

始動するGX！  
やまなしから始まる水素エネルギー社会

2023年10月20日  
山梨県企業局新エネルギーシステム推進室



## ● 山紫水明

東京から150km  
自然豊かで、美しい「山梨」



米倉山電力貯蔵技術研究サイト



山梨県企業局は、企業会計による独立採算の公営企業です。

## \* 温泉事業



石和温泉において全長12kmの送湯管を用いた温泉供給事業

## \* 地域振興事業



ゴルフ場、レストラン、キャンプ場の「丘の公園」

## \* 電気事業



水力発電を中核とした再生可能エネルギーによる発電事業



## 山梨県の電気事業

# 再生可能エネルギー電力を供給する事業

- **発電設備の概要**

- ✓ 水力発電 28箇所
- ✓ 太陽光発電 5箇所

- **事業規模**

収益54.3億 費用44.4億 純利益9.9億(2020)

- ✓ 水力発電 12.1万kW (約5億kWh/年)
- ✓ 太陽光発電 1,138kW

- **クリーンエネルギー拡大のための事業を推進**

- ✓ グリーンイノベーション推進事業





## 電気事業

### 地域文化振興および環境保全への貢献

#### 1. 地域文化振興への貢献（絵画購入など）



ミレーの絵画（種をまく人、落ち穂拾い等6作品）→国内外から多数が来館（年間40万人、累計1,300万人）

#### 2. 環境保全への貢献

- **グリーンイノベーションの推進**
- 一般会計への繰り出し
- 森林整備負担金の交付

# 山梨県におけるクリーンエネルギーへのコミットとファクト

2022年

次世代エネルギーシステム研究開発ビレッジ開館

FC-CUBICや、世界最先端の水素エネルギー等に関する研究開発を集積

2016年

P2Gシステム技術開発を開始

2021年6月 2.3MWPEM形P2Gシステム実証試験を開始

2014年

電力貯蔵技術研究サイトを開設

超電導フライホイール蓄電システム/ハイブリッド水素電池システムなど

2011年

米倉山太陽光発電所(10MW)発電開始

啓発施設ゆめソーラー館やまなし 開館

電力貯蔵技術の研究開発開始

1957年～

電気事業開始

28か所の県営水力発電所

最大出力: 121 MW (5億 kWh)





## ● グリーンイノベーション推進事業（2010～）

### ➤ 県政運営の基本方針

- 自立・分散型エネルギー社会の構築

### ➤ 電気事業の技術力と恵まれた自然環境を活かし、再生可能エネルギーを拡大

米倉山太陽光発電所及びPR施設「ゆめソーラー館やまなし」

- 環境学習の場の提供、次世代エネルギーに関する情報発信

再生可能エネルギーの安定利用の推進

- 電力貯蔵技術の研究開発

小水力発電の普及推進、一般水力発電所の開発

- やまなし小水力ファスト10



## 米倉山発展の10年

10年間でプロジェクト総額340億円を達成し、今後10年はさらなる飛躍を目指す

### 米倉山研究開発

2023年5月  
2023年5月  
2023年3月  
2022年8月  
2022年2月  
2021年12月  
2021年8月  
2021年6月  
2021年3月  
2020年  
2018年5月  
2018年3月  
  
2017年12月  
2016年11月  
2016年度  
2015年度  
2014年9月  
2012年1月  
2011年12月  
  
2011年6月  
2009年1月

- ・グリーン水素発行開始、東京都との連携協定に基づく水素供給
- ・100年ソーラー山梨への共同出資 山梨中央銀行、三菱UFJ信託、ヒラソル、山梨県
- ・Nesrad FC-Cubic事業開始 8つの新規プロジェクト開始
- ・国内初グリーン水素の販売事業開始-巴商会共同事業
- ・やまなしハイドロジェンカンパニー設立（山梨、東電、東レ）
- ・地域モデル事業採択（UCC、巴商会、大成建設、東電EP）
- ・グリーンイノベーション基金事業採択（東電、東レ、HITZ、シーメンスエナジー、加地テック、三浦工業）
- ・P2Gシステム試運転開始
- ・電気化学式水素昇圧機運転開始 加地テック、タツノ
- ・MW級充放電試験設備建設開始
- ・P2Gシステム 大面積セルスタック評価設備運転開始
- ・JR東日本及び鉄道総研と基本合意書を締結
- ・東京大学、ヒラソルエナジーとIoTを活用した太陽光発電の計測に関する協定
- ・水素技術センター（HySUT）開所
- ・東レ、東京電力、東光高岳とP2Gシステムの技術開発に関する協定締結
- ・ハイブリッド水素電池システム実証開始（電力貯蔵技術研究サイト）
- ・超電導フライホイール蓄電システム実証試験開始（電力貯蔵技術研究サイト）
- ・米倉山実証試験用太陽光発電所（1MW）発電開始（電力貯蔵技術研究サイト）
- ・米倉山太陽光発電所営業運転開始、PR施設「ゆめソーラー館やまなし」開館
- ・山梨大学、神鋼環境ソリューション、パナソニックと  
水電解及び純水素燃料電池に関する協定等締結
- ・鉄道総研と超電導等を用いた電力貯蔵技術の研究に関する協定締結
- ・東京電力(株)と米倉山メガソーラー発電計画について合意



# 電力貯蔵技術研究サイト鳥瞰図



富士山 3,776m

米倉山 380m



米倉山電力貯蔵技術研究サイト  
Komekurayama P2G Demo Site

Nesrad

水素出荷設備

HySUT 水素技術センター

電気化学式昇圧機

電力貯蔵技術試験用  
PV1MW

P2G 実証棟

蓄電システム実証棟

TEPCO やまなしJV  
PV 10MW





## 電力貯蔵技術研究サイトのコンセプト

	ゆめソーラー館やまなし	電力貯蔵技術研究サイト
イナーシャ、周波数 短周期蓄電	電気二重層コンデンサ	超電導フライホイール蓄電システム
電圧、ピークシフト 中周期蓄電	リチウムイオン電池	ハイブリッド水素電池システム
電力量 長周期蓄電	クリーンエネルギー水電解 純水素型燃料電池	Power to Gasシステム技術開発



# 短周期蓄電システム（イナーシャ、周波数） 超電導フライホイール蓄電システム



1. 事業期間 2012～2016
2. 最大出力 300kW
3. 特徴
  - 超電導磁気軸受を採用
  - 物理エネルギーを使った蓄電のため極めて高いサイクル充放電耐久性を持つ
  - 蓄電量の把握が正確かつ容易
  - 充放電効率が高い



# 短中周期蓄電システム（イナーシャ、周波数、電力） ハイブリッド水素蓄電システム



## 300kW プロトタイプ実証

1. 事業期間 2015～
2. 最大出力 300kW
3. 特徴
  - 繰り返し充放電に高い耐久性を持つ
  - 2016年11月25日から実証開始



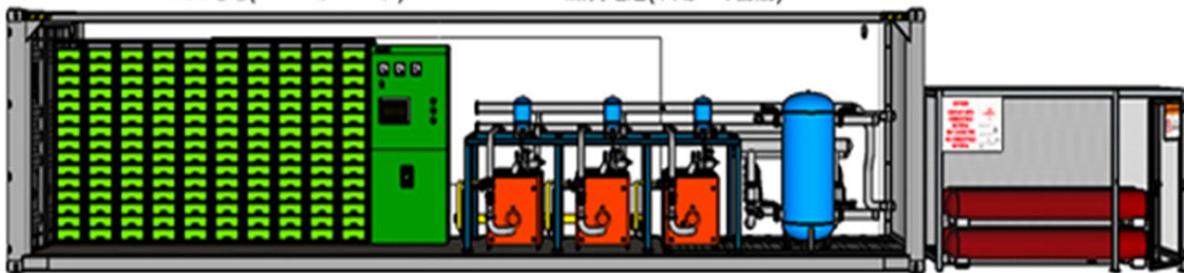
## グローバルスタンダードMW級充放電設備の構築

1. 事業期間 2020～
2. 事業形態 自主事業
3. 最大出力 1000kW
4. 特徴
  - グローバルな調整力市場向けメガワット級電池システムの評価

1MW パワー型蓄電池・燃料電池ハイブリッドシステム

パワー型蓄電池(100m秒~60秒)

燃料電池(60秒~3日間)



