

シンガポール、マレーシア、 インドネシア及びタイにおける 船舶の次世代燃料への転換動向調査

2026年3月

一般社団法人 日本船用工業会
一般財団法人 日本船舶技術研究協会

はじめに

一般社団法人日本船用工業会では、我が国造船業・船用工業の振興に資するために、ボートレース事業の交付金による日本財団の助成金を受けて「造船関連海外情報収集及び海外業務協力事業を実施している。その一環としてジェットロ関係海外事務所を拠点として海外の海事関係情報収集を実施し、収集した情報の有効活用を図るため各種報告書を作成している。

2021年、日本政府は2050年までに国際海運からのGHG排出をネットゼロとする目標を掲げており、2023年、IMOにおいて「2050年頃までに国際海運からの温室効果ガス（GHG）の排出ゼロ」の目標が採択されている。

船用燃料の重油からの転換状況としては、世界におけるLNGの消費量でさえ全体のごく一部にとどまっており、海運分野の脱炭素化の進展は緩やかに進んではいないものの依然として限定的であるため、国際目標の達成に向けた条約改正等の進展が不可欠であるが、並行して、市場環境の整備や技術開発も重要な要素である。

このため、本調査では、世界全体における船用燃料の消費動向や代替燃料対応船の新造・改造隻数を俯瞰的に把握したうえで、世界最大のバンカリング拠点であるシンガポールおよび周辺国における代替燃料関連の政策・制度整備や供給動向、オーストラリアによるマレーシア等に対する海運脱炭素化支援について調査を行った。

ジェットロ・シンガポール事務所船用機械部
(一般社団法人 日本船用工業会共同事務所)
ディレクター 柴田 陽

目 次

1	世界における船用燃料の消費動向	1
2	シンガポール	4
2.1	海運脱炭素政策	4
2.1.1	MSDB2050 の注力分野	4
2.1.2	MSDB2050 における船用代替燃料、バンカリング基準およびインフラ	4
2.2	船用代替燃料のバンカリング状況	6
2.2.1	バンカリング供給量	6
2.2.2	LNG	10
2.2.3	バイオ燃料	12
2.2.4	メタノール	17
2.2.5	アンモニア	21
2.3	代替燃料支援策その他	27
2.3.1	海洋シンガポール環境イニシアチブ (MSGI)	27
2.3.2	資金供与	30
2.3.3	GCMD	32
2.3.4	電動船舶	34
2.3.5	水素燃料電池	42
3	マレーシア	44
3.1	海運脱炭素政策	44
3.2	代替燃料の動向	46
4	インドネシア	57
4.1	海運脱炭素政策	57
4.1.1	バイオディーゼル混合義務化	58
4.1.2	国家水素・アンモニアロードマップ	58
4.2	代替燃料の動向	60
4.3	代替燃料の生産	66
5	タイ	69
5.1	海事脱炭素政策	69
5.2	代替燃料の動向	71

略語一覧

略語	英語	和訳
ABS	American Bureau of Shipping	米国船級協会
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
AiP	Approval in Principle	基本設計承認
AISF	Archipelago and Island States	群島・島嶼国フォーラム
AIS	Automatic Identification System	自動船舶識別装置
ALAM	Akademi Laut Malaysia	マレーシア海事アカデミー
B10~B100	Biofuel blend with xx% bio-content	バイオ燃料混合率 xx%の船用燃料 (Bxx)
BAU	Business As Usual	現状維持ケース
BBGI	BBGI Public Company Limited	BBGI 社
Bio-CNG	Bio-Compressed Natural Gas	バイオ圧縮天然ガス
Bio-LNG	Bio Liquefied Natural Gas	バイオ LNG
Bio-VLSFO	Bio Very Low Sulfur Fuel Oil	バイオ低硫黄燃料油
BMA	Bangkok Metropolitan Authority	バンコク首都圏庁
BRIN	Badan Riset dan Inovasi Nasional	国家研究イノベーション庁
CFP	Call for Proposal	提案募集
CNG	Compressed Natural Gas	圧縮天然ガス
CO2	Carbon Dioxide	二酸化炭素
CSSC	China State Shipbuilding Corporation	中国船舶集団
DNV	DNV (Det Norske Veritas)	DNV (ノルウェー船級協会)
EA	Energy Absolute	エナジー・アブソリュート
eBDN	Electronic Bunker Delivery Note	電子バンカーデリバリーノート
ECA	Emission Control Area	排出規制海域
EMA	Energy Market Authority	エネルギー市場庁 (シンガポール)
EnDev	Energising Development	エネルギー開発支援プログラム
EOI	Expression of Interest	関心表明
ERP	Emergency Response Plan	緊急対応計画
EV	Electric Vehicle	電気自動車
EXIM	Export-Import Bank	輸出入銀行
FAME	Fatty Acid Methyl Ester	脂肪酸メチルエステル
FEED	Front End Engineering Design	基本設計
FID	Final Investment Decision	最終投資決定
FLNG	Floating Liquefied Natural Gas	浮体式液化天然ガス設備
FRP	Fiber Reinforced Plastic	繊維強化プラスチック
FS	Feasibility Study	実現可能性調査
FSRU	Floating Storage and Regasification Unit	浮体式貯蔵・再ガス化設備
GAIA	Green Ammonia Initiative from Aceh	アチェ・グリーンアンモニア構想
GCMD	Global Centre for Maritime Decarbonisation	海事脱炭素化グローバルセンター
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GHG	Greenhouse Gas	温室効果ガス
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit	ドイツ国際協力公社
H2Uppp	International Hydrogen Ramp-up Programme	国際水素導入促進プログラム
HAZID	Hazard Identification	危険源特定
HAZOP	Hazard and Operability Study	危険性・運転性評価
HDF	Hydrogène de France Energy	仏水素発電企業
HVO	Hydrotreated Vegetable Oil	水素化植物油
ICS	International Chamber of Shipping	国際海運会議所

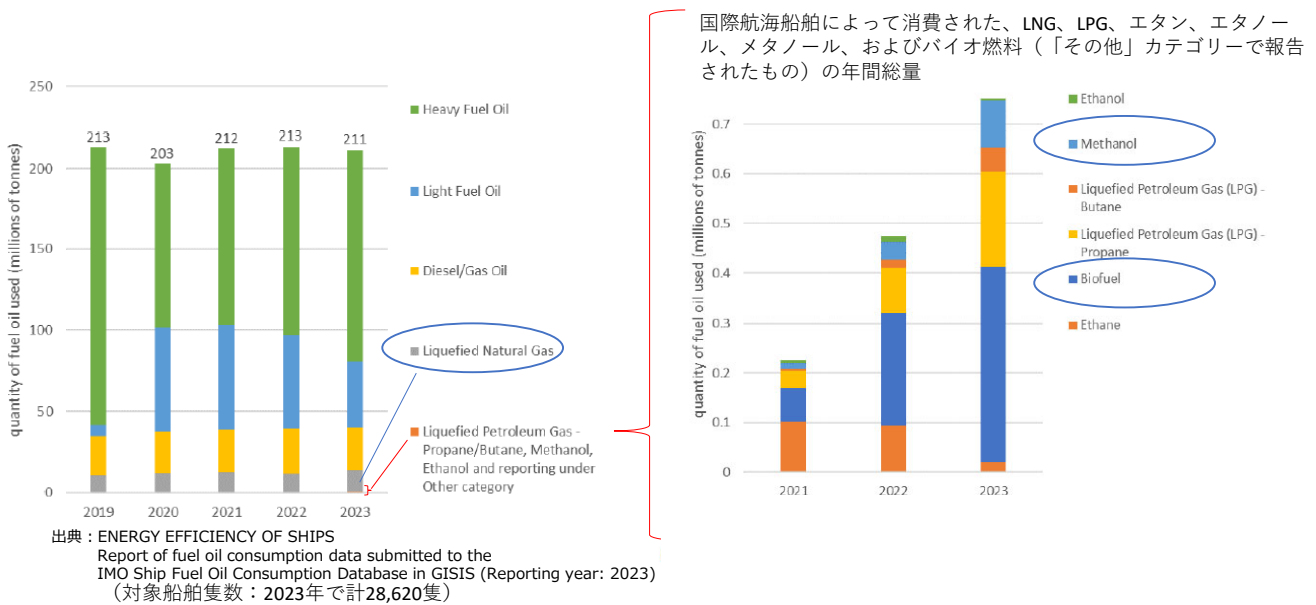
略語	英語	和訳
ILO	International Labour Organization	国際労働機関
JERA	Japan Energy for a New Era	JERA
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
JIGT	Jakarta Integrated Green Terminal	ジャカルタ統合グリーンターミナル
KTT	Krung Thep Thanakom Co.	Krung Thep Thanakom 社
kW	kilowatt	キロワット
Li-ion	Lithium-ion	リチウムイオン電池
LNG	Liquefied Natural Gas	液化天然ガス
LOI	Letter of Intent	意向表明書
LPG	Liquefied Petroleum Gas	液化石油ガス
LR	Lloyd' s Register	ロイド船級協会
LR2	Long Range 2 tanker	LR2 型プロダクトタンカー
LSFO	Low Sulphur Fuel Oil	低硫黄燃料油
LSMGO	Low Sulphur Marine Gas Oil	低硫黄マリンガスオイル
MEG	Maharani Energy Gateway	Maharani Energy Gateway
MEMR	Ministry of Energy and Mineral Resources	エネルギー鉱物資源省
MFM	Mass Flow Meter	質量流量計
MGO	Marine Gas Oil	マリンガスオイル
MINE	Mine Mobility / MINE Smart Ferry	MINE（電動フェリーブランド）
MISC	Malaysian International Shipping Corporation Berhad	マレーシア国際海運会社
MMMCZCS	Maersk Mc-Kinney Moller Center for Zero Carbon Shipping	マースク・マッキニー・モラー・ゼロカーボン海運センター
MPA	Maritime and Port Authority of Singapore	シンガポール海事港湾庁
MtCO ₂ eq	Million tonnes of CO ₂ equivalent	CO ₂ 換算百万トン
MW	Megawatt	メガワット
NDC	Nationally Determined Contribution	国が決定する貢献
NDC2.0	Nationally Determined Contribution 2.0	国が決定する貢献（第2版）
NDC3.0	Nationally Determined Contribution 3.0	国が決定する貢献（第3版）
NEA	Neuman & Esser	独技術企業
NEDO	New Energy and Industrial Technology Development Organization	新エネルギー・産業技術総合開発機構
NEP	National Energy Policy	国家エネルギー政策
NETR	National Energy Transition Roadmap	国家エネルギー転換ロードマップ
NRE	New & Renewable Energy	新・再生可能エネルギー
NTB	Nusa Tenggara Barat	西ヌサトゥンガラ州
NTP	National Transport Policy	国家運輸政策
OSRL	Oil Spill Response Limited	油流出対応機関
P4I	Partnerships for Infrastructure	インフラストラクチャー整備のためのオーストラリア政府のパートナーシップ
PAG	Perta Arun Gas	アチェ LNG 再ガス化事業者
PELINDO	Pelabuhan Indonesia	国営港湾運営会社
PETRONAS	Petroleum Nasional Berhad	マレーシア国営石油会社
PGN	Perusahaan Gas Negara	国営ガス会社
PIHC	Pupuk Indonesia Holding Company	国営肥料持株会社
PIM	Pupuk Iskandar Muda	肥料会社（PIHC 傘下）
PIS	Pertamina International Shipping	Pertamina 系国際海運会社
PLC	Public Limited Company	公開株式会社
PLN	Perusahaan Listrik Negara	国営電力会社
POME	Palm Oil Mill Effluent	パーム油工場廃液

略語	英語	和訳
PSA	PSA International	シンガポール港湾運営会社
PT	Perseroan Terbatas	株式会社（法人形態）
PTK	PT Pertamina Trans Kontinental	Pertamina 系海事サービス会社
PTP	Port of Tanjung Pelepas	Tanjung Pelepas 港
PTT	PTT Public Company Limited	タイ国営石油会社
QRA	Quantitative Risk Assessment	定量的リスク評価
RECF	Renewable Energy Creation Foundation	再生可能エネルギー創出財団
RFP	Request for Proposal	提案依頼
Ro-Ro	Roll-on/Roll-off	ロールオン・ロールオフ船
SAF	Sustainable Aviation Fuel	持続可能な航空燃料
SIMOPS	Simultaneous Operations	同時作業
SMA	Singapore Maritime Academy	シンガポール海事アカデミー
SS	Singapore Standard	シンガポール規格
STS	Ship-to-Ship	船舶間移送
TR	Technical Reference	技術指針
TSB	Thai Smile Bus	タイ・スマイル・バス
TTA	Thoresen Thai Agencies	Thoresen Thai Agencies
UCO	Used Cooking Oil	使用済み食用油
UCOME	Used Cooking Oil Methyl Ester	使用済み食用油由来メチルエステル
ULSFO	Ultra Low Sulphur Fuel Oil	超低硫黄燃料油（0.1%）
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change	国連気候変動枠組条約
VLCC	Very Large Crude Carrier	超大型原油タンカー
VLSFO	Very Low Sulphur Fuel Oil	超低硫黄燃料油（0.5%）
Wh	Watt hour	ワット時
X62DF-A	X62DF-A dual-fuel engine	アンモニア対応二元燃料エンジン

1 世界における船用燃料の消費動向

世界全体の船用燃料の消費量については、Fourth IMO GHG Study 2020 によると、2017 年時点で年間 2 億 7,600 万トン、うち国際航海船舶 80%、国内航海船舶 18%、漁船 2%の内訳となっている。また、世界全体の販売量については、2023 年時点で約 2 億 3,310 万トンと推計がある¹。総トン数 5,000 トン以上の国際航海船舶の消費実績²（2023 年）をみると、重油などの従来型化石燃料が殆どを占める状態であり、代替燃料の占める割合は LNG6%、バイオ燃料 0.2%、メタノール 0.04%となっている。

図 1 総トン数 5,000 トン以上の国際航海船舶の年間燃料消費実績



¹ Ship & Bunker 記事に掲載されている IMO データより <https://shipandbunker.com/news/world/427643-bunker-demand-major-hubs-average-39-gain-despite-tariffs>

² ENERGY EFFICIENCY OF SHIPS, Report of fuel oil consumption data submitted to the IMO Ship Fuel Oil Consumption Database in GISIS (Reporting year: 2023)

表 1 世界のバンカリング港上位 10 位の販売量

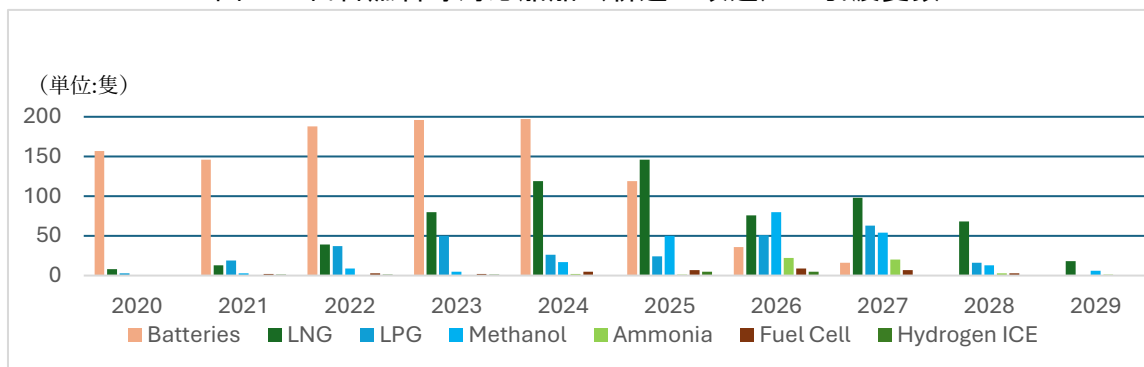
単位：100 万トン

順位	港	2024 年 販売量	前年比 増加量	前年比 伸び率	地域
1	シンガポール	54.92	3.1	5.98%	アジア太平洋
2	ロッテルダム	9.8	-0.1	-1.01%	欧州
3	フジャイラ	7.5	0.02	0.27%	中東
4	舟山	7.26	0.22	3.12%	アジア太平洋
5	アントワープ・ブルージュ	6.51	0.36	5.85%	欧州
6	釜山	6.24	0.46	7.96%	アジア太平洋
7	香港	5.7	0.6	11.76%	アジア太平洋
8	パナマ	5.1	0.19	3.87%	アメリカ大陸
9	ジブラルタル	4.77	0.23	5.07%	欧州
10	上海	4.13	0.72	21.11%	アジア太平洋

出典：Bunker Market 記事 2025 年 10 月 22 日³

代替燃料対応船等（新造・改造）の引渡隻数ベースでは、バッテリーが旅客カーフェリーをはじめ幅広い船種で採用されて長らく首位を維持していたが、2024 年にピークアウトしている。コンテナ船への採用が進んだ LNG が、2025 年にバッテリーに代わりトップ。メタノールが猛追しているほか、アンモニアなども増えてきており、代替燃料の多燃料化が進行している。

図 2 代替燃料等対応船舶（新造・改造）の引渡隻数



	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Batteries	157	146	188	196	197	119	36	16	0	0
LNG	8	13	39	80	119	146	76	98	68	18
LPG	3	19	37	50	26	24	51	63	16	0
Methanol	0	3	9	5	17	50	80	54	13	6
Ammonia	0	0	0	0	2	1	22	20	3	1
Fuel Cell	0	2	3	2	5	7	9	7	3	0
Hydrogen ICE	0	1	1	1	0	5	5	0	0	0
計	168	184	277	334	366	352	279	258	103	25

出典：DNV Alternative Fuels Insight

³ <https://bunkermarket.com/global-top-10-bunkering-ports-2024-rankings-combined-volume-hit-111-93m-mt/>

表 2 代替燃料等対応船の船種割合（2026年1月時点の既存船及び引渡予定船舶）

	Batteries		LNG		LPG		Methanol		Ammonia		Onboard CCS		Fuel Cell		Hydrogen ICE	
	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%
Crude oil tankers	8	0.6%	67	9.3%	0	0.0%	1	0.4%	3	6.1%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
Oil/Chemical tankers	14	1.0%	23	3.2%	0	0.0%	40	16.1%	2	4.1%	6	13.6%	1	2.5%	0	0.0%
Gas tankers	0	0.0%	13	1.8%	300	100%	0	0.0%	23	46.9%	2	4.5%	0	0.0%	0	0.0%
Bulk carriers	14	1.0%	66	9.2%	0	0.0%	32	12.9%	11	22.4%	6	13.6%	2	5.0%	0	0.0%
Container ships	10	0.7%	314	43.6%	0	0.0%	147	59.3%	1	2.0%	25	56.8%	5	12.5%	0	0.0%
Car carriers	0	0.0%	157	21.8%	0	0.0%	13	5.2%	4	8.2%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
Ro-Ro cargo ships	61	4.4%	6	0.8%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	1	2.3%	1	2.5%	0	0.0%
General cargo ships	40	2.9%	6	0.8%	0	0.0%	0	0.0%	1	2.0%	3	6.8%	0	0.0%	0	0.0%
Cargo vessels	10	0.7%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
Car/Passenger ferries	433	31.4%	23	3.2%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	9	22.5%	1	7.1%
RoPax	16	1.2%	9	1.2%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
Cruise ships	33	2.4%	17	2.4%	0	0.0%	1	0.4%	0	0.0%	0	0.0%	14	35.0%	0	0.0%
Offshore supply ships	128	9.3%	2	0.3%	0	0.0%	0	0.0%	2	4.1%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
Other offshore vessels	127	9.2%	0	0.0%	0	0.0%	5	2.0%	0	0.0%	1	2.3%	0	0.0%	0	0.0%
Fishing vessels	110	8.0%	3	0.4%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
Tugs	59	4.3%	8	1.1%	0	0.0%	3	1.2%	2	4.1%	0	0.0%	0	0.0%	6	42.9%
Yachts	13	0.9%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
Other activities	304	22.0%	7	1.0%	0	0.0%	6	2.4%	0	0.0%	0	0.0%	8	20.0%	7	50.0%
計	1380	100%	721	100%	300	100%	248	100%	49	100%	44	100%	40	100%	14	100%

表 3 代替燃料等対応船の新造・改造別割合（2026年1月時点の既存船及び引渡予定船舶）

	Batteries		LNG		LPG		Methanol		Ammonia		Onboard CCS		Fuel Cell		Hydrogen ICE	
	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%
新造	1097	79%	707	98%	281	94%	212	85%	46	94%	4	9%	30	75%	14	100%
改造	276	20%	14	2%	19	6%	36	15%	3	6%	40	91%	10	25%	0	0%
不明	7	1%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
計	1380	100%	721	100%	300	100%	248	100%	49	100%	44	100%	40	100%	14	100%

出典：DNV Alternative Fuels Insight

2 シンガポール

2.1 海運脱炭素政策

2.1.1 MSDB2050 の注力分野

2022年、シンガポール政府は、海事産業の脱炭素化に向けて、世界をリードするハブ港および国際海事センターとしての取り組む長期戦略「Maritime Singapore Decarbonisation Blueprint 2050 (MSDB2050)」を策定し、以下の7分野に重点的に注力する方針を示している。

表 4 MSDB2050 の注力分野

① 港湾ターミナル	よりクリーンなエネルギーの導入、自動化、デジタル化を通じて、低炭素の将来へ移行 ・2030年までに：2005年比で排出量 60%削減 ・2050年までに：ネットゼロ排出を達成
② 国内港内作業船（ハーバークラフト）	すべての港湾内船舶は、2030年までに低炭素エネルギーで運航 ・2030年までに：2021年比で排出量 15%削減 ・2050年までに：2030年比で排出量 50%削減
③ 船用代替燃料、バンカリング基準およびインフラ	国際海運の将来を支えるマルチ燃料移行に備える。マルチ燃料バンカリング移行（Multi-Fuel Bunkering Transition）低炭素・ゼロカーボンの海洋燃料を供給し、グリーン技術の導入を可能にする体制を構築する
④ シンガポール船籍登録（SRS）	グリーン船の運航に取り組む船主を評価・奨励し、2050年までに SRS 船隊の 50%をグリーン船舶とする
⑤ IMO（国際海事機関）およびその他の国際的枠組みにおける取り組み	IMO および国際フォーラムにおいて、強固で信頼性が高く、包摂的な気候行動を提唱し、基準設定者・橋渡し役（Standard-Setter and Bridge-Builder）となる
⑥ 研究開発および人材育成	イノベーションの開発・展開を可能にする人材と専門性を備えた活気あるエコシステムにより、海事脱炭素化 R&D のグローバル拠点となる
⑦ 脱炭素化啓蒙、炭素会計、グリーンファイナンス	グリーンファイナンスの環境整備を促進し、カーボン会計・報告を強化し、グリーン海事金融ハブを目指す

出典：MSDB2050 文書⁴

7分野のうち、代替燃料に関連する③船用代替燃料、バンカリング基準およびインフラについて概説する。

2.1.2 MSDB2050 における船用代替燃料、バンカリング基準およびインフラ（概要）

(1) 戦略的方针

シンガポールは、世界最大のバンカリング（船舶燃料供給）ポートとして、国際海運の脱炭素化を支えるために、多様な低炭素・ゼロカーボン燃料の供給体制を整備する「マルチ燃料（Multi-Fuel）」戦略を採用する。特定の燃料を推奨するのではなく、業界の技術進歩と市場の需要に応じた柔軟なインフラ構築を目指す。

⁴ <https://www.mpa.gov.sg/maritime-singapore/sustainability/maritime-singapore-decarbonisation-blueprint>

(2) 船用代替燃料の展望

燃料の変遷は、技術の成熟度と可用性に基づき、以下の段階を経て進むと予想される。

- ・短期的（現在～2030年）：移行燃料の普及

LNG （液化天然ガス）	従来の重油と比較して CO2 排出量を約 20～25%削減できる主要な移行燃料である。シンガポールは既に LNG バンカリングの体制を整えており、さらなる需要増に対応する。
バイオ燃料	既存のエンジンや供給設備をそのまま活用できる「ドロップイン燃料」として、最も即効性のある選択肢である。バイオ燃料混合油（B24 等）の供給を拡大する。

- ・中長期的（2030年～2050年）：ゼロカーボン燃料への転換

メタノール（e-メタノール / バイオメタノール）	取り扱いが比較的容易であり、合成燃料（e-fuel）としての普及が期待される。
バイオ LNG	既存の LNG インフラを転用できるネットゼロ・オプションとして位置づける。
アンモニア	燃焼時に CO2 を排出しないため、長距離航行船の本命視されている。安全な供給プロトコルの策定とインフラ整備を優先課題とする。
水素	究極のクリーン燃料であるが、貯蔵や運搬における技術的課題が多い。液化水素や水素キャリアとしての活用を研究開発（R&D）レベルで継続する。

(3) 燃料補給基準（バンカリング・スタンダード）の策定

- ・安全かつ信頼性の高い燃料取引を実現するため、シンガポールは国際標準に先駆けて独自の技術参照（Technical Reference: TR）を策定し、これを国際海事機関（IMO）や国際標準化機構（ISO）の標準作りに反映させる。
- ・メタノール供給基準：安全な燃料転送プロセス、質量流量計（MFM）による正確な計量、および作業員の安全トレーニング要件を確立する。
- ・アンモニア供給基準：毒性と腐食性を考慮した厳格な安全基準を、リスクアセスメントに基づき策定する。
- ・デジタルの活用：燃料供給の透明性とトレーサビリティを確保するため、デジタル燃料納品書（e-BDN）を全ての燃料種において義務化する。これにより、燃料のライフサイクル全体の排出量（Well-to-Wake）の正確な把握を可能にする。

