



NEWS LETTER

VOL.37

「水素」に関係した最近のいくつかの話題をご紹介します。

① 石川県と金沢工業大学がCFRP製洋上風車・水素タンク等の技術開発を推進

https://www.kanazawa-it.ac.jp/kitnews/2022/0331_icc.html

石川県が、金沢工業大学 革新複合材料研究開発センター（ICC）等とともに申請した「石川県産業の強みを活かしたエネルギー構造高度化に向けた技術開発推進事業」がエネ高事業に採択され、事業が行われています。この事業では、炭素繊維複合材料（CFRP）製洋上風車・水素タンク等の技術開発が行われており、ICCは、これまでに培ってきたCFRPに関する知識と技術を活かして活動されています。この技術開発によって、石川県内企業のこれら分野への参入を促し、地域経済の活性化を促進させようとしています。エネルギー構造高度化に向けた具体的な社会実装を行うため、協議会形式で構築される技術開発推進体制に参画しながら、(1)浮体式垂直軸型洋上風車と(2)水素タンクへの応用を目標に、実用化に向けた技術開発が行われています。

(1) 浮体式垂直軸型洋上風車実用化に向けた技術開発

経済産業省が2020年12月に策定した「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略（グリーン成長戦略）」には、2040年までに30,000～45,000MWの浮体式を含む洋上風力発電の導入目標が掲げられています。一般的な風車、例えば秋田洋上風力発電が秋田港と能代港に設置している風車の出力は4.2MW/基であり、この風車を7,000～11,000基設置しなければならない計算です。このように多くの風車を設置しようとするれば、水深が深い海域でも設置できる浮体式洋上風車の開発が必要になります。

この事業では、浮体式洋上風車の中で、重心が低く浮体を小型化できるとともに保守作業も容易となり、インシヤル・ランニングコストがともに大幅に削減できると特に注目されている「浮体式垂直軸型洋上風車」の技術開発が進められます。風車の大型化などの課題解決を目指して、風車の実験モデルが製作され、実証実験が行われます。この風車のブレードには軽量・高強度なCFRPが適しており、ICCは県内企業とともにブレード部材の整形・接合・組み立てを担当されます。

(2) 水素タンク実用化に向けた技術開発

水素は、「グリーン成長戦略」において「発電・輸送・産業など幅広い分野で活用が期待されるカーボンニュートラルのキーテクノロジー」と位置づけられています。また、再生可能エネルギーなどで水素を製造し、それを自動車の燃料として利用すれば、ガソリン・軽油などの化石燃料の使用量を削減でき、カーボンニュートラルの実現に貢献できます。

水素を燃料とした乗用車（トヨタMIRAI、Hyundai（ヒョンデ）NEXO（ネッソ））が市販されていますが、これからは大型自動車、商用車での水素の利用を推進する必要があります。自動車用燃料として水素を利用する際には、軽量であるとともに、700MPaの高圧水素ガス環境、または-253℃の極低温の液体水素環境で利用可能な水素タンクが必要になります。

この事業では、熱可塑性CFRPランダムシート、天然繊維複合材料を水素タンクの候補材料として、強度、断熱性能、寿命などを調査する予定です。

② 金沢工業大学が再エネ水素蓄エネシステムの実証実験を開始

https://www.kanazawa-it.ac.jp/kitnews/2023/0410_energysystem.html

金沢工業大学は、サイテム、ジータ、成宏電機の石川県内の企業3社とともに、地産地消型再生可能エネルギーシステムの研究開発を令和5年4月から始めました。サイテムは水素吸蔵合金を使った水素キャニスター（水素容器）と水電気分解水素発生装置の開発を担当、ジータは水素の流量・圧力制御の機械設計と製作を担当、成宏電機は燃料電池を含めた全体制御を担当しています。この産学連携によって、再エネ水素を活用した分散型蓄エネシステムの実証実験が行われます。

