

「先進・革新蓄電池材料評価技術開発（第2期）」

中間評価報告書（案）概要

目 次

分科会委員名簿 .....	1
評価概要（案） .....	2
評点結果 .....	4

## はじめに

本書は、NEDO技術委員・技術委員会等規程第32条に基づき研究評価委員会において設置された「先進・革新蓄電池材料評価技術開発（第2期）」（中間評価）の研究評価委員会分科会（2020年10月20日）において策定した評価報告書（案）の概要であり、NEDO技術委員・技術委員会等規程第33条の規定に基づき、第64回研究評価委員会（2021年3月1日）にて、その評価結果について報告するものである。

2021年3月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
研究評価委員会「先進・革新蓄電池材料評価技術開発（第2期）」分科会  
（中間評価）

分科会長 豊田 昌宏

「先進・革新蓄電池材料評価技術開発（第2期）」

（中間評価）

分科会委員名簿

（2020年10月現在）

	氏名	所属、役職
分科 会長	とよだ まさひろ 豊田 昌宏	大分大学 理工学部 共創理工学科応用化学コース ／機能物質化学講座 教授
分科 会長 代理	いでもと やすし 井手本 康	東京理科大学 副学長 理工学部 先端化学科 教授
委員	いしはら たつみ 石原 達己	九州大学 大学院工学研究院 応用化学部門 ／工学部 物質科学工学科 応用化学コース 教授
	いまにし のぶゆき 今西 誠之	三重大学 工学部 分子素材工学科 教授
	かとう ひさし 加藤 尚	東北電力株式会社 研究開発センター 主幹研究員
	きたじょう あゆこ 喜多條 鮎子	山口大学 大学院創成科学研究科 工学部 循環環境工学科 准教授
	はやし かつや 林 克也	株式会社NTTファシリティーズ総合研究所 エネルギー技術本部 バッテリー技術部 担当部長

敬称略、五十音順

# 「先進・革新蓄電池材料評価技術開発（第2期）」（中間評価）

## 評価概要（案）

### 1. 総合評価

リチウムイオン電池の市場動向を詳細に調査し、液系リチウムイオン電池（液系 LIB）の課題を踏まえたうえで、より安全性の高い特徴を有する全固体リチウムイオン電池（全固体 LIB）の研究開発に絞った開発を実施するという事業の目的は、妥当であると考えられる。また、開発要素の多い全固体 LIB の評価技術の確立というハードルの高い共通基盤技術開発における NEDO の関与も妥当である。戦略として、「第1世代」および「次世代」の2つの基盤技術の確立に向け、それぞれを高いレベルの目標およびスケジュールを設定して進め、車載用として現状で製品が存在していない全固体 LIB に対し、材料選定、活物質加工、電極・セル設計から特性評価までの評価手順の確立と、評価結果のアカデミアへのフィードバックは、研究開発の好循環につながるマネジメントとして高く評価できる。さらに、知財に関しては、基本特許の創成やノウハウとしての秘匿化を行うオープン・クローズ戦略を適切に運用するマネジメントも妥当であると考えられる。

第1世代全固体 LIB では、目標であるエネルギー密度、高レート充電を達成し、次世代セルにおいても、成果は中間目標を達成していると考えられる。成果の実用化の考え方である材料・蓄電池・自動車メーカー及び大学等の研究開発に活用されることを目指し、事業期間中から開発技術の有用性を認知させる戦略のもと、実用化に向けた活動が実施されている。また、波及効果として、アカデミアと産業界の人的交流による相互理解により産学両方のフィールドで幅広い技術者・研究者が育成されることは、我が国の蓄電池開発にとって非常に有益である。

一方、全固体 LIB は、既存の蓄電池と比較して、優れていると期待される点が多く挙げられているが、それらが真に優位点となるかについては、まだ確証が十分に得られていないと思われることから、最終目標に向けての取り組みと並行して、今後も確証を得るための研究開発を継続して行っていただきたい。今後の普及シナリオではコストが重要視されることが考えられるため、目標とするコストを踏まえ、どの程度のレベルに到達できるか、また、現在はどの程度かなど、明確にしていくことも期待する。

### 2. 各論

#### 2.1 事業の位置付け・必要性について

全固体 LIB は、世界各国及び各企業の開発状況を鑑みた場合、素材・材料・電池の設計技術蓄積を図るために、国内の電池・自動車・素材メーカー、大学、公的研究機関が連携した体制の構築は必須で、オールジャパンで対応できる NEDO 事業として遂行すべき事業であると考える。また、開発要素が多い全固体 LIB の材料・設計・評価技術の確立というハードルの高い共通基盤技術開発において NEDO の関与は妥当である。

## 2. 2 研究開発マネジメントについて

「第1世代」および「次世代」の2つの基盤技術の確立に向け、それぞれを高いレベルの目標およびスケジュールに設定して進めることは、他国の研究開発状況から考えて、戦略として妥当である。また、車載用として現状で製品が存在していない全固体 LIB に対し、材料選定、活物質加工、電極・セル設計から特性評価までの評価手順の確立と評価結果のアカデミアへのフィードバックは、研究開発の好循環につながるマネジメントとして高く評価できる。さらに、知財に関しては、基本特許の創成やノウハウとしての秘匿化を行うオープン・クローズ戦略を適切に運用するマネジメントは妥当であると考えられる。

今後、2年間の研究開発方針は、これまでよりも1段高いブレークスルーが必要であると考えられるため、これまで同様に課題に対する問題意識の共有、産官学の強力な連携を含めて成果を挙げていくマネジメントを期待する。

## 2. 3 研究開発成果について

研究成果は、個別に設定された目標を十分に達成しており、研究が順調に進捗しているといえる。成果の中にはプロセッシングに関する高度なノウハウが多く含まれており、競争力の維持という点で好ましい方向に進んでいる。また、安全性評価の部分についても独自の評価技術を開発しており、標準化という点に寄与すると思われる。これらの成果については、我が国のリーダーシップにつながる価値のあるものであり、成果の普及についても可能な範囲で情報発信が行われている。

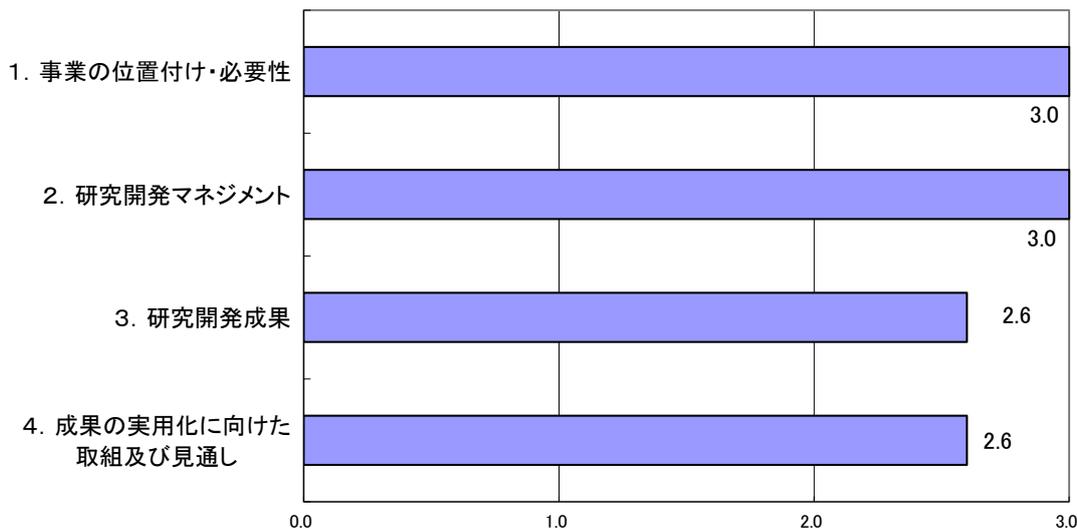
今後は、サイクル特性等の実用寄りの指標設定等を行うなど、実用に資する課題の解決をはかっていくことを望む。

## 2. 4 成果の実用化に向けた取組及び見通しについて

当該事業は、材料・蓄電池・自動車メーカーや大学等の研究開発に活用されることを目指したものであり、事業期間中から開発技術の有用性を認知させる戦略のもと、開発成果の共有を目的として、実用化に向けた活動が実施されていることは評価できる。また、波及効果として、アカデミアと産業界の人的交流による相互理解により、産学両方のフィールドで幅広い技術者・研究者が育成されることは我が国の蓄電池開発にとって非常に有益なものである。

一方、目標値のエネルギー密度とレート特性の達成に注力しすぎていることから、安全性の課題や既存の液系 LIB との充放電特性の違い、実用に資する際の課題を明確にするべきと考える。特にリチウムイオン電池は制御回路も重要なため、保存特性を始め、通常の液系 LIB との特性の違いや、何が課題で何を解決しないといけないかを、明確にしていきたい。

## 評点結果〔プロジェクト全体〕



評価項目	平均値	素点 (注)							
		A	A	A	A	A	A	A	A
1. 事業の位置付け・必要性	3.0	A	A	A	A	A	A	A	A
2. 研究開発マネジメント	3.0	A	A	A	A	A	A	A	A
3. 研究開発成果	2.6	B	A	B	B	A	A	A	A
4. 成果の実用化に向けた取組及び見通し	2.6	B	B	B	A	A	A	A	A

