

経済産業省 資源エネルギー庁
省エネルギー・新エネルギー部
新エネルギーシステム課
水素・燃料電池戦略室御中

水素・燃料電池戦略協議会

2050年 カーボンニュートラル 実現に向けた水素発電

2021.2.9

三菱パワー株式会社

取締役 常務執行役員、CSO

吉田泰二



- 1. 三菱パワーの水素社会実現に向けた取組み**
- 2. 三菱パワーの取組事例**
- 3. 水素社会実現に向けた課題**
- 4. まとめ**

1. 三菱パワーの水素社会実現に向けた取組み

1.1 三菱パワーの概要

革新的な発電技術とソリューションにより、エネルギーの脱炭素化と電力の安定供給に世界中で貢献し、
持続可能な未来の実現に取り組みます。

発電プラント



ガスタービン・コンバインドサイクル発電プラント(GTCC)



スチームパワー（ボイラー・タービン）発電プラント

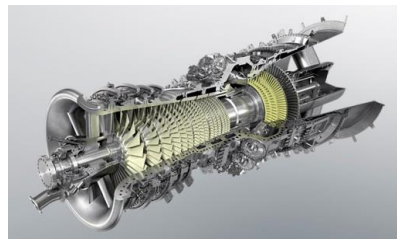


石炭ガス化複合発電プラント (IGCC)

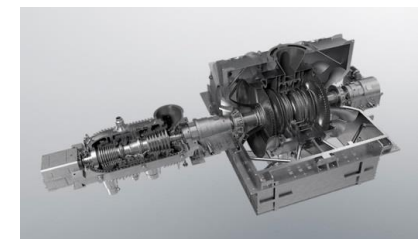


地熱発電プラント

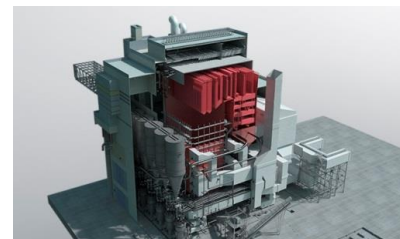
製品ラインアップ



ガスタービン



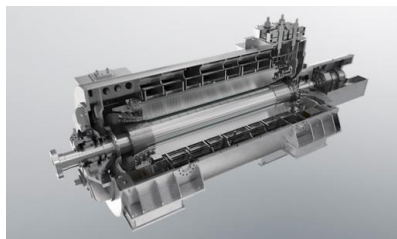
蒸気タービン



ボイラー



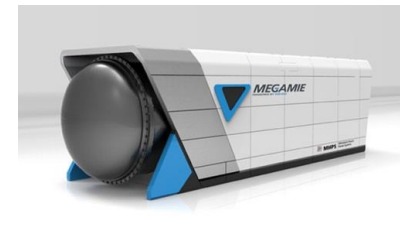
環境装置（排煙脱硝装置、排煙脱硫装置、集じん装置）



発電機



制御システム



燃料電池 (SOFC)



その他（二次電池貯蔵システム、AM事業）

2050年のカーボンニュートラル社会実現に向け
脱炭素化技術と水素バリューチェーン構築で貢献

ネットゼロカーボンの
達成

水素バリューチェーンの構築

カーボンリサイクルの推進

産業用エネルギーの効率的な活用

火力発電の脱炭素化
原子力によるCO₂削減



三菱パワーは水素サプライチェーンの上流から下流まで、
多岐に亘るコア技術の開発に取り組んでおり、水素社会の実現に貢献

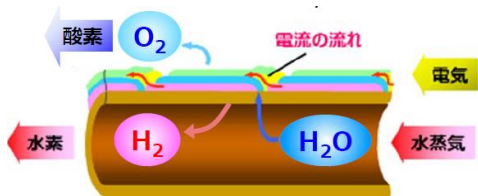
製造



ガス化設備



CO2回収設備

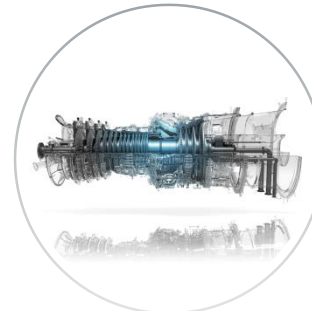


SOEC



メタノール設備

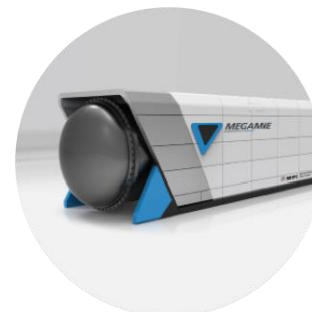
利用



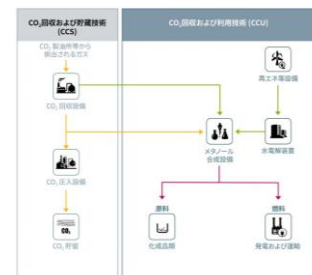
水素ガスタービン



アンモニア焼きボイラ



燃料電池(SOFC)

