地域種別ごとの 国内外の水素プロジェクト事例

# 【サマリー1/2】 各国地域で様々な水素プロジェクトが行われている

#	事業名称	国・地域	市街地· 街区	農村漁村	物流地域	離島	工業団 地* <sup>1</sup>	コンビナー ト*2	港湾· 空港* <sup>3</sup>
1	中部国際空港	日本							
2	FH2R	日本							
3	H2-YES(エイチ・ツー・イエス)	日本							
4	張家口による燃料電池バスの導入	中国							
5	JIVE•JIVE2	欧州							
6	REFHYNE	ドイツ							
7	Lyon-Saint Exupery Airport	フランス							
8	タクシー会社hype関与の複数プロジェクト	フランス							
9	BIG HIT	英国							
10	GREEN HYSLAND	スペイン							
11	H2Future	オーストリア							
12	HEAVENN	オランダ							
13	Port of Amsterdam	オランダ							
14	ZEROKYST	ノルウェー							

<sup>\*1:</sup>再エネ水素が内陸の工場・プラントで利用されるモデル \*2:再エネ水素が臨海部の工場・プラントで利用されるモデル \*3:再エネ水素が港湾(臨海部のうち船の停泊が可能な場所)で利用されているモデル。FC船舶や水素輸入が行われる。

# 【サマリー2/2】 各国地域で様々な水素プロジェクトが行われている

#	事業名称	国•地域	市街地・ 街区	農村漁村	物流地域	離島	工業団 地* <sup>1</sup>	コンビナー ト*2	港湾・ 空港*³
15	Tranzero initiative	スウェーデン							
16	H2 green steel	スウェーデン							
17	Antwerp-Bruges港	ベルギー							
18	H2 HAUL	ベルギー、フランス、 ドイツ、スイス			<b>⊘</b>				
19	HyPErFarm	ドイツ、デンマーク、 ベルギー、スイス							
20	Shore-to-Store(S2S)プロジェクト	米国							
21	Edomonton Hydrogen Hub	カナダ							

<sup>\*1:</sup>再エネ水素が内陸の工場・プラントで利用されるモデル \*2:再エネ水素が臨海部の工場・プラントで利用されるモデル \*3:再エネ水素が港湾(臨海部のうち船の停泊が可能な場所)で利用されているモデル。FC船舶や水素輸入が行われる。

# 【脱炭素社会における水素モデル】 脱炭素社会における水素モデルは7つに分類され、各モデルはサブモデルに細分化される

利用モデル名称	主な水素利用	サブモデル名称	電力の需給調整
① 市街地・街区モデル	FCバス、FCV	1-1 業務利用中心市街地モデル 1-2 家庭利用中心市街地モデル	
		33,213,3113,313,313	_ 
<ul><li>2 農村・漁村モデル</li></ul>	農業用トラクター	2-1 農村モデル 2-2 漁村モデル	広域連携可 (地域間でエネルギーを
			融通することが可能) -
3 物流地域モデル	FCFL・FCトラック	3-1 基幹物流モデル	
120/16-61-20 67 77		3-2 配送モデル	
4 *** = T - " !!		4-1 系統連系型離島モデル	 広域連携不可
離島モデル	電力需給調整	4-2 マイクログリッド型離島モデル	(マイクログリッド等)
5	自家発電	5-1都市ガスインフラ工業団地モデル	
工業団地モデル 	ボイラー	5-2 LPガスインフラ工業団地モデル	_
⑥ コンビナートモデル*	石油精製、E-Fuel製造	6-1 化学産業モデル	広域連携可
コンピノードモノル"	ケミリサ、P2C、製鉄	6-2 鉄鋼産業モデル	(地域間でエネルギーを 融通することが可能) -
7 `#``#\	 FC航空機·FC船舶	7-1 港湾モデル	
港湾・空港モデル	FCFL・FCトラック	7-2 空港モデル	

<sup>\*:</sup> 石油化学コンビナートを想定、またこれらのモデルが組み合わされるケースあり

# プロジェクト詳細





# 【中部国際空港】 中部国際空港は、2018年より再エネ由来水素を用いてFCFLを利用する

セントレアにおける FCV・バスの導入、 事業名称 目的 水素利活用モデル構築に向けた取組 貨物地区の産業車両の水素エネルギー化 愛知県、中部国際空港株式会社、東邦ガス株 予算 (不明) 式会社、トヨタ自動車株式会社 産業車両:2018年11月~ 地域 期間 日本、愛知県 乗用車・バス:2019年3月~ 製诰 輸送•供給 利用 ■ 水素充填所併設のオンサイトの PVより水素を製造 ■ 貨物地区水素充填所より水素を 産業車両 ■ 空港で利用するFCFLにて水素を > 50kWØPV 供給 利用 (再エネ) ➤ PEM型、最大5Nm3/hの電解装 ➤ 年間9千Nm3の水素を製造 ⇒次頁参照 ▶ 再エネ水素製造量約40Nm3/日

乗用車・バス (都市ガス)

■ <u>オンサイトで都市ガス</u>から水素を 製造

- セントレア水素ステーションより水 素を供給
  - ➤ 空港だけでなく、知多半島全体 のFCV化普及も期待される
- FCバスやFCVに水素を供給(一般車両含む)
  - ▶ FCバスは空港とイオンモールを結ぶ シャトルバスの一部運行に用いら れる

出所: 中部国際空港Webサイト、鈴木商館Webサイト





#### <参考>

# 中部国際空港のFL用水素STは再エネ由来水素を供給する



出所: 中部国際空港Webサイト





#### 工業団地

# 福島県浪江町にて、水素を用いた再エネ需給調整及びクリーンな水素製造を目指し、 10MWのアルカリ水電解装置を用いる実証事業が行われた

事業名称

水素社会構築技術開発事業/水素エネルギーシステム技術開発/再エネ利用水素システムの 事業モデル構築と大規模実証に係る技術開発

目的

■ 電力系統に対する需給調整を実施し、出力変動の 大きい再生可能エネルギーの電力を最大限利用する

■ クリーンで低コストな水素製造技術の確立を目指す

事業者

NEDO\*1、東芝エネルギーシステムズ、 東北電力、岩谷産業

予算

(不明)

期間

2016~2020年度 ※2020年3月に開所し2023年2月末まで実証を継続

地域

福島水素エネルギー研究フィールド(FH2R) Fukushima Hydrogen Energy Research Field

וו⊟ו

■ 出力20MWの太陽光発電を利用し、需給調整の手段として水素を用いる

▶ 蓄電池を用いずに電力の出力変動を吸収する

水素製造

■ 水電解装置は最大10MWとし、需給調整市 場最低入札容量5MWに対応

> ▶ 上げ・下げDRのため、±5MWで最大10MWの 入力電力が必要

水素利用

浜通り地域をはじめとする福島県内等 ※発電用、モビリティ用、産業用に供給予定

水電解

■ 規模: 10MW (定格出力で1,200Nm3/h)

■ 技術:アルカリ

■ メーカー: 旭化成

施設全景



出所:NEDO「再エネを利用した世界最大級の水素製造施設『FH2R』が完成」、NEDO「水素社会に向けて実証を進める福島水素エネルギー研究フィールド(FH2R)」、\*1: 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

## [H2-YES]



# 水素コストの低減を目指し、山梨県・東レ・東電などは、太陽光発電でグリーン 水素を製造するシステムの実証事業を実施している

PJ名称

H2-YES (エイチ・ツー・イエス)

実施場所

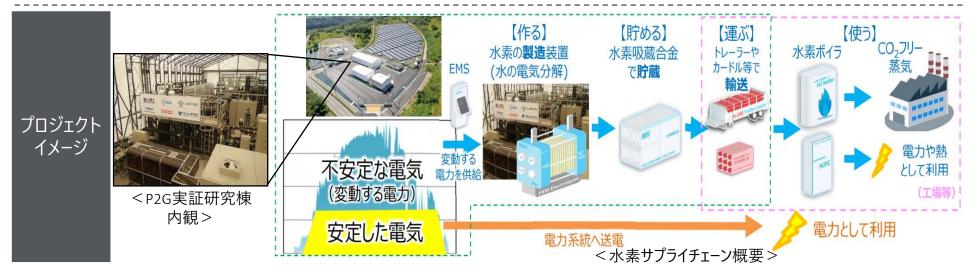
山梨県甲府市米倉山の電力貯蔵技術研究サイト内

#### 実施主体

山梨県、東レ、東京電力ホールディングス、東光高岳

概要

- 「H2-YES |プロジェクトにおけるP2G (パワー・ツー・ガス) システムの試運転を開始した
- 製造してから使うまでのサプライチェーンを構築し、水素にとって課題となっているコストを下げられるか検証する
  - ▶ 東電HDの大規模太陽光発電所「山梨県米倉山太陽光発電所」(出力10MW)と日立造船製の固体高分子型水電解装置、水素吸蔵合金システムを活用
  - ▶ 工場やスーパーマーケットに水素を供給する
- 1時間あたり300Nm3、年間45万Nm3の水素による本格的な実証試験を計画しており、2021年9月より実証事業を開始
  - ▶ 実証地のサントリーの白洲工場(山梨県北杜市内)へ、2024年度末に16MW級の設備導入を予定
- カーボンニュートラル社会の実現に向け、P2Gシステムの更なる高効率化・大容量化と、国内外への普及を図る



