



水素ドローン

ドローン（無人航空機）が急速に普及して、小型荷物の輸送、田畑での農薬・肥料散布、構造物の点検などに広く利用されるようになりました。高い位置から撮影された風景写真に魅力を感じて、私も小さなドローンを購入しました。屋外では風の影響を強く受け、操縦が難しいので、もっぱら室内で飛ばしています。掌の上から上昇し、戻ってくる、楽しいです。このようなドローンの多くにはリチウムイオン電池が搭載されており、飛行時間は20~30分が限界です。本格的な物流に利用しようとするれば、少なくとも2時間ぐらい飛行できることが必要です。長時間、飛行できるようにするには容量の大きな電池を搭載すればよいのですが、電池の重さが大きくなり、限度があります。

ドローンの飛行時間を長くする一つの方法として、“水素を燃料とし、燃料電池で発電し、モーターを駆動するドローン”が注目されています。このドローンは、水素ドローン、燃料電池ドローン（FCドローン）と呼ばれています。高压水素を充填した容器と燃料電池を搭載しますので、比較的大きなドローンです。また、燃料電池からの電気を一旦、電池に電気を蓄えますので、燃料電池とリチウムイオン電池のハイブリッド型ドローンとも言えます。水素ドローンの飛行距離を長くしようとするれば、搭載する燃料の水素を多くすればよいのですが、容器の重量が大きくなり、これにも限界があります。

水素ドローンの開発は国内外で行われていますが、その中でロボデックス社が有名で、いくつかの製品を市販されています。福井県工業技術センターは、このロボデックス社の製品を導入して、農薬散布などでの利用を検討しているようです。昨年、福井県工業技術センターでデモ飛行が実施されました。外観が異なる2機（図1）が用いられましたが、構造は同じとのことでした。カバーを外すと、赤色の水素ボンベが現れ（図2）、その下に燃料電池が組み込まれていました。

薬剤散布のための長いホースの端を1つの水素ドローンが持ち（図3）、ホースの中間を別の水素ドローンが持って（図4）飛行するデモ（図5）が行われました。ブーンと大きな音を立てて2台の大きなドローンが飛び立ち、1本のホースを持って協調飛行する様子に、私を含めた見学者は驚きました。



図1 デモ飛行に用いられた外観が異なる2機の水素ドローン



図2 カバーを外した水素ドローン（赤色のボンベが水素容器）



図3 ホースの端を持って飛行する1つの水素ドローン



図4 ホースの中間を持って飛行する別の水素ドローン



図5 1本のホースを持って協調飛行する2機の水素ドローン

水素吸蔵合金

金属材料を高圧水素ガス環境などの水素を含む雰囲気曝すと、金属材料に水素が侵入します。固体の金属中に侵入することを固溶と呼び、その水素は固溶水素と呼ばれます。固溶水素が多くなり、金属格子中に規則正しく配列すると、金属水素化合物が形成されます。このような環境の水素ガスの圧力 (P_H)、金属中に侵入した固溶水素の濃度 (C_H)、環境の温度 (T) には、金属の種類に対応した関係があり、この関係を示す曲線を P_H-C_H-T 曲線と呼びます。一例として、パラジウム (Pd) におけるある温度 T での模式的な P_H と C_H の関係を図6に示します。固溶水素が不規則に配列した相は固溶体と呼ばれます。また、20、40、60°CのPdにおける P_H と C_H の関係を図7に示します。さらに、代表的な水素吸蔵合金である LaNi_5 の303Kでの P_H と C_H の関係を図8に示します。

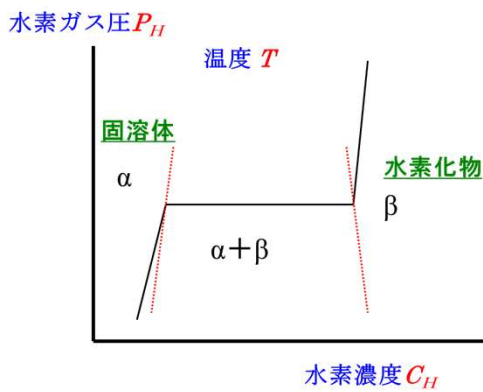


図6 パラジウム (Pd) での模式的な P_H - C_H - T 曲線

Pdの場合には、水素化物の形成によって、水素濃度がほぼ0.7H/Pd以上になり、LaNi₅の場合には、1.4 mass%になることが分かります。これらの値から水素密度を算出しますと、Pd—71.4kg/m³、LaNi₅—91kg/m³となり、液体水素よりも大きくなり、水素の貯蔵に利用できることが分かります。水素吸蔵合金には、LaNi₅のようなAB₅型合金、Ti-Fe系合金、Mg合金、Pd合金などいくつかの種類があり、組成を制御した合金では、適当な温度と水素ガス圧力で水素の吸収・放出ができるようになり、高压ガス保安法が適用されない1MPa以下で多量の水素を貯蔵できます。

