

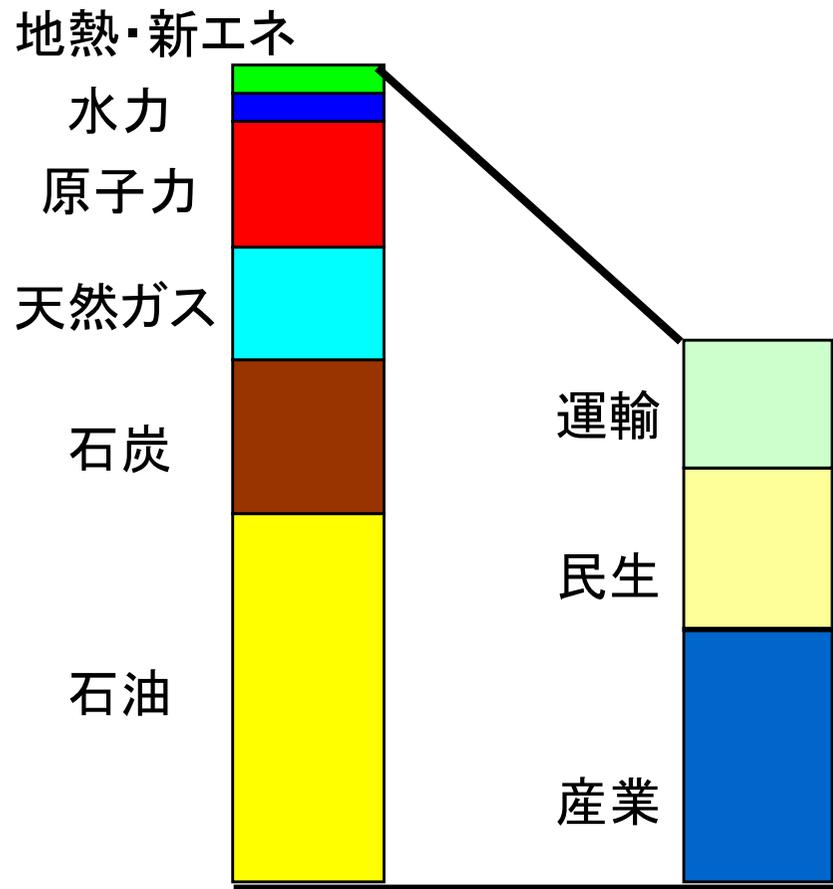
ナノテクノロジー・材料技術がつくる 水素エネルギー・燃料電池の未来

第26回総合科学技術会議

平成15年3月28日

わが国のエネルギー需給と水素エネルギー

2010年度におけるエネルギー需給見通し^①



一次エネルギー供給
原油換算602百万kl

最終エネルギー消費
原油換算400百万kl

燃料電池による水素エネルギー利用

2001年度排出量の約2%

約190万トン	CO2削減効果 ^③	約1900万トン
5万台	燃料電池自動車	500万台
210万kW	定置用燃料電池	1000万kW
2010年	導入目標 ^②	2020年

① 資エネ庁長期エネルギー需給見通し(目標ケース)

② 副大臣会議燃料電池プロジェクトチーム (H14. 5. 27)

