

船舶からの大気汚染物質放出規制海域（ECA）に関する技術検討委員会  
取りまとめ

平成 25 年 6 月 27 日

## 概 要

船舶からの排ガス中の NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub> 及び PM について、一般海域よりも厳しい規制が課せられる大気汚染物質放出規制海域(ECA)について、我が国における設定の必要性及び必要な場合の指定の範囲等を検討することを目的に、平成 22 年 2 月より、「船舶からの大気汚染物質放出規制海域(ECA)に関する技術検討委員会 (ECA 技術委員会)」を設置して、平成 25 年 3 月までの間に計 6 回委員会を開催し、検討を行った。その結果、

我が国におけるECA設定の必要性については、

『我が国周辺海域において ECA を設定した場合の大気質改善効果は小さいか、又は明確でないため、現時点では ECA を設定する必要性があるとは判断されない。今後とも大気汚染物質に関する世界の取組状況について注視しつつ、科学的知見の蓄積の進捗等により国全体としての対応に見直しが合った場合などには、ECA 設定の必要性について改めて検討すべし。』とする結論を得た。

また、委員会での検討による主な成果として、

船舶からの大気汚染物質の放出量及び分布（船舶放出インベントリ）を構築し、大気質シミュレーションを行ったことにより、我が国大気環境に対する船舶の影響を評価し、規制を行う場合の環境改善効果を客観的に評価するための技術的基盤が整備された。また、ECA を設定する場合の費用対効果を評価する基礎となる設備導入コストや運転コスト等の費用影響について、一定の知見が得られた。更に、今後の状況変化への対応の目安を示すとともに、船舶による大気環境への影響の検討に関する今後の課題が整理された。

大気汚染防止のための検討は国の内外で続いており、船舶についても、本委員会で得られた成果を活用し、又、必要に応じて最新化しつつ、適切に対応していくことが重要である。

## 目 次

### 取りまとめ本文

1 経緯及び背景	1
1.1 船舶の大気汚染防止規制及び大気汚染物質放出規制海域（ECA）の概要	
1.2 「船舶からの大気汚染物質放出規制海域（ECA）に関する技術検討委員会」の設置及び目的	
1.3 委員会の検討項目及び検討推進体制	
1.3.1 IMO への ECA 設定の提案に必要な検討項目	
1.3.2 検討推進体制	
1.4 委員会の開催概要	
2 検討の過程	2
2.1 船舶からの大気汚染物質の排出状況の把握（放出インベントリの作成）	
2.2 我が国の大気汚染状況及び船舶による影響の把握（大気質シミュレーションの実施）	
2.2.1 日本広域での大気質シミュレーション	
2.2.2 関東狭域での大気質シミュレーション	
2.3 ECA 設定による環境改善効果の予測	
2.4 費用影響の調査	
3 ECA 設定の必要性の検討	4
3.1 我が国における ECA 設定の必要性の検討の進め方	
3.2 我が国における ECA 設定の必要性の検討結果	
4 得られた成果及び今後の課題	5
4.1 得られた成果	
4.1.1 船舶からの大気汚染物質の放出量及び分布（船舶放出インベントリ）の構築	
4.1.2 ECA 設定の必要性の検討及び環境改善効果の評価の実施	
4.1.3 ECA による費用影響の調査	
4.2 今後の課題	
4.2.1 今後の情勢変化への対応	
4.2.2 船舶による大気環境への影響の検討に関する今後の課題	
4.2.3 船舶による大気環境への影響の検討に係る体制	
別添 1 船舶からの NO <sub>x</sub> 、SO <sub>x</sub> 放出規制及び ECA の概要	8
別添 2 委員名簿	9
別添 3 ECA 指定手続きについて	10
別添 4 委員会検討スケジュール	11
別添 5 我が国大気汚染放出規制海域設定の必要性に係る検討の進め方	12
別添 6 我が国 ECA 設定の必要性に関する検討	16
別添 7 船舶による大気環境への影響の検討に関する今後の課題	25

## 1 経緯及び背景

### 1.1 船舶の大気汚染防止規制及び大気汚染物質放出規制海域（ECA）の概要

船舶からの大気汚染の防止のための規制は、海洋汚染防止条約（以下「MARPOL 条約」という。）附属書 VI に基づき、オゾン層破壊物質、窒素酸化物（NO<sub>x</sub>）、硫黄酸化物（SO<sub>x</sub>）及び粒子状物質（PM）並びに揮発性有機化合物（VOC）を対象物質とし、国際的に統一された放出規制が実施されている。

※ 船舶から放出される PM は SO<sub>x</sub> の低減に伴って減少すると考えられているため、SO<sub>x</sub>・PM は一体的な規制内容となっている。

このうち、NO<sub>x</sub> 及び SO<sub>x</sub>・PM については、2008 年 10 月に開催された国際海事機関（IMO）の第 58 回海洋環境保護委員会（MEPC58）において、段階的な規制強化と、NO<sub>x</sub> と SO<sub>x</sub>・PM のそれぞれについて一般海域より一層厳しい規制を行う大気汚染物質放出規制海域（以下「ECA」という。）を設定することができる枠組みが合意され、そのための附属書 VI の改正が採択された。ECA は、定められた手続きに則った各国からの提案に基づいて、IMO で審議の上、MARPOL 条約附属書 VI の改正を経て設定されることとなっている。

（別添 1 船舶からの NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub> 放出規制及び ECA の概要）

### 1.2 「船舶からの大気汚染物質放出規制海域（ECA）に関する技術検討委員会」の設置及び目的

ECA の設定の必要性の検討に際しては、大気環境全体に対する船舶の影響と ECA による環境改善効果を分析するとともに、その他の環境影響や他の発生源での対策の状況、費用影響等を総合的に勘案して判断する必要がある。

このため、総合政策局及び海事局を事務局として、有識者による「船舶からの大気汚染物質放出規制海域（ECA）に関する技術検討委員会」（以下単に「委員会」という。）を設置し、ECA 設定の必要性について、中立的に、かつ純粋に技術的な検討を実施することとした。

（別添 2 委員名簿）

### 1.3 委員会の検討項目及び検討推進体制

#### 1.3.1 IMO への ECA 設定の提案に必要な検討項目

MARPOL 条約では、ECA は、当該海域を管轄する国（単独又は複数）が、ECA の地理的範囲を指定する条約改正案を IMO に提案し、IMO での審議、承認及び採択を経て設定することとされている。

IMO では、条約附属書 VI 付録 III の指針に沿って ECA 設定の適否の審議が行われる。当該指針には、船舶からの NO<sub>x</sub> 又は SO<sub>x</sub>・PM の排出を抑制すべき必要性が裏付けられている場合には、IMO によって ECA の設定が考慮されるべきこと、また ECA を提案する国は、大気汚染の状況、船舶の排出による環境影響、コスト比較及び国際海運への影響等の検討項目（指針では、これを「クライテリア」としている。）についての評価結果を含む ECA 設定の必要性を説明する資料を提出することを規定しているが、当該指針には各クライテリアの具体的、定量的な評価基準は示されておらず、判断は事実上提案国に任されている。

なお、現在の手順に従って ECA の設定が認められた例としては、北米（米国及びカナダ）ECA 及びカリブ海中部（プエルトリコ及び米領バージン諸島）ECA がある。

（別添 3 ECA 指定手続きについて）

### 1.3.2 検討推進体制

委員会においては、ECA 設定の必要性の検討に際して、①船舶からの大気汚染物質の排出状況の把握、②我が国の大気汚染状況及び船舶による影響の把握、③ECA 設定による環境改善効果の予測、④費用影響の調査を行うこととした。また、検討の結果、ECA 設定が必要と判断された場合には、IMO に ECA 設定の提案文書を提出する必要があることから、米国・カナダ提案の例を参考としつつ検討を進めることとした。

具体的には、一般財団法人日本船舶技術研究協会の「大気汚染防止規制の円滑な導入のための調査研究」事業（学識経験者、独立行政法人海上技術安全研究所その他関係団体の協力により実施）と連携し、当該事業の中で実施される「船舶からの大気汚染物質放出インベントリの作成」、「大気質モデルの構築及び大気質シミュレーションの実施」、「ECA 実施関連費用の調査」等について、適宜、委員会による内容検証、助言を行いつつ、委員会ではこれらの成果を活用して検討を進めることとした。

（別添 4 委員会検討スケジュール）

### 1.4 委員会の開催概要

平成 22 年（2010 年）2 月の第 1 回委員会から平成 25 年 3 月の第 6 回委員会までの開催状況と主な審議内容は次のとおりである。

第 1 回（平成 22 年 2 月 26 日）：	委員会の設置、検討計画、運営方法
第 2 回（平成 22 年 12 月 7 日）：	船舶からの大気汚染物質の排出量データの検討
第 3 回（平成 23 年 3 月 31 日）：	船舶からの大気汚染物質の排出量データの検討、大気質シミュレーションモデルの検討
第 4 回（平成 23 年 12 月 15 日）：	全体排出量データの検討、大気質シミュレーション（現況）の試行・再現性検証
第 5 回（平成 24 年 7 月 19 日）：	大気質シミュレーション（現況及び将来）の実施、ECA 設定の必要性の検討
第 6 回（平成 25 年 3 月 28 日）：	最終取りまとめ

## 2 検討の過程

我が国の大気汚染状況及び船舶による影響の検討において、「現況」とは、分析に必要なデータや文献等が最も豊富に揃っている 2005 年とした。「将来」とは、米国・カナダ提案の例を踏まえて 2020 年を想定し、2005 年のデータを基に、現時点で予定されている規制の浸透や船舶活動量の推移等を考慮したものとした。

### 2.1 船舶からの大気汚染物質の排出状況の把握（放出インベントリの作成）

現況（2005 年）における日本広域（10km メッシュ）及び関東域（1km メッシュ）での船舶からの大気汚染物質の放出量及び分布（以下「船舶放出インベントリ」という。）を、財団法人シップ・アンド・オーシャン財団（通称：海洋政策研究財団）及び水産庁の協力を得て、独立行政法人海上技術安全研究所（以下「海技研」という。）が作成した。

将来（2020 年）の船舶放出インベントリは、現況（2005 年）の船舶放出インベントリを基に、現時点で実施又は予定されている規制の浸透、船種構成の変化、船舶活動量の推移等を反映させて海技研が作成した。

現況（2005 年）の船舶以外の排出源からの大気汚染物質の放出インベントリ（以下「船舶以外の放出インベントリ」という。）は、一般財団法人石油エネルギー技術センター、一般財団法人電

力中央研究所等の各分野の知見を有する研究機関が作成・公開しているデータを基に、海技研において、これらの提供元の許可・協力を得てデータの補完等を行った。

将来(2020年)の船舶以外の放出インベントリは、現況の船舶以外の放出インベントリを基に、自動車等の国内の主要な人為発生源については、当該データの提供元の許可・協力を得て、現時点で予定されている規制の浸透等を反映させたものを海技研において作成した。

## 2.2 我が国の大気汚染状況及び船舶による影響の把握（大気質シミュレーションの実施）

日本広域（18km メッシュ）及び関東狭域（6km メッシュ）を対象として、米国環境保護庁が開発したモデル（CMAQ4.7.1：Community Multiscale Air Quality modeling system）を用いて、現況（2005年）及び将来（2020年）における大気質のシミュレーションを行った。なお、本シミュレーションでは、SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>、VOC等から二次生成されるPM<sub>2.5</sub>も対象としている。ただし、NO<sub>x</sub>、VOCからの二次生成については、発生メカニズムが解明の途上であり、SO<sub>x</sub>からの二次生成のように因果関係が明確な訳ではないことに留意する必要がある。

### 2.2.1 日本広域での大気質シミュレーション

日本広域についての大気質シミュレーション（以下「広域シミュレーション」という。）は、我が国の大気汚染状況及び船舶による影響を把握するため、上記2.1.1の大気汚染物質の放出インベントリを入力データとし、計算格子を18kmメッシュとして行った。

まず、現況（2005年）でのSO<sub>2</sub>、PM<sub>2.5</sub>（PM<sub>2.5</sub>は、2005年当時はまだ観測値が少なかったことから、検証には一定の相関性がある浮遊粒子状物質（SPM）を用いた。）、NO<sub>2</sub>、光化学オキシダント（O<sub>x</sub>）（≒オゾン（O<sub>3</sub>））について、大気汚染常時監視測定局データなど公開されている陸上での観測値との比較により再現性を検証した。その結果、シミュレーション結果が観測値の概ね2倍～1/2倍に分布すること、季節及び時間変化の傾向が概ね一致していること等が確認され、シミュレーションによる大気質の予測としては概ね良好な再現性を有していると評価された。

