

「先進・革新蓄電池材料評価技術開発」
中間評価報告書

平成27年10月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会

平成27年10月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
理事長 古川 一夫 殿

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会 委員長 小林 直人

NEDO技術委員・技術委員会等規程第33条の規定に基づき、別添のとおり評価結果について報告します。

「先進・革新蓄電池材料評価技術開発」
中間評価報告書

平成27年10月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会

目次

はじめに	1
審議経過	2
分科会委員名簿	3
評価概要	4
研究評価委員会委員名簿	6
研究評価委員会コメント	7
第1章 評価	
1. 総合評価	1-1
2. 各論	
2. 1 事業の位置付け・必要性について	
2. 2 研究開発マネジメントについて	
2. 3 研究開発成果について	
2. 4 成果の実用化に向けた取り組み及び見通しについて	
3. 評点結果	1-14
第2章 評価対象事業に係る資料	
1. 事業原簿	2-1
2. 分科会公開資料	2-2
参考資料1 分科会議事録	参考資料 1-1
参考資料2 評価の実施方法	参考資料 2-1
参考資料3 評価結果の反映について	参考資料 3-1

はじめに

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構においては、被評価プロジェクトごとに当該技術の外部専門家、有識者等によって構成される分科会を研究評価委員会によって設置し、同分科会にて被評価対象プロジェクトの研究評価を行い、評価報告書案を策定の上、研究評価委員会において確定している。

本書は、「先進・革新蓄電池材料評価技術開発」の中間評価報告書であり、NEDO技術委員・技術委員会等規程第31条に基づき、研究評価委員会において設置された「先進・革新蓄電池材料評価技術開発」（中間評価）分科会において評価報告書案を策定し、第44回研究評価委員会（平成27年10月14日）に諮り、確定されたものである。

平成27年10月
国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価委員会

審議経過

● 分科会（平成27年7月10日）

公開セッション

1. 開会、資料の確認
2. 分科会の設置について
3. 分科会の公開について
4. 評価の実施方法
5. プロジェクトの概要説明

非公開セッション

6. プロジェクトの詳細説明
7. 全体を通しての質疑

公開セッション

8. まとめ・講評
9. 今後の予定、その他
10. 閉会

● 現地調査（平成27年7月10日）

国立研究開発法人産業技術総合研究所 関西センター（大阪府池田市）

● 第44回研究評価委員会（平成27年10月14日）

「先進・革新蓄電池材料評価技術開発」

中間評価分科会委員名簿

(平成27年7月現在)

	氏名	所属、役職
分科会長	かんのりょうじ 菅野 了次	東京工業大学大学院 総合理工学研究科 物質電子化学専攻 教授
分科会長代理	わたなべまさよし 渡邊 正義	横浜国立大学 評議員 大学院工学研究院 副研究院長（研究担当） 教授
委員	あらいはじめ 荒井 創	京都大学 産官学連携本部 特定教授
	たむらのりゆき 田村 宜之	日本電気株式会社 スマートエネルギー研究所 主任研究員
	はたのまさはる 秦野 正治	日産自動車株式会社 総合研究所 先端材料研究所 エキスパートリーダー
	みやしろはじめ 宮代 一	一般財団法人 電力中央研究所 材料科学研究所 特別嘱託

敬称略、五十音順

評価概要

1. 総合評価

先進リチウムイオン電池や革新蓄電池の材料評価技術を確立し、国内材料メーカーの新材料提案、国内蓄電池メーカーの開発効率向上を促進することを通し、高性能・低コストの蓄電池の早期実用化を図ることは NEDO 事業として妥当である。

LIBTEC はこれまでに蓄積した評価技術を有効に活用しつつ、技術的に信頼がおける成果を出している。標準電池モデルによる新材料の評価技術は一定のレベルに達しており、また標準電池モデルの試作仕様書、性能評価手順書も策定され、中間目標達成が見込まれる。また、人材育成を含む波及効果も著しい。

成果の実用化に向け蓄電池・自動車メーカーに提案するには不十分なレベルの一部のプロジェクトは、早い段階で蓄電池・自動車メーカーの助言を受けることが望ましい。作製・プロセスのサイエンス面での検討は、今後推進が望まれる。標準電池モデルの「性能が良く出た」と「評価手法として妥当である」とは、区別して整理して頂きたい。

LIBTEC のノウハウを保護しつつ、国内材料メーカーの新材料提案、国内蓄電池メーカーの開発効率向上を促進するという観点で、知財に関する関係者間の考えを整理し、戦略的に管理・運用を進めることが望まれる。蓄電池開発と材料開発のキャッチボールが会社・業種をまたいで円滑に進むような枠組み作りを、今後も継続して進めて頂きたい。

2. 各論

2. 1 事業の位置付け・必要性について

日本の蓄電池産業の共通指標として機能する材料評価技術を仕様書・手順書としてまとめ、開発効率を向上させることの意義は大きい。

材料開発とその蓄電池化技術は高度のノウハウを伴うため、材料メーカー間の利害関係を調整し、日本全体としての重複投資を最小化するためには、NEDO 事業としての実施は妥当である。投じた研究開発費に対して重複投資の削減と日本の蓄電池産業の優位性の確保により十分に回収できると考える。

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。

2. 2 研究開発マネジメントについて

5つのプロジェクトにおいて、それぞれ材料開発のステージが異なっているが、それに対して適切な目標設定をして、成果管理、取りまとめ、知財取り扱い、実用化への課題認識が整理されており、妥当である。課題設定を材料種ごとに行っており、また、その材料系も近い将来実用化が見込まれるものであり、その選定は妥当である。進捗管理も定期的に十分な頻度で行われている。

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、早い段階で蓄電池・自動車メーカーの助言を受けられる方がよい。

知的財産については、基本的にノウハウとして管理する現状の方針は妥当と言える。なお、先進・革新蓄電池用の新材料の評価技術を確立するためには、先進・革新蓄電池そのもの自体の開発が不可欠なため、「評価技術開発」と「蓄電池開発」の境界を明確に定義することが困難であり、非公開技術とノウハウの管理で苦勞が多いと思うが、組合員以外への評価技術の提供等も視野に入れた高度な研究管理をより一層進めて欲しい。

2. 3 研究開発成果について

適切な設備導入、運用管理、データ取得方法など非常によく管理されており、信頼のおける成果が出されている。標準電池モデル・材料評価法については成果が得られ、他に類のない価値の高い資料である仕様・手順書も順調に仕上がっており、年度末までの中間目標達成が見込まれる。開発された標準電池モデルは、新材料を用いて蓄電池の諸特性を評価できる一定のレベルに達している。最終目標に向けた開発の道筋も明らかにされており、最終目標を達成できる可能性も充分高いと考える。

PJ-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頂きたい。

ユーザーが新材料の特長と課題を明確に判断できるよう、標準電池モデルの仕様と評価項目を再確認することが望ましい。また、作製・評価プロセスを支配する原理の解明は、今後はより積極的に進めることが有用と考える。

仕様・手順書を基本ノウハウとして蓄積するという知財確保の方向性も適切であると考えられる。LIBTEC 組合員企業に対しては成果の普及方法もしっかりと検討されている。組合員以外に対する成果の普及については、組合の自主事業としての部分と、本プロジェクトによる成果の部分を整理して、より具体的に検討することが重要であると考えられる。なお、次のステージである、材料評価から次の材料開発への展開がさらに産業を発展させる、との観点からも成果をアピールできるようになることが好ましい。

2. 4 成果の実用化に向けた取り組み及び見通しについて

実用化に向けた戦略は設定した課題内では問題なく、LIBTEC 構成組合員や開発材料のユーザーに対しては、具体的取り組みも実用化に向けた戦略も明確かつ妥当である。

標準電池モデルの作製技術は高く、評価ばらつきを抑える工夫もあり、評価結果はユーザーである蓄電池・自動車メーカーが参考にできるレベルにある。なお、評価技術は、標準電池モデルの反応や劣化メカニズムを十分把握した上で、標準電池モデルで新材料が効果を発揮する作用メカニズム（あるいは標準電池モデルでは期待される効果が発揮されない原因）をユーザーに説明できるレベルまで高めることが好ましい。

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、知の共有と活用に対する検討が望まれる。国内の材料・蓄電池産業の双方が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。

研究評価委員会

委員名簿（敬称略、五十音順）

職 位	氏 名	所属、役職
委員長	小林 直人	早稲田大学 研究戦略センター 副所長／教授
委員	浅野 浩志	一般財団法人電力中央研究所 社会経済研究所 副研究参事
	安宅 龍明	国立研究開発法人産業技術総合研究所 イノベーション推進本部 上席イノベーションコーディネータ
	稲葉 陽二	日本大学 法学部／大学院 法学研究科 教授
	亀山 秀雄	東京農工大学 名誉教授／シニア教授
	佐久間一郎	東京大学大学院 工学系研究科 附属医療福祉工学開発評価研究センター センター長／教授
	佐藤 了平	大阪大学 産学連携本部 名誉教授／特任教授
	菅野 純夫	東京大学大学院新領域創成科学研究科 メディカル情報生命専攻 教授
	丸山 正明	技術ジャーナリスト
	宮島 篤	東京大学 分子細胞生物学研究所 教授
	吉川 典彦	名古屋大学 大学院工学研究科 マイクロ・ナノシステム工学専攻 教授

研究評価委員会コメント

第44回研究評価委員会（平成27年10月14日開催）に諮り、以下のコメントを評価報告書へ附記することで確定した。

- 評価技術等のノウハウが先進・革新蓄電池の開発を促し、日本の蓄電池技術の競争力を高めるような戦略を、標準化も含めて再考する必要がある。

第1章 評価

この章では、分科会の総意である評価結果を枠内に掲載している。なお、枠の下の箇条書きは、評価委員の主な指摘事項を、参考として掲載したものである。

1. 総合評価

先進リチウムイオン電池や革新蓄電池の材料評価技術を確立し、国内材料メーカーの新材料提案、国内蓄電池メーカーの開発効率向上を促進することを通し、高性能・低コストの蓄電池の早期実用化を図ることは NEDO 事業として妥当である。

LIBTEC はこれまでに蓄積した評価技術を有効に活用しつつ、技術的に信頼がおける成果を出している。標準電池モデルによる新材料の評価技術は一定のレベルに達しており、また標準電池モデルの試作仕様書、性能評価手順書も策定され、中間目標達成が見込まれる。また、人材育成を含む波及効果も著しい。

成果の実用化に向け蓄電池・自動車メーカーに提案するには不十分なレベルの一部のプロジェクトは、早い段階で蓄電池・自動車メーカーの助言を受けることが望ましい。作製・プロセスのサイエンス面での検討は、今後推進が望まれる。標準電池モデルの「性能が良く出た」と「評価手法として妥当である」とは、区別して整理して頂きたい。

LIBTEC のノウハウを保護しつつ、国内材料メーカーの新材料提案、国内蓄電池メーカーの開発効率向上を促進するという観点で、知財に関する関係者間の考えを整理し、戦略的に管理・運用を進めることが望まれる。蓄電池開発と材料開発のキャッチボールが会社・業種をまたいで円滑に進むような枠組み作りを、今後も継続して進めて頂きたい。

〈肯定的意見〉

- ・ 民間機関、そして大学等の研究機関では実施が比較的困難であろう先進リチウム電池や革新蓄電池の材料評価技術（標準電池モデル、作製法、性能評価条件・手順の仕様書を作成）を確立し、国内材料メーカーの新材料提案、国内電池メーカーの開発効率向上を促進することを通し、高性能・低コストの蓄電池の早期実用化を図ることは NEDO 事業として妥当である。また委託機関として、現状では LIBTEC が最適と考えられる。LIBTEC の事業実施も、現状では電池としては不十分なプロジェクトもあるが、作成した枠組みの中では大きな進展が見られている。
- ・ まだ実用段階にない先進・革新材料の評価技術を確立するためには、評価用電池を構成する材料とその調製方法等を経験的手法に加えて理論的にも検討して電池の形に作り上げる必要がある。一方、先進・革新材料を開発する材料メーカー単独でこのような評価技術を開発し、定量的な評価をすることは非常に困難であるため、これら材料評価技術の開発・蓄積を国の基盤技術整備としてサポートすることは重要である。その意味で先進・革新材料の評価技術の開発を NEDO プロとして立ち上げ、LIBTEC においてこれまでに蓄積した評価技術を有効に活用しつつ材料評価の前提となる評価用標準電池の試作にまでたどり着いたことは高く評価できる。
- ・ 材料メーカーの立場に立ったプロジェクトである。これまでの蓄電池を開発する立場からではなく、より基盤的な位置づけである材料から蓄電池技術を支えるための意義のあるプロジェクトである。
- ・ 日本の蓄電池・自動車メーカーの競争力向上が期待される妥当な事業と認められる。新材料を用いた標準セルによる評価技術は一定のレベルに達しており、またセルの試

作仕様書、性能評価手順書も策定され、中間目標は達成されている。

- 日本の蓄電池産業の共通指標として機能する材料評価技術をまとめること、また文科省プロジェクトとの連携で基礎技術の産業への橋渡しをすることの意義は大きい。目標に向かって着実に前進しており、中間目標達成が見込まれる。自主評価事業という形態を見据えての実用化戦略は高く評価でき、人材育成を含む波及効果も著しい。
- 実験プロセスの管理が難しい電池・材料評価にもかかわらず、技術的に信頼がおける成果が出ている。今後大いに活用されるべき技術開発が進められている。

〈改善すべき点〉

- LIBTEC において過去に蓄積した評価技術やノウハウがなければ、本プロジェクトの目標達成は困難であるため、本プロジェクトの推進過程で必然的に LIBTEC のノウハウが含まれてしまう。このため、本プロジェクトの成果のみを明確に切り分けることが難しく、結果的に開発成果が組合員のみ占有される傾向が懸念される。NEDO プロジェクトの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。
- 成果の社会還元に関しては、十分な議論をしていただきたい。NEDO からの受託という国税を使っている側面と、組合員として出資している民間企業の狭間で、ベストな方法を探って行って欲しい。特に、選択した電池系として困難が多いプロジェクトの結果については、慎重審議の上、国内材料メーカーの新材料提案、国内電池メーカーの開発効率向上を促進するという観点でベストな社会還元をして欲しい。
- 標準電池製作の仕様書作成が主な目的であるに見えるため、材料メーカーへのフィードバックなど、その後の過程がわかりにくい。より成果を強くアピールできる形を考えることが必要である。
- 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。また産み出された IP の共有、さらには標準化やデファクト化を視野に入れ、知の共有と活用に対する検討が必要である。
- より具体的な目標値設定、進捗管理が望まれる。難しいとは思いますが、何をもって「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。
- 一部のプロジェクトにおいて、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レベルに評価技術を高める取り組みが不十分である。

〈今後に対する提言〉

- LIBTEC による高度な材料評価技術の蓄積は、日本の電池産業の優位性を確保する上で非常に重要である。上記改善すべき点に書いた、組合員以外への活用方策が明確に定義されれば、本プロジェクト以降のプロジェクトへの参加にも弾みが付き、NEDO プロによる評価技術の開発⇒開発した評価技術の普及⇒普及した評価技術の

LIBTEC としての蓄積というサイクルにより常に将来材料の評価技術開発（NEDO プロ）と実用レベルに達した材料の高精度評価によるさらなる高度化（自主事業）を継続して進められるのではないか。

- 作製・プロセスのサイエンス面での検討は、先進リチウムイオン電池評価から革新電池への橋渡しに有用であり、また成果の普及に向けた対外発表にも使えるため、今後推進が望まれる。また知財に関する関係者間の考えを整理し、戦略的に管理・運用を進めることが望まれる。
- 蓄電池開発と材料開発のキャッチボールを、会社・業種をまたいで円滑に進むような枠組みを作る取り組みを、今後も継続して進めて頂きたい。
- 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レベルに評価技術を高める取り組みが不十分な一部のプロジェクトは、早い段階で蓄電池・自動車メーカーの助言を受けることが望ましい。
- 「性能が良く出た」と「評価手法として妥当である」とは、区別して整理頂きたい。

2. 各論

2. 1 事業の位置付け・必要性について

日本の蓄電池産業の共通指標として機能する材料評価技術を仕様書・手順書としてまとめ、開発効率を向上させることの意義は大きい。

材料開発とその蓄電池化技術は高度のノウハウを伴うため、材料メーカー間の利害関係を調整し、日本全体としての重複投資を最小化するためには、NEDO 事業としての実施は妥当である。投じた研究開発費に対して重複投資の削減と日本の蓄電池産業の優位性の確保により十分に回収できると考える。

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。

〈肯定的意見〉

- ・ 日本の蓄電池産業の共通指標として機能する材料評価技術を仕様書・手順書としてまとめ、開発効率を向上させることの意義は大きく、事業目的は妥当である。また文科省プロジェクトとの連携で基礎技術の産業への橋渡しをしており、未来開拓研究プロジェクトの趣旨に沿うものである。競争にかかる領域での事業であり、NEDO の関与が妥当である。多くの開発手戻りが避けられる点で費用対効果は十分に高い。
- ・ 事業目的は妥当である。NEDO 事業としての妥当性は、テーマ選定とプロジェクトの枠組み作りに掛かる。
- ・ 位置づけ、必要性は問題ない。プロジェクトとして進めるべきである。NEDO 事業としての成果が大いに期待される。蓄電池産業の競争力を高める費用対効果も大きい。
- ・ 個々の材料メーカー単独ではなし得ない新材料開発の効率向上、期間短縮が可能であり、日本の蓄電池・自動車メーカーの競争力向上が期待され、NEDO の事業として妥当。
- ・ 評価手法は材料供給メーカーにとって必要かつ、個社での対応では限界があるために、国費によるサポートの必要性は理解できる。
- ・ 国内の材料メーカーの多くは開発した材料に関連する多くの周辺技術を保有しており、的確にニーズを把握できればさらに競争力のある材料を提供できる潜在的な力を持っている。この意味で将来材料に対する客観的な評価を正確・迅速に行う基盤を整備する本事業は、日本の電池産業を材料面から下支えするために重要である。加えて、材料開発とその電池化技術は高度のノウハウを伴うため、材料メーカー間で情報を共有することが困難である。このためこれらの利害関係を調整し、日本全体としての重複投資を最小化するためには、NEDO 事業としての実施は妥当であるとともに、投じた研究開発費に対して重複投資の削減と日本の電池産業の優位性の確保により十分に回収できると考える。

〈改善すべき点〉

- ・ 海外でも企業・国を越えた連携が模索されているようであり、情報を収集し、有効で

あれば標準化やデファクト化を視野に入れた活動を展開し、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。

- 材料開発から実用化に向けた出口設定をさらに分かり易くすることが望ましい。
- 公の資金を投じたプロジェクトとして考えると難しい問題ではあるが、参加組合員のメリットを維持しつつも組合員以外の開発した材料についても何らかの評価を行える枠組みを検討する必要がある。

2. 2 研究開発マネジメントについて

5つのプロジェクトにおいて、それぞれ材料開発のステージが異なっているが、それに対して適切な目標設定をして、成果管理、取りまとめ、知財取り扱い、実用化への課題認識が整理されており、妥当である。課題設定を材料種ごとに行っており、また、その材料系も近い将来実用化が見込まれるものであり、その選定は妥当である。進捗管理も定期的に十分な頻度で行われている。

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、早い段階で蓄電池・自動車メーカーの助言を受けられる方がよい。

知的財産については、基本的にノウハウとして管理する現状の方針は妥当と言える。なお、先進・革新蓄電池用の新材料の評価技術を確立するためには、先進・革新蓄電池そのものの自体の開発が不可欠なため、「評価技術開発」と「蓄電池開発」の境界を明確に定義することが困難であり、非公開技術とノウハウの管理で苦勞が多いと思うが、組合員以外への評価技術の提供等も視野に入れた高度な研究管理をより一層進めて欲しい。

(1) 研究開発目標の妥当性

〈肯定的意見〉

- ・ 先進リチウムイオン電池のみならず革新電池にもターゲットを拡大している点は高く評価できる。
- ・ 開発目標や開発計画、実施体制等はこれまでの経験を基に合理的に設定、管理されていると考える。

(2) 研究開発計画の妥当性

〈肯定的意見〉

- ・ 5つのプロジェクトにおいて、それぞれ材料開発のステージが異なっているが、それに対して適切な目標設定をして、成果管理、取りまとめ、知財取り扱い、実用化への課題認識が整理されており、妥当である。
- ・ 課題設定を材料種ごとに行っており、また、その材料系も近い将来実用化が見込まれるものであり、その選定も妥当である。
- ・ 標準セルによる新材料の評価技術を開発するタイミングとして 27 年度末(全固体電池は 29 年度末)は妥当である。
- ・ 開発目標や開発計画、実施体制等はこれまでの経験を基に合理的に設定、管理されていると考える。【再掲】

〈今後に対する提言〉

- ・ 「技術蓄積を、実用化の観点から絞り込んで」、に関する計画の妥当性は十分あるが、「技術蓄積の活用を図っているか」、の点をさらに生かす方法を工夫いただきたい。

(3) 研究開発の実施体制の妥当性

〈肯定的意見〉

- ・ 適切に機能している。
- ・ 計画・実施体制・進捗管理についても概ね良好と判断できる。特にノウハウに関わる電極・セル製造プロセス部分を共有するためのマネジメント上のご尽力は大変感銘を受けた。

〈改善すべき点〉

- ・ 成果（開発された評価手法）の妥当性をいかなる基準で誰が行うのか、その体制、進捗管理の仕組みがよく見えなかったので、改善が望まれる。

〈今後に対する提言〉

- ・ 実施体制において、一部のプロジェクトで、ユーザーである蓄電池・自動車メーカーの助言がなく、成果の実用化に向けユーザ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られる方がよい。

(4) 研究開発の進捗管理の妥当性

〈肯定的意見〉

- ・ 進捗管理も定期的に十分な頻度で行われている。
- ・ 計画・実施体制・進捗管理についても概ね良好と判断できる。特にノウハウに関わる電極・セル製造プロセス部分を共有するためのマネジメント上のご尽力は大変感銘を受けた。【再掲】

(5) 知的財産等に関する戦略の妥当性

〈肯定的意見〉

- ・ 知的財産についても、電池産業の競争相手国の中には知財保護に対する意識が十分とは言えない国も含まれており、基本的にノウハウとして管理する現状の方針は妥当と言える。

〈今後に対する提言〉

- ・ 文科省プロジェクトの連携においては、知財や発表への戦略作りにおいて関係者間の考え方を整理する必要がある、「NEDO 関与の必要性」にもあるように NEDO を中心に早期に利害調整を進めることが望まれる。
- ・ 先進・革新材料の評価技術を確立するためには、これら材料を用いた次世代電池の試作が不可欠となり、「評価技術開発」と「電池開発」の境界を明確に定義することが困難になる。特に非公開技術とノウハウの管理が不可欠な本プロジェクトでは、この点についてはご苦労が多いこととは思うが、組合員以外への評価技術の提供等も視野

に入れた高度な研究管理をより一層進めて欲しい。プロジェクト成果の日本全体への普及という観点から、組合員以外からの提案材料についても、周辺情報（提案材料以外の電池構成材料や処理方法等）を全てブラックボックス化することでノウハウを守りつつ、実費負担のみで評価を受託できるような枠組みを作って呼びかける等の方策の検討が必要である。

2. 3 研究開発成果について

適切な設備導入、運用管理、データ取得方法など非常によく管理されており、信頼のおける成果が出されている。標準電池モデル・材料評価法については成果が得られ、他に類のない価値の高い資料である仕様・手順書も順調に仕上がっており、年度末までの中間目標達成が見込まれる。開発された標準電池モデルは、新材料を用いて蓄電池の諸特性を評価できる一定のレベルに達している。最終目標に向けた開発の道筋も明らかにされており、最終目標を達成できる可能性も充分高いと考える。

PJ-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頂きたい。

ユーザーが新材料の特長と課題を明確に判断できるよう、標準電池モデルの仕様と評価項目を再確認することが望ましい。また、作製・評価プロセスを支配する原理の解明は、今後はより積極的に進めることが有用と考える。

仕様・手順書を基本ノウハウとして蓄積するという知財確保の方向性も適切であると考える。LIBTEC 組合員企業に対しては成果の普及方法もしっかりと検討されている。組合員以外に対する成果の普及については、組合の自主事業としての部分と、本プロジェクトによる成果の部分の整理して、より具体的に検討することが重要であると考え。なお、次のステージである、材料評価から次の材料開発への展開がさらに産業を発展させる、との観点からも成果をアピールできるようになることが好ましい。

(1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

〈肯定的意見〉

- ・ 適切な設備導入、運用管理、データ取得方法など非常によく管理されており、信頼のおける成果が出されている。それらの膨大な情報が文書化されており、今後は期待できる。
- ・ 標準電池・材料評価法の基準作成については成果を達成しており、評価できる。
- ・ 仕様・手順書は順調に仕上がっており、年度末までの中間目標達成が見込まれる。他に類のない資料であり、その価値は高い。
- ・ 開発された標準セルは、新材料を用いてセルの諸特性を評価できる一定のレベルに達し、またセルの試作仕様書、性能評価手順書も策定されており、中間目標は達成されている。
- ・ 試作材料を用いた評価技術開発という、困難な目標に対して概ね中間目標を達成していると言える。

〈改善すべき点〉

- ・ 一部のプロジェクトにおいて、評価技術が新材料の特長と課題を明確化するに至っておらず、成果の普及に向けユーザーに提案できる状況にないため、課題の整理と提案方法を検討していただきたい。
- ・ 「成果は、競合技術と比較して優位性があるか」、について、より明らかにすることが

好ましい。

〈今後に対する提言〉

- ・ 材料の判断基準は明確化しつつある一方、作製・評価プロセスを支配する原理の解明は、スラリーのシミュレーションなど一部に留まっている。作製・評価プロセスを支配する原理の解明は、先進リチウムイオン電池評価から革新電池評価への橋渡し、さらにはサイエンス面を捉えて成果の普及に向けた対外発表にも有用に使えるため、今後はより積極的に進めることが有用と考える。優れた評価設備を保有しているので、それを活用した作動原理解明が待たれる。
- ・ ユーザーが新材料の特長と課題を明確に判断できるよう、標準セルの仕様と評価項目を再確認することが望ましい。評価技術は、標準セルの反応や劣化メカニズムを十分把握した上で、標準セルで新材料が効果を発揮する作用メカニズム（あるいは標準セルでは期待される効果が発揮されない原因）をユーザーに説明できるレベルまで高めることが好ましい。

(2) 成果の最終目標の達成可能性

〈肯定的意見〉

- ・ 最終目標に向けた開発の道筋も明らかにされており、最終目標を達成できる可能性も充分高いと考える。
- ・ 最終目標に向かっても前進していることがうかがえる。

〈今後に対する提言〉

- ・ 特に、PJ-5（全固体電池）について、評価電池作成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いただきたい。

(3) 成果の普及

〈肯定的意見〉

- ・ 各種仕様書の作成という明確な目的がある。今後、プロジェクトに関与した組合企業の商品開発は、標準仕様書を参考にしてこれを上回る性能の電池開発を行うという明確な指針となる。近いうちに組合員全企業に仕様書がオープンになれば、高性能・低コストの蓄電池の早期実用化に繋がると考えられる。
- ・ 成果の普及についても、LIBTEC 組合員企業に対してはその普及方法もしっかりと検討されている。

〈今後に対する提言〉

- ・ 組合員以外に対する成果の普及については、組合の自主事業としての部分と、本プロジェクトによる成果の部分を整理して、より具体的に検討することが重要であると考ええる。

- ・ 「成果の活用・実用化の担い手・ユーザーに向けての成果を普及する取り組み」について、材料メーカーやユーザーに対するアクションとその応答がわかるようにすることや、さらに一般に向けての今一步の情報発信活動が望まれる。
- ・ 今回の報告だけでは、ユーザー側の活用実態が不明であった。
- ・ 材料の提供に基づいて、その材料評価が可能な標準電池製作のための仕様書作成が主な開発の目的になっているように受け取られる。その次のステージである、材料評価から次の材料開発への展開がさらに産業を発展させる、との観点からすると物足りない。個別の案件になることは理解できるが、この領域でも成果をアピールできるようになることが好ましい。
- ・ 十分な電池が構築できたプロジェクトは良いが、そうで無いプロジェクトの成果の扱い方を、同列にして良いのか疑問が残る。十分な電池が構築できなかったプロジェクトの成果の扱い方を、国内材料メーカーの新材料提案、国内電池メーカーの開発効率向上を促進するという観点でベストな方法を模索して欲しい。
- ・ 現状の枠組みでは、組合への途中参加は時期が遅くなればなるほど難しく（過去分の開発費の累積負担額が増える）なるが、本プロジェクト等で開発される評価技術（成果）が重要であればあるほどメーカーにとって参加する必要性は増すことになる。これらを総合的に考えると、後から参加したいメーカーが現れた場合、過去の蓄積技術に直接的にアプローチをするためにはそれまでの累積開発費を負担する必要があることは理解できるが、本プロジェクトによる開発成果のみへのアクセスも可能とする（過去の蓄積部分はブラックボックスとするような）枠組みを整備すると良いと思う。

（４）知的財産権等の確保に向けた取り組み

〈肯定的意見〉

- ・ 仕様・手順書を基本ノウハウとして蓄積するという知財確保の方向性も適切であると考える。
- ・ 知的財産については、ノウハウとして保持する方針は合理的と言える。

2. 4 成果の実用化に向けた取り組み及び見通しについて

実用化に向けた戦略は設定した課題内では問題なく、LIBTEC 構成組合員や開発材料のユーザーに対しては、具体的取り組みも実用化に向けた戦略も明確かつ妥当である。

標準電池モデルの作製技術は高く、評価ばらつきを抑える工夫もあり、評価結果はユーザーである蓄電池・自動車メーカーが参考にできるレベルにある。なお、評価技術は、標準電池モデルの反応や劣化メカニズムを十分把握した上で、標準電池モデルで新材料が効果を発揮する作用メカニズム(あるいは標準電池モデルでは期待される効果が発揮されない原因)をユーザーに説明できるレベルまで高めることが好ましい。

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、知の共有と活用に対する検討が望まれる。国内の材料・蓄電池産業の双方が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。

〈肯定的意見〉

- ・ 評価の標準仕様書を作るという実用化の形がある。
- ・ LIBTEC 構成組合員や、開発材料のユーザーに対しては、具体的取り組みも実用化に向けた戦略も明確かつ妥当。
- ・ LIBTEC ではすでに、成果技術を活用した営業活動の実績が報告されている通りで、実用化の定義には特に問題を感じない。
- ・ 実用化に向けた戦略も、設定した課題内では問題なく、妥当である。人材育成に関する波及効果も評価できる。
- ・ 「自主評価事業」という形態を見据えての実用化戦略は高く評価できる。また文科省との連携についても計画的に進めており、今後様々な材料評価へのロールモデルとなりつつある点は波及効果として特筆に値する。人材育成への大きな貢献も評価できる。
- ・ 標準セルの作製技術は高く、評価ばらつきを抑える工夫もあり、評価結果はユーザーである蓄電池・自動車メーカーが参考にできるレベルにある。また人員が入れ替わってもそのレベルを維持できる仕組みが現場にあり、人材育成の点からも評価できる。

〈改善すべき点〉

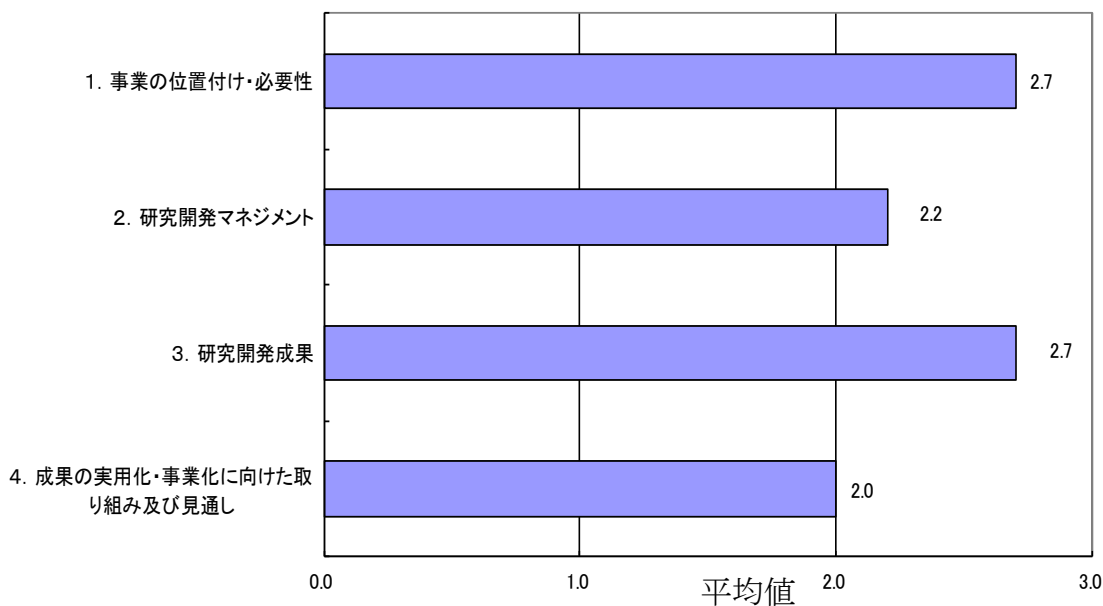
- ・ 「実用化に向けての課題及びマイルストーンの検討」に関して、個別の企業が行うべきことと、本プロジェクトの役割がわかりにくい。特にいかなる項目をマイルストーンとするかが不明である。
- ・ 一部のプロジェクトにおいて、成果の実用化に向けユーザーに提案できるレベルに評価技術を高める取り組みが不十分。特に実用化を考慮しないまま標準セルの仕様を変更し、特性向上を図っている点は改善が必要。
- ・ 材料評価に高いノウハウが必要であることは十分理解できるが、人材グローバル化や多国間連携が進む現状を見据えれば、技術を永遠のノウハウとすることは困難であり、標準化・デファクト化を見据えた知の共有と活用に対する検討が望まれる。

- ・ 本プロジェクトが、NEDO 委託事業であることを考えると、本プロジェクト成果をベースとした組合員以外からの評価ニーズにも、ある程度応えられるなんらかの方策を提示することが真の実用化には必要と考えられる。
- ・ 実用化に対して、最終目標のどこまで近づいているのかを明確にする必要がある。

〈今後に対する提言〉

- ・ 標準電池作成の仕様書を作成する以上の目標を掲げることができるか、特に顕著な波及効果を得るにはいかなる方策が必要か、さらに検討を重ねて欲しい。
- ・ 「〇〇の性状を満たす必要がある」等の高度な仕様を標準化・デファクト化することにより、国内の材料・電池産業の双方がメリットを享受できる可能性があり、まずは当事業の参加者の中での検討推進が望まれる。
- ・ ユーザーが新材料の特長と課題を明確に判断できるよう、標準セルの仕様と評価項目を再確認することが望ましい。評価技術は、標準セルの反応や劣化メカニズムを十分把握した上で、標準セルで新材料が効果を発揮する作用メカニズム（あるいは標準セルでは期待される効果が発揮されない原因）をユーザーに説明できるレベルまで高めることが好ましい。
- ・ 先進リチウムイオン電池、革新電池材料で、メーカーの営業実績などが報告されることを期待する。
- ・ 研究組合の性格上、今後も常に新しい材料に対する評価技術の開発を継続する必要があるものと思う。そのためにも、既に実施者自身で模索されている内容に加えて、自主事業で行う評価技術の詳細へのアクセスと、国のプロジェクトで開発している評価技術へのアクセスをより明確に分離して、国のプロジェクト部分には広く国内の関連企業が参加できる枠組みを整備すると良いと思う。

3. 評点結果



評価項目	平均値	素点 (注)					
		A	B	A	A	B	A
1. 事業の位置付け・必要性について	2.7	A	B	A	A	B	A
2. 研究開発マネジメントについて	2.2	A	A	B	B	C	B
3. 研究開発成果について	2.7	A	A	B	B	A	A
4. 成果の実用化に向けた取り組み及び見通しについて	2.0	A	B	B	C	B	B

(注) 素点：各委員の評価。平均値は A=3、B=2、C=1、D=0 として事務局が数値に換算し算出。

〈判定基準〉

- | | |
|--------------------|----------------------------|
| 1. 事業の位置付け・必要性について | 3. 研究開発成果について |
| ・非常に重要 →A | ・非常によい →A |
| ・重要 →B | ・よい →B |
| ・概ね妥当 →C | ・概ね妥当 →C |
| ・妥当性がない、又は失われた →D | ・妥当とはいえない →D |
| 2. 研究開発マネジメントについて | 4. 成果の実用化に向けた取り組み及び見通しについて |
| ・非常によい →A | ・明確 →A |
| ・よい →B | ・妥当 →B |
| ・概ね適切 →C | ・概ね妥当 →C |
| ・適切とはいえない →D | ・見通しが不明 →D |

第2章 評価対象事業に係る資料

1. 事業原簿

次ページより、当該事業の事業原簿を示す。

「先進・革新蓄電池材料評価技術開発」

事業原簿【公開】

担当部	国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 スマートコミュニティ部
-----	--

—目次—

概要

プロジェクト用語集

第1章 事業の位置付け・必要性について

1. 1 事業目的の妥当性	1
1. 1. 1 事業の目的	1
1. 1. 2 事業の背景	2
1. 1. 3 関連する上位政策・戦略	5
1. 1. 4 未来開拓研究プロジェクトについて	7
1. 1. 5 市場動向	9
1. 1. 6 特許動向	12
1. 1. 7 研究開発動向	17
1. 2. NEDOの事業としての妥当性	23
1. 2. 1 NEDOの関与の必要性	23
1. 2. 2 実施の効果	24

第2章 研究開発マネジメントについて

2. 1. 研究開発目標の妥当性	26
2. 1. 1 目標設定の戦略性について	26
2. 1. 2 達成度判定の指標について	26
2. 2. 研究開発計画の妥当性	27
2. 2. 1 研究開発内容	27
2. 2. 2 研究開発スケジュール	28
2. 2. 3 研究開発費	28
2. 3. 研究開発の実施体制の妥当性	29
2. 3. 1 実施者	30
2. 3. 2 プロジェクトリーダー	31
2. 4. 研究開発の進捗管理の妥当性	31
2. 5. 知的財産等に関する戦略の妥当性	32
2. 5. 1 基本的な考え方	32
2. 5. 2 本プロジェクトにおける知財取扱いの合意内容	33

第3章 研究開発成果について

3. 1. 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義	34
3. 1. 1 高電位正極(PJ-1)の成果の一例	38
3. 1. 2 高容量正極(PJ-2)の成果の一例	38
3. 1. 3 高容量負極(PJ-3)の成果の一例	39
3. 1. 4 難燃性電解液(PJ-4)の成果の一例	40
3. 1. 5 全固体電池(PJ-5)の成果の一例	41
3. 2. 成果の最終目標の達成可能性	42
3. 3. 成果の普及	43
3. 4. 知的財産等の確保に向けた取り組み	43

第4章 成果の実用化に向けた取組み及び見通しについて

4. 1. 成果の実用化に向けた戦略と取組み	44
4. 2. 成果の実用化の見通し	44

(添付資料)

