

# ⑤ 全分野にまたがる水素イノベーション

## サプライチェーン

- 褐炭水素 .....p.83

## 運輸

- F C V .....p.84

## 都市ガス

- 燃料電池 .....p.85
- メタネーション .....p.87

## 発電

- 水素発電 .....p.88

## 蓄電

- P t o G .....p.90

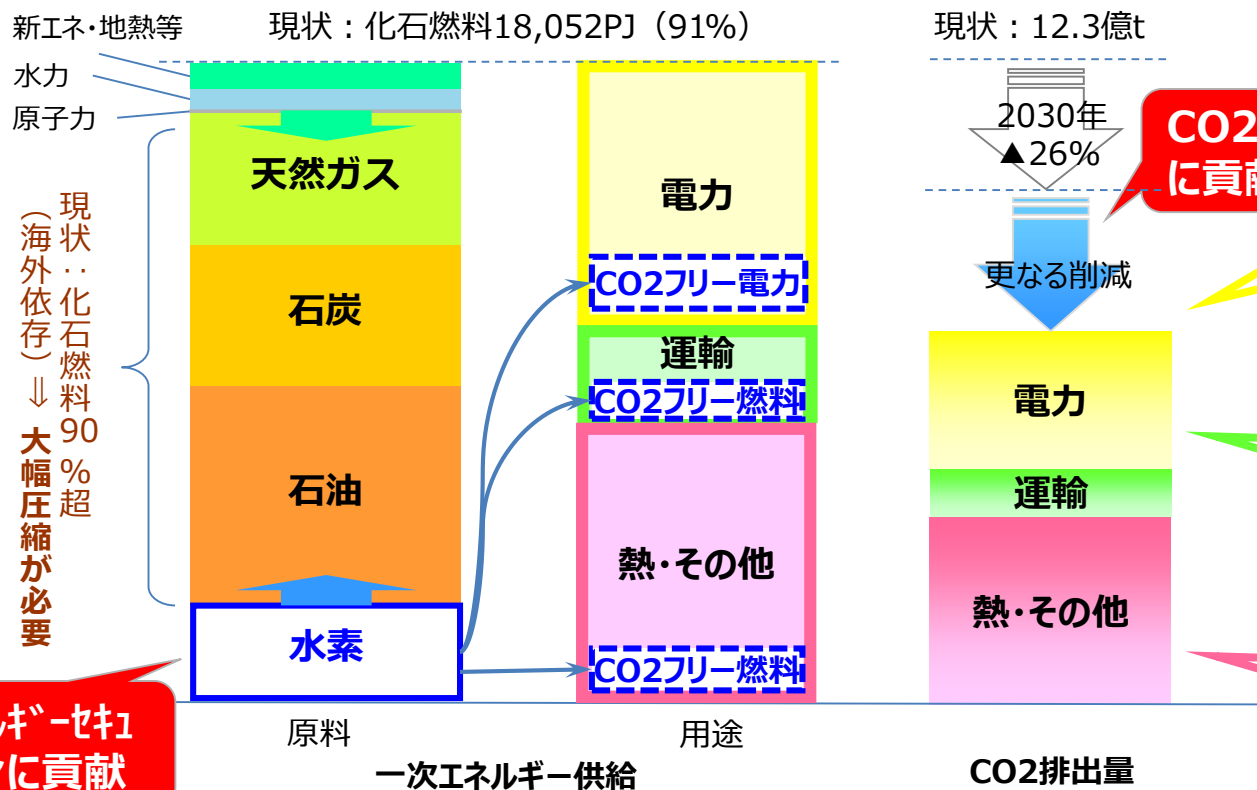
## ものづくり

- 水素還元 .....p.91

# 水素エネルギー利用の意義・エネルギー政策上の位置づけ

- 水素エネルギー利用は、90%以上の一次エネルギーを海外化石燃料に依存する日本のエネルギー供給構造を変革・多様化させ、大幅な低炭素化を実現するポテンシャルを有する手段。
- ✓ 化石燃料を水素に代替することによるエネルギー源の多様化・エネルギーセキュリティの向上
- ✓ 水素発電やFCV、産業分野での水素利用（熱、プロセス）によるエネルギー利用の低炭素化

