

東京都 水素エネルギー推進セミナー

国際水素サプライチェーン構築に向けた取り組み

2021年2月18日

川崎重工業株式会社



脱炭素への動き

■ COP21 パリ協定 (2015/12)

➤ 低炭素から脱炭素へシフト

(2℃目標のみならず努力目標1.5℃への言及)

➤ 日本のCO₂削減目標 「2030年までに26%減」※

他先進国のCO₂削減目標 「2050年までに80%減」

■ カーボンニュートラルへの動き

➤ 菅 総理 所信表明演説 (2020/10/26)

「2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指すことを、ここに宣言いたします。」

➤ 2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略 (2020/12/25)

「温暖化への対応を、経済成長の制約やコストとする時代は終わり、～成長の機会と捉える時代に突入し～。従来の発想を転換～産業構造や社会経済の変革～「経済と環境の好循環」～グリーン成長戦略である。」

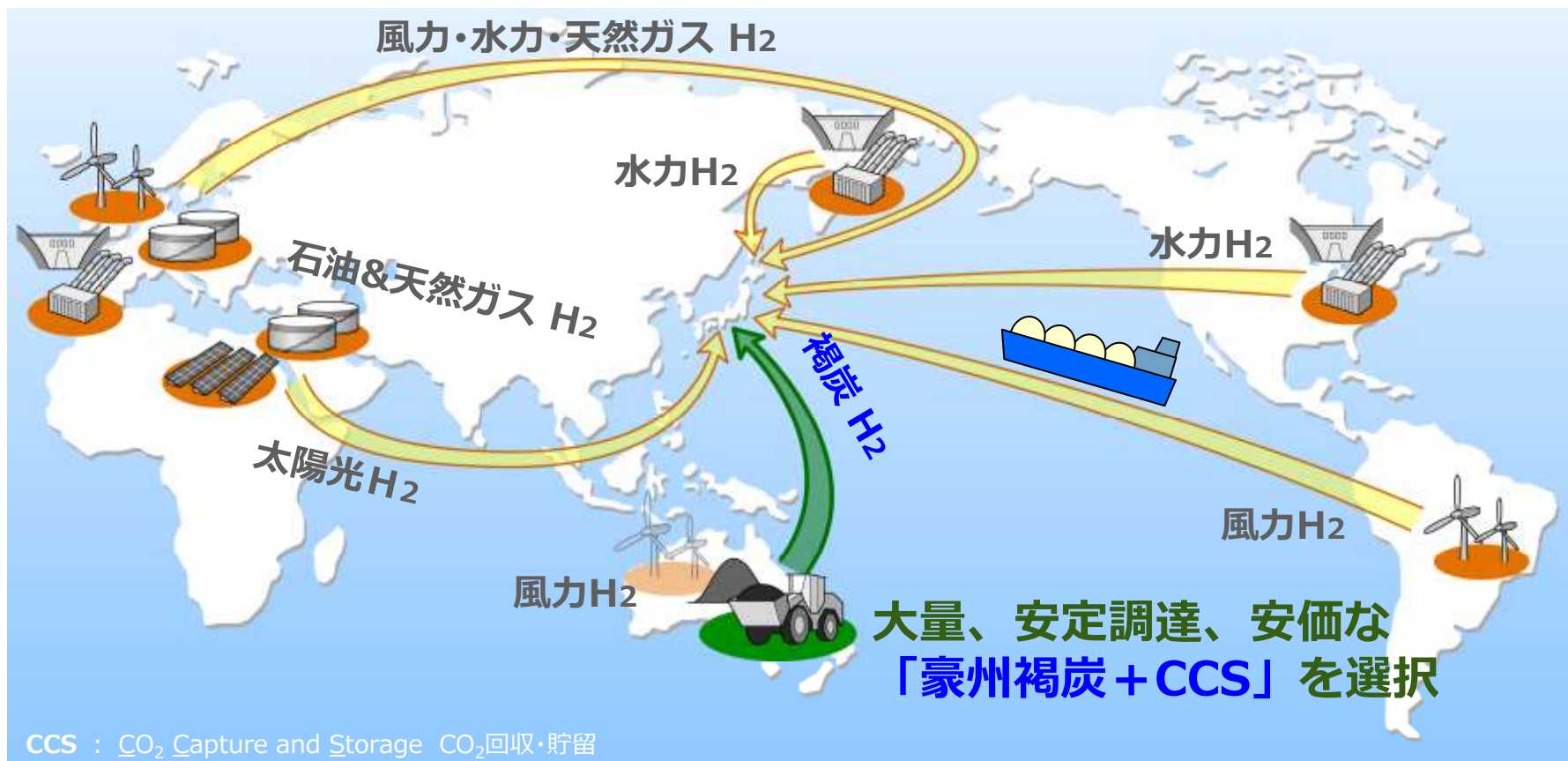
海外CO₂フリー水素への期待

水素は様々な資源から製造、様々な国から調達が可能

⇒ **エネルギーセキュリティー**

電気と比較して、大量、長距離、長期さらにセクター間の融通が可能

⇒ **レジリエンス**



CO₂フリー水素チェーンのコンセプト

CO₂の排出を抑制しながらエネルギーを安定供給



褐炭炭鉱 (ラトローブバレー)