③ NEDO水素エネルギー利用技術(WE-NET)第Ⅱ期研究開発における試算

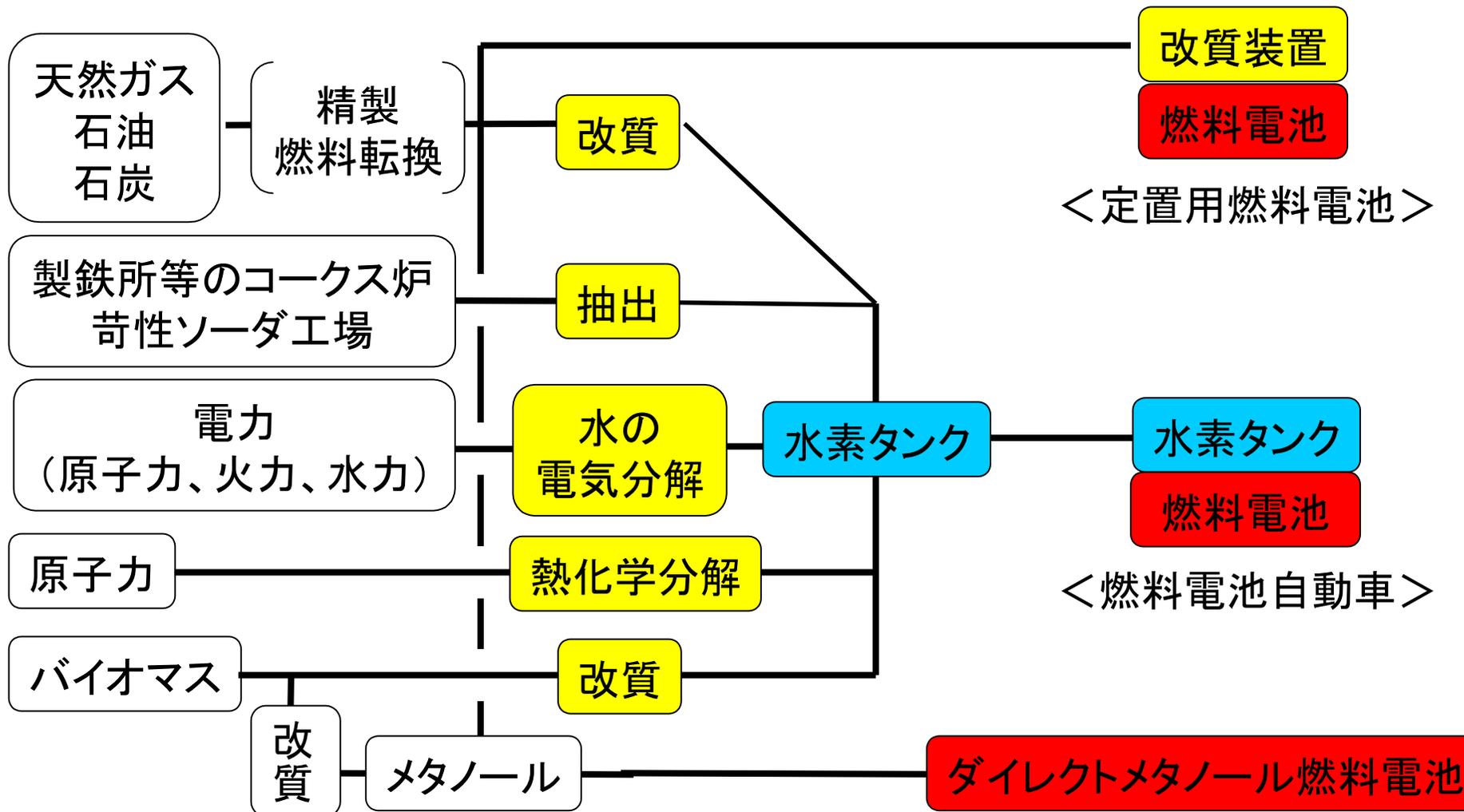
水素エネルギーに必要な技術

エネルギー源など

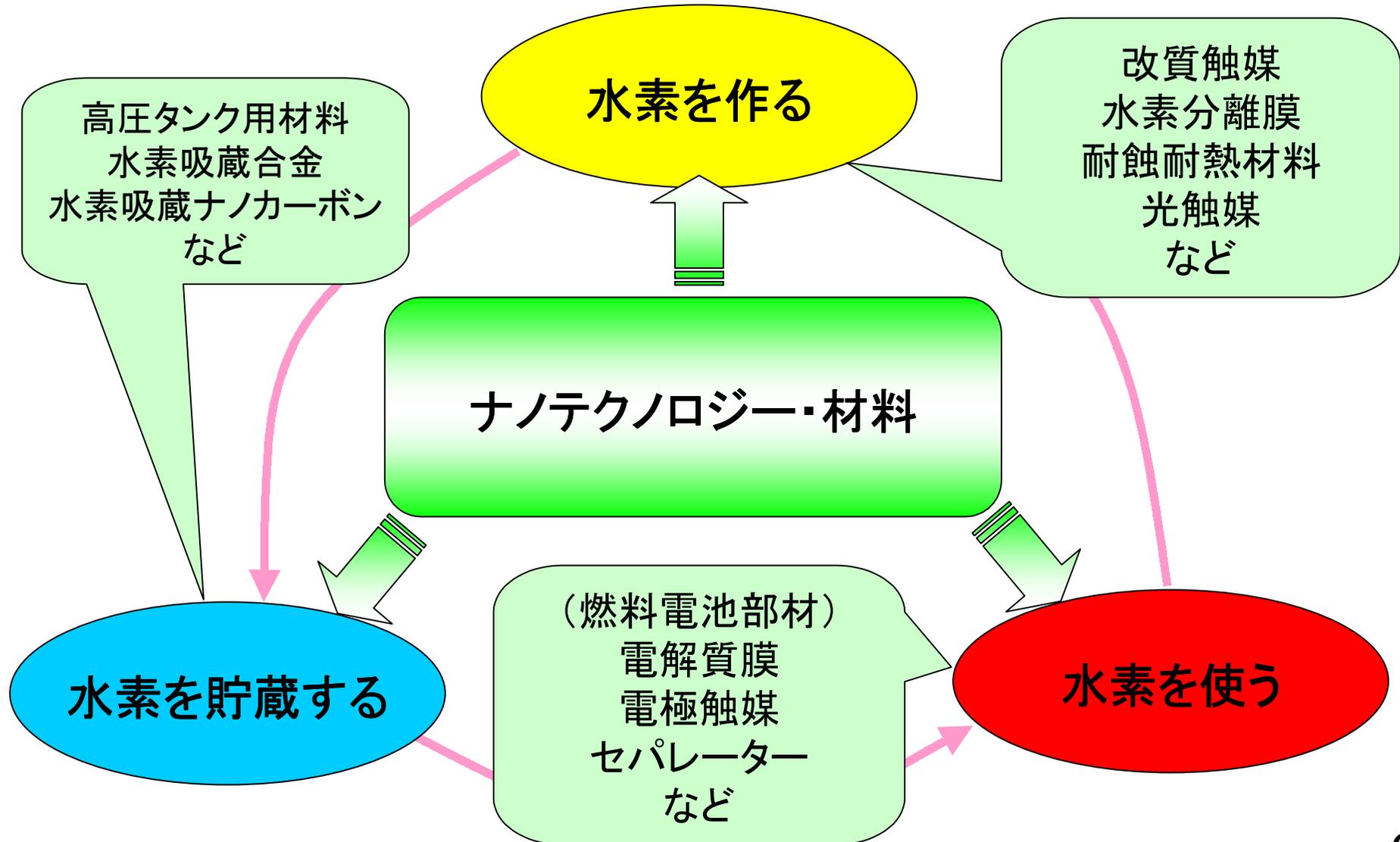
水素製造

水素貯蔵・輸送

水素利用

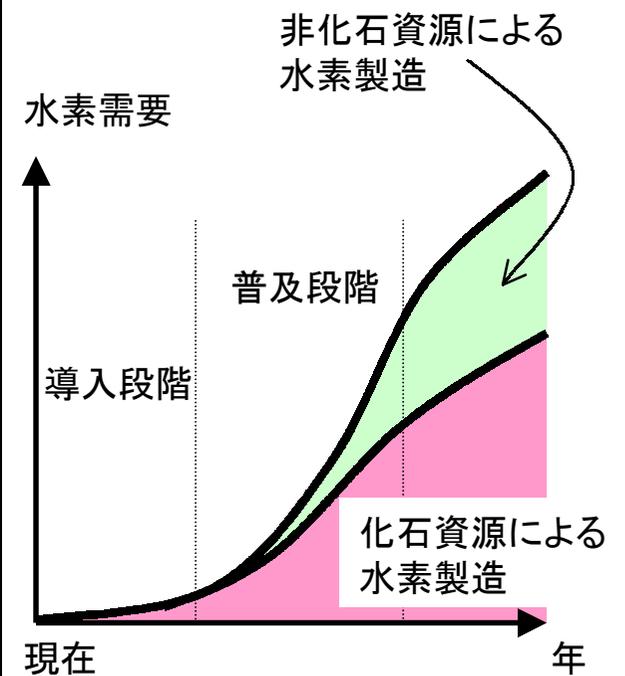


ナノテクノロジー・材料と 水素エネルギー・燃料電池



水素製造技術一覽

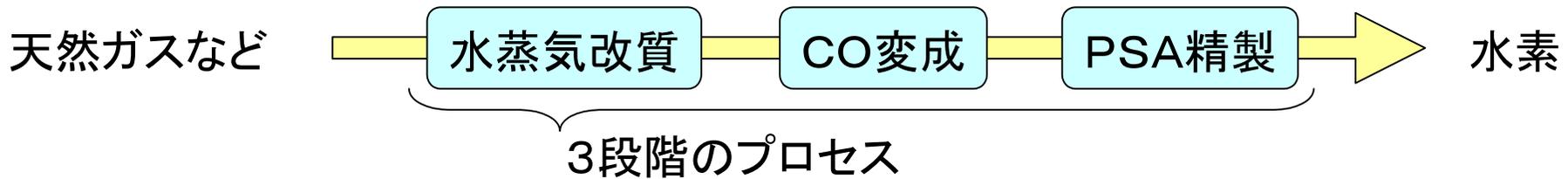
	方法	原料	エネルギー	技術的開発レベル
化石資源利用	水蒸気改質	天然ガス、LPG・ナフサ	熱	実用化レベル
