

事業開始時点

事業戦略ビジョン

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

実施者名：(株)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

(共同実施者：日本郵船(株) (幹事企業)、日本シッパード(株)、(株)IHI原動機)

目次

1. 事業戦略・事業計画	P.2
(1) 産業構造変化に対する認識	
(2) 市場のセグメント・ターゲット	
(3) 提供価値・ビジネスモデル	
(4) 経営資源・ポジショニング	
(5) 事業計画の全体像	
(6) 研究開発・設備投資・マーケティング計画	
(7) 資金計画	

2. 研究開発計画	P.12
(1) 研究開発目標	
(2) 研究開発内容	
(3) 実施スケジュール	
(4) 研究開発体制	
(5) 技術的優位性	

3. イノベーション推進体制（経営のコミットメントを示すマネジメントシート）	P.28
(1) 組織内の事業推進体制	
(2) マネジメントチェック項目① 経営者等の事業への関与	
(3) マネジメントチェック項目② 経営戦略における事業の位置づけ	
(4) マネジメントチェック項目③ 事業推進体制の確保	

4. その他	P.33
(1) 想定されるリスク要因と対処方針	

1. 事業戦略・事業計画

1. 事業戦略・事業計画 / (1) 産業構造変化に対する認識

GHG排出削減の国際的気運の高まりにより、グリーン関連海事産業が急拡大すると予想

カーボンニュートラルを踏まえたマクロトレンド認識

(社会面)

- 国際社会における地球温暖化対策に係る動きが加速
Sustainability(持続可能性)への意識の高まり
- サプライチェーン(Scope 3)におけるCO2排出削減要求の高まり

(経済面)

- Sustainabilityを判断軸とする「資本の脱炭素化」(ESG投資)
- 脱炭素化の定量評価が金融機関の融資基準に含まれる(ポセイドン原則)
- グリーンエネルギー市場の勃興
- 世界のGDP成長により海上荷動き量は拡大傾向

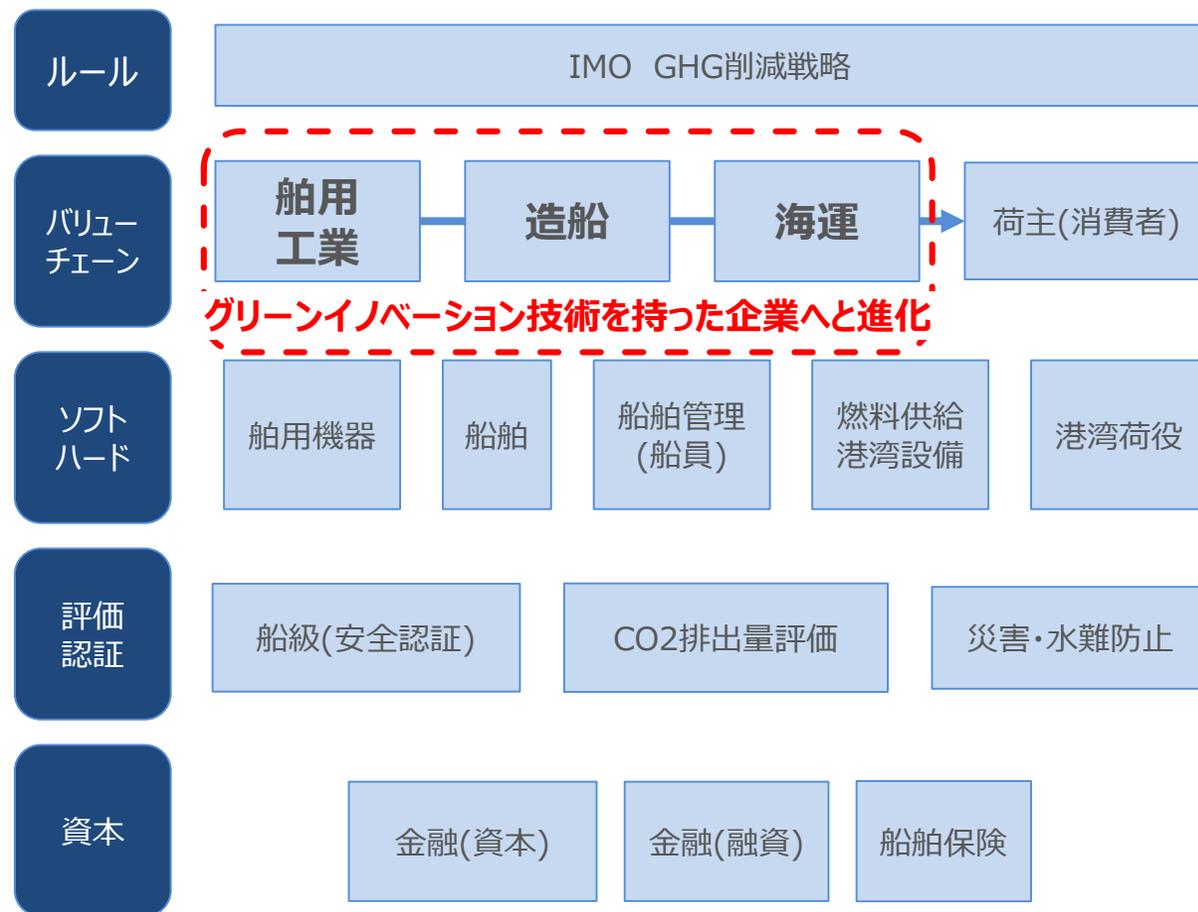
(政策面)

- 日本政府による「2050カーボンニュートラル」宣言(20年10月)
- IMO(国際海運)に対するゼロエミ化の要求(米国ケリー特使、21年4月)

(技術面)

- 船舶は代替燃料への転換が急務となり、燃料転換に伴うエンジンをはじめとした様々な機器の技術開発が加速

カーボンニュートラル社会における船舶産業アーキテクチャ



1. 事業戦略・事業計画 / (1) 産業構造変化に対する認識

GHG排出削減の国際的気運の高まりにより、グリーン関連海事産業が急拡大すると予想

市場機会及び社会・顧客・国民等に与えるインパクト：

当該変化に対する経営ビジョン：

海運



- 市場機会：
海運のゼロエミ化実現には代替燃料の導入・普及が必須。荷主のサービス選定基準が変化し、海上輸送における新たな事業機会が創出される。
- 社会・顧客・国民等に与えるインパクト：
次世代船舶の社会実装により、地球温暖化防止に貢献。Sustainableな物流インフラを確保する。



- 船舶産業のバリューチェーンの一翼を担う海運会社として、海運のゼロエミ化に積極的に取り組んでいく。
- 技術・経済性・環境の3点において国際競争力のある船舶を開発・運航することで、Sustainableな海上輸送サービスを提供する。持続的な輸送事業を通じて日本の海事クラスターの更なる技術開発・効率改善に寄与する。

造船



- 市場機会：
環境規制が一段と厳しくなり、老齢船は市場から淘汰されるため、リプレース需要取り込みによる新造船の受注機会は増大する。
- 社会・顧客・国民等に与えるインパクト：
次世代船舶の社会実装により、地球温暖化防止に貢献する。



- 世界に遅れをとることなく、グリーンイノベーション技術を獲得し、国際競争に打ち勝てる次世代船舶を開発し、海事クラスターのゼロエミ化に積極的に取り組んでいく。

船用工業

(2ストロークエンジン)



(4ストロークエンジン)

株式会社IHI原動機
IHI Power Systems Co., Ltd.

- 市場機会：
環境規制が一段と厳しくなり、代替燃料が利用可能なエンジン需要が拡大する。
- 社会・顧客・国民等に与えるインパクト：
次世代エンジンの社会実装により、地球温暖化防止に貢献する。



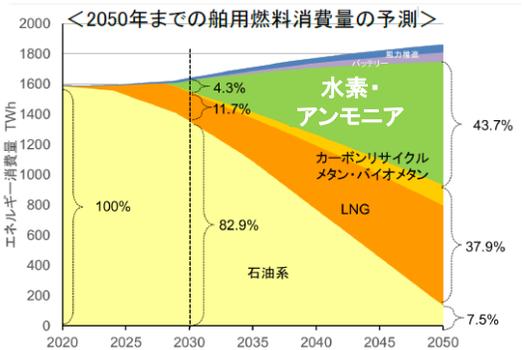
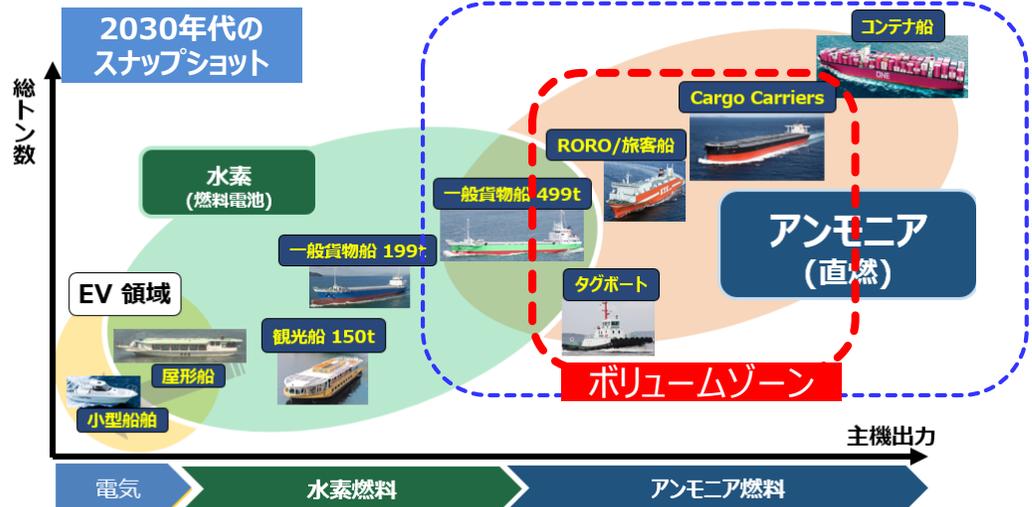
- (ジャパンエンジン・IHI原動機) 海外ブランドに対抗・差別化した国際競争に打ち勝てる国産アンモニア燃料エンジンを開発し、市場投入・安定供給を図り、海事クラスターのゼロエミ化に積極的に取り組んでいく。
- (ジャパンエンジン) 国内エンジンメーカーにライセンスを供与することにより、国内エンジンメーカーの活性化、延いては、国内海事産業の発展にも寄与する。
- (ジャパンエンジン) 国内先行者利益を確保した後は、自社工場をマザー工場とした、海外への技術移転による、更なる普及拡大も視野。

