

水の電気分解と燃料電池 ～燃料電池単セルを組立て発電してみよう～

【水素エネルギー利活用の意義】

- 水素は、運輸、産業、発電など様々な分野への適用を通して、社会の脱炭素化に重要な役割を果たすと期待されている。
- 水素を、世界のカーボンニュートラルを可能とする革新的技術を2050年までに確立するための重点領域の一つとして位置づけた
- 環境（地球温暖化対策）とエネルギーセキュリティ（エネルギー自立）をともに解決する水素は、日本にとって究極のエネルギーとなり得る。
- 再エネ余剰電力を貯めて・運べるエネルギーキャリアとしての役割や災害時の電源等としての機能

水素エネルギー利活用の3つの視点

環境

- 高効率エネルギー利用
 - 脱炭素化（地球温暖化対策）
- 燃料電池
「水素」+「空気（酸素）」
→ 「電気」+「水」

H₂

エネルギーセキュリティ

- エネルギー調達多様化
- 一次エネルギー約90%が海外化石燃料（高い海外依存率）
→ 水素に代替（再エネ電力活用）

産業競争力

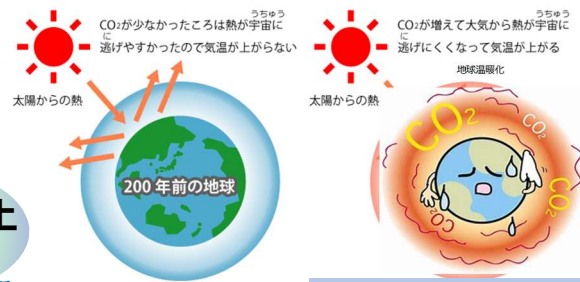
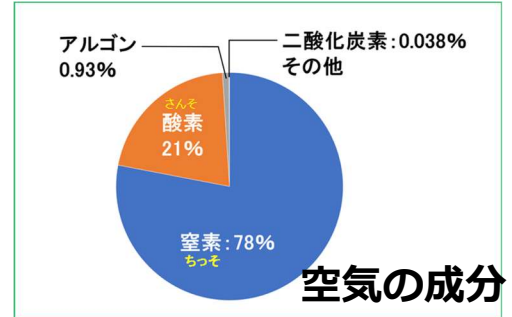
- 高い技術力
- 世界最先端を行く日本の燃料電池技術

エネルギーキャリア

- 電力を貯めて・運べる

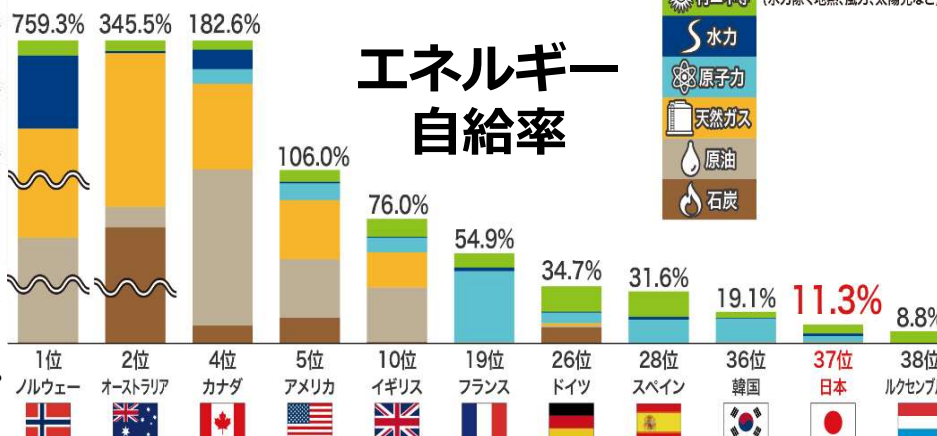
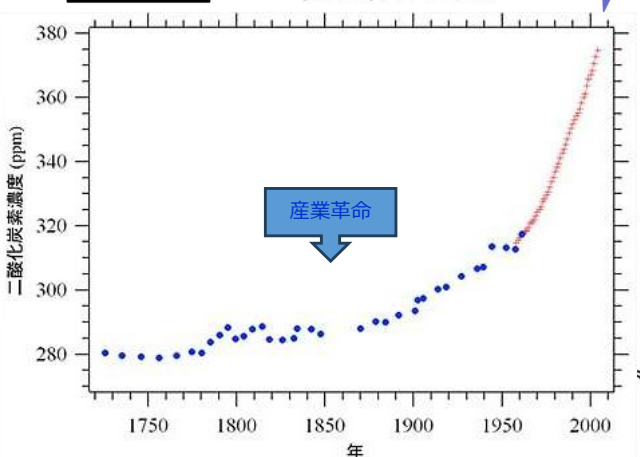
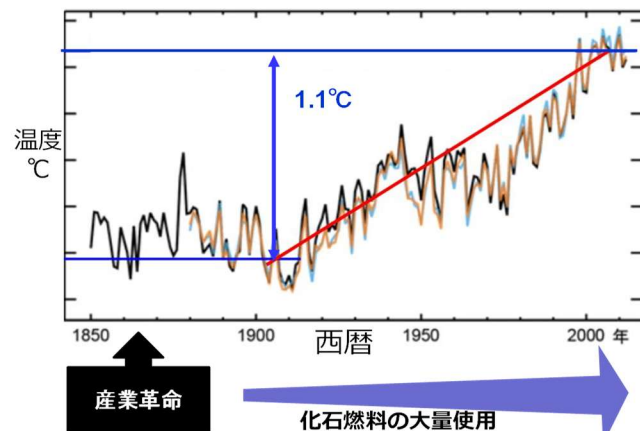
レジリエンス性向上

