

2021 年度実施方針

次世代電池・水素部

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ニ及び第九号

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る。その実現の成否は技術革新による蓄電池の高性能化・低コスト化が鍵である。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る。故に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。

○ 「自動車産業戦略 2014」(2014 年 11 月経済産業省策定)

- 2030 年の新車販売に占める電気自動車(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%から 30%とすることを目指す。
- 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を選定する。

○ 「科学技術イノベーション総合戦略 2017」(2017 年 6 月閣議決定)

- EV・PHEV の普及台数として 2020 年に最大 100 万台を目指す。
- 国内企業による先端蓄電池の市場獲得規模として年間 5,000 億円を目指す。
- 電気エネルギーを有効に貯蔵する次世代蓄電技術の開発・実証等に取り組む。

○ 「未来投資戦略 2018」(2018 年 6 月閣議決定)

- 運輸部門の省エネルギーを推進するため、EV 等の次世代自動車の普及、新たな燃費基準の策定、より高効率な車載用蓄電池の開発・実用化を進める。
- 2030 年までに新車販売に占める次世代自動車の割合を 5 割から 7 割とすることを目指す。
- 車載用蓄電池について、2025 年の全固体蓄電池、2030 年の革新型蓄電池等の実用化を見据えた研究開発、鉱物の安定供給を進める。

○「エネルギー基本計画」(2018年7月閣議決定)

- 更なる省エネルギーに向けて、2030年までに新車販売に占める次世代自動車の割合を5割から7割とすることを旨とする。自動車の電動化、自動化、サービス化等の大きな環境変化を踏まえた世界最先端の制度環境・社会インフラの整備や次世代電池をはじめとした基盤技術開発の抜本的強化等に向けた戦略を定め、官民一体でこれを進める。
- 今後、蓄電池の利用用途が世界的にも大きく拡大していく状況に対し、引き続き、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。

○「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」(2020年12月経済産業省策定)

- この10年間はEVの導入を強力に進め、2030年代半ばまでに、乗用車新車販売で電動車100%を実現できるよう包括的な措置を講じる。特に軽自動車や商用車等の、EVや燃料電池自動車への転換について特段の対策を講じていく。
- 2030年までのできるだけ早期に、EVとガソリン車の経済性が同等となる車載用の電池パック価格1万円/kWh以下を目指す。
- 2030年以降、更なる蓄電池性能の向上が期待される全固体リチウムイオン電池(LIB)の本格実用化を目指す。

(2)産業・市場の動向

a. 蓄電池の産業・市場の動向

蓄電池の世界市場規模は2018年が約8.5兆円、2019年が約8.8兆円、2020年が約8.4兆円(見込み)と堅調に成長している。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見込まれ、2030年には約25兆円、2035年には約31兆円の規模にまで成長すると予測されている。

民生用のLIBについては、市場規模が数千億円であった2000年代初頭では、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徐々にシェアを下げ、10%程度に低下している。

一方、車載用LIB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である。2019年におけるEV・PHEV用LIB(バス・トラック除く)の世界市場規模は約2.0兆円であり、国内蓄電池メーカーは約30%のシェアを有している。しかしながら、EV・PHEV用LIBの世界市場規模は2030年には約14兆円にまで成長するとの予測もあるように、今後、この巨大市場の獲得をねらい、日中韓の代表的な蓄電池メーカーによる大手自動車メーカーからの大口受注の獲得競争が展開されることが予想される。特に、中国では2016年から開始された中央・地方政府の手厚い補助金政策により、車載用LIBの市場が急劇な成長を見せ、EVバス・トラックの需要を含めれば世界市場の約半分以上を占めるまでになっている。現在、中国国内で製造・販売される電動車両にはほぼ100%、中国製LIBが採用されているため、中国の有力蓄電池メーカーはこの内需で経験値を積むことで技術力を向上させており、欧米の大手自動車メーカーからの大口の受注も獲得する傾向にある。また、韓国の有力蓄電池メーカーも自国内外での積極的な生産能力を増強させつつ、欧米

