

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

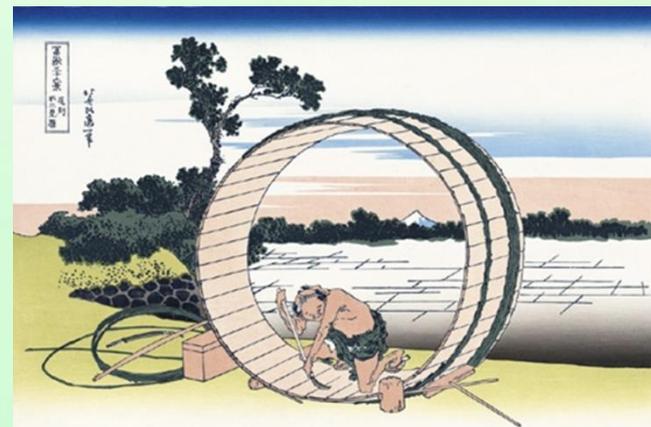
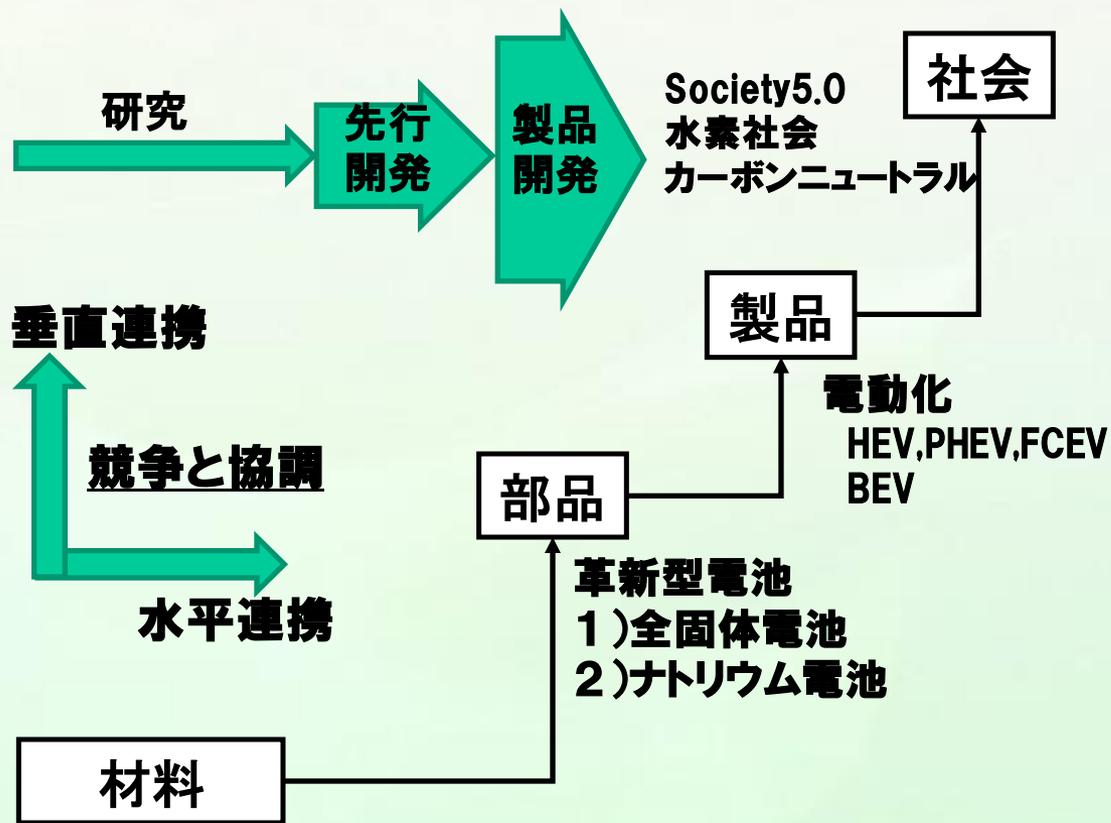


