

発表No.B1-11

- (大項目) 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
- (中項目) 水素発電技術（混焼、専焼）の実機実証
- (小項目) 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：長尾 隆司
団体名：株式会社JERA
発表日：2025年 7月15日

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

事業概要

1. 期間

開始：2021年10月

終了：2025年 3月 （2025年2月 NEDOステージゲート審査の結果により、事業中止）

2. 事業の目的

天然ガス焚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。

3. 最終結果

実施内容

- 水素混焼実証試験の対象機を当社発電所より選定し、ガスタービンの仕様に合致した改造範囲の検討
- ガスタービン水素混焼実証に必要な水素供給設備に関する技術検討

ステージゲート結果

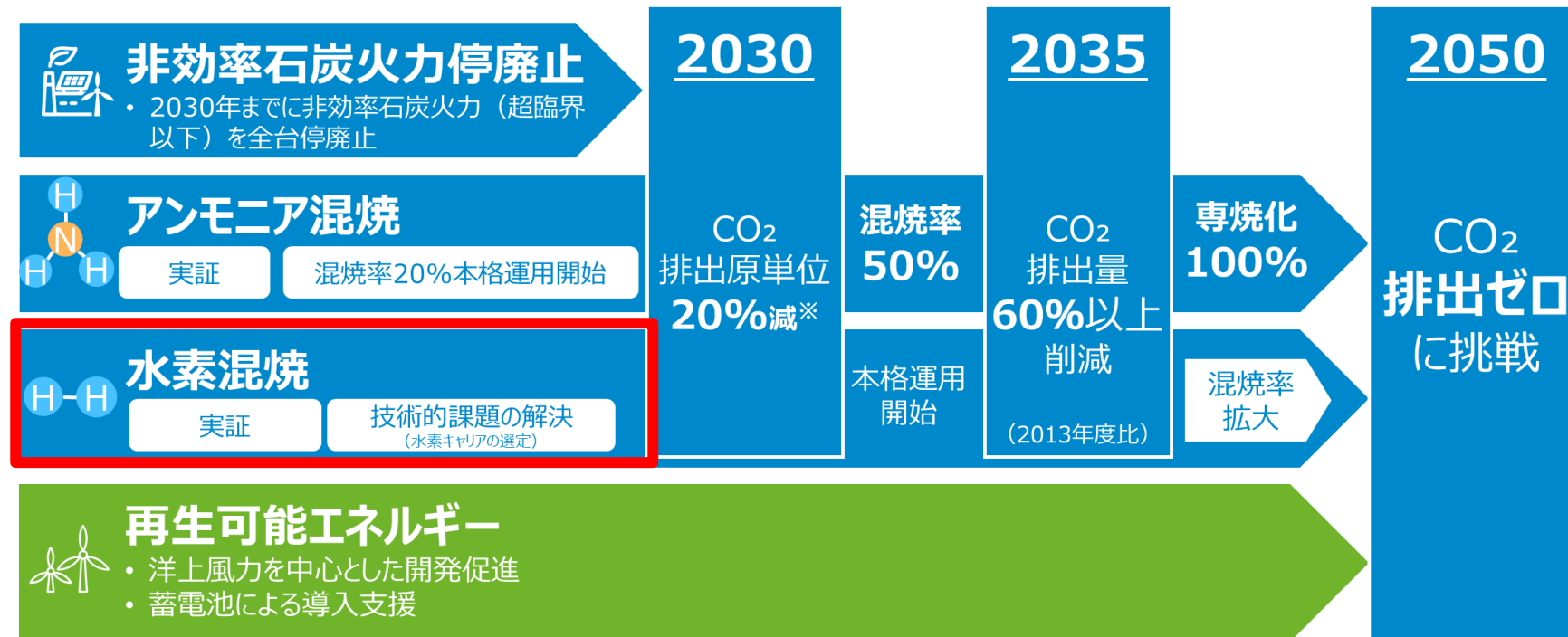
- ✓ 水素ガスタービン（燃焼器）開発の技術進捗により、JERAが2028年度に実証試験を行う意義は喪失

1. 事業の位置づけ・必要性（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。

JERA2050ゼロエミッション(日本版ロードマップ)

