

【特集】

地球温暖化の影響と 環境汚染への対策



Photo credit: Masaaki Nakajima

contents

海と安全
2021年秋号
No.590

【特集】地球温暖化の影響と環境汚染への対策

地球温暖化の影響と対策

地球温暖化防止全国ネット 専務理事 秋元 智子

気候変動の将来予測

気象庁 大気海洋部気象リスク対策課 気候変動対策推進室

港湾の脱炭素化を目指した次世代燃料船の普及に向けた 横浜港の取組

横浜市 港湾局政策調整課 担当課長 中村 仁

内航船舶のGHG排出の現状とGHG削減対策

海上技術安全研究所 GHG削減プロジェクトチーム
プロジェクトチーム長 平田 宏一

その他の記事

空光丸遭難 / 海技大学校 名誉教授 福地 章

海保だより / 「海の事故ゼロを目指して」
～小型船舶の海難の傾向と安全対策～

/ 海上保安庁 交通部 安全対策課

海外情報 / 王立救命艇協会 (Royal National Lifeboat Institution) について

/ ロンドン事務所

海外情報 / シンガポールの海事関連動向

/ シンガポール事務所

海難速報値・主な海難 / 海上保安庁

日本海難防止協会のうごき

地球温暖化の影響と対策

一般社団法人地球温暖化防止全国ネット 専務理事 秋元 智子

◆地球温暖化防止活動のネットワーク

当団体は2008年8月に設立し、同年10月に環境大臣から全国地球温暖化防止活動推進センター（以下、全国センター）の指定をいただき、10年が経過しました。全国センターは地球温暖化対策の推進に関する法律（温対法）の39条に基づき環境大臣から指定されており、全国の温暖化防止の中核となっています。また、当団体は温対法38条に定められた地域温暖化防止活動推進センター（以下、地域センター）の親法人が会員となって組織化されています。地域センターは、都道府県や政令市・中核市の首長から指定されており、現在58のセンターが地域の温暖化防止活動の拠点として取組を行っています。全国センターでは、普及啓発、地域センターや民間団地の活動支援を始めとし、家庭における温室効果ガスの削減に対して情報の収集や提供、調査研究など、活動を多岐にわたり取り組んでいます。

◆我が国の脱炭素宣言

昨年10月に、菅総理は所信表明演説で「2050年までにカーボンニュートラルを目指す」と宣言をしました。日本は温暖化対策に対してこれまで西欧諸国と比較し消極的だと言われていたのですが、この発言を受けいよいよ日本も脱炭素に向かってフェーズが変わっていくのだなと興奮したことを覚えています。1992年に国連気候変動枠組条約が採択され、その後地球温暖化を防ぐ枠組みを議論する国際会議COPが、ほぼ毎年各国で開催されています。1997年はCOP3が京都で開催され京都議定書が発効されました。そして2016年にはパリ協定が発効されました。パリ協定は京都議定書と違い、途上国を含む全ての参加国に、排出削減の努力を求める枠組みとしています。パリ協定では、世界の平均気温上昇を産業革命以前に比べて2℃より十分低く保ち、1.5℃に抑える努力をする。そのため、できるかぎり早期に世界の温室効果ガス排出量をピークアウトし、21世紀後半には、温室効果ガス排出量と（森林などによる）吸収量のバランスをとるという長期目標を掲げています。しかし、国連の気候変動に関する政府間パネル（IPCC）が2018年に公表した「1.5℃特別報告書」では、2100年までの海面上昇は、気温上昇が2℃の場合よりも1.5℃の場合のほうが約10センチ少なくなり、リスクにさらされる人は最大1千万人減る。さらに、世界の海洋での年間漁獲量の減少は2℃なら300万トンを超えるが、1.5℃では半分の約150万トンに抑えられると報告しています。また、サンゴ礁の消失は2℃だと99%以上、1.5℃では70～90%減少となり、永久凍土の融解は2℃では

なく 1.5℃に抑えることにより、150万～250万平方キロの面積で永久凍土の融解を何世紀にもわたり防ぐことができると予測しています。気温を 1.5℃に抑えるには、主要な温室効果ガスである二酸化炭素 (CO₂) の排出量を 2030 年に、2010 年比で 45% 減らし、2050 年には森林などの吸収分や技術で回収する分などを差し引いて「実質ゼロ」にする必要があると指摘しています。このように、二酸化炭素を自然吸収や技術で回収する分を差し引いて、実質ゼロにすることをカーボンニュートラルと言います。この 1.5℃特別報告書が出たことにより、世界の国々はパリ協定での削減目標を新たに見直すことが迫られています。今年度 11 月に開催される COP26 では、日本の削減目標を 2013 年度比で 2030 年までに 46%削減を世界に示す予定となっています。

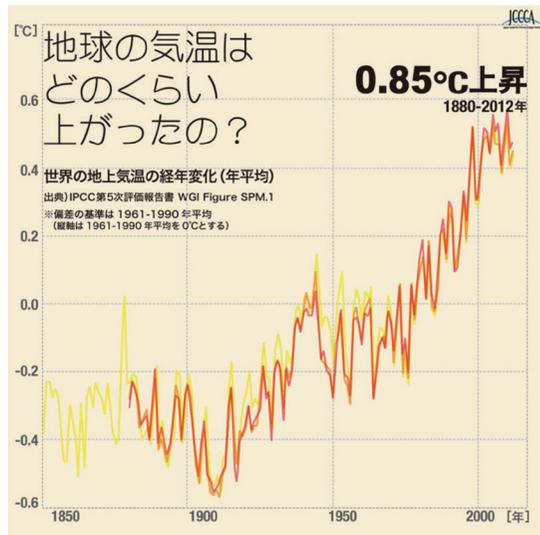


白化したサンゴ (沖縄県)
出展 JCCCAWeb サイト

◆ IPCC 第 6 次報告書が発表

最新的话题として、今年 8 月に IPCC 第 6 次評価報告書第 1 作業部会から、異常気象と地球温暖化の相関関係を科学的な見地から示した報告書が公表されました。IPCC とは各国から数百人以上の科学者を募り、気候危機に関する長年の研究成果をまとめている国連機関であり、1990 年から気候変動に関する報告書を 5～6 年ごとに公表しています。各国の政策決定者による国際交渉は、この内容をもとにして話し合われています。

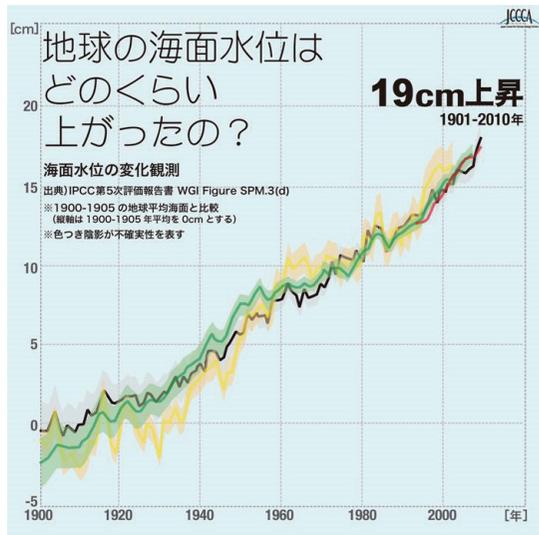
第 6 次報告書で特に注目すべき点は、人間活動が、大気、海洋および陸域を温暖化させてきたことには「疑う余地がない」と断定しています。以前の報告書では、人間活動の影響の可能性が極めて高いとか、信頼性が高いという表現に抑えられていましたが、今回は「疑う余地がない」と断定的な表現となっています。今回の報告書では、人間活動によって産業革命以前に比べ地球の平均気



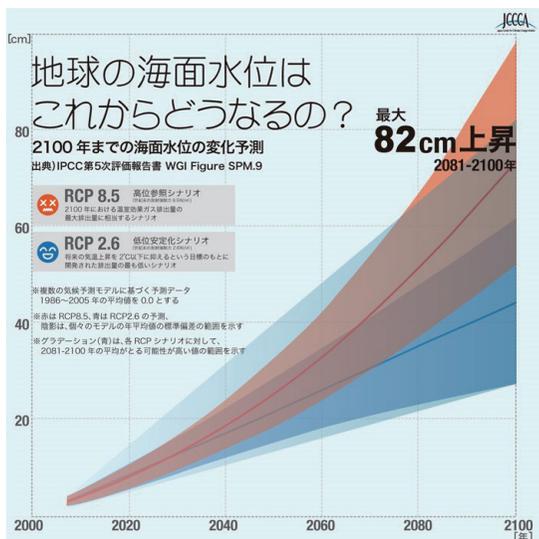
出展 JCCCAWeb サイト IPCC 第 5 次評価報告書より

温は約 1.09℃上昇しており、熱波、激しい降水、干ばつなどに留まらず、氷河や北極圏の海水の後退、海面上昇に起因する頻繁な沿岸部の洪水や海岸浸食、海洋酸性化、熱帯低気圧の強大化などに人為的な気候変動の影響が認められると言っています。

特に、海は「数百年から数千年のタイムスケールで不可逆的なもの」だと報告書は述べています。海は、排出された二酸化炭素の約 31%を吸収して酸性化が進んでいます。酸性化が進むと、貝類や甲殻類、サンゴなど、様々な海洋生物の成長や繁殖に影響がおよび、海洋の生態系に大きな変化が起きる怖れがあります。また同様に温暖化も進んでおり、海水温が高くなると海洋生物に欠かせない酸素を保持できる量が減少するといわれています。さらに、温暖化によって極地や山頂の氷河は数十年、場合によっては数百年にわたって融け続け、温室効果ガスの排出量がさらに増え続ければ、南極の氷床の融解が数百年にわたって加速し続け、さらなる海面上昇につながると示唆されています。予測の範囲ですが、驚くべきことは今後 2000 年の間に海面水位は 22 メートル上昇する可能性があるとし、海面水位が「数千年にわたって上昇し続ける」と述べています。



出展 JCCCAWeb サイト IPCC 第 5 次評価報告書より



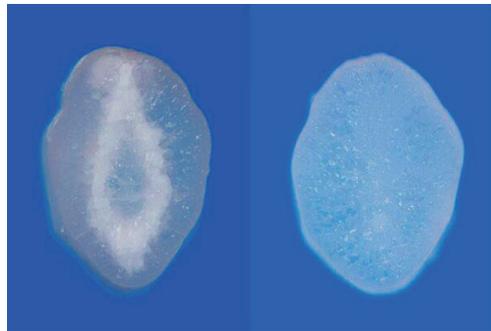
出展 JCCCAWeb サイト IPCC 第 5 次評価報告書より

◆気候変動における緩和策と適応策

今年も世界では記録的な熱波が多発しており、カナダでは気温が 50℃に迫る勢いで死者が出たり山火事が続いたりとニュースで流れています。日本でも 1 時間に 50 ミリを超える豪雨が頻繁に起こっており、大型台風の襲来により各地で風水被害が後を絶ちません。さらに、夏には猛暑日が増加し 40℃を超える日も記録されています。日常生活において熱中症や光化学スモッグ注意報など、高温化で私たちの健康が脅かされています。

気候変動対策には、2つの方法があります。一つは緩和策と呼ばれるもので、温室効果ガスの排出量を、省エネなどの取組で削減する方法です。もう一つは、適応策と呼ばれるものです。温度上昇や海面上昇など温暖化の影響はもうある程度止められないので、その影響を最小限に抑えるよう対策をとっていくことです。例えば、豪雨による洪水被害を防ぐために堤防をかさ上げるなどのインフラ整備をすることも適応策です。農業では、気温の上昇によって、お米であれば中身が白く白濁（白未熟粒）したり、リンゴの日焼け、ミカンの浮皮、トマトの裂果などといった品質低下などの影響が現れています。お米が白未熟粒になると品質が落ちるので売買価格が下がり、お米農家の減収となります。対策としては暑さに強い品種に改良したり、作付け時期を変えるなどの対応が取られています。リンゴやトマトであれば日除けで強い日差しから守るなど、それらの対策を「適応策」といいます。

千葉県では九十九里浜などで 21 世紀末（2081～2100 年）の砂浜面積が 20 世紀末に比べて最大で 9 割縮小する可能性があるとの推計を示しています。千葉県沿岸に広がる砂浜も広く浸食されるおそれがあり、九十九里浜を含む千葉県東部地域では 21 世紀末の砂浜面積が 20 世紀末比で 40～90% 縮小する可能性があるとのことです。さらに東京湾内の砂浜も 40～80% 消失するとの予測結果が出ています。今後、各土地に適した効果的な海岸計画を策定することで、砂浜の浸食を緩和し、海岸線の安定につなげる対策が求められます。



水稻米白未熟粒
出展 農林水産省 Web サイト



りんごの日焼け
出展 JCCCAWeb サイト

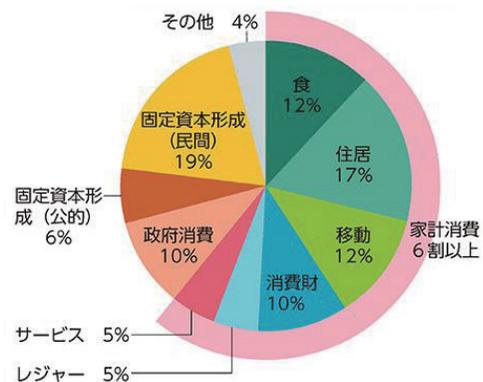
◆これからの脱炭素社会に向けた暮らしとは

我が国は2030年までに温室効果ガス46%削減目標を表明しています。2030年まであと10年も残されていない中で46%削減するためには、国は技術革新を進め二酸化炭素の排出を抑制したり吸収するための設備導入に資金を集中投入し、インフラを整えていくことになります。特に、化石燃料起源のエネルギーから二酸化炭素を排出しない再生可能エネルギーへの転換が重要となってきます。太陽光、風力、水力、木質、地熱など自然にある資源を利用して、エネルギーを創出し活用することです。将来の電力供給形態を、大規模集中型から小規模分散型へ移行することで、二酸化炭素の排出削減はもとより、経済や人流が地域内で循環する仕組みとしても期待されています。現在我が国は、化石燃料の輸入に海外へ20兆円ほど支払っているという統計データもあり、海外へ巨額の円が流れています。再生可能エネルギーによる地域分散型の電源に転換することで石油依存度が減り、輸入に流れていたお金が域内で循環するようになります。例えば、現在日本の森林は間伐や主伐などの生業が成り立たず経営が衰退し、人の手による山の管理が難しくなっています。その結果、本来の山の機能が衰え、山崩れや水の供給問題、生物多様性の減少など、私たちの暮らしの基盤が脅かされています。そこで、森林資源をエネルギー源として活用すれば、間伐材の需要が高まり木材が山から切り出されることで山の整備が進みます。その結果、森では二酸化炭素の吸収が加速されるなど森林機能も改善され、林業による雇用も生まれ地域が活性化します。まさに一石三鳥となります。