1. 事業戦略・事業計画 / (2) 市場のセグメント・ターゲット

海上輸送(外航・内航)のうち大型輸送船による海上輸送サービスのアンモニア燃料化を予想。
 船用エンジンのボリュームゾーンであるボア60cm以下クラス主機関をターゲットとする。

セグメント分析

- 高出力が求められる船舶ではアンモニア燃料が先行する可能性が高く、アンモニア燃料エンジンの普及が進むと予想。
- 主機ボリュームゾーンはエンジンボア60cm以下クラス（国内製造：約90%、世界：約75%）。



2050年時点、国際海運向け燃料の44%が水素・アンモニアに置き換わると予測。

出典：国交省「次世代燃料の開発」プロジェクト説明資料(21/5/24付)

ターゲットの概要① -国産エンジン- ジャパンエンジン・IHI原動機

【2ストローク低速エンジン】

- 海外ブランドエンジンとの競合において、船用エンジンのボリュームゾーンであるボア60cm以下クラスのアンモニア燃料主機関で一定のシェアを獲得する。

主なプレイヤー	
外航主機 (ボア60以下)	海外メーカー(MAN、WinGD)

【4ストローク中速エンジン】

- 国内曳船におけるアンモニア燃料主機エンジンマーケットの高いシェアを獲得する。

主なプレイヤー	
曳船	IHI原動機・Y社

- 外航船舶におけるアンモニア燃料補機エンジンマーケットの一定のシェアを獲得する。

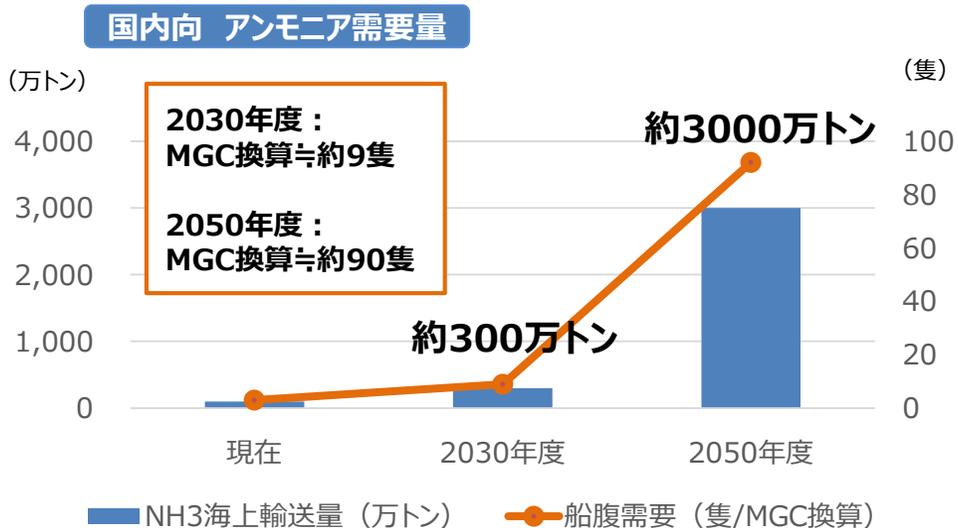
主なプレイヤー	
外航補機関	IHI原動機・Y社・D社・海外メーカー

1. 事業戦略・事業計画 / (2) 市場のセグメント・ターゲット

**内航船舶主機、外航船舶主機・補機の連続開発を行う事で我が国の輸送船の燃料転換を加速。
外航船においては、我が国を中心に需要の急拡大が予想されるアンモニア輸送船を開発、社会実装を目指す。**

ターゲットの概要② -造船・海上輸送- 日本シッパヤード・日本郵船

- 現在のアンモニア海上輸送量は約2000万トン程度。うち日本の輸入量は約20万トン程度と小規模マーケット。
- 一方、燃料アンモニアの国内需要は**2030年に300万トン/年、2050年に3000万トン/年まで急拡大**すると想定されている。
- アンモニアは現在LPG(液化石油ガス)タンカーで輸送されており、船腹量は限定されている。上記輸送需要を取り込むにはアンモニア大型輸送船の開発が必要となる。
- 他国に先んじて開発を進める事で、**今後拡大するアンモニア海上輸送需要(造船・輸送)を機動的に取り込んでいく。**



* 出典：経産省「燃料アンモニア導入官民協議会 中間取りまとめ数値よりNYKにて作成

事業開発の流れ



1. 事業戦略・事業計画 / (3) 提供価値・ビジネスモデル

アンモニア燃料船を用いて、ゼロエミッション海上輸送サービスを提供する事業を創出・拡大

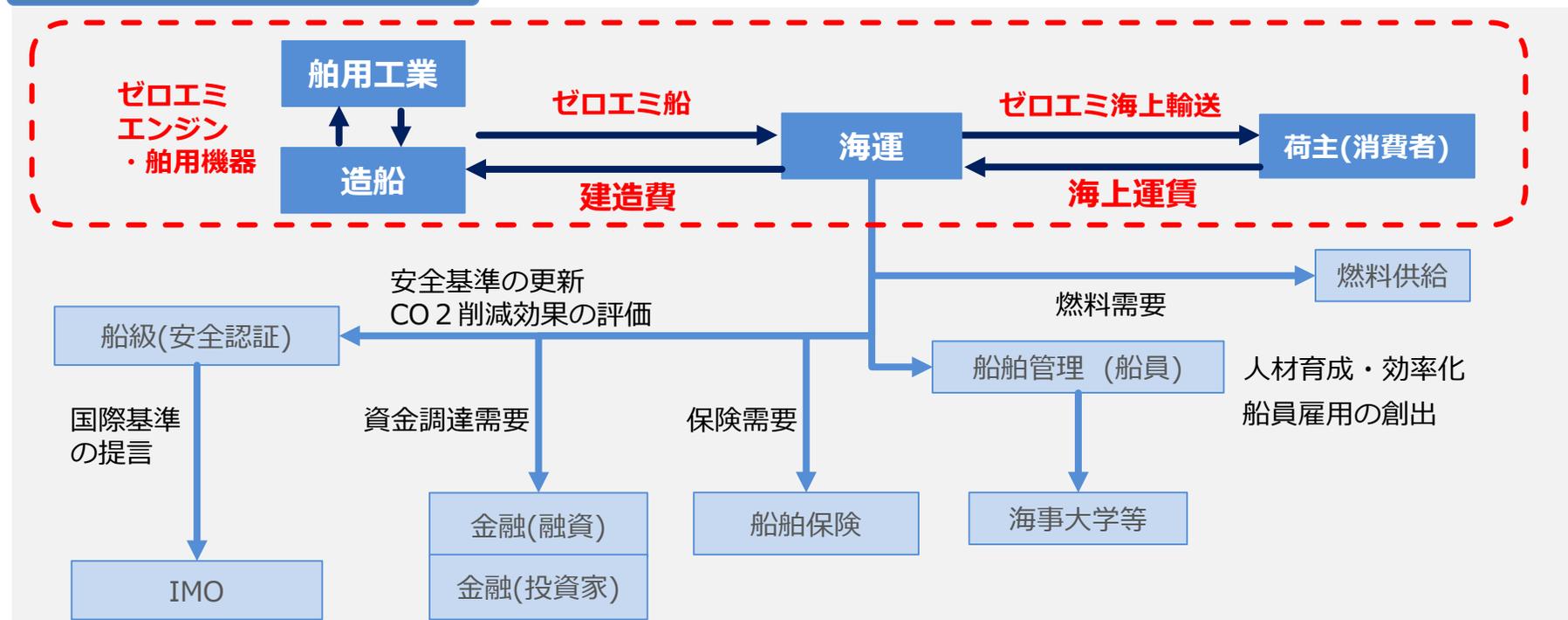
ビジネスモデルの概要（製品、サービス、価値提供・収益化の方法）と研究開発計画の関係性

- ・【海運】環境負荷の低い海上輸送サービスを提供し、対価としての海上運賃を受領。
- ・【造船】ゼロエミ海上輸送サービスを実現する為のゼロエミ船舶の開発・提供。
- ・【船用工業】ゼロエミ船舶を実現する為のゼロエミ燃料エンジン、燃料供給システムの開発・提供。
- ・波及効果
 - 海事クラスターの幅広い裾野への経済波及効果（燃料・船舶管理・保険・金融・船級等）
 - ゼロエミに係る技術開発・ルール策定・人材育成・国際社会への貢献など海事クラスターとの連携

社会・顧客に対する提供価値

- ・ 荷主（消費者）にとって先進的でサステナブル海事サプライチェーンの構築・運用
- ・ 船舶産業のゼロエミッション化を通じた地球温暖化防止への寄与

ビジネスモデル及び波及効果の概要



1. 事業戦略・事業計画 / (4) 経営資源・ポジショニング

自社開発の強みを活かし、社会・顧客に対して純国産の高性能・高品質という価値を提供

自社の強み、弱み(経営資源)

