TROY TECHNICAL

水素エネルギー
ウィークリーレポート

2026年11月8日-11月14日 | Issue 2026-W45

需要地点着の水素原価、インフラ、確定需要

13	10
分析対象	重点テーマ

発行 2026-11-14 | 日本語版 | 承認済み固定表紙



水素エネルギー:個別発表から認定証拠へ境界が移動

日本語記事13件を棚卸しし、意思決定に重要なテーマを選定した。

シグナル 01 | 電源・原料

リン化コバルト(CoP)|水素製造触媒のpH汎用的な活性と安定性のメカニズム

東北大学の研究チームが、水電解による水素製造において白金の代替候補となるリン化コバルト(CoP)が、作動中に表面構造を変化させることで自己保護し、高い耐久性を維持するメカニズムを解明しました。AIを用いた過去の文献解析とシミュレーション、実験を組み合わせた結果、電圧に応じて表面に水酸基や水素含有種が形成され、これが保護層として機能することが判明しました。この発見は、安価で汎用性の高いグリーン水素製造用触媒の開発に寄与するとともに、実際の動作条件下での表面変化を考慮するという新たな設計指針を提示しています。

シグナル 02 | 製造

Ru-O-Cr触媒|水電解のRu単原子触媒における酸化抑制と耐久性の向上性能

近接するRu-O-Crモチーフの設計により、酸性条件下での水電解におけるルテニウム(Ru)の酸化を抑制し、安定性を劇的に向上させる手法が開発されました。この触媒は、従来のRu単原子触媒(SAC)と比較してRuの溶出速度を55.7倍低減し、PEM水電解装置においてRu SACの6.8倍、商用RuO2の14.4倍低い劣化率を実現しています。これにより、希少なイリジウムに代わる、高耐久で低コストな原子精密触媒の設計指針が提示されました。

シグナル 03 | 貯蔵・輸送

蓄電池とグリーン水素|インドネシア新首都でのコスト比較と経済的優位性の条件

インドネシアの新首都ヌサンタラにおける太陽光余剰電力の貯蔵において、蓄電池とグリーン水素の経済的順位はコスト算出の根拠(プロバナンス)によって逆転することが明らかになりました。2024年時点の分析では、混合ヴィンテージのシナリオでは蓄電池が有利ですが、根拠を固定したシナリオでは水素貯蔵のコストが低くなる結果となりました。この結果は、貯蔵技術の選択が普遍的な性能ではなく、採用する経済的入力データに依存することを証明しています。

シグナル 04 | 需要用途

Pt/Fe-NC触媒|アンモニア分解による水素製造の耐久性向上と2,000時間連続運転

シンガポール国立大学(NUS)の研究チームが、アンモニア分解による水素製造において、触媒の劣化を防ぎ耐久性を大幅に向上させる電気化学的な再生戦略を開発しました。新開発の複合触媒「Pt/Fe-NC」と独自の再生プロトコルを組み合わせることで、ラボ評価において2,000時間を超える連続運転を達成しています。これにより、クリーンエネルギーキャリアとしてのアンモニアを用いた、効率的で持続可能な分散型水素製造の実現に近づきました。

編集判断

今週の経営判断は 需要地点着の水素原価、インフラ、確定需要 に集中する。自社条件で関連証拠を再現できる場合だけ次へ進む。

経営の3アクション

1. 事業会社: 引取契約、電源、変換損失、物流、政策を揃えて案件を比較する.
2. 供給企業: 材料・装置性能を稼働率、安全、保守、着荷原価へ接続する.
3. 経営層: 引取、電力価格、効率、稼働率、許認可、輸送、補助.

証拠の読み方

FACTは収集記事に書かれた内容、事業への読みとACTIONは編集判断、UNKNOWNは記事だけでは確定しない項目を示す。リンク先があることだけで、全主張が独立検証済みとは扱わない。

条件と一緒に読む主要数値・証拠

55.7倍
A01

数値の条件
近接するRu-O-Crモチーフの設計により、酸性条件下での水電解におけるルテニウム(Ru)の酸化を抑制し、安定性を劇的に向上させる手法が開発されました。この触媒は、従来のRu単原子触媒(SAC)と比較してRuの溶出速度を55.7倍低減し、PEM水電解装置においてRu SACの6.8倍、商用RuO2の14.4倍低い劣化率を実現しています。これにより、希少なイリジウムに代わる、高耐久で低コストな原子精密触媒の設計指針が提示されました。

2024年
A05

数値の条件
インドネシアの新首都ヌサンタラにおける太陽光余剰電力の貯蔵において、蓄電池とグリーン水素の経済的順位はコスト算出の根拠(プロバナンス)によって逆転することが明らかになりました。2024年時点の分析では、混合ヴィンテージのシナリオでは蓄電池が有利ですが、根拠を固定したシナリオでは水素貯蔵のコストが低くなる結果となりました。この結果は、貯蔵技術の選択が普遍的な性能ではなく、採用する経済的入力データに依存することを証明しています。

000時間
A10

数値の条件
シンガポール国立大学(NUS)の研究チームが、アンモニア分解による水素製造において、触媒の劣化を防ぎ耐久性を大幅に向上させる電気化学的な再生戦略を開発しました。新開発の複合触媒「Pt/Fe-NC」と独自の再生プロトコルを組み合わせることで、ラボ評価において2,000時間を超える連続運転を達成しています。これにより、クリーンエネルギーキャリアとしてのアンモニアを用いた、効率的で持続可能な分散型水素製造の実現に近づきました。

50%
A07

数値の条件
コーネル大学などの研究チームが、水電解によるグリーン水素製造において、微小な気泡がエネルギー消費を増大させるメカニズムを解明する3Dコンピュータモデルを開発しました。このモデルは、気泡がある一定のサイズ(臨界半径)を超えると、追加の電圧需要が50%以上上昇することを明らかにしています。計算負荷を約1,000倍削減しつつ高精度なシミュレーションを可能にしたことで、より低コストで効率的な電極設計への道が開かれました。

90%
A11

数値の条件
東北大学などの国際研究チームが、高温多湿な環境下でも外部ヒーターなしで安定して動作する触媒式水素センサーを開発した。結晶粒界を豊富に持つパラジウムナノ粒子ネットワークを用いることで、相対湿度90%・温度80 °Cという過酷な条件下でも100 ppmという低濃度の水素を検知できる。この技術は、水分子による表面被覆という従来の課題を克服し、産業施設や将来の水素エネルギーインフラにおける安全な監視を可能にする。

数値の読み方
数値は収集記事が示した条件と一緒に掲載する。試験法、寸法、温度、商用段階が異なる値を、条件補正なしで比較しない。

バリューチェーンはどこで動いたか

各段階に主テーマと補助テーマを接続する。矢印は装飾ではなく、次工程へ渡す証拠を示す。

1

電源・原料

P01/P06

東北大学の研究チームが、水電解による水素製造において白金の代替候補となるリン化コバルト(CoP)が、作動中に表面構造を変化させることで自己保護し、高い耐久性を維持するメカニズムを解明しました。

2

製造

P02/P07

近接するRu-O-Crモチーフの設計により、酸性条件下での水電解におけるルテニウム(Ru)の酸化を抑制し、安定性を劇的に向上させる手法が開発されました。この触媒は、従来のRu単原子触媒(SAC)と比較してRuの溶出速度を55.

3

貯蔵・輸送

P03/P08

インドネシアの新首都ヌサンタラにおける太陽光余剰電力の貯蔵において、蓄電池とグリーン水素の経済的順位はコスト算出の根拠(プロバナンス)によって逆転することが明らかになりました。

4

需要用途

P04/P09

シンガポール国立大学(NUS)の研究チームが、アンモニア分解による水素製造において、触媒の劣化を防ぎ耐久性を大幅に向上させる電気化学的な再生戦略を開発しました。

5

市場・政策

P05/P10

コーネル大学などの研究チームが、水電解によるグリーン水素製造において、微小な気泡がエネルギー消費を増大させるメカニズムを解明する3Dコンピュータモデルを開発しました。

各受渡しで必要な証拠

電源・原料 → 製造	試験条件、受入基準、故障データ、担当、判断日を渡し、再確認する: 引取、電力価格、効率、稼働率、許認可、輸送、補助.
製造 → 貯蔵・輸送	試験条件、受入基準、故障データ、担当、判断日を渡し、再確認する: 引取、電力価格、効率、稼働率、許認可、輸送、補助.
貯蔵・輸送 → 需要用途	試験条件、受入基準、故障データ、担当、判断日を渡し、再確認する: 引取、電力価格、効率、稼働率、許認可、輸送、補助.
需要用途 → 市場・政策	試験条件、受入基準、故障データ、担当、判断日を渡し、再確認する: 引取、電力価格、効率、稼働率、許認可、輸送、補助.

共通管理点

担当者が関連証拠を再現し、次を記録するまで商用判断へ進めない: 引取、電力価格、効率、稼働率、許認可、輸送、補助.