(注) 素点：各委員の評価。平均値は A=3、B=2、C=1、D=0 として事務局が数値に換算し算出。

### 〈判定基準〉

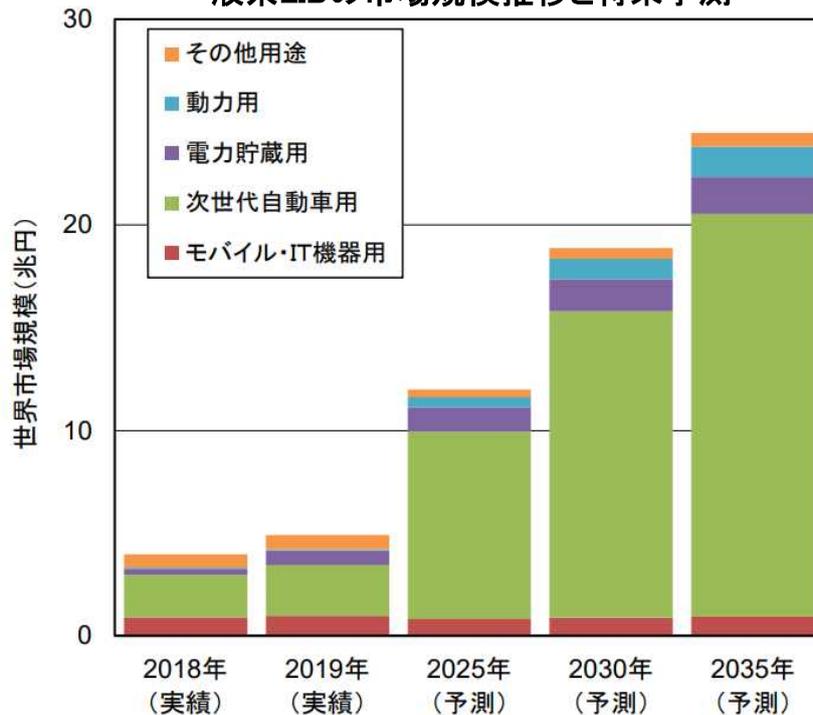
- |                    |                          |
|--------------------|--------------------------|
| 1. 事業の位置付け・必要性について | 3. 研究開発成果について            |
| ・非常に重要 →A          | ・非常によい →A                |
| ・重要 →B             | ・よい →B                   |
| ・概ね妥当 →C           | ・概ね妥当 →C                 |
| ・妥当性がない、又は失われた →D  | ・妥当とはいえない →D             |
| 2. 研究開発マネジメントについて  | 4. 成果の実用化に向けた取組及び見通しについて |
| ・非常によい →A          | ・明確 →A                   |
| ・よい →B             | ・妥当 →B                   |
| ・概ね適切 →C           | ・概ね妥当 →C                 |
| ・適切とはいえない →D       | ・見通しが不明 →D               |

- 車載バッテリーとしての全固体LIBの実用化で日本が世界の先手を取り、その後の技術革新も世界をリードしていくことをねらう。
- これを実現するため、産業界の共通指標（ものさし）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の開発とそのプラットフォームの構築に取り組む。

Open R&D Platform of All-Solid-State Batteries



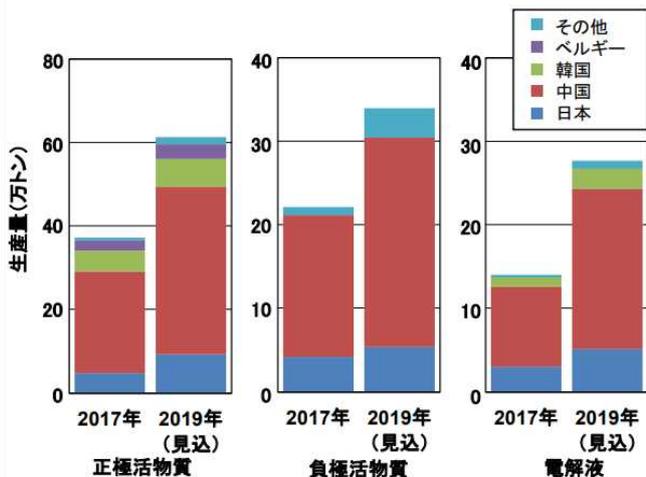
液系LIBの市場規模推移と将来予測



出典:「エネルギー・大型二次電池・材料の将来展望 2018、2020」及び「2019 電池関連市場実態総調査」(株式会社富士経済)を参考にNEDO推定

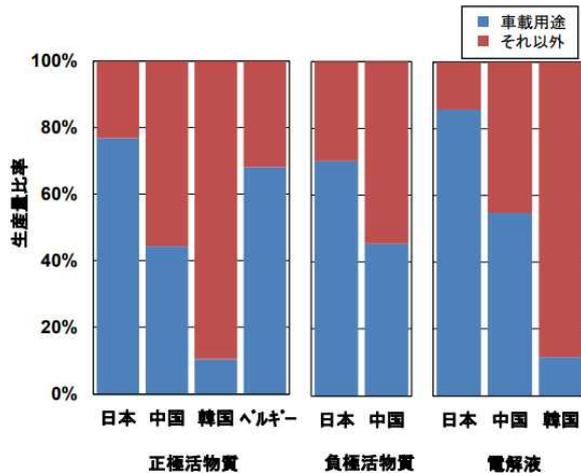
## 液系LIB材料の生産動向

世界生産量の推移



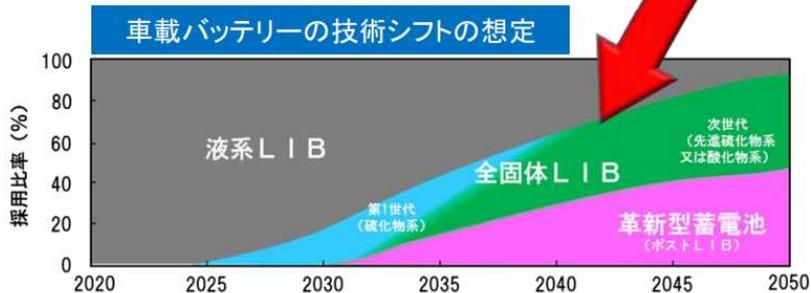
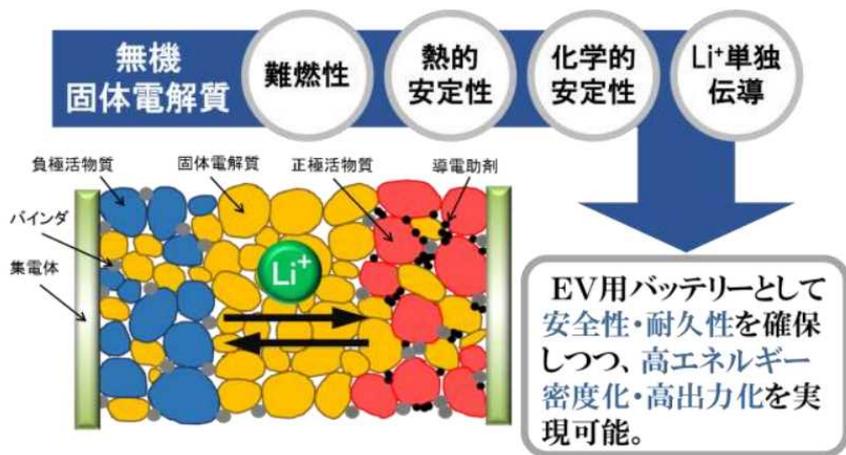
出典:「2018、2019電池関連市場実態総調査」  
(株式会社富士経済)に基づきNEDO作成

車載用途生産量の専有割合(2017年)



出典:「エネルギー・大型蓄電池の将来展望 2018」  
(株式会社富士経済)を参考にNEDO推定

## 全固体LIBの実用化への期待



## 関連する上位施策

- ① 未来投資戦略2018（2018年6月閣議決定）
- ② エネルギー基本計画・第5次計画（2018年7月閣議決定）
- ③ パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略  
（2019年6月閣議決定）
- ④ 革新的環境イノベーション戦略  
（2020年1月統合イノベーション戦略推進会議決定）