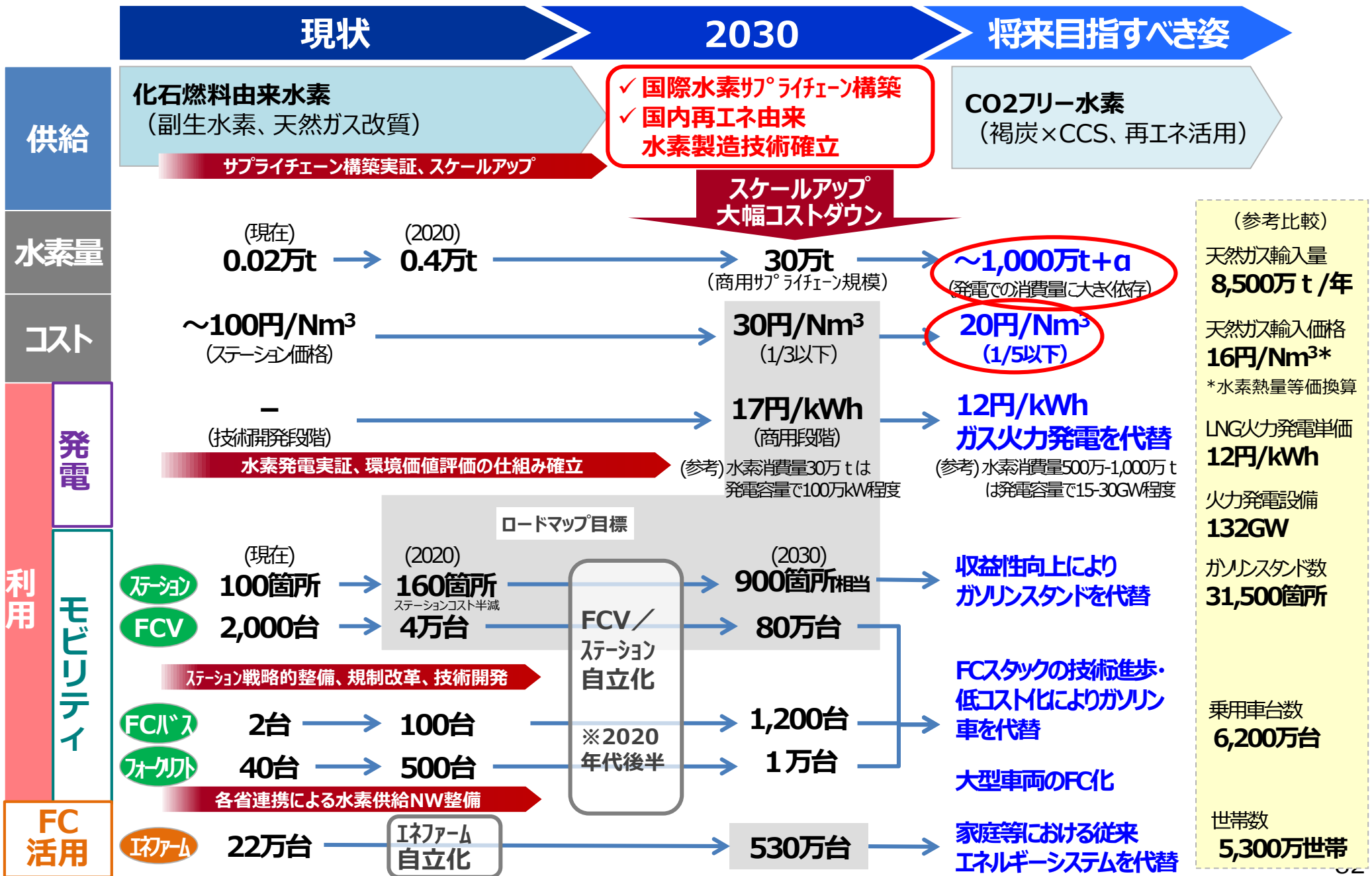
## 水素による一次エネルギー供給構造変革とCO2排出削減



## 水素利用の方向性

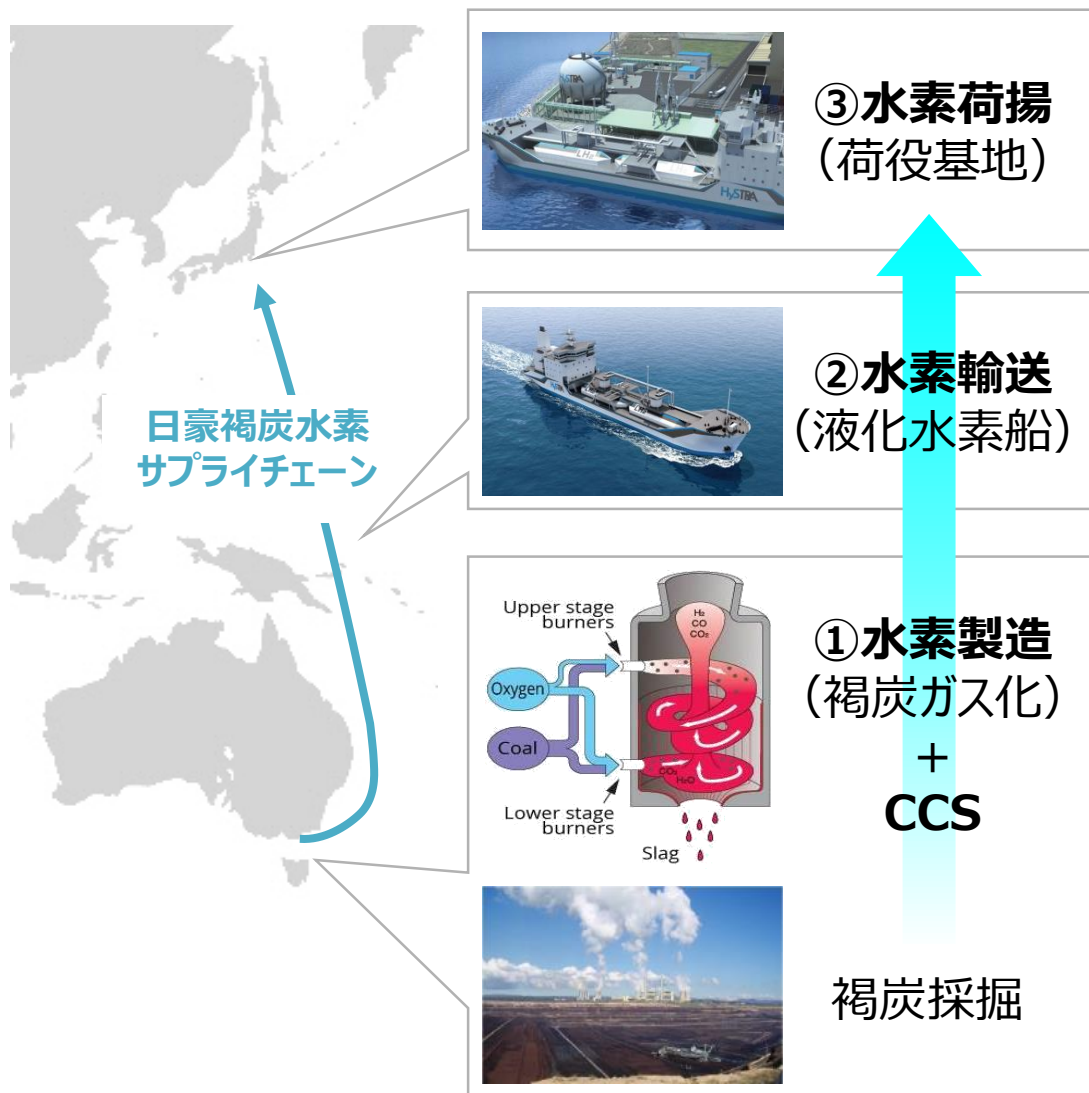
- 水素発電による火力電源の低炭素化
- 再エネ大量導入に必要な変動吸収・電力貯蔵
- 運輸部門のCO2排出量の大半(85%)を占める乗用車・貨物車の低炭素化
- 産業分野等での熱利用・プロセスの低炭素化（鉄鋼、石油精製等）

# 水素基本戦略のシナリオ



# 褐炭水素サプライチェーンプロジェクト

- 豪州の未利用エネルギーである褐炭から水素を製造し、日本に輸送するプロジェクトを実施中。



## プロジェクト概要

- ✓ 2020年度までの6年間のNEDO実証事業。
- ✓ 本プロジェクトでは、サプライチェーンを構成する技術のうち、①褐炭ガス化技術、②液化水素の長距離大量輸送技術、③液化水素荷役技術を実証。
- ✓ 事業主体：ハイストラ (川崎重工、電源開発、岩谷産業、シェルによる技術研究組合)

## 豪州連邦政府・ビクトリア州政府との関係

- ✓ 本プロジェクトについては、連邦・ビクトリア州両政府の協力の下で実施。
- ✓ 日豪の官民のステークホルダーで構成されるステアリングコミッティによりプロジェクトを進捗管理。(座長 = ボルト次官。豪連邦政府、ビクトリア州政府、METI、NEDO、事業者が参加。)
- ✓ CCSについては豪州プロジェクト (CarbonNet) とコラボレーション予定。

# 燃料電池自動車 (FCV)

- 日本はFCV開発において世界で先行。世界的にもFCVの開発が活発化。

## 日本の動向

### <政府の動き>

目標年	燃料電池車普及目標	水素ステーション設置目標