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

研究開発項目

大規模需要に対応した水素ガスタービン発電技術(混焼)の確立
(総事業費/国費負担額)

株式会社JERA

①実機実証試験を担当

(110億円/66億円)

※国費負担額はインセンティブを含む

外注先

岩谷産業株式会社、三菱重工業株式会社

ほか

社内担当部署

- 実施主体 …… 技術経営戦略部 技術開発ユニット
- 技術検討箇所 …… エンジニアリング部門（脱炭素技術部 等）
- 知財・標準化 …… 技術経営戦略部内に知財取りまとめ箇所および政策・技術動向調査部署を設置

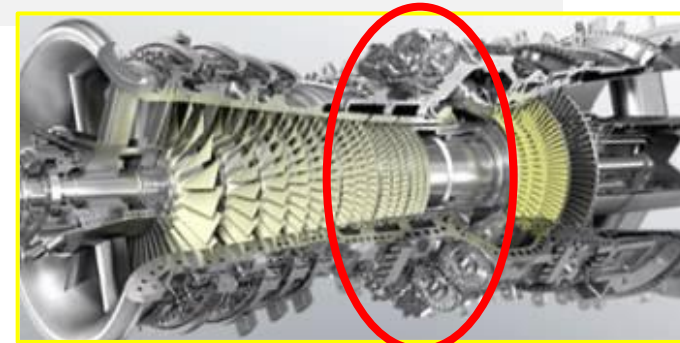
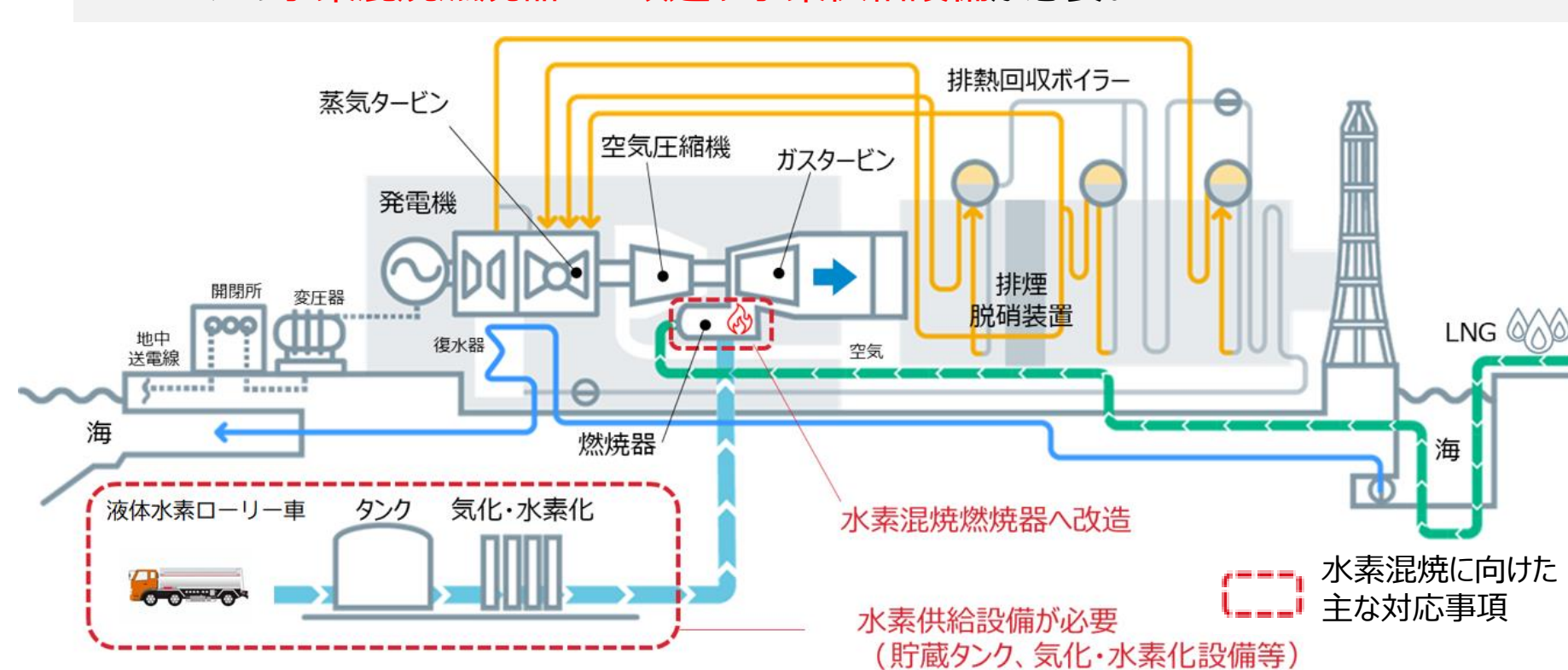
社内部門間の連携方法