地平線まで褐炭層あり地表から深さ250mまで一つの層
さらに、その下にも褐炭層あり
(日本の総発電量の240年分に相当する褐炭が賦存)



褐炭火力発電所

褐炭採掘現場
(露天掘り)

褐炭とは

- 若い石炭で**大量**、また**世界に広く分布**
- 水分量が**50～60%**と多い
- 乾燥すると**自然発火しやすい**ため、**輸送が困難**で、**現地の発電**でしか**利用されていない**

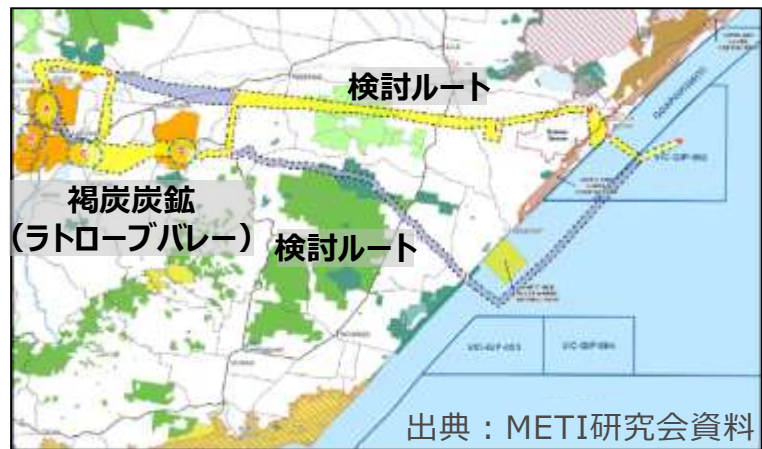


- **輸送できない**ため、**海外取引は皆無**で、**採掘権のみ**の「未利用資源」 = 「安価」、 「権益取得容易」
- **多くの水素の製造方法中**でも、**褐炭からの水素製造**は**最も経済的な方法**の一つ

CCS・CO₂貯留場所

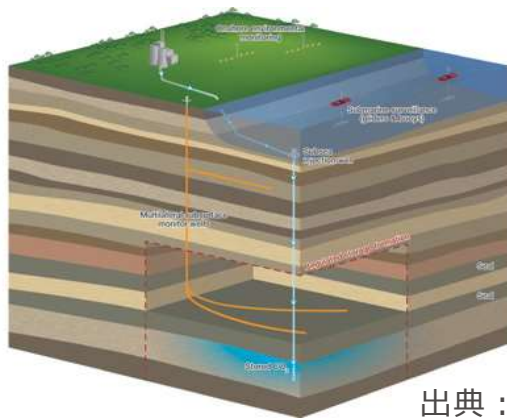
(CCS : CO₂ Capture and Storage、CO₂回収・貯留)

- 連邦政府とビクトリア州政府は**CarbonNet Project**を推進
- パイプラインのルート検討に続き、2020年1月には沖合の評価井の試掘を完了
- 日豪水素プロジェクトと協調し、商用化をめざす



出典：CarbonNet HP

CCS
イメージ



液化水素・水素の大量輸送手段

- 極低温（ -253°C ）で液化 \Rightarrow 気体の**1/800**の体積
- 高性能断熱技術（二重殻真空断熱）の採用で、LNGと同等の長期貯蔵を実現
- 高純度=精製不要（蒸発させるだけで燃料電池に供給可能）
液化水素は高純度（**99.999%以上**）であり、純度を要求されるFCV用燃料（**99.97%以上***）に適している *ISO14687-2 FCV用水素燃料規格
- 毒性無し、無臭、温室効果無し



液化水素タンク
(種子島宇宙センター)



国内最大 液化水素タンク
(神戸液化水素荷役ターミナル)



大型液化水素運搬船
(将来)



現行LNG船

実証構成（日豪パイロット）^{※1}

■ 日豪の政府・民間各社のパートナーとともに推進



経済産業省、NEDO
による助成事業

HySTRA

【技術研究組合CO₂フリー水素サプライチェーン推進機構】

岩谷産業、川崎重工、Shell Japan、電源開発、丸紅および
ENEOS、KLINEで構成。

HEA
Hydrogen Engineering Australia

豪州連邦政府、VIC州
政府による助成事業

【Hydrogen Engineering Australia】

HEAが窓口・調整を受け持ち、川崎重工、電源開発、
J-Power グループ、岩谷産業、丸紅、住友商事
AGL(豪州エネルギー会社)

※1：HESC（=Hydrogen Energy Supply Chain）プロジェクト

※2：2015～20年度 NEDO課題設定型産業技術開発費助成事業「未利用褐炭由来水素大規模海上輸送サプライチェーン構築実証事業」

褐炭水素製造プラント (ラトローブバレー)