の大手自動車メーカーからの大口受注の獲得を進めている。加えて、欧州の主要国政府は車載用 LIB の大半が日中韓の蓄電池メーカーから調達される状況を危惧し、今後、その依存度を下げざるを得ないに、欧州の自動車、蓄電池、材料メーカー等によって結成された車載用 LIB の量産を目指すアライアンスに対して経済的支援を与える政策を打ち出している。

b. 蓄電池材料の産業・市場の動向

LIB 材料(正極・負極活物質、電解液、セパレータ、正極・負極集電体)の世界市場規模は、2018 年が約 2.4 兆円、2019 年が約 2.6 兆円、2020 年が約 2.5 兆円(見込み)と推移している。今後、車載用 LIB の市場拡大に伴い、2025 年には約 5 兆円、2030 年には約 8 兆円の規模にまで成長すると予測されている。

国別の世界市場シェアで見ると、前記した内需を背景に、中国材料メーカーが 60%を超えるシェアを獲得している。中国材料メーカーの中には、民生用向けを中心に海外の蓄電池メーカーへの供給を行っており、車載用向けはまだ一部に留まると見られるが、価格競争力を背景に今後、更に市場プレゼンスが高まる可能性がある。これに対して、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は、生産量自体は増加させているものの、市場シェアは低下する傾向にあり、セパレータでは 30%台のシェアを維持しているものの、他の材料は 10%台から 20%台のシェアに留まる。

(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 LIB(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である。これに対して、無機固体電解質を使用した LIB(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 2001 年～2018 年における累積の特許出願件数は日本が最も多く(全体の約 4 割)、研究開発で他国をリードしているものの、他国は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いる。

例えば、米国ではエネルギー省(DOE)のエネルギー効率・再生可能エネルギー局(EERE)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ており、2019 年には新規に 15 テーマを採択した。また、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 年に開始した。

ドイツでは、連邦教育研究省 (BMBF) は、2018 年から 4 年計画で全固体 LIB の基盤技術の確立を目指した研究開発プロジェクト「FestBatt」を開始した。欧州の研究フレームワーク「Horizon2020」では、2020 年から 4 年計画で量産可能な全固体 LIB の開発を目指した研究プロジェクト「ASTRABAT」を開始した。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。中国では、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、研究開発が加速する可能性がある。

こうした状況において、我が国の自動車・蓄電池産業が引き続き競争優位性を確保していくためには、電池パックのエネルギー密度向上に繋がる、安全性・信頼性が高い、低コストの全固体 LIB をより早期に開発し、これを搭載した EV・PHEV を他国に先駆けて市場に投入していくことが重要である。

(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^{注 1)}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^{注 2)}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^{注 3)}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。