- ・ 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。

2. 研究開発マネジメント（研究開発概要）

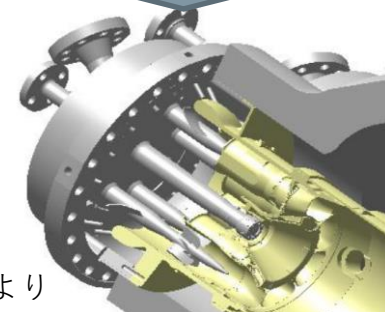
水素混焼発電技術の検討概要

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実証を目指した。このため水素混焼燃焼器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)



今回の事業期間内においては
水素サプライチェーン未構築により、
液体水素ローリー車による供給が必要

引用：三菱重工業HPより

3. 研究開発結果 事業開始から終了までの経緯

経緯

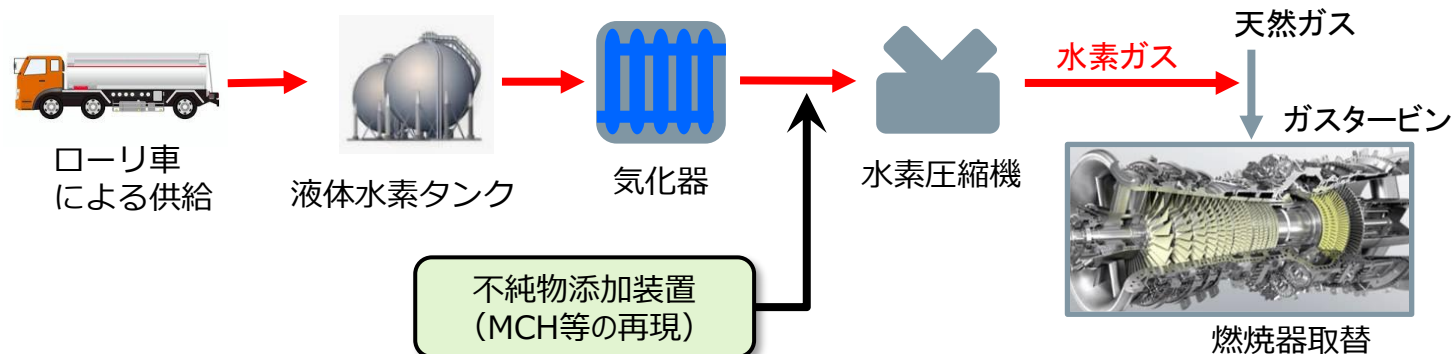
- 2021年度 三菱重工の自社開発の燃焼器を用いた事業用ガスタービンの水素混焼実機実証を目指しGI基金事業化。燃焼温度の高いJ形ガスタービンを対象として、発電設備および水素供給設備に関するFSを実施。
- 2022年度 副生水素・MCH由来の微量物質（ベンゼン、トルエン等）によりガム状物質が生成し、燃料流路等に蓄積・飛来した場合の逆火等への懸念が見出されたため、ステージゲートを延伸。新たにNEDO事業にて水素性状評価を2023年度より開始。
- 2023年度 水素混焼時のフラッシュバック裕度向上のため、燃焼器のアップグレードを検討。
- 2024年度 FSを再度実施するとともに、詳細設計も前倒して実施。
✓発電設備は、燃焼器仕様変更を踏まえた改造範囲や費用、工程の検討。
✓水素調達は液水ローリ車による供給に絞り、副生水素等を模擬する設備を含めた水素供給設備の費用、工程等を検討。

