

水素エネルギー社会形成研究会  
2021年度第1回セミナー

「富谷市における既存物流網と純水素燃料電池を活用した  
低炭素水素サプライチェーン実証」

2021年9月17日（金）

株式会社 日立製作所  
水・環境ビジネスユニット 環境事業部  
スマートユーティリティ本部カーボンニュートラル推進室  
渡邊 浩之

# Contents

---

1. 背景
2. 実証事業の概要
3. 実証内容の説明
  - 3-1. 2017年度～2019年度の取り組み
  - 3-2. 2020年度～2021年度の取り組み
4. 普及啓発活動の内容
5. まとめ

# Contents

---

1. 背景
2. 実証事業の概要
3. 実証内容の説明
  - 3-1. 2017年度～2019年度の取り組み
  - 3-2. 2020年度～2021年度の取り組み
4. 普及啓発活動の内容
5. まとめ

# 1.1.1 日本での水素社会実現に向けたロードマップ

将来の水素大量消費社会に向けて研究開発、技術実証を加速させる方針が示されている

## めざすべき水素供給社会

- 2030年頃に30円/Nm<sup>3</sup>、将来的に20円/Nm<sup>3</sup>をめざす
- LNG価格の推移を考慮して従来エネルギーと遜色ない水準まで低減

(LNG価格10\$/MMBtuの熱量等価での水素コストは)  
13.3円/Nm<sup>3</sup> (環境価値含まない)



- 資源国等との政府間レベルでの関係構築による水素供給網の拡大
- 水素コスト低減に向け、製造、貯蔵、輸送まで一貫通貫の基盤技術の開発

## めざすべきターゲット

- 2030年頃の水素供給コスト30円/Nm<sup>3</sup>の実現に向け、日豪褐炭水素プロジェクトの成果を踏まえ、2020年代前半に達成すべき基盤技術の目標を設定

### <製造>

- ✓ 褐炭ガス化による水素製造コストの低減  
(褐炭水素PJでの製造コスト数百円/Nm<sup>3</sup>→12円/Nm<sup>3</sup>)

### <貯蔵・輸送>

- ✓ 水素液化効率の向上  
(褐炭水素PJでの液化原単位13.6kWh/kg→6kWh/kg)
- ✓ 液化水素タンクの大型化  
(褐炭水素PJでのタンク容量数千m<sup>3</sup>→5万m<sup>3</sup>)

### <CCS>

- ✓ CO<sub>2</sub>分離回収コスト低減  
(日本でのコスト4,200円台/t-CO<sub>2</sub>→2,000円台/t-CO<sub>2</sub>)

## ターゲット達成にむけた取り組み

- 褐炭ガス化炉の大型化・高効率化に向けた技術開発
- 高効率な水素液化を可能とする革新的な液化機構造(非接触軸受)の開発
- 高い断熱性を備えたLNG並の大型タンクが製造可能となる技術の開発
- 低コストなCO<sub>2</sub>回収技術(物理吸収法等)の開発
- 福島浪江での実証成果を活かした、社会実装に向けたモデル地域実証の展開
- 水電解装置の高効率化、耐久性向上に向けた技術開発
- 地域資源を活用した水素サプライチェーン構築

- 世界最高水準の再エネ水素製造技術の確立  
(水電解装置コスト: 20万円/kW→2030年5万円/kW)  
(エネルギー消費量: 5kWh/Nm<sup>3</sup>→2030年4.3kWh/Nm<sup>3</sup>)

化石燃料+CCS  
水素サプライチェーン  
再エネ水素

# 1.1.2 水素社会実現に向けた取り組み

国として水素社会の実現のためには、水素の製造、輸送・貯蔵、利用までの一貫したサプライチェーンの構築が必要不可欠とし、支援する方針



出典: [https://www.wsew.jp/content/dam/sitebuilder/rxjp/wsew/documents/2020/jp/03conference/wsew\\_jp\\_20\\_seminar\\_tokyo\\_text\\_FC-K1\\_0318.pdf](https://www.wsew.jp/content/dam/sitebuilder/rxjp/wsew/documents/2020/jp/03conference/wsew_jp_20_seminar_tokyo_text_FC-K1_0318.pdf)



# 1.1.3 日本の水素サプライチェーン構築に向けた取り組み

## 各省庁のプロジェクトとして低炭素水素サプライチェーンに係る実証研究を実施

### 1 低炭素水素サプライチェーン構築の動き

～地域連携・低炭素水素技術実証事業～

環境省では、水素の低炭素化と本格的な利活用を通じ、中長期的な地球温暖化対策を推進することを目的として、さまざまな場所で低炭素な水素サプライチェーンの実証を行っています。



実証が行われている  
都道府県(2019年6月現在)

### 1 フォークリフトへ再エネ水素をお届け、簡易型水素充填車

■事業名/京浜臨海部での燃料電池フォークリフト導入とグリーン水素活用モデル構築実証 ■実証場所/京浜臨海部  
■代表/トヨタ自動車(株) ■協力自治体/神奈川県、横浜市、川崎市

つくる	ためる・ほこぶ	つかう
電力発電機・パワコンの電力を用いて水素を製造	水素は貯蔵タンクへ送られたのち圧縮され、簡易型水素充填車によって輸送	商業ビルや物流倉庫に導入した燃料電池フォークリフト(FCFL)へ、簡易型水素充填車から水素を供給
水素製造安定化システムを構築、制風・制風時、電力供給が可能		

### 2 ミルクだけじゃない、家畜ふん尿からの水素製造

■事業名/家畜ふん尿由来水素を活用した水素サプライチェーン実証事業 ■実証場所/北海道河東郡鹿沼町および帯広市  
■代表/エフ・ウォーター(株) ■共同実施者/鹿沼建設(株)、日鉄ハイブリッド&エンジニアリング(株)、日本エアープロダクツ(株)  
■協力自治体/北海道、鹿沼町、帯広市

つくる	ためる・ほこぶ	つかう
家畜ふん尿由来のバイオガスより水素を製造	圧縮後、貯蔵ヤードにて商業地へ輸送	畜産所の水素ステーションからFCVやFCFLに供給
		チョウザメ飼育施設や観光施設に設置された水素燃料電池で活用

### 3 未利用の副生水素を有効活用、さまざまな輸送方法で県内へお届け

■事業名/苜蓿ソグ由来の未利用な高純度副生水素を活用した地産地消・地域連携モデル構築 ■実証場所/山口県周南市および下関市 ■代表/(株)トクヤマ ■共同実施者/東ソー(株)、山口県、周南市、下関市

つくる	ためる・ほこぶ	つかう
パナフレナムや、各事業水素製造設備で効率的に水素を生成し、輸送方法の異なる各種サプライチェーンで活用	新車で高純度のイソシンクワラに輸送 圧縮後、道の駅へカードから輸送 液化後、ローリーで商業市内の水素ステーションに輸送 液化後、ローリーで下関市の実証利用施設へ輸送後、商業地へ輸送	スイミングクラブに設置された純水素燃料電池で活用 道の駅に設置された純水素燃料電池で活用 FCVやFCFLへ供給、店舗などに設置された純水素燃料電池で活用

### 4 使用済みプラスチック由来水素で動く、水素ホテル

■事業名/使用済みプラスチック由来低炭素水素を活用した地域循環型水素地産地消モデル実証事業 ■実証場所/神奈川県川崎市 ■代表/昭和電工(株) ■協力自治体/川崎市

つくる	ためる・ほこぶ	つかう
使用済みプラスチックをリサイクルした水素を精製し、エネルギーとして利用	貯蔵庫(1000kg程度)で製造された水素は、ハイブリッドや高圧水素トレーラーで輸送	ホテルに設置された純水素燃料電池で活用 水素ステーションからFCVに供給

### 5 再生エネルギーの掘り起こし、小水力発電からの水素製造

■事業名/小水力由来の再生エネルギー導入拡大と北海道の地域特性に適した水素活用モデルの構築実証 ■実証場所/北海道釧路市および白糠町 ■代表/東芝エネルギーシステムズ(株) ■共同実施者/岩谷産業(株) ■協力自治体/北海道、釧路市、白糠町

つくる	ためる・ほこぶ	つかう
小水力発電所の電力を用いて、水素を製造	水素は貯蔵タンクへ送られたのち圧縮され、高圧水素カードなどによって輸送	温泉プールなどに設置された純水素燃料電池で活用

### 6 安全に家庭などへ再エネ水素をお届け、カセット型水素吸蔵合金の活用

■事業名/富谷市における既存物流網と純水素燃料電池を活用した低炭素水素サプライチェーン実証 ■実証場所/宮城県富谷市 ■代表/(株)日立製作所 ■共同実施者/丸紅(株)、みやぎ生活協同組合、富谷市

つくる	ためる・ほこぶ	つかう
太陽光発電の電力を用いて、水素を製造	水素は水素吸蔵合金カセットに圧縮されたのち、みやぎ生活協同組合のトラックを介して、製造地ととも輸送	水素吸蔵合金カセットを活用し、水素を供給 店舗などに設置された純水素燃料電池で活用

### 7 既存インフラの有効活用、再生水素の都市ガス混合

■事業名/再生水素解水素の製造および水素混合ガスの供給利用実証事業 ■実証場所/秋田県鹿角市 ■代表/(株)NTTデータ経営研究所 ■共同実施者/大日機械工業(株) ■協力自治体/鹿角市

つくる	ためる・ほこぶ	つかう
風力発電所の電力を用いて、水素を製造	樽前都市ガスと混合した水素混合ガスは、ガスビルやタータンクで貯蔵後、都市ガス配管を通じて供給	樽前住宅に設置するコンロ、暖房や給湯器などの可燃ガス機器で活用

### 8 水素吸蔵合金タンクによる再生水素配送と熱有効利用

■事業名/建物および街区における水素利用普及を目指した低圧水素配送システム実証事業 ■実証場所/北海道室蘭市 ■代表/大成建設(株) ■共同実施者/室蘭市、九州大学、室蘭工業大学(株)巴商会、(株)日本製鋼所、(株)北弘電社

つくる	ためる・ほこぶ	つかう
風力発電所の電力を用いて、水素を製造	【車載型】水素吸蔵合金タンクで輸送、利用地で【固定型】水素吸蔵合金に貯蔵	温泉施設に設置された純水素燃料電池で活用、また温泉施設での水素供給も、水素を取り出す際に活用

# Contents

---

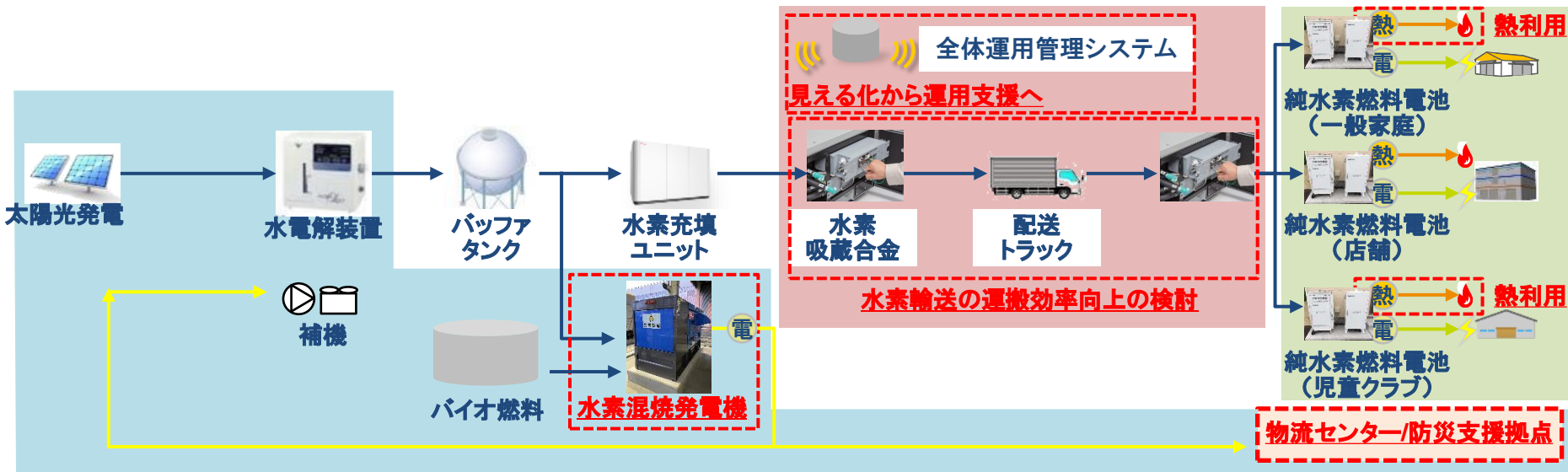
1. 背景
2. 実証事業の概要
3. 実証内容の説明
  - 3-1. 2017年度～2019年度の取り組み
  - 3-2. 2020年度～2021年度の取り組み
4. 普及啓発活動の内容
5. まとめ

## 2.1.1 水素サプライチェーン実証事業(環境省委託)

富谷市における既存物流網と純水素燃料電池を活用した低炭素水素サプライチェーン実証  
(代表事業者：株式会社日立製作所、2017年度開始)

### サプライチェーン概要 (2017年～2019年)

宮城県富谷市にある太陽光発電の電力を用いて水を電気分解し、水素を製造、水素吸蔵合金を用いたカセットに貯蔵し、生協のトラックなど、既存の配送網を用いて店舗や一般家庭、児童クラブに配送、各施設の燃料電池を用いて発電や給湯に活用する実証



### BCP対応概要 (2020年～2021年)

バイオディーゼル燃料を使用して水素混焼発電機による制御電力を確保し、太陽光発電で得られた電力を水電気分解で水素を生成し水素吸蔵合金へ充填。災害拠点に充填済水素吸蔵合金を供給し、燃料電池を用いて熱と電力を災害拠点で運用する実証事業



## 2.1.2 実証事業の特長(1/2)

### 特長① 水素吸蔵合金カセット活用

- 低圧・安全で運搬性に優れた貯蔵・輸送方法
  - 水素吸蔵合金は、体積密度が大きく小口混載向きであり、非危険物扱いであるAB5（主成分Ni）を採用。
- 純水素燃料電池で利用
  - 水素吸蔵合金カセットを8カセット装填可能。発電量として約14.7kWh
- 取り扱いが容易
  - 高圧ガス保安法に非該当 ⇒ 資格者不要
  - 消防法での危険物に非該当 ⇒ 一般貨物と同じ扱いで運搬可能
  - 自然放出なし ⇒ 減少しない

#### 低圧・安全で運搬性に優れた貯蔵・輸送



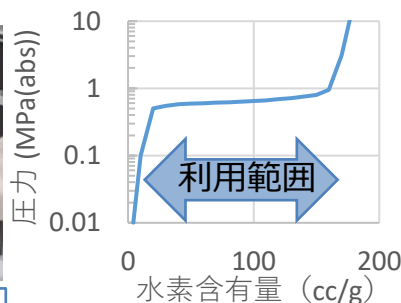
水素吸蔵合金  
(AB5)



水素吸蔵合金カセットの  
取付/取外

カセット内に3本内蔵

重量：18kg/カセット  
水素吸蔵量：  
1.35Nm<sup>3</sup>/カセット



AB5特性曲線の例

1MPa以下で利用

#### 純水素燃料電池で利用



純水素燃料電池  
(700W機)

