

「先進・革新蓄電池材料評価技術開発」

前倒し事後評価（2013年度～2017年度 5年間）

プロジェクトの概要 **（公開）**

2017年8月3日

NEDO スマートコミュニティ部 蓄電技術開発室

発表内容

評価軸の中項目

ポイント、内容

1. 事業の位置づけ・必要性

- (1) 事業目的の妥当性
- (2) NEDOの事業としての妥当性

- ・事業の目的
- ・事業の社会的背景
- ・関連する上位施策・戦略
- ・市場動向、特許動向、技術動向
- ・内外の研究開発動向
- ・NEDOの関与の必要性
- ・実施の効果

2. 研究開発マネジメント

- (1) 研究開発目標の妥当性
- (2) 研究開発計画の妥当性
- (3) 研究開発の実施体制の妥当性
- (4) 研究開発の進捗管理の妥当性
- (5) 知的財産等に関する戦略の妥当性
- (6) 中間評価への対応

- ・各種動向を反映した目標設定
- ・スケジュール、研究開発費用
- ・実施体制、実施者の技術的遂行力
- ・進捗管理・マネジメント
- ・他のNEDOプロジェクトとの連携
- ・知的財産戦略
- ・中間評価への対応

3. 研究開発成果

- (1) 目標の達成度と成果の意義
- (2) 成果の普及と知的財産権確保の取組

- ・開発目標と達成度
- ・研究開発成果
- ・成果の普及

4. 成果の実用化に向けた取組及び見通し

- (1) 成果の実用化に向けた取組
- (2) 成果の実用化の見通し

- ・実用化に向けた具体的取組
- ・成果の実用化の見通し
- ・波及効果

事業の目的

- 持続可能な低炭素化社会が急がれる中、蓄電池は電力需給構造の安定性強化、再生可能エネルギーの導入円滑化、スマートコミュニティ・次世代自動車の普及にとって核となるキーテクノロジー。技術開発によって低コスト化・高性能化を図る必要。
- 我が国の経済成長の視点で捉えても蓄電池は市場拡大が想定される成長産業。国内企業が付加価値の高い製品・サービスを開発し、外需を獲得することで貿易収支の改善に寄与していくことに期待。

本事業は、先進リチウムイオン電池※¹や革新電池※²の技術進展に合わせて、我が国の蓄電池関連産業界の共通指標として機能する材料評価技術（標準電池モデルの仕様、作製法、性能評価条件・手順等）を確立し、国内材料メーカーからの迅速な新材料提案や国内蓄電池メーカーの開発効率向上を促進することで、高性能・低コストの蓄電池の早期実用化を図ることを目的とする。

※1: 先進リチウムイオン電池:

高電位・高容量正極材料、高容量負極材料、高電圧耐性を有する電解質材料等を用いて、高性能化や高耐久化、低コスト化を図ったリチウムイオン電池。



※2: 革新電池:

リチウムイオン電池のエネルギー密度の工業的な限界(250Wh/kg程度)を超えての実用化が期待できる電池。全固体電池、多価カチオン電池、金属空気電池等

事業の背景

蓄電池への要求事項

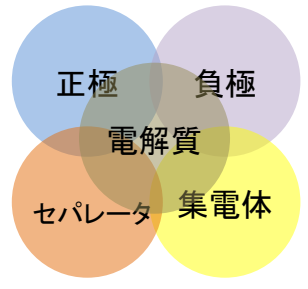
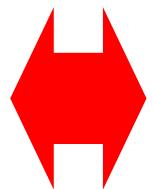
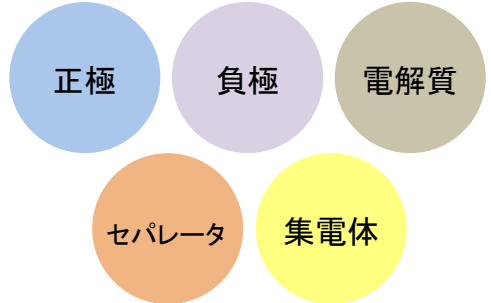


 材料要因 \geq 電池設計要因
 電池設計要因 $>$ 材料要因

材料メーカー、大学等



材料単体の特性向上

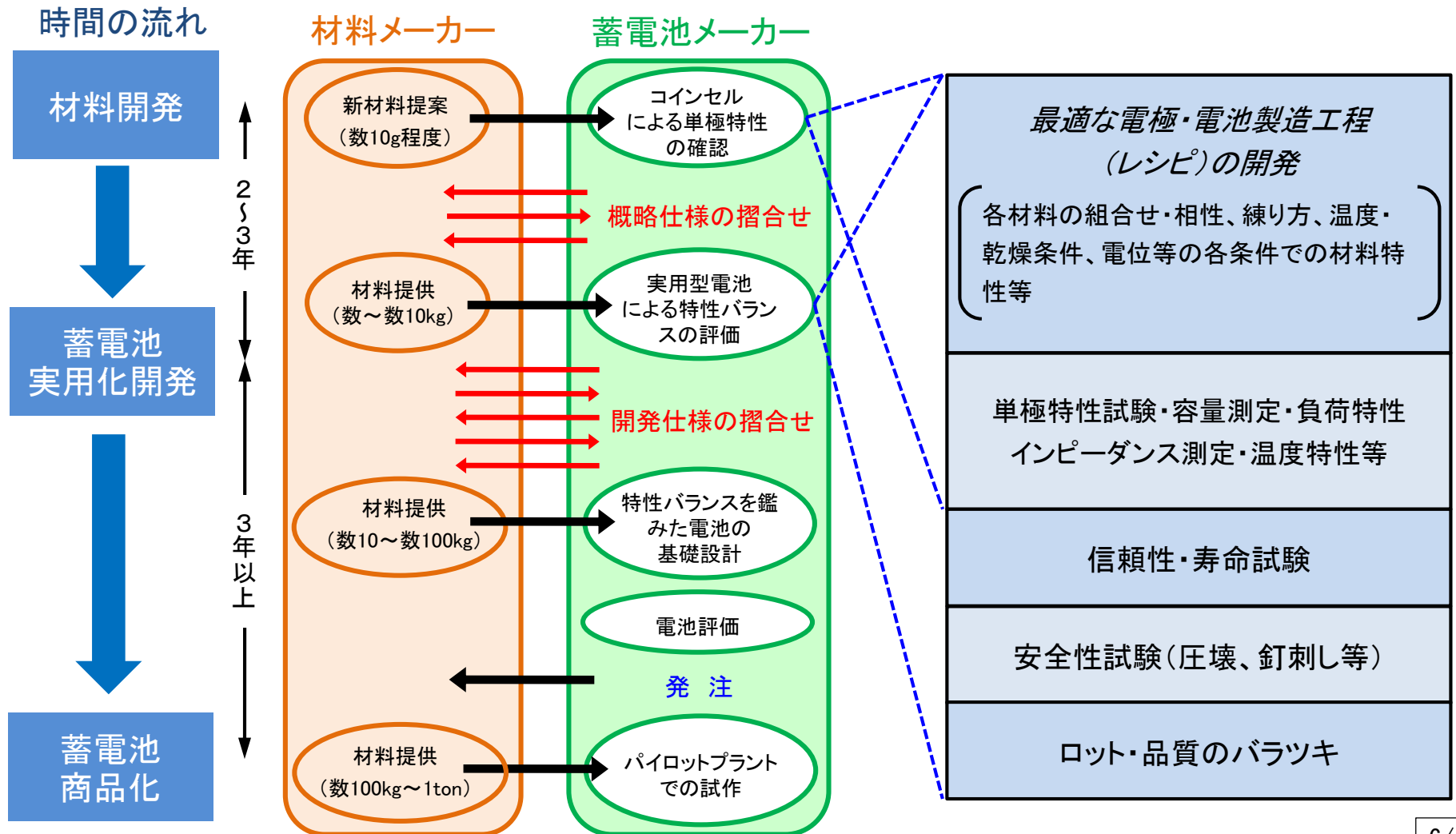


蓄電池としての実用性評価

- 実セルによる各種特性評価
- 構成材料間の相互影響把握
- セル量産プロセスへの適合

事業の背景

蓄電池材料の構造・組合せ、作製プロセス、評価条件・方法等のノウハウの蓄積は、蓄電池メーカーが他社製品との差別化を図るための生命線。評価方法・基準は蓄電池メーカーが個別に保有。蓄電池メーカー間、蓄電池-材料メーカー間で共通化されていない。そのため、新材料の実用化までに長期間を要している。



政策上の位置づけ

■関連する上位政策・戦略

エネルギー基本計画・第四次計画（2014年4月、閣議決定）

⇒ 蓄電池はエネルギーの需給構造の安定性強化に貢献する大きな可能性を持った技術であり、技術開発、国際標準化等により低コスト化・高性能化を図っていくとしている。

科学技術イノベーション総合戦略2014（2014年6月、閣議決定）

⇒ 電気エネルギーを有効に貯蔵する次世代蓄電池の実装化が重点取組として取り上げられ、研究開発を推進するとしている。

自動車産業戦略2014（2014年11月、経済産業省策定）

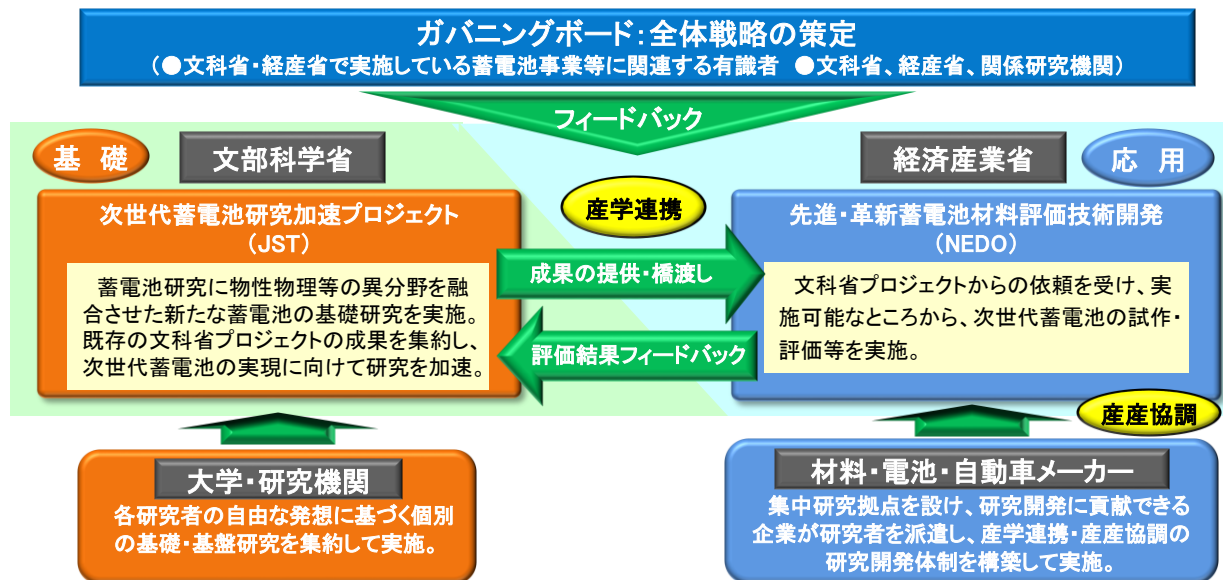
⇒ 技術開発の効率化とより高度な摺り合わせを実現するために産産・産学で協調して研究開発を進める重点分野の一つとして蓄電池が選定されている。

未来投資戦略2017（2017年6月、閣議決定）

⇒ 車載用蓄電池について、現在の液系リチウムイオン電池よりも安全面で性能が高い全固体リチウムイオン電池等の開発・実用化を加速するとしており、2020年に国内企業が車載用・電力貯蔵用の先端蓄電池の市場で年間5,000億円を獲得することを目指すとしている。

■未来開拓プロジェクト(2012年8月、経済産業省)

- 「未来開拓研究プロジェクト」とは、我が国の成長の糧となるイノベーションを創出する、開発リスクの高い革新的技術に関する中長期的な研究開発プロジェクトを国が主導するもの。
- 経済産業省、文部科学省による合同検討会で連携テーマを設定し、両省のプロジェクトを一体的に運営するガバナリングボードを設置し、基礎から事業化までの一貫通貫を目指す。
- 本プロジェクトは、平成25年8月に改正された「未来開拓研究プロジェクトの実施に関する基本方針」に基づき、同プロジェクトの一つとして実施している。

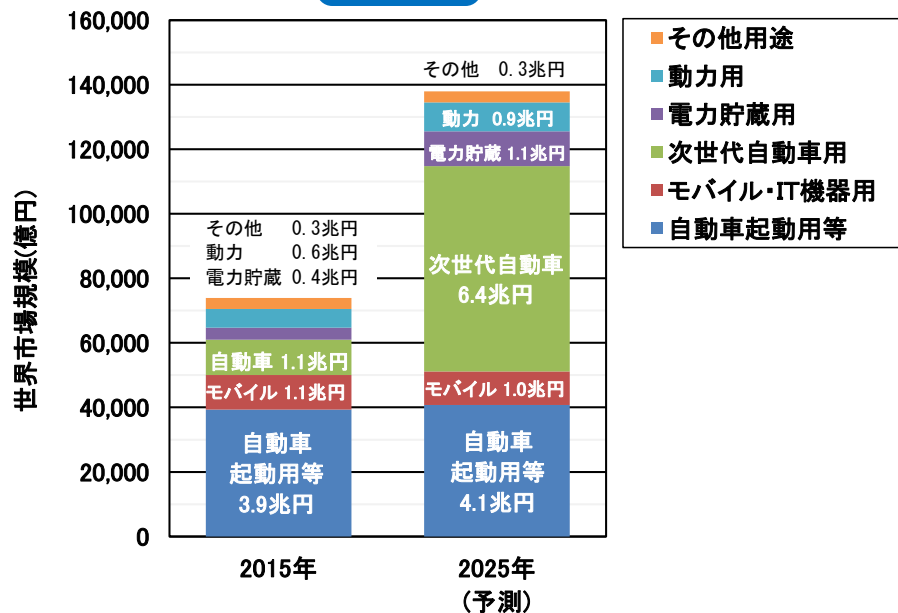


市場動向 ～蓄電池～

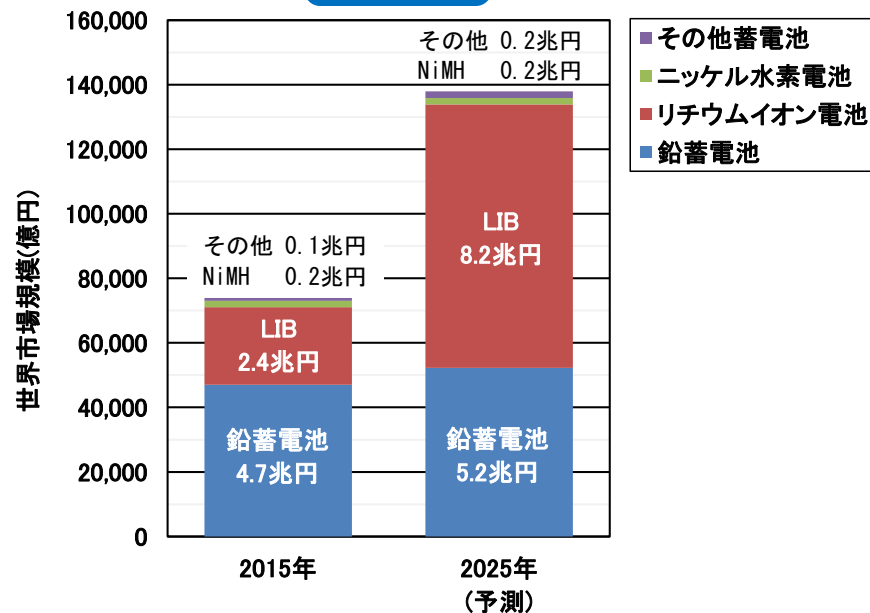
- 2015年における蓄電池の世界市場規模は約7兆円。今後、各用途でプラス成長が予想され、2025年には約14兆円に成長すると予測されている。車載用蓄電池の市場規模は現在、約1.1兆円であるが、今後、飛躍的に成長し、2025年には6倍の6.4兆円になると予測されている。
- 民生用の小型LIBは、国内蓄電池メーカーの世界シェアが低下し、2015年には20%程度まで落ち込み、中韓蓄電池メーカーの後塵を拝している。
- 一方、車載用蓄電池は高い技術水準が求められることに加え、車両設計との摺合せにも高い技術水準が求められることから、日本企業の技術力がビジネスの競争力に結び付く領域となっており、国内メーカーの世界シェアは約60%を確保している。ただし、今後は、民生用と同様に韓国・中国勢とのシェア獲得競争が激化することが予想される。