(4) インフラ整備の推進

- ・将来の需要に応えるため、物理的な供給・貯蔵拠点を段階的に整備する。
- ・ジュロン島のハブ化：石油化学コンビナートが集まるジュロン島を、代替燃料の輸入・貯蔵・分配の中核拠点とする。アンモニアによる発電と船舶への供給を統合したインフラモデルを開発する。
- ・バンカリング船の近代化：低炭素・ゼロカーボン燃料専用の給油船（バンカー・タンカー）の建造を促進し、国内港湾船舶（Harbour Craft）の電動化・低炭素化と歩調を合わせる。
- ・ライセンス制度の運用：燃料の種類ごとに供給事業者のライセンスを管理し、シンガポール標準（Singapore Standard）の遵守を徹底させることで、供給品質の世界的優

位性を維持する。

(5) グリーン海事回廊（Green Shipping Corridors）の構築

- ・ 特定の航路において、主要な寄港地と協力して代替燃料の供給網を構築する。
- ・ ロッテルダム、ロサンゼルス、上海、および日本の主要港との連携を強化。
- ・ エンド・ツー・エンド（荷主から荷受人まで）での脱炭素化を実証するパイロットプロジェクトを実施し、商用化の課題（コストや規制）を特定・解決する。

表 5 船用代替燃料導入に向けた枠組み

将来の船用燃料導入フレームワーク			
供給	流通インフラ		需要
船用燃料の供給量を十分に確保する	バンカリングのための流通インフラおよびガイドラインを整備する		需要創出
開発施策			
バンカーライセンス：将来の船用燃料供給事業者を誘致・定着させ、市場の形成を促進	支援制度：流通インフラの整備を支援する制度 バンカリング基準：品質および安全を確保するための、バンカリング運用に関する技術指針（Technical Reference）および規格		将来燃料を使用する新造船等を通じて需要を定着・拡大するための制度 次世代船用燃料の採用を促進するための制度
導入準備度評価			
健康・安全・環境	経済性	技術的実現可能性	拡張性
将来の船用燃料に関する取り組みの妥当性を確保するための継続的評価			

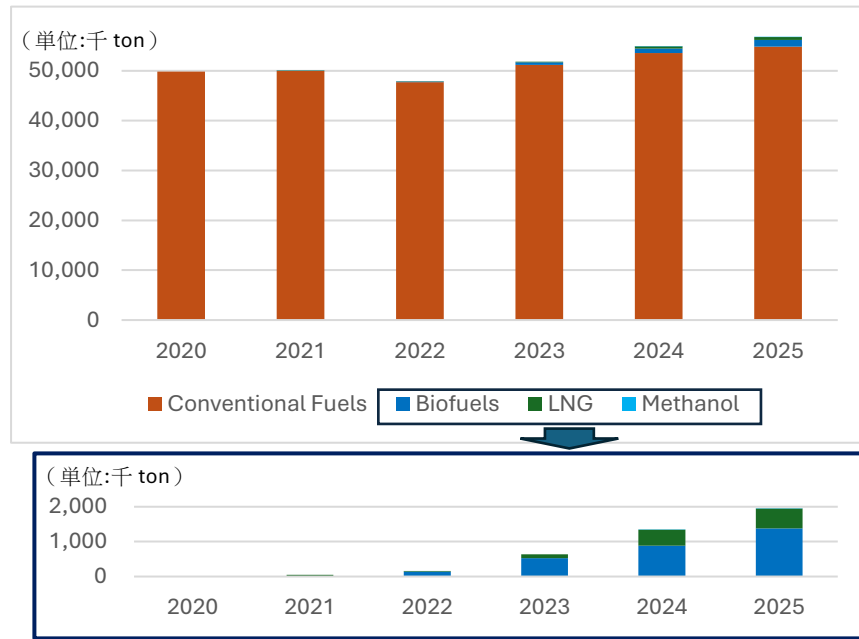
出典：MSDB2050

2.2 船用代替燃料のバンカリング状況

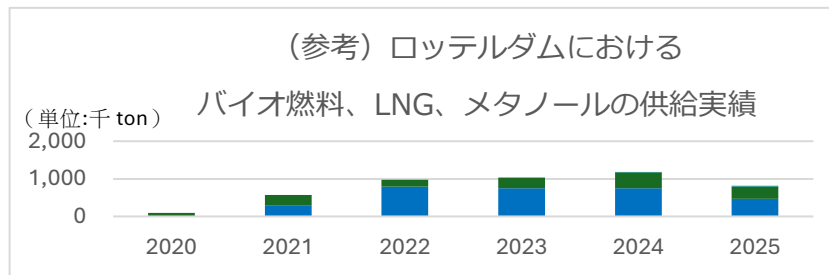
2.2.1 バンカリング供給量

シンガポールにおける船用燃料については、代替燃料の販売量はまだごくわずかであるが、近年、バイオ燃料の販売量も大きな伸びを示している。代替燃料のバンカリング供給量では、世界第2位のロッテルダムが先行していたが、シンガポールが追随し、2024年には追い越している。

図 3 シンガポールにおけるバンカリング供給実績



出典：MPA データより作成



出典：ロッテルダム港ウェブサイトより作成

B100 を除くバイオ燃料の販売量は、2022 年の約 14 万トンから 2025 年には 135 万トンへと約 9.7 倍に増加した。シンガポールでは B24 や B30 のバイオ燃料に関する実証実験が実施され、商業供給も開始している。従来、バイオディーゼル含有率が 24% を超える燃料（B30 以上）については、通常の本カリング船ではなく、IMO Type II ケミカルタンカーの使用が求められていたが、B30 までについては通常の本カリング船による供給が認められるようになり、より高い混合率のバイオ燃料も供給しやすくなっている。バイオ燃料の中では、バイオ燃料混合 LSFO の販売量が最も多く、2025 年の販売量は 96 万 9,200 トンであった。また、B100 の供給も開始されており、2025 年には 2 万 2,500 トンが販売されている。

LNG の販売量は全体的に増加傾向にある。2021 年の 4 万 9,200 トンから、2022 年にはロシアによるウクライナ侵攻を背景とした LNG 価格の高騰などにより、一時的に 1 万 6,300 トンまで減少したものの、その後は回復基調となり、2025 年には 57 万 1,400 トンと 4 年間で約 12 倍に増加している。

メタノールについては、2025 年までは実証段階にあり、供給量は 2023 年に 300 トン、2024 年に 1,600 トン、2025 年に 3,000 トンと段階的に増加している。MPA は 2025 年 11

月に3社に対してメタノールバンカリングライセンスを付与しており、2026年1月からライセンス事業者による商業供給が開始されている。

アンモニアについては、船用燃料としての供給実績はゼロであるが、アンモニア燃料船およびアンモニアバンカリング船の建造プロジェクトや実証実験の計画は進められている。

表6 シンガポールにおける船用燃料の供給量の推移

単位：千トン

ボイラー種類	MDO	バイオ燃料混合MDO	MGO	バイオ燃料混合MGO	LSMGO	バイオ燃料混合LSMGO	MFO	バイオ燃料混合MFO	LSFO	バイオ燃料混合LSFO	ULSFO	バイオ燃料混合ULSFO	B100	LNG	メタノール	アンモニア	合計	バイオ燃料合計(B100を除く)
2015	1.5	0.0	936.2	0.0	784.6	0.0	43,409.0	0.0	24.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	45,155.5	0.0
2016	0.5	0.0	853.4	0.0	1,136.7	0.0	46,496.2	0.0	127.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	48,614.5	0.0
2017	0.1	0.0	736.1	0.0	1,285.1	0.0	48,469.5	0.0	145.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	50,637.2	0.0
2018	0.0	0.0	746.8	0.0	1,539.0	0.0	47,181.0	0.0	332.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	49,798.8	0.0
2019	0.8	0.0	792.0	0.0	3,089.9	0.0	38,101.7	0.0	5,479.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	47,464.4	0.0
2020	0.2	0.0	633.0	0.0	4,062.2	0.0	10,653.3	0.0	34,083.7	0.0	400.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	49,833.0	0.0
2021	0.0	0.0	360.3	0.0	3,722.0	0.0	13,034.9	0.0	32,871.6	2.0	0.0	0.0	0.0	49.2	0.0	0.0	50,040.0	2.0
2022	0.0	0.0	140.5	0.0	3,612.6	0.0	13,992.1	0.0	29,995.0	140.1	0.0	0.0	0.0	16.3	0.0	0.0	47,896.6	140.1
2023	0.0	0.0	223.5	0.0	3,547.5	0.2	16,716.7	5.6	30,701.4	518.0	0.0	0.0	0.0	110.9	0.3	0.0	51,824.0	523.8
2024	1.1	0.3	96.7	0.8	3,748.1	10.0	20,147.9	89.3	29,578.8	779.9	2.5	2.6	0.0	461.0	1.6	0.0	54,920.6	882.8
2025*	0.0	0.0	32.7	0.0	4,242.0	9.7	21,712.0	373.5	28,829.4	969.2	5.8	0.7	25.5	571.4	3.0	0.0	56,774.9	1,353.1

MDO Marine Diesel Oil
MGO Marine Gas Oil
LSMGO Low-Sulphur Marine Gas Oil
MFO Marine Fuel Oil
LSFO Low Sulphur Fuel Oil
ULSFO Ultra-Low Sulphur Fuel Oil

出典：MPA データより作成

ロッテルダム港と比較すると、同港におけるバイオ燃料の供給量は、2024年に75万7,300トン、2025年は第3四半期までで48万2,163トンとなっている。LNGについては、2024年に94万1,366m³、2025年第3四半期までに73万5,959m³が供給されており、これはトン換算ではそれぞれ42万3,615トン、33万1,181トンとなる。シンガポールのバイオ燃料供給量は2024年に88万2,800トン、LNG供給量は46万1,000トンであり、総燃料供給量ではシンガポールが圧倒的に多いものの、バイオ燃料およびLNGに限ると、両港の間に大きな差はない。

メタノールについては、ロッテルダム港では化石燃料由来のものが2021年に250トン、2022年に1,500トン供給されたが、その後はe-メタノールへと移行している。e-メタノールの供給量は、2023年に750トン、2024年に3,946トン、2025年は第3四半期までに1万1,819トンとなっている。一方、シンガポールのメタノール供給量は2025年に3,000トンであった。化石燃料由来かe-メタノールかの区分は公表されていない。しかし、メタノールバンカリングのライセンス公募では、「炭素強度(Well-to-Wake)が95gCO₂e/MJを超えない船用メタノール燃料のみを供給すること」が義務付けられている。e-メタノールに限定されないものの、化石由来の従来型メタノールは原則として供給できない仕様となっている。

表 7 ロッテルダム港の船用燃料供給量の推移

化石燃料

年度/ 単位	Fuel Oil	ULSFO	VLSFO	HSFO	MGO	MDO	Methanol	LNG	合計
	トン	トン	トン	トン	トン	トン	トン	m3	トン
2015	8,738,510	-	-	-	1,454,307	148,673	-	-	10,341,490
2016	8,483,644	-	-	-	1,269,922	123,741	-	224	9,877,408
2017	8,255,467	-	-	-	1,235,243	130,861	-	3,360	9,623,083
2018	7,918,852	-	-	-	1,208,674	92,124	-	21,242	9,229,209
2019	7,174,099	-	-	-	1,307,375	178,205	-	71,555	8,691,879
2020	7,517,984	0	0	0	1,220,426	399,220	-	210,334	9,232,280
2021	-	814,333	4,059,891	2,674,254	1,000,833	741,783	250	603,690	8,663,004
2022	-	820,128	3,858,798	3,102,697	1,152,301	715,520	1,500	406,599	9,835,742
2023	-	795,123	3,382,528	3,090,472	959,984	653,989	-	619,243	9,160,756
2024	-	748,186	3,076,817	3,330,327	1,027,724	455,608	-	941,366	9,062,277
2025	-	645,743	2,104,297	2,615,947	914,654	273,467	-	735,959	6,885,290

バイオ燃料

年度/ 単位	Bio- ULSFO	Bio- VLSFO	Bio- HSFO	Bio- MGO	Bio- MDO	Bio Methanol	Bio- LNG	合計
	トン	トン	トン	トン	トン	トン	m3	トン
2015	-	-	-	-	-	-	-	-
2016	-	-	-	-	-	-	-	-
2017	-	-	-	-	-	-	-	-
2018	-	-	-	-	-	-	-	-
2019	-	-	-	-	-	-	-	-
2020	-	-	-	-	-	-	-	-
2021	31,824	149,542	69,230	34,034	16,421	-	531	301,290
2022	45,940	634,909	70,100	32,846	6,844	-	-	790,851
2023	33,840	599,938	62,864	46,436	7,810	750	-	751,638
2024	95,413	439,227	164,028	36,326	17,112	3,946	2,775	757,300
2025	61,440	239,198	90,445	69,141	7,549	11,819	5,712	482,163

出典：ロッテルダム港ウェブサイトより作成

2.2.2 LNG

表 8 LNG のバンカリング状況

実証	ガイドライン	ライセンス	商業供給
2017年7～9月：LNGトラックから船舶へのバンカリングを実証 港内での安全性や運用手順を確認	2017年4月：シンガポール独自の技術ガイドライン TR 56 (LNG Bunkering Technical Reference) を発表 (Launched officially on 28 Apr 2017 なので発表) 港内 LNG バンカリングに必要な設備要件・作業手順・安全距離・適格作業員基準などを明記	2016年1月：2事業者 (Pavilion Energy Singapore、FueLNG) にライセンスを付与	2017年9月：FueLNG がトラックから船舶へのバンカリングを実施 2019年5月：Ship to Ship (STS) の LNG バンカリングを開始 (Pavilion Energy)
	2026年第2四半期予定：TR 56 を基に TR シンガポール国家規格 (SS) として基準化 (義務化)	2021年2月：Total Energies MarineFuels にライセンスを付与 2024年12月：供給拡大のための sea-based モデルへの関心表明 (EOI) の募集 2026年1月：ライセンスの追加募集を開始 供給対象に Bio-LNG 及び e-メタンを追加可能	2021年9月：STS 形式で供給開始 (FueLNG)

出典：MPA ウェブサイト、各社プレスリリース、報道などより作成

実証

シンガポールにおける LNG バンカリングは、2017年7月に Pavilion Energy が実施した、トラックから船舶への LNG バンカリング実証を起点として、本格化した。その後、2019年5月には、Pavilion Energy が船舶間 (Ship-to-Ship : STS) 方式による LNG バンカリングを開始した。当時は LNG バンカリング船がまだ就航していなかったため、同社はバンカリング船を用船する形で商業供給を行っていた。

一方、FueLNG も 2017年9月に初めてトラックから船舶への LNG バンカリングを実施しており、2021年5月には、自社所有の LNG バンカリング船を用いた STS 方式による LNG バンカリングを開始した。これらはいずれも実証ではなく、商業ベースでの供給として位置付けられている。

ガイドライン

技術面では、MPA は 2017年4月に、LNG バンカリングに関する包括的な技術的枠組みを定めた技術指針「TR 56」を策定している。同指針は、LNG バンカリングにおける安全管理、運用手順、設備要件などを体系的に整理したものであり、シンガポールにおける LNG バンカリング実務の基礎となっている。TR 56 は、2026年を目途にシンガポール規格 (Singapore Standard : SS) へ格上げされる予定となっており、LNG バンカリングに関する国内標準としての位置付けが一層明確化される見通しである。

ライセンス

シンガポールでは、LNG バンカリングについて 2010 年頃から検討が進められてきた。2010 年は、同国において LNG 輸入ターミナルの建設が開始された年でもあり、エネルギーインフラ整備と並行して、船用燃料としての LNG 活用が視野に入れられていた。2016 年には、Pavilion Energy⁵および FueLNG⁶の 2 社に対し、LNG バンカリングライセンスが付与された。その後、2021 年には TotalEnergies Marine Fuels⁷にもライセンスが付与され、2026 年 2 月時点で、シンガポールにおける LNG バンカリング事業者は 3 社体制となっている。

さらに、2026 年 1 月 14 日、MPA は新たな LNG バンカリング事業者のライセンス申請募集を開始した。この募集では、従来の化石由来 LNG に加え、液化バイオメタン（バイオ LNG）や e-メタンの供給も許可対象に含まれている。このライセンス募集に先立ち、2024 年 12 月には関心表明（EOI）が実施され、エネルギー会社、燃料サプライヤー、商社、バンカーオペレーター、貯蔵事業者など 18 社から 14 件の提案が提出された。このうち 8 件は、バイオメタンまたは e-メタンを含む内容であり、低炭素 LNG への関心の高さがうかがえる。

なお、シンガポールはロッテルダム港と 2022 年に、バイオ燃料や e-メタンを含む代替燃料の実証実験も含む協力の枠組みである Green & Digital Shipping Corridor 設立の覚書を締結しており、2025 年 3 月に協力を強化する合意書に署名した。新たな合意書では、e-メタンを含む合成燃料に焦点を当てることになっている。

⁵ シンガポール政府系投資会社テマセク・ホールディングス傘下として設立され、2025 年 4 月に Shell が買収

⁶ Keppel Offshore & Marine [現 Seatrium] と Shell の合弁会社

⁷ フランスのエネルギー大手 TotalEnergies の子会社

2.2.3 バイオ燃料

表 9 バイオ燃料のバンカリング状況

実証	ガイドライン	ライセンス	商業供給
2021年4月：バイオ燃料のバンカリングを実証、安全性や燃料の挙動・エンジン性能を評価			
2022年2月：B24のバンカリングを実証 2022年10月：GCMDのバイオ燃料実証実験第1ラウンド開始、2023年4月までの実証でChevronがB20とB24を供給 2022年12月：GCMDのバイオ燃料実証実験第2ラウンド開始、TotalがB24供給	2022年10月：シンガポール独自の暫定標準Workshop Agreement WA 2:2022 (Specification for marine biofuel) を公表、仕様・性質・試験方法・取扱を規定。シンガポール港内でバイオ燃料を供給する枠組みを提示		2022年3月：B10の供給開始 (Total) 2022年7月：B20の供給開始 (Total)
			2023年2月：B24の供給開始 (Total)
2024年5月：GCMDとNYKがB24バイオ燃料を6カ月連続使用する実証「Project LOTUS」を開始	2024年5月：ISO 8217:2024 (Products from petroleum, synthetic and renewable sources) を改訂 従来燃料に加えてバイオ燃料、合成燃料等を追加		2024年3月：B30の供給開始 (Vitol) 2024年5月：B100の供給開始 (METS、三井物産子会社)
	2025年5月：シンガポール独自の技術ガイドライン TR 140 : 2025 (Specification for marine biofuel) を公表。シンガポール国内での供給・検査・保管・取扱手順を具体的に規定し、ISO 8217:2024 を補完	2025年3月：従来燃料のライセンス保有事業者は、B30まで供給可能 B30を超える場合は別途承認が必要 (Cir.No. 04 OF 2025)	

出典：MPA ウェブサイト、各社プレスリリース、報道などより作成

実証

2021年4月、シンガポール港で初となるバイオ燃料バンカリングの実証実験が相次いで実施された。まず、豪州の資源大手 BHP、ドイツのバルク船オペレーター Oldendorff Carriers、オランダのバイオ燃料供給会社 GoodFuels が連携し、Oldendorff Carriers が運航するケープサイズ・バルクキャリア「Kira Oldendorff」に対して、GoodFuels が供給したバイオ燃料と従来燃料のブレンド燃料を、シンガポール港においてバンカリングした。この実証では、既存エンジンで使用可能な「ドロップイン型」燃料の運用性、安全性、ならびに排出削減効果が検証された。あわせて同時期には、豊田通商のシンガポール子会社

である豊田通商ペトロリアムが、廃食油や植物油を原料とするバイオ燃料を用いたバンカリング実証を、シンガポール港内で実施した。

また、シンガポールの海事脱炭素化国際センター（GCMD）は、業界企業と共同で4件の実証実験を実施している。これらの実証実験では、シンガポール、オランダのフリッシンゲン、ロッテルダム、の3港を対象に、サプライチェーン全体の試験として、コンテナ船、タンカー、ガス運搬船の各セグメントに属する7隻の船舶へのバンカリングが実施された。実証では、VLSFO、HSFO、MGOにHVOや使用済み食用油由来メチルエステル（Used Cooking Oil Methyl Ester：UCOME）など、既に市場に流通しているバイオ燃料を最大30%混合したバイオ燃料ブレンドが使用された。また、これまで船用燃料としての実証実験が行われたことのない藻類由来バイオ燃料も使用された。2024年7月18日、GCMDはこれらすべての実証実験を終了したと発表している。

GCMDによると、4件すべての実証実験において、従来の化石燃料と比較して、

- ・ タンク・トゥ・ウェイク基準で24%の削減
- ・ ウェル・トゥ・ウェイク基準で20.3%の削減

が達成された。

これらの実証実験を基に、GCMDは2024年6月に「海事サプライチェーン全体におけるバイオ燃料劣化傾向の追跡（Tracking the Propensity of Biofuels Degradation Across the Maritime Supply Chain）」、2025年8月に「バイオ燃料認証のためのトレーサー：船用燃料サプライチェーンにおけるトレーサー技術の有効性評価（Tracers for biofuels authentication: Evaluating the efficacy of tracer technologies in marine fuel supply chains）」のレポートを発表している。これらのレポートは、GCMDのウェブサイト⁸から入手できる。

また、日本郵船等が実施した「プロジェクト LOTUS」では、次の項目がプロジェクトのスコープとなっていた。

- ・ 使用済み食用油（UCO）由来 FAME を 24% 混合した VLSFO を使用し、船舶性能の長期的な影響を評価
- ・ バイオディーゼルを長期間使用した場合の保守・整備上の必要性および運航への影響を特定
- ・ 船上における燃料品質およびそのばらつきを評価
- ・ インタビューを通じて、利用者（船主・運航者）の知見・所感を収集

プロジェクトを実施した日本郵船は、2024年5月から6か月間にわたる実験の結果として、バイオ燃料（B24）は、長期の使用および保管においてもエンジン性能や燃料供給システムに悪影響を及ぼすことなく、安定した運航が可能であることが確認されたと発表している。機器の摩耗や腐食の兆候は見られず、潤滑油やフィルター類も通常どおりの性能を維持していたほか、保管後の燃料品質は ISO 8217 規格の範囲内に収まっており、微生物汚染の発生も確認されなかった。

GCMD はプロジェクト LOTUS の結果について、「プロジェクト LOTUS：船舶運航におけるバイオ燃料の継続的使用による長期的影響（Project LOTUS: Long-term impact of

⁸ <https://gcformd.org/our-publications/?page=2>

continuous use of biofuels on vessel operations)」と題した報告書を 2025 年 9 月に公表している⁹。

なお、バイオ燃料については、実証実験と並行して商業供給も行われている。2022 年 3 月には B10、2022 年 7 月には B20、2023 年 2 月には B24 の供給が開始されており、いずれも TotalEnergies Marine Fuels によって供給された。さらに、2024 年 3 月にはオランダの Vitol が B30 の供給を開始し、2024 年 5 月には三井物産の子会社である METS が B100 の供給を開始している。

ガイドライン

バイオ燃料に関する規制・基準面では、シンガポールは 2022 年 10 月に、脂肪酸メチルエステル (FAME) 系バイオ燃料を対象とした暫定基準「WA 2:2022」を発表していたが、2025 年 5 月には、新たに「船用バイオ燃料技術指針 (TR140:2025)」を公表した。TR140:2025 は、バイオ燃料の品質基準や試験方法等を定めたものであり、船用燃料の品質を規定する ISO 8217:2024 を補完する位置付けとなっている。

また、TR140:2025 では、FAME 系バイオ燃料に加え、水素化植物油 (Hydrotreated Vegetable Oil: HVO) や、バイオマス由来の液体燃料 (Biomass-to-Liquid: BTL) など、非 FAME 系バイオ燃料も対象に含まれている。

ライセンス

一方、従来バイオ燃料は、B24 までであれば通常のバンカリング船による供給が可能とされていたが、B24 を超える混合率の場合には、IMO Type II ケミカルタンカーの基準に適合する必要があるとされていた。しかし、シンガポール海事港湾庁 (MPA) は 2025 年 3 月、従来燃料のバンカリングライセンスを保有する事業者については、既存のバンカリング船を使用し、バイオ混合率 30%以内の燃料混合油の運搬および供給を可能とすると発表した。これは、国際海事機関 (IMO) の第 12 回汚染防止・対応小委員会での議論を踏まえたものであり、IMO も 2025 年 5 月に、既存バンカリング船による B30 バイオ燃料の輸送を認める通達を公表している。

ただし、B30 までのバイオ燃料を継続的に燃料として使用するシンガポール籍船については、船級協会を通じて MPA から許可を取得する必要がある。また、B30 を超える混合率のバイオ燃料については、実証実験として使用する場合であっても、永続的に使用する場合であっても、船級協会を通じて MPA の許可を取得する必要がある。

この変更を踏まえ、MPA はウェブサイトに掲載していた「シンガポール港におけるバイオ燃料バンカリングに関する要件」を修正した。2026 年 2 月現在のバイオ燃料バンカリング要件は以下のとおりとなっている。

⁹ <https://gcformd.org/our-publications/?page=1>

シンガポール港におけるバイオ燃料バンカリングに関する要件

MSC-MEPC.2/Circ.17 に従い、バイオ燃料ブレンドの輸送要件は、体積比組成に基づき以下のとおり区分される。

1. MARPOL 附属書の適用区分

- ・バイオ燃料ブレンドに MARPOL 条約附属書 I の貨物油が 70%以上含まれる場合、当該ブレンドは MARPOL 条約附属書 I の対象となる。
- ・MARPOL 条約附属書 I の貨物油が 1%超 70%未満含まれる場合、当該ブレンドは MARPOL 条約附属書 II の対象となり、国際バルクケミカルコード (IBC コード) 第 17 章に規定される輸送要件に従う。
- ・MARPOL 条約附属書 I の貨物油が 1%以下の場合、当該燃料はブレンドとは見なされず、IBC コードの該当製品項目に基づき、MARPOL 条約附属書 II に従って輸送される。

