

「先進・革新蓄電池材料評価技術開発」

(中間評価)

(2013年度～2017年度 5年間)

プロジェクトの概要 (公開)

NEDO

スマートコミュニティ部 蓄電技術開発室

2015年 7月10日

発表内容

1. 事業の位置づけ・必要性



2. 研究開発マネジメント



3. 研究開発成果



4. 成果の実用化・事業化に向けた取り組み及び見通し

- (1)事業目的の妥当性
- (2)NEDOの事業としての妥当性

- (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

- (1)研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義
- (2)成果の最終目標の達成可能性
- (3)成果の普及
- (4)知的財産権の確保に向けた取り組み

- (1)成果の実用化に向けた戦略
- (2)成果の実用化に向けた具体的取り組み
- (3)成果の実用化の見通し

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

1. 事業の位置付け・必要性について

(1) 事業目的の妥当性

事業のアウトプットイメージ

標準電池モデル

我が国蓄電池産業の競争力の維持・向上を下支えするソフトインフラの開発。

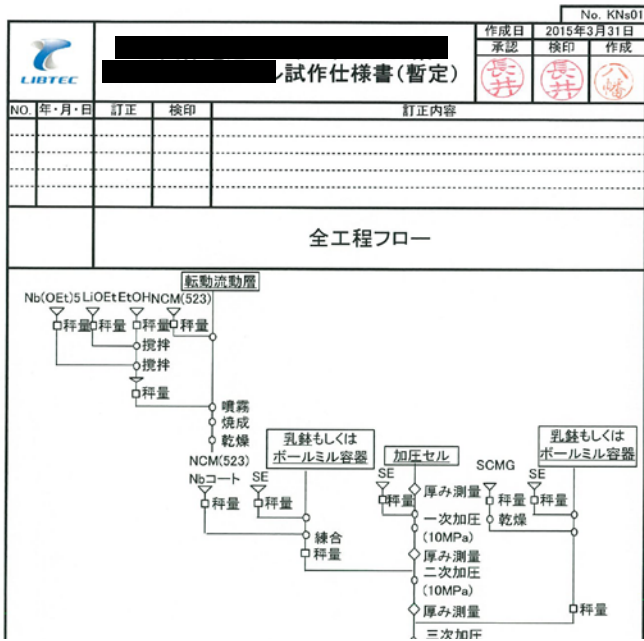


1Ah級ラミネート形



全固体電池(圧粉体型)

試作仕様書



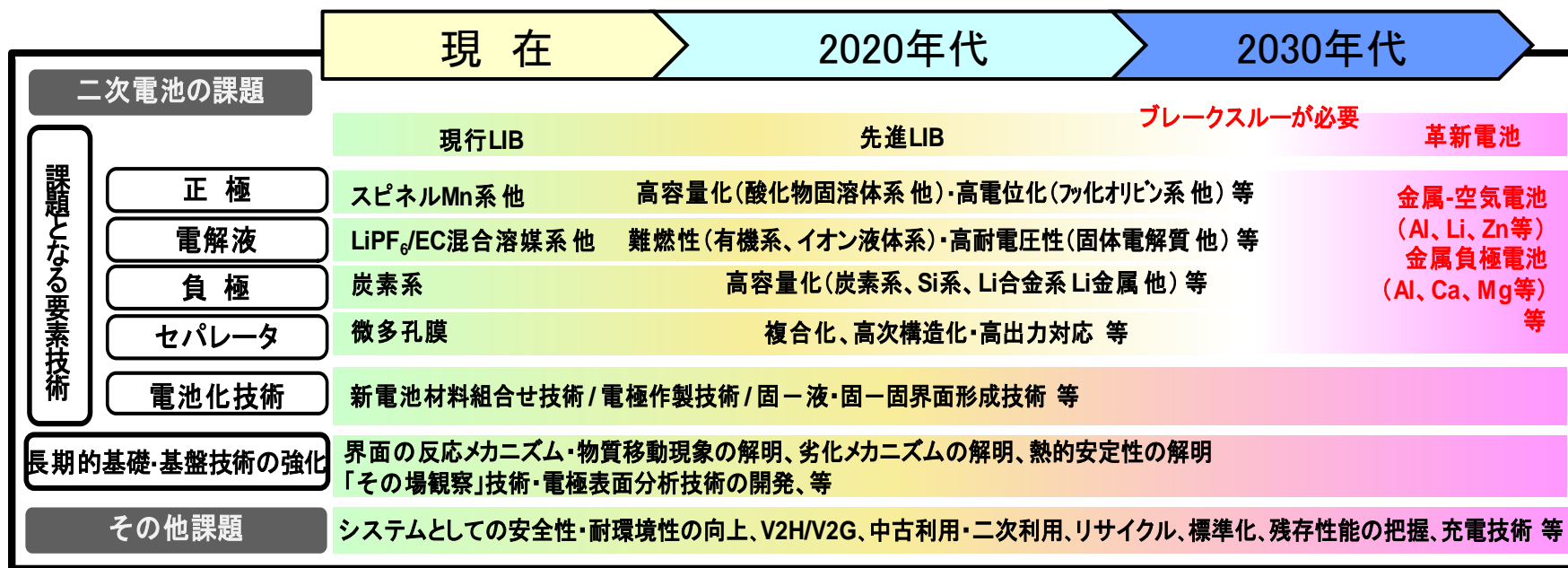
評価手順書

項目	条件
温度	25℃, 充放電レート /3C
	0℃, 充放電レート
C 50%	温度 , 充放電 (/3.1, ,) C
	OC 50%, 温度 ℃, 充放電 (3.1, 2, ,)
50%	温度 25℃, 充放電レート (1/3.1, .5,)
	50%, 温度 40℃, 充放電レート (/3.1, .5, 1) C

I. 事業の位置付け・必要性について

(1) 事業目的の妥当性

事業の背景 ~技術開発の方向性~



応用産業

モバイルIT機器用

車載用

定置用

市場規模

8兆円

12兆円

16兆円

20兆円~

電池種別
市場割合
イメージ

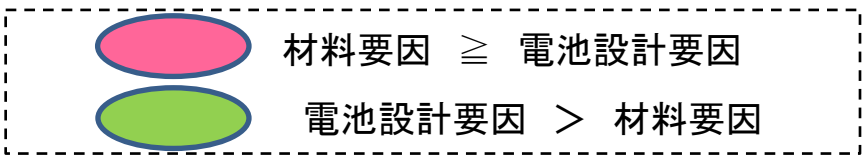
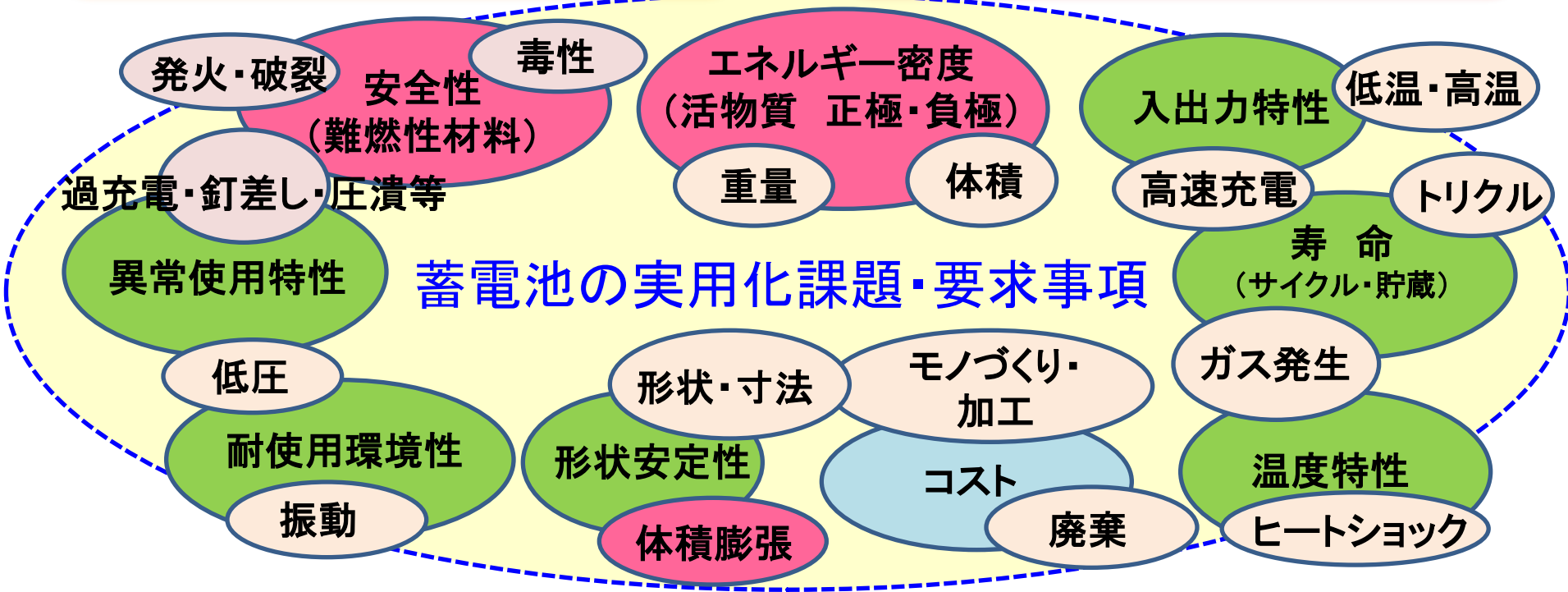
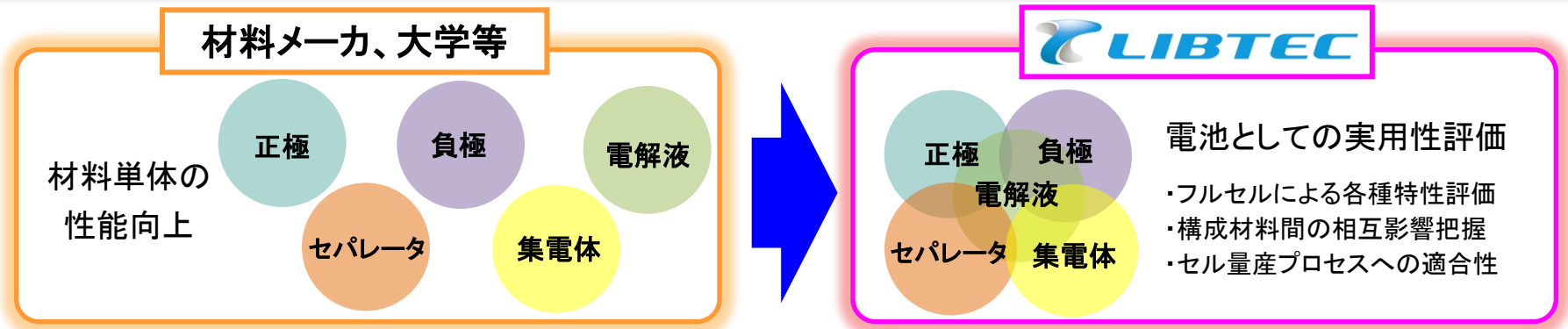
既存電池
(鉛、ニッケル水素 等)

リチウムイオン電池

革新電池

1. 事業の位置付け・必要性について
(1) 事業目的の妥当性

事業の背景 ~材料評価技術の重要性(1)~

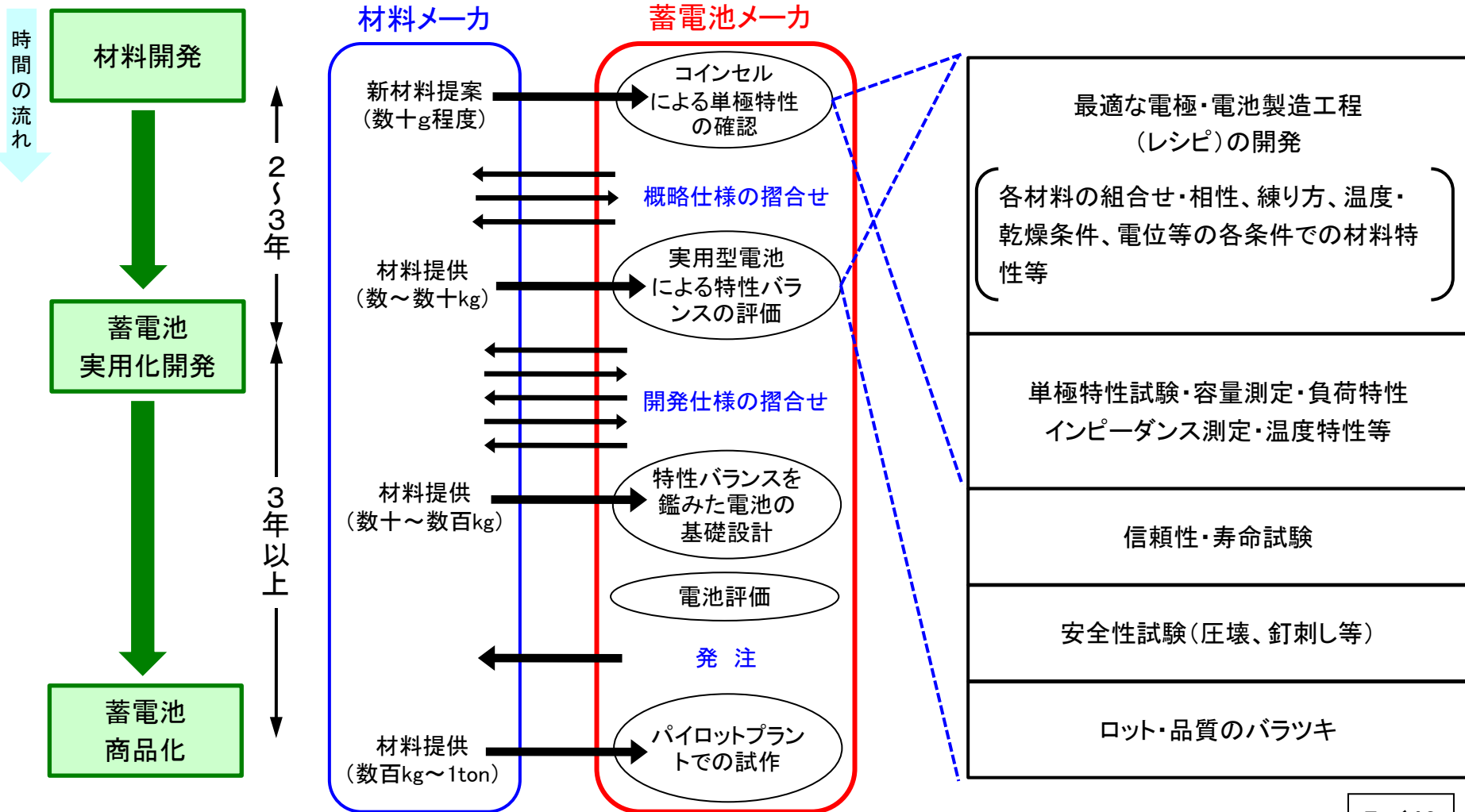


1. 事業の位置付け・必要性について

(1) 事業目的の妥当性

事業の背景 ~材料評価技術の重要性(2)~

- 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。



関連する上位政策

エネルギー基本計画(第四次計画) (2014年4月)

