

Ⅲ-Ⅷ. CIMAC WG19 “Inland Waterway Vessels” Web 国際会議(2022 年 12 月)報告

CIMAC WG19 国内対応委員会

主査 佐々木 慶典 *

1. はじめに

CIMAC WG19 は中国の内陸水路に対する排気エミッション規制導入の計画を契機に中国の提案により 2015 年より設けられたワーキンググループであり、下記を目的に活動している。

- ① 中国の内陸水路運航船舶の技術と規制の現状
- ② 新しい規制の政府への提案
- ③ 新規制に適合する技術(SI、DF、DE、排気後処理など)の提案

第 1 回は中国 上海(2015 年 5 月)で開催され、これまで 13 回の国際会議が開催されている。第 14 回 国際会議は Marintec China2022 の開催にあわせて中国 上海で 2022 年 12 月に開催予定であったが、COVID-19 の影響により、Marintec China は延期されたため、2022 年 12 月 7 日に Web meeting として開催された。

2. 開催日時および開催方法

日時:2022 年 12 月 7 日

方法:Web meeting

3. 出席者

中国 8 名、欧州 6 名、韓国 1 名、日本 1 名の計 16 名が参加した。(下記)

	Person	Company Name	Country
1	Marinus Hoogerbrugge	AVL List	Austria
2	Gerhard Ranegger	AVAT Automation	Austria
3	Igor Sauperl	Large Engines Competence Center	Austria
4	Wang Feng	Shanghai Marine Diesel Engine	China
5	Zhang Dongming	Shanghai Marine Diesel Engine	China
6	Hu Bozong	Accelleron Turbo System (Chongqing) Co., Ltd.	China
7	Shi Rongming	MAN Energy Solutions	China
8	Zhang Mianzhi	MTU China	China
9	Zhou Dong	Chongqing Jiangjin Shipbuilding Industry	China
10	Piao Jicheng	PetroChina Dalian Lube Oil R&D Institute	China
11	Zhan Zhiheng	SINOPEC LUBRICANT CO., LTD	China
12	Heikki Korpi	WÄRTSILÄ Finland	Finland
13	Dieter van der Put	FEV	Germany
14	Joseph McCarney	Johnson Matthey	Great Britain
15	Yoshinori Sasaki	JICEF / YANMAR POWER TECHNOLOGY	Japan
16	Nakhyeong Choi	Hyundai Heavy Industries Co., Ltd.	South Korea

4. 審議内容

WG19 議長である Wang 氏(SMDERI;711 研究所)の挨拶があり、出席者の自己紹介の後、Bozong 氏(Accelleron)による前回会議のレビューの後、プレゼンテーションと出席者によるディスカッションが行われた。

4-1.中国における内陸水路船舶の現状

Bozong 氏(Accelleron)より中国における排気ガス規制、ルール/ガイドラインおよび GHG 削減の取り組みについて報告があった。

1)排気ガス規制

①中国規制(GB15097-2016)

中国規制(GB15097)は 2 次規制が 2021 年 7 月 1 日から施行されている。多くのエンジンが 2 次規制の認証を取得済である。CH₄ 排出規制についてはまだ実施されていない。

表 1. 中国 2 次規制(GB15097)

カテゴリ	気筒当たり排気量 SV(L/cyl.)	定格正味出力 P(kW)	2次 排ガス規制値 (g/kWh)			
			CO	HC+NOx	PM	CH ₄ *
カテゴリ1	SV<0.9	P≥37	5	5.8	0.3	1
	0.9≤SV<1.2		5	5.8	0.14	1
	1.2≤SV<5		5	5.8	0.12	1
カテゴリ2	5≤SV<15	P<2000	5	6.2	0.14	1.2
		2000≤P<3700	5	7.8	0.14	1.5
		P≥3700	5	7.8	0.27	1.5
		P<2000	5	7	0.34	1.5
	15≤SV<20	2000≤P<3300	5	8.7	0.5	1.6
		P≥3300	5	9.8	0.5	1.8
		P<2000	5	9.8	0.27	1.8
		P≥2000	5	9.8	0.5	1.8
	20≤SV<25	P<2000	5	11	0.27	2
		P≥2000	5	11	0.5	2
	25≤SV<30	P<2000	5	11	0.5	2
		P≥2000	5	11	0.5	2

