profiles of Major Energy Producers 2005” 米エネルギー情報庁

一方で、石油、天然ガス生産のためには、新たな油田、ガス田を探索（exploration）、開発（development）していく必要がある。同じ米国主要企業による油田、ガス田の発見コスト（finding cost：新しい油田・ガス田の探索、開発費用の合計）（過去3年間の平均費用）を下記に示す。米国陸上、西欧（OECD ヨーロッパ）、中東の発見コストが1石油当量バレルあたり\$10を下回っているのに対して、米国海上の発見コストが\$42.74と大変大きくなっている。米国海上の発見コストは、1年前と比べてほぼ2倍近くなっているが、原因の一部は2005年のハリケーンによる油田・ガス田開発の遅延・損害である。（発見コストは3年間に費やされた探索・開発費用を同期間に開発された油田・ガス田の貯蓄量で割って算出される。）

図表 2.12 米国主要エネルギー企業による石油・天然ガスの発見コスト

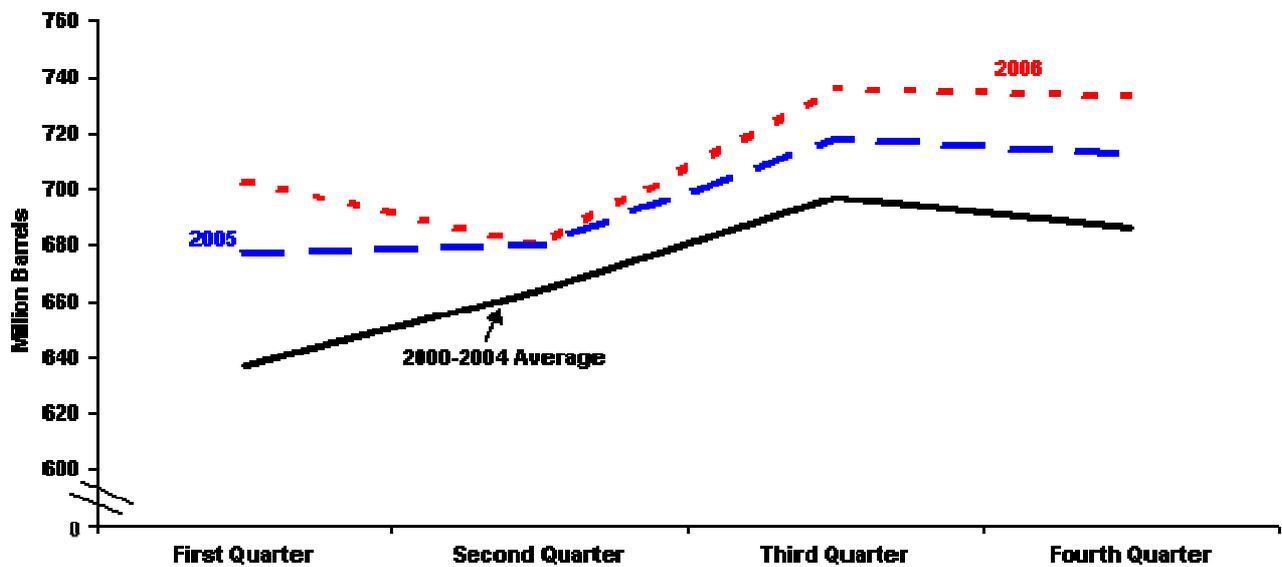
Table 11. Finding Costs by Region for FRS Companies, 2002-2004 and 2003-2005 (Dollars per Barrel of Oil Equivalent)			
Region	2002-2004	2003-2005	Percent Change
United States			
Onshore	7.18	6.67	-7.1
Offshore	27.66	42.74	54.5
Total United States	10.33	9.79	-5.2
Foreign			
Canada	26.07	16.46	-36.9
OECD Europe	12.16	9.66	-20.5
Former Soviet Union and Eastern Europe	4.30	13.00	202.3
Africa	7.55	15.25	102.0
Middle East	6.76	4.67	-30.9
Other Eastern Hemisphere	6.18	8.98	45.4
Other Western Hemisphere	4.98	25.06	403.6
Total Foreign	8.30	11.76	41.7
Worldwide	9.18	10.73	16.8
Notes: The above figures are 3-year weighted averages of exploration and development expenditures (current dollars), excluding expenditures for proven acreage, divided by reserve additions, excluding net purchases of reserves. Natural gas is converted to equivalent barrels of oil at 0.178 barrels per thousand cubic feet. Sum of components may not add to total due to independent rounding.			
Source: Energy Information Administration, Form EIA-28 (Financial Reporting System).			

出典) “Performance Profiles of Major Energy Producers 2005” 米エネルギー情報庁

製造コストと発見コストの合計である合計生産コスト（total upstream cost）は、米国陸上、米国外では\$10 前後で比較的安定して推移してきて、近年\$15 程度に上昇してきたのに対して、米国海上では変動が大きく 2003-2005 年期間には\$40 を大きく突破した。

図表 2.13 米国主要エネルギー企業による石油・天然ガスの合計生産コスト

Figure 19. Quarterly Average U.S. Commercial Petroleum Product Stocks, 2000-2004 Average, 2005, and 2006



Source: Energy Information Administration, *Petroleum Supply Monthly*, DOE/EIA-0109 (Various issues, Washington, DC), Table 51.

出典) “Performance Profiles of Major Energy Producers 2005” 米エネルギー情報庁

(3) 北海油田・ガス田の生産コスト

イギリスの UK Offshore Operators' Association では、北海油田・ガス田の生産コスト（開発コスト＋運営コスト）について、2006 年については 1 石油当量バレルあたり\$22 と試算している。また、今後数年に\$25 に達するとの予測をたてているとのことである。

13/2/2007

North Sea oil, gas production projected to decline

Story link: North Sea oil, gas production projected to decline by Elaine Frei

The UK Offshore Operators' Association has released a report saying that oil and gas production from North Sea wells will be around 10 percent lower in the next few years than had been estimated earlier. Costs are expected to go up as production output declines.

While experts estimate that there is still the equivalent of 16 billion to 25 billion barrels of oil and gas left in North Sea oil fields, and despite the fact that 2006 was said to be the best year for new finds there in the past five years, old wells are beginning to run dry and new wells are smaller than the older wells. Recent finds have only been averaging around 10 million barrels equivalent.

Production from the North Sea fields was down 9 percent in 2006 to 2.9 million barrels equivalent per day, well below the 4.5 million barrels equivalent per day peak in 1999. By 2010 production is expected to be down to 2.6 million barrels equivalent per day.

Meanwhile, capital investment was at £5.6 billion last year, the highest since 1998, but was due more to higher costs than more activity as the average cost of developing and operating a project was up by 45 percent to \$22 per barrel equivalent extracted. Development and operating costs are expected to rise again in the next few years, to \$25 per barrel equivalent extracted. One worry is that if prices for gas and oil continue a recent downward trend that requires oil companies to cut investments, the first place cuts will be made is where development costs are highest.

英 Oil Marketer 社 HP

(<http://www.oilmarketer.co.uk/2007/02/13/north-sea-oil-gas-production-projected-to-decline/>)

2.4 エネルギー資源の将来需要予測

一部の悲観的な予測を除き、今後 2050 年に向けて石油価格が高騰していくのに従って、非在来型の石油・ガス資源の生産は徐々に拡大していくことが予測されている。現在でもタールサンドについては既に一部の地域で生産が進んでおり、海底資源の代表格であるメタン・ハイドレートは、コスト面での開発順序は下位と考えられる一方、賦存量が多いため、政策誘導と技術革新の進展によっては 2050 年までに実用化時期を迎えている可能性もある。

海底油田・ガス田については、北海や米国沿岸等の既存のものに加え、メキシコ湾、ブラジル湾等で 1000m クラスの大水深油田の開発が進められており、今後も一定程度の開発が進んでいくものと考えられる。

(1) Rogner の論文による生産コストと生産量

H-H.Rogner の“AN ASSESSMENT OF WORLD HYDROCARBON RESOURCES”(1997)では、石油、天然ガス、石炭の生産コストと生産量の関係も示している。

1) 非在来型資源の資源賦存量

同論文の中に、各種機関・研究者による非在来型資源の賦存量が示されている。

非在来型の石油資源では、シェール・オイルの賦存量が多くなっている。非在来型のガス資源では、圧倒的にメタン・ハイドレートの賦存量が多い。深海油、深海ガスの賦存量は明確になっていない。

図表 2.14 非在来型資源の賦存量：石油

Table 3 Estimates of unconventional oil occurrences, in Gtoe

Region	Shale oil				Tarsands						Heavy Oil			
	BGR (19) ^b		WEC (23) ^b		BGR (22) ^b		WEC (23) ^b		Meyers et al (27) ^b		BGR (22) ^b		Meyers et al (29) ^b	
	Resources	Reserves	Resources	Reserves	Resources	Reserves	Resources	Reserves	Resources	Reserves	Resources	Reserves	Resources	Reserves
NAM	220	3.0	217	—	258	5.00	26.8	0.52	368	—	14	0.83	23	2.57
LAM	120	9.0	19	0.4	125	0.01	24.4	0.00	1	—	166	33.0	215	2.29
WEU	29	4.0	2	0.2	—	0.04	0.3	0.03	0	—	1	0.07	10	1.04
EEU	3	0.3	—	—	0	0.01	0.1	0.01	0	—	0	0.04	0	0.02
FSU	35	2.0	42	2.0	42	0.34	19.0	—	65	—	0	0.02	23	0.95
MEA	144	20.0	79	6.3	0	0.01	0.0	0.01	0	—	2	—	76	16.0
AFR	16	—	0	—	9	1.00	0.2	0.03	5	—	1	0.20	2	0.41
CPA	202	80.0	—	1.0	1	—	1.7	0.25	—	—	4	0.90	9	1.26
PAO	133	3.3	102	3.7	—	—	—	—	—	—	—	0.01	0	0.01
PAS	18	1.0	19	0.1	—	0.09	0.0	0.00	—	—	1	0.13	6	0.39
SAS	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	0.10
World ^a	920	123	479	14	436	6.5	72	1	440	—	191	35	367	25

^aTotals may not add up owing to rounding.

^bData adapted and/or modified from these references.

図表 2.15 非在来型資源の賦存量：ガス

Table 6 Estimates of unconventional natural gas in place by type, in Gtoe

Region	Coalbed methane (31, 32, 34) ^b	Gas from fractured shales (35, 36, 22, 19) ^b	Tight formation (33, 32, 19, 34) ^b	Methane hydrates (12, 37, 38, 39) ^b	Remaining in-situ ^a	Total non-conventional occurrences
NAM	77	98	35	6,089	20	6,319
LAM	1	54	33	4,567	8	4,662
WEU	4	13	9	761	7	794
EEU	3	1	2	0	1	7
FSU	101	16	23	4,186	42	4,367
MEA	0	65	21	190	25	302
AFR	1	7	20	381	4	413
CPA	31	90	9	381	3	514
PAO	12	59	18	1,522	1	1,612
PAS	0	8	14	190	4	217
SAS	1	0	5	381	2	389
World	232	411	189	18,647	117	19,595

^aGas remaining in-situ after commercial production of conventional natural gas has ceased (own estimates).

^bData adapted or modified from these references.

2) トータルの資源賦存量

既存データから、Rogner は①の分類に沿って、資源の地域別の賦存量を以下のようにまとめている。ガスの表で、前ページの表との比較から、メタン・ハイドレートはカテゴリⅧの付加的な産出（additional occurrence）に分類されていることがわかる。

図表 2.16 エネルギー資源の賦存量：石油

Table 4 Estimates of oil occurrences, in Gtoe^a

Region	Conventional oil			Unconventional oil reserves and resources					Total
	Proved recoverable reserves I	Estimated additional reserves II	Additional speculative resources III	Enhanced recovery IV	Aggregate of shale, bitumen, and heavy oils			Additional occurrences VIII	
					Recoverable reserves V	Resources VI	Additional occurrences VII		
NAM	8.5	8.6	6.7	15.9	7.6	98.8	172.8	287.4	606
LAM	17.4	8.9	15.5	18.9	2.6	91.5	160.1	270.8	586
WEU	5.6	2.1	3.6	5.1	1.3	7.6	13.3	34.6	73
EEU	0.3	0.2	0.6	0.7	0.0	0.5	1.0	3.8	7
FSU	17.1	13.6	19.3	23.4	3.3	19.4	34.0	125.6	256
MEA	87.9	17.0	21.9	56.2	22.3	39.6	69.3	279.0	593
AFR	4.0	3.4	4.9	5.4	1.4	5.1	8.9	29.7	63
CPA	5.1	4.7	8.2	7.4	2.3	42.2	73.8	118.7	262
PAO	0.4	0.3	0.6	0.7	3.7	25.8	45.1	60.3	137
PAS	2.9	1.6	2.5	3.4	0.6	4.8	8.3	23.0	47
SAS	1.0	0.3	0.6	0.8	0.1	0.3	0.5	3.5	7
World ^b	150	61	84	138	45	336	587	1237	2638

^aCompiled from Tables 2 and 3.

^bTotals may not add up owing to rounding.

図表 2.17 エネルギー資源の賦存量：ガス

Table 7 Estimates of natural gas occurrences, in Gtoe^a

Region	Conventional natural gas			Unconventional natural gas reserves and resources					Total
	Proved recoverable reserves I	Estimated additional reserves II	Additional speculative resources III	Enhanced recovery IV	Coalbed methane, tight formation gas, etc ^b			Additional occurrences VIII	
					Recoverable reserves V	Resources VI	Resources VII		
NAM	11.8	14.3	15.6	8.4	35	70	105	6,100	6,361
LAM	7.6	8.0	13.8	3.9	13	30	44	4,571	4,691
WEU	7.3	4.9	7.2	3.0	4	9	13	765	813
EEU	0.7	0.7	1.2	0.5	1	2	3	1	10
FSU	39.1	45.0	65.0	20.2	26	45	68	4,208	4,517
MEA	48.2	23.0	26.9	12.5	13	29	44	203	400
AFR	3.9	5.3	8.4	2.2	4	9	14	383	431
CPA	1.1	4.6	7.1	1.6	21	24	36	432	527
PAO	2.1	0.5	0.8	0.5	14	30	45	1,523	1,616
PAS	5.4	3.8	5.0	1.9	3	8	11	192	231
SAS	1.6	1.8	2.6	0.8	1	2	3	381	395
World ^c	129	112	153	56	138	258	387	18,759	19,990

^aCompiled from Tables 5 and 6.

^bCoalbed methane, gas from tight formations, geopressured gas, clathrates, and gas remaining in-situ after commercial production has ceased.

^cTotals may not add up owing to rounding.

前ページの表を集約し、過去の利用実績を加えた下表から、1860年以降1994年までに消費されたエネルギー資源は、ほとんどが在来型であることがわかる。これまでに消費された資源量を上回る貯蔵量（Reserves）と、それを更に上回る資源量（Resources）が存在しており、これを遙かに上回る付加的産出（Additional Occurrences）が存在している。この付加的産出の大部分はクラスレート化合物（メタン・ハイドレートのこと）である。

図表 2.18 エネルギー資源の賦存量（全体）

Table 9 Aggregation of global fossil energy sources—all occurrences, in Gtoe^a

	Consumption		Reserves	Resources ^b	Resource base ^c	Additional occurrences
	1860–1994	1994				
Oil						
Conventional	103	3.21	150	145	295	
Unconventional	6	0.16	183	336	519	1,824
Natural gas						
Conventional ^d	48	1.87	141	279	420	
Unconventional	—	—	192	258	450	387
Clathrates	—	—	—	—	—	18,759
Coal	134	2.16	1,003	2,397	3,400	2,846
Total fossil occurrences	291	7.40	1,669	3,415	5,084	23,815

^aSources: Historical consumption (46). Reserves, resources, and occurrences, see Tables 2–8.

— = negligible volumes.

^bReserves to be discovered or resources developed to resources.

^cResource base is the sum of reserves and resources.

^dIncludes natural gas liquids.

3) 生産コストと生産量

Rogner の作成した、各資源の生産コストを示す。(回収性が確認されている在来型の原油、天然ガス資源 (Proved recoverable reserves) の生産コストが 1 石油当量バレルあたり \$10 前後かそれ以下なのに対して、埋蔵未確認などのそれ以外の在来型の石油・天然ガスは \$10~25、オイルシェール (原油分を含んだ岩石) やコールベッド・メタン、メタン・ハイドレートなどの非従来型の資源については \$ 25~150 前後の生産コストが推計されている。)

なお、上記生産コストは、各分類毎の生産コストが重ならないように設定されている。すなわち、本来であればカテゴリー 1 に分類される回収性が確認されている石油についても生産コストが \$12 以上のストックが存在し、逆にカテゴリー 2 にも生産コストが \$12 を下回るストックが存在するが、カテゴリー 1, 2 のストック全体に比べれば比率は低いので、その部分は切り捨てられてレンジが設定されている。

一方、Rogner が上記生産コストの表と並行して作成した、生産コストと生産量との関係グラフを示す。

単純な経済原則に従えば、各エネルギー資源は生産コストが安い順に生産され、カテゴリー I が全て消費されると、カテゴリー II が生産されることとなる。実際に、非在来型の石油・ガス資源については、原油価格が 1 石油等量バレル当たり \$80~90 位になってから本格化するだろうと言われることが多い。

現実には、上記の同一カテゴリー内の生産コストのばらつき、政策的意図 (資源保護の観点から安い資源の生産を先送りにする、国内資源の開発を優先する、環境負荷の少ない非在来型の資源の開発を優先する) 等により、順番に生産されない部分も生じるが、カテゴリー毎の生産量の、モデル等による定量的な予測は容易ではないと考えられる。

ちなみに、IPCC の A1B シナリオによる今後 2050 年頃までのエネルギー資源の消費量は、石油が毎年 150-250J (4~6Gtoe) 、100-500J (2~12Gtoe) 程度となっており、50 年での消費量はそれぞれ 250Gtoe、300Gtoe 程度と推測される。これはおおよそカテゴリー I、II を使い果たし、カテゴリー III~V 程度の資源を消費し始める状況と推測される。

このように、カテゴリー VIII に分類され、海底エネルギー資源のうちで最も量の多い、メタン・ハイドレートについては、開発順序が単純にコストに左右されたとした場合には、下位に位置づけられるが、賦存量の多さより、政策誘導と技術革新の進展によっては 2050 年までに実用化時期を迎えている可能性もある。

図表 2.19 エネルギー資源の石油当量当たり生産コスト

Table 10 Estimates of fossil resource extraction economics for the IIASA-WEC study^a

Resource category	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Oil	<12	12—19	19—25	25—35	35—38	38—52	52—62	62—160
Gas	<10	10—16	16—25	25—29	29—34	34—42	42—50	50—145
Grade	A	B	C	D	E			
Coal ^b	1—9	9—11	11—16	16—24	24—36			

^aProduction cost ranges in US\$ (1990) per barrel of oil equivalent (boe). The resource categories I–VIII for crude oil and natural gas correspond to the categories shown in Tables 4 and 7. Likewise, the coal grades A through E correspond to those of Table 8. Adapted from (5, 22, 44, 48, 52, 56, 58–60).

^bHard and brown coal.

図表 2.20 エネルギー資源の生産コストと資源賦存量

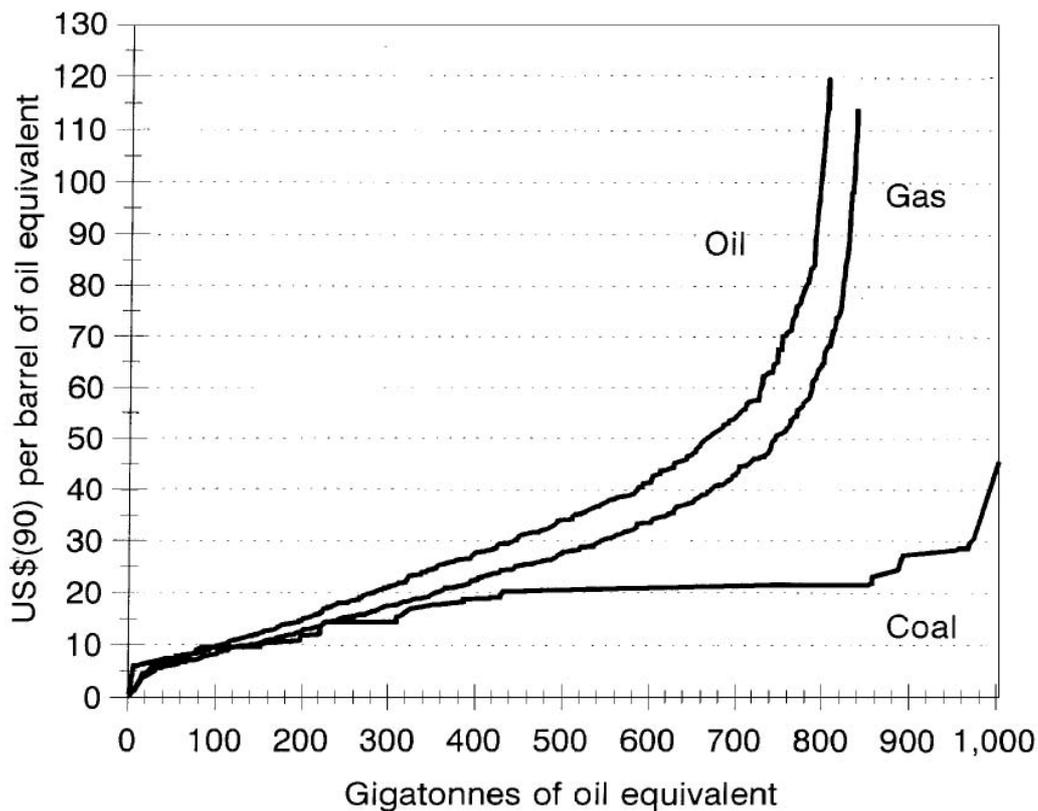


Figure 6 Aggregate quantity-cost curves for global fossil resources. The quantity-cost curve for natural gas excludes methane hydrates.

注：在来型資源の賦存量は、石油 295Gtoe、ガス 420Gtoe

A1B ケースによる 2050 年までの消費量は、石油 250Gtoe、ガス 300Gtoe 程度

(2) 他機関による非在来型エネルギー資源の需要予測

1) “Long-term Global Energy Supply/Demand Outlook under the Constraints of Atmospheric GHG Concentration” 2007, IEEJ, Ryoichi Komiyama

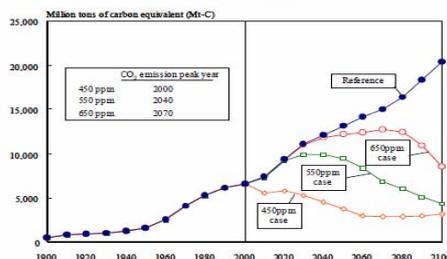
大気中の温室ガス濃度制約下で各国政府が対策を図るものとして、世界のエネルギー消費、CO₂ 排出を独自の予測モデル（WING-LDNE モデル）を用いて予測している。

世界の一次エネルギー消費のうち、オイルシェール、オイルサンドについては 2080 年頃からの本格的生産、非在来型のガスについては 2090 年頃からの生産を予測している。

注)同予測の 2050 年の一次エネルギー消費量は標準ケースで約 16,000Mtoe であり、A1B ケースの約 32,000Mtoe よりは相当低い。

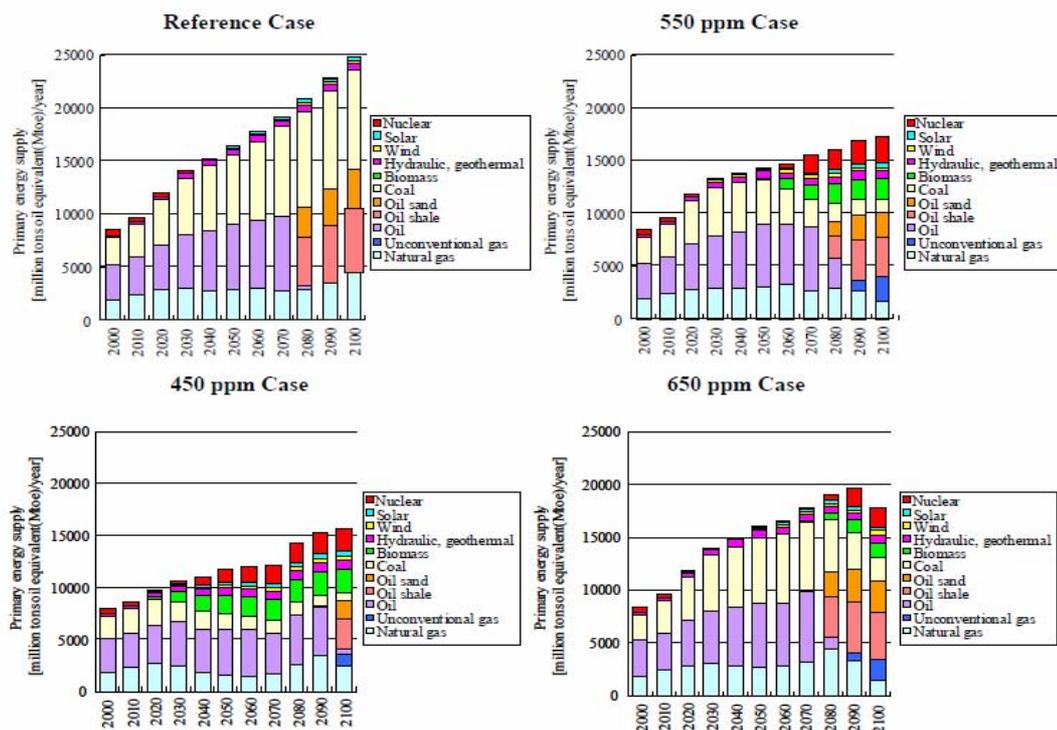
図表 2.21 一次エネルギー消費予測結果

Figure 1
Global CO₂ Emission Estimates
(for each CO₂ concentration stabilization target case)



Source: Author's model calculation

Figure 4-1 Primary Energy Supply (World)



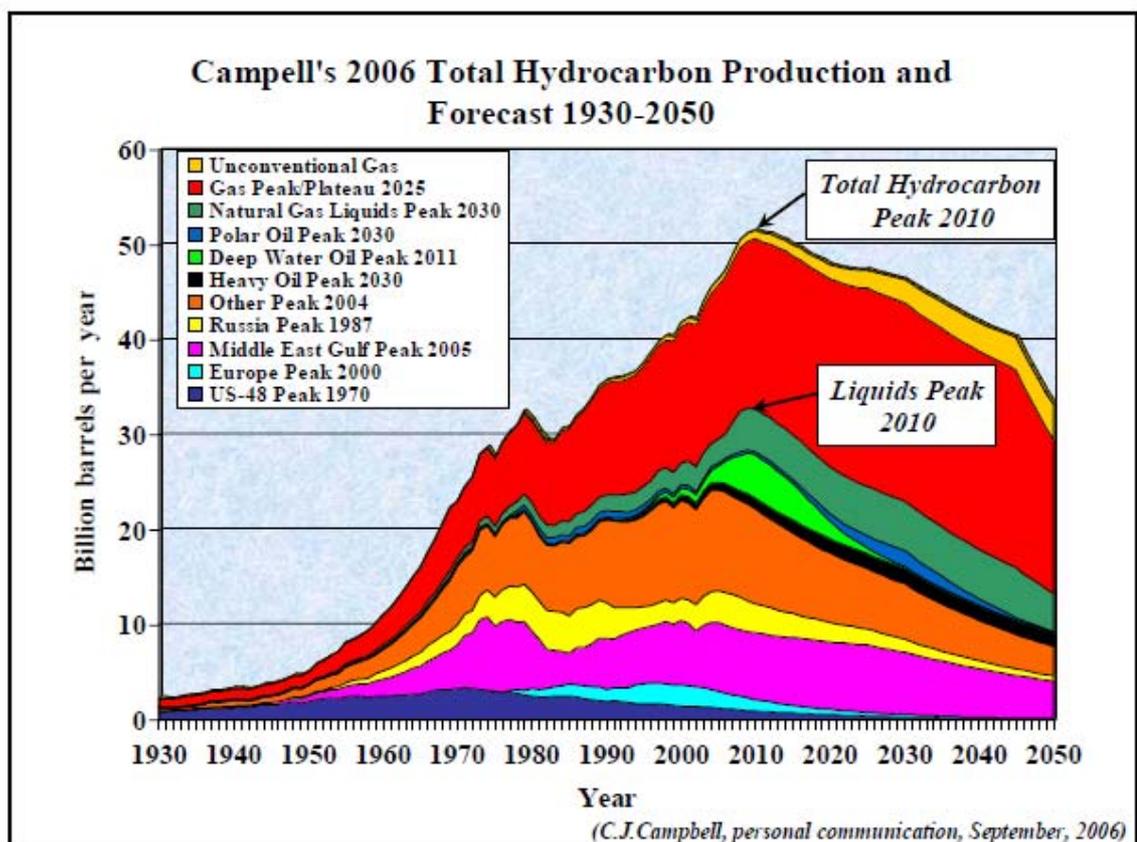
Source: Author's model calculation

2) C.J.Campbell 氏の予測

ピークオイル論の提唱者であり、ピークオイル論の研究組織ASPOの代表である、英国の地質学者コリン・キャンベル氏の予測では、在来型の資源は早期に生産量が低減していき、非在来型資源の生産量もあまり伸びないで、炭化水素系エネルギー（石油、天然ガス）の生産は2010年にピークを迎えるとしている。

最近の予測の中では深海油田の生産は2011年にピークとなり、重質油も2030年にピークとなるとしている。

図表 2.22 キャンベル氏による炭化水素系エネルギーの生産に関する予測



注：ピークの50B バレル/年は、約7Btoe/年

出典) “Natural Gas in North America : Should We be Worried?”

J. David Hughes, Geological Survey of Canada

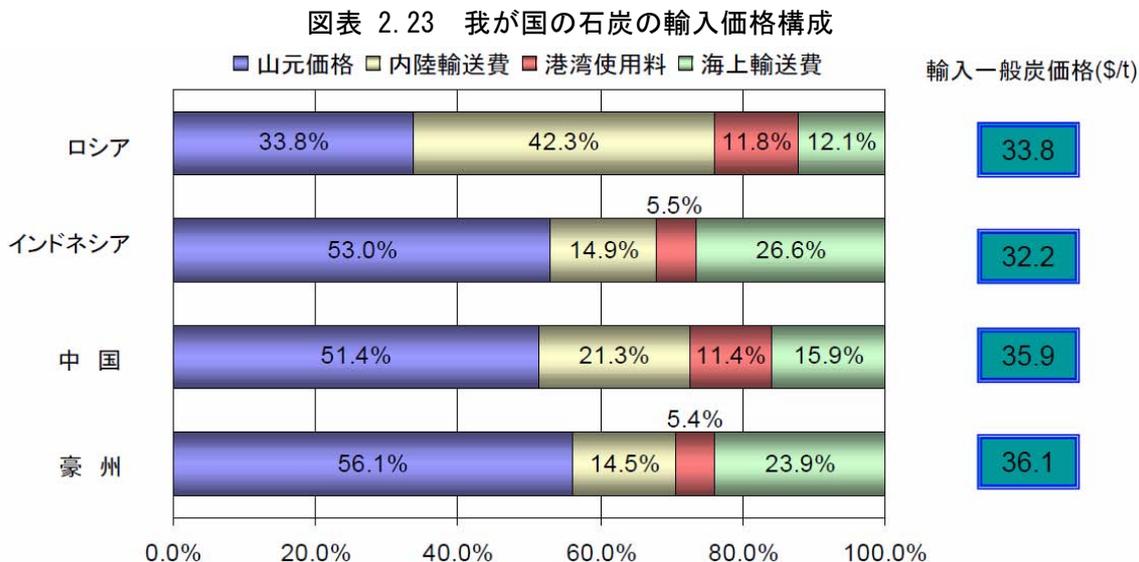
World Oil Conference October 26, 2006

http://www.aspo-usa.com/fall2006/presentations/pdf/Hughes_D_NatGas_Boston_2006.pdf

2.5 エネルギー価格に輸送コストが占める割合

(3) 石炭の輸送コスト

世界の主要産地の一般炭の、我が国における輸入価格の価格構成を見ると、海上輸送費は単独で 12～27%、港湾コストが 5～12%となっており、合計では価格構成の 2～3 割となっている。



出所) 通関統計(CIF価格)、エネルギー経済研究所(ロシア、中国、インドネシアについてはヒアリングに基づき、Coal Informationのデータを参考にして算定。豪州については、Coal Informationに示される各コストデータの間接値を用いて算定。)

出典) 第3回クリーンコールサイクル(C3)研究会資料「石炭の安定供給確保～世界的な石炭需要増大への対応策～」、2004年3月24日、資源エネルギー庁石炭課

(4) 天然ガスの輸送コスト

天然ガスの輸送コストについては、LNG 船による輸送部分は東南アジアで 100 万 Btu あたり 0.5 ドル、中東の場合 1 ドル程度となっている。これに液化費用 1 ドルを加えたものが輸送コストとなり、2005 年時点の平均輸入価格の半分近くを占めることとなる。原油の場合にはバレル当たり輸送コストが 1 ドル程度であり、輸入価格の 3～6%程度となる。

図表 2.24 天然ガスの輸送コスト

天然ガスを LNG として輸送し、消費地で利用するためには、いくつもの過程を経ることが必要になる。天然ガスを生産し、供給地の輸出基地で液化する。これをタンカーに積み込み、需要地近郊の受入基地まで輸送する。さらに液体の LNG を気体に戻して、はじめて天然ガスが利用可能となる。一連の過程は LNG チェーンと呼ばれている。

このチェーンのうち、どの部分を輸送の過程、コストとみるのか。タンカーによる運搬部分のみを輸送とするならば、100 万 btu (MMbtu) 当たり 0.5～1 ドルがそのコストとなる。東南アジアから日本までなら 0.5 ドル程度だが、中東からだとほぼ 1 ドル必要となる。

しかし、天然ガスを LNG として運ぶためには、液化過程が必須となる。液化のためのコスト

も輸送コストに含めるとなると、これが 1 ドル程度必要となるため、合計で 1.5～2 ドルとなる。

ちなみに 2002 年の全銘柄平均輸入価格は 4.26 ドル/MMbtu であった (98 年 2.84 ドル、99 年 3.50 ドル、00 年 4.86 ドル、01 年 4.42 ドルと原油価格の上昇と共に価格は上昇している)。価格の半分近くが輸送コストということになる。02 年度における原油輸入価格の平均がバレル当たり 27.29 ドルであり (財務省「日本貿易月評」)、輸送コストが 1～2 ドル程度といわれているのに比べると、LNG 輸送コストの価格に占める割合は極めて高い。

さらに、消費地の基地で LNG を元のガス体に戻す「再ガス化」の過程が必要となり、これにも 0.3～0.5 ドル程度必要となる。これも LNG 輸送コストの一部といえなくもない。

輸送コストの削減は永遠の課題であり、LNG 利用をさらに発展させる重要な鍵となる。

出典) : IEEJ: 2005 年 6 月掲載 新聞コラム紹介「都市ガスと LNG 第 6 回 LNG との邂逅⑤ -東京電力に共同導入計画を提案-」IEEJ プロジェクト部長 研究理事 森田 浩仁

(5) 将来のエネルギー輸送価格上昇が与えるエネルギー価格への影響

IEA 予測によれば、2030 年の原油価格上昇は 2005 年水準 (8.27US\$/GJ(2005 年価格)) の 1 割増、IPPC 予測ではモデルにより大きな隔りがあるが、2050 年時点で最大で現状価格の 2 倍程度 (約 18US\$/GJ(1990 年価格)、MESSAGE モデル) となっている。

単純に海上輸送費が原油価格に比例して上昇すると考えた場合に、原油価格が 2 倍になれば、石炭の輸入価格は現状価格で 1～3 割弱程度、天然ガスは 2～5 割程度、石油については 3～6 %程度上昇することとなる。ただし、IPCC の 2050 年までの予測では、資源枯渇などの影響でエネルギー価格原価が相当程度上昇することを見込んでおり、上記増加による影響は限定され、特に石油に対する影響は少ないものと考えられる。

3. 物流動向・港湾競争力

3.1 コンテナ貨物関連

[ポイント]

- アジア～北米航路、及びアジア～欧州航路では、コンテナ貨物需要の増加を背景にコンテナ船の大型化は着実に進展。ただし、制約条件として、岸壁水深、荷役施設の整備状況等のターミナル側の制約、エンジン軸数といった船舶側の制約、限られた船舶数でウィークリーサービスを行うために停泊時間を一定時間内とする等の船社側の制約がある。
- 北米～欧州航路では、将来的に大型船が積極的に投入されることは想定しにくい。航空輸送よりも安価なスピード重視の運航サービスが将来的に増加する。
- アジア域内航路では、大型船で効率よく運航するタイプ、及び比較的小型の船舶でスピード重視の運航を行うタイプに2極化する。
- アジアのハブ港を目指すコンテナターミナルでは、一度に40ft コンテナ2本あるいは20ft コンテナ4本を持ち上げることが可能なガントリークレーンの導入、あるいはガントリークレーンとコンテナヤード間に、動線が輻輳しない新たなヤード内コンテナ荷役システムの導入等が進む。
- 2050年までには国際コンテナ貨物の海上ネットワーク+国内ネットワークの円滑な輸送体系が実現する。具体的には、港湾～高速道路ICまでの物流車両専用道路の整備、港湾背後地域までの鉄道線引込みの進展、橋梁の強度やトンネルの高さ等に起因する通行制限区間の減少等が達成される。

