



F-REI

福島国際研究教育機構

F-REI座談会

再生可能エネルギーを用いた 地産地消型水素エネルギーシステム

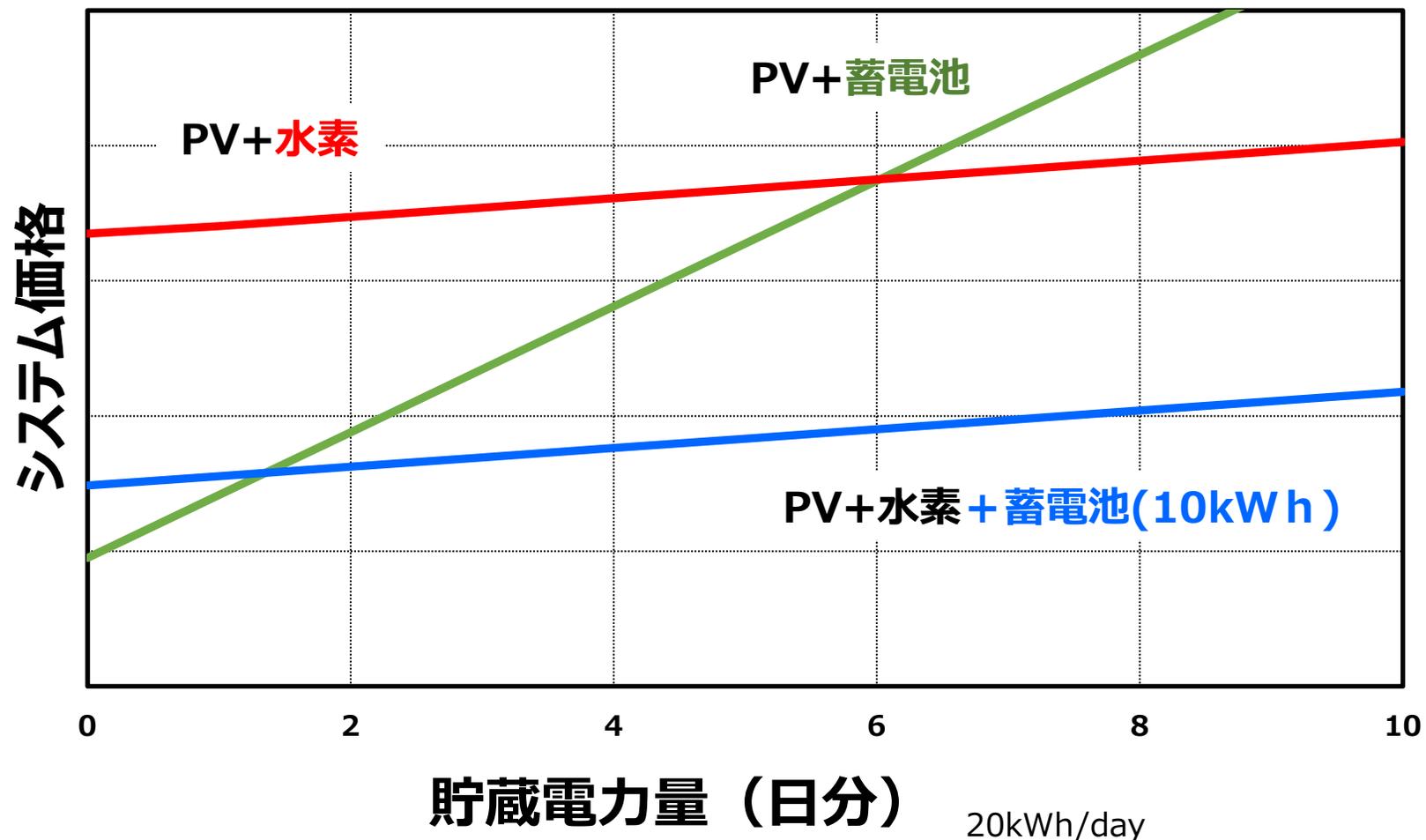
令和7年7月11日(金)

