

発表No.B1-15

グリーンイノベーション基金事業／
大規模水素サプライチェーンの構築／
水素発電技術（混焼、専焼）の実機実証／
大規模水素サプライチェーン構築に係る水素混焼発電の技術検証

発表者名：八木 啓介
団体名：株式会社 J E R A
発表日：7月18日

連絡先：技術経営戦略部
株式会社 J E R A
<https://www.jera.co.jp/contact/>

事業概要

1. 期間

開始 : 2021年10月
終了（予定） : 2028年度

2. 最終目標

天然ガス燃焼GTコンバインドサイクルで水素30Vol%混焼実証を行うことにより
実運用上の課題を抽出し解決を図ることで、火力発電における水素燃料の利用技術確立すること。

最終目標達成のために以下の内容を検討

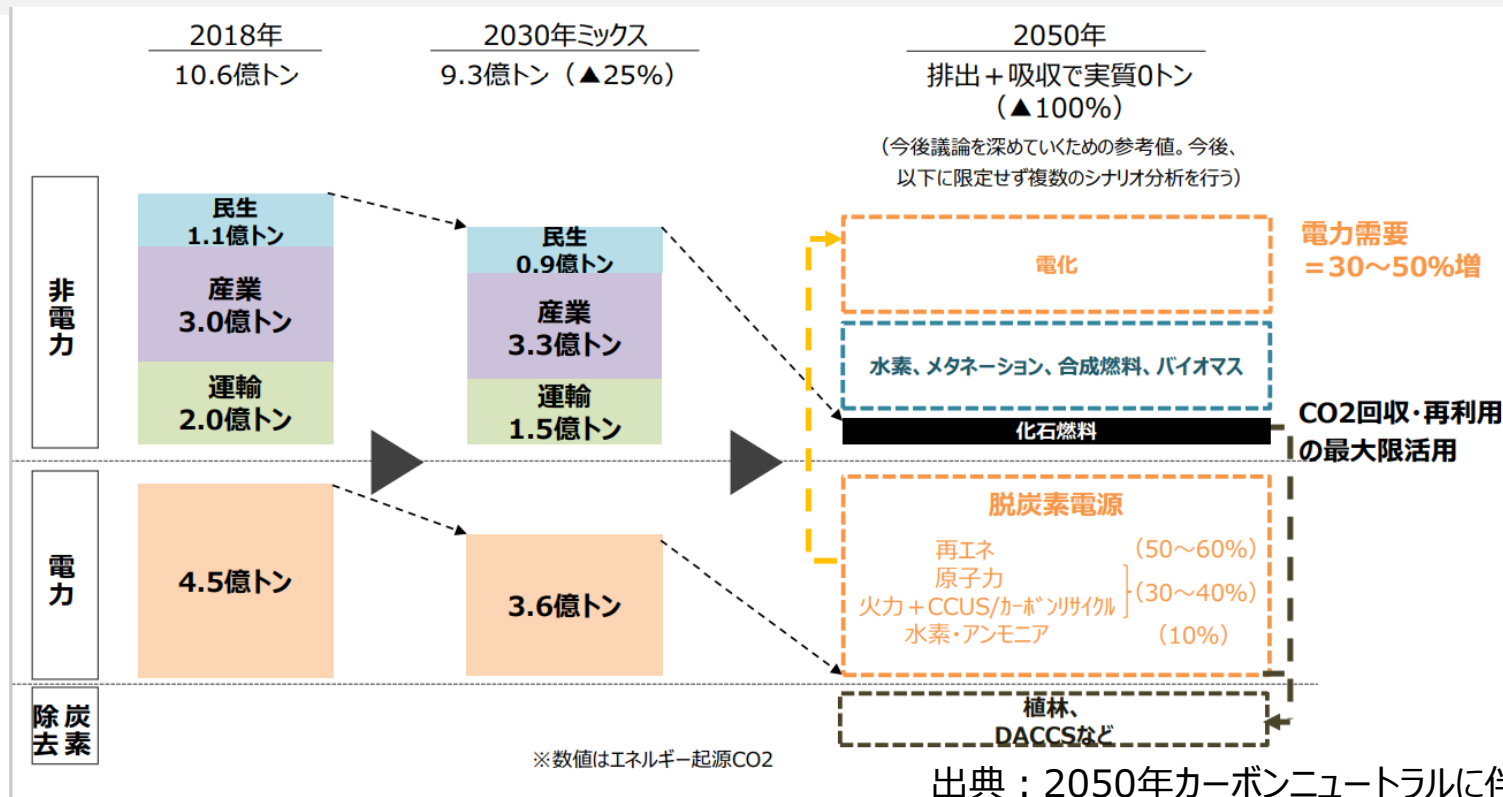
- ・水素混焼実証試験の対象機を当社発電所より選定
- ・ガスタービンの仕様に合致した改造範囲及び内容の技術的検討を行い、他対象機への展開可能性を評価
- ・水素性状評価(別事業「大規模水素サプライチェーンの構築に係る技術開発／大規模水素サプライチェーンの構築に係る水素品質に関する研究開発」で実施中)の結果を基に、水素供給設備の合理的な仕様の確定

