

2017/10/18

第17回 易しい科学の話

易しい科学の話

1. 大容量の電気をためる技術
2. 日本人がノーベル賞候補だった太陽電池
3. ノーベル賞を受賞した重力波の測定

吉岡 芳夫

大容量の電気をためる技術

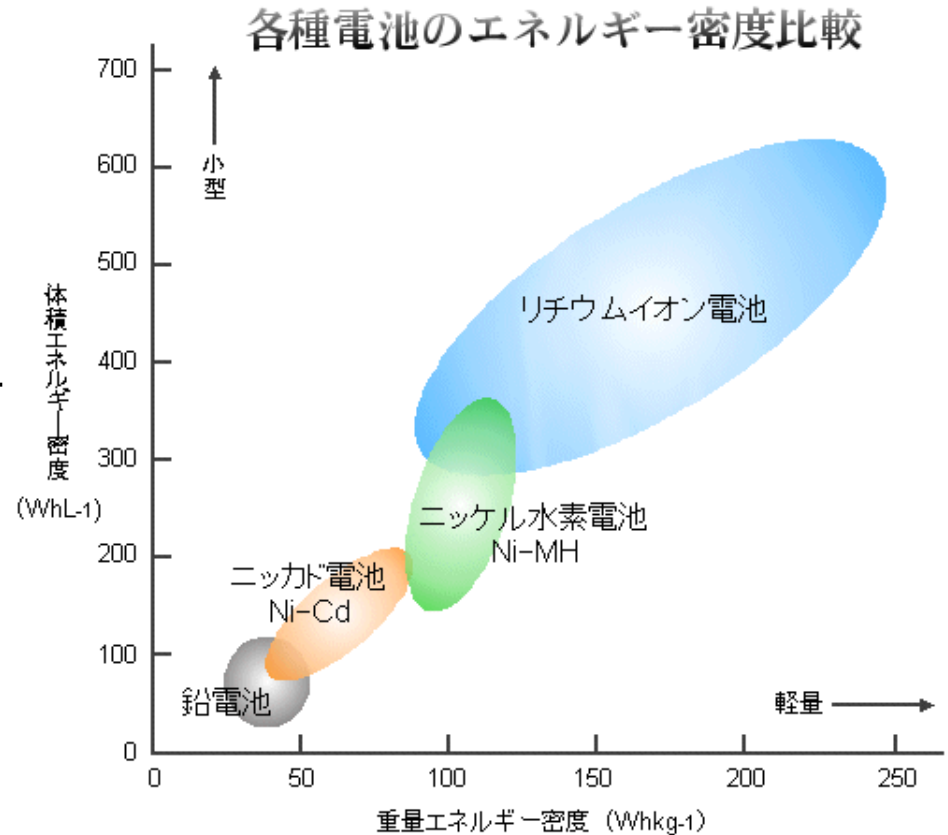
- 2次電池
 - リチウムイオン電池、
 - 全固体(電解質型)電池
 - NaS電池、レドックスフロー電池
- フライホイール(回転体エネルギー)
- 揚水型ダム(水力発電)