いわき産業創造館企画展示ホール

京都大学大学院人間・環境学研究科

内本 喜晴

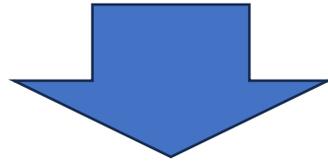
再生可能エネルギー電力を有効に活用するためには



適切な容量の蓄電池と水素の組み合わせのシステムが
中長期相当のエネルギー貯蔵においてコストメリットが大きい

開発するエネルギーシステム

- 分散型の再生可能エネルギーを基軸としたレジリエンスな未来型社会の構築を見据えて、再エネ電力を水素として高効率に貯蔵・利用する「P2G (Power to Gas)」システムを実現
- 福島浜通り地方における水素の地産地消に資するシステム



- 安定な高温熱源が存在しない状態で作動する分散型システムである
- 再エネ電力への追従性が必要
- コスト的に競争力があるシステムである
- 電力／電力変換効率で50%を目指す
- 総合効率（電力・熱）は80%を目指す

電力／電力変換効率（システム） 目標

PEM燃料電池（70%）×AEM電解（72%） = 50%

総合効率（電力・熱）は**80%以上**

- 純水素燃料電池の場合、PEMFCの効率が最も高い
- AEMWEは、材料開発のフェーズにあるが、貴金属を使用しないため、高効率かつ経済性に優れる

ベンチマーク

現状

PEMFC (40-60%)

PEMWE (61%)

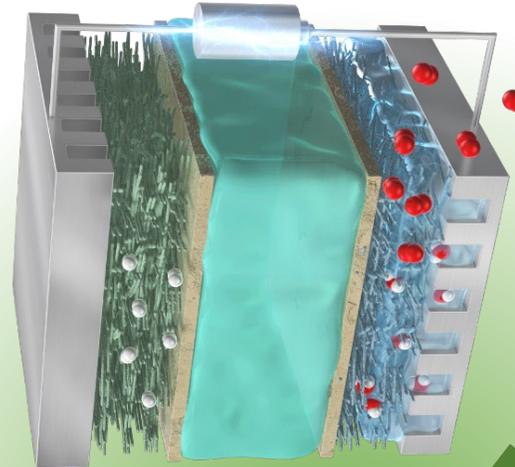
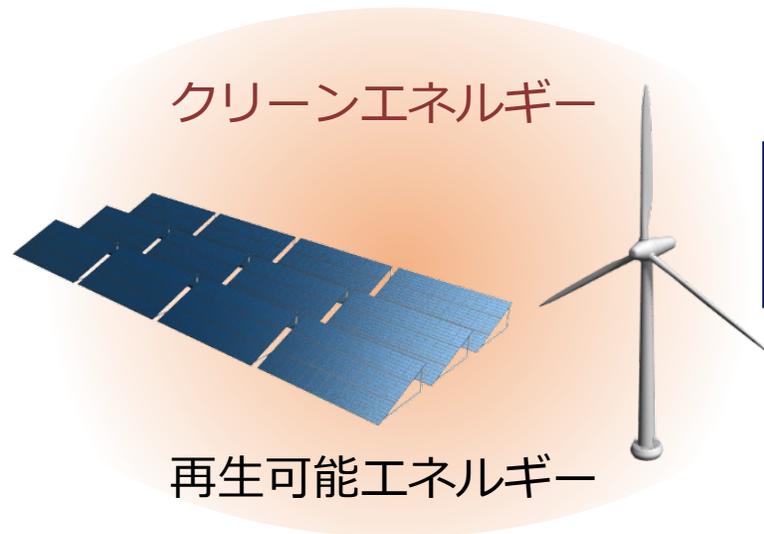
DoEターゲット（究極）

PEMFC (65%)