8カセット装填可能  
発電量：約14.7kWh/8カセット  
(定格700Wで約21h運転)  
排熱で水素を取り出す

#### 取り扱いが容易



水素吸蔵合金カセット  
の取り扱いの様子

特別な資格が不要なため、  
一般の配送員による  
取り扱いが可能

## 2.1.3 実証事業の特長(2/2)

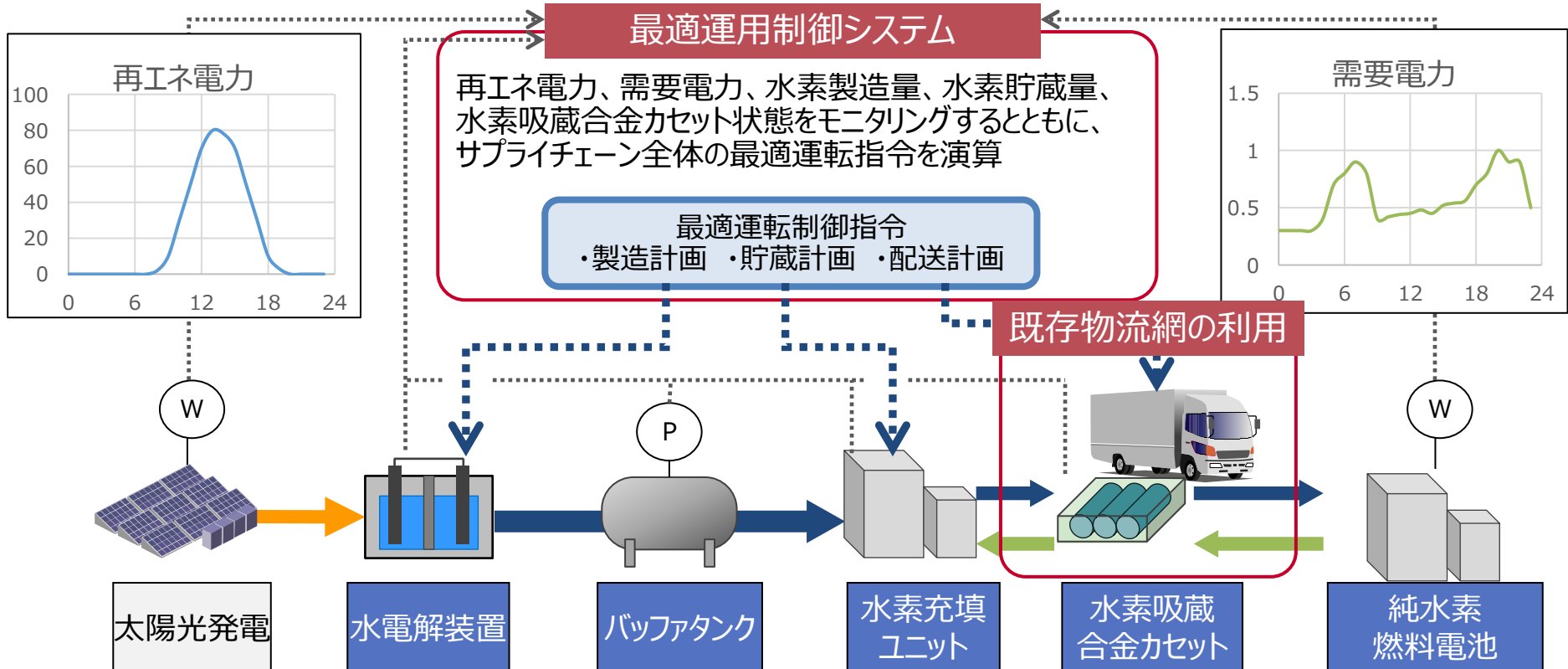
### 特長② 既存の物流網を活かした最適運用制御システム

#### ■ 最適運用制御システムの検討

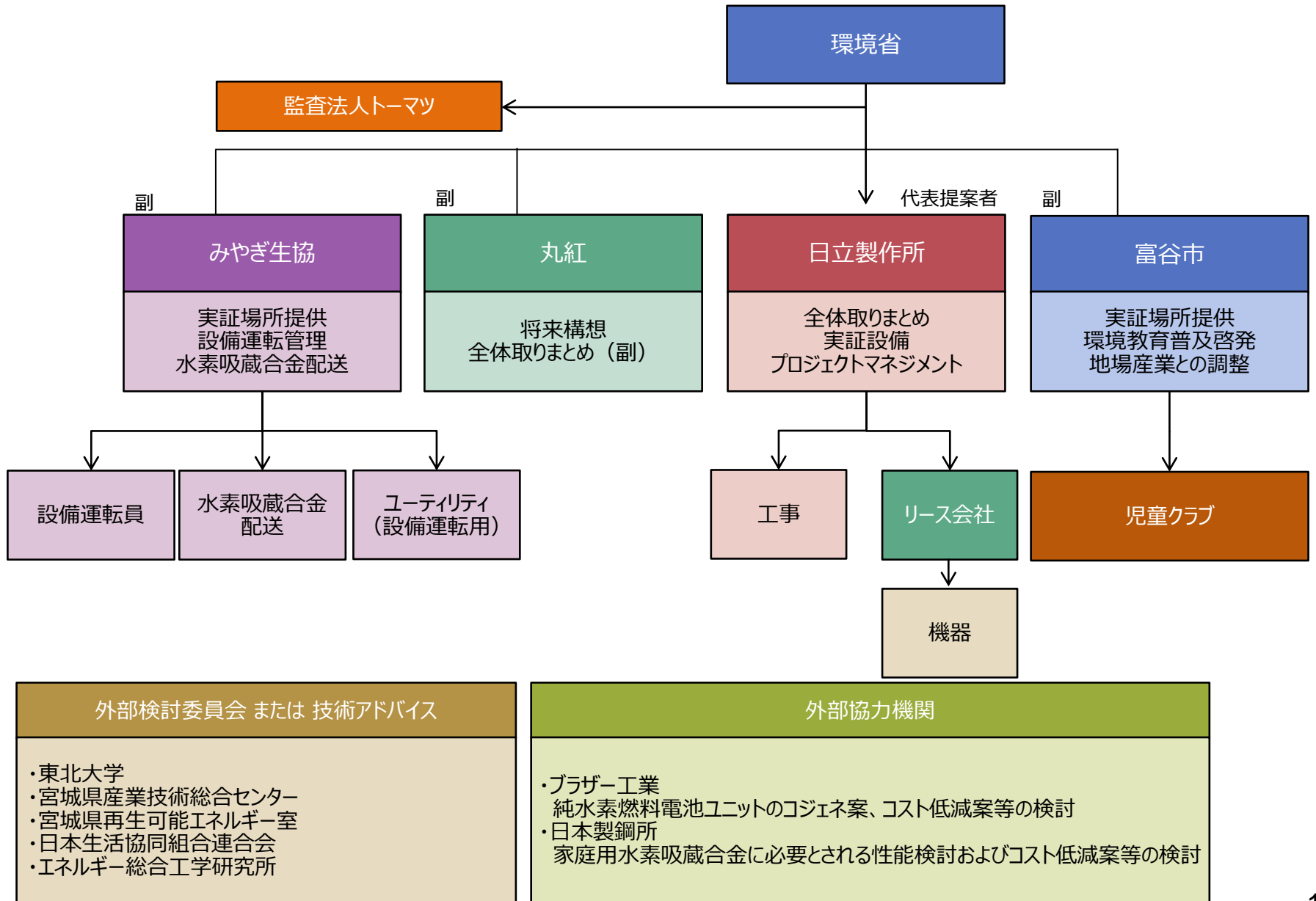
- 需要電力と再エネ電力データを元に、各設備の運転指令や配送指令を行うことにより、サプライチェーン全体の効率的な運用方法の検討。

#### ■ 既存物流網の利用

- 水素カセットの配送は、生協組合員宅へ食品や水などの商品をお届けするトラックを活用し、既存物流網を利用。



## 2.1.4 実施体制



# Contents

---

1. 背景
2. 実証事業の概要
3. 実証内容の説明
  - 3-1. 2017年度～2019年度の取り組み
  - 3-2. 2020年度～2021年度の取り組み
4. 普及啓発活動の内容
5. まとめ

# Contents

---

## 3. 実証内容の説明

### 3-1. 2017年度～2019年度の取り組み

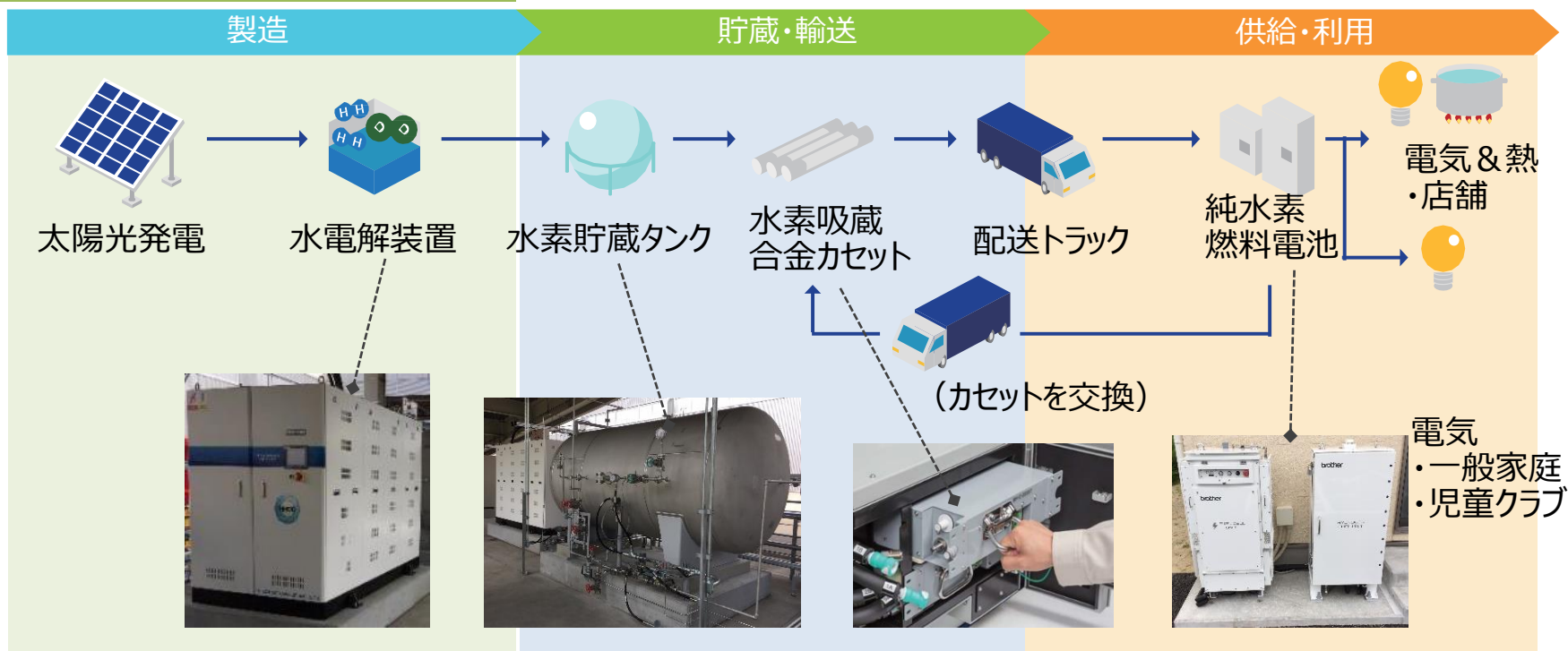
- ① 本水素サプライチェーン設備の概要
- ② 実証結果



# 3.1.1 本実証事業の概要（2017～2019年度）

**概要** みやぎ生協物流センターにある既設の太陽光発電の電力を用いて水を電気分解し、水素を製造、水素吸蔵合金を用いたカセットに貯蔵し、生協のトラックなど、既存の配送網を用いて店舗や一般家庭、児童クラブに配送し、各施設の燃料電池を用いて発電や給湯に活用する実証

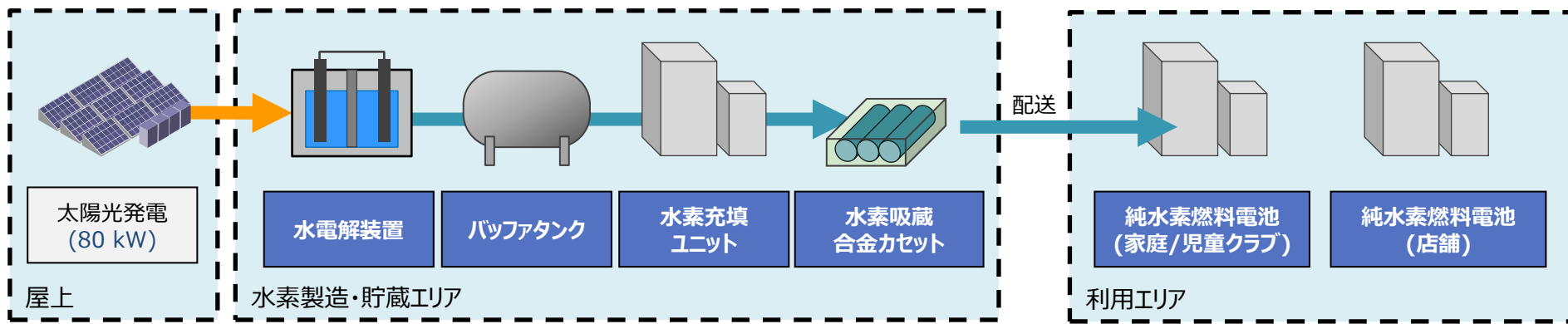
## 本水素サプライチェーンのフロー



## 実証の目的

- ・本水素サプライチェーンを構築し実際に運用を行うとともに商用化に向けた実証データを取得
- ・CO<sub>2</sub>排出削減量の評価（目標値0.8t-CO<sub>2</sub>/（年・軒））
- ・事業化に向けた課題を抽出

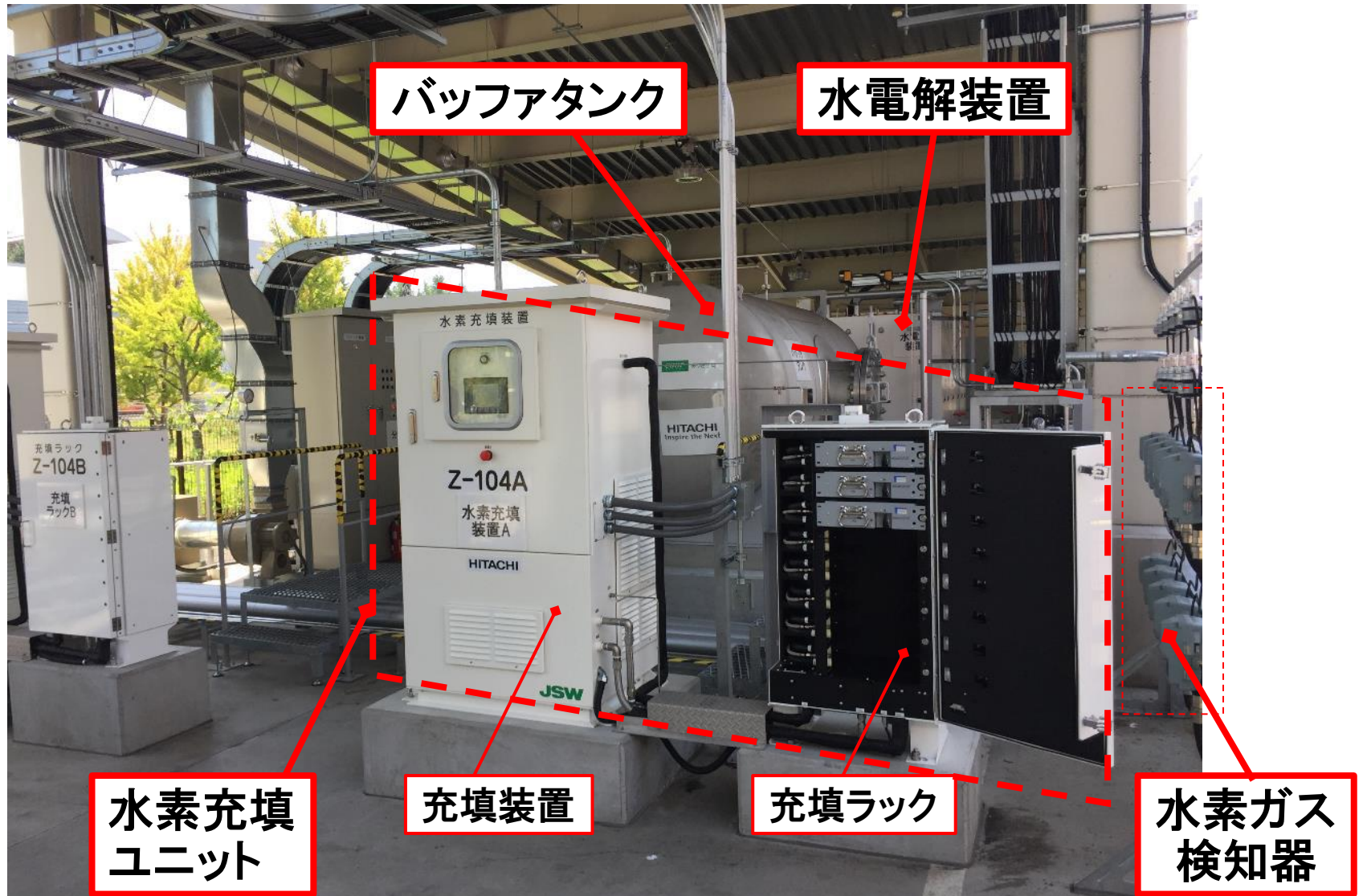
## 3.1.2 実証設備全体概要と主な仕様



主要機器	水電解装置		バッファタンク		水素充填ユニット		水素吸蔵合金カセット		純水素燃料電池 (家庭/児童クラブ向け)		純水素燃料電池 (店舗向け)	
特長	常に変動する太陽光発電の発電量に合わせて高純度水素を製造。		太陽光に合わせて製造される水素を一時的に貯蔵、水素充填一回分相当を貯められる。		水素吸蔵合金カセット8カセットに同時に水素を充填、適正量まで充填すると自動停止。		非危険物かつ自然に放出しないため安全かつ長期保存に適している。		排熱は水素吸蔵合金からの水素取出しに利用する。発電専用として系統連系を行わない瞬時切替方式を採用。		排熱は水素吸蔵合金からの水素取出しに加えて、店舗で利用する温水として活用。発電+熱回収として、系統連系しながら運転。	
仕様	方式	PEM	材質	SUS304	水素充填時間	2~4時間程度	合金種類	AB5	方式	PEFC	方式	PEFC
	水素製造量	最大 10 Nm <sup>3</sup> /h	容積	7 m <sup>3</sup>	水素充填速度	平均 5 Nm <sup>3</sup> /h	水素充填量	最大 1.3 Nm <sup>3</sup>	水素消費量	最大 0.53 Nm <sup>3</sup> /h	水素消費量	最大 2.8 Nm <sup>3</sup> /h
	電力消費量	最大 50 kWh	水素貯蔵圧	0.6~0.8 MPaG	水素充填圧	0.4~0.8 MPaG	重量	約18 kg	発電出力	最大 700W DC	発電出力	最大 3300W DC
	水素純度	99.999%	有効水素貯蔵量	最大 14 Nm <sup>3</sup>					発電効率	44% (発電端)	発電効率	40% (発電端)
									熱回収	なし	熱回収効率	28% (目標)