- 災害時の給電等
- FCV 1台で500名規模の避難所で3日間給電可能



産業革命前の地球

- 地球温暖化の進行は社会生活に甚大な影響を及ぼす。



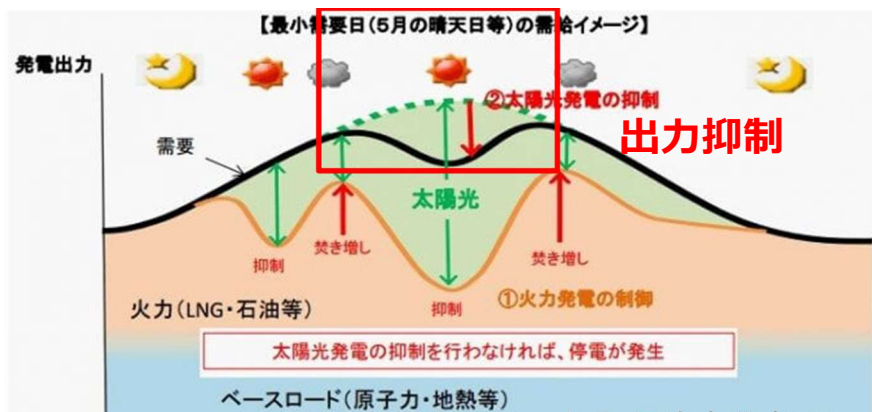
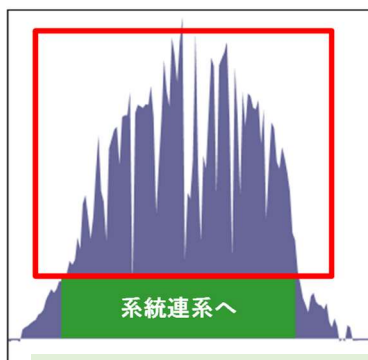
- ◆ 空気中の酸素と化石エネルギーに含まれる炭素成分が燃焼することでエネルギーが生じ、同時に二酸化炭素が生成される。
- ◆ 二酸化炭素はごくわずかだが増え続けている。

【水素】

化石エネルギーに代わるCO2を出さないエネルギーとして太陽光や風力、水力、地熱といった**再生可能エネルギー**が注目され、導入が進んでいる！

再生可能エネルギーは、そのまま電気として使うのが最も良いが、お天気任せの**不安定な電力**など、**系統に接続されない未利用電力（不安定電力、出力抑制、卒FIT）**が存在する。一方、**水から水素を取り出す電気分解には、電気が必要**。その電気を再生可能エネルギーの未利用電力などを用いることで、二酸化炭素を排出しないエネルギーとして水素を作ることができる。貯められた水素は、燃料電池へ供給して電力として使うことができるとともに、**燃やして熱としても活用できる**