リチウムイオン電池の特長

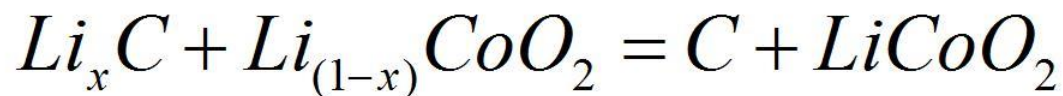
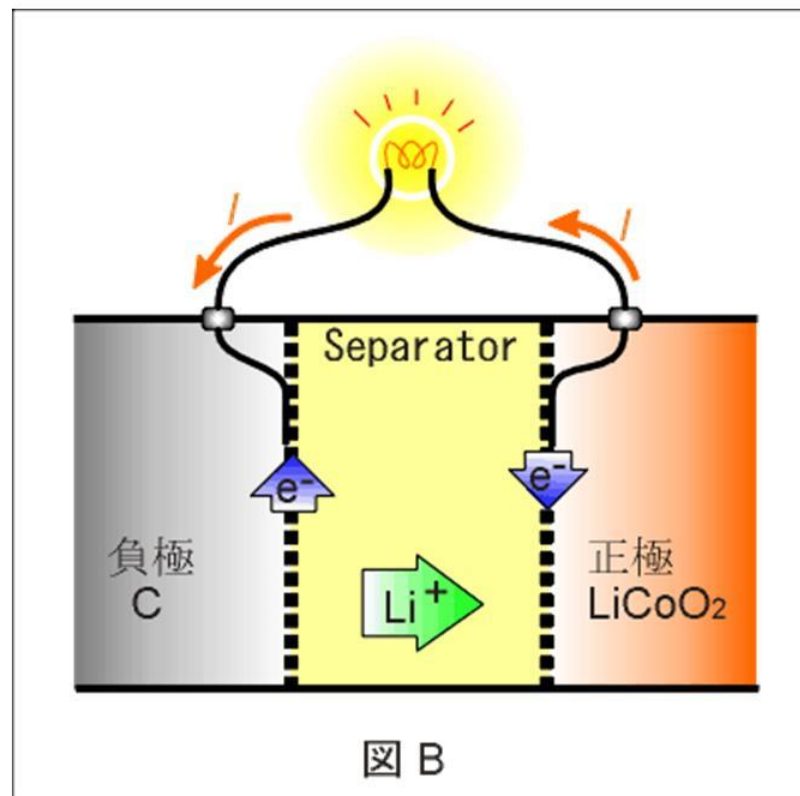
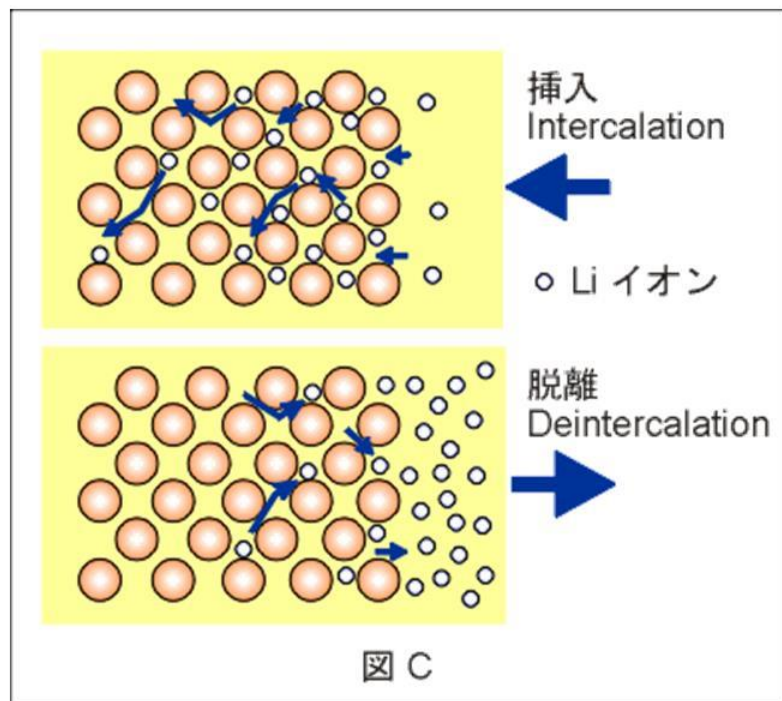
- ① エネルギー密度が高い
- ② 大きなパワーが得られる
- ③ 寿命が長い
- ④ その他

特長

- スマホ、パソコン、電気自動車に使われるので、高い安全性がある。
- 世界中で普及するにつれて、コスト削減による低価格化が進んでいる。
- 動作温度範囲が広いこと、ためた電気の漏れが少ない特長がある。



