2019年度NEDO次世代電池・水素成果報告会

発表No.H2-8

水素社会構築技術開発事業
大規模水素エネルギー利用技術開発
水素CGS活用スマートコミュニティ技術開発事業

(株)大林組
川崎重工業(株)
2019年7月19日

連絡先
(株)大林組
本社 技術本部 スマートシティ推進室
TEL　03-5769-1771

事業概要

1. 期間

開始　：2015年11月
終了　：2019年　2月

2. 最終目標

神戸市ポートアイランドに水素と天然ガスを燃料とする１ＭＷ級水素コージェネレーションシステム（水素CGS）を設置し、近隣の複数の公共施設に水素由来の電気・熱を供給する。水素CGSの実証、及び、コミュニティレベルでの「電気」「熱」「水素」の効率的な利用を目指す統合型エネルギーマネジメントシステム（統合型EMS）の実証を行う。

※EMS（＝Energy　Management　System）
CGS（＝Co-Generation　System）

3. 成果・進捗概要

・水素ガスタービンCGS実証試験設備を完成し、2018年2月より実証試験を開始。
・2018年4月、世界初となる市街地におけるガスタービンCGSでの水素専焼（水素100%）による熱電供給を達成。
・更に、季節ごとに実証運転を行い、ガスタービンの性能変化や機器健全性の確認、統合型EMSの精度向上を図った。
・2018年度までの実証運転を以て、開発目標は全て達成。

＜水素CGSの開発＞
実負荷運転における水素専焼／混焼運転時、および水素混焼割合切替え時の燃焼安定性の確認を完了。

＜統合型EMSの開発＞
電気・熱・水素を総合管理し、事業性と環境性を確保する統合型EMSの構築を完了。
双方向蒸気融通システムの構築を完了。

研究内容・目標

テーマ	目標	NEDO「水素社会構築技術開発事業」基本計画 最終目標	意義
A. 統合型 EMSの 開発	● 電気・熱・水素を総合管理し、事業性と環境性を確保する統合型EMSの構築 ● 双方向蒸気融通システムの構築	水素発電等を組み込んだエネルギーシステムについて、市場化に必要な技術を確立する	水素需要の創出・利用拡大 水素社会の実現
B. 水素 CGSの 開発	● 実負荷運転における水素混焼割合切替え時の燃焼安定性の検証	水素を混焼あるいは専焼で発電する技術に関して既存の燃料と同等の発電効率、環境性を満たす技術を確立する	

本事業では、国内に点在する様々な水素源の有効活用、更に将来の水素サプライチェーンの実現も見据え、自家発電やコミュニティレベルでの水素活用ニーズに向けて

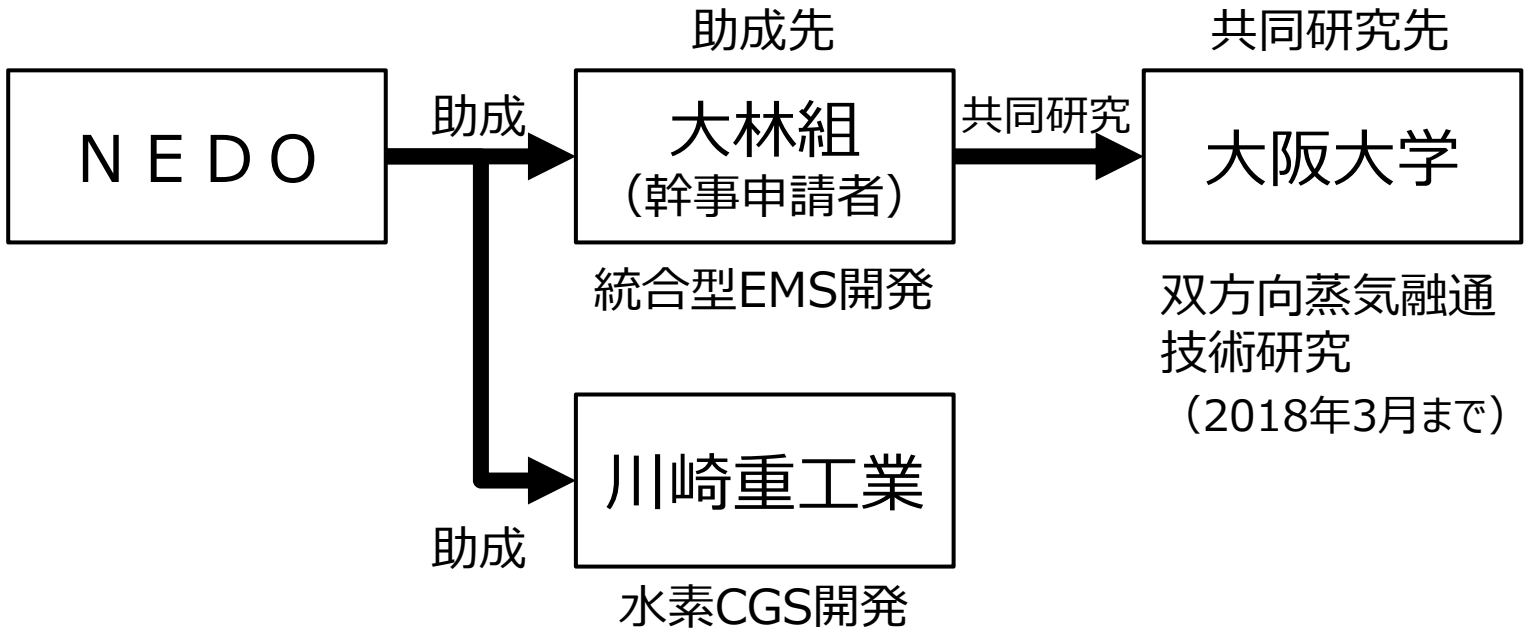
・1 MW級の水素ガスタービンを用いた水素CGS

・電気／熱／水素の最適マネジメントを目指す統合型EMS

の技術開発・実証を行う。

ガスタービンによる純水素の大量利用を市街地で実施する点、近隣の複数の公共施設へCO_2ゼロエミッションの熱電供給を行う点で、 世界初の取り組みとなり、技術および社会実証の両面で大きな意義を持つ。

