

平成 29 年度実施方針

スマートコミュニティ部

1. 件名： 先進・革新蓄電池材料評価技術開発

2. 根拠法

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第 15 条第 1 号ニ

3. 背景及び目的・目標

(1) 政策的な重要性

「新成長戦略(基本方針)～輝きのある日本へ～」(2009 年 12 月閣議決定)においては、「グリーンイノベーションによる環境・エネルギー大国戦略」の中で、蓄電池や次世代自動車等の革新的技術開発の前倒しの必要性が謳われており、これらは政策的に重点的に取り組むべきエネルギー革新技術として位置付けられている。また、「エネルギー基本計画」(2014 年 4 月閣議決定)では、技術開発、国際標準化等により低コスト化・高性能化を図ることにより、蓄電池の導入を促進していくことが目標として掲げられている。さらに、「蓄電池戦略」(2012 年 7 月、経済産業省)においては、定置用蓄電池については低コスト化の技術開発が、車載用蓄電池については EV や PHEV 等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等を背景として、韓国企業が急速に追い上げ、我が国企業のシェアは 2011 年度において 40%程度まで落ち込んでいる。

民生用電池の市場は今後、成長が鈍化すると予想されるものの、今後も市場の拡大は見込まれている。また、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システムの安定化対策、EV 等の次世代自動車の本格的な導入・普及において、蓄電池は重要な技術であり、今後、市場は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蓄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大手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先進的な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法案」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、7.38億元(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/kWh | 4 万円/kWh |

(5) 研究開発の目標

第1期(2013～2017 年度)の目標は以下の通りとする。

[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。

[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。

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。

4. 実施内容及び進捗(達成)内容

プロジェクトマネージャーに NEDO スマートコミュニティ部 細井 敬 統括研究員を任命して、プロジェクトの進行全体の企画・管理や、そのプロジェクトに求められる技術的成果及び政策的効果を最大化させた。

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の専務理事 吉村 秀明 氏(平成 28 年 7 月以降)、及び太田 璋 氏(平成 28 年 6 月迄)をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施した。

4.1 平成 28 年度までの事業内容

(1) 先進リチウムイオン電池の材料評価技術

高エネルギー密度化や安全性の向上に向けて可能性を有する高電位正極、高容量正極、高容量負極及び難燃性電解液の合計 4 種の材料を基軸とする標準電池モデル(1Ah 級ラミネート形セル)を開発し、その試作仕様書と性能評価手順書を策定した。

また、開発した標準電池モデルの充放電特性、保存・サイクル特性、高温環境での電解液の酸化分解(ガス発生現象)等のデータ蓄積を進めながら、劣化メカニズムの解析と標準電池モデルの改良を行った。具体的には、高電位正極の標準電池モデルの主な劣化メカニズムを解析したところ、正極活物質表面での電解液酸化分解だけではなく、正極で酸化された電解

液の分解生成物が負極で還元され、Li を失活することが判明した。そこで、酸化耐性に優れたフッ化物系電解液を用いて標準電池モデルを改良した。高容量正極の標準電池モデルでは、電池の変形を抑制するために接着セパレータを適用することとした。高容量負極の標準電池モデルでは負極における SiO 含有率を 30%まで増加させたモデルを追加策定した。

さらに、示差走査熱量計(Differential scanning calorimetry:DSC)、カルベ式熱量計(C80 カロリーメータ)及び断熱型反応熱量計(Adiabatic Reaction Calorimeter:ARC)を用いた高精度の熱特性評価技術や強制内部短絡試験を代替する単層短絡が可能な釘刺し試験手法を開発し、材料単体、合剤電極及び電池の発熱挙動や高電圧安定性等のデータ蓄積を進めた。

加えて、平成 28 年度においては、組合員・賛助会員の国内材料メーカから、116 件の新材料サンプルの提供を受けて、平成 27 年度に策定した 4 種の標準電池モデルとその試作仕様書及び性能評価手順書を適用し、電池試作・評価を行い、開発技術の妥当性及び有用性について検証した。

(2) 革新電池の材料評価技術

硫化物系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を把握することに主眼を置いた圧粉成形の標準電池モデル(2mAh 級コインセル)を開発し、その試作仕様書と性能評価手順書を策定した。加えて、固体電解質及び電極のシート成形条件・方法等に関する検討を進め、シート成形の標準電池モデル(8mAh 及び 50mAh 級ラミネートセル)を開発し、これらの試作仕様書及び性能評価手順書を策定した。

