

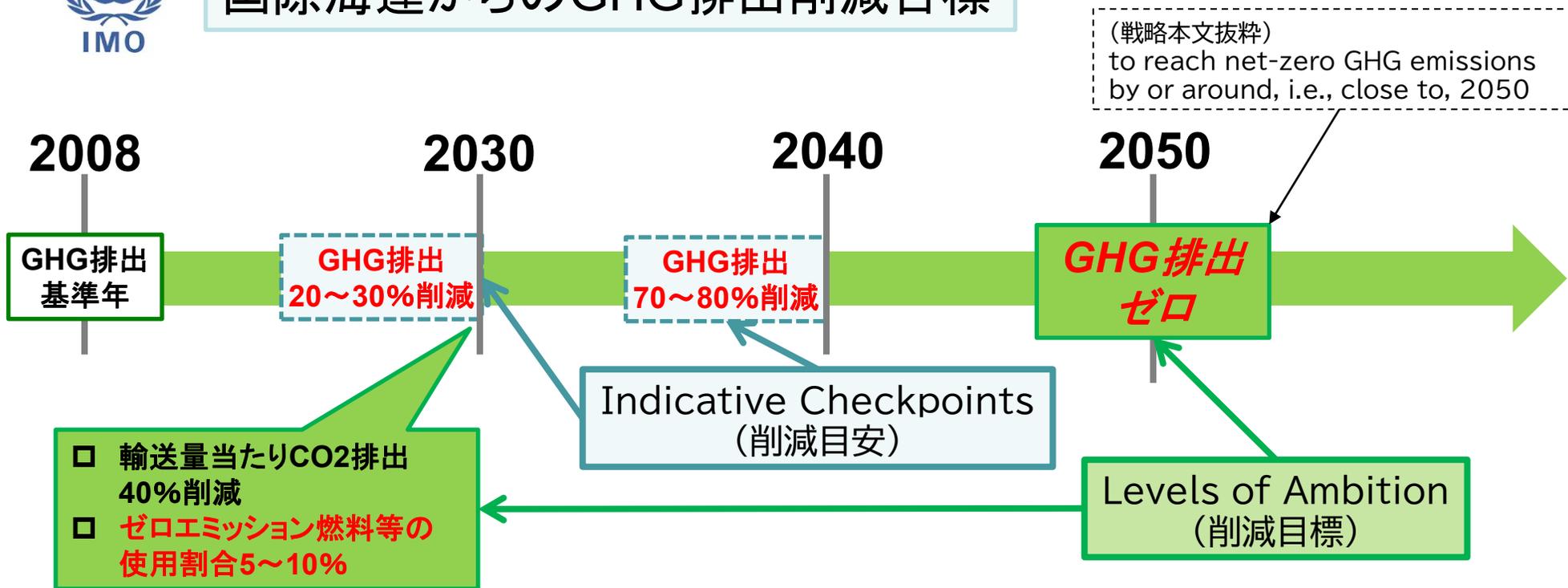
# 世界のカーボンニュートラルに向けた動向

---

1. IMOにおける動向
2. 地域規制の動向
3. ゼロエミッション船の導入に向けた動向
4. グリーン海運回廊の設立

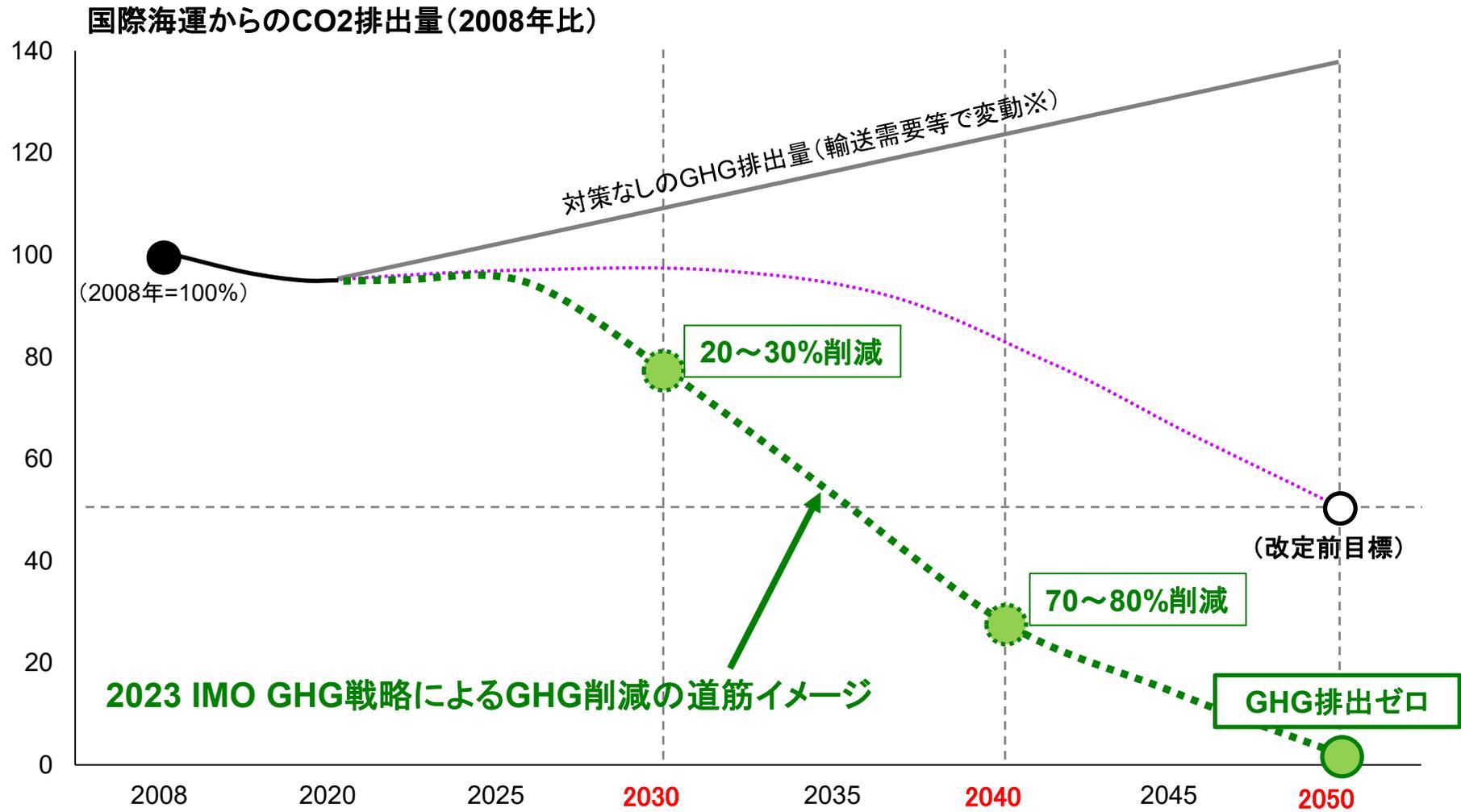


## 国際海運からのGHG排出削減目標



### 参考：2018年GHG削減戦略の削減目標

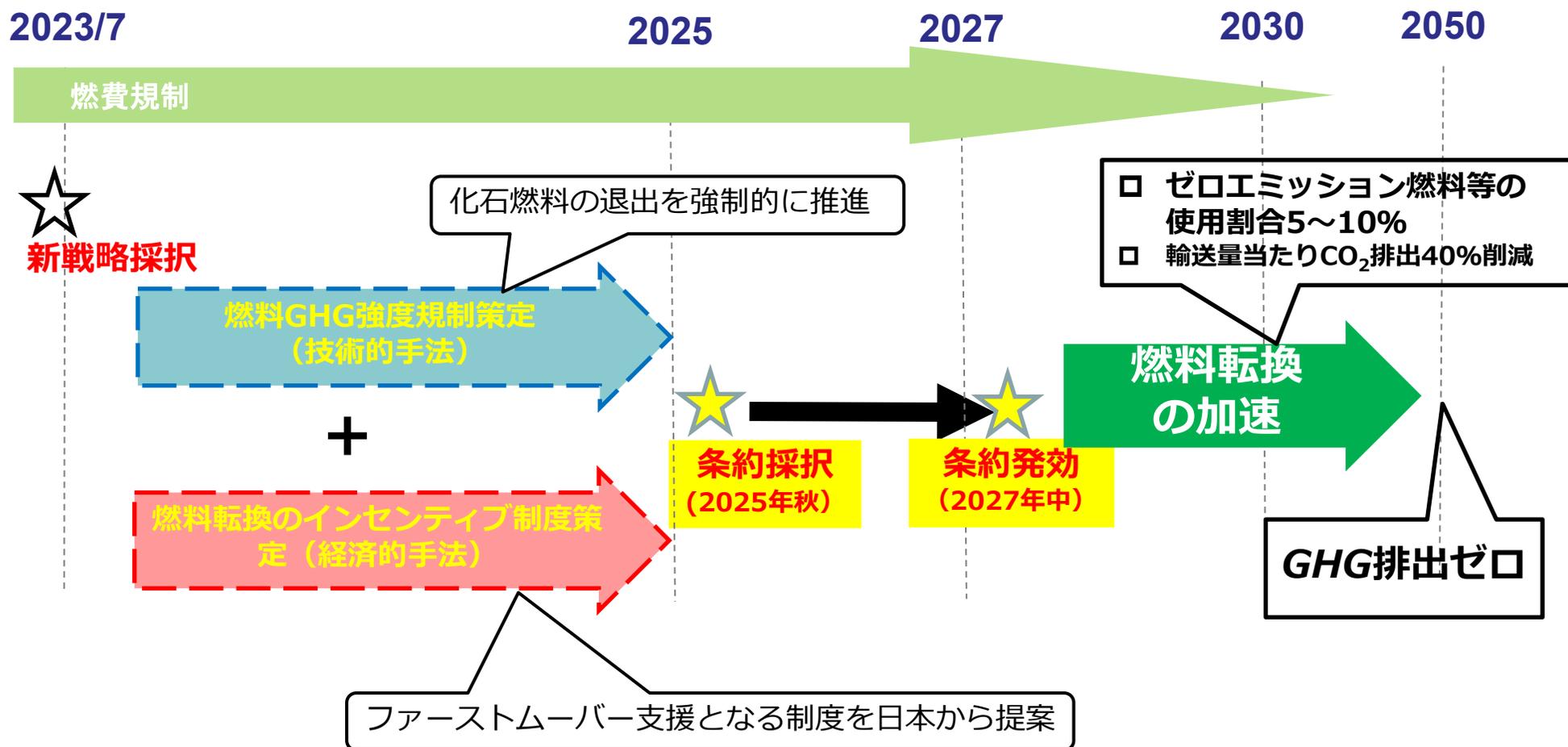




※4th IMO GHG Studyが想定する最小輸送需要を想定

# 国際海運のGHG削減目標達成に向けた対策の検討

- ◆ 2023年 IMO GHG削減戦略では、燃料GHG強度規制（技術的手法）と燃料転換のインセンティブ制度（経済的手法）を2027年中に導入するとされている。
- ◆ 日本からはゼロエミッション船の導入を先行して取り組む事業者の負担を軽減する具体的な燃料課金制度等を提案中。



# GHG削減目標の達成に向けた具体的な対策の概要

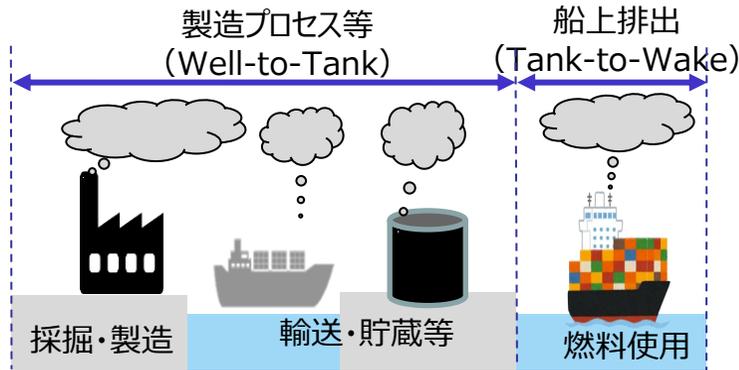
## 技術的手法

▶ 使用燃料の年間GHG強度 (gCO<sub>2</sub>eq/MJ) を規制。規制値は段階的に強化。

主な論点:

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

■ 燃料のライフサイクル排出量のイメージ



■ 燃料油規制のイメージ

(EUで導入される地域規制の規制値)

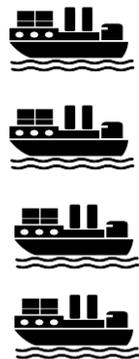
規制値 (91.16gCO <sub>2</sub> eq/MJからの削減率)	
2025~	-2 %
2030~	-6 %
2035~	-14.5 %
2040~	-31 %
2045~	-62 %
2050~	-80 %

## 経済的手法

▶ 使用燃料に対して課金を課すもの。

主な論点 : 課金による収入の用途

化石燃料を使用する船舶



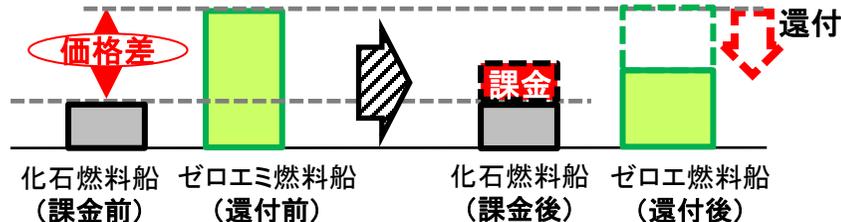
課金

IMO  
(基金)

### Feebate制度 (日本提案)

ゼロエミッション船の導入インセンティブを付与

ゼロエミ船  
への還付



化石燃料船 (課金前)    ゼロエミ燃料船 (還付前)    化石燃料船 (課金後)    ゼロエミ燃料船 (還付後)

