

# 事業戦略ビジョン

実施プロジェクト名：「舶用水素エンジン及びMHFS\*の開発」

実施者名：ヤンマーパワーテクノロジー株式会社

代表名：代表取締役社長 田尾 知久

幹事会社：川崎重工業株式会社

共同実施者：株式会社ジャパンエンジンコーポレーション

\*MHFS (Marine Hydrogen Fuel System)：舶用水素燃料タンク及び燃料供給システム

# 目次

## 1. 事業戦略・事業計画

- (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

- (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）

- (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

- (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

## 世界的な温暖化対策の強化により、全ての船舶に対するグリーン化要求が高まっている

### 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）

- 温暖化問題の表面化
- パリ協定('15年、2℃目標)→IPCC1.5℃特別報告書('18年)
- 世界各国で2050年のカーボンニュートラル目標を設定

#### （経済面）

- カーボンニュートラル目標達成のための大規模投資を要する
- EU Green Deal, 日本グリーンイノベーション基金等の補助施策・基金

#### （政策面）

- IMO GHG strategy（'18年設定）
- IMO 既存船燃費性能規制や燃費格付け制度の施行（'23年から）
- EU ETS対象拡大や国際海事研究開発基金(IMRF)設立の動き

#### （技術面）

- 欧州2-strokeエンジンメーカーのアンモニアエンジン/燃料船開発
- 欧州,日本4-strokeエンジンメーカー等の水素/アンモニアエンジン開発

#### ● 市場機会：

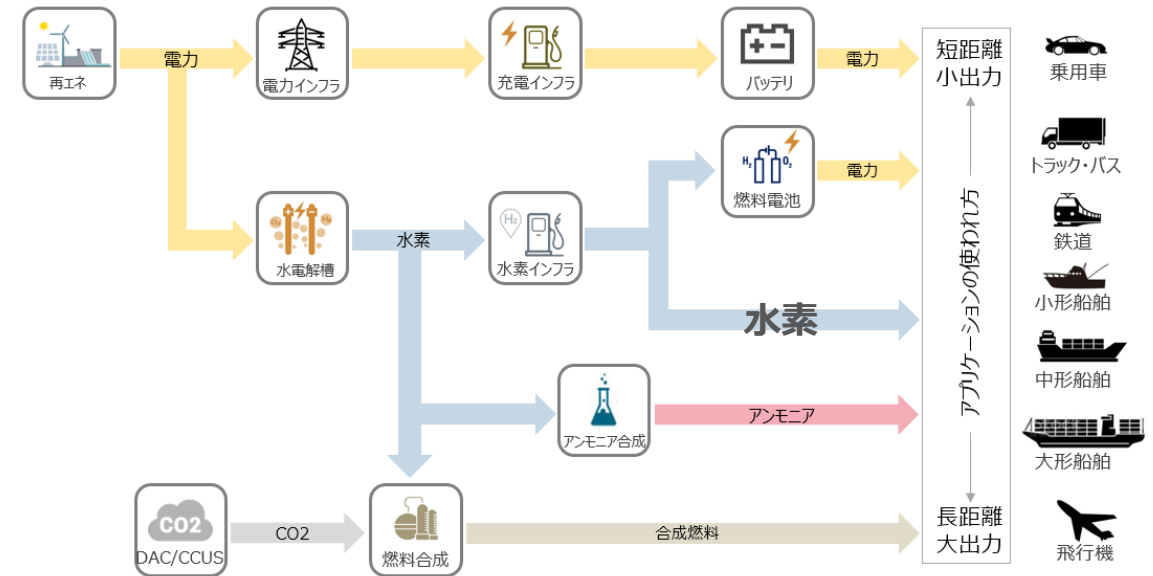
全ての船舶の低炭素化・脱炭素化が求められ、電動化が困難な領域においてはエネルギー効率改善だけでなく、水素等のグリーン燃料への転換が求められる。

