

## 1. 件名

先進・革新蓄電池材料評価技術開発(第 2 期)

## 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十五条第一号二及び第九号

## 3. 研究開発の目的・目標

## 3. 1 研究開発の目的

## (1) 政策的な重要性

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つつあり、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の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。そのため、以下に示すように、我が国においては様々な政策で蓄電池の技術開発の必要性・重要性が謳われている。

## ○「エネルギー基本計画」(2014 年 4 月閣議決定)

蓄電池はエネルギーの需給構造の安定性強化に貢献する大きな可能性を持った技術であり、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。

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

電気エネルギーを有効に貯蔵する次世代蓄電池の実装化が重点取組として取り上げられ、研究開発を推進するとしている。

## ○「自動車産業戦略 2014」(2014 年 11 月、経済産業省)

2030 年の新車販売のうち、電気自動車(EV)・プラグインハイブリッド自動車(PHEV)の割合を政府目標として 20~30%とすることを目指すとしている。また、この普及促進に向け、技術開発の効率化とより高度な摺り合わせを実現するために産産・産学で協調して研究開発を進める重点分野の一つとして蓄電池が選定されている。

## ○「未来投資戦略 2017」(2017 年 6 月閣議決定)

2020 年に国内企業が車載用・電力貯蔵用の先端蓄電池の市場で年間 5,000 億円(世界市場の 5 割程度)を獲得することを目指すとしている。また、車載用蓄電池については、現在の液系リチウムイオン電池よりも安全面等で性能が高い全固体リチウムイオン電池等の開発・実用化を加速するとしている。

## (2) 産業・市場の動向

### a. 蓄電池の産業・市場の動向

2016年の蓄電池の世界市場規模は約7.9兆円である。今後、民生用、車載用、電力貯蔵用等の各用途でプラス成長が予想され、2025年には約14兆円に成長するとの予測がある。

民生用の小型リチウムイオン電池については、市場規模が数千億円であった2000年代初頭は、国内蓄電池メーカーの世界シェアは90%以上を占めていた。しかしながら、国内モバイル機器メーカーの競争力低下、産業政策支援・大胆な設備投資による中韓蓄電池メーカーのコスト競争力の向上、為替相場での円高等を背景に2016年における国内蓄電池メーカーの世界シェアは20%程度まで落ち込み、中韓蓄電池メーカーの後塵を拝している。

一方、車載用蓄電池については、蓄電池自体の性能、安全性、耐久性の確保に高い技術水準が求められることに加え、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、国内蓄電池メーカーの技術力がビジネスの競争力に結び付く領域となっている。2016年の世界市場規模は約1.4兆円であるが、国内蓄電池メーカーの世界シェアはリチウムイオン電池で約50%、ニッケル水素電池でほぼ100%を確保している。しかしながら、車載用蓄電池の世界市場規模は、2025年には6.6兆円になるとの報告も出ているように、今後、各国の自動車燃費規制・CO<sub>2</sub>排出規制の強化により急拡大することから、韓国蓄電池メーカーはアグレッシブな営業展開により、欧米の自動車メーカーからの受注獲得を進めている。また、現在、中国において中央・地方政府の手厚い補助金政策により、EV・PHEVの市場が爆発的な成長を見せているが、中国内で販売されたEV・PHEVのほぼ100%が国産のリチウムイオン電池を採用しており、材料～蓄電池～EV・PHEVのサプライチェーンが全て国内で完結する形で構築されている。現時点において、欧米自動車メーカーによる中国製蓄電池の採用の動きは目立っていないが、いずれは内需で経験値を積み、技術力を向上させた中国蓄電池メーカーが世界展開をねらうことは容易に推測され、車載用蓄電池に関しても、民生用と同様に日中韓蓄電池メーカーによる競争激化が予想される。

### b. 蓄電池材料の産業・市場の動向

2016年におけるリチウムイオン電池材料の世界市場規模(正極・負極活物質、電解液、セパレータ、バインダー、外装の合算)は約1.1兆円である。世界シェアのトップは中国の約50%(約5,400億円)であり、日本は約30%(約3,100億円)で第2位である。民生用セルの大型化・高容量化やEV・PHEV新モデルの市場投入等を受け、国内材料メーカーは生産量を堅調に増加させているものの、それ以上に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。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、国内材料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ていると見られる。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、多くの材料メーカーが過剰な設備投資に動いていることや、中国蓄電池メーカーのセル生産歩留まりの低さが拍車を掛けていると言われている。

