

「革新型蓄電池先端科学基礎研究事業」

事後評価報告書（案）概要

目 次

分科会委員名簿	1
評価概要（案）	2
評点結果	7

はじめに

本書は、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「革新型蓄電池先端科学基礎研究事業」(事後評価)の研究評価委員会分科会((平成27年7月31日)及び現地調査会(平成27年6月29日))において策定した評価報告書(案)の概要であり、NEDO技術委員・技術委員会等規程第32条の規定に基づき、第44回研究評価委員会(平成27年10月14日)にて、その評価結果について報告するものである。

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「革新型蓄電池先端科学基礎研究事業」分科会
(事後評価)

分科会長 辰巳砂 昌弘

「革新型蓄電池先端科学基礎研究事業」(事後評価)

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	たつみさご まさひろ 辰巳砂 昌弘	大阪府立大学 大学院 工学研究科 研究科長・学部長 教授
分科 会長 代理	なおい かつひこ 直井 勝彦	東京農工大学大学院 副工学府長／評議員 工学研究院応用化学部門 電子エネルギー化学分野 教授
委員	いけや ともひこ 池谷 知彦	一般財団法人 電力中央研究所 材料科学研究所 副研究参事
	いまにし のぶゆき 今西 誠之	三重大学 大学院 工学研究科 分子素材工学専攻 教授
	さくらい ようじ 櫻井 庸司	豊橋技術科学大学 電気・電子情報工学系 教授
	とびしま しんいち 鳶島 真一	群馬大学 理工学部 環境創生理工学科 教授

敬称略、五十音順

「革新型蓄電池先端科学基礎研究事業」(事後評価)

評価概要(案)

1. 総合評価

蓄電池の学術的基礎的研究および解析技術ともの作りである蓄電池の工業製品化技術を密接に関連付けた、産官学連携による大規模な蓄電池開発国家プロジェクトであり、民間活動のみでは改善できないハードルの高い革新的技術であること、又、公共性が高い課題を含んでいることから、NEDOの関与が必要とされる事業である。

NEDO直轄型共同研究として、この分野で必要不可欠と考えられる蓄電池研究機関・蓄電池メーカー・自動車会社が参画し、プロジェクトリーダーの強力なリーダーシップのもと、企業の垣根を越えた知の融合・創出が図られ、4つのグループが機能的に連携して、我が国の蓄電池・自動車産業の発展に資する成果を上げた。世界最先端の解析プラットフォームの構築・活用を通して、個々の研究組織のみでは達成できない成果を得、革新型蓄電池開発については2030年を見据えた展望を示した。

今後は、革新型蓄電池、特に自動車用蓄電池の実用化に向けて、特性やコストに加えて安全性に関連する解析法も検討し、オリジナリティの高い技術として早期の確立を図って頂きたい。新知識、技術、実験装置および設備の開発等の膨大な成果の蓄積があり、研究テーマの多くは実用化に向け現在進行形の状態にあるため、この財産を活かす後継プロジェクトを立ち上げる等、実用化に繋がる研究開発を進めて欲しい。その際、革新型蓄電池に関しては蓄電池の開発ステージに応じた開発計画や目標の設定に留意頂きたい。

2. 各論

2.1 事業の位置付け・必要性について

二酸化炭素排出を格段に低減可能な電気自動車等の次世代自動車の普及には、自動車用蓄電池について飛躍的な性能向上や抜本的な低コスト化が求められるが、その性能・コストの目標は、既存の蓄電池技術の延長線上には無く、本プロジェクトが目指す基礎に立ち返った研究開発によって革新型蓄電池を創出することでしか達成できない。この技術革新のハードルは高く、企業努力のみでは実現が難しく、また当該分野においては海外も急迫していることから、NEDOが関与した国家プロジェクトとして本事業を実施することは妥当である。

オールジャパンの体制で「学」の基礎科学力と「産」の開発力を真に結びつけることを可能にする長期的展望に立ったプロジェクトで、蓄電池の原理に関わる基礎技術のブレークスルーと大きな知的財産上の成果が期待でき、現状の自動車用蓄電池の性能向上さらには革新型蓄電池の実用化に繋がるもので、事業の目的は妥当である。

2.2 研究開発マネジメントについて

自動車用蓄電池の開発において、「蓄電池の基礎的な反応メカニズムの解明」と「革新的

蓄電池の実用化に向けた基礎技術の確立」は当を得た目標である。「2030年に500 Wh/kgの蓄電池開発を見通すことができる300 Wh/kgの蓄電池を検証する」という数値目標も妥当である。目標達成に向けて、必要十分な要素技術が開発されている。

産学官のバランスのとれた布陣で、とりわけ、真の技術力と事業化能力を有する必要十分な企業を擁しており、革新型蓄電池の実用化に直結することが期待できる体制である。NEDO初の試みとしての直轄型共同研究が功を奏し、実績・実行力に優れた実施者の産学官連携がうまく機能している。指揮命令系統が明確で、プロジェクトリーダーのリーダーシップが発揮されている。基礎科学とエンジニアリングの融合からブレークスルーを生み出すというコンセプトが共有され、企業間、大学、研究機関の連携、また、解析技術と開発との連携も取れている。

中間評価時に指摘されたいくつかの問題点に対しても迅速かつ適切に対応し、特に革新型蓄電池の取り組み強化を図った柔軟な体制変更が大きな成果をもたらしたと考えられる。一方、500 Wh/kgを見込めない電池系については、プロジェクト終了までの半年余りの期間中に適切な評価を行うべきである。

知的財産の取扱いに関しては、オープン／クローズ戦略が適切に練られており、成果の利活用ならびに成果の流出未然防止が考慮されている点も評価できる。なお、中韓への対応戦略が重要な状況にあり、パテントプール化や人材流動時の守秘義務徹底などに関する補強も今後必要と思われる。

2. 3 研究開発成果について

ほとんどの項目に対して最終の数値目標を達成しており、到達度は極めて高い。高度解析技術の研究は、解析系の立ち上げからスタートし、蓄電池の劣化に関して迅速にin-situで原因を究明する手段を提供するに至ったことは、特に高く評価される。放射光施設や中性子線施設に構築された蓄電池解析プラットフォームは、大型実電池の反応メカニズム解析に極めて有用であることが実証され、実際、実施者によって実電池の劣化解析や寿命予測に活用されている。

革新型蓄電池として500 Wh/kgを見通す系の開発に成功している。特に新しい原理で作動する蓄電池が提案されたことは、オリジナリティの高い優位性ある技術として評価でき、今後の発展が期待される。自動車用蓄電池への実用化を促進する観点では、セルに組み上げた時、システムアップした時の課題の検討ならびに体積エネルギー密度、充放電効率、耐久性の評価も有効であろう。

知的財産の取扱いについては、現在までのところ適切に行われていると判断される。また、費用対効果は十分と考えられるが、大きな国家予算が投じられていることに対する国民レベルの理解を得るため、積極的な広報に期待したい。

2. 4 実用化に向けての見通し及び取り組みについて

次世代自動車の実用電池劣化要因について、これまで推測の域を出なかった事象が高度解析技術の適用で明確になり、課題解決に活かされており、今後の更なる連携による評価によ

って格段の蓄電池技術の進化が期待できる。解析技術に関しては、SPring-8に限らず、種々の分析技術との融合で反応の理解を深めることができている、広く使われることを期待したい。革新型蓄電池に関しては、300 Wh/kg 以上という目標を達成しており、将来性のある系が揃っている。参画企業の実績、その取り組み状況から、実用化イメージは明確になっている。

高度解析技術開発と革新型蓄電池開発、いずれも、現在の計画に沿って開発を進め、進捗状況を把握すると共に蓄電池を取り巻く社会状況、市場動向の変化を常に調査し、必要に応じて開発計画の舵取りの修正を柔軟に行うよう進めて頂きたい。実用化に向けては、誰がどのように引き続き研究開発に取り組むのか明確にして、進めて頂きたい。

比較的進捗度の高い革新型蓄電池については、メーカー等に技術移転をスムーズに行うことによって早期の実用化が期待できる。また、技術移転においては、本プロジェクトの産学官人材交流、蓄電池分野での人材育成にも貢献している。

3. 個別テーマに関する評価

3. 1 解析技術

3. 1. 1 研究開発成果について

SPring-8 や J-PARC を活用し、従来の解析技術、計算科学と融合させて、多くの世界トップレベルの新解析技術を含む解析プラットフォームを構築したことを、高く評価する。参画企業の実用電池における反応解析・課題解決に活かされていること、特に放射光および中性子、両方の施設で大型実電池の in-situ 解析が行えるようになったことは画期的である。革新型蓄電池開発にもこの高度解析技術が適用され、新型蓄電池用材料の創製やメカニズム解析に大きく貢献している。また、SPring-8 や J-PARC などの専門家、技術者と共同して、計測技術の開発を進めており、技術開発の進め方でも評価できる。

膨大な量の基礎データとノウハウが蓄積されており、大型解析施設の活用を含めて、国内蓄電技術の全体としての引き上げに貢献して頂きたい。技術的には、よりナノサイズ、高速表面現象を追えるよう進化させて欲しい。