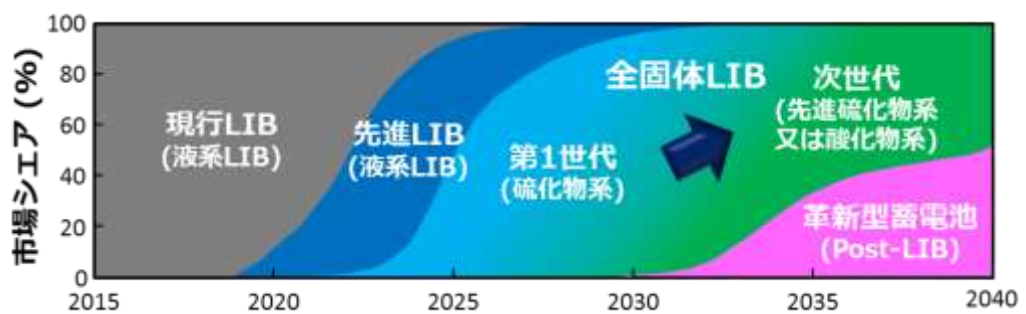


図-1 車載用蓄電池の技術シフトの想定

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	400 km	200 km	480 km	240 km
車両価格	200~220 万円		180~200 万円	
電池パック容量	40 kWh	20 kWh	40 kWh	20 kWh
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	133 kg	67 kg	100 kg	50 kg
電池パック重量エネルギー密度	300 Wh/kg		400 Wh/kg	
電池パック体積	67 L	33 L	50 L	25 L
電池パック体積エネルギー密度	600 Wh/L		800 Wh/L	
電池パック重量出力密度	2,000 W/kg		2,500 W/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. 実施内容及び進捗(達成)内容

プロジェクトマネージャー(PM)に NEDO 次世代電池・水素部 細井 敬 統括研究員 兼 蓄電技術開発室長を任命して、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(LIBTEC) 常務理事 石黒 恭生 氏(2020年12月まで)及び委託事業部 事業部長 嶋田 幹也 氏(2021年1月より)をプロジェクトリーダー(PL)とし、また、LIBTEC 第1研究部 部長 阿部 武志 氏(2020年12月まで)及び川本 浩二 氏(2021年1月より)、LIBTEC 第2研究部 部長 蕪木 智裕 氏(2020年11月まで)及び安田 博文 氏(2021年1月より)、LIBTEC 第3研究部 部長 福岡 歩 氏、LIBTEC 第4研究部 部長 川合 光幹 氏をサブ PL とし、以下の研究開発を実施した。

4.1 2020 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

3 元系正極活物質、黒鉛負極活物質、結晶系及びガラス系硫化物固体電解質を標準材料に用いて、セルの高エネルギー密度化に資するダイコートを用いた厚膜塗工、プレス装置を用いた活物質充填比率向上、電極活物質及び固体電解質の粒径制御等の要素技術を検討した。また、蛍光 X 線元素分析法、X 線光電子分光法及び低エネルギーイオン散乱分光法により正極活物質被覆層の厚みや被覆率を把握する手法を構築し、被覆条件を最適化することで被覆率を95%以上に向上させ、セルの反応抵抗を約40%低減した。さらに、負極活物質の形状及び硬度制御によりイオン輸送抵抗を約20%、表面性状の制御により反応抵抗を約50%低減した。

上記した高エネルギー密度化及び高出力化の要素技術を統合した□4×12.5cm サイズの単層セルを試作し、体積エネルギー密度450Wh/L以上と6Cレートでの急速充電性能を実証した。

(2) 次世代全固体 LIB の共通基盤技術

次世代全固体 LIB のセル基本設計仕様を検討し、3 元系正極活物質の高電圧作動化とシリコン系負極活物質の組合せで、エネルギー密度800Wh/L以上が得られる要素技術の開発を進めた。

正極層及び電解質層は第1世代全固体 LIB と同一仕様で、負極層側にシリコン粒子を適用した□2×2cm サイズの単層セルを試作し、約20%の体積エネルギー密度の向上を確認した。また、シリコン溶射膜やシリコン合金等と硫化物電解質を組み合わせたハーフセルを試作し、サイクル劣化の傾向を把握した。3 元系正極活物質の高電圧作動化については、4.5V レベルの充放電サイクルで正極活物質被覆層に副反応が進行することが確認されたため、安定性の高い被覆材料の探索を進めた。

さらに、硫化物系固体電解質と水との反応に関して、速度論的な検討を行うとともに、反応前後の構造変化やイオン伝導度変化等を測定した結果、加湿雰囲気への暴露時間が短ければ、電解質試料の加熱により特性回復が認められるが、暴露時間が長くなるにつれ、不可逆な劣化反応が進行することを確認した。