3. 成果・進捗概要

2022年度までに実施したフィージビリティスタディ（FS）の結果、MCHや副生水素に含まれる微量物質（ベンゼン、トルエン等）により、燃料系統内部でガム状物質が生成され、ノズル部や燃料流路に飛来・蓄積した場合の運用への懸念が抽出された。このため多様な水素源への対応を目指し別事業にて水素性状評価を実施している。水素性状評価と並行して、本事業では水素供給設備や燃焼器改造に関するFSを再度実施している。

1. 事業の位置付け・必要性（背景・社会情勢）

□2020年10月26日の菅総理大臣の所信表明演説において、脱炭素社会の実現を目指すことが示され、同年12月25日に「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」が策定され、アンモニア、水素は水素社会への移行期では主力となる脱炭素燃料と位置付けられた。



- 市場機会：発電用として、水素1,000万t/y※1、アンモニアは3,000万t/y※2の活用が見込まれている。
 - 2035年ビジョン実現に向けたJERA成長戦略：
 - ・CO2排出原単位に関して、当社は、2030年度に国全体の火力発電からの排出原単位と比べて20%減
- 国の目標値である46%削減については、エネルギー基本計画を始めとした政策議論の動向に注力し、更なる低減策を検討して行く。

※1：2050年に発電用500～1000万t（「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」より引用）
※2：「グリーンエネルギー戦略」より引用

1. 事業の位置付け・必要性（市場のターゲット）

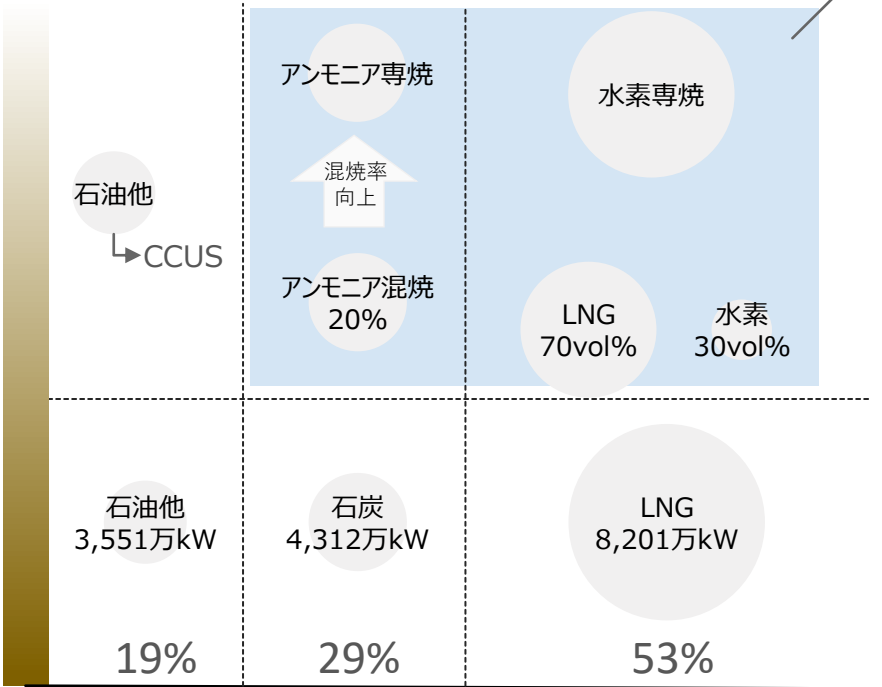
電力市場における水素・アンモニア電気をターゲット

セグメント分析

- 化石燃料発電の半数を占める液化天然ガス(LNG)のグリーン燃料の転換(水素・アンモニア)に注力。

化石燃料発電出力構成のセグメンテーション

CO2排出量



日本の化石燃料発電容量

ターゲットの概要

市場概要と目標とするシェア・時期

- 日本の化石燃料発電電力容量より、LNG・石炭が全て水素・アンモニアに転換された場合、最大約12,500万kWのCO2フリー電気の発電が可能と想定。
- 水素の需要は2050年において発電用の潜在国内水素需要(一定の仮説に基づく導入量)は約500～1,000万t/y程度※1になると想定。
- 発電用の燃料アンモニアの国内需要は、2050年で3,000万t/y※2を想定。