他社に対する比較優位性

<p>ターゲットに対する提供価値</p> <ul style="list-style-type: none"> ・自社開発に拠るブラックボックスのない、高性能・高信頼 純国産アンモニア燃料エンジンの提供 ・国内サプライヤーとの開発協業により、国産技術力のボトムアップ
<p>自社の強み</p> <ul style="list-style-type: none"> ・船用低速2ストロークエンジンを自社開発(海外へのコア技術流出がない) ・開発・設計・製造から就航後のアフターサービスまでを一貫体制でワンストップ対応(スピーディーな製品改善)
<p>自社の弱み及び対応</p> <p>競合他社に劣後した市場シェアを、独自技術によるアンモニア燃料エンジンの投入により、ゲームチェンジャーとして挽回する</p>

		技術	顧客基盤	サプライチェーン	その他経営資源
自社	(現在)	純国産の船用低速2ストロークエンジンの 自社開発力あり ⇒国内で唯一、 海外ブランドエンジンに対抗が可能	・多数の 国内友好造船所/船会社 ・国内外ライセンスにも国内外顧客基盤あり	・自社開発のため、国内有力ビジネスパートナーとの、あらゆる領域での 多角的な協業が可能 ・国内サプライヤーとの開発協業により、 国産技術力のボトムアップが可能	・エンジン開発技術の エキスパート集団 ・事業一貫体制による 多様な人材 ・社外総合研究所の 高度技術支援体制 ・ 自社試験エンジン保有 ・ 自社工場 によるエンジン製造 ・ ライセンスの活用
	(将来)	アンモニア燃料を初めとした カーボンフリー燃料エンジンの自社開発を展開	・顧客基盤の更なる拡大 ・国内外ライセンスの 拡大 ⇒ 受注拡大・シェアアップ	アンモニア燃料エンジンとしての新規装置やシステムの開発・試作・製造を通じた、 新規の協業範囲の拡大と深化	・ カーボンフリー燃料対応技術の獲得 ・カーボンフリー燃料 試験エンジン の整備 ・カーボンフリー燃料 試運転設備 の導入 ・シェア拡大に応じた 製造設備の拡充
競合他社	(現在) ↓ (将来)	・海外ブランドエンジンを ライセンス生産 ・新規開発技術は grantバック 対象	・多数の国内友好造船所/船会社 ・同一海外ブランドエンジンによる国内競合環境にあり(コストが勝負) ・ライセンスによる 販売テリトリー制限あり	ライセンサーの指定 するサプライヤーや製品に縛られるケースあり	・将来は、海外ブランドによる カーボンフリー燃料対応エンジンをライセンス生産

1. 事業戦略・事業計画 / (5) 事業計画の全体像

研究開発期間を経て、2026年度から事業化を想定。2030年代後半での投資回収を目指す。



* アンモニア燃料タグボート・アンモニア燃料アンモニア輸送船の両プロジェクトのコンソーシアム全体の費用として

1. 事業戦略・事業計画 / (6) 研究開発・設備投資・マーケティング計画

顧客ニーズに最適化された商品開発を行い、次世代燃料船に係るビジネスに早期参入。先行者として市場でのポジションを確立する。また国産技術の国際標準化を推進する。

(船用工業 2ストロークエンジン)

研究開発・実証

設備投資

マーケティング

取組方針

- **オープンイノベーション**
ユーザーや船級とのイノベーション創出を図る。
- **標準化・知財戦略**
開発過程からオープン・クローズ戦略を推進。開発段階より船級を巻き込んだ標準化を推進。
定容燃焼試験によるアンモニア燃焼のPoC(*)を実施。

* PoC : Proof of Concept、概念実証

- **設備・システム導入**
既存エンジン製造設備の一部を、アンモニア燃料エンジン試験・製造設備として流用することで、当面の開発費抑制と製造合理化を図る。
将来的な増産ニーズに対しては、工場拡張の検討、他社へのライセンス供与による増産体制も可能。

- **営業・商品改良**
顧客密着型営業に加え、ニュースリリース、カタログ展開、自社HP掲載、業界紙による広報、国内外海事展への出典などを実施。製品社会実装後の状況を迅速に設計にフィードバックし、継続的な製品品質の向上に努める。

国際競争上の優位性

- オープンイノベーションと知財戦略により、技術の無差別な海外流出を防止しつつ、標準化と差別化を効果的に推進。先行者メリットを確保する。

- 将来の需要拡大への柔軟性の確保(部材調達、生産設備、生産拠点等)。
- 生産エンジンや運転設備を活用した乗組員のトレーニングも実施可能。

- 社会実装後の迅速なフィードバックを通じた改善やアップグレード対応による競争力の強化。
- 国産エンジンであり、海外ライセンサーによる制約を受けないことで実現できる国産技術のグローバル展開。

1. 事業戦略・事業計画 / (7) 資金計画

国の支援に加えて、コンソ全体で約39億円規模の自己負担を予定

	2021 年度	...	2027 年度	2028 年度
事業全体の 資金需要	約123億円 *			アンモニア燃料エンジンの開発完了後、 自社およびライセンシーでの生産事業を行う。
うち研究開発投資	約123億円 *			
国費負担* (委託又は補助)	約84億円 *			
自己負担 (内部+外部)	約39億円 *			

※インセンティブを含む

* アンモニア燃料タグボート・アンモニア燃料アンモニア輸送船の両プロジェクトのコンソーシアム全体の費用として

2. 研究開発計画

~アンモニア燃料エンジン及び実証船開発~

2. 研究開発計画／プロジェクト体制一覧

研究開発体制

本コンソーシアムの取り組み

本コンソーシアムでは下記のプロジェクト体制で「アンモニア燃料国産エンジンを搭載した船舶」の実現に取り組む。

	PJ① 内航船 (アンモニア燃料タグボート)	PJ② 外航船 (アンモニア燃料アンモニア輸送船)
竣工年(目標)	2024年	2026年
2st エンジン	-	J-ENG (主機) 
燃料供給システム	NYK (社外へ外注予定) 	J-ENG (社外へ外注予定) 
4st エンジン	IHI原動機 (主機) 株式会社IHI原動機 IHI Power Systems Co., Ltd.	IHI原動機 (補機) 株式会社IHI原動機 IHI Power Systems Co., Ltd.
船体開発	NYK (子会社へ外注予定) 	NSY 
運航	NYK (子会社へ外注予定) 	NYK 
船級		

2. 研究開発計画／アンモニア燃料エンジン開発概要

アンモニア燃料エンジン開発の意義と求められる性能

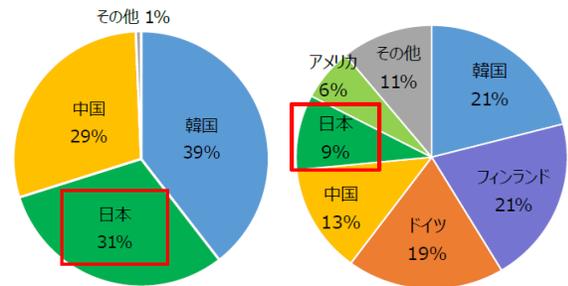
船舶エンジンの分類

船舶のエンジンは以下に分類される。

- ✓ 大型船の主機に用いられる低速 2 ストロークエンジン
- ✓ 中小型船の主機、各種船舶の補機に用いられる中速 4 ストロークエンジン

- 我が国の船用工業は
- ✓ 2ストロークエンジンでは世界シェアの約**3割(世界2位)**
 - ✓ 4ストロークディーゼル機関では世界シェアの約**1割(世界5位)**
- 高い技術力により海事クラスターを支えている。

2/4ストロークエンジン 国別生産状況



出典:国土交通省海事局資料

2ストロークエンジン 世界3大ライセンス

会社名	概要
MAN-ES社	<ul style="list-style-type: none"> • MANのライセンス • 世界トップシェア • 韓国(斗山/現代/S T X等) • 日本(三井E&S/日立造船/川崎重工業) • 中国(HUDONG/DALIAN等)等にてライセンス製造。
Win GD社	<ul style="list-style-type: none"> • WinGD(旧Wartsila)のライセンス • CSSC社(中国)とWartsila社(フィンランド)により設立。 • 2016年6月、CSSC社の100%子会社化。 • 中国(CSSC等)、韓国(現代等)、日本(IHI原動機等)等にてライセンス製造。
J-ENG社	<ul style="list-style-type: none"> • UEエンジン(旧三菱UE)のライセンス。 • 自社工場での製造に加え、赤坂鐵工所、中国ライセンス等にてライセンス製造。

今後の拡大が見込まれるアンモニア燃料船のエンジン市場に向けて、海外メーカーよりも**競争力(環境性能+経済性)のあるエンジン**を国内で開発する必要がある。また開発したエンジンは国内造船所のみならず海外造船所へ供給可能な環境を整備し、輸出または海外でのライセンス製造の割合を高めることにより、国内メーカーの国際市場におけるシェアを増大させることが重要。

競争力の高いはエンジンとは？

ユーザー(運航者)から見た船用エンジンの評価ポイント

以下の観点から船舶エンジンを評価し、搭載を検討する。

- **信頼性(耐久性) : 事故・トラブルの少なさ**
- **燃費 : 燃料消費量の少なさ**
- **価格(コスト) : CAPEX/OPEXの少なさ**
- **GHG排出量、環境性能 : CO₂/NO_x/N₂O排出の少なさ**



アンモニア燃料特有の課題(難燃性/腐食性/毒性などの安全対策)を解決の上、実証を踏まえた評価を基に、競争力の高い国産エンジンを早期に市場導入・商業運航に繋げる必要がある。

