

2022. 7. 13

日本のグリーン水素製造技術の最前線 と注力すべき課題

～次期プロジェクトにおけるフォーカスポイント～



東京大学
先端科学技術研究センター

この たつおき
教授 河野 龍興

本日の講演プログラム

- ①水電解水素先導プロジェクトにおける取り組み：横浜国大 光島先生
- ②アルカリ形水電解における課題：旭化成 藤本様、トクヤマ 田中様
- ③PEM形水電解における課題：日立造船 泉屋様、トヨタ 藤田様
- ④AEM形水電解における課題：山梨大 宮武先生
- ⑤FREAにおけるグリーン水素製造の取組と課題：産総研 古谷様

アルカリ水電解槽の課題

部材	電解槽運転時の損失低減	電解槽高耐久・長寿命化 ・低コスト化	基盤技術
電極 電極触媒	電極触媒活性: 高活性材料開発 有効面積の拡大: (長期)PEM類似触媒層	電極触媒の消耗/剥離: 高耐久電極開発 起動停止時の逆電流対策 運転制御・酸化還元ストレス 高耐性電極	・材料初期性能及び加速劣化評価法の標準化
隔膜	低抵抗化(薄膜化) ⇔ガス分離性能(微細孔化) (長期)無孔(アニオン交換膜) 隔膜化	耐アルカリ性 耐振動性・耐差圧性	・大型電解槽設計支援技術
電解槽	セル構造抵抗低減⇔ 構造単純化 水の均一供給(ガス排出) (生産性向上)	Ni使用量削減・低コスト材採用 (Fe系材料等) 自動量産化	・耐久性シミュレーション
システム	出力変動の追従性 ⇔ BOP最適化設計 水素・圧力保持停止 マルチスタック設計と最適運転	圧力・差圧制御、温度制御 自動最適運転・予知保全技術 スキッドマウント設計	
付帯設備	整流器効率 動機器点数 (補器動力)	整流器製造コスト 圧縮機製造コスト	

部材	課題	特記事項
電極触媒	活性向上（アノード）	<ul style="list-style-type: none"> ・化学的耐性を有すること（FCに比べ高いアノード電位）
電解質膜	抵抗低減（イオン電導性向上）	<ul style="list-style-type: none"> ・ガスバリア性（酸素-水素のクロスリーク抑制） ・アノード電位での化学的耐性（特に薄膜化時）
電解槽	部材間の接触抵抗低減	<ul style="list-style-type: none"> ・大面積ほどセル内の面圧均等化が課題
システム	セル内流体の可視化	<ul style="list-style-type: none"> ・気液二相流解析等（大型対応）
付帯設備	整流器 交直変換効率	<ul style="list-style-type: none"> ・電解効率向上に寄与。可能な限り100%に近づきたい。 ・力率改善は高調波抑制に必要