(1) コンテナ船の船型

1) アジア～北米航路・アジア～欧州航路

コンテナ貨物需要の増加を背景にコンテナ船の大型化は着実に進展し、平均船型は現在よりも大型化することが想定される。

コンテナ船の大型化を実現する要件、あるいは制約条件としては様々な要素が存在する。例えば、ターミナル側としては岸壁水深、荷役施設の整備状況（ガントリークレーンの基数・能力、コンテナヤード内のハンドリングシステム等）が関係する。また、船舶側としては、エンジン軸数（ある程度の大型船になると、コンテナ船ではエンジン2基の2軸プロペラタイプが必要）が関係する。また、船社としては、例えば限られた船舶数でウィークリーサービスを行うために、停泊時間を一定時間内とする必要がある。

2) 北米～欧州航路

現在、北米～欧州航路では、アジア～北米航路、アジア～欧州航路ほどのコンテナの需要はなく、またコンテナ船の大型化も進んでいない。北米～欧州航路に投入されている最大級の船舶が他航路からの延航で大西洋航路に乗り入れていることを考慮しても、将来

において大型船が積極的に投入されることは想定しにくい。

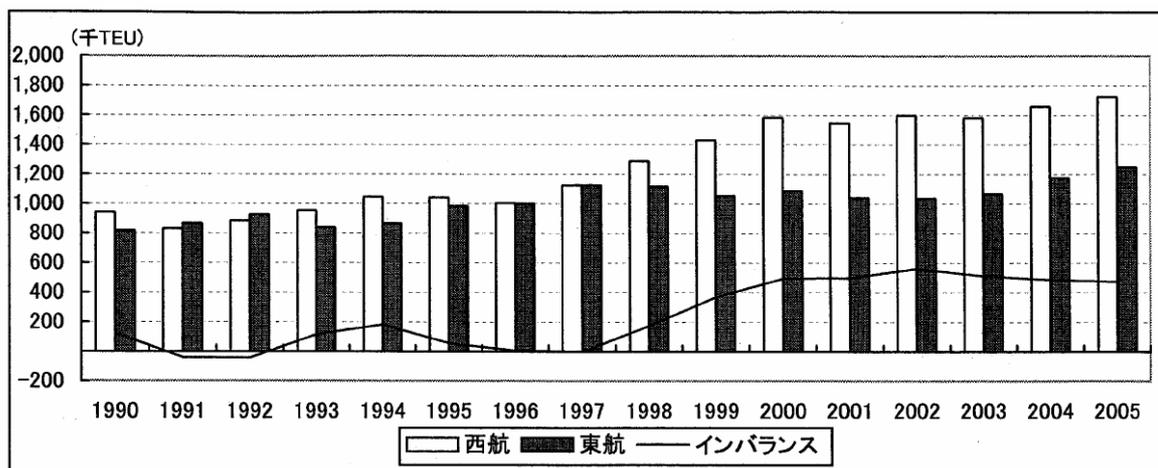
北米～欧州航路については、平均的に 17～21 日かかる北米－欧州間のドアーツードアサービスを 7 日間に短縮しようとする FastShip プロジェクトが進められている。米国北部のフィラデルフィア、及びフランスのシェルブールを結ぶルートが 2009 年に就航予定であり、航空輸送の約半額での輸送を実現する予定である。このようなスピード重視の運航サービスも将来的に増加することが想定される。

図表 3.1 Fastship の概観イメージ



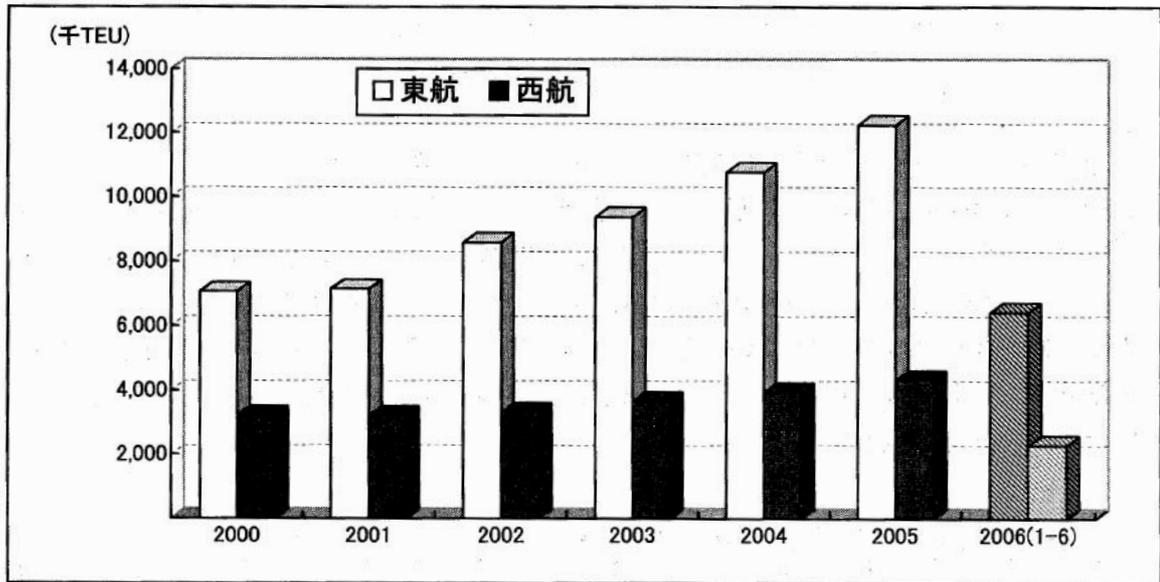
出典) <http://www.fastshipatlantic.com/index.htm>

図表 3.2 北米／欧州航路の年間荷動き推移



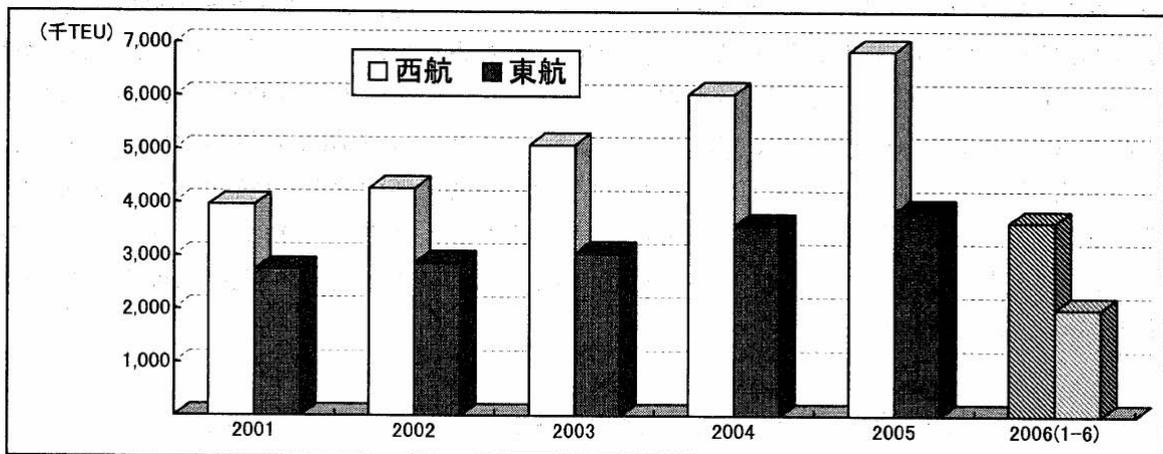
出典) 定航海運の現状 2005/2006

図表 3.3 アジア／北米航路の年間荷動き推移(参考)



出典) 定航海運の現状 2005/2006

図表 3.4 アジア／欧州航路の年間荷動き推移(参考)



出典) 定航海運の現状 2005/2006

3) 上記航路以外

アジア域内航路のような航路では、大型船で効率よく運航するタイプ、及び比較的小型の船舶でスピード重視の運航を行うタイプに2極化する。

前者は近距離であっても、需要が十分に確保され、かつ輸送時間については特に急ぐ必要のない貨物のケースであり、後者はHDS（ホットデリバリーサービス[※]）等、時間を重視したサービスを行うケースである。後者の場合にはコンテナ船だけでなく、ヨーロッパ沿岸を中心に発展してきた高速船輸送システムの導入も考えられる。

※HDS（ホットデリバリーサービス）：定曜日・定時でスケジュールを固定し、通関業務なども最優先で行い、本船荷役開始後2～3時間で貨物の引渡しを可能にするサービス。主に、日中航路を中心に展開。アパレル貨物、家電製品、生鮮食品などが多い。コンテナ各社は1便当たり50～100本のスペースをHDSに割り当てている。HDSチャージは「成功報酬」が原則。

(2) コンテナターミナル

アジア諸国の大規模港湾では、超大型船に対応した大水深コンテナターミナルが整備され、旺盛なコンテナ貨物需要を取り扱うことになる。

船型の大型化に伴い1寄港あたりの取扱貨物量が増大すると、ターミナル側の荷役機械の取扱能力が一定である場合には、1寄港あたりの停泊時間が増加することから、船舶を効率よく活用することができない。

したがって、効率的な船舶の活用を実現し、寄港船舶を確保するためには、ターミナルでは1船あたりに投入できる荷役機械数を増やし荷役能力を向上させる必要がある。

実際にアジアのハブ港として機能してきたシンガポール港では、最大7台のガントリークレーンを使用し、時間当たり200個以上のコンテナを取扱うこともある。（平均的には5～6台のガントリークレーン使用により時間当たり130～150コンテナの処理を目標としている）

シンガポール港のコンテナターミナル運営会社であるPSAは、300億円を投資してガントリークレーンの増強を行い、2008年から導入する予定である。新しく導入されるガントリークレーンは、13,000TEU船などの超大型コンテナ船に対応するため22列のコンテナまで届く仕様で、一度に40ftコンテナ2本あるいは20ftコンテナ4本を持ち上げることが可能という。

(<http://www.yokohamaport.org/portal/kaigaidaihyounews/singapore0710.pdf>)

また、華南コンテナ港でもコンテナ船の大型化に対応した港作りを進めており、40フィート・コンテナを横列にして同時に荷役可能なガントリークレーンの導入を進めている。

図表 3.5 40ft x 2 荷役 (南沙港)



図表 3.6 媽灣ターミナルでの
トリプル 40 の荷役状況



出典) ZPMC の公式ウェブサイト

図表 3.7 華南コンテナターミナル位置図



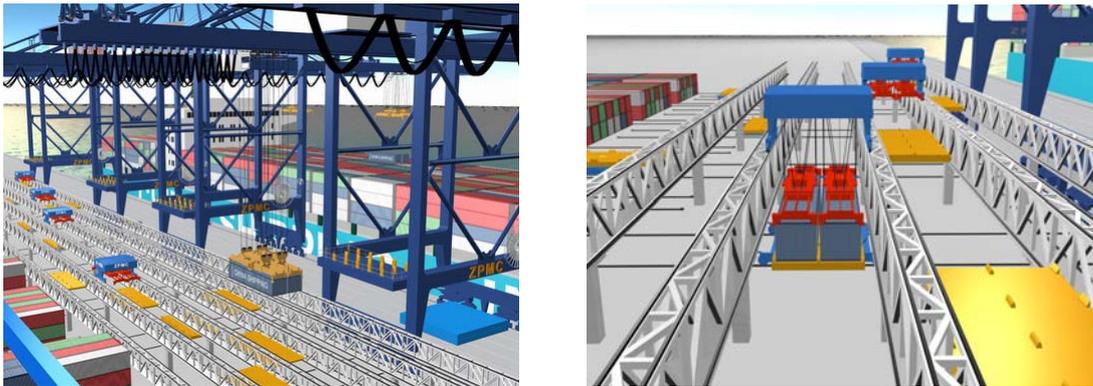
図表 3.8 華南コンテナターミナルのツイン 40 ガントリークレーン導入概況

						広州南沙海港
略称	YICT	CCT	SCT	DCBPI	NCT (P1)	GOCT (P2)
ターミナル オペレータ	塩田国際 集装箱碼頭 有限公司	赤湾 集装箱碼頭 有限公司	蛇口 集装箱碼頭 有限公司	深圳大鵬灣 現代港口發展 有限公司	広州港 南沙港務 有限公司	広州南沙海港 集装箱碼頭 有限公司
ツイン 40 投入数(基)	27	5	4	19	2	3
珠江デルタ内 合計数	35 基 (2007 迄) 60 基 (2009 迄)					
設置バース	第三期拡張 10-15 号バース	媽湾 7 号バース	第三期 7 号バース	第一期 1-5 号バース	第一期 1-4 号バース	第二期 5-10 号バース
設置時期 (2007 年まで)	06 年 8 月- 14 基 07 年まで 07 年 8 月 1 基	06 年 10 月 3 基 07 年まで 2 基	06 年 10 月 2 基 06 年 11 月 2 基	07 年 8 月 8 基		07 年 8 月 3 基
(2009 年まで)	08 年中 4 基 09 年中 8 基			08 年 2 月 4 基 09 年中 7 基	08 年 2 月 2 基	
定格荷重	80ton	100ton	100ton	80ton	80ton	100ton
アウトリーチ	65m	65m	65m	67m	65m	65m

※上記は、各ターミナル間取り調査による。この外 CCT では、トリプル 40x 1 基

世界でも有名な大型クレーン等の製造事業者である中国の ZPMC (Shanghai Zhenhua Port Machinery Co.Ltd) は、ロッテルダム港等の先進コンテナターミナルの欠点 (AGV (Automatic Guided Vehicles ; 重量物自動搬送車) システムの投資額が莫大、かつ無人ターミナルの非効率性) を克服するために、ガントリークレーンとコンテナヤード間に、動線が輻輳しない新たなヤード内コンテナ荷役システムを導入することを計画している。

図表 3.9 ZPMC が計画しているヤード内コンテナ荷役システム



出典) http://www.zpmc.com/newtech_detail.asp?Article_ID=346&Column_ID=18

ただし、効率的な輸送を実現するためには、船社は超大型船の寄港地を絞り停泊時間を短縮し、限られたコンテナ船で週 1 便以上のサービスを確保する必要があることから、超大型船の寄港地はハブ港湾のみに限定される。

したがって、アジア諸国の大規模港湾では、水深 16m、17mのコンテナターミナルが多数整備されることになるが、背後圏需要が比較的少ない、あるいは上述のようにガントリークレーンの数を十分に整備していない、あるいはヤード内のコンテナハンドリング効率が低いコンテナターミナルでは、船舶の寄港便数を十分に確保することができなくなる可能性がある。

コンテナターミナルの供給過多が発生すると、船社にとっては売り手市場となり、港湾間において、あるいは同じ港湾内においても着岸料の安価なコンテナターミナルに寄港ターミナルを変更する等、ターミナル間競争が激しくなる可能性がある。

超大型船の寄港を戦略的に考えているターミナル以外では、ターミナルにおいて整備する荷役機械の数にもコスト面での制約があることから、コンテナ船の最大船型にも自ずと限界が存在することになる。

超々大型船が寄港しないターミナルには、背後圏需要に応じて従来からの大型船、あるいは中型船が運航する。

(3) アジアにおけるハブ港競争

アジアにおけるハブ港競争が近年激しくなっている。

シンガポール港は世界的な中継貿易港としての基盤を築いているが、2000年にタンジュンペラパス港が整備されて以来、マースク・シーランドやエバーグリーンがシンガポール港から移転するなど、競争が激しくなっている。シンガポール港では、現在でも16m水深のコンテナバースを17計画しており周辺諸国の輸出入コンテナ貨物の一大基地としての求心力を高めようとしている。

北東アジアでは、韓国の釜山港・光陽港、中国の上海港では、大水深岸壁の整備が行われるとともに、背後圏への物流事業者誘致などが進められている。

例えば光陽港では、港湾料金の減免措置、インセンティブ制度の導入、後背地への物流企業の誘致等を行ってきている。

ハブ港として成立するためには、ローカル貨物の他に十分なトランシップ貨物を確保する必要があるが、そのためには下記のような様々な要件を満たす必要がある。

- ①立地の利便性：トランシップ貨物の仕出港から目的港までの最短海上ルートから大きく外れないこと。
- ②大水深岸壁の整備：超大型船が入港可能な大水深岸壁が整備されていること。
- ③荷役施設の充実：ガントリークレーン等の荷役施設が十分に整備されており、かつ効率的であること。
- ④基幹航路・フィーダーサービス網の充実：航路数、及び便数が十分に確保されていること。
- ⑤価格競争力：入港費、停泊料、岸壁使用料等の港費が他港と比較して安価であること。
- ⑥セキュリティ対策の確保：電子タグ等を活用したセキュリティマネジメントシステムが構築されていること（セキュリティ強化と効率化が同時に達成されていること）。

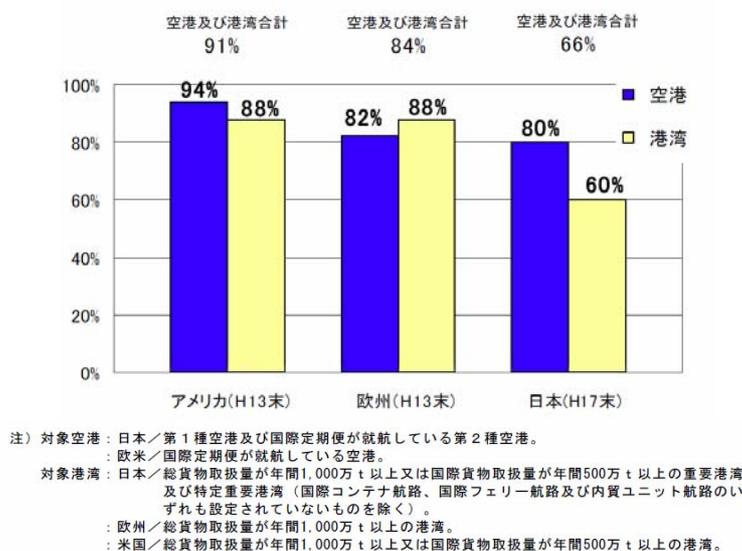
大連港、天津港、青島港の北中国3港からのトランシップ貨物は、上記の立地の利便性からは、北米航路では釜山港・光陽港、欧州航路では上海港に利がある。

ただし、大連港、青島港においては18m以深の大水深岸壁が計画されていることから、整備後には上記のトランシップ貨物は期待できない。その際にはローカル貨物の多い上海港に利があると考えられる。

(4) 内陸までの一貫輸送

2050年までには国際コンテナ貨物の海上ネットワーク+国内ネットワークの円滑な輸送体系が実現する。具体的には、港湾～高速道路 IC までの物流車両専用道路の整備、港湾背後地域までの鉄道線引込みの進展、橋梁の強度やトンネルの高さ等に起因する通行制限区間の減少等が達成される。拠点的な空港・港湾と高速道路網のアクセス状況については、2050年までには欧米並みに、高速道路等の IC から 10 分以内のアクセス率が約 9 割程度にまで改善される。

図表 3.10 拠点的な空港・港湾と高速道路網のアクセス状況



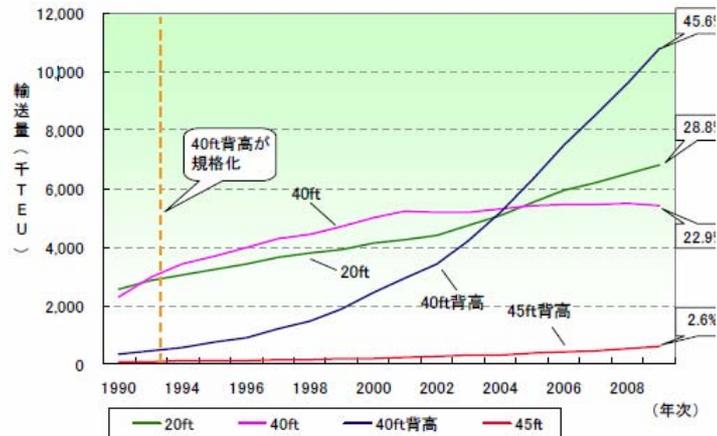
出典) <http://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-perform/h18/12.pdf>

また、アジア内においては 20ft、40ft コンテナだけでなく、わが国の JR コンテナや 45ft、60ft コンテナについても利用される。

わが国においては、道路法（車両制限令）、道路交通法、保安基準（道路交通省令）等により、現状の 40ft 専用セミトレーラの利用では 45ft コンテナの一般道路の通行は困難である。ただし、45ft が欧米、あるいは中国等で増加してくれば、わが国においても 45ft 専用のセミトレーラの開発、及び主要幹線道路における橋梁等の補強、トンネルの高さ確保等の積極的な施策実施により、限られた道路区間においては通行可能となる可能性がある。

ただし、主要幹線道路以外では、45ft コンテナの利用は一般車両の出入りのない港湾区域内に限定されると想定される。

図表 3.11 国際海上コンテナの全世界保有量の推移（TEU 換算、ドライコンテナのみ）



出典) http://www.mlit.go.jp/road/singi/bunkakai/5_5.pdf

3.2 非コンテナ貨物関連

(1) 非コンテナ船の船型

非コンテナ船についても非コンテナ貨物需要の増加、あるいはコスト削減の一環として原材料の一括大量買い付けに対応することから、鉄鉱石船、LNG 船等の大型化が進む。特に、アフリカ、ラテンアメリカ、中東における成長が著しく鉄鉱石の需要が増加することから、ブラジルをはじめとする鉄鉱石産出国からの輸送が増加し、それにあわせてバルク船の船型も大型化する。

(2) 非コンテナターミナル

非コンテナターミナルについては、世界で需要の質、量に応じた整備が進む。我が国においても、世界的に続く鉄鉱石需要の増加等に対応するために、あるいは2港寄りといった非効率な輸送を回避するために、より水深の深い公共岸壁（多目的国際ターミナル）が整備される。また、企業の国際競争力強化やエネルギー・食料等の安定的で低価格な供給のため、専用岸壁に対しても公的資金が投入されるようになる。

4. 国の経済成長に伴う輸送構造変化・貿易自由化

[ポイント]

- 経済力や人口で世界シェアの二割程度を占めるか、あるいは軍事力や資源で大きな国際的影響力を持つ国および国家連合を「メガ国家」と呼ぶ。アメリカ一国がリードする世界から、2030年には複数のメガ国家が主導する世界へ変化する。中国とインドは、人口と経済の成長力によりシェアを高めメガ国家の一角に浮上する。EUは、各国の成長率は高くないものの、統合の深化と加盟国の拡大によってその存在を高める。
- BRICsの名付け親であるゴールドマン・サックスのチームはポスト BRICsとして「ネクスト-11」を選定し、バングラディシュ、エジプト、インドネシア、イラン、韓国、メキシコ、ナイジェリア、パキスタン、フィリピン、トルコ、ベトナムの11カ国をとりあげた。これらの国々は人口が多く、外資の導入が進み、政治も安定しているため、今後経済成長が期待される。
- 2030年には ASEAN+6、さらには APEC 諸国との地域経済統合が進展し、国際貿易量が大幅に増加する可能性がある。

4.1 メガ国家

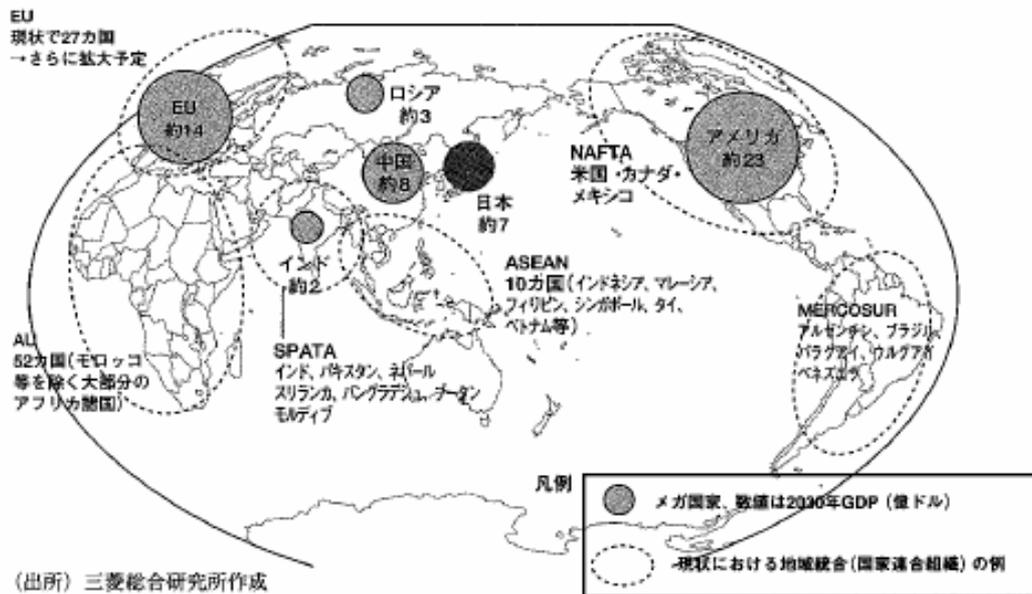
(1) メガ国家形成の動き

経済力や人口で世界シェアの二割程度を占めるか、あるいは軍事力や資源で大きな国際的影響力を持つ国および国家連合を「メガ国家」と呼ぶ。2030年には、「メガ国家」と呼ばれるこれら巨大な国家群が、国際政治の主要プレーヤーとなる。21世紀に入り、中国、インドといった人口大国が経済発展を遂げており、今後着実に大国化すると予測される。ロシアもソ連崩壊後の混乱から回復し、大国として国際政治に復活してきた。さらに、東南アジアではアセアン (ASEAN)、南米ではメルコスル (MERCOSUR)、アフリカではアフリカ連合 (AU) など地域国家連合形成の動きが進展している。(三菱総研、2030年のニッポン 2007)

(2) 2030年のメガ国家

2030年には経済力でアメリカに続き、EU、中国が主要なメガ国家となることがわかる。これに加え、各地で進む地域経済統合の動きがこれらのメガ国家の経済力をさらに拡大(例えば、NAFTAでアメリカの力が拡大、中国がASEANを取り込み、EUが加盟国を増やしさらに拡大)、インドやブラジルなどが周辺の地域経済統合の動きと合体し、これらに次ぐ経済力をもつ勢力として浮上する。これに対して日本は、アメリカ・EU・中国に比べて経済規模でも一回り小さくなり、インドなどの振興メガ国家群に対しても、人口の成長率や地域経済統合の動きを考えると成長性や影響力では劣っている。(三菱総研、2030年のニッポン 2007)

図表 4.1 2030年のメガ国家と日本の経済規模イメージ



注：図は2030年の日本と世界主要国のGDP規模でみたイメージ。

進行しつつある地域統合による国家連合形成の動きも合わせて示した。

出典) 三菱総研、2030年のニッポン2007

(3) ポスト BRICs

中長期的に高成長が期待できる有力新興国として BRICs が注目されているが、BRICs 以外にも次世代の有力振興国として様々な国が台頭している。

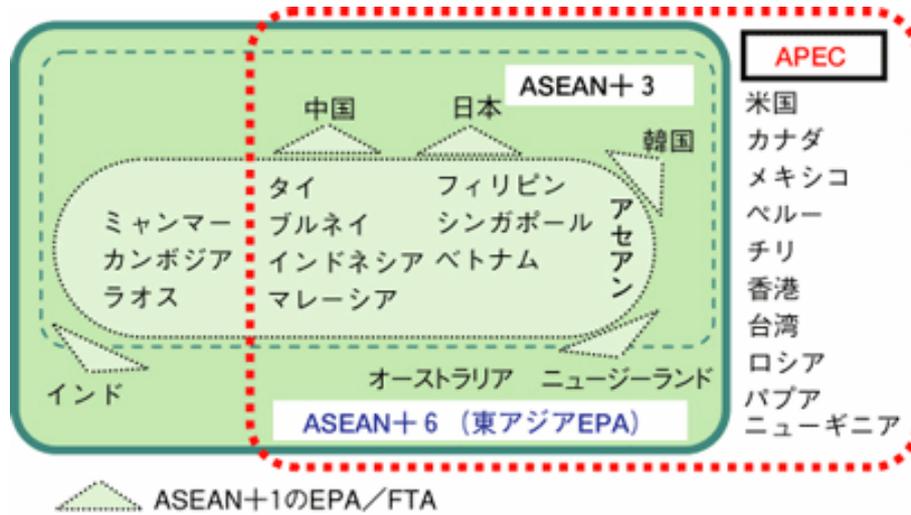
BRICs の名付け親であるゴールドマン・サックスのチームはポスト BRICs として「ネクスト-11」を選定し、バングラディッシュ、エジプト、インドネシア、イラン、韓国、メキシコ、ナイジェリア、パキスタン、フィリピン、トルコ、ベトナムの11カ国をとりあげた。これらの国々は人口が多く、外資の導入が進み、政治も安定しているため、今後経済成長が期待されると考えられた。

日本の BRICs 経済研究所では、新たにポスト BRICs の最有力候補グループとして「VISTA」を提唱している。「VISTA」はベトナム、インドネシア、南アメリカ、トルコ、アルゼンチンである。これらの国々は「豊富な天然資源」「労働力の増加」「外資の導入」「政情の安定」「購買力のある中産階級の台頭」がみられる。

(2) 将来の地域経済統合

2030年にはASEAN+6、さらにはAPEC諸国との地域経済統合が進展し、国際貿易量が大幅に増加することも考えられる。

図表 4.3 アジア太平洋地域における経済統合に向けた動き

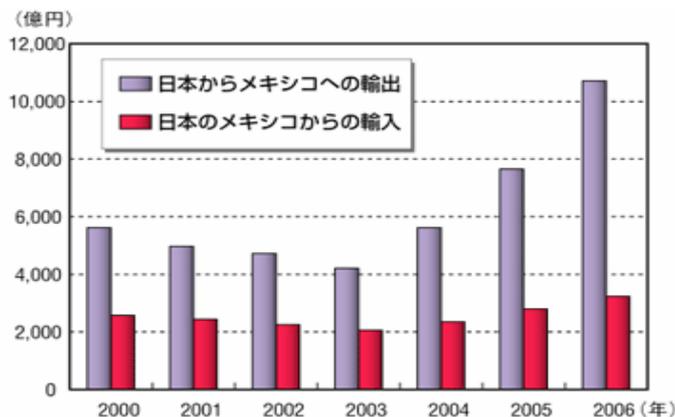


出典) 通商白書 2007

(参考) FTA の効果

「経済上の連携の強化に関する日本国とメキシコ合衆国との間の協定」(日メキシコ EPA) は、2005 年 4 月に発効した。結果、輸送機械を中心として我が国からメキシコへの輸出量が大きく増加している。(通商白書 2007)

図表 4.4 日本の対メキシコ貿易額の推移

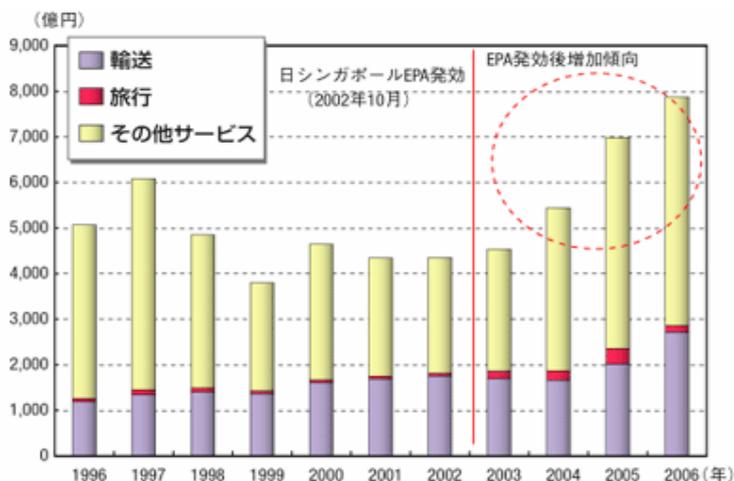


(資料) 財務省「貿易統計」から作成。

出典) 通商白書 2007

「新たな時代における経済上の連携に関する日本国とシンガポール共和国との間の協定」(日シンガポール EPA) は、2002 年 11 月 30 日に発効した。日本の対シンガポールのサービス収支(受取)は、EPA 発効後、その他サービス(2002 年の 2,537 億円から 2006 年の 5,025 億円)、輸送(2002 年の 1,747 億円から 2006 年の 2,713 億円)が拡大していることが分かる。(通商白書 2007)

図表 4.5 日本の対シンガポールサービス収支の推移



(資料) 日本銀行「地域別国際収支統計」から作成。

出典) 通商白書 2007

東アジア EPA (CEPEA) が締結された場合に、どのような経済効果をもたらされるかについて見ると、域内関税の撤廃などにより、我が国の GDP を約 0.98%、金額ベースでは約 5.0 兆円押し上げる効果があると試算されている。また、同じ試算で、東アジア全体で GDP を約 25 兆円押し上げるとの試算がなされており、CEPEA によるメリットは我が国だけでなく東アジア全体に幅広く及ぶものと期待される。なお、こうした効果のほか、投資・サービス・知的財産等に関するルール整備とあいまって、企業経営の効率化等により企業収益の改善、経済活性化の効果がもたらされることが期待され、これらが相乗的に影響し合うことにより、更に大きな経済効果をもたらされると予想される。(通商白書 2007)

図表 4.6 各 EPA の締結による我が国への経済効果 (経済モデルによる試算)

	GDP押し上げ効果 (%)	GDP押し上げ効果 (金額換算)
日オーストラリアEPA	0.13	
日韓EPA	0.04-0.12	2,061億円-6,183億円
日ASEAN包括的経済連携	0.25	1兆2,797億円
東アジアEPA (CEPEA)	0.98	5兆0,070億円

- (備考) 1. 本試算では、CGEモデル(Computable General Equilibrium Model:計算可能な一般均衡モデル)の一種であるGTAPモデルを用いている。
モデルの詳細については付注4-1を参照。なお、経済モデルは予測の手段としては有用であるが、モデルという性格上、数多くの前提に基づいていることに留意が必要。
2. 日オーストラリアEPAの試算については、貿易と投資について即座に完全な自由化を行ったと仮定。
3. 日オーストラリアEPAの政府共同研究報告書では、GTAPモデル以外にAGP-Cubedモデルでも効果が試算されており、GDP押し上げ効果は0.03%となっている。
4. 金額換算の数値は、モデルの推計により得られるGDP押し上げ効果(%)に、モデルのデータセットの年次(日韓:1997年、日ASEAN、東アジアEPA:2001年)の名目GDPを乗じて試算した。
5. 日オーストラリアEPAの効果の試算については両国間政府共同研究報告書、日韓EPAの効果試算(%)については共同研究会報告書に掲載されている。

(原出所) 川崎研一内閣府経済社会総合研究所特別研究員(当時)による試算。

出典) 通商白書 2007

5. 主要輸送ルート関連

5.1 マ・シ海峡

[ポイント]

- マ・シ海峡経由原油輸送量は、中国の原油輸入増加等を背景として、2006年1120万b/dが2030年には2100万b/d（1.9倍）に増加する（石油天然ガス・金属鉱物資源機構推計）。安全保障の面からも、マレー半島横断パイプラインの建設は有効であり、計画では2011年に運用開始であり、マラッカ海峡経由石油輸送の30%を担うとされている。
- 中国は急速な経済発展に伴いエネルギー消費量を急増させており、戦略的に輸送ルートの多様化に取り組んでいる。現在実現しているカザフスタンからのPL原油輸入に加えて、ロシアから東シベリア経由のPL、中東・アフリカからパキスタン・ミャンマー経由のパイプラインが建設される可能性がある。
- タイはクラ地峡に運河を作る計画を推進している。これが実現すればマ・シ海峡経由と比較して距離で約800km、時間にして1日短縮される（但し運河102km分や待ち時間を考慮せず）。

（1）マレー半島横断パイプライン

マ・シ海峡経由原油輸送量は、中国における需要増加・輸入依存度拡大による増加、東南アジアにおけるタイ・ベトナムでの増加、日本・韓国での現状維持の結果、増加することが想定される。具体的には、2006年1120万b/dが2030年2100万b/d（1.9倍）と見込まれる（石油天然ガス・金属鉱物資源機構）また、2003年通行船舶が1日平均171隻、うちタンカーの割合が36%であることから、タンカーのみが1.9倍の隻数になったと想定して、通行船舶は1日223隻（1.3倍）となる。安全保障の面からも、パイプライン・代替ルートが必要となる。