- 蓄電池については、最近の安全性の向上や充放電効率の増加による性能向上によって、従来の用途に加え、車載用、住宅・ビル・事業用等の定置用の用途へも広がりつつあるが、引き続き、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ことで、蓄電池の導入を促進していくとしている。

次世代自動車戦略2010 (2010年4月、経済産業省)

- 欧米自動車OEMの次世代自動車の開発加速、アジア・欧米蓄電池メーカーの車載用蓄電池市場への参入による競争激化が予想され、先進リチウムイオン電池や革新電池(ポスト・リチウムイオン電池)の研究開発の強化が必要としている。

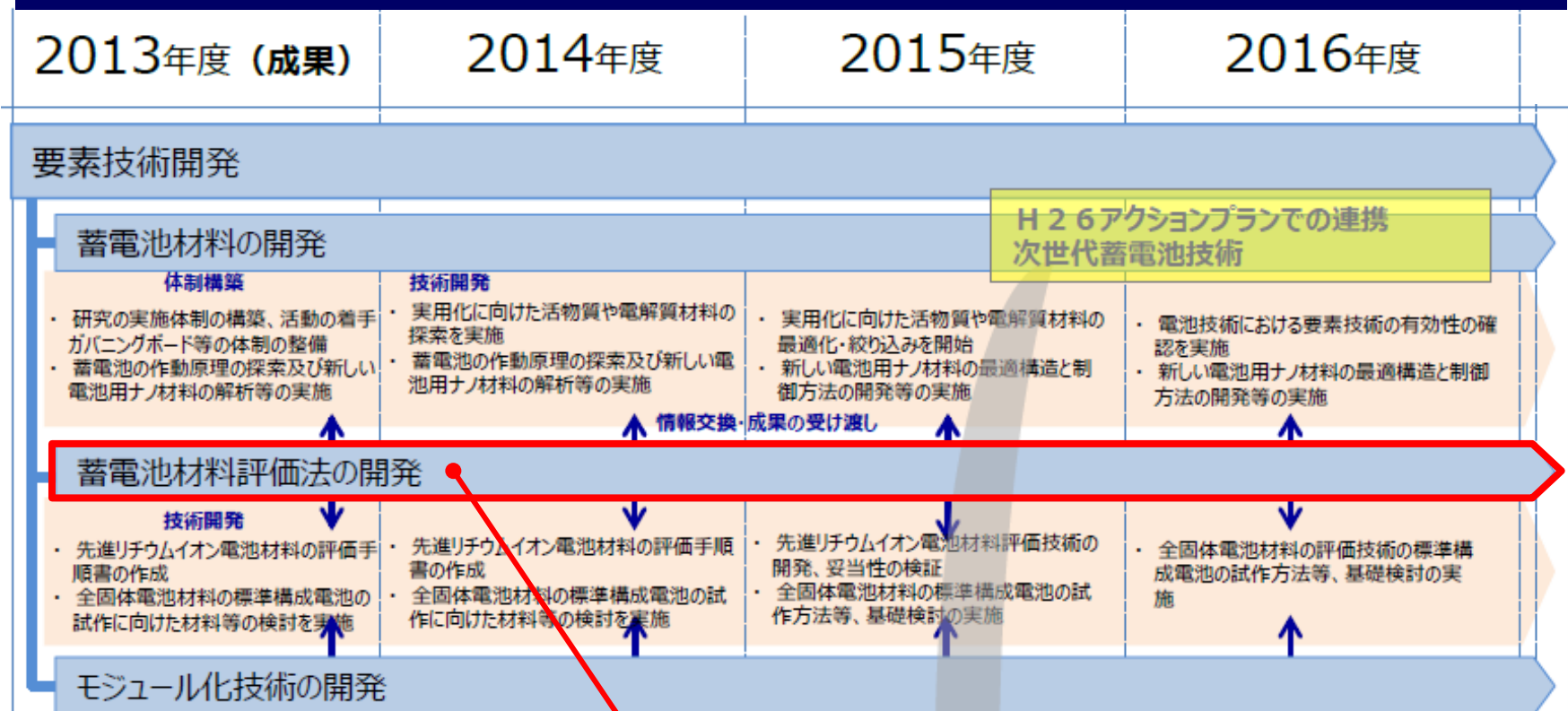
自動車産業戦略2014 (2014年11月、経済産業省)

- 2030年までに次世代自動車の新車販売に占める割合を5割から7割とすることを目指すとし(次世代自動車戦略2010の目標を踏襲)、蓄電池は産産・産学で協調して研究開発を進めるべき重点分野としている。

科学技術戦略上の位置付け

● 「科学技術イノベーション総合戦略2014」 詳細行程表

革新的エネルギー変換・貯蔵・輸送技術の高度化 次世代蓄電池技術



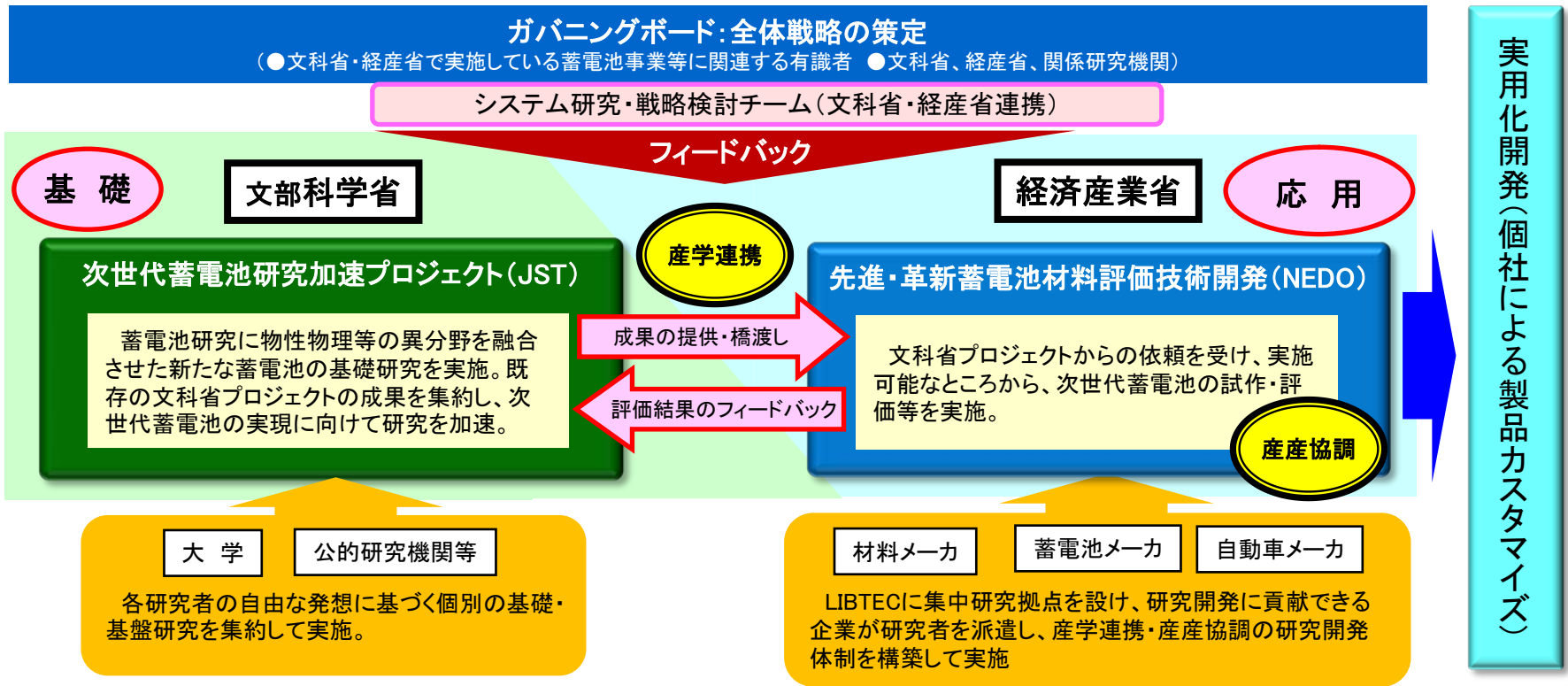
H26アクションプランでの連携
次世代蓄電池技術

先進・革新蓄電池材料評価技術開発

I. 事業の位置付け・必要性について
(1) 事業目的の妥当性

未来開拓研究プロジェクト (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ニングボードを設置、基礎から事業化までの一貫通貫を目指すもの。
- 本プロジェクトは、平成25年8月、「未来開拓研究プロジェクトの実施に関する基本方針」を改正し、同プロジェクトの一つとして実施しているもの。



1. 事業の位置付け・必要性について

(1) 事業目的の妥当性

文科省プロジェクトとの連携



次世代蓄電池研究加速プロジェクト運営体制

運営総括(PO)
物質・材料研究機構
フェロー 魚崎 浩平

総合チームリーダー
金村 聖志

ガバナングボード 戦略コーディネータ: 東京大学 橋本 和仁

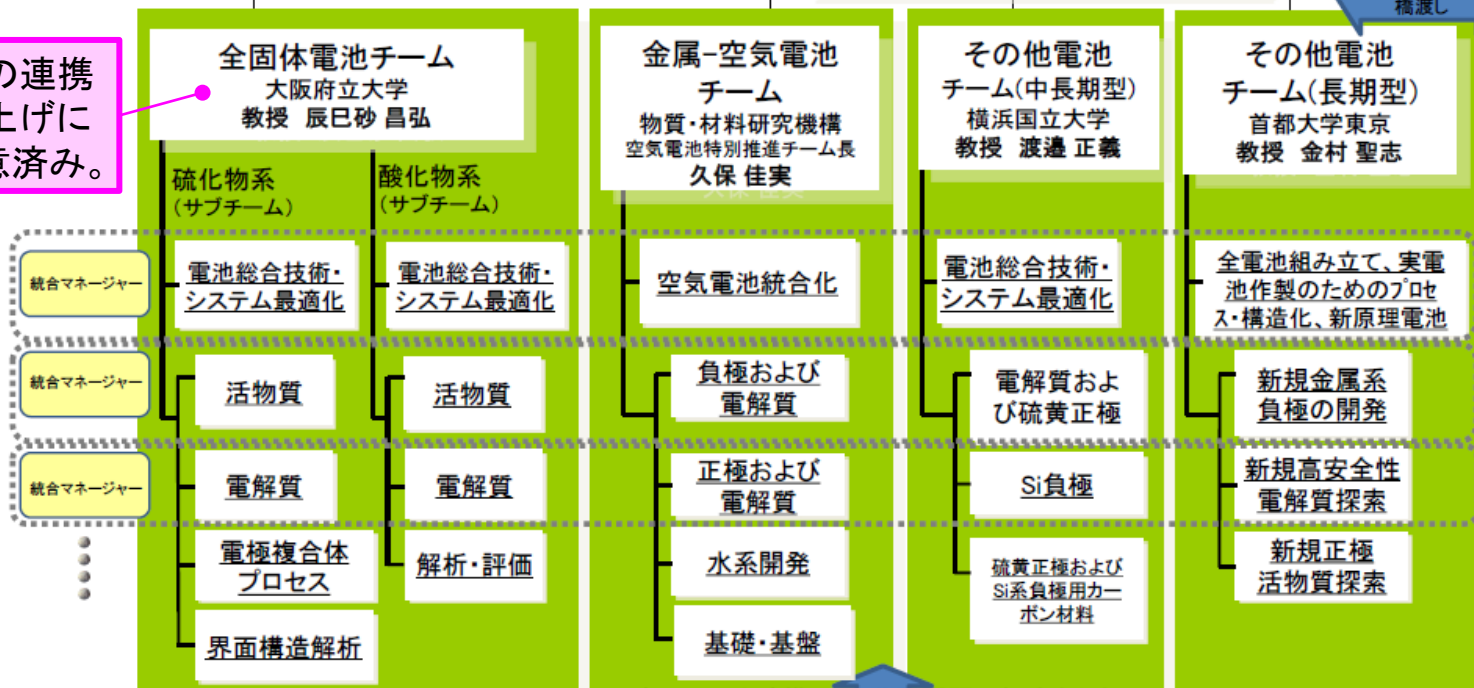
- 文部科学省・経済産業省で実施している蓄電池事業等に関する有識者
- 文部科学省環境エネルギー課長・参事官(ナノ・材料), 経済産業省研究開発課長・化学課機能性化学品室長, JST環境エネルギー研究開発推進部長, NEDOスマートコミュニティ部蓄電技術開発室長, 関係研究機関