出所:東光高岳プレスリリース (2021/6)、三浦工業プレスリリース (2021/9)、三浦工業プレスリリース (2022/9) \*1: 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

# 【張家口による燃料電池バスの導入】

# 中国・張家口で600台以上の水素燃料電池バスが北京冬季オリンピックをサポートする

事業名称張家口が燃料電池バスを導入することで<br/>グリーンオリンピックを応援する目的張家口で600台以上の水素燃料電池バスを導入し、グリーン北京冬季オリンピックをサポートする事業者張家口市水素再生可能エネルギー研究所予算(不明)期間2022年2月4日~2022年2月20日地域北京冬季オリンピックエリアの崇礼区及び張家口市の主要都市区

補足

- ▶ 張家口水素エネルギー技術有限公司は、年間4,000セットの空冷水素燃料電気スタックの自動生産ラインを所有しており、低コストのバッチ生産を達成することができる国内外で稀な空冷水素燃料メーカーである
- ▶ 張家口市は近年、水素エネルギー総合利用産業システムの構築を加速させており、水素製造、水素化、水素貯蔵、水素エネルギー 産業機器製造、燃料電池コア部品製造、水素エネルギー完成車製造など、産業チェーン全体を形成している

#### <張家口に導入される水素燃料電池バスの台数>



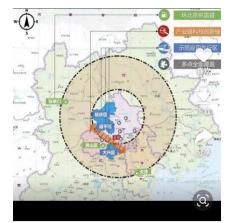
張家口(全体):710台

崇礼区:623台

主要都市区:87台

- バスが走っている地域
  - ▶ 張家口市では、444台の水素燃料電池バスが道路を走行し、都市部の9つのバス路線をカバーし、累積走行距離は2,100万kmを超え、6,200万人以上の乗客を乗せている

#### <水素燃料電池バスが展開される都市>



- □ 環北京水素サプライチェーン
- ・ 産業チェーンの科学技術イノベー ション軸
- テモアプリケーションの先行ゾーン
- マルチポイントフルカバレッジ
- バスの種類
- ▶ 冬季オリンピックにサービスを提供する水素燃料電池車は、トヨタミライ乗用車、トヨタコスターバス、トヨタ福田が共同開発した12mバスの3車種で構成されている

出所:新华网 "解码绿色冬奥丨"氢"风徐来 张家口市全面推动绿色氢能产业发展"(2022/2/22)、中国氢燃料电池汽车网 "2022北京冬奥会:全球燃料电池车最大规模应用场景开创者"(2022/2/7)、OFweek维科号 "[数据]冬奥会上的氢燃料电池车辆"(2022/3/1)、国元证券 "冬奥会开赛在即,关注潜在投资机会"(2022/1//8)、科技日报 "打造环保冬奥 张家口"绿电"造"绿氢""(2021/3/2)

### [JIVE·JIVE 2]



# 欧州全体に約300台の燃料電池バスを展開し、大規模な水素利用網を確保することで 燃料電池バスの導入を促進する

H<sub>2</sub>

事業名称

JIVE • JIVE2 (Joint Initiative for hydrogen Vehicles across Europe)

目的

合計22都市に約300台の燃料電池バスを導入し、ステーションを大規模に展開することでさらなる取り組みを促進

事業者

Air Liquide、Ballard、Everfuel、Nel Hydrogen、 Shell、Van Hool、Wrightbus等

予算

JIVE:約176億円(EUが約47億円出資)\*1

JIVE 2:約155億円(EU\*2が約36.6億円出資)\*3

期間

JIVE: 2017年1月~2022年12月 JIVE2: 2018年1月~2023年12月

地域

フランス、ドイツ、アイスランド、ノルウェー、 スウェーデン、オランダ、英国等

補足

- ➤ 2018年1月に開始したJIVE 2プロジェクトでは、欧州の14都市に152台の燃料電池バスを配備する
- ▶ スケールメリットにより、標準的な燃料電池バスで62万5,000ユーロ~65万ユーロまで低コスト化することを目標としている

#### <JIVE・JIVE2で各国に導入されるFCバスの台数>



英国:88台

ドイツ/イタリア:88台

ベルギー/オランダ/ルクセンブルク:50台

北/東ヨーロッパ:50台

フランス:15台

合計:291台

#### < JIVE2で燃料電池バスが展開される都市 >



員

:稼働中

a

:計画段階

出所:FCH "JIVE & FC Bus projects"、GREEN HYSLAND HP、Fuel Cell Electric Buses HP、CORDIS "Joint Initiative for hydrogen Vehicles across Europe 2" \*1:約1億200万ユーロ、内EU出資分3,200万ユーロ(1ユーロ146円で換算) \*2:Clean Hydrogen Partnershipを通じて \*3:約1億600万ユーロ、内EU出資分2,500万ユーロ(1ユーロ146円で換算)

## [JIVE·JIVE 2]



# 欧州全体に約300台の燃料電池バスを展開し、大規模な水素利用網を確保することで 燃料電池バスの導入を促進する

H2 H2 ZERO EMISSION

#### 製造

#### 輸送・供給

#### 利用

例① オランダ EMMEN ■ 水素ステーション及び10MWのグ リーン水素プラント「GZI Next」

▶ 主要事業者:Shell

▶ 時期:2022年6月に稼働

▶ 太陽光発電とバイオガスプロジェクトとの相乗効果をテスト

(なし)

- Van Hoolがオランダの公共交通機 関Qbuzzに燃料電池電気バス10 台を供給
  - ▶ 提供されるFCEVバス「Van Hool A330」には、Ballardの燃料電池 モジュールを使用

例② オランダ Heinenoord

(なし) オランダ、デンマーク、ドイツの他サイトから 水素を調達 ■ EverfuelがオランダのHeinenoord に水素ステーションを設置 ▶ 時期: 2022年3月 ■ 公共交通機関Connexxionが所有する24台のバスが水素を利用▶ 1日で最大2,000kg利用

例③ 英国 London ■ Runcornの工場でAir Liquideが製造

- ▶ 工業用塩素アルカリ工場から発生する副生水素を利用
- ▶ 2023 年からは、洋上風力発電 による電気分解を利用し水素を 生成する予定
- Ryze Hydrogenが輸送
- Nel Hydrogenが水素ステーションを 設置
  - ▶ 1台あたり5分で充填可能
- Wrightbus製の2階建て燃料電池 バス20台が運行
  - ▶ ロンドン交通局(Transport for London、TfL)が運営
  - TfLは既に500台以上の電気バスを所有

出所:GZI next "Shell opent eerste openbare waterstofvulpunt voor vrachtverkeer Nederland"(2022/6/24)、Everfuel Company presentation(2021/1)、electrive.com "London launches England's first hydrogen bus fleet"(2021/6/24)

### **(REFHYNE)**

# 産業プラントにおける水素の利用可能性を検証するため、Shellの製油所で水素の利活用に関する実証を行う



事業名称	REFHYNE (Clean Refinery Hydrogen for Europe)	目的	産業プラントにおける再エネ水素の利用可能性の検証や、 技術、事業性、環境に係る有効性の検証
事業者	Shell、ITM Power、SINTEF、 thinkstep、Element Energy	予算	約23.5億円 <sup>*1</sup> (FCH JU: 約14.7億円、事業者:約8.8億円)
期間	2018年1月~2022年12月	地域	ドイツ ヴェッセリング

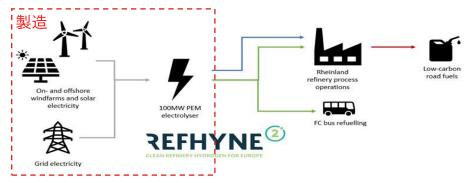
#### <製造>

- ITM Power製:10MWの世界最大の水電解装置を設置
  - ▶ 水素製造規模:1,300トン/年
  - ➤ 圧力: 30MPa
  - ➤ 2024年には100MW(15,000t/年)まで拡張予定(REFHYNE2)
- 太陽光・洋上/陸上風力発電、系統電力より電力を調達
  - ▶ 余剰電力を消費し、系統電源を安定させるため

#### <利用>

- Shellの製油所及び水素ステーションにて水素を利用
  - ▶ 製油所へはパイプライン、ステーションへはトレーラーを用いて供給
- 年180,000トンの水素需要のうち、1%を代替
  - ▶ 残りは化石燃料由来水素を利用
- 最終的には他産業への水素供給も目指す
  - ➤ SAFの生産も行う予定

#### <REFHYNE2のイメージ図>



凡例: →→: 電力 →→: 水素 →→: 酸素 →→: 製油所製品

## **(REFHYNE)**

# 産業プラントにおける水素の利用可能性を検証するため、Shellの製油所で水素の利活用に関する実証を行う





# **[Lyon-Saint Exupéry Airport]**

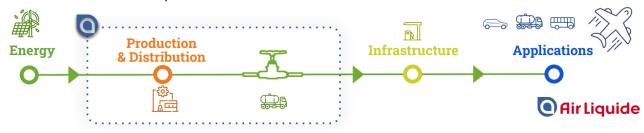
# 空港で水素を利活用するためのデモンストレーションとして、リヨン空港に水素インフラを導入

