

地球温暖化時代の海事社会
—「2050年」からのメッセージ—

平成21年10月

海洋政策研究財団

はじめに

社会の中核を担う世代が完全に入れ替わっているであろう今から半世紀近くあと、世界の経済と社会はどうなっているであろうか。また、人類は地球や海との共生ができているであろうか。そして、海事社会はどのような姿になっているであろうか。次の世代に海事社会を健全な形で引き継いでいくためにも、世界の経済や社会などとの関わりを見据えながら、超長期的な観点から今後の姿を展望しておくことが重要であろう。

人口増加と人体の安全さらに地球環境保全の調和点を探ろうとすれば、これから人類が共同でなすべきいくつかの課題が見えるはずである。残念ながら、いかに経済がグローバル化し、モノ、人及び情報がいともたやすく国境を越えるようになったとはいえ、その課題を国家間で平和的に共有するにはまだまだかなりの歳月を要するであろう。しかしながら、海を共有する海事関係者の間であれば、一足早く国境を越えた協力、協調、共生の道に入れるかもしれない。

地球環境、とりわけ地球温暖化への危惧は、持続的な発展にとって最大の制約要因になるとの前提で、当財団は 21 世紀半ばを見据えた海事産業像を描き、この像をこれからの海事政策に投影する作業を今回試みた。その結果、2つの「提言」をとりまとめた。

この提言が、世界の海事社会の持続的な発展のための議論に幾ばくかの貢献をすることを願ってやまない。

平成 21 年 10 月

海洋政策研究財団
会長 秋山昌廣

目次

はじめに

1. 提言の目的
 2. 提言の検討方法
 3. 2050年における世界の海事社会とその課題
 4. 地球温暖化時代を迎える海事社会への提言
 - 提言1 超低エミッション船及びゼロエミッション船の開発及び普及
 - 提言2 進化する海事社会を支える国際的研究所の創設
- 附録 海上輸送に関する海洋政策研究財団の試算

1. 提言の目的

21世紀に入り、世界は、経済のグローバル化、経済の多軸化、価値観の多様化及び地球環境問題の深刻化に直面している。このような大きな変化に対応して、これからの海事社会（海事社会は海上輸送に関係する全ての関係者と定義した。）が、21世紀中葉を目指して、どのような行動を起こすべきなのかを、今考えなければいけない。

このような問題意識に立ち、超長期的観点から提言を行うこととした。

2. 提言の検討方法

(1) 前提となる 2050 年の世界の姿

まず、想定時点を 2050 年とし¹、気候変動に関する政府間パネル(IPCC)が排出シナリオに関する特別報告²の中で作成した 4 つ主なシナリオのうち、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 A1B を、選択した。

同シナリオでは以下のとおり予測されている。

- .1 世界人口は 2005 年の 64 億 6,500 万人から 2050 年には 86 億 7,300 万人まで増加（30%増）している。また、世界の GDP は 2005 年の 44 兆 6,880 億米ドルから 2050 年には 193 兆 2,230 億ドルと 430%まで増加する。
- .2 人口 1 人当たり GDP は、6,912 ドル／人から 22,280 ドル／人と 320%まで増加する。エネルギー消費量も、石油から天然ガスへのシフトが進み、2050 年の熱量(Btu：英熱量)ベースの需要総量は、2005 年比 3.0 倍となっている。
- .3 特にアジアについては、日本を除くアジア全体の人口は 2005 年の 34 億 4,300 万人から 2050 年には 42 億 1,900 万人まで増加（20%増加）している。また、アジア全体の GDP は 2005 年の 3 兆 7,850 億米ドルから 2050 年には 58 兆 7,490 億ドルと 1550%まで増加する。
- .4 従って、アジアの人口 1 人当たり GDP は、1,099 ドル／人から 13,924 ドル／人と 1270%まで増加する。このように、アジアは人口の点では世界よりも増加率が低いものの、GDP では世界の中でも最も高いレベルで成長が図られる地域となっている。

¹ 2050 年は、地球温暖化対策の目標年として意識されている年であること、また、それまでに社会構造及び価値観の大きな変化を世界が経験せざるをえないことから、超長期的な検討の想定時点として適当と考えた。

² この報告は、GHG の将来の増加を予測するため 1996 年に発行されたものであり、将来のエネルギー消費ばかりでなく各地域の GDP 等の経済予測も含んでいる。