ロイヤンA
褐炭火力発電所

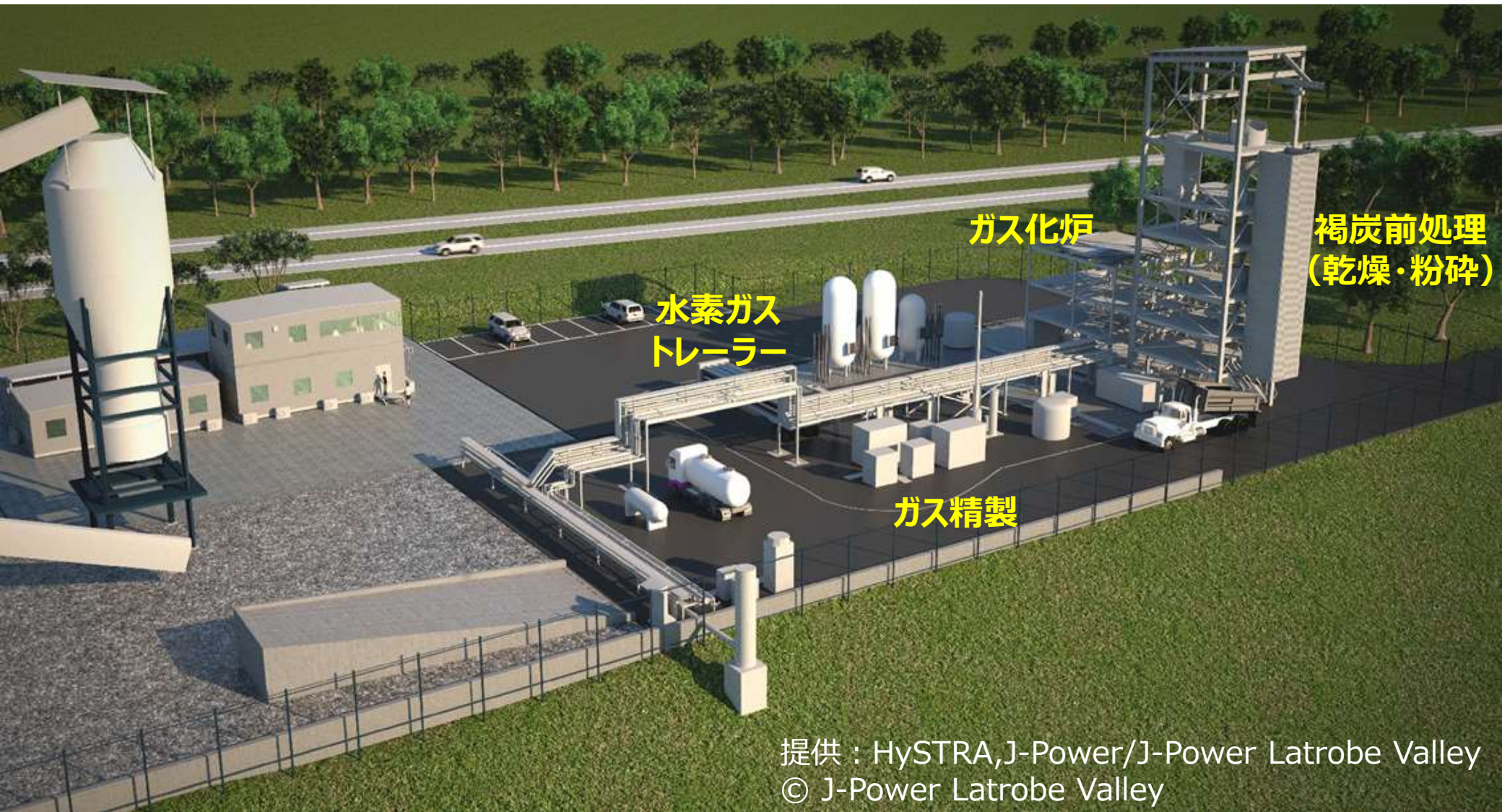
褐炭水素
製造プラント
(CG予想図)

褐炭水素製造プラント (ラトロブバレー／CG予想図)

4. 実証への取り組み

日豪パイロット

※本設備はJ-Power/J-Power Latrobe Valleyの所掌



提供 : HySTRA, J-Power/J-Power Latrobe Valley
© J-Power Latrobe Valley

水素液化・積荷基地 (ヘイスティングス/CG予想図)



基地メインエリア
(水素液化)

液化水素
運搬船

棧橋エリア
(液化水素船積み)

水素液化・積荷基地 (豪州ビクトリア州ヘイスティングス)

■ 2020/11 に試運転を完了し現在実証運用中

棧橋エリア
(液化水素船積み)