※1：「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」より引用

※2：「クリーンエネルギー戦略」より引用

カーボンニュートラルにおける各部門の水素利用用途および最大需要想定

	短期（～2025年頃）	中期（～2030年頃）	長期（～2050年）
部門・目標量	約200万トン	最大300万トン	2000万トン程度
輸送部門	FCV、FCバスに加え、FCTラック等への拡大	水素燃料船等の市場投入	航空機等への水素等（合成燃料等）の利用 約600万t/y
発電部門	定置用燃料電池、小型タービンを中心に地域的に展開	大規模水素発電タービンの商用化（SCと一体）	電力の脱炭素化を支える調整力等として機能 約500～1000万t/y
産業部門（工業用原料）	原油の脱硫工程で利用する水素のクリーン化、製鉄、化学分野の製造プロセス実証等の実施		水素還元製鉄、グリーンケミカル（MTO等）等 約700万t/y
産業・業務・家庭部門の熱需要	水電解装置や純水素燃料電池の導入や、既存ガス管を含む供給インフラの脱炭素化等に伴い化石燃料を代替		インフラ整備や水素コスト低減を通じた供給拡大

出典：今後の水素施策の課題と対応の方向性中間整理(案)「第25回水素・燃料電池戦略協議会」

1. 事業の位置付け・必要性（経営資源・ポジショニング）

国内火力発電の最大保有の強みを活かして、社会・顧客に対してCO₂フリー電気を提供

自社の強み、弱み（経営資源）

ターゲットに対する提供価値

- CO₂フリー電気の提供

自社の強み

- 国内火力発電設備の約半数容量を保有し、約3割の電力を供給。
- 他社に比べCO₂排出量の少ないLNGの比率が高く、石炭火力においても比較的CO₂排出の少ない超々臨界圧発電方式（USC）が占める割合が大きい。

自社の弱み及び対応

- 化石燃料による発電が他社より多いためCO₂のゼロエミッション化が課題。
- その対策の1つとして、グリーン燃料の導入・拡大を実施。

他社に対する比較優位性

当社の発電出力構成 ※1

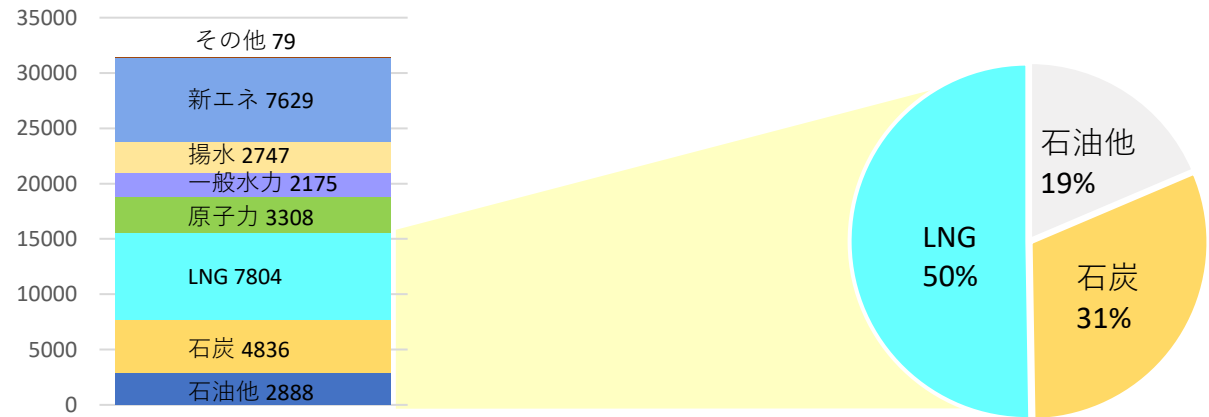
燃料種別	出力（発電端）
石炭 （USC再掲）	1,032万kW （892万kW）
LNG（液化天然ガス）※2	4,644万kW
重油・原油	900万kW
合計	6,576万kW