現在、代替ルートとして、ロンボク・スンダ海峡ルートがあるが、マレー半島横断パイプラインも建設される。

図表 5.1 マレー半島横断 PL、代替航行ルート



出典) 石油天然ガス・金属鉱物資源機構講演資料

図表 5.2 マレー半島横断原油パイプライン計画

<ul style="list-style-type: none"> ● PLルート: 半島部マレーシア北部(全長306km) Keda州ヤンYan港⇒Kelantan州Bachuk ● 輸送能力: 200万b/d(2011年) → 600万b/d(2014年) ● 原油備蓄タンク併設: 1億8,000万バレル ● 建設期間: 2008～2014年、2011年に運用開始 ● 予算: 70億ドル ● 事業推進者: Trans-Peninsula Petroleum(マレーシア、オペレーター) Ranhill(マレーシア)、Bakrie(インドネシア)、 Al-Banader International(サウジアラビア) ● 事業者間契約: 2007年5月末締結 ⇒マラッカ海峡経由石油輸送の30%を担う計画 ⇒2006年原油輸送実績=1,120万b/d ⇒ (30%)340万b/d

出典) 石油天然ガス・金属鉱物資源機構講演資料

図表 5.3 併設される製油所建設計画併設される製油所建設計画

<ul style="list-style-type: none"> ● 建設場所: 西岸Yan、東岸Bachuk ● 処理能力: 合計45万b/d ● 建設期間: 2008～2014年 ● 予算: 90億ドル ● 事業推進者: SKS Ventures(マレーシア)、 Merapoh Resources(マレーシア) NIOC(国営イラン石油会社) ⇒石油製品→日本、韓国、中国等アジア市場向販売 ⇒製油所投資呼びかけ→日本、韓国、中国企業
--

出典) 石油天然ガス・金属鉱物資源機構講演資料

図表 5.4 マ・シ海峡航行隻数

船舶の種類	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年
VLCC	2,027	3,163	3,303	3,301	3,487
その他のタンカー	11,474	13,343	14,276	14,591	15,667
LNG/LPGタンカー	2,473	2,962	3,086	3,141	3,277
タンカー小計	15,974	19,468	20,665	21,033	22,431
その他の船舶	27,991	36,499	38,649	39,001	39,903
通航船舶合計	43,965	55,967	59,314	60,034	62,334
通航船舶1日平均	120	153	162	164	171
タンカーの割合	36%	35%	35%	35%	36%

マレーシア海事局 HP 公表データ (現在公表されていないものを含む)

出典) マラッカ・シンガポール海峡白書 2006

図表 5.5 実現性検証

 **計画実現性検証(1)事業採算**

1. 原油タンカー航行(中東～東京湾):日数・コスト比較

- ① マラッカ海峡(基準): 21日
- ② ロンボク海峡(代替)⇒ +3日(輸送費15%アップ)
- ③ マレー半島横断PL通油 ⇒ +3-5日(輸送費15-24%アップ)
+ 2本建タンカー・フレート + 原油積下し・PL操業費

2. 原油受入+製品払出(東部Bachuk製油所から)

- 東アジア:消費地精製主義 → 製品輸入量少ない
- Bachuk製油所能力25万b/d=東アジア原油輸入量の3%
⇒ マラッカ海峡経由原油輸送代替効果 → 極めて小
- 輸送費割高: 2本建原油PLケース+小型タンカー・フレート
⇒ 東アジア向原油輸送の代替効果 → 低い

 **実現性検証(2) 代替ルート、全体ルール**

1. マラッカ海峡航行:代替ルートあり

- ロンボク海峡:大型タンカー航行可(所用日数:+3日)
- スンダ海峡: 大型船航行は不向き(所用日数:+1.5日)

2. 複数輸送ルートを一括管理する全体ルール

- 輸送コスト: マラッカ海峡 < ロンボク海峡 < 半島横断PL
⇒ 複数輸送ルートを一括管理するルール作りが必要
⇒ マラッカ海峡航行がまだ滞船発生に至っていないため、
将来を見据えたルール作りの気運はない
- PL建設:操業に必要な「通油コミット」量確保が必要
⇒ 追加コスト負担でマレー半島横断PL通油をコミットする
利用者なし

注: PLのコストは操業上の仮定として連続して輸送していない

出典) 石油天然ガス・金属鉱物資源機構講演資料

(2) 東アジアのパイプライン・運河構想

今後需要が増加すると想定される東アジアについて、中国を中心に、マレー半島横断パイプライン以外の構想を整理する。

中国は急速な経済発展に伴いエネルギー消費量を急増させており、戦略的に輸送ルートの多様化に取り組んでいる。現在実現しているカザフスタンからの PL 原油輸入に加えて、ロシアから東シベリア経由の PL、中東・アフリカからパキスタン・ミャンマー経由のパイプラインが建設されることが考えられる。これらの政策により中国は内陸部のエネルギー需要に対応することが可能になる。

また、タイはクラ地峡に運河を作る計画を推進している。これが実現すればマ・シ海峡経由と比較して距離で約800km、時間にして1日短縮される(但し運河102km分や

図表 5.7 クラ運河計画



出典) 石油天然ガス・金属鉱物資源機構 石油・天然ガスレビュー (2004 年)

[クラ運河計画の経緯]

17 世紀：フランスがソククラ県に交易所を開設した際に計画あり。

19 世紀半ば：イギリスがクラ地峡運河の開削を計画。

(ラーマ 1 世の許可を得たが、資金調達の目処が立たず中止)

フランスが、クラ運河建設をラーマ 5 世に申請。

(国土の分断や英仏列強の利害対立をおそれた国王は許可せず)

1973 年：タイ国家行政委員会が米国のコンサルタントに事業化調査を委託。

(開削での原爆使用の提案などにより実現せず)

[クラ運河の利点]

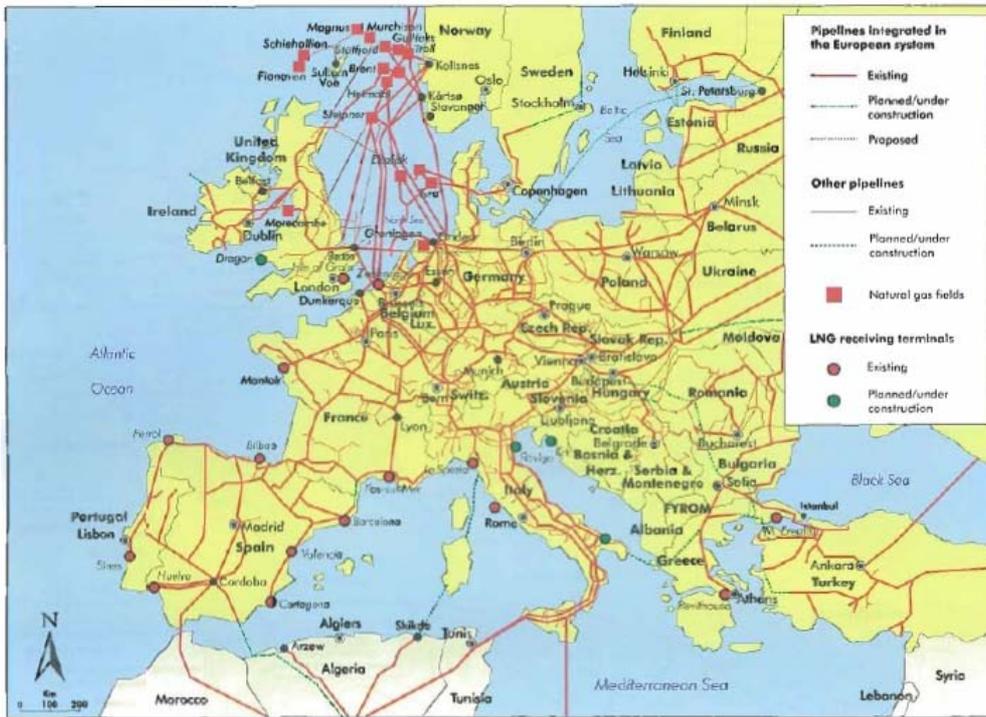
- ・アンダマン海と南シナ海を結ぶ航路として、マラッカ海峡経由に比して距離で約 800 km、時間にして 1 日短縮 (但し運河 102 km 分や待ち時間を考慮せず)
- ・タイ国内は、マラッカ海峡沿岸地域より政治的に安定
- ・タイ中央部及び北部に比べて発展の遅れた南部の開発が促進

[クラ運河の課題]

- ・航行距離・時間を大幅にカットするわけではない
- ・石油・ガスの輸送については、パイプライン建設の方が安価

(参考) その他のパイプライン構想

図表 5.8 現状のパイプラインと将来構想 (ヨーロッパ)



出典) IEA STATISTICS natural gas information

図表 5.9 現状のパイプラインと将来構想 (南アメリカ)



出典) IEA STATISTICS natural gas information

図表 5.10 現状のパイプラインと将来構想（東南アジア）



出典) IEA STATISTICS natural gas information

5.2 シベリア鉄道

[ポイント]

■BRICsの一角をしめるロシアの需要、供給量は今後伸びていくと考えられ、ロシアと東アジアを結ぶシベリア鉄道の重要性が高まっていく。ロシア西部から極東まで、欧州経由の船便では35日前後要するが、シベリア鉄道を利用すると10日前後短縮することができる。ロシアから中国など東アジア諸国との接続がスムーズになることにより、東アジアから中央・西欧内陸向け貨物の輸送量が増加する可能性がある。

■三井物産は、シベリア鉄道を利用して、極東のウラジオストクからモスクワ、サンクトペテルブルクなどロシア西部までを横断する貨物輸送事業に乗り出すと発表した。ロシア第2の都市、サンクトペテルブルクでトヨタ自動車や日産自動車、スズキなど日本企業の工場進出が相次ぎ、部品調達や完成車輸送の物流ニーズが高まっているのに対応する。

(1) 衰退の経緯、問題点

BRICsの一角をしめるロシアの需要、供給量は今後伸びていくと考えられ、ロシアと東アジアを結ぶシベリア鉄道の重要性が高まっていく。海上輸送・鉄道輸送ともに貨物量は増加するが、鉄道輸送の増加率が高くなっていくことも考えられる。

ロシア西部から極東まで、欧州経由の船便では35日前後要するところが、シベリア鉄道を利用すると10日前後短縮することができる。ロシアから中国など東アジア諸国との接続がスムーズとなるとともに、海上輸送距離の長くなる東アジアから中央・西欧内陸向け貨物の輸送量が増加する。

海上輸送の場合、赤道直下など気温の高い地域を通過、航行するが、シベリア鉄道は通過しない。そのため、湿気を嫌うフィンランドからのログハウスなど、商品によってはシベリア鉄道経由の利便性が高く、海上輸送から転換する。

中東湾岸諸国での戦争などを契機に、企業はリスク分散を図る。海上輸送の代替ルートとして位置づけられるシベリア鉄道は、東欧・ロシア～東アジアの輸送が増加するにつれて、重要性が増してくる。

鉄道輸送に際して武装警備員をすべての列車に同乗させることにより、輸送途上での盗難の発生は98年以降皆無になっている。さらに、需要量が増加することで、ハードが更新されることで振動の問題も軽減していく。

衛星通信を利用した貨物追跡システムなどが導入され、物流が効率化される。

(参考) シベリア鉄道利用の動き

三井物産は、シベリア鉄道を利用して、極東のウラジオストクからモスクワ、サンクトペテルブルクなどロシア西部までを横断する貨物輸送事業に乗り出すと発表した。ロシア第2の都市、サンクトペテルブルクでトヨタ自動車や日産自動車、スズキなど日本企業の工場進出が相次ぎ、部品調達や完成車輸送の物流ニーズが高まっているのに対応する。

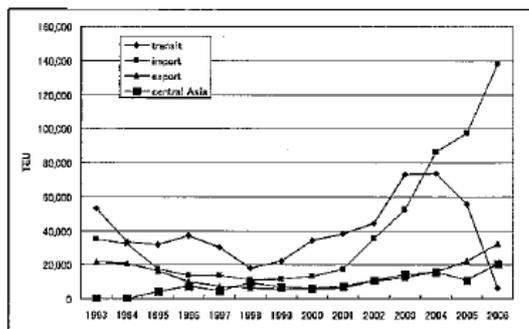
(参考) 中国貨物のシベリア鉄道利用

○シベリア鉄道の概況について

輸出入貨物は 2000 年以降、一貫して伸びている。一方、トランジット貨物は変動が激しい。特に近年の急激な下落は 2006 年 1 月のトランジット料金の大幅な値上げによる。

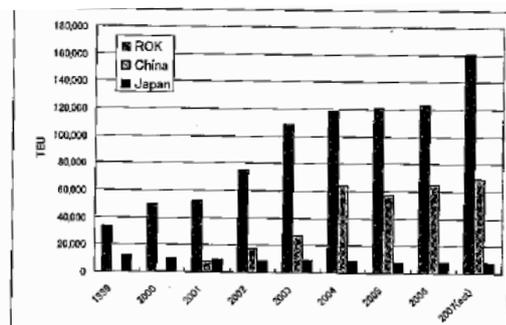
方面別にみると、韓国主導となっている。ただし、中国貨物は鉄道による合流を加えると、韓国貨物を上回っていると考えられる。特に中ロ友好協議の影響もあり、中国とロシア間の貨物量が増加している。

図表 5.11 ポストーチヌイ港
取扱コンテナ貨物量の推移
(ロシアの輸出、輸入、トランジット、中央アジア向け)



注：2005年まではVICSのみ。2006年はVICS+VSC取扱いの実入り国際コンテナ。

図表 5.12 ポストーチヌイ港
取扱貨物量の推移 (発着国別)



注：2005年まではVICSのみ。2006年はVICS+VSC。2007年は上半期の数字を元に筆者が推定。

出典) ERINA REPORT 2007 NOVEMBER

○中ロ友好協議

2006 年 3 月に中国・ロシア間で以下が協議された。

- ①石油：持続的に石油パイプラインについて
- ②天然ガス：具体的な輸出法案について
- ③核エネルギーと電力の協力開発について

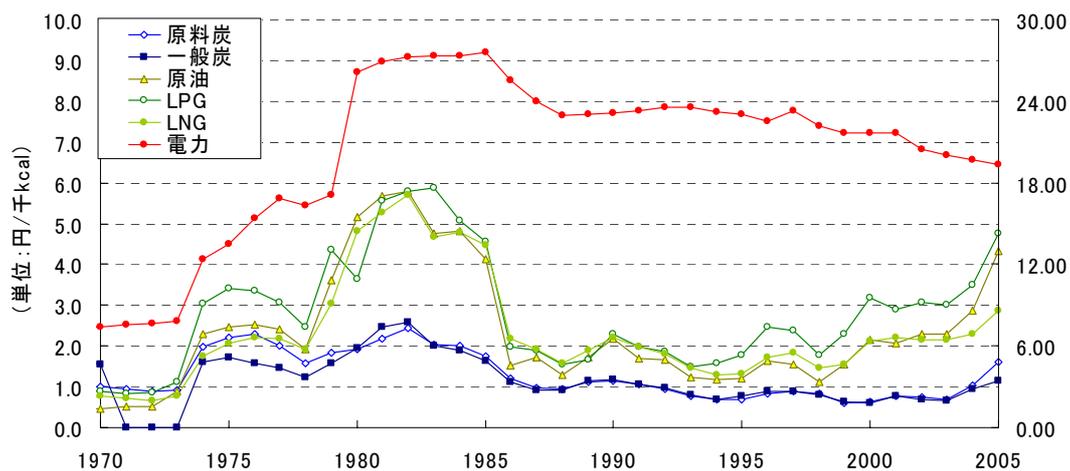
図表 5.13 石油パイプラインのルートについて



(参考) エネルギー価格について

化石燃料の輸入価格と電力価格は強い相関をもっている。そのため、将来化石燃料の価格が上昇すれば電力価格も上昇し、海上輸送とシベリア鉄道による輸送のコストの相対的な関係は大きく変化しないと考えられる。

図表 5.14 化石燃料の輸入価格と電力価格



出典) 「エネルギー・経済統計要覧」

5.3 パナマ運河

[ポイント]

■パナマ運河拡張計画が進んでおり、運航能力は倍加する予定。2014年には建設が完了する予定。

(1) 将来の展望・可能性

パナマ運河拡張によって、最適な船舶サイズを受容できるようになり、低コストで、より多くのトン数を扱うことを可能になる。

通行料金は20年以内で2倍とすることを提案されている。(左記はパナマ運河庁からパナマ政府と議会に2006年に提出されたプロポーザルでの表記である。その後、パナマ運河庁から「コンテナは07年10%、08年17%、09年14%の値上げ、一般船は07年～09年に毎年10%」の値上げ案が公表されている。)

需要は操業後11年間で12億5000万トンの貨物が通行すると見積もっている。

図表 5.15 パナマ運河拡張



①大西洋側運河入口の拡幅と深化(深度増大)、②大西洋側でのポスト・パナマックス船向け新開門とアクセス航路、③大西洋側におけるポスト・パナマックス船向け新開門と3つの節水槽、④ガツン湖の操作最高水面(標高)の引き上げ、⑤ガツン湖の航路拡幅と深化、ゲイラード・カットの航路拡幅と深化、⑥太平洋側でのポスト・パナマックス船向け新開門へのアクセス航路、⑦太平洋側におけるポスト・パナマックス船向け新開門と3つの節水槽、⑧太平洋側運河入口の航路拡幅と深化。拡張計画には、大西洋側と太平洋側における新開門の建設、新アクセス航路の掘削、既存航路の拡幅、ガツン湖およびゲイラード・カットの航路の深化、ガツン湖の操作最高水面の引き上げも含む。

出典) JETRO HP

6. 環境安全対策

6.1 排ガス規制

[ポイント]

■今後 NO_x 規制が強化されれば、脱硝装置等の技術を採用しても、燃費の悪化が避けられない。新造船が既存船に比して燃費が悪ければ、新造船の導入が進まないことが予想される。さらに、自動車に比して寿命が長い船舶では、全ての船舶が入れ替わるのに 20 年以上の期間を要する。

(1) 経緯

1995 年頃、欧州より船舶からの排ガスについて環境規制を設けるべき旨の規制の提案があり、IMO（国際海事機関）において MARPOL73/78 に附属書VIとして、船舶からの NO_x、SO_x の排出規制を主な内容とする条約が作成された。

技術水準向上の動向を踏まえ、2006 年 4 月以降、3 回（BLG10 [第 10 回ばら積み液体及びガス小委員会]、中間会合、BLG11 [同第 11 回]）に渡って規制が見直されているところ。

図表 6.1 MARPOL 条約 附属書VI の概要

73/78 MARPOL条約	採択	1978年2月17日	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>◎排出・設備要件 (原則として全ての船舶に適用)</p> <p><船舶からの排出規制></p> <p>【オゾン層破壊物質】新規搭載禁止等の規制</p> <p>【SO_x(硫黄酸化物)】燃料油中の硫黄分濃度の規制</p> <p>【NO_x(窒素酸化物)】出力130kw超のディーゼル機関にNO_x排出規制値を設定</p> <p>【VOCs(揮発性有機化合物)】規制港湾区域に入港するタンカー等にVOCs等の蒸気収集装置の設備義務付</p> <p>【船上焼却】船上焼却炉に関する技術基準等</p> <p><船舶燃料油の規制> 供給業者の登録、燃料油証明書の船上保持義務</p> </div>
	構成	附属書I: 油による汚染防止(1983年10月2日発効)	
	構成	附属書II: 有害液体物質による汚染防止(1987年4月6日発効)	
	構成	附属書III: 個品有害物質による汚染防止(1992年7月1日発効)	
	構成	附属書IV: 汚水による汚染の防止(2003年9月27日発効)	
73/78 MARPOL条約の1997年 議定書	採択	1997年9月26日	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>◎検査・施設</p> <p><検査関係></p> <ul style="list-style-type: none"> ★定期的検査等(400GT以上の船舶及びリグ、プラットフォーム) ★製造時検査(出力130kW超のディーゼル機関) ★国際大気汚染防止証書(IAPP証書)等の発給 ★PSCを実施 <p><施設関係></p> <ul style="list-style-type: none"> ★港湾地域等において、オゾン層破壊物質、排ガス船上残留物等に関する受入施設を整備 </div>
	構成	附属書VI: 大気汚染の防止(2005年5月19日発効)	

出典) 社団法人 日本船主協会、出典) 国土交通省 海事局

(2) 現状と今後

1) 規制

MARPOL 条約附属書VIについては、MPEC58（2008 年 10 月開催）において修正案が採択される見込みとなったが、現在のところ次期規制値に関する議論はなされていない。

① SO_x

規制に関しては、今後 6 オプションについて審議予定。主な差異は、「現行規制を維持

し、特別海域あるいは沿岸海域のみを段階的に引き下げ」、「特別海域を含む全海域について留出油（A 重油）の使用を義務付け、段階的に引き下げ」、「港湾、河口付近の規制とその他の海域に分けて規制」の 3 点。

MPEC56（2007 年 7 月）において、IMO 内に SO_x の規制オプションを科学的見地から 2007 年内に取りまとめる科学者会合グループ（9 月下旬 [1-2-2 (2) 参照]、11 月上旬及び 12 月上旬に開催）を設置することが承認された。このため、SO_x に関する検討作業は一時中断され、この報告書を待って再開する。

なお、2007 年 9 月に開催された上記科学者会合グループにおいて、石油精製業界からは、2012 年からの MARPOL 改正は精製施設の準備の面から非常に困難であると表明されている。

現存船に関しては、機関、燃料系統、燃料タンク等、相当大規模な改修が必要となる点はコンセンサスが取れているが、一方で船舶からの SO_x 排出低減のためには、現存船への MARPOL 条約改正の適用が必須という意見も大方の合意であった。適用に関しては、BLG12 及び MEPC57 の検討事項とし、同グループでは、現存船適用を前提に作業することとなった。

② NO_x

BLG-WGAP2（大気汚染作業グループ）における議論 は下記の通りである。

【新造船のエンジンに対する NO_x 規制強化】

2 次規制は 2011 年から実施（BLG11）。3 次規制は、2015 年または 2016 年から実施。「案 1：現行規制値 40%～50%減＋全海域適用（ノルウェー案）」、「案 2：現行規制値 83%～87%減（2 次規制値 80%減）＋指定海域＋シリンダー容積 30L 以上のエンジンのみ（米国案）」、「案 3：現行規制値 80%減＋陸岸から 50 海里以内の指定海域（日本案）」の 3 つのオプションが取りまとめられた。

【現存船のエンジンに対する NO_x 規制】

現在未規制の 2000 年 1 月 1 日以前に建造された船舶に搭載されたエンジンからの排出ガス規制について、①規制対象エンジン、②規制値、③規制実施時期、④代替措置等について 2 つのオプションが取りまとめられた。

2) 技術

① 総論

SO_x は燃料中に含まれる硫黄分で決まるため、SO_x の規制が厳しい場合には、燃料の質、種類の転換まで考えていく必要がある。また、燃料の種類によっては、エンジンそのものの変換まで必要となる。

低硫黄燃料油は、現状では十分な量が供給されておらず、十分な供給が可能となるまでの時間をとることが必要である。

現在は、硫黄酸化物の削減性能の向上、パイプの腐食防止対策、残渣物や廃水の処理など様々な技術的課題に対応したスクラバー開発が進められており、また発電所などで用いられる脱硫装置の活用も考えられる。ただし、これらは装置が大きく、コストも大きい。

また、EU では 2010 年に 1.0%、2015 年に 0.5%、2020 年に 0.1 又は 0.2% というように段階的に硫黄分が規制されていくと考えられているが、0.1% 又は 0.2% という数字は、スクラバーによる削減の技術的限界を上回る数字と考えられる。

NO_x については、エンジンの調整及び後処理で対応するものとし、影響は港湾域に限定されるものとし、その周辺海域で対応する。

しかし、技術的にはすべて研究室にあると考えられる。

現存船の場合、計測方法の開発が重要であり、また適用できる削減技術は個々のエンジンによって異なる。そのため、現存船への規制は十分な準備時間をとった上で規制を行い、機関室のレイアウトの変更を伴わないインエンジン技術による対応を考えるべきである。

一方、今後 NO_x 規制が強化されれば、脱硝装置等の技術を採用しても、燃費の悪化が避けられない。新造船が既存船に比して燃費が悪ければ、新造船の導入が進まないことが予想される。さらに、自動車に比して寿命が長い船舶では、全ての船舶が入れ替わるのに 20 年以上の期間がかかってしまうと考えられる。

② SO_x : IMO 科学者会合グループ (2007 年 9 月) における議論

【SO_x 排出規制及び使用燃料規制海域条件の設定】

沿岸海域の定義に関しては、離岸 50 海里とする。但し、米国は西岸では 100 海里を規定する動向のため、米国西岸では離岸 100 海里とする。将来の SECA (SO_x Emission Control Area ; 硫黄酸化物放出規制海域) の設定は不明だが、可能性として、地中海、黒海、北東大西洋 (欧州沿海)、東京湾が想定される。

【船舶燃料の硫黄含有量 (残渣油/精製油)】

沿岸海域及び SECA 毎に異なった残渣油及び精製油の硫黄含有量を規定すると、実際の船舶運航で多数の燃料を準備しなければならないこと、及び石油業界側で多数の燃料を用意しなければならないことから、このような規定は実行上困難であり、かつ不合理であると結論。

いくつかの開発途上国は、国内の精製油の硫黄分は 0.5% 程度であると表明し、これを 0.1% に下げるとは相当な設備投資が必要であり、もしそのように規制する場合には、国際的な資金援助を求めること、それが実現しない場合には、そのような MARPOL 条約改正には反対する旨表明した。これに関しては、同グループは政治的な問題を検討する場所ではないとし、議論から除外された。本件は当該国から MEPC へ意見提出がある可能性

がある。

サブグループでのインパクト解析には、硫黄分 1.5、1.0、0.5 及び 0.1%を用いることになった。硫黄分 0.5%未満の残渣油は現状では入手困難であり、残渣油硫黄分を 0.5%未満にするための硫黄分除去には相当なコスト（設備投資及びランニング・コスト）が掛かるため、残渣油硫黄分を 0.5%未満とすることは精製油の全面使用に繋がることが予測される旨指摘があった。従って、残渣油としては、硫黄分 1.0%が実現分岐点であろうと予測した。

燃料のスイッチの際の船舶ボイラへの影響及び危険性の調査を行うこととなった。

【排気ガスの処理のオプション】

船上での排気ガス処理によって使用燃料の硫黄分の緩和を許すトレード・オフに関しては、そのような装置に関する調査をサブグループが行うこととなった。

船舶排気ガスの硫黄分をスクラバで洗う場合、洗浄水をそのまま海洋へ投棄することは、硫黄分の環境への拡散の視点からは、排気ガスを未処理で大気中に排出することと変わりなく、そのため洗浄水中の硫黄分は分離して陸揚げする等の措置の必要性を認識した。

【環境への影響】

サブグループによって、硫黄分低減燃料による人間及び沿岸陸上への SO_x の影響削減の程度を検討することとなった。

温室効果ガス排出増加への影響に関して、①精製油製造量の増加に起因する CO₂ 排出増加、②残渣油の硫黄分低減のために排出される CO₂ 排出増加、③スクラバ運転のために排出される CO₂ 排出増加を検討することとなった。

（3）NO_x : IMO 大気汚染ワーキング（2007 年 11 月）における議論

【窒素酸化物技術規則の見直し】

窒素酸化物技術規則に関して、我が国から提案した後処理装置の認証については、多くの事項が合意されたが、内容については、引き続き審議されることとなった。

ノルウェーから提案のあった試験サイクルにおける各負荷点で新たな制限値を導入することについては、規制導入スケジュール、実効性について異論があり、合意されず、引き続き審議されることになった。

【脱硫装置の規制】

脱硫装置からの排水基準、装置の認証基準について、排水基準案の一部を除いてガイドライン案を概ね最終化し、BLG12 で審議されることとなった。排水基準案は、硫酸化物規制海域以外の港湾域でも適用することが原則的に合意された。

6.2 安全環境促進措置

[ポイント]

■高品質な船舶の運航を促進するためのインセンティブ施策として、「クオリシップ 21」(米国)、「グリーンアワード」(オランダ他)、一定構造の船舶に対する港湾料金等の削減(EU 他)、Nox 排出量の低減に応じた港湾料金の差別化(スウェーデン他)、一定要件を満たす船舶への税制措置(ノルウェー他)等が行なわれている。これらの制度は現在のところそれぞれ独自のものであり、連携はなされていないが、今後連携が進む可能性がある。

(1) 経緯

高品質な船舶の運航を促進するためのインセンティブ施策として、「クオリシップ 21」(米国)、「グリーンアワード」(オランダ他)、一定構造の船舶に対する港湾料金等の削減(EU 他)、Nox 排出量の低減に応じた港湾料金の差別化(スウェーデン他)、一定要件を満たす船舶への税制措置(ノルウェー他)等が行なわれている。

図表 6.2 各国の安全環境促進措置に係る主な施策

	国/地域	手法	対象	インセンティブ/ディスインセンティブ	
高品質船舶運航 に対するインセン ティブ	米国	クオリシップ 21	過去3年間のPSCデータで識別された 「優良船舶」	PSC検査軽減	
	オランダ、 参加港湾	グリーンアウ ワード	「グリーンアワード認証」所有の原油タン カー、プロダクトタンカー、ばら積船	港湾料金の一定割合の報奨金	
	EU	港湾・水先料 金減額	「分離バラストタンクを有するタンカー	港湾料金、水先料金の軽減	
	ドイツ	水先料金減 額	ダブルハル構造のタンカー	料金計算に際し分離バラストタンク容積分を総ト ン数より軽減	
	韓国	港湾料金減 額	ダブルハル構造等のタンカー	港湾料金減額	
	スウェーデン	環境差別化 航路・港湾料 金	NOx排出低減及び低硫黄燃料油使用船 舶	NOx、硫黄排出に応じた航路料金差別化、 NOx、硫黄低減に係る環境手法に基づく港湾料 金差別化	
	ノルウェー	環境差別化ト ン数税	一定の環境要件を満たした船舶	環境要素に基づくトン数税差別化	
	日本	法人税優遇	一定の環境、安全関係要件を満たしたダ ブルハル構造のタンカー	船舶所有に係る特別償却	
	サブスタンダード 船舶に対するディス インセンティブ	米国	ターゲット 制度	船主、旗国、船級、履歴及び船型の5要 素を評価して選定された船舶	PSC検査の重点実施
		東京MOU	優先検査制 度	検査履歴により選定された船舶	PSC検査の重点実施
シンガポ ール		ターゲット 制度	拘留/欠陥履歴、事故歴、船級/法人 履歴及び船型/船齢に基づき選定され たシンガポール籍船舶	船主、船級協会の聴聞、改善計画提出。 法人所属船舶シンガポール寄港時の優先的検 査実施	
EU		再検査費用 徴収	PSC拘留を受けた船舶	再検査費用徴収	
フィンラ ンド		油濁防除課 金	全貨物倉二重船底に不適合の油タンカ ー	油濁防除課金2倍額徴収	

※PSC:ポーツテートコントロール

出典) 海洋政策研究財団

(2) 現状と今後

インセンティブ手法の主要な目的は、関係者の意識を高め海洋汚染防止の行動を促進するきっかけを作ることであり、また、実施事例を見る限り、経済的インセンティブのみで安全・環境対策への投資をまかなうには不足しており、また、ポートステートコントロール等の検査に関係したインセンティブには検査の効率的実施という検査主体側の事情もある。また、既存各制度は現在のところそれぞれ独自のものであり、連携はなされていない¹。

上記の措置が、海事産業関係主体の安全環境促進への意識を高めることは確実と思われるが、数社のみが取り組んだとしてもそれが環境へ与える効果は小さい。環境への好影響・効果の発現にまで拡大させるためには、海事産業界、世論における環境意識の更なる高まりや、企業・主体における「社会的責任」意識の醸成が重要である。

図表 6.3 企業における取り組み例

マースクライン社・低硫黄燃料油使用へ切り替え ²	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2006年5月、マースクライン社は Los Angeles および Oakland に寄港する 37 隻のコンテナ船について沿岸 24 マイル以内と港域内では主機、補助機関を含めた全ての燃料油使用機器の運転に際して、硫黄分 0.2% 以下の低硫黄燃料に使用を切り替えると発表。 ・ 本船のタンク増設と触媒式排気ガス浄化装置の追加設置で一船あたり 30 万米ドルの費用が必要で、質が良く価格が高い低硫黄燃料の使用により、更に年間 200 万から 300 万米ドルの燃料費負担増が予想されている。 ・ 燃料油の硫黄分減少(2.7%→0.2%)により、年間約 400t の大気汚染物質の排出削減(SOx：現在の排出量の 92%、NOx：同 10%、粒子状物質：同 73%削減)が期待されている。
商船三井・NOx 削減への対応 ³	<ul style="list-style-type: none"> ・ 2000年1月1日以降の起工船より MARPOL73/78 条約付属書VIに適合する機関を搭載。また燃料噴射のタイミングの調整など機関運転状態を最適化することに努め、排ガス後処理装置の開発などを行っている。 ・ さらに NOx と煤煙の削減効果が大きい電子制御エンジンの採用も決定。

¹露木伸宏，高品質運航促進のインセンティブ手法導入に向けた取り組みを，海洋政策研究財団ニューズレター，第 46 号，2002.07.05. [<http://www.sof.or.jp/ocean/newsletter/046/a01.php>]

²社団法人横浜港振興協会米国海外代表事務所，北米西岸地区における最近の大気汚染対策について（現地情報），2006.9.4. [<http://www.yokohamaport.org/portal/kaigaidaihyounews/usa0609.pdf>]

³商船三井，CSR・環境保全ウェブサイト

[<http://www.mol.co.jp/csr-j/environment/management/air/04.shtml>]

6.3 バイオ燃料

(1) 普及計画

1) 国内

「バイオマスニッポン総合戦略推進会議」：2010年度に原油換算 50 万 kL のバイオマス由来燃料の導入。2030 年までに年間のガソリン消費量の 10%に当たる 600 万 kL のバイオエタノールを国内で生産する目標を掲げる。

「新・国家エネルギー戦略」：2030 年までに運輸部門の石油依存度を 80%程度とするとともに、エネルギー効率を少なくとも 30%改善する。

石油連盟：2010 年度にバイオエタノール由来の ETBE を原油換算 21 万 kL 導入。等々

2) 国外

EU「バイオ燃料指令」(2003)：輸送用燃料中のバイオ燃料シェアは 2005 年に 2%、2010 年に 5.75%。(実際は 2005 年で 1%、2010 年目標も達成困難。)

米国「2005 年包括エネルギー政策法」：2012 年までに年間 75 億ガロン(2840 万 kL、ガソリン消費量の約 7%)。2005 年で約 1500 万 kl のエタノール生産。

(2) 主なメリットとデメリット

持続的利用が可能な燃料であり、化石燃料を代替できる。(○)

「カーボンニュートラル」の考え方から、理論上 CO₂ の排出量はゼロ。また SO_x の排出もゼロ、PM 等も石油由来のものに比べて低い。(○)

食糧危機とのトレードオフ。(△)

バイオ燃料を製造・輸送する際に必要となるエネルギーが大きい場合、バイオ燃料の使用により削減される CO₂ が相殺される。(△)

NO_x 排出量が増加する可能性も指摘されている。(△)

燃費および価格の面で石油由来の燃料と比べて競争力が低い。(×)

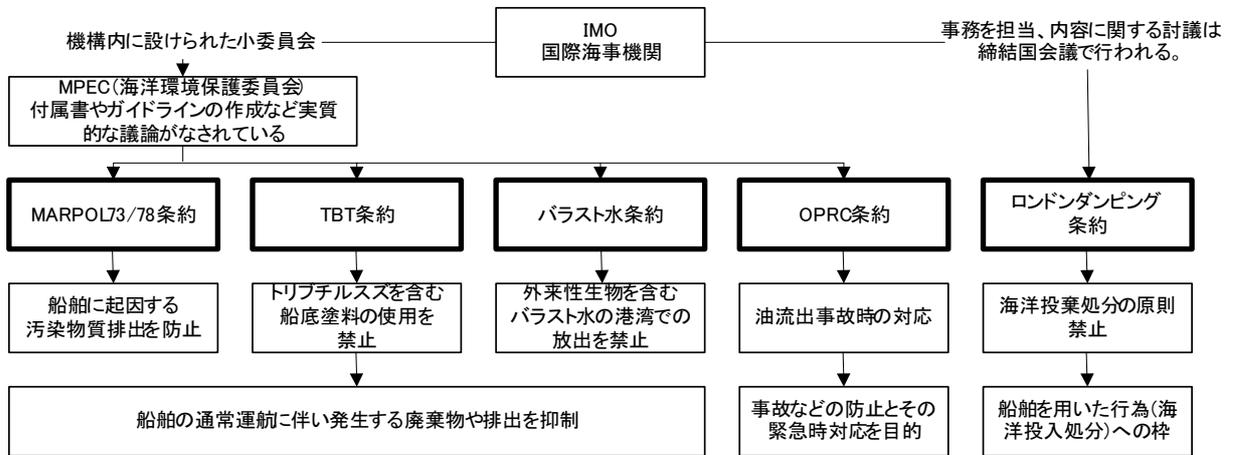
排ガス中に現在規制されていない有害成分が多く含まれる可能性がある。(アルデヒド系など) (×)