事業実施体制



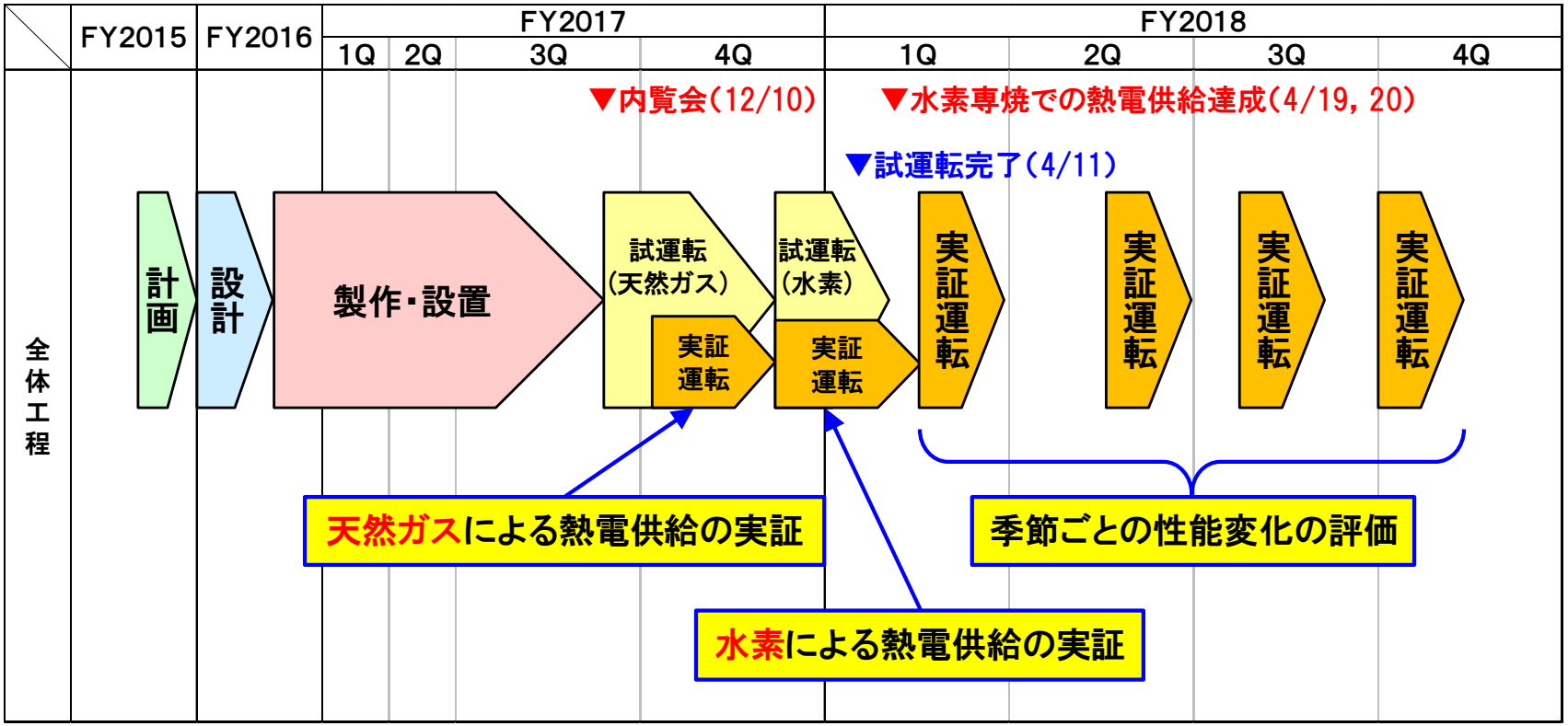
【協力団体・企業など】

神戸市	関西電力	岩谷産業	関電エネルギーソリューション
・実証場所提供 ・社会的受容性の普及活動	・統合型EMS／水素CGSの運用評価 ・電力供給に係る支援	・水素関連設備 ・液化水素供給	・運転、点検業務