3. 1. 2 実用化に向けての見通し及び取り組みについて

実用電池への適用検証が企業と共同で実施されており、劣化原因の同定など目的に沿った実績が達成されている。反応メカニズム・劣化機構の解明が急速に進み、それが蓄電池設計にフィードバックされることで開発スピードが格段に向上することが予想される。

実際の車両搭載時に近い状態を再現した測定を目指して、解析の時間・空間スケールマップで今後注力すべき部分がどこになるのか分析し、引き続き解析手法の向上を行っていただきたい。他国の同種プロジェクトの追い上げに対してリードタイムの維持・拡張に向けて、X線自由電子レーザーの利用や中性子回折の空間分解能向上等による解析技術の深化に期待したい。

解析技術における様々なノウハウをどのように守るのかの戦略が一層重要になり、また、実用化計画に沿った知的財産権等の取扱について、より戦略的な取り組みが必要である。

3. 2 革新型蓄電池の研究

3. 2. 1 研究開発成果について

中間評価以降、革新型蓄電池の開発は加速され、目標のエネルギー密度を達成しうる革新型蓄電池が多く提案され、原理証明がなされてきた。革新型蓄電池は発想も学術的な成果も多く、もの作り技術の進展も含めて、短期間で効率よく進め非常に優れた成果がでてきている。また、それぞれの電池系で 500Wh/kg に向けた課題抽出ができています。

亜鉛空気電池は、新規なアイデアに基づいて亜鉛負極の飛躍的特性改善が図られ、高いサイクル安定性が達成され、体積エネルギー密度もリチウムイオン電池を超えることが可能とされており、安全・安価で実用性は高い。ナノ界面制御電池と硫化物電池は、本プロジェクトとしての特徴を打ち出した有望な電池系であり、フルセルとしての課題抽出を行い実用化への見通しを得たことは大きく評価できる。

ただし、リチウム金属を負極とした複数の電池系については、充放電条件に依存する寿

命・安全性に対する懸念などリチウム金属負極固有の課題を内包した状態での検証（フルセルで 300Wh/kg の性能検証）にとどまっております。今後は、リチウム金属の析出形態制御技術の確立が重要になる。また、500Wh/kg への課題抽出、さらに、その打ち手の可能性が示されていない電池系については、プロジェクト終了までの半年余りの期間中に適切な評価を行うべきである。

それぞれの電池系特有の課題は残っており、革新型蓄電池毎の目標設定、マイルストーン設定が必要である。外部状況や技術の進捗状況をみながら開発の優先順位付け、絞り込み方針、方法の確立が必要であろう。

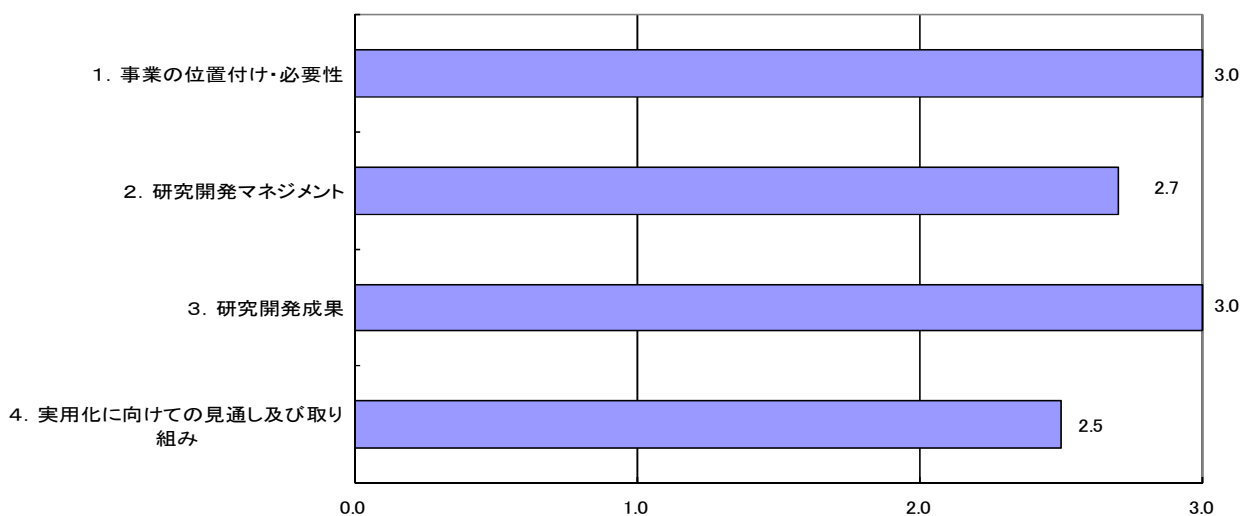
3. 2. 2 実用化に向けての見通し及び取り組みについて

学術的にも技術的にも具体的な蓄電池の基礎検討結果に関して良い成果が出ており、今後の実用化に向けた取り組み方針も明確になっている。多くの電池系の中から絞り込まれてフルセル化された電池系に対して、将来的に実用化を担う参画企業の中から、今後の電池系候補の一つとして考えている旨の意見も出されており、一定の評価ができる。

プロトタイプ電池によって可能性は示されているものの、技術の実用化を担当する企業がすぐにでも技術を受け取りたいというレベルには到達しておらず、企業へのハンドオーバーについてはさらなる助走期間が必要であると思われる。出力、耐久性、安全性を含めた電池系の選択と集中を行い、次のプロジェクトに繋げていくことが望まれる。プロジェクト終了までの半年余りの期間を有効活用して、実応用も視野に入れた試験条件で基礎的な特性評価を行い、性能・寿命・材料／プロセスコスト・安全性の観点で将来性が期待できるか否かの見極めを行って、今後に繋げることが必要であろう。

なお、新たな電池系に挑戦するのであるから、種々の提案、発案をし、それらの課題を明確に共有化し、解決するための体制づくりをするとよい。その際、課題を明確化できない、見込める対策を打てない電池系に関しては、早い判断を下せる体制、評価方法を予め設定しておくことも必要である。また、実用化経験のあるプロジェクト参加者からの意見を積極的に活かすことも考慮して欲しい。

評点結果〔プロジェクト全体〕



平均値

評価項目	平均値	素点 (注)					
1. 事業の位置付け・必要性について	3.0	A	A	A	A	A	A
2. 研究開発マネジメントについて	2.7	A	B	B	A	A	A
3. 研究開発成果について	3.0	A	A	A	A	A	A
4. 実用化に向けての見通し及び取り組みについて	2.5	A	C	A	A	B	A

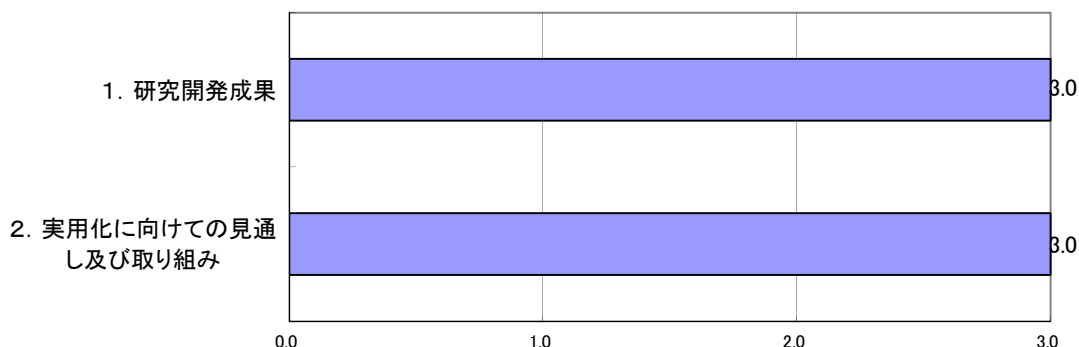
(注) 素点：各委員の評価。平均値は A=3, B=2, C=1, D=0 として事務局が数値に換算し算出。

〈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. 実用化に向けての見通し及び取り組みについて |
| ・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 |

評点結果〔個別テーマ〕

解析技術



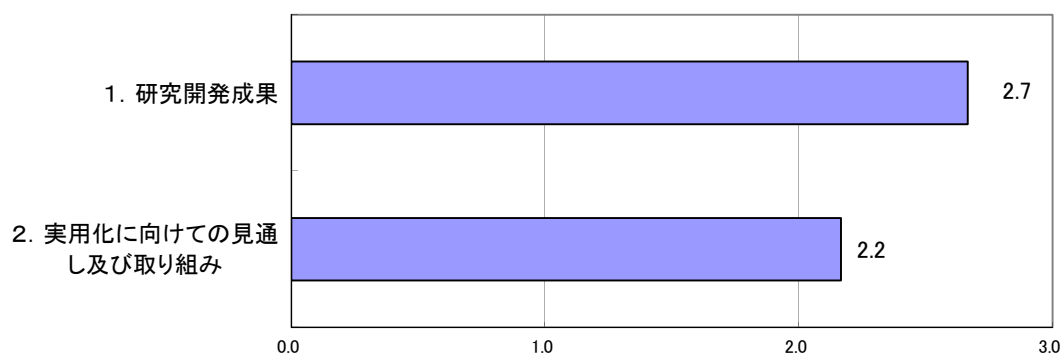
評価項目	平均値	素点 (注)					
		A	A	A	A	A	A
1. 研究開発成果について	3.0	A	A	A	A	A	A
2. 実用化に向けての見通し及び取り組みについて	3.0	A	A	A	A	A	A