2. 質量流量計 (MFM) に関する要件

- ・バンカー供給業者は、バンカリング船に設置された質量流量計 (MFM) がバイオ燃料の測定を目的とし、かつ測定に適していること、また測定の不確実性が 0.5%以下であることを確認しなければならない。
- ・供給されるバイオ燃料は、当該バンカリング船に対して MPA が発行した MFM 承認書に記載された密度および動粘度の仕様要件を満たさなければならない。

3. MPA (SIMF) への通知および報告

- ・バンカー供給業者は、MPA の Standards and Investigation - Marine Fuel (SIMF) 部門が、バイオ燃料バンカリング作業について通知を受けていることを確認しなければならない。
- ・バンカー供給業者が提出するすべてのバンカー供給に関する月次報告書には以下を含め、供給したバイオ燃料の内容を記載しなければならない。
(例: Bio-HSFO180、Bio-VLSFO380、Bio-ULSMGO 等、燃料種別および等級)
- ・バンカー供給業者は、digitalBunker@SG API による申告ができなかった場合には、digitalPORT@SG を通じて当該バイオ燃料供給を申告しなければならない。

4. 商業契約に関する要件

- ・バイオ燃料を船用燃料として供給する場合、その仕様および引渡条件は、バンカー供給業者とバンカー購入者との間の商業契約において十分に規定され、双方が合意されていなければならない。

5. ブレンド作業の禁止

- ・シンガポール港内において、バンカリング船上でのバイオ燃料の混合 (ブレンド) 作業を行ってはならない。

6. 品質証明書 (COQ) および燃料仕様

- ・品質証明書 (Certificate of Quality : COQ) は、積み込み施設のみが発行するものとし、シンガポールでのバイオ燃料供給前に提供されなければならない。
- ・バイオ燃料の仕様は、ISO 8217:2024 に定める仕様に準拠するものとする。ただし、動粘度 (Kinematic Viscosity) については当事者間で合意された契約条件に基づく仕様とすることができる。

7. 積載作業に関する要件

- ・すべての積載作業は、関連するすべての法定要件および港湾・沿岸国要件に従って実施しなければならない (例: MSC-MEPC.2/Circ.17 「バイオ燃料と MARPOL 附属書 I 貨物油のブレンド輸送に関する 2019 年ガイドライン」)。

8. FAME 試験

- ・バイオ燃料ブレンドは FAME 試験を受けなければならない、その結果は COQ に組み込まれるものとする。
- ・当該 FAME 試験結果は、PMC No.3 of 2024 の要件に適合しなければならない。

9. バンカーデリバリーノート (BDN)

- ・供給されるバイオ燃料製品の名称は、バンカーデリバリーノート (BDN) に正確に記載しなければならない (例: VLSFO RMG 380 B20)。

10. 記録保持

- ・バンカー供給業者は、すべての関連書類について適切な記録を保持しなければならない。

11. B30 超または特定リスト外バイオ燃料に対する追加要件

- ・B30 を超えるバイオ燃料、または IBC コード第 17 章・第 18 章、もしくは MEPC.2/Circ.27

(附属書 11)に記載されていないバイオ燃料を供給する場合、バンカー供給業者は供給前に、受領船舶の船長および／または所有者が、当該バイオ燃料の使用について関連する旗国当局から必要な免除を取得していることを確認しなければならない。

・バンカー供給業者は、バイオ燃料供給の少なくとも 1 日前までに、Feedback Form を通じて COQ を SIMF 部門へ送付しなければならない。

・バイオ燃料に関する追加情報は、MPA の要請に応じて提供しなければならない。

出典：MPA ウェブサイト¹⁰

TR140 : 2025 がバイオ燃料の品質要件に関する技術指針であるのに対し、「シンガポール港におけるバイオ燃料バンカリングに関する要件」は、バイオ燃料の供給ルールを定めたものとなっている。

その他

バイオ燃料の混合率が B30 までであれば、従来のバンカリング船による対応が可能とされている。一方、B30 を超える混合率のバイオ燃料については、IMO Type II ケミカルタンカーが必要となる。なお、メタノール対応を目的として、シンガポールのバンカリングオペレーターが保有・運航している IMO Type II ケミカルタンカーは、B30 を超える混合率のバイオ燃料についても対応可能である。

¹⁰ <https://www.mpa.gov.sg/port-marine-ops/marine-services/bunkering/biofuel-bunkering>

2.2.4 メタノール

表 10 メタノールのバンカリング状況

実証	ガイドライン	ライセンス	商業供給
2023年7月：Ship-to-Ship (STS) 形式での実証		2023年12月：メタノールの商業供給モデルや供給網構築に関する関心表明 (EOI) を募集	
2024年5月：大型タンカーにSTSメタノールバンカリングを実施、質量流量計 (MFM) やデジタルバンカリングも併せて実証 2024年5月：積荷・荷揚との同時作業 (SIMOPS) のメタノールバンカリング初成功	2024年11月：ISO 6583:2024 (Methanol as a fuel for marine applications) を公表		
2025年11月：コンテナ船へのメタノール補給試験 (TR 129) が成功	2025年3月：シンガポール独自の技術ガイドライン TR 129 (メタノールバンカリング) を公表 バンカリングの安全性、数量・品質管理、質量流量計の導入などを明確化 2025年3月：港内で運航するメタノールバンカー船に関する “Standards for Port Limit Methanol Bunker Tankers” (仕様・装備・運用要件) を発表	2025年3月：メタノールバンカリングのライセンス申請受付開始 2025年11月：3事業者にライセンスを付与 Global Energy Trading、Golden Island、PetroChina International (Singapore)	
			2026年1月：STS形式で供給開始 (Golden Island)

出典：MPA ウェブサイト、各社プレスリリース、報道などより作成

実証

シンガポールでは、2023年7月に世界初となる船舶間メタノールバンカリングが実施された。その後、2025年にも2回の実証実験が行われており、そのうち1回は、メタノール燃料の補給 (バンカリング) と荷役を同時に行う SIMOPS (Simultaneous Operations) で実施された。

2025年11月には、同年3月に策定されたメタノールバンカリングの技術指針 TR 129 (次項参照) に基づく初の STS 方式によるメタノールバンカリングが実施された。同実証

では、Global Energy および Stellar Shipmanagement Services が、IMO Type II ケミカルタンカー「MT Kara」からコンテナ船「Antonio Maersk」へ、約 3,012 トンのメタノールを供給した。

ガイドライン

2025 年 3 月、メタノールの安全な取扱い、測定、移送手順、船員教育などを規定した技術指針 (Technical Reference) 「TR 129 (メタノールバンカリングに関する技術指針)」が発行された。TR 129 は「バンカリング作業におけるメタノールの安全な取扱い、輸送、測定」に関し、以下を含む要件を規定している。

- ・ STS 方式によるメタノールバンカリング作業における、量および品質の測定を含む保管・輸送要件
- ・ 乗組員の研修および技能向上の枠組みを含む、バンカータンカーから受入船へのメタノール移送に関する作業・安全要件
- ・ 正確なバンカリング量の管理および文書のデジタル化を確実にするための、質量流量計 (Mass Flow Meter : MFM) の使用に関するガイダンス

また、同月には港内で運航するメタノールバンカー船を対象とした「Standards for Port Limit Methanol Bunker Tankers (仕様・装備・運用要件)」も発表された。

ライセンス

2023 年 7 月のメタノールバンカリング実証実験の後、同年 12 月には、メタノールの商業供給モデルおよび供給網構築に関する関心表明 (EOI) が募集された。さらに 2025 年には、技術指針の策定と同月に、シンガポール海事港湾庁 (MPA) がメタノールバンカリング供給ライセンスの申請受付を開始し、13 社が応募した。

2025 年 11 月 24 日、MPA は米国・香港系のバンカリング会社である Global Energy Trading (GET)、シンガポールのバンカリング会社 Golden Island、中国のバンカリング会社 PetroChina International Singapore (PetroChina) の 3 社に対し、ライセンスを付与すると発表した。このライセンスは 2026 年から 2030 年までの 5 年間有効であり、2026 年 1 月 1 日に商業運用が開始された。

MPA はバンカリング事業者の選定にあたり、サプライチェーンの信頼性、運用面での即応性、安全管理体制、ならびにメタノール供給に関する持続可能性認証の有無を重視したとしている。

3 社のうち、Global Energy Trading はメタノールバンカリングの実証実験を実施した実績があり、メタノール燃料のバンカリング船を 2 隻運航している。Golden Island は、ライセンス取得前にはメタノールバンカリングの実績はなかったものの、メタノール燃料対応のバンカリング船 2 隻を発注し、そのうち 1 隻は引き渡しを受けている。2026 年 1 月には、米国の世界最大級の食品・農業企業である Cargill がチャーターするばら積み船に対し、バイオ 100%由来のグリーンメタノールを供給した。なお、当該バンカリングに使用されたグリーンメタノールは、三井物産が供給したものである。一方、PetroChina グループがメタノールバンカリング船を所有しているとの情報については、デスクリサーチでは確認できなかった。ただし、中国ではグリーンメタノールの生産が積極的に進められ

ており、報道によれば、20 件以上のグリーンメタノール生産プロジェクトが計画されている。これらのプロジェクトの生産能力の合計は約 300 万トンに達し、今後、拡張計画まで含めた場合には 1,000 万トン規模に拡大する可能性がある。PetroChina へのライセンス付与については、グリーンメタノール供給力が考慮された可能性がある。

また、2025 年 7 月には MPA 主導による化学物質流出事故対応訓練が実施され、メタノールバンカリングにおける安全リスク管理体制について、実践的な検証が行われた。シンガポールでは 2026 年 1 月からメタノールの商業供給が開始されており、ライセンスを取得した事業者である Golden Island が、STS 方式によるメタノールバンカリングを実施した。

その他

シンガポールの主要バンカーサプライヤー各社による、メタノール燃料バンカリング船の発注も相次いでいる。デスクリサーチによると、これまでに Consort Bunkers、Global Energy グループ、Equatorial Marine、Golden Island、ならびにイタリアの海運会社 Fratelli Cosulich のシンガポール子会社の、少なくとも 5 社がメタノール燃料バンカリング船を発注している。2026 年 1 月末現在、これら 5 社向けに合計 16 隻が既に納入されている。

表 11 メタノール対応バンカリング船発注例

会社名	発注時期	調達状況		造船所
Consort Bunkers	2023 年 4 月	6,500DWT x 6 隻	納入済	招商局集团有限公司 (China Merchants Group Limited) 傘下の南京金陵船渠有限公司中遠海運重工業 (COSCO SHIPPING Heavy Industry Co., Ltd、広東省)
	2024 年 1 月	6,500DWT x 3 隻	納入済	
	2024 年 7 月	7,999DWT x 4 隻	建造中*1	
Equatorial Marine Fuel	2022 年 8 月	7,999DWT x 2	納入済	浙江神舟サンシャイン重工 (Zhejiang Shenzhou Sunshine HI)
Fratelli Cosulich*2	2022 年 9 月	7,957DWT	納入済	浙江神舟サンシャイン重工 (Zhejiang Shenzhou Sunshine HI)
	2024 年 2 月	8,000DWT	納入済	泰州楓葉造船有限公司 (Taizhou Maple Leaf Shipbuilding)
	2025 年 3 月	7,999DWT	建造中	
	2025 年 5 月	7,999DWT	建造中	
Global Energy	2022 年 6 月	4,097DWT	納入済	佐々木造船
	2022 年 12 月	4,075DWT	納入済	
Golden Island	2023 年 9 月	8,000DWT x 2	納入済	浙江神舟サンシャイン重工 (Zhejiang Shenzhou Sunshine HI)
	2023 年 12 月	8,000DWT x 2	建造中	

*1 Consort Bunkers は COSCO にメタノールバンカー船を発注したと報じられているが、この 4 隻は IHS のデータ上ではプロダクトタンカーとなっている。

*2 Fratelli Cosulich はこの他に 3 隻のリベリア籍ケミカルタンカーを泰州楓葉造船有限公司に発注している。

出典：IHS Maritime 及び報道等より作成

5 社のうち、Global Energy および Golden Island を除く事業者は、シンガポールにおけるメタノールバンカリングライセンスを取得していない。一方で、Consort Bunkers および Fratelli Cosulich は、コモディティ商社大手 Trafigura の子会社である TFG Marine と、メタノール燃料バンカリング船の用船契約を締結している。これらの船舶は、TFG Marine が運航する船舶に対してメタノール燃料を供給する目的で使用される予定である。

図 4 メタノールバンカリング船の例

	
<p>Consort Bunkers 所有の メタノール燃料バンカリング船 「Pearl Loyal」</p>	<p>佐々木造船所建造した Global Energy の メタノール燃料バンカリング船 「Kara」の進水式</p>

出典：Consort Bunkers ウェブサイト¹¹、Manifold Times 記事¹²

¹¹ <https://www.consortbunkers.com.sg/about-us/our-fleets/>

¹² <https://www.manifoldtimes.com/news/singapore-gets-its-first-dedicated-methanol-bunkering-tanker-mt-maple/>

2.2.5 アンモニア

表 12 アンモニアのバンカリング状況

実証	ガイドライン	ライセンス	商業供給
2022年第1四半期～2023年第1四半期：GCMD主導でアンモニアバンカリング実証の安全性研究		2022年12月：アンモニア発電とバンカリングに関する関心表明（EOI）を募集	
2024年3月：アンモニアバンカリングを実証（陸→船）		2023年10月：EOI提案から6つのコンソーシアムを選定 提案募集（RFP）第1ラウンドを開始	
2023年第3四半期～：GCMDはシンガポールでのアンモニア貨物移送のリスク評価を実施中			
2024年9月：GCMDが豪PilbaraにてShip-to-Ship（STS）アンモニア移送の実証実験		2024年7月：2つのコンソーシアムと5グループのバンカリング提案者がRFP第2ラウンドに進出	
		2025年10月：アンモニア発電とバンカリングのプロジェクト実行者を選定 （発電：Keppel、貯蔵：Advario、バンカリング：住友商事）	
2026年1月：GCMDは「STSアンモニア移送」に関する詳細な運用リスク評価報告書を発表			

実証

アンモニアについては、メタノールやバイオ燃料と比べて毒性が非常に高いため、シンガポールでは、まず実証実験を行うための安全性に関する調査・検討が2022年から2023年にかけて実施された。この調査・検討はGCMDが主導し、船級協会DNVがコンサルタントを務め、シンガポール政府系の都市開発・インフラコンサルティング会社であるSurbana JurongおよびSingapore Maritime Academyが支援した。この調査には、船主・船社、港湾・ターミナル運営会社、燃料供給・貯蔵事業者、造船・海洋エンジニアリング企業、検査・分析機関、研究機関など、海事業界全体から30社を超える企業・団体が参加し、130名以上の業界関係者から意見が聴取された。日本企業としては、商船三井、日本郵船、ONEが関与している。

調査では、アンモニア燃料の需要予測、パイロットプロジェクト実施に向けた運用概念（オペレーショナル・コンセプト）、パイロット実施候補地の調査、リスク要因およびその回避策、必要投資額などについて分析が行われた。これらの結果を踏まえ、港湾におけるアンモニアバンカリング実証に向けたガイドブックが作成され、2024年4月に「シンガポールのアンモニアバンカリング試験運用に関する安全なオペレーションガイドライン（要旨）」¹³として日本語版も公表されている。

シンガポールでの実証実験に先立ち、GCMDはオーストラリアにおいて、ノルウェーの

¹³ <https://gcformd.org/our-publications/?page=2>

大手化学メーカーYara International、商船三井等と連携し、アンモニアを STS 方式で移送する実証実験を、2024 年 9 月 14 日に実施した。アンモニアバンカリング船がまだ存在しないため、この実証では商船三井が保有し、Yara International が用船している LPG・アンモニア輸送船「The Green Pioneer」と、英国の LNG 輸送会社 Navigator Gas が用船する LPG・アンモニア輸送船「Navigator Global」の間で、2 回にわたり合計 4,000m³のアンモニアが移送された。

この実証実験の結果、推奨される安全対策および運用管理措置を適切に実施することを前提とすれば、錨地における STS 方式でのアンモニア移送は、安全かつ実行可能であることが確認された。

図 5 Dampier 港の錨地に停泊中の The Green Pioneer と Navigator Global と
実証実験が実施された Pilbara 港の場所



出典：写真—GCMD プレスリリース、地図—Google Maps より作成

2026 年 2 月現在、GCMD は Phase 2A に該当する「シンガポールの港湾区域において船舶間でアンモニア貨物移送を実施する場合の詳細なオペレーションリスク評価」を、船級協会 DNV および英国の世界最大級の海洋汚染（油・化学物質）事故対応専門機関である OSRL に委託し、実施している。

- ・ STS パイロット対象として特定された船舶に対する、詳細な定量的リスク分析（QRA）、HAZID および HAZOP の実施
- ・ 漏洩リスクの評価、および関係する規制当局と緊密に協議しながら緊急対応計画の策定を支援するための環境影響評価（EIA）の実施
- ・ 緊急対応計画（ERP）の策定
- ・ 港湾水域におけるバンカリング作業を模擬した STS 移送手順の策定ならびに、緊急対応要員および船舶運航者との調整
- ・ 現行の STS 貨物移送に必要とされているアンモニア取扱い訓練を基準とした、乗組員訓練のギャップ分析および、バンカリング作業に求められる乗組員の能力要件の整理

なお、次項のとおり、2025 年 10 月に実施されたアンモニア発電およびバンカリングの供給体制構築に関する提案依頼（RFP）において、住友商事がアンモニアバンカリングの

実証実施事業者として選定されており、同社は 2027 年に実証を行う予定となっている。

ライセンス

2022 年 12 月、シンガポール海事港湾庁 (MPA) とエネルギー市場庁 (EMA) は、ジュロン島におけるアンモニアを用いた小規模発電およびバンカリング施設の建設・所有・運営に関する関心表明 (EOI) を募集した。その後、2 回の提案依頼 (RFP) を経て、2024 年 7 月には、SembCorp および SLNG が主導するコンソーシアムと、Keppel 主導のコンソーシアムが最終選考に残った。2025 年 10 月には、Keppel 主導のコンソーシアムが、基本設計 (FEED) 調査を実施する事業者として選定されている。このプロジェクトでは、以下の 2 点が柱とされている。

- ① 低炭素またはゼロカーボンの輸入アンモニアを用い、複合サイクルガスタービン (Combined Cycle Gas Turbine :CCGT) で直接燃焼させて 55~65MW の発電を行うこと。
- ② 陸上から船舶へのアンモニア供給に続き、STS 方式でのアンモニアバンカリングを開始し、年間 10 万トン規模の供給体制を構築すること。

Keppel 主導のコンソーシアムには、住友商事およびオランダの液体貯蔵・物流企業である Advorio が含まれている。Keppel が発電およびプロジェクト全体の統括を担い、住友商事がバンカリング、Advorio が貯蔵ターミナルをそれぞれ管轄し、FEED 調査を実施する予定である。前述のとおり、住友商事は 2027 年からアンモニアバンカリングの実証実験を行う計画である。

なお、アンモニアバンカリング実証実験の実施主体候補については、最終選考前の段階で、①伊藤忠商事、②日本郵船、③住友商事、④三井物産、⑤オーストラリアの鉱物会社 Fortescue とシンガポールのバンカーサプライヤー Equatorial Marine Fuels のコンソーシアム、の 5 グループが選定されていた。

このように、アンモニアはメタノールやバイオ燃料と比べると、船用燃料として導入される段階には至っておらず、技術指針や船員教育カリキュラムについても、現時点では未策定である。

その他

アンモニア燃料船の開発に関するプロジェクトとしては、2020 年に Lloyd's Register (LR) が中心となって立ち上げた Castor Initiative や、Mærsk Mc-Kinney Møller Center for Zero Carbon Shipping (MMMCZCS) が主導し、2021 年 3 月に発足した SABRE プロジェクトがある。シンガポールの MPA も、これらのプロジェクトに参画している。

(1) Castor Initiative

Castor Initiative は、2020 年に LR が中心となって立ち上げたアンモニア燃料タンカーの設計プロジェクトである。参加メンバーは、LR、マレーシア国営石油会社 PETRONAS の子会社である上場海運会社 MISC、TotalEnergies、サムスン重工業、Everllence (旧 MAN Energy Solutions)、MPA、ノルウェーの大手化学メーカー Yara International 傘下の Yara Clean Ammonia (Yara)、およびシンガポールのジュロン港である。

同プロジェクトの一環として、2020 年 9 月に LR はサムスン重工業が設計したアンモニアタンカーに対して基本設計承認 (Approval in Principle : AiP) を発行し、2021 年 9 月には、同社のアンモニア燃料供給・貯蔵システムに対しても AiP を発行した。

サムスン重工業で建造されるアンモニア燃料タンカーは、MISC のシンガポール子会社 AET Tankers が所有・運航する想定となっている。MISC の 2023 年度年次報告書には、2027 年の引き渡しを目指している旨が記載されているが、2024 年度年次報告書には Castor Initiative に関する言及は見られない。

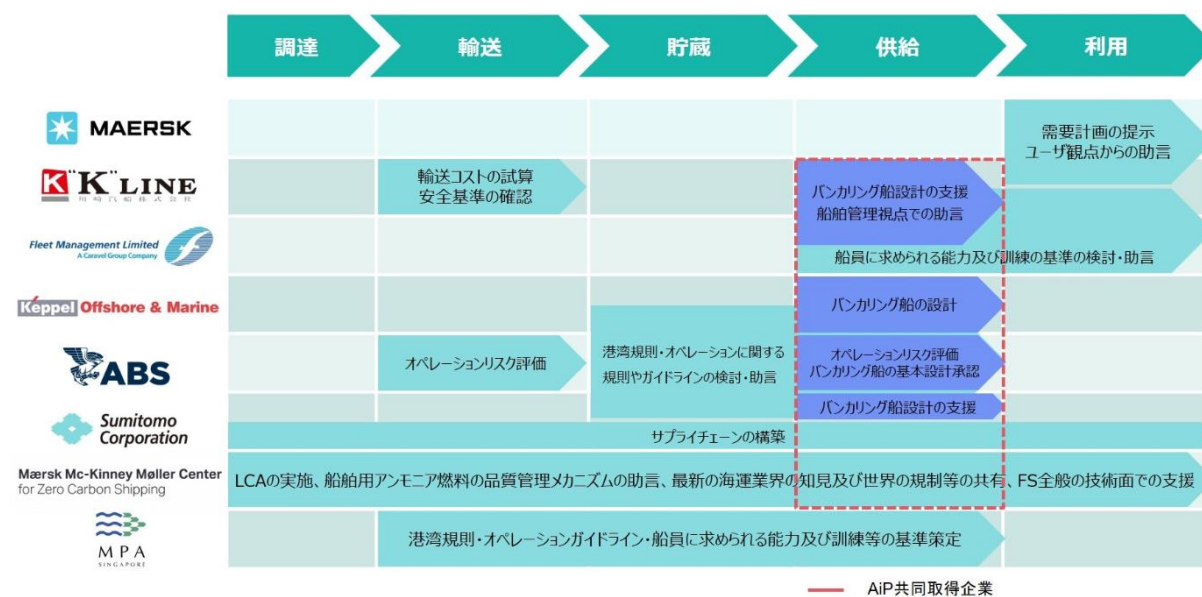
(2) SABRE プロジェクト

SABRE プロジェクトは、MMMCZCS 等が 2021 年 3 月に発足させたもので、シンガポールにおけるアンモニア燃料のサプライチェーンを検証するとともに、アンモニア燃料コンテナ船を設計することを目的としている。参加メンバーは、ABS、A.P. Moller Maersk、香港の船舶管理会社の Fleet Management Limited、Seatrium (旧 Keppel Offshore & Marine)、MMMCZCS、住友商事、川崎汽船である。MMMCZCS は、2020 年に設立された、デンマークを拠点とする海運分野の GHG 削減に関する研究を行う独立系研究機関である。

Phase 1 では、シンガポールにおけるアンモニアバンカリングの技術的・商業的実現可能性の調査と、アンモニアバンカリング船の予備設計が実施された。2022 年 5 月には、Keppel Offshore & Marine が設計したアンモニアバンカリング船が、ABS から AiP を取得している。

MMMCZCS の資料によると、SABRE プロジェクトでは住友商事が中心的な役割を担っており、住友商事のプレスリリースによれば、プロジェクトメンバーの役割分担は下図のとおりとされている。

図 6 SABRE プロジェクト参加企業・組織の役割



出典：住友商事プレスリリース 2022年05月13日¹⁴

SABRE プロジェクトの名称でのその後の進捗は公表されていない。また、SABRE プロジェクトにおいてサプライチェーン構築を担うとされていた住友商事は、2025年10月にMPAよりアンモニアバンカリングの実証実験を実施する事業者として選定されている。

(3) 住友商事のアンモニアバンカリング実証

MPA およびエネルギー市場庁（EMA）が実施したアンモニア発電およびバンカリングに関する提案依頼（RFP）の結果、バンカリング分野については住友商事が選定された。

住友商事は、アンモニア燃料供給の安全性および効率性の向上に焦点を当てた研究開発を実施するにあたり、MPAから政府補助金であるMPAの海事イノベーション技術ファンド（Maritime Innovation and Technology Fund：MINT Fund）の交付を受けている。

