

資源・材料とエネルギー 電池製造プロセスとレオロジー

工学研究科 応用化学専攻
菰田 悦之

講義内容と評価方法

お話の内容		} 講義時間90分 ・ 講義 50分 ・ トピックス 20分 ・ 課題 20分
1. 電池入門	2回	
2. ねばねばの科学	3回	
3. 混ぜ方入門	3回	
4. 塗り方入門	3回	
5. 乾かし方入門	3回	

評価方法

毎回の講義中の課題	60%
全講義終了後のレポート提出	40%



燃料電池 とリチウム二次電池

電池ってなんだろう？

化学エネルギーや物理エネルギーを直流電力に変換する装置

殆どがこっち

「一定速度で流れる電子」のこと

- 光エネルギー
太陽電池 … 無尽蔵なエネルギー源
- 熱エネルギー
熱電素子 … ペルチエ素子
- 原子力エネルギー
原子力電池と原子力発電は違う



電池の分類

一次電池
直流電力の放電のみが可能
⇒ 乾電池, リチウム電池, etc



二次電池
充放電可能
⇒ 鉛蓄電池, リチウムイオン電池, ニッケル水素電池, etc



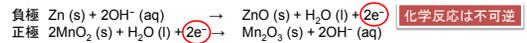
太陽電池
Solar Cell
光エネルギーを利用した発電装置



燃料電池
Fuel Cell
化学反応を利用した発電装置

一次電池の発電メカニズム

例・アルカリマンガン乾電池

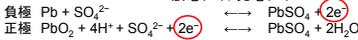


どうして、「乾電池」という？

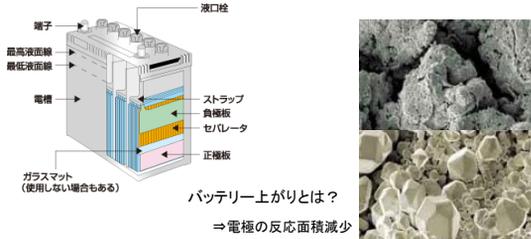
液(電解液)・粉(MnO_2)の混合物 ⇒ 液状でない

二次電池の発電メカニズム

例：鉛蓄電池

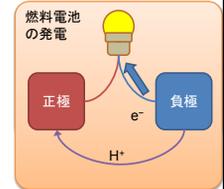
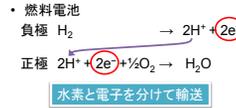
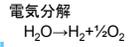
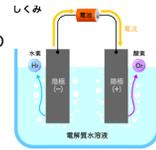
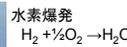


化学反応は可逆
(電子を供給すると)



バッテリー上がりとは？
⇒電極の反応面積減少

燃料電池の発電メカニズム



最初の燃料電池, その用途は？



アポロ11号@スミソニアン博物館

答え：
宇宙用

※Fuel Cells = 燃料電池

燃料電池の種類

	PEFC 固体高分子形	PAFC リン酸形	MCFC 熔融炭酸塩形	SOFC 固形酸化物形	AFC アルカリ電解質形
作動温度(°C)	室温~100	180~205	630~670	~1000	室温~230
電解質	陽イオン交換膜	濃薄H ₃ PO ₄	Li ₂ CO ₃ -K ₂ CO ₃ 熔融塩	ZrO ₂ -Y ₂ O ₃ (YSZ)	KOH水溶液
導電イオン	H ⁺	H ⁺	CO ₃ ²⁻	O ²⁻	OH ⁻
使用法	高分子薄膜	SiC などに含浸	LiAlO ₂ に含浸	薄膜	アスベストなどに含浸
電極基材	多孔質炭素板+PTFE	多孔質炭素板+PTFE	多孔質 Ni-Cr 複合材料	Ni-YSZナノド La (Sr, Ca) MnO ₃	金・銀スクリーン, 多孔質炭素板+PTFE
触媒	Pt担持	Pt担持			Pt担持
燃料	改質水素 (CO ₂ を含まない)	改質水素 (炭酸ガス)	改質水素 (炭酸ガス)	改質水素	純水素 (CO ₂ を含まない)
酸化剤	O ₂ , 空気	空気	CO ₂ , 空気	空気	O ₂ , 空気
(想定)用途	電気自動車, 家庭用, 携帯機器, 宇宙/軍専用	オンサイト発電	大規模発電 オンサイト発電	大規模発電 分散型発電	宇宙用, 海底作業船, 軍専用

電解質(=電子を流す材料)は多くの場合液状 ⇒ 流出の恐れあり

燃料電池レースカー

2012年6月6日(水)