※1 2022年3月末時点。建設中含む。共同火力保有分は除く

※2 LPG・都市ガス含む

出典：2021年度決算説明会資料（IR情報、2022年5月）

（参考）全国大の発電出力構成（2021年）



出典：電力広域的運用推進機関「2022年度年次報告書 供給計画の取りまとめ」

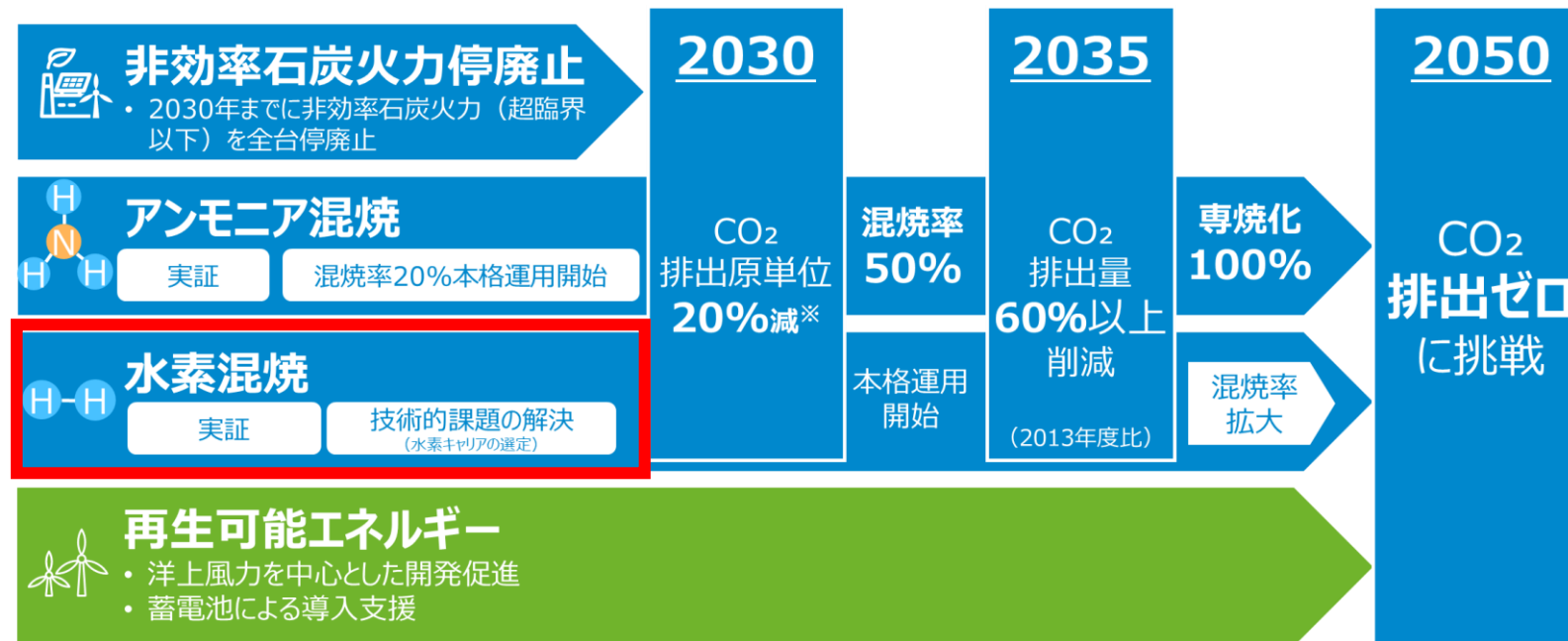
1. 事業の位置付け・必要性（経営ビジョン）

- 当該変化に対する経営ビジョン：

「JERAゼロエミッション2050」を策定

JERAは、2050年時点で、国内外の当社事業から排出されるCO₂をゼロとするゼロエミッションに挑戦。ゼロエミッションは、「再生可能エネルギー」とグリーンな燃料の導入を進めることで、発電時にCO₂を排出しない「ゼロエミッション火力」によって実現。

⇒脱炭素に向けた施策の一つとして**本事業を通じてLNG燃料の水素転換**を進める。



※政府が示す2030年度の長期エネルギー需給見通しに基づく、国全体の火力発電からの排出原単位と比べて。

図 JERA2050ゼロエミッション(日本版ロードマップ)

1. 事業の位置付け・必要性（提供価値・ビジネスモデル）

JERAが保有するバリューチェーンを用いてCO2フリー価値を提供する事業を創出/拡大

- JERAは、LNGと同様に燃料の上流開発から、輸送・貯蔵、発電・販売までのビジネスモデル(バリューチェーン)を検討。
 - 発電で使用するには大量のグリーン燃料が必要であり、既存のサプライチェーンでは賄うことができないため、発電燃料用に新たにサプライチェーンを構築・拡大に挑戦。また、CO2フリー電気を発電するため、実機実証が必要。

ビジネスモデル(検討中)