## ゼロエミッション東京の実現に向けた技術開発支援事業

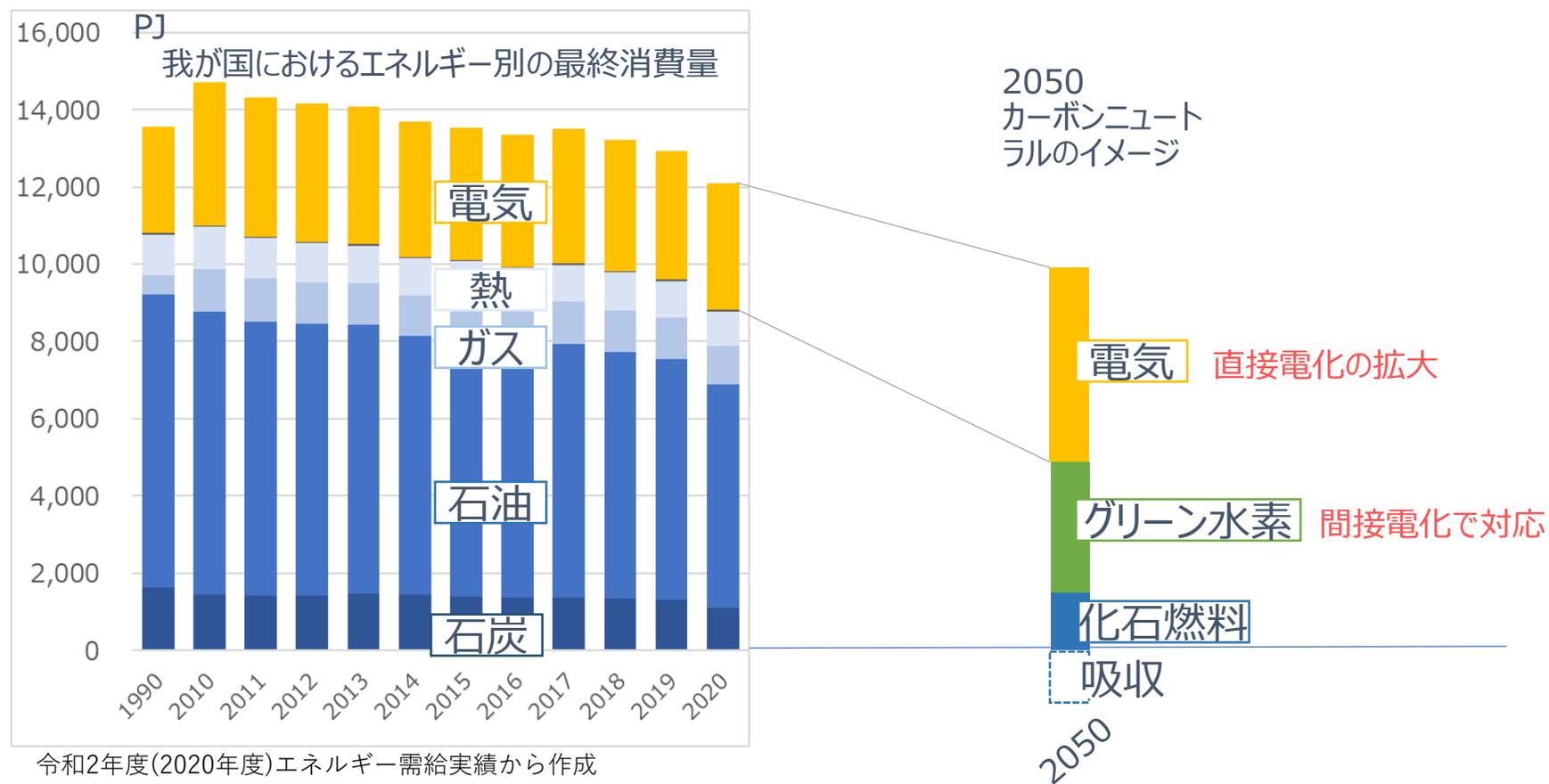
送配電網における調整力の確保、大規模電力需要家におけるカーボンニュートラルなバックアップ電源の確保という2つの課題の同時解決に向け、MW級のパワー型蓄電池と燃料電池のハイブリッドシステムの技術開発を加速する。



# 適材適所の需給構造

## 需給構造のトランジションポイント

- ✓ 電力をそのまま使う直接電化
- ✓ グリーン水素による間接電化

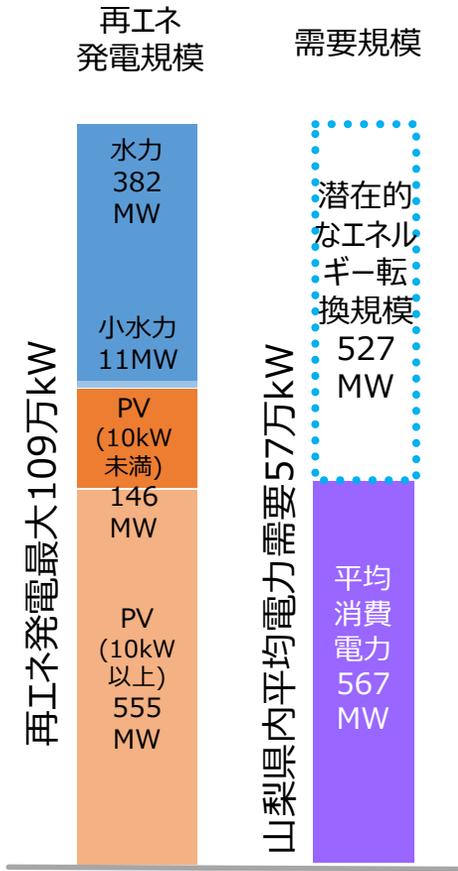
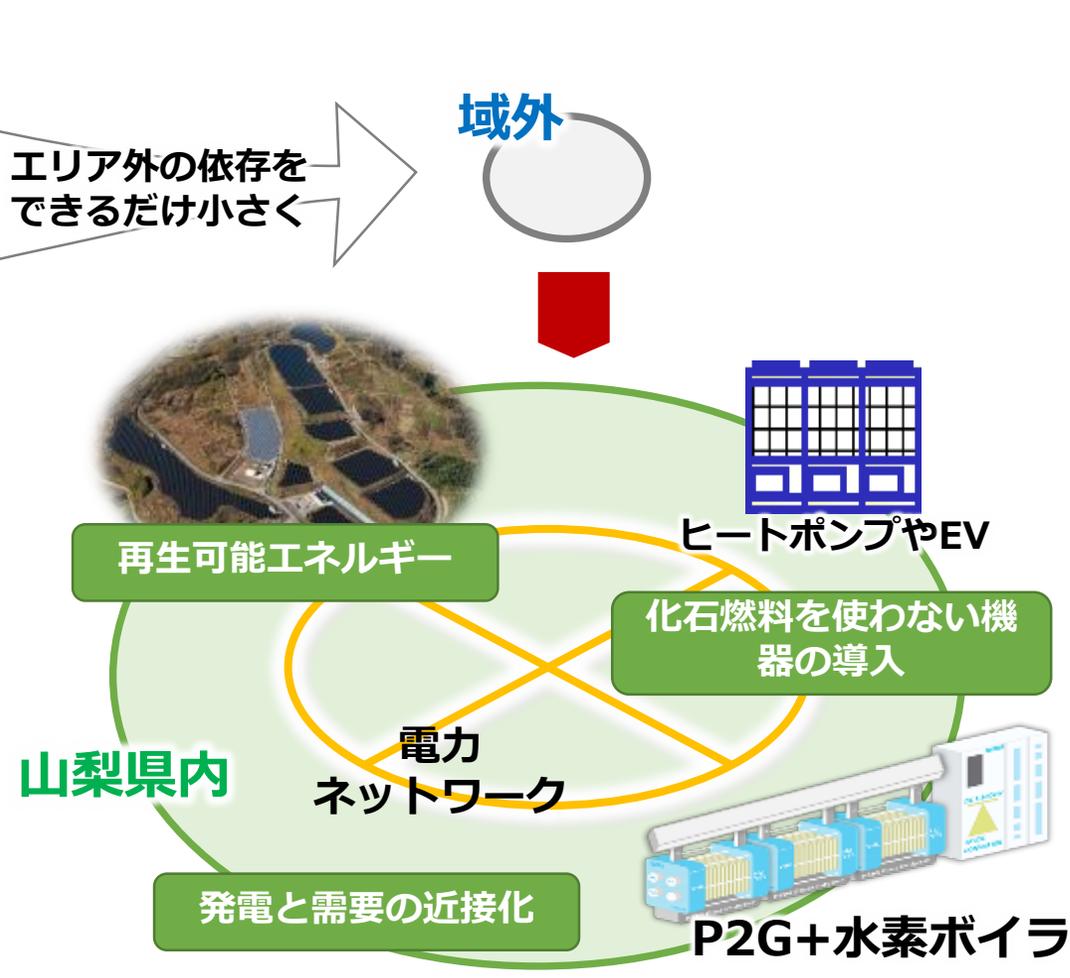
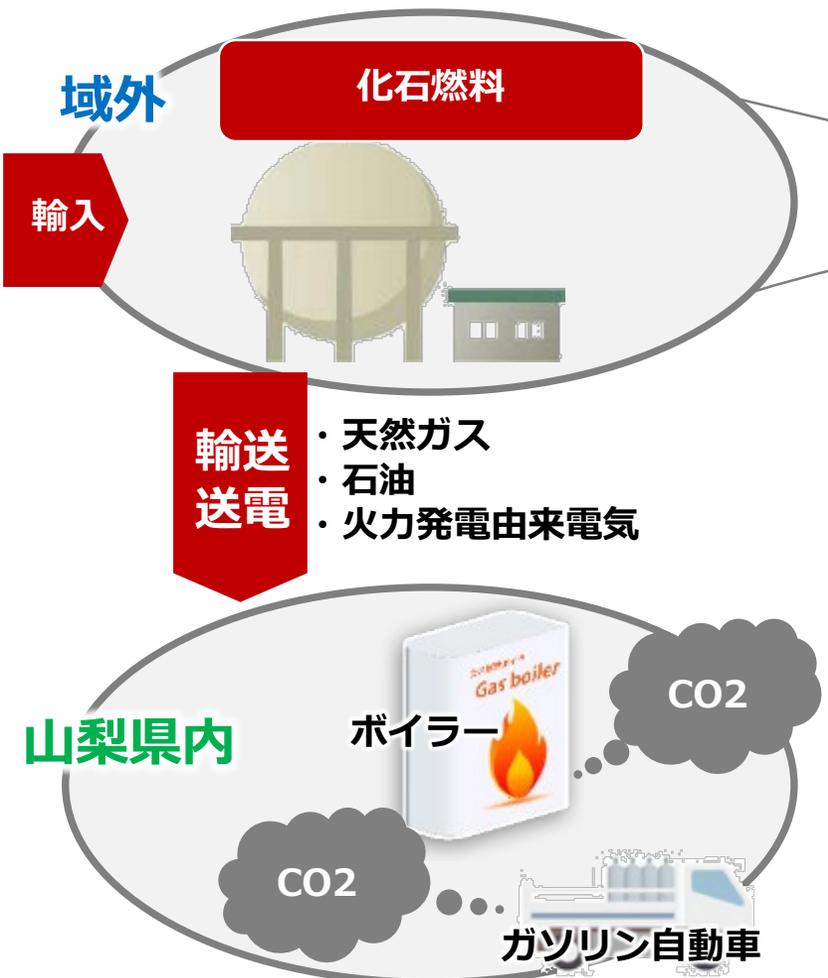


