

CO₂フリー水素普及シナリオ研究

水素関連の革新的技術

<水素製造>

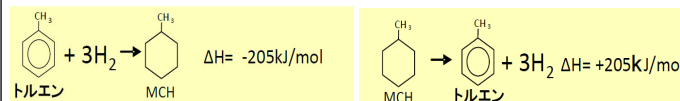
光触媒水分解水素製造
(内容は右端<全体システム>の人工
光合成の水素製造部分参照のこと。)

<エネルギーキャリア・変換・輸送・貯蔵>

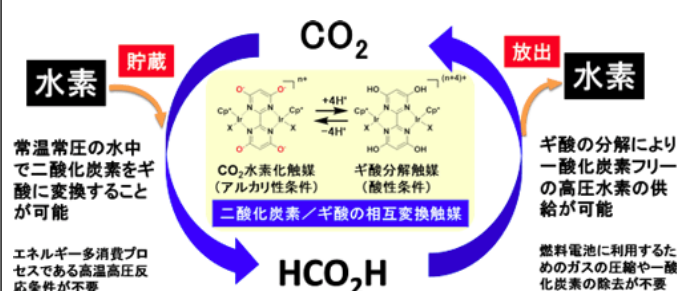
- 1 メタネーションメタン (第5次エネ基(案)で言及)
- 2 ジベンジルトルエン (海外で少し検討されている程度)
- 3 ギ酸 (2012年度のAP研の絵姿に記載)
- 4 磁気冷凍水素液化 (第6回シナリオ研で話題提供)

<メチルシクロヘキサン>

出典:千代田化工殿
公開資料から切り抜き



<ギ酸>



<ジベンジルトルエン>

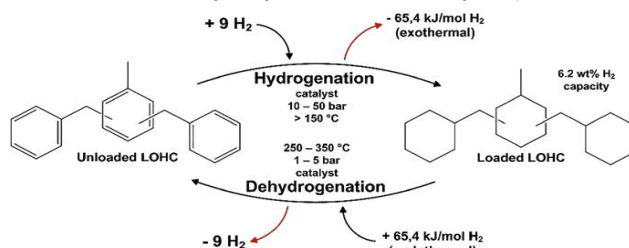
出典:WHITE2017 発表 Abstract(下記)

High temperature hydrogenation of dibenzyltoluene using alumina supported platinum catalysts – a key step for efficient hydrogen storage

H. Jorisch¹, A. Bösmann¹, P. Wasserscheid¹

¹ Forschungszentrum für Gebiete, Helmholtz Institute Erlangen-Nürnberg for Renewable Energy (IEK-11), Erlangen, Germany

² Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Chemische Reaktionstechnik, Erlangen, Germany



第8回シナリオ研で少し議論

- ・火をつけても燃えない
- ・小規模(オンボード向き)

海外の水素関連の専門家の意見

- ・物性が優れており、最近注目されている。

<<トヨタ・モビリティ基金>>

[2017 年度の助成対象]

研究分野	研究内容	氏名	所属
水素製造	再エネ推定発電電力と水電解モデルによる水素製造システムの動的シミュレーション	小島 宏一	産業技術総合研究所
	光電気化学水分解反応における触媒／溶液界面構造の解明	佐藤 正寛	東京大学
	ステンレス鋼を水電解触媒として高機能化する革新的表面改質技術開発	轟 直人	東北大学
	プロトン導電性固体電解質デバイスのための空気極開発	松井 敏明	京都大学
	CO ₂ フリー水素製造のための水電解用革新的酸化物系触媒の開発	松澤 幸一	横浜国立大学
水素貯蔵・運搬	水素の室温大量貯蔵を実現する多孔性高次構造の分子ダイナミクス描像に基づく解明と先導的デザイン	金 賢得	京都大学
	水素エネルギーキャリア合成の為の有機ハイドライド電解槽の高効率化	長澤 兼作	横浜国立大学
水素利用	多孔障壁を用いた高圧水素貯蔵設備における保安距離代替措置の検討	朝原 誠	岐阜大学
エネルギーシステム	空間情報を考慮した持続可能な CO ₂ フリー水素供給システムの設計	古林 敬顕	東北大学
	再エネ電源とFCVを用いた電力・水素複合エネルギーシステム実現のための研究	吉岡 剛	東京大学

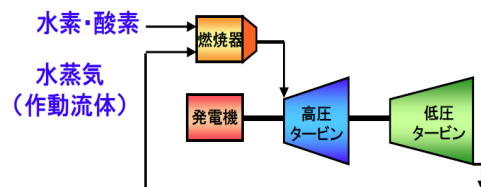
海外動向: Top 10 Innovations Finalists (リストアップテーマ数:25)