また、走査型電子顕微鏡(SEM)の二次電子像を画像処理して電極内の空隙率を数値化する手法、イオンブロッキング電極を用いた交流インピーダンス測定により電極内部の電子伝導度とイオン伝導度を分離して測定する手法を開発するとともに、平成 28 年度は材質を工夫した参照極を用いて、負極側へのデンドライト成長による短絡事象の解析手法を開発した。さらに組合員・賛助会員及び文部科学省所管の「先端的低炭素化技術開発(ALCA)／次世代蓄電池研究開発プロジェクト」で開発された 15 件の提供を受けて、電池試作・評価を行い、開発技術の妥当性及び有用性について検証した。

平成 27 年 7 月に実施した外部有識者による中間評価では、開発した評価技術は一定のレベルに達し、技術的にも信頼の置ける成果が出ている、また、国内材料メーカ技術者の人材育成を含む波及効果も著しいとの評価を得た。

4.2 実績推移

| | 平成 25 年度 | 平成 26 年度 | 平成 27 年度 | 平成 28 年度 |
|----------------------|----------|----------|----------|----------|
| | 委託 | 委託 | 委託 | 委託 |
| 実績額推移 需給勘定(百万円) | 306 | 524 | 600 | 500 |
| 特許出願件数 | 0 | 0 | 2 | 1 |
| 論文発表数(報) | 0 | 0 | 0 | 1 |
| フォーラム・新聞発表等 件数(件) | 0 | 0 | 0 | 0 |

5. 事業内容

プロジェクトマネージャーに NEDO スマートコミュニティ部 細井 敬 統括研究員を任命して、プロジェクトの進行全体の企画・管理や、そのプロジェクトに求められる技術的成果及び政策的効果を最大化させる。

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専務理事 吉村 秀明 氏をプロジェクトリーダーとし、以下の研究開発を実施する。実施体制については別紙を参照のこと。

5.1 平成 29 年度(委託)事業内容

(1) 先進リチウムイオン電池の材料評価技術

平成 27 年度に策定した 4 種の標準電池モデルとその試作仕様書及び性能評価手順書を適用し、国内材料メーカより提供される新材料サンプルを用いた電池試作・評価を行い、開発技術の妥当性及び有用性について検証する。この電池試作・評価の件数としては 50 件を目標とする。

高電位正極及び高容量正極の標準電池モデルについては、平成 28 年度に得られた劣化メカニズムの知見に基づいて、サイクル耐久性を向上させる。高容量負極の標準電池モデルについては、電極厚膜化の検討を行い、更なる高エネルギー密度化を図る。また、通電状態での電池の短絡安全性試験方法を開発する。

さらに、4 種の標準電池モデルの正極、負極、電解液の組合せ違いでの検討を行う。

(2) 革新電池の材料評価技術

電極及び固体電解質のシート成形条件・方法、これらシート体の接合条件・方法等の最適化を図りつつ、電池試作と特性評価を行って、シート成形の標準電池モデル、試作仕様書及び性能評価手順書を完成させる。

また、シート成形電池の素電池を 3 層積層したバイポーラ構造を検討する。この検討においては、電極塗工量を変えた容量の異なる素電池を組み合わせて、そのサイクル特性を評価することで、許容される素電池の容量バラツキの範囲を明確化する。

さらに、シート成形の標準電池モデルを加熱・昇温して、カルベ式熱量計測、ラマン分光分析、X 線回折分析等を行い、熱的安定性のデータを取得し、発火安全性との関連を明らかにする。

平成 28 年度に引き続き、組合員・賛助会員及び文部科学省プロジェクトが開発した新材料の提供を受けて、電池試作・評価を行い、開発技術の妥当性及び有用性について検証する。

5.2 平成 29 年度事業規模

需給勘定 370 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前倒し事後評価を平成 29 年度に実施し、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。

(2) 運営・管理

研究開発全体の管理・執行に責任を有する NEDO は、経済産業省及び研究開発責任者と密接な関係を維持しつつ、本事業の目的及び目標に照らして適切な運営管理を実施する。具体的には、「リチウムイオン電池応用・実用化先端技術開発事業」等と連携し、本事業を効果的・効率的に推進するための技術委員会を設置したうえ、外部有識者の意見・助言を求める。また、必要に応じて NEDO に委員会や技術検討会等を設置し、事業の進捗について報告を受ける等を行う。さらに、年に 1 回程度事業の効率的な推進、情報や認識の共有等を目的に、本事業の実施者による報告会等を行う。

(3) 複数年度契約の実施

平成 25～29 年度の複数年度契約を行う。

(4) 知財マネジメントに係る運用

「NEDO プロジェクトにおける知財マネジメント基本方針」に従ってプロジェクトを実施する。

7. 実施方針の改訂履歴

平成 29 年 2 月 制定

(別紙) 事業実施体制の全体図

「先進・革新蓄電池材料評価技術開発」の実施体制

