

2023 年度 船舶基準セミナー
～IMO における環境関係諸基準の策定状況
及び関係者の取組状況
(GHG、LCA、船体付着等)～

講演資料

2023年11月 1日

船舶基準セミナー
～IMOにおける環境関係諸基準の策定状況及び関係者の取組状況
(GHG、LCA、船体付着等)～
プログラム

2023年11月1日(水) 14時00分～16時30分

13:30～ 開場
14:00～14:05 開会挨拶
一般財団法人 日本船舶技術研究協会 会長 田中 誠一

〈第一部：IMOにおける環境基準の策定概況について〉

14:05～14:30 国際海運のGHG排出削減に関するIMOの動向等
国土交通省 海事局 海洋・環境政策課 環境渉外室長 塩入 隆志 様

(講演概要)

国際海事機関(IMO)では、国際海運からのGHG排出削減に向けた議論が活発に行われています。本年7月に開催された第8回海洋環境保護委員会(MEPC80)では、2023年IMO GHG削減戦略が策定され、当該戦略では新たな目標として2050年GHG排出実質ゼロが掲げられています。

今後、IMOでは、2023年IMO GHG削減戦略を実現するための対策の検討が本格化することとなりますが、この新たな対策は、国際海運の輸送需要の変動に係らずGHGを確実に削減するため、船舶のエネルギー(燃料)転換を目指す内容になります。

本講演では、IMOにおけるGHG削減に係る議論の動向について紹介するとともに、海事産業の課題や国土交通省の対応等についても紹介します。

14:30～14:55 IMOにおける環境諸基準の最近の審議動向
一般財団法人 日本船舶技術研究協会 基準ユニット長 升井 峻

(講演概要)

船舶の環境関係の国際基準はIMOで議論されており、GHG以外の議題についても、活発に議論が行われております。直近のMEPC80においては船体付着生物管理ガイドラインの12年ぶりの改正が採択される等、関連技術の進歩等を踏まえた改正が継続して行われています。

本講演では、環境関係のIMO基準改正のプロセスや、それに対応する日本国内の検討プロセスをご紹介する他、バラスト水やNOx排出規制等の様々な環境基準に関する最新の審議動向及びそれら個別論点を横串で刺したときに見えた今後の審議の方向性等についても併せて紹介します。

14:55～15:05 第一部質疑応答
15:05～15:25 ブレーク

〈第二部：各環境基準の策定状況及び関係者の取組について〉

15:25～15:50 船用燃料のライフサイクルGHG強度に関するIMOガイドライン及び燃料認証

一般財団法人 日本海事協会 技術研究所 専門研究員 三宅 竜二 様

(講演概要)

船用燃料の製造や流通過程におけるGHG排出に関心が高まっているため、先のMEPC80において、船用燃料の製造、輸送、船上での使用に至るライフサイクル全体でのGHG強度(単位エネルギー当たりのGHG排出量)を評価するためのガイドラインが採択されました。今後、GHG強度のデフォルト値の更なる開発をはじめ、燃料の認証スキームや第三者認証に関するガイダンス等の開発が必要なため、本ガイドラインの実用化に向けた作業が実施される予定となっております。本講演では、本ガイドラインの内容をはじめ、燃料認証等の課題について、解説します。

15:50～16:15 船体付着生物汚損に関する環境基準策定状況及び技術動向

国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 海上技術安全研究所

環境・動力系 環境影響評価研究グループ 上席研究員/

(併任) 国際連携センター

小島 隆志 様

(講演概要)

船体付着生物は、生物越境移動問題のみならず、船舶の推進抵抗の増加による燃料消費の増大に繋がります。そのため、船体付着生物の適切な管理は、海洋環境保護のみならず、GHG排出削減の観点からも、今後更にニーズが高まると考えられます。そこで、本講演では、IMOでの船体付着生物管理改正ガイドライン、及び水中洗浄に関する概要及び今後の予定について紹介します。併せて、国際標準化機構やその他機関での船体付着生物への対応についても併せて紹介します。

16:15～16:25 第二部質疑応答

16:25～16:30 閉会挨拶

一般財団法人 日本船舶技術研究協会 理事長

石川 寛樹

第1部:IMOにおける環境基準の 策定概況について

国際海運の GHG 排出削減に関する
IMO の動向等

国土交通省 海事局
海洋・環境政策課 環境渉外室長
塩入 隆志 様

国際海運のGHG排出削減に関する IMOの動向等

国土交通省 海事局 海洋・環境政策課

環境渉外室長 塩入 隆志

1. 2023 IMO GHG削減戦略の概要とポイント
2. 中期対策等の議論の動向
3. 国際海運のカーボンニュートラルに関する一般動向等
4. まとめ

国際海運からのGHG排出削減の枠組

- **国際海運**は、関係国が多岐に渡る等の理由で、GHG削減対策はUNFCCCの**国別削減対策の枠組みに馴染まず、国際海事機関（IMO）における統一的な枠組み**に委ねられている。
- **排出量は、国毎ではなく国際海運分野に計上**（国際航空分野も同様）。



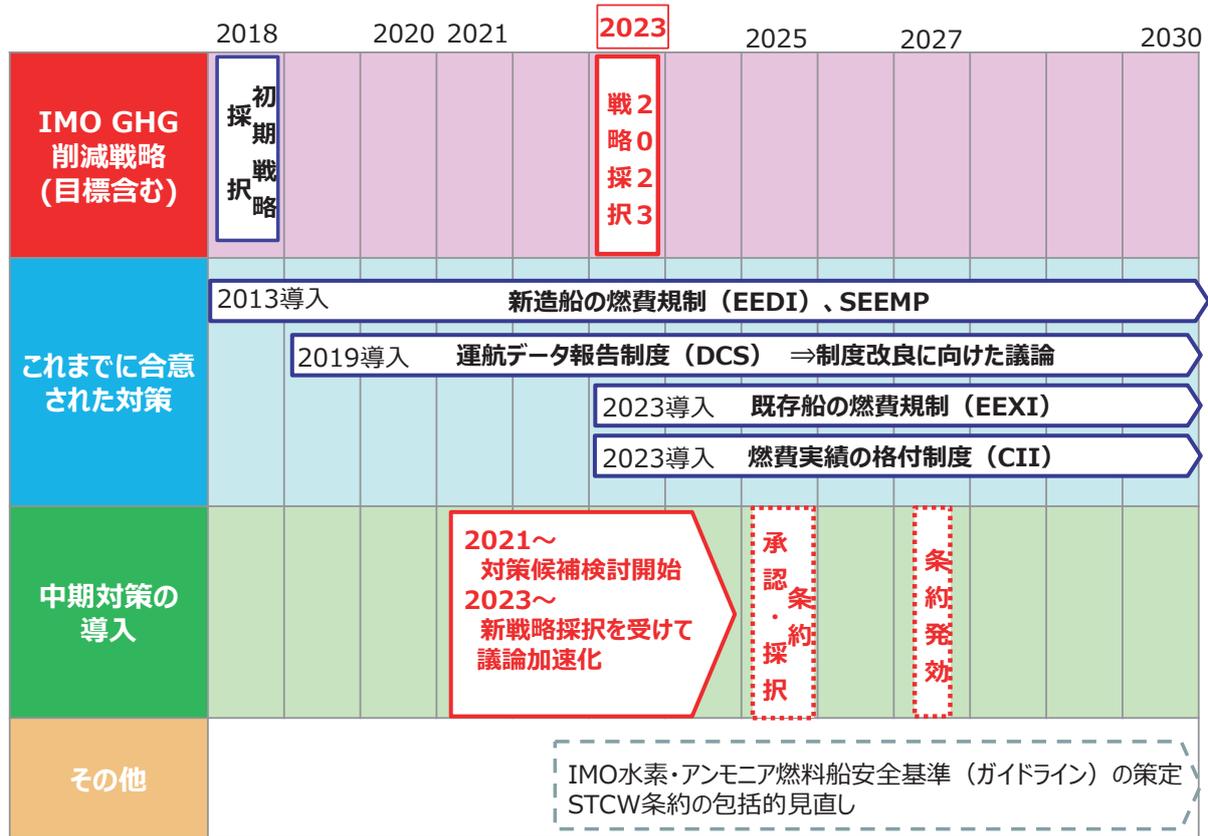
各国政府
(国連気候変動枠組条約 (UNFCCC))

- CBDR (共通だが差異ある責任) の原則
- 2015年にパリ協定を採択し、国別削減目標の作成等を義務化 (※日本は2030年度に2013年度比で46%削減、2050年までのカーボンニュートラルを表明)

国際海事機関 (IMO)

- 海事分野に関する国連の専門機関
- 無差別原則を基に**国際統一ルールを策定**
- **2023年にGHG削減戦略を改定 (2050年頃までにGHG排出ゼロ)**

IMOにおける気候変動対策の流れ



1. 2023 IMO GHG削減戦略の概要とポイント

2023 IMO GHG 削減戦略の構成

2023年7月、国際海事機関(IMO)は、「2023 IMO GHG削減戦略※」を採択。 ※ 2018年4月初版採択

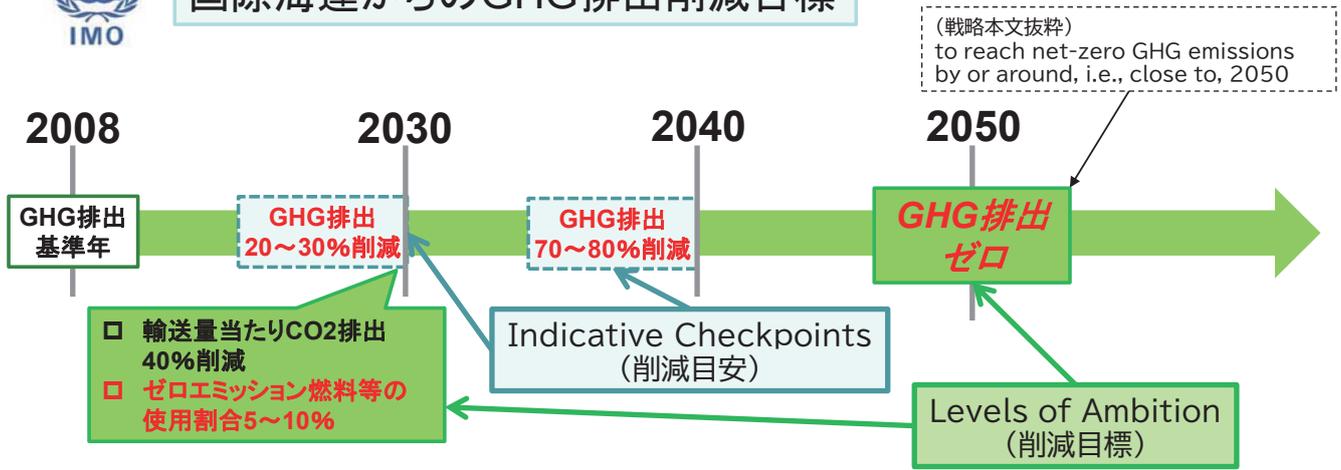
～2023 IMO GHG 削減戦略の構成～

- 1 Introduction
- 2 Vision
- 3 Levels of Ambition and Guiding Principles
 - (1) **Levels of Ambition** (削減目標)
 - (2) **Indicative Checkpoints** (削減目安)
 - (3) Guiding Principles
- 4 **Candidate Short-, Mid- and Long-term GHG Reduction Measures** with Possible Timelines and Their Impacts on States
(短・中・長期対策の候補、タイムライン、影響)
- 5 Barriers and Supportive Actions; Capacity Building and Technical Cooperation; R&D
- 6 **Follow-up Actions** (フォローアップアクション)
- 7 Periodic Review of the Strategy

削減目標と削減目安



国際海運からのGHG排出削減目標

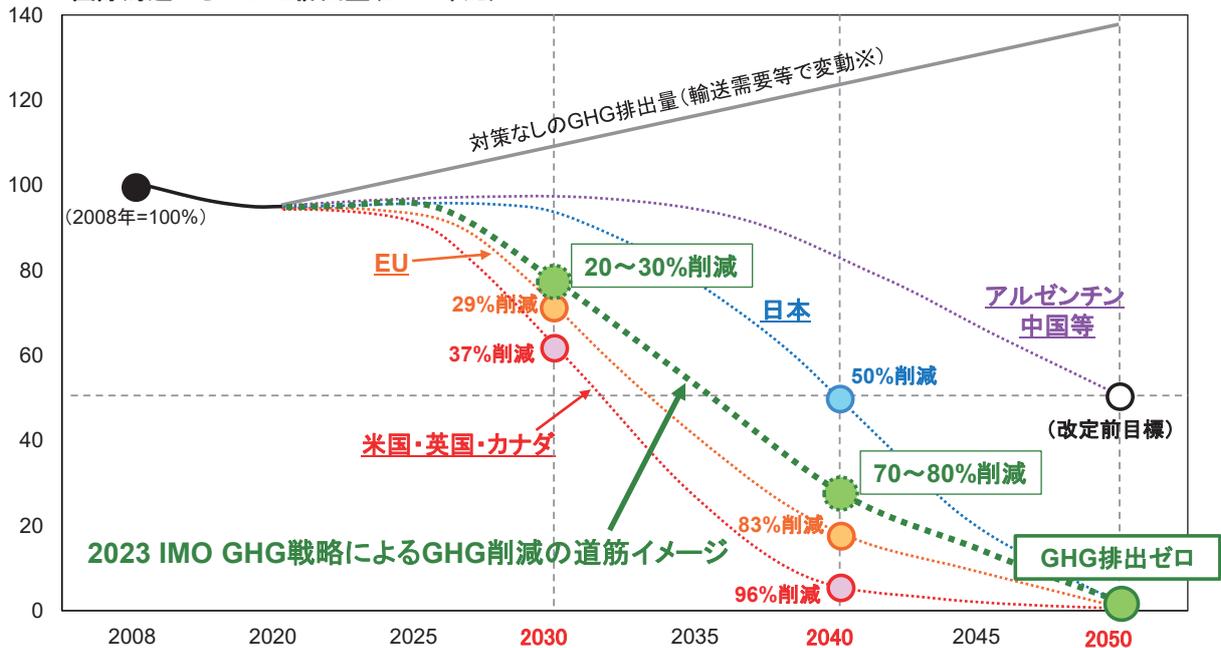


参考：2018年GHG削減戦略の削減目標



(参考)各国が提案した削減経路

国際海運からのCO2排出量(2008年比)



※4th IMO GHG Studyが想定する最小輸送需要を想定

中期対策の候補

□ 以下を組み合わせた対策を最終化する。

✓ 船用燃料のGHG強度を段階的に削減規制を課す技術的要素

燃料GHG強度規制(GFS)を想定したもの

✓ GHG排出価格メカニズムを基礎とした経済的要素

feebate等が候補となっている

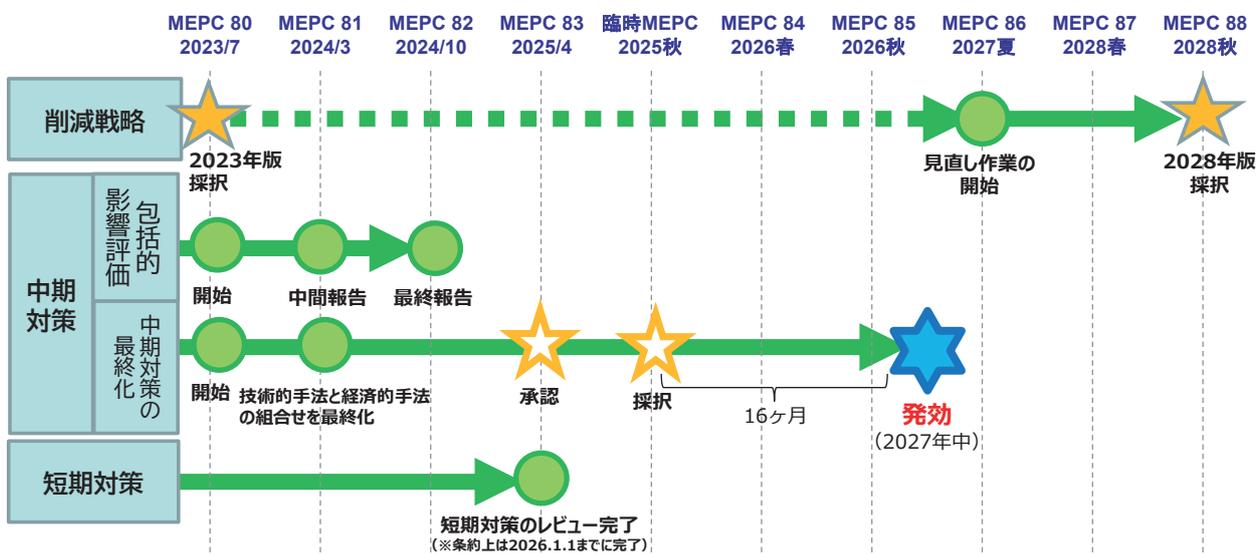
□ その他の中期対策に係る主な記載事項

- ✓ エネルギー転換を効果的に促進し、必要なインセンティブを与え、公正な競争条件、公正かつ公平な移行に貢献するものであるべき。
- ✓ 中期対策の策定は国家への影響評価の実施とあわせて行われるべき。
- ✓ 国際海運内でのGHGを削減しつつ、他のセクターへの排出シフトを防止するという目的のために、Well-to-WakeのGHG排出を考慮して開発されるべき。

フォローアップアクション

戦略に記載された今後のスケジュール

- 2023 IMO GHG削減戦略は、5年後までに見直しを完了。
- 中期対策は、2025年4月のMEPC 83で承認、2025年秋の臨時MEPCで採択され、2027年中に発効。
- 短期対策レビューは2026年1月までに完了予定。



削減目標 (levels of ambition)、削減目安 (indicative checkpoints) の位置づけ

- ❑ 2023 IMO GHG削減戦略において、削減目標 (levels of ambition) と削減目安 (indicative checkpoints) の定義なし。
- ❑ 現行の条約において、levels of ambitionは、対策(規制等)と密接に関連したものとして引用しており、達成を前提としたもの。indicative checkpointsと対策の関係は明確化されていない。

MARPOL条約附属書VIにおける初期戦略の引用

第4章 国際海運の炭素強度に関する規制

第20規則 目的

本省の目的は、船舶から排出される温室効果ガス削減に関するIMO初期戦略に定められた野心レベルに向けて国際海運の炭素強度を削減することである。

CHAPTER 4 – REGULATIONS ON THE CARBON INTENSITY OF INTERNATIONAL SHIPPING

Regulation 20 Goal

The goal of this chapter is to reduce the carbon intensity of international shipping, working towards the levels of ambition set out in the Initial IMO Strategy on reduction of GHG emissions from ships.