・プロジェクト基本計画	添付資料-1
-------------	--------

概要

		最終更新日	2015年7月6日
プログラム（又は施策）名	未来開拓研究プロジェクト		
プロジェクト名	先進・革新蓄電池材料評価技術開発	プロジェクト番号	P13007
担当推進部/担当者	スマートコミュニティ部 桜井 孝史（2014年4月～現在）、細井 敬（2013年7月～現在）、 安井 あい（2014年5月～現在）、森山 英樹（2014年3月～現在）、 大島 直人（2014年6月～現在）、上村 卓（2015年4月～現在）、 古田土 克倫（2015年6月～現在）、下山田 倫子（2015年6月～現在）、 平松 星紀（2013年7月～2014年3月）、釘野 智史（2013年7月～2014年3月）、 佐藤 丈（2013年7月～2014年4月）、高橋 悟（2014年4月～2014年10月）		
0. 事業の概要	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として、先進リチウムイオン電池及び全固体電池（硫化物系）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。		
1. 事業の位置付け・必要性について	<p>1.1 事業目的の妥当性</p> <p>1.1.1 事業の目的</p> <p>世界的な企業間競争が激化しつつある蓄電池産業において、我が国の競争優位性を確保するためには、高性能・低コストの蓄電池を他国に先駆けて開発し、継続的に市場へ投入していく必要がある。そのため、本事業においては、先進リチウムイオン電池や革新電池の技術進展に合わせて、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。</p> <p>1.1.2 事業の背景</p> <p>リチウムイオン電池（LIB）は2020年代の蓄電池市場で中心に位置すると見られ、更なる高性能化・低コスト化を進めるため、蓄電池メーカー、自動車メーカー等が中心となって高電位・高容量の電極活物質、高電圧耐性を有する電解液等を用いた先進LIBの開発が進行している。</p> <p>その一方で、高性能化・低コスト化とトレードオフの関係にある安全性の確保を考慮すると、LIBのエネルギー密度には工業的な限界が近づいている。例えば、EVの走行距離をガソリン車並みに伸ばさせようとした場合、現在の電池パックのエネルギー密度を現状の5倍程度まで高める必要がある。加えて、販売価格もガソリン車並みとするには、電池パックのコストを現状の1/5程度まで低減する必要がある。このような開発目標となると、LIBでの達成は難しく、革新電池（ポストLIB）を開発する必要がある。そのため、理論上、LIBのエネルギー密度を超える様々な革新電池の候補に関する研究開発が世界全体で取り組まれている。</p> <p>蓄電池の高性能化・低コスト化、耐久性、信頼性・安全性の確保において構成材料の占めるウェイトは極めて大きい。LIBの材料に関して、国内材料メーカーは高い技術力を保持しているが、近年、中国材料メーカーの存在感が増す傾向にある。競争力の維持・向上にはユーザーが望むタイミング・スピードで要求特性を満足し、かつ価格バランスの取れた材料を提供する必要がある。しかしながら、材料メーカーとユーザーの間では、新材料の開発に関するコミュニケーションが十分に取れず、蓄電池の実用化開発には摺合せ期間と呼ばれる開発非効率が存在している。材料メーカーが新材料を提案した場合、実用化までには5～7年の長期間を要している。加えて、最近では競争領域としての材料技術の高度化が進んでいるため、両者のコミュニケーションは従来よりもむしろ難しくなっている側面もある。この課題を解決するためには、国内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を開発する必要がある。</p> <p>1.1.3 関連する上位施策</p> <p>① エネルギー基本計画（第四次計画） 蓄電池について技術開発、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。</p> <p>② 次世代自動車戦略2010及び自動車産業戦略2014 EV及びPHEVの普及目標として新車販売に占める割合を2020年に15～20%、2030年に20</p>		

～30%を設定し、蓄電池は産産・産学で協調し、研究開発の効率化とより高度な摺り合わせを実現すべき重点分野の一つとして選定している。

③ 科学技術イノベーション総合戦略 2014

次世代蓄電池技術の実装化が重点的取組として取り上げられており、本プロジェクトと整合する「蓄電池材料評価法の開発」の実施内容・スケジュールが提示されている。

1.1.4 未来開拓研究プロジェクトについて

本プロジェクトは、この実施要綱及び「未来開拓研究プロジェクトの実施に関する基本方針の一部を改正する方針」（2013年8月、経済産業省）に基づき実施している。

未来開拓研究プロジェクトでは省庁の枠を越えた連携に取り組むことになっており、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」と連携する。本プロジェクトの役割は、最低限のスクリーニングを受けた文部科学省プロジェクトの研究成果を受け取り、工業的視点で評価・コンサルティングを行い、実用化に向けた研究開発を加速することである。

1.1.5 市場動向

2014年における蓄電池の世界市場規模は約8兆円である。今後、各用途でプラス成長の見込みであり、2025年には16兆円超に成長と予測されている。また、市場全体の成長分（8兆円超）の大半がLIBで占められると予測されている。

LIB材料の市場も堅調に成長しており、2014年における世界市場規模は約7,000億円である。今後、次世代自動車やモバイル機器の需要増に牽引され、世界市場規模は2018年には1兆円、2025年には2.5兆円を突破すると予測されている。

1.1.6 特許動向

LIBの世界全体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倍以上に増えている。特許出願件数は日本が圧倒的に多い。日本の蓄電池メーカーがLIBの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。しかしながら、特許は実質的に技術を公開することに繋がり、実際、民生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。

また、全固体電池の2002年～2011年（10年間）における総出願件数は3,306件であり、日本国籍出願件数は1,996件で全体の約60%を占めており、他国に比べて突出して多い。

1.1.7 研究開発動向

LIBの論文発表件数は1998年の409件から2011年の1,762件と約4倍に増加している。論文の著者所属機関国籍別の発表件数比率は1998年～2008年では日本国籍が約22%で最多であったが、直近の2009年～2011年の3年間では中国籍が約30%で最多となっている。米国籍、韓国籍の比率に大きな変化は無いが、日本国籍は約13%と大きく減少している。

国際会議の研究発表で見ると、現在もLIBの研究が中心であるものの、革新電池の研究発表が増加する傾向にある。各国・地域でもLIBの研究が中心であるが、日本と中国は革新電池の割合が50%を超えている。日本の場合、ナトリウムイオン電池と全固体電池の研究発表が多い。

2003年～2012年における全固体電池の論文発表件数は600件である。著者所属機関国籍別の発表件数比率で日本は34%で最多であるものの、特許出願の約60%に比べると比率は小さい。

また、主要各国政府は産学官連携によるLIB及び革新電池の研究開発プロジェクトを精力的に推進している。

1.2 NEDOの事業としての妥当性

1.2.1 NEDOの関与の必要性

①産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過去の材料評価技術開発プロジェクトのマネジメント経験・ノウハウの活用等の観点から、本プロジェクトをNEDO事業として取り組むこと、あるいはNEDOの関与が必要である。

1.2.2 実施の効果

本プロジェクトの成果（材料評価技術）が産業界に普及・定着することにより、①新材料の開

	<p>発効率向上及び開発期間短縮、②材料メーカーによる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等が期待される。</p> <p>本プロジェクトの成果を活用しての差別化された製品の市場投入による日本メーカーのシェアアップ分を10%とすれば、LIBについては約1兆円、LIB材料については約2,500億円の経済効果となる。なお、本プロジェクトに参画しているLIBTEC組合員企業のうち、市場シェア上位の材料メーカーの2014年売上げの合計は800~900億円規模である（NEDO推計）。さらに、次世代自動車、スマートコミュニティ及びモバイル・IT機器に係る国内生産・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、我が国経済活性化に貢献することが期待される。本プロジェクトの総事業費（5年間）は約23億円（想定）であり、十分な費用対効果があると言える。</p>						
2. 研究開発マネジメントについて							
事業の目標	<p>[中間目標]（2015年度） 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。</p> <p>[最終目標]（2017年度） 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、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。</p>						
事業の計画内容	主な実施事項	H25FY	H26FY	H27FY	H28FY	H29FY	
	先進リチウムイオン電池材料の評価技術開発	←				→	
	全固体電池材料の評価技術開発	←				→	
開発予算 （会計・勘定別に事業費の実績額を記載）（単位：百万円） 契約種類： ○をつける 委託（○） 助成（ ） 共同研究（ ）	会計・勘定	H25FY	H26FY	H27FY	H28FY	H29FY	総額
	一般会計						
	特別会計（電源）						
	特別会計（需給）	306	524	600			1,430
	総予算額	306	524	600			1,430
	（委託）：負担率1/1	306	524	600			1,430
	（助成）：助成率						
	（共同研究）：負担率						
開発体制	経産省担当原課	製造産業局 化学課					
	プロジェクトリーダー	太田 璋 （技術研究組合リチウムイオン電池材料評価研究センター専務理事）					
	委託先（*委託先が管理法人の場合は参加企業数及び参加企業名も記載）	技術研究組合リチウムイオン電池材料評価研究センター（LIBTEC） ○組合員（11法人）：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、富士フィルム株式会社、三井化学株式会社、三菱化学株式会社、国立研究開発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					

情勢変化への対応	特に無し。	
中間評価結果への対応	—	
評価に関する事項	事前評価	H24 年度 事前評価実施
	中間評価	H27 年度 中間評価実施
	事後評価	H29 年度 事後評価実施（予定）
3. 研究開発成果について	<p>(1) 先進 LIB／高電位正極</p> <p>① LNMO 正極の導電構造に着目し、導電助剤の選定及び電極組成の適正化を行った結果、容量バラツキが小さい正極仕様を見出した。</p> <p>② 放電負荷特性評価の観点から、高電位の電池系においても、負極表面が非晶質炭素で被覆されていたもので良好な性能が得られることを確認し、負極活物質として表面修飾天然黒鉛を選択。</p> <p>③ 寿命特性評価の観点から適正な電解液を検討し、25 °C、250 サイクルで 90 %以上の容量維持率を有するものを標準用電解液として選択。</p> <p>④ 電解液添加材を添加すると高電位において多量のガスが発生することが確認されたため、電池モデルでは無添加を選択。</p> <p>⑤ 上記①～④の結果を基に作製した電池モデルの 25 °C寿命特性が実用レベルにあることを確認。</p> <p>⑥ 試作仕様書(暫定版)が策定済みで、10 月より材料サンプルの受入開始の予定。</p> <p>(2) 先進 LIB／高容量正極</p> <p>① 初回充電における正極構成元素の電池反応(高容量発現機構)への関与状況をX線吸光分析法で解析し、格子酸素(O^{2-})が高容量化に大きく寄与していることを把握。</p> <p>② 上記①の知見に基づき、初回充電の条件(電圧及び電流値等)を検討し、充電電圧 4.6V 若しくは 0.05 C の電流値で容量規制を行うことで、高容量が安定的に発現することを確認。</p> <p>③ 1Ah 級の電池モデルで電解液の適正化を行い、放電容量のバラツキを低減。</p> <p>④ 上記②、③を踏まえて作製した標準電池モデルが放電温度特性や保存特性で実用電池レベルにあることを確認。また、各 SOC における抵抗の値も一般的な傾向と一致することを確認。</p> <p>⑤ 試作仕様書及び性能評価手順書は策定済み。6 月より材料サンプルの受入を開始済み。</p> <p>(3) 先進 LIB／高容量負極</p> <p>① LFP 正極と SiO/黒鉛混合負極の組合せで電池モデルを策定し、異なる材料の組合せで寿命特性評価が可能なことを確認。</p> <p>② 評価負極の電極組成、スラリー分散方法、電極密度の適正化を検討し、CNTの添加、ジェットペースタを用いた混練、電極の低密度化(1.2 g/cm³)を行うことで、安定評価が可能となった。この結果を基に、電池モデルを改良。</p> <p>③ 上記②の電池モデルは、500 サイクル後の容量維持率が 89%と実用レベルにあり、電池モデルとして妥当であることを確認。</p> <p>④ 試作仕様書及び性能評価手順書を策定済み。</p> <p>(4) 先進 LIB／難燃性電解液</p> <p>① 4.5V 級 LCO 正極、黒鉛負極を用いた電池モデルを策定し、添加剤違いの電解液について寿命特性や安全性評価が可能なことを確認できた。</p> <p>② 電池モデルでの熱特性評価のため、測定容器等の評価系を含めた評価方法を検討し、DSC、C80、ARC を用いた評価技術を確立。添加剤の異なる電解液について、これらの評価データと実電池の昇温試験挙動との相関がつくことを確認。</p> <p>③ 試作仕様書及び性能評価手順書を策定済み。</p> <p>(5) 革新電池／全固体電池</p> <p>① 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。</p>	

	<p>② 負極活物質の密度など粒子特性に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。</p> <p>③ 固体電解質との界面抵抗低減に寄与する正極活物質コーティング膜の形成技術、電池モデルの電極において最適な固体電解質と活物質との混合比を見出せる新規な電気化学評価法を開発。</p> <p>④ 上記結果を受け、良好な出力特性を有する標準電池モデル（圧粉体型）を策定。</p> <p>⑤ 試作仕様書及び性能評価手順書を策定済み。</p>	
	投稿論文	0件（うち査読付き0件）
	特許	「出願済」1件（うち国際出願0件）
	その他の外部発表 （プレス発表等）	「プレス発表」0件 「展示会への出展」0件
4. 実用化・事業化の見通し及び取組みについて	<p>4.1 成果の実用化に向けた戦略と取組み</p> <p>本プロジェクトにおける成果の実用化の考え方（定義）は、「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。」である。</p> <p>これを実現するためには、材料メーカーとユーザーの双方に、開発した評価技術の有用性を認知させる必要がある。この場合、技術面だけでなく、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。」という認識が業界全体に浸透する所まで持っていく必要がある。</p> <p>そのための取組みは次のとおりである。</p> <p>① 材料メーカーに対するアクション</p> <p>当年度7月に開催予定のLIBTECの運営委員会・技術委員会において、これまでの成果を組合員企業19社に説明するとともに、新材料の評価活動を開始することをアナウンスし、先進LIB及び全固体電池の新材料サンプルの提供を呼び掛ける。</p> <p>この組合員企業から提供される新材料サンプルの評価を29年度末までの2年間継続することで、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・管理していく。</p> <p>② ユーザーに対するアクション</p> <p>LIBTEC内に設置済みの蓄電池メーカー及び自動車メーカーの専門家で構成されるアドバイザリー委員会を定期的に開催して、本開発成果に対する意見・助言を求め、それ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。</p> <p>4.2 成果の実用化の見通し</p> <p>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用の新材料の評価事業（自主事業）を行っている。本プロジェクトで開発した評価技術をLIBTECの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。</p> <p>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」と連携しており、大学・公的研究機関で研究された新材料を工業的視点で評価・コンサルティングする役割を担っている。全固体電池の評価技術については、このような学術成果の産業技術への引き上げにも活用ができる。</p> <p>期待される波及効果としては、人材育成が挙げられる。LIBTECでは、材料メーカーの技術者を外向研究員として受け入れ、蓄電池メーカー出身のマネージャーの指導の下、蓄電池の評価技術の開発に携わることで、蓄電池の設計・作製・評価に関する技術を習得している。これまでに36名の外向研究員を受け入れている。LIBTEC外向経験者は、蓄電池評価の知見が少ない材料メーカーにとって貴重な戦力であり、帰任後において蓄電池用材料開発におけるキーパーソンとなっている。</p>	
5. 基本計画に関する事項	作成時期	2013年3月 作成
	変更履歴	なし

プロジェクト用語集

用語	説明
AB	Acetylene Black の頭字語。アセチレンブラック。アセチレンガスを不完全燃焼して製造した高純度の粉末状の導電助材。
C	定電流放電したときに、ある時間で放電終了となる電流値。)1 C…1 時間、0.2 C…5 時間で放電終了となる電流値。
DEC (Diethyl Carbonate)	ジエチルカーボネート。低粘度溶媒であり、イオン移動度が大きいことから、リチウムイオン二次電池向け電解液の溶媒用途に使用されている。
DOD	Depth of Discharge の頭字語。放電深さと訳され、電池(容量)を使った程度(深さ)を示す指標。完全充電状態は DOD=0 で、完全放電状態は DOD=100%。
EC (Ethylene Carbonate)	エチレンカーボネート。高極性溶媒であり、電解質を大量に溶解できることから、リチウムイオン二次電池向け電解液の溶媒用途に主に使用されている。
EV (Electric Vehicle)	外部からの電力供給によって二次電池(蓄電池)に充電し、電池から電動機に供給する二次電池車。
HC	Hard Carbon の頭字語。ハードカーボンあるいは難黒鉛化性炭素と呼ばれる。材料の硬度は高いが、微小構造の特性から急速かつ大電流での充電が出来、HEV 向きとも言われる。
LCO	LiCoO ₂ コバルト酸リチウム。リチウムイオン電池用正極材として利用。
LFP	リン酸鉄リチウム LiFePO ₄ 原料が安価で、放電電圧が約 3.4V でやや低い平坦で、かつ 400°C 超まで熱安定性に優れるので、ナノレベルの粒径にすることで、電動工具、電気自動車や定置用の電池に用途が広がっている。
Li	→リチウム
LiClO ₄	過塩素酸リチウム。リチウムイオン電池で常用される LiPF ₆ とは違って加水分解することがなく、安定かつ便利であるため、実験室での試験に適している。
LiPF ₆	六フッ化リン酸リチウム。リチウムイオン二次電池の電解質塩として使用される。
LMO	LiMn ₂ O ₄ マンガン酸リチウム。リチウムイオン電池用正極材として利用。
LNMO	スピネル型ニッケルマンガン酸リチウム LiNiMnO ₄ の頭字語。5V 正極材料として注目されている材料。
MCMB	Meso-phase Carbon Micro Beads の頭字語。メソカーボン小球体と呼ばれる。ピッチを 400°C 程度に加熱することにより生成する。電気化学的にシンプルかつ優れた電流-電圧特性を示し、電極への充填性も高い。
NCA	Li[NiAlCo]O ₂ リチウムイオン電池用正極材として利用。
NCM	Li[NiMnCo]O ₂ リチウムイオン電池用正極材として利用。
OCV	Open Circuit Voltage の頭字語。開回路電圧と呼ばれ、電池に電流が流れていない状態での電池の電圧を指す。
PA	ポリアミド樹脂。耐熱セパレータの素材として注目されている。
PC	Propylene Carbonate の頭字語。炭酸プロピレン。黒鉛材負極とは互換性が低い、沸点が低いため電池に使用すると低温特性が良化する。
PVDF	Poly-Vinylidene Difluoride の頭字語。ポリフッ化ビニリデン。酸化還元耐性に優れ

	る。主に正極のバインダー(結着材)に使用する。
SBR	Styrene-butadiene rubber の頭字語。スチレン-ブタジエンゴム。リチウムイオン電池負極の水系バインダーとして使用される。
SMG	Surface Modified Graphite の頭字語。高充填性を実現すべく、天然黒鉛を塊状化処理を行った後に、表面改質処理を施した黒鉛。高比容量である。
SOC (State of Charge)	充電状態。
VGCF	Vapor Grown Carbon Fiber の頭字語。和訳は気相成長炭素繊維。
活物質	電極活物質ともいう。化学電池で、その電池の起電反応のもととなる主要物質のこと。リチウムイオン電池では、正極活物質として、コバルト酸リチウム、マンガン酸リチウム、リン酸鉄リチウムなどが、負極活物質として、黒鉛などが使用されている。
グラファイト	炭素の同位体の一つであり、炭素原子六員環が同一面に連なったグラフェン面が積層した構造となっている。商品化されているリチウムイオン電池の負極材料として使用されている。
合金系負極	Si や Sn のように、充放電の際に Li と合金を形成する材料のこと。炭素系負極材料に比べて、充放電電位は高くなるが、数倍の理論容量を示す。
黒鉛	→グラファイト
固体電解質	有機物又は無機物の固体の中で、リチウムイオン伝導性を示し、電解質として使用できるもの。
サイクル特性	一定条件下での充放電サイクル数と容量維持率の関係をプロットした図で表され、エネルギー密度、レート特性と並ぶ重要な電池特性。通常、室温、1 C で充放電を繰り返したときの容量値の推移を見る。二次電池のような充放電をしながら使用するデバイスでは、充放電サイクルを重ねても劣化が少ないことが要求される。
試作仕様書	標準構成電池モデルを試作(作製)する際の、材料の規定から始まって電池完成までの作製に関わる全てのプロセスを詳細に記載した書類。この仕様書に従って電池作製を行えば常に一定の品質の当該電池が作製できる。
充放電サイクル	充放電の繰り返し回数。電池の劣化していく主な原因は充放電繰り返しによるセルの内部抵抗の増大。内部抵抗が増大すると電池容量、放電レートや温度特性も低下。
出力密度	二次電池の単位質量又は単位容積当たりに取り出せる電気出力。W/kg、W/L などの単位で示される。
性能評価手順書	各ロットの電池を評価する際には、複数の評価項目について試験を行うが、その際に評価順序、評価条件、評価電池個数、等を定めた評価方法を記載した書類。
セパレータ	正極と負極の間に短絡防止、間隔保持、電解液保持等の目的で挿入する多孔または微孔性の膜や不織布状のもの。
セル	単電池。電池の内部構造で、正極・負極・電解液の 1 組。またはそれを 1 組だけ持つ電池。
全固体電池	可燃性電解液の代わりに固体電解質を利用し、電池全てが固体でできた電池。電池パックの損傷などによるショート、発火する危険性が低減する。
電解液	二次電池内の電気化学反応に際してイオン伝導させる溶液。リチウムイオン電池では、極性が大きく溶解力の高いカーボネート系有機溶剤が使用される。

バインダ	活物質同士あるいは活物質と集電体を結着させ、導電ネットワークを形成し構造を維持するために、電極合剤に添加される。塗料特性、柔軟性、電解液への不溶性、電気化学的な安定性など様々な性能が要求される。
評価基準書	標準構成電池モデルごとに、その使用する材料、電極と電池の作製方法、電極と電池の評価方法、評価結果のまとめ、信頼性評価、安全性評価、留意点と展開、などを一纏めとしたもので、当該モデルの技術の全てが記載されている書類。「評価基準書一次版」には上記の「試作仕様書」、「性能評価手順書」の他に「構造解析結果」、「評価手法と評価結果」等が含まれる。「評価基準書二次版」にはこれらに加えて「信頼性」、「安全性」に関する項目が追加される。
ラミネート形電池	従来の金属ケースに代えて、水蒸気の浸透を阻止できるアルミニウム(A?)箔を中心に、外装面に強度と対候性のあるナイロンや PET(ポリエチレンテレフタレート)の薄膜を、内装面に PP(ポリプロピレン)などの水蒸気透過性の低い薄膜を積層した(laminated)包材を成型し、ケースとした電池の総称。小型で軽量の電池が比較的容易に実現できる。パウチ形電池とも呼ばれる。
リチウム	元素記号 Li。原子量 6.941。銀白色の金属結晶。酸化還元電位が全元素中で最も低く、原子量が小さいことから、電極材料として使用すると、エネルギー密度の大きい電池が作製できる。反応性に富み、水、窒素、ハロゲン等と激しく反応する。
リチウムイオン電池	二次電池の一種。リチウムイオン電池の充放電における反応は、リチウム原子が正極・負極、両極の層状物質の層間を往復するだけのシンプルなものである。(1)起電力が約 4 V と高い、(2)エネルギー密度が高い、(3)レート特性が良い、(4)温度特性、自己放電特性が良い、(5)メモリ効果が見られない、という特徴を持っている。これらの特徴から、家電、通信機などの幅広い分野で応用されている。今後は、自動車など輸送機器用の電源としての用途が期待されている。

第1章 事業の位置付け・必要性について

1.1 事業目的の妥当性

1.1.1 事業の目的

気候変動問題の深刻化や新興国の経済成長による資源獲得競争が顕著となりつつある現在、徹底した省エネルギーの推進と再生可能エネルギーの導入が求められており、技術革新による蓄電池の高性能化・低コスト化がその実現成否の鍵を握っている。また、我が国の経済成長の視点で捉えても、蓄電池は今後、市場拡大が想定される成長産業であり、国内企業が市場競争力を有した製品・サービスを他国に先駆けて開発し、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が期待される。

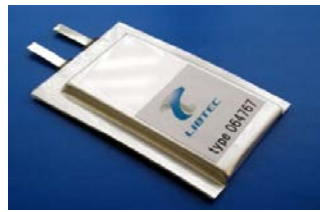
こうした中、現在、国内自動車メーカーや蓄電池メーカー等は、国家プロジェクトあるいは自社開発において先進リチウムイオン電池^{※1}や革新電池^{※2}の技術開発を鋭意進めている。この場合、信頼性・安全性の確保を前提とした上で如何に高エネルギー密度化・高出力化を図るのが重要となり、これらの実現には電極活物質、電解質、セパレータといった蓄電池の構成材料の占めるウェイトが極めて大きい。

そのため、本プロジェクトは、先進リチウムイオン電池や革新電池の技術進展に合わせ、国内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(標準電池モデルとその作製法、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により、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して実施する。

本プロジェクトにおける材料評価技術開発の成果イメージを図1-1に示す。なお、標準電池モデルとその作製仕様書については、ユーザーの製造工程をモデル的に再現した設備を適用して策定する。また、評価基準については、想定される主要な用途をカバーするものを策定する。さらに、必要に応じ、高精度分析・測定機器を使用した個別課題の評価技術の開発とその評価手順書も策定する。

※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

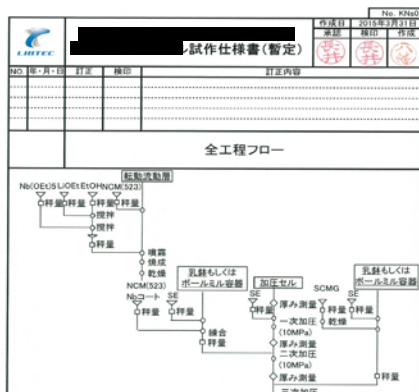


先進 LIB (1Ah 級ラミネートセル)



全固体電池 (圧粉体型)

(a) 標準電池モデル



(b) 試作仕様書

項目	
温度 25°C, 充放電レト / 3C	
温度 0°C, 充放電	ト
C 50%, 温度 , 充放電 (/ 3.1, . .)	
OC 50%, 温度 °C, 充放電 (/ 3.1, 2. .)	
50%, 温度 25°C, 充放電レ (/ 3.1, 5. .)	
50%, 温度 40°C, 充放電レ (/ 3.1, 5.1)	

(c) 性能評価手順書

図 1-1 本プロジェクトの成果イメージ

1.1.2 事業の背景

(1) 蓄電池の技術進化の方向性

蓄電池は、大きな流れとして鉛蓄電池、ニカド電池、ニッケル水素電池 (Ni-MH 電池)、リチウムイオン電池 (LIB) の順で開発・製品化されてきた。この歴史は基本的に高エネルギー密度化の歴史であると言え、現在市販されている小型蓄電池の重量エネルギー密度で比較すると、ニカド電池は鉛蓄電池の約 1.5 倍、Ni-MH 電池はニカド電池の約 2 倍、LIB は Ni-MH 電池の約 2~2.5 倍となっている。

携帯電話、デジタルカメラ等の小型軽量化・高機能化やパソコン、電動工具等のコードレス化が進む中、Ni-MH 電池を超えるエネルギー密度を有する蓄電池として、LIB が 1991 年にソニーによって商品化されると瞬間に普及が進んだ。LIB の生産量は現在も顕著に増加しており、民生用では 2010 年の約 21GWh から 2014 年には約 43GWh と 5 年間で約 2 倍、車載用も 2010 年の約 100MWh から 2014 年には約 5GWh と 5 年間で約 50 倍と急増している。エネルギー密度も飛躍的に向上しており、発売当初、18650 型 LIB の重量エネルギー密度と体積エネルギー密度は 80Wh/kg、200Wh/L 程度であったのに対して、現在は 250Wh/kg、700Wh/L 程度と 3 倍以上になっている。

このため、LIB は 2020 年代の蓄電池市場では中心に位置すると見られ、更なる高性能化・低コスト化を進めるため、蓄電池メーカー、自動車メーカー等が中心となって高電位・高容量の電極活物質、充電終止電圧を上昇させるための高電圧耐性を有する電解液、薄型化集電体等を用いた先進 LIB の開発が進行している。

その一方で、高性能化・低コスト化とトレードオフの関係にある安全性・耐久性の確保を考慮すると、LIBのエネルギー密度には工業的な限界が近づいていると言われている。例えば、EVの1回の充電あたりの走行距離をガソリン車並みに延長させようとした場合、現在の電池パックのエネルギー密度を現状の5倍程度まで高める必要がある。加えて、販売価格もガソリン車並みとするには、電池パックのコストを現状の1/5程度まで低減する必要がある。このようなレベルでの開発目標となると、LIBでの達成は難しく、LIBとは電荷キャリア、材料、構造等が異なった革新電池(ポストLIB)を開発する必要がある。これはIT・モバイル機器でも同様であり、例えば、今後の市場拡大が予想されるウェアラブル端末(スマートウォッチ、スマートバンド等)では、端末自体が極めて小型になるため、LIBの高容量化での対応にも限界があると言われている。そのため、詳細は「1.1.7 研究開発動向」で述べるが、理論上、LIBのエネルギー密度を超える様々な革新電池の候補に関する研究開発が世界全体で取り組まれている。

上記した蓄電池の技術進化の方向性を整理したものを図1-2に示す。

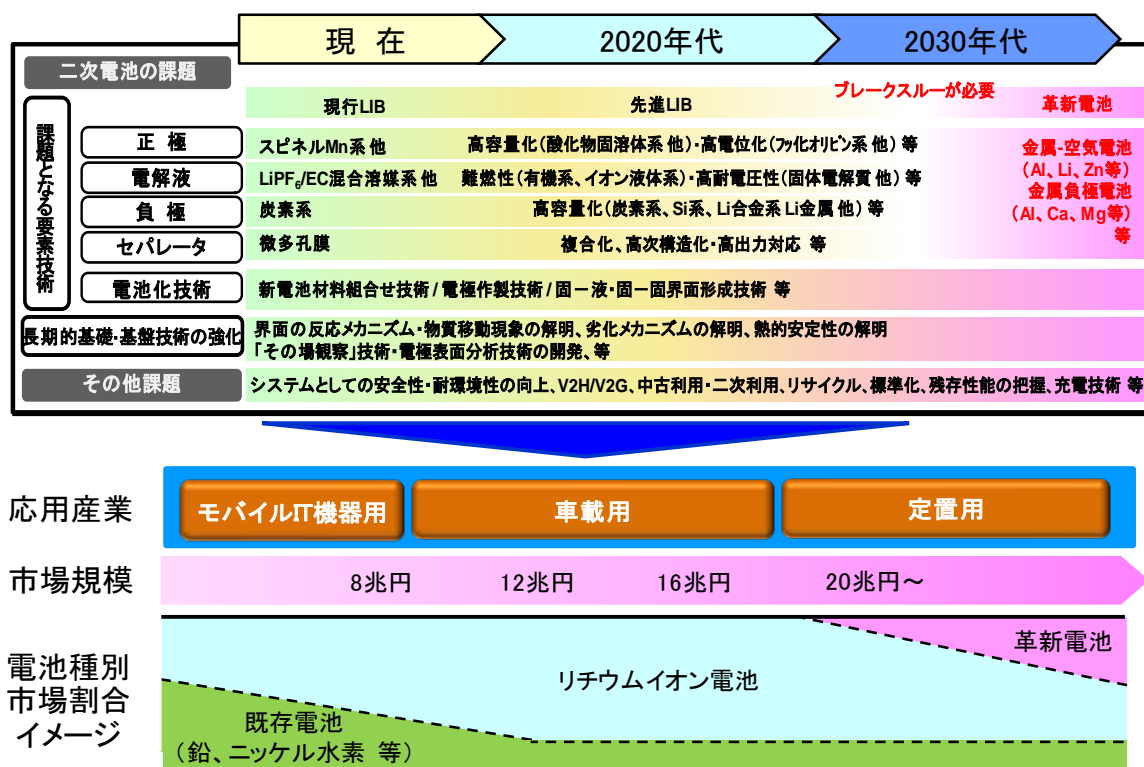


図1-2 蓄電池の技術進化の方向性

(2) 蓄電池材料の実用化開発における課題

蓄電池の高性能化・低コスト化、耐久性、信頼性・安全性の確保において正極・負極活物質、電解質、セパレータ、バインダー、集電体、外装包材といった構成材料の占めるウェイトは極めて大きい。詳細は「1.5 市場動向」で述べるが、LIBの材料に関して、国内材料メーカーは高い技術力を保持しているものの、近年、価格競争力に優る中国材料メーカーの存在感が増す傾向にある。そのため、ビジネス面での競争力の維持・向上には、蓄電池メーカー、自動車メーカー等のユーザーが望むタイミング・スピードで、要求特性を満足し、かつ価格バランスの取れた材料を提供する必要がある。

従来、実用サイズのセル試作設備とその試作ノウハウを所有しない材料メーカーは、基本的に材料単体の物理・化学的特性の評価のみを行い、完成形(フルセル)でどのような性能や耐久性・安全性等

が得られるかについては、材料サンプルをユーザーに提供し、その評価結果の開示を受けることで把握してきた。しかしながら、材料メーカーにとってユーザー評価には下記①～④の課題があり、新材料開発へのフィードバックをかけ難いといった状況がある。加えて、先進 LIB や革新電池についてはユーザー自身が材料も含めて開発を手掛けており、開示情報は制限される。

- ① 評価用としてユーザーに受け取ってもらえるサンプル数が少ない(限定される)こと。
- ② ユーザー評価の結果が出るまでの期間が長いこと。
- ③ 試作セルの作製仕様(他の材料・部品の組合せ等)・プロセス、その評価条件・方法等の詳細情報がユーザーより開示されないこと。
- ④ 上記③の作製仕様や評価基準は各ユーザーが個別にノウハウとして保有し、共通化されていないため、複数のユーザー評価の結果が異なった場合、その解釈が難しいこと。

一方、ユーザーの立場から見ると、材料メーカーから提示される情報は材料単体の特性データであるため、その材料の特性を最大限に引き出すための電極構造、他の構成材料・部品との組合せ、セルの製造プロセス等を検討する必要がある。また、材料単体の特性データも材料メーカーが各社各様の評価条件・方法で取得したものであるため、そのポテンシャルや有用性等を見極めることが難しく、ユーザー自らが材料データの取得を改めて行う場合もある。

このように、材料メーカーとユーザーの間では、新材料の開発に関するコミュニケーションが十分に取れず、蓄電池の実用化開発には摺合せ期間と呼ばれる開発非効率が存在している。そのため、図 1-3 に示すように、材料メーカーが新材料を提案した場合、実用化までには 5～7 年の長期間を要している。加えて、最近では競争領域としての材料技術の高度化が進んでいるため、両者のコミュニケーションは従来よりもむしろ難しくなっている側面もある。

これらの課題を解決するためには、国内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を開発する必要がある。

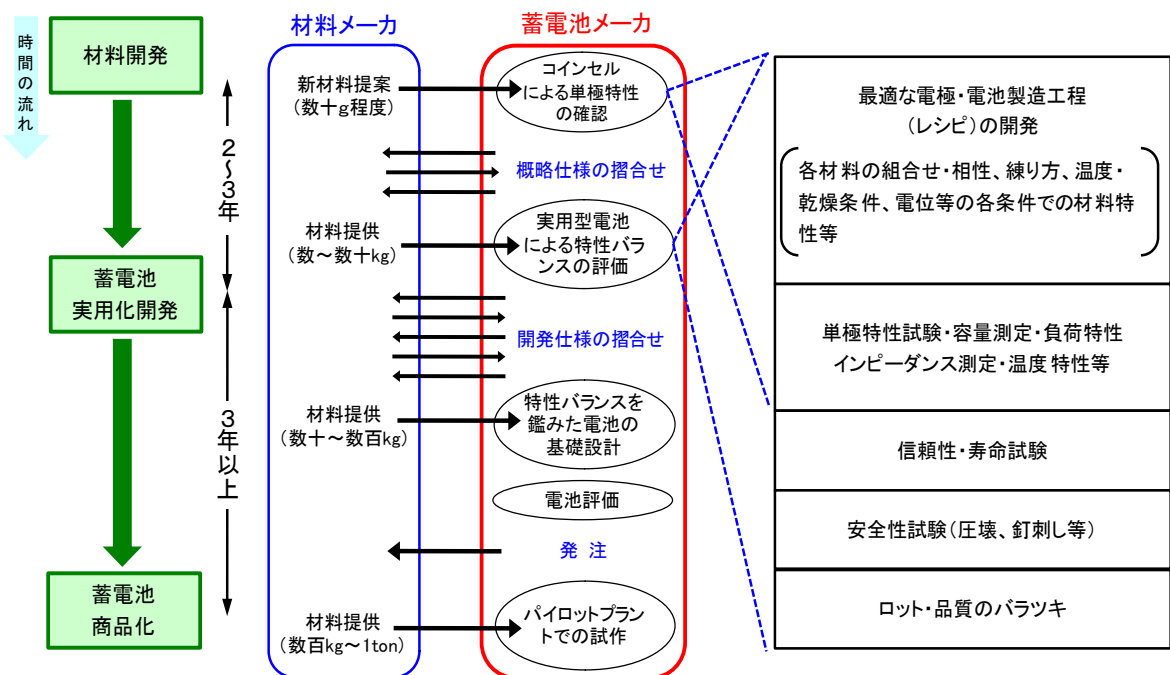


図 1-3 新材料の提案から実用化までの流れと開発内容

1.1.3 関連する上位政策・戦略

本プロジェクトが関連する下記(1)～(4)の上位政策・戦略について述べる。

- (1) エネルギー基本計画(第四次計画:2014年4月、閣議決定)
- (2) 次世代自動車戦略 2010(2010年4月、経済産業省策定)
- (3) 自動車産業戦略 2014(2014年11月、経済産業省策定)
- (4) 科学技術イノベーション総合戦略 2014(2014年6月閣議決定)

(1) エネルギー基本計画(第四次計画:2014年4月閣議決定)

我が国は化石燃料に乏しく、その大半を輸入に頼るといった脆弱性を抱え、エネルギーを巡る国内外の状況変化に大きな影響を受けやすい構造を有している。エネルギーの安定確保は国の安全保障には不可欠であり、我が国にとって常に大きな課題である。さらに、国際的な地政学的構造の大きな変化に直面する中で、我が国のエネルギー安全保障を巡る環境は厳しさを増してきている。このような状況への対応には、長期的、総合的かつ計画的な視点に立ってエネルギー政策を遂行していく必要があり、その着実な遂行の確保を目的として、2002年に「エネルギー政策基本法」が制定された。この基本法では、政府が総合資源エネルギー調査会の意見を聴き、エネルギー需給施策の長期的、総合的かつ計画的な推進を図るために「エネルギー基本計画」を策定することを定め、少なくとも3年には1度の頻度で内容を検討し、必要に応じて変更を行うとしている。この法に基づき、2003年に最初の計画が策定されている。その後、第二次計画が2007年に、第三次計画が2010年に策定され、東日本大震災以降では最初の計画となる第四次計画が2014年4月に策定された。