# トランジションをローカルエリアの視点で考察。 再エネ電力で地域のエネルギーを賄う需給構造へ移行し地方創生

これまで：化石燃料モデル

これから：地域でのCO2フリーモデル

山梨県内の再エネ発電  
と電力需要の現況

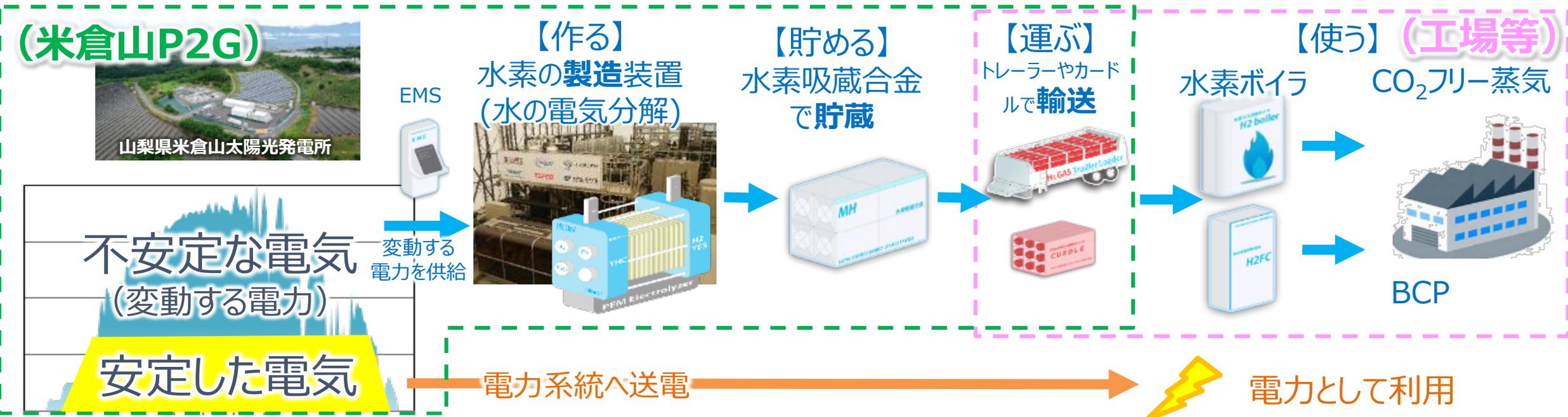




# 第3に、実践！再エネ水素を製造し、実社会の工場での熱利用を実施



「安定した電気」は「電力」として利用、「変動する電力」で水素を製造といった、使い分けが重要。





甲斐駒ヶ岳 2,966m

八ヶ岳 2899m

キッツ  
KITZ  
41km Away

Hydrogen Use

山梨県庁 Yamanashi Pref Office  
甲府駅 KOFU Station

日立パワーデバイス  
Hitachi Power Semiconductor Device  
6km Away

Hydrogen Use

リニア駅(2027)  
Linear station

スーパー オギノ  
10km Away

Hydrogen Use

古墳  
mounds

米倉山電力貯蔵技術研究サイト  
Komekurayama P2G Demo Site

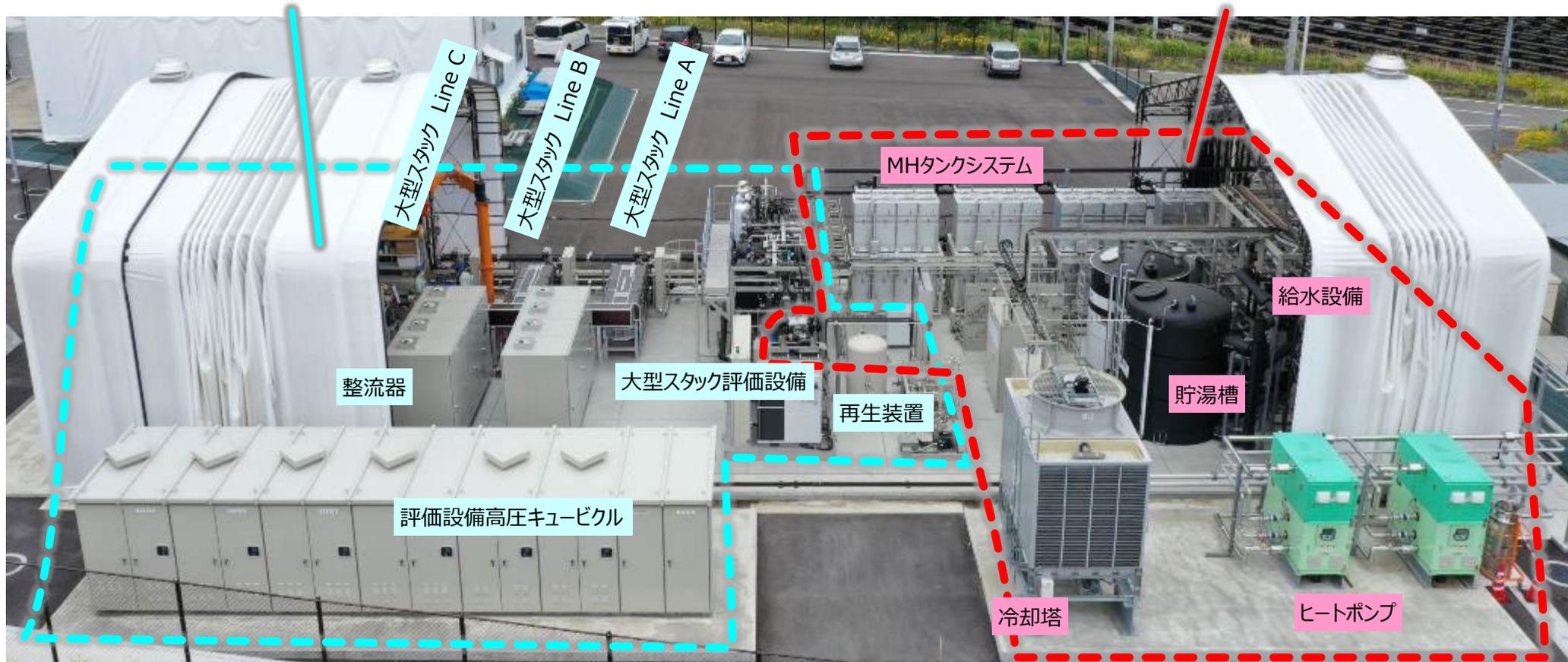
Hydrogen Production

# CO2フリーの水素社会構築を目指したP2Gシステム技術開発状況

## 大型スタック評価設備 全景

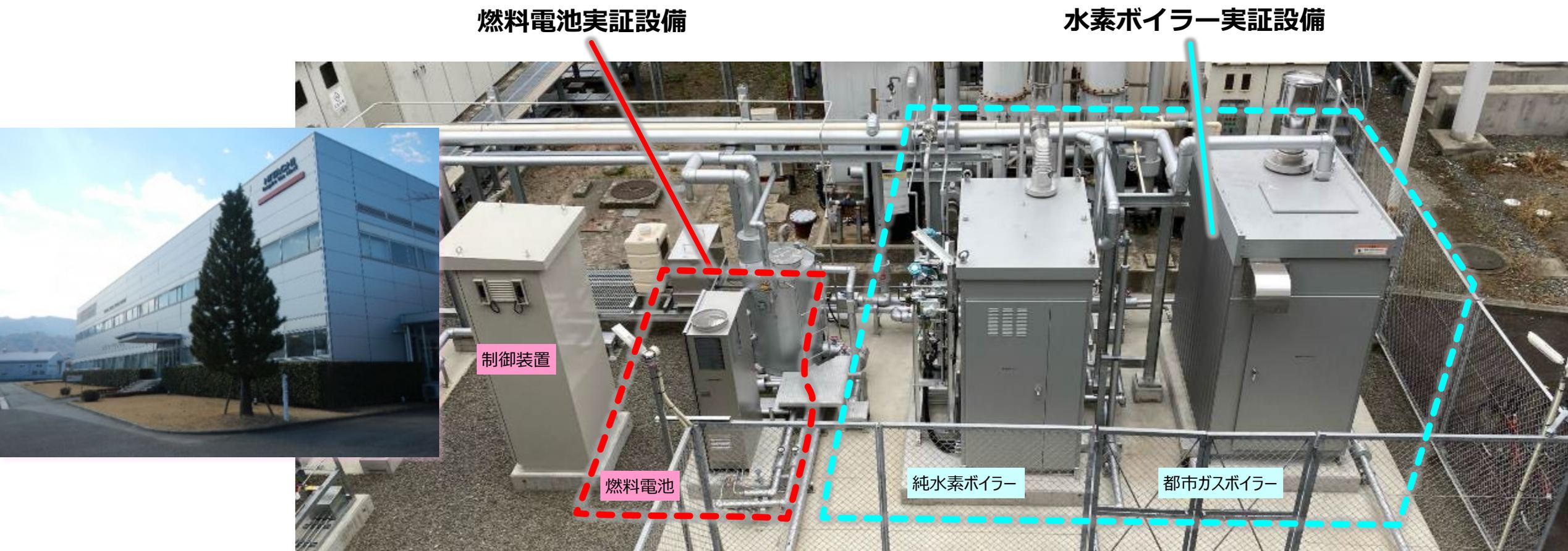
大型スタック評価設備ゾーン

統合型熱コントロールシステムゾーン



# CO2フリーの水素社会構築を目指したP2Gシステム技術開発状況

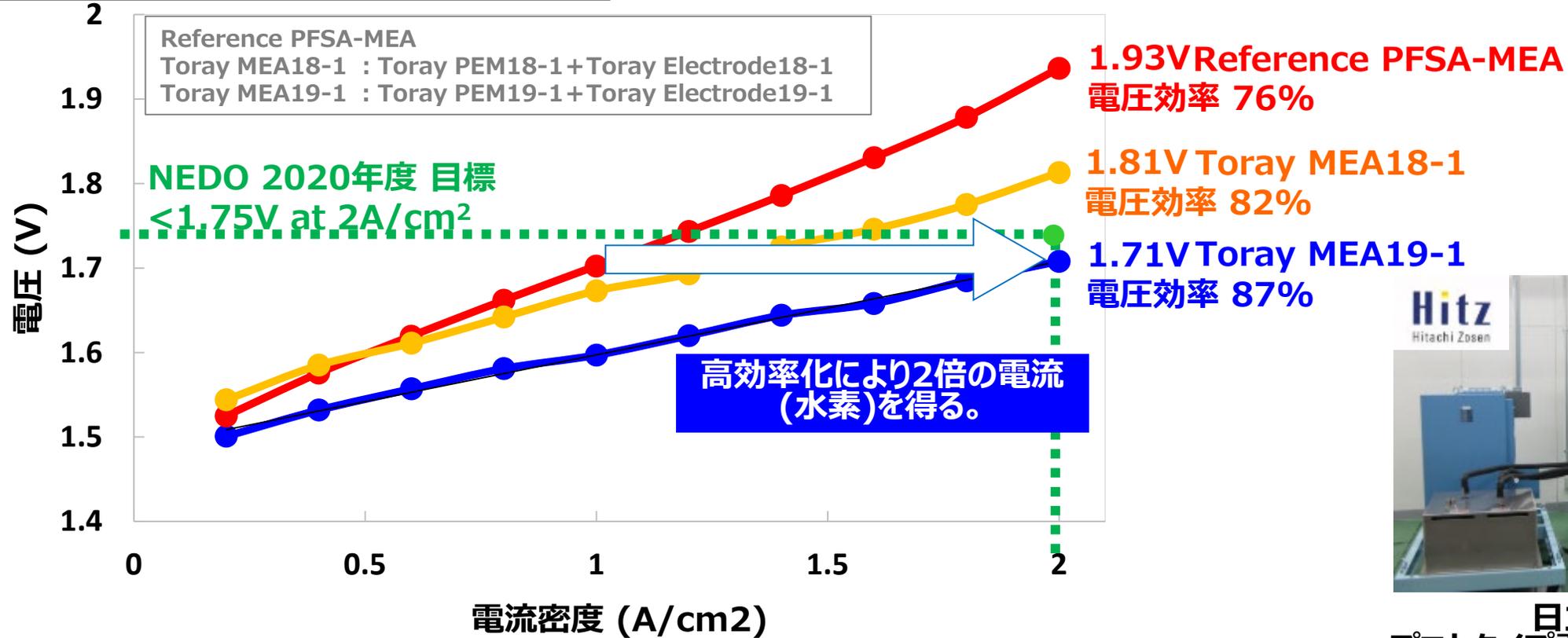
## 日立パワーデバイス様 構内実証設備





# 東レの独自技術の電解質膜 低ガス透過を維持しつつ大幅な高効率化可能な電解材料に目処

## プロトタイプ電解槽による性能



日立造船  