2. 研究開発計画／アンモニア燃料エンジン開発概要

アンモニア燃料エンジンの技術課題

アンモニア物性に起因する技術課題

出典:J-ENG

1. 難燃性

燃焼速度が遅く(メタンの1/5)、自然発火温度651℃と高い。
不完全燃焼時、温暖化係数がCO₂比約300倍の亜酸化窒素(N₂O)が生成される懸念がある。
よって、最適な燃焼制御及び排ガス後処理装置による除去等が必要になる。

2. 毒性

粘膜に対する刺激性が高く、短期間で気道や肺に重大損傷を引き起こす。
配管二重化、パーズ装置(※)、分離・回収装置などの安全対策を適用する必要がある。

(※)パーズ装置 : 空間内に不活性ガスを送り込み、その空間に滞留していたアンモニアガスを不活性ガスに置き換える形で除去する装置。

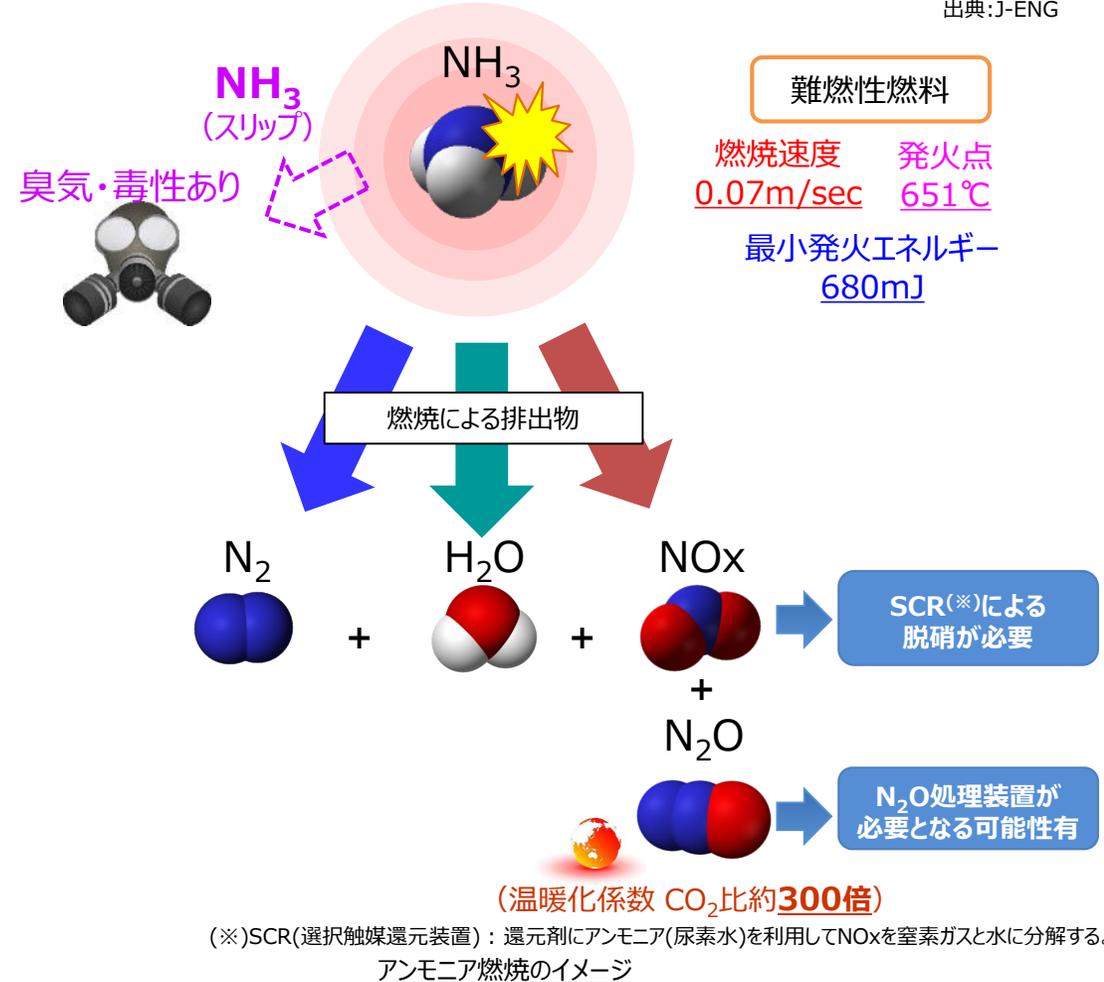
3. 腐食性

銅/合金/ニッケル合金及びプラスチックに対する腐食性がある。
応力腐食割れ(※)を引き起こす性質を持つため、材料の選定及び応力腐食割れを防止する処置が必要になる。

(※)応力腐食割れ : 金属表面に腐食が生じ、引張応力が加わることで割れが生じる現象。

4. 貯蔵性

低位発熱量は18.8MJ/kgと低く、機関への燃料供給量が重油比2.3倍(=1/0.44)まで増えるため、適切な制御システム・安全機構の開発が必要となる。



ゼロエミッションを達成するためには、難燃性のアンモニア燃料の使用比率を高めながら、エンジン排ガス中に含まれるN₂O排出量をコントロール(ミニマイズ)する燃焼・対策が必要

2. 研究開発計画／アンモニア燃料エンジン開発概要

アンモニア燃料エンジン開発方針

エンジン開発における分類

船舶エンジン開発は以下のような観点を考慮しながら、網羅的に開発を進める事であらゆる船舶に対応できる技術を確立する必要がある。

- 1.用途：主機として利用するのか、補機として利用するのか。

用途によってエンジンに求められる性能要件が異なる。

- 2.燃焼方式：拡散燃焼方式か、予混合方式か。

燃焼方式によって機関構成部品・燃焼制御方法が異なる。

- 3.出力：どの船型に搭載可能なのか。

必要な出力に応じて、ボア径(回転数)を調整し、最適な機関開発を実施する。



- 世界的にも舶用エンジンでアンモニアを燃焼させた試験結果等は発表されていない。
- 上記の各条件を網羅的に検証しながら、アンモニア燃料エンジン開発を進める必要がある。
 - 燃焼室へのアンモニア燃料の供給方法
 - アンモニア燃料への着火方法
 - アンモニア燃料の着火タイミング

船舶エンジンの用途

船舶エンジンは用途(主機/補機)により求められる性能が異なる。

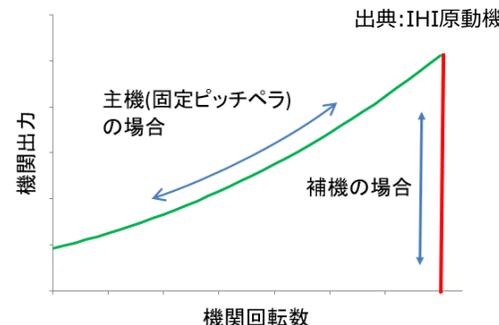
- 主機に求められる性能要件

船の推進プロペラを駆動する機関

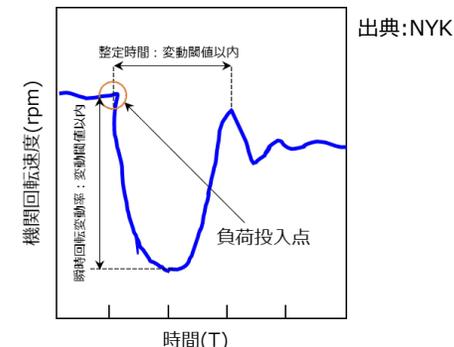
船の速度(曳航力)を調整するため推進用プロペラを駆動する機関であり、機関の回転速度をアイドル状態～定格回転速度まで変化させて使用する必要がある。

- 補機に求められる性能要件

船内で使用する電力を供給するため発電機を駆動する機関であり、周波数が安定した電力を供給するためには、一定の機関回転速度で安定して継続運転できる必要がある。
特に補機は機関にかかる**負荷の変化量が主機に比べて急激**であり、急激な負荷変化に対して機関回転速度の変動を抑える必要がある。



主機・補機における回転数・出力の関係(イメージ)



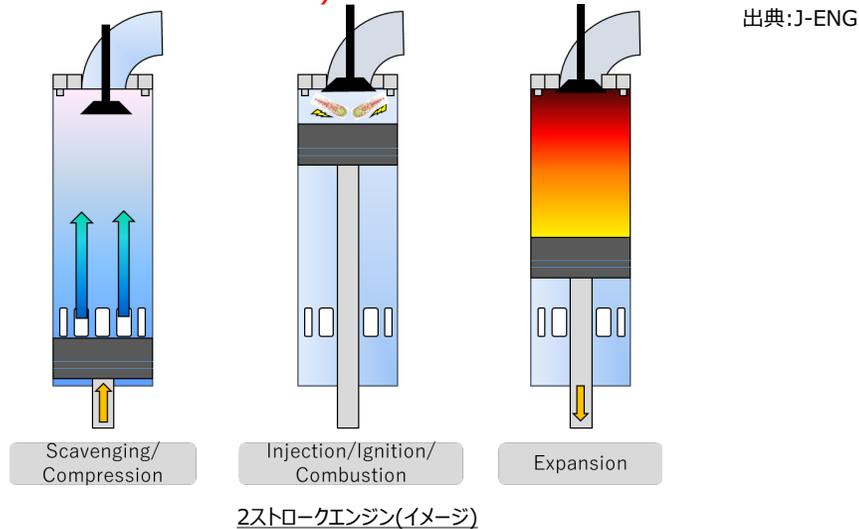
補機における負荷投入性維持性能(イメージ)