同社は、2027年からシンガポールにおいて船用アンモニア燃料のバンカリング実証実験を実施し、MPAと連携して安全基準、オペレーションガイドライン、緊急時対応手順の策定を進める予定である。住友商事はプレスリリースにおいて、「2030年までの本格的な商業化を目指す」としている。

(4) 伊藤忠商事のアンモニア燃料船統合型プロジェクト

伊藤忠商事は、アンモニア燃料船を他国に先駆けて日本主導で社会実装することを目指し、①造船分野、②海運分野、③燃料供給分野、④燃料生産分野の4分野を同時並行で推進している。

同社では、2019年頃にアンモニア燃料船事業の構想が立ち上がり、2021年以降、アンモニアを船舶燃料として使用するための安全性検討を目的とした3つの協議会（Joint

¹⁴ <https://www.sumitocorp.com/ja/jp/news/release/2022/group/15790>

Study) を運営してきた。これらの協議会を通じて、世界各国の関連企業・団体と意見交換を行い、アンモニアの船用燃料利用における共通課題の整理・検証、アンモニア燃料船に内在する潜在的な危険（ハザード）の特定および安全対策の評価、大型コンテナ船のバース停泊中におけるコンテナ荷役とアンモニアバンカリングの同時実施（SIMOPS）に関する安全性検討などを実施した。

同時に、同社は日本の造船所が強みを有する大型ばら積み船を対象としたアンモニア燃料船の開発に着手した。この開発は、今治造船（現・日本シッパヤード）、三井 E&S、日本海事協会、エンジンメーカーの Everllence（旧 MAN Energy Solutions）と共同で進められており、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）のグリーンイノベーション基金事業として、2021年10月に採択されている。

これらの検討を進める中で、アンモニア燃料船の実用化には、①アンモニア燃料船、②アンモニアバンカリング船、③アンモニアバンカリングオペレーター、④グリーンアンモニア生産事業者の4つの体制がそろわなければバリューチェーンが成立しないとの認識に至り、4分野すべてを一体的に構築していく方針を決定した。

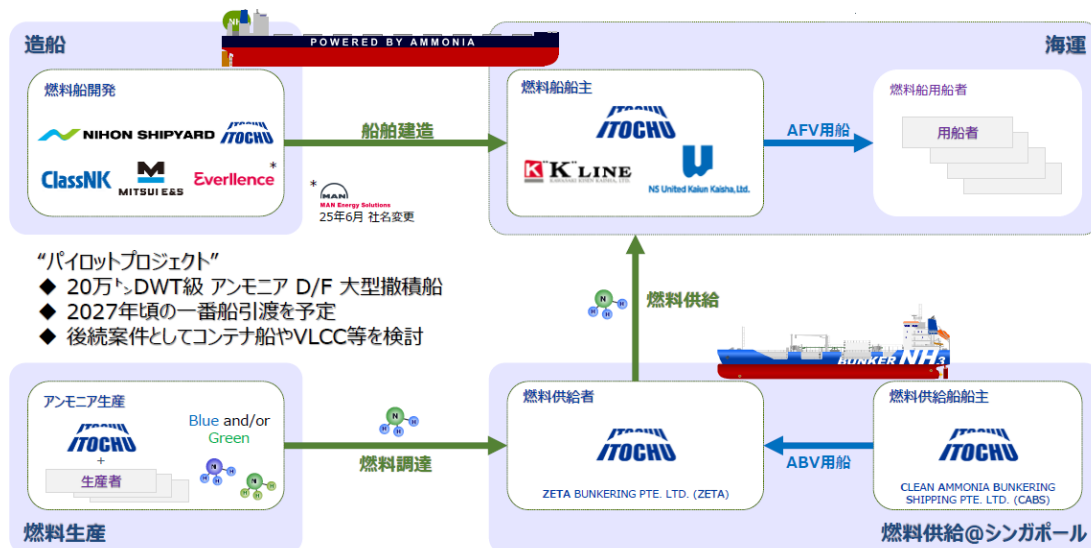
アンモニアバンカリングについては、世界最大のバンカリング港であり、政府が積極的に代替燃料バンカリングを推進しているシンガポールで実施することを決定した。伊藤忠商事は、シンガポールにおいて MPA や GCMD が進めるアンモニアバンカリング実施に向けた協議やガイドブック策定にも参画している。

2025年7月には、シンガポールに設立した子会社 Clean Ammonia Bunkering Shipping Pte. Ltd. (CABS) を通じて、佐々木造船および泉鋼業との間で、5,000m³型アンモニアバンカリング船の建造契約および搭載するアンモニアタンクプラント製造の請負契約を、それぞれ締結した。当該アンモニアバンカリング船は、シンガポール船籍とし、2027年の竣工を予定している。

CABS はアンモニアバンカリング船の船主となる予定であり、アンモニアバンカリングのオペレーターとして、別途100%子会社の Zeta Bunkering Pte Ltd を設立している。なお、本アンモニアバンカリング船の建造およびシンガポールでの船用アンモニア燃料供給に関する実証実験は、日本の経済産業省による2023年度「グローバルサウス未来志向型共創等事業（大型実証・ASEAN加盟国）（第2回公募）」に採択されている。

一方、アンモニアバンカリング船は2027年に竣工予定であるが、日本シッパヤード等と開発を進めているアンモニア燃料船については、現時点では発注段階に至っていない。このため、伊藤忠商事は2025年8月、商船三井とアンモニアバンカリング実証等の共同開発に関する覚書を締結した。商船三井は、中国船舶集団青島北海造船有限公司において、世界初の竣工（2026～2027年予定）となるアンモニア二元燃料ケープサイズバルカー3隻を、ベルギーの CMB.TECH NV と共同保有し、商船三井が定期用船する計画としている。また、伊藤忠商事は、台湾の大手船主である U-Ming Marine Transport のシンガポール子会社とも、アンモニア燃料船の共同開発等に関する覚書を2024年3月に締結している。

図 7 伊藤忠商事のアンモニア燃料船統合型プロジェクトスキーム



出典：伊藤忠商事資料

2.3 代替燃料支援策その他

2.3.1 海洋シンガポール環境イニシアチブ（MSGI）

MPA は海運業界による環境保全を促進するため、2011 年に 1 億 S ドルの奨励金制度「海洋シンガポール環境イニシアチブ（Maritime Singapore Green Initiative : MSGI）」を立ち上げた。この制度は、①環境負荷の少ない燃料を使用する外国籍船舶を対象に、シンガポール港湾の使用料金を引き下げる「グリーン港湾プログラム（Green Port Programme）」、②低燃費で低排出量の船舶設計を採用したシンガポール籍船の登録費用・トン税を引き下げる「グリーン船舶プログラム（Green Ship Programme）」、③環境技術を開発・採用した国内海事関連会社に補助金を与える「グリーン技術プログラム（Green Technology Programme）」の 3 つのプログラムが柱となっていた。2016 年にはこれに、④持続可能な海運業に向けた意識を醸成する「グリーン啓蒙プログラム（Green Awareness Programme）」と⑤クリーンな代替燃料の利用を促進する「グリーンエネルギープログラム（Green Energy Programme）」の 2 つのプログラムが導入された。

2025 年からの新たな MSGI に向けて、2024 年 10 月 9 日、MPA は 5,000 万 S ドルをさらに拠出すると発表した。新 MSGI の支援プログラムは、「①グリーン船舶プログラム」、「②グリーン港湾インフラプログラム」、「③グリーンハーバークラフトプログラム」、「④グリーンエネルギー・技術プログラム」、「⑤グリーン啓蒙プログラム」の 5 つで構成される。

図 8 2025 年 1 月 1 日からの新シンガポール海洋環境イニシアチブの概要



出典：MPA Press Release 9 Oct 2024

2024 年 10 月 29 日に MPA が発表した海運規則 2024 年第 12 号（Shipping Circular : SC No. 12, 2024）で、新 MSGI の改定「①グリーン船舶プログラム」の内容が一部発表された。新たなグリーン船舶プログラムでは下表インセンティブが与えられる。

表 13 2025 年 1 月 1 日からのグリーン船舶プログラムのインセンティブ

対象船舶	初期登録料割引率	トン税減税率
IMO の MARPOL Annex VI Phase 3 EEDI（エネルギー効率設計指標）要件を 10%以上上回るシンガポール籍船	20%	20%
CF（燃料消費量と CO2 排出量の換算係数）値が 1.375 より高く 2.750 より低い燃料を主燃料として使用できるエンジンを採用するシンガポール籍船	50%	20%
CF 値が 1.375 より低い燃料を主燃料として使用できるエンジンを採用するシンガポール籍船	75%	50%
ゼロカーボン燃料（例：パイロット燃料がエネルギー基準で 25%以下に抑えられ、アンモニアスリップ、NOx、N ₂ O の対策がとられているアンモニア）を主燃料として使用できるエンジンを採用するシンガポール籍船	100%	80%
ゼロエミッション燃料（水素、バッテリーなど）を主燃料として使用できるエンジン・技術を採用するシンガポール籍船	100%	100%

- ① CII（Carbon Intensity Indicator：燃費実績の格付け制度）の A 格付けを達成したシンガポール籍船は、トン税がさらに 5%が減免される。ただし最大減免率は 100%である。
- ② すでにシンガポール籍船として登録されているが、グリーン船舶プログラムの適用を受けていない船舶は、基準を満たしても過去に申請していない場合、または基準を満たすために船舶を改造した場合は、申請が可能。
- ③ 既存のシンガポール籍船の船主が変更となる場合、登録料は初期登録料とみなされないため、新船主の登録料に対する減免は適用されない。しかし船舶がグリーン船舶プログラムの対象となる場合、トン税に対応する減免が適用される。

出典：MPA SC No 12 of 2024, 29 Oct 2024 より作成

MPA は 2024 年 12 月 24 日の港湾海事規則 2024 年第 13 号 (Port Marine Circular : PMC No. 13 of 2024)、及び 2024 年 12 月 31 日の港湾海事規則 2024 年第 15 号 (PMC No. 15 of 2024) により、新 MSGI の一部内容をさらに発表した。2025 年 1 月 1 日から従来の「グリーン港湾プログラム」で供与していた低炭素あるいはゼロエミッションの船舶に対する港湾料の割引プログラムは、新 MSGI の「①グリーン船舶プログラム」に統合され、新たに「①グリーン船舶プログラムーグリーン港湾 (GSP-GP)」と名称を変更、従来のグリーン港湾プログラム下で供与されていた低炭素あるいはゼロエミッションハーバークラフトに対する港湾使用料の割引プログラムを「③グリーンクラフトプログラム」として導入した。

「①グリーン船舶プログラムーグリーン港湾 (GSP-GP)」のスキームでは、シンガポール港に寄港する 4 日以内の滞在をする外航船に対して引き続きインセンティブを提供することとなっている。対象となる船舶は、以下のいずれかの基準を満たす必要がある。

- ・ ゼロエミッション燃料・技術 (例：水素、完全電動、水素燃料電池と電動ハイブリッドなど) を主要燃料または推進手段として使用する船舶。対象の外航船舶は、寄港料が 100%免除される。
- ・ ゼロカーボン燃料 (例：パイロット燃料が最大 25%で、アンモニアスリップ/NO_x/N₂O に対応したアンモニア、B100 バイオ燃料、グリーンメタノールなど) を使用する船舶。対象の外航船舶は、寄港料が 100%免除される。
- ・ $1 \leq CF \text{ 値} \leq 1.375$ の低炭素燃料 (メタノールなど)、メタンスリップが最大 1%の LNG 対応エンジン、または B50 以上 B99 までのバイオ燃料を主燃料として使用する船舶。対象の外航船舶は、寄港料が 30%免除される。
- ・ $1.375 < CF \text{ 値} \leq 2.750$ の低炭素含有量の燃料 (例：メタンスリップが対処されていないエンジンで使用される LNG) や、B24 以上 B49 までのバイオ燃料を使用する場合、対象の外航船舶は、寄港料が 20%免除される。

また、GSP-GP の補助を受けるには、船主または用船者はシンガポール港に到着する前に、船舶が digitalPORT@SG™ (シンガポール港湾手続きのワンストップサービス) を通じて GSP-GP に事前登録されていることを確認する必要がある。

一方、「③グリーンクラフトプログラム」として、2025 年 1 月 1 日以降、MPA に登録する新造のハーバークラフトについては、下記のインセンティブが与えられる。

表 14 代替燃料を使用するハーバークラフトへのインセンティブ

新造ハーバークラフトの燃料/エネルギー		ハーバークラフトの港湾料減免率と期間
ゼロエミッション燃料・技術（水素、100%電化、水素燃料電池と電化のハイブリッド等）		最大 120GT : 10 年間 100%港湾料免除 120GT 以上 : 8 年間 100%港湾料免除
ゼロカーボン燃料（例：パイロット燃料は 25%以下で、スリップに対応しているアンモニア燃料、パイロット燃料が 25%以下のグリーンあるいはバイオメタノール、B100 のバイオ燃料）		10 年間 100%港湾料免除
低カーボン燃料	メタンスリップに対応しておりメタンスリップが 1%以下の LNG B55~B99 のバイオ燃料 メタノール	3 年間 30%港湾料免除
	メタンスリップに対応していない LNG B24-B49 のバイオ燃料	3 年間 10%港湾料免除

出典： MPA PMC No 15 of 2024, 31 Dec 2024

2025 年 1 月 1 日から施行されている新 MSGI は、2027 年 12 月 31 日が期限となっている。

なお、新 MSGI 施行以前にグリーン港湾プログラムにより、港湾料の 5 年免除を受けている、ゼロカーボン燃料・完全電動のハーバークラフトは 5 年間の港湾免除期間の終了、または 2027 年 12 月 31 日のいずれか早い方まで、同じインセンティブを享受できる。2027 年 12 月 31 日時点で 5 年間の期限を迎えていない船舶は、MPA にゼロカーボンであることを証明する書類を提出する必要がある。

2.3.2 資金供与

MSDB2050 では、脱炭素化関連技術への投資コストが高いことを踏まえ、研究開発（R&D）や実証実験の初期段階に取り組む事業者を支援するためには、資金調達手段および公的資金による支援が重要であると指摘している。

このため、MPA は研究開発、パイロット試験、実用化・展開といった R&D の各段階において、有望な脱炭素化プロジェクトに対し、複数のファンドや支援プログラムを通じて共同出資を行っている。共同投資は複数のファンドから拠出され、国家研究基金（National Research Foundation）による研究・イノベーション・企業ファンド、シンガポール海事研究院（Singapore Maritime Institute : SMI）の研究ファンド、ならびに GCMD と連携して実施される MPA の海事イノベーション技術ファンド（Maritime Innovation and Technology Fund : MINT Fund）や、海事クラスターの競争力強化を目的とする海事クラスター基金（Maritime Cluster Fund : MCF）などが挙げられる。

これらのファンドや支援プログラムは、脱炭素化分野に限定されるものではなく、シンガポールの海事産業全体の競争力強化を視野に入れた制度であるが、代替燃料船の導入や関連インフラの整備にも重要な役割を果たしている。

このうち、電動船の研究開発、アンモニアバンカリングの実証実験、ならびに LNG 燃料導入の初期段階における LNG 燃料船および LNG バンカリング船の建造支援などに活用されてきたのが、MINT Fund である。MINT Fund は、スマート SHIPPING 分野において自律運航船の開発支援にも用いられている。

MINT Fund は、MPA が 2003 年に創設した、海運・造船分野における研究開発を促進するための基金であり、主に以下の目的を掲げている。

- ・シンガポール港の競争力強化
- ・海事産業における重点ニッチ分野の技術力強化
- ・先端技術の活用による、高生産性・高付加価値型の海事産業クラスターへの転換

現在、MINT Fund では次世代港湾、スマート SHIPPING、海事グリーン技術、デジタル化といった分野を重点領域としており、具体的には、完全自動化ターミナル、スマート船隊運航、自律運航船、低排出・ゼロエミッション燃料、電動港内作業船および関連インフラ、ならびに港湾・船舶向けのデジタル技術などが対象となっている。

表 15 MINT Fund の重点領域

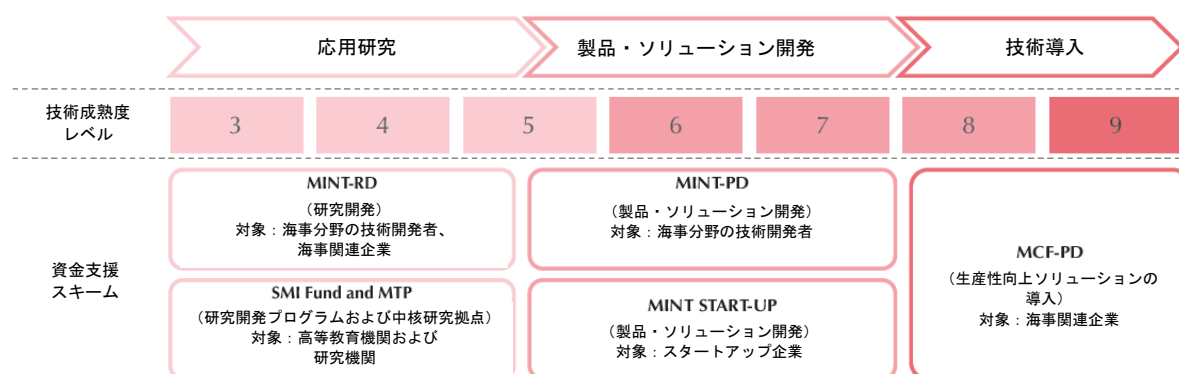
次世代港湾	スマート SHIPPING	海事グリーン技術
1. スマート港湾オペレーションおよびサービス	1. スマート船隊（船舶-陸上）運航	1. 低排出またはゼロエミッションの船用燃料
2. 貨物ターミナルの完全自動化	2. スマートハーバークラフト運航	2. 電動港内作業船および港湾インフラ
3. スマート港湾メンテナンス	3. 自律運航船	3. ターミナルにおけるサーキュラーエコノミー
デジタル化		
1. デジタル製品およびサービス		
2. オペレーション最適化（例：AI、分析、モデリング、シミュレーション）		
3. データ、API 標準、相互運用性		
4. 港湾および船舶向けの付加製造（アディティブ・マニュファクチャリング）		
5. 海事サイバーセキュリティ		

出典：MPA ウェブサイト¹⁵

MSDB2050 では、こうした研究開発プロジェクトに対する資金支援スキームを有している。

¹⁵ <https://www.mpa.gov.sg/maritime-singapore/what-maritime-singapore-offers/programmes-to-support-your-maritime-business/mint-fund>

図 9 海事分野の研究開発プロジェクト向け資金支援スキーム



注：2026年2月現在のMPAのウェブサイトでは、従来「MINT-PD」と呼ばれていたプロジェクトベースの支援枠組みは、「MINT-RPD (Research & Product Development)」と名称が変更されている。

出典：MSDB2050

MINT-PD (現在の名称：MINT-RPD) は、MPA が関心表明 (EOI)、提案募集 (CPF)、提案依頼 (RFP) を通じて選定した企業またはコンソーシアムに対し、個別プロジェクト単位で資金を供与する制度である。一方、「MINT Start Up」は、港湾・海事分野の課題解決を目的としたスタートアップ向けのコンテスト等において、採択・入賞した企業に対する支援に用いられている。

2.3.3 GCMD

シンガポールにおける海事分野の脱炭素化を推進する枠組みの一つとして、海事脱炭素化国際センター (Global Centre for Maritime Decarbonisation : GCMD) による業界横断的な調査や実証実験の取り組みが挙げられる。

GCMD は 2021 年 8 月、シンガポール海事港湾庁 (MPA) と海運、エネルギー、造船、船級協会といった分野の業界企業 6 社¹⁶が、総額 1 億 2,000 万 S ドルを拠出して設立した非営利団体である。設立当初のメンバーに加え、その後パートナー企業・団体が拡大しており、現在では 10 社・団体が戦略パートナーとして参画している。

GCMD の主な役割は、海事分野の脱炭素化に向けて、特定の技術や燃料に偏らない中立的な立場から、業界横断的な調査研究や実証プロジェクトを企画・実施することである。実証を通じて得られた知見を業界全体で共有可能な形に整理し、将来的な標準化や制度設計に反映させることも重要な目的の一つとなっている。

これまでに、GCMD は 100 社以上の企業・団体と連携し、調査研究および実証実験を実施してきた。特に、次の 4 分野については GCMD の重点領域として、会員企業からの拠出金やシンガポール政府による支援を活用しながら、業界パートナーと共同で取り組みが進められている。

¹⁶ 設立メンバー：①BHP (オーストラリアを本社とする世界最大級の資源会社)、②BW グループ (シンガポール本社タンカー・ガス船を中心とする海運会社)、③Eastern Pacific Shipping (シンガポールの大手船主・船舶運航会社)、④DNV (船級協会)、⑤Ocean Network Express、⑥SembCorp Marine (シンガポールの造船、海洋・オフショア構造物の建造・修繕を手がけるエンジニアリング企業。現 Seatrrium)

表 16 GCMD の 4 つの重点分野

ドロップイン型グリーン燃料の品質・供給量および排出削減効果の確認	主としてバイオ燃料を対象に、既存船舶・既存インフラで使用可能なドロップイン型グリーン燃料について、品質、供給安定性および実質的な排出削減効果を検証・担保するための取り組み
アンモニアの船用燃料としての実用化	アンモニアを船用燃料として安全かつ実務的に使用可能とするための、技術・運用・供給面の検証を行う取り組み
エネルギー効率向上技術の導入拡大	省エネルギー技術や運航改善策について、技術面だけでなく資金調達や契約手法の課題も含めて検証し、商用ベースでの導入拡大を可能にする取り組み
カーボン・バリューチェーンの活性化	CCS を含むさまざまな排出削減手段について、その削減効果を定量化・評価し、燃料選択や投資判断につなげるための制度・市場の仕組みを整理する取組

出典：GCMD ウェブサイトより作成¹⁷

これら 4 分野のうち、代替燃料船との関係が特に深いのは、「ドロップイン型グリーン燃料」と「アンモニアの船用燃料としての実用化」に関する取り組みである。これらの分野では、既存船舶や既存インフラとの親和性、安全性、運用上の課題を確認することを目的として、複数の実証プロジェクトが実施済み、または実施中である。

表 17 GCMD のドロップイン型グリーン燃料に関するプロジェクト

プロジェクト名	分野/目的	参加企業	現状
バイオ燃料サプライチェーン実証	バイオ燃料の生産から供給・使用までを含む一貫した（end-to-end）サプライチェーンの実証	船主・オペレーター、船舶管理会社、燃料サプライヤー、エンジンメーカー、燃料の検査・認証、トレーサビリティ、制度・LCA 設計を担う専門事業者等 合計 24 社／組織	完了済
プロジェクト LOTUS	バイオ燃料を継続使用した場合の船舶運航への長期的影響評価	日本郵船、日本海事協会、日本の機器メーカー等	完了済
未精製藻類オイル	未精製藻類オイルをドロップイン燃料として利用する場合の評価	船主・オペレーター、エンジンメーカー、燃料の検査・認証・トレーサビリティ、制度・LCA 設計を担う事業者、実際に輸送を利用する荷主（カーゴオーナー）企業、合計 11 社	実施中

出典：GCMD ウェブサイトより作成

¹⁷ <https://gformd.org/>

表 18 GCMD のアンモニアバンカリングに関するプロジェクト

プロジェクト名	分野/目的	参加企業	現状
Phase 1: アンモニアバンカリング実証の安全性研究	アンモニア燃料の安全性研究	船主・船社、港湾・ターミナル運営会社、燃料供給・貯蔵事業者、造船・海洋エンジニアリング企業、船級協会・技術コンサル、検査・分析機関、研究機関など、海事バリューチェーン全体から 30 社超が参加し、業界関係者 130 名以上が意見提供。日本企業では、商船三井、日本郵船、ONE が関わっている。	完了
Phase 1B: Pilbara 船舶間アンモニア移送の実証実験	船舶間アンモニア移送のリスク評価	資源・エネルギー企業、船主・船舶運航会社、港湾当局、政府・規制機関、船級協会、保険・リスク対応機関、海洋エンジニアリング・機器メーカー、研究機関など、官民を含む海事・資源分野の主要プレーヤー 30 社超が参加。日本企業では商船三井が関わっている。	完了
Phase 2A: シンガポールでのアンモニア貨物移送のリスク評価	シンガポールの港湾区域で船舶間アンモニア貨物移送を実施する場合の詳細なオペレーションリスク評価	DNV (船級協会)、OSRL (英国本社の、世界最大級の海洋汚染事故対応の専門機関)	実施中

注：Phase 2A について、2026 年 1 月 19 日に GCMD は「STS アンモニア移送に関する詳細な運用リスク評価報告書」を公表しているが、2A の終了に関するコメントは出ておらず、GCMD のウェブサイトは依然として「In Progress」と表示されている。

出典：GCMD ウェブサイトより作成

2.3.4 電動船舶

シンガポールは電動船舶の導入にも力を入れている。シンガポール政府は 2020 年にハーバークラフトの電動化に関する研究開発の提案募集を行い、2021 年には 3 つのプロジェクトに対して補助金を供与するなど、船舶の電動化を推進してきた。ハイブリッド電動船舶であれば船内でのバッテリー充電も可能であるが、完全電動船舶の場合には、陸上からの充電が不可欠となる。電動船舶にとっては、充電インフラが「燃料供給」に相当することから、ここでは電動船舶向け充電設備の整備状況について整理する。

