

GI基金事業 取り組み状況について

実施プロジェクト名： ・アンモニア燃料国産エンジン搭載船舶の開発
・舶用水素エンジン及びMHFS*の開発

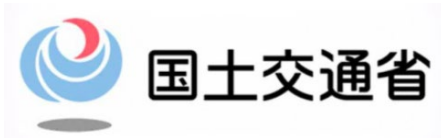
2024年1月25日（木）

実施者名：株式会社ジャパンエンジンコーポレーション
代表名：代表取締役社長 川島 健

目次

1. ジャパンエンジンコーポレーションの取組み
経営者の本事業へのコミットメント
2. GI基金事業推進体制
3. 現在の取組み内容
4. シェア獲得に向けた戦略
5. 前回モニタリング時のご意見に対しての対応状況

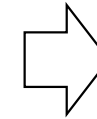
国際海運脱炭素化に向けた外部環境の変化



海運産業は世界におけるCO₂総排出量の2.0%相当を排出。

2050年までに国際海運の脱炭素化を目指す旨を表明
(2021年10月、世界に先駆けて決意を表明し、IMOへ提言)

50% emission by 2050
(IMO GHG Strategy 2018)



Zero emission by 2050
(2023年7月に目標改訂)



- 国際海運における脱炭素化へ向けた動きが更に加速
- ゼロエミッション船の開発・社会実装・早期普及拡大の要請がより鮮明に
- ゼロエミッション船の建造需要増加に応える供給能力の課題も顕在化

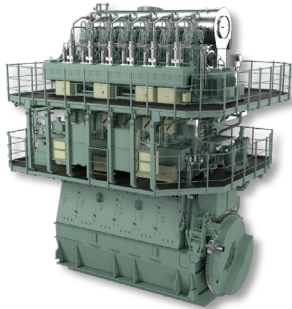
2050年までの国際海運脱炭素化に向けた新燃料エンジンの開発と社会実装の実現

■ 早期社会実装と普及拡大の実現

- グリーンイノベーション基金事業における、アンモニア燃料エンジン(ボア50cm)と水素燃料エンジン(ボア35cm)の開発目標と開発スケジュールを堅持。

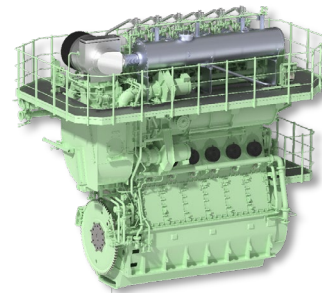
アンモニア燃料エンジン

アンモニア混焼率60%以上、最大95%を目指す、2025年度末完成



水素燃料エンジン

水素混焼率約95%を目指す、2026年度末完成



- 普及拡大が先行すると見込まれるアンモニア燃料エンジンについては、より幅広い船種や船型へ対応するために、ボア60cmの新型エンジン開発にも着手（当社自己資金開発）。
- アンモニア燃料エンジン、水素燃料エンジンともに、舶用エンジンのボリュームゾーンであるボア60cm以下クラスの主機関で、シェア20～30%（2050年）をターゲットとする。

2050年までの国際海運脱炭素化に向けた新燃料エンジンの開発と社会実装の実現

■ 社内組織・体制の強化

次世代燃料エンジンの開発・市場投入を含めたGX戦略を迅速かつ確実に推進するために、『アンモニア燃料エンジン開発推進室』、『水素燃料エンジン開発推進室』に加え、『GX戦略推進室』を設置。今後とも情勢に応じ柔軟に対応する。

■ 経営資源の投入

- グリーンイノベーション基金事業に係る自己投資総額は約23億円（過去5年[2018～2022]の当社純利益合計に相当）
2023年4月、当社初となる「グリーンローン」による資金調達も実施。
- アンモニア・水素燃料フルスケール実証エンジンの製造・試運転用に、当社エンジンの製造定盤6面のうち2面を割譲。当面は当社エンジンの受注・生産規模の減少を合理化で挽回。
※次世代燃料エンジンの供給能力確保へ向けたGX移行債活用による大型設備投資も視野。
- アンモニア・水素燃料エンジンの開発に多くの若手人材を抜擢。
将来的な事業展開を牽引する、エンゲージメントの高い、プロフェッショナル人材の育成を図る。

2050年までの国際海運脱炭素化に向けた新燃料エンジンの開発と社会実装の実現

■ ブランディングの強化

国内外海事展への出展、業界団体主催のシンポジウム参加や論文投稿、業界紙広報などのIR・PR活動全般を通して、国際海運脱炭素化に係るパーパスブランドとしての地位向上を図る。

■ ステークホルダーとの対話と情報開示

- 上記のIR・PR活動に加え、中期事業計画にてアンモニア・水素燃料エンジンの開発を事業の成長ドライバーと位置付けステークホルダーに開示。バリューチェーンサプライヤー向け事業戦略説明会や、次世代燃料エンジン向け機器サプライヤーとの個別協議などを随時実施。
- ライセンシーと、次世代燃料エンジンの開発と普及促進へむけた連携強化につき継続的に対話。新規ライセンシーの開拓・認定や、海外ライセンシーからの次世代燃料技術の供与に関する要請に対しては是々非々且つ、適時適切に対応。