【社外環境の変化】

当社の2028年度での実証試験前に、国内外において発電事業用大型ガスタービンを用いた水素混焼実証試験が複数実施された。

項目	内容
FS対象ユニット	三菱重工製 J形GTCC
水素転換率	30 %（体積比）
水素使用量	約500トン
水素供給方法	液水ローリ車（＋タンク・気化器・圧縮機の設置）
発電設備改造	燃焼器取替 および 水素配管の追設
事業総額	（応募時）110億円 → 事業費用の大幅増加
補助額	55億円 → 66億円※ ※ 物価上昇分

プロセス概略図



3. 研究開発成果 発電設備

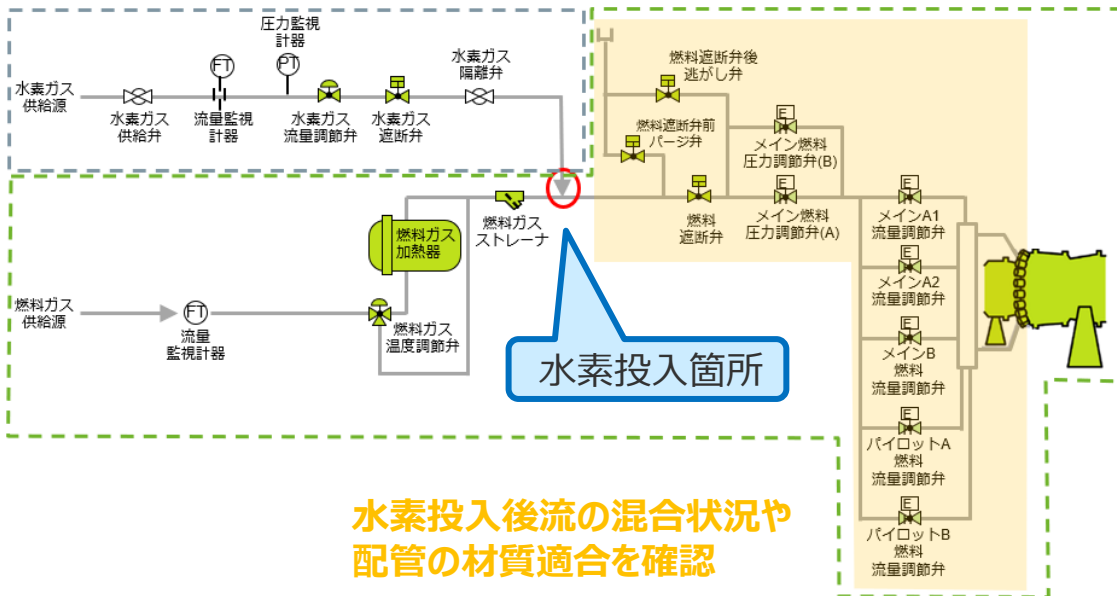
- FSにて発電所の改造範囲や運転性能等を検討。
- GT出力や熱効率の性能、運用性、環境性能は、いずれも既設同等を達成できる見通し。
- 本件のGI事業で得られた設計知見などの結果は、商用化の導入時に活かすことが可能。

設備変更範囲

水素配管の追設や既設改造範囲を検討

追設範囲

既設改造範囲



大項目	小項目	目標値	FS検討結果
混焼GT性能	混焼率	最大30vol. %	水素混焼率30vol. %燃焼可能
	出力	既設同等	既設同等
	熱効率	既設同等	熱効率低下は0.1%未満 (水素ガスの燃料ガス加熱器バイパス影響のみ)
運用性能	負荷変化率	既設同等	既設同等
	起動停止特性	—	起動停止時には天然ガス専焼が必須。 天然ガス専焼から水素混焼への切替は、 運用最低負荷以上にて切替。
環境性能	NOx濃度	2.5～8.5ppm	脱硝装置により既設同様に5ppm以下 へ達成可。