<http://www.grida.no/publications/other/ipcc%5Fsr/?src=/climate/ipcc/emission/>

このような定量的な予測においては、世界経済の成長はグローバル化と各地域の経済ブロックの成長が同時に起こることにより達成されると考えた。

具体的には、アジアについて見れば、東アジアにおける経済連携が進展し、従来以上に域内の経済活動はシームレスになり、貿易が増加している、と考えた。アジアに展開する企業は、近隣諸国間で原材料、中間製品及び最終製品の流通を効率的に行うサプライチェーンマネジメントを構築していると考えた。さらに、それらの企業は、アジア域内の経済発展に伴う需要創出、港湾、道路、鉄道等のインフラ整備や地域需要の進展状況に合わせて、生産拠点、販売拠点等の最適な配置を図っていると予測した。

(2) 2050 年の世界からのバックキャスト

A1B シナリオをもとに、2050 年における世界の海上輸送に関する定量的な試算を行った。試算結果の詳細は附録を参照願いたい。

次に、世界経済成長への貢献及び安全・安心、環境保護に関するリスクの最小化の観点から海事社会に係る各種定性的要因を分析した。³

これらの検討作業のもと、21 世紀初頭に生きる我々が、「2050 年の世界の海事産業」のためにいかなる行動をとらねばならないかを 2050 年から振り返った形で検討し（いわゆるバックキャスト方式）た。その結果、地球温暖化時代を迎える海事社会への 2 つの提言をとりまとめた。

³ このプロジェクトの主たる目的は超長期的な観点からの問題点の抽出であるため、この報告書では、ソマリア沖海賊や直近の景気低迷による造船への影響等の緊急であるが短中期的な事項については優先度を弱めている。

3. 2050年における海事社会とその課題

当財団の試算では、世界の海上荷動き量は、2050年には72,498十億トンマイルと2005年の29,043十億トンマイルと比べて2.5倍となる。コンテナの海上荷動き量に注目すると、2050年には2894十億TEUマイルと2005年の490十億TEUマイルの5.9倍と大きな伸びを示した。域内輸送でみた場合でも、アジアにおいては2050年には194十億TEUマイルと2005年の18十億TEUマイルと比べて10.7倍となる。

海事産業は、高度な経済成長（特にアジアにおける経済成長）を確保するため、増大する海上輸送に対し、船隊の増強や運航のさらなる効率化によって、適切に実施しなければならない。

しかし、これら世界的及び地域的な海上輸送の増大は海上交通の大きな混雑を引き起こしたり、技量のある船員の不足につながったりする。⁴この結果、海難の発生件数が増加し、安全や環境への厳しいリスクとなるであろう。

さらに、現状の輸送効率のまま海上輸送を行った場合、2050年の世界全体の外航海運からのCO2発生量は24億トンと、その時点のドイツと日本からの陸上からの排出量の合計（2005年で20億トン）をはるかに上回る。この結果、国際海上輸送は地球温暖化に大きく寄与することとなるだろう。

また、船舶運航量の増加は、大気汚染物質、有害及び危険物質並びに外来生物の増加を招き、結果として現行のMARPOL 73/78条約、AFS条約、バラスト水管理条約などによる現行の国際的枠組みによる規制効果を弱めるであろう。

世界経済の成長への貢献には、船体の拡張ばかりでなく、効率的な運航が必要となる。海事関係者は下記のような未解決のまま残されている問題にも取り組むことが必要である。

第一に、海上荷動き量の増加が著しいアジア、中南米、アフリカにおいて、効率的な港湾の整備が十分に行われず、これら地域における港湾において貨物

⁴ 1隻あたりの平均海技者数が現在と変化しないと仮定すると、隻数の増加から2050年必要海技者数は830千人、海技者の供給力が現在と変化がないと仮定すると364千人の不足と推定される。

の集中による停滞が発生し、国際海上輸送の円滑な実施に局所的な支障が生じている。

第二に、鋼材のリサイクルやぎ装品のリユースの世界的市場が十分整備されておらず、海上輸送に関する資源の無駄使いの回避が十分できていないであろう。

4. 地球温暖化時代を迎える海事社会への提言

前章で述べたように、海事産業の全ての関係者が 2050 年においても持続的であろうとするためには、2つの原則が重要であろう。一つは、海事産業は、海上輸送サービスの安定的な提供によって、世界経済の成長に貢献すべきであるということである。もう一つは、海上輸送は、決して、世界の安全・安心及び環境の脅威となってはならないということである。これらの原則を実現するため、海事社会の全ての関係者は多くの課題に早急に取り組むべきである。このため、海洋政策研究財団は、最も優先度の高いと考える 2つの提言をここにとりまとめた