プロトタイプ電解槽 in Toray



# CO2フリーの水素社会構築を目指したP2Gシステム技術開発状況 固体高分子形(PEM形)水電解装置のステップアップ

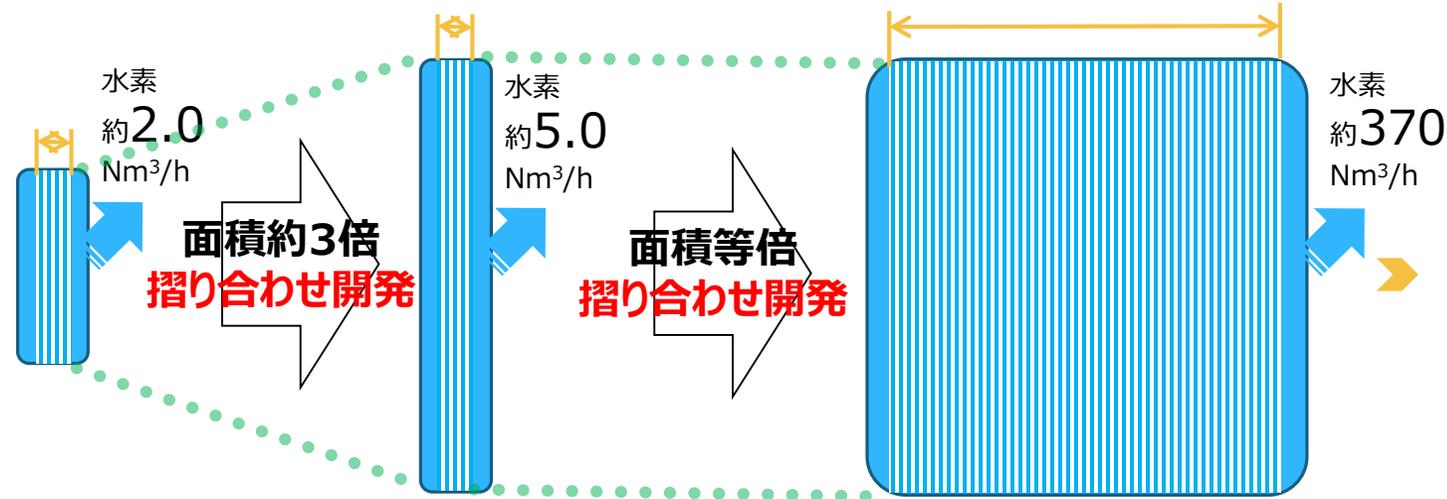
✓ メーカーと一体となった摺り合わせの技術開発により当初の目的の効率を達成

2018年度～

電圧 = 10V以下  
(数セル)

2020年度～

電圧 = 約210V  
フルスタック×3

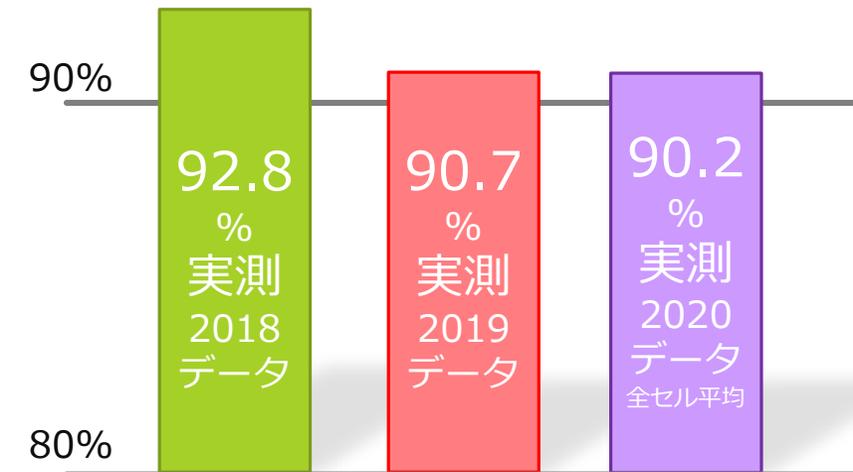


10kW  
スタック

25kW  
ショートスタック

1.5MW (MAX2.3MW)  
スタック

## 電解電圧効率



東レ開発MEA18-1

東レ  
10kW

米倉山  
25kW

米倉山  
1.5MW

# 我が国で初めてのPower to Gasの専門企業を設立



**TORAY**  
Innovation by Chemistry

**TEPCO**

**YHC**

Yamanashi Hydrogen Company, Inc.

事業戦略ビジョンに則り  
2022年2月に設立  
資本金2億円  
山梨県50%,東電25%,東レ25%

## 解決すべき課題(事業目標)

### 産業分野におけるカーボンニュートラル

- ✓ 電化が難しい領域における化石燃料からのエネルギー転換

● グリーンイノベーション基金事業 (2021~25年度)  
Green Innovation Funding Program

● 地域モデル構築技術開発 (2021~25年度)  
Local Model P2G system Technology Development

# 需要規模と電力網のレギュレーションのポイントを掴み標準化

GI基金事業

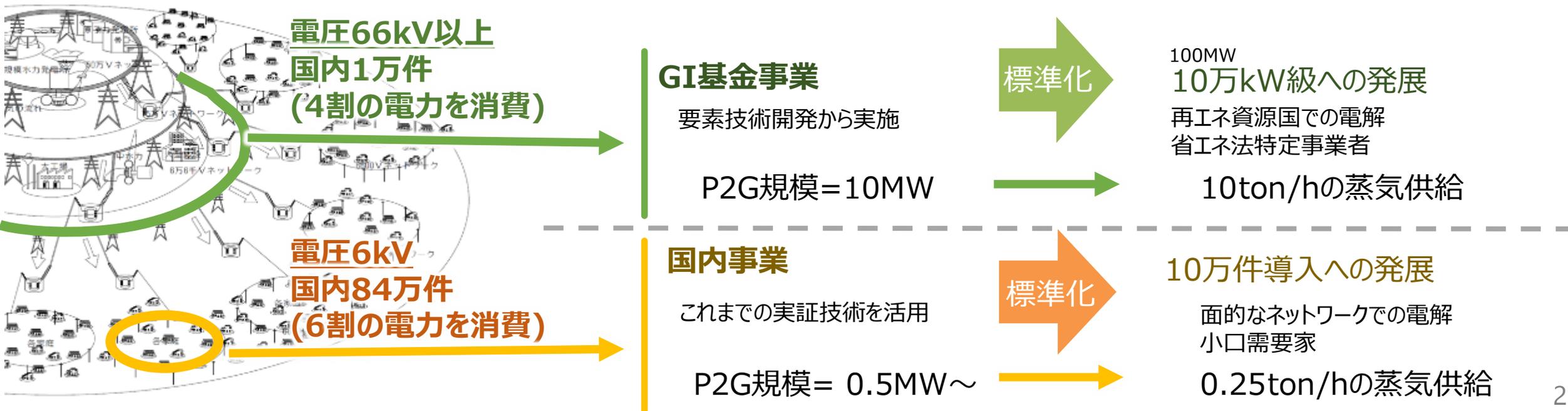
- 大規模需要家の熱需要の転換を10MW級でモデル化し、100MW規模へのスケラブルなモジュール技術を得る。

国内事業