一方、暮らしの中で脱炭素社会に向かって私たちは何をすれば良いのかとよく尋ねられます。今までのように、日々の暮らしの中で省エネや節水、ごみの削減をしていけば良いのでしょうか。今、脱炭素に向かって、トランスフォーメーション（大転換）が必要と言われています。単なる制度や技術の導入ではなく、人々の価値観（意識）を大転換していかなければならないと。

国民の気候変動に対する意識は、気候変動対策が生活の質を下げるものであり、生活の質を脅かすものであると日本人の60%以上の方が答えています。世界では、平均70%近くの方が、気候変動対策が生活の質を高めると答えており意識に差が見られます。

例えば、建物を高断熱・高气密にすると、外気の影響を受けにくくなるため室内の熱をキープする性能が高くなり、冷房や暖房を使う際にエアコンの利きが良くなり



注：対象期間は2015年1月1日から2015年12月31日。
資料：南斉規介「産業連関表による環境負荷原単位データブック」（国立環境研究所提供）、Keisuke Nansai, Jacob Fry, Arunima Malik, Wataru Takayanagi, Naoki Kondo「Carbon footprint of Japanese health care services from 2011 to 2015」、総務省「平成27年産業連関表」より公益財団法人地球環境戦略機関（IGES）作成

消費ベース（カーボンフットプリント）から見た
我が国の温室効果ガス排出量

ます。その結果、省エネとなって二酸化炭素を削減することができます。特に、冬は住居内の温熱環境が保たれるため、高齢者に危険なヒートショックを防ぐことができます。一方、自動車は電車などの乗り物に比べて二酸化炭素の排出量が多いのですが、通勤や社用に自動車を使わず、徒歩や自転車、公共交通機関を使って移動することで二酸化炭素の排出を抑えることができ、メタボも防ぐことができます。このように、気候変動対策は、健康にもつながり生活の質を高めことができます。今、私たちのライフスタイル転換に賢い選択が求められています。

我が国では今、2030年までに家庭部門の二酸化炭素排出量66%削減を目標値とすることが議論されています。家庭からの二酸化炭素排出削減において、消費という分野も大きな要素となります。消費ベースから見た我が国の二酸化炭素排出量は、家計消費から6割以上も出ています。買い物をする時は、二酸化炭素排出の少ない量で作った製品や使用時には省エネタイプのもの、使用後は廃棄物量の少ないもの、リサイクルできるものなどを選ぶことです。太陽光発電や高効率な家電の導入などは、普及型のものと比較すると価格が高いため家計的には苦しくなりますが、その分ランニングコストは安くなりますので、トータルのエネルギー収支ではお得になります。また、省エネルギー効率の高い住宅などの購入も価格は高くなりますが、日々のエネルギー使用量は減りますし、前述しましたように生活の質の向上にもつながります。また、最近企業も脱炭素に向けて様々な取組を始めています。そんな企業の製品やサービスを優先的に選択したり、購入するののも一つの取組となります。



地球の気温が上昇し、氷河が融解しています。看板は1982年に氷河*の先端があった地点です。
※アサバスカ氷河（カナダ）

気候変動の将来予測

気象庁 大気海洋部気象リスク対策課 気候変動対策推進室

1. はじめに

本年8月9日、国連の気候変動に関する政府間パネル（IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change）は8年ぶりに、気候変動の自然科学的根拠（気温や降水量などの変化）に関する最新の科学的知見をまとめたIPCC第6次評価報告書第1作業部会報告書を発表しました。また昨年12月、文部科学省と気象庁は日本の気候変動に関する自然科学的根拠を概観する「日本の気候変動2020」を発表しています。

本稿では、「気候変動の将来予測」として、これら最新の報告書の内容をご紹介します。人為起源の温室効果ガスなどの排出による地球温暖化に伴って、将来どのように気候が変化していくことが予測されているのか概観します。

2. IPCCについて

（1）IPCCとは

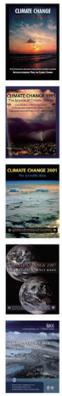
IPCCは世界気象機関（WMO: World Meteorological Organization）と国連環境計画（UNEP: United Nations Environment Programme）が1988年に設立した政府間組織です。気候変動に関する最新の科学的知見の評価を行うことを任務としており、世界各国の研究者の協力のもと、気候変動に関する科学的、技術的および社会経済的な評価を行い、得られた知見を評価報告書などにまとめて公表しています。

IPCCは各国代表が参加する総会のもと、議長団、事務局、3つの作業部会と1つのタスクフォースなどから構成されています。第1作業部会は、気候変動の自然科学的根拠に関することを担当し、第2作業部会は気候変動の影響、適応、脆弱性に関すること、第3作業部会は気候変動の緩和策に関することを担当しています。また1つのタスクフォースは、温室効果ガスの排出目録の作成に関することを担当しています。

IPCCはこれまでも、気候変動に関する多くの報告書を発表してきました。特に7～8年ごと定期的に、最新の科学的知見を網羅的に取りまとめ「評価報告書」を発表しており、各作業部会の報告書（3冊）と、これら3冊を統合した統合報告書の4冊から構成されます。気候変動の自然科学的根拠を評価する第1作業部会報告書は、1990年に発表された第1次評価報告書で「人為起源の温室効果ガスは気候変動を生じさせる恐れがある」と評価したことをはじめ、2013年の第5次評価報告書では「気候システムの温暖化には疑う余地が無い。人間の影響は明瞭。」と評価するなど、評価報告書の作成時点における最新の科学的知見をまとめ、人為起源の温室効果ガスなどの排出が気候などに与える影響を継続的に評価してきました。

これまでの評価

IPCC AR6/WG1報告書公表に向けた事前勉強会
 (令和3年7月 文部科学省 経済産業省 気象庁 環境省)



- 1990年：第1次評価報告書（FAR） ※ いずれもWG1による評価

✓ 人為起源の温室効果ガスは気候変化を生じさせる恐れがある。
- 1995年：第2次評価報告書（SAR）

✓ 識別可能な人為的影響が全球の気候に現れている。
- 2001年：第3次評価報告書（TAR）

✓ 過去50年間に観測された温暖化の大部分は、温室効果ガス濃度の増加によるものであった可能性が高い。
- 2007年：第4次評価報告書（AR4）

✓ 気候システムの温暖化には疑う余地がない。

✓ 20世紀半ば以降に観測された世界平均気温の上昇のほとんどは、人為起源の温室効果ガス濃度の増加によってもたらされた可能性が非常に高い。
- 2013年：第5次評価報告書（AR5）

✓ 気候システムの温暖化には疑う余地がなく、また1950年代以降、観測された変化の多くは数十年から数千年間にわたり前例のないものである。

✓ 気候システムに対する人間の影響は明瞭である。これは、大気中の温室効果ガス濃度の増加、正の放射強制力、観測された温度上昇、そして気候システムに関する理解から明白である。

図1. 人為起源の温室効果ガス排出などが気候変動に与える影響の評価の変遷

(2) IPCC の評価報告書とは

IPCC の報告書は、IPCC 自ら研究を行ったものではなく、世界中の研究者の協力のもと、既に出版された文献（専門科学誌に掲載された査読付き論文など）に基づいて作成されます。特に評価報告書では、作業部会ごとに、執筆者が網羅的に複数年かけ膨大な最新の論文などを集め評価し、報告書を作成していきますが、このとき IPCC の評価報告書には、完成に至る過程でいくつか特徴的なプロセスがあります。

まず取りまとめようとする評価報告書の構成について、各国政府やオブザーバー機関から推薦された専門家によって構成（案）が作成され、各国政府が集まる総会で議論され承認されます。次に構成（案）に基づいて、各国政府やオブザーバー機関から推薦された専門家から、地域バランスやジェンダーバランスを考慮しながら議長団が執筆陣を選定します。執筆者がドラフトを作成し、専門家や各国政府による複数回の査読を経て、最終ドラフトにまとめます。こうして取りまとめられた最終ドラフトを、最後に、各国政府も集まる総会の場で執筆者代表と各国代表とが議論します。特に政策決定者向け要約（SPM）については、1行1行審議され、全会一致を基本として承認されます。

各国政府が承認した構成、各国政府などからの推薦に基づいた執筆陣、専門家および各国政府による複数回におよぶ査読など、評価報告書の作成に関して透明性を確保するプロセス、各国間の認識を共有するプロセスを経るとともに、最終段階で政策決定者向け要約を1行1行、執筆者と各国政府代表が議論し、全会一致を基本として合意する過程を経ることにより、作成された評価報告書は、気候変動に関する最新の科学的知見に関する世界のコンセンサスとなり、各国政府の気候変動に関する政策に科学的な基盤を与える役割や、気候変動枠組条約（UNFCCC）をはじめとする国際交渉のための基礎情報（前提）として用いられるものとなります。

3. 気候変動の将来予測（世界：第6次評価報告書第1作業部会報告書の概要）について

今回公表された IPCC 第6次評価報告書第1作業部会報告書では、「人間の影響が大气、海洋および陸域を温暖化させてきたことには疑う余地がない」と、温暖化が人間の影響であることを明確に評価しました。報告されている最新の科学的知見について、現在までに観測されている変化（●）と将来予測される変化（○）として一部を次のとおりご紹介します。

なお記載している内容については、英語版の承認された政策決定者向け要約から急ぎ作成した日本語訳を用いています。この日本語訳は、今後国内の専門家の御意見を伺いながら精査を行っていくものであり、今後修正される場合があります。最新の内容を気象庁ホームページで御確認ください。

（1）気候の現状の評価について

- 人間の影響が大气、海洋および陸域を温暖化させてきたことには疑う余地がない。大气、海洋、雪氷圏および生物圏において、広範囲かつ急速な変化が現れている。
- 気候システム全般にわたる最近の変化の規模と、気候システムの側面の現在の状態は、何世紀も何千年もの間、前例のなかったものである。

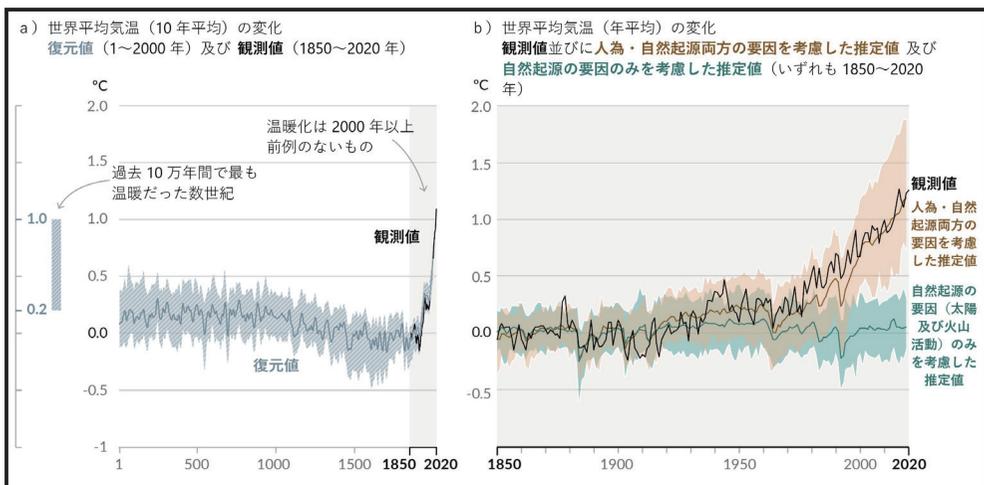


図 2.1850～1900年に対する世界平均気温の変化

（2）将来ありうる気候の評価について

- 世界平均気温は、本報告書で考慮した全ての排出シナリオにおいて、少なくとも今世紀半ばまでは上昇を続ける。向こう数十年の間に二酸化炭素およびその他の温室効果ガスの排出が大幅に減少しない限り、21世紀中に、地球温暖化は1.5℃および2℃を超える。

- 気候システムの多くの変化は、地球温暖化の進行に直接関係して拡大する。この気候システムの変化には、極端な高温、海洋熱波、大雨の頻度と強度の増加、いくつかの地域における農業および生態学的干ばつの増加、強い熱帯低気圧の割合の増加、ならびに北極域の海氷、積雪および永久凍土の縮小を含む。
- 継続する地球温暖化は、世界全体の水循環を、その変動性、世界的なモンスーンに伴う降水量、降水および乾燥現象の厳しさを含め、さらに強めると予測される

(3) 気温について

- 工業化前^{*}と比べた世界平均気温は

2001～2020年： +0.99℃ [+0.84～1.10℃]

2011～2020年： +1.09℃ [+0.95～1.20℃]

(陸域で+1.59℃ [+1.34～1.83℃]、海上で+0.88℃ [+0.68～1.01℃])

- 工業化前と比べて

シナリオ	短期、2021～2040年		中期、2041～2060年		長期、2081～2100年	
	最良推定値 (°C)	可能性が非常に 高い範囲 (°C)	最良推定値 (°C)	可能性が非常に 高い範囲 (°C)	最良推定値 (°C)	可能性が非常に 高い範囲 (°C)
SSP1-1.9	1.5	1.2 - 1.7	1.6	1.2 - 2.0	1.4	1.0 - 1.8
SSP1-2.6	1.5	1.2 - 1.8	1.7	1.3 - 2.2	1.8	1.3 - 2.4
SSP2-4.5	1.5	1.2 - 1.8	2.0	1.6 - 2.5	2.7	2.1 - 3.5
SSP3-7.0	1.5	1.2 - 1.8	2.1	1.7 - 2.6	3.6	2.8 - 4.6
SSP5-8.5	1.6	1.3 - 1.9	2.4	1.9 - 3.0	4.4	3.3 - 5.7

