グリーンイノベーション基金事業

「次世代船舶の開発」プロジェクトに関する
研究開発・社会実装計画

令和●年●月●日

国土交通省

海事局

目次

1. 背景・目的.....2
2. 目標.....12
3. 研究開発項目と社会実装に向けた支援.....16
4. 実施スケジュール.....21
5. 予算.....25

1. 背景・目的

- 船舶産業の重要性と課題解決の方向性
  - 国際海運から排出される温室効果ガス（GHG）について、IEA における 2020 年の調査によれば、2018 年時点における国際海運全体からの CO_2 排出量は約 7 億トン[1]であり、世界全体の CO_2 排出量の約 2.1%を占める。世界経済の成長を背景に、海上輸送需要は今後も増大すると予測され、何も対策を講じなければ海上輸送需要の拡大に応じて CO_2 排出量も増大することになる。
  - これに対して、国際海事機関（IMO）において、2018 年 4 月に GHG 削減戦略が採択され、国際海運全体でのカーボンニュートラルを進めるべく、2050 年に 2008 年比で総排出量 50%以上削減し、今世紀中のできるだけ早期に GHG 排出ゼロとすることが掲げられた。その後、2023 年 7 月には同戦略が改訂され、2050 年頃までに GHG 排出ゼロとする目標の前倒しが合意されるとともに、2030 年の中間目標としてゼロエミッション燃料等の使用割合 5~10%が掲げられ、2025 年 4 月には燃料規制制度とゼロエミッション船等に対する経済的インセンティブ制度を含む条約改正案が基本合意された。
  - 我が国では、世界有数の海事大国として、このような国際的取組を牽引すべく、産学官公の海事関係者による検討を行い、今世紀中のゼロエミッションに向けた GHG 削減シナリオ及びその実現に向けた今後の作業計画を「国際海運のゼロエミッションに向けたロードマップ」として 2020 年 3 月に取りまとめていたところ。同ロードマップにおいては、外航船の寿命を考慮すると 2030 年頃から 80%以上の効率改善を実現する船舶の投入を開始する必要性が示されており、これにより 2050 年には 2008 年比で総排出量 50%以上削減され、次世代燃料等により、約 5.6 億トン/年（2050 年）の CO_2 削減効果が見込まれる。更に、改訂された国際海事機関（IMO）の GHG 削減戦略を受け、ゼロエミッション燃料のより一層の活用が求められることから、混焼率の上昇や窒素酸化物の低減などその GHG 削減効果の向上を図りつつ我が国が世界をリードしてゼロエミッション船の導入を進める観点から 2028 年までにゼロエミッション船の商業運航を目指すこととしている。
  - 一方、四方を海に囲まれた我が国は貿易量の 99.6%を海上輸送に依存しており、資源や食料の自給率が低い我が国にとって、安定的な海上輸送の確保は社会経済の存続基盤である。この海上輸送を担う我が国外航海運事業者が調達する船舶の 75%は我が国造船業が供給しており、我が国造船業は高性能・高品質な船舶の安定供給を通して、安定的な海上輸送の確保に貢献している。
  - また、我が国は造船業、舶用工業、海運業を中心に、研究機関、金融、商社等の関連分野が密接に関連した「海事クラスター」といわれる産業集積を形成しており、（海事クラスターの中核を占める海運業・造船業・舶用工業で売上高 7.5 兆円、従業員数 25.2 万人

[1] 運航時の排出量。船舶のライフサイクルにおける CO_2 排出量のうち 98%が運航時の排出。

（2021 年））このような海事に関係するほぼ全ての業種が国内に揃い、かつ、多数の企業、関係機関が集積するフルセット型の海事クラスターは世界的にも稀で、これまでの強い海事産業を支える大きな柱となってきた。

- 造船業は、国内、特にそのほとんどが地方圏（東京、神奈川、千葉、愛知、大阪、兵庫を除く地域）に生産拠点を維持している。国内生産に占める地方圏での生産比率は９割（総トン数ベース）を超えており、1,000 あまりの事業所が約６万人の従業員を雇用している。各地域における製造業全体の生産高に占める造船・舶用工業の生産高シェアは、特に瀬戸内、北部九州を中心に高く、それらの地域において、我が国造船業は地域の経済・雇用を支えている産業と言える。また、周囲の舶用工業など周辺産業を有する裾野の広い産業となっている。
- 舶用工業は、船舶の設備・機器等を製造し、付帯するサービスを提供しており、高い技術と信頼性、充実したアフターサービス等により、我が国造船業の発展を支えている重要な産業であり、我が国造船業が建造する船舶に用いられる舶用機器の約９割程度が国内舶用工業事業者から調達されている。我が国舶用工業事業者の中には、原油タンカー用カーゴオイルポンプ及びその駆動用タービン（カーゴオイルポンプタービン）で世界シェア８割以上、舶用 LNG ポンプでは 9 割以上の世界シェアを占める企業も存在する。また、世界で初めて魚群探知機の実用化に成功した企業が舶用電子機器市場では世界シェアトップ（17%）、中でも舶用レーダーでは約 4 割の世界シェアを誇っている。さらに、世界で初めて一般商船向け CFRP[2]プロペラを開発し、第 6 回ものづくり日本大賞の内閣総理大臣賞を受賞した企業は、直径 10m 超の大型船用プロペラについて約３割の世界シェアを占めている。このように、舶用ポンプや航海機器、プロペラ等の製品カテゴリーについては、世界においても大きなシェアを占めており、強い国際競争力を有している。我が国舶用工業全体の生産高は約１兆円規模で推移しており、そのうちの約４割（船外機を除くと約 2.5 割）が海外に輸出されている。また、日本国内に約 1,000 事業所が存在し、約 4.６万人の従業員を雇用しており、造船業と同様に地域の経済・雇用を支えている。
- こうした中、カーボンニュートラルの実現に向けて、小型船・大型船それぞれにおいて、産業・サプライチェーンの構造が転換することが見込まれる。近距離・小型船では、水素燃料電池船やバッテリー推進船が商用化に向けて実証段階に入っている一方で、遠距離・大型船では、燃料電池や蓄電池の出力・重量・サイズ等の制約により、水素・アンモニアを直接燃焼できるエンジンの開発が必要である。そこで、本プロジェクトでは、国際海運におけるゼロエミッションの実現に向けて、2050 年にゼロエミッション船[3]を本格的に普及させるべく、次世代船舶[4]の開発に係る技術力及び国際競争力の獲得を目指す。
- なお、ゼロエミッション船が本格的に投入される 2030 年代において、水素及びアンモニアの国際的な燃料供給インフラが構築されるかどうかは不確実であり、2050 年時点でも船舶用燃

[2] CFRP（Carbon Fiber Reinforced Plastics）：炭素繊維強化プラスチック。

[3] ゼロエミッション船：運航にあたって GHG を排出しない船舶。

[4] 次世代船舶：水素・アンモニア・LNG 等のガス燃料船。

料として「水素・アンモニアの供給が拡大するシナリオ」と「水素・アンモニアの供給が拡大せずに、LNG に加えバイオメタン、カーボンリサイクルメタンの供給が拡大するシナリオ」の 2 通りがあるなど、水素、アンモニア及びメタン／メタノール（バイオ及びカーボンリサイクル）のいずれの燃料が主流となるのか判明していない。このため、民間事業者が開発に踏み出しにくいという問題があり、この不確実性を下げるためにも、ゼロエミッション船の候補となる複数の選択肢それぞれの開発を進める必要がある。