3. 研究開発成果 安全対策に関する検討

- 電気事業法に基づき設計。
- 緊急停止などにおいて水素供給が過剰となった場合にはベントスタックにて大気放出。

ガスタービン水素混焼に関わるインターロック項目

事象	目的	動作
水素混合比高	水素過投入による フラッシュバック防止	水素遮断／緊急停止
水素混焼時 ブレードパス温度変化大	フラッシュバックによる 燃焼器焼損の防止	緊急停止
水素混合比偏差大	制御弁、計器等の 制御機能異常検知	水素遮断／緊急停止
水素ガス供給圧力低	混合制御不能、水素投入不可	水素遮断
水素ガスリーク (GTエンクロージャー内)	ガスリーク検知	水素遮断
軸負荷水素許容MW以下	水素混焼許容範囲からの逸脱	水素遮断

3. 研究開発成果 水素供給設備

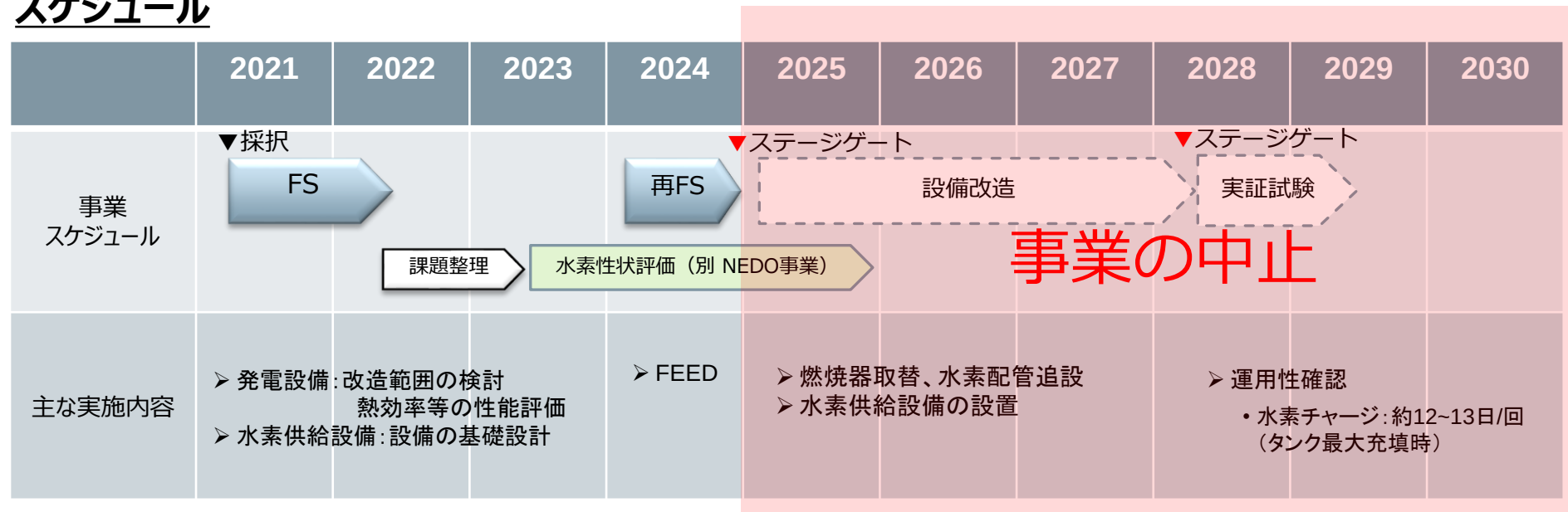
□□ーリー車による液体水素供給に関するFSを実施。

- ✓必要水素量精査の結果、最大で4.5t/hと試算。
- ✓気化器に関して、空温式では大量の液体水素と空気が熱交換することにより霧が発生し、設置予定箇所近傍の道路が視界不良になるリスクを抽出したため、ORV式を採用。
- ✓圧縮機に関して、圧力脈動の許容値等を精査の結果、与条件に対応可能な遠心式を採用。

	検討結果
液体水素 タンク	液化水素貯槽150m ³ × 7 基 (最大6時間程度の混焼運転が可能) 気相圧力：0.6MPa
液体水素 気化器	ORV式気化器 4.5t/h× 1 基=4.5t/h 熱交換媒体：工水
水素圧縮機	遠心式水素圧縮機 機器仕様：入口圧力：0.5MPa 吐出圧力：6.0MPa