	部分酸化	LPG・ナフサ、原油、石炭	熱	実用化レベル
	接触改質	LPG・ナフサ	熱	実用化レベル
	コークス炉ガス	石炭	熱	実用化レベル
	電気分解	水	電力 (化石燃料起源)	実用化レベル
非化石資源利用	電気分解	水	電力 (原子力、再生可能エネ)	実用化レベル
	熱化学分解	水	原子力、太陽熱	実験段階
	バイオマス転換	バイオマス	熱、微生物等	実験段階
	光分解	水	太陽光	基礎研究



科学技術動向2002年10月号に基づく
(一部変更)

ナノテク・材料と水素製造ー1

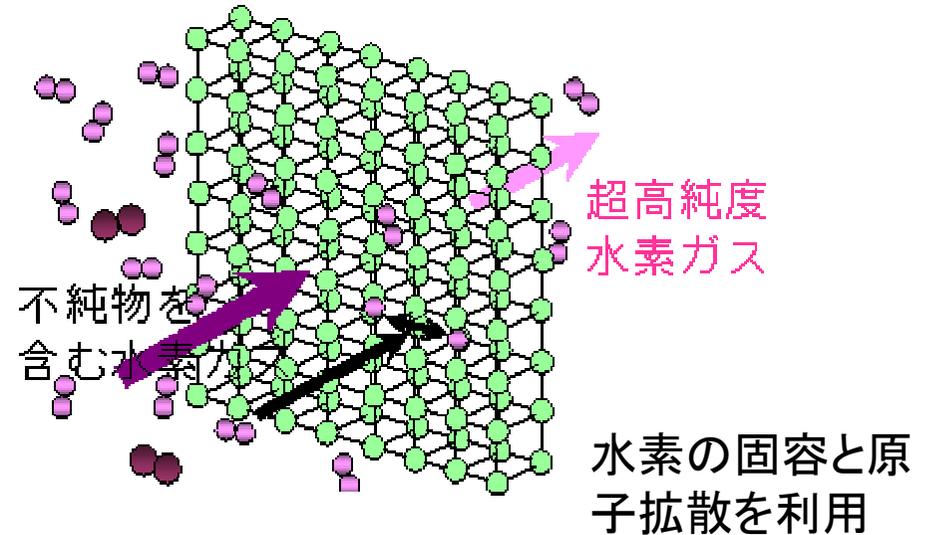
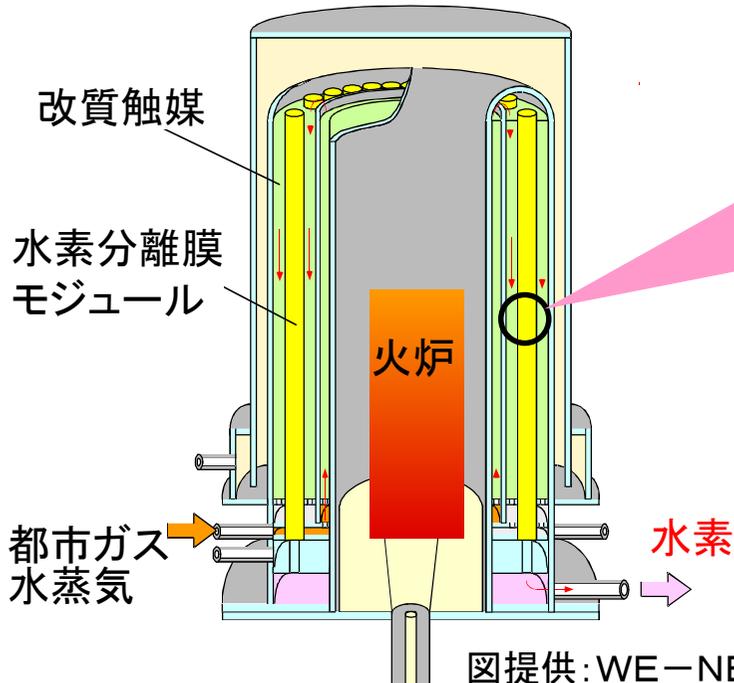
現行の水蒸気改質プロセス