太田PL、NEDO
細井がメンバー

◆システム研究・戦略検討チーム

成果の提供・橋渡し

LIBTECとの連携
会議の立上げに
ついて合意済み。



経済産業省・NEDO

各チームと連携して、共通課題の解決を行う。

関係者:
48研究機関
(大学等 46機関・民間企業2機関)
79主たる代表研究者
407登録研究者数

蓄電池基盤プラットフォーム
分析・解析、電池組み立て支援、安定性評価など
全電池チーム共通課題を実施
【実施機関: NIMS、早稲田大学、AIST関西センター】
文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム

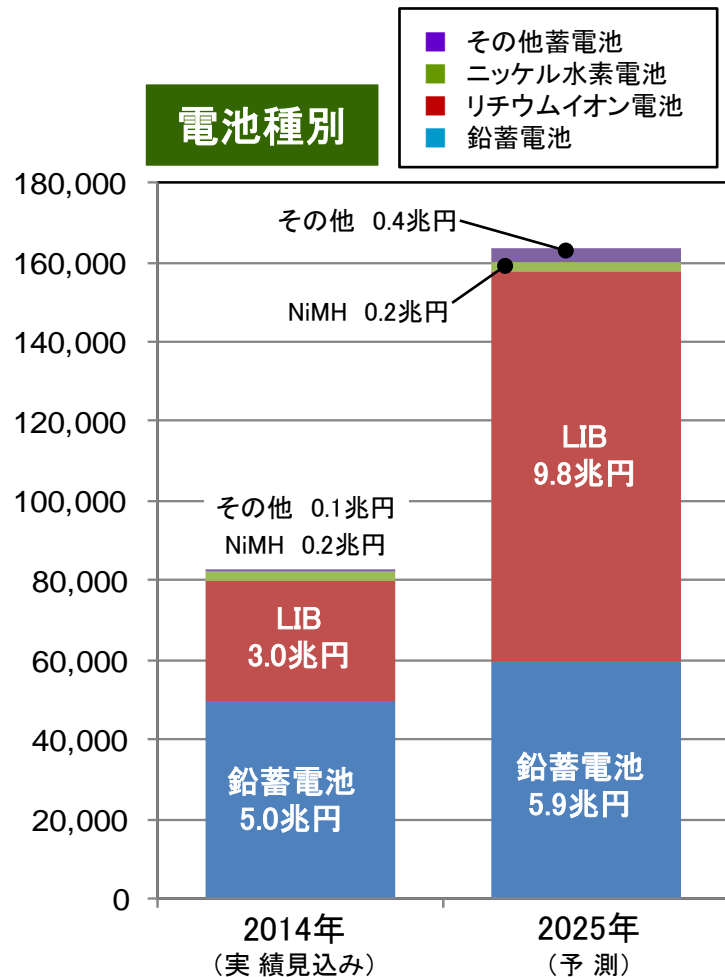
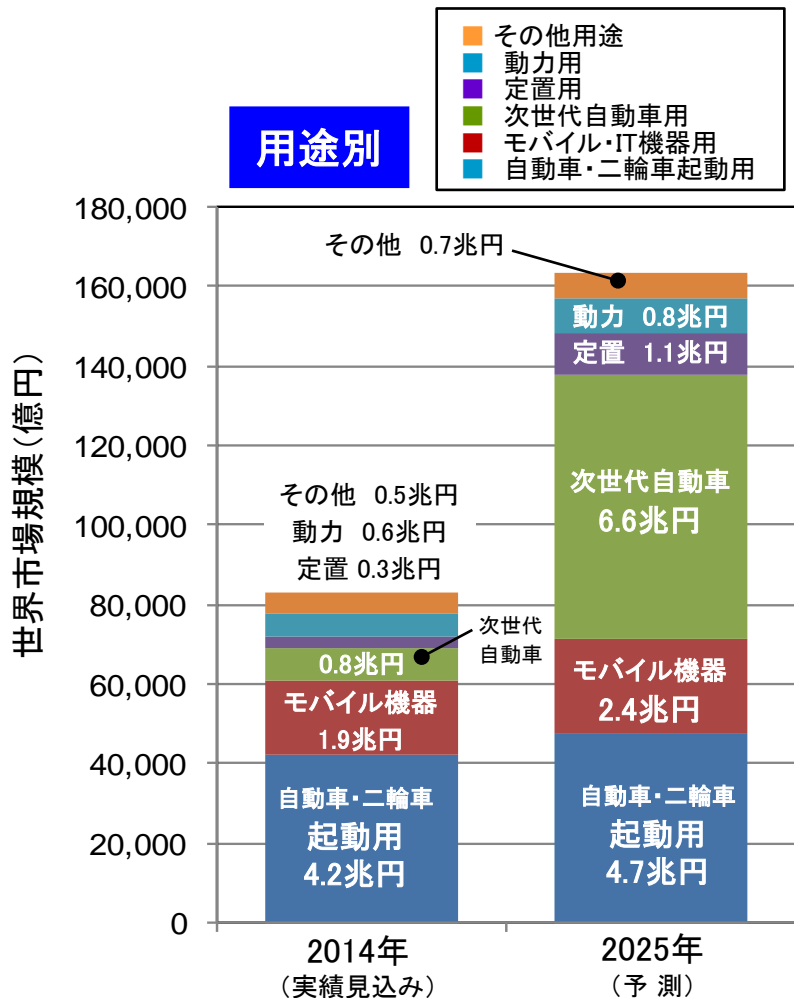
各要素の研究を、電池総合技術・システム最適化Gr. がまとめ、実電池に向けた最適化を行う。

1. 事業の位置付け・必要性について

(1) 事業目的の妥当性

産業・市場動向 ~蓄電池~

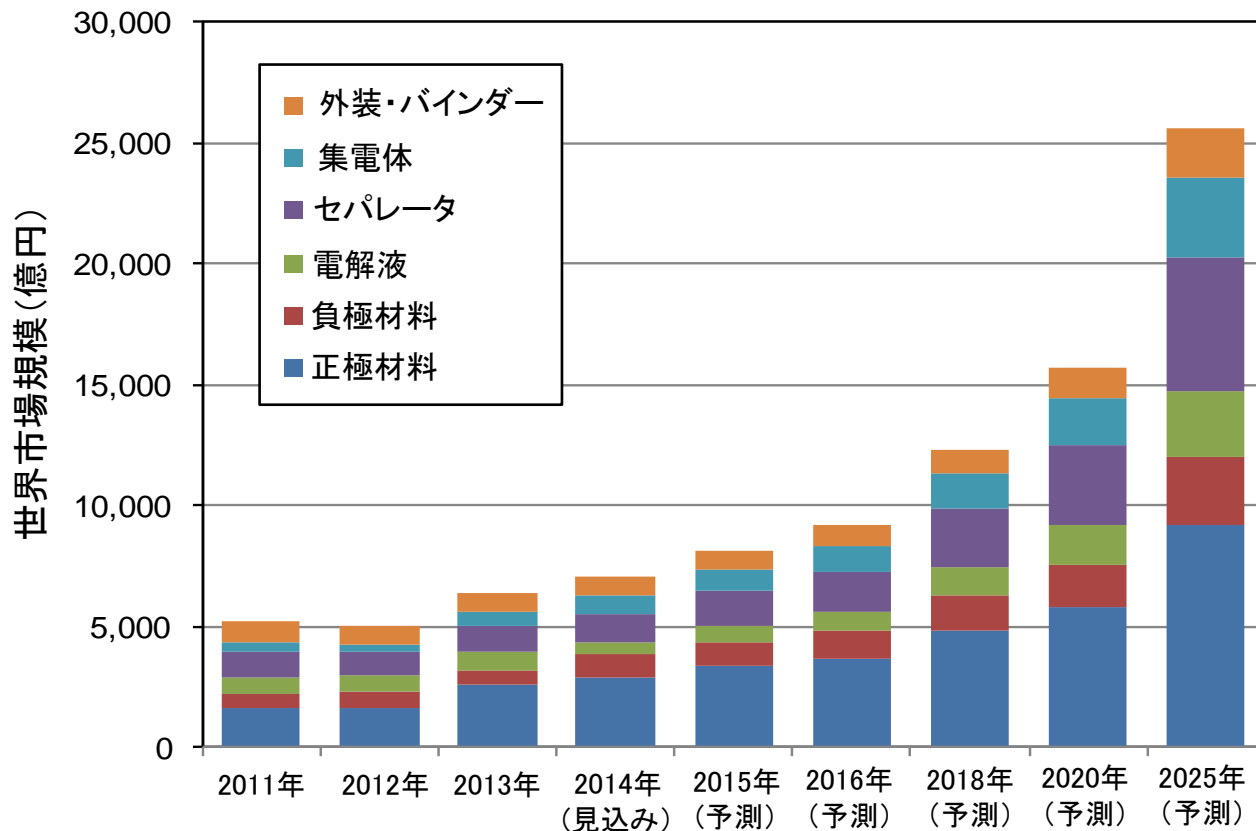
- 蓄電池の世界市場規模@CY2014年は約8兆円。今後、各用途でプラス成長の見込み。次世代自動車用の市場拡大に牽引され、2018年には10兆円を突破、2025年には約16兆円に成長するとの予測。
- 蓄電池の種別では、リチウムイオン電池が今後の主流と見られる。



出典:「エネルギー・大型二次電池・材料の将来展望2015」(2015年1月、株式会社富士経済)等に基づき、NEDO作成

産業・市場動向 ~LIB材料の市場規模推移・予測~

- リチウムイオン電池の主要部材の世界市場規模@2014CYは約7,000億円(日本メーカーのシェアは約30%)。今後、次世代自動車の普及やモバイル・IT機器の需要増等に牽引され、同市場規模は2018年には1兆円、2025年には2.5兆円を突破すると予測。
- 中国の内需を背景に価格競争力に優る中国メーカーのプレゼンスが増す傾向。日本メーカーはハイスペッ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とスピードで供給していく必要。

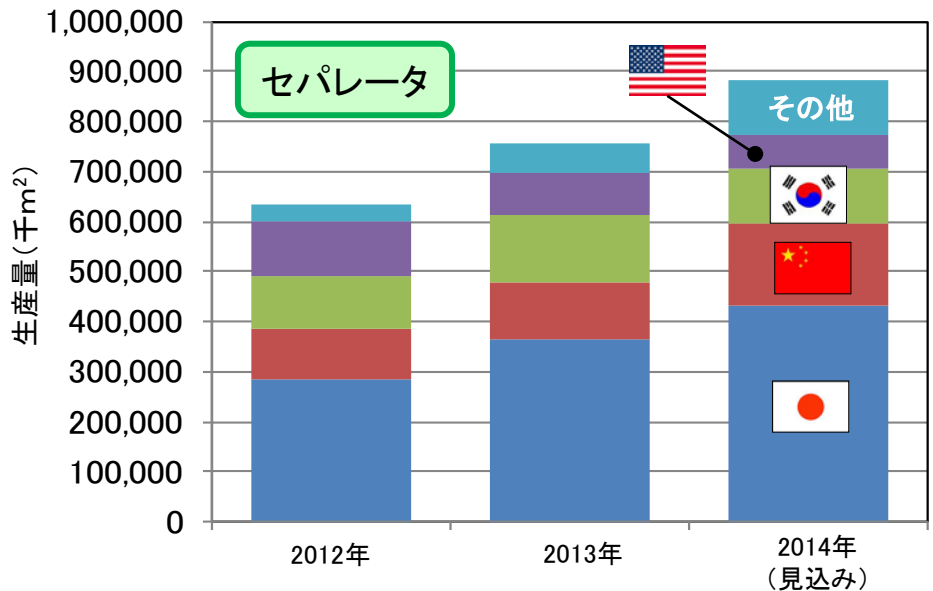
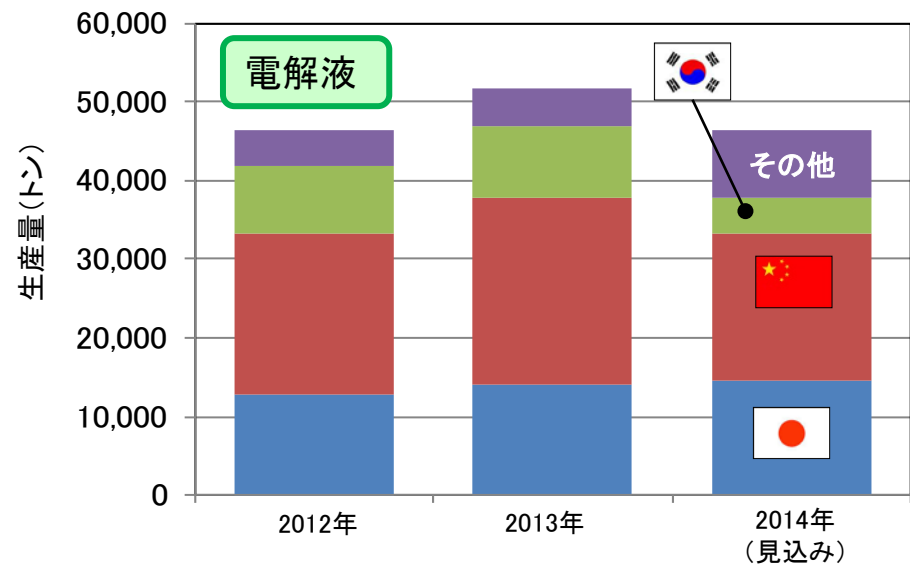
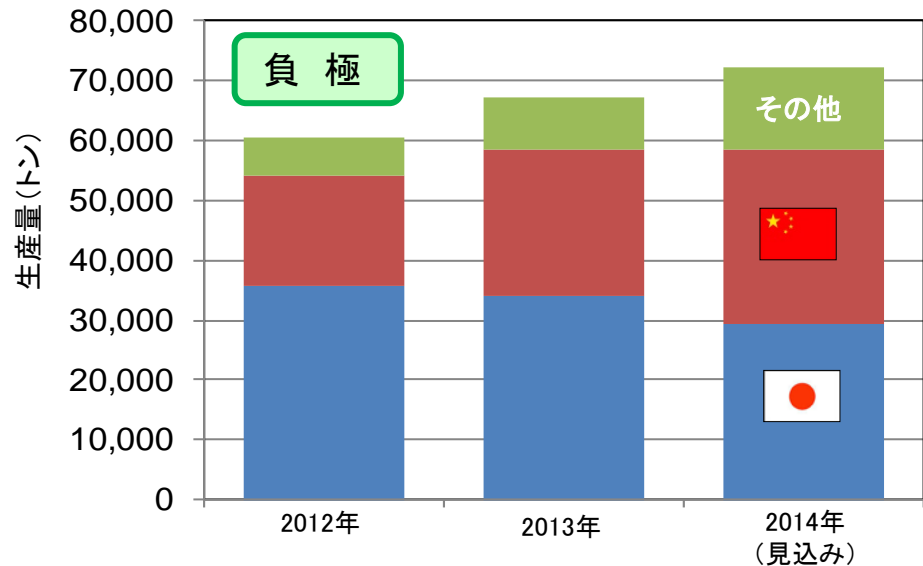
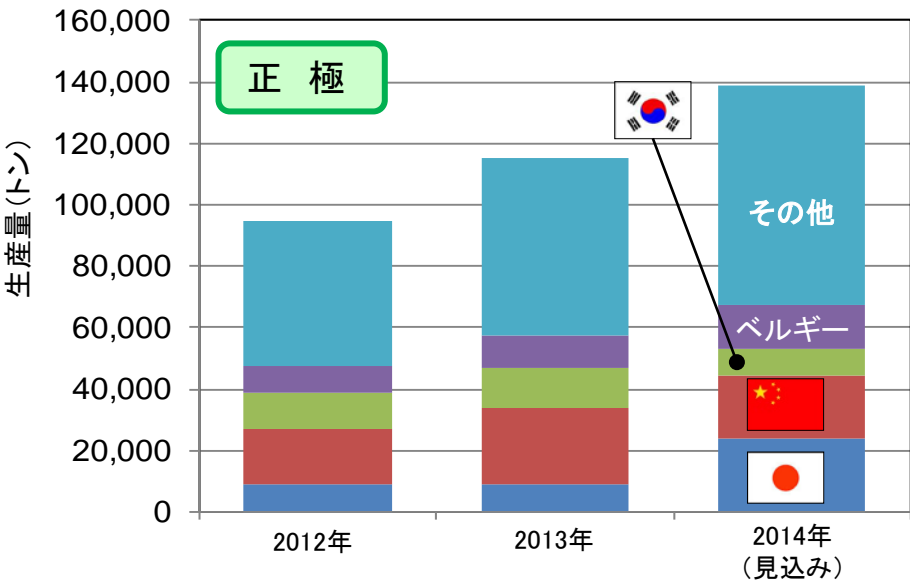