燃料上流開発

輸送・貯蔵

発電・販売

水素混焼用燃焼器等を導入し燃焼安定性、運用性の実機検証を行う

グリーン水素・アンモニア



再エネ



天然ガス

ブルー水素・アンモニア

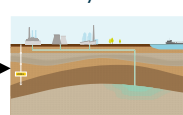


電解



改質

CCS/EOR



H₂

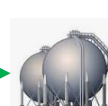
液化/MCH/
アンモニア



貯蔵



海上輸送



荷揚・
貯蔵



気化or脱水素

他国への展開

アンモニア・水素双方



JERA



他発電事業者

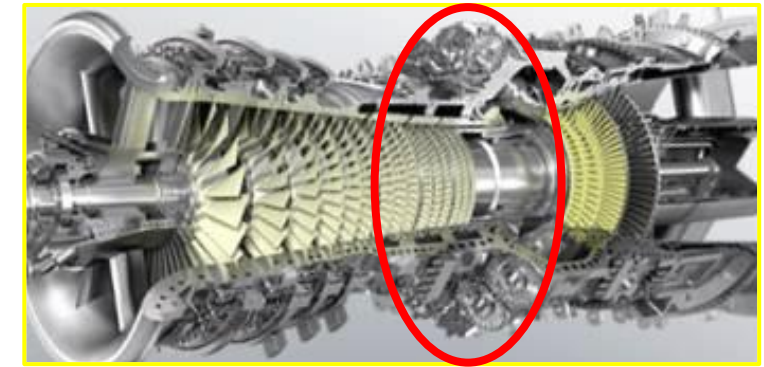
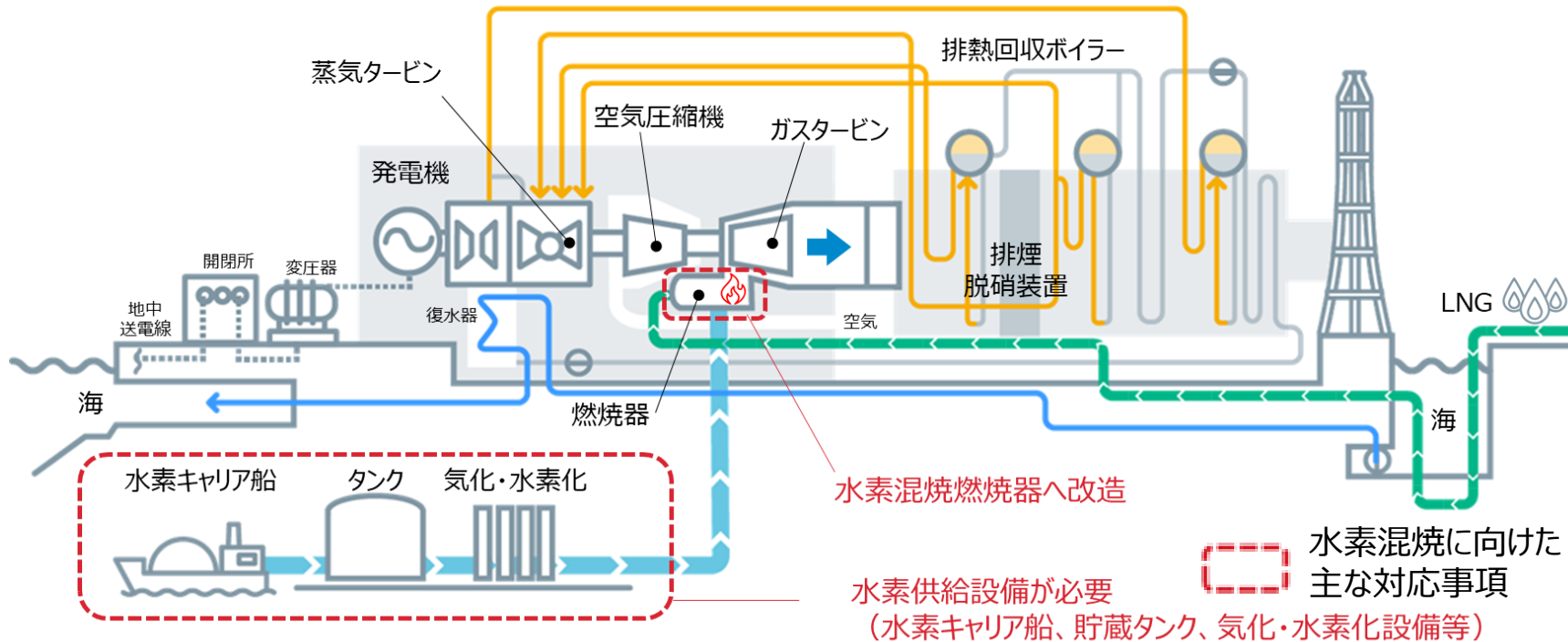


他産業

2. 研究開発マネジメント（研究概要）

水素混焼発電技術の検討概要

LNG火力発電所（GTCC型）において、水素と天然ガスを混合燃焼できる燃焼器へ置換し、2028年度までに体積比約30%（熱量比で約10%相当）の天然ガスを水素に転換した発電を実証予定。このため**水素混焼燃焼器型への改造**や**水素供給設備**が必要。



水素混焼用燃焼器イメージ図

ノズル改造
(水素混焼用)