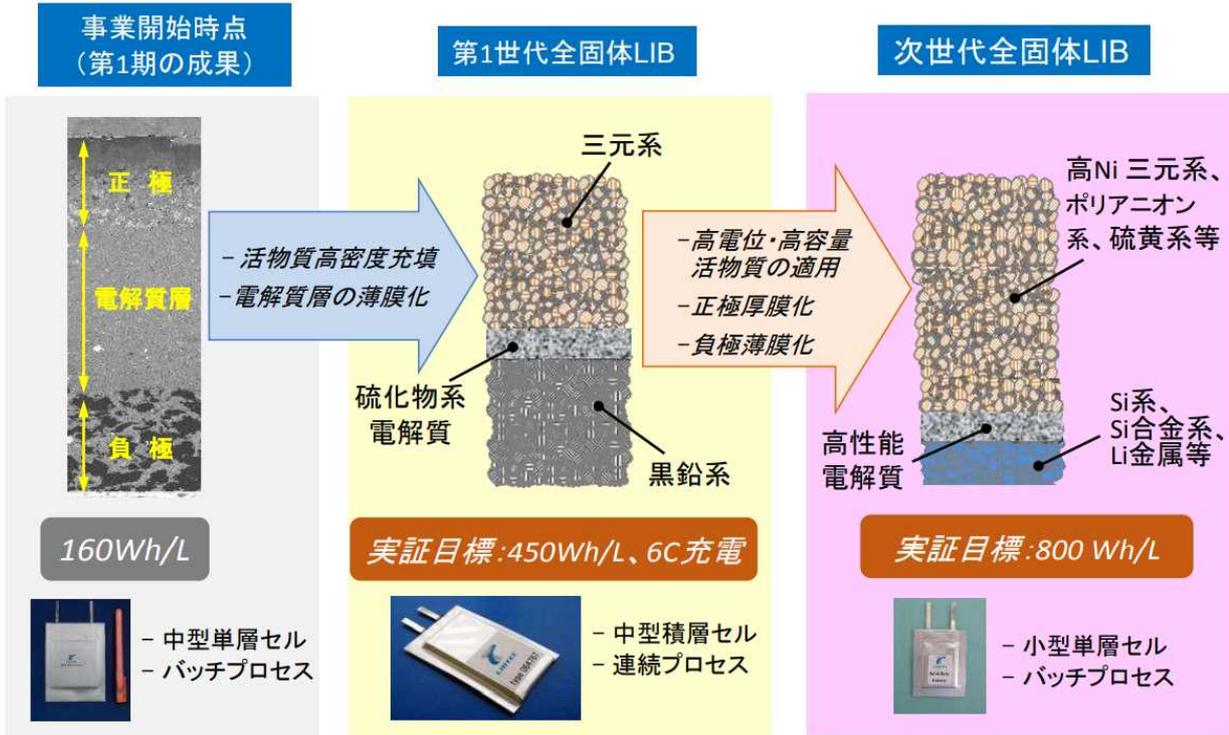
上記の政策・戦略では、電動車の普及拡大の必要性、そのキーテクノロジーとなる蓄電池の高性能化・低コスト化の必要性が謳われており、これらの目標達成に本事業は寄与。

### 3. 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)	最終目標(2022年度末)
1) 第1世代全固体LIB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。	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。
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)	最終目標(2022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。	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。

3. 目標 研究開発項目①

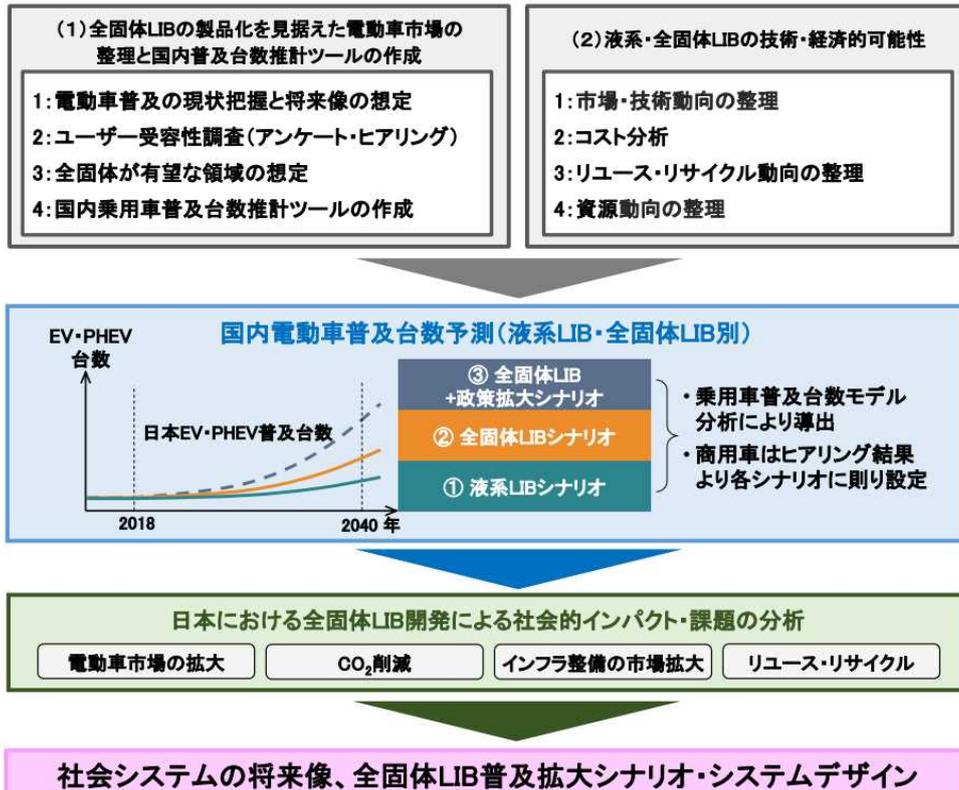
## 全固体LIBの電池コンセプト



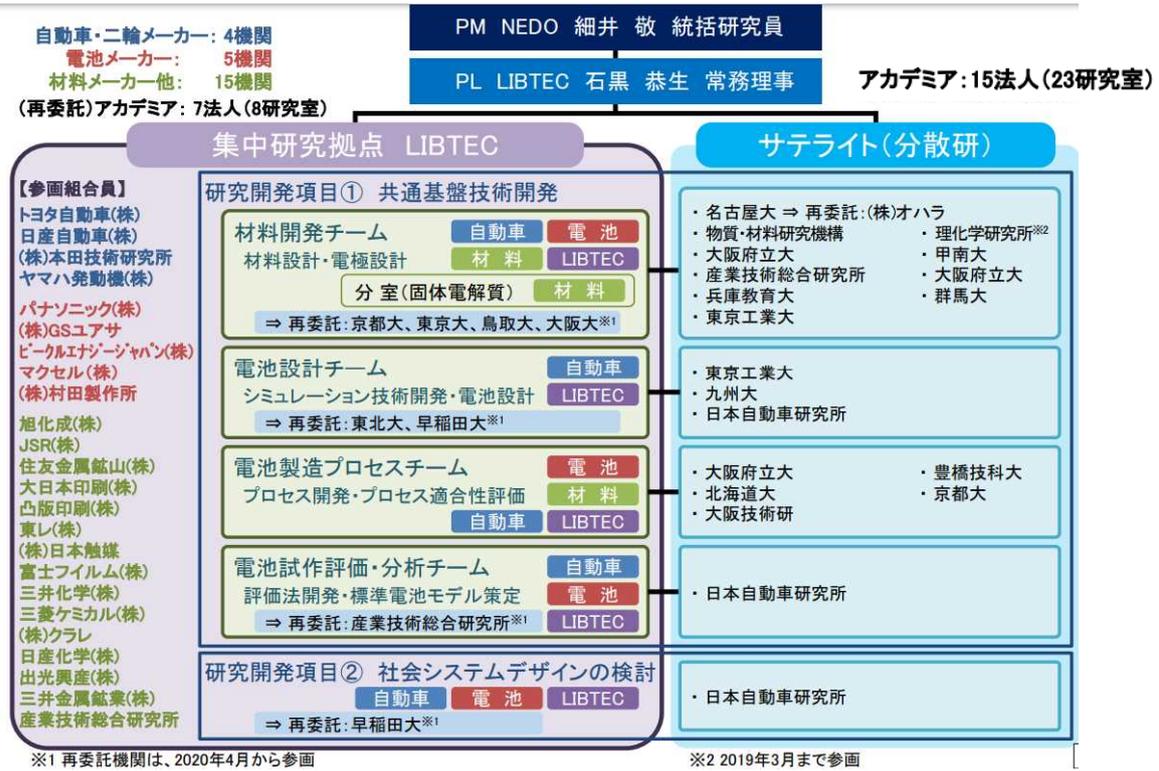
3. 目標 研究開発項目②

### 社会システムデザインの検討

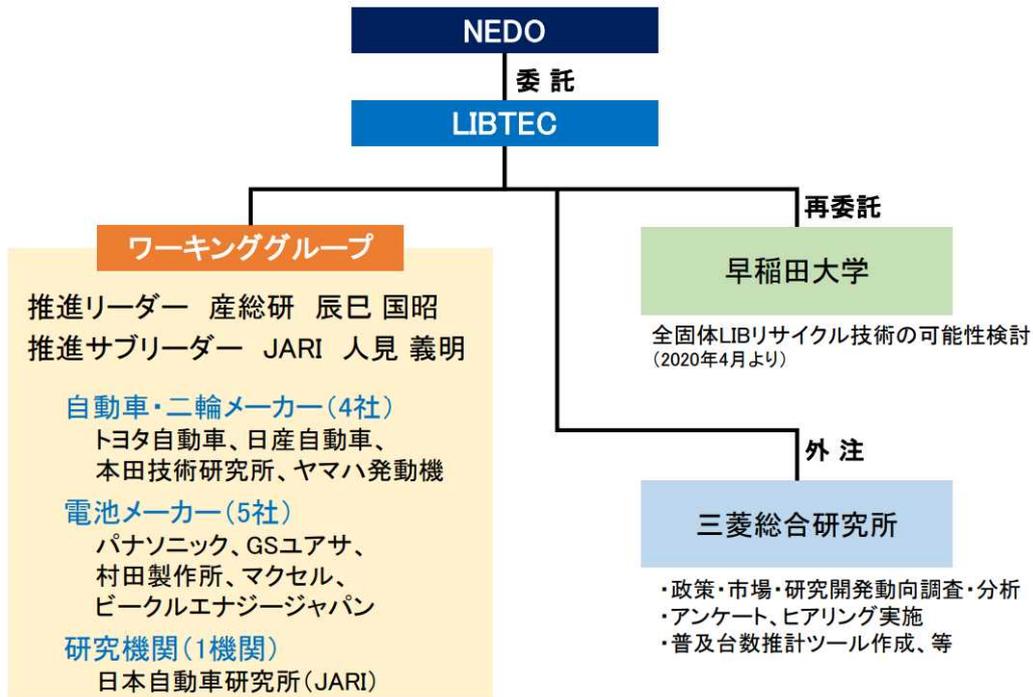
### 検討の流れ



## 事業全体の実施体制



## 「社会システムデザインの検討」の実施体制



5. 予算

## 研究開発予算

(単位:百万円)

