

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：川崎重工業株式会社（幹事企業）、代表名：代表取締役社長 橋本 康彦

共同実施者：ヤンマーパワーテクノロジー株式会社

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

目次

0. コンソーシアム内における各主体の役割分担

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) -1 研究開発目標（エンジン）
- (2) -1 研究開発内容（エンジン）
- (1) -2 研究開発目標（MHFS）
- (2) -2 研究開発内容（MHFS）
- (3) 実施スケジュール
- (4) 研究開発体制
- (5) 技術的優位性

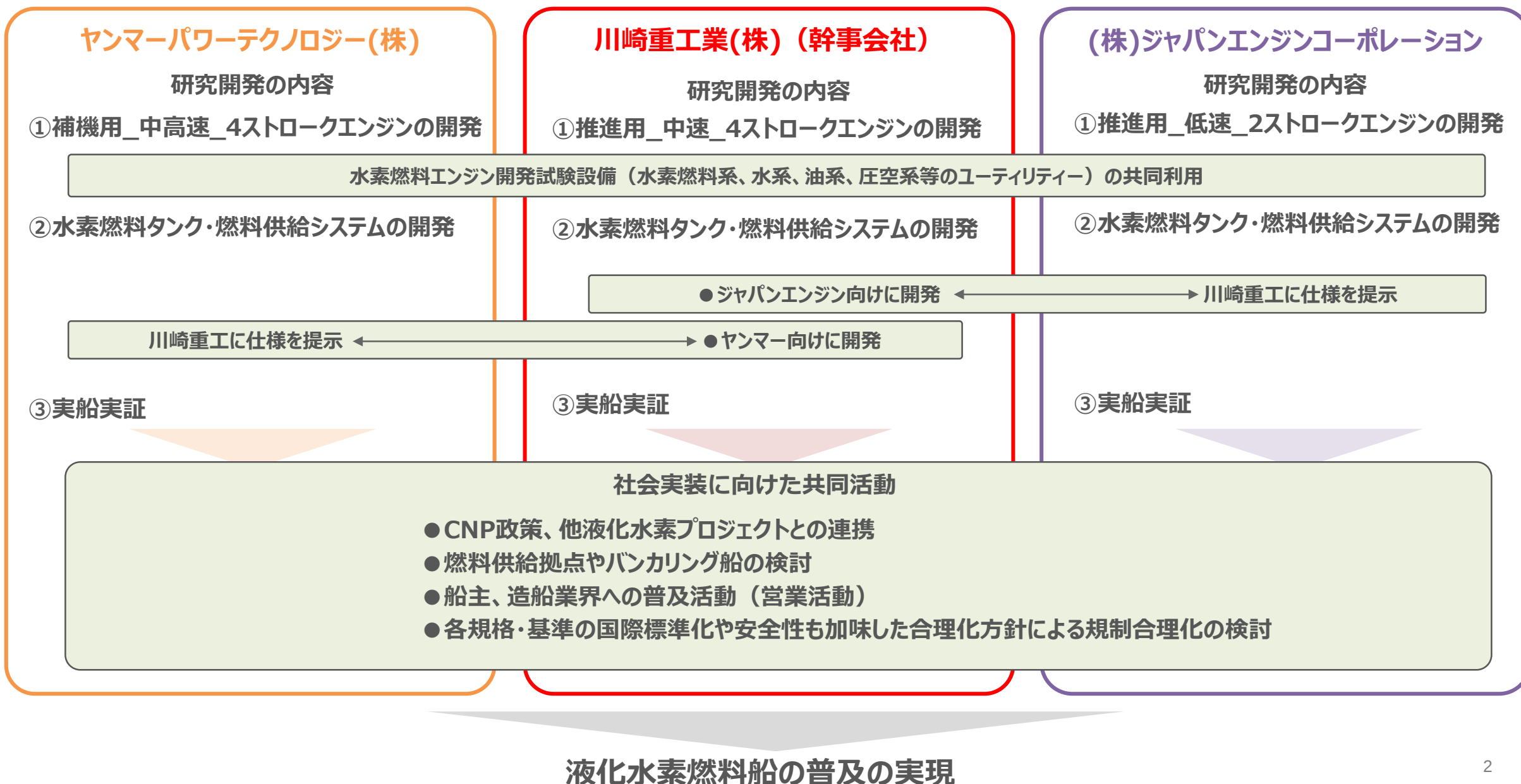
3. イノベーション推進体制（経営のコミットメントを示すマネジメントシート）

- (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

0. コンソーシアム内における各主体の役割分担



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

海運における脱炭素化に向けて、舶用水素エンジン市場が急速に拡大すると予想

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）

- ・ 低炭素社会から脱炭素社会に意識が変化している。
- ・ 海運においても脱炭素化が求められている。

（経済面）

- ・ 削減限界費用の高い削減手段の必要性が高まっている。
- ・ 経済的に合理的な燃料と舶用推進機関が求められている。

（政策面）

- ・ 国際海運において、IMO GHG削減戦略が発行された。
- ・ 国内においてはCNP政策が推進されている。

（技術面）

- ・ 将来の適切な舶用燃料と機関のシステムが模索されている。
- ・ 船舶のサイズや用途でそれらシステムの合理性は異なる。

● 市場機会

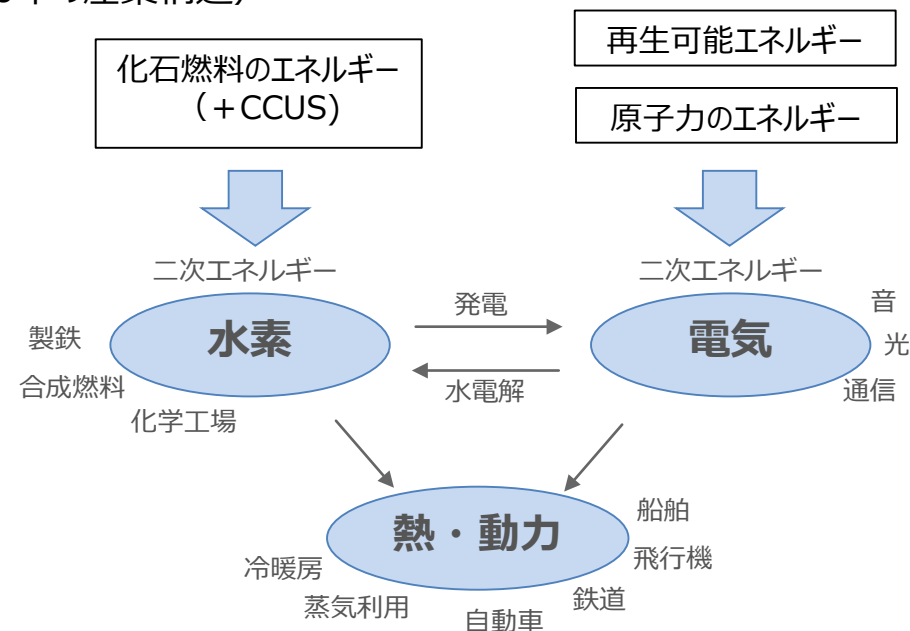
海運における脱炭素化に向けて、舶用水素エンジンの機器市場が急速に拡大する。

● 社会・顧客・国民等に与えるインパクト

一時的に海上輸送コストが上昇するが、技術の習熟により、影響は低減されてゆく。

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

（2050年の産業構造）



● 当該変化に対する経営ビジョン

提案各社は舶用水素エンジン市場拡大に向けて、将来を見据え、安価、高効率なシステム・機器の研究開発を続け、市場の要請に応えていく。

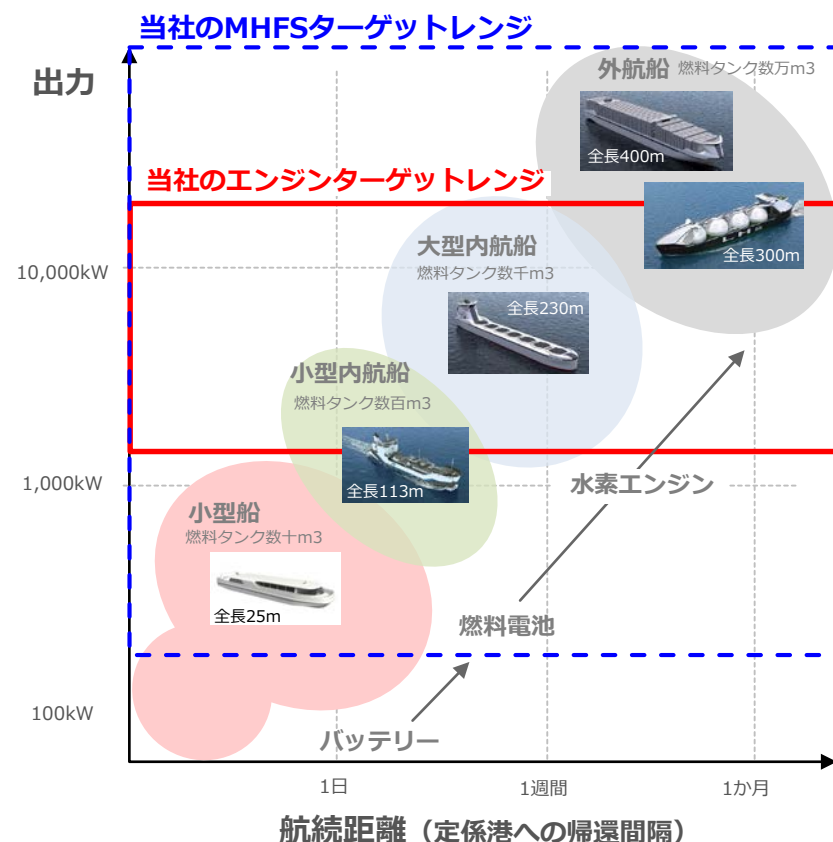
1. 事業戦略・事業計画／（2）市場のセグメント・ターゲット

- ① 舶用水素エンジン市場の中で機関出力2～30MWを要する船舶推進用をターゲットとする。
- ② MHFS*については、すべての水素燃料船をターゲットとする

*MHFS：舶用水素燃料タンク及び燃料供給システム

セグメント分析

- ① 当社の開発する4サイクル中速エンジンは、単機出力で2MW以上であり、複数搭載で30MW程度までをターゲットレンジとする。
- ② 当社の開発するMHFS*は、液水燃料を使用するすべてのレンジに対応することを目指す。



ターゲットの概要

市場概要と目標とするシェア・時期

- ① 当社が狙う水素エンジンは単機出力2MW以上である。IMO・GHG削減戦略によれば、複数のシナリオにおいて、200TWh及び800TWhの普及可能性が示されている。当社の試算では、2050年の2MW以上レンジの水素エンジン市場は約1000～4000基を想定している。それらに対して、ライセンス生産含め下記の表のように目標シェアを設定した。
- ② MHFSについては、ライセンス生産を含め、2050年においてすべてのレンジで70～90%の目標シェアを設定した。

需要家	船主想定ニーズ	目標シェア(2050)	課題
外航船	機関 : 30以上MW MHFS : 1.6万m ³ 以上	対象外 70%	・多数の海外勢の参入に備えた差別化 ・燃料充填プロトコルの整備 ・バンカリング船を含めた燃料補給拠点の整備
外航船	機関 : ～30MW プロペラ直結除く MHFS : 0.5～1.6万m ³	30% 70%	・海外における機器のメンテ拠点の整備