表 19 電動船舶の電力供給インフラ整備状況

実証	ガイドライン	その他（研究開発設計）
		2020年9月：「ハーバークラフト電動化研究開発」に関する提案募集（Call-for-Proposals：CFP）を発表
		2021年8月：CFPの結果、3コンソーシアムに電動船舶開発の補助金供与を発表
2023年8月：電動ハーバークラフト充電ポイント整備提案を募集	2023年3月：新造ハーバークラフトは電動・B100バイオ燃料対応・またはその他ネットゼロ燃料対応が条件となる方針を発表	2023年7月：電動ハーバークラフト設計・普及の関心表明（EOI）募集
2024年1月：MPAが電動ハーバークラフト用充電技術・コンセプトを実証するプロジェクトを選定 2024年4月：Pyxis Maritime、充電設備の試験運用を開始 2024年6月：Yinson GreenTechの電動ハーバークラフトの実証運航実施 2024年8月、Yinson GreenTechの電動ハーバークラフトの商業実証運航開始		2024年2月：MPAが7社・コンソーシアムによる11件の電動ハーバークラフト設計提案を選定 2024年4月：電動ハーバークラフトの普及を支援するため、金融・保険セクターへのEOIを募集 2024年10月：電動巡視艇設計開発に関するEOIの募集
	2025年3月：電動ハーバークラフト用充電・バッテリー交換インフラの標準（TR136）を公表	

出典：MPAウェブサイト、各社プレスリリース、報道などより作成

実証と商業供給

(1) 充電設備の実証：PyxisとSP Mobility

MPAは、2030年以降に新たに登録されるハーバークラフト（港内作業船）について、「完全電動化（Fully Electric）」、または「B100バイオ燃料対応」、もしくは「水素などのネットゼロ燃料対応」とする方針を発表している。MPAはその実現に向け、産業界と連携しながら技術開発、設計の標準化、充電インフラの整備などを進めている。

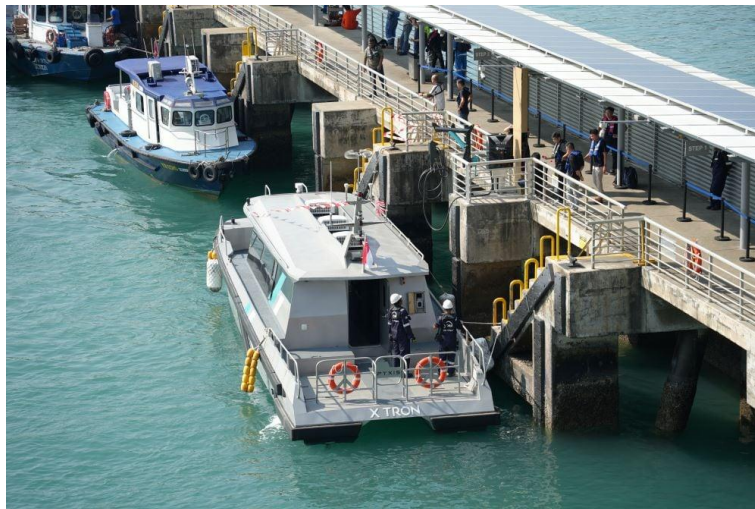
一環として、MPAは2023年8月、電動ハーバークラフト向け充電施設の開発、運営および保守を対象とした2年間の実証事業に関する提案募集を発表した。2023年10月19日の締切時点で、企業およびコンソーシアムから計12件の提案が提出された。

その後、MPAは2024年1月10日、これら12件の提案の中から、①Pyxis Energy Pte Ltd、Pyxis Maritime Pte LtdおよびSP Mobility Pte Ltdによるパートナーシップ、②Seatrium O&G（International）Pte Ltd、③Yinson Electric Pte Ltdの3件を次の段階

に進む提案として選定した。

Pyxis および SP Mobility による提案は、直流（DC）充電に基づくコンセプトであり、電気自動車向け充電ポイントの導入に関する経験と実績が評価され、採用された。同グループによる実証実験用の充電ポイントは、2024年4月に Marina South Pier に開設され、現在、実証実験が実施されている。一方、Seatrium の提案はモバイル充電をコンセプトとするものであり、Yinson の提案は高出力（350～450kW）の直流充電器を用いるものとなっている。これら2社の提案については、MPA が協力し、試験運用に先立ってコンセプトのさらなる改良が進められている。

図 10 Marina South Pier の充電ステーション



出典：Offshore Energy, 11 April 2024¹⁸

なお、充電設備に関する提案募集に先立ち、MPA は 2023 年 7 月に、シンガポールにおける完全電動ハーバークラフトの設計および普及に関する関心表明を実施している。

(2) 商業供給：Yinson GreenTech のハーバークラフト

Yinson GreenTech は、MPA が実施した電動ハーバークラフト向け充電施設の開発に関する提案募集の枠組みでは実証実験には至っていない。しかし、同社が開発した電動ハーバークラフト「Hydromover」は、2024年6月の実証運航を経て、同年8月から商用試験運航を開始している。

Hydromover の充電を目的として、2025年5月、Yinson GreenTech は、ノルウェーの海運大手 Wilhelmsen Ships Service (WSS) と共同で開発した電動船向け充電施設を、シンガポールの産業地区である Pandan Loop 内の施設に設置した。当該充電施設は、IP67 準拠の CCS2 対応電源コンセントを 6 基備えている。

¹⁸ <https://www.offshore-energy.biz/mpa-singapore-launches-pilot-trial-for-electric-harbor-craft-charging-point-gallery/>

図 11 Hydromover 用の充電ステーション



出典：Wilhelmsen Press Release, 2025 年¹⁹

(3) 商業供給：Penguin International 完全電動フェリー向けの充電設備

電動ハーバークラフトについては、MPA のイニシアチブの下で民間企業が参画する形でインフラ開発が進められているが、民間主導によるプロジェクトも存在する。

2024 年 1 月 2 日、Penguin International は、完全電動フェリー 3 隻、急速陸上充電器 3 基、ならびに充電設備を支えるジブクレーン 3 基から構成される「Electric Dream」プロジェクトを、シンガポールにおいて本格稼働させた。3 隻のフェリーはいずれも乗客定員 200 人で、Pasir Panjang フェリーターミナルと、Bukom 島の石油精製所²⁰との間を、最大 21 ノットで運航している。これらは通勤用フェリーとして活用され、3 隻合計で 1 日 3,000 人以上の乗客を輸送している。充電には、ノルウェーの Zinus 社による自動充電システムが採用されており、同社が陸上に 3 基の充電タワーを、船内には 1 隻当たり 2 基の充電プラグを設置している。

¹⁹ <https://www.wilhelmsen.com/media-news-and-events/news/2025/wilhelmsen-ships-service-launches-electric-vessel-charging-station-in-singapore/#:~:text=Wilhelmsen%20Ships%20Service's%20newly%20operational%20charging%20station,of%20the%20electric%20vessels%20coastal%20charging%20infrastructure.>

²⁰ Shell が運営していたが、2025 年 4 月にインドネシアの化学大手 Chandra Asri およびスイスに本社を置く商品取引大手 Glencore の合弁会社である CAPGC Pte. Ltd に売却

図 12 Bukom 島に係留する電動フェリー



出典：Penguin International Limited 2024 年度年次報告書

図 13 Zinus 社の充電タワー



出典：Zinus 社プレスリリース（2022 年のプレスリリース、2022 年にアクセスしたもの）

ガイドライン

Marina South Pier での実証実験の成果も踏まえ、2025 年 3 月、MPA およびシンガポール企業庁（Enterprise Singapore）は、シンガポール標準評議会（Singapore Standards Council : SSC）を通じて、港内電動船（Electric Harbour Craft : e-HC）向けの充電インフラおよびバッテリー交換システムの整備に関する技術指針「TR 136」を公表した。

TR 136 は、標準供給電圧（交流最大 1,000V または直流最大 1,500V）で電力供給ネットワークに接続される e-HC を対象に、充電およびバッテリー交換作業に用いる船内設備および陸上設備に関する安全要件を規定している。

完全電動ハーバークラフトの設計と普及のための関心表明

MPA は 2023 年 7 月のハーバークラフトのネットゼロ燃料化の方針発表に先立ち、2020 年 9 月にはハーバークラフト電動化に関する研究開発の提案募集(Call for Proposal: CFP) を実施し、2021 年 8 月に 3 件のプロジェクトに対する補助金供与を決定している。

これらのプロジェクトは、それぞれ Keppel FELS (現 Seatrium)、Sembcorp Marine (現 Seatrium)、船舶設計会社の SeaTech Solutions International (SeaTech) が主導し、合計 30 社が参画した。Keppel FELS のプロジェクトは 30 人乗りフェリーの電動化改造、SeaTech のプロジェクトは電動ハーバークラフトの開発、Sembcorp Marine のプロジェクトは大型電動フェリーを開発を目的としていた。このうち、SeaTech が開発した電動ハーバークラフトについては、コンソーシアムメンバーであった Yinson GreenTech に主導権が移った。

ハーバークラフト電動化研究開発プロジェクトに続き、2023 年 7 月、MPA はシンガポールにおける完全電動ハーバークラフトの設計と普及を目的とした関心表明 (EOI) を開始した。この EOI は、商用化可能な「電動ハーバークラフト (e-HC)」のベストプラクティスとなる参照設計 (リファレンスデザイン) の設計・開発を目的としており、対象となるハーバークラフトは、出力 200~400kW、全長 10~20 メートル、総トン数 20~40 トンの船舶とされた。対象船型としては、以下の 2 タイプが想定されている。

- ・ 旅客船：最大 12 名、15 ノット以上で 6 時間の運航
- ・ 貨物・作業船：貨物輸送、調査、清掃、サルベージ等を想定し、12 ノット以上で 8 時間の運航

ただし、MPA は EOI において、上記条件に該当しない船種や、より大型 (400kW 超) の船舶についての提案も可能としている。

この EOI に対して、2024 年 2 月に 7 社・コンソーシアムが選定された。

表 20 完全電動ハーバークラフトの設計と普及プロジェクト選定企業

1	Coastal Sustainability Alliance (CSA)	シンガポールの財閥 Kuok グループ傘下の Kuok Maritime が主導し、AI を使った IoT 開発の Ampotech (シンガポール)、船舶運航会社の Columbia Ship Management Singapore、シンガポール工科大学 (Singapore Institute of Technology) など 18 社・組織から成るコンソーシアム
2	Yinson GreenTech	マレーシア上場のエネルギーインフラ事業に従事する Yinson Holdings 傘下で環境関連ビジネスを手掛ける
3	Pyxis Maritime	海運の電動化技術を開発するシンガポールのスタートアップ企業
4	Contemporary Amperex Electric Vessel Technology Co., Ltd. (CAEV) 主導コンソーシアム	中国のリチウムイオンバッテリー開発製造会社
5	China Everbright Environment Group	廃棄物処理、廃棄物発電、水処理、バイオマス利用技術開発、その他の環境関連の R&D を行う中国企業
6	Cyan Renewables Consortium	シンガポールに本社を置く洋上風力発電向け船舶投資・所有会社
7	Gennal Engineering	建設、内装、海洋、石油ガス産業向けに電気システムを提供するシンガポール企業

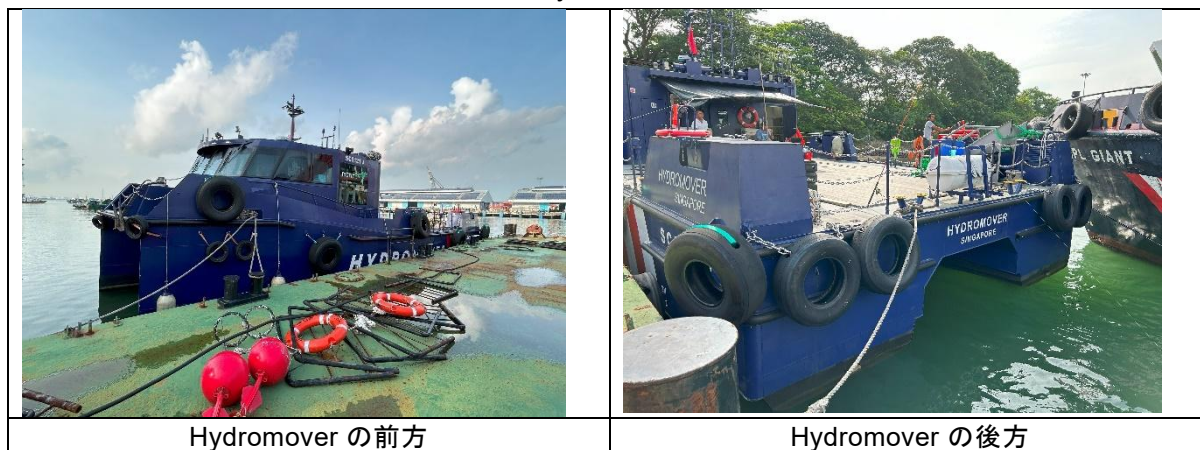
出典：MPA プレスリリース、報道及び各社ウェブサイトより作成

このうち、CSA、Yinson GreenTech、Pyxis Maritime の 3 件については、選定時点ですでに船級協会による関連技術承認を取得していた。

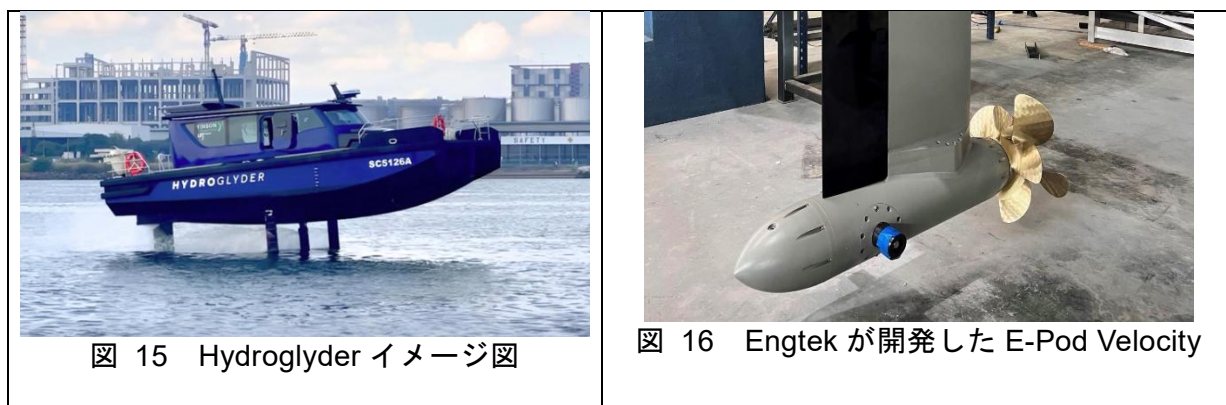
選定後の進捗として、CSA は、Kuok Maritime 傘下の PaxOcean 造船所が 2024 年 4 月に電動タグボートの建造を開始し、2025 年 7 月に進水した。運航開始は 2026 年を予定している。

また、Yinson GreenTech は SeaTech が主導した電動ハーバークラフト研究開発コンソーシアムに参画しており、同社が開発した完全電動ハーバークラフト「Hydromover」は、2024 年 8 月に商業試験運航を開始した。さらに、Yinson GreenTech は水中翼付きの完全電動クルー輸送船「Hydroglyder」も開発しており、2024 年 11 月にシンガポールで開催された Offshore Energy Asia (OSEA) 2024 において、その概要を発表している。この船舶は、水中翼技術を開発するノルウェーの Lift Ocean と、自律航行ソリューションを開発する同じくノルウェーの Zeabuz の協力のもとで開発され、水中翼はシンガポールの海洋技術会社 EngTek が供給している。

図 14 Hydromover の写真



出典：2024 年 10 月訪問時撮影



出典：Yinson Green Tech メディア資料 37F²¹ 出典：Riviera Maritime Media、2025 年 3 月 10 日 38F²²

Pyxis Maritime は、海上電化技術を開発するシンガポールのスタートアップ企業であり、2024 年 3 月に全長 14.8 メートル、定員 12 名のカタマラン型完全電動作業船を発表した。なお、Pyxis Maritime と商船三井は、2023 年 11 月にシンガポールにおける電動推進船の共同研究・開発・建造および日本市場での導入拡大に向けた協業に合意している。

²¹ OSEA2024 で QR コード配布

²² <https://www.rivieramm.com/news-content-hub/news-content-hub/homegrown-propulsion-powers-singapores-high-flying-zero-emissions-hydrofoil-84047>

図 17 Pyxis の電動ハーバークラフト



出典：2024年3月27日撮影

また、CAEV など残る 4 コンソーシアムの提案については、現時点ではその後の進捗は報じられていない。

なお、ハーバークラフトについては、MPA が 2030 年までにネットゼロ燃料対応を打ち出していることから、MPA 主導で民間企業と連携した実証実験が進められている。さらに、民間主導の電動船舶プロジェクトも実施されている。2026 年 2 月現在、商業実用化されている電動船としては、「Penguin International による完全電動フェリーのほか、オランダの石油取引会社 Vitol のシンガポール子会社である V-Bunkers が導入した 2 隻のハイブリッド電気推進バンカリング船がある。

2.3.5 水素燃料電池

シンガポール上場のフェリー運航会社兼造船所である Penguin International、Sembcorp Marine (現 Seatrium)、および Shell は、2021 年に水素燃料電池システムを用いた Ro-Ro 船の開発および試験運航の実施について合意した。同計画では、Sembcorp Marine が船舶の設計・建造を担い、Shell が試験船を用船し、Penguin International が船舶を所有・運航するという役割分担のもと、Ro-Ro 船「Penguin Tenacity」が建造された。

2022 年には、海運分野向けに再生可能エネルギーを用いた推進システムやバッテリーソリューションを提供する韓国の Vinssen が、同船に搭載する水素燃料電池の供給について Shell と契約を締結した。Vinssen の水素燃料電池は、2023 年 12 月にシンガポールへ納入されている。

Sembcorp Marine が建造した Ro-Ro 船「Penguin Tenacity」に水素燃料電池システムを搭載し、試験運航を行った。2024 年 6 月には Vinssen の舶用水素燃料電池システムが船級協会 Bureau Veritas (BV) から基本設計承認 (Approval in Principle : AiP) を取得した。試験運航に使用される水素については、フランスに本社を置く産業ガス大手の Air Liquide が供給している。

2025 年から 2026 年にかけては、「Penguin Tenacity」に関する公式な進捗報道は確認されていない。一方で AIS（自動船舶識別装置）を用いた船舶位置情報ウェブサイトによれば、同船がシンガポールのジュロン港とブコム島の間を運航している様子が確認できる。ブコム島には Shell が所有していた石油精製所が立地していたが、同施設は 2025 年 4 月に、インドネシアの化学大手 Chandra Asri と、スイスに本社を置く商品取引大手 Glencore との合弁会社に売却された。

また、2025 年 11 月には同精製所敷地内において、持続可能な航空燃料（SAF）の生産設備を新設する計画が発表されており、Penguin Tenacity が関連する建設資材等の輸送に従事しているものとみられる。

なお、Air Liquide は 2025 年 11 月にブコム島においてブルー水素の生産設備設立を検討していることを発表した。

図 18 Vinssen の水素燃料電池システムと試験運航用 Ro-Ro 船 Penguin Tenacity



出典：Vinssen ウェブサイト²³

²³ https://vinssen.com/en/bbs/board.php?bo_table=news&wr_id=35

3 マレーシア

3.1 海運脱炭素政策

マレーシアでは、気候変動問題への対応として、「2030年までに経済全体のGHG排出原単位（GDP当たり）を2005年比で45%削減する」という目標を掲げている。この目標は、マレーシアが国連気候変動枠組条約（UNFCCC）に提出している国が決定する貢献（NDC）に基づくものであり、国際的なコミットメントとして位置づけられている。

国内政策上は、こうした脱炭素目標は5年ごとに策定される国家中期計画の中で段階的に反映されてきた。第11次マレーシア計画（2016～2020年）では、国家発展のための6つの戦略的推進力の1つとして「グリーン成長（Green Growth）」が掲げられ、低炭素社会への移行が重要政策課題として明確化された。その流れは、第12次マレーシア計画（2021～2025年）、さらに現在の第13次マレーシア計画（2026～2030年）へと引き継がれている。

この第11次計画の実現を具体化するものとして、2017年には「グリーンテクノロジー・マスタープラン（2017～2030年）」が策定された。同計画では、エネルギー、製造、運輸、建設、廃棄物、水の6分野を重点分野とし、環境技術の導入促進や各分野別の目標が設定されている。運輸分野では、公共交通機関の利用促進や省エネルギー車両の普及が掲げられている一方、海事分野の脱炭素化については明確な言及はなされていない。

続いて、2019年に発表された「国家運輸政策 2019～2030年（National Transport Policy: NTP）」では、政策の柱の1つとして「グリーン交通エコシステム（Green Transport Ecosystem）」の推進が掲げられた。具体的には、

- ・国際的な環境基準への準拠
- ・大都市における公共交通利用の促進
- ・迅速な低炭素移動手段の導入
- ・輸送部門における汚染、騒音、廃棄物対策
- ・持続可能な輸送実践に向けた意識啓発

といった内容が示されているが、ここでも海事産業の脱炭素化に関する具体的な施策は含まれていない。

さらに、2020年には「低炭素モビリティ・ブループリント行動計画 2021～2030年（Low Carbon Mobility Blueprint Action Plan）」が策定された。同計画は、陸上交通分野を中心に、公共交通の強化、電気自動車の普及、バイオディーゼルの活用促進などを対象としており、海事産業は対象外となっている。

こうした状況の中で、2022年に発表された「国家エネルギー政策 2022～2040年（National Energy Policy: NEP）」において、初めて海事分野に関する具体的な数値目標が示された。同政策では、船用燃料に占めるLNGの割合を、2018年時点の0%から、2040年には25%まで引き上げる目標が掲げられている。海事関連の主なアクションとしては、

- ・ LNGバンカリングハブの形成
- ・ 船用燃料としてのバイオ燃料利用に向けた研究開発

が挙げられている。

また、代替燃料については、水素の生産国となり将来的な輸出を目指す方針が示されているものの、生産量などの定量目標は設定されておらず、水素、アンモニア、メタノールといった燃料の船用利用についても具体的な記述は少ない。

翌 2023 年、マレーシア政府は「国家エネルギー転換ロードマップ（National Energy Transition Roadmap : NETR）」を公表した。NETR では、海事産業について、船用燃料に占める低炭素燃料の割合を 2050 年までに 40%とする目標が示されている。代替燃料としては、e-メタノールや e-アンモニアが商業的に利用可能となるまでの移行期において、バイオ燃料を活用する方針が示された。また、IMO における脱炭素規制強化の動向を踏まえ、LNG については、NEP で掲げた 2040 年 25%という目標よりも抑制的に扱う方針が示された一方で、具体的な数値目標は設定されていない。

なお、東南アジア諸国を対象にしたオーストラリア政府のインフラ協力プログラム P4I（Partnerships for Infrastructure）²⁴の発表によると、2024 年 11 月、マレーシア内閣において「グリーンバンキング規制ロードマップ（Green Bunkering Regulatory Roadmap）」の策定に向けて検討を進めることが承認されていると見られる²⁵。

NETR では、こうした海事分野の脱炭素を推進するため、以下のイニシアチブが掲げられている。

- ① プランテーション・コモディティ省（Kementerian Perladangan dan Komoditi : KPK）
 - ・研究開発や実証実験を通じて、船用燃料としてのバイオ燃料の技術的・商業的実用可能性を推進する。
 - ・バイオ燃料の輸出も視野に入れつつ、国内生産バイオ燃料の海運業界での利用を奨励する。
- ② 運輸省（Kementerian Pengangkutan）
 - ・代替燃料に関するパイロットプロジェクトを選択的に採用し、その進捗をモニタリングする。
 - ・商業的実現可能性が確認された段階で、国としての船用燃料戦略を策定する。
 - ・インセンティブ付与、燃料供給コスト低減、供給効率向上を通じ、将来の代替燃料バンキングにおける国内港湾の競争力を強化する。
 - ・中長期的には、国内沿岸輸送船における代替燃料導入計画を策定する。

また、海事産業に特化した動きとしては、2025 年 7 月に開催された Malaysia Maritime Week において、マレーシア運輸省の Dato Norman Osman 政策担当副事務次官（Deputy Secretary General - Policy）が、同国が「マレーシア海事マスタープラン 2026～2040（Malaysia Maritime Masterplan 2026-2040）」の最終化を進めている旨を言及している。同スピーチでは、同マスタープランが気候変動対策を進めつつ、脱炭素と経済成長の両立

²⁴カンボジア、インドネシア、ラオス、マレーシア、フィリピン、タイ、東チモール、ベトナムが対象となっている。

²⁵ <https://www.partnershipsforinfrastructure.org/resources/australia-malaysia-collaborating-quality-infrastructure>

を図る観点を長期的な分野別計画に組み込む方針であると説明された。これにより、国内海運の強化、サービス品質の向上、ならびに海事分野の国家経済への貢献拡大を目指すという。なお、同マスタープランの全文や制度設計の詳細については、現時点では政府から公式文書として公表されていない。

「マレーシア海事脱炭素戦略（2025～2050年）」の検討も始まっており、マレーシア海事研究所（Maritime Institute of Malaysia）は2025年5月、マレーシア運輸省と共同で、海事脱炭素化に関するワークショップを開催した。ワークショップでは、海運、港湾、バンカリング、研究、人材育成と啓蒙、グリーンファイナンス、グリーン SHIPPING 回廊について協議した。

また、こうした転換を支えるため、制度面および法制度面での改革も進められている。2025年7月に、マレーシア海事法改正・改革委員会（Malaysia Maritime Law Revision and Reform Committee : MLRRC）が設立され、国際的な環境基準および安全基準との整合を確保することを目的として、海事関連の法制度を近代化するための検討を行っている。現時点では、海事分野の脱炭素は依然として発展途上にあるが、今後、制度・インフラ・燃料供給の各面で、具体化が進み始めている段階にあると考えられる。