産 エンジニアリング

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

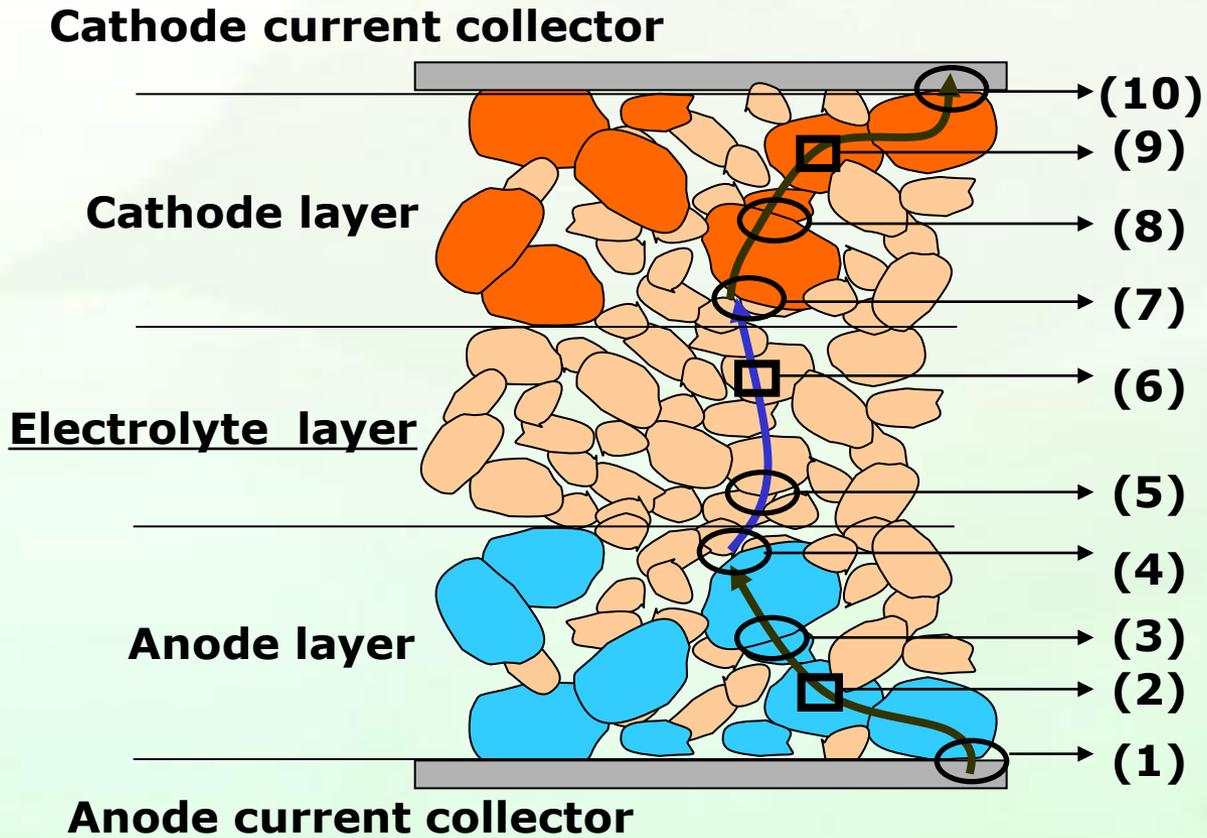


2020 名古屋
Fイオン電池
正極材料



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**

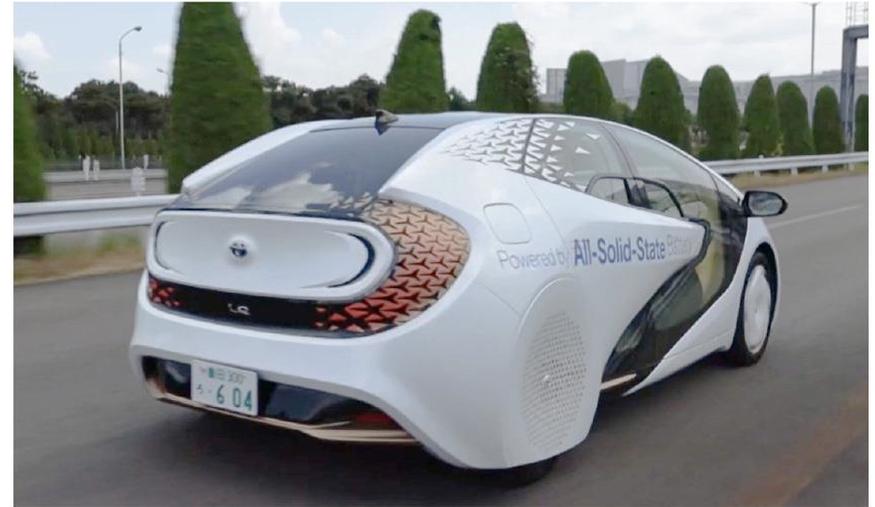
 **Electron conduction**  **Ion conduction**