※Natural Gasエンジン(Dual Fuelを含む)にのみ適用

2)ルールおよびガイドラインの情報

① ガイドライン

・CCS(China Classification Society;中国船級協会)は、2022 年 6 月に「メタノール・エタノールを動力源とする船舶検査に関するガイドライン」を発行し、2022 年 7 月 1 日から有効となっている。メタノール/エタノール燃料の船舶への適用に関するガイドラインは、メタノール/エタノールを燃料として使用する船長が 20m 以上の鋼または同等の金属船、またはメタノール/エタノール燃料動力システムに適用される。

・CCSは、2022年6月に「アンモニア燃料の船舶への適用に関するガイドライン」を発行し、2022年7月1日から有効となっている。アンモニア燃料の船舶への適用に関するガイドラインは、液化ガス運搬船を除き、アンモニアを燃料として使用する船長が20m以上の鋼または同等の金属船または所定のアンモニア燃料動力システムに適用される。

- ・CCSIは、2022年6月に「船舶用燃料電池発電装置ガイドライン」を発行し、2022年7月1日より有効となっている。水素を主燃料として使用する場合、船舶のレイアウト、材料、パイプラインの設計、燃料貯蔵、給油、供給と使用、電気、換気、防火と監視、およびその他の技術要件、図面、および検査要件は、このガイドラインの関連要件に準拠する必要がある。

② ルール

中国海事局(Maritime Safety Agency、MSA)は、2022年3月に「水素を動力源とする船舶の技術と検査に関する暫定規則」を発行し、2022年3月3日から有効となっている。水素燃料電池を主推進動力源とする長さ20m以上の国産鋼船が規則の適用対象となる。



図1 代替燃料に関するルール、ガイドライン

3) 中国における GHG 削減の取り組み

①中国政府の政策

中華人民共和國工業情報化部、國家發展改革委員會、財政部、生態環境部、交通運輸部は共同で「内陸水路船舶のグリーンでインテリジェントな開発の加速に関する実施意見」を発表した。



工业和信息化部 发展改革委 财政部 生态环境部 交通运输部联合发布
《关于加快内河船舶绿色智能发展的实施意见》

工业和信息化部等五部门关于加快内河船舶绿色智能发展的实施意见
工信部联装备〔2022〕131号

内河船舶是航行于我国内河水域以及河海交界区的船舶,主要包括客船、货船、工程船等,具有运量大、能到抵、成本低等比较优势。是我国船舶工业装备体系的重要组成部分,近年来,我国内河船舶大型化、标准化发展取得积极成效,但绿色化、智能化等方面与经济社会发展需求及人民群众美好生活需要相比仍有差距,为深入贯彻党中央、国务院决策部署,锚中

《開發目標》

- ・2025年までに、液化天然ガス(LNG)、バッテリー、メタノール、水素燃料などの主要なグリーン電力技術が進展し、船舶機器のインテリジェント技術のレベルは大幅に向上される。
- ・様々なシナリオのニーズを満たす多くの標準化およびシリーズ化された船型を製作し、長江、西江、北京杭州運河などでの実証および運航を実現する。
- ・内陸船のグリーンでインテリジェントな標準化された開発において重要な成果が達成され、比較的完全な産業構造とサプライチェーンを確立する。
- ・2030年までに、内陸船向けのグリーンでインテリジェントな技術が適用され、インフラ整備、運用管理、ビジネスモデル構築および、その他の産業エコロジーをサポートし、標準化およびシリーズ化されたグリーンでインテリジェントな船型が一括で建造される。

《グリーン電力技術開発の優先実行》

a)LNG船開発の積極的かつ着実な推進

内陸船舶用 LNG エンジンの性能向上を加速し、船舶用天然ガスエンジン製品を改善し、ガス電気ハイブリッド発電技術を開発し、メタンスリップと NOx 排出の制御を強化する。

b) バッテリー駆動船開発の加速化

船舶用バッテリーやバッテリー管理システムなどの技術の統合と最適化を強化し、効率的で省エネなモーター、電力システムのネットワーク化、船舶の充電と交換などの技術の研究を促進し、船舶のバッテリー電源アセンブリの容量と安全性能を向上させる。

c) メタノール、水素、その他の電力技術の適用促進

船舶用メタノールエンジンの研究開発を加速し、ホルムアルデヒドやその他の非在来型汚染物質の排出を削減し、船舶用メタノール燃料電池の出力範囲と燃料変換効率を改善し、貨物船へのメタノール発電技術の適用を促進する。船舶用酸素燃料電池発電システム、水素貯蔵システム、充填システム、その他の技術機器の研究開発を強化する。