実証事業の全体スケジュール

期間

開始 ：２０１５年１１月
終了 ：２０１９年　２月

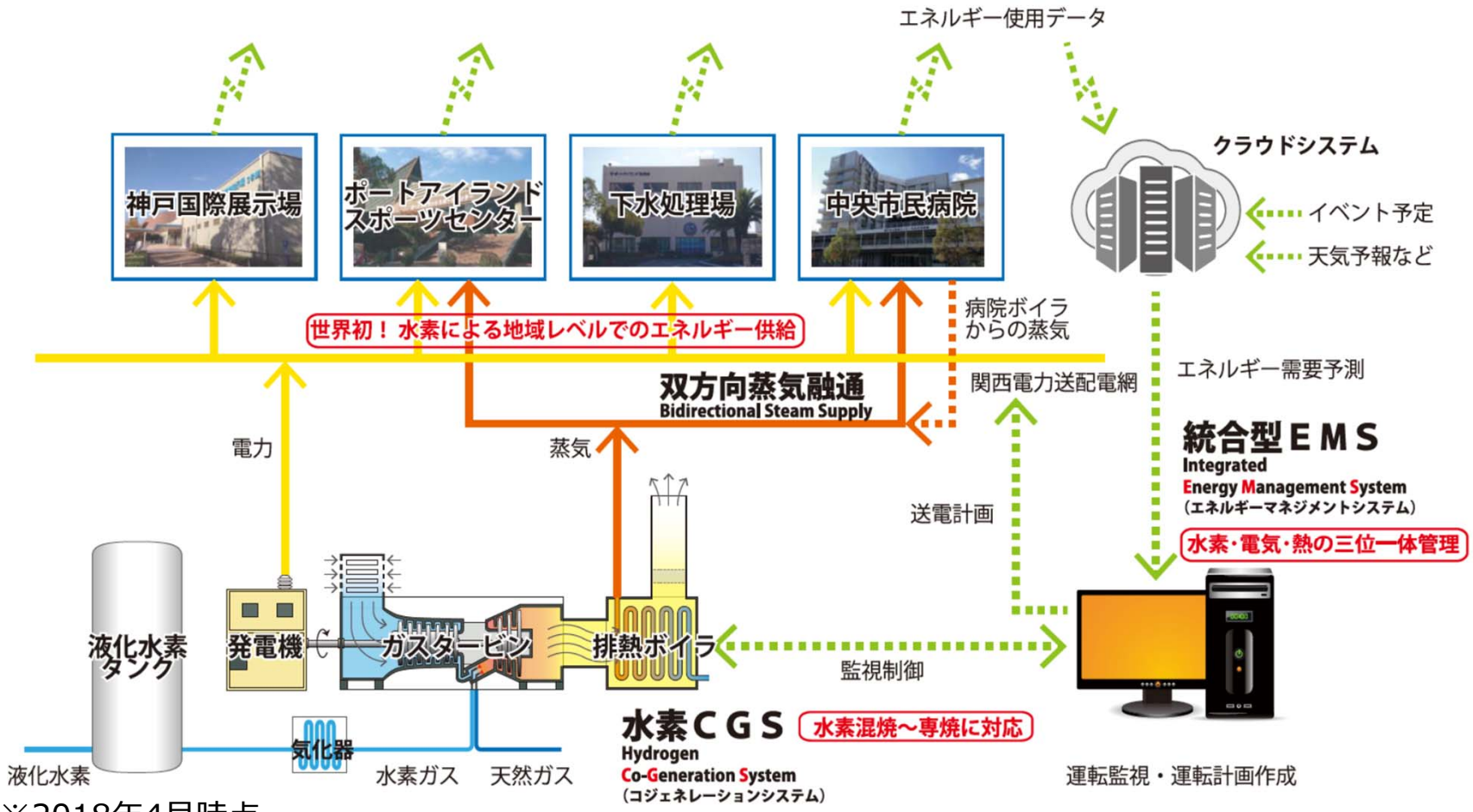


※2014年度にＦＳ調査を実施

実証事業の全体イメージ

- 市街地で純水素をガスタービンにより大量利用
- 複数の近隣公共施設へCO_2ゼロの熱電供給

世界初



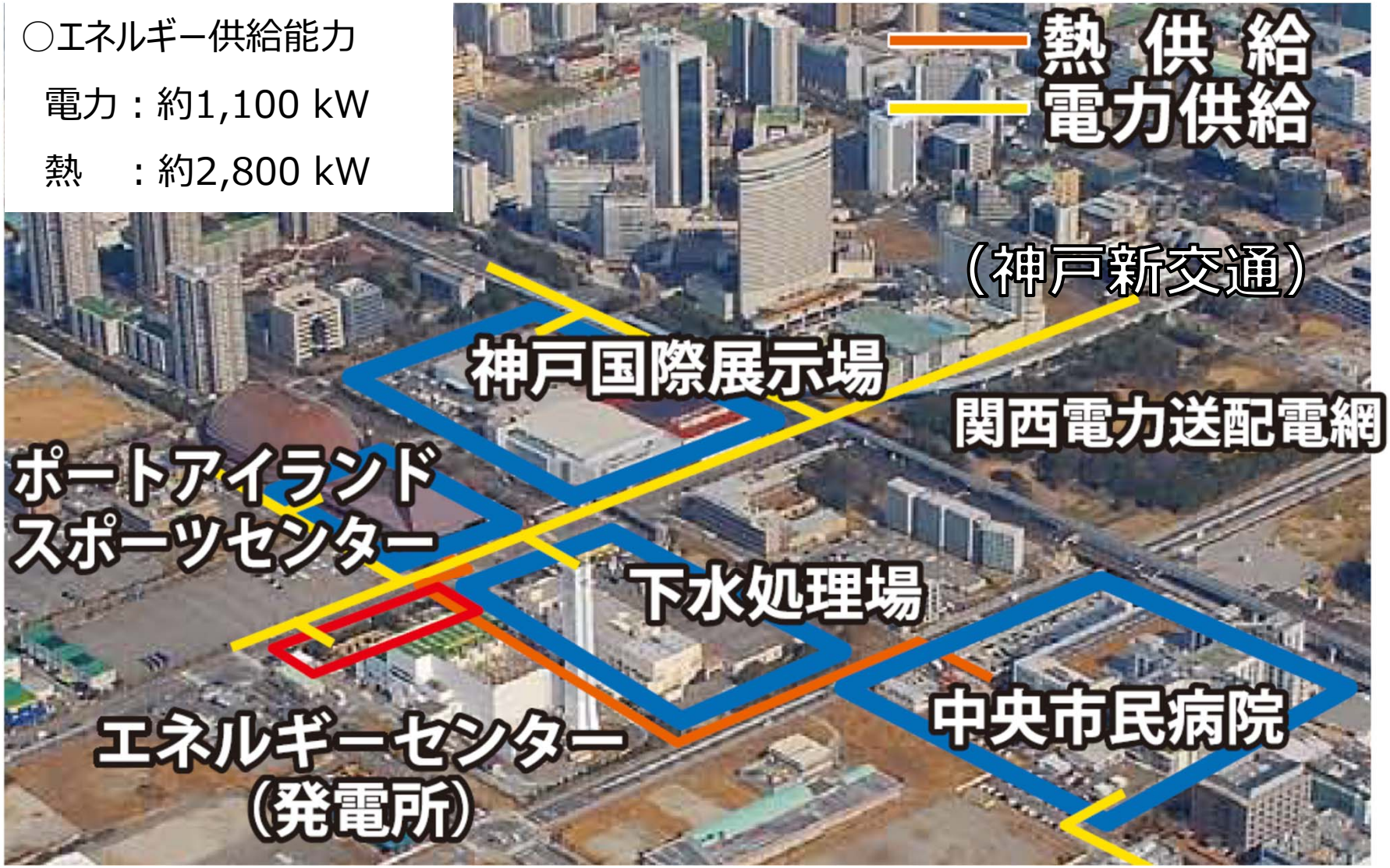
※2018年4月時点
電力は、2018年5月まで「中央市民病院」へ供給、11月から「神戸新交通」へ供給

