

平成24年度実施方針

スマートコミュニティ部

1. 件名：プログラム名：エネルギーイノベーションプログラム
(大項目)革新型蓄電池先端科学基礎研究事業

2. 根拠法

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号二

3. 背景及び目的・目標

本事業は、資源に乏しい我が国が将来も持続的に発展するため、低環境負荷の革新的・効率的なエネルギー技術の開発、導入・普及により、他国に先んじて次世代型のエネルギー利用社会を構築する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ものである。

エネルギー消費量の増加が著しい運輸部門の石油依存度はほぼ100%であり、今後、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により、これを低減する必要がある。そのため、多様なエネルギーリソースで高効率かつ低環境負荷で走行することが可能な電気自動車、プラグインハイブリッド自動車、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普及が期待されている。

政府の「第3期科学技術基本計画(2006年3月閣議決定)」においては、「電源や利用形態の制約を克服する高性能電力貯蔵技術」が戦略重点科学技術として選定されている。また、「経済成長戦略大綱(2006年7月財政・経済一体改革会議決定)」においても、次世代自動車向け電池や運輸エネルギーの次世代技術開発が重点分野として位置付けられている。さらには、「Cool Earth—エネルギー技術革新技術計画(2008年3月経済産業省)」において、プラグインハイブリッド自動車・電気自動車、燃料電池自動車が重点的に取り組むべきエネルギー革新技術として選定されるなど、政策的に重要視されている。さらに、米国、欧州、アジアにおいても次世代自動車用の高性能蓄電池の開発が国家レベルの支援を受け活発化してきている。電気自動車等の本格的な普及には、性能、耐久性及び信頼性の飛躍的な向上並びにコストの大幅低減という蓄電池に対する多様な要求を満たす革新的なブレークスルーが待望されており、そのためには、サイエンスに立ち戻った研究開発が必要である。

本研究開発は、電池の基礎的な反応メカニズムを解明することで、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気自動車用の蓄電池(革新型蓄電池)の実現に向けた基礎技術を確認することを目的とする。本研究開発により、リチウムイオン電池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で、電気自動車、プラグインハイブリッド自動車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。

[中間目標](平成25年度)

- ① 開発したその場測定法の精度を向上させるとともに、モデル電池等に順次適用する。
- ② 世界最高レベルの量子ビーム施設等の装置の更なる高度化・精度向上等を実施し、解析ノウハウを蓄積するとともに、モデル電池等に適用する。
- ③ 開発した高度解析技術を組み合わせることによって、リチウムイオン二次電池の劣化要因等を明らかにする。
- ④ 本質的な問題点の抽出及び解決を図ることで、現行技術水準(注)の5倍以上のエネルギー

ギー密度が期待でき、かつ 3 倍程度のエネルギー密度達成が見通せる革新型蓄電池を抽出する。

[最終目標](平成27年度)

- ① 開発した分析手法を用いてリチウムイオン電池の不安定反応現象(寿命劣化、不安全)のメカニズムを解明し、現象の解決を図る。
- ② 5 倍以上のエネルギー密度が期待できる革新型蓄電池について、小型電池による動作検証を行うなどして、現行技術水準(注)の 3 倍以上のエネルギー密度及び初期のサイクル安定性を示す蓄電池の基礎技術を確立し、5 倍以上のエネルギー密度を見通す。

(注)現行技術水準とは、経済産業省が取りまとめた「次世代自動車用電池の将来に向けた提言(2006年8月新世代自動車の基礎となる次世代電池技術に関する研究会)」において記載されている電気自動車用蓄電池の現状の重量エネルギー密度である 100 [Wh/kg]を意味する。開発目標値は、本格電気自動車で 40 [kWh]の電池パックが搭載されるものと仮定している。

4. 実施内容及び進捗(達成)状況

4.1 平成23年度(共同研究)事業内容

京都大学特任教授 小久見 善八 氏をプロジェクトリーダーとして、以下の研究開発を実施した。

研究開発項目①「高度解析技術開発」

高輝度放射光、高強度パルス中性子等の量子ビーム技術などを用い、高い空間分解能と時間分解能、元素識別性を備えた世界最先端の蓄電池反応解析用その場測定技術を研究開発し、活物質と電解質界面での皮膜形成・成長挙動、活物質の構造変化、合剤内電極の挙動などの解析を進め、LIB の材料革新とポスト LIB としての革新型蓄電池開発の両方に活用することを目的として研究開発を実施した。これにより、蓄電池の作動下の反応は、従来の静的な概念では説明出来ないダイナミックなものであることを明らかにした。

