

## 2022 年度実施方針

スマートコミュニティ・エネルギーシステム部

### 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。

- 「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）
  - 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。
- 「第6次エネルギー基本計画」（2021年10月閣議決定）
  - 運輸部門のCO<sub>2</sub>排出量の86%を占める自動車のカーボンニュートラル化に向け、燃料・エネルギーのカーボンニュートラル化の取組を通じて多様な選択肢を追求し、2050年に自動車の生産、利用、廃棄を通じたCO<sub>2</sub>ゼロを目指す。
  - 乗用車については、2035年までに新車販売で電動車100%を実現できるよう、電動車・インフラの導入拡大、電池等の電動車関連技術の強化等の包括的な措置を講じる。
  - 国内の自動車製造の安定的な基盤を確保するため、2030年までのできるだけ早期に、国内の車載用蓄電池の製造能力を100GWhまで高めるとともに、蓄電池サプライチェーンの強化に向け、蓄電池材料を含めた大規模投資を促す。

## (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、車載用、電力貯蔵用、民生用等の各用途でプラス成長が見込まれ、特に電動車用蓄電池市場は2020年3.1兆円(145GWh)から2030年17.0兆円(1,207GWh)に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%(金額ベース)以下まで低下している。

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。2020年における電動車用蓄電池市場3.1兆円(145GWh)のうち、国内蓄電池メーカーは約19%(Whベース)のシェアを有しているものの、中韓の蓄電池メーカーにシェアを奪われつつある。今後、EV・PHEV用蓄電池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。さらに、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。加えて、バッテリー規則案(2020年12月公表)において、蓄電池のカーボンフットプリントやリユース、リサイクルに関する規律案を発表し、欧州域内での蓄電池の囲い込みを進めようとしている。米国においても、資源リスクとサプライチェーンリスク回避の観点から、省資源材料の開発や国内での資源開発・材料投資の取組を進めようとしている。

#### 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 材料市場は大きく成長し、2020年の1.3兆円から、2025年に4.9兆円、2030年に9.5兆円の規模にな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おり、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、2020年時点でセパレータでは30%台のシェア(面積ベース)を維持しているものの、正極活物質、負極活物質、電解液は10%台のシェア(重量ベース)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～2019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。また2021年7月に公表された「NATIONAL BLUEPRINT FOR LITHIUM BATTERIES」では次世代電池として金属Liと並んで全固体電池が挙げられ、2030年に500Wh/kgを目指すとしている。

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」をそれぞれ開始した。韓国でも2021年に発表したK-バッテリー発展戦略にて、次世代二次電池の1つとして全固体電池を上げており、2027年までの商用化を目指して、電極素材、固体電解質等、必要な要素技術の開発のため次世代バッテリー拠点を設置すると発表した。中国では、第14次5ヶ年計画(2021年～2025年)に連動する中国自動車工学会が2020年10月に発表した「省エネルギー・新エネルギー自動車技術ロードマップ2.0」の中において新体系電池として全固体 LIB が挙げられている。

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<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、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、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。

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 スマートコミュニティ・エネルギーシステム部 古川 善規 部長 兼 蓄電技術開発室長 (2022 年 1 月まで) 及び NEDO スマートコミュニティ・エネルギーシステム部 臼田 浩幸 主任研究員 (2022 年 2 月から) 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) 理事・委託事業部 事業部長 嶋田 幹也 氏をプロジェクトリーダー (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した。

### 4.1 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

全固体 LIB の耐久性試験を行い、劣化挙動に関する解析に着手した。温度を変化させた連続充電試験では、100℃まで Arrhenius 型の劣化モードが変化しない過程を示し、充電電圧は 4.35V 付近を閾値に劣化速度が増大した。保存試験では、高充電状態で温度が高いほど抵抗増大による容量低下が大きくなった。試験後のセル分析の結果から、正極層で POx 成分、負極層で Li<sub>2</sub>S 成分等が検出され固体電解質の酸化及び還元反応が生じていることが明らかになった。