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



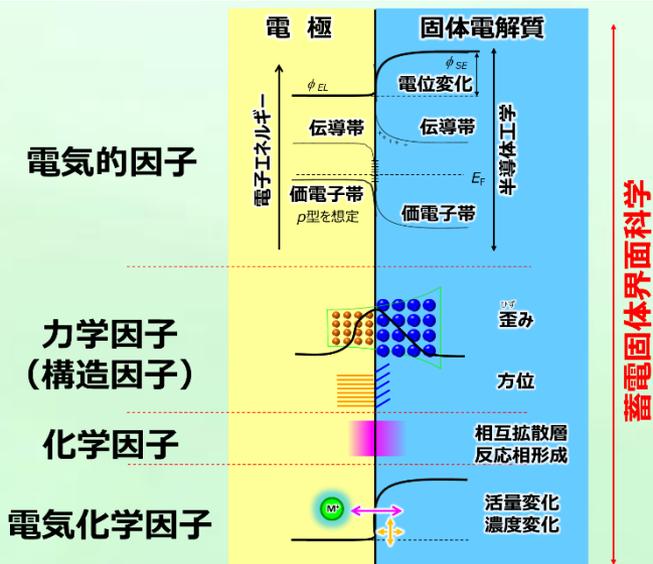
Gtex 革新的GX技術創出事業

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