研究開発項目		2018年度	2019年度	2020年度	合計
研究開発項目① 共通基盤 技術開発	(1)第1世代全固体LIB の要素技術開発	739	1,007	896	2,642
	(2)次世代全固体LIB の要素技術開発	264	312	437	1,012
	(3)シミュレーション技術	84	110	125	319
	(4)試験評価法	398	550	555	1,502
	(1)～(4)小計	1,485	1,978	2,012	5,475
研究開発項目② 社会システムデザインの検討		46	117	118	281
合計 (NEDO委託費)		1,531	2,095	2,130	5,756
集中研究拠点 (LIBTEC) の予算		1,219	1,640	1,554	4,413
サテライト (大学・研究機関) の予算		312	455	576	1,343

5. 計画

事業の計画内容	主な実施事項	2018FY	2019FY	2020FY	2021FY	2022FY
	研究開発項目①					
	第1世代全固体LIB の共通基盤技術	←				→
	次世代全固体 LIB の共通基盤技術	←				→
	シミュレーション技 術	←				→
	試験評価法	←				→
研究開発項目②						
	社会システムデザイ ンの検討	←				→

## 第1世代全固体LIBの実証セルによる要素技術の妥当性検証

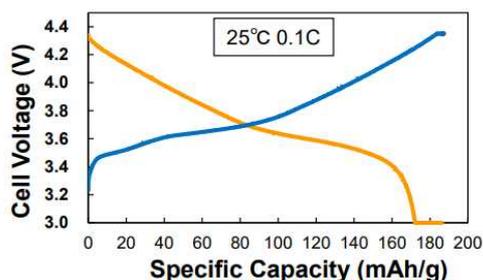
電解質層薄膜化、電極の高容量化・高入力化等の要素技術開発の成果を取り込んだ実証セル（□2cm単層）を試作。エネルギー密度450Wh/L、6C充電を実証し、要素技術開発の妥当性を検証。

### 実証セルの基本仕様

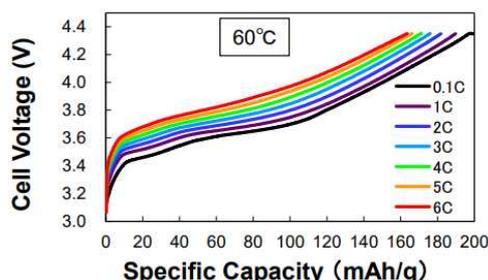
設計容量	11mAh
電極形状・サイズ	□20×20mm
正極活物質	三元系
負極活物質	天然黒鉛系
電解質	アルジロナイト結晶系



実証セル外観



充放電特性

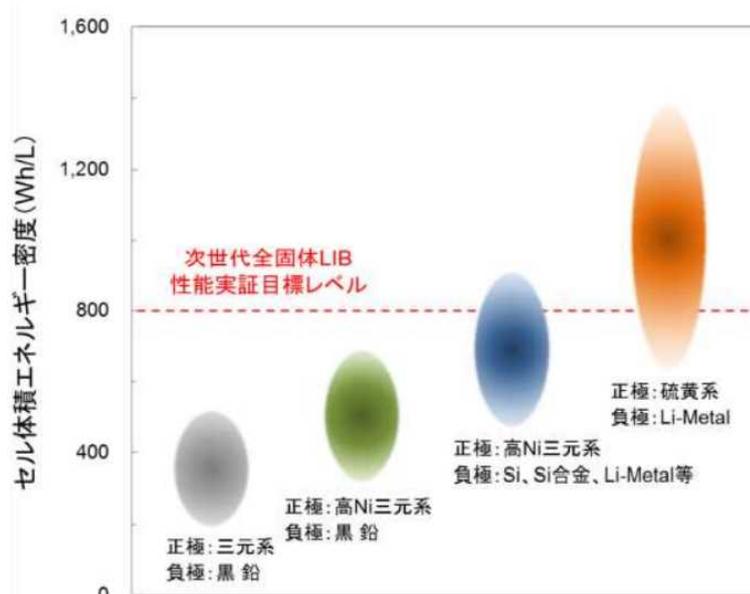


充電レート特性

## 次世代全固体LIBの活物質組合せの検討

第1世代全固体LIBの実証セルの知見をベースに、高容量・高電位の正極・負極活物質の組合せで得られるセル体積エネルギー密度の範囲を試算。

正極は高Ni三元系又は硫黄、負極はSi、Si合金及び金属Liの組合せで、所定の充放電性能を発揮させる要素技術の開発を進めることとした。



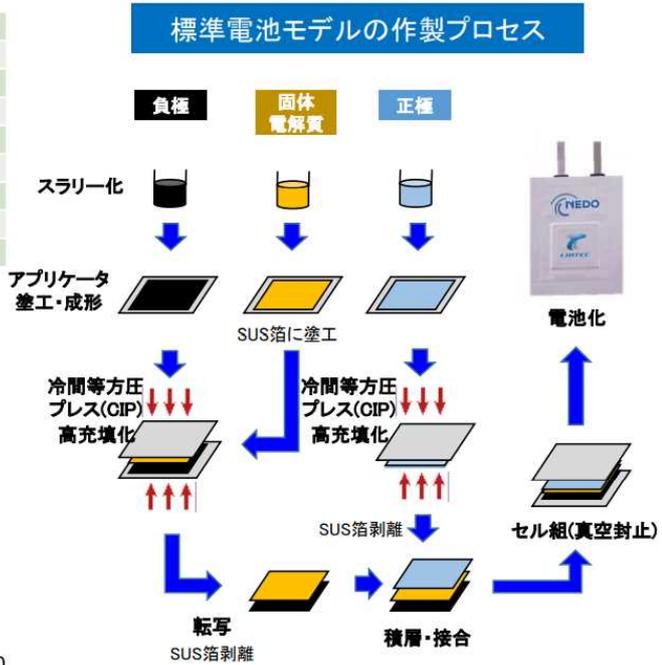
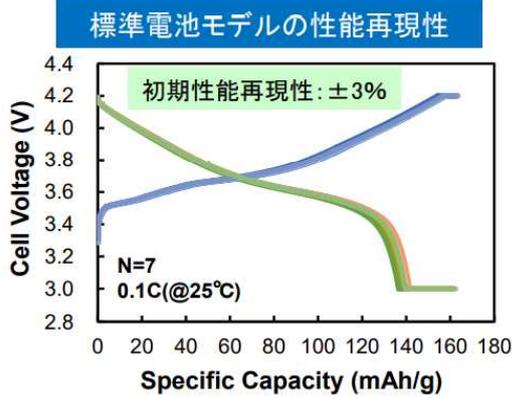
## 標準電池モデルの開発

**標準電池モデルの仕様**



外観写真

設計容量	8mAh
充電上限電圧	4.2V
外形・サイズ	□65×45mm
電極形状・サイズ	□20×20mm
セル層数	単層
エネルギー密度	200 Wh/L
正極活物質	三元系
負極活物質	天然黒鉛系
固体電解質	アルジロナイト結晶系



## 電極・セルのシミュレーション技術

Newmanモデルをベースにして、全固体LIBの電極構造情報(電極内の空隙の存在、活物質と電解質の接触状態)を考慮したマクロ電極モデルを開発。

**実電極 X線CT像**

**電極設計仕様 材料物性値**

	正極 (NCM523)	負極 (黒鉛)
活物質内結核係数 [m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> ]	8.50 × 10 <sup>11</sup>	2.00 × 10 <sup>11</sup>
活物質Por最大濃度 [mol/m <sup>3</sup> ]	48.88	27.85
活物質のLi濃度 [mol/m <sup>3</sup> ] (SOC=0%)	44.72	3.57
活物質Por最大濃度 [mol/m <sup>3</sup> ] (SOC=100%)	16.97	27.85
電極反応速度定数 [m <sup>2</sup> /s]	8.00 × 10 <sup>-11</sup>	6.00 × 10 <sup>-11</sup>
電極厚さ [μm]	60	60
活物質体積割合 [%]	0.300	0.300

**マクロ電極モデル**

曲路率  $\tau=L/\ell$

曲路長 (L) | 厚み (ℓ)

イオン伝導モデル | 接触率  $\theta$

SE | 活物質 | 空隙 | 界面接触モデル

**多孔質電極理論に基づく計算式**

① 電極反応式

$$i = i_0 \left\{ \exp\left(\frac{a_a F \eta}{RT}\right) - \exp\left(-\frac{a_c F \eta}{RT}\right) \right\}$$

$$(i_0 = F k_0 C_1^{\alpha} C_2^{1-\alpha} (C_{s,max}^{\alpha} - C_s^{\alpha}))^{\beta}$$

② 活物質内のLi濃度(球状粒子)

$$\frac{\partial C_{Li}}{\partial t} = \frac{D_{AM}}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left( r^2 \frac{\partial C_{Li}}{\partial r} \right) \quad D^{eff} = \theta^2 \cdot D$$