### 3.1.3 水素製造設備の様子

場所: みやぎ生協物流センタースロープ下





# 3.1.4 水素製造設備のレイアウト

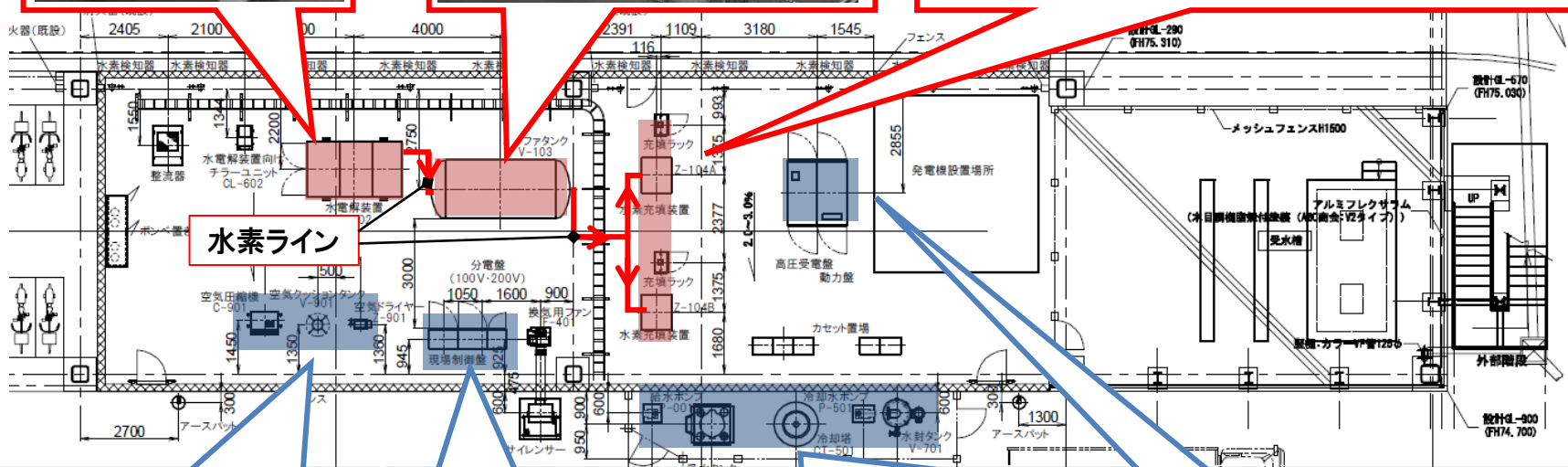
水電解装置



バッファタンク



水素充填ユニット



空気圧縮機類



分電盤・制御盤



※運転状態が  
確認できます

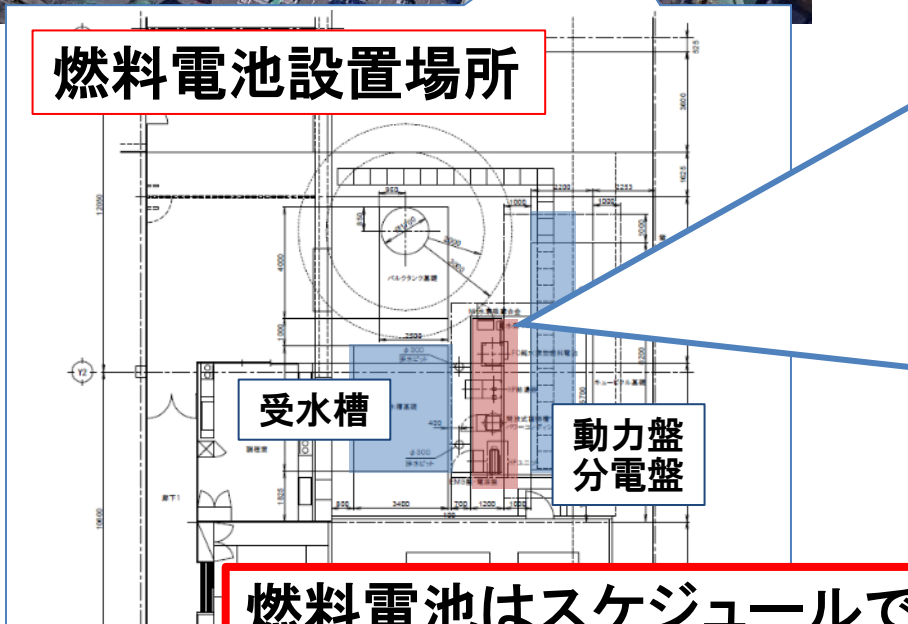
水封タンク・冷却塔・受水タンク類



動力盤



### 3.1.5 水素利用設備（5 kW機）の設置状況

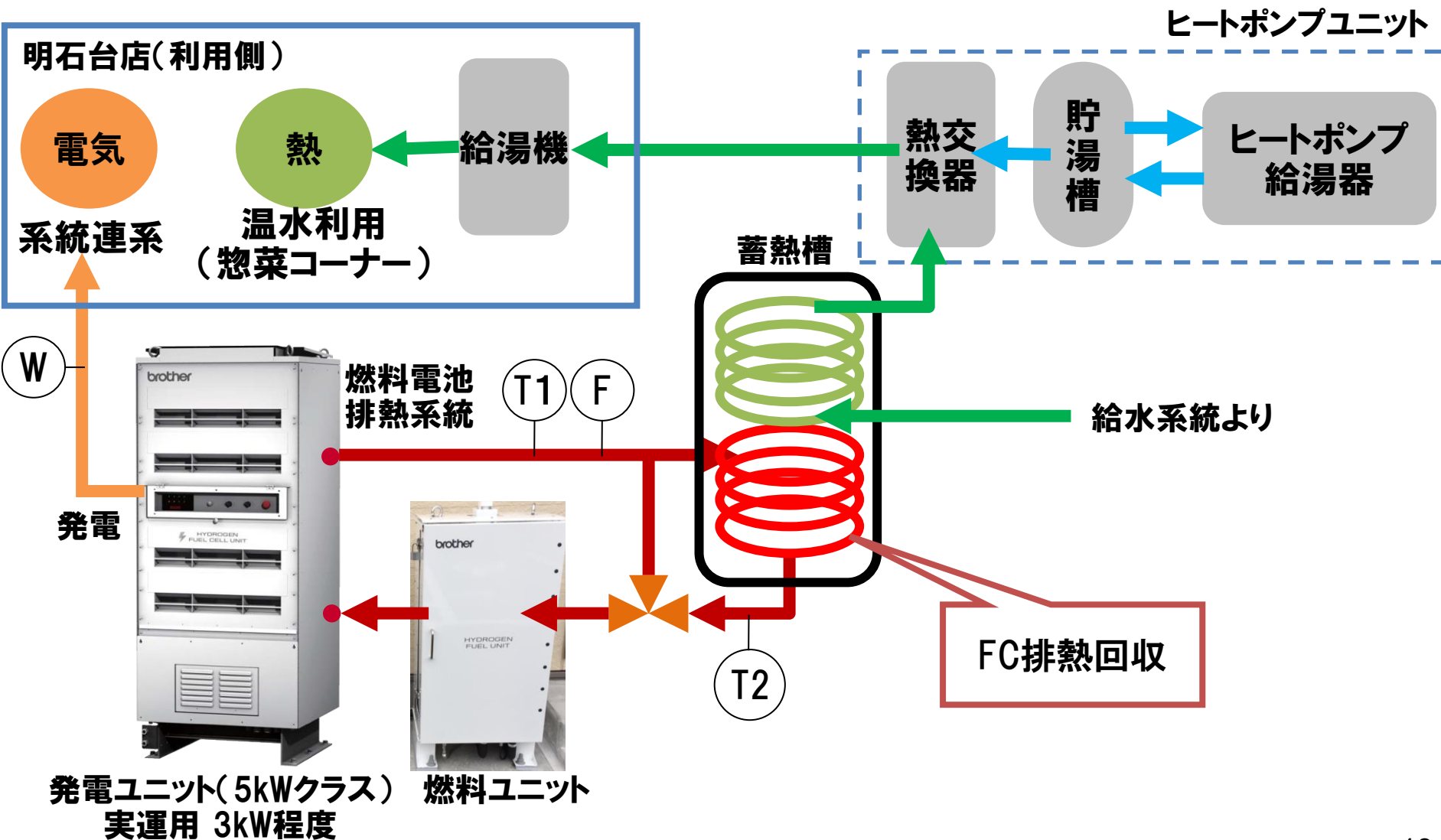


燃料電池はスケジュールで自動運転・自動停止  
初期運用:17:00~19:00運転（毎日）



### 3.1.6 水素利用設備（5 kW機）のシステム構成図

5kW(発電:3kW、温熱:2kW)のコジェネシステムを導入



### 3.1.7 水素利用設備(700W機)の設置状況

写真は、富谷市児童クラブ 家庭の燃料電池も同じ型を採用

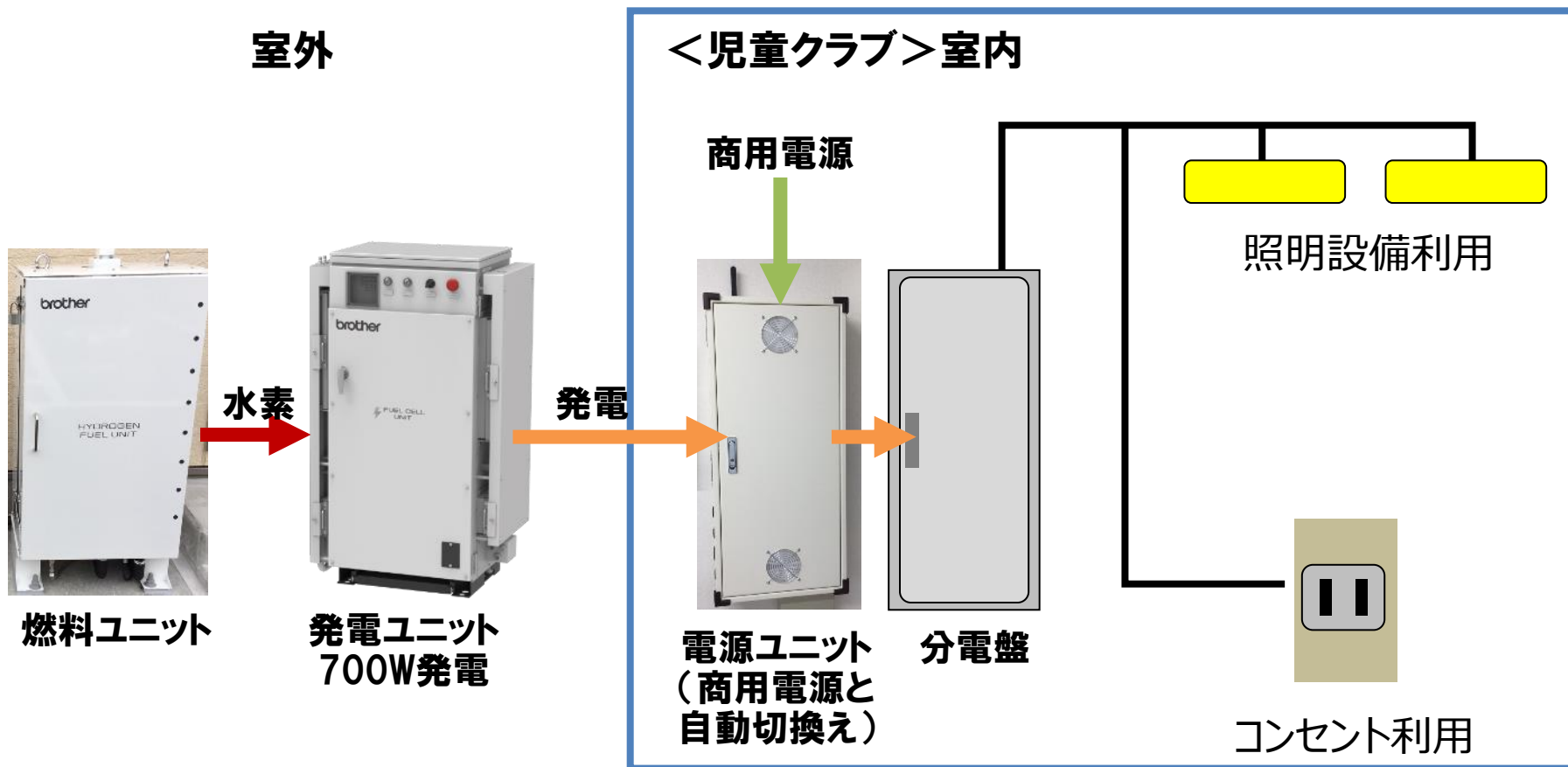


水素充填カセットを  
入れる燃料ユニット

燃料電池はスケジュールで自動運転・自動停止  
【一般家庭】 17:00～20:00 (毎日)  
【児童クラブ】 15:00～18:00 (毎日)

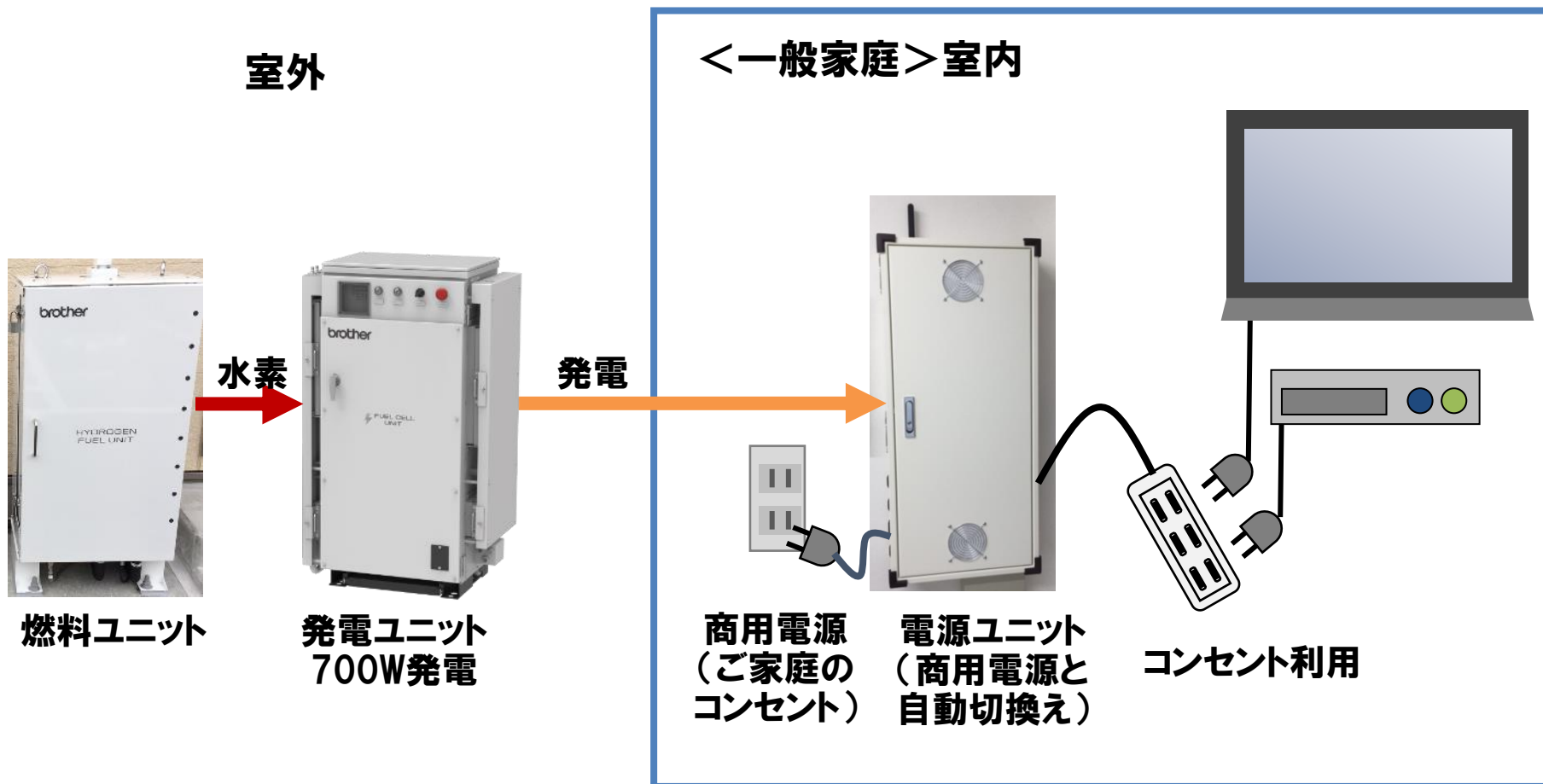
### 3.1.8 水素利用設備（700W機）のシステム構成図(1/2)