水素分離膜使用プロセス

1段階のプロセス
小型化、高効率化

水素透過膜—水素だけを選択的に通す膜



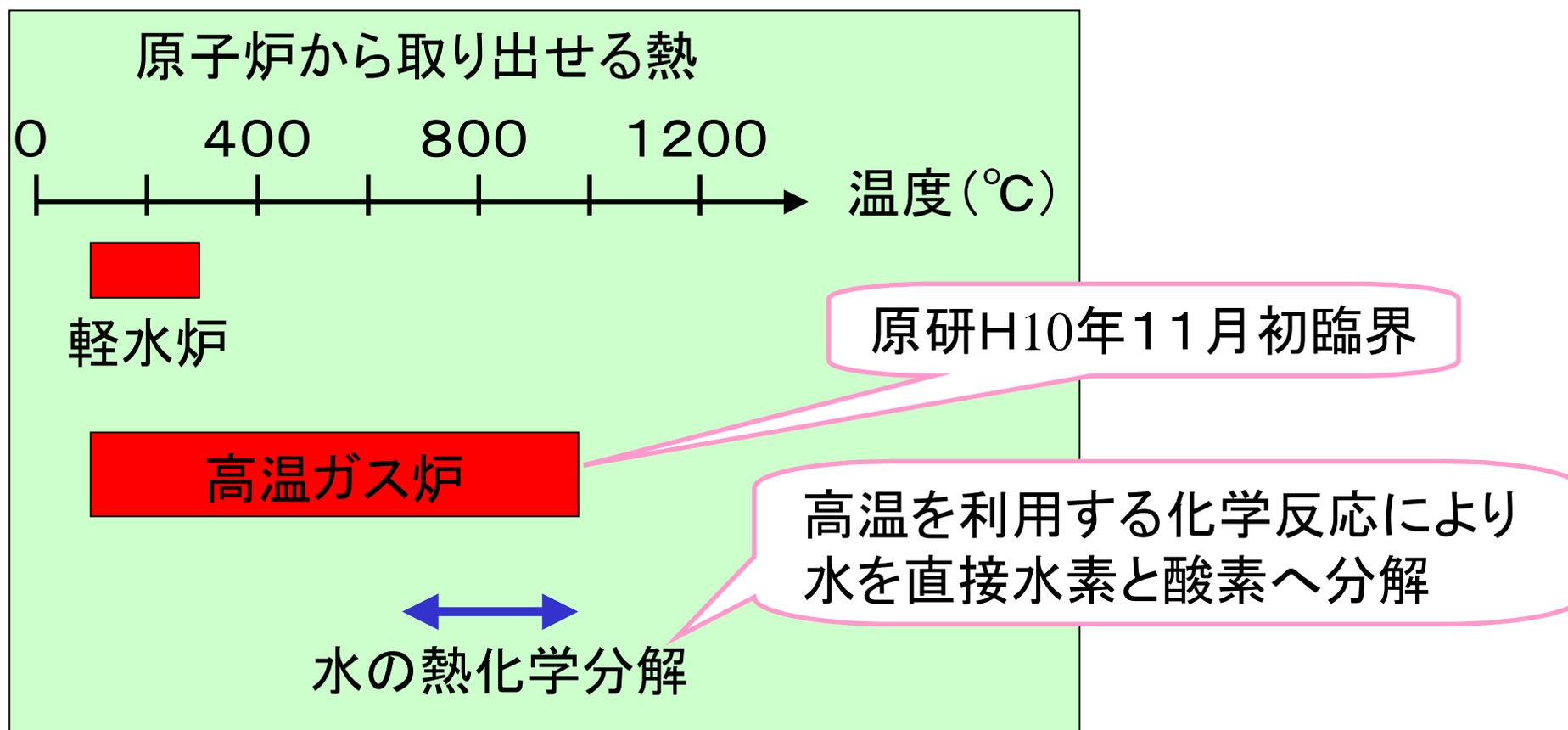
現状: 高価なパラジウム膜
安価な非パラジウム系金属膜の探索
セラミックスなど多孔質膜にも進展