プライオリティマップ:実装成熟度と次の判断場所



P01	リン化コバルト(CoP)|水素製造触媒のpH汎用的な活性と安定性のメカニズム 事業・制度・供給 | 根拠: 指針
P02	Ru-O-Cr触媒|水電解のRu単原子触媒における酸化抑制と耐久性の向上性能 事業・制度・供給 | 根拠: 指針
P03	蓄電池とグリーン水素|インドネシア新首都でのコスト比較と経済的優位性の条件 システム・導入 | 根拠: 採用
P04	Pt/Fe-NC触媒|アンモニア分解による水素製造の耐久性向上と2,000時間連続運転 技術・工程 | 根拠: 統合・事業語なし
P05	グリーン水素製造|気泡によるエネルギー損失を可視化する3Dモデルの性能と課題 技術・工程 | 根拠: 統合・事業語なし
P06	水素センサー|パラジウム粒子の結晶粒界による高湿度・高温下での検知性能 事業・制度・供給 | 根拠: インフラ
P07	MOFガラス膜|三井金属と京都大学が開発した中温度域での水素製造技術と性能 技術・工程 | 根拠: 統合・事業語なし
P08	高圧水素の自然発火|管壁の粗さが点火閾値や火炎挙動に与える影響と3.5 MPaの閾値 事業・制度・供給 | 根拠: 基準
P09	水素ガスタービン|RWEと川崎重工が導入した34MW機の性能と実証目的 システム・導入 | 根拠: 導入
P10	アンモニア合成|コバルト水酸化物触媒による常温・高効率な製造手法と性能 技術・工程 | 根拠: 統合・事業語なし

再現可能な配置ルール
横軸は研究・試作・共同評価・製品採用・量産の5段階。縦の帯は次の判断場所を技術・工程、システム・導入、事業・制度・供給に分ける。まず記事見出しの根拠語を使い、見出しで判断できない場合だけ概要を参照する。上下は影響の大小を意味しない。円径は編集スコアを示す。

FACTは収集記事に接続し、事業への読み、ACTION、UNKNOWNは編集判断として分離する。

P01 リン化コバルト(CoP)|水素製造触媒のpH汎用的な活性と安定性のメカニズム

A02 | 電源・原料 | 試作

2026-11-10

FACT

東北大学の研究チームが、水電解による水素製造において白金の代替候補となるリン化コバルト(CoP)が、作動中に表面構造を変化させることで自己保護し、高い耐久性を維持するメカニズムを解明しました。AIを用いた過去の文献解析とシミュレーション、実験を組み合わせた結果、電圧に応じて表面に水酸基や水素含有種が形成され、これが保護層として機能することが判明しました。この発見は、安価で汎用性の高いグリーン水素製造用触媒の開発に寄与するとともに、実際の動作条件下での表面変化を考慮するという新たな設計指針を提示しています。

なぜ重要か

判断上の焦点は「需要地点着の水素原価、インフラ、確定需要」である。見出しだけで採用せず、用途と運用条件で再現できるかを確認する。

事業への読み

事業会社は現在の認定・調達・製品ロードマップへの影響を比較する。材料・装置・技術企業は、材料・装置性能を稼働率、安全、保守、着荷原価へ接続する。

ACTION

30日以内に、引取契約、電源、変換損失、物流、政策を揃えて案件を比較する。結果と担当者をP01の評価票へ記録する。

UNKNOWN

記事だけでは確定しない項目: 引取、電力価格、効率、稼働率、許認可、輸送、補助。

編集スコア 18/25 | 成熟度 2/5 | 判断場所: 事業・制度・供給

P02 Ru-O-Cr触媒|水電解のRu単原子触媒における酸化抑制と耐久性の向上性能

A01 | 製造 | 試作

2026-11-12

FACT

近接するRu-O-Crモチーフの設計により、酸性条件下での水電解におけるルテニウム(Ru)の酸化を抑制し、安定性を劇的に向上させる手法が開発されました。この触媒は、従来のRu単原子触媒(SAC)と比較してRuの溶出速度を55.7倍低減し、PEM水電解装置においてRu SACの6.8倍、商用RuO2の14.4倍低い劣化率を実現しています。これにより、希少なイリジウムに代わる、高耐久で低コストな原子精密触媒の設計指針が提示されました。

なぜ重要か

判断上の焦点は「需要地点着の水素原価、インフラ、確定需要」である。見出しだけで採用せず、用途と運用条件で再現できるかを確認する。

事業への読み

事業会社は現在の認定・調達・製品ロードマップへの影響を比較する。材料・装置・技術企業は、材料・装置性能を稼働率、安全、保守、着荷原価へ接続する。

ACTION

30日以内に、引取契約、電源、変換損失、物流、政策を揃えて案件を比較する。結果と担当者をP02の評価票へ記録する。

UNKNOWN

記事だけでは確定しない項目: 引取、電力価格、効率、稼働率、許認可、輸送、補助。

編集スコア 18/25 | 成熟度 2/5 | 判断場所: 事業・制度・供給

FACTは収集記事に接続し、事業への読み、ACTION、UNKNOWNは編集判断として分離する。

P03 蓄電池とグリーン水素|インドネシア新首都でのコスト比較と経済的優位性の条件

A05 | 貯蔵・輸送 | 製品採用

2026-11-12

FACT

インドネシアの新首都ヌサンタラにおける太陽光余剰電力の貯蔵において、蓄電池とグリーン水素の経済的順位はコスト算出の根拠(プロバナンス)によって逆転することが明らかになりました。2024年時点の分析では、混合ヴィンテージのシナリオでは蓄電池が有利ですが、根拠を固定したシナリオでは水素貯蔵のコストが低くなる結果となりました。この結果は、貯蔵技術の選択が普遍的な性能ではなく、採用する経済的入力データに依存することを証明しています。

なぜ重要か

判断上の焦点は「需要地点着の水素原価、インフラ、確定需要」である。見出しだけで採用せず、用途と運用条件で再現できるかを確認する。

事業への読み

事業会社は現在の認定・調達・製品ロードマップへの影響を比較する。材料・装置・技術企業は、材料・装置性能を稼働率、安全、保守、着荷原価へ接続する。

ACTION

30日以内に、引取契約、電源、変換損失、物流、政策を揃えて案件を比較する。結果と担当者をP03の評価票へ記録する。

UNKNOWN

記事だけでは確定しない項目: 引取、電力価格、効率、稼働率、許認可、輸送、補助。

編集スコア 18/25 | 成熟度 4/5 | 判断場所: システム・導入

P04 Pt/Fe-NC触媒|アンモニア分解による水素製造の耐久性向上と2,000時間連続運転

A10 | 需要用途 | 試作

2026-11-12

FACT

シンガポール国立大学(NUS)の研究チームが、アンモニア分解による水素製造において、触媒の劣化を防ぎ耐久性を大幅に向上させる電気化学的な再生戦略を開発しました。新開発の複合触媒「Pt/Fe-NC」と独自の再生プロトコルを組み合わせることで、ラボ評価において2,000時間を超える連続運転を達成しています。これにより、クリーンエネルギーキャリアとしてのアンモニアを用いた、効率的で持続可能な分散型水素製造の実現に近づきました。

なぜ重要か

判断上の焦点は「需要地点着の水素原価、インフラ、確定需要」である。見出しだけで採用せず、用途と運用条件で再現できるかを確認する。

事業への読み

事業会社は現在の認定・調達・製品ロードマップへの影響を比較する。材料・装置・技術企業は、材料・装置性能を稼働率、安全、保守、着荷原価へ接続する。

ACTION

30日以内に、引取契約、電源、変換損失、物流、政策を揃えて案件を比較する。結果と担当者をP04の評価票へ記録する。

UNKNOWN

記事だけでは確定しない項目: 引取、電力価格、効率、稼働率、許認可、輸送、補助。

編集スコア 18/25 | 成熟度 2/5 | 判断場所: 技術・工程

FACTは収集記事に接続し、事業への読み、ACTION、UNKNOWNは編集判断として分離する。

P05 グリーン水素製造|気泡によるエネルギー損失を可視化する3Dモデルの性能と課題

A07 | 市場・政策 | 試作　2026-11-11

FACT
コーネル大学などの研究チームが、水電解によるグリーン水素製造において、微小な気泡がエネルギー消費を増大させるメカニズムを解明する3Dコンピュータモデルを開発しました。このモデルは、気泡がある一定のサイズ(臨界半径)を超えると、追加の電圧需要が50%以上上昇することを明らかにしています。計算負荷を約1,000倍削減しつつ高精度なシミュレーションを可能にしたことで、より低コストで効率的な電極設計への道が開かれました。

なぜ重要か
判断上の焦点は「需要地点着の水素原価、インフラ、確定需要」である。見出しだけで採用せず、用途と運用条件で再現できるかを確認する。

事業への読み
事業会社は現在の認定・調達・製品ロードマップへの影響を比較する。材料・装置・技術企業は、材料・装置性能を稼働率、安全、保守、着荷原価へ接続する。

ACTION
30日以内に、引取契約、電源、変換損失、物流、政策を揃えて案件を比較する。結果と担当者をP05の評価票へ記録する。

UNKNOWN
記事だけでは確定しない項目: 引取、電力価格、効率、稼働率、許認可、輸送、補助。

編集スコア 18/25 | 成熟度 2/5 | 判断場所: 技術・工程

P06 水素センサー|パラジウム粒子の結晶粒界による高湿度・高温下での検知性能

A11 | 電源・原料 | 試作　2026-11-10

FACT
東北大学などの国際研究チームが、高温多湿な環境下でも外部ヒーターなしで安定して動作する触媒式水素センサーを開発した。結晶粒界を豊富に持つパラジウムナノ粒子ネットワークを用いることで、相対湿度90%・温度80 °Cという過酷な条件下でも100 ppmという低濃度の水素を検知できる。この技術は、水分子による表面被覆という従来の課題を克服し、産業施設や将来の水素エネルギーインフラにおける安全な監視を可能にする。

なぜ重要か
判断上の焦点は「需要地点着の水素原価、インフラ、確定需要」である。見出しだけで採用せず、用途と運用条件で再現できるかを確認する。

事業への読み
事業会社は現在の認定・調達・製品ロードマップへの影響を比較する。材料・装置・技術企業は、材料・装置性能を稼働率、安全、保守、着荷原価へ接続する。

ACTION
30日以内に、引取契約、電源、変換損失、物流、政策を揃えて案件を比較する。結果と担当者をP06の評価票へ記録する。

UNKNOWN
記事だけでは確定しない項目: 引取、電力価格、効率、稼働率、許認可、輸送、補助。

編集スコア 18/25 | 成熟度 2/5 | 判断場所: 事業・制度・供給

FACTは収集記事に接続し、事業への読み、ACTION、UNKNOWNは編集判断として分離する。

P07 MOFガラス膜|三井金属と京都大学が開発した中温度域での水素製造技術と性能

A06 | 製造 | 製品採用

2026-11-10

FACT

三井金属と京都大学の研究グループが、中温度域で機能するプロトン伝導性MOF(金属有機構造体)ガラス膜を開発し、170℃の水蒸気を用いた水電解による水素生成に成功した。これまで電解質材料が存在しなかった150~250℃の温度域での水素製造を可能にする技術である。工場から排出される水蒸気や排熱を有効活用できるため、脱炭素社会に向けた効率的な水素製造手法として期待される。