児童クラブ:700W(発電のみ)のモノジェネシステムを導入  
電力負荷:照明設備、コンセント



### 3.1.9 水素利用設備（700W機）のシステム構成図(2/2)

一般家庭(3軒):700W(発電のみ)のモノジェネシステムを導入  
電力負荷:テレビ、BDレコーダなど

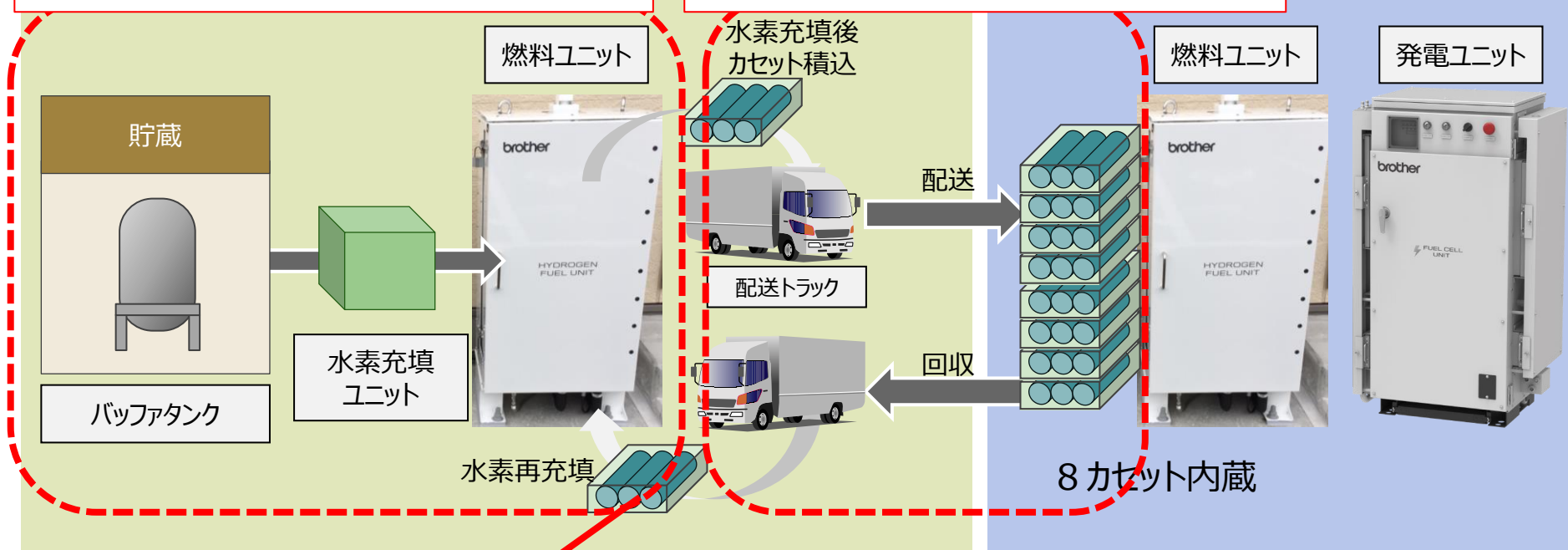


### 3.1.10 貯蔵・輸送について

水素の貯蔵：水素充填ユニットを用い水素を充填  
水素の輸送：みやぎ生協配送トラックを用いて運搬

#### ①製造、貯蔵、充填の運転データ

#### ②配送計画、積み込みの様子



カセット内に  
3本内蔵



18kg/カセット

配送員がカセットを  
燃料ユニットにセット



### 3.1.11 水素吸蔵合金カセットの積み込みの様子

水素吸蔵合金カセットを、充填ユニットから取り出し配送車に台車を利用し積み込む

充填ユニットから  
取り出す様子



吸蔵合金カセットを積み込む様子



# Contents

---

## 3. 実証内容の説明

### 3-1. 2017年度～2019年度の取り組み

- ① 本水素サプライチェーン設備の概要
- ② 実証結果

# 3.1.12 設備運転時の評価

本章では、本水素サプライチェーンを実運用したときの各設備の運転データの評価結果を示す

## 実証システムの主な制御内容

### 現場制御盤

<水素製造Cont>  
Input: PV電力  
Output:  
水素製造量SP/整流器電流SP

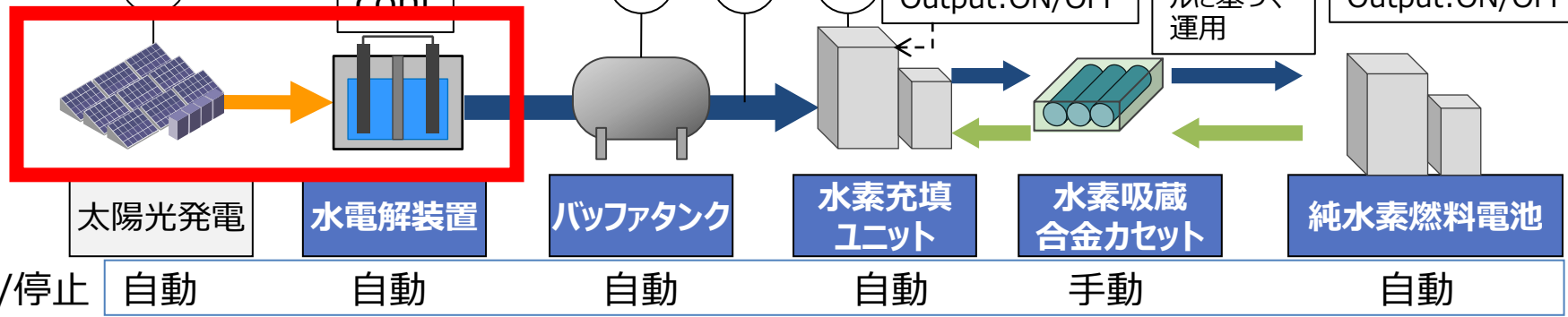
<圧力Cont>  
Input: 圧力  
Output: ON/OFF

W 電力計  
P 圧力計  
F 流量計

<圧力Cont>  
Input: 圧力  
Output: ON/OFF

<配送>  
スケジュールに基づく運用

<運転Cont>  
Input: スケジュール表  
Output: ON/OFF



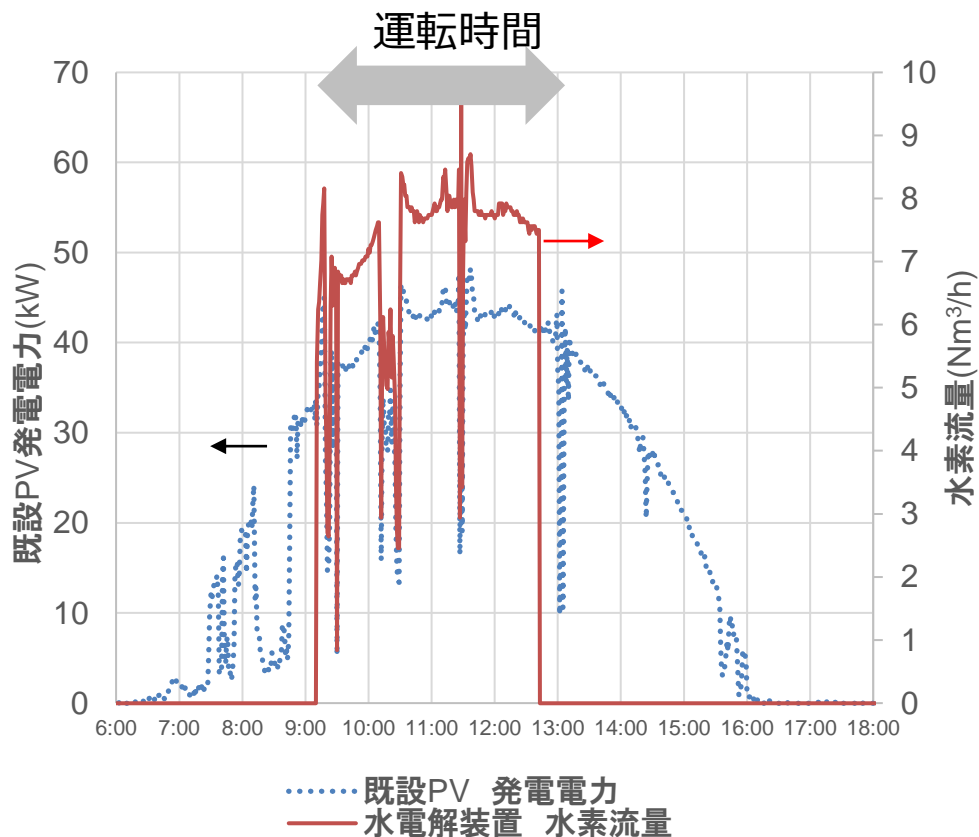
### 検討内容

- (1) 実運用時における水素製造量の評価
- (2) 水電解装置の水素製造効率の検討

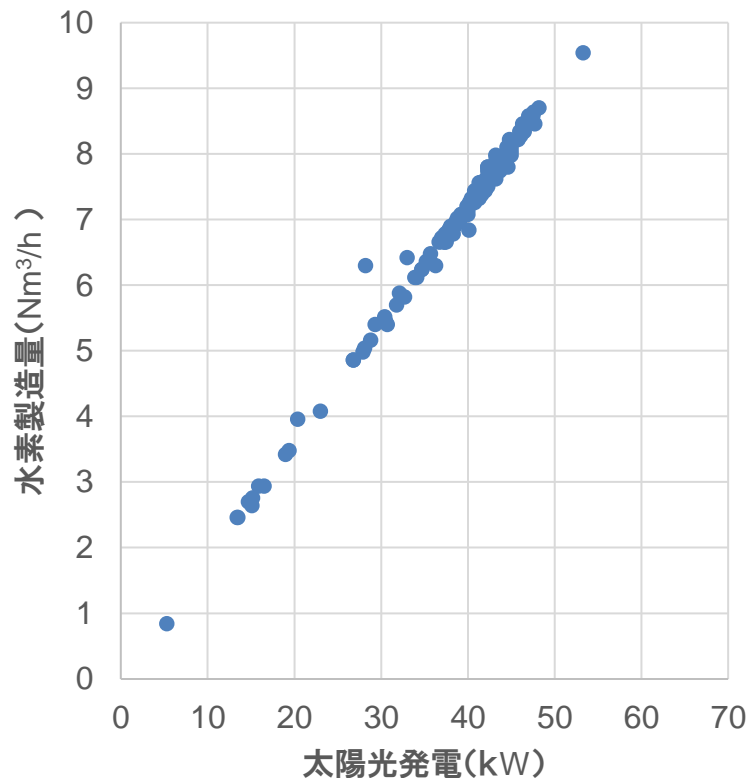
### 3.1.13 太陽光発電と水素製造の実測データ例

太陽光発電の変動に応じた、水電解装置の水素製造を確認

2018/10/31データ



太陽光発電と水素製造量の関係

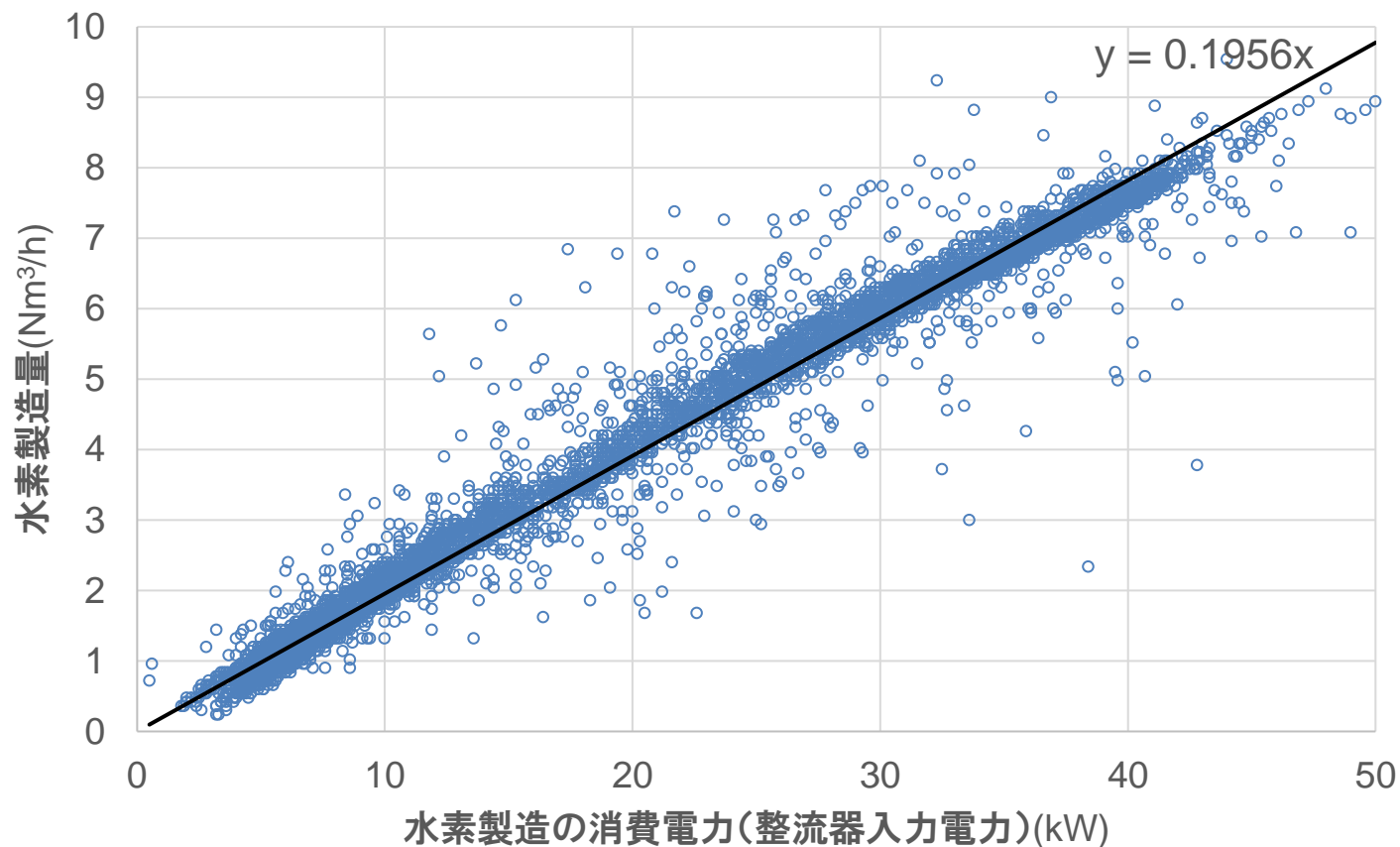


太陽光の発電電力と水素製造量はよく一致し、  
太陽光の発電電力の変動に追従することを確認

## 3.1.14 水電解装置の効率検討

実証データから水電解装置の効率を取得

期間：2018/10/10-2019/1/18

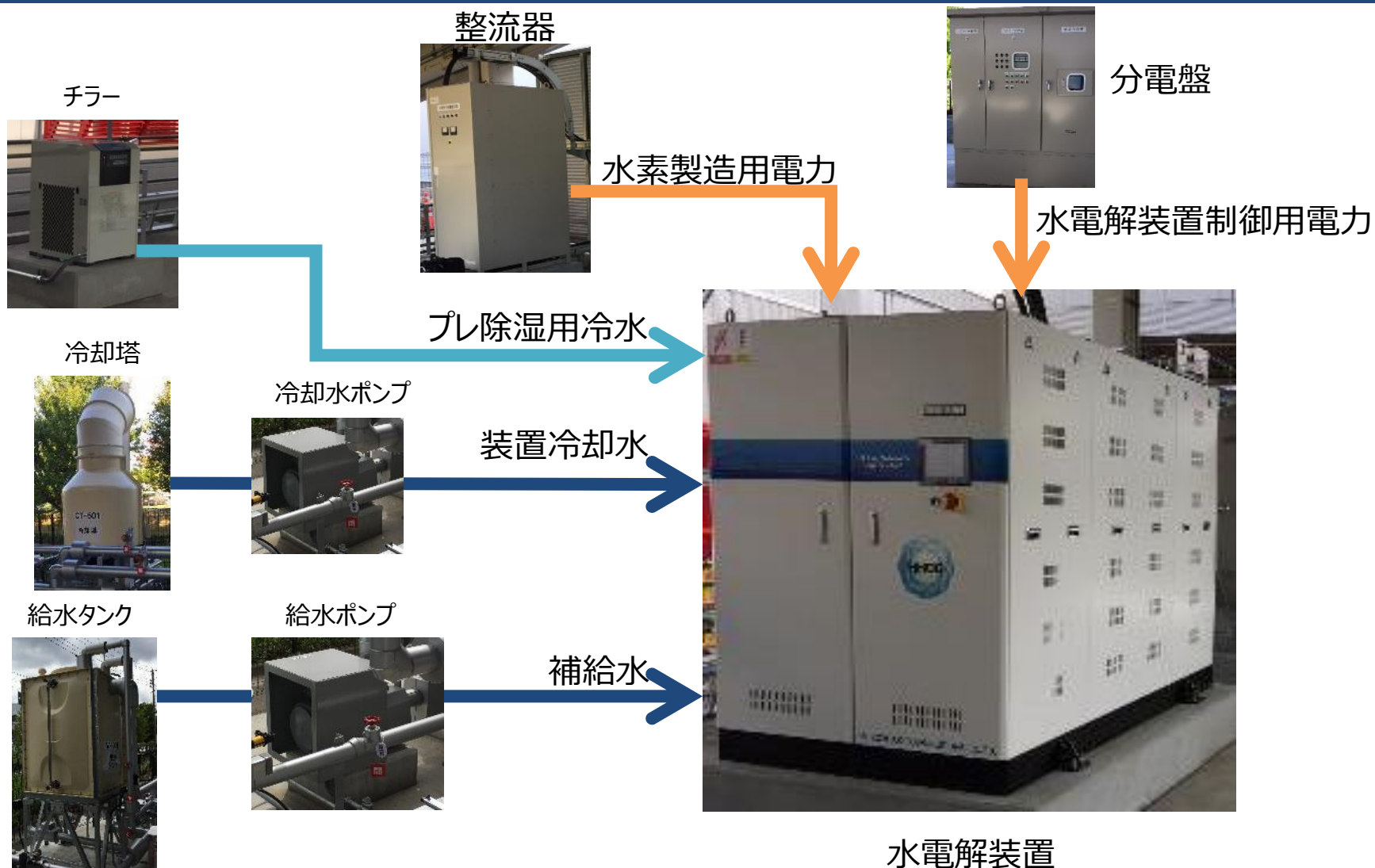


水電解装置単体の効率：約0.196Nm<sup>3</sup>/kWh



### 3.1.15 水電解装置の補機を含む効率検討

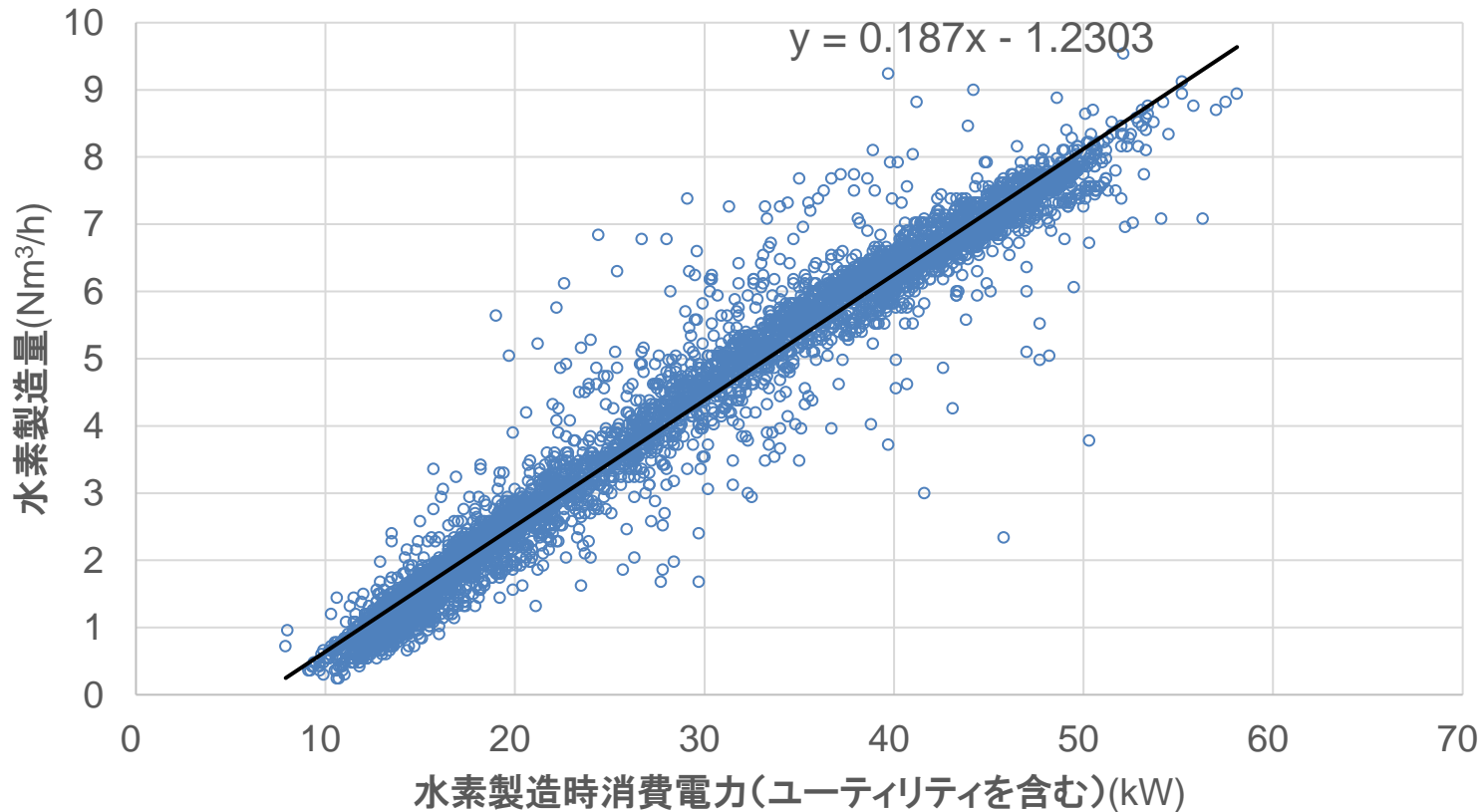
実証データから水電解装置に関わる全体の消費電力を取得  
⇒ 現状の水素製造に関わる効率を評価