2020年	4万台	160カ所
2025年	20万台	320カ所
2030年	80万台	

- 規制の総点検 (主な検討項目)

水素ステーションのコスト低減、FCVの量産・コスト低減等

### <産業界の動き>

- 水素ステーションの戦略的整備に向けた民間11社による協業に係る覚書を締結



水素ステーション整備に向けた民間11社による覚書

各省にまたがる規制改革の貫徹

## 欧米・中国等の動き

### <政府の動き>

- 独：水素ステーションを2023年に400カ所整備を目指す。
- 米（加）：官民連携組織が主導し、水素ステーションを2017年に51カ所、2023年頃までに100カ所の整備を目指す。

● 中：

目標年	燃料電池車普及目標	水素ステーション設置目標
2020年	5千台	100カ所
2025年	5万台	300カ所
2030年	100万台	1000カ所

※新エネ・省エネ自動車ロードマップ (2016.10)

### <産業界の動き>

- BMW：トヨタとの共同開発に合意 (2013.1)
- ダイムラー・フォード：日産との共同開発に合意(2013.1)  
2018年中にFCVを発売予定
- GM：FCV技術をホンダと共同開発 (2013.7)
- ヒュンダイ：世界初の量産型FCVを発売 (2013.2)



# 燃料電池（エネファーム）

- エネファームについては、更なる発電効率の向上（SOFC）、熱利用率の向上（PEFC）に向けた技術開発を進めるとともに、**集合住宅や寒冷地など、優位性のある市場を開拓し**、民生部門での低炭素化を促進する。
- また、余剰電力取引を通じて、**高効率発電電力を他の需要家にも融通**する取組を拡大する。

