

# アジア・太平洋地域での研究開発の競争と協調 — 電動車、電池、材料に関する事例 —

トヨタ自動車(株)  
先端材料技術部 CPE

射場英紀

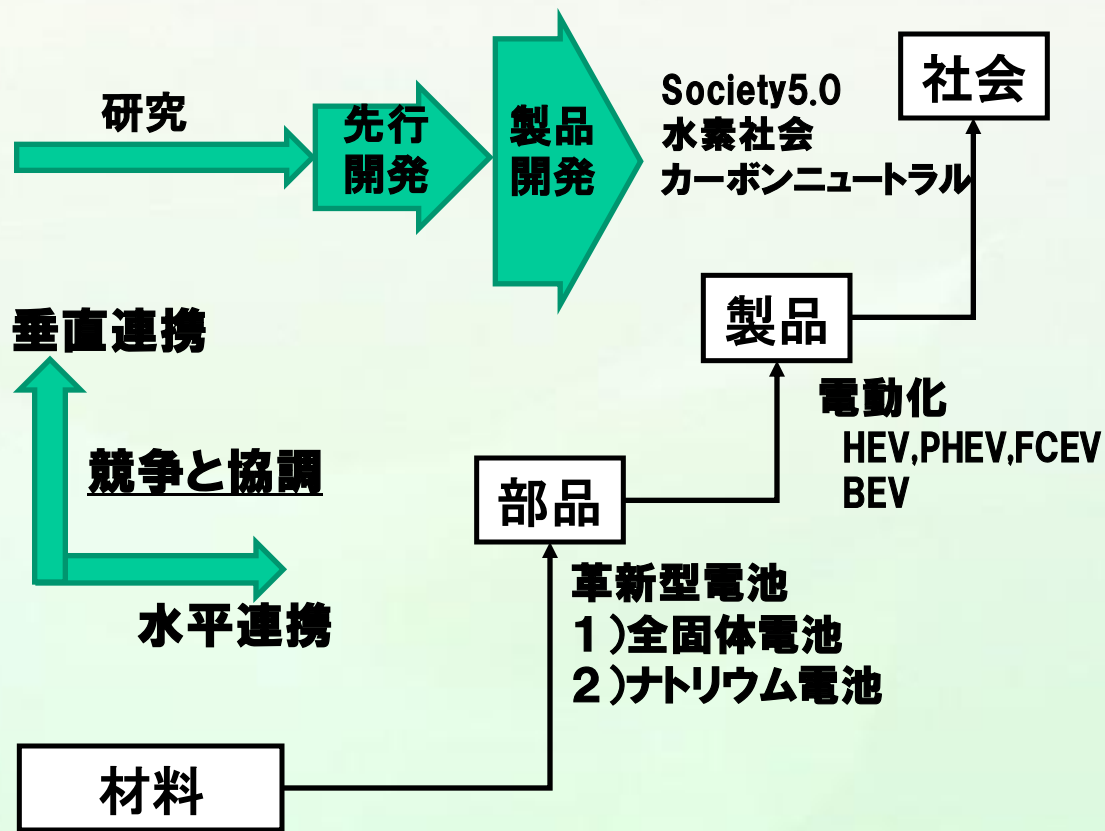


産 エンジニアリング

学 サイエンス

新原理, 新手法  
学理構築

界面現象分析  
イオン伝導  
マテリアルインフォマティクス





TODAY for TOMORROW

**TOYOTA**



350万台 / 1000万台 / 1億台



<http://www.toyota.co.jp/jpn/events/culture/dreamcar/gallery.html>

TODAY for TOMORROW

**TOYOTA**

## 電池調達および協業の体制

**CATL**



*Build Your Dreams*

**Panasonic**

**TOYOTA**



プライムアースEVエナジー(株)



**TOSHIBA**



従来からのパートナーであるパナソニック・PEVEに加え  
世界の電池メーカーと協調し、電動車の急速な普及に対応



**H**

ロケット燃料, Ni水素電池, 燃料電池  
DNA二重らせんの水素結合  
水, 硫酸, クエン酸, アミノ酸  
MRI 診断に用いる元素

水素 1.008  
1 Hydrogen



**Li**

リチウム電池  
低油用の潤滑グリースに配合  
Li合金は軽量, 航空機材料  
炭酸リチウムは躁うつ病治療薬

リチウム 6.941  
3 Lithium



**Na**

食塩NaClは海水中のおもな成分  
トンネル内のナトリウムランプ  
銀色金属, 水と激しく反応  
ベーキングパウダー(炭酸水素ナトリウム)