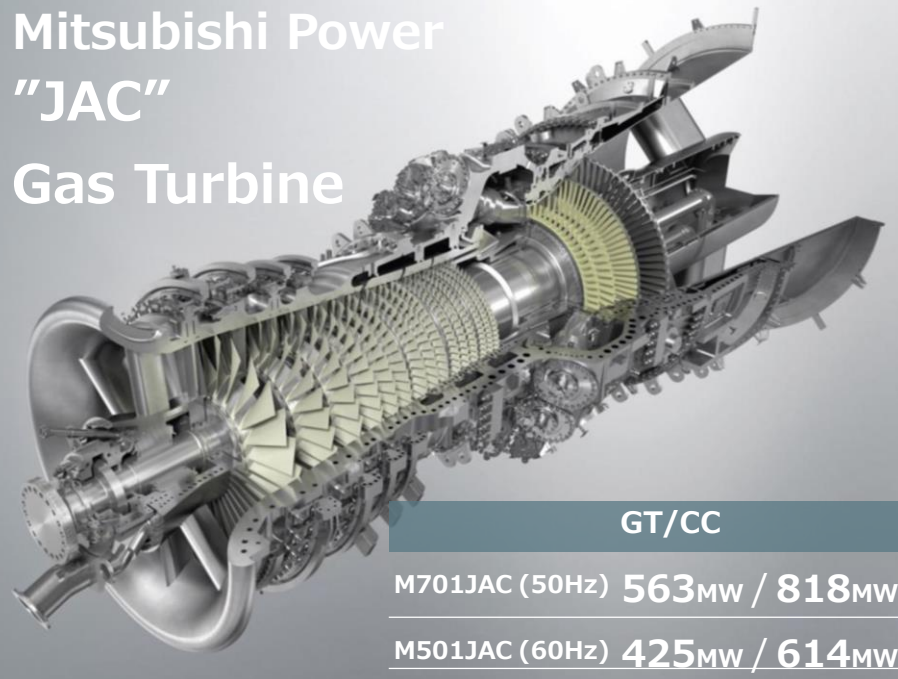


カーボンリサイクル
設備

1.4 水素ガスタービン技術

三菱パワーは、世界をリードする発電技術で水素社会の実現に貢献

Mitsubishi Power "JAC" Gas Turbine



GT/CC

M701JAC (50Hz) 563MW / 818MW

M501JAC (60Hz) 425MW / 614MW

高効率

64%のCC効率

- 高圧力比圧縮機 (25:1)
- 強制空冷燃焼器
- 先進TBCの超厚膜化

信頼性

99.5%の信頼性

- 累積運転時間：107万時間超
- 受注台数：71台、
- 商用運転中：45台
(Jシリーズ 2020年6月時点)