- しかしながら、ゼロエミッション船の開発にあたっては、既存船舶の燃料である重油から、水素・アンモニアやカーボンリサイクルメタンといったガス燃料への転換が必須となる。水素・アンモニアについては、現時点において船舶の燃料として利用されていないため、エンジン、燃料タンク、燃料供給システムといった主要舶用製品の開発が必要となる。これらのゼロエミッション燃料への転換に際しては、他の環境影響が生じないように留意しながら進める必要がある。
- なお、LNG については、将来的にカーボンリサイクルメタンの供給が拡大することになった際には、LNG 燃料船や陸側の燃料供給インフラ設備がそのまま転用可能となり、ゼロエミッションの達成に資することとなる。
- また、前述のロードマップにおける代替燃料の普及シナリオのうち水素・アンモニアが拡大する場合においても、2050 年における国際海運による消費エネルギー全体のうち LNG（カーボンリサイクルメタン等を含む）が 42%、水素及びアンモニアが 45%とされ、LNG はいずれのシナリオにおいても主力燃料の一つとなることが想定されている。
- 以上のことから、次世代船舶に係る民間の技術開発・社会実装を加速し、前述のロードマップの目標である 2028 年よりも前倒しでゼロエミッション船の商業運航を実現し、我が国の国際競争力を強化することで世界市場をリードし、2050 年の我が国造船・海運業の国際競争力の強化及び海上輸送のカーボンニュートラルの実現を目指す。

- 本プロジェクトを取りまく現状と課題解決の具体的方策
  - 海運のゼロエミッションに向けた競争が激しくなっている状況の中で、我が国が国際競争力を維持・強化していくには、いかに世界に先駆けてゼロエミッション船の商業運航を早期実現できるかが鍵となる。船舶のエンジンは、大型の外航船の主機に用いられる 2 ストロークエンジン、中小型の外航船及び内航船の主機や各種船舶の補機[5]を中心に用いられる 4 ストロークエンジンが存在することから、国際海運のゼロエミッションを実現するためには、これらのエンジンを開発し、あらゆる外航船に対応できる技術を確立する必要がある。これに対して、我が国舶用工業は、2 ストロークディーゼル機関では世界シェアの約 2 割（世界 3 位）、4 ストロークディーゼル機関では世界シェアの約 2 割（世界 2 位）を誇り、高い技術力により我が国海事クラスターを支えている。このため、ゼロエミッションの達成に必須となる水素、アンモニア、LNG 等のガス燃料船等の開発に係る技術力を獲得し、生産基盤を確立することで、競争力を維持・強化

[5] 補機：船の推進に用いられる主機に対し、主機の運転に必要なボイラーや発電装置などの補助機械のこと。

していく必要がある。なお、船舶は、自動車などと比べて大型であることから大出力が必要であり、また、波の影響により負荷変動が大きく、さらに塩害など船舶特有の問題にも対応する必要がある。次世代船舶の開発にあたっては、エンジンに関して層状噴射技術等の優れた国内技術を有する舶用メーカーが存在しており、世界的にも技術力に優れた造船業とともに船舶としての技術開発を基金で支援することにより、次世代船舶の社会実装に向けた経験値をいち早く獲得することが可能になり、国際競争をリードできるものと考えられる。

- また、我が国では世界に比べて水素インフラが早期に整う可能性が高いこと、アンモニアについては既に肥料用のサプライチェーンがあるのに加え、基金事業で燃料アンモニアサプライチェーンの構築について検討されていることから、水素・アンモニア燃料船の社会実装が世界よりも早く可能になると想定され、この点からも国際競争をリードできるものと考えられる。
- さらに、液化ガス（水素、アンモニア）バンカリング[6]のような船舶への燃料供給インフラに係る技術についても世界に先駆けて開発を行うことで、将来的に海外での市場獲得が期待される。
- カーボンニュートラルにかかる各国政府の取組状況としては、EU では「グリーンディール」投資計画として 10 年間で 120 兆円、米国においても４年間で 200 兆円の政府投資が見込まれている。ゼロエミッション船にかかる技術開発についても、公的資金を活用して、各国横一線で取組が開始されている状況である。
- なお、水素関連の技術開発動向としては、水素を燃焼する舶用エンジンは世界的にもまだ存在していない状況である。陸上エンジンについては、SIP 第１期エネルギーキャリアにおいて小型実験用エンジン（1.05l）で水素エンジン燃焼技術の基礎技術開発が実施されたほか、トヨタによって圧縮水素を用いた直列３気筒（計 1.6l）エンジンを競技車両に搭載した技術開発が進められている。しかしながら、舶用エンジンは陸上エンジンと比べて大型で出力が大きいことや、波の影響による負荷変動が大きいなどの船舶特有の問題に対応するべく、別途の技術開発が必要である。
- その他、中国では、小型貨物船に水素燃料電池システムを搭載するプロジェクトが進められており、2021 年末までに実証試験が行われる予定である。また、欧州では、ノルウェーの造船所等が自国の沿岸域やフィヨルド海域などで定期運航する RORO[7]貨物船、RORO 旅客船に水素燃料電池を搭載し、実証運航を行うプロジェクトを多数進めているなど、旅客船の産業が強い欧州においては、水素燃料電池船の開発ニーズが高まっている。
- 一方で、アンモニア関連の技術開発動向としては、エンジンについて、ドイツの MAN 社が 2019 年から２ストロークデュアルフュエルアンモニア燃料エンジンの開発に着手しており、2020 年は燃料噴射装置の改良やエンジン設計に取り組んでおり、2024 年前半にはアンモニア燃料エンジンの提供が可能となる予定である。なお韓国では、MAN 社が開発を進めているアンモニア燃料エンジンを搭載する大型船を 2024 年から 2025 年に実用化することを目指してい

---

[6] バンカリング：船舶に燃料を供給すること。

[7] RORO 船（Roll-on roll-off ship）：船体にランプウェイ（傾斜路）を備え、貨物を積んだトラックやトレーラーが自走で乗降でき、そのまま運べる船。

る。

- このような状況において、具体的には、水素燃料船については、現在、世界でもエンジンが開発されていない（TRL３～４相当（IEA の TRL(11 段階)。注：HORIZON 2020 の TRL３～４相当））ところ、最小着火エネルギーが小さく、最高燃焼速度が大きく、また、NO x 排出の増大やノッキング[8]発生があるため、エンジンの燃焼制御技術の向上が必要であるとともに、燃焼制御とも関係する燃料供給システム（TRL４相当）も含め、水素燃料に固有の課題（漏えい、火災・爆発、水素脆化などの安全対策）の解決が必要である。また、燃料消費・搭載スペースの点から液化水素の利用が期待されるが、液化状態でも体積が従来燃料（C 重油）の約 4.5 倍あり、-253℃の極低温状態にあるため、省スペース化、温度管理、液化空気発生・低温脆化等の安全対策、ボイルオフガス（BOG[9]）発生による経済的損失抑制の対策を施した液化水素用の燃料タンク（TRL４相当）及び陸上設備から液化水素を短時間に安全かつ効率的に BOG 発生量を抑えながら燃料タンクに供給する液化水素バンカリング自動化技術の開発が必要である。
- アンモニア燃料船について、現在のところ世界でもエンジンが開発されていない（TRL３～４相当）が、アンモニアを燃料とするためには、難燃性のアンモニアを効率良く燃焼させるための噴射技術及び燃焼制御技術、CO_2 の約 300 倍の温室効果がある N_2O の発生・排出を低減する対策が必要であるとともに、燃焼制御とも関係する燃料供給システム（TRL４相当）も含め、アンモニア燃料に固有の課題（耐腐食性、毒性などを有するため、漏えい対策等の安全対策が不可欠）の解決が必要である。また、燃料消費・搭載スペースの点から液体アンモニアの利用が期待されるが、液体状態でも体積が従来燃料（C 重油）の約 2.7 倍であるとともに毒性を有するため、省スペース化・安全確保を両立した革新的な燃料タンク（TRL４相当）の開発が必要である。
- LNG 燃料船は、水素・アンモニア燃料船よりも先行して商用化される一方で、ゼロエミッション船となるには、メタンスリップ[10]の課題を克服する必要がある。メタンは CO_2 の約 25 倍の温室効果がある一方で、燃費規制等ではメタンスリップを抑制するための企業等に対する動機付けが不十分であることから、今後、国際海事機関（IMO）においてメタンスリップに係る国際基準についての議論が本格化していくことが想定される。そうした動きを見据えて、我が国がメタンスリップ対策（TRL４相当）にかかる技術開発で先行し、当該議論を主導して国際枠組みを構築することが出来れば、我が国の産業競争力強化に繋げることが可能である。
- さらに、航海距離が短い近距離・内航船では、蓄電池の活用も期待されるが、電池容量から航続距離が限られていることや船内スペースの制約があるこれらの船に適した小型・高出力の蓄電池の開発が必要である。