大型内航船	機関 : 2MW～	60%	・燃料充填プロトコルの整備
小型内航船	MHFS : 100～1500m ³	90%	・バンカリング船を含めた燃料補給拠点の整備
小型船	機関 : 燃料電池/バッテリー MHFS : 15～100m ³	対象外 90%	同上

機関 : 数値はエンジン出力を示す
 MHFS : 数値は液化水素タンク容量を示す

1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル

当社が保有する液化水素技術と水素エンジン技術を用いて、舶用水素エンジンとMHFS*を開発し、それらの製品の販売事業を創出/拡大

社会・顧客に対する提供価値

顧客である船主/造船会社に水素エンジン及びMHFS*を製品として販売する。

①水素エンジン

単機出力：2MW以上

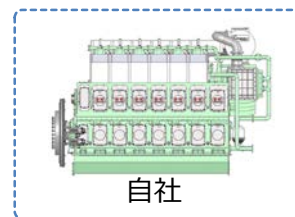
②MHFS*

全ての出力レンジに対応

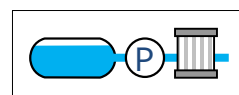
ビジネスモデルの概要（製品、サービス、価値提供・収益化の方法）と研究開発計画の関係性

当社の研究開発計画

- ①自社エンジンの開発 ②コンソーシアムメンバーのMHFS*も開発



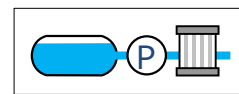
+



自社向け



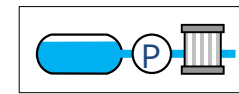
+



YPT向け



+



ジャパンエンジン向け

ビジネスモデル

セット販売

当社、YPT、J-ENGを優先したMHFS*とエンジンのセット販売

MHFS*のみの販売

全てのレンジに対応した水素MHFS*の販売



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

1. 事業戦略・事業計画／（４）経営資源・ポジショニング

当社が保有する液化水素及び水素エンジンの技術を用いて
水素エンジンシとMHFS*を顧客に提供する事業を創出/拡大

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

自社の強み、弱み（経営資源）

ターゲットに対する提供価値

- ターゲットである船舶（ユーザ）に水素エンジン及びMHFSを供給/搭載することにより、その船舶はCO₂を排出しない環境性の極めて高い船舶となる。

自社の強み

- 当社は世界初の液化水素運搬船を建造しており、船舶向けの水素機器の技術者を保有している。
- 当社はこれまで水素エンジンの基盤研究を行ってきた実績のある技術者を保有している。
- さらに大型の運搬船の建造を予定しており、開発される水素エンジンの搭載を予定している。
- 当社はガスエンジンメーカーであり、製品生産工場も有している。

自社の弱み及び対応

- 当社の経営資源では、複数のボアサイズ/レンジのエンジンを同時に開発することは困難。
- ジャパンエンジンとヤンマーパワーテクノロジーとで分担開発する

他社に対する比較優位性

	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】従来ガスエンジン、水素エンジン及び水素MHFS共に世界でトップの自社開発技術を保有。 ↓ 【将来】さらなる開発を継続して、世界でトップの技術の維持を目指す。	【現在】船用ディーゼルエンジンの顧客基盤を保有する。 ↓ 【将来】現在の顧客基盤を用いて水素エンジン及び水素MHFSを販売普及。	【現在】国内主体の部品サプライチェーン（SC）を保有。水素関連部品のSCも構築している。 ↓ 【将来】既存の部品SCで水素エンジン及び水素MHFSの部品を生産。	【現在】工場内に生産ライン及び技術者を保有。会社として水素ビジネスを強力に推進している。 ↓ 【将来】既存の生産ライン及び技術者を用いて水素エンジン及び水素MHFSを生産
A社	・水素技術の保有は認められないが、海外関係会社からの水素技術供与の可能性あり。	・船用エンジン業界で強固な顧客基盤を保有するものの世界シェアは減少方向。	・国内主体に部品SCを保有。ただし技術供与に関連する部品については制限があると推測。	・工場内に生産ライン及び技術者を保有。
B社	・ガスエンジンの自社技術を保有するものの、水素技術は有していない。	・船用ディーゼルエンジンの顧客基盤を保有する。	・国内主体の部品SCを有している。	・工場内に生産ライン及び技術者を保有。
C社				