提言 1 超低エミッション船及びゼロエミッション船の開発及び普及

海上輸送量の拡大（2050 年において 2005 年の 2.5 倍）と CO2 排出量の大幅削減を両立させるべきである。このためには、すべての船舶の CO2 排出原単位⁵の大幅改善が必要不可欠である。

これを実現するため、世界の海事関係者は、国際的連携を取りながら、以下を同時に推進すべきである。⁶

- ① 超低エミッション船(ULEVs)⁷の開発及び実用化の加速並びに 2020 年代後半における世界的な全面普及
- ② ゼロエミッション船(ZEVs)⁸の早急な開発及び実用化並びに 2030 年代後半に

⁵ 本報告書では、ゼロエミッション燃料（水素燃料、代替燃料、再生可能燃料及び二次電池）の精製・供給時に発生する間接的 CO2 排出も考慮している。

⁶ 海洋政策研究財団の試算では、2050 年において、世界の海上輸送量の成長を確保しつつ、CO2 排出量を半減するためには、個別の船舶の CO2 排出原単位を 2005 年の平均値から約 88% 削減する必要がある。平均 20% の減速航行を行っていることを前提として、2050 年の時点で、船齢 15 年未満（2036 年以降建造）の船舶（全船腹量の 69%）がゼロエミッション船（排出原単位 90% 以上削減）に、15 年以上 25 年未満（2026 年～2035 年間の建造）の船舶（同 22%）が超低エミッション船（排出原単位 50% 以上削減）に完全に移行することで、上記の排出原単位平均 88% 削減が可能となる。

⁷ 超低エミッション船(ULEVs)とは、CO2 排出原単位（IMO で作成したエネルギー効率運航指標）が 2005 年の同型船に比較して 50% 以上削減されている船。減速航行を前提にして船型、推進システムを全面的に見直し、設計効率（IMO で作成したエネルギー効率設計指標）を改良した船舶。消費率の向上等運航方法による改善も考えられる。

⁸ ゼロエミッション船(ZEVs)とは、CO2 排出原単位（IMO で作成したエネルギー効率運航指標）が 2005 年の同型船に比較して 90% 以上削減されている船。超低エミッション船から一層の効率向上を目指す場合と、エミッションが低いまたは無い燃料（水素燃料、代替燃料、

おける世界的な全面普及

- ③ 船舶から発生する CO₂ の船上での回収・貯留システム (CCS)⁹ の 2030 年代後半までの実用化

ULEVs 及び ZEVs の世界的な全面普及を支えるため、国際的な技術移転の実施、再生可能エネルギー等の再生可能エネルギーなどから生成したゼロエミッション燃料の確保等に直ちに取り組むべきである。なお、船用燃料の転換と多様化に対応するため、ある程度の燃料費上昇が起こるであろう。海事社会の地球温暖化への取り組みに関する社会的責任として受容しなければならない。

また、新たな種類の燃料や機関による安全や環境へのリスクに対する規則・基準の策定が急ぎ必要とされる。また、船員の養成、原子力や水素などこれまで商業利用されていない新しい種類の燃料の供給等のインフラの整備等が必要不可欠である。

再生可能燃料及び二次電池) を使用するものを新たに設計する場合がある。

⁹ 船上二酸化炭素回収貯留 (CCS) システムとは、船舶の運航時に排出される CO₂ を船上で回収し、「海底下貯留」や「海中貯留」を行うもの。これら海底下貯留及び海中貯留はロンドン条約 1996 年議定書で禁止されているが、慎重なアセスメントを行い国際約束での禁止を見直す必要がある

提言 2 進化する海事社会を支える国際的研究所の創設

海事産業は、次の社会的責任を同時に果たす必要がある。

- 世界の経済の発展に寄与すること
- 安全・安心や環境保護に関するリスクを最小化するという国際社会からの要請に応えること

特に、後者の責任を果たすため、海事社会は次の2つのことに取り組むべきである。

- 1 複雑かつ深化している世界的な要請に迅速に対応するための、国際的な強制的な枠組みのための既存の規則策定システム及びプロセスの進化。国際的な強制的な枠組みは、適正な実施を確保するため合理的であるべきであり、また、システム及びプロセスはより最適化されており迅速化を図りうるものであるべきである。
- 2 事業者の自主的な取り組み、具体的には、リスク適応及び低減のために行うもので強制規則より厳しいこともあり得る自主的上乗せ規制や国際的な強制的な枠組みよりも効率的で効果的にもなりうるインセンティブスキーム、表彰制度などの推進