Mitsubishi Power "H-25" Gas Turbine



GT/CC

H-25 (60/50Hz) 41MW / 60MW

高効率

80%超の コジェネレーション効率

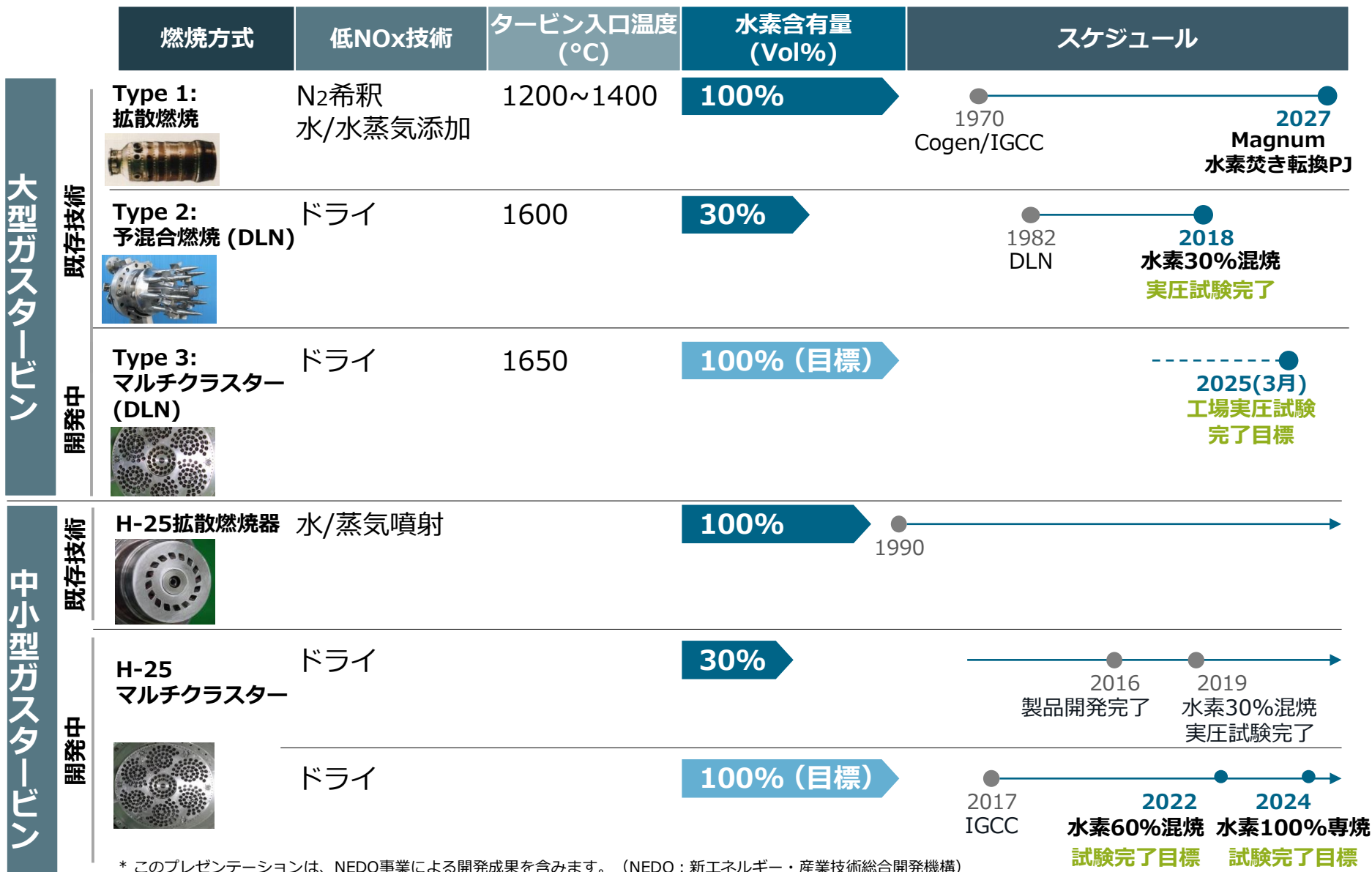
- シンプルサイクル 36.2%
- コンバインドサイクル 54.0%
- コジェネレーション 80.0%超

信頼性

960万時間超の 運転実績

- 累積運転時間：
960万時間超
- 受注台数：190台
(2020年6月時点)

1.5 多様な水素燃焼技術



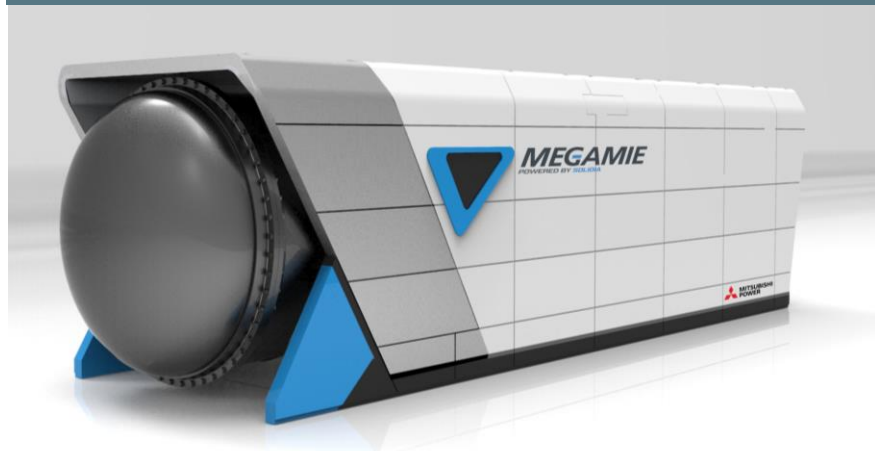
* このプレゼンテーションは、NEDO事業による開発成果を含みます。(NEDO: 新エネルギー・産業技術総合開発機構)