SSP1-2.6: 「日本の気候変動 2020」の2℃上昇シナリオに近いシナリオ

SSP5-8.5: 「日本の気候変動 2020」の4℃上昇シナリオに近いシナリオ

- 向こう数十年の間に二酸化炭素およびその他の温室効果ガスの排出が大幅に減少しない限り、21世紀中に地球温暖化は1.5℃および2℃を超える。

※ 工業化前：社会が産業化した前頃（1850年頃）。

(4) 海面水位について

- 世界平均海面水位は1901～2018年の間に0.20m [+0.15～0.25m] 上昇。
- 世界平均海面水位の上昇率は、
 - 1901～1971年：1.3 mm/年 [+0.6～2.1mm]
 - 1971～2006年：1.9 mm/年 [+0.8～2.9mm]
 - 2006～2018年：3.7 mm/年 [+3.2～4.2mm]
- 1995～2014年を基準とした2100年までの世界平均海面水位上昇量は、最も温室効果ガスの排出量が多いシナリオ（SSP5-8.5）で0.63～1.01m、温室効果ガスの排出量が次に少ないシナリオ（SSP1-2.6）で0.32～0.62m、最も温室効果ガスの排出量が少ないシナリオ（SSP1-1.9）で0.28～0.55m、さらに2150年までの世界平均海面水位上昇量は、

最も温室効果ガスの排出量が多いシナリオ（SSP5-8.5）で 0.98~1.88m
温室効果ガスの排出量が次に少ないシナリオ（SSP1-2.6）で 0.46~0.99m
最も温室効果ガスの排出量が少ないシナリオ（SSP1-1.9）で 0.37~0.86m

- 海洋深部の温暖化と氷床の融解が続くため、海面水位は数百年から数千年もの間上昇し続け、上昇した状態がさらに数千年にわたり継続

(5) 海洋酸性化などについて

- 人為起源の二酸化炭素排出は、世界の外洋の海面付近における海洋酸性化の主要な駆動要因。
- 海洋上層の成層化、酸性化および貧酸素化は、将来の排出シナリオに応じた速度で、21 世紀を通じて継続

(6) 熱帯低気圧について

- 強い熱帯低気圧（CAT3～5）の発生割合は過去 40 年間で増加
- 北西太平洋の熱帯低気圧は、その強度のピークに達する緯度が北方に遷移
- イベント・アトリビューションや物理学的な理解は、人為起源の気候変動が熱帯低気圧に伴う大雨を増加させたことを示唆
- 非常に強い熱帯低気圧（CAT4～5）の発生割合と強度最大規模の熱帯低気圧のピーク時の風速は、地球規模では、地球温暖化の進行と共に上昇

(参考) IPCC 第 6 次評価報告書第 1 作業部会報告書に関する気象庁ホームページ

<https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/ipcc/ar6/index.html>

4. 気候変動の将来予測（日本：日本の気候変動 2020 の概要）について

次に日本に目を向け、昨年（2020 年）12 月、文部科学省と気象庁が発表した「日本の気候変動 2020」についてご紹介します。

(1) 「日本の気候変動 2020」および IPCC 第 6 次評価報告書との比較について

「日本の気候変動 2020」は、日本の気候変動に関する自然科学的根拠を概観した資料です。文部科学省と気象庁は、2018 年度に「気候変動に関する懇談会」を立ち上げ、その助言を踏まえて作成しています。2020 年 12 月の公表以降、環境省が取りまとめた「気候変動影響評価報告書（総説）」第 2 章をはじめ、地方公共団体の気候変動に関する報告書など、様々なところで基盤情報として活用されています。

「日本の気候変動 2020」にまとめられているこれまでに観測された長期変化傾向は、気象庁の観測データや再解析データ、世界気象機関（WMO）の枠組で国際交換されているデータなどに基づいており、また将来予測は、日本の気候変動予測モデルなどを用い

て、一つ前の IPCC 第 5 次評価報告書で用いられた将来の温室効果ガス排出シナリオのうち RCP2.6 と RCP8.5 に基づいて予測しています。一方 IPCC 第 6 次評価報告書第 1 作業部会報告書では、これまでに発表された査読付き論文などの長期変化傾向の評価を用いるとともに、詳細予測についても新しい温室効果ガス排出シナリオ、新しい気候変動予測モデルプロジェクトのデータが用いられています。このため厳密には、「日本の気候変動 2020」で報告している日本における情報と、「IPCC 第 6 次評価報告書第 1 作業部会報告書」で報告されている世界の気候変動に関する情報とは、特に将来予測に関して用いているシナリオやデータが異なることから、精緻な値を比較する場合などには注意が必要になりますが、どちらも最新の知見を取りまとめた報告書であり、世界と日本とを比較した大まかな傾向を概観することができます。

(2) 「日本の気候変動 2020」におけるこれまでに観測された変化と、将来予測について「日本の気候変動 2020」から、現在までに観測されている変化（●）と将来予測される変化（○）の一部を紹介します。

後者は特段の説明がない限り、日本全国について 21 世紀末に予測される気候を 20 世紀末または現在と比較したものです。報告書では RCP2.6 と RCP8.5 を「2℃ /4℃上昇シナリオ」と呼称し、それぞれ「パリ協定の 2℃目標が達成された世界」と「現時点を超える追加的な緩和策を取らなかった世界」であり得る気候の状態に相当すると説明しました。

【気温】

- 日本国内の都市化の影響が比較的小さい 15 地点で観測された年平均気温は、1898 ～ 2019 年の間に 100 年当たり 1.24℃の割合で上昇。
- 1910 ～ 2019 年の間に、真夏日、猛暑日および熱帯夜の日数は増加し、冬日の日数は減少した。特に猛暑日の日数は 1990 年代半ばを境に大きく増加。
- 年平均気温は、
 - 2℃上昇シナリオの場合は約 1.4℃上昇
 - 4℃上昇シナリオの場合は約 4.5℃上昇
- 猛暑日の年間日数は、
 - 2℃上昇シナリオの場合は約 2.8 日増加
 - 4℃上昇シナリオの場合は約 19.1 日増加
- 熱帯夜の年間日数は、
 - 2℃上昇シナリオの場合は約 9.0 日増加
 - 4℃上昇シナリオの場合は約 40.6 日増加
- 冬日の年間日数は、
 - 2℃上昇シナリオの場合は約 16.7 日減少
 - 4℃上昇シナリオの場合は約 46.8 日減少

【熱帯低気圧（台風）】

- 台風の発生数や日本への接近数・上陸数には長期的な変化傾向は見られない。
- 「強い」以上の勢力となった台風の発生数や全体に占める割合に長期的な変化傾向は見られない。
- 日本付近の台風の強度が生涯で最大となる緯度は北に移動している。
- 日本の南海上における非常に強い熱帯低気圧の存在頻度はいずれのシナリオでも増加すると予測。
- 日本付近における台風の強度はいずれのシナリオでも強まると予測。
- 台風による雨と風はいずれのシナリオでも強まると予測。

【海面水位】

- 日本沿岸では自然変動と思われる長周期の変動が卓越しているが、1980年以降に限れば明瞭な上昇傾向が見られる。
- 日本沿岸の平均海面水位は、
2℃上昇シナリオの場合は約 0.39 m 上昇
4℃上昇シナリオの場合は約 0.71 m 上昇

【高波】

- 日本沿岸における高波には、波高が増加する傾向が見られ、その変化量は太平洋側で大きい。
- 日本沿岸の平均波高は、4℃上昇シナリオの場合約 10% 減少すると予測。
- 日本沿岸の波の周期は、4℃上昇シナリオの場合減少すると予測。
- 日本沿岸の高波の波高は、4℃上昇シナリオの場合増加すると予測。

【海洋酸性化】

- 1983年以降の東経 137 度沿いの観測データからは、世界平均（水素イオン濃度指数 (pH) が 10 年当たり約 0.02 の割合で低下）と同程度の割合で酸性化が進んでいる。
- 日本沿岸でも、全体としては酸性化傾向が見られている。1978～2009 年間の pH の低下速度は年間最小値をとる夏季で 10 年当たり 0.014、年間最大値をとる冬季で 0.024 と、外洋域の観測値と同程度の値が報告されている。
- 日本南方の表面海水 pH は、
2℃上昇シナリオの場合は約 0.04 低下
4℃上昇シナリオの場合は約 0.3 低下



図3. 日本の気候変動2020 将来予測のまとめ

(参考) 日本の気候変動2020 気象庁ホームページ

<https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/ccj/index.html>

5. おわりに

それぞれの分野で気候変動の緩和策として二酸化炭素などの排出削減などを検討、実施する場合や避けられない気候変動への適応策を検討、実施する場合、最新の科学的知見に基づいて、対策や施策を検討、立案、実施することがとても重要です。またそれぞれの分野で気候変動の影響を評価する場合においても、科学的知見に基づいた、気候変動の自然科学的根拠に関する情報が不可欠です。

こうした際に、ここでお知らせした「IPCC 第6次評価報告書第1作業部会報告書」「日本の気候変動2020」をはじめ、気象庁の「気候変動監視レポート」、環境省の「気候変動影響評価報告書」、さらには今後公表されてくる「IPCC 第6次評価報告書第2作業部会報告書」「第3作業部会報告書」「統合報告書」などを参照し、地球温暖化に伴う気候変動によって、「これまで何度気温が上昇してきていて、今後どういった社会なら、どれだけ気温が上昇することが予測されているのか」「地球温暖化による気温上昇に伴って、気候がどう変化していくことが予測されているのか」など、最新の科学的知見に基づく情報を、それぞれの分野で緩和策・適応策および影響評価などにおける検討、立案、評価などを行う際の基盤的な情報としてご利用ください。

またこれら資料は、気候変動の科学的知見に関する最新の基盤的な情報です。学習、知見の参照、普及啓発などの取り組みなどにも、最初に参照する資料として御利用を願いますとともに、特に、今後の対策に依存しますが、いま10代の若者(対策次第で以降の世代も)が気候変動の影響を最も受ける世代になってきます。こうした世代に、是非これら資料に直接触れることをお勧めしたいと思えます。

港湾の脱炭素化を目指した次世代燃料船の普及に向けた 横浜港の取組

横浜市 港湾局政策調整課 担当課長 中村 仁

1. はじめに

2021年9月現在、我が国はコロナ禍にある。つい2年前までのクルーズ客船の活況は影を潜め、運航再開に向けたクルーズ船社や港湾関係者の奮闘が続いている。その一方で脱炭素の観点では将来を見据えた変化が生じている。昨年9月頃までは海運業や造船業の関係者の声として、コロナによる輸送需要の減少、船舶建造需要の鈍化や受注機会の喪失という記事を業界紙でたびたび目にしたが、昨年10月の内閣総理大臣所信表明演説における「2050年カーボンニュートラル」宣言、そして本年4月の「2030年度に温室効果ガスを2013年度から46%削減することを目指す」との表明によって状況は大きく変わった。

様々な分野で脱炭素に向けた取組が活発化する中、港湾においては国土交通省港湾局が「カーボンニュートラルポート（CNP）」を掲げ、2021年4月の日米首脳共同声明においても、日米両国がカーボンニュートラルポートについても協力することとされた。

CNPの形成推進として大きく2つの方針が掲げられており、ひとつは「水素・燃料アンモニアなどの大量・安定・安価な輸入や貯蔵などを可能とする受入環境の整備」、もうひとつは「脱炭素化に配慮した港湾機能の高度化など」とされている。

本稿ではCNPとは何かを紹介し、次に脱炭素化に配慮した港湾機能の高度化のうち海事分野に最も近い港湾機能として次世代船舶燃料供給に関する取組を紹介させていただく。

2. カーボンニュートラルポートとは

国土交通省港湾局は2020年12月に次の考え方に基づいて、CNP形成に取り組むこととした。

- ・港湾は、我が国の輸出入の99.6%が経由する国際物流拠点であり、我が国のCO₂排出量の約6割を占める発電、鉄鋼、化学工業などの多くが立地する産業拠点。
- ・また、水素・燃料アンモニアなどの輸入拠点ともなり、水素などの活用などによるCO₂削減の余地も大きい。
- ・加えて、SDGsやESG投資に世界の関心が集まる中、港湾の環境価値を高めクオリティの高い港湾を形成し、我が国の国際競争力の強化などを目指していくことも重要。
- ・このため、国土交通省では、港湾に輸入・貯蔵などされる水素などを活用しつつ、脱炭素化に配慮した港湾機能の高度化などを通じて「カーボンニュートラルポート（CNP）」を形成し、脱炭素社会の実現に貢献していく。

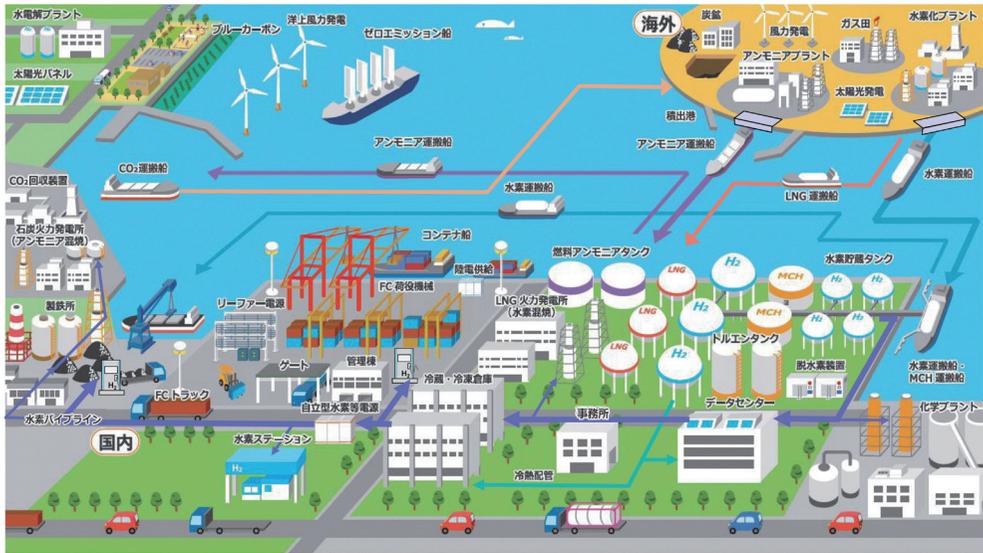


図1 「カーボンニュートラルポートの形成イメージ」(出典：国土交通省港湾局)