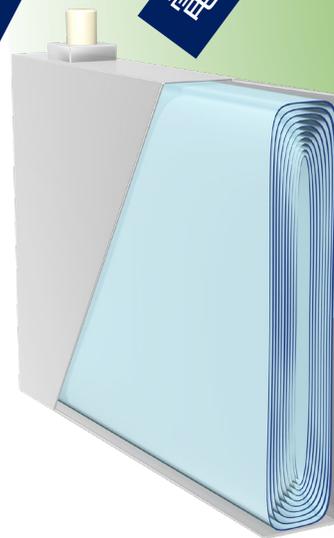
PEMWE (72%)

開発するエネルギーシステム

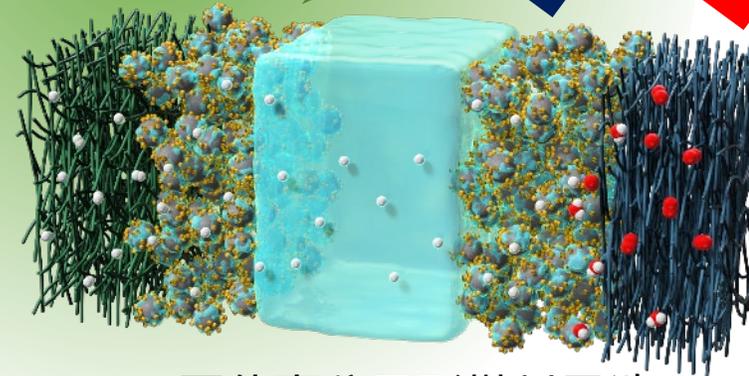
再生電力を水電解槽で
安定な水素エネルギーに変換して、
必要なときに燃料電池で電力（+熱）
に変換する



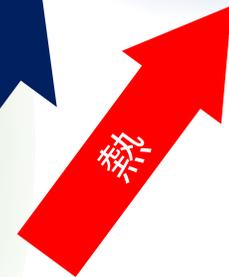
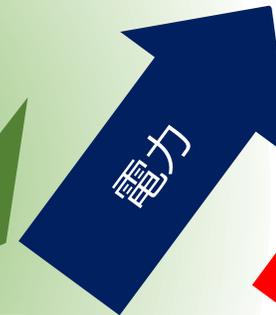
アニオン交換膜型
水電解
(AEMWE)



定置用蓄電池



固体高分子形燃料電池
(PEFC)



生活インフラ

負荷変動の大きな再生電力を
直接水電解槽に入力すると
劣化が進行するので、
蓄電池が必要

目標達成へのF-REIの優位性

- 1. キーデバイスはAEMWEであり、電極触媒、アニオン交換膜材料の開発が重要**
 - 日本トップの膜材料研究者（山梨大 宮武教授）・触媒研究者・デバイス研究者が結集
 - 既にアニオン交換膜ではイオン伝導度、耐久性で世界最高性能を達成、高性能酸素発生触媒を開発しつつある
- 2. 水電解・燃料電池反応に特化した高度解析技術を保有し、迅速開発が可能な体制を構築**
 - さらに加速のためにロボットを用いた材料大量合成装置を構築予定

