

「次世代船舶の開発」プロジェクト

海運のカーボンニュートラルを取り巻く動きと 追加研究開発について

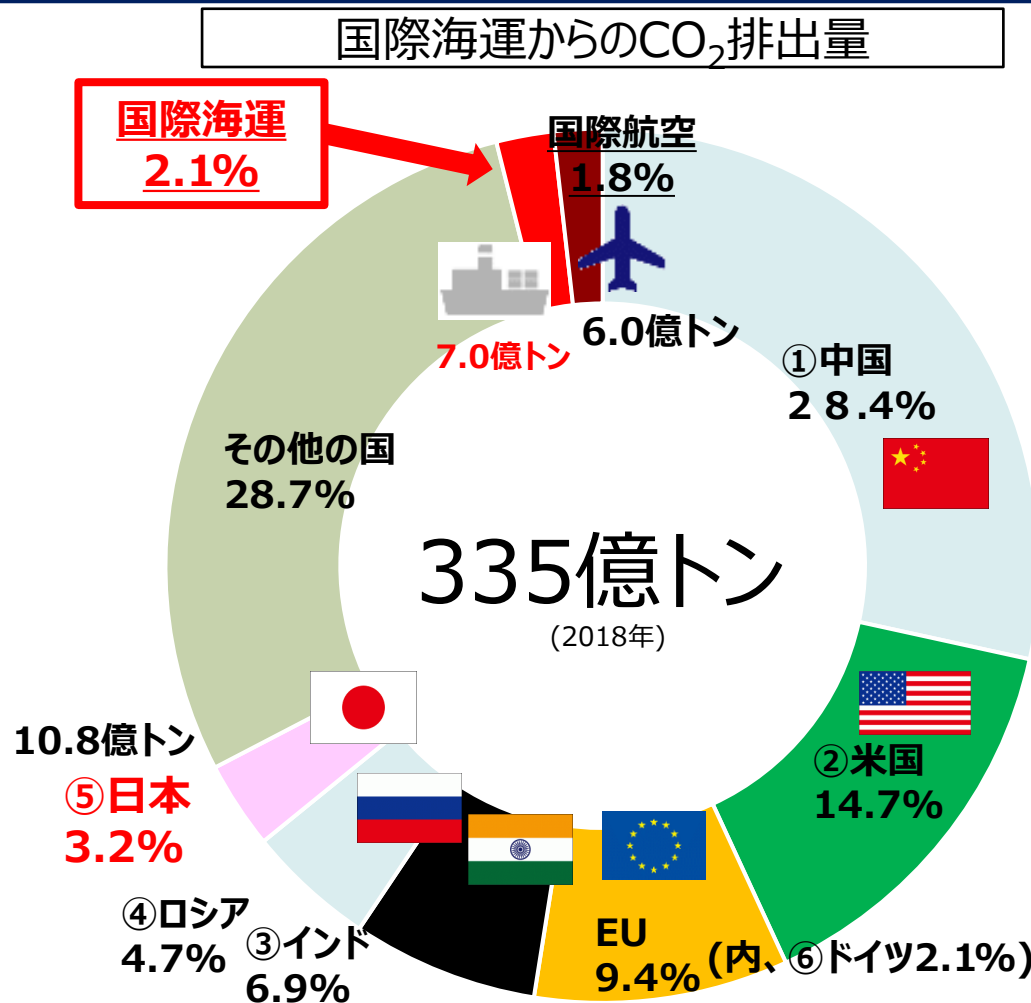
令和5年9月21日
国土交通省 海事局

- 国際海運のカーボンニュートラルを目指して、2018年に採択された国際海事機関(IMO)のGHG削減戦略が、2023年7月に改訂。「2050年頃までにGHG排出ゼロを目指す」と目標の前倒しが合意。
- 改訂されたGHG削減戦略を受け、アンモニア燃料の使用比率が可能な限り高いエンジンを開発しつつ、排ガス中に含まれる温室効果の高い窒素酸化物(N_2O)を可能な限り除去する技術開発を進めていく必要。
- また、世界的にも、有毒性のあるアンモニア燃料を船に補給する際の安全性確保の要求が高度化。アンモニア燃料補給時の漏えい防止技術を確立し、普及拡大に向けた環境作りが必要。
- これらを踏まえ、アンモニア燃料船の開発に関連する追加の技術開発を通じて、引き続き我が国が世界をリードしてゼロエミッション船舶の開発と社会実装を進めていくこととしたい。

背景

国際海運からのCO₂排出量

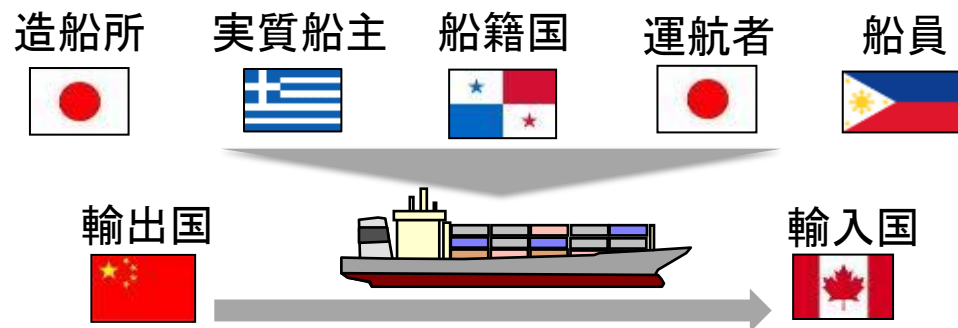
国際海運からのCO₂排出は、世界全体の約2.1%(ドイツ一国分に匹敵)。世界経済の成長につれて海上荷動量も増加するため、何も対策を取らない場合、**2050年までに約7.0%まで増加。**