#### ● 社会・顧客に与えるインパクト：

舶用機器において安全な新燃料利用技術を提供することにより、顧客の低/脱炭素化(船主やオペレータのビジネス)に貢献する。

### カーボンニュートラル社会における産業アーキテクチャ

#### 将来のエネルギーフローイメージ（移動体を想定）



出典：IEA Net Zero by 2050などをもとに作成

#### ● 当該変化に対する経営ビジョン：

#### A SUSTAINABLE FUTURE

～テクノロジーで、新しい豊かさへ。～

（ヤンマーグループのブランドステートメント）

#### A GLOBAL LEADER in Green Powertrain Technologies

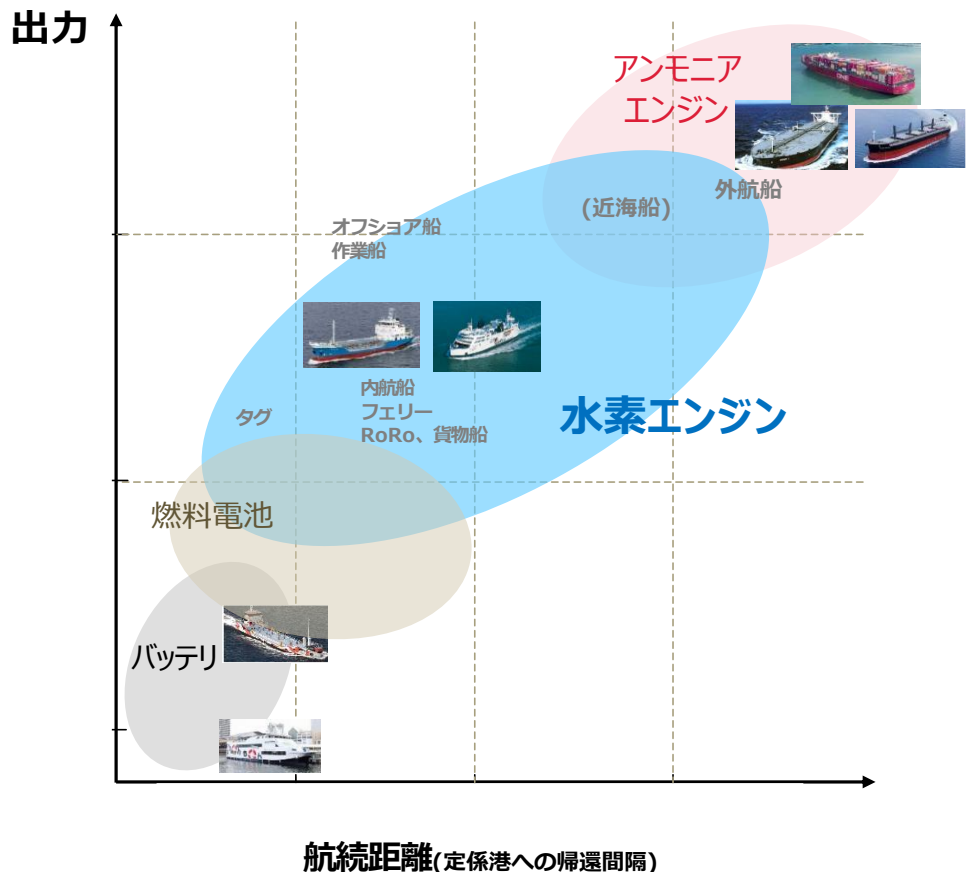
～ 環境負荷を最小化する動力を提供

（ヤンマーパワーテクノロジー長期ビジョン）

## 舶用水素市場の中で外航船補機をメインターゲットとする

### セグメント分析

出力・航続距離に対する新燃料パワーソースの適合性イメージ



### ターゲットの概要

※ IEA Net Zero by 2050 のMaritime shipping燃料シェア見通しより

#### 市場概要と目標とする船種

- 水素が将来の主要燃料と想定される中、外航船補機を本事業のメインターゲットとする。
- アンモニア(外航深海船にて利用)を除く舶用燃料における水素は、3~4割程度のシェアを占め、新造船においてはその比率はさらに高まると考えられる(2050年※)。
- 上記水素燃料船において、燃料電池適用範囲は小形船舶に限定されると想定されることから、エンジンがその一部の領域を含めてパワーソースのマジョリティになると考えられる。

| 船種  |                          | 市場成長率                  | 顧客（船側）の課題                                                                                                             | 補機想定ニーズ                                                                                                          |
|-----|--------------------------|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 外航船 | 水素運搬船                    | 水素需要増                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>GHG規制適合</li> <li>大量輸送のための専用船開発</li> <li>積荷の燃料利用</li> </ul>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>ボイルオフガス利用</li> <li>水素混焼率の最大化（DF機関パイロット燃料の最小化）</li> </ul>                  |
|     | バルカー<br>その他タンカー<br>コンテナ等 | 荷動き増<br>化石燃料<br>需要減    | <ul style="list-style-type: none"> <li>GHG規制適合</li> <li>ペイロード確保</li> </ul>                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>小型・高出力化（付帯設備含め）</li> </ul>                                                |
| 内航船 | 客船                       | 電気推進<br>ハイブリッド船<br>の増加 | <ul style="list-style-type: none"> <li>GHG規制適合</li> <li>冗長性、安全性確保</li> <li>作業性・操船性向上</li> <li>輸送サービス高付加価値化</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>小型・高出力化（付帯設備含め）</li> <li>負荷応答性</li> <li>蓄電池との協調制御</li> <li>静粛性</li> </ul> |
|     | 作業船                      |                        |                                                                                                                       |                                                                                                                  |
|     | 漁船                       | メカ推進                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>GHG規制適合</li> <li>ペイロード、船速確保</li> </ul>                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>小型・高出力化（付帯設備含め）</li> </ul>                                                |
|     | 貨物船                      |                        |                                                                                                                       |                                                                                                                  |

主なターゲット

# 1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル

## GHG排出削減のための「補機用中高速4ストローク水素燃料エンジン」を提供する事業創出・拡大

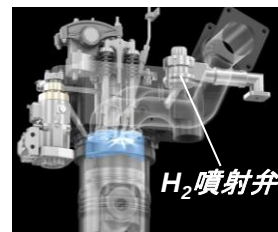
### 社会・顧客に対する提供価値

- 幅広い用途におけるGHG排出削減
- 冗長性の高いエンジン提供
- 船舶のゼロエミッション化と機関室内の省スペース化のためのエンジンサイズ両立
- NOx, SOx規制満足維持
- 国内海事産業の活性化

### 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

#### ＜研究開発計画＞

#### 1. 水素混焼中速補機エンジンの開発



#### 2. 水素専焼高速補機エンジンの開発

- 基礎燃焼技術確立：各大学とのコラボ
- 水素燃料供給装置(MHFS\*)：  
コンソーシアム内での共同開発
- NOx規制対応SCR◇システム：自社開発
- 各サプライヤーとの連携

#### ＜ビジネスモデル＞

#### 1. 外航船に搭載している補機用のディーゼル燃料を水素へ移行させる

#### 2. 水素燃料インフラ整備状況を踏まえた水素エンジンの市場投入

- (1) 水素燃料インフラが整備されるまで  
ディーゼル燃料油も使用可能な  
水素二元燃料(DF)中速エンジン提供  
(冗長性確保も可能)
- (2) 水素燃料インフラ整備につれて  
水素専焼高速エンジン提供

\*MHFS (Marine Hydrogen Fuel System)：舶用水素燃料タンク及び燃料供給システム

◇SCR (Selective Catalytic Reduction)：選択的触媒還元（排ガス後処理）

自社の強みを活かし、社会・顧客に対して「GHG排出削減」という価値を提供する。

## 自社の強み、弱み（経営資源）

### ターゲットに対する提供価値

- GHG排出削減
- GHG削減効果を多数の船に展開



### 自社の強み

- 外航補機関で世界トップシェア
- LNG-DFエンジン、SCRを開発できる技術力
- 全世界に展開する販売、サービスネットワーク

### 自社の弱み及び対応

- 海外ライセンスメーカーに対する価格競争力  
⇒ 先行的な技術確立、市場投入による実績蓄積  
⇒ 上記に基づく性能、品質面での競合優位性確立  
⇒ サービスネットワークによる迅速な市場への展開

## 他社に対する比較優位性

### 自社

#### 技術

- LNG-DFエンジン(燃焼)技術力  
自社製エンジンへの尿素SCR適合力  
(触媒装置設計)  
(エンジン制御/排ガス温度コントロール)
- エンジニアリング、アフターサービス面
- (将来)新燃料システム全体を  
インテグレーションする技術力

#### 顧客基盤

- ヤンマー船用ディーゼルエンジンへの  
信頼度/期待感  
(外航補機関で世界トップシェア確保)
- LNG-DFエンジン、SCRにおける市場投入実績
- 世界各地に広がるサービスネットワーク

### 競合

- 海外ライセンサーもしくは  
海外エンジニアリング会社からの  
技術供与によるエンジン開発

- 低価格販売
- ネットワークは未熟  
(ただし急成長の可能性あり)