リチウムイオン電池の原理



電気を使ったときに溶け出したリチウムイオンは、炭素電極の間にもぐりこんでいく。
充電すると、元の電極にリチウム金属となってくっつく。

自動車用リチウムイオン電池



ニッケル酸リチウム (LiNiO_2) が正極
トヨタが新型プリウスに使用

日産は最初から使用、トヨタは後追い。



マンガン酸リチウム (LiMn_2O_4) が正極
GM、ボルト、ダイムラー・
BMW・北京汽車が、使用

中国が開発を先行

東芝が開発した新型リチウムイオン電池SCiB

負極用に新材料($\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$)を開発。
正極はマンガン酸リチウム

新型電池の特徴は、
6倍の長寿命、
10分以内に充電が可能

欠点としては、
電圧が 2.4Vと低い
他の電池は 3.7V
エネルギー密度が低い。



リチウムイオン電池は発火の恐れあり

- 発火事故の例

- 大阪のホテルで開催された会議中に米デル社製のノートパソコンが突如発火・炎上した。
- アップルもノートパソコン用電池をリコールすることを発表
- 中国レノボ社のノートパソコン用リチウムイオン電池も発火事故を起こしていた
- サムソン新型スマホも発火事故
- 航空機(ボーイング787)のリチウムイオン電池も発煙・発火事故を起こした

トヨタが開発した全固体電池

- リチウムイオンを運ぶ電解質材料を、固体材料にした。
 - 従来は、燃えやすい液体の電解質だった。
- 固体電解質は、セラミック材料なので燃えない電池ができた。
 - 電極の間を固体で埋めるために電極のショートの高危険性が大幅に少なくなり、安全性が飛躍的に向上、充電時間も大幅に短縮。
- Liイオンが効率よく通過する固体材料の開発は、ものすごく難しい。

ノーベル化学賞の候補

- リチウムイオン電池を、世界で初めて開発した旭化成顧問の吉野彰氏(68歳)は、今年のノーベル化学賞の最有力候補だった。
- デジタル機器の急速な発展により、小型で大容量なリチウムイオン電池の需要が急増。現在、その市場規模は2兆円以上ともいわれる。



吉野 彰氏

1948年1月30日 生まれ(69歳)

出身地: 大阪市

学歴: 京都大学

日本の化学者。旭化成フェロー。炭素材料を負極とし、リチウムを含有する LiCoO_2 を正極とする新しい二次電池であるリチウムイオン二次電池(LIB)の基本概念を1985年に確立した。