1. 事業戦略・事業計画／（5）事業計画の全体像

2021年に研究開発を開始、2028年頃より順次事業化、2035年以降の投資回収を想定

- ✓ 2021年より研究開発を開始し、2028年頃より製品ごとに順次事業化を目指す。
- ✓ 2035年以降に製品ごとに投資回収ができる見込み。

研究開発																			事業化				投資回収			
		21年度	22年度	23年度	24年度	25年度	26年度	27年度	28年度	29年度	30年度	31年度	32年度	33年度	34年度	35年度	36年度	37年度								
売上高													エンジン生産事業を商業化													
研究開発費		約60億円(コンソーシアム全体)										➤ 本事業終了後も性能改善及びバリエーション展開の開発を継続														
取組 段階	エンジン開発	開発計画 検討	試験設備 設計	試験設備 機器製作	試験設備 建設	試験	実船 搭載	試験	試験	試験	試験															
	エンジン開発 (実船実証)	－	－	－	－	－	－	実船 実証	実船 実証	実船 実証	実船 実証	上市 準備	上市	販売	販売	販売	販売	販売								
CO2削減効果													約309万t													

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

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）を見据えた計画を推進

	研究開発・実証	設備投資	マーケティング
取組方針	①水素燃料エンジンについて 2～3MWクラスの開発及び実船実証を行う。 - 着火方式としてパイロット着火と電気着火の開発を行う。 - 机上で大出力レンジの研究開発を行う。 ②MHFS*について YPT社及びJ-ENG社向けのMHFS*の開発を行い実船実証を行う。	①水素燃料エンジンについて 2031年度に、大出力レンジのエンジンを製造できる生産ラインを整備する。 ②MHFS（舶用水素燃料タンク及び燃料供給システム） 2031年度に、液化水素MHFSの生産ラインを整備する。	- 実船実証に対して積極的に発表、視察/見学を受入、その有効性をPRし、将来の製品リリースにむけた営業を開始する。 - YPT社、J-ENG社及び3社の合弁HyEng社と協力してすべてのレンジを対象として、水素燃料エンジンとMHFS*のセット販売、さらには推進システムパッケージ、バンカリングシステムも含めたセット販売を積極的に行う。
国際競争上の優位性	● - 現在、世界の既存の舶用ディーゼルエンジンのほとんどは海外ライセンス製品で占められている。一方、水素エンジンにおいては、新たに世界で開発競争が開始されている。 - YPT社、J-ENG社と協力して、いち早くすべてのレンジに対応する純国産の水素エンジンを開発し、優位的なポジションを得る。	● - 今回研究開発される製品は、多くの国産部品の使用を想定しており、日本メーカーの技術と設備が使用される。したがって、日本メーカーの優位性が確保される。 - 既存のエンジンの部品調達サプライチェーン、アフターサービス体制の大部分をそのまま利用でき、設備投資を最小限とすることが可能。	● YPT社、J-ENG社は、世界各国に事業拠点を有しており、それらの販売網を協力/利用して、今回研究開発される製品を世界各国に販売活動を行う。

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

1. 事業戦略・事業計画／（7）資金計画

国の支援に加えて、コンソーシアム全体で60億円規模の自己負担を予定

	委託事業					補助事業										
(単位：百万円)	21年度	22年度	23年度	24年度	25年度	26年度	27年度	28年度	29年度	30年度	31年度	32年度	33年度	34年度	35年度	
事業全体の資金需要	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バリエーション展開の開発を継続					
うち研究開発投資	約232億円(コンソーシアム全体)															
国費負担(委託)※1 国費負担(補助)※3	約172億円(コンソーシアム全体)															
自己負担※2	約60億円(コンソーシアム全体)															

※1 ,3 消費税抜き、インセンティブを含まない

※2 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

※4 助成事業終了後の資産買取り費用は含まない

2. 研究開発計画

2. 研究開発計画／（1）-1 研究開発目標（エンジン）

水素ガスエンジンの商用化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.推進用 中速4ストロークエンジンの開発	舶用水素ガスエンジンの商用化。 将来のゼロエミッション化を見据え、脱炭素燃料である水素を使用するガスエンジンの開発を行い、実船実証にて安定運航を実現する。		
研究開発内容	KPI	KPI設定の考え方	
① 多気筒エンジン舶用 運用システムの開発	監督官庁の安全要求を満足する舶用水素エンジンを使用した推進システムの完成。	リスクアセスメントを実施することにより、監督官庁が要求する安全性を満足するシステムおよび制御を構築する。	
② 多気筒エンジンの開発	異常燃焼抑制技術を適用したエンジンを船舶に適用する。 出力2～3MW 水素混焼率 $\geq 95\%$	単筒試験機にて先行開発した異常燃焼抑制技術を、多気筒エンジンに適用し、船舶で運用できるようにする。	
③ 多気筒エンジンの実船実証	修理・復旧することなく3ヶ月以上運転継続する。	一定期間以上の実船運行により、実運転条件における信頼性・耐久性を確認する。	
④ パイロット燃料を使わない燃焼技術の開発	出力2～3MW	①-③で開発したエンジンをベースに、パイロット燃料方式以外の燃焼技術を開発する。	

2. 研究開発計画／（2）-1 研究開発内容（エンジン）

各KPIの目標達成に必要な解決方法（エンジン）

	KPI	現状	達成レベル	解決方法
1 多気筒エンジン運用システムの開発	監督官庁の安全要求を満足する船用システムを開発する。	単筒試験機で評価中 (TRL3)	要求を満足させる (TRL5)	- 船級協会、造船所と共同で、天然ガスエンジン推進船とリスクが同等となるようアセスメントを実施し、要求仕様を定める。 - 船級協会より、液化水素運搬船に適用可能なエンジン・制御システムの型式承認を取得する。
2 多気筒エンジンの開発	異常燃焼抑制技術を適用したエンジンを船舶に適用する。 出力2～3MW 水素混焼率 ≥95%	単筒試験機で評価中 (TRL3)	多気筒エンジンを製造する (TRL5)	- 単筒試験機にて先行開発した燃焼技術を多気筒エンジンに適用する。 - 過給機システムに適應した負荷変動対応EGRを開発し多気筒エンジンに搭載する。 - 燃焼室部品は単筒機開発品を適用する。 ①にて開発した船用運用システムおよびエンジンを船舶に搭載する。
3 多気筒エンジンの実船実証	修理・復旧することなく3ヶ月以上運転継続する。	単筒試験機で評価中 (TRL3)	実証評価完了 (TRL8)	②で船舶に搭載した多気筒エンジンを用いて実船にて実証試験をする。 - 実船試験で発生した問題点は、陸上の試験機にて再現試験をし、対応策を検討する。 - 検討した対応策を実船実証に適用する。
4 パイロット燃料を使わない燃焼技術の開発	出力2～3MW	初期アイデアのみ (TRL1)	多気筒機にて評価 (TRL6)	- 既設の単筒試験機にて要素試験を実施し、異着火方式を確立する。 - 確立した着火方式を多気筒エンジンに適用して評価する。

