

平成25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。また、「蓄電池戦略(2012年7月経済産業省)」において、2020年に世界全体の蓄電池市場規模の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。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、リチウムイオン二次電池(以下、「LIB」と略す。)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、LIB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LIB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した。

研究開発項目① 「高度解析技術開発」

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、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の研究開発を進めた。活物質と電解質界面での被膜形成とその成長挙動、活物質の構造変化及び合剤内電極の挙動などの解析を進め、耐久性向上、不安定化抑止及び高出力化の方向性を示した。これにより、作動時の蓄電池の反応が従来の概念とは大きく異なった動的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」

高電位で充放電反応が可能な正極薄膜を作製し、電気化学特性の評価を進めた。また、黒鉛負極に適用する *in situ* フーリエ変換赤外分光計測法を開発し、正極から溶出する遷移金属イオンや添加剤が黒鉛負極の性能劣化に及ぼす影響を明らかにした。さらに、*in situ* ラマン分光法によって電解質/電極界面の挙動を解析し、電解質の還元分解反応が黒鉛負極の性能劣化に及ぼす影響を明らかにした。

交流インピーダンス測定による電池内部状態解析を進め、LIBの充放電サイクル劣化によって正極被膜に由来する抵抗、電荷移動抵抗、電極活物質層内のイオン移動に由来する抵抗が増加することを明らかにした。

in situ 電子線ホログラフィー及び走査透過型電子顕微鏡を用いた解析により、全固体電池全体の動的な電位分布や正極粒子の表面修飾物質の付着状態を明らかにした。

研究開発項目③ 「材料革新」

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サイクル劣化機構を解明し、特性が最大となる組成と合成法を見出した。また、硫黄系正極の結晶性を制御し、導電性の向上を図ると共に、反応性と効率低下の要因を明らかにした。

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及び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。

正極/電解質界面での劣化を抑制する被覆法を開発し、その効果を検証すると共に、劣化との相関性を示す被覆パラメータ（被覆化学種、被覆形態、被覆厚等）や電解質との組合せなどに関する指針を提示した。

研究開発項目④ 「革新型蓄電池」

革新型蓄電池として、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。

金属空気電池については、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及び水素発生を抑制との相関を検討すると共に、電極表面にイオン伝導被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し、酸化還元反応効率を向上させることを明らかにした。また、追加公募によって開発体制を強化し、空気極の開発を進め、アルカリ電解液中での酸素還元・酸素発生を両反応に対して高活性な触媒の検討を行った。

ナノ界面制御電池についても同様に、追加公募によって研究体制を強化し、正極、負極、電解液組成の適合性検討、電池構成の絞り込みなどを行った。

4.2. 実績推移

	平成21年度	平成22年度	平成23年度	平成24年度
	共同研究	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	2,836	3,856
特許出願件数	0	4	9	32
論文発表数(報)	0	21	16	15
学会発表件数(件)	11	83	96	90

論文発表数は査読ありをカウント

5. 事業内容

5.1. 平成25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」

高輝度放射光、高強度パルス中性子等の量子ビーム技術を用いた世界最先端の蓄電池 in situ 計測技術を深化させると共に、核磁気共鳴（NMR）計測技術及び計算科学手法に基づいた電池現象解析技術を発展させる。また、これら高度解析技術を有機的に結合して蓄電池開発に真に役立つ計測システムを構築する。さらに、これら技術のプロジェクト参画企業へ移転を図ることで産業貢献を行う。

研究開発項目② 「電池反応解析」

LIBの正極劣化に関して、特に、4V超で作動する高電位正極活物質の劣化機構及び劣化抑制機構を解明し、その結果を材料革新グループの高エネルギー材料の設計指針に反映させる。負極は、被膜の劣化に着目。被膜を解析するためのin situ測定系の開発を行い、解析結果を炭素系負極の高耐久化に反映させる。

また、安全性向上が期待される難燃性溶媒にも着目し、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液への設計指針を提案する。

さらに、高度解析技術開発グループと連携し、電池解析技術の高度化、革新型蓄電池新原理に関する解析を進展させ、電池の不安定反応・現象メカニズムの解明と解決を図る。特に、革新型蓄電池に関しては、革新型蓄電池グループとも連携し、大容量化が期待できるコンバージョン型正極材料の反応機構の解明や金属負極の反応解析を行う。

研究開発項目③ 「材料革新」

これまでに策定した設計指針を適用しつつ、500Wh/kg級電池の実現見通しを有する高容量正極及び負極の開発を進め、小型セル評価で300Wh/kg以上のエネルギー密度が得られることを実証する。

また、これまでに見出された有力な被覆法及び電解質について、高度解析技術や電池反応解析技術を用いて副反応抑制要因を解明し、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、主に硫黄系正極を対象として革新型蓄電池に用いる材料への適用を図る。

研究開発項目④ 「革新型蓄電池」

金属空気電池については、負極/電解液界面を構造制御した亜鉛負極と新たに開発した空気極を組み合わせて小型電池を試作し、その特性評価と課題抽出を行う。

ナノ界面制御電池については、負極及び電解質の選択肢を拡大するための材料探索を進めると共に、正極と負極の整合条件や電解液組成を検討し、電池構成を具体化する。

5.2. 平成25年度事業規模

需給勘定 3,090百万円（継続）

事業規模については、変動があり得る。

6. その他重要事項

(1) 評価の方法

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平成25年6月に実施する。

(2) 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。

(3) 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. 実施方針の改定履歴
平成25年3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