この第四次計画では、「第2章 エネルギーの需給に関する施策についての基本方針」において「電気は多様なエネルギー源から生産することが可能であり、利便性も高いことから、今後も電化率は上がっていくと考えられ、二次エネルギー構造において、引き続き中心的な役割を果たしていくこととなる。」とした上で、「第3章 エネルギーの需給に関する長期的、総合的かつ計画的に講ずべき施策」において「利便性の高い電気を貯蔵することで、いつでもどこでも利用できるようにする蓄電池は、エネルギー需給構造の安定化を強化することに貢献するとともに、再生可能エネルギーの導入を円滑化することができる、大きな可能性がある技術」、「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」としている。

(2) 次世代自動車戦略 2010(2010年4月、経済産業省)

我が国の自動車産業は、内燃機関自動車の開発・製造において技術的な優位性を持ち、国際競争力を保有してきており、この優位性を保持することは日本の産業政策として重要である。その一方で、自動車産業を巡る外部環境を踏まえると、将来、次世代自動車が普及していくことは確実である。既に市場化が始まり、世界的にも開発・普及に向けた競争が激化している電気自動車(EV)・プラグインハイブリッド車(PHEV)に関しては、我が国がバリューチェーン上、広い範囲で強みを維持しているものの、海外企業もキャッチアップに向けた取組みを強化しており、我が国にとっても戦略の策定は重要である。こうした状況を踏まえ、経済産業省は2010年4月、「次世代自動車戦略 2010」を策定した。

この戦略は「全体戦略」、「電池戦略」、「資源戦略」、「インフラ整備戦略」、「システム戦略」、「国際標準化戦略」の6つの戦略で構成されている。このうち、「全体戦略」においては、次世代自動車の普及加速のため、政府が目指すべき車種別普及目標(新車販売に占める割合)を表1-1のように設定し

ており、EV・PHEV は 2020 年が 15～20%、2030 年が 20～30%と極めて野心的な目標になっている。また、アクションプランの一つとして、部品・部材産業の高付加価値化を図るとしており、蓄電池及び電池マネジメント技術についても研究開発を推進するとしている。

また、「電池戦略」においては、蓄電池材料及び蓄電池自体の技術は日本企業が現時点では世界をリードしている一方で、海外の蓄電池メーカーが続々と市場参入し、大規模な設備投資の計画や特許出願件数・論文発表件数も急増していることから、リチウムイオン電池の新材料についても引き続き幅広い基礎的な研究が必要であるとしている。

表 1-1 2020～2030 年の乗用車種別普及目標

	2020 年	2030 年
従来車	50～80%	30～50%
次世代自動車	20～50%	50～70%
ハイブリッド自動車	20～30%	30～40%
電気自動車 プラグイン・ハイブリッド自動車	15～20%	20～30%
燃料電池自動車	～1%	～3%
クリーンディーゼル自動車	～5%	5～10%

出典:「次世代自動車戦略 2010」(2010 年 4 月、経済産業省)

(3) 自動車産業戦略 2014(2014 年 11 月、経済産業省)

上記の「次世代自動車戦略 2010」では EV 等の次世代自動車を対象としていたが、自動車産業全般を幅広く取扱い、自動車産業が「国民産業」として今後も持続的に発展することを目指す戦略として、経済産業省は 2014 年 11 月、「自動車産業戦略 2014」を策定した。この戦略においては、「次世代自動車の普及目標(表 1-1)は、我が国の環境・エネルギー制約の克服と同時に、我が国の自動車産業が持続的に発展していくためにも達成されなければならない、意欲ある多様な主体がさらに幅広く大同団結し、取組をさらに強化する必要がある」とした上で、蓄電池は産産・産学で協調し、研究開発の効率化とより高度なすり合わせを実現すべき重点分野の一つとして選定している。

(4) 科学技術イノベーション総合戦略 2014(2014 年 6 月閣議決定)

我が国政府は、「第 4 期科学技術基本計画」(2011 年 8 月閣議決定)を指針とする科学イノベーション政策の大きな方向性の下、短期の工程表を具備する「科学技術イノベーション総合戦略」を毎年策定する枠組みを構築している。この枠組みに基づき、「科学技術イノベーション総合戦略 2014」が 2014 年 6 月に閣議決定されているが、この戦略の「第 2 章 科学技術イノベーションが取り組むべき課題」の「(8)革新的エネルギー変換・貯蔵・輸送技術の高度化」において、次世代蓄電池技術の実装化が重点的取組として取り上げられている。また、図 1-4 に示す詳細工程表が提示されているが、同図中に記載の「蓄電池材料評価法の開発」が本プロジェクトに該当し、その実施内容・スケジュールは本プロジェクトの計画と整合している。

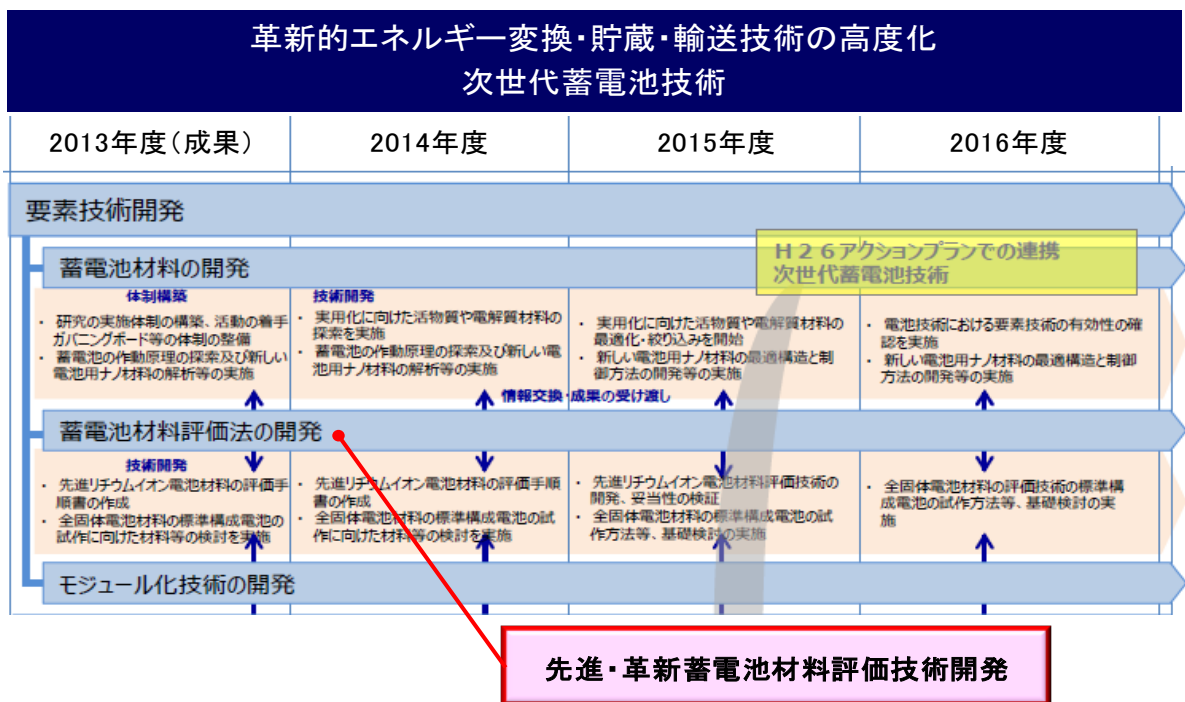


図 1-4 「科学技術イノベーション総合戦略」における本プロジェクトの位置付け

出典:「科学技術イノベーション総合戦略 2014」(別表)詳細工程表(2014年6月閣議決定)

1.1.4 未来開拓研究プロジェクトについて

2012年8月、経済産業省は、産業構造審議会・産業技術分科会・研究開発小委員会における議論を踏まえ、我が国の将来の糧となるイノベーションを創出する、従来技術の延長線上にない、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であって、国のイニシアティブの下、優れた技術及び知見を有する国内外の企業、大学、公的研究機関等を集め、継続的に実施されるべきものを対象とした「未来開拓研究プロジェクト実施要綱」及び「未来開拓研究プロジェクト実施に関する基本方針」を策定した。本プロジェクトは、この実施要綱及び「未来開拓研究プロジェクトの実施に関する基本方針の一部を改正する方針」(2013年8月、経済産業省)に基づき実施している。

未来開拓研究プロジェクトでは省庁の枠を越えた連携に取り組むことになっており、本プロジェクトの連携先として、文部科学省の「戦略的創造推進事業／先端的低炭素化技術開発」における「次世代蓄電池研究加速プロジェクト」(図1-5)が選定されている。また、両プロジェクトを一体的に運営するため、「文部科学省・経済産業省ガバニングボード(蓄電池)」(戦略コーディネーター:東京大学大学院工学研究科教授 橋本和仁)が設置されており、本プロジェクトのプロジェクトリーダー(PL)及びNEDO蓄電池技術開発室長が構成員となっている。

この連携における本プロジェクトの役割は、図1-6に示すように、最低限のスクリーニングを受けた文部科学省プロジェクトの研究成果を受け取り、工業的視点で評価・コンサルティングを行い、実用化に向けた研究開発を加速することである。同ガバニングボードにおける合意により、当面、本プロジェクトは、図1-5中の全固体電池チームのうち硫化物系サブチームとの連携強化を図ることになっており、現在、具体的な連携内容、スケジュール等を協議中である。

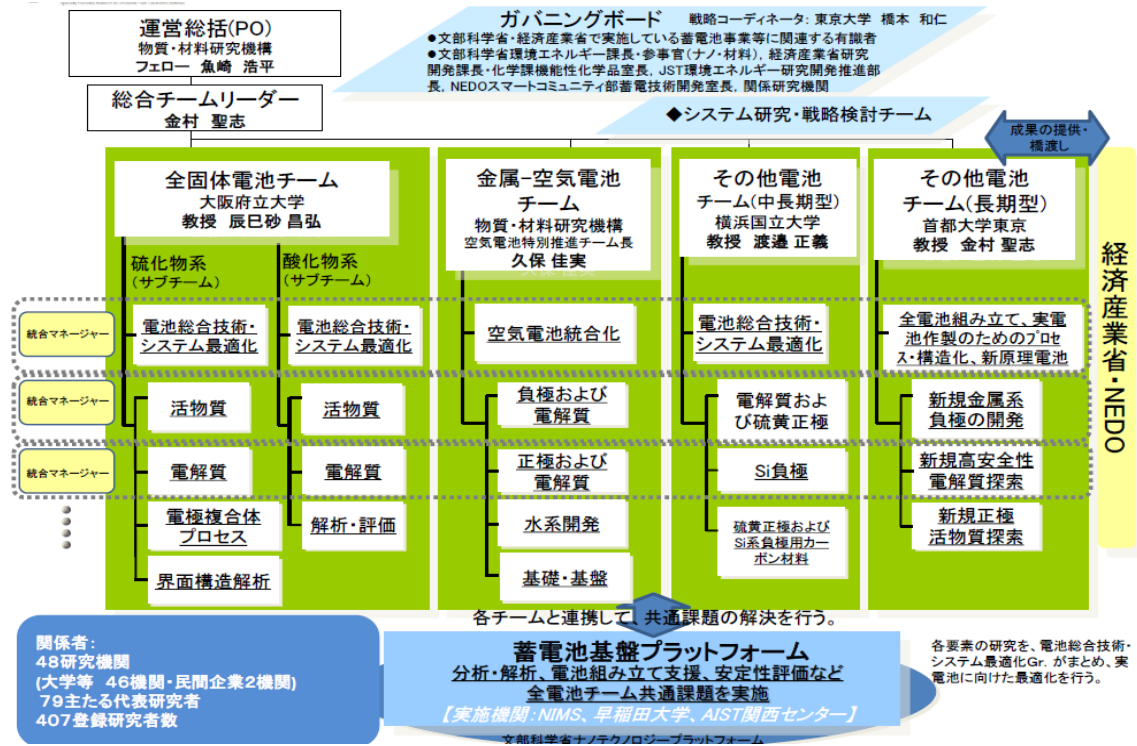


図 1-5 文部科学省「次世代蓄電池研究加速プロジェクト」の運営体制

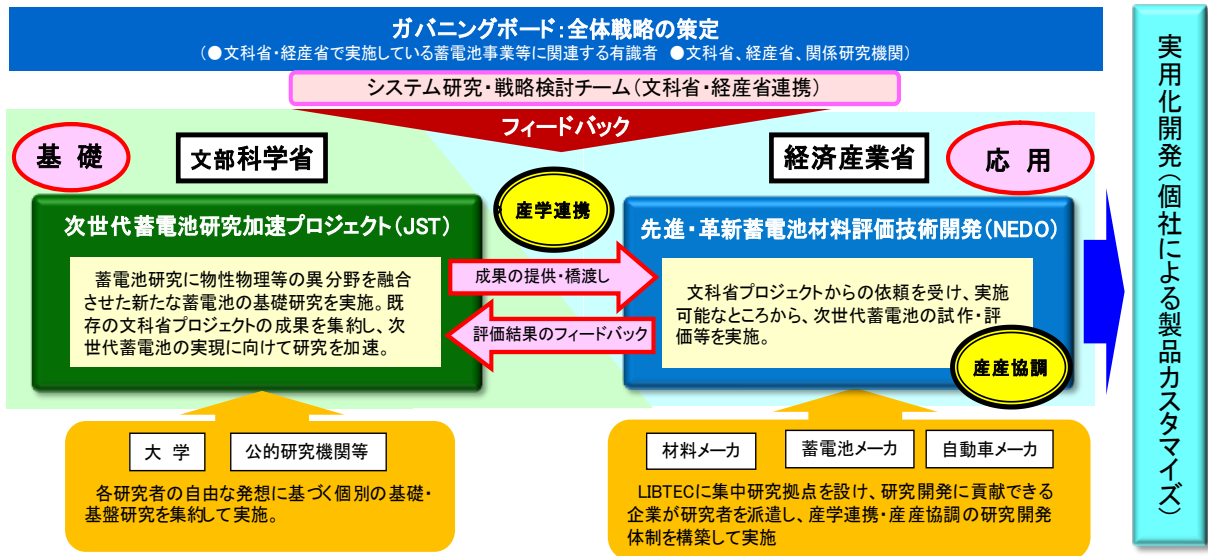


図 1-6 本プロジェクトと文部科学省プロジェクトとの連携

1.1.5 市場動向

(1) 蓄電池の市場動向

蓄電池市場の現況と将来予測を図 1-7(用途別)及び図 1-8(蓄電池種別)に示す。

2014 年における蓄電池の世界市場規模(実績見込み)は約 8 兆円である。今後、各用途でプラス成長の見込みであり、2025 年には 16 兆円超に成長と予測されている。また、図 1-8 に示すように、市場全体の成長分(8 兆円超)の大半が LIB で占められると予測されている。

モバイル機器用 LIB については、市場規模がまだ数千億円であった 2000 年台初頭は 90%以上のシェアを日本メーカーが占めていた。しかし、市場規模が生産(容量)ベースで 40GWh 超、売上ベースで約 2 兆円となった現在、①スマートフォン、ノート PC 等のアプリケーション市場での日本メーカーの競争力低下、②産業政策支援、大胆な生産設備投資等によるコスト競争力、③日本メーカーの人材獲得による品質向上、④為替相場での円高・ウォン安等を背景に、韓国勢が首位に立っている。2014 年のシェア(生産ベース)は、韓国メーカーの約 50%に対し、日本メーカーは約 20%と報告されている^{※1}。

一方、2014 年における次世代自動車用(HEV、PHEV、EV、アイドリングストップ車)の市場規模は約 8,400 億円であり、その内訳は LIB が約 6,500 億円、Ni-MH 電池が約 1,300 億円、鉛蓄電池とキャパシターで約 600 億円である。これらは蓄電池自体に高い技術水準が求められることに加え、自動車メーカーの電動車両システム技術との摺り合わせにも高い技術水準が求められるため、日本メーカーが競争力を保持している。LIB の生産ベースのシェアは日本メーカーの約 70%に対し、韓国メーカーは約 20%であり、Ni-MH 電池は日本メーカーがほぼ 100%と報告されている^{※2}。しかしながら、欧米自動車メーカーも近年、積極的に EV・PHEV の開発及び市場投入を進めており、これらに搭載する LIB を韓国メーカーより調達する流れが出来つつあり、今後、競争激化が予想される。

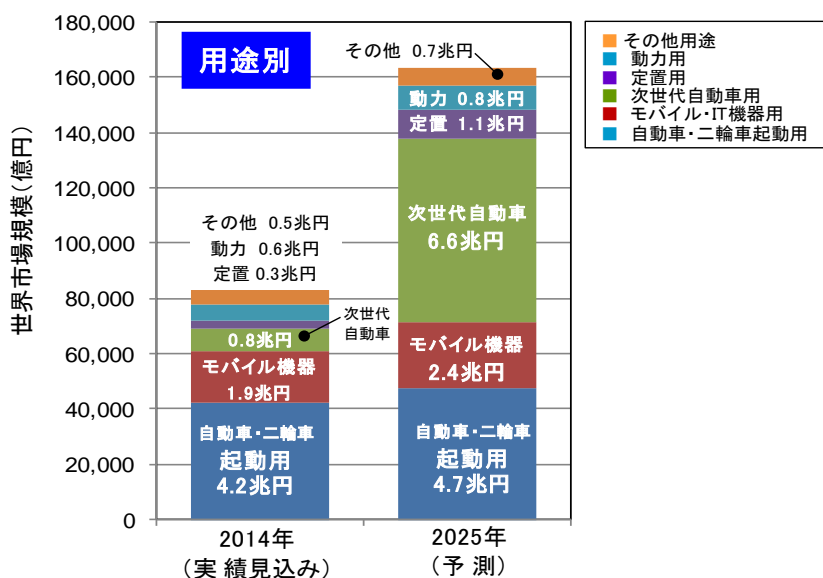


図 1-7 蓄電池市場の現況と将来予測(用途別)

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

出典 ※1:「電気化学セミナー2015 最先端電池技術」(株式会社 B3 発表資料)

※2:「エネルギー・大型二次電池・材料の将来展望 2015」(株式会社富士経済)

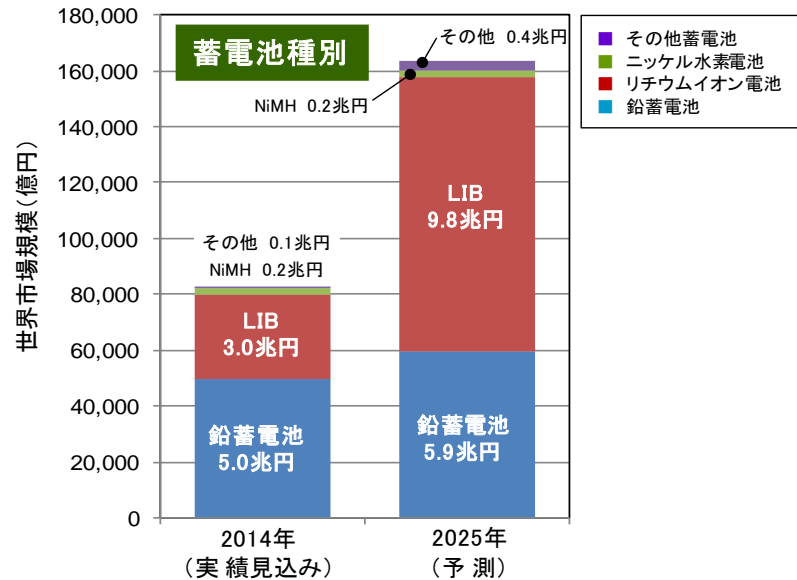


図 1-8 蓄電池市場の現況と将来予測(蓄電池種別)

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

(2) リチウムイオン電池材料の市場動向

リチウムイオン電池材料の市場規模の推移と将来予測を図 1-9 に示す。LIB 材料の市場は堅調に成長しており、2014 年における世界市場規模(実績見込み)は約 7,000 億円である。今後、次世代自動車やモバイル機器の需要増に牽引され、世界市場規模は 2018 年には 1 兆円、2025 年には 2.5 兆円を突破すると予測されている。

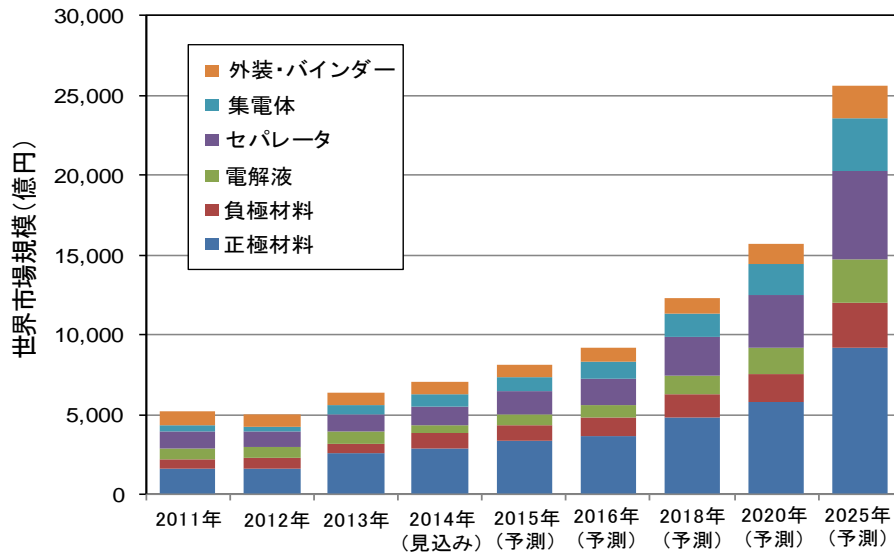


図 1-9 リチウムイオン電池材料の市場規模推移と将来予測

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

次に、2012 年～2014 年の 3 年間における正極、負極、電解液及びセパレータの市場規模推移を図 1-10～図 1-13 に示す。スマートフォンの大型化に伴うセルの大型化・高容量化や EV・PHEV 新モデルの市場投入等を受け、各材料の生産量は堅調に増加する中、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にある。また、中国材料メーカーの値引きに引きずられる形で市場全体での取引価格が低下し、日本メーカーは利幅の少ない旨味の無いビジネスを強いられると見られる。

このような状況は、スマートフォンの先進国需要が一巡し、新興国向けのミドル～ローエンドモデルが市場の牽引役に移行し、安価な中国製材料の採用が増加したことによると見られる。加えて、中国政府のEV普及策及び蓄電池への助成措置に期待し、多くの材料メーカーが過剰な設備投資に動くとともに、中国蓄電池メーカーのセル生産歩留まりが低いため、材料メーカーの設備投資に拍車を掛け、セルの実需を大きく上回る量の材料が出荷されている可能性があると言われている。

その一方で、モバイル機器用や車載用で高品質品の需要が増加基調にあり、為替相場が円安基調であることも相俟って、高品質品をリーズナブルな価格で提供する日本材料メーカーに対して、各国の蓄電池メーカーからの引合いが増加しているとも言われている。また、新規参入でありながらも、他社と差別化された製品を市場投入することでビジネスを成長させている日本材料メーカーも存在する。

しかしながら、現時点でも一定の技術力を保有する中国材料メーカーは存在し、日韓蓄電池メーカーでの採用が増えているのも事実であり、近い将来、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気に推進してくることが予想される。そのため、日本の材料メーカーが今後、プレゼンスを向上させていくためには、製品ラインナップを戦略的に取り揃え、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・スピードで供給していく必要がある。

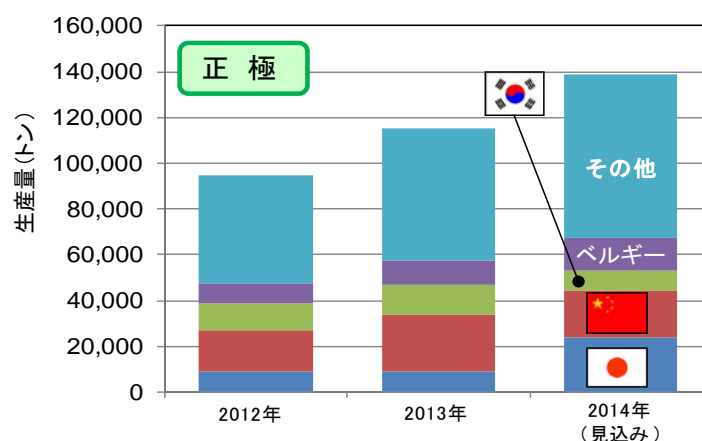


図 1-10 リチウムイオン電池・正極の市場規模推移

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。

正極について、ほぼ生産量で 2014 年の中国材料メーカーのシェアが 50%超との報告もある。

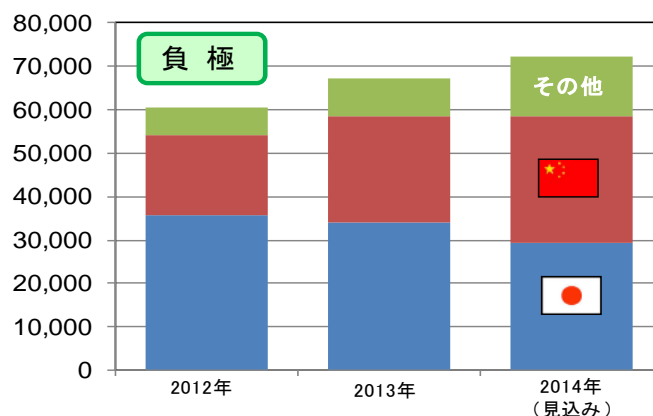


図 1-11 リチウムイオン電池・負極の市場規模推移

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。

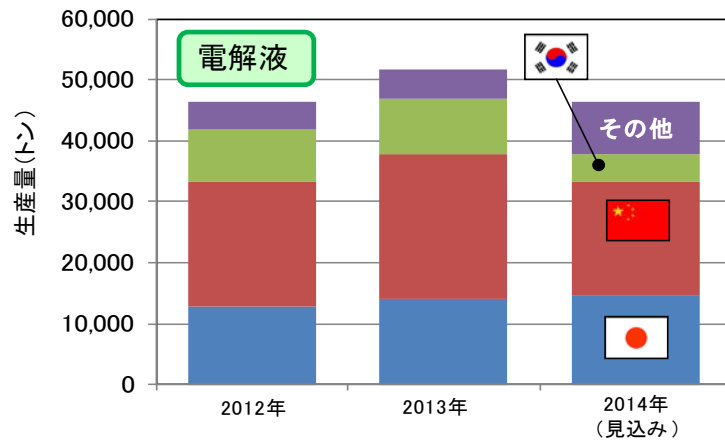


図 1-12 リチウムイオン電池・電解液の市場規模推移

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。

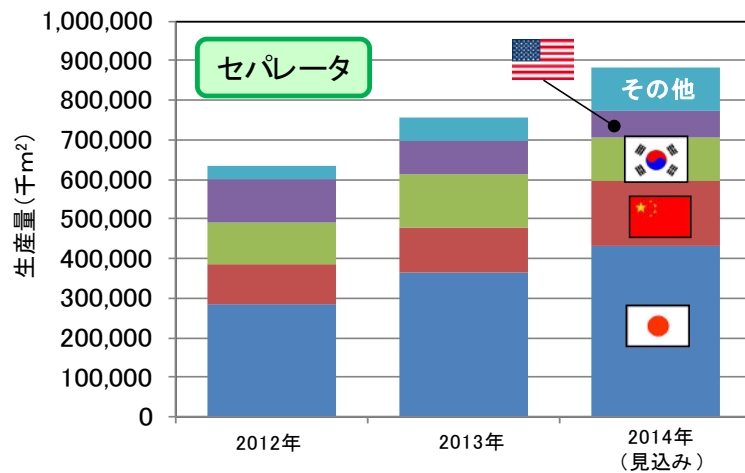


図 1-13 リチウムイオン電池・セパレータの市場規模推移

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。

1.1.6 特許動向

(1) リチウムイオン電池の特許動向

(i) 出願人国籍別の特許出願件数

1998年～2007年(10年間)、2006年～2010年(5年間)におけるLIBの出願人国籍別の特許出願件数を図 1-14 に示す。調査期間に重複があるが、世界全体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倍以上に増えている。

特許出願件数は日本が圧倒的に多い。日本の蓄電池メーカーがLIBの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。しかしながら、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。

	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%

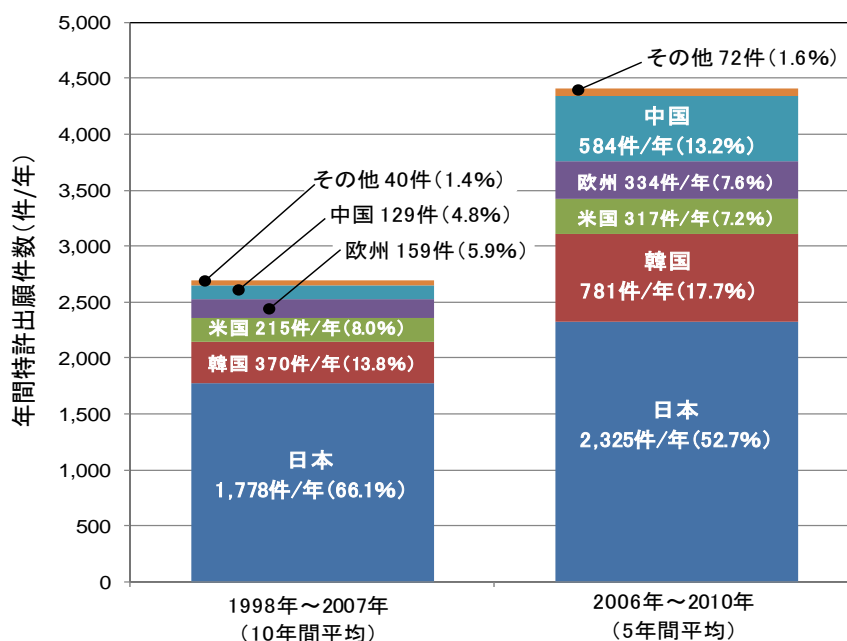


図 1-14 リチウムイオン電池の出願人国籍別特許出願件数

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

(ii) 出願特許の内容

2006～2010 年の全出願件数 22,068 件のうち、用途が明記された出願が 11,533 件ある。その内訳は携帯電子機器が 5,360 件(46.5%)、電動自動車が 2,743 件(23.8%)、複数用途が 3,104 件(26.9%)、電動機器・定置用その他が 326 件(2.8%)である。また、課題については、耐久性・保存性が 10,000 件のオーダーで最多であり、エネルギー密度、入出力特性及び安全性が 5,000 件のオーダーで同程度である。

各材料の出願件数と全出願件数に占める割合を図 1-15 に示す。正極が最多の 8,143 件で最多(約 37%)、これに負極が 6,406 件(約 29%)で続く。電解質、セパレータ、集電体、外装・モジュール構造等は 1,000～2,000 件のオーダーである。

次に、正極、負極、電解液、セパレータ及び集電体の材料別の出願件数を図 1-16～図 1-19 に示す。正極の特許は Ni 系、Co 系、リン酸塩(オリビン)に関する材料が他より多く出願されている。負極の特許は黒鉛質炭素、Si 系の出願が突出し、Ti 酸化物が続いている。また、電解液は低分子有機溶媒、セパレータはポリオレフィン系が突出して多い。

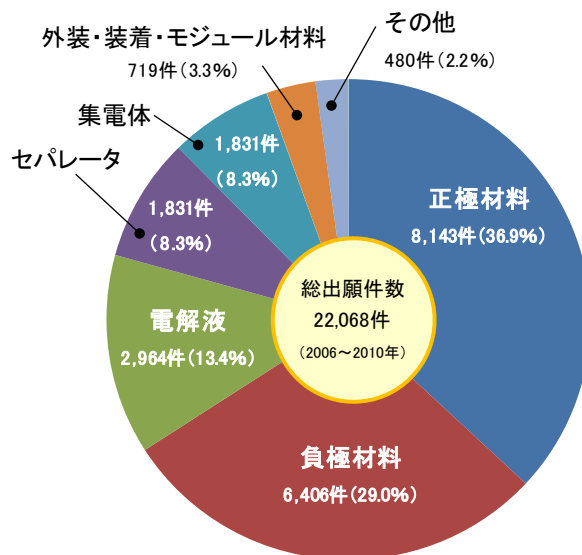


図 1-15 リチウムイオン電池の材料別出願件数の比率(2006~2010 年の出願)

出典:「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)

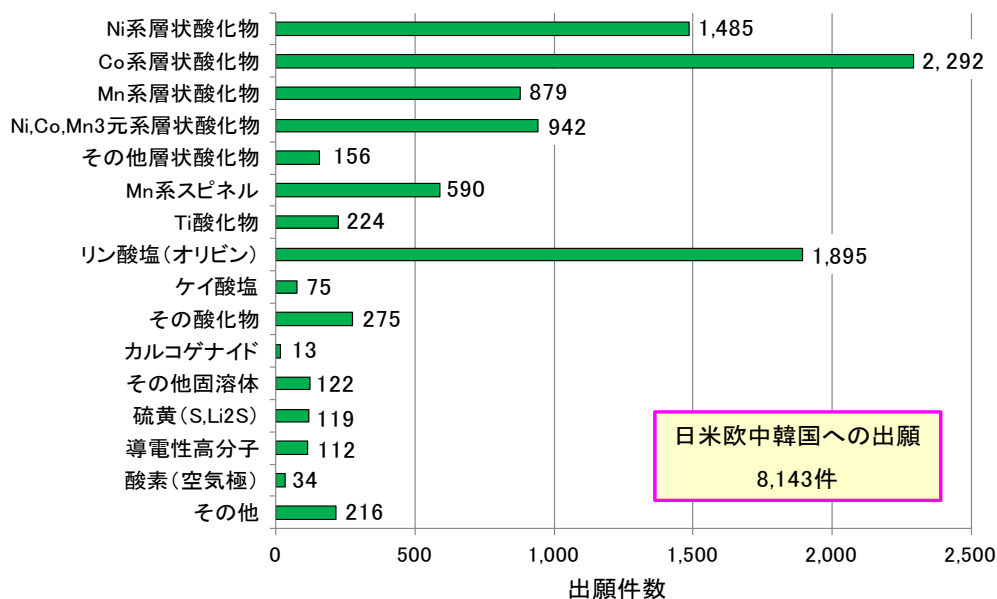


図 1-16 リチウムイオン電池・正極の特許出願(2006~2010 年の出願)

出典:「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)

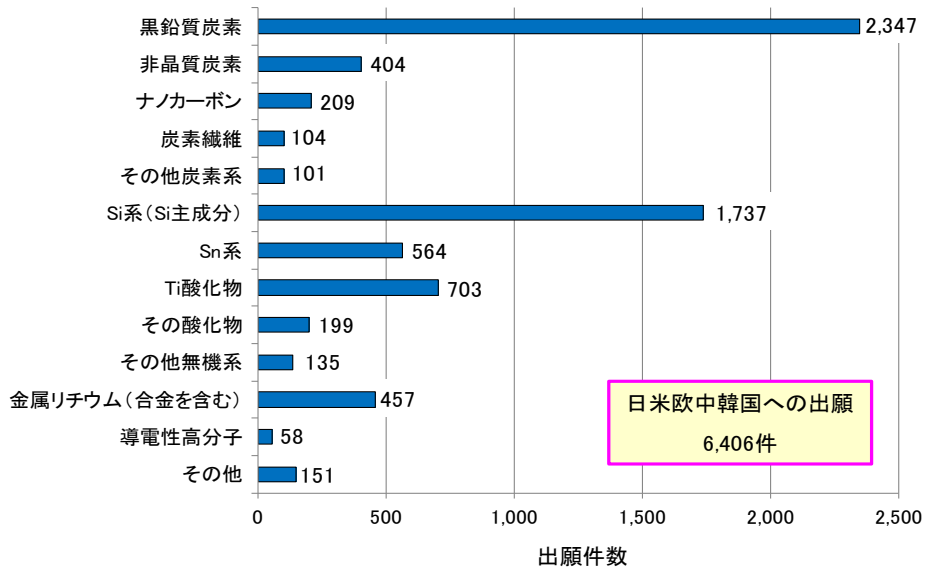


図 1-17 リチウムイオン電池・負極の特許出願(2006～2010 年の出願)

出典:「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)

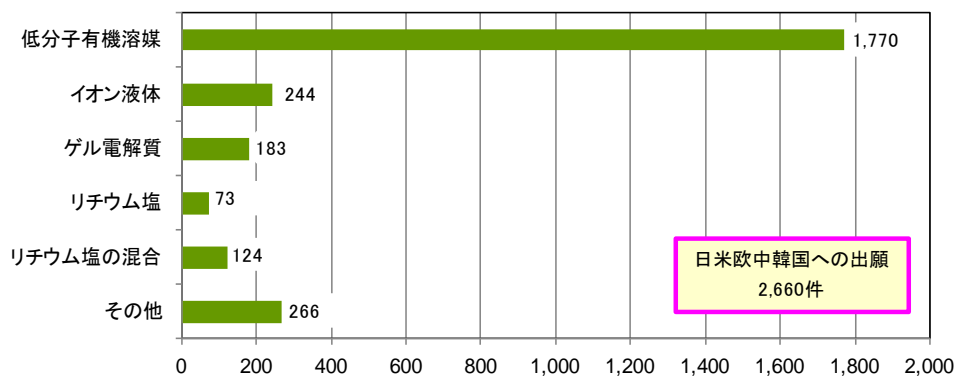


図 1-18 リチウムイオン電池・電解液の特許出願(2006～2010 年の出願)

出典:「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)

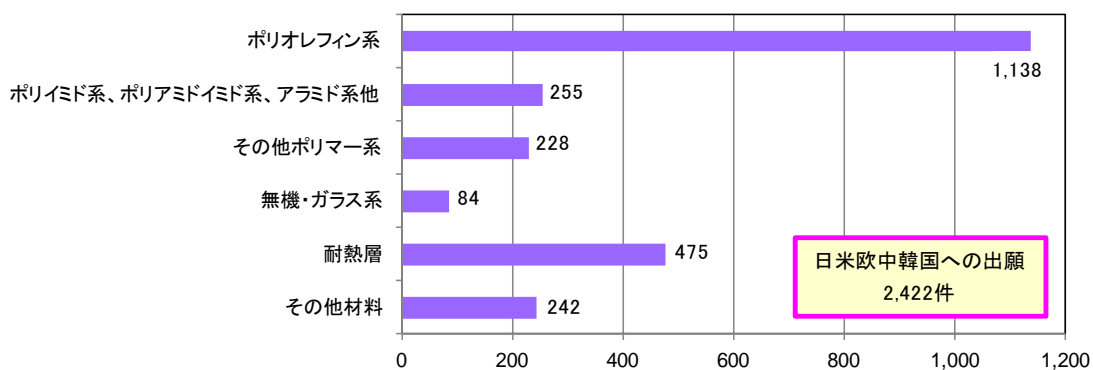


図 1-19 リチウムイオン電池材料・セパレータの特許出願(2006～2010 年の出願)

出典:「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)

(2) 全固体電池の特許動向

2002年～2011年の10年間における出願人国籍別出願件数の推移を図1-20に示す。2010年以降はデータベース集録の遅れ、PCT出願の各国移行のずれで全データが反映されていない可能性があるが、2006年以降、増加している。また、図1-21に示すように、総出願3,306件のうち、日本国籍出願人件数は1,996件で全体の約60%を占めており、他国に比べて突出して多い。