2. 研究開発計画／（1）-2 研究開発目標（MHFS）

MHFS（舶用水素燃料タンク及び燃料供給システム）の商用化を達成するために必要なKPI

研究開発項目

2.MHFS（舶用水素燃料タンク及び燃料供給システム）の開発

アウトプット目標

MHFSの商用化。

当社の保有する舶用天然ガス供給設備および陸上用水素供給設備の技術を活用して、舶用特有の要求および監督官庁の安全要求を満足する水素供給システムを開発する。

研究開発内容

KPI

KPI設定の考え方

① 小型MHFSの開発

MHFSがコンテナに収まるようにする。

小型水素ガスエンジンに適応し、船舶に搭載可能なMHFSを開発する。

② 小型MHFSの陸上実証

出力変動時においても供給圧力がエンジン要求範囲に収まるようにする。

小型エンジンの出力変動などに追従可能なことを確認する。

③ 小型MHFSの実船実証

修理・復旧することなく3ヶ月以上運転継続する。

実船にて一定期間以上運転することで、船体動揺を含む舶用運転条件における安定運転を確認する。

④ 大型MHFSの開発

舶用に対応した200m³クラス以上の液体水素タンクを備えたMHFSを開発する。

推進用の大型直噴(高圧)水素ガスエンジンに適応し、船舶に搭載可能なMHFSを開発する。

⑤ 大型MHFSの陸上実証

出力変動時においても供給圧力がエンジン要求範囲に収まるようにする。

大型エンジンの出力変動などに追従可能なことを確認する。

⑥ 大型MHFSの実船実証

修理・復旧することなく3ヶ月以上運転継続する。

実船にて一定期間以上運転することで、船体揺れなどの様々運転条件における安定運航を確認する。

2. 研究開発計画／（2）-2 研究開発内容（MHFS）

各KPIの目標達成に必要な解決方法（MHFS*）

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

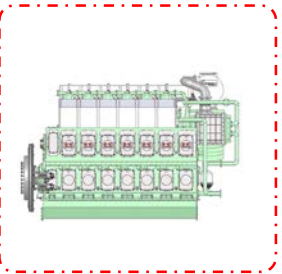
	KPI	現状	達成レベル	解決方法
1 小型MHFSの開発	MHFSがコンテナに収まるようにする。	舶用システムは構想中（TRL2）	システムを製造する（TRL5）	- 保有する舶用天然ガス供給システム技術を参考に、コンテナに収まるコンパクト設計を行う。 - 監督官庁と共同で安全要求を作成し、安全要求に対応するシステムの開発を行う。
2 小型MHFSの陸上実証	出力変動時においても供給圧力がエンジン要求範囲に収まるようにする。	舶用システムは構想中（TRL2）	陸上試運転完了（TRL6）	①で開発したMHFSを工場敷地内に設置し、適用する水素エンジンと接続、試験する。 - エンジンが要求する供給圧力で安定供給できることを確認し、適用する船舶に搭載する。
3 小型MHFSの実船実証	修理・復旧することなく3ヶ月以上運転継続する。	舶用システムは構想中（TRL2）	実証評価完了（TRL8）	②で船舶に搭載したMHFSを用いて実船にて実証試験をする。 - 長期間運転により不具合の洗い出しおよび解決をする。
4 大型MHFSの開発	舶用に対応した200m ³ クラス以上の液水タンクを備えたMHFSを開発する。	舶用システムは構想中（TRL2）	システムを製造する（TRL5）	- 舶用小型MHFSのスケールアップによる大型システムを開発する。 - 監督官庁と共同で安全要求を作成し、安全要求に対応するシステムの開発を行う。
5 大型MHFSの陸上実証	出力変動時においても供給圧力がエンジン要求範囲に収まるようにする。	舶用システムは構想中（TRL2）	陸上試運転完了（TRL6）	①で開発したMHFSを工場敷地内に設置し、適用する水素エンジンと接続、試験する。 - エンジンが要求する供給圧力で安定供給できることを確認し、適用する船舶に搭載する。
6 大型MHFSの実船実証	修理・復旧することなく3ヶ月以上運転継続する。	舶用システムは構想中（TRL2）	実証評価完了（TRL8）	②で船舶に搭載したMHFSを用いて実船にて実証試験をする。 - 長期間運転により不具合の洗い出しおよび解決をする。

MHFSの開発及び実船実証

KHI

別プロジェクトの液化水素運搬船への搭載を予定しており、そのボイルオフガスを利用した実船実証を行う。
したがって、本エンジン向けのMHFSの陸上試験は不要としている。

・商用化実証船に搭載

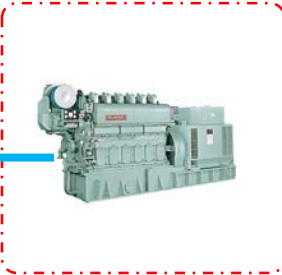
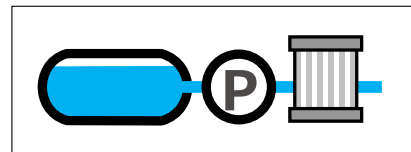