エネルギー供給先

○エネルギー供給能力

電力：約1,100 kW

熱　：約2,800 kW



※2018年4月時点
電力は、2018年5月まで「中央市民病院」へ供給、11月から「神戸新交通」へ供給

写真提供：神戸市

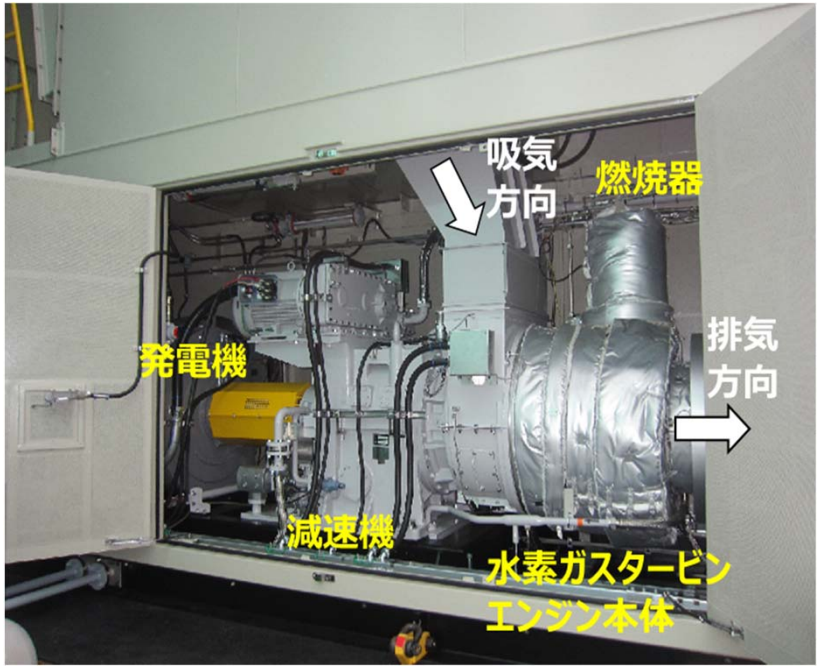
水素CGSの開発

川崎重工業

水素ガスタービンの実証

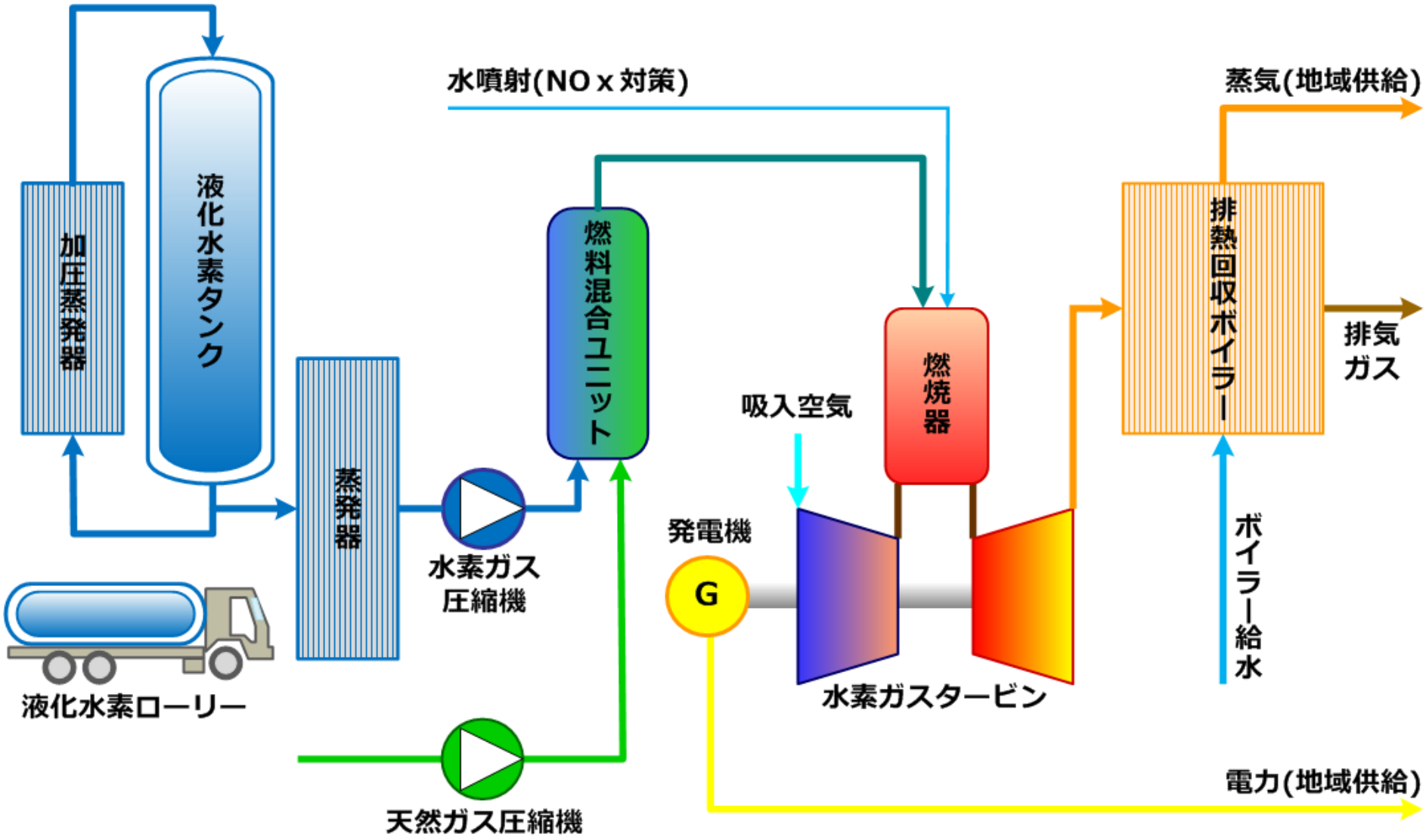
- 水素専焼(水素100%)及び水素と天然ガスの任意割合の混焼において、安定した燃焼を実現する
- 1MW級ガスタービンの運転試験により、データの蓄積と安定性の確認を通して技術を実証し、水素発電の実用化に資する

