

「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発」

④次世代火力発電基盤技術開発」

3) ガスタービン燃料電池複合発電技術開発

4) 燃料電池石炭ガス適用性研究／

- (1) 燃料電池モジュールの石炭ガス適用性研究
(事後評価)

(2016年度～2021年度 6年間)

プロジェクトの概要 (公開)

NEDO

環境部

2022年8月30日

I. 事業の位置づけ・必要性

- (1)事業の目的の妥当性
- (2)NEDOの事業としての妥当性

II. 研究開発マネジメント

- (1)研究開発目標の妥当性
- (2)研究開発計画の妥当性
- (3)研究開発の実施体制の妥当性
- (4)研究開発の進捗管理の妥当性
- (5)知的財産等に関する戦略の妥当性

III. 研究開発成果

- (1)研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義
- (2)成果の普及
- (4)知的財産権の確保に向けた取組

IV. 成果の実用化に向けた取組及び見通し

- (1)成果の実用化に向けた戦略
- (2)成果の実用化に向けた具体的取組
- (3)成果の実用化の見通し

◆事業の位置付け

◇IGFC実証事業と本事業の関係

CO₂分離・回収型IGFC※¹（石炭ガス化燃料電池複合発電）の実現のために、【CO₂分離・回収型IGFC実証事業】において燃料電池要素技術の適用性を評価するとともに、燃料電池の低コスト化を目指した。

※1) Integrated Coal Gasification Fuel Cell Combined Cycle

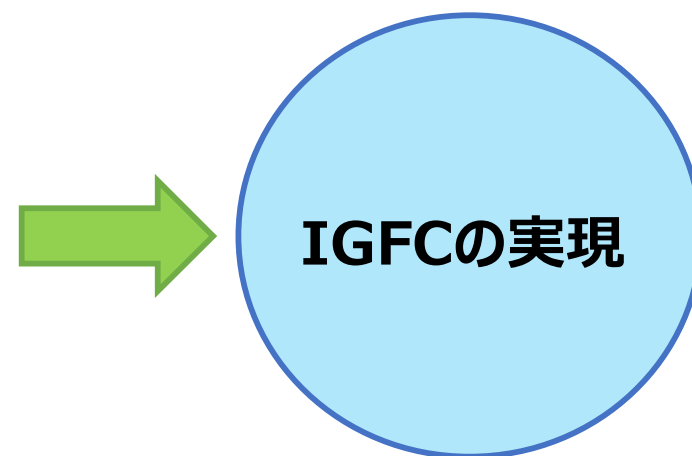
※2) Integrated Coal Gasification Combined Cycle

①石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業

- ・第1段階 酸素吹き石炭ガス化複合発電実証 (IGCC※²)
- ・第2段階 CO₂分離・回収型石炭ガス化複合発電実証 (IGCC)
- ・**第3段階 石炭ガス化燃料電池複合発電実証 (IGFC)**

④次世代火力発電基盤技術開発 (IGFCへの燃料電池要素技術開発)

- ・**3)ガスタービン燃料電池複合発電技術開発 (GTFC)**
- ・**4)燃料電池モジュールの石炭ガス適用性研究**



◆政策的位置付け

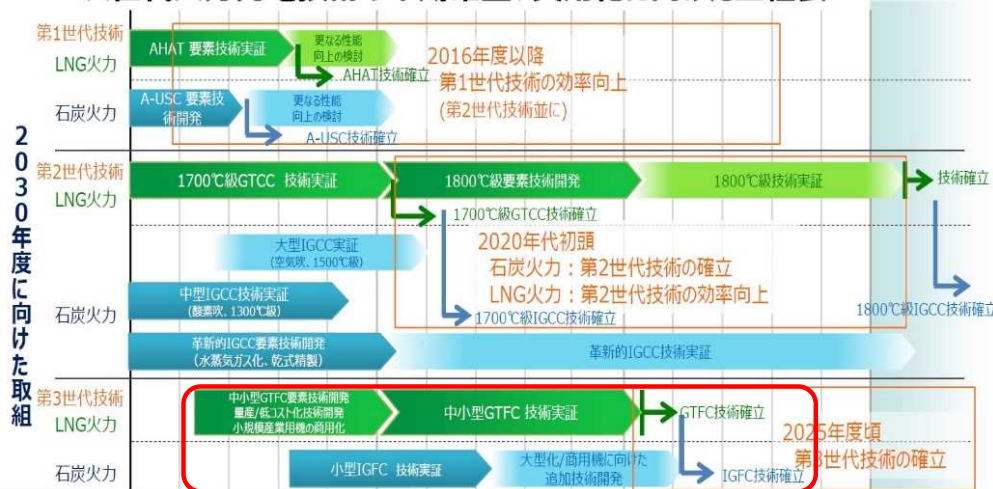
次世代火力発電に係るロードマップ*1 (2016年6月) から抜粋

8. 個別技術の開発方針-2030年度に向けた取組の中心となる技術-

- GTFC※3) 2025年度頃技術確立、発電効率63%、量産後従来機並の発電単価を実現**
 小型GTFC(1MW級)の商用化、量産化を進め、SOFCのコスト低減を図り、中小型GTFC(100MW級)の実証事業を経て技術確立。IGFCの基盤技術開発と並行して実施。
- IGFC 2025年度頃技術確立、発電効率55%、量産後従来機並の発電単価を実現**
 酸素吹IGCCと一体的に開発を実施。/2022年度の小型IGFC実証事業終了後、追加の技術開発、GTFCの技術開発成果を活用して、大型IGFCの技術を確立。

※3) GTFC : Gas-Turbin Fuel Cell Combined Cycle (ガスタービン燃料電池複合発電)

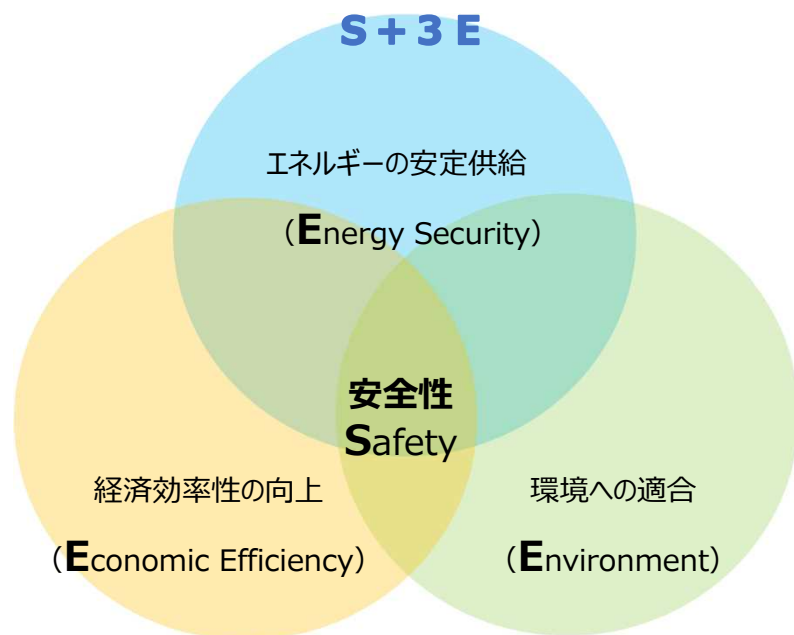
7. 次世代火力発電技術の早期確立、実用化に向けた工程表



◆ 事業実施の背景と事業の目的 (1/2)

現在のエネルギー政策 (第6次エネルギー基本計画/2021年10月)

エネルギー政策の大原則



S + 3 Eを大前提に、**2030年度**の新たな削減目標や**2050年カーボンニュートラル**という野心的な目標の実現を目指し、あらゆる可能性を排除せず、使える技術は全て使うとの発想に立つことが今後のエネルギー政策の基本戦略となる。

- ◆ 火力発電は電力の安定供給や電力レジリエンスを支えてきた重要な供給力であるとともに、現時点の技術を前提とすれば、再生可能エネルギーの変動制を補う調整力として重要な機能を保持していることを踏まえ、安定供給を確保しつつ、その機能をいかにして脱炭素電源に置き換えていくかが鍵となる。
- ◆ 火力発電の脱炭素化に向けては、燃料そのものを水素・アンモニアに転換させることや、排出されるCO₂を回収・貯留・再利用することで脱炭素化を図ることが求められる。
- ◆ 一定の稼働率を超える非効率な石炭火力発電に対して、容量市場からの受取額を減額する措置を導入することで、非効率石炭火力のフェードアウトを着実に推進していく。また、脱炭素化を見据えつつ、次世代の高効率石炭火力発電技術である石炭ガス化複合発電 (IGCC) や**石炭ガス化燃料電池複合発電 (IGFC)**などの技術開発等を推進する。

【石炭】

現時点の技術・制度を前提とすれば、化石燃料の中で最もCO₂排出量が大いだが、調達に係る地政学リスクが最も低く、熱量当たりの単価も低廉であることに加え、保管が容易であることから、現状において安定供給性や経済性に優れた重要なエネルギー源である。今後、石炭火力は、再生可能エネルギーを最大限導入する中で、調整電源としての役割が期待されるが、電源構成における比率は、安定供給の確保を大前提に低減させる。

◆ 事業実施の背景と事業の目的 (2/2)

社会的背景

- 火力について、特に非効率な石炭火力については、最新鋭のU S C並みの発電効率をベンチマーク目標として設定し、一定の稼働率を超える石炭火力発電に対して、フェードアウトを着実に推進していく。また、**脱炭素化を見据えつつ**、次世代の高効率石炭火力発電技術である石炭ガス化複合発電（IGCC）や**石炭ガス化燃料電池複合発電（IGFC）**などの技術開発等を推進する。



CO₂分離・回収型IGFCの技術開発を推進

事業の目的

CO₂分離・回収型IGFC実証事業の要素技術適用に向けた開発

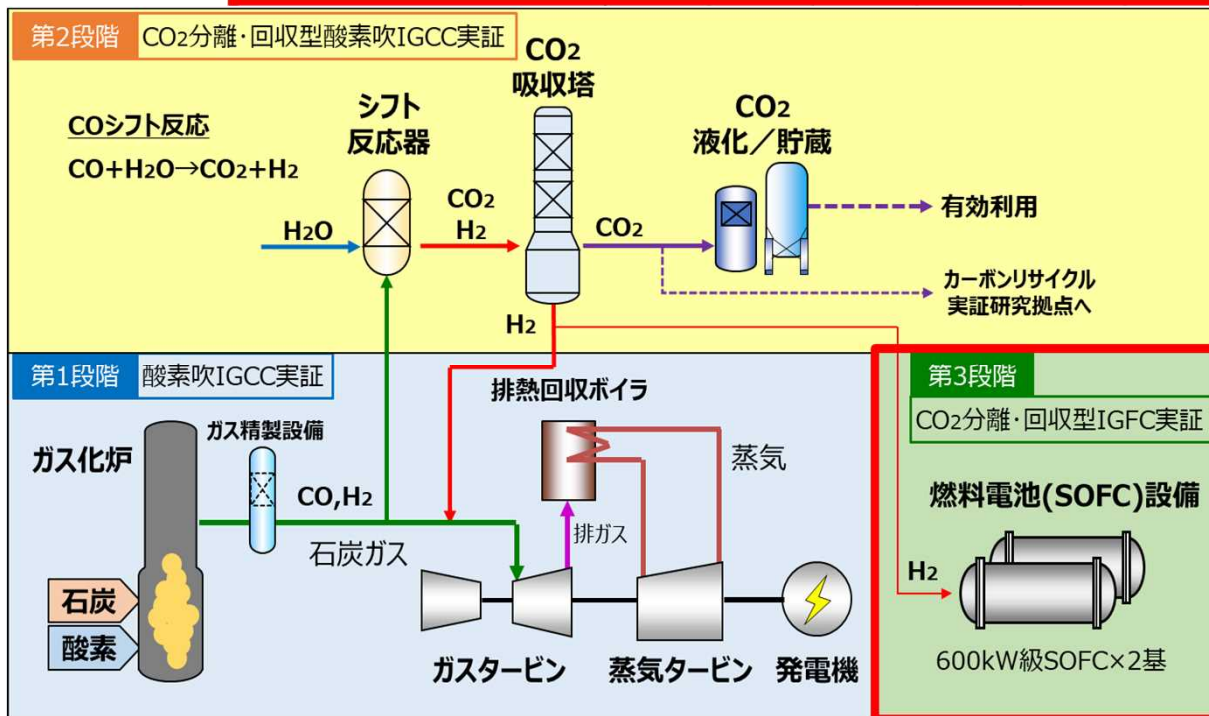


- 石炭ガス化燃料電池複合発電技術確立のための基盤技術開発
 - ガスタービン燃料電池複合発電技術開発〔④3〕
 - 燃料電池モジュールの石炭ガス適用性研究〔④4〕

◆ 技術戦略上の位置付け (1/4) ~ IGFC実証事業への適用~

- NEDOは世界初の試みとなる商用規模の燃料電池とCO₂分離・回収型酸素吹IGCCを組み合わせたIGFC（石炭ガス化燃料電池複合発電）実証事業に取り組んでいる。
- 本事業はCO₂分離・回収型IGFCの実現のために、【CO₂分離・回収型IGFC実証事業】において燃料電池要素技術の適用性を評価するとともに、燃料電池の低コスト化を目指してきた。

年度	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
第1段階 酸素吹IGCC実証	設計・製作・据付					実証試験					
第2段階 CO ₂ 分離・回収型IGCC実証					設計・製作・据付			実証試験	製作・メンテナンス	実証試験	
第3段階 CO ₂ 分離・回収型IGFC実証							設計・製作・据付			実証試験	