不安定電力



卒FIT(固定価格買い取り制度)

- ・事業用20年
- ・家庭用10年

太陽電池の電力で水から水素を取りだせる！！



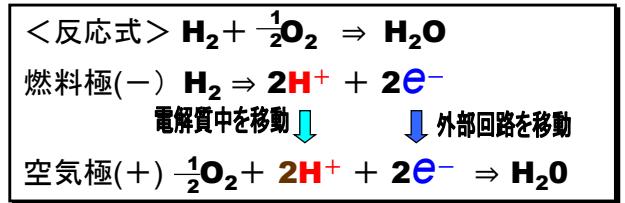
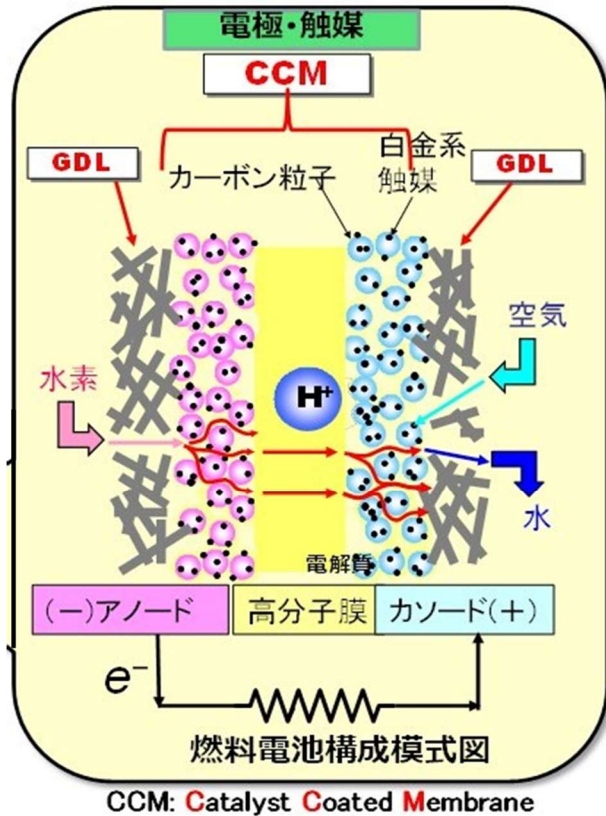
ガス種	発熱量 (HHV) (MJ/Nm ³)	化学式	燃焼範囲		発火温度	最小発火エネルギー (10 ⁻⁵ J)
			下限界	上限界		
水素	12.7	H ₂	4.0	75	560	1.6
メタン	39.6	CH ₄	5.0	15.0	600	28
プロパン	99	C ₃ H ₈	2.1	9.5	450	25
ブタン	99	C ₄ H ₁₀	2.1	9.5	372	25
アンモニア	17.1	NH ₃	15	28	651	1400

✓ 地球上で**最も軽く**、拡散速度も速い
 ✓ 水素は「爆発する」「怖い」「危ない」という人が多いが、ガソリンや天然ガスなどと同様に、**正しく使えば安全なエネルギー**