(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. 実用化に向けての見通し及び取り組みについて |
| ・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 |

革新型蓄電池の研究



評価項目	平均値	素点 (注)					
		A	B	A	A	B	A
1. 研究開発成果について	2.7	A	B	A	A	B	A
2. 実用化に向けての見通し及び取り組みについて	2.2	B	C	B	A	B	A

(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. 実用化に向けての見通し及び取り組みについて |
| ・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 |

研究評価委員会「革新型蓄電池先端科学基礎研究事業」(事後評価)分科会

日時：平成27年7月31日(金) 09:30～17:40

場所：WTCコンファレンスセンター フォンテーヌ

〒105-6103 東京都港区浜松町2-4-1 世界貿易センタービル 38階

議事次第

(公開セッション)

- | | | |
|------------------------------|-------------|-------|
| 1. 開会、資料の確認 | 09:30～09:35 | (5分) |
| 2. 分科会の設置について | 09:35～09:40 | (5分) |
| 3. 分科会の公開について | 09:40～09:45 | (5分) |
| 4. 評価の実施方法について | 09:45～10:00 | (15分) |
| 5. プロジェクトの概要説明 | | |
| 5.1 事業の位置付け・必要性、研究開発マネジメント | 10:00～10:20 | (20分) |
| 5.2 研究開発成果、実用化に向けての見通し及び取り組み | 10:20～10:40 | (20分) |
| 5.3 質疑応答 | 10:40～11:05 | (25分) |

入替・休憩 (10分)

(非公開セッション)

- | | | |
|----------------|-------------------|-------------------|
| 6. プロジェクトの詳細説明 | | |
| 6.1 研究開発マネジメント | [説明 15分、質疑 5分] | 11:15～11:35 (20分) |
| 6.2 解析技術 | [説明 45分、質疑応答 25分] | 11:35～12:45 (70分) |

----- 昼食・休憩 (45分) -----

- | | | |
|-----------------------|----------------------------|-------------------|
| 6.3 革新型蓄電池の研究 第1部 | [説明 10分] | 13:30～13:40 (10分) |
| 6.4 革新型蓄電池の研究 第2部 | [説明 60分、質疑 35分] | 13:40～15:15 (95分) |
| 休憩 (10分) | | |
| 6.5 実用化に向けての見通し及び取り組み | [説明 5分、質疑 5分] | 15:25～15:35 (10分) |
| 6.6 実用化への期待 | [(説明 5分、質疑 3分、入替 2分)×入替 8] | 15:35～16:55 (80分) |
| 7. 全体を通しての質疑 | | 16:55～17:10 (15分) |

入替・休憩 (10分)

(公開セッション)

- | | | |
|-----------|-------------|-------|
| 8. まとめ・講評 | 17:20～17:35 | (15分) |
| 9. 今後の予定 | 17:35～17:40 | (5分) |
| 10. 閉会 | | |

研究評価委員会
「革新型蓄電池先端科学基礎研究事業」(事後評価)分科会
現地調査会

日 時 : 平成27年 6月29日 (月) 10:00~17:05
場 所 : SPring-8 (兵庫県)、産業技術総合研究所 (以下産総研) (大阪府)

【議事次第】

<午前: SPring-8>

- | | |
|---|-------------------|
| 1. 開会 | 10:00 |
| 2. 挨拶・現地調査会の概略説明 | 10:00~10:10 (10分) |
| 3. プロジェクト概要および研究開発成果のご説明 | 10:10~10:50 (40分) |
| (バス移動5分: 普及棟中講堂→Rising ビームライン) | |
| 4. RISING ビームラインおよび
中尺ビームライン実験施設現地説明 | 10:55~11:45 (50分) |
| (バス移動5分: 中尺ビームライン実験施設→普及棟中講堂) | |
| 5. 質疑応答 | 11:50~12:10 (20分) |
| 6. 評価委員ご講評 | 12:10~12:20 (10分) |
| 7. 閉会 (午前の部) | 12:20 |

昼食 12:20~13:00

バス乗車 13:00~13:05

移動 (Spring-8 → 産総研) 13:05~15:00

<午後: 産総研>

- | | |
|--------------------------|-------------------|
| 1. ご挨拶・産総研の概要説明 | 15:00~15:10 (10分) |
| 2. プロジェクト概要および研究開発成果のご説明 | 15:10~15:50 (40分) |

- | | |
|---|-------------------|
| 3. 産総研 RISING 実験施設現地説明
(終了後実験施設→会議室移動) | 15:55～16:30 (35分) |
| 4. 質疑応答 | 16:35～16:55 (20分) |
| 5. 評価委員ご講評 (産総研) | 16:55～17:00 (5分) |
| 6. 評価委員ご講評 (全体) | 17:00～17:05 (5分) |
| 7. 閉会 | 17:05 |

以上

概要

		最終更新日	2015年7月15日
プログラム名	エネルギーイノベーションプログラム		
プロジェクト名	革新型蓄電池先端科学基礎研究事業	プロジェクト番号	P09012
担当推進部/担当者	<p>スマートコミュニティ部</p> <p>桜井孝史 (2014年4月1日～現在)</p> <p>細井敬 (2012年5月1日～現在)</p> <p>川本浩二 (2012年11月1日～現在)</p> <p>大園一也 (2014年4月1日～現在)</p> <p>前信 潔 (2015年1月1日～現在)</p> <p>巖桂二郎 (2015年4月1日～現在)</p> <p>安井あい (2014年5月1日～現在)</p> <p>石塚隆史 (2012年2月1日～2015年3月31日)</p> <p>尾崎義幸 (2011年12月1日～2014年12月31日)</p> <p>室賀茂樹 (2009年11月1日～2014年3月31日)</p> <p>井上利弘 (2009年10月1日～2011年11月30日)</p> <p>鈴木 直 (2009年10月1日～2012年1月31日)</p> <p>黒柳考司 (2009年12月1日～2012年11月30日)</p> <p>佐藤 文 (2011年5月1日～2014年4月30日)</p>		
0. 事業の概要	<p>地球温暖化や石油資源の枯渇、エネルギー消費の拡大等に対応するためには、エネルギーの効率的な利用、石油代替エネルギーへの移行への取り組みを強力に推し進める必要性がある。とりわけ、運輸部門ではCO₂排出や石油依存度を低減するために、多様なエネルギーでかつ低環境負荷で走行することができる電気自動車 (EV)、プラグインハイブリッド自動車 (PHEV)、燃料電池自動車等の次世代クリーンエネルギー自動車の開発・普及が期待されている。</p> <p>蓄電池技術は、これら次世代自動車の本格普及にとって核となるキーテクノロジーであると共に、今後、大きな市場拡大が想定される成長産業分野である。その一方で、本格的電動車両用の実現には、蓄電池の大幅な高エネルギー密度化とコストダウンが不可欠とされており、リチウムイオン電池 (LIB) の飛躍的な性能向上、およびLIBに代わる新原理の蓄電池開発が必要となる。</p> <p>本研究事業では、電池の基礎的な反応メカニズムを解明することによって、既存の蓄電池の更なる安全性等の信頼性向上、並びにガソリン車並の走行性能を有する本格的電動車両用の革新型蓄電池の実現に向けた基礎技術の確立に取り組む。具体的には、蓄電池の革新を目指した基礎研究を行うことにより、2030年に500Wh/kgのエネルギー密度を有した蓄電池の開発に結びつく基礎的な知見とその開発指針を得ること及び開発した解析技術を新ステージのプラットフォーム化を図り、有機的に産業への展開を目指す。</p> <p>この目標達成に向けて、現行のLIBの飛躍的な性能向上に結びつく電池反応の解明、これによる電池内の現象解明、電池材料の革新を目指すことに加え、LIBの制限を突破する革新型蓄電池の開発に結びつく基本的な指針を提出する。また、電池の研究開発に関する情報の交差点としての役割を果たし、知見の蓄積を図る。その一環として、海外の研究機関等と国際連携を進めるとともに国際ワークショップなどを積極的に開催する。さらに、蓄電池技術の世界における優位性を維持発展させて揺るぎないものにするため、長期的視野に立って、教育・研究機関の活性化を目指し、若手研究者・技術者を育成する。</p>		
I. 事業の位置付け・必要性について	<p>本研究事業は、我が国が革新的なエネルギー技術の開発、導入・普及によって、各国に先んじて次世代型のエネルギー利用社会の構築に取り組んでいくことを目的として経済産業省が取りまとめた「エネルギーイノベーションプログラム」の一環として実施する。</p> <p>本研究事業の成果に基づき、LIBの飛躍的な性能向上、安全性等の信頼性向上、並びに革新型蓄電池の早期実用化が実現されることによって、電動車両等の航続距離が伸びる等、走行性能向上に貢献することが期待される。ガソリン車と比較してCO₂排出量が1/4程度になる電動車両等が普及することにより、CO₂排出量の大幅削減に貢献するとともに、我が国の自動車産業、蓄電池関連産業の国際競争力の強化に資することができる。</p> <p>次世代の蓄電池開発に関して国家主導で激しい開発競争が繰り広げられている。革新的な電池の実現には、従来からの延長線のアプローチではなく、研究の高さ・深さ及びスピード感を持った展開が求められる。原理に立ち返った基礎研究上のブレークスルーが不可欠であり、現状のLIBとはキャリア、材料、構造が全く異なる新概念を導出する必要がある。このため、産学官が連携したオールジャパンの体制で技術の集中化を図り、電気化学的な基礎的なアプローチ、最先端評価・分析</p>		