### (国内)

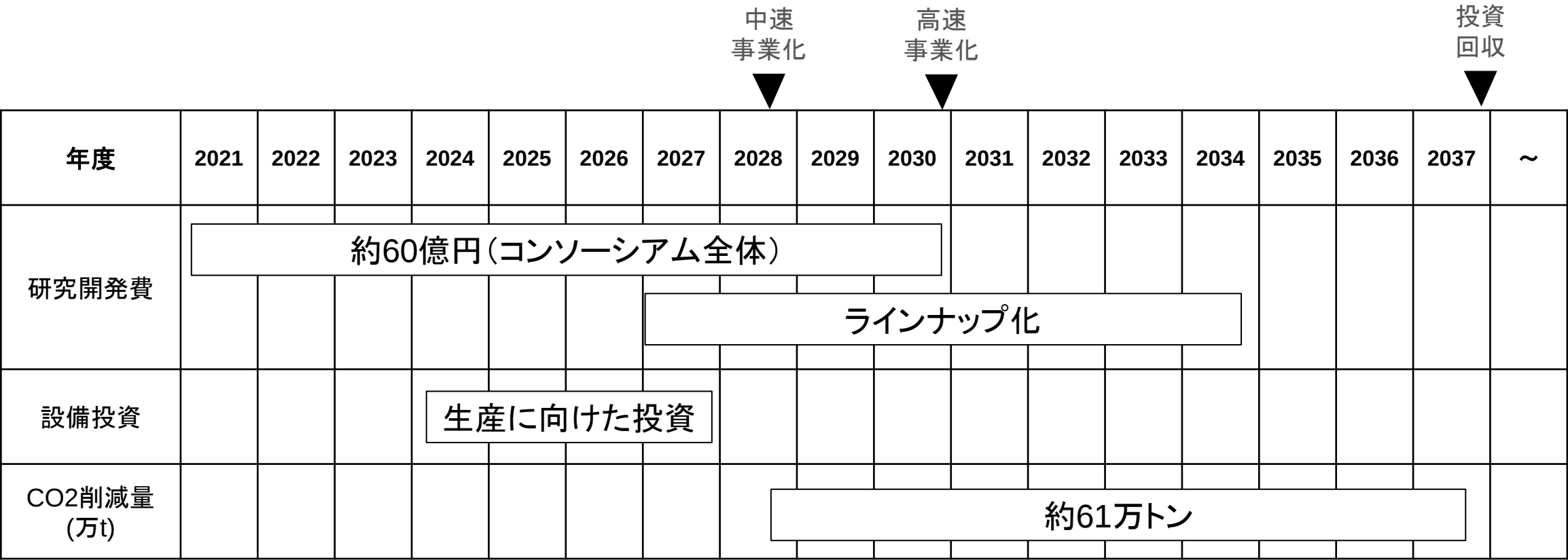
- LNG-DFエンジンの自社技術を保有  
サイズとしては大型傾向

- 船用ディーゼルエンジンの顧客基盤を有するが  
規模において差異あり

2021年に研究開発開始、2028年頃の事業化、2037年頃の投資回収を想定

(高速機関は2031年頃の事業化)

投資計画



## 研究開発段階から将来の社会実装（設備投資・マーケティング）を見据えた計画

|           | 研究開発・実証                                                                                                                                                                              | 設備投資                                                                                                                                                                                         | マーケティング                                                                                       |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 取組方針      | <ul style="list-style-type: none"><li>開発機種の選別</li><li>対応技術の組合せと適合</li><li>コンソーシアム内での船社・造船所との意見交換による実装を睨んだ開発内容への反映</li><li>積極的な知的財産権取得</li><li>開発段階からの船級との意見交換による国際ルール化への反映</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>水素燃料エンジン技術開発のための単筒機試験用準備への投資</li><li>水素燃料エンジン生産のための投資計画複数台運転に対するMHFS*容量確保</li><li>2028年頃の販売開始（以下、順次）<br/>補機用中速4ストロークエンジン<br/>補機用高速4ストロークエンジン</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>環境規制強化に対応した販売</li><li>他の新燃料動向注視と適宜対応（バイオ燃料など）</li></ul> |
| 国際競争上の優位性 | <ul style="list-style-type: none"><li>ユーザー視点に立ったシステム開発</li><li>国際ルール制定参画と同ルールの先取り及び市場展開</li></ul>                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"><li>新燃料エンジン開発・生産拠点整備により、GHG排出削減への流れを加速</li></ul>                                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"><li>早期開発による市場展開加速とシェア拡大</li></ul>                           |

\*MHFS（Marine Hydrogen Fuel System）：舶用水素燃料タンク及び燃料供給システム

国の支援に加えて、コンソーシアム全体で60億円規模の自己負担を予定

資金調達方針

|                   | 2021<br>年度        | 2022<br>年度 | 2023<br>年度 | 2024<br>年度 | 2025<br>年度 | 2026<br>年度 | 2027<br>年度 | 2028<br>年度 | 2029<br>年度 | 2030<br>年度 | 2031<br>年度                           | 2032<br>年度 | 2033<br>年度 | 2034<br>年度 | 2035<br>年度 |  |  |  |
|-------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------------------------------|------------|------------|------------|------------|--|--|--|
| 事業全体の資金需要         | 約232億円(コンソーシアム全体) |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                      |            |            |            |            |  |  |  |
|                   |                   |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                      |            |            |            |            |  |  |  |
| うち研究開発投資          | 約232億円(コンソーシアム全体) |            |            |            |            |            |            |            |            |            | 本事業終了後も性能改善及び<br>バリエーション展開の開発を<br>継続 |            |            |            |            |  |  |  |
|                   |                   |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                      |            |            |            |            |  |  |  |
| 国費負担※<br>(委託又は補助) | 約172億円(コンソーシアム全体) |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                      |            |            |            |            |  |  |  |
|                   |                   |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                      |            |            |            |            |  |  |  |
| 自己負担              | 約60億円(コンソーシアム全体)  |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                      |            |            |            |            |  |  |  |
|                   |                   |            |            |            |            |            |            |            |            |            |                                      |            |            |            |            |  |  |  |

※消費税、インセンティブを含まない

※毎年委託事業のインセンティブ相当分は自己負担として計上

（自己負担が会社全体のキャッシュフローに与える影響）

- 金額影響は大きいものの、既存事業における収益、新規事業における収益、将来成長への投資等を考慮した中長期計画を策定しており、キャッシュフローにおいても、これらを含めた枠の中での計画としている。