## マーケット

	マーケットポテンシャル	エネファーム導入台数	方向性
戸建	ストック 約2,930万件 フロー 約42万件	約4.1万台 (新築+既築)	ZEH推進 逆潮による発電量向上
うち寒冷地	ストック 約530万件 フロー 約7万件	約1,650台	排熱価値向上
集合	フロー約50万件	約0.1万台	小型化の推進

※寒冷地とは、「エネルギーの使用の合理化等に関する法律」（省エネ法）における「地域区分1～4」とする。

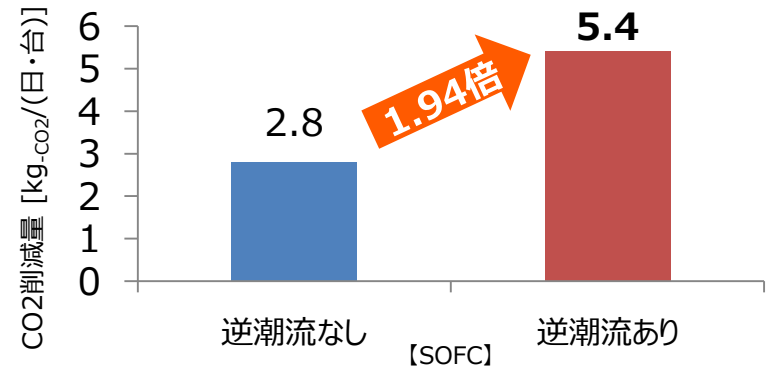
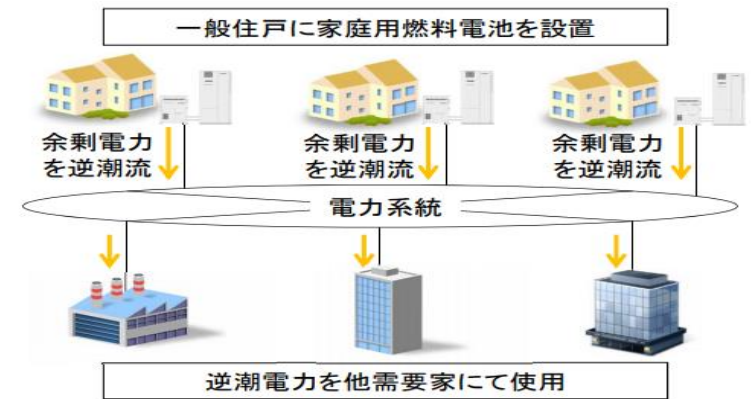
【集合住宅 イメージ図】



【出典】大阪ガスHP

寒冷地市場、集合市場は、**「PV + 蓄電池」が入りづらい市場**

## 余剰電力取引によるCO2排出削減量比較



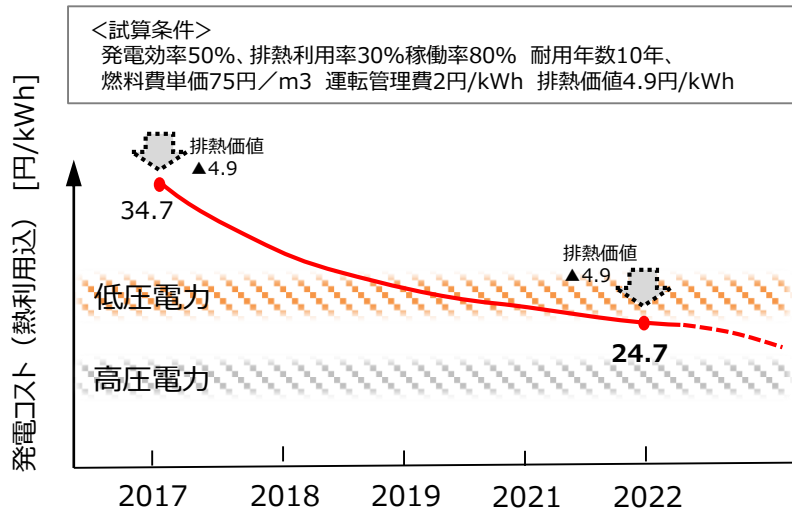
【出典】日本総研作成資料を基に資源エネルギー庁作成



# 燃料電池（業務・産業用FC）

- 業務・産業用燃料電池については、低熱電比需要家への導入を進め、グリッドパリティの突破を早期に実現するためイニシャルコストの低減に資する技術開発を進めていく。
- また、**GTCC※を超える発電効率（60%超）の実現**に向けた技術開発を進め、分散型電源による電力供給の可能性を更に切り開く。 ※ガスタービンコンバインドサイクル