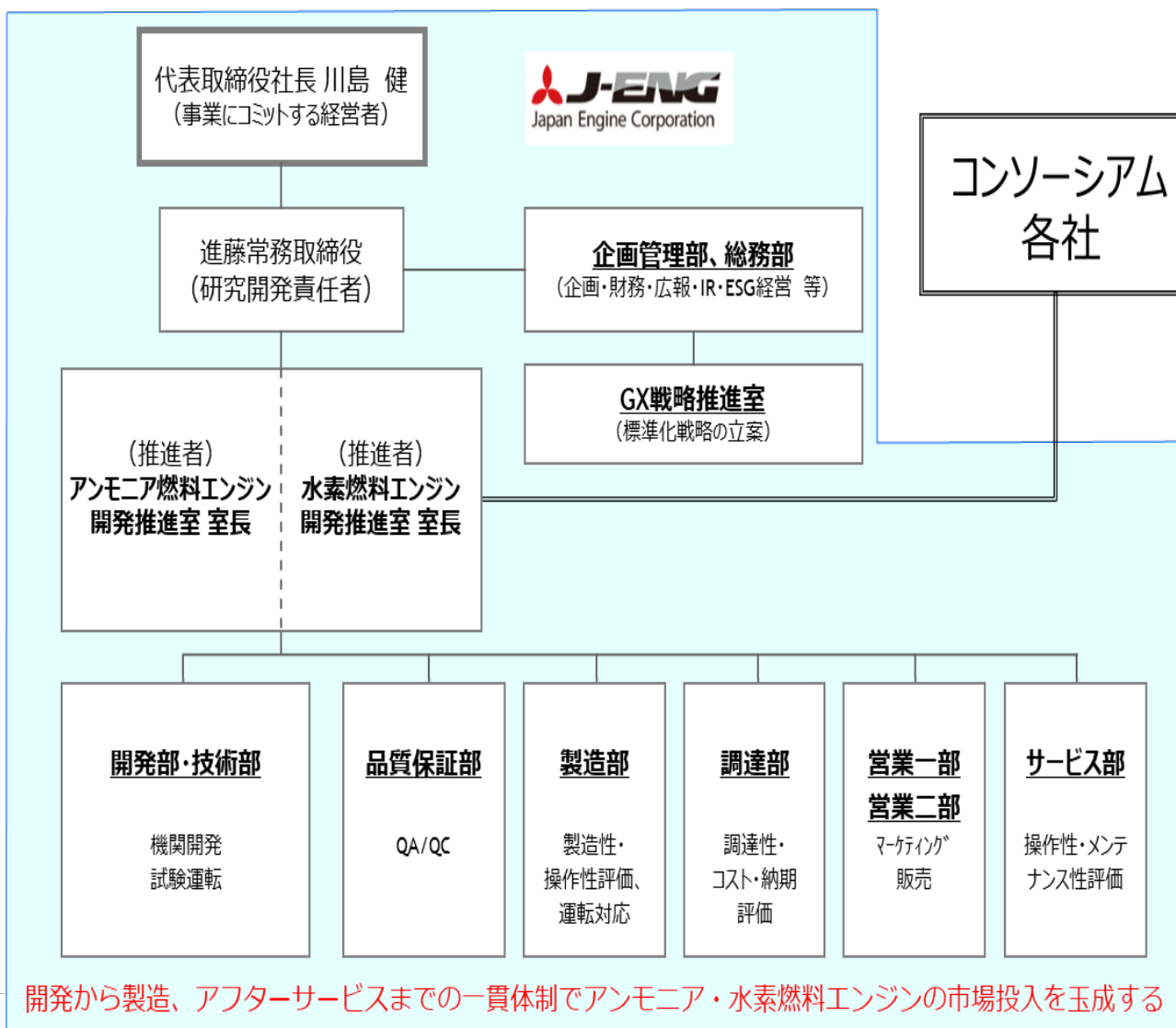
■ 標準化戦略

開発の進捗と技術成果に応じて、オープン・クローズ(特許)戦略、ガイドライン策定などの標準化戦略を継続的に進める。

目次

1. ジャパンエンジンコーポレーションの取組み
経営者の本事業へのコミットメント
2. GI基金事業推進体制
3. 現在の取組み内容
4. シェア獲得に向けた戦略
5. 前回モニタリング時のご意見に対しての対応状況

人的資本を集中投下、事業推進体制、標準化推進体制を整備



開発推進体制

- 迅速な意思決定を行うため、開発設計部門と、関連各部門を含めた全社横断的な組織にて開発推進。
- 開発～事業化までを強力に推進すべく、2022年1月1日に各々の**新燃料エンジン開発推進室を新設**し、開発推進体制を構築。
- 開発設計部門には、若手人材を抜擢しており、本事業に積極的に関与させることで、将来のエネルギー・産業構造転換を見据え、中長期的かつ広範囲な視点を持ち、新技術への対応や、標準化、開発を牽引するプロフェッショナル人材を育成中。

標準化推進体制

- 標準化戦略に関する社内司令塔として2023年12月1日に**GX戦略推進室を新設**。
- 経営戦略と連動させた人材戦略のもとで、多様な個人が事業のアウトプットを意識しながら、主体的、意欲的に活躍し、イノベーションを生み出す環境とすることで、中長期的な企業価値の創造にも繋げていく。

目次

1. ジャパンエンジンコーポレーションの取組み
経営者の本事業へのコミットメント
2. GI基金事業推進体制
3. 現在の取組み内容
4. シェア獲得に向けた戦略
5. 前回モニタリング時のご意見に対しての対応状況

各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗度

研究開発項目

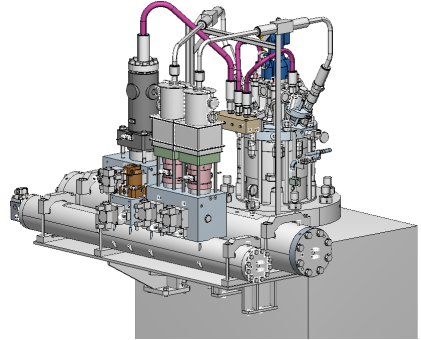
- 1 層状燃料噴射系の開発
- 2 単筒試験機による燃焼技術の検証
- 3 アンモニア燃料供給装置の開発
- 4 アンモニア層状燃焼技術を用いたフルスケールエンジンの開発