研究開発項目②「電池反応解析」

正極の反応と劣化機構解明ではコンベンショナルな正極活物質を用いて in situ 測定技術を開発するとともに、その劣化機構の解析や表面被覆による劣化抑制に取り組んできた。その結果、低温から高温までの in situ SPM、ラマン、単粒子測定技術を構築した。また、コンベンショナルな正極活物質の劣化抑制に対する設計指針を得た。炭素系負極の反応と劣化機構解明では、炭素系負極上に形成される被膜の生成過程や劣化の要因については、まだ未解明な点が多い。第1期(平成21~23年度)は主に黒鉛負極を用いて in situ 測定技術を開発するとともに、被膜の生成過程や電解液中の添加剤が被膜生成に与える影響を解析した。

研究開発項目③「材料革新」

リチウムイオン電池のエネルギー密度の向上のための高電位正極及び高容量負極の材料の革新に資する指針の提案に向けて主に3要素について展開した。電解液などとの副反応が課題である高電位正極について特性最大となる組成・合成法を見出すと共に、解明された材料バルクの劣化機構から組成・合成法に関する指針を提出した。負極においては合金法などを含む高容量負極について可逆容量とサイクル容量保持率が飛躍的に向上する組成・電極形成手法を見出すと共に組成・電極形成手法に関する指針を提示した。電極特性に対する被覆効果を検証し、電解質違いによる効果を解明し、正極/電解質界面での副反応抑制機構を解明し、被覆法に関する指針を提案した。

研究開発項目④「革新電池」

リザーバタイプの革新型蓄電池として金属空気電池と多価負極電池を、界面タイプの革新型蓄電池としてナノ界面制御電池と固体化電池の4つの電池系を研究開発の対象に選定したが、このうち金属空気電池とナノ界面制御電池に重点をおいて研究開発を進めてきた。金属空気電池では、負極にこれまで研究開発の蓄積がある亜鉛を選び、劣化の要因の追求と解決方策の構築に重点をおいて負極/電解液界面構造制御と電解液設計の2つの観点から劣化の抑制を検討した。界面構造制御については、絶縁物でパターンマスクしたモデル電極を用いてデンドライト生成、水素発生抑制との相関を検討するとともに、電極表面にイオン伝導皮膜を被覆することにより、電極界面近傍における亜鉛溶解種の溶存濃度を抑制でき酸化還元反応効率を向上させることがわかった。

4.2 実績推移

	平成21年度	平成22年度	平成23年度
	共同研究	共同研究	共同研究
実績額推移			
需給勘定(百万円)	2,850	3,178	3,116
特許出願件数	0	4	3
論文発表数(報)	0	23	10
学会発表件数(件)	0	83	93

論文発表数は査読ありをカウント

4.3 中間評価

23年度4月には中間評価を実施した。主要な評価指摘項目としては、以下である。先端の解析技術を駆使して反応原理解明から取り組む研究手法は、加速的な開発手法として高く評価されると共に、最終目標 500Wh/kg に向けての筋道の明確化をさらに推し進めるべきという指摘を受けた。

以上を反映し、24年度以降のプロジェクトの体制強化も含め、革新蓄電池に向かうベクトルの強化(追加公募、グループ毎、連携、リソース、マネジメントなど)の最適化を図る。

5. 事業内容

5.1 平成24年度(共同研究)事業内容

京都大学特任教授 小久見 善八 氏をプロジェクトリーダーとして、以下の研究開発を実施する。なお、実施体制は別紙の通り。

研究開発項目①「高度解析技術開発」

SPring-8に設置・完成させた蓄電池専用ビームライン(BL-28XU)およびJ-PARCに設置・完成させた蓄電池専用ビームライン(SPICA)の整備をすすめて、第一期の技術成果を移行し、他の追随を許さない蓄電池計測技術を深化させる。また、核スピン(NMR)をプローブとする高度解析技術開発、計算科学手法に基づいた高度解析の高度化をはかる。これらの技術は本プロジェクトの目標である、500 Wh/kgを見通せる300 Wh/kg級のエネルギー密度を有する蓄電池の実証に向け、第二期の革新電池の実現とLIBの革新に速やかに活用される。また開発技術の産業貢献を図る。

研究開発項目②「電池反応解析」

LIBのエネルギー密度の向上が可能な4V超で作動する高電位正極の実用化に向けて、高電位正極活物質の劣化機構および劣化抑制機構を明らかにする。これらの解析には作製した薄膜電極や合剤電極を測定系に合わせて使用する。ここで得られた結果を材料革新グループの設計指針に資する。さらに、革新型蓄電池グループとの連携を

図るため、正極の大容量化が期待できるコンバージョン型材料の反応機構の解明も行う。被膜の劣化機構を解析するための in situ 測定系の開発を行い、これらの解析結果をもとに炭素系負極の高耐久化に資する。これに加えて、革新型蓄電池グループとの連携をはかるために、大容量負極である Mg 金属負極の反応解析を行う。