Point

- ✓ 削減目標である2030年ゼロエミ燃料5～10%は、燃料GHG強度規制(GFS)の直接的に関連付けられ、この目標の達成を前提とした水準以上の規制値が提案され则认为べき。
- ✓ 確実かつ大きな削減を求める国は、高い水準のGFS規制値によって、削減目安の達成が必要と主張することが予想される(GFSの制度設計の影響調査等については、運輸総合研究所において検討中)。

10

ライフサイクル排出量(Well to Wake)を考慮

- ❑ 2023 IMO GHG削減戦略では、削減目標と中期対策の候補の章において、Well to Wakeを考慮すべきであることを明記(should take into account)。

- 製造・輸送部分での排出をゼロ、near ゼロを目指したブルー、グリーン燃料の生産プロジェクトへの投資が開始されている
- 各種調査により、燃料の色によるライフサイクル全体排出量の差が明らかとなってきた
- ブルー、グリーン燃料の生産に関わる投資が進むほど、グレー燃料を許容する船上排出に着目した考え方が受容されがたい状況に
- IMOにおいて今後本格審議されることとなる中期対策では、WtWが議論の俎上に上がっている
- 一方、ライフサイクルベースの制度構築に向け、知見の蓄積、円滑な導入を可能とする仕組み(TtWから開始してWtWに移行する、経験蓄積期間を設ける等)が必要となる可能性

Point

- ✓ WtWをベースとすることに対するコンセンサスには至っていないが、GHG排出削減を目指すのであればWtWを考慮することが必要。IMOにおける議論では、WtWに対する支持が広がってきている。
- ✓ 一方、WtW評価の経験に乏しく、燃料GHG強度規制の議論においては、円滑に導入するための仕組みが必要になる可能性(運輸総合研究所において検討中)。

11

CO2⇒GHG

- 2023 IMO GHG削減戦略の総量削減目標・目安の対象はCO2ではなくGHG排出量。これは、2018 IMO GHG削減戦略も同じ。
- 燃料GHG強度規制の対象はCO2ではなくGHGであり、LCAガイドラインにおいて計算方法を検討中。

LCAガイドラインのTtW計算式

$$GHG_{TtW} [gCO_2eq/MJ] = \frac{1}{LCV} \left(\left(1 - \frac{1}{100} (C_{slip_ship} + C_{fug}) \right) \times (C_{fCO_2} \times GWP_{CO_2} + C_{fCH_4} \times GWP_{CH_4} + C_{fN_2O} \times GWP_{N_2O}) + \left(\frac{1}{100} (C_{slip_ship} + C_{fug}) \times C_{sfx} \times GWP_{fuelx} \right) - S_{Fc} \times e_c - [S_{Fccu} \times e_{ccu}] - [e_{OCCS}] \right)$$

燃料のスリップ／リークに伴うGHG排出
※Cfugは更なる技術的検討を待って当面はゼロとする

メタンスリップは定量化される。エンジンの種類（中速、低速、オットー、ディーゼル、それぞれデフォルト値が示されている。

アンモニアのC_{fN₂O}のデフォルト値は現状ブランク。燃烧によりN₂Oが排出されるのであれば、デフォルト値が設定されると考えられる。

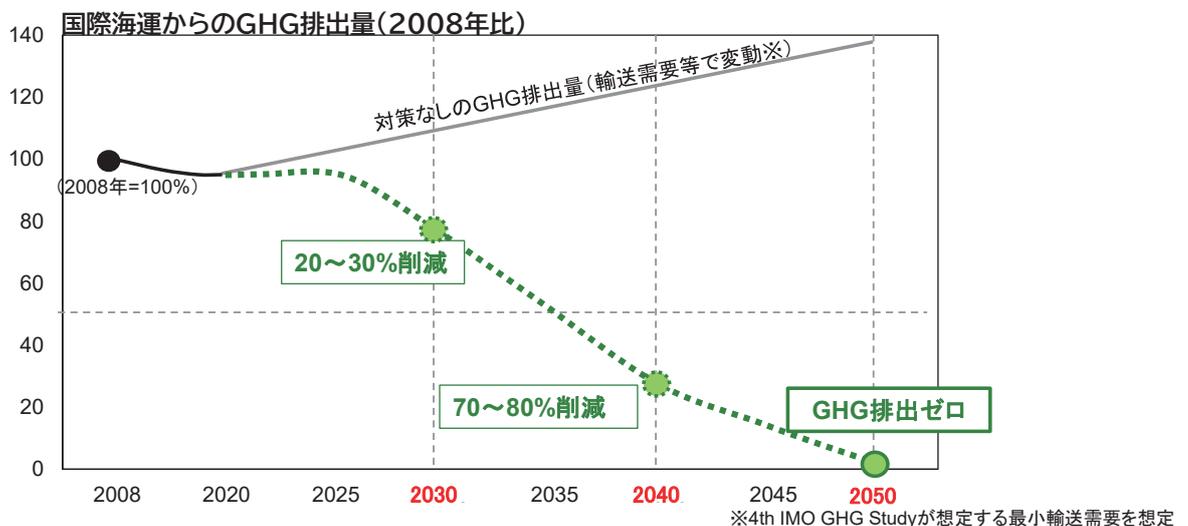
Point

- IMOの従来の規制(EEDI、DCS、EEXI、CII)はCO2を対象。
- CH4(温暖化係数CO2の28倍)、N2O(温暖化係数CO2の265倍)は定量化され、規制の対象となる。

12

国際海運のGHG削減経路

- 2023 IMO GHG削減戦略では、削減目標に加えて、削減目標2050年頃排出ゼロを達成に向けた削減目安として2030年、2040年の削減経路が示されている。
- 削減経路の達成は非常に大きな挑戦。



Point

- 海運セクターにおいては燃料転換のためのフリート転換、燃料の供給・確保が必要。
- いずれも投資が必要であり、投資環境の整備が必要。

13

2. 中期対策等の議論の動向

2-1. 中期対策

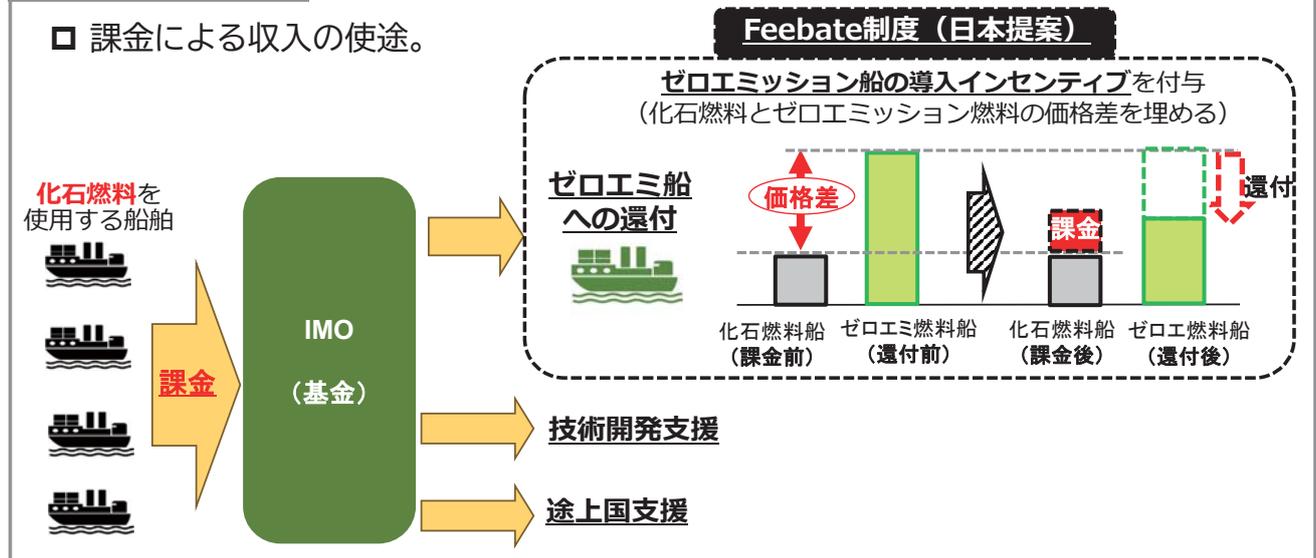
燃料転換のインセンティブ制度(経済的手法)

◆ 制度概要

- ▶ 使用燃料に対して課金を課すもの。
- ▶ 一定の大きさ以上(例:400GT/5,000GT)の外航船舶が対象

主な論点

- 課金による収入の用途。



18

燃料GHG強度規制(技術的手法)

◆ 制度概要

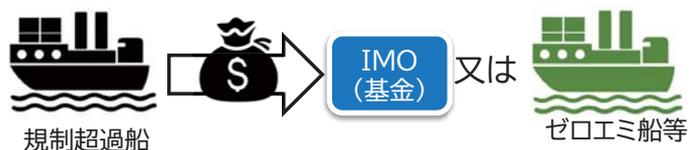
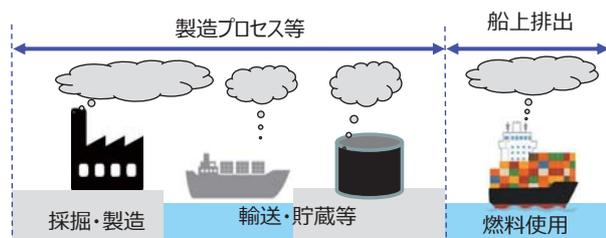
- ▶ 使用燃料の年間GHG強度(gCO₂eq/MJ)を規制
- ▶ 規制値は段階的に強化
- ▶ 一定の大きさ以上(例:400GT/5,000GT)の外航船舶が対象

※ 参考: 欧州が導入する燃料GHG強度規制の規制値

年間GHG強度の 基準値(91.16 gCO ₂ eq/MJ)からの削減率	
2025~	-2 %
2030~	-6 %
2035~	-14.5 %
2040~	-31 %
2045~	-62 %
2050~	-80 %

主な論点

1. 燃料の製造プロセスの違いを考慮するか
2. 規制値を超過した船舶の取扱
(金銭的なペナルティ等の柔軟性措置)
3. 適切な規制値



19

2-2. LCAガイドライン及びバイオ燃料の取扱い

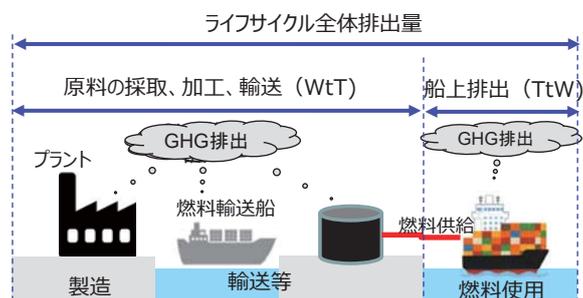
22

LCAガイドライン

- MEPC 80で、船用燃料のライフサイクル全体でのGHG排出量を評価する手法を定めたガイドライン(LCAガイドライン)を採択。

ガイドラインの概要

- 燃料の製造、輸送、船上での使用に至るライフサイクル全体でのGHG排出量※の評価方法を示したもの。
※ メタンスリップ量も算定される
- 燃料のライフサイクルの上流(原料の採取、加工、輸送等)をWell-to-Tank(WtT)、下流(船上での使用)をTank-to-Wake(TtW)として、それぞれのGHG強度の算定方法を規定。
- 燃料ごとにGHG強度のデフォルト値を設定。個別の認証により実際の値を使用することも可※。
※ ただし、化石燃料(ブルー燃料以外)のWtT強度はデフォルト値のみを用いることとされている。



更なる検討が必要な事項(CGの設置や専門家ワークショップの開催により引き続き検討)

- デフォルト値が設定されている燃料が少なく、引き続きデフォルト値の検討(現在のガイドラインでは、HFO等5種類の燃料のみデフォルト値が設定)
- WtT / TtW算定式の更なる開発(合成燃料の原料としての回収炭素の取り扱い等)
- 認証スキーム/基準の開発及び第三者認証に関するガイダンスの開発

23

バイオ燃料のCII、DCSにおける取り扱いに関するガイダンス

- 燃費実績格付け制度(CII)、燃料消費実績報告制度(DCS)におけるバイオ燃料の取り扱いを定めた暫定ガイダンスを承認。
- 本ガイダンスは、LCAガイドラインがさらに改良されるまでの暫定的なもの。

暫定ガイダンスの内容

○ 対象:以下の2つの条件を満たすバイオ燃料が対象。

1. 国際的な認証制度(※)により、当該燃料がその持続可能性基準を満たすことが認証されていること。

※ ガイダンス上特段の定めはないが、*International Sustainability and Carbon Certification (ISCC)* や *Roundtable on Sustainable Biomaterials (RSB)*等が想定されている。

2. 当該燃料のWtW GHG強度が33gCO₂e/MJ以下であること。

※ MGOの場合、94gCO₂e/MJ

○ 取扱内容:CIIとDCSにおいて、当該燃料のWtW GHG強度を反映してCO₂排出量を算定可能。

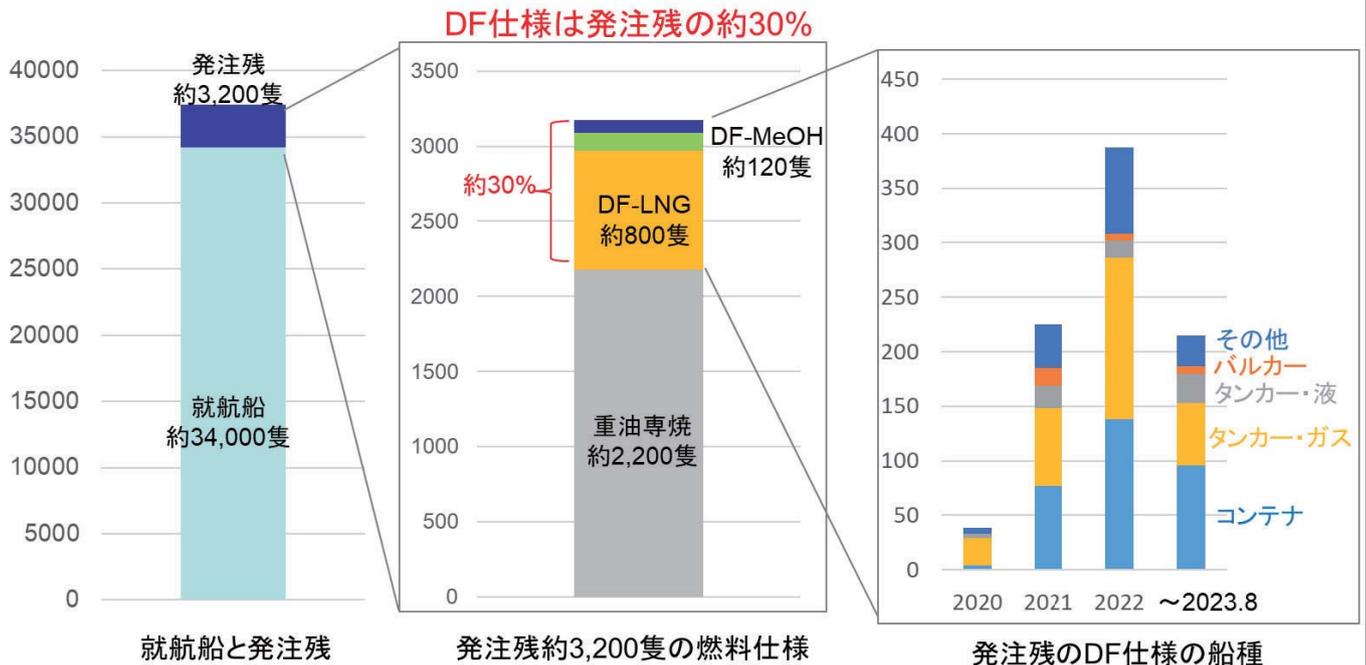
$$\text{二酸化炭素排出係数(Cf)[t-CO}_2\text{/ t-Fuel]} = \text{当該燃料のWtW GHG強度 [gCO}_2\text{e/MJ]} \times \text{低位発熱量 [MJ/g-fuel]}$$

○ 上記の条件を満たさないバイオ燃料については、同等の化石燃料と同じCfを用いる。

3. 国際海運のカーボンニュートラル に関する一般動向等

発注船の燃料仕様(5000GT以上の商船)

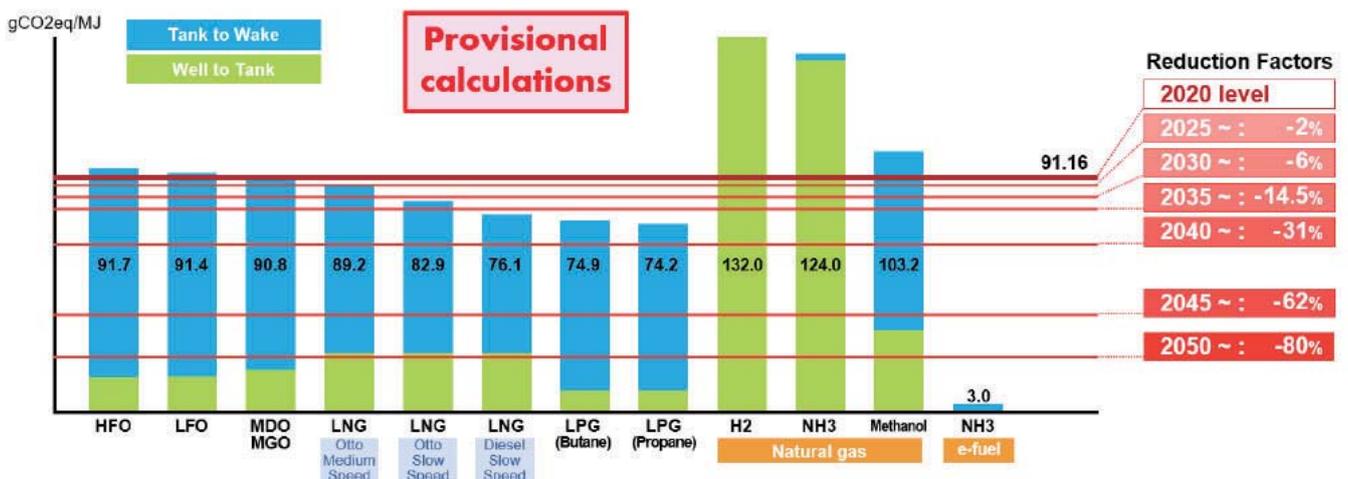
- 発注残におけるDF仕様は3割程度。
- 2020年以降、発注全に占めるDF仕様の発注は増加(2020年2割弱、2021年2割強、2022年3割)。