液化水素運搬に関する国際機関の承認

- 2016年9月5～9日にロンドンにて国際海事機関（IMO）の第三回貨物運送小委員会（CCC3）が開催された
- 日本が提案していた**液化水素運搬に関する安全要求案が審議、承認された**
- 同年11月21～25日にMaritime Safety Committee (MSC: 上記CCC3の親委員会), 97回目セッションが開催され、**本件が正式承認された**
- **今回建造する、液化水素運搬船が世界標準をリードしていく**



液化水素運搬船 “すいそ ふろんていあ”

- 2020年10月には実証に向けた海上試運転を実施し
今後貨物タンクシステム及び荷役に関する実証を進める



命名・進水式 2019/12/11



液化水素タンク搭載 2020/3/7



提供：HySTRA

全長	116メートル	航海速度	13ノット(*)
全幅	19メートル	航続距離	11,300海里(*)
定員	25名	推進方式	電気推進

1ノット = 1海里/時 = 1.852km/時

提供：HySTRA

液化水素荷役基地 (神戸空港島)



液化水素荷役基地 (神戸空港島)

■ 2020年6月に完成し現在実証運用中

主要目	
液化水素貯蔵タンク	2,500m ³ 直径19m 球形真空二重殻
ローディングシステム	口径6インチ 真空二重断熱 緊急離脱機構
BOG※処理	BOG圧縮機 BOGホルダー ベントスタック
その他設備	ローリー受入設備 等

※BOG: ボイルオフガス



ベント
スタック

国内最大
液化水素タンク
2,500m³

ローディングシステム
(フレキシブルホース式)

(2020/4末時点)

“すいそ ふろんていあ” 基地への来航

- 2021年1月に液化水素荷役基地へ初来航

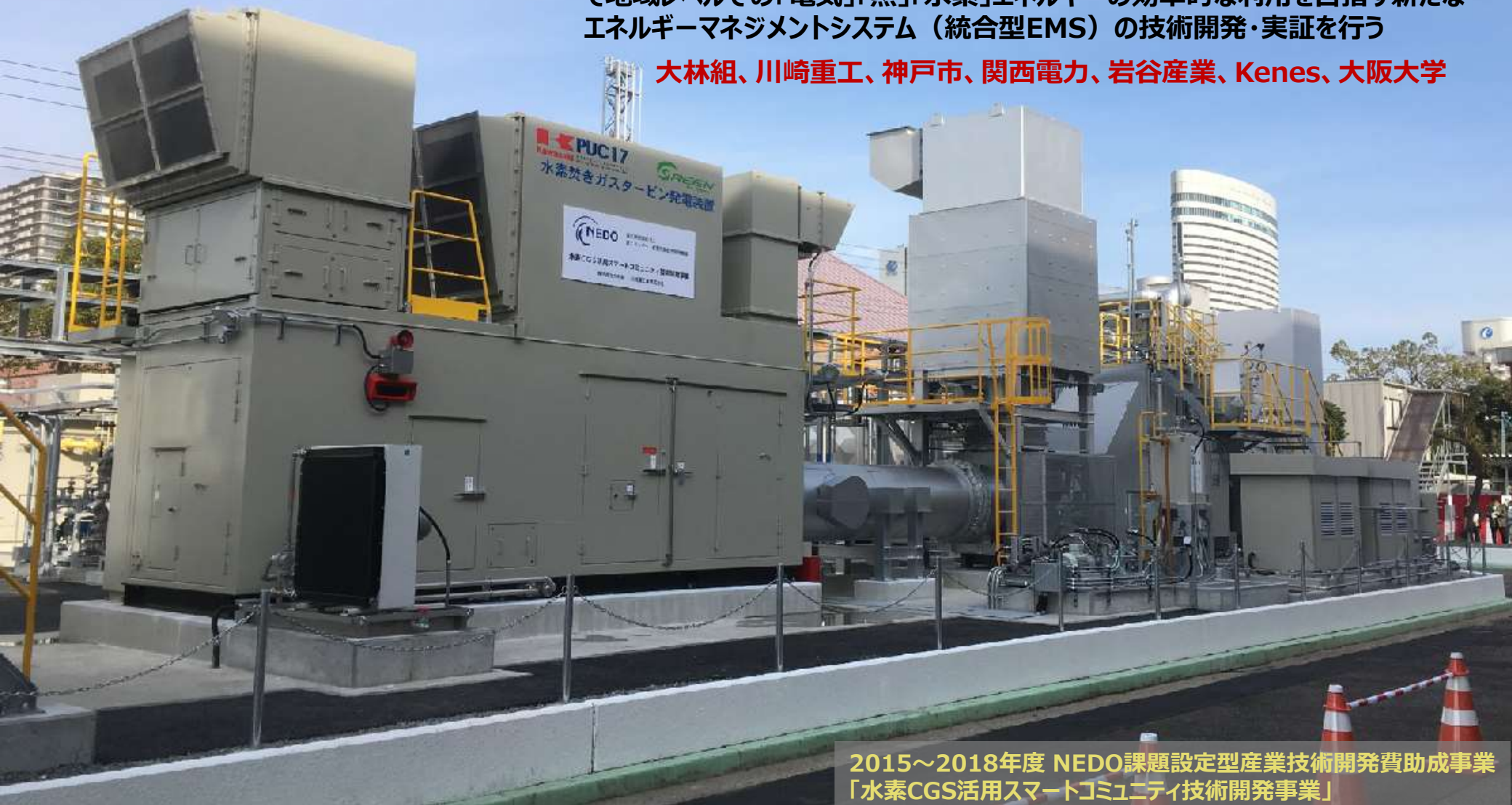


(2021/1時点)