#### LYON AÉROPORT

事業名称	Lyon-Saint Exupéry Airport	目的	空港での水素利用を促進し、将来水素航空機を導入するために必要なヨーロッパの水素ネットワークを構築する
事業者	VINCI Airports、Airbus、Air Liquide	予算	(不明)
期間	2023年~ (2021年に3社が提携)	地域	 フランス、リヨン・サンテグジュペリ空港

#### <3段階の計画>

- 1. 気体水素ステーション配備(2023年~)
  - ▶ 空港内で使用する地上車両(バス、トラック、ハンドリング機器など)、および重量物運搬車に供給
  - ▶ 空港の施設や環境に関して、「水素ハブ」としての可能性を調査
- 2. 液体水素インフラを構築(2023年~2030年)
  - ▶ 水素駆動の航空機に供給するための施設を設置
- 3. 水素インフラの展開(2030年~)
  - ▶ 地上車両及び航空機に必要な水素の製造、貯蔵、および供給施設を装備するために調査
  - ➤ 空港内で液体水素を製造し、Vinci Airportsの空港ネットワーク\*1に大量配布する予定



出所:Air Liquide "Airbus, Air Liquide and VINCI Airports announce a partnership to promote the use of hydrogen and accelerate the decarbonization of the aviation sector"(2021/9/21)、LYON AEROPORT \*1:12か国に45の空港を保有している

## 【タクシー会社hype関与の複数プロジェクト】

# フランスのタクシー会社hypeは、パリを起点に統合水素モビリティインフラのネットワークを 構築するため、様々なプロジェクトに関与

事業名称	H24byHypeプロジェクト、Last Mileプロジェクト、 H24 Club for Paris等	目的	水素生産・輸送・利用までを包含する統合水素モビリ ティインフラネットワークを、パリを起点として欧州に拡大	
事業者	Hype、HysetCO、Hype Assets、Air Liquide、 Hype、IDEX、トヨタ自動車等	予算	(不明)	
期間	2015年~	地域	フランス パリ	
→ Hypeはタクシー会社であるが、統合水素モビリティプラットフォームを構築するため様々なプロジェクトに参加している				

▶ 2025年末までには水素駆動タクシーを最大40,000台運用し、水素ステーションを100台近く設置することが目標

#### <製造>

補足

- 自社の水素生産ユニットやパートナーとの契約に基づき、電解槽 を設置
  - > HRS(Hydrogen-Refuelling-Solutions),McPhyと提携
  - ▶ 2024年末には合計21トン/日の水素生産ネットワークを展開予定
- 再生可能エネルギーから電力を調達
  - ▶ 再生可能エネルギー事業者とのPPA契約、風力・太陽光発電所で の電解槽のコロケーション等を活用し、グリーン水素を生産

#### <輸送・供給>

■ 場合によってはオンサイト方式の水素ステーションを設置

#### <利用>

▶ 2024年末までにはÎle-de-France地域\*1で10,000台のHypeタクシーと20件の水素ステーションを展開し、他15都市にも事業展開予定

- 都市における様々なサービスに水素駆動車両を導入
  - ▶ タクシー、トラック、自動車、商用車、バス、ごみ収集車等
  - ▶ 特にタクシーに関しては、アプリの開発を通じて水素駆動タク シーの利用を促進
- 将来的には海外にも水素モビリティインフラを構築する見通
  - ▶ 2022年前半には、パリに約700台の水素タクシーを導入



## 【タクシー会社hype関与の複数プロジェクト】

# フランスのタクシー会社hypeは、パリを起点に統合水素モビリティインフラのネットワークを

構築するため、様々なプロジェクトに関与

2015年 2016年 2017年 2021年 2022年 2023年 2024年

- 2015年にHype設立
  - ➤ Hypeは、STEPの子会社として設立
  - ▶ STEPは、パリのタクシーにゼロエミッションソ リューションを提供する事業者として2009 年に設立された
- 子会社の設立
  - ♪ パリに水素モビリティを普及させるため、 2017年にHysetCOを設立
  - ▶ Air Liquide、トヨタ自動車、Idex(フランスのエネルギーサービス会社)らが出資し、2020年までに600台の水素タクシーを配備する(トヨタがMIRAIを500台提供)
  - ➤ 2021年にHype Assetsを設立

#### H24byHypeプロジェクト(2021年9月~)

▶ 概要:パリオリンピック・パラリンピックを見据えて2022年~2024年の間に水素モビリティエコシステムを構築し、水素タクシーやその他自動車、ごみ収集車の使用を促進する

#### HRS、McPhyとの契約(2021年12月~)

- ▶ HRS(Hydrogen-Refuelling-Solutions),、McPhyと提携し、2,000万ユーロの資金を調達
- ▶ 2023年6月30日までに、最低12の水素ステーションを設置(水素製造規模:1トン/日、HRSから6台、McPhyから6台取得)
- ▶ 2025年には100の水素ステーションを設置し、そのうちの半分はMcPhy製のものになる予定(水素製造規模は合計15MW~25MWの見込み)

#### Last Mileプロジェクトへ投資(2022年1月~)

- ▶ 再生可能エネルギー会社Akuoとのパートナーシップで、H24byHypeとLast Mileプロジェクトを統合
- ▶ 概要: ラストマイル配送業者向けの水素モビリティエコシステムを構築するため、2024年までにパリ地域に水素車両フリートを配備し、16のグリーン水素ステーションを設置

#### Ecolotransとのパートナーシップ(2022年1月10日)

➤ Hypeが、都市ロジティクス事業者Ecolotransに水素ソリューションを提供

#### H24 Club for Parisの創設(2022年~)

- ➤ Akuo、Ecolotransと連携
- ▶ 水素自動車や水素ステーションの展開に関与する企業を特定し、協力するために連合するもの



出所: HypeのHP、トヨタヨーロッパニュースリリース "Air Liquide, Idex, STEP, and Toyota create HysetCo to promote the development of hydrogen mobility"(2019/2/21)

# BIG HITプロジェクトは、58MWの地域の再エネを利用し、再エネ水素を活用したエネルギーシステムの実証を行う



事業名称

BIG HITプロジェクト

事業者

Calvera, DTU, EMEC Ltd, Giacomini, ITM Power, The Ministry for Transport & Infrastructure, Orkney Islands Council, SHFCA, Symbio Fcell, Community Energy

期間

2016年~2022年



スコットランドのオークニー諸島を複製可能な水素領土として実証し、58MWの地域の豊富な再エネを利用し、再エネ水素を活用したエネルギーシステムの実証を行う

予算

約19億円\*1

地域

スコットランドのオークニー諸島



- 製造:風力&潮流エネルギー電力
- ➤ Shapinsay電解槽は1MWの容量で、Eday電解槽は0.5MWの容量で、 どちらも再生可能な発電資産の近くにある (風力47MW&潮流11MW=2.7 GWh/年)
- ▶ 2つのPEM電解槽は、制約のある再生可能エネルギーから毎年約50トンの水素を生成

\*オークニー諸島 - 英国間の連系線容量30MW

<輸送・供給>

- 貯蔵・輸送:道路・海上フェリー輸送
- ▶ 3隻のフェリー(ドッキング時)に熱と電力を供給
- > Symbio水素燃料電池道路車両に燃料を供給する

<利用>

■ 熱、電力、輸送用燃料



出所: BIGHIT "About"(2022/11/18) \*1:1,300万ユーロ(1ユーロ146.66円で換算)

# スペインのマヨルカ島に水素製造プラントを含む6つの拠点を設置し、水素エコシステムを 展開している

事業名称	GREEN HYSLAND	目的	島内で生産から消費まで完結する水素インフラを 構築し、他地域にも同様のシステムを再現する	
事業者	スペイン産業貿易観光省、バレアレス政府、 Enagás、ACCIONA Energía、CEMEX、Redexis等	予算	約73.4億円 <sup>*1</sup> (FCH JU <sup>*2</sup> やIDEA <sup>*3</sup> が支援)	
期間	2021年1月~2025年	地域	スペイン マヨルカ島	
▶ 2025年までに 良今休のCO2排出景 <b>た是十年間20.700+削減</b> するマンた日標としている				

補足

- 2025年までに、島全体のCO2排出量を最大年間20,700t削減することを目標としている
- ▶ GREEN HYSLANDをもとに、他島嶼で同様の水素インフラを構築するためのパートナーシップ "H2 HYSLANDhub" が形成されている
- ▶ マヨルカ島はWorld Tourism Organization(UNWTO)に承認された観光地であり、年間1,600万人以上の観光客が訪れる

#### <製造>

#### ■ Power to Green Hydrogen Mallorca Project

- ➤ GREEN HYSLANDの水素製造部分にあたるプロジェクト
- ➤ EnagásとACCIONA Energíaが主導し、IDEAとCEMEXが参加
- LlosetaにPEM電解装置を設置
  - ➤ CEMEXのセメント工場内に設置、2022年3月に開設
  - ▶ 年間最低330トンの再エネ水素を生産
- 太陽光発電によって電力を供給
  - ➤ Llosetaに8.5MW、Petraに5.85MW\*4の太陽光発電所