出典: 報道資料、民間データから作成
注: 報道等情報を考慮して作成しているため、実態と完全に一致するものではない。 26

エネルギー転換と各燃料のGHG強度

FuelEU Maritimeの規制値と各燃料のGHG強度のデフォルト値(IMOにおいては今後議論)



出典: FuelEU Maritime対応に関するFAQ(第1版) ClassNK

- IMOにおける各燃料のGHG強度は今後検討。いずれにせよ船舶の燃料仕様によって対応オプションは異なる。

(参考)燃料GHG強度規制と対応

□ 重油(HFO)とLNGの、IMO LCAガイドラインのデフォルト値、FuelEU Maritimeのデフォルト値。

		IMO LCAガイドライン				FuelEU Maritime			
		WtT [gCO _{2eq} /MJ]	TtW [gCO _{2eq} /MJ]	WtW [gCO _{2eq} /MJ]	WtW値の対 HFO比	WtT [gCO _{2eq} /MJ]	TtW [gCO _{2eq} /MJ]	WtW [gCO _{2eq} /MJ]	WtW値の対 HFO比
重油(HFO)		14.9	78.7	93.6	-	13.5	78.2	91.7	-
LNG	DFオットー 中速	-	76.3	94.8	101%	18.5	70.7	89.2	97%
	DFオットー 低速		66.8	85.3	91%		64.4	82.9	90%
	DFディーゼル		58.7	77.2	82%		57.6	76.1	83%
	リーンバーン 火花着火		71.6	90.1	96%		68.4	86.9	95%
	蒸気タービン		57.9	76.4	81%				

(注)・IMO LCAガイドラインではLNGのWtTデフォルト排出係数が未決定

28

燃料仕様で異なる燃料GHG強度規制への対応

 <p>重油専焼船</p>	<p>重油</p> <p>バイオ・合成ディーゼル</p> <p>◆ 規制開始直後からバイオ・合成ディーゼルの活用が必要。</p>
 <p>LNG DF</p>	<p>重油</p> <p>バイオ・合成ディーゼル</p> <p>LNG</p> <p>e-methane</p> <p>◆ LNGの使用により一定期間適合可能。LNGのみでの適合困難になれば、バイオ・合成ディーゼル、e-methane、組み合わせで適合が必要。</p>
 <p>Zero DF</p>	<p>重油</p> <p>バイオ・合成ディーゼル</p> <p>重油</p> <p>低-ゼロ排出燃料</p> <p>◆ 低-ゼロ排出燃料の使用割合次第で2050年以降も適合。 ◆ 低-ゼロ排出燃料の他、バイオ・合成ディーゼルによる適合が必要。</p>

注:他船間の融通やPenaltyなどの柔軟性措置が導入される場合には、これらの措置による対応可能性もある。

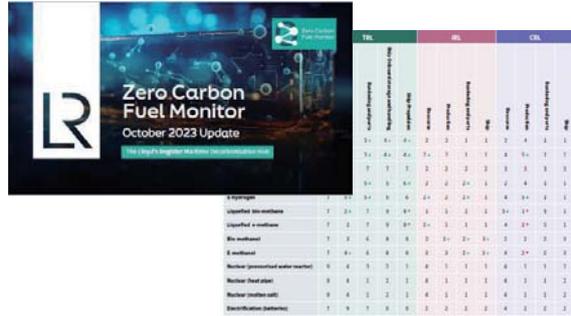
29

代替燃料の需要や供給に係るレポート

- 民間研究機関や船級協会より、ゼロエミッション燃料の供給等に関する複数のレポートが発行。
 - 燃料別の供給サイドの対応、社会受容性等の観点からの進捗度合い



<https://www.zerocarbonshipping.com/fuel-pathways/>



Zero Carbon Fuel Monitor, October 2023 Update, LR

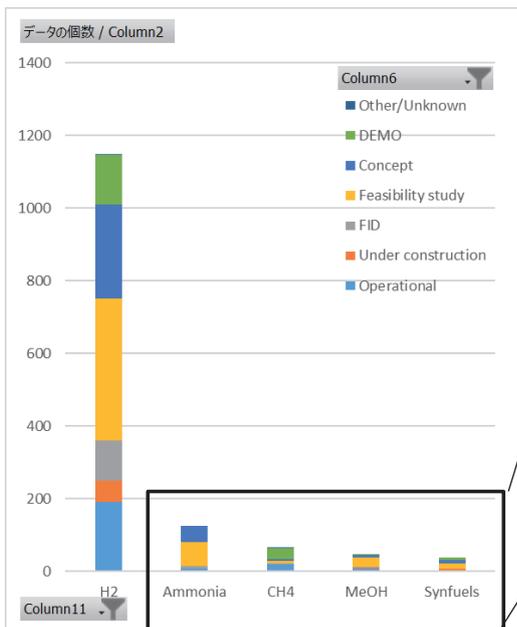
- 燃料別の供給・需要等に関する情報



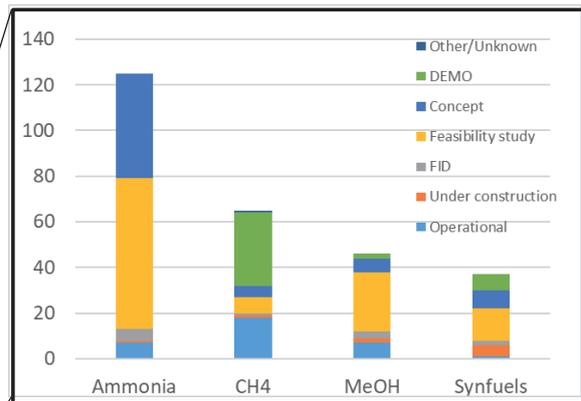
代替燃料に係る生産プロジェクトの動向

- IEAによると、代替燃料の生産プロジェクト(用途を船用燃料に限ったものではない)は拡大。
- FS中のプロジェクトが多いが、最終投資決定、オペレーションを開始しているプロジェクトも増加。

◆ 代替燃料の生産プロジェクト数



出典: IEA Hydrogen project databaseから作成



◆ メタノールの製造プロジェクトの位置プロット



出典: Methanol institute(<https://www.methanol.org>)

燃料動向と外航海運の足元の燃料仕様の選択

- 代替燃料の供給・需要に係る様々なレポートが発行されているが、それぞれ見通しは異なる。
- 発注船に占めるLNG-DF仕様はコンテナ船を中心に増加し、他船種でも採用。2021年下半期から、メタノール-DF仕様は、コンテナ船社を中心に採用され、他船種でも採用開始。
- 燃料仕様選択は海運会社の判断によるが(環境対策への率先対応、欧州の地域規制、IMOで導入見込みの対策、それぞれの燃料に係る、エンジンラインナップ、サプライチェーン、取扱い易さ(物理化学特性)、船価など)、いずれもDF。
- DF選択の理由として考えられるのは、
 - 欧州のFuelEU Maritime、IMOで導入に向けて検討されるルールは、段階的にゼロエミッション燃料への転換を求めるもの
 - 代替燃料のサプライチェーンの段階的な拡大を想定
 - バイオ・合成ディーゼルという選択肢もある 等

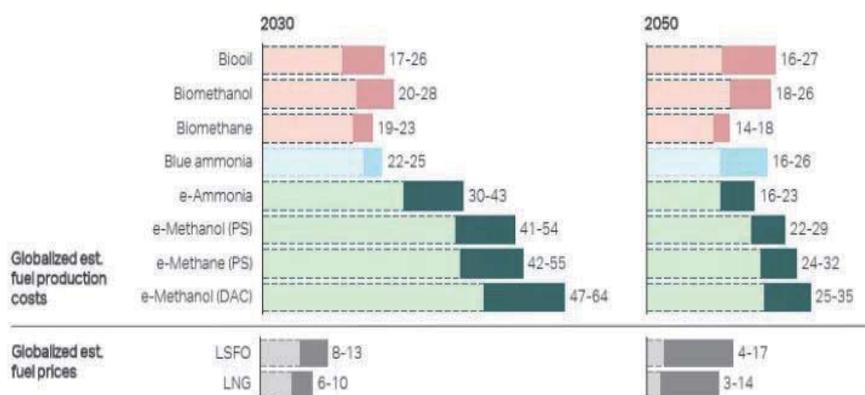
32

エネルギー効率改善の重要性

- ゼロエミッション燃料は、従来の化石燃料よりも高価となると見込まれている。
- ゼロエミッション燃料の一部は、重油に比べてエネルギー密度が小さい。
- 国際海運のGHG排出削減と経済性の両立のため、大型の省エネ機器等の採用ケースが増加。

□ ゼロエミッション燃料の価格の試算例

Fuel costs¹⁾(USD/GJ) decline over time, though there remains uncertainty on absolute fuel cost levels



出典: MMMC(Mærsk Mc-Kinney Møller Center for Zero Carbon Shipping)のPosition Paper Fuel Option Scenarios (2021年10月)

注: MMMCは、商業プラントにおける生産コストの平均から試算しているとしているが、価格予測として扱われるべきではないとしている。

□ 省エネ機器の例



4. まとめ(国際海運GHG排出ゼロの実現と海事産業の対応)

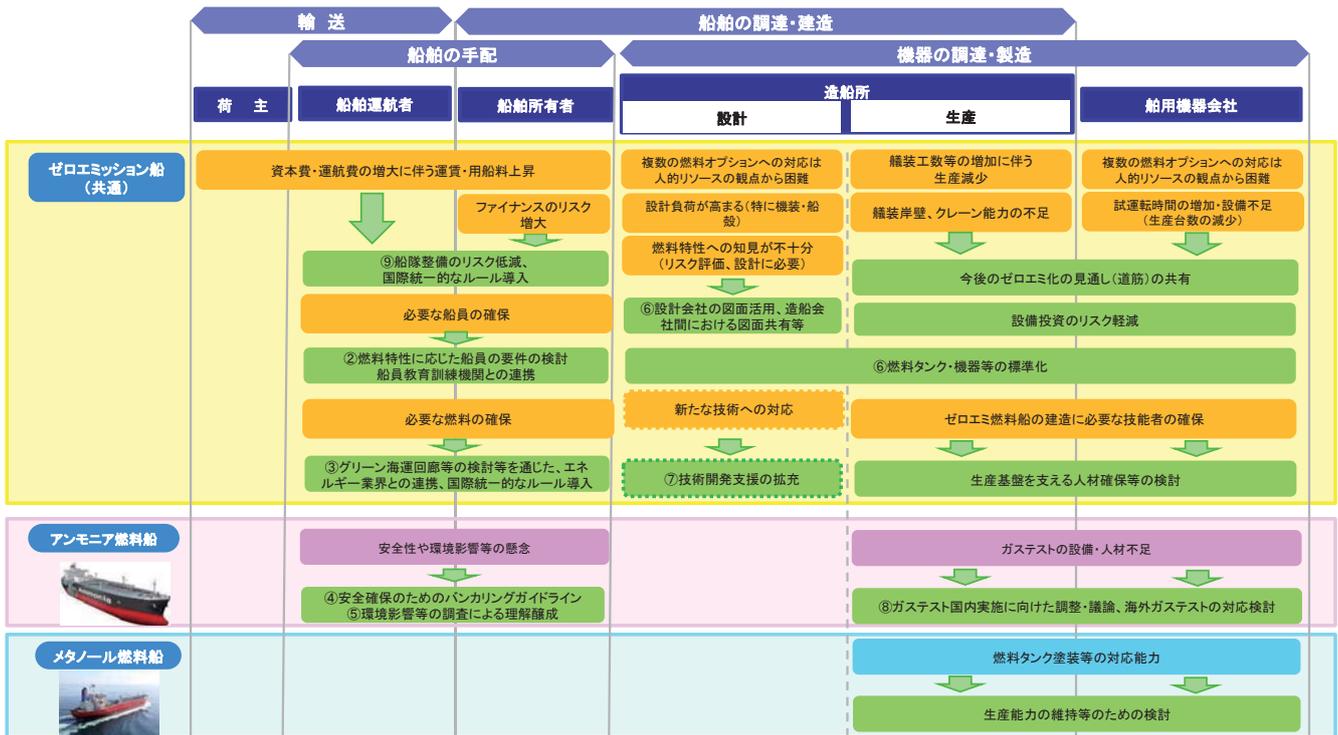
まとめ

- IMOでは、2023GHG削減戦略が採択され、2027年中に導入される具体的なルールが今後の議論の争点。
- IMOのルールは、2050年だけをターゲットするものではなく、期近(例えば2030年時点)においても一定の燃料転換を求める内容が想定される。欧州の地域規制も同様。
- 安全等に係るルールも並行して議論が進行中。
- 足元では、使用可能な燃料の選択肢の多いDF仕様の発注が増加、「船舶の燃料仕様の転換」と「燃料のサプライチェーンの構築」は同時進行。



国際海運のGHG排出ゼロの実現に向けた課題と必要な対応

- 投資環境の整備という観点からIMOにおけるルール策定等が重要である他、大幅なGHG排出削減(エネルギー転換)で想定される課題、今後の取組の中で明らかとなる課題に対して、順次対応が必要。



注：上記は、国際海運ゼロエミッションプロジェクトの議論において、一部の海事関係者からのヒアリング等をもとに作成したものであり、全ての課題を網羅したものではない。

ありがとうございました。

IMO における環境諸基準の最近の審議動向

一般財団法人 日本船舶技術研究協会
基準ユニット長 升井 峻

IMOにおける環境諸基準の 最近の審議動向

2023/11/1 船舶基準セミナー



2

目次

- IMOの議論の流れ、JSTRAの役割・体制
- 環境諸基準の個別論点の概況

目次

- ▶ IMOの議論の流れ、JSTRAの役割・体制
- ▶ 環境諸基準の個別論点の概況

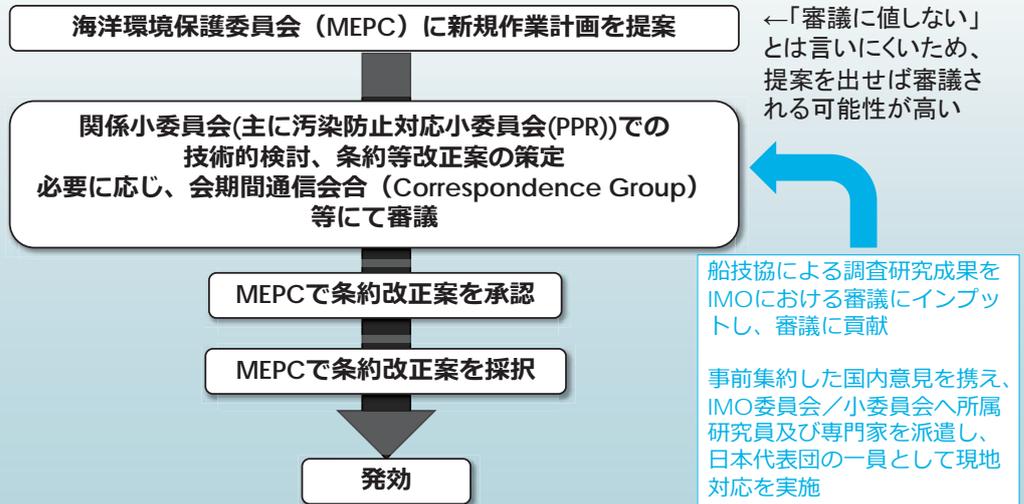
IMOとは

- 1958年に政府間海事協議機構として設立。
- 1982年に国連専門機関IMO(International Maritime Organization)に。
- 本部所在地 英国（ロンドン）
- 加盟国数 175ヶ国(国連加盟国数193)
- 海上安全条約（SOLAS）や船舶汚染防止条約（MARPOL）条約等、約60の条約を採択。



IMOにおける典型的な基準策定過程

船舶による汚染防止のための国際条約（MARPOL）附属書に規定される技術基準の制定改廃における典型的な過程は以下のとおり。



JSTRAの役割及び体制①

SG: ステアリング・グループ

WG: ワーキング・グループ

TF: タスクフォース

- ① IMO議論対応のための産官学の国内意見集約のプラットフォームの設置
- ② IMO議論対応のために必要な調査研究の実施
- ③ 職員、業界関係者等の対応に必要な人員のIMO会議等への派遣

国際海運GHGゼロエミッションプロジェクトSG
坂下主査(NK)

国際海運カーボンニュートラルと海事産業の競争力に関する検討WG
坂下主査(NK)

検討事項: IMO GHG削減戦略に関する対応や産業競争力強化のための国内方策等

船舶運航/設計TF

検討事項: IMO MEPCにおけるGHG排出削減関係の技術的事項(燃料LCA等)

IMOフォロー 大気汚染防止対策検討会

高崎主査(九大)

検討事項: IMO MEPCにおける大気汚染関連審議(NO_x規制、ブラックカーボン、VOC等)

JSTRAの役割及び体制②

SG: ステアリング・グループ
WG: ワーキング・グループ
TF: タスクフォース

- ① IMO議論対応のための産官学の国内意見集約のプラットフォームの設置
- ② IMO議論対応のために必要な調査研究の実施
- ③ 職員、業界関係者等の対応に必要な人員のIMO会議等への派遣

海洋水質・生態系保護基準整備プロジェクトSG

船体付着生物管理ガイドラインWG

小島主査(海技研)

検討事項: IMO PPRにおける船体付着ガイドライン、水中洗浄ガイダンス関連審議

バラスト水対応WG

大村主査(LASC)

検討事項: IMO MEPCにおけるバラスト水管理条約関連審議

船舶の汚水処理規則の見直しに係るWG

玉田主査(NK)

検討事項: IMO PPRにおける汚水処理装置関連審議

EGCS排水WG

高橋主査(海技研)

検討事項: IMO PPRにおけるEGCS排水関連審議

その他、水中騒音や代替燃料船に関するプロジェクト有

国際基準策定の主導権獲得

何故なら

- 新たなビジネスは新しいルールを必要とする。
 - × 掃除ロボットルンバ

そのために重要なのは

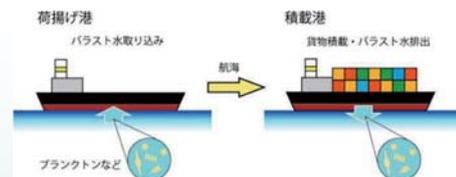
- 議論の場への継続的な貢献。特にアジェンダセッティング。
 - × 西園寺全権大使@ヴェルサイユ講和会議
 - 当会の太田(進)、江黒