上記の2つを推進するためには、国際的な協力のもと研究を実施する研究所を創設することが有効である。この研究所では、データ収集・解析等の調査研究を、専門的、中立的な立場で行う。また、同研究所では政策提言の推進も併せて実施することが期待される。

このため、世界に開かれた「世界海事規則研究所」(仮称)を早期に創設すべきである。この研究所は、以下に示す具体的な機能を有すべきである。この研究所は、世界の海運及び造船に、ビジネス、調査研究、規則策定の面で貢献してきている日本において創設されるのが適当であろう。

機能1 情報センター

- 海事に関するデータ収集・解析
- 国際海事情報ネットワークの構築
- 国際機関での規則策定を支援するための同機関への情報提供

機能2 政策提言実施

- 安全・安心、環境保護、管轄権等の国際的な強制的枠組みに関する提案策

- 定
- 船舶格付け、インセンティブスキーム等の自主的枠組みに関する提案の策定

(附録)

海上輸送に関する海洋政策研究財団（OPRF）の試算

1. 予測の前提条件

(1) 人口

人口は2005年比1.3倍に増加する。参考までに、世界全体では増加するが、日本は減少に転じ、2050年には2005年比1割減となる。また、世界平均に比べて急速に高齢化が進み生産年齢人口は2050年には2005年比で15%減少し、生産年齢人口の割合は約5割となる。

(2) GDP

GDPは生産性の向上に伴い、人口の増加比率よりも大きく、2050年には2005年比4.3倍となる。特に、アジアをはじめとする発展途上国の生産効率が高くなることで、発展途上国でのGDP成長が著しい。

(3) エネルギー需要

人口増加・GDP増加に伴い、エネルギー需要も増加し、2050年には2005年比3.0倍となる。

(4) 世界経済・貿易体制

複数の巨大国家・国家連合が世界を主導する世界に変化する。現状のアメリカに加えて、人口・経済が成長する中国とインド、統合の深化と加盟国の拡大を果たすEUが世界に大きな影響を持つ。個別国家について、現状ではBRICsの成長が著しいが、それに続いて、ネクスト11（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）が成長する。

また、貿易体制については、WTOを中心としたグローバルな自由貿易体制が確立する。また、グローバルな自由貿易体制と共存する形で地域的な経済連携（EPA、FTA等）が強化される。特に、アジアでは東アジア16ヶ国（ASEAN10ヶ国（カンボジア、インドネシア、ラオス、マレーシア、ミャンマー、フィリピン、タイ、ベトナム、ブルネイ、シンガポール）・日・中・韓・印・豪・ニュージーランド）の自由貿易経済圏が確立している。

表 2050 年における世界経済の状況

		2005 年	2050 年	2050/2005	出典
人口 (百万人)	世界	6,465	8,673	1.3 倍	IPCC
	アジア(日本を除く)	3,443	4,219	1.2 倍	IPCC
	日本	129	123	0.9 倍	IPCC
生産年齢人口比率	世界	64.4%	63.9%	0.99 倍	国連
	アジア(日本を除く)	65.4%	64.5%	0.97 倍	国連
	日本	66.4%	51.1%	0.77 倍	国連
GDP (10 億米ドル)	世界	44,688	193,223	4.3 倍	IPCC
	アジア(日本を除く)	3,785	58,749	15.5 倍	IPCC
	日本	3,874	7,981	2.1 倍	IPCC
一人あたり GDP (ドル/円)	世界	6,912	22,280	3.2 倍	IPCC
	アジア(日本を除く)	1,099	13,924	12.7 倍	IPCC
	日本	29,927	64,915	2.2 倍	IPCC
エネルギー需要 (百万石油換算トン)	世界	10,624	31,372	3.0 倍	IPCC
	アジア(日本を除く)	2,961	10,463	3.5 倍	IPCC
	日本	—	—	—	—