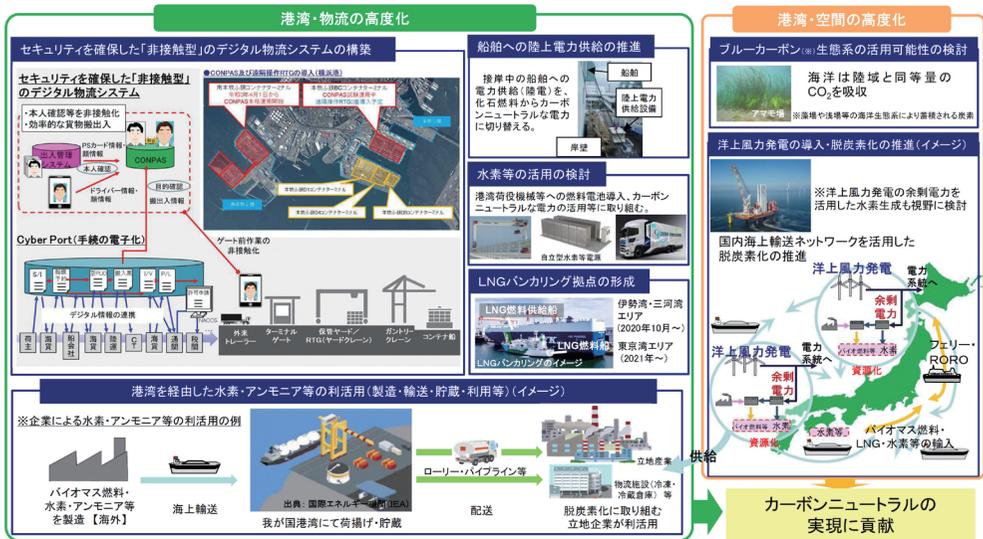


図2 「脱炭素化に配慮した港湾機能の高度化など(イメージ)」(出典：国土交通省港湾局)

脱炭素、カーボンニュートラルというと水素やアンモニアの利用を想像するところであるが、新技術の商用化までの時間軸や二酸化炭素の累積排出量とそれらが引き起こす地球温暖化との間にはほぼ線形の関係があること^{※1}を考慮するとトランジションとなる技術の活用は重要である。

図2の中ほどにLNGバンカリング拠点の形成^{※2}とあるが、これはまさに次世代船舶

燃料供給のトランジションとなる取組である。筆者は2017年の横浜市港湾局在籍時にLNGバンカリング事業に関わる機会をいただき、2018年度から2020年度までの横浜川崎国際港湾株式会社への出向期間中はJV各社と共にエコバンカー SHIPPING社を設立するなどLNGバンカリング事業に取り組んできた経験に基づいて、次項からLNGバンカリングの事業化に向けた取組を可能な範囲で紹介していきたい。

※1 気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第6次評価報告書第1作業部会報告書（自然科学的根拠）（2021年8月）より

※2 単に“バンカリング”と記載するものはShip to Shipバンカリングを指す。

3. 国際海事機関（IMO）によるSOx規制

2016年10月に開催された国際海事機関（IMO）海洋環境保護委員会（MEPC70）において、2020年1月から一般海域での燃料油中の硫黄分濃度の上限値を0.5%へと規制強化することが合意された。この硫黄分規制への対応手法の中で、硫酸化物（SOx）の削減だけでなく、窒素酸化物（NOx）、二酸化炭素の削減にもつながる点で船舶燃料としてのLNG利用は環境面で優位性がある対応手法だと考えられた。

2018年に国土交通省港湾局がLNGバンカリングの事業化に向けてLNGバンカリング拠点の形成に必要となる施設整備（LNGバンカリング船および当該船舶にLNGを積み込むための施設）への補助事業を開始し、6月に東京湾案件と伊勢湾・三河湾案件の2事業が採択された。

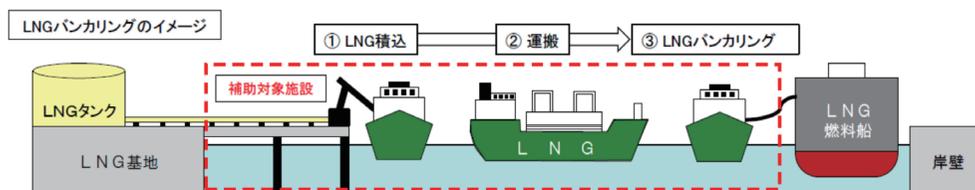


図3 「港湾機能高度化施設整備事業（LNGバンカリング拠点形成支援施設）」
（出典：国土交通省港湾局）

	東京湾	伊勢湾・三河湾
事業者	エコバンカー SHIPPING(株)	セントラル LNG マリンフューエル(株) セントラル LNG シッピング(株)
株主	住友商事(株)、上野トランステック(株)、 横浜川崎国際港湾(株)、(株)日本政策投資銀行	日本郵船(株)、川崎汽船(株)、 (株)JERA、豊田通商(株)

表1 「LNGバンカリング事業に取り組む事業者」（公表情報から作成）

4. 横浜市港湾局による LNG バンカリング拠点形成への取組

東京湾案件で事業採択を受けたエコバンカー SHIPPING 社の出資者である横浜川崎国際港湾株式会社は国が 50%、横浜市が 47.25% を出資していることや当該事業が横浜港の国際競争力強化に資するものであることから、横浜市港湾局は国内のいずれの港湾管理者よりも積極的に LNG バンカリング事業に関わってきた。

4.1 外航船舶への燃料油積込み手続きの効率化の実現

2017 年 12 月に横浜市は国家戦略特区制度を活用して、外航船舶への燃料積込手続に関する規制緩和を提案した。2018 年 1 月に国家戦略特区ワーキンググループのヒアリングを受けて以降、関税法を所管する財務省関税局や横浜税関の方々と定期的な意見交換を行い、実現に向けて関係者の皆様にご尽力いただいた。その結果、1999 年頃から事業関係者が要望し続けてきた「ミルクランの規制緩和」が 2019 年 4 月 1 日に実現した。

<規制緩和の概要>

①見直し前の包括承認に係る運用

燃料供給船が燃料を特定の外航船舶（1 隻）に対して、同一開港内で、一定期間内（最長 1 か月）に包括的に積込むことを認めていた。包括承認とは複数回の燃料積込を一括して承認すること。従来は制約の厳しさから活用されず、1 回の積込毎に承認する個別承認だけで運用されていた。

②見直し後の包括承認に係る運用

燃料供給船が燃料を特定の複数の外航船舶に対して、複数の開港で、一定期間内（最長 6 か月）に包括的に積込むことを認めることとなった。また、包括承認・個別承認を問わず船舶燃料供給に関する書類手続の一部省略も可能とした。

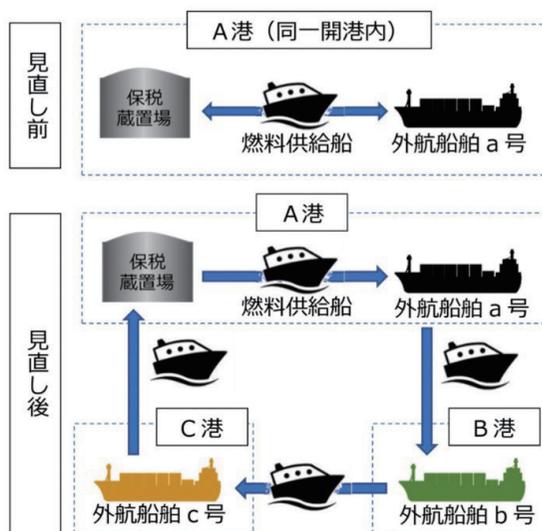


図 4 「外航船舶への燃料積込手続に関する規制緩和の概要」
(出典：横浜市記者発表資料)

この規制緩和が LNG バンカリング事業に与える効果は、単にミルクランを可能にするだけではなく、「LNG バンカリング船がタンク内に種ガスを保持し続けることを税法的に可能にした」という点である。種ガスはヒールとも呼ばれ、LNG タンクを冷却し続けるために必要な LNG の残液であるが、見直し前の運用では、保税状態の種ガスを税法上の問題なく保持し続けることはできなかった。

4.2 LNG バンカリング船の係留における特例的な許可と定係場所の整備

東京湾の LNG バンカリング事業が伊勢湾・三河湾案件と大きく異なるのは、エネルギー事業者が参画しているか否かである。このことは事業運営にあたり様々な違いをもたらすが、そのうちの1つが LNG バンカリング船の定係場所である。

伊勢湾案件では JV を構成する 1 社である JERA 殿の川越火力発電所内の D 岸壁（危険物専用岸壁）が LNG バンカリング船の定係場所となっており、既存のルールの範囲内で係留が可能である一方で、東京湾案件では JV 構成員の中に D 岸壁を所有する者がいないため、横浜市港湾局の公共バースに LNG バンカリング船を係留させる計画とした。

<危険物積載船の一般岸壁への係留>

①定係場所

横浜市港湾局は横浜港の国際競争力強化のために LNG バンカリング事業を推進する観点から、横浜港内に LNG バンカリング船を優先的に係留するバースを設けることとし、その場所を、コンテナターミナル群、客船ターミナル群および自動車ターミナル群それぞれに近接することなどの利便性を考慮して、港内の中心に位置する本牧ふ頭 A 4 バースとした。

また、この決定にあたっては、横浜港港湾審議会（交通政策審議会港湾分科会の地方審議会）で承認をいただき横浜港港湾計画の変更手続きを行っている。

②定係地の安全対策を検討する前提となる考え方

危険物積載船舶の係留（停泊）の根拠となる基準は、平成 17 年 10 月 11 日保交安第 49 号「危険物積載船舶の停泊場所指定及び危険物荷役許可の基準について」である（以下、「危険物積載船停泊基準」と言う）。

LNG バンカリング船の定係場所の候補として考えていた本牧ふ頭 A4 バースは岸壁区分が C 1 であるため、引火性高圧ガス（LNG）を積載する船舶が停泊する時は危険物積載船停泊基準に定める 100 トンの 5 倍、500 トンまでしか積載できない。

当該 LNG バンカリング船は LNG タンク満載時に約 1150 トンの LNG を積載できるため、危険物積載船停泊基準の許容量 500 トンを超えてしまうのだが、停泊許容量は従来どおりの基準を適用するとの見解から、このままでは本牧ふ頭 A4 バースへ停泊できないこととなる。なお、従来どおりの基準を適用するとの見解は、「Ship to Ship 方式 LNG

移送のオペレーションガイドライン」(平成 25 年 6 月国土交通省海事局)では LNG バンカリング船が直に岸壁に着岸する場合の安全対策が示されていないから、という理由からである。

③危険物積載船の一般岸壁への係留に対する暫定的な許可

停泊許容量を超えた危険物積載船の停泊は、本来は D 岸壁で行うべきという限定的な仕組みになっているが、当該 LNG バンカリング船の本牧 A4 バースへの停泊は危険物荷役を行わないので、一般岸壁のまま D 岸壁の基準を踏まえて、必要な安全対策を専門家委員会において検討し、導かれた安全対策を講じることで、当分の間、停泊許容量を超えた停泊を認めていただけることとなった。

この暫定的な許可の措置の対象は、船舶航行安全対策調査検討委員会および海上防災に関する調査研究委員会(以下、「専門委員会」という)で検討された当該 LNG バンカリング船と検討対象である横浜港本牧ふ頭 A4 バースに限定されたものであるが、時代の変化を踏まえて、海上保安庁の皆様が事業環境を整えていただけたことにこの場を借りて御礼を申し上げたい。

④定係場所の安全対策の検討と対策工事の実施

LNG バンカリング事業の実施にあたり事業者が開催する専門委員会にて、海上保安庁や学識経験者の皆様にご議論いただいて安全対策が決定された。安全対策の主な内容は次のとおりであり、横浜市港湾局はお示しいただいた安全対策事項について 2021 年 4 月までに所要の工事などを実施済みである。

ア 立地条件

- ・定係場所に着岸している間は、岸壁の一定範囲について立入禁止措置をとる。
- ・隣接バース停泊船および付近航行船舶との離隔距離を 30 m 以上確保する。

イ 電気照明設備

- ・立入禁止対象区域内に照明設備などを設置する場合は防爆型とする。
- ・部外者の進入などを監視防止するために設置する照明設備は 5 ルクス以上の照度とする。

ウ 消火設備

- ・火災、LNG 漏洩などに対応するための消火設備を用意し、着岸中は即時使用可能にする。

エ 火気使用の制限

- ・着岸中は立入禁止対象区域内での火気使用を禁止する。
- ・乗組員およびバース内に立ち入るものは、原則として静電防止服などを着用し、ライターなどの発火器具を携帯してはならない。

オ 緊急時の対応

- ・管理責任者（この場合、エコバンカー SHIPPING 社）は 24 時間体制の当直を組み、緊急連絡体制を構築する。

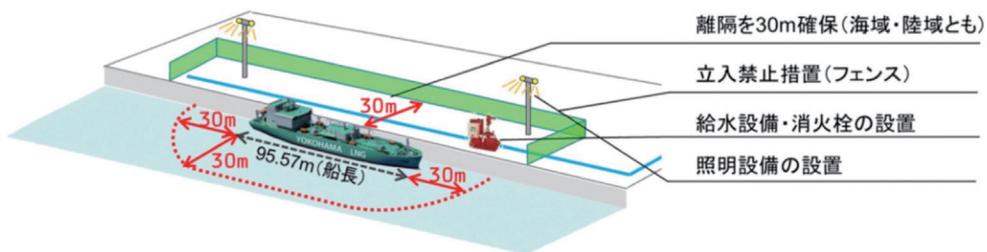


図5 「LNG バンカリング船の定係場所の安全対策の概要」（出典：横浜市作成資料）

5. LNG バンカリング事業を通じて感じた課題

我が国の LNG バンカリング事業は伊勢湾・三河湾でセントラル LNG シッピング／マリンフューエル社が先行して実績を重ねているため、既に事業環境が整っているように思えるかもしれないが、現時点では月に 1～2 回の限られた事業機会であるという条件のもとで、セントラル LNG シッピング／マリンフューエル社を構成する株主各社の優れた知見と緻密な連携によって成立していると考えている。