《インテリジェントテクノロジーの開発と応用の加速化》

a) 高度で適用可能な安全および環境保護インテリジェント技術の適用の加速化

- ・船舶の安全上のリスクと乗組員の労働を低減し、船舶の航行、離着岸、貨物の積み降ろし、機関室機器の監視、急速電力充電と交換などのインテリジェント システム機器の研究開発を加速する。
- ・船舶のエネルギー効率を改善し、汚染排出量を削減し、運用管理、ルート最適化、インテリジェントエンジンルーム、排出監視、データ伝送などのインテリジェントシステム機器の研究開発を加速する。

b)新世代インテリジェントナビゲーション船技術の研究開発と応用の促進

- ・新しいデジタルインテリジェント海洋機器の研究開発を強化し、5Gネットワークに基づく「陸上運転制御と船側での監視」の新しいナビゲーションモードの研究を実施し、船陸間での遠隔運転技術と衝突回避技術の向上に焦点を当て、船舶の陸上通信能力と安全レベルを向上させる。
- ・長距離運転システム技術の先行的な実証は、航行が定期的で、船舶の交通密度が中程度の旅客船と貨物船で実施する。また、インテリジェント船舶の将来を見据えた技術レイアウトを強化し、自律航行船の開発を模索し、内陸航行の革新的な開発を促進する。

③ 新エネルギー船舶

中国における新エネルギー採用船について3船の事例紹介があった。

【1】ディーゼル-LNG-電気ハイブリッド内陸河川船

中国初のディーゼル・LNG・電気ハイブリッド内陸河川船「新揚子江 26007」における省エネ効果は以下の通り。

- ・過去1年間の操業で、「新揚子江 26007」の年間CO₂排出量は前年比557トン減少し、NO_xが90%削減され、SO_xとPM2.5排出量がほぼ100%減少し、燃料費が16%減少した。
- ・運航サイクルが大幅に短縮された。LNGを動力源とする船は同じタイプの船よりも優先されるという規制により、揚子江航路の三峡ダムでの待ち時間は往復あたり8日短縮され、往復サイクルは13.47日短縮された。
- ・船舶効率の利点は顕著であり、従来のばら積み貨物船と比較して約22.5%向上した。



図2. ディーゼル-LNG-電気ハイブリッド内陸河川船

【2】大型新エネルギー客船

- ・無錫で最初の大型新エネルギー客船「Taihu Pearl No.1」は、Fenxi Heavy Industry Saisiyi製の中国製新エネルギーハイブリッド電力システムを搭載し、航行に成功した。
- ・「Taihu Pearl No.1」は無錫市の航行可能な海域で最大の新エネルギー客船であり、無錫最大の新エネルギー客船でもある。
- ・「Taihu Pearl号」は、最大長40m、幅9m、深さ2m。DCネットワーク技術に基づくSaisiyi製の新エネルギーハイブリッドパワーシステムを搭載している。このシステムには、160kW発電機セット2台、245kWhリチウム電池パック2台、および90kWメインモーター2台が装備されている
- ・Saisiyi 製ハイブリッド電源システムには、バッテリー電源、ディーゼル電力、ハイブリッド電力の3つの推進モードがあり、推進モードは船舶の様々な運航状況に応じて柔軟に選択できる。
- ・バッテリー電力モードでは、船舶全体の騒音が56dB未満であり、観光客の満足度を十分に満たすことができる。



図3. 大型新エネルギー船

【3】5000hp 新エネルギーハイブリッドタグボート

- ・2022年6月、廈門港海運有限公司が資金提供する5000hpのグリーンインテリジェント新エネルギーハイブリッドタグボートプロジェクトが調印された。
- ・当該船はMawei造船によって建造され、全長38.3メートル、幅10.6メートル、深さ4.9メートル、喫水3.6メートル、設計速度13.2ノット、曳航力61トン。
- ・ディーゼル発電機セット3台(1860KW)が搭載され、リチウム電池は電気ナビゲーションモードで2時間の耐久性があり、1回の航海で港湾エリアでのゼロエミッションとサイレントナビゲーションの要件を満たすことができる。
- ・当該船は沿岸航行地域での航行作業の要件を満たしており、主に大型船が港に入るのを支援し、港での曳航、押航、その他の関連操作を完了するために使用される。