蓄電池市場の現況と将来予測

用途別



電池種別

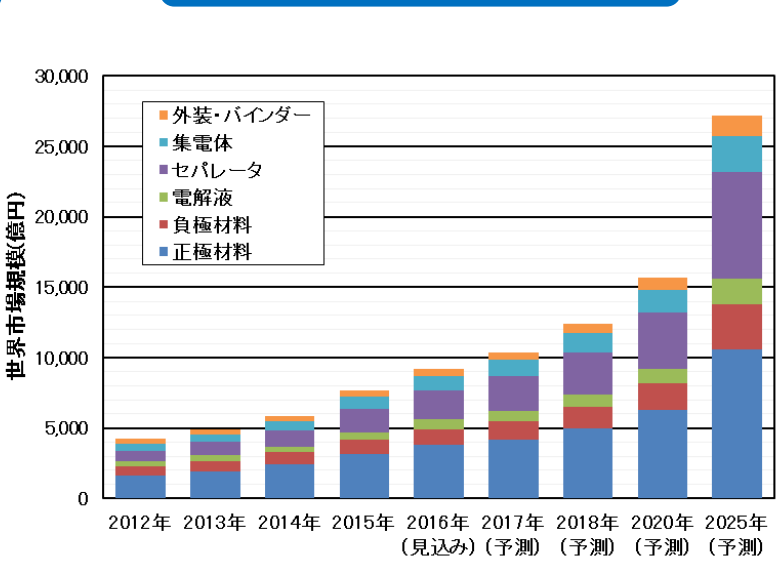


出典:「エネルギー・大型二次電池・材料の将来展望 2016」(株式会社富士経済)等に基づきNEDO作成

市場動向 ～リチウムイオン電池材料～

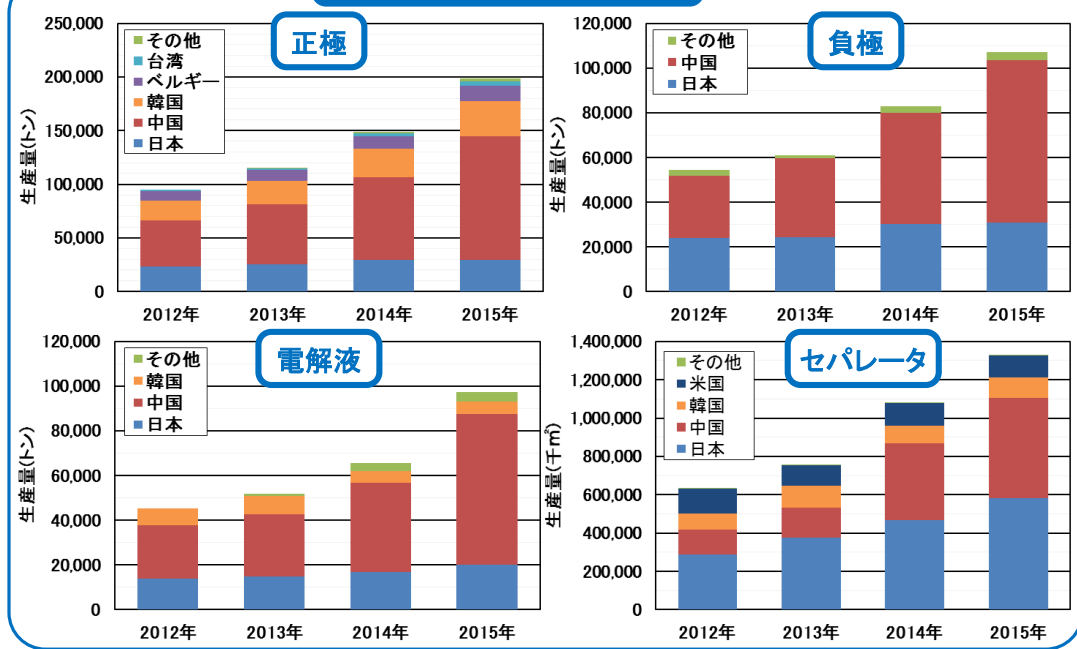
- 2015年におけるLIB材料の世界市場規模は約7,700億円。2025年には3.5倍の約2.7兆円になると予測されている。
- モバイル機器用セルの大型化・高容量化やEV・PHEV新モデルの市場投入等を受け、国内材料メーカーは生産量を堅調に増加させているものの、それ以上に価格競争力に優る中国材料メーカーの生産量が増加する傾向。
- 高品質品をリーズナブルな価格で提供する国内材料メーカーは高い市場シェアを獲得しており、車載用LIBに限定すると、2015年のシェアは正極材料が約65%、負極材料が約80%、電解液が約65%、セパレータが約60%といずれも世界トップである。
- 中国材料メーカーも、内需によってさらに技術力を高めた状態で海外展開を強力に推進してくることが予想される。そのため、日本材料メーカーは、ハイスpekク化と低価格化を両立させた新材料をユーザーが望むタイミング・スピードで供給していく必要がある。

LIB材料の市場規模推移と将来予測



出典:「エネルギー・大型二次電池・材料の将来展望 2014, 2015, 2016」(株式会社富士経済)等に基づきNEDO作成

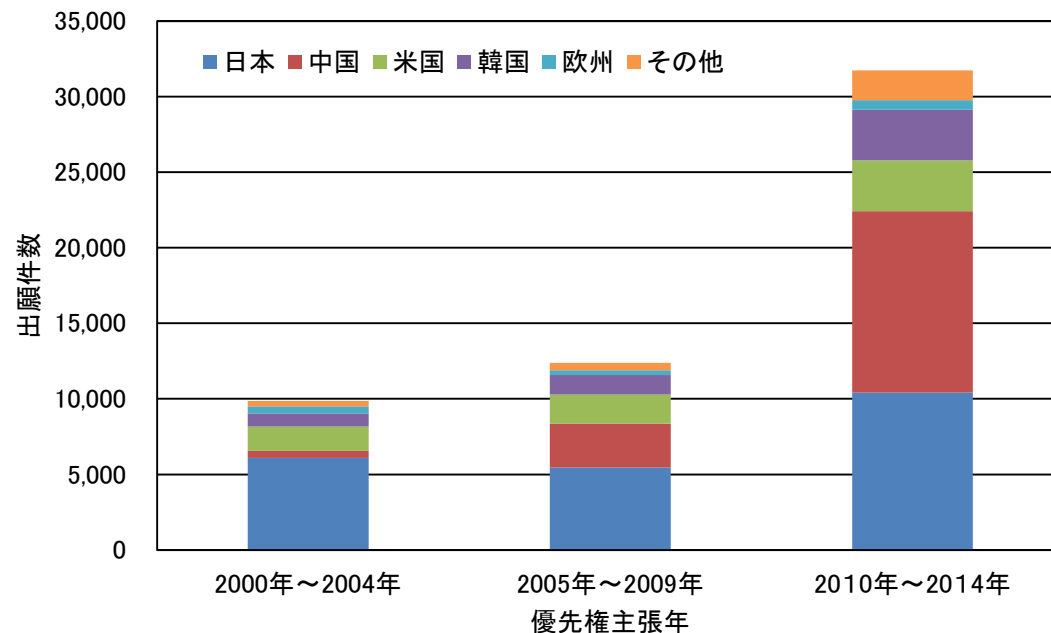
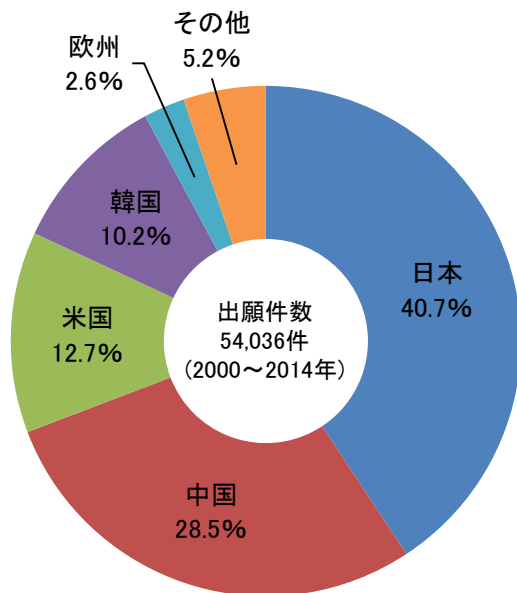
LIB材料の国別シェア推移



出典:「2014, 2015, 2016 電池関連市場実態総調査」(株式会社富士経済)等に基づきNEDO作成

特許動向 ～リチウムイオン電池～

- リチウムイオン電池の特許出願件数は、2000年代前半は約2,000件/年であったが、2010年以降、急増しており、3倍の約7,000年/年となっている。
- 過去15年間の累積の特許出願件数では、日本が4割を占め最多であるが、2010年以降は中国の出願件数が急増。
- 特許は実質的に技術を公開することに繋がり、実際、民生用LIBの市場で苦境に立たされていることから、特許出願・登録の件数が必ずしもグローバル市場の競争力に直結しないケースもあることに留意する必要がある。



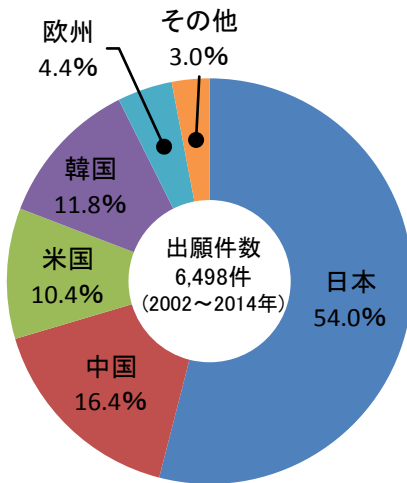
リチウムイオン電池の優先権主張国別出願件数

リチウムイオン電池の主要4か国の特許出願推移(5年区切り)

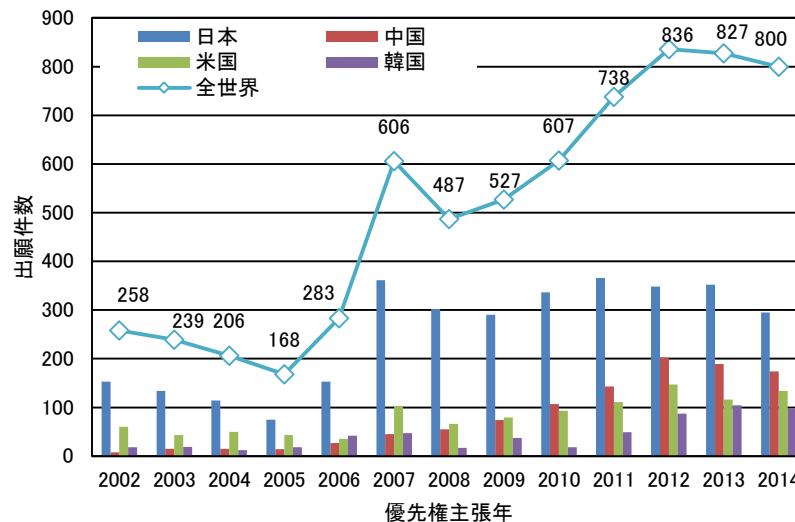
使用データベース : Derwent World Patents Indexに基づきNEDO作成

特許動向 ～全固体電池～

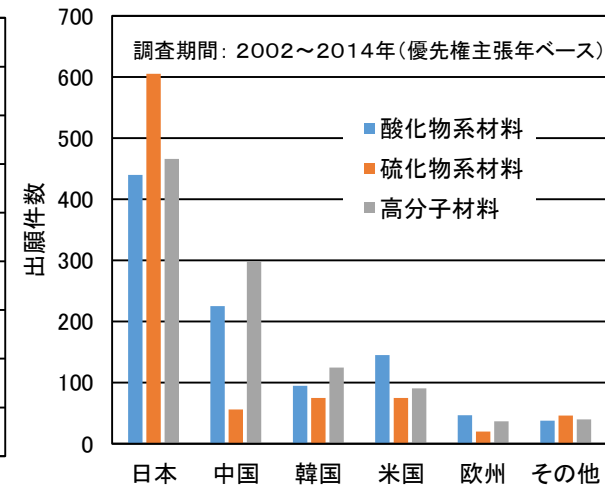
- 全固体電池の特許出願は、2006年以降、増加。出願人国籍別で見ると、総出願件数6,498件のうち、日本は3,509件で54%を占めており、他国に比べて圧倒的に多い。ただし、出願件数の推移で見ると、近年、日本は横這い傾向であるのに対して、中国、米国、韓国は増加の傾向にある。
- 硫化物固体電解質の特許出願は、他国と比べて、日本が圧倒的に多い。



全固体電池・出願国別出願件数の比率



全固体電池・主要4か国の特許出願推移

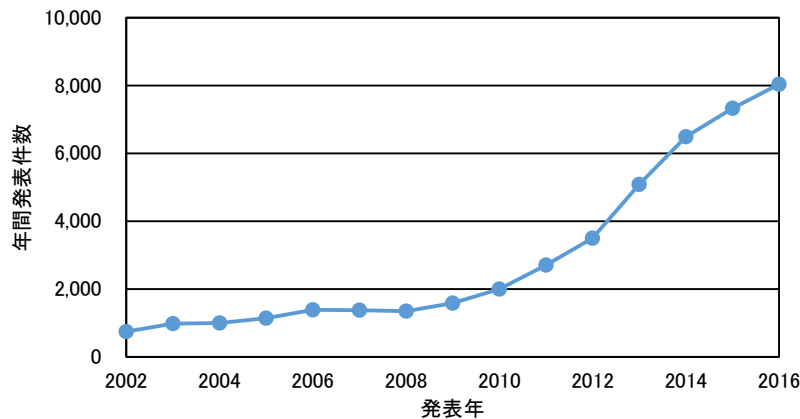


全固体電池・電解質材料別出願件数

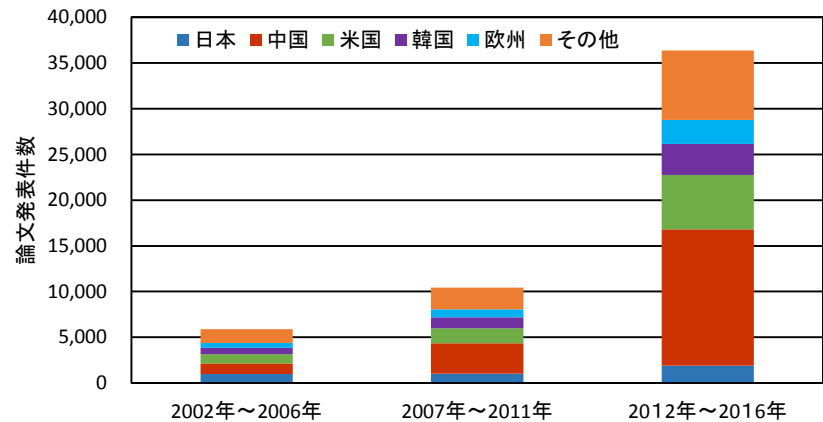
使用データベース : Derwent World Patents Indexに基づきNEDO作成

研究開発動向 ～論文～

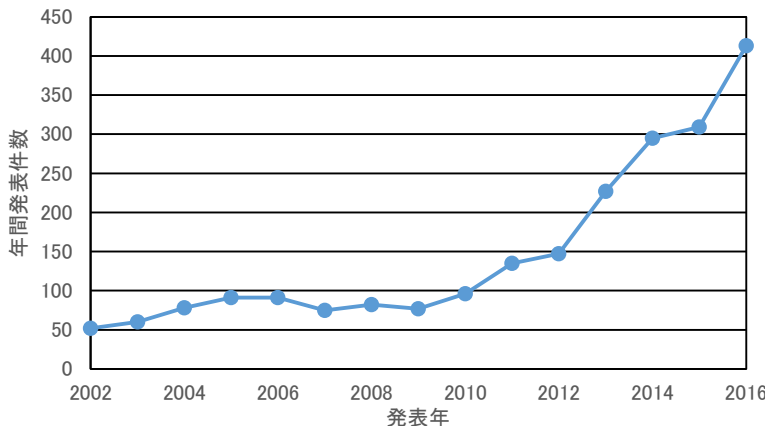
- リチウムイオン電池の論文発表件数は2010年以降、急増。論文の著者所属機関国籍別の発表件数で見ると、2007年以降、中国が大きく伸びており、直近5年間(2012年～2016年)でほぼ半数(45%)を占めている。
- 全固体電池の論文発表件数は2012年以降、急増。論文の著者所属機関国籍別の発表件数で見ると、日本は全体の約17%であり、特許出願件数の54%に比べると占有比率は小さい。



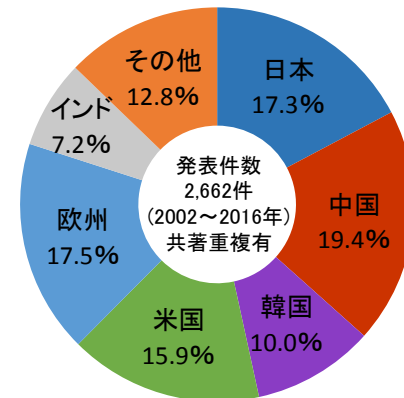
リチウムイオン電池の論文発表件数の推移



リチウムイオン電池・著者所属機関国籍別の論文発表件数



全固体電池・論文発表件数の推移



全固体電池・論文著者国籍別発表件数の比率
(共著重複カウントあり)

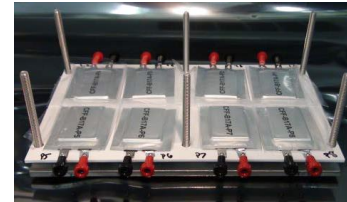
海外における電池試作・評価の取組み ～米国～

DOEの資金サポートにより、Argonne国立研究所に新材料の量産プロセスの検討設備(MERF)、0.4~2Ah級のラミネートセルや18650セルの試作設備(CAMP)、性能・寿命試験評価設備(EADL)、劣化解析設備等が整備されており、企業・大学等で開発された新規の蓄電池材料を第三者的な立場でベンチマークしている。

Materials Engineering Research Facility (MERF)



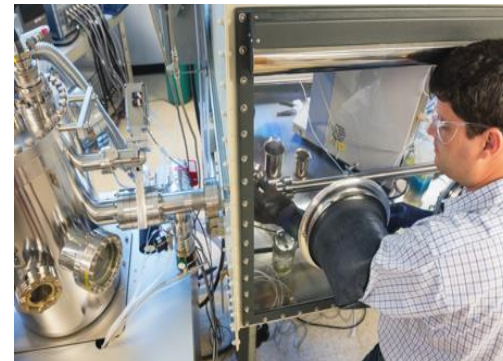
Cell Analysis, Modeling, and Prototyping (CAMP) Facility



Electrochemical Analysis and Diagnostics Laboratory (EADL)



Post-Test Diagnostic Facility



海外における電池試作・評価の取組み ～ドイツ～

Münster Electrochemical Energy Technology (MEET)

Münster大の蓄電技術研究センター。Nordrhein-Westfalen州、連邦教育研究省(BMBF)、連邦経済エネルギー省(BMWi)等が資金サポートを行っている。ラミネートセルの試作ラインを保有。また、20Ah級セルの特性評価が可能。BMW、BOSCH等、30社以上の企業と連携した実績がある。