** DLN: ドライ式低NOx技術

固体酸化物形燃料電池システム*“MEGAMIE”は、多様な燃料により
高効率で発電・熱供給できる大容量コージェネシステム

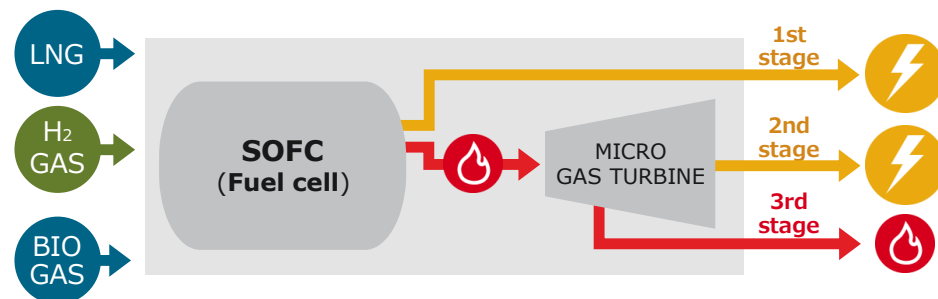
*Solid oxide fuel cell

外観



発電のメカニズム

燃料を燃焼することなく、
化学反応により直接発電



SOFCの特徴

1.大容量

- ✓ 220kW級(商用化)
- ✓ 1MW級(2021年予定)

2.燃料多様性

- ✓ LNG, バイオガス、副生ガス
- ✓ 水素、および混合ガス

3.高効率(220kW級)

- ✓ 発電効率: 55%(LHV)
- ✓ 総合効率: 65%(蒸気)、73%(温水)

4. CO₂削減効果(220kW級)

- ✓ CO₂削減量: 600ton/年
- ✓ CO₂排出量: 0.32kg-CO₂/kWh



2. 三菱パワーの取組事例

2.1 世界における水素GTプロジェクト

世界各国で三菱パワーの水素ガスタービン技術実証を計画中

Zero Carbon Humber (H2H Saltend)

M701F, 1202MW (3 CCGT)
Hull, Humber, UK

H2M (Magnum)

M701F, 440MW (1 CCGT out of 3 CCGT)
Eemshaven, the Netherlands

Energy Decarbonization

Decarbonizing Entergy' utilities
4 Southern States*, USA
*Arkansas, Louisiana, Mississippi and Texas

Intermountain Power

M501JAC, 840MW (1 CCGT)
Salt lake City, Utah, USA

Advanced Clean Energy Storage

Green Hydrogen Production and Storage
Salt lake City, Utah, USA

Keppel Data Center

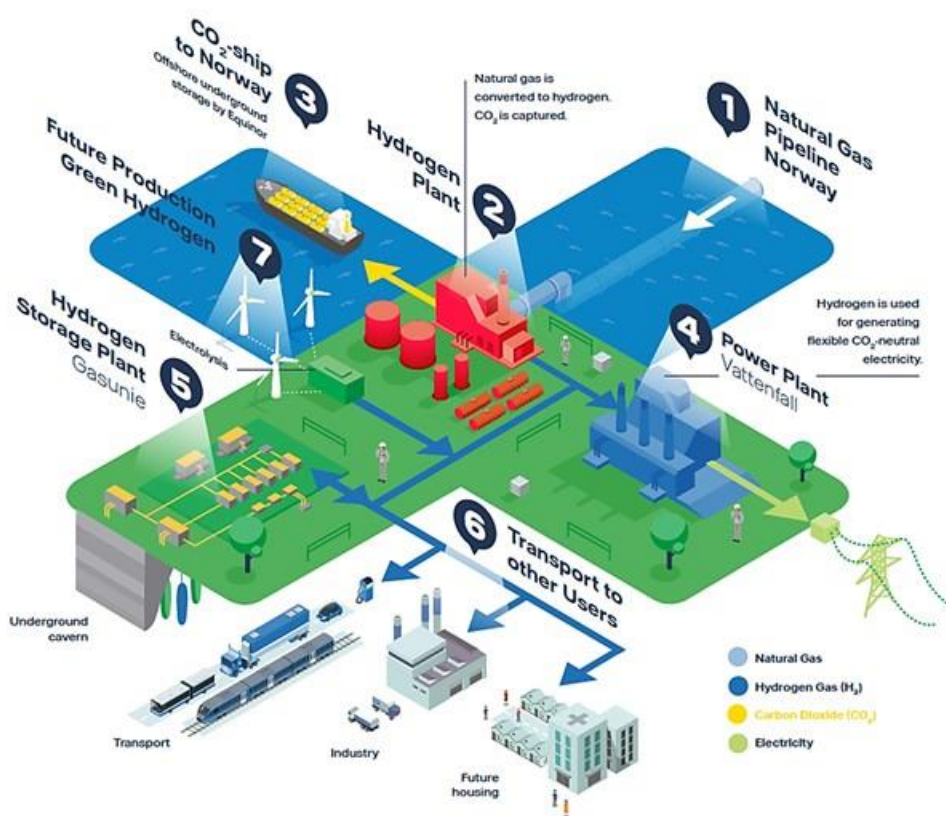
Tri-generation plant with H2 GT
Singapore