一方、車載用に限定すると、高品質品をリーズナブルな価格で提供する国内材料メーカーが一時期高い市場シェアを獲得していた。しかし、近年の中国におけるEV・PHEVの販売拡

大により、2016年のシェア(生産量ベース)はセパレータが約40%で首位であるものの、正極・負極活物質、電解液はいずれも20~30%程度であり、中国に次ぐ第2位となっている。

### (3) 技術開発の方向性

上記(2)で述べた産業・市場の動向は、有機液体電解質を使用したリチウムイオン電池(以下「液系 LIB」という。)に関するものである。液系 LIB については、今後、個々の企業(自動車・電機・蓄電池・材料メーカー等)が自社の事業戦略に基づき、自社製品のカスタマイズを目的とした研究開発が中心となっていく技術領域である。これに対して、無機固体電解質を使用したリチウムイオン電池(以下「全固体 LIB」という。)については、産学官が連携・協調して研究開発に取り組むべき技術である。

全固体 LIB は、固体電解質の電気化学安定性が液系 LIB の有機電解液よりも格段に高く、高電位の電極活物質を適用してセルの高エネルギー密度化が図れる。また、難燃性・耐高温性もあるため、車載用蓄電池であれば電池パックの安全部品の点数を大幅に削減しての低コスト化・コンパクト化も可能である。しかしながら、全固体 LIB は技術難易度が高く、高いイオン伝導性を有した電解質の合成技術や、電極活物質と電解質の界面における副反応抵抗層の解消技術等、国内企業が実用化障壁として直面している本質的な技術課題を解決するには、アカデミアの科学的知見も取り入れた研究開発が必要である。同時に、液系 LIB と構造が異なる全固体 LIB の量産プロセスには未知な部分が多く、ものづくり企業の創意工夫も開発初期から積極的に取り入れることが必要である。

全固体 LIB の特許出願件数は日本が圧倒的に多く(全体の約50%)、研究開発で他国を大きくリードしている。しかしながら、他国も日本をキャッチアップするための研究開発を精力的に推進しており、例えば米国ではエネルギー省(DOE)の自動車技術局(VTO)が所管する車載用電池の技術開発プロジェクトにおいて全固体 LIB の研究開発テーマが多数存在し、DOE のエネルギー先端研究計画局(ARPA-E)も全固体 LIB を対象とした研究開発プロジェクト「IONICS」を2016年に開始している。また、韓国でも韓国エネルギー技術評価院(KETEP)が2012年に策定した「EV用エネルギー貯蔵システムロードマップ」において全固体 LIB がコア技術として掲げられ、政府予算による研究開発が大学・研究機関で行われている。さらに、中国でも、第13次5ヶ年計画(2016年~2020年)の指針に基づいた「国家重点研究開発計画」の中で全固体 LIB が重点プログラムの一つに含まれており、今後、研究開発を開始する計画があると言われている。

### (4) 本事業のねらい

「先進・革新蓄電池材料評価技術開発(第2期)」(以下「本事業」という。)においては、コストパフォーマンスに秀でた全固体 LIB 及びそれを搭載したEV・PHEVの市場投入により、世界全体の環境・エネルギー問題に貢献するとともに、我が国の産業競争力を維持・向上することをねらいとして、国内企業(自動車・蓄電池・材料メーカー等)が幅広く協調・連携するとともに、大学・研究機関の公的研究成果や科学的知見も活用する体制を構築して、産業界の共通指標として機能する全固体 LIB の材料評価技術を中心とした共通基盤技術を開発する。

また、本事業の成果を産業界の競争力として結実させるためのビジネスと一体となった国際標準化戦略の策定、国際規格化を想定した安全性・耐久性試験評価法の開発、国内外の政策・市場・研究開発動向の調査・分析に基づいた社会システムのシナリオ・デザインの検討等を行う。

なお、本事業は、日本の将来の糧となるイノベーションを創出し、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・公的研究機関が参加して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」(2013年8月、経済産業省)に基づき実施する。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、本事業の連携先として、文部科学省・科学技術振興機構(JST)の「戦略的創造研究推進事業／先端的低炭素化技術開発(ALCA)／次世代蓄電池研究加速プロジェクト(SPRING)」が選定されている。この連携における本事業の役割は、最低限のスクリーニングを受けた SPRING の研究開発成果を受け取り、工業的視点で評価・コンサルティングを行い、学術的な研究開発成果の産業界への橋渡しを行うことである。