なぜ重要か

判断上の焦点は「需要地点着の水素原価、インフラ、確定需要」である。見出しだけで採用せず、用途と運用条件で再現できるかを確認する。

事業への読み

事業会社は現在の認定・調達・製品ロードマップへの影響を比較する。材料・装置・技術企業は、材料・装置性能を稼働率、安全、保守、着荷原価へ接続する。

ACTION

30日以内に、引取契約、電源、変換損失、物流、政策を揃えて案件を比較する。結果と担当者をP07の評価票へ記録する。

UNKNOWN

記事だけでは確定しない項目: 引取、電力価格、効率、稼働率、許認可、輸送、補助。

編集スコア 18/25 | 成熟度 4/5 | 判断場所: 技術・工程

P08 高圧水素の自然発火|管壁の粗さが点火閾値や火炎挙動に与える影響と3.5 MPaの閾値

A04 | 貯蔵・輸送 | 試作

2026-11-09

FACT

管壁の粗さが高圧水素の放出時における自然発火メカニズムに大きな影響を与えることが数値解析により明らかになりました。壁面粗さ(Ra)の増大に伴い、自然発火に必要な臨界バースト圧力が3.2 MPaから3.5 MPaへと上昇することが示されています。この知見は、水素インフラの定量的なリスク評価や、将来的なチューブの安全基準策定に向けた重要な理論的根拠となります。

なぜ重要か

判断上の焦点は「需要地点着の水素原価、インフラ、確定需要」である。見出しだけで採用せず、用途と運用条件で再現できるかを確認する。

事業への読み

事業会社は現在の認定・調達・製品ロードマップへの影響を比較する。材料・装置・技術企業は、材料・装置性能を稼働率、安全、保守、着荷原価へ接続する。

ACTION

30日以内に、引取契約、電源、変換損失、物流、政策を揃えて案件を比較する。結果と担当者をP08の評価票へ記録する。

UNKNOWN

記事だけでは確定しない項目: 引取、電力価格、効率、稼働率、許認可、輸送、補助。

編集スコア 18/25 | 成熟度 2/5 | 判断場所: 事業・制度・供給

FACTは収集記事に接続し、事業への読み、ACTION、UNKNOWNは編集判断として分離する。

P09 水素ガスタービン|RWEと川崎重工が導入した34MW機の性能と実証目的

A09 | 需要用途 | 製品採用　　2026-11-09

FACT
RWEと川崎重工業は、ドイツのリンゲンにあるエムスランド火力発電所に、34メガワット(MW)の水素対応ガスタービンを導入した。本機は欧州最大規模の完全水素対応ガスタービンであり、天然ガスから水素100%まで、任意の混合燃料での発電試験が行われる。風力や太陽光などの変動性再生可能エネルギーを補完する、柔軟な電源としての運用経験を蓄積することが目的である。

なぜ重要か
判断上の焦点は「需要地点着の水素原価、インフラ、確定需要」である。見出しだけで採用せず、用途と運用条件で再現できるかを確認する。

事業への読み
事業会社は現在の認定・調達・製品ロードマップへの影響を比較する。材料・装置・技術企業は、材料・装置性能を稼働率、安全、保守、着荷原価へ接続する。

ACTION
30日以内に、引取契約、電源、変換損失、物流、政策を揃えて案件を比較する。結果と担当者をP09の評価票へ記録する。

UNKNOWN
記事だけでは確定しない項目: 引取、電力価格、効率、稼働率、許認可、輸送、補助。

編集スコア 18/25 | 成熟度 4/5 | 判断場所: システム・導入

P10 アンモニア合成|コバルト水酸化物触媒による常温・高効率な製造手法と性能

A12 | 市場・政策 | 研究　　2026-11-11

FACT
青島農業大学などの国際研究チームが、コバルト水酸化物触媒を用いた常温・常圧での効率的なアンモニア合成に成功した。この手法では、記録的なアンモニア収率 40.67 μg h-1 cm-2 とファラデー効率 24.9% を達成している。従来のエネルギー集約的なハーバー・ボッシュ法に代わる、脱炭素型の分散型製造を実現する新たな触媒メカニズムを提示した。

なぜ重要か
判断上の焦点は「需要地点着の水素原価、インフラ、確定需要」である。見出しだけで採用せず、用途と運用条件で再現できるかを確認する。

事業への読み
事業会社は現在の認定・調達・製品ロードマップへの影響を比較する。材料・装置・技術企業は、材料・装置性能を稼働率、安全、保守、着荷原価へ接続する。

ACTION
30日以内に、引取契約、電源、変換損失、物流、政策を揃えて案件を比較する。結果と担当者をP10の評価票へ記録する。

UNKNOWN
記事だけでは確定しない項目: 引取、電力価格、効率、稼働率、許認可、輸送、補助。

編集スコア 18/25 | 成熟度 1/5 | 判断場所: 技術・工程

関係者別プレイブックと0-5年ロードマップ

関係者	NOW | 0-30日	NEXT | 1-12か月	LATER | 1-5年
事業会社	引取契約、電源、変換損失、物流、政策を揃えて案件を比較する	量産相当条件で受入基準と停止基準を明示して評価する。	技術・供給者の変更を吸収できるポートフォリオと設計へ移る。
材料・装置・技術企業	材料・装置性能を稼働率、安全、保守、着荷原価へ接続する	顧客と信頼性・工程窓・故障解析の共通データを作る。	界面、履歴、ライフサイクル支援、回収サービスを標準化する。
商社・投資・法務	Map 引取、電力価格、効率、稼働率、許認可、輸送、補助.	能力、品質、変更通知、責任、代替、撤退を契約へ入れる。	地域・技術・顧客の集中リスクを分散する。

ロードマップ

NOW | 0-30日
証拠台帳
担当: Strategy + quality
成果物: claim, source, condition, owner

NOW | 0-30日
リスク選別
担当: Procurement + legal
成果物: unknowns, alternatives, stop

NEXT | 1-12か月
共同認定
担当: R&D + supplier
成果物: 工程窓・故障データ

NEXT | 1-12か月
商用ゲート
担当: Business + finance
成果物: 単位採算・供給能力

LATER | 1-5年
プラットフォーム戦略
担当: 経営
成果物: ポートフォリオ・界面ロードマップ

LATER | 1-5年
サービス層
担当: Operations + channel
成果物: 監視・保守・回復

Go / No-Goゲート

ゲート	担当	必要な証拠	中止条件
G1 証拠	品質	出典・試験条件・再現性	追跡可能な証拠なし
G2 統合	研究開発	界面・工程窓・故障解析	システム条件を満たさない
G3 商用	事業	能力・総原価・契約・代替	採算または供給が成立しない
G4 運用	運用	監視・保守・変更通知・撤退	責任ある運用計画なし

分析対象記事 | 01-13件目

全記事の正式タイトルと元記事URLを省略せず表示する。URLは折返しても全文を保持し、クリックできる。

ID	記事タイトル(全文)	元記事URL(全文・クリック可能)
A01	Ru-O-Cr触媒|水電解のRu単原子触媒における酸化抑制と耐久性の向上性能	https://doi.org/10.1038/s41563-026-02783-4
A02	リン化コバルト(CoP)|水素製造触媒のpH汎用的な活性と安定性のメカニズム	https://www.tohoku.ac.jp/en/press/a_catalyst_that_protects_itself_while_producing_hydrogen.html
A03	グリーンラスト|鉄の低温水酸化による水素生成メカニズムとR3反応の役割	https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-11432397/v1
A04	高圧水素の自然発火|管壁の粗さが点火閾値や火炎挙動に与える影響と3.5 MPaの閾値	https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-11370052/v1
A05	蓄電池とグリーン水素|インドネシア新首都でのコスト比較と経済的優位性の条件	https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-11238794/v1
A06	MOFガラス膜|三井金属と京都大学が開発した中温度域での水素製造技術と性能	https://response.jp/article/2026/11/10/418829.html
A07	グリーン水素製造|気泡によるエネルギー損失を可視化する3Dモデルの性能と課題	https://interestingengineering.com/energy/tiny-bubbles-green-hydrogen-energy
A08	GE Vernova|航空機派生ガスタービンの水素燃料対応、100%燃焼の検証結果と性能	https://www.gevernova.com/news/press-releases/ge-vernova-advances-hydrogen-capabilities-aeroderivative-gas-turbines-new-milestones
A09	水素ガスタービン|RWEと川崎重工が導入した34MW機の性能と実証目的	https://news.europawire.eu/rwe-and-kawasaki-commission-34-mw-hydrogen-turbine-for-industrial-scale-trials-in-lingen/eu-press-release/2026/11/09/11/58/09/186750/
A10	Pt/Fe-NC触媒|アンモニア分解による水素製造の耐久性向上と2,000時間連続運転	https://bioengineer.org/novel-catalyst-regeneration-strategy-sustains-durable-hydrogen-production-from-ammonia-cracking/
A11	水素センサー|パラジウム粒子の結晶粒界による高湿度・高温下での検知性能	https://www.tohoku.ac.jp/en/press/crystal_boundaries_help_hydrogen_sensors_work_in_hot_humid_air.html
A12	アンモニア合成|コバルト水酸化物触媒による常温・高効率な製造手法と性能	https://www.miragenews.com/catalytic-shortcut-converts-nitrogen-to-ammonia-1774944/
A13	水素直接還元鉄|日本製鉄が低品位鉄鉱石での製造に成功、実機化の時期と課題	https://news.yahoo.co.jp/articles/54de41e23cc74109e64e3bce1beb82f8a7d03de7