H2U

Carbon-free ammonia production PJ with H2 GT
South Australia

2.2 オランダ/Magnum水素焼き転換プロジェクト

オランダ北部にあるMagnum発電所（オーナー：Vattenfall）の3系列中1系列を、2027年末に天然ガスから水素焼きに転換することを目指すプロジェクトに参画



ガスタービン機種	M701F
出力 (CC)	440 MW
CO ₂ 削減量	約130万トン/年
所在地	オランダ (Eemshaven)
運転時期	2027年



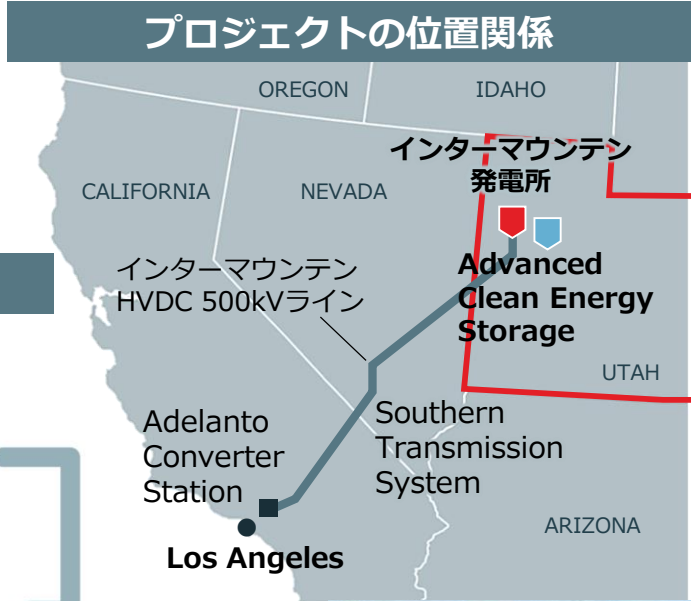
Vattenfall's gas power plant Magnum. (Photo: Koos Boertjens / Vattenfall)

④発電 および ⑥交通・産業・一般 合計で200万トン/年のCO₂削減

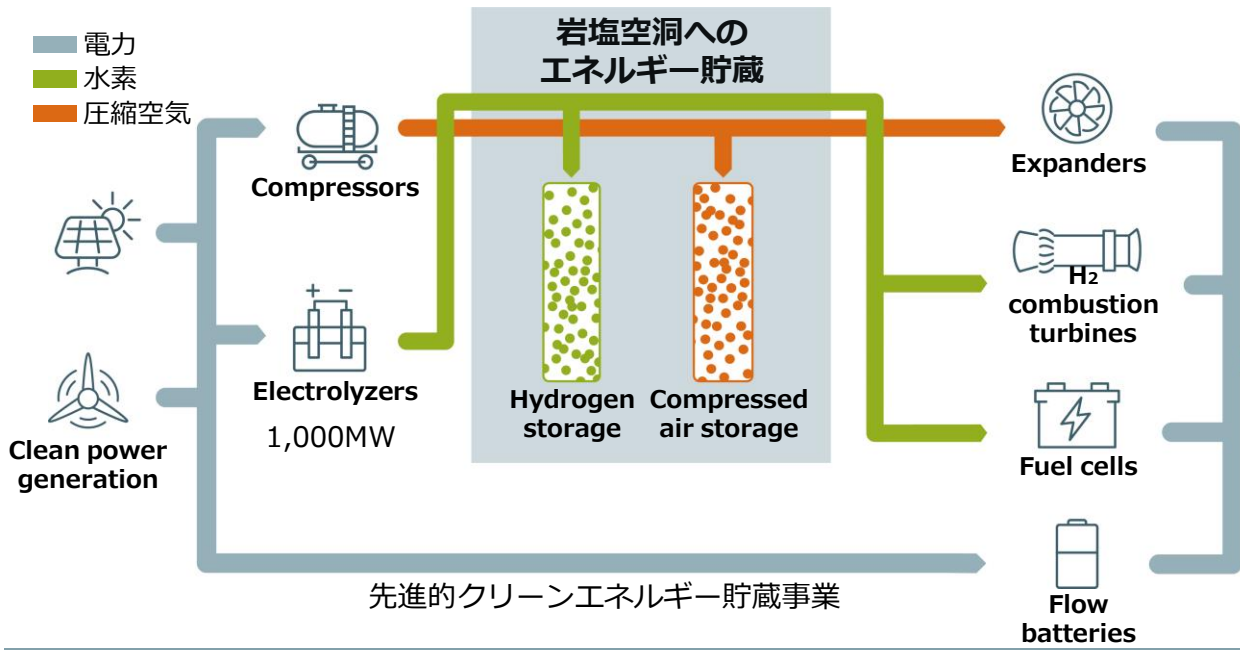
2.3 米国/Advanced Clean Energy Storageプロジェクト