次に、船舶による大気質への影響について、全発生源による濃度から船舶以外の排出源による濃度を差し引いた濃度を船舶起因の濃度とするゼロアウト法により、シミュレーションを行った。

また、現時点で予定されている規制の浸透や船舶活動量の推移等を考慮した将来（2020年）における大気質及び船舶による大気質への影響についても、同様にシミュレーションを行った。

### 2.2.2 関東狭域での大気質シミュレーション

委員会で行った狭域についての大気質シミュレーション（以下「狭域シミュレーション」という。）は、広域シミュレーションにおいて船舶による大気質への影響が特定の狭い地域に集中して現れた場合に、狭い地域でのECA（以下「狭域ECA」という。）設定の必要性の検討に用いることを想定して、より細密なメッシュ（ここでは、広域シミュレーションの結果を初期境界条件として与え、計算格子を6kmメッシュとした）により大気質を評価する手法としての有用性の検証を目的としたものである。委員会では、人口が密集し、かつ海上交通量が最も稠密な関東域を例として行うこととした。

狭域シミュレーションについても、現況（2005年）の計算結果が、観測値との比較により再現性を検証したところ、シミュレーションによる大気質の予測としては概ね良好な再現性を有していると評価された。

なお、将来（2020 年）の大気質、及び現況（2005 年）及び将来（2020 年）の船舶による大気質への影響についてもシミュレーションを行った。

## 2.3 ECA 設定による環境改善効果の予測

検討の結果、ECA 設定の必要性があると認められる場合には、海岸線から排他的経済水域までの範囲で ECA の海域幅を検討する必要があるため、複数の仮定ケース（12 海里、200 海里）について、将来（2020 年）における ECA 内の規制対応を考慮した船舶放出インベントリを改めて作成し、それぞれの仮定ケースでの環境改善効果を大気質シミュレーションにより予測した。その結果は、全発生源による濃度と、船舶以外の排出源による濃度（即ち船舶をゼロと仮定した状態）の間で、海域幅に応じた環境改善効果が特徴的に示されたものとなった。

## 2.4 費用影響の調査

ECA の費用影響について、一定の仮定条件（2020 年の船舶の燃料油の硫黄分濃度の世界規制、我が国周辺 200 海里での ECA を想定）の下で、関係団体からのヒアリング等を通じて得られたデータを用いて海技研において試算した。

NO<sub>x</sub>に係る ECA では、選択還元触媒（SCR）による NO<sub>x</sub> 放出低減装置の導入コストと運転コスト（還元剤として使用する尿素水）を試算した。SO<sub>x</sub>・PM に係る ECA では、硫黄分濃度 0.5% の燃料油から 0.1% の燃料油に切り替えることにより発生するコストの増分として、一般の A 重油と低硫黄 A 重油（軽油相当）での燃料代の差を試算した。また、ECA 対応の代替技術として、排気ガス再循環（EGR）による NO<sub>x</sub> 放出低減装置及び SO<sub>x</sub> 放出低減装置（SO<sub>x</sub> スクラバ）の技術開発動向を調査した。

（2 章については日本船舶技術研究協会「大気汚染防止規制の円滑な導入のための調査研究」報告書を参照）

## 3 ECA 設定の必要性の検討

### 3.1 我が国における ECA 設定の必要性の検討の進め方

前述（1.3 節）のとおり、MARPOL 条約や IMO では、ECA 設定の必要性の検討において適用すべき評価基準が示されておらず、判断は事実上提案国に任されている。このため、我が国における ECA の国内法での位置付けを考慮し、その国内法の趣旨に沿って ECA 設定の必要性を検討することとした。

具体的には、ECA は「海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律」（以下「海防法」という。）に基づき、海域を指定して船舶からの大気汚染物質（NO<sub>x</sub> 又は SO<sub>x</sub>）の排出について一層強化された規制を実施するものであることから、海防法の上位法であり、我が国の「大気の汚染」に係る対策の基本的な枠組みを定めた環境基本法の趣旨に沿って検討することとした。

（別添 5 我が国大気汚染放出規制海域設定の必要性に係る検討の進め方）

### 3.2 我が国における ECA 設定の必要性の検討結果

上記 3.1 の検討の進め方に従って、2.2.1 の現況（2005 年）及び現時点で予定されている規制の浸透や船舶活動量の推移等を考慮した将来（2020 年）についての大気質シミュレーションの結果から、我が国における ECA 設定の必要性を検討した。

一次生成物質である NO<sub>2</sub> 及び SO<sub>2</sub> については、全発生源による全体の濃度が現時点で既に環境

基本法に基づく環境基準をほぼ満足しており、現行の規制の浸透及び今後予定されている規制により、今後更に減少を続けることが期待され、将来（2020年）においても環境基準を満たすと予測されること、また、陸域における船舶の影響については、既に導入されているNO<sub>x</sub>の2次規制、二酸化炭素放出抑制指標（EEDI）によるCO<sub>2</sub>規制、2020年には船舶の燃料油の硫黄分濃度の世界規制（上限値を現状の3.5%から0.5%に大きく引き下げ）が予定されていること等から、将来（2020年）においては更に減少すると予測される結果となった。これらにより、NO<sub>2</sub>及びSO<sub>2</sub>の観点からは、現時点ではECA設定の必要性があるとは判断されなかった。

NO<sub>x</sub>及びVOCを主な前駆物質として二次的に生成される大気汚染物質である光化学オキシダント（Ox）については、現状で環境基準はほとんど達成されておらず、将来（2020年）においても達成は困難と予測されるが、陸域における船舶の影響は小さく、ECAの効果は限定的であると予測される結果となった。さらに、第4次環境基本計画（平成24年4月閣議決定）において「光化学オキシダント濃度の動向等の実態把握及び生成機構の解明に係るさらに詳細な調査並びに新たな科学的知見の収集等を推進するとともに、光化学オキシダント及びその原因物質の排出インベントリの作成や予測シミュレーションモデルの構築に係る取組を強化し、これらの結果を踏まえた光化学オキシダントに係る対策のあり方を検討することが必要である。」とされていることも踏まえ、現時点でECA設定の必要性があるとは判断されなかった。ただし、その影響については、注視していく必要があると考えられる。

SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>及びVOCを前駆物質として二次的に生成される物質を多く含むPM<sub>2.5</sub>についても、現状で環境基準は多くの地点で達成されておらず、将来（2020年）においても達成は困難と予測される結果となった。陸域における船舶の影響については、2020年には硫黄分濃度の世界規制が予定されており、それに伴って著しく減少すると予測され、これに上乗せしてECAを設定しても、その効果は限定的であると予測される結果となった。さらに環境基本計画において「PM<sub>2.5</sub>についても、濃度の動向等の実態把握や生成機構の解明に係る調査等の推進や、その原因物質の排出インベントリの作成や予測シミュレーションモデルの構築に係る取組等の強化が必要である。」とされていることも踏まえ、現時点でECA設定の必要性があるとは判断されなかった。ただし、その影響については、注視していく必要があると考えられる。

なお、広域シミュレーションでのECA設定の必要性の検討結果からは具体的に効果および影響を検討すべき狭域ECAの候補は現れなかったが、関東域を例に行った狭域シミュレーションでも、船舶による大気環境への影響は限定的であって上記の検討結果に影響を与えないものであることを確認している。また、検討の過程において、科学的知見の蓄積の進捗あるいは社会的な情勢の変化等、検討に大きく影響を及ぼす事項について、検討の再開に関する事項として整理した。

（別添6 我が国ECA設定の必要性に関する検討）

#### 4 得られた成果及び今後の課題

今般、約4ヶ年にわたる委員会での検討を通じて、大気環境全体に対する船舶の影響を評価するとともに、船舶に対する規制を行う場合の環境改善効果を評価する技術的基盤が整備された。

一方で、大気汚染防止のための検討は国の内外で続いており、船舶についても適切に対応していくことが求められる。このため、委員会で得られた成果を活用し、又は、必要に応じて最新化しつつ、今後も大気汚染防止のための検討を継続していくことが重要である。

上記観点から、本委員会での検討の成果を総括し、今後の取り組むべき課題を検討した。



## 4.1 得られた成果

### 4.1.1 船舶からの大気汚染物質の放出量及び分布（船舶放出インベントリ）の構築

海事分野の研究機関、内航・外航海運、漁業、造船、船用工業等の海事関係団体からの参加・協力を得て、船舶からの大気汚染物質の放出量及び分布（船舶放出インベントリ）が構築されたことにより、我が国における大気環境全体に対する船舶の影響を評価するための技術的基盤が整備された。

また、一般財団法人石油エネルギー技術センターや一般財団法人電力中央研究所との共同研究等、船舶以外の分野の研究機関との協力関係を構築したことにより、船舶以外の分野についても最新のインベントリデータを活用することができる体制が構築された。

### 4.1.2 ECA 設定の必要性の検討及び環境改善効果の評価の実施

最新の船舶排出インベントリを用いた大気質シミュレーションを実施し、大気環境全体に対する船舶の影響を評価することにより、現時点での ECA 設定の必要性の有無について検討した。更に ECA についての複数の仮定ケースでの環境改善効果の評価を行ったことで、船舶に対する規制を行う場合の環境改善効果を客観的に評価するための技術的基盤が整備された。

また、今後の状況変化への対応の目安を示すとともに、船舶による大気環境への影響の検討に関する今後の課題を整理した。

### 4.1.3 ECA による費用影響の調査

今後の費用対効果の評価手法の研究の進展にも留意する必要があるが、ECA を設定する場合の費用対効果を評価する基礎となる設備導入コスト、燃料種の転換や消耗品その他の運転コスト等の費用影響について、関係者の協力により見積もり、一定の知見が得られた。

## 4.2 今後の課題

### 4.2.1 今後の情勢変化への対応

環境基本計画では、光化学オキシダント及び PM<sub>2.5</sub> について「濃度の動向等の実態把握や生成機構の解明に係る調査等の推進や、その原因物質の排出インベントリの作成や予測シミュレーションモデルの構築に係る取組等の強化」を進めることとなっている。また、自動車や工場等の陸上排出源からの汚染物質排出に関する対策が進む一方、大陸由来の大気汚染物質の増加も報じられており、環境基準や基準達成のための対策について、新たな国の方針が示される等の場合には、船舶からの排出についても、今回整備したインベントリ等の精度の向上など、現在の科学的知見・基盤を維持、発展させることにより適切に対応する必要がある。

また、船舶からの大気汚染防止のための国際的な規制は、2013 年から EEDI による CO<sub>2</sub> 規制が開始された他、2016 年に NOx 3 次規制の適用が、また 2020 年に燃料油中の硫黄分濃度の世界的規制強化（その実行可能性については 2018 年までに IMO が検証予定）が予定されており、今回 ECA の検討においても前提として考慮されている。これら規制の浸透の状況、あるいは実施時期等の内容に変更がある場合には、我が国としても必要に応じて大気汚染物質の放出インベントリ及び大気質シミュレーションを最新化し、これに基づく大気汚染状況及び船舶影響の評価を検証するなど適切に対応できるよう準備する必要がある。

### 4.2.2 船舶による大気環境への影響の検討に関する今後の課題

上記 4.2.1 に示される場合に限らず、今後も船舶による大気環境への影響の検討を継続してい

くことは重要である。そのためには、今後、次のような課題に対応していくことが望まれる。

- (i) 船舶放出インベントリの最新化（アップデート）及び精度の向上
  - (ii) 船舶以外の放出インベントリ及び大気質シミュレーション技術に関する研究成果・動向の把握
  - (iii) 船舶に係る環境対策コストの調査、社会経済影響の評価手法に関する研究成果・動向の把握、人体或いは生態系等に与える大気汚染の影響に関する研究成果・動向の把握
  - (iv) 船舶に係る大気汚染物質の清浄化技術の開発動向・性能の把握、ブラック・カーボンその他 IMO で議論される船舶による大気環境への影響に関する研究成果・動向の把握
- （別添 7 船舶による大気環境への影響の検討に関する今後の課題）