セル作製プロセスでは、塗工における膜厚変動係数を 2%以下に制御できることを実証し、RtoR 連続塗工の基盤技術を確立した。また、電極層-固体電解質層接合プロセスの改良により内部抵抗を低減し、接合状態については製造時のプレスや測定時の拘束圧が不足すると Li 電析が生じる現象を確認した。

積層セル化技術については、薄層固体電解質自立膜を適用した電極端部の短絡防止方法等、固体電解質を用いたセルを積層するための要素技術の検討を進めた。

##### (2) 次世代全固体 LIB の共通基盤技術

体積エネルギー密度 800Wh/L の実証に向け、高電圧正極、高容量負極の材料開発を進めた。高電圧での劣化挙動解析では、ToF-SIMS 分析結果より固固界面で Pox 成分が確認され、劣化

の要因が正極活物質との界面近傍の固体電解質の酸化分解に起因している可能性を見い出した。3 元系正極活物質に  $\text{LiNbO}_3$  を適切に被覆することで、1C レートでの充電容量が 30% 向上した。また、Li 過剰系正極材は、60°C の充放電において 300mAh/g 以上の容量を確認するとともに、液系 LIB で生じる電解液の断続的な分解挙動が見られないことを確認した。高容量負極については、シリコン負極の FE-SEM オペランド測定により、負極の膨張収縮、粒子形状変化、空隙の発生を評価し、シリコン粒子性状、電極合剤設計等の検討を進めた。

固体電解質の劣化解析では、露点-20°C の保持後、X 線回折測定からバルク部分にはほぼ変化が無いことが確認された。他方、インピーダンス測定から表面部分での変化が大きいことが示唆された。また、固体電解質の劣化の様相は組成や結晶構造によって異なり、炭酸塩、硫酸塩、塩化物塩が増加し、不可逆な劣化を示す傾向のある種と、耐湿評価により表面層に含水するものの真空加熱により脱水イオン伝導が回復する可逆劣化を示す傾向が強い種があることを確認した。

### (3) 数値解析・試験評価法等

前年度までに構築した電極シミュレーションモデルに、電極活物質の膨張収縮による応力計算を反映させるベースモデルを開発した。拘束力等を考慮した電池パックモデルを設計し、走行時の放熱モデルを組み込んだ電池パックのシミュレーションモデルを構築し、EV の走行パターンや急速充電時の入出力特性及び発熱挙動等を解析し、全固体 LIB の冷却レスの可能性の他、液系 LIB に対する電池パックとしての優位性と課題を把握した。また、次世代全固体 LIB のシミュレーションモデルの構築に必要な電極厚み・応力測定手法や、電極合剤の超微細構造情報を取得するための超小角 X 線散乱計測・解析技術を構築した。

前年度に引き続き、第 1 世代全固体 LIB の 2cm 角単層セル等を用い、性能、耐久性、及び安全性に関する試験データの蓄積を進めた。

体積エネルギー密度が 400Wh/L レベルで、電極面積を 50cm<sup>2</sup> レベルにサイズアップした単層の第 1 世代標準電池モデルの設計仕様と作製プロセスを検討し、スケールアップにおける課題を抽出し、2cm 角サイズと同レベルの安定的な作製が見通せる仕様書案を策定した。

## 「研究開発項目② 社会システムデザインの検討」

昨年度、全固体 LIB 搭載車の初期市場への導入シナリオとして挙げた商用車から普及するモデルについて、諸外国における商用車への EV 導入状況の情報を加えて検討した。全固体 LIB の耐用距離を 30 万 km 以上とした場合、初期に導入可能な商用車用途が存在し、その後、電池価格の低減に伴って乗用車が本格的に普及するシナリオが成立する可能性があることを再確認した。一方で、一充電走行距離の短さ、充電インフラ不足といった乗用車普及への課題については、新たなユーザーアンケート・分析を行い、2040 年時点での EV・PHEV の保有台数の再試算を進めるとともに、経済合理性の観点から適切な充電インフラ配置の検討等を進めた。

全固体 LIB 搭載車の Life Cycle Assessment (LCA) に関しては、本検討に使用するデータの精緻化に加えて、同様の前提条件で他文献と照合することで推計値の妥当性を検証するとともに、液系 LIB と同等のレベルで内燃機関自動車より優れていることを確認した。