【動画記事 | 3:00記事】

燃料電池レースカー、14日初公開→2013年のルマン参戦へ
16-17日、フランスで開催される2012年のルマン24時間耐久レース、今年の2013年、ルマンに参戦するルマン史上初の燃料電池レースカーが披露された。

これは3日、フランス・サルトサーキットで行われたルマン24時間耐久レースの公式テストでの出走車。フランスに本拠を置くグリーンGT社が、F1という名のプロトタイプレーシングカーを初公開したのだ。

このF1、そのネーミングが意味する通り、水素を使った燃料電池車。燃料電池システムは車重の約10%、2個のモーターは最大出力400馬力、最大トルクが400kgmという強大なパワー＆トルクを引出す。

また、カーボンファイバー構造により、車両重量は1240kgと軽量。さらに2013年には、約1000kmまで軽量化する。グリーンGT社によると、最高速300km/hのパフォーマンスを実現するという。

グリーンGT社は今後、H2の開発テストを進める予定。2013年4月開幕のルマンレースに、今年の日産デルタワークインクと共同で、次世代の研究開発を促進するために設計された実験車のカテゴリーの枠で参戦する計画だ。

レスポンス 真鍮
response

【動画記事 | 3:00記事】



車としての性能はモータに大きく影響される。モータを最大限に活用できる電力を供給し続けられるか？が課題

燃料電池車

経産省、燃料電池車の量産後押し—水素タンク技術基準見直し

経産省(経産省)は、燃料電池自動車(FCEV)の水素タンク技術基準を見直し、現在は35kg/立方メートル(350気圧)だが、量産車で必要となる70kg/立方メートル(700気圧)に対応して耐圧試験を厳格化する。車用FCEVで、タンクに水素を貯蔵して充填(レギュレーション)する試験の回数も半程度減らす。規定値は充填回数が高、充填量も試験を定めたが、負担軽減し、量産車の開発を後押しする。

燃料電池車が安くなる(上)1億円の車、今や500万円

2013/3/28(日) 日本経済新聞 44頁

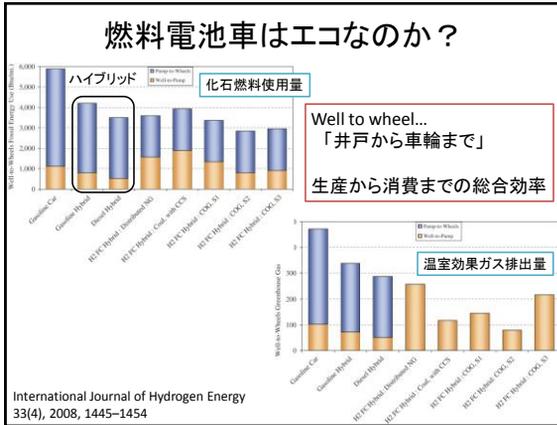
燃料電池車は、燃料電池自動車(FCEV)の水素タンク技術基準を見直し、現在は35kg/立方メートル(350気圧)だが、量産車で必要となる70kg/立方メートル(700気圧)に対応して耐圧試験を厳格化する。車用FCEVで、タンクに水素を貯蔵して充填(レギュレーション)する試験の回数も半程度減らす。規定値は充填回数が高、充填量も試験を定めたが、負担軽減し、量産車の開発を後押しする。

掲載まで2年

「今年と来年は、まだ」と、北海道士野村にある燃料電池自動車(FCEV)の水素タンク技術基準を見直し、燃料電池車の開発が進んでいる。昨年夏には福島県南相馬市の公道へ



・水素のインフラ整備
・車両価格



電気自動車じゃダメなのか？

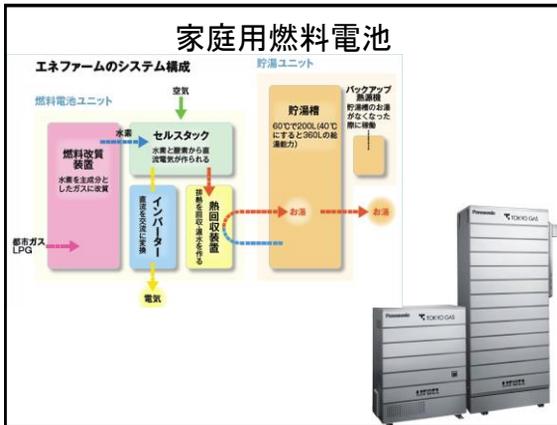
要は、適材適所

電気自動車： コミューター用途。いわゆるチョイノリ、短距離移動
例えば、原付バイクなどは電動化が好ましい

燃料電池車： 長距離移動。燃料を供給すれば走り続けられる。
例えば、長距離バス・トラックなどに向くか？

燃料電池車+電気自動車：
課題は価格！

ということで、
PHV(プラグインハイブリッド車：ハイブリッドエンジン+電池)
が注目されている



分散型燃料電池発電システム

2012年4月4日(月) 【動画】 3/20(金)