## 2. 研究開発計画

下記アウトプット目標を達成するために必要なKPI

| 研究開発項目                       |             | アウトプット目標                                                                                                 |                                                                                |
|------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 補機用_中高速_<br>4ストロークエンジンの開発 |             | ・船舶のゼロエミッション化のため、水素専焼エンジンを開発する。<br>・但し、舶用水素インフラが整備されるまではディーゼル燃料との併用が必要になるため、冗長性確保を考慮して水素DF/混焼エンジンの開発も行う。 |                                                                                |
| 研究開発内容                       |             | KPI                                                                                                      | KPI設定の考え方                                                                      |
| 1                            | 安全対策・水素脆化対策 | ・水素燃料エンジン向けの材料選定指針立案<br>・機関室の安全対策指針策定                                                                    | 水素エンジンの実現と船舶に搭載するための課題を抽出・解決する。                                                |
| 2                            | 水素燃焼・制御技術確立 | ・中速単筒機による水素混焼実証<br>・高速単筒機による水素専焼実証                                                                       | パイロット燃料を使用しない専焼エンジンの技術開発により、ゼロエミッション化を図る。DFエンジンではパイロット燃料を使用するが、最大限のGHG削減効果を得る。 |
| 3                            | 水素混焼実機開発    | ・水素混焼、出力800kWの中速エンジン開発完了                                                                                 | 外航船補機として主流のエンジンスペックであり、幅広い用途に適用可能な出力帯である。                                      |
| 4                            | 水素専焼実機開発    | ・水素専焼、出力1400kWの高速エンジン開発完了                                                                                | 高速化により、小形(コンパクト)で高出力の水素専焼エンジンを実現する。                                            |
| 5                            | 実証運航        | ・水素混焼,専焼エンジンでの実証運航完了                                                                                     | 船舶への搭載や運用面に関する課題を抽出し、解決を図る。                                                    |

### 各KPIの目標達成に必要な解決方法

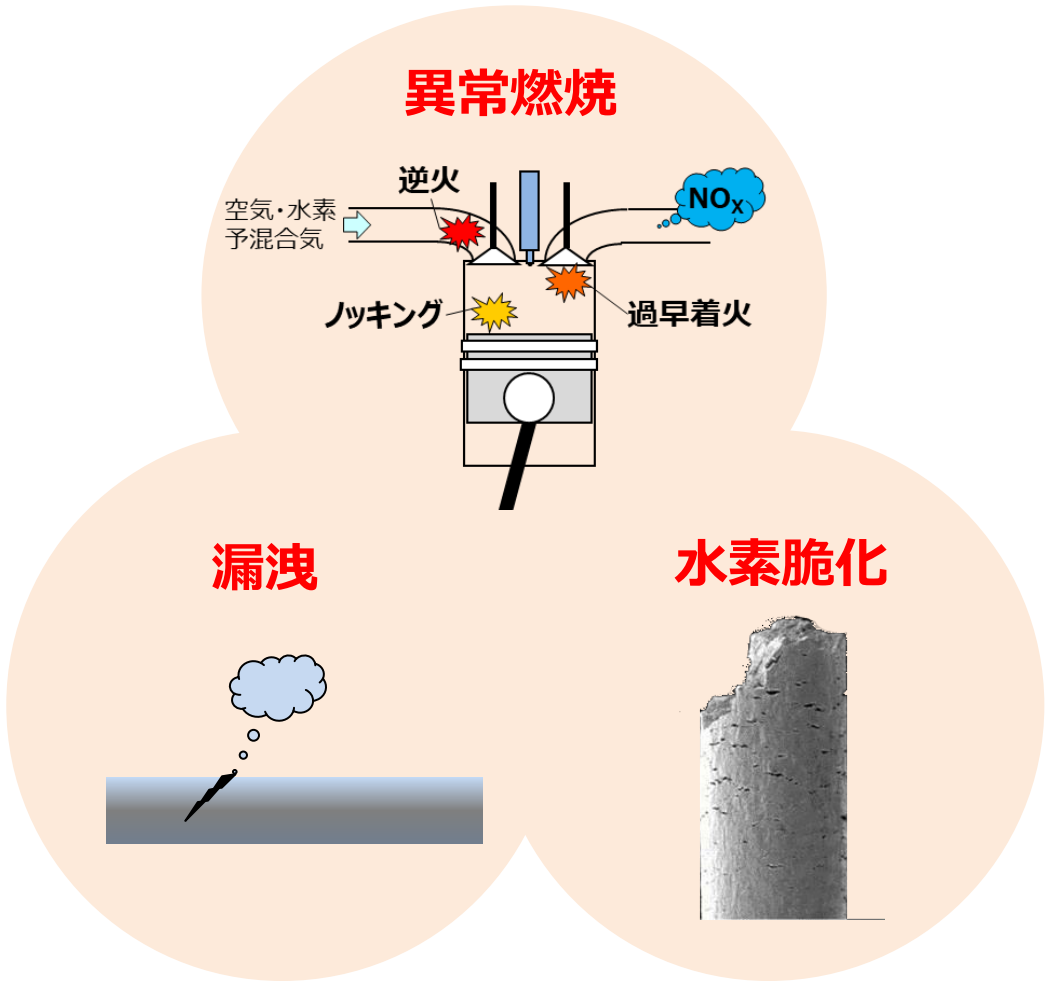
|               | KPI                                   | 現状                      | 達成レベル                 | 解決方法                                                                                                                                                              |
|---------------|---------------------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 安全対策・水素脆化対策 | ・機関室の安全対策指針策定<br>・水素燃料エンジン向けの材料選定指針立案 | 構想段階 (TRL2)             | 実証機設計・運航計画への展開 (TRL6) | <ul style="list-style-type: none"> <li>機関・機関室についてのリスクアセスメントによる解決策検討</li> <li>材料劣化等の要素試験による部品選定指針策定</li> </ul>                                                     |
| 2 水素燃焼・制御技術確立 | ・中速単筒機による水素混焼実証<br>・高速単筒機による水素専焼実証    | 要素試験機による自社先行研究段階 (TRL4) | 大形単筒機での実証 (TRL5)      | <ul style="list-style-type: none"> <li>水素・ディーゼルDF(デュアルフューエル)マイクロパイロット着火燃焼方式の確立</li> <li>水素火花点火燃焼方式の確立</li> <li>シミュレーション計算による諸元最適化</li> <li>異常検知制御技術の確立</li> </ul> |
| 3 水素混焼実機開発    | 水素混焼, 出力800kW<br>中速エンジン開発完了           | 構想段階 (TRL2)             | 中速DF多気筒機での実証 (TRL6)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>①②の成果展開と実機設計</li> <li>工場実証試験</li> <li>水素エンジンに適合したSCR◇システム開発</li> </ul>                                                     |
| 4 水素専焼実機開発    | 水素専焼, 出力1400kW<br>高速エンジン開発完了          | 構想段階 (TRL2)             | 高速専焼多気筒機での実証 (TRL6)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>①②の成果展開と実機設計</li> <li>③⑤中速混焼エンジンからのフィードバック</li> <li>工場実証試験</li> </ul>                                                      |
| 5 実証運航        | 水素混焼、専焼エンジンでの実証運航完了                   | 構想段階 (TRL2)             | 混焼・専焼機関での実船実証 (TRL8)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>船舶への水素燃料エンジンコンテナパッケージのレトロフィット</li> <li>遠隔監視による運転状態把握と商品へのフィードバック</li> </ul>                                                |