AEMWEシステムの製造プロセス

材料開発

触媒粉末



石福金属興業HPより

電解質膜、アイオノマー



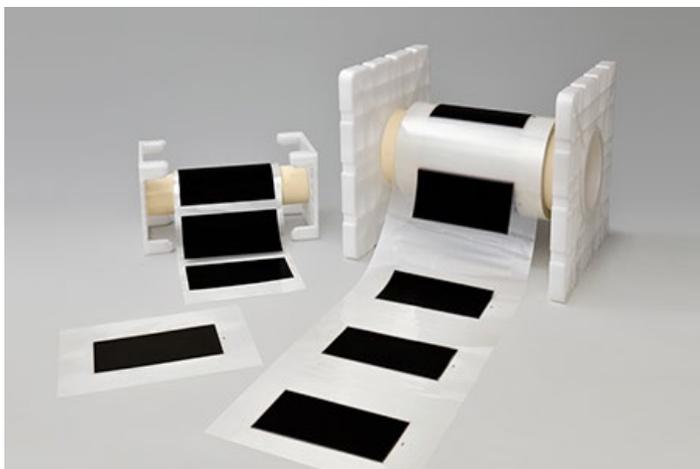
トクヤマHPより

システム製造



Enapter EL4.1
カタログより

MEA化

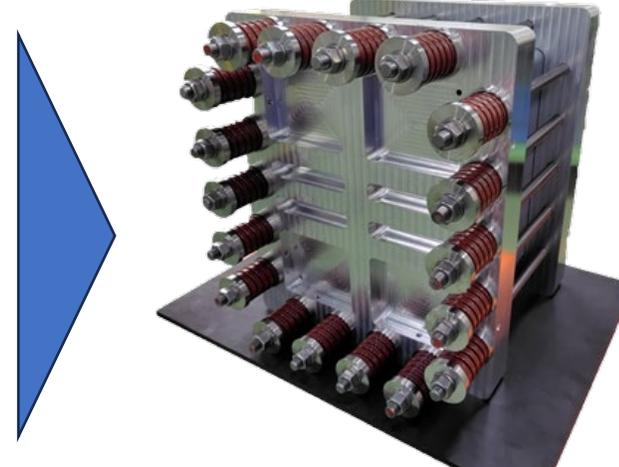


スクリーンHDHPより

MEA (Membrane Electrode Assembly) :
触媒層と電解質膜、GDLが積層した
膜電極接合体

水電解の場合、
CCM (Catalyst Coated Membrane)
触媒層付き電解質膜
ともいう

セルスタック製造

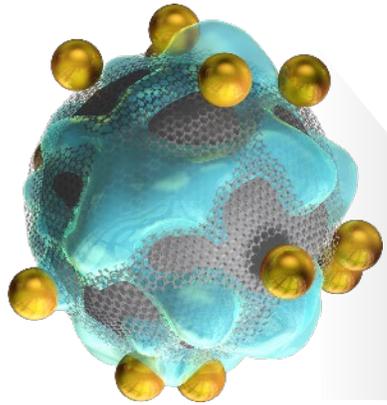


住友電工HPより

地域企業との連携の期待