ナトリウム 22.99  
11 Sodium

 **2016 東京**  
全固体電池  
固体電解質

 **2010 名古屋**  
金属空気電池  
反応解析



**Mg**

葉緑素クロロフィル中に存在  
にがりの成分(塩化マグネシウム)  
車や航空機の軽量化合金材料  
優れた有機合成反応剤

マグネシウム 24.31  
12 Magnesium



**電池技術委員会賞**



**F**

フッ素樹脂は熱に強く, 水や油をはじく  
虫歯予防はみがき  
フッ化水素はガラスを溶かす  
ある種のフロン類はオゾン層を破壊

フッ素 19.00  
9 Fluorine

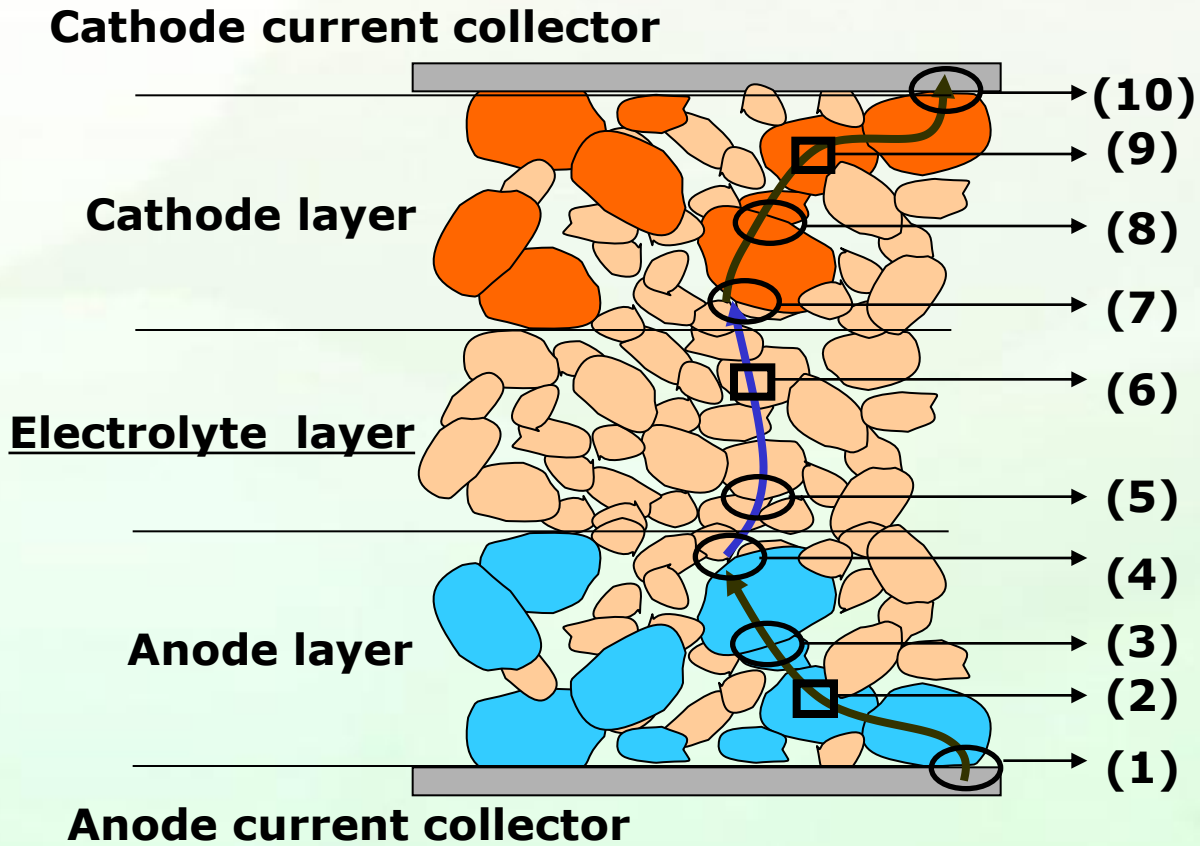





**2020 名古屋**  
Fイオン電池  
正極材料





**2013 大阪**  
Naイオン電池  
正極材料

「一家に1枚元素周期表」文部科学省  
より抜粋



 **Cathode active material**       **Anode active material**       **Solid Electrolyte**

 **Electron conduction**       **Ion conduction**

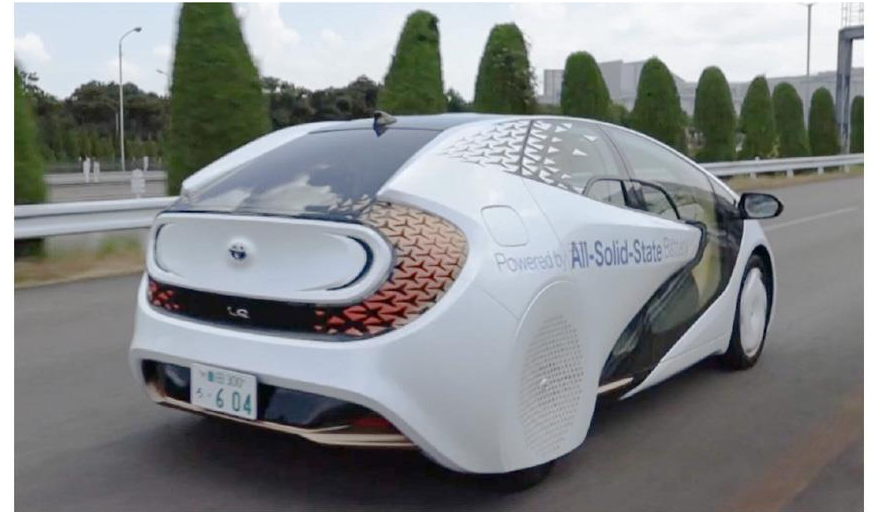


## 全固体電池開発の進捗状況

2020年6月



2020年8月



2020年8月、ナンバーを取得し試験走行

- 全固体電池搭載の試作車を制作し、走行データを取得
  - 車両搭載電池としての嬉しさと課題を洗い出し



ロケット燃料, Ni水素電池, 燃料電池  
DNA二重らせんの水素結合  
水, 硫酸, クエン酸, アミノ酸  
MRI 診断に用いる元素

**水素** 1,008  
**1 Hydrogen**



リチウム電池  
低温用の潤滑グリースに配合  
Li合金は軽量, 航空機材料  
炭酸リチウムは躁うつ病治療薬


**リチウム** 6,941  
**3 Lithium**



食塩NaClは海水中のおもな成分  
トンネル内のナトリウムランプ  
銀色金属, 水と激しく反応  
ベーキングパウダー(炭酸水素ナトリウム)

