

# 全固体リチウムイオン電池の実用化と新たな材料市場 ～作用機序・モデル試算による液系の限界と全固体の課題～

調査・執筆 菅原秀一

S&amp;T出版 R006

検索

2021年4月26日	A4判 並製本 304頁	価格 書籍版: 本体 85,000円+税 (STbook会員: 80,750円+税) 書籍+PDF版: 本体95,000円+税 (STbook会員: 90,250円+税)
ISBN: 978-4-907002-85-5 C3058		STbook会員とは当社ホームページの登録会員(ログイン機能)です。(無料)

- 全固体電池で変わる事、変わらないことは...
- 現在の液系電解質の限界は、性能、安全性とコストか
- 研究例は多いが、途中で消えて行く事例が多い、その原因は
- 全固体セルの電気化学的なポイント、判らないことが多数
- イオンPATH形成に、新たな材料系への期待
- 安全性試験の規格は、新たに制定するのか、あるいは無用なのか
- 脱炭素時代のEV電池は、液系か固体系か、あるいは棲み分けか
- 可能な限り試算の数値で、作用機序とモデルで全固体電池への期待を解説

## 第1章 リチウムイオン(二次)電池の現状、求められる特性と限界

- 1.1 EVの拡大と総量1,000GWhレベルへの推移
- 1.2 エネルギー特性、パワー特性とサイクル寿命
- 1.3 安全性の課題(総論); リスクとハザード
- 1.4 電池コスト、元素資源と廃電池処理への対応
- 1.5 全固体リチウムイオン電池への期待

## 2章 固体電解質と液体電解質、リチウムイオン電池の共通点と特異性

- 2.1 リチウムイオン(二次)電池の構成、構造と基本特性
- 2.2 液体電解質の特性、イオン伝導度と電気化学
- 2.4 イオン伝導と電気伝導の形成; 正極/電解質/負極の界面問題
- 2.5 正・負極材の選定; モルフォロジーと異方性
- 2.6 関連事項; 電解質系のイオンの輸率ほか

## 3章 リチウムイオン電池の安全性と対策(各論)

- 3.1 電池事故の経緯; 民生用とEV等自動車
- 3.2 電解液の諸問題; 耐電圧、解分ガス化、発火と破裂
- 3.3 電池の使用条件; 温度、サイクル劣化、過充電と過放電
- 3.4 安全性規制と試験規格; 電気用品安全法、UL、UN輸送基準)ほか
- 3.5 全固体リチウムイオン電池がクリアすべき安全性の課題
- 3.6 硫化水素とフッ化水素のケミカル・ハザード
- 3.7 参考資料; 消防法の危険物ほか

## 4章 全固体リチウムイオン電池の研究と開発事例

- 4.1 研究開発レベルの事例
- 4.2 SMDなど小型全固体電池の商品化
- 4.3 EVなど自動車分野の実用化
- 4.5 特許公開件数と動向(日本特許庁分)

## 5章 全固体リチウムイオン電池の用途分野と特徴

- 5.1 医療機器など高度安全性システム
- 5.2 住宅用ソーラ蓄電システム

- 5.3 EV、PHVとHVの動力電源
- 5.4 コネクテッドカーと自動運転分野
- 5.5 その他の用途と付加価値レベル

## 6章 全固体リチウムイオン電池のコスト課題

- 6.1 電解液系リチウムイオン電池のコスト構成
- 6.2 固体電解質系リチウムイオン電池のケース(セパレータレス、電解液レス)
- 6.3 EV用途2030年の電池総量との対比

## 7章 電池の構造と製造プロセスの合理化

- 7.1 電池の外装型式、円筒、角槽と平板(ラミネート)
- 7.2 双極子セルへの可能性
- 7.3 現行の製造プロセスと不合理性
- 7.4 湿式から乾式プロセスへの移行

## 8章 全固体リチウムイオン電池における新たな材料市場

- 8.1 正極材と負極材
- 8.2 導電助材; アセチレンBKとVGCF(R)
- 8.3 PVDFなど電極バインダー
- 8.4 イオン性液体

## 9章 まとめ

- 9.1 二次電池のパラダイム・シフト
- 9.2 実用化へのシナリオ

## 10章 参考資料一覧

※詳細もくじは、ホームページまたは裏面(裏面がついているパンフレットの場合)をご覧ください。

書籍申込用紙	R006(全固体リチウムイオン電池の実用化と新たな材料市場)	<input type="checkbox"/> 書籍版 冊	<input type="checkbox"/> 書籍+PDF版 冊
--------	--------------------------------	--------------------------------	------------------------------------