#### 4.2.3 船舶による大気環境への影響の検討に係る体制

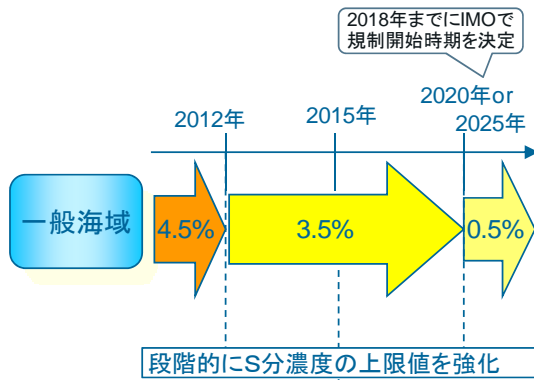
国土交通省は、今後とも大気環境対策に関する国内及び IMO 等海外での検討の状況を注視し、把握に努めるとともに、委員会での検討を通じて構築された国内協力体制を活用し、海技研等の関係機関から最新の調査研究の成果及び科学的知見の提供を受け、適切な時期に ECA 技術検討委員会を開催し、船舶による大気環境への影響の把握及び対策に関する技術的な検討を行う必要がある。

海技研等の関係機関は、今後の課題に対応しつつ、最新の科学的知見及びデータにより、国の技術的な検討に協力することが望まれる。

## 船舶からの窒素酸化物( $\text{NO}_x$ )、硫黄酸化物( $\text{SO}_x$ )放出規制 及び 大気汚染物質放出規制海域(ECA)の概要

### SO<sub>x</sub>・PM規制

各海域内の全ての船舶が対象  
燃料油の硫黄分濃度の上限值により規制



一般海域よりも厳しい規制

指定海域  
(ECA)

1.0%

0.1%

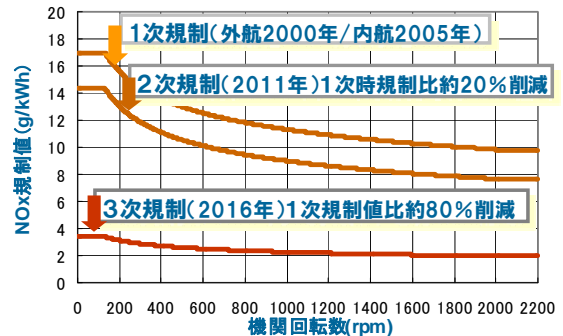
各国からの提案に基づき、IMO※の手順に従ってMARPOL条約附属書6)の改正により指定  
(※環境面からの必要性の説明他)

我が国としてのECA設定の必要性を検討する必要  
(→要すればIMOへ提案を検討)

### NO<sub>x</sub>規制

130kWを超えるディーゼルエンジンを搭載する船舶が対象

エンジンの出力あたりのNO<sub>x</sub>排出量の上限值により規制



- 2次規制 全ての海域に適用
  - 2011年～2015年に建造される船舶
  - 1次規制値より約15%～22%削減

- 3次規制 指定海域(ECA)に適用
  - 2016年以降に建造される船舶
  - 1次規制値より約80%削減

### ECA技術検討委員会を組織

我が国大気環境の状況及び船舶による影響を把握し、  
ECA設定の必要性を検討

委員長  
委員

若松 伸司 愛媛大学 農学部生物環境保全学 大気環境科学研究室 教授  
大学関係3名、研究機関2名  
関係業界7名(外航、内航、旅客船、造船、船用機関、漁業、石油)  
環境省、水産庁、総合政策局、海事局

計17名

船舶からの大気汚染物質放出規制海域（ECA）に関する技術検討委員会  
委員名簿（敬称略、順不同）

委員長	若松 伸司	愛媛大学 農学部 生物環境保全学 大気環境科学研究室 教授
委員	速水 洋	（一財）電力中央研究所 環境科学研究所 大気・海洋環境領域 上席研究員
	佐藤 徹	東京大学大学院 新領域創成科学研究科 海洋技術環境学専攻 教授
	岡田 啓	東京都市大学 環境情報学部 環境情報学科 准教授
	前田 和幸	水産大学校 海洋機械工学科 教授
	千田 哲也	（独）海上技術安全研究所 海洋環境評価系長 兼 研究統括主幹
	洲之内 満彦	（一社）日本船主協会 工務幹事会 幹事長
	加藤 琢二	（一社）日本旅客船協会 理事
	内藤 吉起	日本内航海運組合総連合会 理事
	山口 祐二	（一社）日本造船工業会 技術部 部長
	島田 一孝	（社）日本舶用工業会 大形機関技術委員会 委員
	木上 正士	（社）大日本水産会 事業部 部長
	金子 タカシ	石油連盟 技術委員会 民生・産業用燃料専門委員会 委員
関係官庁	森下 哲	環境省 水・大気環境局 自動車環境対策課長
	遠藤 久	水産庁 増殖推進部 研究指導課長
	村田 茂樹	国土交通省 総合政策局 海洋政策課長
	平原 祐	国土交通省 海事局 安全基準課長

## ECA 指定手続きについて

ECA を指定するにあたっては、以下のような手続きが必要となる。

- ①ECA の指定を希望する国（単独又は複数）は国際海事機関（IMO）の海洋環境保護委員会（MEPC）に提案文書を提出。

提案文書には、以下のクライテリアにつき評価した結果を含めなければならない。

**ECA提案文書に含めるべきクライテリア(3～6 についてはシミュレーションを実施)**

- (1)提案する ECA 海域
- (2)排出ガスの種類(NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>、PM 又はこれらの組合せ)
- (3)船舶排出ガスの影響にさらされている人口及び環境エリア
- (4)船舶排出ガスによる大気環境濃度や環境影響への寄与についての影響評価
- (5)提案エリアにおける気象条件や地形、地質、海洋学、生物形態学についての情報、大気汚染濃度や環境影響に寄与する条件
- (6)提案エリア内における船舶交通の実態(航行パターン、密度を含む)
- (7)陸上発生源の対策
- (8)船舶排出ガスの削減費用と陸上発生源対策のコスト比較、国際海運に従事する船舶への影響

- ②MARPOL 条約附属書VI付録Ⅲに定める「船舶による大気汚染の防止に関する排出規制海域の指定のための基準及び手続き」により、MEPC にて ECA 指定の適切性を審査。

- ③ECA 指定が適切であると承認された場合は、附属書VIが改正され ECA が設定される。(通常の条約手続きに同じ。)

【参考： 米国・カナダ ECA の概要】

ECA 指 定 範 囲 ：米国及びカナダ（アラスカ等一部の地域を除く）の太平洋、大西洋及びメキシコ湾沿岸 200 海里

対象となる排出ガス：NO<sub>x</sub> 及び SO<sub>x</sub>・PM

経 緯 等：2009 年 7 月 MEPC59（2009 年 7 月 13 日-17 日）にて承認  
2010 年 3 月 MEPC60（2010 年 3 月 22 日-26 日）にて採択  
2011 年 8 月 発効



船舶からの大気汚染物質放出規制海域(ECA)に関する技術検討委員会 検討スケジュール									
作業内容	2009年度		2010年度		2011年度		2012年度		2013年度以降
	●MEPC59(7月)		●MEPC60(3月)	●MEPC61(10月)	●MEPC62(7月)	●MEPC63(3月)	●MEPC64(10月)	●MEPC65(2013年5月)	
1. IMOの動き	承認	採択							
(1) 米国・加国ECA	承認	採択			発効(8月)	免除期間	免除期間終了(8月)		
(2) 米国プエルトリコECA			承認		採択		発効(1月)	免除期間	免除期間終了(2014年1月)
									2018年 燃料S分規制強化時 期の検証終了
									2020年(or2025年) 燃料S分世界規制強化
2. ECA技術検討委員会の動き									
気象モデルの構築、シミュレーション									
①気象モデルの構築									
②気象シミュレーション									
③大気汚染に影響する気象条件の検討									
大気汚染排出物質排出量データの整備									
①現況排出量(船舶)のデータ整備									
②現況排出量(船舶)のデータ改良									
③現況排出量(船舶以外)のデータ整備									
④将来排出量(船舶)のデータ整備									
⑤将来排出量(船舶以外)のデータ整備									
大気質モデルの構築、シミュレーション									
①大気質モデルの構築									
②現況計算(再現性の確認含む)									
③船舶寄与(現況)の計算									
④将来計算									
⑤船舶寄与(将来)の計算									
⑥ECA有無による効果の計算									
ECA設定の必要性に関する検討									
①大気汚染状況の把握(PM <sub>2.5</sub> 、O <sub>3</sub> )									
②規制設定に係る事例整理									
③船舶放出の大気汚染への寄与									
他の発生源における対策									
①今後の規制動向の把握									
船舶の排ガス対策に係るコスト影響									
①対策費用の把握									
②燃料産出に与える影響検討									
③国際海運に与える影響検討									

平成 24 年 7 月 19 日

## 我が国大気汚染放出規制海域設定の必要性に係る検討の進め方

我が国管轄海域への大気汚染物質放出規制海域（ECA）設定に係る、我が国としての必要性の検討に関して、基本的な事項を整理する。

## 0. 大気汚染物質放出規制海域（ECA）の概要

## 1) 大気汚染物質放出規制海域（ECA）とは

大気汚染物質放出規制海域（以下「ECA」という）とは、MARPOL 条約附属書VI<sup>※1</sup>の規定により、船舶のディーゼルエンジンからの硫黄酸化物（SO<sub>x</sub>）及び窒素酸化物（NO<sub>x</sub>）の排出について一般海域より厳しい排出規制<sup>※2</sup>を行う海域である。

ECA の設定は、MARPOL 条約加盟各国が、それぞれの管轄海域において ECA の設定が必要と考える海域を IMO に提案し、承認及び条約化されることにより行われる。

ECA の海域の提案に際しては、MARPOL 条約附属書VIにより、規制する大気汚染物質の種類、設定する海域、設定の必要性についての説明等を含む資料の提出が規定されているが、必要性そのものの判断及びその基準については、設定を提案しようとする各国に任せられており、事実上の地域規制である。

※1 国際海事機関（以下 IMO という）海洋環境保護委員会（以下 MEPC という）：2008 年採択、2010 年発効

※2 排出規制の強度（時期により一律の値を設定）及び開始可能年は段階的に規定

## 2) 我が国における ECA 設定の手順及び我が国 E C A 検討経緯

我が国にあっては、「海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律」（以下「海防法」）に、海洋汚染等の防止を目的として、「窒素酸化物の放出量に係る放出量基準は、放出海域並びに原動機の種類、能力及び用途に応じて、政令で定める」<sup>第19条の3</sup>、或いは、「政令で定める海域ごとに、硫黄分の濃度その他の品質が政令で定める基準に適合する燃料油を使用しなければならない」<sup>第19条の21</sup>とする規定があり、それぞれ ECA に認める基準を適用する海域を定めることが出来る。

想定される設定の手順としては、IMO（MEPC）の手順に従って、先ず IMO(MEPC)に我が国から ECA 設定を提案し、承認の後に、海洋汚染等防止法の規定により海洋汚染防止法施行令を改正し、条約改正・発効に合わせて施行する。

しかしながら、条約及び法令のいずれにあってても ECA を提案することの強制はなく、我が国から IMO への提案に先だって、我が国の環境保全関係法令及び IMO の規程などを参考に、我が国としての ECA 設定の必要性について検討を行う必要がある<sup>※3</sup>。

※3 我が国では、平成 22 年（2010 年）度から国土交通省主催の ECA 技術検討委員会により、検討を行っている。これまで計 4 回の検討委員会を開催し、船舶からの大気汚染物質排出による我が国大気環境への影響の評価が概ね可能となった

## 3) 環境基本法の趣旨に沿った ECA 設定の必要性に関する検討について

我が国海防法において、海洋汚染等とは「海洋の汚染並びに船舶から放出される排出ガスによる大気の汚染及びオゾン層の破壊をいう」<sup>第3条15の2</sup>とされている。

「大気の汚染」については、環境基本法に、「公害」とは、環境の保全上の支障のうち、事業活動その他の人の活動に伴って生ずる相当範囲にわたる大気の汚染、水質の汚濁（水質以外の水の状態又は水底の底質が悪化することを含む。第十六条第一項を除き、以下同じ。）、土壌の汚染、騒音、振動、地盤の沈下（鉱物の掘採のための土地の掘削によるものを除く。以下同じ。）及び悪臭によって、人の健康又は生活環境（人の生活に密接な関係のある財産並びに人の生活に密接な関係のある動植物及びその生育環境を含む。以下同じ。）に係る被害が生ずることをいう。」<sup>第2条の3</sup>とされていることから、ECA 設定の可否を判断するにあたっては、大気の汚染に対する我が国対策の枠組みである環境基本法の趣旨に沿って検討することとする。