技術開発支援

途上国支援

# 【参考】中期対策の各国等提案(2024年3月時点)

<b>技術的手法(燃料規制)</b>	<b>GFS</b> (GHG Fuel Standard) <EU各国、EC>	<ul style="list-style-type: none"> <li>使用した燃料の<b>燃料のライフサイクル(Well-to-Wake: WtW)</b>の年間GHG強度(gCO<sub>2</sub>eq/MJ)を段階的に削減。</li> <li>規制適合のための<b>柔軟性メカニズム</b>(規制値の超過達成分/未達成分の複数の船舶間での融通 &amp; IMOへの拠出金の支払いによる規制適合みなし)を兼備。</li> </ul>
	<b>IMSF&amp;F</b> (International Maritime Sustainable Fuels and Fund) <中国、ブラジル、ノルウェー、UAE、アルゼンチン、南アフリカ、ウルグアイ>	<ul style="list-style-type: none"> <li>使用した燃料の<b>船上から排出される(Tank-to-Wake: TtW)</b>年間GHG強度(gCO<sub>2</sub>eq/MJ)を段階的に削減。</li> <li>GFSと同様の柔軟性メカニズム。</li> <li>WtWベースのゼロエミ燃料を使用して<b>規制値を超過達成した船舶にIMOが還付する仕組み</b>(原資は柔軟性メカニズムにおける規制値未達成船からの拠出金)を提案。</li> <li>本規制により悪影響を被ると認められた<b>一部の途上国航路では規制値が緩和される優遇措置</b>を提案。</li> </ul>
<b>経済的手法(GHGプライシング)</b>	<b>Feebate</b> ※ fee and rebate <日本>	<ul style="list-style-type: none"> <li>GHG排出量に応じて課金(“WtWを考慮すべき”としているIMO削減戦略に鑑みて、WtWを対象とすることが理想だが、実行可能性等の観点からTtWを対象することも一案)。</li> <li>課金収入は、<b>還付対象燃料(WtWベースのゼロエミ燃料)を使用する船舶(ゼロエミ船)への還付(first movers支援)に活用</b>。ただし、途上国支援も排除せず。</li> </ul>
	<b>Feebate</b> <ICS、バハマ、リベリア>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>日本提案とほぼ同一</b>の内容。</li> <li>課金対象は船上から排出される(TtW)GHG排出とすべきとしている点や、課金を収集する基金の設置方法が日本提案とは若干異なる(ゼロエミ船還付用と途上国支援用に2つの基金を設立)。</li> </ul>
	<b>GHG Levy</b> <島嶼国(9カ国)>	<ul style="list-style-type: none"> <li>燃料のライフサイクルGHG排出量に応じて課金(課金額は当初WtW GHG一トン当たり150ドル、5年ごとに増額)。</li> <li>課金収入は、<b>主に途上国支援</b>に活用。</li> </ul>
	<b>名称未定【新提案】</b> <カナダ>	<ul style="list-style-type: none"> <li>船舶からのGHG排出量に応じて課金(課金額は当初TtW GHG一トン当たり90ドル、毎年増額)。</li> <li>船舶は、定められた課金額を<b>IMOが承認した基金に納付</b>。</li> </ul>
	<b>Green Balance Mechanism【新提案】</b> <WSC>	<ul style="list-style-type: none"> <li>GFSの規制値未達成船に課金。</li> <li>GFSの規制値を一定割合以上超過達成した船舶に還付。</li> </ul>

# ゼロエミッション船の安全基準策定に向けた取組

- 水素・アンモニア燃料船をはじめとするゼロエミッション船について、国際的に統一された安全基準がない
- その実用化や普及の促進には、船舶の設計・運航のための安全基準策定が重要

## IMOにおける審議動向

	2020	2021	2022	2023	2024	2025
メタノール エタノール	● 安全ガイドラインの承認 (MSC102/11月)				● 義務化の検討開始予定 (CCC10/9月)	→
燃料電池船			● 安全ガイドラインの承認 (MSC105/4月)			● 義務化の検討開始予定 (CCC11/9月)
水素燃料船			● 安全ガイドラインの検討開始 (CCC8/9月)	→	● 安全ガイドラインの承認予定 (MSC109/12月)	
アンモニア燃料船			● 安全ガイドラインの検討開始 (CCC8/9月)	→	● 安全ガイドラインの承認予定 (MSC109/12月)	

## 日本の取り組み

- 技術開発状況や、普及の見込みを踏まえつつ、  
**合理的な安全基準が早期に策定されるよう、引き続きIMOの議論に貢献**



アンモニア燃料船のイメージ 7

# アンモニアの隔離の考え方

## A. アンモニアが存在するエリア

(燃料タンク、燃料配管)

【役割】アンモニア燃料を安全に内部に格納

【対応】設備の健全性確保、機械的損傷/熱影響からの隔離

【人の立入り】通常時に人が立ち入らないエリア

## B. 万が一の漏洩時にアンモニアが存在する可能性があるエリア

(二重管内部、燃料タンク格納場所、燃料調整室)

【役割】アンモニア燃料漏洩の影響を最小化

【対応】漏洩検知/遮断, 被害の最小化, 漏洩燃料の保持/除去

【人の立入り】通常時に, 業務上, 立ち入ることがあるエリア

## C. アンモニアが単一故障では存在しないエリア

(機関室などA・B・D以外)

【役割】アンモニア燃料を本エリアの内部に存在させない

【対応】エリアAから2つの境界で隔離、エリアBから1つの境界で隔離

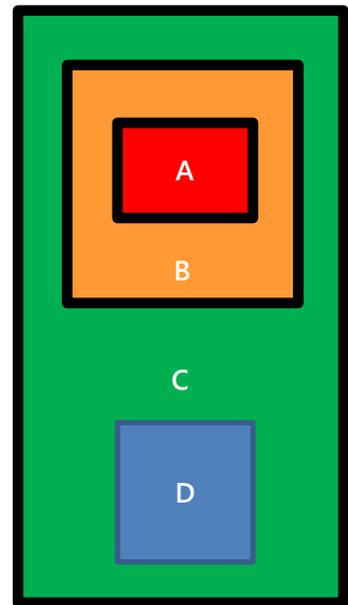
(開放甲板上で物理的な境界がない場合は離隔距離等を設定)

## D. アンモニアが存在しないエリア

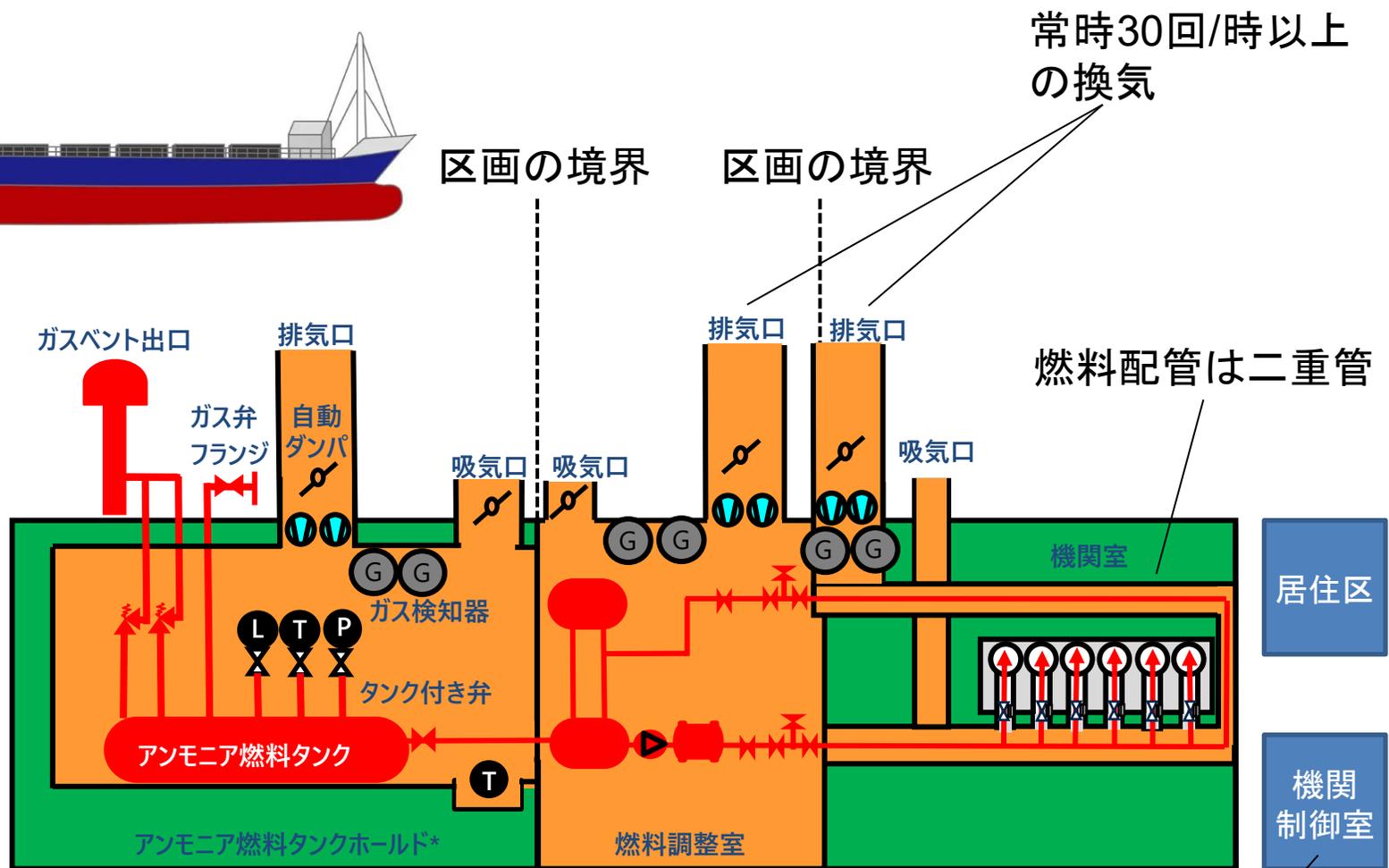
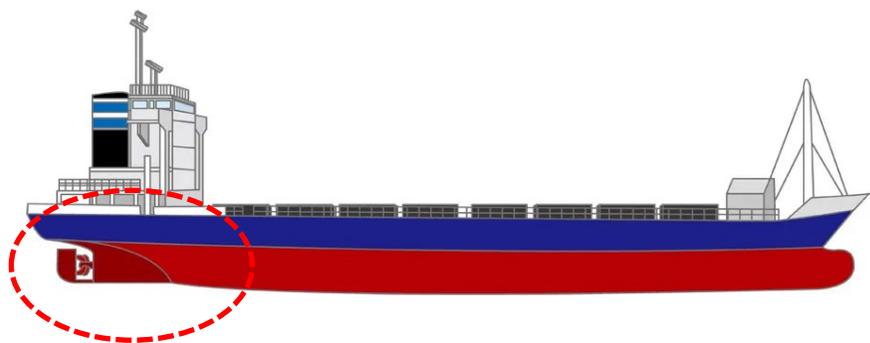
(居住区、ブリッジ・機関制御室等の業務区域、電気設備がある区域)

【役割】特別な考慮が必要なエリア

【対応】BとDが直接接しないようにする



# アンモニアの安全対策のイメージ(二重管、囲壁等)



区画の境界

区画の境界

常時30回/時以上の換気

燃料配管は二重管

居住区

機関制御室

燃料調整室と機関室の間に出入口を設けない

運航中は、機関室に立ち入らず機関制御室で監視

- 水素・アンモニア燃料船の導入及び普及には、船舶の開発等に加えて、その運航を担う船員の確保・育成も重要。
- 水素・アンモニア燃料船に乗り込む船員の能力要件について、IMOにおいて安全ガイドラインの策定に向けて議論されており、2024年9月の小委員会(CCC 10)にて最終化予定。
- また、国内においても、新燃料船の技術開発状況や、普及の見込みを踏まえて、水素やアンモニアの物理的・化学的な特性をもとに、それらの船舶に乗り組む船員の教育訓練のための講習や実習の導入について検討していく必要がある。

## 日本の取り組み

- (一財)海技振興センターにおいて、水素・アンモニア燃料船に乘組む船員の能力要件に関する調査研究を実施(2020年度～)  
※海運会社、造船会社、エンジンメーカー等が参加
- 水素・アンモニア燃料船の技術開発状況や、普及の見込みを踏まえつつ、合理的な船員の能力要件が策定されるようにIMOの議論に積極的に関与



1. IMOにおける動向
- 2. 地域規制の動向**
3. ゼロエミッション船の導入に向けた動向
4. グリーン海運回廊の設立

EUが掲げる「**2030年までにGHGを55%削減（1990年比）**」という目標達成のため、欧州委員会（EC）は2021年7月14日に気候変動法案パッケージ「**Fit for 55**」を提案



EUのGHG  
削減目標

2050年までにGHGを実質的にゼロ  
2030年までにGHG排出を55%削減（1990年比）

上記2030年目標達成のため、EUの行政府である欧州委員会（EC）は、気候変動法案パッケージ「**Fit for 55**」を提案（2021年7月）

## 【Fit for 55に含まれる主な政策】

- **EU排出量取引制度「EU-ETS」を改正し、海運・建築・道路交通分野へ適用**
- **船舶燃料に起因するGHG排出削減規制「FuelEU Maritime」の導入**
- エネルギー課税指令「ETD」を改正し、少なくともEU域内航海での使用目的で供給される船舶用燃料油への課税導入
- 航空機が使用する持続可能代替燃料の促進制度「FuelEU Aviation」の導入
- 自動車に対するCO2排出規制の強化
- 炭素国境調整措置メカニズムの導入

- EU域内で航行・停泊する船舶やEU域外から域内に航行する船舶に対して、所定のCO2排出枠を取得することを義務づける制度 (EU-ETS) が、2024年1月から適用開始。

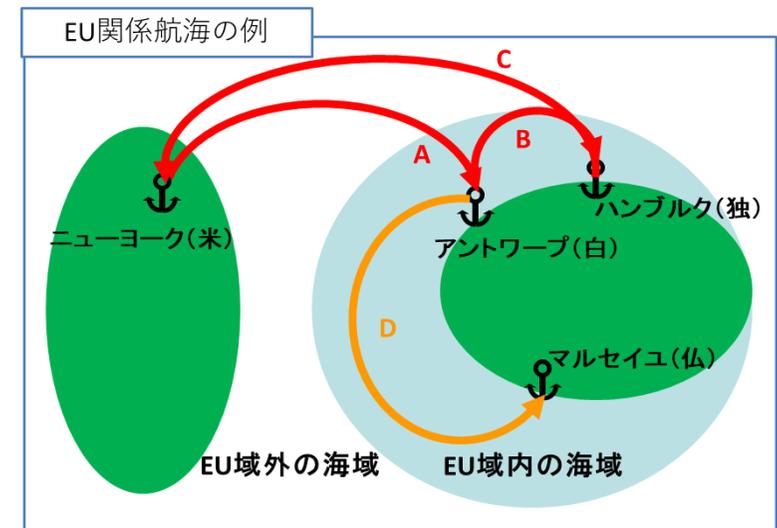
参考：排出枠の価格は12月15日時点で86.2€/CO2-ton。価格は取引市場で決まるため常時変動。