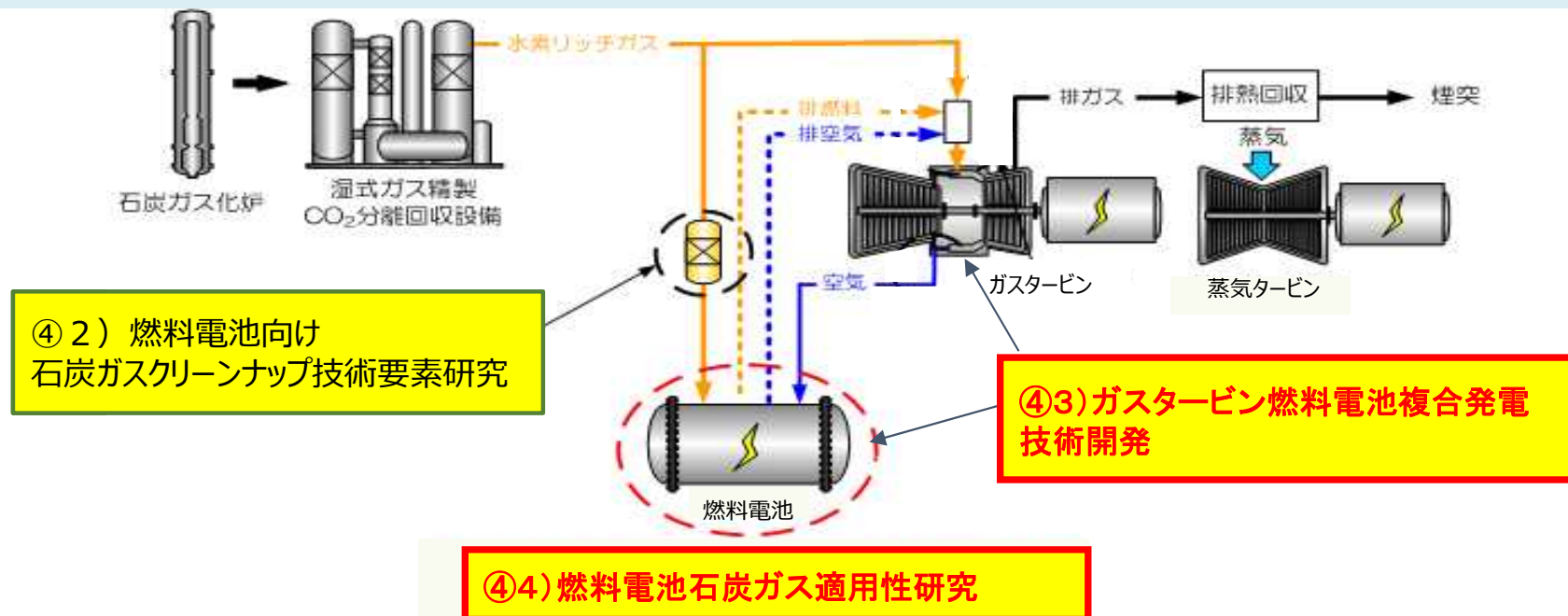


主な機器	設備仕様
燃料電池設備	固体酸化物形燃料電池(SOFC)
発電容量	MW級(SOFCモジュール×2並列)
運転圧力	0.6MPa (最大:2.0MPa)
燃料ガス	水素リッチガス
付属設備	燃料電池入口吸着器、再循環ブロワ、発電用空気圧縮機 etc.



◆ 技術戦略上の位置付け (2/4) ~ IGFC実証事業への適用~

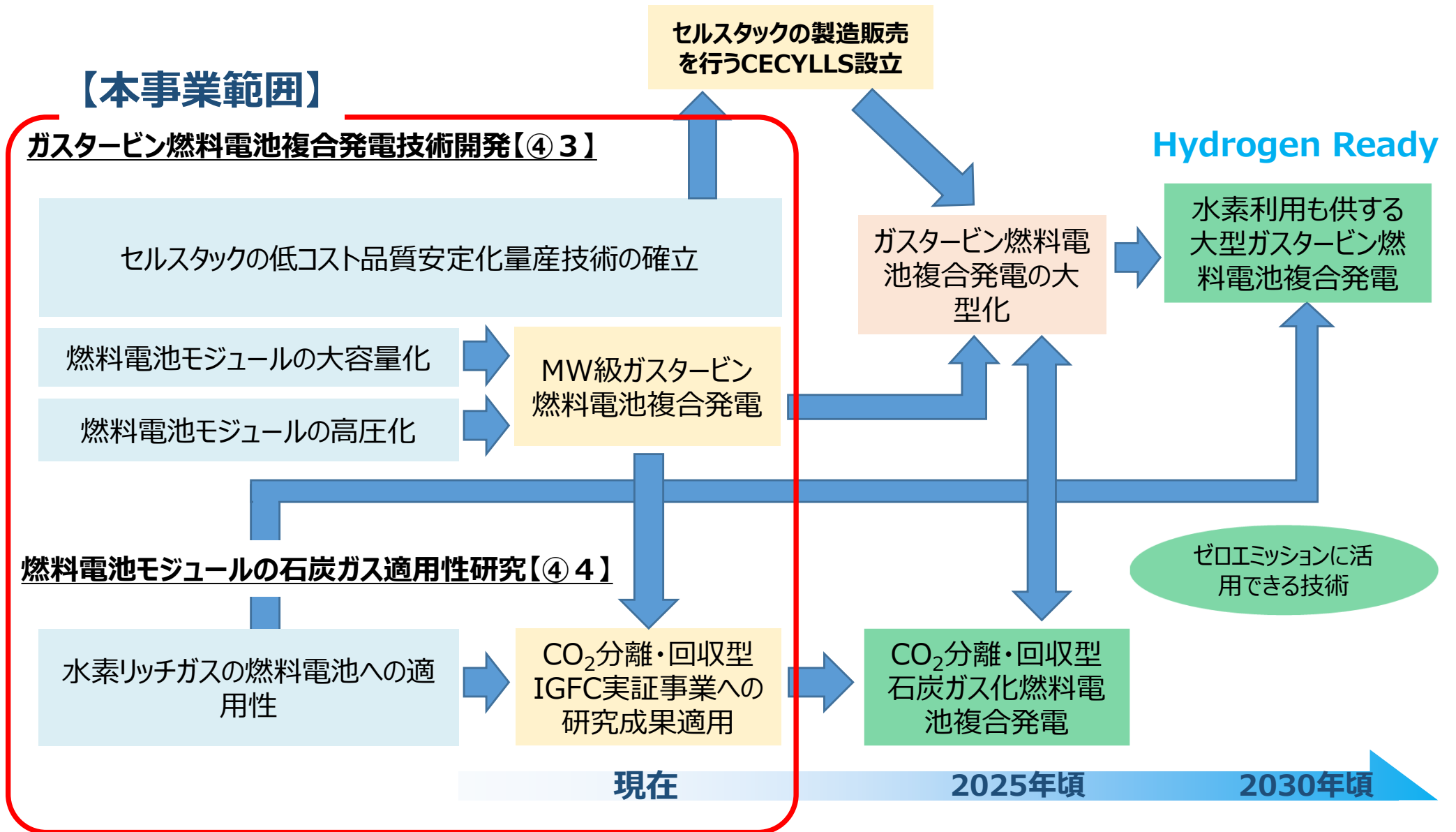
本事業の研究成果はCO₂分離・回収型IGFC実証事業の各技術項目として反映され、2022年4月より実証試験を開始している(④2)、④4)-(2)は事業終了)。



課題	委託事業名	委託先
燃料電池の大容量化、高圧化	④3) ガスタービン燃料電池複合発電技術開発 (2016.5~2022.3)	三菱重工業 (株) 日本特殊陶業 (株)
燃料電池への石炭ガスの適用 (微量成分の影響、燃料ガス組成の違い)	④2) 燃料電池向け石炭ガスクリーンアップ技術要素研究 (2015.9~2018.2)	電源開発 (株)
	④4) 燃料電池石炭ガス適用性研究 (1)燃料電池モジュールの石炭ガス適用性研究 (2016.5~2021.6) (2)IGFCシステムの検討 (2016.5~2018.12)	電源開発 (株) 中国電力 (株)

◆ 技術戦略上の位置付け (4/4)

～本事業の成果とアウトカム～

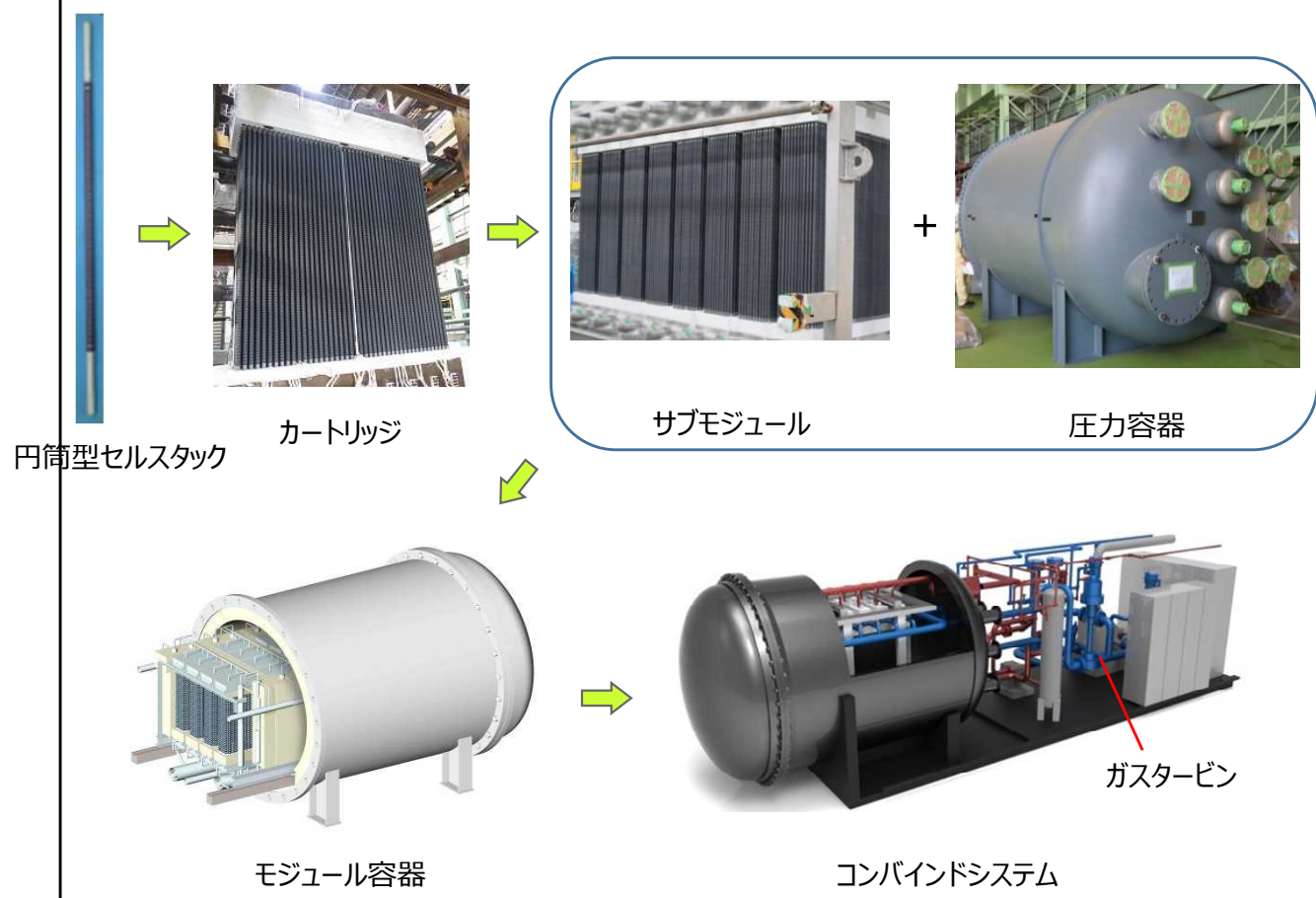


◆ 本事業の燃料電池システム

固体酸化物形燃料電池 (SOFC)

- ・作動温度が高く、高い圧力にも対応可能であり、ガスタービンとの組み合わせに適用が出来る。
- ・天然ガスだけでなく、石炭ガス化ガスの成分である、 H_2 、 CO を燃料としても利用が期待出来る。
- ・燃料に天然ガスを使用時： $CH_4 + H_2O \rightarrow 3H_2 + CO$ (吸熱反応)

燃料電池システムの構成



1 MW級ハーフモジュール* 実証機

*：ハーフモジュール：仕様はすべてMW級機同一で、容器数のみ1基での試験。



- ・1 MW級のガスタービンは、トヨタエネルギーソリューションズの定格0.3MWガスタービンを組合せ。
- ・モジュール容器は、2モジュール容器の計画。
- ・本MW級技術開発として高圧化、大容量化された燃料電池モジュールサイズが1つの基準となり、更なる**大容量のFCシステムでは本サイズのモジュールを複数台並列させる計画。**

◆ 国内外の研究開発の動向と比較

産業用途であるGTFCは、米国、欧州他、世界的にも開発に掲げられ、Westing House、GE、Rolls Royceも取り組みを行ってきたが、実用化は三菱重工業のみとみられる。一方、FCについては国内外ともに開発が進められており、米 Bloom Energy社のSOFCは我が国にも市場投入されている。