環境基本法では、基本理念として順に第三条から第五条に、人間の健康で文化的な生活に欠くことが出来ないものとして環境が将来に亘って維持されることが、環境を維持しつつ、環境への負荷の少ない健全な経済の発展を図りながら持続的に発展する社会を構築すること、国際協調による地球環境の保全を推進すること、が述べられている。ECA 設定の必要性に関する技術面からの検討についても、環境影響を基本に検討を行うこととし、経済・社会影響及び国際協調（地球環境対策の推進）について可能な範囲で参考とする。

なお、検討の過程に於いて、科学的知見の蓄積の進捗あるいは社会的な情勢の変化等、検討に大きく影響を及ぼす事項については、検討の再開に関する事項として整理する。

## 1. 環境影響の検討

環境影響の検討は、環境基本法第十六条に基づき、大気の汚染、水質の汚濁、土壌の汚染及び騒音に係る環境上の条件についてそれぞれ、人の健康を保護し、及び生活環境を保全する上で維持されることが望ましい基準<sup>※4</sup>として定められた基準である環境基準を基に、検討の対象とすべき大気汚染物質の選定し、現状及び将来において環境基準の達成が困難と思われるものについて、船舶の寄与、科学的知見の蓄積、その他の環境影響、及び他の排出源での対策の状況を総合的に検討することにより行う。

検討において、将来における船舶の寄与が著しく小さい等により、現在既に実施されているか又は予定されている対策に ECA 設定を追加する効果が限定的であるものについては、ECA 設定の必要性があるとは判断されない。

これには、将来における船舶の寄与（濃度及び率）が小さく、汚染状況の把握、汚染メカニズム、原因物質及びその発生源の解明、並びに低減のための対策の評価などについての現時点での科学的知見の蓄積状況からは、ECA の対策としての効果を明確に出来ない場合等も含まれる。

※4 我が国大気環境基準は、適切な科学的判断に基づいて必要な改訂が行われることとされており、早期死亡や疾病被害などについて我が国における最新の疫学的調査に基づいて設定及び見直しが行われることとされている

### 1) ECA 設定の必要性について検討の対象とする大気汚染物質

環境影響の検討については、先ず ECA の設定が汚染状況に影響を与える可能性のある大気汚染物質を、環境基準が定められている物質から選定する。

このような物質としては、ECA により規制される放出物質及び現時点で当該物質を原因物質とすると考えられている二次生成物質が考えられる。

### 2) 環境基準の達成状況の検討



検討の対象とする大気汚染物質毎に、現在及び将来における大気汚染状況及び環境基準の達成状況について予測、評価し、当該物質について ECA 設定の必要性を検討する。

このとき、将来において環境基準の達成が困難と予測されるものについては、以下 3) 船舶の大気汚染物質放出の大気汚染への寄与、4)科学的知見の蓄積、5)その他の環境影響及び 6) 他の発生源での対策の状況を、当該物質に係る ECA 設定の必要性の検討において考慮する。

### 3) 船舶の大気汚染物質放出の大気汚染への寄与

大気汚染の状況に係る現在及び将来における船舶の寄与（濃度及び率）及び ECA 設定の効果を評価し、ECA 設定の必要性の検討において考慮する。

### 4) 科学的知見の蓄積

大気環境基準の定められている汚染物質であっても、科学的知見の蓄積或いは技術開発の状況は物質ごとに異なっている。

検討の対象とする物質に関する、汚染状況の把握のための観測手法及び評価手法の整備、汚染発生メカニズム及び原因物質の発生源の解明、及び汚染低減のための対策の評価等に係る科学的知見の状況を、ECA 設定の必要性の検討において考慮する。

### 5) その他の環境影響

地球環境への影響に関する温暖化物質の放出に関する影響及び船舶放出との因果関係が疑われる生態系影響の事例等があれば、ECA 設定の必要性の検討において考慮する。

### 6) 他の発生源での対策の状況

環境基準が適用される地域との位置関係、あるいは環境影響への寄与等の状況が、船舶に類似する排出源があれば、そこでの対策の状況についても、ECA 設定の必要性の検討において考慮する。

## 2. 参考とする事項

### 1) 経済社会影響に関する検討

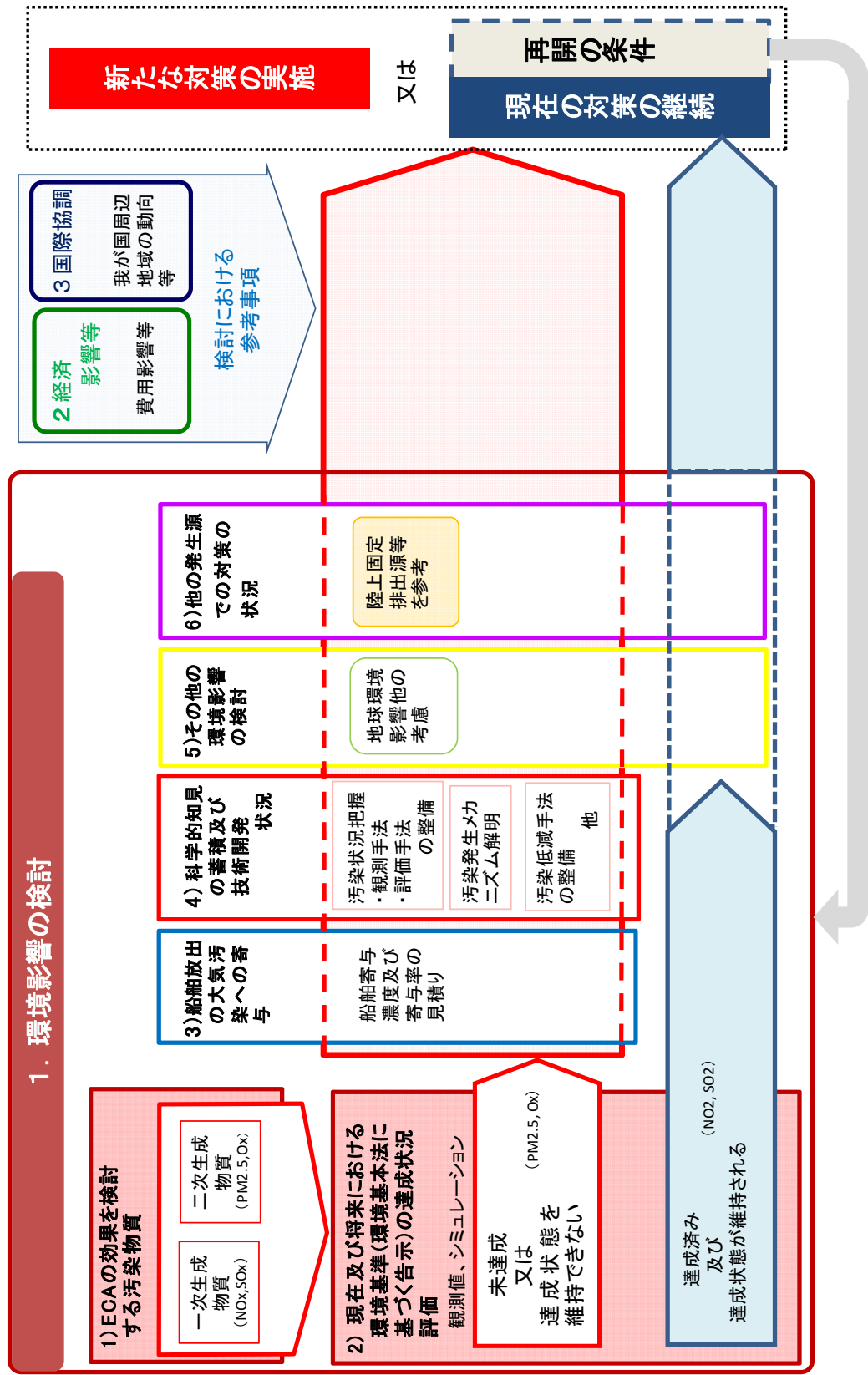
ECA の設定は、ECA 設定による船舶の運航に関する費用影響（経済影響）が、社会的に受容されるときに可能となることから、ECA 設定の必要性の検討において参考とし、費用影響などの関係する情報を調査・整理する。

### 2) 国際協調（地球環境対策の推進）に関する検討

近年、地球規模での温暖化等や、越境物質による大気環境等にあつては、対策の進展には国際的な連携・協力により取り組みが重要な役割を担うと考えられることから、我が国周辺地域・諸国での ECA に関する動向についても、ECA 設定の必要性の検討において参考とし、関係する情報の収集に留意する。

# 大気汚染物質放出規制海域(ECA)の設定の必要性に係る検討フロー

(総合的に検討)



## 我が国 ECA 設定の必要性に関する検討

## 1. 環境影響の検討

環境基準が設定されている大気汚染物質について、それぞれ対策としての ECA 設定の必要性を検討する。

「1)ECA 設定の必要性について検討の対象とする汚染物質」によって、検討の対象とする汚染物質を選定した以降について、それぞれの物質毎に「2)現在及び将来における環境基準の達成状況」により ECA 設定の必要性を検討する。

また、「3)船舶による放出の寄与」、「4) 科学的知見の蓄積及び技術開発の状況」、「5)その他の環境影響」及び「6)他の発生源での対策の状況」は、将来において環境基準の達成が困難と思われる物質に関する検討において考慮する。

船舶から排出される大気汚染物質の大気環境への影響の評価については、船舶から排出された物質は陸域生活圏に達する時点では広く拡散しているため、全国的に比較的均等化した濃度寄与に対して、汚染の少ない地域で寄与率が著しく大きく現れる傾向にあったことから、評価は寄与濃度の絶対値を主に行った。

また、我が国陸域生活圏について広く船舶の影響を検討するため、「船舶の影響を過小評価しない」ことを考慮して、船舶の影響が強いと考えられる港湾地域とその後背地 40 地点(メッシュ)を選び、そこでの寄与率及び寄与濃度の分布による評価を試みた。地点の選定は、全国を北海道、東北、関東、北陸、中部、近畿、中国、九州(北部及び南部)の 9 地域に分け、取扱貨物量の多い港湾上位 30 港から各地域最低 1 港(関東 5 港、阪神 3 港、名古屋及び南九州 2 港)を選定し、港湾内 20 地点、その後背地 20 地点の計 40 地点とした。但し、上記 40 地点では、港湾が集中する太平洋及び瀬戸内地域への偏りが避けられないことから、参考のため、より一般的な地域として都道府県庁所在地 46 地点での寄与度及び寄与率も作成し同様の評価を試みた。地域的には沿岸域に偏ることは避けられないが、広く人口が集中する点を網羅することから、人の生活への影響を考える上では意義のある選定方法と考えることが出来る。

なお、沖縄については、定点観測結果などから今回取り上げた 5 物質全てについて全国平均レベルと比較すると著しく清浄な地域である一方で、周囲に広大な海域が広がり、計算実施上の負荷が大きいことから、当初についてはモデル作成及び評価の対象とはせず、その他地域についての検討状況により、改めて検討の可否を判断することとした。

「6)他の発生源での対策の状況」について、船舶排出大気汚染物質の影響は、今回モデルシミュレーションにあつては、いずれの汚染物質の濃度についても、沿岸及び沖合の船舶航行域に強く現れ、陸域生活圏には拡散・希釈した状態で現れている。発生源としての船舶の性格は、同じ移動排出源である自動車環境基準適用域内或いはこれに隣接する地域で汚染物質を排出しているのに対し、環境基準が適用される陸域生活圏に隣接しない遠い海上での排出であつて、所在地に関する規制や煙突の設置等により生活圏から遠隔な状態での排出が求められている陸上固定排出源により近く、これに対する対策の状況が参考となると考えられる。

## 1) ECA 設定の必要性について検討の対象とする汚染物質

ECA 設定による対策について検討の対象とする物質を、環境基準が設定されている大気汚染物質から選定する。

## ① 排出規制対象物質／一次生成物質

I 二酸化いおう (SO<sub>2</sub>) : ECA で規制する一次生成物質

## Ⅱ 二酸化窒素 (NO<sub>2</sub>) : ECA で規制する一次生成物質

### ② 二次生成物質

Ⅲ 微小粒子状物質 (PM<sub>2.5</sub>) : ここでは、硫黄酸化物 (SO<sub>x</sub>)、窒素酸化物 (NO<sub>x</sub>) 及び揮発性有機化合物 (VOC) の二次生成物

Ⅳ 光化学オキシダント (O<sub>x</sub> : O<sub>3</sub>\*が大部分) : NO<sub>x</sub> 及び VOC の二次生成物

(※ 以下この検討では O<sub>x</sub>≡O<sub>3</sub>として O<sub>x</sub> の検討は O<sub>3</sub>により行う)