図提供: WE-NET (一部改変)

ナノテク・材料と水素製造一2

水の熱化学分解

新しいタイプの原子炉(高温ガス炉)を利用し、水から直接水素を作る反応容器のための耐蝕・耐熱材料開発が重要



ナノテク・材料と水素製造ー3

光触媒ー太陽光と水から水素を作る究極のクリーンエネルギー

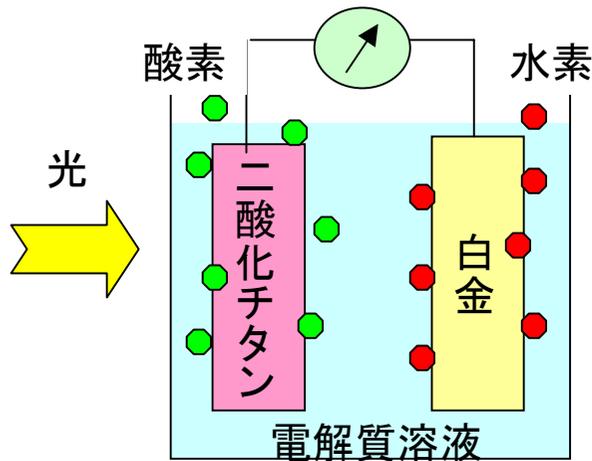
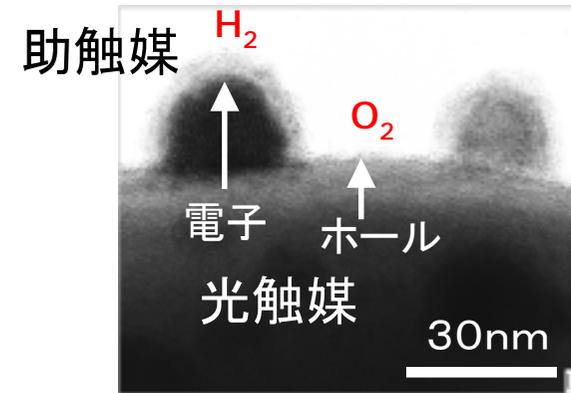
1972年 本多・藤嶋効果

二酸化チタン(TiO₂)を使って
世界で初めて水を光分解

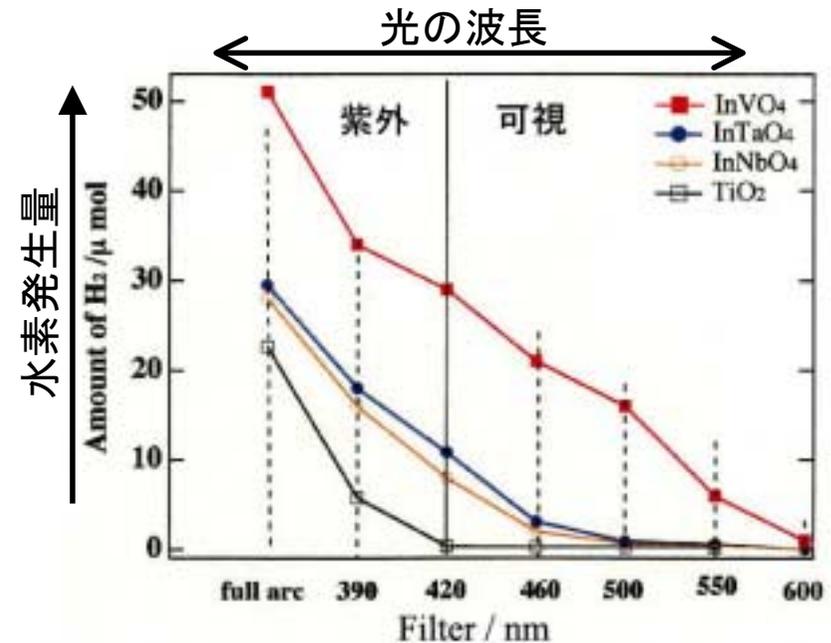
可視光応答触媒の探索が進む。

色素増感、素子化などの新展開も。

ただし、実用化には画期的な効率向上が必要。



白金
(助触媒)