✓ 安全に使う上で、**漏らさないこと**。
 万が一漏れても水素がたまらないようにすること。なぜなら水素は、空気より軽いから。
そうすれば安全！！

【燃料電池】

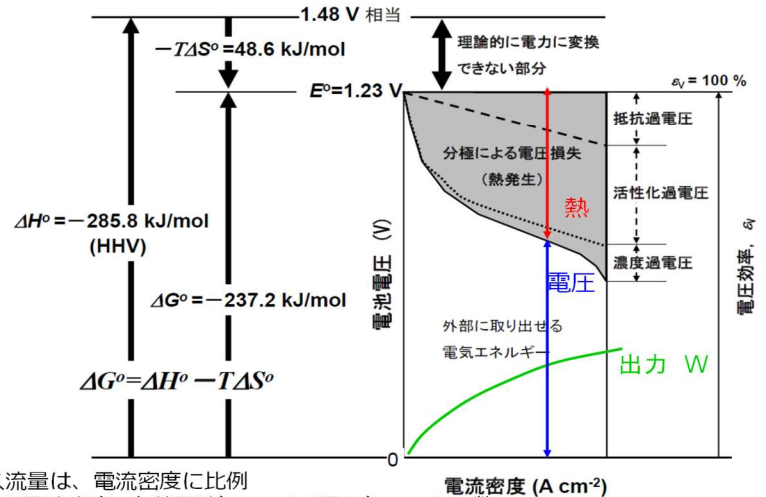
- 燃料電池の原理：水の電気分解の逆反応で、水素と酸素を外部から連続的に供給し、電気化学反応で直接電気エネルギーを取り出す。
- “電池”というより“発電機”。規模に関わらず発電効率が非常に高い。
CO2を出さないクリーンな発電装置



燃料電池の特性

$2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ 25℃ 常圧

上記反応は 1.23 V(HHV)と熱力学的に決まっている。いくらガス量を増やしても、大きく変化しない。電圧が欲しい場合は、セル数を増やす。(1.5Vの場合2-3セル)



- 反応ガス流量は、電流密度に比例
- 出力は、 $I(\text{電流密度} \times \text{有効面積}) \times V(\text{電圧}) \times \text{セル数}$
- 目的の出力を得るために電流密度、有効面積、セル数等を最適化

様々な用途への活用



蓄電池と共存
蓄電池の苦手分野で適用可能



Ene-FARM 2009~



FCV 2014~



- 赤字は、日本で普及
- 世界各国で様々な用途で開発進行中
- 最近では。ドローン用電源として注目

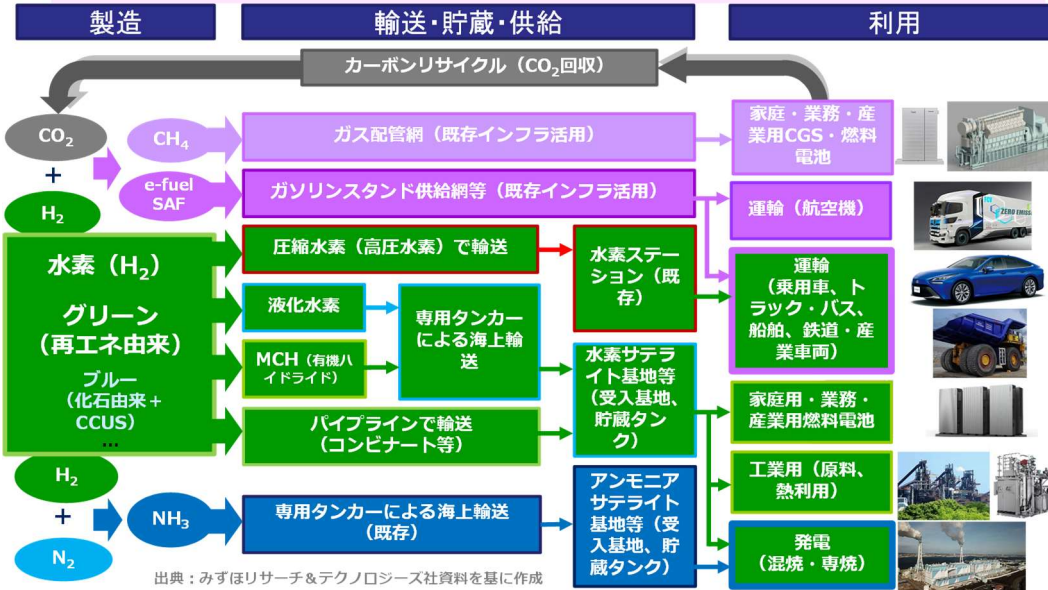
FCV：韓国
トラック、バス：中国
電車・船：ヨーロッパ
フォークリフト：米国
飛行機：ヨーロッパ