しかし、従来どおりの船舶燃料油供給事業と同様に LNG バンカリング事業を実施できる環境であるべきとすると、税制においては例えば § 4.1 の規制緩和だけでは不十分で関連する税法の改正も必要ではないだろうか、安全対策の面では例えば航走波の波高の基準が厳しいのではないだろうか、事業機会獲得のために錨地における LNG バンカリングを認めてほしいといったようにいくつもの課題が考えられる。

もともとバンカリング事業自体に明確な所管省庁が無いことも課題解決しにくい背景ではないかと考えているが、事業関係者は改善提案を続けなければならないし、関連省庁におかれても事業関係者の声に耳を傾けていただきたい。



図6 「バンカリング事業の主な要素」

6. 今後の次世代燃料船の普及に向けて

LNG 燃料の次に実用化が期待されている船舶燃料はバイオメタン・カーボンニュートラルメタン、アンモニアそして水素と続いていくとされている。現在、横浜市港湾局は日本郵船を代表とする企業グループによる液化水素を用いた燃料電池船の実証事業に対して、燃料供給場所の提供を通じて微力ながらご支援させていただいているところである。

水素などの次世代船舶燃料も実用段階に入った時に、再び LNG バンカリング事業が直面してきた課題に直面するのかもしれないが、既に議論が始まっている炭素税などの新たな要素に対する整理も必要となる。引き続き、技術開発と平行して事業環境を整える取組が大切だと考えている。

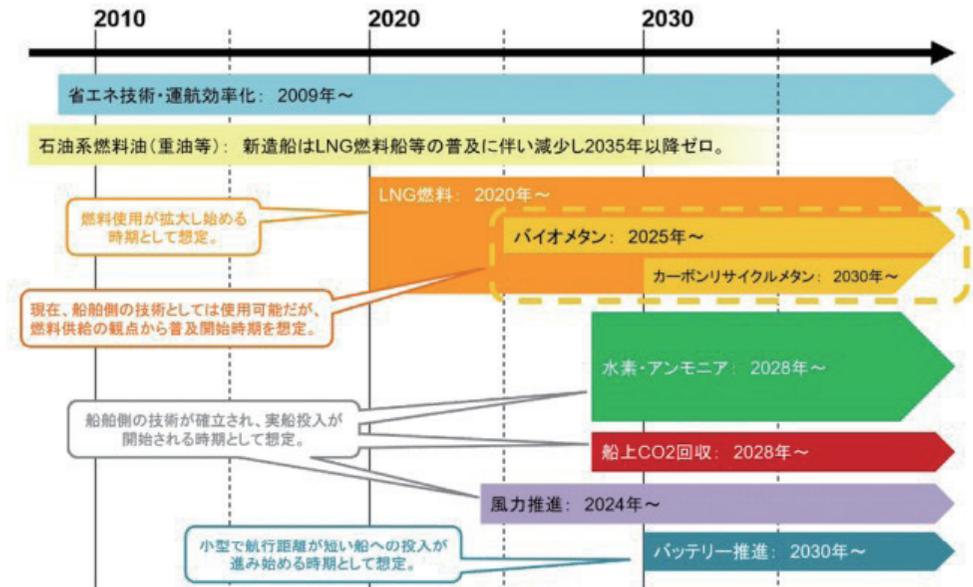


図7 「船舶の使用燃料などの変化に関する想定」
(出典：国際海運のゼロエミッションに向けたロードマップ)

7. おわりに

本稿では当初は SOx 規制への対策として開始された LNG バンカリング事業が、2050 年カーボンニュートラルを目指す取組の中においても、唯一の実装可能な次世代船舶燃料として重要な取組に位置付けられていること、そして課題を解決しながら進展している状況を紹介した。

“横浜港”と呼ぶとき、その範囲は位置付けによって様々であるが、横浜港の範囲を横浜港臨港地区^{※3}と考えた場合、横浜港から排出される二酸化炭素排出量は横浜地域全体の約 4 割を占める。カーボンニュートラルポートの形成に向けた取組は船舶燃料供給のほかにも多岐にわたるので、横浜港の港湾管理者として、“横浜港”から排出される温室効果ガスの削減に向けて関係機関や民間事業者の方々と共に引き続き取り組んでいきたい。

※3 臨港地区とは港湾区域（水域）に隣接する陸域を指し、物流・生産・憩いの場と様々な役割を担う。一定の水域と背後の陸域が一体的に利用される必要があるため都市計画法に基づいて指定される。

内航船舶の GHG 排出の現状と GHG 削減対策

海上技術安全研究所 GHG 削減プロジェクトチーム プロジェクトチーム長 平田 宏一

1. はじめに

内航海運においては、2016年5月に閣議決定された地球温暖化対策計画によって2030年度までにCO₂排出量を157万トン削減すること（2013年度比）を目標に掲げている。これらの目標を達成するため、各種CO₂削減技術の開発・普及が活発に進められるとともに、さらなる長期的なカーボンニュートラル化のための技術開発について活発な議論がなされている¹⁾。

本稿では、内航船舶に着目し、各種CO₂削減技術の適用について検討するとともに、代替燃料を利用する動力システムの適用性について概説する²⁾。

2. 内航船舶の GHG 排出の現状

日本船主協会や日本内航海運組合総連合会らは、内航船舶の船種・隻数やCO₂排出量を集計している^{3),4)}。図1は、これらの集計データから、1隻あたりのCO₂排出量を概算した結果であり、大型の船が多い自動車専用船、セメント専用船、フェリーのCO₂排出量が多いことがわかる。図2は、船種毎のトータルのCO₂排出量を概算した結果である。これより、隻数が多い貨物船（平均総トン数約600GT、約3500隻）や大型の船が多いフェリー（平均総トン数約3000GT）の総CO₂排出量が大きく、これらの船種のCO₂削減対策が内航海運全体の総排出量低減に有効であることがわかる。

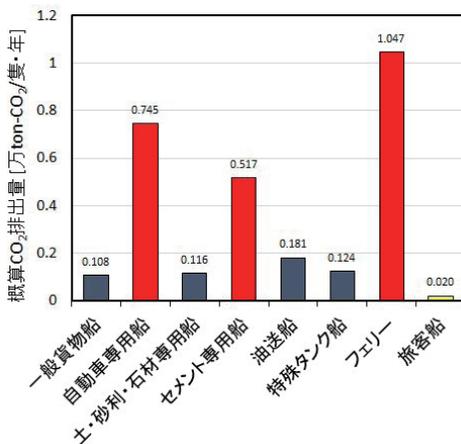


図1 1隻あたりのCO₂排出量の推定 (2019年)

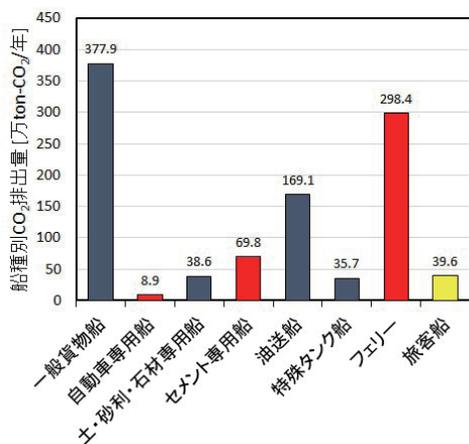


図2 船種毎の総CO₂排出量の推定 (2019年)

図3は、総トン数749GTの内航船舶の運航データを整理し、それぞれの運航モードにおけるCO₂排出量（燃料消費量）をまとめた結果である。運航中のCO₂排出量の割合は70%程度、停泊時および荷役時のCO₂排出量の割合は10～15%程度である。すなわち、運航時ばかりでなく、停泊時や荷役時の省エネ技術も有効であることがわかる。

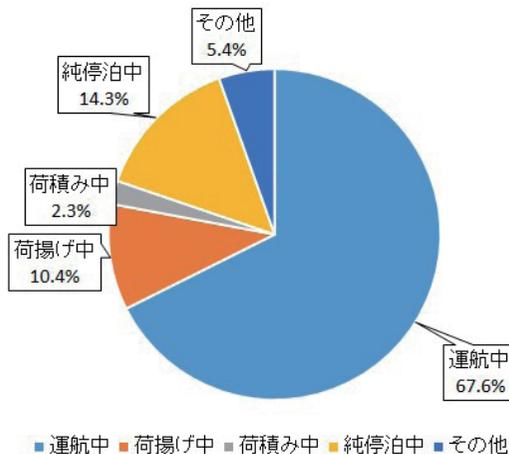


図3 749GT内航船舶のCO₂排出量（燃料消費量）の内訳

3. 内航船舶のGHG削減対策

図4はGHG削減技術と課題を模式的にまとめたものである。上述のとおり、昨今、様々なCO₂削減技術の開発が活発に進められ、一部の船舶に導入されている。できる限り早い時期に内航海運全体の総排出量を低減するためには、これらのCO₂削減技術の導入を新造船だけでなく既存船にも適用することが重要である。

図5は、様々なCO₂削減技術の内航船舶への導入を検討したイメージ図である。この例では、省エネ効果が数%の複数の技術を組み合わせることで、運航時、荷役時および停泊時を含めて、トータル22%のCO₂削減と試算される。

一方、将来のカーボンニュートラル化を考える場合、石油燃料や天然ガス、バイオ燃料などの既存燃料を利用する際には、持続可能なカーボンリサイクル技術の開発が必要である。また、水素やアンモニアなどのカーボンフリー燃料を利用する場合、動力システムの開発とインフラ設備の構築が重要となる。

	現在	短期 (2030~)	中長期 (2050~)	主な課題	
各種CO ₂ 削減技術		低摩擦塗料 各種省エネデバイス 船体抵抗低減 遠隔化・電動化・自動化 高効率エンジン 運航効率改善 陸電	再生可能エネルギー利用 蓄電池	既存船適用 普及率up (標準搭載)	高効率化による燃料消費量削減
既存燃料	石油燃料	消費量の削減 → 船上CO ₂ 回収 天然ガス → 建造隻数の増加	CO ₂ 処理	合成メタン	持続可能なカーボンリサイクル技術
	バイオ燃料	燃料供給量の増加		再生技術	
カーボンフリー燃料		水素 → 燃料電池 → 混焼エンジン アンモニア → エンジン開発		専焼エンジン 専焼エンジン	カーボンフリー燃料を利用する動力システムの開発
		代替燃料供給・バンカリング	設備建設		インフラ設備構築

図4 GHG削減技術と課題

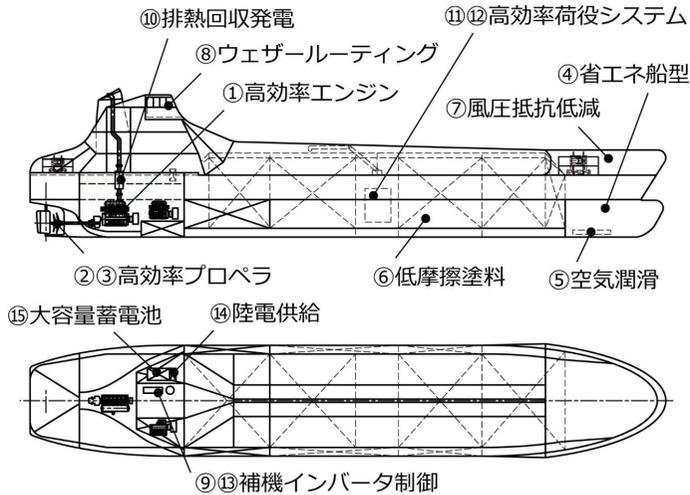


図5 各種技術を導入したGHG削減船のイメージ

4. 代替燃料利用技術

代替燃料を利用するGHG削減船の検討にあたっては、使用する燃料や動力システムの様々な組み合わせが考えられる。表1は、燃料や動力システムの種類毎にGHG削減効果や実用時期などを踏まえて、実現性が高いと考えられるGHG削減船を整理したものである。短期的に実現性が高いGHG削減船としては水素混焼エンジン船や電池推進船、中長期的にはバイオ燃料、水素またはアンモニアを燃料とした船舶があげられる。

表1 代替燃料を利用するGHG削減船の検討

	GHG削減	呼称	概要	特徴・適用性
短期	低 (20%程度)	水素混焼ディーゼルエンジン船	水素混焼率10~30%程度の水素・重油混焼エンジンを搭載	技術的ハードルがやや低く、早期に実現できる。
		LNG燃料エンジン船	LNG専焼ガスエンジンを搭載	既存技術で対応できる。
	中 (50%程度)	水素混焼ディーゼルエンジン船	水素混焼率50%程度の水素・重油混焼エンジンを搭載	水素混焼率を高めることでGHG削減率を高める。
		水素燃料電池ハイブリッド船	水素燃料電池と重油炊きディーゼル発電機を組み合わせた電気推進船	バランスがよく、中・小型の船舶への適用性が高い。
	高 (100%)	電池推進船	蓄電池だけのエネルギーで推進	短距離航路の船舶に有効である。
		水素燃料電池船	主に水素燃料電池で推進	比較的小さい船舶に有効である。
水素燃料電池・蓄電池ハイブリッド船		蓄電池と水素燃料電池のハイブリッド電気推進船	バランスがよく、既存技術で対応しやすい。	
中長期	高 (100%)	バイオ燃料船	バイオ燃料炊きエンジンを搭載	技術的ハードルが低く、燃料供給ができれば既存船を適用しやすい。
		水素・バイオ燃料混焼船	バイオ燃料炊きエンジンの一部を水素混焼(10~50%)	燃料供給のバランスが取りやすくなる可能性がある。
		アンモニア専焼エンジン船	アンモニア専焼エンジンを搭載	大型船への適用性がやや高い。
		水素専焼エンジン船	水素専焼エンジンを搭載	中・小型の船舶への適用性がやや高い。