## 発電コスト低減のイメージ



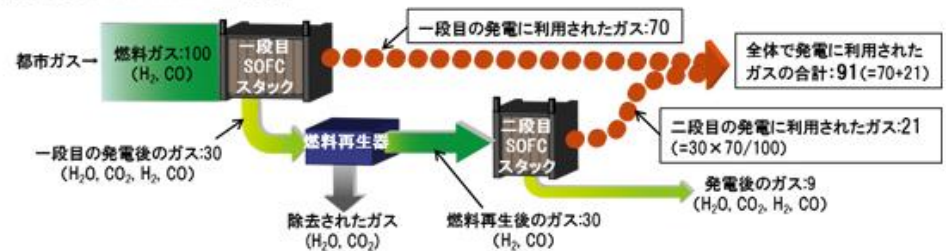
[出典] 業界ヒアリングより資源エネルギー庁作成

## 超高効率SOFC実現の可能性

一般的なSOFCの場合 ※図中の数値は、発電に利用できる、あるいは、利用された燃料ガスの割合



本技術を活用したSOFCの場合



[出典] 東京ガス発表資料

## 低熱電比需要家数

契約電力	~50kW	50~300kW	300~500kW	500~1,000kW	1,000~2,000kW	2,000kW~
件数	717,420	172,740	35,145	13,095	5,235	1,670

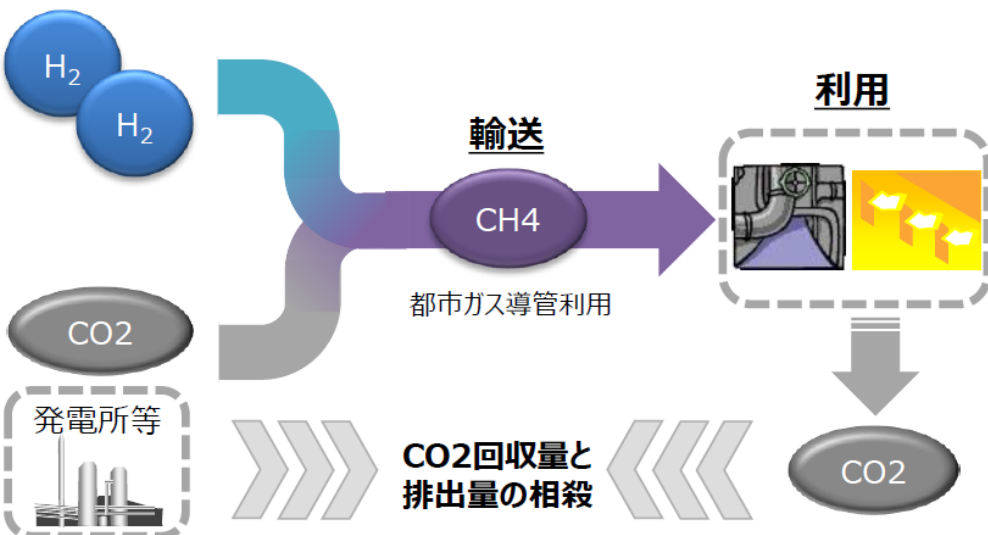
※熱電比0.5以下を低熱電比として抜粋

[出典] 富士経済「～需要別別マーケット調査シリーズ2013～業務施設エネルギー消費実態・関連機器市場調査」

# メタネーション

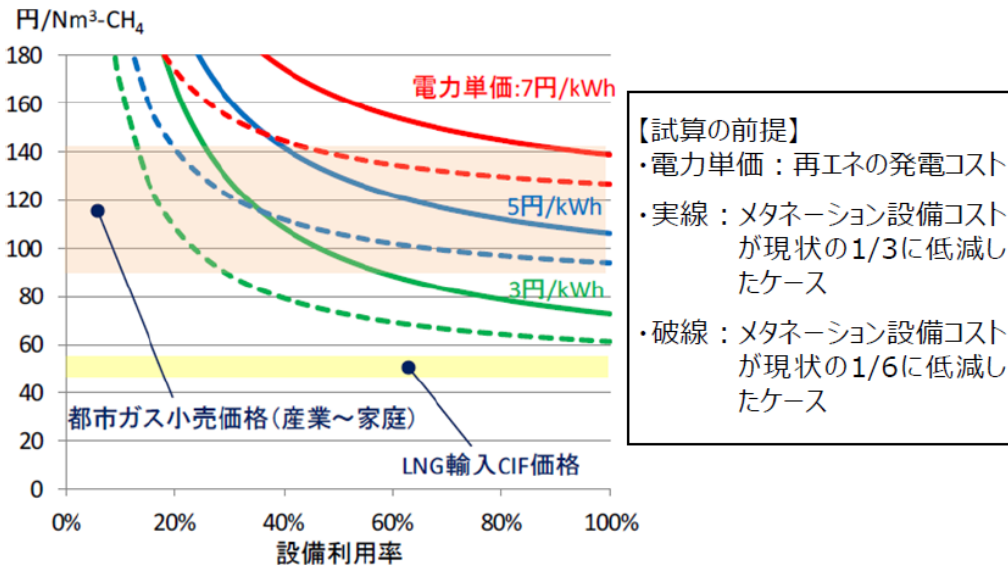
- メタネーションは水素とCO2からメタンを合成する技術。CO2フリー水素と発電所等から排出されるCO2を原料として合成されたメタンでは、利用時のCO2排出量が合成時のCO2回収量と相殺される。
- メタンは天然ガス（都市ガス）の主成分。既存のエネルギー供給インフラの有効活用（都市ガス導管、LNG火力発電所やLNGタンカー等）や、熱利用の低炭素化の観点から、エネルギーキャリアとしてのメタンは大きなポテンシャルを有する。