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

国際海運における関係国の例

➡排出の責任関係が複雑



各国政府 （国連気候変動枠組条約（UNFCCC））

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

国際海事機関（IMO）

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

国際海事機関(IMO)における国際ルール策定の主導

- 我が国は世界有数の海事産業国（海運2位、造船3位）であり、国際海運分野で我が国の技術的優位性が発揮できるよう、船舶の環境規制の国際ルール整備を主導

【IMO海洋環境保護委員会】



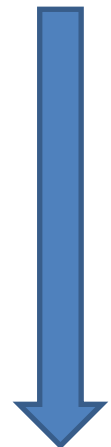
斎藤議長と山田部長



岩城WG議長(左2番目)

- IMO・海洋環境保護委員会の議長に斎藤英明氏（国交省職員）が就任（2018～22年）
- IMO事務局の海洋環境部長に山田浩之氏（国交省から移籍）が就任（2018～22年）
- IMO海洋環境保護委員会のWG議長に岩城耕平氏（国交省職員）が就任（2022年～）

【これまでの取組：船舶の国際燃費規制等の多くを日本が提案、国際合意、ルール化】



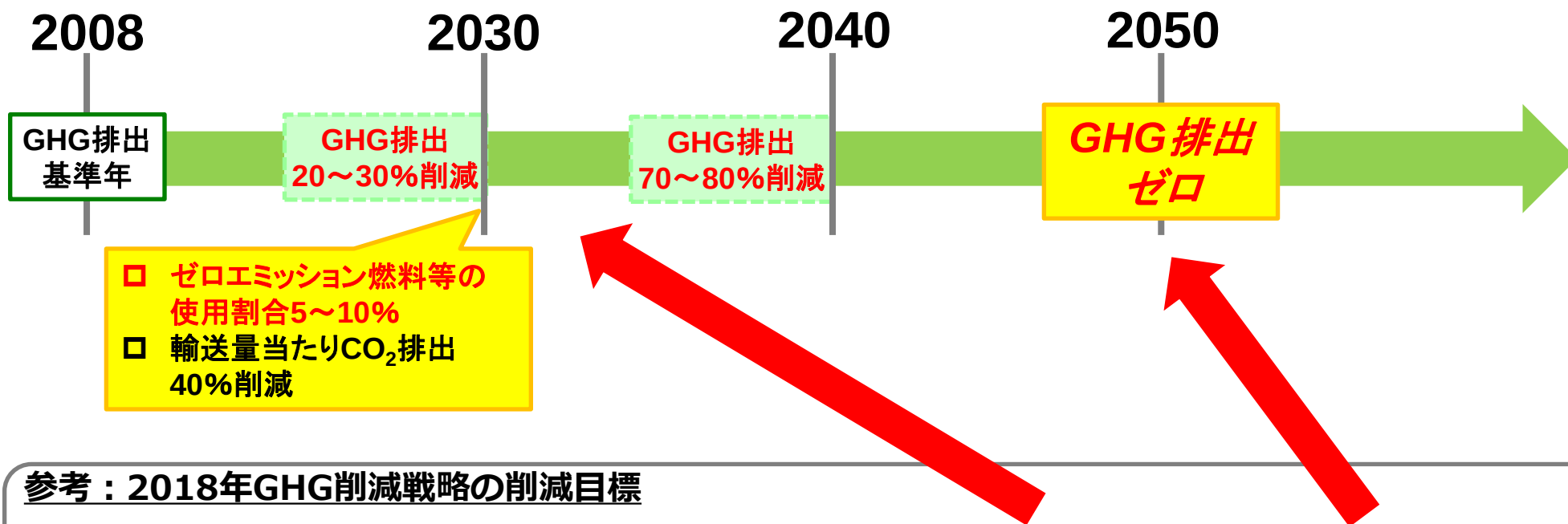
2011年採択	<u>新造船の燃費性能規制</u>	段階的に強化。省エネ船舶の普及を促進。
2016年採択	<u>燃料油消費量報告制度</u>	毎年の運航データを報告・集約。船舶の燃費実績を見える化。
2018年採択	<u>GHG削減戦略</u>	目標（2050年半減等）やルール策定計画等を合意
2021年採択	<u>既存船への燃費性能規制</u>	規制値を満たさない既存船に出力制限や改造等を要求。
2023年採択	<u>GHG削減戦略 改訂</u>	目標（2050年ゼロ等）やルール策定計画等を合意

【今後の取組：燃料転換を加速させるルールの策定】

- 2023年7月、国際海事機関(IMO)にて、**国際海運「2050年頃までにGHG排出ゼロ」等の目標に合意**し、「GHG削減戦略※」を改定 ※ 2018年4月採択