ノーベル賞候補のペロブスカイト太陽電池

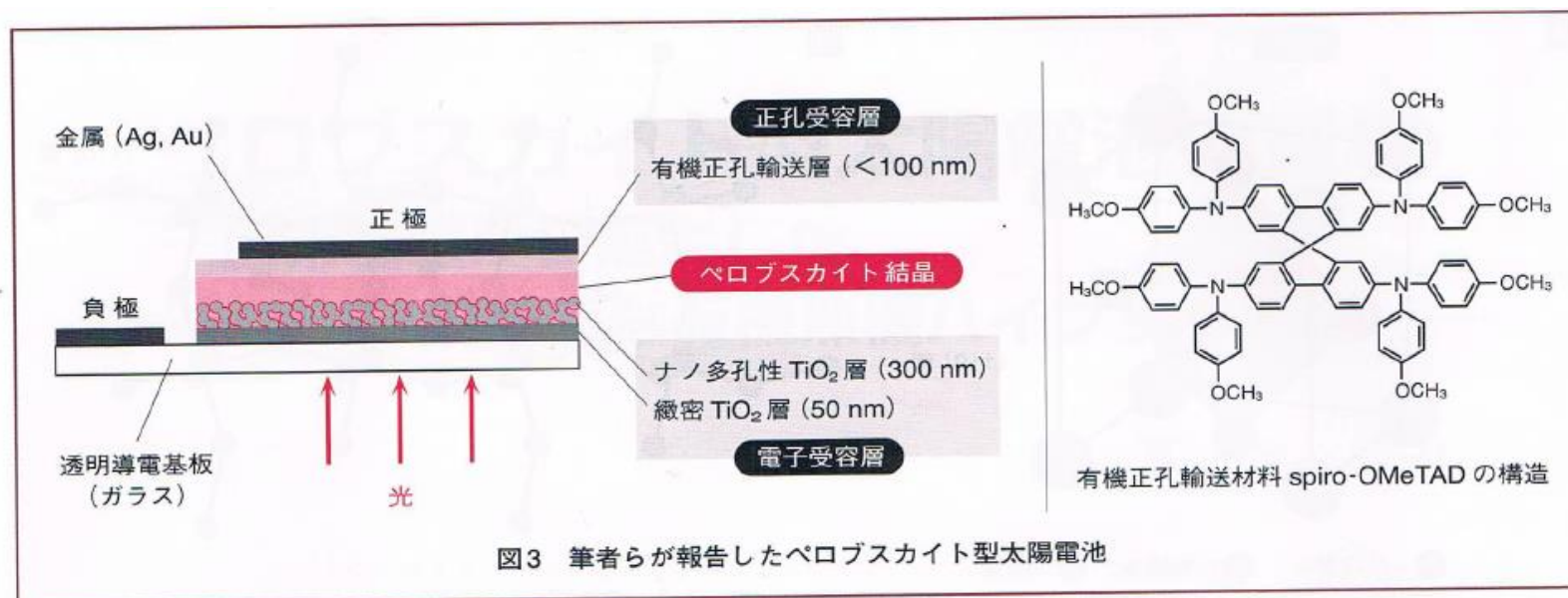
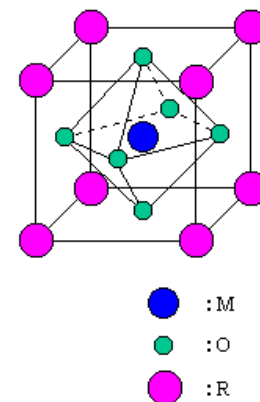
米科学情報企業のクラリベイト・アナリティクスは、学術論文の被引用数などを基に同社が予想するノーベル賞受賞の有力候補者として、ペロブスカイト太陽電池の発見と応用に貢献した桐蔭横浜大学の宮坂力特任教授(64)が選出した。

ペロブスカイト太陽電池とシリコン系太陽電池の比較					
	発 明	発電特性	変換効率	長 所	短 所
ペロブスカイト太陽電池	2009年	弱い光でも発電できる	20.2%(韓国化学研究所)	• 低コスト、軽量・柔軟 • 壁や窓にも設置可能	• 耐久性
シリコン系太陽電池	1950年代	弱い光だと効率低下	24%台(米サンパワー、パナソニック)	• 長寿命	• 高コスト、重い • 非結晶シリコン系は軽量だが発電効率が低い

ペロブスカイト太陽電池の特長

- 従来の太陽電池と比べ材料費が安く、材料を基板に塗って作製できるため発電コスト(1/2～1/5)が低い。
- 塗って作る電池なので、窓、建物の壁面、自動車など、太陽光発電の用途の広がる。
- パナソニックが、耐久性を向上させた。この太陽電池は発明から10年足らずで、普及が進むシリコン系と肩を並べるまで効率が上がった。

ペロブスカイト太陽電池



日本のノーベル物理学賞候補者

- 藤島 昭氏 東京理科大学学長(元東大教授)
 - 酸化チタン光触媒の開発と応用
- 飯島 澄男氏 名城大学終身教授
 - ダイヤモンドより硬く、アルミニウムの1000倍も電気を通す「カーボンナノチューブ」の開発
- 大野 英男氏 東北大学「電気通信研究所教授
 - 磁石の性質を持つ半導体の開発

レドックスフロー電池

- レドックスフロー電池は、バナジウムなどのイオンの酸化還元反応を利用して充放電を行う蓄電池です。
- 電極や電解液の劣化がほとんどなく長寿命であり、発火性の材料を用いていないことや常温運転が可能なことから安全性が高いなど、電力系統用蓄電池に適した特性を持っています。
- このため、太陽光や風力などの再生可能エネルギーの導入を拡大していく上で必要となる系統の安定化技術として期待されています。