2. 研究開発計画／アンモニア燃料エンジン開発概要

アンモニア燃料エンジンの燃焼方式： 拡散燃焼方式/予混合方式

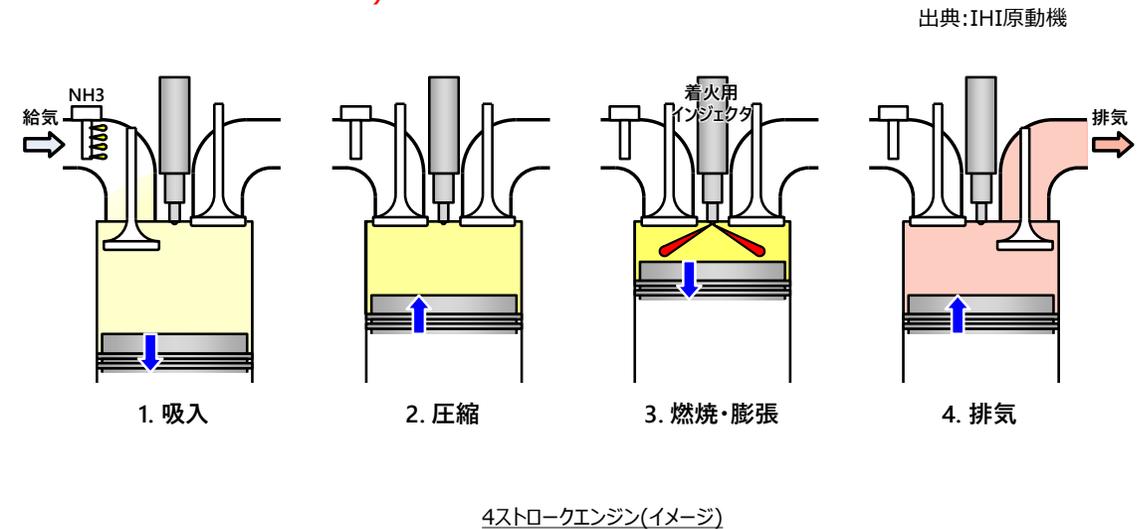
2ストロークエンジン： 拡散燃焼方式(高压)

↳ 圧縮して高温になった圧縮空気中に高压の燃料を噴射し、蒸発した燃料が自着火(拡散燃焼)する燃焼方式。
(2ストロークエンジンでは、液体アンモニアを噴射し筒内で蒸発させる時間が確保できるため、拡散燃焼方式を採用する。)



4ストロークエンジン： 予混合燃焼方式(低压)

↳ 空気と燃料をあらかじめ混合(予混合)し、混合気を圧縮して着火源により燃焼する燃焼方式。
(4ストロークエンジンは小型であるため、高压燃料供給管を配置する拡散燃焼方式を採用する事が難しい。)



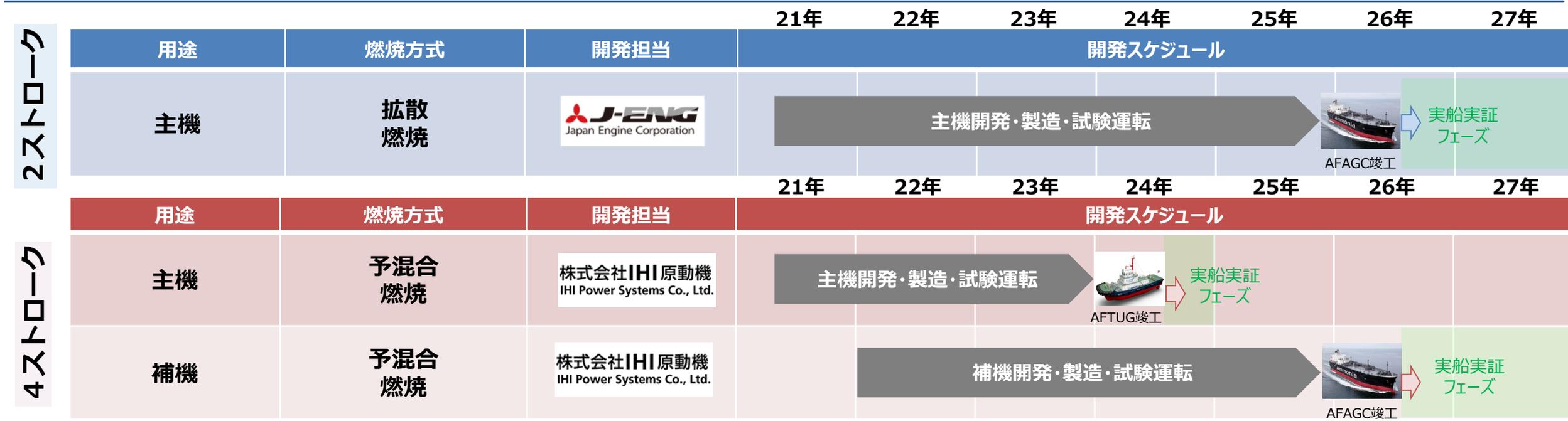
メリット	<ul style="list-style-type: none"> 難燃性であるアンモニアの高混焼率化を狙う事が可能。 未燃アンモニアのスリップが少ない。
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> 中圧(液体アンモニア状態)での燃料供給が必要になるため、供給圧力に応じた機器を設置する必要がある。

メリット	<ul style="list-style-type: none"> 低压での燃料供給が可能。
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> アンモニアの高混焼率化難易度が高い。 未燃アンモニアのスリップが多い。

燃焼室内への燃料の供給方式が異なる(拡散燃焼は液体/予混合燃焼は気体)ため、機関の構造が異なる。

2. 研究開発計画／アンモニア燃料エンジン開発概要

アンモニア燃料エンジン開発内容



：実船実証(改良開発)フェーズ

項目	2ストローク主機 開発	4ストローク主機 開発	4ストローク補機 開発
開発要素	<ul style="list-style-type: none"> アンモニア層状噴射系(J-ENG独自技術)の開発 難燃性であるアンモニアの着火と保炎 燃焼可能な最大混焼率や性能の見極め アンモニア供給装置の開発・設置 	<ul style="list-style-type: none"> アンモニア燃料噴射系の開発(予混合、パイロット噴射) 難燃性であるアンモニアの着火と保炎 燃焼可能な最大混焼率や性能の見極め 	<ul style="list-style-type: none"> ボア径差による混焼率への影響検証。 ボア径に適合した機関構成部品・燃焼制御方法の見直し

2. 研究開発計画／実証船開発概要

アンモニア燃料実証船 開発要素

アンモニア燃料実証船開発 検討項目一覧

アンモニアを燃料とする実証船(新造船)を計画する際は下記に示す様々な要素を検討する必要がある。

No	大項目	No	大項目
1	ルール関連	12	排ガス後処理装置開発 (N ₂ O/NOx)対策
2	運航条件・設計条件策定	13	毒性排除システム検討
3	船型主要目の決定	14	船内安全要件の確立
4	アンモニア燃料供給システム確立 (Tank Type選定含む)	15	材料関連
5	圧力・温度制御システム	16	EEDI関連
6	主機開発関連(設計取り込み)	17	オペレーション/マニュアル
7	補機開発関連(設計取り込み)	18	リスクアセスメントの実施
8	荷役関係	19	建造コスト検討
9	艙装品配置	20	経済性検証
10	居住区配置	21	AIP取得
11	タンク配置		

特筆すべき開発項目

船種毎の特筆すべき開発項目は下記の通り。

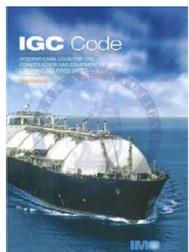
船種	開発項目
A-Tug 	・アンモニア燃料対応機器配置 限られた船上スペースを考慮の上、アンモニア燃料対応による追加設備の最適機器配置を実施し、既存船のオペレーション&メンテナンス性能を維持する。
船種	開発項目
A-FAGC 	・船内アンモニアハンドリングシステム アンモニア荷役配管システム/燃料供給システムを確立する。 ・オペレーショナルシーケンスの確立 これまでに無いアンモニア貨物/燃料オペレーションにおいて、新規のオペレーショナルシーケンスを確立する。

2. 研究開発計画／実証船開発概要

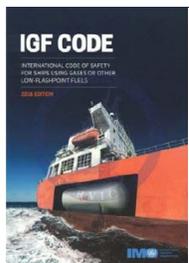
アンモニア燃料実証船 開発内容

アンモニア燃料利用に関するルール策定

現時点で、アンモニアを船用燃料として利用するための規則は存在しない。



- ✓ IGCコード
(液化ガス輸送のための船舶の構造び設備に関する国際規則)
⇒**毒性プロダクトであるアンモニアを燃料と使用することが認められていない。**



- ✓ IGFコード
(ガス燃料その他の低引火点燃料を使用する船舶の安全性に関する国際規則)
⇒**メタン(LNG)を想定した規則でありアンモニアは低引火点燃料ではなく対象外。**



- アンモニアの物性(毒性/可燃性/腐食性)を考慮し、環境/乗組員/船舶へのリスクを最小限にし、既存燃料と同等の安全性/信頼性を実現するための規則が必要。
- ガイドラインの作成にコンソメンバーが貢献、NYKの実証運航を通じて検証する。また策定したガイドラインについては、船技協(※)を通じてIMOへの提案へと導く。

(※)船技協(日本船舶技術研究協会)：国交省外郭団体

リスクアセスメントに基づいた代替設計

ガイドラインに適應できない事項については、HAZID※(リスクアセスメント)を通じた代替設計を進め、官庁からの承認取得を実施する必要あり。

(※) HAZID : Hazard Identification Study

アンモニアの毒性基準値

Effect	Ammonia concentration in air (by volume)
Readily detectable odour	20 – 50 ppm
No impairment of health for prolonged exposure	50 – 100 ppm
Severe irritation of eyes, ears, nose and throat. No lasting effect on short exposure	400 – 700 ppm
Dangerous, less than ½ hours exposure may be fatal	2000 – 3000 ppm
Serious edema, strangulation, asphyxia, rapidly fatal	5000-10000 ppm