(3) IMO に係る条約

海事活動の持続的開発のためには、産業の開発と海洋環境の保護の両立を図ることが重要である。

欧州では海洋政策の一つとして、規制作りによって競争力を維持することをあげている。規制などは作業部会のような段階で原案がほぼ確定するので、作業部会に強力なメンバーを送り込み、その場で議論を重ね我が国の意見を組み込む必要がある。

図表 6.4 IMO が取り扱う海洋汚染に係る条約



出典) 海洋白書 2007 より作成

7. 労働力構造

[ポイント]

- 世界の船員数は、職員不足、部員過剰の構造にあり、2015年までには需給バランスはさらに悪化する見通しである。
- 海難事故や海洋汚染の防止といった諸問題にも大きな影響を及ぼすため、質の高い船員と海技者の確保が重要になる。
- 2006年2月、国際労働機関（ILO）では世界の船員労働環境の質的向上をもたらし、同時に世界海運の競争条件の公正化につながる「海事労働条約」が採択されたが、このような動きは今後も続くと考えられる。
- わが国では、国土交通省の補助事業として、開発途上国船員養成事業を行っており、開発途上国の船員を目指す若者を研修生として迎え入れ、実習訓練の場を提供し、所要の乗船履歴を付与している。こうした取組みは今後ますます重要になる。

7.1 船員数

（1）船員を取り巻く環境

資格制度に関しては、日本がリーダーシップをとり、世界共通の技能を確保するための努力がなされ、国による違いが縮小する。

トン数標準税制が導入されて、景気動向にかかわらず税額の大幅な変動が避けられるため、将来見通しに基づいて長期的な基本的施策を執ることができ、船員教育も長期的視点で取り組まれている。

国土交通大臣が日本船籍及び日本人船員の増加のための基本計画を策定し、これに則って外航海運事業者が作成・実施している。

海上経験を有する者、女子船員の有効活用、中高年技術の有効活用により、十分な船員数を確保できる。

海上に係る経験者のスキルが尊重されるようになり、船員の陸上海技者への転身が増加している。

質の高い船員の確保に資する船員教育訓練システムが構築され、キャリアアップが容易になる環境整備がなされ、船員の教育・キャリアアップがスムーズに行われる。特に教育訓練システムに関しては、日本がリーダーシップをとり世界共通のシステムが構築される。

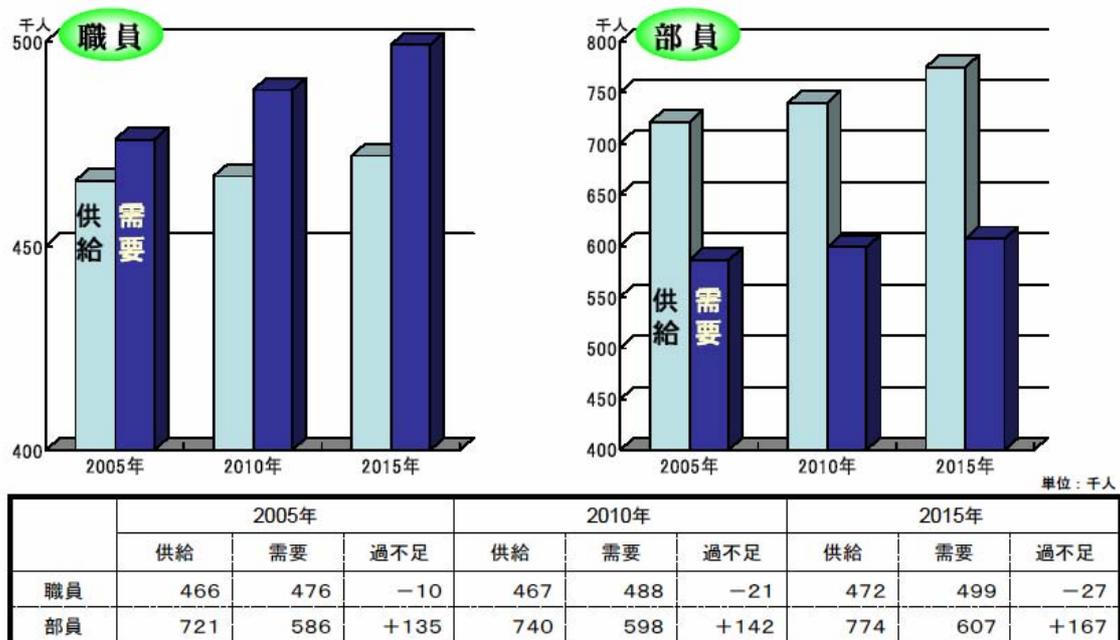
現在実施されている「船・機長配乗要件」が撤廃され、外国において海技免状を取得した者の国土交通大臣の承認を経た日本船籍の船舶職員への受入が進む。なお、承認試験を的確に実施することで、現状の安全性を確保できる。

(2) 船員数

世界の船員について、世界的な職員不足、部員過剰の構造にある。将来的に需給バランスは悪化する見通しとなっている。（交通政策審議会海事分科会第2回ヒューマンインフラ部会より）

日本人船員について、外航船員は、最低限必要な規模である日本船籍は約450隻、日本人船員は5,500人を確保する。（交通政策審議会海事分科会第4回国際海上部会より）内航船員は、今後10年後には21,000人となり、4,500人程度の船員不足が生じる可能性があり、2050年には更なる船員不足の可能性がある。（交通政策審議会海事分科会第3回ヒューマンインフラ部会より）なお、外国人船員の受入が進むことで、これらの船員不足が解消されることも想定される。

図表 7.1 世界の船員の需給予測

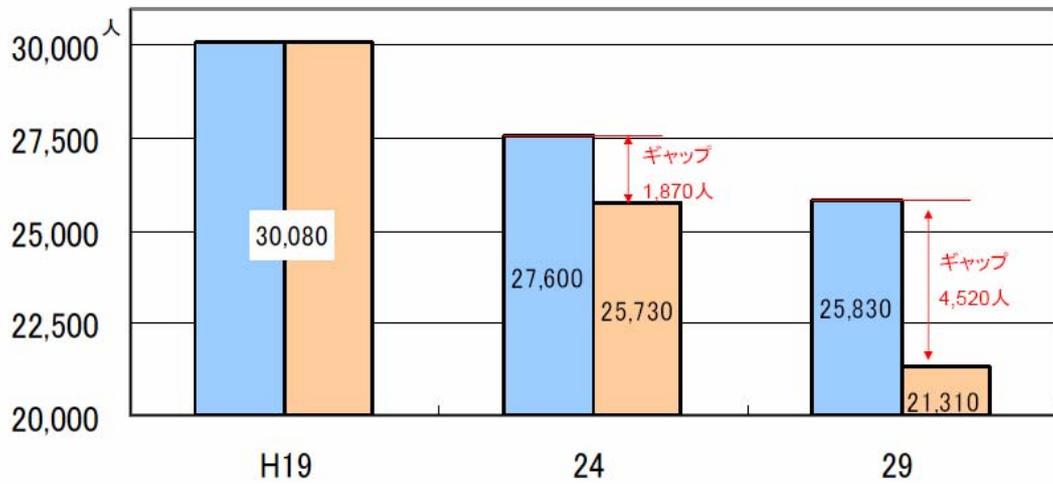


注) 世界の船舶数が年間1%増加すると仮定

出典：BIMCO「ISF 2005年船員需給調査」に基づき海事局作成

出典)：交通政策審議会海事分科会第2回ヒューマンインフラ部会参考資料1

図表 7.2 日本船員について内航（旅・貨）の船員需要と推計船員数



(前提条件)
 ①SES、新技術導入による省力化、船舶の大型化等の進展による隻数、船員需要の減少傾向の継続
 ②現状レベルの採用数や離職の状況の継続
 ※景気動向等の要因については、考慮していない。

■ 船員需要 □ 推計船員数

※船員統計、船員需給総合調査、内航総連調査に基づき海事局試算

21

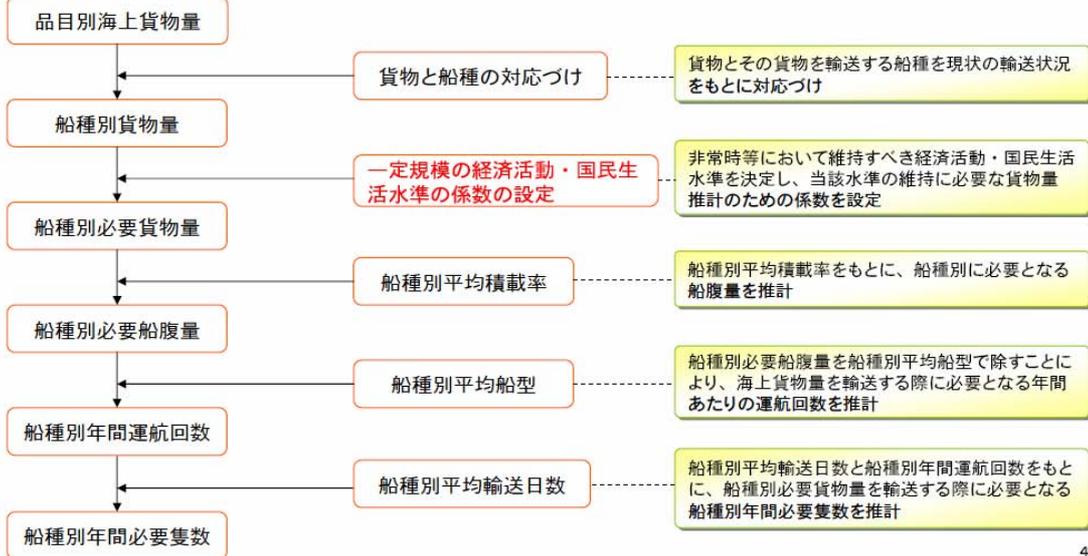
出典) 交通政策審議会海事分科会第3回ヒューマンインフラ部会資料4

図表 7.3 日本船籍・日本人船員の必要規模

前提条件

① 全て日本籍船で輸送しなければならない状態が1年続くことを想定
 ② ①の状態において必要な一定規模の経済活動・国民生活水準を確保する上で必要な輸送力に対応するための日本籍船の必要規模を試算
 ③ 日本への輸入を対象

<検討フロー>



生活保護水準	最低賃金水準
<p>生活保護は、年金を含めて、資産や能力その他あらゆるものを活用しても、健康で文化的な最低限度の生活水準に至らないときに、その不足分に応じて税金財源に支給される救済的な性格を持つもの。</p> <p>生活保護基準額：186,486円/世帯(3.4人)・月 <small>(出典：国立社会保障・人口問題研究所「社会保障統計年報」)</small> 標準世帯収入額：525,254円/世帯(3.4人)・月 <small>(出典：総務省統計局「家計調査年報」2006年版)</small> 生活保護基準額及び標準世帯収入額の比により $186,486 \div 525,254 \approx 35.5\%$ → 必要規模：約450隻</p>	<p>最低賃金は、健康で文化的な生活を営むことの出来る水準を確保すべきという考え方と、特定の産業や特定の職種の中で不当に低い賃金を引き上げるべきとの考え方に基づくもの。</p> <p>最低賃金収入額：97,090円/人・月 最低賃金の全国平均：646円/人 常用労働者1日平均月間実労働時間数：150.2時間 <small>(出典：厚生労働省統計に基づき海専局作成)</small> 有業人員1人当たり平均稼働所得金額：267,167円/人・月 <small>(出典：厚生労働省統計に基づき海専局作成)</small> 最低賃金収入額及び平均稼働所得金額の比により $97,090 \div 267,167 \approx 36.3\%$ → 必要規模：約450隻</p>

考え方

- ① 日本籍船必要規模(前述)を前提に、日本人船員の必要規模を算出するものとする。
- ② 日本籍船に乗組む船舶職員(船長1名、航海士3名、機関長1名、機関士3名)を全て日本人であるものとする。(注1・2)
- ③ 通年運航することが可能となる最少限の船舶職員数であるものとする。
(注1) 船舶職員数については、遠洋区域を航行する総トン数5000トン以上、機関出力6000キロワット以上の船舶に乗り組ませなければならない人数。
(注2) 部員については、海技資格は必要とされておらず、非常時等における弾力的な対応が可能。

計算式

$$\text{〇〇〇隻} \times 8人 \times 1.5 = \text{〇〇〇〇人}$$

(必要船舶数) (船舶職員数) (予備員率50%)

試算例

日本籍船の必要規模を、約450隻(前ページの最低保障水準レベル)と仮定した場合

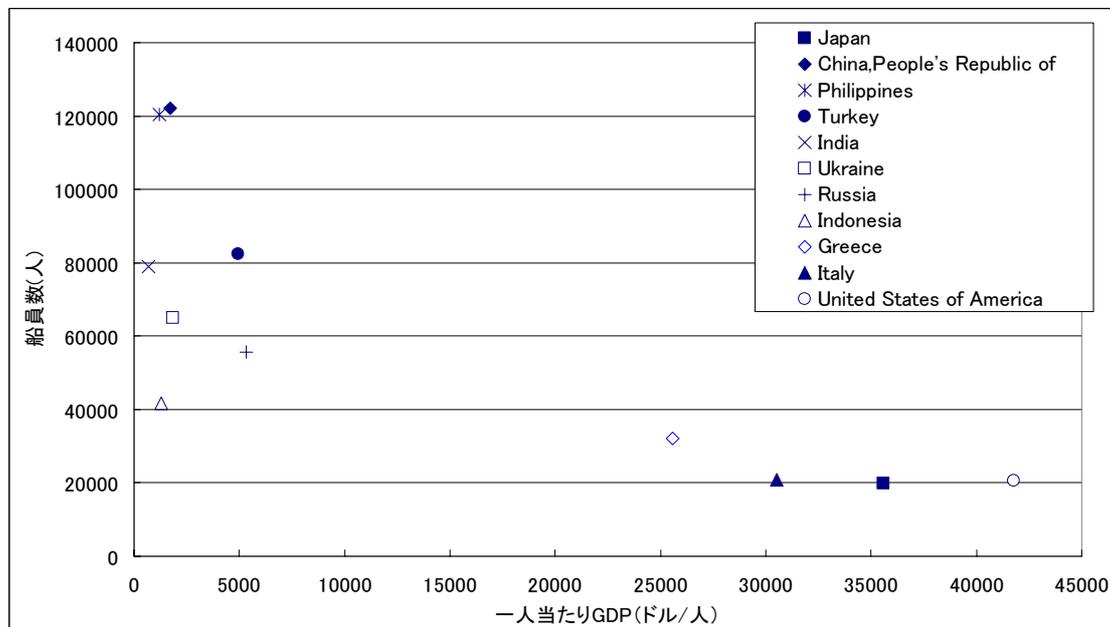
$$\text{約450隻} \times 8人 \times 1.5 = \text{約5500人}$$

出典) 交通政策審議会海事分科会第4回国際海上部会資料1

(参考) 各国の1人当たりGDPと船員数の関係

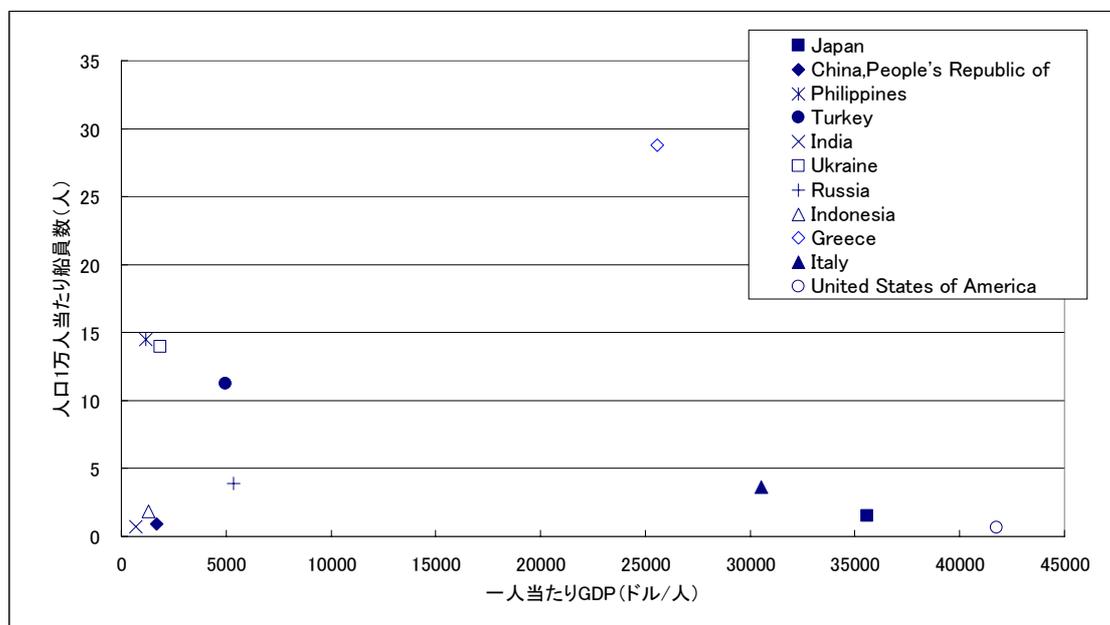
船員供給数上位国と日本について、船員数と1人当たりGDPについて整理した。(2005年)

図表 7.4 船員数と1人当たりGDP



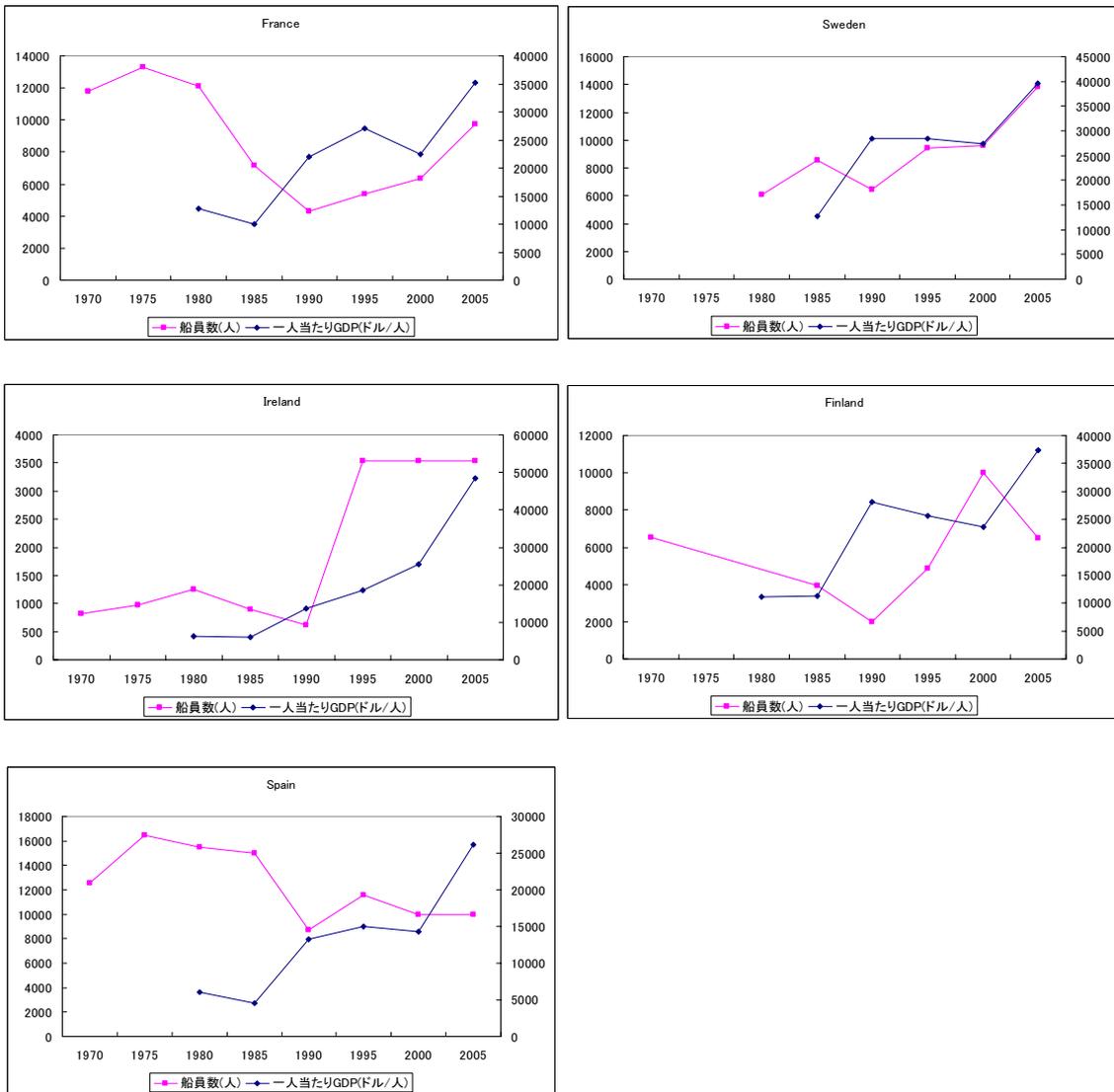
出典) 船員数 : BIMCO/ISF MANPOWER UPDATE、人口 : 国連、GDP : IMF

図表 7.5 人口1万人当たり船員数の割合と1人当たりGDP



出典) 船員数 : BIMCO/ISF MANPOWER UPDATE、人口 : 国連、GDP : IMF

図表 7.6 国別船員数と1人当たりGDP (1/2)

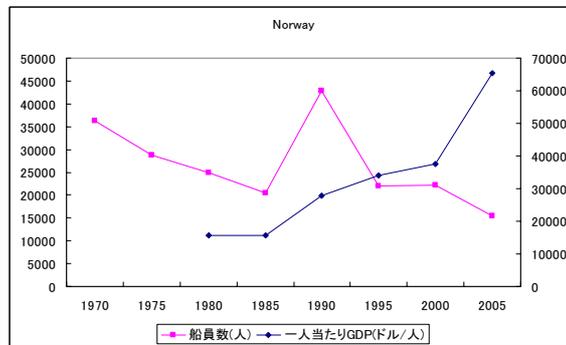
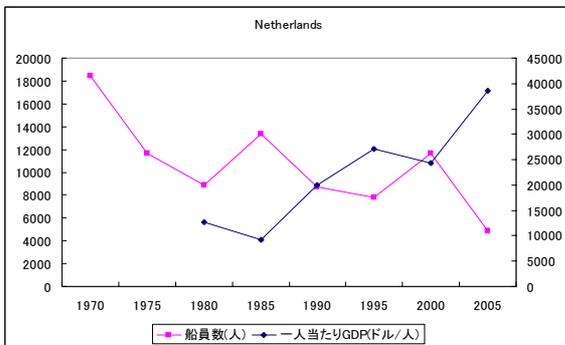
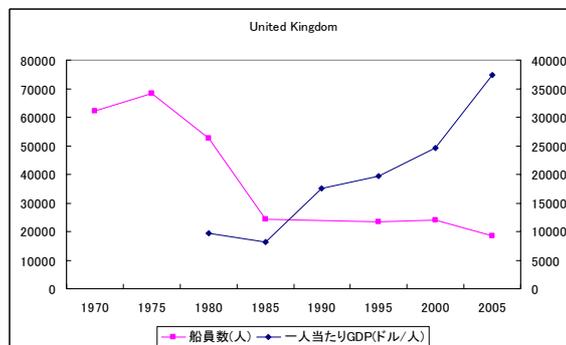
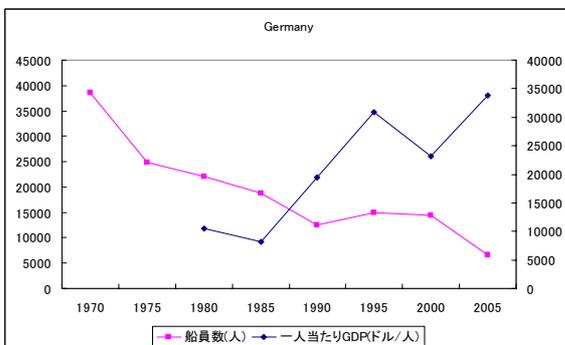
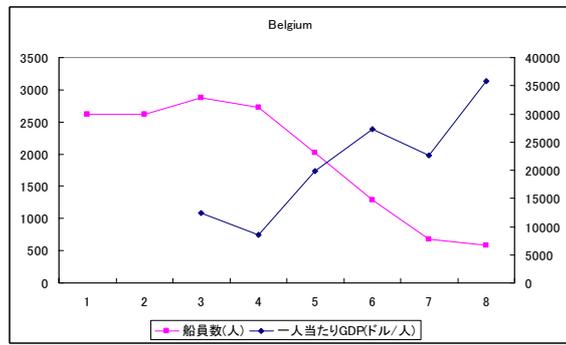
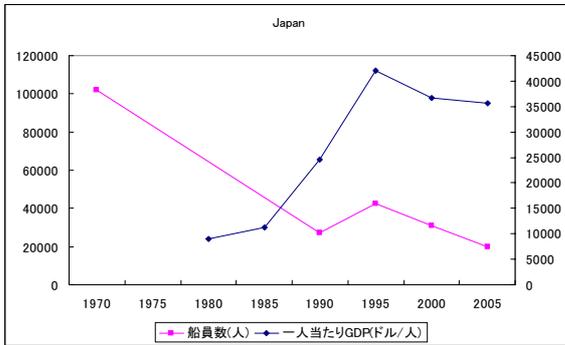


出典) 船員数：1990年以前／『海上輸送』（OECD海上委員会）

1995年以降／『MANPOWER UPDATE』（BIMCO/ISF）

人口：国連、GDP：IMF

図表 7.7 国別船員数と1人当たりGDP (2/2)

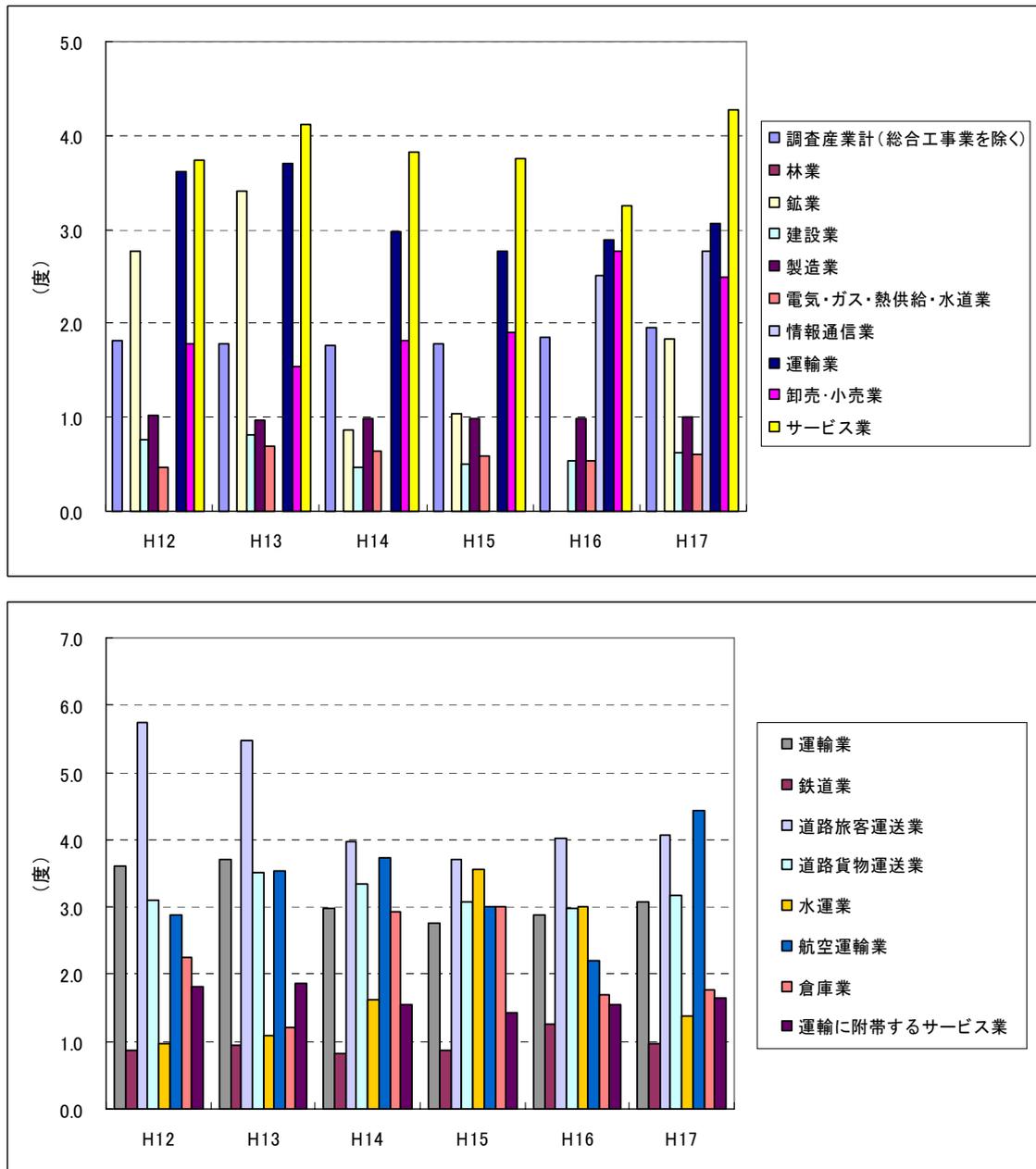


出典) 船員数：1990年以前／『海上輸送』（OECD海上委員会）

1995年以降／『MANPOWER UPDATE』（BIMCO/ISF）

人口：国連、GDP：IMF

図表 7.8 業種別労働者死傷災害発生率(度数率)



注) 度数率：100万延実労働時間当たりの労働災害による死傷者数をもって表したものの。すなわち統計にとった期間中に発生した労働災害による死傷者数（100万倍された）を同じ期間中に危険にさらされた全労働者の延実労働時間数で除した数値で、その算式は次式。

$$\text{度数率} = \text{労働災害による死傷者数} \div \text{延実労働時間数} \times 1,000,000$$

出典) 労働災害統計

8. 海運競争力

8.1 海運同盟

[ポイント]

- 近年の盟外船社の市場シェアの増大、あるいは海運同盟が定めた運賃の形骸化を考慮すると、今後しばらくの間、海運同盟は実質的な効力は発揮しないと考えられる。
- ただし、将来において盟外船社が増加し、運賃の乱高下が頻発するようになれば、貿易物資の安定的輸送の観点から、再度、海運同盟に似た組織が形成される可能性がある。

海運同盟は運賃以外にも、①同盟船社間の競争を抑制するための手段、②荷主が盟外船社に流出することを阻止するための手段、及び③盟外船社を直接排除するための手段として船社間で様々な事項について取り決めを行っていた。

近年の海運同盟非加盟事業者の市場シェアの増大、あるいは海運同盟が定めた運賃の形骸化といった変化を考慮すると、今後しばらくの間、海運同盟はもはや実質的な効力は発揮しないと考えられる。

ただし、将来において海運同盟非加盟事業者が増加し、運賃の乱高下が頻発するようになれば、貿易物資の安定的輸送の観点から、再度、海運同盟に似た組織が形成される可能性がある。

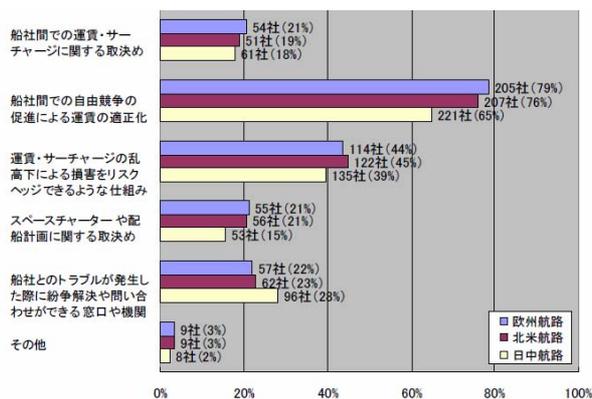
コンテナ輸送については、経済効率性を追求しつつも、海運同盟よりも個別船社の自由度が高いコンソーシアム、あるいは世界規模での業務提携を行うアライアンスがさらに進展する可能性がある。

コンソーシアム、あるいはアライアンスは、現在、運賃及びサーチャージ等の取り決めは行われていないが、今後横並びで統一することに関しては荷主からの反発が考えられるが、過当競争になれば、これらの組織が海運同盟としての機能を果たす可能性もある。ただし、その際には、不当に運賃が高く設定されることのないように、船社間で運賃・サーチャージに関する取り決め、あるいは運賃・サーチャージが乱高下した場合に損害をリスクヘッジできるような仕組みを作っておくことなどが必要となると考えられる。

[コンソーシアムの特徴]

- ・コンテナ船のスペースの貸借又は交換（スペースチャーター）
- ・埠頭ターミナルの共同利用及び運航スケジュールの調整等の業務提携
- ・運賃、輸送頻度の決定、営業活動は各船社単位で行われる

図表 8.1 各航路において荷主が必要と考える仕組み



(出所：公正取引委員会による荷主に対するアンケート調査)

出典) 外航海運の競争実態と競争政策上の問題点について 平成 18 年 12 月 6 日
政府規制等と競争政策に関する研究会

また、近年では、東京電力が LNG 船運航会社を設立するなど、荷主が子会社として船社を所有し、貨物を第三者に運送させる例が見られる。このような傾向は、海運同盟とは別の動きとして、国際海上物流の増加とともに今後増加する可能性がある。

8.2 便宜置籍船

[ポイント]

■海外諸国、わが国ともに、自国籍船確保の動きは今後も引き続き顕在化するが、FOC 船（便宜置籍船）についても維持される。

上記の東京電力の例においても船籍はバハマに置いている。このように、便宜置籍船の流れは今後ともしばらく続くと考えられる。

ただし、ノルウェー、オランダ、イギリスなど多くの海運先進国で第二船籍制度が導入され、自国籍への回帰が起こっている。

日本籍船を増やすためには、日本籍船が少なくとも経済的に不利にならない、日本籍の方が優利であるという制度が必要であり、

- ①登録免許税の大幅減免・船舶に対する固定資産税の廃止
- ②船員配乗要件の撤廃
- ③船舶設備・検査要件を国際標準並とする

といった条件が満たされることが必要である。このような条件が満たされた場合には、上記の海運先進国と同様に自国籍への回帰が起きると考えられる。

8.3 CSR（Corporate Social Responsibility ・ 企業の社会的責任）

法令遵守、安全運航、環境保全、人権尊重、労働安全衛生の向上、社会貢献など企業の社会的責任に関する活動は各船社に求められる。

わが国でも商船三井や日本郵船ではすでに国連のグローバル・コンパクトに参加し、自発的な CSR 活動に取り組んでいるが、海外諸国においても、こうした自発的な取り組みが行われる企業への信頼が高まり、将来的にはスタンダードな活動として認識される。

●2007年10月2日現在、全世界で4664団体が参加している。

●「グローバル・コンパクト」の10原則

「グローバル・コンパクト」は、各企業に対して、それぞれの影響力の及ぶ範囲内で、人権、労働基準、環境に関して、国際的に認められた規範を支持し、実践するよう要請しています。その狙いは、各企業がそれぞれの事業を遂行する中で、これらの規範を遵守し、実践することを通じて、世界に積極的な変化をもたらすことです。その原則は以下の通りです。（2004年6月に腐敗防止に関する原則が追加され、現在10原則となっています。）

人権

原則1. 企業はその影響の及ぶ範囲内で国際的に宣言されている人権の擁護を支持し、尊重する。

原則2. 人権侵害に加担しない。

労働

原則3. 組合結成の自由と団体交渉の権利を実効あるものにする。

原則4. あらゆる形態の強制労働を排除する。

原則5. 児童労働を実効的に廃止する。

原則6. 雇用と職業に関する差別を撤廃する。

環境

原則7. 環境問題の予防的なアプローチを支持する。

原則8. 環境に関して一層の責任を担うためのイニシアチブをとる。

原則9. 環境にやさしい技術の開発と普及を促進する。

腐敗防止

原則10. 強要と賄賂を含むあらゆる形態の腐敗を防止するために取り組む。

8.4 対外摩擦の動向（カボタージュ）

カボタージュについては、米国、またはEUが問題提起しない限り2050年まで現行体制が維持されるものと考えられる。

ただし、現行体制でカボタージュが維持されるとしても、日本人船員の減少が続けば日本籍船の外国人船員の増加は避けられない可能性が高い。

ギリシャではEC統合に伴うカボタージュ規制の撤廃や船齢制限の引き下げにより新造フェリーの発注が増加し、その一部が韓国に発注されたことたこともあり、仮にカボタージュ規制が撤廃されれば、我が国でも造船需要が増加する可能性はある。

9. 造船競争力

9.1 世界の造船市場の見通し

[ポイント]