全固体電池は薄膜型(真空蒸着法、パルスレーザー法、スパッタ法等の気相法を用いて薄膜を積層。)とバルク型(微粒子を積層。電極内にもリチウムイオンの伝導経路としての固体電解質を使用。)に大別されるが、それぞれの総出願件数と出願人国籍別出願件数を図1-22に示す。本プロジェクトで対象としているバルク型の出願が多く、その傾向は日本国籍出願人で顕著である。

材料別の出願件数は電解質が1,866件で最多であり、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件のオーダーである。また、電解質の出願については、図1-23に示すように、酸化物系材料と硫化物系材料の総出願件数は大差ないが、本プロジェクトで対象としている硫化物系材料は日本国籍出願人が圧倒的に多い。

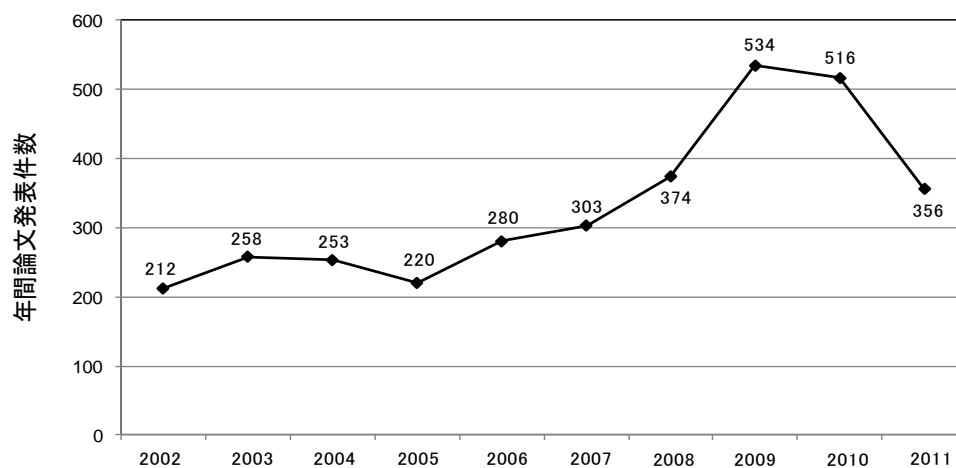


図1-20 全固体電池・特許出願推移

出典:「平成25年度特許出願技術動向調査一次世代二次電池」(2014年2月、特許庁)

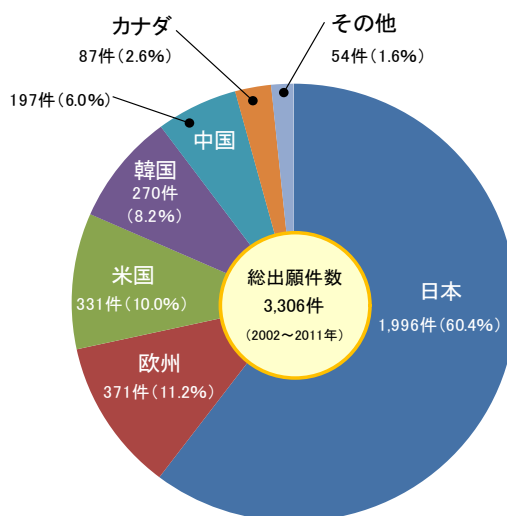


図1-21 全固体電池・出願人国籍別出願件数の比率

出典:「平成25年度特許出願技術動向調査一次世代二次電池」(2014年2月、特許庁)

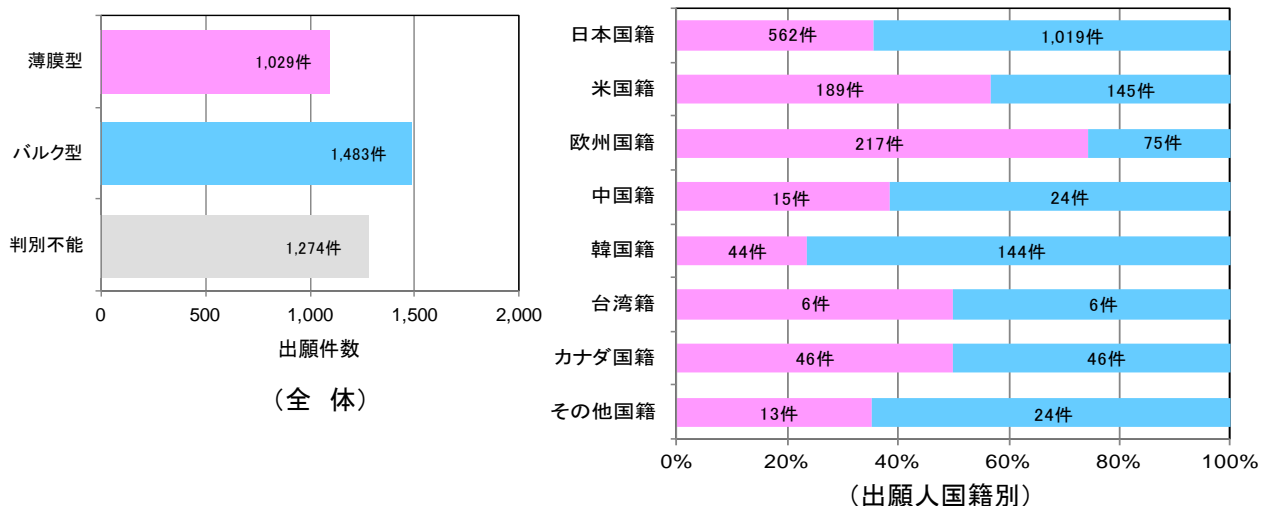


図 1-22 全固体電池・薄膜型／バルク型の出願人国籍別出願件数の比率

出典:「平成 25 年度特許出願技術動向調査一次世代二次電池」(2014 年 2 月、特許庁)

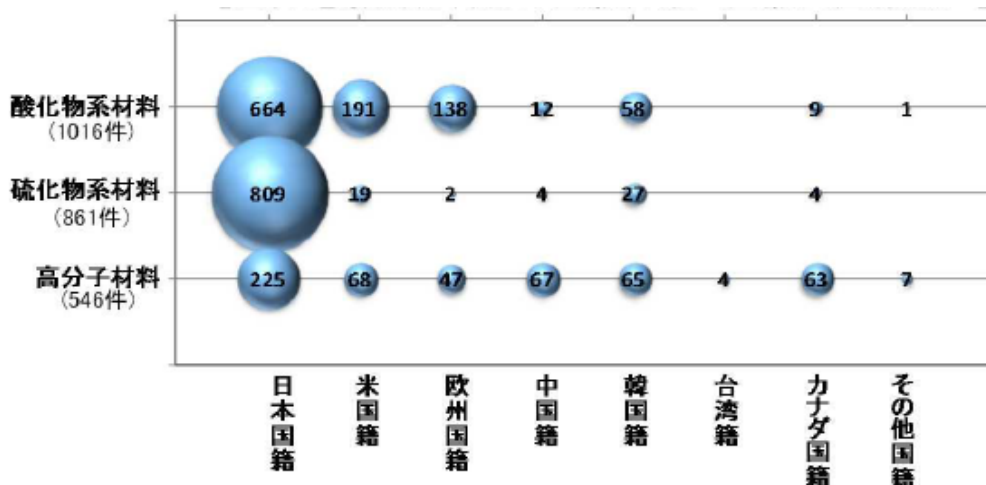


図 1-23 全固体電池・電解質材料別出願件数

出典:「平成 25 年度特許出願技術動向調査一次世代二次電池」(2014 年 2 月、特許庁)

1.1.7 研究開発動向

(1) 学界・論文発表動向

リチウムイオン電池について、国際的な主要論文誌に限定した場合の論文発表件数の推移を図 1-24 に示す。論文発表件数は 1998 年の 409 件から 2011 年の 1,762 件と約 4 倍に増加している。

また、論文の著者所属機関国籍別の発表件数比率を図 1-25 に示す。1998 年～2008 年の 11 年間では日本国籍が約 22%で最多であったが、直近の 2009 年～2011 年の 3 年間では中国籍が約 30%で最多となっている。米国籍、韓国籍の比率に変化は無いもので、日本国籍は約 13%と大きく減少している。

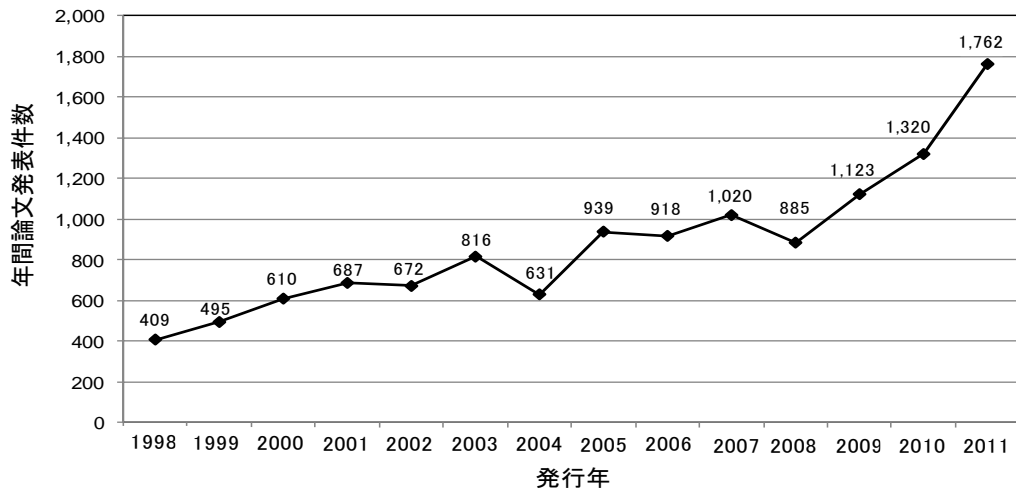


図 1-24 リチウムイオン電池の論文発表件数の推移

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

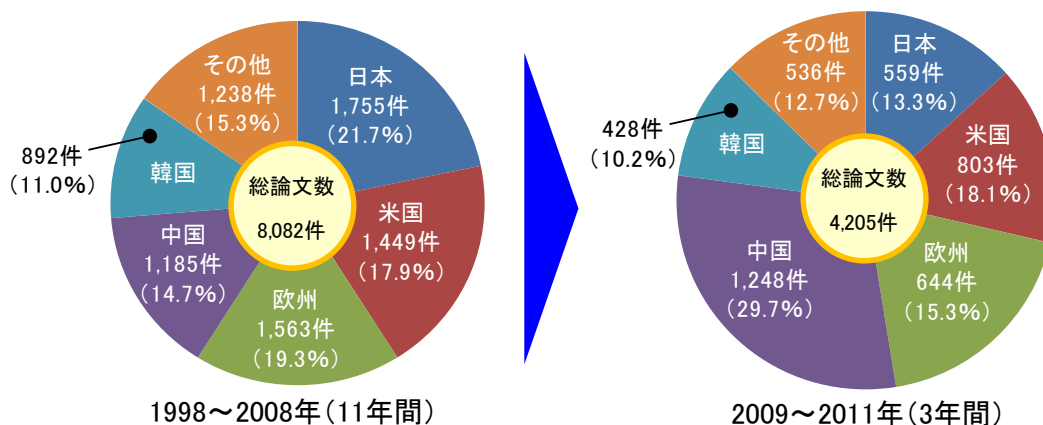


図 1-25 リチウムイオン電池・著者所属機関国籍別の論文発表件数

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

次に、リチウム電池国際会議(IMLB:International Meeting on Lithium Batteries)における蓄電池タイプ別の発表件数を 2010 年と 2014 年で比較して図 1-26 に示す。また、米国電気化学会(ECS)における蓄電池タイプ別の発表件数を 2009 年と 2014 年で比較して図 1-27 に示す。これらの図からも明らかのように、現在も LIB の研究が中心であるものの、革新電池の研究発表が増加する傾向にある。

IMLB2014 における革新電池の研究発表について、研究者所属機関の国籍別発表件数を整理したものを図 1-28 に示す。各国・地域でも LIB の研究が中心であるが、日本と中国は革新電池の割合が 50%を超えている。また、日本の場合、ナトリウムイオン電池と全固体電池の研究発表が多い。

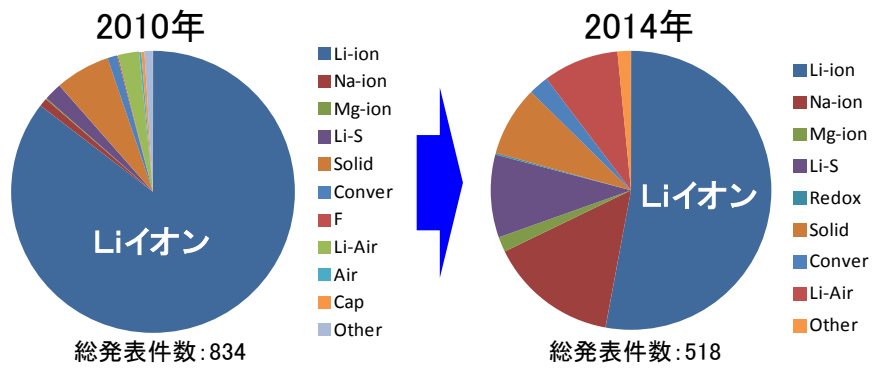


図 1-26 IMLB における蓄電池タイプ別の発表件数

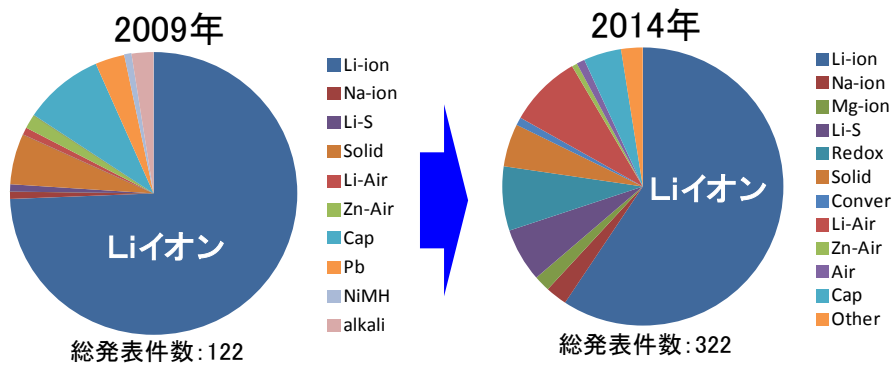


図 1-27 ECS における蓄電池タイプ別の発表件数

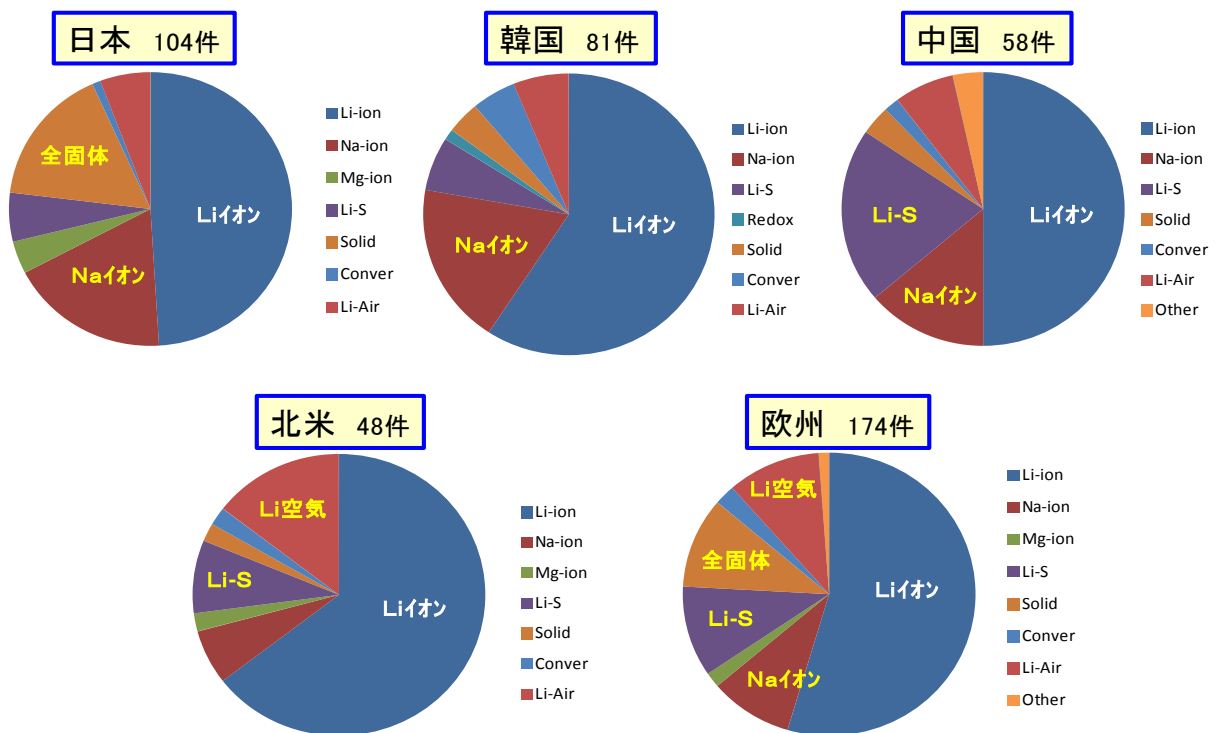


図 1-28 IMLB2014 における蓄電池タイプ別発表件数～研究者所属機関国籍別～

2003年～2012年(10年間)における全固体電池の論文発表件数の比率を図1-29に示す。2009年より急増していることが見て取れる。また、論文の著者所属機関国籍別の発表件数比率を図1-30に示すが、日本は34%で最多であるものの、特許出願の約60%に比べると比率は小さい。

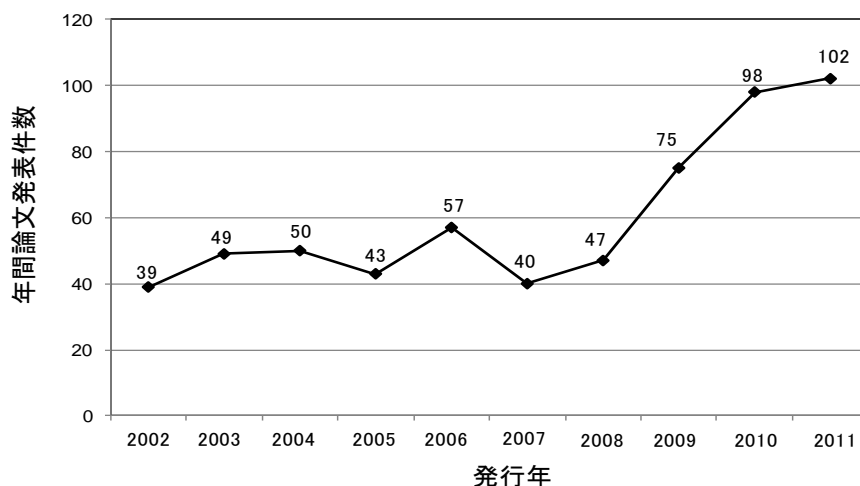


図1-29 全固体電池・論文発表件数の推移

出典:「平成25年度特許出願技術動向調査一次世代二次電池」(2014年2月、特許庁)

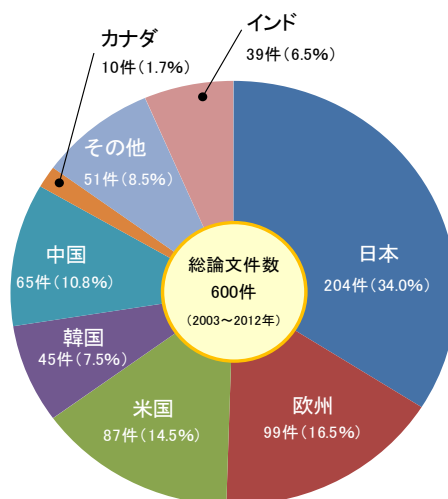


図1-30 全固体電池・論文著者国籍別発表件数の比率

出典:「平成25年度特許出願技術動向調査一次世代二次電池」(2014年2月、特許庁)

(2) 主要国における技術開発プロジェクト

(i) 米国

米国においては、エネルギー省(DOE)の各部局が蓄電池の技術開発プロジェクトを推進している。技術の成熟度の高いものから順に、自動車技術局(VTO)、エネルギー先端研究計画局(ARPA-E)、科学局(Office of Science)が担当することになっている。

VTOは、年間2億ドル規模の予算を拠出して、総合的な車載用蓄電池の技術開発プロジェクト「Vehicle Technologies Battery R&D」を推進している。「Advanced Battery Development」プログラムでは、ビッグスリー(Chrysler、Ford、GM)を幹事会社とするコンソーシアム「The United States Advanced Battery Consortium」(USABC)が主導して、複数タイプの車載用蓄電池がフルスケール

サイズで開発されている。Johnson Controls、3M、Maxwell 等の米国蓄電池・化学メーカーに加え、LG Chemical、SK Innovation、Dow Kokam、Saft 等の海外蓄電池メーカーも参加している。例えば、LG Chemical は Mn リッチ層状岩塩構造の正極と Safety-Reinforced Separator (マイクロポーラスポリオレフィンフィルムをナノサイズのセラミック粒子で被覆したもの) を組み合わせた次世代セルを開発している。また、SK Innovation はコアシェル形態の安定化材料で表面を被覆した三元系正極材を用いた次世代セルを開発している。

ARPA-E が 2010 年～2013 年の 3 年間、予算総額約 3,500 万ドルで実施した「BEEST」プロジェクトでは種々の革新電池の研究開発が行われたが、Planar Energy が全固体電池、Envia Systems が表面修飾した Mn 系固溶体正極と耐高電圧電解液を組み合わせた先進的な LIB の開発に取り組んだ。

Office of Science は、「Basic Energy Science」(BES) プログラムの一環として、2012 年 11 月、次世代蓄電池(車載用/定置用)の研究拠点として「Joint Center for Energy Storage Research」(JCESR) を Argonne 国立研究所に設立した。開発予算総額は 1 億 2,500 万ドル(5 年間)の予定である。開発目標は 5 年以内にエネルギー密度 5 倍、コスト 1/5 のポストリチウムイオン電池を開発することであり、Argonne 国立研究所をリーダーとして 5 国立研究所、5 大学、4 企業(Dow Chemical、Applied Materials、Johnson Controls、Clean Energy Trust)が参加している。

(ii) 欧州

欧州においては、EU、欧州投資銀行、産業界等から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」(EGCI)に対して拠出される資金を使い、数多くの車載用蓄電池の技術開発プロジェクトを推進している。1 つのプロジェクトに多数の EU 加盟国の企業、大学・研究機関が参加するコンソーシアム方式で実施されている。

例えば、2010 年～2013 年に実施された「HELIOS」プロジェクトでは、Renault、OPEL、PSA、Volvo、Ford、Fiat といった自動車メーカーが中心となり、代表的な 4 種類の正極材料(NCA、LMO、LFP、NMC)に黒鉛負極を組み合わせた 40Ah 級セルを用いて、安全性・耐久性に優れる LIB を見出すための評価試験法の開発が行われた。また、2013 年～2017 年の 5 年計画で進行中の「MARS-EV」プロジェクトでは、Johnson Matthey、Rockwood、Solvionic といった材料メーカーが中心となって、複数の高電圧正極とシリコン合金負極の組合せで構成される高エネルギー密度の LIB の開発を行っている。

革新電池の研究開発プロジェクトが 5 件存在し、その内訳はリチウム硫黄電池が 2 件、リチウム空気電池が 2 件、鉄空気電池が 1 件となっている。

(iii) 中国

中国においては、「国家ハイテク研究発展計画」(863 計画)の第 12 次 5 ヶ年計画(2011 年～2015 年)の枠組みで車載用 LIB の技術開発が実施されている。2012 年には、次世代自動車に特化した新プログラム「Industrialization Technology Innovation Project of New Energy Vehicles」が立上げられ、開発予算総額約 3 億元のうち 60%が割り当てられて、正極ではリン酸金属塩リチウム、三元系、リチウム過剰マンガン系固溶体、負極では黒鉛、シリコン系、チタン酸リチウム(LTO)等を用いたリチウムイオン電池の開発が行われている。また、「中国国家重点基礎研究発展計画」(973 計画)においては、エネルギー密度で 300Wh/kg 以上を目標としたリチウム硫黄電池やリチウム空気電池等の革新型蓄電池の基礎研究も行われている。

(iv) 韓国

2010年4月、韓国政府は地球温暖化対策の推進と環境科学技術産業(グリーン産業)の育成を関連付けて規定し、これを経済成長の新たな牽引力にすることを旨とした「低炭素グリーン成長基本法」を施行した。同法に基づき、知識経済部、企画財政部、教育科学技術部等は、2010年7月、二次電池を韓国の次世代の基幹産業へと育成することを旨とした2020年までの長期計画である「二次電池の競争力強化に向けた統合ロードマップ」を発表した。この計画においては、2020年までにはEV用や大規模エネルギー貯蔵用の中大型LIBの市場が急拡大することが見込まれるが、韓国は小型民生用の競争力では日本と同等であるものの、中大型の技術力は日本に相当に劣るとし、中大型市場を狙った研究開発に4~5兆ウォンを投資するとしている。

また、蓄電池の素材メーカーは零細企業が多く、そのR&D環境は劣悪であるため、LIB素材全体の国産化率は20%以下、特に負極材の自給率は1%に過ぎず、大部分を日本からの輸入に頼っているとし、以下に示す対応を取るとしている。

- ① 今後10年間で二次電池分野の修士・博士級人材を1,000人育成。その一部を技術革新型の中小・中堅企業に派遣。
- ② 蓄電池分野のグローバル素材企業を10社以上育成し、世界市場のシェアも50%へと引き上げる。
- ③ 各大学の課程拡大や専門大学院の新設を検討。LIBの重要部材である正極材や負極材の技術者を育成。

さらに、2012年に前記の関係省庁が発表した「揚水発電を代替する中大型エネルギー貯蔵技術開発及び産業化推進」では、中長期的に価格・寿命・容量で画期的なエネルギー貯蔵技術(マグネシウム電池、リチウム金属電池、全固体電池等)の開発を推進するとしている。

1.2 NEDO の事業としての妥当性

1.2.1 NEDO の関与の必要性

本プロジェクトが取り組む材料評価技術の開発については、下記①～⑥に示す理由から、NEDO 事業として取り組むこと、あるいは NEDO の関与が必要である。

① 産業界全体の競争力強化(公共性・汎用性)

低炭素化社会の構築に向けては、技術革新による蓄電池の高性能化・低コスト化が必須であり、その実現に向けては蓄電池及び蓄電池材料の中・長期的な研究開発が必要である。加えて、蓄電池及び蓄電池材料分野は日本メーカーが技術力で世界をリードしているものの、ビジネス面での国際競争は激化している。さらに、主要各国も研究開発を精力的に推進し、キャッチアップを目指している。

そのため、日本メーカーによる競争力を有した製品の早期に市場投入を実現する研究開発を加速化あるいは効率化するためには、共通的な材料評価技術の開発が必須要素である。材料自体の開発は個別の事業者の負担で行うべきであるが、材料評価技術は関連産業界全体の競争力強化を図るものであり、公共性・汎用性を有する共通基盤技術である。

② 学術成果の産業技術への引き上げ

蓄電池及び蓄電池材料については、国内の大学・公的研究機関において学術的な基礎研究が連綿として取り組まれており、また、その研究レベルも世界トップレベルにある。そのため、これら学術成果を産業技術として仕上げていく観点からも材料評価技術の整備が必要である。

③ 開発リスク・ハードルの高さ

国内の企業や大学等が異なる蓄電池及び蓄電池材料の技術を保有し、独自に研究開発を進める中、その技術進展に合わせ、適切かつ公平な評価を可能とする材料評価技術を開発することは、開発リスクとハードルが極めて高い。

④ 関係者間の利害調整

共通の「ものさし」となる材料評価技術の開発に際しては、企業を競争させるのではなく、競合関係あるいは売り手と買い手の関係にある複数の企業を連携・協調させる必要がある。特に、技術情報の開示／非開示の範囲に関して、説得性・納得性のあるルールをプロジェクト内で作る必要がある。この場合、関係者の利害得失を調整し、関係者のメリットを最大化させるのは、民間活動だけでは困難であり、中立的な立場でマネジメントを行う機関の関与が必要である。

⑤ 過去の材料評価技術開発プロジェクトの技術蓄積等の活用

NEDO は、平成 22 年度～平成 26 年度に「次世代蓄電池材料評価技術開発」(2/3 助成事業)を実施した。助成先は、本プロジェクトの委託先でもある「技術研究組合リチウムイオン電池材料評価研究センター」(LIBTEC)である。

この助成事業では、既に上市されている LIB 材料(例えば、コバルト酸リチウム正極、球状黒鉛負極等)を使用し、標準電池モデル(ラミネート形 7 モデル、コイン形 5 モデル)とその試作仕様書、性能評価手順書等を策定した。また、これらの有用性・汎用性を検証するため、LIBTEC において 5 年間で約 400 件の新材料評価を行うとともに、その新材料サンプル提供を行った材料メーカーに対して評価結果のフィードバックを行った。

そのため、この助成事業で蓄積された技術及びマネジメント経験・ノウハウが本プロジェクトにも活用できる。

⑥ 蓄電技術開発プロジェクトの一体的マネジメント

NEDO は蓄電池に係る政策を所管する経済産業省の新エネルギー対策課、自動車課、化学課、情報通信機器課、研究開発課等と緊密に連携しつつ、第一線級の実力を有する企業、大学、公的研究機関等の技術開発能力を最適に組み合わせ、図 1-31 に示すように、共通基盤技術開発から応用・実用化開発までを戦略的かつ包括的にマネジメントしている。

「リチウムイオン電池応用・実用化先端技術開発」では、EV・PHEV用LIBの高性能化・低コスト化の技術開発を推進しているが、本プロジェクトでも取り扱っている固溶体正極やシリコン合金負極を用いた先進 LIB 及び全固体電池を取り扱っている。また、「安全・低コスト大規模蓄電システム技術開発」では、電力系統用大型蓄電システムの開発をその実証試験を行っている。さらに、「革新型蓄電池先端科学基礎研究事業」では、ガソリン車並みの航続距離を有する EV の実現を目指してオールジャパンの産学官連体制を構築し、量子ビームライン技術等も活用しながらサンエンスに立脚した革新電池の基礎研究を推進している。

このように様々な領域・分野における NEDO 蓄電技術開発プロジェクトの推進等を通じて蓄積された技術及び市場・産業動向に関する知見やマネジメントの経験・ノウハウを活用できる。

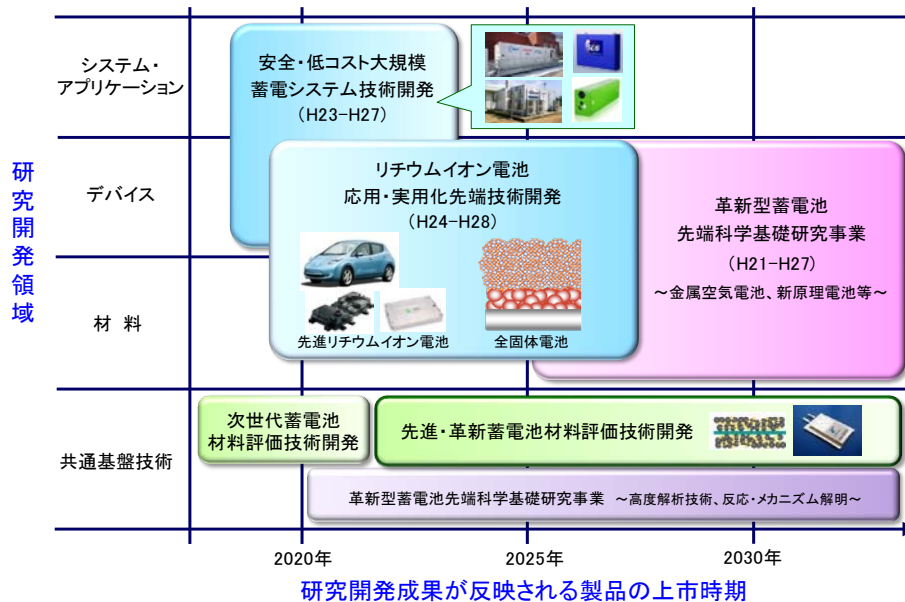


図 1-31 NEDO の蓄電技術開発プロジェクト

1.2.2 実施の効果

(1) 蓄電池産業の競争力強化

本プロジェクトの成果(材料評価技術)が産業界に普及・定着することによる効果、及び本プロジェクトを実施すること自体の効果として、下記①～④が挙げられる。

① 新材料の開発効率向上及び開発期間短縮

材料メーカーによる新材料の提案・サンプル供試の段階より、蓄電池の完成形(フルセル)として得られる各種特性データに基づいて、材料メーカーとユーザー(蓄電池メーカー、自動車メーカー等)がハイレベルの議論が行うことが可能となる。引き続いて、フィージビリティスタディや共同開発のフェーズに移行した場合も、技術の摺合せが円滑に進展し、実用化開発の効率向上と開発期間の短縮が実現する。

② 材料メーカーによる自社開発品の正確なポテンシャル把握

ユーザーへの新材料提案の前段階において、材料メーカー自身で開発品のポテンシャル把握が可能になる。また、他の蓄電池構成材料・部品との相互影響や蓄電池製造プロセスへの適合性等も明らかになる。そのため、材料メーカーとしての開発の方向性や戦略等が明確になり、ビジネスの選択と集中の判断に繋げることもできる。

③ LIBTEC による材料評価のワンストップサービスの提供

本プロジェクトにおける材料評価法の開発のため、LIBTEC に導入した標準電池モデルの作製設備、特性評価試験設備、各種分析測定装置等は、材料メーカーの実際の新材料評価に利活用可能である。そのため、組合員企業は自己資金で設備投資を行わなくても、新規に開発した材料を LIBTEC に持ち込むことにより、材料評価のワンストップサービスを受けることが可能となる。

④ 我が国蓄電池関連産業の技術力の底上げ

本プロジェクトにおける材料評価技術の開発は、蓄電池メーカー出身の研究マネージャーで構成される LIBTEC、その組合員企業である各種蓄電池材料・部品でシェア上位の材料メーカー、LIBTEC の連携研究機関である蓄電池メーカー及び自動車メーカーが協同して取り組む。そのため、蓄電池及び蓄電池材料に関する技術シーズ・ニーズや知見が双方向に伝達することにより、我が国蓄電池関連産業全体の技術力の向上が期待される。

(2) 経済効果

「1.1.5 市場動向」で述べたように、LIB の世界市場規模は 2014 年が約 3 兆円で、2025 年には 3 倍以上の約 10 兆円に成長すると予想されている。また、LIB 材料の世界市場規模は 2014 年が約 7,000 億円で、2025 年には約 3.5 倍の約 2.5 兆円に成長すると予想されている。仮に、本プロジェクトの成果を活用しての差別化された製品の市場投入による日本メーカーのシェアアップ分を 10%とすれば、LIB については約 1 兆円、LIB 材料については約 2,500 億円の経済効果となる。なお、本プロジェクトに参画している LIBTEC 組合員企業のうち、旭化成、東レ、日立化成、三井化学、三菱化学等、市場シェア上位の材料メーカーの 2014 年売上げの合計は 800~900 億円規模である(NEDO 推計)。

さらに、アプリケーションである自動車(EV・PHEV 等)、スマートコミュニティ(定置用蓄電池・関連システム)及びモバイル・IT 機器の 2025 年世界市場規模は、それぞれ 70~100 兆円、約 80 兆円、60~70 兆円と見込まれ(各種データを参考に NEDO 推定)、これらアプリケーションに係る国内生産・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、我が国経済活性化に貢献することが期待される。

一方、本プロジェクトの平成 25 年度から平成 27 年度(5 年間)の総事業費は約 23 億円(想定)であり、十分な費用対効果があると言える。

第2章 研究開発マネジメントについて

2.1 研究開発目標の妥当性

本プロジェクトの基本計画における研究開発目標の記載は以下のとおりである。

【中間目標】(平成 27 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】(平成 29 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、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。

2.1.1 目標設定の戦略性について

第1章で述べたように、本プロジェクトは、蓄電池の技術進展に合わせ、産業界の共通指標として機能する材料評価技術を確立することにより、市場競争力を有した蓄電池及び蓄電池材料の早期実用化を図ることを目的としている。すなわち、産業競争力の維持・向上を下支えするソフトインフラの開発であり、性能・コスト等に関する数値目標を掲げてハード(蓄電池及び蓄電池材料)の開発に取り組むものではない。

そのため、基本計画においては、「いつまでに何をするか」という観点で、「先進 LIB は3年間、全固体電池は5年間で、評価技術を開発する」ことを目標として記載した。また、開発する評価技術に有用性を持たせるため、エネルギー密度の向上等、新材料が持つ優れた性能向上の効果のみを評価するのではなく、寿命、安全性、信頼性まで評価可能な技術を開発することを目標に掲げた。先進 LIB 及び全固体電池については現在、研究開発段階にあり、ベンチマークとなる上市された製品は存在しないことに加えて、これらに適用する材料自体も実用化に向けて絞り込まれたものも存在しない。

このような状況において、標準材料の選定と調達に始まり、電池構造及び作製プロセスの検討、材料-作製プロセス間の相互影響解析等を経て、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に戦略性があると考えている。

また、先進LIBの評価技術開発では、飛躍的な高エネルギー密度の向上に向けて大きな可能性を有した材料である高電位正極(スピネル系LNMO)、高容量正極(213 固溶体: $\text{LMO}_2\text{-Li}_2\text{MnO}_3$)、高容量負極(SiO系)、及びLIBの安全性・信頼性の向上に大きく寄与する難燃性電解液を基軸材料として取り上げている。また、革新電池の評価技術開発では、高電圧化・高エネルギー密度化、使用温度域の制限緩和、発火危険性の抑制を同時実現する可能性を有した全固体電池を取り上げている点も戦略的であると考えている。

2.1.2 達成度判定の指標について

本プロジェクトで開発される評価技術の価値は「産業界の共通指標(ものさし)として機能するか否か」で決まるものと考えている。そのため、目標達成度は次の①～⑤に示すような視点で判定するべきであり、これらの判断材料をプロジェクトの進行過程で収集・蓄積していく方針である。そのためには、新材料のサンプルを数多く入手し、評価実績を蓄積することが重要と認識している。

- ① 電池モデル試作時に新材料の製造プロセス上の得失・課題が把握できるか否か。
- ② 電池モデル性能評価において新材料の得失・課題を把握できるか否か。
- ③ 汎用性、技術進展への対応、経済性(電池モデル、試作設備、性能評価の方法・設備等)。
- ④ 各種ドキュメントの分かり易さ(試作仕様書、性能評価手順書、評価結果報告書等)。
- ⑤ 秘密漏洩防止、技術流出防止に対する対応。