2. 海上輸送に関する予測結果

(1) 海上荷動き量（重量トンベース）

世界の海上荷動き量（重量トンベース）は、2050年には全貨物総量で2005年比2.5倍となると予測された。貨物の種類別にはLNGとコンテナの輸送量の増加が著しく、LNGが7.1倍、コンテナが7.2倍となっている。また地域別にみるとアジア域内の流動が大きくなっており、コンテナにおいて10.7倍となっている。また、アフリカ域内や中東域内の輸送量の増大も大きい。

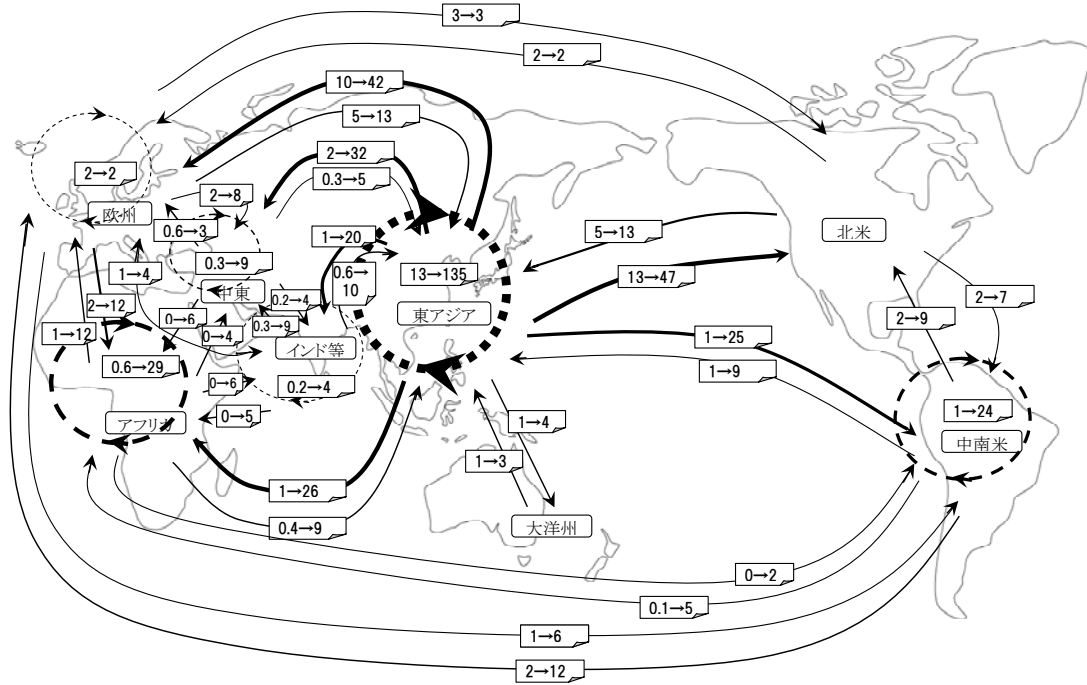
このように、地域経済圏の発展とともに、大陸間輸送量より地域内での輸送量の伸びが大きくなるのが、2050年における特徴である。

表 海上荷動き量（重量トンベース）に関する予測

	世界（百万トン）			アジア域内（百万トン）		
	2005年	2050年	2050 /2005	2005年	2050年	2050 /2005
石油	2,279	2,855	1.3倍	63	36	0.6倍
LNG	138	979	7.1倍	56	64	1.1倍
石炭	710	1,140	1.6倍	158	121	0.8倍
鉄鉱石	652	1,109	1.7倍	96	218	2.3倍
穀物	251	322	1.3倍	12	11	0.9倍
燐鉱、アルミナ、ボーキサイト	104	129	1.2倍	—	—	—
コンテナ	1,099	7,878	7.2倍	171	1,775	10.7倍
コンテナ（百万TEU）	84	599	7.2倍	13	135	10.7倍
その他	1,488	2,262	1.5倍	—	—	—
全体	6,720	16,674	2.5倍	—	—	—

(注) コンテナ 1TEU=13.15 トンで換算

コンテナ海上荷動き予測(単位:百万 TEU) 凡例: 2005年→2050年



注)2050年で2百万 TEU 未満の荷動きその他一部を省略

図 OPRF によるコンテナ海上荷動き予測

(2) 海上荷動き量 (トンマイルベース)