このシステム（図1）の特徴として次が挙げられています。

- (1) 燃料電池自動車に用いられている水素容器は700MPaの高圧水素容器で大きな強度を持つように設計されていますが、この事業では水素容器に水素吸蔵合金が入れてあり、1MPa以下の水素圧になり、利用時の安全性が高い容器になります。
- (2) 再生可能エネルギーを活用した水の電気分解によって水素（グリーン水素）を製造しており、CO₂ゼロです。
- (3) 開発する水素容器は、定置型の容器としてのみでなく、可搬型の容器としても利用可能です。小型のLPガスボンベのように、消費と充填を繰り返して利用することができるので、多方面での用途があると思われます。その一例として、図2に示す電動キックボードが示されていました。
- (4) このシステムは、ユニット化され、コンパクトであって、既存の太陽光発電パネルとも容易に接続可能とのことです。

③ NEDOの取組み「人工光合成で直接水素を製造する技術」

https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101473.html

人工光合成をご存じですか？人工光合成とは、太陽光エネルギーを用いて水や二酸化炭素などの低エネルギー物質を水素や有機化合物などの高エネルギー物質に転換する技術で、光エネルギーを化学エネルギーに変えて、物質として蓄える方法です。光触媒、つまり光を照射することにより触媒作用を示す物質を利用して、水を分解し、水素と酸素の混合ガスを発生させた後、水素分離薄膜などを利用して混合ガスから水素を分離します。図3に光触媒パネル反応器の外観と、光触媒パネル反応器から生成した水素と酸素の混合気体を示します。また、100m²規模のソーラー水素製造パネル（図4）が東京大学柿岡研究施設に設置され、研究が進められています。

光触媒の現象は、昭和42年、東京大学の本多健一先生と藤島昭先生によって初めて報告されました。水溶液に浸漬した酸化チタン（TiO₂）電極に強い光を当てたところ、電極表面から泡が出ることを見出し、この泡は酸素で、対極の白金からは水素が発生していることを示しました。この現象は、酸化チタン表面での『光触媒反応』として、後に『ホンダ・フジシマ効働ばれるようになりました。

防汚・抗菌・脱臭効果を持つ酸化チタン被覆のタイルや壁材や、次世代の太陽光電池とされる色素増感太陽電池も光触媒を利用しており、実用化研究が進むと思われます。しかし、この光触媒の多くは波長が<400nmの紫外線領域で効果を示し、可視光では作用しません。前述の水分解の場合も同じで、紫外線のみで反応が起こります。今後、紫外線と可視光を吸収できる高効率な光触媒の開発が必要です。なお、太陽光には紫外線がエネルギーとして約3%含まれています。蛍光灯の光にもわずかに紫外線が含まれますが、白熱電球、LEDの光には紫外線は含まれません。

光触媒を利用した水素製造は、現状では、太陽光エネルギー変換効率が1%以下で小さく、これを大きくできれば実用化できるでしょう。現状では、太陽光発電による電力で水を電気分解した方が効率的です。