本プロジェクトを開始して約 2 年が経過し、研究開発の進展を先読みできる状況になってきた。今後は、本プロジェクトの年度実施方針や実施計画書において、これらの視点を反映したアクションアイテムやマイルストーン等を盛り込んでいくことに努めたい。

2.2 研究開発計画の妥当性

2.2.1 研究開発内容

(1) 先進 LIB の新材料評価技術の開発

前記したように、LIB の高エネルギー密度化や安全性向上に向けて大きな可能性を有する LNMO 正極、213 固溶体正極、SiO 系負極及び難燃性電解液の合計 4 種の材料を基軸に標準電池モデルを開発し、その試作仕様書及び性能評価手順書を策定する。性能評価は初期特性のみならず、寿命、安全性・信頼性までを対象とする。これらの策定が完了した後、LIBTEC 組合員企業が開発した新材料サンプルを受け入れ、標準電池モデルに組み込んで特性評価を行い、開発した評価技術の有用性・妥当性を検証する。また、その評価結果をサンプル提供者にフィードバックする。

標準電池モデル及び試作仕様書は、各構成材料の特長を最大限引き出し、かつ量産化の視点で課題の有無を把握できるものを策定する。なお、標準電池モデルの性能は新材料サンプルに置換しての評価を行う際、リファレンスとして機能するレベルであれば良く、最先端の性能である必要はないと考えている。性能評価手順書は、電池電圧や出力特性等を考慮の上、ターゲットにする用途での新材料の得失・課題が把握できるものを策定する。

さらに、安全性試験法(電池内部への熱電対設置手法)、電極厚み変化測定法、非破壊電極構造観察法、in-situ XRD 測定法(結晶構造解析)等、各電池モデルに共通的な評価技術の開発を行う。

(2) 全固体電池の新材料評価技術の開発

硫化物系全固体電池について標準電池モデルを開発し、その試作仕様書及び性能評価手順書を策定する。性能評価項目、LIBTEC 組合員企業の新材料サンプルの評価実施、開発のポイント等については、上記(1)で述べた先進 LIB と同様である。

全固体電池については、開発は、下記①～③に示す 3 つの段階で進める計画としている。

- ① 全固体電池の基軸となる固体電解質及び電極活物質の特性評価が重要であり、その評価に適用する圧粉体型電池の標準電池モデルとその試作仕様書を策定する。
- ② 全固体電池の実用化展開には大面積化が必須であり、電極及び電解質のシート化技術を検討する。また、正極/電解質/負極の 3 層積層化技術、セルの充放電性能を維持するための印加荷重(圧力)や拘束手法等を検討する。
- ③ 全固体電池の特長を活かす複数セルの積層化技術(バイポーラ構造、集電体の選定)を検討した上で、シート型電池の標準電池モデルとその試作仕様書を策定する。

また、バルク型全固体電池の場合、イオン伝導経路を如何に形成するのかが重要であり、固体電解質の分散状態の観察技術を開発する。また、全固体電池固有の劣化モード、例えば、電極活物質-

電解質の界面における抵抗層の形成、充放電に伴う体積変化(電極構造の変化)について検討を行い、その結果を性能評価手順書等に反映する。

2.2.2 研究開発スケジュール

本プロジェクトの全体スケジュールを図 2-1 に示す。

先進 LIB については、4 テーマ全てがプロジェクトの前半 3 年間で標準電池モデル、試作仕様書、評価手順書の策定を完了させて、後半 2 年間で LIBTEC 組合員企業等から提供される新材料サンプルの評価を通じて、開発技術の妥当性検証を行う計画である。ただし、前半 3 年間においても、暫定版ベースで新材料サンプルを受け入れての評価とサンプル提供者へのフィードバックを実施する。

全固体電池については圧粉体型電池の評価技術を前半 3 年間で開発し、シート型電池の評価技術は最終年度までに開発する計画である。

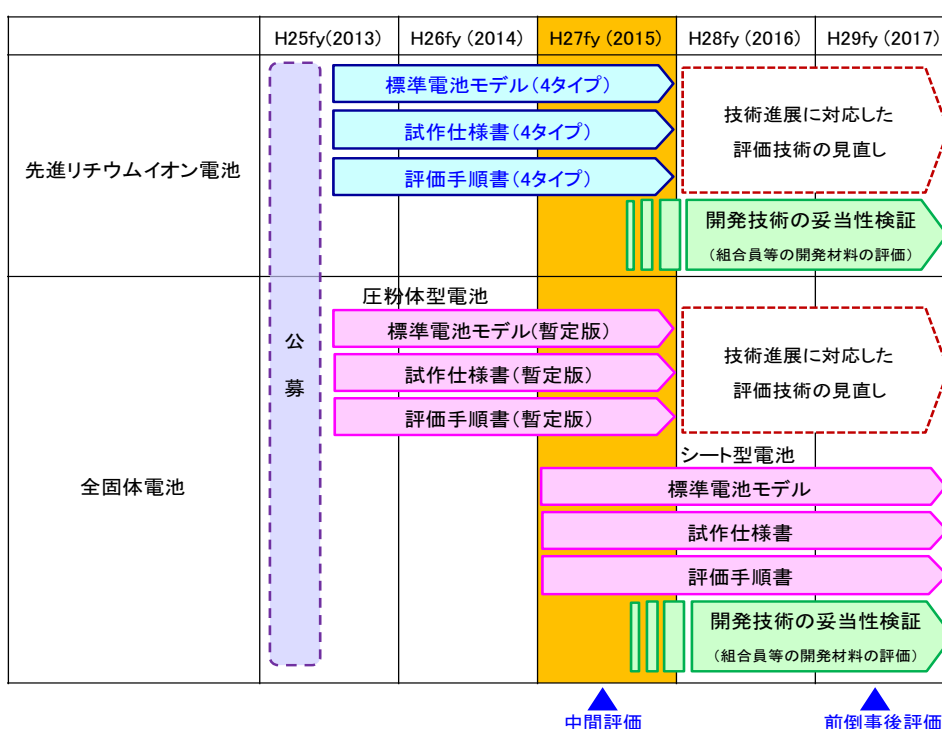


図 2-1 研究開発の全体スケジュール

2.2.3 研究開発費

本プロジェクトの研究開発予算を表 2-1 に示す。

予算総額は前半 3 年間で 1,430 百万円、後半 2 年間で 900 百万円であり、5 年間合計で 2,330 百万円を計画している。総予算の配分は先進 LIB が 1,097 百万、全固体電池が 823 百万、共通的な評価技術の開発が 410 百万である。

先進 LIB の評価技術開発では、NEDO 事業「次世代蓄電池材料評価技術開発」(平成 22 年度～平成 26 年度)において LIBTEC が取得した研究開発資産を利活用することを原則として、従来材料と異なる物性等に対応する部分でのみ分析・測定装置を導入することになっている。一方、全固体電池の評価技術開発では、アルゴンガス雰囲気グローブボックス、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等を新規に導入した。

表 2-1 研究開発予算

(単位:百万円)

研究開発テーマ		H25FY	H26FY	H27FY	H28FY	H29FY	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)
共通的评价技術の開発		43	70	97	(100)	(100)	(410)
合計(NEDO 委託費)		306	524	600	(500)	(400)	(2,330)

注記:カッコ内の金額は計画額を示す。

2.3 研究開発の実施体制の妥当性

本プロジェクト全体の実施体制を図 2-2 に示す。また、5 つの研究テーマ毎に「個別プロジェクト」(PJ-1~PJ-5)を LIBTEC 内に設置しており、その実施体制を図 2-3 に示す。

集中研究拠点である LIBTEC における研究開発に貢献できる企業が積極的に研究者・エンジニアを派遣し、相互にノウハウを持ち寄る連携体制を構築している。製品(蓄電池)としてのニーズ・課題を十分に把握している蓄電池メーカー及び自動車メーカーも連携研究機関として参加し、それらの情報が伝達される体制となっている。

また、各テーマに参加している LIBTEC 組合員の材料メーカーより提供される材料を用いて、標準電池モデルの開発とその試作仕様書を策定することとしている。

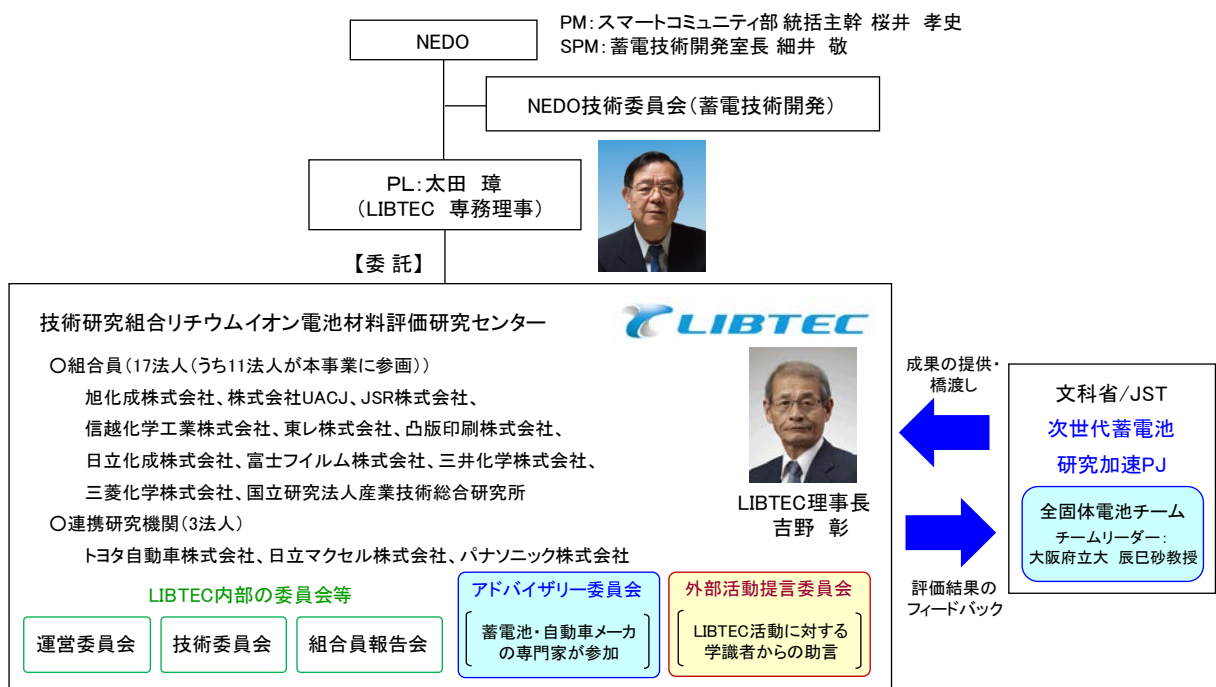


図 2-2 実施体制



図 2-3 個別プロジェクトの実施体制

2.3.1 実施者

平成 25年度に NEDO が公募を行って、研究開発の実施者として LIBTEC を選定した。

「1.2.1 NEDO の関与の必要性」で述べたように、LIBTEC は NEDO 事業「次世代蓄電池材料評価技術開発」(平成 22 年度～平成 26 年度)において、既に上市されている LIB を対象に新材料の評価技術の開発を実施した。また、現在、この助成事業の成果を用いて、民間負担 100%の自主事業として組合員企業の新材料評価を行っている。そのため、LIBTEC は材料評価技術の開発に必要な技術力とその成果の実用化能力を有していると言える。

LIBTEC には組合員として LIB 材料市場でシェア上位の材料メーカー及び産業技術総合研究所が参加している。組合員企業は、本プロジェクトで取り扱う新材料の欠点・弱点や改良の方向性を掴んでいる可能性が高く、この知見を活用できるとともに、本プロジェクトの成果を活用しての新材料の製品化・事業化に繋げることができる。産業技術総合研究所は蓄電池分野で世界トップレベルの研究機関であり、反応メカニズム解明等の基礎科学の知見が活用できる。

また、本プロジェクトには、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した日立マクセル、パナソニック及びトヨタ自動車が連携研究機関として参加している。

さらに、「1.1.4 未来開拓研究プロジェクトについて」で述べたように、本プロジェクトが連携する文部科学省「次世代蓄電池研究開発プロジェクト」のチームリーダーである大阪府立大学・辰巳砂教授は、全固体電池の論文発表件数で世界ランキング第 1 位である。また、プロジェクト立上げ段階で、LIBTEC は同教授より実験環境の構築、材料合成、電池試作等について指導を受けている。

2.3.2 プロジェクトリーダー

本プロジェクトは、NEDO がプロジェクトリーダー(PL)として委嘱した LIBTEC の太田璋専務理事の下で実施している。

太田氏は我が国の蓄電池の研究開発を長年にわたりリードしてきた第一人者である。松下電池工業(現パナソニック)・技術研究所長、パナソニック EV エナジー・代表取締役社長に就任する等、その研究開発成果や事業化の功績は世界的に広く認められている。また、前記した NEDO 事業「次世代蓄電池材料評価技術開発」においても研究代表者として高い知見と指導力を発揮し、優れた成果を挙げた。そのため、本プロジェクトにおける材料評価技術開発のポイントや課題を把握している。さらに、技術的なアドバイスのみならず、成果を活用する企業の責任者との議論を行うことができる。

以上のことから、太田氏が本プロジェクトの PL として最も相応しいと判断している。

2.4 研究開発の進捗管理の妥当性

PL である太田氏は LIBTEC の研究部長を兼務しており、LIBTEC 内に太田氏を頂点する明確な指令命令系統及び責任体制を構築している。具体的には、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いて、プロジェクトの研究開発進捗を管理している。

- ① 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。
- ② 毎月、個別プロジェクト毎に PL に対する報告会を開催。
- ③ 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。

次に、NEDO による進捗管理の状況は次のとおりである。

- 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 半年に 1 回、LIBTEC より研究進捗の報告を受ける会議を開催。
- ③ 毎月、LIBTEC に予算執行状況の報告を求め、研究設備の導入や消耗品の購入状況から研究開発に遅延が発生していないことを確認。

また、NEDO は、2013 年度より、表 2-2 に示す外部有識者 6 名で構成される「NEDO 技術委員会(蓄電技術開発)」を設置・運営し、技術的な助言及び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。技術委員会の助言・指摘は、NEDO 内の「開発成果創出促進制度」に向けた検討に使用するとともに、必要に応じて、実施方針や各実施者の研究計画に反映している。また、技術委員会には、議題に関係する専門家・学識者、他の蓄電技術開発プロジェクトのプロジェクトリーダー、経済産業省の担当者にもオブザーバーで出席してもらっている。

表 2-3 に示すように、技術委員会はこれまで 6 回開催した。このうち、第 3 回及び第 6 回の技術委員会は、本プロジェクトを対象に開催した。第 3 回では主に安全性評価試験の開発について助言をもらった。また、第 6 回では中間目標達成に向けての助言をもらった。また、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。

表 2-2 NEDO 技術委員会(蓄電技術開発) 委員一覧

	氏名	所属・役職
委員長	佐藤 祐一	神奈川大学 工学研究所 名誉教授
委員	山木 準一	京都大学 産官学連携本部 特任教授
	鷺島 真一	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

表 2-3 NEDO 技術委員会(蓄電技術開発)の開催実績

	開催日	議題
第 1 回	2013 年 6 月 28 日	NEDO 蓄電技術開発プロジェクトにおけるバッテリーの安全性確保
第 2 回	2013 年 11 月 18 日	「安全・低コスト大規模蓄電システム技術開発／共通基盤研究」における大規模蓄電システムの劣化診断技術について
第 3 回	2014 年 3 月 5 日	「次世代蓄電池材料評価技術開発」及び「先進・革新蓄電池材料評価技術開発」の開発進捗状況
第 4 回	2014 年 3 月 19 日	「リチウムイオン電池応用・実用化先端技術開発」の開発進捗状況
第 5 回	2015 年 1 月 16 日	「次世代蓄電池材料評価技術開発」の開発進捗状況
第 6 回	2015 年 4 月 10 日	「先進・革新蓄電池材料評価技術開発」の開発進捗状況

2.5 知的財産等に関する戦略の妥当性

2.5.1 基本的な考え方

国際市場で競争力を獲得するためには、知的財産と標準化を戦略的に組み合わせてビジネス戦略に相乗効果をもたらす取組みを進める必要がある。その一方、特許化やデジュール標準化(公的標準化)は実質的な技術の公開に繋がるという側面を持つため、オープン&クローズの戦略が必要である。

本プロジェクトの成果となる材料評価技術(標準電池モデル、試作仕様書、性能評価手順書等)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、この評価技術はノウハウ(ブラックボックスのクローズ領域)として取り扱うものとし、特許出願やデジュール標準化は行わない方針である。

その一方、産業全体の競争力強化の観点においては、この評価技術は本プロジェクトに参加していない国内関係者にも広く共有し、産業界の共通指標(ものさし)として普及・定着させる方針である。ただし、製品として上市されていない研究開発段階にある先進 LIB 及び全固体電池を対象としたものであり、技術情報の流出は競争力の低下を招くおそれがあることから、その防止対策が必要と認識している。

この国内関係者(特にユーザー企業)への広い共有と技術情報流出防止を両立させるルールについては、様々な関係者の意見を聴きながら、本プロジェクト期間中にとりまとめる予定である。

2.5.2 本プロジェクトにおける知財取扱いの合意内容

本プロジェクトでは、「NEDOプロジェクトにおける知財マネジメント基本方針」(平成24年12月策定)及び「運用ガイドライン」(平成25年3月発行)に基づき、知的財産に係る出願・活用ルールを定めた「知的財産権取扱規程」、情報管理・秘密保持のルールを定めた「情報管理規程」を整備済である。また、これらについて参加者間の合意を形成する「知財委員会」を設置済みである。

本プロジェクトにおける知的財産の帰属と実施権は、図2-4に示すように、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している。

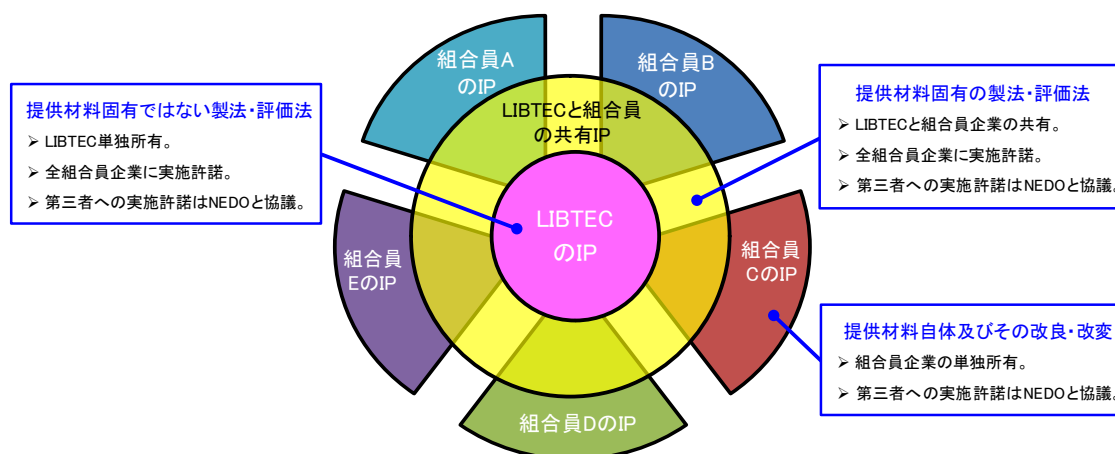


図2-4 知的財産の帰属と実施権

また、本プロジェクトにおける情報管理・秘密保持に関する対応は次のとおりである。

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 秘密保持の取扱い

- ・「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。
- ・組合員の脱会時の対応についても合意済。

第3章 研究開発成果について

3.1 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

5つの研究テーマで策定した標準電池モデルの構成を表3-1に示す。このうち、先進LIB4種の標準電池モデルは外形寸法が厚さ6mm×縦67.5mm×横47mmのラミネート形に統一した。電池エレメントは正極板・セパレータ・負極板を重ねて捲回し、一体化している。

また、各テーマの開発成果と達成度を表3-2及び表3-3に、中間目標達成に向けた課題と今後の取り組みを表3-4に示す。さらに、各テーマ個別の成果の一例を3.1.1～3.1.5に示す。

各テーマは大半の項目について中間目標を達成しているとともに、課題解決の見通しを立てている。

表3-1 標準電池モデルの構成

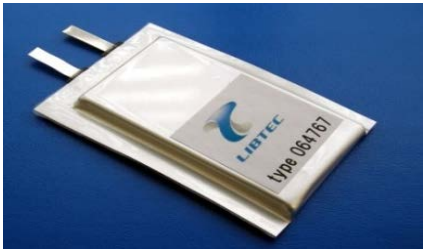

テーマ	先進 LIB				革新電池
	PJ-1: 高電位正極	PJ-2: 高容量正極	PJ-3: 高容量負極	PJ-4: 難燃性電解液	PJ-5: 全固体電池
正極	LNMO	231 固溶体	LFP NCA	高電圧 LCO	NMC 有機硫黄系
負極	人造黒鉛/SC	人造黒鉛	SiO/黒鉛	人造黒鉛	人造黒鉛
電解質	EC系	EC系	EC系	EC系 (添加剤入り)	LPS
セパレータ	ポリオレフィン (コーティング品)	ポリオレフィン	ポリオレフィン	ポリオレフィン	-
外観					
	1Ah 級ラミネートセル				圧粉体型

表 3-2 各研究テーマの開発成果と達成度(PJ-1、PJ-2)

研究テーマ	中間目標 (H27 年度末)	成 果	達成度
PJ-1: 高電位正極	(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	① LNMO 正極の導電構造に着目し、導電助剤の選定及び電極組成の適正化を行った結果、容量バラツキが小さい正極仕様を見出した。 ② 放電負荷特性評価の観点から、高電位の電池系においても、負極表面が非晶質炭素で被覆されていた方が、性能が良好であることを確認し、負極活物質として表面修飾天然黒鉛を選択。 ③ 寿命特性評価の観点から、評価に適正な電解液を検討し、25 °C、250 サイクルで 90 %以上の容量維持率を有するものを標準用電解液として選択。 ④ 電解液添加材について、添加すると高電位において、多量のガスが発生することを確認したため、電池モデルでは無添加を選択。 ⑤ 上記①～④の結果を基に作製した電池モデルの 25 °C 寿命特性が実用レベルにあることを確認。 ⑥ 試作仕様書(暫定版)が策定済みで、10 月より材料サンプルの受入開始の予定。	○
PJ-2: 高容量正極	(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	① 初回充電における正極構成元素の電池反応(高容量発現機構)への関与状況をX線吸光分析法で解析し、格子酸素(O ²⁻)が高容量に大きく寄与していることを把握。 ② 上記①の知見に基づき、初回充電の条件(電圧及び電流値等)を検討し、充電電圧 4.6 V 若しくは 0.05 C の電流値で容量規制を行うことで、高容量が安定的に発現することを確認。 ③ 1Ah 級の電池モデルで電解液の適正化を行い、放電容量のバラツキを低減。 ④ 上記②、③を踏まえて作製した標準電池モデルが放電温度特性や保存特性で実用電池レベルにあることを確認。また、各 SOC における抵抗の値も一般的な傾向と一致することを確認。 ⑤ 試作仕様書及び性能評価手順書は策定済み。6 月より材料サンプルの受入を開始済み。	○

◎大幅達成、○達成、△一部未達、×未達

表 3-3 各研究テーマの開発成果と達成度(PJ-3～PJ-5)

研究テーマ	中間目標 (H27 年度末)	成 果	達成度
PJ-3: 高容量負極	(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	① LFP 正極と SiO/黒鉛混合負極の組合せで電池モデルを策定し、異なる材料の組合せで寿命特性評価が可能なることを確認。 ② 評価負極の電極組成、スラリー分散方法、電極密度の適正化を検討し、カーボンナノチューブの添加、ジェットペースタを用いた混練、電極の低密度化(1.2 g/cm ³)を行うことで、安定評価が可能となった。この結果を基に、電池モデルを改良。 ③ 上記②の電池モデルは、500 サイクル後の容量維持率が89%と実用レベルにあり、電池モデルとして妥当であることを確認。 ④ 試作仕様書及び性能評価手順書を策定済み。	○
PJ-4: 難燃性電解液	(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	① 4.5V 級 LCO 正極、黒鉛負極を用いた電池モデルを策定し、添加剤違いの電解液について寿命特性や安全性評価が可能なることを確認できた。 ② 電池モデルでの熱特性評価のため、測定容器等の評価系を含めた評価方法を検討し、DSC、C80、ARC を用いた評価技術を確立。添加剤の異なる電解液について、これらの評価データと実電池の昇温試験挙動との相関がつかうことを確認。 ③ 試作仕様書及び性能評価手順書を策定済み。	○
PJ-5: 全固体電池	圧粉体型電池を対象として、 (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	① 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。 ② 負極活物質の密度など粒子特性に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。 ③ 固体電解質との界面抵抗低減に寄与する正極活物質コーティング膜の形成技術、電池モデルの電極において最適な固体電解質と活物質との混合比を見出せる新規な電気化学評価法を開発。 ④ 上記結果を受け、良好な出力特性を有する標準電池モデル(圧粉体型)を策定。 ⑤ 試作仕様書及び性能評価手順書を策定済み。	○

◎大幅達成、○達成、△一部未達、×未達

表 3-4 中間目標の達成に向けた課題、今後の取り組み

研究テーマ	課題と今後の取り組み
PJ-1: 高電位正極	<ul style="list-style-type: none"> ① 現状の電池モデルでは、45℃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で、寿命低下が顕著であることが課題。 ② 電池歪の解消のため、積層型電池構造を検討。 ③ 45℃以上の寿命改善のため、正極活物質の表面修飾の影響確認を実施。上記②の結果と合わせて、標準電池モデルの完成度を高める。 ④ 各種材料サンプルを受け入れ、開発技術の妥当性・有用性を検証。
PJ-2: 高容量正極	<ul style="list-style-type: none"> ① 電極の膨張に由来する電池の変形があること、サイクル寿命低下が顕著であることが課題。 ② 電池歪の解消のため、正・負極の容量比及び積層型電池構造を検討。 ③ サイクル寿命改善のため、表面修飾や異種元素をドーブした正極活物質、電解液、添加剤等の適応及び適正化を検討し、標準電池モデルの性能レベルを向上。 ④ 上記②、③の検討結果に基づき、試作仕様書及び性能評価手順書を改訂。 ⑤ 各種材料サンプルを受け入れ、開発技術の妥当性・有用性を検証。
PJ-3: 高容量負極	<ul style="list-style-type: none"> ① 電極の膨張収縮の影響が大きいSiO₂負極に関連する材料の評価においては、評価負極の状態が特性劣化の支配因子にならない電池モデルの開発が課題。 ② 充放電時の電極厚み変化の In-situ 評価技術、劣化部位・原因特定のための解析評価方法を開発。この結果に基づき、電池モデルの更なる改良を行う。 ③ 将来 SiO₂ 負極との組合せが想定される NCA 正極を用いた標準電池モデルを検討し、試作仕様書及び性能評価手順書、安全性評価手順書を策定。 ④ 各種材料サンプルを受け入れ、開発技術の妥当性・有用性を検証。
PJ-4: 難燃性電解液	<ul style="list-style-type: none"> ① 材料違いの実電池における昇温試験、過充電試験、短絡試験の挙動差について、材料物性等の基礎的な相関因子を明確にし、材料メーカーへのフィードバックを可能とする電池モデル、評価技術の開発が課題。 ② 上記①の課題解決のため、耐熱電解液と耐熱セパレータについて、実電池での昇温試験、過充電試験、短絡試験を実施し、電池モデルの妥当性を検証。 ③ 上記②の昇温試験、過充電試験の挙動差と、開発した熱特性評価で得られたデータとの相関性を検証するとともに、通電状態の熱特性評価方法等を新規に開発。 ④ 短絡系挙動評価方法を開発し、上記②の短絡試験の挙動差との相関性を検証。 ⑤ 各種材料サンプルを受け入れ、開発技術の妥当性・有用性を検証。
PJ-5: 全固体電池	<ul style="list-style-type: none"> ① 大面積化に向けたプロセス開発及びシート型電池モデル開発が主たる課題。 ② 大面積化を指向した有力なシート作製プロセスとして、湿式塗工プロセスの検討を実施することとし、最適なバインダー材料選定、塗工条件最適化、大面積化に対応可能な加圧方式等を検討する。 ③ 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。 (積層セル間の充電深度、放電深度ばらつきに対しての材料得失評価を検討) ④ 他材料(有機硫黄活物質等)を用いた電池モデルの妥当性を検証。

3.1.1 高電位正極(PJ-1)の成果の一例

(1) 正極組成の検討

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の添加やバインダー(PVDF)割合増加等を検討した。その結果、容量バラツキが大幅に改善する正極仕様を見い出した。

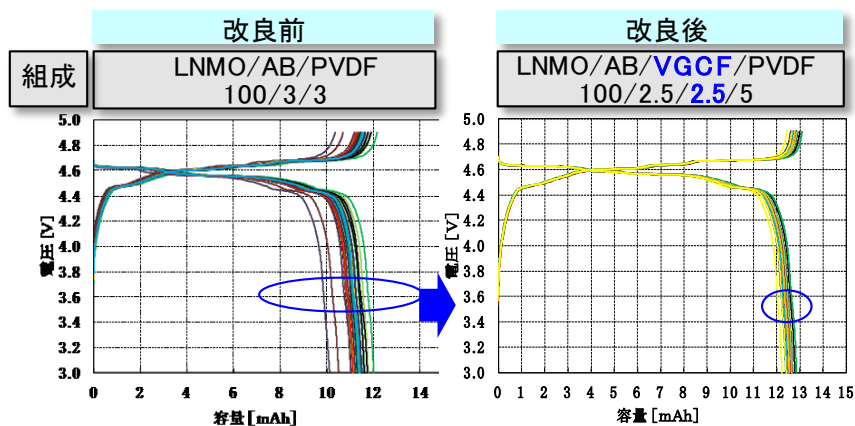


図 3-1 正極組成改良前後での充放電特性

(2) 寿命評価に適する標準電解液の検討

各種電解液を用いて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した。この結果に基づいて、この電解液を電池モデルにおける標準電解液として採用した。

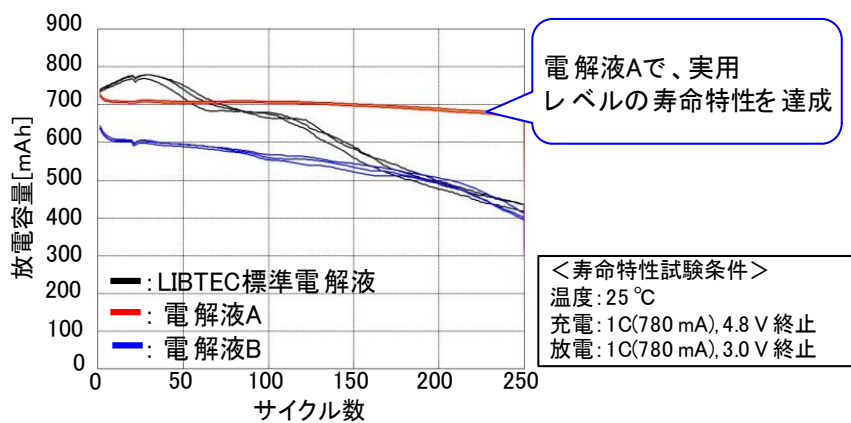


図 3-2 高電位正極(LNMO 系)の 25°C 寿命特性

3.1.2 高容量正極(PJ-2)の成果の一例

(1) 高容量化技術の開発

初回充電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した。

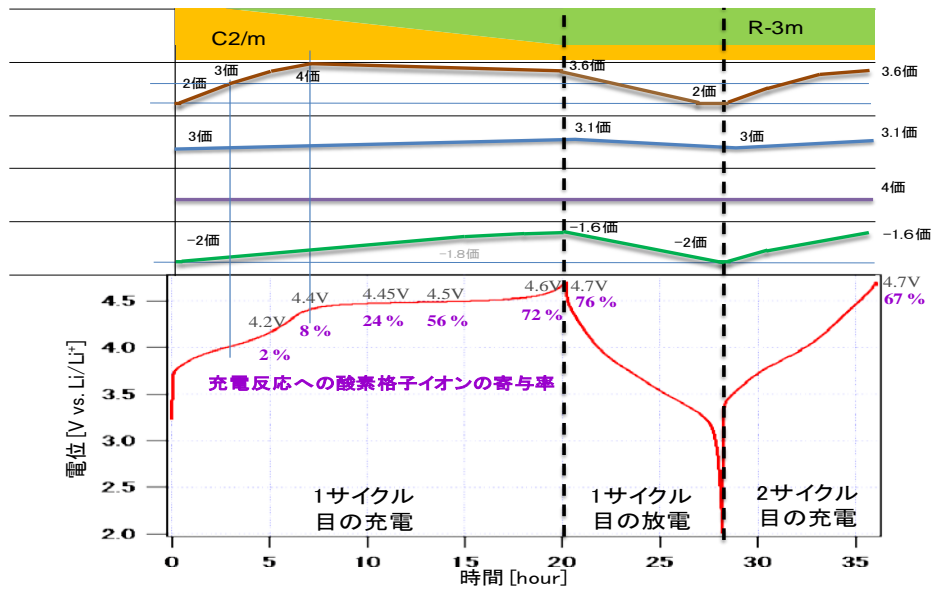


図 3-3 正極構成元素の価数変化

(2) 標準電池モデルの性能確認

試作した標準電池モデルについて、標準的な5時間率の電流(221mA)で -20°C から $+60^{\circ}\text{C}$ の範囲で放電した際の特長(電池3セル)を測定し、LIBTEC標準電池と比較して、良好な特性が得られることを確認した。

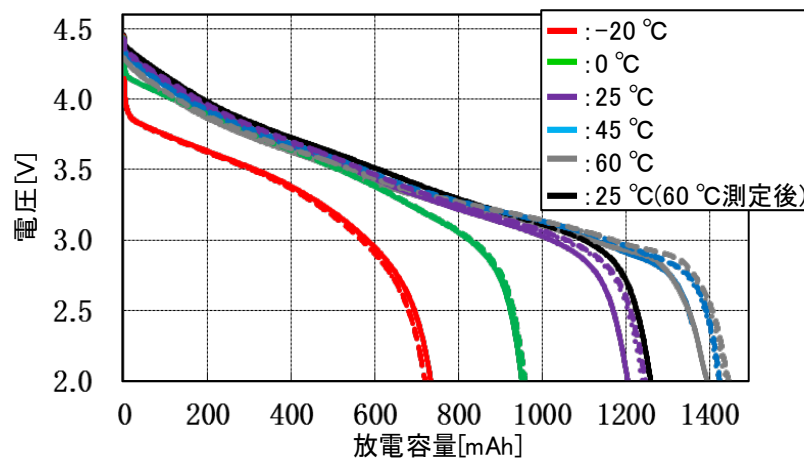


図 3-4 標準電池モデル(1Ah 級)の放電温度特性

3.1.3 高容量負極(PJ-3)の成果の一例

(1) 高容量負極(SiO系)を用いた標準電池モデルの検討

負極性能評価のため、電圧平坦領域の大きいLFP(LiFePO_4)正極を選定し、SiO/黒鉛混合負極と組み合わせて標準電池モデルを策定した。異なるSiO材料(3種類)、異なる負極バインダ材料(5種類)等を用いてサイクル特性評価を行った結果、異なる材料での特性差を評価可能なことを検証した。

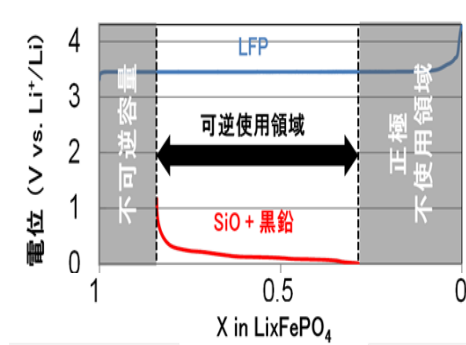


図 3-5 負極性能評価用の電池モデル

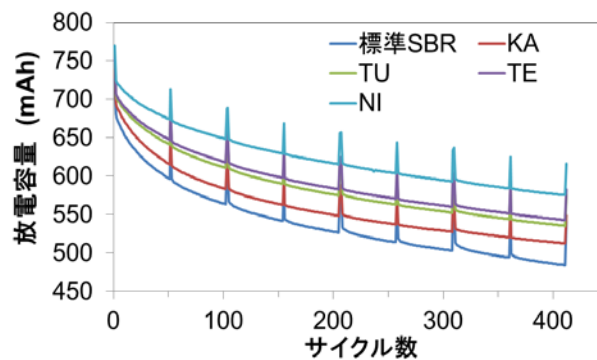


図 3-6 負極バインダの異なる電池モデルの寿命特性

(2) 標準電池モデルの改良

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、標準電池モデルの負極仕様を改良した。この負極仕様の適用により、電池特性も向上した。

表 3-5 標準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	1.6g/cm ³	1.2g/cm ³

3.1.4 難燃性電解液(PJ-4)の成果の一例

(1) 難燃性電解液を用いた標準電池モデルの検討

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負極を用いた標準電池モデルを策定した。この標準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した。

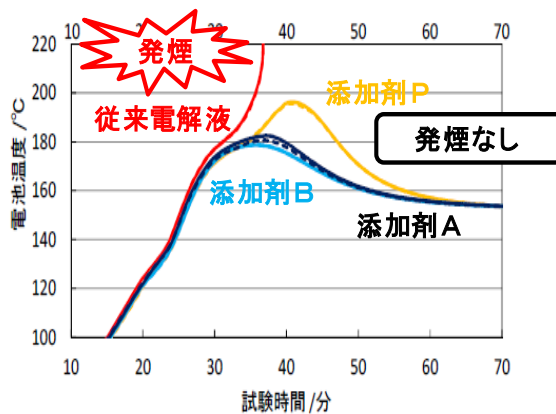
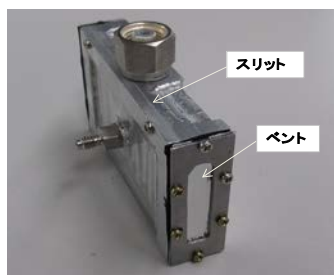


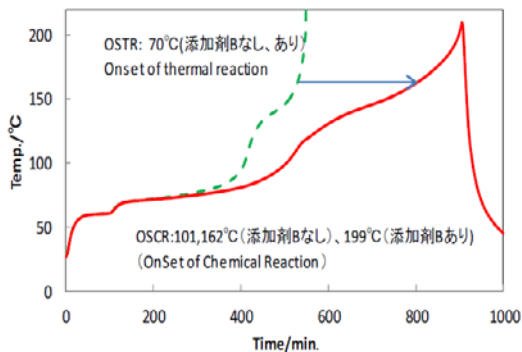
図 3-7 異なる電解液の電池モデル(1Ah)の 150°C昇温試験挙動

(2) 標準電池モデルの安全性評価技術の検討

標準電池モデルでの熱特性評価のため、評価容器等の検討を行い、DSC(示差走査熱量計)、C80(カロリメータ)、ARC(暴走反応熱量計)による評価技術を確認した。得られた結果と昇温試験挙動に相関があることを確認した。