【適合の責任者】 船舶運航に責任を負う会社

## 【適用】

以下の航海又は停泊が適用対象 (右図参照)

- ① EU域外から域内の港湾、または EU域内の港湾から域外への航海における排出の50% (A, C)
- ② EU域内の港湾間の航海における排出の100% (B, D)
- ③ EU域内の港湾での停泊中における排出の100%



【収入の利用】 再生可能なソースによる発電、低所得者支援、海運の脱炭素化等。

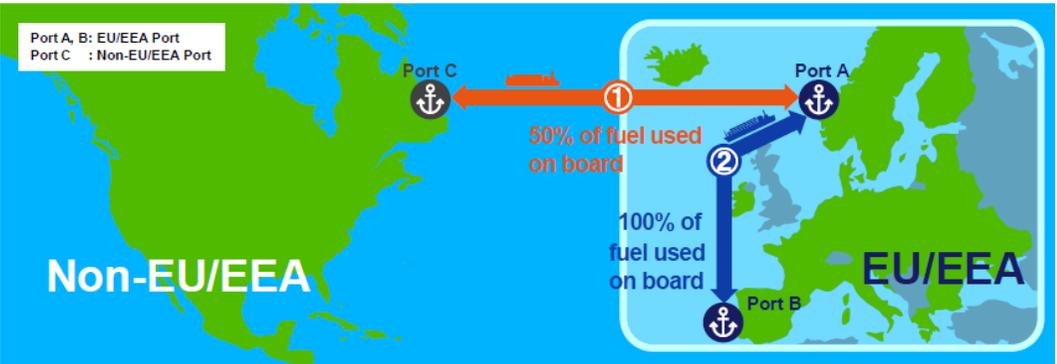
【IMOが導入する経済的手法との関係】 IMOにおいて経済的手法が採択された際には、EU-ETSの改正を検討すると規定。

➤ EU域内で航行・停泊する船舶やEU域外から域内に航行する船舶に対して、使用燃料の単位エネルギーあたりのGHG強度を段階的に強化する規制が2025年1月から適用開始予定。

## 1. 単位エネルギーあたりのGHG強度 【規制対象】

(注) 最新の情報ではない可能性があることに留意が必要

- **適用対象**：総トン数5000トン以上の船舶
- **適用対象者**：Shipping company（船主又は船舶管理者や裸用船契約者など船主から船舶の運航に関する責任を引き受け、責任を引き受けるにあたり、ISMコードによって課される全ての義務及び責任を引き継ぐことに合意した組織又は個人。民々の取り決めに妨げない。）
- **適用対象燃料**：EU関連航海/EU域内停泊時に使用した燃料
- **対象となる航海**：
  - EU/EEA加盟国の港湾とEU/EEA加盟国以外の航路運航で使用した燃料の50%（航路①）
  - EU/EEA加盟国の港湾間の航路運航で使用した燃料の100%（航路②）
  - EU/EEA加盟国の港湾停泊時に使用した燃料の100%（港湾A,Bでの停泊）



## 【基準値】

- 燃料の製造、輸送、貯蔵及び船上での使用を含むライフサイクル全体でのGHG強度(エネルギーあたりのGHG排出量)が基準値(右表)を超えないこと
- 基準を満足している場合に翌年への繰り越し、船舶間における融通等が認められる。
- また、基準を満たさない船舶には罰金が科せられる。

年	基準値
2025.1.1 –	-2%
2030.1.1 –	-6%
2035.1.1 –	-14.5%
2040.1.1 –	-31%
2045.1.1 –	-62%
2050.1.1 –	-80%

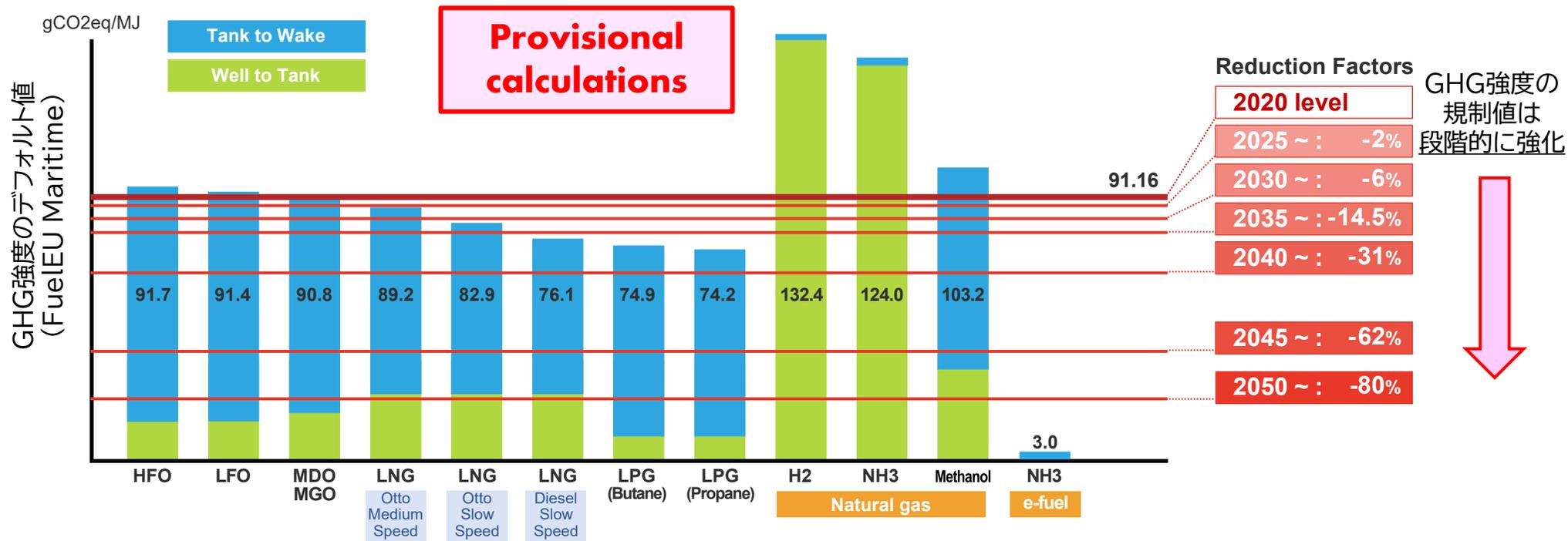
## 2. EU港停泊中での陸電使用義務

- 総トン数5000トン以上のコンテナ船及び旅客船に対し、EU/EEA加盟国の港湾で停泊時の陸電使用を2030年1月から義務付け。
- 規制を満たさない船舶には罰金が科せられる。

# 燃料GHG強度規制等の影響

- 燃料GHG強度規制の規制値は段階的に強化する内容になることが想定される。
- 燃料仕様によってどのタイミングでどのような対応が必要となるかが異なる。

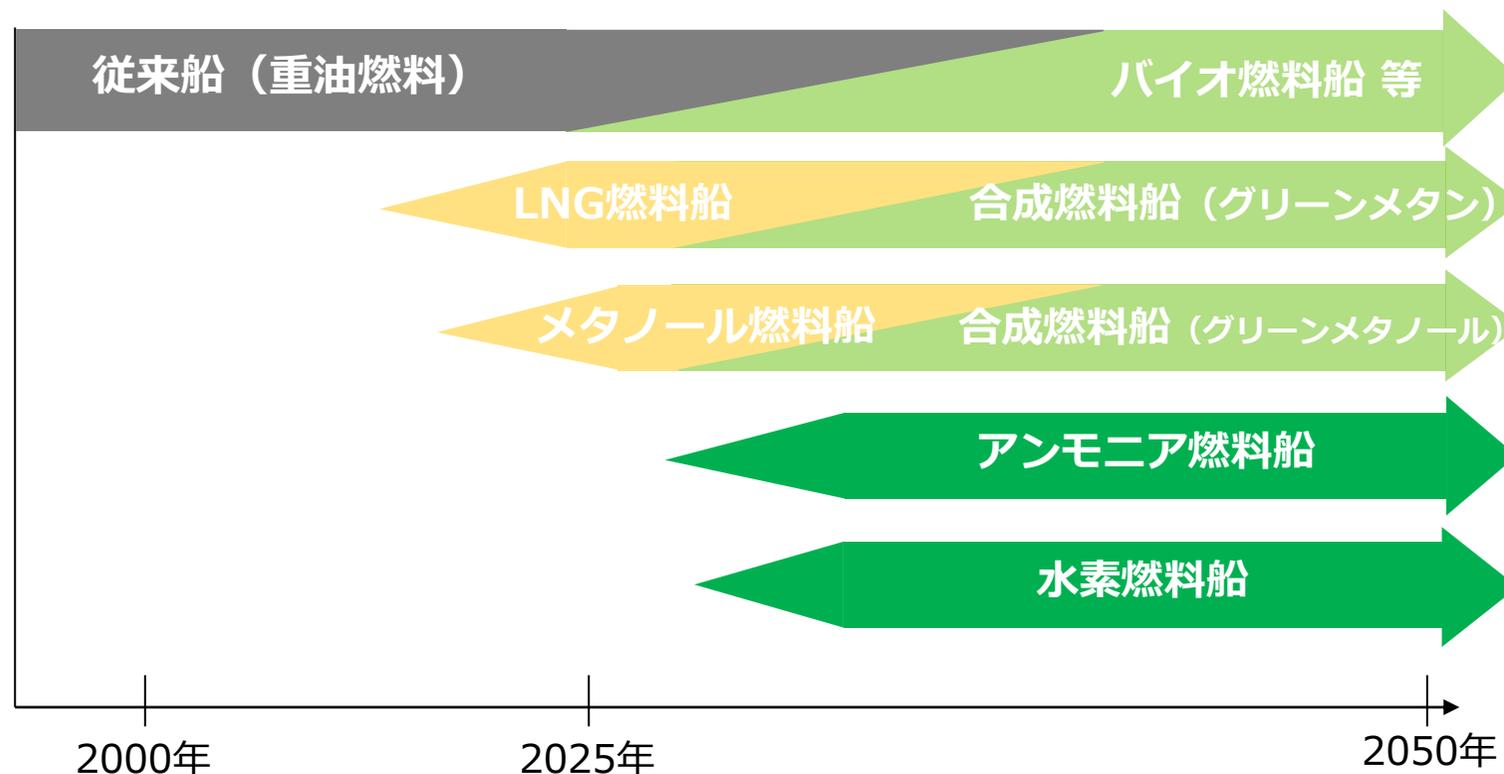
## ■ FuelEU Maritimeにおける、規制値と燃料のGHG強度のデフォルト値



1. IMOにおける動向
2. 地域規制の動向
3. **ゼロエミッション船の導入に向けた動向**
4. グリーン海運回廊の設立

# カーボンニュートラルに向けた船舶燃料の転換

- 船舶は、他の輸送手段に比べ長距離・大量輸送が特徴で、燃料は**重油**に大きく依存。近年は、**バイオ燃料**との混合使用や、将来的な合成燃料への移行を見越した**LNG燃料船**や**メタノール燃料船**の導入が進むが、炭素を含むこと、グリーン燃料の供給量・価格等が懸念材料。
- 他方、**アンモニア**や**水素**は、エンジン及び船舶実装のための技術開発が必要であるが、炭素を含まない燃料として期待。
- 一般に船舶は、20年以上の長期間にわたり使用されるため、2050年カーボンニュートラルの実現には、**今からゼロエミッション船の導入に向けた環境整備**に取り組むことが不可欠。

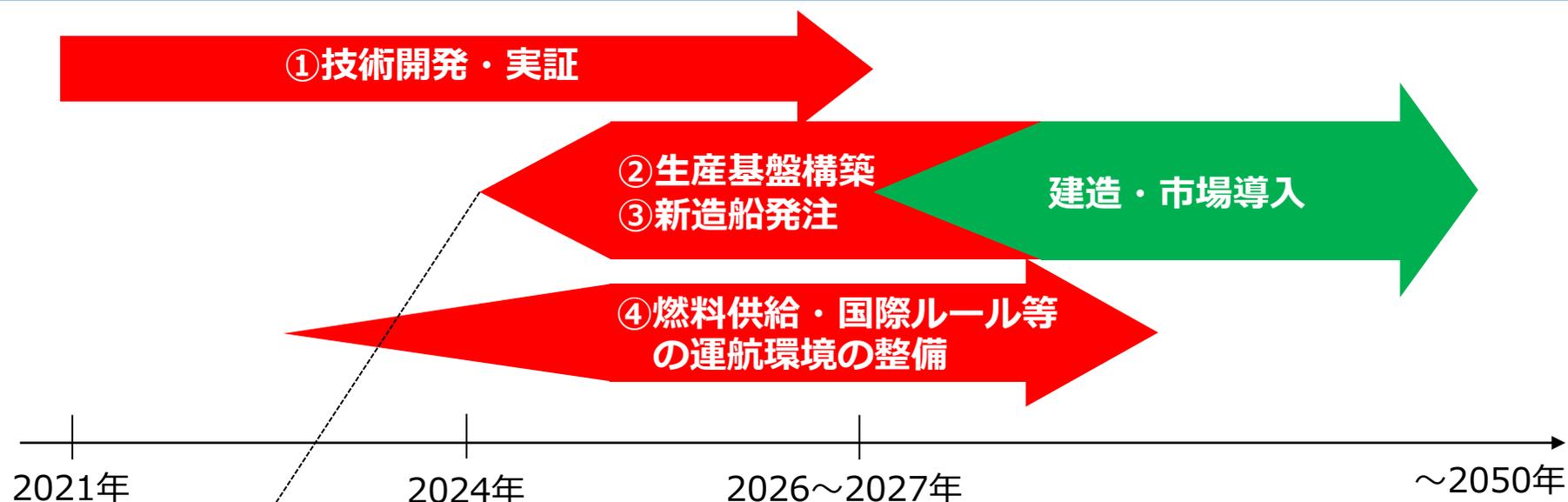


※合成燃料：再生可能エネルギーにより生成された水素と、回収した二酸化炭素を合成して製造される燃料

# 次世代燃料船の導入に向けた取組

アンモニア・水素燃料船の建造・市場導入にあたっては、以下の取組を並行して進めることが必要

- ①エンジン等の技術開発・実証
- ②機器、部品のサプライチェーンの構築を含む造船・船用工業の生産基盤構築
- ③海運事業者による新造船発注の投資促進
- ④燃料供給（バンカリング）体制の構築、国際ルール策定等の運航環境の整備