- ✓ Magnum Development社およびユタ州政府と共に、岩塩空洞へのエネルギー貯蔵事業プロジェクトに取り組み中
- ✓ 米国インターマウンテン電力様は、弊社水素焚きJAC型ガスタービン2台を選定

エネルギー貯蔵容量	150GWh	ガスタービン機種	M501JAC
所在地	米国（ユタ州）	出力（CC）	840 MW（2 GTCC）
		運転時期	2025年(30%水素混焼) 2045年まで(水素専焼)



Advanced Clean Energy Storageの内容



（既設石炭火力発電所を廃止）

出典：LADWP Los Angeles Times

2030年の商用化に向けた大規模実装実現への道筋策定、及び2025年頃の水素利活用 商用化実証に関する具体的なスキーム構築を目指して、事業化を推進

<設立時会員>

※事務局／幹事50音・ABC順

岩谷産業株式会社殿（※）、株式会社大林組殿、川崎汽船株式会社殿、川崎重工業株式会社殿、
関西電力株式会社殿、株式会社神戸製鋼所殿、シエルジャパン株式会社殿、電源開発株式会社殿、
丸紅株式会社殿（※）、**三菱パワー株式会社**、ENEOS株式会社殿

<目的>

社会実装に向けたそれらの取り組みを一層加速させ、国の示す『水素基本戦略』、
『水素・燃料電池戦略ロードマップ』の実現を目指すため、関西圏で水素関連事業に
取り組む事業者が集まり、本協議会を設立。

<活動内容>

本協議会では、2030年の商用化に向けた**大規模実装実現への道筋策定**、及び2025年頃の
水素利活用**商用化実証に関する具体的なスキーム構築**を目指して、以下の活動に取り組む。

- ① 大規模水素サプライチェーン構築の為に需給一体となって、関西圏における水素利活用の
事業モデル検討を実施する。
- ② 関西圏における水素利活用モデルの社会実装に向けたロードマップを作成する。
- ③ 社会実装における課題を明確にし、国や自治体へ政策提言を行う。

2.5 SOFCの実績

- ✓ 全国10か所にて実証・商用導入実績、2件の水素活用事例
- ✓ 20年10月に、欧州で初受注



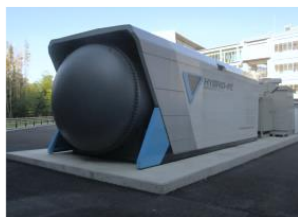
安藤ハザマ殿技術研究所

- 商用2号機
- 2020年2月引渡済
 - 温水回収、屋外設置
 - 水素活用試験



ドイツ ガス・熱研究所殿

2022年3月までに稼働開始予定



九州大学殿

- <仕様> 屋外設置
- 連続耐久性試験
 - プロトタイプ実証初号機



東京ガス殿

- <仕様> 温水回収、屋内設置
- 起動停止試験 (1回/週)
 - 部分負荷・負荷変動追従試験



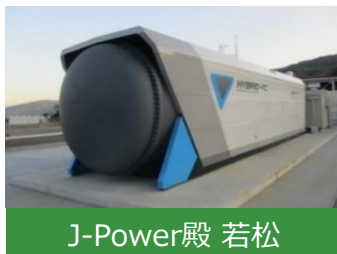
大成建設殿

- <仕様> 温水回収、屋外設置
コンパクト化
- ユーティリティ削減試験
 - 自立運転検証試験



アサヒビール殿 茨城工場

- 商用3号機
- 2020年11月引渡済
 - 蒸気回収、屋外設置
 - ビール工場排水由来バイオガス活用

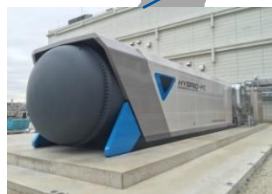


J-Power殿 若松

- <仕様> 屋外設置
- 水素リッチガス発電



1MW+MGT実証機
(ハフボイール)長崎工場



日本特殊陶業殿

- <仕様> 蒸気回収、屋外設置
- 連続耐久試験



トヨタ自動車殿

- <仕様> 蒸気回収、屋外設置
モジュールと補機ユニットを分割
- 起動停止試験 (1回/月)