出典:「エネルギー・大型二次電池・材料の将来展望2015」(2015年1月、株式会社富士経済)等に基づき、NEDO作成

1. 事業の位置付け・必要性について

(1) 事業目的の妥当性

産業・市場動向 ~LIB材料の国別シェア推移~



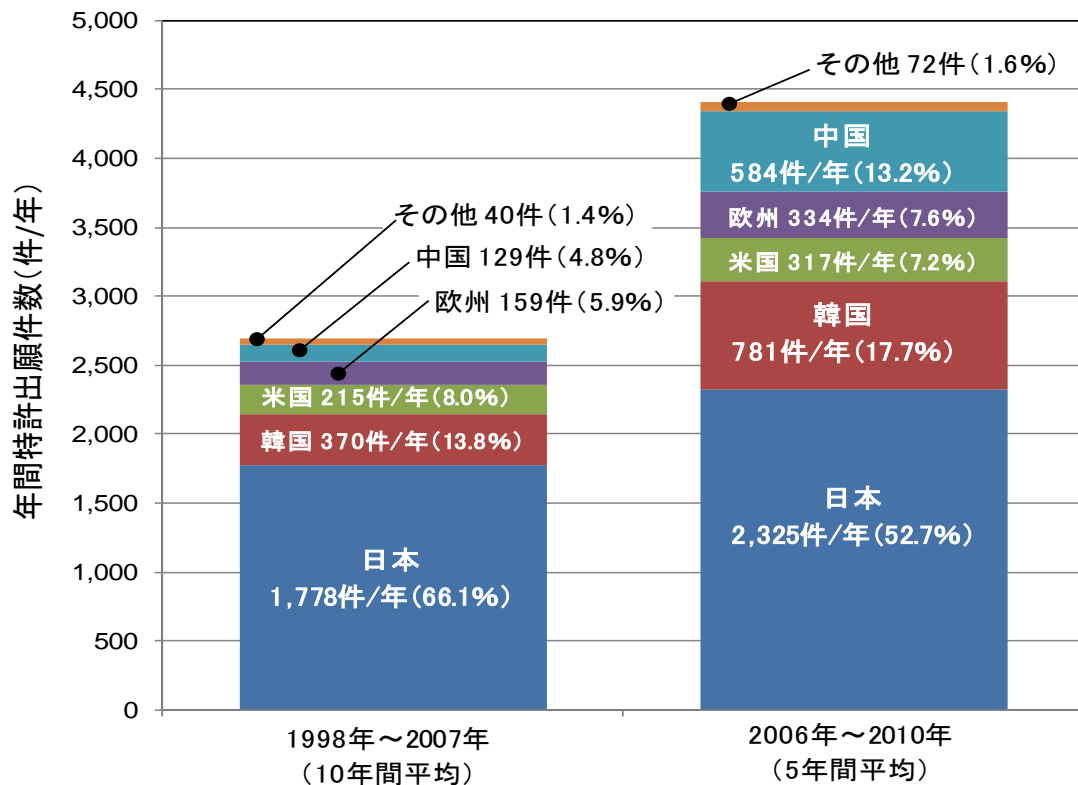
出典:「エネルギー・大型二次電池・材料の将来展望2013~2015」(株式会社富士経済)に基づき、NEDO作成
(注記) その他には、一部日本や中国の零細が含まれる。

1. 事業の位置付け・必要性について

(1) 事業目的の妥当性

特許動向 ~リチウムイオン電池~

- リチウムイオン電池の年間特許出願件数は1998年～2007年で約2,700件/年に対し、2006～2010年では4,400件/年と1.5倍以上に増加。
- 特許出願件数は日本が圧倒的に多い。日本は技術開発で世界に先行し、長年、市場を占有してきたこともあり、特許件数が多い。しかし、特許は実質的に技術を公開することに繋がり、特許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。



	1998年～2007年		2006年～2010年	
	件数	割合	件数	割合
日本	17,781	66.1%	11,625	52.7%
米国	2,149	8.0%	1,585	7.2%
欧州	1,587	5.9%	1,668	7.6%
中国	1,289	4.8%	2,921	13.2%
韓国	3,704	13.8%	3,906	17.7%
その他	378	1.4%	362	1.6%
合計	26,888	100%	22,068	100%

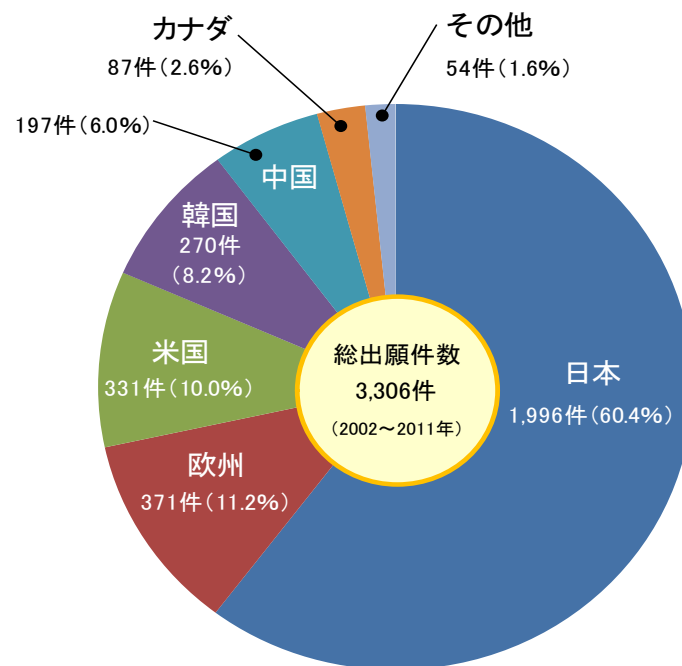
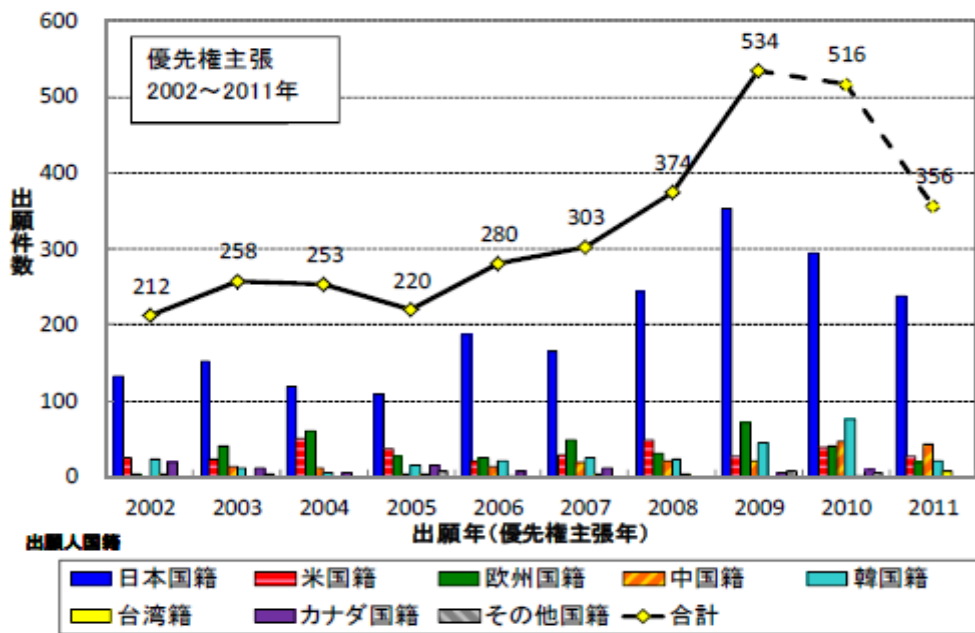
出典:「平成21年度特許出願技術動向調査ーリチウムイオン電池ー」(2010年4月、特許庁)及び「平成24年度特許出願技術動向調査ーリチウム二次電池ー」(2013年4月、特許庁)に基づきNEDO作成

1. 事業の位置付け・必要性について

(1) 事業目的の妥当性

特許動向 ~全固体電池~

- 全固体電池の特許出願は2006年以降、増加の傾向。総出願3,306件のうち、日本国籍の出願人件数が1,996件で全体の約60%を占め、他国に比べて突出して多い。
- 材料別の出願件数は電解質が1,866件で最多。正極が1,325件、負極が1,022件、電池全体が949件、集電体、外装、セパレータが100~200件のオーダー。また、電解質は、酸化物系材料と硫化物系材料の総出願件数に大差ないが、硫化物系材料(本プロジェクトの対象)は日本が圧倒的に多い。