引用：三菱重工業HP ならびに
NEDO水素・燃料電池成果報告会2022より抜粋

2 . 研究開発マネジメント（研究開発の目標）

研究開発内容

実証試験に向けた検討と実証試験におけるKPI、およびKPI設定の考え方

アウトプット目標

最大水素混焼率(計画値)燃焼器を用いた安定した水素混焼発電技術の確立

KPI

水素混焼用プラントの設計完了

水素予混合箇所から燃焼器において、既設発電設備と同等水準以下の建設費達成に向けた検討
水素供給設備については、本研究開発内容には含まない

最大水素混焼率(計画値)燃焼器を用いた安定した水素混焼発電技術の確立

KPI設定の考え方

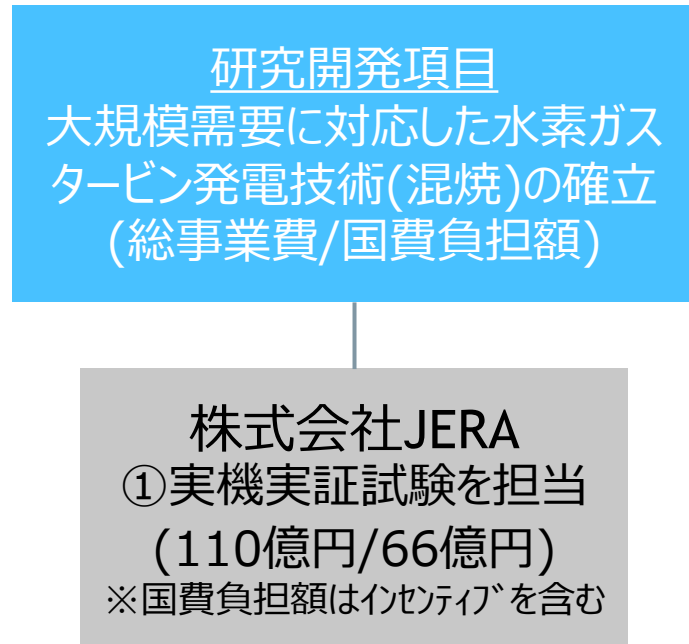
・プラントEPC・実証着手の可否判断

・事業予見性(収益性)の確認

・実運用性を考慮した技術の確立

2. 研究開発マネジメント（実施体制）

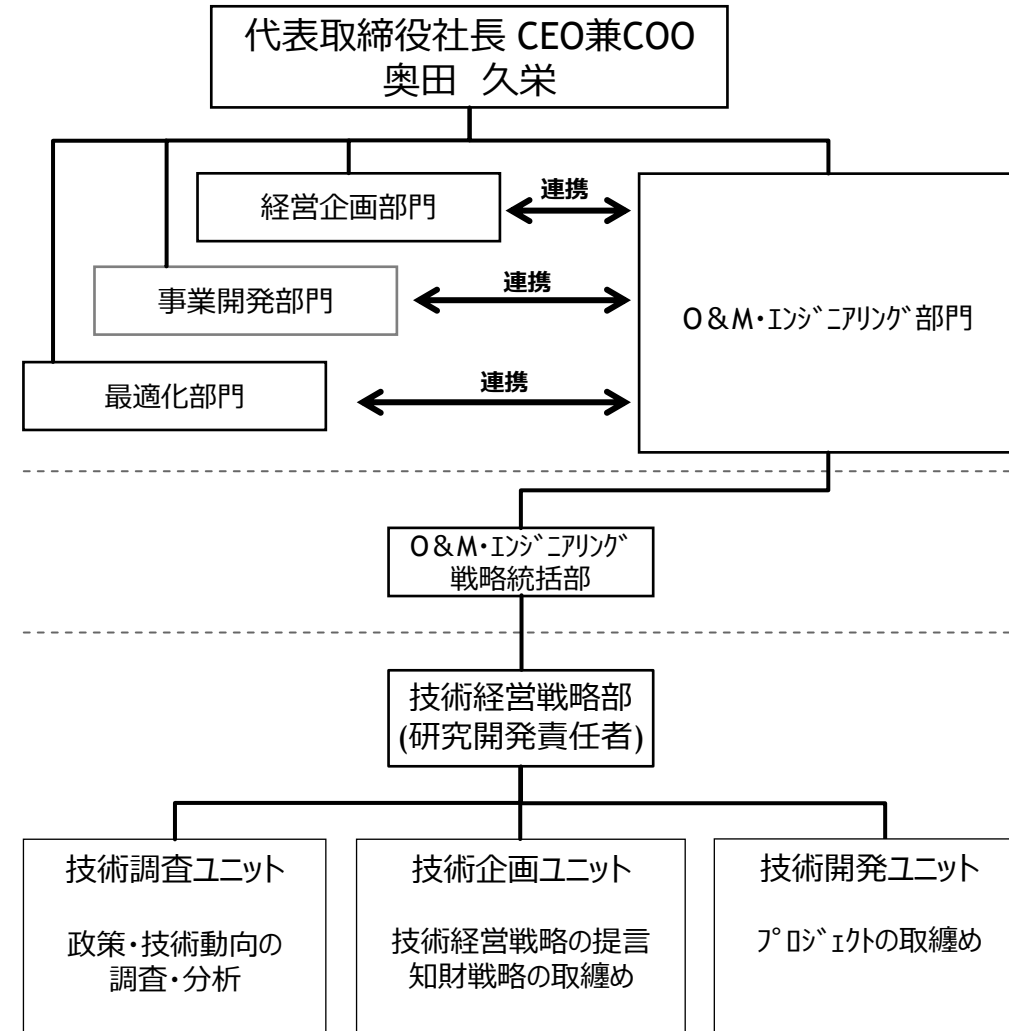
実施体制図 ※金額は、総事業費/国費負担額



社内部門間の連携方法

- 社長、関係役員等も参加する定期的な進捗会議等を実施。
- 研究開発段階から将来の社会実装を見据えて取り組むため、O&Mエンジニアリング部門(研究開発部門)と経営企画部門等が情報共有を密に行うなど連携して推進する。
- 研究開発段階から将来の社会実装を見据えて取り組むため、部門横断による体制を構築。標準化の方向性・知財戦略についても検討。

組織内体制図



2. 研究開発マネジメント（経営者等による施策など）

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
 - 脱炭素に係る取り組みをJERAの重要課題（マテリアリティ）として特定
 - コーポレートコミュニケーションブック（統合報告書）、プレスリリース、ホームページ、CM、社内報等で社内外へ取り組みを発信
- 事業のモニタリング・管理
 - 本事業を含むゼロエミッション火力に係る取り組みを経営層が定期的に把握し議論するため、ステアリングコミッティを毎月開催
 - 上記ステアリングコミッティにおける議論内容を取り組みに反映