(出典:Innovation for Cool Earth Forum 4th Annual Meeting, 2017)

- 5 Water splitting-biosynthetic system with CO₂ reduction efficiencies exceeding photosynthesis (Harvard University)
- 6 High-power all-solid-state batteries using sulfide superionic conductors (Tokyo Institute of Technology, Toyota Motor Corporation)
- 8 World's tallest wind turbine integrated with pumped storage hydro (Max Bögl Wind AG, GE Renewable Energy)
- 10 Flight powered by biofuel made from residual wood (Northwest Advanced Renewables Alliance, ICM, GEVO)
- 12 World's largest tidal turbine at EMEC for first time (Scotrenewables Tidal Power Limited)
- 15 Smart grid demonstration project in Haryana State, India (Fuji Electronic, Sumitomo Electric Industries, THE Power Grid Solution)
- 18 World's first supply of biojet fuel via hydrant at Oslo Airport (Air BP, Neste, SkyNRG, Avinor)
- 19 World's largest cellulosic ethanol plant (Dupont)
- 23 California picks winners for first-ever auction of distributed energy as demand response (South California Edison, Pacific Gas and Electric Company, San Diego Gas & Electric)

<利用>

- 1 純水素／純酸素燃焼タービン (WE-NETでFS実施)



- 2 航空用燃料

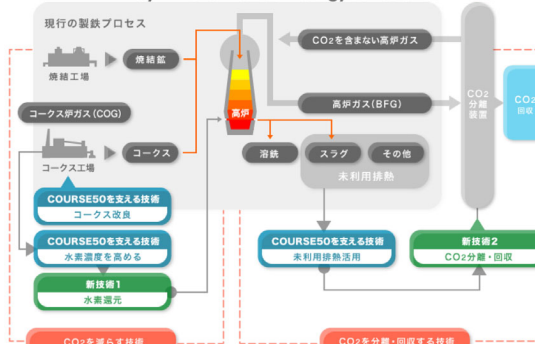
ブラジルがドイツのDLRと連携して航空用のバイオ燃料／液化水素燃料等の開発を進めている。(at 第29回IPHE(2018.5)講演会)

- 3 水素還元製鉄

移行ステップ(IAE 想定)

- ①高炉での水素利用によるCO₂削減(COURSE50)
- ②天然ガス還元製鉄における天然ガス一部代替水素利用(シャフト炉)
- ③水素還元製鉄(シャフト炉)

COURSE50: CO₂ Ultimate Reduction in Steelmaking process by Innovative technology for cool Earth 50



(出典: http://www.jisf.or.jp/course50/outline/)