**ナトリウム** 22,99  
**11 Sodium**

 **2016 東京**  
**全固体電池**  
**固体電解質**

 **2010 名古屋**  
**金属空気電池**  
**反応解析**



葉緑素クロロフィル中に存在  
にがりの成分(塩化マグネシウム)  
車や航空機の軽量合金材料  
優れた有機合成反応剤

**マグネシウム** 24,31  
**12 Magnesium**



**電池技術委員会賞**



フッ素樹脂は熱に強く, 水や油をはじく  
虫歯予防はみがき  
フッ化水素はガラスを溶かす  
ある種のフロン類はオゾン層を破壊

**フッ素** 19,00  
**9 Fluorine**



**2020 名古屋**  
**Fイオン電池**  
**正極材料**



**2013 大阪**  
**Naイオン電池**  
**正極材料**

「一家に1枚元素周期表」文部科学省  
より抜粋



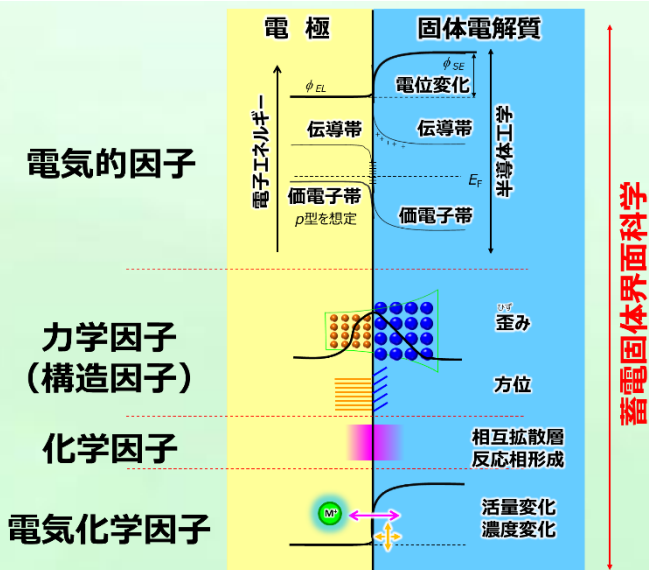
**Gtex** 革新的GX技術創出事業

**ABC** 先進蓄電池研究開発拠点  
Advanced Battery Collaboration

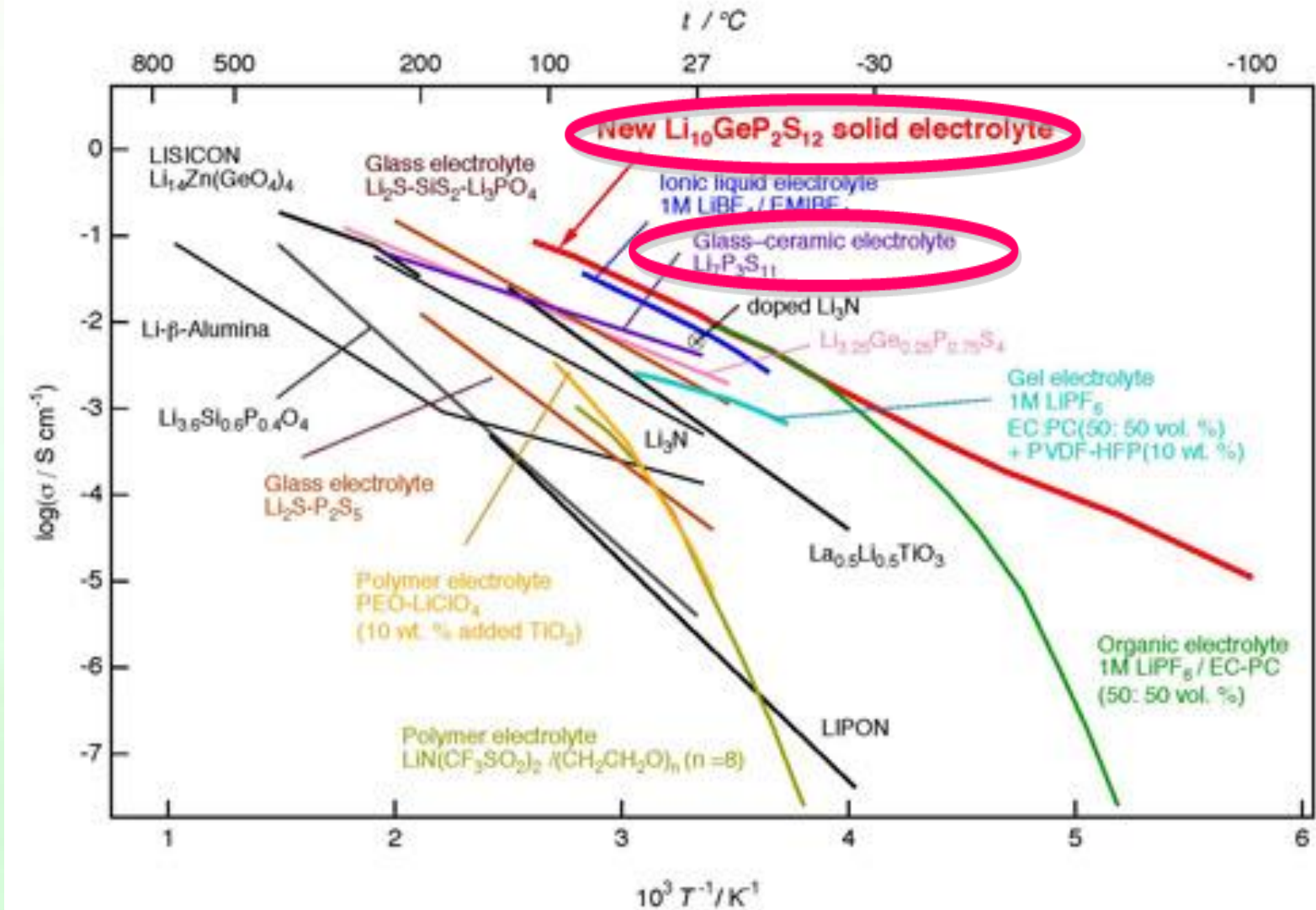
**科研費**  
KAKENHI