(参考文献) 競争戦略としてのグローバルルール 藤井敏彦著

目次

- ▶ IMOの議論の流れ、JSTRAの役割・体制
- ▶ **環境諸基準の個別論点の概況**

バラスト①



バラスト水による外来種の流入（出典）神戸大学

【背景、現状】

- ▶ 2017年9月にバラスト水管理条約が発効したものの、当面の間は条約履行を一部免除すると共に、履行状況の把握、条約見直しを行うための経験蓄積期間(EBP)を設定。
- ▶ 2023年7月のMEPC80で、優先課題やスケジュールを含む「条約レビュー計画」を採択。

【今後の予定、論点】

- ▶ 以下の優先課題等について、MEPC及びCGにおける議論を継続し、2026年春のMEPC84で、条約・関連ガイドラインの改正案の承認予定。
 - ✓ バラスト水処理装置の性能、信頼性の向上（正常に動作しない水質への対応）
 - ✓ PSCにおける使用可能なサンプリング・分析方法の欠如
 - ✓ グレーウォーター、処理済汚水のバラストタンクへの一時貯留

バラスト②

【調査研究概要】

- 2023年1月より、処理水の品質の現状確認を目的とし、実船からのサンプリング調査を実施中。

	実施年度	処理方法	D-2への排水状況					
			1サイズ inds/m ³	5サイズ inds/ml	細菌類： 大腸菌 cfu/100ml 250cfu/100ml未満	細菌類： 腸球菌 cfu/100ml 100cfu/100ml未満	細菌類： 糞菌素土 コロラ菌 cfu/100ml 1cfu/100ml未満	細菌類： 総菌数 細菌類 (参考) cfu/ml
Ship B	2022	フィルター+電気分解	28	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	15,488
	2023	フィルター+電気分解	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Ship G	2022	フィルター+電気分解	27	0.5	N.D.	N.D.	N.D.	874
	2023	フィルター+電気分解	61,750	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	874
Ship F	2022	フィルター+電気分解	6	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	838
	2023	フィルター+電気分解	60,481	9.3	5.2	0.2	N.D.	764
Ship D	2022	フィルター+薬剤注入	6	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	1,168
Ship I	2022	フィルター+電気分解	6	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	1,158
Ship H x 処理済排水	2022	フィルター+UV B	3	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	6
Ship t H177	2022	フィルター+電気分解	7	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	46,860
Ship A	2022	フィルター+UV A	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	74
Ship C	2022	フィルター+UV B	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	208
Ship H	2022	フィルター+UV B	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	2
	2023	フィルター+UV B	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	78
Ship J	2023	フィルター+薬剤注入	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	1,410

排水の水質から、97%に何らかの瑕疵が見られるような極端な状況ではないことが分かりつつある。

MEPC81への日本提案に反映予定。

汚水①

【背景、現状】

- 2019年のMEPC74において、ノルウェーより現在使用されている汚水処理装置の多くが適正に汚水（トイレ排水）を処理していないと問題提起があり、以降、PPR小委員会及びCGにおいて議論継続中。

【今後の予定、論点】

- 2024年2月のPPR11において以下の論点を含む条約、関連ガイドラインの改正案について審議予定。
 - ✓ 既存船への排水基準の設定
 - ✓ 船舶への設置後の試験の位置づけ、内容

【調査研究概要】

- 2022年10月より、既存船の汚水処理装置におけるメンテナンス・オペレーション改善の有効性の確認を目的とし、実船サンプリング調査を実施中。



汚水②

【調査研究結果の活用例】

- 以下の内容を軸とする提案をPPR10に提出済。
 - ✓ 既存船に求めるべき対策は、製造者のマニュアルに沿った運用・メンテナンスをしっかりと行うことである。
 - ✓ 日本が実施したSTP排水サンプリング調査の結果、オペレーション&メンテナンスをしっかりと行えば型式承認時から性能から大きく乖離しない結果を得た。

	Ship A	Ship B	Ship C	型式承認試験時基準値	更新検査時基準値(審議中)
大腸菌群数	14.3	39,064	448	100	200
pH	8.3	7.9	7.1	6-8.5	6-8.5
浮遊物質量	26	147	15	35	70
COD	186	728	695	125	250
BOD	65	119	107	25	50
濁度	49.8	247	65	-	70
残留塩素	-1	0.7	0.5	0.5	0.5

表中の文字色は更新検査時基準値との比較
 黒：基準値以内
 オレンジ：2倍以内
 赤：2倍より上

概ねメーカー推奨 ↑ ↑ ↑
 メーカー推奨からの乖離大 メーカー推奨からの乖離有

船体付着、水中洗浄

【背景、現状】

- 2023年の7月のMEPC80において、船体付着生物管理ガイドラインの改正が採択。
- 米国、豪州等において地域規制導入の動き。

【今後の予定、論点】

- 2024年2月のPPR11より、水中洗浄ガイダンスの検討が開始予定。水中洗浄による環境影響の評価方法等について審議予定。
 - ✓ 周辺水の水質パラメータ
 - ✓ デブリの回収
 - ✓ 船底塗料への影響



船体付着の様子例 (出典) North Standard Ltd.

EGCS（スクラバー）

【背景、現状】

- 2022年の6月のMEPC78において、EGCS(Exhaust Gas Cleaning Systems)排水のリスク及びインパクト評価に係るガイドラインが承認。
- MEPC80において、欧州諸国は排水に含まれる汚染物質が環境影響等に深刻な影響を与える旨を科学的根拠を添えて、条約付属書改正案を示した文書を提出。これに対し、日本から更なる検討が必要である旨のコメント文書を提出。

【今後の予定、論点】

- 2024年2月のPPR11より、排水に含まれる各有害物質の量(Emission Factor)や法的位置づけについて検討開始予定。



スクラバーシステム概要（出典）国土交通省

GHG

【背景、現状】

- 2023年7月のMEPC80において、GHG削減戦略2023を採択。

【今後の予定、論点】

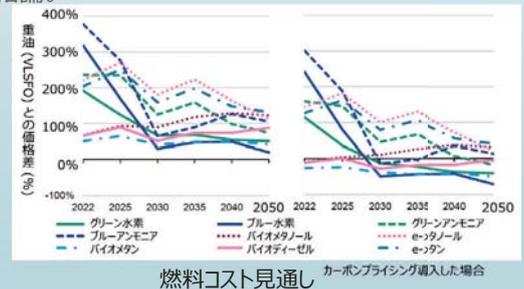
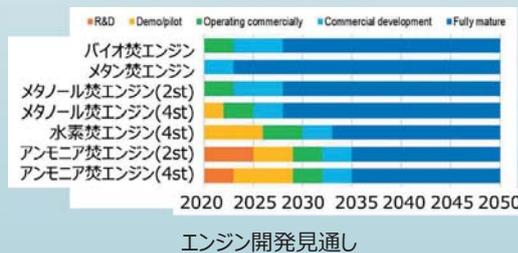
- 2025年中に短期対策のレビューが完了予定
 - ✓ 新造船燃費規制(EEDI)、既存船燃費規制(EEXI)、燃費実績の格付制度(Cii)
- 2025年秋のMEPC（臨時MEPC開催予定）で、技術的要素（GHG強度規制）と経済的手法（燃料への課金）からなる中期対策を採択、2027年中に発効見込。
- 2028年にGHG削減戦略の改定版を採択予定。

【調査研究概要】

- 2023年5月まで、代替燃料に関する調査を実施済。
- 2023年7月より、アンモニア、メタノール燃料船のガストライアルに関連する情報収集調査（貯蔵基地、払い出し能力等）を実施中。

GHG

- 以下を概要とする調査報告書をMEPC 80へ提出済
 - ✓ 燃料の需要予測（2050年までの長期予測、以下予測も同様）
 - ✓ 技術開発の見通しを、燃料製造、エンジン開発、等の観点で調査
 - ⇒2030年頃には一部が市場投入レベル
 - ✓ 燃料の利用可能性予測
 - ✓ 燃料コストの見通しを調査
 - ✓ 燃料の需要と供給見通しを踏まえると、現行GHG削減戦略の目標（2050年総量半減）達成、引いては更に強化された場合（2050年GHGゼロ）も、**その実現には政策導入による需要の喚起が不可欠**と結論。

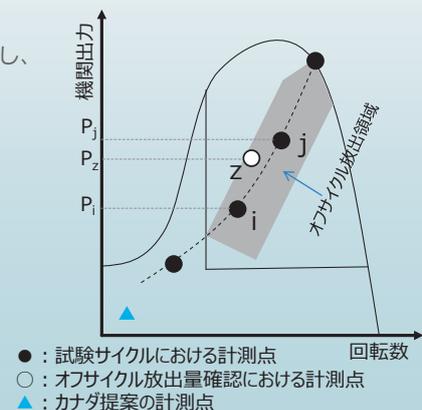
NO_x

【背景、現状】

- 2023年4月のPPR 10まで設置されていたCGで議論されていた、複数運転モード（MEOP）、オフサイクル放出量確認（NTE）、補助制御装置（ACD）に関するNO_x規制の取扱いに関する議題については、PPR 10では、具体的な議論は行われなかった。
- 米国、EUROMOT、ImarESTの三者がNTEに係る改正案の準備を進めており、その非公式会合に日本も参加中。
- また、MEPC80において、カナダが低負荷領域でのSCR(尿素排出ガス後処理装置)の効果について疑問視し、計測点追加を提案。

【今後の予定、論点】

- 非公式会合における2024年2月のPPR11への提案文書の検討を継続。
 - ✓ オフサイクル放出量確認の適用範囲
 - ✓ オフサイクル放出量確認手法
 - ✓ エンジンファミリーの扱い



船上CO2回収



CO2回収装置が船に取り付けられた様子（出典）日本経済新聞

【背景、現状】

- 2021年6月のMEPC 76以降、船上CO2回収（OCC）によるCO2削減量をEEDI、EEXI、CIIの計算から控除することの提案有。
- 2022年12月のMEPC 79にて、複数の国から具体的なガイドライン改正案等が提案されたが、審議の結果、OCCの取扱いは複雑であり、包括的かつ慎重に評価すべきこと等が指摘されるとともに、関心国等に対して、MEPC 80にさらなる提案を行うことが要請された。
- 2023年7月のMEPC80にて、日本は、ノルウェー、韓国、中国等とともに、OCCの規制枠組に関して今後検討すべきことの整理を行い、今後の検討項目を提案したものの、時間の制約のため、具体的な議論は行われなかった。
- MEPC80において設置が合意されたLCA-CGにおいてOCCによるCO2削減量の計算方法について検討中。

【今後の予定、論点】

- 計算方法については引き続きLCA-CGにおいて議論。
- 規制枠組については2024年3月開催予定のMEPC81及びその前週のGHG中間会合において議論予定。

今後の環境規制の方向性①

※あくまで個人的主観です

排水関係だけでも以下のような動き有。

- ◆ 地域規制の強化（例：豪州における船体付着規制）
- ◆ 国家管轄権外区域の生物多様性の保全と持続可能な利用に関する国連海洋法条約の下での協定（BBNJ：marine biological diversity beyond areas of national jurisdiction）の採択
- ◆ SDG6:2030年までに未処理の排水の割合半減



- IMO外からの規制強化への圧力増
- 一方、IMOは基本的には技術的な知見に基づく技術中立的な規制を指向（例：GHG強度規制は特定の燃料の排除を念頭にしていない）

今後の環境規制の方向性②

- ▶ IMO外からの規制強化への圧力増
- ▶ 一方、IMOは基本的には技術的な知見に基づく技術中立的な規制を指向
(例：CO₂規制は特定の燃料を排除しない)

**これらの観点で貢献可能な船技協を
どんどんご活用ください！**

- ▶ IMOだけではなく、**広く国際的な議論を把握**しつつ、IMO外に主導権を渡さないためにも**IMOでの議論に積極的かつ的確に対応**していく必要
- ▶ 一方で、環境団体等が提案する内容にはバックボーンとなる技術的なデータが必ずしもないこともあるが、強力かつ的確な対応のためには、**技術的なデータを取得**することが重要

ご清聴ありがとうございました！



以下の連絡先でお待ちしております！
升井峻（ますいしゅん）
(03)5575-6427
s-masui@jstra.jp



船技協マスコットキャラクター
ジェイ・ストラくん

船技協の体制



- ・ **基準 (Regulations) ・ 規格 (Standards) ・ 研究開発 (R & D) の一体的な対応**
 - － 船技協をプラットフォームにして産・学・官が連携
 - － 研究開発の成果をルールに反映
 - － IMOとISOの連携した対応
(IMOで策定した国際ルールに関し、より詳細な規格をISOで標準化)
- ・ **重要案件についてプロジェクト化**
- ・ **国際会議への提案、交渉**

第2部：各環境基準の策定状況及び 関係者の取組について

船用燃料のライフサイクル GHG 強度に関する IMOガイドライン及び燃料認証

一般財団法人 日本海事協会
技術研究所 専門研究員
三宅 竜二 様

船用燃料のライフサイクル GHG 強度に関する IMO ガイドライン及び燃料認証



日本海事協会 技術研究所

三宅 竜二

2023年11月1日

© 2023 NIPPON KAIJI KYOKAI

目 次

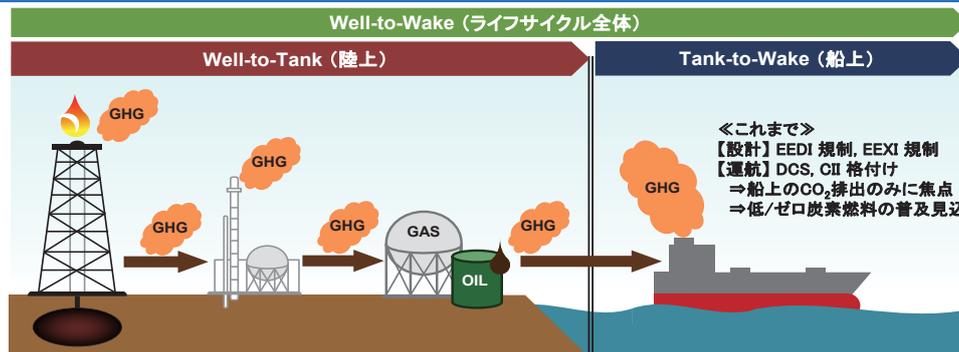
1. 船用燃料のライフサイクル GHG 強度に関するガイドライン

2. 燃料認証

- ✓ 航空燃料/電力/ガス/再エネ燃料における認証スキームの現状
- ✓ 船用燃料のサプライチェーン認証の検討



船用燃料のライフサイクル全体における GHG 排出量の評価



燃料の製造から供給までに大量の GHG が排出されているのでは？

船舶で使用する燃料の製造や流通過程における GHG 排出への関心の高まり

MEPC 80, 2023年7月採択
船用燃料のライフサイクル GHG 排出強度に関するガイドライン

船用燃料のライフサイクル GHG 排出強度に関するガイドライン

■ ガイドラインの内容

- ✓ 船用燃料の製造、輸送、船上での使用に至るライフサイクル全体での GHG 排出量の評価手法（LCA 手法、デフォルト値）
- ✓ 持続可能な船用燃料のテーマ/側面（持続可能性基準）
- ✓ 検証及び認証

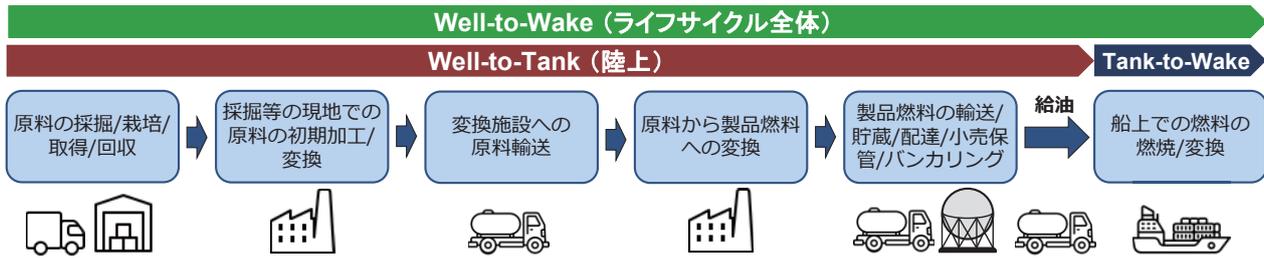
■ LCA (Life Cycle Assessment : ライフサイクルアセスメント)

- ✓ 製品又はサービスに係る原料の調達から製造、流通、使用、廃棄・リサイクルに至るライフサイクル全体を対象として、各段階の資源又はエネルギーの投入量と様々な排出物の量を定量的に把握し（インベントリ分析）、これらによる様々な環境影響又は資源・エネルギーの枯渇への影響等を客観的に可能な限り定量化し（影響評価）、これらの分析・評価に基づいて環境改善等に向けた意思決定を支援するための科学的・客観的な根拠を与える手法である。
- ✓ 国際標準化機構（ISO）では、ライフサイクル評価の実事例の増加に伴い、その共通基盤を確立することが望ましいと判断し、評価手法を規格化し、ISO 14040:2006 には LCA の原則と枠組み、ISO 14044:2006 には LCA の技術的要求事項や指針が記述されており、この2つの基準によって LCA の実施方法を規定。



出典：水素サプライチェーンにおける温室効果ガス削減効果に関するLCAガイドライン Ver.2.1, 環境省

船用燃料のライフサイクルにおける GHG 排出量の評価



- ✓ 上記過程で排出される GHG を基にライフサイクル全体での GHG 排出量(メタンリップやN₂Oも考慮)を評価
- ✓ 回収 CO₂ の輸送や貯蔵等、その経路に応じて評価範囲(システム境界)を設定
- ✓ GHG 排出量の評価指標：**GHG 強度 (単位エネルギーあたりの GHG 排出量 : gCO_{2eq}/MJ_(LCV))**

$$GHG_{WtW} = GHG_{WtT} + GHG_{TtW}$$

GHG_{WtW}	gCO _{2eq} /MJ _(LCV)	燃料の製造、輸送、船上での使用に至るライフサイクル全体での単位エネルギーあたりのGHG排出量
GHG_{WtT}	gCO _{2eq} /MJ _(LCV)	燃料のライフサイクルの上流 (原料の採掘、加工、輸送等) での単位エネルギーあたりのGHG排出量
GHG_{TtW}	gCO _{2eq} /MJ _(LCV)	燃料のライフサイクルの下流 (船上での使用) での単位エネルギーあたりのGHG排出量