- 配電線向けソリューションとして、小規模パッケージモデルを構築し、国内市場へ幅広く普及させる。

海外事業

- 再エネが拡大する地域に直接・間接電化の複合システムを提案し、将来の燃料輸入につなげる。



1万6000kW！ PEM P2Gシステム によるグリーン水素実証サイトを発表！

# サントリー天然水 南アルプス白州工場 サントリー白州蒸溜所

山梨県北杜市

© 2014 Hokuto City

グリーンイノベーション基金事業

エネルギーのトランジションを切り開くコンソーシアムメンバー



SUNTORY



TEPCO

TORAY  
Innovation by Chemistry



Hitz 日立造船株式会社  
Hitachi Zosen

SIEMENS  
energy

MiURA



nichicon

# 脱炭素のグランドマスター工場！

## UCC 国内珈琲焙煎所 大成ユーレック川越工場

焙煎炉やコンクリート養生炉など新ジャンルの水素利用技術の確立



**UCC**  
ひと粒と、世界に、愛を



地図に残る仕事。®



**TEPCO**

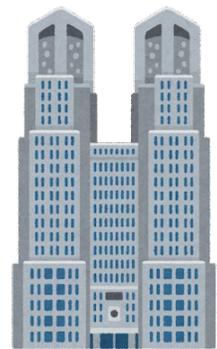


**'TORAY'**  
Innovation by Chemistry



# 東京都とのアライアンス！ グリーン水素の活用促進

- やまなしグリーン水素の利用やグリーン水素の技術開発の促進



# 福島県田村市



# 福島県との先進自治体間連携による水素社会実証を開始



- 福島と山梨にて実施してきた大規模電解。
- イノベーションコースト構想に貢献すべく山梨で成長した電解技術を自然豊かな福島県に導入
- 新しい水素のロジシステムにも挑戦

# 東京都とのアライアンスに基づく グリーン水素の利用実証 2023.5.25

- ✓ 「グリーン水素の活用促進に関する基本合意書」に基づく、山梨県産グリーン水素利用の第1号として、東京ビッグサイトに設置した燃料電池において利用を開始。
- ✓ 証書の第1号が、長崎県知事から小池都知事に手渡された。