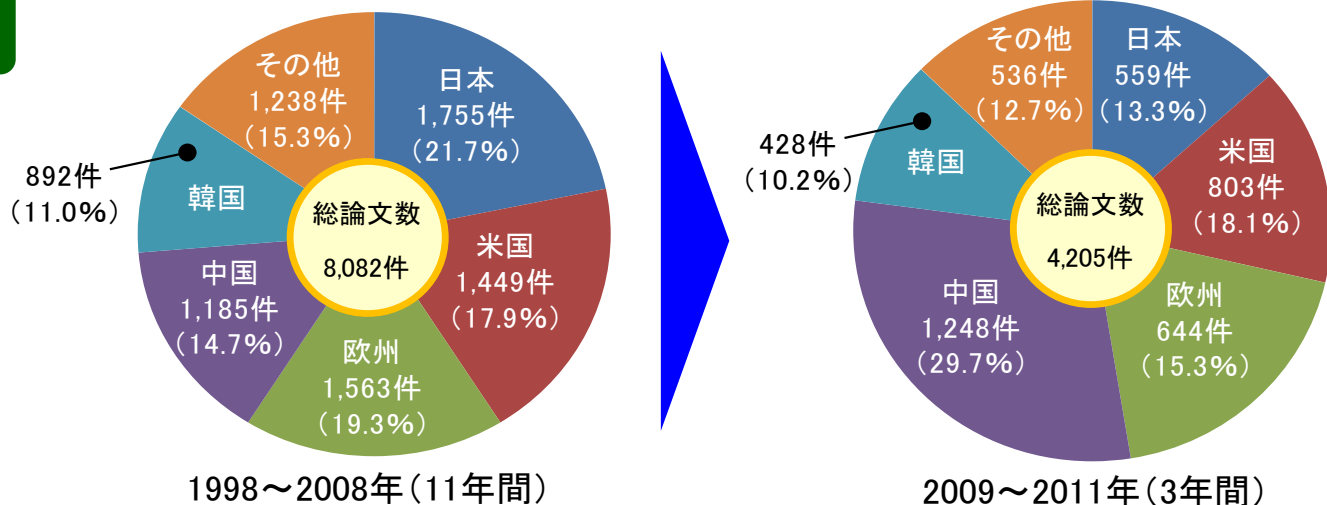
1. 事業の位置付け・必要性について

(1) 事業目的の妥当性

研究開発動向 ~論文~

リチウムイオン電池

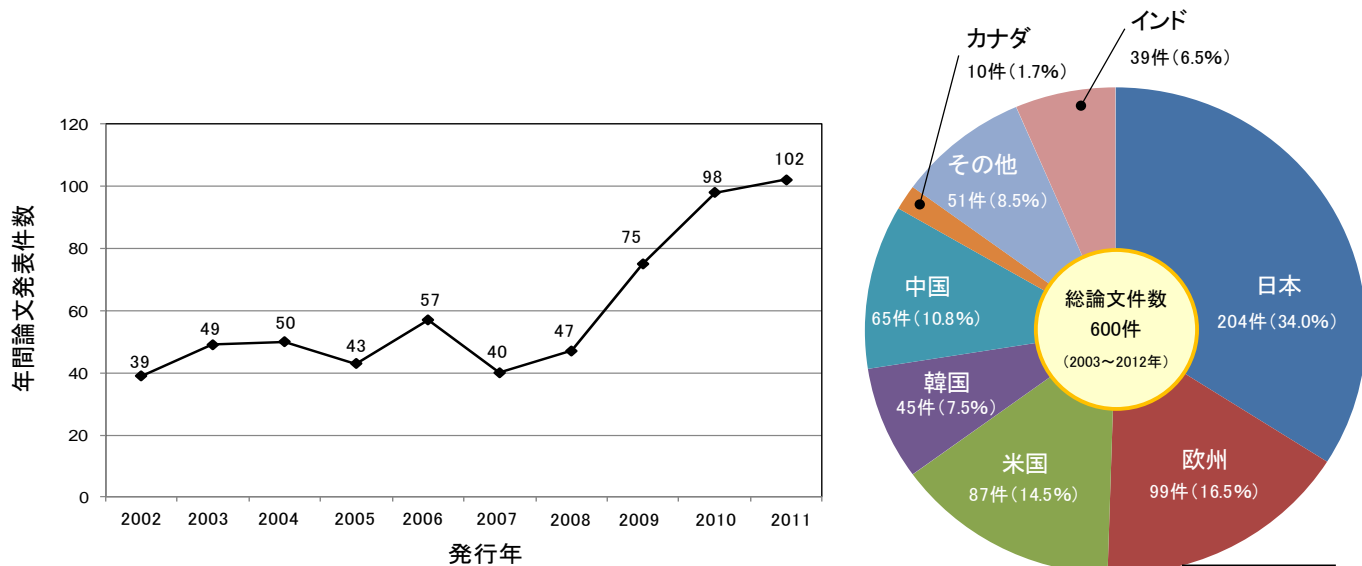
- 論文件数は1998年の409件から2011年の1,762件と約4倍に増加。
- 中国籍の比率が高まり、日本国籍の比率が減少する傾向。



出典:「平成21年度特許出願技術動向調査ーリチウムイオン電池ー」(2010年4月、特許庁)及び「平成24年度特許出願技術動向調査ーリチウム二次電池ー」(2013年4月、特許庁)に基づきNEDO作成

全固体電池

- 2009年より発表件数が急増している。
- 日本国籍は34%で最多。しかし、特許出願の約60%に比べると比率は小さい。



出典:「平成25年度特許出願技術動向調査ー一次世代二次電池ー」(2014年2月、特許庁)

研究開発動向 ～主要国の技術開発プロジェクト～

➤ 米 国

DOEの自動車技術局、エネルギー先端研究計画局、科学局等が車載用LIBの技術開発プロジェクトを推進中（予算：約200億円／年）。また、科学局の「Basic Energy Science」プログラムでは、2012年に次世代蓄電池の集中研究拠点を設立し、産学連携による革新電池の開発を推進中（5年間予算：約150億円）。

➤ 欧 州

FP7、HORIZON2020、官民パートナーシップ「欧州グリーンカー・イニシアティブ」等の資金を使って、10以上の車載用蓄電池の開発プロジェクトを推進中。LIBの高性能化・低コスト化技術を取り扱うプロジェクトが多いが、金属空気電池、リチウム硫黄電池等の革新電池の開発プロジェクトも存在。

➤ ドイツ

国家Eモビリティ・プラットフォームの方針に基づき、EGCIとは別に、主にドイツ連邦教育研究省が資金を拠出し、主に車載用LIBの開発プロジェクトを多数、推進中。また、蓄電池の産学連携拠点として、MEET（ミュンスター電気化学エネルギー技術センター）とHIU（ヘルムホルツ電気化学エネルギー貯蔵ウルム研究所）を設立。

➤ 中 国

「国家ハイテク研究発展計画」（863計画）において、車載用蓄電池に特化したプログラム（予算：約34億円）を設け、LIBの高性能化を推進中。また、「国家重点基礎研究発展計画」（973計画）において金属空気電池やリチウム硫黄電池等の基礎研究を実施中。

➤ 韓 国

韓国政府は2010年の「二次電池の競争強化に向けたロードマップ」において、EV用LIBで日本をキャッチアップするための研究開発に4,000～5,500億円の投資を表明。蓄電池分野のグローバル素材企業を10社以上育成し、世界シェア50%を目指すとしている。

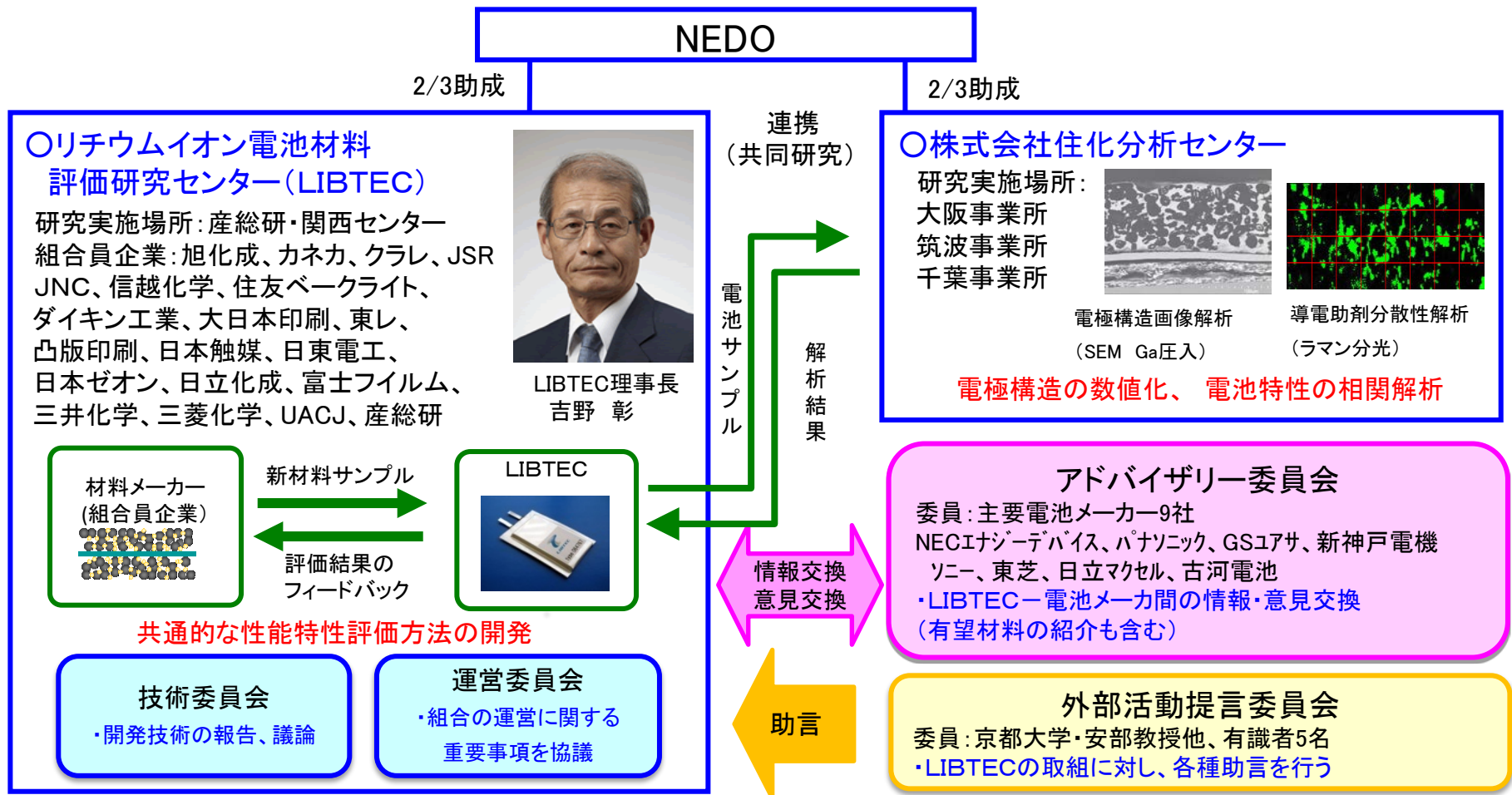
NEDOの関与の必要性

- 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

本プロジェクトはNEDOが関与すべきもの。

● 「NEDO/次世代蓄電池材料評価技術開発」の概要

- 平成22～26年度(5年間)において助成事業(助成率2/3)として実施。
- 本事業の成果を用いて、LIBTECが自主事業を展開中(組合員企業の新材料を自己負担で評価)。



● 「NEDO/次世代蓄電池材料評価技術開発」の成果

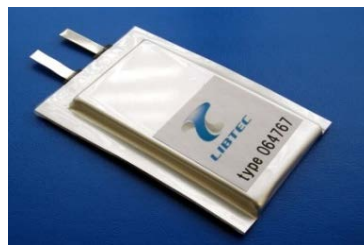
- 既に商品化されている材料をベースに5種類の標準電池モデル(追加で2種類の派生モデルが有り)を開発。
- 事業期間中、組合員企業の新材料・約400件について評価を行い、その評価結果をフィードバック。

外寸:厚さ5×幅268×縦122mm



5Ah級ラミネート形電池モデル

外寸:厚さ6×幅47×縦67.5mm



1Ah級ラミネート形電池モデル

外寸:厚さ3.2×直径20mm



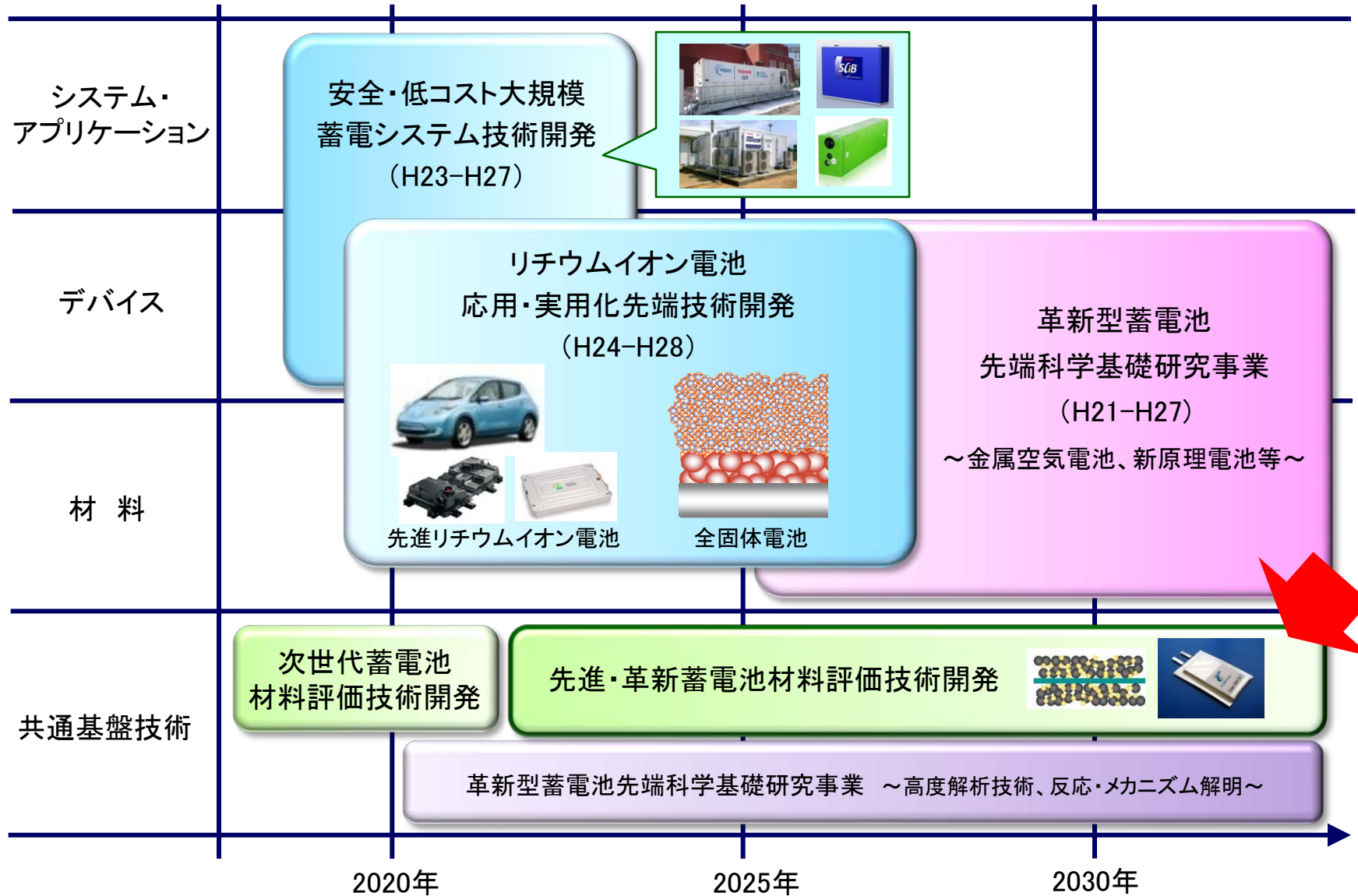
コイン形電池モデル

	モデル-1	モデル-2	モデル-3	モデル-4	モデル-5
正極	コバルト酸リチウム系	リン酸鉄リチウム系	マンガン酸リチウム混合系	ニッケル-マンガン-コバルト三元系	
負極	人造球状黒鉛系	天然球状黒鉛系	天然球状黒鉛系	ハードカーボン系	人造球状黒鉛系
想定主用途	小型民生用	EV用、HEV用、定置用	小型民生用、EV用、定置用	HEV用	EV用、定置用
電圧	3.7V	3.2V	3.8V	3.2~3.8V	3.6V
特徴(単セル)	高容量、高価。民生用小型機器電源で主流。	安価、安全。米国と中国で主流。	安価、安全。	電圧から充電量が分かる。HEV向き。低温・大電流放電に強い。	低温・大電流放電に強い。