本多・藤嶋効果

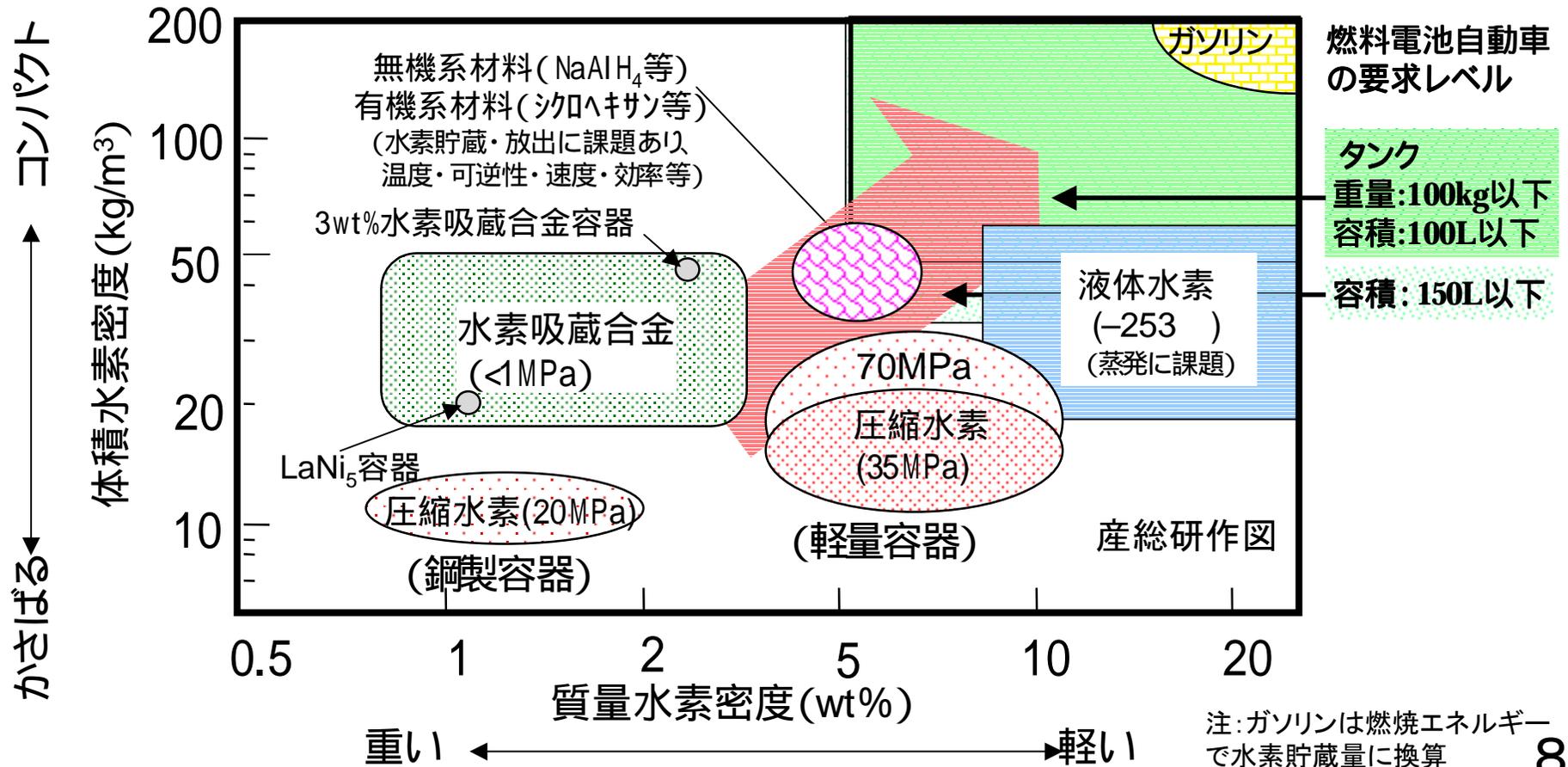
二酸化チタン電極に光を当てると、光触媒効果により、水が分解され水素と酸素が発生。

世界初の可視光応答触媒
(産総研、物・材機構)

燃料電池車用水素タンク

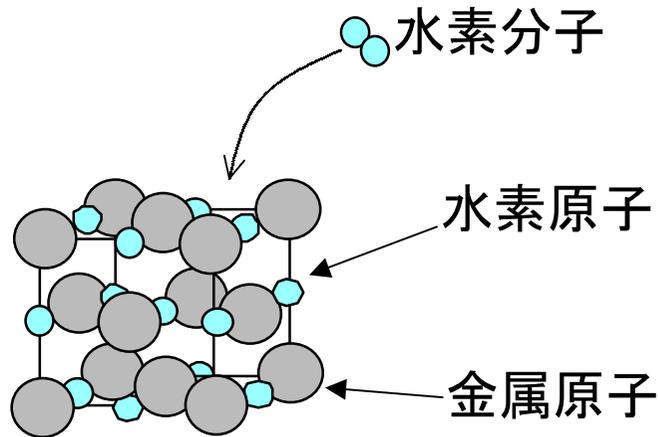
充填1回で走行距離500kmが目標（現状 約300km）
 →水素5kg 常温常圧で56m³

赤矢印が技術開発の方向性



ナノテク・材料と水素貯蔵

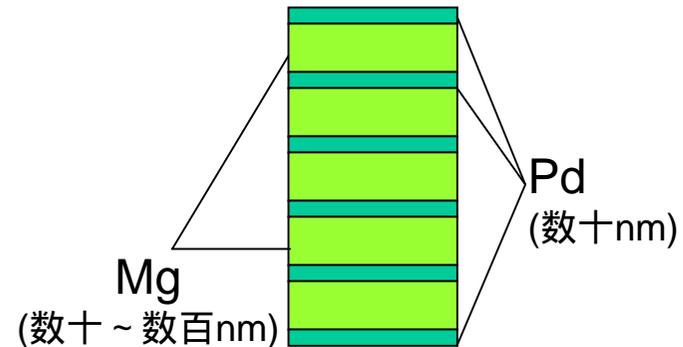
水素吸蔵合金： 水素を1/1000の体積にして貯蔵可能
吸蔵量増大が課題 目標：5.5wt%（現状：1～2wt%）
ナノメートルレベルの構造制御で新たな可能性



水素吸蔵機構

低温／高圧で、水素が金属原子の隙間に入る。高温／低圧で放出

例： LaNi_5 、Ti-Cr-V系合金など



ナノレベル超格子

マグネシウム(Mg)とパラジウム(Pd)をナノメートルの厚さで交互に積層。吸蔵量5wt%達成。ただし、まだ短寿命（広島大学、広島県立西部工業技術センター、マツダ）