- 韓国は国策として造船業を戦略的に育成するとの方針のもと、大型造船所の近代化や建造能力の増強を推進している。近年は LNG 船や VLCC、コンテナ船などの高付加価値船を優先して建造してきたが、ドックや船台に余裕がでたことやバルクキャリアの船価上昇などにより、最近は大口径サイズのバルクキャリア等を受注する活発な動きもみられる。
- 中国においても国を挙げて造船業の振興に努めている。国内に大手ユーザー（COSCO）が存在することが強みである。従来はバルクキャリア中心に建造してきたが、近年では高付加価値船である VLCC や LNG 船の建造にも乗り出している。国内における豊富な需要を背景に、今後、造船業においても受注を伸ばし世界一になることも十分に考えられる。
- 日本の造船メーカーは、韓国大手造船メーカーと比較すると建造能力が小さくスケールメリットを発揮しにくい。対応策としては、欧州のように、高品質スタイルの船舶（例えばクルーズ船）や、より特殊な種類の船舶（海底油田支援船など）に的を絞る等の戦略が重要となる。

（1）船腹量予測

IPCC シナリオ A1B に基づいた船腹量の試算では、世界の船腹量（油タンカー、LNG、ばら積み船）は当面 2000 年代のペースで拡大を続け、2030 年頃を境に緩やかとはなるものの、2050 年までは右肩上がりの推移を続ける。これは、バルクキャリアと LNG 船は順調に増加するものの、タンカーは 2030 年を境に減少に転じるためである。

（2）環境規制

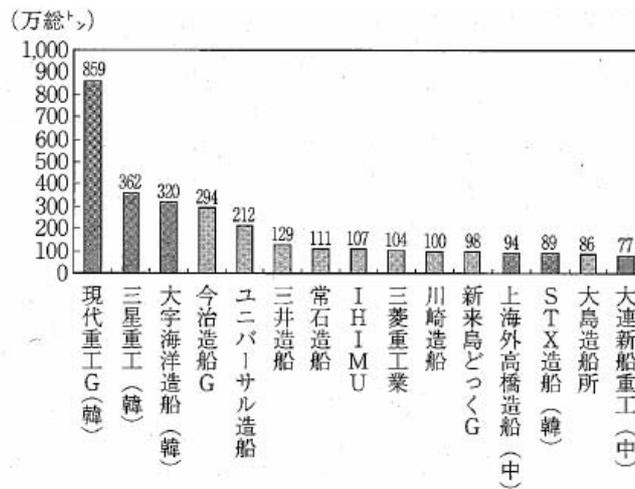
2005 年 4 月の MARPOL 業役形成でタンカーのダブルハル化が義務付けられることとなった。具体的には 5000DWT 以上のシングルハルタンカーの使用期限が 2010 年と定められ、2010 年以降は原則ダブルハル構造のタンカー以外の運行が規制される。そのため 2010 年までに強制廃船となるシングルハルタンカーは 2010 年～2015 年に解撤対象となる。

9.2 世界における日本のシェア

(1) 日本の競争力

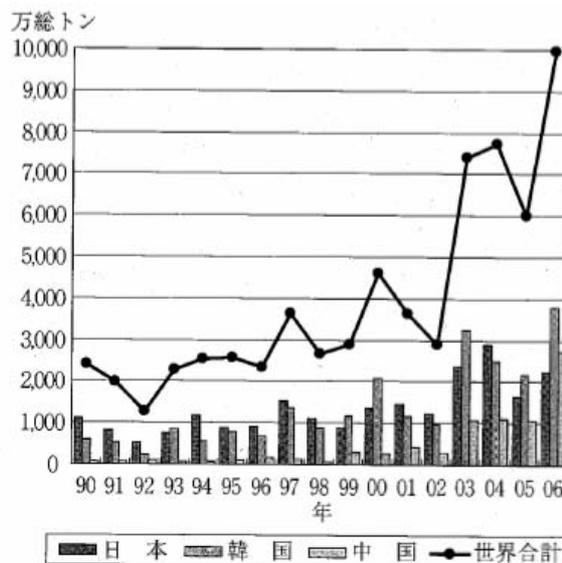
日本の造船メーカーは他社との事業統合などにより競争力を高めてきた。しかし、韓国造船各社と比較すると、建造能力が小さく、スケールメリットを発揮しにくい。各造船会社が建造能力の相対的な小ささというハンディキャップを克服するための一つの方策として、経営統合・提携強化も考えられる。

図表 9.1 世界の造船所別建造量 (2005 年)



資料：四国運輸局

図表 9.2 世界の造船受注量の推移



資料：日本造船工業会

（２）諸外国の競争力

韓国は国策として造船業を戦略的に育成するとの方針のもと、大型造船所の近代化や建造能力の増強を推進した。韓国は建造能力の非常に大きい５社が建造量の大部分を占めており、情報収集や資金調達、販売先の確保など、グループの総合力を活かしている。近年 LNG 船や VLCC、コンテナ船などの高付加価値船を優先して建造してきたが、ドックや船台に余裕がでたことやバルクキャリアの船価上昇などにより、最近ではケープサイズのバルクキャリアの受注などの動きもみられる。また給与水準の高い造船業は人気の産業となっており、優秀な人材が集まっている。これらのことから、韓国の世界第１位の造船国としての地位はしばらく揺るがないものとみられる。（西日本の造船業（いよぎん地域経済研究センター）より抜粋）ただし、2050年の長期スパンでみると中国に追い抜かれると考えられる。

中国においても国を挙げて造船業の振興に努めている。中国船舶重工業集団（CSIC）と中国船舶工業集団（CSSC）と２大グループが中心となっている。国内に大手ユーザー（COSCO）があることが強みになっている。バルクキャリアが中心だが、最近では高付加価値船である VLCC や LNG 船の建造にも乗り出している。今後、船舶工業など関連産業の育成や、造船技術・生産技術の開発により、近い層らい政界一の座につくことは十分に考えられる。（西日本の造船業（いよぎん地域経済研究センター）より抜粋）中国は 2015 年に世界 1 位になることを目指しており、2050 年には世界 1 位の造船国になることも考えられる。実際、中国の 2007 年 1-2 月の造船受注量は韓国を上回っている。（韓国「朝鮮日報」より抜粋）

諸外国の競争力 欧州の造船所は客船などの高付加価値船の建造に特化している。そのため建造量自体は多くないが収益的にはアジアの造船所より良好なところも多い。また、2003 年に欧州の造船業界が草案した「LeaderSHIP2015 戦略」では欧州の造船産業の将来に向けたビジョンを示している。そのイニシアチブは以下の 8 つである。

- ①世界造船業の公正な競争条件の確率
- ②研究、開発、イノベーション投資の促進
- ③先進的な金融（資金調達）と保証のスキームの開拓
- ④より安全で環境に優しい船舶の推進
- ⑤防衛（艦船）ニーズに対するアプローチ
- ⑥知的所有権保護
- ⑦熟練労働力の確保
- ⑧持続可能な産業構造の整備

さらに、クルーズ船 95%、ROPAX フェリー 60%の市場の維持・拡大をうたっている。（欧州造船業の戦略考察（海事プレス）より抜粋）

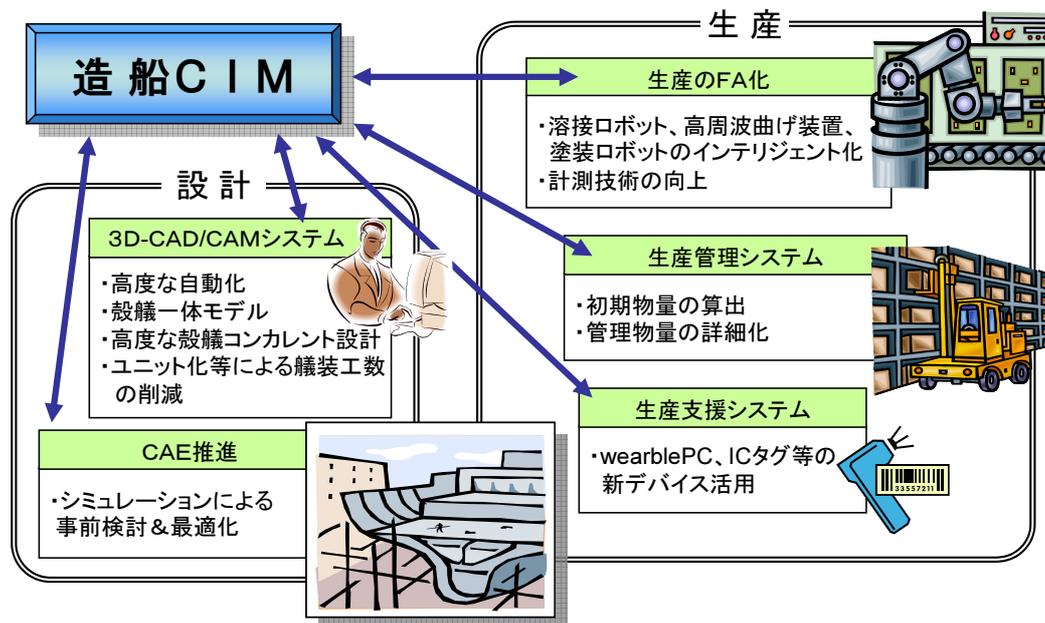
(3) 技術開発

造船業全体のシステムについて、造船 CIM の進展が望まれる。特に造船業は個別受注産業であるため、自動車産業などと比較して同時並行作業の比率が高くより高度なコンピュータシステム技術が望まれる。（競争力強化のための造船技術開発に関するフォーラム（日本船舶海洋工学会）より抜粋）

設計について、3次元 CAD の進展が望まれる。これにより、高度な自動化機能が実現し、全艤装・船殻部品が統一して管理される。また、設計の標準化による流用設計などプロセス改革が期待できる。さらに、CAE の進展により、シミュレーションによる事前検討と最適化が望まれる。（競争力強化のための造船技術開発に関するフォーラム（日本船舶海洋工学会）より抜粋）

生産ステージについて、ロボットのインテリジェント化などにより省人化が進むことが考えられる。また、管理物量メッシュの詳細化などにより、生産管理の精度が向上することが期待される。さらに、熟練作業員減少の背景の中で、WearablePC、IC タグなどの活用により生産性向上が望まれる。（競争力強化のための造船技術開発に関するフォーラム（日本船舶海洋工学会）より抜粋）

図表 9.3 造船 CIM の進展



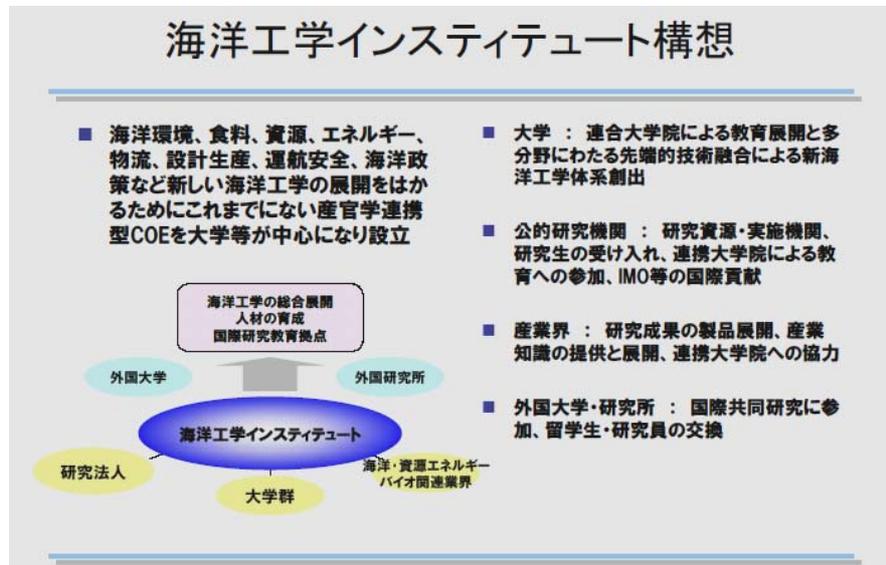
(4) 研究開発スキーム

新たな研究開発スキームとして、従来の同業者同士での共同研究では限界がある技術ニーズ及び新しいコンセプトの発掘を図るために、我が国に集積している造船業・海運業・船用工業、大学・研究機関、船級協会等の海事クラスターでのアプローチが考えられる。（我が国造船産業のビジョンと戦略（造船産業競争戦略会議）より抜粋）

この海事クラスターの一つとして「海洋工学インスティテュート構想」が挙げられる。

これは、海洋環境・食料・資源・エネルギー・物流・設計生産・運航安全・海洋政策など新しい海洋工学の展開を図るために、産官学連携型 COE を東京大学等が中心となり設計されたものである。

図表 9.4 海洋工学インスティテュート構想



出典) 海洋技術フォーラムシンポジウム講演集 (2007. 9. 5) 資料

(5) 新形式船舶

海上輸送のニーズに応える新形式船舶が求められる。

国際中継備蓄基地の整備のために、浮体構造物の有効活用なども考えられる。

図表 9.5 新形式船舶

- ▶ **速達性、省エネ性、環境調和性に優れた新形式船舶の開発能力の獲得**
- ▶ **IT革新に対応した生産技術の高度自動化、情報化による生産性の向上のための技術革新**
- ▶ **自主技術力の強化による国際競争力の確保**

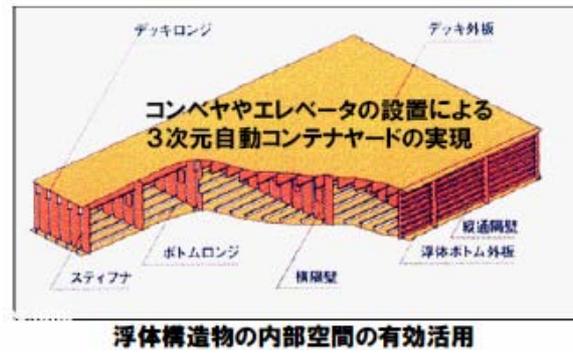
次世代RO-RO船

スーパーエコシップ

次世代帆船商船

広い甲板面積と波浪中性能に優れたトリマラン

図表 9.6 浮体構造物の内部空間の有効活用



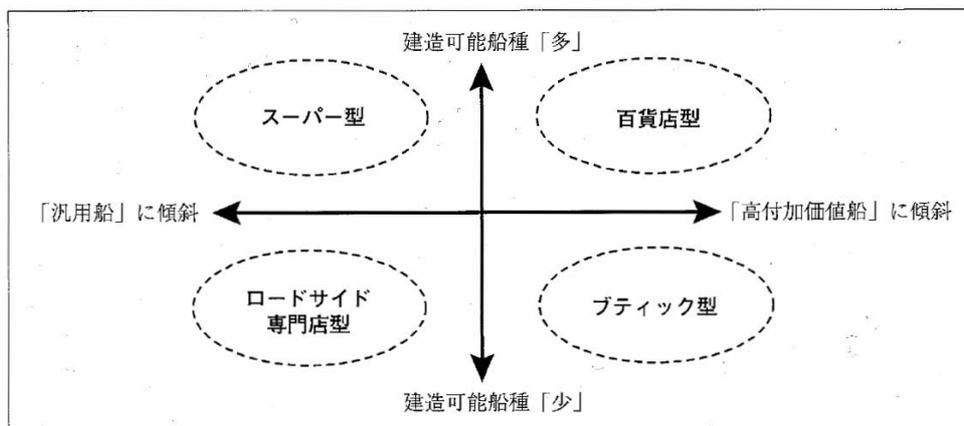
出典) 海洋技術フォーラムシンポジウム講演集 (2007. 9. 5) 資料

(6) 日本の造船会社の戦略案

各造船所の経営資源（生産設備や技術力、資本力、人材等）は様々であるため、各造船所が開発に取り組む船種や建造体制などを明確にする必要がある。（西日本の造船業（いよぎん地域経済研究センター）より抜粋）

例えば韓国は国家の補助を受けて高付加価値船優先して建造してきたが、近年、汎用船の船価上昇などに伴い、汎用船にも進出している。一方、中国は人件費比率の高い汎用船が中心だったが、造船技術の進歩により、高付加価値船に乗り出している。

図表 9.7 造船所の方向性による分類



方向性	内 容	特 徴 等
百貨店型	<ul style="list-style-type: none"> LNG船やフェリーなど付加価値の高い船を幅広く建造する。 	<ul style="list-style-type: none"> 高度な設計開発力と建造技術が求められるが、それに見合う一定の利益を確保することが可能。 海運市況が全般的に悪化した場合でも、特定の需要が見込まれる。
スーパー型	<ul style="list-style-type: none"> バルカーやタンカー等の汎用船を中心に、幅広く建造する。 	<ul style="list-style-type: none"> 一定の開発スタッフが必要。 運航隻数の多い汎用船を造っているため、一定のリプレイス需要等も見込める。 特定の船種の需給バランスが悪化しても、他の船種でカバーすることが可能。
ロードサイド専門店型	<ul style="list-style-type: none"> バルカーやタンカーなどの汎用船に建造を絞り込むとともに、連続建造を行う。 これにより、徹底的にコストダウンを図るとともに、品質の安定化を実現することで差別化を図る。 	<ul style="list-style-type: none"> 新造船需要が旺盛な局面では、最も経営効率が高い。 連続建造等でコストダウンを図るためには、一定規模以上の建造設備が必要である。 汎用船につき需給が悪化しても、一定のリプレイス需要等は見込める。コストダウンと品質確保が鍵。
ブティック型	<ul style="list-style-type: none"> ケミカル船などの高付加価値船の建造に絞り込む。 自社の得意技術を磨き、他社との差別化を図る。 	<ul style="list-style-type: none"> 比較的規模の小さな造船所でも、経営資源を集中することで対応が可能。 ただし、ニッチな分野に特化する分、当該船種の需給変動のリスクがある。 船種を特化するリスクをカバーしてあり余る、独自の技術やノウハウをいかに身に付けるかがポイント。

出典) 西日本の造船業（いよぎん地域経済研究センター）

近年では、船舶の所有と管理、造船業における設計と建造の分離が見られる。我が国は設計に優位性をもっており、欧州のように、設計に特化して、建造は中国・東南アジアで行うことも考えられる。実際に、川崎造船のように中国と造船合弁会社を運営し、川崎造船が高付加価値船である LNG・LPG 運搬船や新型 VLCC にシフトし、人件費比率の高いばら積み船を中国に移転している例がある。

また設計に、船舶運航支援や船舶の管理まで含めて取り込み、造船会社が船を所有してリースすることも考えられる。これは市場に影響されずに船を建造できるメリットがある。なお、航空業界においても、エービーエックス・エア社による全日空向けにボーイング B767-200 型貨物航空機 2 機のウェット・リース契約締結などの事例がみられる。

10. 海上保安

10.1 海賊

[ポイント]

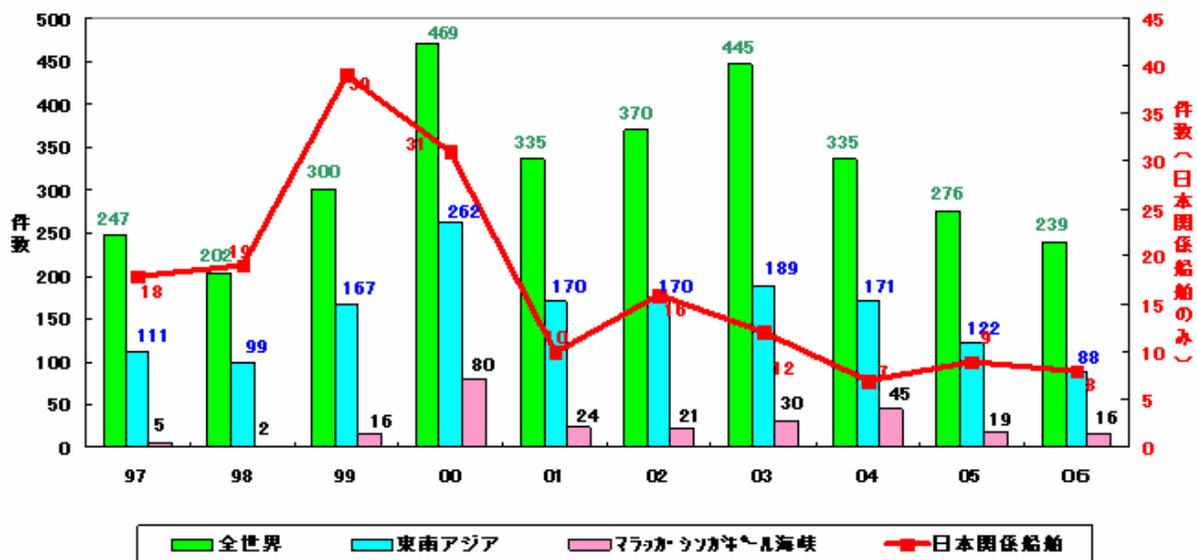
■原油タンカー、LNG・LPGタンカーは積荷の性格上、洋上を航行する爆弾とも成り得るため、マラッカ・シンガポール海峡を始めとする主要航路や大規模港湾内における大規模テロのために使用される可能性がある。

世界的にみれば、2000年には469件であった海賊等事案は、2006年に239件まで減少しているが、日本関係船舶に関しては、10件前後の横ばい状態が続いている。

以前はおよそ半数を占めていた東南アジアについては、2005年以降急激に件数、その割合とも減少している。（2005年：122件（44%）、2006年：88件（37%））

一方で、国際海事局（IMB）によれば、全世界における2007年1～9月の海賊襲撃事件発生件数は198件と、前年同期の174件から約14%増。特に、ナイジェリア、ソマリア海域での凶悪な事件が急増している。

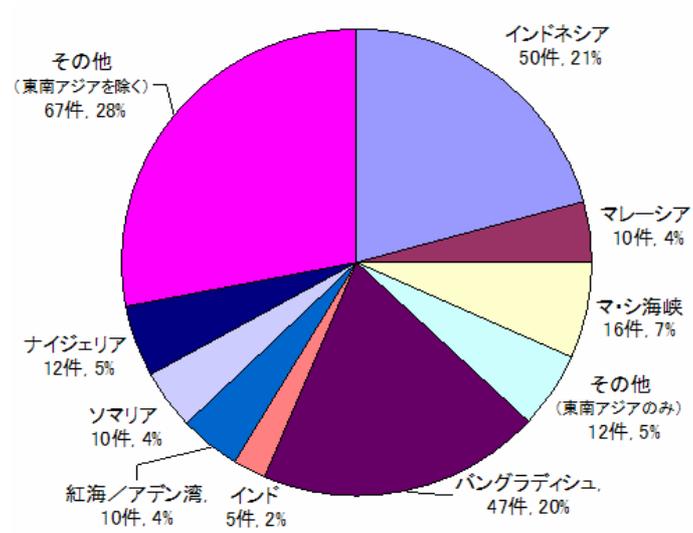
図表 10.1 海賊事件発生件数⁴



出典) 海上保安庁ウェブサイト

⁴ [http://www.kaiho.mlit.go.jp/info/anti-piracy/file/hasseijoukyou/gennjou/genjou\(-2006\).htm](http://www.kaiho.mlit.go.jp/info/anti-piracy/file/hasseijoukyou/gennjou/genjou(-2006).htm)

図表 10.2 海域別発生状況（2006年）⁵



出典) 海上保安庁ウェブサイト

⁵ [http://www.kaiho.mlit.go.jp/info/anti-piracy/file/hasseijoukyou/gennjou/genjou\(-2006\).htm](http://www.kaiho.mlit.go.jp/info/anti-piracy/file/hasseijoukyou/gennjou/genjou(-2006).htm)

10.2 自爆テロ／シージャック等⁶

(1) 発生状況

海上テロは、1961年から2004年までの間、42件が発生している。特に米国において同時多発テロが発生した2001年9月以降は9件となっている。これは、40年間のうち直近の4年で全体の2割強が発生している計算となり、海上テロ発生の恐れが近年高まっていることが裏付けられていると言える。

テロの対象となった標的別に見ると、全42件のうち船舶は36件、海上施設は1件、海上浸透による陸上施設が3件、その他2件となっている。

図表 10.3 実例

件名	場所・年月	方法	被害	犯行主体
イラク・バスラ沖海上石油施設テロ事件	イラク・バスラ沖、2004年4月	自爆	【死亡】米海軍兵士2名、米沿岸警備隊員1名 【負傷】海軍艦艇の乗組員4名 【経済損失】荷役施設の閉鎖により2,800万米ドル(約30億5,000万円)の損害(イラク暫定政府試算)	—
米イージス駆逐艦コール号事件	イエメン・アデン港、2000年10月	自爆	【死亡】乗員17名 【負傷】乗員39名 【物理的被害】同艦左舷中央部に横12m、縦6mの破口、航行不能	反米イスラム過激派(犯行声明)
「ランブール号」爆破事件	イエメン・アデン湾、2002年10月	自爆	—	—
アキレ・ラウル号乗っ取り事件	エジプト沖、1985年10月	シージャック	【死亡】米国人乗客1名	武装パレスチナゲリラ
フィリピン「スーパーフェリー14」爆発火災テロ事件	マニラからネグロス島、2004年2月	爆発物持込	【死亡】乗員乗客63名 【行方不明】乗員乗客53名 【負傷】乗員乗客数百名 【物理的被害】炎上、転覆	イスラム系過激派のアブ・サヤフ

(2) 近年の動向

これまで発生している海上テロのタイプは、乗員等を人質にとった上、船舶の運航を支配する一般的に「シージャック」と呼ばれるタイプと、火器・爆発物等を使用して船舶そのものや特定の乗船者を攻撃するタイプがほとんどである。

ごく近年、船舶自体の警戒体制の強化や船体強度の向上が進んできた趨勢を受け、一部のテロ組織において、船舶への攻撃そのものを目的として特別に仕立てた「ステルス自爆艇」の製造や「偽装爆発物(機雷)」等の使用事例が確認されている。ステルス型の自爆艇は一部のテロ組織が運用していることも確認されている。また、半没型潜水艇の活用も念頭においているようである。北朝鮮が小型工作船を中東方面に売却しているとの情報

⁶ 海上保安協会、平成16年度海上におけるセキュリティ対策調査研究報告書
[<http://nippon.zaidan.info/seikabutsu/2004/00502/mokuji.htm>]

もある。これらの事実は、今後、海上を航行する船舶にとって、新たな脅威となってくる可能性が高い。

ペルシャ湾においては、海上交通路を遮断する目的のため、機雷敷設船が航行しているのが発見され、だ捕されている。

原油タンカー、LNG・LPG タンカーは積荷の性格上、洋上を航行する爆弾とも成り得るため、マラッカ・シンガポール海峡を始めとする主要航路や大規模港湾内における大規模テロのために使用される可能性も否定できない。

また、イスラム過激派により、船社等 10 社が標的として名指しされた。今後も引き続き、これらの動向に対する厳重な監視が必要であると考えられる。

図表 10.4 海上テロ組織

組織名	概要	構成員数	活動実績
アルカイダ	数多くの無差別爆弾テロを実施、コール号及びランブル号のテロ攻撃を実行した実績がある	4,000 人 ～ 5,000 人	1993年2月：ニューヨーク世界貿易センタービル爆破事件 1996年6月：サウジアラビア駐留米軍施設爆破事件 1997年12月：ルクソール外国人観光客襲撃事件 1998年8月：ケニア・タンザニアにおける米国大使館同時爆破事件 2000年10月：米駆逐艦コール号への自爆テロ事件 2001年9月：米国同時多発テロ 2002年10月：仏タンカーランブル号への自爆テロ 2002年10月：バリ島ナイトクラブ爆破事件 2002年11月：在モンバサ、イスラエル系ホテル、イスラエルチャーター機への同時攻撃
ジェマ・イスラミーア (JI)	東南アジア諸国で発生した数多くのテロ事件に関与。今後海上に本格的に進出してきた場合には大きな脅威となる	5,000 人程度	2002年10月 バリ島ナイトクラブ爆破事件
アブ・サヤフ (ASG)	フィリピン南部のミンダナオ島に本拠地を置き、アルカイダとも密接な関係にある。海上における活動能力も有しているといえる	数百人程度と推定	1995年4月 イピル町襲撃事件(ミンダナオ島南部) 1997年6月 パーティ襲撃事件(日本人を含む4名を拉致、人質は後日解放)
タミル・イーラム解放のトラ (LTTE)	スリランカに本拠地を置き、独自の海上武装勢力を保有。主なターゲットはスリランカ海軍艦艇であったが、インド貨物船をシージャックしたり、漁船を襲撃した実績もあり、海上における攻撃能力は高いといえる。	—	1994年3月：シンハリ人の漁船を襲撃(19名が死傷)。 1994年9月：海軍警備艇に対する自爆テロ攻撃(兵士56名が死亡又は行方不明)。 1995年7月：海軍艦艇船艇に爆薬を設置し爆破(18名が死傷)。 1997年3月：海軍警備艇を襲撃(LTTE側舟艇12隻沈没)。 1998年8月：ムライティブ沖にてインド貨物船をシージャック。

組織名	概要	構成員数	活動実績
			1998年10月：海軍警備艇に対する自爆テロ攻撃（兵士18名が死亡・行方不明）。 1999年12月：海軍警備艇に対する自爆テロ攻撃。
モロ・イスラム解放戦線（MILF）	フィリピン南部ミンダナオ島に本拠を置き、航行中のカーフェリー内において自動車爆弾を爆発させた実績もある。	15,000人程度	2000年2月 ミンダナオ島コランボガンからオサミスに向かうカーフェリー内においてバスを爆破した。
自由アチェ運動（GAM）	スマトラ島北西部アチェ州に本拠地を置き、MLIFと友好関係にある。アチェ州に所在する天然ガス施設に対するテロ攻撃を行った実績がある。また最近では、2004年6月には、マラッカ海峡を通過中の石油タンカーをシージャックしている。	3,000人	2004年6月11日、武装集団6名がマラッカ海峡を通過中の石油タンカーをシージャックし、乗組員36名を人質に身代金を要求。

10.3 海上コンテナ輸送の安全確保

[ポイント]

■中国が展開している「真珠数珠繋ぎ」戦略は、中東、ペルシャ湾から中国に至る 1 万キロを超える長いシーレーン沿いに戦略的拠点を確認することを狙いとしている外交的、軍事的措置の総称。中国は、最初の「真珠」、グワダルはペルシャ湾の出入りに位置する戦略拠点にあり、商業港として建設されているといわれるが、国境を接する中国に至る陸路のゲートウェイともなり得、完成すれば海路と陸路のハブとなる可能性を秘めている。

(1) 意識の高まり

テロ対策がサミットで取り上げられている他、OECD（経済協力開発機構）、IMO（国際海事機関）、WCO（世界税関機関）などの国際機関でも議論され、船舶・港湾の分野では SOLAS 条約の改正、ISPS コード がすでに実施され、現在も各方面で広く検討が続けられている。

わが国でも、2004 年 7 月に「国際航海船舶及び国際港湾施設の保安の確保等に関する法律」が施行され、船舶および港湾の保安確保が図られた。2005 年 3 月には、国土交通省、経済産業省、財務省等 7 省庁合同で「安全かつ効率的な国際物流の実現のための施策パッケージ」が策定され、現在その実現のため関係各省庁、官民連携して「安全かつ効率的な国際物流施策推進協議会」を設置し、検討を行っているところ。

(2) コンテナ輸送を利用したテロとその対策の類型

ECMT（欧州運輸大臣会議）／OECD 合同の報告書では、コンテナ輸送を利用したテロをハイジャック型（輸送途上のコンテナに不正に侵入し爆発物等を入れる）とトロイの木馬型（会社を設立し信用を得た後に豹変し爆発物等の輸送を行う）に分類している。

また、その対策として①コンテナのスクリーニングおよび透視検査の実施、②コンテナの構造・封印装置等の保安強化、③コンテナの存在区域等への立ち入り制限管理、④コンテナの追跡、⑤貿易情報の活用、の 5 つに分類している。

(3) 今後の動向

ISO（国際標準化機構）では米国からの提案を受け、2005 年より TC8（船舶関係の専門委員会）の作業部会でサプライチェーンに適用する保安管理システムの検討を行い、ISO/PAS28000（サプライチェーン保安管理システム仕様／正式な ISO 規格になる前の仕様）をまとめた。ISO ではさらにサプライチェーン保安手順などについて仕様を作成中である。

さらに、その米国では、安全保障省 (DHS) において 2006 年に『National Infrastructure

Protection Plan』が策定され、“17の重要インフラ（キー・インフラストラクチャ）”が指定され、現在、各インフラについて、その上位計画に基づいた『Critical Infrastructure and Key Resources Sector-Specific Plan』が策定中である。海運に関しては、物流システム面と交通システム面の二つから保護の方策が示されている。基本的には、どのインフラにおいても、それぞれの構成要素について、テロ実行の容易性を評価し、対策実行の優先順位付け、またその対策検討の方針・手順が示された計画となっている。実際の評価作業の結果については、テロリストへの情報開示ともなりかねず、各インフラとも多くの情報はウェブベースでは入手できない。情報の開示・共有に苦慮している様子が伺える。

このように、日本はテロ対策の分野では既に遅れを取っている。保安においては、コストの負担者と受益者が必ずしも一致しないため、事業者のインセンティブは低い。事業者のインセンティブを高めるためには、日本のガイドラインと国際的な標準との整合が不可欠であり、ISOなどの国際標準を日本の実情にあったものにする努力と、日本のガイドラインを国際世界に認知してもらう努力との二つの努力が重要である。

いずれにしても標準化の作り込みの段階で出遅れを取っている我が国は、今後のセキュリティ対応に多大な労力とコストが必要となろう。今後の取り組み次第では、国際物流分野で大きく遅れを取ってしまう可能性もある。

10.4 中国による「真珠数珠繋ぎ」戦略

[ポイント]

■中国が展開している「真珠数珠繋ぎ」戦略は、中東、ペルシヤ湾から中国に至る 1 万キロを超える長いシーレーン沿いに戦略的拠点を確認することを狙いとしている外交的、軍事的措置の総称。中国は、最初の「真珠」、グワダルはペルシヤ湾の出入りに位置する戦略拠点にあり、商業港として建設されているといわれるが、国境を接する中国に至る陸路のゲートウェイともなり得、完成すれば海路と陸路のハブとなる可能性を秘めている。

米国国防省が 2005 年 7 月に公表した「中国の軍事力に関する年次報告書」によれば、中国は 2003 年以降、石油消費量で世界第 2 位、輸入量で第 3 位となり、2004 年には戦略備蓄計画も始まった。同報告書は、この海外石油資源への依存度の増大（現在の依存度は 40%、2025 年には 80%に達する）により、中国がアフリカ、中東・ペルシヤ湾岸、ロシア、中央アジアなどからの安定した調達を図ると共に、資源輸送のシーレーン防衛のために、外洋能力を持つ海軍と海外における軍事力のプレゼンスを目指す方向に投資を増大させていくと見ている。

「真珠数珠繋ぎ」戦略は、中東、ペルシヤ湾から中国に至る 1 万キロを超える長いシーレーン沿いに戦略的拠点を確認することを狙いとして、中国が展開している一連の外交的、軍事的措置の総称。中国は、米国がすでにマラッカ海峡からペルシヤ湾に至るシーレーンを支配していると見て、これを克服するために、中国沿岸から中東に至るシーレーンに沿って各種の措置を取る、「真珠数珠繋ぎ」戦略を展開していると見られている。最初の「真珠」、グワダルはペルシヤ湾の出入りに位置する戦略拠点にあり、商業港として建設されているといわれるが、国境を接する中国に至る陸路のゲートウェイともなり得、完成すれば海路と陸路のハブとなる可能性を秘めている。

図表 10.5 中国の「真珠数珠繋ぎ」戦略拠点



出典) 「人と海洋の共生を目指して 150 人のオピニオンⅢ」海洋政策研究財団「中国のエネルギー戦略と海洋の安全保障」上野英詞 元防衛庁防衛研究所主任研究官 より