(3) 数値解析・試験評価法等

高輝度放射光を用いた X 線 CT 撮像により、100nm スケールで加圧状態にある合剤電極の 3 次元微細構造データを取得した。この構造データを前年度構築した電極シミュレーションモデルに反映し、セルの充放電・熱特性の予測精度を向上させた。前年度に構築した電池パックのシミュレーションモデルを用い、セルの形状寸法や配置レイアウトが異なる複数の 50kWh 級電池パックについて、EV の走行パターンや急速充電時の入出力特性や発熱挙動等を解析し、液系 LIB に対する全固体 LIB の優位性や課題等を把握した。

□2×2cm サイズの単層セルを用い、IEC 規格で規定されている液系 LIB の各種性能試験について、全固体 LIB が動作可能な 80°C 以上の高温側まで範囲を広げて試験データを取得した。また、IEC 規格の強制内部短絡試験(セルを解体して正負極間に Ni 片を挿入)は、正極、電解質、負極を一体化する全固体 LIB では適用できないため、代替試験法として外部から先端が鋭利な Ni 製ネイルを突き刺す試験方法を開発し、この方法で液系 LIB の内部短絡と同様の挙動が得られることを確認した。

企業・大学等が開発した新材料の特性評価に使用する体積エネルギー密度 200Wh/L の□2×2cm サイズの単層セルの標準電池モデルを開発した。また、このセルを歩留まりが 90%以上、充放電容量が±3%以内で月当たり約 100 個の作製が可能な作製プロセスを開発した。

「研究開発項目② 社会システムデザインの検討」

前年度に開発した国内乗用車台数普及推計ツールを用いて、2040 年までの EV・PHEV の普及台数を試算した。この場合、価格や車体サイズが異なる液系 LIB 搭載の EV・PHEV 3 モデルと全固体 LIB 搭載の EV・PHEV 4 モデルが市場投入されると仮定した。その結果、全固体 LIB 搭載車が市場投入されることで、液系 LIB 搭載車のみが普及する場合と比較して、2040 年時点での国内 EV・PHEV 保有台数は約 360 万台(約 24%)増加することを確認した。

また、全固体 LIB のリサイクルプロセスについて検討し、高い安全性から回収・運搬コストを低減できるメリットがある一方で、加圧拘束治具が組み込まれた電池パック筐体の解体・破砕方法、電極活物質と電解質の分離の困難性、硫化物を含んだガス発生や排水処理等の課題が存在することを把握した。

上記の検討結果を踏まえつつ、前年度と同様、PL、サブ PL、自動車メーカー、電池メーカー等で構成されるワーキンググループを開催し、全固体 LIB 及び EV・PHEV を取り巻く社会システム将来像の検討を進めた。

4.2 実績推移

	2018 年度	2019 年度	2020 年度
	委託	委託	委託
実績額推移 需給勘定(百万円)	1,531	2,095	2,130
特許出願件数(件)	1	0	8
論文発表数(報)	1	2	5
フォーラム・新聞発表等件数(件)	12	34	44

5. 事業内容

PMにNEDO次世代電池・水素部 細井 敬 統括研究員 兼 蓄電技術開発室長を任命して、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。

LIBTEC 委託事業部 事業部長 嶋田 幹也 氏を PL とし、また、LIBTEC 第 1 研究部 部長 川本 浩二 氏、LIBTEC 第 2 研究部 部長 安田 博文 氏、LIBTEC 第 3 研究部 部長 福岡 歩 氏、LIBTEC 第 4 研究部 部長 川合 光幹 氏をサブ PL 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 2021 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

体積エネルギー密度 450Wh/L レベルの単層セルを用いて耐久性試験を行い、劣化挙動を把握するとともに、耐久試験後のセルを解体分析し、劣化の支配因子を調べる。また、電極活物質-電解質複合粒子や液相合成電解質といった新材料の適用やセル作製プロセスの変更等を行って、第 1 世代全固体 LIB の性能及び耐久性向上のアプローチを明確化する。