出典:MEET Batterietag NRW 2016 他

ZSW Laboratory for Battery Technology (eLaB)

Baden-Württemberg州の資金サポートでZSWに設立されたプラットフォーム型の研究センター。18650型、ラミネート形、角形セル(20Ah級)の試作・評価設備を保有。BASF、BMW、Daimler、BOSCH等の80社以上の企業と連携した実績がある。



出典:ZSW HP 他

全固体電池の研究開発動向

主要国の技術開発プロジェクトにおいて全固体電池のテーマが増えつつある。また、グローバルな自動車・自動車部品・蓄電池メーカーも全固体電池のベンチャーを買収・傘下に収めることで実用化の動きを見せている。

主要国の技術開発プロジェクトにおける取組

海外企業における取組

米 国	DOE/ARPA-Eが全固体LIBを対象とした研究開発プロジェクト「IONICS」で、2016年に下記開発が開始されている。予算総額は3,700万ドル。	
	主な参画機関	開発テーマ
	Pennsylvania州立大学	独自の低温焼結技術を用いた複合構造の酸化物系固体電解質
	Colorado大Boulder校	全固体LIBのセル製造時間を短縮する瞬間焼結法
	Iowa州立大	ガラス系電解質の低コスト製造プロセス
	Oak Ridge国立研究所	ガラス系電解質及び低コストセル化技術
	24M	Roll-to-Roll法で製造可能な有機・無機固体電解質の保護層を設置したLi-metal負極電池
	Sila Nanotechnologies	固体電解質を軟化させて正極とセパレーターに接合する製造プロセス
	Ionic Materials	Li-metal負極電池用のポリマー電解質及びポリマー複合体正極
PolyPlus Battery	Li-metal薄膜とガラス系電解質薄膜で構成される電極・セパレータ複合体	
韓 国	韓国エネルギー技術評価院が2012年に策定した「EV用エネルギー貯蔵システムロードマップ」において、全固体LIBをコア技術として掲げ、リチウムイオン伝導固体電解質材料技術や固体電解質/電極界面性能向上技術、全固体LIBの製造技術の研究開発を実施している。	
EU	Horizon 2020のプロジェクト「HS-GLASSion」で、2015年から無機ガラス系固体電解質を用いた薄膜LIBを開発している。	
ドイツ	2016年開始の連邦教育研究省の車載用及び定置用蓄電池向けの電池材料の研究開発プログラム「Batterie 2020」の中で、全固体LIBを開発している。	
中国	第13次5カ年計画の指針に基づいた国家重点研究開発計画の「新エネ車試行特別プロジェクト」で全固体LIBが重点プログラムの1つに選定、今後研究開発を開始するとしている。	

Volkswagen (ドイツ)	硫化物固体電解質の特許を出願している米国Stanford大発のベンチャーQuantamScapeの株式を2015年に取得。	
Bosch (ドイツ)		<p>Seeoの ドライポリマー全固体LIB</p> <p>容量11Ah エネ密度220Wh/kg</p>
Dyson (英国)		<p>Sakti3の 酸化物系薄膜全固体LIB</p>
Ilika (英国)		<p>Ilikaの 酸化物系薄膜全固体LIB</p> <p>サイズ0.1cm 容量250µAh</p>
Samsung SDI (韓国)		<p>Samsung-Japanの 硫化物系全固体LIB</p> <p>容量2Ah エネ密度175Wh/kg</p>

NEDOの関与の必要性

- ① 業界全体の競争力強化（公共性・汎用性）
- ② 学術成果の産業技術への引き上げ
- ③ 開発リスク・ハードルの高さ
- ④ 関係者間の利害調整
- ⑤ 材料評価技術開発の技術蓄積、マネジメント経験
- ⑥ 蓄電技術開発プロジェクトの一体的マネジメント
- ⑦ 省庁間連携

本プロジェクトはNEDOが関与すべきもの。

実施の効果

成果(材料評価技術)の産業界への普及・定着

①新材料の開発効率向上及び開発期間短縮

②材料メーカーの自社開発品の正確なポテンシャル把握

③LIBTECによる材料評価のワンストップサービスの提供

④我が国蓄電池関連産業の技術力の底上げ

蓄電池材料
約2.7兆円

世界市場規模
@2025年

蓄電池(蓄電デバイス)
約8.2兆円

次世代自動車:25~30兆円
スマートコミュニティ:20~30兆円
モバイル・IT機器:70~100兆円

5年間総事業費:23.3億円(5年間)

⇒ 費用対効果が高い。

研究開発目標

プロジェクトのねらい

- ソフトインフラの開発であるため、「何時までに何をするのか」の観点で、「先進LIBは3年間、全固体電池は5年で評価技術を開発する」ことを目標として設定。また、成果(評価技術)に有用性を持たせるため、性能向上効果だけでなく、寿命、安全性・信頼性まで評価可能なものを開発することを目標に掲げた。
- 先進LIB及び全固体電池は現時点で研究開発段階。ベンチマークとなる製品は存在しない。標準材料の選定・調達に始まり、電池構造及び作製プロセスの検討等を経て、寿命、安全性・信頼性まで評価可能な技術を先取りして開発し、産業界の共通指標(ものさし)とすることにより、国内の材料・蓄電池メーカーによる市場差別化された製品の実用化を促進させる。

中間目標(H27年度末)

先進リチウムイオン電池に用いられる新規材料について、初期特性、保存・サイクル劣化等の寿命特性、安全性・信頼性を評価する技術を開発する。

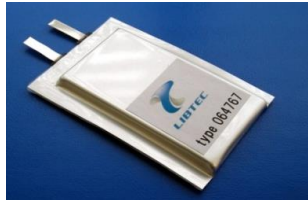


最終目標(H29年度末)

革新電池のうち全固体電池に用いられる新規材料について、初期特性、保存・サイクル劣化等の寿命特性、安全性・信頼性を評価する技術を開発する。また、必要に応じ、先進リチウムイオン電池の材料評価技術について、蓄電池及び電池材料の開発の進展に対応した見直し・追加を行う。

研究開発スケジュール

▼ 中間評価

▼ 前倒事後評価

	H25fy(2013)	H26fy (2014)	H27fy (2015)	H28fy (2016)	H29fy (2017)
<p>先進LIB</p>  <p>1Ah級 ラミネート標準電池モデル</p>		<p>標準電池モデル(4タイプ)</p> <p>試作仕様書(4タイプ)</p> <p>評価手順書(4タイプ)</p>		<p>技術進展に対応した 評価技術の見直し</p> <p>開発技術の妥当性検証 (組合員等の開発材料の評価)</p>	
<p>全固体電池</p>  <p>2mAh 圧粉成型型／標準電池モデル</p>	公 募	<p>圧粉成型型</p> <p>標準電池モデル</p> <p>試作仕様書</p> <p>評価手順書</p>		<p>技術進展に対応した 評価技術の見直し</p>	
 <p>8mAh 50mAh シート成型型／標準電池モデル</p>		<p>シート成型型</p> <p>標準電池モデル</p> <p>試作仕様書</p> <p>評価手順書</p> <p>開発技術の妥当性検証 (組合員等の開発材料の評価)</p>			

研究開発費

- 先進LIBの評価技術開発では、「次世代蓄電池材料評価技術開発」(H22～H26年度)で導入した取得した研究開発資産を利活用することを原則として、現象・メカニズム等の理論的裏付けデータを取得するため分析・測定装置を導入。
- 全固体電池の評価技術開発は新規での実施のため、グローブボックス、圧粉体成形用プレス、正極活物質への電解質コーティング装置、電極・電解質シート塗工装置、塗工装置製造装置等を導入。

(単位:百万円)

研究開発テーマ		H25FY	H26FY	H27FY	H28FY	H29FY 予定	合計
先進LIB	(1) 高電位正極(PJ-1)	51	57	60	55	47	270
	(2) 高容量正極(PJ-2)	21	85	56	52	43	257
	(3) 高容量負極(PJ-3)	27	94	60	90	71	342
	(4) 難燃性電解液(PJ-4)	57	58	71	93	77	356
	(1)～(4) 小計	156	294	247	290	238	1,225
革新電池 (全固体電池 :PJ-5)		107	160	256	210	165	898
共通的評価技術の開発		43	70	97	0	0	210
合計(NEDO委託費)		306	524	600	500	403	2,333

研究開発の実施体制



リチウムイオン電池材料評価研究センター

○LIBTEC (組合員17法人中12法人が参加)

- 旭化成(株)、(株)クラレ、JSR(株)、JNC(株)、
- 信越化学工業(株)、住友ベークライト(株)、大日本印刷(株)、
- 東レ(株)、凸版印刷(株)、日産化学(株)、(株)日本触媒、
- 日立化成(株)、富士フイルム(株)、三井化学(株)、三菱化学(株)、
- 三井金属鉱業(株)、(国)産業技術総合研究所

○連携研究機関(6法人)

- トヨタ自動車(株)、日立マクセル(株)、パナソニック(株)、
- (株)本田技術研究所、日産自動車(株)、大阪府立大学

運営委員会

技術委員会

知財委員会

アドバイザー委員会

蓄電池・自動車メーカーの専門家が参加

外部活動提言委員会

LIBTEC活動に対する学識者からの助言



LIBTEC理事長 吉野 彰

成果の提供・橋渡し



文科省/JST 次世代蓄電池 研究加速PJ



評価結果 フィードバック

解析結果 フィードバック



経産省/NEDO 革新型蓄電池 実用化促進基盤技術開発 (RISING2)



モデル電池 提供

個別プロジェクト毎の実施体制

- 連携研究機関として参画するユーザー企業を増やすことで直接的な関与を拡大し、ユーザー側にとっても有用性ある技術に仕上げる。
- 全固体電池に関しては、JST・次世代蓄電池研究加速プロジェクト(ALCA-SPRING)に参画する大学・研究機関との連携関係を構築し、同プロジェクトで開発された新材料・技術进行评估。
- LIBTECに賛助会員制度を新設し、材料メーカーからの新材料サンプルの提供を活性化させ、試作・評価の実績を蓄積し、開発技術の有用性を業界に認知させる。(現時点で、賛助会員9社が新材料サンプルを提供)



【注記】

- ・橙枠はLIBTEC組合員、緑枠は連携研究機関
- ・点線囲みの企業は平成27年度までの参加
- ・★印の企業は平成28年度から新たに参加

進捗管理

NEDO (PM)による進捗管理

- 個別プロジェクト毎に過去の業務経歴も見据えた上で担当者を配置。LIBTEC側の担当者と密に情報・意見交換しながら、助言を行う等のきめ細かいマネジメントを行い、成果の最大化を図った。
 - ① 2～3ヶ月に1回、NEDO担当者がLIBTECを訪問し、研究開発状況や導入設備を確認。
 - ② 1回／半年を目途にLIBTECより研究進捗報告を受けている。
 - ③ LIBTECより、毎月の予算執行状況の報告を受け、研究設備の導入や消耗品の購入状況から研究に遅延が発生していないことを把握。
- 本プロジェクトを対象として、外部有識者で構成される「NEDO技術委員会(蓄電技術開発)」を過去4回、開催。技術的な助言やプロジェクト全体の運営管理に関する助言をもらい、プロジェクト推進部として留意すべきことや追加的に対応すべきこと等の有無を点検した。

LIBTEC (PL)による進捗管理

- LIBTEC内に先進LIBと全固体電池のテーマでPLを補佐する者をそれぞれ置き、さらに5つの個別プロジェクトのリーダーを置く形で、研究開発進捗を管理。
- 毎週のLIBTEC幹部会議で個別プロジェクトの各リーダーが進捗状況をPLに報告。
- 毎月、個別プロジェクト毎にPLに対する報告会を開催。
- 2～3ヶ月に1回、組合員企業も含めた進捗報告会を開催。提供を受けた材料サンプルの特性評価結果の報告、課題の確認、材料サンプル等の提供依頼等を実施。

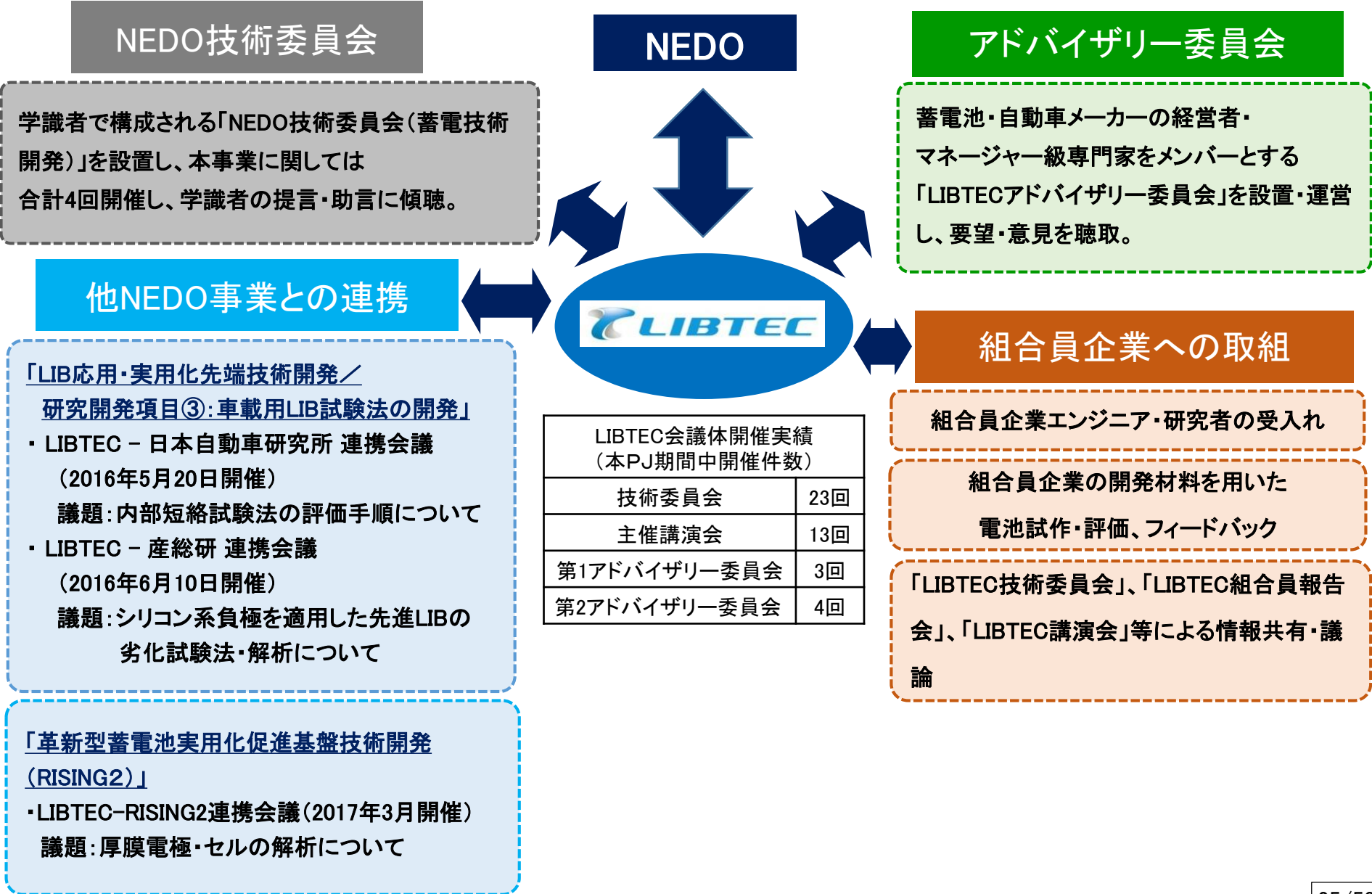
NEDO技術委員会(蓄電技術開発)の開催実績

	開催日	議題	進め方
第3回	2014年3月5日	開発進捗状況	・主に安全性評価試験法の開発について、議論し助言をもらった。
第6回	2015年4月10日	開発進捗状況	・中間目標達成に向けた助言をもらうとともに、プロジェクトの成果を分かり易く整理することが必要であるとの指摘を受けた。
第9回	2016年5月13日	進捗及び今後の進め方	・6人の常任委員に加えて、蓄電池材料や電池解析技術に見識のある有識者4名を非常任委員として招き、開発した評価法の妥当性検証の進め方も含め幅広く助言・意見をももらった。
第13回	2017年4月5日	達成状況	・前倒し事後評価、及び最終目標達成に向けて、開発した評価法の実用化も含めて幅広く助言・意見をもらった。

技術委員会
メンバー構成

氏名		所属・役職
佐藤 祐一	委員長	神奈川大学 工学研究所 名誉教授
鷺島 真一	常任委員	群馬大学大学院 工学系研究科 教授
松本 孝直		電池工業会 部長
三田 裕一		電力中央研究所 材料科学研究所 上席研究員
森田 賢治		日本自動車研究所 FC・EV研究部 主任研究員
山木 準一		九州大学 名誉教授
小久見 善八	非常任委員	京都大学 産官学連携本部 特任教授
西尾 晃治		京都大学 産官学連携本部 特任教授
仁科 辰夫		山形大学大学院 理工学研究科 教授
松原 英一郎		京都大学大学院 工学研究科 材料工学専攻 教授