	三菱日立 パワーシステムズ	三浦工業	京セラ	富士電機	日立造船
外観					
出力 (AC)	250kW/1350kW SOFC:227kW/1140kW	4.2kW	3kW	50kW級	20kW級
発電効率 [LHV%]	55%	48%	52%	55%	52%超
総合効率 [LHV%]	73%/76% 蒸気の場合:65%/68%	90%	90%	85%	90%超
発電方式	SOFC+マイクロガスタービン	SOFC	SOFC	SOFC	SOFC

(経済産業省「水素・燃料電池戦略ロードマップの進捗状況/参考資料」より一部抜粋)

中国では、IGFC向け0.02MW燃料電池の開発をしたとの情報や、韓国では0.1MW級のIGFC実証運転を完了との情報等はあるが、我が国では『大崎クールジェン』が2022年4月より、商用規模の燃料電池とCO₂分離・回収型IGCCを組み合わせた世界初となるIGFC実証試験を開始している。本事業の研究開発は、革新的低炭素火力発電技術を世界に先んじる為の要素技術として、その技術の確立・実用化を早期に目指す為に推進された。

【海外プロジェクトの例：IGCC】

Taean

- ・韓国 KEPCO社
- ・発電端出力 300MW
- ・IGCC
- ・2016 運転開始



GreenGen

- ・中国 GreenGen社
- ・発電容量 250MW
- ・IGCC+CCS
- ・2012 運転開始



◆他事業との関係

2012～2015年度 METI事業期間
2016～2022年度 NEDO事業期間

「石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業」 (2012～2022年度)

- ・酸素吹IGCC実証
- ・CO₂分離・回収型酸素吹IGCC実証
- ・CO₂分離・回収型IGFC実証

IGFCの設計・運転
条件に反映

次世代火力発電基盤技術開発

・**ガスタービン燃料電池複合発電技術開発** (2016～2021年度)
燃料電池とガスタービンと蒸気タービンで発電するトリプル複合発電技術
燃料電池の大容量化、高圧化を検討

・**燃料電池石炭ガス適用性研究** (2016～2021年度)
250kW級モジュールと石炭ガス化ガスの適用性、石炭ガス化ガスと燃料電池
の連係運転を検討
IGFCシステムを検討し、実証機IGFCシステムの試設計を実施

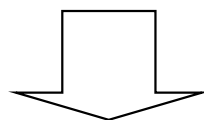
・**燃料電池向け石炭ガスクリーンナップ技術要素研究** (2015～2017年度)
石炭ガス化ガス中の燃料電池被毒成分を高度に除去する方法を検討

250kW級
GTFC実証試験

・**円筒形SOFC-マイクロガスタービンハイブリッドシステムの市場投入に向けた技術実証**
(2015～2017年度)
固体酸化物燃料電池とマイクロガスタービンを組み合わせた加圧型複合発電システムの市場投入に向けた実証試験

◆NEDOが関与する意義

- NEDOは、「セルスタックの開発」ならびに「燃料電池複合発電の開発」を推進してきた実績がある（GTFC）。
- NEDOは、世界初の試みとなる商用規模の燃料電池とCO₂分離・回収型IGFCを組み合わせた「石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業」のマネジメントを実施中である（IGFC）。
- NEDOは、研究開発の難易度が高く、投資規模が大きい、実用化までのリードタイムが長い、いわゆる開発リスクが高い研究開発を支援できる。



NEDOが、本技術開発事業に関与することにより、効果的・効率的に成果を得られると考え行われた。

◆実施の効果 (費用対効果)

プロジェクト費用 (総額)

事業名		事業期間	事業費 (億円)
GTFC	ガスタービン燃料電池複合発電技術開発	2016-2021fy (6年間)	26.3
IGFC	燃料電池モジュールの石炭ガス適用性研究	2016-2021fy (6年間)	25.8
全事業の合計			52.1

- ・経済産業省「次世代火力発電に係る技術ロードマップ/技術参考資料集」より、IGCCの発電効率：**46%**、IGFCの発電効率：**55%** と設定。
- ・商用規模である500MW級を想定し、酸素吹きIGCCおよびIGFCについて「経済産業省 発電コストレビューシート」より燃料費を試算。

	発電効率 (%) HHV	燃料費 (円/kWh)	燃料コスト (商用機500MW級：1機あたり)
IGCC	46	3.8	500,000kW×24h×365d×0.7 (設備利用率) ×3.8円/kWh ≒117億円/年
IGFC	55	3.1	500,000kW×24h×365d×0.7 (設備利用率) ×3.1円/kWh ≒95億円/年

- ・1機あたりのIGFC化による燃料コスト削減効果は： $22\text{億円} (117\text{億円/年} - 95\text{億円/年}) \times 15\text{年}^{\ast 1}) = \underline{\underline{330\text{億円}}}$

上記より、運用コスト削減分をFC化への転用に充てられると考えられ、その効果が期待される。

【設備投資費用としてFC化の妥当性を検討】

$$500\text{MW} \times 40\% (\text{大型化に伴うFC発電割合}) \times 15\text{万円/kW}^{\ast 2}) = \underline{\underline{300\text{億円}}}$$

(※ 1, 2 「NEDO 燃料電池ロードマップ」から2030年以降として燃料電池耐用年数を13万時間に、コストはFCシステム30万円/kWからFC単体として15万円/kWに設定)

I. 事業の位置づけ・必要性

- (1)事業の目的の妥当性
- (2)NEDOの事業としての妥当性

II. 研究開発マネジメント

- (1)研究開発目標の妥当性
- (2)研究開発計画の妥当性
- (3)研究開発の実施体制の妥当性
- (4)研究開発の進捗管理の妥当性
- (5)知的財産等に関する戦略の妥当性

III. 研究開発成果

- (1)研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義
- (2)成果の普及
- (4)知的財産権の確保に向けた取組

IV. 成果の実用化に向けた取組及び見通し

- (1)成果の実用化に向けた戦略
- (2)成果の実用化に向けた具体的取組
- (3)成果の実用化の見通し

◆ 事業の目標

燃料電池の高圧化、大容量化に向けた要素技術開発と低コスト化を行い、水素リッチガスにおける燃料電池への適用性を確立することで、CO₂分離・回収型石炭ガス化燃料電池複合発電の実現を目指す。

◆研究開発目標と根拠

<個別テーマの目標>

1) ガスタービン燃料電池複合発電技術開発[④3]

2) 燃料電池石炭ガス適用性研究／

燃料電池モジュールの石炭ガス適用性研究[④4)-(1)]

◆研究開発目標と根拠

1) ガスタービン燃料電池複合発電技術開発[④3]

【中間目標（2019年度）】

中小型GTFC（100MW）の要素技術を開発する。

- 高圧SOFCモジュールを開発する。
- ガスタービンとの関係技術を確立する（燃焼器、燃料／空気差圧制御系、排燃料・排空気・空気抽気）。

【最終目標（2021年度）】

中小型GTFC（100MW）の要素技術を確立する。

- 燃料電池の高性能化による中小型GTFCシステムの最適化を行う。

【目標設定の根拠】

GTFC、IGFC普及のためには、大容量かつ高圧対応が可能な燃料電池の開発、量産化技術開発が不可欠である。本目標の達成により、小型GTFCの商用化が可能となり、得られた成果は中小型GTFCの実証に活用することができる。また、本事業で得られた成果はIGFC実証事業に活用することができる。

◆研究開発目標と根拠

1) ガスタービン燃料電池複合発電技術開発〔④3〕

研究開発項目		研究開発目標	根拠
① 小型 GTFC のシス テム化	(a)小型GTFC ハーフモジュール 実証	<ul style="list-style-type: none"> ・高圧・大容量化対応SOFCモジュール、各機器開発 ・MW級モジュールで送電端効率57%LHVの見通しを得る ・小型GTFC(1MW級)に使用するガスタービンの開発 ・運転圧力0.6MPa級のMGTとSOFCの連係技術確立 	小型GTFC(出力1MW級) 商用化のために必要な技術を開発し、中小型GTFCの実証につなげるため
	(b)セルスタック 低コスト品質安 定化技術開発	・セルスタックを安定した品質で生産可能な技術を開発することとし、セルスタックの品質ばらつきが性能に及ぼす許容範囲の明確化による歩留り向上を目指す	燃料電池ロードマップのコスト目標（2025年度に30万円/kW）達成のため、燃料電池製造コストを現状の1/3以下にする必要があり、製造工程の効率化やセルの高性能化によるコストダウンが必要となるため
	(c)高性能セル スタック性能検 証	低コスト品質安定化技術を反映した高性能セルスタックでの発電性能の効果検証と温度分布の確認	
②高圧SOFCモジュールの 開発		・高圧SOFCモジュール（～2.0MPa級）開発に向けた設計データの取得および運転条件の検討	中小型GTFC(100MW級、圧力1～2MPa程度)の実証につなげるため

◆研究開発目標と根拠

<個別テーマの目標>

1) ガスタービン燃料電池複合発電技術開発[④ 3)]

2) 燃料電池石炭ガス適用性研究

／燃料電池モジュールの石炭ガス適用性研究[④ 4) -(1)]

◆研究開発目標と根拠

2. 燃料電池石炭ガス適用性研究／燃料電池モジュールの石炭ガス適用性研究[④4)-(1)]

【中間目標（2019年度）】

H₂リッチガスを燃料とした場合の燃料電池モジュールの基本性能を確認するとともに、発電性能を最適化するための運用性を確立する。また、石炭ガスを燃料とした場合の燃料電池モジュールの基本性能を確認する。

【最終目標（2021年度）】

石炭ガスを燃料とした場合の燃料電池モジュールの運用性と性能を把握し、課題を抽出する。

【目標設定の根拠】

本目標の達成により、IGFC実証試験の詳細設計や試験内容を具体化できるとともに、商用IGFCの設計に向けたデータを得ることができる。

2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性

◆研究開発目標と根拠

2. 燃料電池石炭ガス適用性研究／燃料電池モジュールの石炭ガス適用性研究〔④4）-(1)〕

研究開発項目	研究開発目標	根拠
①水素リッチガス適用および石炭ガス化設備連係に係る運転・制御の検討	燃料電池モジュールに水素リッチガスを適用するための運転制御、運用等に関する課題を抽出し、対策を検討する。	燃料電池モジュールは水素リッチガス用に設計したものでないため。
② 燃料電池モジュール試験設備の設計・製作・据付	燃料電池モジュール設備、ユーティリティ供給設備等の設計、製作、据付を行う。	IGFC実証の事前試験データ採取として使用するため。
③燃料電池カートリッジ試験	カートリッジ(250kW級)を用いて水素リッチガス適用時の発電特性や温度挙動等の基礎データを取得し、試験計画に反映する。	基本構成単位となるカートリッジで水素リッチガス適用時の基礎データを取得し、モジュール試験に反映するため。
④燃料電池モジュール基本特性確認試験	設計のベースとなる天然ガス運転時の発電特性、起動・停止時のプラント挙動を確認する。	水素リッチガス試験に先立ち設計燃料の天然ガスで燃料電池モジュールの性能・発電特性を把握するため。
⑤水素リッチガス切替試験	水素リッチガス燃料比率の増加に伴う温度や発電特性の変化と水素リッチガス用に調整した制御性について確認する。	天然ガスから水素リッチガスへ切り替え時の燃料電池モジュール特性の挙動を把握し、水素リッチガスを燃料電池モジュールに適用した場合の基本特性を確認するため。
⑥水素リッチガス最大負荷試験	水素リッチガスによる天然ガス70%程度の最大負荷を目標に、運転パラメータ変化試験を行い高出力運転時のリスク等を確認する。	運転パラメータの変化による温度特性や負荷増加の変化を把握し、IGFC実証試験の参考とするため。

2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性

◆研究開発目標と根拠

研究開発項目	研究開発目標	根拠
⑦水素リッチガス起動・停止試験	水素リッチガスでの燃料電池モジュール起動・停止試験を実施し、温度挙動、運転制約の有無等の確認、各種制御系の調整を行いながら起動・停止方法を確立する。	燃料電池モジュールは水素リッチガス用に設計したものでなく、過渡期となる起動停止方法及び制御性を確立するため。
⑧実証機模擬ガス試験	実証機に則したガス組成試験を行うため、一定のガス組成で連続試験が可能なボンベ供給による実証機模擬ガスで試験を実施し、発電特性や温度挙動等の基礎データを取得する。	CO ₂ を含んだ実証機模擬ガスを使用し、IGFC実証試験の事前試験データとするため。
⑨石炭ガス化炉関係試験	若松ガス化炉と燃料電池モジュールを連係し、生成した石炭ガスを実証機相当のガス組成に調整する。そのガスを燃料電池モジュールに供給しながらガス化炉と燃料電池モジュールの連係システムの制御性と協調性を確認する。また、石炭ガスに含まれるCOや微量物質が燃料電池モジュール性能に及ぼす影響を確認し、実証機の運用に反映する。石炭ガス中の被毒物を除去するための燃料電池用ガス精製設備を設置し、石炭ガス(COリッチガス)を用いて除去性能を確認する。 燃料電池用ガス精製精密脱硫器出口H ₂ S濃度(目標値): 1ppb以下、 水素化物吸着器出口H ₂ Se濃度(目標値): 1ppb以下。	実機での連係試験により、ガス化設備と燃料電池モジュールの相互の制御性をIGFC実証試験に先立ち確認、石炭ガスを使った実証試験ガス組成の燃料を使用することにより、実証への設計や運転手法他、実証試験時の事前データとするため。
⑩石炭ガス(COリッチガス)適用に係る技術検討	燃料電池モジュールに石炭ガス(COリッチガス)を直接燃料として供給するケースについて技術検討(机上検討)を行い、課題を抽出するとともに、課題解決に向けた方向性を検討する。また、机上検討の結果を基に石炭ガス化炉で生成した石炭ガス(COリッチガス)を直接使用した燃料電池モジュール運転試験を行い、COが及ぼす温度分布の状況や発電性能の把握、炭素析出ししない運転を行うためのS/C等の運転条件範囲を確認、モジュールでのCOリッチガス運転の適用性、及び起動停止方法を検討する。	CO ₂ 分離・回収装置のないIGFC等も含め、適用範囲拡大に向けた検討とするため。
⑪燃料電池モジュールの解体調査	石炭ガス化炉関係試験終了後、燃料電池セル、及びセルスタックや構成機器の健全性を調べるため、燃料電池モジュールを解体し、内部の状況を確認する。	本研究で用いる燃料電池は、天然ガス仕様であるため、局所的に高温となっている部分があること、石炭ガス化炉関係試験に伴う炭素析出や微量な不純物の影響を確認するため。