世界の海上荷動き量 (トンマイルベース) は、2050 年には全貨物総量で 2005 年比 2.5 倍となると予測された。海上貨物量と同様に、種類別には LNG とコンテナの増加が著しく、LNG が 10.4 倍、コンテナが 5.9 倍となっている。また地域別にみるとアジア域内の流動が大きくなっており、コンテナの 2005 年比で 10.7 倍となっている。LNG は、重量トンベースに比較して増加率が高く、大陸間輸送等長距離輸送が多くなると予測された。他方、コンテナは、地域間輸送の増加とともに中短距離輸送が多くなると予測された。

表 海上荷動き量 (トンマイルベース) に関する予測

	世界 (十億トンマイル・十億 TEU マイル)			アジア域内 (十億トンマイル・十億 TEU マイル)		
	2005 年	2050 年	2050 /2005	2005 年	2050 年	2050 /2005
石油	1,1749	13,053	1.1 倍	170	95	0.6 倍
LNG	448	4,673	10.4 倍	122	131	1.1 倍
石炭	3,124	5,240	1.7 倍	316	250	0.8 倍
鉄鉱石	3,711	6,458	1.7 倍	96	220	2.3 倍
穀物	1,385	1,799	1.3 倍	59	54	0.9 倍
燐鉱、アルミナ、ボーキサイト	395	489	1.2 倍	—	—	—
コンテナ	6,448	38,069	5.9 倍	237	2551	10.7 倍
コンテナ (TEU)	490	2,894	5.9 倍	18	194	10.7 倍
その他	1,783	2,717	1.5 倍	—	—	—
全体	29,043	72,498	2.5 倍	—	—	—

(注1) コンテナ 1TEU=13.15 トンで換算

(注2) アジア域内の海上輸送としては、貨物の種類毎に以下に示す地点間の輸送量について算出

石油：日本・他アジア—東南アジア

LNG：日本・韓国・中国・他アジア—他アジア

石炭：日本・他極東—中国・インドネシア

鉄鉱石：日本・中国・他極東—アジア

穀物：日本・他極東—その他

コンテナ：東アジア—東アジア

その他：2005 年は全世界の海上輸送量 29043 十億トンマイル (海事レポート (国土交通省発行)) から、本研究で対象とした貨物の全種類との差分。2050 年は伸び率がコンテナを除く貨物の平均と等しいと想定して算出。

(3) 必要船腹量（載貨重量トン数及び隻数）

海上輸送を行うために必要な総船腹量（載貨重量トン数）は、2050年には、全体で2005年の約2.0倍、船種別では、タンカー及びバルクキャリアは2005年とほぼ同程度であるが、LNG船では約8.1倍、コンテナ船では約7.7倍となる。

また、輸送に必要な2050年の船舶隻数は、全体で2005年の約1.7倍、船種別では、タンカー及びバルクキャリアは2005年とほぼ同程度であるが、LNG船では約7.2倍、コンテナ船では約3.7倍となる。

必要船腹量の予測に際しては、船舶の大型化を想定した。

表 必要船腹量に関する予測

	総DWT（百万トン）			隻数（隻）			平均船型（DWT）	
	2005年	2050年	50/05	2005年	2050年	50/05	2005年	2050年
タンカー	317.6	297.0	0.9	3,210	2,950	0.9	98,954	100,671
LNG	12.3	100.0	8.1	185	1,328	7.2	50,542	75,246
バルクキャリア	341.0	337.3	1.0	5,980	5,087	0.9	57,030	66,318
コンテナ	97.3	748.2	7.7	3,562	13,179	3.7	27,260	56,795
以上の合計	768.2	1,539.4	2.0	12,937	22,544	1.7	-	-

(4) CO2 排出量

世界全体の国際海運からのCO2排出量は、2050年には全体で2000年比4.1倍の約24億トンとなる。なお、コンテナ船からのCO2排出がこのうち約半分を占める。

表 貨物別にみた国際海上輸送からのCO2排出量の推計及びそれらの合計

CO2 排出量（百万トン）	2000年	2010年	2020年	2030年	2040年	2050年
石油	117	147	174	201	175	149
LNG	16	51	106	161	204	248
石炭	46	63	74	85	91	97
鉄鉱石	47	74	84	95	107	119
穀類等	29	33	36	39	41	42
コンテナ	127	259	396	634	941	1,234
その他	201	290	373	456	485	514
合計	583	917	1,243	1,671	2,044	2,403