会社名 団体名				※左記ご記入の上、 <b>FAX 03-3261-0238</b> までお申込みください。 ※E-mailアドレスまたはFAX番号を必ずご記入下さい。
部署・役職				
ふりがな	〒			<b>■お申込み方法</b> 必要事項をご記入の上、FAXでお申込みください。または当社ホームページからお申し込みください。 <b>■商品の発送</b> お申込み日の翌4営業日までに書籍、請求書、納品書を佐川急便で発送いたします。 ※未刊書籍は発刊次第お送りいたします。 <b>■お支払</b> 銀行振込・ゆうちょ銀行払込(郵便振替)にてお願いいたします。 クレジットカード払いは受け付けておりません。 書籍・請求書到着後、1か月以内にお振込みください。 銀行振込・ゆうちょ銀行払込(郵便振替)の手数料は、ご負担ください。 原則として領収書は発行いたしません。 ゆうちょ銀行払込取扱票(郵便振替票)は、書籍に同封しております。 <b>■個人情報</b> 個人情報の取り扱い ご記入の個人情報は、商品の発送、事務連絡、ご案内等に使用いたします。
氏名	住所			
TEL	FAX			
E-mail	※申込みに関する連絡に使用するため、可能な限りご記入ください。			
STbook会員(無料)に <input type="checkbox"/> 登録する <input type="checkbox"/> 登録済み		※E-mailアドレスが必須です。 ※左に✓印をつけてご入会いただくと、この申込からSTbook会員価格で購入できます。		振込予定日 月 日
今後、弊社からのご案内が不要な方は以下に✓印をつけてください。 <input type="checkbox"/> 郵送DM不要 <input type="checkbox"/> E-mail不要		通信欄		

1章 リチウムイオン(二次)電池の現状、求められる特性と限界

1.1 EVの拡大と総量1,000GWhレベルへの推移

1.1.1 世界2019通期EV,PHVの販売台数と電池総量

1.1.2 EU域、10年後にガソリン車全廃、zEVに置換え

1.1.3 中国、10年後にガソリン車全廃、全数NEV化

1.1.4 EV用電池の年間生産、兆円/年 数値データ

1.1.5 EV用電池の所要量(試算)、GWh/年

1.1.6 EV用電池の年間生産、兆円/年

1.2 エネルギー特性、パワー特性とサイクル寿命

1.2.1 タイプ別のセルの特性と向上(モデル)

1.2.2 セルの内部抵抗と放電挙動モデル

1.2.3 回生充電モデルと内部抵抗 mΩ

1.2.4 EV用製品セルの出力特性vs.SOC

1.3 安全性の課題(総論): リスクとハザード

1.3.1 RISK&HAZARD(1)、電池とシステム

1.3.2 RISK&HAZARD(2)、電池とシステム

1.3.3 リチウムイオン電池の発火・破裂事故の原因

1.3.4 リチウムイオン電池のリスクとハザード

1.3.5 リチウムイオン電池の「釘刺試験」(発火例)

1.3.6 EV発火事例(自然発火ほか)

1.3.7 セルとモジュールのRISKとHAZARD

1.3.8 二次電池の安全性に関する小型、中型と大型

1.3.9 安全危険(1 設計と時間経過)

1.3.10 安全と危険(2 容量と充電)

1.3.11 リチウムイオンの安全性と材料 設計・運用

1.3.12 安全性に関する情報の流れ

1.4 電池コスト、元素資源と廃電池処理への対応

1.4.1 電池総量GWhあたりの重量(1,000kg/GWh)

1.4.2 電池総量GWhあたりの元素資源量、NMC3元系正極材

1.4.3 電池総量GWhに対するLi、Co、Mn所要量、NMC622

1.4.4 使用済み廃電池数量、日経紙2019/10/26

1.4.5 EV電池リサイクル量と電池生産量実績 GWh

1.4.6 EV電池リサイクル量と電池生産量の予測 GWh

1.4.7 EV等の電池所要量と廃電池発生量の試算

1.4.8 廃リチウムイオン電池正極層の処理例(1)

1.4.9 廃リチウムイオン電池正極層の処理例(2)