電池の安全性向上が期待される難燃性溶媒に着目し、電極電位や反応温度などのパラメータと電解質の分解挙動の相関を明らかにし、これらの結果をもとに新規電解質への設計指針とする。

研究開発項目③「材料革新」

本プロジェクトの目標値である 500 Wh/kg 級電池の実現可能性を見通しうる電極活物質系について、材料革新の指針を適用しつつ研究開発を行うとともに、それらの電極活物質系が 300 Wh/kg の比エネルギーを有する電池を構成し得ることを実証する。

高容量正極については目標値である 300 Wh/kg の比エネルギーを有する電池を構成し得ることの実証とともに、500 Wh/kg 級電池の実現可能性を見通しうる高容量正極の設計指針の導出を行い、それらの高容量正極材料の実用性向上に関する研究開発を行う。高容量負極については目標値である 500 Wh/kg 級電池の実現可能性を見通しうる高容量負極の設計指針の導出とともに、300 Wh/kg の比エネルギーを有する電池の実証に資する高容量負極材料の実用性向上に関する研究開発を行う。正極／電解質界面の高度安定化には、正極／電解質界面の高度安定化に有効な被覆法および電解質技術を開発するとともに、見出された有力な被覆法および電解質技術について、並行して技術開発を進める高度解析技術や電池反応解析技術を応用してその副反応抑制要因を解明して被覆法など正極／電解質界面の高度安定化に資する材料革新の指針を提案する。さらに、革新電池に用いる材料への適用も行う。

研究開発項目④「革新電池」

金属空気電池とナノ界面制御電池について、電池材料系探索を徹底するとともに、検討の重点を材料系探索から電池構成の研究開発へとシフトする。そして、電池特性の評価から目的達成への到達点を明確にするとともに特性向上に向けた具体的課題点を抽出する。ナノ界面制御電池を構成する負極、電解質候補の選択肢を拡大するために、多価負極電池の研究開発の一部は、ナノ界面制御電池の構成要素研究として取り組む。固体化電池については、反応解析技術および材料革新技術を活用して開発するため電池反応解析グループと材料革新グループと連携する。

5.2 平成24年度事業規模

需給勘定 3,430 百万円(継続)

事業規模については、変動があり得る。

6. 事業の実施方式

6.1 公募

(1) 掲載する媒体

「NEDOホームページ」及び「e-Rad ポータルサイト」で行う他、新聞、雑誌等に掲載する。

(2) 公募開始前の事前周知

公募開始の1ヶ月前にNEDOホームページで行う。本事業は、e-Rad 対象事業であり、e-Rad 参加の案内も併せて行う。

(3) 公募時期・公募回数

平成24年4月(1回)

(4) 公募期間

原則30日間とする。

(5) 公募説明会

公募期間内に NEDO 川崎本部で 1 回行う。(予定)

6. 2 採択方法

(1) 審査方法

e-Radシステムへの応募基本情報の登録は必須とする。

本プロジェクトの参画者候補の審査・選定は、公募要領に合致する応募を対象にNEDOが設置し、外部有識者で構成される審査委員会で行う。審査委員会では、提案書の内容について技術評価および事業化評価等を行い、本事業の目的の達成に有効と認められるプロジェクト参画者候補を選定する。その結果を踏まえてNEDOがプロジェクト参画者を決定する。

申請者に対して、必要に応じてヒアリング等を実施する。

審査委員会は非公開のため、審査経過に関する問い合わせには応じない。

(2) 公募締切から採択決定までの審査等の期間

45日間とする。

(3) 採択結果の通知

採択結果については、NEDOから申請者に通知する。なお不採択の場合は、その明確な理由を添えて通知する。

(4) 採択結果の公表

採択案件については、申請者の名称、研究開発テーマの名称・概要を公表する。

7. その他重要事項

(1) 運営・管理

研究開発全体の管理・執行に責任と決定権を有する NEDO は、直轄型共同研究として研究拠点にマネジメントグループを配置し、経済産業省、プロジェクトリーダー及び研究拠点に参集する研究員等と密接な関係を維持しつつ、事業の目的及び目標、並びに本研究開発の目的及び目標に照らして適切な運営管理を実施する。また、本研究開発に参画する全団体から構成する幹事会や、外部有識者から構成する推進会議を開催し、意見を運営管理に反映させる。

(2) 複数年度契約の実施

平成21～25年度の複数年度契約を行う。

7. 年間スケジュール

平成24年

4月	追加公募
6月	追加分の採択通知
7月	追加分の契約

8. 実施方針の改定履歴

平成24年4月 制定

実施体制図

「革新型蓄電池先端科学基礎研究事業」実施体制