現在、大型船を建造する造船所のドックは3-4年先まで工事予定が埋まっている状況のため、世界の新造船市場においては、その先（2027-8年頃）の引き渡し予定船の商談が進められている

# 次世代燃料船の導入 ①技術開発・実証



- 国内では、GI基金によるゼロエミッション船の開発を推進。  
(2023年5月、世界初となるアンモニア燃料エンジンの陸上運転試験を開始しており、本年夏には、アンモニア燃料エンジン搭載船の実証開始予定。)
- 一方、競合する海外メーカーでも、ゼロエミッション燃料エンジンの開発が進む。

## MAN ES (ドイツ)

### アンモニア燃料エンジン

- 2023年7月に2ストロークの単気筒燃焼試験に成功。
- 早ければ2024年までに商業化、2025年までに既存船を段階的に改造するためのレトロフィット・パッケージの提供を目指す。



## WinGD (スイス)

### アンモニア燃料エンジン

- 2023年1月にベルギーのCMB.tech社との間でアンモニア燃料2ストロークエンジンの開発協定を締結。同社の親会社であるCMB社が発注した大型ばら積み船(2025~26年頃竣工)への搭載を目指す。

## Wärtsilä (フィンランド)

### アンモニア燃料エンジン

- 2023年11月、GHG排出を70%削減できるアンモニア燃料4ストロークエンジンについて、2024年の契約を目指すを発表。

### 水素燃料エンジン

- 水素専焼エンジンは25年中のコンセプト完了を目指しているが、陸上の発電向けの実用化が先になる見込み。



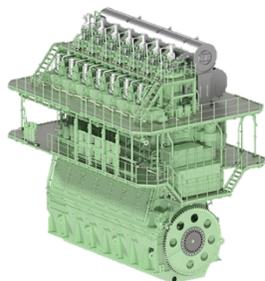
グリーンイノベーション基金(次世代船舶の開発)：350億円(最長10年間)

- **水素・アンモニア等を燃料とするゼロエミッション船のコア技術となるエンジン、燃料タンク・燃料供給システム等の開発・実証** (※1) を実施
- **メタンスリップ** (※2) を削減する触媒、エンジンシステムの開発・実証を実施

(※1) アンモニア燃料船：2026年より実証運航開始、2028年までのできるだけ早期に商業運航実現  
水素燃料船：2027年より実証運航開始、2030年以降に商業運航実現

(※2) メタンスリップ：燃料であるメタンの一部が未燃の状態で大気中に排気されること。

## 水素・アンモニア燃料エンジン



水素エンジンのイメージ

### 課題

- 水素**
- ・異常燃焼(ノッキング)の発生
- アンモニア**
- ・亜酸化窒素(N<sub>2</sub>O)※の発生
- ※CO<sub>2</sub>の300倍の温室効果

→ 高度な燃焼制御・燃料噴射技術



**ゼロエミッション船**  
(水素・アンモニア、イメージ)



## 燃料タンク・燃料供給システム



水素燃料タンク、燃料供給システムのイメージ

### 課題

- 水素**
- ・体積が重油の4.5倍  
⇒貨物積載量の減少
  - ・金属劣化・水素漏洩の発生
- アンモニア**
- ・毒性・腐食性あり

→ 省スペース化、構造・材料最適化

- 2021年のプロジェクト開始後の次の動向を踏まえ、昨年9月のWG審議を経て、本年より新たに2つの研究開発テーマを実施予定。
  - ✓ 2023年7月の「GHG削減戦略」改定による脱炭素化の動きの加速
  - ✓ 世界的なアンモニアの安全対策に関する港湾当局・船員等からの要求の高まり

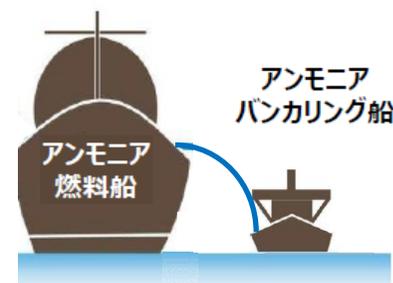
## ① アンモニア燃料エンジンのN<sub>2</sub>O排出対策技術の開発

- アンモニア燃焼時に排出されるN<sub>2</sub>O(温暖化係数がCO<sub>2</sub>の約300倍)を除去するための技術・装置の開発及び実証



## ② アンモニア燃料補給時の残留アンモニア分離回収・再液化システムの開発

- アンモニアの燃料補給(バンカリング)時の安全対策を図るための残留アンモニアの高感度検知、回収及び再利用システム等の開発及び実証



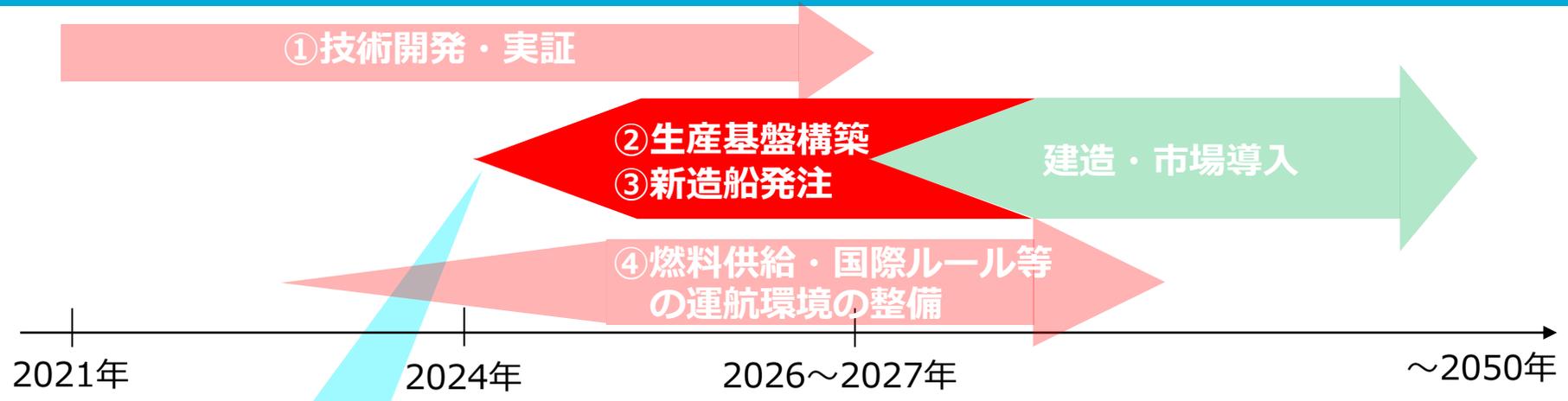
	テーマ	実施事業者	支援規模
1	<p>舶用水素エンジン及び燃料供給システムの開発</p> <p>【技術開発要素】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・舶用水素燃料エンジン（大型・中型）の開発</li> <li>・舶用水素燃料タンク・燃料供給システムの開発 等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・川崎重工業</li> <li>・ヤンマーパワーテクノロジー</li> <li>・ジャパンエンジンコーポレーション</li> </ul>	210億円
2	<p>アンモニア燃料国産エンジン搭載船舶の開発</p> <p>【技術開発要素】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・舶用アンモニア燃料エンジン（大型・中型）の開発</li> <li>・小型船（内航タグボート）、アンモニア運搬船への搭載実証 等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・日本郵船</li> <li>・日本シッパード</li> <li>・ジャパンエンジンコーポレーション</li> <li>・IHI原動機</li> </ul>	84億円
3	<p>アンモニア燃料船の開発と燃料サプライチェーン構築</p> <p>【技術開発要素】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・舶用アンモニア燃料タンク・燃料供給システムの開発</li> <li>・大型船（外航バルクキャリア）への搭載実証 等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・伊藤忠商事</li> <li>・日本シッパード</li> <li>・川崎汽船</li> <li>・三井E&amp;S</li> <li>・NSユナイテッド海運</li> </ul>	20億円
4	<p>LNG燃料船からのメタンスリップ削減技術の開発</p> <p>【技術開発要素】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・排ガス中のメタンを除去する触媒、制御システムの開発 等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・日立造船</li> <li>・ヤンマーパワーテクノロジー</li> <li>・商船三井</li> </ul>	6億円
5	<p>アンモニア燃料船搭載のN<sub>2</sub>Oリアクタ開発</p> <p>【技術開発要素】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・アンモニア燃焼エンジンからのN<sub>2</sub>O除去技術 等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・日立造船</li> <li>・日本郵船</li> </ul>	13億円
6	<p>アンモニア燃料サプライチェーン構築における周辺機器開発</p> <p>【技術開発要素】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・補給時の残留アンモニア分離回収・再液化システム、漏洩検知技術の開発 等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・伊藤忠商事</li> <li>・富士電機</li> </ul>	3億円

# GI基金「次世代船舶の開発」事業スケジュール

	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	2025年度	2026年度	2027年度	2028年度	2029年度	2030年度
<b>研究開発項目1 水素燃料船の開発（研究開発内容①～②）</b>										
<b>（1）舶用水素エンジン及びMHFSの開発</b> 【川崎重工業ほか】			★	開発 →			★	実船実証 →		
<b>研究開発項目2 アンモニア燃料船の開発（研究開発項目内容①～③）</b>										
<b>（2）アンモニア燃料国産エンジン搭載船舶の開発</b> 【日本郵船、ジャパンエンジン、IHI原動機ほか】			★	開発 →	★	実船実証 →	商業運航 →			（内航船）
		★	開発 →		★	実船実証 →	★	商業運航 →	（外航船）	
<b>（3）アンモニア燃料船開発と社会実装の一体型プロジェクト</b> 【伊藤忠商事ほか】		★	開発 →		★	実船実証 →	★	商業運航 →		
<b>研究開発項目3 LNG燃料船のメタンスリップ対策</b>										
<b>（4）触媒及びエンジン改良によるLNG燃料船からのメタンスリップ削減技術の開発</b> 【日立造船ほか】			★	開発 →	実船実証 →					

★ : ステージゲート  
 : 助成対象事業

※上記は、現在の実施者が設定している事業スケジュール



- 2024年度よりGX移行債を活用した造船所・サプライヤーの生産設備投資支援を開始予定※。
  - 一部の意欲的な欧州等の海運事業者による、技術開発や生産基盤・燃料供給体制構築等を見越した新造船発注の動きが表面化。市場環境の予見性や経済合理性の確保を通じた日本の海運事業者の投資促進策が課題。
- ※令和6年度政府予算案に計上

### ◆ 国内における生産設備投資の促進

➢ ゼロエミッション船等の建造に必要なエンジン、燃料タンク等の生産設備や、これらの機器を船舶に搭載するための設備等の整備・増強に対して補助(2024年度～)。






エンジン      燃料タンク      燃料供給システム等      艙装設備

### ◆ 海外における新造船発注の動き

➢ 2023年10月、エクスマール社(ベルギー)がアンモニア燃料によるアンモニア・LPG運搬船の発注を発表。2026年の引き渡しを予定。

➢ 2023年11月、ヤラ社(ノルウェー)及び同社の子会社とノースシーコンテナライン社(ノルウェー)が、アンモニア燃料コンテナ船の2026年からの運航を目指した計画を発表。

アンモニア燃料によるアンモニア・LPG運搬船のイメージ  
(出典:エクスマール社)



アンモニア燃料コンテナ船のイメージ(出典:ヤラ社)



# アンモニア燃料船の建造決定

- 日本郵船株式会社、株式会社ジャパンエンジンコーポレーション、株式会社IHI原動機及び日本シップヤード株式会社の4社は、一般財団法人日本海事協会と協力しつつ、2021年10月よりグリーンイノベーション基金を活用してアンモニア燃料船の開発を実施中。
- 同4社は、2023年12月に国産エンジンを搭載するアンモニア燃料アンモニア輸送船の建造契約を締結（2026年11月の竣工を予定）。



船種 : 40000m<sup>3</sup>型アンモニア燃料アンモニア輸送船  
 造船所 : ジャパンマリンユナイテッド(株)有明事業所



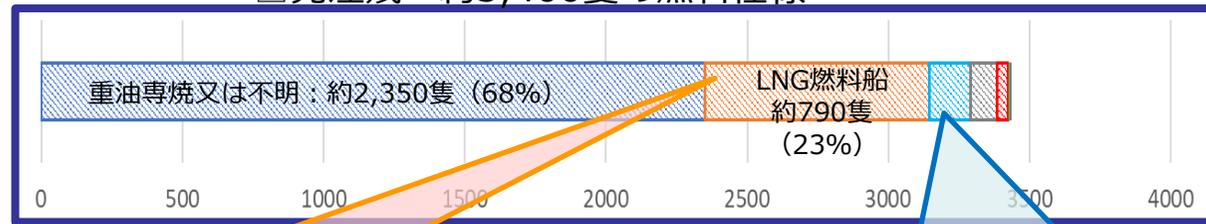
- ❑ 発注残における二元燃料仕様船は3割程度。
- ❑ 2020年以降、全発注船に占める二元燃料仕様の発注は増加（2020年2割弱、2021年2割強、2022年3割強）。
- ❑ LNG燃料船、メタノール燃料船は、貨物の一部を燃料として使用する船舶以外にも採用が広がっている。
- ❑ アンモニア燃料船は、アンモニア燃料アンモニア運搬船の他、ばら積み貨物船でレディ船として採用。