Well-to-Tank における GHG 強度の計算式

$$GHG_{WtT} = e_{fecu} + e_l + e_p + e_{td} - e_{sca} - e_{ccs}$$

e_{fecu}	原料の採掘/栽培/取得/回収に関連する GHG 排出量
e_l	直接的な土地利用の変化による炭素ストックの変化から生じる GHG 排出量(20年間)を年率換算したもの ※このパラメーターの方法論がさらに改良されるまでこの値はゼロ。
e_p	採掘等の現地における原料の加工および/または変換に関連する GHG 排出量と、発電を含む原料から最終燃料製品への変換に関連する GHG 排出量
e_{td}	変換工場までの原料輸送に関連するGHG排出量、及び完成燃料の輸送・貯蔵、現地配送、小売店での貯蔵、バンカリングに関連するGHG排出量
e_{sca}	改善された農業管理による土壌炭素蓄積による GHG 排出削減量(20年間)の年換算値 ※このパラメーターの方法論がさらに改良されるまでこの値はゼロ。
e_{ccs}	炭素回収・貯留(e_{ccs})による排出権のうち、 e_p にまだ計上されていないもの。これは燃料の採掘、輸送、加工、流通に関連し、排出された CO ₂ を回収・貯留することによって回避された CO ₂ 排出量を適切に計上するもの。 上記の排出権から、CO ₂ の回収・輸送から最終的な貯留に至る過程に起因する全ての CO ₂ 排出量(圧入等に関連する排出量を含む)を差し引く必要がある。この要素は以下の式で計算される。 $e_{ccs} = c_{sc} - e_{cc} - e_t - e_{st} - e_x$
C_{sc}	回収・貯留した正味の CO ₂ に相当する排出権(長期：100年)
E_{cc}	CO ₂ の回収、圧縮、冷却、一時貯蔵に関連する GHG 排出量
e_t	長期保管場所への輸送に関連する GHG 排出量
e_{st}	回収 CO ₂ の貯留(長期：100年)に関連する CO ₂ 排出量(長期貯留中や貯留地への CO ₂ 圧入中に発生する可能性のある漏出を含む)
e_x	CCS に関連する追加の GHG 排出量

Tank-to-Wake における GHG 強度の計算式 (1/2)

$$GHG_{TW} = \frac{1}{LCV} \left(\left(1 - \frac{1}{100} (C_{slip_ship} + C_{fug}) \right) \times (C_{fCO_2} \times GWP_{CO_2} + C_{fCH_4} \times GWP_{CH_4} + C_{fN_2O} \times GWP_{N_2O}) + \left(\frac{1}{100} (C_{slip_ship} + C_{fug}) \times C_{sfx} \times GWP_{fuelx} \right) - S_{Fc} \times e_c - [S_{Fccu} \times e_{ccu}] - [e_{occs}] \right)$$

C_{slip_ship}	酸化されずにエネルギー変換器から漏れた燃料の割合(船舶に供給された燃料の質量に対する割合)(燃焼室/酸化プロセス及びクランクケースから排出される燃料を含む) $C_{slip_ship} = C_{slip} * (1 - C_{fug}/100)$
C_{slip}	酸化されずにエネルギー変換器から漏れた燃料の割合(エネルギー変換器内の消費燃料に対する割合)(燃焼室/酸化プロセスおよびクランクケースから排出される燃料を含む)
C_{fug}	燃料タンクとエネルギー変換器までの間で漏れた燃料(システム内の漏出、排出、あるいは消失した燃料)の割合(船舶に供給された燃料の質量に対する割合) ※更なる技術的作業で適切な係数が決定されるまでこの値はゼロ。
C_{sfx}	燃料に含まれる温室効果ガスの割合を示す係数(単位: g GHG / g 燃料)。例: LNGの場合は 1
C_{fCO_2}	燃料の燃焼及び/又は酸化過程による排出の CO ₂ 排出換算係数(g CO ₂ / g 完全燃焼した燃料)
C_{fCH_4}	燃料の燃焼及び/又は酸化過程による排出の CH ₄ 排出換算係数(g CH ₄ / g 船舶に供給された燃料) LNG/CNG 燃料では、 C_{slip_engine} が C_{fCH_4} の役割を担っているため、これらの燃料では C_{fCH_4} はゼロとする。
C_{fN_2O}	燃料の燃焼及び/又は酸化過程による排出の N ₂ O 排出換算係数(g N ₂ O / g 船舶に供給される燃料)
GWP_{CH_4}	CH ₄ の100年間の地球温暖化係数 (IPCC 第5次評価報告書に基づく) : 28
GWP_{N_2O}	N ₂ O の100年間の地球温暖化係数 (IPCC 第5次評価報告書に基づく) : 265
GWP_{fuelx}	燃料に含まれる温室効果ガスの100年間の地球温暖化係数 (IPCC 第5次評価報告書に基づく)
LCV	低位発熱量 (指定された燃料の完全燃焼によって放出される熱量)

Tank-to-Wake における GHG 強度の計算式 (2/2)

$$GHG_{TW} = \frac{1}{LCV} \left(\left(1 - \frac{1}{100} (C_{slip_ship} + C_{fug}) \right) \times (C_{fCO_2} \times GWP_{CO_2} + C_{fCH_4} \times GWP_{CH_4} + C_{fN_2O} \times GWP_{N_2O}) + \left(\frac{1}{100} (C_{slip_ship} + C_{fug}) \times C_{sfx} \times GWP_{fuelx} \right) - S_{Fc} \times e_c - [S_{Fccu} \times e_{ccu}] - [e_{occs}] \right)$$

S_{Fc}	バイオマスの生育により発生する排出権が、TtW 値の算出において考慮されるかどうかを決定するための炭素源係数。0 又は 1 とする。
e_c	バイオマスの生育による排出権
S_{Fccu}	燃料製造工程で合成燃料を製造するための炭素ストックとして回収された使用済み CO ₂ からの排出権が、TtW 値の計算に考慮されるかどうかを決定するための炭素源係数。0 又は 1 とする。
e_{ccu}	燃料製造工程及び利用において回収した CO ₂ を合成燃料を製造するための炭素ストックとして使用することによる排出権(e_{fccu} 及び e_p では計上されなかったもの) ※更なる方法論が開発されるまで $[S_{Fccu} \times e_{ccu}]$ の値はゼロ。
e_{occs}	船上で CO ₂ を回収する炭素回収貯留(e_{occs})による排出権。CCS が船上で行われる場合、排出された CO ₂ の回収・貯留によって回避された排出量を適切に算定する必要がある。排出された CO ₂ の回収・貯留によって回避された排出量を適切に計上しなければならない。上記の排出権から、CO ₂ を回収(e_{cc})し、最終貯留まで輸送(e_t)する過程から生じるすべての排出(注入などに関する排出を含む)を差し引く必要がある。この要素は以下の式で計算される。 ※更なる方法論が開発されるまでこの値はゼロ。 $e_{occs} = c_{sc} - e_{cc} - e_t - e_{st} - e_x$
c_{sc}	回収・貯留した CO ₂ に相当する排出権(長期: 100年)
e_{cc}	CO ₂ の回収、圧縮、船上での一時貯蔵に関連する GHG 排出量
e_t	長期保管場所への輸送に関連する GHG 排出量
e_{st}	回収 CO ₂ の貯留(長期: 100年)に関連する GHG 排出量(長期貯留中や貯留地への CO ₂ 圧入中に発生する可能性のある漏出を含む)
e_x	CCS に関連する追加の GHG 排出量

Fuel Lifecycle Label (FLL)

Fuel Lifecycle Label (FLL)

- ✓ FLL は、船舶で使用された燃料やエネルギーキャリア(バッテリー等)のライフサイクルアセスメントに関する情報を収集・伝達するための技術ツールで、ライフサイクルにおける GHG 排出量の評価に使用。
- ✓ FLL は、以下の 5 つの主要部分から構成。

Part A-1	Part A-2	Part A-3	Part A-4	Part A-5
Fuel type (blend)	Fuel Pathway code	Lower Calorific Value (LCV, MJ/g)	Share in fuel blend (%MJ _(LCV) /MJ _(LCV))	WtT GHG emission factor (GWP100, gCO _{2eq} /MJ _(LCV))
Part B-1		Part B-2		
Emissions credits related to biogenic carbon source (e _c , in gCO ₂ / g fuel based on GWP100)		[Emissions credits related to source of captured carbon (e _{ccu} , in gCO ₂ / g fuel based on GWP100)]		
Part C-1		Part C-2	Part C-3	
TtW GHG intensity Value 1 (carbon source NOT taken into account): TtW GHG emission factor (GWP100, gCO _{2eq} /MJ _(LCV))		TtW GHG intensity Value 2 (carbon source taken into account): TtW GHG emission factor (GWP100, gCO _{2eq} /MJ _(LCV))	Energy Converter	
Part D		Part E		
WtW GHG emission factor (GWP100, gCO _{2eq} /MJ _(LCV)) Note: Part D = Part A-5 + Part C-2		Sustainability [Certification]		

Fuel list with fuel pathway codes 例 (128種類の燃料経路)

Order	Group	Fuel type	Feedstock structure		Conversion/Production process		Fuel Pathway Code
			Feedstock Type	Nature/Carbon Source	Process Type	Energy used in the process	
1	HFO (VLSFO)	Heavy Fuel Oil (ISO 8217 Grades RME, RMG and RMK, 0.10 < S ≤ 0.50%)	Crude Oil	Fossil	Standard refinery process	Grid mix electricity	HFO(VLSFO)_f_SR_gm
11	LPG	Liquefied Petroleum Gas (Propane)	Crude Oil	Fossil	Standard refinery process and liquefaction	Grid mix electricity	LPG(Propane)_f_SR_gm
31	LNG	Liquefied Natural Gas (Methane)	Natural Gas	Fossil	Standard LNG production including liquefaction	Grid mix electricity	LNG_f_SLP_gm
35	LNG	Liquefied Natural Gas (Methane)	CO ₂ + H ₂	CO ₂ : Fossil Point Source Carbon Capture H ₂ : Fossil Steam Methane Reformation	Methanation and liquefaction	Grid mix electricity	LNG_fCO2_fH2_M_gm
90	Methanol	Methanol	2 nd and 3 rd Gen. feedstock	Biogenic	Gasification of Biomass and Methanol Synthesis	Grid mix electricity	MeOH_b_G_MS_gm
110	Hydrogen	Hydrogen	Water + Electricity	Renewable	Dedicated Photovoltaic and/or Wind and/or other Electrolysis and liquefaction	Renewable electricity	LH2_EL_r_Liquefied
120	Ammonia	Ammonia	N ₂ + H ₂	N ₂ : separated with renewable electricity H ₂ : produced from renewable electricity	Haber Bosch process	Grid mix electricity	NH3_rN2_rH2_HB_gm
126	Electricity	Electricity		Fossil/Renewable	-	Grid mix electricity	Electricity_gm
128	Wind propulsion						

ガイドライン記載の船用燃料の種類（起源と製造過程）（1/2）

Fuel type	Source	Production process
Diesel oil	Fossil	Refinery
	Biogenic	Extraction and purification, Transesterification, Gasification and FT Synthesis, Anaerobic digestion and methane separation and FT Synthesis, Pyrolysis, Fast Pyrolysis, and/or Catalytic Fast Pyrolysis and upgrading, Hydrothermal liquefaction and upgrading
	CO2: Fossil Point Source Carbon Capture, Direct Air Capture, Biogenic Point Source Carbon Capture H2: Fossil Steam Methane Reformation, Electrolysis of water, Industrial by-product hydrogen	FT Synthesis
LPG (Propane) (Butane)	Fossil	Gas Processing Plant
	CO2: Fossil Point Source Carbon Capture, Direct Air Capture, Biogenic Point Source Carbon Capture H2: Fossil Steam Methane Reformation, Electrolysis of water, Industrial by-product hydrogen	FT Synthesis
LNG CNG (Methane)	Fossil	Gas Processing Plant
	Biogenic	Thermochemical gasification followed by methanation and liquefaction, Bio-derived LNG via Anaerobic Digestion
	CO2: Fossil Point Source Carbon Capture, Direct Air Capture, Biogenic Point Source Carbon Capture H2: Fossil Steam Methane Reformation, Electrolysis of water, Industrial by-product hydrogen	Methanation
Ethane	Fossil	Gas Processing Plant
Electricity	Fossil/Renewable	—

ガイドライン記載の船用燃料の種類（起源と製造過程）（2/2）

Fuel type	Source	Production process
Dimethyl Ether (DME)	Fossil	Gasification and DME Synthesis
	Biogenic	Gasification and DME Synthesis, Anaerobic digestion and methane separation and DME Synthesis
Methanol	Fossil	Steam Methane Reformation of Natural Gas and Methanol Synthesis, Gasification of Coal and Methanol Synthesis
	Biogenic	Gasification of Biomass and Methanol Synthesis, Reforming of Renewable Natural Gas (biomethane from Anaerobic Digestion) and Methanol Synthesis
	CO2: Fossil Point Source Carbon Capture, Direct Air Capture, Biogenic Point Source Carbon Capture H2: Fossil Steam Methane Reformation, Electrolysis of water, Industrial by-product hydrogen	Methanol Synthesis
Ethanol	Biogenic	Fermentation, Pre-treatment/hydrolysis step and Fermentation
Hydrogen	Fossil	Steam Methane Reformation of Natural Gas, Methane Pyrolysis into carbon and hydrogen, Gasification or Carbonization of Coal
	Biogenic	Gasification of biomass and Syngas separation
	Water	Electrolysis, Thermochemical Cycles
Ammonia	Industrial by-product hydrogen	
	Fossil	Methane Pyrolysis into pure carbon and hydrogen and Haber Bosch process, Steam Methane Reformation of Natural Gas and Haber Bosch process, Gasification of Coal and Haber Bosch process
	Biogenic	Gasification
	N2: Air separation H2: Fossil Steam Methane Reformation, Electrolysis of water, Industrial by-product hydrogen	Haber Bosch process, Thermochemical Cycles, Electrolysis

デフォルト値と実際の値に関する規定

- GHG 強度や各種係数を実際に計算/計測するには、かなりの時間と労力を要するため、デフォルト値が使用でき、**デフォルト値は代表的かつ保守的な仮定を基に設定。**
- GHG 強度や各種係数のデフォルト値を設定するには、**少なくとも 3つの異なる代表的な排出源において、各排出源で GHG強度や各種係数を求め、その中の上限値（保守的な値）をデフォルト値として採用。**
- GHG 強度や各種係数のデフォルト値よりも優れた値を使用したい場合、第三者認証を条件に、ガイドラインに規定された方法論に従い求められた、**実際の値を使用可能。**
- 純粋な**化石由来燃料**の場合、GHG 強度（WtT）の実際の値は認められず、**デフォルト値のみ**使用。
- 燃料経路(Fuel Pathway)がガイドラインに含まれていない燃料の場合、経路の詳細情報を提出し、第三者認証を受ければ、**実際の値を使用可能。**

Initial default emission factors per fuel pathway code (1/2)

Order	Fuel type	Fuel Pathway Code	WtT GHG intensity (gCO _{2eq} /MJ)	LCV (MJ/g)	Energy Converter	C _f CO ₂ (gCO ₂ /g fuel)	C _f CH ₄ (gCH ₄ /g fuel)	C _f N ₂ O (gN ₂ O/g fuel)	C _{slip} /C _{fuel} (mass %)	e _c (gCO _{2eq} /g fuel)	TtW GHG intensity (gCO _{2eq} /MJ)	NOTE
1	Heavy Fuel Oil (ISO 8217 Grades RME, RMG and RMK, 0.10 < S ≤ 0.50%)	HFO(VLSFO)_f_SR_gm (Fossil)	16.8	0.0402	ALL Internal Combustion Engines (ICEs)	3.114	0.00005	0.00018				Resolution MEPC.364(79) Fourth IMO GHG study
2	Heavy Fuel Oil (ISO 8217 Grades RME, RMG and RMK exceeding 0.50% S)	HFO(HSHFO)_f_SR_gm (Fossil)	14.9	0.0402	ALL ICEs	3.114	0.00005	0.00018				Resolution MEPC.364(79) Fourth IMO GHG study
3	Light Fuel Oil (ISO 8217 Grades RMA, RMB and RMD maximum 0.10% S)	LFO(ULSFO)_f_SR_gm (Fossil)		0.0412	ALL ICEs	3.151	0.00005	0.00018				Resolution MEPC.364(79) Fourth IMO GHG study
4	Light Fuel Oil (ISO 8217 Grades RMA, RMB and RMD, 0.10 < S ≤ 0.50%)	LFO(VLSFO)_f_SR_gm (Fossil)		0.0412	ALL ICEs	3.151	0.00005	0.00018				Resolution MEPC.364(79) Fourth IMO GHG study
5	Marine Diesel/Gas Oil (ISO 8217 Grades DMX, DMA, DMZ and DMB maximum 0.10 % S)	MDO/MGO(ULSFO)_f_SR_gm (Fossil)	17.7	0.0427	ALL ICEs	3.206	0.00005	0.00018				Resolution MEPC.364(79) Fourth IMO GHG study
6	Marine Diesel/Gas Oil (ISO 8217 Grades DMX, DMA, DMZ and DMB, 0.10 < S ≤ 0.50%)	MDO/MGO(VLSFO)_f_SR_gm (Fossil)		0.0427	ALL ICEs	3.206	0.00005	0.00018				Resolution MEPC.364(79) Fourth IMO GHG study
11	LPG (Propane)	LPG(Propane)_f_SR_gm (Fossil)		0.0463	ALL ICEs	3.000	0.00005	0.00018				Resolution MEPC.364(79) Fourth IMO GHG study
21	LPG (Butane)	LPG(Butane)_f_SR_gm (Fossil)		0.0457	ALL ICEs	3.030	0.00005	0.00018				Resolution MEPC.364(79) Fourth IMO GHG study

Initial default emission factors per fuel pathway code (2/2)

Order	Fuel type	Fuel Pathway Code	WT GHG intensity (gCO _{2eq} /MJ)	LCV (MJ/g)	Energy Converter	C ₁ CO ₂ (gCO ₂ /g fuel)	C ₁ CH ₄ (gCH ₄ /g fuel)	C ₁ N ₂ O (gN ₂ O/g fuel)	C _{slip} /C _{fuel} (mass %)	e _c (gCO _{2eq} /g fuel)	TtW GHG intensity (gCO _{2eq} /MJ)	NOTE
31	LNG (Methane)	LNG_f_SLP_gm (Fossil)		0.0480	LNG Otto (dual fuel medium speed)	2.750	0	0.00011	3.5/-			Resolution MEPC.364(79) Fourth IMO GHG study
					LNG Otto (dual fuel slow speed)				1.7/-			
					LNG Diesel (dual fuel slow speed)				0.15/-			
					LBSI (Lean-Burn Spark-Ignited)				2.6/-			
					Steam Turbines and boilers				0.01/-			
33	LNG (Methane)	LNG_b_AD_gm (Biogenic)			LNG Otto (dual fuel medium speed)	2.750						
					LNG Otto (dual fuel slow speed)							
					LNG Diesel (dual fuel slow speed)							
					LBSI (Lean-Burn Spark-Ignited)							
					Steam Turbines and boilers							
62	Diesel (FAME)	FAME_b_TRE_gm_2ndgen (2 nd Gen. feedstock)	20.8	0.0372	ALL ICES							
77	Renewable Diesel (HVO)	HVO_b_HD_gm_1stgen (2 nd Gen. feedstock)	14.9	0.0440	ALL ICES							
105	Hydrogen	H2_f_SMR_CCS_gm (Fossil)		0.1200	ALL ICES Fuel cell	0						
121	Ammonia	NH3_rN2_fH2_HB_gm (Renewal, Fossil)		0.0186	ALL ICES	0						
					Fuel cell							