	技術に関する包括的な研究に取り組み、基礎技術の確立を進める必要がある。
--	-------------------------------------

II. 研究開発マネジメントについて

事業の目標	<p>本研究開発事業では、電池の基礎的な反応メカニズムを解明することによって、蓄電池のさらなる信頼性向上、並びにガソリン車並の走行性能を有する本格的電気自動車用蓄電池（革新型蓄電池）の実現に向けた基礎技術を確立する。この目的を果たすため、本事業のミッション、本事業の最終目標、研究開発項目毎の最終目標を置き、研究開発を推進した。</p> <p>【本事業のミッション】</p> <p>①産学官の英知を結集しリチウムイオン電池の革新のために「現象解析の新技术」に挑戦する ②リチウムイオン電池を遙かに凌ぐ「真に革新的な蓄電池」を実現する新たな技術を開発する ③分野横断的な「新たな蓄電池コミュニティー」を形成する</p> <p>【本事業の最終目標】</p> <p>①開発した現象解析の新技术を用いて、蓄電池の不安定反応・現象(寿命劣化・不安全など)のメカニズムを解明し、その解決を図る ②2030年に500Wh/kgの蓄電池開発を見通すことができる300Wh/kgの蓄電池を検証する</p> <p>【研究開発項目毎の最終目標】</p> <p>①高度解析技術開発 蓄電池の劣化・不安全現象の原因を解析しその解決に結びつけるため、世界に先駆けて電池のoperando/in situ解析技術を開発する。特に量子ビーム施設を用いた電池測定に特化した高度解析技術の開発を行う。また複合的な現象解明を目的にして、各開発技術を階層的な解析プラットフォームとして統合し、産業利用に展開する。さらにLIBの材料革新や革新電池の特性向上・実用性向上に向けたキー技術の発展を提案する。</p> <p>②電池反応解析 ラボスケールの機器利用による各種技術を活用したoperando/in situ電池反応解析により、LIB不安定反応現象のメカニズム解明と、これに基づく蓄電池革新の指針を提示する。LIBの反応については反応過程と速度論的把握を行い反応速度(レート)決定要因、劣化要因、不安全現象過程を明らかにし、LIBの材料革新とさらに革新型蓄電池の開発に資する。</p> <p>③材料革新 LIBの反応メカニズム解明等に基づく長寿命化および安全性等信頼性向上に資するLIB材料開発指針の確立と、指針に基づき材料を革新する。正極材料については、高容量化の可能性を見出し、特性が最大値になる組成・合成法を技術として確立する。また酸化物・合金系の負極材料の応用上の課題については劣化要因の解明と抑制手法を開発する。さらに正極活物質の被覆の劣化抑制機構を解明し、界面の高度安定化を実現する。</p> <p>④革新型蓄電池開発 EVの本格的普及に向けて、現行のLIBのエネルギー密度を飛躍的に向上させることが可能な以下の革新型蓄電池を候補にして、2030年に500Wh/kgの蓄電池開発を見通すことができる300Wh/kgの蓄電池を検証する。 a. 亜鉛-空気電池 b. ナノ界面制御電池 c. 硫化物電池 d. リチウム-空気電池 e. 多価金属蓄電池</p>
-------	---

事業の計画内容	主な実施事項	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	総額
	高度解析技術開発								→
	電池反応解析								→
	材料革新								→
	革新型蓄電池開発								→

	会計・勘定	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	総額
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 (○) 負担率 100%	一般会計								
	特別会計 (電源(需給)の別)	2850	2833	2588	3711	3090	3159	3100	21331
	加速予算 (成果普及費を 含む)		345	248	145		653	318	
	総予算額	2850	3178	2836	3856	3090	3812	3418	
	(委託) (助成) : 助成率△/□								
	(共同研究) : 負担率△/□	100/100	100/100	100/100	100/100	100/100	100/100	100/100	100/100
開発体制	経産省担当原課	経済産業省 製造産業局 自動車課 電池・次世代技術・ITS推進室 経済産業省 資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部 新エネルギー 対策課							
	プロジェクト リーダー(PL)、 サブプロジェク トリーダー (SPL)、 グループ リーダー(GL)、 チーム リーダー (TL)	PL・GL 小久見善八 (国) 京都大学産官学連携本部特任教授 SPL・GL・TL 内本喜晴 (国) 京都大学人間環境学研究科教授 SPL・GL・TL 安部武志 (国) 京都大学工学研究科教授 GL・TL 柴部比夏里 国立研究開発法人産業技術総合研究所 電池技術研究部門 上級主任研究員 TL 山木準一 (国) 京都大学産官学連携本部特任教授 TL 荒井創 (国) 京都大学産官学連携本部特定教授							
	委託先 (* 委託 先が管理法人の 場合は参加企業 数および参加企 業名も記載)	(国) 京都大学、(国) 東北大学、(国) 東京工業大学、(学) 早稲田大学、 (国) 九州大学、(学) 立命館、国立研究開発法人産業技術総合研究所、 (財) ファインセラミックスセンター、大学共同利用機関法人高エネルギー加 速器研究機構、(国) 名古屋大学、(国) 茨城大学、国立研究開発法人日本原 子力研究開発機構、(国) 北海道大学、(学) 東京理科大学、(国) 横浜国立 大学、(公) 兵庫県立大学、(国) 岩手大学、(株) GSユアサ、新神戸電機 (株)、トヨタ自動車(株)、(株) 豊田中央研究所、日産自動車(株)、パ ナソニック(株)、(株) 日立製作所、日立マクセル(株)、(株) 本田技術 研究所、三菱自動車工業(株)、三菱重工業(株)、ソニー(株)、日本軽金 属(株)							

<p>情勢変化への対応</p>	<p>次世代の蓄電池開発において欧米をはじめ中国韓国などを含めて、国家主導で電動車両及び蓄電池に対して普及施策が展開され、激しい開発競争が繰り広げられている。また、電動車両の普及はエネルギーの多様化、CO₂削減などの社会的影響が極めて大きい。革新的な電池においては従来の単なる延長線のアプローチでは到達が難しい。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・原子力事故・震災からの再生 ・円の変動／空洞化抑制 ・電力供給不安の解消 <p>などを起点として閣議決定された「日本再生戦略」(2012年7月)におけるグリーン成長戦略により「蓄電池戦略」が示された。その主な内容は、電気自動車の航続距離を2020年までに2倍(240~400km)などであるが、これについては本研究開発事業の目標：解析プラットフォームの充実と産業への適用及び革新型蓄電池の開発の確実な推進を図ることで早期に確実に産業貢献につなげていけるよう加速した。</p> <p>また、次世代LIBのみでなく革新電池開発における世界主要国の国家的プロジェクト又は民間研究の加速充実(世界的競争の激化)に対しては、各研究の狙い・位置づけ成果を把握した上で本研究開発事業のいち早く高い目標でスタートして成果を築いてきた先行アドバンテージを失うこと無く推進する。特に、迅速に際立たせる必要が生じた項目については適切な体制・体系強化及び焦点を定めた研究をより前に進め、さらなるスピードアップを図ることで対応した。</p> <p>国内においても各省庁で編成したポストLIBも題材とした研究事業が数点設定されているが、相互の研究目標・位置づけを吟味し、これも当該プロジェクトのミッション・先行性を確実に活かした上で、必要に応じて棲み分け・協力することも視野に入れ相互に高め合うように展開を図るよう推進した。</p>						
<p>中間評価結果への対応</p>	<p>平成23年度に実施した中間評価(1回目)の指摘の主要点は以下である。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・最終目標に向けての筋道と、各グループの役割分担を明確化 ・RISING体制の増強の必要性 ・研究成果の知財権利化、公開・非公開の峻別の仕組みを早期構築 ・先端の解析技術を駆使して反応原理の解明に取り組む研究手法の加速の促進 <p>上記の指摘に対し、下記の対応を図った。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・革新電池への取り組み・連携強化 ・追加公募による体制強化 ・マネジメント強化(運営・知財・広報) ・先端解析技術の構築を加速(専用ビームライン建設など) <p>平成25年度に実施した中間評価(2回目)の指摘の主要点は以下である。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・研究開発の加速・重点化 ・産への成果トランスファーの推進~実用化ステップの促進 ・技術のオープン・クローズの整理(成果発表・知財etc.) ・プロジェクト終了後の知財の取り扱い ・プロジェクトの資産(人、備品、ノウハウなど)の活用 ・研究成果の幅広い社会への発信 <p>上記の指摘に対し、下記の対応を図った。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・革新電池の取り組み強化(体制再構築・リソース強化等) ・戦略的な特許出願 ・社会への発信の充実 ・知財、設備、ノウハウ等について産官学の議論開始し方向性を整合 						
<p>評価に関する事項</p>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="402 1496 549 1563">事前評価</td> <td data-bbox="549 1496 1506 1563">平成20年度実施 担当部 燃料電池・水素技術開発部(当時)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="402 1563 549 1637">中間評価</td> <td data-bbox="549 1563 1506 1637">①平成23年度 中間評価実施 ②平成25年度 中間評価実施</td> </tr> <tr> <td data-bbox="402 1637 549 1706">事後評価</td> <td data-bbox="549 1637 1506 1706">平成27年度 事後評価</td> </tr> </table>	事前評価	平成20年度実施 担当部 燃料電池・水素技術開発部(当時)	中間評価	①平成23年度 中間評価実施 ②平成25年度 中間評価実施	事後評価	平成27年度 事後評価
事前評価	平成20年度実施 担当部 燃料電池・水素技術開発部(当時)						
中間評価	①平成23年度 中間評価実施 ②平成25年度 中間評価実施						
事後評価	平成27年度 事後評価						