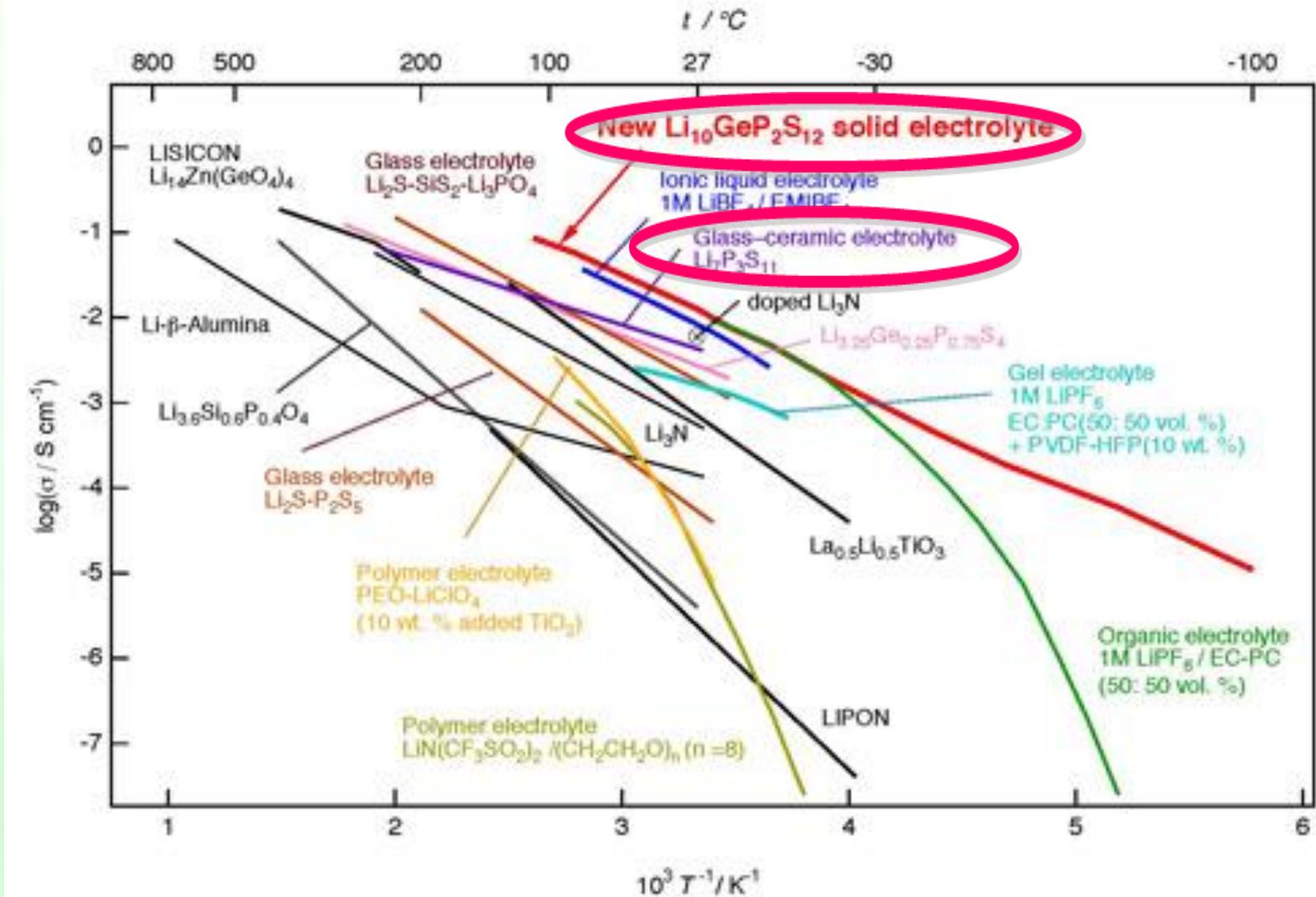
科研費
KAKENHI

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**

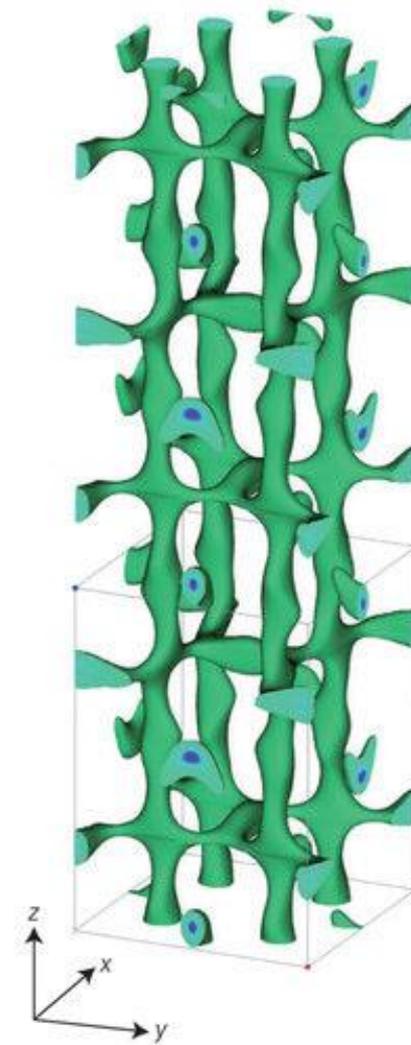