③ 活物質電子電位分布

$$\nabla \cdot (\sigma_{el}^i \nabla \phi_{ed}) = A s i$$

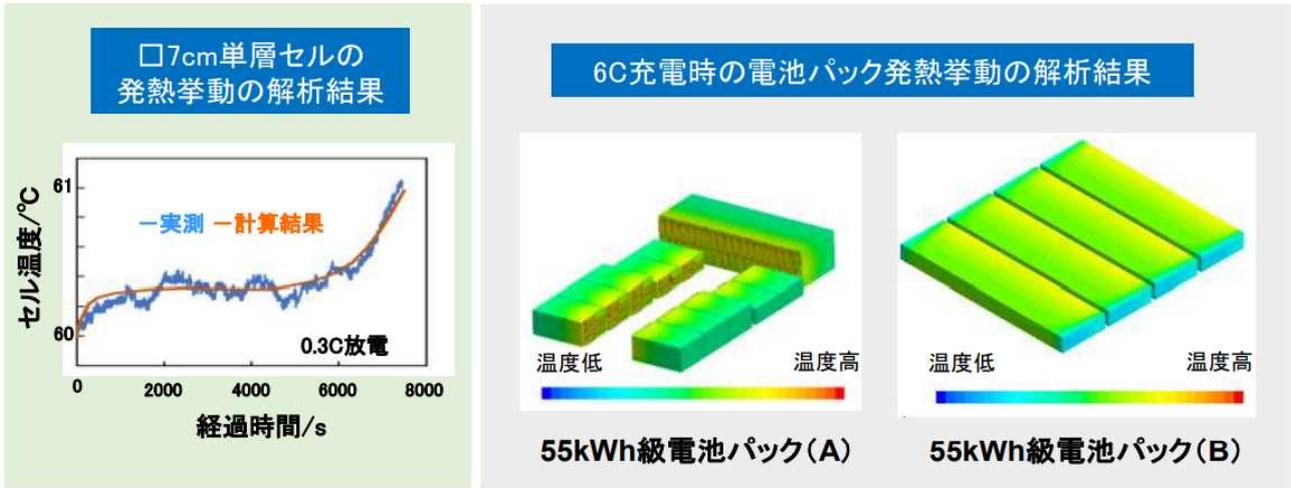
④ 電解質中のイオン電位分布

$$\nabla \cdot (d^i \nabla \phi_{el}) + A s i = 0$$

**□2cm単層セルの放電曲線の再現例**

## セル・電池パックのシミュレーション技術

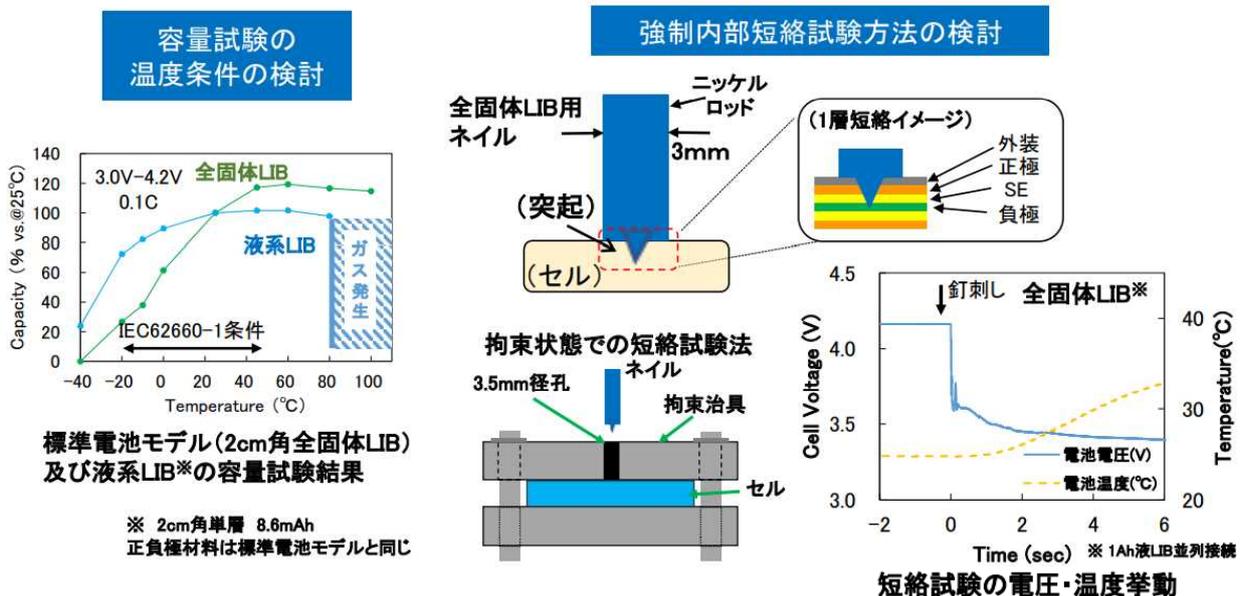
液系LIBで実績のある電池パック解析モデルに、全固体LIBのセル解析モデルを組み込み、EV走行時や急速充電時における電池パックの発熱挙動を予測可能にした。



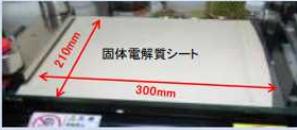
## 試験評価法の開発

国内の標準化関係者と意見交換を行いながら、全固体LIBの特長を強くアピールし、液系LIBとの差別化が図れる試験評価法の開発を推進。

液系LIBの国際標準試験法（IEC62660シリーズ）をベースに検討を進めた。



## 中間・最終目標達成に向けて

研究テーマ	今年度末までの取組（予定）	来年度以降の取組（計画）
第1世代全固体LIBの要素技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>大面積化技術の開発。□7cm単層セルで各要素技術の効果・妥当性を検証。</li> </ul>  <p>A4サイズ 電解質シート</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>各要素技術のブラッシュアップ。</li> <li>積層セル化技術の開発。 (今年度中に積層装置テスト機を導入予定。)</li> </ul>
次世代全固体LIBの要素技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>電極活物質候補を選定。実証セルの基本設計を完了。</li> <li>活物質表面コート技術の開発方針を策定。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>アカデミアによる新材料開発の推進。</li> <li>□2cm単層セルで新材料のポテンシャル把握及び要素技術の効果・妥当性を検証。</li> </ul>
材料特性評価技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>□7cm単層標準電池モデルの基本仕様を策定。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□7cm積層標準電池モデルの基本仕様を策定。</li> <li>標準電池モデルを用いた材料特性評価プラットフォームの整備。</li> <li>各種仕様書・要領書のドキュメント化。</li> </ul>
シミュレーション技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>□7cm積層実証セルの特性予測(設計支援)。</li> <li>次世代全固体LIBの電極モデルの構築に必要な構造パラメータや物性データの取得。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>電極モデルの改良(電解質内部及び固固界面のイオン輸送特性をより正確に反映)。</li> <li>次世代全固体LIBの特性予測。</li> </ul>
試験評価法	<ul style="list-style-type: none"> <li>NP提案に向けた試験条件・方法等の検証データの蓄積。</li> <li>国内標準化関係者との意見交換継続。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>NP提案後のIS化に向けた試験条件・方法等の検証データの取得。</li> <li>不安定化・劣化メカニズムの把握。劣化要因マップの策定と劣化加速試験法の検討。</li> </ul>

## 社会システムデザインの検討

### EV・PHEVの普及台数推計結果



#### 全固体LIB実用化によるインパクト(2040年)

- EV・PHEV保有台数は液系LIBのみ場合に比べて約360万台(24%)の増加効果が得られる。
- 「継ぎ足し充電」での運用により更に37万台上積み。(全固体LIB搭載車は約68万台の増加効果)
- 電池容量を減らした「継ぎ足し充電」スタイルで、路線バス、タクシー、都市内配送車等の電動化が進む。
- 小型乗用車の電動化が進展。

## 知的財産戦略・マネジメント

### 知財戦略

- (1) 車載バッテリービジネスの武器となる基本特許の創成活動を推進（量よりも質を重視）。創成した基本特許は、補正・分割・改良出願等して、他国企業が回避困難な堅固な特許網を計画的・戦略的に構築。
- (2) 国外特許出願を積極的に行う（国外出願しない特許は日本出願もしない方向で進めることも検討）。出願対象国は、海外競合企業のバッテリー製造工場が存在する国及び主要な電動車の普及国とする。
- (3) 電極活物質・電解質等の材料発明は、少数の特許で独占排他のビジネスが可能となることから、積極的に権利化。また、海外競合企業にはライセンスしない（若しくは高料率・拘束条件付のライセンス）。
- (4) 秘匿することがビジネス上有利となる製造方法や運転・制御方法等の発明は、原則、ノウハウとして秘匿化。（ただし、リバースエンジニアリングの容易性や他国企業の出願可能性等のリスクを考慮して最終判断。）同時に、秘匿に際しての先使用权主張の準備も行う。

### 知財マネジメント方針

#### オープン/クローズ戦略

研究開発成果として得られた知財を オープン（公表、ライセンス、標準化）にする領域と クローズ（秘匿化、特許権等による独占）にする領域とを適切に使分け、産業競争力の維持・向上に繋げる知財マネジメントを実施。

#### 知財取扱いのルールの整備

当該プロジェクトとしての統一的な「発明規程」、「対外発表規程」、「情報開示規程」及び「実験ノート・実験データ管理規程」を整備。全ての研究従事者は、自身が所属するPL・TL（SPL）の指導・監督の下、これら規程を遵守して研究開発活動を行う。