1.5 全固体リチウムイオン電池への期待

1.5.1 蓄電デバイスの東西・南北

1.5.2 全固体リチウムイオン・セルへの期待

2.4.3 固体粒子間のLi+移動、模式図(1)

2.4.4 固体粒子間の接触界面、模式図(2)

2.4.5 固体粒子間の接触界面、模式図(3)

2.4.6 固体電解質と正極材との界面形成(1)

2.4.7 固体電解質と負極材との界面形成(2)

2.4.8 リチウムイオン電池(セル)の構成

2.5 正・負極材の選定:モルフォロジーと異方性

2.5.1 汎用正極剤の電気伝導度

2.5.2 汎用正極材とイオン伝導性

2.5.3 電気伝導度とイオン伝導度、セルの構成(1)

2.5.4 電気伝導度とイオン伝導度、セルの構成(2)

2.5.5 NMC 三元系正極材

2.5.6 ニッケル系正極材の粒子形状

2.5.7 ソルゲル法+噴霧熱分解法による正極の合成

2.5.8 噴霧造粒・焼成系の正極活物質と同電極板

2.5.9 実用・正極Li-化合物の粒径と比表面積

2.5.10 LFP(リン酸鉄リチウム)の特性例

2.5.11 LNCA正極材190mAh/g製品の改良事例

2.5.12 炭素系負極の模式図(文献引用)

2.5.13 炭素・黒鉛系負極材の異方性と特性

2.5.14 炭素系負極材の特性:粒径と比表面積

2.5.15 負極材料の形状

2.5.16 ハードカーボン電極の空隙率、試算

2.5.17 天然黒鉛(精製)原料と電極板表面

2.6 関連事項:電解質系のイオンの輸送係数

2.6.1 シェラータ内のイオン伝導度と輸率

2.6.2 電気化学的必要条件 まとめ

2.6.3 追補 電気化学的必要条件

3章 リチウムイオン電池の安全性と対策(各論)

3.1 電池事故の経緯: 民生用とEV等自動車

3.1.1 リチウムイオン電池の事故件数と対策の経緯

3.1.2 (独法)NITEの製品事故情報(速報版)

3.1.3 中国のEV生産台数と電池GWh出荷

3.1.4 EVなどの発火事故と電池の危害(ハザード)

3.1.5 EVの年間生産(世界)と累積モデル推定

3.1.6 EV発火事故の台数と発生率ppm試算(累積値)

3.1.7 安全性試験の想定領域(概念図)

3.2 電解液の諸問題: 荷電圧、解分酸化、発火と破裂

3.2.1 ニッケル水素電池の「ノイマン機構」

3.2.2 汎用有機電解液の電気分解領域

3.2.3 有機電解液のHOMO、LUMO

3.2.4 電解液のHOMO、LUMOと電極電位

3.2.5 各種電解質の特性: 電圧とイオン伝導度

3.2.6 EV電池システムに滞留・蓄積したガスの引火・爆発

3.2.7 過充電セル(膨張)の経過

3.2.8 ラミネート型セルのガス膨張

3.2.9 過放電セルのガス分析: 水素、可燃性炭化水素ほか

3.2.10 過充電セルの分解ガス

3.2.11 過放電セルの分解ガス

3.2.12 まとめ、電解液系がクリアすべき問題点

3.3 電池の使用条件: 温度、サイクル劣化、過充電と過放電

3.3.1 √サイクル数vs. 放電容量維持率 25、45℃

3.3.2 √サイクル数vs. 内部抵抗上昇率 % 25、45℃

3.3.3 セルの定格領域外での異常現象(1)(推定を含む)

3.3.4 セルの定格領域外での異常現象(2)(推定を含む)

3.3.5 過充電 30A/定格20A=1.5C CC充電

3.3.6 過充・放電の挙動想定

3.4 安全性規制と試験規格: 電気用品安全法、UL、UN輸送基準)ほか

3.4.1 安全性試験に関する日本国内の経緯

3.4.2 安全性試験に関するJIS規格の分担(1)

3.4.3 安全性試験に関するJIS規格の分担(2)

3.4.4 電気用品安全法と新技術基準(2008当初適用)

3.4.5 リチウムイオン電池の(新)技術基準とJIS試験

3.4.6 強制内部短絡試験(JIS C 8714改訂)

3.4.7 電気用品安全法PSEマーク(アンスト自動車)