Ⅲ. 研究開発成果について

1. 全体成果

(1) 解析プラットフォーム確立による産業展開

様々な蓄電池反応の時間・空間階層構造を横断する総合的な解析プラットフォーム構築によって開発した分析手法を用い、LIBの不安定反応・現象のメカニズムを解明し、その解決を図った。また、革新型蓄電池開発にも開発解析技術の活用を図り、課題の解明に役立てた。さらに蓄電池産業の国際競争力維持・向上のために開発技術の技術移転など産業貢献を展開し実用電池においても応用可能であることを検証した。

(2) 革新型蓄電池の研究開発

亜鉛-空気電池、ナノ界面制御電池、硫化物電池について課題抽出とその解決法より、フルセルで300Wh/kg相当の動作確認を終了しフルセルの設計を完了した。また500Wh/kgのフルセルを設計するために必要な技術課題を明確にして見通しとその道筋を明らかにした。

2. 個別成果

各機能グループ毎の成果を以下に示す。

(1) 高度解析技術開発

- ① シンクロトロン放射光をプローブとする解析技術開発については、世界最高性能で充放電装置・ドライルームを備えた専用ビームラインの完成の下、主に、共焦点法による位置分解その場観察(XRD)等の技術開発により、蓄電池内部においても位置・時間分解能を有した回折法による評価を適用できることを実証した。その結果蓄電池界面、非平衡、反応分布における現象の解明などの成果を得て新規材料設計の指針を得る手段となる解析技術を構築した。
- ② 中性子をプローブとする解析技術開発については、operando中性子回折を用いて、電池内で起こる反応分布現象や不安定反応を捉えることに成功した。また充放電下のデータにRietveld解析を適用することで、正/負極Li量の同時定量化の可能性を示した。今後、実用電池においても非破壊での劣化要因の解明や、劣化による挙動変化の機構究明が期待できる。また電解液の浸漬および充電によって起こる表面構造の乱れの観測に初めて成功。放射光X線を用いた解析手法とも連携して、界面現象の解明に資する。
- ③ 核スピンをプローブとする解析技術については、二重共鳴法を用いた⁶Li/⁷Li同時その場NMR、多孔体中での液体イオン化拡散係により、電極・電解液の劣化評価などに反映した。例として界面における反応分布形成への寄与を定量化することで、高性能・高信頼性の実用電池および次世代蓄電池の開発へ寄与する。
- ④ in situ 電子線ホログラフィーではホログラフィー電子顕微鏡による電位分布(Liイオン分布)について静的および動的計測基礎技術を確認し電極/電解質界面での電位分布(イオン分布)の観察・計測やイオン分布を示す電位分布像が動画で観察出来る目処が付いた。これらの技術を用い将来電池内のイオンのダイナミクスの把握により、電池開発に本質的な貢献が可能。
- ⑤ 計算科学に基づいた解析と材料シミュレーションについては、活物質の格子欠陥安定性評価の技術開発を行い、材料置換や被覆の効果予測に資した。

(2) 電池反応解析

- ① 充放電前後の高電位正極薄膜をex situで電流検出型原子間力顕微鏡観察することに成功した。in situ測定系を構築する見通しを得た。
- ② 電解液中のMn、Fe、Co、Niイオンによって黒鉛負極の充放電性能が低下すること、および電解液用添加剤によって劣化を抑制できることを明らかにした。これらの遷移金属イオンに対して界面抵抗値を500 Ω cm⁻²以下まで低減可能な添加剤を見出した。
- ③ 難燃性電解液用の共溶媒を検討した結果、Li⁺との相互作用と黒鉛負極の放電容量に相関があることを見出した。
- ④ プローブを配置したラミネートセルを作製し、電解液を1スペクトル/分で高速in situ Raman測定するための測定系を構築した。これを用いて電解液のin situ Raman測定を行った結果、Raman散乱ピーク強度が充放電に同期して変動することが明らかになった。
- ⑤ 電気化学的応答測定的前提となる充放電過程における膜形状の変化および構造変化について詳細な検討を行った。
- ⑥ 収差補正STEMIによる正極粒子の表面修飾物質の付着状態やの解析に成功した。

<p>Ⅲ. 研究開発成果について</p>	<p>(3) 材料革新</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 黒鉛系負極とLi過剰系正極にて、ラミネートセルにおいて268 Wh/kgを達成し、300 Wh/kg級電池の実証の見通しを得た。 ② 多孔質構造のための突起構造として、錐状では先端部の応力集中が激しいことが確認され、応力集中緩和を可能にする新形状によるサイクル寿命増大の示唆を得た。 ③ S系電池でアモルファス-TiS₄ 正極が自己放電解消に有効な事を見出し、電解液中で579 mAh/gの初期可逆容量を実証した。 ④ オキシフルオライド系の拡張として、中間目標達成に資する高容量系を合成し、さらにLi含有FeOFの可能性のある化合物を得た。 ⑤ Li過剰系として既合成化合物の相関係の整理、さらには構造内のLi量の定量化が進み、合成条件の最適化によって中間目標まで90%の容量まで高容量化を進めた。 <p>(4) 革新型蓄電池開発</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 亜鉛-空気電池 <ul style="list-style-type: none"> a 亜鉛種の電解液中における溶解を添加剤により制御することにより、電極の形状変化・緻密化を抑制し、目標の75%利用率で1000サイクル近い耐久性を確認した。また添加剤を高分子化して隔膜によって負極近傍に閉じ込めるにより、空気極とのコンパチビリティを達成した。 b 添加剤と独立に、亜鉛極表面被覆により亜鉛極の可逆性が改善でき、利用率75%でサイクル充放電できることを見出した。 c 欠陥ペロブスカイト、ブラウンミラーライト等の新規酸化物系から、酸素還元および酸素発生に高い活性を有する空気極用触媒材料を見出し、目標電圧1.2Vが達成可能であること、また数百時間の耐久性を有することを確認した。 d 要素技術を組み合わせた単セルを作製し、亜鉛空気電池として330 Wh/kg相当の充放電可能なことを確認した。 ② ナノ界面制御電池 <ul style="list-style-type: none"> a 高塩濃度電解液による正極活物質 (BiCl₃・CuCl₂) の溶解抑制と充放電の可能性を見出した。 b 高塩濃度電解液でMg負極が作動する事を見出したが、上記正極で用いる電解液とは成分が異なり、最適化が必要である。 c Al負極が作動する新規電解液を見出した。 d FeF₃正極活物質を用いた系で、種々の電解液添加剤を検討し溶解度を増加させる事により、容量の充放電に伴う減少を改善でき、正極活物質あたり初回放電エネルギー密度1370 Wh/kg、7サイクルまで1200 Wh/kg 以上が達成できた。この事より、電池重量当たり300 Wh/kg が達成でき、500 Wh/kg が見通せる。 e CuCl₂正極活物質を用いた系で、溶解性の低い電解液を見出した。正極活物質あたりの初回放電エネルギー密度1100 Wh/kgで、1ヶ月後で約900 Wh/kgと自己放電は少なく、2ヶ月後でも約900 Wh/kgと残容量が一定値になる傾向があった。この事より、電池重量当たり300 Wh/kg が達成できる。 ③ 硫化物電池 <ul style="list-style-type: none"> a 充放電中に多硫化Liの溶出抑制と導電性付与のため、低結晶性の金属多硫化物を開発、a-TiS₄, a-NbS₅, Li₂S-FeS_x複合体等、平均電圧2V前後で活物質重量当たり600-700 mAh/gの材料を見出した。 b 解析プラットフォームにおける充放電機構の調査を行い、活物質自体は比較的充放電の可逆性が高いことを確認。 c エネルギー密度の実測のため6.5 Ah級の積層型ラミネートセルを設計し、電極を試作、そのために必要な活物質の合成スケールアップ手法を検討。 d 現在の電極の仕様で302 Wh/kgのエネルギー密度に相当するフルセルの動作を確認した。
----------------------	--