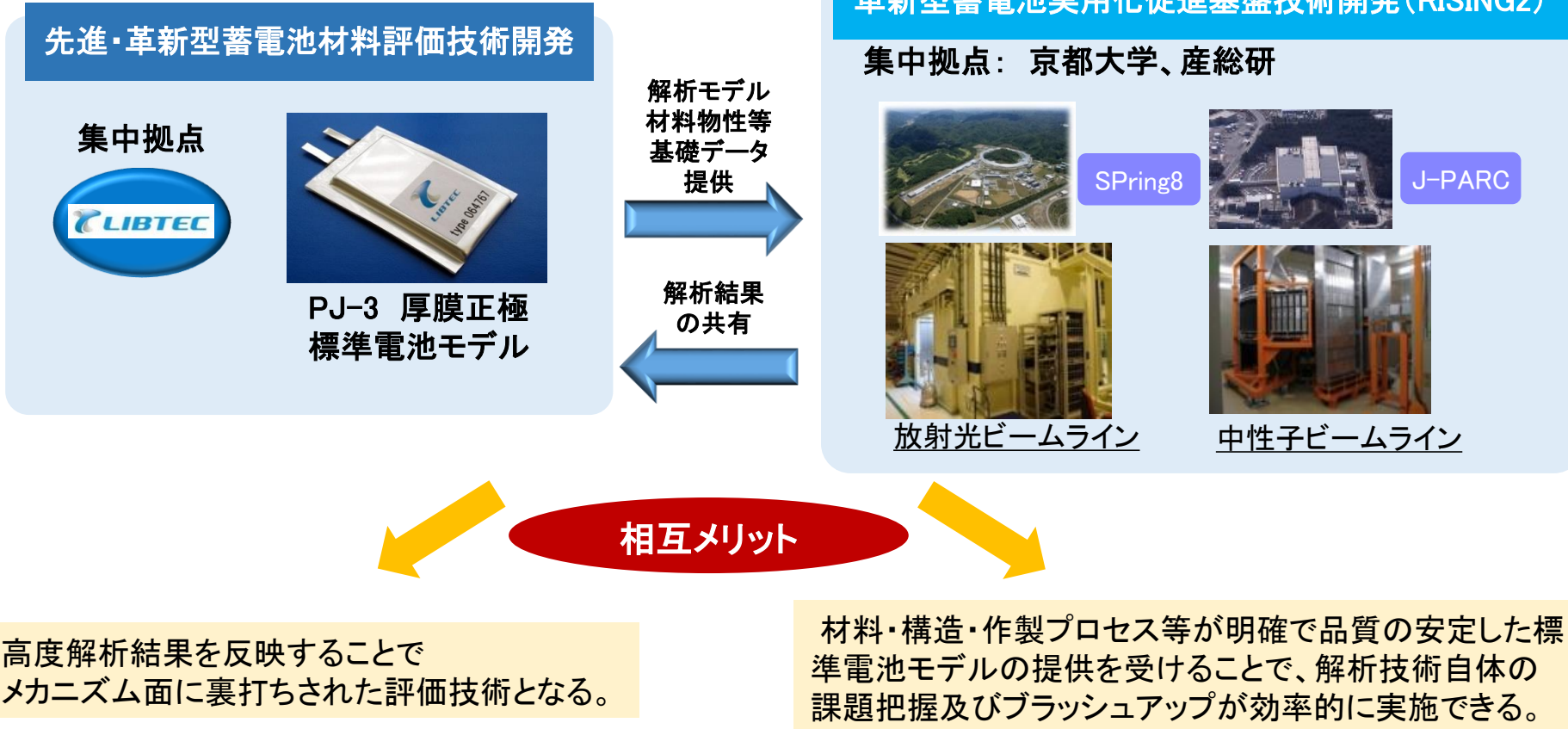
成果の活用・実用化の担い手・ユーザー等に対する運営管理



「革新型蓄電池実用化促進基盤技術開発(RISING2)」との連携

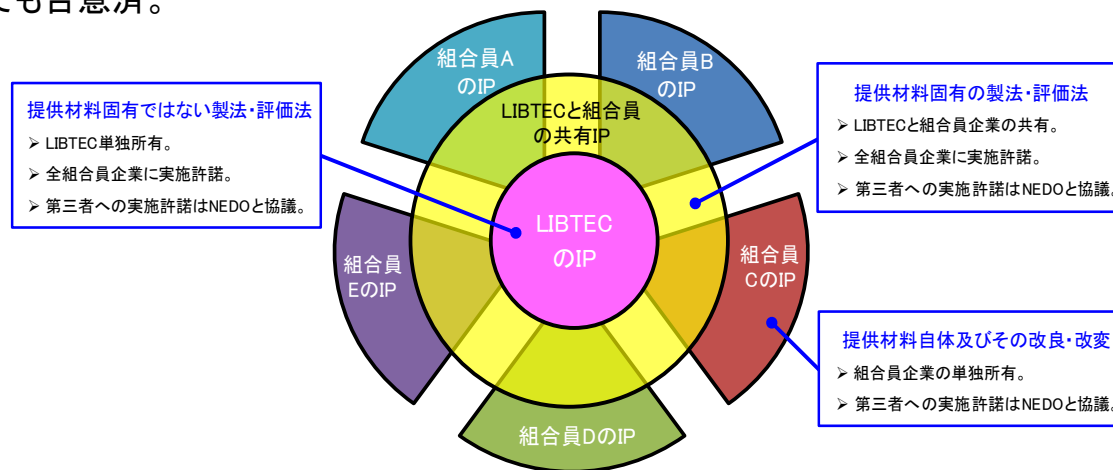
RISING2のスタート当初より連携関係を構築。RISING2の高度解析技術の開発(技術検証)に使用するため、標準電池モデルを2016年9月より提供している。また、「LIBTEC-RISING連携会議」を設置して、提供した標準電池モデルの解析結果の情報共有と意見交換を行っている。

LIBTEC-RISING2連携会議



知財戦略・取扱い合意内容

- 開発成果(材料評価技術)は、国内蓄電池・材料メーカーが市場競争力を有した製品を創出するため研究開発段階で使用するツールであり、フォーラム標準に近い性質を持つ。そのため、ノウハウ(ブラックボックスのクローズ領域)として取り扱い、特許出願やデジュール標準化は行わない方針。
- 「NEDOプロジェクトにおける知財マネジメント基本方針／運用ガイドライン」に基づき、当該プロジェクトの「知的財産権取扱い規定」を策定し、LIBTECの知財委員会で承認済み。
- 知的財産の帰属と実施権は、発明の主題が①組合員の提供した材料サンプル自体(改良・改変も含む)、②材料サンプルに固有の製法・評価法、③材料サンプルに固有ではない製法・評価法の3種類のカテゴリーに分類して設定。
- 秘密漏洩防止、技術情報流出防止に対する対応は以下の通り。
 - ①認証IDによる個別プロジェクト専用居室への入退室許可制
 - ②サンプル・図面、試作仕様書、評価基準書等(電子媒体を含む)の外部持ち出し不可
 - ③社用PC、社外電子メールの監視等
- 秘密保持の取扱いに対しての対応は以下のとおり。
 - ①「情報管理規程」の下での保護(賠償請求有)を基本に研究者個人と守秘契約締結。
 - ②組合員の脱会時の対応についても合意済。





中間評価への対応(1)

指摘事項	対応
<p>①一部で、成果の実用化に向け蓄電池・自動車メーカーに提案できる評価技術を確立できていない状況が見受けられる。早い段階で蓄電池・自動車メーカーの助言を受ける方がよい。</p>	<p>「一部で」とは、具体的にはPJ-1(高電位正極)が該当と判断(標準電池モデルにおいて電解液の分解によるCO₂等のガス発生が起きていたため)。中間評価以降は、正極活物質の表面被覆、カーボネート系に替えてフッ素系電解液の適用、電解液添加剤の適用等により、ガス発生を抑制したモデルに改良した。</p> <p>蓄電池メーカー8社、自動車メーカー6社の専門家で構成されるアドバイザリー委員会を開催し、これまでの開発成果を説明し、意見・助言をすくい上げた。また、平成28年度から新規の連携研究機関として自動車メーカー2社が参画し、評価技術開発の体制を強化した。</p>
<p>②PJ-5(全固体電池)については、標準電池モデル作製レベルの向上をさらに図り、最終目標に向けての課題と解決の道筋をつけてほしい。</p>	<p>中間評価段階での標準電池モデルは電極・電解質等の粒子界面を加圧力のみで接合しているため、電池特性が加圧力の影響を受けており、材料自体の良・不良を判定し難いという課題があった。そのため、バインダーの添加も組み合わせ、より実用状態に近いシート成形電池モデルの開発に取り組んだ。</p> <p>また、組合員企業から全固体電池の開発経験者を出向研究員として受け入れて開発体制の強化を図った。さらに、全固体電池の研究実績を有する大阪府立大学、産業技術総合研究所等、JSTのALCA/SPRINGプロジェクトの「全固体電池チーム」との連携を強化した。</p>
<p>③材料評価に高いノウハウが必要であることは十分理解できるが、長期にノウハウとすることは困難であり、<u>知の共有と活用に対する検討が望まれる。</u>国内の材料・蓄電池産業の双方が<u>メリットを享受できる方向で、まずは当事業の参加者の中での検討推進が望まれる。</u></p>	<p>当初より、開発した評価技術は国内関係者に広く共有し、産業界の共通指標として定着させる方針である。</p> <p>成果の担い手となる材料メーカーとの知の共有・活用については、「LIBTEC技術委員会」を開催し、これまでの開発成果を材料メーカー16社に周知するとともに、電池試作・評価活動におけるサンプル提供を呼び掛けた。</p> <p>国内材料・蓄電池産業の双方のメリット享受に関しては、本プロジェクトの開発技術は、原則として国内蓄電池メーカーでの新製品開発への活用を優先させることとして、プロジェクト参加者間で合意を形成している。</p> <p>全固体電池(PJ-5)の評価技術については、今後、開発成果を国内産業界・学会に開示することにより、新規参入企業や異分野の研究者にも門戸を開き、産業・研究開発の底上げと裾野の拡大を図っていく予定。</p>

中間評価への対応(2)

指摘事項	対応
<p>④成果を広く国内の材料産業に普及・活用するためには、LIBTECのノウハウ部分をブラックボックス化して保護すること等により、プロジェクト成果としての材料評価技術を組合員以外のメーカーも活用できる枠組みを検討することが重要と考える。</p>	<p>平成28年度よりLIBTECに「賛助会員制度」を新設した。これにより、組合員以外の材料メーカーからも新材料サンプルを受け入れ、電池試作・評価と評価結果のフィードバックが可能となった。平成28年度に6社、平成29年度(5月末時点)に3社が賛助会員登録を行い、本プロジェクトで開発した材料評価技術を活用している。</p> <p>なお、守秘義務のある組合員企業と区別する形で、賛助会員に対しては、評価する電池系の簡単な構成の開示と評価結果のみのフィードバックとし、ノウハウが含まれる試作仕様書や性能評価手順書は非開示としている。また、試作したセル・電極等は提供しないこととしている。</p>
<p>⑤作製・プロセスを支配する原理の解明に関しては、スラリーのシミュレーションなど一部に留まっており、より広い展開が望まれる。</p>	<p>プロセス因子に大きく支配される電極内空隙構造のマイクロX線CT観察技術の開発を行った。また、全固体電池に関して、作製プロセスに依存する合剤負極のイオン伝導率の分離解析やシミュレーション技術等の開発を行い、リチウム dendrite 短絡の抑制に繋げている。</p>
<p>⑥海外での企業・国を越えた連携に係る情報を収集し、日本の高い蓄電池技術の維持・発展に貢献するように進めて欲しい。</p>	<p>海外における蓄電池研究開発の動向調査を平成28年度に実施し、本分科会資料の第1章にその内容を反映した。</p>
<p>⑦標準電池製作の仕様書作成が主な目的であると見えるため、材料メーカーへのフィードバックなど、その後の過程が分かり難い。</p>	<p>材料メーカーへのフィードバックは、標準電池モデルでの性能評価結果だけではなく、材料の問題点や改良の方向性を示唆する解析・評価データも提示するようにした。例えば、PJ-5でメーカーから提供を受けたバインダー材料を例に述べると、塗工用スラリーにした際の経時安定性等プロセス要因も含めた評価結果を材料メーカーに提示している。</p>
<p>⑧何を以て「評価手法が妥当である」と言えるのか、そのロジックを明確にして頂きたい。</p>	<p>技術面での妥当性のロジックとしては、相対評価の優劣判定となることから、基準となる標準電池モデルの性能バラツキが小さいことが重要であると考えている。また、材料メーカーの開発への貢献という観点から、上記⑦と同様、材料の問題点や改良の方向性を示唆するデータを得るための個別解析手法もセットで開発した。例えば、Si系負極であれば、dV/dQ電位解析やdT/dQ厚み解析で電極の膨張収縮や充放電モードの差異に着目する等、メカニズム面での解析・解釈にまで踏み込んだ評価技術を開発することとした。</p>

標準電池モデルの構成

研究テーマ		先進LIB				革新電池
		PJ-1: 高電位正極	PJ-2: 高容量正極	PJ-3: 高容量負極	PJ-4: 難燃性電解液	PJ-5: 全固体電池
標準材料	正極	LNMO	213固溶体	LFP NCA NCM	高電位LCO	NCM 有機硫黄系
	負極	天然黒鉛	天然黒鉛	SiO/黒鉛	人造黒鉛	人造黒鉛
	電解質	フッ素系	EMC/EC系 (添加剤入り)	EMC/EC系 (添加剤入り)	EMC/EC系 (添加剤入り)	Li-P-Sガラス系 アルジロダイト結晶系
	セパレータ	ポリオレフィン	ポリオレフィン	ポリオレフィン	ポリオレフィン	—
外観		 <p>ラミネートセル(1Ah)</p>				 <p> 圧粉体成形セル (2mAh) シート成形セル (8mAh) シート成形セル (50mAh) </p>

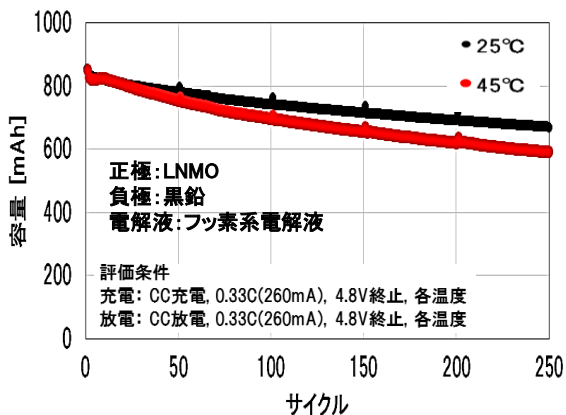
高電位正極(PJ-1)の開発成果と達成度

研究開発項目	最終目標 (H29年度末)	成果	達成度
標準電池モデルの策定	<ul style="list-style-type: none"> 標準電池モデルの策定 ガス発生メカニズムの解明 	<ul style="list-style-type: none"> 正極LNMO、天然黒鉛負極、フッ素系溶媒を用いた電解液、PPセパレータの組合せで1Ah級の標準電池モデルを策定。この標準電池モデルは、ガス溜まり及び電池加圧構造によりガス発生の影響を低減。 ガス発生について、カーボネート系電解液では、溶媒が正極で酸化分解されてCO/CO₂が発生することを確認。大量のH₂の発生は放電末期に貴に分極した負極での溶媒の還元分解に起因するとの示唆を得た。フッ素系電解液は正極での反応抑制でガス発生量が大幅に低下することを確認。 フッ素系電解液を用いた標準電池モデルの充放電サイクルにおける容量低下の主要因は、正極の容量低下と正負極間のSOCズレであることを明らかにし、電池極板の歪みについては、捲回構造電池の変形前後や積層構造電池において電池特性の差異がないことにより、容量劣化に影響しないことを確認。 	◎
標準電池モデルの試作仕様書の策定	電池モデルの試作仕様書の策定	<ul style="list-style-type: none"> 策定した標準電池モデルについて、量産を想定した試作製仕様書を策定。 	○
性能評価手順書の策定	性能評価手順書の策定	<ul style="list-style-type: none"> 高電位正極電池用性能評価手順書として、民生用途だけでなく、BEV、HEV用途等も策定。 非破壊劣化解析法としてdV/dQ解析による電池容量の分解手法の手順書を策定。 	◎
新材料サンプルの受入れと電池試作・評価	組合員提供材料による電池試作・評価の目標件数 H28年度: 15件 H29年度: 20件	<ul style="list-style-type: none"> 開発した評価法を用いた電池試作・評価について、H28年度は目標の15件を大幅に上回る43件のサンプルの評価を実施し、H29年度は6月の時点で6件のサンプルの評価を実施。電解液や正極材等の各種サンプルの評価解析を実施することにより、材料の相対評価が可能なレベルの評価技術であることを確認。 	○

高電位正極(PJ-1)の成果の一例

開発内容・成果

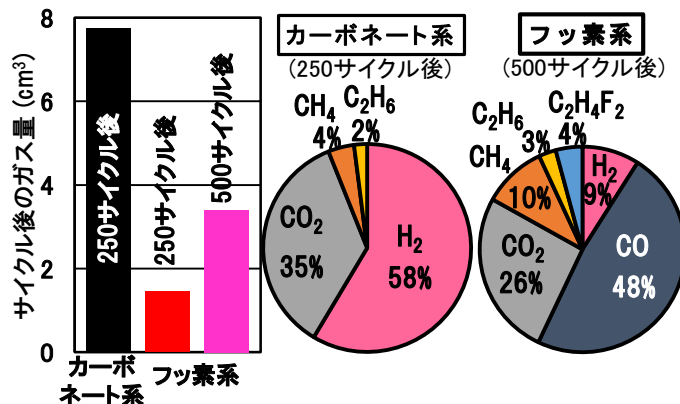
標準電池モデルの策定



■ LNMO正極の寿命特性

- 高電圧充電における電解液分解を抑制するため、フッ素系電解液を採用することにより、ガス発生を低減できる標準電池モデルを策定。
- 25°C及び45°Cでのサイクル特性では容量の急激な低下のない良好な性能を確認。