なお、2025年3月に、マレーシア運輸省が船舶・港湾からのGHG排出削減のための国家行動計画（National Action Plan on Reduction of GHG Emissions from Ships and Ports）を策定中と報じられているが、その後の進捗や、この行動計画と、「マレーシア海事マスタープラン 2026～2040」や、「マレーシア海事脱炭素戦略（2025～2050年）」との関係は2026年1月現在報じられていない。

マレーシアの脱炭素化の全体的な動きとしては、2024年「国家気候変動政策 2.0（National Policy on Climate Change 2.0）」が発表されており、NDC達成と2050年ネットゼロに向けた政策全体の枠組みが更新された。あわせて、気候変動法（National Climate Change Bill）の制定に向けた検討が進められている。

3.2 代替燃料の動向

(1) PETRONAS の LNG バンカリング事業

PETRONAS は2020年11月、ジョホール州 Pasir Gudang 水域において、マレーシア初の船舶間（Ship-to-Ship）LNG バンカリングを実施した。バンカリングに使用したのは、2020年に Keppel Nantong Shipyard が建造し、Avenir LNG 社²⁶から PETRONAS が用船している LNG バンカリング船「Avenir Advantage」である。ジョホール州以外では、2021年6月にセランゴール州の Port Klang での最初の LNG バンカリングが実施されている。LNG バンカリングは着実に増加しており、2024年9月には200回目の実施に達した。

LNG バンカリングを担っているのは PETRONAS 子会社の Petronas Marine で、ジョホール州 Pengerang の LNG ターミナル、サラワク州 Bintulu LNG コンプレックス、2基の浮体式 LNG 施設 PFLNG Satu、PFLNG Dua に貯蔵している LNG を、3隻の船を使

²⁶ Avenir LNG 社は、ノルウェーの大手物流 Stolt-Nielsen、ノルウェーの FSRU プロバイダーの Hoegh LNG、LNG 関連インフラ大手 Golar LNG が2018年に設立した LNG バンカー船に投資を行う合弁会社。

って供給している。また、PETRONAS は第 3 の浮体式 LNG 施設 (PFLNG Tiga) を建造中であり、将来的にはサバ州周辺を含む供給・バンカリング体制の拡張が見込まれている。Petronas Marine の LNG バンカリング船は次のとおりで、いずれも同社が用船している。

表 21 マレーシアの LNG バンカリング船

船名/船主	GT	船籍	建造年	造船所
Avenir Advantage/ Avenir LNG	7,817/	マレーシア	2020	Keppel Nantong Shipyard Co Ltd - Nantong JS (Hull) Yard
Paolina Cosulich/ Fratelli Consulich	8,847	マレーシア	2024	Nantong CIMC Sinopacific Offshore& Engineering Co Ltd
Titan Vision/ Titan LNG	11,327	キプロス	2011	AVIC Dingheng Shipbuilding Co Ltd 改造はシンガポールの PaxOcean Shipyards が所有するインドネシアの バタム島に立地する造船所

出典：IHS Maritime、各社ウェブサイト等より作成

上表にある「Paolina Cosulich」は、イタリアの海運会社 Fratelli Consulich が中国の南通中集太平洋海洋工程 (Nantong CIMC Sinopacific Offshore& Engineering Co Ltd : 南通 CIMC SOE) で建造し、2024 年に引き渡しを受けた船舶。「Titan Vision」は、2011 年に建造された中古の LNG 船を、オランダの LNG バンカリング会社が買い取り、インドネシアのバタム島にあるシンガポール資本の PaxOcean 造船所で、LNG バンカリング船に改造したものである。

図 19 LNG バンカリング船「Avenir Advantage」



出典：PETRONAS ウェブサイト²⁷

さらに、PETRONAS はサバ州 LNG バンカリングインフラの拡充を計画中である。サバ州の北は、オーストラリアからの鉱物などを中国、台湾、韓国、日本に輸送する大型のバルクキャリアが航行する主要航路となっており、PETRONAS によると、年間 7,000 隻程度が航行している。将来的には 400 万トン相当の LNG バンカリング需要が見込まれるという²⁸。PETRONAS は、サバ州向けに浮体式 LNG 貯蔵施設 (FLNG) を調達し、Avenir

²⁷ <https://www.petronas.com/media/media-releases/petronas-marks-start-business-lng-bunkering-completion-first-delivery>

²⁸ Malasia Maritime Week 2024 年 8 月 Petronas プレゼンテーション

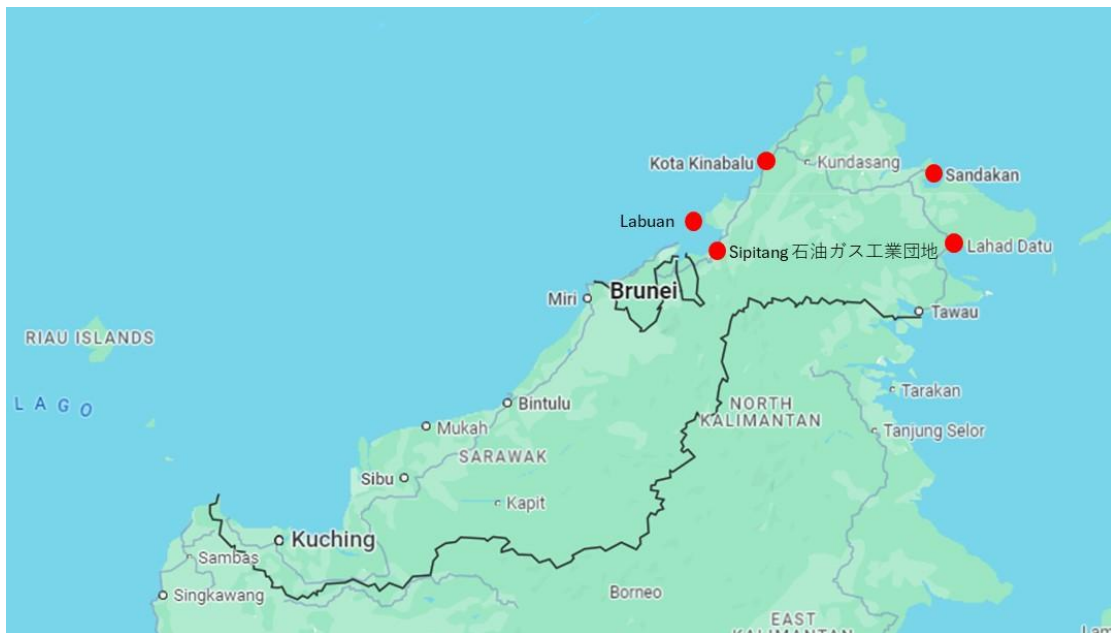
Advantage を常駐させて Kota Kinabalu、Sandakan、Labuan、Lahad Datu を LNG バンカリングハブとすることを検討している。前述のように、PETRONAS はサムスン重工業と日揮のコンソーシアムに 3 基目の FLNG「PFLNG Tiga」を発注しており、2025 年 2 月にサムスン重工業の造船所で進水した。この FLNG は、2027 年下半期に完成予定で、サバ州の Sipitang 石油ガス工業団地沖に設置される。2025 年 7 月にはサバ州政府の子会社の SMJ Energy が PFLNG Tiga を操業する PFLNG 3 Sdn. Bhd に 25% 出資することで合意した。

図 20 オーストラリアから北アジアへの航路



出典：2024 年 8 月 Malaysia Maritime Week における PETRONAS のプレゼンテーション資料

図 21 サバ州の LNG バンカリングハブ候補地



出典：Google Maps より作成

もともと PETRONAS は従来の重油ベースの船用燃料をバンカー事業者に販売する立場であり、バンカリング事業は行っていなかった。しかし、LNG バンカリングは資本投下も大きく、民間で事業を開始できるころはなかったため、PETRONAS が事業をスタートさせた。2024 年 8 月の Malaysia Maritime Week のスピーカー、Petronas Marine のバンカリングアセット・設備部長 Mohd Rafe bin Mohamed Ramli 氏は、民間が参入できるようになれば、PETRONAS は LNG バンカリングから撤退してもよく、ローカル資本企業と協業する用意があると発言していた。しかし、関心を持つ企業がないとのことである。また、現状の LNG バンカリング船は海外建造だが、地元の造船所での建造も協議中であり、用船している LNG バンカリング船もできるだけマレーシア籍船にするとのことであった。

なお、マレーシア海事局は 2019 年に LNG バンカリングのガイドラインを公表済である²⁹。

(2) バイオ燃料のバンカリング

マレーシアでは、シンガポールのように当局が枠組みを整備した大規模パイロット制度は確認できない。一方で、商業ベースのバイオ燃料バンカリング (B24 等) は、2024 年から実施されている。

マレーシアで最初にバイオ燃料のバンカリングが実施されたのは 2024 年 4 月で、ジョホール州の Tanjung Pelepas 港 (PTP) にて、マレーシアの上場企業 Straits Energy Resources の子会社 Tumpuan Megah Development が、4,500 トンの B24 バイオ燃料を Maersk のコンテナ船に供給した。

マレーシア最大の港、Klang 港初のバイオ燃料バンカリングは、2024 年 6 月と 7 月に実施された。香港の船用燃料会社 Banle Energy International が、台湾の陽明海運のコンテナ船に B24 バイオ燃料バンカリングを行った。

一方、マレーシアではバイオ燃料製造の動きもある。PETRONAS、イタリアの大手エネルギー会社 Eni 傘下の Enilive S.p.A、日本のユーグレナは、2024 年 7 月にバイオ燃料製油所をジョホール州に建設することで、最終投資判断に達した。3 社は 2022 年 12 月に、バイオ燃料製油所の実現可能性調査を実施すると発表していた。3 社は合弁会社をマレーシアに設立し、生産能力年間 65 万トンの工場を立ち上げ、航空業界や輸送業界でニーズが高まっているバイオジェット燃料、HVO、バイオナフサ等を生産する計画である。2025 年 11 月に建設開始が報じられ、2028 年下半期の稼働を目指している。PETRONAS のプレスリリースでは、船用バイオ燃料には言及していないが、生産物は、ジェットバイオ燃料以外にも、船用バイオ燃料、車両向けのバイオ燃料等の用途に利用できる。

なお、米国農業省のレポートによると、2024 年現在、マレーシアのバイオディーゼル製油所は 17 カ所、生産能力は 27 億 2,600 万リットルであるが、2024 年の生産量速報値は 15 億 5,000 万リットルであった。

²⁹ <https://www.marine.gov.my/jlm/admin/assets/uploads/images/contents/20201022132301-4834e-sgmf-simops.pdf>

(3) ジョホール州 Tanjung Pelepas 港 (PTP) のグリーンバンカリングハブ化

マレーシアは IMO とノルウェーが支援する「GreenVoyage2050³⁰」に参画しており、Tanjung Pelepas 港 (PTP) が GreenVoyage2050 の Green Boat Project において、タグボートとパイロットボートのグリーン化のパートナーとなっている。2024 年 4 月に実施したワークショップでは、PTP におけるタグボートから発生する二酸化炭素排出のベース値の算出を支援した。PTP によると、2024 年 10 月現在、PTP で使用するグリーンなタグボート、パイロットボートの設計パートナーを募集中とのことであった³¹。

さらに、PTP はオーストラリア政府による P4I の支援を受け、代替燃料バンカリングハブを目指している。P4I の支援では、特にメタノールに焦点を当て、PTP におけるメタノールバンカリングの実現可能性調査を実施した。同調査では、特に PTP が低炭素燃料供給の拠点として非常に有利な立場にあるとともに、短期的にはインフラの転用が比較的容易で主要な海運会社からの需要が高まっているメタノールが最も現実的な選択肢であると結論付けている。2024 年 8 月の Malaysia Maritime Week において、オーストラリア総領事館のコンサルタント Dr Jonathan Beard は、「マレーシアは自国でのグリーン燃料生産が可能であり、グリーン SHIPPING のハブとなる可能性がある。グリーン燃料を生産が困難な国では、燃料を遠くから運んでくるのは現実的ではない。マレーシアに不足しているのは、制度とインセンティブである。」と発言し、マレーシア政府のイニシアチブを促した。また、PTP は船用燃料のサプライヤーではないため、マレーシアにおけるグリーンバンカリングに関心がある企業を誘致することになる。技術アセスメントは終了しており、2025 年 6 月の P4I の資料によると、規制の枠組みの分析を実施中となっている。

なお、Tanjung Pelepas 港では 2024 年 11 月に初のメタノールバンカリングが実施されているが、その後 2 度目が実施されたという情報は 2026 年 2 月現在、報じられていない。

(4) ジョホール州 Maharani Freeport プロジェクト

ジョホール州の北部に立地する Muar では、Maharani Freeport の開発が進んでいる。Muar はマラッカ州との境に位置し、船舶交通の多いマラッカ海峡に面している。ジョホール州王室の後援を受ける Maharani Energy Gateway (MEG) 社³²が事業主体となり、石油・ガス貿易、輸送、船舶サービスなど多岐にわたる機能を担うエネルギーと海運の総合ハブとする構想である。埋め立てで 3 つの人工島を開発し、本土側のエリアを合わせた総敷地面積は約 1,300 ヘクタールになる。3 島はそれぞれ、貯蔵・物流、エネルギーと再生可能エネルギー、海事サービスを担う。オイルトレーディング、貯蔵、ブレンディング、深水対応の港湾機能、バンカリング、船舶修繕を備えた設備となり、VLCC 級を含む大型船舶が沖合錨地での Ship-to-Ship (STS) オペレーションに対応可能とされている。その他、将来的には石油化学関連設備や再生可能エネルギー製造設備などの誘致も構想されている。また、Freeport 制度に基づき、条件を満たす場合には 100% 外資所有を含む各種投

³⁰ IMO が主導する発展途上国の海事産業脱炭素化を支援するプロジェクトで、フィンランド、フランス、ドイツ、オランダ、ノルウェーが資金を拠出して 2030 年まで実施する。

³¹ Malaysia Maritime Week Aug 2024 PTP プレゼンテーション。2026 年 1 月現在、設計パートナーが選定されたという報道はない。

³² ジョホール州の国王 (Sultan) が MEG の株式 40% を保有すると報じられている。

資インセンティブの適用が想定されている。

Maharani Freeport のウェブサイトによると、同プロジェクトでは将来的に①エネルギーハブ、②深海港、③自由港工業団地、④金融ハブの 4 つの機能的ハブを段階的に開発する構想が示されている。

表 22 Maharani Freeport における 4 つの機能的ハブの概要

エネルギーハブ	石油・ガスの貯蔵、精製、ブレンド（調合）および生産 石油化学設備 発電 再生可能エネルギーおよび代替エネルギー関連設備 STS（船舶間移送）作業、浮体式貯蔵およびバンカリング
深水港	喫水 24 メートルの深海ターミナル 統合型海事サービスおよび造船施設 Maharani 自由港工業団地の陸上ネットワークに接続された LNG 浮体式ターミナル
自由港工業団地	LNG 再ガス化プラント 再生可能エネルギーおよびグリーンメタノールの生産 バイオ LNG 関連施設 EV（電気自動車）サプライチェーンセンター データセンターおよび半導体製造 発電クラスター 重工業から軽工業までを含む産業ゾーン
金融ハブ	自由港内のエネルギー取引や産業開発活動における円滑な取引や資金の流れを可能にする、統合型金融サービス、貿易促進支援、投資ソリューションの提供

出典：Maharani Freeport ウェブサイト³³

2025 年 11 月の報道によると、連邦政府により Freeport (duty-exempt energy freeport) として正式指定されると同時に、石油トレーディング、貯蔵、積み替え、ブレンド、バンカリング、船舶間移送等の初期機能の供用を開始したとされている。また、2025 年 12 月の報道によると、Maharani Freeport において LNG バンカリングを担うための事業主体として、Muar LNG が設立されている。Muar LNG は Maharani Energy Gateway が関与するプロジェクト関連事業体とみられるが、公開情報からは株主構成や出資者の詳細は確認できていない。

なお、2024 年 1 月の報道によると、中国国営企業の中国能源建設集団（China Energy Engineering Corporation）が 20 億米ドルを出資して、ガス発電所とグリーン水素、グリーンアンモニアプラントを建設することで合意しているが、その後の進捗は報じられていない。また、2022 年 2 月に、Maharani Energy Gateway (MEG) 社とシンガポールの LNG Easy 社は、ジョホール州の Muar に、浮体式 LNG ハブを開発することで覚書を交わしているが、その後プロジェクトが Maharani Freeport として大規模化・再編されたことに伴い、同社が現在も事業主体または公式パートナーとして関与していることは公表情報からは確認できない。

³³ <https://maharani-gateway.com/projects>

図 22 Maharani Freeport が立地する Muar の場所



出典：Strait Bio LNG ウェブサイト³⁴

(5) ジョホール州のバイオ燃料貯蔵・輸出ハブ開発

2025年2月7日、BAC Renewable Energy (BAC RE) は、ジョホール州 Tanjung Langsat 港におけるバイオ燃料貯蔵・輸出ハブの開発に関して、シンガポールの Dovechem グループおよび Tanjung Langsat 港を所有・運営する TLP ターミナル (TLPT) と覚書を締結したと発表した。BAC RE は、2002年に設立されたコンサルティング会社で、再生可能エネルギーの分野でも戦略立案、資金調達等のアドバイザーを行っており、パームオイル産業からの廃油を使ったバイオマス・バイオガス加工工場も運営している。Dovechem は 1960年に設立され、アジア諸国で化学、パッケージング、エンジニアリング事業を展開するシンガポール企業である。TLPT は、マレーシアのジョホール州 Tanjung Langsat 港で液体バルクターミナルや石油貯蔵施設を運営するマレーシア企業である。

その後 2025年11月に、BAC RE は、シンガポールの発電会社 YTL PowerSeraya と、バイオ LNG の売買契約を締結した。この契約は、2024年10月27日にシンガポール政府が開始した「バイオメタン・サンドボックス」制度³⁵の下で締結されたもので、発電および産業用途向けのバイオメタン輸入を試行することを目的としている。BAC RE は ASEAN 地域全体でバイオ LNG の生産および集約を行い、供給のための物流チェーンを構築する計画である。BAC RE は、マレーシアおよび近隣市場において再生可能ガス事業を推進しており、東南ア

³⁴ <https://straitsbiolng.com/strategic-location/>

³⁵ 期間や参加者などを限定し、新しい技術などの実証を行うことができる環境を提供する制度

ジア各地に小規模液化プラントを設置する計画を進めている。また、船用バンカリング用途を含むバイオ LNG 輸送のため、小型 LNG 船を用船する意向も示している。

(6) サラワク州の Sarawak H2 Hub プロジェクト

東マレーシアのサラワク州は、豊富な水力発電資源と、ビントウル (Bintulu) に集積する石油・ガスおよび港湾インフラを背景に、低炭素燃料の供給・輸出拠点の形成を進めている。その中核となるのが、州政府系企業である SEDC Energy と PETRONAS 傘下企業でクリーンエネルギーを手掛ける Gentari による Sarawak H2 Hub プロジェクトである。このプロジェクトは、Bintulu 地域におけるグリーン水素供給の共通基盤 (ユーティリティ) 整備、水素製造・派生燃料製造案件のモジュール化・標準化、ならびに将来的な燃料供給 (陸上需要・輸出) への展開を目指している。2024 年 6 月、Gentari と SEDC Energy は、Sarawak H2 Hub を実行するための合弁会社を設立した。2024 年時点の報道によれば、稼働は 2028 年を予定している。

Sarawak H2 Hub プロジェクトには、韓国と日本の企業連合もそれぞれ参画する。韓国企業によるプロジェクトは、H2biscus と名付けられ、Samsung Engineering、Lotte Chemical、Korea National Oil Corporation が SEDC Energy と共同で、サラワク州の再生可能電力で製造したグリーン水素を原料に、グリーンアンモニアを生産し、主として韓国へ輸出するプロジェクトである。当初の想定では、グリーン水素の生産量は年間約 15 万トン、グリーンアンモニアの生産量は年間約 85 万トンで、2023 年にはサムスン E&A (元サムスン・エンジニアリング) が FEED (Front End Engineering Design) を開始し、2027 年の稼働が計画されていた。しかし、2025 年 10 月の報道によると、投資コストの大きさを背景に規模の縮小等が報じられている他、アンモニアの代わりにメタノールを輸出する案も出ている。最終投資決定は 2026 年、稼働目標は 2028~2029 年に修正されている。

日本企業が計画しているのは、サラワク州で製造するグリーン水素を輸送効率の高い MCH (メチルシクロヘキサン) に転換して、日本へ海上輸送することを目指す H2ornbill プロジェクトである。参画しているのは、ENEOS と住友商事で、両社は SEDC Energy と協力してプロジェクトを進める予定である。2024 年 4 月に日揮が FEED を受注しており、2030 年の稼働を計画している。当初の計画では、グリーン水素の生産量は年間約 9 万トンと報じられていたが、2025 年 10 月の報道によると、生産規模を年間 5 万トンに縮小する可能性がある。

2024 年 7 月には、州政府系企業である Sarawak Petchem Sdn Bhd が、投資額約 70 億リング、年産 175 万トン規模のメタノール複合施設を建設し、2024 年 7 月に商業運転を開始した。この施設はサラワク州沖の天然ガスを原料としているため、製造しているのはグリーンメタノールではない。一方で、Sarawak Petchem Sdn Bhd は 2025 年 1 月にグリーンメタノールを生産する工場の起工式を行っている。このプロジェクトでは、再生可能エネルギーを使った水電解によって水素を製造し、回収した二酸化炭素と組み合わせてメタノールを合成する方式を採用する。起工式で、Sarawak Petchem の Tan Sri Abdul Aziz Husain 会長は、グリーンメタノールは船用燃料にも利用が可能だと発言しており、サラワク州のグリーン (低炭素) 燃料ハブ構想では、バンカリングも視野に入れていることがわかる。

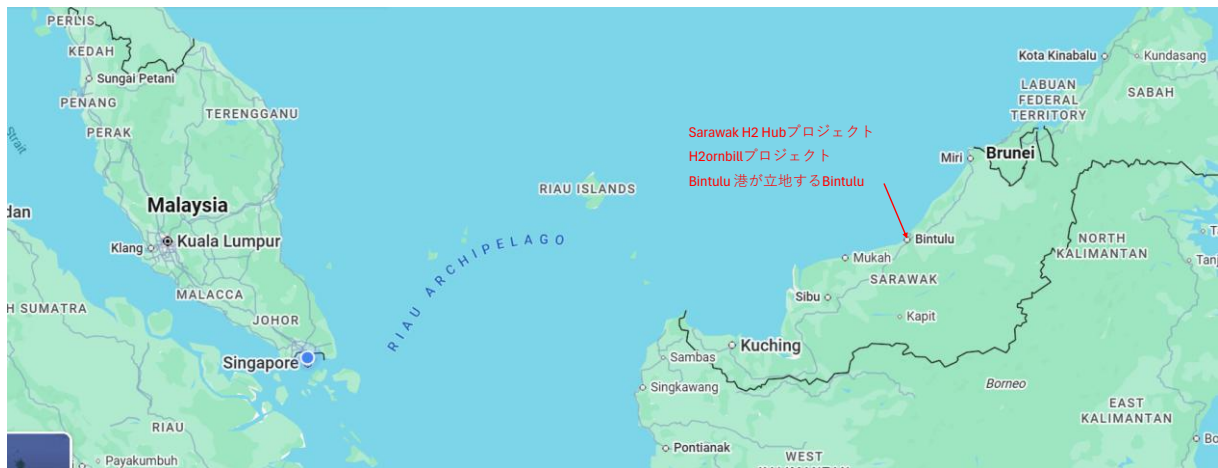
(7) サラワク州 Bintulu 港のグリーン（低炭素）燃料の取り組み

サラワク州に立地する Bintulu 港はマレーシア唯一の LNG 輸出港となっているが、Bintulu 港でもグリーン（低炭素）燃料の取り組みが始まっている。2025 年 8 月に同港は 3 つの覚書を締結しているが、そのうち 1 つはシンガポールの再生可能エネルギー企業 Borneo Biogas Pte Ltd と交わしたもので、この提携には、以下の計画が含まれている。

- ・ Bio-LNG 生産能力の確立: パーム油廃棄物や農業廃棄物からバイオメタンを生成し、それを Bio-LNG 化する。
- ・ バンカリングインフラの整備: Bintulu 港において、船舶向けの Bio-LNG バンカリング（燃料供給）インフラを開発する。
- ・ 港湾船の脱炭素化: 生産された Bio-LNG を、Bintulu 港の港湾支援船（タグボート等）の燃料として利用することを検討する。

他の 2 つの覚書のうち 1 件は、中国の水素エネルギー設備メーカーである江蘇国富水素能装備（Jiangsu Guofu Hydrogen Energy Equipment Co. Ltd. : GUOFUHEE）との協力に関するもので、液化水素生産プラントの設立を目的としている。もう 1 件は、Bintulu でフェロマンガ製錬所を操業する Sakura Ferroalloys Sdn. Bhd.との、バイオエタノールおよび SAF（持続可能な航空燃料）開発に関する覚書である。

図 23 Bintulu の立地



出典：Google Map より作成

(8) アンモニア燃料船の建造プロジェクト

マレーシアではアンモニアバンカリングを実施するプロジェクトは浮上していないが、PETRONAS とその関連会社がアンモニアバンカリング船の建造プロジェクトを進めている。

① Castor Initiative

PETRONAS 関連会社のアンモニア燃料船プロジェクトの一つは、海運子会社である MISC が参画している Castor Initiative である。2021 年に LR は、サムスン重工業のアンモニア燃料タンカーの設計に AiP を発行した。建造するタンカーは MISC のシンガポール子会社、AET Tankers が所有、運航する予定となっている。