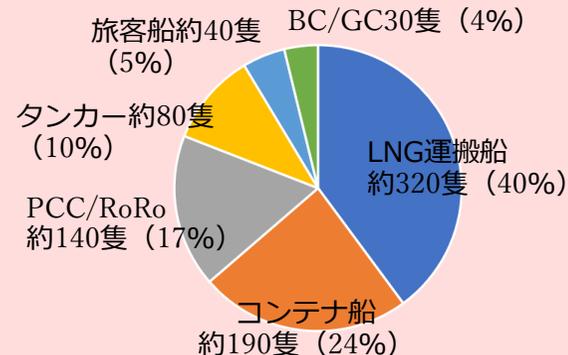
❑ 就航船 約35,000隻の燃料仕様



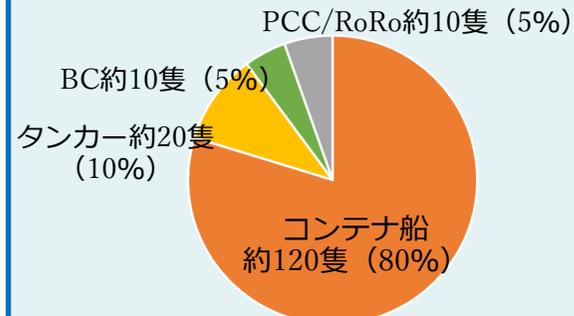
❑ 発注残 約3,400隻の燃料仕様



❑ LNG燃料船 約790隻(23%)の採用船種 (発注残)



❑ メタノール燃料船 150隻(4%)の採用船種 (発注残※)



※報道等では、ばら積み貨物船が20隻以上表面化。また、船級の公表データでは、約180隻の発注残があるとされている。

出典：報道資料、民間データ(2024年1月まで)から国土交通省にて作成

(注)全ての船舶が捕捉出来ているものではない。

# 【参考】諸外国における技術動向①



## 水素燃料電池フェリー「MF Hydra」

- 世界初の液体水素燃料フェリー
- フェリー会社Norledは、MF Hydraのシステム試験を実施し、ノルウェー海事庁から承認を取得
- 船上の水素システムを独Linde Engineeringが供給し、水素から電気を生成する燃料電池をデンマークのBallardが開発
- 80m<sup>3</sup>の水素タンク、2x200kWの燃料電池、2x440kWの発電機を搭載



## 水素燃料電池RoRo船「Hyship」

- ウィルヘルムセンにより、2024年から運航開始予定
- 実証船の設計と建造、および実行可能な液化水素のサプライチェーンとバンカリング体制の確立を目指す



## 高速旅客船

- TECO2030とUmoe Mandalは、ノルウェー海事庁から高速船設計の予備承認を取得
- TECO2030は、海洋用途向けに設計されたモジュール式燃料電池システムを提供
- 航行速度35ノット、最小航続距離160海里を誇り、最大275名の乗客を収容できる予定
- 2025年から導入される高速フェリーのゼロ排出要件を満足している

(出典:各プロジェクトのホームページ、記事等に基づき海事局が作成)



### RH2INEプロジェクト

- ・ ライン-アルプス地域における水素供給インフラの整備に向けたプロジェクト
- ・ ロッテルダム（オランダ）～デュイスブルク（ドイツ）～ケルン（ドイツ）間を中心に、2030年までに少なくとも12隻の水素燃料内航船を運航し、4カ所の水素補給ステーションの設置を目指す
- ・ EU、オランダ、ベルギー、オーストリア、ドイツを含む35以上の公的機関や民間企業が参画



### 水素燃料貨物船「Antonie」

- ・ コンコルディア・ダーメンは、レンテン・シープバートから受注した水素燃料電池貨物船「Antonie」を開発
- ・ 全長135メートルのドライカーゴ船で、水素燃料電池による航行時間は8時間
- ・ デルフザイルに、水素のバンカリング拠点を建設
- ・ レンテン・シープバートのデルフザイル-ロッテルダム航路で化学品大手ノビアンが使用する塩を輸送
- ・ オランダ社会基盤・水管理省からも400万ユーロの支援



### 水素燃料内陸船「H2 BARGE 1」

- ・ ナイキは、水素燃料の内陸コンテナ船「H2バージ1」の運航を開始（オランダの海運会社Future Proof Shipping、水素供給会社Air Liquide、内陸ターミナルのBCTNネットワークと提携）
- ・ 既存の重油船を改造し、水素を活用する燃料電池システムに置き換え
- ・ グリーン水素を活用
- ・ ナイキが2025年を目標に定めているサステナブルな物流を実現する手段のひとつ

# 【参考】諸外国における技術動向③



水素燃料電池船「三峡氫舟1号」

- 2023年10月、中国初の水素燃料電池船が、湖北省宜昌市で運航開始（内陸河川を航行）
- 同船舶は、中国船舶集团有限公司、中国長江電力、武漢長江船舶設計院等が共同で開発
- 水素燃料電池の定格出力は500kW、航続距離は200km
- 三峡ダムの下流に設置されたグリーン電力・グリーン水素実証ステーションで水素を補給（三峡発電所で発電されたクリーンな電気エネルギーを利用して水を電気分解した水素を補給。最大水素充填240kg/h）



700TEU型コンテナ船

- COSCO SHIPPINGは、700TEU型電気推進コンテナ船2隻を建造し、長江内陸水路のフィーダー輸送に活用（2023年9月に海上試運転を実施）
- 船尾にコンテナ型バッテリー36個を搭載し、5万kWhの電力充電が可能



電動・自律航行コンテナ

- Yara Internationalは、自律航行も可能な電気自動貨物船「Yara Birkeland」を建造
- 8個の蓄電池コンパートメントが設置されており、6.8MWhの充電が可能（テスラ100台分の電力）



- アンモニア・水素燃料船の円滑な運航を図るべく、アンモニア・水素の供給体制・サプライチェーンを構築するための企業間協力が国内外で進む。
- 国土交通省では、国際海運における燃料転換のインセンティブを高めるためのIMOにおけるカーボンプライシング等の制度策定や、関係国間でグリーン回廊の設置などの取組み等を推進。
- IMOでは、アンモニア・水素燃料船の設計・建造に必要な国際安全基準を策定中。（2024年中を目途）

## ◆ ゼロエミッション燃料の供給体制・サプライチェーンを構築するための企業間協力の例

### アンモニア

- ✓ 2022年4月、伊藤忠商事が、アンモニアの燃料補給における安全性に関する課題や知見の共有を目的とした港湾協議会（シンガポール、ロッテルダム港、スペイン等の港湾当局、商船三井、ENEOS等）を設立。
- ✓ 2023年12月、住友商事とホーグオートライナーズ社が、2027年からの自動車船向けアンモニア燃料供給に係る基本合意を締結。（シンガポール港、米国ジャクソンビル港を想定）

### 水素

- ✓ 2023年9月、日本水素エネルギーと日本郵船・商船三井・川崎汽船の邦船三社が、国際水素サプライチェーンの構築に重要な液化水素の海上輸送に係る実証での協業に合意。液化水素運搬船自体も水素を燃料とする予定。

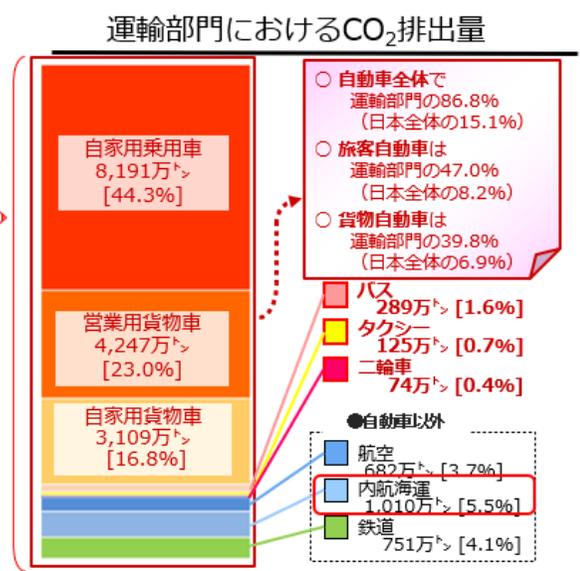
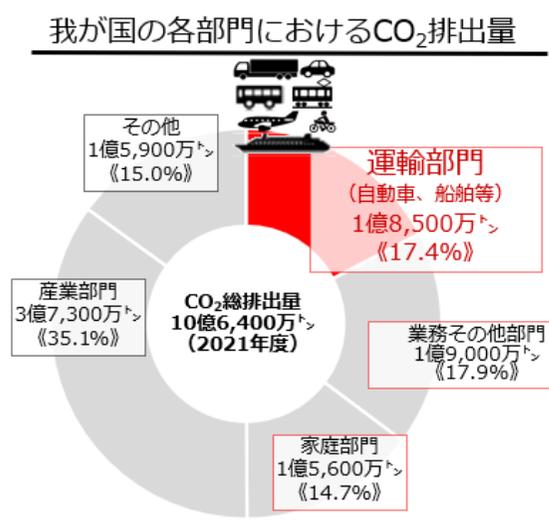
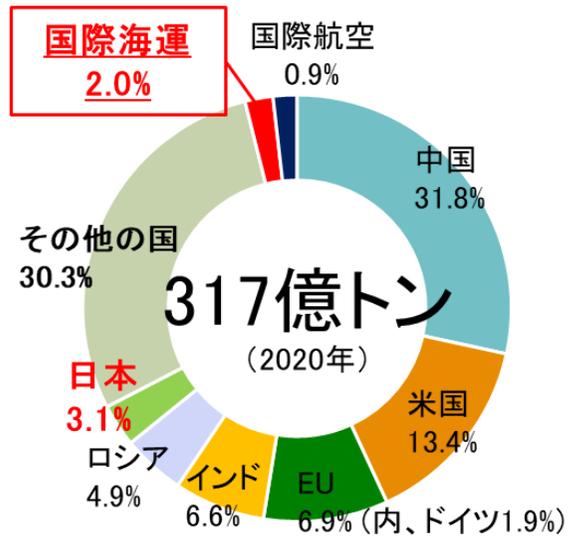


伊藤忠商事による  
協議会

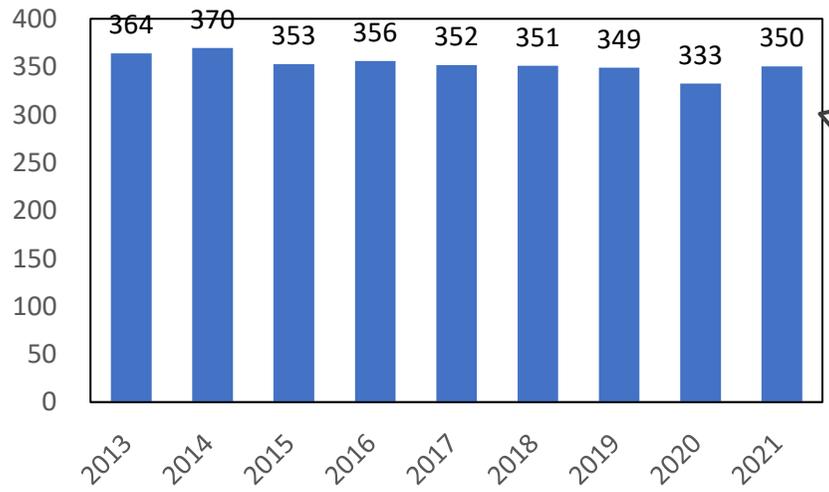
住友商事とホーグ社の  
基本合意締結

# 内航海運におけるCO2排出量・消費エネルギー

- 日本のCO2排出量は世界全体の約3%を占めており、そのうち、内航海運からのCO2排出量は約1%を占めている。  
(内航海運からのCO2排出量は**世界全体の約0.03%**)
- 内航海運の燃料消費量は**約340万トン/年**であり、**約140PJ/年のエネルギー**を消費。 ※ P (ペタ) = 10<sup>15</sup>



内航海運の燃料消費量  
【万kl】



**【現状】船用燃料の消費量は 約350万kl/年 (約340万トン/年) (重油換算)**

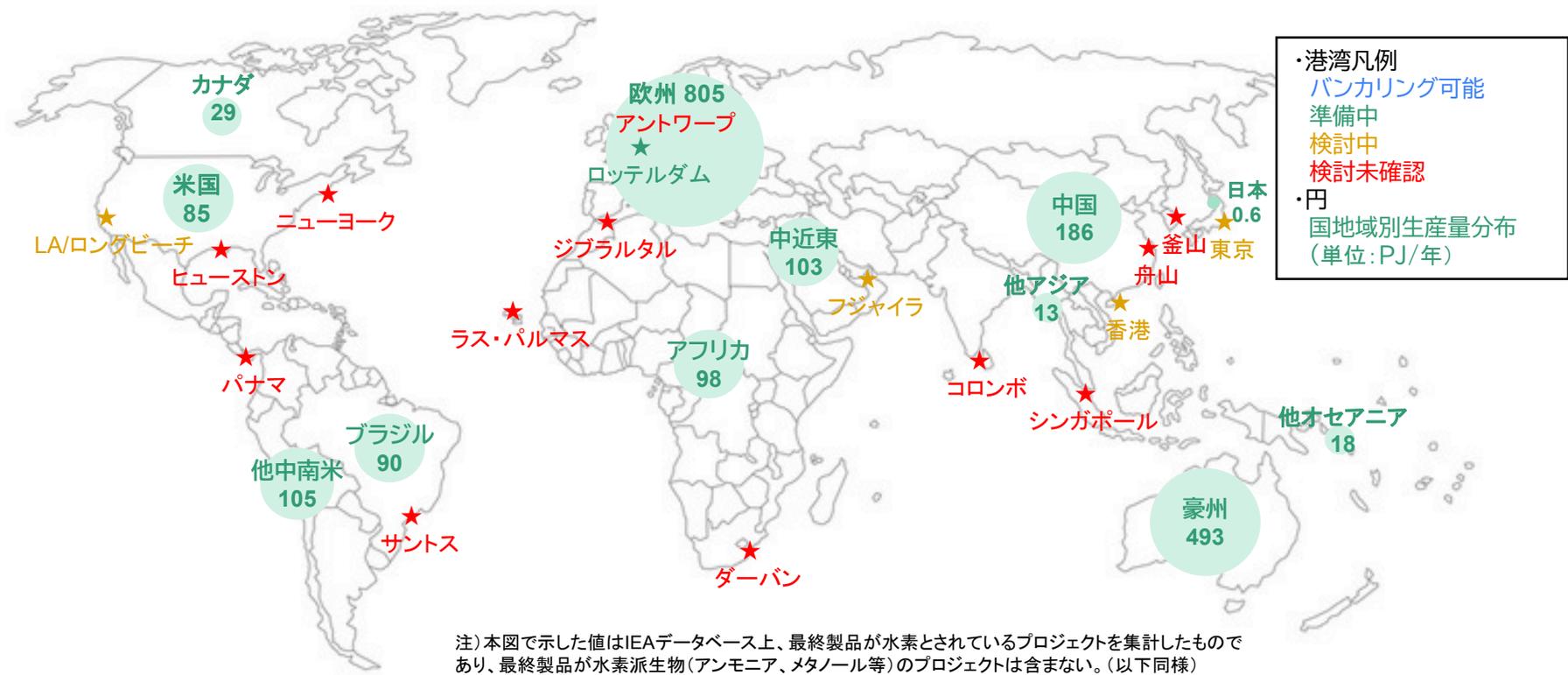
**【参考】約350万kl/年 (約340万トン/年)の重油を各ゼロエミ燃料に全量転換した場合に必要な量**