※ GHG 強度 (WtT) のデフォルト値は、HFO 等の5種類しか設定されていない

船用燃料の持続可能性基準 (Sustainability)

■ 船用燃料の持続可能性はライフサイクルにおいて、以下の環境テーマ・側面を考慮して評価

- GHG** : 持続可能な船用燃料は、ライフサイクルベースで従来の船舶用燃料(DCSデータ3年分の液体石油製品のエネルギーベース加重平均)よりもGHG排出量が少ない。
- 炭素源** : 持続可能な船用燃料は、化石エネルギー源の使用によるGHG強度を増加させず、回収・貯留された炭素の永続性を確保すると同時に、経済部門間のダブルカウントを回避する。
- 電力/エネルギー源** : WtTで大量の電力投入を必要とする持続可能な船用燃料や、船舶に直接供給される電力は、再生可能、原子力、生物由来の電力・エネルギーを使用することで生産される。これらは、現在または長年の需要レベルに追加されるか、オフピーク時に余剰電力を使用することで生産される。
- 直接的土地利用変化** : 持続可能な船用燃料は、炭素蓄積量の多い土地から得られるバイオマスから作られるものではない。持続可能な船用燃料の生産は、直接的な土地利用の変化に起因する排出を最小化する。
- 間接的土地利用変化** : 持続可能な船用燃料の原料の栽培は、評価される製品システムの外で発生する土地の使用や管理に否定的な変化を引き起こすことを最小限に抑える。
- 水** : 持続可能な船用燃料の生産は、水質と利用可能性を維持または向上させる。
- 空気** : 持続可能な船用燃料の生産は、空気の質への悪影響を最小限に抑える。
- 土壌** : 持続可能な船用燃料の生産は、土壌の健全性を維持または向上させる。
- 廃棄物と化学物質** : 持続可能な船用燃料の生産は、廃棄物の責任ある管理と化学物質の使用を維持または強化する。
- 環境保全** : 持続可能な船用燃料の生産は、生物多様性と生態系、あるいは保全サービスを維持または強化する。

- 持続可能性のテーマ・側面は設定されたが、具体的な認証基準が規定されていないため、今後、検討される予定
- その他の社会的・経済的持続可能性のテーマ・側面については、今後、検討される可能性あり
- 持続可能な燃料として、**ICAO CORSIAでは基準燃料に対してGHG強度が10%減**を、**EU 再生エネルギー指令(RED II)では65%減**を規定

1. 検証及び認証の要素

- ✓ Fuel Lifecycle Label (FLL) は、**今後、IMO が開発するガイダンス**に従って、第三者による検証及び認証を受けること。
- ✓ FLL の Part A、Part B、Part C、Part E は異なる認証機関により検証及び認証を受けられるが、Part D は Part A、Part B 及び Part C の検証結果を基に検証及び認証を受けること。
- ✓ FLL の Part A-1 から Part A-4 及び Part C-3 が検証されている場合、本ガイドラインに含まれるデフォルト値は追加検証せずに適用できる。
- ✓ デフォルト値よりも優れた実際の値を使用するには、**今後、IMO が開発するガイダンス**に従って、第三者による検証及び認証を受けること。

2. 認証スキーム/規格の特定

- ✓ FLL の検証及び認証には、**関連する認証スキーム/規格**を使用。
- ✓ 使用する認証スキーム/規格は、IMO が策定したガイダンスを考慮して MEPC が承認し、承認された認証スキーム/規格のリストは、一般に公開され、常に見直される。
- ✓ 国際的な認証スキーム/規格を承認するための提案は、**今後開発される基準**による評価結果と共に、検討のために MEPC に提出すること。
- ✓ IMO の枠組み全体の品質、信頼性及び堅牢性を保証し、認証スキーム間の公平性を確保するために、**認証スキームの承認に繋がる枠組み、基準及び手続きは、統一的に実施**されること。

今後の予定

■ ガイドラインを開発するためのコレスポnden ス・グループ (CG) のコーディネータ

- ◇ EC、ブラジル、日本(NK)

■ CG の TOR (MEPC 80 決定事項)

- ◇ GHG 強度のデフォルト値開発のためのデータ収集用テンプレートの見直し
- ◇ GHG 強度(WtT)のデフォルト値は HFO等の5種類しか設定されていないため、その他燃料のデフォルト値の開発及び取り纏め
- ◇ 土地利用変化に伴う炭素、メタン漏出、合成燃料の原料としての回収炭素、及び船上 CCS の回収炭素、等の取り扱いが規定されていないため、その取り扱いの検討
- ◇ MEPC 81(2024年3月開催予定)に報告書を提出

■ 持続可能性の認証基準及び第三者認証に関する TOR (IMO 事務局のタスク : MEPC 80 決定事項)

- ◇ 専門家ワークショップを開催(2023年12月予定)し、船用燃料の持続可能性(環境テーマ・側面)の認証基準をはじめ、燃料の認証スキーム及び第三者認証について検討し、MEPC に報告

本ガイドラインを適用する具体的な GHG 削減対策/規制については、今後検討される予定

1. 船用燃料のライフサイクル GHG 強度に関するガイドライン

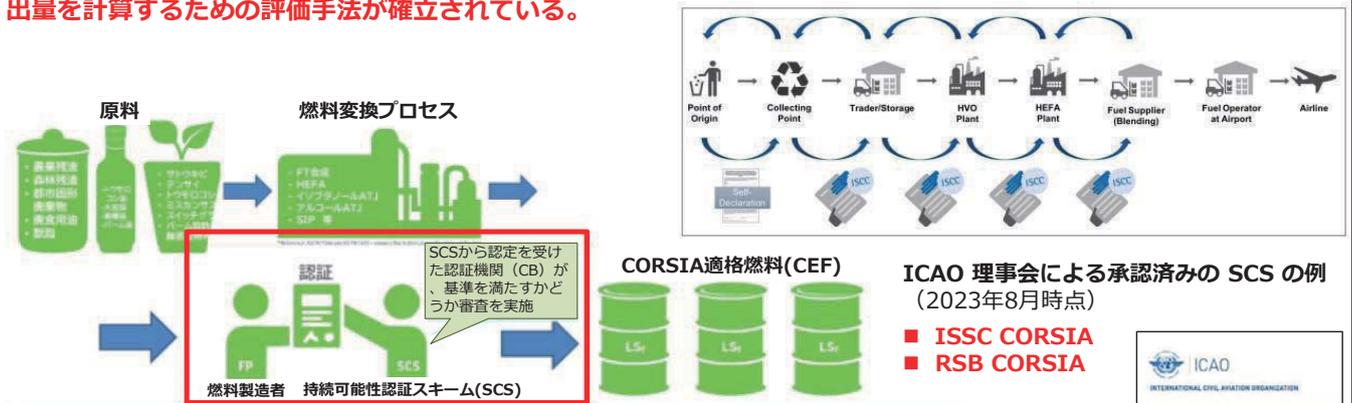
2. 燃料認証

- ✓ 航空燃料/電力/ガス/再エネ燃料における認証スキームの現状
- ✓ 船用燃料のサプライチェーン認証の検討



ICAO による航空燃料の持続可能性認証スキーム (SCS)

国際民間航空機関(ICAO)では、CORISIA 適格燃料(CEF)の認証スキーム(SCS)やライフサイクルにおける CO₂ 排出量を計算するための評価手法が確立されている。

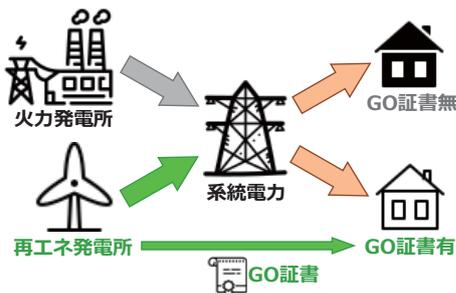


1. 燃料製造事業者は、ICAO 理事会から承認を受けた適格な持続可能性認証スキーム(SCS : Sustainable Certification Scheme)に認証を依頼する。
2. SCS は ICAO 理事会から承認を受けた CORISIA の持続可能性基準を利用して、燃料を評価し、合格した場合には、CORISIA 適格燃料(CEF)として認定する。
※ SCS から認定を受けた認証機関(CB)が、基準を満たすかどうか審査を実施。
3. エアラインは CEF を購入し、CORISIA におけるオフセット要件から排出削減を主張できる。

GO (Guarantee of Origin) 制度 (1/2)

- **EU 再生エネルギー指令(RED II)**では、エネルギー [電力、ガス(水素を含む)、熱(冷暖房)] に関して、最終消費者にその再生エネ割合・量を開示するために、**GO (Guarantee of Origin : 属性証明、いつでもどんな方法で生成されたか)** の発行を義務付けており、加盟国が GO を発行することで**再生エネ起源を保証**。
- GO は企業による再生エネ利用の主張で利用され、**市場参加者間で取引**。原単位は 1MWh、有効期間は 1 年間。
- 加盟国が指定した機関が GO の発行・移転・償却を監督。指定機関はエネルギーの生産・取引・供給から独立した第三者。
- イギリス・オランダ・フランス・ドイツでは、**電力の他にバイオメタン GO 制度**を構築。
- GO の需要は拡大傾向にあり、水力・風力が大半。

再生エネ電力の GO 制度のイメージ



- ✓ **GO(属性情報)を物理的なエネルギーと切り離して発行**。
- ✓ 運用管理は各国指定機関(Issuing Body)が担当し、**システム上で管理**(Book & Claim方式)。
- ✓ システム管理を行うことで再生エネの二重主張を防止。

GO (Guarantee of Origin) 制度 (2/2)

■ CertifHy プロジェクト

- ✓ 欧州ではグリーン水素および低炭素水素の「定義」を行うとともにこれらの GO スキームの構築に向けたプロジェクト「CertifHy」を2015年から実施中。

■ 水素の原産地証明 (Guarantee of Origin)

- ✓ **水素の属性を分離し、Book & Claimシステム**を導入。

■ CertifHy Phase 1 & Phase 2

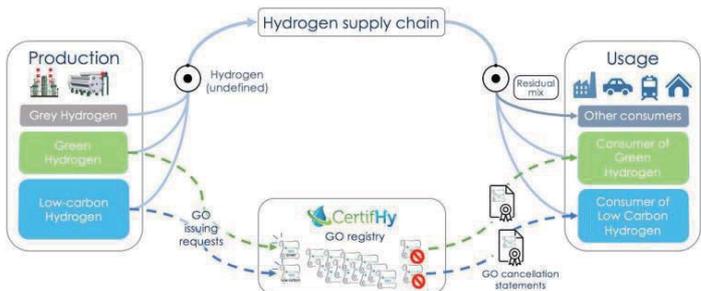
- ✓ 水素 GO (Well-to-Gate) の仕組みを Phase 1 で確立
- ✓ 取引プラットフォームを Phase 2 で確立(パイロット取引を実施)。ただし欧州のスタンダードではない(各国は独自の GO を採用可能)

■ CertifHy Phase 3

- ✓ 電力 GO・ガス GO を発行している AIB(Association of Issuing Bodies)にて、水素 GO を制度化。
- ✓ CertifHy の水素 GO の仕組みを国際展開予定(モロッコ等の中東、北アフリカ、IPHE)



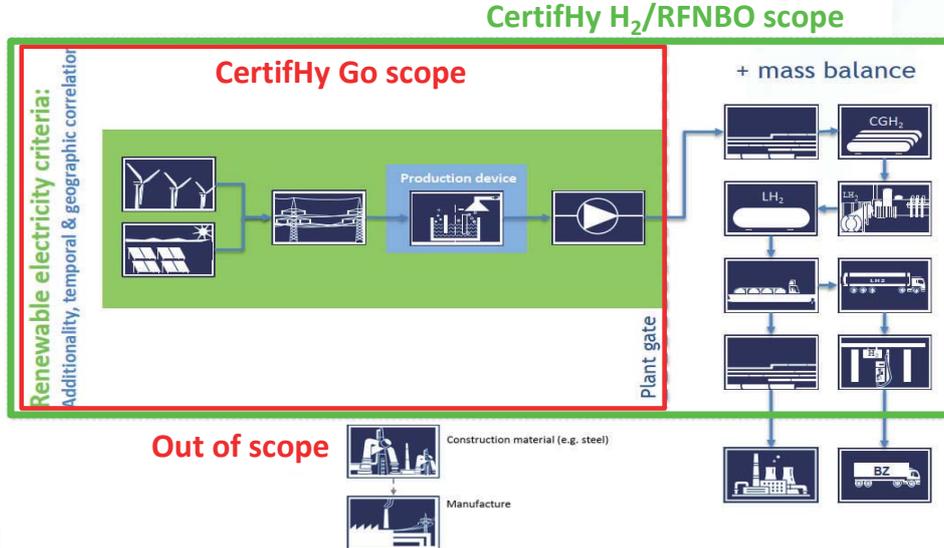
Stakeholder Platform Members



CertifHy による運輸用再エネ水素燃料のボランタリースキームの開発 ClassNK

RED II の運輸分野における **RFNBO**(Renewable Fuels on Non-Biological Origin)では、Well-to-TankでのCO₂排出量が必要
 ため、RFNBO の条件に適合するには**原産地証明(CertifHy GO)**の情報に加えて**輸送・貯蔵の部分の排出量の情報**が必要

➡ CertifHy は**運輸用再エネ水素燃料(Well-to-Tank)の認証のためのボランタリースキーム**を開発中(CertifHy Phase 3)



ERGaR CoO スキーム の制度概要 ClassNK

- **ERGaR(European Renewable Gas Registry)**は、バイオメタンとその他の再生可能ガスの国境を越えた移転に関する、独立性・透明性・信頼性のある文書化スキームの確立を目的に、関連企業・団体が集まって2016年に設立された組織。
- **ERGaR CoO スキーム**は、**各国のGO制度の登録簿間で、原産地証明(CoO: Certificate of Origin、各国制度でGoO、RGOO、バイオメタン証書などと呼称されるものの総称として定義)をやり取りするスキーム**。
- CoO は国境を越えたバイオメタンの移動を管理するための原産地証明書として流通。

ERGaR CoO スキームの取引イメージ



- ✓ A国のGO制度登録簿から B国の登録簿へ移転された CoOは、A国の登録簿から取消。
- ✓ B国の登録簿で CoO が受領されると、B国の登録簿にエネルギー単位で同量の CoO を作成。
- ✓ 基本的には、元の CoO に含まれている情報は移転国の CoO でも引き継がれる。

- EU は再生可能エネルギー指令(RED II)に基づく**自主的な認証制度(ボランタリースキーム)**としてバイオ燃料に限り、民間団体や国の認証スキームを公式に認めており、現在、15のスキームを承認
 - バイオ燃料以外の再生可能燃料(RFNBO)については、民間団体が彼らの認証スキームを EU に申請しているが、現在、保留中。
- RFNBO: Renewable Fuels on Non-Biological Origin [バイオマス以外の再生可能資源に由来する液体・気体燃料]

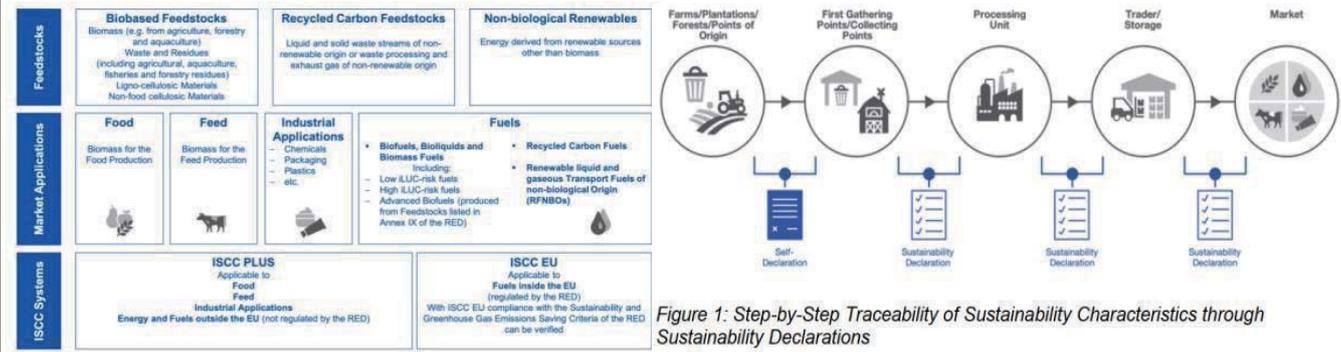


Figure 1: Step-by-Step Traceability of Sustainability Characteristics through Sustainability Declarations

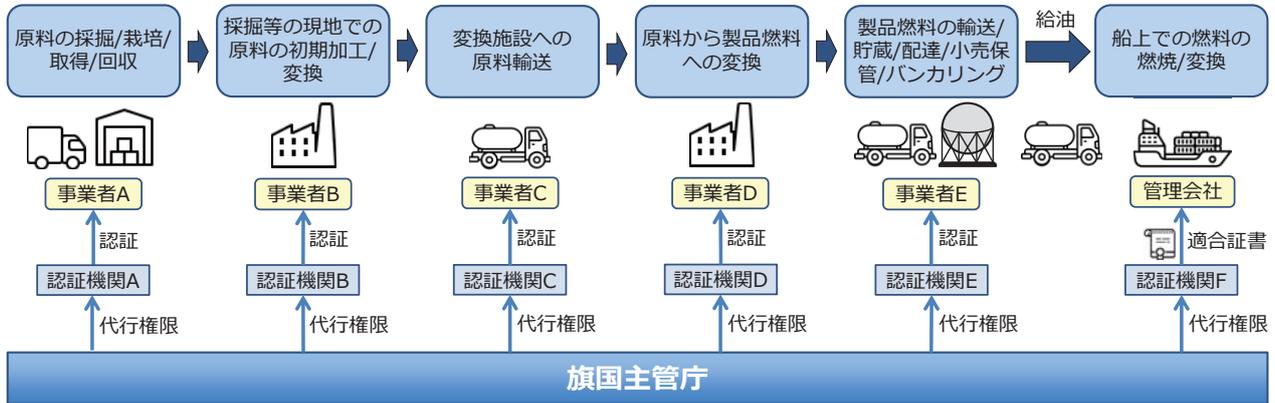
目次

1. 船用燃料のライフサイクル GHG 強度に関するガイドライン
2. 燃料認証
 - ✓ 航空燃料/電力/ガス/再生可能燃料における認証スキームの現状
 - ✓ 船用燃料のサプライチェーン認証の検討