② 中国へのアンモニア二元燃料タンカー発注

MISC のシンガポール子会社の AET Tankers は、2024 年 4 月に 11 万 5,000DWT のアンモニア二元燃料アフラマックスタンカー 2 隻を中国の大連船舶重工 (Dalian Shipbuilding Industry) に発注した。竣工後は PETRONAS 傘下の Petco Trading Labuan Company (PTLCL) に定期貸船する。タンカーには、スイスのエンジンメーカー WinGD の 6 気筒の X62DF-A エンジンが搭載される。AET Tankers は 2023 年 6 月、WinGD 及び船級協会 DNV とアンモニア二元燃料のエンジン開発に関する協力協定を締結していた。協定にはアンモニアエンジンを搭載した船舶を安全に管理できる船員の育成・訓練が含まれ、MISC 子会社で、マレーシアのマラッカにキャンパスを持つ船員教育機関の Akademi Laut Malaysia (ALAM) も参加する。なお、2017 年に中国の CSSC グループが Wartsila から WinGD の株式を買い取り、現在、WinGD は中国の CSSC グループの 100% 子会社となっている。

③ タイの PTT 向けのアンモニア燃料タンカーを調達

AET Tankers は 2022 年 10 月、2 隻のアンモニア燃料タンカーの開発建造で、タイの国営石油ガス会社 PTT と覚書を交わしたと発表している。AET Tankers が造船所を選定して、2 隻建造し、PTT に長期用船する。しかし、このプロジェクトについては 2026 年 1 月現在、その後の進捗は発表されていない。

④ アンモニア燃料 LR2 タンカーの AiP 取得

MISC とサムスン重工業は、アンモニア燃料の LR タンカーを共同開発している。2025 年 9 月、このアンモニア燃料 LR タンカーの設計について、Bureau Veritas から AiP (基本設計承認) を取得した。このプロジェクトでは、海運向けの再生可能エネルギーソリューションを提供する韓国の Vinssen が開発したプロトン交換膜燃料電池技術と、韓国の環境・水素関連ソリューション企業 Panasia が開発したアンモニアクラッキングシステムを統合している。

図 24 アンモニア燃料 LR タンカーのイメージ



出典：MISC プレスリリース³⁶

³⁶ <https://www.miscgroup.com/media/media-releases/misc-and-shi-secure-approval-in-principle-from-bureau-veritas>

4 インドネシア

4.1 海運脱炭素政策

インドネシアの GHG 削減目標は、気候変動対策に関する国際的な枠組みとし採択されたパリ協定に基づき、締約国が策定する「国が決定する貢献（Nationally Determined Contribution : NDC）」に示されている。インドネシアが提出している最新の NDC は 2022 年に提出されたもので、2030 年までに、BAU³⁷比でインドネシア単独の国内努力のみの場合は 31.89%削減、資金・技術・能力構築などの国際支援があった場合は 43.20%の削減を目指している。ただし、この NDC にはセクター別の削減目標は示されていない。

運輸産業について、2026 年 1 月、アグス・ハリムルティ・ユドヨノ・インフラ・地域開発担当調整大臣は、ジャカルタで開催された「運輸脱炭素化加速タウンホールミーティング」にて、政府が 2026 年 5 月までに運輸部門の脱炭素化ロードマップを完成させることを目指しており、同ロードマップが COP31 を含む国際フォーラムにおけるインドネシアの立場と貢献を強化し部門横断的な政策の参考資料となると述べている³⁸。

現在までにインドネシア政府が発表している GHG 削減政策は、2023 年の運輸大臣政令 08/2023 「国家として定められた貢献目標の達成に向けた運輸セクターにおける気候変動緩和行動の決定」³⁹がある。ただし、運輸大臣政令 08/2023 に削減目標は定められていない。運輸大臣政令 08/2023 では、運輸セクターにおけるエネルギー効率、新エネルギー・代替エネルギーの利用などを含む 34 のアクションが掲げられている。そのうち 10 件が海事産業に関わるもので、海事分野では次のアクションプランが掲げられている。

- ・ 船舶の近代化（省エネ技術等を搭載した船舶への代替等）
- ・ 船舶エネルギー効率管理計画の導入
- ・ 船体向け防汚システムの導入（塗装などにより船の底に貝類や海藻が付着するのを防ぐ仕組みを導入）
- ・ 船舶通信サービス（気象予報情報）の活用
- ・ 港湾における陸上電力供給（Onshore Power Supply : OPS）の導入
- ・ 港湾における積み下ろし設備の電化
- ・ 港湾における太陽光発電式街路灯の活用
- ・ 交通インフラにおける太陽光発電設備の活用（Tenaga Surya による太陽光発電所）
- ・ 船舶における低炭素燃料の使用
- ・ 航行支援設備の活用

船舶に関連するアクションプランの 1 つに、「船舶における低炭素燃料の使用」が挙げられているが、掲載されているのは、「低排出・環境配慮型の機関（エンジン）の使用」、「IMO（国際海事機関）の規定に適合した低排出燃料の使用」の 2 点のみで、その成果は、船舶

³⁷ Business as Usual=何も対策を取らなかった場合

³⁸ <https://kemenkoinfra.go.id/detailpost/di-town-hall-dekarbonisasi-transportasi-menko-ahy-tekankan-komitmen-pemerintah-jaga-lingkungan>

³⁹ これ以前に、2013 年の運輸大臣政令 201/2013 「運輸セクターにおける GHG 排出削減のための 2010～2020 年の国家アクションプラン」があったが、2023 年の政令 8 号によって廃止された。

における化石燃料消費量の削減量で図るとされているのみである。具体的に使用する燃料、導入時期、どのように代替燃料の利用を促進していくかについては、記載されていない。

2024年1月のAntara通信に掲載されたAntoni Arif Priadi運輸省海運総局長発言によると、海運の脱炭素化を実現するための施策として、IMO2020に対応した低硫黄燃料の利用、排ガスを浄化するスクラバーの使用、老朽船の代替（船隊の若返り）、環境配慮型航路標識（ブイ等）の導入、すべてのインドネシア籍船に対する燃料消費量報告義務（船舶の燃費モニタリング）を挙げている。

4.1.1 バイオディーゼル混合義務化

インドネシアは世界最大のパーム油生産国であることから、政府主導のバイオディーゼル混合義務化政策をとっており、大規模な市場が形成されている。インドネシアでバイオ燃料がエネルギー政策で扱われるようになったのは、石油純輸入国に転落した2004年の2年後の2006年のことである。2006年の大統領令No. 1/2006で、代替燃料としてのバイオ燃料の供給と利用を促進することを規定した。パーム油由来のバイオ燃料を国内で大量生産することで、燃料輸入を減らし、経常収支の改善効果を図るという背景も、バイオ燃料政策を後押ししている。そのため、2018年にはディーゼルオイルを使用する車両、バス、重機などにバイオディーゼルの含有量が20%のB20の利用が義務付けられた⁴⁰。ディーゼルオイルを使用する小型船舶も義務化の対象となった。

バイオディーゼルの含有量割合は段階的に引き上げられ、2023年8月からB35が、2025年1月からはB40が義務化された。2026年からのB50の義務化も検討されているが、供給不足の懸念から、B45からにすべきだという議論も出ている。

また、バイオディーゼル使用推進政策は、パーム油の輸出税を財源とし、化石軽油の市場指標価格とバイオディーゼルの差額をメーカーに補填するパーム油プランテーション基金管理庁（BPDPKS）の補助金スキームに支えられているため、混合率を引き上げれば補助金の拠出が増えるというリスクもある。

政府のB40義務化導入に合わせて、Pertaminaは2025年1月からB40船用燃料の供給を開始している。Pertamina傘下の海運会社Pertamina International Shippingも同社の国内運航船189隻について、燃料をB40に切り替えたと報じられている。

4.1.2 国家水素・アンモニアロードマップ

船用燃料が主用途とは位置づけられていないものの、インドネシアエネルギー鉱物資源省（MEMR）は2023年に国家水素戦略⁴¹を策定した。これに続き、2025年4月にはニュージーランド外務貿易省およびグローバル・グリーン成長研究所（Global Green Growth Institute : GGGI）の支援を受け、国家水素・アンモニアロードマップ（以下「ロードマップ」）を策定した。

⁴⁰ ガソリン車は、バイオディーゼル混合燃料は使えないため、エタノールを混合した燃料を使用することになる。全国一律のバイオエタノール10%混合燃料（E10）の利用義務化は2027～2028年になる見通し。

⁴¹ 2026年1月現在、MEMRのウェブサイトには国家水素戦略の原本はダウンロードできる形式で掲載されていない。国家水素・アンモニアロードマップのみダウンロードできる。

[/https://www.esdm.go.id/assets/media/content/content-peta-jalan-hidrogen-dan-amonia-nasional.pdf](https://www.esdm.go.id/assets/media/content/content-peta-jalan-hidrogen-dan-amonia-nasional.pdf)

ロードマップでは、水素の生産、インフラ整備、市場統合を段階的かつ実行可能な計画として示している。計画は、規制整備やパイロットプロジェクトの開始から始まり、最終的には水素・アンモニアの輸出能力確立を目指す。船用燃料については、水素由来アンモニアを中心に、水素燃料電池の海運利用の可能性も示されている。

ロードマップは以下の3フェーズで構成される。

- ・ 導入フェーズ（2025～2034年）
- ・ 開発・統合フェーズ（2035～2045年）
- ・ 加速・持続フェーズ（2046～2060年）

以下は、船用燃料としての水素・アンモニアに関する概要である。

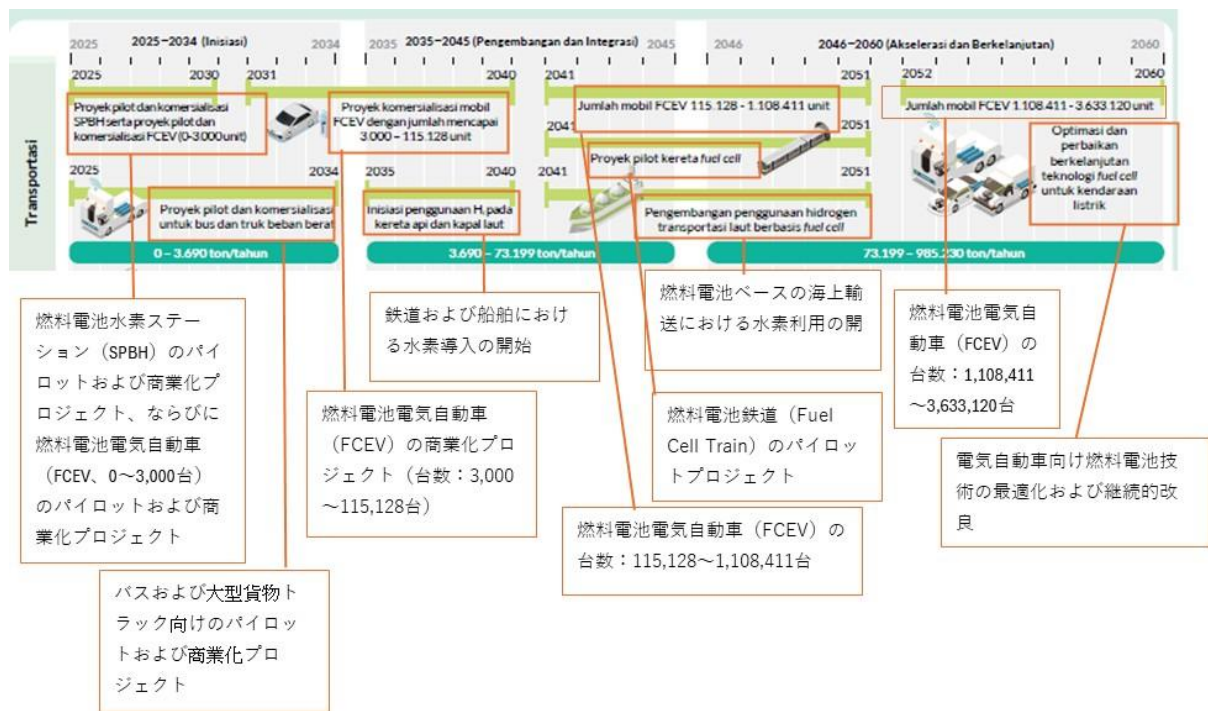
(1) 水素

- ・ 導入フェーズ（2025～2034年）では、パイロットプロジェクトや水素燃料ステーションの商業化、水素バス・大型トラックの導入が開始される。
- ・ 開発・統合フェーズ（2035～2045年）では、輸送分野での水素利用が拡大する。海運では、導入フェーズの成果を踏まえ、燃料電池輸送のためのパイロットプロジェクトが進行する。2041年には燃料電池を利用した海上輸送が拡大する。
- ・ 加速・持続フェーズ（2046～2060年）では、燃料電池技術が電動車向けにさらに最適化・改良される。輸送分野では、水素利用が大規模に拡大し、水素自動車の台数も増加する見込み。
- ・ 海運向けの水素需要は、2035年の726トンから2045年には4万6,000トン、2060年には45万トン以上に伸びると予測されている（加速・持続フェーズの海運での水素利用については明記されていないが、水素需要は大幅な増加が予測されている）。

(2) アンモニア

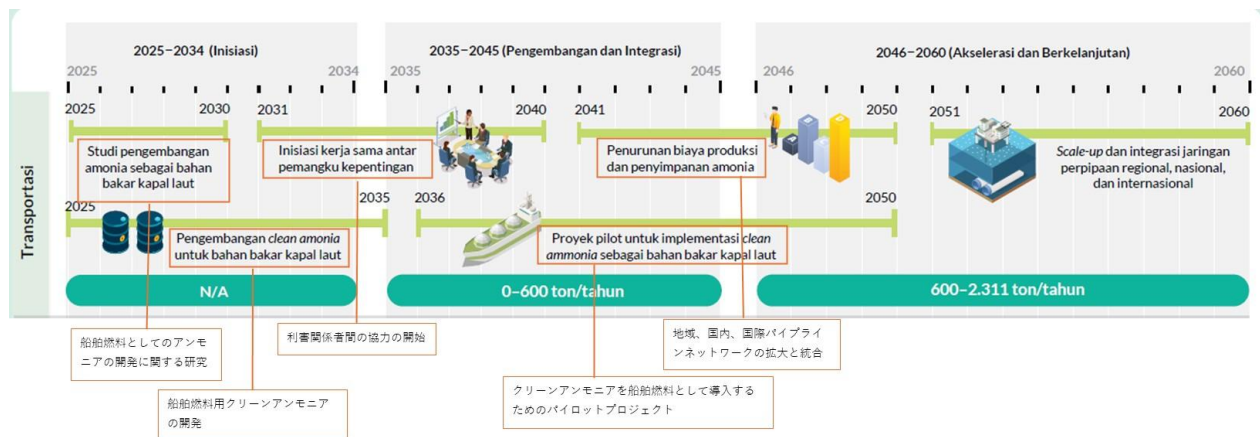
- ・ 導入フェーズ（2025～2034年）では、アンモニアの利用は発電向けが主となるが、海運関連でも、2025年にアンモニアの海上輸送に関する実証が開始し、大規模なアンモニア流通における効率性および安全性の評価が行われる。2026年には、港湾および物流拠点において液体アンモニアのインフラ整備が進められ、地域間流通に対応したサプライチェーンの準備が強化される。さらに2030年には、海上輸送による大規模なアンモニア流通の準備が開始される。
- ・ 開発・統合フェーズ（2035～2045年）では、海上輸送におけるアンモニアの利用が始まり、クリーンアンモニアが主要燃料として導入される。
- ・ 加速・持続フェーズ（2046～2060年）では、政府はインセンティブや補助金を導入するとともに、技術開発を進めることで、アンモニアの効率向上と生産・貯蔵コストの低減を図る。さらに輸送分野では、クリーンアンモニアが船舶燃料として完全導入される。
- ・ 海運向けのアンモニア需要は、2045年までは年間0～600トン、2060年には2,310トンに達すると予測されている。

図 25 インドネシアの運輸部門における水素の導入スケジュール



出典：国家水素・アンモニアロードマップ

図 26 インドネシアの運輸部門におけるアンモニアの導入スケジュール



出典：国家水素・アンモニアロードマップ 42

海運における水素やアンモニア利用の具体的なプロジェクトについては後述する。

4.2 代替燃料の動向

国営石油会社 Pertamina の複数の子会社や国営港湾会社の PELINDO は、LNG 等の代替燃料の取り組みを開始している。また船舶の電動化についても、漁船や小型船舶を中心にパイロットプロジェクトが進んでいる。インドネシアにおける代替燃料の海運向けプロジェクトについてまとめる。

42 <https://www.esdm.go.id/assets/media/content/content-peta-jalan-hidrogen-dan-amonia-nasional.pdf>

(1) PT Perusahaan Gas Negara Tbk (PGN) による取り組み

PGN は Pertamina の子会社で、インドネシア国内最大のガス供給会社である。同社は LNG バンカリング施設の開発を計画しており、同社のアニュアルレポートによると、輸向向けの LNG プラントが立地する東カリマンタン島の Bontang LNG ターミナル、スマトラ島北部の Arun LNG ターミナルでは、陸上から船に供給する方式の LNG バンカリング・ターミナルの開発を計画している。

一方、船から船への LNG バンカリングの拠点としては、次の 7 カ所にポテンシャルがあるとされている。

- ・ Batam (スマトラ島リアウ諸島)
- ・ Tanjung Priok – Cilegon (ジャワ島西部)
- ・ Tanjung Perak (ジャワ島東部)
- ・ Bali – NTB (※Benoa 港の明記ではなく、地域としての記載、NTB は、Nusa Tenggara Barat の略で、West Nusa Tenggara のこと)
- ・ Makassar – East Kalimantan (スラウェジ島・東カリマンタン)
- ・ Bintuni Bay (西パプア)

を候補に挙げている。しかし、これらの候補地の多くは PGN のアニュアルレポートで記載されているにすぎず、2025 年現在、LNG バンカリング施設の建設が始まったという情報はない。PGN のウェブサイトでは、同社は 2026 年から LNG バンカリングを開始するとしている。

PGN が候補地として挙げている立地のうち、同社のアニュアルレポート以外でも情報が報じられているプロジェクトは以下のとおりである。

Bontang LNG ターミナルでの LNG バンカリング計画

2022 年の報道によると、PT PGN は東カリマンタン州の Bontang LNG ターミナルを使って、インドネシア初の LNG バンカリングを開始すると発表した。向こう 10 年間の需要は年間 70 万トンと見積もっている。Bontang LNG プラントとターミナルは、Pertamina を主要株主とする PT Badak NGL (Natural Gas Liquefaction) が担っている。

Bontang LNG ターミナルでのバンカリングは、PGN と Badak NGL の協力案件として検討が進められてきたが、2026 年 1 月現在、最終投資判断 (FID) に至ったという情報はない。

Arun LNG ターミナルでの LNG バンカリング計画

Arun LNG ターミナルについては、かつては大規模な天然ガスの液化施設だったが、ガス田の天然ガスが枯渇したため 2014 年に液化は終了し、Tangguh LNG プラントから輸送された LNG を発電所に送るための再ガス化施設になっている。Tangguh LNG プラントからの LNG が液化された状態で貯蔵されているため、再ガス化前にバンカリングに使用することは可能と思われる。実際、後述のように、Pertamina 子会社の Pertamina Trans Kontinental が調達した LNG 二元燃料タグが、Arun において 3 年間実証運航された。

Tanjung Priok – Cilegon

Tanjung Priok はジャカルタ北部に立地するインドネシア最大の港であり、Cilegon はジャワ島の西部、スマトラ島の対岸に立地する。

2022年12月に Pertamina 子会社の PT Nusantara Regas と PGN は、Tanjung Priok に LNG 供給拠点を開発することで合意したと報じられているが、その後の進捗は報じられていない。

なお、Nusantara Regas はインドネシアの天然ガスの国内利用を推進するため、国内の LNG 受け入れターミナル開発運営会社として、Pertamina、PLN、PGN の合弁で 2008 年に設立された会社。後の PLN は合弁から撤退している。LNG の受け入れターミナルには、Floating Storage & Regasification Unit (FSRU) が設置されている。2025年12月現在、同社が運営する FSRU は、ジャカルタにある、Nusantara Regas Satu のみ。インドネシアの他の場所にも FSRU があるが、Pelindo などの他の企業が運営している。

また、2025年3月、PGN は国営の製鉄会社 PT Krakatau Steel と、LNG バンカリング施設の開発で合意した。PT Krakatau Steel はジャワ島西部のバンテン州 Cilegon に製鉄工場を持ち、港湾運営子会社 Krakatau Bandar Samudera が The Cigading Terminal 1 と Terminal 2 のバルクターミナルを運営している。両社は、ここで陸上、洋上における天然ガス設備を開発し、LNG を船舶に提供するバンカリング施設も開発する。報道によると、向こう 2 年間で開発すると報じられている。

PGN が Ship to Ship LNG バンカリングの候補地として挙げているその他の地域 (Batam、Tanjung Perak、Bali-NTB、Makassar-East Kalimantan、Bintuni Bay) については、PGN のアニュアルレポート以外で LNG バンカリングについて触れている文献はほとんどない。Bali の Benoa 港には、小規模 LNG の再ガス化施設があるが、これは発電所で使用するためのガスである。Bintuni Bay は、西パプアの Tangguh LNG プラントが立地する地域で、Tangguh LNG は天然ガスの液化プラントがある。LNG の貯蔵はしているので、船用燃料に使用するガスはあるが、LNG バンカリング設備の設立の具体的な計画はない。

図 27 PGN が LNG バンカリング候補地として挙げている場所



出典：Google Maps より作成

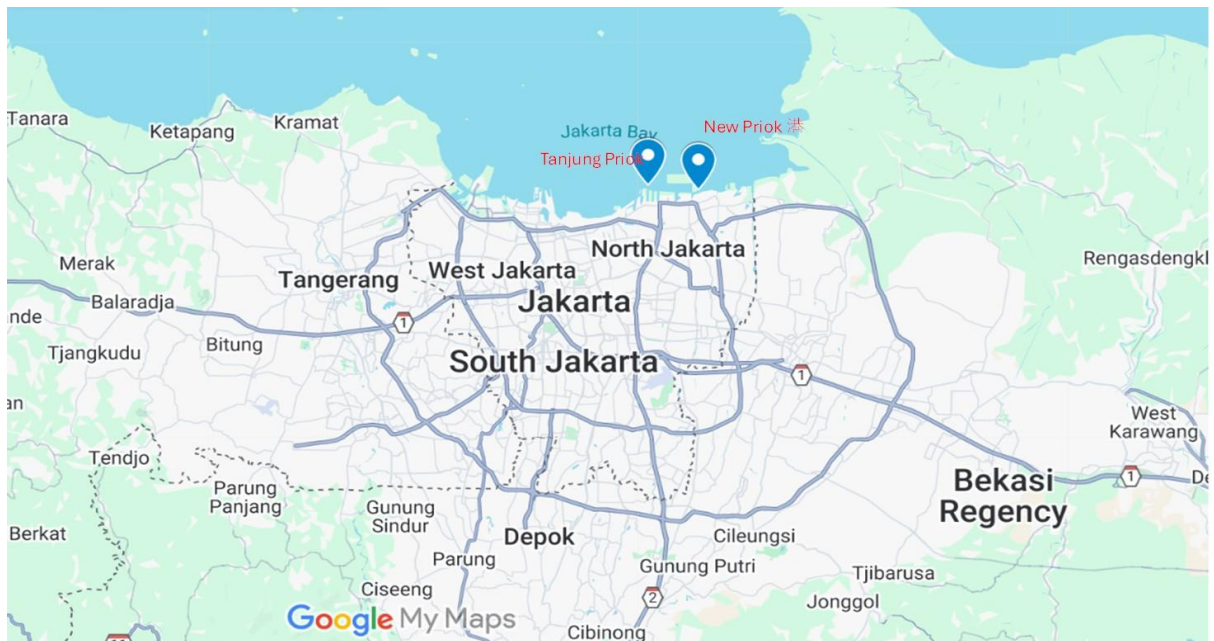
(2) PELINDO による取り組み

2023 年 9 月、国営港湾運営会社の PELINDO は Pertamina の子会社の海運会社である Pertamina International Shipping と、ジャカルタ北部の Kalibaru 地区にジャカルタ統合グリーントーミナル（Jakarta Integrated Green Terminal : JIGT）を開発する計画に合意した。Kalibaru 地区には、インドネシア最大の港湾である Tanjung Priok 港の拡張として New Priok 港（北ジャカルタ・Kalibaru 地区に開発されるため Kalibaru 港とも呼ばれる⁴³）が開発中である。PELINDO、三井物産、シンガポールの国営港湾運営会社 PSA インターナショナル、日本郵船が出資する New Priok 港のコンテナターミナル 1 は 2016 年に供用を開始した。コンテナターミナル 2 は、2022 年に建設を開始している。

JIGT は New Priok 港のコンテナターミナルの隣接地に設立されると見られる。LPG、ガソリン、バイオディーゼルに加え、LNG や UCO（使用済み食用油）、パーム油（Crude Palm Oil : CPO）、石化製品など多様なエネルギー・化学製品を取り扱うターミナルとして設計され、次世代型・低炭素エネルギー対応の統合港湾・エネルギーターミナルと位置付けられている。JIGT で LNG 等の代替燃料バンカリングが実施される計画であるかどうかは報じられていないが、JIGT の設立目的から考えると、将来的には代替燃料バンカリングを支える施設となる可能性はある。なお、2023 年 9 月以降、JIGT の進捗に関する情報は報じられていない。