水素ガスタービンコージェネレーション実証 (神戸ポートアイランド) 水素CGS

水素と天然ガスを燃料とする1 MW級ガスタービン発電設備（水素CGS）を用いて地域レベルでの「電気」「熱」「水素」エネルギーの効率的な利用を目指す新たなエネルギーマネジメントシステム（統合型EMS）の技術開発・実証を行う

大林組、川崎重工、神戸市、関西電力、岩谷産業、Kenes、大阪大学



2015～2018年度 NEDO課題設定型産業技術開発費助成事業
「水素CGS活用スマートコミュニティ技術開発事業」

水素CGS実証 エネルギー供給先 (神戸ポートアイランド)



国際展示場



ポートアイランド
スポーツセンター



水素CGS
エネルギーセンター

エネルギー供給先

(2018年11月時点)



ポートアイランド
処理場

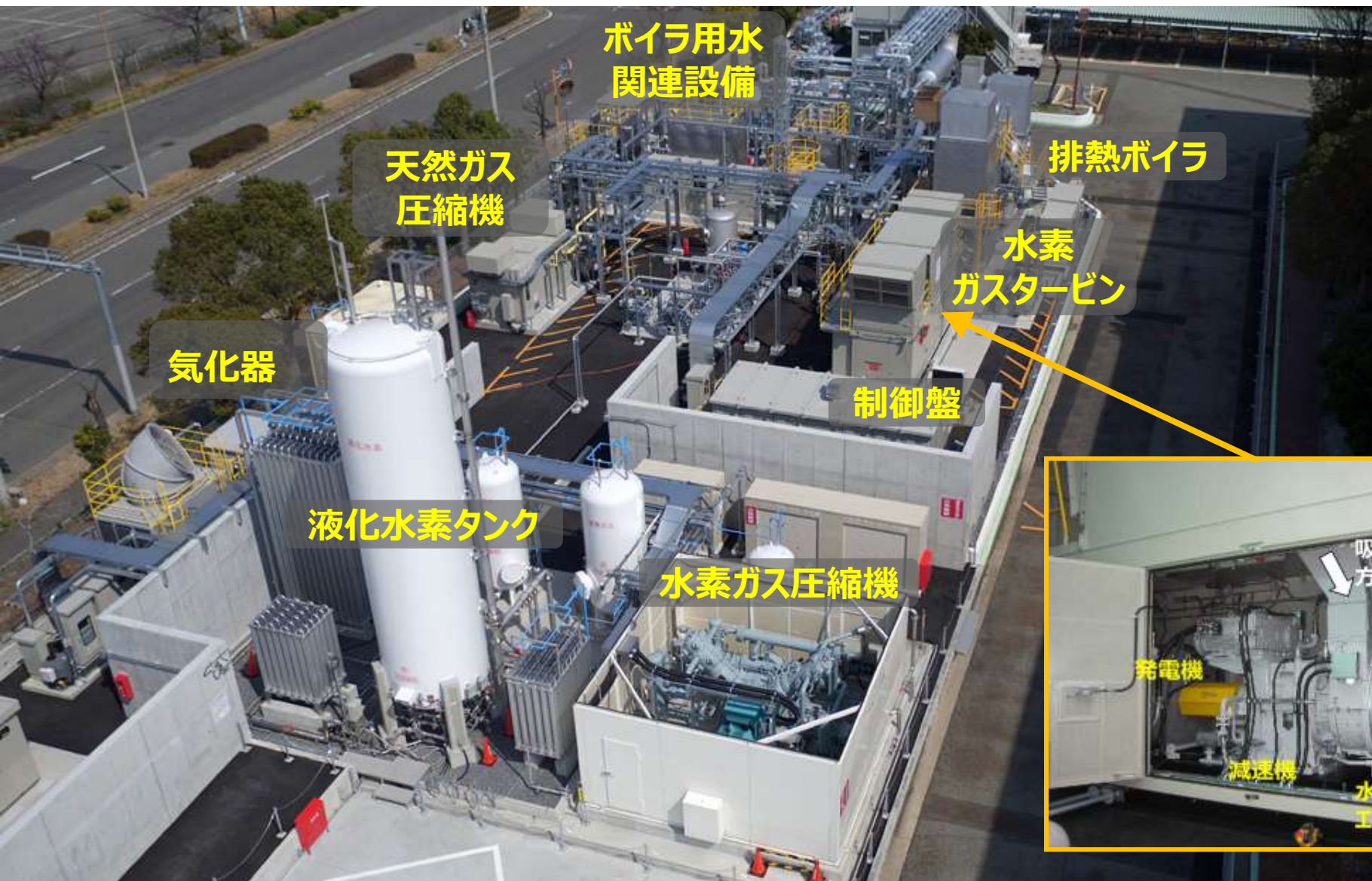


中央市民病院

- エネルギーの供給能力
- 電力 およそ 1,100kW
- 熱 およそ 2,800kW

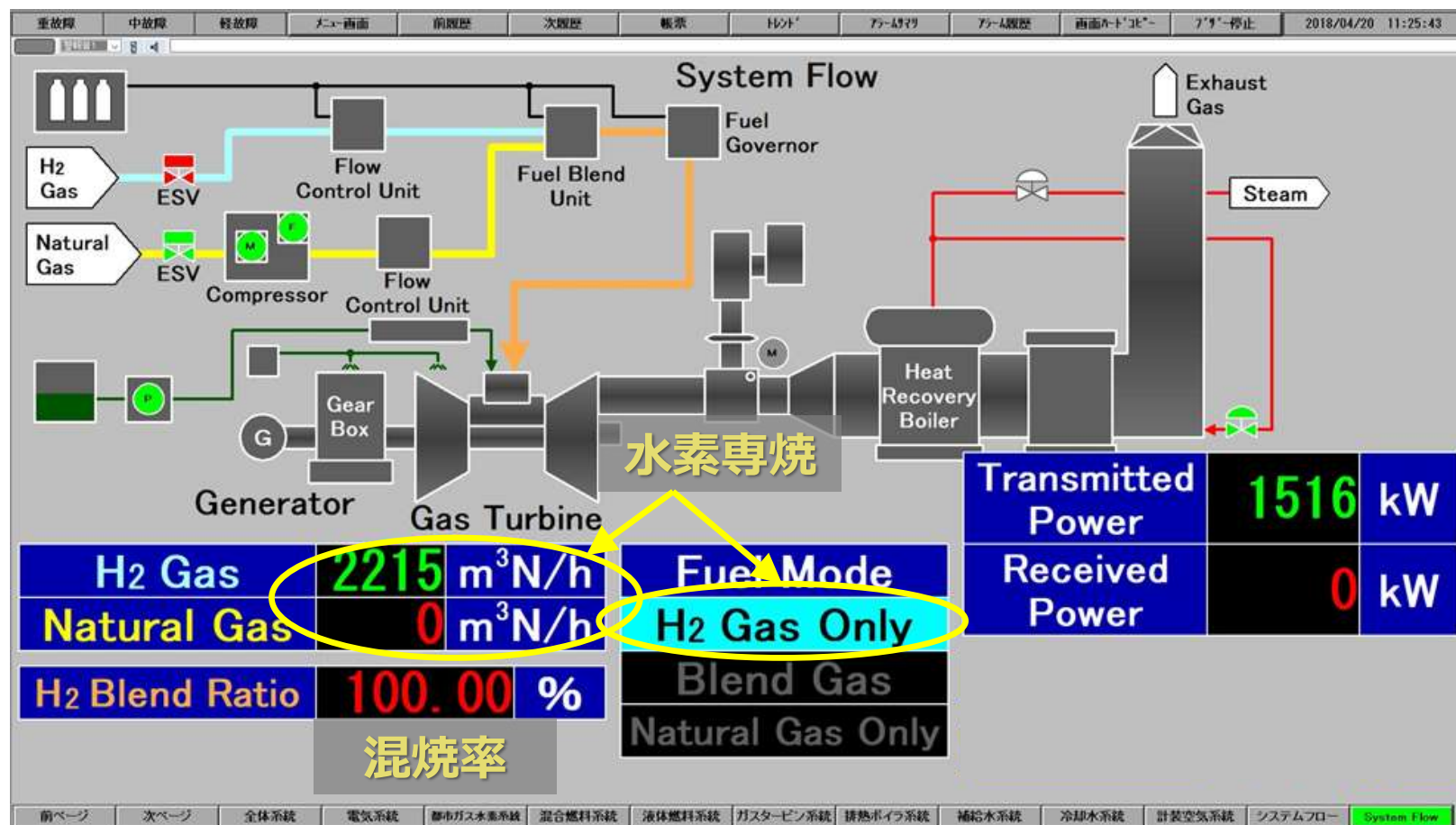
市街地にて水素100%を燃料としたガスタービン熱電供給は**世界初**

水素CGS実証設備 (神戸ポートアイランド)



水素CGS実証運転 (水素専焼熱電供給) 2018.4.19-20

- 世界初となる市街地におけるガスタービンでの水素100%の熱電供給を達成 (NEDO、大林組、KHIの共同でプレスリリース)