◆ 研究開発のスケジュール

1. ガスタービン燃料電池複合発電技術開発[④3]

年度		2016fy	2017fy	2018fy	2019fy	2020fy	2021fy	2022fy
研究開発項目		評価時期			◇ 中間評価			◆ 事後評価
① 小型GTF Cのシステム化	(a)小型GTFCハーフモジュール実証	ハーフモジュール用システム開発						
		MW級向けマイクロガスタービン開発						
	(b)セルスタック低コスト品質安定化技術開発	焼成工程連続化技術開発						
		成膜技術開発						
	(c)高性能セルスタック性能検証					高性能セル試験		
②高圧SOFCモジュールの開発			高圧試験					

年度	2016fy	2017fy	2018fy	2019fy	2020fy	2021fy	合計
研究開発費 (百万円)	556	1,297	574	97	19	90	2,632

2. 研究開発マネジメント (2) 研究開発計画の妥当性

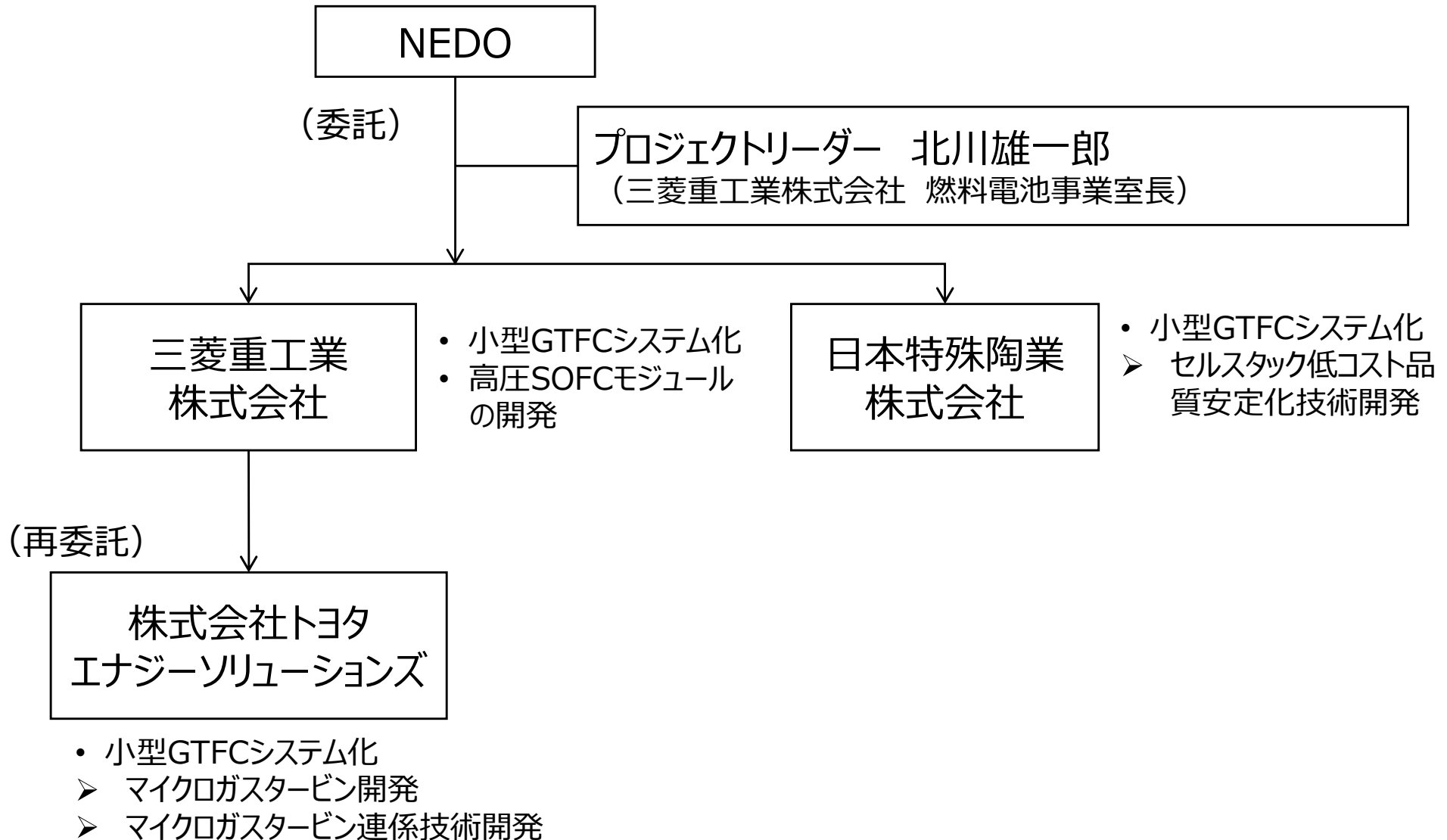
◆ 研究開発のスケジュール

2. 燃料電池石炭ガス適用性研究／燃料電池モジュールの石炭ガス適用性研究〔④4）-(1)〕

年度	2016fy	2017fy	2018fy	2019fy	2020fy	2021fy	2022fy
研究開発項目				◇ 中間評価			◆ 事後評価
①水素リッチガス適用および石炭ガス化設備 連係に係る運転・制御の検討							
②燃料電池モジュール試験設備の製作							
③燃料電池カートリッジ試験							
④燃料電池モジュール基本特性確認試験							
⑤水素リッチガス切替試験							
⑥水素リッチガス最大負荷試験							
⑦水素リッチガス起動・停止試験							
⑧実証機模擬ガス試験							
⑨石炭ガス化炉連係試験		石炭ガス化炉連係試験設計検討			OCG模擬ガス・石炭ガス試験		
⑩石炭ガス（COリッチガス）適用に係る技 術検討			石炭ガス技術検討		石炭ガス試験		
⑪燃料電池モジュールの解体調査							
年度	2016fy	2017fy	2018fy	2019fy	2020fy	2021fy	合計
研究開発費（百万円）	142	1,203	196	731	189	115	2,576

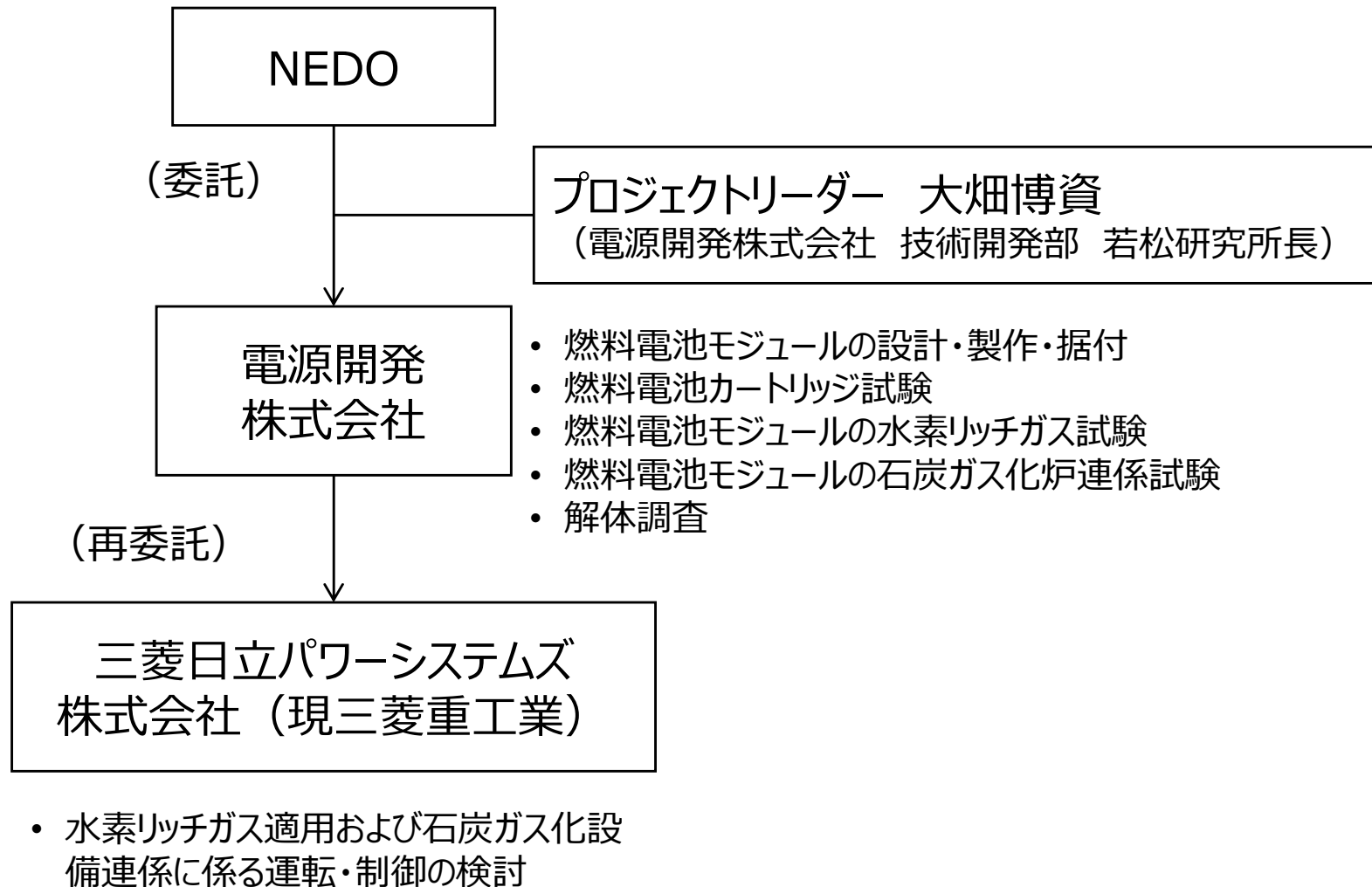
◆ 研究開発の実施体制

1. ガスタービン燃料電池複合発電技術開発[④3]



◆ 研究開発の実施体制

2. 燃料電池石炭ガス適用性研究／燃料電池モジュールの石炭ガス適用性研究[④ 4) -(1)]



◆研究開発の進捗管理

PMによる進捗管理

- PLや研究開発実施者と密接に連携し、研究開発の進捗状況を把握するとともに、事業がスムーズに進捗するよう適切にマネジメントを行った。
- 石炭ガス化燃料電池複合発電事業における関係実施者間の連携に向け、その効果を最大限に発揮するための合同会議を設置し、連携体制を構築。
(※2019年10月、2020年10月、2021年3月に合同会議として開催)
- 外部有識者で構成する技術検討委員会を定期的に行い、事業の進捗や計画、目標達成の見通しなどにつき指導・助言を受け、事業計画に反映することで、より効果的な事業推進に努めた。
(※2018年1月、2018年10月、2019年6月、2021年6月、2022年5月の計5回の技術検討委員会を開催)

PLによる進捗管理

- 共同実施者間や再委託先との打合せを頻繁に行うとともに、それに基づいた情報連絡会等を定期的に行い、各プロジェクトの進捗状況や成果と課題を把握し、プロジェクト計画や工程に反映させた。

◆ 動向・情勢の把握と対応

- 2021年4月に菅総理大臣は、2030年に向けた温室効果ガスの削減目標について、2013年度に比べて46%削減することを目指し、さらに50%の高見に向けて調整を続けていくことを表明した。
- 2021年10月に策定された第6次エネルギー基本計画では、非効率な火力はフェードアウトを推進していくが、脱炭素化に向けては、燃料を水素・アンモニアに転換することや、排出されるCO₂を回収・貯留・再利用することで脱炭素化を図るとする一方、高効率石炭火力発電技術であるIGCCやIGFCなどの技術開発等は推進していくとしている。

◆ 情勢の変化に応じた対応方針

事業を開始した6年前に比べ情勢変化としては、2050年カーボンニュートラルを目指して再エネの導入促進が加速され、火力発電比率は減少傾向に向かう。火力発電については、脱炭素燃料への転換やCCUS技術により脱炭素化を図る一方で、高効率石炭発電技術は推進して行くとしており、石炭ガス化ガスをCO₂分離・回収することにより得られる水素リッチガスを燃料とするIGFC研究の重要性は高く、引き続き実現に向けた要素技術の確立を整える。