3. 研究開発成果 スケジュール等

スケジュール



- 当初の計画では、発電所近隣の商用水素のパイプライン利用や、大規模水素サプライチェーンによる水素基地からのパイプライン供給を想定
 - ⇒ 想定した水素調達が困難であるため、液体水素ローリーによる水素供給に計画を変更しFSを実施。
- 液体水素ローリー車による水素供給方式では、混焼運転を6時間程度行うために必要なタンク充填日数が約12～13日となり、連続・安定的な試験や運用ができない。
- 上記の水素供給方法の変更ならびに物価高騰の影響により、実証費用は当初の計画を大きく上回った。

参画当初からの環境変化

(参画当初の狙い) 水素混焼実証により、ガスタービンの運用における課題の抽出を行い社会実装へ繋げる。

(現状の事業環境) 国内外において複数の先行事例があり、逆火やNOx増加などの運用性の課題は見られていない。

⇒ 先行事例により新規性が失われたことや混焼技術の進捗により、技術実証の意義を喪失

差異の生じた要因

✓ 他社における実証試験の広がり

- 2021年のGI応募以降において海外での水素混焼実証が複数の発電所で行われ、安定した運転が確認されている。
- 国内においても、応募時に計画のなかったMHI高砂の実機実証設備の水素設備増強や、当社と同型機の大型GT実証が先行して実施。

✓ 技術進捗による実証試験の難易度低下

- 応募時点における一般的な学術的知見において、GT水素混焼では逆火リスクやNOx排出量増加などが懸念されていたが、メーカー各社（GE、MHI、Siemens、PSM）の燃焼器試験や実機実証の結果から、水素30vol.%混焼では通常の燃焼調整の範囲内での対応となる可能性が高まった。

大型ガスタービンの水素混焼実証

PJ（国）	GT型式	水素混焼率	発電容量	実証/COD	備考
McDonough(米国/GA)	MHI M501G	20 vol.%	233MW (GT単機)	2022/6	GTCC 2 on 1 (840MW × 3)
Hillabee Gen. (米国/AL)	Siemens SGT6-6000G	38 vol.%	753MW (GTCC)	2023/5	EPRIとの共同実証
Linden Cogen (米国/NJ)	GE 7F.03	最大40vol.%	172MW (SC)	2023/6	製油所からの副生ガスを利用
MHI高砂 新T地点 (日本)	MHI M501JAC	30 vol.%	566MW (GTCC)	2023/10	三菱重工の自社実証設備
関西電力 姫路第二 (日本)	MHI M501J	30 vol.%	487MW (GTCC)	2025	GI事業により実施
Intermountain (米国/UT)	MHI M501JAC	30 vol.%	840MW (GTCC)	2025	水素30vol.%混焼での商用運用

研究開発目標の達成状況

- ✓ プラントの改造範囲、設計などは、FS・FEEDの実施により完了。
- ✓ 燃焼安定性や運用性に関する技術確立に関しては、他社の実証により達成されるため、新規性・進歩性を有する技術開発要素を喪失。

研究開発項目

- プロセス設計・既設改造、燃焼器製造、実証試験
- 実機実証試験

KPI

水素混焼用プラントの
プロセス設計完了

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

最大水素混焼率30vol%燃焼器を用いた安定した水素混焼発電技術の確立

結果

- 改造範囲ならびに影響評価をFSにて実施。
- 燃料水素配管接続以外の改造不要で、天然ガス焚ガスタービンにて水素30vol.%混焼が可能。
- ユーザーとしての運用性確認は、2025年度 関西電力によるGT水素混焼実証により確認される見通し。