水素エネルギー 採用記事全文集

出力日: 2026-11-15

採用記事数: 13 件

収録記事一覧

#01 Ru-O-Cr触媒｜水電解のRu単原子触媒における酸化抑制と耐久性の向上性能
#02 リン化コバルト（CoP）｜水素製造触媒のpH汎用的な活性と安定性のメカニズム
#03 グリーンラスト｜鉄の低温水酸化による水素生成メカニズムとR3反応の役割
#04 高圧水素の自然発火｜管壁の粗さが点火閾値や火炎挙動に与える影響と3.5 MPaの閾値
#05 蓄電池とグリーン水素｜インドネシア新首都でのコスト比較と経済的優位性の条件
#06 MOFガラス膜｜三井金属と京都大学が開発した中温度域での水素製造技術と性能
#07 グリーン水素製造｜気泡によるエネルギー損失を可視化する3Dモデルの性能と課題
#08 GE Vernova｜航空機派生ガスタービンの水素燃料対応、100%燃焼の検証結果と性能
#09 水素ガスタービン｜RWEと川崎重工が導入した34MW機の性能と実証目的
#10 Pt/Fe-NC触媒｜アンモニア分解による水素製造の耐久性向上と2,000時間連続運転
#11 水素センサー｜パラジウム粒子の結晶粒界による高湿度・高温下での検知性能
#12 アンモニア合成｜コバルト水酸化物触媒による常温・高効率な製造手法と性能
#13 水素直接還元鉄｜日本製鉄が低品位鉄鉱石での製造に成功、実機化の時期と課題

#01 Ru-O-Cr触媒｜水電解のRu単原子触媒における酸化抑制と耐久性の向上性能

公開日 2026年11月12日　Nature Materials



概要

近接するRu-O-Crモチーフの設計により、酸性条件下での水電解におけるルテニウム（Ru）の酸化を抑制し、安定性を劇的に向上させる手法が開発されました。この触媒は、従来のRu単原子触媒（SAC）と比較してRuの溶出速度を55.7倍低減し、PEM水電解装置においてRu SACの6.8倍、商用RuO2の14.4倍低い劣化率を実現しています。これにより、希少なイリジウムに代わる、高耐久で低コストな原子精密触媒の設計指針が提示されました。

詳細

主要成果

研究チームは、酸性条件下での酸素発生反応（OER）において、ルテニウム（Ru）の酸化に伴う溶出を抑制する「近接レドックスカップリング（Proximal redox coupling）」という設計原理を開発しました。この手法を用いたRuCr不均一二原子触媒（HDC）は、従来のRu単原子触媒（SAC）に比べ、Ruの溶出速度を55.7倍（0.03 μg cm^{-2} h^{-1} vs 1.67 μg cm^{-2} h^{-1}）低減させることに成功しました。また、プロトン交換膜水電解（PEMWE）のフルセル試験において、1 A cm^{-2}の電流密度で285時間以上の動作を維持し、劣化率は0.28 mV h^{-1}を記録しました。この劣化率は、Ru SACの6.8倍、商用RuO2の14.4倍低い値であり、Ruの質量耐久性は最先端のRu SACと比較して4倍以上の向上を示しています。

技術・詳細

本技術の核心は、δ-MnO2上に配置された近接Ru-O-Crモチーフにあります。電子顕微鏡と画像シミュレーションによる解析の結果、この構成比率は平均26.5 ± 2.3%（23.9–29.5%の範囲）であることが確認されました。この構造において、クロム（Cr）は活性サイトとしてではなく、Ruの酸化状態を動的に緩衝する「レドックスパートナー」として機能します。

in situ X線吸収近端構造（XANES）分析により、Ruの酸化とCrの還元が同期して起こる、相互補完的かつ可逆的な価数変動が明らかになりました。この近接レドックスカップリングにより、酸化負荷がRu-O-Crモチーフ内で再分配され、Ruが高価数で可溶性の種へと変化して溶出することが抑制されます。また、最適化されたRuCr HDCは、Ru担持量0.05 mg cm^{-2}において、1.8 Vで1.53 A cm^{-2}の電流密度を達成し、質量活性は30,666 A g^{-1}に達しました。

背景・業界の文脈

PEM水電解は、再生可能エネルギーの統合に適した高効率な水素製造手法ですが、酸性環境下でのOER触媒の耐久性が大きな課題となっています。現在、希少金属であるイリジウム（Ir）が主流ですが、ギガワットスケールの展開には供給上の問題があります。Ru SACは低担持量で高い質量活性を持つため代替候補とされてきましたが、工業的な電流密度（≥1 A cm^{-2}）ではRuが不可逆的に酸化され、溶出して失活するという致命的な弱点がありました。従来のバルク材料で用いられるドーピング等の手法は、配位環境が限定的な単原子触媒には適用できず、原子レベルでの安定化戦略が求められていました。

今後の展望

本研究で示された「近接酸化抑制（proximal oxidation damping）」の概念は、RuXやIrCrといった他のヘテロ原子系にも転用可能であることが示唆されています。原子レベルで電子的に結合した活性サイトを設計することで、貴金属の使用量を最小限に抑えつつ、商用IrO2ベンチマークに匹敵する耐久性を実現できる可能性が開かれました。これは、原子精密な電極触媒を安定化させるための新たな設計原理となることが期待されます。

元記事: https://doi.org/10.1038/s41563-026-02783-4

収集日: 2026年11月15日 | 自動記事収集・翻訳システム (AI使用)

#02 リン化コバルト（CoP）｜水素製造触媒のpH汎用的な活性と安定性のメカニズム

公開日 2026年11月10日　Tohoku University　日本



概要

東北大学の研究チームが、水電解による水素製造において白金の代替候補となるリン化コバルト（CoP）が、作動中に表面構造を変化させることで自己保護し、高い耐久性を維持するメカニズムを解明しました。AIを用いた過去の文献解析とシミュレーション、実験を組み合わせた結果、電圧に応じて表面に水酸基や水素含有種が形成され、これが保護層として機能することが判明しました。この発見は、安価で汎用性の高いグリーン水素製造用触媒の開発に寄与するとともに、実際の動作条件下での表面変化を考慮するという新たな設計指針を提示しています。

詳細

主要成果

東北大学の研究チームは、水電解による水素製造において優れた性能を示すリン化コバルト（CoP）が、動作中に自らの表面を変化させることで、触媒活性の維持と材料の劣化防止を同時に実現していることを明らかにしました。本研究により、CoPが酸性、中性、アルカリ性のあらゆるpH環境において、なぜ高い活性と耐久性を維持できるのかという長年の疑問に対する答えが提示されました。特に、1 A cm^{-2}を超える非常に高い電流密度下においても、24時間にわたって安定して動作することが確認されています。

技術・詳細

研究チームは、AIを用いた過去の文献解析、コンピュータシミュレーション、および実験的な検証を組み合わせてこのプロセスを調査しました。具体的には、約700の学術論文から報告された約886種類のリン化コバルトベース触媒に関する2,282の観測データを解析し、動作中の表面変化を予測しました。この予測を検証するため、特製したCoPナノシートを用い、高度な分光技術や重水素を用いた実験を行っています。

解析の結果、印加される電圧に応じて触媒表面の状態が以下のように動的に変化することが分かりました。

- 低電圧時：リン（P）部位に水酸基（P-OH）が形成され、隣接するコバルト原子による水の活性化と水素結合を効率化させる。
- 高電圧時：表面が水素含有種（Co-HおよびP-H）で覆われる。

これらの吸着した水酸基や水素種は、保護層として機能し、酸化を制限することでコバルトやリンが周囲の溶液に溶け出すのを防いでいます。この適応的な表面変化により、広範なpH条件下で水素の結合と放出の最適なバランスが維持されます。

背景・業界の文脈

水素製造において白金は非常に有効な触媒ですが、コストが高いため、リン化コバルト（CoP）のような代替材料が期待されてきました。しかし、従来のコンピュータモデルでは、水素製造の条件下でCoPは不安定になるはずであると予測されており、実際の実験結果（高い耐久性と活性）との間に乖離がありました。本研究は、材料を「初期状態」として捉えるのではなく、動作中の「動的な状態（Operando）」で捉えることで、この矛盾を解消しました。

今後の展望

今回の知見は、より安価で汎用性の高いグリーン水素製造用触媒の開発を加速させると期待されます。また、触媒設計における重要な原則として、初期組成だけでなく、実際の動作条件下で表面がどのように変化するかを考慮することの重要性を浮き彫りにしました。このアプローチは、他の触媒材料の設計や性能向上にも応用できる可能性があります。

元記事:
https://www.tohoku.ac.jp/en/press/a_catalyst_that_protects_itself_while_producing_hydrogen.htm

収集日: 2026年11月15日 | 自動記事収集・翻訳システム (AI使用)

#03 グリーンラスト｜鉄の低温水酸化による水素生成メカニズムとR3反応の役割

公開日 2026年11月12日　Research Square（プレプリント）



概要

鉄(II)の低温水酸化による効率的な水素（H_2）生成メカニズムが明らかになりました。シリカによる区画化環境下で、中間相である水酸化鉄を経由せずに「グリーンラスト（GR）」が直接形成されるR3反応が鍵となります。この経路は従来のシコリス反応よりも高速であり、ボイラーや放射性廃棄物容器などの構造損傷リスクを予測する上で重要な知見となります。

詳細

主要成果

鉄(II)が水によって酸化される過程で、効率的に水素（H_2）が生成されるメカニズムが提示されました。特に、シリカが存在する環境下で形成される「グリーンラスト（GR）」という鉱物相が重要な役割を果たしており、特定の条件下では酸素が存在する環境であっても、水による酸化反応が酸素による酸化を上回る速度で進行し、水素を生成することが示されました。

技術・詳細

本研究では、水素生成に関与する4つの化学方程式（R1～R4）を検討し、本システムにおける鍵となる反応は以下のR3であると結論付けています。

- R3: $4Fe^{2+} + 8H_2O + Cl^- = Fe(iii)Fe(ii)_3(OH)<0xE2><0x82><0x88>Cl + 7H^+ + 0.5H_2$

反応プロセスでは、まずプロトン転送によって管内pHが4.5から6へと上昇し、ゲータイトとグリーンラストの両方に対して過飽和状態になります。ここで、オストワルドの段階則に基づき、より準安定相であるグリーンラストが優先的に析出します。グリーンラストの約4分の1が三価鉄であるため、その形成に伴い溶液中の二価鉄が酸化され、酸化剤として水が機能することで水素が生成されます。また、管内でpHが1単位上昇すると、R3の化学量論に基づき水素活性が14桁上昇することが示唆されています。