NEDOの関与の必要性

～NEDO蓄電技術開発プロジェクト～

研究開発領域



研究開発成果が反映される製品の上市時期

実施の効果

国内生産・雇用、輸出、内外ライセンス収入、国内生産波及・誘発効果、国民の利便性向上等の形を通じての我が国経済活性化への貢献。

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

③ LIBTEC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3兆円

世界市場規模
@2025年

蓄電池(蓄電デバイス)
約10兆円

次世代自動車: 70~100兆円
スマートコミュニティ: 80兆円
モバイル・IT機器: 60~70兆円

5年間総事業費: 23.3億円(5年間)

⇒ 費用対効果が高い。

事業の目標

中間目標 (H27年度末)

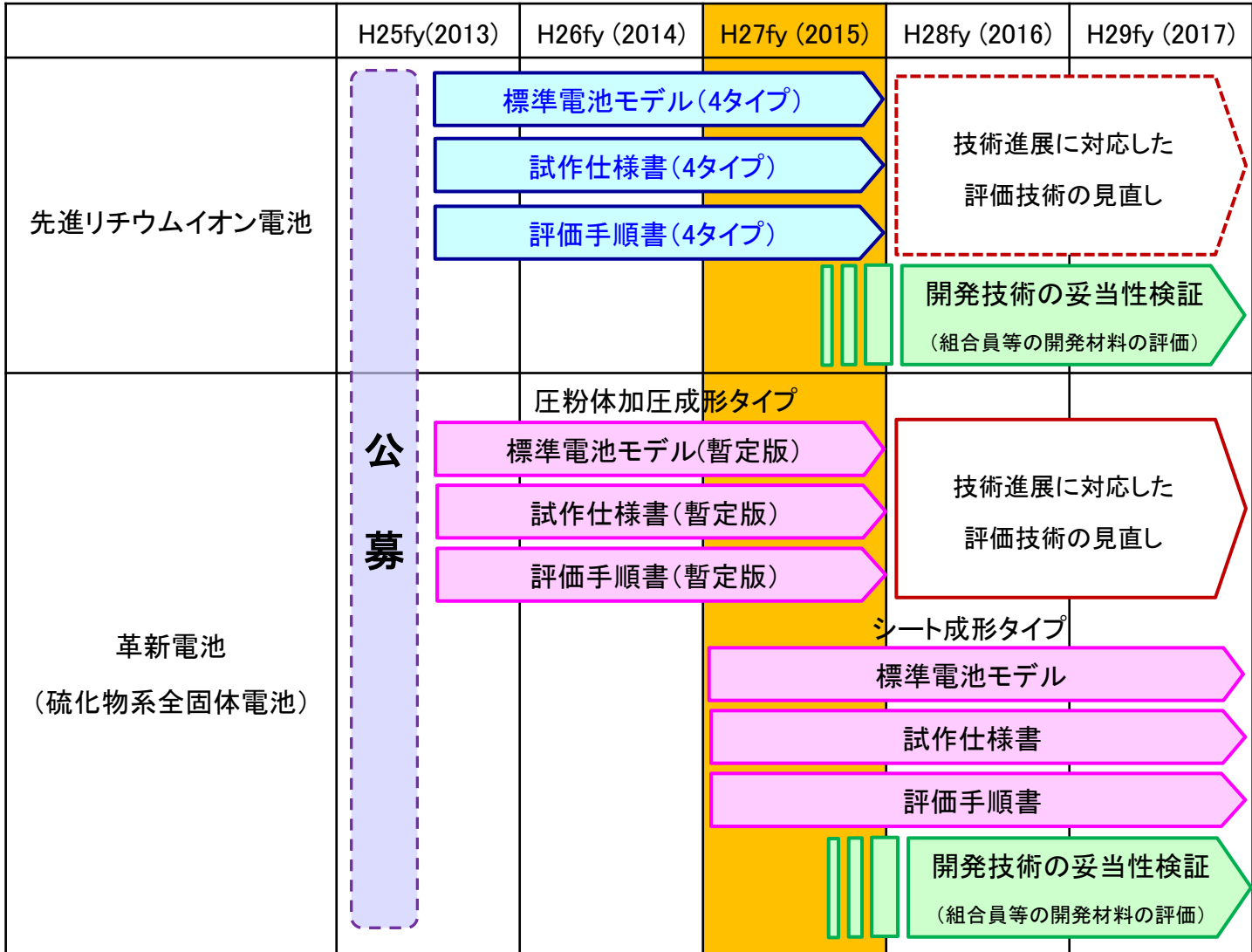
先進リチウムイオン電池に用いられる新規材料について、初期特性、保存・サイクル劣化等の寿命特性、安全性・信頼性を評価する技術を開発する。

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。

- 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在、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することは戦略的。
- 成果の価値は「産業界の共通指標(ものさし)として機能するか否か」で決まる。そのため、目標達成度は、①新材料の得失・課題が把握できるか否か、②汎用性、経済性、技術進展への対応、③各種ドキュメントの分かり易さ、④秘密漏洩・技術流出の防止対応等の視点で評価するべき。これらの判断材料をプロジェクトの進行過程で収集していく方針。

研究開発スケジュール



▲
中間評価

▲
前倒事後評価

研究開発予算

- リチウムイオン電池のプロジェクト(PJ-1～PJ-4)は、「次世代蓄電池材料評価技術開発」で導入した研究設備を活用可能であるが、最適な標準電池モデル及びその作製方法を確立するためには、現象・反応メカニズムの理解が必要。そのため、材料の各種分析装置、反応解析装置等を導入。
- 全固体電池のプロジェクトでは、硫化物を取り扱うための実験環境(アルゴンガス雰囲気グローブボックス等)を導入。正極活物質へのナノ粒子コーティング装置、電極シート成形装置等も導入。

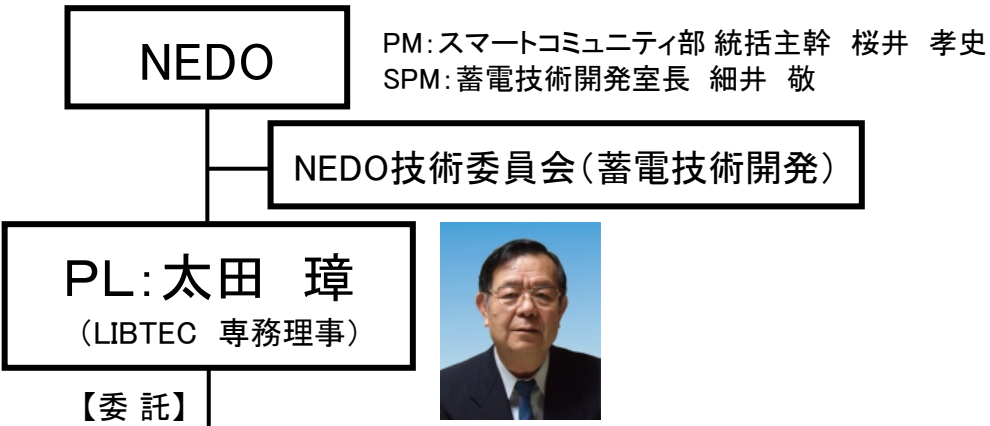
(単位:百万円)


研究開発テーマ		H24FY	H25FY	H26FY	H27FY	H28FY	合計
先進リチウムイオン電池	(1) 高電位正極(PJ-1)	51	57	60	(50)	(50)	(268)
	(2) 高容量正極(PJ-2)	21	85	56	(50)	(50)	(262)
	(3) 高容量負極(PJ-3)	27	94	60	(50)	(50)	(281)
	(4) 難燃性電解液(PJ-4)	57	58	71	(50)	(50)	(286)
	(1)～(4) 小計	156	294	247	(200)	(200)	(1,097)
全固体電池(PJ-5)		107	160	256	(200)	(100)	(823)
共通的評価技術の開発		43	70	97	(100)	(100)	(410)
合計(NEDO 委託費)		306	524	600	(500)	(400)	(2,330)

(注記)カッコ内は計画

2. 研究開発マネジメント
(3) 研究開発の実施体制の妥当性

研究開発実施体制



リチウムイオン電池材料評価研究センター 

○LIBTEC(組合員17法人のうち11法人が参加)
 旭化成株式会社、株式会社UACJ、JSR株式会社、
 信越化学工業株式会社、東レ株式会社、凸版印刷株式会社、
 日立化成株式会社、富士フイルム株式会社、三井化学株式会社、
 三菱化学株式会社、国立研究法人産業技術総合研究所

○連携研究機関(3法人)
 トヨタ自動車株式会社、日立マクセル株式会社、パナソニック株式会社

LIBTEC内部の委員会等


運営委員会

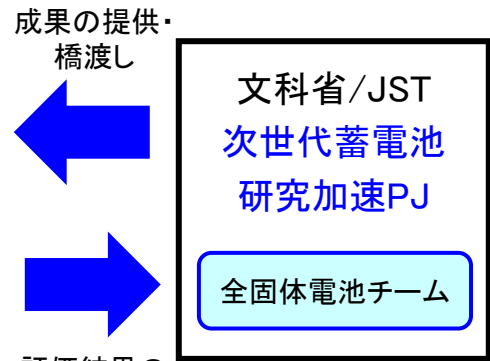
技術委員会

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



評価結果のフィードバック

研究開発実施体制 ~個別プロジェクトの体制~

- LIB材料でシェア上位の材料メーカーが参加。新材料の欠点・弱点や改良の方向性を掴んでいる可能性。また、本プロジェクトの成果を活用し、新材料の製品化・事業化に繋げることができる。
- 連携研究機関の日立マクセル、パナソニック及びトヨタ自動車は蓄電池の研究開発に豊富な経験と実績を有し、かつ事業化能力を十分に有する。



進捗管理

2. 研究開発マネジメント

(4) 研究開発の進捗管理の妥当性

LIBTEC内(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による進捗管理

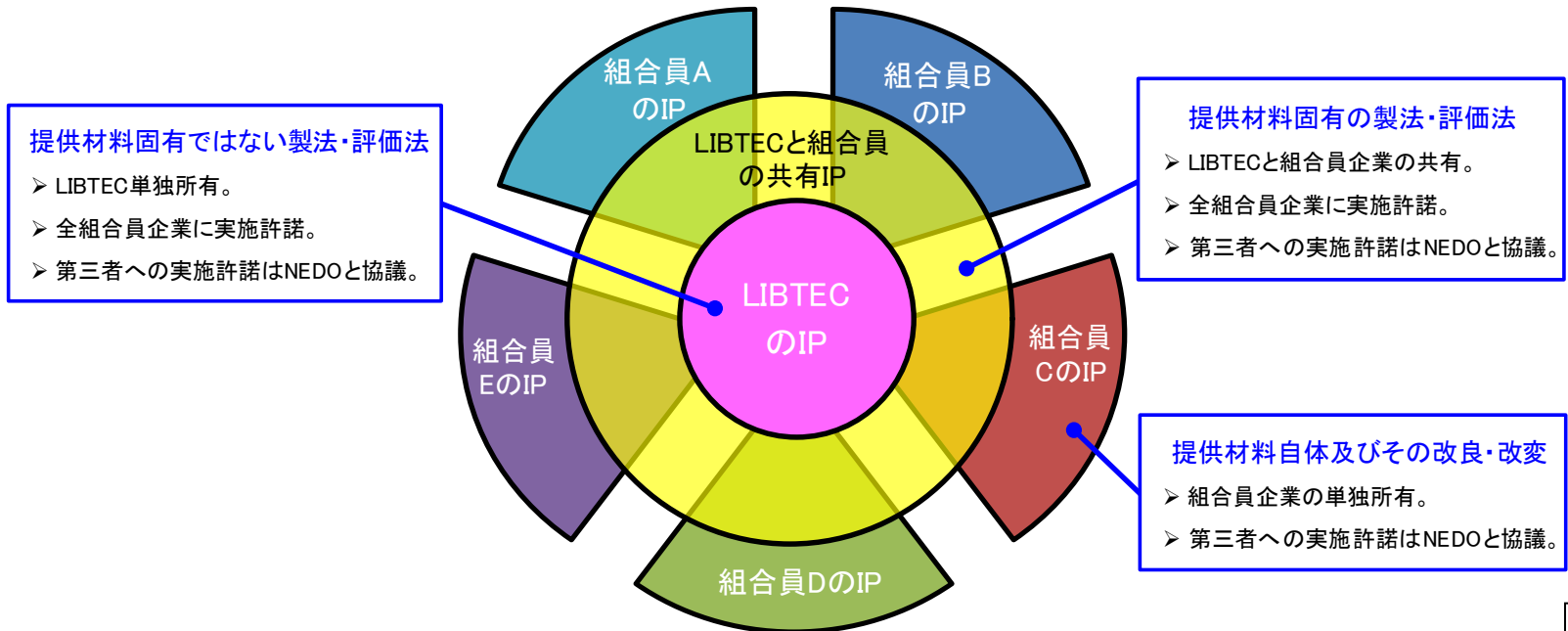
- 2～3ヶ月に1回、NEDO担当者がLIBTECを訪問し、研究開発状況や導入設備を確認。
- 1回／半年を目途にLIBTECより研究進捗報告を受けている。
- LIBTECより、毎月の予算執行状況の報告を受け、研究設備の導入や消耗品の購入状況から研究に遅延が発生していないことを把握。
- 本プロジェクトを対象として、外部有識者で構成される「NEDO技術委員会（蓄電技術開発）」を過去2回、開催。技術的な助言やプロジェクト全体の運営管理に関する助言をもらい、プロジェクト推進部として留意すべきことや追加的に対応すべきこと等の有無を点検している。