### 3.1.16 水電解装置の補機を含む効率評価

実証データから水電解装置の効率を取得

期間：2018/10/10-2019/1/18



水素製造時消費電力=整流器+水電解装置補機+給水ポンプ+冷却水ポンプ+冷却塔ファン

水電解装置単体と比較  
効率：約5%減少

# 3.1.17 水素充填ユニットの評価

## 実証システムの主な制御内容

### 現場制御盤

<水素製造Cont>  
Input: PV電力  
Output:  
水素製造量SP/整流器電流SP

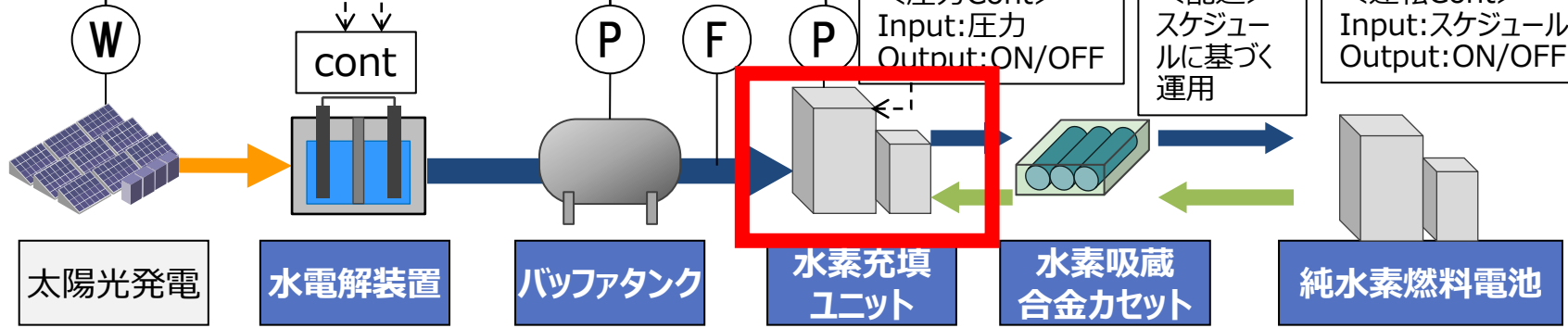
<圧力Cont>  
Input: 圧力  
Output: ON/OFF

W 電力計  
P 圧力計  
F 流量計

<圧力Cont>  
Input: 圧力  
Output: ON/OFF

<配送>  
スケジュールに基づく運用

<運転Cont>  
Input: スケジュール表  
Output: ON/OFF



起動/停止 自動    自動    自動    自動    手動    自動

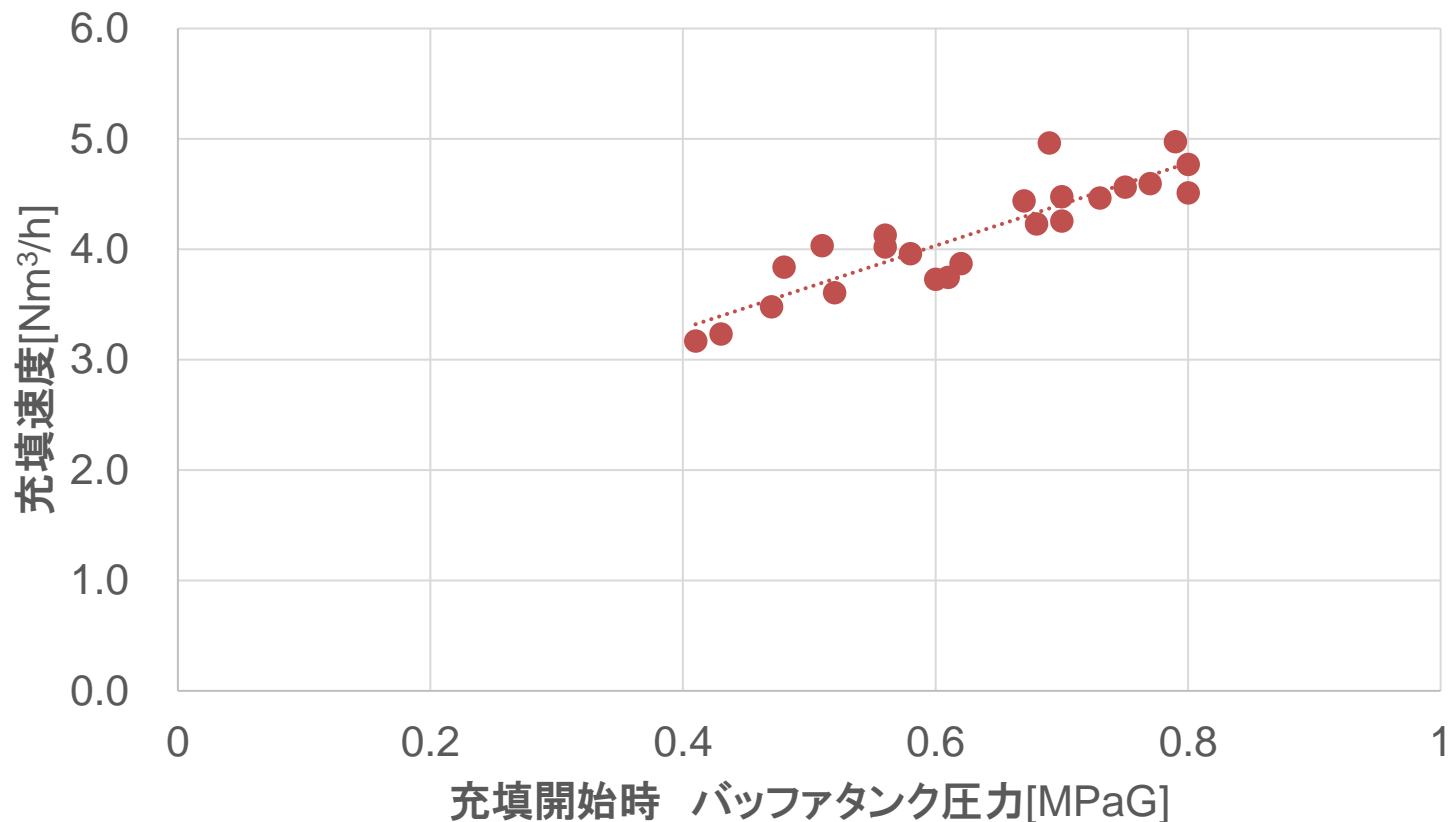
## 検討内容

(1) 配送計画、充填計画時に必要な、水素充填量と充填時間について評価

### 3.1.18 水素充填装置の検討

- ・実証データから充填時間を計算

期間：2018/10/22-2019/1/20



・バッファタンクの圧力：大 ⇒ 水素充填速度：増加  
⇒ 充填計画、配送計画時に役立つ

# 3.1.19 燃料電池利用時のCO<sub>2</sub>排出削減量の評価

## 実証システムの主な制御内容

### 現場制御盤

<水素製造Cont>  
Input: PV電力  
Output:  
水素製造量SP/整流器電流SP

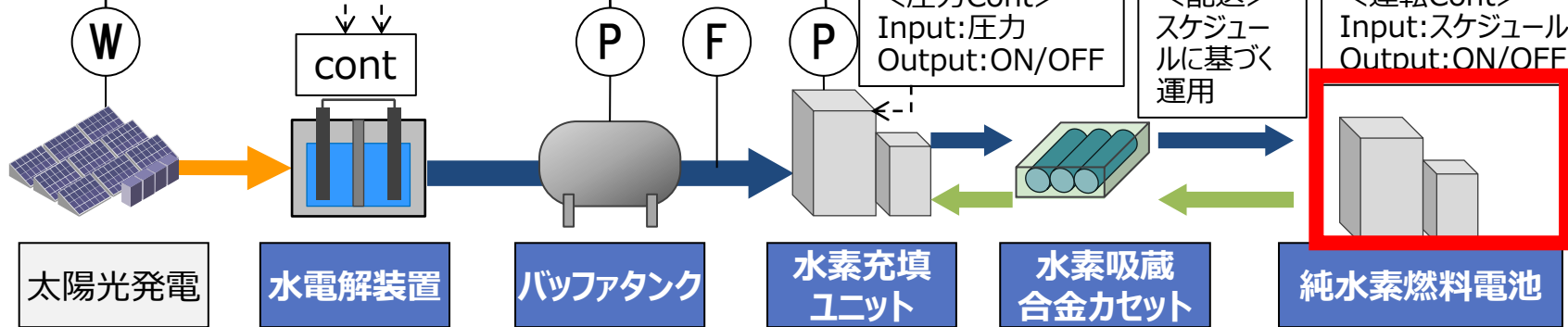
<圧力Cont>  
Input: 圧力  
Output: ON/OFF

W 電力計  
P 圧力計  
F 流量計

<圧力Cont>  
Input: 圧力  
Output: ON/OFF

<配送>  
スケジュールに基づく運用

<運転Cont>  
Input: スケジュール表  
Output: ON/OFF



起動/停止 自動    自動    自動    自動    手動    自動

## 検討内容

- CO<sub>2</sub>排出削減量の評価
  - (1) 5kW機の熱回収効率の評価
  - (2) 700W機 (コジェネ想定) でのCO<sub>2</sub>排出削減量の評価



### 3.1.20 CO<sub>2</sub>排出削減量評価

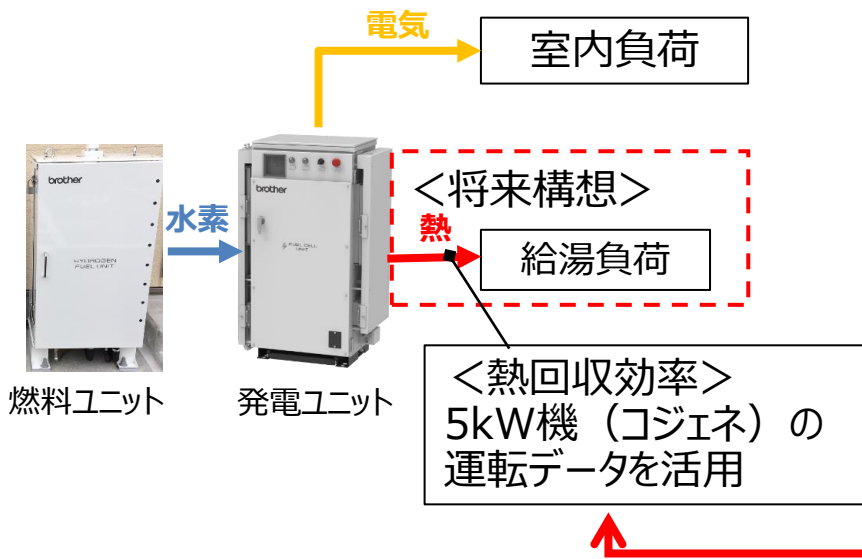
#### 検討内容

民生用の燃料電池700W機が将来コジェネ化した場合を想定し、  
年間のCO<sub>2</sub>排出削減量の評価  
※一般家庭に設置の燃料電池（700W機）はモノジェネ（発電のみ）

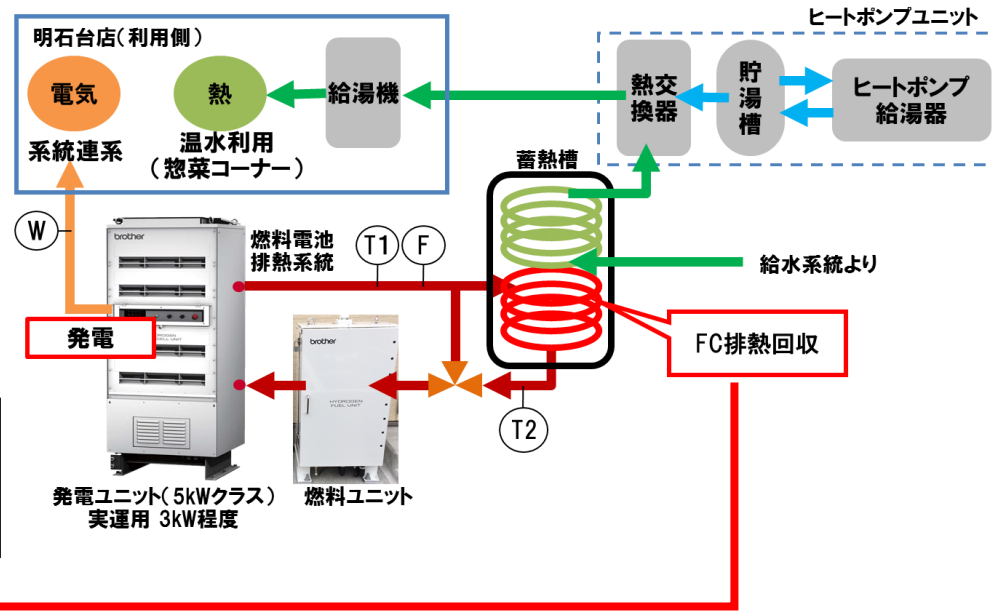
#### 評価方法

- ①燃料電池が発電、熱回収可能量に対するCO<sub>2</sub>排出量との比較  
 <CO<sub>2</sub>排出削減量の計算内容>  
 発電分：商用電力比較 熱回収分：給湯機の燃料使用量と比較
- ②発電効率は、700W機の運転データを利用
- ③熱回収効率は、店舗設置の5kWの運転データを利用