⁴³ New Priok 港は日本政府や ADB などの支援で開発中

図 28 Tanjung Priok 港と New Priok 港の立地



出典：Google Maps より作成

(3) LNG 燃料船の実証実験

LNG を燃料とする船の建造、改造は、2026 年 1 月 6 日現在、次の 2 件となっている。

LNG 二元燃料のタグ

Pertamina の子会社で、エネルギーセクター向けの国内海上輸送、海事サービス、物流サービス、バンカーオペレーション等を行う PT Pertamina Trans Kontinental は、2019 年にシンガポールの造船所 Pax Ocean のバタム島の造船所から、全長 34 メートル、ボラードプル 60 トンの LNG 二元燃料タグ「Transko Rajawali」の引き渡しを受けた。同船は、Pertamina グループ傘下企業で、アチェ州 Arun の LNG 再ガス化施設を運営する PT Perta Arun Gas (PAG) の管轄海域における 3 年間の実証運航のために調達された。タグの運航におけるコスト削減を目的としており、2023 年の報道によると、特にバンカー燃料費の効率化において、年間で 63.2% (約 7 億 2,780 万ルピア) の削減効果が実現している。実証運航の 3 年間は終了していると考えられるが、2026 年 1 月現在、Transko Rajawali がまだ運航しているかどうかは、公開情報からは確認できていない。また、Transko Rajawali 以外の LNG 二元燃料タグを Pertamina Trans Kontinental あるいは PGN が運航を検討しているといった報道はなく、LNG 二元燃料タグの導入を増やす動向は確認されていない。

図 29 LNG 二元燃料タグ Transko Rajawali



出典：Pax Ocean ウェブサイト⁴⁴

LNG 二元燃料に改造したクルーボート

Pertamina グループ傘下企業で、東カリマンタン州沖のマハカム鉱区を操業している PT Pertamina Hulu Mahakam は、2024 年 8 月に LNG 二元燃料に改造したクルーボートの試験運航を開始した。インドネシアのオフショア石油ガス産業における二元燃料船の導入はこれが初めてである。なお、Pertamina の 2022 年 12 月のプレスリリースによると、エンジンを改造したのは 2022 年 12 月。運航開始までに 1 年半かかった背景はデスクリサーチでは判明していない。また、改造に関わったエンジンメーカーや造船所の名前は公表されていない。

(4) グリーン水素

インドネシアではグリーン水素の海運への展開を推進しており、この分野ではフランスの水素発電会社 HDF Energy とそのインドネシア子会社、PT HDF Energy Indonesia が関わっている。まず、2025 年 4 月、PT HDF Energy Indonesia とインドネシアの海運会社の PT Pelayaran Bahtera Adhiguna は、海運分野における脱炭素化を目的とした水素技術導入に関する実証・実装調査で協力するための覚書を締結した。両社は PT Pelayaran Bahtera Adhiguna の船舶における代替エネルギー源としての水素利用の実現可能性を評価していくことになっている。

また、2025 年 6 月、PT HDF Energy Indonesia はインドネシア運輸省、国営電力会社 PT PLN、国営フェリー会社 ASDP と協力し、国産のグリーン水素を利用してインドネシ

⁴⁴ <https://paxocean.com/2019/08/21/paxocean-successfully-delivers-indonesias-first-dual-fuel-lng-tug-to-pt-pertamina-trans-kontinental/>

アにおける航路に電力を供給する共同研究を実施することで覚書を締結した。共同研究は、国際海事機関（IMO）からの支援と共同出資を受ける予定となっている。このプロジェクトでは、再生可能エネルギー資源が豊富で、ASDP が運航する多数のフェリー航路があるインドネシアの東部に焦点を当てる。この地域では、HDF Energy が 23 の Renewable® 水素発電所⁴⁵を開発する計画を進めている。供給される水素は、グリッドに供給されるほか、船舶用の燃料電池にも使用が可能で、目標はディーゼルエンジン推進のフェリーを、水素燃料電池推進のフェリーに改造することである。水素燃料電池は、HDF Energy がフランスで製造する。

さらに、2025 年 8 月、フランスの水素発電会社 HDF Energy、ドイツの技術企業 Neuman & Esser (NEA)、およびドイツ国際協力公社 (GIZ) は、インドネシアの小規模島嶼部における海運の脱炭素化に向け、グリーン水素の活用を共同で検討する意向表明書 (LOI) に署名した。NEA と HDF Energy は、GIZ の支援を受け、国際水素導入促進プログラム (H2Uppp⁴⁶) のもとで、水素燃料と蓄電池によるハイブリッドシステムを用いたフェリーに関する実現可能性調査を実施する。調査結果は 2026 年中に発表される予定である。

4.3 代替燃料の生産

世界最大のパーム生産国であり、他の天然資源も豊富なインドネシアでは、バイオ燃料をはじめ、代替燃料の生産に関するプロジェクトや構想はある。しかし、船用燃料を視野に入れたプロジェクトは少ない。

(1) グリーン水素・グリーンアンモニア プロジェクト GAIA

2024 年 8 月、インドネシア国営肥料会社の Pupuk Indonesia Holding Company (PIHC)、東洋エンジニアリング、伊藤忠は、PIHC 傘下の Pupuk Iskandar Muda (PIM) 保有の既設アンモニアプラントに水電解装置を併設し、再生可能エネルギー由来のグリーン水素を供給してグリーンアンモニアを製造する事業の合弁会社設立に向けた株主間契約書を締結した。このプロジェクトでは、東洋エンジニアリングが 2000 年代に設計・建設し、PIM がアチェ州の経済特区にて保有・運転する既存プラントの製造能力の一部を活かし、グリーンアンモニアを製造する。このグリーンアンモニアは、伊藤忠商事が船用燃料として調達する計画となっている。この契約に先立ち、2022 年 5 月、東洋エンジニアリングは、アチェ州の Pupuk 社の肥料工場におけるグリーンアンモニア生産に関するフィージビリティスタディ (FS) に関し、経済産業省より「令和 4 年度質の高いエネルギーインフラの海外展開に向けた事業実施可能性調査事業」の対象案件として採択を受け、調査を実施していた。2024 年 8 月の東洋エンジニアリングのプレスリリースによると、2024 年 8 月より、基本設計 (FEED) を実施、並行して 2024 年内には 3 社で Joint Venture Company を設

⁴⁵ 不安定な再生可能エネルギー源と、現地で生成・貯蔵されるグリーン水素による大容量のエネルギー貯蔵を巧みに組み合わせて、安定的にグリーンなベースロード電力を供給する発電所。インドネシアでのプロジェクトには、東ヌサトゥンガラ州 Sumba 島の 10MW の発電所等がある。

⁴⁶ H2Uppp は、ドイツの国家水素戦略の一環として、ドイツ連邦経済気候行動省 (BMWK) によって策定されたプログラムであり、特に開発途上国や新興国におけるグリーン水素 (Green Hydrogen) 技術の市場形成・普及を目的としている。インドネシアでは GIZ とインドネシア・ドイツ商工会議所が実施している。

立、2025 年前半の最終投資決定（FID）および、2027 年頃の生産開始を目指すこととなっている。

「Green Ammonia Initiative from Aceh」の頭文字をとって、プロジェクト GAIA と名付けられたこのグリーンアンモニア生産プロジェクトは、インドネシアで精製する代替燃料として明確に船用用途が意図されている数少ないプロジェクトの 1 つである。

図 30 肥料工場の立地



出典：東洋エンジニアリングプレスリリース 47

グリーンアンモニア生産については、船用燃料向けを意図したものではないが、他に以下のプロジェクトも検討・計画されている。

ガルダ・ハイドロジェン・ヒジャウ (Garuda Hidrogen Hijau)

2023 年のドバイで開催された COP28 において、サウジアラビアの上場電力会社 ACWA Power は、インドネシアの国営電力会社 PLN および国営肥料会社 Pupuk Indonesia とともに、グリーンアンモニアプロジェクト「Garuda Hidrogen Hijau (GH2)」を開始すると発表した。場所は東ジャワ州の Gresik で、600MW の太陽光発電と風力発電による電力から水素を生産し、15 万トンのグリーンアンモニアを生産するというプロジェクトである。2026 年 1 月 3 日の報道によると、同年中の稼働が予定されている。

(2) バイオメタン

2022 年 10 月、PGN は、インドのバイオエネルギー開発と廃棄物処理会社 KIS グループのインドネシア子会社である KIS Biofuels Indonesia (KIS) と、Bio-CNG 事業開発に関する協力の覚書を締結した。対象は建設から開発までを含み、Bio-CNG として顧客に供

⁴⁷ <https://www.toyo-eng.com/jp/ja/company/news/?n=3627>

給する形態、または PGN のガスパイプラインインフラへの直接注入の双方を含む。両社はバイオメタンプラントおよび関連支援施設の建設に向けた共同投資の可能性についても検討する。Bio-CNG はバイオメタンを圧縮したもので、主な原料の一つとして、パーム油工場の液体廃棄物である POME (Palm Oil Mill Effluent) がある。世界最大のパーム生産国であるインドネシアでは POME の供給量も大きい。

KIS Biofuels Indonesia は、ユニリーバのインドネシア工場に近隣のパームオイル工場の POME から製造した Bio-CNG を供給している。同社は 2025 年に、スペインのインパクトファンド⁴⁸である responsAbility や三菱商事から出資を受けた。

PGN と KIS による Bio-CNG プロジェクトは、船用を視野に入れているとは報道等には明記されていないが、PGN が LNG バンカリング施設の開発を検討していることから、バンカリング施設が現実のものとなれば、Bio-CNG を液化してバンカリングすることも可能と考えられる。

一方、パームオイル生産国であるインドネシアには、KIS 以外にも POME から Bio-CNG やバイオメタンを生産する企業が複数ある。バイオメタンを液化してバイオ LNG を精製することは可能だが、バイオメタンの船用燃料用途を視野に入れているプロジェクトは公開情報からは見当たらなかった。

(3) 合成燃料 (E Fuels)

2025 年 6 月、Pertamina New & Renewable Energy (Pertamina NRE) は、フランスの低炭素エネルギー技術企業である MGH Energy と、低炭素・再生可能燃料の開発に向けた戦略的協力を探求するための覚書を締結した。覚書の対象には、以下のような代替燃料の検討・協力が含まれている。

- ・ e-fuels (電力由来合成燃料)
- ・ アンモニア由来燃料
- ・ e-SAF (電力由来持続可能航空燃料)

両社はこれらの低炭素・再生可能燃料の技術・市場・実現可能性調査・商業化を共同で検討する。なお、報道では、両社の覚書が船用燃料を視野に入れているかどうかは明記されていない。

⁴⁸ インパクトファンドとは、経済的なリターン (利益) と同時に、貧困削減や環境問題解決といった「ポジティブな社会的・環境的インパクト (影響・効果)」を生み出すことをプロジェクトや企業に投資するファンド

5 タイ

5.1 海事脱炭素政策

2025年11月、タイ政府はNDCの改訂版であるNDC3.0を気候変動枠組条約(UNFCCC)事務局に提出した。NDC3.0では、2035年のGHG排出量を2019年比で47%減の1億5,200万トンとすること、またそれまで2065年までとしていたネットゼロ排出達成目標を2050年までに前倒しする内容となっている。また、NDC3.0ではセクターごとの削減目標を2019年比で設定しており、セクター別の削減目標は以下のとおりである。

表 23 タイのNDC3.0によるセクター別目標

部門	2019年排出量 MtCO ₂ eq	2035年排出量 MtCO ₂ eq	NDC削減量 MtCO ₂ eq
エネルギー	185.2	117.1	68.1
運輸	76.8	54.2	22.6
IPPU	38.0	33.8	4.2
農業	60.5	52.9	7.6
廃棄物	18.7	12.0	6.7
排出源合計	379.2	270.0	109.2
LULUCF	-92.0	-118.0	
ネット排出量	287.2	152.0	

注：Land Use, Land-Use Change and Forestry（土地利用・土地利用変化・林業）

出典：国連 Climate Change ウェブサイト⁴⁹

一方、これらの削減目標を実現するためのアクションプランは、現在策定中である。2025年6月、オーストラリア政府のインフラ協力プログラム P4I が公表したレポート「Accelerating maritime decarbonisation in Southeast Asia」によれば、レムチャバン港、マップタップット港及びバンコク港についてのグリーンバンカリングの評価及び他のASEAN 諸国の港湾とのグリーン・ SHIPPING・コリドー構築に向けた検討を含む、脱炭素化パスウェイの策定に向けて P4I がイニシアチブを取っている。

本稿ではタイ政府は2022年11月に提出したNDC2.0に基づくアクションプランについて概説する。

NDC2.0に基づくアクションプランでは、GHG削減のための5つの戦略が示されている。

- ・ 開発戦略1 業界別のGHG排出削減の進捗を推進し、かつモニタリングする。
- ・ 開発戦略2 GHG削減の取り組みを支援するためのツールおよびメカニズムの効率性を向上させる。

⁴⁹ <https://unfccc.int/sites/default/files/2025-11/TH%20NDC%203.0.pdf>

- ・ 開発戦略 3 官民および市民社会部門における能力強化、参加促進、ならびに協働ネットワークを強化する。
- ・ 開発戦略 4 国家の長期目標を達成するため、GHG 削減施策の実施に向けた準備を行う。
- ・ 開発戦略 5 GHG 削減に関する国際協力を促進する。

開発戦略 1 の業界別の GHG 排出削減量では、運輸部門全体としての GHG 排出削減目標が記載されているが、運輸部門内の分野別（道路、鉄道、航空、海運）の削減目標はない。また、運輸セクターでは以下の 6 つの主要な分野について 16 のアクションプランが計画されている。そのうち、海運・水上輸送に関するものは、下線を付した 2 件（電気ボートの利用促進と水上貨物輸送の効率化）となっている。

グループ 1：輸送の電動化（Electrification of transport）

- ・ 電気自動車（EV）の普及促進
- ・ 電気機関車の利用促進
- ・ 電気ボートの利用促進
- ・ 電気自動車の普及を支えるインフラ（充電ステーションなど）の開発

グループ 2：車両のエネルギー効率向上（Vehicle energy efficiency improvement）

- ・ エネルギー効率および GHG 排出量に関する基準の確立と情報の普及
- ・ エネルギー効率の高い車両の使用を促進するための税制改革

グループ 3：都市モビリティシステムの開発（Development of urban mobility systems）

- ・ 都市公共交通インフラの整備（鉄道、バスなど）
- ・ シェアードモビリティおよびマルチモーダル輸送（複合一貫輸送）の促進
- ・ 都市交通管理システムの導入

グループ 4：都市間輸送とグリーンロジスティクスの推進（Advancement of inter-urban transport and green logistics）

- ・ 鉄道輸送インフラの開発
- ・ 水上貨物輸送の効率化
- ・ 貨物輸送ロジスティクス管理システムの促進

グループ 5：将来の輸送エネルギーの促進（Promotion of future energy for transport）

- ・ 輸送セクターにおける水素燃料の採用促進
- ・ 航空セクターにおける持続可能な航空燃料（SAF）の採用促進

グループ 6：輸送インフラの強化と支援（Enhancement of transport infrastructure and support）

- ・ 環境に配慮した輸送インフラの開発

・ 輸送効率を高めるためのインフラ開発

上記リストからわかるように、海運に関連するのは、電気ボートの利用推進と水上貨物輸送の効率化の2点のみとなっている。ただし、これらのアクションプランの具体的内容は記載されていない。

また、「開発戦略 4 国家の長期目標を達成するため、GHG 削減施策の実施に向けた準備を行う」の中には研究開発が含まれており、「大型船舶用電気モーターの開発戦略に関する研究」という項目が含まれている。しかし、2025年12月現在、大型船舶用電気モーターの開発を実施しているという公開情報は見当たらない。河川航行、あるいは観光地の小型フェリーで電動船舶の実用化が始まっているのみである。

一方、タイのエネルギー政策は電力開発計画、石油計画、ガス計画、代替エネルギー計画、エネルギー効率計画の5つから構成されている。2024～2037年までの計画について、2025年12月現在、公開データから入手可能な概要版を確認したところ、海事産業に関する内容は少ない。

代替エネルギー計画の概要版では、電力部門における再生可能エネルギーによる発電設備容量の拡大、産業界を中心とした熱利用における再生可能エネルギーへの転換、バイオ燃料部門では電気自動車（EV）の普及により減少が見込まれるバイオ燃料を航空燃料に回すこと等が含まれている。

ガスプランの概要版には、マプタプット港における LNG ターミナルの拡張や、浮体式 LNG 貯蔵再ガス化設備の設立について触れているが、船舶へのバンカリングについては触れていない。これらはバンカリングの基盤となり得るインフラではあるものの、ガスプランの文書上では主に国内の電力・産業需要への供給能力拡大や、LNG 輸入への対応という文脈で語られている。従って、ガスプランでは LNG バンカリングについての具体的なアクションプランや方針は明記されていない。

唯一、石油プランの概要版では、国際貨物輸送船向けの**代替燃料の生産および流通を促進**するとともに、持続可能な航空燃料と国際海運向けバイオ燃料との間で適切な原料の調達および配分メカニズムの開発を進めるとされ、具体的には B24 の Bio-VLSFO を国際貨物船向けに販売を開始すると書かれている。

運輸セクターの GHG 排出の大部分（95%以上）が道路輸送であることもあり、脱炭素計画の中心は EV 化や水素燃料電池など、道路輸送に関する施策が占めている。海事部門については、政策レベルで明記されているものは、港湾のグリーン化、船の電動化であり、代替燃料として政策に上がっているのはバイオ燃料である。

5.2 代替燃料の動向

(1) バイオ燃料

タイにおける船用バイオ燃料の供給は2025年になってからである。2025年3月、タイの上場総合エネルギー会社 Bangchak Corporation が、Laem Chabang 港において、470 トンの B24 VLSFO（バイオ燃料を24%混合した VLSFO）を日本郵船の自動車運搬船に

供給した。供給された B24 VLSFO は、Bangchak Sriracha の精製所で、使用済み食用油由来メチルエステル（UCOME）と VLSFO を混合して精製された。

また、2025年10月、上場国営企業の PTT グループ子会社の PTT Oil and Retail Business Plc が、Laem Chabang 港において、B24 VLSFO をタイのコンテナ海運会社 Regional Container Lines のコンテナ船に供給した。

2025年1月2日現在、公表されているタイにおける船用バイオ燃料の供給はこの2件のみである。

一方、タイではパームオイルや UCOME からバイオ燃料を生産している。B24 の混合燃料は、重油にバイオディーゼルを 24%混せて精製される。Krungsri 銀行の 2025 年の調査によると、バイオディーゼルの精製するプラントは 14 社程度である。2 位の Global Green Chemicals は PTT の子会社で、4 位の BBGI Diesel は Bangchak Corporation のグループ会社である。

このリストの 14 社は、バイオディーゼル（B100）の生産企業であり、最終的に船用燃料として B24 を精製しているのは、Bangchak Corporation である。Bangchak グループがウェブサイト上で B24 の生産を明言している。一方、PTT グループには、Global Green Chemicals のバイオディーゼルの使って B24 を精製できる工場を持つ子会社が複数あると考えられるが、同社のウェブサイトの製品リストに B24 は明記されていない。

表 24 バイオディーゼルの生産能力（2025年7月）

No.	社名	生産能力(リットル/日)
1	Patum Vegetable Oil	3,400,000
2	Global Green Chemicals	1,927,962
3	New Biodiesel	1,300,000
4*	BBGI Biodiesel	1,000,000
5	AI Energy	722,222
6	Energy Absolute	650,000
7	PPP Green Complex	630,000
8	Circular Energy	600,000
9	Suksomboon Energy	450,000
10	Global Bio Power	400,000
11	Verasuwan	200,000
12	Matter Oil Energy	200,000
13	Trang Palm Oil	150,000
14	Bio Energy	30,000
Total		11,660,184

注：Krungsri Research の資料では BBGI Biofuel となっているが、BBGI のウェブサイトでは、バイオディーゼル生産子会社は BBGI Biodiesel となっている

出典：Krungsri Research, Industry Outlook 2025-2027: Biodiesel

(2) LNG

LNG については、2017年12月に丸紅と PTT が共同でタイ最大の商業港 Laem Chabang 港周辺における LNG バンカリング事業の事業性を調査するため、フィージビリティスタディ（FS）を開始したと発表していた。対象は、PTT が運営する Map Ta Phut 港 LNG

受入ターミナルと、そこからバンカリング船を使った Ship-to-Ship (STS) 方式のバンカリングの可能性である。

しかし、2026年1月現在、このFSの結果は公表されておらず、丸紅やPTTによるLNGバンカリングも事業化されていない。

Map Ta Phut 港では、第3期拡張工事が進行中で、タイ3基目のLNGターミナルが建設される。将来的にはバンカリングへの転用も可能ではあるが、Map Ta Phut 港は政府が開発を進める東部経済回廊の基幹港であり、産業用、発電用LNGの需要の拡大が見込まれているため、当面は産業用および発電用が主な用途になる。PTTの2024年のアニュアルレポートにもLNGバンカリングについては触れておらず、LNGバンカリングについては進捗が見られない。

(3) バイオLNG

一方、船用燃料に利用されるとは限らないが、代替燃料の生産の動きもある。2024年11月、Bangchak Corporationのバイオテクノロジー部門であるBBGI社と、シンガポールの政府系コングロマリットKeppel Corporationのインフラ部門、及びシンガポールの環境エンジニアリング会社CleanEdge Resourcesは、タイにおけるBio-LNG生産を検討するための覚書に署名した。覚書署名当初、3社は年産130トンの工場を設立し、2027年までに商業生産を目指すことを目標にしていた。

その後、2025年9月にBBGIは総額20億バーツを投じてバイオLNG製造工場を設立し、同社のエタノール工場から排出される廃水や固形廃棄物を活用するバイオ液化天然ガス(バイオLNG)を製造する計画を進めていることを発表した。バイオLNG工場は2027年に稼働開始予定で、1日あたり100トンの生産能力を持つ。生産されるバイオLNGは発電業界向けとなる。バイオLNGは電力需要の大きいデータセンター事業者からも注目されている。BBGIは当初、バイオLNGを船用燃料に利用する計画であったが、船用燃料への活用には船のエンジン改造などに時間がかかるため、計画を発電用に変更した。

(4) 水素サプライチェーン

タイでは水素サプライチェーンの構築の検討も始まっている。2023年5月、日本の株式会社JERAは、タイ石油公社(PTT Public Company Limited)と、タイにおける水素・アンモニア供給に向けたサプライチェーン構築に関する共同検討を開始することを定めた覚書を締結した。両社は、タイの脱炭素化に向けて、水素・アンモニア分野で以下の検討を進めていくことになっている。

- タイにおける水素・アンモニアのサプライチェーン構築に関する検討
- タイ向けの水素供給手段として、アンモニアクラッキング技術の実現可能性の評価
- タイ向けの供給を想定した水素・アンモニア上流事業の共同開発または投資機会の検討

この覚書に続き、2024年6月には、JERA、JERA子会社のJERA Asia Pte. Ltd.、および東洋エンジニアリング株式会社の3社が共同で、NEDOの「脱炭素化・エネルギー転換に資する我が国技術の国際実証事業における実証要件適合性等調査」に採択された。

NEDO採択の調査は、PTT、JERA、東洋エンジニアリング3社が協力してアンモニア

クラッキング技術を活用し水素を製造、近隣のオフテーカーに対して水素を販売・提供するという事業を想定し、2024年度中頃から1年間実施された。調査の結果、技術的な実現可能性は確認されたものの、事業化に向けた「需要確保」と「コスト」の面で大きな課題が残るという結論が報告されている。課題としては次の3点が挙げられている。

- タイの電源開発計画の発出遅延（主に電力分野での水素転換が進まない）
- 高額な水素価格に対する顧客側受容性
- タイ国内での潜在顧客からの引取りコミットメントの獲得

(5) アンモニア

2024年3月、三菱重工アジア・パシフィックとPTTは、ガスタービンによるアンモニア専焼発電の導入を目的とした初期の実現可能性調査を実施する覚書を締結した。アンモニア発電の経済性やアンモニア由来のクリーンかつ安定した電力に対する潜在需要、サプライチェーン、アンモニアの受け入れ、貯留・ハンドリング、発電所への輸送に至るまでの安全性、アンモニア専焼ガスタービンを採用した発電設備の導入スケジュールや建設候補地についても調査する。

また、PTTはアンモニア燃料船を船隊に加える計画も進めている。2022年9月、PTTは、マレーシアの国営石油会社PETRONAS傘下のタンカー会社AET Tankersと、アンモニア燃料のアフラマックス型タンカーの開発、建造で合意した。合意では、AET Tankersが造船所を選定し、建造を発注し、PTTが長期用船契約を結び、自社船隊に加える。2024年4月には、AET Tankersが2隻のタンカーを大連船舶重工集団に発注し、同年5月にはスイスのエンジンメーカーWinGDが、この船に搭載される世界初のアンモニア燃料エンジン（X62DF-A）を受注した。2隻のタンカーは2027年に納入される計画となっている。

この報告書はボートレースの交付金による日本財団の助成金を受けて作成しました。

シンガポール、マレーシア、インドネシア及び
タイにおける船舶の次世代燃料への転換動向調査

2026年（令和8年）3月発行

発行 一般社団法人 日本船用工業会

〒105-0001 東京都港区虎ノ門 1-13-3
虎ノ門東洋共同ビル 5階
TEL 03-3502-2041 FAX 03-3591-2206

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
大阪ガス都市開発赤坂ビル
TEL 03-5575-6426 FAX 03-5114-8941

本書の無断転載、複写、複製を禁じます。