直近のマイルストーン

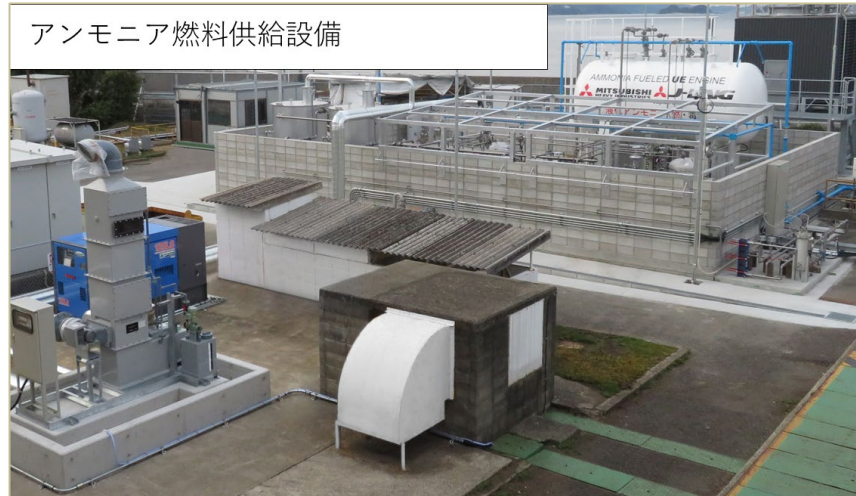
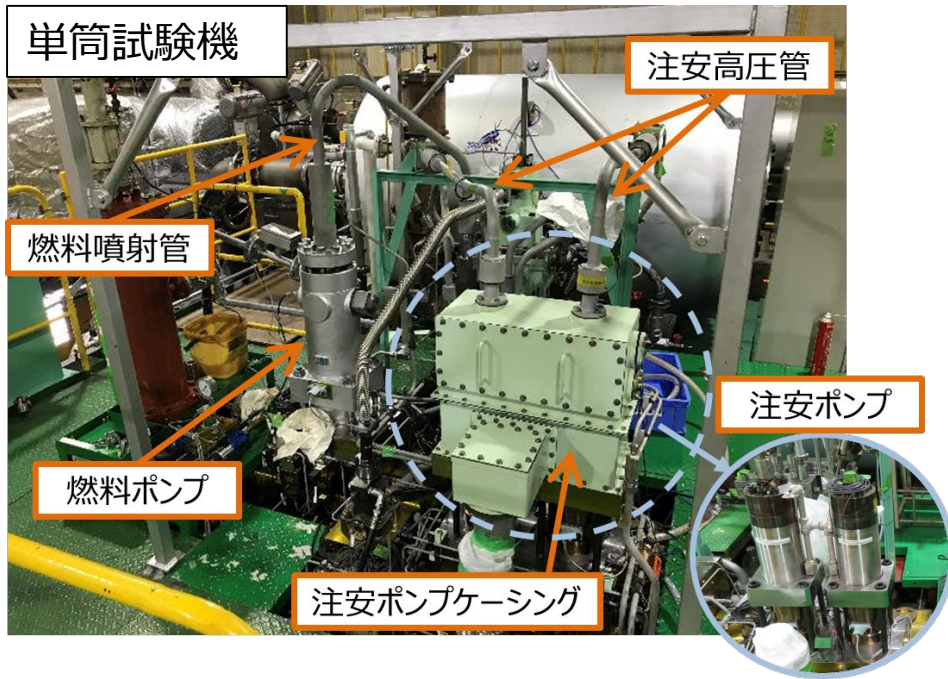
- アンモニアを混焼可能な燃料噴射系の開発
- 単筒試験機にて、層状噴射によるアンモニア混焼運転の検証
- アンモニアを安全に安定供給できる供給装置の開発
- 実機にて、アンモニアを混焼可能とする

これまでの開発進捗

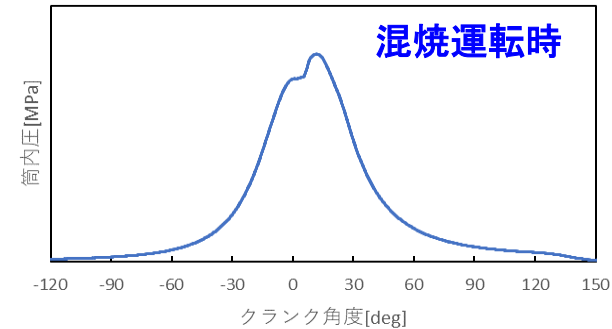
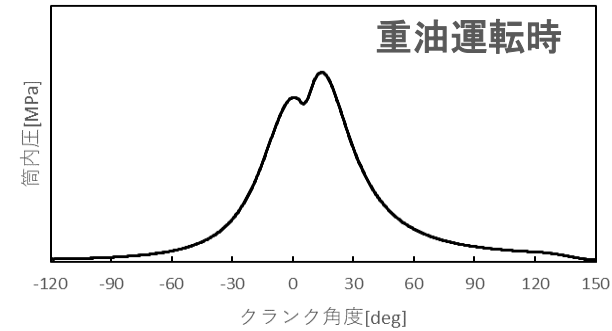
- ・燃料噴射系及び駆動系の油圧解析により、アンモニア注入工程、筒内噴射工程での最適化設計を実施し、**燃料噴射系装置の設計を完了**。
- ・開発した装置を製作、単筒試験機へ組み込み、重油専焼運転でも問題なく作動することを確認。
- ・アンモニアの燃焼解析に必要となる、**層状噴射の噴霧観察および燃焼可視化試験を実施**し、層状噴射において、ポスト燃料により、未燃NH3およびN2Oの排出を削減できることを確認。
- ・単筒試験機によるアンモニア混焼試験を継続中。更なる高混焼化に向けた試験を継続中。
- ・単筒試験機向けアンモニア供給設備の設置を完了、試験運転を開始。
- ・フルスケールエンジン向けアンモニア供給設備の設置は計画通り進捗中。
- ・**実証運船用アンモニア供給装置の計画設計を完了**し、詳細設計を実施中。リードタイムの長い大物部品から手配に着手していく。
- ・注安ポンプ、燃料弁のシール油構造について、摺動部からのアンモニアリークをミニマイズした構造を検討中。
- ・アンモニア漏洩・臭気の発生可能性と、その原因、予防措置、影響、緩和措置を整理してのリスクアセスメントを完了し、基本設計承認(AiP)を取得。
- ・2024年末よりフルスケールエンジンの総合組立てをスタートすることで計画。**リードタイムの長い大物部品から手配に着手**していく。