---

[8] ノッキング：エンジンが異常燃焼を起こすこと。

[9] BOG（Boil Off Gas）：外部からの入熱により気化したガス。

[10] 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。メタンスリップ削減率とは、技術を用いなかった場合のメタンスリップ量に対して、技術を用いることで削減されたメタンスリップ量の割合。

- 燃料転換によるゼロエミッションの取組以外にも、航海データや気象情報等の分析による最適航路の選定など、IoT 技術やビッグデータ解析等の最先端技術を用いた船舶の研究開発を推進している。また、船体・エンジン・運航等に係るデジタルツイン技術に関する研究も進められている。これらの技術の活用により、運航効率化やエネルギー使用最適化に寄与することが期待される。
- 技術開発以外の取組として、予算以外も含めた、現状・課題を理想状態に転換するための取組として、省エネ・省 CO_2排出船舶の導入・普及を促進する国際枠組み[11]の整備を実施する。
- 現状では、日本主導により、国際海事機関（IMO）における新造船に対する燃費性能規制（EEDI：Energy Efficiency Design Index）の導入と同規制値の段階的な強化を実施しているが、既存船に対する GHG 排出規制の国際枠組みが存在せず、環境性能の優れた新造船への代替は十分とは言えない。これを踏まえ、既存船に対する燃費規制等のルール作りに取り組み、性能が劣る船舶の新造代替を促進することを目指してきた。
- 2021 年 6 月、国際海事機関（IMO）において、日本主導により、既存船の燃費性能規制（EEXI：Energy Efficiency Existing Ship Index）及び燃費実績の格付け制度に関する条約改正が採択された。これにより、2023 年 1 月から、既存船に新造船並みの燃費基準が義務付けられるとともに、格付け制度により省エネ・省 CO_2排出船舶への代替にインセンティブが付与されることとなった。
- 現状、低引火点燃料を使用する船舶の安全に関する国際規則（IGF Code）により、LNG 燃料船についての安全基準は定められているが、水素やアンモニアについては詳細な安全基準が定められていない。また、液化ガスのばら積み運送のための船舶の構造及び設備に関する国際規則（IGC Code）により、現時点ではアンモニアを貨物として運搬する船舶において貨物のアンモニアを燃料として利用することは禁止されている。したがって、水素やアンモニアを燃料として導入するに当たっては、安全を確保しつつ、それらを使用できるようにするための安全規則の改正等が必要となる。併せて、船員技能に関する基準の整備の必要性についても検討しなければならない。
- また、水素やアンモニア等を燃料とするゼロエミッション船は、従来の重油を燃料とする船と比較し建造コストが増加するだけでなく、燃料価格自体の増加も想定されるところ、上記の技術的規制のみならず、燃料油課金等の経済的手法によりゼロエミッション船の経済合理性が担保できる様な取組を加速することが重要となる。世界に先駆けて開発・実用化するゼロエミッション船にかかる我が国の技術的優位性が発揮できる環境整備として、技術的規制や経済的手法に係る国際ルール整備をこれまでと同様に主導していく必要がある。
- このような中、技術開発・実証と国際枠組みの整備を一体として進めることにより、2028 年より前倒しでゼロエミッション船の商業運航を実現し、2030 年以降の更なる普及に向け、我が

[11] 国際枠組み：国際海事機関（IMO）の義務的ルールは、旗国にかかわらず、世界中で一律に適用される。

国造船・海運業の国際競争力を強化する。

- 関連基金プロジェクトと既存事業
  - 関連基金プロジェクト
    - ○ 船舶産業に関連するプロジェクトとして、基金事業において別途想定している「大規模水素サプライチェーンの構築」、「再エネ等由来の電力を活用した水電解による水素製造」、「燃料アンモニアサプライチェーンの構築」及び「CO_2 等を用いた燃料製造技術開発」があるが、これらのプロジェクトにより、水素・アンモニア等の供給拡大、低コスト化が実現されることで、当該プロジェクトから舶用燃料としての水素・アンモニア供給を受ける可能性も考えられる。

  - 既存事業
    - ○ 本基金プロジェクトは、以下の既存予算事業等で培われた船舶の低・脱炭素化技術について、社会実装までを見据え、さらなる深化を図り、2028 年よりも前倒しでゼロエミッション船の商業運航を実現すべく、ガス燃料船の開発・実証及び社会実装までを国際枠組みの整備とも連動して一気通貫に行うものである。
    - ○ また、技術開発を担う人材の確保育成が重要である。これまでも、高校向けの造船教材作成、大学と造船業が連携して円滑にインターンシップを実施するためのガイダンス作成等を行ってきた。今後も、引き続き産学官が連携して取り組んでいく。
    - ○ さらに、2021 年５月に、海事産業の基盤強化のための海上運送法等の一部を改正する法律が成立した。これにより、造船・舶用工業事業者向けの事業基盤強化計画認定制度が創設され、生産性向上や事業再編等を行う事業者に対して日本政策金融公庫等による長期・低利融資や税制の特例措置等の支援策を講じることが可能となった。

【予算事業】

○ 海事産業集約連携促進技術開発費補助金（2021 年度～2023 年度）
（2023 年度予算額 2.5 億円の内数）
自動運航船、ゼロエミッション船、または内航近代化のいずれかをテーマとする、海事産業の集約・連携につながる技術開発を支援し、システムインテグレータの育成を図る事業〔国土交通省海事局事業〕である。
当該事業の対象にはゼロエミッション船を含むが、事業期間は３年であり、予算額も限られることから、要素技術段階にとどまり、実証や実装段階は含まない。

○ 内航船の運航効率化実証事業（2021 年度～2023 年度）
（2023 年度予算額 18.5 億円）
経済産業省には、AI・IoT 等を活用した更なる輸送効率化推進事業費補助金（うち

内航船の運航効率化実証事業）といった事業が類似事業として存在〔国土交通省連携事業〕。

当該事業は、内航船の革新的省エネルギー技術（二重反転プロペラや航海計画支援システムといったハード対策・ソフト対策技術の組み合わせ）の実証を行うことで、内航船の省エネ船の普及を図る事業である。

支援対象は、あくまで省エネに資するものであり、カーボンニュートラル推進にむけた革新的な技術開発は含まれない。

○ LNG 燃料システム等導入促進事業（2021 年度～2025 年度）

（2023 年度予算額 6.0 億円）

環境省には、社会変革と物流低炭素化を同時に実現する先進技術導入促進事業の一つとしてLNG燃料システム等導入促進事業といった事業が類似事業として存在〔国土交通省連携事業〕。