実験では、シリカを含まない溶液では区画化が起こらず、アモルファス$Fe(OH)_2$が形成されるものの水素は生成されませんでした。したがって、シリカの唯一の役割は、pH 6～7の維持およびFe^{2+}とCl^-の高濃度状態を作り出す「区画化」を実現し、R3反応を可能にすることであると分析されています。

背景・業界の文脈

従来、鉄の水酸化による水素生成は「シコリス反応（Schikorr reaction）」で説明されることが一般的でした。シコリス反応では、まず$Fe(OH)_2$が析出し、それが水と反応して磁鉄鉱（Fe_3O_4）とH_2を生成しますが、純粋な$Fe(OH)_2$の酸化は極めて遅く、100°Cに近い温度でも容易にH_2を生成しません。一方、本研究が提案する「Fe(II) → GR → Fe(III)濃縮GR」という経路は、より現実的な代替案となります。また、先行研究で報告されていた水素生成についても、水酸化鉄の中間相を経由せず、直接グリーンラストが形成された結果であるという新たな解釈が提示されました。

今後の展望

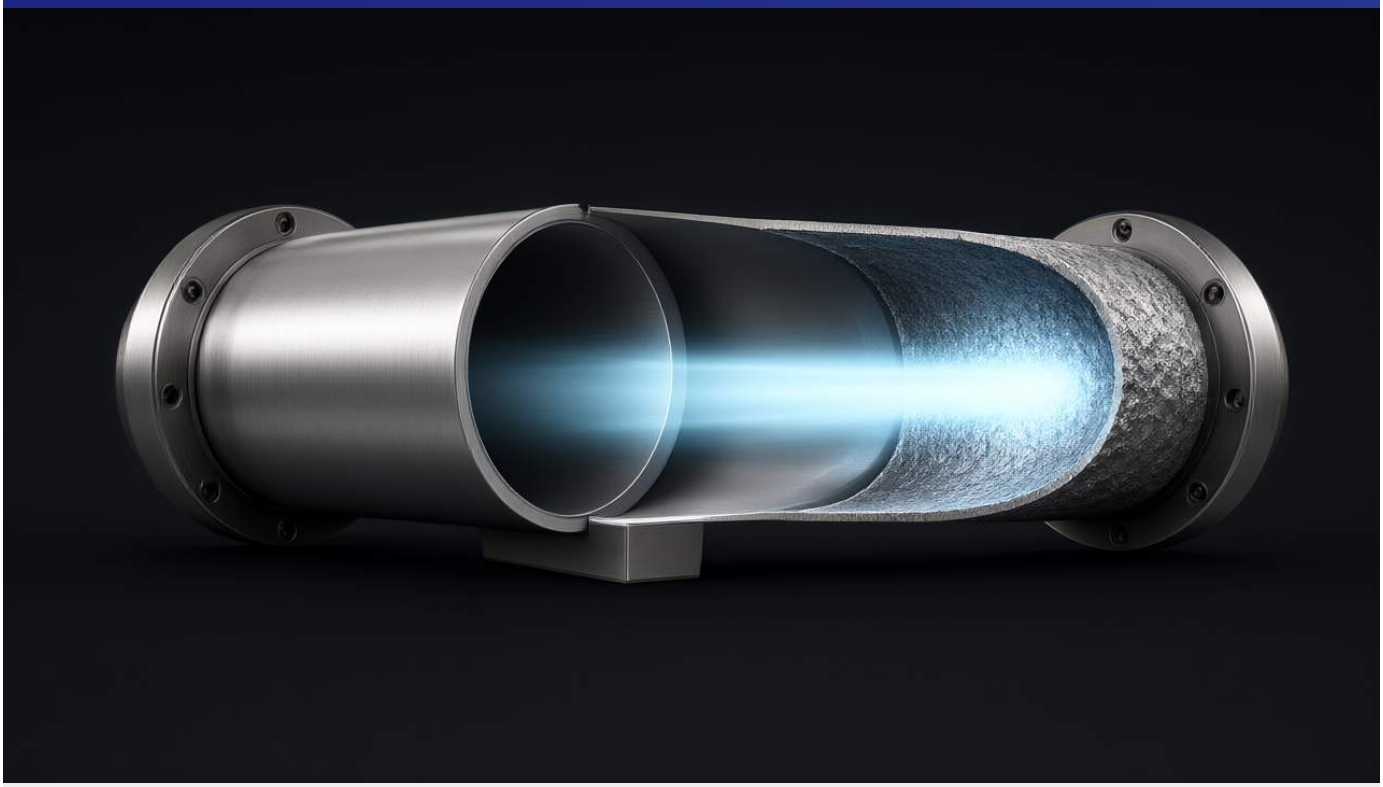
この反応経路の解明は、水素生成が構造的な損傷を招く恐れのある中央ボイラーや放射性廃棄物容器などのシステムにおいて、いつ、どのように水素が発生するかを予測するために重要です。また、グリーンラストの形成と水素生成が初期海洋において重要な役割を果たしていたという説を補強する結果となっており、地球化学的な視点からも意義深い成果といえます。

元記事: https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-11432397/v1

収集日: 2026年11月15日 | 自動記事収集・翻訳システム (AI使用)

#04 高圧水素の自然発火｜管壁の粗さが点火閾値や火炎挙動に与える影響と3.5 MPaの閾値

公開日 2026年11月09日　Research Square（プレプリント）



概要

管壁の粗さが高圧水素の放出時における自然発火メカニズムに大きな影響を与えることが数値解析により明らかになりました。壁面粗さ（Ra）の増大に伴い、自然発火に必要な臨界バースト圧力が3.2 MPaから3.5 MPaへと上昇することが示されています。この知見は、水素インフラの定量的なリスク評価や、将来的なチューブの安全基準策定に向けた重要な理論的根拠となります。

詳細

主要成果

高圧水素がチューブから放出される際の自然発火において、管壁の表面状態（粗さ）が点火メカニズムや衝撃波の伝播、および非予混合火炎の進展に決定的な影響を与えることが判明しました。特に、壁面の粗さが増すと、自然発火に必要な臨界バースト圧力が3.2 MPaから3.5 MPaへと上昇することが示されました。これは、壁面近傍での運動量および熱の散逸が激しくなるためです。

技術・詳細

本研究では、等価砂粒粗さ（Ra）が点火挙動に与える影響を数値的に調査しています。解析には、混合平均輸送モデルと改良部分混合反応器（PaSR）燃焼モデルを組み合わせたラージエディシミュレーション（LES）が用いられました。検証対象となった境界条件は、完全に滑らかな状態（Ra = 0 mm）から、粗さが異なる状態（Ra = 0.1, 0.5, 1.0 mm）のチューブです。

解析の結果、壁面の粗さは以下の現象を引き起こすことが分かりました。

- 火炎面の半径方向への拡大および中心部での合体を著しく抑制し、粗さが大きい場合には中心反応帯が消散する。
- 粗さに起因する局所的な渦が発生し、これにより境界層燃焼が劇的に強化される。
- 先行衝撃波の速度に対して非線形な抑制効果を及ぼす。

背景・業界の文脈

事故時に高圧水素が放出される際の自然発火に関する理解はこれまで大きく進展してきましたが、チューブ表面の状態がもたらす空気力学的な影響については、これまで十分に研究されてきませんでした。水素エネルギーの社会実装が進む中で、輸送や貯蔵に用いられるインフラの安全性確保は極めて重要な課題となっています。

今後の展望

本研究で得られた知見は、水素インフラにおける定量的なリスクアセスメントを行うための重要な理論的基盤となります。今後は、これらの結果を反映させることで、より実態に即したチューブの安全基準の策定や、安全性の高い設計へのフィードバックが期待されます。

元記事: https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-11370052/v1

収集日: 2026年11月15日 | 自動記事収集・翻訳システム (AI使用)

#05 蓄電池とグリーン水素｜インドネシア新首都でのコスト比較と経済的優位性の条件

公開日 2026年11月12日　Research Square（プレプリント）



概要

インドネシアの新首都ヌサンタラにおける太陽光余剰電力の貯蔵において、蓄電池とグリーン水素の経済的順位はコスト算出の根拠（プロバナンス）によって逆転することが明らかになりました。2024年時点の分析では、混合ヴィンテージのシナリオでは蓄電池が有利ですが、根拠を固定したシナリオでは水素貯蔵のコストが低くなる結果となりました。この結果は、貯蔵技術の選択が普遍的な性能ではなく、採用する経済的入力データに依存することを証明しています。

詳細

主要成果

インドネシアの新首都ヌサンタラにおける太陽光発電の余剰電力を活用したエネルギー貯蔵について、蓄電池とグリーン水素の経済性を比較した結果、コスト算出の前提条件によってどちらが有利かが変動することが判明しました。2024年のデータに基づくと、混合ヴィンテージ（Mixed-vintage）のシナリオでは蓄電池の均等化蓄電コスト（LCOS）がIDR 4,581.41/kWhとなり、水素のIDR 8,105.05/kWhよりも低く、蓄電池が経済的に優位でした。しかし、コスト根拠を固定した「プロバナンス・ロック（provenance-locked）」の想定では、蓄電池がIDR 10,498.69/kWh、水素がIDR 8,947.97/kWhとなり、順位が逆転しました。

技術・詳細

本研究では、2024年から2046年までの代表的な1日の発電・需要プロファイルを用いて、年次ごとのディスパッチモデルを構築しています。このモデルには、太陽光パネルの劣化、蓄電池の充電状態（SoC）および交換、電解装置、水素の圧縮と貯蔵、燃料電池による再変換、およびライフサイクルコストが組み込まれています。

2024年における各システムの性能指標は以下の通りです。

- 蓄電池：供給電力量 206.08 kWh/day、出力抑制量 437.82 kWh/day
- グリーン水素：供給電力量 174.08 kWh/day、出力抑制量 151.45 kWh/day

また、ベースラインとなる電解装置の設備投資額（CAPEX）において、蓄電池の資本コストが約USD 292.97/kWhに達した時点で、両者の経済的均衡（パリティ）が訪れることが分析されています。