図3 光触媒パネル反応器の外観（左）と、光触媒パネル反応器から生成した水素と酸素の混合気体（右）

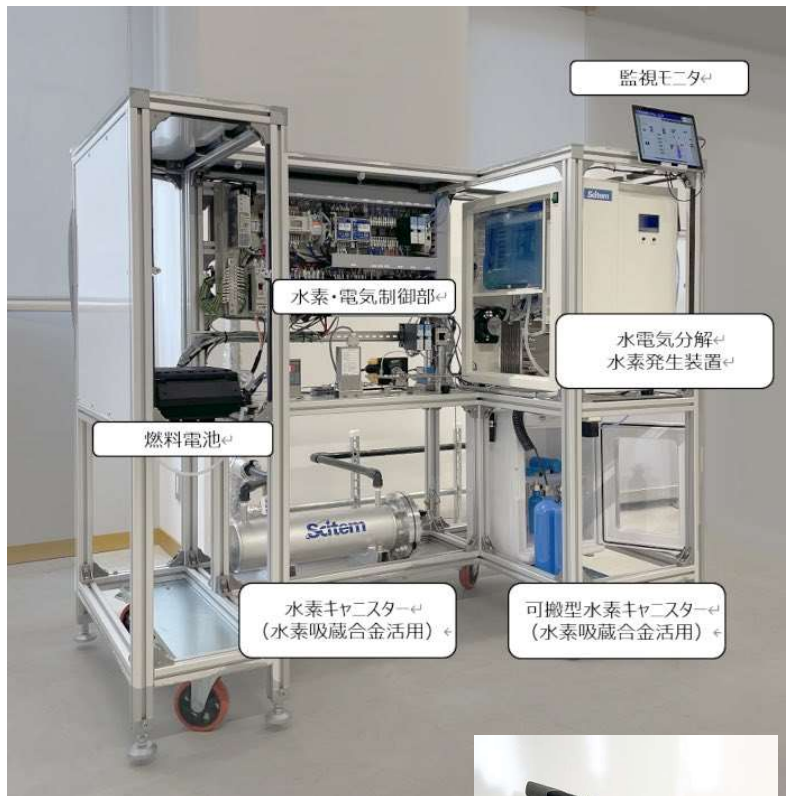


図1 「再エネ水素活用分散型蓄エネシステム」



図2 再エネ水素にて走行する電動キックボード



図4 100m²規模のソーラー水素製造パネル

④ 水素カートリッジを利用した燃料電池自動車

https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/00001/07635/?fbclid=IwAR2Mq0q4NFmWtFKGk1HDyaNNAE93_J4ygpope03L5deqDARJSUjWNzyVtFE

2023年1月25～27日、東京ビッグサイトで開催された「第15回 オートモーティブワールド」で、水素カートリッジを利用した燃料電池車（FCV）が展示されたようです（図5）。このFCVは、トヨタ自動車の電動小型モビリティC⁺podを改造して、燃料電池スタックと水素カートリッジが搭載されています。

水素カートリッジ（図6）は、水素吸蔵合金を利用したタイプで、安全性に優れ、取り扱いが容易になっています。容器の大きさは長さ450mm、直径100mmで、1本の重量は約8kgのようです。この車両では1本で100km走行できるとされています。

電気自動車として100km走行可能となる電池を搭載しようとするれば、55.6kg以上の電池が必要となりますが、水素カートリッジを使用することによって約1/7の重さになり、一人で持ち運びできるとされています。水素吸蔵合金を利用した水素カートリッジは、今後、自動車、農業機械、建設機械など多くの用途で利用されると思います。



図5 水素カートリッジを利用した燃料電池車（FCV）



図6 水素カートリッジ（上：装着時、下：取り出し時）の様子

⑤ 「水素基本戦略」の改定

https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene_shinene/suiso_seisaku/pdf/20230606_2.pdf

水素社会の実現に向けて、政府が6年ぶりに「水素基本戦略」を改定し、関係府省庁が一体となった取り組みを推進します。国内で製造する水素量と海外から輸入される水素量を合わせた水素の「導入量」を、2040年までに年間1,200万トンに拡大するという目標を新たに設定しました。また、これまで2030年30円/Nm³、2050年20円/Nm³としてきた水素供給コスト目標を据え置きました。さらに、日本が強みを持つ燃料電池や水素製造など9つの技術を「戦略分野」と位置づけ、官民合わせて今後15年間で15兆円を超える投資を行い、水素社会の実現と産業競争力の強化を両立させるようです。詳細は、上記のURLから資料を参照してください。