2. 研究開発計画／参考資料（3社共通）

物性から見た水素燃料エンジンの基本的課題



|           |                    | 水素 H <sub>2</sub> | メタン CH <sub>4</sub> | 課題                                                  |
|-----------|--------------------|-------------------|---------------------|-----------------------------------------------------|
| 分子量       |                    | 2                 | 16                  | 分子量が小さく<br>漏洩し易い                                    |
| 低位発熱量     | MJ/Nm <sup>3</sup> | 10.8              | 35.8                | 発熱量が小さく<br>容量や流量が大きくなる                              |
| 可燃範囲      | vol%               | 4～75              | 5～15                | 可燃範囲が広く、<br>最小着火エネルギーが小さく、<br>燃焼速度が速いため、<br>異常燃焼し易い |
| 最小着火エネルギー | mJ                 | 0.02              | 0.28                |                                                     |
| 層流燃焼速度    | cm/sec             | 270～290           | 37～38               |                                                     |
| 温度(大気圧)   | ℃                  | -253              | -162                | 液化温度が低く<br>貯蔵が難しい                                   |
| 脆化について    |                    | 水素脆化有             | なし                  | 水素脆化した場合<br>材料強度が低下                                 |



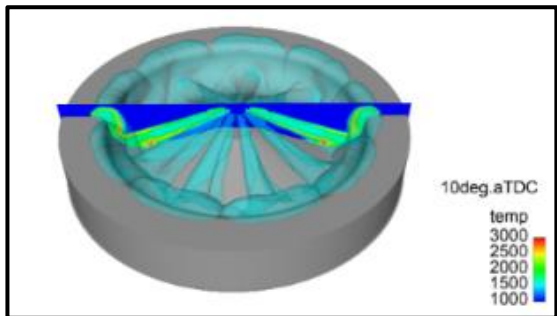
### 研究開発全体フロー（燃焼・燃料噴射技術面：補機用中速4ストロークエンジンのフェーズをピックアップ）

補機用高速4ストロークエンジンに関しては、2)以降と同様の手順に中速エンジンでの水素燃料に関する知見の有効活用を加え、2024年から2029年にかけて開発を行う。

#### 1)要素試験機を用いた基盤研究 ➡

(2020～) 2021年：  
要素試験  
CFD # 計算⇔可視化実験  
(～2022年)

- ・異常燃焼に対する混焼限界調査とエンジン適合指針策定
- ・異常燃焼検知制御技術の確立
- ・3次元CFD # シミュレーションによる水素ポート噴射時の混合気分布予測と水素噴射ノズル諸元選定

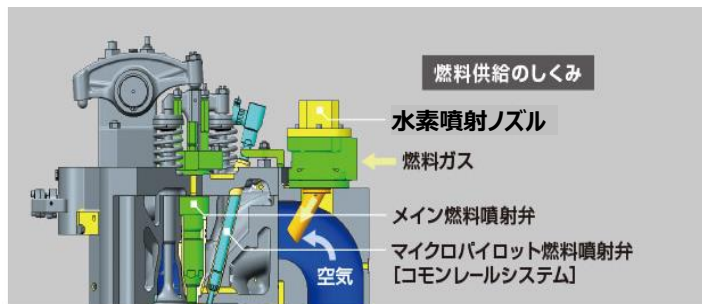


#### 2)大形単筒機を用いた実証 ➡

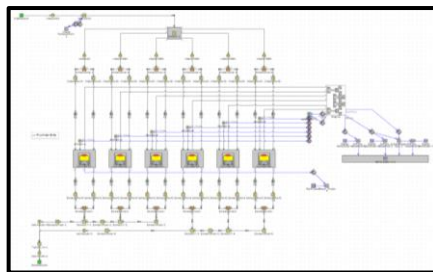
2022年:水素燃料設備導入/設計

2023年:中速単筒機試験☆

- ・水素混焼に対するエンジン適合指針の大ボアによる検証と修正(改善対策試験)



- ・多筒機性能予測のためのデータ取得⇒設計

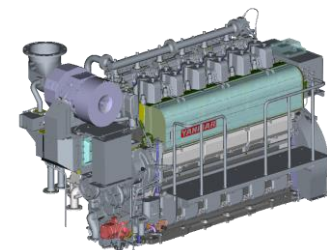


1次元性能シミュレーション計算モデル

#### 3)大形多気筒機を用いた実証

2024年～：  
中速多気筒機の開発☆

- ・過給機含む給排気系統の最適化 (↑異常燃焼抑制)
- ・上記以外での多気筒化における課題解決
- ・制御システム構築 (フェールセーフ含む)