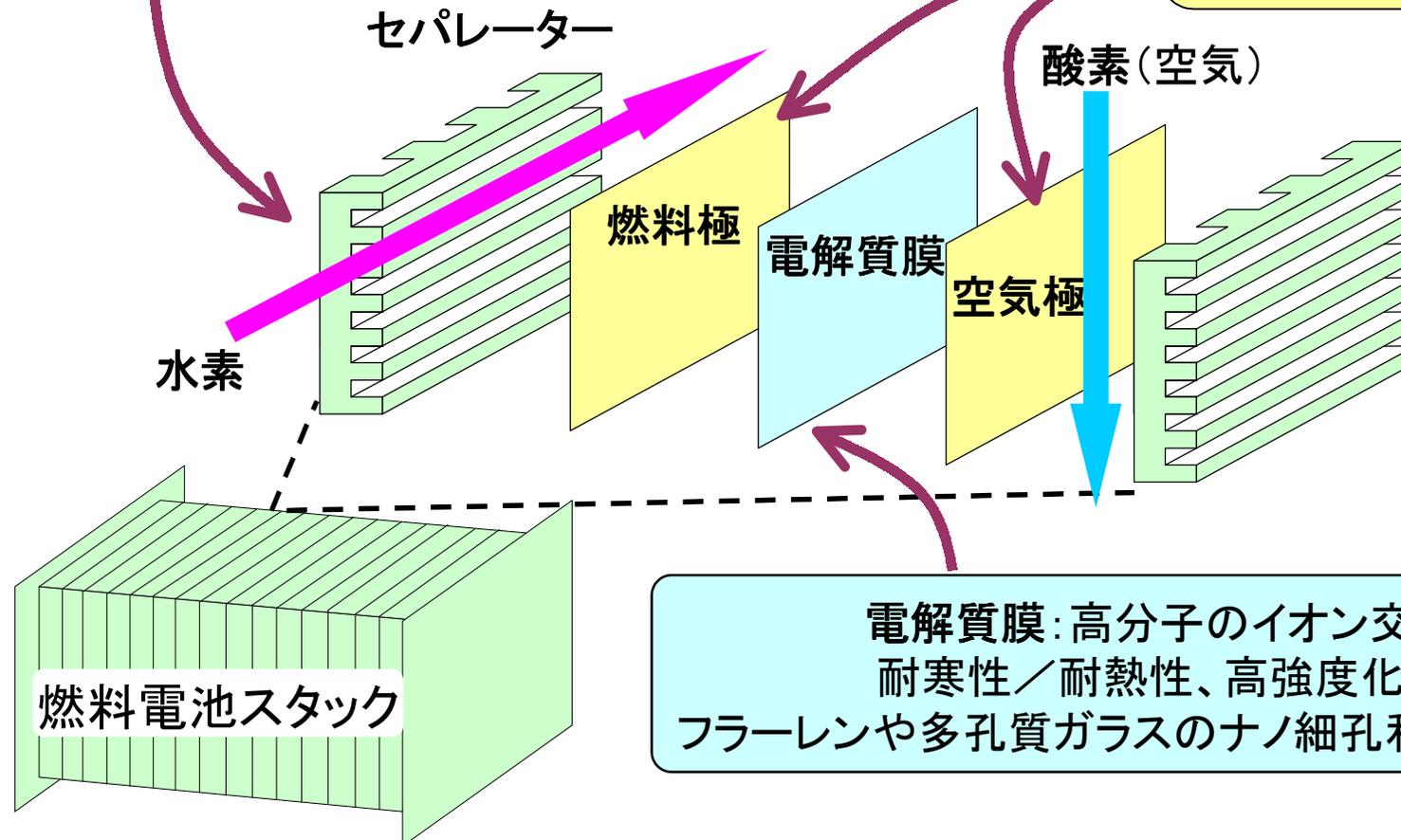
炭素系材料：カーボンナノチューブ・ナノホーン、ナノ構造化黒鉛など一部に多量の水素を吸蔵するとの報告有るも、未確定であり、検討必要。

ナノテク・材料と水素利用(燃料電池)ー1

(燃料電池: 水素 + 酸素 → 水 + 電気 + 熱)

セパレーター: カーボン系が主流
電気伝導性、ガスバリア性、耐腐食性が必要
加工性が課題。金属系も開発中、金属ガラスの利用も

電極: 燃料極と空気極
触媒の助けで電極反応
(課題は次ページに説明)