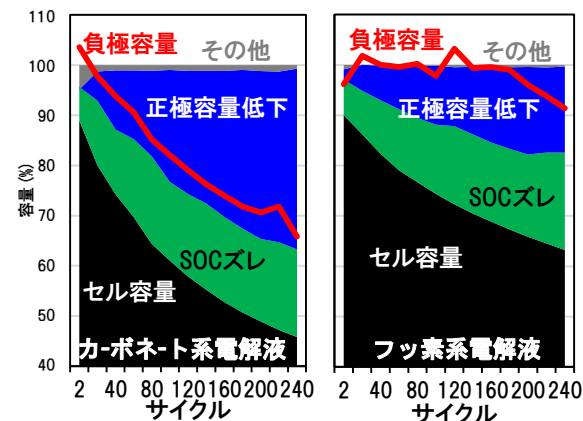
ガス発生メカニズムの解明



■ サイクル試験後のガス発生量とガス分析結果

- ガス発生について、カーボネート系電解液では、溶媒が正極で酸化分解されてCO/CO₂が発生することを確認。大量のH₂の発生は放電末期に貴に分極した負極での溶媒の還元分解に起因するとの示唆を得た。フッ素系電解液は正極での反応抑制でガス発生量が大幅に低下することを確認。

dV/dQ劣化解析法の開発



■ dV/dQ解析による劣化評価結果

- 非破壊で容量低下の分析が可能なdV/dQ解析を適用し、正極及び負極の容量低下、及び正負極間のSOCズレに分解できる手法を見出した。カーボネート系電解液では発生ガスの滞留に起因すると推定される正負極で同調した容量低下が顕著であり、フッ素系電解液ではこれが大幅に改善されることが判明。

今後の課題と取り組み

- 電池試作・評価として平成29年度は20件のサンプル評価を予定(6月の時点で6件の評価を実施)。
- 高電圧電池に向けた電解液関係の材料評価依頼が多く、その寿命性能低下要因分析に適するdV/dQ解析技術について、その検証過程で得られる知見を活用して、劣化解析法のブラッシュアップに取り組み、評価手順書の更新を実施する。

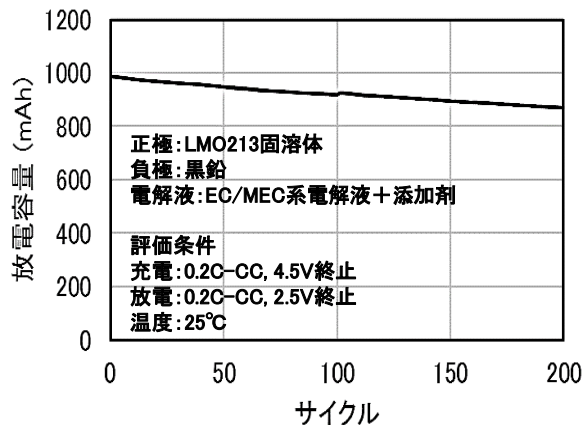
高電圧正極(PJ-2)の開発成果と達成度

研究開発項目	最終目標 (H29年度末)	成果	達成度
標準電池モデルの策定	<ul style="list-style-type: none"> 標準電池モデルの策定 放電後半の電圧低下のメカニズムを解明 サイクル劣化抑制技術の検討 	<ul style="list-style-type: none"> 213固溶体正極と、天然黒鉛負極、添加剤含有電解液、PPセパレータの組合せで1Ah級の標準電池モデルを策定。 初回充電における高容量発現機構について、格子酸素(O²⁻)が高容量に大きく寄与することを明らかにした。この知見に基づき、初回充電電圧4.5V、電流値0.05 Cで容量規制充電を行うことで、高容量が安定的に発現することを見出した。 EC系電解液(添加物無し)の電池におけるサイクルによる容量低下の主因は、正極から溶出したMnの負極への析出に伴う負極表面でのSEI生成反応の促進であることを確認。 電解液への添加剤混合、もしくは正極活物質表面への無機セラミック被覆により負極上でのMn析出を抑制し、サイクル特性を改善。 正極の放電末期の電圧低下はスピネル化の進行に起因することを解明し、充放電容量は低下するが、Crドーピングで電圧低下を抑制可能なことを確認。 捲回構造電池の変形は極板群の捲回張力の緩和や、セパレータ接着等の検討により抑制可能にしたが、電池の歪みの有無で電池特性の差異がないことも確認。 	○
標準電池モデルの試作仕様書の策定	標準電池モデルの試作仕様書の策定	<ul style="list-style-type: none"> 策定した標準電池モデルについて、量産を想定した試作仕様書を策定。 	○
性能評価手順書の策定	性能評価手順書の策定	<ul style="list-style-type: none"> 高容量正極の標準電池モデルの性能を評価する手順書を策定。 早期劣化診断が可能な三極式小型ラミネート電池を用いた劣化解析法を策定。 	◎
新材料サンプルの受入れと電池試作・評価	組合員提供材料による電池試作・評価の目標件数 H28年度:10件 H29年度:10件	<ul style="list-style-type: none"> 開発した評価法を用いた電池試作・評価について、H28年度は目標の10件を上回る14件のサンプルの評価を実施。H29年度は6月の時点で4件のサンプルの評価を実施。電解液やバインダー等の各種サンプルの評価解析を実施することにより、材料の相対評価が可能なレベルの評価技術であることを確認。 	○

高容量正極(PJ-2)の成果の一例

開発内容・成果

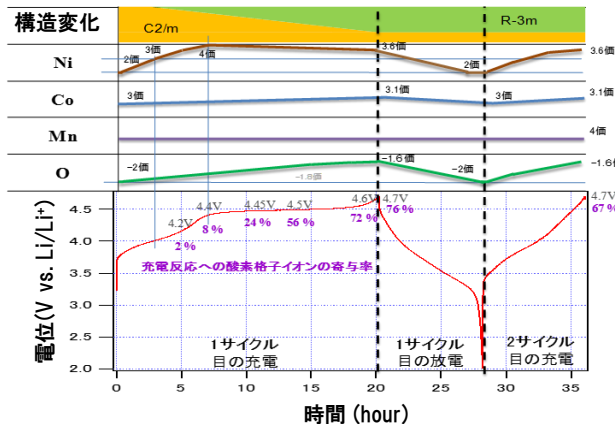
標準電池モデルの策定



■ 213固溶体正極の寿命特性

- 高容量を発現させるため、4.5V及び0.05C低レート・容量規制充電による充放電を繰り返す前処理条件を見出し、電解液への金属溶出を抑制するため、電解液に添加剤を用いた標準電池モデルを策定した。
- 25°Cにおけるサイクル特性の評価の結果、良好な寿命特性を確認した。

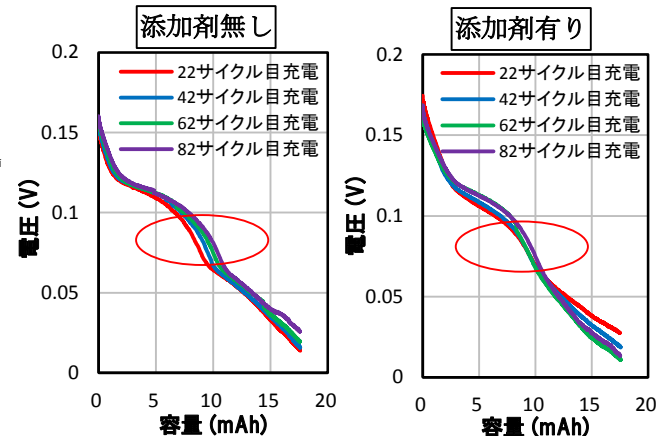
高容量発現メカニズムの解明



■ 初回充電における正極構成元素の価数変化

- 高容量を発現するためには高電圧・低レート充電条件で前処理を行う必要があるが、その要因を解明するため、正極の構成元素の価数変化をX線吸光分析法で解析した。その結果、格子酸素(O²⁻)の価数の変化が観測され、格子酸素が高容量化に大きく寄与していることが判明した。

三極式電池での劣化解析法の開発



■ 三極式電池による負極充電曲線

- 電解液への添加剤の有無によるサイクル特性の差異を検討するため、三極式小型電池による負極の充電曲線を測定した。添加剤無しではサイクル毎に充電曲線が充電側にシフトし、電池の放電末期のSOCが徐々に低下する正負極間のSOCズレの進行が観測されたが、添加剤有りでは、この現象が抑制されることを確認した。

今後の課題と取り組み

- 電池試作・評価として平成29年度は10件サンプル評価を予定(6月の時点で4件の評価を実施)。
- 高容量正極電池に向けた電解液関係の材料評価において、寿命劣化の早期診断が可能な三極式小型ラミネート電池を用いる評価技術が有効であり、その検証の過程で得られる知見を活用して、劣化解析法のブラッシュアップに取り組み、評価手順書の更新を実施する。

高容量負極(PJ-3)の開発成果と達成度

研究開発項目	最終目標 (H29年度末)	成果	達成度
標準電池モデルの策定	SiO系負極モデルと厚膜電極モデルを策定。厚膜電極は下記の仕様を策定。 H28年度: 6.5mAh/cm ² H29年度: 8.0mAh/cm ²	<ul style="list-style-type: none"> ・サイクル評価まで可能なLFP/SiO-黒鉛混合、NCA/SiO-黒鉛混合の各モデルと、6.5mAh/cm²と8.0mAh/cm²の厚膜電極モデルを策定した。 ・SiO比率を30%に高めて、高容量負極用に開発された新材料を耐久性まで含めて評価可能となった。 	◎
標準電池モデルの試作仕様書の策定	SiO系負極電池モデルと厚膜電極電池モデルの仕様書を策定。	<ul style="list-style-type: none"> ・SiO-黒鉛混合負極モデルと厚膜電極モデル(6.5mAh/cm²と8.0mAh/cm²)の仕様書を策定し、試作評価が可能となった。 ・負極の精密評価用擬似ハーフセルや、SiO高含有率負極での加速評価用モデル、フルセル評価モデル(高出力型、高容量型)の試作仕様書を策定した。 	○
性能評価手順書の策定	SiO系負極電池モデルと厚膜電極電池モデルの評価手順書を策定。	<ul style="list-style-type: none"> ・SiO-黒鉛混合負極モデルと厚膜電極モデル用の評価手順書を策定し、電池性能評価が可能となった。 ・ダイコーターを使用した厚膜電極塗工や電極のイオン伝導率・曲路率の測定、共焦点顕微鏡を用いた電極断面のオペランド観察、電極の膨張収縮変化の超精密測定などの評価法についても策定した。 	○
新材料サンプルの受入れと電池試作・評価	組合員内外の材料を評価し妥当性を検証する。 H28年度: 15件 H29年度: 15件	<ul style="list-style-type: none"> ・H29年6月までに合計目標件数を上回る67件の材料評価を実施し、高容量負極用の材料評価法の妥当性を検証した。 ・電位平坦性の高いLFP正極を使った擬似ハーフセルモデルは、SiO負極の挙動を精密評価できる長所により、全評価の8割を超える利用があり、有効な評価法であることを確認できた。 ・厚膜電極モデルはH28年度末の策定後、電解液評価を中心に評価件数が増加している。 	○

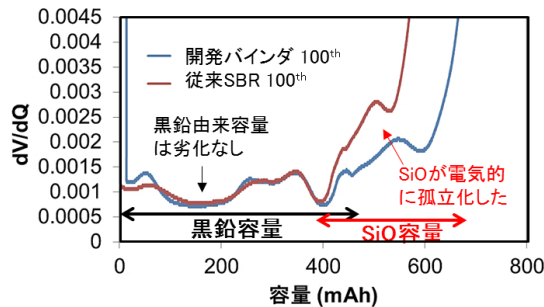
◎大幅達成、○達成、△一部未達、×未達

高容量負極(PJ-3)の成果の一例

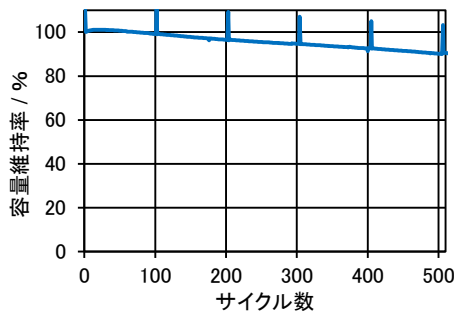
開発内容・成果

標準モデルの策定

- ・SiOと黒鉛の反応電位の違いを利用したdV/dQ解析により、黒鉛とSiOの劣化を分離する手法を開発。
- ・開発バインダの効果確認等にもdV/dQ解析を適用し、標準電池モデルの負極の最適化を図った。



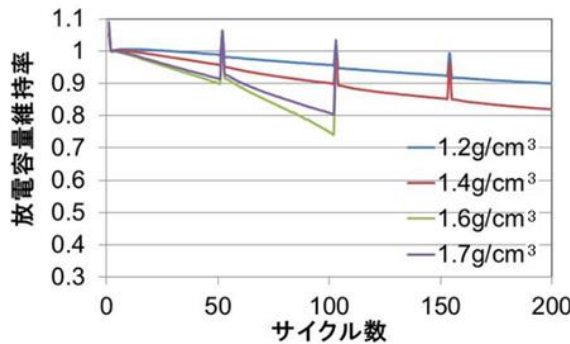
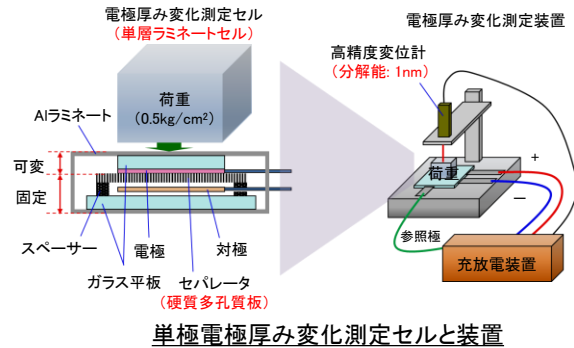
従来SBRと開発バインダーのdV/dQ比較



LFP/SiO(30%)系標準電池モデルのサイクル特性

評価法の策定

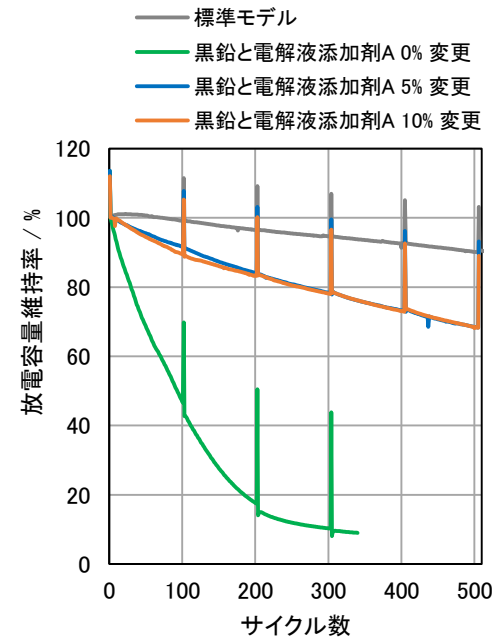
- ・ラミセル内のSiO-黒鉛混合負極単極の膨張収縮挙動を1nmの高分解能でオペラントで評価できる新規の測定法を開発。
- ・電極密度が小さい方ほど充電後の膨張率が小さく抑えられる傾向を把握し、サイクル特性良好なプレス条件を設定。



SiO(10%)負極のプレス密度によるサイクル特性

新材料サンプルの受入れと電池試作・評価

- ・LFP/SiO(30%)系標準モデルを用いて、添加黒鉛と電解液添加剤を開発材料に置き換えて相対評価を行った。
- ・評価結果を材料メーカへフィードバックした。劣化メカニズムについても議論。



標準モデルを用いた黒鉛と電解液添加剤の検証例

今後の課題と取り組み

- 平成29年度に策定したSiO-黒鉛混合負極と厚膜正極とを組み合わせた標準電池モデルに関連する評価法の仕上げや精度向上を図る。
- 共焦点顕微鏡を用いた厚膜電極内反応分布のオペラント観察手法や厚み変化測定法をSiO-黒鉛混合負極に適用した検討を行い、8.0mAh/cm²モデルの完成度を高める。また、厚膜負極中のSiO含有率を30%に高めた標準モデルの完成度を高める。

難燃性電解液(PJ-4)の開発成果と達成度

研究開発項目	最終目標 (H29年度末)	成果	達成度
標準電池モデルの策定	高電圧の安全性評価が可能な標準電池モデルを策定。	<ul style="list-style-type: none"> ・高電圧の安全性評価が可能な4.5V LCO/黒鉛系で標準電池モデルを策定した。 ・NCM系より発熱しやすい高電位LCOを正極活物質に選定し、高電位における挙動の違いを明確にできるモデルに出来た。 ・電解液添加剤Pにより高電圧でのサイクル容量維持率を改善した。 	○
標準電池モデルの試作仕様書の策定	高電圧の安全性評価が可能な標準電池モデルの試作仕様書を策定。	<ul style="list-style-type: none"> ・高電圧の安全性評価が可能な4.5VLCO/黒鉛系の標準電池モデルの試作仕様書を策定した。 	○
性能評価手順書の策定	性能評価手順書を策定(高電圧の安全性評価等)。	<ul style="list-style-type: none"> ・標準ラミネート電池ARC評価、C80小形ラミネート電池評価、ミツバチネイル短絡試験など13種の性能評価手順書を策定した。 ・ARC評価については、多量のガスが発生した際に、ガスを排出可能なベントを備えた評価容器を開発し、1Ah級標準電池の安全性評価を可能にした。 ・C80評価については、30mAh級の小形ラミネート電池から取り出した電池構成部分を筒状に巻き加工したものを評価サンプルとする工夫により、発熱挙動の評価を可能にした。 ・ミツバチネイル短絡試験については、Ni円錐とスペーサをZr球に取付けた評価治具を開発し、電極対1層短絡を再現よく実現できる評価を可能にした。 	◎
新材料サンプルの受入れと電池試作・評価	組員内外の材料を評価し妥当性を検証。 H28年度:25件 H29年度:25件	<ul style="list-style-type: none"> ・H29年6月までに合計目標件数を上回る144件の材料評価を実施した。 ・電解液やセパレータなどの材料評価では、ARC評価やC80評価を標準電池の昇温試験と併せて行い、結果の相関性やデータの定量性が妥当であることを確認出来た。 ・ミツバチネイル短絡試験評価は、従前の強制内部短絡試験と同様に電極対1層短絡を実現でき、正極、電解液、セパレータなどの材料の短絡時の耐熱安全性評価として妥当なことを確認出来た。 	○