#### <700W機 発電フロー>

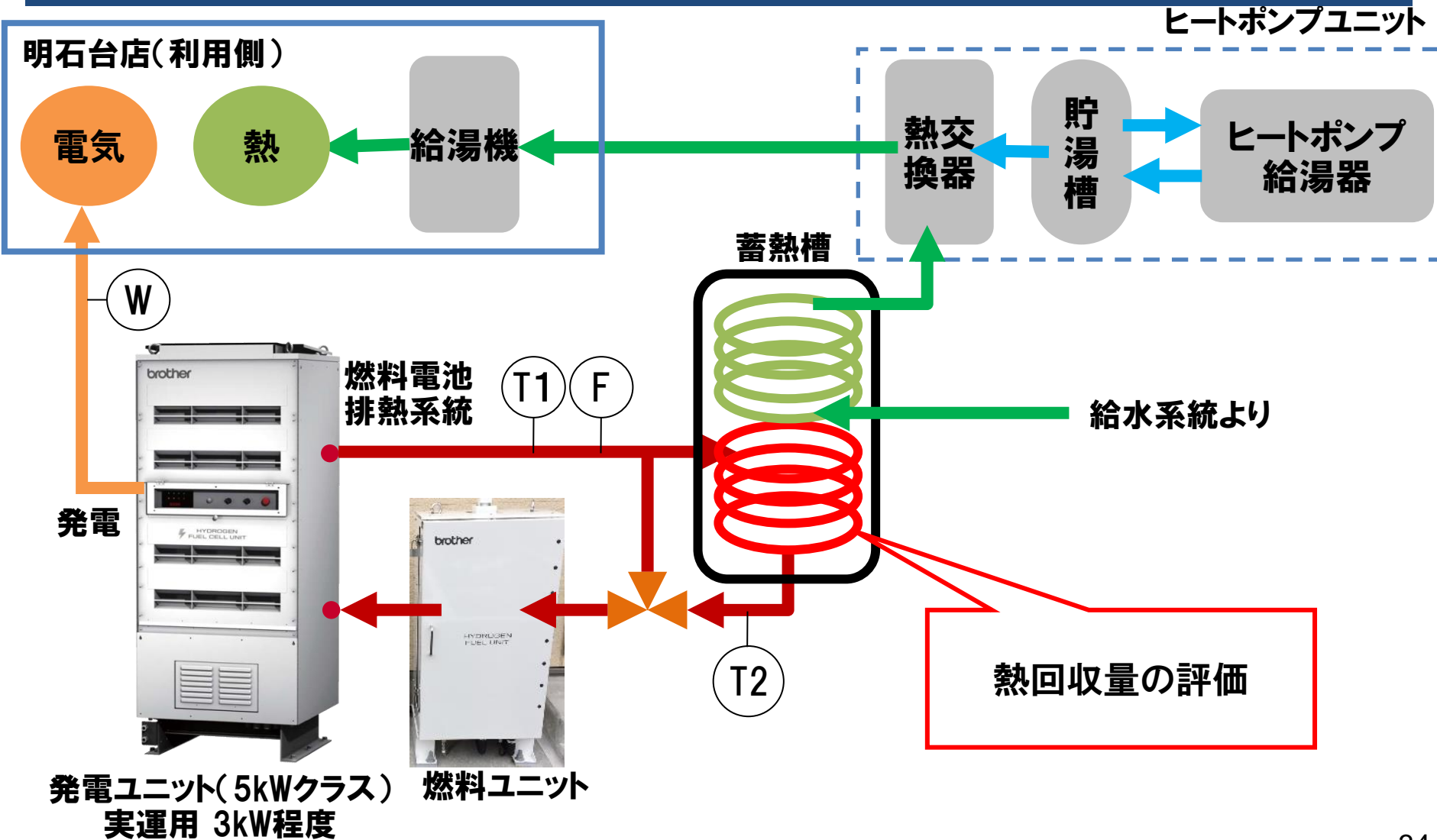


#### <5kW機 発電・熱回収フロー>



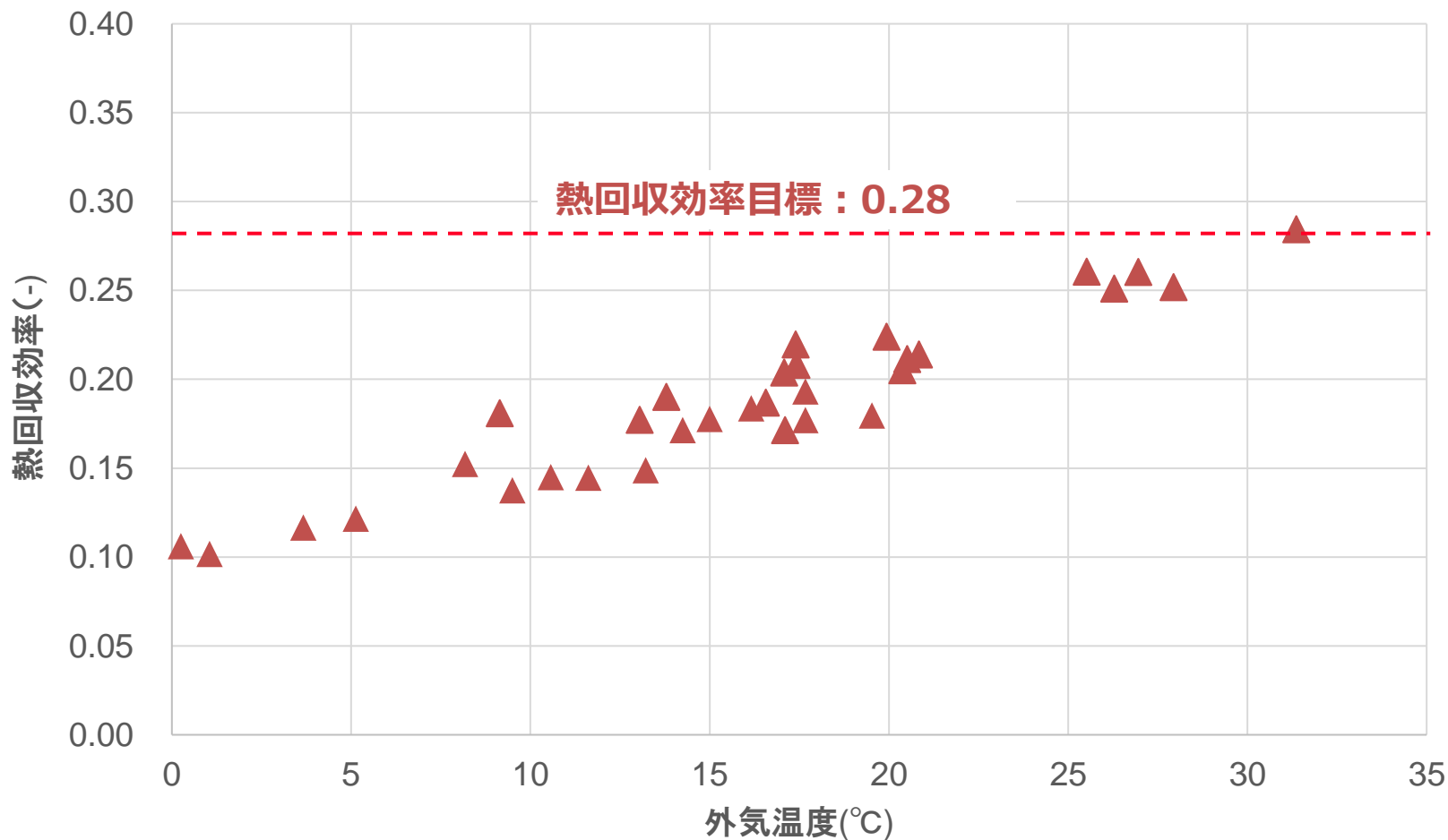
### 3.1.21 燃料電池（5kW）の熱回収の評価方法

発電ユニットから出力する発電量と熱量を評価



## 3.1.22 熱回収効率の実測結果

外気温度と熱回収効率の関係



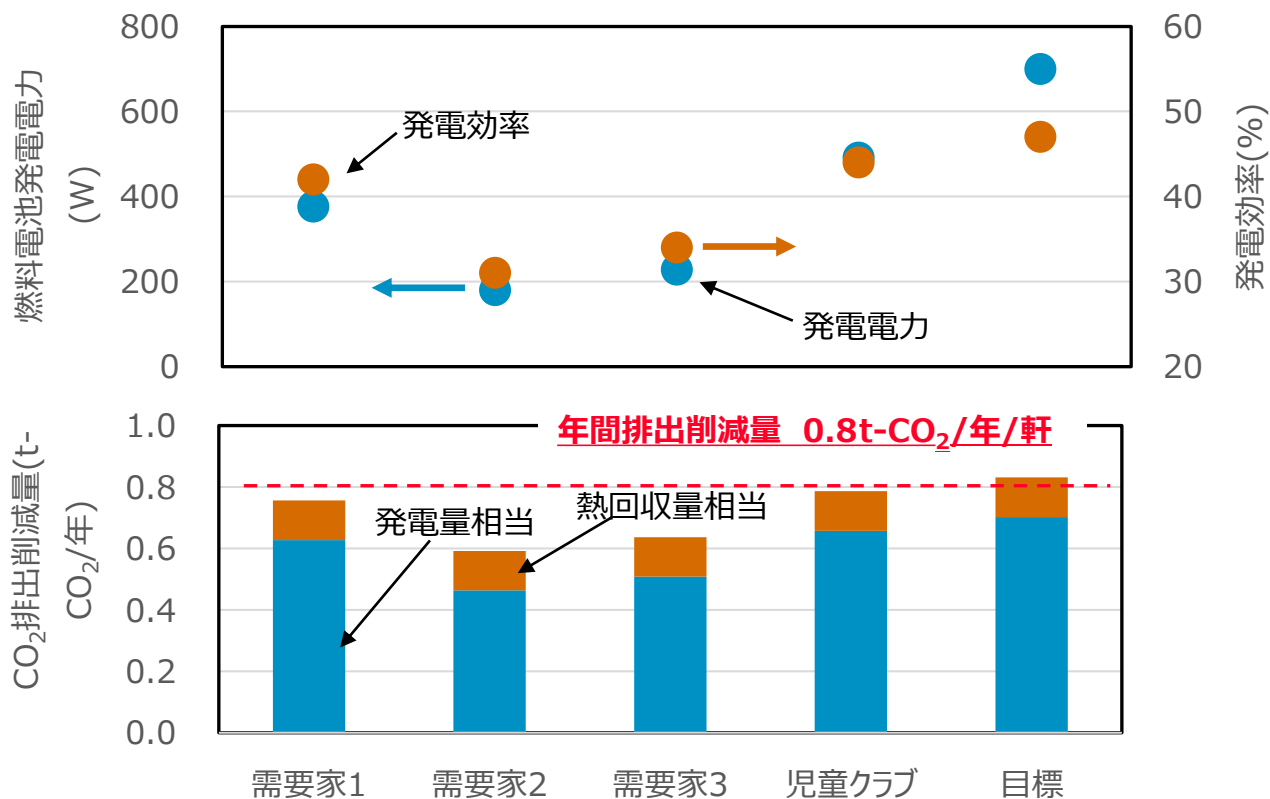
外気温度が上昇するにつれ、放熱ロスが減少し熱回収効率が増加

熱回収効率の平均値 : 0.18

### 3.1.23 純水素燃料電池によるCO<sub>2</sub>排出削減効果

#### 結果

- 消費水素量と発電電力から発電効率を評価  
 ※熱効率：コジェネシステムで得られたデータを活用
- 燃料電池の定格電力（700W）に近づくにつれ、燃料電池高効率（CO<sub>2</sub>排出削減量：大）

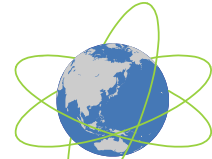


将来の事業化を見据え、系統連系をすることで最大の700Wの発電と排熱回収を想定した場合  
 CO<sub>2</sub>排出削減量が0.8t-CO<sub>2</sub>/年/軒の見通しを得た

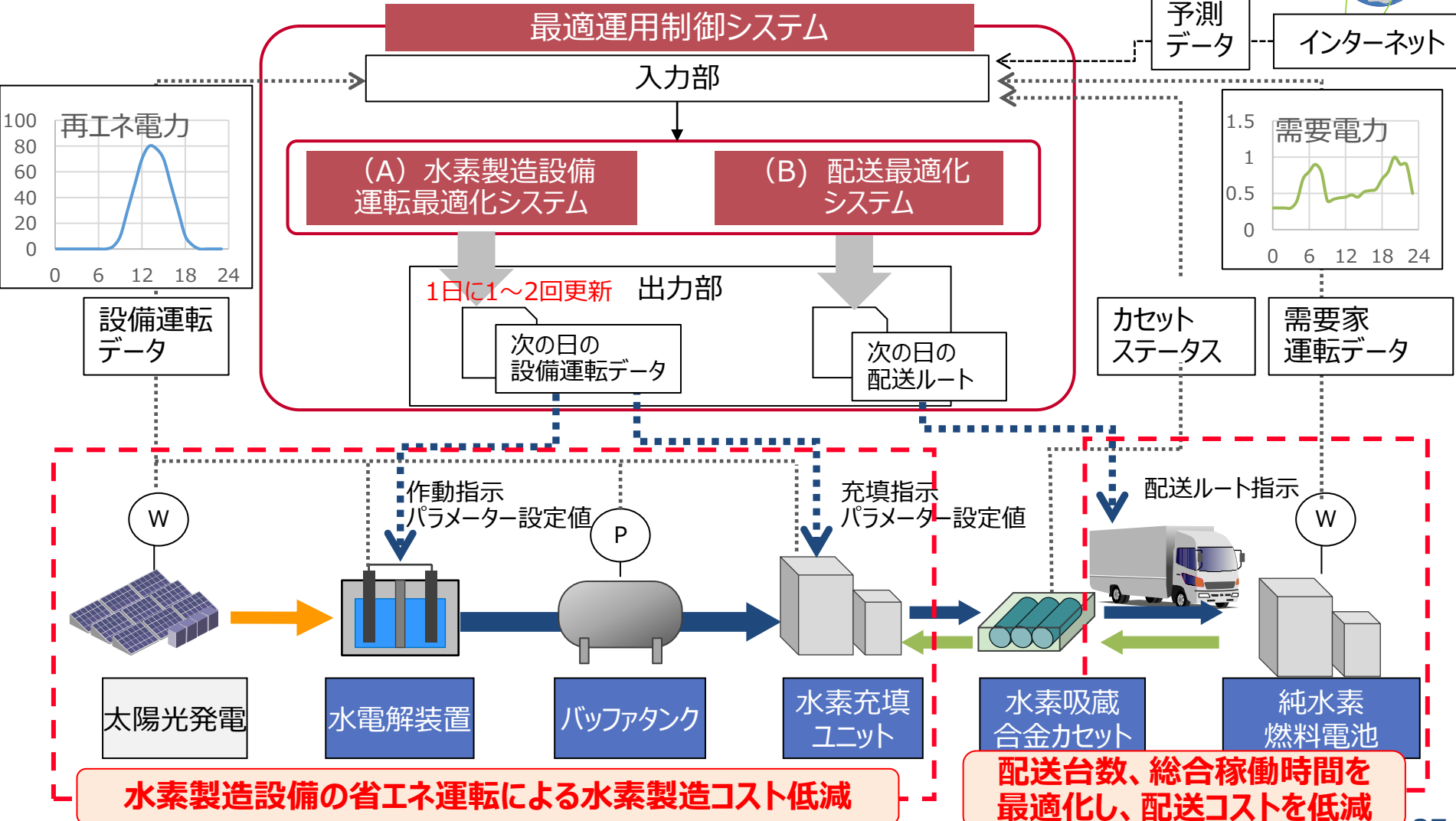
# 3.1.24 最適運用制御システムの検討

## 検討内容

最適需要電力と再エネ電力データを元に、各設備の運転指令や配送指令を行うことにより、サプライチェーン全体の効率的な運用方法の検討。



## 最適運用制御システム概要図





# 3.1.25 最適運用制御システム全体のパラメーター検討結果

大項目	中項目	小項目	定格消費電力(kW)	パラメーター	制御対象		
製造・ 充填	P V		-	-	-		
	水電解装置 (本体、補 機含む)	水電解 装置本 体	電解モジュール	50	循環水温度警報設定値	①循環水 電解モジュール 入口温度	
			補機 (循環水ポンプ、 補給水ポンプ等)	0.3~3.8	-	-	
			プレ除湿用チラー	1.2	チラー水温度 チラー水流量	プレ除湿後H 2 ガス露点	
		水電解 装置用 ユーティ リティー 機器	冷却水ポンプ	5	冷却水流量	①循環水 電解モジュール 入口温度 ②冷却水ポンプ流量	
					冷却水流量 警報設定値		
					冷却水流量 復帰値		
					冷却水水電解装置出口温度 警報設定値 冷却水 水電解装置出口温度 復帰値		
			冷却塔ファン	0.5	ファン回転数		
					冷却水冷却塔出口温度 冷却塔運転水温設定値 冷却塔停止水温設定値		
					給水ポンプ	0.6	給水流量
		バッファタンク			-	水電解装置立上許可 バッファタンク水素圧 水電解装置停止 バッファタンク水素圧	水電解装置発停 水電解装置発停
		水素充填ユニット	吸蔵合金冷却用チ ラー	2.2	チラー水チラー出口温度 チラー水流量	水素吸蔵時 合金内温度	
			計装部		水素流量	-	
		その他補機類	空気圧縮機	0.4	製造時空気圧力	-	
	冷却塔 凍結防止ヒーター		1.1	凍結防止ヒーター 冷却塔水槽入 水温設定 凍結防止ヒーター 冷却塔水槽切 水温設定	冷却水温度		
				換気ファン	1.2	換気ファン 運転ガス濃度設定 換気ファン 運転ガス濃度復帰設定	- -
	水封タンク		-	水封タンク温度 警報設定値 復帰値	- -		
	N 2 ポンプ		-	-	-		
	システム運用		製造開始動作	-	製造開始時刻	運転時間	
		充填開始動作	-	充填開始時刻			
	輸送	<b>配送最適化システムを使用</b>					
	需要側	燃料電池	-	-	-	-	

**A**  
水素製造設備  
運転最適化システム

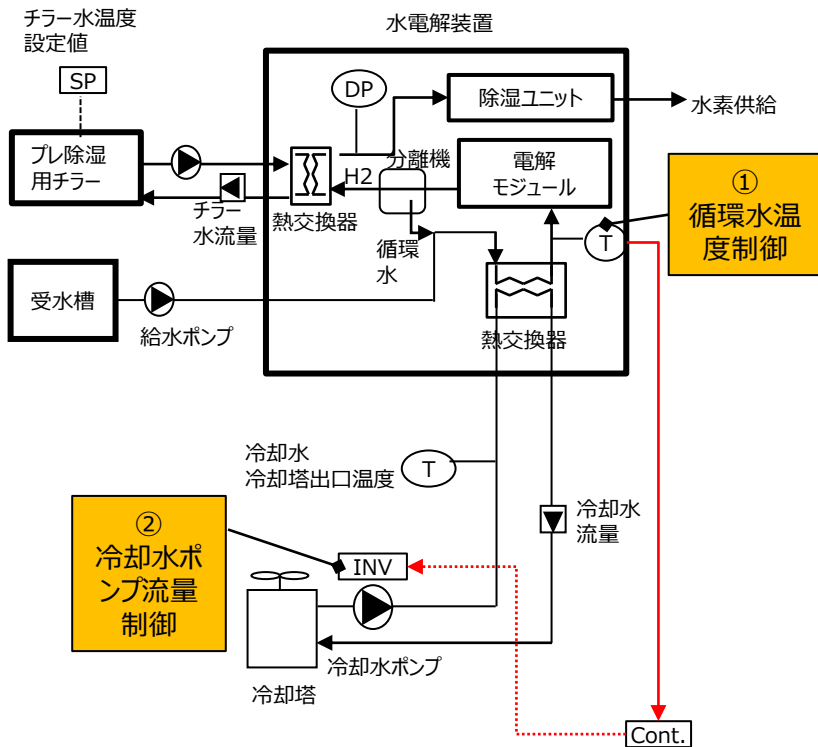
**B**  
配送最適化  
システム

# 3.1.26 設備運転制御内容変更による省エネ効果試算

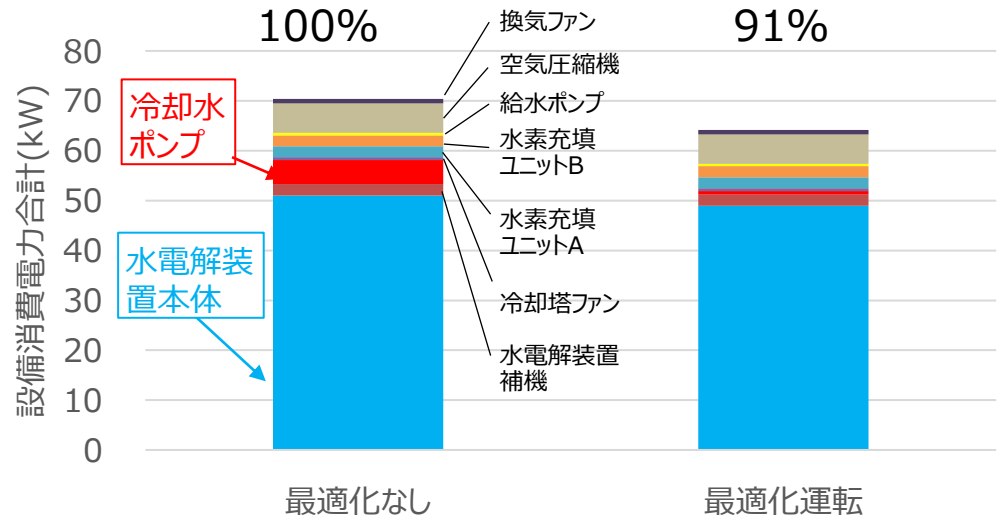
## (A) 水素製造設備運転最適化システム

水素製造に関わる消費電力量を削減することで、水素製造コスト削減を目的とする。

### 省エネ制御内容



### 消費電力試算結果



	最適化なし	最適化運転
水素製造方法	10Nm <sup>3</sup> /h定格運転	10Nm <sup>3</sup> /h定格運転
循環水温度	23℃ (平均温度)	40℃
冷却水流量	定格	定格の50% (INV使用、INV効率90%)
循環水温度最適化効果	—	従来電力合計の3%
冷却水流量削減効果	—	従来電力合計の6%