背景・業界の文脈

再生可能エネルギーインフラの計画において、蓄電池と水素貯蔵を比較するには、共通のエネルギー境界と一貫したコンポーネントコストの根拠（プロバナンス）を設定することが不可欠です。本研究は、特定の技術が常に優れているという普遍的な結論を出すのではなく、どのような経済的入力データを用いたかによって技術的なランキングが変動することを示しています。

今後の展望

本研究で提示された条件付きの閾値は、クリーンエネルギーシステムに関する持続可能な開発目標（SDG）の目標7、および持続可能なインフラに関する目標9に関連する意思決定の根拠となります。ただし、本分析は季節的な貯蔵性能の測定や、各目標への具体的な進捗状況の測定までを含んでいるわけではありません。

元記事: https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-11238794/v1

収集日: 2026年11月15日 | 自動記事収集・翻訳システム (AI使用)

#06 MOFガラス膜｜三井金属と京都大学が開発した中温度域での水素製造技術と性能

公開日 2026年11月10日　レスポンス（Response.jp）　日本



概要

三井金属と京都大学の研究グループが、中温度域で機能するプロトン伝導性MOF（金属有機構造体）ガラス膜を開発し、170℃の水蒸気を用いた水電解による水素生成に成功した。これまで電解質材料が存在しなかった150〜250℃の温度域での水素製造を可能にする技術である。工場から排出される水蒸気や排熱を有効活用できるため、脱炭素社会に向けた効率的な水素製造手法として期待される。

詳細

主要成果

三井金属と京都大学大学院理学研究科の堀毛悟史教授らによる研究グループは、中温度域で動作する新たなプロトン伝導性MOF（金属有機構造体）ガラス膜を開発した。この新材料を用いることで、170℃の水蒸気を原料とした水電解による水素生成に成功したことを発表した。

技術・詳細

本技術の核となるMOF（金属有機構造体）とは、金属イオンと有機分子で構成される多孔質材料である。MOFは、多様な機能を持つ分子を組み込める点や、成形加工に適しているという特性を持つ。研究グループは、このMOFをガラス化させた「MOFガラス」に着目し、特定の温度域で機能するプロトン伝導性膜として実装した。

背景・業界の文脈

脱炭素社会の実現に向け、水から水素を抽出する「水電解」への注目が高まっている。しかし、産業プロセスにおいて工場などから発生する水蒸気や排熱をそのまま活用できる150〜250℃という中温度域においては、水電解に適した電解質材料がこれまで存在していなかった。この温度帯での材料不足が、排熱利用による効率的な水素製造の障壁となっていた。

今後の展望

今回開発されたMOFガラス膜により、これまで活用が困難であった150〜250℃の温度域での水電解が可能となる。これにより、産業排熱や水蒸気を直接的に水素製造に利用できる経路が拓かれ、エネルギー効率の向上と脱炭素化の加速に寄与することが期待される。

元記事: https://response.jp/article/2026/11/10/418829.html

収集日: 2026年11月15日 | 自動記事収集・翻訳システム (AI使用)

#07 グリーン水素製造｜気泡によるエネルギー損失を可視化する3Dモデルの性能と課題

公開日 2026年11月11日　Interesting Engineering　アメリカ



概要

コーネル大学などの研究チームが、水電解によるグリーン水素製造において、微小な気泡がエネルギー消費を増大させるメカニズムを解明する3Dコンピュータモデルを開発しました。このモデルは、気泡がある一定のサイズ（臨界半径）を超えると、追加の電圧需要が50%以上上昇することを明らかにしています。計算負荷を約1,000倍削減しつつ高精度なシミュレーションを可能にしたことで、より低コストで効率的な電極設計への道が開かれました。

詳細

主要成果

アメリカのコーネル大学と香港城市大学の研究チームは、水電解プロセスで発生する微小な気泡がどのようにエネルギーを浪費させるかを明らかにする3Dコンピュータモデルを開発しました。この研究の最大の成果は、エネルギー損失が急増する「臨界気泡サイズ」を特定したことです。シミュレーションの結果、気泡がこの閾値を超えると、電解に必要な追加電圧が指数関数的に上昇し、気泡がない状態と比較して電圧需要が50%以上増加する場合があることが判明しました。一方で、気泡をこの閾値以下に抑えることができれば、個々の気泡による追加電圧の上昇を3%以内に制限できるとしています。

技術・詳細

開発された3D数学モデルは、電解装置の「デジタルツイン」として機能し、長さにして8桁の範囲にわたるプロセスをシミュレートします。実際の電極形状、材料、動作条件を再現できるため、実験的に観察することが困難な微視的プロセスを可視化することが可能です。特にアルカリ電解装置の電極上の個々の水素気泡を詳細に分析した結果、気泡が電極の活性表面を遮断した際に最大のエネルギー損失が発生することが分かりました。また、この臨界サイズは電極の形状や、液体の表面への広がりやすさに依存することも確認されています。

計算面では、数値的な精度を損なうことなく、シミュレーションに必要な計算負荷を約1,000倍削減する新しい計算手法を導入しています。これにより、従来よりも遥かに効率的に最適化設計を行うことが可能になりました。

背景・業界の文脈

グリーン水素は、太陽光や風力などの再生可能エネルギーを用いて水を電気分解し、水素（H2）と酸素に分離して製造されるクリーン燃料です。製造過程で二酸化炭素（CO2）を排出しないため、製鉄や化学製造などの産業において化石燃料に代わるクリーンな選択肢として期待されています。しかし、電解プロセス中に電極表面で発生する水素および酸素の気泡が大きな課題となっていました。気泡が活性反応部位を塞いで水の到達を妨げたり、電荷粒子の移動を阻害したりすることで、水素製造により多くの電力を消費させるためです。これまでも電極形状の変更や液流の調整、表面特性の修正などの研究が行われてきましたが、個々の気泡による正確なエネルギー損失量を算出することは困難とされてきました。

今後の展望

研究チームは、気泡が大きくなりすぎる前に放出させる電極を設計することで、製造効率を向上させ、グリーン水素の製造コストを大幅に削減できると考えています。今後は、複数の気泡がどのように成長し、合体し、相互作用するかをテストするためにモデルを拡張する計画です。さらに、このシミュレーション技術を計算最適化および3Dプリンティングと組み合わせることで、より効率的な電極デザインの開発を目指しています。本研究成果は、学術誌『EES Catalysis』に掲載されました。

元記事: https://interestingengineering.com/energy/tiny-bubbles-green-hydrogen-energy

収集日: 2026年11月15日 | 自動記事収集・翻訳システム (AI使用)

#08 GE Vernova｜航空機派生ガスタービンの水素燃料対応、100%燃焼の検証結果と性能

公開日 2026年11月10日　GE Vernova　アメリカ



概要

GE Vernovaは、航空機派生ガスタービンの水素燃料対応における新たな技術的マイルストーンを達成した。LM6000VELOXで水素100%燃焼を、LM2500XPRESSでは最大50%の水素混合燃焼を検証済みである。これにより、電力網の安定化に不可欠な高速起動性能を維持しつつ、低炭素化への移行を可能にするインフラ提供を目指す。

詳細

主要成果

GE Vernovaは、サウスカロライナ州グリーンビルのグローバル・テクノロジー・センターにある新しい水素試験施設において、航空機派生ガスタービンの水素燃料対応に関する2つの重要な進展を達成した。具体的には、LM6000VELOXにおいて水素100%での動作能力を検証し、LM2500XPRESSでは最大50%の水素混合燃料での動作を検証した。また、同社のグローバルなガスタービンフリート全体で、水素および水素混合燃料による運転時間が累計1,100万時間を突破したことを明らかにしている。

技術・詳細

今回の検証では、モデルごとに異なる燃焼構成が採用されている。

- **LM6000VELOX**：単環状燃焼器（SAC: Singular Annular Combustion）構成を採用し、水素100%での動作能力を検証した。水素燃焼特有の技術的課題を克服し、安定した信頼性の高い運転を実現している。LM6000プラットフォームは、世界約60カ国で約1,350ユニットが導入・出荷されている。
- **LM2500XPRESS**：低NOx燃焼（DLE: Dry Low Emission）構成において、最大50%の水素混合燃料での性能を検証した。航空機技術をベースとしたモジュール式パッケージであり、5分以下でフルパワーに到達できる高速起動性能を維持したまま、CO2排出量を削減できるスケーラブルな経路を提示している。LM2500は累計販売台数1,150台以上、運転時間2億時間を超える実績を持つ。

背景・業界の文脈

エネルギー転換が進む中、データセンターや公共事業者が求める「高速かつ柔軟で持続可能な電力」への需要が高まっている。航空機派生ガスタービンは、電力網の安定化やピーク需要への対応、システム状況の変化への迅速な応答が可能である。水素を燃料として利用できれば、発電のみならず、製鉄、精製、石油化学などの産業用途への適用が期待される。GE Vernovaは、水素を含む燃料で動作した、あるいは動作し続けているガスタービンを120台以上保有しており、実世界での運用信頼性を実証している。

今後の展望

2025年に発表されたグリーンビル施設への投資の一環として、航空機派生ガスタービン専用の試験施設が完成した。この専用ラボの設立により、水素対応電源ソリューションなどの製品能力の検証スピードが加速される。同社は、今日の燃料を使用しながら、将来的な低炭素オプションへの移行を準備できる「ブリッジ」となる技術を提供することで、脱炭素化目標と経済的繁栄の両立を目指している。

元記事: https://www.gevernova.com/news/press-releases/ge-vernova-advances-hydrogen-capabilities-aeroderivative-gas-turbines-new-milestones

収集日: 2026年11月15日 | 自動記事収集・翻訳システム (AI使用)

#09 水素ガスタービン｜RWEと川崎重工が導入した34MW機の性能と実証目的

公開日 2026年11月09日　EuropaWire　ドイツ



概要

RWEと川崎重工業は、ドイツのリンゲンにあるエムスランド火力発電所に、34メガワット（MW）の水素対応ガスタービンを導入した。本機は欧州最大規模の完全水素対応ガスタービンであり、天然ガスから水素100%まで、任意の混合燃料での発電試験が行われる。風力や太陽光などの変動性再生可能エネルギーを補完する、柔軟な電源としての運用経験を蓄積することが目的である。