当該事業では、内航 LNG 燃料船の早期普及促進を図るため、LNG 燃料システム及びそれと組み合わせて効果を発揮する省 CO_2 排出機器の導入費用の一部を補助する。これにより、内航海運の LNG 燃料システム等導入コスト削減を目指す事業である。

支援対象は、LNG 燃料システム関連の既製品の導入支援であり、カーボンニュートラル推進に向けた革新的な技術開発は含まれない。

● グリーン成長戦略の実行計画における記載（抜粋）

（７）船舶産業

世界的に地球温暖化対策への関心が高まり、2050 年カーボンニュートラル実現に向けた取組が加速する中、我が国における安定的な海上輸送の確保のためにも、ゼロエミッションの達成に必須となる LNG（※）、水素、アンモニア等のガス燃料船等の開発に係る技術力を獲得し、生産基盤を確立するとともに、国際基準の整備を主導することにより、我が国造船・海運業の国際競争力の強化及び海上輸送のカーボンニュートラルに向けて取り組む。グリーンイノベーション基金等の活用も検討しつつ、技術開発を実施することにより、2025 年までにゼロエミッション船の実証事業を開始し、従来の目標である 2028 年よりも前倒しでゼロエミッション船の商業運航を実現するとともに、2030 年には更なる普及を目指す。また、2050 年において、船舶分野における水素・燃料アンモニア等の代替燃料への転換を目指す。現在の国際海運全体からの CO_2 排出量は約 7 億トン（そのうち日本商船隊の CO_2 排出量は、推計では約 7,000 万トン程度）であるが、代替燃料への転換を中心とした取組により、国際海運分野においても CO_2 排出量削減を進める必要がある（※※）ため、日本の造船・海運業が世界に先駆けて技術開発に成功すれば、こうした需要を取り込むことができる。

※ 2050 年にカーボンニュートラルを実現するためには、水素・アンモニアやカーボンリサイクルメタンといったガス燃料への転換が必須となる。LNG については、熱量当たり燃料体積が重油と比べて

大きいことや、沸点がマイナスのため常温で気体であるなど、これらのガス燃料と共通の特徴があり、世界に先駆けて水素・アンモニア燃料船等の早期導入を図るためには、LNG 燃料船で技術力（燃料タンクや燃料供給システム、ガス燃料エンジン）を蓄積することが重要となる。また、将来的にカーボンリサイクルメタンの供給が現実的になった際には、LNG 燃料船や陸側の燃料供給のインフラ設備がそのまま転用可能となり、実質ゼロエミッションの達成に資することとなる。

※※ 国際海運分野については、我が国の CO_2 排出量削減目標の対象外であるが、国際海事機関（IMO）において、2050 年までに国際海運からの温室効果ガス総排出量を 2008 年比 50%以上削減、今世紀中のなるべく早期に排出ゼロとする目標を掲げている。

① カーボンフリーな代替燃料への転換

＜現状と課題＞

一部企業等が自動車用等の水素燃料電池システムを転用した小型の水素燃料電池船やリチウムイオン電池を用いたバッテリー推進船の開発・実証に取り組んでいるが、水素燃料電池システムやバッテリー推進システムは出力・重量・サイズの制約上、近距離・小型船に用途が限定されている。遠距離・大型船向けには高出力が必要だが、水素・燃料アンモニアを直接燃焼できるエンジンが存在しない。

＜今後の取組＞

近距離・小型船向けには、脱炭素のみならず、低騒音化・低振動化による船員・乗客の快適性向上も期待される水素燃料電池システムやバッテリー推進システムの普及を促進するとともに、遠距離・大型船向けに水素・燃料アンモニアを直接燃焼する船舶の開発・実用化を推進するべく、2021 年度中に水素・アンモニア燃料エンジン及び付随する燃料タンク、燃料供給システム等の核となる技術開発を開始する。

② LNG 燃料船の高効率化

＜現状と課題＞

省エネ・省 CO_2排出な LNG 燃料を使用するための IMO における国際ルールの整備は完了している（「国際ガス燃料船安全コード（IGF コード）」が 2017 年 1 月に発効）。国内においても、先進船舶導入等計画の認定制度や内航船省エネルギー格付制度の運用により、省エネ・省 CO_2排出な LNG 燃料船の普及を推進している。また、2021 年 3 月には、国内海運事業者が LNG 燃料船の導入に際し、日本で他分野を含め初めてトランジション・ファイナンス認定を取得するなど、LNG もカーボンニュートラルに向けた代替燃料として期待されている。他方、ガス燃料はエネルギー密度が低く、かさばるため、燃料タンクが貨物スペース等を圧迫する等、課題も多い。

＜今後の取組＞

LNG 燃料を低速航行、風力推進システム[12]等と組合せ CO_2 排出量削減率 86%を達成する。また、カーボンリサイクルメタン活用による実質ゼロエミッション化を推進するべく、2021 年度中に温室効果ガス削減効果の更に高いエンジン等の技術開発を開始するとともに、スペース効率の高い革新的な燃料タンクや燃料供給システムの開発及び生産基盤の確立を進める。

- 脱炭素成長型経済構造移行推進戦略（GX 推進戦略）における記載（抜粋）

  9) 運輸部門の GX

  ③ ゼロエミッション船舶

  国際海運 2050 年カーボンニュートラルの実現、地球温暖化対策計画の目標達成等に向けて、内外航のゼロエミッション船等の普及に必要な支援制度を導入する。 カーボンニュートラルの実現に向け経済的手法及び規制的手法の両面から国際ルール作り等を主導し、ゼロエミッション船等の普及促進を始め海事産業の競争力強化を推進する。

- GX2040 ビジョンにおける記載（抜粋）

  （１０）ゼロエミッション船舶

  国際海運 2050 年 CN の実現、地球温暖化対策計画の目標達成等に向けて、建造促進支援に加えて、内外航のゼロエミッション船等の普及に必要な導入促進支援制度の検討及び国際ルール作り等の主導を含む環境整備を進めることにより、海事産業の競争力強化を推進するとともに、ゼロエミッション船等の普及の拡大を図る。

[12] 風力推進システムは、LNG 燃料船のみならず、あらゆる船舶に搭載することが可能であり、燃料消費量の削減が期待される。

2. 目標

- アウトプット
  - 研究開発の目標
    1. 水素燃料エンジン、燃料タンク・燃料供給システム・液化水素バンカリング自動化技術を開発し、2030 年までに水素燃料船の実証運航を完了（TRL8 以上（IEA の TRL(11 段階)。注：HORIZON 2020 の TRL7 相当））
    2. アンモニア燃料エンジン、燃料タンク・燃料供給システムの開発及び舶用アンモニア燃料供給体制の構築により、2028 年までのできるだけ早期に商業運航[13]を実現（TRL9 以上（注：HORIZON 2020 の TRL8 相当））
    3. 2026 年までに LNG 燃料船のメタンスリップ削減率 60%以上を実現（TRL8 以上（注：HORIZON 2020 の TRL7 相当））