 - 事業化を判断するため、技術面のステージゲート判断基準やKPIを設定

事業の継続性確保の取組

- トランジションファイナンス等により調達した資金も用いて、取り組みをさらに強力に推進

若手人材の育成

- OJT等にて育成機会を提供

3 . 研究開発成果（研究開発の進捗）

・水素混焼用プラントのプロセス設計に関し、2022年度までのFSにて以下内容を実施

- 水素供給設備の仕様と機器配置に関する基礎検討
- 水素配管追設および発電設備等の基本設計、発電効率や窒素酸化物排出量などの運転特性の検討
- 水素供給方法に関して、2022年5月に改訂された高度化法において、グレーアンモニア・水素を含む全てのアンモニア・水素を非化石エネルギー源として位置付け、利用促進が進められていることから、**既存商流を最大限活用した供給方法を模索する中で、MCHや副生水素等に含まれる微量物質（ベンゼン、トルエン等）により、燃料システム内部でガム状物質が生成され、ノズル部や燃料流路に飛来・蓄積した場合の運用への懸念を抽出。**
 - 別事業にて2023年度より事業用天然ガス火力発電所(コンバインドサイクル)への適用可否評価に向けた検討を実施。評価結果に応じた最適な設備構成により実証試験を行う。

3 . 研究開発成果（研究開発の進捗：課題の抽出）

- FSで抽出された課題の 1 つに、副生水素やMCHに含まれる芳香族物質（BTX）がガスタービン機内でガム化し、燃烧器のノズル閉塞などを引き起こす懸念が新たに判明した。
- 芳香族物質の完全除去には高額な設備（PSA）が必要となるが、ガスタービンの芳香族物質に対する許容値を明らかにすることで設備の経済性（＝商用時の競争力）を高めることが可能となる。

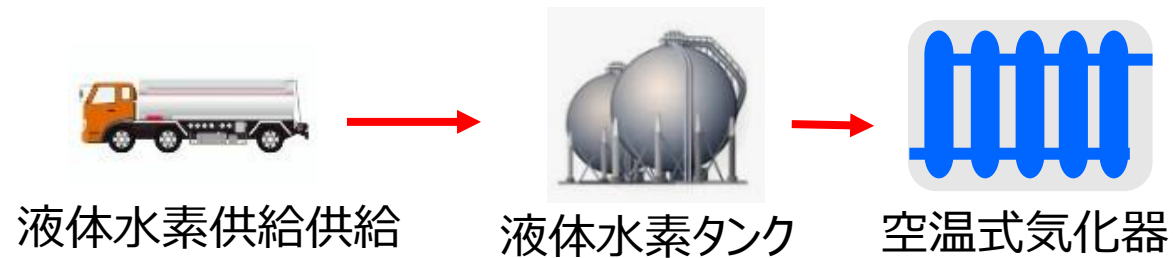
【水素性状】

評価要否	種類	水素濃度[%]	微量物質[ppm]
否	液体水素	99.999	—
	LNG由来 (蒸気改質)	98	—
要	MCH	99.9	硫黄<0.1 トルエン～数百ppm
	原油由来 副生水素	90	硫黄～数ppm ベンゼン～数百ppm トルエン～数百ppm キシレン～数百ppm