出典：AMMONIA AS A MARINE FUEL SAFETY HANDBOOK

リスクアセスメント(イメージ)

Multiple fatalities	Catastrophic damage	E	1	2	3	4	5
*Single fatality	Major damage	D					
Major injury	Localised damage	C					
Minor injury	Minor damage	B					
Zero injury	Zero damage	A					
People	Assets/Environment		1	2	3	4	5
Severity ↑	Chance	Remote	Extremely Unlikely	Very Unlikely	Unlikely	Likely	
	Chance per year	<10 ⁻⁶ /y	≥10 ⁻⁶ /y <10 ⁻³ /y	≥10 ⁻³ /y <10 ⁻² /y	≥10 ⁻² /y <10 ⁻¹ /y	≥10 ⁻¹ /y	≥10 ⁰ /y
Likelihood →	Chance in Vessel Lifetime	<1 in 40,000	≥1 in 40,000 <1 in 4,000	≥1 in 4,000 <1 in 400	≥1 in 400 <1 in 40	≥1 in 40	

出典：Safe and effective application of ammonia as a marine fuel, Delft University of Technology and C-Job Naval Architects, 2019



- 共同開発メンバーは官庁の協力を仰ぎながら、実証運航に向けた検討を推進する。

2. 研究開発計画

PJ② 外航船(アンモニア燃料アンモニア輸送船)

2. 研究開発計画 / (1) 研究開発目標

アンモニア燃料船開発(MGC)というアウトプット目標を達成するためのKPI

研究開発項目

3. アンモニア燃料低速2ストロークエンジン開発
(主機/拡散燃焼方式)

アウトプット目標

アンモニア燃料を使用する国産低速2ストロークエンジンの開発。
アンモニア混焼率向上に取組み、実証運航にて安定運航を確認する。
最終的には、脱炭素燃料・ゼロエミッション燃料を使用し、GHG排出総量ゼロの達成を目指して開発を進める。

研究開発内容	KPI	KPI設定の考え方
① 層状燃料噴射系の開発	アンモニアを混焼可能な燃料噴射系の開発	GHG排出量を出来るだけ多く削減しつつ、冗長性のあるDual Fuel仕様で設定
② 単筒試験機による燃焼技術の検証	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	単筒試験機にて、層状噴射で燃焼可能な最大混焼率や性能を見極める
③ アンモニア燃料供給装置の開発	アンモニアを安全に安定供給できる供給装置の開発	各種制御・応急システムを搭載し、実際の運用を想定した運転ができること
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	実機にて、アンモニアを混焼可能とする	IMO目標のGHG排出総量ゼロ達成に向けて混焼率向上を図る
⑤ フルスケールエンジンを用いた実証運航	実証運航において、運航不能となる重大トラブルゼロで1航海以上運転し、3か月以上ドック入りすること無く運航	各種制御・応急システムを搭載し、実際の運航ができること

2. 研究開発計画 / (2) 研究開発内容

各KPIの目標達成に必要な解決方法

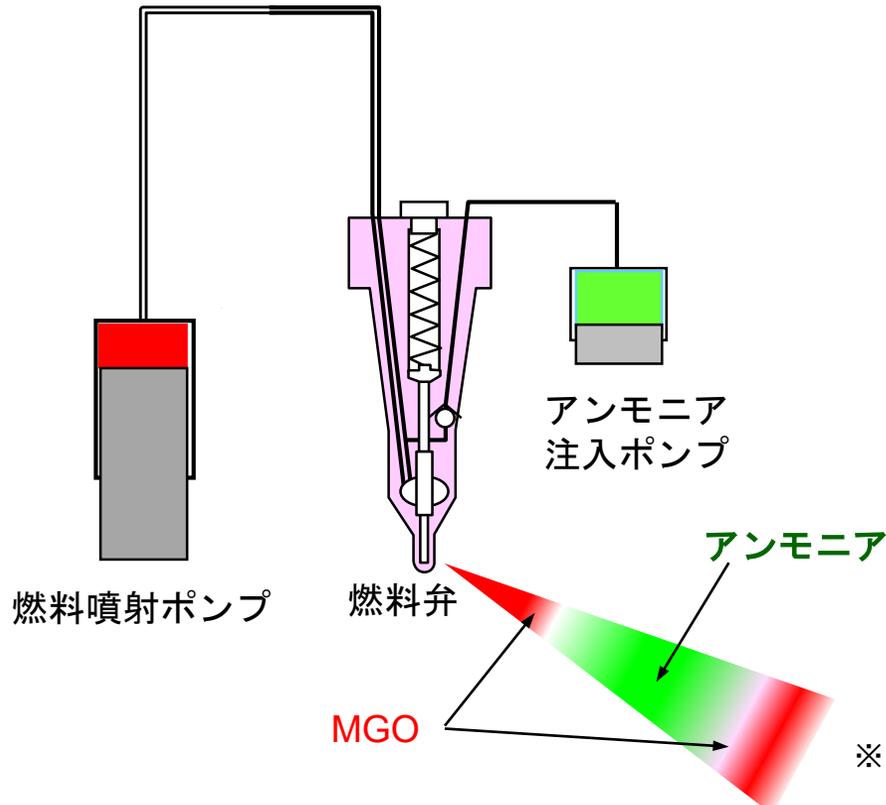
研究開発項目		3.アンモニア燃料低速2ストロークエンジン開発(主機/拡散燃焼方式)			
	KPI	現状	達成レベル	解決方法	
1	層状燃料噴射系の開発	アンモニアを混焼な燃料噴射系の開発	層状水噴射技術はあるが、アンモニアの適用実績なし。(TRL3)	噴射系シミュレーションによる検証 (TRL4)	<ul style="list-style-type: none"> アンモニア混焼によるトータル噴射体積の増加と、従来燃料噴射時の噴射特性確保の両立を、シミュレーションを用いて最適化設計 燃料噴射率および各層の燃料 - アンモニア割合の最適化
2	単筒試験機による燃焼技術の検証	単筒試験機にて、層状噴射によるアンモニア混焼運転の検証	水の層状燃焼技術はあるが、アンモニアの適用実績なし。(TRL3)	単筒試験機での実証 (TRL5)	<ul style="list-style-type: none"> 燃料噴射率および各層の燃料 - アンモニア割合の最適化
3	アンモニア燃料供給装置の開発	アンモニアを安全に安定供給できる供給装置の開発	陸上プラント向けの供給装置はあるが、実船適用実績なし。(TRL4)	実機にてアンモニア運転 (TRL8) 商業運航 (TRL9)	<ul style="list-style-type: none"> 実機運転による検証と、必要に応じて改善設計の実施と要求仕様への適合確認
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	実機にてアンモニアを混焼可能とする	水の層状燃焼技術はあるが、アンモニアの適用実績なし。(TRL3)	実機の陸上試験 (TRL7)	<ul style="list-style-type: none"> 実機の運転条件にて燃焼状態の最適化を実施
5	フルスケールエンジンを用いた実証運航	実証運航において、運航不能となる重大トラブルゼロで1航海連続運転し、3か月以上ドック入りすること無く運航	水の層状燃焼技術での実証運航実績はあるが、アンモニアの適用実績なし。(TRL3)	実航海にてアンモニア運転 (TRL8) 商業運航 (TRL9)	<ul style="list-style-type: none"> 陸上運転結果から信頼性の確認、およびフィードバック設計の適用 <ul style="list-style-type: none"> 計測結果に応じた信頼性向上の設計改善 実証運航による検証と、必要に応じて改善設計の適用

2. 研究開発計画 / (2) 研究開発内容

国産独自の層状噴射技術の適用

アンモニア燃料エンジンでの層状噴射による燃焼メカニズム

- 燃焼方式は**拡散燃焼方式**を採用
- **層状噴射技術の優位性**を活かした**高度な燃焼制御**により、**低燃費化と亜酸化窒素(N₂O)生成をミニマイズ**