2. 研究開発マネジメント

(5) 知的財産等に関する戦略の妥当性

知財戦略、知財取扱い合意内容

- 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・評価法に分類して設定。



技術情報管理、秘密保持

2. 研究開発マネジメント

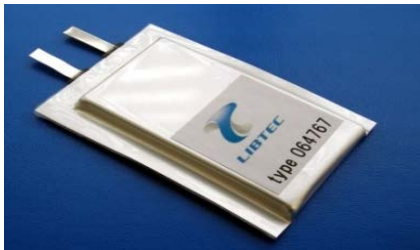

(5) 知的財産等に関する戦略の妥当性

- 製品として上市されていない先進リチウムイオン電池及び革新電池に関する技術情報の流出は、競争力の低下を招くおそれがあり、その対策・ルール作りが必要。
 - ⇒ 本プロジェクトの開始時、LIBTEC、NEDO及び経済産業省による協議結果。
 - 上記を踏まえ、本プロジェクトの「情報管理規定」、「秘密情報管理規定」を策定済み。
 - (⇒ 「次世代蓄電池材料評価技術開発」に適用していた規定を強化。)
- ① 秘密漏洩防止、技術情報流出防止
 - ・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
 - ・サンプル・図面、作製仕様書、評価基準書等(電子媒体を含む)の外部持ち出し不可
 - ・社用PCの監視
 - ・社外電子メールの監視 等
 - ② 秘密保持、組合脱会時の取扱い
 - ・情報管理規定の下での保護(賠償請求有)を基本に、研究員個人と守秘契約を締結。
 - ・組合員脱会の対応についても合意済み。

標準電池モデルの構成

3. 研究開発成果について

(1) 開発目標の達成度及び開発成果の意義

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
正極	LNMO	213固溶体	LFP NCA	高電圧LCO	NMC 有機硫黄系
負極	人造黒鉛/SC	人造黒鉛	SiO/黒鉛	人造黒鉛	人造黒鉛
電解質	カーボネート系	EC系	EC系	EC系 (添加剤入り)	LPS
セパレータ	乾式 (コーティング品)	ポリオレフィン	ポリオレフィン	ポリオレフィン	—
外観	 <p>1Ah級ラミネートセル</p>				 <p>圧粉体型</p>

研究開発目標の達成度

3. 研究開発成果について

(1) 開発目標の達成度及び開発成果の意義

開発テーマ	目標	成果	達成度	H27年度末に向けての 対応方針
PJ-1 : 高電圧正極	(1) 標準電池モデル (2) 試作仕様書 (3) 性能評価手順書	① LNMO正極の電極組成を適正化し、電池容量バラツキ改善。 ② 上記正極に対して、負極、電解液、添加剤を検討し、寿命特性(25℃)が実用レベルであることを確認。 ③ 上記結果を基に電池試作仕様(暫定)及び性能評価手順書を策定。	○	① 各種サンプル評価を通して評価方法の妥当性を検証。 ② ガス発生のため評価が困難な高温(45℃)以上も安定して評価可能な条件、手法を検討。
PJ-2 : 高容量正極	(1) 標準電池モデル (2) 試作仕様書 (3) 性能評価手順書	① 電池仕上げ条件を4.6V又は容量規制(280mAh/g)とすることで、良好な放電容量及び寿命特性を得た。また、4.4V以上の高容量には主に酸素イオンが関与を明らかにした。 ② 電解液量及び仕上げ条件の電流値を適正化し、放電容量のバラツキを低減。 ③ 上記電池で用いた保存試験等の電池特性評価条件を策定、検討し、概ね妥当であることを確認。	○	① 評価精度向上のため、仕上げ後の捲回電極群変形を抑制するべく部材、設計見直し。 ② 高容量正極仕様でのLIB材料評価の電池特性安定化のため正極や添加剤等の検討。
PJ-3 : 高容量負極	(1) 標準電池モデル (2) 試作仕様書 (3) 性能評価手順書	① LFP正極、SiO/黒鉛混合負極を用いた電池モデルを策定し、材料違いの特性評価が可能なことを確認。 ② 評価負極の電極組成、スラリー分散方法、電極密度を検討。高容量負極の安定評価が可能な電極仕様を見出した。 ③ 上記結果を基に電池試作仕様書及び性能評価手順書を策定。	○	① NCA正極を用いた電池モデルを策定。 ② 安全性評価方法の確立。 ③ 評価負極の電極設計の更なる改良。
PJ-4 : 難燃性電解液	(1) 標準電池モデル (2) 試作仕様書 (3) 性能評価手順書	① 4.5V LCO正極、MAG負極を用いた電池モデルを策定し、異なる電解液で特性評価が可能なことを確認。 ② 評価容器等の評価系を検討し、DSC、C80、ARCなどの熱特性評価技術を確立。 ③ 上記結果を基に電池試作仕様書及び性能評価手順書を策定。	○	① 短絡系安全試験方法を確立する(短絡部分の大きさと、外部電源による条件調整等)。 ② 電池構成で通電状態の熱分析手法等を開発し、各種材料の評価検証。
PJ-5 : 全固体電池	圧粉体型 (1) 標準電池モデル (2) 試作仕様書 (3) 性能評価手順書	① 全固体電池で特に課題となる導電パス確保のため、加圧条件や電極材料検討を実施し、良好な出力特性を有する電池モデル(圧粉体型)を策定。 ② 上記結果を基に電池試作仕様書及び性能評価手順書を策定。	○	① 実用系に近い塗工電極シートを用いた電池モデルの策定と評価条件検討。

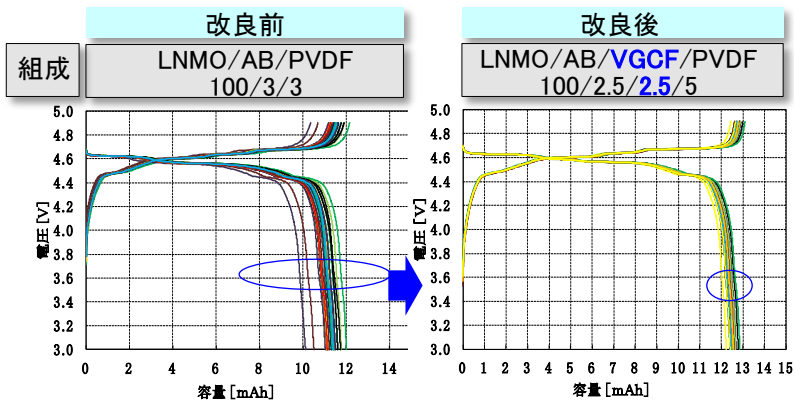
3. 研究開発成果について

(1) 開発目標の達成度及び開発成果の意義

PJ-1 高電圧正極の成果

開発内容・成果

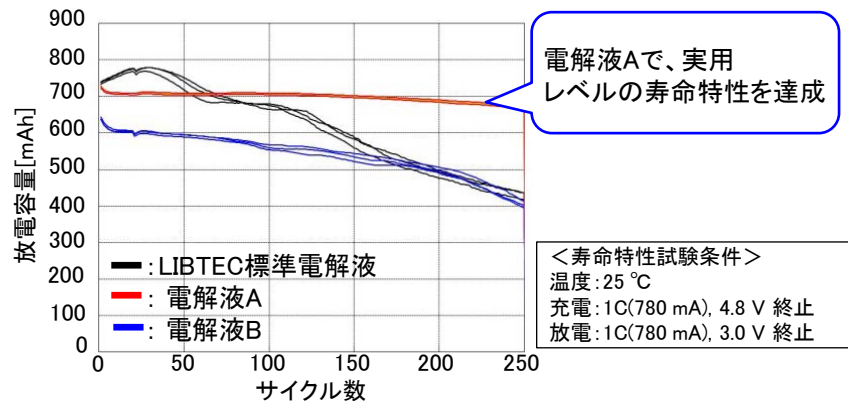
電池モデルの正極組成の検討



■ 正極組成改良前後での充放電特性

- セル容量のバラツキを改善するため、正極電極の導電性及び集電体-活物質間の接着強度に着目し、VGCFの添加やバインダ(PVDF)割合増加等を検討。その結果、容量バラツキが大幅に改善する正極仕様(暫定)を策定。

寿命評価に適する標準電解液の検討



■ 高電位正極(LNMO系)の25°C寿命特性

- 各種電解液を用いた寿命評価を行った結果、電解液Aで実用レベルの特性を確認。この電解液を電池モデルの標準電解液として選定。

目標の達成度

- 正極配合を検討し、容量バラツキが小さい正極仕様を開発。
- 個別プロジェクト参加企業が提供の電解液、負極活物質等を組合せて試作を実施。その評価結果に基づき実用レベルの寿命評価が可能な仕様を決定。放電負荷特性及びガス発生観点から、負極は表面修飾天然黒鉛、電解液添加材は無添加を選択。
- 電解液の開発及びスクリーニングが可能な評価方法と電池モデルを完成させ、試作仕様書(暫定版)を策定。

今後の課題と取り組み

- 評価法の妥当性検証のため、各種材料で評価を実施。
- 45°C以上の高温雰囲気において、充放電時のガス発生による電池の変形で正確な評価が困難なこと、寿命低下が課題。
- 上記課題解決のため、積層型電池構造や正極活物質の表面修飾等の対策を実施。この結果を基に電池モデルの完成度向上を図る。

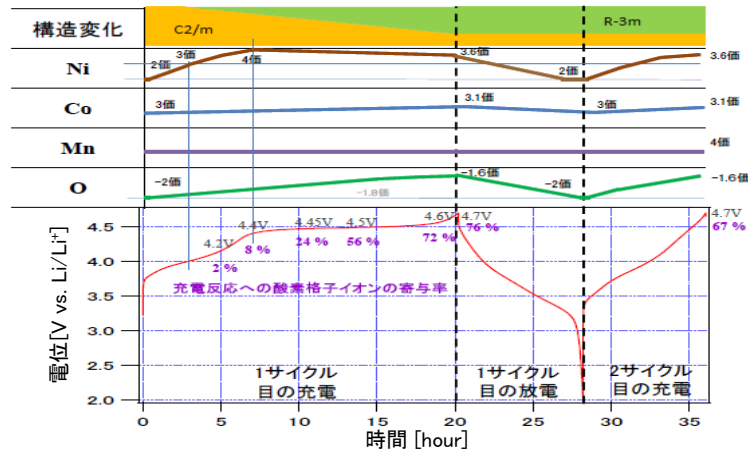
3. 研究開発成果について

(1) 開発目標の達成度及び開発成果の意義

PJ-2 高容量正極の成果

開発内容・成果

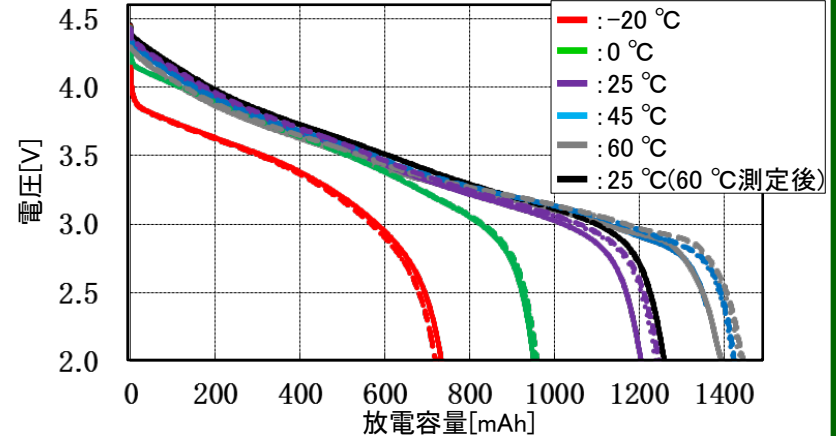
高容量化技術の開発



■ 初回充電における正極構成元素の価数変化

- 初回充電での高容量発現における正極構成元素の電池反応への関与状況をX線吸光分析法で解析し、格子酸素(O²⁻)が高容量化に大きく寄与していることを把握。

電池モデルの性能評価及び妥当性検証



- 試作した電池モデルについて、標準的な5時間率の電流で-20°Cから+60°Cの範囲で放電したときの特性を測定し、25°Cの容量に対する各温度の維持率がLIBTEC標準電池と比較して良好であることを確認。

目標の達成度

- 容量発現プロセスを確立：高容量が発現するプロセスを解明。また、この結果を基に高容量を安定的に発現させる手法を開発。
- 上記の原理に基づき、生産プロセスとして採用可能な、電池活性化(高容量発現)プロセスを開発。
- 上記プロセスを採用した電池モデルの放電温度特性は、LIBTEC標準電池と比較して、良好な特性であることを確認。

今後の課題と取り組み

- 電池評価の精度向上のため、充放電に伴う電池の変形を電池設計の見直し及び積層型電池を開発することで解消する。
- 電池・電池材料開発に対応した評価水準向上のため、電池部材(電解液)との反応や金属溶出を抑制した表面コート正極、電解液、添加剤等の電池モデルへの適用の見直し。