中東の石油への依存度が高いわが国にとって、中東からインド洋、南シナ海を経由するシーレーンの安全確保が国家としての生存を左右する重要な課題である。

中東の石油への依存度が高いわが国にとって、中東からインド洋、南シナ海を経由するシーレーンの安全確保が国家としての生存を左右する重要な課題である。

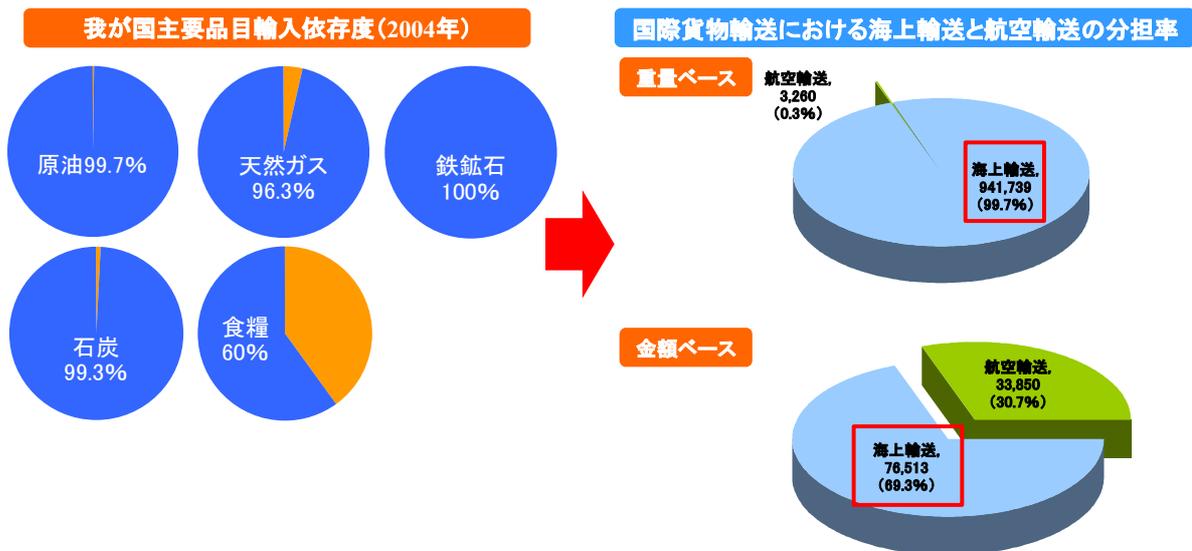
10.5 自国籍船の維持

災害や事故、政変による治安の悪化等、世界の諸事情の変化の中で、緊急物資や邦人、貿易物資の輸送を行う必要が生じた場合に備え、一定規模の日本籍船、船員を確保しておく必要がある。

このような自国籍船確保の必要性は中国を除く主要海運国でほぼ認識され、施策が行われている。今後我が国においても、日本籍船に対する税制の優遇措置などの措置を採る必要性があると考えられる。

交通政策審議会 海事分科会 国際海上輸送部会の中間取りまとめ『安定的な国際海上輸送の確保のための海事政策のあり方について』では、「経済安全保障のための管轄権が及ぶ輸送体制の確保」、「海上輸送の安全の確保及び環境保全」、「船舶運航等に係るノウハウの維持」等の観点から、自国籍船の維持の必要性が位置付けられ、ある想定のもと算定の結果、最低限 450 隻の自国籍船が必要であるとまとめられている。現状が 95 隻であることから、この必要規模を短期間で達成することは困難である。今後、事業者の国際競争力の確保の観点を踏まえつつ、日本籍船の計画的な増加を図るべく策を講じていく必要性が高い。

図表 10.6 我が国主要品目輸入依存度と国際貨物輸送における海上輸送と航空輸送の分担率

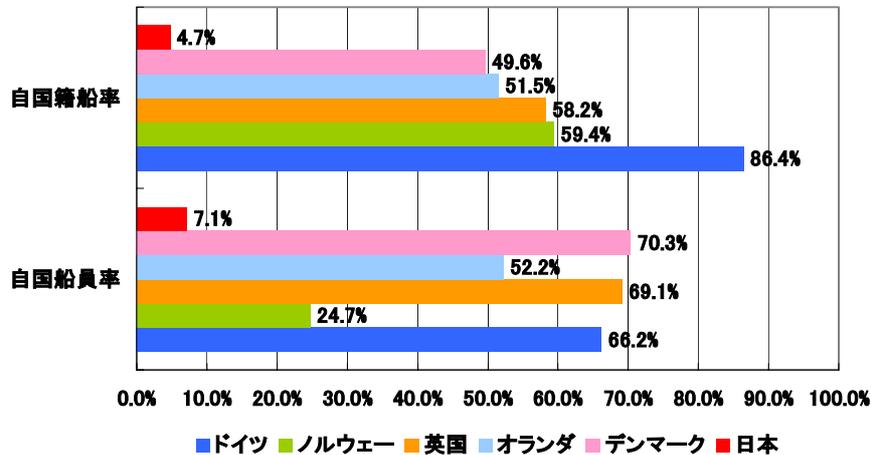


出典) 交通政策審議会海事分科会 国際海上輸送部会

注: 出典中の資料は (財) 矢野恒太郎記念会「日本のすがた 2006」、(社) 日本物流団体連合会「数字でみる物流 2006」

日本籍船数は、諸外国と比べてかなり低い水準にある一方で、我が国商船隊の船籍は、パナマ一国に過度に集中している。

図表 10.7 自国籍船率・自国籍船員率比較

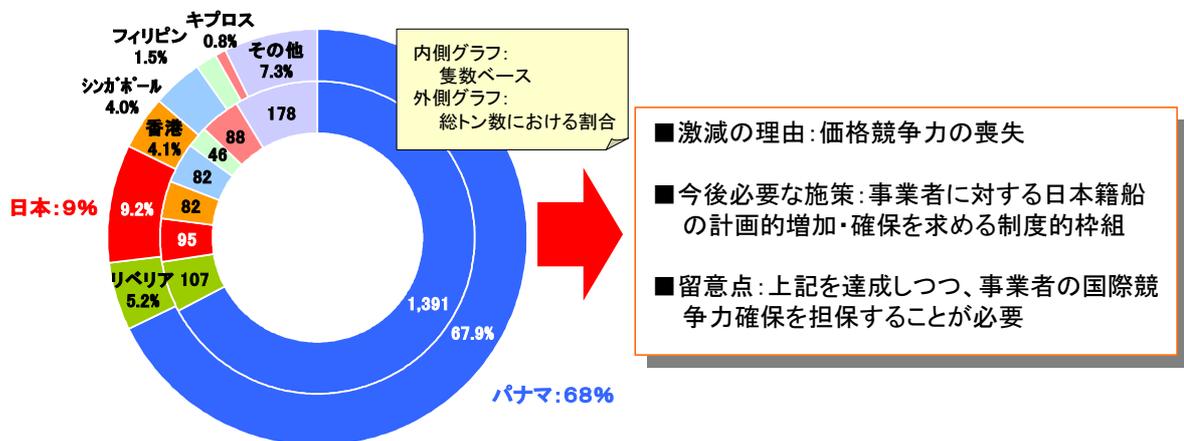


自国籍船率＝自国籍船数÷商船隊隻数

自国籍船員率＝自国籍船員数÷商船隊の船員数

出典) 海事局調べ

図表 10.8 我が国商船隊の船籍別一覧



出典) 交通政策審議会海事分科会 国際海上輸送部会、平成 19 年版海事レポート

1 1. 海洋利用

11.1 海底資源

[ポイント]

- 【石油・天然ガス】東シナ海の日本、中国双方が主張する排他的経済水域(EEZ)の境界部の海底に大規模な油ガス田の存在が確認されている。石油や天然ガスの埋蔵量は、原油換算で5億キロ・リットル(日本の年間原油消費量の2年分)。日中両国間の交渉難航、中国に対して我が国の開発の出遅れ、及びパイプライン敷設が困難等の課題があるが、近い将来に開発が進められると考えられる。
- 【メタンハイドレート】堆積場所としては永久凍土と深海が多く、新たな技術開発、及びコストが課題。各国のエネルギー戦略や石油価格の高騰の中、近年再び大きな注目を浴びている。我が国では、東海地方沖から宮崎県沖水深500m以深の南海トラフと呼ばれる地域に集中している。
- 【熱水性鉱床・コバルトリッチクラスト】世界では近年、カナダとベルギーの合弁企業による熱水性鉱床の商業開発が開始されるなど、海底金属資源実用化に向けた動きが見られるようになってきている。我が国では沖縄トラフ、伊豆・小笠原に、世界最大級の海底熱水性鉱床が、小笠原諸島東方および南鳥島周辺の太平洋の海底にコバルトリッチクラストがみられる。

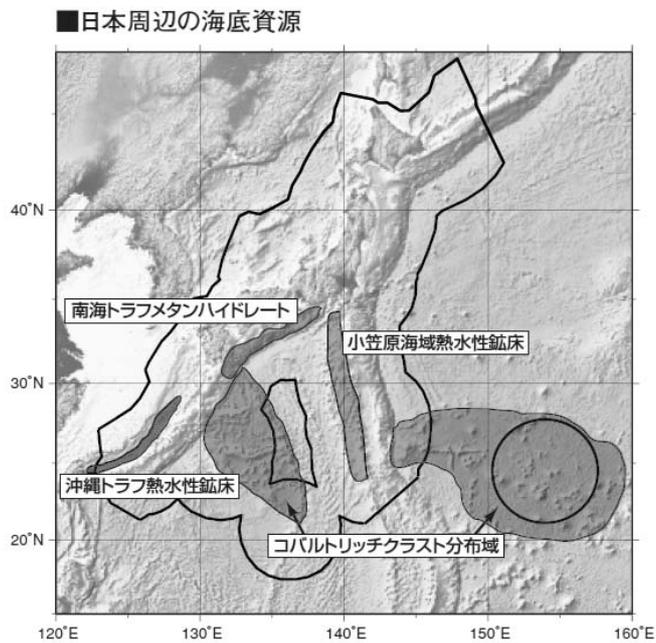
石油資源や石炭、鉄鉱石等の資源に恵まれない我が国は、これまで「資源小国」とされてきたが、メタンハイドレートなどの新たな海底資源の発見により、将来的に「資源保有国」へと転換する可能性が生じてきている。

これまでこうした海底資源が着目されなかった主な理由は、それを利用する技術力の不足や、コスト面での在来資源との競争力であったが、石油や希少金属等の資源ストックの限界が意識され、価格が上昇する中、各国政府や民間企業がこうした「未来の資源」の開発競争に取組み始めている。

新たな資源が利用可能となるためには、①大量に賦存している、②ある程度集中的に賦存している、③技術的に利用が容易、④(これらの結果として)経済的に利用が可能である、等の条件が満たされている必要がある。①、②が満たされていれば、技術開発、在来資源の価格変動などにより、③、④の条件が満たされ、近い将来に利用の扉が開けていく可能性がある。

以下、日本周辺に賦存し、将来的な利用が有望視される天然ガス、メタンハイドレート、熱水性鉱床、コバルトリッチクラスト等の海底資源の将来利用可能性についてみていく。

図表 11.1 日本周辺の海底資源



日本列島の200海里排他的経済水域(実線)と海底資源分布域(コバルトリッチクラストは分布域内の海山斜面に分布する)

出典) 「人と海洋の調和を目指して 150 人のオピニオンⅢ」海洋政策研究財団「海底資源開発で世界をリードしよう」玉木賢策 東京大学大学院工学系研究科地球システム工学専攻教授より

(1) 石油・天然ガス

世界的には、北海、メキシコ湾等での海底油田・ガス田開発が有名であるが、近年、大水深の油ガス田開発が増加しており、2006年にはメキシコ湾のジャック油田で掘削深度2万8,175フィート(8,588m)の大深度掘削に成功している。

東シナ海の日本、中国双方が主張する排他的経済水域(EEZ)の境界部の海底にも、大規模な油ガス田の存在が確認されている。経産省が94年に行った試算では、東シナ海の日本側海域全体での石油や天然ガスの埋蔵量は、原油換算で5億キロ・リットル(日本の年間原油消費量の2年分、日本の年間石油生産量は90万キロ・リットル)とされている。現在、日中両国間で、東シナ海における海底資源の共同開発の可能性を含めた協議が進められているが、両国間の交渉が難航しているほか、既に中国側では日本が主張する日中中間線に近接する春暁油ガス田で生産を開始しているのに対して、我が国ではこれから同海域での試掘が開始されるなど、開発の出遅れが懸念されている。また、油ガス田と我が国の間には沖縄トラフが存在しているためパイプラインの敷設は困難(中国側は海底パイプラインを敷設)とも言われ、今後輸送手段の確保等も課題となる。

いずれにしても、同海域は我が国では最大級の油ガス田であるため、今後周辺諸国との協調のもと、近い将来に開発が進められると考えられる。

図表 11.2 東シナ海ガス田の開発状況



(注) 中間線は、概念的に引いたものである。

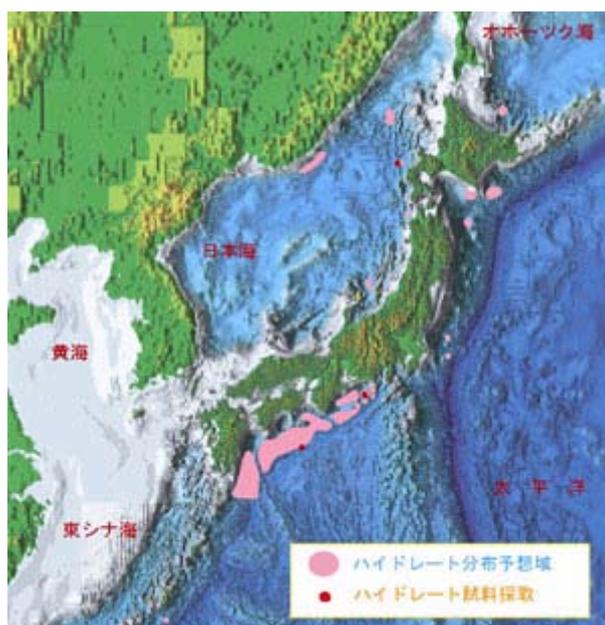
出典) エネルギー白書 2005

(2) メタンハイドレート

現状で見たように、メタンハイドレートの堆積場所としては永久凍土と深海が多く、我が国では、東海地方沖から宮崎県沖水深 500m 以深の南海トラフと呼ばれる地域に特にハイドレートが集中していると考えられている。

メタンハイドレートは水分子がガス分子を閉じこめたシャーベット状の物質であり、その採掘・利用には、井戸を掘れば自噴する石油、天然ガスとは異なった新たな技術開発が必要とされる。埋蔵場所が深海の場合も多く、コスト面も課題となっている。このため、従来は 21 世紀中の利用が困難とされることも多かったが、各国のエネルギー戦略や石油価格の高騰の中、近年再び大きな注目を浴びるようになっている。

図表 11.3 世界と日本のメタンハイドレート資源の分布



出典) メタンハイドレート資源開発研究コンソーシアムHP

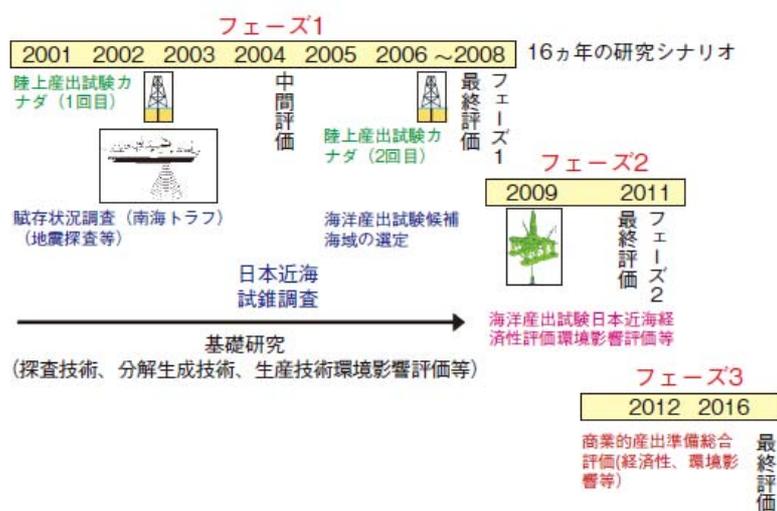
我が国では、1995年に「第8次国内石油及び可燃性天然ガス資源開発5カ年計画」でメタンハイドレートが取り上げられ、2001年7月には経済産業省により「我が国におけるメタンハイドレート開発計画」が発表され、メタンハイドレート研究が国家プロジェクトとして実施されるなど、世界の中でも先行してメタンハイドレート研究が進められてきたが、近年、米国、中国、インド、カナダ等も急速に開発を進めている。

こうした中、現在、経済産業省・資源エネルギー庁およびメタンハイドレート資源開発研究コンソーシアムにより、2017年以降の商業的産出を目指した、基礎的研究が進められている。2006年1月に公表された経産省の試算では、ハイドレートから産出されるガスの生産コストは54～77ドル/バレル（原油量換算）とされており、近年の石油価格高騰が続けば、実用化時期は従来の予想より大きく早まる可能性がある。今後2009～2011年に予定されているフェーズ2研究の中で、メタンハイドレート開発の経済性についての検討が行われることとなっているが、その中で一定の経済性が示されればハイドレート実用化に道が開けることとなる。

メタンハイドレートの資源量は既存の天然ガス資源に比べ桁外れに大きく無尽蔵とも言えるが、生産コストは、埋蔵条件等により大きな差があるとされ、開発は、生産条件の良いところからと考えられる。我が国のメタンハイドレート資源は、いずれも大水深で海底からの距離も深いいため、商業的な開発のためには生産コストの低い生産技術の開発が必須である。

また一方で、新たな化石燃料利用や採掘時のメタンガス漏出等による地球温暖化への影響を懸念する声もあり、対策技術の開発も並行して進める必要がある。

図表 11.4 「我が国におけるメタンハイドレート開発計画」(2001～2016)の研究フロー



出所：中水他（2004年）に加筆

出典）「メタンハイドレート—資源量評価研究の経緯と最新の成果—」2007.9、石油天然ガス・金属鉱物資源機構

(3) 熱水性鉱床、コバルトリッチクラスト

我が国周辺海域への賦存量が多い海底金属資源としては、熱水性鉱床とコバルトリッチクラストが知られている。

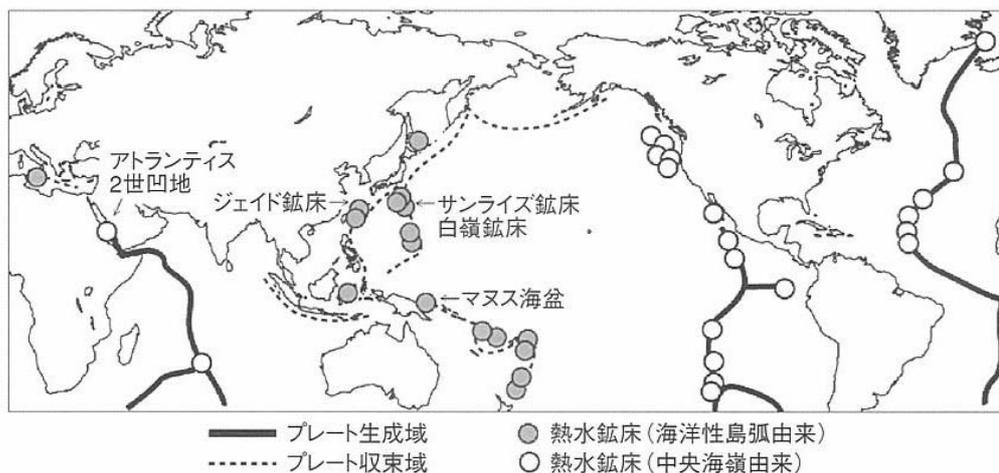
熱水性鉱床は、海底火山活動に伴い生成される銅、鉛、亜鉛を含む硫化物鉱体であり、白金等の希少金属を含むこともある。一般には 1000m 未満の比較的水深の浅い海底に賦存する資源が多い。我が国では沖縄トラフ、伊豆・小笠原に、世界最大級の海底熱水性鉱床がみられる。

コバルトリッチクラストは、深海部で堆積した、コバルト、銅、白金などの有用鉱物を含む厚さ 10cm～20cm の固結した堆積物である。日本の小笠原諸島東方および南鳥島周辺の太平洋の海底には約 1 億 5 千万年前に形成された地球上最大の海山密集帯があり、そこに多くの堆積が見られる。

いずれについても、我が国では 80 年代半ば以降に調査、採鉱、精錬等に関する研究が進められたが、経済性等の観点から、開発利用には至っていない。一方で、世界では近年、カナダとベルギーの合弁企業による熱水性鉱床の商業開発が開始されるなど、海底金属資源実用化に向けた動きが見られるようになっている。

今後の貴金属類の価格推移によっては、将来的に日本近海の資源についても採算ラインに乗ってくる可能性があるが、商業利用のためには大深度における効率の良い採掘技術、精錬技術の研究開発等を進めていく必要がある。

図表 11.5 世界の熱水性鉱床の分布



出典) 「海洋資源 7つの不思議と 11の挑戦」(社)日本船舶海洋工学会

11.2 海洋エネルギー

[ポイント]

- 【潮汐発電、波浪発電】潮汐発電、波浪発電については、我が国では 80 年代以降熱心に研究開発が進められてきたが、経済性の点から実用化は進んでいない。ヨーロッパでは、近年地球温暖化対策の観点から、再生エネルギーへの関心が高まり、2000 年代に入って新たな波浪発電装置の開発が進められている。例えば、2004 年にはイギリスにヨーロッパ海洋エネルギーセンターが設立され、ここで開発された波浪発電装置がポルトガル沖に実用機として展開されている。
- 【海上風力発電】世界的な再生エネルギーへの関心の高まりの中、欧州沿岸国においては、海上風力発電の導入が盛んである。例えば、EU 指令では、2010 年までに EU の最終需要エネルギーに占める風力発電比率を 10%まで高めるという目標が設定されている。我が国では、地球温暖化対策推進大綱（地球温暖化対策推進本部平成 14 年 3 月決定）の風力エネルギー導入目標として、2010 年までに 3000MW（海陸含む）が掲げられている。国立環境研究所や海上技術安全研究所等の研究機関によって、我が国に適した海上風力発電装置の研究開発が進められている。

我が国で従来取り組まれてきた海洋エネルギー利用としては、潮汐発電、波浪発電等がある。また、海外での取組が先行し、我が国でも今後導入が検討されているものとして、海上風力発電がある。

（１）潮汐発電、波浪発電

潮汐発電、波浪発電については、我が国では 80 年代以降熱心に研究開発が進められてきたが、経済性の点から、実用化は進んでいない。一方で、ヨーロッパでは、近年地球温暖化対策の観点から、再生エネルギーへの関心が高まり、2000 年代に入って新たな波浪発電装置の開発が進められている。例えば、2004 年にはイギリスにヨーロッパ海洋エネルギーセンターが設立され、ここで開発された波浪発電装置がポルトガル沖に実用機として展開されている。

ヨーロッパは我が国に比べ、一定の偏西風が吹き、波の強さが比較的一定であるなど波浪発電にとっての条件が良いこと、環境に対する社会的関心が高いことなどの条件の差はあるが、エネルギー価格が高騰した場合、我が国でも今後潮汐発電、波浪発電等の実用化の可能性はあると考えられる。

日本の海岸 1m 幅当たりの波のエネルギーは平均 6~7kW で、ヨーロッパの平均 40kW と比べると少ないが、日本の海岸線の総延長 3 万 5000km をかけると、波エネルギーの総量は 3100 万~3600 万 kW に達する計算となり、これは日本の年間発電量の約 3 分の 1 に相当する。発電効率を考慮しても、最大で我が国のエネルギー需要の約 1 割がカバーできる可能性がある。（(独)海洋研究開発機構試算、

<http://www.jamstec.go.jp/jamstec-j/30th/part6/page5.html>

今度、発電効率の向上や設備コストの低減、送電方式の改善等が進めば、一定程度の普及が進み、地球温暖化防止等に貢献できる可能性がある。

図表 11.6 英国の海洋波力発電
ファーム想像図



図表 11.7 ポルトガル沖に
展開された実用機



出典) Ocean Power Delivery Ltd. 社 HP

(2) 海上風力発電

世界的な再生エネルギーへの関心の高まりの中、欧州沿岸国においては、海上風力発電の導入が盛んである。

例えば、EU 指令では、2010 年までに EU の最終需要エネルギーに占める風力発電比率を 10% まで高めるという目標が設定されており、これに対応して、欧州風力エネルギー協会 (EWEA : European Wind Energy Association) では、欧州全体で 2010 年までの風力発電の予測導入量は 75,000MW、このうち 10,000MW が洋上となる見通しであるとしている。我が国では、地球温暖化対策推進大綱 (地球温暖化対策推進本部平成 14 年 3 月決定) の風力エネルギー導入目標として、2010 年までに 3000MW (海陸含む) が掲げられている。

欧州諸国の場合、偏西風が一定であることのほか、比較的水深の浅い海域が多いことなどが、海上風力発電導入にとって有利に働いている。

一方で我が国の場合、季節による風の変動が大きい、沿岸域において急激に水深が深くなる場合が多い等、欧州諸国に比べ不利な条件が多い。しかしながら、国立環境研究所や海上技術安全研究所等の研究機関によって、我が国に適した海上風力発電装置の研究開発が進められている。(「人と海洋の調和を目指して 150 人のオピニオンⅢ」海洋政策研究財団「洋上風力発電への期待」堀雅文 東京大学産学連携本部特任教授)

海底への固定設置適地の少ない我が国の場合には、係留式の装置が主流となる。一方で、沖合を浮遊しながら発電する、非係留方式の「セーリング型風力発電プラント構想」という先進的な研究も進められている。

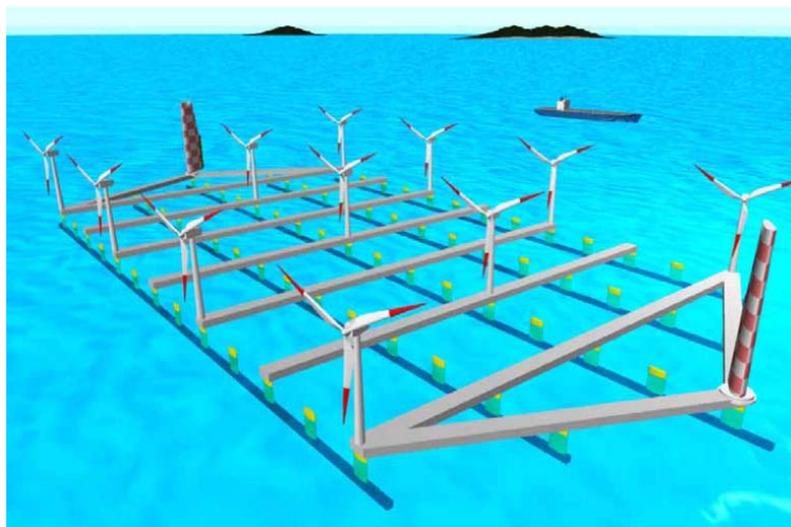
沿岸係留式の場合にはケーブル送電方式が一般的であるが、係留式の一部や沖合非係留方式の場合には、海水を電気分解した水素で発生エネルギーを輸送する方式も検討されている。

洋上風力発電の我が国への本格普及に向けては、我が国特有の台風等への対策、海上における腐食対策、航行安全、バードストライキングなどの課題が残されている。また、当然コスト面での課題もあり、将来的な普及率は欧州のような再生エネルギーへの優遇策がどこまで図られるかにも依存している。

また、風力エネルギーを利用して水素を生成し輸送する方式については、需要側の水素社会がどこまで実用化するかという問題もある。

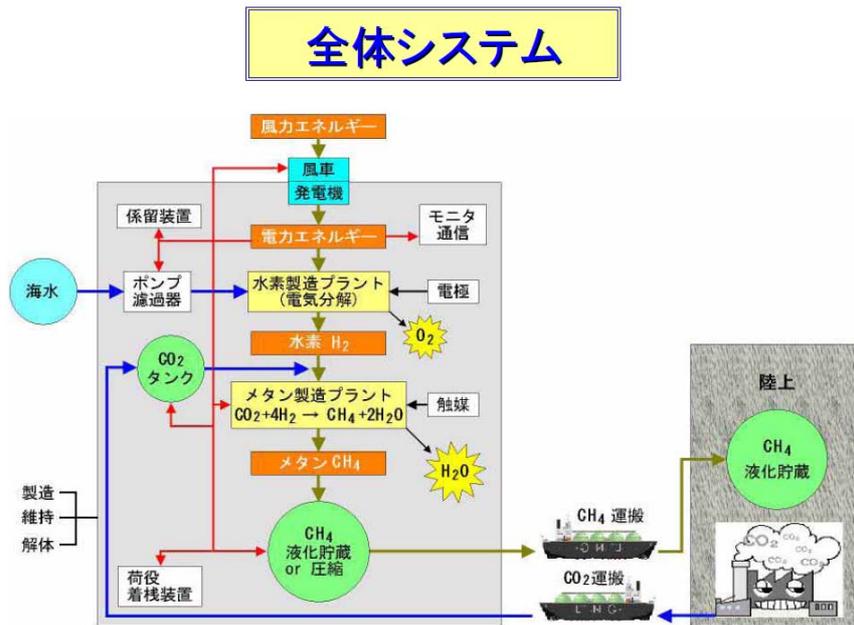
しかしながら、地球温暖化対策を早急に進める必要、国家戦略上エネルギー自給率を高める必要などから、海上浮力発電の早期導入は我が国にとって重要な戦略課題であり、可能なところから順次導入を進めていくことになると考えられる。

図表 11.8 「セーリング型風力発電プラント構想」(国立環境研究所)のイメージ図



出典) 「浮体式洋上風力発電の開発」(独)海洋技術安全研究所作成資料

図表 11.9 浮体式洋上風力発電による水素発生システム（海上技術安全研究所）



出典) 「浮体式洋上風力発電の開発」(独)海洋技術安全研究所作成資料

1 2. 地球温暖化

[ポイント]

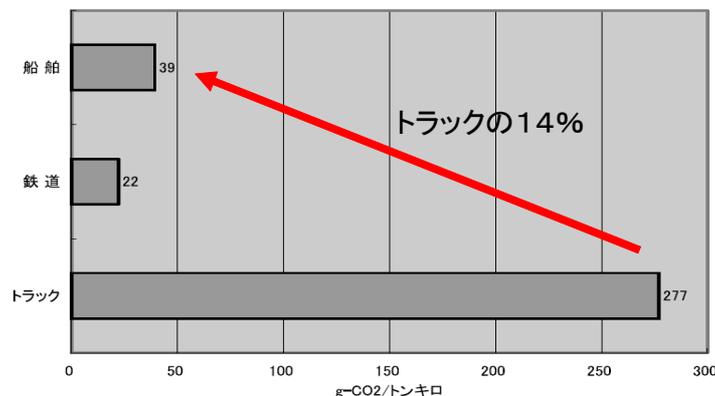
- 【沿岸に及ぼす影響】 IPCC の第 4 次評価報告書第 1 作業部会報告書によると、A1B シナリオに対して、2050 年には 1980～1999 年を基準として約 14～24cm 程度、世界の平均海面水位が上昇するとしている。
- 【北極地域、南極地域の運輸に与える影響】 北極海域の航路の開通によって、海氷のない時期の欧州 - 極東アジア間の航海日数が、スエズ運河を通る現行路に比べて 3 週間短くなる。高緯度地域における石油やガスの開発は、海氷のない期間が増えることで促進される。
- 【北米地域の運輸に与える影響】 温暖化により開水面が増え、冬季の海氷も減ることで、カナダ・アラスカ北部など北極海の可能運航期間が増加する。海域の覆氷面積と厚さの減少により、大西洋カナダ沖の砕氷コストを減らし、北極海をパナマ運河に代わる航路として使用するのが促進される。北極海の化石燃料開発コストが安くなることによって、石油を運ぶ船舶の需要が増える。これに伴い、危険物の流出事故の増加も考えられる。

(1) 経緯

1997 年 12 月の COP3（気候変動枠組条約第 3 回締約国会議）で採択された京都議定書により、08 年から 12 年の間に、わが国は二酸化炭素の排出量を 6%削減することが義務付けられた。一方で、米国が参加せず、韓国や中国なども削減義務がない。

これにより、貨物輸送の分野でも、従来の陸上トラック輸送から、船による海上輸送および鉄道輸送に切り替えることが検討されている。

図表 12.1 輸送機関別単位あたり二酸化炭素排出の割合



出典) 「海と安全」2005 年秋号 (社)日本海難防止協会

外航海運にかかわる船舶から排出される GHG の削減については、国際海事機関 (IMO) を通じて実行することが規定されているが、現時点では外航船舶から排出される GHG に関する国際的な規制はない。

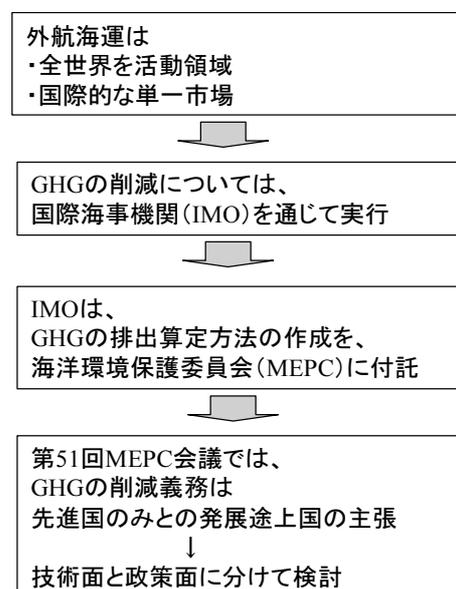
京都議定書では、各国の数値目標を達成するための補助的手段として、市場原理を活用する京都メカニズム (共同実施: JI、クリーン開発メカニズム: CDM、排出量取引) が導入されている。

図表 12.2 市場原理に基づく GHG の削減

	概要
CDM (Clean Development Mechanism)	付属書 I 国-非付属書 I 国間の排出クレジットのやり取り、プロジェクトベース
JI (Joint Implementation)	付属書 I 国間の排出クレジットのやり取り、プロジェクトベース
排出権取引 (Emissions Trading)	付属書 I 国間(自国内も理論上可能)の排出枠のやり取り、プロジェクトベースである必要はない

※現時点で外航海運への CDM の適用は認められていない。(第 25 回 CDM 理事会の議事録より)

図表 12.3 IMO を通じた取り組み



(2) 現状と今後

1) バリ・ロードマップ

国連の「気候変動枠組み条約第 13 回締約国会議 (温暖化防止バリ会議)」において、09 年までに完了する「バリ・ロードマップ」の骨格案が示された。ただし現状は「たたき台」で 12 月 12~14 日の閣僚級会合で合意が目指される。

議定書に定めのない 13 年以降の長期的な共同行動のため、条約の拡張や新たな枠組みづくりの作業をただちに始め、最初の会合を 08 年 6 月までに開くと規定。

先進国で 20 年までに温室効果ガスを 90 年比で 25～45%削減、全世界で今後 10～15 年のうちに排出量を減少に転じて 50 年に 00 年比で半減、との数値も示されている。

2) 総論

海上輸送は環境保全面で優れた特性をもつため、今後は陸上トラック輸送から海上輸送へのシフトが進むと考えられる。

ただし、その輸送量・距離の大きさから、GHG 排出の「総量」に対する船舶の影響の大きさは否めない。今後は、船体抵抗の改善、プロペラの効率改善、エンジン効率の改善、最適航路・最適航行速度の検討、陸上トラック輸送と海上、鉄道輸送の最適な組み合わせ検討等が必要である。

3) 各論のレビュー（研究機関等における予測より）

① 地球温暖化のインパクト

北極海の気温上昇、海面気圧の低下、海氷の減少といった変化は、生態系や生物資源の変化、人口分布の変化、北極域のみならず北半球規模での海運や水産といった経済活動に重大な影響を与える。その生物学的、社会学的な波及効果は、エルニーニョ現象に匹敵する。

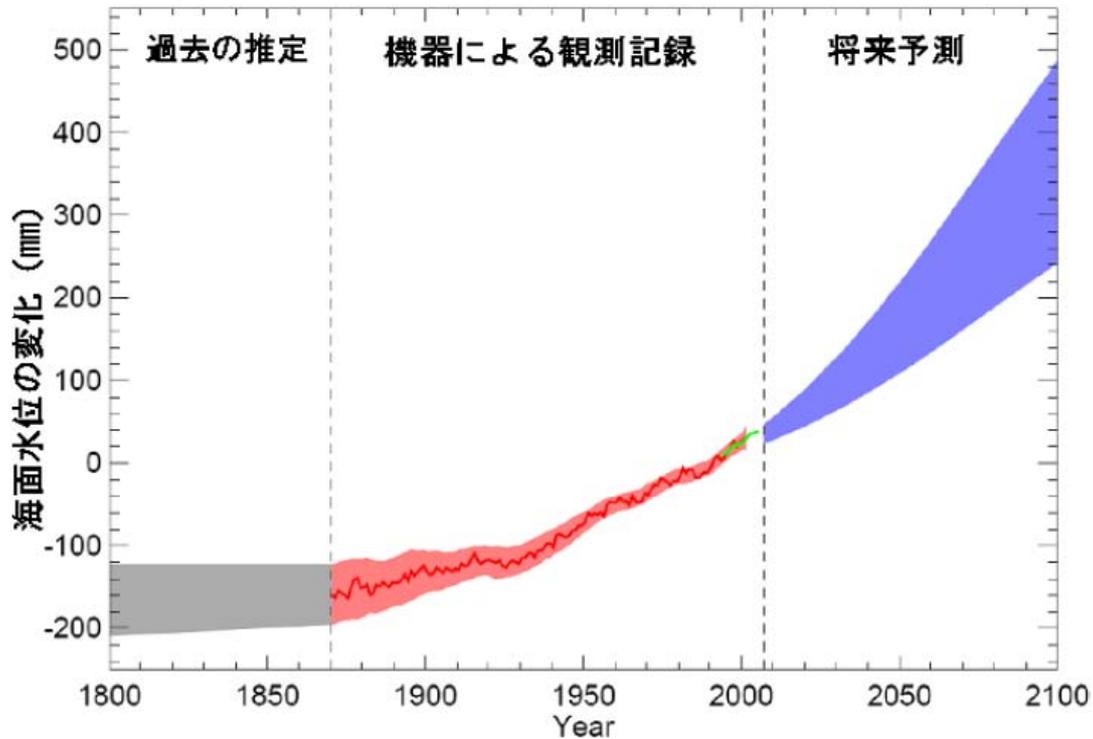
海氷は大気－海洋間のエネルギーや物質の交換を抑制する海の蓋の効果を持つとともに、アルベド（反射率）の増大によって海面における放射収支を大きく変える。よって温暖化により海氷がわずかでも減少すると、正のフィードバック効果によりその減少は急激に進む。その結果として北極海の海氷の変化は、大気・海洋大循環を介して全球規模の気候変動に重大な影響を与えることとなる。