#### <輸送・供給>

- チューブトレーラーと水素パイプラインを併用
  - ➤ Calveraがトレーラーを製造し、Redexisが水素パイプラインを設計

#### <利用>

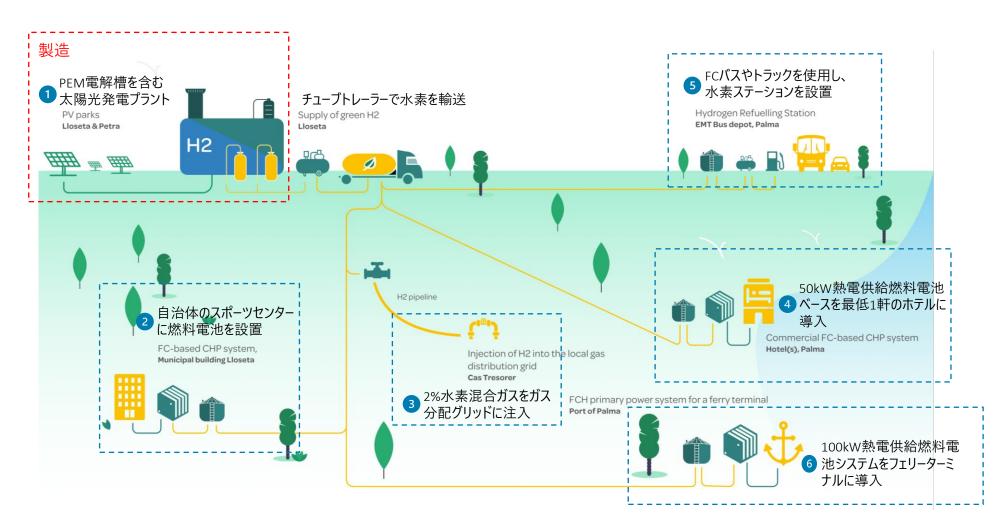
- Lloseta自治体やPalma市のホテルに熱と電力を供給
  - ➤ Llosetaのスポーツセンターに定置型燃料電池を設置
  - ➤ Palma市のホテルに50kW熱電供給燃料電池システムを導入
- Cas Tresorerのガスグリッド減圧施設に供給
  - ▶ 水素を2%混合したガスを地域のガスグリッドに注入
  - ▶ 最終的には4%の混合率を目指す
- 市営バス会社EMT Palmaが燃料電池バスを運営
  - ➤ Solaris Bus Iberica Solaris Bus & CoachからFCバスを5台購入(約 400万ユーロの契約)し、新たに水素ステーションを設置
- Palma港に燃料電池システムを導入
  - ▶ 100kW熱電供給燃料電池システムを導入
  - ▶ 年間40トンの水素需要

出所:GREEN HYSLAND "What is happening in Mallorca? Sneak peak at our pilot project"、enagas "Vice President Teresa Ribera inaugurates Spain's first industrial renewable hydrogen plant in Lloseta (Mallorca)"(2022/3/14) \*1: 5,000万ユーロ(1ユーロ146円で換算) \*2:Fuel Cell and Hydrogen Joint Undertaking \*3:Spanish Institute for Energy Saving and Diversification \*4: ACCIONA HPではそれぞれ6.9MW,6.5MW

**GREEN HYSLAND** 

# TO SINK

スペインのマヨルカ島に水素製造プラントを含む6つの拠点を設置し、水素エコシステムを展開している



出所: GREEN HYSLAND HP

<SIEMENS PEM型水電解装置>

## [H2Future]

# オーストリアのH2Futureプロジェクトでは、製鉄プロセスの低炭素化によるセクターカップリングの可能性を試す実証が行われた

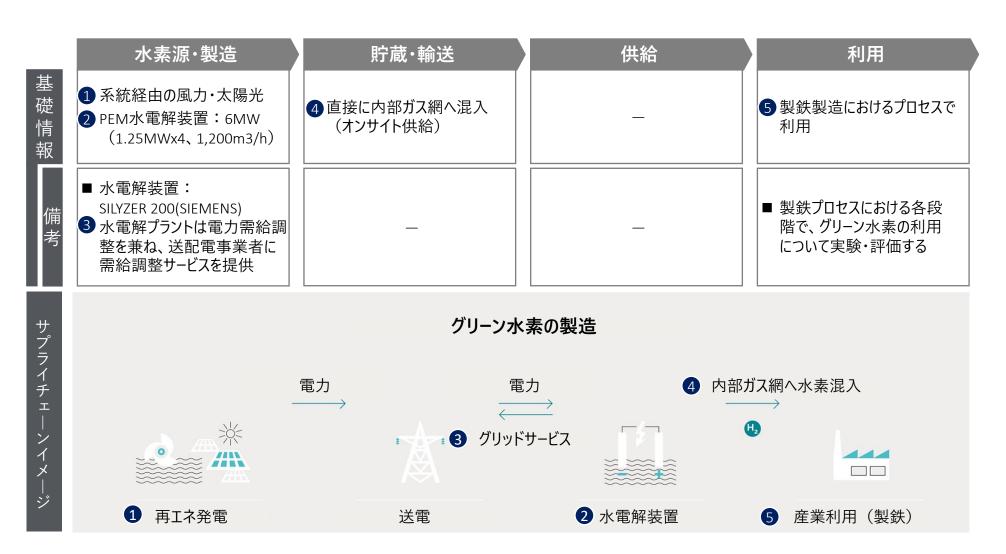
PJ名称 PJ規模 **H2 FUTURE** 6MW 2017.1~2021.12 実施場所 実施時期 オーストリア・リンツ (実証終了後も継続して稼働) 背景・目的 世界の二酸化排出量の7%を占める製鉄業界を低炭素化し、今後水素需要が高まりうるステークホルダーにPRする 概要 Voestalpineの拠点に水電解プラントを設置し、製造した再生エネルギー由来のグリーン水素を製鉄プロセスで利用する ■ 科学分析、デモオペレーション voestalpine ■ 鋼鉄会社 ECN > TNO innovation for life ■ 他セクターへの実証結果共有 事業者 SIEMENS ■ PEM水電解装置サプライヤー APC. プラント・電力需給の連携支援 製鉄産業における知見を提供 ■ 再生エネルギーの調達 Verbund ■ グリッド関連サビースの開発 ■ 応用可能性の調査 プロジェクト イメージ

出所:Air Liquide「Bécancour PEM Green Hydrogen Plant」、Cummins社HP

<H2 FUTURE>

### [H2Future]

# 系統から調達した再エネより水素を製造し、製鉄工場の内部ガス網へ直接混入し、 製鉄プロセスで水素を活用する



出所: H2Future HP、FCH JUプレスリリース「European Commission funds H2FUTURE Project 」(2017/02)

**HEAVENN** 

# 北オランダでは、統合的な水素サプライチェーンの構築に向けて、Heavennプロジェクトが 進められている

#### **HFAVFNN**

(H<sub>2</sub> Energy Applications in Valley Environments for Northern Netherlands)

New Energy Coalition、Shell、Nobian等 31団体

期間

2020年1月~2026年1月

#### <製造>

- Nobian製: 20MW、40MWの水電解装置を設置
  - ▶ 位置:Eemshaven-Delfziil地域
- Emmenの天然ガス精製設備にて水電解装置を導入
  - ➤ 新設パイプラインによりGetec工業地帯に供給
- 陸上、洋上風力、太陽光より電力を調達
  - ▶ 系統も活用する



水電解装置

目的

開発が停止されたガス田に代わるエネルギー源、 経済や雇用への価値創出

約132億円\*1

地域

北オランダ

#### <利用>

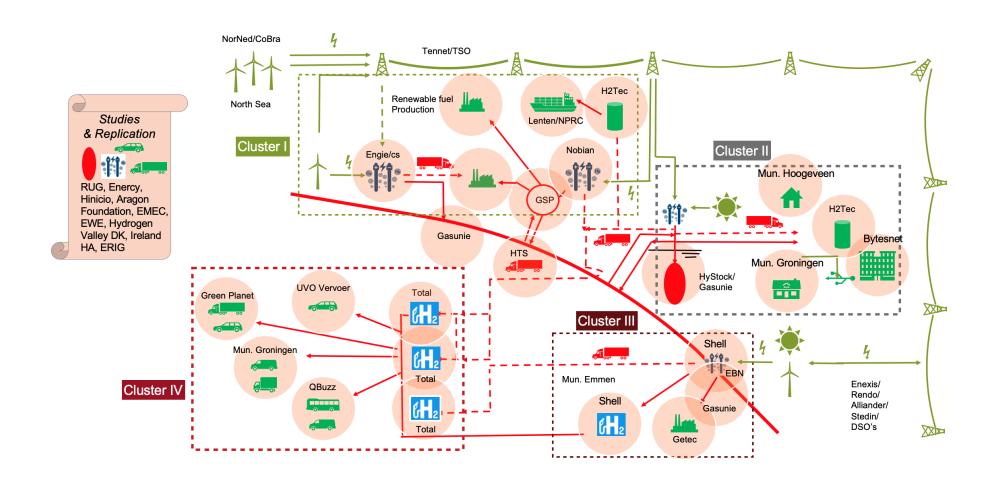
- 塩を運搬する内航船の動力として活用
  - ▶陸上で水素を充填し、航行の度に交換
- 350戸の住宅にて水素ボイラーを設置
  - ▶ 100戸の新築住宅、250戸の既存住宅
  - ▶ 水素はトレーラーにより配送
- 水素ステーション整備と車への応用
  - ▶ 北オランダへ水素ステーション数基設置
  - ▶ 105台の乗用車、トラック、ごみ収集車、バス、大型車に活用