搭載

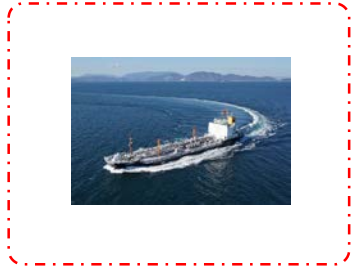


YPT

YPTからKHIに仕様を提示、それに基づきKHIが開発

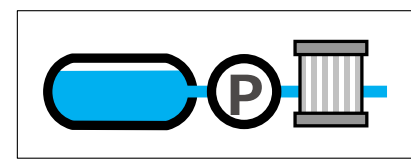


搭載

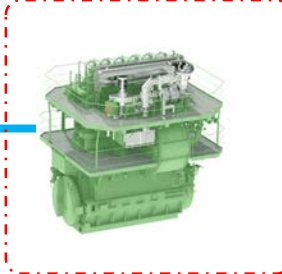


J-ENG

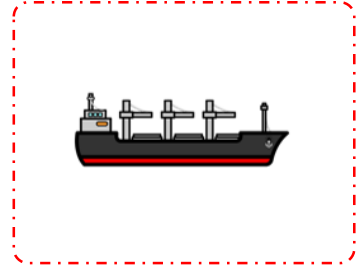
J-ENGからKHIに仕様を提示、それに基づきKHIが開発



水素燃料タンク ポンプ 蒸発器

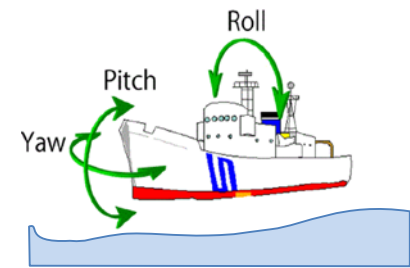


搭載



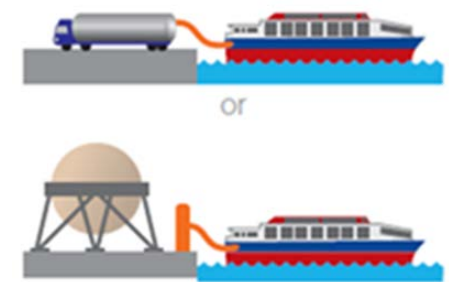
実船実証

船の揺動への対応



- 揺動に対する燃料供給安定性の評価
- 負荷変動への追従性能の確認
- 新開発の適用部品の耐久性評価

バンカリング性能



- 燃料バンカリングの実用性の評価

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

参考資料

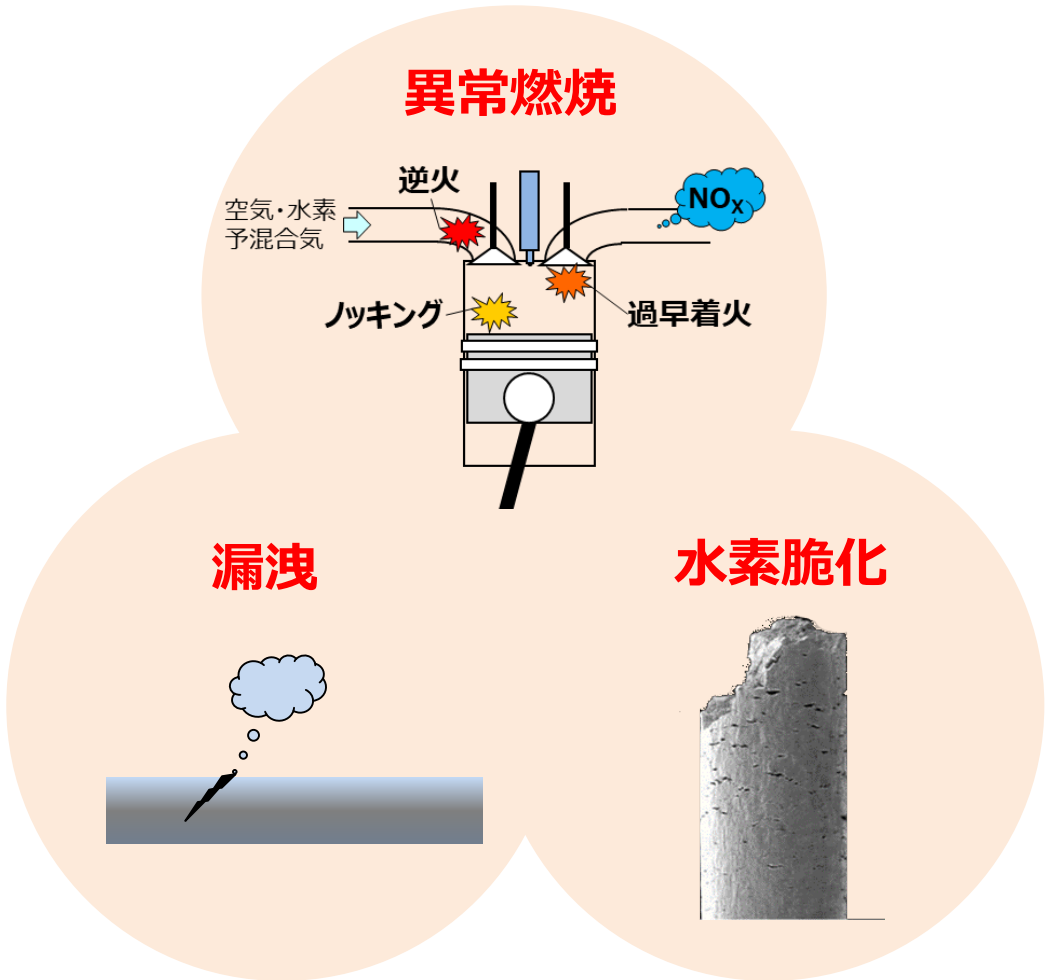
参考資料 物性から見た水素燃料エンジンの基本的課題

参考資料 燃焼技術の開発ステップ

参考資料 舶用水素供給システム開発

物性から見た水素燃料エンジンの基本的課題

		水素 H ₂	メタン CH ₄	課題
分子量		2	16	分子量が小さく 漏洩しやすい
低位発熱量	MJ/Nm ³	10.8	35.8	発熱量が小さく 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、 最小着火エネルギーが小さく、 燃焼速度が速いため、 異常燃焼しやすい
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 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 材料強度が低下



2. 研究開発計画／参考資料

燃焼技術の開発ステップ

小型試験機を用いた基盤研究

2014年～2017年（SIP支援）



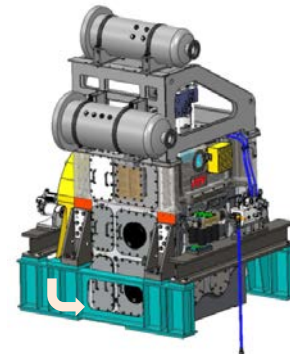
川崎重工業
産業技術総合研究所
東京都市大学
岡山大学
海上技術安全研究所
前川製作所
早稲田大学

大型ボアサイズについての可能性を確認



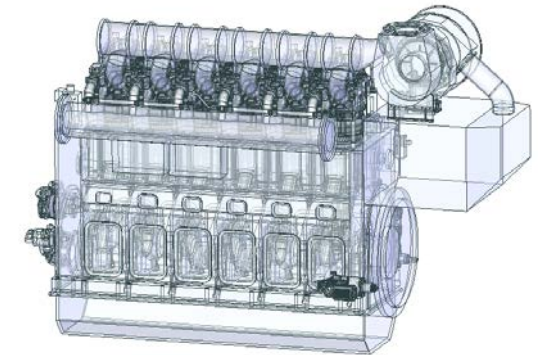
大型単筒試験機を用いた研究

2017年～2019年(自主研究)
2020年～2022年(NEDO支援)