図4. 新エネルギーハイブリッドタグボート

④ メタノール燃料エンジン

- ・2021年～2022年のメタノール燃料エンジンの新規受注は低速主機エンジン約56基、補機エンジン約216基。詳細は表2の通り。

表2. メタノール燃料エンジン受注一覧

発注	船主	船種	造船所	台数	発電機出力
2021.7	Maersk	3500TEU	Hyundai Mipo Dockyard	1	2MW×3
2021.8	Maersk	16000TEU	Hyundai Heavy Industries	8+4	3.2MW×4
2021.11	X Press	1170TEU	Xindayang Shipyard	16	1MW×3
2021.11 (出荷)	MOL	50,000DWT メタノール輸送船	Hyundai Heavy Industries	1	800kW×3
2022.6 (出荷)	Proman Stena	50,000DWT ケミカル/ プロダクト オイルタンカー	GSI	1	800kW×3
2022.7	MPC Container Ships	13000TEU	Taizhou Sanfu Shipyard	2	1.5MW×3
2022.7	Van Oord	風力発電設置船	CIMC Raffles	1	3MW×5
2022.8	CMA-CGM	15000TEU	DSIC	6	3.2MW×4
2022.11	OOCL	24000TEU	NACKS	7	4.1MW×4
2022.10	COSCO	24000TEU	NACKS/DACKS	12	4.1MW×4

- ・CSSC(中国船舶工業集団)はメタノールDF中速エンジン(CS6L21)開発をスタートした。2022 年に開発プロジェクト発足、2022 年 12 月に設計、2023 年に試作機火入れ、2024 年に商品発売の予定。メタノール直噴ディーゼルエンジン(メイン/パイロット噴射)。顧客はグリーンメタノールで長期炭素削減率70%を実現できる。エンジン主要目は表3の通り。

表3 CS6L21エンジン主要目

ボア/ストローク	210×320mm
気筒数	直列6気筒
定格出力	800～1200kW
定格回転数	1000 min ⁻¹
平均有効圧力	2.2MPa
熱効率	42%
規制	IMO Tier II /Ⅲ (SCR) 中国規制 stage II
メタノール比率	90%
燃料油	メタノール、MDO、HFO

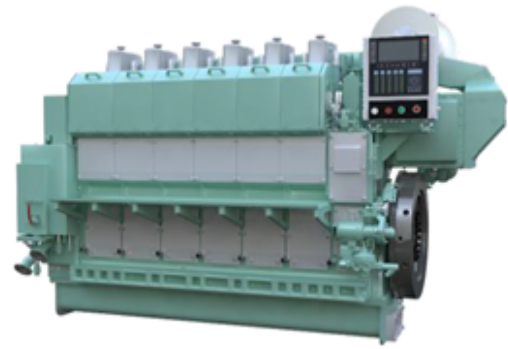


図5. メタノール DF 中速エンジン CS6L21

- ・8月28日、中国造船グループ傘下の中国造船研究所が開発した6M320DMメタノールエンジンが、安慶中国造船ディーゼルエンジン株式会社で初めて点火に成功した。メタノール供給システムは、湖東重機株式会社によって開発された。6M320DMメタノールエンジンは、ボア径320mm、ストローク420mm、気筒当出力500kW、定格回転750min-1。甲板輸送船、20000総トン未満のばら積み貨物船、ケミカルタンカーおよび石油製品運搬船、海洋工学船、1100TEU未満のコンテナ船用の主機エンジン、大型コンテナ船および石油タンカー用の補機エンジンなど、様々な船種に適用できる。