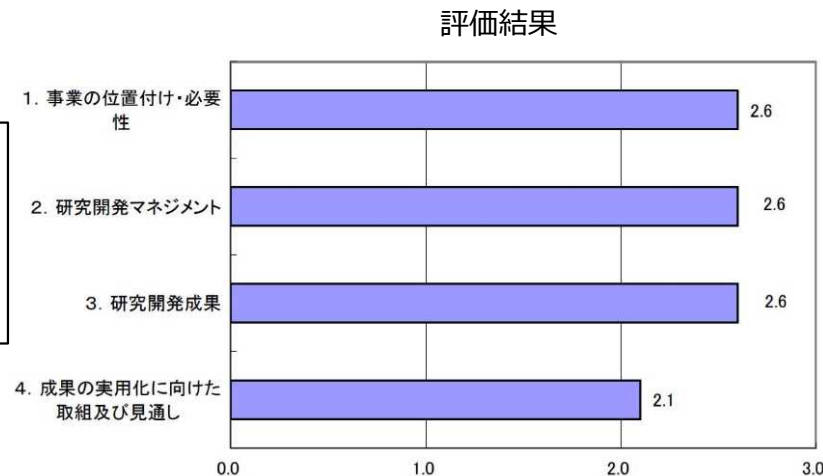
◆ 開発促進財源投入実績

件名	年度	金額 (百万円)	目的	成果
高性能セルスタックの性能検証を追加 (GTFC)	2020～ 2021年度	92	低コスト品質安定化技術を反映した高性能セルスタックを適用した場合の性能、コンパクト化への効果を検証する。	計画通りの性能向上を確認し、コンパクト化（SOFCサイズ1/2）、低コスト化に資することを確認。
改良型MGTを適用した発電・実証試験およびシステム特性評価試験の追加 (GTFC)	2020～ 2021年度	19	小型GTFC用システムの実用化に向け、起動特性、負荷応答性の検討を行う為に、運転条件適正化試験を実施する。	供給燃料流量、供給空気流量、再循環流量、各部の温度等のパラメータ試験を実施し、小型GTFCシステムの出力・効率、起動時間を最適とする運転条件を取得した。
石炭実証機模擬ガス試験項目の追加、COリッチガスによるモジュール試験の追加	2020～ 2021年度	184	石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業支援のため、石炭実ガスを使用した石炭実証機模擬ガスの運転パラメータ変化試験を追加。更なる発電効率増が期待されるCCS無しIGFCに向けCOリッチガスによるモジュール特性試験を実施し、課題を抽出。	石炭実証機模擬ガス試験追加により、運転パラメータ変化時の発電特性や温度分布の状況、及び石炭ガス中のCO、CO ₂ の影響を確認。 COリッチガス試験追加により、COリッチガス運転時の特性や炭素析出回避運転・設備改善事項等の課題等が明らかになった。

◆ 中間評価結果への対応

研究評価委員会コメント

国の方針の下で天然ガス及び石炭を燃料とした火力発電に関する最先端の技術開発を進め、高効率で環境性、経済性に優れた発電技術を開発した。さらに、当該プロジェクトの狙いは燃料電池発電システムであるので、それに向けての技術開発も着実に進めることを期待したい。



中間評価での分科会委員からの指摘事項とその対応

指摘		対応
1	石炭ガス運用時のSOFC 側からの取組みがない事から、実施者間の連携を強化する必要がある。	2019年10月より『 OCG第3段階SOFC関係者合同会議 』を実施。 【石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業】の実施者である『大崎クールジェン』、【ガスタービン燃料電池複合発電】の実施者である『三菱重工業』、【燃料電池石炭ガス適用性研究】の実施者である『電源開発』にて開催。これまでの成果の共有や今後必要となるデータの洗い出しを行い、IGFC実証試験の詳細設計に反映させた。
2	100MW 級GTFC の早期実用化のために1MW 級SOFC を多数並べる方式は適切だが、将来も同様の1MW 級にするのか大容量化により台数低減を目指すのかは今後の検討課題である。	2021年度には、高性能セルスタックを用いたカートリッジのGTFC実証機へ適用し検証。解析の結果、同一サイズのSOFCモジュールで性能が 2倍以上に向上 でき、 SOFCモジュールの容器台数を半減できる見込みを得た。
3	世界初、世界最高水準の技術だが、今後の展開には汎用性等の検討が必要である。	2019年より、CO ₂ 分離回収しないCOリッチガスを使用した運転試験を行い、 IGFC適用範囲拡大 に向けた追加検討を行った。 また、水素リッチガスでの燃料電池発電への技術確立により、将来の水素社会における GTFCの適用範囲拡大 に貢献。

◆知的財産権等に関する戦略

【基本戦略】

- ◆ 知財として確保する方が有利な技術については積極的に特許として出願する。
- ◆ ノウハウとして保有する方が有利な技術は出願しない。
- ◆ 競合技術の出願状況を定期的に調査し、対策を検討する。
- ◆ 「国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 新エネルギー・産業技術業務方法書」第25条（委託の成果に係る知的 財産権の帰属）の規程等に基づき、原則として、**事業成果に関わる知的財産権は全て委託先に帰属**

◆知的財産管理

✓ 知的財産権の帰属及び取扱い方法について文書化して管理

知的財産権の帰属

産業技術力強化法第19条第1項に規定する4項目及びNEDOが実施する知的財産権の状況調査（バイ・ドール調査）に対する回答を条件として、知的財産権は全て発明等をなした機関に帰属。

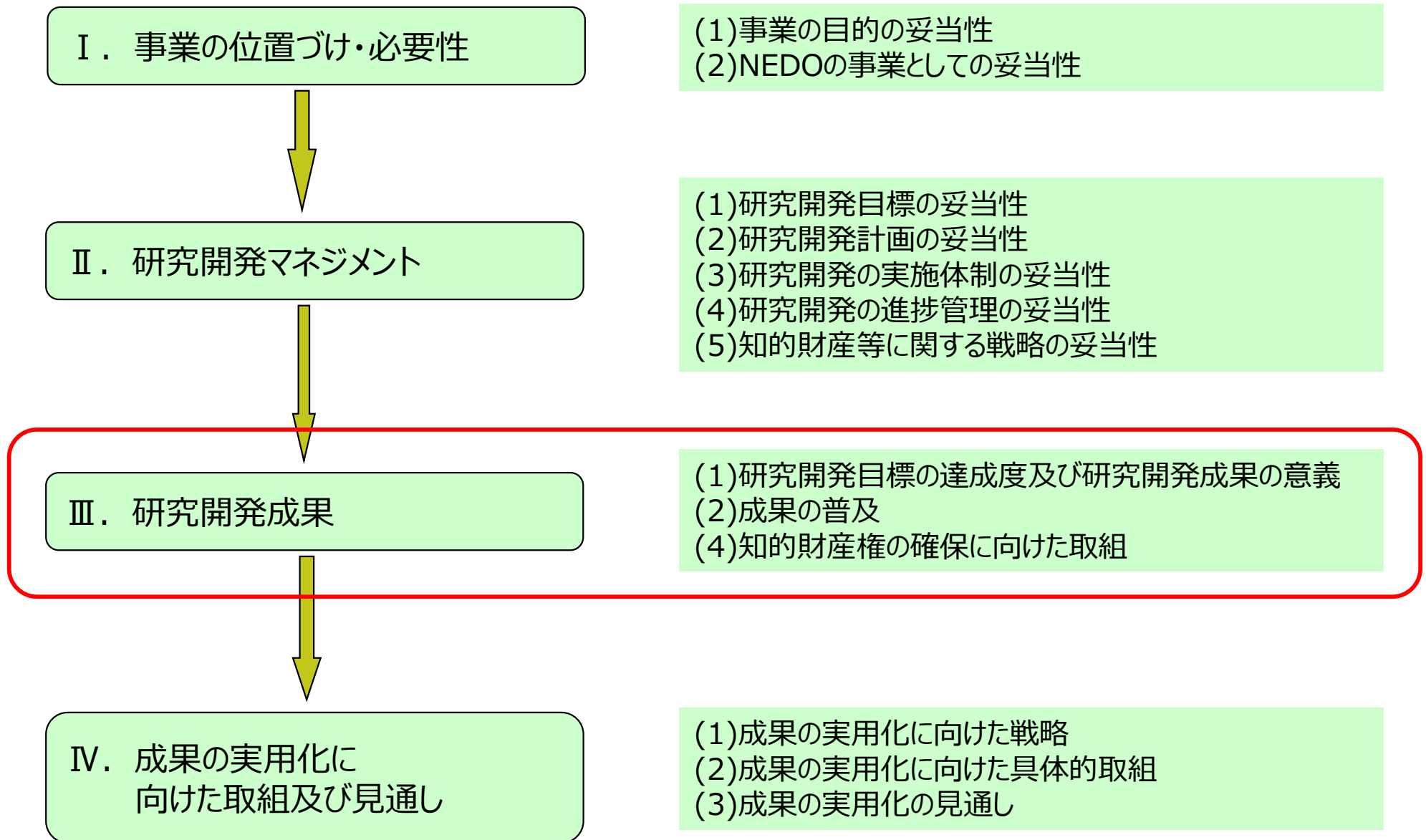
知財マネジメント基本方針（「NEDO知財方針」）に関する事項

NEDO知財方針に記載された「全実施機関で構成する知財運営委員会（又は同機能）」を整備し、「知財の取扱いに関する合意書」を作成。

データマネジメントに係る基本方針（NEDOデータ方針）に関する事項

NEDOデータ方針に記載された「全実施機関で構成する知財運営委員会（または同機能）」を整備し、「データの取扱いに関する合意書」を作成。

✓ 本事業で得られた知財については、関係各機関の知財管理部門と連携し、特許管理、知財管理を推進



◆プロジェクトとしての達成状況と成果の意義

【事業の達成状況】

- 【④3）ガスタービン燃料電池複合発電技術開発】、【④4）燃料電池石炭ガス適用性研究】のIGFC適用に向けた要素技術が確立され、**所期の目標を達成**。【CO₂分離・回収型石炭ガス化燃料電池複合発電実証事業】にその成果が適用された。

【成果の意義】

- 大型化に向けたGTFCを構成する主要な要素が開発され、発電システム構築の目処がつき、中小型GTFC（100MW級）の**技術実証に移行できるレベルに到達**。
- 水素リッチガスを燃料電池モジュールに適用した場合の性能・発電特性・運用性を把握することにより、来たるべき**水素社会**における**GTFCの運用範囲を広げること**に貢献。

◆研究開発項目毎の目標と達成状況

1. ガスタービン燃料電池複合発電技術開発[④3)]

2. 燃料電池石炭ガス適用性研究／

燃料電池モジュールの石炭ガス適用性研究[④4)-(1)]

◆研究開発項目毎の目標と達成状況

【最終目標（2021年度）の達成状況】

研究開発項目	目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針	
①小型GTFCのシステム化	(a) 小型GTFC フルモジュール 実証	<ul style="list-style-type: none"> ・高圧・大容量化対応SOFCモジュール、各機器開発 ・MW級モジュールで送電端効率57%LHVの見通しを得る ・小型GTFC(1MW級)に使用するガスタービンの開発 ・運転圧力0.6MPa級のMGTとSOFCの係技術確立 	<ul style="list-style-type: none"> ・小型GTFC用に大容量化したSOFCモジュールと各システム機器を開発 ・2020年度に改良型MGTを適用したシステムでフルモジュールにおける課題と対策を明らかにし、改善により概ね57%の効率を達成できる目処を得た。 ・内部バイパスを低減し、燃焼器温度も管理値内に抑制できる改良型MGTを開発 ・起動～昇温～定格の運転を実施し、係技術を検証。 ・2019年度、SOFC-MGT係運転にて課題を抽出し、IGFC実証事業の設計へ反映。 	○	SOFCの集電ロス低下と入口温度低下を図る。
	(b) 低コスト品質安定化	セルスタックの品質ばらつきが性能に及ぼす許容範囲の明確化による歩留り向上	<ul style="list-style-type: none"> ・成膜技術と焼成技術の成果を反映すると共に、他工程（基体管＋空気極）の自動化等の目処を得たため、製造面積、製造速度、工数、光熱費の全てを1/3以下にする目標を達成 ・セルスタックの製造販売を行う合併会社【CECYLLS】を設立。 	○	量産設備に反映し、効果を検証する。
	(c) 高性能セルスタック検証	低コスト品質安定化技術を反映した高性能セルスタックでの効果検証	<ul style="list-style-type: none"> ・2021年度に高性能カートリッジ2台を換装した試験を実施。課題と対策を明らかにし最終目標達成の目処を得た。 	○	SOFCの集電ロス低下と入口温度低下、並びに更なる高性能セルの安定生産技術の開発。
②高圧SOFCモジュール開発	高圧SOFCモジュール（2MPa級）開発に向けた設計データの取得および運転条件の検討	<ul style="list-style-type: none"> ・カートリッジにて高圧下（～2.1MPa）の試験を実施。また、放熱解析を実施。 ・単セルスタックで～1.5MPaの圧力特性を取得。また耐久試験を実施し、経時変化特性が低圧同等であることを確認 	○	更なる運転圧力で放熱増加の傾向があり、対応策を検討	

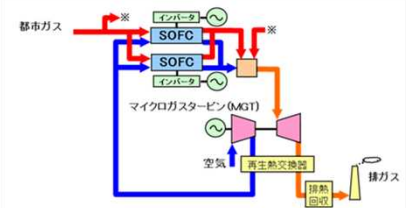
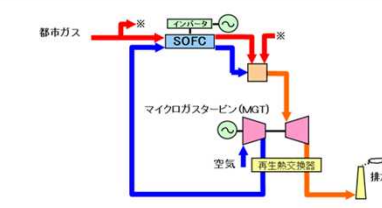
◆ 研究開発項目毎の目標と達成状況