3.4.8 ULの業務と役割

3.4.9 UL 1642 安全性試験項目と概要(1)

3.4.10 UL 1642 安全性試験項目と概要(2)

3.4.11 UN国連危険物輸送基準(オレンジブックⅢ)

3.4.12 リチウムイオン電池の輸送ラベル

3.4.13 UNの安全性試験項目(T1-T4)(PartⅢ.38.3)

3.4.14 UNの安全性試験項目(T5-T8)(PartⅢ.38.3)

3.5 全固体リチウムイオン電池がクリアすべき安全性の課題

3.5.1 全固体リチウムイオン電池の安全性試験(UNモデル)

3.5.2 UNの安全性試験(＃1 T1-T4)で、イメージ

3.5.3 UNの安全性試験(＃2 T5-T8)で、イメージ

3.5.4 硫化水素とフッ化水素のケミカル・ハザード

3.5.5 文献引用、固体電解質の化学式

3.5.6 硫化水素発生量計算

3.5.7 硫化物系固体電解質のSulfur Wt%と特性

3.5.8 Sulfur Wt% vs. イオン伝導度 mS/cm

3.5.9 リチウムイオン電池と電解質の量

3.5.10 車内のH2S濃度計算

3.5.11 LGPS(1)、LGPS經由のH2Sと空間濃度 ppm/m<sup>3</sup>

3.5.12 試算(2)、LGPS經由のH2Sと空間濃度 mg

3.5.13 硫化水素H2S、フッ化水素HFの溶解度(水) Wt%

3.5.14 LC50(半致死量濃度)

3.5.15 まとめ、硫化物系全固体電池のEV

3.5.16 厚生労働省、毒物劇物の指定や運搬等の基準

3.5.17 参考資料: 消防法の危険物ほか

3.7.1 有機電解液の沸点、引火点と消防法の分類

3.7.2 第四類引火性液体(消防法危険物)指定数量

3.7.3 18650円筒型セルの危険物該当電解液量

3.7.4 20Ahラミネート型セルの危険物該当電解液量

4章 全固体リチウムイオン電池の研究と開発事例

4.1 研究開発レベルの事例

4.1.1 資料 出光興産(株) 全固体電池

4.1.2 資料 日立造船(株) 全固体電池

4.1.3 資料 日立造船(株) 全固体電池

4.1.4 資料 日立造船(株) 全固体電池

4.1.5 資料 Prologium(台湾・台北)

4.1.6 資料 Prologium(台湾・台北)

4.2 SMDなど小型全固体電池の商品化

4.2.1 国内電池メーカーと品目(定置と小型)2015-2020

4.2.2 小型全固体セル(電子部品)の商品化

4.2.3 セラミック系企業 特許(特開、特願)件数

4.2.4 (株)村田製作所の全固体電池

4.2.5 セラチャーJZ TDK(株)

4.3 EVなど自動車分野の実用化

4.3.1 全固体リチウムイオン電池の用途分野、モデル

4.3.2 自動車用全固体電池、開発情報~2021/1Q

4.3.3 国内電池メーカーと生産品目(大型)2015-2020

4.3.4 POUと冷却システム 日産LEAF EV

4.3.5 トヨタPRIUS/HVの冷却装置

4.3.6 冷却システム トヨタPRIUS/PHV

4.3.7 ダムラーHVの電池配置と冷却方法(2005)

4.3.8 DAIMLERのHV車、電池配置と冷却方法(2)

4.3.9 熱制御型PHV/HV 全固体電池システム

4.3.10 まとめ、温度と電池の機能モデル

4.4 開発企業一覧、~2018、2019~2020

4.4.1 全固体リチウムイオン電池 2018

4.4.2 全固体リチウムイオン電池 2019

4.4.3 全固体リチウムイオン電池 2020

4.4.5 特許公開件数と動向(日本特許庁分)

4.5.1 IPC国際特許分類、H01M/\*\*\*\*

4.5.2 特許情報検索

4.5.3 硫化物系固体電解質と電池、国内特許公開数

4.5.4 硫化物系固体電解質と電池、国内特許公開数

4.5.5 その他の固体電解質、LICG&LLTO

4.5.6 その他の固体電解質と電池、国内特許公開数

4.5.7 トヨタ自動車の出願 2015-2020

4.5.8 トヨタ自動車の出願 2015-2020

5章 全固体リチウムイオン電池の用途分野と特徴

5.1 医療機器など高度安全性システム

5.1.1 ECMO体外式膜型人工肺

5.1.2 医療機器の具体例と電源設備

5.1.3 医療機器の非常電源(JIS T 1022の規定)