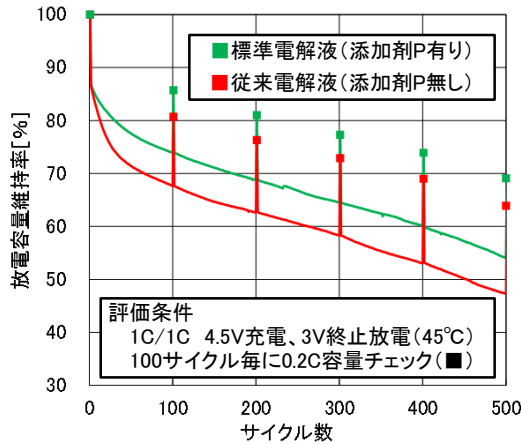
◎大幅達成、○達成、△一部未達、×未達

難燃性電解液 (PJ-4)の成果の一例

開発内容・成果

標準モデルの策定

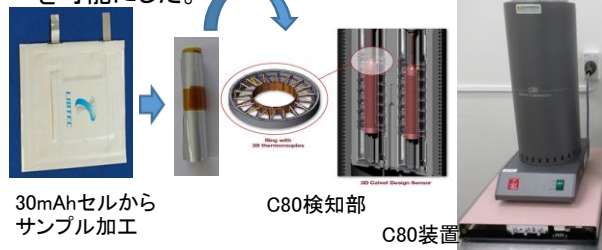
- ・高電圧・高容量材料を用いた電池評価のため、4.5V級LCO正極、人造黒鉛MAG負極を用いた標準電池モデルを策定した。
- ・電解液には、良好なサイクル特性が得られた添加剤P入り電解液を採用した。



標準電池モデルのサイクル特性

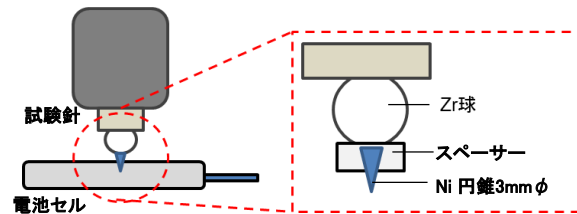
評価法の策定

- ・電池材料及び電池の熱特性評価のため、ARC(暴走反応熱量計)、C80(カルベ型熱量計)などの評価技術を確立した。
- ・C80では30mAh級の小形ラミネート電池から取り出した電池構成部分を筒状に巻き加工したものを評価サンプルとする工夫により、発熱挙動の評価を可能にした。



カルベ型熱量計C80による小形ラミネート電池評価

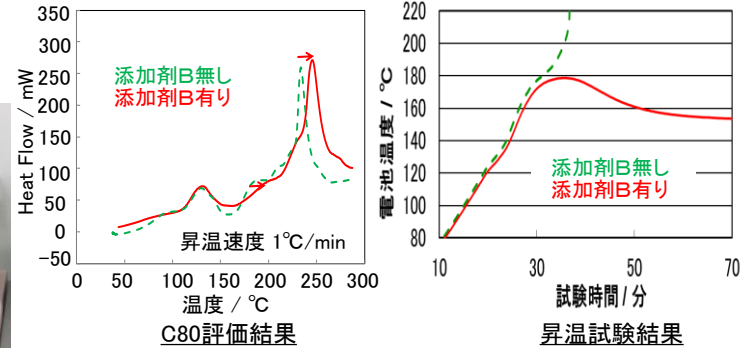
- ・ミツバチネイル短絡試験評価は、Ni円錐とスペーサをZr球に取付けた評価治具を開発し、電極対1層短絡を再現よく実現できる評価を可能にした。



ミツバチネイル評価治具の模式図

新材料サンプルの受入れと電池試作・評価

- ・添加剤B有りの電解液では、C80を用いた評価で発熱ピークが13°C高温側にシフトした。150°C昇温試験の結果と対応しており、評価法として妥当なことが確認できた。



- ・ミツバチネイル短絡試験法は、1層短絡を実現出来る短絡時の耐熱安全性評価法として妥当なことが確認できた。

種類	PO系セパ①	PO系セパ②	耐熱セパ
短絡層数	1層	1層	1層
電圧変化	-0.36 V	-0.25 V	-0.05 V
セパレータ写真			
穴のサイズ	1.0×1.1 mm	0.9×1.0 mm	0.2×0.2 mm
セパレータ溶融	有り	有り	無し

今後の課題と取り組み

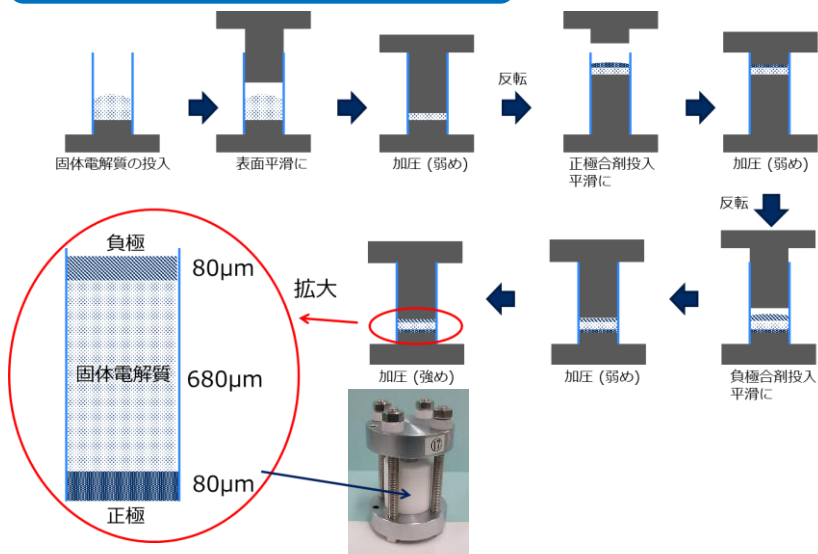
- 安全性の基礎となる昇温系の材料評価において、標準ラミネート電池ARC評価、C80小形ラミネート電池評価を中心に多数の材料サンプル評価を実施し、評価法に改善が必要であれば反映させて完成度を高める。
- 強制内部短絡試験を代替可能なミツバチネイル短絡試験評価についても、評価実施の中で課題を抽出し、必要があれば改良を進める。

全固体電池(PJ-5)の開発目標の達成度

研究開発項目	最終目標 (H29年度末)	成果	達成度
評価技術の開発	圧粉体成形電池を対象として、 (1) 標準電池モデルの策定 (2) 試作仕様書の策定 (3) 性能評価手順書の策定	<ul style="list-style-type: none"> 材料自体のポテンシャル評価が可能な標準電池モデル、試作仕様書、性能評価手順書を策定した。 標準電池モデルを用いた評価により見出した高イオン伝導度の固体電解質を適用し、シート成形電池も含め高精度な標準電池モデルへ改良した。 	○
	シート成形電池を対象として、 (1) 標準電池モデルの策定 (2) 試作仕様書の策定 (3) 性能評価手順書の策定	<ul style="list-style-type: none"> プロセス要因を考慮した材料評価が可能な8mAh標準電池モデル、試作仕様書、性能評価手順書を策定した。プロセス環境の影響評価も可能で、室温においてもデンドライト発生がなく動作することを確認し、最終目標を達成した。 大面積化した50mAhの標準電池モデル、試作仕様書、性能評価手順書を策定した。10Cという高出力を確認した。本モデルを用いて25°CでのLiデンドライト析出の発生要因を抽出し、その抑制に向けた各種検出・解析技術を開発した。 	◎
	バイポーラ電池を対象として、 (1) 標準電池モデルの策定 (2) 試作仕様書の策定 (3) 性能評価手順書の策定	<ul style="list-style-type: none"> 負極にSiを用いたシート型3積層構造でバイポーラ電池の動作を確認した。また、積層した各セルの容量バラつきが、サイクル特性に与える影響を確認した。 	○
解析評価技術の開発	全固体電池の参照極を用いた電極分離測定法の確立	<ul style="list-style-type: none"> 固体電解質層にCuの細線を第3電極として組み合わせた計測法を制定した。負極電位ゼロを検知することで、Li析出の把握が可能となった。 	◎
	電極内のイオン伝導、電子伝導の分離測定法の開発	<ul style="list-style-type: none"> 電極内のイオン伝導度と電子伝導度を分離測定できる手法を確立し、正・負極の特性改善に活用した。特に、負極ではLi析出の改善に重要なイオン伝導の測定が可能となった。 	◎
	Liデンドライトの観察技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> 高出力X線回折装置を用いたフルセルの充放電反応の面内分布をオペランドで解析可能な技術を開発した。 ラマン面内イメージングにより、解体後セルのLiデンドライトの直接観測を可能にした。 	○
	安全性評価のための熱量測定法の開発	<ul style="list-style-type: none"> 全固体電池につき、DSCと高温X線回折で昇温時に生じる反応と発熱量を定量化した。 	○
ALCAとの連携	ALCAで開発された硫化物全固体電池関連技術の検証	<ul style="list-style-type: none"> 技術提供を受けた3件につき、電池試作・評価を行い、活用方法を検討した。 	◎
新材料サンプルの受入れと電池試作・評価	評価技術による組合員提供材料の評価 5件/H28年度 8件/H29年度	<ul style="list-style-type: none"> 組合員提供の新電解質材料4件を評価した。高イオン伝導度の固体電解質アルジロダイト結晶系材料を標準電池材料へ活用した。 ゴム系バインダー11件の評価を行い、電解質、正極、負極に適したバインダー材料と組成を検討した。 平成28年度、目標の5件を大幅に上回る計15件の材料サンプルで電池試作・評価を行った。 	◎

全固体電池(PJ-5)の成果の一例 (1)

圧粉体成形電池の作製プロセス

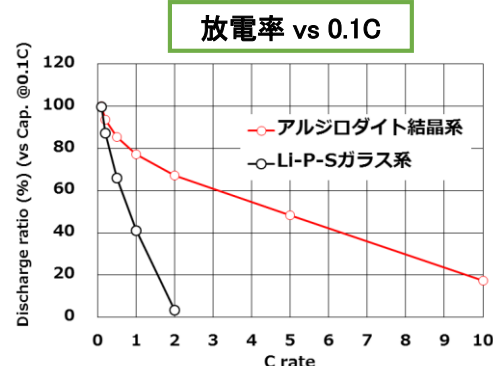
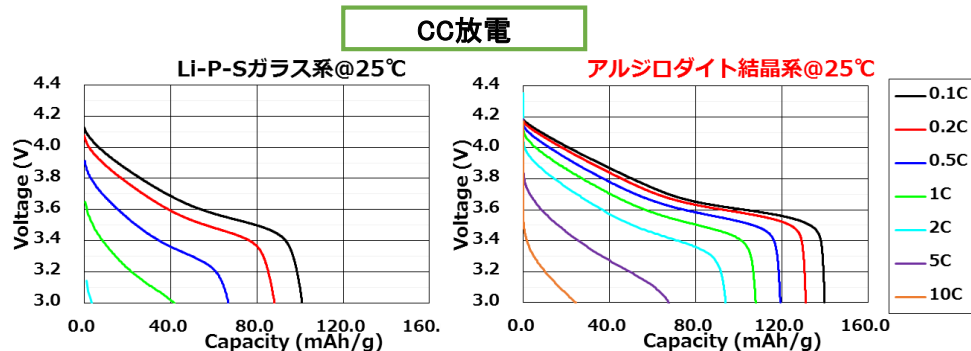


圧粉体成形標準電池モデルの仕様

容量	2mAh
形状	ボタン形(円形)
寸法	直径11.25mm(電極面積 1cm ²) 厚さ840μm(電解質680μm、正・負極各80μm)
特性評価時の拘束圧力	2,000kg/cm ² (ボルト締付トルク: 6Nm)
材料	正極 活物質: NCM523(LiNbO ₃ 被覆品) 電解質: Li-P-Sガラス系 → アルジロダイト結晶系 活物質/電解質の体積比: 50/50
	負極 活物質: 人造黒鉛 電解質: Li-P-Sガラス系 → アルジロダイト結晶系 活物質/電解質の体積比: 60/40
	電解質 Li-P-Sガラス系

圧粉体成形標準電池モデルによる材料評価

- 圧粉体標準電池モデルを用いた材料評価として、イオン伝導度の高い固体電解質の新規材料(アルジロダイト結晶系)を標準電池モデルに組み入れ、性能評価を行い、性能向上を確認。
- 新規材料を新たに標準電池モデルへ適用。

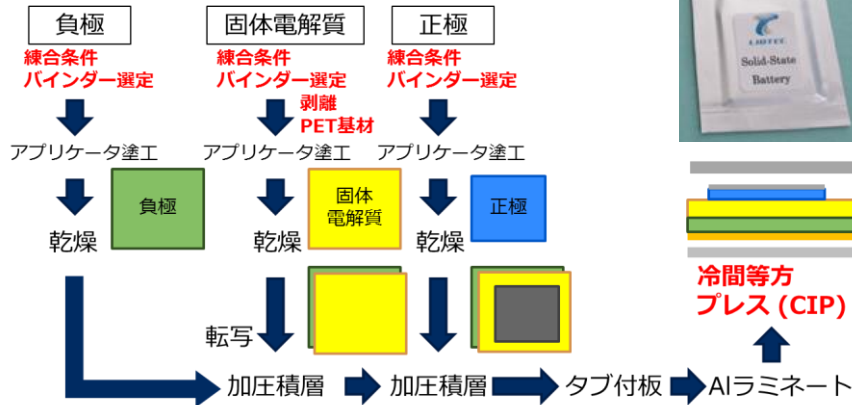


	イオン伝導度 (S/cm)
Li-P-Sガラス系	5.0 × 10 ⁻⁴
アルジロダイト結晶系	3.0 × 10 ⁻³

圧粉体成形標準電池モデルは、全固体電池に用いる材料自体のポテンシャルを直接評価することが可能で、新規材料の1次スクリーニングに活用できるモデルとなっている。

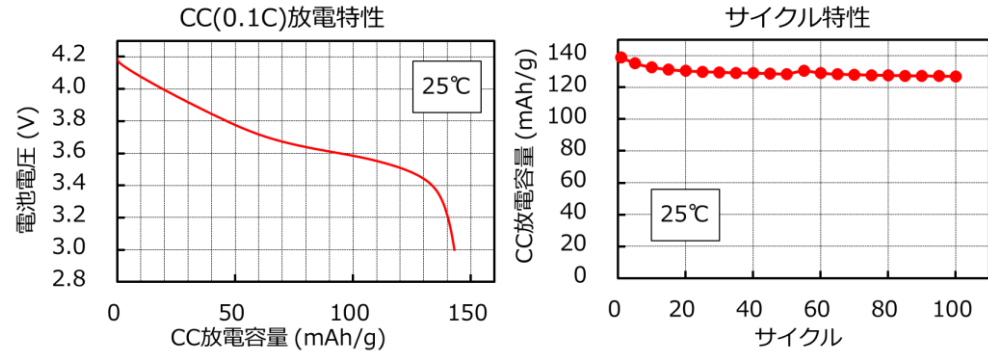
全固体電池(PJ-5)の成果の一例 (2)

シート成形電池の作製プロセス



冷間等方
プレス (CIP)

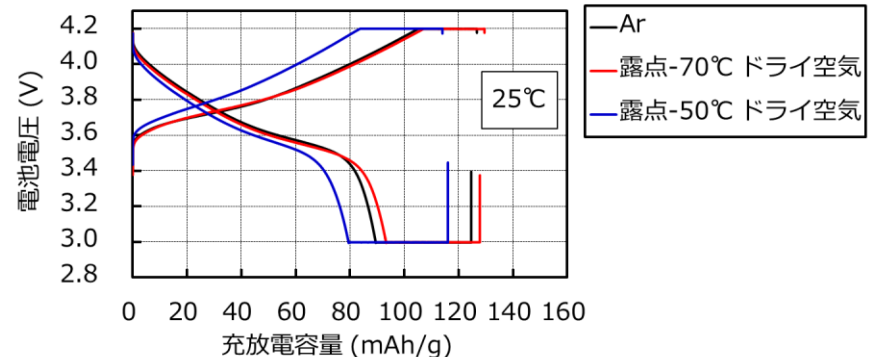
8mAhシート成形標準電池モデルの性能評価



➤ 8mAhシート成形標準電池モデルは、100サイクルレベルでも急激な容量低下は見られず、全固体電池の材料評価が可能なモデル。25°CでもLi dendrite析出による短絡も認められないモデルとなっている。

8mAhシート成形標準電池モデルの仕様

容量	8mAh	
形状	正方形	
寸法	ラミネート包材: 40×40mm 正極: 20×20mm(電極面積 4cm ²) 負極、電解質: 30×30mm	
特性評価時の拘束圧力	2,000kg/cm ²	
材料	正極	活物質: NCM523 (LiNbO ₃ 被覆品) 電解質: アルジロダイト結晶系 平均粒径2μm バインダー: ゴム系
	負極	活物質: 人造黒鉛 電解質: アルジロダイト結晶系 平均粒径2μm バインダー: ゴム系
	電解質	アルジロダイト結晶系 平均粒径2μm バインダー: ゴム系
	集電体	正極: SUS箔、負極: Al箔



➤ 露点-70°Cドライ空気環境で試作しても、Arガス環境で試作した場合と同等性能であることを確認。策定した標準電池モデルはプロセス環境の影響評価も可能なモデルである。