① 小型GTFCのシステム化

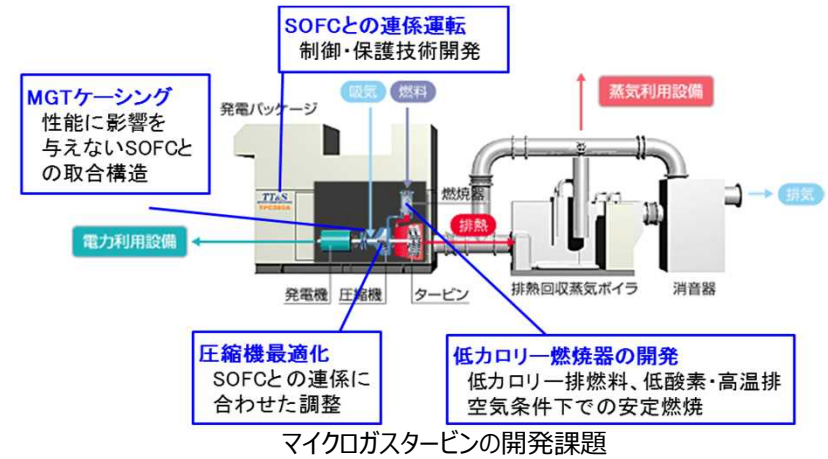
(a) 小型GTFCハーフモジュール実証

(c) 高性能セルスタック検証

- MW級ハーフモジュール試験機の製作・据付を完了。
- MW級モジュール向けマイクロガスタービンの開発、および内部バイパス低減・燃焼器温度抑制型への改良
- 従来型セルスタックにおいても概ねシステム効率目標値を達成、高性能型セルの適用により目標達成の目処を得た。

項目	目標仕様	
	1,000kW級ハイブリッド機実機 (フルモジュール)	実証機 (ハーフモジュール)
発電効率	57%LHV(交流, 送電端)	43%LHV(交流, 送電端)
定格出力	1250kW (交流, 送電端)	680kW (交流, 送電端)
SOFC単体発電効率	54%LHV(交流)	54%LHV(交流)
運転圧力	0.6 MPa級 (※1)	0.6 MPa級 (※1)
モジュール容器台数	2	1
カートリッジ数	20カートリッジ/モジュール	20カートリッジ/モジュール
概略構成		

フルモジュールとハーフモジュールの仕様



ハーフモジュール試験結果とフルモジュールでの性能予測

項目	計画値	従来型		高性能型				
		運転実績		予想値				
		ハーフ	フル	ハーフ	フル			
SOFC	カートリッジ数	20台	40台	18台	40台	15台	2台	20台
	カートリッジ電流	414A	414A	419A	432A	425A	748A	884A
	カートリッジ電圧	72.0V	72.0V	66.5V	67.7V	65.8V	76.7V	76.1V
	SOFC出力 (DC端)	596kW	1192kW	501kW	1171kW	420kW	115kW	1344kW
	SOFC出力 (AC端)	566kW	1132kW	479kW	1142kW	400kW	107kW	1304kW
MGT	MGT出力	133kW	146kW	160kW	158kW	228kW	158kW	
補機動力		17kW	20kW	8.3kW	9.3kW	8.6kW	9.3kW	
送電端出力		682kW	1258kW	630kW	1291kW	727kW	1453kW	
効率 (LHV)	SOFC単体 (DC端)	56.6%	56.6%	54.8%	55.9%	54.4%	56.2%	55.8%
	SOFC単体 (AC端)	53.7%	53.7%	52.4%	54.5%	52.0%	54.1%	
	SOFC+MGT (発電端)	44.5%	57.4%	40.3%	56.0%	41.2%	57.9%	
	SOFC+MGT (送電端)	43.4%	56.5%	39.7%	55.6%	40.7%	57.5%	



試験用MW級ハーフモジュールの外観

◆ 研究開発項目毎の目標と達成状況

① 小型GTFCのシステム化

(b) セルスタック低コスト品質安定化技術開発

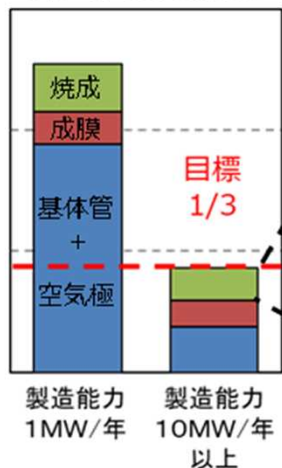
- セルスタックの品質ばらつきが性能に及ぼす許容範囲の明確化
- 製造歩留り90%以上を達成しつつ、現状の**製造時間1/3以下**（焼成技術、成膜技術）を達成



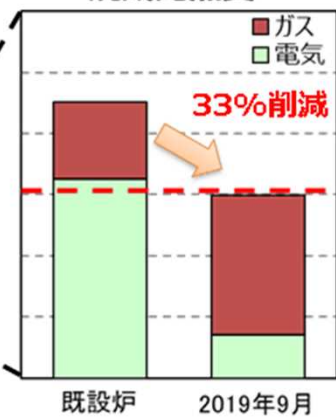
本事業範囲-成膜工程と焼成工程の最適化

➢ 焼成光熱費のコストが増加したが、焼成本数等の条件を調整し、目標を達成した。

各工程の光熱費



焼成光熱費



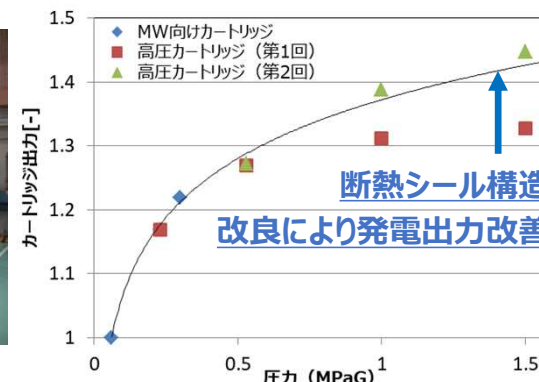
各工程における光熱費目標達成状況と焼成工程光熱費の更なる削減検討結果

② 高圧SOFCモジュールの開発

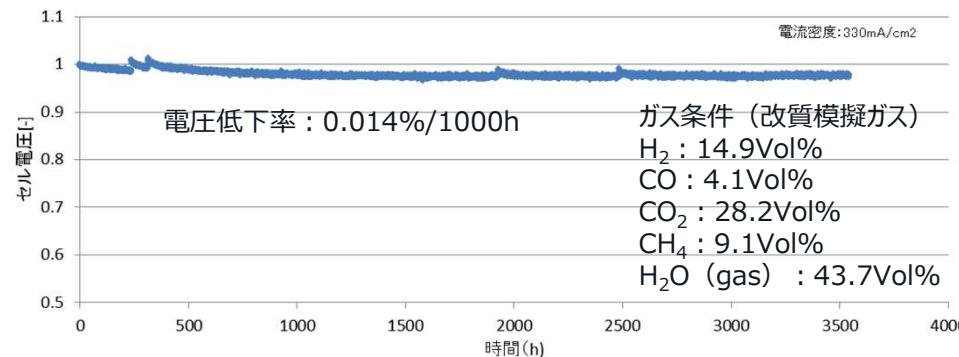
- 加圧による放熱量の増加が大きく、高圧化には放熱量の抑制が必要。
- 断熱（シール）構造を改造したカートリッジにて再試験を行った結果、予想出力と概ね一致する結果。
- 単セル試験で1.5MPaGの高圧条件でも3500時間の耐久性に問題ないことを確認した



高圧カートリッジ試験装置



断熱シール構造の改良による出力改善効果



単セルスタック耐久試験結果 (1.5MPaG)

◆研究開発項目毎の目標と達成状況

1. ガスタービン燃料電池複合発電技術開発[④3)]

2. 燃料電池石炭ガス適用性研究／

燃料電池モジュールの石炭ガス適用性研究[④4)-(1)]

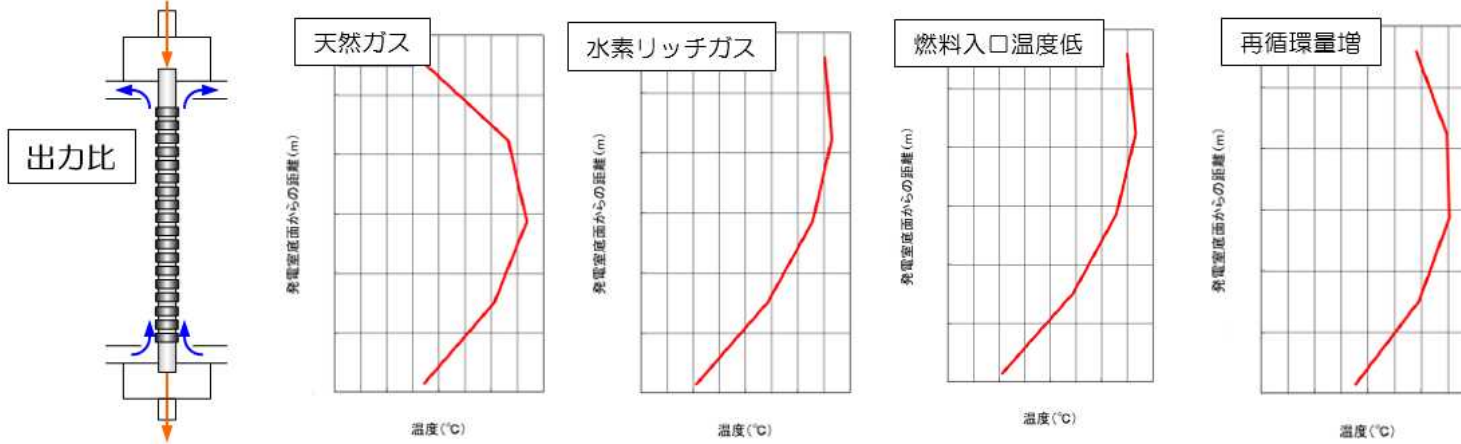
◆研究開発項目毎の目標と達成状況

【最終目標（2021年度）の達成状況】

研究開発項目	目標	成果	達成度	今後の課題と解決方針
燃料電池モジュール試験に向けた検討	①水素リッチガス適用および石炭ガス化設備連係に係る運転・制御の検討 ②燃料電池モジュール試験設備を設計・製作・据付 ③燃料電池カートリッジ試験による基礎データ取得	<ul style="list-style-type: none"> 水素リッチガスの運転・制御の検討を実施 試験用の250kW級燃料電池モジュールを製作 カートリッジ試験にて水素リッチガスの発電基本特性を把握 	○	—
燃料電池モジュール基本特性確認試験	④燃料電池モジュール基本特性確認 ⑤水素リッチガス切替時の特性を把握 ⑦起動・停止方法の確立	<ul style="list-style-type: none"> 天然ガス基礎データ取得 水素リッチガスを用いた場合の燃料電池の基本性能及び運用性を確認 	○	—
水素リッチガス最大負荷試験	⑥水素リッチガス最大負荷試験による燃料電池モジュールの発電性能を最適化するための運用性確立 ⑧実証機模擬ガス試験によるガス組成の影響把握	<ul style="list-style-type: none"> 再循環流量や燃料利用率等運転パラメータの変更により発電出力改善を確認 CO₂を含む水素リッチガスの場合に発電室上部の温度が低下し、発電出力が増加することを確認 	○	—
石炭ガス化炉連係試験	⑨ガス化炉と燃料電池を連結し発電特性及び運用性確認 ⑩COリッチガスの発電特性を把握 ⑪解体調査により石炭ガスの影響把握	<ul style="list-style-type: none"> ガス化炉と燃料電池モジュールの連係を実施し、連係制御と石炭ガス（COリッチガス）による発電特性を確認 解体調査から石炭ガスがセル等に与える影響について確認 	○	—

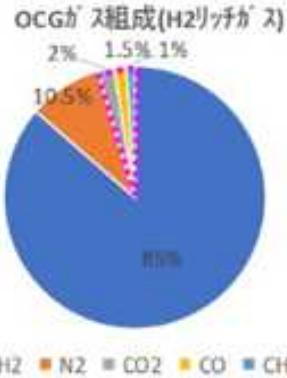
◆ 研究開発項目毎の目標と達成状況

③ カートリッジ試験結果

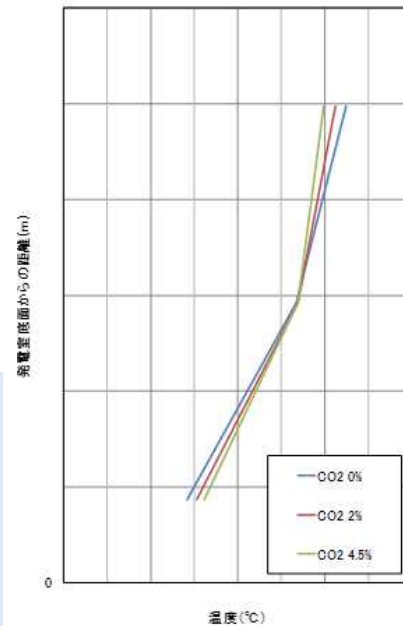


250kW級モジュール試験において、水素リッチガス（水素85／窒素15）を適用した場合、発電室内の温度分布が変化し、局部的な温度上昇の制約から都市ガス運転時の約73%程度に出力低下したが、燃料入口温度低下、再循環流量増加等の運転方法により出力改善効果があることを確認した。