5.1.4 充電維持システム ブロックダイヤグラム

5.1.5 医療機器の規制に関する国際比較

5.1.6 EU 医療機器指令93/42/EECの概要

5.1.7 医療用電子機器の規制(案技法)

5.1.8 医療機器電池、IEC&JIS

5.1.9 薬事法から薬機法へ

5.2 住宅用ソーラ蓄電システム

5.2.1 リチウムイオン電池の用途分野

5.2.2 リチウムイオン電池(セル)のサイクル劣化

5.2.3 電池ユニットの設置場所(戸建)と安全性

5.2.4 電池ユニットの配置例(室内)

5.2.5 ZEHスキーム、パナソニック(株)のPR

5.2.6 ZEHスキーム、化成電(株)のPR

5.2.7 EV&Home併用(1)(米)TESLA社

5.2.8 EV&Home併用(2)(独)Daimler社

5.3 EV、PHVとHVの動力電源

5.3.1 全固体リチウムイオン電池の用途分野、モデル

5.3.2 最近の製品電池の比容量(1)、2018-2019

5.3.3 最近の製品電池の比容量(2)、2018-2019

5.3.4 EV電池ユニットの冷却方式

5.3.5 セルの形状と冷却方式(HV、PHVとEV)

5.3.6 HV、PHVとEVにおける電池システムと冷却(1)

5.3.7 HV、PHVとEVにおける電池システムと冷却(2)

5.3.8 日産自動車LEAF、平板型電池システム

5.3.9 (米)TESLA-motor Model-Sの水冷方式

5.3.10 Audi e-TRON EVの間接液体冷却方式(1)

5.3.11 Audi e-TRON EVの間接液体冷却方式(2)

5.4 コネクテッドカーと自動運転分野

5.4.1 e-Call (EU) BOSCH事例

5.4.2 デンソー(株)の事例

5.4.3 エリーパワー(株)の開発事例

5.5 その他の用途と付加価値レベル

5.5.1 全固体リチウムイオン電池の用途分野、モデル

5.5.2 生産・販売MWh vs. 販売金額百万円

5.5.3 10Whクラスセルの用途分野は

5.5.4 10Wh、3Ahクラスセルの用途分野は

6.3.3 EV年間生産台数と電池総量(対数グラフ)

7章 電池の構造と製造プロセスの合理化

7.1 電池の外装型式、円筒、角槽と平板(ラミネート)

7.1.1 セルの構造と熱伝導(放熱)

7.1.2 電池(セル)の外装型式と電極板製造

7.1.3 大形リチウムイオン電池(セル)の外装型式と特性(1)

7.1.4 大形リチウムイオン電池(セル)の外装型式と特性(2)

7.1.5 セルの外装型式と主要用途 2010以降

7.2 双極子セルへの可能性

7.2.1 双極子(バイポーラー)型リチウムイオン電池

7.2.2 双極子型リチウムイオン・セル構成

7.3 現行の製造プロセスと不合理性

7.3.1 リチウムイオン電池の製造全工程

7.3.2 全工程の原料、部材と工程のステップ

7.3.3 製造設備と工程費(大型セルの製造)

7.3.4 電池の製造工程と水分レベル (1)現工程

7.3.5 電池の製造工程と水分レベル (2)全固体電池

7.4 湿式から乾式プロセスへの移行

7.4.1 乾式プロセスへの転換(1)

7.4.2 乾式プロセスへの転換(2)

7.4.3 電極板の塗工→乾燥の効率モデル

7.4.4 電極板塗工の速度と目付量モデル

8章 全固体リチウムイオン電池における新たな材料市場

8.1 正極材と負極材

8.1.1 リチウムイオン電池における正極と負極、主役と脇役

8.1.2 EV用正極材の比較と選定

8.1.3 正極材料の放電容量(1)

8.1.4 正極材料の放電容量(2)

8.1.5 電池メーカーでの正極材評価ステップ

8.1.6 二元、三元系正極材の組成とトレンド

8.1.7 58th電池討論会、全固体セルの研究

8.1.8 全固体セルの容量mAh/gとmWh/g

8.1.9 全固体セルの容量、リチウム過剰系正極材

8.1.10 充放電データからmWh/g容量の推定方法(1)

8.1.11 充放電データからmWh/g容量の推定方法(2)