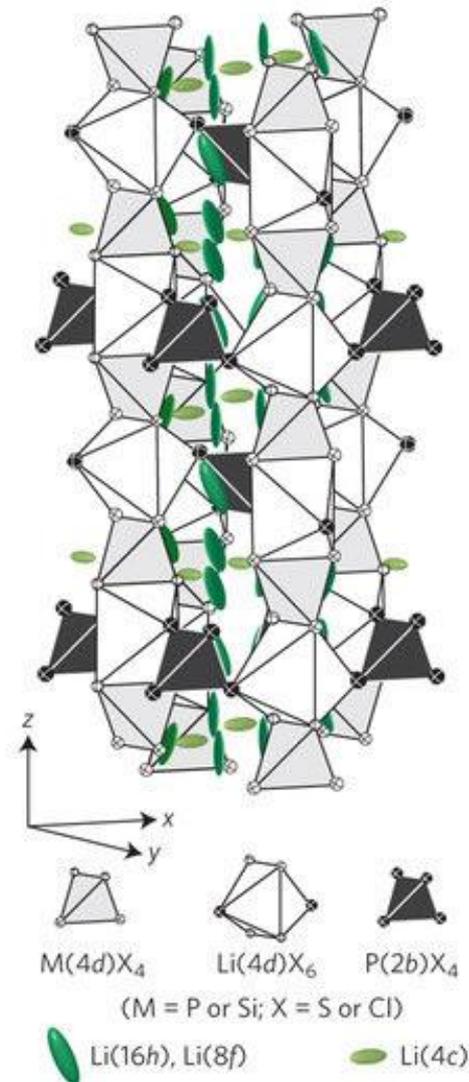
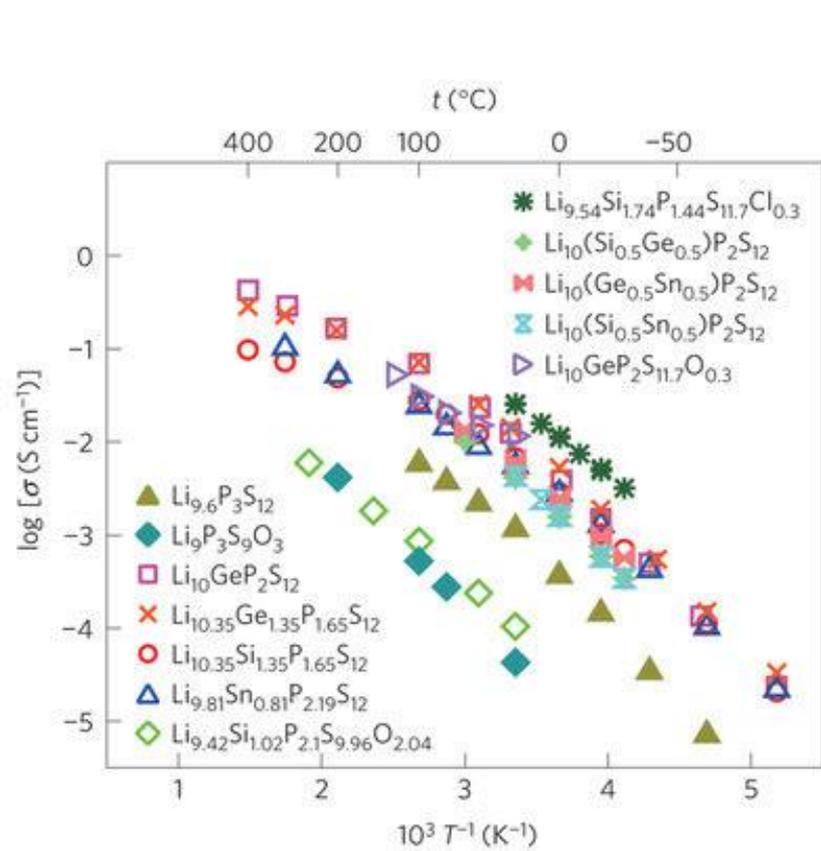


Kanno *et. al.*, *NatureMaterials*, Advanced online publication, DOI:10.1038/NMAT3066, (2011)