単筒試験機による燃焼技術の検証（単筒試験機での混焼運転）



単筒試験機 試験結果

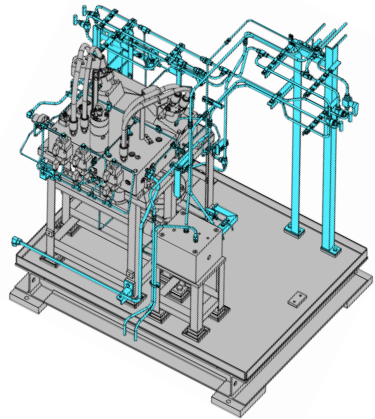
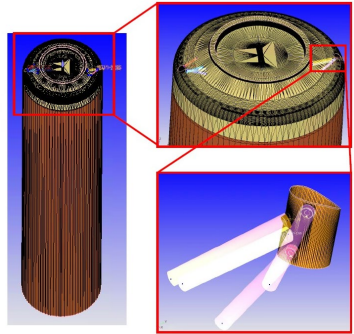


低速2ストロークエンジンでは**世界初となるアンモニア混焼運転**をスタートし、難燃性のアンモニアを良好に燃焼できることを確認。現在、更なる高混焼率化に向けた試験を実施中であり、高混焼率でのN₂Oや未燃アンモニア、エンジン性能の見極めを継続する。競合他社に対する差別化や優位性の更なる強化に向けて、必要に応じて燃料噴射系の更なる改良も取り組んでいく。

研究開発内容（現在の取組み内容）：水素

各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗度

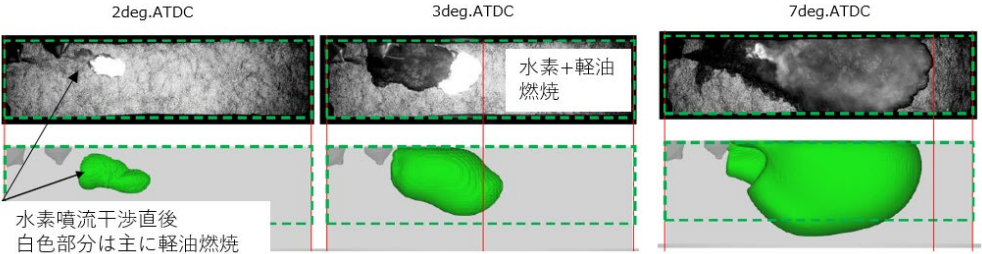
研究開発項目	直近のマイルストーン	これまでの開発進捗
1 高圧水素噴射特性の把握とCFD解析	高圧直接噴射方式での水素噴射特性の把握と解析モデルの構築	- 燃焼CFDモデルを確立し、水素使用時の性能変化の確認を完了。 - 九州大学における燃焼観察試験結果を元に解析精度確認を完了。
2 水素燃料噴射系の開発	高圧で直接噴射が可能なDF仕様の水素噴射系の開発と単体噴射試験の実施	- 単体噴射装置の製造を完了し、予定通り2022年度中に試験を開始した。2023年度は、低圧ガスでの試験は完了し、現在、高圧ガスでの検証を実施中。 - 水素脆化対策として、水素燃料噴射系の用いる高強度材の試験を継続中。
3-1 水素燃料を用いたフルスケールエンジンの開発	フルスケールエンジンの陸上試験運転設備の計画	- フルスケールエンジンの陸上運転設備として、工場における各種新設ユーティリティの検討を実施し、設置工事は完了間近。 - 共用設備として3社のエンジンの運転定盤への配置計画を完了。設置工事は完了間近。 - 水素関連機器のエンジン上への配置などフルスケールエンジンの計画設計を推進中。
3-2 水素専焼エンジンの開発	パイロット燃料を使わない水素専焼エンジンの開発	2026年度より実施予定。
4 フルスケールエンジンを用いた実証運航	水素エンジンと水素供給システムの船舶への搭載性計画を完了	- 船主、造船所、船級協会と水素燃料エンジン搭載船の建造、実証運航に関する検討を継続推進中。 2023年6月に液化水素タンクやMHFSの船体への配置に関するリスクアセスメント (Pre-HAZID) 会議を実施。基本設計承認 (AiP) 取得完了。