⑥ 東京都で社会実装始動 FC小型トラック約190台導入

<https://car.watch.impress.co.jp/docs/news/1500728.html>

いすゞ自動車、スズキ、ダイハツ工業、トヨタ自動車が参画するCJPT（Commercial Japan Partnership Technologies）は5月15日、東京都での社会実装始動にあたり「燃料電池（FC）小型トラック（図7）出発式」を開催しました。FC小型トラック約190台が導入され、東京都内の配送用として活用されます。令和5年度中にはEV（電気）小型トラックを約210台、EV商用軽バンを約70台導入予定で、令和7年度中にはFC大型トラック約50台の導入も予定されています。東京を中心とした幹線物流用として、関西～関東～東北のルートで活用されます。

CJPTに参画する自動車メーカーは、脱炭素社会の実現に向け、東京都や荷主・物流事業者とともに、CO₂排出量が多い商用分野におけるFCトラックとEVトラックの普及促進に取り組み、運行管理と一体となったエネルギーマネジメントによって社会コストの低減を目指します。

FCトラックとEVトラックの導入にあたっては、充電・水素充填施設の確保、充電時間確保に伴う稼働時間の低下、充電時間帯の偏りによる事業所電力の大きな変動などの課題があります。これらについては社会全体で解決すべき課題であり、東京エリアにおいて、荷主・物流事業者、インフラ事業者、東京都、CJPTに参画する自動車メーカーが相談し、事業者の充電・水素充填タイミングと配送計画を最適化することで、稼働を止めない効率的な運行を目指し、多数のパートナーとともに課題解決にチャレンジするようです。この事業の一部は、NEDOの研究開発助成事業「グリーンイノベーション基金事業/スマートモビリティ社会の構築」として実施されています。

NEWS LETTER Vol. 36で富山水素エネルギー促進協議会主催による水素エンジントラックの出発式のことをお知らせしました。そのトラックはエンジンつまり内燃機関を搭載したトラックでしたが、この事業でのトラックはFC（燃料電池）を搭載した電動トラックです。乗用車でも、トヨタの豊田章男会長（モリゾウ）がドライバーとして活躍する「スーパー耐久富士SUPER TEC 24時間レース」での水素エンジン自動車と、トヨタのMIRAI・韓国ヒョンデのネッソの燃料電池自動車とともに開発を競っており、「水素エンジン自動車」と「燃料電池自動車」の開発競争の将来が楽しみです。



図7 CJPTが東京都での社会実装に用いるFC小型トラック（イメージ）

⑦ ヤマト運輸、西濃運輸がFC大型トラックの実用性を検証

<https://www.seino.co.jp/seino/news/stc/2023/0517-01.htm>

アサヒグループジャパン、西濃運輸、NEXT Logistics Japan、ヤマト運輸は、FCトラックを搭載したFC大型トラックの走行実証を始めました。FC大型トラックでの荷物の幹線輸送を行い、幹線輸送におけるFC大型トラックの実用性が検証されます。このFC大型トラック（図8）は、トヨタ自動車と日野自動車が共同開発した「日野プロフィア」を改良したもので、トヨタのMIRAIのFCスタック2個とリチウムイオン電池パックが搭載されており、これらの電力でモーターを動かします。

FCスタックは出力と寿命の向上が図られています。また、水素タンクは大型トラック向けに設計され、キャビン（乗員室）と荷室の間に6本搭載されています（図9）。70MPaの高圧水素、50kg、つまりMIRAI 10台分の水素を充填できます。水素の充填時間は20～30分、航続距離は約600kmとなっています。

運用面では、①実稼働におけるドライバーにとっての使い勝手、②水素ステーションでの充填時間を含む運行管理が、車両開発面からは、①燃料電池システムおよび電動システム全般の作動検証、②環境や走り方の違いによる水素消費変化の把握と水素ステーションでの給水素情報の取得、③ドライバビリティ（車両の運転操作性）や使い勝手全般に関する情報の取得が検証されます。