#### <輸送・供給>

- 岩塩坑における水素貯蔵の活用
- トレーラー、パイプラインが利用される

**HEAVENN** 

# 北オランダでは、統合的な水素サプライチェーンの構築に向けて、Heavennプロジェクトが進められている



#### [Port of Amsterdam]



# アムステルダム港周辺にて数多くのプロジェクトが並行して進んでおり、2030年をめどに 大規模なサプライチェーンの構築が予定されている

# **Port of Amsterdam**

場所名称 アムステルダム港 (Port of Amsterdam		「ネ水素のみを用いた都市・工業地域一帯の 炭素化
事業者 Port of Amsterdam、Nouryo Synkero、Tata Steel等社	复数	全体予算不明 (H2 Ships:約9.1億円* <sup>1</sup> )
H2ermes:2025/2026年 期間 H2ERA:2027年~ H2Ships:2021年~	地域	オランダ アムステルダム港
	<u>:行</u> しモビリティだけでなく <u>鉄鋼等の大類</u> <b>エネ</b> だけでなく <u><b>グリーン水素輸入</b>の活力</u>	
製造	輸送•供給	利用
■ 近隣の2基の <u><b>洋上風力</b></u> ×100MWの水電 解装置からグリーン水素を製造する ▶ 水素製造規模:15,000トン/年	■ 配管を用い工場に水素を供給 ► 加えて、Port of AmsterdamとGa が協力し、近隣地域への配管を た水素輸送にも取り組む	
■ <u>500MW</u> のオランダ最大となる水電解装置 を設置 H2ERA 詳細は計画中とみられるが、風力の 利用と <u>再エネの需給調整</u> のための系 統電源利用を行う予定	│ │ ■ GasUniの <u>配管</u> を用いて供給	■ 検討中
H2SHIPS (NA)	(NA)	■ 船舶への水素供給、利用実証 ➤ 水素化ホウ素ナトリウムにより稼働 する船舶
その他    「サーン水素輸入をするための検討を行う    将来的に需要過多となるため	■ 水素ステーション ➤ OrangeGas等のもの	■ 合成ケロシンへの利用 ■ トラック、バス、FL等の特殊車両

# アムステルダム港周辺にて数多くのプロジェクトが並行して進んでおり、2030年をめどに 大規模なサプライチェーンの構築が予定されている

**Port of Amsterdam** 



## **[ZEROKYST]**

# 各事業者が協力し、ノルウェーの漁船や港を脱炭素化するためにLofoten島で実証を行う

#### <製造>

→ 海事セクターに水素を供給する水素製造プラントを設置

- ➤ 主要事業者:H2 MARINE
- ▶ 1日あたり300kg水素を生産し、発生した熱や酸素も活用
- <輸送・供給>



エネルギーインフラストラクチャの構築

- ▶ 主要事業者:Lofotkraft Muligheter
- ▶ 各地のニーズや需要可能性について調査



<利用>



ゼロエミッションパワートレインの開発

- ➤ 主要事業者: Siemens Energy、Hymatech
- ▶ 実用化すれば、6,000隻以上の漁船に搭載できる見込み
- 📤 ゼロエミッションの漁船を開発
  - ➤ 主要事業者:Selfa Arctic
  - ▶ 運用データを収集し、水素電気ソリューションの生産に活用

#### ≤その他>



Kompetanseプロジェクト

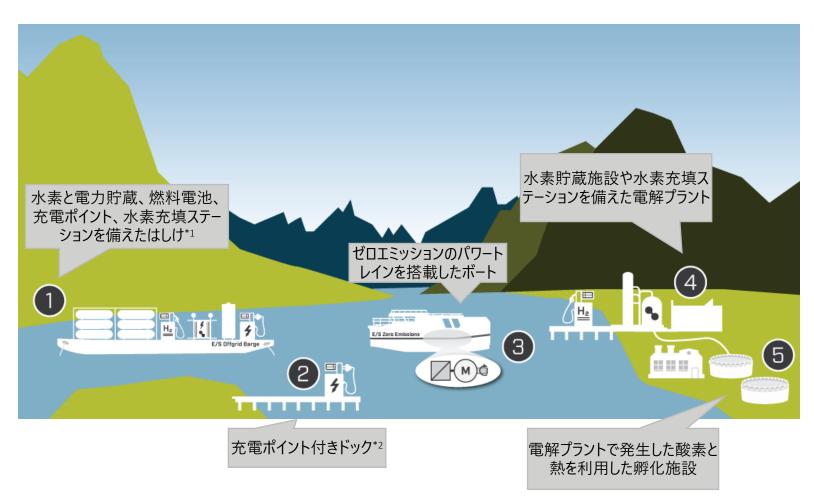
- ▶ 主要事業者:SINTEF
- ▶ 水素を漁業に利用する技術開発
- ▶ ノルウェーの海岸沿いにおける、水素ステーション設置計画の策定
- 水産業界の脱炭素化に関する調査

出所: ZEROKYST HP \*1: 1億2000万ノルウェークローネ (1ノルウェークローネ14.1円で換算)

### **[ZEROKYST]**

# 各事業者が協力し、ノルウェーの漁船や港を脱炭素化するためにLofoten島で実証を行う





出所: ZEROKYST HP \*1:本船と波止場の間を行き来し、乗客や貨物を運ぶ小舟 \*2:船の修理や調整を行うための場所

#### **Tranzero Initiative**



PORT OF GOTHENBURG

# The Port of Gothernburgでは、2023年中旬の開始を目指し水素の貯蔵・活用の研究が進められている

事業名称	Tranzero Initiative	目的	2030年までに港湾における炭素排出の70%削減
事業者	Volvo Group、Scania、Stena Line AB、 the Gothenburg Port Authority	予算	約12.6億円* <sup>1</sup> (合計額) <sup>*2</sup>
期間	2023年中旬開始予定	地域	スウェーデン イェーテボリ

#### <製造>

- 4MWの水素発生装置を設置
  - ▶ 水素製造規模:2トン/日
  - ▶ 運転開始時期:2023年中旬
  - > 将来の需要に応じて拡張予定
  - ▶ 投資額:6,000万スウェーデン・クローナ
  - ▶ 事業者:The Gothenburg Port AuthorityとStarkraft
  - ▶ 位置:不明
- 再エネ電力を調達
  - ▶ どの電源かは明記されていない



The Port of Gothernburgの外観

- < 供給・利用① (トラック) >
- ■水素供給設備
  - ▶ 水素貯蔵容量:1.5トン
  - ▶ 充填可能車両数:35台/日
  - ▶ 同時充填可能台数:2台
  - ▶ 位置:Gothenburg RoRo Terminalに隣接
- 港湾内のトラックに利用
  - ▶ 投資額:3,500万スウェーデン・クローナ
  - ➤ 融資団体:Swedish Energy Agency
- <供給・利用②(港湾内の重量運搬車)>
- ■水素供給設備
  - ▶ 水素貯蔵容量:720kg
  - ▶ 充填可能車両数:15台/日
- 港湾内の重量運搬車に利用
  - ▶ 出力:350kW~1MW (完成時)

## (H2 green steel)

# 水電解装置を還元鉄の生産に活用し、鉄鋼生産プロセスを脱炭素化を目指す

# H2green steel

事業名称	H2 green steel	目的	世界最大級の電解槽を用いてグリーン水素を生成し、 ボーデンの鉄鋼生産施設を脱炭素化する
事業者	H2 green steel <sup>*1</sup> 、Vargas、Statkraft、 日立エネルギー、Midrex等	予算	約3,670億円* <sup>2</sup>
期間	2020年~ (2025年に鉄鋼生産開始予定)	地域	スウェーデン ボーデン

#### <製造>

- 最大800MWの水電解装置を設置
  - ▶ 2022年7月中旬に基礎工事開始
  - ▶ 2030年までに、年間500万トンの高品質鋼を生産できる量の水 素製造を目指す
  - ▶ 日立エネルギーが、電気インフラの構築面で技術協力
- 再生可能エネルギーより電力を供給
  - ➤ 2026年から2032年まで、Statkraftから年間2TWhの電力を購入
  - ▶ スウェーデン北部にある水力発電所から供給
  - ▶ 証書を用いる



#### <利用>

- 鉄鋼生産工場を脱炭素化するために利用
  - ➤ 年間250万トンの鉄鋼を生産し、CO2排出量を最大90%削減 予定
  - ➤ GreenIron H2やBMWが、鉄鋼のリサイクル面で協力
  - ➤ Midrex \*3が、直接還元鉄(DRI)施設の建築のために技術協力
- 製造した鉄鋼は各種事業者に供給
  - ➤ 輸送業界、エネルギー業界、電化製品、建築物等
  - ▶ 2022年時点で、15社以上と5~7年の顧客契約を締結済
  - ➤ BE、BMW、Mercedes-Benz、Scania、Schaeffler、日立エネル ギ-等