M1A-17 ガスタービン

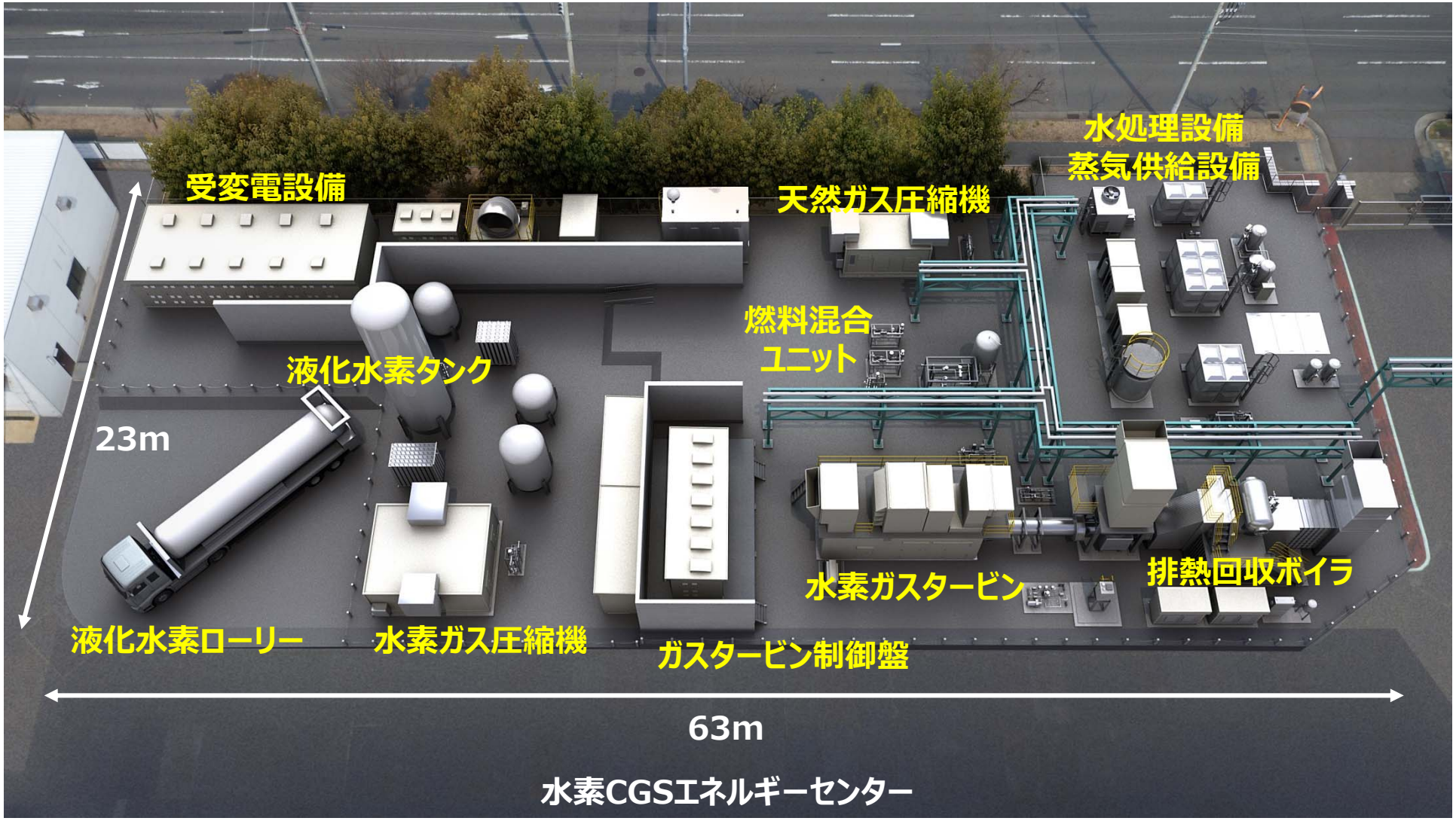


水素ガスタービン・パッケージ

水素CGSシステムフロー図



実証設備レイアウト（CGイメージ図）

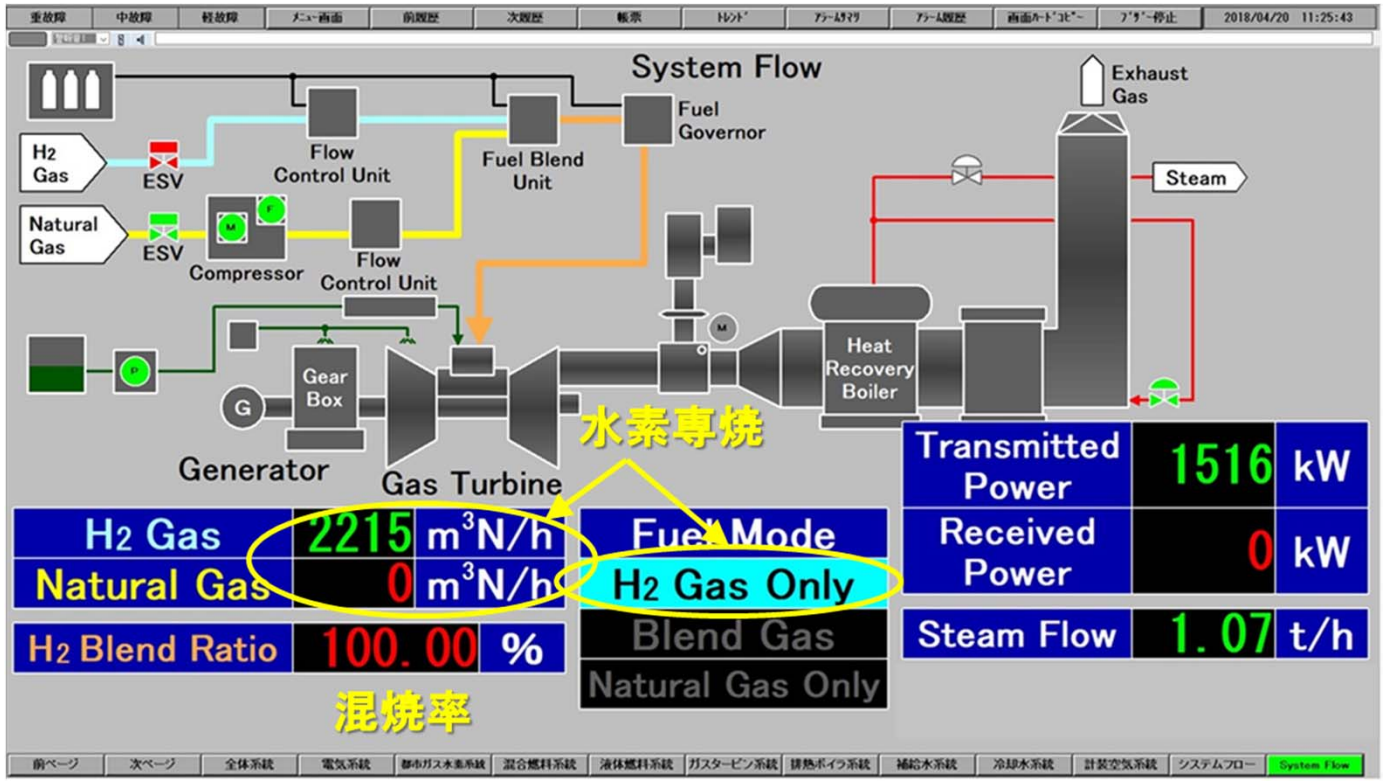


実証設備外観

- 2017年12月に
  設備の設置工事が完了
- 2018年2月より
  実証試験を開始

水素専焼による熱電供給実証試験の結果

- 2018年4月19日、4月20日に世界初となる市街地におけるガスタービンCGSでの水素100%による熱電供給を達成（NEDO・大林組・川崎重工業との共同で4月20日にプレスリリース）
- 実負荷運転における水素専焼／混焼運転時、および水素混焼割合切替え時の燃焼安定性の確認を完了