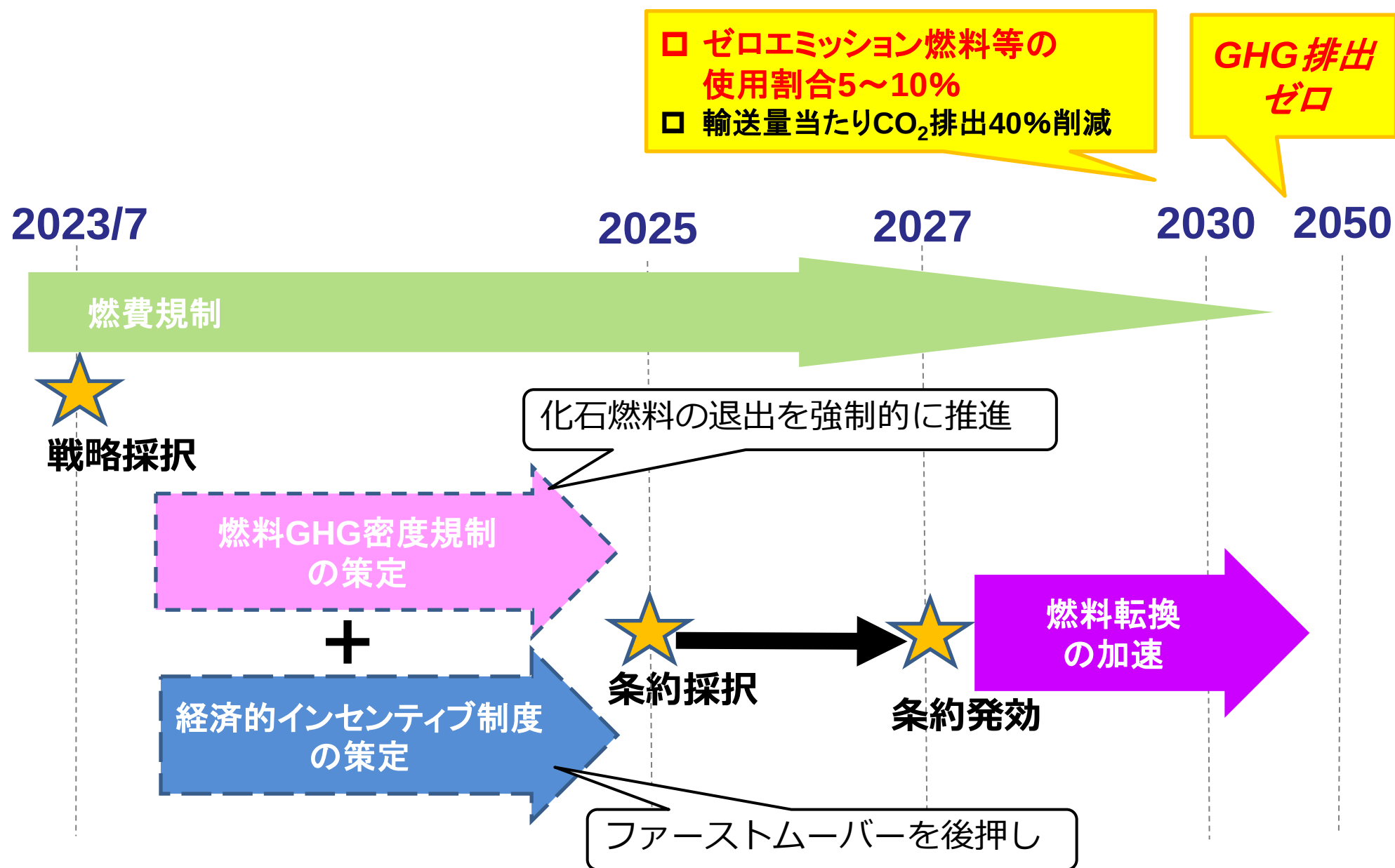
国際海運からのGHG排出削減目標



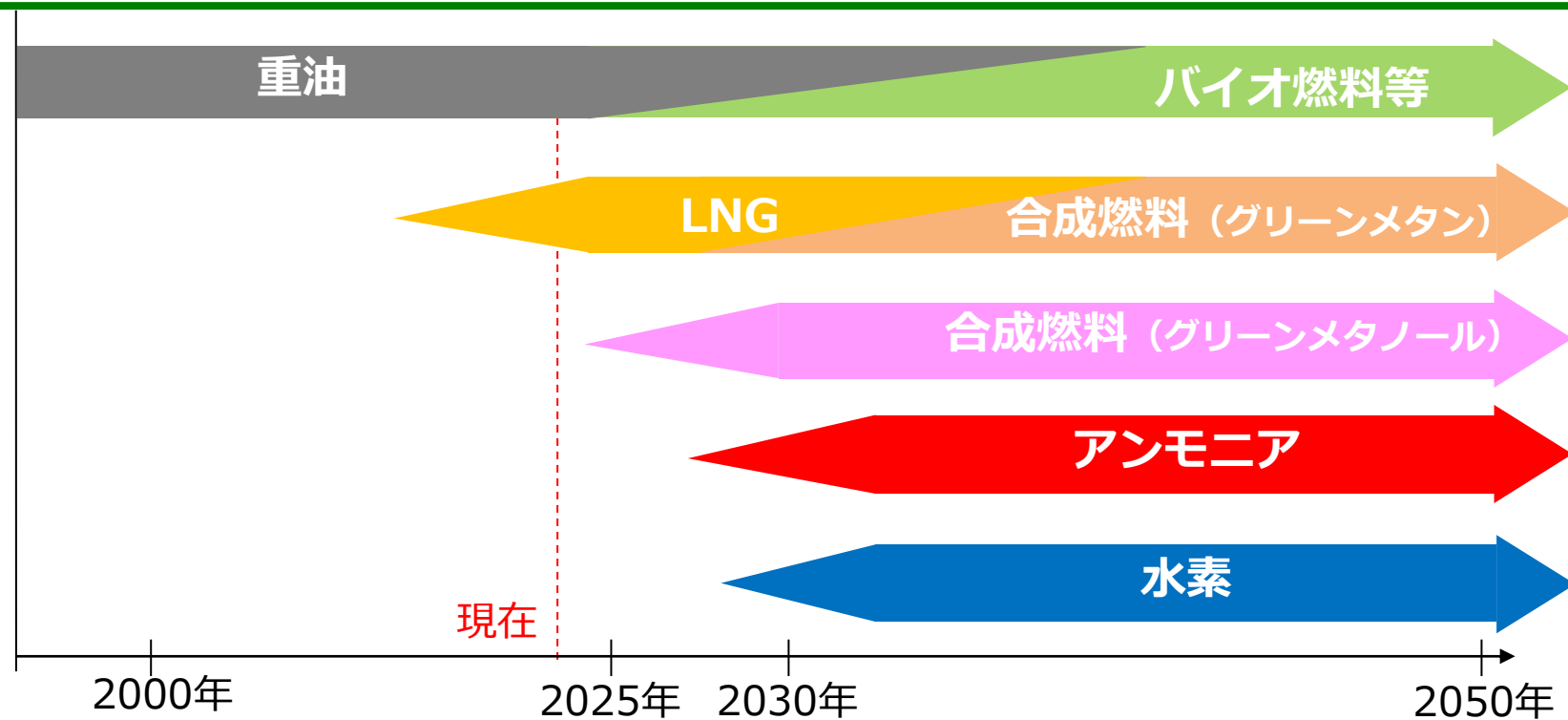
参考：2018年GHG削減戦略の削減目標



国際海運GHG排出削減戦略(対策策定計画)