## メタン利用イメージ



[出典] 資源エネルギー庁作成

## 再エネ由来水素とCO2合成によるメタン製造コスト試算



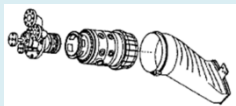


[出典] 「我が国におけるPower to Gasの可能性」(柴田, 2015) を資源エネルギー庁編集



# 水素発電に向けた技術開発

- 水素発電技術の社会実装に向けては、特に水素の燃焼特性に応じた燃焼器の開発が不可欠。
- 拡散燃焼方式や予混合燃焼方式など、従来の火力発電で実績のある燃焼器を水素混焼発電に転用するための研究開発や技術実証については、すでに一定の取組が進められている一方、NOxの低減や発電効率の向上といった技術課題に対応していくことが求められる。
- また、将来的に水素専焼発電を実現するためには、NOx値の低減、高い発電効率、高濃度な水素混焼などを同時に達成可能とする新たな燃焼技術を早期に実用化することが重要。

## 各燃焼方式の特徴・課題

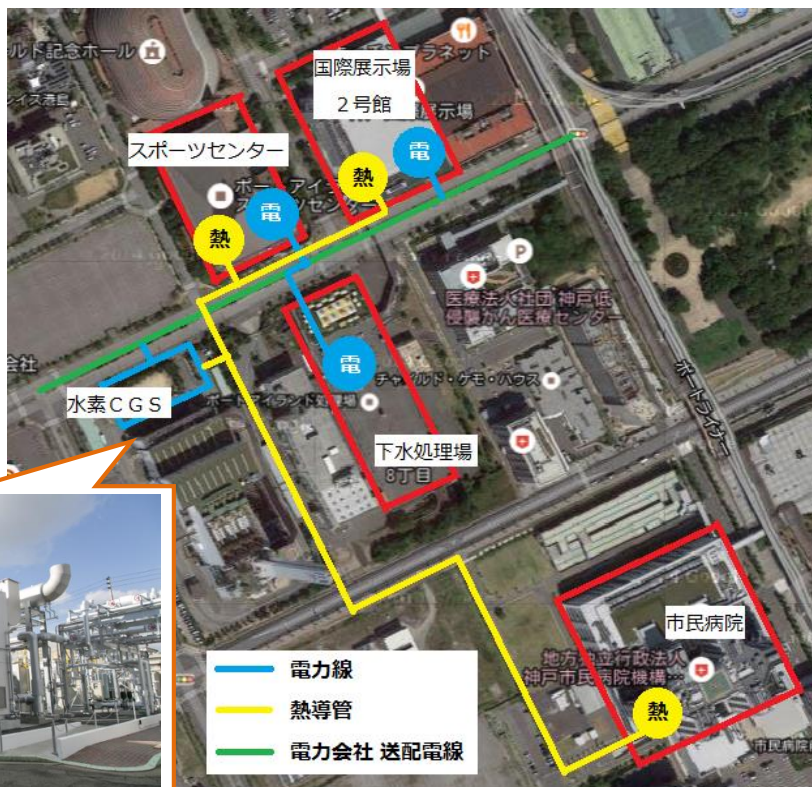
	特徴	課題	開発フェーズ	将来目標
<b>拡散燃焼方式</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>燃料と空気を別々に噴射</li> <li>幅広い混焼率に対応</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>高温スポットの発生によりNOx値が高くなる傾向</li> <li>蒸気・水噴射による性能低下</li> </ul>	実証・実用化段階	～2020年頃： 1MW級水素CGS 混焼/専焼実証運転実施
<b>予混合燃焼方式</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>燃料と空気を混合して噴射</li> <li>高効率と低NOxを同時に実現</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>逆火現象が発生しやすい</li> <li>上記の課題に伴う水素混焼率の制限</li> </ul>	技術開発段階	～2020年頃： 混焼発電プラント基本設計実施 ～2025年頃： 500MW級GT 混焼実機検証実施
<b>新燃焼方式</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>NOx値を低減しつつ、高い発電効率を実現</li> <li>逆火現象の発生リスクを低減</li> <li>水素専焼発電に対応</li> </ul>		基盤研究段階	～2025年頃： 30MW級GT 専焼実機検証実施 ～2030年頃： 500MW級GT 専焼実機検証実施

水素混焼発電に向けた取組としては、①NOx値の低減、②逆火現象への対応、③発電効率の向上が必要。また、さらに先を見据えた水素専焼発電に向けた取組としては、これらに加え、④水素混焼率の向上が必要。

# 水素発電に向けた技術開発

- 将来の発電分野での水素利用を見据え、現在、2つ実証プロジェクトを実施中。
- ✓ 神戸実証については、2018年1月に実証運転を開始し、電力供給を行う（世界初）。
- ✓ 既存の大規模火力発電所での水素混焼を可能とするための技術開発を推進。