- 日本初の「100%水素で運転可能な火力発電所」として審査に合格
- 季節ごとのガスタービンの性能変化や機器健全性の確認を完了



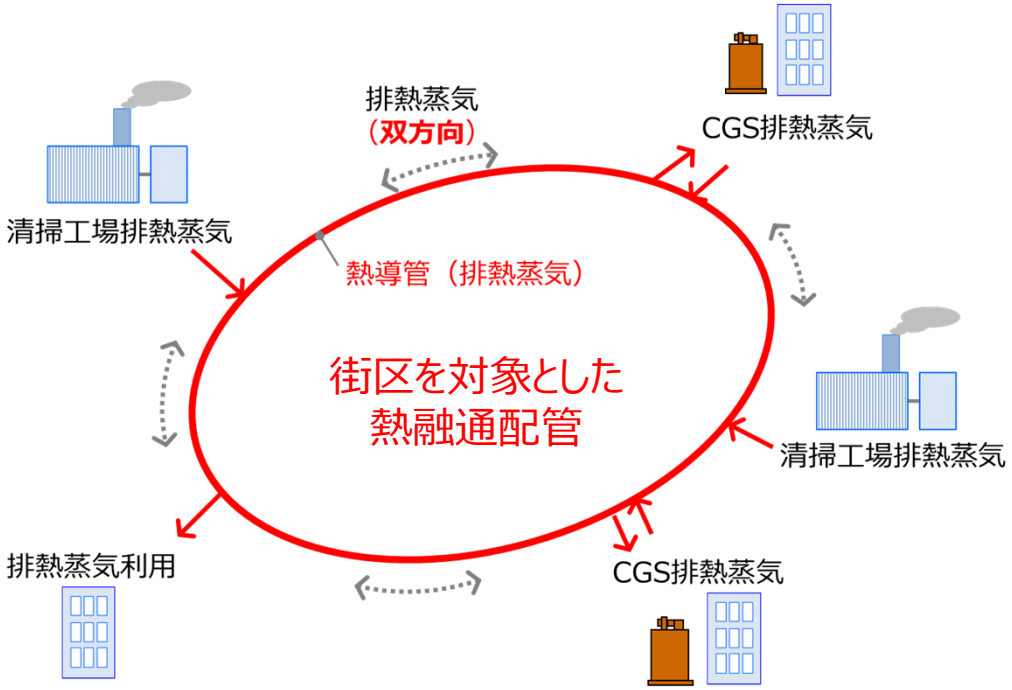
統合型EMSの開発

・双方向蒸気融通技術の研究

・統合型EMSの開発

大林組

双方向蒸気融通の目的



スマートコミュニティ実現に向けて

・発電所や清掃工場などの排熱を有効利用することで、エネルギー利用効率を向上。

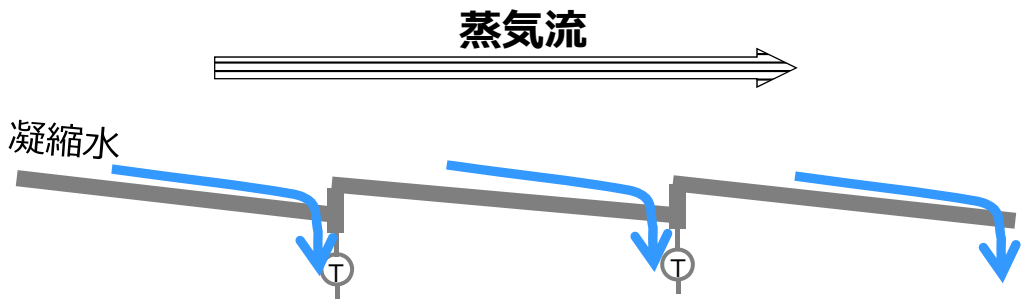
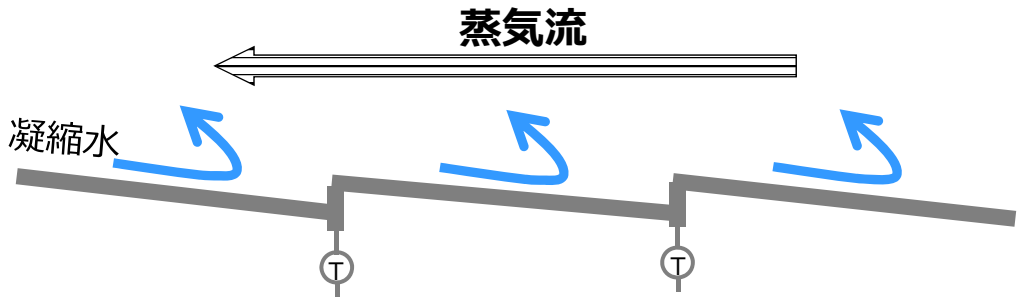
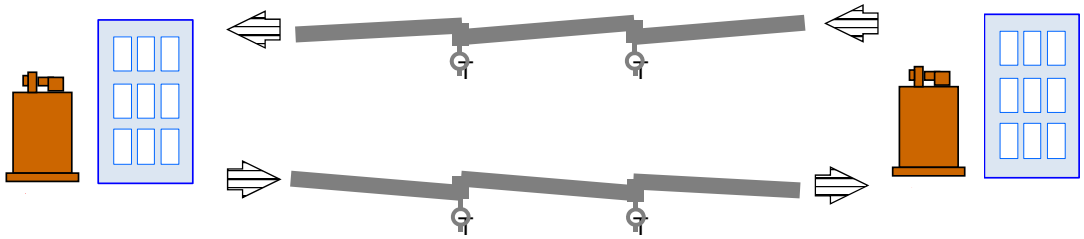
・複数施設間による熱融通を推進するには、初期コストの削減が課題。
（従来システムは蒸気管が2本必要）