ARC 評価容器



ARC セル評価結果

図 3-8 安全性評価のための熱分析評価技術の開発

3.1.5 全固体電池(PJ-5)の成果の一例

(1) 正極の電極内導電パス確保の検討

導電助剤添加により、不可逆容量が増加し、放電容量が低下することが確認された。導電助剤と固体電解質の副反応が原因と考えられたことから、導電助剤は使用しないで、正極活物質自体の導電性を改善するための組成を最適化することとした。

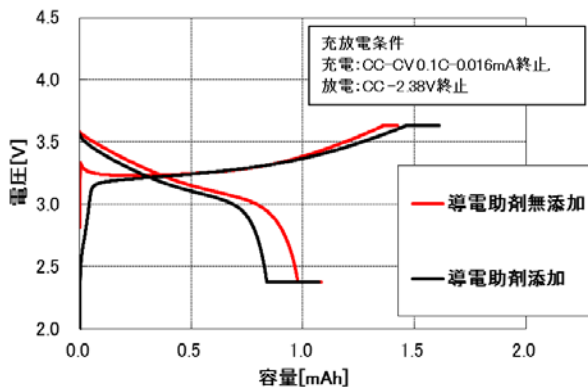


図 3-9 充放電容量に対する導電助剤の効果

(2) 負極の検討

密度の異なる人造黒鉛を用いてサイクル特性評価を実施し、高密度の人造黒鉛を標準電池モデルに適用することにした。

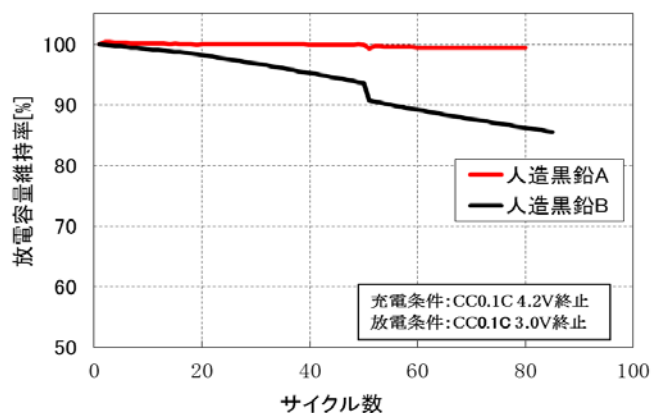


図 3-10 黒鉛材料の違いによる電池のサイクル特性

3.2 成果の最終目標の達成可能性

「2.1 研究開発目標の妥当性について」で述べたように、本プロジェクトの最終目標(平成 29 年度末)は、全固体電池に用いられる新材料の評価技術を開発することである。また、先進 LIB の材料評価技術については、必要に応じ、技術開発の進展に対応しての見直し等を行うことにしている。

この最終目標の達成可能性は次のとおりである。

① 全固体電池の新材料評価技術の開発

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が完了しており、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となっている。今後は、電解質・電極シート化技術、正極/電解質/負極の 3 層積層技術、複数セルの積層化技術の検討に主軸を移し、シート型電池の標準モデル、試作仕様書、性能評価手順書の策定に取り組む。現状においても、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・方法等は見い出されつつある。そのため、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が平成 28 年度末までに、性能評価手順書が平成 29 年度末までに策定可能と判断している。

② 先進 LIB の新材料評価技術の開発

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の評価を進め、策定した標準モデル、試作仕様書、性能評価手順書の妥当性・有用性を検証する。

「産業界の共通指標として機能するか否か」の到達度判定に向けては、新材料サンプルの評価実績を蓄積することが重要と認識しており、当年度より材料サンプルの提供を促す活動を本格的に開始する。加えて、本プロジェクトに直接関与していない国内蓄電池メーカー・自動車メーカーの専門家とも情報共有や意見交換を進め、ブラッシュアップする。

3.3 成果の普及

本プロジェクトの取組みに関して、NEDO は一般に対する情報発信を行っており、以下に示す学会・セミナー・シンポジウム等における講演、専門誌への寄稿等、合計 8 件に対応している。また、LIBTEC も技術情報の流出に配慮しつつ、2 件の研究発表・講演を行っている。

NEDO の情報発信実績(2015 年 6 月末)

- 1) CEATEC JAPAN2013／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・未来ビークルシティリサーチ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」

3.4 知的財産権等の確保に向けた取り組み

材料評価技術に係る知的財産は、「2.5 知的財産等に関する戦略の妥当性」で述べた戦略に沿って、ノウハウ化(ドキュメント化も含む)を進めている。また、材料評価技術の開発の過程において発生した硫化物正極の特許を 1 件出願している。

第4章 成果の実用化に向けた取組み及び見通しについて

4.1 成果の実用化に向けた戦略と取組み

本プロジェクトにおける成果の実用化の考え方・定義は、「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。」である。

これを実現するためには、材料メーカーとユーザーの双方に、開発した評価技術の有用性を認知させる必要がある。この場合、技術面だけでなく、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。」という認識が業界全体に浸透する所まで持っていく必要がある。

そのための取組みは次のとおりである。

① 材料メーカーに対するアクション

当年度7月に開催予定のLIBTECの運営委員会・技術委員会において、これまでの成果を組合員企業19社に説明するとともに、新材料の評価活動を開始することをアナウンスし、先進LIB及び全固体電池の新材料サンプルの提供を呼び掛ける。

この組合員企業から提供される新材料サンプルの評価を29年度末までの2年間継続することで、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・管理していく。

② ユーザーに対するアクション

LIBTEC内に設置された2つのアドバイザー委員会を今後、定期的で開催して、蓄電池メーカー及び自動車メーカーの専門家に開発成果に対する意見・助言を求め、それ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。

○第1アドバイザー委員会

NEC エナジーデバイス、新神戸電機、GS ユアサ、ソニーエナジーデバイス、東芝研究開発センター、パナソニック、日立マクセル、古河電池

○第2アドバイザー委員会

ブルーエナジー、本田技術研究所、リチウムエナジージャパン、日産自動車、日立ビークルエナジー、プライムアースEV エナジー

4.2 成果の実用化の見通し

(1) LIBTEC 評価事業としての実用化

「2.3.1 実施者」で述べたように、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用の新材料の評価事業を行っている。

この評価事業を活用してビジネス進展したと推定される材料メーカー6社に対し、直近でNEDOが実施したヒアリング結果は次のようになっている。

- LIBTEC の評価事業では、入手できない他社材料との組合せ評価が可能で、電池のサイズ・作製条件・評価条件等のバリエーションが豊富。【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 評価で蓄電池の製造プロセス上、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であるが、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】

上記したヒアリング結果から判断して、本プロジェクトで開発した評価技術は LIBTEC の自主事業の中に組み入れられて、実用化されていくと考える。

(2) 学術成果の産業技術としての引き上げ

「1.1.4 未来開拓研究プロジェクトについて」で述べたように、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・公的研究機関で研究された新材料を工業的視点で評価・コンサルティングする役割を担っており、学術成果の産業技術への引き上げにも活用される。そのため、PL 及び NEDO は、「次世代蓄電池研究加速プロジェクト」の全体会議やシンポジウム等に出席し、同プロジェクトに参加している大学・公的研究機関が実施している革新電池の研究内容やその進捗状況の把握に努めている。特に、全固体電池(硫化物系)については当年度より「ALCA-LIBTEC 連携会議」を設置しており、具体的な連携活動の中で本プロジェクトの成果を活用していくことになっている。

(3) 波及効果

期待される波及効果として、人材育成が挙げられる。LIBTEC には、材料メーカーからの出向研究員が、蓄電池メーカー出身のマネージャーの指導の下、蓄電池の評価技術の開発に携わることで、蓄電池の設計～作製～評価に関する技術を習得している。これまでに受け入れた出向研究員は延べ 36 名である。LIBTEC 出向経験者は、蓄電池評価の知見が少ない材料メーカーにとって貴重な戦力であり、帰任後、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となっている。

また、本プロジェクトでは、連携機関として参加している蓄電池メーカー及び自動車メーカーの研究者が、LIBTEC において材料メーカーの研究者と同床執務で研究開発に取り組んでいる。このように川上企業と川下企業の研究者が協働することで、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は、今後における高性能・高機能蓄電池の開発モデルの一つになり得ると考える。

「先進・革新蓄電池材料評価技術開発」基本計画

スマートコミュニティ部

1. 研究開発の目的・目標・内容

(1) 研究開発の目的

①政策的な重要性

「蓄電池戦略」(2012年7月、経済産業省)においては、2020年に世界全体の蓄電池市場規模(20兆円)の5割のシェアを我が国関連企業が獲得することが目標に掲げられている。この目標を達成するためには、定置用蓄電池では低コスト化の技術開発が、車載用蓄電池では電気自動車(EV)の航続距離向上とコスト低減を進めるため、性能向上に寄与する材料の研究開発が必要であるとしている。

本研究開発は、我が国の将来の成長の糧となるイノベーションを創出する未来開拓研究プロジェクトの一つとして実施されるものである。

②我が国の状況

携帯電話、ノートパソコン等の民生用リチウムイオン電池市場において、我が国企業の世界シェアは2000年度において90%超を占めていた。しかしながら、ウォン安、政策支援に起因するコスト競争力の強みなどを背景として、韓国企業が急速に追い上げ、我が国企業の世界シェアは2011年度において40%程度まで落ち込んでいる。

民生用電池は今後も市場拡大が見込まれることに加えて、出力が不安定な再生可能エネルギーの大量導入時における電力貯蔵や電力系統の安定化対策、EV等の次世代自動車の本格的な導入・普及においても蓄電池は重要な技術であり、今後、市場が大きく成長すると共に、世界的な企業間競争が激化することが予想される。そのため、我が国の競争力確保に向けた技術開発、実証及び国際標準化を戦略的に推進する必要がある。

③世界の取り組み状況

現在、世界各国において、蓄電池の更なる高性能化や低コスト化を図る研究開発が進められている。

米国は、エネルギー省(DOE)の「Vehicle Technology Program」において先進的なリチウムイオン電池及びその材料の研究開発を行っている。また、「Advanced Research Projects Agency-Energy」(ARPA-E)の中にある「Batteries for Electrical Energy Storage in Transportation」(BEEST)において、コストを現状の1/3、エネルギー密度を現状の2~5倍を開発目標として、マグネシウム電池、亜鉛空気電池、リチウム硫黄電池等の革新型蓄電池が開発されている。さらに、2012年11月、DOEは5年間で1億2,000万ドルを投資する計画で、アルゴンヌ国立研究所を中心とする次世代電池の研究拠点を設立して

おり、研究成果の事業化を図る役割で化学メーカーや自動車部品メーカー等も参加している。

欧州は、欧州連合（EU）の科学技術研究開発への財政支援制度である第7次「Framework Program」（2006～2012年）においてナノケミストリーを活用したリチウムイオン電池用材料の開発を行っている。また、EUとは別に、ドイツは2008年に閣議決定された「国家E-モビリティ開発計画」の中でEV用蓄電池の研究開発を行っている。

韓国は、2010年に「二次電池競争力強化方案」として、2020年までに企業及び政府で15兆ウォンを投資し、中・大型蓄電池での世界市場シェア50%、電池用素材の国産化率75%を目指すとの政策を打ち出している。特に本格輸出国家として浮上するため、グローバル素材メーカーを10社以上育成する等、電池メーカーのみならず、横断的な国際競争力を高める方針である。また、電池性能も日本と同レベルの目標（EV用途でエネルギー密度250Wh/kg）を掲げ、リチウムイオン電池の開発を推進している。

中国は、「国家ハイテク研究発展計画」（863計画）において、7億元規模（2011年～2013年の3年間合計）の資金を投入し、EV関連技術の開発を推進しており、この中にはエネルギー密度500Wh/kg以上を目標としたリチウム硫黄電池やリチウム空気電池の開発が含まれている。また、「中国国家重点基礎研究発展計画」（973計画）において新型蓄電池の基礎研究を行っている。

④本事業のねらい

世界的な企業間競争が激化しつつある蓄電池産業において、我が国の競争優位性を確保するためには、高性能・低コストの蓄電池を他国に先駆けて開発し、継続的に市場へ投入していく必要がある。

そのため、本事業においては、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、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^{※3}の早期実用化を図る。

※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理論限界（250Wh/kg）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

※3：高性能・低コストの蓄電池の実用化目標

車載用蓄電池及び定置用蓄電池の2020年実用化目標を以下に示す。なお、車載用蓄電池については電池パックとしての目標値、定置用蓄電池についてはパワーコンディショナを含んだ蓄電池システムとしての目標値を示している。

車載用蓄電池の2020年実用化目標値

項目	PHEV、次世代HEV用	EV用
エネルギー密度	200Wh/kg	250Wh/kg
出力密度	2,500W/kg	1,500W/kg
カレンダー寿命	10～15年	10～15年
サイクル寿命	4,000～6,000サイクル	1,000～1,500サイクル
コスト	2万円/kWh	2万円/kWh

定置用蓄電池の2020年実用化目標値

項目	電力系統用		中規模グリッド、産業、家庭用
	電力貯蔵	短周期周波数変動	
寿命	20年	20年	15年
コスト	2.3万円/kWh	8.5万円/kW	4万円/kWh

(2) 研究開発の目標

①過去の取り組みとその評価

○ 次世代自動車高性能蓄電システム技術開発（2007～2011年度）

EV及びプラグイン・ハイブリッド車の早期普及を目指し、2015年以降の実用化を想定して高性能リチウムイオン電池とその構成材料並びに周辺機器（モータ、電池制御装置等）の開発、新規の概念に基づく革新的な電池の構成とそのための材料開発、電池反応性制御技術の開発、加速寿命試験法の開発、劣化因子の解明、電池性能向上因子の抽出、安全性基準・電池試験法基準の策定等を実施した。

○ 次世代蓄電池材料評価技術開発（2010～2014年度）

現行のリチウムイオン電池の高性能化や低コスト化を促進するため、リチウムイオン電池材料の共通的な評価技術の開発を推進している。

○ 安全・低コスト大規模蓄電システム技術開発（2011～2015年度）

2020年代における再生可能エネルギーの大量導入と電力貯蔵市場での競争力強化に向けて、低コスト、長寿命で安全性の高い蓄電システム及び要素技術の実用化開発を推進している。対象としている蓄電池はリチウムイオン電池、ニッケル水素電池、鉛電池である。

○ リチウムイオン電池応用・実用化先端技術開発事業（2012～2016年度）

2020年代における次世代自動車の大量導入と車載蓄電池市場での競争力強化に向けて、車載用リチウムイオン電池の高性能化・低コスト化のための実用化開発を推進している。

○ 革新型蓄電池先端科学基礎研究事業（2009～2015年度）

2030年代における実用化を想定し、エネルギー密度としてリチウムイオン電池の限界値（250Wh/kg）を遥かに超える500Wh/kgを実現する革新電池の基礎研究を推進している。

②本事業の目標

第1期（2013～2017年度）の目標は以下の通りとする。

[中間目標]（2015年度）

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]（2017年度）

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、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。

なお、第2期（2018～2022年度）の目標は、第1期の進捗、2017年度に実施する外部有識者による第1期の前倒し事後評価の結果及び技術・市場動向等を総合的に勘案して決定する。

③全体としてのアウトカム目標

本プロジェクトの成果が直接寄与する蓄電池市場は、2020年時点の世界市場が20兆円規模に成長すると予想されている。我が国が強みを有する蓄電池材料開発が加速されることによって、高性能な新規材料を適用した蓄電池を他国に先駆けて市場に投入することが可能となり、「蓄電池戦略」の目標である我が国関連企業による5割のシェア^{※4}の獲得に貢献できる。

また、高性能蓄電池の早期実現により、既存ガソリン自動車よりCO₂排出量が少ない次世代自動車の普及が期待される。運輸部門は日本のCO₂総排出量約2割を占めることから、その貢献は非常に大きいと考えられる。

※4：5割のシェアの内訳は、大型蓄電池が35%、定置用蓄電池が25%、車載用蓄電池が40%を想定することとしている。

（3）研究開発の内容

上記目標を達成するために、以下の研究開発項目について、別紙の研究開発計画に基づき研究開発を実施する。

[委託事業]

先進リチウムイオン電池及び革新電池用新規材料の材料評価技術の開発

2. 研究開発の実施方式

（1）研究開発の実施体制

本研究開発は、NEDOが、単独ないし複数の企業・大学等の研究機関（原則、本邦の企業等で日本国内に研究開発拠点を有していること。なお、国外の企業等（大学、研究機関を含む）の特別の研究開発能力、研究施設等の活用または国際標準獲得の観点か

ら国外企業等との連携が必要な部分を、国外企業等との連携により実施することができる。)から、公募によって研究開発実施者を選定し委託により実施する。なお、本事業実施にあたっては、プロジェクトリーダー(PL)を設置する。

(2) 研究開発の運営管理

経済産業省、PL、研究開発実施者等と緊密に連携し、適切な運営管理を実施する。また、外部有識者や産業界の意見等を踏まえ、研究進捗把握等のマネジメントを行う。

3. 研究開発の実施期間

本プロジェクトの実施期間は、2013年度から2022年度までの10年間とする。

全期間を2期に分け、2013年度から2017年度の5年間の第1期、2018年度から2022年度の5年間の第2期として実施する。

4. 評価に関する事項

NEDOは、技術的及び政策的観点から、研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義並びに将来の産業への波及効果等について、外部有識者による研究開発の中間評価を2015年度に実施する。中間評価結果を踏まえ、必要に応じプロジェクトの加速・縮小・中止等見直しを迅速に行う。また、2017年度に第1期の前倒し事後評価を実施し、その評価結果を踏まえて、第2期における研究開発計画を策定する。

なお、評価の時期については、当該研究開発に係る技術動向、政策動向や当該研究開発の進捗状況等に応じて、前倒しする等、適宜見直すものとする。

5. その他重要事項

(1) 研究開発成果の取扱い

① 共通基盤技術の形成に資する成果の普及

得られた研究開発成果については、NEDO、実施者とも普及に努めるものとする。

② 知的基盤整備事業又は標準化等との連携

得られた研究開発の成果については、知的基盤整備事業又は標準化等との連携を図るため、データベースへのデータの提供、標準案の提案等を積極的に行う。

③ 知的財産権の帰属

委託研究開発及び共同研究の成果に関わる知的財産権については、「独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構新エネルギー・産業技術業務方法書」第25条の規定等に基づき、原則として、すべて委託先に帰属させることとする。

(2) 基本計画の変更

NEDOは、研究開発内容の妥当性を確保するため、社会・経済的状況、内外の研究開発動向、政策動向、プログラム基本計画の変更、第三者の視点からの評価結果、研究開発費の確保状況、当該研究開発の進捗状況等を総合的に勘案し、達成目標、実施期間、

研究開発体制等、基本計画の見直しを弾力的に行うものとする。

(2) 根拠法

本プロジェクトは、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第15条第1項第1号ニに基づき実施する。

6. 基本計画の改訂履歴

(1) 平成25年3月、制定

(別紙) 研究開発計画 (第1期)

研究開発項目「先進リチウムイオン電池及び革新電池用新規材料の評価技術の開発」

1. 研究開発の必要性

今後、大きな市場拡大が想定される定置用蓄電池や車載用蓄電池において我が国企業が競争力を維持するためには、現行のリチウムイオン電池と同等以上の安全性を確保しながら、エネルギー密度、出力密度、耐久性を向上させつつ、コストを低減した先進リチウムイオン電池や革新電池を他国に先駆けて開発し、継続的に市場へ投入していく必要がある。そのためには、先進リチウムイオン電池や革新電池の技術進展に合わせて、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必要がある。

2. 研究開発の具体的内容

(1) 電池モデルの策定

新規材料の電池としての商品化・実用化の課題を的確に把握出来るよう、新規材料を組み込む電池モデルの構造、形状寸法、材料構成、電気出力・容量等を電池の種別や用途別（定置用、車載用、汎用等）に策定する。

(2) 電池モデルの作製仕様書の策定

上記(1)で策定した各電池モデルに適用する正極・負極の構造、電池組立に関連する部品・材料、作製プロセス等を策定する。

(3) 性能評価手順書の策定

上記(1)で策定した電池モデルの性能評価に適用する試験条件（雰囲気温度、充放電時間・速度等）、試験方法、試験手順等を策定する。

(4) 評価技術の妥当性検証

上記(1)～(3)の成果を用いて、民間企業が開発した新規材料や大学等が開発した新規材料を評価し、開発した評価技術の妥当性を検証する。また、評価結果を工業的視点で分析して実用化の課題を抽出し、新規材料の開発者にフィードバックする。

なお、本プロジェクトは、文部科学省の所掌する「戦略的創造研究推進事業／先端的低炭素化技術開発／次世代蓄電池研究加速プロジェクト」と連携し、同プロジェクトに参画する大学等が開発した新規材料を評価手法の妥当性検証に用いる。

3. 達成目標

下記を基本とするが、各年度の目標は採択後にNEDOと協議のうえ個別に実施計画に定める。

[中間目標] (2015 年度)

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] (2017 年度)

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、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。

4. その他

初年度に公募により実施者を選定するが、2年目以降も必要に応じて公募を行う。

以 上

2. 分科会公開資料

次ページより、プロジェクト推進部署・実施者が、分科会においてプロジェクトを説明する際に使用した資料を示す。

「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

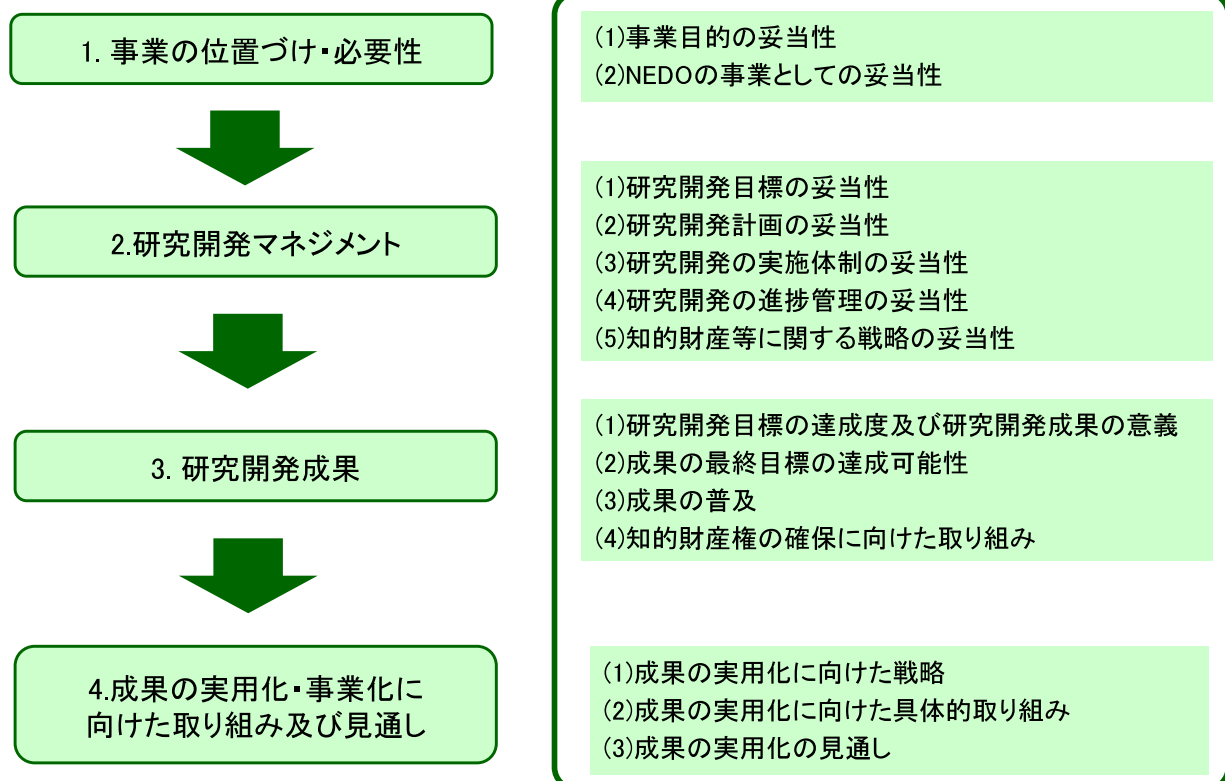
2015年 7月10日

複製を禁ず

1 / 42

公開

発表内容



2 / 42

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。

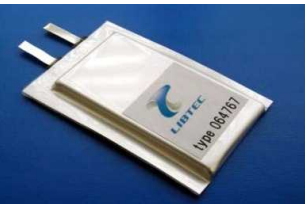
- ※1: 先進リチウムイオン電池:
高電位・高容量正極材料、高容量負極材料、高電圧耐性を有する電解質材料等を用いて、高性能化や高耐久化、低コスト化を図ったリチウムイオン電池。
- ※2: 革新電池:
リチウムイオン電池のエネルギー密度の工業的な限界(250Wh/kg程度)を超えての実用化が期待できる電池。全固体電池、多価カチオン電池、金属空気電池等

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)

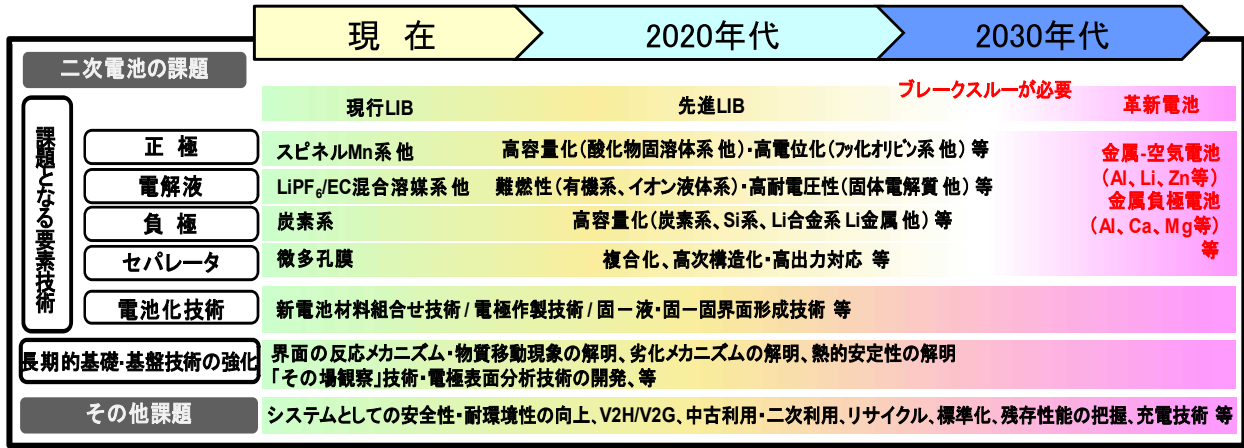
試作仕様書

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
C50%	温度, 充放電 (/3.1, . .)
	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)

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

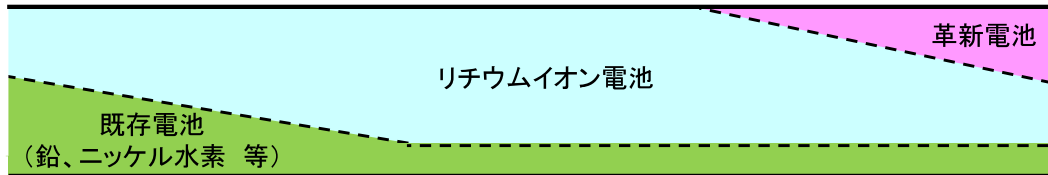
8兆円

12兆円

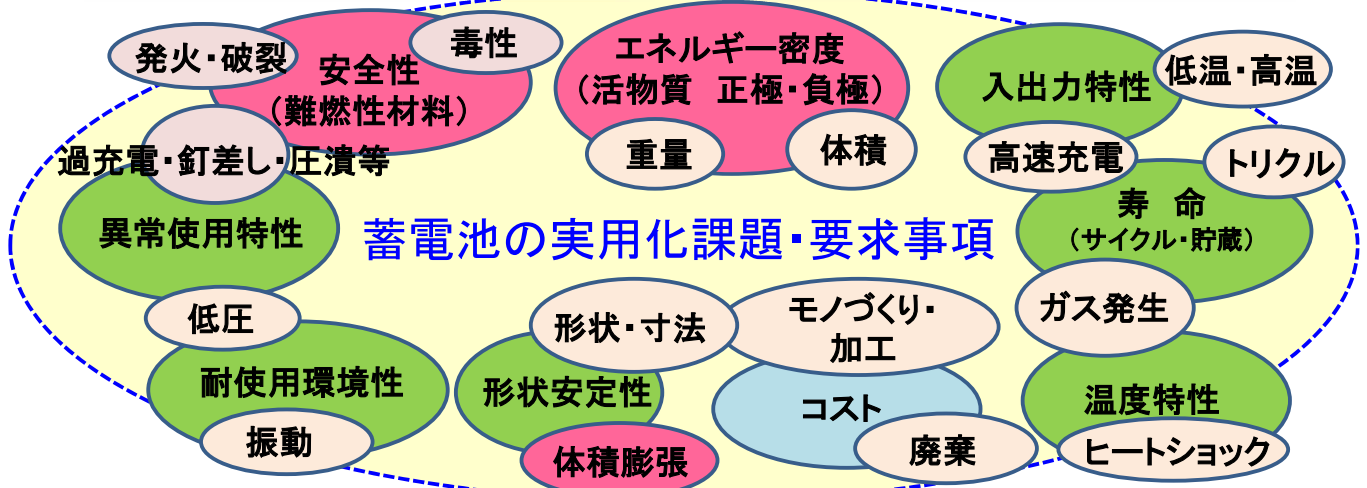
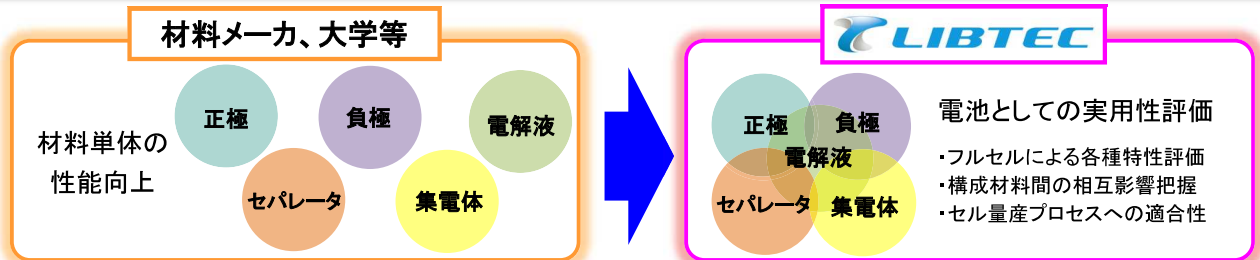
16兆円

20兆円~

電池種別
市場割合
イメージ

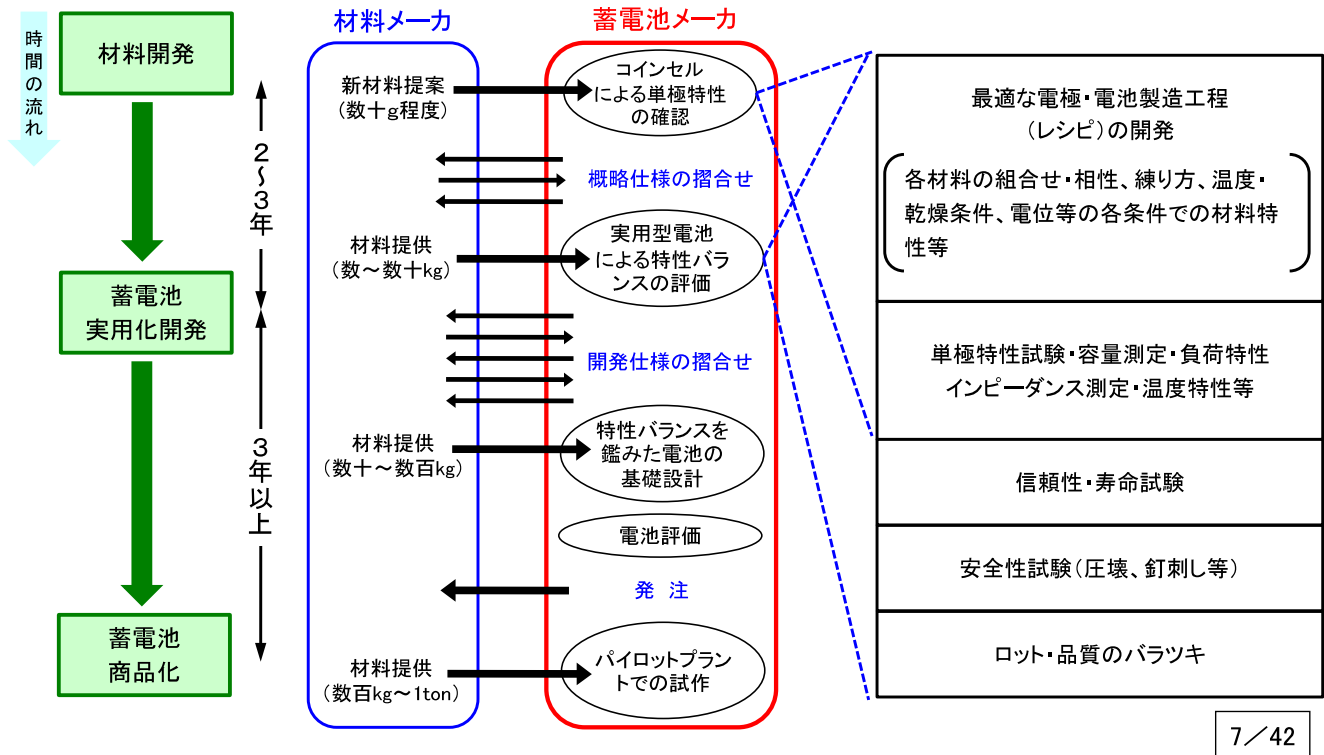


事業の背景 ~材料評価技術の重要性(1)~



● 材料要因 ≧ 電池設計要因
○ 電池設計要因 > 材料要因

- 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、蓄電池一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。



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)

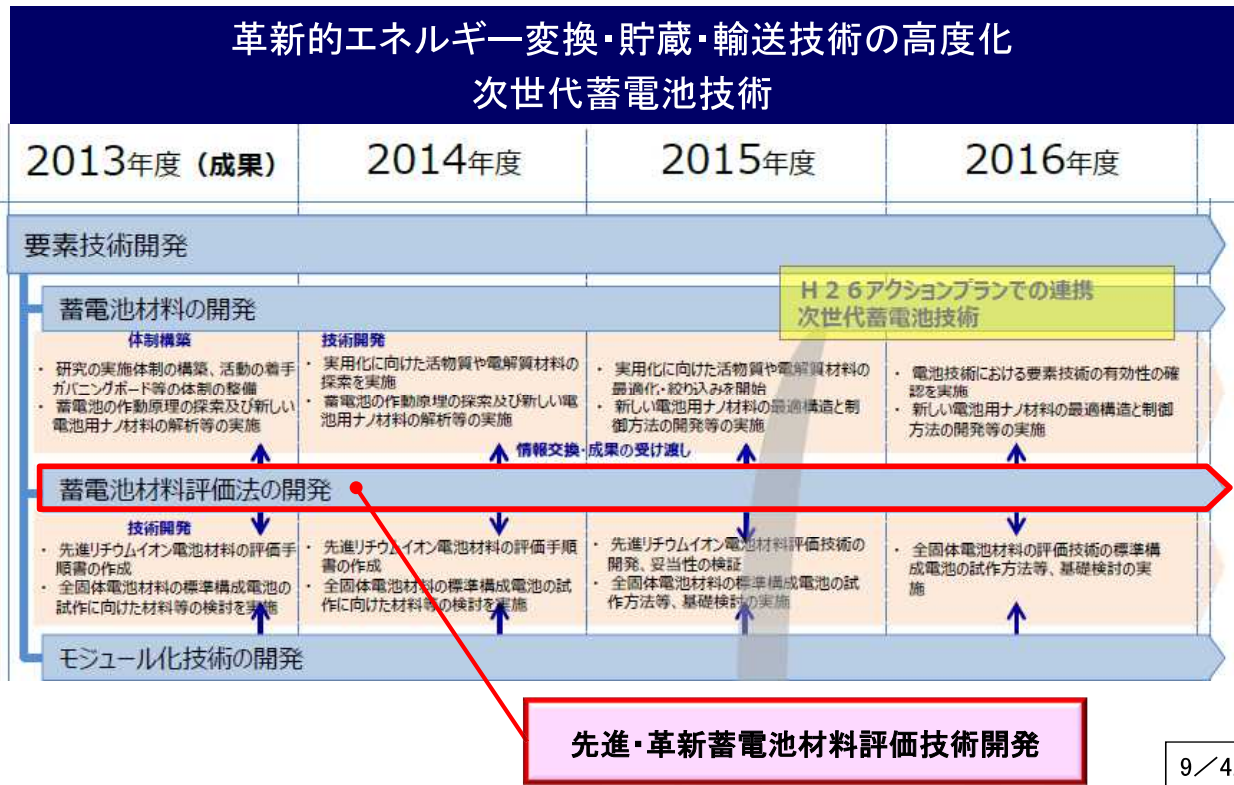
- 欧米自動車OEMの次世代自動車の開発加速、アジア・欧米蓄電池メーカーの車載用蓄電池市場への参入による競争激化が予想され、先進リチウムイオン電池や革新電池(ポスト・リチウムイオン電池)の研究開発の強化が必要としている。

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。

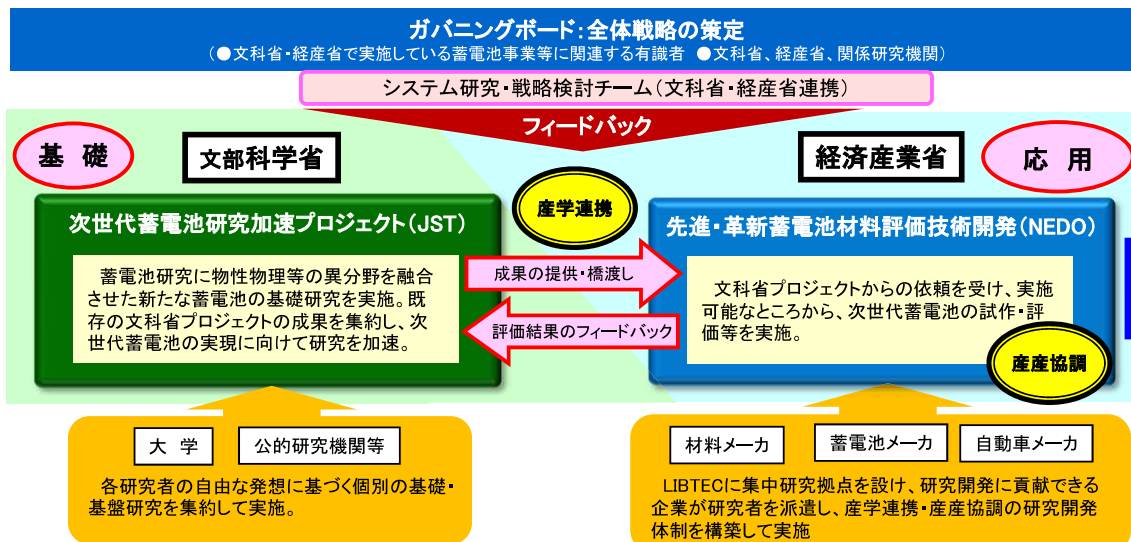
科学技術戦略上の位置付け

●「科学技術イノベーション総合戦略2014」 詳細行程表



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。



実用化開発(個社による製品カスタマイズ)