- 船舶は巨大構造物で長い航続距離が必要。現在の主な船舶燃料は**重油**で、**足元ではLNGの導入**が進む
- 船舶は長期間にわたり使用されることから、2050年の世界的なゼロの実現には、**2030年頃よりアンモニア・水素等のゼロエミッション船を導入を進めていくことが不可欠**
- 既存船は、バイオ燃料やグリーン合成燃料の供給に期待



※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

プロジェクトの現状

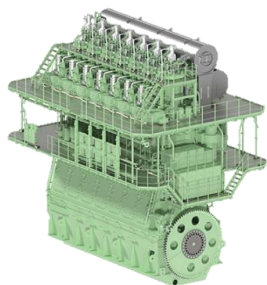
グリーンイノベーション基金(次世代船舶の開発)：350億円(10年間)

- 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_2O)※の発生

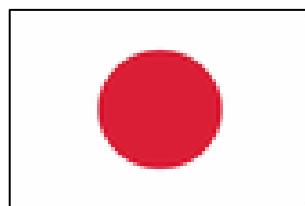
※ CO_2 の300倍の温室効果

→ 高度な燃焼制御・燃料噴射技術

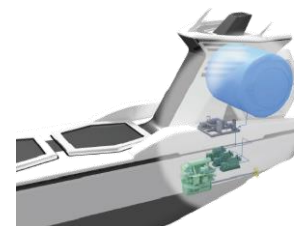


ゼロエミッション船

(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

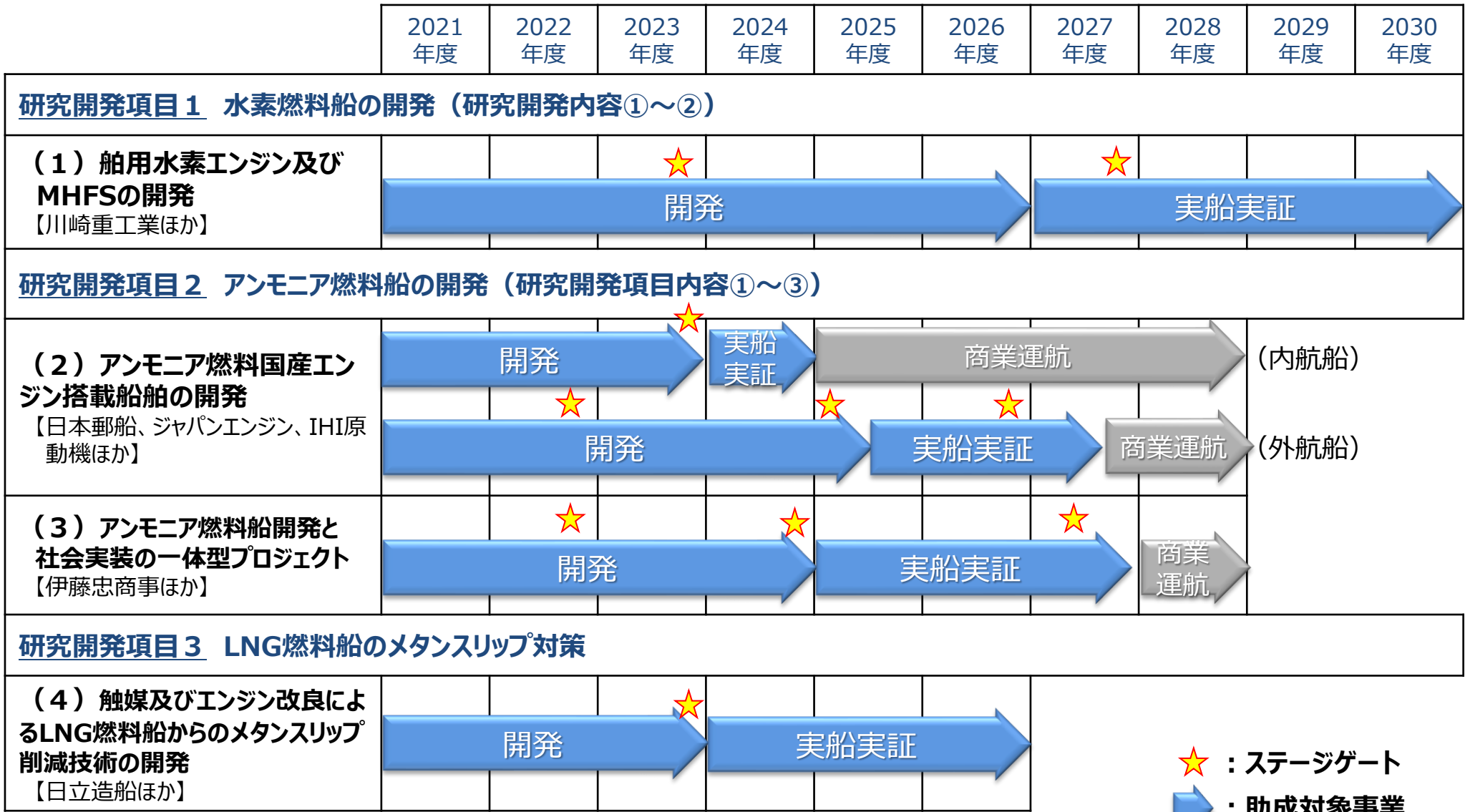
- ・毒性・腐食性あり

→ 省スペース化、構造・材料最適化

- 「次世代船舶の開発」プロジェクトについては、令和3年7月19日より実施者を公募。
- 公募の結果、同年10月26日に、国土交通省及びNEDOは、4つの具体的なテーマ及び実施者（民間企業）を選定。