三菱重工、高効率発電の天然ガス設備開発へ

三菱重工は、固体酸化物燃料電池(SOFC)とガスタービン/コンパウンドサイクル(GTCC)を組み合わせたトリプルコンパウンドサイクルの主要技術を開発する。

新エネルギー産業技術開発機構(NEDO)の公募研究「固体酸化物燃料電池を用いた事業用発電システム主要技術開発」に対する採択が採択されたことを発表した。期間は2012年度から3年間。

トリプルコンパウンドサイクルは、GTCCの上流側(SOFCを設置することで、SOFC、ガスタービン、蒸気タービンの3段階で電熱を取り出す燃料電池複合発電システム(FOCC)で、実現すれば高効率・発電効率の先込まれる天然ガス発電設備。

同社が今回開発するのは、SOFCとガスタービンの連携に必要な主要技術。SOFCの高圧力環境下での特性や耐久性を検証するほか、ガスタービン本体の改造や熱機器の開発で、SOFCとガスタービンの連携を模索した発電検証も実施する。

同社は、現在の天然ガス発電設備の発電効率10～20ポイント向上を目指すコンパウンドサイクルを中期的、有望な技術として位置づけ、今回の主要技術開発の成果を踏まえて、実用化に向けた開発を推進する。

三菱重工 発電部
response

【動画】 3/20(金)

火力・原子力発電所の課題

- 大規模発電が必要不可欠
- 送電ロスが大きい
- 災害時に地域一帯が停電

分散型発電設備

分散型発電
電気の利用場所で少しずつ電気を作って利用する方法。
発電時の発熱利用(コージェネレーション)や送電・変電ロスの低減が可能。

- ・ 化石エネルギー
エンジン、燃料電池
- ・ 自然エネルギー
太陽光発電、風力発電
- ・ 廃熱利用
廃棄物発電

大阪ガスHP

蓄電池(二次電池)は必要か？

燃料電池が実用化されれば、二次電池はいらなくなる？

2005年

2008年

「蓄電」はしばらくはなくならなさそう...

リチウムイオン電池の構造

電気自動車の電池容量？(家庭一日の電気需要量 10kWh)

16kWh(1.5日分)	0.33kWh(48分)	0.025kWh(3.6分)

三菱自動車、パナソニック、アップルHP

家庭用電源としての電気自動車

リーフは暮らしの電源へ。
LEAF to Home、販売開始。

・災害時の非常用電源として利用可能

LEAF to Homeとは、専用のEVパワーステーションを設置することで、リーフをご自身の電源としてお使いいただけるシステムのこと。電気自動車であるリーフの可能性が、さらに広がります。

EVパワーステーションの取扱要領はこちら

スマートフォン、大電力発電、LED照明、燃料電池、蓄電池、スマート家電、トヨタスマートセンター、電力供給、電力使用

・プラグインハイブリッド(ガソリンから発電可能)

日産、トヨタHP

リチウムイオン電池の課題

負極材料: 炭素
正極材料: コバルト酸リチウム
→ **レアアースの枯渇問題!**

$LiCoO_2 \rightleftharpoons Li_{1-x}CoO_2 + xLi^+ + xe^-$
 $xLi^+ + xe^- + 6C \rightleftharpoons Li_xC_6$
 → 正確な充電が必要
性能劣化や電池の破裂を伴う

燃料電池と蓄電池を利用した電力マネージメント

内燃機関自動車から電気自動車へ

エンジン

- ・ 負荷変動に対応可能
- ・ 燃料供給により長距離移動可能
- ・ 排気ガスの回収・再利用不可能

モーター

- ・ 大量高速な電気の出し入れ
- ・ 電池容量の増大
- ・ 発電装置

内燃機関 → 燃料電池 → 排ガスなし

リチウムイオン電池

電力供給と電力需要のミスマッチ

電力供給能力 [MW] vs 時刻 [時]

需要量(自家発電) [kWh]

時間帯・季節による需要変動

高効率な定負荷運転 → 最大の電力供給能力に合わせた、発電・送電システム → 過剰な発電能力 → 夜間電力 → 蓄熱(電気温水器など) 夜間使用 揚水式水力発電所