サプライチェーン認証

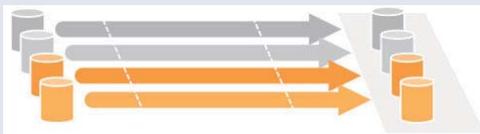
IMO の認証スキーム/規格に基づき、原料の採掘、加工、燃料の製造、流通過程において、要求事項を満足しているかを認証する。



サプライチェーンモデル (Chain of Custody)

原料から製品までの加工・流通のサプライチェーンは「**Chain of Custody**」と呼ばれ、以下のモデルがある

Identity Preservation



製品が単一の原産地に由来し、それぞれの特性がサプライチェーンを通して維持される。

Mass Balance



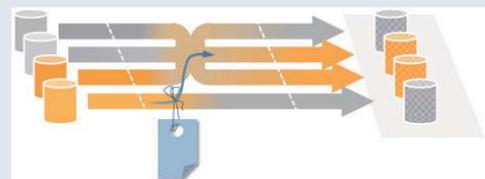
複数の特性を持つ原料をミックスし、原料の量に応じて、その特性を製品に割り当てる。(適用には、時間的、空間的なバウンダリーが設けられる)

Segregation



共通の基準に従う原料については、複数の原産地由来のものを混合可能。原料の特性が最初のインプットから最終アウトプットまで維持される。

Book & Claim



認証を受けた原料の供給フローと、製品の供給フローが物理的にリンクしない。原料の特性は、独立機関が発行するクレジット・認証の取引によって、製品に割り当てられる。(例：グリーン電力証書)

船用燃料のサプライチェーン認証モデル (1/2)

Identity Preservation

グリーン水素製造者A



100t

バンカリング事業者



100t

グリーン水素証書



旗国主管庁又は代行機関
が各過程で認証を実施

Segregation

グリーン水素製造者A



100t

バンカリング事業者



150t

グリーン水素証書

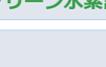


200t

ブレンド

150t

グリーン水素証書



旗国主管庁又は代行機関
が各過程で認証を実施

Mass Balance

グリーン水素製造者A



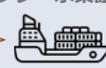
200t

バンカリング事業者



100t

グレー水素証書



100t

ブレンド

200t

グリーン水素証書



旗国主管庁又は代行機関
が各過程で認証を実施

船用燃料のサプライチェーン認証モデル (2/2)

Book & Claim

グリーン水素製造者A



100t

バンカリング事業者A(A国)



100t



登録

証書購入
償却

グレー水素証書発行

登録/取引/
証書発行機関

グリーン水素証書発行



100t

バンカリング事業者B(B国)



100t



登録

証書購入
償却

グレー水素製造者C

- ✓ 燃料の属性情報(起源)を物理的エネルギーから切り離すことで、B国の港でグリーン水素を入手できなくとも、グリーン水素証書が入手可能となる。
- ✓ 二重主張を防止するために、登録/取引/証書発行を行うプラットフォーム(管理システム)と運用管理機関が必要。電気やガスの場合、各国指定機関が、航空燃料の場合、ICAO指定機関が運用管理を担当。

- 次世代船用燃料の場合、製造から供給までに大量の GHG が排出される虞があることから、燃料の製造や流通過程における GHG 排出への関心が高まっている。
- IMO では「船用燃料のライフサイクル GHG 排出強度に関するガイドライン」が採択されたものの、「燃料のライフサイクル GHG 排出強度規制」を開始するためには、デフォルト値の更なる検討開発をはじめ、GHG 排出強度算定式の更なる検討開発（土地利用変化に伴う炭素、メタン漏出、合成燃料の原料としての回収炭素、及び船上CCS の回収炭素等の取り扱い等）、さらに、船用燃料の持続可能性（環境テーマ・側面）の認証基準や、燃料の認証スキーム及び第三者認証に関するガイダンスを開発する必要がある。
- 国際民間航空機関（ICAO）では、CORSA 適格燃料（CEF）の認証スキーム（SCS）やライフサイクルにおける CO₂ 排出量を計算するための評価手法が確立されている。
- EU は再生可能エネルギー指令（RED II）に基づく自主的な認証制度（ボランタリースキーム）としてバイオ燃料に限り、民間団体や国の認証スキームを公式に認めており、現在、15のスキームが承認されている。バイオ燃料以外の再エネ燃料（RFNBO）については、民間団体が彼らの認証スキームをEUに申請しているが、現在、保留中。
- 原料から製品までの加工・流通のサプライチェーンは「Chain of Custody」と呼ばれ、4つのモデルがあり、船用燃料のサプライチェーン認証モデルについて検討した。
- 「Book & Claim」モデルは、燃料の属性情報(起源)を物理的エネルギーから切り離すことで、港でグリーン燃料を入手できなくとも、グリーン証書の入手を可能とするが、二重主張を防止するために、登録/取引/証書発行を行うプラットフォーム(管理システム)と運用管理機関が必要となる。
- 本会は、引き続き、IMO ガイドラインの改正や燃料の認証スキームの開発に積極的に貢献する所存。

THANK YOU

for your kind attention

ClassNK

A World Leader in Ship Classification.

船体付着生物汚損に関する 環境基準策定状況及び技術動向

国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所
海上技術安全研究所 環境・動力系
環境影響評価研究グループ 上席研究員/
(併任)国際連携センター 小島 隆志 様

船体付着生物汚損に関する環境基準策定状況 及び技術動向

海上・港湾・航空技術研究所
海上技術安全研究所
小島 隆志

2023年11月1日（水） 2023年度船舶基準セミナー

講演内容

1. はじめに
2. 船体付着生物管理ガイドライン及び水中洗浄について
3. 水中洗浄に関する国際動向
4. その他船体付着生物に関する国際動向
5. まとめ

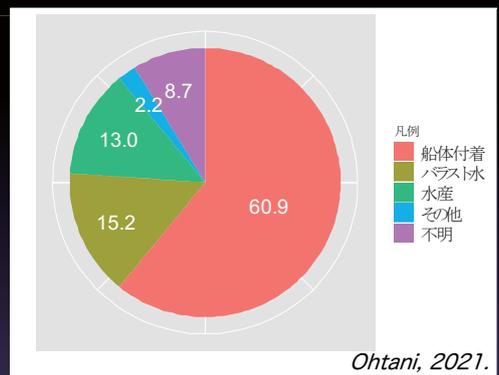
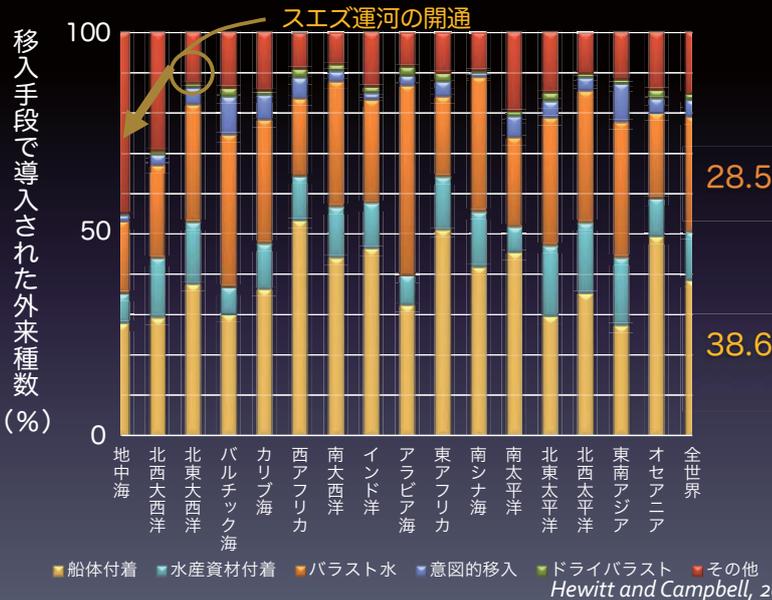
1. はじめに

2. 船体付着生物管理ガイドライン及び水中洗浄について
3. 水中洗浄に関する国際動向
4. その他船体付着生物に関する国際動向
5. まとめ



1-1. 外来種を運ぶ移入手段

外来種の移入手段は何？



各導入手段が我が国にもたらした外来種の種数割合 (%)

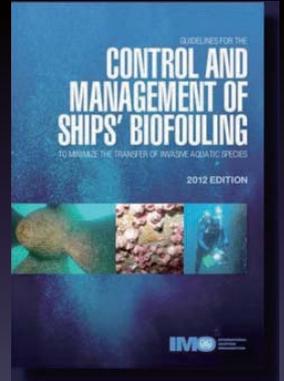
船底防汚システム (Anti-fouling Systems : AFS) の重要性

1-2. 船底防汚システム (Anti-fouling Systems)

- 海洋付着生物の越境移動・定着の防止，船舶の効率的な航行の維持



Resolution MEPC.207(62), 2011 Guidelines for the control and management of ships' biofouling to minimize the transfer of invasive aquatic species.



- 防汚技術の重要性



1-3. 適切な船体付着生物管理

適切な防汚対策一

船底防汚塗料は主要な防汚技術 (Anti-fouling Coatings)



Acceptable anti-biofouling measure

水中洗浄装置 (In-Water Cleaning)



MGPS (Marine Growth Prevention Systems)



<http://www.nipponyuka.jp/>



1-4. IMOでの動き

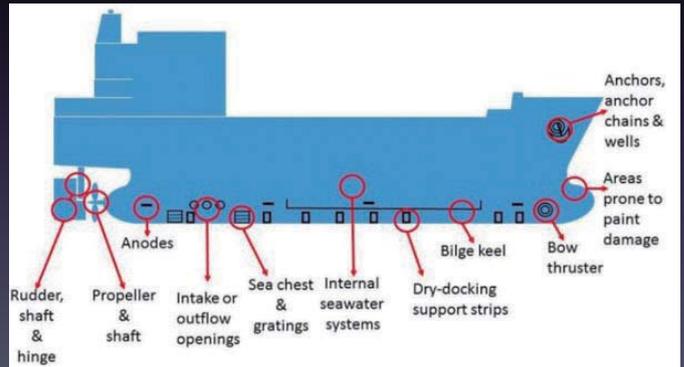
- MEPC 54/INF.5 (2006) 豪州
Investigating biofouling risks and management options on commercial vessels
- MEPC 56/19/3 (2007) ニュージーランド・豪州・英国・FOEI・IUCN
Development of international measures for minimizing the translocation of invasive aquatic species through biofouling of ships
- BLG 12/11 (2007) ニュージーランド・豪州
Development of international measures for minimizing the translocation of invasive aquatic species through biofouling of ships
- BLG 15/9 (2010) ニュージーランド
Report of the Correspondence Group on the development of international measures for minimizing the transfer of invasive aquatic species through bio-fouling of ships
- BLG 17/INF.9 (2012) 豪州・オランダ・ニュージーランド
Draft performance measures for evaluating the Guidelines for the control and management of ships' biofouling to minimize the transfer of invasive aquatic species



1-5. 船体付着生物管理ガイドライン

- PPR 10 (2023) 船体付着生物管理GLの最終化審議
- MEPC 80(2023)
RESOLUTION MEPC.378(80) - 2023 GUIDELINES FOR THE CONTROL AND MANAGEMENT OF SHIPS' BIOFOULING TO MINIMIZE THE TRANSFER OF INVASIVE AQUATIC SPECIES
- Development of **guidance** on matters relating to in-water cleaning
- The target completion year of the renamed output to **2025**.

- 生物付着に関連するリスクを最小限に抑制 (Niche Area)
- あらゆる船種に共通して実施されるべき実践的な指針
- 生物付着管理計画書 (Biofouling Management Plan : BFMP) (船上で実施すべき生物付着管理措置)
- 生物付着記録簿 (Biofouling Record Book : BFRB) (実施した全ての検査、生物付着管理対策の詳細)
- AFSの導入
- 水中検査・洗浄 (IWC) の実施



1. はじめに

2. 船体付着生物管理ガイドライン及び水中洗浄について

3. 水中洗浄に関する国際動向

4. その他船体付着生物管理に関する国際動向

5. まとめ



2-1. 水中洗浄に関する国際動向

- Review of the 2011 guidelines for the control and management of ships' biofouling to minimize the transfer of invasive aquatic species, IMO.
- BIMCO (The Baltic and International Maritime Council)とICS(International Chamber of Shipping)は以下の文書を作成 (2021年1月)
 - Approval procedure for in-water cleaning companies
 - Industry standard on in-water cleaning with capture



MEPC 76/13/2, 2021.
PPR 9/7/3, 2022.
に反映

GLにProcedures to manage materials and seawater effluentの数値が反映

Revised guidelines for the control and management of ships' biofouling to minimize the transfer of invasive aquatic species.



<https://www.bimco.org/about-us-and-our-members/publications/industry-standard-on-in-water-cleaning-with-capture>

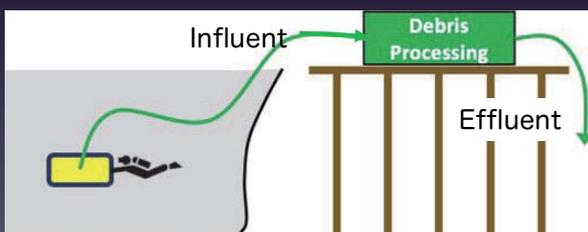
2-2. BIMCOの業界標準 (Industry standard)

The approval certificate of the cleaning company shows that the following criteria have been tested and fulfilled:

1. 水中洗浄により90%以上のマクロファウリング除去 (個体またはコロニーの目視による)



2. 排水時捕捉物質の分離/処理の閾値

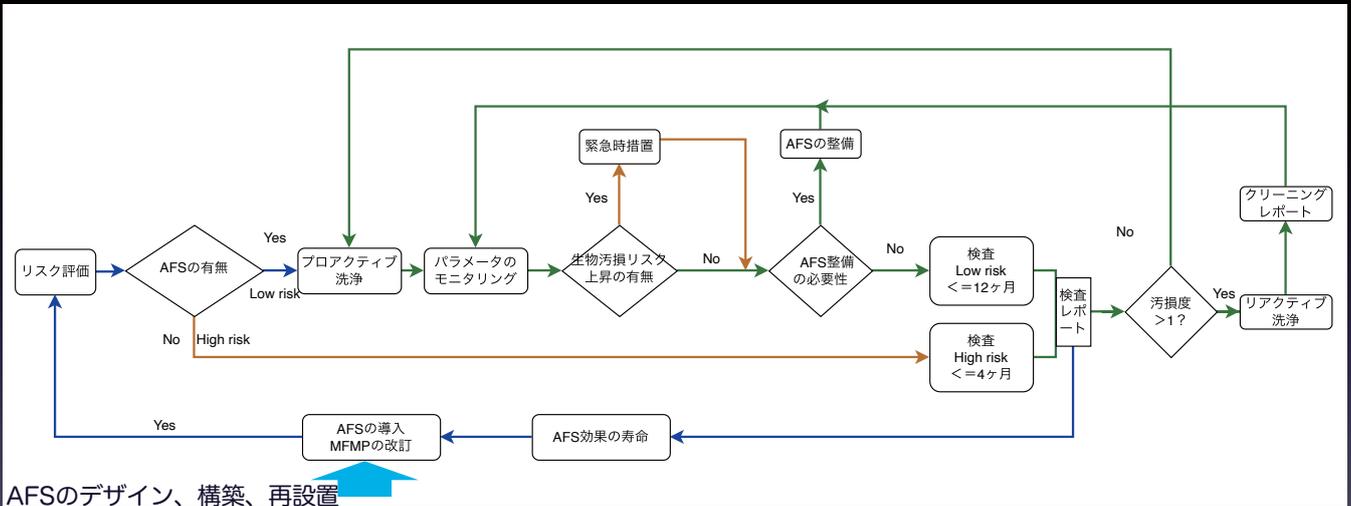


① 流入物除去率：90%以上 (質量比)

② 排水中の粒状物質の95%が10µm (ESD:球相当径)

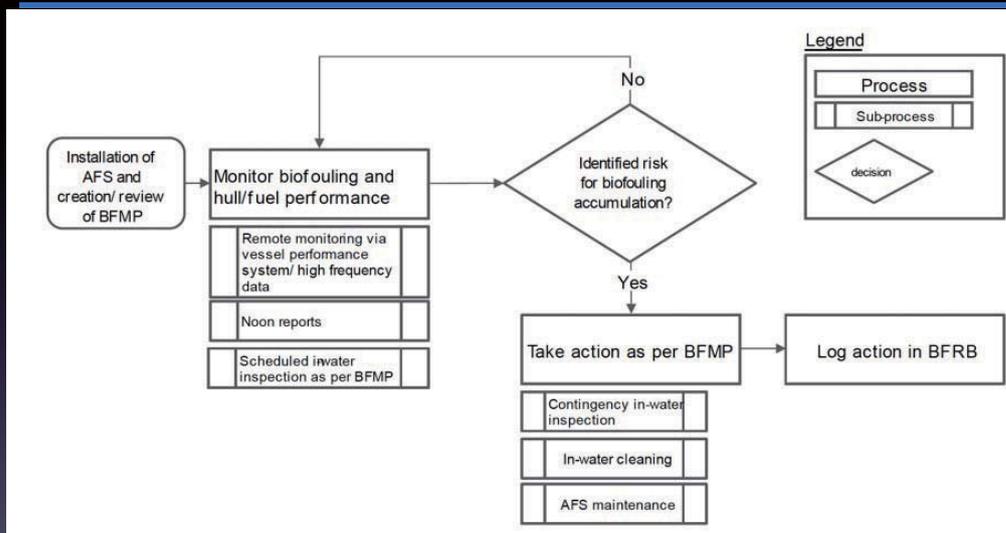
③ 懸濁物質、防汚剤等濃度 < 周囲環境濃度

2-3. 改訂船体付着生物管理ガイドライン



Flow chart visualizing the biofouling management life cycle for a ship in operation (PPR 10/5/1)

続き



Simplified flow chart visualizing the biofouling management activities of a ship (Annex 17, MEPC 80/17/Add.1)