## 業界初の グリーンガラスを半導体を利用

独自技術！先端の純水素&純酸素バーナー



グリーン酸素

グリーン水素

O<sub>2</sub>

H<sub>2</sub>

イノベーションコーストに貢献！  
福島県田村市に実証拠点  
電力・燃料の脱炭素化を目指す！



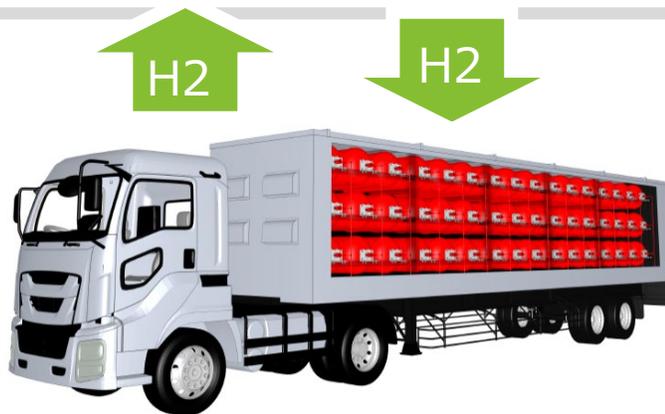
ふくしまから実現する



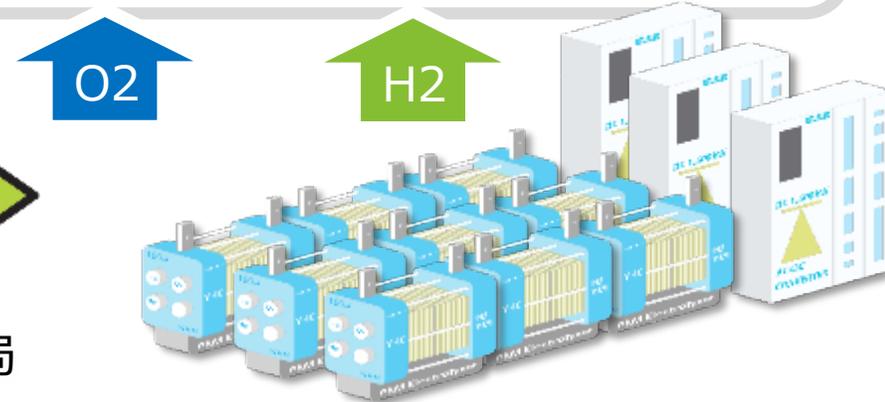
## グリーン水素の新しいサプライチェーン



山梨実証の基盤技術  
を福島で大規模実装



山梨県企業局



### 貯める「こと」・運ぶ「こと」・使う「こと」

### 3つの「こと」をひとつに統合！双方向の新水素流通

### 日本最大級のPEM電解

山梨の電力貯蔵技術研究サイトを発展

# 我が国の先進技術による熱供給 インドハリヤナ州



マルチスズキより

# 地熱発電によるインドネシアでの P2Gシステム実証



<https://www2.pertamina.com/>

- 水素とヒートポンプを組み合わせた、再エネによる新たな熱供給システムをマルチスズキのマネサール工場で実践
- インド初の10MW級電解導入を日本技術で。

- NEDO「地熱発電の余剰電力・排熱を活用した低廉かつ事業性のある水素製造・運搬を実現するための水素技術等実証研究」として採択され、YHCとしても参画を目指す。



**TEPCO**  
水素・アンモニア製造設備設計開発  
輸送・貯蔵システム設計開発  
(山梨県における実証事業ノウハウの活用)  
インドネシア国外の顧客開発

**PERTAMINA**  
現地における地熱発電所の地点調査  
設備建設、現地運転  
(既設設備運用ノウハウ、現地拠点の活用)  
インドネシア国内の顧客開発



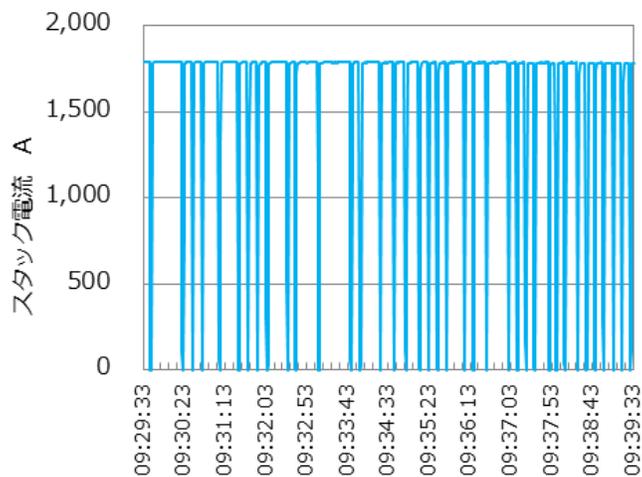
**インドネシアにおけるグリーン水素・グリーンアンモニア開発の事業化**  
地熱発電を用いた水素・アンモニア製造（電源選定、水素製造場所候補地選定）、  
サプライチェーン構築（輸送・貯蔵システム設計開発）、  
事業性評価（市場セグメントの特定・顧客開発）



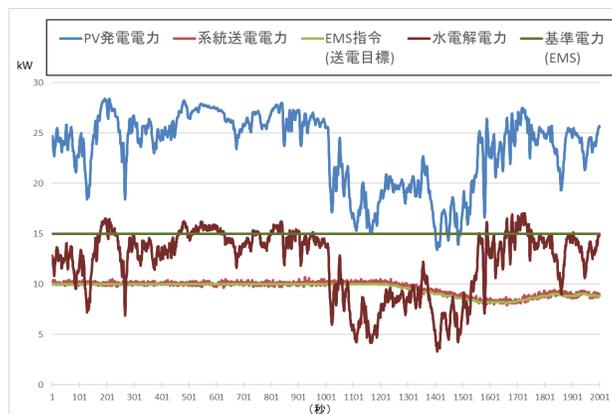
# 電力調整市場向けの取り組み

- PEM形電解は変化に対する応答速度が速い。
- 電力を大きく電力を吸収し、また、急な電力変動には瞬時に対応

### 最大変動瞬時応答連続試験



### 電力系統への安定送電試験



**TEPCO**  
東京電力エナジーパートナー

Energy  
**Pool**  
Smart energy management

 **経済産業省**  
Ministry of Economy, Trade and Industry

  
YAMANASHI

高い基本性能

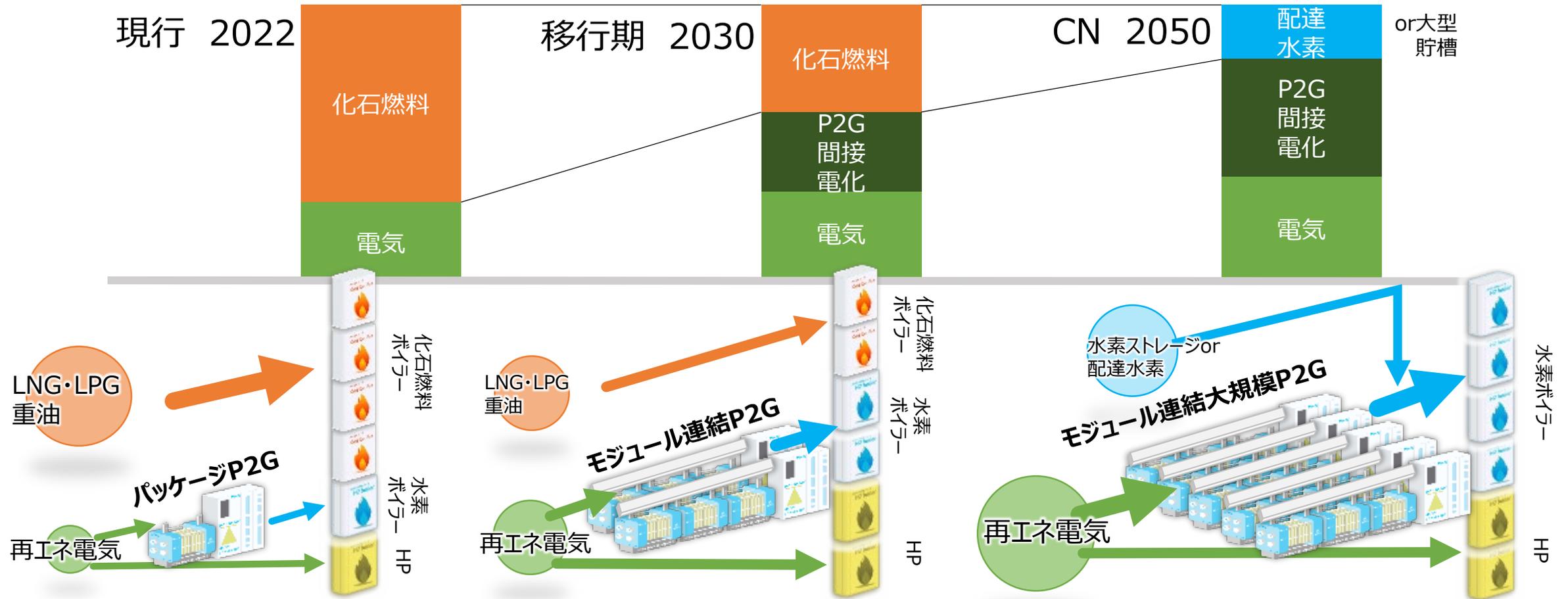


電力網のコントロールに活用



# ある工場の脱炭素化の手順

- まずは、ヒートポンプなど電化機器で再エネを効率的に利用
- つぎに、新技術のP2Gを導入することで熱需要でも再エネを利用
- P2Gは再エネ吸収が目的なので安定供給に課題。その割合が増えるとCNを前にLNG、LPGに代わる配達水素が必要に。