以下、AEMFCを例にして説明。定置用蓄電池やPEMFCでも同様のニーズがある。

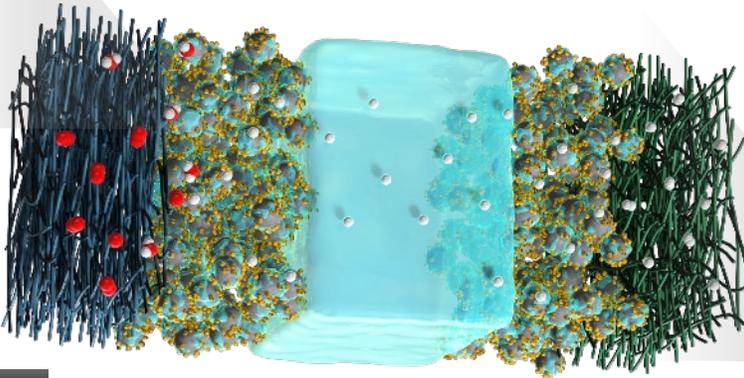
材料



MEA化・単セル

材料加工メーカー

金属切削、プレス加工、
エッチング、メッキ、
溶接、配管加工



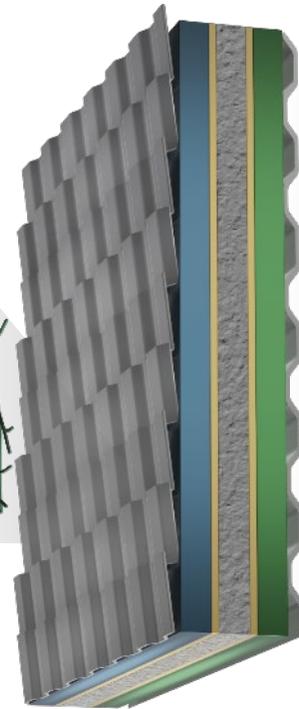
材料合成メーカー

カソード触媒、アノード触媒
電解質・アイオノマー
PTL（多孔質輸送層）
バイポーラープレート、シール
集電版、端板、締結部材

セルスタック

デバイスメーカー

作動条件への適合
（高温、アルカリ雰囲気、
コンタミフリー）



地域企業との連携の期待

AEMWEシステムの構成

システムフロー例

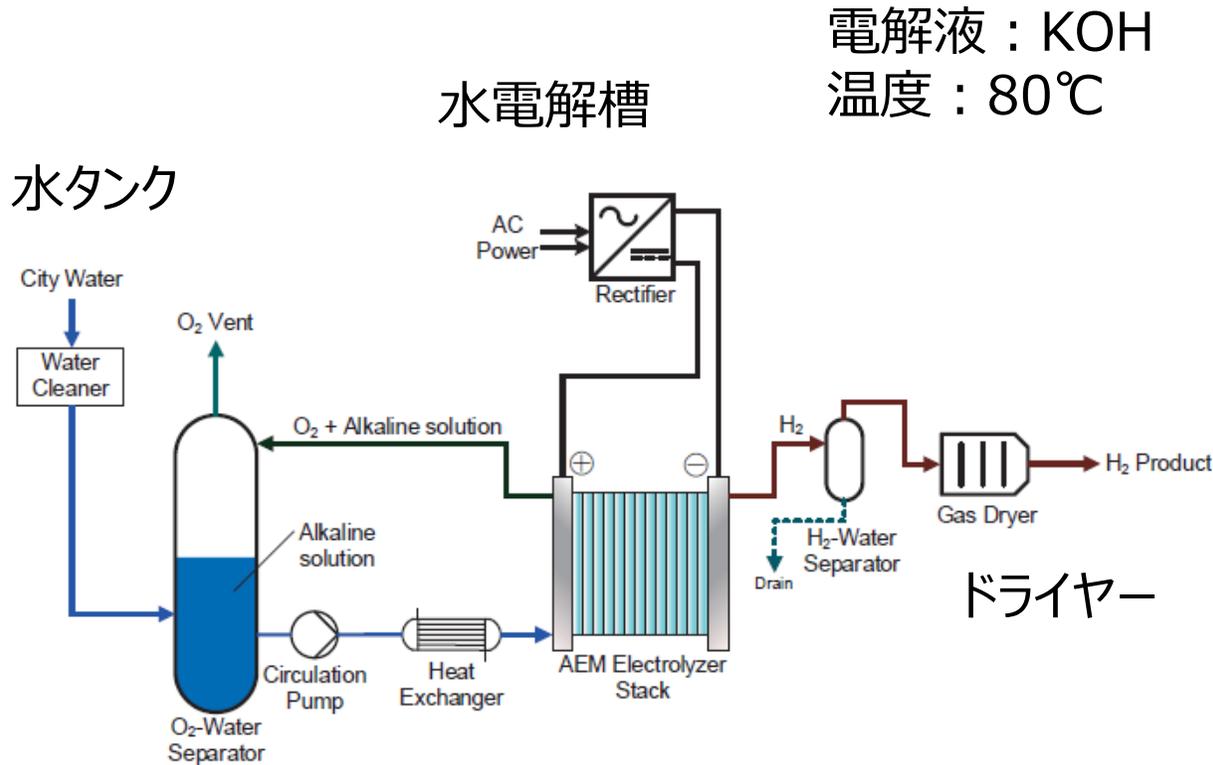


Figure 3. AEM水電解システム模式図.