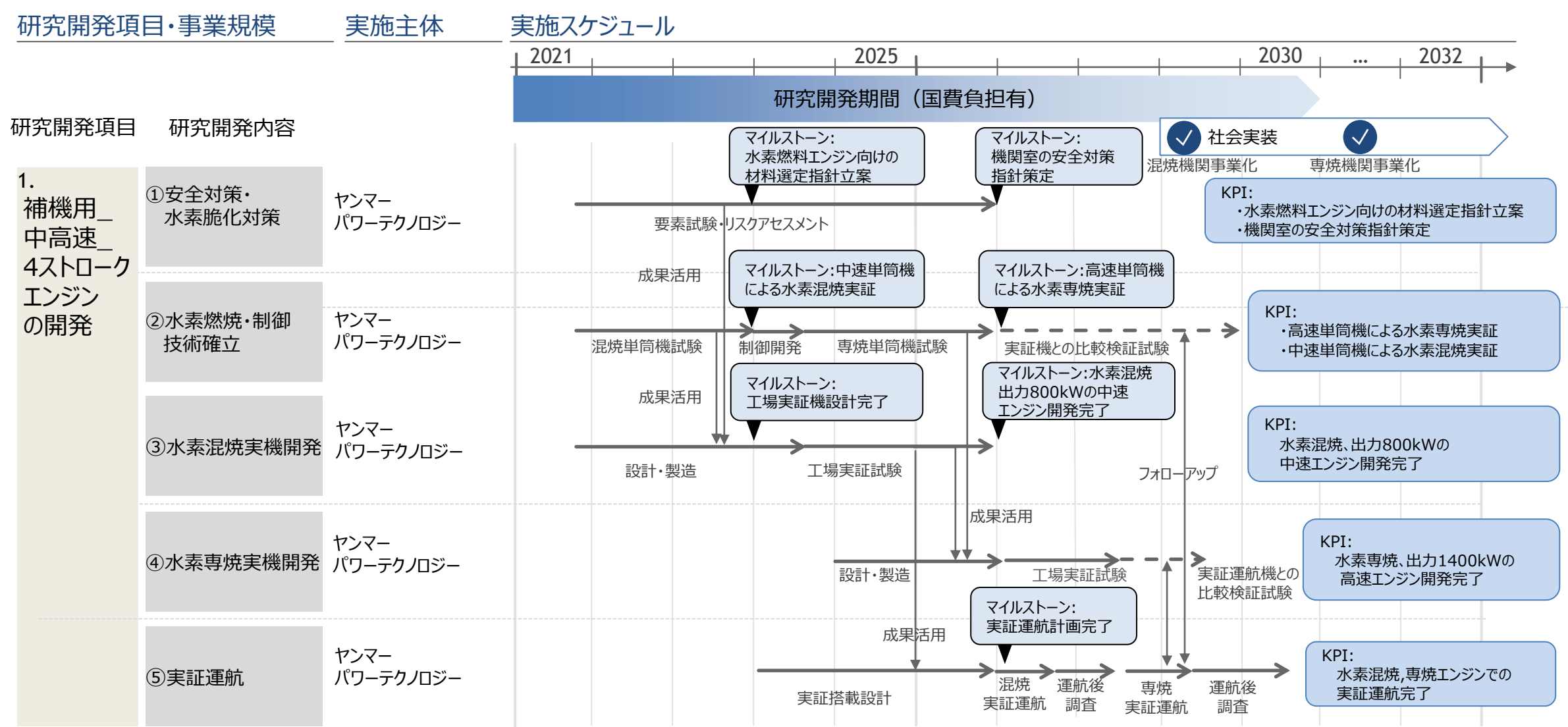
(2024～) 2027年:実船実証運航

# CFD(Computational Fluid Dynamics) : 数値流体力学  
☆ 備考 : 燃焼・燃料噴射技術以外では、水素漏洩・脆化評価などが試験項目として含まれる。

2. 研究開発計画／（3）実施スケジュール（ヤンマーパワーテクノロジー）



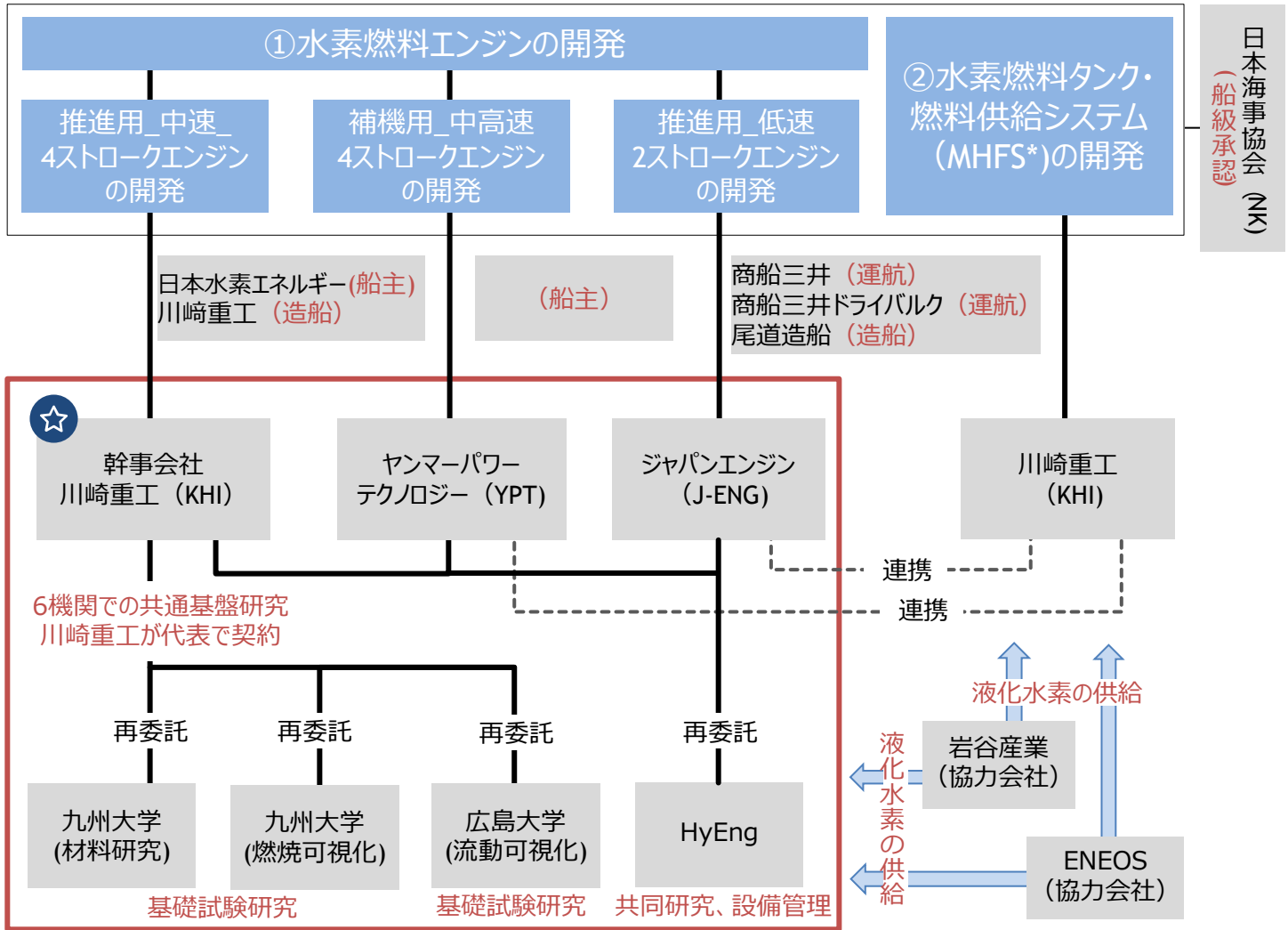
研究開発の大日程と各ステージゲート



# 各社の共通の課題を効率よく解決し、最速の製品化を目指した研究開発体制を構築

\*MHFS（Marine Hydrogen Fuel System）：舶用水素燃料タンク及び燃料供給システム

実施体制図



各主体の役割と連携方法

## 各主体の役割

- KHIが、プロジェクトの幹事会社を担う。
- KHIは、推進用中速4ストローク水素エンジンの開発及び、YPT社とJ-ENG社向けのMHFSの開発を行う。
- YPT社は、発電補機用中高速4ストローク水素エンジンの開発を行う。
- J-ENGは、推進用低速2ストローク水素エンジンの開発を行う。
- 上記3社及びHyEng（上記3社の合併会社）、九州大学、広島大学の6機関で共通基盤技術の研究を行う。
- HyEngは安全性、材料、燃焼の研究を行う。
- 九州大学は、水素対応の材料試験、燃焼試験を行う。
- 広島大学は、水素燃料の混合気形成・流動可視化試験を行う。
- 岩谷産業及びENEOSはエンジン開発試験、MHFSの開発試験及び両者の実船実証用の液化水素を供給する。

## 研究開発における連携方法

- 6機関の共通基盤研究を実施するために、九州大学、広島大学とはKHIが代表で、HyEngとは個社ごとに再委託契約を締結する。
- YPT及びJ-ENGはKHIに対して、それぞれの開発エンジンに必要なMHFSの仕様を示し、それらを基に、KHIがMHFSの研究開発を行う。またエンジンとMHFSを組み合わせた陸上試験や実船実証を共同で行う。
- KHI,YPT,J-ENGから岩谷産業及びENEOSに、試験や実証に必要な液化水素の発注を行う。また、将来の水素燃料のバンカリングシステムや拠点の共同検討を行う。

国際的な競争の中においても技術等における優位性を保有

| 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                                                                                                 |
|-------------------------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.補機用_中高速_4ストロークエンジンの開発 | 1 安全対策・水素脆化対策 | <ul style="list-style-type: none"><li>ガス・舶用LNG-DF機関の開発実績</li><li>国内初IGFコード対応船舶へのDF機関搭載設計</li><li>燃料電池搭載船の設計技術</li></ul> | → <ul style="list-style-type: none"><li>船舶への水素燃料電池システム設計ノウハウをエンジン設計に展開できる点が優位</li></ul>                         |
|                         | 2 水素燃焼・制御技術   | <ul style="list-style-type: none"><li>要素試験機・産業用エンジンでの研究成果</li><li>シミュレーション技術(1D,3D)</li></ul>                           | → <ul style="list-style-type: none"><li>エンジニアリング会社からの技術提供による海外メーカー等の開発加速がリスク</li></ul>                          |