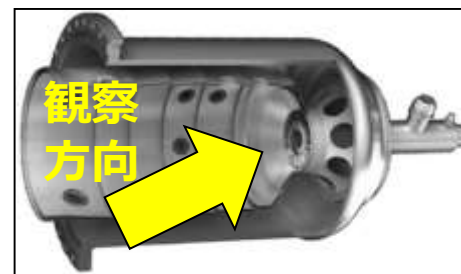
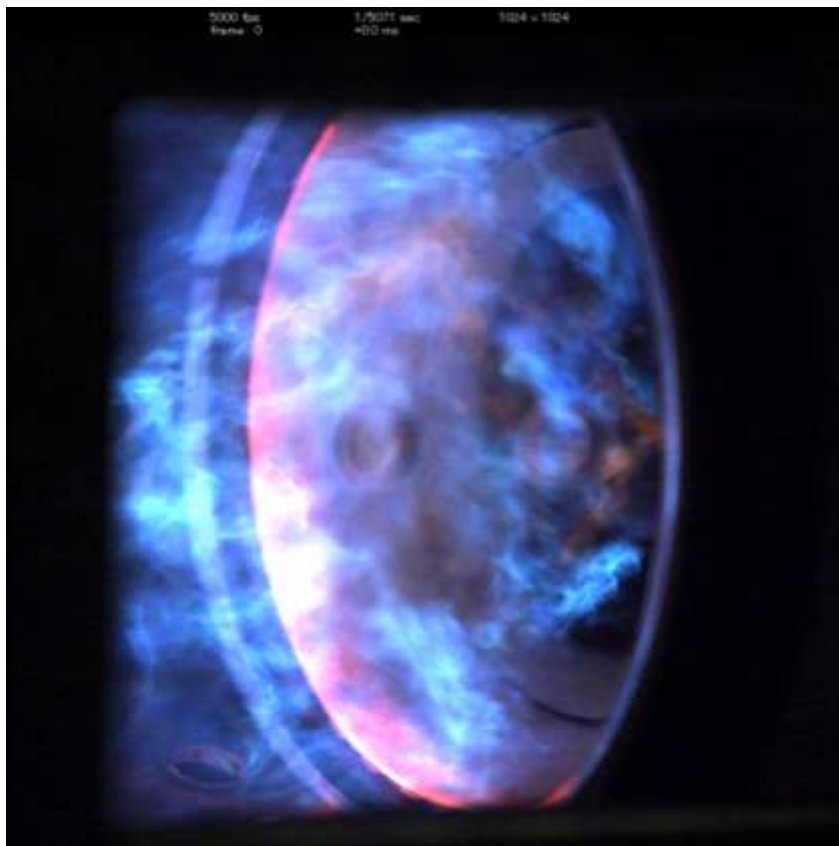


水素ガスタービン燃焼器

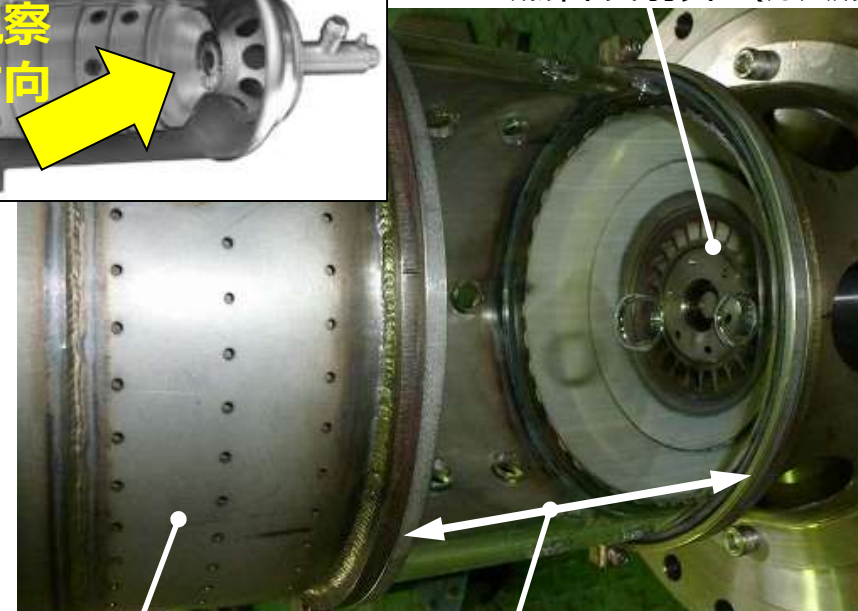
ウェット方式の水噴射燃焼器は水素と天然ガスを自在の混合率で運転可能
 (水素100%専焼 ⇔ 水素・天然ガス混焼 ⇔ 天然ガス100%)

水素普及の初期段階から天然ガス混焼を併用することで水素利用の普及を促進

水を使用しないドライ方式の燃焼器も開発し、水素専焼から実機エンジンで実証中



燃料噴射弁 (ガス燃料)



拡散型燃焼器

金属円筒部→合成石英ガラス円筒

次世代水素燃焼器 評価試験 (ドライ方式・水素専焼)