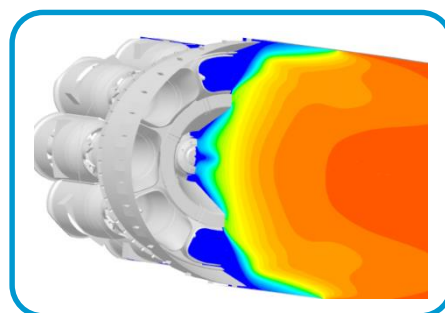
## 水素コジェネによる電熱供給実証（神戸ポートアイランド）



### 水素コジェネ



## 既存LGN火力での大規模水素混焼実証



設計・シミュレーション



要素燃焼試験



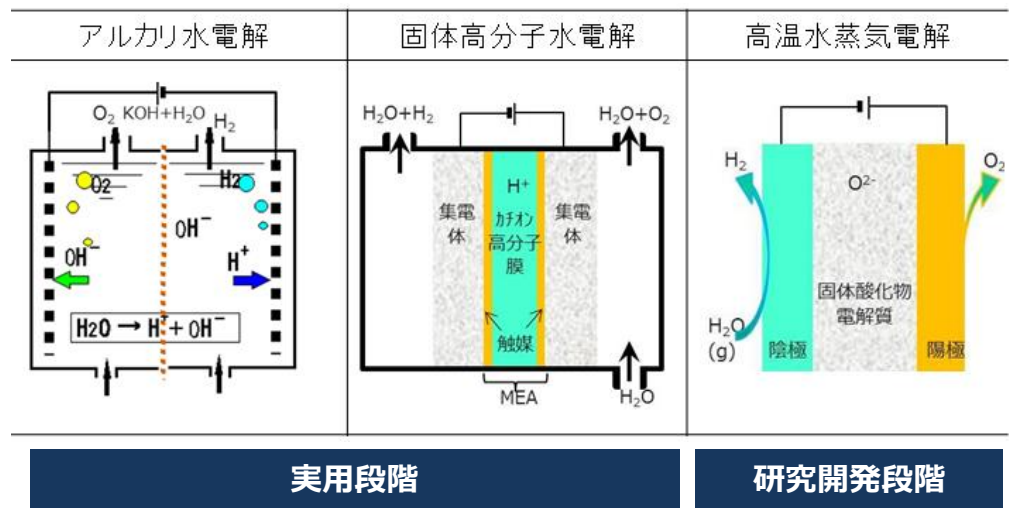
発電設備詳細設計(500MW級)

※そのほか、内閣府SIPにおいてアンモニア燃料発電技術について開発中

# Power-to-gas

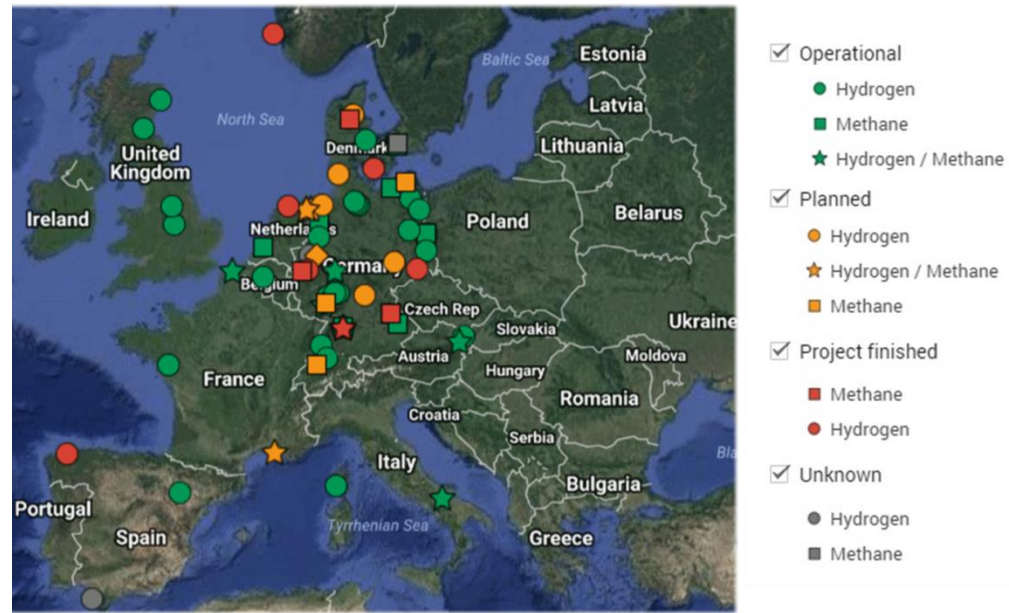
- Power-to-gas技術における心臓部である水電解装置にはいくつかの方式があり、現時点で実用段階にあるものとして、アルカリ水電解と固体高分子形水電解（PEM水電解）が、研究開発段階の高温水蒸気電解（SOEC）が存在する。
- このPower-to-gas技術は、マクロでの調整力やローカルでのシステムの容量不足への対応に活用されることが期待されており、欧州では既に数多くのPower-to-gas関連の実証が行われている。
- なお、ドイツでの実証事例が圧倒的に多く、現在オペレーション中のものだけでも約20のプロジェクトが確認されている。