### 3. 2 研究開発の目標

#### 「研究開発項目① 共通基盤技術開発」

##### 【中間目標】(2020年度末)

- 1) 第1世代全固体 LIB<sup>注1)</sup>の大型化・量産化に必須となる固体電解質の量産、電極設計、電極活物質粒子への電解質コーティング、合剤電極の塗工及び電極厚膜化・大面積化等の要素技術を開発する。
- 2) 第1世代全固体 LIB に用いられる新材料について性能、耐久性、安全性・信頼性を大型の標準電池モデルで評価する技術を開発する。
- 3) 量産プロセスをモデル的に再現した標準電池モデルの作製設備を設計・製作し、標準電池モデルを性能バラツキが無く、安定的に作製可能であることを検証する。
- 4) 次世代全固体 LIB<sup>注2)</sup>として、第1世代全固体 LIB からの飛躍的な性能向上を実現する高性能固体電解質や高電位・高容量電極活物質等の候補材料を選定する。
- 5) 次世代全固体 LIB でユーザー訴求力を有した EV・PHEV 用の電池パック<sup>注3)</sup>を実現するための外装パッケージ構造及びセル積層構造の候補を抽出する。
- 6) イオン濃度・輸送の理論モデルに基づいて、セルの不安定化・劣化、熱的挙動を予測するシミュレーション技術を開発する。また、車両走行パターンにおける電池モジュール・パックの充放電・熱的挙動を予測するシミュレーション技術を開発する。
- 7) 将来の国際規格・基準への反映を想定した全固体 LIB の試験評価法としての試験項目をリストアップし、試験条件・方法・クライテリア等を明確化する。

##### 【最終目標】(2022年度末)

- 1) 第1世代全固体 LIB の標準電池モデルを用いた材料評価技術について、産業界における新材料開発の進展に対応した見直しを行い、性能、耐久性及び安全性・信頼性に加えて、量産への適合性も評価可能な技術として仕上げる。

- 2) 高性能固体電解質や高電位・高容量電極活物質等を次世代全固体 LIB に適用するための電解質-電極活物質の界面形成技術を開発するとともに、合剤電極での配合比や電極構造の最適化を行う。
- 3) 次世代全固体 LIB に適用する外装パッケージ構造及びセル積層構造のコンセプトを策定する。
- 4) 次世代全固体 LIB に用いられる新材料について性能、耐久性及び安全性・信頼性を小型の標準電池モデルで評価する技術を開発する。
- 5) 次世代全固体 LIB の標準電池モデルの作製設備を設計・製作し、標準電池モデルを性能バラツキが無く、安定的に作製可能であることを検証する。
- 6) 国際規格・基準への反映を想定した全固体 LIB の試験評価法の原案を策定する。
- 7) 全固体 LIB の耐久性試験データや劣化メカニズム解析、劣化現象解明の結果に基づき、全固体 LIB の劣化・不安定化要因マップを策定する。また、長期耐久性を短期間で予測可能な劣化加速試験法を開発する。
- 8) 全固体 LIB 及び全固体 LIB を搭載した EV・PHEV の国際標準化戦略・方針を策定する。

注1) 第1世代全固体 LIB は、図-1 に示すように、研究開発が先行している硫化物系の固体電解質を適用し、2020 年代後半より車載用蓄電池の市場において主流となることを想定する。

注2) 次世代全固体 LIB は、図-1 に示すように、高イオン伝導性の硫化物系固体電解質又は化学的安定性の高い酸化物系固体電解質を適用し、2030 年代前半より車載用蓄電池の市場において主流となることを想定する。

注3) ユーザー訴求力を有した EV・PHEV 用の電池パックの目標仕様は、本事業を具体化する過程において、国内の専門家・研究者との意見交換を行って検討を深め、液系 LIB とは明確に差別化できるものを設定するものとする。なお、参考として、現時点で想定している目標仕様の例を表-1 に示す。