PEM水電解の課題

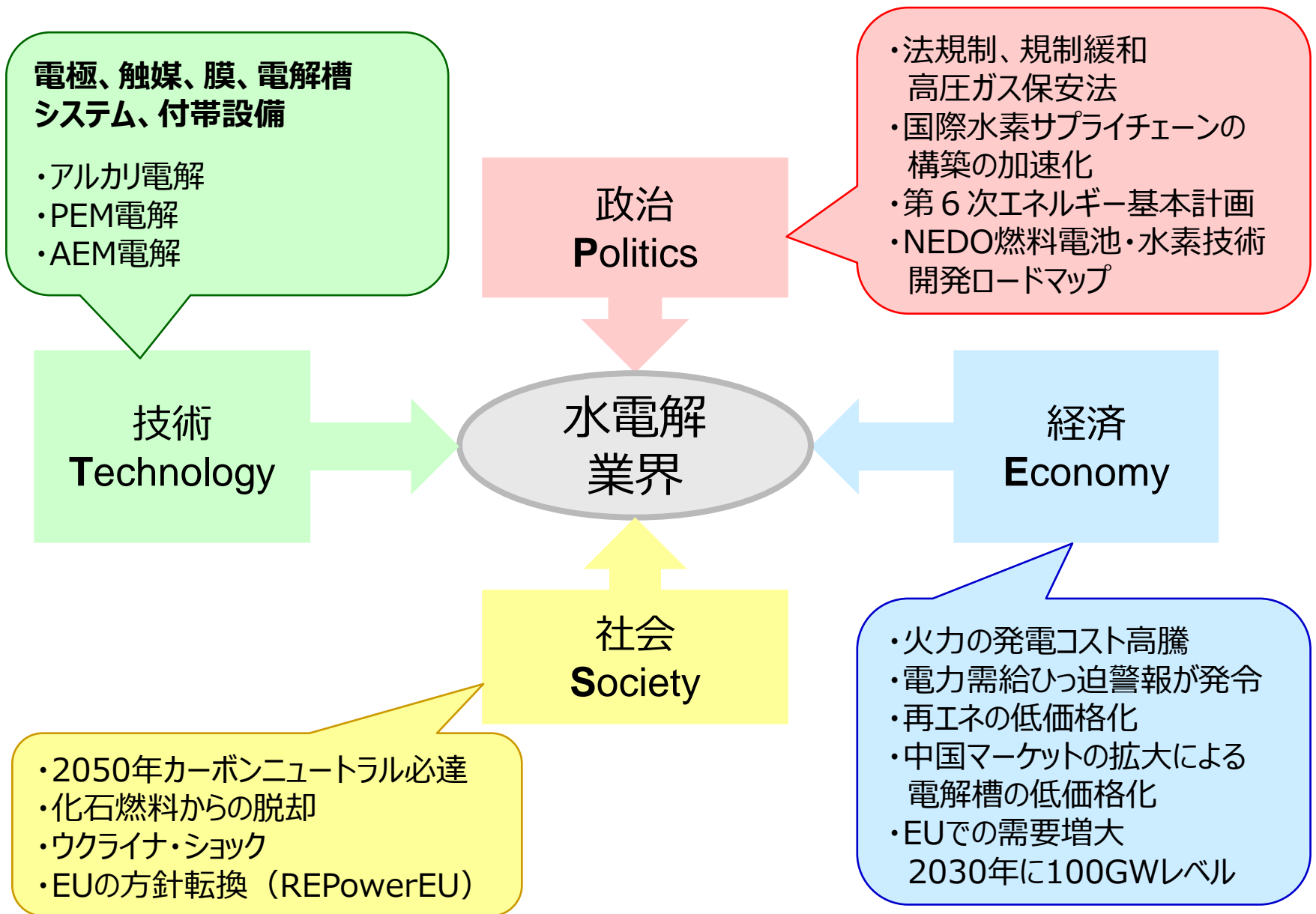
コスト低減/耐久性向上

部材	課題	特記事項
電極	耐溶出材料（アノード） 水素化耐性（カソード） 表面改質方法	・表面改質： 密着性・量産性も必要
電極触媒	貴金属低減→フリー化	・活性/耐久性は維持
電解質膜	フッ素系膜代替	・低抵抗・高耐性・高ガスバリア性
電解槽	電解槽・システム（整流器 含）モジュール化・標準化 バッチ製造から連続製造	・本格市場形成/ 仕様標準化必要
システム	短時間での長期劣化予測	・1/10～1/20に短縮 （大型の視点で）
付帯設備	各機器コストダウン	・酸素濃度計、水素濃度計、 流量計、調整弁等

AEM水電解の課題

部材	技術課題
電極触媒	OER活性、HER活性の向上
	触媒機構の解明
	電子導電性の向上
	耐久性(負荷変動、高電流密度)の向上
	劣化機構の解明
触媒層	電子導電性の向上
	AEM/触媒層の接触性の改善
	多孔質輸送層 (PTL) の最適化
	耐久性の向上
	劣化機構の解明
電解質膜	アニオン導電性 (水酸化物イオン導電率) の向上
	耐久性 (アルカリ安定性、機械強度) 向上
	劣化機構の解明
	気体 (不) 透過性、水透過性の制御
	薄膜形成能の向上、形成方法の改善

水電解におけるマクロ環境分析（PEST）



国内水電解におけるSWOT分析

		ポジティブ	ネガティブ
内部環境	強み (Strengths)	<ul style="list-style-type: none">歴史ある高い研究開発レベル基礎技術では世界最高水準 電極 電極触媒 電解質膜/隔膜	<ul style="list-style-type: none">開発スピード（特にシステム化）大型商用化低コスト化（CAPEX, OPEX）国際化人材不足、資金不足
	機会 (Opportunities)	<ul style="list-style-type: none">2050年カーボンニュートラル必達化石燃料からの脱却EUでの水素の方針転換グリーン水素の需要が拡大水電解装置のマーケットが拡大	<ul style="list-style-type: none">欧州勢の開発加速中国の大型ファンドによる猛追法規制、規制緩和物価の高騰廉価製品の市場投入
外部環境			

水電解におけるクロスSWOT分析とフォーカスポイント

<p>【目標】 2030年</p> <ul style="list-style-type: none"> 水素価格 ¥30/Nm³ 国内再エネ由来水素製造技術を確立 国際水素サプライチェーンの構築 <p>【課題】</p> <ul style="list-style-type: none"> 効率・コスト、耐久性の追求 アルカリ型／PEM型の垣根の破壊 FCとの共通課題の明確化 		<h2>外部環境</h2>	
		<p style="text-align: center;">機会 (Opportunities)</p> <ul style="list-style-type: none"> 2050年カーボンニュートラル必達 化石燃料からの脱却 EUでの水素の方針転換 グリーン水素の需要が拡大 水電解装置のマーケットが拡大 	<p style="text-align: center;">脅威 (Threats)</p> <ul style="list-style-type: none"> 欧州勢の開発加速 中国の大型ファンドによる猛追 法規制、規制緩和 物価の高騰 廉価製品の市場投入
<h2>内部環境</h2>	<p style="text-align: center;">強み (Strengths)</p> <ul style="list-style-type: none"> 歴史ある高い研究開発レベル 基礎技術では世界最高水準電極 電極触媒 電解質膜/隔膜 	<p style="text-align: center;">強みを生かし機会を最大限利用</p> <ul style="list-style-type: none"> 高電流密度化、移動抵抗低減 膜の低抵抗化・薄膜化 貴金属系触媒の使用量削減 長寿命化 	<p style="text-align: center;">強みを生かして脅威を乗り切る</p> <ul style="list-style-type: none"> ライバル装置との差別化を加速 (詳細なベンチマークが必須) 海外へ製造拠点をシフト 規制緩和を見越した装置開発
	<p style="text-align: center;">弱み (Weaknesses)</p> <ul style="list-style-type: none"> 開発スピード (特にシステム化) 大型商用化 低コスト化 (CAPEX, OPEX) 国際化 人材不足、資金不足 	<p style="text-align: center;">弱みによって機会を逃さない</p> <ul style="list-style-type: none"> 大型化・モジュール化によるコスト競争力の強化 整流器の高効率化・最適化 電力調達・最適化運転制御を活用したシステム化 (ソフト含) 	<p style="text-align: center;">想定される最悪の事態を回避</p> <ul style="list-style-type: none"> ライセンス化、OEMでの供給 海外との共同開発 プラットフォームの共通化 日本製品ブランドイメージを保つ (Made in JAPAN)