デバイスメーカー

循環ポンプ、バルブ、弁、
センサー、熱交換器、電源、
整流器、気液分離器、ドライヤー

システムメーカー

水電解システム、
エネルギーシステム

水電解システム構成部材例

タンク、配管、バルブ、弁等、循環ポンプ
熱交換器、電源、整流器、気液分離器
センサー類、ドライヤー

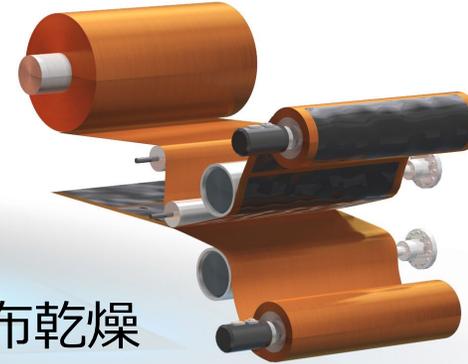
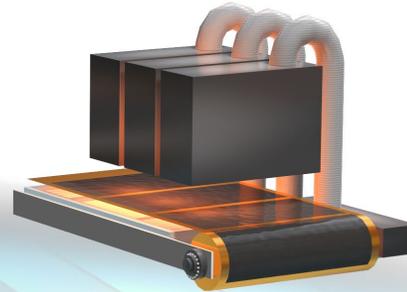
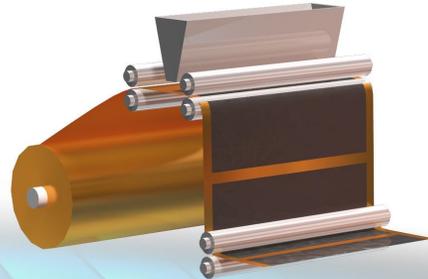
地域企業との連携の期待 MEA、スタック製造プロセス