高圧水素噴射特性の把握、単体噴射試験装置、搭載船計画

【高圧水素噴射特性の把握】

- ・燃焼可視化試験結果とCFD解析結果の比較検証を実施



<水素燃焼の可視化画像と解析の比較結果>

→高圧水素噴射特性の把握とCFD解析の開発環境の構築を完了

【水素エンジン搭載船計画】

- ・水素タンク・MHFSの搭載に伴う変更点や対応策を抽出。
- ・水素燃料船の機器配置コンセプトのリスクアセスメント(Pre-HAZID)を実施、**区画配置コンセプトに関する基本設計承認(AiP)**を取得。



【水素燃料噴射系の開発】

- ・単体噴射試験装置の製造を2022年度に完了し、噴射試験を開始。
- ・低圧窒素ガスを用いた噴射試験で、基礎データを取得した。
- ・高圧水素ガス供給設備の設置を完了し、検証試験を実施中。

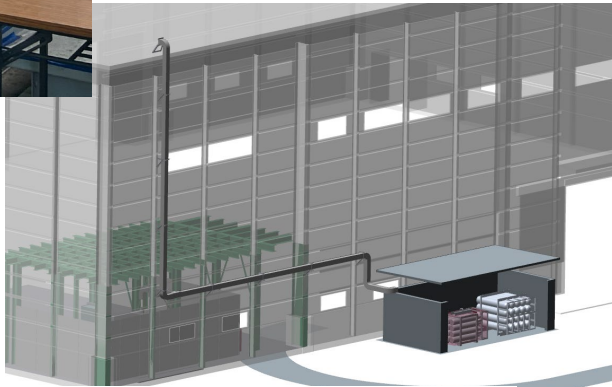


単体噴射試験装置

青：GT-SUITE(シミュレーション結果)
橙：試験装置実測結果



→ 実測結果はシミュレーションで再現可能

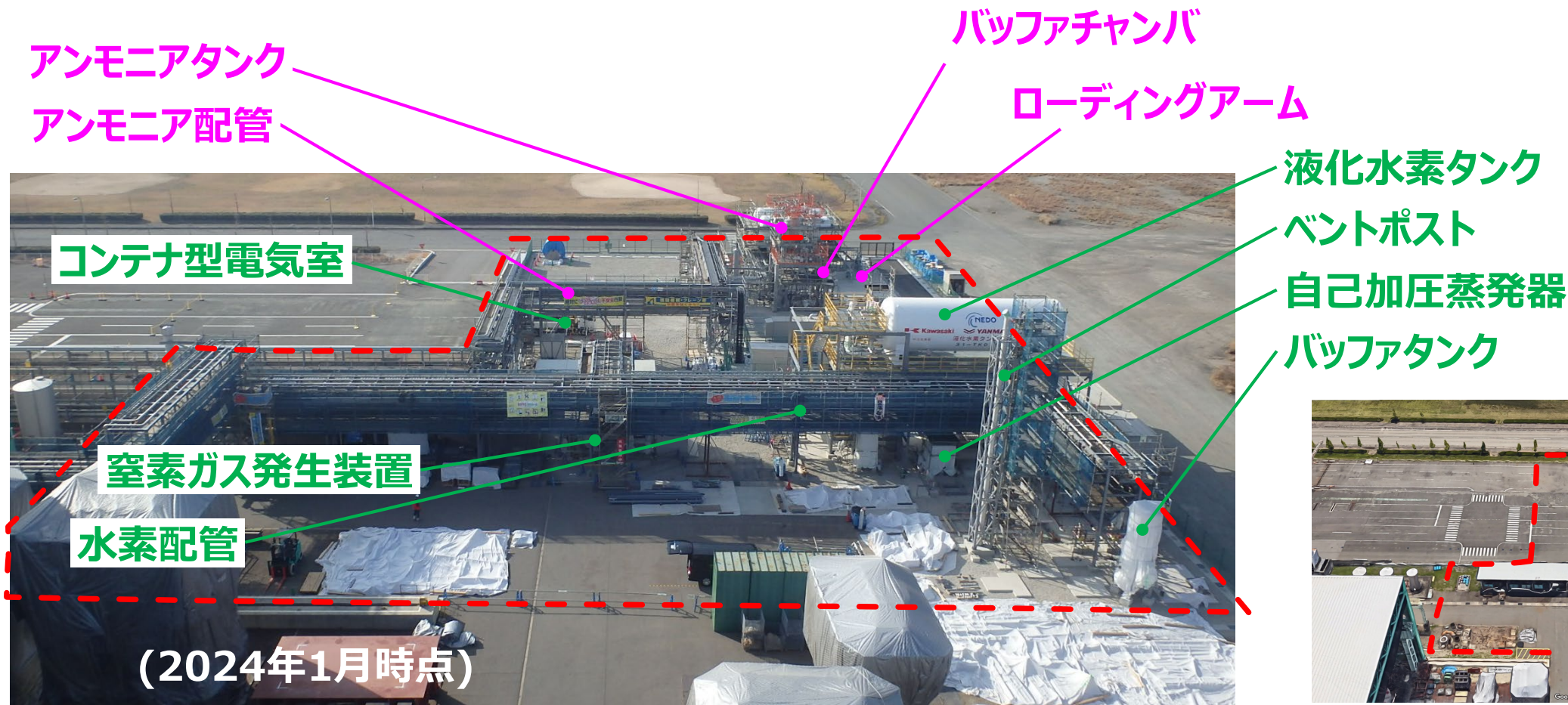


高圧ガス供給設備

研究開発内容（現在の取組み内容）：アンモニア・水素

陸上試験運転設備の工事進捗状況

2024年度の完成を目指し、J-ENG本社工場内に、水素/アンモニアの陸上試験運転設備の設置工事を実施中



工事前：参考

目次

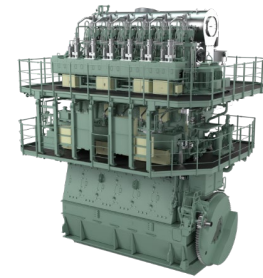
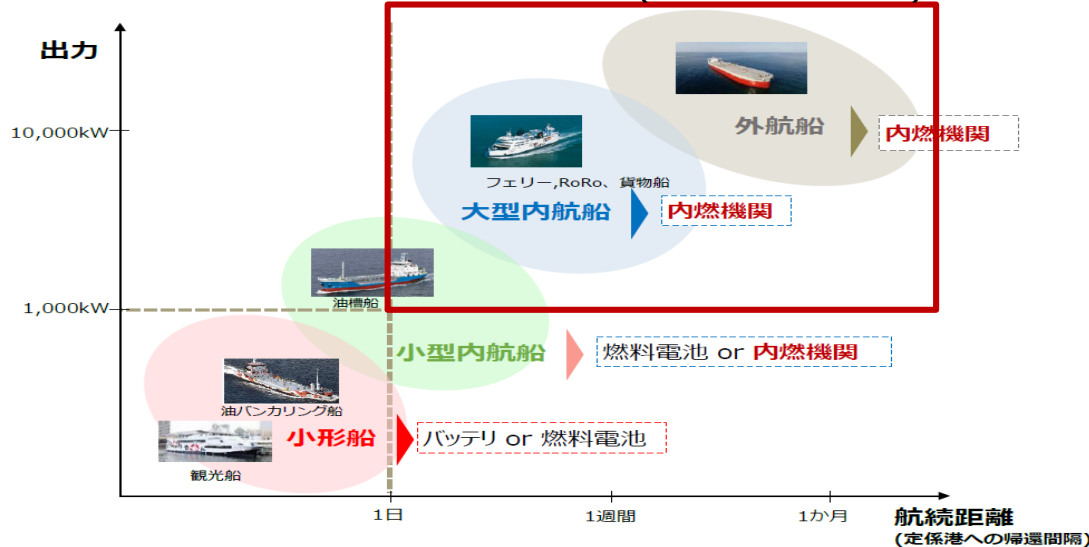
1. ジャパンエンジンコーポレーションの取組み
経営者の本事業へのコミットメント
2. GI基金事業推進体制
3. 現在の取組み内容
4. シェア獲得に向けた戦略
5. 前回モニタリング時のご意見に対しての対応状況

新燃料エンジンの拡販ターゲット

アンモニア燃料エンジンのターゲット

- 一部の大型コンテナ船を中心にメタノールが先行しているが、あくまでブリッジソリューションとの位置づけであり、ゼロエミッション新燃料としては、アンモニア燃料エンジンが普及するものと予想。