なお、浮遊粒子状物質(SPM)も環境基準が設定されているが、SPM に関しては、以下の理由から本件 ECA 設定の必要性に関する検討においては、PM<sub>2.5</sub>に関する検討に代表させることとした。

- SPM について、環境基準未達成の状況があるが、特定の事象（黄砂の影響）が影響している事例が多いとされていること。
- 船舶から放出される SO<sub>x</sub> の関与する PM の大部分（概ね 8 割）は PM<sub>2.5</sub>に属すると考えられること。

注：硫黄分 2.9%燃料を使用しての船舶排出ガスを用いた希釈法による PM 成分の測定結果（The compositions of particulate matter obtained from different fuel types, Germanischer Lloyd）では、生成される PM の大宗を硫黄及び硫黄吸着水が占めており、その多くは粒径 2.5 ミクロン以下の粒子（PM<sub>2.5</sub>）と考えられる。

## 【Ⅰ. 二酸化いおう SO<sub>2</sub>】

### 2) 現在及び将来における環境基準の達成状況

SO<sub>2</sub>に関しては、以下①及び②のとおり、現状で概ね我が国環境基準は達成されており、既存の対策の継続により将来も達成されると予想され、ECA 設定の必要性があるとは判断されない。[→ 4 項結論へ]

- ① 現況(2005 年)について、大気汚染常時監視測定局での観測 (SO<sub>2</sub> : 達成率 99.7%/1,404 箇所) からは、全て環境基準を満たしており、モデル計算についても同様の結果(代表点 40 地点中、超過 0 地点)となっている。
- ② 将来(2020 年)について、モデル計算では、概ね全国で達成(代表点 40 地点中、超過 0 地点)されていると予想される。

なお、一次生成物の排出に関する動向は以下のとおり

- ・自動車排出については、燃料の低 S 化の進捗等により減少
- ・自動車以外の陸上固定発生源については現在の規制の継続により横這い
- ・船舶放出については、燃料 S 分が 4.5% (2005) から 3.5%(2012)に強化されところ、また Required EEDI 導入などによる燃料使用量の減があり、2020 年までの間で僅かに減少すると予測。2020 年には燃料 S 分世界規制が 0.5%に大幅に強化される予定であり、その時点で大幅に減少すると予測

## 【Ⅱ. 微小粒子状物質 PM<sub>2.5</sub>】

### 2) 現在及び将来における環境基準の達成状況

PM<sub>2.5</sub>に関しては、以下①及び②のとおり、現状で環境基準は達成されておらず、将来においても達成は困難と予測される。

① 現状(2005 年)について、大気汚染常時監視測定局での 2010 年観測（長期/短期両達成率 一般:32.4% 自排局 8.3%/12 箇所）からは環境基準値より高い濃度での汚染が広範に観測されており、全国的に環境基準が達成されていない状況と推定され、モデル計算においても同様の結果（代表点 40 地点中、超過 22 箇所）となっている。

② 将来(2020 年)について、モデル計算では、幅広く改善されるものの広く全国的に達成されないと予想(代表点 40 箇所中、超過 12 箇所)される。

なお、SO<sub>x</sub> の減少により若干の改善と予測、観測も微減傾向

（主な前駆物質である SO<sub>x</sub> の発生動向については第 I 項二酸化いおう SO<sub>2</sub> を参照）

### 3) 船舶放出 SO<sub>x</sub> 等の PM<sub>2.5</sub> 濃度への寄与

○ 現況：2005 年		分 布		(参考 平均値)
40 箇所	寄与濃度	0.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ～	1.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	(濃度 0.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
	(率	3.6%新潟港	～ 12.7%横浜・川崎港)	(率 7.3% )
県庁所在地	寄与濃度	0.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ～	1.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	(濃度 0.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
	(率	2.1%長野	～ 12.7%横浜)	(率 5.5% )
○ 将来：2020 年 (GC 有・ECA 無)		分 布		(参考 平均値)
40 箇所	寄与濃度	0.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ～	1.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	(濃度 0.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
	(率	1.9%新潟	～ 7.9%横浜・川崎港)	(率 4.6% )
県庁所在地	寄与濃度	0.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ～	1.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	(濃度 0.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
	(率	1.2%長野	～ 7.9%横浜)	(率 3.4% )
○ 将来：2020 年 (GC 有・200 海里 ECA の設定を仮定した場合)		分 布		(参考 平均値)
40 箇所	寄与濃度	0.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ～	0.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	(濃度 0.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
	(率	1.3%新潟	～ 6.0%横浜・川崎港)	(率 3.6% )
県庁所在地	寄与濃度	0.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ～	0.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	(濃度 0.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
	(率	0.9%長野	～ 6.0%横浜)	(率 2.7% )

#### ○概況

- ・2020 年の燃料 S 分の世界規制により、船舶寄与濃度は同年に顕著に減ずると予想される
- ・今回、船舶 0 モデルの寄与度より ECA の効果を予想すると、明瞭な効果は現れない

### 4) 科学的知見の蓄積及び技術開発の状況

- 揮発性物質等から複雑な過程を経て、PM<sub>2.5</sub> に分類される様々な物質が二次的に生成され则认为られており、物質の個別の発生原因を特定することは、現状では一般的に困難である。
- 硫酸化物系の PM<sub>2.5</sub> については、主要な原因物質の一つとして SO<sub>x</sub> が推定されている。SO<sub>x</sub> の人為発生源としては燃料 S 分、自然発生源としては火山等に限られ、排出源毎に放出量、寄与濃度及び対策の効果を、比較的高い確度で分析可能である。
- 「微小粒子状物質に係る環境基準の設定について（答申）」（H21 年中央環境審議会）において、監視・測定体制の整備、これまでの対策の着実な実施及び生成機構解明等の科学的知見の蓄積等が、課題とされていたが、国の第 4 次環境基本計画（平成 24 年 4 月 27 日閣議決定）でも、「環境基準が設定され、常時監視（質量濃度測定、成分分析）体制が構築されつつある PM<sub>2.5</sub> については、大気汚染状況のより一層の把握を進めるため、常時監視体制の更なる整備を推進する必要がある。また、光化学オキシダントと同

様に、PM<sub>2.5</sub> についても、濃度の動向等の実態把握や生成機構の解明に係る調査等の推進や、その原因物質の排出インベントリの作成や予測シミュレーションモデルの構築に係る取組等の強化が必要である。さらに、東アジア地域からの広域大気汚染の影響も踏まえた対策のあり方について、検討が必要である。」とされている。

#### 5) その他の環境影響

燃料から S 分を除去するには、一般に精油所での蒸留による燃料加工等が必要であり、そのためのエネルギー使用による二酸化炭素放出増加の可能性がある。

(参照 MEPC57/4 Para.106)

#### 6) 他の発生源での対策の状況

- 陸上固定発生源に係る国の対策に関しては、都市中心部のビル暖房等に使用される燃料油について、大気汚染防止法第十五条の規程による燃料中の硫黄の許容基準(燃料 S 分 1.2%~0.5% : 昭和 46 年厚生省・通商産業省告示、昭和 47 年改正)が定められているが、2020 年船舶燃料 S 分世界規制 0.5%(強化予定)はその下限値と同程度である。[→ 第 4 章結論]

### 【Ⅲ二酸化窒素 NO<sub>2</sub>】

#### 2) 現在及び将来における環境基準の達成状況

NO<sub>2</sub> に関しては、以下①及び②のとおり、現状で概ね我が国環境基準は達成されており、既存の対策の継続により将来も達成されると予想され、**ECA 設定の必要性があるとは判断されない。**[→ 4 項結論へ]

- ① 現状(2005 年)について、大気汚染常時監視測定局での観測(一般局:達成率 99.9%/1,424 箇所、自排局:達成率 91.3%/399 箇所)からは、自排局の一部を除いて概ね環境基準を達成していると推定される。(参考 2010 年時点達成率 一般:100%/1,332 箇所、自排局:97.8%/416 箇所)

モデル計算に於いても同様な結果(代表点 40 地点中、超過 0 地点)となっている。

- ② 将来: 2020 年について、モデル計算では、全国で達成されていると予想(代表点 40 地点中、超過 0 地点)される。

なお、一次生成物の排出に関する動向は以下のとおり

- ・ 自動車の排出については、現行規制の浸透により減少すると予想
- ・ 自動車以外の陸上排出については、現行規制の継続により横這いと予測
- ・ 船舶排出については、NO<sub>x</sub> 排出規制が浸透しつつあり※、また燃料使用量そのものが Required EEDI 導入などにより減少すると見込まれるため、着実に減少すると予想

※2005 年より外航船は 2000 年以降建造船、内航船は 2005 年以降建造船に対して、NO<sub>x</sub> 一次規制を実施している。2011 年からは新造船に対して NO<sub>x</sub> 二次規制(一次規制から NO<sub>x</sub> を約 20%削減)を開始。

### 【Ⅳ. 光化学オキシダント O<sub>x</sub>】

#### 2) 現在及び将来における環境基準の達成状況

O<sub>x</sub> に関しては、以下①及び②のとおり、現状で環境基準は達成されておらず、将来においても達成は困難と予測される。

- ① 現状(2005 年) について、大気汚染常時監視測定局での観測(達成率 0.3%/1,184 箇所)

からは、広範に環境基準値より高い濃度での汚染が観測されており、全国的に環境基準が達成されていないと推定され、モデル計算においても同様と予想(代表点 40 地点中、超過 40 地点)される。

② 将来(2020 年) について、モデル計算においても全国的に達成されないと予想 (代表点 40 地点中、超過 40 地点)される。

なお、主に陸上発生源からの NO<sub>x</sub> 及び VOC 排出量の近年の減少により、O<sub>x</sub> 濃度について若干の改善が予測されるものの、大気汚染常時監視測定局における実測値の傾向は増加傾向

(主な前駆物質とされる NO<sub>x</sub> の発生動向については二酸化窒素 NO<sub>2</sub>を参照)

### 3) 船舶放出 NO<sub>x</sub> 等の O<sub>x</sub> 濃度(ここでは O<sub>3</sub> 濃度)への寄与

○ 現況 : 2005 年		分 布		(参考平均値)
40 箇所	寄与濃度	-5.8ppb	～ 1.8ppb	(濃度-0.2ppb)
	(率)	-18.3%横浜・川崎港	～ 4.2% 苫小牧港)	(率 -0.8%)
県庁所在地	寄与濃度	-5.3ppb	～ 1.9ppb	(濃度 0.6ppb)
	(率)	-18.3%横浜	～ 3.9%宮崎)	(率 1.1%)
○ 将来 : 2020 年 (GC 有・ECA 無)		分 布		(参考平均値)
40 箇所	寄与濃度	-4.5ppb	～ 1.8ppb	(濃度 0.3ppb)
	(率)	-11.3%泉北港	～ 4.2% 苫小牧港)	(率 0.6%)
県庁所在地	寄与濃度	-3.8ppb	～ 2.0ppb	(濃度 0.8ppb)
	(率)	-10.5%横浜	～ 4.0%宮崎)	(率 1.7%)
○ 将来 : 2020 年 (GC 有・200 海里 ECA の設定を仮定した場合)		分 布		(参考平均値)
40 箇所	寄与濃度	-4.0ppb	～ 1.7ppb	(濃度 0.3ppb)
	(率)	-10.1%泉北港	～ 4.0% 苫小牧港)	(率 0.7%)
県庁所在地	寄与濃度	-3.3ppb	～ 1.8ppb	(濃度 0.8ppb)
	(率)	-9.0%横浜	～ 3.8%宮崎)	(率 1.6%)

#### ○概要

- ・ 現行 NO<sub>x</sub> 規制の浸透、燃費規制による燃料使用量の減少並びに燃料 S 分規制による燃料 NO<sub>x</sub> の減少等により NO<sub>2</sub> の船舶寄与濃度は着実に減少
- ・ 今回、船舶 0 モデルの寄与度より ECA の効果を予想すると、明瞭な効果は現れない

### 4) 科学的知見の蓄積及び技術開発の状況

○ 様々な物質が関連して VOC と NO<sub>2</sub> を主な原因物質として二次的に生成されると推測されているが、発生メカニズムは複雑で解明の途上にある。

○ 船舶排出 NO<sub>x</sub> の主成分である NO はオゾンタイトレーションの反応が知られており、VOC 律速段階にあつてはオゾンを減少する側に作用している可能性がある。国内において、大阪湾や東京湾での測定結果の一部にこれを示唆する結果が見受けられている報告があり、本件モデル計算結果でも同様の現象を見ることが出来る。