- **水素** : 約1,650万kl/年 (約120万トン/年)
- **アンモニア** : 約1,100万kl/年 (約760万トン/年)
- **メタン** : 約630万kl/年 (約290万トン/年)
- **メタノール** : 約890万kl/年 (約710万トン/年)

(出典) IEA 「CO<sub>2</sub> Emissions from Fuel Combustion: Overview 2020」、温室効果ガスインベントリオフィス資料、内航船舶輸送統計等に基づき作成

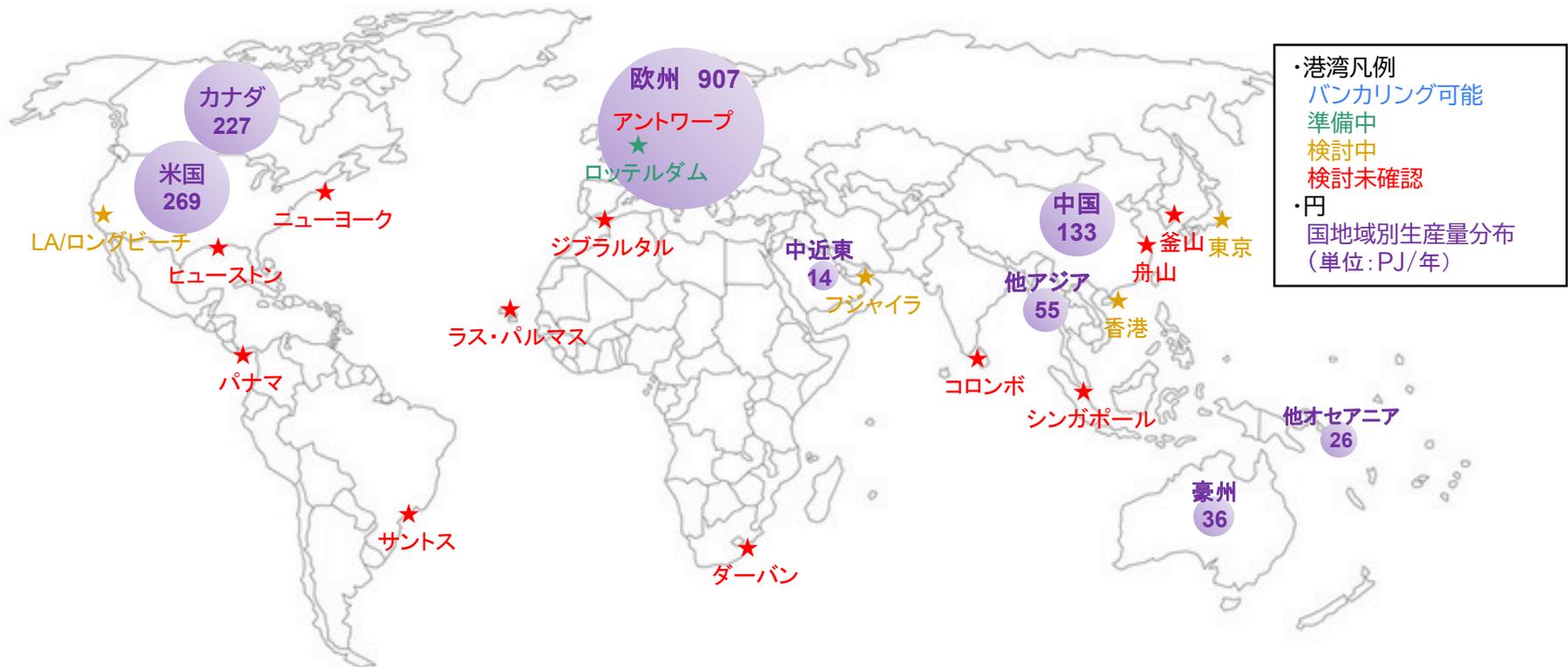
# 再エネ由来水素製造プロジェクトの分布

- IEAによる気候変動の緩和やエネルギー用途を目的とした、**再エネ由来水素製造プロジェクト**(運開済み or 最終投資決定済 or F/S済み)の**生産能力**の分布は以下のとおり。
  - 再エネ由来水素については、欧州、豪州において多く、その他多くの地域においてプロジェクトが存在する。
  - 欧州に関してはロッテルダムにおける水素バンカリング拠点整備の進展に応じて供給されることが示唆される。UAE、中国における再エネ由来水素に関しては、それぞれフジャイラ、香港における水素バンカリング検討の進捗を注視する必要がある。
  - 北米、南米、アフリカ、豪州、中東については今後の検討の進展を見る必要あり。



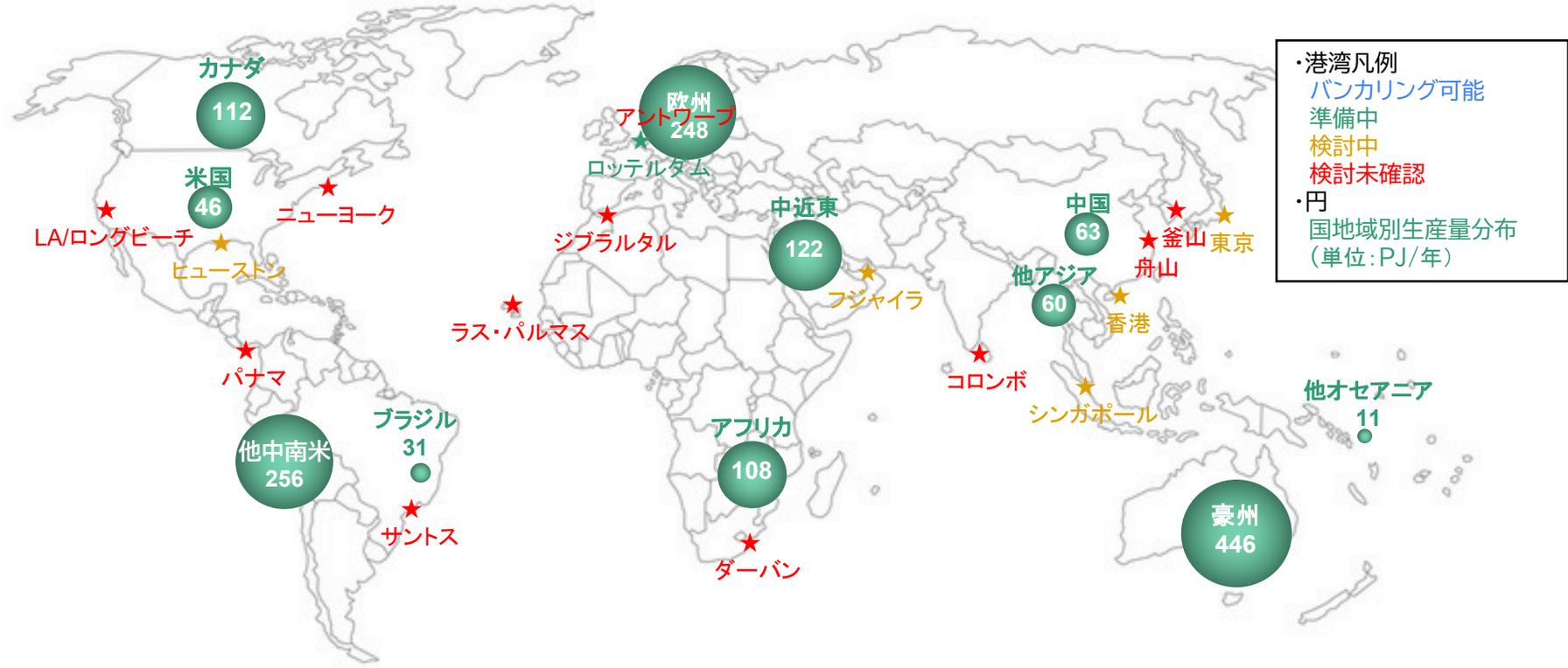
出所) IEA (2023), Hydrogen Projects Database, <https://www.iea.org/reports/hydrogen-projects-database>

- IEAによる気候変動の緩和やエネルギー用途を目的とした、**CCUSを伴う水素製造プロジェクト**(運開済み or 最終投資決定済 or F/S済み)の**生産能力**の分布は以下のとおり。
  - CCUSを伴う水素については、比較的多くの地域での実施が想定されているが、南米・アフリカでは想定されていない。
  - 欧州に関してはロッテルダムにおける水素バンカリング拠点整備の進展に応じて供給されることが示唆される。
  - 他地域については今後の検討の進展を見る必要あり。



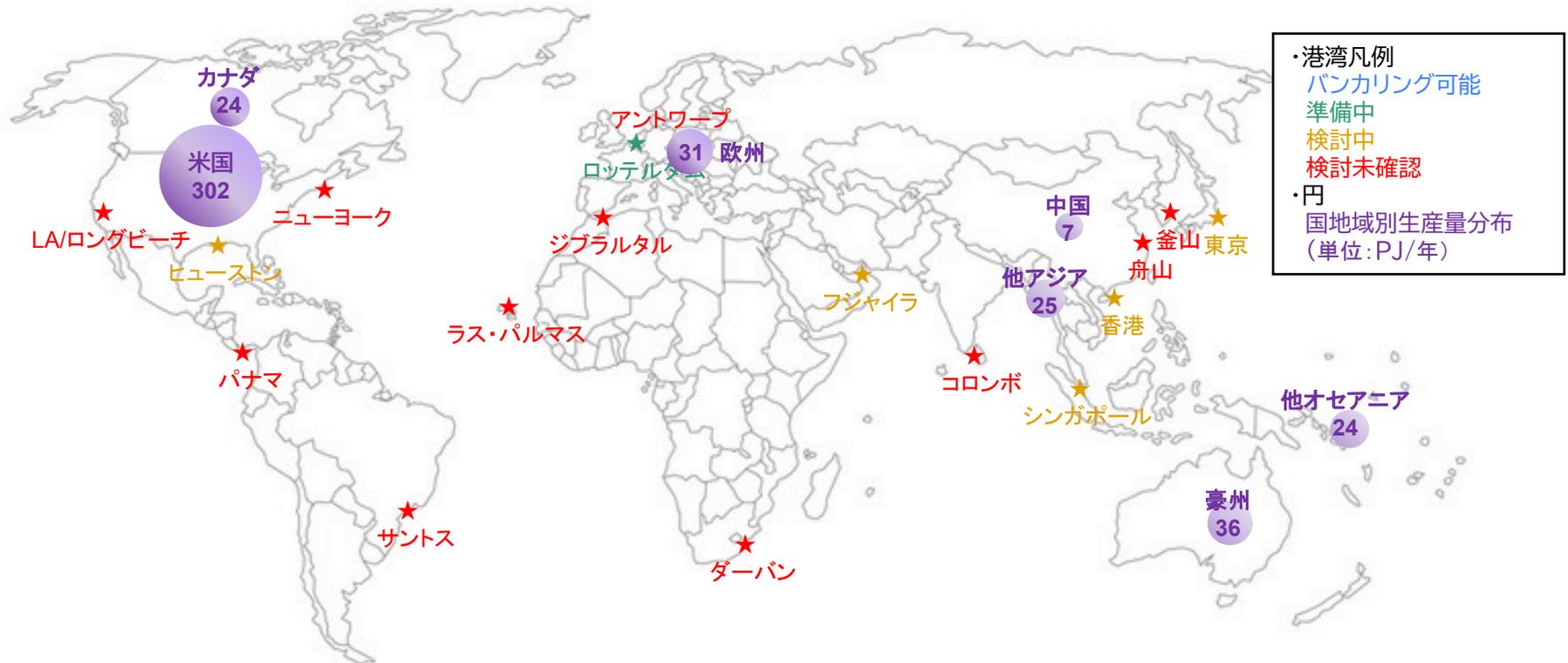
# 再エネ由来水素によるアンモニア製造プロジェクト分布

- IEAによる気候変動の緩和やエネルギー用途を目的とした再エネ由来水素によるアンモニアの製造プロジェクト(運開済みorFID済orF/S済み)の生産能力の分布は以下のとおり。
  - 再エネ由来水素によるアンモニア製造プロジェクトは、世界の多くの地域で実施が想定されている。
  - アジア、中東での再エネ由来のアンモニアのバンカリングは、シンガポール、香港、フジャイラの検討状況を注視していく必要があるものと考えられる。
  - 欧州においては、ロッテルダムにおいてアンモニアのバンカリングを検討中とされる。



出所) IEA (2023), Hydrogen Projects Database, <https://www.iea.org/reports/hydrogen-projects-database>