装置材料メーカー

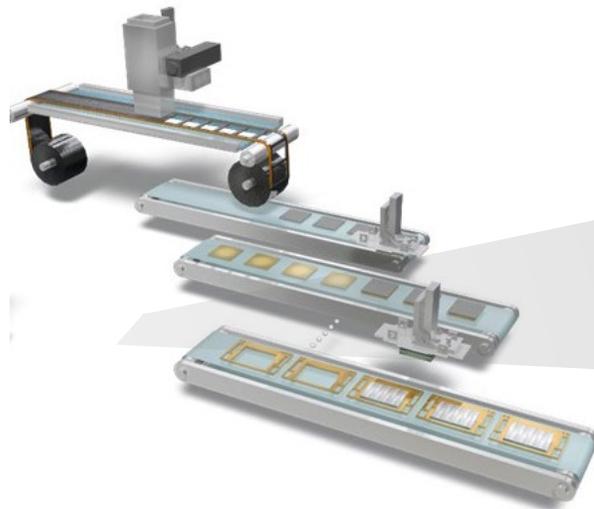
インク製造（分散）、塗工技術、
乾燥、切断加工



インク/ペースト調合



CCM、GDL形成／塗布乾燥



MEA+サブガスケット



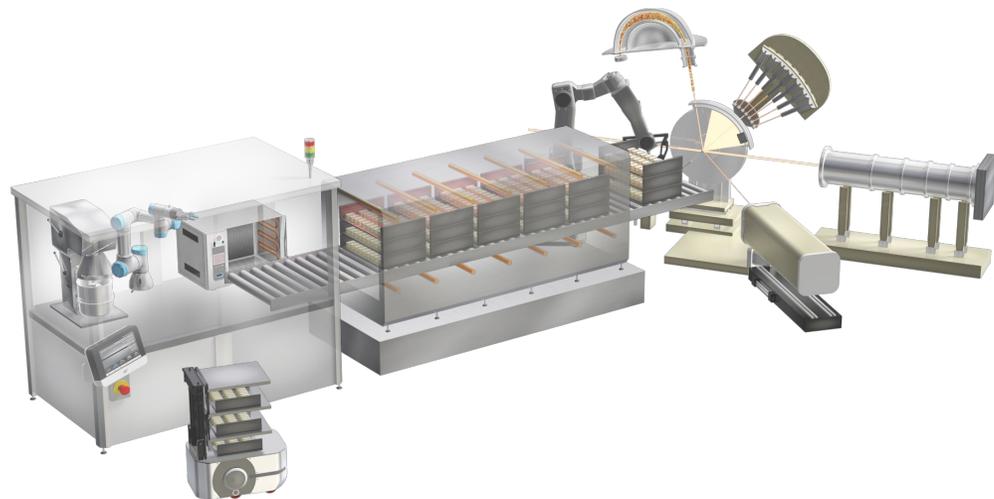
バイポーラープレート接着



スタック化

地域企業との連携の期待 システムアッセンブリー

自動材料合成評価システム構築



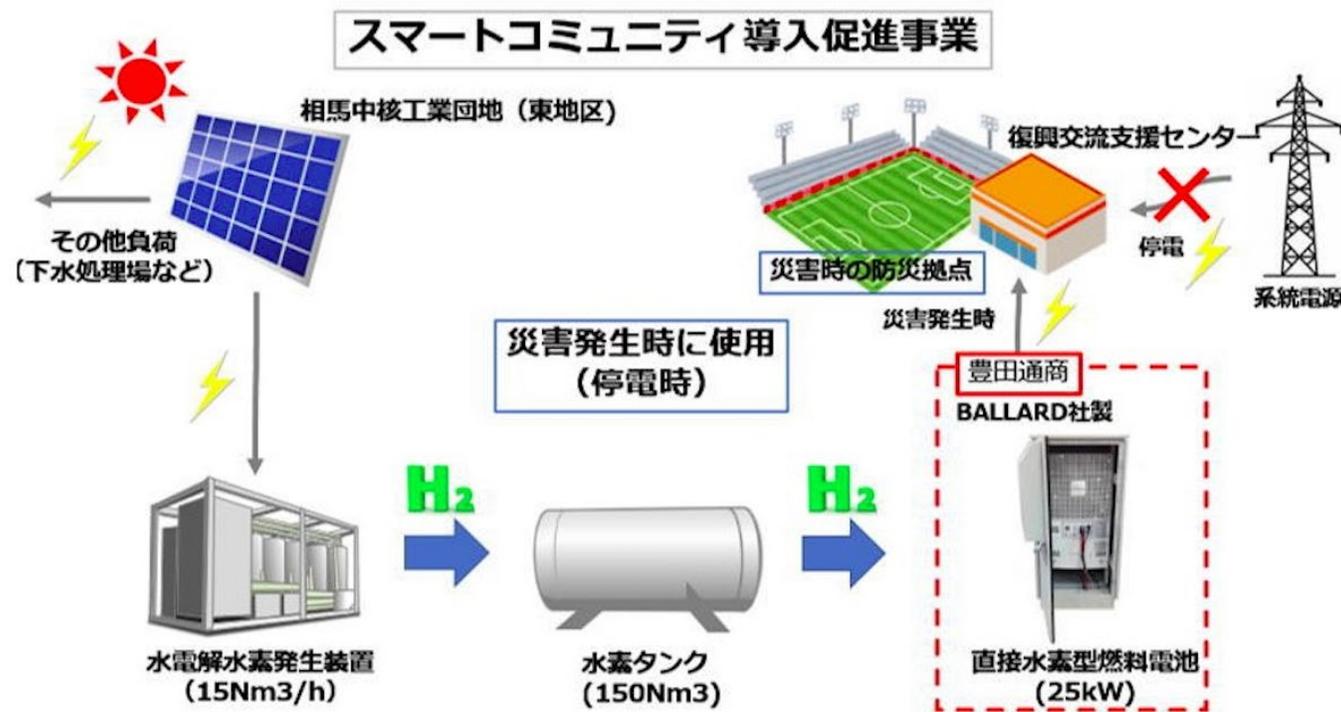
ロボットメーカー

自動実験システム（材料合成、評価解析）
実験用ロボットハード、制御技術

システムメーカー

システムアッセンブリ、制御技術、機構設計、
エネマネ、電装、ソフトウェア

水電解・燃料電池システム組み立て 水素エネルギーシステム構築



南相馬市、出典：豊田通商

地元企業への期待

- 分散型の再生可能エネルギーを基軸としたレジリエンスな未来型社会の構築を見据えて、福島浜通り地方における再生電力を水素として高効率に貯蔵・利用するシステムを実現します。
- 実現のためには、地域企業との連携が必要です。