○ 国の第 4 次環境基本計画(平成 24 年 4 月 27 日閣議決定)では、光化学オキシダントについて「主要な原因物質である揮発性有機化合物(VOC)については、固定発生源に係る規制と自主的取組により排出量が平成 22 年度までに平成 12 年度比で 3 割以上削減される見込みであるが、光化学オキシダントの一般環境中の濃度に顕著な改善は見られず、その環境基準達成率は 1 %に満たない。このため、光化学オキシダント濃度の動

向等の実態把握及び生成機構の解明に係るさらに詳細な調査並びに新たな科学的知見の収集等を推進するとともに、光化学オキシダント及びその原因物質の排出インベントリの作成や予測シミュレーションモデルの構築に係る取組を強化し、これらの結果を踏まえた光化学オキシダントに係る対策のあり方を検討することが必要である。また、当該検討に当たっては、国内での対策効果が及ばない東アジア地域からの広域大気汚染の影響も考慮する必要がある」とされている。

※参考：PM<sub>2.5</sub>及びOxに共通する原因物質の一つとしてVOCが指摘されており、陸上施設については大気汚染防止法（H18施行）に、また船舶については海洋汚染等防止法（H16改正 H17施行）に放出規制に関する規定が制定されている

## 5) その他の環境影響

一般に、NO<sub>x</sub>の放出抑制とCO<sub>2</sub>の放出抑制はトレードオフの関係にあり、船舶についてもNO<sub>x</sub>放出抑制操作により、使用燃料の増加（Fuel Penalty）による二酸化炭素放出増加の可能性がある（参照：BLG10/WP. Annex1 及び Annex2）

## 6) 他の発生源での対策の状況

陸上固定発生源でのNO<sub>2</sub>放出についての規制は、昭和48年にばい煙発生施設に対する排出基準が設定されて以降、昭和58年の第5次規制まで順次強化され、その後は小型ボイラー、ガスタービン、ディーゼル機関、ガス機関及びガソリン機関がばい煙発生施設に追加されている。[→第4章結論]

## 2. 経済社会影響に関する検討

船舶において、設備投資コスト（NO<sub>x</sub>除去の装置等）、ランニングコスト（低硫黄燃料、NO<sub>x</sub>除去のための触媒等）が発生する。

## 3. 国際協調（地球環境対策の推進）に関する検討

現時点で、我が国周辺に於いて新たにECAを設定する方向で検討を行う様子はない。

我が国検討状況について適宜情報を提供するとともに、必要に応じて連携が取れるよう、情報収集に努める。

## 4. 結論

### 1) 【Ⅰ二酸化いおう SO<sub>2</sub>】並びに【Ⅲ二酸化窒素 NO<sub>2</sub>】について（再掲）

現状（2005年）では、環境基準は概ね達成（SO<sub>2</sub>）または、一部未達成（NO<sub>2</sub>）であるが、既存の対策の継続により、将来においては達成されると予測されることから、SO<sub>2</sub>及びNO<sub>2</sub>について、硫黄酸化物SO<sub>x</sub>及び窒素酸化物NO<sub>x</sub>に係るECA設定の必要性があるとは判断されない。

### 2) 【Ⅱ微小粒子状物質 PM<sub>2.5</sub>】について

PM<sub>2.5</sub>について、以下①から③の理由により、硫黄酸化物SO<sub>x</sub>・PM及び窒素酸化物NO<sub>x</sub>に係るECA設定の必要性があるとは判断されない。

① 2020年時点を対象とした大気モデルシミュレーション結果からは、PM<sub>2.5</sub>に対する船舶排出原因物質の寄与は著しく減少し、全体濃度と比較して小さいと予測され、ECA設定を追加する効果は限定的であると予想される。

② 一般海域での船舶燃料S分の規制は段階的に強化されており、2020年には0.5%に強化さ



れ、陸上固定排出源での規制と概ね同程度となる予定。それまでの間も燃料使用量の減少などにより日本周辺の船舶の SOx 排出量は 2005 年に比較して増加することはなく、微減すると予測される。

- ③現時点では、国の環境基本計画に「光化学オキシダントと同様に・・・中略・・・予測シミュレーションモデルの構築に係る取組等の強化が必要である」とされており、光化学オキシダントと同様に、今回検討で得られた船舶寄与度について対策を評価するには、今後の科学的知見の蓄積が待たれるところである。

### 3) 【IV光化学オキシダント Ox】について

Ox について、以下①から③の理由により、窒素酸化物 NOx に係る ECA 設定の必要性があるとは判断されない。

- ① 2020 年時点を対象とした大気モデルシミュレーション結果からは、船舶による陸域光化学オキシダント汚染に対する船舶排出 NOx の寄与は、全体濃度と比較して相当に小さく、ECA 設定を追加する効果は限定的であると予想される。
- ② 船舶が放出する NO を主成分とする NOx は、部分的にオゾンタイトレーションとして作用していることを予測させるところがあり、現時点で ECA 設定の Ox 対策としての効果について一様な評価を行うことは困難である。
- ③ 現時点では、国の環境基本計画に「光化学オキシダント濃度の動向等の実態把握・・・中略・・・予測シミュレーションモデルの構築に係る取組を強化し、これらの結果を踏まえた光化学オキシダントに係る対策のあり方を検討することが必要」とあり、今回検討で得られた程度の寄与度について対策を評価するには、今後の科学的知見の蓄積が待たれるところである。

### 4) 検討の再開について

いずれの大気汚染物質についても、今後とも大気汚染物質に関する世界の取り組み状況について注視しつつ、国全体としての対応に見直があった場合などには、ECA 設定の必要性について改めて検討する。

このほか PM<sub>2.5</sub> 及び Ox については、以下①及び②のとおり。

- ① PM<sub>2.5</sub> に関して、IMO では 2018 年を目処に 2020 年開始予定の S 分 0.5% 規制について 2025 年への延期の必要性に関する検証が予定されている。当該検証の状況に留意し、開始時期が変更されるような場合には、ECA 設定の必要性に関する検討の再開について検討する。
- ② Ox に関して、今後、検討の再開には、科学的知見の蓄積が待たれるところであり、それまでの間は、汚染の状況或いは船舶を取り巻く状況などについて顕著な変化がない限り、現在の対策を着実に推進することが適当である。

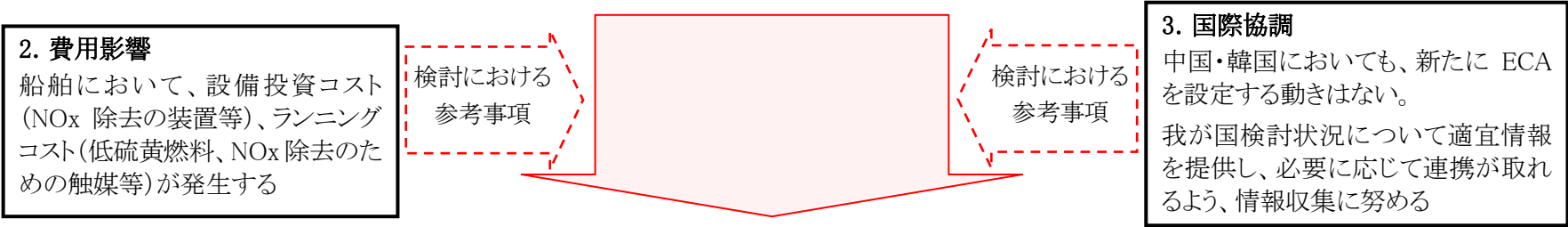
1 環境影響の検討		排出規制 (一次生成物質)		排出規制 (一次生成物質)	
		二次生成物質		二次生成物質	
1)	検討対象物質	I SO <sub>2</sub> (及びSPM※1)		III NO <sub>2</sub>	
		II PM <sub>2.5</sub>		IV O <sub>x</sub> (O <sub>3</sub> により検討)	
2) 基準達成状況	現状	達成		ほぼ達成	
	将来	未達成		未達成 (観測では増加傾向)	
	(上段) 一次生成物質の動向	○ 自動車排出 SO <sub>x</sub> は、燃料低 S 化の進捗により減少 ○ 陸上固定発生源 SO <sub>x</sub> は現行規制の継続により横這い ○ 船舶放出 SO <sub>x</sub> は、燃料 S 分規制の強化(3.5%：2012)及び EEDI 導入等による燃料使用量の削減により、僅かに減少 ○ 2020 年燃料 S 分規制強化(0.5%)により大幅に減少		○ 自動車 NO <sub>x</sub> の排出について、現行規制の浸透により減少 ○ 陸上固定排出源 NO <sub>x</sub> について、現行規制の継続により横這い ○ 船舶排出 NO <sub>x</sub> は、NO <sub>x</sub> 排出規制 (1 次規制及び 2 次規制：1 次規制から 2 0 %削減) の浸透及び EEDI 導入等による燃料使用量の減により、着実に減少	
		達成を維持		達成及び維持	
		未達成 (微減傾向)		未達成 (予測：微減傾向)	