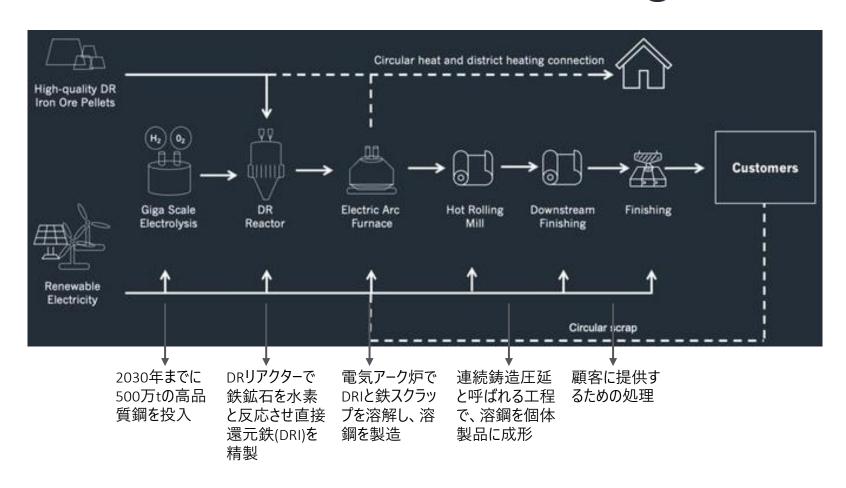
<Boden-Luleå(ボーデン)>

出所: H2 green steel HP、H2 green steel "H2 Green Steel to build large-scale fossil-free steel plant in northern Sweden" (2021/2/23)、HITACHI Energy 「日立エナジーとスウェーデン・H2グリーンスチー ルが、電化、デジタル化、水素を活用したグリーンな鉄鋼生産の実現に向けて覚書を締結 | (2022/7/20) \*1:2020年に設立された鉄鋼メーカー。元ScaniaのCEOがCEOに就任している \*2:プロジェク トの第1段階の資金調達総額 \*2:約25億ユーロ(1ユーロ146.76円で換算) \*3:神戸製鋼の100%子会社

## [H2 green steel]

# 水電解装置を還元鉄の生産に活用し、鉄鋼生産プロセスを脱炭素化を目指す

# H2green steel



# 【Antwerp-Bruges港】

# 複数の事業者が水素ハブの建設に向けて様々なプロジェクトに参加している



事業名称	不明	目的	天然由来のグリーン水素を現地に供給し、Antwerp- Bruges港をヨーロッパの主要な水素ハブにする
事業者	Plug power、Fluxys、Eoly、John Cockerill、BESIX、 Compagnie Maritime Belge等	予算	不明
期間	2021年~2025年	地域	ベルギー Antwerp-Bruges港

#### <製造>

- 水素製造プラントを建設し、PEM電解槽を設置
  - ▶ 関連事業者:Plug Power
  - ▶ 時期:2023年後半に建設開始、2025年に試運転の予定
  - ▶ 水素製造規模:100MW、35トン/日(125,000t/年)
  - ▶ 洋上・陸上風力から電力を調達
- Zeebrugge港\*1における水素製造
  - ➤ HyoffwindプロジェクトとしてZeebrugge港に電解槽を設置
  - ▶ 関連事業者:Fluxys、Eoly、John Cockerill、BESIX等
  - ▶ 時期:2020年2月開始、2022年中に建設許可獲得予定
  - ▶ 水素製造規模: 25MW(将来的には100MWまで拡張予定)
  - ▶ 洋上風力から電力を調達

#### <利用>

- 世界初の水素動力タグボート「Hydrotug」を導入
  - ➤ 関連事業者:Compagnie Maritime Belge (CMB)
  - ▶ 時期:2022年後半に建設完了、2023年前半に稼働開始予定
  - ▶ 水素とディーゼルによる二元燃料エンジンを搭載

#### <その他>

- HyTrucksコンソーシアムへの参加
  - ➤ 関連事業者:エア・リキード、DATS 24
  - ▶ 時期:2021年~2025年
  - ▶ 概要: 2025年までにベルギーで計300台の水素駆動トラックを配備
  - ▶ ヨーロッパに1,000台のゼロエミッション車両を導入
- チリとのMoU
  - ▶ 大陸間の水素サプライチェーンを構築
- H2Global Foundationの創設
  - ▶ 時期:2021年
  - ▶ 水素製造、輸送、貯蔵に関連するプロジェクトを支援
- Hydrogen Import Coalitionへの参加
  - ➤ 関連事業者:DEME、ENGIE、Exmar、Fluxys、Antwerp-Bruges港、 Zeebrugge港、WaterstofNet
  - ▶ 時期:2019年~
  - ▶ 概要:他大陸からの水素の大規模輸入に関する共同研究

出所:Antwerp-Bruges港の各種ニュースリリース、John Cockerill "Hyoffwind: John Cockerill partners with Fluxys and BESIX to build a green hydrogen production facility in Zeebrugge"(2022/2/15)、Plug Power "PLUG TO BUILD LARGE-SCALE GREEN HYDROGEN GENERATION PLANT IN EUROPE AT PORT OF ANTWERP-BRUGES"(2022/6/8) \*1: Antwerp-Bruges港と2022年4月に統合



# 【Antwerp-Bruges港】

# 複数の事業者が水素ハブの建設に向けて様々なプロジェクトに参加している





出所: Antwerp-Bruges港HP

# [H2 HAUL]

# 4拠点で合計16台の燃料電池トラックを開発・配備し、水素供給インフラを構築する



事業名称	H2HAUL (Hydrogen Fuel Cell Trucks for Heavy Duty Zero Emissions Logistics – 826236)	目的	欧州の物流に燃料電池トラックを普及させるため、4拠点 で実現可能性を調査し、水素供給インフラを整備
事業者	Element Energy、Fuel Cell and Hydrogen Joint Undertaking (FCH JU)	予算	約41億円*1 (うち約17.6億円をEUが援助)
期間	2019年2月~2024年1月	地域	ベルギー、フランス、ドイツ、スイス

恢女

- ➤ H2 HAULは、欧州7か国・15のパートナーから構成されるプロジェクト
- ▶ IVECO、FPT Industrial、VDL ETSが設計した新たな水素燃料電池大型トラックを、4つの拠点で運用

#### <ベルギー>

- 配送センターでVDLトラック4台を運用
  - ➤ 主要事業者:Colruyt
  - ▶ 1台あたり年間最低40,000km走行させ、安全性を検証
  - ➤ Olligniesに水素ステーションを建設(<u>DATS24</u>が運営)

#### <フランス>

- IVECOトラックを計6台運用
  - ➤ 主要事業者: Air Liquide、Blondel、Chabas、Coca-Cola、ID Logistics、Malherbe、Perrenot
  - ➤ Coca-Cola等の商品を配送
  - ► HyAMMED\*2プロジェクトと連携し、Air Liquideが700barの高圧水素ステーションを建設

#### <ドイツ>

- IVECOトラックを2台運用
  - ➤ 主要事業者:BMW Group
  - ▶ BMWの部品を輸送するため、ニュルンベルクとライプツィヒ間を走行
  - ▶ 新たな水素ステーションを2つ建設

#### <スイス>

- IVECOリジッドトラックを4台運用
  - ▶ 主要事業者:LANDI Sempach-Emmen、H2 Energy、Coop
  - ▶ 小売業者Coopの商品を配送するため、1台あたり年間 60,000~85,000km走行
  - ➤ LANDI Sempach-Emmen、H2 Energyが2021年にAGROLA水素ステーションを建設\*3

出所:H2 HAUL HP、H2 HAUL HP "IVECO, FPT Industrial And VDL ETS To Develop Fuel Cell Heavy-Duty Trucks For European Markets Under The H2Haul Project"、Air Liquide "Air Liquide will build the first high-pressure hydrogen refueling station for long-haul trucks in Europe"(2020/7/1)、CORDIS "Hydrogen fuel cell trucks for heavy-duty, zero emission logistics" \*1:約2,800万ユーロ(1ユーロ146円で換算)、EU援助は1,200万ユーロ \*2:Hydrogène à Aix-Marseille pour une Mobilité Écologique et Durable \*3: Lucerne地方で実施

# [H2 HAUL]

# 4拠点で合計16台の燃料電池トラックを開発・配備し、水素供給インフラを構築する





# [HyPErFarm]

# 19 農村漁村

# 収穫率を維持した農地の脱炭素化の実現に向けて、農地内での水素の製造・利活用の実証を行う

事業名称	Hydrogen and Photovoltaic Electrification on Farm (HyPErFarm)	目的	 収穫率を維持した農地の脱炭素化 
事業者	Katholieke Universiteit Leuven、Aarhus Universitet等多数	予算	約8.4億円 <sup>*1</sup> (内EU支援:約7.6億円) <sup>*1</sup>
期間	2020年11月~2024年11月	地域	ドイツ、デンマーク、ベルギー
→ 太陽光を活用した農地でのエネルギー分配システムの設計			

#### <製造>

概要

- 農地に地面から独立した太陽光パネルを設置
  - ▶ 農地そのものの収穫率を低減させずに発電が可能
- 太陽光からの電力、周囲の水分を活用し直接水素を生成

▶ 水素を含む複数の状態でエネルギーを利活用

> 水電解装置の詳細は不明



#### <利用>

- <u>農地内のトラクター</u>にて水素を活用
  - ▶ 小型の貯蓄装置に水素を貯蔵し活用
  - ▶ コストの観点より350バールの貯蔵設備を導入
  - ▶ 安全基準を設け、農地内でトラクターに水素を充填
- <輸送・供給>
  - ▶ 現段階では農地内での水素製造・消費が行われる予定