## 方式ごとの水電解装置模式図



[出典] 旭化成(株)

## 欧州におけるPower-to-gas実証



[出典] The European Power to Gas Platform Webサイト 90

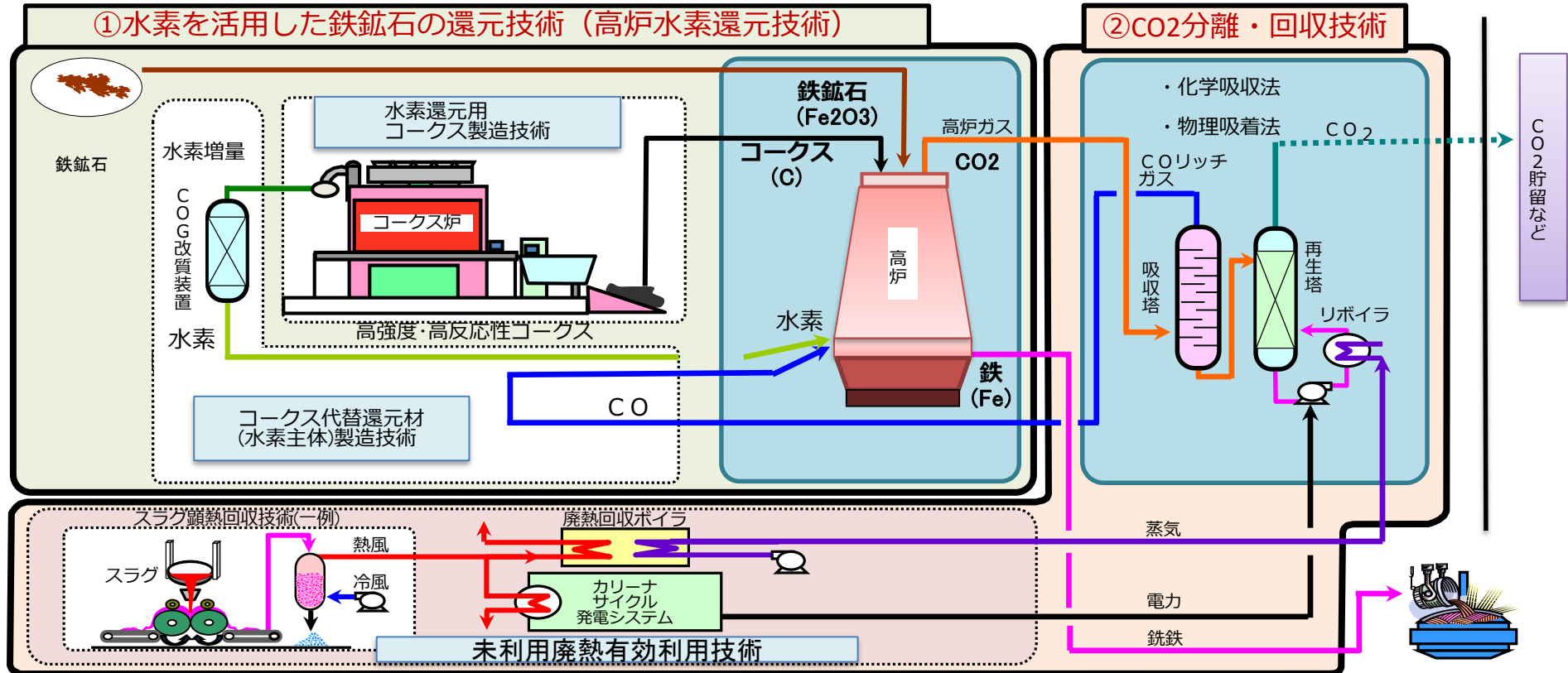


# 水素還元を用いた低炭素製鉄プロセス技術

- 高炉の製鉄プロセスのCO<sub>2</sub>発生量の約8割を占める製鉄の還元プロセス（原料の鉄鉱石から銑鉄を作る工程）において、水素活用とCO<sub>2</sub>分離・回収によって約3割の排出削減を可能とする技術。

## <技術の概要>

- ①水素を活用した鉄鉱石の還元技術（高炉水素還元技術）  
 コークスの一部代替として、高炉一貫製鉄所から発生する副生ガスから得た水素を還元材とする還元プロセス技術
  - ②高炉ガスを対象としたCO<sub>2</sub>分離・回収技術  
 高炉ガスからCO<sub>2</sub>を分離・回収する化学吸収液・物理吸着技術、及び未利用低温排熱有効利用技術
- 現在、NEDOの水素還元活用型製鉄プロセス技術の開発事業（COURSE50）として技術開発中。2030年頃に実機（1基）に本技術を導入予定。



スラグ = 鉄鉱石中の鉄以外の成分を石灰と溶融・結合させて出来る副産物