（目標設定の考え方）

1. 水素燃料船の実現に不可欠なコア技術の開発を行う。水素燃料エンジン、燃料タンク及び燃料供給システムは世界でも技術開発段階にあり、また液化水素バンカリング自動化技術は水素燃料船を普及させるために開発が不可欠であるところ、基金プロジェクトにより 2030 年までに水素燃料船の実証運航を完了し、2030 年以降の早期に社会実装することで国際競争力を強化する。
2. アンモニア燃料船の実現に不可欠なコア技術の開発を行う。ただし、アンモニア燃料船の実現に向けた開発スピードが、水素と比較して早いことから、ゼロエミッション船の早期商業運航に向けたスケジュールを設定。商業運航を普及へと進めるためには、燃料の消費側だけでなく供給側の開発も必要であることから、供給体制の確立を目指す。
3. LNG 燃料船のメタンスリップ対策として、エンジン関連の技術開発を行う。なお、将来的にカーボンリサイクルメタンの供給が可能となった場合も同様にメタンスリップ問題の解決につながる。削減目標は現時点の性能（削減率 30%程度）を倍増させるものであり、達成困難な野心的な数値として設定。

（目標達成の評価方法）

1. 陸上実機試験を通じて水素燃料エンジンの安定運転を確認するとともに、社会実装を見据えた実証運航を通じて水素燃料船としての安定運航[14]を確認する。
2. 陸上実機試験や実証運航を通じてアンモニア燃料エンジンの安定運転・安定運航を確認するとともに、商業運航を通じてアンモニア燃料船としての定時性等のサービスレベルを

[13] 「商業運航」とは、安定運航確立後に、商業ベースで貨物又は旅客の輸送を行うこと。

[14] 「安定運航」は、修理・復旧のため造船所に入渠することなく３ヶ月程度運航できる状態。

確認する。アンモニア燃料供給体制の構築は、バンカリング船によって実証各船に対して予定された時間内に必要な量の燃料が供給されたことを確認する。

3. 実証運航を通じて、メタンスリップ削減技術によるメタンスリップ削減率を確認する。

（目標の困難性）

1. 水素燃料エンジン、燃料タンク及び燃料供給システムは世界でも技術開発段階にあり、特に水素は最高燃焼速度が大きく、燃えやすすぎることに加え、波の影響による負荷変動が大きいなど船舶特有の問題にも対応するため、高度な燃焼制御技術が必要であるなど技術開発には困難が伴う。
2. アンモニア燃料エンジン、燃料タンク及び燃料供給システムは世界でも技術開発段階にあり、特にアンモニアは難燃性であることから、パイロット燃料が必要であることに加え、空気との混焼割合の最適化など高度な燃焼制御技術が必要であることから技術開発には困難が伴う。
3. メタンスリップ削減技術は陸上でも確立されておらず、船舶分野において世界でもその重要性の認識が始まった段階にあり、波の影響などで負荷変動が大きい船舶において、エンジン効率に悪影響を与えることなく、また、NOx 排出量を増加させることなく、十分な効果を得るためには最適なエンジン制御が難しくなる等の高いハードルが存在する。

- アウトカム

ゼロエミッション船の商業運航の実現や舶用燃料供給体制整備により、期待される世界の CO_2 削減効果、及び予想される世界の市場規模について、以下の前提に基づき機械的に算出した。日本企業の国際競争力の状況も意識しつつ、世界市場の付加価値の相当程度の割合を我が国に環流させ、世界及び日本の脱炭素化に貢献することを目指す。

- CO2 削減効果（ポテンシャル推計）

1. 約 33 万トン/年（2030 年）

【算定の考え方】

基金プロジェクトによって運航を開始するゼロエミッション船によって削減される排出量として試算。1 隻あたりの CO_2 排出量は、国際海事機関（IMO）の燃料油消費実績報告制度に基づく 2019 年の集計値（対象船舶は総トン数 5,000 トン以上の外航船）から算出。

【利用したパラメータ】

①2030 年に運航を開始しているゼロエミッション船の隻数：10 隻

② 1 隻あたりの CO_2 排出量：3.3 万トン／年

計算式：①×②

2. 約 5.6 億トン/年（2050 年）

【算定の考え方】

国際海事機関（IMO）において合意されている国際海運からの GHG 排出削減目標について、2050 年の目標達成シナリオとして次世代燃料等による削減量が示されている。

- 経済波及効果（世界市場規模推計）

1. 約 0.17 兆円（2030 年）

【算定の考え方】

基金プロジェクトによって運航を開始するゼロエミッション船によって創出される経済波及効果として試算。1 隻あたりの船価は大型バルクキャリアを想定。

【利用したパラメータ】

①2030 年に運航を開始しているゼロエミッション船の隻数：10 隻

② 1 隻あたりの船価：70 億円

③バンカリング船の船価：50 億円

④産業連関表から算出される船舶建造による経済波及効果：船価の約 2.2 倍

計算式：（①×②＋③）×④

2. 約 6.8 兆円[15]（2050 年）

【算定の考え方】

経済成長（GDP の伸び）に従い海上荷動き量は増加し、新造船需要も高まることから、Clarkson Research における世界の船舶建造量と船価の伸びを考慮して算出した 2030 年の国内造船業の市場規模をもとに、OECD の GDP 長期予測を利用して、OECD 各国の GDP 合計について 2050 年の値を 2030 年の値で割り、2030 年の市場規模（算出額）に乗算。

【利用したパラメータ】

①2014 年の国内造船業の市場規模：約 2.4 兆円

②2030 年までの日本の船舶建造量の伸び：約 1.52 倍

③2030 年までの船価の伸び：約 1.30 倍

④2030 年の国内造船業の市場規模：約 4.7 兆円

⑤2030 年から 2050 年の GDP 成長：約 1.46 倍

[15] 2014 年比で＋4.4 兆円。

計算式：④×⑤　（①×②×③＝④）

3．研究開発項目と社会実装に向けた支援

- 【研究開発項目 1】水素燃料船の開発
  - 目標：水素燃料エンジン、燃料タンク・燃料供給システムを開発し、2030 年までに水素燃料船の実証運航を完了
  - 研究開発内容：
    ① 水素燃料エンジンの開発[16]

    【（9/10 委託→2/3 補助）＋（1/10 インセンティブ）】

    船舶のエンジンは、大型船の主機に用いられる２ストロークエンジン、中小型船の主機や各種船舶の補機に用いられる４ストロークエンジンが存在する。これらのエンジンそれぞれについて、専焼を目指したエンジンを開発し、陸上試験を経て、実船実証を行う。

    水素は最小着火エネルギーが小さく、最高燃焼速度が大きく、燃えやすすぎることに加え、波の影響による負荷変動が大きいなど船舶特有の問題にも対応するため、エンジンの燃焼制御技術及び燃料噴射技術の開発が必要であるとともに、水素燃料に固有の課題を解決するための技術開発（配管、接手等の漏えい防止技術、水素脆性による材料劣化防止技術等）が必要である。

    ② 水素燃料タンク・燃料供給システム・液化水素バンカリング自動化技術の開発[16] [17]

    水素燃料タンク・燃料供給システムの開発：【（9/10 委託→2/3 補助）＋（1/10 インセンティブ）】

    液化水素バンカリング自動化技術の開発：【（2/3 補助→1/2 補助）＋（1/10 インセンティブ）】

    大型船舶向けに、水素燃料タンク、燃料供給システム及び液化水素バンカリング自動化技術を開発し、陸上試験を経て、実船実証を行う。

    水素タンクは、圧縮気体タンクについては自動車向けで商用化済みであり、水素輸送船向けの液体貨物タンクについて技術実証が進められている段階にある。一方で、水素は液化状態でも体積が従来燃料（C 重油）の約 4.5 倍あり、-253℃の極低温状態にあるため、貨物船等の燃料として水素を用いる場合には、貨物スペースへの影響を最小限にするための省スペース化、極低温状態の温度管理、BOG 発生を含む圧力変動対策、及び安全を確保するための液化空気発生・低温脆化・漏えい対策等を施した、全く異なるコンセプトの液化水素用燃料タンクの開発が必要である。特に燃料タンクは貨物タンクと違い、燃料消費により液面が下がり、BOG が発生しやすくなるため、温度・圧力管理に係る技術開発が必要である。