図8 「日野プロフィア」を改良したFC大型トラック

⑧ PEMでのIr使用量を東芝が10分の1に

<https://www.global.toshiba/jp/products-solutions/hydrogen/research.html>

東芝は、水素製造に良く用いられているPEM（Polymer Electrolyte Membrane）電解装置の中核部品である固体高分子電解質膜に不可欠なレアメタルのIr（イリジウム）の使用量を10分の1に減らすことに成功しました。

水の電気分解の方法には、(1)アルカリ水電解と、(2)PEMを用いる方法があります。アルカリ水電解は装置が安価で、容易に水素製造量を大きくできる特徴がありますが、電源の出力変動に対する応答性に劣り、太陽光発電や風力発電の利用に難があります。一方、PEMは電力変動に対する応答性が良好ですが、電極の触媒にPtやIrといったレアメタルが必要であり、コスト的に難があります。

近年、出力変動が大きな再生可能エネルギー発電設備が増加して、「出力制御」が行われる日もありますので、この電力を利用してPEMでの水素製造が行われ始めています。今後PEMでの水素製造を増やす必要があり、特にIrの不足が心配されています。Irは生産地が南アフリカとロシアに限られ、年間生産量が7t程度と少なく、高価であるとともに、これらの国の情勢不安により入手できない可能性もあります。これらを考慮して東芝はスパッタリングによる薄膜形成技術を応用した省Ir技術を開発して、試作したPEM型水電解装置の評価を開始しており、東芝エネルギーシステムズと連携して製品化を目指しています。欧州の巨大市場がターゲットのようで、今後の楽しみです。



図9 キャビン裏に設置された水素タンク

⑨ マリ共和国の地下から大量の天然水素資源の発見

<https://www.scn-pc.jp/?p=3506>

Prinzhofer Alain, Tahara Cisse Cheick Sidy, Diallo Aliou Boubacar: “Discovery of a large accumulation of natural hydrogen in Bourakebougou (Mali)”, International Journal of Hydrogen Energy (International Journal of Hydrogen Energy), Vol. 43, No. 42 (2018), p. 19315-19326. の論文（次のサイトから入手可能です。https://jglobal.jst.go.jp/detail?JGLOBAL_ID=201802221465718698）によれば、2018年、アフリカのマリ共和国で大量の天然水素が発見されました。水素は天然資源として存在せず、何らかのエネルギーから製造される二次エネルギーだと思われていますが、そうではないようです。

発見された天然水素の成分は「水素：98%、窒素：1%、メタン：1%」で、比較的高純度の水素です。地下水の掘削工事中に偶然発見され、広い土地に天然水素が存在しているようで、現在埋蔵量が調査されているようです。天然水素が存在する可能性のある地域が米国地質調査書USGSで公開されており、日本にも候補地とされるところがありますが、探査は難しいようです。

天然水素は、地中の高温高圧環境で水と鉄鉱物の相互作用で生成されると考えられています。この地中で、熱化学反応による水の分解が起こっているのであれば、水素は枯渇することなく産出することになり、世界のエネルギー事情が大きく変化します。

⑩ クボタの水素専焼ディーゼルエンジン

<https://newswitch.jp/p/37295>

クボタは「第5回 建設・測量生産性向上展」（2023年5月24～26日、幕張メッセ）で開発中の産業用水素エンジンを公開しました（図10）。このエンジンは排気量3.8Lと大きな水素専焼ディーゼルエンジンで、デンヨーが開発を進める「水素専焼発電機」に搭載される予定です。現在、工事現場

一般社団法人 ふくい水素エネルギー協議会
〒919-0411 福井県坂井市春江町藤鷲塚37-9
株式会社 ナカテック内 事務局 羽木
TEL : 0776-58-3930 FAX : 0776-51-5144

などで使用されている可搬形発電機の多くには軽油を燃料としたディーゼルエンジンが搭載されており、水素エンジンになれば脱炭素化に貢献できます。早ければ2025年にも製品が市販されるようです。



図10 クボタが開発を進める水素エンジンのプロトタイプ