	テーマ名称	実施者	支援規模*
(1)	舶用水素エンジン及びMHFS※の開発 ※MHFS：舶用水素燃料タンク及び燃料供給システム	・川崎重工業株式会社 ・ヤンマーパワーテクノロジー株式会社 ・株式会社ジャパンエンジンコーポレーション	210億円
(2)	アンモニア燃料国産エンジン搭載船舶の開発	・日本郵船株式会社 ・日本シップヤード株式会社 ・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	84億円
(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	・伊藤忠商事株式会社 ・日本シップヤード株式会社 ・株式会社三井E&S マシナリー ・川崎汽船株式会社 ・NS ユナイテッド海運株式会社	20億円
(4)	触媒と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	・日立造船株式会社 ・ヤンマーパワーテクノロジー株式会社 ・株式会社商船三井	6億円
	合計		320億円

* インセンティブ額を含む。今後ステージゲートに応じて変更の可能性あり。¹¹



※上記は、現在の実施者が設定している事業スケジュール

★ : ステージゲート
➡ : 助成対象事業

J-ENGのアンモニア燃料試験エンジン

(三菱重工業株式会社 総合研究所 長崎地区内に設置)



アンモニア燃料供給設備

アンモニア燃料試験エンジン

- ・ **世界初**※のアンモニア燃料混焼運転
- ・ J-ENGの固有技術である層状噴射システムを適用
- ・ 今後約1年間、様々な条件下でのアンモニア燃料運転を実施予定

※大型低速2ストロークアンモニア燃料エンジンにおいて

出典: 株式会社ジャパンエンジンコーポレーションHP (2023.5.16 プレスリリース)

IHI原動機のアンモニア燃料船用エンジン

(株式会社IHI原動機 太田工場)



A-Tug搭載用実機

- ・ アンモニア燃料タグボートに搭載予定の実機
- ・ **世界で初めて**※アンモニアを安定燃焼(混焼率は80%)

※船用4ストロークアンモニア燃料エンジンの実機において

出典: 株式会社IHI原動機HP (2023.5.16 プレスリリース)

追加研究開発の実施に ついて

追加実施候補案件

- 「次世代船舶の開発」プロジェクトの「研究開発項目2 アンモニア燃料船の開発」の追加研究開発内容として、アンモニア燃料エンジンの開発に関係する以下の2件を実施することとしたい。

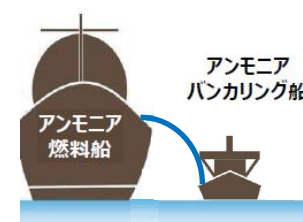
- **N₂O排出対策技術の開発**

- アンモニア燃焼時に排出されるN₂O(温暖化係数がCO₂の約300倍)を除去するための技術・装置の開発及び実証



- **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**

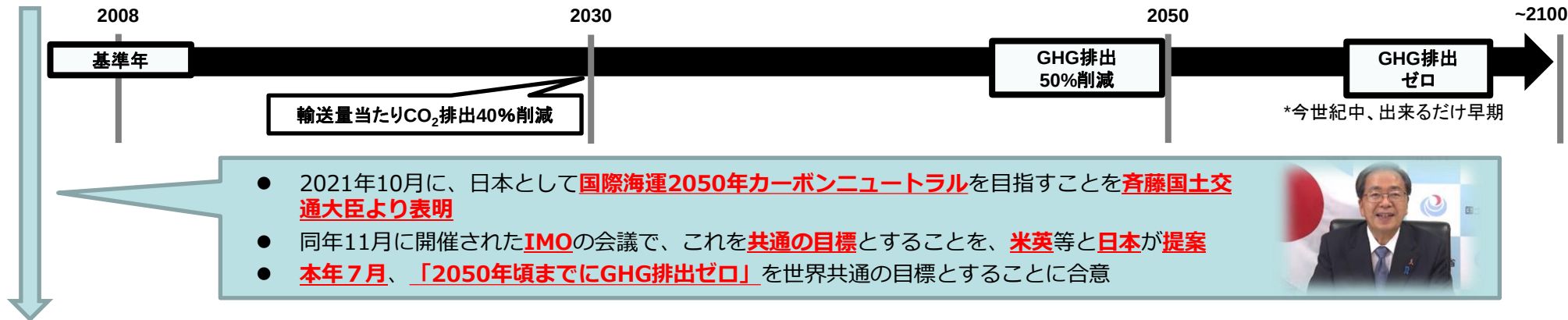
- アンモニアの燃料補給(バンカリング)時の安全対策を図るための残留アンモニアの高感度検知、回収及び再利用システム等の開発及び実証



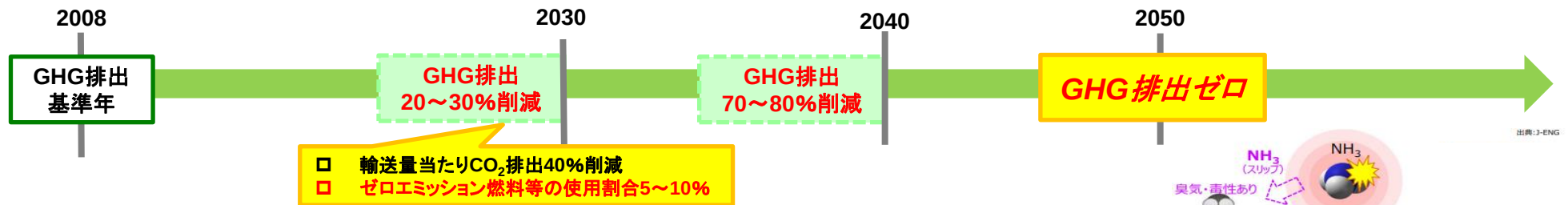
背景・課題

- 国際海運のGHG削減目標は、世界統一的に国際海事機関(IMO)で議論。2018年にGHG削減戦略が策定され、今世紀中の排出ゼロ目標が掲げられた。
- 本年7月、IMO海洋環境保護委員会(MEPC)で、より早期の排出ゼロ目標が合意された。