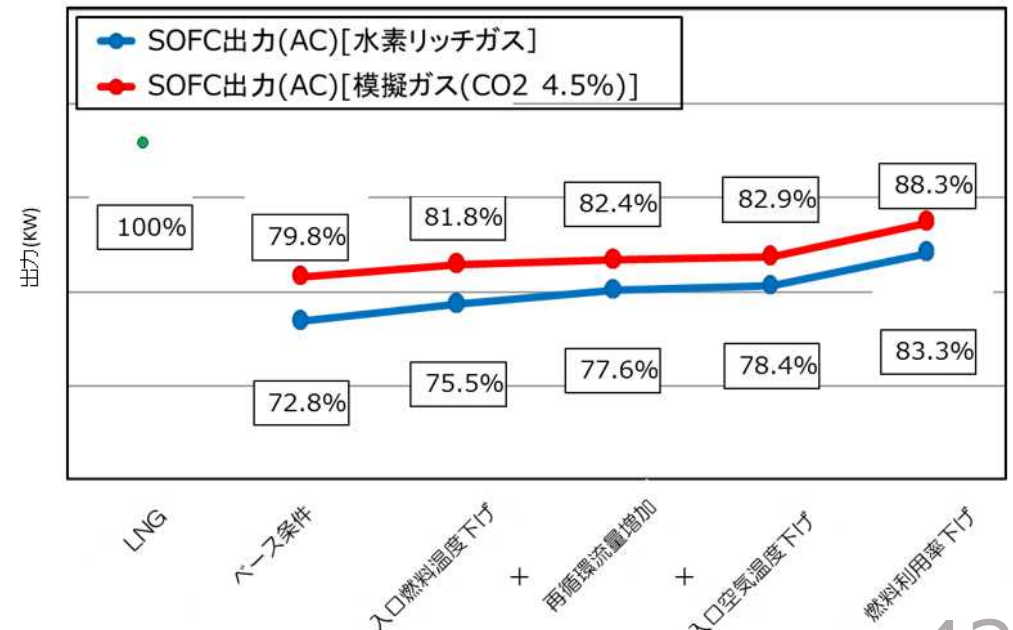
⑧ 実証機模擬ガスによるモジュール試験結果



- 石炭ガス化ガスを模擬して水素リッチガスにCO₂を添加した結果、CO₂濃度上昇に伴い発電室上部の温度が低下し、発電出力が向上することを確認した。
- 実ガスに含まれるCOの影響について確認した。



セル縦方向の温度分布



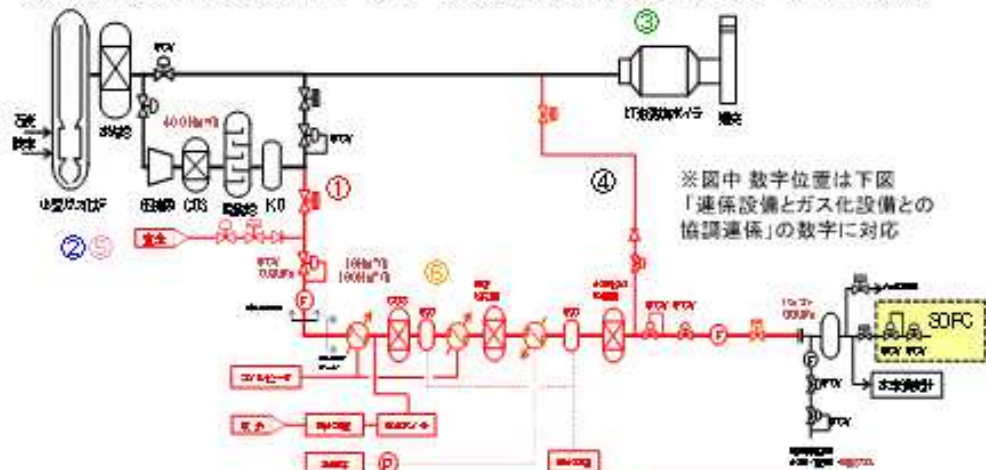
⑧ 250kW級モジュール最大負荷試験結果

◆ 研究開発項目毎の目標と達成状況

⑨ 石炭ガス化炉関係試験

(1) ガス化炉関係設備の制御性確認

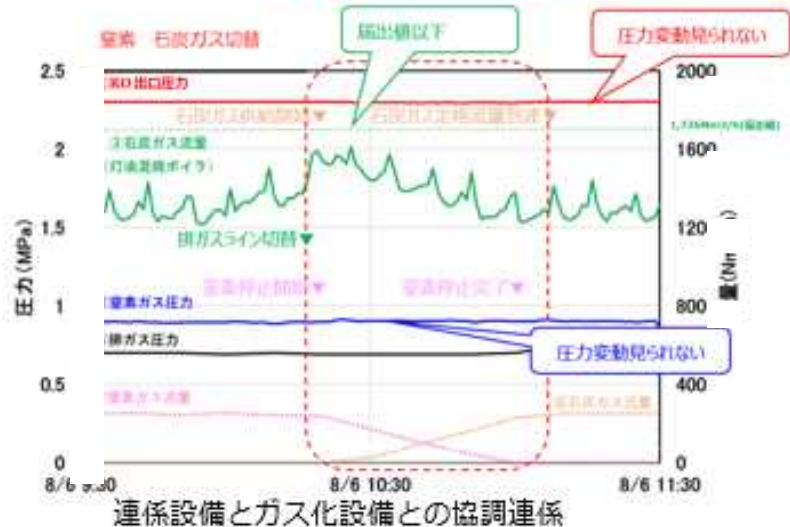
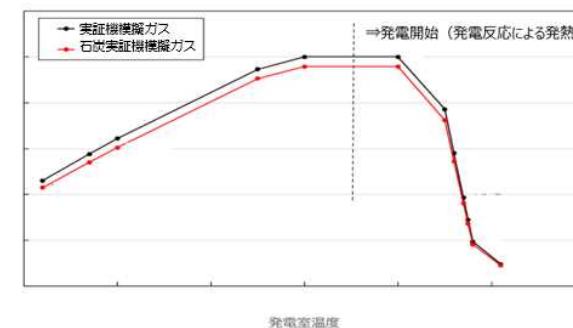
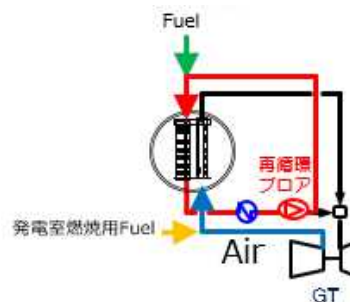
ガス化炉から石炭ガスを燃料電池系統に抽気、相互に協調制御しガス化炉側と灯油混焼ボイラ側への運転に影響を与えない事を確認。



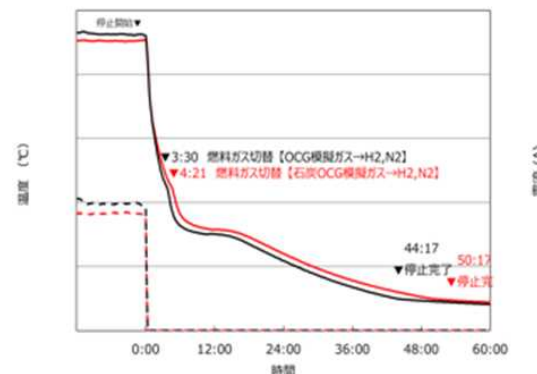
(2) 石炭OCG模擬ガスでの起動停止試験

石炭OCG模擬ガス用に制御調整を行い石炭OCG模擬ガスによる燃料電池モジュール起動試験を行った。(石炭OCG模擬ガスの発熱量から発電室燃焼用ガス流量の制御設定を調整)

自着火現象(発電室前の空気供給配管で発火する事)なく発電可能な温度(750℃)まで昇温でき、石炭OCG模擬ガスでモジュール起動が可能であることを確認した。



また、石炭OCG模擬ガスによる停止試験を行い温度挙動・降温レート等運転制約に問題なく停止可能であることを確認した。

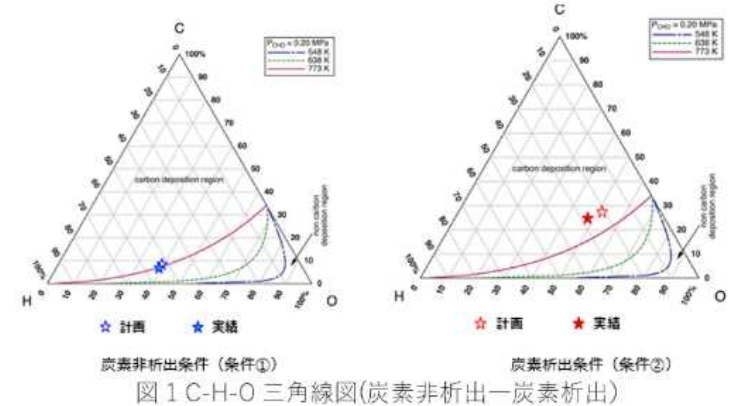


石炭OCG模擬ガスによる停止トレンド

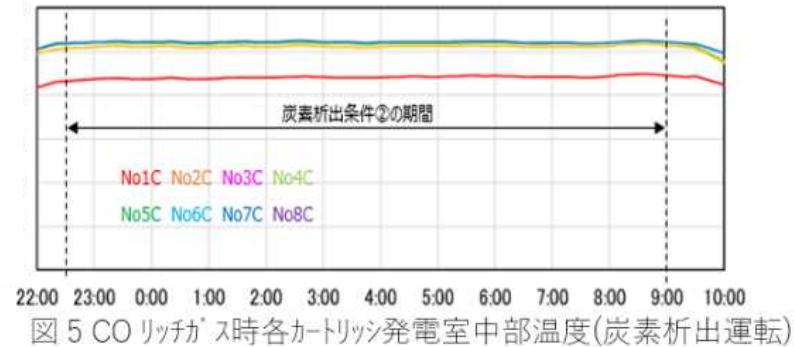
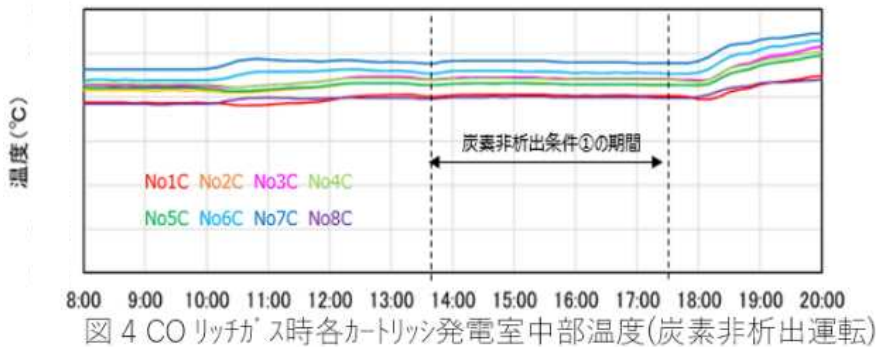
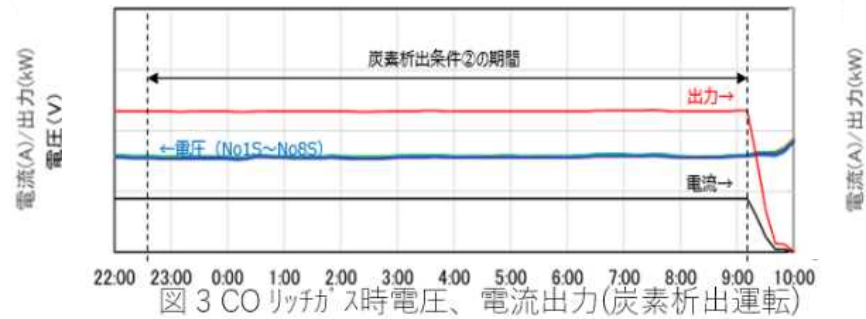
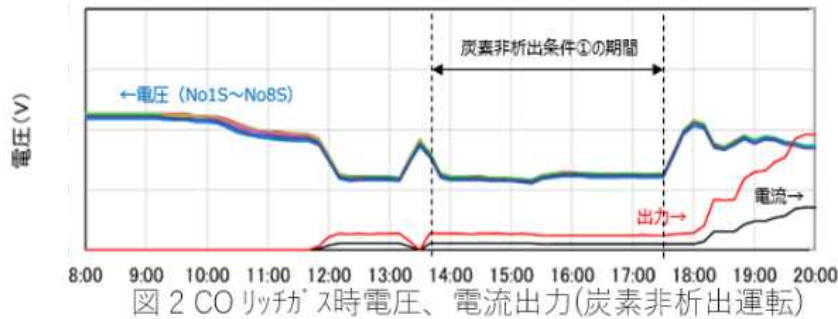
◆研究開発項目毎の目標と達成状況

⑩COリッチガス発電特性試験

- 若松の石炭ガス性状から熱平衡計算し、炭素析出が最も生じやすいと想定される500℃程度の条件において炭素非析出と炭素析出の運転条件を設定。
- 炭素非析出条件と析出条件両方で運転を行った。その結果、短時間ではあるが、非析出条件、析出条件どちらについても電圧電流共に大きな変動は見られなかった。



(1) COリッチガスの発電特性試験



3. 研究開発成果 (2) 成果の普及

◆ 成果の普及

ガスタービン燃料電池複合発電技術開発 [④ 3)]

	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	計
論文		1	2	1	3	1	8
研究発表・講演	2	6	3	3	2	1	17
受賞実績		1		1			2
新聞・雑誌等への掲載		2	1	7	2	1	13
展示会への出展	1	1	1				3

燃料電池石炭ガス適用性研究／燃料電池モジュールの石炭ガス適用性研究[④ 4) -(1)]