10W 100W 1kW 10kW 100kW

【水素社会】

■ 水素はカーボンニュートラル実現に向けた変革のカギ

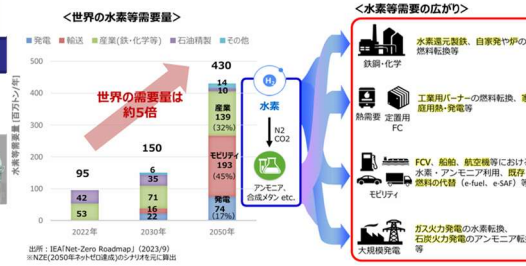
- ✓ 運輸、家庭・業務、産業、発電での利用、合成燃料、化学基幹品、アンモニアへの変換など非常に広い範囲に活用できる。



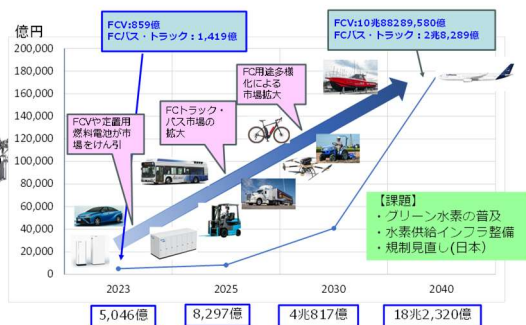
- 化石燃料に依存しない**水素社会**は、今すぐには形成されないが**2030年以降必ずやって来る**。
- 世界各国で取り組みが進められている。

水素の需要量は増えるとの予測

世界でも、カーボンニュートラルの実現に向けて水素需要が増えるとの国際機関の予測



燃料電池市場予測

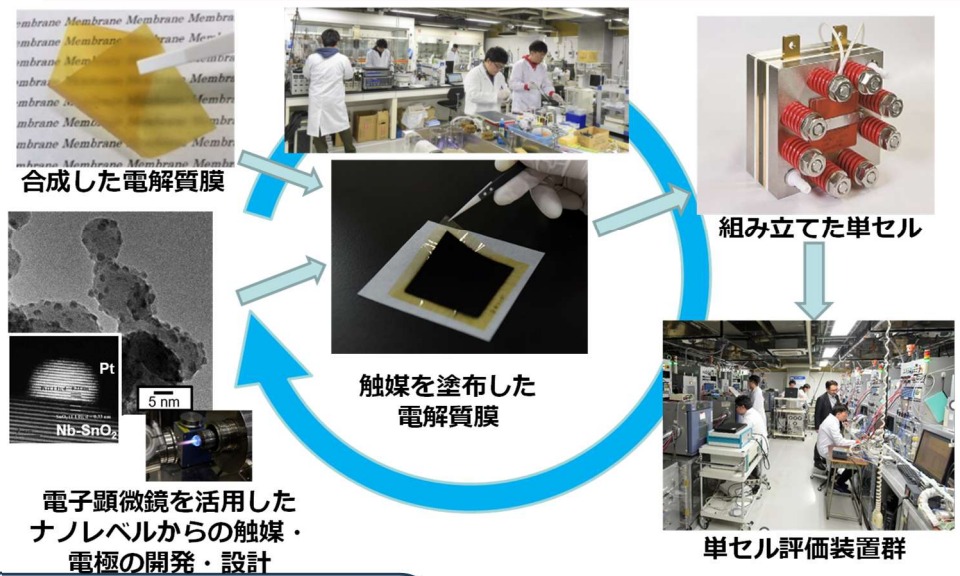


富士経済：「2023年燃料電池関連技術・市場の将来展望」を元に作成

【山梨大学】

世界最先端の水電解・燃料電池材料に関する研究開発拠点

- ・工学部にクリーンエネルギー化学コース新設(2024年)
- 
- ・ゼロエミッションみらいラボ(2025年3月竣工)
 - ・学士⇒修士⇒博士コース



【お問い合わせ先】国立大学法人山梨大学
水素・燃料電池ナノ材料研究センター
研究推進社会連携機構 水素・燃料電池技術支援室
055-254-7098 hfc-info@yamanashi.ac.jp
HP: <https://fc-nano.yamanashi.ac.jp/>



山梨のみんなで、水素社会を作っていこう！！

2025年6月2日作成