**Interface IONICS** 蓄電固体界面科学  
蓄電固体デバイスの創成に向けた界面イオンダイナミクスの科学  
Science on Interfacial Ion Dynamics for Solid State Ionics Devices

**NEDO** **SOLiD-EV**  
**SOLiD-Next**



**NEDO** **RISING3**

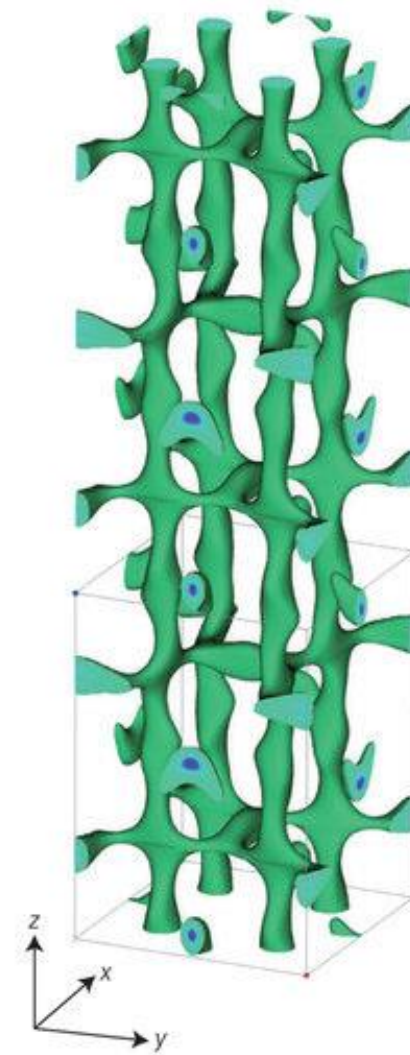
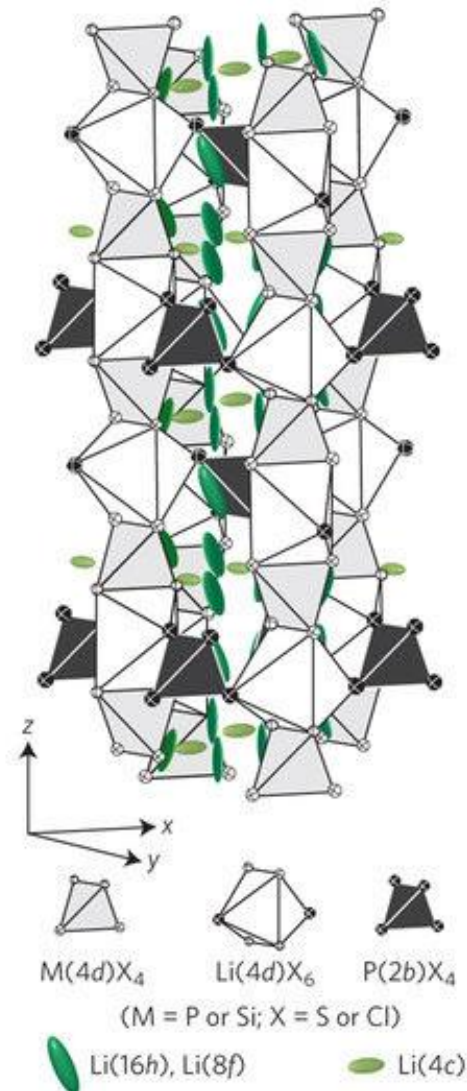
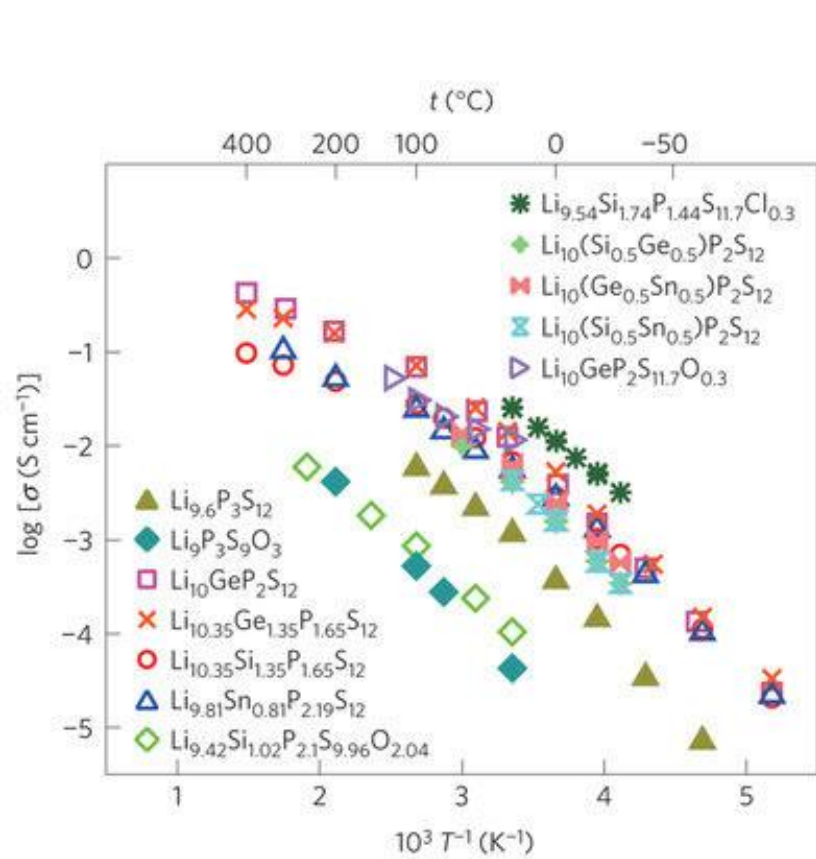