#### 知財運営委員会

プロジェクト参加機関の代表者、知財専門家等で構成される知財運営委員会を設置。研究開発成果の権利化、秘匿化、公表、知的財産権の移転・実施等に係る方針を審議決定。

## 知的財産権及び対外情報発信

### 特許・論文・研究発表・講演・寄稿実績

	特許出願 (うち外国)	論文 (うち査読つき)	研究発表 ・講演	雑誌等 への掲載
件数	4件 (1件)	5件 (5件)	47件	5件
2020年度 追加予定件数	7件	—	21件	2件

※件数は筆頭者の所属機関でカウント

### 対外情報発信

2019年11月、「第60回電池討論会」において、「ナショナルプロジェクト（MEXT・JST・NEDO）合同セッション」を開催し、1,000名以上が聴講。



### プロジェクト発足時の記者会見・ニュースリリース

- 37社71名の記者を招き、LIBTEC組合員企業23社の経営層が出席して記者会見。
- 各企業よりプロジェクト参画の意義を説明。

## News Release

2018.6.15

全固体リチウムイオン電池の研究開発プロジェクトの第2期が始動—産学官の力が結集する体制を構築し、EV用途での早期実用化を目指す—



国立研究開発法人  
新エネルギー・産業技術総合開発機構  
〒212-8584  
神奈川県川崎市幸区大宮町1310  
ニュー・エネルギー・センタータワー  
http://www.nedo.go.jp/  
理事長 石塚 博昭



## 開発成果の参加企業の活用に向けた取組

### 研究開発情報の共有

- 参加企業23社の開発責任者が出席する「SOLiD-EV技術委員会」を定期開催し、研究開発の計画及び進捗状況を共有。
- 出向元企業に対して、「個別限定情報」を開示。
- 企業見学会を開催し、LIBTECの研究開発設備や研究開発現場の状況等を紹介。

内容	実績
「SOLiD-EV技術委員会」の開催	7回
「個別限定情報」の開示	157件
研究設備の企業見学会の開催	29回

### SOLiD-EV技術シンポジウムの開催

- 参加企業23社、参加大学・研究機関、連携機関、外部有識者(NEDO技術委員)等が一堂に会するSOLiD-EVシンポジウムを開催し、研究開発の進捗状況を共有。
- 各企業の関係者が大学・研究機関の研究開発内容について技術的な理解を深める機会を提供。同時に業種・競合等の垣根を越えた企業間の交流を促進

	開催日	内容
第1回	2018年9月3日	事業全体の研究開発方針・計画、個別研究テーマ(29件)の研究内容を共有。参加者数:146名。
第2回	2019年1月21日 ～2019年1月22日	事業全体及び個別研究テーマ(34件)の進捗状況を共有。参加者数:159名。
第3回	2019年12月9日 ～2019年12月10日	事業全体及び個別研究テーマ(42件)の進捗状況を共有。参加者数:188名。



開発進捗報告の状況



ポスターセッションの状況

## 材料特性評価技術の産業界・学界の活用に向けた取組

### 新材料の受入れと電池試作・評価

- 参加企業及び大学・研究機関から62件の材料サンプルを受け入れ、セル試作・評価を行い、結果をフィードバックして技術の有用性を認知。
- 本事業と連携関係にあるJST事業・ALCA-SPRINGプロジェクトにおいて開発された硫黄系正極活物質を受け入れて電極厚膜化の技術を開発し、フィードバック。

### 大学・研究機関への標準電池モデルの提供

- 標準電池モデルを、本事業に参加している大学・研究機関に提供し、各機関が担当している研究開発の加速に繋げた。
- 大学・研究機関自身では全固体LIBフルセルの解析評価体系を構築することは困難であり、標準電池モデルは有効に活用された。

対象	評価材料種	サンプル件数
第1世代 全固体LIB	正極活物質	10
	負極活物質	25
	固体電解質	11
	バインダー	6
	固体電解質層支持体	4
	分散剤	3
次世代 全固体LIB	正極活物質	2
	負極活物質	1
合計		62

提供先	提供目的
大学A	要素技術の開発／電極電位評価の検討
大学B	シミュレーション技術の開発／電極モデルの検討
大学C	シミュレーション技術の開発／電極モデルの検討
大学D	リサイクル技術の課題検討
大学D	シミュレーション技術の開発／電極反応の解析
研究機関F	試験評価法の開発／寿命評価法の検討
研究機関F	試験評価法の開発／安全性試験法の検討
研究機関G	試験評価法の開発／安全性試験法の検討

概要

		最終更新日	2020年9月29日
プロジェクト名	先進・革新蓄電池材料評価技術開発(第2期)	プロジェクト番号	P18003
担当推進部/ PMまたは担当者	<p>次世代電池・水素部 蓄電技術開発室 PM 細井 敬(2018年4月～現在) 担当者 田所 康樹(2018年4月～現在)、北山 賢一(2018年4月～現在)、 中島 港人(2018年11月～現在)、中村 将司(2019年4月～現在)、 奥村 貴典(2020年4月～現在)、曾我 巖(2020年4月～現在)、 山木 孝博(2020年4月～現在)、 相原 茂(2018年4月～2020年3月)、宮本 潤一(2018年4月～2020年3月)、 豊川 卓也(2018年4月～2019年3月)、内田 雄輔(2018年4月～2020年3月)、 安井 あい(2018年4月～2020年3月)、佐藤 恵太(2018年4月～2018年10月)</p>		
0. 事業の概要	<p>コストパフォーマンスに秀でた全固体リチウムイオン電池(LIB)及びそれを搭載した電気自動車(EV)及びプラグインハイブリッド自動車(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。</p> <p>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。</p>		
1. 事業の位置付け・必要性について	<p>1.1 事業目的の妥当性 1.1.1 本事業の目的 本事業のねらいは、EV・PHEV の利便性向上と低価格化を同時実現する上で最も有望なアプローチと考えられる全固体 LIB について、その実用化で日本が世界の先手を取るとともに、その後の技術革新も日本が世界をリードしていくことである。そして、日本の蓄電池関連産業界にとって有利なビジネス環境やサプライチェーンを創造することを目指している。これらを実現するため、本事業においては、産業界の共通指標(ものさし)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の確立とそのプラットフォームの構築に取り組むこととしている。取組の概要を以下に示す。</p> <p>「研究開発項目① 共通基盤技術開発」 1) 全固体 LIB の大型化・量産化のボトルネックとなっている技術課題を解決する要素技術及び全固体 LIB の更なる性能向上・低コスト化を実現するための要素技術を開発する。 2) 全固体 LIB への適用を想定し、今後、企業・大学等で開発される新材料をセルに組み込み、特性評価を行って、実用化課題や改良の方向性等を洗い出し、サンプル提供者にフィードバックするための特性評価の体系を構築する。 3) 上記の特性評価に用いるセル(以下、「標準電池モデル」という。)を、全固体 LIB の量産を想定した工業的な製造プロセス・装置を用いて作製する技術体系を構築する。 4) 実用サイズのセル及び車載電池パックの充放電特性や発熱挙動・温度分布等を予測する計算機シミュレーション技術を開発する。 5) 車載バッテリーの国際標準試験法としての発展を見据え、全固体 LIB の性能試験法及び安全性試験法を開発する。また、全固体 LIB の劣化解析・現象解明を行い、セル及び構成材料・部品の要因マップを策定するとともに、劣化加速試験法を開発する。</p> <p>「研究開発項目② 社会システムデザインの検討」 自動車市場、車載バッテリー、充電インフラ等に係る政策・市場、ユーザーニーズ、バリューチェーン、リユース・リサイクル等について、現状の動向把握と将来分析を行うことにより、本事業の成果を産業界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。</p> <p>1.1.2 市場動向 液系 LIB の市場規模は現在、約 5 兆円であるが、2025 年には約 12 兆円、2035 年には約 24 兆円に成長すると予測されている。この市場拡大を牽引するのが、EV・PHEV 等の次世代自動車用の液系 LIB である。そこで中国及び韓国の蓄電池メーカーは液系 LIB の生産設備投資を精力的に進めている。特に中国政府による手厚い EV・PHEV 導入補助金政策の恩恵を受けた中国蓄電池メーカーの躍進には目覚ましいものがあり、最近では、欧米自動車メーカーのみならず、日系自動車メーカーからも車載バッテリーを受注するようになってきている。この結果として、日系蓄電池メーカーは生産・販売量は増やしているものの、シェアは大きく低下している。 そのため、日系蓄電池メーカーが市場プレゼンスを向上させるためには、先を見据えた次の一手が</p>		