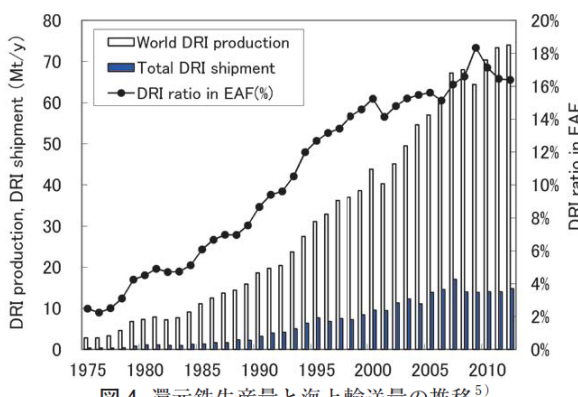


図4 還元鉄生産量と海上輸送量の推移⁵⁾

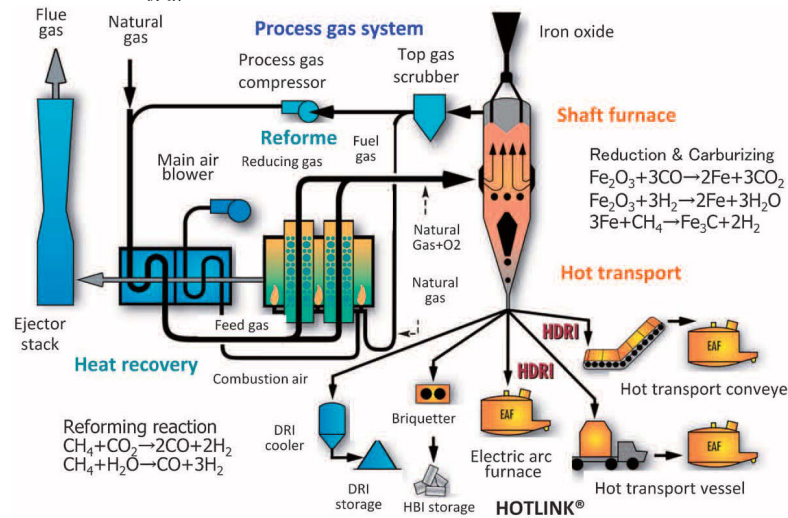


図7 MIDREXプロセスのフローシート⁸⁾

Fig. 7 MIDREX process flow sheet⁸⁾

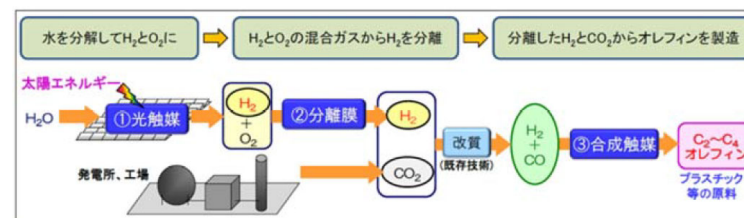
(出典: www.kobelco.co.jp/technology-review/pdf/64_1/002-007.pdf)

[添付 109]

<全体システム>

2018.6.5
IAE

人工光合成 (水素製造～CO₂利用)



① 光触媒開発	太陽エネルギーを利用した水分解で水素と酸素を製造する光触媒材料およびモジュールの開発
② 分離膜開発	光触媒から発生した水素と酸素の混合気体から水素を分離する分離膜およびモジュールの開発
③ 合成触媒開発	水から製造する水素と発電所や工場などから排出する二酸化炭素を原料としてC ₂ ～C ₄ オレフィンの有用な基幹化学品を合成する触媒およびプロセス技術の開発

図1 人工光合成プロジェクトの概要

大面積化・低コスト化を実現する新しい光触媒パネル反応器を開発

—水深1mmの反応器で水分解を実現 2018年1月19日

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
人工光合成化学プロセス技術研究組合

人工光合成は「脱炭素技術」で日本を世界のリーダーに押し上げるか (出典: 日刊工業新聞 NEWSWITCH 2017年11月23日)

ドイツで18日まで開かれた気候変動枠組み条約第23回締約国会議(COP23)では、2020年の「パリ協定」のスタートに向けた国際交渉が繰り広げられた。(中略)日本で国家プロジェクトとして研究が進む人工光合成、再生可能エネルギー由来の水素製造「パワー-toガス」が世界の脱炭素化を先導しそうだ。

12年度に経済産業省の直轄事業としてスタートした人工光合成プロジェクトは、6年目に入った。14年度に経産省から引き継いだ新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)が、21年度まで研究する。人工光合成化学プロセス技術研究組合(三菱ケミカルなど)、東京大学などが参画する。(中略)

NEDOの人工光合成は2段階。水に浸した光触媒に太陽光を照射。光触媒の酸化力で水を水素と酸素に分解し、水素を取り出す。次に水素とCO₂を原料に、基幹化学品のオレフィンを製造する。

30年ごろに商用化が実現できると、工場や火力発電所の排気から回収したCO₂と、太陽光と水から生成した水素を合成してオレフィンを作る。(中略)

この5年で光触媒材料の研究が進み、太陽光エネルギーから水素を作り出す変換効率で3%をたたき出した。植物の光合成よりも10倍高い水準だ。ただし、目標の10%には遠い。

より広い波長を吸収して水を効果的に分解する光触媒材料を探索してきており、(中略)「本命となりそうな材料が見つかった」と手応えを語る。

(中略)水からわき上がる気泡を水素と酸素に振り分ける膜(フィルター)を開発中だ。分子レベルの微細な穴が空いた膜表面を疎水化すると、選別できる水素を増量できることが分かった。

最終工程は水素とCO₂からメタノールを合成した後、オレフィンにするプロセスが有力となっている。

これまでに、触媒の候補となる特殊細孔構造を持つゼオライトを発見した。高温でも活性が低下しないのが特徴。高温環境でメタノールを反応でき、オレフィンを多く取り出せる。エチレン、プロピレン、ブテンを選択的に作れるオレフィン合成手法も研究テーマだ。

国内企業や海外機関でも人工光合成の研究が活発となっている。NEDOは商業プラントを念頭に、製造コストを抑えられる「実現可能な研究」(中略)を進める。課題を一つひとつ着実に解決しており、商用化の輪郭が見え始めた。