・蒸気管を1本（単管）にする双方向蒸気融通システムを導入できれば初期コストの削減に繋がる。

課題：単管の蒸気供給システムにおけるハンマー現象の防止

双方向蒸気融通の課題

従来の蒸気供給システム

配管に勾配をつけて凝縮水を排出し、ハンマー現象を防止 凝縮水と蒸気の流れの方向は、一致していることが必要	
逆向きの蒸気流は、凝縮水の排出を妨げる	
このため、双方向蒸気融通を行うためには、二本（往復）の蒸気管が必要	

目標：単管で蒸気を双方向に送ることが可能なシステムの構築

双方向蒸気融通システムの構築・実証

- 実証試験
  - ・凝縮水の水位上昇を抑制するため、水平配管に凝縮水溜り(ポッド)を設けた蒸気供給設備を建設した。
  - ・双方向に蒸気を供給する実証試験を行い、ハンマー現象の発生有無を確認した。
  - ・期間
    2018年2月21日~3月2日
  - ・蒸気供給
    - 順方向
      水素CGS（排熱回収ボイラ）側から市民病院へ蒸気を供給
    - 逆方向
      市民病院（蒸気ボイラ）側から水素CGS側（スポーツセンター）へ蒸気を供給（水素CGSは停止）

エネルギーセンターに敷設の蒸気管

2017 ZENRIN CO., LTD.(Z09KA第039号)

- 実証結果
  - ・順方向、逆方向いずれの場合も、瞬間的な圧力変動は計測されず、ハンマー現象は確認されなかった。
    ※ハンマー現象の観察：水平配管範囲を検証対象とする。
  - ・凝縮水溜りを設けた水平配管で双方向に蒸気を供給することが可能なことを確認した。