- 国内石炭火力発電所でのアンモニア混焼の準備が進んでおり、今後、アンモニア輸送船の建造と、これに伴うアンモニア燃料エンジンの需要拡大が見込まれる。アンモニア輸送船は、アンモニア燃料エンジン搭載船としてコスト面においても合理的であり、アンモニア輸送船をターゲットに市場獲得・シェア拡大していく。
- アンモニア輸送船の他、ハンディマックス、ケープサイズバルカーなどの一般商船向けアンモニア燃料エンジンの引き合いも増加しており、現在GI基金で開発中のボア50cmエンジン、その後に展開するボア60cmエンジンといったボリュームゾーンとなるアンモニア燃料エンジンの需要を確実に取り込み、市場獲得への突破口としていく。

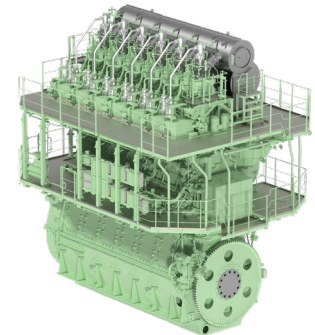
国内で製造する主機関の約90%は、エンジンボア60cm以下クラスであり、ここがボリュームゾーン。(世界では約75%)



UEC50LSJA (ボア50cm)

【対象船】

中型ガス運搬船 (MGC)
ハンディマックスバルカー
MRタンカー
中型自動車運搬船 など



UEC60LSJA (ボア60cm)

【対象船】

大型ガス運搬船 (VLGC)
ケープサイズバルカー
パナマックスバルカー
大型自動車運搬船 など

UEC50LSJAに続きUEC60LSJAを開発、国産ブランドエンジンとして市場投入することで、シェア拡大を図る。

新燃料エンジンの拡販ターゲット

水素燃料エンジンのターゲット

- ・ 初号機完成は2027年3月予定であり、フルスケールエンジンで実船実証試験は当社のみが先行しており、大きなアドバンテージあり。
- ・ 水素燃料エンジンは、積荷を燃料として使用可能で追加設備が少なくコスト面で合理的な液体水素運搬船、及び従来燃料に比べ燃料容積が大きくなることから、後続距離が短い内航船・近海船が先行ターゲットとなる。
更に、Ro-Paxフェリー、RORO船も、水素燃料エンジンの拡販ターゲットになるものとする。
- ・ 水素サプライチェーンの構築に応じて、具体的商談が出てくるのはアンモニアより少し先と考えるも、世界に先駆けて市場投入することでゼロエミ船のポテンシャルを世の中に示し、先行者としてポジションの構築とゼロエミッション化の実現に注力していく。