必要であることは明白である。そして、ハイスpekク化と低コスト化を両立させた全固体 LIB を早期に製品ラインナップ化することが最善手である可能性が高い。

### 1.1.3 技術動向

自動車ユーザーの EV 購入意欲を掻き立てると同時に、自動車メーカーの EV・PHEV ビジネスを加速させるには、車載バッテリーについて信頼性・安全性を損ねることなく、エネルギー密度を向上させることにより、低コスト化及び軽量・コンパクト化を図る必要がある。しかしながら、この課題を液系 LIB で解決するのは難しく、全固体 LIB が注目されている。全固体 LIB は無機固体電解質(硫化物あるいは酸化物のリチウムイオン伝導体)の化学的安定性(実用的な高電圧耐性)を活かし、液系 LIB の有機溶媒電解液では分解・ガス発生が起きる高電圧条件でもセルを作動させることができる。そのため、セルのエネルギー密度を数 10%程度、向上させることができる。また、無機固体電解質の熱的安定性を活かし、電池パックの冷却システムの小型化あるいは不要化が期待できる。さらに、無機固体電解質は不燃性であり、発火リスクが大幅に低減するため、電池パックの安全系システムの簡素化も期待できる。電解液の漏液の問題もない。その結果として、1/2～1/3 のオーダーで電池パックの小型化と低コスト化が期待できる。加えて、無機固体電解質はシングルイオン伝導体であるため、輸率が 1 となり、入出力特性が格段に向上し、数倍レベルでの「超急速充電」の実現も期待できる。

そのため、世界中の研究機関や企業で精力的な研究開発が進められている。公的資金による研究開発も主要国で行われており、本事業に加えて、科学技術振興機構(JST)の「戦略的創造推進事業／先端的低炭素化技術開発／次世代蓄電池」(ALCA-SPRING)、米国エネルギー省(DOE)のエネルギー効率・再生可能エネルギー局(EERE)の「Advanced Battery Materials Research」(BMR)及びエネルギー先端研究計画局(ARPA-E)の「IONICS」、ドイツ連邦教育研究省(BMBF)の「FestBatt」、英国ビジネス・エネルギー・産業戦略省(BEIS)の「Ftaday Battery Challenge」、中国「新エネルギー車試行特別プロジェクト」等で全固体電池が研究されている。

論文発表動向としては、2001 年の 52 件から 2019 年の 1,126 件と 20 倍以上に発表件数が増加している。19 年間の累積の総論文発表件数は 4,880 件であり、国別の発表件数で見ると、主要国で大差は無いものの、直近の 5 年間では中国の発表件数が急増しており、今後、中国が日本を含め他国を圧倒する可能性が高い。

特許動向としては、2001 年～2018 年の過去 18 年間における全世界での全固体電池の特許出願件数の推移を見ると、2000 年代前半は 200 件／年以下であったが、2006 年より急増し、2017 年以降、約 1,000 件／年以上となっている。また、2016 年より中国の出願件数が日本を上回るようになっている。18 年間の累積の特許出願件数ではまだ日本は他国をリードしているものの、将来、中国に追い抜かれる可能性が高い。ただし、出願人別の出願件数では上位 20 位内に日本企業 14 社が入っており、非常に多くの技術蓄積があることが分かる。

### 1.1.4 上位施策・制度への寄与

蓄電池に関しては、これまで我が国の様々な政策において研究開発の必要性・重要性が謳われてきている。このうち、本事業が密接に関連し、その目標達成に寄与する上位施策は以下のとおりである。

- ① 未来投資戦略 2018(2018 年 6 月閣議決定)
- ② エネルギー基本計画(2018 年 7 月閣議決定)
- ③ パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略(2019 年 6 月閣議決定)
- ④ 革新的環境イノベーション戦略(2020 年 1 月統合イノベーション戦略推進会議決定)

## 1.2 NEDO の事業としての妥当性

### 1.2.1 NEDO の関与の必要性

本事業が取り組む全固体 LIB の共通基盤技術の開発については、下記①～⑥に示す理由から、NEDO 事業として取り組むこと、あるいは NEDO の関与が必要である。

- ① 産業界全体の競争力強化(公共性・汎用性)
- ② 学術成果の産業界への引き上げ
- ③ 開発リスク・ハードルの高さ
- ④ 関係者間の利害調整
- ⑤ 過去の蓄電池材料評価技術開発事業におけるマネジメント経験の活用
- ⑥ 国内の蓄電池開発事業間の連携促進

### 1.2.2 実施の効果

本事業の成果が国内産業界に普及・定着することによる効果、及び本事業を実施すること自体の効果として、下記の①～④が挙げられる。

- ① 新材料の開発効率向上及び開発期間の短縮
- ② 材料メーカーによる自社開発品の正確なポテンシャル把握
- ③ LIBTEC による材料評価のワンストップサービスの提供
- ④ 我が国蓄電池関連産業の技術力の底上げ

また、国内産業界による全固体 LIB の手の内化によって、全固体 LIB を搭載した EV・PHEV の実

	<p>用化・普及が進むことで、以下に示す経済効果とCO<sub>2</sub>削減効果が得られる。</p> <p>&lt;経済効果&gt;  車載バッテリーの年間売上としての経済効果は2035年が約6,700億円/年、2040年が約9,300億円/年となる。なお、EV・PHEVの価格を200万円とした場合、その年間総売上としての経済効果は2030年が約5兆円/年、2040年が約7兆円となる。</p> <p>&lt;CO<sub>2</sub>削減効果&gt;  全固体LIB搭載のEV・PHEVの普及開始10年後となる2035年の累積普及台数は475万台となり、約700万トン/年のCO<sub>2</sub>排出量の削減を実現する。また、普及開始15年後となる2040年の累積普及台数は775万台となり、約1,200万トン/年のCO<sub>2</sub>排出量の削減を実現する。</p>
--	---

2. 研究開発マネジメントについて

事業の目標	<p>「研究開発項目① 共通基盤技術開発」</p> <p>【中間目標】(2020年度末)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 第1世代全固体LIB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。</li> <li>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。</li> <li>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。</li> <li>4) 次世代全固体LIB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。</li> <li>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。</li> <li>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。</li> <li>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。</li> </ol> <p>【最終目標】(2022年度末)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>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。</li> <li>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。</li> <li>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。</li> <li>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。</li> <li>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。</li> <li>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。</li> <li>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。</li> <li>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。</li> </ol> <p>「研究開発項目② 社会システムデザインの検討」</p> <p>【中間目標】(2020年度末)</p> <p>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。</p> <p>【最終目標】(2022年度末)</p> <p>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。</p>
-------	---

事業の計画内容	主な実施事項	2018FY	2019FY	2020FY	2021FY	2022FY	
	研究開発項目①						
	第1世代全固体LIBの共通基盤技術	←					→
	次世代全固体LIBの共通基盤技術	←					→
	シミュレーション技術	←					→
	試験評価法	←					→
	研究開発項目②						
事業費推移 (会計・勘定別にNEDOが負担した実績額(評価実施年度については予算額)を記載) (単位:百万円)	会計・勘定	2018FY	2019FY	2020FY	2021FY	2022FY	総額
	一般会計						
	特別会計(需給)	1,531	2,095	2,130			5,756
	開発成果促進財源						
	総NEDO負担額	1,531	2,095	2,130			5,756
	(委託)	1,531	2,095	2,130			5,756
開発体制	経産省担当原課	製造産業局 素材産業課、自動車課					
	プロジェクトリーダー	プロジェクトリーダー(PL) 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 サブプロジェクトリーダー(SPL) 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) 第1研究部 部長 阿部 武志 第2研究部 部長 蕪木 智裕 第3研究部 部長 福岡 歩 第4研究部 部長 川合 光幹					
	プロジェクトマネージャー	国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 次世代電池・水素部 統括研究員 兼 蓄電技術開発室長 細井 敬					
	委託先 (組合が委託先に含まれる場合は、その参加企業数及び参加企業名も記載)	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) (参加 24 機関) 旭化成、出光興産、クラレ、GS ユアサ、JSR、住友金属鉱山、大日本印刷、東レ、凸版印刷、トヨタ自動車、日産化学、日産自動車、日本触媒、パナソニック、ビークルエナジージャパン、富士フイルム、本田技術研究所、マクセル、三井化学、三井金属鉱業、三菱ケミカル、村田製作所、ヤマハ発動機、産業技術総合研究所  (再委託 7 機関) 京都大学、早稲田大学、東京大学、鳥取大学、大阪大学、東北大学、産業技術総合研究所  産業技術総合研究所、物質・材料研究機構、理化学研究所(2018年度のみ)、大阪産業技術研究所、大阪府立大学、九州大学、京都大学、群馬大学、甲南大学、東京工業大学、豊橋技術科学大学、名古屋大学(再委託:オハラ)、兵庫教育大学、北海道大学、日本自動車研究所					