このような水素吸蔵合金の特長を活かした水素容器（図9）や、建物付帯型水素エネルギー利用システム（清水建設北陸支店、<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/01855/00013/>）が開発されています。水素吸蔵合金は敦賀市に工場を有する三徳で製造されています。

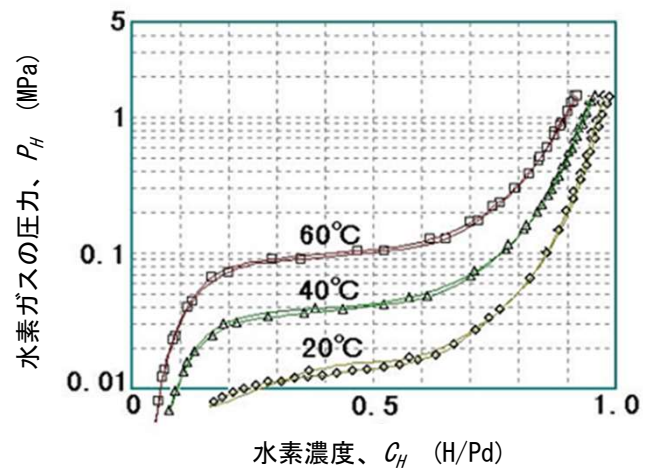


図7 20、40、60°CのPdにおける P_H と C_H の関係

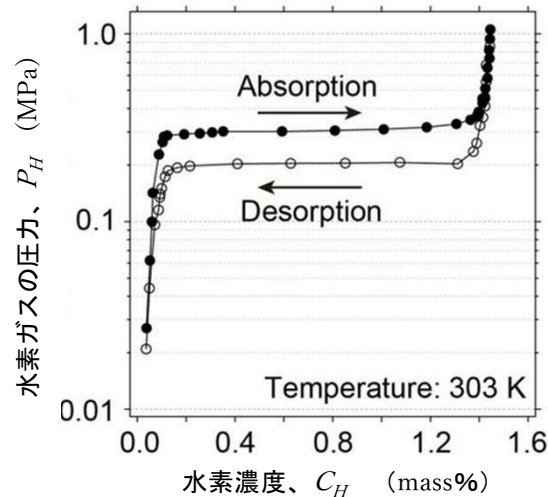


図8 代表的な水素吸蔵合金、LaNi₅における303Kでの P_H と C_H の関係
<https://www.researchgate.net/figure/>



図9 水素吸蔵合金の特長を活かしたサイテム社製水素容器
<https://www.monotaro.com/g/04930301/>

大型船舶用エンジンでの水素燃焼運転成功

自動車の燃料として水素が利用され始めていますが、大型船舶での燃料として水素を利用できる可能性が見えてきました。船舶用ディーゼルエンジン、港湾の荷役クレーン、産業機械などの製造・エンジニアリングを行う三井E&SとドイツのMANエネルギーソリューションズSEは、シリンダ直径50cmの大きな船舶用2サイクルテストエンジンでの水素燃焼運転（図10）に世界で初めて成功したと、3月7日、発表しました。

4シリンダのテストエンジンの1つのシリンダを水素燃焼用に改造し、液化水素タンク、水素ガス圧縮機などで構成される設備から水素の供給を受けて、水素漏洩などの不具合無く100%の負荷運転ができたとのことです。



図10 三井E&Sの大型船舶用エンジンでの水素燃焼テストの状況

中国での燃料電池自動車と水素ステーションの普及

2022年末現在で中国国内の燃料電池自動車（FCEV）の台数は1万2682台、水素ステーションは358か所で、日本よりもかなり多い状況です。また、2022年3月に発表されている中長期計画では、2025年にはFCEVを5万台普及させて、再エネ水素を10~20万t/年製造し、CO₂を100~200万t/年削減させる目標を掲げています。自治体でも「水素」利活用の目標が発表されています。北京市では2025年までに、燃料電池自動車を1万台普及させ、水素ステーションを74か所設置するとしています。上海市では、同1万台、70か所以上、広東省では同1万8000台、80か所という計画が公表されています。また、吉林省では、2025年に6~8万t/年、2030年に30~40万t/年のグリーン水素製造を目標としています。中国は、「水素」先進国です。

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