詳細

主要成果

RWEと川崎重工業は、ドイツ・リンゲンのエムスランド火力発電所において、出力34MWの水素対応ガスタービンの運転を開始した。2026年11月6日に挙行された式典で、本機の試運転開始が宣言された。この設備は欧州で最大の完全水素対応ガスタービンとされており、産業規模での水素発電の実証を目的としている。

技術・詳細

導入されたガスタービンは、天然ガス、水素、またはその任意の混合燃料で動作するように設計されており、水素含有率0%から100%まで調整が可能である。今後数ヶ月間にわたる実証試験では、異なる負荷条件や運転モードにおいて、最大100%の水素を用いた発電試験が行われる予定である。

試験に使用される水素は、隣接する「GET H2 Nukleus」電解槽によって供給される。この電解槽は再生可能エネルギー由来の電力を用いて水を電気分解し、水素と酸素を生成する仕組みとなっている。RWE GenerationのCEOであるNikolaus Valerius氏は、本機が従来の水素タービンの最大10倍の電力を生成できる点に触れ、この運用経験が将来的なさらに大型のタービン導入への鍵になると述べている。

背景・業界の文脈

本プロジェクトは、電力システムにおける風力および太陽光発電の比率が高まる中で、電源の安定性をいかに確保するかという課題に対応している。再生可能エネルギーの発電量が長期間にわたって不足する場合、水素対応のガス火力発電所が柔軟な調整電源として機能し、追加の容量を提供することが期待されている。RWEは最近、連邦ネットワーク庁（Federal Network Agency）による柔軟な発電所に関する入札に勝利しており、こうしたインフラ整備を加速させている。

今後の展望

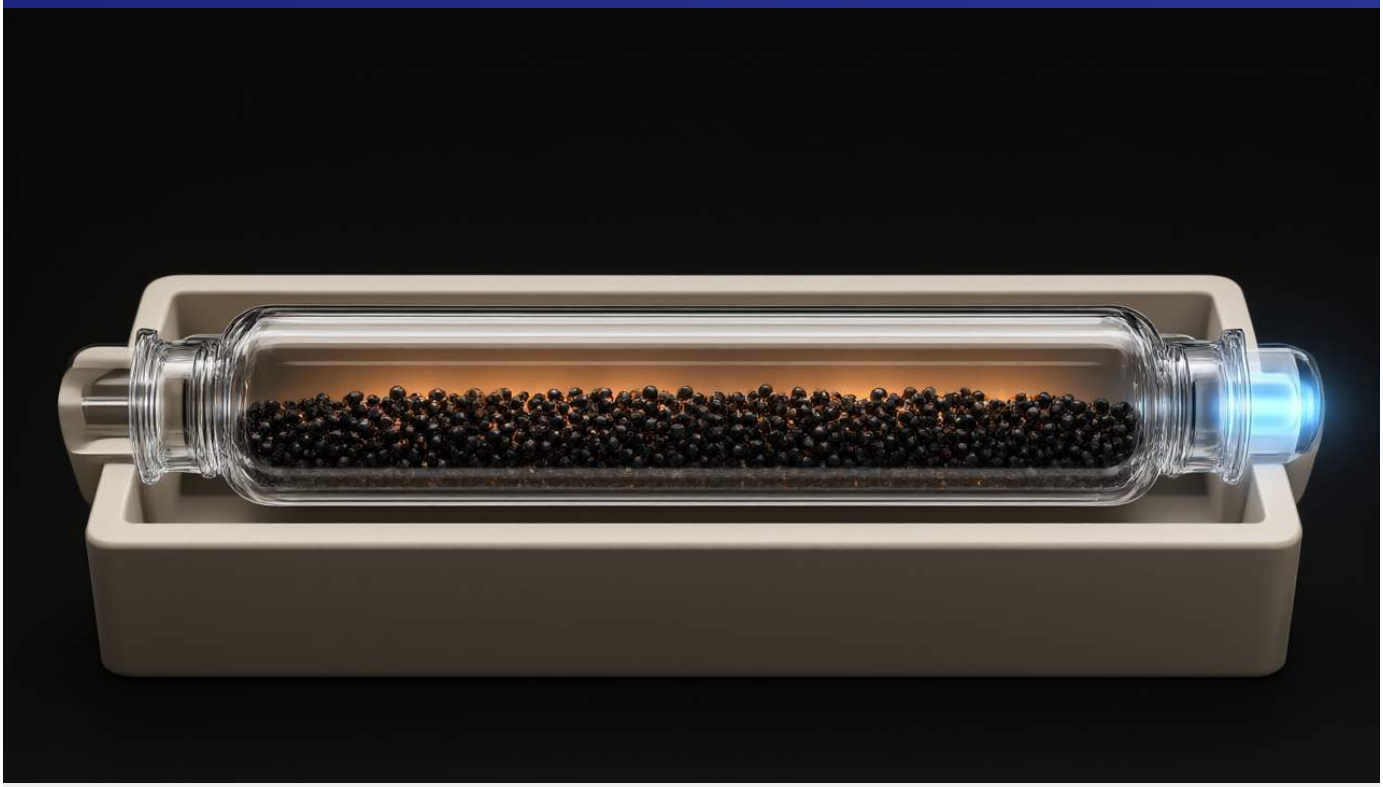
今回の実証試験で得られるデータは、風力や太陽光発電が主流となる電力システムにおいて、柔軟な発電能力を開発・展開するための重要な知見となる。川崎重工業のエネルギーソリューション＆マリンエンジニアリング社社長、西村元彦氏は、水素の可用性やコストに応じて天然ガスとの混焼率を調整できる柔軟なアプローチが重要であると指摘している。将来的には、この技術によって数十万世帯に電力を安定的に供給できる体制を構築することを目指している。

元記事: https://news.europawire.eu/rwe-and-kawasaki-commission-34-mw-hydrogen-turbine-for-industrial-scale-trials-in-lingen/eu-press-release/2026/11/09/11/58/09/186750/

収集日: 2026年11月15日 | 自動記事収集・翻訳システム (AI使用)

#10 Pt/Fe-NC触媒｜アンモニア分解による水素製造の耐久性向上と2,000時間連続運転

公開日 2026年11月12日　BIOENGINEER　シンガポール



概要

シンガポール国立大学（NUS）の研究チームが、アンモニア分解による水素製造において、触媒の劣化を防ぎ耐久性を大幅に向上させる電気化学的な再生戦略を開発しました。新開発の複合触媒「Pt/Fe-NC」と独自の再生プロトコルを組み合わせることで、ラボ評価において2,000時間を超える連続運転を達成しています。これにより、クリーンエネルギーキャリアとしてのアンモニアを用いた、効率的で持続可能な分散型水素製造の実現に近づきました。

詳細

主要成果

シンガポール国立大学（NUS）のCHEN Wei教授率いる研究チームは、アンモニアを分解して水素を製造するプロセスにおいて、触媒の劣化問題を解決し、長期的な運用を可能にする電気化学的な触媒再生戦略を実証しました。この研究成果は科学誌『Nature Synthesis』に掲載されており、ラボでの評価において2,000時間を超える連続運転に成功したとしています。

技術・詳細

研究チームは、白金（Pt）ナノ粒子を、原子レベルで分散した鉄（Fe）配位サイトを持つ窒素ドープカーボン支持体に統合した高度な複合触媒「Pt/Fe-NC」を設計しました。この触媒は、以下の2段階の相乗的な化学メカニズムで動作します。

- **白金酸化の抑制と脱水素の加速：** 鉄-窒素ドープカーボン支持体から白金ナノ粒子へ直接電子が転送されることで、不要な白金の酸化を抑制し、アンモニア分子の律速段階である脱水素反応を加速させます。
- **窒素被毒の解消：** 原子レベルで分散したFe-N4配位センターが周囲の水分子の解離を促進します。これにより、白金表面に強固に付着し触媒活性を妨げる窒素残留物（窒素被毒）を速やかに水素化し、反応性中間体へと変換して除去します。

性能評価において、Pt/Fe-NC触媒は同一条件下で標準的な市販の白金カーボン触媒よりも10倍以上のアンモニア酸化活性を示しました。また、相補的な水素発生反応においても極めて高い有効性が確認されています。さらに、運用中に専用のサイクル再生プロトコルを併用することで、80°Cの連続試験において、低電流密度では2,000時間以上の連続水素製造を維持し、高電流密度下でも500時間の安定運転を達成しました。

背景・業界の文脈

アンモニアは、燃焼時に二酸化炭素を排出しない燃料電池用のクリーンエネルギーキャリアとして、水素の貯蔵および輸送に有望な化学媒体です。電気化学的なアンモニア分解は、電力を利用してアンモニアを窒素と水素に変換するため、需要地に近い場所でエネルギー効率良く水素を製造できる手法として期待されています。しかし、従来の白金ベースの触媒は、作動電位下での電気化学的な酸化と、反応中間体である窒素種が表面に付着する「窒素被毒」という2つの劣化経路により、時間の経過とともに活性が低下することが大きな課題となっていました。

今後の展望

本研究は、NUSのOU Pengfei助教授および中国電子科技大学のFAN Lei教授との共同研究により行われました。CHEN教授は、この設計原理が直接アンモニア燃料電池などの他の触媒的アンモニア酸化アプリケーションにも応用可能であると述べています。今後は、産業規模での大規模な評価に向けたさらなる研究が必要であるとしていますが、本研究は耐久性のある水素製造のための実行可能なフレームワークを確立したとしています。

元記事: https://bioengineer.org/novel-catalyst-regeneration-strategy-sustains-durable-hydrogen-production-from-ammonia-cracking/

収集日: 2026年11月15日 | 自動記事収集・翻訳システム (AI使用)