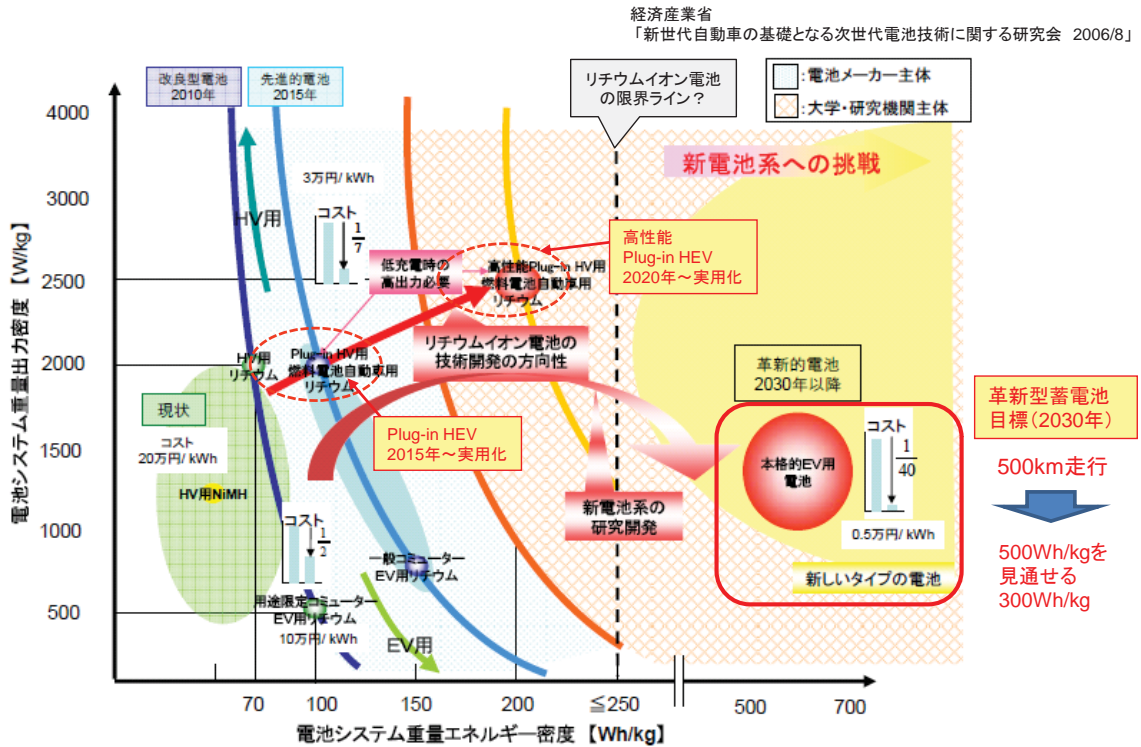
<p>III. 研究開発成果について</p>	<p>④ リチウム-空気電池</p> <p>a グライム誘導体と等モルのリチウム塩で構成される錯体(溶媒和イオン液体)を電解質として、リチウム-空気電池に適用し電気化学/質量分析同時測定から充電時の分解抑制が明らかとなり、溶媒和イオン液体の優位性が示された。</p> <p>b 溶媒和イオン液体のアニオンをより疎水性の構造に代え、疎水性の高いイオン液体と混合することで、90%RHにおける溶液の平衡含水率が1wt%にまで低下された。これを電解液に用いたセルは加湿下でも安定した充放電が観測された。テフロン系高分子膜を設置したセルでも、数サイクルは安定に動作することが分かった。</p> <p>c 金属リチウム以外の負極材料として、リチオ化グラファイトを負極に、溶媒和イオン液体を電解液に用いてセルを構築した結果、乾燥酸素雰囲気下で繰り返し充放電が可能であり、フルセル作動(リチウムイオン空気電池)の可能性が示唆された。</p> <p>d また、充放電特性低下の主因である空気極の大きな過電圧を抑制するためにメディエータであるヨウ素レドックス対を溶媒和イオン液体内に添加した。その結果、低サイクルでは過電圧の低下が確認され、60サイクル以上充放電が可能であった。</p> <p>e これらの結果重量エネルギー密度については185 Wh/kg相当の確認結果を得ることができた。今後プロジェクト終了までに空気極の結着剤・集電体、電解液等材料構成の適正化を進め、達成目標を281 Wh/kgとして検証を継続する。</p> <p>⑤ 多価金属蓄電池</p> <p>a 開発した中温型多価イオン導電性イオン液体は473 K (200°C)において、イオン伝導率は20.3 mS/cmと十分高く、粘性率は23cPと十分低い値を示した。またLi[TFSA]を添加し、Mg[TFSA]₂-Li[TFSA]-Cs[TFSA]系として検討を行ったところ、Mg金属が析出することを確認した。</p> <p>b 強固かつ柔軟な骨格構造を有するポケミカル多価イオン挿入型材料の開発高出力二次電池向け正極材料として多孔性配位高分子の利用を検討し、全く新しい正極材料の構築を目指しMIL-101(Fe) (Fe₃(O,Cl)(bdc)₃, bdc = terephthalic acid)およびMIL-100(Fe) (Fe₃(O,Cl)(bdc)₂)がマグネシウム二次電池正極として有望であることを見出しマグネシウム二次電池の高出力型正極が実現可能であることを示した。</p> <p>c フルセルによるマグネシウム二次電池の検証 電解質グループで開発したTFSA系中温型イオン液体、FePO₄、Mg-Sn合金を組み合わせてフルセルの構築を行い作動電圧は約2 Vで、約100 mAh/gの容量が得られた。また、比較的高いサイクル特性が期待できることも示された。電解質は重量として換算しない場合で、エネルギー密度を算出し、その1/2の値は95.7 Wh/kgであった。500 Wh/kg実現には正極容量を2.5倍、作動電圧を2倍向上させる必要がある。</p>
------------------------	--

	投稿論文	論文発表（査読付き） 137 件 論文発表（査読なし） 29 件
	特 許	出願済 95 件（うち国際出願 18 件） 出願準備中 21 件 登録：3 件 実施：0 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 メディア露出 内訳ーテレビ 5 件 ラジオ 1 件 新聞・雑誌 48 件 講演発表 736 件
IV. 実用化の見通し と取り組みにつ いて	<p>(1) 成果の実用化の見通し</p> <p>本研究事業の成果の実用化とは、平成 27 年度までに以下の技術を我が国の蓄電池関連産業界に提供することと定義する。</p> <p>① 本事業で開発された解析技術及び同技術により解明された反応現象・メカニズムの知見が、国内企業によって実用蓄電池（リチウムイオン電池等）の課題解決（市場競争力に繋がる高性能化、低コスト化、長寿命化及び安全性向上等）に活用されること。</p> <p>また、ガソリン車並みの走行距離を有する電気自動車の実現に向けた国内企業あるいは今後の国家プロジェクト等による革新型蓄電池の研究開発に活用されること。</p> <p>② 本事業で開発された革新型蓄電池の基礎技術（反応原理、新規電極活物質・電解質材料、蓄電池セルの構成・構造等）及び同技術に関する知見が、ガソリン車並みの走行距離を有する電気自動車の実現に向けた国内企業あるいは今後の国家プロジェクト等による革新型蓄電池の研究開発に活用されること。</p> <p>また、本研究事業の成果を実用化に結びつけるまでのイメージは以下のとおりである。</p> <p>① 本研究事業で得られた各種高度解析技術・電池反応解析を駆使して、LIB の反応場を可視化に近いレベルまで引き上げることで従来では把握できなかった反応メカニズム・劣化機構の解明を行い、LIB にイノベーションをもたらす。</p> <p>② 進化した解析技術を材料および電池研究に活用して新規材料の創出の指針とし、電池反応メカニズム解明を耐久性・安全性向上へとつなげる。</p> <p>③ ポスト LIB としての新概念を構築し、科学的検証を行い、解析技術・材料革新技術を活用して、革新型蓄電池技術の創出につなげる。</p> <p>本研究事業で得られる高度な電池の反応・挙動解析技術、およびそれを活用することで得られる電池性能向上（エネルギー密度、入出力特性、温度特性など）のみならず、安全性、耐久寿命、電池のタフネス性などの特性や車両との適合性を兼ね合わせることで電気自動車およびハイブリッド車などへの搭載の可能性は広がる。</p> <p>放射光や中性子の量子ビーム施設等において、蓄電池の“作動中”“その場”解析を世界最高レベルの分解能で可能にすることで、電池や材料の反応評価に活用し、今まで明らかではなく、経験に委ねられていた解析の確度・精度を大幅に向上できる見通しを得た。とりわけ、車載用電池のように短時間で入出力が繰り返される電池において、充放電条件下における“その場”解析は現象解明にとって極めて有力な手法となり、得られた成果から材料や電池の改良を進める見通しが得られた。また、高強度ビームを用いることで電池全体を解析することが可能となり、電池反応の不均一さによる劣化を把握し、ばらつき要因など電池設計にフィードバックすることを可能とした。これらにより、電極の界面状態を把握し、活物質被覆による界面安定化などの対策により耐久性向上の指針を得た。また、その解析ノウハウを平成 24 年完成の専用ビームライン（放射光、中性子）に効果的に織り込み、ツールとして確立し、参画企業が実用電池にて検証実験をすることでさらに有効活用した。</p> <p>革新型蓄電池としては、有力候補となりうる空気電池において、亜鉛－空気電池の最大の課題である充電時の亜鉛極における dendrite 析出の抑制の方向性を見出し、将来、軽量化も見込める空気電池への方向性の指針を得た。また、亜鉛極の金属析出状態を高度解析技術の利用により詳細な現象解明をすることで、亜鉛析出のメカニズムを解明し、工業的にも安定した亜鉛－空気二次電池の実現へ近づいている。</p> <p>ナノ界面制御電池系は、これまで不活性とされた材料の界面をナノレベルで制御することにより充放電を可能にすることを目標とした新しい概念の蓄電池を導出した。この場合、多電子移動を行う活物質の探索、活物質のナノ界面制御、適合する電解液設計が重要であり、活物質や電解液構造を制御しうることを見出した。</p> <p>以上より、電池の劣化メカニズム解明による実用 LIB の耐久性向上の見通し、および実用化に資する高エネルギー密度を具備する電池の技術課題解決の見通しを着実に得ている。</p> <p>【波及効果について】</p> <p>本研究事業での研究開発成果を自動車に導入すれば、起動時・超低負荷時および高負荷領域での二次電池作動と回生制御が可能となるため、電動自動車の最大の特長である高効率性とクリーンさ</p>	