水素利用の拡大

GHG削減のため、既に多くの分野で水素への取り組み・実用化が進められている



燃料電池トラック



燃料電池バス



水素ガスタービン



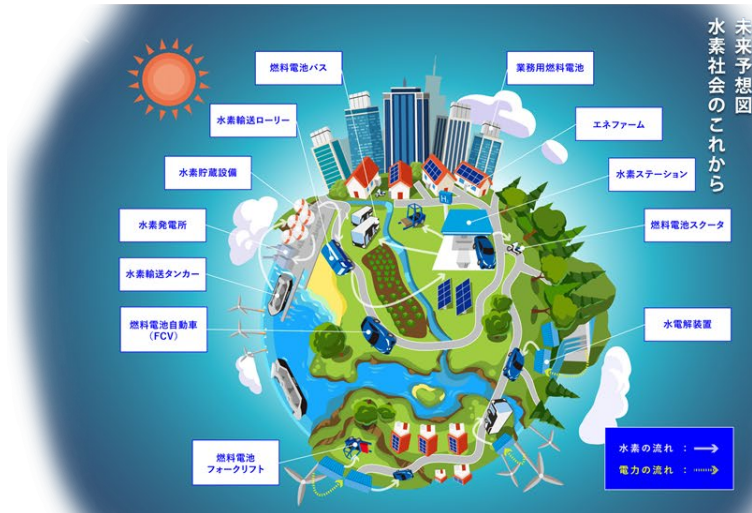
液体水素運搬船



燃料電池自動車



燃料電池フォークリフト



業務・産業用燃料電池



水素発電設備



水素ステーション

船舶推進用水素燃料エンジンのターゲット



近海船



液体水素運搬船

Ro-Paxフェリー、RORO船など

UEブランド認知度向上・ライセンス展開によるシェア拡大

当社の取り組み

- マーケットシェア獲得に際しては、ゼロエミッション船投入により日本の海事クラスター全体として成長を図るべく、まずは国内船主・国内造船所への供給を優先する。
- 海外へのUEブランド認知度向上・販売戦略としては、国内造船所の顧客となる海外船主を対象とした拡販活動を展開。
- UEエンジンは70年超の歴史により、国内のみならず海外にも一定の認知度、採用実績を有するが、日本以外の欧州・中国での海事展への出展や、定期的な海外顧客訪問等により、更なるブランド浸透、売り込みを図っている。
- また、GI基金で取り組むアンモニア・水素燃料エンジンは、世界に先駆けて開発。世界初のアンモニア燃料混焼運転の成功、世界初の水素燃料エンジン搭載船の実証運航に関するAiP（基本設計承認）取得など、ファーストムーバーとしての当社の取り組みに対する国内外の注目度は高く、UEブランドの認知度を高めている。
- 海外市場（中国・韓国）に対しては、当社は基本的にライセンス戦略を展開。当社が得意とする中小型エンジンがマッチする船型が多い中国市場では、中国ライセンシーによる受注拡大により、UEブランドの認知度は高まっている。
- 新燃料エンジンについても同様にライセンス展開が基本戦略となるが、これは日本国内で一定の先行者利益を確保したうえでの対応になると考える。
- 新規ライセンス供与の要請は複数ある中、将来的な新燃料エンジン技術のライセンス供与にあたっては、燃焼制御に関するキー技術などを含んだ主要コンポーネントは国内サプライヤーと協業し、当社から部品供給する等、クローズ領域を設定して国外への技術流出を防止していく。

目次

1. ジャパンエンジンコーポレーションの取組み
経営者の本事業へのコミットメント
2. GI基金事業推進体制
3. 現在の取組み内容
4. シェア獲得に向けた戦略
5. 前回モニタリング時のご意見に対しての対応状況

前回モニタリング時のご意見に対しての対応状況

■ 実施企業 共通

ご意見	対応状況
水素燃料船、アンモニア燃料船については、研究開発で先行しているものの、技術や性能・品質面でどこが競争軸となるかが特定できていないため、個者だけでなくコンソーシアムとしてのオープン&クローズ戦略も意識しながら、海外顧客も含めた市場の形成・獲得に向けたアプローチをより具体的に描くこと。	核となる燃焼制御技術やエンジン本体の設計などはクローズ領域として差別化を図り、一方で、燃料供給装置の構成、安全対策やオペレーション技術など、船舶を計画・設計・運用するうえで必要な情報はオープン領域として造船所や船会社に開示し、新燃料船の早期の普及拡大を後押しします。必要に応じて、造船所への装置類の供給や、エンジンメーカへのライセンス供与も行います。 また、コンソーシアム（並びに協力企業）での実証運航により、船舶トータルとしての安全安心な社会実装に必要な各種技術やノウハウを早期に獲得・検証できることも強みであり、この強みを活かした上述のオープン戦略のもと、国内外の顧客へアプローチして参ります。
海運業におけるCO2の排出削減目標の変化を始めとした、海事産業関連企業の動きを具体的に捉えつつ、ICS（国際海運会議所）等の国際機関や、国土交通省が主催する官民協議会等を通じた積極的な対話を通じて、競争優位性へと繋げること。	本事業をベースとしたアンモニア・水素燃料船の国際的なガイドライン制定に係る活動や、官民協議会、日本船用工業会政策委員会をはじめとした各種委員会などを通じた積極的な情報発信と対話により、当社の活動並びに製品の認知度を高め、競争優位性へと繋げて参ります。
こうした取組の検討・実施にあたって、中長期的な取組を見据えた若手人材の育成・登用を含め、各社において標準化戦略の推進体制を充実させることも必要となる。	本事業を強力に推進することを目的に、アンモニア燃料エンジン開発推進室と水素燃料エンジン開発推進室とを立ち上げ、若手人材を抜擢しており、本事業に積極的に関与させることで、将来のエネルギー・産業構造転換を見据え、中長期的かつ広範囲な視点を持ち、新技術への対応や、標準化、開発を牽引するプロフェッショナル人材を育成中です。
取組を加速するための資金確保の方策をコンソーシアムごとに検討することも重要となる。	脱炭素社会の実現に向けたESG経営の取組みを更に深化していくため、2023年4月、当社初となる「グリーンローン」による資金調達を実施致しました。調達した資金は、アンモニア・水素燃料エンジンの開発・製品化・社会実装を推進する取組みに充当予定です。