出所:各社Webサイト \*1:約573万ユーロ、内EU支援518万ユーロ(1ユーロ146.66円で換算)

# ロサンゼルス港では、港湾内での輸送を中心に水素の利活用が進められており、 水素製造の実証も行われている

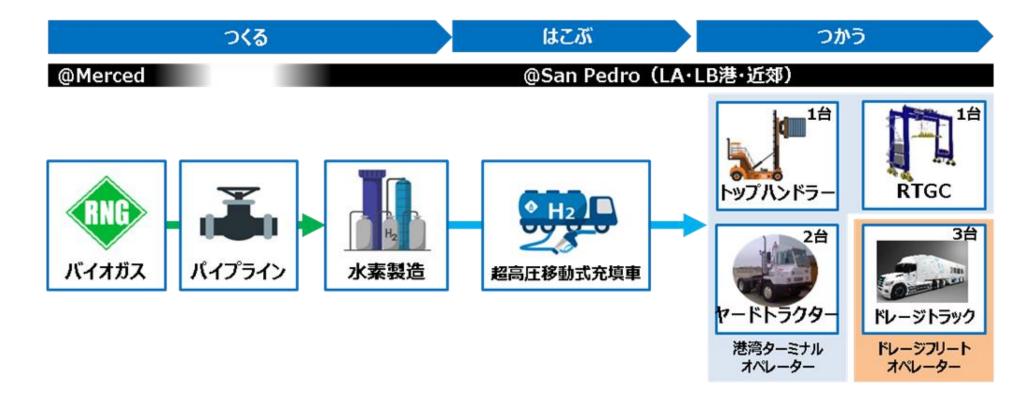


事業名称	Shore-to-Store(S2S)プロジェクト	目的	港湾のクリーンエア行動計画の目標を推進し、カリフォル ニア州が温室効果ガスと有毒な大気排出量の削減
事業者	豊田通商、Toyota Motor North America、 Kenworth Truck等	予算	約120億円* <sup>1</sup>
期間	LA港パートナー企業:2021年6月~2022年6月 豊田通商:2022年2月~2026年3月	地域	カリフォルニア州 サンペドロ

	ロサンゼルス港パートナー企業*2	豊田通商		
製造	(不明)	<ul><li>■ 水素における地産地消の実証が進行中</li><li>▶ マーセドにてバイオガスより水素を生成</li><li>▶ 超高圧移動式充電車でLA港まで輸送</li></ul>		
輸送•供給	■ Shellが大容量水素ステーションを設置  ⇒ ウィルミントンとオンタリオに水素ステーションを設置  ➤ Air Liquideも水素提供を行う	■ パイプライン、移動式充填車を整備		
利用	<ul> <li>■ 港湾内でのトラック等に活用</li> <li>▶ 10台の燃料電池トラックを導入</li> <li>▶ トヨタ提供の燃料電池システムを活用</li> <li>▶ ヤードトラクター、フォークリフトも導入予定</li> </ul>	■ 港湾荷役機械に活用  ▶ バイオガス水素をトップハンドラ、クレーン等に活用		

ロサンゼルス港では、港湾内での輸送を中心に水素の利活用が進められており、 水素製造の実証も行われている









# 【Edomonton Hydrogen Hub】

# エドモントン国際空港では、2022年以降に陸路と空路で水素を活用する予定である



### <製造>

- 三井物産等による水素ハブ構築
  - ▶ 提携業者:カナダ三井物産、都市開発事業支援機構
  - ▶ 輸送での水素導入に向けサプライチェーン構築
- 空港内では世界最大の太陽光発電を建設
  - ▶ 627エーカーの太陽光発電施設の建設を開始
  - ➤ 年間20万MWhの発電を行う
  - ▶ 水素製造に直接使用されるかは不明
- <輸送・供給>
- FirstElement Fuelと提携
  - ▶ 水素ステーションを空港内に建設予定

#### <利用>

- 水素航空機での利活用
  - ▶ 提携業者:ZeroAvia
  - ▶ エドモントン国際空港とヴィルヌーヴ空港に水素インフラを設置
  - ➤ ZeroAviaの600kWエンジンを用いて2024年より転用可能
- ■バスでの利活用
  - ➤ 提携業者:Letenda
  - ▶ 乗客向けのシャトルバスとして水素バスを活用
  - ▶ 2024年に導入予定
- FCVでの利活用
  - ▶ 提携業者:Toyota Canada
  - ▶ 従業員の利活用を想定
- 作業車での利活用
  - ➤ 提携業者:Hydra Energy、Hydra Energy、VEXSL
  - ▶ 除雪車含む大型作業車での利用を想定
  - ▶ 2022年夏までに、大型作業車は水素混燃で稼働する

出所:各社Webサイト \*1:Iドモントン国際空港が参加する団体名

大規模水電解の 国内外の水素プロジェクト事例

# 水電解装置の規模では北米事業者が、プロジェクト数では欧州事業者がリードする\*1

凡例

●日本	●欧州	
●アジア	●北米	

: 詳細後述

#	プロジェクト名	国	開始年	電解種	規模	メーカー	電力	
77	プログエグト石				(MW)			電力種
1	Air Liquide Becancour	カナダ	2020	PEM	20.0	Cummins	専用再エネ	水力
2	Industrial Cachimayo	ペルー	1975	アルカリ	19.4	(不明)	専用再エネ	水力
3	Fukushima Hydrogen Energy Research Field	日本	2020	アルカリ	10.0	●旭化成	専用再エネ	太陽光
4	Refhyne	ドイツ	2021	PEM	10.0	ITM Power	その他/不明	-
5	Haiperer Wind Power Hebei - first phase	田	2020	その他	9.1	(不明)	専用再エネ	陸上風力
6	Kokkola H2 plant	フィンラント゛	2014	アルカリ	9.0	<ul><li>Tianjin Mainland</li><li>Hydrogen Equipment</li></ul>	その他/不明	-
7	H2FUTURE	オーストリア	2019	PEM	6.0	Siemens Energy	系統 (余剰再エネ)	-
	ETOGAS, Solar Fuel Beta-plant AUDI, Werlte (Audi e-gas)	ドイツ	2013	アルカリ	6.0	Siemens Energy	系統 (余剰再エネ)	-
9	Commercial Plant Svartsengi/George Olah plant	アイスラント゛	2011	その他	6.0	(不明)	専用再エネ	その他/ 各種
10	Energiepark Mainz	ドイツ	2014	PEM	6.0	Siemens Energy	専用再エネ	陸上風力

出典:IEA (2021), Hydrogen Projects Database, <a href="https://www.iea.org/reports/hydrogen-projects-database">https://www.iea.org/reports/hydrogen-projects-database</a>

<sup>\*1:</sup> IEAのデータベースに存在するプロジェクトのうち、水電解を用いておりOperational又はDEMOのステータスのものを抽出し、うち水素製造規模上位10件を掲載

## **[Becancour Plant]**



# 北米における低炭素水素需要へ対応するため、Air Liquideを主体に世界最大級の水素製造プラントがカナダ・ベカンクールで2021年に商用化された

PJ名称	Becancour Plant	PJ規模	約3,000t/年	
実施場所	カナダ・ベカンクール	実施時期	2019年~実証 2021~商用化	
主体 事業者	Air Liquide	その他 事業者	Cummins等	

背景・目的

北米における低炭素水素需要へ対応するため、カナダで世界最大級の水素製造プラントを構築する

概要

### 水素源·製造

- 水力発電
- 20MWの水電解装置 (5MW×4、8.2t/日)

### 貯蔵·輸送

- 貯蔵タンク (液体・気体)
- 水素トレーラー

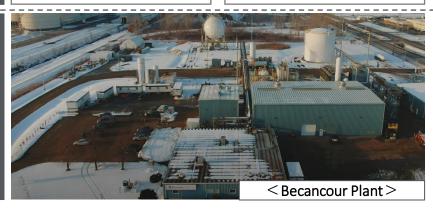
### 供給

■ 水素ステーション

### 利用

- 輸送部門(トラック等)
- 産業部門(化学工場等)

プロジェクト イメージ





<Cummins PEM型水電解装置>

出所:Air Liquide Bécancour PEM Green Hydrogen Plant」、Cummins社HP



# 福島県浪江町にて、水素を用いた再エネ需給調整及びクリーンな水素製造を目指し、10MWのアルカリ水電解装置を用いる実証事業が行われた

事業名

水素社会構築技術開発事業/水素エネルギーシステム 技術開発/再エネ利用水素システムの事業モデル構築 と大規模実証に係る技術開発

事業主体

NEDO<sup>\*1</sup>、東芝エネルギーシステムズ、 東北電力、岩谷産業

目的

- 電力系統に対する需給調整を実施し、出力変動の 大きい再生可能エネルギーの電力を最大限利用する
- クリーンで低コストな水素製造技術の確立を目指す

期間

2016~2020年度※2023年2月末まで実証を継続

地域

日本·浪江町(震災復興地域内)

施設名

福島水素エネルギー研究フィールド(FH2R) Fukushima Hydrogen Energy Research Field

施設全景



水素製造

- 出力20MWの太陽光発電を利用し、需給調整の手段として水素を用いる
  - ▶ 蓄電池を用いずに電力の出力変動を吸収する
- 水電解装置は最大10MWとし、需給調整市 場最低入札容量5MWに対応
  - ▶ 上げ・下げDRのため、±5MWで最大10MWの 入力電力が必要