	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	計
論文							0
研究発表・講演		1	2	4	1	2	10
受賞実績							0
新聞・雑誌等への掲載						1	1
展示会への出展							0

◆ 成果の普及

ガスタービン燃料電池複合発電技術開発 [④ 3)] ※2022年度3月末日現在

【受賞実績】

- ◆ 2017年度 石油学会 学会賞（工業部門）
＜固体酸化物形燃料電池（SOFC）ハイブリッドシステムの開発と実用化＞
- ◆ 2019年度 コージェネ大賞・技術開発部門・理事長賞
＜固体酸化物形燃料電池（SOFC）ハイブリッドシステムの開発と実用化＞



◆ 2019年度 コージェネ大賞・技術開発部門・理事長賞

一般財団法人コージェネレーション・エネルギー高度利用センター

【展示会等（参考）】

- ◆ 次世代火力発電EXPO SOFC-MGTハイブリッドシステム（2017年3月1日-2日）
- ◆ スマートエネルギーWeek2018 次世代火力発電EXPO SOFC-MGTハイブリッドシステム（2018年2月28日-3月2日）
- ◆ スマートエネルギーWeek2019 次世代火力発電EXPO SOFC-MGTハイブリッドシステム（2019年2月27日-3月1日）

◆ 成果の普及

※2022年度3月末日現在

ガスタービン燃料電池複合発電技術開発 [④ 3)]

【プレスリリース等 (参考)】

- ◆ 250kW級SOFC-MGTハイブリッドシステムの販売開始 (2017年8月9日)
- ◆ 250kW級システムを三菱地所より初受注 (2018年1月31日)
- ◆ システムの商品名「**MEGAMIE (メガミー)**」 (2018年11月8日)
- ◆ 250kW級システムを安藤・間より受注 (2019年4月25日)
- ◆ 丸ビルで新型発電稼働 (ガスエネルギー新聞掲載) (2019年5月20日)
- ◆ 日本特殊陶業と三菱日立パワーシステムズがセルスタック製造・販売を行う合併会社の設立・共同運営に関する契約を締結 (2019年7月5日)
- ◆ 分散型や熱供給進化するエネルギー利用の高度化へ 月間エネルギーフォーラム2019年9月号
- ◆ 三菱重工パワー **製品案内 カタログ SOFCハンドブック** 三菱重工:HP (2020年2月)
- ◆ 日本特殊陶業と三菱日立パワーシステムズ、燃料電池セルスタックの製造・販売を行う合併会社【**CECYLLS (セシルス)**】の設立 (2020年2月4日)
- ◆ HYDROGEN - POWERING A NET ZERO FUTURE 三菱重工:HP (2020年3月)
- ◆ ビール工場排水由来のバイオガスを活用した燃料電池発電の実証事業を開始 - CO2排出量削減の新技术 実用化に向けた最終試験 (2020年8月26日)
- ◆ 欧州向けで海外初のSOFCを受注 (GWI向け) 水素を柔軟に利用し高効率に電力と熱を供給 (2020年10月29日)
- ◆ 世界に、カーボンニュートラルを。**茅島みずき in 三菱重工 長崎造船所 YouTube** (2022年1月)



燃料電池石炭ガス適用性研究／燃料電池モジュールの石炭ガス適用性研究[④ 4) -(1)]

【プレスリリース (参考)】

- ◆ 世界初、石炭ガス化燃料電池複合発電 (IGFC)の実証事業に着手 (2019年4月17日)
- ◆ CO2分離・回収型酸素吹石炭ガス化複合発電の実証試験を開始 (2019年12月26日)

◆知的財産権の確保に向けた取組

戦略に沿った具体的取組

- 他社特許や論文等を調査分析
- 成果の権利化についてセル製造に関してはノウハウとした。
- 石炭ガス適用性研究は事業の性質上、多くをノウハウ化し実証事業へ引き継いだ。
- 燃料電池複合発電の実証化に必要なキーテクノロジーについて特許を出願。
- 重要特許3件は戦略的にPCTで海外出願の手続きを進めており、引き続き、知財競争力強化に向け権利化を目指す。

◇ガスタービン燃料電池複合発電技術開発 [④ 3)]

	2016 年度	2017 年度	2018 年度	2019 年度	2020 年度	2021 年度	計 予定含む
特許出願 (うち外国出願)	3 (0)	0	4 (3)	0	1 (0)	0	8 (3)

◇燃料電池石炭ガス適用性研究 [④ 4)]

	2016 年度	2017 年度	2018 年度	2019 年度	2020 年度	2021 年度	計 予定含む
特許出願 (うち外国出願)						1 (0)	1 (0)

I. 事業の位置づけ・必要性

- (1)事業の目的の妥当性
- (2)NEDOの事業としての妥当性

II. 研究開発マネジメント

- (1)研究開発目標の妥当性
- (2)研究開発計画の妥当性
- (3)研究開発の実施体制の妥当性
- (4)研究開発の進捗管理の妥当性
- (5)知的財産等に関する戦略の妥当性

III. 研究開発成果

- (1)研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義
- (2)成果の普及
- (4)知的財産権の確保に向けた取組

IV. 成果の実用化に向けた取組及び見通し

- (1)成果の実用化に向けた戦略
- (2)成果の実用化に向けた具体的取組
- (3)成果の実用化の見通し

◆本プロジェクトにおける「実用化」の考え方

本プロジェクトにおける実用化とは、
『大型化に向けたGTFCを構成する主要な要素技術と、ガス組成の異なる燃料による燃料電池への適用性が確立されるとともに、その成果が【CO₂分離・回収型IGFC実証事業】に適用されること』を云う。

◆ 実用化に向けた戦略

- CO₂分離・回収型IGFC実証事業に向けた要素技術は確立され、その技術成果は実証事業へ適用された（実用化）。
- IGFCの実現に向けて、以下を指向する。
 - CO₂分離・回収型IGFC実現のためには燃料電池の大容量化・量産化を進める必要があり、低コスト化を見据えた燃料電池の高性能化。
 - CO₂分離・回収型IGFC実現には更なる高圧化についての検討。
 - 小型GTFC（1MW級）を市場投入してユーザーを拡大することで、燃料電池の量産化体制を構築してコストを低減。
 - 本事業で得られた成果を、CO₂分離・回収型IGFC実証事業の設計、試験条件、運用方法等に反映し、実証事業の成功に貢献。

◆ 実用化に向けた具体的取組

本プロジェクトにおいて量産技術開発を行い、2020年1月29日に日本特殊陶業と三菱パワーシステムズ（現 三菱重工業）は、セルスタックの製造販売を行う合併会社【CECYLLS（セシルス）】を設立。

■セシルス株式会社 会社ロゴ



ブルーを用いることで、水素エネルギーを用いたクリーンなエネルギーを想起させ、右上端部を斜めに切り上げることで、未来を切り開いていくイメージを表現。シンボルは、セルスタックの断面をモチーフに管内部から外に向けエネルギーが発生していくイメージをデザインしました。

日本特殊陶業株式会社

三菱日立パワーシステムズ株式会社

日本特殊陶業株式会社（社長：川合 尊、本社：名古屋市瑞穂区、以下NTK）と三菱日立パワーシステムズ株式会社（社長：河相 健、本社：横浜市西区、以下MHPS）は、2019年7月に固体酸化燃料電池（SOFC（注1））の発電要素である円筒セルスタック（注2）の製造・販売を行う合併会社の設立についての合併契約を締結以来2社で協議を重ね、このたび1月29日に「CECYLLS株式会社（セシルス）」として設立しました。この新会社は、NTKが保有するセラミックスの量産技術を活用することにより、MHPSの長寿命で熱利用が可能な円筒セルスタックを高品質に量産・販売していきます。

■CECYLLS株式会社の由来

セシルスは円筒セルスタックの商品名も兼ねた命名で、セラミックス製円筒セルスタックの英語表現“Ceramics Cylindrical Cell Stacks”に由来するものです。

■CECYLLS株式会社の概要

(1) 設立時期／事業開始時期	2020年1月29日
(2) 所在地	愛知県小牧市大字岩崎2808
(3) 代表者の役職・氏名	代表取締役社長 石田 昇（NTK） 取締役 加藤 三紀彦（NTK） 取締役 長崎屋 聡（MHPS）
(4) 事業内容	円筒横縞形セルスタックの製造および販売
(5) 資本金	3億円
(6) 出資比率	NTK 70%、MHPS 30%



合併契約調印式の様子

左：日本特殊陶業

代表取締役社長 川合 尊

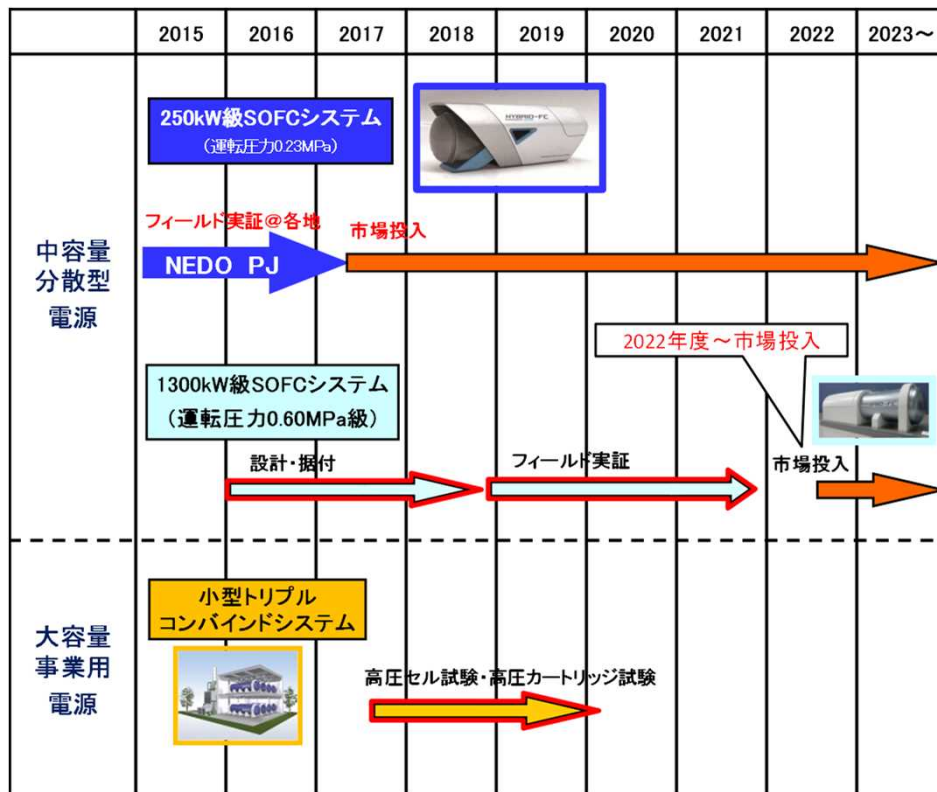
右：三菱日立パワーシステムズ 常務執行役員

吉田 泰二

◆ 実用化に向けた具体的取組

- 国内コージェネレーション導入実績を調査した結果、MW級市場の顕在化に期待。産業用において、機械、精密機械、金属、印刷などの分野が有望と考えられ、潜在ニーズも含め市場開拓も実施する。

GTFC商用化に向けたロードマップ



◆ 実用化に向けた具体的取組

- 本事業で得られた成果をCO₂分離・回収型IGFC実証事業の設計、運用計画に反映。
- 現在、最終段階である「CO₂分離・回収型IGFC実証」事業を実証試験中。



基盤技術開発成果のCO₂分離回収型IGFC実証への反映スケジュール

	2016年度				2017年度				2018年度				2019年度				2020年度				2021年度				2022年度							
	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q				
【大崎クールジェン第3段階】 CO ₂ 分離・回収型IGFC実証	(計画策定)								詳細設計・製作・建設・試運転																実証試験							
【NEDO委託事業】 ④3) ガスタービン燃料電池複合 発電技術開発	製作・据付・試運転				マイクロガスタービン開発				高圧化：高圧カートリッジ試験				設備改良				高圧化発電試験				発電試験				高性能セル実証機組立				高性能セル発電試験			
【NEDO委託事業】 ④2) 燃料電池向け石炭ガス クリーンアップ技術要素研究	被毒影響評価・吸着剤評価試験																															
【NEDO委託事業】 ④4) 燃料電池石炭ガス適用 性研究 [④4]	(2) 燃料電池モジュール石炭ガス適用性研究				設計・製作・据付				試験				H ₂ リフト試験				小型炉実証設計・工事				実ガス試験				モジュール解体調査							
	(1) IGFCシステム検討				技術調査・システム検討				実証設備概要設計				H ₂ リフトガス要素試験@MHPS																			

◆成果の実用化の見通し

- CO₂分離・回収型IGFC実証事業に向けた要素技術は確立され、その技術成果は実証事業へ適用された（成果の実用化）。IGFC実現に向けての技術確立を見通す。
 - 2020年に設立されたセルスタック製造販売会社のCECYLLSでは、2.2倍出力品の量産技術開発を進めており、燃料電池の低コスト化を進め、早期の市場投入を図る。
 - 本事業での要素技術開発が確立されたことにより、2025年度頃にGTFC、IGFCの技術を確立する。

【波及効果】

- 本事業の成果をCO₂分離・回収型IGFC実証事業に反映し技術が確立されることで、火力発電においても**低炭素社会の実現に貢献**できる。
- 燃料電池コストを低減することで、業務・産業用燃料電池の普及に貢献できる。
- 水素リッチガスでの燃料電池発電技術を確立することは、将来の**水素社会におけるGTFCの運用**範囲を広げることに貢献できる。