---

[16] 本研究開発内容の一部については、「脱炭素成長型経済構造移行推進戦略」（令和 5 年 7 月 28 日閣議決定） 3．(2) に基づき実施するもの。

[17] 液化水素バンカリング自動化技術の開発は、2025 年 10 月 8 日改定により新たに追加。

水素燃料供給システムは、燃料タンクからエンジンまで燃料を供給するシステムであり、気化装置、ポンプ及び配管等の部品から構成され、安全を確保するための漏えい・脆化対策が必要であることから、エンジンの効率向上のために最適な圧力・速度で燃料供給する技術を確立する。

なお、燃料タンクや燃料供給システムを船舶に搭載するにあたり、船型や機器配置について従来燃料船から変更が必要となることに留意して開発を進める必要がある。

また、バンカリングにおいても、他の次世代燃料（LNG：-162℃、アンモニア：-33℃）に比べて極低温状態にあるため、作業行程が多く、BOG が発生しやすい。加えて、水素の体積当たりのエネルギー密度が低いことからバンカリング頻度は高くなるほか、その都度安全確保のために多くの作業員が必要となる。液化水素バンカリング自動化技術は、バンカリングホースを燃料タンクとの間で脱着する際の一連の作業を最適化・自動化し、作業員の判断時間や操作遅れを排除するとともに、BOG を最小化し、短時間に安全で効率的なバンカリングを実現する、水素燃料船の社会実装に向けて開発が不可欠なものである。

（委託・補助の考え方）

- 水素燃料エンジン及び燃料タンク・燃料供給システムは、まだ世に存在していない水素燃料船の実現に必要な革新的要素技術開発が必要であり、水素燃料船の実用化までに 10 年以上かかることが想定されるため、委託事業として開始する。他方、実船実証段階では、そのリスクに応じて、補助率を 2/3 へと引き下げる。水素の漏えい・脆化の恐れがあるため、初期段階の実証運航には高いリスクを伴うものであり、この補助率は、過去の水素関連プロジェクトの補助率とも整合的である。
- 液化水素バンカリング自動化技術は、将来の国内外市場の水素価格や水素取引量、海外における水素製造サイトの選定により事業性が左右されるなど、予見性がない中で投資リスクも大きく、民間企業単独で実施することが困難であることから、国として積極的な支援を講じる必要があり、事業開始段階の補助率は 2/3 とする。他方、実船実証段階では、そのリスクに応じて、補助率を 1/2 へと引き下げる。
- 2030 年までに水素燃料船の実証運航を完了するためには、研究開発内容①と②（水素燃料タンク・燃料供給システムの開発に限る。以下この項目において同じ。）の開発を緊密に連携しながら進めることが効率的であると考えられるため、①及び②は同一の企業又はコンソーシアムが実施者となることを想定。ただし、採択後の相互協力が見込まれる場合、各内容に対して異なる事業者が別々に申請することも可能。

- 【研究開発項目 2】アンモニア燃料船の開発
  - 目標：アンモニア燃料エンジン、燃料タンク・燃料供給システムの開発及び舶用アンモニア燃料供給体制の構築により、2028 年までのできるだけ早期に商業運航を実現

➢ 研究開発内容：

① アンモニア燃料エンジンの開発[18]

【（2/3 補助→1/2 補助）＋（1/10 インセンティブ）】

船舶のエンジンは、大型船の主機に用いられる２ストロークエンジン、中小型船の主機や各種船舶の補機に用いられる４ストロークエンジンが存在する。これらのエンジンそれぞれについて、アンモニア燃料の使用比率が可能な限り高いエンジン[19]を開発し、陸上試験を経て、実船実証を行う。

一方、アンモニアは CO_2 の約 300 倍の温室効果がある N_2O を燃焼時に発生することから、アンモニアを燃料とするためには、N_2O の発生を低減する対策が必要である。さらに、より一層の GHG 排出削減に向け、N_2O の排出を可能な限りゼロに近づける対策も必要である（排ガスがより低温で N_2O の除去がより困難と想定される 2 ストロークエンジンの開発を優先する。）。また、燃焼制御とも関係する燃料供給システムも含め、アンモニア燃料に固有の課題（腐食性、毒性などの安全対策）の解決が必要であるとともに、難燃性のアンモニアを効率良く燃焼させるためには、アンモニア燃料の噴射技術の検討や、多段燃焼方式等の新技術も視野に入れつつ、波の影響による負荷変動が大きいなど船舶特有の問題にも対応する必要がある。

そのため、アンモニア用 SCR[20]等の技術開発だけでなく、アンモニア燃料系統を含めたリスク評価も必要である。

② アンモニア燃料タンク・燃料供給システムの開発 [18]

【（2/3 補助→1/2 補助）＋（1/10 インセンティブ）】

大型船舶向けに、アンモニア燃料タンク及び燃料供給システムを開発し、陸上試験を経て、実船実証を行う。

アンモニアタンクは、アンモニア輸送船向けの貨物タンクの技術については既に確立されている。一方で、アンモニアは液体状態でも体積が従来燃料（C 重油）の約 2.7 倍であるとともに毒性を有するため、貨物船等の燃料としてアンモニアを用いる場合には、貨物スペースへの影響を最小限にするための省スペース化、安全を確保するための腐食・漏えい対策、BOG 発生を含む圧力変動対策等を施した、全く異なるコンセプトのアンモニア用燃料タンクの開発が必要である。

アンモニア燃料供給システムは、燃料タンクからエンジンまで燃料を供給するシステムで

---

[18] 本研究開発内容の一部については、「脱炭素成長型経済構造移行推進戦略」（令和 5 年 7 月 28 日閣議決定） 3.（2）に基づき実施するもの。

[19] 難燃性のアンモニアを効率よく燃焼させるためパイロット燃料の使用を許容しつつも、合理的に GHG 削減効果が得られる範囲でその使用比率を低減していく。

[20] SCR（Selective Catalytic Reduction）:選択触媒還元脱硝装置。窒素酸化物を触媒により窒素分子と水に転換する装置。

あり、アンモニア用 FVT[21]、ポンプ及び配管等の部品から構成され、安全を確保するための腐食・漏えい対策が必要であることから、エンジンの効率向上のために最適な圧力・速度で燃料供給する技術を確立する。

なお、燃料タンクや燃料供給システムを船舶に搭載するにあたり、船型や機器配置について従来燃料船から変更が必要となることに留意して開発を進める必要がある。

③ 舶用アンモニア燃料供給体制の構築（バンカリング船開発）

【（2/3 補助→1/2 補助→1/3 補助）＋（1/10 インセンティブ）】

アンモニア燃料船の実用化には、舶用燃料の調達、港湾での貯蔵、燃料供給を担うバンカリング船の確保といった一連の燃料供給体制の構築が必要となるため、研究開発内容①及び②の実証における船種や運航スケジュール等に応じて、所定の時間内で所要量の燃料供給をすることができるバンカリング船を開発する。

その際、漏えい対策（バンカリングホースの管内に残留するアンモニアの完全な回収や、微量であっても人体への暴露を防ぐ必要があることから高感度（管内 5ppm 程度）の濃度検知・瞬時の漏えい検知等の安全対策が不可欠）や、船型や貨物の違いによって燃料タンクや機器の配置が異なる課題を解決するため、複数の船種（バルクキャリア、自動車専用船、タンカー等）に対応した柔軟性を確保することが必要となる。