三菱地所殿
丸の内ビルディング

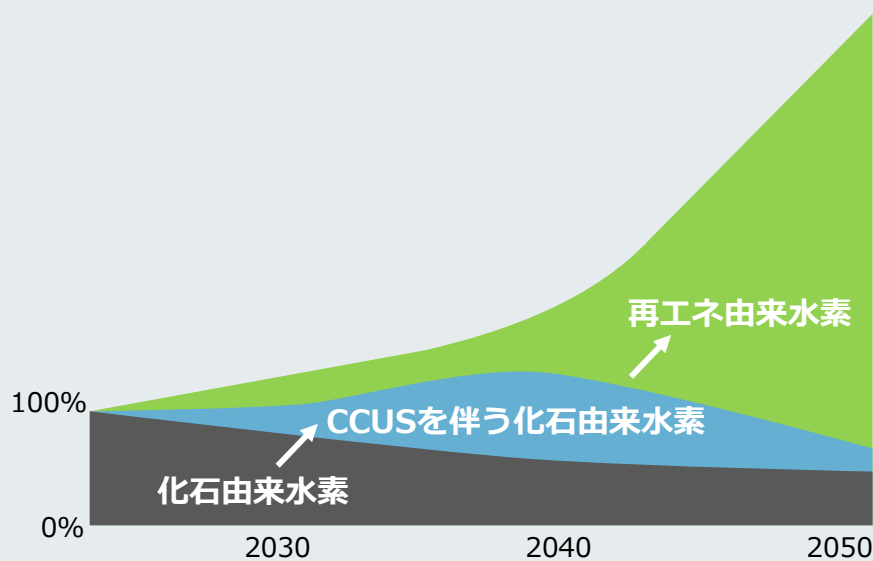
- 商用初号機
- 2019年2月引渡済
 - 蒸気回収、屋内地下設置

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の成果を含みます。

3. 水素社会実現に向けた課題

世界的な脱炭素化の潮流と、水素サプライチェーンの発展に伴い、 電力セクターにおいてクリーンエネルギーへの移行が進む

水素サプライチェーンの変遷シナリオ



展望1 (中期)

水素社会実現の起爆剤および促進剤として、
CCUSを伴う化石燃料由来の水素が普及

展望2 (長期)

継続的な技術革新と大幅なコスト削減により
再エネ由来の水素 (CO₂フリー水素) が主流

電力セクターにおける水素・アンモニア利用シナリオ

天然ガス焼き火力発電

水素混焼

水素専焼 (100%)

石炭焼き火力発電

アンモニア混焼

CCUSの利用

2030

2040

2050

展望1 (中期)

CO₂フリーの水素およびアンモニアの混焼

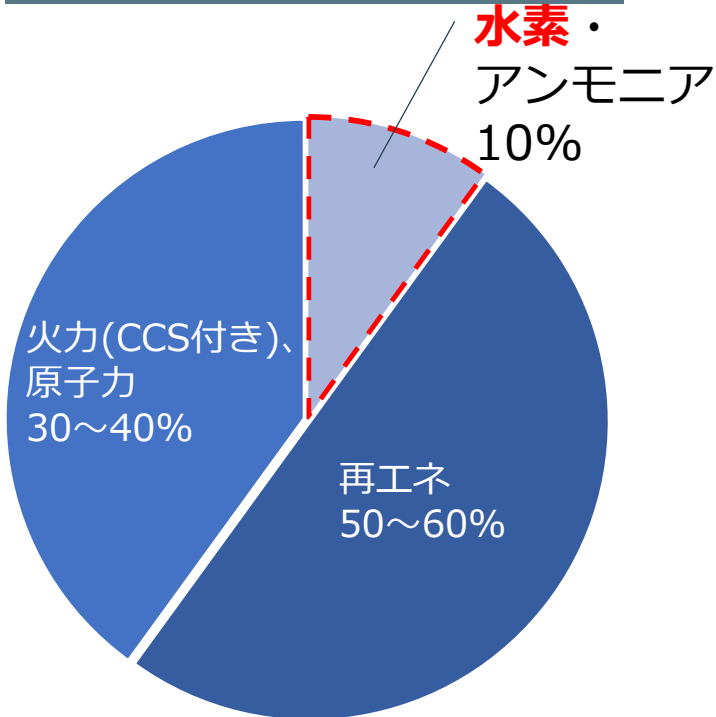
展望2 (長期)