図6は、内航船舶における代替燃料および動力システムの長期適用性を模式的に表している。短距離航路の船舶においては蓄電池の利用、長距離航路の船舶においてはアンモニアやバイオ燃料の利用が期待できる。水素燃料は小型から大型の船舶まで幅広く利用できると考えられる。ただし、今後の動力システムの技術開発によっては、各種燃料の適用範囲が変わる可能性がある。また、バイオ燃料については、現時点で海運分野への供給量が不明であることが課題であり、今後の動向によっては適用範囲が拡大する可能性がある。

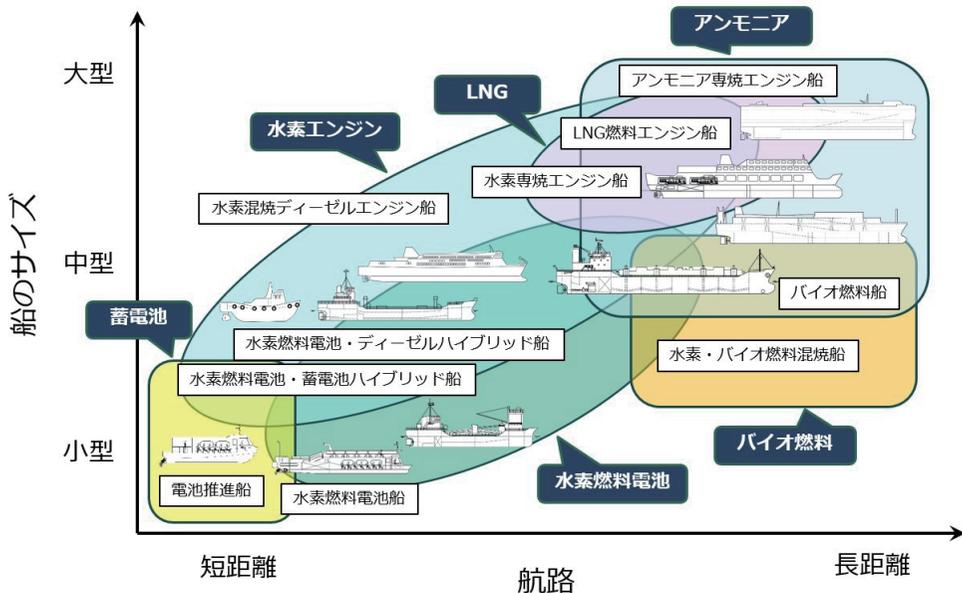


図6 カーボンニュートラル技術適用性の検討例

5. まとめ

本稿では、主に内航船舶に着目し、各種 CO₂ 削減技術の適用について検討した結果、代替燃料を利用する動力システムの適用性を検討した結果について紹介した。以下、内航船舶の GHG 削減に向けた課題をまとめる。

- ① 様々な既存の CO₂ 削減技術を内航船へ導入することによって、20% 程度の CO₂ 削減が可能であると試算される。ただし、内航海運全体の総排出量を大幅に低減するためには、現在では一部の船舶だけに利用されている CO₂ 削減技術を多くの既存船にも適用し、普及率を上げる必要がある。
- ② 水素燃料は小型から大型の船舶まで幅広く利用できる可能性がある。このような代替燃料を普及させるためには、動力システムの技術開発ばかりでなく、十分な燃料供給インフラ設備の構築が必要不可欠である。
- ③ 石油燃料や天然ガス、バイオ燃料などの燃焼時に CO₂ を発生する燃料を利用する場合、持続可能なカーボンリサイクル技術の開発が必要不可欠である。

参考文献

- 1) 国土交通省、「内航カーボンニュートラル推進に向けた検討会」中間とりまとめ、<https://www.mlit.go.jp/maritime/content/001420833.pdf> など。
- 2) 平田宏一、GHG 削減船の実現に向けた検討、海上技術安全研究所報告第 21 巻別冊、p.69-72、2021。
- 3) 日本船主協会、海運資料室、<https://www.jsanet.or.jp/data/data.html> など。
- 4) 日本内航海運組合総連合会、内航海運の活動・令和元年度、http://www.naiko-kaiun.or.jp/img/00naiko_katsudou.pdf など。



空光丸遭難

海技大学校 名誉教授 福地 章

プロローグ

前回紹介したカリフォルニア丸沈没の9日前に小名浜港では三光汽船の空光丸が荒天の中で遭難した事故があった。相次ぐ日本の大型船の沈没である。

空光丸

11463 総トン、全長 147.17m、幅 22.80m、深さ 12.50m、8400 馬力。

アメリカ西岸で木材を積んだ空光丸は 1970 年 1 月 30 日、小名浜港（福島県）の検疫錨地に午前 8:30 錨泊した。西防波堤より 0.5 マイル沖合いである。港は北から西に広がり、南に開いた港である。乗組員 29 人で到着と同時に 2 人が上陸し、その後 5 人が上陸して交代要員が 3 人乗船した。夕刻になると南からのうねりが大きいので船長の命で錨鎖を 4 節半から 7 節半に伸ばした。19:20 事務連絡の船長と会社関係の 2 人の者が通船で上陸する。これが最後の通船となった。この後、荒天のため通船止めとなる。

空光丸遭難

- 錨泊した日の夜から 10 ~ 15m/s の南風と 10m に迫る風浪が襲ってくる。日が代わって 1 月 31 日、2/O (二等航海士) と C/O (一等航海士) が交代で船橋に上がり周りの様子をチェックしていた。
- 02:30、C/O が走錨に気づき、全員起床、C/E (機関長) に機関用意、2/O に船首の錨作業へ配置するが、
- 02:40、船底の接触を感じ、ほどなく西防波堤突端基部に押し付けられる。レーダ不 작동、エンジン使用不能となり遭難信号を打ち、霧笛を吹鳴した。
- 03:25、全員防寒着と救命胴衣を着けて甲板に集合する。
- 04:20、ヘリコプターによる救助要請を打電する。
- 04:40、発電機停止、無線電話使用不能に。甲板の木材が流出しだす。甲板上に 3195 本の木材があり、甲板上 7m の高さになる。
- 05:00、テトラポット群に乗り上げる。船底亀裂し浸水多し。
- 06:00、船体が割れる。艙内の木材が流出する。艙内には 6158 本の木材。
- 06:15、日の出。船体の沈下が始まる。波高が 10 数 m におよび船橋まで襲ってくる。皆はレーダマストへ避難した。
- 07:10、レーダマストが折れる。
- 07:30、船体が 82°に傾き横転、沈没する。全員海へ投げ出される。C/O は自身をレーダマストに縛り船と運命を共にする。この遭難で乗組員 24 人のうち 15 人の死者がでた。

遭難時の天気図

1月29日、台湾付近の海上で等圧線が坊主頭のように丸くなって前線が発生したのがわかる。それが翌30日、九州の南に達し1002hPaの低気圧になった。空光丸が小名浜港に錨泊した時間である。この気圧配置を以前は台湾坊主型と言った。現在は普通に南岸低気圧型という。その後、この低気圧は紀伊半島南岸に上陸して北上し31日には宮城県に達して972hPaと猛烈に発達した。1日で30hPaも気圧が下がったわけですからこういう低気圧を爆弾低気圧という。天気図からもわかるように小名浜には南からの強風と激浪が押し寄せた。腕白坊主が暴れたのである。気温もぐんと上がり31日の真夜中に14℃を記録している。

(注) 爆弾低気圧：一日に $24 \times \sin \varphi / \sin 60^\circ$ 以上気圧が下がる低気圧を言う。(φ：緯度)

この場合、 $35^\circ \text{N} \sim 40^\circ \text{N}$ なので、15.9~17.8hPa 以上下がれば爆弾低気圧という。

これを当時の気象変化をみながらもう少し検証してみよう。表・小名浜の気象と空光丸から、空光丸が小名浜の検疫錨地に錨泊した30日の午前は風もなく海もおだやかであった。それが夕方午後6時まで続いている。その1時間後から風向が北から南に変わり風も強くなってきた。そこで錨鎖を伸ばし、2/OとC/Oが交代でワッチにあたることになる。

この時、低気圧は速度を速め急速に発達したのである。それが表からも読み取れる。ところが翌31日の午前2時半に走錨に気づき、スタンバイしたときは時すでに遅く10分後に座礁してしまったのである。

表から遭難時の小名浜測候所の風速は13m/s~15m/sと爆弾低気圧という割には強くない。海上ではその2、3割強いとしてもせいぜい20m/s位なのである。何故走錨してしまったのか。

どうして走錨し、15人の犠牲者を出してしまったのか

この時代、船の大型化が進んだが港湾の整備が後追いの時代であった。その点で小名浜港は船乗り泣かせの港であった。

小名浜港は東風はさえぎるが南側が大きく開いて太平洋に面しているので南からの風波

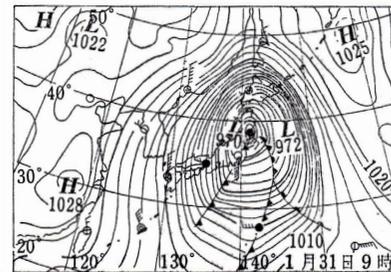
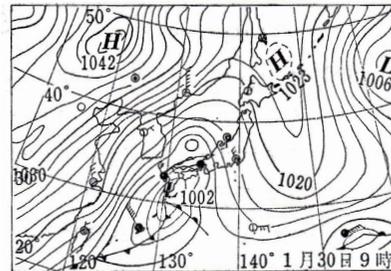
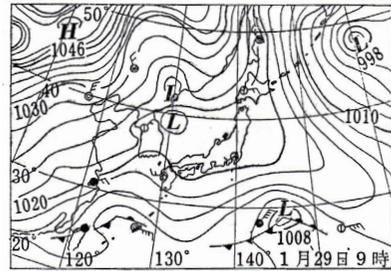


図1. S.45年1月29日～31日の南岸低気圧

には弱い。この低気圧のコースは正にそれであった。底質は砂で錨かきの強度には問題である。しかも甲板上7mにおよぶ木材があってその風圧は大きい。さらに波長の長いうねりによってピッチングを繰り返した結果走錨を招いたのである。一度走錨しだすと船は意外と早く流される。全員起床と機関用意が遅すぎた。船長が不在でそれを任された

1月30日(1970年) 表・小名浜の気象と空光丸

時間 (hr.)	気圧 (hPa)	気温 (°C)	風速 (m/s)	風向	低気圧の動静	空光丸
(08:30)	---	---	---	--		空光丸検査錨地に錨泊。錨鎖4節
09:00	1015.6	5.9	1.3	NNW	鹿児島島の南,20km/h	
12:00	1012.9	9.0	1.2	〃		乗組員休息
15:00	1010.1	8.5	0.8	〃		交代による下船者と乗船者
18:00	1007.7	8.7	1.2	NE	19:00前、北風→南風に	19:00前南風が強まる。19:15,錨鎖7.5節
(19:40)	---	---	---	---	急速に発達,50km/h	最後の通船、この後風波強くなる。
21:00	1003.2	13.9	11.3	S	四国沖 70km/h 紀伊半島南西岸に上陸	小名浜に影響が出てくる。強風、うねり
24:00	997.1	14.3	14.8	SSE	小名浜の西側を通るコース	2/O昇橋,明丸が近くに錨泊

1月31日(1970年)

(01:30)	---	---	---	---	南からの強風と大波	C/O昇橋
(02:30)	---	---	---	---		走錨に気づく。
(02:40)	---	---	---	---	小名浜、波高12m。	10分後、船底が海底に接触、座礁。
03:00	988.6	13.2	13.2	SSE	中心が焼津通過中	緊急通信・救助要請
(04:40)	---	---	---	---	小名浜の西側を通るコース	木材流出
(05:00)	---	---	---	---		テトラポット群に乗り上げる。
06:00	976.7	13.6	13.7	SSW	低気圧の中心付近が接近	船内の木材流出
(06:50)	---	---	---	---		乗組員レーダマストへ。
(07:30)	---	---	---	---		20分後マスト折れる。横転→沈没。 乗組員投げ出される
09:00	972.0	14.0	8.5	SSW	中心域通過→暖域	
12:00	971.1	9.9	9.5	NNW	寒冷前線の後になる	

C/Oはまだ31才と若い。やっと内地に着いて皆が休憩、就寝しているところである。何とか現状でやり過ごせないかと、緊急事態を告げるのに遠慮があったのかもしれない。座礁後、大波が防波堤とテトラポットを洗う現場では陸岸が目の前にも拘わらず何もできない。木材の流出前に救命艇が降ろせなかったのかと思うが、浅瀬に碎ける大波とテトラポットが邪魔でかえって危険であったと思われる。浅瀬故、現場の波高は12、3mにもなったという。救助の海上保安庁の船でさえ空光丸に近づけなかった。

救助要請から沈没まで3時間以上もあったが頼みのヘリコプターが駆けつけることはなかった。この時代、1970年の頃はヘリコプターの数少なく基地も小名浜から遠かった。

暗闇の中、不幸にして乗組員が海に投げ出されたとき、テトラポットや海に浮かぶ沢山の材木がぶち当たり、多くの乗組員を死に追いやったのである。

どうしたら良かったのか

同じ日、空光丸の近くに明訓丸とザバヤカルコス(ソ連)が錨泊したが強風と波浪のため明訓丸は2:00頃走錨したので翻弄されながら犬吠埼まで南下し荒天をしのいで2日後、小名浜に戻ってきた。またザバヤカルコスももまれながら太平洋に出て風波をしのいだのである。それを考えると当然空光丸も外海に出るべきであった。船長不在の中、31才のC/Oには荷が重かったか。

気象予報はどうだったのか。強風波浪注意報は前日から出ていた。しかし、注意報というのは頻りに出されるのでこのくらいの大型船になればその後の動きに注意する程度ですぐにどうするという事はない。しかし、警報となれば別である。その注意報が暴風波浪警報に

代わったのは空光丸遭難の後であった。

また、低気圧の進路が 31 日朝（遭難時）には銚子沖に抜ける予報であった。もしそうであれば、小名浜の風は東よりから北よりに変わって何ら問題はなかったのだが、内陸を通ったことにより状況は一変したのである。しかし、これは前日夜から絶えず南からの風波が襲っていたわけで、この時点で対策をとるべきであったと思われる。