Kanno *et. al.*, *NatureMaterials*, Advanced online publication, DOI:10.1038/NMAT3066, (2011)

# 硫化物系超イオン伝導体を用いた高出力全固体電池

High-power all-solid-state batteries using sulfide superionic conductors

Nature Energy 1 : 16030 doi:10.1038/nenergy.2016.30 | Published online 21 March 2016.



# 材料の革新

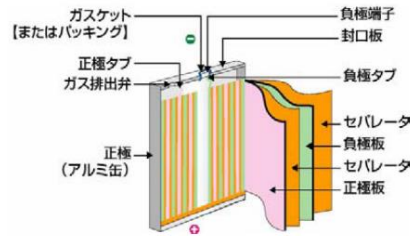
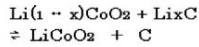
電極厚さ

薄膜

浸工

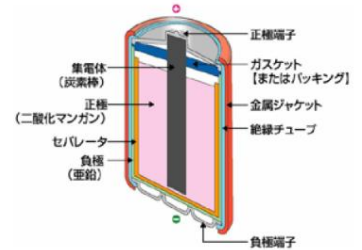
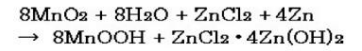
バルク

## リチウム二次電池(角形)(3.6 V)

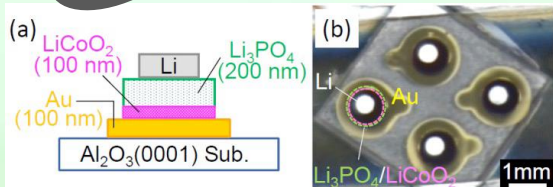


[出所: 社団法人 電池工業会ホームページ: <http://www.bai.or.jp>]