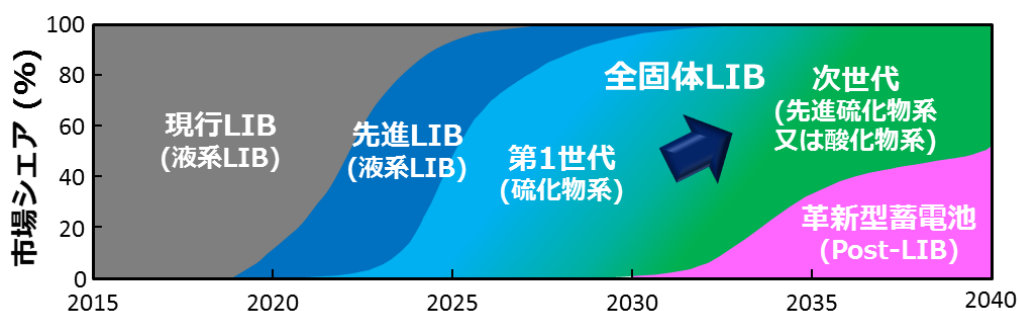


図-1 車載用蓄電池の技術シフトの想定

表-1 全固体 LIB を適用した EV・PHEV 及び電池パックの実用化目標仕様の例

普及時期	2025 年普及モデル		2030 年普及モデル	
蓄電池種別 (電解質のタイプ)	第 1 世代全固体 LIB (硫化物系) 正極:3 元系等 負極:炭素系等		次世代全固体 LIB (高イオン伝導性硫化物系 又は 酸化物系)	
車両種別	EV	PHEV	EV	PHEV
電動走行距離	400km	200km	480km	240km
車両価格	200~220 万円		180~200 万円	
電池パック容量	40kWh	20kWh	40kWh	20kWh
電池パックコスト	60 万円	30 万円	40 万円	20 万円
電池パック容量コスト	1.5 万円/kWh		1 万円/kWh	
電池パック重量	133kg	67kg	100kg	50kg
電池パック重量エネルギー密度	300Wh/kg		400Wh/kg	
電池パック体積	67L	33L	50L	25L
電池パック体積エネルギー密度	600Wh/L		800Wh/L	
電池パック重量出力密度	2,000W/kg		2,500W/kg	
電池パックカレンダー寿命	10 年		15 年	
電池パックサイクル寿命	1,500 回		2,000 回	
車両環境温度	-30~60℃		-30~60℃	
電池パック安全性	ガソリン車と同等の 安全性確保が可能		ガソリン車と同等の 安全性確保が可能	
電池パック充電時間(普通充電)	6 時間	3 時間	6 時間	3 時間
電池パック充電時間(急速充電)	20 分	10 分	20 分	10 分

「研究開発項目② 社会システムデザインの検討」

【中間目標】(2020 年度末)

国内外の政策・市場・研究開発動向等の調査・分析結果に基づき、エネルギー・資源、リユース・リサイクル産業、充電インフラ等も視野に入れた全固体 LIB 及び EV・PHEV を取り巻く社会システムの将来像を提示する。

【最終目標】(2022 年度末)

本事業の成果を産業競争力として結実させるための社会システムのシナリオ・デザインをとりまとめる。

#### 4. 事業内容

##### 4.1 平成30年度(委託)事業内容

###### 「研究開発項目① 共通基盤技術開発」

###### (1) 第1世代全固体LIBの共通基盤技術

湿式法や化学微粒子合成法で合成した電解質、転動流動法や機械式粒子複合法で電解質をコーティングした電極活物質、ロールプレスや平面プレスで成形した電極・電解質シート等について、小型セルの試作・特性評価や物性解析を行い、標準電池モデルへの適用性・課題を把握する。また、電極層の構成材料(電極活物質、バインダー、導電助剤、溶媒等)の種類、組成、配合比、粒径、形状、正極・負極の容量比を変えて小型セルの試作・特性評価を行い、標準電池モデルの電極設計仕様を検討する。

上記の検討結果を踏まえつつ、第1世代全固体LIBの標準電池モデルの基本仕様を策定するとともに、量産プロセスをモデル的に再現できる標準電池モデル作製設備の設計・製作を行う。

###### (2) 次世代全固体LIBの共通基盤技術

高イオン伝導性硫化物電解質、耐水性硫化物電解質、低温焼結性酸化物電解質、5V系正極活物質、シリコン系負極活物質等について、小型セルの試作・特性評価や物性解析を行い、標準電池モデルへの適用性・課題を把握する。