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



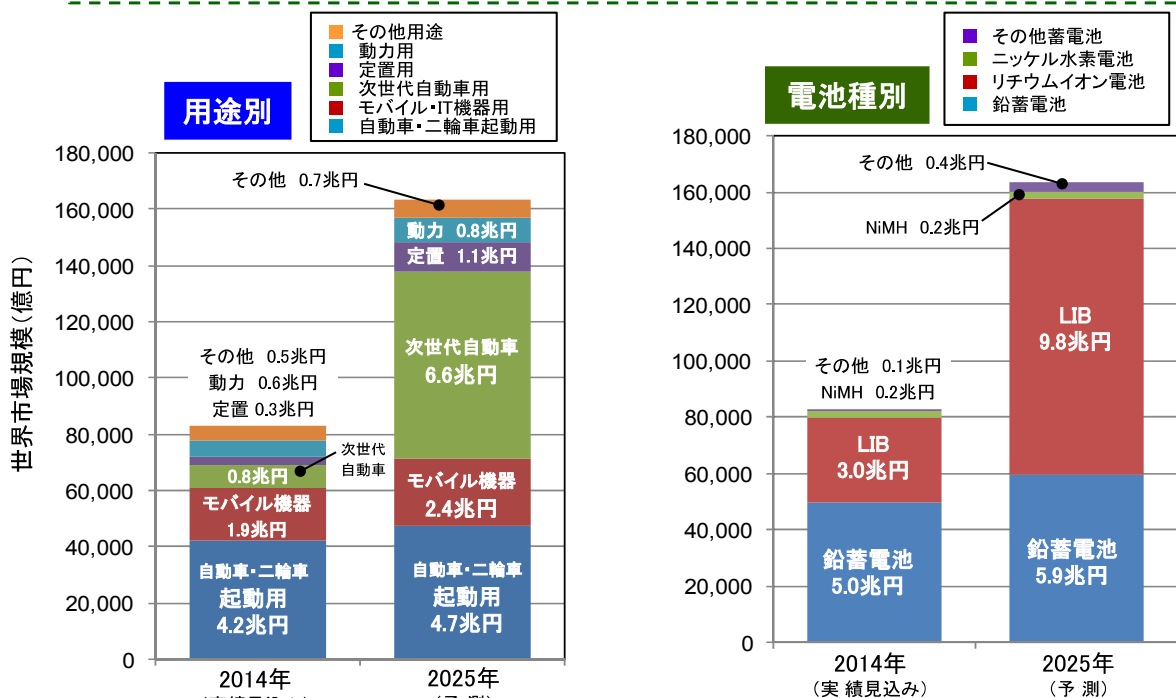
次世代蓄電池研究加速プロジェクト運営体制



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。

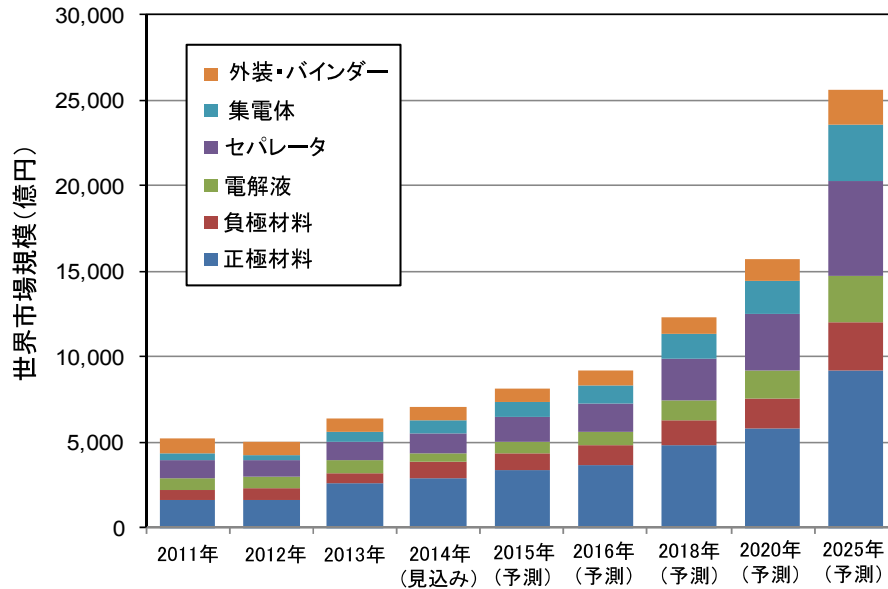


出典:「エネルギー・大型二次電池・材料の将来展望2015」(2015年1月、株式会社富士経済)等に基づき、NEDO作成

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~

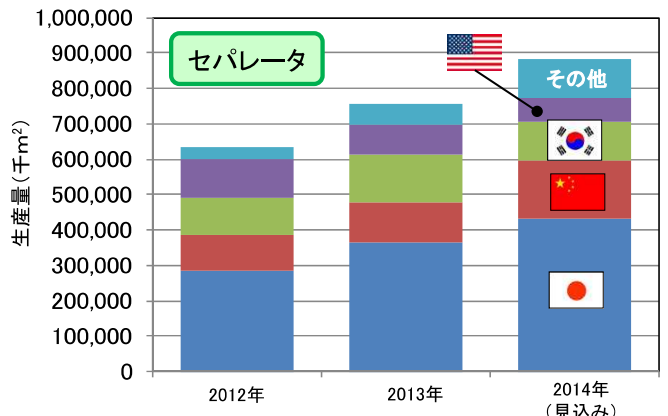
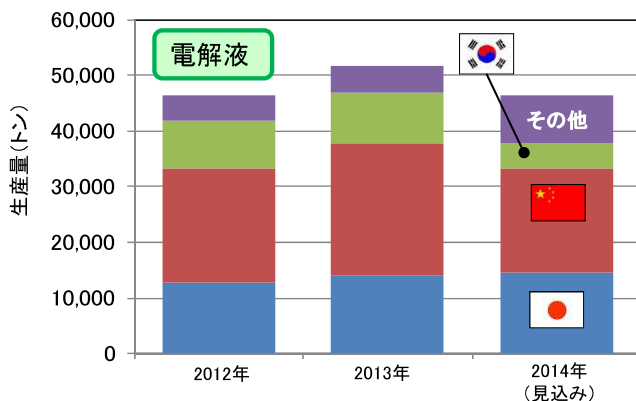
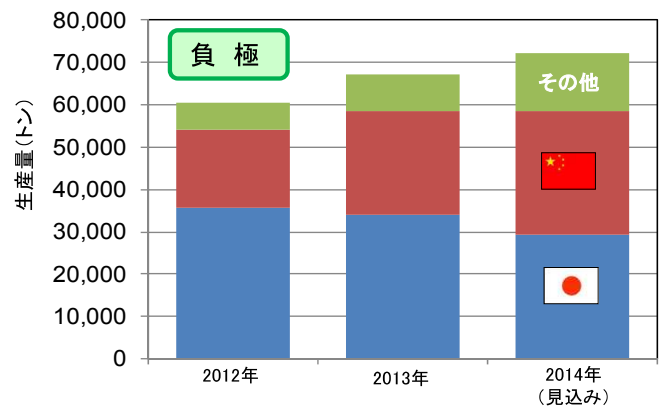
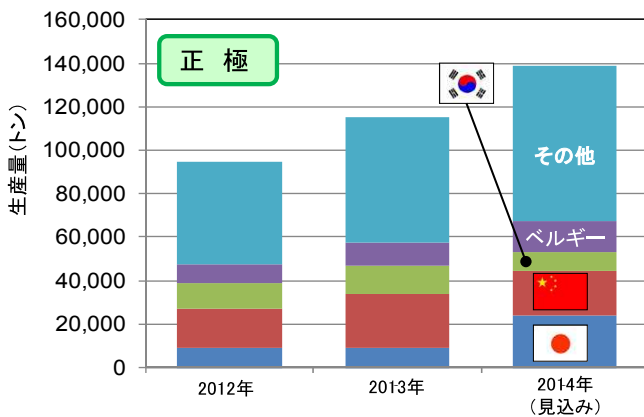
- リチウムイオン電池の主要部材の世界市場規模@2014CYは約7,000億円（日本メーカーのシェアは約30%）。今後、次世代自動車の普及やモバイル・IT機器の需要増等に牽引され、同市場規模は2018年には1兆円、2025年には2.5兆円を突破すると予測。
- 中国の内需を背景に価格競争力に優る中国メーカーのプレゼンスが増す傾向。日本メーカーはハイスペック化と低価格化を両立させた新材料を、ユーザーが望むタイミングとスピードで供給していく必要。



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~

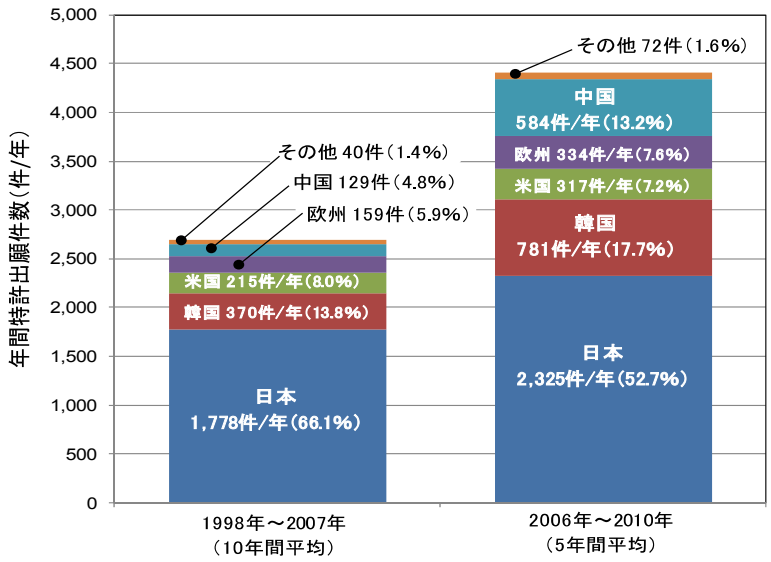


出典:「エネルギー・大型二次電池・材料の将来展望2013~2015」(株式会社富士経済)に基づき、NEDO作成
(注記) その他には、一部日本や中国の零細が含まれる。

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。



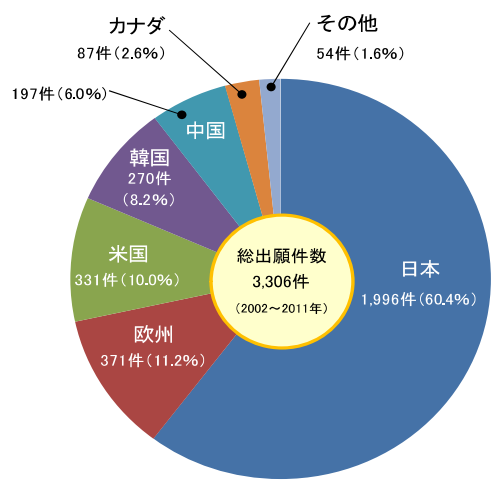
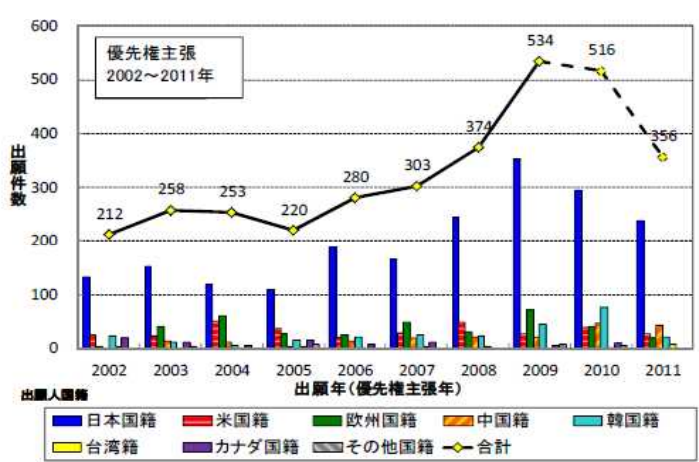
	1998年～2007年		2006年～2010年	
	件数	割合	件数	割合
日本	17,781	66.1%	11,625	52.7%
米国	2,149	8.0%	1,585	7.2%
欧州	1,587	5.9%	1,668	7.6%
中国	1,289	4.8%	2,921	13.2%
韓国	3,704	13.8%	3,906	17.7%
その他	378	1.4%	362	1.6%
合計	26,888	100%	22,068	100%

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。

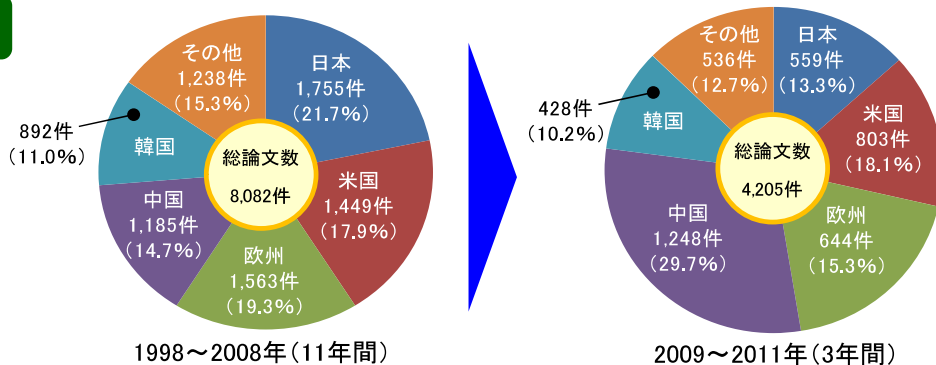


出典:「平成25年度特許出願技術動向調査ー一次世代二次電池ー」(2014年2月、特許庁)

研究開発動向 ~論文~

リチウムイオン電池

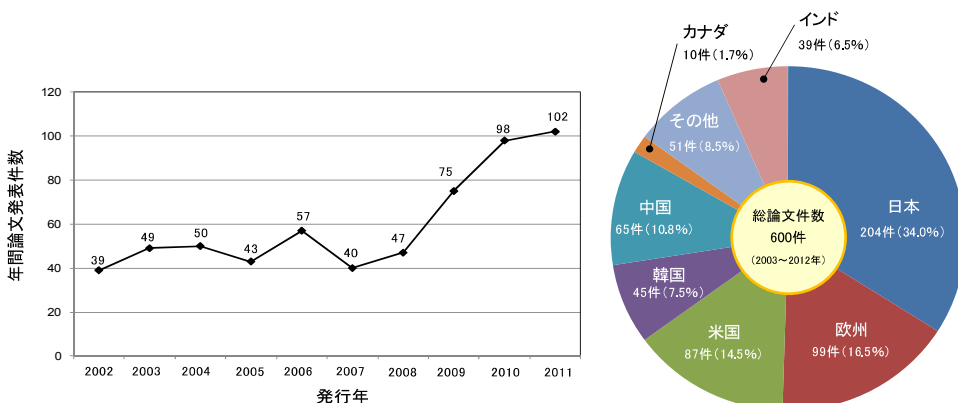
- 論文件数は1998年の409件から2011年の1,762件と約4倍に増加。
- 中国籍の比率が高まり、日本国籍の比率が減少する傾向。



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

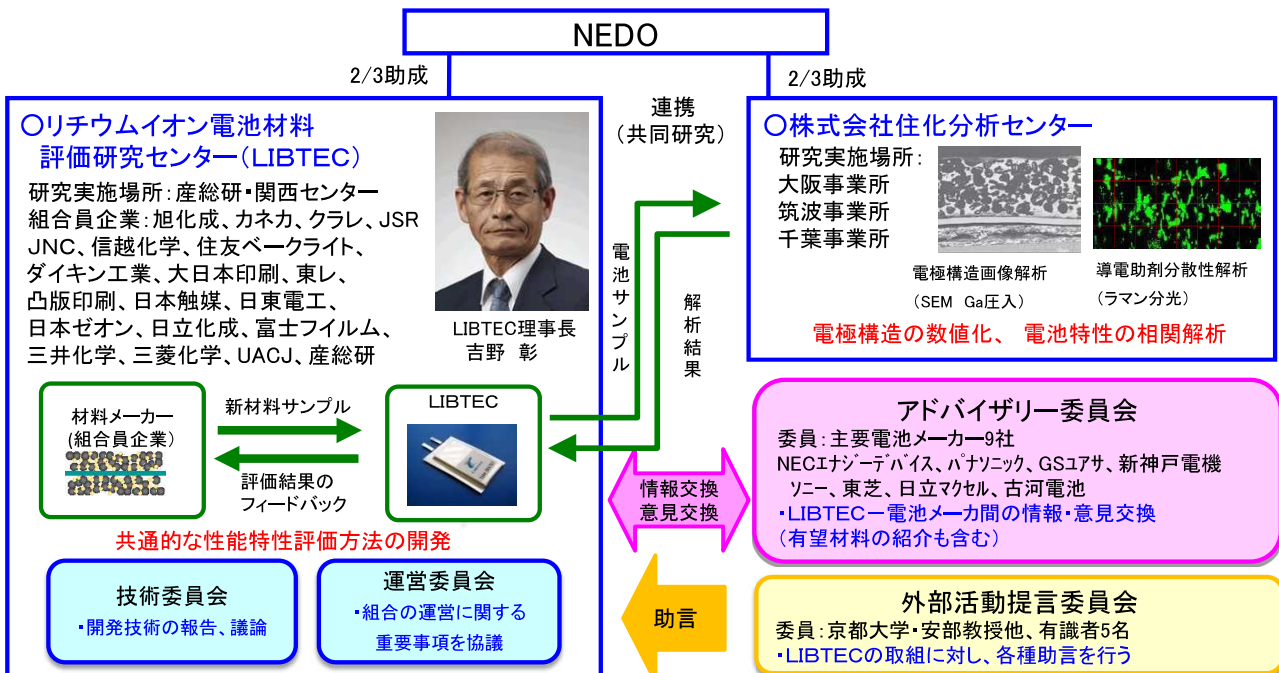
- ①業界全体の競争力強化(公共性・汎用性)
- ②学術成果の産業技術への引き上げ
- ③開発リスク・ハードルの高さ
- ④関係者間の利害調整
- ⑤材料評価技術開発の技術蓄積、マネジメント経験
- ⑥蓄電技術開発プロジェクトの一体的マネジメント

本プロジェクトはNEDOが関与すべきもの。

NEDOの関与の必要性 ~過去の材料評価技術開発(1)~

●「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の関与の必要性 ~過去の材料評価技術開発(2)~

● 「NEDO/次世代蓄電池材料評価技術開発」の成果

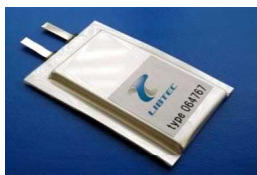
- 既に商品化されている材料をベースに5種類の標準電池モデル(追加で2種類の派生モデルが有り)を開発。
- 事業期間中、組合員企業の新材料・約400件について評価を行い、その評価結果をフィードバック。

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



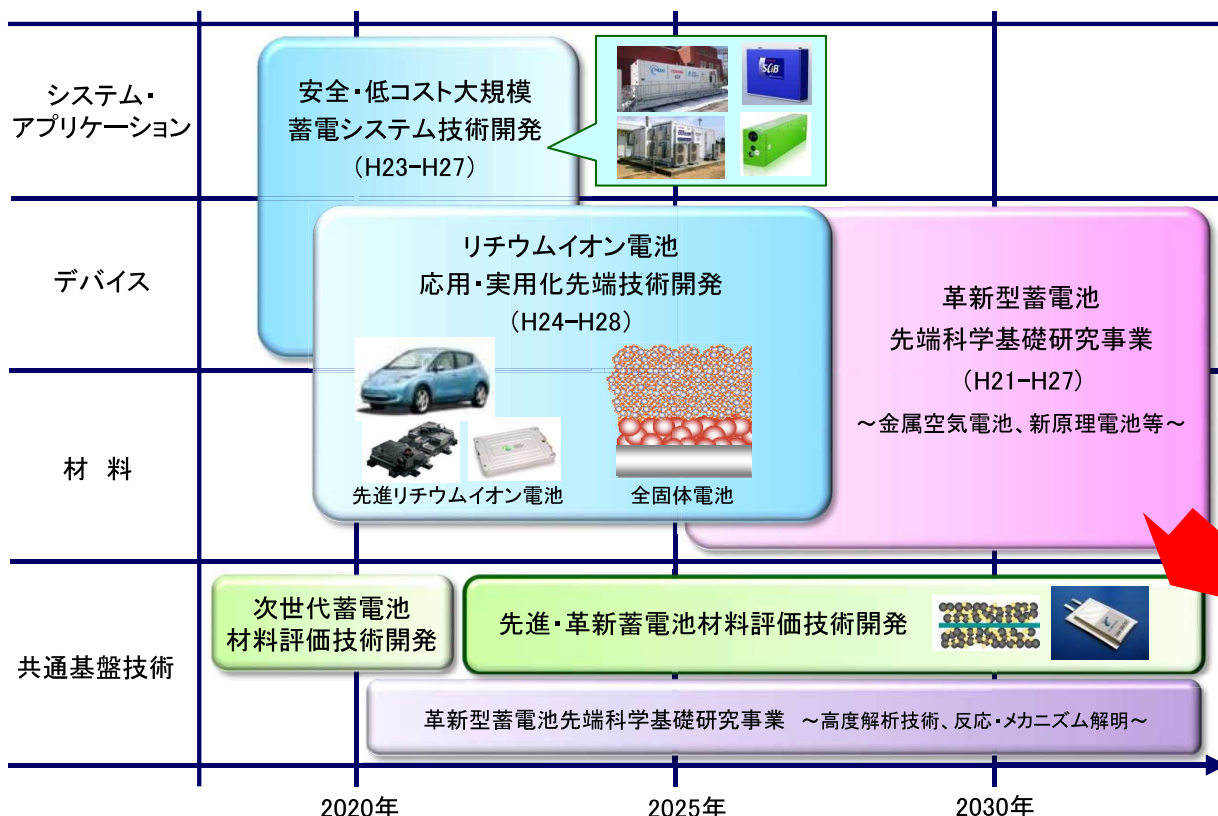
コイン形電池モデル

標準電池モデル

	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



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

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。

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。

23/42

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)

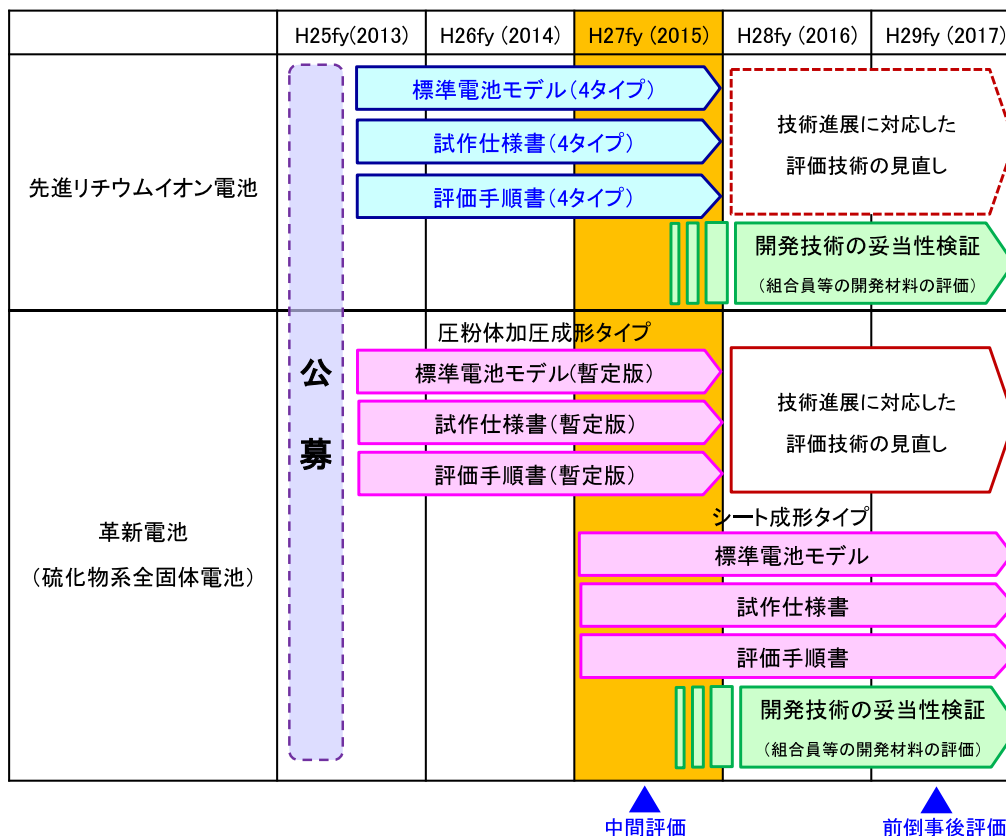
革新電池のうち全固体電池に用いられる新規材料について、初期特性、保存・サイクル劣化等の寿命特性、安全性・信頼性を評価する技術を開発する。また、必要に応じ、先進リチウムイオン電池の材料評価技術について、蓄電池及び電池材料の開発の進展に対応した見直し・追加を行う。

妥当性

- 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。

24/42

研究開発スケジュール



研究開発予算

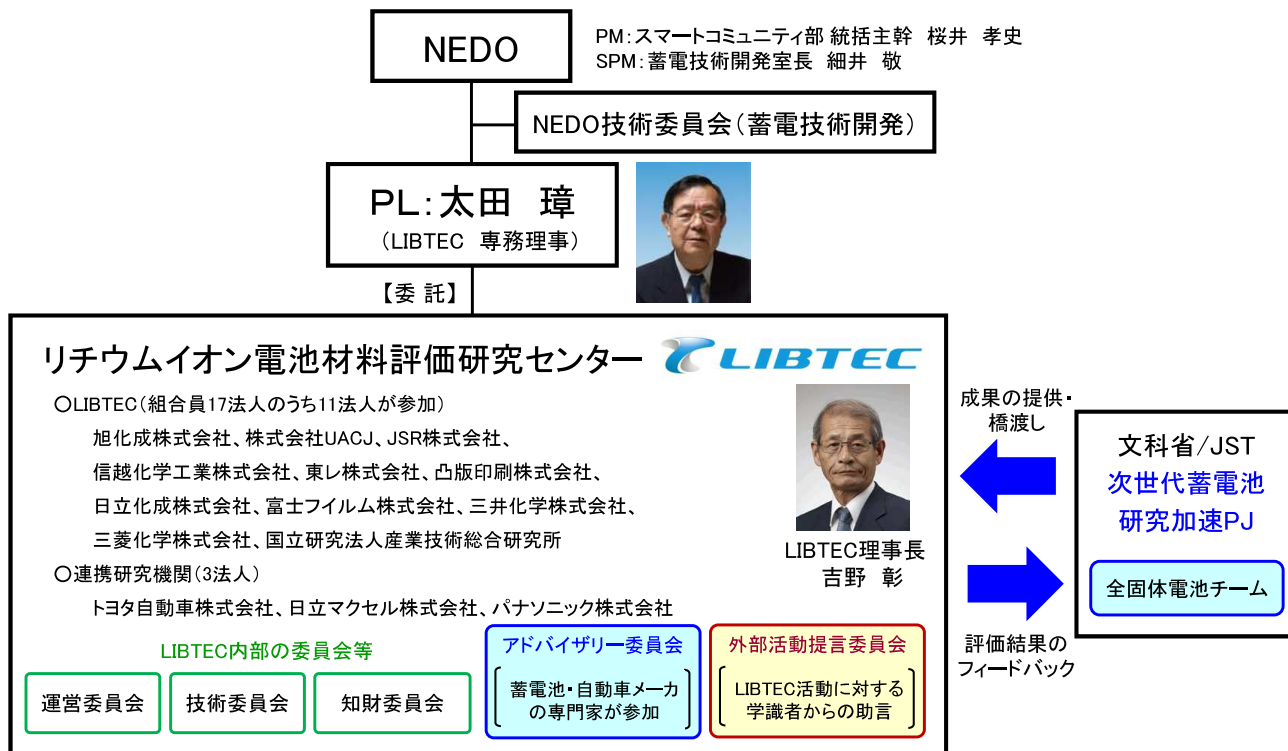
- ▶ リチウムイオン電池のプロジェクト(PJ-1~PJ-4)は、「次世代蓄電池材料評価技術開発」で導入した研究設備を活用可能であるが、最適な標準電池モデル及びその作製方法を確立するためには、現象・反応メカニズムの理解が必要。そのため、材料の各種分析装置、反応解析装置等を導入。
- ▶ 全固体電池のプロジェクトでは、硫化物を取り扱うための実験環境(アルゴンガス雰囲気グローブボックス等)を導入。正極活物質へのナノ粒子コーティング装置、電極シート成形装置等も導入。

(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

研究開発実施体制



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

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。

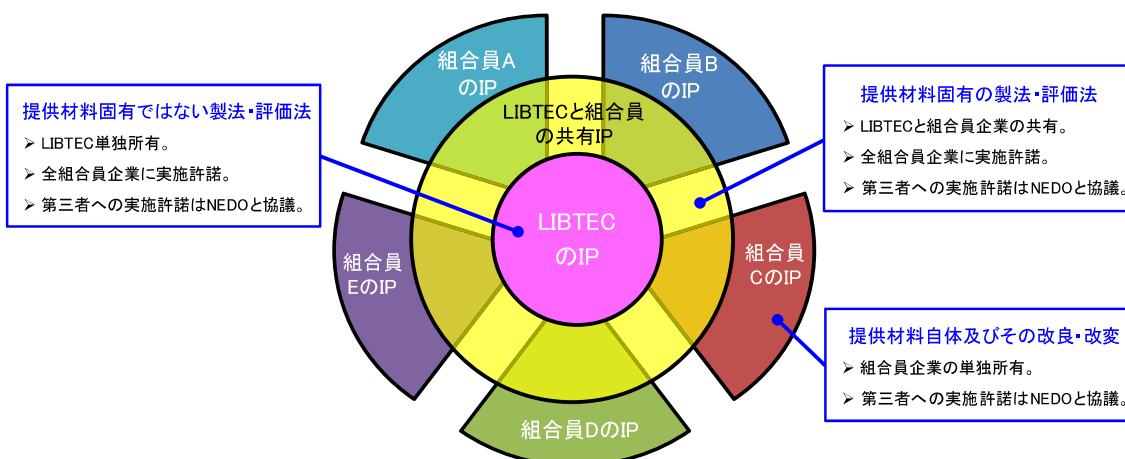
NEDOによる進捗管理

- 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。

29 / 42

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。



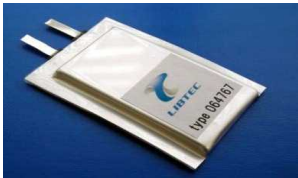

30 / 42

技術情報管理、秘密保持

- 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。

31 / 42

標準電池モデルの構成

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	 1Ah級ラミネートセル				 圧粉体型

32 / 42

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

研究開発目標の達成度

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、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。

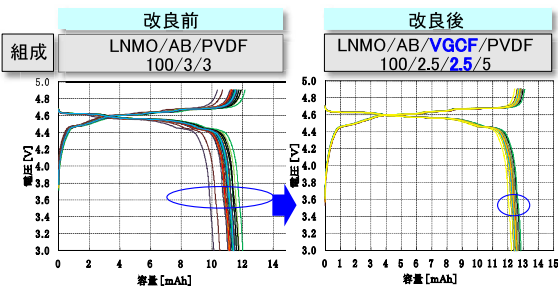
◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み、×未達

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

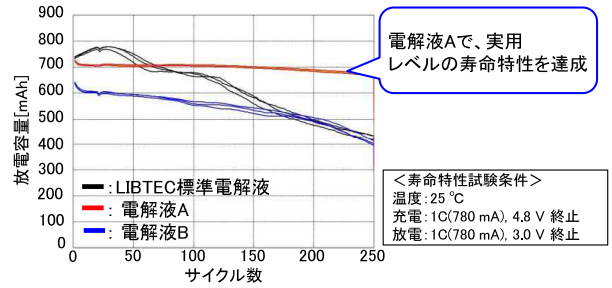
開発内容・成果

電池モデルの正極組成の検討



➢ 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



➢ 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℃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から、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。

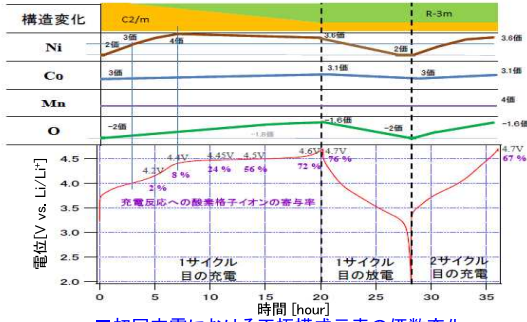
3. 研究開発成果について

(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

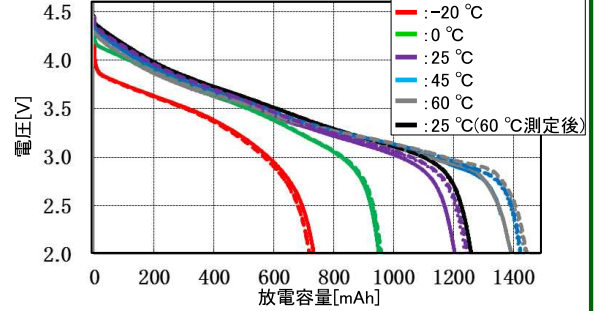
高容量化技術の開発



■ 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線吸収分析法で解析し、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



■ 電池モデル(1Ah級)の放電温度特性

- 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。

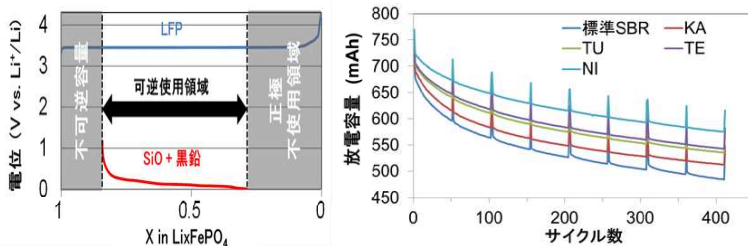
3. 研究開発成果について

(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、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であることを確認。
- 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。

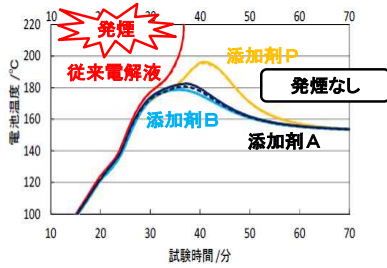
3. 研究開発成果について

(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

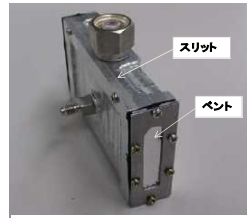
難燃性電解液を用いた電池モデルの検討



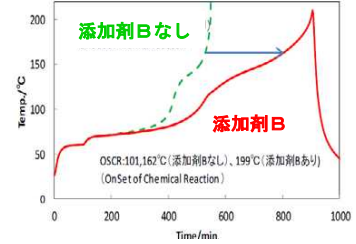
■異なる電解液を用いたセルの150°C昇温試験挙動

- 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ることを確認。
- 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、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。

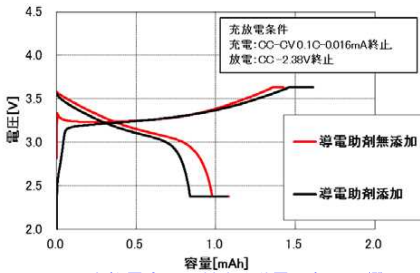
3. 研究開発成果について

(1)開発目標の達成度及び開発成果の意義

PJ-5 全固体電池の成果

開発内容・成果

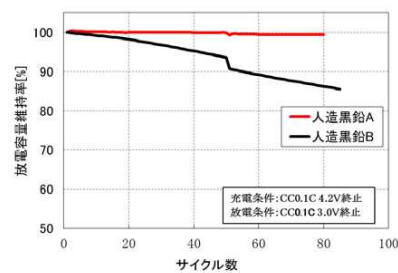
正極の電極内導電パス確保の検討



■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

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

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。

41 / 42

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。

42 / 42

参考資料 1 分科会議事録

研究評価委員会

「先進・革新蓄電池材料評価技術開発」(中間評価) 分科会 議事録

日 時：平成27年7月10日(金) 13:00~17:00

場 所：国立研究開発法人 産業技術総合研究所 関西センター 基礎融合材料実験棟 2階 多目的ホール

出席者(敬称略、順不同)

<分科会委員>

分科会長	菅野 了次	東京工業大学 大学院 総合理工学研究科 物質電子化学専攻	教授
分科会長代理	渡邊 正義	横浜国立大学 大学院工学研究院	副研究院長(研究担当) / 教授
委員	荒井 創	京都大学 産官学連携本部	特定教授
委員	田村 宜之	日本電気株式会社 スマートエネルギー研究所	主任研究員
委員	秦野 正治	日産自動車株式会社 総合研究所 先端材料研究所	エキスパートリーダー
委員	宮代 一	一般財団法人 電力中央研究所 材料科学研究所	特別嘱託

<推進部署>

桜井 孝史	NEDO スマートコミュニティ部	統括主幹
細井 敬	NEDO スマートコミュニティ部	統括研究員 兼 蓄電技術開発室長
森山 英樹	NEDO スマートコミュニティ部 蓄電技術開発室	主査
大島 直人	NEDO スマートコミュニティ部 蓄電技術開発室	主査
上村 卓	NEDO スマートコミュニティ部 蓄電技術開発室	主査
下山田 倫子	NEDO スマートコミュニティ部 蓄電技術開発室	主査
古田土 克倫	NEDO スマートコミュニティ部 蓄電技術開発室	主査
安井 あい	NEDO スマートコミュニティ部 蓄電技術開発室	主任

<実施者※メインテーブル着席者のみ>

吉野 彰	LIBTEC	理事長
太田 璋	LIBTEC	専務理事 兼 研究部統括部長
高村 正一	LIBTEC	理事 兼 総務部長
江田 信夫	LIBTEC 第2研究部 先進電池系グループ	グループリーダー
長井 龍	LIBTEC 第3研究部 革新電池系グループ	グループリーダー

<評価事務局等>

西 順也	NEDO 技術戦略研究センター	研究員
小笠原 有香	NEDO 技術戦略研究センター	職員
佐藤 嘉晃	NEDO 評価部	部長
保坂 尚子	NEDO 評価部	統括主幹
内田 裕	NEDO 評価部	主査
三佐尾 均	NEDO 評価部	主査

議事次第

(公開セッション)

1. 開会、資料の確認
2. 分科会の設置について
3. 分科会の公開について
4. 評価の実施方法
5. プロジェクトの概要説明
 - 5.1 説明
 - 5.2 質疑応答

(非公開セッション)