1. リスクプロファイルに基づく対象エリアの検査頻度
2. BFRBに基づく検査対象エリアの生物汚損を評価する尺度
3. 実施する洗浄方法 (In-Water Cleanings)

2-4. 水中検査の間隔

リスクプロファイルに基づく対象エリアの推奨される検査頻度

Risk profile category	自主点検の推奨最大間隔	緊急時措置 (Contingency measures) につながる、リスクパラメータの監視後、検査までの推奨間隔 (例：船員による検査)
Low risk (適切なAFSが設置されているエリア)	[12-18ヶ月 その後の検査：前回の検査でAFSの効果が低いと判断された場合、6-12ヶ月間]	[生物汚損の最初の兆候からXXヶ月以内に実施される検査]
High risk (適切なAFSまたはAFSがないエリア)	[0-4ヶ月 (対象エリアの船舶固有の評価)]	[生物汚損の最初の兆候から0-4ヶ月以内に実施される検査]

Table 1, PPR 10-5-1, Annex

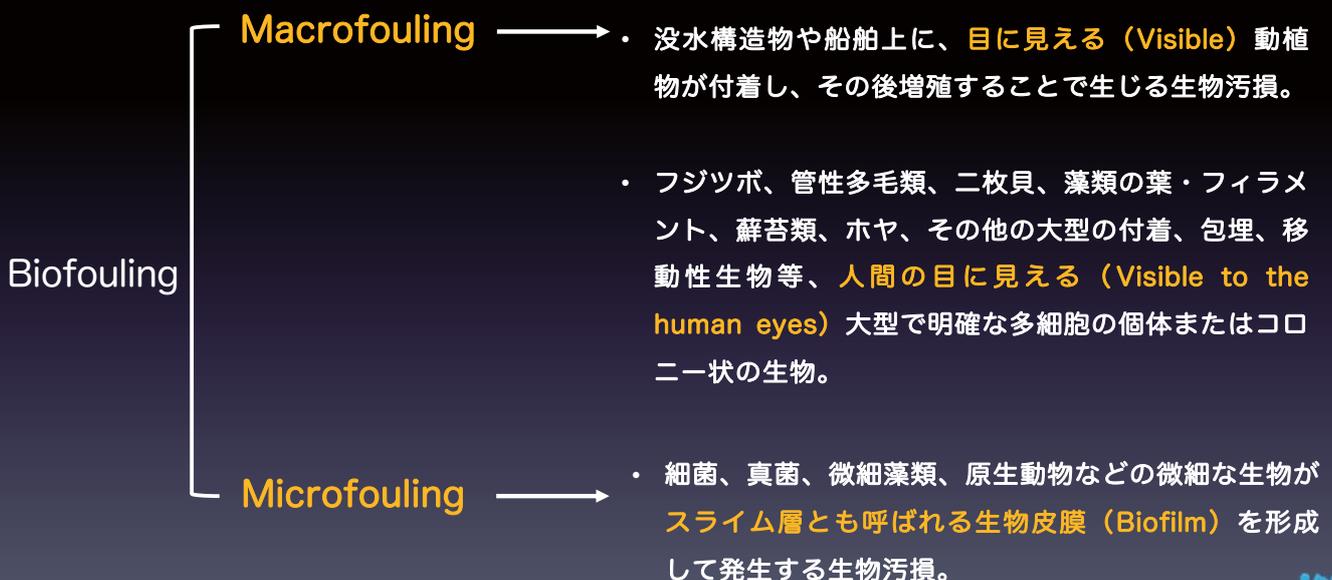
2-5. 生物汚損のレーティング

検査対象エリアに関する汚損程度を評価するための評価尺度

Table 2, PPR 10-5-1, Annex

評価	記述内容	マクロファウリング 被覆面積 (目視値)	推奨洗浄方法
0	No fouling. 表面は完全に清浄、表面に目視の生物汚損なし。	-	-
1	Light microfouling. 水没部分が部分的に軽度のマイクロファウリング被覆。汚損の下地に金属や塗装面がある。	-	[Proactive cleaning を推奨 : GLに記載された測定可能な捕捉率よりも生物汚損や廃棄物の放出が少ない技術の場合]
2	Heavy microfouling. 金属や塗装面が見えない。水没部分の一部または全体がマイクロファウリング被覆。	-	Reactive cleaning with capture を推奨 : GLに規定。
3	Light macrofouling. 重度のマイクロファウリングと複数のマクロファウリングパッチ。汚損生物が手で簡単に剥離不可。	1-15% of surface	
4	Medium macrofouling. 重度のマイクロファウリングと複数のマクロファウリングパッチが存在。	16-40% of surface	
5	Heavy macrofouling. 大きなパッチまたは没水部がマクロファウリング。	41-100% of surface	Reactive cleaning with capture を推奨 : GLに規定。 次回自主検査までの期間を[6-12ヶ月]に短縮することが推奨。 [AFSが著しく劣化している場合は、ドライドックでのメンテナンスとAFSの再塗布を推奨。]

続き



2-6. 水中洗浄の種類について

In-water cleaning

プロアクティブ洗浄 (Proactive In-water cleaning system)

定期的なBiofilmの除去

リアクティブ洗浄 (Reactive In-water cleaning system)

Macrofouling除去 (**洗浄と回収** : 水中またはドライドック)

続き

プロアクティブ洗浄 (Proactive In-water cleaning system)

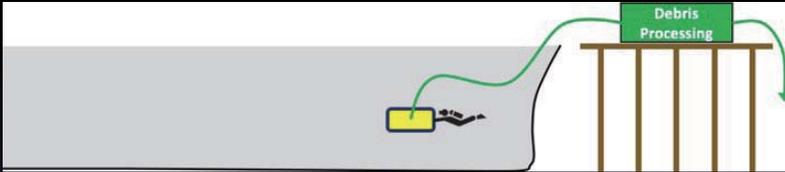


- Heavy microfoulingやmacrofouling stageになる前に除去
- 生物汚損による船底塗料への浸食やダメージの防止
- 潜水士やROVを用いた船体外板の頻繁かつソフトな拭き取り、他の流体力を用いた方法 (ソフトブラシ、Water jet、または非接触型のシステム)
- 船体性能の著しい低下防止。一般的な業界のベンチマーク : ISO 19030-2に準拠した平均船体性能の低下が1.5%以上。



<https://www.jotun.com/ww-en/industries/solutions-and-brands/hull-skating-solutions/overview>

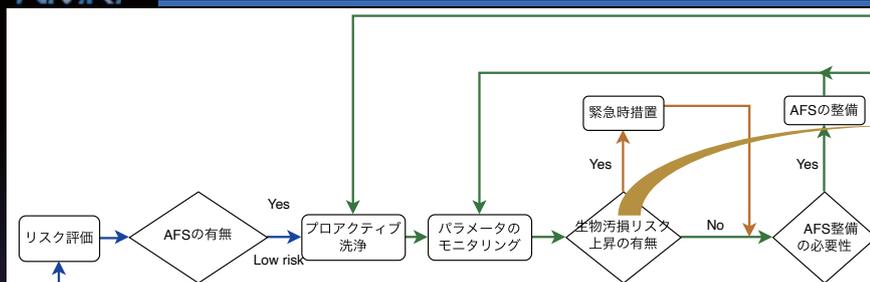
リアクティブ水中洗浄 (Reactive In-water cleaning system)



<https://techullclean.com/techullclean-services-technology/>

- 物理的な micro- and macrofouling の除去。
- 水中検査と緊急時措置の結果に基づいて実施される洗浄。
- AFC損傷の最小限化、AFCと互換性のある洗浄システム使用。
- 洗浄中は人員の安全を確保。
- Visibleな biofouling を除去：汚損度 ≤ 1 を達成 [and no more than 1% coverage of living macrofouling]。
- 水中洗浄時またはドライドック時での洗浄に伴う剥離物（生物、塗料片、MPs等：サイズは検討中）の捕捉。

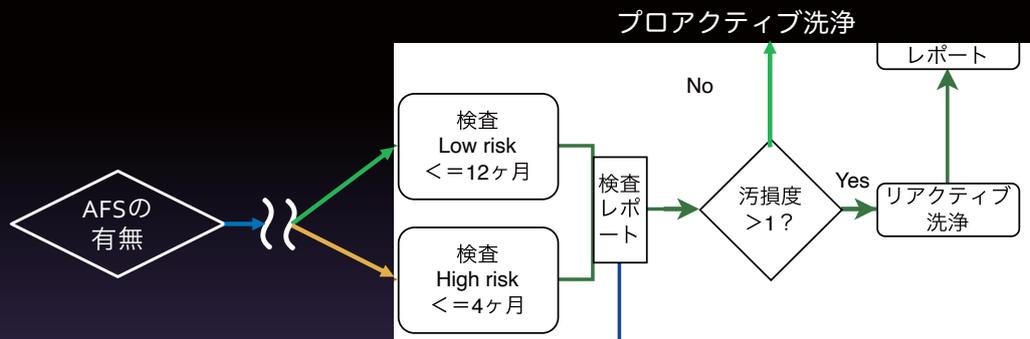
2-7. リスク評価-AFS整備の必要性



1. Deviation from AFS specifications (e.g. Speed, salinity temperature)?
2. Deviation from AFS maintenance /service regime?
3. Deviation from regular proactive cleaning or necessary re-active cleaning?
4. Extended idle time (with no subsequent cleaning?)
5. Performance loss as per PMS?
- 6 AFS damage?
7. Downtime/ malfunction of MGPS or clean hull measures?
8. Exceeding expected lifetime of AFS?

- 各検査対象エリアに適切なAFSが設置されているか確認し、独立機関による検査頻度を決定。(AFS有り→リスクlow、AFS無し→リスクhigh)
 ・リスクlowの場合・・・12-18か月を超えない時期、リスクhighの場合・・・0-4か月を超えない時期
- 補完的なAFSの機能寿命の維持：プロアクティブ洗浄実施（ダイバー又はROV、頻繁かつソフトな洗浄）
- 船舶固有の生物付着リスク評価を行うため、生物汚損リスクパラメータ（1～8）のモニタリングを実施。
- モニタリングの結果BFMPで計画された運用の変更等により、リスク上昇が予測確認された場合、緊急時措置として、予防・是正的措置、船員又は独立機関による水中検査、続く生物汚損度に基づく洗浄実施。
- AFSのメンテナンスが必要な場合にはメンテナンスを実施。

2-8. 検査-汚損度-洗浄方法の選択



- 各対象エリアを1m²毎に細分化。
- 対象エリアの汚損レーティング：細分化されたエリアのうち最も高いレーティングを採用。
- 各検査対象エリアに汚損レーティング (0~5) を割り当てる。
- レーティング0の場合・・・対応不要
- レーティング1の場合・・・プロアクティブ洗浄
- レーティング2以上の場合・・・リアクティブ洗浄

続き

- Development of guidance on matters relating to in-water cleaning
- The target completion year of the renamed output to 2025

1. はじめに
2. 船体付着生物管理ガイドライン及び水中洗浄について

3. 水中洗浄に関する国際動向

4. その他船体付着生物に関する国際動向
5. まとめ



3-1. 水中洗浄に関するISOの審議

GLの動向、審議状況に合わせた動き



新規提案

CHI (ノルウェー)

NERC (米国)

Prof. Mario Tamburri, Univ. Maryland
Center for Environmental Science



3-2. ノルウェー提案の背景



Clean Hull Initiative

プロジェクトの経緯

- 2021年にプロジェクトがスタート
- Bellona財団とJotunとの共同研究

Shipping industry Port authorities Coating industry IWC technology and Service providers Science/research institutions Others



<https://bellona.org/projects/clean-hull-initiative>



Proactive cleaningを対象とする基準策定

3-3. ノルウェー提案内容 (ISO 6319)

新規ISO提案名称：ISO 6319 (Ships and marine technology - Marine environment protection - Methods for performance and documentation of proactive hull cleaning)

(船舶及び海洋技術 – 海洋環境保護 – プロアクティブな船体洗浄の実施と文書化の方法)

適用範囲：

- プロアクティブな船体洗浄方法
- ニッチエリアの洗浄については記述なし



ISO/TC8/SC2/WG13

3-4. 米国提案の背景

目的：

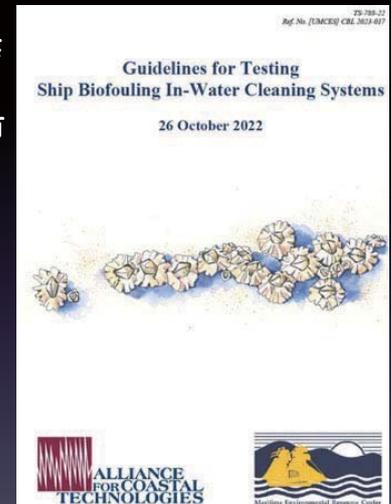
- 水中洗浄の審査に必要なデータ（および信頼性のレベル）取得、標準化された科学的根拠に基づく試験方法を提供
- 船体表面の洗浄、剥離物の捕獲・処分に対応したIWCシステムの有効性と安全性に関するデータを作成

適用範囲：

- 水中洗浄のすべての形態（プロアクティブ、リアクティブ洗浄両方）
- システム
 - 平らな船体表面用のクリーニングユニット
 - より複雑な形状のニッチエリア用小型携帯ツール等
- 洗浄剥離物の捕捉、処理、廃棄
- 性能基準や規格は範囲外。個々の当局や管轄区域の判断に委ねる。



Prof. Mario Tamburri, Univ. Maryland
Center for Environmental Science



Guidelines for testing ship biofouling in-water cleaning systems

National Maritime Research Institute

29

続き

新規ISO提案名称：ISO 20679 (Ships and marine technology - Marine environment protection -- Guidelines for Testing Ship Biofouling In-Water Cleaning Systems)

提案されている内容

- All forms of In-Water Cleaning (IWC) systems (i.e., both Proactive and Reactive systems) for external ship surfaces.
- The various components or options of multicomponent systems for fouling removal (e.g., cleaning unit for flat hull surfaces and smaller handheld tools for more complex niche areas) or effluent treatment (e.g., physical separation for captured solid material and treatment for dissolved biocides and/or live organisms).



審議中 (ICESより PPR 10/5 提案文書提出)

National Maritime Research Institute

30



3-5. The Global Industry Alliance (GIA) for marine biosafety



海事産業からなる世界的な産業同盟

A grid of logos for various member companies of the GloFouling GIA. The members include:

- AkzoNobel: Fouling control systems manufacturer
- ARMACH ROBOTICS: In-water cleaning
- CLEANSUBSEA: In-water cleaning and BioPass
- JOTUN: Anti-fouling coatings manufacturer
- JSTRA: Technology Research
- KCC Marine Coatings: Anti-fouling coatings manufacturer
- eco subsea: In-water cleaning
- Hapag-Lloyd: Shipping
- HullWiper: In-water cleaning
- SLM Global: In-water cleaning
- SONIHULL: Anti-fouling system
- TAS GLOBAL: In-water cleaning and Filtration System
- IGGP* (International Association of Oil & Gas Producers): * Member with observer status

<https://www.glofouling.imo.org/gia>
National Maritime Research Institute

1. はじめに
2. 船体付着生物管理ガイドライン及び水中洗浄について
3. 水中洗浄に関する国際動向

4. その他船体付着生物に関する国際動向

5. まとめ



4-1. GloFouling partnerships



GloFouling
PARTNERSHIPS

生物汚損による有害な水生生物種の移動に対処するプロジェクト



- 気候変動枠組条約
- 生物多様性条約
- 砂漠化対処条約
- 残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約 (POPs条約)
- 水銀に関する水俣条約

<https://www.glofouling.imo.org/implementing-partners>

National Maritime Research Institute

33

続き

- The GloFouling Partnerships project (approximately \$7 million, 2018-2025)
- The TEST Biofouling (Transfer of Environmentally Sound Technologies) project (\$4 million, 2022-2025)

National Maritime Research Institute

34

4-2. Strategic partners

Governmental agencies



Academia and research



Industry

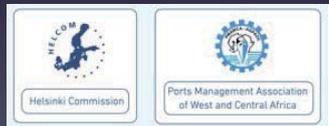


GIA

UN organizations and International financial Institutions (IFIs)



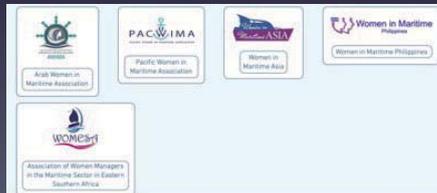
Regional organizations



International environmental NGOs



Women in maritime associations



<https://www.glofouling.imo.org/strategic-partners>

National Maritime Research Institute

5. まとめ

● 船体付着生物管理GL/IWCに対するアクション

1. 船舶技術研究協会 海洋水質・生態系保護基準整備に関する調査研究 (海洋水質・生態系保護基準整備プロジェクト) 船体付着生物管理ガイドライン対応WG

- IMO国際共同対応支援基金/船体水中洗浄手法の確立に向けた調査研究



2. 船舶技術研究協会 基準・規格グループ

ISO/TC8/SC2



BIMCO (2021). *Industry standard on in-water cleaning with capture v1.0.*, Jan, 2021

GL, IWC guidance

GIA, GloFouling partnerships

- ISO 6319: Methods for performance and documentation of proactive hull cleaning by Norway
- ISO 20679: Guidelines for Testing Ship Biofouling In-Water Cleaning Systems by U.S.

National Maritime Research Institute

水中洗浄に関する懸念事項

- プロアクティブ洗浄装置（回収不要）
 - 船体安全性：塗膜影響
 - 環境影響微：剥離生物皮膜中の微生物（微細藻類、バクテリア等）
- リアクティブ洗浄装置（フィルターサイズ、回収率）
 - ・ 要求値：回収率、フィルターサイズ（10 μ m、ESD）等
 - ・ 完全回収ではない：生物越境移動防止の観点（特に微細藻類？）
 - ・ 剥離物の環境影響：重金属、生物、塗料片、MPs等
 - ・ 装置の煩雑さ：越境移動生物の完全防除のためBWMS（UV、活性物質）類の導入
 - ・ 装置適用箇所：ニッチエリア
 - ・ 船体安全性：塗膜影響
- 要求値に対するIWC性能基準策定への影響

ご清聴
ありがとうございました。

発行 2023年11月
発行所 一般財団法人 日本船舶技術研究協会
〒107-0052
東京都港区赤坂 2-10-9
ラウンドクロス赤坂
電話 03-5575-6425(総務部)
FAX 03-5114-8940
ホームページ <http://www.jstra.jp/>

本書の無断転載・複写・複製を禁じます。

Supported by  日本 THE NIPPON
財団 FOUNDATION