システム：再生可能エネルギーを用いた地産地消型水素エネルギーシステム

デバイス：AEMWE、PEFC、蓄電池

求める技術例（AEMWEの場合）

- 材料合成メーカー 合金、化合物の微粒子合成、電解質やポリマーの合成と成膜、メッキ技術
- 材料加工メーカー 金属切削、プレス加工、エッチング、メッキ、溶接、配管加工
- デバイスメーカー 作動条件への適合（高温、アルカリ雰囲気、コンタミフリー）
- システムメーカー システムアッセンブリ、制御技術、機構設計、エネマネ、電装、ソフトウェア
- ロボットメーカー 実験用ロボットのハード、制御技術
- 製造装置メーカー インク製造（分散）、塗工技術、乾燥、切断加工

補足資料

地域企業との連携の期待

以下、AEMFCを例にして説明。定置用蓄電池やPEMFCでも同様のニーズがある。

業種	対象部材、製品	求める技術
材料合成メーカー	触媒、電解質、シール、バイポーラプレート	合金、化合物の微粒子合成、電解質やポリマーの合成と成膜、メッキ技術
材料加工メーカー	PTL、バイポーラプレート、端板、集電版、配管、タンク	金属切削、プレス加工、エッチング、メッキ、溶接、配管加工
デバイスメーカー	循環ポンプ、バルブ、弁、センサー、熱交換器、電源、整流器、気液分離器、ドライヤー	作動条件への適合（高温、アルカリ雰囲気、コンタミフリー）
システムメーカー	水電解システム、自動実験システム エネルギーシステム	システムアッセンブリ、制御技術、機構設計、エネマネ、電装、ソフトウェア
ロボットメーカー	自動実験システム（材料合成、評価解析）	実験用ロボットハード、制御技術
製造装置メーカー	MEA	インク製造（分散）、塗工技術、乾燥、切断加工

商品要求項目として、耐久性（10－15年、メンテ含む）、コスト競争力が必要

AEMWEスタック構成部材の一覧

材料・デバイス名	構成材料、原理	主な機能
カソード触媒	ニッケル、鉄などの酸化物、窒化物等微粒子	水を還元して酸素を発生させる触媒
アノード触媒	白金微粒子、ニッケル、モリブデン、コバルトなどの合金や硫化物、リン化物などの微粒子など	水酸化物イオンを酸化して水素を発生させる触媒
電解質・アイオノマー	フッ素系や炭化水素系のアニオン交換樹脂	水酸化物イオンの輸送、隔膜
PTL（多孔質輸送層）	ニッケルやチタンなどの繊維焼結体、カーボン繊維の不織布など	電極への水の供給、発生ガスの排出、電子の輸送などを行う多孔質材
バイポーラープレート	ニッケル、あるいはSUSや鉄、アルミなどのニッケルメッキからなる板材の切削品あるいは成形品	流路を形成し、触媒層に水供給、ガス排出を行うことと電気伝導や、シールと共に流体の保持を行う
シール	樹脂、ゴム、接着剤など	スタックからの漏れを防止
集電版	鉄、SUSなどの板材に金メッキなどの導電材を付与	セルからの電気を端部で集積し、電流端子から取り出す
端板、締結部材	金属、樹脂などの板材とボルト、ナット、バネなどの締結部材	スタックの両端に配置し、セルを保持しつつバネで締結圧を調整してボルトなどで締結を行う

システム構成部材の一覧

材料・デバイス名	構成材料、原理	主な機能
タンク	ニッケル、SUS、樹脂など	電解用の液をためる
配管、バルブ、弁等	ニッケル、SUS、樹脂など	電解液、生成ガスの輸送、封止
循環ポンプ	ダイヤフラム式、マグネット式など	電解液の循環
熱交換器	中空糸型、フィン型など	電解後の電解液や生成ガスと電解前の液との熱交換
電源、整流器	トランス、整流回路など	電解用直流電流生成器
気液分離器	中空紙式や遠心分離式など	発生したガスと電解液の分離
センサー類	サーミスタ、可燃ガスセンサ、pHセンサ、流量計など	電解中の各種パラメータの検知、ガス漏洩検知など
ドライヤー	シリカゲル等による吸着式や冷却式など	生成した水素中の水蒸気を除去し露点を下げる