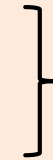
多筒機を用いた実証研究

今回の提案



単筒試験機にて開発した異常燃焼抑制技術を、多気筒エンジン用に展開

- 燃焼室形状最適化
- 水素混合気分布最適化
- 水素着火条件の最適化
- 排気ガス再循環（EGR）
- 制御システム



- ➡ 単筒機の試験結果を流動解析に反映し多筒機的设计開発を行う
- ➡ 船上で使用するために開発が必要
- ➡ 船上で使用するために開発が必要

2. 研究開発計画／参考資料

MHFS（舶用水素燃料タンク及び燃料供給システム）の開発

当社が保有する陸用の液化水素タンク及び燃料配管、機器の技術をベースに下記に対応する技術を開発する。

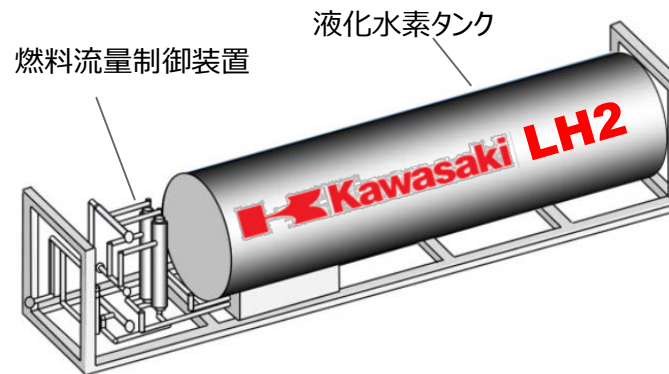
① SOLAS条約（船級規則）への対応

- 二重配管化
- 極低温損傷保護
- 水素漏洩検知

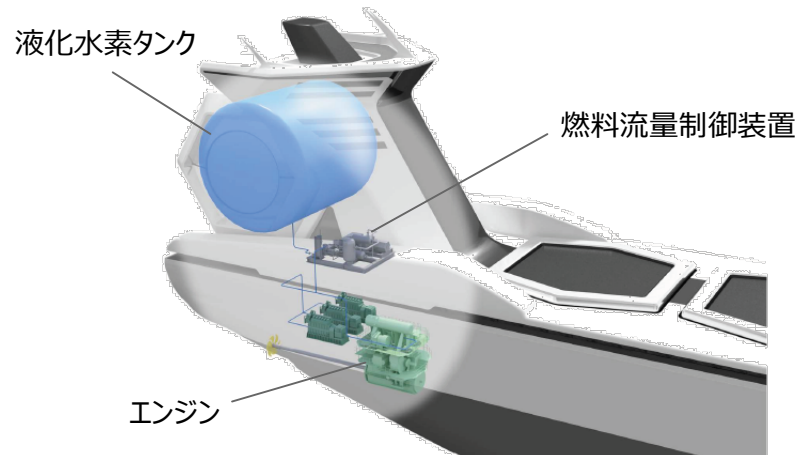
② 舶用特有の課題への対応

- 対揺動、スロッシング対策
- 気化用熱源の制御
- 負荷変動に対する燃料供給安定性
- 塩害対策
- バンカリング性能
- 小型化（真空二重管構造）

YPT向けユニット型MHFS（イメージ）



J-ENG向け大型MHFS（イメージ）



バンカリング性能



Shore to Ship



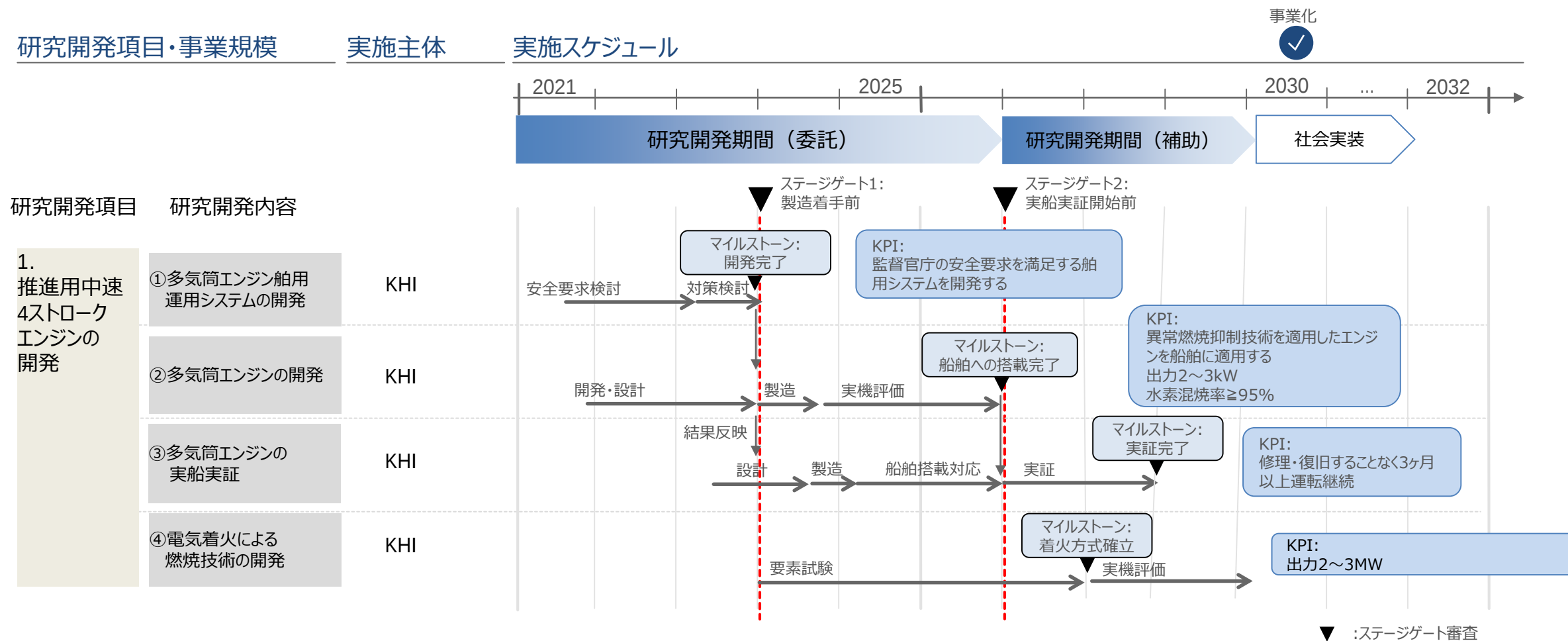
Truck to Ship



Ship to Ship

2. 研究開発計画／（3）実施スケジュール

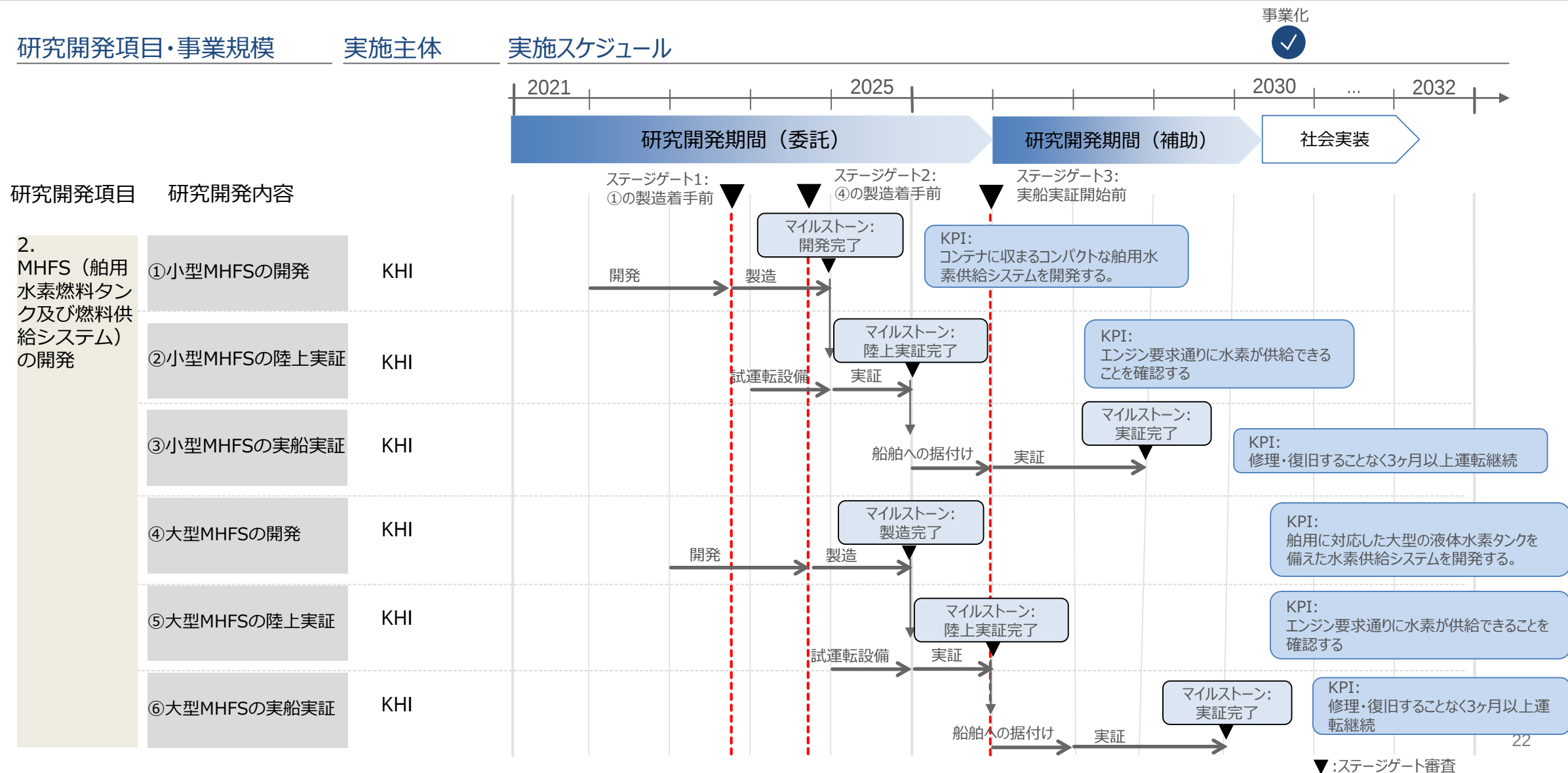
研究開発スケジュール（エンジン）



2. 研究開発計画／（3）実施スケジュール

研究開発スケジュール（MHFS*）

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



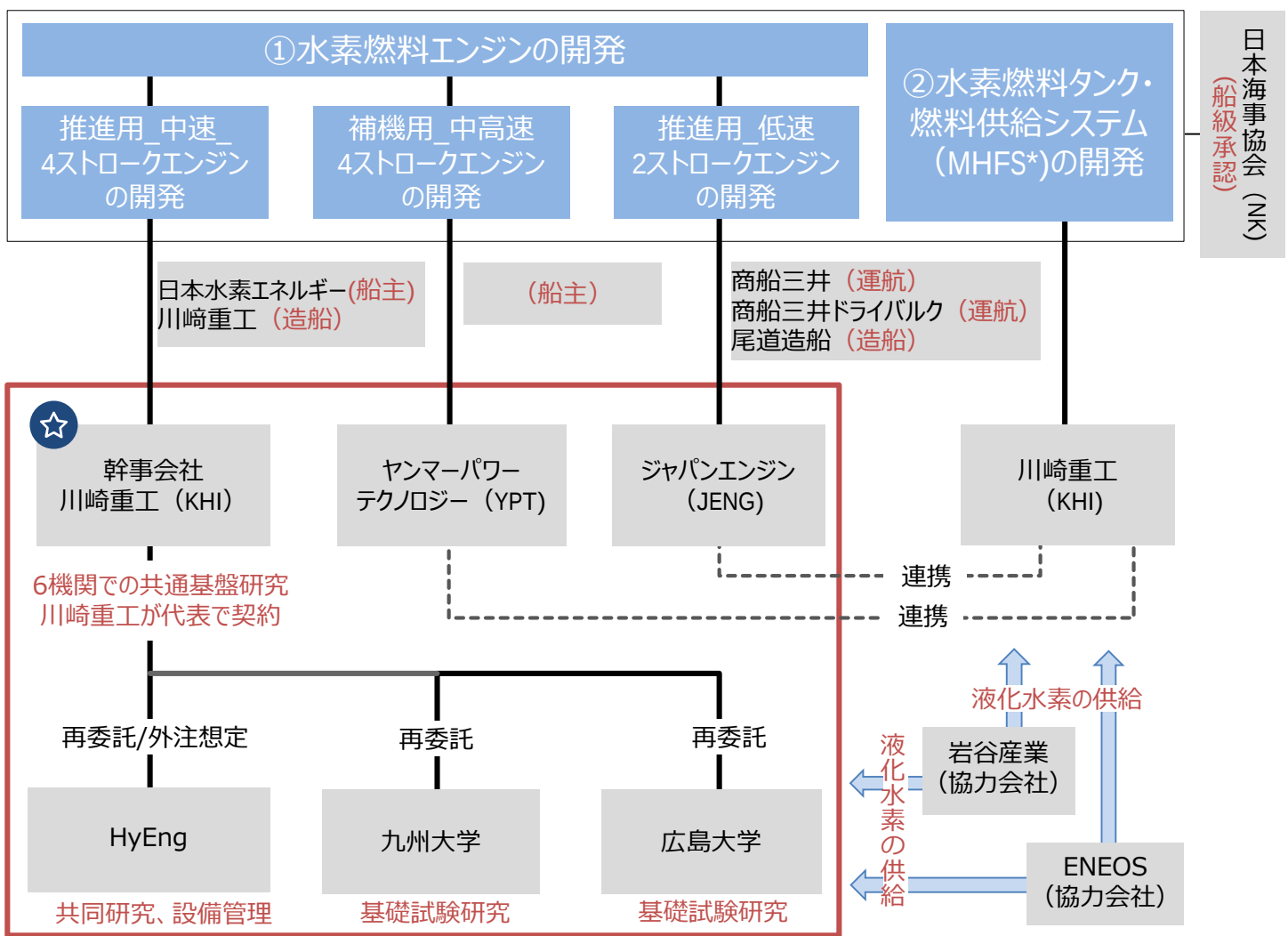
2. 研究開発計画／（4）研究開発体制

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）：船用水素燃料タンク及び燃料供給システム

実施体制図

総事業費/国費負担額＝232億円/210億円



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、KHIが代表でHyEng、九州大学、広島大学と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。