水電解 装置 ■ 規模: 10MW (定格出力で1,200Nm3/h)

■ 技術:アルカリ

■メーカー:旭化成

水素利用

浜通り地域をはじめとする福島県内等 ※発電用、モビリティ用、産業用に供給予定

出所:NEDO「再エネを利用した世界最大級の水素製造施設『FH2R』が完成し \*1: 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構





# 産業プラントにおける水素の利用可能性を検証するため、Shellの製油所にて水素を利用する実証を行う



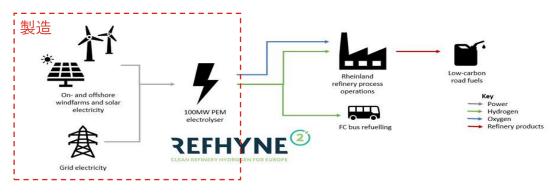
事業名称	REFHYNE (Clean Refinery Hydrogen for Europe)	目的	産業プラントにおけるグリーン水素の利用可能性の検証 や、技術、事業性、環境に係る有効性の検証
事業者	Shell、ITM Power、SINTEF、 thinkstep、Element Energy	予算	1,600万ユーロ (FCH JU: 1,000万ユーロ、事業者: 600万ユーロ)
期間	2018年1月~2022年12月	地域	ドイツ ヴェッセリング

### <製造>

- ITM Power製:10MWの世界最大の水電解装置を設置
  - ▶ 水素製造規模:1,300t/年
  - ➤ 圧力: 30MPa
  - ➤ 2024年には100MW(15,000t/年)まで拡張予定
- 太陽光・洋上/陸上風力発電、系統電力より電力を調達
  - ▶ 余剰電力を消費し、系統電源を安定させるため

### <利用>

- Shellの製油所及び水素ステーションにて水素を利用
  - ▶ 製油所へはパイプライン、ステーションへはトレーラーを用いて供給
- 年180,000tの水素需要のうち、1%を代替
  - ▶ 残りは化石燃料由来水素を利用
- 最終的には他産業への水素供給も目指す
  - ➤ SAFの生産も行う予定

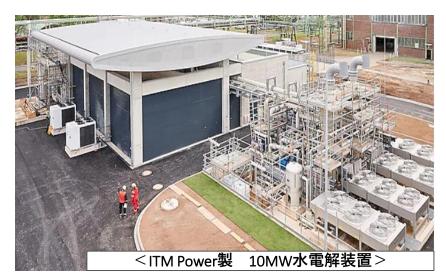


# [REFHYNE]

再排



# 産業プラントにおける水素の利用可能性を検証するため、Shellの製油所にて水素を利用する実証を行う





#### 再掲

<SIEMENS PEM型水電解装置>

# オーストリアのH2Futureプロジェクトでは、製鉄プロセスの低炭素化によるセクターカップリングの可能性を試す実証が行われた

PJ名称 PJ規模 **H2 FUTURE** 6MW 2017.1~2021.12 実施場所 実施時期 オーストリア・リンツ (実証終了後も継続して稼働) 背景・目的 世界の二酸化排出量の7%を占める製鉄業界を低炭素化し、今後水素需要が高まりうるステークホルダーにPRする 概要 Voestalpineの拠点に水電解プラントを設置し、製造した再生エネルギー由来のグリーン水素を製鉄プロセスで利用する ■ 科学分析、デモオペレーション voestalpine ■ 鋼鉄会社 ECN > TNO innovation for life ■ 他セクターへの実証結果共有 事業者 SIEMENS ■ PEM水電解装置サプライヤー APC. プラント・電力需給の連携支援 製鉄産業における知見を提供 ■ 再生エネルギーの調達 Verbund ■ グリッド関連サビースの開発 ■ 応用可能性の調査

プロジェクト イメージ



出所:Air Liquide Bécancour PEM Green Hydrogen Plant」、Cummins社HP

## [H2Future]

再掲



# 系統から調達した再エネより水素を製造し、製鉄工場の内部ガス網へ直接混入し、 製鉄プロセスで水素を活用する

供給 水素源·製造 貯蔵・輸送 利用 基 礎 ⚠ 系統経由の風力・太陽光 ▲ 直接に内部ガス網へ混入 **5** 製鉄製造におけるプロセスで PEM水電解装置:6MW 情 (オンサイト供給) 利用 (1.25MWx4, 1,200m3/h) 報 ■ 水電解装置: ■ 製鉄プロセスにおける各段 SILYZER 200(SIEMENS) 備考 3 水電解プラントは電力需給調 階で、グリーン水素の利用 整を兼ね、送配電事業者に について実験・評価する 需給調整サービスを提供 グリーン水素の製造 サプライチェーンイメージ 電力 電力 内部ガス網へ水素混入 **3** グリッドサービス 再エネ発電 送雷 2 水電解装置 産業利用 (製鉄)

出所: H2Future HP、FCH JUプレスリリース「European Commission funds H2FUTURE Project 」(2017/02)

# [Energiepark Mainz]

# ドイツのEnergiepark Mainzは、大規模の水電解装置(6.3MW)を使用し系統を安定化させる実証を行い、2018年に商業運転を開始した

### プロジェクト基礎情報

### 実証内容

## 背景 目的

#### ■ 背景:

再エネ電力の増加に伴い、地域電力網や送電系統への超 負荷が問題になっている。現在は出力抑制で対応している が、将来の再エネ増加は不可避の為、余剰電力を水素とし て貯蔵し、系統の安定化に係る実証を行う

#### ■ 目的:

- ▶ 電力網と連携した事業性の確保
- ➤ MWクラスのPEM電解装置の開発
- ▶ 精製、貯蔵、取り扱い時の効率的な水素管理
- ▶ ガスパイプラインと消費機器での水素濃度の調査
- ▶ 広報実施、社会受容性の確保

# 実証地

■ ドイツ (マインツ)

## 期間

- 2012年に計画開始
- 2015年に実証
- 2018年に商業運転を開始\*1

## 実証 概要

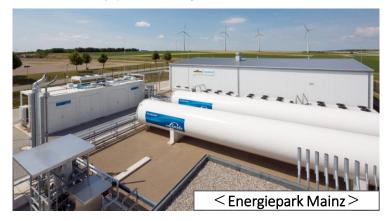
### 参加団体

■ Stadtwerke Mainz AG、SIEMENS、Linde Group、RheinMain応用大学

### 特徴

■ 大規模の実証プロジェクトで、6.3MW のPEM 電解装置、1,000kgの貯蔵容量、200t/年の 水素製造量を持つ

- 8MWオンサイト風力発電の余剰電力からグリーン水素を製造
- 製造された水素はトラックやパイプラインで輸送され、 天然ガス代替、FCV用燃料、産業向けの原料として使用
- 研究・実証期間を経た後、2018年3月にエネルギーパーク継続の契約を締結、主に燃料電池バス供給、天然ガス混入用途として商業化運転が開始された
- 水電解装置の電力は、系統ならびに風力発電両方から調達。電力市場と連携し、安い時に水素を製造・高い時は逆潮させる
  - ➤ 系統の予備力調整サービスの提供も行っており、パイプラインに接続されるCHPはP2Pの機能を果たす
  - ▶ 高いメンテナンス費を下げる必要有り



出所:Stadtwerke Mainz AG「Power-to-Gas Project Energiepark Mainz」(2014/7) \*1:2022年8月時点で稼働中

# [Energiepark Mainz]

# Energiepark Mainzのサプライチェーンでは、余剰風力由来のグリーン水素をトレーラーや配管で輸送し、FCV用燃料・天然ガス混入用として使用する



貯蔵・輸送 水素源·製造 供給 利用 基 貯蔵容量: 780 kg-H2 オンサイト風力 (8MW) 礎 4 圧縮水素をトレーラーで輸送 (スポット市場も使用) 6 モビリティと産業で利用 ■ 水素ステーション 情 **②** 水電解規模:6MW 5 天然ガス網へ混入 (2MW×3、200t/年) (混入率:約10%) 報 ■ Siemens社PFM型 ■ Lindeを通じて様々な顧客に 水電解装置を使用 ■ 貯蔵圧力は2~8 MPa 供給 ■ 2020年に燃料電池バスに供 ■ 数秒で起動し、 ■ シュタットベルケ\*1の天然ガス 網に接続、住宅やCHP\*2に供 部分負荷運転が可能 ■ 出力圧力は3.5 MPa ■ 2022年にガラスメーカー (機械圧縮なし) SCHOTTに供給 (5) 天然ガス網混入 ③ 水素貯蔵 直流変圧ステーション サプライチェ 🤰 水電解装置 INFORMATION CENTER ーンイメージ トレーラー充填 水電解装置室 モビリティ・ 産業利用

出所: Energiepark Mainz HP、「Germany Energiepark produces hydrogen for future buses」(2020/02)、SCHOTT「SCHOTT und Mainzer Stadtwerke testen Glasherstellung mit klimafreundlichem Wasserstoff」(2022/5/2) \*1:シュタットベルケ(Stadt Werke)とは、ドイツにおいてガス等の公共インフラを整備・運営する地方公共団体所有の公益企業である \*2: CHP: Combined Heat and Powerの略で、熱電供給システムを指す

圧縮機コンテナ

油圧コンテナ

オンサイト風力