⇩

  - ・双方向蒸気融通システムを構築した。

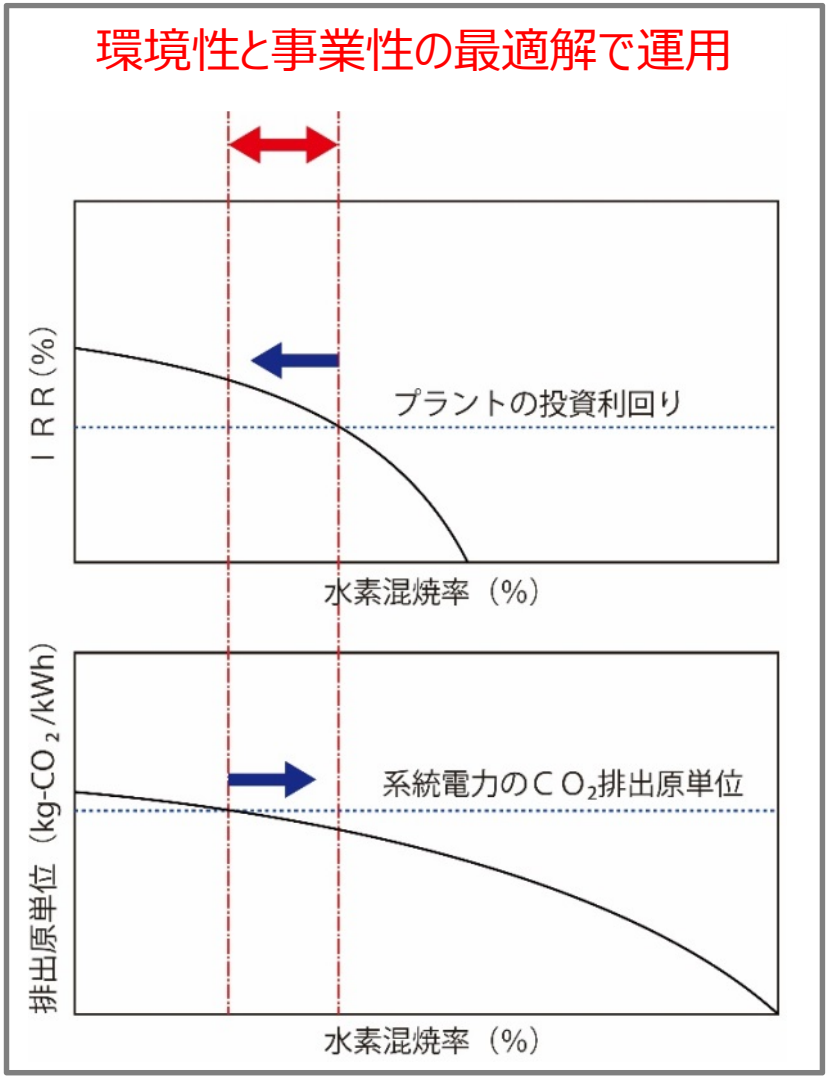
統合型EMSの目的

- 現状、水素は普及過渡期で高価なため、
  水素を使用するほど環境性は高まるが
  事業性は低下する

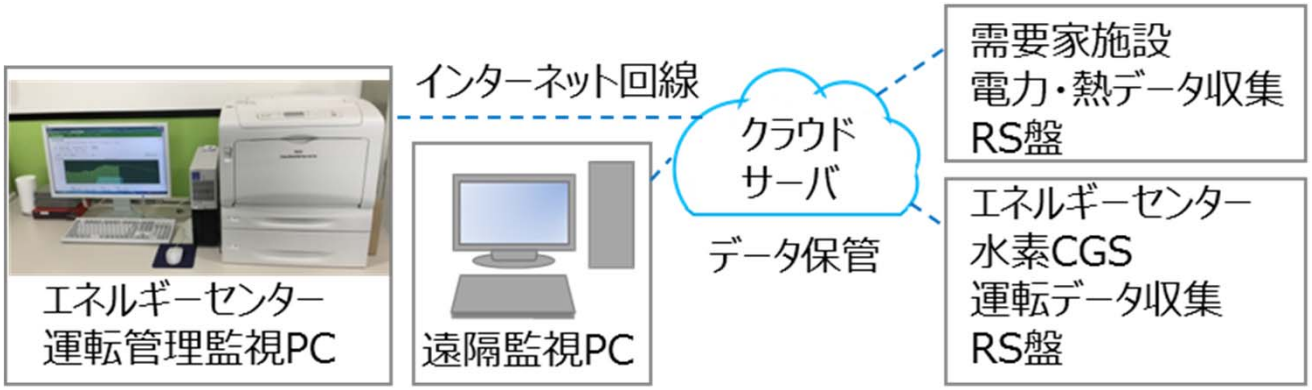
- 水素CGS（水素・天然ガスの混焼/専焼）の
  運転や今後の普及には、
  適切な量の水素投入（水素混焼率）が
  環境性と事業性のバランスの鍵となる

- 統合型EMSでは、
  需要量に応じた電気や熱の供給（需要予測）、
  事業性を損なうことなく環境性に配慮した最適解
  での運転（最適運転計画）が実現可能

- 統合型EMSとは、
  電気・熱・水素を総合管理し、
  環境性と事業性を確保した運用が実現可能な
  エネルギーマネジメントシステム

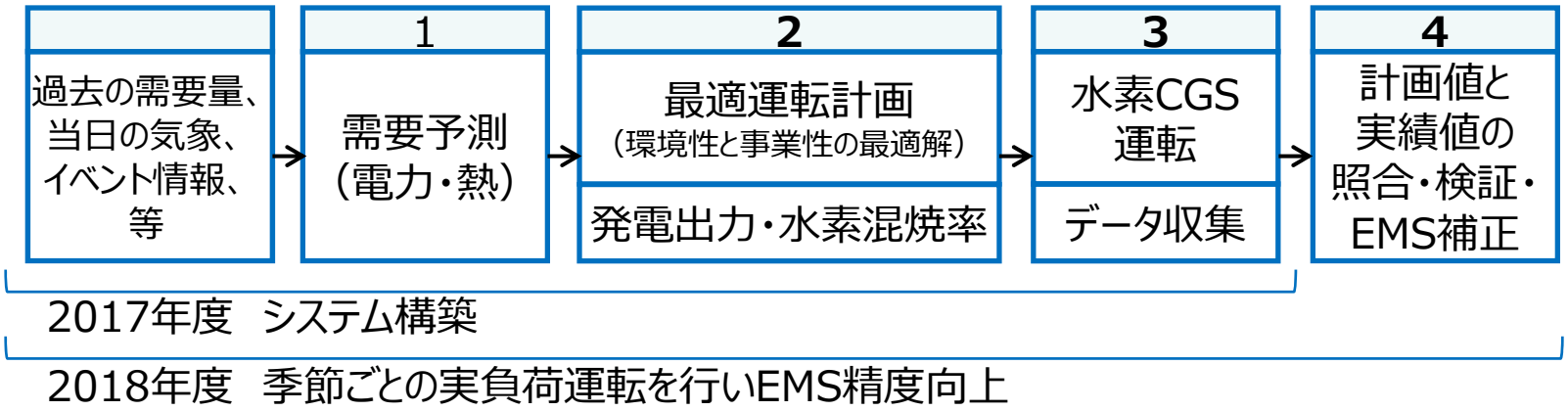


- EMSの構成



EMSの構成イメージ

- EMSの流れ



● 実証試験

・1MW級水素CGSから近隣施設へ電力と熱を供給する実証試験設備を建設した。

・電気・熱・水素を総合管理し、事業性と環境性を確保する統合型EMSを製作した。

・需要予測より決定した発電出力において、想定した水素単価のもと環境性と事業性が最適となる運転パターンや水素混焼率を決定し（最適運転計画）、水素CGSから近隣の公共施設への電力と熱供給の実負荷運転を行った。

・期間

システム構築

2018年4月19日、4月20日、計2日間

季節ごとの実負荷運転を行いEMS精度向上

春季　2018年5月21日～6月1日、　平日　計10日間

夏季　2018年7月23日～8月3日、　平日　計10日間

秋季　2018年11月5日～11月16日、平日　計10日間

冬季　2019年1月14日～1月25日、　平日　計10日間

※2018年4月時点
電力は、2018年5月まで「中央市民病院」へ供給、
11月から「神戸新交通」へ供給

● 実証結果

・実負荷運転時の運転実績値を収集し、事業性（光熱水費）と環境性（CO_2排出量）について、計画値を運転実績値と照合し、乖離していないことを確認した。

⇩

・電気・熱・水素を総合管理し、事業性と環境性を確保する統合型EMSを構築した。

まとめ

まとめ

- 2018年度までの実証運転を以て、開発目標は全て達成

  <水素CGSの開発実証>

  ・実負荷運転における水素専焼／混焼運転時、および水素混焼割合切替え時の燃焼安定性の検証

  ⇒ コジェネ分野で普及が期待される1MW級水素CGSに使用する、水素専焼/混焼対応ガスタービン(水噴射方式)について開発を完了

  <統合型EMSの開発実証>

  ・電気・熱・水素を総合管理し、事業性と環境性を確保する統合型EMSの構築

  ・双方向蒸気融通システムの構築

  ⇒ 水素CGSの「環境性と事業性を確保した運用に欠かせない技術」として統合型EMSおよび双方向蒸気融通技術の開発を完了

- 『NEDO「水素社会構築技術開発事業」基本計画』の最終目標と意義に応じた成果を得た