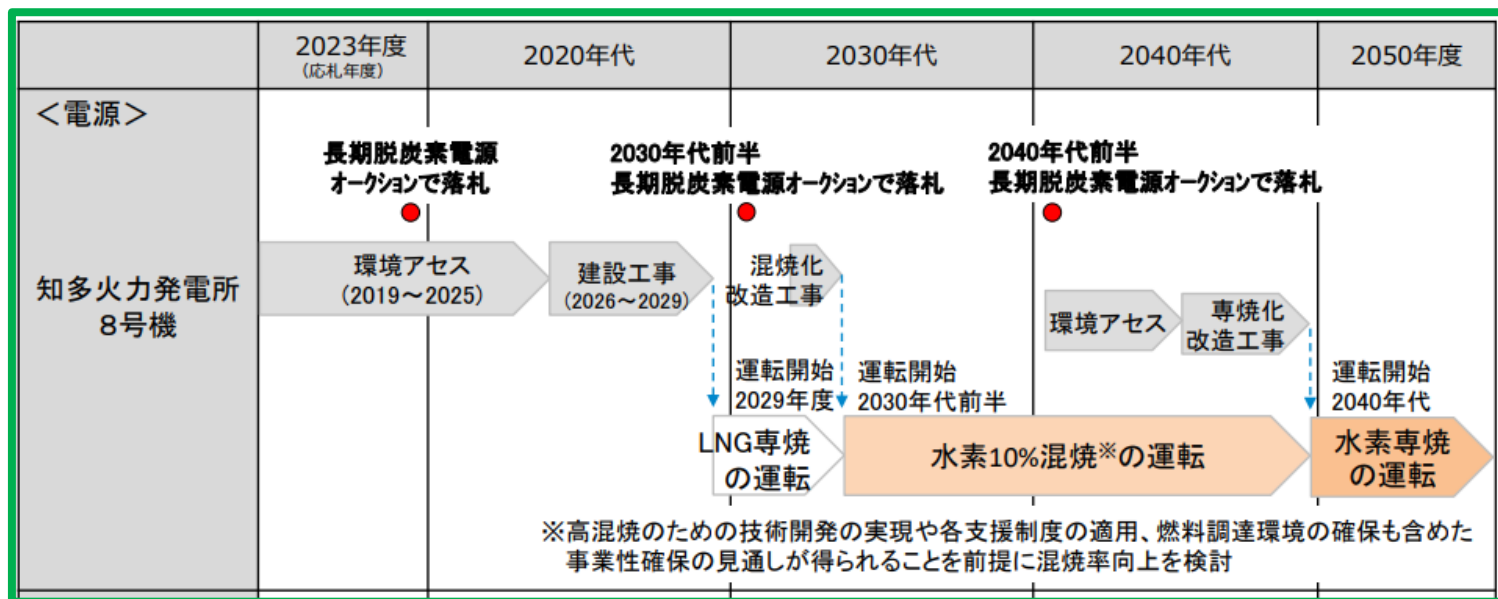
NEDO委員会の判断

「発電事業者として 2028 年度から実証すべき新たな技術開発要素が認められない上、国内外において発電事業用大型ガスタービンを用いた水素混焼実証試験が複数実施されていることで、本事業で技術実証を進める意義が失われており、2024 年度ステージゲート目標に設定している「プラント EPC・実証着手の可否判断」について、実証着手すべきとの判断にはならない」

JERAにおける水素利用に向けた今後の取組み

- 当社の脱炭素ロードマップにおいて、水素発電は2030年代の商用導入を想定。
- 当社新設火力における長期脱炭素電源オークションの応札（LNG専焼）に係り、2030年代での水素混焼運転の開始を計画した脱炭素化ロードマップを公表。
- 水素発電に必要な上流技術（水電解装置、アンモニアクラッキング）への経営資源投入も継続して推進。

水素発電導入計画



2023年度 長期脱炭素電源オークションに落札した知多火力
7/8号 LNG専焼火力での脱炭素化ロードマップ

水素サプライチェーン構築への取組み

水素混焼技術は成熟期にあるが、未成熟な上流分野の技術開発を経営も後押し

- NEDO事業にて、クラッキング水素の技術開発に着手済。
- 水電解装置（SOEC）の開発をパートナー企業と開始。

- 2024年度末でのNEDOステージゲート審査において、本GI事業はガスタービン水素混焼実証の技術的意義を失ったとの評価を受け、「事業の中止」となった。
- ガスタービン水素混焼技術はほぼ確立されているため、当社も実証試験を省略可能と判断。
- ガスタービンへの必要改造範囲などの本GI事業で得られた成果は、今後の水素発電本格導入に活かすことが可能。
- 当社は、脱炭素ロードマップ達成に向け、2030年代でのガスタービンにおける水素利用の本格運用開始に向けた導入計画を立案する。
- 上記に加え、当社は、水素発電に必要な上流技術（水素製造装置、アンモニアクラッキング）への経営資源投資を継続していく。

Jera

Energy for a New Era