再エネ由来水素を用いた水素専焼発電および
石炭火力+CCUSによる火力発電の脱炭素化

3.2 水素発電の普及に必要な要素

『イニシャルコストの削減』・『柔軟な運用性』・
『ランニングコストの低減』・『水素容量拡大』・『水素の安定供給』
が必要

グリーン成長戦略で
示された
2050年の電源構成



水素発電への
要求

経済性

再エネとの
共存/シナジー

信頼性・
安定性

水素発電に
必要な要素

イニシャル
コスト削減

柔軟な運用性

ランニング
コスト低減

水素容量拡大

水素の安定供給

三菱パワーの製品は、水素発電に必要な要素を満たす

水素発電に 必要な要素

イニシャル
コスト削減

柔軟な運用性

ランニング
コスト低減

水素容量拡大

水素の安定供給



三菱パワーの製品

Hydrogen Ready

既存設備最小限の改造、或いは、そのままの使用にて対応可能
高い信頼性を保持しつつ、設備投資費用を抑制

高効率・高機能

化石燃料使用時と同様の高い効率と高い調整力にて運転可能。
再エネの主力電源化及び水素消費量低減に貢献

水素混焼/専焼

水素含有量に合わせた製品提供が可能
集中・分散電源、広範囲の出力帯をカバー

低純度水素活用

水素の高純度精製を必要とせずに、低純度で大量の水素を使用
水素需要を喚起

4. まとめ

三菱パワーの水素発電製品は、 カーボンニュートラル実現に向けて貢献します

Hydrogen Ready

水素社会実現のための
環境整備・準備

Realization

水素社会を
段階的に実現

Acceleration

水素需要の喚起により
水素供給・インフラを加速



補足資料

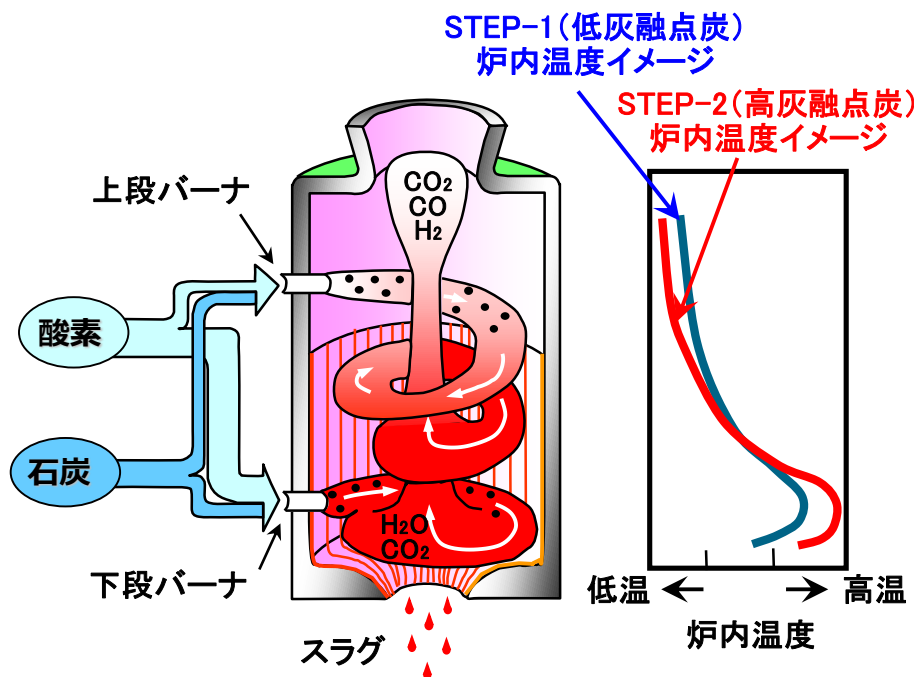
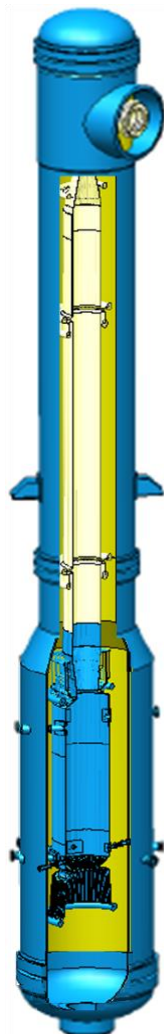
石炭/バイオマス/廃棄物をガス化することで、水素を取り出すことが可能

酸素吹きガス化設備の特徴

円筒炉の上下段に複数のバーナを設置した一室二段旋回型噴流床ガス化方式

- ・炭種に応じて、上下段の酸素 / 石炭比を適正に配分可能
- ・炉内に旋回流を発生させることで、灰の飛散を抑制

酸素吹きガス化設備の構造



高灰融点炭は、高温化のため
下段に比較的多量の酸素が必要



多量の酸素投入はガス化性能
(冷ガス効率) の低下を招く



1室2段方式のEAGLEガス化炉
では、上段の酸素量を低減する
ことで、ガス化性能の低下
を抑制することができる



MOVE THE WORLD FORWARD

**MITSUBISHI
HEAVY
INDUSTRIES
GROUP**