## 先進の取り組み事例



# 1 次世代エネルギーシステム研究開発ビレッジのコンセプト

## 産業の集積は人材の集積から

- 研究開発ビレッジは、個社の技術ではなしえないエネルギーシステムを技術開発し、社会実装を目指すことを目的とし、電力貯蔵技術研究サイトの研究リソースを利用し技術開発プロジェクトを実施する研究機関及び一般企業を入居させる。



協奏

高め合う部分は協調し、また、切磋琢磨で技術を磨く次世代エネルギー研究開発の協奏(共創・競争)の場

新生活様式

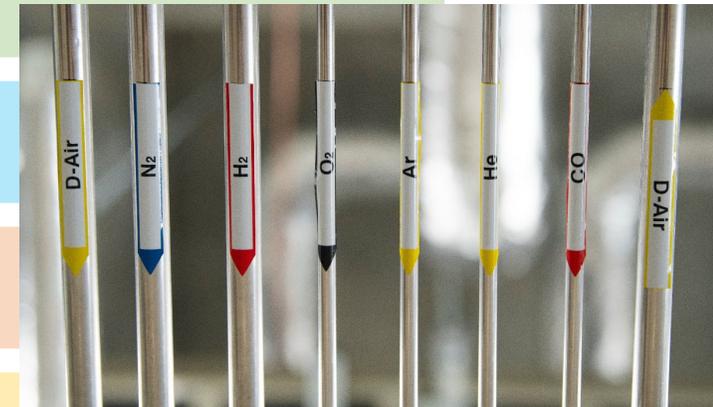
広い空間と、国内外のリモートワークが可能な通信基盤

潤彩

ミーティングによる研究円滑化への「潤い」と多様な技術の開花による「彩り」を得る共有エリア「潤彩エリア」を整備

安心

セキュリティを高め、研究資産の盗難・滅失を防ぐ安心安全の研究環境を提供



## 2 施設イメージ 外観及び新規プロジェクト



水素磁気冷凍液化システム技術開発プロジェクト	携帯電話基地局を活用した次世代エネルギーネットワーク	大規模P2Gシステムによるエネルギー需要転換・利用技術開発	水素を熱源とした脱炭素エネルギーネットワークやまなしモデルの技術開発	IoTを活用した太陽光発電設備の維持管理技術構築事業	電力貯蔵システムグローバルスタンダード適用化設備の構築	DCバス拡張型ミックス電源システム構築による再エネ活用範囲の拡大	化石燃料からのエネルギー転換による産業分野のカーボンニュートラル	固体高分子形燃料電池の基盤技術の研究開発
□ (株)ミラプロ (国研)物質・材料研究機構 (株)前川製作所 山梨県企業局	□ (株)NTTドコモ □ エクセルギー・パワー・システムズ (株) 山梨県企業局	□ 東レ(株) 山梨県企業局	□ (株)巴商会 山梨県企業局	□ ヒラソル・エナジー(株) 山梨県企業局	□ 武蔵エナジーソリューションズ(株) 山梨県企業局	□ エクセルギー・パワー・システムズ(株) 山梨県企業局	□ (株)やまなしハイドロジェンカンパニー 東京電力HD(株) 東レ(株)	□ 技術研究組合FC-Cubic 山梨県企業局



# 広がる米倉山水素の利用 グリーン水素証書の発行

- ✓ 山梨県はグリーン水素による熱のエネルギー転換を後押しするためグリーン水素証書を発行
- ✓ 需要先にグリーン水素の価値付きで水素を供給し、さらに運搬時に排出されるCO<sub>2</sub>をカーボンクレジットでオフセットすることで、製造から運搬までトータルでグリーン化を提供

**「グリーン水素」で環境経営を加速！  
100%自然エネルギーで環境負荷ゼロへ**

グリーン水素 “HyGI” をお届けします

**01 グリーン水素利用の証明**  
グリーン水素へのエネルギー転換プロジェクト「H2-YES」で製造された水素の出荷量に応じて、「グリーン水素証書」が発行されます。証書付きのグリーン水素は巴商會から販売・供給され、燃料の非化石燃料化を推進いたします。

**02 グリーン水素の導入で、運搬時のCO<sub>2</sub>排出も実質ゼロ**  
グリーン水素運搬時に排出されるCO<sub>2</sub>を、巴商會が取り扱う「カーボンクレジット」でオフセット、グリーン水素の製造からお届けまで、トータルでグリーン化を提供いたします。

**03 国内初、グリーン水素で脱炭素化を支援**  
YHC（ヤマナシハイドロジェンカンパニー）と巴商會が、国内初のグリーン水素製造・販売で企業のGX実現に向けた取り組みをサポートいたします。

## グリーン水素証書

次のとおりであることを証明します。

証書番号	GH20000	
製造方法	電気分解	固体高分子形水電解
	使用電力	トラッキング付非化石証書 No. 0000000002402
	グリーン電力割合	100%
生産国	日本	
生産地域	山梨県	
生産場所	米倉山電力貯蔵技術研究所	
販売管理番号	TOME00002(仮)	

2023年 月 日  
山梨県知事  
**長島幸太郎**

**H<sub>2</sub>YES**  
Yamanashi Hydrogen Energy Society

## ■グリーン水素の価値

- ・グリーン水素は100%自然エネルギーの電力（水力・風力・太陽光）を使用して、水を電気分解して造られます
- ・グリーン水素は燃焼時に水のみを生成する究極のクリーンエネルギーです
- ・グリーン水素は燃料の非化石化（自動車、発電分野、ボイラー燃料の代替）
- ・グリーン水素は合成燃料（e-fuel、メタネーション、クリーンアンモニア）の原料としての活用が期待されます

**グリーン水素製造**  
水 + 電 = H<sub>2</sub>

グリーン水素自体に「環境価値」  
グリーンエネルギー利用「CO<sub>2</sub>排出削減に貢献」

「グリーン水素証書」の購入でグリーン水素とみなして使用する権利

■みなしグリーン水素利用  
「グリーン水素証書」を購入すれば既往の産業用水素の物流網に付加することで、全国どこでもグリーン水素を利用することが可能となります。

**■グリーン水素証書の発行**  
グリーン水素の「環境価値」を切り離して「グリーン水素証書」として発行します  
本証書の価値を第三者機関の認証を得て市場で取引できる様グリーン水素の環境価値を構築する取組みです

燃焼時に水のみを生成する極めてクリーンなエネルギーである水素は現在、最も注目されているエネルギーのひとつ。その水素は製造方法によって3つの種類（色）で分けられ、環境負荷量の指標となっています。中でも「グリーン水素」は、水素の製造過程においてもCO<sub>2</sub>を排出しない、ゼロ・エミッションのクリーンエネルギーです。

グリーン水素とは？  
グリーン水素  
ブルー水素  
グレー水素



## 広がる米倉山水素の利用

# 東京オリンピック大会関係車両への供給

- 太陽光の電力で水を電気分解し製造した米倉山産グリーン水素をグリーン水素小規模出荷設備で昇圧し、2022年7月から9月にかけて、2回で、合計約600Nm<sup>3</sup>を、ENEOS東京目黒水素ステーションへ輸送し、利用
- 山梨県とENEOS株式会社は、2050年までに温室効果ガスの排出量をゼロにするカーボンニュートラル社会の実現に向け、グリーン水素の利用拡大や普及啓発に対し、連携して取り組んでいく。