様々な市場の需要に対応できるように、当該エンジンには、吸気ポート噴射やシリンダーへの直接噴射など複数の仕様がある。



図6. メタノールエンジン 6M320DM

4-2. 欧州における GHG 削減

Dieter 氏(FEV)より欧州における GHG 削減に関する動向の報告があった。

- ・欧州委員会(EC)は 2050 年までに気候中立を達成する目標を掲げ、包括的な政策「グリーンディール」を推進している。GHG 削減目標を 2050 年までにゼロ排出とし、交通分野では 2050 年までに 90%削減を目標としている。全体ビジョンを達成するために気候変動対策、クリーンエネルギー、持続可能なモビリティなど様々な政策分野で活動を開始している。

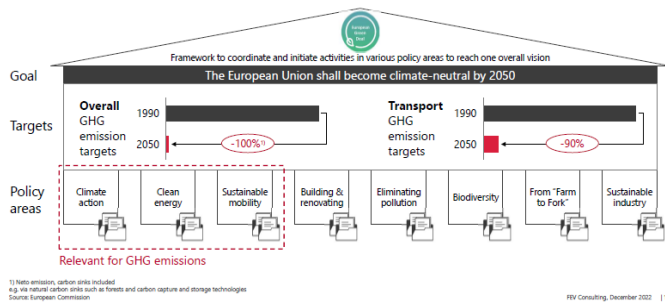


図7. 欧州グリーンディール フレームワーク

- ・ 欧州委員会では様々な産業を対象とした新しい GHG 排出量規制の政策パッケージ「Fit for 55」の導入に向けて討議を進めている。これは 2030 年に欧州の全産業において 1990 年比で少なくとも 55%の GHG 排出量削減を掲げるものである。

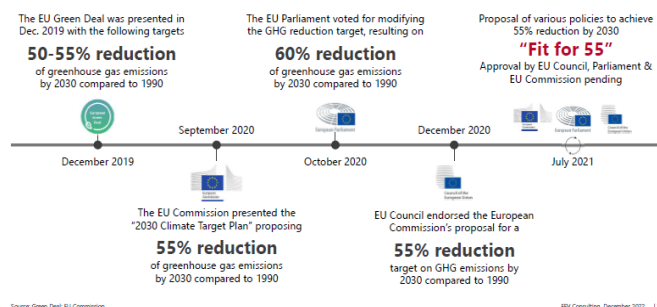


図8. GHG 排出削減目標ロードマップ

- ・ 欧州グリーンディールと「Fit for 55」の 目標実現のため、様々な輸送モードに対して各種規制と指令が実施されている。海運分野では欧州連合（EU）の排出量取引制度（ETS;Emission Trading Scheme）や船舶燃料規則(Fuel EU Maritime)などが適用される。

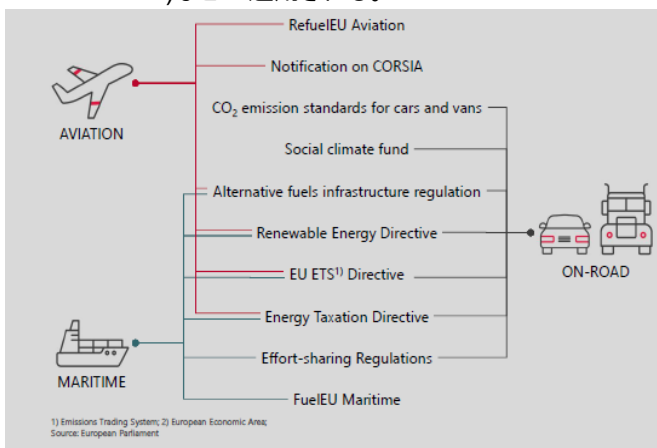


図9. 輸送モード別の立法措置

- ・ 「Fit for 55」の目標実現のため、関連政策の改訂も実施されている。主なものが下記の通り、紹介された。

a)代替燃料インフラ指令

(AFID ; Alternative Fuels Infrastructure Directive)

欧州横断輸送ネットワーク(TEN-T ; Trans-European Transport Network)沿いの主要な海港へのLNG(2025年)および電力供給(2030年)インフラの整備を実施する。

b)エネルギー税制指令

(ETD;Energy Taxation Directive)

船舶用燃料の免税措置を撤廃し、低税率で低炭素燃料の使用を推奨する。

c)EU排出権取引制度(総トン数5000トン以上)

(EU ETS;EU Emission Trading System)