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

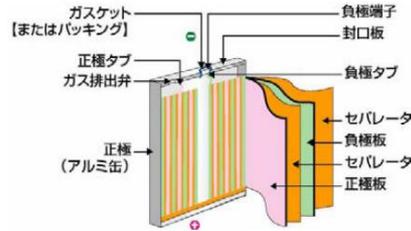
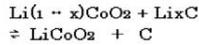
電極厚さ

薄膜

浸工

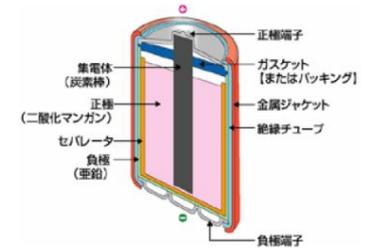
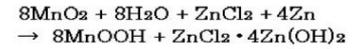
バルク

リチウム二次電池(角形)(3.6 V)

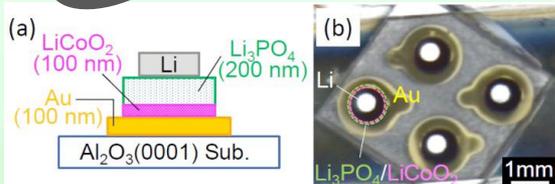


[出所: 社団法人 電池工業会ホームページ: <http://www.bai.or.jp>]

マンガン乾電池(1.5 V)



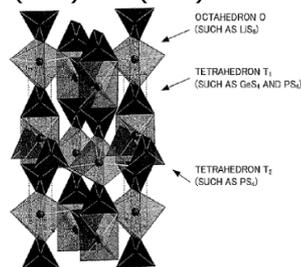
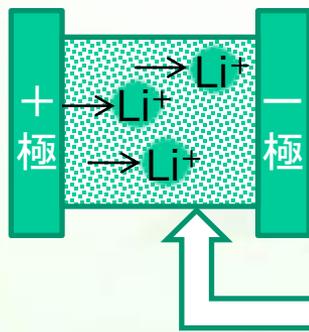
[出所: 社団法人 電池工業会ホームページ: <http://www.bai.or.jp>]



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

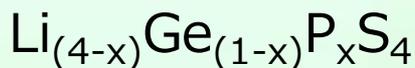


固体電解質
(固体でもリチウムイオンが移動できる物質)

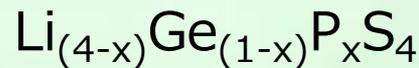
↓
リチウムイオンの移動速度が電池の定常出力を決める

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

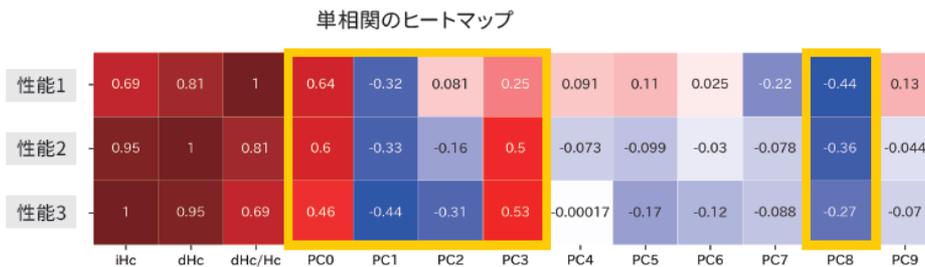
WAVEBASE のサービス範囲

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。

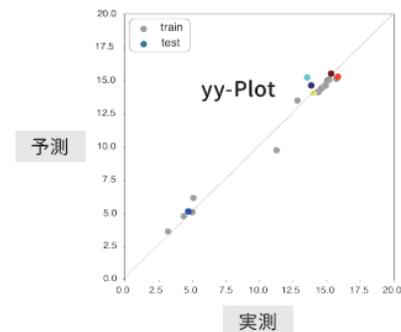
主成分分析により特徴量を抽出



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