成果：水電解装置および補機を対象に水素製造に関わる省エネ制御方法を構築【省エネ9%】

# 3.1.27 配送最適化システム

(B) 配送最適化システム クラウド上で配送計画を自動作成する配送最適化サービス

特徴

配送担当者が簡易な操作で配送計画を自動作成することが可能

配送計画自動作成フロー

- ・配送先需要家
- ・配送カセット数

基本情報

- ・配送車 車型
- ・配送先位置情報 (緯度、経度) など

配送スケジュール入力

- 最適運用制御システムと連携した条件を入力
- ・水素配送先など

配送条件設定

- ・配送車最大台数
- ・荷卸し最大、最小など

計画自動立案

- 登録した配送スケジュールと条件を選択実行
- ・配送ルートなど演算

計画結果確認

- 地図、ガントチャート、ボックスチャートなどでビジュアル表示
- 計画結果の横並び比較も可能

入力

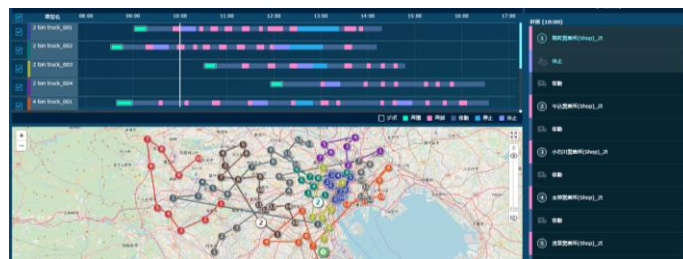
演算

出力

効果

配送コスト10%削減  
※熟練者の配送計画比較

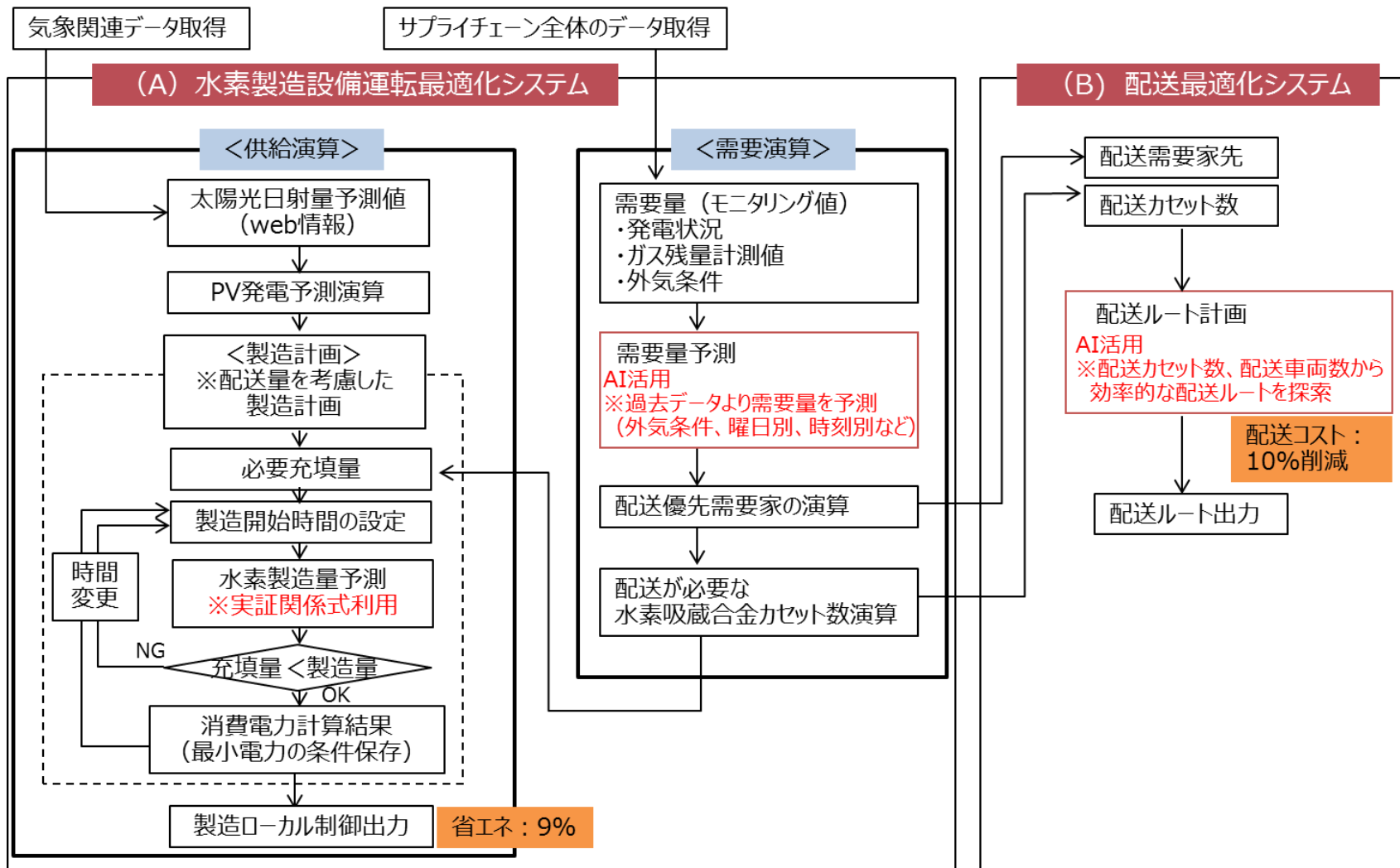
■ 配送結果 ルート確認画面 (例)



成果：既開発の配送最適化サービスに配送需要家先、配送カセット数を入力することで最適な配送ルートを出力し、配送コスト削減可能な見通しを得た【配送コスト10%削減】

# 3.1.28 最適運用システムのフローチャート

## 最適運用制御システムの全体フローチャート



成果：最適運用制御システムのゼネラルフローチャートを構築

# Contents

---

1. 背景
2. 実証事業の概要
3. 実証内容の説明
  - 3-1. 2017年度～2019年度の取り組み
  - 3-2. 2020年度～2021年度の取り組み
4. 普及啓発活動の内容
5. まとめ



# 3.2.1 水素混焼発電機によるBCP対応の概要

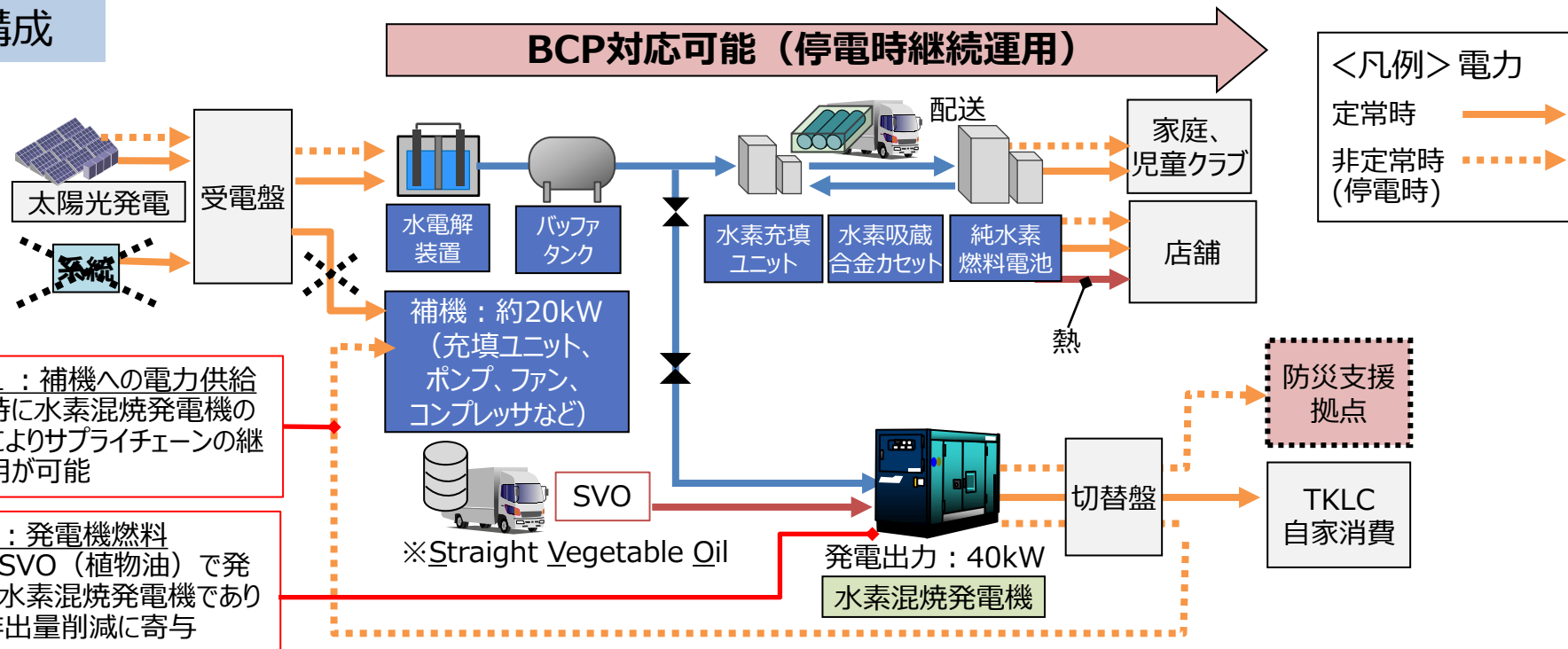
## 背景

非常時（停電時）には、従来のシステムでは、水素製造に必要な補器への電力供給がされないため、水素の製造が停止し、需要家へ水素配送が出来ない

## 目的

非常時（停電時）にも水素製造に必要な電力を、水素混焼発電機を用いて供給し、継続して水素製造が可能なBCP対応の水素製造システムを構築

## 構成



## 実証内容

- ①システムの構築
- ②SVO + 水素混焼発電の効率評価
- ③BCPモードでの運転

## 3.2.2 水素混焼発電機システムフロー

天ぷら油由来のバイオ燃料と、再生可能エネルギー由来の水素を燃料とする、CO<sub>2</sub>排出削減に寄与可能な水素混焼システムを構築

### システムフロー

#### 燃料配送業者

天ぷら油など



バイオ燃料  
製造設備  
燃料製造



輸送



#### コープ 富谷共同購入物流センター

SVO  
BDF



燃料タンク

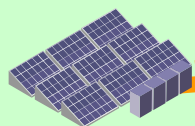
再エネ水素

水素流量  
調整バルブ



水素混焼発電機  
(40kW)

電力



太陽光発電



水電解装置



バッファタンク

## 3.2.3 水素混焼発電機の概要

ディーゼルエンジン発電機をベースとした水素混焼発電機  
水素が無くても運転が可能

### 水素混焼発電機の外観



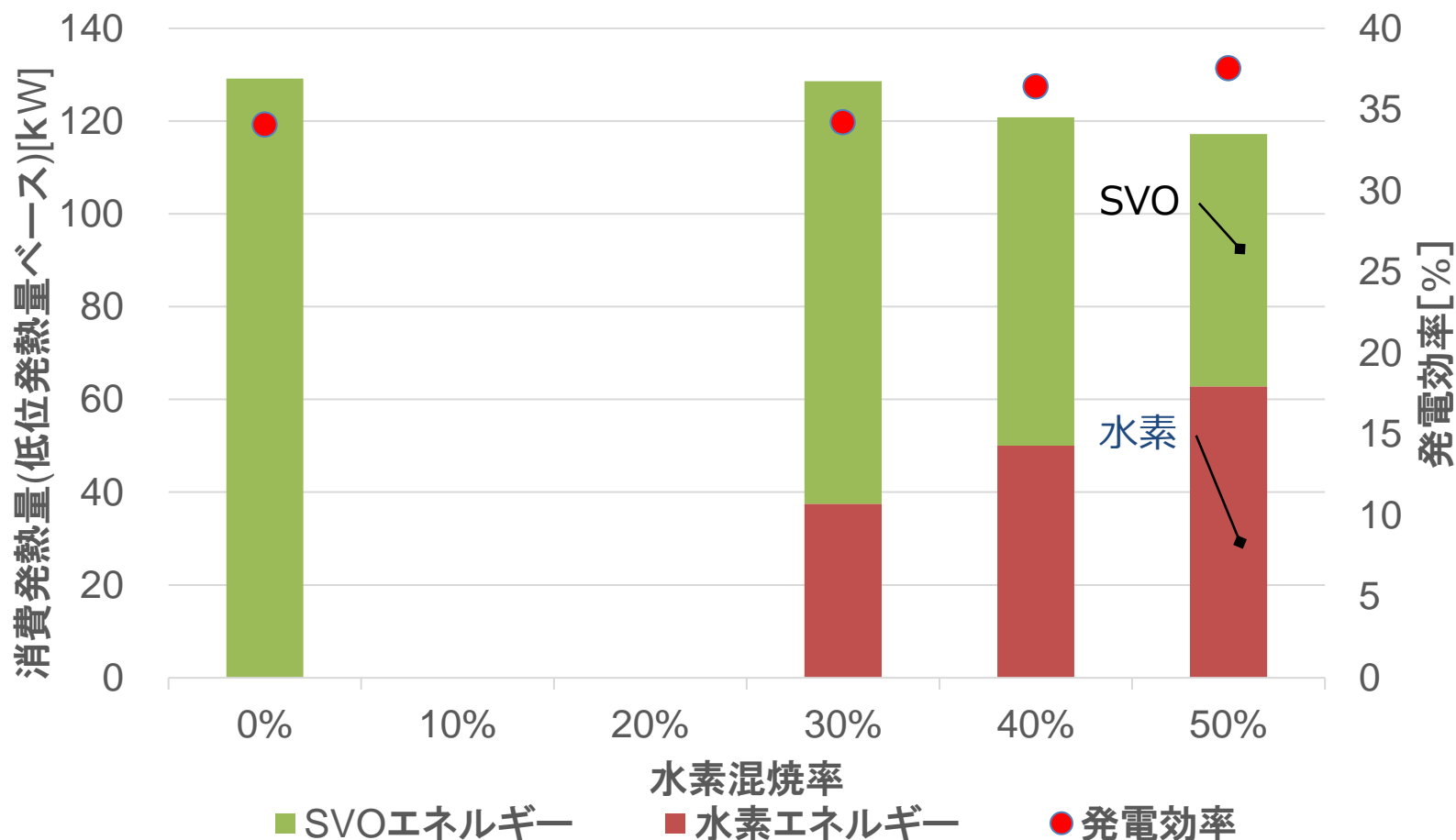
### 主な仕様

- 発電出力：44kW／ユニット  
(系統接続：40kW)
- 出力電圧：200V  
水素使用量(50%混焼時)：21Nm<sup>3</sup>/h  
SVO使用量：5.9L/h
- 液体燃料：SVO、BDF、軽油、A重油

## 3.2.4 水素混焼発電機の実証結果

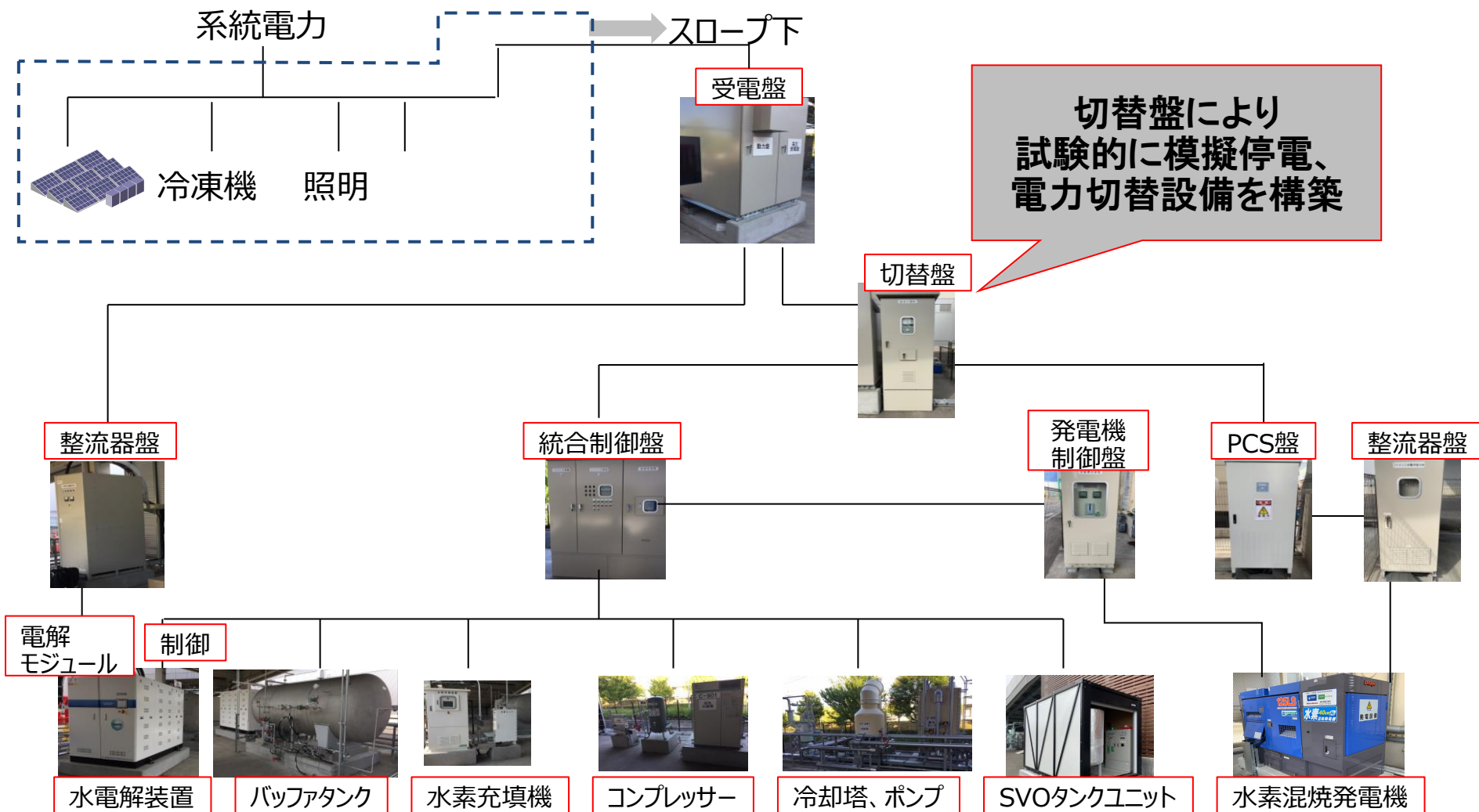
水素混焼率30%～50%で実運転試験を実施  
水素混焼率が増加するにつれ、発電効率上昇を確認