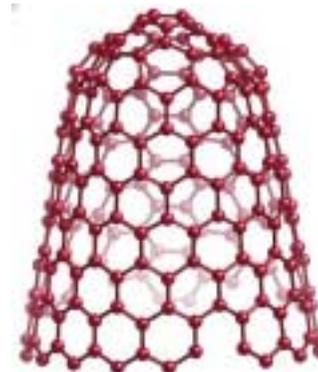


電解質膜: 高分子のイオン交換膜
耐寒性/耐熱性、高強度化に鍵
フラーレンや多孔質ガラスのナノ細孔利用等新展開も

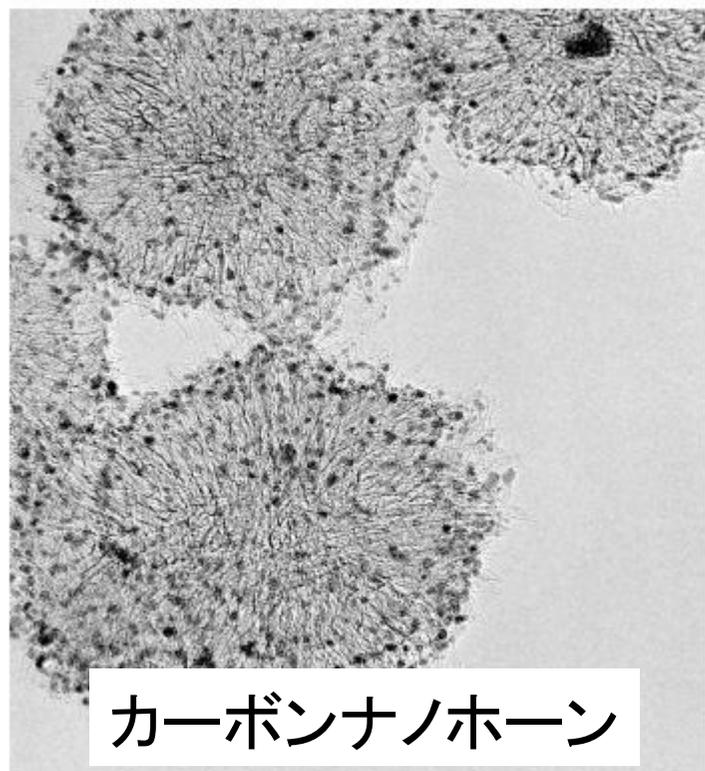
固体高分子形燃料電池(PEFC)の構造

ナノテク・材料と水素利用(燃料電池)ー2

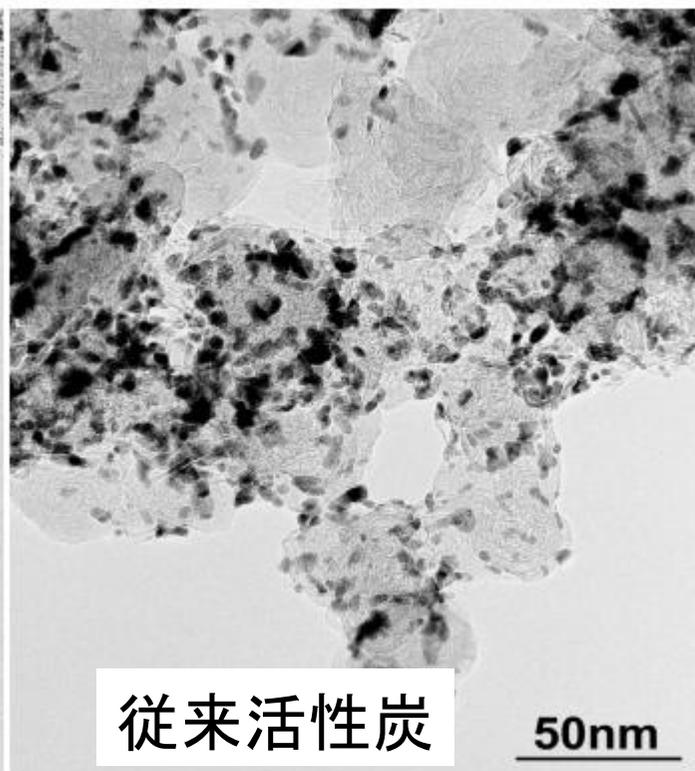
電極: 活性炭に白金(合金)触媒を付着
白金量削減が最重要課題
数ナノメートルの微粒子をうまく分散するのが鍵



カーボンナノホーンを使用した電極(NEC、JST、IRI)



カーボンナノホーン



従来活性炭

50nm

上:カーボンナノホーン

右:従来の方法では固まって大きな粒子になる

左:カーボンナノホーンを使用すると、細かい粒子がきれいに分散する

白金触媒(黒い部分)の分散状態の比較

まとめ

- 水素エネルギー・燃料電池の実用化には、水素を「作る」、「貯蔵する」、「使う」の全ての技術で相当のブレークスルーが必要
⇒ 『ナノテクノロジー・材料技術』はこのための鍵
- 『ナノテクノロジー・材料技術』は我が国の得意分野。水素エネルギー・燃料電池分野でも世界をリードしていける。
- 大学・公的研究機関のポテンシャルを活用し、民間とも緊密に連携しながら、国としても戦略的に推進していかなばならない。

わが国の取り組みと米国との比較

日本

米国

〔1997年 京都議定書〕

〔2000年11月～
California Fuel Cell Partnership
燃料電池自動車の実証試験〕

2001

燃料電池実用化戦略研究会報告書(経産省)
2020年までの燃料電池普及シナリオ

FreedomCARイニシアティブ
燃料電池車を含む自動車関連技術開発

科学技術基本計画
燃料電池は研究開発重点化の一項目

2002

分野別推進戦略
水素の利用は積極的な研究開発が重要

水素経済への移行ビジョン(DOE)
2030年及びそれ以降まで

地球温暖化対策推進大綱
水素エネルギー技術開発の強化推進

水素エネルギーロードマップ(DOE)
ビジョン達成のための課題を整理

政府に燃料電池自動車5台納車される

2003

水素エネルギーイニシアティブ
FreedomCARとあわせて5年で17億ドル投資

主なH15年度研究開発関係予算案
 文科省 次世代燃料電池プロジェクト 5億円
 経産省 固体高分子形燃料電池・水素エネルギー利用プログラムなど 307億円
 国交省 燃料電池等住宅導入技術開発など 6億円