	II PM <sub>2.5</sub>	IV O <sub>3</sub>
3) 船舶放出の寄与 (※2 及び※3)	<div>○ 現況：2005 年 分 布 (参考平均) 40 箇所寄与濃度 0.4 μ g/m<sup>3</sup> ～ 1.8 μ g/m<sup>3</sup> (濃度 0.9 μ g/m<sup>3</sup>) (率 3.6% ～ 12.7%) (率 7.3%) 県庁 寄与濃度 0.2 μ g/m<sup>3</sup> ～ 1.8 μ g/m<sup>3</sup> (濃度 0.7 μ g/m<sup>3</sup>) 所在地 (率 2.1% ～ 12.7%) (率 5.5%) ○ 将来：2020 年 分 布 (参考平均) 40 箇所 寄与濃度 0.2 μ g/m<sup>3</sup> ～ 1.0 μ g/m<sup>3</sup> (濃度 0.5 μ g/m<sup>3</sup>) (率 1.9% ～ 7.9%) (率 4.6%) 県庁 寄与濃度 0.1 μ g/m<sup>3</sup> ～ 1.0 μ g/m<sup>3</sup> (濃度 0.4 μ g/m<sup>3</sup>) 所在地 (率 1.2% ～ 7.9%) (率 3.4%) ○ 概況 ・ 2020 年燃料 S 分規制により、船舶寄与濃度は顕著に減少。 ・ 船舶からの排出を 0 と仮定したモデルとの比較から、ECA 設定を追加する効果は明瞭には現れず限定的。</div>	<div>○ 現況：2005 年 分 布 (参考平均) 40 箇所 寄与濃度 -5.8ppb ～ 1.8ppb (濃度 -0.2ppb) (率 -18.3% ～ 4.2%) (率 -0.8%) 県庁 寄与濃度 -5.3ppb ～ 1.9ppb (濃度 0.6ppb) 所在地 (率 -18.3% ～ 3.9%) (率 1.1%) ○ 将来：2020 年 分 布 (参考平均) 40 箇所 寄与濃度 -4.5ppb ～ 1.8ppb (濃度 0.3ppb) (率 -11.3% ～ 4.2%) (率 0.6%) 県庁 寄与濃度 -3.8ppb ～ 2.0ppb (濃度 0.8ppb) 所在地 (率 -10.5% ～ 4.0%) (率 1.7%) ○ 概況 ・ 現行 NO<sub>x</sub> 規制の浸透、燃費規制による燃料使用量の減少並びに燃料 S 分規制による燃料 NO<sub>x</sub> の減少等により NO<sub>2</sub> の船舶寄与濃度は着実に減少。 ・ 船舶からの排出を 0 と仮定したモデルとの比較から、ECA 設定を追加する効果は明瞭に現れず限定的。</div>
4) 科学的知見の蓄積 及び 技術開発の状況	<div>○ 揮発性の物質等から、複雑な過程を経て様々な物質が二次的に生成、個別発生源原因の特定は、現状では一般に困難。 ○ 硫酸化物系の微小粒子状物質 (PM<sub>2.5</sub>) については、主要な原因物質の一つとして SO<sub>x</sub> が推定されている。SO<sub>x</sub> の人為発生源としては燃料 S 分、自然発生源としては火山等に限られ、排出源毎に放出量、寄与濃度及び対策の効果を、比較的高い確度で分析可能である。 ○ 「微小粒子状物質に係る環境基準の設定について (答申)」(H21 年中央環境審議会) おいて、監視・測定体制の整備、これまでの対策の着実な実施及び生成機構解明等の科学的知見の蓄積等が、課題とされていたが、国の第 4 次環境基本計画 (平成 2 4 年 4 月 2 7 日閣議決定) でも、「環境基準が設定され、常時監視 (質量濃度測定、成分分析) 体制が構築されつつある PM<sub>2.5</sub> については、大気汚染状況のより一層の把握を進めるため、常時監視体制の更なる整備を推進する必要がある。また、光化学オキシダントと同様に、PM<sub>2.5</sub> についても、濃度の動向等の実態把握や生成機構の解明に係る調査等の推進や、その原因物質の排出インベントリの作成や予測シミュレーションモデルの構築に係る取組等の強化が必要である。さらに、東アジア地域からの広域大気汚染の影響も踏まえた対策のあり方について、検討が必要である。」とされている。 参考：PM<sub>2.5</sub> 及び O<sub>x</sub> に共通する原因物質の一つとして VOC が指摘されており、陸上施設については大気汚染防止法 (H16 改正 H18 施行) に、また船舶については海洋汚染等防止法 (H16 改正 H17 施行) に放出規制に関する規定が制定されている。</div>	<div>○ NO<sub>x</sub> や VOC より主に二次的に生成と推測、発生メカニズムは解明の途上。 ○ 船舶排出 NO<sub>x</sub> の主成分である NO については、オゾンタイトレーションの反応が知られており、VOC 律速段階にあつてはオゾンを減少する側に作用している可能性がある。国内において、大阪湾や東京湾での測定結果の一部にこれを示唆する結果が見受けられている報告があり、本件モデル計算結果でも同様の現象を見ることが出来る。 ○ 国の第 4 次環境基本計画 (平成 2 4 年 4 月 2 7 日閣議決定) では、光化学オキシダントについて「主要な原因物質である揮発性有機化合物 (VOC) については、固定発生源に係る規制と自主的取組により排出量が平成 22 年度までに平成 12 年度比で 3 割以上削減される見込みであるが、光化学オキシダントの一般環境中の濃度に顕著な改善は見られず、その環境基準達成率は 1 %に満たない。このため、光化学オキシダント濃度の動向等の実態把握及び生成機構の解明に係るさらに詳細な調査並びに新たな科学的知見の収集等を推進するとともに、光化学オキシダント及びその原因物質の排出インベントリの作成や予測シミュレーションモデルの構築に係る取組を強化し、これらの結果を踏まえた光化学オキシダントに係る対策のあり方を検討することが必要である。また、当該検討に当たっては、国内での対策効果が及ばない東アジア地域からの広域大気汚染の影響も考慮する必要がある」とされている。</div>
5) その他の環境影響	<div>燃料から S 分を除去するには、一般に精油所での蒸留による燃料加工等が必要であり、そのためのエネルギー使用による二酸化炭素放出増加の可能性がある。 (参照 MEPC57/4 Para.106)</div>	<div>一般に、NO<sub>x</sub> の放出抑制と CO<sub>2</sub> の放出抑制はトレードオフの関係にあり、船舶についても NO<sub>x</sub> 放出抑制操作により、使用燃料の増加 (Fuel Penalty) による二酸化炭素放出増加の可能性がある。 (参照：BLG10/WP. Annex1 及び Annex2)</div>
6) 他の発生源での対策状況	<div>発生源としての船舶の性格は、同じ移動排出源である自動車が環境基準適用域内或いはこれに隣接する地域で汚染物質を排出しているのに対し、環境基準が適用される陸域生活圏に隣接しない遠い海上での排出であつて、所在地に関する規制や煙突の設置等により生活圏から遠隔な状態での排出が求められている陸上固定排出源により近く、これに対する対策の状況が参考となると考えられる。 ○ 陸上固定発生源での対策について、昭和 4 7 年以降、国の規制(燃料 S 分 1.2%～0.5%)に大きな変更はなく、2020 年の船舶燃料 S 分世界規制 0.5% (強化予定) と同程度である。</div>	<div>○ 陸上固定発生源での NO<sub>x</sub> 放出についての規制は、昭和 48 年にばい煙発生施設に対する排出基準が設定されて以降、昭和 58 年の第 5 次規制まで順次強化され、その後は小型ボイラー、ガスタービン、ディーゼル機関、ガス機関及びガソリン機関がばい煙発生施設に追加されてい</div>



		る。
--	--	----



	4 結 論		
	I SO <sub>2</sub> 及び III NO <sub>2</sub>	II PM <sub>2.5</sub>	IV Ox
E C A 設 定 の 必 要 性	<ul style="list-style-type: none"><li>● 二酸化いおう SO<sub>2</sub> に関して、現状(2005 年) において環境基準を達成しており、既存の対策の継続により、<b>将来(2020 年) においても達成されると予想される。</b>よって、<b>SO<sub>2</sub> について、硫黄酸化物 SOx に係る ECA 設定の必要性があるとは判断されない</b></li><li>● 二酸化窒素 NO<sub>2</sub> に関して、一部で環境基準を達成できていない地域があるが、既存の対策の継続により、<b>将来においては達成されると予測される。</b>よって、<b>NO<sub>2</sub> について、窒素酸化物 NOx に係る ECA 設定の必要性があるとは判断されない</b></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● 微小粒子状物質 PM<sub>2.5</sub> について、以下①から③の理由により、<b>硫黄酸化物 SOx に係る ECA 設定の必要性があるとは判断されない</b></li></ul> <p>① 2020 年時点を対象とした大気モデルシミュレーション結果からは、PM<sub>2.5</sub> に対する船舶排出 SOx の寄与は著しく減少し、全体濃度と比較して小さいと予測され、ECA 設定を追加する効果は限定的であると予想される。</p> <p>② 一般海域での船舶燃料 S 分の規制は段階的に強化されており、2020 年には 0.5% に強化され、陸上固定排出源での規制と概ね同程度となる予定。それまでの間も燃料使用量の減少などにより船舶の SOx 排出量は増加することはなく、微減すると予測される。</p> <p>③ 現時点では、国の環境基本計画に「光化学オキシダントと同様に・・・中略・・・予測シミュレーションモデルの構築に係る取組等の強化が必要である」とされており、光化学オキシダントと同様に、今回検討で得られた船舶寄与度について対策を評価するには、今後の科学的知見の蓄積が待たれる。</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>● 光化学オキシダント Ox について、以下①から③の理由により、<b>窒素酸化物 NOx に係る ECA 設定の必要性があるとは判断されない</b></li></ul> <p>① 2020 年時点を対象とした大気モデルシミュレーション結果からは、船舶による陸域光化学オキシダント汚染に対する船舶排出 NOx の寄与は、全体濃度と比較して相当に小さく、ECA 設定を追加する効果は限定的であると予想される。</p> <p>② 船舶が放出する NO を主成分とする NOx は、部分的にオゾンタイトレーションとして作用していることを予測させるところがあり、現時点で Ox 対策としての ECA 設定の効果について一様な評価を行うことは困難である。</p> <p>③ 現時点では、国の環境基本計画に「光化学オキシダント濃度の動向等の実態把握・・・中略・・・予測シミュレーションモデルの構築に係る取組を強化し、これらの結果を踏まえた光化学オキシダントに係る対策のあり方を検討することが必要」とあり、今回検討で得られた程度の寄与度について対策を評価するには、今後の科学的知見の蓄積が待たれる。</p>
検 討 の 再 開		2020 年 S 分 0.5% 規制について、IMO では 2018 年を目処に開始時期の 2025 年延期について必要性の検証が予定されている。当該検証の状況に留意し、開始時期が変更されるような場合には、ECA 設定の必要性に関する検討を再開する必要がある。	今後、検討の再開には、科学的知見の蓄積が待たれるところであり、それまでの間は、汚染の状況或いは船舶を取り巻く状況などについて顕著な変化がない限り、現在の対策を着実に推進することが適当である。
	大気汚染物質に関する世界の取り組み状況について注視しつつ、国全体としての対応に見直があった場合などには、ECA 設定の必要性について改めて検討する。		

- ※1 MARPOL 条約附属書 VI 第 14 規則は SOx 及びその PM を対象として燃料 S 分を規制しており、我が国環境基準にある粒子状物質 (SPM) も S 分に関して検討対象に含まれる。SPM に関しては環境基準未達成の状況があるが特定の事象 (黄砂の影響) が影響しているとされていること、船舶放出 SOx の関与する PM の大部分 (概ね 8 割) は PM<sub>2.5</sub> に属しており、モデルの再現性、船舶の寄与度などは PM<sub>2.5</sub> と定性的には一致すると考えられることから、本件 ECA 設定の必要性に関する検討においては PM<sub>2.5</sub> に関する検討により代表させることとした。なお、硫黄分 2.9% 燃料を使用しての船舶排出ガスをを用いた希釈法による PM 成分の測定結果 (The compositions of particulate matter obtained from different fuel types, Germanischer Lloyd) では、生成される PM の大宗を硫黄及び硫黄吸着水が占めており、その多くは粒径 2.5 ミクロン以下の粒子 (PM<sub>2.5</sub>) と考えられる。
- ※2 船舶から排出される大気汚染物質の大気環境への影響の評価については、船舶から排出された物質は陸域生活圏に達する時点では広く拡散しているため、全国的に比較的均等化した濃度寄与に対して、汚染の少ない地域で寄与率が著しく大きく現れる傾向にあったことから、評価は寄与濃度の絶対値を主に行った
- ※3 我が国陸域生活圏について広く船舶の影響を検討するため、「船舶の影響を過小評価しない」ことを考慮して、船舶の影響が強いと考えられる港湾地域とその後背地 40 地点 (メッシュ) を選び、そこでの寄与率及び寄与濃度の分布による評価を試みた。地点の選定は、全国を北海道、東北、関東、北陸、中部、近畿、中国、九州 (北部及び南部) の 9 地域に分け、取扱貨物量の多い港湾上位 30 港から各地域最低 1 港 (関東 5 港、阪神 3 港、名古屋及び南九州 2 港) を選定し、港湾内 20 地点、その後背地 20 地点の計 40 地点とした。但し、上記 40 地点では、港湾が集中する太平洋及び瀬戸内地域への偏りが避けられないことから、参考のため、より一般的な地域として都道府県庁所在地 46 地点での寄与度及び寄与率を作成し同様の評価を試みた。地域的には沿岸域に偏ることは避けられないが、広く人口が集中する点を網羅することから、人の生活への影響を考える上では意義のある選定方法と考えることが出来る。(なお、沖縄については、定点観測結果などから今回取り上げた 5 物質全てについて全国平均レベルと比較すると著しく清浄な地域である一方、周囲に広大な海域が広がり、計算実施上の負荷が大きいことから、当初はモデル作成及び評価の対象とはせず、その他地域についての検討状況により、改めて検討の要否を判断することとした。)

平成 25 年 3 月 28 日  
ECA 技術検討委員会

## ECA 検討に関連した今後の課題について

### 1. ECA 技術検討委員会での検討による成果

今回 ECA 技術検討委員会では、一般財団法人日本船舶技術研究協会（以下「船技協」という）による船舶の大気汚染防止に係る基準に関する調査研究結果をベースに、委員及び財団法人シップ・アンド・オーシャン財団（以下「OPRF」という）等オブザーバーから提供を受けた資料等を参考に、船舶からの大気汚染物質の排出に関する規制の効果を評価し、我が国における船舶からの大気汚染物質放出規制海域（以下「ECA」という）の導入の必要性の検討を行った。

#### 1. 1 船舶からの大気汚染物質排出量及び分布の構築（インベントリ）

船技協調査研究では、各種大気汚染物質の排出量及び分布（以下「インベントリ」という）について、OPRF と一部協力して船舶からの排出量データを構築するとともに、財団法人石油産業活性化センター（現在、一般財団法人石油エネルギー技術センター）他による他部門排出量のデータの提供を受けて構築した。

#### 1. 2 ECA 設定の必要性の検討及び環境改善効果の評価の実施

構築したインベントリ並びに気象モデル（WRF）に基づく気象データを使用して、大気質モデル（CMAQ）に基づく大気反応・拡散シミュレーションを実施することにより、現況及び将来における我が国大気汚染状況の予測を行った。

まず、現況を 2005 年として、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{PM}_{2.5}$ 、オゾン等の大気汚染物質濃度の国内分布予測を作成し、シミュレーションの妥当性に関する評価を行った。

次に将来を 2020 年として、現時点で実施又は予定されている船舶に対する大気汚染物質の排出に係る規制のスケジュールに従って、将来における汚染物質の排出量を作成し、大気汚染物質濃度の国内分布について、将来予測を作成した。