|                         | 3 水素混焼実機開発    | <ul style="list-style-type: none"><li>DF機関に関連した特許</li><li>DF関連の論文発表</li><li>舶用LNG-DFエンジン開発技術</li></ul>                  | → <ul style="list-style-type: none"><li>舶用LNG-DFエンジンでの実績</li><li>海外エンジンメーカーによる水素燃料4ストロークエンジンの早期開発がリスク</li></ul> |
|                         | 4 水素専焼実機開発    | <ul style="list-style-type: none"><li>ガス機関に関連した特許</li><li>陸用ガスエンジンに関する研究開発</li></ul>                                    | → <ul style="list-style-type: none"><li>長年の陸用ガスエンジンでの実績</li><li>エンジニアリング会社からの技術提供による海外メーカー等の開発加速がリスク</li></ul>  |
|                         | 5 実証運航        | <ul style="list-style-type: none"><li>船舶へのDF機関・電気推進システムの搭載設計技術</li><li>自社製遠隔監視によるエンジン状態診断</li></ul>                     | → <ul style="list-style-type: none"><li>国内での水素燃料エンジン搭載フェリー竣工が先行（CO<sub>2</sub>削減率50%）</li></ul>                 |

# 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)

## 組織内体制図



- ・YPT特機事業部の下、本事業を開発部が統括
- ・配下に専門のチームを新設し、研究開発～事業化までを強力に推進する
- ・実証運航に向けては、関連部門との連携を図る

- 研究開発責任者：研究開発全般の取り纏め責任者
  - 開発部長：船用4ストロークディーゼル・DFエンジン開発等の実績に加え、品質保証業務経験を有し、市場におけるエンジンの信頼性に関する知見を設計指導に活用していく。
- 担当チームリーダー：研究開発内容の推進主導
  - 先行技術部長：船用4ストロークディーゼルのIMO-NOxTier1,2,3対応、Tier3に向けてはSCRシステムの開発・商品化実績、空燃比最適化による水素運転可能範囲拡大に関連して、高過給技術の確立にも携わっている。

- YPT内、事業部内での月次進捗報告会開催
- 各審査会によるレビュー
- 定期的チーム間ミーティング

### 3. イノベーション推進体制／（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

## 経営者等による本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
  - 「A SUSTAINABLE FUTURE」をブランドステートメントに掲げ、持続可能な社会の実現を目指し、脱炭素社会の実現に貢献すべく、ソリューション提案を以前から推進。  
消化ガスを活用したバイオガス発電や、舶用水素燃料電池システムの実証試験開始。  
「A SUSTAINABLE FUTURE –テクノロジーで、新しい豊かさへ。–」というブランドステートメントを掲げ、「人間の豊かさ」と「自然の豊かさ」とを両立したものを「新しい豊かさ」と位置付けている。  
我々はお客様の課題を解決するとともに、未来に向けて人間と自然が共生するための社会的責任を担っている。この責任を果たすための指標の一つとして、ヤンマーは「グループ環境ビジョン2030」を掲げ、ホームページ上でも明示。
- 事業のモニタリング・管理
  - 事業運営・管理体制  
公的研究費を活用して実施する補助事業等の運営・管理を適正に行うため、最高管理責任者の下、補助事業統括、推進管理、事業推進、内部監査それぞれの責任者を設定。
  - 経営層の指示  
経営層（最高管理責任者）への進捗報告、事業推進に関する監査を定期的に実施する仕組みを社内規程として制定している。