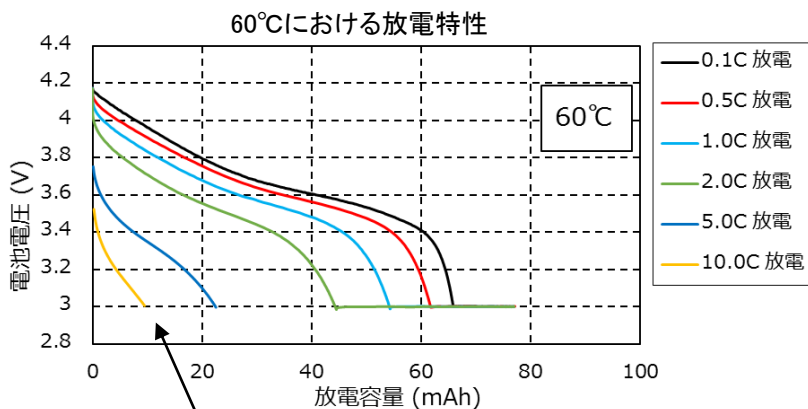
全固体電池(PJ-5)の成果の一例 (3)

50mAhシート成形標準電池モデルの仕様

容量	50mAh
形状	正方形
寸法	ラミネート包材: 100×106mm 正極: 66×66mm (電極面積 43.56cm ²) 負極、電解質: 70×70mm
特性評価時の拘束圧力	207kg/cm ²
材料	8mAhシート成形標準電池モデルと同じ



50mAhシート成形標準電池モデルの性能



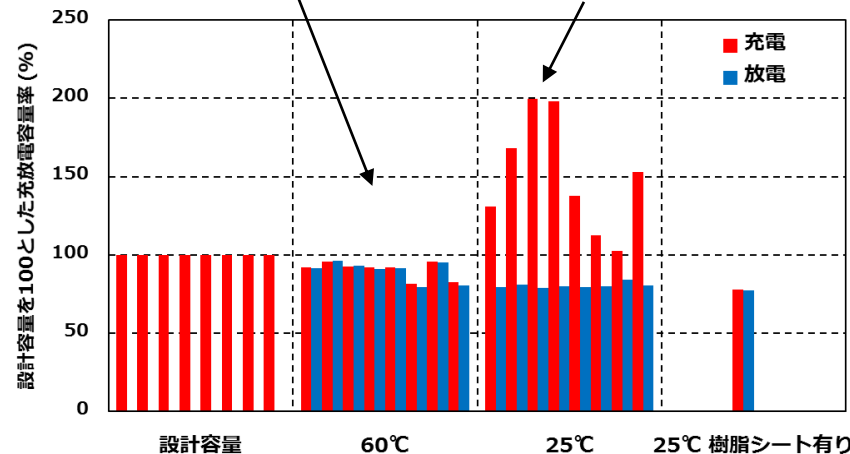
60°Cでは10Cの高出力放電が可能

➤ 大面積化した50mAhシート成形標準電池モデルは、60°Cでは充放電可能で、材料やプロセスの評価が可能。

50mAhシート成形標準電池モデルの改良

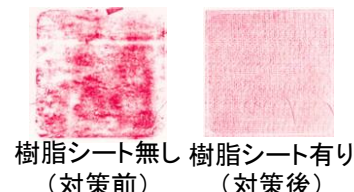
60°Cでは、Liデンドライトショートは発生せず、高い充放電効率を維持

25°Cでは、Liデンドライトショートが発生し、充放電効率が低下
⇒大面積化に伴い、合剤電極内部構造(空隙・厚み)の面内不均一性が増大し、負極イオン伝導度に面内分布が生じることで充電電流が集中したためと推定



対策内容

セル充放電時の拘束加圧面に緩衝層として弾性のある樹脂シートを挿入、拘束圧力の面内分散による均一化を図った。



感圧紙によるセル拘束圧面内分布

(対策品)

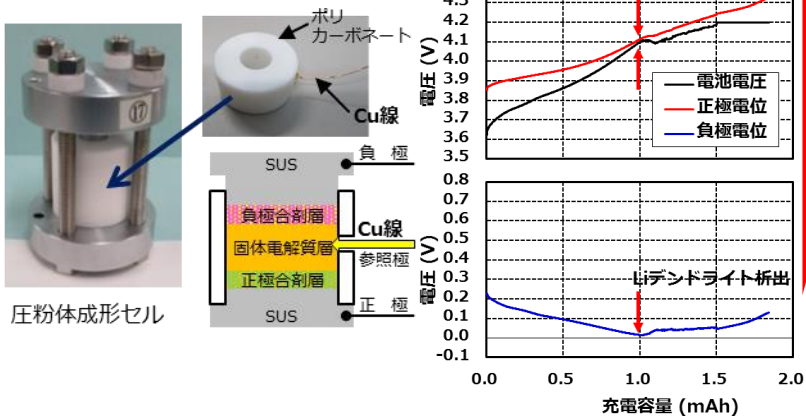
25°Cでも、充放電効率の低下は見られず、Liデンドライト短絡が25°Cでも抑制

➤ 面内不均一性低減のため、セル拘束圧力の面内均一化の効果を検証。拘束圧力の面内均一性の向上に伴い、25°Cにおいても、Liデンドライト析出による短絡が抑制されたと考えられる。N増し検証を継続する。

全固体電池(PJ-5)の成果の一例 (4)

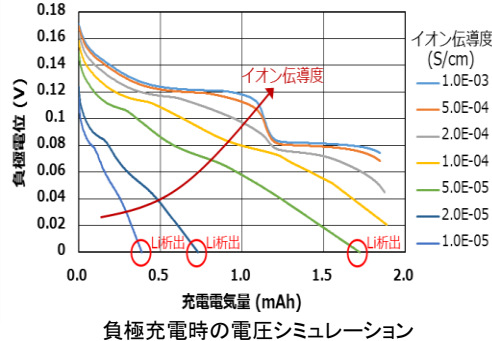
全固体電池の参照極を用いたLi析出検出

- 電池にCuの細線を参照極として組み合わせて、正極/負極の充電曲線を分離し負極電位ゼロ(=Li析出)を検知することで、Li析出がどの段階で発生するかを把握することが可能



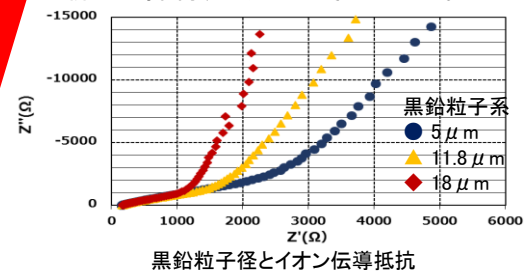
Li析出シミュレーション

- Li析出を検出可能な負極電位を分離計測する技術に加え、シミュレーション計算する技術を開発。
- 下図は塗工負極内のイオン伝導度が基準値以下になるとLi析出することを示す。



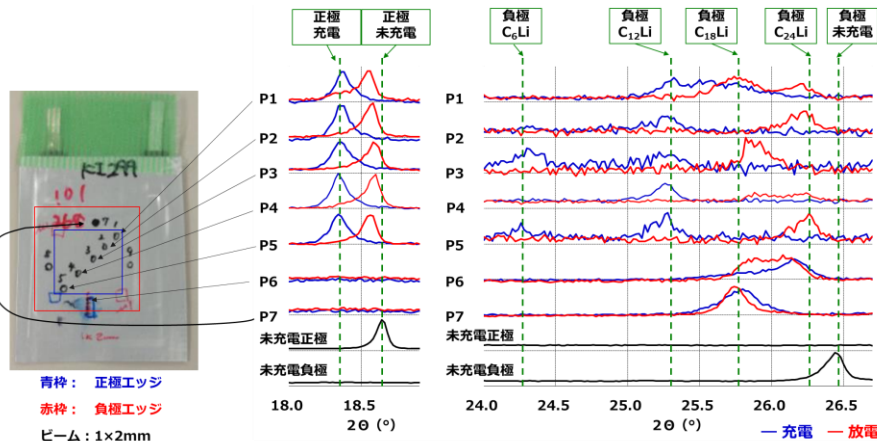
負極内イオン伝導分離測定

- 塗工負極内のイオン伝導を電子伝導と分離測定する技術を開発。
- 下図は黒鉛粒径増加に伴い、負極内部のイオン導電抵抗が低減している結果で、Li析出が抑制する方向と考えている。



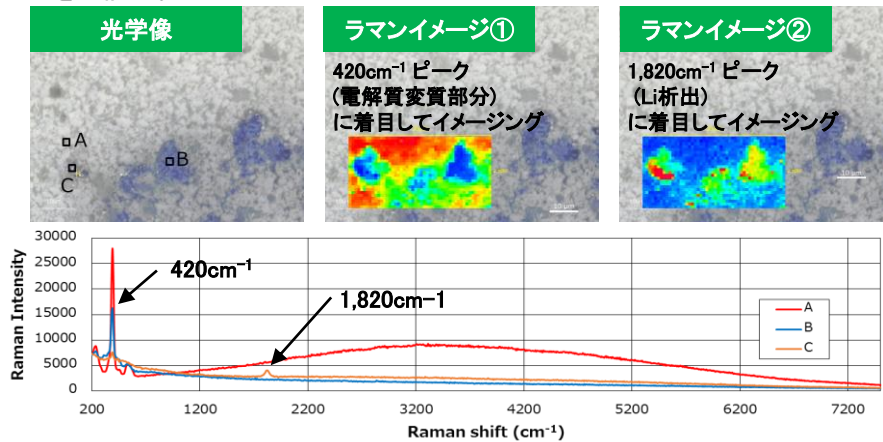
シート成形電池の面内反応分布解析技術

- 高出力X線回折装置を用いたフルセルの充放電反応の面内分布をオペランドで評価可能な技術を開発。



Liデンドライトの直接観察技術

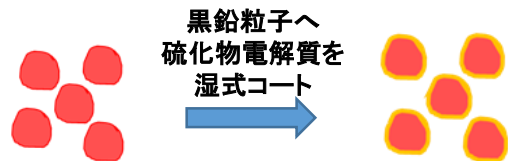
- セルを解体して、ラマン面内イメージングにより、Liデンドライトの直接観測を可能化。



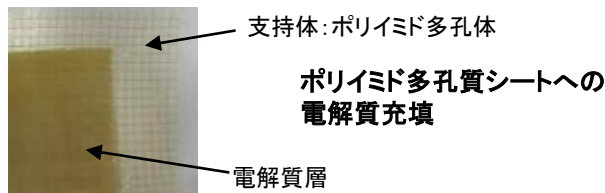
全固体電池(PJ-5)の成果の一例 (5)

ALCA-SPRINGプロジェクトの全固体電池チームの成果(サンプル)を受け入れて、電池試作・評価を行って、有望材料・技術3件を見出した。

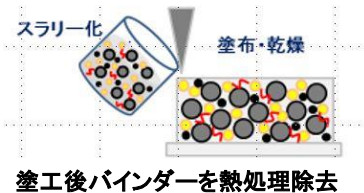
① 液相法による電解質コート技術



② 電解質を充填した多孔質樹脂シート

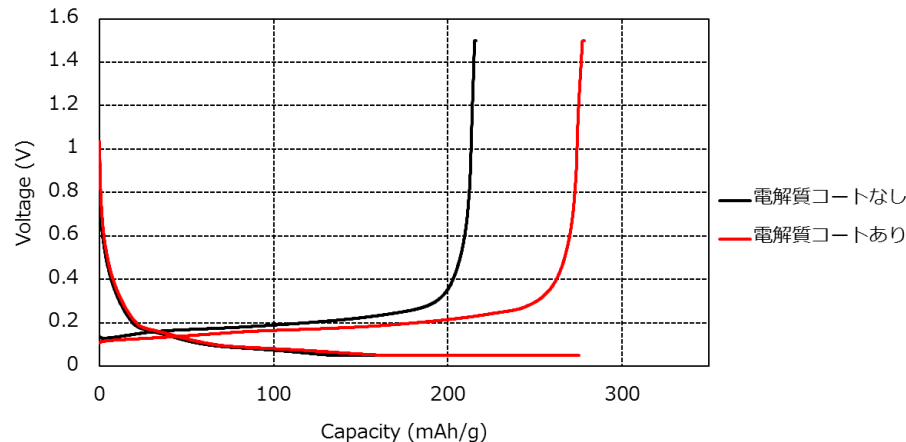


③ 熱分解性バインダー



液相法による電解質コート技術の成果例

- 硫化物固体電解質の液相合成技術の提供を受け、その工程で得られる固体電解質溶液に活物質粒子を浸漬・加熱して、液相法で硫化物電解質コートした活物質材料の評価を進めた。
- 下図に、負極活物質である人造黒鉛に電解質をコーティングすることで、コーティングしない場合よりもハーフセル試験で高容量が得られる結果を示した。合剤負極内において人造黒鉛と電解質との均一界面が形成されたためと考えられる。
- 負極活物質と電解質との均一な界面形成は合剤負極内部でのイオン伝導の面内均一化にも有効で、Liデンドライド析出短絡の抑制が期待できる。



人造黒鉛負極のハーフセルにおける充放電カーブ (液相法電解質コート有無の比較)

成果の普及と知的財産確保に向けた取組

NEDOによる情報発信実績

No.	発表年月日	発表媒体	発表形態	発表タイトル
1	2014年10月3日	GEATEC JAPAN2013／第10回JEITA電子材料セミナー	講演	NEDOにおける蓄電技術開発
2	2014年10月3日	近化電池セミナー	講演	次世代蓄電技術開発の現状、課題とその先へ
3	2014年11月29日	「おかやま電池関連技術研究会」第3回技術セミナー	講演	NEDOにおける次世代蓄電技術開発
4	2014年1月24日	日本電気化学会／電気化学セミナー	講演	NEDOにおける蓄電技術開発
5	2014年11月19日	第55回電池討論会	講演	NEDOにおける次世代蓄電技術開発
6	2014年12月11日	豊橋技術科学大学・未来ビークルシティリサーチセンターシンポジウム	講演	NEDOにおける次世代蓄電技術開発
7	2014年12月	シーエムシー出版／「蓄電デバイスの今後の展開と電解液の研究開発」	寄稿	NEDOにおける次世代蓄電池の研究開発計画
8	2015年1月21日	日本電気化学会／電気化学セミナー	講演	NEDOにおけるスマートコミュニティ海外実証と次世代蓄電技術開発
9	2015年11月	シーエムシー出版／ナトリウムイオン二次電池の開発と二次電池の市場展望	寄稿	NEDOにおける次世代蓄電技術開発の状況
10	2016年6月21日	日本電気化学会／電気化学セミナー・最先端電池技術2016	講演	NEDOにおける次世代蓄電技術開発とスマートコミュニティ海外実証
11	2016年9月32日	EVEX(EV・PHV普及活用技術展)セミナー	講演	NEDOにおける蓄電技術開発
12	2016年11月17日	近畿化学協会／近化電池セミナー	講演	NEDOにおける蓄電技術開発
13	2017年1月19日	日本電気化学会／電気化学セミナー・最先端電池技術2017	講演	NEDOにおける次世代蓄電技術開発

知的財産確保に向けた取り組み

LIBTECは、NEDO助成事業「次世代蓄電池材料評価技術開発」(2010-2014年度)の成果を活用し、現行LIBの材料評価を自主事業化しており、その中でLIBTECの評価結果を用いて組合員企業が出願した材料の特許は約90件。今後は、本事業の成果も自主事業化を図ることで、本事業で開発した評価法を活用した先進LIB・全固体電池材料の特許出願が期待できる。

評価技術に関する知財は、戦略に沿ったノウハウ化(ドキュメント化)を進めた。

	2013年度	2014年度	2015年度	2016年度	2017年度	合計
特許出願			2	1		3
研究発表講演		3	12	5		20
受賞実績				1		1
新聞・雑誌掲載				2		2
展示会出展			3	1		4

成果の実用化の考え方(定義)と戦略

本プロジェクトにおける成果の実用化の考え方(定義)

本プロジェクトで開発した評価技術が、材料メーカーにおける新材料の研究開発(ポテンシャル把握、実用化課題の抽出、改良の方向性の検討等)や蓄電池・自動車メーカーに対する提案活動等に活用されること。

成果の実用化に向けた戦略

- 開発した評価技術の有用性を、材料メーカーとユーザー企業(蓄電池・自動車メーカー)の双方に認知させる。そのため、プロジェクト期間中より、双方と開発内容・状況等の情報をタイムリーに共有する。また、評価技術の開発にユーザー企業が直接的に関与する。
- 材料メーカーの新材料サンプルを数多く入手し、電池試作・評価の実績を蓄積する。また、評価結果のフィードバックに際しては、標準電池モデルとの相対評価結果の提示だけでなく、何故、そのような結果が得られるのかの現象・メカニズムの裏付けデータも併せて提示。
- 技術面以外にも、ドキュメント類の分かり易さ、秘密漏洩・技術流出防止に対する配慮等も含めて、「LIBTECの評価に基づくデータであれば信頼して使用できる。」という認識をプロジェクト期間中より業界全体に浸透させる。

実用化に向けた取組 ～材料メーカーに対するアクション①～

研究開発状況の情報共有

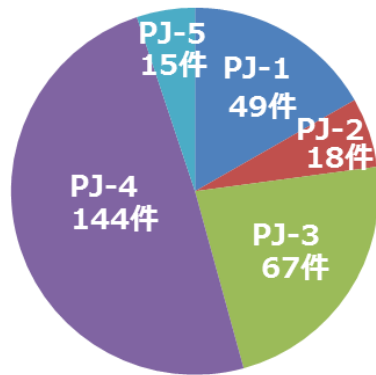
「LIBTEC技術委員会」をタイムリーに開催し、組合員企業に対して評価技術の開発進捗、提供サンプル材料を用いた電池試作・評価の状況を報告。