#11 水素センサー｜パラジウム粒子の結晶粒界による高湿度・高温下での検知性能

公開日 2026年11月10日　Tohoku University　日本



概要

東北大学などの国際研究チームが、高温多湿な環境下でも外部ヒーターなしで安定して動作する触媒式水素センサーを開発した。結晶粒界を豊富に持つパラジウムナノ粒子ネットワークを用いることで、相対湿度90%・温度80 °Cという過酷な条件下でも100 ppmという低濃度の水素を検知できる。この技術は、水分子による表面被覆という従来の課題を克服し、産業施設や将来の水素エネルギーインフラにおける安全な監視を可能にする。

詳細

主要成果

東北大学物質科学研究所（WPI-AIMR）、ユタ大学、パシフィック・ノースウェスト国立研究所による国際研究チームは、高温多湿な環境においても信頼性の高い動作を実現する触媒式水素センサーを開発した。本デバイスは、外部ヒーターを必要とせずに、周囲温度22〜80 °C、相対湿度0〜90%の範囲で水素を検知できる。特に、水蒸気が圧倒的に過剰に存在する「温度80 °C、相対湿度90%」の条件下において、100 parts per million (ppm) という低濃度の水素を検出することに成功した。

技術・詳細

本センサーの核心は、隣接する結晶同士の界面である「結晶粒界（grain boundaries）」を豊富に持つパラジウムナノ粒子のネットワークを採用した点にある。研究チームが構造変化の追跡、水脱離実験、分子動力学および第一原理計算を用いて解析した結果、この結晶粒界が水に濡れた状態でも水素のパラジウム内への侵入と、迅速なパラジウム水素化物の形成を促進することが判明した。

形成されたパラジウム水素化物は水との結合力が弱いため、触媒サイトが水素-酸素反応に利用されやすくなり、結果として測定可能な検知信号が生成される。この結晶粒界、水素化物形成、および水吸着の相互作用により、従来の触媒では困難であった高湿度下での応答性が維持される仕組みとなっている。また、本デバイスは以下の性能を実証している。

- 21種類の干渉ガスに対する強い選択性
- 100回連続のセンシングサイクルにおける再現性のある性能
- 125日間にわたる安定した動作
- 過酷な条件下でのISO 26142湿度応答要件への適合

背景・業界の文脈

クリーンエネルギーシステムにおいて水素の重要性が高まる一方、わずかな漏洩が重大な安全リスクにつながるため、製造・貯蔵・輸送・利用のあらゆる段階で信頼性の高いセンサーが不可欠である。しかし、特に高温多湿な環境では、水分子が水素検出器の活性表面を覆ってしまうため、正確な応答が妨げられるという長年の課題があった。従来の対策では外部ヒーターを用いる手法が一般的であったが、本研究は材料設計（結晶粒界エンジニアリング）によってこの問題を解決した点に意義がある。

今後の展望

研究チームは、ポータブルセンサーのプロトタイプに機械学習モデルを組み込み、変動する温度と湿度を考慮した補正を行った。その結果、ランダムな条件下でのプロトタイプ試験において、水素濃度の推定誤差を5%以内に抑えることに成功した。この成果は、単なる堅牢なセンサーの開発に留まらず、結晶粒界エンジニアリングが産業施設や次世代の水素エネルギーインフラにおける安全な水素モニタリングを実現するための有望な戦略であることを示している。本研究の詳細は、2026年10月23日付の学術誌「Advanced Materials」に掲載された。

元記事:
https://www.tohoku.ac.jp/en/press/crystal_boundaries_help_hydrogen_sensors_work_in_hot_humi

収集日: 2026年11月15日 | 自動記事収集・翻訳システム (AI使用)

#12 アンモニア合成｜コバルト水酸化物触媒による常温・高効率な製造手法と性能

公開日 2026年11月11日　Mirage News　アメリカ



概要

青島農業大学などの国際研究チームが、コバルト水酸化物触媒を用いた常温・常圧での効率的なアンモニア合成に成功した。この手法では、記録的なアンモニア収率 40.67 $\mu g\ h^{-1}\ cm^{-2}$ とファラデー効率 24.9% を達成している。従来のエネルギー集約的なハーバー・ボッシュ法に代わる、脱炭素型の分散型製造を実現する新たな触媒メカニズムを提示した。

詳細

主要成果

中国の青島農業大学、イタリアのミラノ工科大学、アイルランドのトリニティ・カレッジ・ダブリンの研究チームが、常温・常圧条件下で窒素をアンモニアに変換する革新的な電解触媒プロセスを開発した。本研究ではコバルト水酸化物触媒を採用し、アンモニア収率 40.67 $\mu g\ h^{-1}\ cm^{-2}$、ファラデー効率 24.9% という記録的な数値を達成した。この成果は、2026 年 9 月に学術誌「eScience」に掲載された（DOI: 10.1016/j.esci.2025.100513）。

技術・詳細

本技術の核心は、「水酸化物活性化水素スピルオーバー（HAHS）」と呼ばれる新しい反応メカニズムにある。研究チームは合成温度を精密に制御することで、$Co(OH)_2$触媒に意図的な格子歪みを導入した。これによりCo–O結合が伸長し、隣接するO–H結合が弱まったことで、表面の水酸基から水素原子が脱離し、窒素還元反応に直接関与することが可能になった。

このプロセスでは、水素原子が脱離した後に生じる表面の水素空孔が、電解液中の水素種によって継続的に補充されるため、自己完結的な触媒サイクルが形成される。従来の結合経路では複数のプロトン結合電子移動ステップが必要だったが、HAHSメカニズムは elementary step（素反応）の1つを完全にバイパスし、中間体のターンオーバーを加速させると同時に、競合反応である水素発生反応を抑制する。密度汎関数理論（DFT）計算では、$Co(OH)_2$上での初期窒素活性化のエネルギー障壁はほぼゼロ（ΔG = 0.01 eV）であることが確認されており、触媒は180時間の連続運転後も優れた構造的完全性を維持した。

背景・業界の文脈

現在、世界のアンモニア供給のほぼすべてを担うハーバー・ボッシュ法は、極めて高い温度と圧力下で動作するため、世界全体のエネルギーの約1〜2%を消費し、アンモニア1トンあたり約1.6トンのCO_2を排出している。再生可能エネルギーを用いた電解触媒による窒素還元は、持続可能な代替案として期待されているが、窒素分子（N_2）の非常に強い三重結合（結合解離エネルギー 941 kJ/mol）を温和な条件下で切断することが大きな障壁となっていた。既存の手法では、選択性の低さや反応速度の遅さが課題となっていた。

今後の展望

本研究で提示された格子歪みエンジニアリングによる触媒設計は、アンモニア合成のみならず、他の複雑な多段階反応にも応用可能な新しいパラダイムとなる可能性がある。常温・常圧での動作は再生可能エネルギーとの親和性が高く、空気・水・電気から直接グリーンアンモニアを合成する分散型のオンサイト生産を加速させ、中央集権的なプラントへの依存とCO_2排出を削減できる。また、アンモニアは農業用肥料だけでなく、カーボンフリーな水素キャリアとしてのエネルギー貯蔵・輸送への活用も期待されており、本手法は食料安全保障と地球規模の脱炭素化の両立に寄与すると考えられている。

元記事: https://www.miragenews.com/catalytic-shortcut-converts-nitrogen-to-ammonia-1774944/

収集日: 2026年11月15日 | 自動記事収集・翻訳システム (AI使用)

#13 水素直接還元鉄｜日本製鉄が低品位鉄鉱石での製造に成功、実機化の時期と課題

公開日 2026年11月10日　MONOist（Yahoo!ニュース）　日本



概要

日本製鉄が、還元材に水素を100%使用して低品位鉄鉱石から直接還元鉄（DRI）を製造する試験に成功した。シャフト炉型の試験還元炉を用い、300時間を超える連続操業で累計1000t超の還元鉄を製造している。供給量に限りがある高品位鉱石ではなく、豊富な低品位鉱石を水素で還元できる技術を確立することで、製鉄プロセスの脱炭素化を加速させる。

詳細

主要成果

日本製鉄は、還元材に水素を100%使用し、低品位鉄鉱石（高炉グレードペレット）を原料とした直接還元鉄の試験製造に成功した。茨城県神栖市の波崎研究開発センターにある試験還元炉において、300時間を超える連続操業を実現し、累計で1000tを超える還元鉄を製造したことを発表した。

技術・詳細

今回使用された試験還元炉は2026年3月に運転を開始したシャフト炉型で、炉高は約60m、生産能力は1t/hである。本試験では、水素単独による還元反応に伴う「吸熱特性」と、低品位鉄鉱石特有の「粉化」という2つの大きな技術的課題を克服した。

- **熱補償技術：**水素による還元は吸熱反応であるため炉内温度が低下しやすいが、最適な熱補償技術を導入することで安定的な温度維持を実現した。
- **操業技術：**低品位鉄鉱石は還元時に粉化しやすく、炉内の通気性や反応制御に悪影響を及ぼすが、これを抑制する操業技術を確立した。

背景・業界の文脈

現在、世界では天然ガスを利用した商用還元炉により年間約1億tの還元鉄が生産されているが、天然ガス還元ではCO2が排出されるため、脱炭素化に向けた水素還元技術への転換が求められている。

また、従来の商用還元炉は不純物が少なく鉄分含有率の高い「高品位鉄鉱石（直接還元グレードペレット）」の使用が前提であった。しかし、高品位鉱石の供給量には限りがあるため、将来的な鉄源確保の観点からは、より生産量が豊富な低品位鉄鉱石を活用できる技術の確立が不可欠となっている。

今後の展望

日本製鉄は「日本製鉄カーボンニュートラルビジョン2050」に基づき、NEDOのグリーンイノベーション基金事業の支援を受け、「水素による還元鉄製造」を含む3つの重点技術（大型電炉での高級鋼製造、高炉での水素還元技術を含む）の開発を推進している。

今後は試験還元炉での試験を継続して操業条件の最適化を進め、2027年度からはスケールアップ技術の開発に着手する。最終的に2040年頃までの実機化技術確立を目指し、カーボンニュートラル社会の実現に寄与する方針だ。

元記事: https://news.yahoo.co.jp/articles/54de41e23cc74109e64e3bce1beb82f8a7d03de7

収集日: 2026年11月15日 | 自動記事収集・翻訳システム (AI使用)