当初(2018年)のGHG削減目標

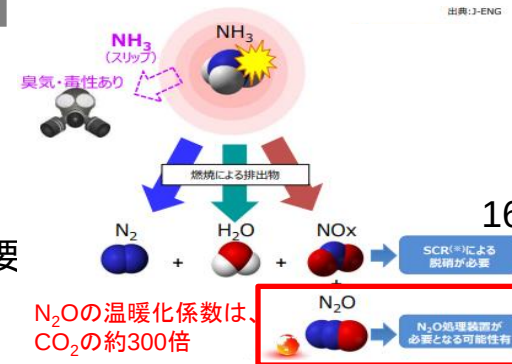


本年7月に合意されたGHG削減目標



ついては、アンモニア燃料エンジンの混焼率を可能な限り100%に近づけるとともに、これにより、エンジンより後方で排ガス内のN₂Oを可能な限り除去する技術の開発が必要

※現行事業の当初の想定混焼率では、燃焼制御にてN₂Oの発生を減少させることを想定していた



概要

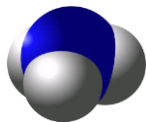
事業の必要性

- GHG削減目標の前倒しやゼロエミッション燃料の使用割合に係る目標が設定されたことも踏まえ、**より高いアンモニア混焼率※**のアンモニア燃料エンジンを目指す必要がある。

※研究開発・社会実装計画では、「アンモニア燃料の使用比率が可能な限り高いエンジン」の開発を目指すとされている。

- その際、アンモニア燃料への代替による脱炭素化効果を確保するため、排出される**N₂O** (CO₂の約300倍の温暖化効果)を除去するための**技術・装置の開発が必要**。

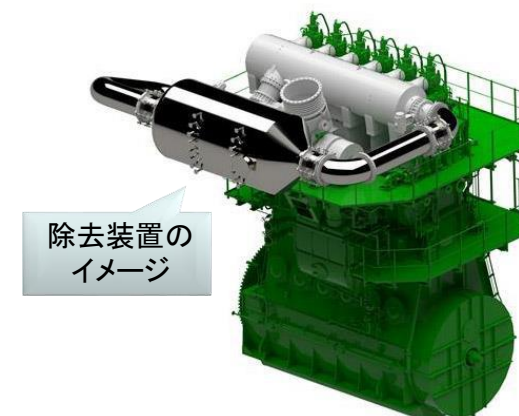
アンモニア + 酸素 ⇒ (燃焼) ⇒ 窒素 + 水 + 窒素酸化物



N₂Oの温暖化係数は、
CO₂の約300倍

研究開発内容

- ◆ 船用エンジン向けN₂O除去装置の開発(温度調節機構を含む)
- ◆ 実証船搭載にあたっての小型化・機器配置の最適化
- ◆ 運用面での安全性の確保の検証及び実証航海の実施



背景・課題

新燃料であるアンモニアの燃料補給（バンカリング）時の安全対策は、その毒性を有するとの性質を踏まえ、アンモニア燃料船の開発者のみならず、世界の船員や規制当局も交えた検討が進展。

社会実装に向けては、以下の点について要請が高まっている。

- ◆ 燃料バンカリング時において、アンモニア放出による人体影響リスクをなくす
- ◆ 漏洩に対する迅速な対応を可能とする
- ◆ 安全（人間への健康被害）は環境（海洋汚染）に優先して対応



出典：大同井本エナジー



これらを勘案した場合に求められる新たな技術開発課題として以下を抽出



(参考)アンモニア濃度と人体への影響

NH ₃ 濃度[ppm]	人体に与える影響
～5	人体影響なし（A ⁺ 解放可）
5～10	臭気を感じる
25	警報濃度（環境基準）
50	不快感を覚える
100	刺激を感じる
200～300	目やのどを刺激する
300～500	短時間（20～60分）耐える限界
2,500～5,000	短時間（30分くらい）で生命危険
5,000～10,000	呼吸停止、短時間で死亡

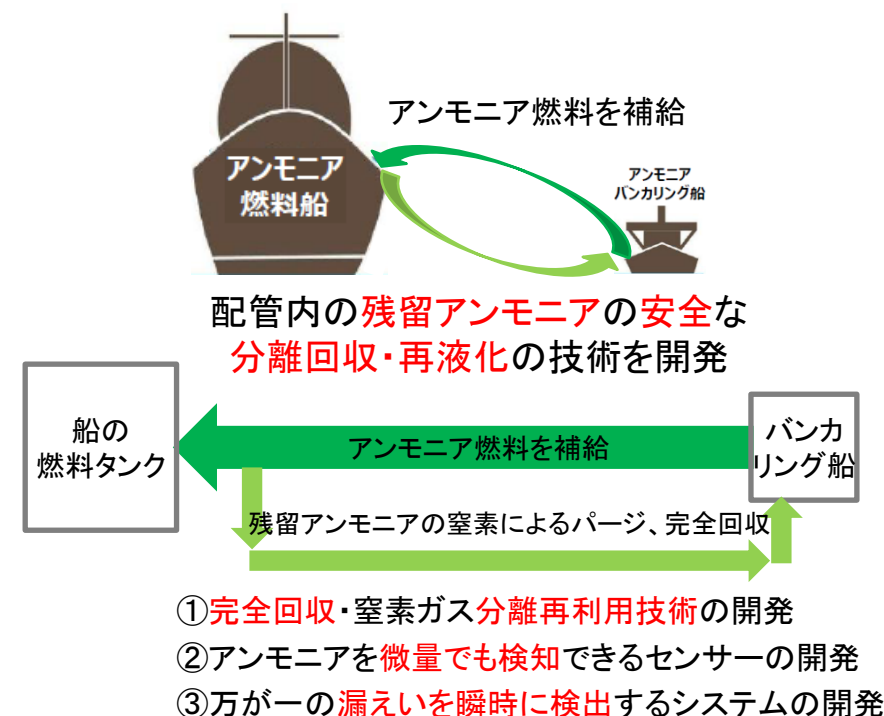
日本海事協会「代替燃料船ガイドライン」を元に作成18

	アンモニアバンカリングでの課題
(i)移送設備内のガス残留の確認方法	バンカリングホースを切り離す際にアンモニア放出をゼロとすべく、パージ後に残留アンモニアがないことを確認する方法の確立が必要
(ii)甲板上での漏洩検知	甲板上でも微量の漏洩を検知して、バンカリングを自動停止させることが必要
(iii)回収した残留ガスの処理	窒素でパージを実施後、回収した混合ガス（窒素 & アンモニア）から更にアンモニアを取り出し、再利用できることが必要