3 . 研究開発成果（研究開発の進捗：水素供給方法の検討）

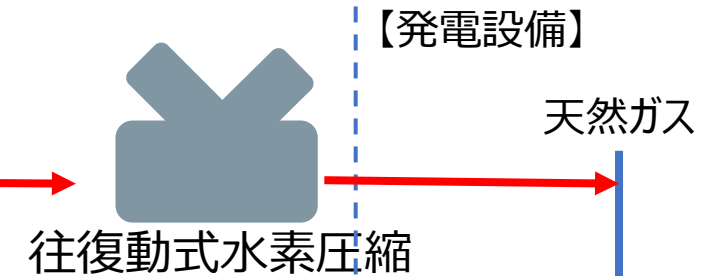
- 液体水素にガム化の原因物質を添加することで副生ガスやMCHを模擬できる見通しが得られたことから、液体水素供給設備へ微量物質添加装置を追設する方法を採用することとした。
- 模擬ガスでは添加量のコントロールが可能となり、水素性状評価で得られたガスタービンの許容量を再現可能。

【水素供給設備】

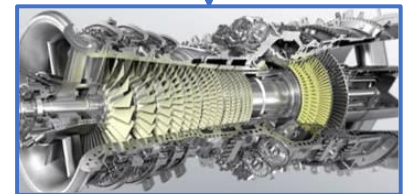


水素供給設備に関して
液体水素昇圧ポンプの導入も検討

微量物質添加装置を追加
(MCH・副生ガス等の再現)



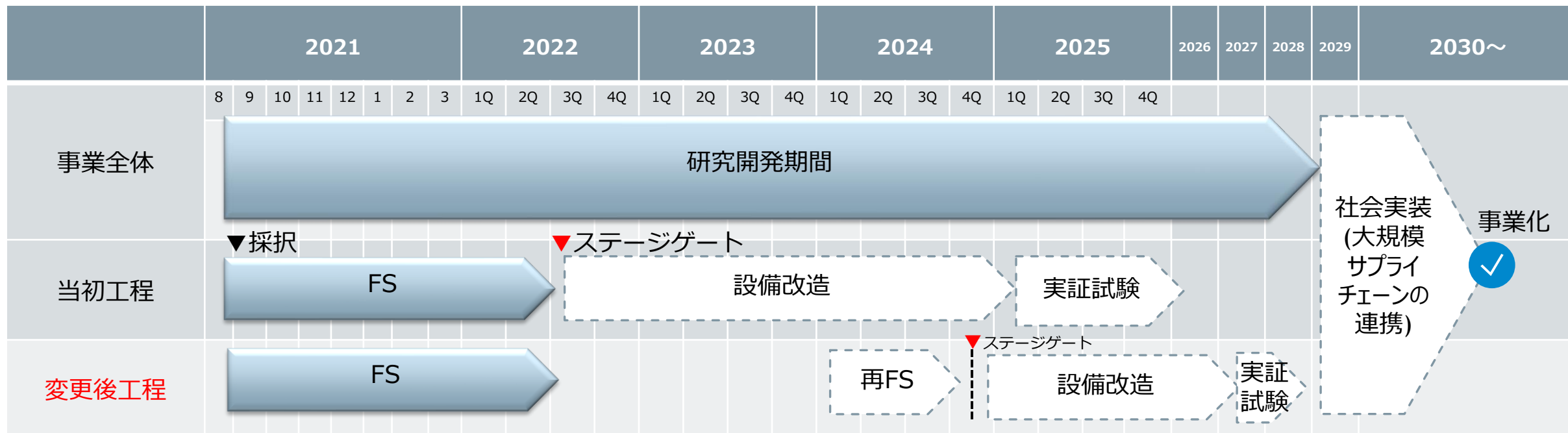
【発電設備】



ガスタービン

3. 研究開発成果（研究開発スケジュールの見直し）

- ◆水素性状評価の追加、ならびに、水素供給方法の見直しにより、スケジュールを見直し。
- ◆設備改造に向けた再FSおよび水素性状評価を並行して実施中。



【ステージゲート判断基準】

- ・実機適応可否の判断 (NOx、プラント影響評価)
- ・事業予見性の確認 (制度措置含めた事業性判断)

4. 今後の見通しについて（今後の課題と対応方針）

実用化・事業化に向けて

- ◆ 実証試験での運転・運用性を踏まえた事業予見性の評価。
- ◆ 水素30Vol%転換におけるプラント全体の運転特性（NOx 排出挙動、ガスタービン及び後流機器への影響等）やプラント全体の運用特性（負荷条件、制御性、危急時対応など）、制約条件など水素混焼技術の社会実装に向けた課題の抽出。
- ◆ 水素混焼技術の水平展開により水素社会の実現を加速