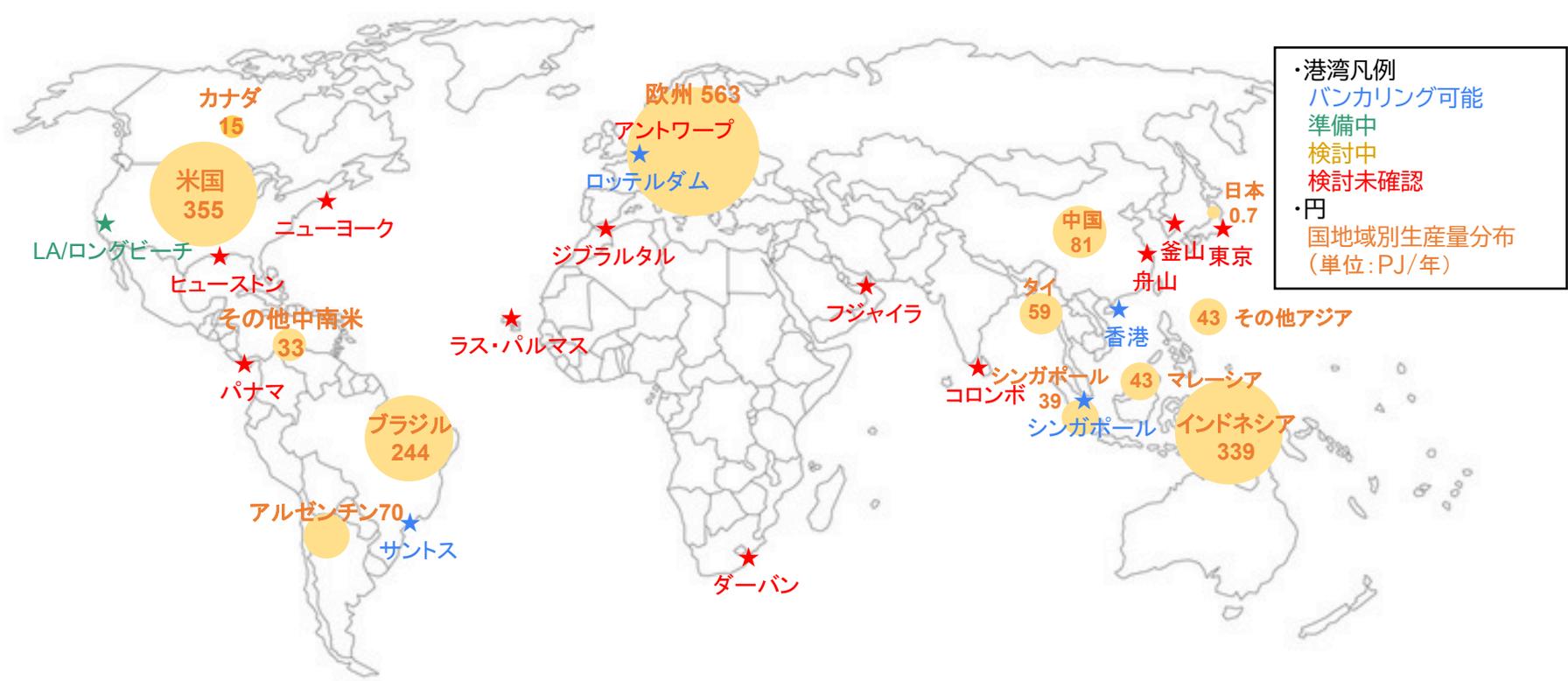
- IEAによる気候変動の緩和やエネルギー用途を目的としたCCUSを伴うアンモニアの製造プロジェクト(運開済み or 最終投資決定済 or F/S済み)の生産能力の分布は以下のとおり。
  - CCUSを伴うアンモニア製造プロジェクトについては、北米、オセアニア、アジア、欧州で計画されている。
  - 中東、アジアでのバンカリングについては、再エネ由来のアンモニアのバンカリングの考察と同様。
  - 他方、北米では主要港での検討が見られないものの、製造量が大きく見込まれるため、今後の動向に留意が必要。



出所) IEA (2023), Hydrogen Projects Database, <https://www.iea.org/reports/hydrogen-projects-database>

# バイオディーゼル系燃料の既存生産量の分布

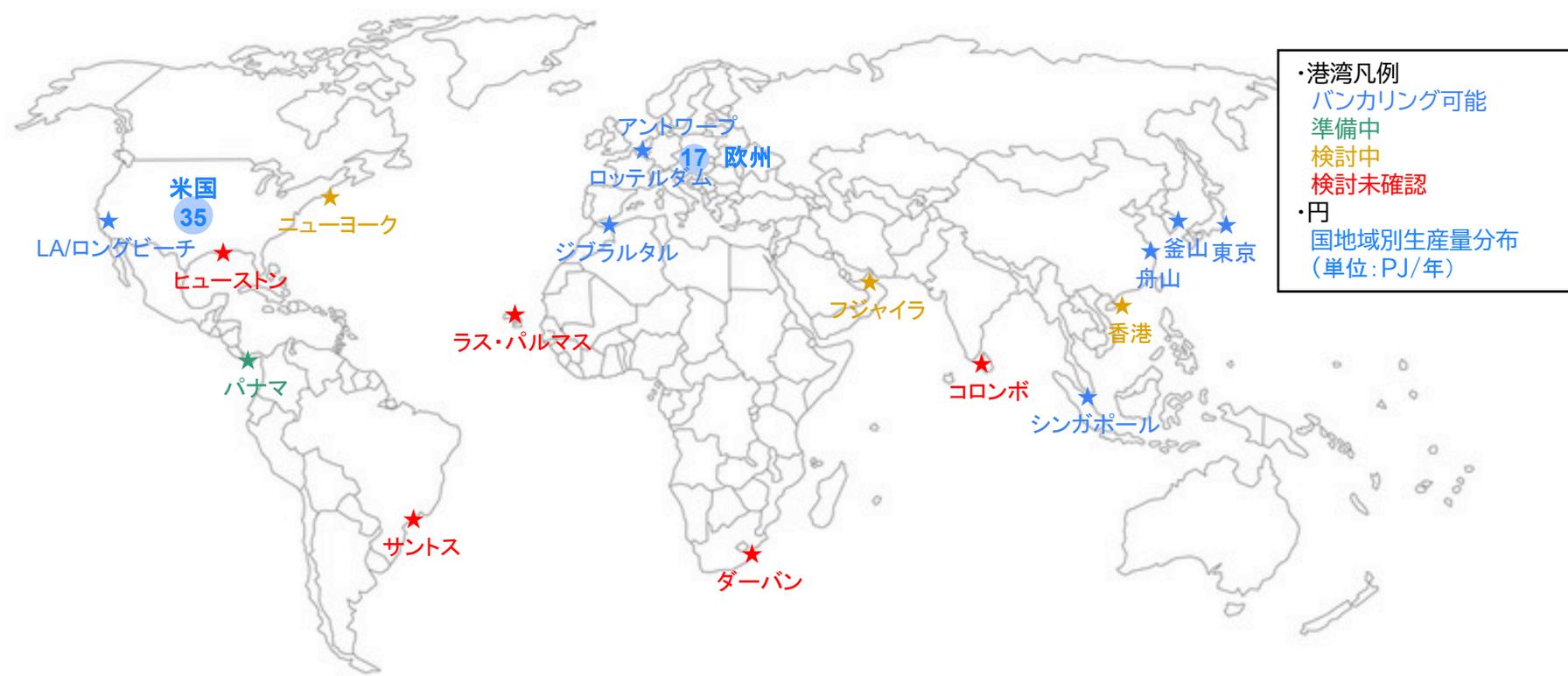
- **バイオディーゼル系燃料の2021年時点の生産量の分布**は以下。
  - 陸上輸送用バイオディーゼル燃料としてEU、アジア、北米、南米での供給が多くある。欧州、アジアでは主要港におけるバンカリングが既に実施されており、ドロップインでのバンカリングも可能であるというバイオディーゼル系燃料の特徴に照らすと、今後は北米、南米でも供給が進展する期待が持たれる。
  - 現状は主に陸上輸送用に供給されているが、特にEUにおいて海運・航空を含むHard to Abateセクターへの活用の方針が示されているため、今後これら供給が海運にも振り向けられる可能性もあるが、主産農産物を由来とする燃料も多く存在すると見られ、CI値等に対する留意が必要。



出所) U.S. Energy Information Administration (EIA) International Biodiesel production capacity and production

# 再エネ由来水素によるeメタン製造プロジェクト分布

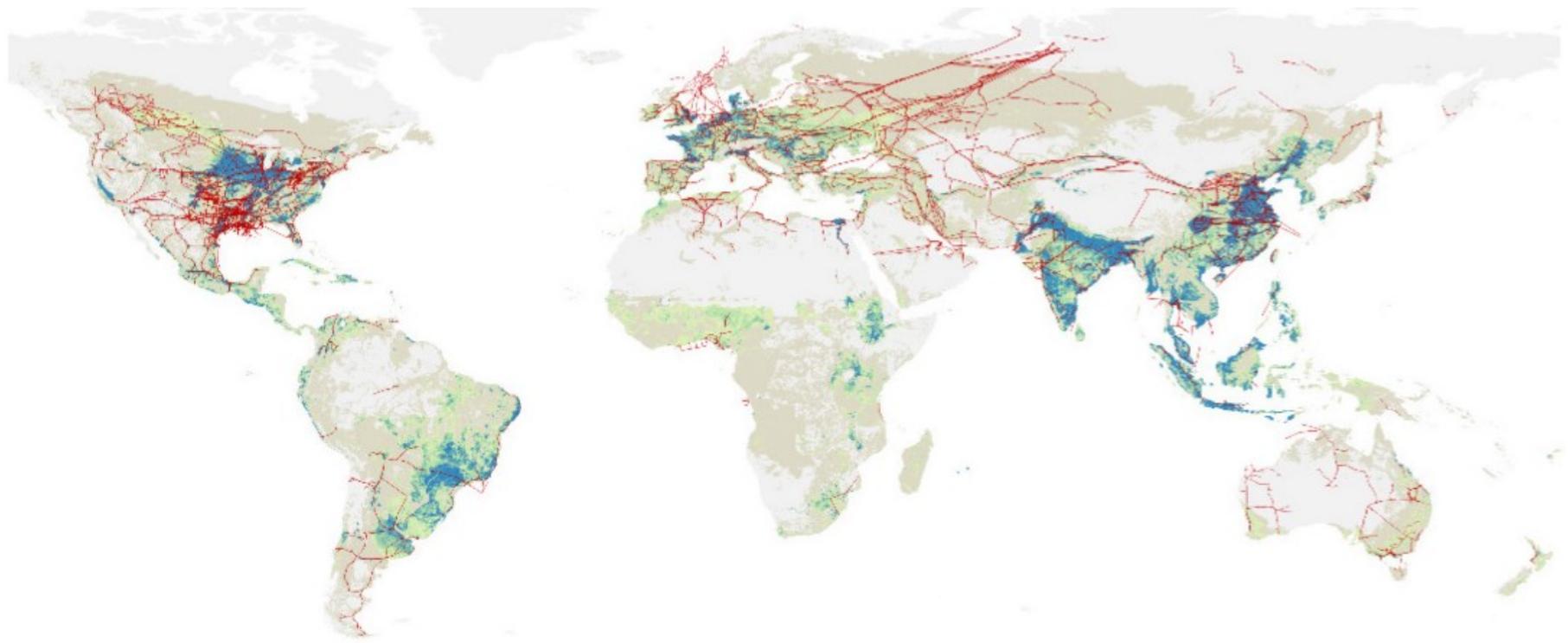
- IEAによる気候変動の緩和やエネルギー用途を目的とした再エネ水素を由来とするeメタンの製造プロジェクト(運開済み or 最終投資決定済 or F/S済み)の生産能力の分布は以下のとおり。
  - eメタンの製造計画は北米、欧州に限定。なお、港についてはLNGバンカリングの対応状況を踏まえて分類。



出所) IEA (2023), Hydrogen Projects Database, <https://www.iea.org/reports/hydrogen-projects-database>

# 【参考】農業廃棄物・残渣からのバイオメタン生産ポテンシャル

- IEA World Energy Outlook 2023では、世界各地域における**農業廃棄物・残渣からのバイオメタン生産ポテンシャル**について、下図のとおり推計している。
- アジアや米国、西ヨーロッパ、南米の南東部あたりでのポテンシャルが高い。

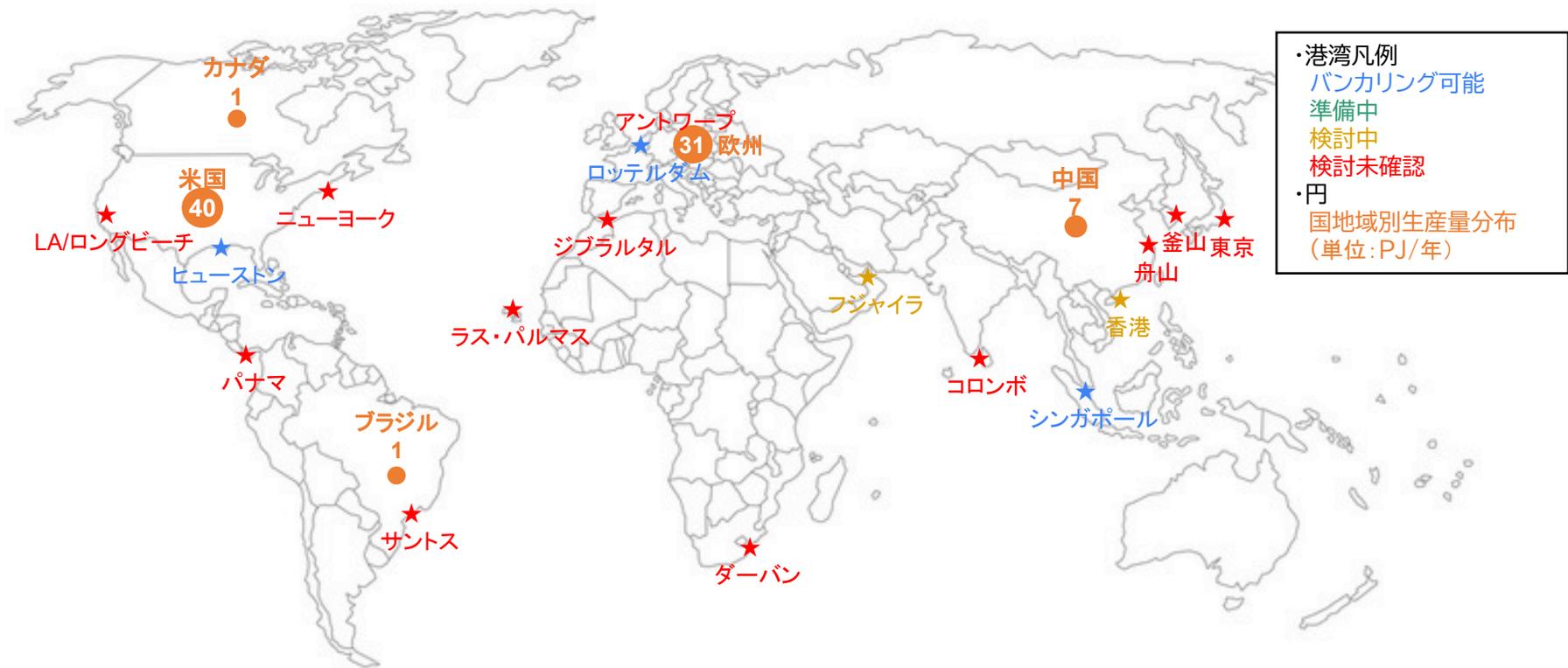


Million m<sup>3</sup> per 100 km<sup>2</sup>    < 0.5    0.5 - 1.0    1.0 - 1.5    1.5 - 2.0    2.0 - 2.5    2.5 - 3.0    > 3.0