海運に伴うGHG排出量についてEU 排出権取引制度に含める。導入は段階的に実施され、2023年に排出量の20%を適用し、2026年以降に100%の適用となる。

d)船舶燃料規則(総トン数5000トン以上)

(Fuel EU Maritime)

再生可能燃料の使用により生産から使用まで(WtW ; Well-to-Wake)のGHG排出量削減を義務化する。

表4.GHG排出量削減量(WtW ; 2020年対比)

年	2025	2030	2035	2040	2045	2050
GHG排出削減量	2%	7%	14%	26%	60%	75%

- ・ 将来性のある内陸水路海運促進のため、NAIADES III; (Navigation and Inland Waterway Action and Development in Europe)プロジェクトが実施されており、主な取り組みとして下記が紹介された。

a)ゼロエミッション水上パートナーシップ

海上輸送の脱炭素化のためのヨーロッパの機関と業界関係者のパートナーシップが確立され、EUによって共同出資された。2030年までにすべての主要な船舶タイプとサービスにゼロエミッション方策を提供し、実証することを目指す。

b)内陸水路輸送行動計画(2021年~2027年)

- i) 規制および財政的インセンティブによる、ゼロエミッションおよび低炭素燃料船採用の確保。
- ii) 内陸水路船舶の炭素強度を監視および報告するための新しい EU エネルギー指標方法論の確立。当該方法論は、2050年に向けた炭素強度目標と技術ロードマップを定義するために使用される。
- iii) 「革新的・低排出ガス船」の認証手続きの迅速化。

- ・ 再生可能エネルギー指令 (RED; Renewable Energy Directive)の新しい目標が検討されている。議会は2030年までに輸送においてGHG削減目標の引き上げ(-16%)と非生物起源の再生可能燃料(RFNBO; Renewable fuel of non-biological origin)の使用割合の引き上げ(5.7%)を検討している。

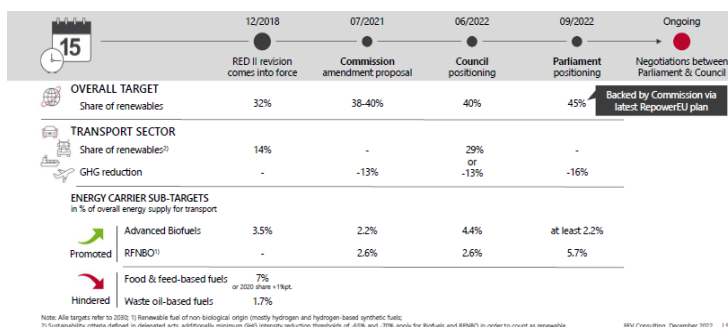


図10. 再生可能エネルギー指令(RED):来歴と最新の目標

- 船舶燃料規則(FuelEU Maritime)では、海運で使用するエネルギーに対してGHG原単位削減目標を課し、停泊中の船舶の陸上電力使用を義務付けている。これはEU管轄下の港に停泊中の船舶は、停泊中のすべてのエネルギーを陸上電源に接続して使用する義務が課せられるというもので、コンテナ船、旅客船に適用される。ゼロエミッション技術を使用する船舶は除外される。適用開始は2030年1月1日。
- 2030年以降の代替パワートレインが大幅に増加し、ゼロカーボンエミッションのパワートレインが市場を支配することが予測される。