概要

事業の必要性

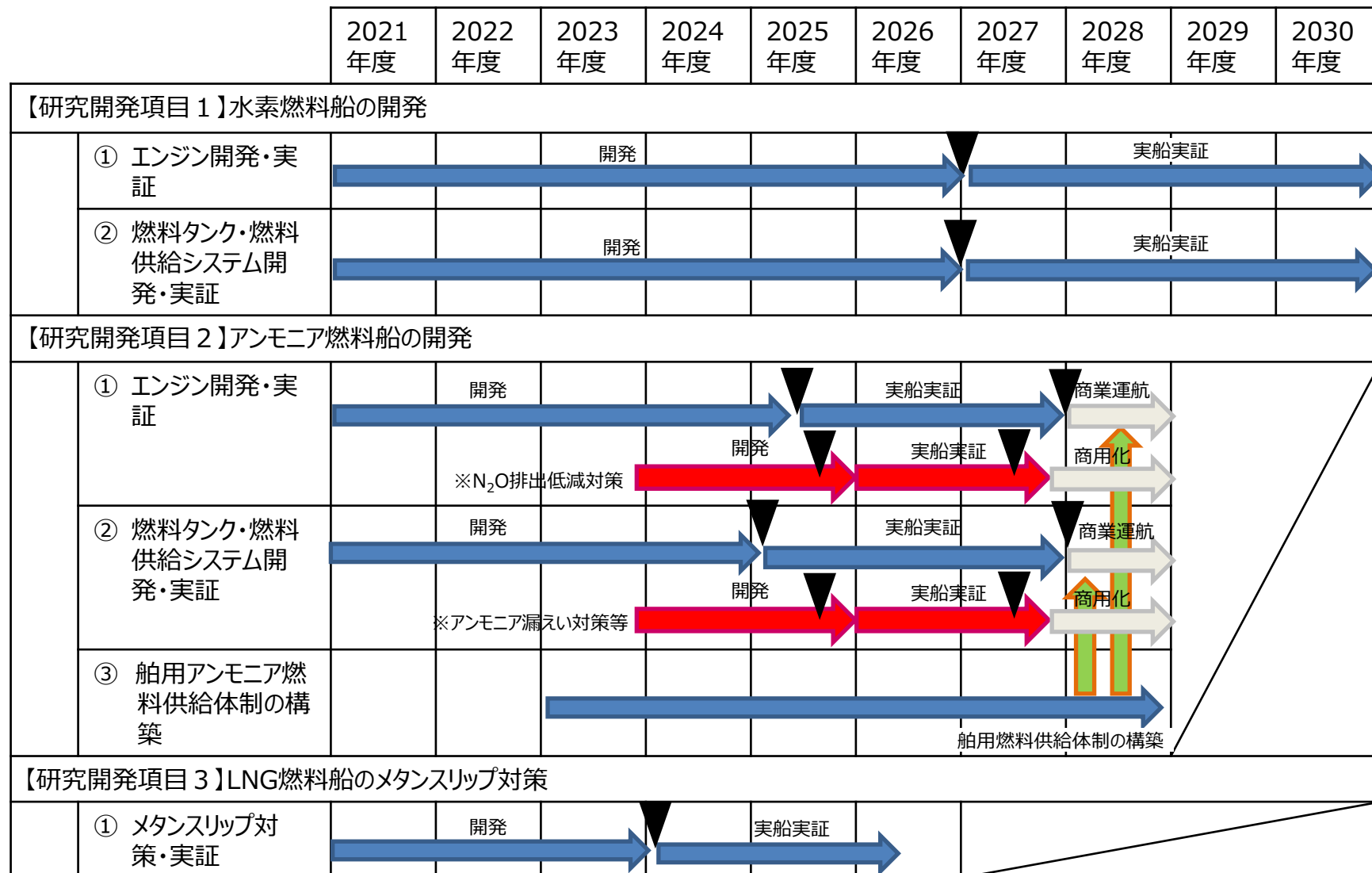
- アンモニアは少量でも人体への毒性を有する特性から、船員、作業員、港湾当局等からの安全対策に係る要望が、世界的に高度化。
- 燃料補給（バンカリング）時の適切な安全対策が取られていなければ、運航への理解や海外主要港での燃料補給の許可が得られない可能性。
- 具体的には、船上という、狭小かつ風・波による動揺等を受けやすい環境下において、配管内の残留アンモニアを完全回収するとともに、高感度かつ瞬時に漏えいを検知する技術を開発し、人体への暴露を防ぐ必要。



研究開発内容

- ① 燃料補給（バンカリング）の配管内の残留アンモニアを完全回収し、バージに使用した窒素ガス分離・アンモニア再液化を、狭小かつ・動揺のある船上で漏えいなく効率的に行う技術の開発
- ② 残留アンモニアが無いことを確認するための、微量でも検知できる高感度計測技術の開発
- ③ 万が一の漏えいを瞬時に検知し、漏えいがあった場合に最小限で止めるシステムの開発
- ④ 上記①～③の技術の実船での実証