運命の分かれ目

空光丸は総乗組員 29 人の船であるが、小名浜港着後船長を含めて 8 人が上陸し、交代の乗組員が 3 人乗船してきたので船内には 24 人の者がいた。

そして座礁である。波にさらわれないようレーダマストの下部で 5 人がロープで体をしばった。そしてマストが折れ 20 人が海に投げ出された。C/O は責任をとりロープをマストの根元にとり自分をしばりつけ殉職したという。その結果投げ出された中で 9 人が助かり、15 人が亡くなったのである。

何という運命のいたずらか、たまたま上陸した 8 人の者は助かり、交代で乗船してきた者が亡くなるという皮肉な結果になったのである。

検証

もう一度振り返ってみる。悪条件として港の欠陥があった。気象予報が的確とは言えなかった。予想以上の低気圧の発達と港の東を通る予報が外れて西を通った。大量の材木が流れだして救助活動が行えなかった。

どうしたら良かったのか。小名浜測候所のデータを見ると風の強さより、南からの風浪の大きさが空光丸を悩ませ走錨に至ったので、風下に防波堤、浅瀬、テトラポットがある中では早めにエンジンをスタンバイして、明訓丸のように洋上へ出るしかなかったようだ。乗組員が皆休憩・睡眠中のなか、この状況で 31 才の若い C/O に全責任を求めるのは酷なことに思える。

救助体勢が十分でなかったことはいうまでもない。陸地が目の前にも拘わらず、陸上からも海上からもまた空からも救助はこなかった。転覆するまでに 3 時間以上もあったが結果として見殺しにしてしまっている。それから 50 年が経つが現在の救助体勢はその時とは比較にならないほど充実しているはずである。

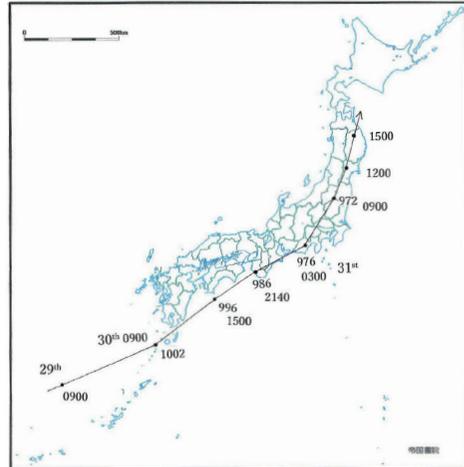


図 2. S.45 年 1 月 29 日～ 31 日の南岸低気圧経路

「海の事故ゼロを目指して」 ～小型船舶の海難の傾向と安全対策～

はじめに

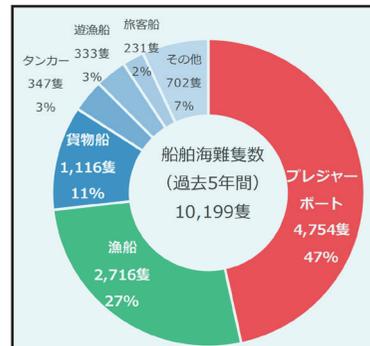
我が国の四方を囲む海は、海運、漁業など様々な経済活動の場として利用されているほか、プレジャーボートなどの小型船舶に加え、近年、普及が著しいミニボートやカヌー、SUPなど新たなウォーターアクティビティの場としても広く利用されています。このような海で痛ましい事故が発生しないよう、海上保安庁では、海の事故ゼロを目指して各種海難防止にかかる取組みを行っています。

小型船舶の海難実態を踏まえた安全対策

小型船舶の海難調査の結果を基に、海難の発生頻度や死傷者の発生リスクなどに着目し、令和元年度から、

- ・プレジャーボートの運航不能（機関故障）
- ・漁船・遊漁船の衝突
- ・ミニボートの転覆・浸水

の3つの海難を重点ターゲットに定め、海難の減少に向けた対策を講じています。



船舶種類別の割合（過去5年間）

○プレジャーボートの運航不能（機関故障）

プレジャーボートの海難は機関故障によるものが最も多く発生しています。

機関故障により航行不能に陥ると風浪や潮流に流され磯場などへ乗揚げられるなど、人命にかかわる大きな事故に繋がるおそれがあります。

令和2年度に実施した調査の結果、同種海難を防止するため、法令に定められた小型船舶操縦者の遵守事項である発航前検査に加え、整備事業者などによる定期的な点検整備の実施が重要であることが判明しました。

このため、発航前検査の周知啓発に加え、整備事業者などによる定期的な点検整備の重要性について、積極的に周知啓発し、ユーザーの安全意識の向上を図っています。



機関故障が原因で乗揚げた状況



訪船指導の様子

○漁船・遊漁船の衝突

漁船・遊漁船の海難は、衝突によるものが最も多く死傷者も発生しており、衝突に至った原因の多くは見張り不十分であることが分かっています。また、漁船の衝突相手船の多くは、漁船のほか、プレジャーボートや貨物船が上位を占めます。

漁船・遊漁船の衝突を防止するため、各種海難防止講習会や訪船指導などの機会を通じ、見張りの徹底やAISの設置について周知啓発を行っています。



衝突の状況

○ミニボートの転覆・浸水

ミニボートの海難は転覆・浸水によるものが最も多く、死傷者も発生しています。

船上では姿勢を低くし、バランスを崩さないようにするなど転覆・浸水を防止するためのポイントに記載したリーフレットを作成し、訪船指導などの機会を通じ、積極的に周知啓発し、ユーザーの安全意識の向上を図っています。



ミニボートの安全指導

■ お知らせ

○海の安全情報

海で活動される方のために、全国各地の灯台などで観測した気象・海象の現況や台風、津波発生時の港内における避難勧告等に関する緊急情報などをウェブやメール配信などで提供していますので是非ご利用ください。

海の安全情報

ウェブサイト

PC用   スマホ用  

緊急情報配信サービス（メール配信）

登録ページ   ※事前にメールアドレスを登録された方に緊急情報などをメール配信します。

○ウォーターセーフティガイド

海難防止を目的として、ウォーターアクティビティごとに心得ておくべき事項をまとめた総合安全情報サイト「ウォーターセーフティガイド」を開設し、令和3年4月に同サイトをリニューアルしたことで、非常に見やすく、使いやすいサイトとなりました。

海へでかける際は、自分の身を守るために是非同サイトをご活用ください。

各種レジャーの必須知識満載！『ウォーターセーフティガイド』

 水上オートバイ	 遊 泳	 カ ャ ー
 SUP (スタンドアップパドル)	 ミニボート	 釣 り

Water Safety Guide 

LONDON

JAMS London
Representative Office

ロンドン事務所

王立救命艇協会 (Royal National Lifeboat Institution) について

英国における搜索救助の取り組みは、海上および陸上ともにボランティアに頼るところが大きく、これらのボランティアは自ら進んで多くの時間を費やし、報酬を得ることなく困難な状況にある人々を救助するために時に自らの命を危険に晒すことすらあります。

日本の海上保安庁とは異なり、英国の沿岸警備隊（HM Coastguard : HMCG）は巡視船艇を自ら保有せず、海難が発生した場合には搜索救助活動の調整機能を担い、実際の救助活動は、多くの場合搜索救助活動を行うボランティア組織に要請することになります。英国内には、後述する王立救命艇協会（Royal National Lifeboat Institution : RNLI）のほか、救命艇による搜索救助活動を実施する多くのボランティア組織が存在し、これらのボランティア組織は、海難が発生し HMCG から出動要請があった場合には、「Declared SAR Facility」として救難艇を出動させ搜索救助活動に従事することになります。これらのボランティア組織の大部分は慈善団体として登録されており、収入は寄付や募金活動に大きく依存し、また、日中に発生した事案への効果的な対応を確保するためには、ボランティアの雇用主による理解を得ることも重要となります。

今回、間もなく創立 200 年を迎え、英国およびアイルランド全域において搜索救助活動を行っている RNLI の本部施設を訪問する機会を頂いたことから、RNLI の組織や活動について紹介したいと思います。

(1) 組織・活動の概要

RNLI は勅許状 (Royal Charter) によって 1824 年に創設された慈善団体です。英国およびアイルランドの主に海上および特定の内陸の水域において、救命艇の運用などにより、人命の救助、安全の促進および災害からの救済を行うことを目的とし、創設以来 142700 人以上の人命を救助してきました。

本部はイングランド南部のプール (Poole) に位置し、宿泊が可能な研修施設 (RNLI COLLEGE)、造波などが可能な屋内プールなどを備えた訓練施設 (SEA SURVIVAL CENTRE)、救命艇の建造や修繕を行う施設 (All-WEATHER LIFEBOAT CENTRE) など



RNLI COLLEGE

が併設されており、本部には、財務、人事、救助活動のほか、資金調達（Fundraising）およびメディア・マーケティング戦略、海外での教育訓練の支援、救命艇の設計・建造・修繕や装備品の開発などを担当する部局も設置されています。

RNLI は、英国およびアイルランドの国内に合計 238 カ所の船艇基地を設置して、主に全天候型救命艇（All-weather lifeboats）、浅瀬や岩場付近などでの使用を目的とする沿岸救命艇（Inshore lifeboats）、および干潟や河口などでの使用を目的とするホバークラフトの 3 タイプの救命艇約 400 隻を地域のニーズに応じて戦略的に配置し、24 時間体制で、主にボランティア（救命艇の乗組員約 5700 人、基地職員約 3500 人）によって運用していますが、ロンドンのテムズ川にある Tower Lifeboat Station など、一部の繁忙な基地には正規職員も数名配置されています。救命艇の名称は英国およびアイルランド国内の河川の名前に由来しています。本部は救命艇の AIS 信号を受信することにより、全国で稼働する救命艇の動静をすべて把握でき、救命艇の配置は各地域で発生した事案などのデータに基づき 5 年毎に見直しが行われています。



救命艇による捜索救助活動のほか、専門チーム（Flood Rescue Team）による洪水からの救助活動、春から夏にかけてはライフガードユニットによるビーチでの監視活動なども実施しています。さらに、現場での救助活動だけでなく、安全啓発活動にも力を入れているほか、RNLI の国際部門が海外における教育訓練の支援や新たに組織された救助組織などへの知識の共有といった活動も実施しており、これまでにバングラディッシュやタンザニアにおいて活動を展開しています。

（2）パフォーマンスの基準など

HMCG からの出動要請は、通常各基地の Lifeboat Operations Manager (LOM) または Deputy Launch Authority (DLA) に直接連絡が入り、要請に応じる判断をした場合には、対応可能な救命艇の乗組員や出動準備などを行う支援要員が集められ、出動の準備に取り掛かかります。乗組員にはヘルメット、ドライスーツ、救命胴衣などの個人装備のほか、万が一の落水に備えて GPS 信号の発信機が貸与されています。

HMCG は、海難の種類や気象・海象など現場の状況に関する情報のほか、適切な捜索パターンを判断し、捜索開始位置、速力、捜索幅など捜索方法に関する詳細についても RNLI の救命艇に提供し、両者は無線などの通信手段を用いて緊密に連携しながら捜索救助活動を行います。RNLI の救命艇は、他船の消火活動や潜水活動は実施しませんが、HMCG の回転翼航空機が実施する吊り上げ救助の支援活動に当たる機会もあることから、

これに必要な技術の習得や回転翼航空機との合同訓練を定期的を実施しています。
戦略的パフォーマンスの基準として RNLI が設定している目標は以下のとおりです。

- ① 要請を受けてから出勤までに要する時間を平均 10 分とする。
- ② 人命の危機が存在するすべての事案に対して、あらゆる気象条件において、最大 100 海里沖合まで到達する。
- ③ 基地から 10 海里以内で発生したすべての事案のうち少なくとも 90% に対して、あらゆる気象条件において出勤から 30 分以内に現場に到着する。
- ④ RNLI のライフガードがパトロールを行うビーチにおいて、岸から 300 m 以内で発生した要救助者に 3 分半以内で到達する。

(3) 教育訓練施設など

近年 RNLI に参加するボランティアのうち、海洋に関連する職業に従事している人の割合はわずか 1 割程度にとどまり、教育訓練の充実が特に重要となっていることから、前述のとおり RNLI 本部には RNLI COLLEGE や SEA SURVIVAL CENTRE といった教育訓練施設が併設されています。

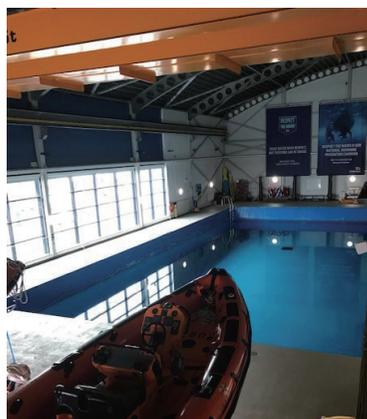
RNLI COLLEGE は複数の研修室を備え、救命艇の艇長や機関士など役割に応じた個別の研修、負傷者に対する応急処置の研修など、年間を通して様々な研修が行われています。さらに、救命艇の船橋を模したシミュレーターも備えており、国内の様々な海域を想定したシミュレーター訓練も実施可能です。また、60 部屋を擁する宿泊施設も備え、研修参加者が利用しない空き部屋はホテルとしてレストランやバーとともに一般向けに開放し、結婚式などの催事も受け付けており、これらの収益は RNLI の予算に充てられています。

SEA SURVIVAL CENTRE は、造波や風を起こすことが可能な装置を備えた屋内プールを備え、実際の救命艇を使用した転覆時の対処訓練、落水者の救助訓練、ライフガードの水泳訓練などのほか、開発中の装備品の試験なども行われています。さらに、実際に救命艇に搭載している全種類のエンジンや船外機を準備した実習室も備え、救命艇の機関士向けの実技指導も行っています。

All-WEATHER LIFEBOAT CENTRE では、救命艇の設計、建造、修繕の一連の過程がすべて行われてお



救命艇の艇内を模したシミュレーター



屋内プール

り、また、すべてのタイプの救命艇の修繕がこの施設で行われています。救命艇の設計や装備品の開発を行う専門のスタッフもあり、関連する知的財産を多数有しているだけでなく、新造船ではないものの、自ら建造した救命艇を国内の他の救助組織や海外の救助組織に売却して収益も得ています。