太陽電池の電気をためる レドックスフロー電池



超電導フライホイール

CFRP(炭素繊維強化プラスチック)製フライホイールの直径2mの大径化に成功。

本フライホイールは、積層枚数によって様々な蓄電容量のフライホイールを作製することが可能。

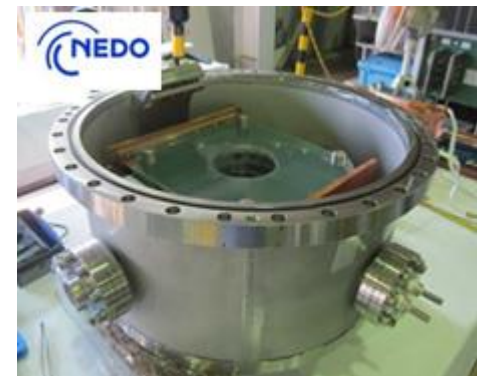
強度が強いので高速回転が可能。回転速度の2乗で、電気をためられる。

真空中で、超電導磁石の反発力で浮上回転。

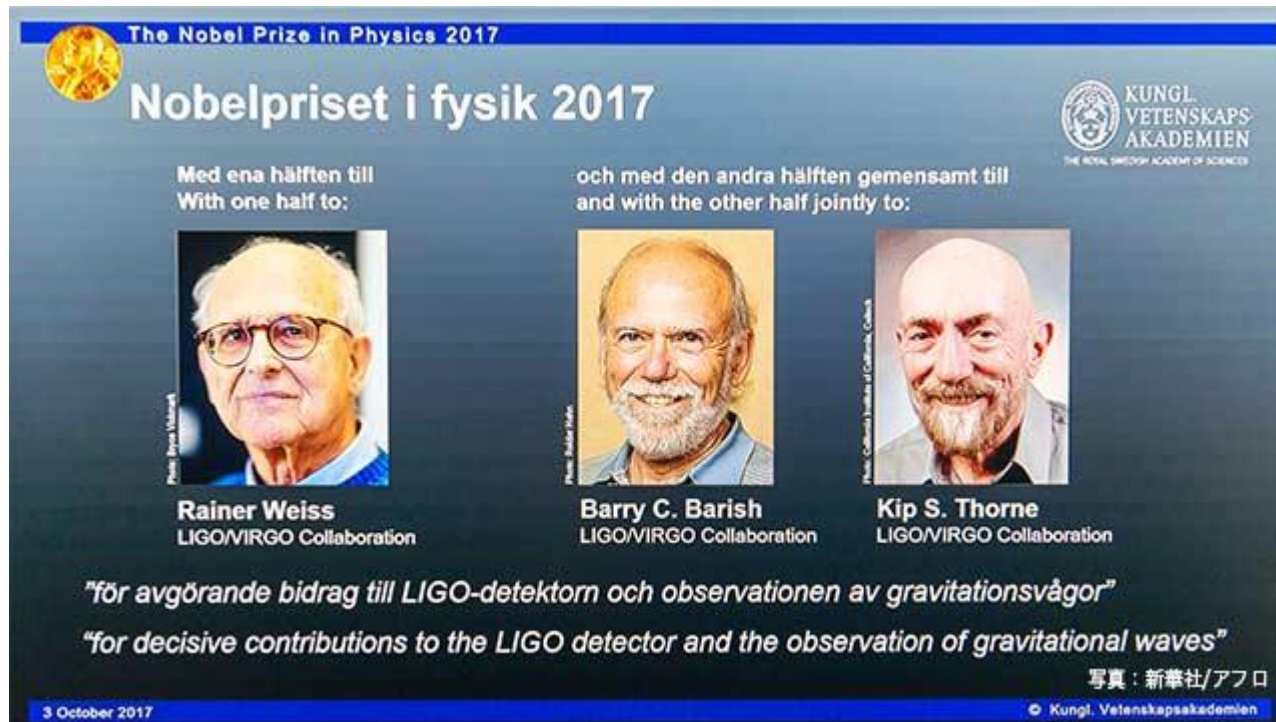


1分間で6,000回転。
出力300kW、
蓄電容量100kWh
は世界最大級。

日産の電気自動車の
蓄電容量は、
40kWh.