(参考)想定される事業スケジュール



▼ : ステージゲート

➡ : 既存助成対象事業

➡ : 追加助成対象事業

追加研究開発内容に係る予算の内訳

- 「次世代船舶の開発」プロジェクトにおける追加研究開発内容については、事業費総額約31億円、助成額総額約19億円（インセンティブ込約22億円）に設定

内容	内訳	支援額
N ₂ O排出対策技術の開発	機械装置等製作・購入費 $15.6\text{億円} \times 2/3, 1/2$ (試験用リアクタ製作費、実証工事費用 等)	10.2億円
	労務費・その他経費 $10.3\text{億円} \times 2/3, 1/2$	6.3億円
	インセンティブ $26\text{億円} \times 1/10$	2.6億円
	小計	19.1億円
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	機械装置等製作・購入費 $2.0\text{億円} \times 2/3, 1/2$ (試験用計測器製作費、実証工事費用 等)	1.1億円
	労務費・その他経費 $2.6\text{億円} \times 2/3, 1/2$	1.4億円
	インセンティブ $4.6\text{億円} \times 1/10$	0.5億円
	小計	3.0億円
合計		22.1億円

参考資料

アンモニア燃料国産エンジン搭載船舶の開発

事業の目的・概要

- 海上輸送のゼロエミッション化推進・次世代船舶分野における日本海事クラスターの競争力維持・向上を目的として、**アンモニア燃料国産エンジンを搭載するアンモニア燃料船の研究開発**を行う。
- ① **アンモニア燃料タグボート（内航船）の開発・運航**
国産4ストローク主機の開発、安全性・実用性に配慮したアンモニア燃料船の設計、アンモニア燃料船に係る運航・メンテナンス手法の確立などに取り組み、2024年の竣工を目指す。
- ② **アンモニア燃料アンモニア輸送船（外航船）の開発・運航**
国産2ストローク主機および国産4ストローク補機の開発、外航船の船型主要目の開発とアンモニア燃料・荷役配管システムおよびオペレーションシークエンスの開発、アンモニア毒性に対する船内安全システムの確立、アンモニア燃料船に係る運航・メンテナンス手法の確立などに取り組み、2026年の竣工を目指す。

実施体制

※太字：幹事企業

- ① **日本郵船株式会社**、株式会社IHI原動機
- ② **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、日本シップヤード株式会社
(一般財団法人日本海事協会 *NEDO助成先対象外)

事業期間

□ 2021～2027年度（7年間）

事業イメージ

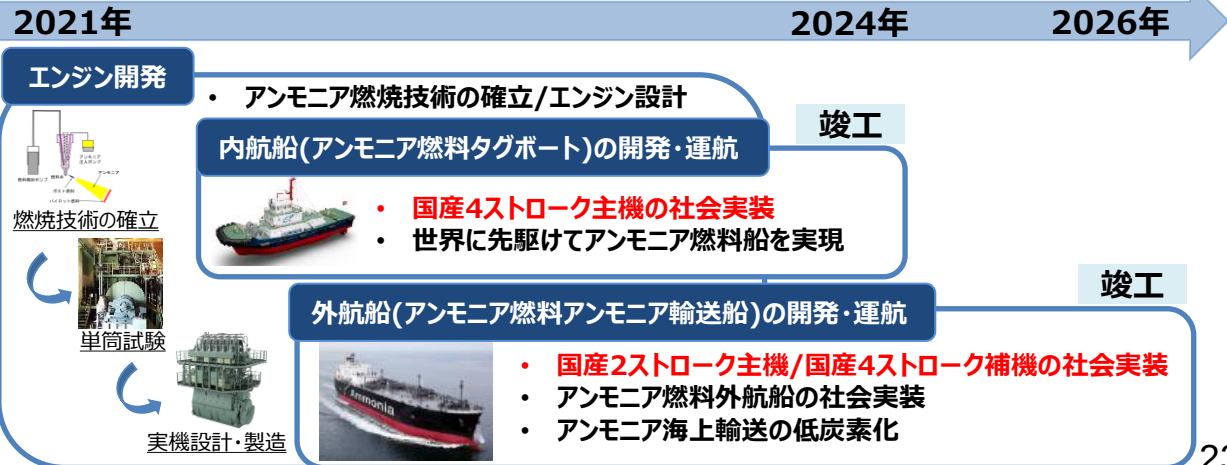
<アンモニア燃料エンジン開発>

①	用途	種類	ボア径 (mm)	出力 (kW)
	主機	4ストローク	 280	約1,600
②	用途	種類	ボア径 (mm)	出力 (kW)
	主機	2ストローク	 500	約8,000
	補機	4ストローク	 200 250	約1,300

事業規模等

- 事業規模：約123億円
- 支援規模*：約84億円
*インセンティブ額を含む。今後ステージゲートでの事業進捗などに応じて変更の可能性あり。
- 補助率など：2/3→1/2（インセンティブ率は10%）

<アンモニア燃料船の開発・運航の流れ>



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

事業の目的・概要

- ❑ **2028年までの出来るだけ早期**にアンモニア燃料船を日本主導で社会実装し、日本の海事産業がゼロエミ船分野で長期に渡り優位性を維持出来る形を目指し、他国に先駆けて推進システム・船体開発および保有・運航を行う。
- ❑ 早期の社会実装実現のためにアンモニア燃料船の「開発」、「保有・運航」、「燃料生産」、「燃料供給拠点整備」の全域をカバーする「統合型プロジェクト」の一環として本事業を推進する。

実施体制

※太字：幹事企業

伊藤忠商事株式会社、
川崎汽船株式会社、NSユナイテッド海運株式会社、
日本シップヤード株式会社、株式会社三井E&Sマシナリー

事業期間

2021年度～2027年度(7年間)

事業規模等

- ❑ 事業規模：約30億円
- ❑ 支援規模*：約20億円
*インセンティブ額を含む。今後ステージゲートでの事業進捗などに応じて変更の可能性あり。
- ❑ 補助率など：2/3 → 1/2（インセンティブ率は10%）

事業イメージ

アンモニア燃料船開発・統合型プロジェクト