- 社内外からの意見取り込み  
全体では、弊社グループ内の研究部門の他、大学や社外の協力会社等より、幅広い意見を取り入れられる体制とし、事業を推進する。

### （2）経営者等の評価・報酬への反映

- 2021年度YPT特機事業中期ローリングにおける重点戦略テーマの1テーマとして「カーボンニュートラル実現に向けたChallenge」を設定。  
中期事業戦略でのローリング、2022年度YPT特機事業部方針の重点課題としての設定を予定。  
重点課題の達成度は事業部の評価項目となっており、事業の進捗状況が事業部長の評価に反映される仕組みとなっている。

### （3）事業の継続性確保の取組

- 2021年度YPT特機事業中期ローリングにおける重点戦略テーマに位置づけており、機能別戦略として具体的なアクションプランを作成。  
作成された資料は中期関連資料として、関連部門長で共有する。  
事業部長の引継ぎ用資料の一項目として中期事業戦略は扱われるため、着実に引継ぎが実施される体制を担保している。

## 経営戦略の中核において本事業を位置づけ、広く情報発信を実施していく

### （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
  - 2021年度ヤンマーグループ中期戦略立案方針において、長期的に目指す姿の一つとして「循環する資源を元にした環境負荷フリー・GHGフリーの企業になる」が掲げられ、グループとして脱炭素戦略を作成。
- 事業戦略・事業計画の決議・変更
  - YPT特機事業として、カーボンニュートラル実現に向けた商品ロードマップ、研究開発費投資計画を策定。  
YHDの中期戦略レビューで、上申・決議を行う(グループ戦略会議で議論)。
  - YHD主催の月次事業報告会にて、重点課題であるカーボンニュートラルへの対応進捗の報告を実施予定。
  - 中期事業戦略立案の中で、関連部門長と情報共有。  
中期事業戦略策定完了後は、YPT内で同啓蒙活動を実施予定。
- 決議事項と研究開発計画の関係
  - 中期事業戦略として商品ロードマップ、商品化スケジュール、投融資、研究開発費を明示した上で、戦略に重点課題として織り込む。

### （２）ステークホルダーに対する公表・説明

- 情報開示の方法
  - 現在策定中のグループ全体を包括する脱炭素戦略の中でグループ水素戦略を立案中。今後、その取り組みを加速させる。
  - ヤンマーグループのブランドステートメント「A SUSTAINABLE FUTURE」の実現に向けた取り組みとして、CSR報告書等により、適宜、推進事項を開示していく。
  - 採択された場合はプレスリリースを予定している。
- ステークホルダーへの説明
  - 非上場であるため、投資家への説明予定は無いが、金融機関等のステークホルダーに対しては実施。  
(2021年株式会社日本政策投資銀行のDBJ環境格付けにおいて、“最高ランク”を取得済)
  - 定期的に行っている取引先への事業状況説明の場で、大きな方向性については説明を行う計画である。

### 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

#### 経営資源の投入方針

- 実施体制の柔軟性の確保
  - 2020年度より、開発部においてGHG規制対応エンジンチームを編成。その中で水素燃料エンジン開発に取り組む。
  - エンジン開発には勿論のこと欠かせない設計、試験、及び船体搭載検討を担当する各部門から選出したメンバーを中心に同チームを構成しており、リソースの効率的かつ柔軟性を持った投入を可能とする。
- 人材・設備・資金の投入方針
  - プロジェクトチームを立ち上げ、専門性のあるメンバーを配置。
  - YHD技術本部中央研究所に有する運転ベンチ、および株式会社ジャパンエンジンコーポレーションの二見工場内に設置する試験設備等を活用して、効率的な事業推進を図る。
  - 事業期間中／終了後の商用事業では適切な設備投資を行い、製品供給に繋げる。

#### 専門部署の設置

- 専門部署の設置
  - 2020年度4月より、船用パワースOURCEの分野において、新燃料を含み次世代技術を創出する専門部署として先行技術部を設置(前身:先行開発部)。将来の環境規制対応のためのコア技術確立と関連部門との連携により、グローバルマーケットに通用する商品を提供することを任務としている。
  - 川崎重工業(株)、(株)ジャパンエンジンコーポレーション、YPTの3社は、シナジー効果を狙い、HyEng株式会社を設立。
- 若手人材の育成
  - 2030年とその先を見据え、本プロジェクトチームメンバーには若手を積極的に配置し、将来のエネルギー・産業構造転換に向け、必要な技術やスキルの育成に努める。
  - 研究開発系における個人別能力ランク付け等のグループで保有している制度も継続的に活用していく。

## 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を失った場合等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

- 開発において、想定していた以上の困難さが発見され、目標として設定した技術の達成が、現実的に困難であるリスク

#### <リスク対応>

真っ先にはコンソーシアム内で解決を図ることになるが、社外関連機関や必要に応じて競合他社との連携も視野に入れ、目標値の再設定も検討し、ゴールを目指す。開発計画の変更も同時に行う。

- 技術確立はできても、その技術に基づいて製作した製品が価格や性能的に競合他社の製品に対して競争力を持たず、市場に受け入れられないリスク

#### <リスク対応>

市場動向の収集はもとより社内コスト管理を徹底し、必要に応じて、市況を踏まえた目標値の見直しを行う。

### 社会実装（経済社会）におけるリスクと対応

- 社会トレンドが変化し、水素燃料活用の必要性が低下するリスク

#### <リスク対応>

社会情勢等の情報収集に努め、水素燃料エンジン、液化機の需要が変化した場合は、要素技術を転用可能な他のマーケットへターゲットを変更し、開発計画および、達成目標の調整を行う。

### その他（自然災害等）のリスクと対応

- 天災地変、風水害その他の誰の責に帰すことができない事由が発生するリスク

#### <リスク対応>

本開発を一旦中断の上、該当事由が収束次第、開発計画、スケジュールの見直し等をNEDO殿と協議させて頂きたい。



### ● 事業中止の判断基準：

- 再設定した目標値でも受入れられる市場が存在せず、技術的開発意義も無いと判断される場合。
- 転用可能な市場が存在せず、技術的開発意義も無いと判断される場合。
- 事由発生後の状況において、開発計画やスケジュールの変更を行っても開発継続が困難であると判明した場合。