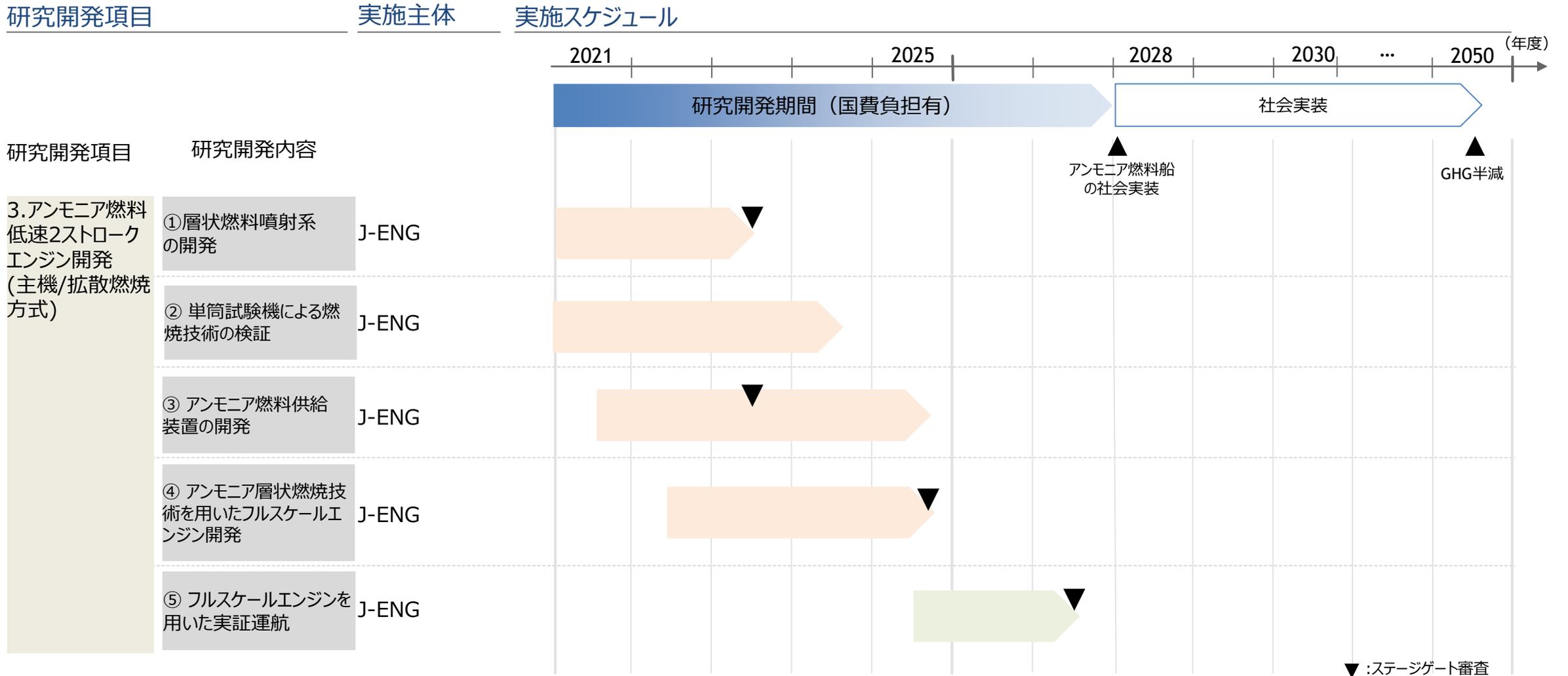


- 層状噴射は純国産の**J-ENG独自の差別化技術**
- 難燃性燃料への層状噴射の応用は**J-ENG独自技術**
- 一つの燃料弁から二種類の燃料噴射と混焼が可能
⇒ **装置構成がシンプル**
⇒ 燃焼室内での**燃焼最適化** の追求が容易

※ 噴霧はイメージ図

2. 研究開発計画 / (3) 実施スケジュール

アンモニア燃料エンジン市場投入、社会実装までのスケジュール

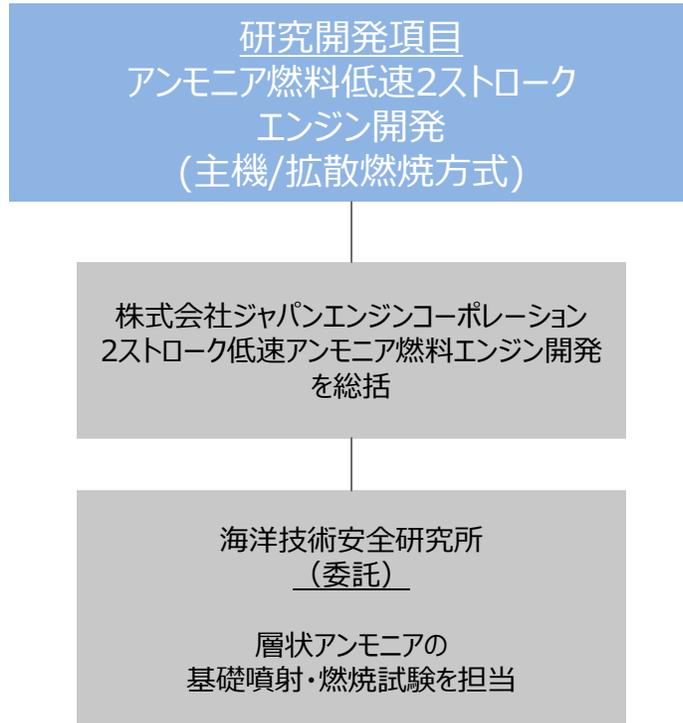


2. 研究開発計画 / (4) 研究開発体制

研究開発実施体制と役割分担

実施体制図

➤ 事業全体の資金需要	123億円
➤ 国費負担	84億円
➤ 自己負担	39億円



各主体の役割と連携方法

各主体の役割

- 株式会社ジャパンエンジンコーポレーションは、アンモニア燃料低速2ストロークエンジンの開発を総括する。
- 層状アンモニアの基礎噴射・燃焼試験は、海上技術安全研究所に委託する。

研究開発における連携方法

- 依頼工事先の各社と定期的な会議を開き、依頼実施の要件、進捗のフォローアップを実施する。

* アンモニア燃料タグボート・アンモニア燃料アンモニア輸送船の両プロジェクトのコンソーシアム全体の費用として

※ 総事業規模は、実施者の自己負担も含めた総投資額

※ 国費負担額はNEDOからの委託費・補助金の額(インセンティブを含む)

【GI基金】アンモニア燃料国産エンジン搭載船舶の開発

2. 研究開発計画 / (5) 技術的優位性

国際的な競争の中における技術等の優位性

研究開発項目	研究開発内容	活用可能な技術等	競合他社に対する優位性・リスク
アンモニア燃料 低速2ストローク エンジン開発 (主機/拡散燃焼 方式)	1 層状燃料噴射系 の開発	<ul style="list-style-type: none"> 層状水噴射ポンプ・燃料弁の開発実績 	<p>→</p> <p>【優位性】・独自技術の層状噴射技術で他社に先行 ・層状噴射技術により関連機器削減・メンテナンスコスト低減</p>
	2 単筒試験機に よる燃焼技術の確 認実証	<ul style="list-style-type: none"> エンジン開発における実証技術 自社開発の制御技術 高性能を支える性能最適化技術 	<p>→</p> <p>【優位性】・独自技術の層状噴射技術を用いた高性能化 ・ブラックボックスのない自社開発の制御システム</p>
	3 アンモニア燃料 供給装置の開発	<ul style="list-style-type: none"> 長年のエンジン開発における燃料系統の計画技術 エンジン開発で培ったリスクアセスメント手法 	<p>→</p> <p>【優位性】・エンジンと供給システムの確実な親和性・安全性の確保 【リスク】・安全規則の変化に伴う追加対策</p>
	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 の開発	<ul style="list-style-type: none"> 従来エンジンの燃料噴射系並びにエンジン開発技術 従来エンジンにおける制御系・状態監視システム等の電子制御技術 	<p>→</p> <p>【優位性】・独自技術の層状噴射技術を用いた高性能化 ・国産自社開発であり、海外への技術流出なし 【リスク】・安全規則の変化に伴う追加対策</p>
	5 フルスケールエンジ ンを用いた 実証運航	<ul style="list-style-type: none"> 蓄積した自社開発技術と長年のアフターサービス実績による、迅速な製品改良技術 	<p>→</p> <p>【優位性】・開発・製造・アフターサービス一貫体制による迅速な改良対応 【リスク】・他社の先行した就航実績の積み上げ</p>

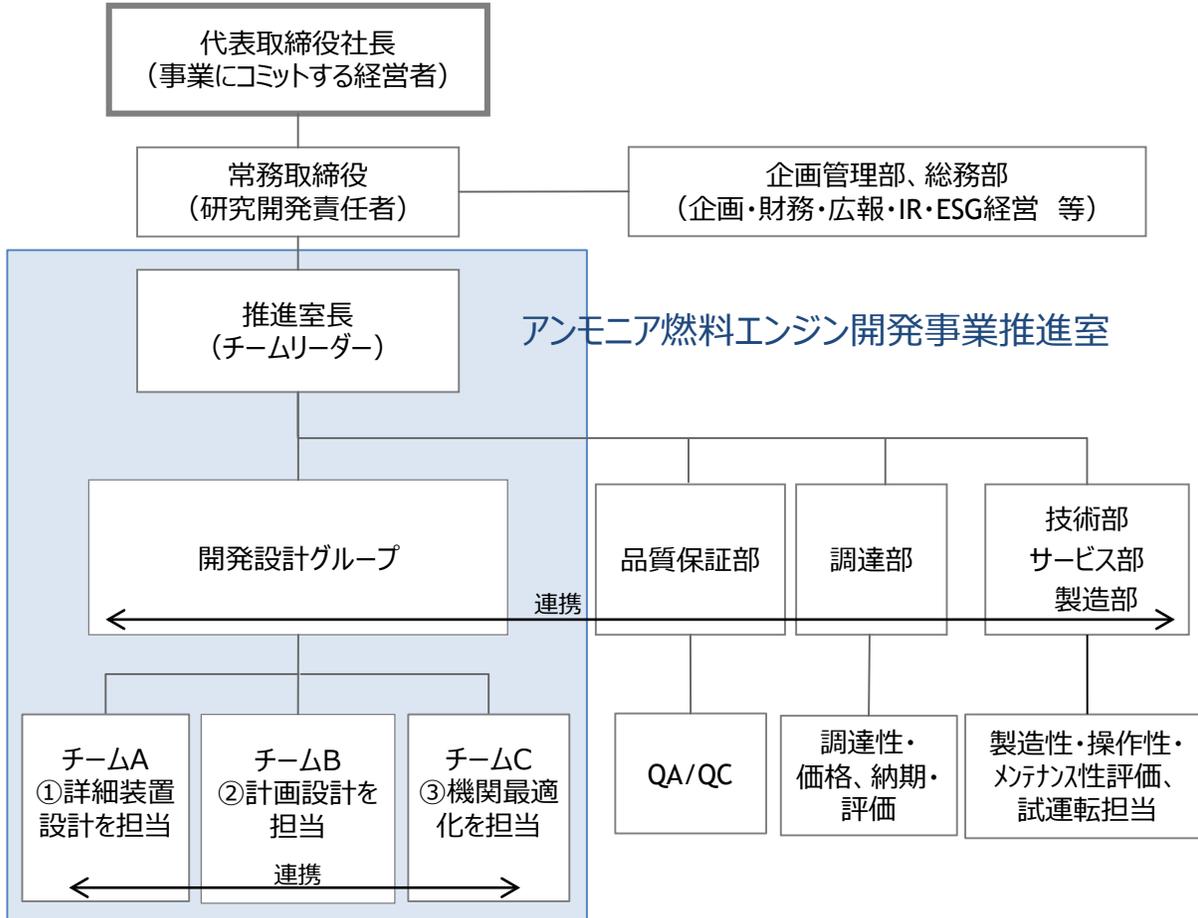
3. イノベーション推進体制

(経営のコミットメントを示すマネジメントシート)