本年のノーベル物理学賞受賞者



今回、受賞に輝いたのは、マサチューセッツ工科大学名誉教授のレイナー・ワイスさん、そしていずれもカリフォルニア工科大学名誉教授のバリー・バリッシュさんとキップ・ソーンさんの3人です。

東京大学宇宙線研究所の川村静児教授は、アメリカで10年近く、LIGOの建設に携わり、今回ノーベル賞を受賞することになった3人の研究者とも、家族ぐるみの付き合いをするなど親しい関係です。

重力波の測定（ノーベル物理学賞）

宇宙空間で、巨大な太陽の数倍から数十倍という重さのブラックホールが互いに衝突し、合体すると宇宙空間に「重力波」が発生する。重力波は、地球上の物体をわずかに伸び縮みさせる。

2方向の4kmの距離を光が往復する時間が、重力波による伸び縮みでわずかに変わるのを測定する。



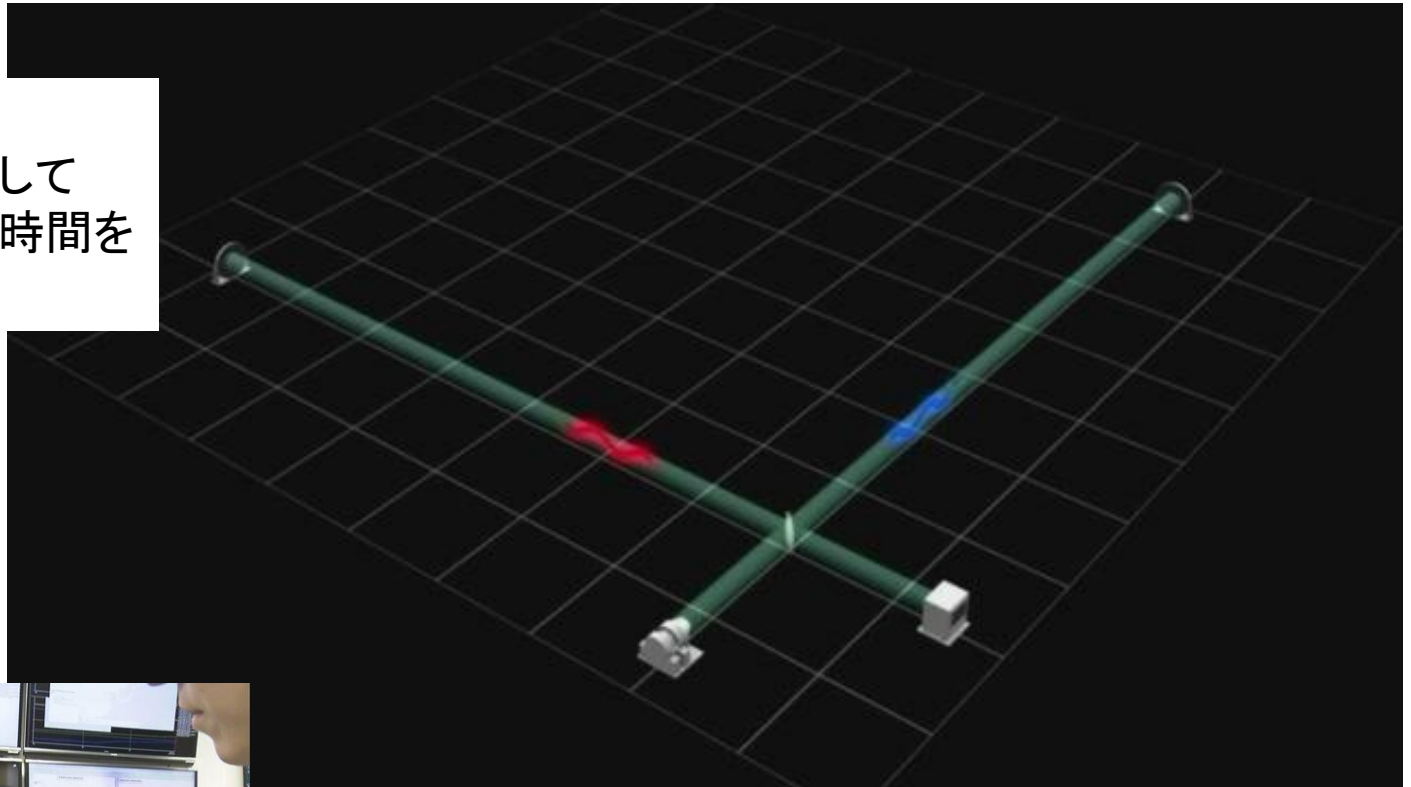
アメリカ、
ヨーロッパで
同時に測定
できた。

理論計算と
一致した。

日本でも、
観測装置を
建設中。

測定方法

レーザ光線が
遠方の鏡に反射して
戻ってくるまでの時間を
測る。



川村さん(東大教授)は検出器の感度を1000倍も
向上させることに成功し、今回の重力波観測成功
に大きく貢献した。

大容量の電気をためる技術

日本人がノーベル賞候補だった太陽電池

ノーベル賞を受賞した重力波の測定

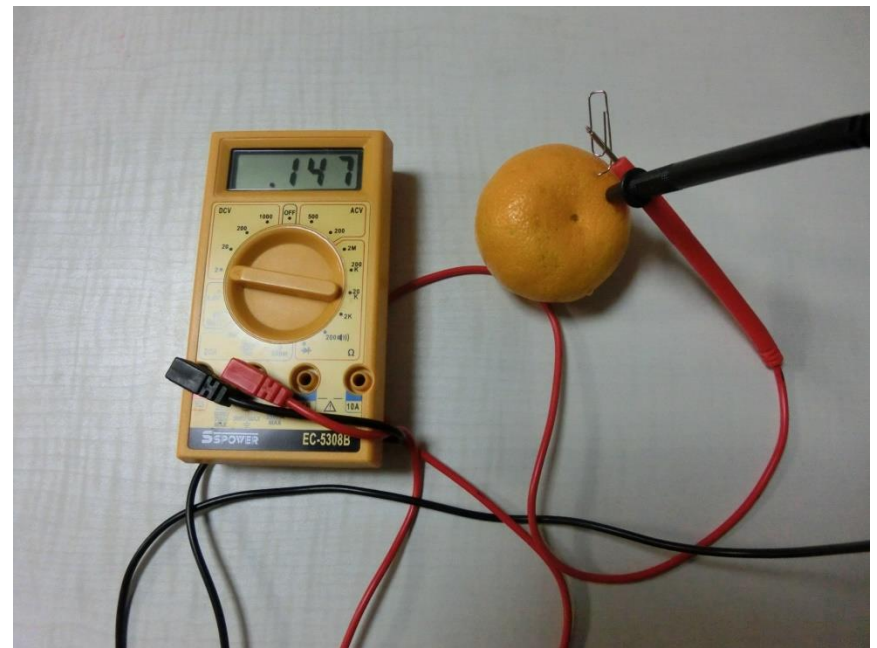
終わり