8.1.12 全固体セルの正・負極材の選択、

8.1.13 液体正・負極、Sulfur正極/Li負極

8.2 導電材:アセチレンBKとVGCF(R)

8.2.1 導電剤の機能と配合

8.2.2 導電剤カーボンのSEM 1,000倍 スケール=10μm

8.2.3 比表面積の高い炭素質物質

8.2.4 導電剤の選択と混合物

8.2.5 気相成長炭素繊維VGCF(R)

8.2.6 導電剤の選択と混合

8.2.7 VGCF(気相成長炭素繊維)の分散

8.3 PVDFなど電極バインダー

8.3.1 PVDF ホモポリマー、コポリマー

8.3.2 バインダーポリマーの融点(乾燥後)

8.3.3 ポリマーの酸値指数(難燃性)

8.3.4 PVDFの誘電率、特異的に高い

8.3.5 PVDF結晶(球晶)と結晶核

8.3.6 導電補助剤とバインダー、機能の発現

8.3.7 低湿膨潤重合、Suspension-PVDFの内部

8.3.8 PVDF粒径、KF Solef Arkema

8.3.9 KUREHA KFポリマー PVDF (1)

8.3.10 KUREHA KFポリマー PVDF (2)

8.3.11 KUREHA KFポリマー PVDF (3)

8.3.12 Solef PVDF グレード(1)

8.3.13 Solef PVDF グレード(2)

8.3.14 Solef 5130 高分子量 バインダー

8.3.15 Solef 5140 超高分子量 バインダー

8.3.16 固体電解質系におけるPVDFの利用

8.3.17 特開2020-184706 トヨタ/クレハ

8.3.18 特開2020-184706 トヨタ/クレハ

8.3.19 特開2020-184706 トヨタ/クレハ

8.3.20 特開2019-91632 トヨタ

8.3.21 PVDFホモとコポリマーの結晶(偏光顕微鏡)

8.3.22 PVDFの粘弾性スペクトロメーター

8.3.23 粘弾性スペクトル PVDFホモポリ、コポリ

8.3.24 PVDF(ホモ&コポリマー)ゲルの粘弾性スペクトロメーター

8.4 イオン性液体

8.4.1 イオン性液体のCV曲線(耐電圧)

8.4.2 イオン性液体のCVデータ TFSI

8.4.3 イオン性液体のアニオン

8.4.4 イオン性液体の特性

8.4.5 イオン性液体+Liカチオン

9章 まとめ

9.1 二次電池のパラダイム・シフト

9.1.1 二次電池の比容量(理論計算量)

9.1.2 二次電池の理論値(比容量、出力電圧)

9.1.3 二次電池の変遷、Sカーブと包絡線(1)

9.1.4 二次電池の変遷、Sカーブと包絡線(2)

9.2 実用化へのシナリオ

9.2.1 NEDOの全固体電池ロードマップ(1)

9.2.2 NEDOの全固体電池ロードマップ(2)

9.2.3 EV用リチウムイオン電池、シナリオ#1

9.2.4 EV用リチウムイオン電池、シナリオ#2

9.2.5 EV用リチウムイオン電池、シナリオ#3

9.2.6 トヨタ自動車(株)の全固体電池への取り組み 2017-2018

10章 参考資料一覧

6章 全固体リチウムイオン電池のコスト課題

6.1 電解液系リチウムイオン電池のコスト構成

6.1.1 EV用電池の生産計画と投資規模(データ)

6.1.2 EV用電池の生産計画と投資規模(グラフ)

6.1.3 電池生産のコストモデル(算定基礎)

6.1.4 電池生産のコストモデル(設備金額)

6.1.5 電池生産のコストモデル(設備金額増、原材料費減)

6.2 固体電解質系リチウムイオン電池のケース(セラーラレス、電解液レス)

6.2.1 GWhあたり正極材その他部材所要量(実際値)

6.2.2 全固体セルの原料・部材の重量、置換部分の重量

6.2.3 全固体セルの原料・部材の重量、置換部分の比重

6.2.4 セルの原材料コスト表、液系 vs. 固体

6.2.5 全固体セルvs.液電解質セル、計算の仮定

6.2.6 電池の原材料コスト差額、液系 vs. 固体

6.2.7 全固体セル vs. 液電解質セル、まとめ

6.3 EV用途2030年の電池総量との対比

6.3.1 EV年間生産台数と電池総量(試算データ)

6.3.2 EV年間生産台数と電池総量(リアグラフ)