試験運転中の救命艇

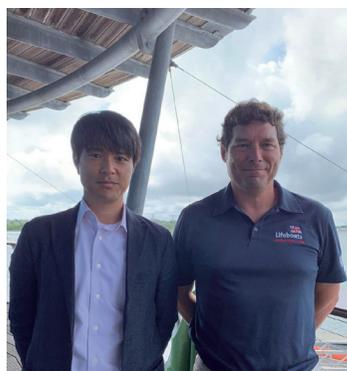
本部施設の敷地は海に面し、桟橋には多数の訓練用の救命艇が停泊しており、座学、シミュレーター、そして実際の救命艇を使用した海上での訓練が同じ施設ですべて実施可能となっています。付近では、訓練を実施している救命艇や、修繕を終えて試験運転中の救命艇を多数目にする事が出来ました。

(4) 運営資金の確保など

RNLIの運営資金は、そのほとんどが寄付によって成り立っており、2020年の年次報告書によると、同年の支出の総額は13億9200万ポンド（約2105億582万円）で、そのすべてが市民からの寄付によって賄われています。政府からの出資はなく、収益の92%が寄付金によるものであり、残りの8%は店舗やオンラインでのグッズ販売や投資などによる収入が占めています。また、寄付金（92%）のうち68%に当たる金額を「Legacies（遺贈）」が占めています。RNLIの支援を目的とする慈善団体「Lifeboat Fund（以下LF）」が存在し、新たな救命艇の購入、船艇基地や救命艇の修繕、RNLIのボランティアや職員のための個人装備の購入、訓練の実施などに要する資金の調達を行っています。調達された資金は直接RNLIを支援するために使われ、LF設立以来2600万ポンド（約39.7億円）以上の寄付金によってRNLIは53隻の救命艇を調達しています。

(5) おわりに

呼び出しに応じたボランティアには少額の手当が支給されますが、一部の基地ではこの手当を積み立て、追加的な装備の購入などに充てているとお話をうかがい、メンバーの方々の志の高さに感銘を受けました。また、RNLIは現場での救助活動だけでなく、運営資金の戦略的な調達や救命艇の建造・修繕なども自ら行っており、実に完成された組織であるとの印象を受けました。今回さまざまな情報を提供いただき、施設の案内もして下さった International Lifesaving Manager を務める David Whiddon 氏に心から感謝申し上げます。



David Whiddon 氏と小職

(所長 若林 健一)

シンガポールの海事関連動向

1. 新型コロナウイルス感染状況と海事分野における対応

シンガポールでは、他の東南アジア諸国と同様に新型コロナウイルス・デルタ株の感染拡大がみられたことに伴い、マスク着用義務や入国時の14日間隔離などの措置に加え、5月16日から8月9日までに2度にわたって外食の全面禁止措置がとられたほか、長期ビザ保有者でも入国が認められないなど関連規制の強化が行われました。一方、ワクチン接種の進展を背景に（8月末現在、シンガポール居住人口の80%が2回接種を完了）、8月中旬以降、ワクチン接種者を優遇する形で関連規制は緩和されつつあります（ワクチン接種完了者は、5人以下での外食が可能となったほか、入国受け入れも再開など）。

こうしたシンガポール国内の経済活動再開進展への期待とともに、国外需要により好調な製造業がけん引役となって、8月11日にシンガポール貿易産業省が発表した2021年経済成長率見通しは、従来の4～6%から6～7%に上方修正されました。シンガポール港のコンテナ取扱量も、2021年上半期で対前年比約5.0%増となる（シンガポール政府公表の統計より）など、シンガポールの海事分野もパンデミックからの立ち直りが期待される状況にあります。一方、近隣諸国との渡航制限などによる利用客減に苦しむ旅客フェリー事業者および旅客ターミナル事業者に対し、シンガポール海事港湾庁（MPA）は6月末に総額350万シンガポールドル（約2億9000万円）の追加支援策を発表しました（昨年からの支援総額は3600万シンガポールドル（約29億9000万円））。2021年末まで、接触者追跡システム導入などの安全な海上旅客輸送のための事業に総額300万シンガポールドル（約2億5000万円）を支援するほか、オフィス賃料50%を助成します。また、旅客フェリーやオフショア船の港湾使用料減額措置や、海事会社への信用保証措置など、既存の支援制度について本年末までの延長が行われます。

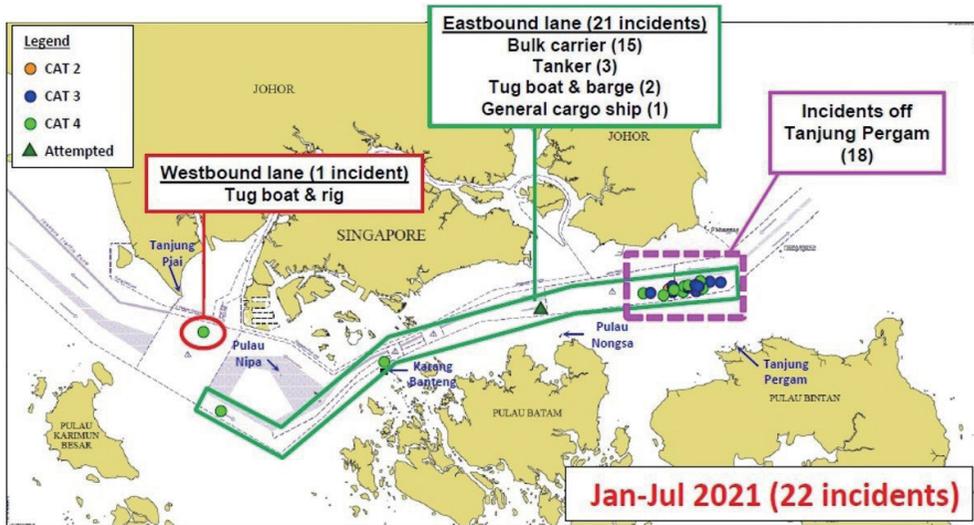
海事分野における新型コロナ安全対策に関し、最大の課題となっている船員交代の問題については、MPAによると、シンガポールでは、昨年3月から本年8月までに16万人以上の乗組員の交代が行われましたが、そのために必要なシンガポール入国前の検査や入国後の隔離などに関する船員交代の手順が定められました。7月26日以降に適用されたルールでは、シンガポールへの出発前PCR検査陰性証明が従来の72時間以内から48時間以内とされるとともに、出発前24時間以内の抗原迅速検査（ART）陰性証明を新たに必要とするなど要件が厳しくなった一方、シンガポールへの出発前に完了しなければなら

ない自己隔離の期間については、従来の 21 日間から 14 日間とされました。また、船員の隔離施設の適正な運営を確保するため、新たに設立された基金による監査が行われています。一方、船員を含む海事港湾労働者に対するワクチン接種について、MPA によると、シンガポールでは、本年 2 月以降海事港湾労働者へのワクチン接種が開始され、8 月 30 日までに、シンガポールに居住してシンガポール港内で働く 82%の船員がワクチン接種を終えるなど、シンガポールの船員及び海事関係者のワクチン接種率は 90%以上となっています。また、非居住外国人船員についても、8 月 30 日以降、①シンガポールを母港として停泊するクルーズ船や、ドックで修理中の船などで働いていて、シンガポールに 30 日以上滞在する船員、および②一月に 1 回以上シンガポールに出入りする漁船、他の船への補給船およびフェリーに乗船する船員を対象に、ファイザー製やモデルナ製のワクチンが提供されることが発表されました。地元紙のザ・ストレーツ・タイムズによると、シンガポールのチー・ホンタット上級国務相（運輸担当）は 8 月 30 日、MPA の年次総会で、「国際ハブ港および国際海事センターとして、シンガポールは船員に対するグローバルなワクチン接種の取組みを支援します。これにより、サプライチェーンの回復力が強化されます。また、船員は仕事の過程でシンガポールの地域社会と接することもあるので、ワクチン接種を通して彼らを保護することは、シンガポールが新型コロナウイルスに対して強い国になるための取組みの一環でもあります。」と述べたとのことです。このほか、シンガポールでは、港やフェリーターミナルの前線で働く感染リスクの高い労働者に対し、ウイルス定期検査がこれまで 7 日おきに行われてきましたが、7 月以降、これに加えて 7 日間サイクルの中間の 3～4 日目に一度、ART を行うことが義務化されました。

2. シンガポール海峡における海賊・武装強盗事件の発生状況

シンガポール海峡における海賊・武装強盗事件の発生件数は、2019 年に急増して以降、継続して高い水準が続いています。2021 年 1 月から 7 月の発生件数は 22 件となり、前年同期の 19 件より多くなりました。（統計は、アジア海賊対策地域協力協定情報共有センター（ReCAAP ISC）によるもの。以下同じ。）アジア全体の発生件数が前年同期より 32%減少して 43 件となる中、シンガポール海峡はその約半分を占める状況となっています。

最近では、6 月に 5 件、7 月に 2 件の武装強盗事件が、いずれもインドネシア・ピントラン島 Tanjung Pergam 沖のシンガポール海峡の分離通行帯の東航レーンで発生し、ReCAAP ISC はそれぞれ 6 月 30 日と 7 月 19 日にインシデントアラートを発表しました。2021 年 1 月以降、同海域に関連したインシデントアラートは 5 回に上っています。



2021年1月～7月 シンガポール海峡 事件発生状況

ReCAAP ISCは、シンガポール海峡での事件の継続的な発生、特に Tanjung Pergam 沖での事件集中に懸念を示しており、航行する船舶の船長・乗組員に対して、シンガポール海峡を通航する際の最大限の警戒監視を含む予防策を強化し、また、事件や接近してくる疑わしい小型船の存在を認めた場合は最寄りの沿岸国に直ちに通報するよう強く勧告しています。ReCAAP ISCはまた、沿岸国に対して、管轄海域の巡視と法執行の強化を継続し、船舶から報告された事件に迅速に対応するとともに、沿岸国間の協力を強化し、犯人を逮捕・訴追するための情報や事件に関与する犯罪組織の情報を共有するよう求めています。

本稿に関する ReCAAP ISC の発表資料については、次のサイトをご参照ください。

<https://www.recaap.org/reports>

(所長 谷川 仁彦)

主な船舶海難

2021.05～2021.07 発生の主要海難 海上保安庁提供

No.	船種・総トン数(人員)	発生日時・発生場所	海難種別	気象・海象	死亡 行方不明
①	タンカー 2696 トン (乗船者 13 人)	5月27日 11:56頃 (情報入手時刻) 愛知県今治市沖	衝突	—	3人
	貨物船 11454 トン (乗船者 12 人)				
航行中のタンカーと貨物船が衝突したものの、その後、貨物船は沈没し、乗船者12人のうち9人は救助され、1人が死亡、2人は行方不明となった。					
②	プレジャーボート (乗船者 2 人)	5月29日 20:40頃 (情報入手時刻) 愛知県美浜町沖	火災	天気 晴れ 風 N 6.0m/s	2人
航行中のプレジャーボートから火災が発生し、沈没したものの、後日、乗船者2人は漂流している状態で発見され、死亡が確認された。					
③	漁船 (乗船者 1 人)	6月25日 11:10頃 (情報入手時刻) 愛知県弥富市沖	運航不能 (無人漂流)	—	1人
漁から帰っておらず捜索したところ、無人で浮いている漁船付近海域においてローブが左足に絡まった状態で海中に沈んでいる乗船者を発見、死亡が確認された。					

船舶事故の発生状況

2021.05～2021.07 速報値 (単位: 隻・人)

用途	海難種類	用途													合計	死者 不明者
		衝突	単 独 衝突	乗 揚	転 覆	浸 水	火 災	爆 発	(機 関 故 障)	運 航 不 能	(推 進 器 障 害)	運 航 不 能	(無 人 漂 流)	運 航 不 能		
	貨物船	11	9	4	0	1	1	0	9	1	0	2	0	38	3	
	タンカー	5	3	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	10	0	
	旅客船	1	2	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	6	0	
	漁船	32	5	14	4	5	6	0	3	7	3	9	1	89	4	
	遊漁船	15	1	4	0	0	1	0	0	0	0	1	0	22	1	
	プレジャーボート	30	1	39	25	19	2	1	141	38	8	62	5	371	5	
	その他	4	5	4	2	3	0	0	1	0	0	3	0	22	0	
	計	98	26	66	31	30	10	1	156	46	11	77	6	558	13	

※衝突とは、船舶が他の船舶に接触し、いずれかの船舶に損傷が生じたことをいう。

※単独衝突とは、船舶が物件(岸壁、防波堤、栈橋、流水、漂流物、海洋生物等)に接触し、船舶に損傷が生じたことをいう。

月 日	会 議 名	主 な 議 題
6.3	第 1 回浮体式洋上風力発電設備等の撤去に係る船舶航行安全調査委員会（東京湾）	①事業計画 ②東京湾の現況 ③解体工法概要 ④船舶航行安全対策（素案） ⑤報告書（骨子）
6.18	第 1 回港湾専門委員会 [書面審議]	①港湾計画の改訂（2 港境港、室蘭港） ②港湾計画の一部変更（1 港堺泉北港）
6.23	第 2 回浮体式洋上風力発電設備等の撤去に係る船舶航行安全調査委員会（東京湾）	①第 1 回委員会議事概要 ②第 1 回委員会の指摘と対応 ③船舶航行安全対策（案） ④報告書（案）
6.29	第 2 回小樽港航行安全検討委員会	①第 1 回委員会議事概要（案） ②第 1 回委員会資料の修正及び追加 ③操船シミュレーション結果 ④係留中の安全性 ⑤船舶航行安全対策（案） ⑥報告書（案）



写真提供:オホーツク流水館

全国地球温暖化防止活動推進センターホームページより (<http://www.jccca.org/>)

海と安全 No.590 (56 巻)
発 信 2021 (令和 3) 年 9 月 15 日
発 信 所 公益社団法人 日本海難防止協会
〒 151-0062 東京都渋谷区元代々木町 33-8
元代々木サンサンビル 3 階
TEL (03) 5761-6080 FAX (03) 5761-6058
E-mail 2231jams@nikkaibo.or.jp
URL <https://www.nikkaibo.or.jp>