（委託・補助の考え方）

- アンモニア燃料エンジン及び燃料タンク・燃料供給システム並びにバンカリング船は、まだ世に存在していないアンモニア燃料船の実現に必要な革新的要素技術開発（N_2O の排出低減対策や燃料補給時漏えい対策の開発を含む）が必要であり、国内外の舶用燃料アンモニア供給インフラ整備状況や燃料価格によって事業性が左右されるリスクが存在するが、アンモニア燃料船の実用化までは 7 年程度と想定されるため、事業開始段階の補助率は 2/3 とする。他方、実船実証段階では、そのリスクに応じて、補助率を 1/2 へと引き下げる。さらに、バンカリング船については、研究開発内容①及び②の実証運航後、商業運航へ移行するまでの間の燃料供給実証を行う段階に、補助率を 1/3 へと引き下げる。
- 2028 年までのできるだけ早期にアンモニア燃料船の商業運航を実現するためには、研究開発内容①、②及び③の開発を緊密に連携しながら進めることが効率的であると考えられるため、①、②及び③は同一の企業又はコンソーシアムが実施者となることを想定。ただし、採択後の相互協力が見込まれる場合、各内容に対して異なる事業者が別々に申請することも可能。

[21] FVT（Fuel Valve Train）：エンジン側への燃料供給を制御する主制御弁。

- 【研究開発項目 3】LNG 燃料船のメタンスリップ対策
  - 目標：2026 年までに LNG 燃料船のメタンスリップ削減率 60%以上を実現
  - 研究開発内容：

    【（1/2 補助→1/3 補助）＋（1/10 インセンティブ）】

    LNG 燃料船のゼロエミッション化を達成するため、実船実証を通じて、メタンスリップを劇的に低減させるエンジン技術を確立する。

    メタンスリップの対策手法としては、触媒[22]方式とエンジン改良方式が考えられる。後処理装置である触媒方式では、メタンを吸着する材料の選定や、エンジンの排気温度に応じた機器配置の検討が必要である。エンジン改良方式では、メタンがエンジン効率、ノッキング、NOx 排出等にどのような影響を及ぼしているかを検証することが必要である。現時点では、それぞれの方式が適用可能な船種も未確定であることから、いずれの開発も進めつつ、ステージゲートを設け、必要に応じて、方式の絞り込み・重点化を行っていく。

（委託・補助の考え方）

- メタンスリップ対策は、陸用エンジンでは実績がなく、船舶向けに新たな開発が必要な技術である一方、現行の燃費規制等では民間企業にメタン排出削減に義務はなく、当該課題に対して自主的に取り組むことは想定しづらい。しかし、LNG 燃料船は、既に商業運航が開始されていることから、国際的な議論の動向も見据えれば、事業全体のリスクは大きくないと考えられるため、事業開始段階の補助率は 1/2 とする。他方、実船実証段階では、そのリスクに応じて、補助率を 1/3 へと引き下げる。

- 社会実装に向けた支援

  本プロジェクト外において、アンモニア・水素を燃料とするゼロエミッション船の安全にかかる国際基準の早期整備、我が国の技術的優位性が発揮できる国際ルール作り等を実施予定。これにより、アンモニア・水素の漏えいによる人体への影響や火災・爆発の防止を図り、船員等のゼロエミッション燃料を取り扱う者の安全性を確保することで、社会実装に向けた環境整備を進めるとともに、我が国技術が活用された製品の需要を創出し普及を図る。

[22] 触媒方式：燃焼後の排ガス中のメタンを酸化触媒により除去する手法。

4. 実施スケジュール

- プロジェクト期間
  - 【研究開発項目 1】水素燃料船の開発

    2030 年代前半の水素燃料船の商業運航開始を想定し、これに間に合うよう 2030 年までに実証運航を完了するため、2021 年度から 2030 年度までの最大 10 年間を想定。ただし、研究開発内容①及び②は開発段階に違いが見られるため、実証開始時期が一致しないことも想定される。以下のスケジュール例は、あくまで一例であり、早期の目標達成等のために最適なスケジュールを組むことは妨げない。

  - 【研究開発項目 2】アンモニア燃料船の開発

    2028 年までのできるだけ早期に商業運航を実現するため、研究開発内容①及び②の研究開発・実証運航並びに研究開発内容③のバンカリング船開発の相互の調整を行いながら一体的に取り組むことを前提として、2021 年度から 2028 年度までの最大 8 年間を想定。ただし、研究開発内容①、②及び③並びに各内容の個別の研究開発要素によっては開発段階に違いが見られるため、実証開始時期が一致しないことも想定される。以下のスケジュール例は、あくまで一例であり、早期の目標達成等のために最適なスケジュールを組むことは妨げない。

  - 【研究開発項目 3】LNG 燃料船のメタンスリップ対策

    メタンスリップを完全に削減することは困難であることから、一定程度実現の可能性が見込まれる削減率 60%以上の技術確立の達成時期として 2026 年までの取組を想定。ただし、より野心的な目標を設定する場合には、事業期間の延長もありえる。以下のスケジュール例は、あくまで一例であり、早期の目標達成等のために最適なスケジュールを組むことは妨げない。

- ステージゲート設定

  研究開発目標の達成に向けては、様々なアプローチが考えられることから、具体的な達成方法・スケジュールは提案者の選択に委ねることを原則とするが、以下の通り、事業化段階の切れ目において、ステージゲートを設定し、事業の進捗を見て、継続可否を判断する。いずれのタイミングにおいても、原則追加公募は想定していないが、その必要性が確認された場合には追加公募を行う。

  - 【研究開発項目 1】水素燃料船の開発
    - ○ 要素技術開発／陸上試験機設計の完了時（下記の例では、2024 年頃に事業継続判断）
    - ○ エンジン等の陸上試験機を用いた試験完了（TRL 5 ～ 6 相当（IEA の TRL(11 段階)。注：HORIZON 2020 の TRL5～6 相当））時（下記の例では、2027 年頃

に事業継続判断）

○ 液化水素バンカリング自動化技術の試運転完了時（下記の例では、2028 年頃に事業継続判断）

➢ 【研究開発項目 2】アンモニア燃料船の開発

○ 要素技術開発／陸上試験機設計の完了時（下記の例では、2023 年頃に事業継続判断）

○ エンジンや N_2O 排出低減技術等の陸上試験機を用いた試験完了（TRL５～６相当）時、バンカリング船の調査・設計完了（TRL５～６相当）時（下記の例では、2025～6 年頃に事業継続判断）