上記の検討結果を踏まえつつ、次世代全固体LIBの標準電池モデルの基本構造コンセプトを検討する。

###### (3) 数値解析・試験評価法等

イオン濃度・輸送理論に基づいたシミュレーションモデルを構築するとともに、シミュレーションに使用する構成材料の物性データを実験等により取得する。

また、小型セルを用いて過充電、圧潰、釘刺し等の安全性試験、サイクル・保存寿命試験を行い、全固体LIBの不安定化・劣化挙動を把握する。

###### 「研究開発項目② 社会システムデザインの検討」

全固体LIBを搭載したEV・PHEVを戦略的に普及させるための充電インフラの仕様・設備、材料資源の確保、リユース・リサイクル等に関する基本的な考え方を整理する。

また、EV・PHEV及び車載用蓄電池に係わる国内外の政策動向、市場動向、技術開発動向、特許動向、国際標準化動向等の予備的調査を行いつつ、次年度から実施する本格調査における具体的な調査項目及び分析内容・方法を検討する。

##### 4.2 平成30年度事業規模

需給勘定 1,600 百万円(新規)

ただし、事業規模については変動があり得る。

## 5. 事業の実施方式

### 5.1 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」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

平成30年2月頃を予定。

#### (4) 公募期間

原則30日以上とする。

#### (5) 公募説明会

平成30年2月頃に NEDO 本部近郊等で1回行う。

### 5.2 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。

研究開発事業者の選定・審査は、公募要領に合致する応募を対象に NEDO が設置する審査委員会(外部有識者で構成)で行う。審査委員会(非公開)は、提案書の内容について外部専門家(学識経験者、産業界の経験者等)を活用して行う評価(技術評価及び事業化評価)の結果を参考とし、本事業の目的の達成に有効と認められる事業者を選定した後、NEDO はその結果を踏まえて事業者を決定する。

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合せには応じない。

#### (2) 公募締切から採択決定までの審査等の期間

45日以内とする。

#### (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。



## 6. その他重要事項

### 6. 1 研究開発の運営管理

プロジェクトマネージャー(PM)は研究開発責任者(プロジェクトリーダー:PL)、サブ PL 及び研究開発実施者との密接な連携を維持しつつ、本事業全体を運営管理する。

#### (1) 進捗管理

PM は、本事業の実施期間中、国内外の関連技術動向を把握するとともに、事業全体の進捗を把握・管理する。

#### (2) 資金配分、研究開発内容の見直し等

PM は、本事業の進捗状況を踏まえて、資金配分や研究開発内容の見直し、実施体制の変更を検討・実施する。

#### (3) 知的財産マネジメント

PM、PL 及びサブ PL は、オープン&クローズ戦略としての成果の秘匿化と海外も含めた権利化・国際標準化等を適切に組み合わせて、産業競争力の維持・向上に繋げる知的財産マネジメントを実施する。

また、PM は、本事業の成果の円滑な権利化及びその実用化・事業化を図るため、研究開発実施者間の知的財産権の調整を実施する。

#### (4) 研究開発資産等の利活用のルール作り

PM、PL 及びサブ PL は、事業の実施期間中及び事業終了後において、本事業で開発した解析技術及びそれが組み込まれた機械装置等を有効に利活用するための運用体制、運用形態・方法等に関する枠組み・ルール作りを主導する。

#### (5) 他の NEDO 蓄電池関連事業との連携

PM は、本事業における成果の加速的な創出のため、革新型蓄電池の共通基盤技術開発である、「革新型蓄電池実用化促進基盤技術開発(平成 28~32 年度事業)」と連携を図るものとする。

### 6. 2 評価

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平成 32 年に実施する。

### 6. 3 複数年度契約の実施

#### 委託事業

平成 30~32 年度の複数年度契約を行う。

#### 6. 4 知財マネジメントにかかる運用

「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. スケジュール

本年度のスケジュール(予定)

平成 30 年 1 月上旬・・・公募予告

平成 30 年 2 月上旬・・・公募開始

平成 30 年 2 月中旬・・・公募説明会の開催

平成 30 年 3 月上旬・・・公募締め切り

平成 30 年 4 月上旬・・・契約・助成審査委員会

平成 30 年 4 月中旬・・・採択決定

#### 8. 実施方針の改訂履歴

平成 30 年 1 月 制定