ミカンも電池になる

ミカンの中の汁が、電解質である。
電極材料を変えると、発生する電圧が変わる。

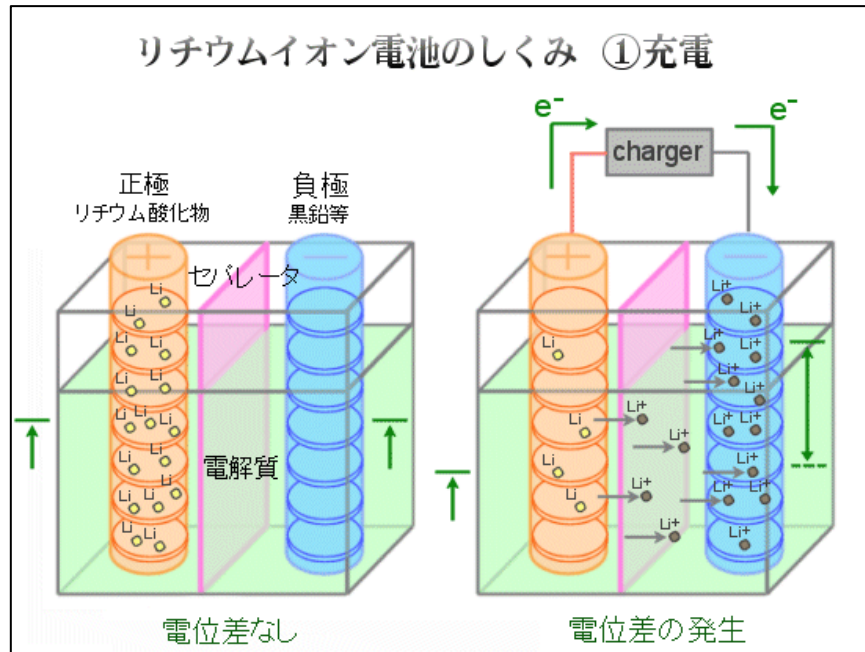


銅電極 対 銅電極

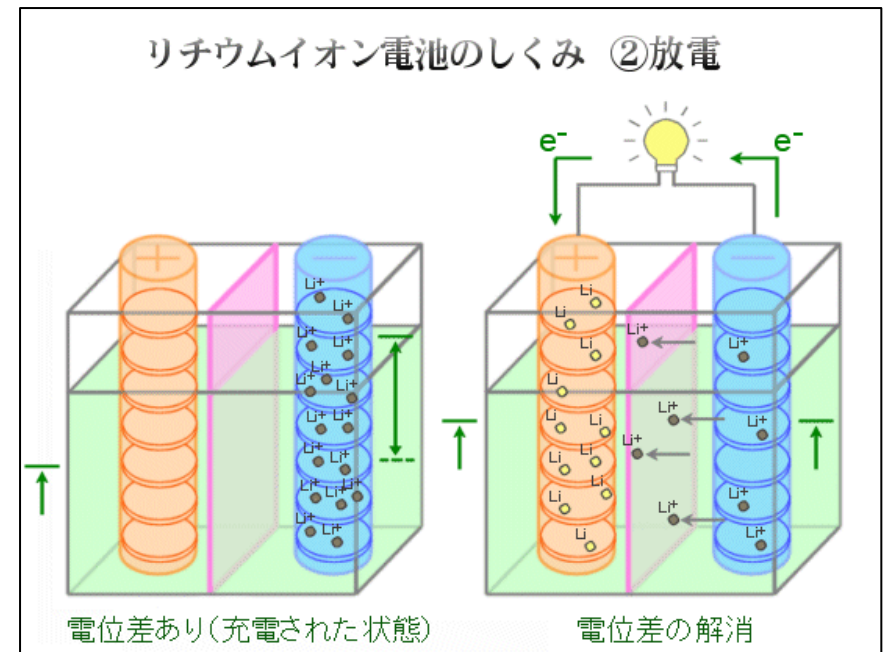


銅電極 対 鉄電極

充電と放電の時の Li^+ イオンの動き



充電時、正極の Li がイオンになって負極へ移動する。
充電器から供給される電子で、負極に Li が溜まる。
イオンを通す物質が、電解質。



放電時、負極にたまっていた Li から電子が電気回路を流れ、イオンになった Li が、電解質を通して、正極に移動する。
正極には、 Li が溜まる。