2. 研究開発計画／（5）技術的優位性

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. 推進用 中速4ストロークエンジンの開発	1 多気筒機運用システムの開発	・ 船用天然ガスエンジンの安全対策技術 ・ 天然ガス燃料船の安全対策技術 ・ 小型液化水素運搬船の安全対策技術	→ ・ 小型液化水素運搬船「すいそふろんていあ」を開発・建造しており、水素特有の技術要件を既に把握している。
	2 多気筒エンジンの開発	・ 船用天然ガスエンジンの開発・設計・製造技術 ・ 天然ガス燃料船の開発・設計・製造技術 ・ 単気筒水素試験機関による燃焼開発技術 ・ 自社開発EGR技術（2サイクルDF機関）	→ ・ 社内でエンジン設計・船舶設計とデータを共有し、設計の早い段階からすり合せができる。 ・ 国内初LNGバンカリング船「かぐや」を開発・建造しており、バンカリングのノウハウの蓄積がある。
	3 多気筒エンジンの実船実証	・ 船用エンジン部品信頼性評価技術 ・ 材料評価技術	→ ・ 社内に水素関連機器の開発実績があり、信頼性評価のノウハウを保有している
	4 パイロット燃料を使わない燃焼技術の開発	・ ガス燃料点火技術 ・ 単気筒水素試験機関による燃焼開発技術	→ ・ 火花点火式の船用天然ガスエンジンを商品化しており、ノウハウを蓄積している

2. 研究開発計画／（5）技術的優位性

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
2. MHFS（舶用水素燃料タンク及び燃料供給システム）の開発	1 小型MHFSの開発	- 舶用天然ガス供給システム技術 - 陸上用水素供給システム技術 - 天然ガス燃料船の安全対策技術	→ 小型液化ガス運搬船「すいそふろんていあ」を開発・建造しており、水素特有の技術要件を既に把握している。
	2 小型MHFSの陸上実証	- 舶用天然ガス供給システム技術 - 陸上用水素供給システム技術	→ - 舶用天然ガス供給設備の実績があり、舶用化の課題を把握できている。 - 陸上用水素供給設備の製造実績があり、水素利用における課題を把握できている。
	3 小型MHFSの実船実証	液化水素運搬船建造技術	→ 小型液化水素運搬船「すいそふろんていあ」を開発・建造しており、水素特有の技術要件を既に把握している。
	4 大型MHFSの開発	①に同じ	→
	5 大型MHFSの開発	②に同じ	→ 小型から大型までのガス供給設備の実績があり、スケールアップ設計のノウハウがある。
	6 大型MHFSの開発	③に同じ	→