出所) IEA (2023), IEA World Energy Outlook 2023

# バイオメタノール製造プロジェクトの分布

- **バイオメタノールの供給プロジェクト(2027年頃までの供給計画を含む)の分布は以下。**
  - 現状のバイオメタノールの供給プロジェクトは北米、EU、アジアが中心。欧州のバンカリングの拠点であるロッテルダムにおいて船間のbunkeringの実施実績があり、ロッテルダム港におけるバイオメタノールのバンカリングへの期待が持たれる。
  - 中国産バイオメタノールに関しては、香港においてメタノールのバンカリングについて検討する旨が発表されており、今後、供給が進む可能性が示唆される。



出所) Methanol Institute (Current and Upcoming Renewable Methanol Projects across Countries)

# e-メタノール製造プロジェクトの分布

- eメタノールの供給プロジェクト(2027年頃までの供給計画を含む)の分布は以下。
  - eメタノールの供給プロジェクトは、再生可能エネルギーの豊富な南米、南アフリカ、豪州における生産計画も多く存在する。
  - 南米、南アフリカ、豪州は、主要バンカリング拠点が存在しないため、バンカリングの拠点整備に関する検討状況について今後注視していく必要がある。

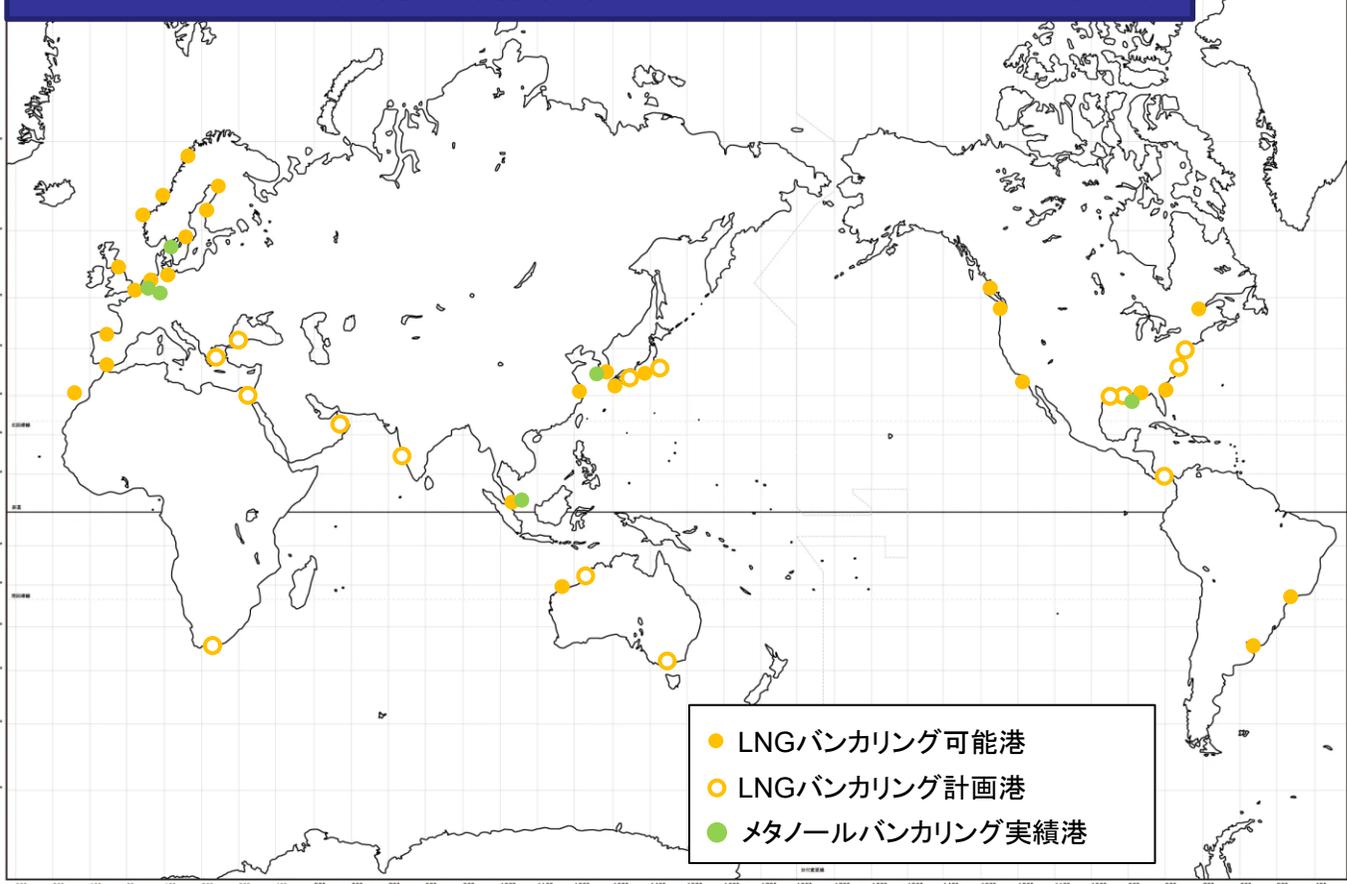


出所) Methanol Institute (Current and Upcoming Renewable Methanol Projects across Countries)

# 代替燃料のバンカリングの動向

- ❑ LNGは、バンカリング可能港・供給船などのインフラが引き続き拡大中。
- ❑ メタノールは、メタノールDFのコンテナ船の竣工に伴い、バンカリング実績地が増加。既存のバージなどがバンカリングに活用されるケースが多く、新造のバンカリング船の発注も増加中。
- ❑ アンモニアは、バンカリング船の開発・設計が進められており複数の設計がAIPを取得。

## LNGバンカリング(可能港、計画港)、メタノールバンカリング(実施地)



出典: LNGについては、SEA-LNGレポート、報道ベース。2023年1月時点。メタノールは報道ベース。

注: 報道等をベースとしているため、全てを網羅したものではない。

### LNG・バンカリング船

- 40隻以上が運航中 (2022年末)
- 発注残も20隻弱あり引き続き増加中。



出典: NYK

### メタノール・バンカリング船

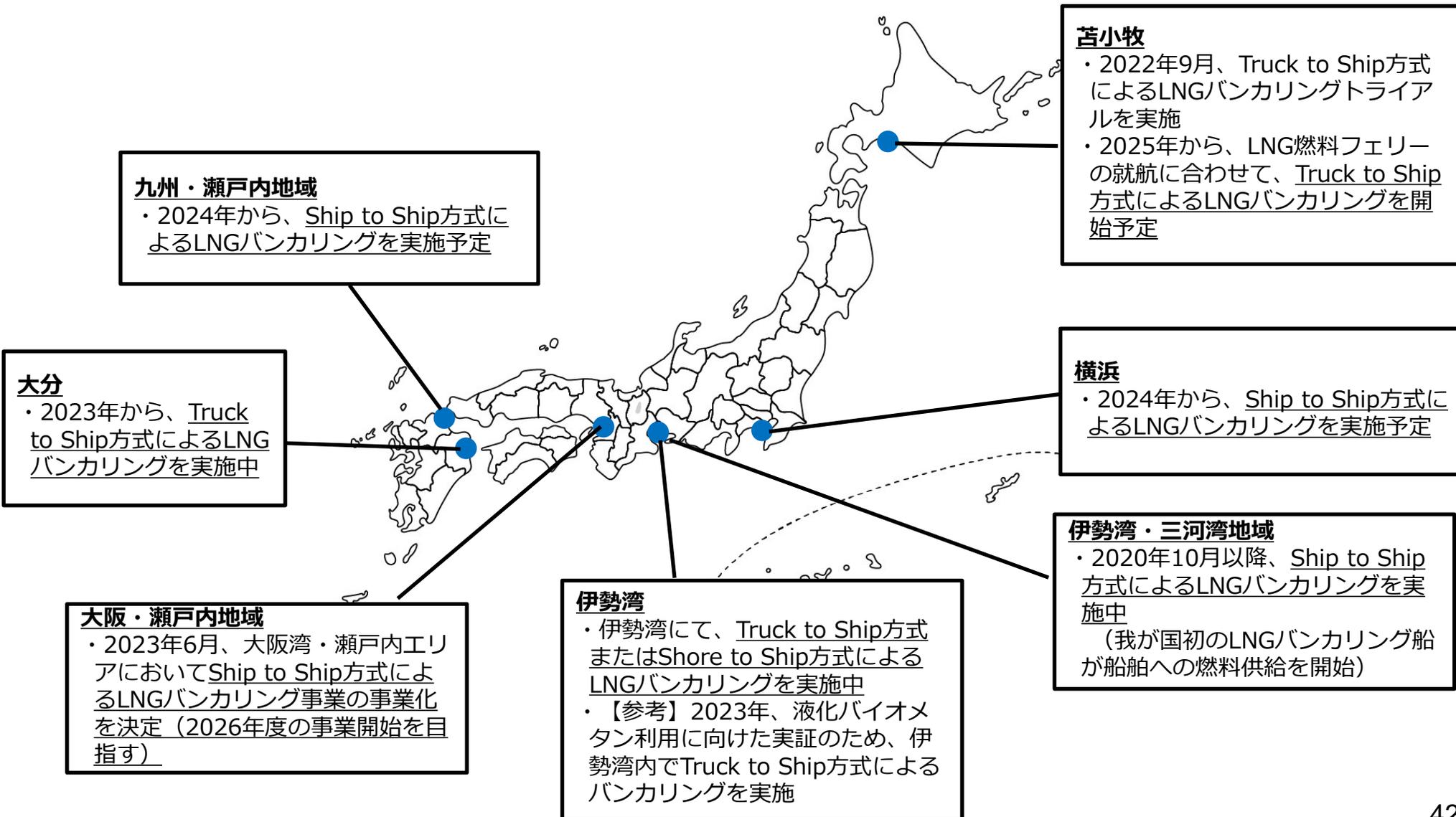
- 既存のバージ、タンカーなどが活用されている。
- 2025年には少なくとも新造バンカリング船約10隻程度が運航を開始すると考えられる。



出典: Singapore Maritime & Port Authority

# 我が国のLNG燃料船のバンカリング体制

- LNG燃料船に対する国内のバンカリング拠点は、順次、拡大中。
- 引き続き、需要動向等に応じて機能強化を行う見通し。



1. IMOにおける動向
2. 地域規制の動向
3. ゼロエミッション船の導入に向けた動向
4. **グリーン海運回廊の設立**

# 政府間の「グリーン海運回廊」設置に向けた取組

## QUAD

- QUADは、日本、米国、オーストラリア、インドの4ヶ国により、安全保障や経済を協議する枠組み。
- 2021年9月、「**2030年までに2~3の低・ゼロエミッションのグリーン海運回廊を設置することを目指す**」ことに合意。



グリーン海運回廊イメージ



2023年5月 QUAD首脳会談

## クライドバンク宣言

- 2021年11月、国連気候変動枠組条約第26回締約国会議(COP26)において、議長国である英国の主導により提唱された宣言。
- 「**2020年代半ばまでに、GHGを排出しないゼロエミッション船が運航される6以上のグリーン海運回廊の設立**」を目指すもの。



クライドバンク宣言への参画を表明

## G7伊勢志摩交通大臣会合大臣宣言

- IMO GHG削減戦略の改定において、「2050年までに国際海運GHG排出ゼロ」の目標及び2030年・2040年の野心的かつ実現可能な中間目標の設定の支持。
- GHG排出削減に係る規制及びゼロエミッション船導入に係るインセンティブを含む中期対策を2025年までに採択するために取り組む。
- ゼロエミッション船の安全確保のため、安全基準の策定、船員の能力・訓練要件の策定に向けたIMOの取組を促進。
- **2020年代半ばまでに少なくとも14のグリーン海運回廊の設立**を支援。



2023年6月 G7伊勢志摩交通大臣会合

## グリーン海運回廊の設立に向けた連携

## 日本-米国カリフォルニア州間の連携

- ◆ 2023年3月、国土交通省と米国カリフォルニア州との間で、日米間のグリーン海運回廊の発展を支援するための覚書を締結
- ◆ 2023年10月、日本とカリフォルニア州の港湾の脱炭素化及び日米間のグリーン海運回廊の形成に向けた日米協力を促進するため、米国カリフォルニア州ロサンゼルスにおいて、「港湾の脱炭素化・グリーン海運回廊シンポジウム」を開催



## 日本-シンガポール間の連携

- ◆ 2023年12月、国土交通省とシンガポール運輸省との間で、グリーン・デジタル海運回廊の協力に関する覚書を締結
- ◆ 2024年4月、シンガポール・マリタイムウィークに合わせて、覚書に基づく第1回会合を開催予定

# 【参考】グリーン海運回廊の考え方

- グリーン海運回廊は、ライフサイクル全体で低・ゼロエミッションの燃料及び技術が導入された航路。  
 ※グリーン海運回廊の定義は検討の枠組みによって多少の違いがある。
- グリーン海運回廊の枠組みの下、海運や港湾の関係者の連携が図られることで、海運と港湾の脱炭素化を加速することが期待されている。

## □ グリーン海運回廊実現のための取組



### グリーン海運回廊を実現に向けた取組の例



低・ゼロエミッション船  
の開発・実証



低・ゼロエミッション燃料の供給



陸上電源供給



荷役機械の低・脱炭素化