	<p>を最大限発揮でき、電動自動車の導入が促進される。乗用車車種別普及政府目標の構成を次世代自動車へ加速することが可能となる。仮に 2030 年に全て電気自動車に代替されたとした場合、CO₂削減量は 171 百万 t となり（環境省統計値平成 23 年速報値は全体 1,307 百万 t）、平成 23 年度比で約 13%減、COP3 基準年比で約 15%減の寄与が見込まれる。</p> <p>本研究事業の参画機関は、世界一の技術を狙う中で高度解析技術・材料開発技術・新概念構成技術のアプローチ、および競合企業とも力を合わせて展開するなどの経験を通じてノウハウを蓄積し、技術力を向上させることができた。また、蓄電池の技術は化学、電気化学、材料（有機・無機材料）など広範囲で高度な設計技術の裾野を必要とし、かつ高度な製造技術も必要となる。本研究事業を通じて技術立国日本の将来を担う若手工学技術者の育成を促進できたと考えられる。</p> <p>さらに、研究拠点は、関連機関との連携のもとに、基礎技術開拓を継続できるような、世界をリードする拠点としても重要な役割を果たしたと考えられる。</p> <p>(2) 実用化に向けた具体的取り組み</p> <p>本研究事業には電池メーカーや自動車メーカーが研究拠点に結集して緊密な協調のもとに研究開発を行った。電池解析評価手法の開発を通じて、LIB 内部における反応メカニズムを明らかにするとともに、得られる知見から材料や電池の新規材料、特性改良や新概念を確立し、ポスト LIB につながる技術の芽を見出した。また、参画企業は本研究事業の成果を容易且つ速やかに共有してきた。</p> <p>本研究事業で開発された各種高度解析技術・電池反応解析技術を活用して、LIB の反応場を可視化に近いレベルまで引き上げることで、従来では把握できなかった反応メカニズム・劣化機構の解明を行い、参画企業の LIB にイノベーションがもたらされる。さらに、進化した解析技術を材料および電池研究に活用して新規材料の創出の指針とし、電池反応メカニズム解明を耐久性・安全性向上へとつなげることが出来る。具体的には、本研究事業で開発した放射光・中性子専用ビームラインを用いた解析およびラポレベルの解析などによる、従来では計測できなかった充放電しながら解析する技術を、参画企業にて開発中の活物質系や合剤電極および電池セルへ適用することによって実用化が進められる。</p> <p>また、本研究事業で開発した革新型蓄電池の基礎技術を活用し、今後、エネルギー密度 500Wh/kg をもつ電池の検証とともに、出力・耐久性・安全性など車両用電池としての見極めを行っていく。さらに、参画企業による製造プロセス検討やコストの見通しを明確にし、性能・品質・コストのバランスのとれた革新型蓄電池の実用化を進めていく。</p>	
<p>V. 基本計画に関する事項</p>	<p>作成時期</p>	<p>平成 21 年 3 月 制定</p>
	<p>変更履歴</p>	<p>平成 23 年 7 月 根拠法の改正 平成 24 年 4 月 第 1 回中間評価の指摘を踏まえた改訂</p>

2.2.1 研究開発目標 -自動車用電池の開発の方向性-

■ 革新型蓄電池を目指して、500Wh/kgが見通せる300Wh/kgを検証する



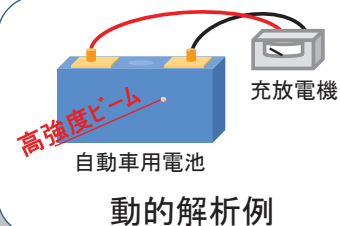
1

3.1 事業目標

【RISING最終目標】

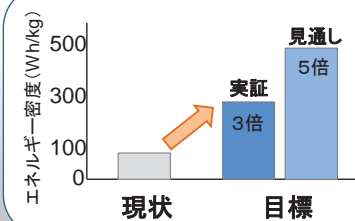
解析技術

開発した分析手法を用いて蓄電池の寿命劣化・不安全化現象のメカニズム“なぜ?”を解明しその解決に結びつける。



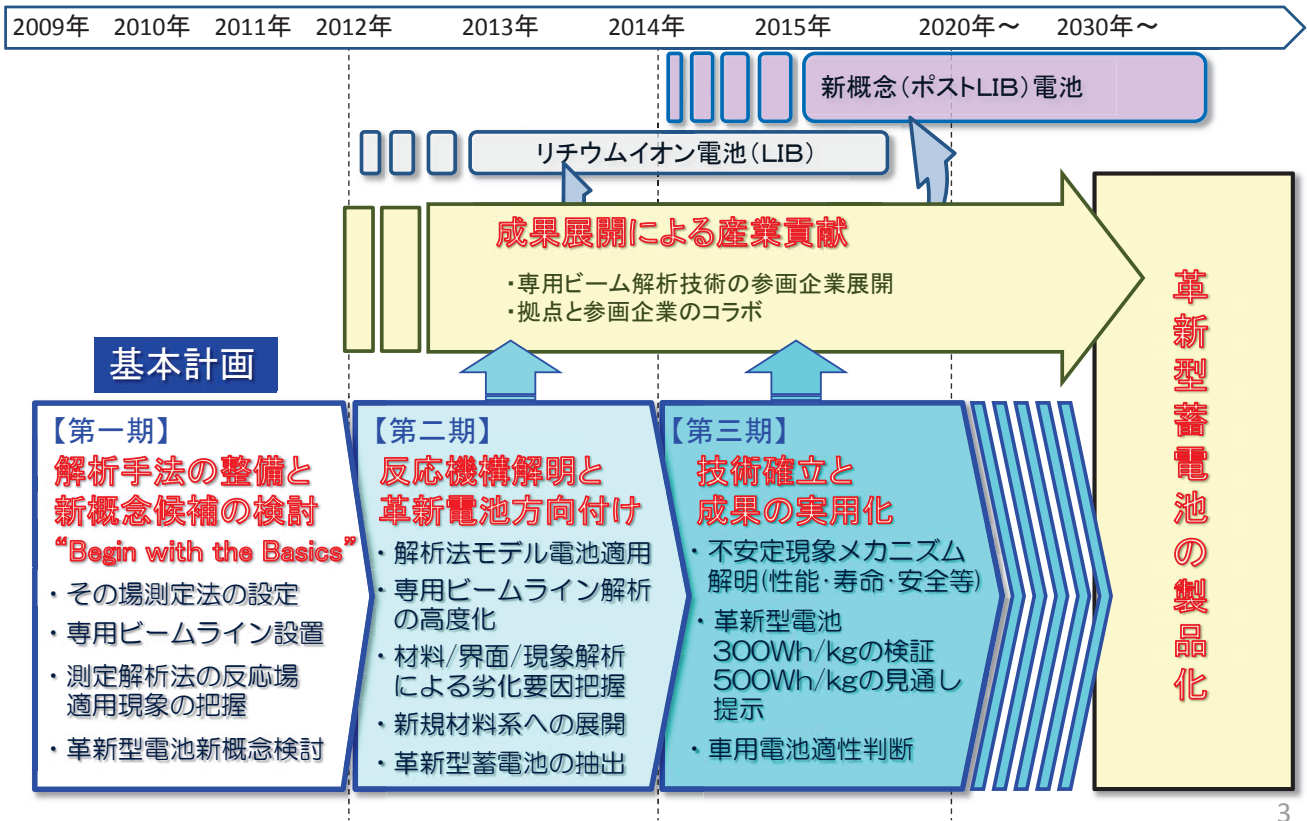
革新型蓄電池

2030年に500Wh/kgの蓄電池開発を見通すことができる300Wh/kgの蓄電池を検証する。
(EV用蓄電池の現状:100Wh/kg)