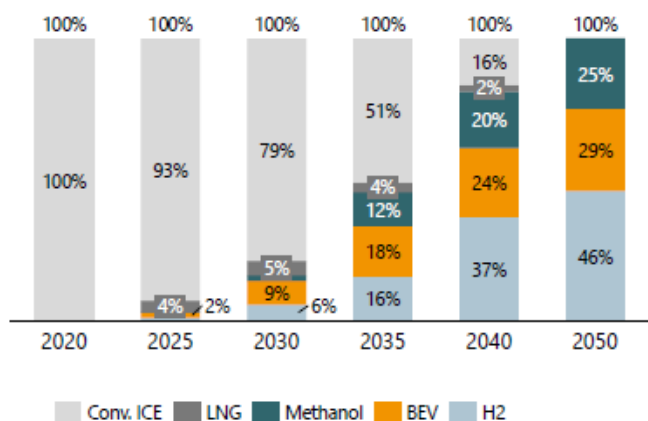


図11. 内陸水路および近海輸送の販売予測

- 海洋セクターのメタノール需要は短期的にはすでに増加しており、関連する状況として下記の紹介があった。

①欧州内外の海運からの排出量を削減するための強力な立法措置

- FuelEU Marineは、GHG排出量を2030年までに7%、2050年までに75%削減することを義務付けている。
- ETSの延長により、2024年から船舶運航者はTtW(Tank to Wake ; タンクから航跡まで)排出枠を購入することが義務付けられる。
- 再生可能エネルギー指令は、エネルギーキャリアの持続可能性基準と排出原単位を定義している。
- エネルギー課税指令の更新により、海運は免除されなくなり、エネルギー含有量とエネルギーキャリアの環境への影響に基づく新しい課税スキームが導入される。

②海運会社はメタノール燃料船を発注し、環境に優しいメタノール供給契約の確保を開始

- メタノールはLNGやアンモニア以外の長距離輸送の有望な将来のエネルギーキャリアと見なされている。
- メタノールへの関心が高まっており、コンテナ船会社はメタノール燃料船を発注している。
- コンテナ船会社Maerskは、2030 年までに推定年間メタノール需要が 600 万トンとなる 19 隻の大型コンテナ船を発注した。
- Maerskは、合計 150 万トン/年のバイオおよび e-メタノールの供給契約を締結しており、2030 年までにスペインで 200 万トン/年を目指して、エジプトとスペインでの生産の可能性をさらに調査している。
- メタノール運搬タンカーの中には、メタノールを使用して運航している船もある。

③メタノールパワートレイン技術は短期間で利用可能

- 技術的に実績のあるLNG パワートレイン技術搭載船はすでに数年前から運航されている。
- 近年の船舶の注文状況が示しているようにメタノールのパワートレイン技術は成熟している。
- アンモニアのパワートレインはメタノールほど成熟していないが、2030 年までに関連する商用利用が可能になると期待されている。

- 代替燃料を比較する場合、取り扱いが簡単で、中期的なコスト優位性により、バッテリー電気がオプションではない場合、メタノールは最も魅力的な代替燃料オプションになりうる。

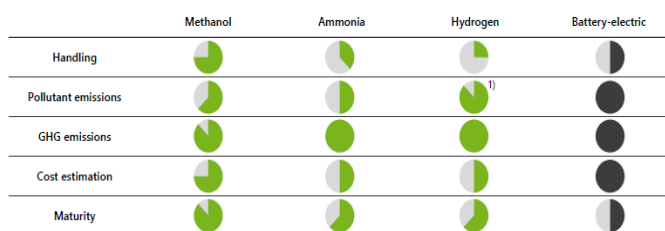


図12. 代替燃料比較

4-3.日本における GHG 削減

ヤンマーパワーテクノロジーの佐々木が日本における GHG 削減に関する動向を報告した。

- 日本政府は 2020 年 10 月に「2050 年までにカーボンニュートラルを目指す」と宣言し、「2050 年のカーボンニュートラルに向けたグリーン成長戦略」を策定した。グリーン成長戦略は 2050 年に向けて成長が期待される 14 の重点分野を選定し、野心的な目標を設定し、カーボンニュートラルに向けた民間企業の取り組みを全面的に支援することを目的としている。
- カーボンニュートラル実現に向け、2 兆円の「グリーンイノベーション基金」を設立し、本基金事業において 14 のプロジェクトを推進している。
- 経済産業省は GHG 削減目標の実現に向け、日本のエネルギー需給構造の転換を後押しすると同時に、安定的なエネルギー供給を確保するため、エネルギー関連法律の改正を実施した。
- 環境省では地球温暖化のために CCS(Carbon Capture and Storage)が必要であるとの認識から関連技術の実証・検討などの取り組みを実施している。
- 次世代燃料船の開発の一環として日本海事協会(NK)が代替燃料船舶ガイドライン第二版を発行。アンモニア燃料タグボート、アンモニア燃料アンモニア輸送船の基本設計承認を発行した。

5. 次回会議

次回会議は 2023 年 6 月に韓国 釜山で開催される CIMAC 釜山大会(2023/6/12~6/17)にあわせての開催が提案され、開催方法については、COVID-19 の状況も踏まえて今後、議長を中心にメンバー間で協議することとなった。