6. プロジェクトの詳細説明
 - PJ-1 高電位正極 (LNMO)
 - PJ-2 高容量正極 (213 固溶体)
 - PJ-3 高容量負極 (SiO 系)
 - PJ-4 難燃性電解液
 - PJ-5 硫化物全固体電池質疑応答

実用化に向けた取り組み及び見通しについて

質疑応答

7. 全体を通しての質疑

(公開セッション)

8. まとめ・講評
9. 今後の予定、その他
10. 閉会

議事内容

(公開セッション)

1. 開会、資料の確認

- ・菅野分科会長挨拶
- ・出席者の紹介（評価事務局、推進部署）
- ・配布資料確認（評価事務局）

2. 分科会の設置について

研究評価委員会分科会の設置について、資料1に基づき事務局より説明。

3. 分科会の公開について

事務局より資料2及び3に基づき説明し、議題6.「プロジェクトの詳細説明」を非公開とした。

また、事務局より資料3に基づき、分科会における秘密情報の守秘及び非公開資料の取扱いについての、補足説明があった。

4. 評価の実施方法及び評価報告書の構成

評価の手順及び評価報告書の構成について、事務局より資料4-1～4-5の要点をまとめたパワーポイント資料に基づき説明し、事務局案どおり了承された。

5. プロジェクトの概要説明

5.1 説明

事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメント、研究開発成果及び実用化、事業化の見通しについて推進部署(NEDO スマートコミュニティ部 細井室長)より資料6-1に基づき説明が行われた。

5.2 質疑応答

【菅野分科会長】 ただいまの細井室長からの説明に対しまして、何かご意見、ご質問等がございましたらお願いします。

【秦野委員】 海外勢の脅威について説明がありましたが、私は、あのデータよりも脅威が迫っていると考えています。それに対するこの事業の意義も説明されましたが、「これがあるから脅威を取り払える」という肝の部分はどこなのか、もう少し説明していただけるとありがたいのですが。

【細井室長】 例えば、セパレータについて、安全性まで含めて考えれば、日本はまだ優勢だと思います。ただし、中国、韓国の材料メーカーの技術力のレベルが相当上がっていることも事実です。

また、今はスマホのハイエンド品の需要が一巡して、マーケットの主軸がローエンド品、ミドルエンド品に移っています。日本の高品質な材料が欲しいという韓国、中国の蓄電池メーカーも出てきていますが、高品質で値段の高い日本製品が使われなくなったのは、マーケットのターゲットが変わったからだと思います。

もう一つは、今、中国がEV奨励策をやっています。中国の蓄電池メーカーのセル生産は歩留まりが悪いため、セルの実需を大きく上回る量の材料が中国の材料メーカーより出荷されているとも言われています。このように、マーケットの現状は、日本の材料メーカーにとっては旨味の無い状況になっていると思います。

今後を考えると、車載用などで当然、ハイエンド品の需要が出てきます。そこでは日本が強みを発揮すると思われれます。ただし、それだけではビジネスで勝てないので、高性能化と低価格化を上手く使い分けた製品を、ユーザの求めるタイミングで出さなければいけません。この事業は高性能・高エネルギー密度にフォーカスしていますが、使い分けを行った商品を世の中に出すサイクルを短くする取り組みの一環として、このプロジェクトが役に立つと思っています。

【秦野委員】 ハイエンド品の一定量は絶対に守り、低コスト品もその技術の転用で日本の産業としてきっちりやるということですか。

【細井室長】 いまは高性能なものをやっているように見えますが、どこかで余っているような極端に安い材料で電池ができれば面白いと思います。まさにこれから、こういう技術を使って、日本でいろいろ可能性のある材料が生まれると良いと思っています。

【荒井委員】 材料の市場動向と電池の市場動向について説明がありましたが、より良い材料の売り先は必ずしも国内だけではないと思います。ここで開発する評価技術の大半はノウハウとして蓄積しているようですが、評価した材料は国外にもかなり出ていくと思います。プロジェクトとしては、そのマネジメントをどうお考えですか。

【細井室長】 材料メーカは全方位外交で、日本の蓄電池メーカ以外にもユーザはいますが、まずは日本の蓄電池メーカやアプリケーションメーカに売り込んで欲しいという意味で、知財の第三者への実施許諾等については NEDO に相談するというルールにしています。

海外の蓄電池メーカへの販売を駄目と言っているわけではありませんが、まずは日本経済への貢献ということで、知財や実施許諾のあり方には NEDO も口を挟みたいと思っています。

【荒井委員】 電池メーカの方々の要望も取り入れながら進めていると思うので、日本の国力が一番高まるように、国プロとして運営されることを期待します。

【宮代委員】 今の話に関連して NEDO への相談は、電池の評価技術に関しては言えるかもしれませんが、材料メーカが開発したものは、そうは行かないと思います。そこはどうでしょうか。

【細井室長】 材料メーカが海外の蓄電池メーカに販売して日本経済に貢献することもあるので、全く駄目だという言い方はできません。我々は最初に売り込みをかけるのは日本の蓄電池メーカにして欲しいと思うので、ここは太田 PL とも相当議論して、「NEDO との協議」というルール化ができました。メーカが開発した材料について、「ここに売ってはだめだ」と言うことはできません。あくまで、このプロジェクトの成果ということで線引きしております。

【渡邊分科会長代理】 今回の先進・革新蓄電池材料評価技術開発プロジェクトは、もともとの枠組みをつくることが重要だと思います。今回は 5 つの課題を選択して、それぞれのプロジェクトで企業が決まっているスタイルですが、その辺の選択や、枠組みをどうやって構築したかに関してコメントいただければと思います。

【細井室長】 この 5 テーマに関して、正極の技術的な方向性は非常に見え難く、まだ三元系で進める企業もありますが、LNMO (PJ-1) と固溶体系 (PJ-2) は可能性がある材料であり、我々の他プロジェクトでもポテンシャルのある材料として開発に取り組んでいます。一方、負極については、黒鉛からスズ、シリコンの合金系、そして金属リチウムというのが方向性であり、次の技術としてはシリコンをやっておけば良いと思っています (PJ-3)。また、(PJ-4 について) 電解液は安全性が一つのキーワードです。

これらのテーマ・枠組みをどう構築したかという点、LIBTEC の中でテーマを出して参加希望を募りました。本事業の遂行に適切な技術力を持ち、かつ出向研究員を出せる熱意を持った企業が手を挙げて、プロジェクトに入ってきたと理解しています。太田 PL から補足をお願いします。

【太田 PL】 どう組織を組んだかという点、まだ世の中に出ていない材料なので、全組合員を訪問して、それぞれの保有技術を標準材料として提供していただけるかどうかの確認と、各社の事業方向と合致する内容かどうかを話し合いました。例えば材料 A について出せる企業はそれをやって下さいと。そして、やりたい企業が複数ある場合にはコンペ方式で最適な組合員を選択して、今のチームを構成しています。

テーマ自身は NEDO が考えたアイテムですが、私どもも NEDO のロードマップを見て、それぞれの企業から聞いた情報と併せて、2020 年ぐらいの着地点を設定して体制を整えました。

【渡邊分科会長代理】 全部ではないかもしれませんが、今回のプロジェクトの特徴は、それぞれのプロジェクトが基本的にクローズドなところですか。PJ-3 だけが違うのですか。

【太田 PL】 PJ-2 です。ここは組合員の中でオープンにしています。

【渡邊分科会長代理】 あとの成果は組合員の企業に対してクローズドですか。

【太田 PL】 今は開発期間の 3 年間だけクローズドで、それ以降は妥当性の評価に入るので、ある程度のものを出す方向で考えています。まだ割合は決めていません。

【田村委員】 28 ページの絵で、日立マクセル、パナソニック、トヨタ自動車の、それぞれのプロジェクトへの技術的、アドバイスの寄与を伺いたしたいと思います。目的は共通指標として機能する材料評価技術なので、その指標が電池メーカーから見てどうなのかが問われるところも多いと思いますが、具体的には、この 3 社が各プロジェクトに対して意見を述べる機会を設けているのですか。あるいは出向のかたちで技術を共有しているのか、その辺について詳しく教えていただきたいと思います。

【細井室長】 この 3 社の各テーマとのかかわりについては、非公開セッションで説明しますが、LIBTEC に人が来て、一緒に執務しているのご理解ください。

【田村委員】 ありがとうございます。

【菅野分科会長】 ほかにいかがですか。では私から 1 点伺います。評価技術の開発というテーマですが、あまり蓄電池の評価経験のない材料メーカーに対して、蓄電池の立場で材料評価するというスタンスがメインですね。ただ「評価技術開発」という言葉には、評価技術そのものを開発するという意味合いもあります。例えばシミュレーションをして電極の内部乾燥の状況を見ることも、最近始まった内部構造を X 線で透過して見る方法もそうですし、日本では学問として遅れていますが、内部の電流分布などの分野もあります。

そういう電池の先進的な評価技術と、これまでの経験で蓄積された評価技術について、テーマ設定のところをどのように行ったのか、議論があったのかどうかも含めて伺いたしたいと思います。

【細井室長】 我々は最終的に電池評価で特性を見極めることに加えて、ARC、カルベ式熱量計 C80 等を使った個々の安全性評価技術や、熱電対をセルの中に入れての温度測定もしています。当然、個別評価技術も付随してやらないと技術的に裏打ちされた電池にならないので、両睨みでやっているという理解です。太田 PL から補足していただければと思います。

【太田 PL】 以前、先生にもご指摘いただきましたが、サイエンスとテクノロジーをどう整理するかという問題は残っています。このプロジェクトはどちらかというとテクノロジー先行型です。サイエンス的なファクターを入れようと思うとシミュレーションもありますし、もっと材料依存の第一原理の使い方も考えなければいけません。この状況をどう整理するかは、課題の一つとして考えています。

欧州の事例も知っていますが、われわれのチーム編成ではいろいろな意味で考慮が必要なので、いまはテクノロジーのウエートが 7~8 割という状況です。

【細井室長】 本事業は、すり合わせ技術に近い領域だと思っていますが、「革新型蓄電池先端科学基礎研究事業」(RISING) では大型設備を使ったサイエンスベースでの解析技術もあります。いまは完全な連携ではありませんが、次のステップぐらいからシナジー効果が出る取り組みができれば良いと思っています。

【菅野分科会長】 有難うございます。ほかにいかがですか。

【宮代委員】 高電位正極(PJ-1)は正極材以外の注目すべき観点として、高電位正極を評価するときの LIBTEC 電解液という位置付けになると考えて良いですか。

【細井室長】 まず LNMO を使った標準セルを作製し、これをスタンダードにします。ここには日立化成と旭化成から提供頂く負極材料と電解液を用います。今後この LNMO を使うセルとして求められる別の負極もあるだろうし、場合によっては箔、セパレータなど、いろいろな材料を組合員から出してもらって、それを組み込んだセルの性能や安全性等を評価する際のリファレンスにするという理解です。

LNMO は変えないでしょうが、他の材料をどんどん入れ替えて評価していきます。

【宮代委員】 高電位正極そのものは変えずに、ほかを変えるのですか。

【細井室長】 もちろん、もっと良い高電位正極が出てくれば、それも組み込めば良いと思いますし、「このセパレータはこちらの正極で使いやすい。」という評価もあると思います。ただし基本は高電位正極を開発することではなく、高電位正極を使ったリチウムイオン電池に求められる材料の評価技術開発です。

プロジェクトの名前の付け方が悪いかもしれませんが、そういう理解です。

【菅野分科会長】 テーマ設定、実際のプロジェクトの内容・成果と密接に関連する部分なので、非公開セッションのPJ-1での議論になると思います。何かありましたら、また後ほどお願いします。ほかにはよろしいですか。

【荒井委員】 海外の状況のお話がありました。そもそも電池メーカーが存在しない場合には成り立たないかもしれませんが、この評価法を考えることに対する海外の動きと、最後は標準化につながると思うので、それに対するこのプロジェクトの考え方を教えていただければと思います。

【細井室長】 事業原簿の21ページ「(ii) 欧州」をご覧ください。欧州は「欧州グリーンカー・イニシアティブ」(EGCI)を使ったいろいろなプロジェクトがありますが、「例えば、2010年～」のところにあるように、HELIOSプロジェクトではルノー、オペル、プジョー、ボルボ等の自動車メーカーが集まって、大学も入って、代表的な4種類の正極材料(NCA、LMOなど)に黒鉛を組み合わせて40Ah級セルを作り、どういう安全性が得られるかということをやっています。

MARS-EVプロジェクトでは、材料メーカーのジョンソン・マッセイ、ロックウッドなどが、高電圧正極とシリコン合金負極を組み合わせたときのリチウムイオン電池について、どういう条件で一番良い性能が出るかという検討を行っており、評価法の開発とは言えないが、これに近いことをやっています。

標準化に関してはIECやISOで電池としての性能や安全性の試験評価法を取り扱えば良いことです。このプロジェクトで開発する評価法は良い材料をどうマーケットに出していくかというときに使うものであり、我々は、今すぐに標準化につなげる必要はないと思っています。

最終的に絞り込まれて電池の形も決まったときは、別の使い方に行くかもしれませんが、現段階ではリチウムイオン電池にも全固体電池にもいろいろな可能性があります。それを標準化に乗せるのは技術の可能性の芽を摘むリスクがあるし、そもそも我々は開発ツールとしてやっており、コモディティ化するための技術開発ではないと認識しています。

【荒井委員】 デファクト化することで強みを握れる場合もあると思いますし、逆に燃料電池の部材はスタンダードができていると思います。私はネガティブに思っているわけではありません。武器にできるのであれば、そういう使い方も視野に入ると良いと思います。

【細井室長】 新しい技術について研究開発成果を標準化に組み合わせていくやり方は、ヨーロッパが得意としているので、そこもやっていくべきだとは思っています。

【桜井統括主幹】 1点補足させていただきます。将来的に標準化に向けて、差別化という感じで図れるのであれば、荒井先生の言われるように競争力優位になることもあるので、その時々戦略を考えれば良いと思っています。

【菅野分科会長】 そろそろ時間ですが、よろしいですか。プロジェクトの詳細内容は、次に詳しく説明させていただきますので、その際に質問をお願いしたいと思います。

(非公開セッション)

6. プロジェクトの詳細説明

省略

7. 全体を通しての質疑

省略

(公開セッション)

8. まとめ・講評

【菅野分科会長】 それでは議題 8「まとめ・講評」に移ります。それぞれの委員の皆様方から講評をいただきたいと思います。では宮代委員からお願いいたします。

【宮代委員】 今日はどうも有難うございました。この分野は知財やノウハウの固まりで、なおかつ公的資金を入れて公の成果を出さなければいけないので、どうやったら解答があるのかという中で、非常に苦労して進めていることがよくわかった気がします。

日本にとって電池は非常に重要な産業で、これをうまく進められるかどうかは非常に大きなことなので、難しい中ではありますが、上手く成功させていただければと思います。

【秦野委員】 今回設定されている 5 つのプロジェクトは、いま電池メーカーや自動車メーカーが必死にやっているというよりは、少し先のことなので、非常に良いテーマ設定だと思いますが、実用化の時の問題です。これは電池メーカー、自動車メーカーにヒアリングして、本当に何が問題なのかをきちんと聞いておいたほうが良いと考えます。その意味では実用化もしっかり見据えて、間違いのない方向に進んでいただきたいと思います。

【田村委員】 今日はどうも有難うございました。私の言いたいことは、ほとんど秦野委員が発言されましたが、標準セルはどういうものが良いか、もう少し議論していただきたいと思います。電池メーカーがプロジェクト 1~3 に入っても良いのではないかとも思っています。

そういうところをしっかりとやって、新しい材料にしたときに何が良くなって、何が難しくなって、どうすれば使いこなせるかというところがしっかり出てくる標準セルであって欲しいと思います。

午前中の現地調査会で拝見して、分析装置、電極をつくる技術・装置など、それをクリアするためのツールは揃っているように思うので、ぜひ標準セルについて、もう少し議論していただければと思います。

【荒井委員】 今日はどうも有難うございました。あちらに展示してあるマニュアルというか作業標準を拝見しましたが、非常に大きな成果がたくさん得られていて大変感銘を受けました。ぜひ育てていただくことを期待します。

コミュニティづくりという非常に難しいことへのチャレンジも、大変感銘を覚えました。競争領域におけるコミュニティは非常に難しいことですが、外国ではかなり強引にやっているところもあると思います。最後に国策としての勝ちを狙い、諸国列強の意見を踏まえながらも彼らに言うことを聞かせるためにも最大の強みだと思うので、ぜひやっていただければと思います。

適切な評価指標をつくるところで大変苦労されていますが、その中にはきっとサイエンスがあると思います。先ほど「そこはこれからです。」と言われましたが、それを踏まえるところにも大変期待しております。

【渡邊分科会長代理】 今日は一日どうも有難うございました。プロジェクト実施者のご尽力に感銘を受けました。LIBTEC あるいは LIBTEC が受託しているプロジェクトで、先ほど太田 PL から技術 70% というお話がありました。私自身はそのぐらいが良いと思います。

大学で研究して素材の物性はわかっても、それを電池にするのでは全く違うレベルの話です。ですから LIBTEC が材料メーカーに間口を開くことも重要だと思いますが、もう一つ、研究機関との連携を深める方向もあると思います。ALCA-SPRING との連携がそれに相当するかもしれませんが、そうすれば大学や研究所の研究者も単に素材だけではなく、もう少し川下まで見通せるようになります。サイエンス、基礎のテクノロジー、デバイスまでの全体というのは非常に難しい話だと思いますが、そういう方向もあると思います。

プロジェクトの成果に関しては、民間企業が入っているので難しい点もあると思いますが、国民のお金が使われているので、なるべく多くの方々に受益のある方法を考えていただければと思います。

【菅野分科会長】 ほぼ、全ての意見が出そろっていますが、最後に私から述べさせていただきます。今日は本当に有難うございました。プロジェクト 1~5 のそれぞれで、大変大きな成果が出ています。非常に真面目にプロジェクトを遂行して、後ろに展示している書類も含めて、成果もきちんと出ています。大変なご苦労だったと感じています。

これまでのテクノロジーとしての評価、そしてサイエンスの部分も入るかもしれませんが、これからの評

価をどうするかは、日本の電池産業をどうするかということと密接に関連してきます。そのための枠組みとして、ALCA-SPRING、リチウムイオン電池応用・実用化先端技術開発事業、RISING など、NEDO のいろいろなプロジェクトも横で走っているのです、その評価方法、材料とどう連携を取っていくかが、もう一つ上のレベルからの今後の重要な課題だと感じました。

日本の電池は少し元気がないので、私も含めてもう少し頑張りたいと思いますが、非常に大きな助けになるプロジェクトだと思うので、ぜひこれからも頑張ってくださいと思います。

これで、まとめ・講評は終わりました。最後に推進者を代表して、桜井統括主幹からご挨拶をお願いします。

【桜井統括主幹】 本日は長時間にわたりまして有難うございました。プロジェクト推進部としても本日のご意見、ご指摘をプロジェクトに反映させて、残り 2 年 8 カ月、目標達成に向けて頑張っていきたいと思っております。本日は本当に有難うございました。

【菅野分科会長】 有難うございました。太田プロジェクトリーダーから一言お願いします。

【太田 PL】 いろいろアドバイスをいただきまして、有難うございます。PL としての考え方をあまり出さないほうが良いのではないかと思います。少し強引にお話しさせていただきましたが、そういう気持ちで進めてきました。たぶん、それほど大きく変わらないのでサイエンスの面は進まないと思いますが、できるだけ多くの材料開発を発掘させるという気持ちを生かせるように頑張りたいと思いますので、今後ともご指導、ご鞭撻をお願いいたします。有難うございました。

9. 今後の予定、その他

10. 閉会

配布資料

資料 1	研究評価委員会分科会の設置について
資料 2	研究評価委員会分科会の公開について
資料 3	研究評価委員会分科会における秘密情報の守秘と非公開資料の取り扱いについて
資料 4-1	NEDO における研究評価について
資料 4-2	評価項目・評価基準
資料 4-3	評点法の実施について
資料 4-4	評価コメント及び評点票
資料 4-5	評価報告書の構成について
資料 5-1	事業原簿（公開）
資料 5-2	事業原簿（非公開）
資料 6-1	プロジェクトの概要説明資料（公開）
資料 6-2	プロジェクトの詳細説明資料（非公開）
資料 7	今後の予定
参考資料 1	NEDO 技術委員・技術委員会等規程
参考資料 2	技術評価実施規程

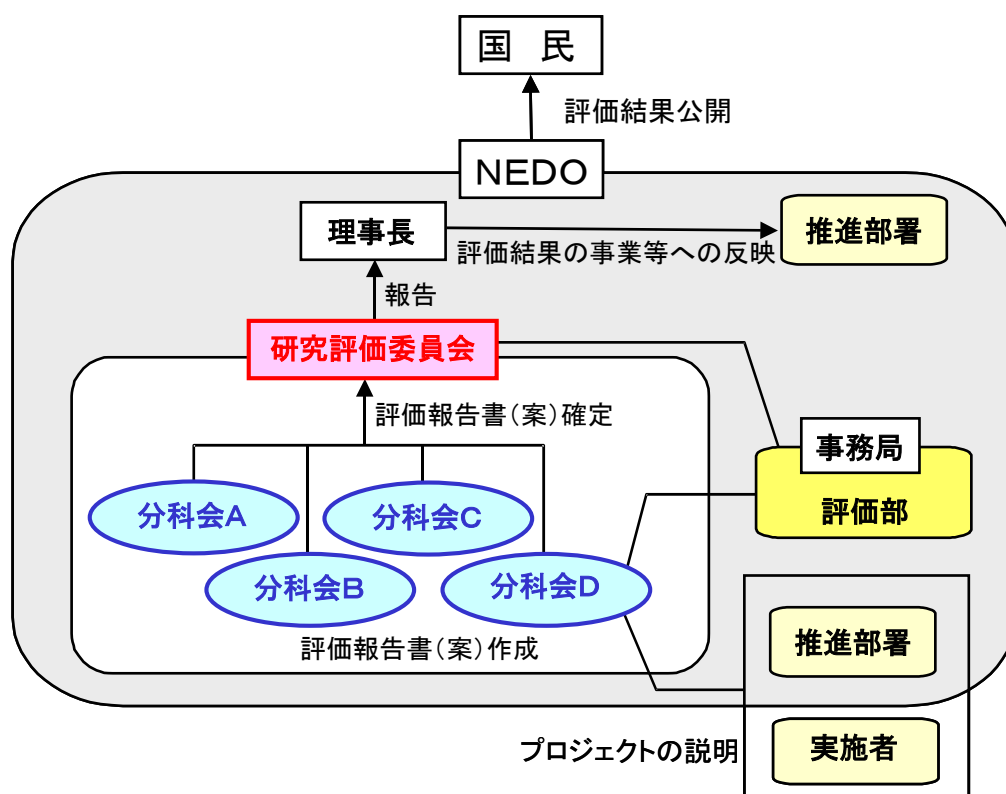
以上

参考資料 2 評価の実施方法

本評価は、「技術評価実施規程」（平成 15 年 10 月制定）に基づいて実施する。

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)における研究評価では、以下のように被評価プロジェクトごとに分科会を設置し、同分科会にて研究評価を行い、評価報告書（案）を策定の上、研究評価委員会において確定している。

- 「NEDO 技術委員・技術委員会等規程」に基づき研究評価委員会を設置
- 研究評価委員会はその下に分科会を設置



1. 評価の目的

評価の目的は「技術評価実施規程」において

- 業務の高度化等の自己改革を促進する
 - 社会に対する説明責任を履行するとともに、経済・社会ニーズを取り込む
 - 評価結果を資源配分に反映させ、資源の重点化及び業務の効率化を促進する
- としている。

本評価においては、この趣旨を踏まえ、本事業の意義、研究開発目標・計画の妥当性、計画を比較した達成度、成果の意義、成果の実用化の可能性等について検討・評価した。

2. 評価者

技術評価実施規程に基づき、事業の目的や態様に即した外部の専門家、有識者からなる委員会方式により評価を行う。分科会委員選定に当たっては以下の事項に配慮して行う。

- 科学技術全般に知見のある専門家、有識者
- 当該研究開発の分野の知見を有する専門家
- 研究開発マネジメントの専門家、経済学、環境問題、国際標準、その他社会的ニーズ関連の専門家、有識者
- 産業界の専門家、有識者

また、評価に対する中立性確保の観点から事業の推進側関係者を選任対象から除外し、また、事前評価の妥当性を判断するとの側面にかんがみ、事前評価に関与していない者を主体とする。

これらに基づき、委員を分科会委員名簿の通り選任した。

なお、本分科会の事務局については、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構評価部が担当した。

3. 評価対象

「先進・革新蓄電池材料評価技術開発」を評価対象とした。

なお、分科会においては、当該事業の推進部署から提出された事業原簿、プロジェクトの内容、成果に関する資料をもって評価した。

4. 評価方法

分科会においては、当該事業の推進部署及び実施者からのヒアリングと、それを踏まえた分科会委員による評価コメント作成、評点法による評価及び実施者側等との議論等により評価作業を進めた。

なお、評価の透明性確保の観点から、知的財産保護の上で支障が生じると認められる場合等を除き、原則として分科会は公開とし、実施者と意見を交換する形で審議を行うこととした。

5. 評価項目・評価基準

分科会においては、次に掲げる「評価項目・評価基準」で評価を行った。これは、NEDOが定める「標準的評価項目・評価基準」をもとに、当該事業の特性を踏まえ、評価事務局がカスタマイズしたものである。

評価対象プロジェクトについて、主に事業の目的、計画、運営、達成度、成果の意義、実用化に向けての取り組みや見通し等を評価した。

「先進・革新蓄電池材料評価技術開発」に係る 評価項目・評価基準

1. 事業の位置付け・必要性について

(1) 事業目的の妥当性

- ・ 内外の技術動向、国際競争力の状況、エネルギー需給動向、市場動向、政策動向、国際貢献可能性等の観点から、事業の目的は妥当か。
- ・ 特定の施策・制度の下で実施する「プロジェクト」の場合、当該施策・制度の目標達成のために寄与しているか。(本事業は未来開拓研究のひとつとして実施されるものである)

(2) NEDOの事業としての妥当性

- ・ 民間活動のみでは改善できないものであること又は公共性が高いことにより、NEDOの関与が必要とされる事業か。
- ・ 当該事業を実施することによりもたらされると期待される効果は、投じた研究開発費との比較において十分であるか。

2. 研究開発マネジメントについて

(1) 研究開発目標の妥当性

- ・ 内外の技術動向、市場動向等を踏まえて、戦略的な目標を設定しているか。
- ・ 達成度を判定できる明確な目標を設定しているか。

(2) 研究開発計画の妥当性

- ・ 目標達成のために妥当なスケジュール及び研究開発費（研究開発項目の配分を含む）か。
- ・ 目標達成に必要な要素技術の開発は網羅されているか。
- ・ 計画における要素技術間の関係、順序は適切か。
- ・ 継続または長期の「プロジェクト」の場合、技術蓄積を、実用化の観点から絞り込んで活用を図っているか。

(3) 研究開発の実施体制の妥当性

- ・ 技術力及び事業化能力を有する実施者を選定しているか。
- ・ 指揮命令系統及び責任体制は明確であり、かつ機能しているか。
- ・ 成果の実用化の戦略に基づき、実用化の担い手又はユーザーが関与する体制を構築しているか。

(4) 研究開発の進捗管理の妥当性

- ・ 研究開発の進捗状況を常に把握し、遅れが生じた場合に適切に対応しているか。
- ・ 社会・経済の情勢変化、政策・技術の動向等を常に把握し、それらの影響を検討し、必要に応じて適切に対応しているか。

(5) 知的財産等に関する戦略の妥当性

- ・ 知的財産に関する戦略は、明確かつ妥当か。
- ・ 知的財産に関する取扱い（実施者間の情報管理、秘密保持及び出願・活用ルールを含む）を整備し、かつ適切に運用しているか。

3. 研究開発成果について

(1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

- ・ 成果は、中間目標を達成しているか。
- ・ 中間目標未達成の場合、達成できなかった原因を明らかにして、解決の方針を明確にしているか。
- ・ 成果は、競合技術と比較して優位性があるか。
- ・ 世界初、世界最高水準、新たな技術領域の開拓、汎用性等の顕著な成果がある場合、積極的に評価する。
- ・ 設定された目標以外の技術成果がある場合、積極的に評価する。

(2) 成果の最終目標の達成可能性

- ・ 最終目標を達成できる見通しはあるか。
- ・ 最終目標に向けて、課題とその解決の道筋は明確かつ妥当か。

(3) 成果の普及

- ・ 論文等の対外的な発表を、実用化・事業化の戦略に沿って適切に行っているか。
- ・ 成果の活用・実用化の担い手・ユーザーに向けて、成果を普及する取り組みを実用化・事業化の戦略に沿って適切に行っているか。
- ・ 一般に向けて、情報を発信しているか。

(4) 知的財産権等の確保に向けた取り組み

- ・ 知的財産権の出願・審査請求・登録等を、実用化・事業化の戦略に沿って国内外に適切に行っているか。
- ・ 国際標準化に関する事項を計画している場合、その計画は順調に進捗しているか。

4. 成果の実用化に向けた取り組み及び見通しについて

「実用化」の考え方

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。

(1) 成果の実用化に向けた戦略

- ・ 成果の実用化の戦略は、明確かつ妥当か。

(2) 成果の実用化に向けた具体的取り組み

- ・ 実用化・事業化に向けての課題及びマイルストーンの検討は進んでいるか。

(3) 成果の実用化の見通し

- ・ 想定する製品・サービス等に基づき、市場・技術動向等の把握は進んでいるか。
- ・ 顕著な波及効果（技術的・経済的・社会的効果、人材育成等）を期待できる場合、積極的に評価する。

「プロジェクト」の中間評価に係る標準的評価項目・基準

※「プロジェクト」の特徴に応じて、評価基準を見直すことができる。

「実用化・事業化」の定義を「プロジェクト」毎に定める。以下に例示する。

「実用化・事業化」の考え方

当該研究開発に係る試作品、サービス等の社会的利用(顧客への提供等)が開始されることであり、さらに、当該研究開発に係る商品、製品、サービス等の販売や利用により、企業活動(売り上げ等)に貢献することをいう。

なお、「プロジェクト」が基礎的・基盤的研究開発に該当する場合は、以下のとおりとする。

- ・「実用化・事業化」を「実用化」に変更する。
- ・「4. 成果の実用化に向けての見通し及び取り組みについて」は該当するものを選択する。
- ・「実用化」の定義を「プロジェクト」毎に定める。以下に例示する。

「実用化」の考え方

当該研究開発に係る試作品、サービス等の社会的利用(顧客への提供等)が開始されることをいう。

1. 事業の位置付け・必要性について

(1) 事業の目的の妥当性

- ・内外の技術動向、国際競争力の状況、エネルギー需給動向、市場動向、政策動向、国際貢献可能性等の観点から、事業の目的は妥当か。
- ・特定の施策・制度の下で実施する「プロジェクト」の場合、当該施策・制度の目標達成のために寄与しているか。【該当しない場合、この条項を削除】

(2) NEDOの事業としての妥当性

- ・民間活動のみでは改善できないものであること又は公共性が高いことにより、NEDOの関与が必要とされる事業か。
- ・当該事業を実施することによりもたらされると期待される効果は、投じた研究開発費との比較において十分であるか。

2. 研究開発マネジメントについて

(1) 研究開発目標の妥当性

- ・内外の技術動向、市場動向等を踏まえて、戦略的な目標を設定しているか。
- ・達成度を判定できる明確な目標を設定しているか。

(2) 研究開発計画の妥当性

- ・目標達成のために妥当なスケジュール及び研究開発費(研究開発項目の配分を含む)か。

- ・目標達成に必要な要素技術の開発は網羅されているか。
- ・計画における要素技術間の関係、順序は適切か。
- ・継続または長期の「プロジェクト」の場合、技術蓄積を、実用化の観点から絞り込んで活用を図っているか。【該当しない場合、この条項を削除】

(3) 研究開発の実施体制の妥当性

- ・技術力及び事業化能力を有する実施者を選定しているか。
- ・指揮命令系統及び責任体制は明確であり、かつ機能しているか。
- ・成果の実用化・事業化の戦略に基づき、実用化・事業化の担い手又はユーザーが関与する体制を構築しているか。
- ・目標達成及び効率的実施のために実施者間の連携が必要な場合、実施者間の連携関係は明確であり、かつ機能しているか。【該当しない場合、この条項を削除】
- ・目標達成及び効率的実施のために実施者間の競争が必要な場合、競争の仕組みがあり、かつ機能しているか。【該当しない場合、この条項を削除】
- ・大学または公的研究機関が企業の開発を支援する体制となっている場合、企業の取り組みに貢献しているか。【該当しない場合、この条項を削除】
- ・研究管理法人がある場合、研究管理法人の役割は必要・明確であり、かつ機能しているか。【該当しない場合、この条項を削除】

(4) 研究開発の進捗管理の妥当性

- ・研究開発の進捗状況を常に把握し、遅れが生じた場合に適切に対応しているか。
- ・社会・経済の情勢変化、政策・技術の動向等を常に把握し、それらの影響を検討し、必要に応じて適切に対応しているか。

(5) 知的財産等に関する戦略の妥当性

- ・知的財産に関する戦略は、明確かつ妥当か。
- ・知的財産に関する取扱（実施者間の情報管理、秘密保持及び出願・活用ルールを含む）を整備し、かつ適切に運用しているか。
- ・国際標準化に関する事項を計画している場合、その戦略及び計画は妥当か。【該当しない場合、この条項を削除】

3. 研究開発成果について

(1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

- ・成果は、中間目標を達成しているか。
- ・中間目標未達成の場合、達成できなかった原因を明らかにして、解決の方針を明確にしているか。
- ・成果は、競合技術と比較して優位性があるか。
- ・世界初、世界最高水準、新たな技術領域の開拓、汎用性等の顕著な成果がある場合、積極的に評価する。
- ・設定された目標以外の技術成果がある場合、積極的に評価する。

(2) 成果の最終目標の達成可能性

- ・最終目標を達成できる見通しはあるか。
- ・最終目標に向けて、課題とその解決の道筋は明確かつ妥当か。

(3) 成果の普及

- ・論文等の対外的な発表を、実用化・事業化の戦略に沿って適切に行っているか。
- ・成果の活用・実用化の担い手・ユーザーに向けて、成果を普及する取り組みを実用化・事業化の戦略に沿って適切に行っているか。
- ・一般に向けて、情報を発信しているか。

(4) 知的財産権等の確保に向けた取り組み

- ・知的財産権の出願・審査請求・登録等を、実用化・事業化の戦略に沿って国内外に適切に行っているか。
- ・国際標準化に関する事項を計画している場合、その計画は順調に進捗しているか。【該当しない場合、この条項を削除】

4. 成果の実用化・事業化に向けた取り組み及び見通しについて 【基礎的・基盤的研究開発の場合を除く】

(1) 成果の実用化・事業化に向けた戦略

- ・成果の実用化・事業化の戦略は、明確かつ妥当か。
- ・想定する市場の規模・成長性等から、経済効果等を期待できるか。

(2) 成果の実用化・事業化に向けた具体的取り組み

- ・実用化・事業化に取り組む者の検討は進んでいるか。
- ・実用化・事業化の計画及びマイルストーンの検討は進んでいるか。

(3) 成果の実用化・事業化の見通し

- ・実用化・事業化に向けての課題とその解決方針は明確か。
- ・想定する製品・サービス等は、市場ニーズ・ユーザーニーズに合致する見通しはあるか。
- ・競合する製品・サービス等と比較して性能面・コスト面等で優位を確保する見通しはあるか。
- ・顕著な波及効果（技術的・経済的・社会的効果、人材育成等）を期待できる場合、積極的に評価する。

4. 成果の実用化に向けた取り組み及び見通しについて 【基礎的・基盤的研究開発の場合】

(1) 成果の実用化に向けた戦略

- ・成果の実用化の戦略は、明確かつ妥当か。

(2) 成果の実用化に向けた具体的取り組み

- ・実用化に向けて、課題及びマイルストーンの検討は進んでいるか。

(3) 成果の実用化の見通し

- ・想定する製品・サービス等に基づき、市場・技術動向等の把握は進んでいるか。
- ・顕著な波及効果（技術的・経済的・社会的効果、人材育成等）を期待できる場合、積極的に評価する。

【基礎的・基盤的研究開発の場合のうち、知的基盤・標準整備等を目標としている場合】

(1) 成果の実用化に向けた戦略

- ・知的基盤・標準の整備及び活用の計画は、明確かつ妥当か。

(2) 成果の実用化に向けた具体的取り組み

- ・知的基盤・標準を供給・維持するための体制の検討は進んでいるか。

(3) 成果の実用化の見通し

- ・整備する知的基盤・標準についての利用の見通しはあるか。

・顕著な波及効果（技術的・経済的・社会的効果、人材育成等）を期待できる場合、積極的に評価する。

参考資料 3 評価結果の反映について

「先進・革新蓄電池材料評価技術開発」（中間評価）の評価結果の反映について

評価のポイント	反映（対処方針）のポイント
<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、【2】早い段階で蓄電池・自動車メーカーの助言を受けられる方がよい。</p> <p>【3】PJ-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頂きたい。</p>	<p>【1】「一部で」とは、具体的にはPJ-1（高電位正極）が該当（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る）。今後は、ガス発生を抑制したモデルに改良予定。</p> <p>【2】委託先（技術研究組合リチウムイオン電池材料評価研究センター：LIBTEC）内に設置のアドバイザー委員会において、PJ-1の状況も含め、これまでの開発成果を説明し、意見・助言をもらう（11月に2回のアドバイザー委員会を開催済み。）</p> <p>また、PJ-1～PJ-3については、蓄電池・自動車メーカーの直接的な関与が無い。今後は、PJ1～PJ3にもユーザーが関与する体制を構築する予定。</p> <p>【3】現状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の課題がある。そのため、今後は結着剤の添加も組み合わせた接合法を取り入れる予定。また、LIBTEC 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入れ、開発体制を強化する。さらに、全固体電池の研究実績を有する研究機関等と今後、連携する。上記の対応により、モデル作成レベルの向上と課題解決の道筋をつける。</p>

評価のポイント	反映（対処方針）のポイント
<p>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、【4】知の共有と活用に対する検討が望まれる。国内の材料・蓄電池産業の双方が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。</p>	<p>【4】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（ものさし）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、これまでの開発成果を LIBTEC 組合員に説明し、評価活動開始を周知し、サンプル提供を呼び掛ける。また、非組合員の材料メーカーからも新材料サンプルを受入可能な仕組み作りを行う。そのための情報発信としてセミナー開催等を実施予定。</p>

本研究評価委員会報告は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）評価部が委員会の事務局として編集しています。

NEDO 評価部
部長 徳岡 麻比古
統括主幹 保坂 尚子
担当 三佐尾 均

* 研究評価委員会に関する情報は NEDO のホームページに掲載しています。

(http://www.nedo.go.jp/introducing/iinkai/kenkyuu_index.html)

〒212-8554 神奈川県川崎市幸区大宮町1310番地
ミューザ川崎セントラルタワー20F
TEL 044-520-5161 FAX 044-520-5162