② 沿岸災害⁷

IPCC の第 4 次評価報告書第 1 作業部会報告書によると、A1B シナリオに対して、21 世紀中に、1980～1999 年を基準として約 24～50cm 程度、世界の平均海面水位が上昇するとされている。

⁷IPCC, The Regional Impacts of Climate Change [<http://www.grida.no/climate/ipcc/regional/275.htm>]

図表 12.4 世界平均海面水位の過去及び将来予測⁸



※1870 年以前は、海面水位の地球全体における観測データがない。灰色で示した陰影は、海面水位の長期的な推定上昇率の不確実性を表す。赤線は、潮位計による世界平均海面水位を再構成したものであり、赤い陰影は平滑化された曲線から算出された変動範囲を示す。Y 軸は、1980～1999 年の平均をゼロとしている。緑色の線は、人工衛星の高度計によって観測された世界平均海面水位である。青い陰影は、SRES A1B シナリオに対する、1980～1999 年を基準としたモデルによる 21 世紀の予測範囲であり、観測データからは独立して計算された。2100 年以降の予測は、さらにシナリオに依存する。数世紀もしくは千年を超える期間で、海面水位は数 m 上昇し得る。

⁸気象庁ウェブサイト，IPCC 第 4 次評価報告書，第 1 作業部会報告書，概要及びよくある質問と回答，第 5 章 観測結果：海洋の気候変化と海面水位，平成 19 年 11 月 14 日

[http://www.data.kishou.go.jp/climate/cpdinfo/ipcc/ar4/ipcc_ar4_wg1_es_faq_chap5.pdf]

なお、地球温暖化が我が国の沿岸域に与える影響の分析については、文部科学省により、来るべき IPCC 第5次評価報告書への寄与と気候変動対応政策への科学的基礎の提供を目的として、本年度より5カ年計画（平成19年度～23年度）で「21世紀気候変動予測革新プログラム」が実施されており、その中で“長期的気候変動を視野に入れた沿岸域災害リスクの世界評価”（研究代表者：横木裕宗・茨城大学准教授）検討が開始された。

また、文部科学省 防災科学技術研究所の予測では、2000年の人口総数をもとに試算すると、防潮堤がなければ、既に約800万人が海面下に住んでいることになり、また1mの海面上昇でさらに500万人程度が影響を受ける可能性が示されている⁹。

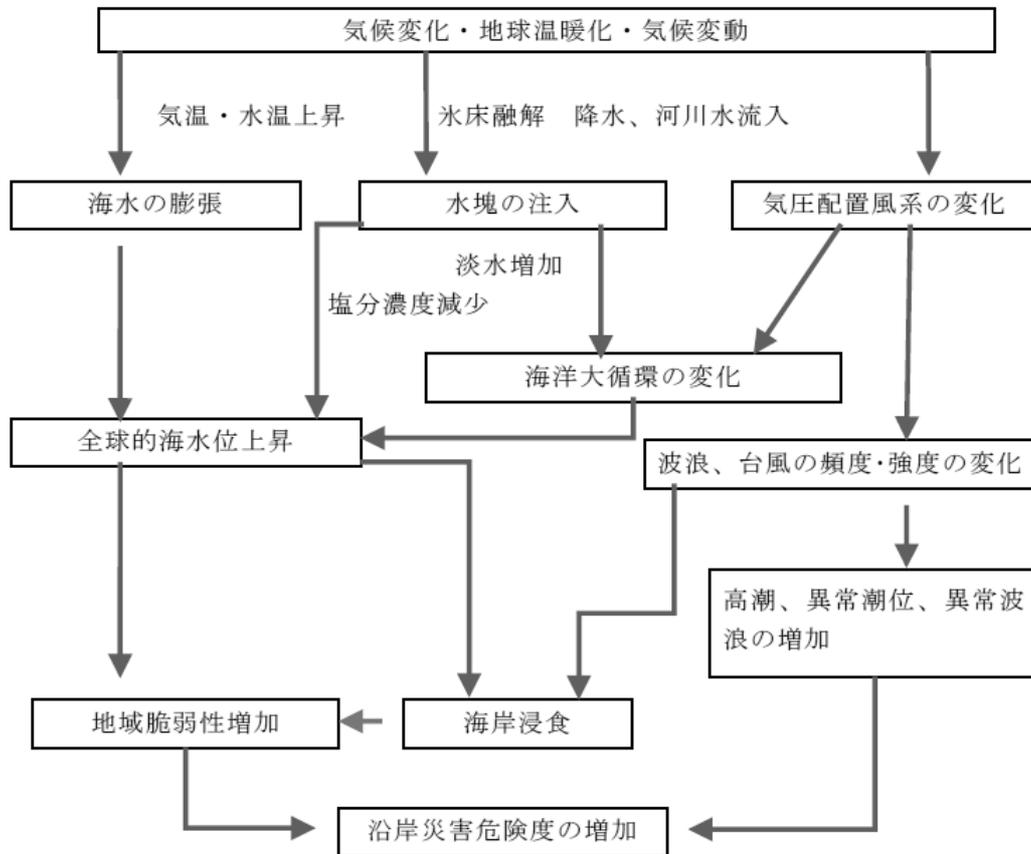
図表 12.5 現状の海岸線から1、2、3、5、10mさせたときの影響人口と面積

	影響人口		対総人口比率		影響面積(km ²)		
	基準=0m		基準=0m		基準=0m		
0m	7,803,971	---	6.15%	---	5,363		国土面積の約1%
1m	12,895,450	(5,091,479)	10.16%	(4.01%)	7,228	(1,865)	同約2%
2m	18,657,965	(10,853,994)	14.70%	(8.55%)	9,570	(4,207)	同約3%
3m	23,629,354	(15,825,383)	18.62%	(12.47%)	11,682	(6,319)	
5m	30,949,569	(23,145,598)	24.38%	(18.24%)	15,242	(9,880)	
10m	43,400,996	(35,597,025)	34.19%	(28.05%)	21,791	(16,429)	

地球温暖化が台風の発生頻度・強度・通過経路に与える影響については、未だ確証は得られていない。しかし、将来において仮に現状と同等の台風の発生頻度・強度であったとしても、海面上昇が予測どおりに進行すれば、台風による高潮被害はこれまで以上の脅威となると考えられる。

⁹ 防災科学技術研究所、「海面上昇時に影響を受ける面積と人口について」、2005年
[\[http://engan.bosai.go.jp/engan/map/info/eikyoku.pdf\]](http://engan.bosai.go.jp/engan/map/info/eikyoku.pdf)

図表 12.6 気候変化・地球温暖化・気候変動と沿岸災害の関係¹⁰



(3) 北極地域、南極地域の運輸に与える影響¹¹

海氷の面積と厚さの減少により運航可能期間が増加し、水運、観光などの収益が増加する。

北極海域の航路の開通によって、海氷のない時期の欧州 - 極東アジア間の航海日数が、スエズ運河を通る現行路に比べて3週間短くなる。

Labrador 海氷が消えることでカナダ沿岸警備の砕氷コストが年間 15-20 百万カナダ・ドル削減できる。

高緯度地域における石油やガスの開発は、海氷のない期間が増えることで促進される。海氷や冰山を避けるための費用が大幅に削減されるが、もし嵐や高潮の頻度や規模が大きくなれば沖合施設や海岸施設の設計が必要となり、石油流出の洗浄作業も困難になる。

カナダ、ロシアにおいて、南北の河川輸送が活性化する。

¹⁰学術会議，地球規模の自然災害の増大に対する安全・安心社会の構築（答申），平成 19 年 5 月 30 日

¹¹IPCC, Special Report on The Regional Impacts of Climate Change -An Assessment of Vulnerability [http://www.grida.no/climate/ipcc/regional/index.htm]

(4) 北米地域の運輸に与える影響¹²¹³

1) 海運

温暖化により開水面が増え、冬季の海氷も減ることで、Beaufort 海域(カナダ・アラスカ北部)など北極海の可能運航期間が増加する。

雪や氷の制御にかかるコストは温暖化によって大幅に減ると予想されている(特に塩)。海域の覆氷面積と厚さの減少により、大西洋カナダ沖の砕氷コストを減らし、北極海をパナマ運河に代わる航路として使用するのが促進されることが考えられる。

北極海の化石燃料開発コストが安くなることによって、石油を運ぶ船舶の需要が増える。これに伴い、危険物の流出事故の増加も考えられる。

2) 道路

道路凍結の減少により、最も安価な運輸手段である自動車輸送が増加する。この影響は、海氷の減少による海上輸送の増加を相殺する。

道路について、凍結融解サイクルや雪の減少による維持管理費が減少するが、一方で猛暑期間の増大による舗装歪みが増大する。

永久凍土の融解により、道路舗装が破損する恐れがある。

3) 沿岸域

沿岸域の交通機関(道路、鉄道、港湾、空港、トンネル、地下鉄坑道)が使用不可能になる。

4) (参考) 水運

南部では五大湖やセントローレンス川といった内陸水路の氷のない期間が増大するが、一方で水深の減少と季節的な渇水により、商業的な運航が不可能な時期も増大する。

気候変動の直接的な影響で、運輸需要に変化がある例は少ないが、例外として五大湖の運輸モードが、一部船舶から鉄道・自動車に転換することが予想されている。(渇水による五大湖の水面低下による)

寒冷地域では内陸や沿岸の水運可能期間が延長する。高潮・ストーム増大による影響がどの程度発現するかは研究が不足している。

冬季のアイス・ロード(凍った河川の通行)は運航可能期間が短縮化される。

¹²Center of Climate Change and Environmental Forecasting (米国運輸省気候変動・環境予測センター), The Potential Impacts of Climate Change on Transportation: Workshop Summary and Proceedings, October 1-2, 2002 [<http://climate.volpe.dot.gov/workshop1002/index.html>]

¹³⁴に同じ

(5) 各論のまとめ（海事産業の将来を考える上での示唆）

北極、南極海域等の海氷存在海域における海運の活性化（+；海事産業の活性化に寄与）

化石燃料開発コストの低減による石油を運ぶ船舶の需要増（+）

海氷存在地域における観光の増加（+）

永久凍土の融解による道路破損、猛暑期間の延長による舗装歪み（+？）

寒冷地域内道路交通の増加（-；海事産業の抑制に寄与）

港湾等、低位面にある沿岸部の交通機関、施設の水没／高潮被害の頻発（-）

13. 循環型社会

13.1 循環型社会

[ポイント]

■ 今後、シングルハルタンカーのフェーズアウト加速等によりリサイクル需要が短期的に増大する可能性があり、

①世界的に十分なリサイクル能力の確保、②環境に優しく安全なリサイクルの実現を両立できるような枠組みが必要。

■ 船舶の解撤は、労働コストの低いインドやバングラディッシュなどで行われているが、途上国の環境と労働者に深刻な被害をもたらしているという問題がある。今後、造船から解撤までのライフサイクル全体における環境負担のアロケに関する世界的な議論が起きる可能性がある。

■ 中央環境審議会廃棄物・リサイクル部会国際循環型社会形成と環境保全に関する専門委員会では、東アジア地域での適正な物質循環を確保した「東アジア循環型社会ビジョン」の構築を進めていくことも提唱されている。

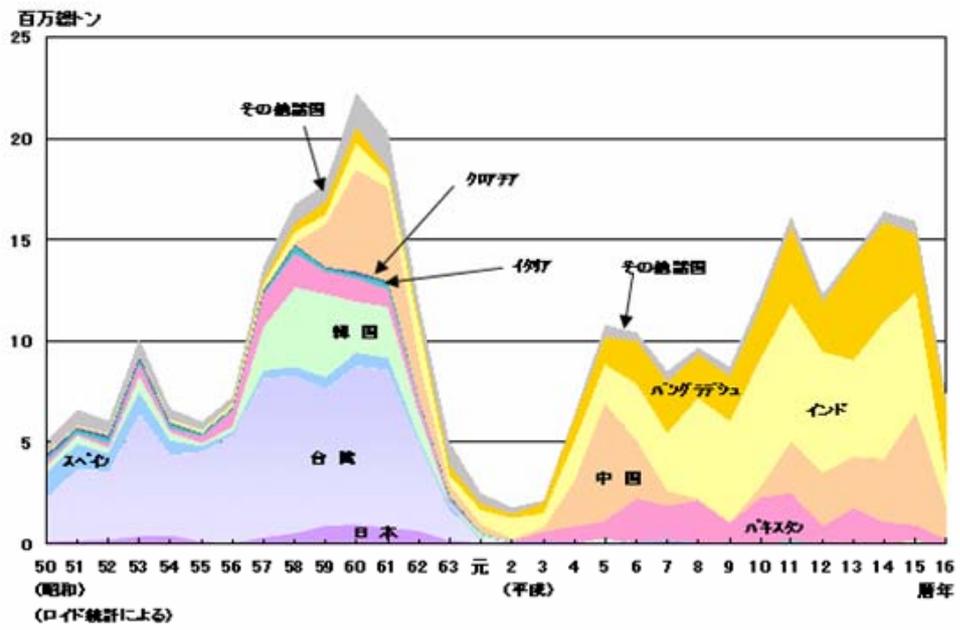
(1) 現状

シップリサイクルは、再利用材・再生材の需要が近隣に存在し、かつ労働コストの低い国を除いては経済的に成立しないため、近年、その中心はインドやバングラディッシュなどの国々へ移っている。

船舶解体が途上国の環境と労働者に深刻な被害をもたらしているとの問題提起により、UNEP（国連環境計画）、IMO（国際海事機関）、ILO（国際労働機関）等の国際機関において検討が進められている。

今後、シングルハルタンカーのフェーズアウト加速等によりリサイクル需要が短期的に増大する可能性があり、①世界的に十分なリサイクル能力の確保、②環境に優しく安全なリサイクルの実現を両立できるような枠組みが必要である。

図表 13.1 船舶解体実績数



出典) 海事レポート

(2) 今後

国土交通省では重点施策として「総合的な静脈物流システムの構築」を掲げ、その重要な推進策として「港湾を核とした静脈物流ネットワーク」を構築していくこととしている。「港湾を核とした静脈物流ネットワーク」を構築するにあたっては、既存ストックを最大限に活用し、港湾における総合的な静脈物流拠点の形成を進めるとともに、これら拠点を核として環境に優しく安全で低コストな海上輸送で結びつける広域的なネットワークを目指している。

東アジア地域での適正な物質循環を確保した「東アジア循環型社会ビジョン」の構築を進めていくことも提唱されている。

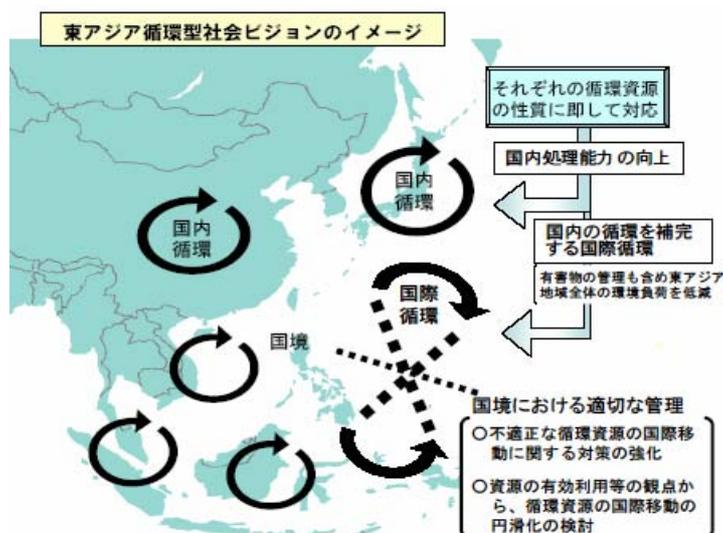
図表 13.2 総合的な静脈物流拠点の概念図

● 総合的な静脈物流拠点の概念図

大規模なリサイクル処理施設の集中立地、残さ処分のための廃棄物海面処分場、ストックヤード等の静脈物流基盤の整備を一体的に展開し、循環資源の収集・輸送・処理の総合的な静脈物流拠点を形成



出典) 国土交通省HP



出典) 中央環境審議会 廃棄物・リサイクル部会国際循環型社会形成と環境保全に関する専門委員会東アジア循環型社会

(参考試算) 海上輸送コストモデルの構築及び将来の荷動き変化に伴う影響等

国際海上コンテナを対象として海上輸送コストモデルを構築し、将来予測で推計したシナリオの OD 表に基づきコストの変化を試算した。

1. 海上輸送コストモデルの構築

(1) モデル構築の考え方

国際海上コンテナを対象として海上輸送コストモデルを構築した。

海上輸送コストは、①航行日数に比例しない停泊コスト、及び②航行日数（航行距離）に比例する航行コストから構成されると考え、下記のコスト式をベースに検討を行った。

$$F = \alpha + \beta \times d$$

ここで、F：1 区間 1 個当たり海上輸送コスト[円/個・区間]

α ：1 区間 1 個当たり停泊コスト[円/個・区間]

β ：1 日 1 個当たり航行コスト[円/個・日]

d：1 区間当たり航行日数[日/区間]

なお、海上輸送コストは、以下の費目から構成されると想定している。

- | | |
|--------|----------|
| ・資本費 | ・雑費 |
| ・船員費 | ・潤滑油費 |
| ・船用品費 | ・コンテナ購入費 |
| ・修繕費 | ・船主店費 |
| ・保険費 | ・停泊時燃料費 |
| ・固定資産税 | ・航行時燃料費 |

(2) 各費目の推計方法

各費目の推計は以下の統計資料等を基に設定した。

図表 1 各費目の設定根拠

項目	元データ、統計等
①資本費[百万円/年]	耐用年数表などより推計
②船員費[百万円/年]	「船員労働統計」(2006.6)、「船員統計」(2005.10)より推計
③船用品費[百万円/年]	内航総連合会資料などより推計
④修繕費[百万円/年]	各種資料より想定
⑤保険費[百万円/年]	各種資料より想定
⑥固定資産税[百万円/年]	固定資産税標準税率1.4%より
⑦雑費[百万円/年]	内航総連合会資料などより推計
⑧潤滑油費[百万円/年]	各種資料より想定
⑨コンテナ購入費[円/隻・日]	コンテナ単価、耐用年数等より推計
⑩船主店費[百万円/年]	2006年度有価証券報告書より
総トン数[GT]	「国際輸送ハンドブック2008版」(株オーシャンコマース)より推計
船価[百万円/隻]	「造船造機統計月報1998.05～2007.09」より推計
船員数[人]	「船員統計」(2005.10)より推計
B1': 停泊時燃料消費率[t/隻・日]	環境庁大気保全局「窒素酸化物総量規制マニュアル1995」算定式より
B2': 航行時燃料消費率[t/隻・日]	環境庁大気保全局「窒素酸化物総量規制マニュアル1995」算定式より
PM: 主機出力[PS]	環境庁大気保全局「窒素酸化物総量規制マニュアル1995」算定式より
PS: 補機出力[PS]	環境庁大気保全局「窒素酸化物総量規制マニュアル1995」算定式より
O: 燃料単価[円/t]	平成17年船舶燃料油価格

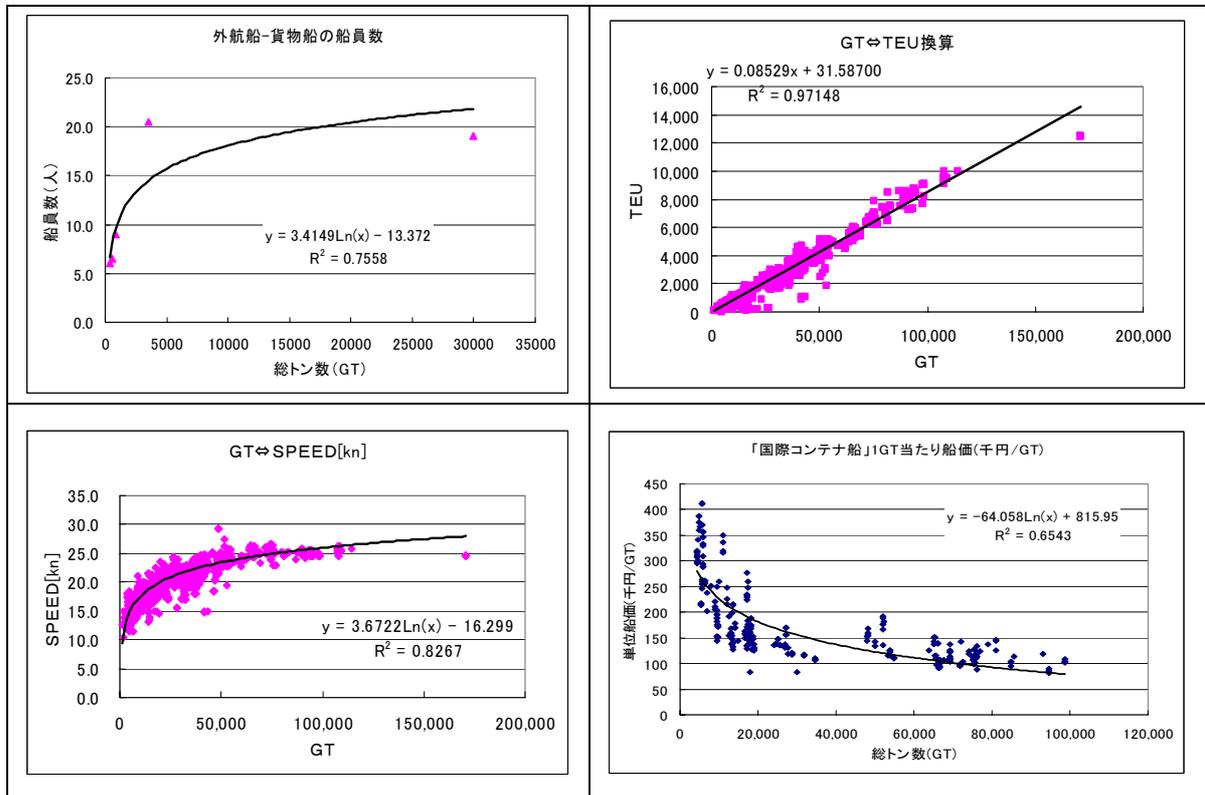
具体的な設定方法・モデル式は以下のとおり設定した。

図表 2 各費目の具体的な設定方法・モデル式

項目	設定根拠
α : 1区間1個当たり停泊費用[円/個・区間]	$\alpha = a / (T \times R)$ より算出
β : 1日1個当たり航行費用[円/個・日]	$\beta = b / (T \times R)$ より算出
a: 1日停泊費用[千円/隻・日]	$a = P + B1$ より算出
b: 1日航行費用[千円/隻・日]	$b = P + B2$ より算出
P: 1日当たり船費[円/隻・日]	$P = (\text{年間船費}) / (\text{年間稼働日数})$ より算出
①資本費[百万円/年]	元金均等返済方式、金利3.35%(船舶公団金利)、15年(法定耐用年数)
②船員費[百万円/年]	$(\text{船員給与}) \times (\text{船員数})$ 、船員給与: 770千円/人月、船員数=2.9587 \times Ln(GT)-8.4774(R2=0.76)
③船用品費[百万円/年]	$0.6247 \times GT / 1,000 + 2.1081$ (R2=0.98)
④修繕費[百万円/年]	船価の2%
⑤保険費[百万円/年]	船価の0.3%
⑥固定資産税[百万円/年]	全期間平均船価 $\times 1/2 \times 1.4\%$
⑦雑費[百万円/年]	$0.6486 \times \text{Ln}(GT) - 1.5747$ (R2=0.85)
⑧潤滑油費[百万円/年]	消費量: 燃料消費量の1%、単価: 220,000円/t
⑨コンテナ購入費[円/隻・日]	コンテナ1個300,000円、耐用年数7年
⑩船主店費[百万円/年]	船費合計額(①～⑩)の9%
総トン数[GT]	$GT = (TEU + 31.587) / 0.08529$ (R2=0.97)
船価[百万円/隻]	$\text{船価} = (-64.058 \times \text{Ln}(GT) + 815.95) \times GT$ (R2=0.65)
船員数[人]	船員数=2.9587 \times Ln(GT)-8.4774(R2=0.76)
年間船費[百万円/年]	①～⑩の合計額
年間稼働日数[日/年]	平均的な稼働日数
B1: 1日当たり停泊時燃料費[円/隻・日]	$B1' \times O$ より算出
B2: 1日当たり航行時燃料費[円/隻・日]	$B2' \times O$ より算出
B1': 停泊時燃料消費率[t/隻・日]	$0.17 \times (Ps \times A1) \times 24 / 1,000$ 、A1: 停泊時の負荷率(=0.09)
B2': 航行時燃料消費率[t/隻・日]	$0.21 \times (P_M \times A_2) \times 0.95 + 0.34 \times (Ps \times A_2) \times 0.98 \times 24 / 1,000$ 、A2: 航行時の負荷率(=0.80)
PM: 主機出力[PS]	$P_M = 1.9 \times GT^{0.97}$
PS: 補機出力[PS]	$Ps = 1.2 \times GT^{0.60} \times 2$
O: 燃料単価[円/t]	$1t = 11,960$ 円
T: 40 \dot{n} コンテナの最大積載貨物量[FEU/隻]	20 \dot{n} コンテナ積載量の半分とした
R: 積荷率	積荷率は、現状より0.8と設定

参考として、①外航船舶の総トン数と船員数の関係、②外航船舶の総トン数と積載コンテナ个数との関係、③外航船舶の総トン数と船速との関係、④外航船舶の総トン数と船価との関係を以下に示す。

図表 3 設定根拠に関する検討結果（一部）



(3) 海上輸送コストモデルの推計結果

海上輸送コストのモデル式の推計結果は以下のとおりである。

図表 4 海上輸送コストモデル式 (20feet コンテナ)

船型(TEU)	海上輸送費用(円/個)
500	F= 5,330 + 7,790 × d
1,000	F= 4,120 + 6,330 × d
2,000	F= 3,230 + 5,240 × d
4,000	F= 2,510 + 4,360 × d
6,000	F= 2,140 + 3,900 × d
8,000	F= 1,900 + 3,620 × d

F : 20ft コンテナ 1 個の海上輸送費用 (円/個・日)

d : 航行日数 (日/区間)

なお、各費目に関する具体的な推計値 (一部設定値) は以下のとおりである。

図表 5 コストの設定値

項目	500TEU船	1000TEU船	2000TEU船	4000TEU船	6000TEU船
α:1区間1個当たり停泊費用[円/個・区間]	8,000	6,180	4,850	3,760	3,210
β:1日1個当たり航行費用[円/個・日]	11,690	9,490	7,860	6,540	5,850
a:1日停泊費用[円/隻・日]	1,778,122	2,748,020	4,309,732	6,690,298	8,550,007
b:1日航行費用[円/隻・日]	2,597,058	4,218,499	6,983,066	11,618,650	15,613,046
P:1日当たり船費[円/隻・日]	1,761,557	2,723,476	4,273,198	6,635,586	8,480,708
①資本費[円/隻・日]	661,429	1,074,821	1,694,911	2,480,357	2,935,089
②船員費[円/隻・日]	434,002	494,253	555,209	617,096	653,314
③船用品費[円/隻・日]	17,089	27,620	48,503	90,447	132,213
④修繕費[円/隻・日]	91,429	148,571	234,286	342,857	405,714
⑤保険費[円/隻・日]	91,429	148,571	234,286	342,857	405,714
⑥固定資産税[円/隻・日]	32,000	52,000	82,000	120,000	142,000
⑦雑費[円/隻・日]	11,683	12,922	14,176	15,449	16,193
⑧潤滑油費[円/隻・日]	67,659	121,067	219,445	403,528	577,576
⑨コンテナ購入費[円/隻・日]	209,388	418,776	837,551	1,675,102	2,512,653
⑩船主店費[円/隻・日]	145,450	224,874	352,833	547,892	700,242
総トン数[GT]	6,200	12,100	23,800	47,300	70,700
船価[百万円/隻]	1,600	2,600	4,100	6,000	7,100
船員数[人]	16	19	21	23	25
年間船費[百万円/年]	616.5	953.2	1,495.6	2,322.5	2,968.2
年間稼働日数[日/年]	350.0	350.0	350.0	350.0	350.0
B1:1日当たり停泊時燃料費[円/隻・日]	16,565	24,544	36,534	54,712	69,299
B2:1日当たり航行時燃料費[円/隻・日]	835,502	1,495,024	2,709,868	4,983,064	7,132,338
B1':停泊時燃料消費率[t/隻・日]	0.6	0.8	1.2	1.8	2.3
B2':航行時燃料消費率[t/隻・日]	28.2	50.4	91.4	168.1	240.7
Ps:主機出力[PS]	9,065.1	17,340.3	33,422.1	65,068.2	96,092.7
Pm:補機出力[PS]	829.6	1,239.2	1,859.5	2,807.8	3,573.6
O:燃料単価[円/t]	29,637	29,637	29,637	29,637	29,637
40ftコンテナの積載貨物量[個/隻]	167	333	667	1,333	2,000
20ftコンテナの積載貨物量[個/隻]	167	333	667	1,333	2,000
R:積荷率	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8

2. 将来の荷動き変化に伴う影響の把握

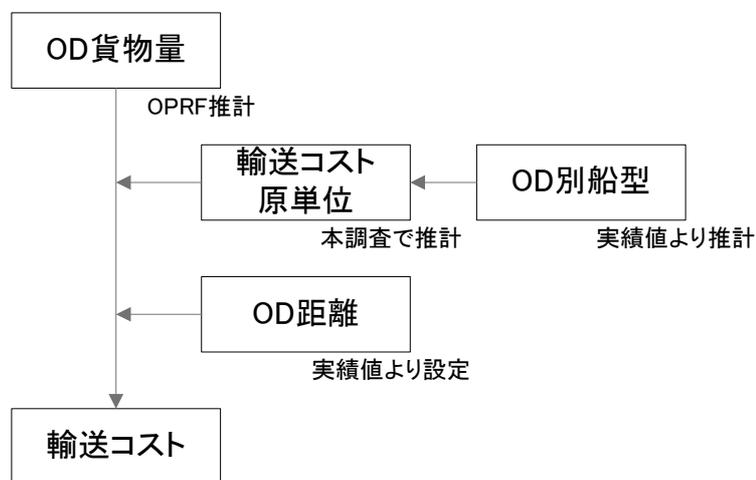
(1) 基本的な考え方

国際海上コンテナを対象とした海上輸送コストモデル、及び、世界のコンテナ貨物の荷動きの変化から、全世界を対象とした海上輸送コストの推計を行った。

ここで、世界のコンテナ貨物の荷動きの変化とは、①IPCC シナリオを元に想定したコンテナOD、及び②OPRF において別途検討を行った OPRF シナリオを元に想定したコンテナODの変化とした。

なお、全世界を対象とした海上輸送コストの推計は、下記のフローに従い、上記①、及び②のOD貨物量を対象に行った。

図表 6 海上輸送コスト推計フロー



(2) OD 別船型の設定

海上輸送コストモデル式は船型別に設定していることから、推計にあたり、予め OD 別の船型を設定する必要がある。

本調査では、CONTAINERISATION INTERNATIONAL YEARBOOK を活用し、2006 年の平均船型をベースとして OD 別に設定した。

図表 7 OD 別平均船型の設定値

IPCC シナリオ										OPRF シナリオ									
2010 年																			
(単位:TEU)										(単位:TEU)									
From	To	北米	東アジア	欧州	南米	中東	インド等	アフリカ	オセアニア	From	To	北米	東アジア	欧州	南米	中東	インド等	アフリカ	オセアニア
北米	北米	500	2,000	2,000	1,000	2,000	2,000	500	1,000	北米	北米	500	2,000	2,000	1,000	2,000	2,000	500	1,000
東アジア	東アジア	2,000	500	2,000	2,000	2,000	1,000	1,000	1,000	東アジア	東アジア	2,000	500	2,000	2,000	2,000	1,000	1,000	1,000
欧州	欧州	2,000	2,000	500	1,000	2,000	1,000	500	2,000	欧州	欧州	2,000	2,000	500	1,000	2,000	1,000	500	2,000
南米	南米	1,000	2,000	1,000	500	1,000	1,000	1,000	2,000	南米	南米	1,000	2,000	1,000	500	1,000	1,000	1,000	2,000
中東	中東	2,000	2,000	2,000	1,000	500	500	1,000	2,000	中東	中東	2,000	2,000	2,000	1,000	500	500	1,000	2,000
インド等	インド等	2,000	1,000	1,000	1,000	500	500	1,000	2,000	インド等	インド等	2,000	1,000	1,000	1,000	500	500	1,000	2,000
アフリカ	アフリカ	500	1,000	500	1,000	1,000	1,000	500	2,000	アフリカ	アフリカ	500	1,000	500	1,000	1,000	1,000	500	2,000
オセアニア	オセアニア	1,000	1,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	500	オセアニア	オセアニア	1,000	1,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	500
2020 年																			
(単位:TEU)										(単位:TEU)									
From	To	北米	東アジア	欧州	南米	中東	インド等	アフリカ	オセアニア	From	To	北米	東アジア	欧州	南米	中東	インド等	アフリカ	オセアニア
北米	北米	500	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	1,000	2,000	北米	北米	500	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	1,000	2,000
東アジア	東アジア	2,000	500	4,000	2,000	2,000	1,000	2,000	1,000	東アジア	東アジア	2,000	500	4,000	2,000	2,000	1,000	2,000	1,000
欧州	欧州	2,000	4,000	500	2,000	2,000	1,000	1,000	2,000	欧州	欧州	2,000	4,000	500	2,000	2,000	1,000	1,000	2,000
南米	南米	2,000	2,000	2,000	500	2,000	2,000	1,000	2,000	南米	南米	2,000	2,000	2,000	500	2,000	2,000	1,000	2,000
中東	中東	2,000	2,000	2,000	2,000	500	1,000	1,000	2,000	中東	中東	2,000	2,000	2,000	2,000	500	1,000	1,000	2,000
インド等	インド等	2,000	1,000	1,000	2,000	1,000	500	1,000	2,000	インド等	インド等	2,000	1,000	1,000	2,000	1,000	500	1,000	2,000
アフリカ	アフリカ	1,000	2,000	1,000	1,000	1,000	1,000	500	2,000	アフリカ	アフリカ	1,000	2,000	1,000	1,000	1,000	1,000	500	2,000
オセアニア	オセアニア	2,000	1,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	500	オセアニア	オセアニア	2,000	1,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	500
2030 年																			
(単位:TEU)										(単位:TEU)									
From	To	北米	東アジア	欧州	南米	中東	インド等	アフリカ	オセアニア	From	To	北米	東アジア	欧州	南米	中東	インド等	アフリカ	オセアニア
北米	北米	500	4,000	2,000	2,000	4,000	4,000	1,000	2,000	北米	北米	500	4,000	2,000	2,000	4,000	4,000	1,000	2,000
東アジア	東アジア	4,000	1,000	6,000	4,000	4,000	2,000	2,000	2,000	東アジア	東アジア	4,000	1,000	6,000	4,000	4,000	1,000	2,000	2,000
欧州	欧州	2,000	6,000	500	2,000	4,000	2,000	1,000	2,000	欧州	欧州	2,000	6,000	500	2,000	4,000	1,000	1,000	2,000
南米	南米	2,000	4,000	2,000	1,000	2,000	2,000	2,000	2,000	南米	南米	2,000	4,000	2,000	1,000	2,000	2,000	2,000	2,000
中東	中東	4,000	4,000	4,000	2,000	500	1,000	1,000	2,000	中東	中東	4,000	4,000	4,000	2,000	500	1,000	1,000	2,000
インド等	インド等	4,000	2,000	2,000	2,000	1,000	500	2,000	2,000	インド等	インド等	4,000	2,000	2,000	2,000	1,000	500	2,000	2,000
アフリカ	アフリカ	1,000	2,000	1,000	2,000	1,000	2,000	500	2,000	アフリカ	アフリカ	1,000	2,000	1,000	2,000	1,000	2,000	500	2,000
オセアニア	オセアニア	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	500	オセアニア	オセアニア	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	500
2040 年																			
(単位:TEU)										(単位:TEU)									
From	To	北米	東アジア	欧州	南米	中東	インド等	アフリカ	オセアニア	From	To	北米	東アジア	欧州	南米	中東	インド等	アフリカ	オセアニア
北米	北米	1,000	6,000	4,000	2,000	4,000	4,000	1,000	2,000	北米	北米	500	4,000	4,000	2,000	4,000	4,000	1,000	2,000
東アジア	東アジア	6,000	1,000	6,000	4,000	4,000	2,000	2,000	2,000	東アジア	東アジア	4,000	1,000	6,000	4,000	4,000	2,000	2,000	2,000
欧州	欧州	4,000	6,000	1,000	4,000	6,000	2,000	1,000	4,000	欧州	欧州	4,000	6,000	500	2,000	4,000	2,000	1,000	2,000
南米	南米	2,000	4,000	4,000	1,000	2,000	2,000	2,000	4,000	南米	南米	2,000	4,000	2,000	1,000	2,000	2,000	2,000	2,000
中東	中東	4,000	4,000	6,000	2,000	1,000	1,000	2,000	4,000	中東	中東	4,000	4,000	4,000	2,000	1,000	1,000	1,000	2,000
インド等	インド等	4,000	2,000	2,000	2,000	1,000	500	2,000	4,000	インド等	インド等	4,000	2,000	2,000	2,000	1,000	500	2,000	2,000
アフリカ	アフリカ	1,000	2,000	1,000	2,000	2,000	2,000	1,000	4,000	アフリカ	アフリカ	1,000	2,000	1,000	2,000	1,000	2,000	500	2,000
オセアニア	オセアニア	2,000	2,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	500	オセアニア	オセアニア	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	500
2050 年																			
(単位:TEU)										(単位:TEU)									
From	To	北米	東アジア	欧州	南米	中東	インド等	アフリカ	オセアニア	From	To	北米	東アジア	欧州	南米	中東	インド等	アフリカ	オセアニア
北米	北米	1,000	6,000	6,000	4,000	6,000	6,000	2,000	4,000	北米	北米	500	6,000	4,000	2,000	4,000	4,000	1,000	2,000
東アジア	東アジア	6,000	1,000	8,000	6,000	6,000	2,000	4,000	2,000	東アジア	東アジア	6,000	1,000	6,000	4,000	4,000	2,000	2,000	2,000
欧州	欧州	6,000	8,000	1,000	4,000	6,000	2,000	2,000	4,000	欧州	欧州	4,000	6,000	500	2,000	4,000	2,000	1,000	2,000
南米	南米	4,000	6,000	4,000	1,000	4,000	4,000	4,000	4,000	南米	南米	2,000	4,000	2,000	1,000	2,000	2,000	2,000	2,000
中東	中東	6,000	6,000	6,000	4,000	1,000	2,000	2,000	4,000	中東	中東	4,000	4,000	4,000	2,000	1,000	1,000	1,000	2,000
インド等	インド等	6,000	2,000	2,000	4,000	2,000	500	2,000	4,000	インド等	インド等	4,000	2,000	2,000	2,000	1,000	500	2,000	2,000
アフリカ	アフリカ	2,000	4,000	2,000	4,000	2,000	2,000	1,000	4,000	アフリカ	アフリカ	1,000	2,000	1,000	2,000	1,000	2,000	500	2,000
オセアニア	オセアニア	4,000	2,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	1,000	オセアニア	オセアニア	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	500