新材料サンプルの受入れと電池試作・評価

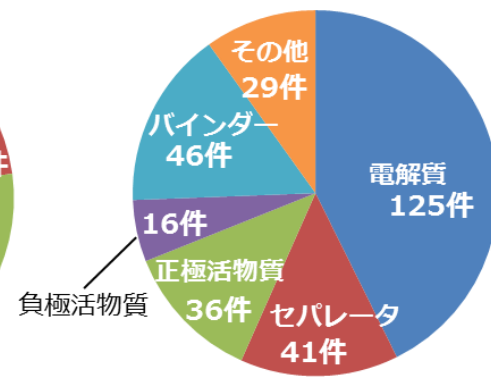
- 「LIBTEC技術委員会」において、材料メーカー16社に新材料サンプルの積極的な提供を呼び掛け。
- LIBTEC組合員以外の材料メーカーからも新材料サンプルを受け入れるため、H28年度より「賛助会員制度」を新設して9社が加入。
- H29年6月時点での電池試作・評価の実績は293件。目標として設定した3倍以上の評価依頼を受けており、開発した評価技術の有用性が材料メーカーに認知されている。

開発技術を適用した電池試作・評価件数

	H28年度	H29年度 (6月末時点)	合計 (モデル別)
PJ-1 モデル	43件	6件	49件
PJ-2 モデル	14件	4件	18件
PJ-3 モデル	44件	23件	67件
PJ-4 モデル	96件	48件	144件
PJ-5 モデル	15件	0件	15件
合計	212件	81件	293件



PJモデル別評価件数

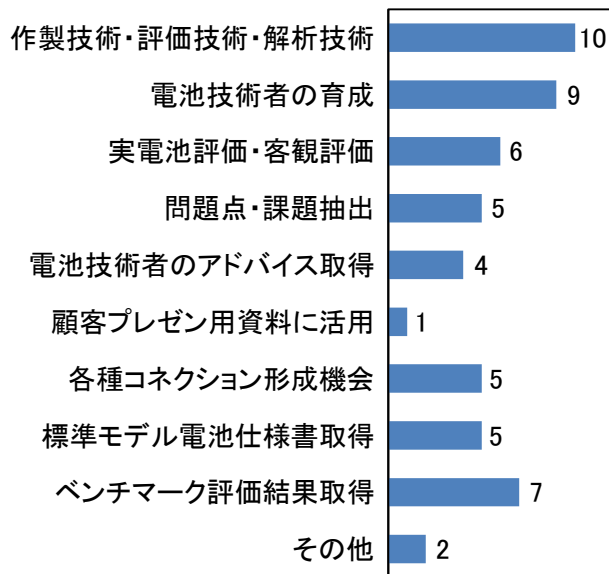


電池材料別評価件数

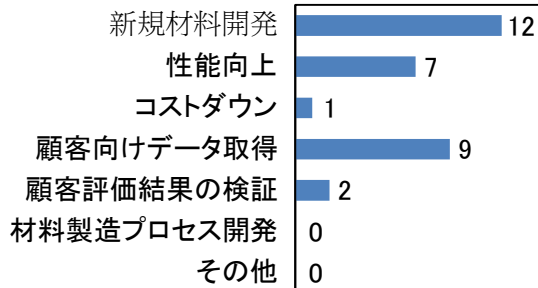
実用化に向けた取組 ～材料メーカーに対するアクション②～

材料サンプル提供者(16社)に対するアンケート調査

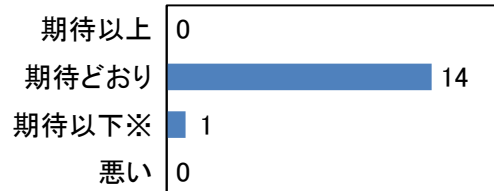
①プロジェクトに参加し得られた成果



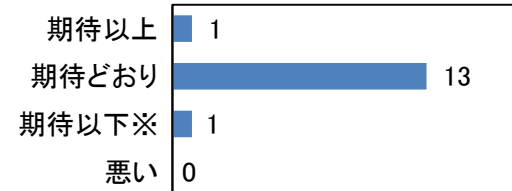
②評価の目的



③開発の方向性判断



④総合評価



※ 思わしい評価結果が得られなかったサンプル提供者からの回答。ただし、非常に役に立っているとのコメントあり。

材料サンプル提供者に対するヒアリング

- ① 評価手順書等は、自社の研究開発を進める上で大変参考になっている。
- ② 自社の評価では入社が困難な標準材料との組合せで特性評価ができ、参考となる。
- ③ 標準電池モデルによる評価で、ガス発生の問題点・影響を明確にすることができた。
- ④ 各種評価や解析技術について、今後の材料開発を進める上で有効な知見が得られる。
- ⑤ サンプル提供した材料の技術確立と事業化について社内で承認された。特許出願で社内表彰。
- ⑥ 評価結果は客観的データとして、自動車・蓄電池メーカーへの提案用として活用している。
- ⑦ LIBTECの対応が良く、滞りなく物事を進めることができた。(複数社からの回答)
- ⑧ 賛助会員制度を有効活用している。

事業化判断・開発方針策定に活用
..... 12社

顧客への提案に活用..... 9社

実用化に向けた取組 ～ユーザー企業に対するアクション①～

- 蓄電池・自動車メーカー14社の専門家で構成される「LIBTECアドバイザリー委員会」を定期的で開催し、開発進捗・成果に対する指摘・助言をすくい上げながら研究開発を進めた。
- 連携研究機関として蓄電池・自動車メーカー5社が参加し、研究開発に直接関与。ユーザー企業の知見・ニーズを取り入れた評価法を開発。

アドバイザリー委員会の主な指摘事項と対応

指摘事項	指摘事項への対応
耐久性の評価期間をどれだけ短縮できるかが、蓄電池メーカーでの開発コストに関わってくる。耐久性試験のデータだけでなく、その材料の劣化メカニズムが明らかにされている必要がある。	充放電サイクル試験で、電池の放電容量として顕在化しない早期のうちから、電池の内部で起こっている劣化因子を非破壊で連続的に追跡できる評価技術の開発(PJ-1及びPJ-3のdV/dQ解析技術等)を行った。
安全性についてはセルの試験結果だけでは物足りない。昇温速度が小さい、発熱量が少ないといった材料自体の反応挙動に結び付けたデータが示されることが重要である。	高精度熱量計解析によるフルセル特有の発熱挙動のメカニズム解析技術の開発を行った。また、材料メーカーの要求があれば、ARC、DSC、C80等の測定データも評価報告書に盛り込むようにした。
本質的安全性の確保には、材料からのアプローチが重要であり、材料でどこまで安全性を確保できるかの見極めが大切である。	材料の安全性を多面的に見極めるため、DSC、ARC、精密熱量計解析、ミツバチネイル短絡試験、並列短絡試験等の評価技術を開発した。
車載用(HEV/EV)、定置用、民生用では求められる特性が変わってきている。	PJ-1及びPJ-3では、汎用(民生用)、BEV用、HEV用及び定置用の電池性能評価手順書を策定した。
放電レート特性は良く取られているが、充電特性のデータが少ない。	PJ-1及びPJ-3のBEV用、HEV用及び定置用の電池性能評価では、-20～45℃の温度範囲で、10Cまでの充放電特性の評価を行うようにした。
全固体電池は大面積化した際の必要な圧力、クラックや振動試験時の影響を先行して考えておくべき。	油圧プレスで安定的な加圧が可能な試験法の開発と、クラックの検出に活用するマイクロX-CTを導入した。

実用化に向けた取組 ～ユーザー企業に対するアクション②～

H29年5月及び6月に「LIBTECアドバイザー委員会」を開催し、過去4年間の成果を一括とりまとめて報告し、開発した評価技術に対する率直な評価や今後の展開について意見を聴取した。その結果を以下に示す。

- ① 液系LIBの標準電池モデルは蓄電池メーカーの実用化開発に近いレベル。また、Si系負極厚み計測手法は優れている。【蓄電池メーカー】
- ② dV/dQ解析は自社でもやっているが、十分に活用されており、感心した。【車載用蓄電池メーカー】
- ③ 開発したdV/dQ解析法から得られるデータには様々な情報が含まれ、蓄電池メーカーが行っている種々の材料評価法の代替となる可能性がある。【蓄電池メーカー】
- ④ 液系LIB、全固体電池ともにバックグラウンドで学際的に綿密な検討をされており、データの信頼性は高い。【自動車メーカー】
- ⑤ 全固体電池の性能向上について良く考えて取り組んでおり、今後の発展が期待できる。全固体電池では界面の評価が特に重要であるが、この部分でも良く検討し、きっちり評価している。【蓄電池メーカー2社】
- ⑥ 個別評価法には高度のノウハウが含まれる一方で、難易度が高く習熟に時間が掛かるものもある。材料メーカーは時間軸が大切なので、難易度を克服するアドバイスを行って欲しい。さらに、簡略化された評価法の提案に期待。【蓄電池メーカー2社】
- ⑦ 研究設備が研究開発の目的に沿ってタイムリーに導入され、また非常に良く整備。【蓄電池メーカー2社、車載蓄電池メーカー】
- ⑧ 蓄電池メーカーでも電池の試作・評価は重要なテーマであり、電池特性を精度良く評価するサポート部署が大切。そういう意味でLIBTECは良く活動している。【蓄電池メーカー】
- ⑨ LIBTECは蓄電池メーカーと協力して信頼性のあるデータを出しており、安心できる。また、運営も順調。【車載用蓄電池メーカー】
- ⑩ 材料メーカーよりLIBTECで評価した材料の提案を受ける機会が増加。社内でも事前評価無しで材料サンプルが持ち込まれることがあるが、LIBTECで事前評価が受けられると有り難い。そういう意味で賛助会員制度をスタートしたのは良い。LIBTECのアドバイスを受けた材料メーカーの材料であれば、蓄電池メーカーも安心した評価が可能。【蓄電池メーカー】
- ⑪ 材料評価の内容はアプリケーションに対応させる必要があり、蓄電池・自動車メーカー等が評価条件を開示しないとできない面もあるので、今後はユーザー企業と更に連携を深めていくことが望ましい。【蓄電池メーカー】
- ⑫ LIBTECはきちんと電池を作り、妥当な評価法で解析・分析しながら評価していくところまで成長し、完成形に近づいた印象。一部の評価技術に関しては負けているものもある。蓄電池メーカーでの研究開発との境界線の線引きが難しいが、ここまで来たので、次のことを一緒に考えていきたい。【車載用蓄電池メーカー】
- ⑬ デバイスとしての使われ方アプリケーション側の要求を意識して材料の評価技術に落とし込み、確立した者がリーダーシップを取り、グローバル標準を獲得することになる。それが今後のLIBTECの取組の看板になるのではないかと。【自動車メーカー】

成果の実用化の見直し

先進LIBの評価技術

LIBTEC自主事業へのシフト

- 先進LIB(液系LIB)の評価技術の開発はプロジェクト第1期で完了させ、H30年度よりLIBTECの自主事業(組合員・賛助会員の賦課金で運営される材料評価・コンサルタント事業)のメニューに追加。なお、LIBTECは過去のNEDO事業で開発した現世代LIB材料の評価技術を活用した自主事業を行っており、H27年度より毎年10社以上の材料メーカーが参加。LIBTECは100件／年以上の評価依頼を受けている。
- LIBの高容量化・高安全化の要求は高まっており、高容量電極・難燃性電解液の評価技術を活用して、材料メーカー各社が事業展開を狙うアプリケーションに密着した木目細かい評価を行うことで、自主事業の発展が期待できる。さらに、組織運営体系も見直してユーザー企業とのパートナーシップを拡大し、産業界全体の開発効率の向上に貢献していくようにする。
- 安全性評価技術は、IEC・ISO規格の審議団体である電池工業会・日本自動車研究所と情報交換を行いながら、本プロジェクトで取得されたデータ等を提供し、国際標準化の議論にも有効活用する。

全固体電池の評価技術

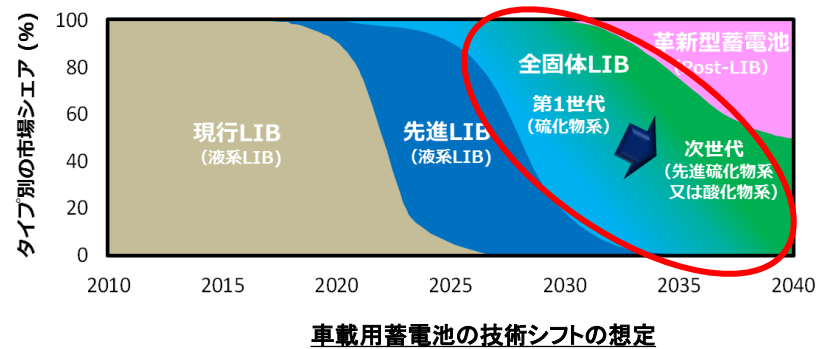
成果の公開、大型化・量産化と用途を意識した開発へのステップアップ

- プロジェクト第1期終了後、全固体電池の評価技術を国内産業界・アカデミアに対して広く共有(公開)し、材料のポテンシャル把握、セル構成材料の組合せの検討、セルの基本的充放電特性の実証等への活用を図る。この公開により、新規参入や異分野の研究者にも門戸が開かれ、全固体電池の研究開発の底上げと裾野の拡大が期待される。
- 現時点において、全固体電池には、高イオン伝導性電解質とその大量合成技術、電極-電解質界面の抵抗低減技術等、技術難易度の高い実用化障壁が数多く存在。また、セルの大型化・量産プロセス等も方向性は定まっていない。そこで、プロジェクト第2期では、オールジャパンの技術力を結集(材料・蓄電池・自動車メーカーが幅広く協調・連携、アカデミアのシーズや科学的知見も活用)した体制を再構築し、EV・PHEV用全固体電池の実用化・量産で国内産業界が有利なビジネス環境を創造するための研究開発に取り組む。

プロジェクト第2期の構想・取組(案)

プロジェクトの概要

- ▶ 今後、環境・エネルギー制約が強まり、世界全体でEV・PHEVの市場拡大が想定される。そこで、市場競争力を有した全固体LIBとそれを搭載したEV・PHEVの実用化・量産で海外に対し先手を取り、日本に有利なビジネス環境を創造することを狙い、産学官のオールジャパンの技術力を結集し、産業界の共通指標(ものさし)として機能する全固体LIBの材料評価技術を中心とする共通基盤技術を開発する。
 - 【1】第1世代全固体LIB(2025年量産想定)の研究開発
 - 【2】次世代全固体LIB(2030年量産想定)の研究開発
 - 【3】共通基盤技術の研究開発
 - 【4】動向調査研究
- ▶ 国内の自動車・蓄電池・材料メーカーが対等な立場で相互にシーズ・ニーズを用いる協調体制を構築。また、先端的な科学的知見を有する大学・研究機関をサテライト(分散研)として研究ネットワークに取り込み。



アウトプット目標

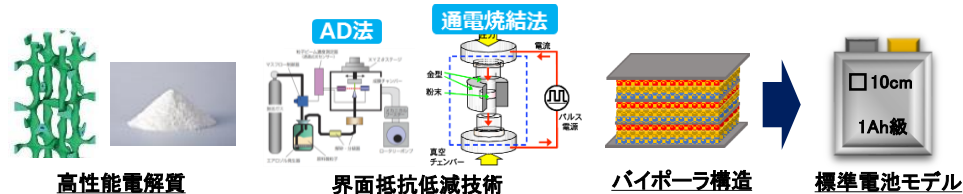
【1】第1世代全固体LIB(硫化物系電解質)

- ▶ セル大型化・量産のボトルネック課題をブレークする要素技術を開発。また、20Ah級セル(量産プロトタイプ)による新材料の評価技術を開発。



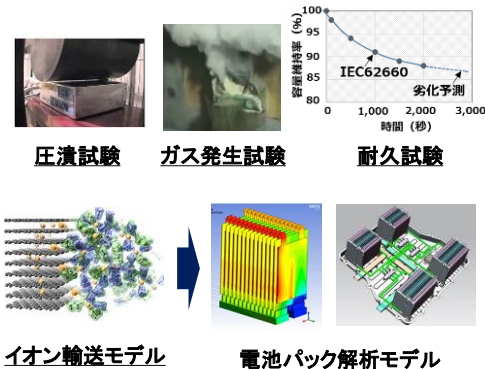
【2】次世代全固体LIB(高性能硫化物系又は酸化物系電解質)

- ▶ 全固体LIBの特長をフルに発揮する電解質・電極の適用技術やセル構造を開発。また、1Ah級セル(概念実証モデル)による新材料の評価技術を開発。



【3】共通基盤技術

- ▶ ビジネスと一体化した国際規格化を想定した全固体LIBの試験評価法を開発。
- ▶ 理論モデルに基づき、セル・電池パックの特性、EV走行時の充放電・熱挙動を予測するシミュレーション技術を開発。



【4】動向調査研究

- ▶ 国内外の政策・市場・研究動向を調査しつつ、に基づき、資源・リユース・リサイクル産業、充電インフラ等も視野に入れた社会システムデザインを検討。

波及効果

オープンイノベーションの加速

本プロジェクトでは、集中研究拠点のLIBTECにおいて、材料・蓄電池・自動車メーカーの出向研究員が協働で研究開発に取り組んでいる。同業-異業種、川上企業-川下企業の研究者が協働し、ニーズ・シーズの好循環や幅広い知・人材の交流が図られており、これまで垂直連携を基本として展開されてきた我が国の蓄電池の研究開発において、オープンイノベーションが加速される。

学術成果の産業技術としての引き上げ

本プロジェクトでは、H27年度より「ALCA-LIBTEC連携会議」を設置し、ALCA-SPRINGプロジェクトの硫化物全固体電池チームで開発された新材料のサンプルを受け入れ、電池試作・評価を行い、工業的視点から見た技術改良の指針をフィードバックしている。その結果、これまで3件の有望材料・技術（液相法による電解質コート技術、電解質充填の多孔樹脂シート、熱分解性バインダー）を見出している。

人材育成

材料メーカーの出向研究員（延べ48名）が、蓄電池メーカー出身のマネージャーの指導を受けて、蓄電池の設計～作製～評価に関する技術を習得している。これら出向研究員が蓄電池評価の知見が少ない材料メーカーに戻り、蓄電池材料開発のキーパーソンとして習得した技術を社内に広めており、国内材料メーカーの技術レベル向上に寄与している。