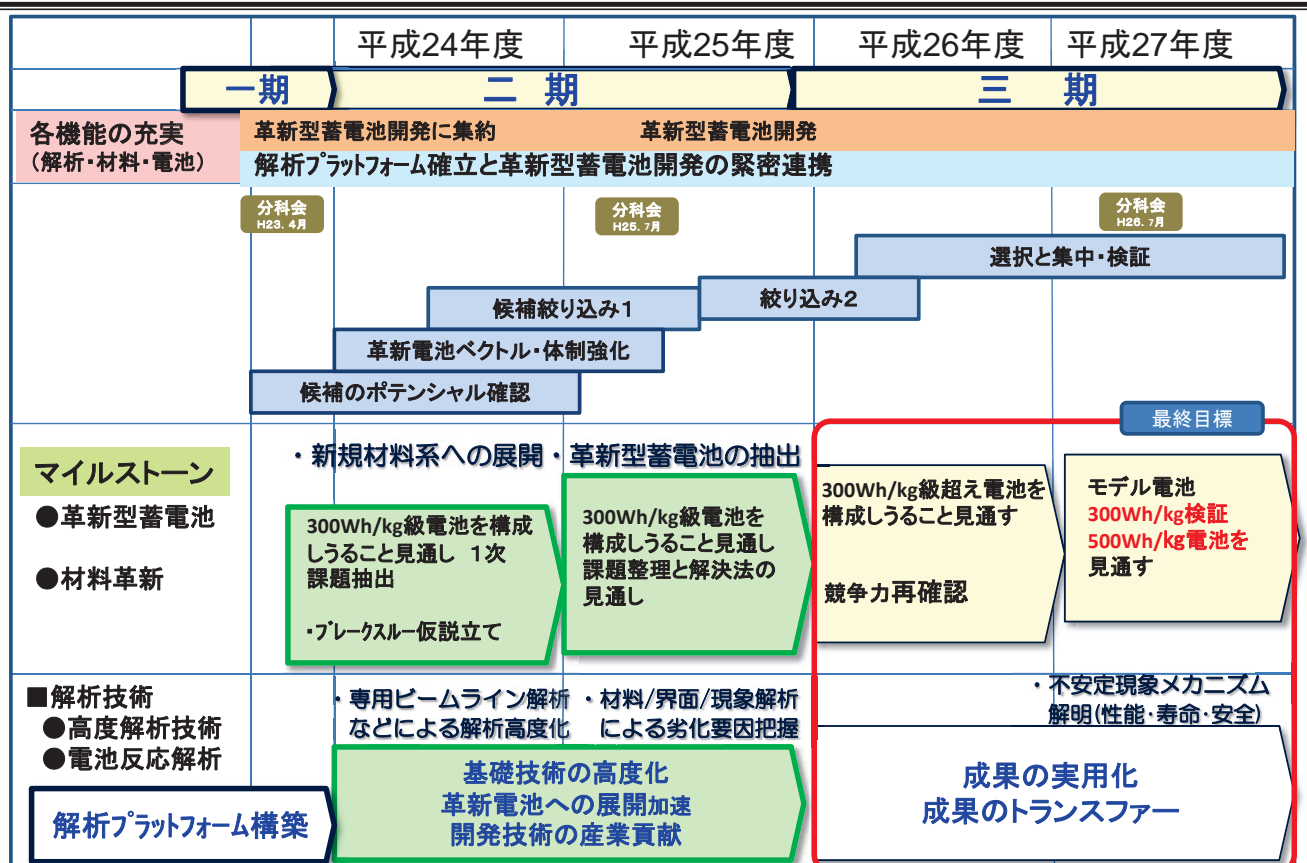


3.2 研究開発計画 — 全体計画 —

■ 基本計画に沿って3つのステップで研究開発を実施している

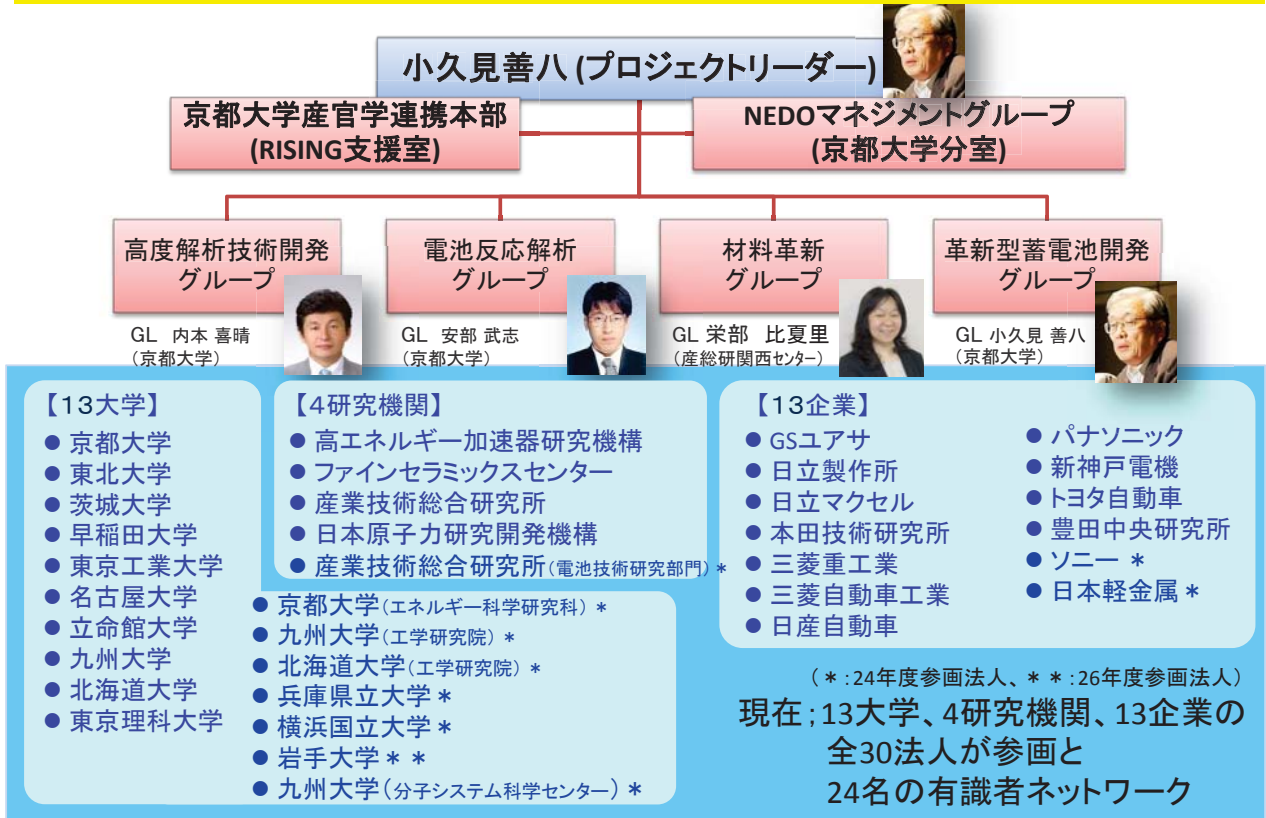


3.3 事業目標 — 中間目標 —



2.4 研究開発の実施体制 —実施体制—

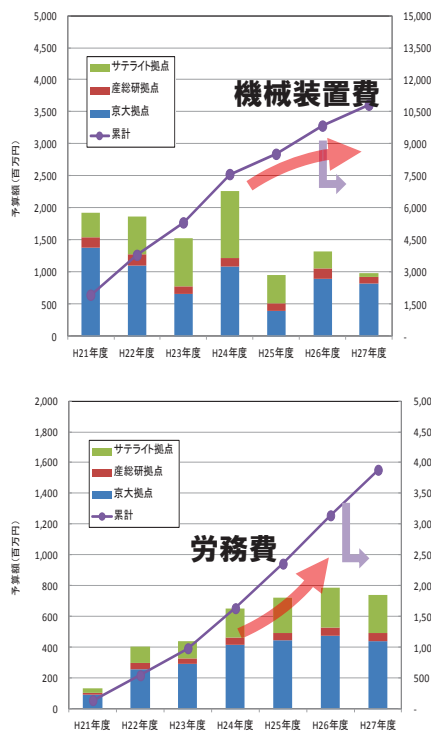
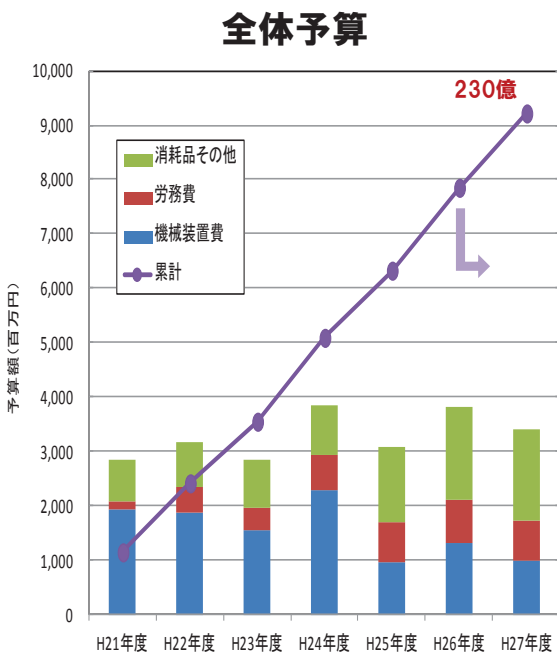
■ All Japan の研究体制により、「蓄電立国日本」の優位性・競争力を強化する



5

2.5.1 研究開発の運営管理 —研究開発予算—

■ 7年間で合計230億円使用、開発段階に合わせ労務費等へ配分を柔軟にシフト



平成23年度は震災の影響により一部を平成24年度に繰り越し。第3期は革新型蓄電池の検証に向け評価装置を中心に導入

平成24年度に追加公募を行い、研究員費増加