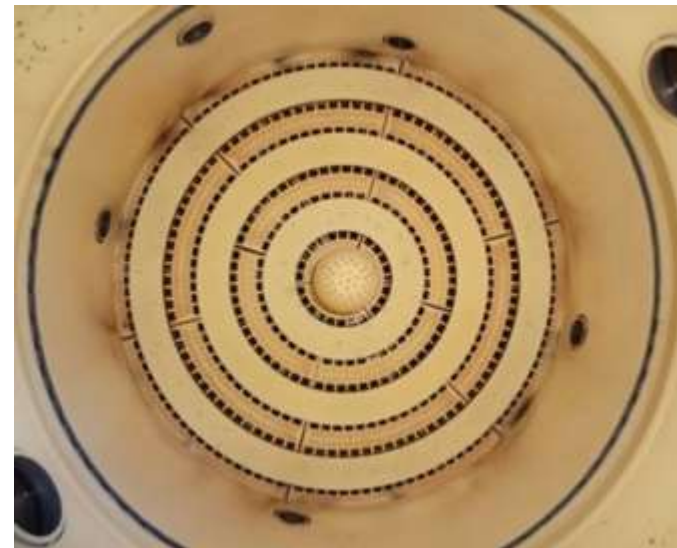
燃焼器単体試験



水素専焼ドライ低NOx燃焼器試験
(アーヘン工科大学)



定格条件相当での水素燃焼状態



2時間の試験後の燃焼器内部

* 残存酸素16%換算値

- ガスタービン実機条件で50%から定格100%負荷運転条件で, NOx 40ppm*レベル
- 定格100%に相当する条件で2時間保持, 試験後の燃焼器に焼損等なし
- 2020年度に神戸ポートアイランドの水素CGS実証設備で運転中

本研究の成果は以下により得られたものです

- ・2014-15年度: SIP(戦略的イノベーション創造プログラム)「エネルギーキャリア」(管理法人: JST)
- ・2016-18年度: NEDO水素利用等先導研究開発事業 大規模水素利用技術の研究開発「水素ガスタービン燃焼技術の研究開発」

商用化に向けたスケジュール

- 川崎重工は2019年度から『液化水素の輸送貯蔵機器大型化および受入基地機器に関する開発』をスタート (※)

～2020年

～2022年

2025年

2030年～

パイロット実証

大型化技術開発

商用化実証

商用化 (1st)

西暦 令和	2019 元年	2020 2年	2021 3年	2022 4年	2023 5年	2024 6年	2025 7年	2026 8年	2027 9年	2028 10年	2029 11年	2030 12年	2031 13年
①パイロット実証	→												
②大型化技術開発	→ (※)												
③商用化実証		FS / FEED / EPC 基本設計 詳細設計・建設					商用化実証 確認						
④商用化 (1st)							FS / FEED / EPC 基本設計 詳細設計・建設						実運用

FS : Feasibility Study

FEED : Front End Engineering and Design

EPC : Engineering・Procurement・Construction

※NEDO助成事業（未利用エネルギー由来水素サプライチェーン構築）にて実施
（川崎重工業・東京貿易エンジニアリング・IHI回転機械エンジニアリング・荏原製作所）

CO₂フリー水素チェーンによる脱炭素化の実現

1 供給安定性

- 褐炭：世界に広く分布、莫大な埋蔵量
現状価格がなく、自主権益の獲得が容易
→ エネルギーセキュリティに貢献（豪州だけで240年分）

2 環境性

- 使用時にCO₂排出なし（排出は水だけ）
→ “究極のクリーンエネルギー”

3 産業競争力向上

- 水素の普及により、関連産業が成長 → 広範な産業領域と雇用機会
- 化石燃料改質水素で水素社会を導入し、徐々に再生可能エネルギー由来の水素に移行 → SDGs実現への道

川崎重工グループが関わる水素関連製品群



水素ガスエンジン



水素ガスタービン



水素焼きボイラ

つかう



燃料電池車両



肥料プラント
(水素大量製造)



水電解システム
つくる



水素液化機



液化水素タンク

ためる



液化水素
ローディング
アーム

総合重工の
技術シナジーにより
製品を実現

はこぶ



© : HySTRA

液化水素運搬船



高圧水素弁



高圧水素トレーラー



液化水素コンテナ

脱炭素に不可欠な水素の大量利用を目指して

- 再生可能エネルギーと電池だけでは規模・コストにハードル
- 液化水素の導入で、クリーンエネルギーの大量・長期・長距離の貯蔵・輸送と、セクター間の融通が可能
- 水素サプライチェーンと需要先には極めて広い産業とプレイヤーが関与し環境と経済の好循環をもたらすことから世界が水素に注目
- 川崎重工は、水素を「つくる」「はこぶ・ためる」「つかう」サプライチェーン全体の技術を一社で保有する世界で唯一の企業として脱炭素に貢献



ご清聴ありがとうございました

世界の人々の豊かな生活と地球環境の未来に貢献する

“Global Kawasaki”

川崎重工業株式会社 技術開発本部

<http://www.khi.co.jp>