## マンガン乾電池(1.5 V)



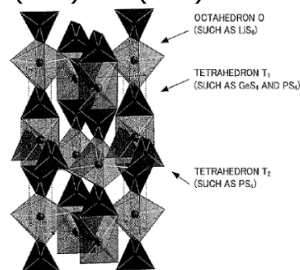
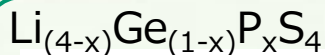
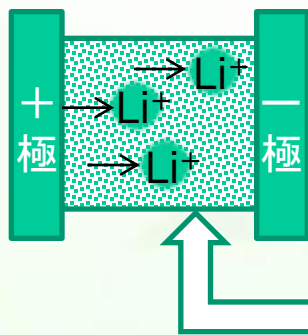
[出所: 社団法人 電池工業会ホームページ: <http://www.bai.or.jp>]



Taro Hitosugi et al., *ACS Appl. Mater. Interface*, 10 (2018) 41732

電極厚さと動作電圧の両立  
(容量と出力の両立)

イオン伝導度

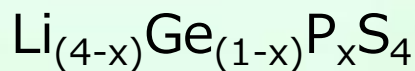


固体電解質  
(固体でもリチウムイオンが移動できる物質)

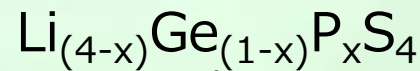
↓  
リチウムイオンの移動速度が電池の定常出力を決める

日本：A社・B大の成果  
2011年7月31日 結晶構造論文  
2012年10月5日 電池特性論文

米国：材料ゲノム計画 MIT・C社の成果  
2011年11月4日 構造特性予測論文  
2012年10月1日 組成最適化論文



↓  
リチウムイオンが速く動ける  
構造を持つことを**実験的**に見出した  
**従来型研究**



↓  
**実験なし**でデータ分析  
実験に匹敵する結果を導出  
**マテリアルズインフォマティクス的手法**

**材料ゲノム計画の取組の中で実験なしで高性能電池用材料を発見**



Project owner  
先端材料技術部  
庄司CPE

材料技術者がクリエイティブな仕事に没頭できる環境を作り、  
新素材の創出を加速したい

## WAVEBASE の提供サービス

新素材のアイデアが生まれる環境を共に実現します

少量でもデータを使い切り、見過ごしがちな情報も抽出  
トヨタのプロフェッショナル集団がデータ解析で新素材の創出をサポート



**実験・評価**

お客様にてデータを取得



**解析**

評価機器の生データ解析



**整理蓄積**

解析データを含む  
様々なデータを整理



**データ活用**

様々なデータを用いて  
新しい発見に繋げる

**WAVEBASE** のサービス範囲

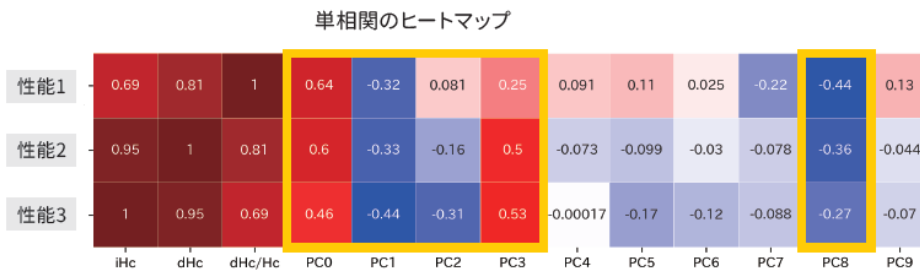


# 実験データから情報を余すことなく取り出すことで、少量のデータからでも様々な解析が可能となります。

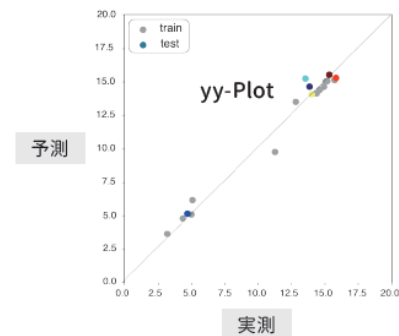
主成分分析により特徴量を抽出



ヒートマップを用いて、性能値や分析データからの特徴量の相関を確認



材料特性をわかりやすく記述





TODAY for TOMORROW

**TOYOTA**