※グリーン水素小規模出荷設備：山梨県が、株式会社加地テック及び東レ株式会社がN E D Oの助成事業として試作した電気化学式水素昇圧機の開発実証機と、株式会社タツノの電気化学式水素昇圧機を用いて、共同で米倉山に整備した高压水素の製造・出荷設備

## 広がる米倉山水素の利用

# トヨタ自動車の水素エンジンレーシングカー

- 国内屈指の歴史を持った自動車レースである「スーパー耐久シリーズ」の2022年シリーズ全7戦全てで、トヨタ自動車の水素エンジンカーの燃料として、本県が米倉山産グリーン水素を供給
- トヨタ自動車が進める、水素とカーボンニュートラル燃料を「つくる」「はこぶ」「つかう」仲間の一員としてレースに参加
- 今後も各分野において連携を広め、世界規模でのCO2フリー水素のサプライチェーンの構築を目指す。





## 広がる米倉山水素の利用

# 株式会社キッツでの工場内水素ステーション

- 米倉山産グリーン水素（年間7,200Nm<sup>3</sup>）を、キッツ長坂工場へ輸送、同工場内の水素ステーションへ供給。
- キッツが場内で使用する燃料電池フォークリフト等の燃料として利用する社会実証
- 山梨県及びキッツは、相互に連携し、CO<sub>2</sub>フリー水素のサプライチェーンの構築を更に進め、2050年までに温暖化ガスを実質ゼロにするーボンニュートラル社会の実現に向け、貢献

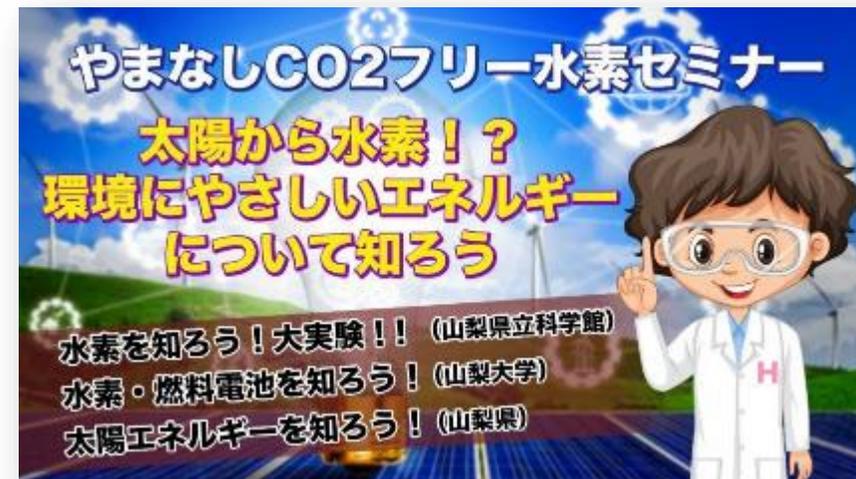




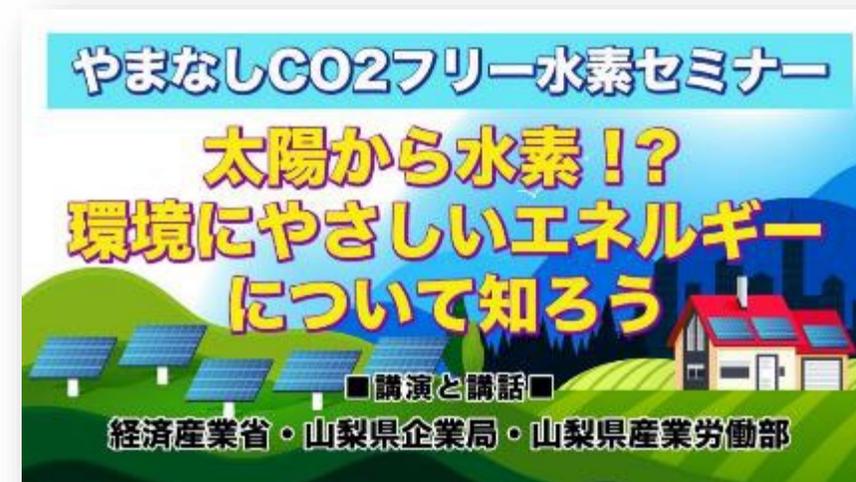
<https://www.youtube.com/watch?v=I3DebQYdWyk>

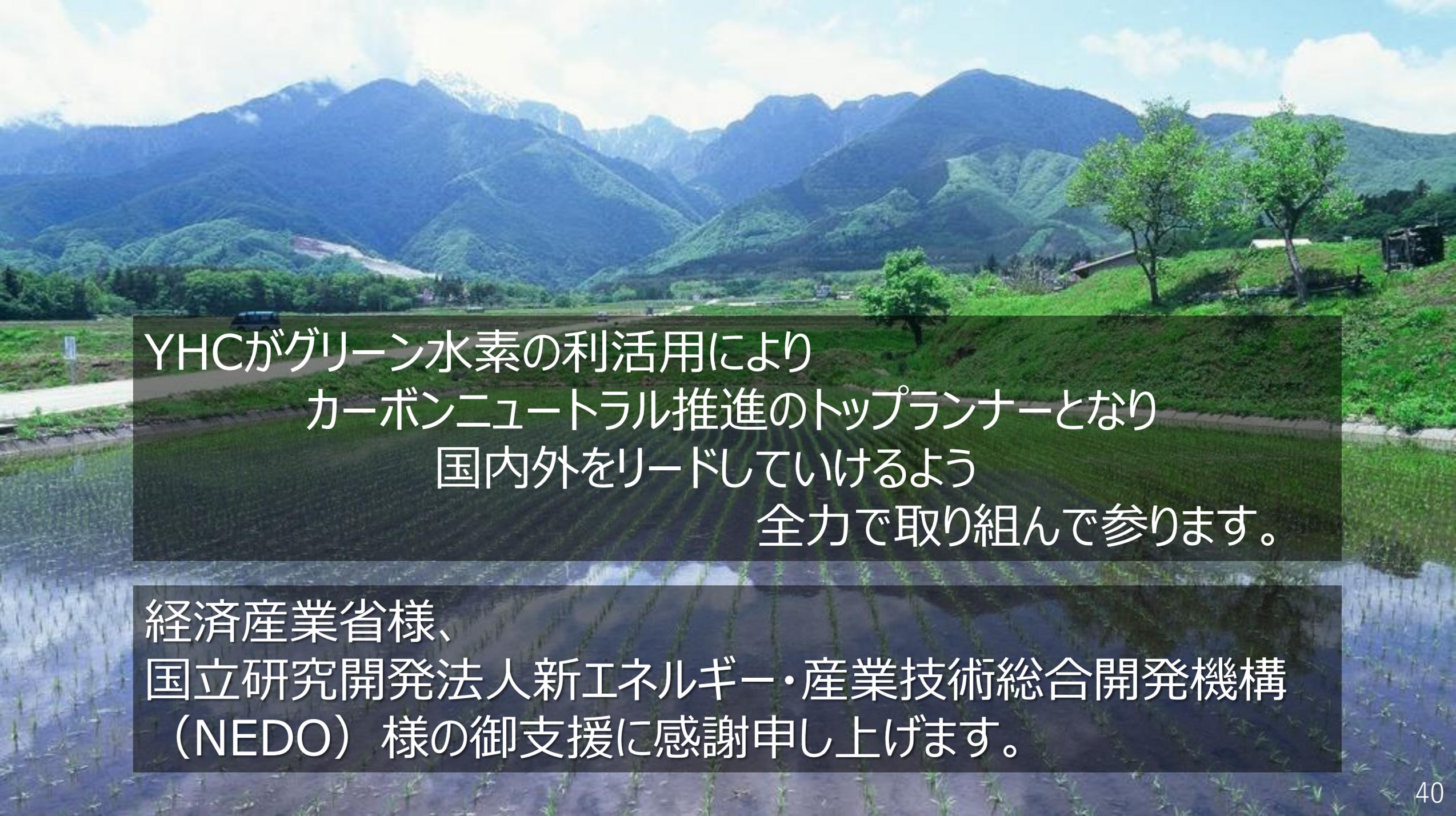


<https://www.youtube.com/watch?v=ajsG6CtPmJ4>



<https://www.youtube.com/watch?v=mt5Gp7SkodU>





YHCがグリーン水素の利活用により  
カーボンニュートラル推進のトップランナーとなり  
国内外をリードしていけるよう  
全力で取り組んで参ります。

経済産業省様、  
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) 様の御支援に感謝申し上げます。