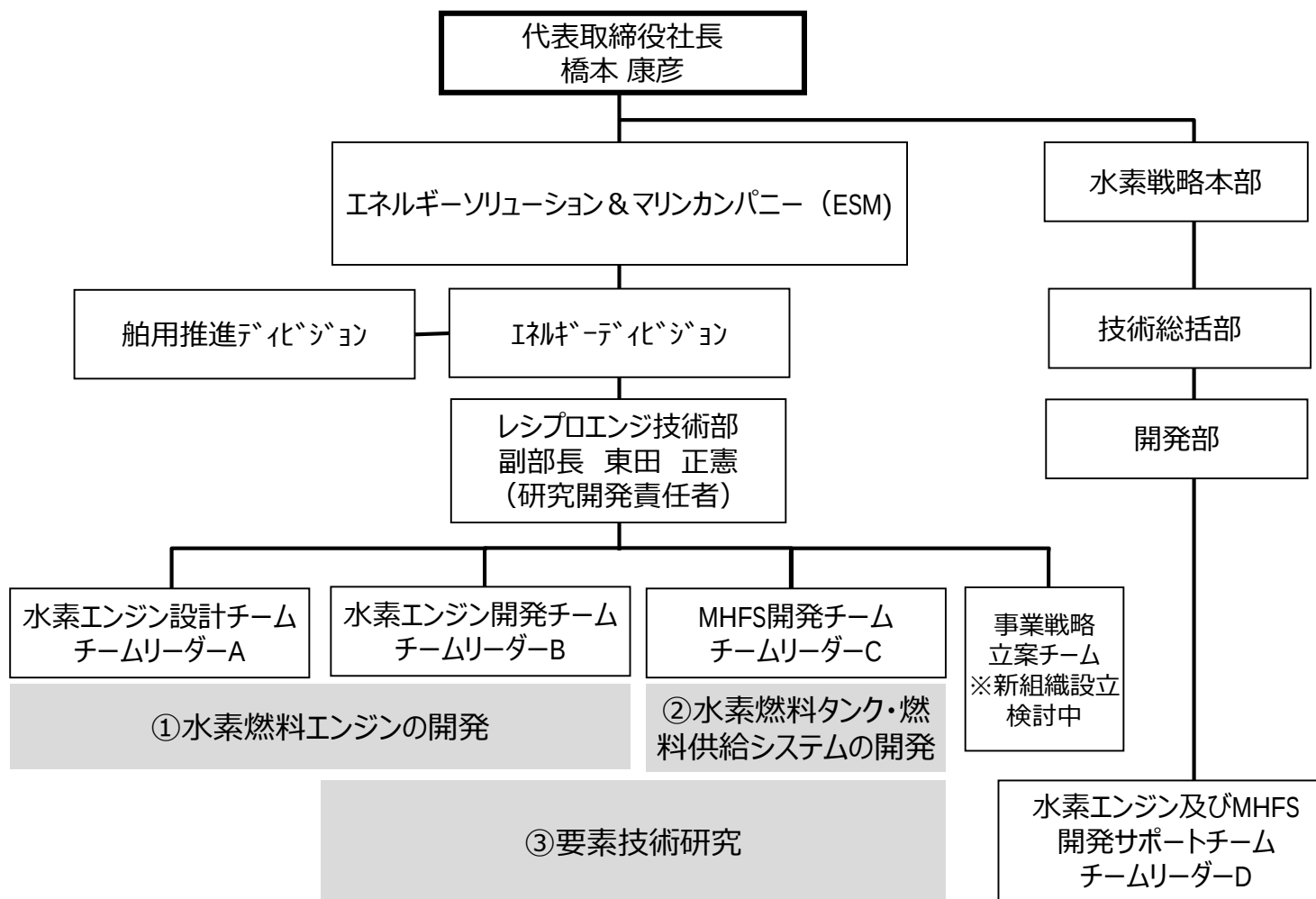
3. イノベーション推進体制

(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、専門プロジェクトチームを設置

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
 - 東田正憲
- 開発チーム
 - 水素エンジン開発チーム
水素エンジンの性能評価、安全評価
 - 水素エンジン設計チーム
水素エンジンの設計、製造フォロー
 - MHFS開発チーム
MHFSの設計、性能評価、安全評価、製造フォロー
 - 開発サポートチーム
社内水素関連技術の展開、技術サポート

部門間の連携方法

- 定期的な進捗確認会議を実施
- プロジェクトチーム連携用に窓口担当を配置

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

経営者等による今回プロジェクトへの関与の方針

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
 - 水素燃料船のさらなる将来を見据え、水素燃料の供給から水素燃料エンジンまでの一連のシステムに対する研究開発を続け、市場の要請に応えていくことを社内外の幅広いステークホルダーに対して自ら発信して行く。
- 事業のモニタリング・管理
 - 社長直轄の報告会議を定期的に行い、事業の進捗状況を確認し進捗を管理のうえ、必要な判断・社内指示を実施して行く。
 - 報告会議においては、NEDO殿を初めとする事業関連のステークホルダーの方針、マーケット等の市場、他社の状況等も共有し、総合的な判断を行う。
 - 報告会議を基本とした事業管理を行い、WG等に対する透明性を持った適切な説明を実施して行く。

経営者等の評価・報酬への反映

- プロジェクトチームの配置メンバーおよびその管理職は、2021年4月から開始された「新人事処遇制度」において本事業を具体的な評価対象とし、事業内における各メンバーの役割・達成度に応じた評価および報酬反映を行う。

事業の継続性確保の取組

- 本事業を中期経営計画等に反映し、経営層全体として、本事業の進捗、方向性を共有し、経営者の任期完了後の交代時においても事業進捗を遅滞させることない継続性を確保する。

3. イノベーション推進体制／（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

経営戦略の中核において全体事業を位置づけ、広く情報発信

本項に記述の内容は、「水素輸送技術等の大型化・高効率化技術開発・実証」プロジェクトと合わせて実施する。

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
 - グループビジョン2030において、水素関連事業の重要事業の一つとして位置づけ、当社が行う液化水素のサプライチェーン関連事業との連携を図りながら2050年のカーボンニュートラルに向けた活動を行う。
https://www.khi.co.jp/ir/pdf/etc_210601-1j.pdf
- 事業戦略・事業計画の決議・変更
 - 中期経営計画は、3年に1度を基本として目標を定めるが、前述の報告会等による進捗管理をとおり、必要に応じた事業戦略ないし事業計画の変更を行い、必要に応じて経営会議等へ諮る。

ステークホルダーに対する公表・説明

- 情報開示の方法
 - 中期経営計画等のIR資料・統合報告書、CSR報告書等において、事業戦略・事業計画の内容を明示的に位置づけ発信する。
 - 採択された場合に、研究開発計画の概要をプレスリリース等により対外公表する。
- ステークホルダーへの説明
 - 中期経営計画の説明会などを通じて、機関投資家等のステークホルダーへの説明を実施して行く。
 - 研究開発の主要なマイルストーン達成時において対外的な公表を積極的に実施して行く。

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
 - 今年度4月よりエネルギープラントカンパニーと船舶海洋カンパニーを統合し、エネルギーソリューション＆マリンカンパニーとして編成。水素関連機器開発に対して、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体制を構築。
- 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。
 - 川崎重工業(株)神戸工場に有する組立工場・運転場、および播磨工場に有する試験設備等を活用して効率的な事業推進を図る。
 - 事業終了後の商用事業では適切な設備投資を行って製品供給を行う。

専門部署の設置

- 専門部署の設置
 - 本年度4月から、社長直轄に水素戦略本部を置き、前述のとおり、これまで分かれていたエネルギープラントカンパニーと船舶海洋カンパニーを効率的な水素関連リソースの統合によるシナジー効果を狙い、エネルギーソリューション＆マリンカンパニーを設立。
- 若手人材の育成
 - プロジェクトチームには若手を積極的に配置し、将来のエネルギー・産業構造転換を見据え、必要な技術・スキルの育成に努めるべく本年度より新人事制度を導入。

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＞

NIMSなどを初めとする社外との連携を図る。必要に応じて、競合他社との共同開発も視野に入れ、開発計画を変更しながら目標の達成を目指し、目標値の再設定も検討する。

- 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＞

社外の技術動向の収集と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変更を行う。

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、液化機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、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殿と協議する。



● 事業中止の判断基準：

- 再設定した目標値では受け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。