リサイクルに関して、コスト及び回収効率の観点を含めた基礎技術検討を進め、全固体 LIB を分

離・解体するための処理条件とそのメカニズムの推定に加え、有価金属を抽出するための適正な処理条件の一部を抽出した。

上記の検討を踏まえて、PL、SPL、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では、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した。

## 4.2 実績推移

	2018 年度	2019 年度	2020 年度	2021 年度
	委託	委託	委託	委託
実績額推移 需給勘定(百万円)	1,531	2,095	2,130	2,520
特許出願件数(件)	1	0	8	14
論文発表数(報)	1	2	5	16
フォーラム・新聞発表等件数(件)	12	34	44	63

## 5. 事業内容

PM に NEDO スマートコミュニティ・エネルギーシステム部 臼田 浩幸 主任研究員を任命して、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。

LIBTEC 理事 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 2022 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

全固体 LIB で使用される正極材、負極材、固体電解質、導電材、バインダー、固体電解質膜、集電箔等の材料の評価技術について、性能、耐久性及び安全性・信頼性の評価が可能な技術として完成させるとともに、材料開発段階、電池適用段階等、開発の多様なステージにおける材料の基本特性評価から実用電池を想定した評価まで幅広く対応できる技術とする。

実用化に際して必須となる耐久性の評価に関しては、耐久性試験データの蓄積や劣化メカニズム解析、劣化現象解明を進め、全固体 LIB の劣化・不安定化要因マップとして整理する。

##### (2) 次世代全固体 LIB の共通基盤技術

高性能固体電解質、高電圧正極、高容量負極の材料開発や高性能化に向けた電解質－電極活物質界面形成要素技術を構築するとともに、次世代全固体 LIB としての性能を引き出すための合剤電極組成、活物質の体積変化に対応する電極構造の最適化等も実施して、体積エネルギー密度 800Wh/L の電池設計として完成させる。

固体電解質については、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・局所構造の変化等の検討結果を取り込み、耐湿性を向上させて量産時の環境に適合する固

体電解質を合成する。

### (3) 数値解析・試験評価法等

前年度までに構築したシミュレーションモデルを用いて次世代全固体 LIB 等の開発電池に対応した電池パックモデル及び電池パックシミュレーションモデルの改良を進め、EV 走行パターンや急速充電時の入出力特性及び発熱挙動等を解析し、冷却レス可否等の液系 LIB に対する全固体 LIB の優位性を明示する。

第 1 世代全固体 LIB の性能試験及び信頼性・安全性試験を行い、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。

体積エネルギー密度が 400Wh/L レベルで電極面積が 50cm<sup>2</sup>レベルの単層の、第 1 世代全固体 LIB の標準電池モデルについて、性能バラツキが少なく、安定的に作製する仕様書を策定する。また、体積エネルギー密度が 700Wh/L レベルで 2cm 角サイズの単層の、次世代全固体 LIB の標準電池モデルについて、性能バラツキが少なく、安定的に作製する仕様書を策定する。

## 「研究開発項目② 社会システムデザインの検討」

新たに行ったユーザー意識調査結果に基づいて、全固体 LIB 導入に伴うインパクトを分析しつつ、将来的な全固体 LIB の性能向上とその特性を活かすことができる EV・PHEV モデルを設定して国内乗用車普及台数を見直し、全固体 LIB 搭載車の普及シナリオを設定する。

これまでの LCA 検討結果を技術開発の方向性及び社会システムへの各提言に繋げることで、全固体 LIB 導入による効果を最大化するための検討を進める。

リサイクルについては、最適な分離・解体プロセスや有価金属の抽出法の検討を通じて、全固体 LIB を構成する材料のリサイクル適応性について判断する。

上記の検討を踏まえて、PL、SPL、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で開催しつつ、全固体 LIB 搭載車が普及した社会システムの将来像を実現するための課題と解決策を明確化し、納得性の高い社会システムのシナリオ・デザインを取りまとめる。

## 5.2 2022 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前倒し事後評価を 2022 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

2022 年 2 月 制定

(別紙)事業実施体制の全体図