3. イノベーション推進体制／（1）組織内の事業推進体制

経営者のコミットメントの下、専門部署に複数チームを設置

組織内体制図



組織内の役割分担

研究開発責任者と担当部署

- 研究開発責任者
 - 常務取締役：研究開発全般の取り纏め責任者
- アンモニア燃料エンジン開発事業推進室、開発設計グループを新設し、開発～事業化までを強かに推進
 - 開発事業推進室長（チームリーダー）
 - 品質保証、調達、技術、サービス、製造の各部署が分野毎の評価実施
- 開発設計グループは3チームで構成
 - チームA：詳細装置設計を担当
 - チームB：計画設計を担当
 - チームC：機関最適化を担当

チーム、グループ間の連携方法

- 開発会議による進捗報告、レビュー
- QCD連絡会における設計レビュー

経営者等によるアンモニア燃料エンジン事業への関与の方針

1. 経営者等による具体的な施策・活動方針

• 経営者のリーダーシップ

- 国内外における2050年のカーボンニュートラル実現に向けた取り組みの中、海事産業においてはゼロエミッション船の実現が必須となっており、重油からカーボンフリー燃料への一大転換期を迎えていると認識している。
- 当社事業においても、これに対応した次世代燃料エンジン開発に取り組むことを社内外に示しており、アンモニア燃料エンジンについては、ひとつの有効な打ち手、且つ、当社の層状噴射技術を活用することで、競合他社を凌駕することができる有力な事業と位置付けている。
- 当社アンモニア燃料エンジンの優位性、当該事業の重要性を、顧客、株主、投資家等、あらゆるステークホルダーに対して、PR、IR活動等を通じて発信していく予定である。
- 開発費には手厚くリソースを配分することで、従来技術の延長線上にない革新的な脱炭素エンジンの具現化に挑戦する。

• 事業のモニタリング・管理

- 当該事業はプロジェクト管理することとし、定期的に経営層を交えた開発レビュー会を開催予定である。
- レビュー会に加え、週次で実施している経営会議等においても定常的にフォローでき、経営者からのタイムリーな指示が可能となる。
- 社方針において、ECM(Engineering Chain Management)活動の徹底を掲げており、社内レビューに加え、顧客およびサプライヤーなどからのフィードバックも幅広く取り入れ事業を進めていく計画である。
- 開発計画に示したKPIについて、進捗状況を社内会議で定期的にモニタリングする予定である。

2. 事業の継続性確保の取組

- アンモニア燃料エンジン事業の成否は、当社の舶用主機関事業の将来を左右する重要な事業であり、経営層が交代する場合にも、持続的な発展のために、事業を引き継ぎ、事業完遂に向けた取組みを積極的に推進していく計画である。
- アンモニア燃料エンジンの後続受注を図りつつ、QCD向上に継続的に取り組み、拡販とシェアアップを狙う計画である。

経営戦略の中核においてアンモニア燃料エンジン事業を位置づけ、広く情報発信

1. 取締役会等での議論

• カーボンニュートラルに向けた全社戦略

- 環境負荷の軽減は、当社のESG経営の重要な目標の一つであり、製品および製造活動におけるカーボン排出の削減を推進している。
- 当該活動を進めるにあたっては、国の指標と連動し、2050年カーボンニュートラル実現を目指している。

• 事業戦略・事業計画の決議・変更

- 重要な研究開発は、取締役会での決議事項となっているほか、取締役会の下部組織となる社内経営会議においても、全社の幹部社員が参加し、社の方針や懸案事項等の協議、決定を実施している。
- 今回の事業においても、進捗状況は、社内経営会議等で定期的にモニタリングすることに加え、内容によっては取締役会にも付議する予定である。
- また、事業について決議された内容は、経営会議、全社部長会などの社内会議を通じ全社に周知するほか、社基本方針の伝達、社員集会、社内報などの各種媒体・手段を通じて社内に広く周知する。

• 決議事項と研究開発計画の関係

- 当社では、研究開発能力を、製品競争力を維持し、事業を伸長させていくための重要な経営資源として位置付けており、有価証券報告書、短信などでもその旨を記載している。

2. ステークホルダーに対する公表・説明

- **本プロジェクトは当社が目指す成長戦略である脱炭素エンジン事業の中核に位置付けられる。今後もトップコミットメントの具体的な形として社内外に発信していく。**

• 情報開示の方法

- 金融商品取引法や東証規則に則り、適時適切に情報を開示している。これに加え、会社独自の取組みとして、ホームページ上でのニュースリリースや、事業報告書を紙面およびオンライン上で発行しているほか、業界紙その他に広告を出稿するなどし、IR活動を展開している。
- 今回の事業についても、プレスリリース等による対外公表を予定しており、東証規則に合致する場合には、適時開示も予定している。

• ステークホルダーへの説明

- 投資家・金融機関等： 開示資料や定期的な面談を通じて説明。
- 取引先・サプライヤー： 定期的な面談や説明会などを通じて説明。
- 情報発信： ニュースリリースや広告などで情報を発信。

3. イノベーション推進体制／（4）マネジメントチェック項目③ 事業推進体制の確保

機動的に経営資源を投入し、着実に社会実装まで繋げられる組織体制を整備

1. 経営資源の投入方針

● 実施体制の柔軟性の確保

- 事業の進捗状況は社内の会議体において定期的に報告し、課題発生時には、追加的なリソース投入を含め、適時適切に対応予定である。
- 産学官連携での開発を進めるとともに、知見ある外部の研究所などのリソースも有効活用する。
また、アンモニア燃料エンジンを製造するにあたっては、既存のビジネスパートナーを中心にサプライチェーンも整備し、社内外関係先で一丸となって取り組んでいく。
- 本プロジェクトのコンソーシアムの中には顧客となる船主・造船所が含まれており、開発・実機検証時にフィードバックを得て、細部をブラッシュアップできる体制にある。
- 潜在顧客に対しても、計画仕様を提示することで広く顧客ニーズをすくい上げ、細部をブラッシュアップしていく予定である。

● 人材・設備・資金の投入方針

- 開発開始時の体制に対し、その後の開発の進捗、課題解決に対応すべく、必要なスキルを持った人材（主に技術系社員を想定）について、社内異動、兼務、新規採用等のフレキシブルな人員配置を行う。
- 既存の工場建屋・運転設備等も活用しつつ、アンモニア燃料エンジン用の燃料供給装置、運転設備を追設予定である。
- 本事業にかかる研究開発、設備に対し、国費負担以外は自社で資金を投入予定である。
- ESG経営の一環として環境への取組みを進めるものであり、短期的な経営指標に左右されず継続的に経営資源を確保・投入していく予定。

2. 開発推進体制の構築

● 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。
- アンモニア燃料エンジン開発推進室と開発設計グループを立ち上げる。
- 開発設計グループは、①詳細装置設計チーム、②計画設計チーム、③最適化設計チームを設置し、各所掌間の連携を行う。
その全体をチームリーダーが取り纏める。
- 開発研究責任者が経営者と逐次情報共有、経営判断を行う。
- 状況に応じて、中途採用や社外リソースの活用を柔軟に検討する。

● 若手人材の育成

- 開発設計部門の各チームには、若手人材を抜擢し、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、開発をけん引するスキルの育成を図る。

4. その他

4. その他 / (1) 想定されるリスク要因と対処方針

リスクに対して十分な対策を講じるが、対象とする市場が無く技術的開発意義がない事態に陥った場合には事業中止も検討

研究開発（技術）におけるリスクと対応

- パイロット燃料が多量に必要でアンモニア混焼率が低くなるリスク。
 - 層状噴射を適用することで着火と保炎をサポートし、アンモニア混焼率を押し上げる。
- 亜酸化窒素(N₂O)の排出が多くなり、GHGが削減できないリスク。
 - 層状噴射を適用することで燃焼の活発化を促進し亜酸化窒素(N₂O)排出量をミニマイズする等。
- アンモニア漏れに等より、安全性を確保できないリスク。
 - 配管二重管化、パージ装置、分離・回収装置などの安全対策を適用。

社会実装（経済社会）におけるリスクと対応

- アンモニアのインフラ整備が遅れることで、燃料供給に制約がでるリスク。
 - 主機関を、アンモニアと従来燃料(重油)の2つの燃料モードで運転可能なDual Fuel仕様とすることで、アンモニア供給が可能となる次港までの運航を確保する。

その他（自然災害等）のリスクと対応

- 自然災害を含む不可抗力による遅延。
 - 工場設備への影響、部材状況について、情報確認をタイムリーに行い、リスクをミニマイズする。
 - 事業の継続性を担保するためのBCPは整備されており、必要に応じて事業プロセスに冗長性を取り入れるとともにレジリエンスを高めていく。また、危機管理と迅速な復旧を可能にするための組織体制作りにも、継続して取り組んでいく。



● 事業中止の判断基準：

- ①技術面：いかなる手法を尽くしても、目標とする成果を得られないことが確実となり、製品が完成し得ない。
- ②マーケット面：アンモニア燃料エンジンの需要が、今後とも実社会で一切生じず、開発した製品を社会実装・市場投入できる余地がない。
- ③その他：自然災害等で当社の有する設備等が壊滅し、今後の事業継続・再開が不可能となる。