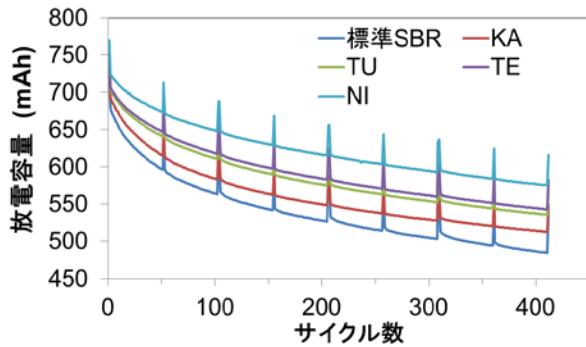
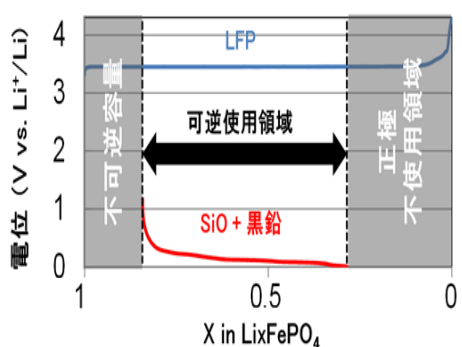
3. 研究開発成果について

(1) 開発目標の達成度及び開発成果の意義

PJ-3 高容量負極の成果

開発内容・成果

高容量負極(SiO系)を用いた電池モデルの検討



■ 負極性能評価用の電池モデル

■ 異なる負極バインダを用いた電池モデルの寿命特性

- 負極性能評価のため、電圧平坦領域の大きいLFP(LiFePO₄)正極を選定し、SiO/黒鉛混合負極と組み合わせて、電池モデルを策定。
- 異なるSiO材料(3種類)、負極バインダ材料(5種類)等でサイクル特性評価を行った結果、材料の特性差を評価可能なことを検証。

電池モデル改良の検討

■ 電池モデルの負極の改良

	従来	改良点
導電助剤	ABのみ	AB+CNT
スラリー分散方法	プラネタリ混練	ジェットペースタ混練
電極密度	1.6 g/cm ³	1.2 g/cm ³

- 充放電における電極膨張収縮が大きいSiO負極の安定評価ができるように、電池モデルの負極仕様を改良。
- この負極仕様の適用により、電池特性も向上。

目標の達成度

- 高容量負極性能評価のため、LFP(LiFePO₄)正極、SiO/黒鉛混合負極を用いた電池モデルを策定し、材料違いの特性評価が可能なることを確認。
- 高容量負極材料を用いた電池モデルを用いた評価の信頼性向上ため、負極の電極組成、スラリー分散方法、電極密度等を検討し、電極仕様を決定。

今後の課題と取り組み

- 正極との相性やサイクル進行に伴う容量ズレの影響を評価するために、NCA正極を用いた電池モデルを策定。
- 安全性評価法を確立。
- 電池モデルの電極の更なる改良に向け、充放電時の電極厚み変化のIn-situ評価技術の適用可能性を検討。

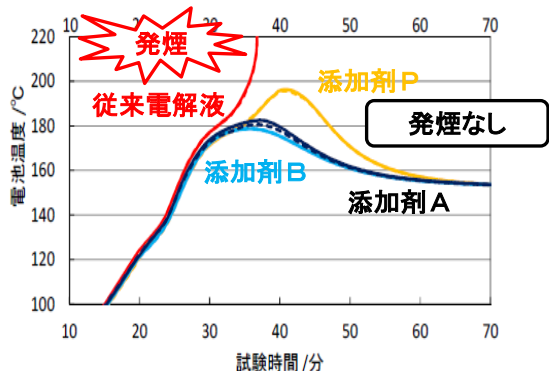
3. 研究開発成果について

(1) 開発目標の達成度及び開発成果の意義

PJ-4 難燃性電解液の成果

開発内容・成果

難燃性電解液を用いた電池モデルの検討

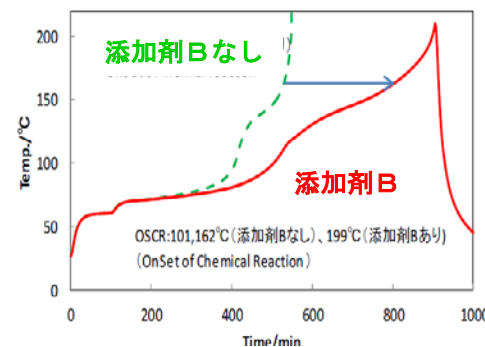


- 高電圧・高容量材料を用いた電池評価のため、4.5V LCO(LiCoO₂)正極、MAG負極を用いた電池モデルを策定。
- 電池モデルを用いて、異なる電解液でのサイクル特性評価、昇温試験、過充電試験を行い、材料による特性差が評価出来ることを確認。

電池モデルの安全性評価技術の検討



ARC評価容器を開発



ARCセル評価結果

- 安全性評価のための熱分析評価技術開発
- 電池モデル構成での熱特性評価のため、評価容器等の検討を行い、DSC、C80、ARC評価技術を確立。得られた結果と昇温試験挙動に相関があることを確認。

目標の達成度

- 高電圧・高容量材料を用いた電池評価のため4.5V LCO正極、MAG負極を用いた電池モデルを策定し、材料の組合せを替えての電池特性評価が可能なことを確認。
- 電池モデル構成での熱特性評価方法として、評価容器等の評価系を検討し、DSC、C80、ARC評価技術を確立。また、実電池の昇温試験挙動との相関を確認。

今後の課題と取り組み

- 短絡系安全試験方法を確立(短絡部分の大きさと、外部電源による条件調整等)。
- 材料の開発加速を目指し、電池構成での通電タイプ熱分析手法などを開発し、小形ラミネート形電池の高電圧サイクル評価と併用しながら、各種材料の評価検証を実施。

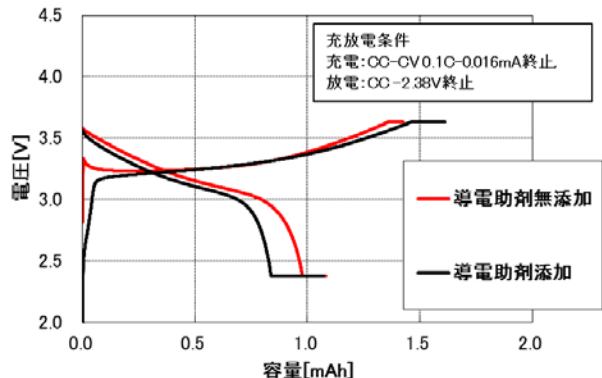
PJ-5 全固体電池の成果

3. 研究開発成果について

(1) 開発目標の達成度及び開発成果の意義

開発内容・成果

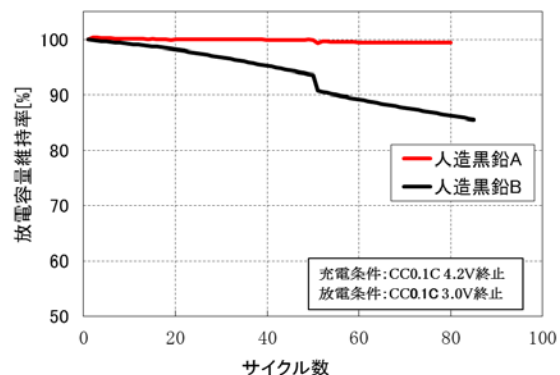
正極の電極内導電パス確保の検討



■ 充放電容量に対する導電助剤の影響

- 導電助剤添加したセルでは不可逆容量の増加及び放電容量の低下が顕著であり、導電助剤と硫化物固体電解質の副反応が生じていると推定される。
- そこで硫化物全固体電池モデルでは、導電助剤添加を無くすこととし、組成最適化により活物質自体の導電性を改善した正極活物質を採用することとした。

負極活物質の検討



■ サイクル特性に対する負極活物質(人造黒鉛)密度の影響

- 負極活物質材料として、密度の異なる人造黒鉛を検討。サイクル特性が良好で人造黒鉛Bより高密度な人造黒鉛Aを電池モデルに採用した。
- 密度の低い人造黒鉛Bは粒子内空隙が多いと考えられ、液系電池では電解液が粒子内空隙に侵入することで界面面積増大による電池性能改善が期待できるが、固体電解質は粒子内空隙へ侵入できないため、性能低下を招いたと考えられる。

目標の達成度

- 全固体電池で特に課題となる電極内導電パスの確保に向け、加圧条件や活物質組成検討を実施し、電極内導電性向上技術を開発。
- 負極活物質の密度など粒子特性にも着目した比較検討を実施し、全固体電池に適した粒子特性を見出した。
- 上記技術を導入した電池系で特性評価を行い、その評価結果に基づき、全固体電池の電池モデル(圧粉体方式)、仕様書の策定完了。

今後の課題と取り組み

- シート型の塗工電極を用いた大面積シート型電池モデルの開発。
(現状: 圧粉型10mmφ → シート型9cm²)
① バインダ材料、② 塗工プロセス、③ 加圧方法、電池性能の加圧力依存性等の検討
- 液短絡の無い全固体電池の特長を用いた直列積層電池モデルの策定。
- 他材料系での電池モデル策定と妥当性検証(有機硫黄活物質等)。

最終目標達成の可能性

3. 研究開発成果について
(2) 最終目標の達成の可能性

全固体電池の新材料評価技術

- 圧粉体型電池の標準モデル、試作仕様書、性能評価手順書の策定は完了。固体電解質と電極活物質の一次スクリーニングが可能な状況。
- 今後は、①電解質・電極シート化技術、②正極／電解質／負極の3層積層技術、③複数セルの積層化技術の検討に主軸を移し、シート型電池の評価技術の開発に取り組む。
- 現状、電解質・電極活物質の適正な組成、電極活物質と密着性に優れるコーティング膜の形成技術、最適な加圧条件・方法等が導出されつつある。
- これらの成果を用いて高容量とサイクル耐性を両立した標準電池モデルと試作仕様書を28年度末までに策定可能。評価手順書は平成29年度末までに策定可能。

先進LIBの新材料評価技術

今後の2年間で、LIBTEC組合員企業から提供される新材料サンプルを評価し、妥当性・有用性を検証。国内蓄電池メーカー・自動車メーカーの専門家と意見交換を進め、ブラッシュアップ。

情報発信、特許出願等

3. 研究開発成果について

(3) 成果の普及、(4) 知財権確保の取り組み

一般への情報発信

- NEDO: 講演7件、寄稿1件。
- LIBTEC: 講演1件、研究発表1件。
- LIBTECは見学者337名を受け入れ。

特許出願

- 産業技術総合研究所が評価技術の開発過程で発生した硫化物正極の特許を1件出願。

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。

NEDOの情報発信実績

- 1) CEATEC2013／第10回JEITA電子材料セミナー(2014年10月3日)
講演「NEDOにおける蓄電技術開発」
- 2) 近化電池セミナー(2014年10月3日)
講演「次世代蓄電技術開発の現状、課題とその先へ」
- 3) 「おかやま電池関連技術研究会」第3回技術セミナー(2014年11月29日)
講演「NEDOにおける次世代蓄電技術開発」
- 4) 日本電気化学会／電気化学セミナー(2014年1月24日)
講演「NEDOにおける蓄電技術開発」
- 5) 第55回電池討論会(2014年11月19日)
講演「NEDOにおける次世代蓄電技術開発」
- 6) 豊橋技術科学大学・未来VCRセンターシンポジウム(2014年12月11日)
講演「NEDOにおける次世代蓄電技術開発」
- 7) 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」(2014年12月)
寄稿「NEDOにおける次世代蓄電池の研究開発計画」
- 8) 日本電気化学会／電気化学セミナー(2015年1月21日)
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」

実用化に向けた戦略と取り組み

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。

戦略

材料メーカー、ユーザー双方に評価技術の有用性を認知させる。技術面だけでなく、ドキュメントの分かり易さ、秘密漏洩・技術流出防止の対応等も含め、「LIBTECの評価であれば信頼できる。」という認識を業界全体に浸透させる。

材料メーカーに対するアクション

- 7月に開催予定のLIBTEC運営・技術委員会において、これまでの成果を組合員企業19社に説明。新材料の評価活動を開始することをアナウンス。新材料サンプル提供の呼び掛け。
- 組合員企業から提供される新材料サンプルの評価を2年間継続。技術のブラッシュアップを行い、その後はLIBTECの自主事業(技術プロバイダー事業)として維持・管理。

ユーザーに対するアクション

- アドバイザリー委員会(蓄電池メーカー及び自動車メーカー14社の専門家で構成)で開発成果に対する意見・助言を求め、それらを技術のブラッシュアップに反映していく。また、開発技術に係る技術情報流出防止の在り方についてコンセンサスを得る。

成果の実用化の見通し

- 現在、LIBTECはNEDO事業「次世代蓄電池材料評価技術開発」において開発した評価技術を活用し、現行LIB用材料の評価事業(自主事業)を行っている。本プロジェクトの成果をこのLIBTEC自主事業の中に組み入れることで、実用化されていくものとする。

● 材料メーカー6社に対するNEDOヒアリング結果

- 自社では入手できない他社材料との組合せ評価が可能。評価のバリエーションも豊富【6社】
- 自社の蓄電池評価の技術力やその評価結果の理解・判断力が向上【6社】
- LIBTEC評価材料で蓄電池メーカー採用【3社】、サンプル供試～採用前段階【2社】
- 開発期間の50%短縮【2社】、10～20%短縮【1社】
- LIBTEC評価で製造プロセス上、成立しないことが判明し、開発を中止した材料がある。これが無ければ、そのまま無駄に開発を継続していた。【2社】
- 他の試験評価機関は分析中心の評価。LIBTECの評価は蓄電池メーカーの目線で実用的かつ低コスト【6社】

- 本プロジェクトは文部科学省「次世代蓄電池研究加速プロジェクト」と連携し、大学等の新材料を工業的視点で評価。開発成果は学術成果の産業技術への引き上げにも活用可能。
- LIBTECでは、材料メーカーの出向研究員を受け入れ(累積36名)。蓄電池メーカー出身のマネージャーの指導の下、蓄電池の設計～作製～評価の技術を習得中。帰任後においては材料メーカーの蓄電池用材料開発におけるキーパーソンの存在。
- LIBTECで川上・川下企業の研究者が同床執務。プロジェクトの開発効率を向上させたり、その成果展開を円滑化させるアプローチとして、将来の開発モデルの一つになり得る。