水素混焼率と消費発熱量・発電効率の関係



### 3.2.5 BCPモードでの実証設備の内容

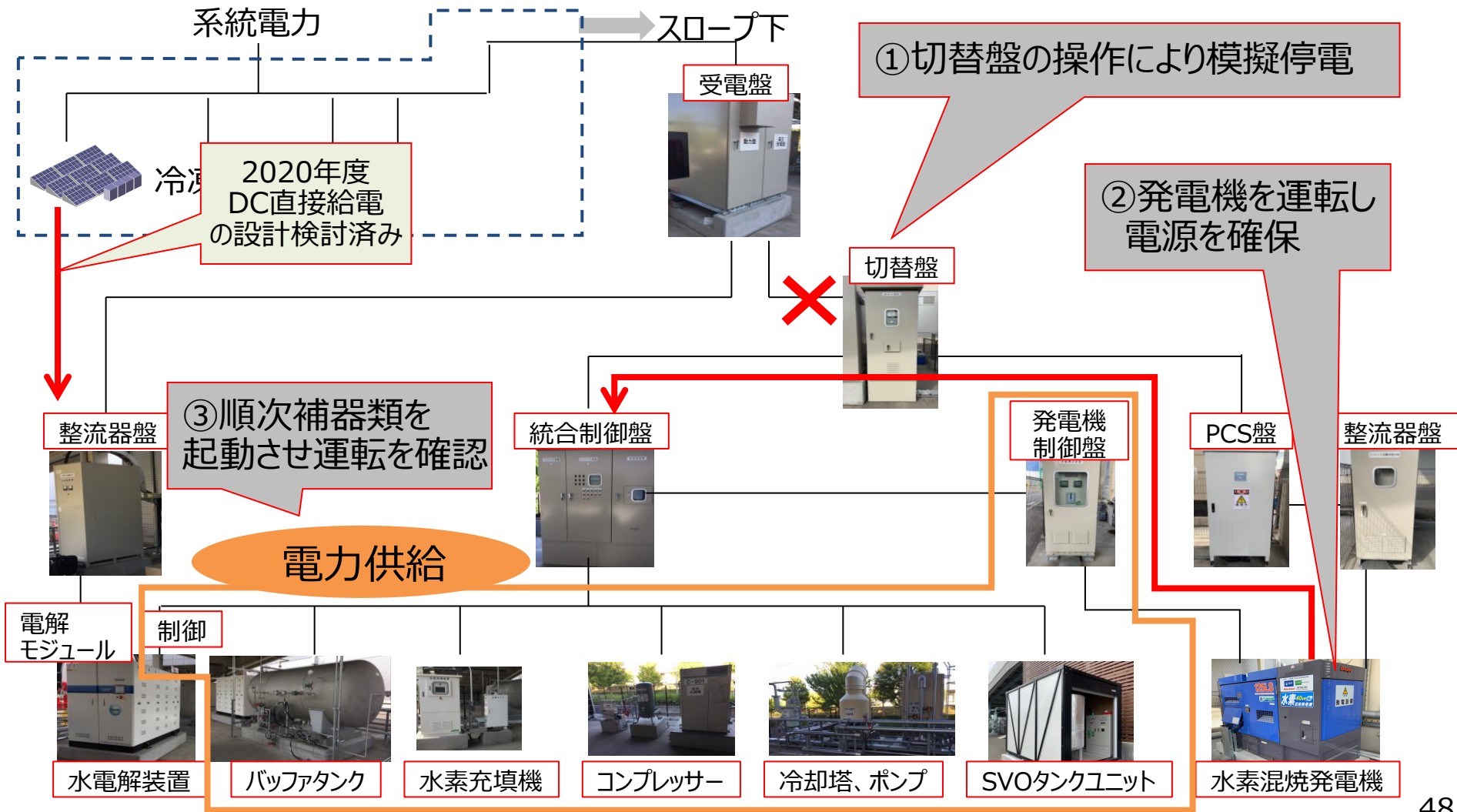
切替盤を設置し、試験的に模擬的な停電状態で水素製造設備の運転が可能な電気設備を構築



### 3.2.6 BCPモードでの試験方法

#### BCPモード試験内容

- ①切替盤の操作により模擬停電
- ②発電機を運転し電源を確保
- ③順次補器類を起動させ運転を確認



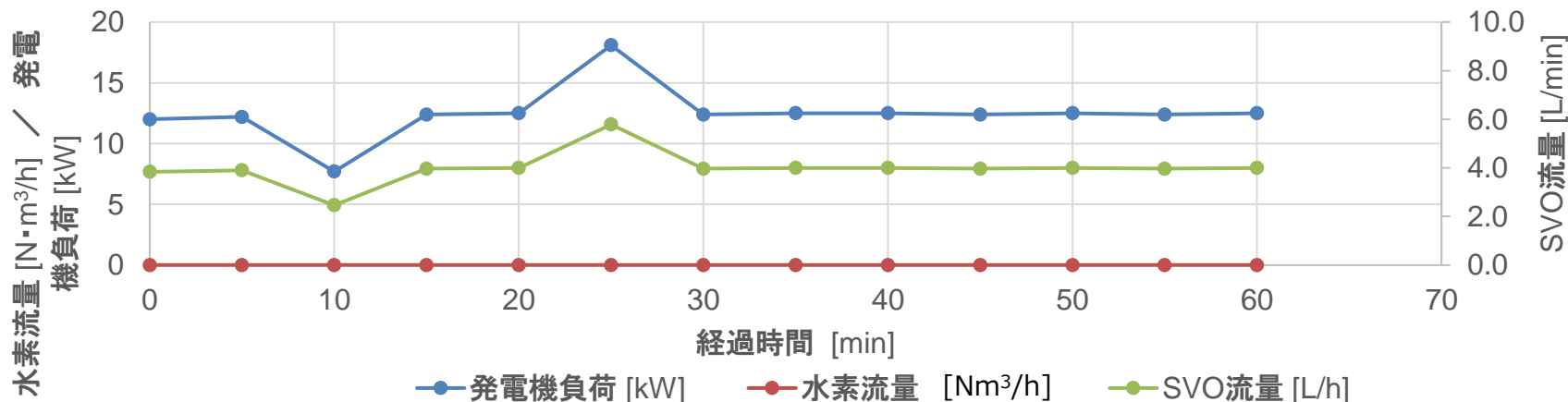


### 3.2.7 水素混焼発電機を用いたBCPモード運転結果

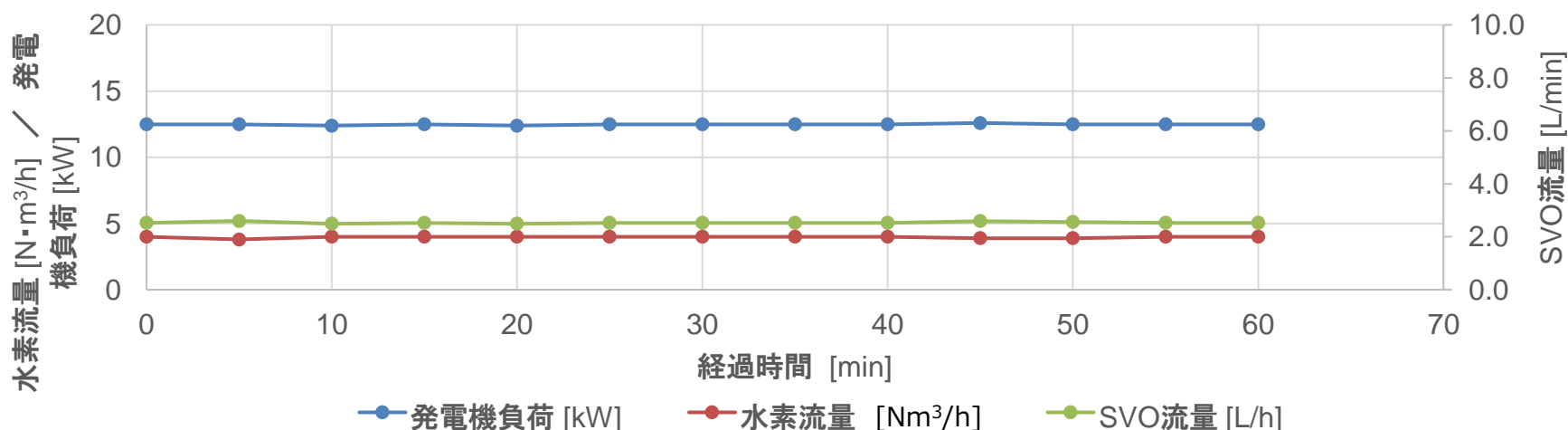
系統から切り離れた状態で試験を実施。補機類の運転を実証

試験条件：系統電源をOFFにした状態でスタート。補機：冷却水ポンプ、冷却塔、冷水ポンプ、制御電源

BCP運転状況(水素混焼無:水素混焼率0%)



BCP運転状況(水素混焼あり:水素混焼率約30%)



# Contents

---

1. 背景
2. 実証事業の概要
3. 実証内容の説明
  - 3-1. 2017年度～2019年度の取り組み
  - 3-2. 2020年度～2021年度の取り組み
4. 普及啓発活動の内容
5. まとめ

## 4.1.1 開始式の実施

- ・2018年8月3日の開始式  
参加者：100名（マスコミ除く）  
メディア：記者13名、カメラクルー5名



### <ご出席者>

ご氏名	役職
高橋 康夫 様	環境省地球環境審議官
土井 亨 様	復興副大臣
伊藤 信太郎 様	衆議院議員
村井 嘉浩 様	宮城県知事

開始式当日は、配送、利用先のライブ映像を配信

## 4.1.2 みやぎ水素エネルギーシンポジウム in 富谷

- ・2018年9月5日 みやぎ水素エネルギーシンポジウム in富谷  
参加者：約150名

### みやぎ水素エネルギー シンポジウム in 富谷

県では、水素を新しいエネルギー源として、日常生活や産業活動で利用する「水素社会」の実現に向けた取組を推進しています。富谷市においても、水素エネルギーを活用した実証事業が開始されるなど、様々な取組が広がっています。

そのような中、県民の皆さまに水素エネルギーへの理解をさらに深めていただくため、シンポジウムを開催します。

二部構成の第一部では、水素を燃料電池自動車に充填するための水素ステーション整備に向けた取組みや再生可能エネルギー由来水素利活用取組、富谷市が行う水素実証事業に関する講演を行い、第二部では、会場を移動して富谷市水素実証事業施設の見学を行います。

【第一部、第二部ともに事前申込みが必要です。詳細は裏面を御覧ください。】

宮城県ホームページ：<http://www.pref.miyagi.jp/site/miyagi-hyenergy/>】

日時／ 平成30年9月5日(水)

13:00～16:00 (開場 12:00)

会場／ けやき坂彩桜邸シーズンズテラスほか  
(富谷市上桜木2-3-2)

入場  
無料

<シンポジウム当日のスケジュール>

【第一部】

(1)開会挨拶

宮城県副知事 河端 章好

(2)基調講演

「FCV普及に向けた水素ステーション整備の加速」

講師：日本水素ステーションネットワーク合同会社 社長 菅原 英喜 様

(3)講演

「東芝の水素社会実現に向けた取り組みについて」

講師：東芝エネルギーシステムズ株式会社

次世代エネルギー事業開発プロジェクトチーム長 大田 裕之 様

(4)講演

「水素社会に向けた日立の取り組みについて」

講師：株式会社日立製作所 産業・流通ビジネスユニット

ソリューション&サービス事業部

産業ユーティリティソリューション本部

担当本部長兼水素事業推進センタ長 後藤田 龍介 様

(5)県事業紹介

宮城県再生可能エネルギー室

(6)閉会挨拶

富谷市長 若生 裕俊

【第二部】

1)FCバス試乗


2)富谷市低炭素水素サプライチェーン実証事業施設見学

講演 (株式会社日立製作所 後藤田様) 閉会挨拶 (富谷市 若生市長様)



## 4.1.3 啓発活動

### (1) 2019年12月13日～14日 未来・水素エネルギーフォーラム in 富谷

 共同主催：富谷市、株式会社リバナス

未来・水素エネルギーフォーラム  
in 富谷

2019年  
12月13日(金)14日(土)  
宮城県富谷市 成田公民館 〒981-3341 宮城県富谷市成田1丁目1-1

実施概要

超異分野学会 富谷フォーラム	サイエンスキャッスル 2019東北大会	産業展・親子フェスタ
実証試験創出	人材育成	啓発活動
水素エネルギーの社会実装を 加速するため 異分野の視点を取り入れ 新たな実証試験の立ち上げ にむけた議論を展開	未来の水素エネルギー利用の 主役になる中高生が 技術の利活用について考え 研究に興味を持つ機会を創出	一般市民が水素エネルギー を身近に感じ 興味を持つための 体験を提供
企業 研究者 ベンチャー	中高生研究者	一般市民

### (2) 2019年8月 富谷市内FCバス試乗体験



- (1) FCバス試乗体験 (8/10)  
⇒市民を対象としたFCバス試乗体験
- (2) FCバス試乗体験＋  
親子ふれあいイベント(8/11)  
⇒市民を対象としたFCバス試乗体験
- (3) FCバス展示・外部給電器活用(8/24)  
⇒ FCバスの車内乗車および機能説明  
外部給電器活用



## 4.1.4 啓発活動

### 【主な市民啓発】

期 日	内 容	備 考
H29. 12. 20	職員向け内部研修	講演, F C V 試乗会
H30. 3. 18	富谷市水素セミナー	基調講演, F C V 試乗会, パネル展示
H30. 9. 1~ 4	F Cバス展示・試乗会	宮城県との運行協定により実施
H30. 9. 5	みやぎ水素エネルギーシンポジウムin富谷	宮城県との共催
R 1. 8. 10	F Cバス体験試乗会	
R 1. 8. 11	水素実験教室& F Cバス試乗会	
R 1. 8. 24	F Cバス展示・給電デモ	アースデー開催告知
R 1. 12. 13~14	未来・水素エネルギーフォーラムin富谷	超異分野学会, サイエンスキャッスル ほか



【イベント時 F C V からの給電】



【F Cバスの風景】



【水素フォーラム風景】



## 4.1.5 啓発活動

### 【主な事例発表】

期 日	内 容	備 考
H29. 12. 18	事例発表	岩手県第1回水素利活用の勉強会
H30. 6. 13	事例発表	「ダメだっちゃ温暖化」宮城県民会議
H30. 11. 7	事例発表	プラチナ水素活用WG
R 1. 11. 5	第7回プラチナ大賞 最終審査発表	プラチナ大賞運営委員会
R 1. 11. 5	事例発表	東北大学
R 1. 11. 6	事例発表	サイエンスアングラ in 仙台2019



【第7回プラチナ大賞表彰式】



【第7回プラチナ大賞表彰式】



## 4.1.6 視察対応状況

### 【視察状況】

平成30年度視察状況（2018年4月から2019年3月）

⇒視察者：27団体、169名

平成31年度視察状況（2019年4月から2020年3月）

⇒視察者：29団体、171名

令和2年度視察状況（2020年4月から2021年3月）

⇒視察者：11団体、52名

令和3年度（今年度）視察状況（2021年4月から2021年8月）

⇒視察者：6団体、25名

平成30年度からの累計（2018年4月から2021年8月）

⇒視察者：73団体、417名

# Contents

---

1. 背景
2. 実証事業の概要
3. 実証内容の説明
  - 3-1. 2017年度～2019年度の取り組み
  - 3-2. 2020年度～2021年度の取り組み
4. 普及啓発活動の内容
5. まとめ

# まとめ

・環境省の委託事業である富谷市水素サプライチェーン実証事業において、実運用を実施し、さらに将来普及展開に向けての評価を実施し、以下の知見を得た。

1. 水素サプライチェーンの実証設備を構築し、民生向けに水素を配送するサプライチェーンについて実際に運転を行い、水素サプライチェーンの実証を行った。
2. 実証運転データを用いて、各設備の効率などを評価した。また、取得したデータをもとに設備の運用方法を検討し、最適化運用制御システムのゼネラルフローチャートを構築した。
3. 純水素燃料電池を活用し、CO<sub>2</sub>排出削減量を評価した結果、目標値である0.8 t-CO<sub>2</sub>/（年・軒）を達成する見通しを得た。
4. BCPに対応した水素サプライチェーンの強靱化を目的に、水素混焼発電機を追設し、実証試験を開始した。