これを基に、船舶寄与濃度及び船舶寄与率の国内分布について現況・将来予測を作成し、ECA 導入による効果の評価等を行ったところ、以下の状況が明らかとなった。

- $\text{NO}_2$  及び  $\text{SO}_2$  は、現況でほぼ環境基準を達成しており、将来においても排出量全体は減少する傾向にあって、環境基準は概ね達成されると予想される。
- $\text{PM}_{2.5}$  及びオゾンは、多くの地点で環境規制値を達成できていない状況にあり、将来においても達成されない予想である。
- $\text{PM}_{2.5}$  及びオゾンは大気中で二次生成する物質であり、 $\text{SO}_x$  及び  $\text{NO}_x$  並びに揮発性有機化合物（VOC）等が主な原因物質とされている。これらについては、燃料の世界規制強化等が予定されており、船舶による陸域大気汚染への影響は限定的である。

これらの評価を総合的に検討したところ、ECA による船舶に対する追加的な排出規制が大気環境に及ぼす影響は限定的であり、計測技術の向上や生成メカニズムの解明など科学的知見の蓄積が待たれる現状にあっては、さらに慎重に見極める必要があり、現時点では、ECA 設定の必要性は認められないとの結論が導かれた。

更に、今回検討の過程に照らし合わせて、今後の情勢の変化に対応して船舶による大気環境への影響を検討が必要である場合を整理した。

### 1. 3 ECA による費用影響の調査

ECA の設定に係る IMO のクライテリアに要求されている船舶排出ガスの削減費用等の評価の基礎として、ECA を設定した場合に新たに必要となるコストを ECA-S 及び ECA-N のそれぞれについて推算した。推算では、既存の公開データの他、今般、関係者の協力を得て関係団体等へのヒアリング等により独自にデータを収集し、使用した。また、調査の過程で、現時点ではデータが得られない事項が明らかとなったことから、引き続き調査・検討してゆくべき項目として整理した。

このほか、代替技術の技術開発動向についても調査した。

## 2. 課題

### 2. 1 今後の情勢変化への対応

今回、ECA 技術検討委員会での検討から、今後の情勢の変化に対応して、船舶による大気環境への影響を検討する必要がある場合については、以下のとおり整理される。

#### 1) 環境規制に係る基準値の変更や達成のための対策について新たな方針が示される等、国の環境政策に変更があった場合

国の第四次環境基本計画等では、PM<sub>2.5</sub> やオゾン等の二次生成物質に関して濃度の動向等の実態把握や生成機構の解明に係る調査等の推進や、その原因物質の排出インベントリの作成や予測シミュレーションモデルの構築に係る取組等の強化が必要とされており、船舶からの排出についても、今回整備したインベントリ等の更新及び精度の向上など、現在の科学的知見・基盤を維持、発展させることにより適切に対応して行く必要がある。

#### 2) 燃料中硫黄分の一般海域規制（グローバルキャップ）の実施時期の検証あるいは延期等、将来推定的前提が変わった場合

船舶からの大気汚染物質排出に関する国際的な規制については、2013 年以降の新造船<sup>注1</sup>に対する EEDI 規制の適用、2016 年以降の新造船に対する NOx-ECA 内での NOx 3 次規制の適用及び 2020 年の燃料中硫黄分の一般海域での規制強化が予定されており、今回 ECA の検討においても前提として考慮されている。

これらの規制に関して、IMO では実行性の検証などのイベントがスケジュール化されている。特に 2020 年の燃料中硫黄分規制については実施時期の確定並びに適合方法の拡充状況等を含め、2018 年を目途に実施に係る環境を検証することとなっており、必要に応じて我が国としても大気汚染物質排出インベントリと大気質シミュレーションの最新化、これに基づく大気汚染状況及び船舶影響の評価の検証などにより対応が可能となるよう準備する必要がある。

注 1：2013 年以降に新造船契約される船舶

### 2. 2. 船舶による大気環境への影響の検討に関する課題

第 2 項に示す場合に限らず、今後とも船舶による大気環境への影響の検討を継続していくことは重要である。そのためには、今後、次のような課題に対応していく必要がある。

## 1) 排出量データの整備・最新化及び精度の向上

- ① 大気汚染物質の成分分類等の改善及び計算プロセスの向上
  - ・排ガス成分について、未分類あるいは未設定事項の改善
  - ・大気汚染物質排出量の計算プロセスについて、排出係数の更新等の最新の科学的知見の反映による精度の向上
- ② 現況船舶排出量データの維持・最新化に関する事項
  - ・現況船舶排出量データの最新化（全国排出量作成イベントへの対応：例えば2010年版）エネルギー統計、燃料消費量、船舶航行データ（新規港湾の開港、AISデータの最新化、活動量・船種構成の変化等）
- ③ 船舶以外の最新排出量データの入手による精度向上に関する事項
  - ・国内他機関（石油エネルギー技術センター（JPEC）等）との連携による最新の国内陸上排出量データの入手
  - ・国外他機関（海外大学・研究機関等）との連携による最新の大陸排出量データ（人為発生源、植生）の入手

## 2) 大気環境学の進歩を反映した船舶に係る大気質シミュレーション技術の向上

- ①船舶、陸上発生源からの排出、また日本外から長距離移流される大気汚染物質（VOC、PM、NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>）の発生源別プロファイルの改良及び二次生成物質（PM<sub>2.5</sub>及びオゾン）に関する計算精度（再現性）の向上
- ②各排ガス成分、二次生成物質の発生プロセスの設定に関する最新の科学的知見の反映による大気質シミュレーション精度の向上（WRF、CMAQ等モデルの最新化）

## 3) 排ガス対策コストの把握及び社会経済影響の評価手法の調査

- ①船舶起因の大気汚染に係る規制導入に伴う費用対効果評価手法の構築
- ②排ガス浄化技術に関する初期コスト、運用コスト及びその他派生コストの最新化、また将来技術のコスト予測手法の高度化
- ③環境対策効果の評価ツールに関する研究動向の把握及び、他の社会分野（道路建設投資等）における国内外の社会経済評価・環境影響評価事例の調査による動向の把握

## 4) エンジン本体、排ガス清浄化技術の開発動向及び性能の把握

- ①SO<sub>x</sub>及びPM規制への対応技術（船上脱硫（水スクラバ）等）の開発動向及び性能の把握
- ②NO<sub>x</sub>規制への対応技術（選択触媒還元（SCR）装置、排ガス再循環（EGR）システム、ガス燃料エンジン、水添加燃焼その他のエンジン技術等）の開発動向及び性能の把握

## 5) その他、大気汚染の健康・生態系等と与える影響に関する研究動向の把握、他国におけるECA設定の検討状況の把握、IMOで検討が進められている北極海でのブラック・カーボンの排出についての検討等の船舶に関する新たな大気環境への取り組みへの対応

など

## 2. 3 船舶による大気環境への影響の検討に係る体制

以上の状況に鑑み、国土交通省においては、今後とも国内での大気環境対策の状況及び国際海事機関等での検討の状況を注視し把握に努めるとともに、今回委員会での検討を通じて構築さ

れた国内協力体制を維持し、海技研等の関連機関から最新の調査研究成果及び科学的知見の提供を受け、適切な時期に ECA 技術検討委員会を開催し、船舶による大気環境への影響の把握、及び対策に関する技術的な検討を行う必要がある。

今回検討に参加した関係各機関にあつては、今回抽出した課題について、それぞれ専門とする分野での知見の向上・蓄積及びデータの最新化に努め、常に最新の科学的知見及びデータをもって、国の技術的な検討に対応することが望まれる。

表 今後の課題の整理

課題		直近の課題：実施機関（データ入手先）	最新化間隔 (次期目標時期)	目的
排出量データの整備、最新化、精度向上	大気汚染物質の成分分類等の改善及び計算プロセスの向上	<ul style="list-style-type: none"> <li>・排ガス成分についての未分類、未設定事項の改善(特に <math>PM_{2.5}</math> 等の二次生成物質) : 海技研</li> <li>・最新の科学的知見の反映による計算プロセスの向上 : 海技研</li> </ul>	概ね 5 年 (2018 年)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・IMO での大気汚染対策の検討に貢献し、我が国意見を反映するため、日本周辺・東アジア/太平洋域の大気質及び船舶の影響評価に関する最新のデータを提供する。</li> </ul> <p>当面の目標：SOx グローバル規制開始時期検証(2016～2018 年)</p>
	船舶排出量データの維持、最新化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・エネルギー統計、燃料消費量の最新化 : 海技研</li> <li>・排出係数の更新 : 海技研</li> <li>・船舶排出量データの最新化 : 海技研</li> </ul>	概ね 5 年 (2018 年)	
	船舶以外の排出量データの精度向上	<ul style="list-style-type: none"> <li>・船舶以外の最新の排出量データの入手 : 海技研</li> <li>国内陸上排出量データ (※1)</li> <li>大陸排出量データの精度向上 (※1)</li> <li>エネルギー統計、燃料消費量の最新化、排出係数の更新 (※1)</li> </ul>	概ね 5 年 (2018 年)	
シミュレーション技術の向上	大気汚染物質 (VOC、SOx、NOx) の発生源別組成プロファイルの改良及び二次生成物質 ( $PM_{2.5}$ 及びオゾン) に関する計算精度 (再現性) の向上	<ul style="list-style-type: none"> <li>・VOC、SOx、NOx 汚染メカニズム研究成果の反映 : 海技研 (※2)</li> <li>・<math>PM_{2.5}</math> 及びオゾン汚染メカニズム研究成果の反映 : 海技研 (※3)</li> </ul>	概ね 5 年 (2018 年)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・船舶に関する大気汚染対策の変更について予定された時点での日本での大気質及び船舶影響を評価・検証する。</li> </ul>
	各排ガス成分、二次生成物質の発生プロセスの設定に関する最新の科学的知見の反映による大気質シミュレーション精度の向上	<ul style="list-style-type: none"> <li>・WRF 及び CMAQ のアップデートのフォローアップ : 海技研 (※3)</li> </ul>	概ね 5 年 (2018 年)	



開発動向及び性能の把握 排ガス浄化技術の	SOx 及び PM 規制への対応技術 (船上脱硫 (スクラバー) 等)	スクラバー等の開発動向及び性能の把握 : 海技研	概ね 5 年 (2018 年)	・ 大気汚染規制対応技術の開発動向・性能を把握し、経済性・環境影響評価に反映する。
	NOx 規制への対応技術 (SCR、EGR 等)	SCR、EGR 等の開発動向及び性能の把握 : 海技研	概ね 3 年 (2016 年)	
社会経済影響の評価手法の調査 排ガス対策コストの把握及び	船舶起因の大気汚染に係る規制導入に伴う費用対効果評価手法の構築	・ 費用対効果評価手法の事例調査 : 海技研 (※4) ・ 船舶対象の大気環境規制の具体的事例 (グローバル S 分規制等) を想定した船舶由来大気汚染に伴う費用評価等のケーススタディ : 海技研 (※4)	概ね 5 年 (2018 年)	・ 開発された費用対効果評価手法/環境影響評価手法を用いて、大気汚染対策の有効性を検討する。
	排ガス浄化技術に係る初期コスト、運用コスト及びその他派生コストの最新化	・ 初期コスト、運用コスト等の最新化 (学習効果及び量産効果の反映等も含む) : 海技研	概ね 3 年 (2016 年)	
	将来技術のコスト予測手法の高度化	・ コスト予測手法の調査 : 海技研 (※4)	概ね 5 年 (2018 年)	
	環境対策効果の評価ツールに関する研究動向の把握	・ 環境対策効果の評価ツールの調査 : 海技研 (※4)	概ね 5 年 (2018 年)	
	他分野における社会経済評価・環境影響評価事例による研究動向の把握	・ 他分野 (道路建設への投資等) における社会経済評価・環境影響評価の事例調査 : 海技研 (※4)	概ね 5 年 (2018 年)	

その他	大気汚染関連研究の動向把握	<ul style="list-style-type: none"> <li>・PM<sub>2.5</sub>及びオゾン汚染メカニズム研究成果のフォローアップ：海技研</li> <li>・国内外の健康影響及び生態影響研究の動向調査：海技研</li> </ul>	概ね5年 (2018年)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・最新の研究成果の反映に努める。</li> </ul>
-----	---------------	---	-----------------	--

データ入手先の例：

※1：石油エネルギー技術センター（JPEC）、電力中央研究所、海洋研究開発機構（JAMSTEC）、海洋政策研究財団（OPRF）、国外研究機関（清華大学等）等

※2：米国環境庁（EPA）、国内研究機関等（日本自動車研究所等）

※3：EPA、国内研究機関等

※4：東京都市大学等