前回モニタリング時のご意見に対しての対応状況

■ アンモニアコンソーシアム

ご意見	対応状況
様々なアンモニア燃料船が検討されている中、各々の社会実装時期の分析とコンソーシアムとしての戦略をアップデートしながら事業化を進めていただきたい。その際、同じくアンモニア燃料船の開発に取り組む伊藤忠商事のコンソーシアムとも適切な情報交換を行い、国際的な技術・規制動向やブルー／グリーンアンモニアの市場動向などを踏まえつつ、燃料アンモニア関連技術全体での日本の優位性獲得にも貢献いただきたい。	競合他社のアンモニア燃料エンジンの完成予定時期は、本事業におけるエンジン完成予定時期と同じ2025年であり、本事業のエンジン開発スケジュールを堅持して参ります。 また、コンソーシアム各社との協力のもと、本事業を通じて、アンモニア燃料船に係る国際的なガイドラインの制定に貢献して参ります。 更に、陸上・海上試運転のみならず、実証運航を通して、アンモニア燃料エンジンとアンモニア燃料供給設備などの実海域での信頼性を早期に検証することで、船舶によるアンモニア輸送の安全性を実証し、先行者としての優位性獲得に貢献して参ります。
コンソーシアム全体として普及促進のためのオープン・クローズ戦略の検討が不十分。シェア目標等を実現するために有効なルールメイキングや安全性・品質・環境性能等の要素を知財化・標準化することで圧倒的な比較優位を築いていく等の複数シナリオを想定した全体戦略を検討いただきたい。	核となる燃焼制御技術やエンジン本体の設計などはクローズ領域として差別化を図り、一方で、燃料供給装置の構成、安全対策やオペレーション技術など、船舶を計画・設計・運用するうえで必要な情報はオープン領域として造船所や船会社に開示し、新燃料船の早期の普及拡大に貢献して参ります。必要に応じて、造船所への装置類の供給や、エンジンメーカーへのライセンス供与も行います。
毒性や腐食性といった特性をもつアンモニアの取り扱いにあたっては、リスク評価や部材の耐食性向上といった対策を十分に講じていただきたい。	日本海事協会(安全性に係るガイドライン制定者)、船会社(本船乗組員を含むエンドユーザー)、造船所、エンジンメーカーによる合同リスクアセスメントを行い、アンモニアに起因する危険因子の洗い出しと安全対策の有効性を検討し、必要に応じて追加対策をすることで、必要十分な安全性を確保すべく万全を期して参ります。

前回モニタリング時のご意見に対しての対応状況

■ 水素コンソーシアム

ご意見	対応状況
海外勢の技術動向も情報収集しながら開発を進めることを期待する。また、コンソーシアム内での連携を深めるとともに、造船所や船舶運航会社との連携を深めるなど、適切な研究開発体制についても検討いただきたい。	国内外海事展、国内外顧客の個別巡回訪問の機会、更には機器や燃料のサプライチェーンとの情報交換の機会などを活用し、積極的且つ継続的に情報収集を行い、ベンチマークを実施しております。 また、コンソーシアム内部の連携に加え、実証船の建造・運航に携わる造船所並びに船会社、更には機器や燃料のサプライチェーンとの連携などを通して、社外の知見・経験を吸収し、研究開発を効率的に進めております。
水素燃料への転換期であり、国際的にも優位性の高い技術と考えられるため、国際水素サプライチェーンの確立に向けて、コンソーシアム内外のステークホルダー等とも連携しながら、ゲームチェンジャーとして高いシェアの獲得を目指していただきたい。	国内外の水素サプライチェーンにより、大量の水素を安価に要所で入手できることと、水素燃料船の早期社会実装が、水素燃料船の普及のための両輪と考えており、コンソーシアム内外のステークホルダーと連携しつつ、ファーストムーバーとしての水素燃料船の早期社会実装を果たして参ります。
エンジンメーカー3社でコンソーシアムを形成し、船舶用水素燃料エンジンを海外に先行して開発しており、クローズ戦略に軸足を置いているとの認識だが、具体的にターゲットとする市場の獲得に対して、有効なルール形成にむけたビジョンが未検討と思われる。優位性に意識した事業戦略に基づいて、水素燃料船が普及するためのオープン戦略も含め、根本的な標準化戦略を検討いただきたい。	核となる燃焼制御技術やエンジン本体の設計などはクローズ領域として差別化を図り、一方で、燃料供給装置の構成、安全対策やオペレーション技術など、船舶を計画・設計・運用するうえで必要な情報はオープン領域として造船所や船会社の開示し、新燃料船の早期の普及拡大に貢献して参ります。必要に応じて、造船所への装置類の供給や、エンジンメーカーへのライセンス供与も行います。 また、コンソーシアム（並びに協力企業）での実証運航により、船舶トータルとしての安全安心な社会実装に必要な各種技術やノウハウを早期に獲得・検証できることも強み（優位性）であり、この強みも活かしつつ、標準化戦略に反映して参ります。