○ 実船実証完了時（下記の例では、2028 年頃に事業継続判断）

➢ 【研究開発項目 3】LNG 燃料船のメタンスリップ対策

○ 陸上試験機を用いた試験完了（TRL５～６相当）時（下表の例では 2024 年頃に事業継続する方式を判断）

表１：プロジェクトの想定スケジュール（例）

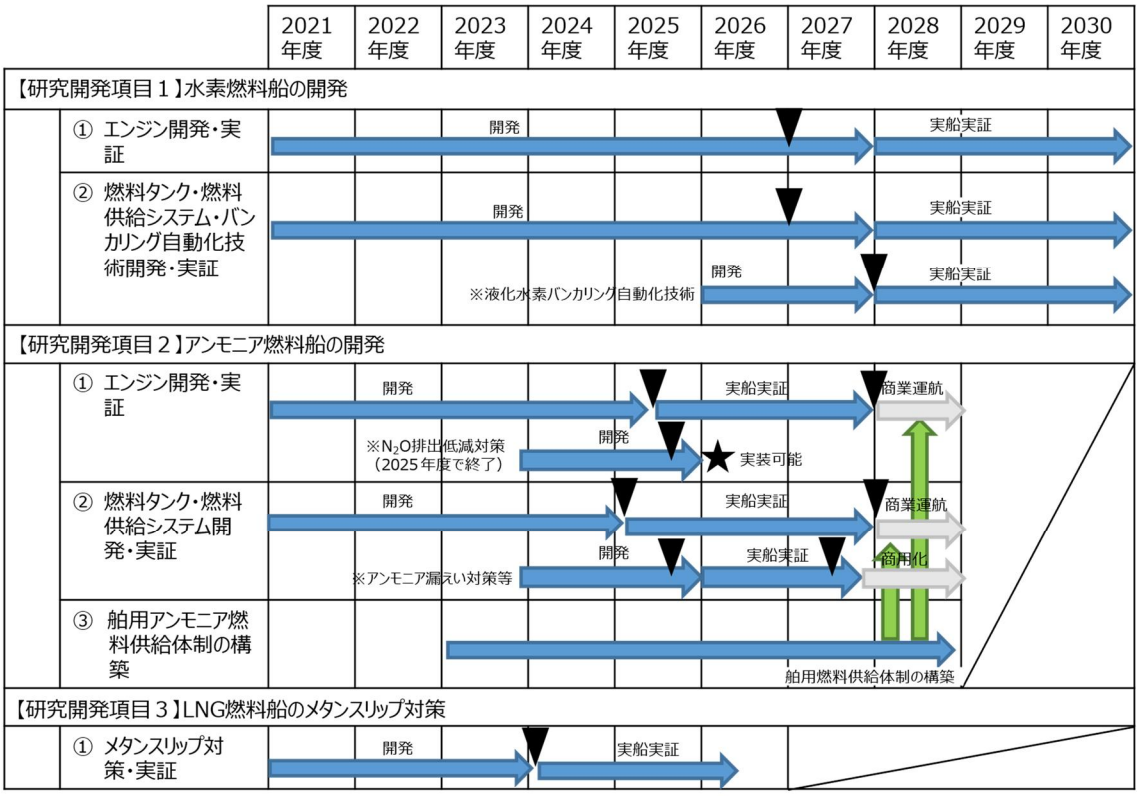
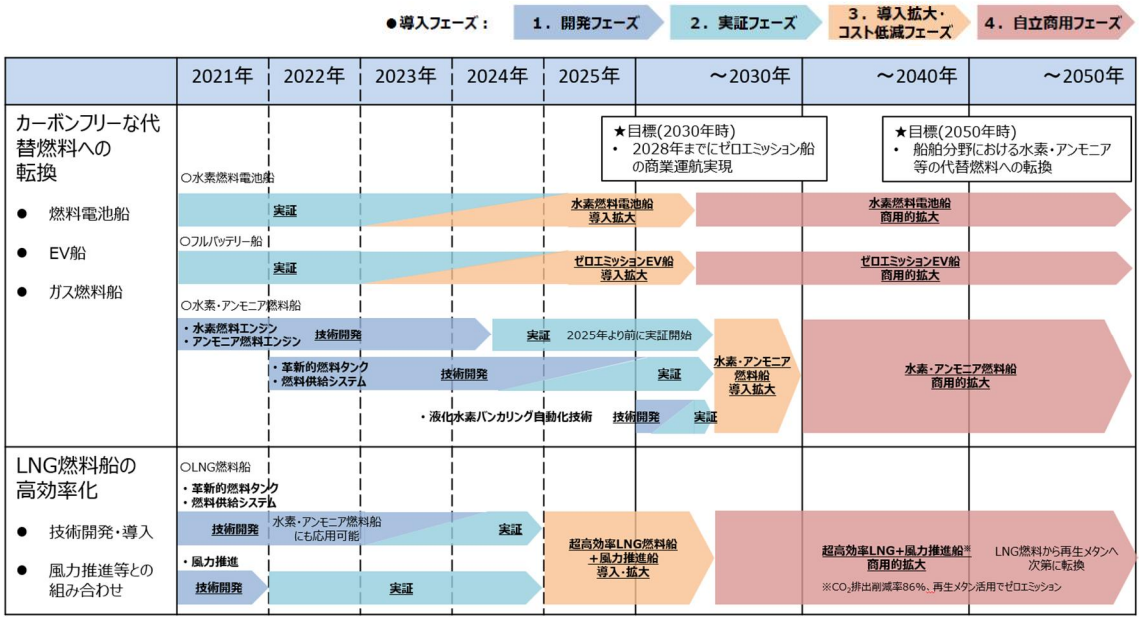


表２：社会実装スケジュール



5. 予算

●プロジェクト総額（国費負担額のみ。インセンティブ分を含む額）：上限 405.8 億円[23]

【研究開発項目１】水素燃料船の開発

- 予算額：上限 259.5 億円　【内訳】（水素燃料船のエンジン・燃料タンク・燃料供給システム）244.1 億円、（液化水素バンカリング自動化技術）15.4 億円
- 予算根拠：水素燃料船のエンジン・燃料タンク・燃料供給システム・液化水素バンカリング自動化技術の開発に必要な材料試験を含む要素技術試験費、部品等試作費、計測機器費、設計費、陸上試験装置制作費等の参考見積（複数社から取得）等に基づき試算。

【研究開発項目 2】アンモニア燃料船の開発

- 予算額：上限 141.0 億円[24]
- 予算根拠：アンモニア燃料船のエンジン・燃料タンク・燃料供給システム・バンカリング船の開発（N_2O の排出低減対策や燃料補給時漏えい対策の開発を含む）に必要な材料試験を含む要素技術試験費、部品等試作費、計測機器費、設計費、陸上試験装置制作費等の参考見積（複数社から取得）等に基づき試算。

【研究開発項目３】LNG 燃料船のメタンスリップ対策

- 予算額：上限 5.3 億円
- 予算根拠：触媒方式及びエンジン改良方式の双方の開発に必要な触媒開発・試験費、燃焼試験費、設計費、陸上試験装置制作費等の参考見積（複数社から取得）等に基づき試算。

●取組状況が不十分な場合の国費負担額の返還率：返還が決定した時点における目標達成度を考慮し、WG において、「10%、30%、50%」の３段階で評価

（参考）改定履歴

---

[23] 当該上限額のうち、43.4 億円については、産業構造審議会 第 13 回グリーンイノベーションプロジェクト部会（令和６年４月４日開催）、産業構造審議会 第 14 回グリーンイノベーションプロジェクト部会（令和６年５月 13 日～令和６年５月 15 日開催）及び産業構造審議会 グリーンイノベーションプロジェクト部会 第 27 回産業構造転換分野 WG（令和６年 11 月 26 日開催）での決議により措置するもの（「脱炭素成長型経済構造移行推進戦略」（令和 5 年７月 28 日閣議決定） 3. (2) に基づき措置）。なお、産業構造審議会 グリーンイノベーションプロジェクト部会 第 40 回産業構造転換分野 WG（令和８年 11 月２日開催）の決議により、408.8 億円を 405.8 億円に変更している。

[24] 「アンモニア燃料船の開発」のうち、「アンモニア燃料船搭載の N_2O リアクタ開発」については、取組を終了していることから、産業構造審議会 グリーンイノベーションプロジェクト部会 第 40 回産業構造転換分野 WG（令和８年 11 月２日開催）の決議に基づき、終了までに要した事業費約 6.8 億円を控除した約 6.2 億円を事業費から控除している。

・2021 年 7 月　制定
・2023 年 1 1 月　改定
・2024 年 1 2 月　改定
・2025 年　 1 0 月　改定
・2026 年　●月　改定