積層セル化技術の開発として、電極群の位置決め方法及び積層方法、電極端部の短絡防止方法等を検討する。

(2) 次世代全固体 LIB の共通基盤技術

高電圧作動時における正極活物質被覆層の劣化要因解明を進め、安定性の高い被覆材料を選定し、正極活物質への被覆条件・方法を検討する。また、シリコン系負極活物質と硫化物系電解質の界面反応や電極層の形態変化のメカニズムを把握しつつ、耐久性向上のアプローチを検討する。これらの検討結果を取り込みつつ、 $2\text{cm} \times 2\text{cm}$ サイズの単層セルの試作・評価を行い、体積エネルギー密度 800Wh/L の実証に向け、電極層内の電解質-活物質配合比や電極構造等の最適化を図る。

耐湿性を向上させた硫化物系固体電解質を試作し、水との反応による硫化水素の発生量、イオン伝導度の低下、結晶構造・局所構造の変化等を調べる。また、有機化学反応の理論的な検討や第一原理計算を行って、高耐湿性と高イオン伝導性が両立した固体電解質を探索する。

(3) 数値解析・試験評価法等

充放電による電極活物質の膨張収縮や空隙の発生に伴う電極層内での粒子間接触率や反応面積の変化等を考慮できるように、前年度までに構築した電極シミュレーションモデルを改良し、セルの充放電特性の予測精度を向上させる。また、改良した電極シミュレーションモデルの計算体系を、前年度までに構築した電池パックのシミュレーションモデルに取り込み、EV の走行パターンや急速充電時の入出力特性や発熱挙動等を解析する。さらに、次世代全固体 LIB の電極シミュレーションモデルの構築に必要な材料物性や電極構造情報のデータを収集する。

体積エネルギー密度が 400Wh/L レベルの第 1 世代全固体 LIB の $2\text{cm} \times 2\text{cm}$ サイズの単層セルを用い、性能試験、加熱・温度サイクル・熱衝撃等の信頼性試験、内部短絡・ガス発生等の安

全性試験に関する試験データの蓄積を進める。

また、体積エネルギー密度が400Wh/Lレベルで、電極面積を50cm²レベルに拡大した単層セルの標準電池モデルの設計仕様や作製プロセス等を検討する。

「研究開発項目② 社会システムデザインの検討」

将来的な全固体 LIB の性能向上を見込んだ EV・PHEV モデルを設定し、普及台数推計のケーススタディを行う。

将来における再生可能エネルギーの普及拡大(電力の CO₂ 排出係数の低減)や電化・低炭素燃料への転換等も考慮して、全固体 LIB 搭載車の Life Cycle Assessment を行う。

リサイクルについては、硫化物を含んだ全固体 LIB を安全に解体する方法や電極材料からの有価金属抽出を行う際の分離方法を検討する。

上記の検討を踏まえて、PL、サブ PL、自動車メーカー、電池メーカー等で構成されるワーキンググループを定期的開催しつつ、全固体 LIB 搭載車の普及を更に拡大する方策や課題分析等を行い、全固体 LIB のビジネスにおいて国内企業を有利に導くシナリオを検討する。

5.2 2021 年度事業規模

需給勘定 2,149 百万円(継続)

ただし、事業規模については変動があり得る。

6. その他重要事項

6.1 研究開発の運営管理

PM は研究開発責任者(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、2019 年度にイノベーション推進部が実施した「新エネルギー等のシーズ発掘・事業化に向けた技術研究開発事業(全固体 LIB にかかわる課題設定枠)」の公募において採択された事業者に対して、引き続き技術的サポートや成果物の評価等の協力を行う。

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、技術評価実施規定に基づき、外部有識者による研究開発の事後評価を 2023 年度に実施する。

6.3 複数年度契約の実施

委託事業

2018～2022 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」にしたがってプロジェクトを実施する。

7. 実施方針の改訂履歴

2021 年 2 月 制定

(別紙)事業実施体制の全体図