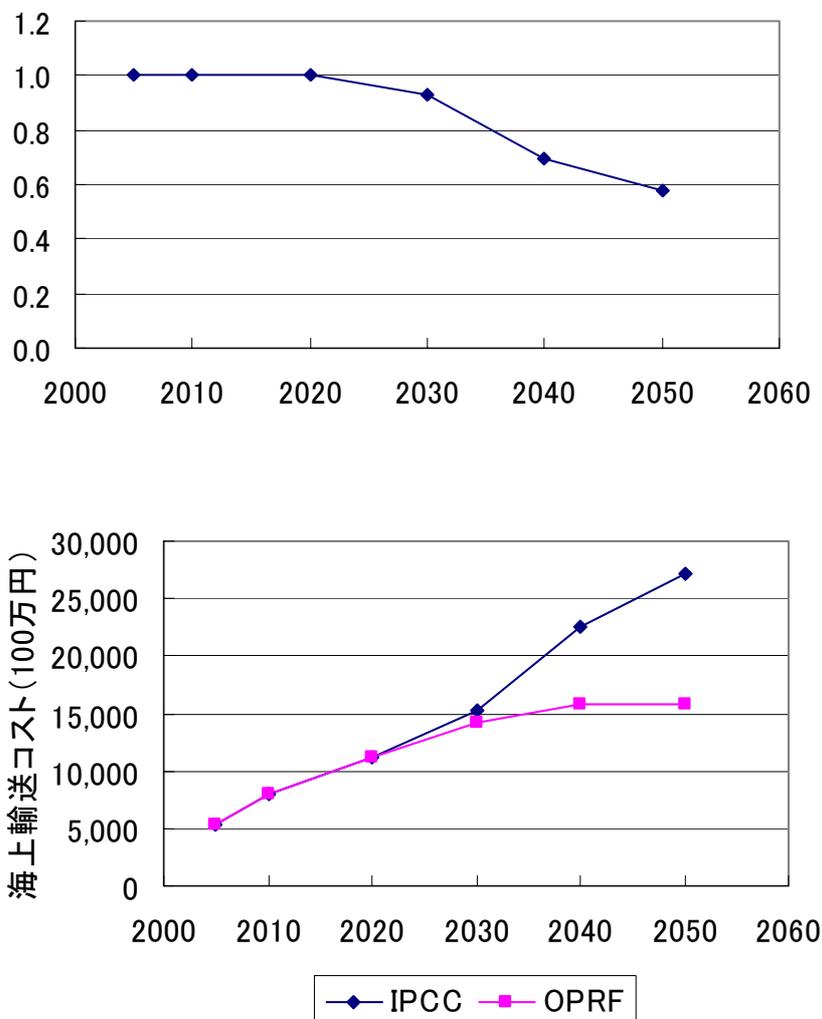
(3) 試算結果

IPCC シナリオ、及び OPRF シナリオの両シナリオを対象として、2050 年まで 10 年毎に、全世界を対象とする国際海上コンテナ輸送に係る海上輸送コストを推計した。

IPCC シナリオの総コストを 1 とした場合の OPRF シナリオの推計結果を下記に示している。2050 年には OPRF シナリオの総輸送コストは IPCC シナリオの約 6 割になるが推計された。

OPRF シナリオでは IPCC シナリオにおけるコンテナ貨物量の半分の貨物を取り扱うことを前提としているが、本調査における検討の結果では、コンテナ貨物量の減少分よりコスト減少分が小さい。これは、IPCC シナリオではコンテナ船の大型化が進み、より効率的な輸送が実現されていることを想定していることが要因だと考えられる。

図表 8 IPCC シナリオと OPRF シナリオの比較 (IPCC=1)



3. 原油価格高騰に伴う影響の把握

(1) 基本的な考え方

国際海上コンテナ輸送を対象として構築した海上輸送コストモデルを活用し、原油価格の高騰が輸送コストに与える影響について検討を行う。

現在、原油価格が高騰しているが、今後、さらに原油価格が高騰する可能性がある。海上輸送コストモデルでは 2005 年の原油価格をベースとしているが、将来において原油価格が現状の 2 倍となるケースを想定した。

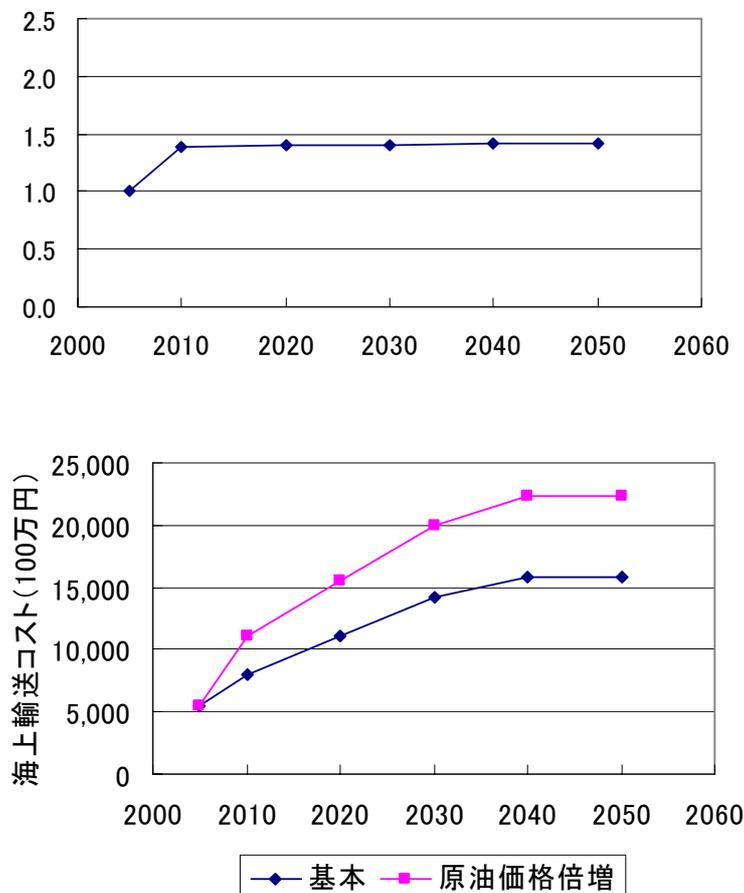
なお、ここでは、OPRF シナリオを基本ケースとし、原油高騰のケースと比較した。

試算結果

原油価格が高騰（倍増）することにより海上輸送費用はほぼ 1.5 倍になるという試算結果が得られた。原油価格が輸送コストに及ぼす影響は非常に大きいことが確認された。

なお、仮に炭素税導入などにより原油価格が急に高騰（倍増）した場合には、荷主の輸送コストに対する総負担力が一定であると想定される場合には、輸送量を半減する、あるいは貨物の調達先（または貨物の輸送先）を近隣国にシフトする等、その影響は非常に大きいものと考えられる。

図表 9 原油価格高騰（倍増）に伴う影響
(基本ケース=1.0)



4. 船員費変化に伴う影響の把握

(1) 基本的な考え方

国際海上コンテナ輸送を対象として構築した海上輸送コストモデルを活用し、船員費の変化が輸送コストに与える影響について検討を行う。

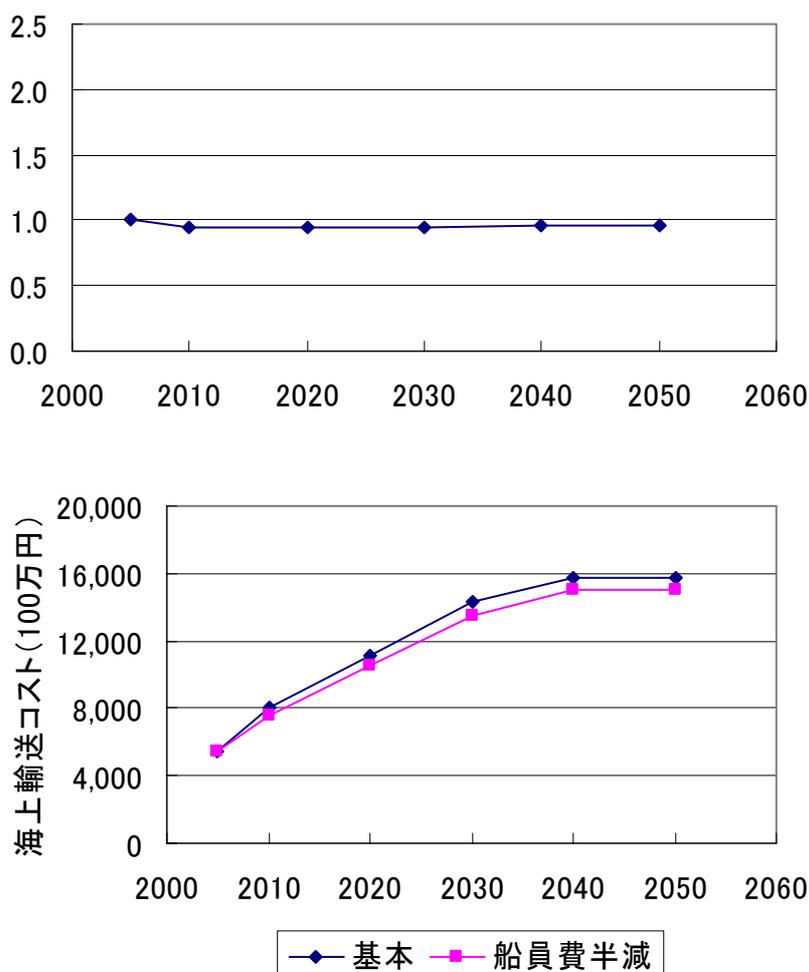
現在、日本国籍以外の船員が増加しているが、今後もこの傾向は続くと考えられる。海上輸送コストモデルでは日本人船員の船員費をベースとしているが、将来において日本人以外の船員がさらに増加し船員費が半減するケースを設定した。

(2) 試算結果

船員費が半減することによる影響は限定的であることが確認された。このことから、外国籍船員の導入効果は、海上輸送費用に対しては限定的であると考えられる。

図表 10 船員費半減の効果

(基本ケース=1.0)



参考資料：試算結果の詳細

IPCC/OPRF

	OPRF/IPCC										(比率)	
	To	北米	東アジア	欧州	南米	中東	インド等	アフリカ	オセアニア	合計		
2006年	From	北米	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	東アジア	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	欧州	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	南米	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	中東	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	インド等	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	アフリカ	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	オセアニア	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	北米	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2010年	北米	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	東アジア	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	欧州	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	南米	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	中東	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	インド等	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	アフリカ	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	オセアニア	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	北米	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2020年	北米	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	東アジア	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	欧州	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	南米	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	中東	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	インド等	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	アフリカ	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	オセアニア	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	合計	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	北米	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2030年	北米	0.83	0.83	0.83	0.83	1.13	1.12	0.83	0.83	0.83	0.87	0.83
	東アジア	0.83	1.03	0.99	1.11	0.83	1.14	0.83	0.83	0.83	0.96	0.83
	欧州	0.83	1.02	0.83	0.83	0.83	1.14	0.83	0.83	0.83	0.93	0.83
	南米	0.83	1.09	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.88	0.83
	中東	1.14	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.86	0.83
	インド等	1.14	1.10	1.16	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
	アフリカ	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
	オセアニア	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
	合計	0.85	1.00	0.94	0.96	0.85	1.07	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
	北米	0.84	0.75	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.71	0.71
2040年	北米	0.81	0.67	0.66	0.66	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.69	0.69
	東アジア	0.67	0.65	0.84	0.89	0.81	0.87	0.67	0.67	0.87	0.70	0.70
	欧州	0.67	0.67	0.86	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.86	0.71
	南米	0.67	0.67	0.81	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.91	0.71
	中東	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.92	0.67
	インド等	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.92	0.67
	アフリカ	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.92	0.74
	オセアニア	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.93	0.67
	合計	0.75	0.67	0.70	0.68	0.70	0.67	0.73	0.71	0.70	0.70	0.75
	北米	0.63	0.50	0.64	0.61	0.60	0.60	0.66	0.66	0.66	0.56	0.56
2050年	北米	0.50	0.50	0.56	0.59	0.62	0.50	0.72	0.50	0.50	0.55	0.55
	東アジア	0.50	0.55	0.63	0.67	0.61	0.50	0.73	0.66	0.61	0.50	0.55
	欧州	0.50	0.61	0.71	0.50	0.64	0.64	0.60	0.65	0.59	0.50	0.59
	南米	0.60	0.61	0.61	0.68	0.50	0.74	0.61	0.68	0.61	0.68	0.61
	中東	0.56	0.50	0.50	0.68	0.78	0.50	0.50	0.68	0.50	0.69	0.54
	インド等	0.68	0.68	0.68	0.68	0.67	0.50	0.75	0.69	0.69	0.69	0.69
	アフリカ	0.70	0.50	0.65	0.65	0.64	0.66	0.70	0.79	0.54	0.58	0.58
	オセアニア	0.54	0.53	0.60	0.57	0.63	0.52	0.71	0.54	0.54	0.54	0.58
	合計	0.54	0.53	0.60	0.57	0.63	0.52	0.71	0.54	0.54	0.54	0.58

原油価格倍増／基本

	(比較)原油価格倍増／基本(IPCC)										(比較)原油価格倍増／基本(OPRF)										(比較)合計
	From	北米	東アジア	欧州	南米	中東	インド等	アフリカ	オセアニア	合計	北米	東アジア	欧州	南米	中東	インド等	アフリカ	オセアニア	合計		
2003年	北米	1.23	1.44	1.39	1.37	1.41	1.41	1.37	1.40	1.42	1.23	1.44	1.39	1.37	1.41	1.41	1.37	1.40	1.42		
	東アジア	1.45	1.31	1.45	1.41	1.40	1.41	1.36	1.40	1.37	1.41	1.45	1.41	1.40	1.40	1.40	1.36	1.40	1.37		
	欧州	1.41	1.41	1.46	1.23	1.40	1.41	1.37	1.41	1.42	1.41	1.46	1.23	1.40	1.41	1.41	1.37	1.37	1.41		
	南米	1.41	1.41	1.40	1.33	1.41	1.41	1.39	1.41	1.39	1.41	1.40	1.40	1.33	1.41	1.41	1.39	1.41	1.39		
	中東	1.41	1.41	1.41	1.41	1.23	1.35	1.35	1.41	1.39	1.41	1.41	1.41	1.41	1.23	1.35	1.35	1.41	1.39		
	インド等	1.41	1.37	1.37	1.41	1.34	1.30	1.30	1.35	1.41	1.38	1.41	1.37	1.41	1.34	1.30	1.30	1.35	1.41		
	アフリカ	1.37	1.41	1.37	1.41	1.41	1.36	1.37	1.41	1.37	1.41	1.37	1.41	1.41	1.37	1.41	1.36	1.31	1.41		
	オセアニア	1.41	1.37	1.41	1.41	1.40	1.41	1.40	1.31	1.38	1.41	1.40	1.41	1.41	1.40	1.41	1.40	1.31	1.38		
	合計	1.43	1.40	1.42	1.39	1.40	1.37	1.37	1.38	1.41	1.43	1.40	1.42	1.39	1.40	1.37	1.37	1.37	1.38		
	2010年	北米	1.23	1.40	1.39	1.35	1.41	1.41	1.34	1.37	1.39	1.23	1.40	1.39	1.35	1.41	1.41	1.34	1.37	1.39	
東アジア		1.41	1.31	1.41	1.41	1.40	1.36	1.37	1.37	1.37	1.41	1.31	1.41	1.41	1.40	1.36	1.37	1.37	1.39		
欧州		1.41	1.41	1.23	1.37	1.41	1.37	1.33	1.41	1.39	1.41	1.41	1.23	1.37	1.41	1.37	1.33	1.41	1.39		
南米		1.37	1.41	1.37	1.33	1.38	1.37	1.36	1.41	1.37	1.37	1.41	1.37	1.33	1.38	1.37	1.36	1.41	1.37		
中東		1.41	1.41	1.41	1.38	1.23	1.32	1.35	1.41	1.39	1.41	1.41	1.41	1.38	1.23	1.32	1.35	1.41	1.39		
インド等		1.41	1.37	1.37	1.38	1.31	1.30	1.35	1.41	1.37	1.41	1.37	1.37	1.38	1.31	1.30	1.35	1.41	1.37		
アフリカ		1.34	1.37	1.34	1.37	1.37	1.36	1.31	1.41	1.35	1.34	1.37	1.34	1.37	1.37	1.36	1.31	1.41	1.35		
オセアニア		1.37	1.37	1.41	1.41	1.40	1.40	1.41	1.31	1.38	1.37	1.41	1.41	1.41	1.41	1.40	1.41	1.31	1.38		
合計		1.40	1.38	1.39	1.37	1.40	1.37	1.34	1.38	1.39	1.40	1.38	1.39	1.37	1.40	1.37	1.34	1.38	1.39		
2020年		北米	1.23	1.40	1.39	1.37	1.41	1.41	1.37	1.40	1.40	1.23	1.40	1.39	1.37	1.41	1.41	1.37	1.40	1.40	
	東アジア	1.41	1.31	1.45	1.41	1.40	1.36	1.40	1.37	1.40	1.41	1.31	1.45	1.41	1.40	1.36	1.40	1.37	1.40		
	欧州	1.41	1.46	1.23	1.40	1.41	1.37	1.37	1.41	1.41	1.41	1.46	1.23	1.40	1.41	1.37	1.37	1.41	1.41		
	南米	1.41	1.41	1.40	1.33	1.41	1.41	1.41	1.39	1.41	1.41	1.41	1.40	1.33	1.41	1.41	1.36	1.41	1.39		
	中東	1.41	1.41	1.41	1.41	1.23	1.35	1.35	1.41	1.39	1.41	1.41	1.41	1.41	1.23	1.35	1.35	1.41	1.39		
	インド等	1.41	1.37	1.37	1.41	1.34	1.30	1.35	1.41	1.38	1.41	1.37	1.37	1.41	1.34	1.30	1.35	1.41	1.38		
	アフリカ	1.37	1.41	1.37	1.41	1.41	1.40	1.41	1.31	1.38	1.37	1.41	1.41	1.41	1.41	1.40	1.41	1.31	1.38		
	オセアニア	1.41	1.37	1.41	1.41	1.40	1.40	1.41	1.31	1.38	1.40	1.41	1.41	1.41	1.41	1.40	1.41	1.31	1.38		
	合計	1.41	1.38	1.42	1.39	1.40	1.37	1.37	1.38	1.40	1.41	1.38	1.42	1.38	1.40	1.37	1.37	1.37	1.38		
	2030年	北米	1.23	1.44	1.39	1.37	1.45	1.45	1.37	1.40	1.42	1.23	1.44	1.39	1.37	1.41	1.41	1.37	1.40	1.41	
東アジア		1.45	1.34	1.48	1.45	1.44	1.39	1.40	1.41	1.43	1.45	1.31	1.45	1.41	1.44	1.36	1.40	1.41	1.40		
欧州		1.41	1.49	1.23	1.40	1.45	1.41	1.37	1.41	1.43	1.41	1.46	1.23	1.40	1.45	1.37	1.37	1.41	1.42		
南米		1.41	1.46	1.40	1.36	1.41	1.41	1.39	1.41	1.40	1.41	1.41	1.40	1.36	1.41	1.41	1.39	1.41	1.40		
中東		1.45	1.45	1.45	1.44	1.23	1.35	1.35	1.41	1.40	1.41	1.41	1.45	1.41	1.45	1.45	1.45	1.41	1.40		
インド等		1.41	1.37	1.37	1.41	1.40	1.40	1.40	1.45	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.42		
アフリカ		1.43	1.40	1.44	1.41	1.42	1.39	1.38	1.40	1.42	1.43	1.37	1.43	1.39	1.42	1.37	1.38	1.40	1.40		
オセアニア		1.41	1.40	1.44	1.41	1.40	1.40	1.40	1.45	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.42		
合計		1.43	1.40	1.44	1.41	1.42	1.39	1.38	1.40	1.42	1.43	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44	1.42		
2040年		北米	1.26	1.47	1.44	1.37	1.45	1.45	1.37	1.40	1.44	1.23	1.44	1.44	1.37	1.45	1.45	1.37	1.40	1.40	
	東アジア	1.48	1.34	1.48	1.45	1.44	1.39	1.40	1.41	1.43	1.45	1.34	1.48	1.45	1.44	1.39	1.40	1.41	1.42		
	欧州	1.45	1.49	1.26	1.44	1.48	1.41	1.37	1.46	1.44	1.45	1.49	1.23	1.40	1.45	1.41	1.37	1.41	1.43		
	南米	1.41	1.46	1.44	1.36	1.41	1.41	1.39	1.45	1.41	1.41	1.46	1.40	1.36	1.41	1.41	1.39	1.41	1.40		
	中東	1.45	1.45	1.48	1.41	1.26	1.35	1.39	1.45	1.41	1.45	1.45	1.45	1.41	1.45	1.45	1.45	1.41	1.40		
	インド等	1.45	1.40	1.41	1.41	1.34	1.30	1.38	1.45	1.39	1.45	1.40	1.41	1.41	1.34	1.30	1.38	1.41	1.39		
	アフリカ	1.37	1.41	1.37	1.41	1.40	1.40	1.40	1.45	1.38	1.37	1.41	1.37	1.41	1.41	1.37	1.40	1.31	1.37		
	オセアニア	1.41	1.40	1.46	1.45	1.45	1.44	1.45	1.31	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.40	1.41	1.31	1.40		
	合計	1.45	1.40	1.47	1.45	1.42	1.43	1.39	1.41	1.42	1.44	1.40	1.44	1.44	1.42	1.39	1.37	1.40	1.41		
	2050年	北米	1.26	1.47	1.46	1.42	1.48	1.48	1.40	1.45	1.46	1.23	1.47	1.44	1.37	1.45	1.45	1.37	1.40	1.44	
東アジア		1.48	1.34	1.51	1.49	1.47	1.39	1.44	1.41	1.43	1.48	1.34	1.48	1.45	1.44	1.39	1.40	1.41	1.42		
欧州		1.48	1.51	1.28	1.44	1.48	1.41	1.40	1.46	1.46	1.45	1.49	1.23	1.40	1.45	1.41	1.37	1.41	1.43		
南米		1.45	1.49	1.44	1.36	1.45	1.45	1.44	1.45	1.42	1.41	1.46	1.40	1.36	1.41	1.41	1.39	1.41	1.40		
中東		1.48	1.48	1.48	1.45	1.26	1.37	1.39	1.45	1.42	1.45	1.45	1.45	1.41	1.26	1.35	1.35	1.41	1.40		
インド等		1.48	1.40	1.41	1.45	1.36	1.30	1.38	1.45	1.40	1.45	1.40	1.41	1.41	1.34	1.30	1.38	1.41	1.39		
アフリカ		1.41	1.45	1.41	1.45	1.40	1.40	1.34	1.45	1.40	1.37	1.41	1.37	1.41	1.41	1.37	1.40	1.31	1.36		
オセアニア		1.45	1.40	1.46	1.45	1.45	1.44	1.45	1.31	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.40	1.41	1.31	1.40		
合計		1.47	1.40	1.47	1.45	1.45	1.44	1.44	1.45	1.42	1.41	1.40	1.44	1.41	1.41	1.40	1.41	1.41	1.41		

船員費半減／基本

	(比率)船員費半減／基本(IPCC)										(比率)船員費半減／基本(IPCC)										
	From	北米	東アジア	欧州	南米	中東	インド等	アフリカ	オセアニア	合計	北米	東アジア	欧州	南米	中東	インド等	アフリカ	オセアニア	合計		
2003年	北米	0.99	0.97	0.95	0.95	0.96	0.96	0.93	0.95	0.96	0.89	0.97	0.97	0.95	0.96	0.96	0.93	0.95	0.96	0.96	
	東アジア	0.97	0.90	0.97	0.96	0.95	0.93	0.95	0.93	0.95	0.97	0.90	0.97	0.96	0.95	0.93	0.95	0.93	0.95	0.95	
	欧州	0.96	0.97	0.89	0.89	0.95	0.96	0.93	0.93	0.96	0.96	0.97	0.89	0.89	0.96	0.93	0.93	0.93	0.96	0.96	0.96
	南米	0.96	0.96	0.95	0.91	0.96	0.96	0.95	0.96	0.95	0.96	0.96	0.95	0.91	0.96	0.93	0.95	0.95	0.96	0.95	0.95
	中東	0.96	0.96	0.96	0.96	0.89	0.93	0.93	0.96	0.95	0.96	0.96	0.96	0.96	0.89	0.93	0.93	0.93	0.96	0.96	0.95
	インド等	0.96	0.93	0.93	0.83	0.83	0.90	0.93	0.96	0.94	0.96	0.93	0.93	0.86	0.93	0.90	0.93	0.90	0.96	0.96	0.94
	アフリカ	0.93	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.90	0.96	0.93	0.93	0.96	0.96	0.96	0.96	0.93	0.90	0.93	0.96	0.96	0.93
	オセアニア	0.96	0.93	0.96	0.96	0.96	0.95	0.96	0.90	0.94	0.96	0.93	0.96	0.96	0.96	0.95	0.96	0.90	0.96	0.96	0.94
	合計	0.96	0.94	0.96	0.94	0.95	0.94	0.94	0.94	0.95	0.96	0.94	0.96	0.96	0.95	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94
	2010年	北米	0.93	0.95	0.95	0.93	0.96	0.96	0.93	0.93	0.95	0.89	0.95	0.95	0.93	0.96	0.96	0.93	0.93	0.95	0.95
東アジア		0.96	0.90	0.96	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.95	0.96	0.90	0.96	0.96	0.95	0.93	0.91	0.93	0.93	0.93	
欧州		0.96	0.96	0.89	0.93	0.93	0.93	0.93	0.91	0.96	0.96	0.96	0.89	0.93	0.96	0.93	0.91	0.96	0.96	0.95	
南米		0.93	0.96	0.93	0.93	0.91	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.96	0.93	0.91	0.93	0.93	0.93	0.93	0.96	0.95	
中東		0.93	0.96	0.96	0.96	0.89	0.93	0.93	0.93	0.96	0.96	0.96	0.96	0.93	0.89	0.90	0.93	0.93	0.96	0.95	
インド等		0.96	0.93	0.93	0.93	0.90	0.90	0.93	0.96	0.94	0.96	0.93	0.93	0.93	0.90	0.90	0.93	0.93	0.96	0.94	
アフリカ		0.91	0.93	0.91	0.93	0.93	0.93	0.90	0.96	0.91	0.91	0.91	0.93	0.91	0.93	0.93	0.90	0.93	0.96	0.91	
オセアニア		0.93	0.93	0.93	0.96	0.96	0.95	0.96	0.90	0.94	0.93	0.93	0.96	0.96	0.96	0.95	0.96	0.90	0.96	0.94	
合計		0.95	0.94	0.94	0.94	0.95	0.93	0.92	0.94	0.94	0.95	0.94	0.94	0.94	0.95	0.93	0.92	0.94	0.94	0.94	
2020年		北米	0.89	0.95	0.95	0.95	0.96	0.96	0.93	0.95	0.95	0.89	0.95	0.95	0.95	0.95	0.96	0.93	0.95	0.95	0.95
	東アジア	0.96	0.90	0.97	0.96	0.95	0.93	0.95	0.93	0.95	0.96	0.90	0.97	0.96	0.95	0.93	0.95	0.93	0.95	0.95	
	欧州	0.96	0.97	0.89	0.89	0.95	0.96	0.93	0.93	0.96	0.96	0.97	0.89	0.95	0.96	0.93	0.93	0.93	0.96	0.95	
	南米	0.96	0.96	0.95	0.91	0.96	0.96	0.93	0.96	0.94	0.96	0.96	0.95	0.91	0.96	0.96	0.93	0.96	0.96	0.94	
	中東	0.96	0.96	0.96	0.96	0.89	0.93	0.93	0.96	0.95	0.96	0.96	0.96	0.96	0.89	0.93	0.93	0.96	0.96	0.95	
	インド等	0.96	0.93	0.93	0.93	0.90	0.90	0.93	0.96	0.94	0.96	0.93	0.93	0.93	0.90	0.90	0.93	0.93	0.96	0.94	
	アフリカ	0.93	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.90	0.96	0.91	0.91	0.93	0.96	0.96	0.96	0.93	0.90	0.93	0.96	0.91	
	オセアニア	0.93	0.93	0.93	0.96	0.96	0.95	0.96	0.90	0.94	0.93	0.93	0.96	0.96	0.96	0.95	0.96	0.90	0.96	0.94	
	合計	0.95	0.94	0.94	0.94	0.95	0.93	0.92	0.94	0.94	0.95	0.94	0.94	0.94	0.95	0.93	0.92	0.94	0.94	0.94	
	2030年	北米	0.89	0.97	0.95	0.95	0.96	0.96	0.93	0.95	0.95	0.89	0.97	0.95	0.95	0.95	0.96	0.93	0.95	0.95	0.96
東アジア		0.97	0.93	0.98	0.97	0.97	0.97	0.95	0.96	0.96	0.97	0.90	0.97	0.96	0.97	0.93	0.95	0.96	0.96	0.95	
欧州		0.96	0.98	0.89	0.89	0.95	0.97	0.96	0.93	0.96	0.96	0.97	0.89	0.95	0.97	0.93	0.93	0.93	0.96	0.96	
南米		0.96	0.97	0.95	0.93	0.96	0.96	0.95	0.96	0.95	0.96	0.96	0.95	0.93	0.96	0.96	0.93	0.95	0.96	0.95	
中東		0.97	0.97	0.97	0.97	0.96	0.89	0.93	0.93	0.95	0.96	0.97	0.97	0.96	0.89	0.93	0.93	0.93	0.96	0.95	
インド等		0.97	0.95	0.96	0.96	0.93	0.90	0.95	0.96	0.95	0.96	0.93	0.93	0.96	0.93	0.90	0.95	0.96	0.96	0.94	
アフリカ		0.93	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.90	0.95	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.95	0.96	0.90	0.96	0.95	
オセアニア		0.96	0.95	0.96	0.96	0.95	0.96	0.94	0.95	0.96	0.96	0.93	0.96	0.96	0.96	0.94	0.94	0.94	0.95	0.95	
合計		0.92	0.98	0.97	0.97	0.95	0.97	0.97	0.93	0.95	0.97	0.89	0.97	0.97	0.95	0.97	0.97	0.93	0.95	0.96	
2040年		北米	0.88	0.93	0.96	0.96	0.96	0.96	0.93	0.95	0.96	0.89	0.97	0.93	0.95	0.95	0.96	0.93	0.95	0.95	0.96
	東アジア	0.97	0.98	0.92	0.97	0.97	0.98	0.93	0.97	0.96	0.97	0.93	0.98	0.95	0.97	0.95	0.93	0.96	0.96	0.96	
	欧州	0.96	0.97	0.87	0.87	0.93	0.96	0.95	0.97	0.95	0.96	0.97	0.89	0.95	0.97	0.96	0.93	0.93	0.96	0.96	
	南米	0.96	0.97	0.97	0.97	0.93	0.96	0.95	0.97	0.95	0.96	0.97	0.95	0.93	0.96	0.96	0.93	0.95	0.96	0.95	
	中東	0.97	0.95	0.96	0.96	0.93	0.90	0.95	0.97	0.95	0.97	0.97	0.97	0.96	0.92	0.93	0.93	0.96	0.95	0.95	
	インド等	0.97	0.95	0.96	0.96	0.93	0.90	0.95	0.97	0.95	0.97	0.95	0.96	0.96	0.93	0.90	0.95	0.96	0.96	0.95	
	アフリカ	0.93	0.96	0.93	0.96	0.96	0.95	0.96	0.90	0.94	0.93	0.96	0.93	0.96	0.96	0.93	0.90	0.96	0.96	0.93	
	オセアニア	0.96	0.95	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.90	0.96	0.96	0.95	0.96	0.96	0.96	0.95	0.96	0.90	0.96	0.95	
	合計	0.92	0.98	0.96	0.96	0.96	0.96	0.94	0.95	0.97	0.89	0.97	0.97	0.95	0.97	0.97	0.93	0.95	0.95	0.96	
	2050年	北米	0.92	0.98	0.98	0.97	0.97	0.98	0.95	0.97	0.97	0.89	0.97	0.97	0.95	0.97	0.95	0.93	0.95	0.95	0.97
東アジア		0.98	0.93	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.96	0.96	0.98	0.93	0.98	0.97	0.97	0.95	0.95	0.96	0.96	0.96	
欧州		0.98	0.98	0.92	0.97	0.97	0.98	0.95	0.97	0.97	0.97	0.98	0.95	0.93	0.97	0.96	0.95	0.93	0.96	0.96	
南米		0.97	0.98	0.97	0.97	0.93	0.97	0.97	0.97	0.96	0.97	0.97	0.98	0.95	0.96	0.96	0.96	0.93	0.96	0.96	
中東		0.98	0.98	0.98	0.97	0.92	0.95	0.97	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.96	0.96	0.92	0.93	0.93	0.96	0.95	
インド等		0.98	0.95	0.96	0.96	0.97	0.95	0.90	0.95	0.97	0.95	0.97	0.95	0.96	0.93	0.90	0.95	0.96	0.96	0.95	
アフリカ		0.96	0.97	0.96	0.96	0.97	0.95	0.95	0.97	0.95	0.93	0.96	0.93	0.96	0.93	0.90	0.95	0.96	0.96	0.95	
オセアニア		0.97	0.95	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.93	0.97	0.96	0.95	0.96	0.96	0.96	0.95	0.96	0.90	0.96	0.95	
合計		0.97	0.95	0.97	0.97	0.96	0.97	0.95	0.96	0.96	0.97	0.93	0.97	0.96	0.96	0.95	0.96	0.93	0.95	0.95	

平成19年度 世界における海事産業の変革ビジョンに関する調査研究報告書

平成20年3月発行

発行 海洋政策研究財団(財団法人シップ・アント・オーシャン財団)

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

本書の無断転載、複写、複製を禁じます。

ISBN978-4-88404-209-7