<p>研究開発の進捗管理</p>	<p>NEDOによる進捗管理としては以下を実施。</p> <p>① NEDO 担当者による進捗管理。        本事業の研究開発テーマ毎に複数名の NEDO 担当者を配置。実施者の研究進捗を常に把握するとともに、目標への到達度、成果の技術的意義、実用化の可能性、産業への波及効果等も分析・評価しながら、事業のマネジメントを推進している。</p> <p>② 外部有識者による進捗点検(「NEDO 技術委員会」の開催)。        外部有識者で構成される「NEDO 技術委員会(蓄電技術開発)」を設置・運営し、研究開発内容に関する技術的な助言や事業全体の運営管理に関する助言・指摘をすくい上げながら、事業を推進している。NEDO 技術委員会での助言・指摘は、必要に応じて、事業の実施方針や各実施者の研究計画に反映している。</p> <p>③ サテライト機関のステージゲート審査の実施。        本事業の研究進捗管理の一環として、サテライトの各大学・研究機関が実施している個別の研究開発を対象とし、これまでの研究開発成果、今年度末の目標達成の見通し、本事業への貢献(集中研究拠点との連携)、成果の産業界での利活用の見通し等を考慮したステージゲート審査を行う予定である。</p> <p>実施者による進捗管理としては以下を実施。</p> <p>① 「PL・SPL 会議」「PL 報告会」を毎週開催。        PL・SPL 間で各研究開発チームの研究進捗を共有。</p> <p>② 「研究開発チーム会議」を2～3ヶ月に1回開催。        研究開発チーム内で研究進捗を共有。</p> <p>③ 「LIBTEC/SOLiD-EV 技術委員会」を3ヶ月に1回程度開催。        参画企業の開発責任者等と研究進捗を共有。</p> <p>④ 「SOLiD-EV シンポジウム」を年に1回(もしくは2回)開催。        本事業の関係者全員で事業全体の研究進捗を共有。</p>	
<p>知的財産に関する戦略</p>	<p>国際市場で競争力を獲得するためには、知的財産と標準化を戦略的に組み合わせることでビジネス戦略に相乗効果をもたらす取組を進める必要がある。その一方、特許化やデジュール標準化(公的標準化)は実質的な技術の公開に繋がるという側面を持つため、オープン&amp;クローズの戦略が必要である。</p> <p>本事業の成果となる材料特性評価技術(標準電池モデル、材料特性評価の条件・要領・手順、個別の物性測定・分析評価手法等)は、基本的にはノウハウ(ブラックボックスのクローズ領域)として取り扱うものとし、特許出願やデジュール標準化は行わない方針とする。</p> <p>一方、要素技術開発の成果(要素技術開発の過程で創出される材料発明を含む。)については、以下に示す戦略を取る。</p> <p>① 全固体 LIB ビジネスの武器となる基本特許の創成活動を推進する。</p> <p>② 国外特許出願を積極的に行う。</p> <p>③ 電極活物質・電解質等の材料発明は積極的に権利化する。</p> <p>④ 製造方法や運転・制御方法等の発明は、原則、ノウハウとして秘匿化する。</p>	
<p>国際標準化</p>	<p>新規技術である全固体 LIB のグローバル市場への投入と普及拡大に向けては、性能・品質、安全性、互換性等の統一的なルールとなる国際規格の整備が必要となる。全固体 LIB の標準化の方向性としては、全固体 LIB が持つ高い耐久性・安全性の価値を客観的に浮かび上がらせて、ユーザーに高い訴求力を示すための試験評価法の国際標準化に取り組む必要がある。</p> <p>また、この試験評価法の国際標準化を迅速・円滑に進めるには、ISO、IEC 等の国際標準化機関における議論を早く始めることが重要である。そのため、本事業における研究開発成果が速やかに国際標準化機関における議論の場で活用されることを目的として、車載バッテリーに関する国内標準化関係者との会合を定期的に持ち、研究開発の状況を共有するとともに、意見・助言をすくい上げて研究開発活動に反映する。</p>	
<p>評価に関する事項</p>	<p>事前評価</p>	<p>2017 年度実施 担当部 スマートコミュニティ部</p>
	<p>中間評価</p>	<p>2020 年度 中間評価実施</p>
	<p>事後評価</p>	<p>2022 年度 事後評価実施(予定)</p>

3. 研究開発成果について	<p>3.1 「研究開発項目① 共通基盤技術開発」の研究開発成果</p> <p>3.1.1 要素技術に関する研究開発成果</p> <p>イオン伝導性を損なわずに正負極間の絶縁を担保した上で化学的反応性に富む固体電解質層を薄膜化すること、電極内での活物質・電解質粒子の凝集及び粒子間空隙の発生、電極自体のひび割れの発生等を抑制しつつ、活物質の充填比率を高め、かつ厚膜化することにより電極の高容量化を図ること、「活物質と電解質の界面において高抵抗の副反応被膜層の生成を抑制し、電極の高入力化を図ること等を目的として、第1世代全固体LIBの各種要素技術の開発を進めた。</p> <p>上記した要素技術の開発成果を取り込んだ実証セルを試作し、体積エネルギー密度 450Wh/L 以上及び 6C レート充電を実証し、開発した要素技術の妥当性を検証した。また、固体電解質粒子の微細化の検討、ニオブ酸リチウムを用いた正極活物質の被覆プロセス条件の適正化の検討、その被覆状態の評価技術の開発、負極活物質(黒鉛)の選定基準の検討、負極内イオン輸送抵抗の低減の検討、三極セルを用いた電極の電位・抵抗の分離計測手法の開発等を実施した。</p> <p>次世代全固体LIBの要素技術開発としては、主に以下に示す検討を実施した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>① 合剤正極の厚膜化</li> <li>② 電極の高容量化・高電位化</li> <li>③ 高安定性固体電解質の創出に向けた検討</li> </ul> <p>3.1.2 材料特性評価技術の開発</p> <p>今後、企業・大学等で開発される全固体LIB用の新材料サンプルについて、セルとしての特性評価を行って、新材料の得失、技術的課題及びセル量産プロセスへの適合性等を把握することに使用する標準電池モデル(セル)の開発を進めた。その結果、体積エネルギー密度 200Wh/L の□2cm 単層セルの標準電池モデルの開発が完了した。</p> <p>3.1.3 シミュレーション技術の開発</p> <p>Newmanモデルをベースにして、液系LIBとは異なってくる全固体LIBの電極構造情報、すなわち、電極内の空隙の存在及び活物質と電解質の接触状態を考慮したマクロ電極モデルを開発した。□2cm 単層セルの実際の放電曲線を再現できることを確認した。</p> <p>EVの走行時や急速充電時のセル及び電池パックの発熱挙動を予測する手法の開発を進めた。マクロ電極モデルの計算体系を一部簡略化して汎用有限要素法の物理シミュレーションソフトに組み込み、3次元のセルの伝熱計算モデルを構築した。0.3C放電時の温度上昇の計算結果と実測値を比較した結果、概ね一致することが確認された。また、液系LIBで実績のある電池パック解析モデルに、全固体LIBのセル解析モデルを組み込み、セル形状・寸法が異なる電池パックの発熱挙動の解析を行った。</p> <p>3.1.4 試験評価法の開発</p> <p>IEC 62660-1「電動車両推進用リチウムイオン二次電池 -性能試験-」に規定されている各性能試験項目について、試験温度範囲を広げて実施した。その結果、液系LIBでは電解液の分解によるガス発生が起きる80℃以上でも全固体LIBは問題なく作動することを確認した。</p> <p>また、IEC 62660-2「電動車両推進用リチウムイオン二次電池 -信頼性・乱用試験-」及びIEC 62660-3「電動車両推進用リチウムイオン二次電池 -安全性要求事項-」に規定されている各安全性試験が全固体LIBにも適用可能かを検討した結果、強制内部短絡試験(FISC試験)のみが適用困難であるとの結論に至った。そのため、セルの解体が不要でかつ拘束状態でも試験が可能となる釘刺し方式の内部短絡試験法を開発した。</p>
	<p>3.2 「研究開発項目② 社会システムデザインの検討」の研究開発成果</p> <p>3.2.1 検討の流れ</p> <p>社会システムデザインの検討を以下に示す流れで実施した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>① 一般ユーザー及び法人ユーザーを対象としたEV・PHEVの受容性調査を実施。その結果に基づいて、国内乗用車普及台数推計ツールを作成する。</li> <li>② 全固体LIB及び競合技術となる液系LIBについて、市場・技術動向を整理した上で、性能向上やコストダウン見通しを検討。</li> <li>③ 全固体LIB搭載EV・PHEVの市場導入シナリオ(車両スペック・価格、市場投入タイミング等)を設定し、上記①で作成した普及台数推計ツールを用いてEV・PHEV(全固体LIB搭載車及び液系LIB搭載車)の普及台数を推計。</li> <li>④ 上記③で推計されるEV・PHEVの普及台数を全固体LIBの開発・実用化がもたらす社会的インパクトとして定義し、これを実現するために必要とされる施策を検討。</li> <li>⑤ 全固体LIB搭載EV・PHEVの広範な普及が実現した際の社会システム像を整理。</li> </ul> <p>3.2.2 ユーザー意識調査</p> <p>自動車ユーザー1,423人(EV・PHEVユーザー227人を含む)に対して、一般アンケート調査及びコンジョイントアンケート調査を実施し、EV・PHEVの受容性や次回購入する自動車に対する意識(価格、ランニングコスト等の属性の重要度)を把握した。</p>

3.2.3 全固体 LIB 搭載車の導入シナリオの検討  
 全固体 LIB 搭載車の普及初期におけるターゲット市場としては、経済性が成立しやすい都市内で利用される商用車を選定した。商用車での普及が拡大することにより、全固体 LIB のコストダウンが進み、全固体 LIB 搭載車とガソリン車の価格差が縮まることでユーザーの利便性・経済性が改善し、乗用車としての普及拡大に繋がると考えられる。

3.2.4 国内乗用車普及台数の推計  
 E.M.Rogers によって提案されたイノベーションモデル(理論)に基づいた国内乗用車普及台数推計ツールを作成し、全固体 LIB 搭載車を含めた国内乗用車普及台数推計のケーススタディを行った。  
 その結果、EV・PHEV の普及に対して、全固体 LIB の導入が大きな社会インパクトを与えることが分かった。具体的には、EV・PHEV 保有台数は液系 LIB のみ場合に比べて約 360 万台(24%)の増加効果が得られること、さらに「継ぎ足し充電」での運用により 37 万台上積みが可能であることが確認された。  
 今後は、台数推計に基づいたインパクト分析における残課題への対応や定量的評価の追加等を継続して行うとともに、ユーザーの動向を注視しつつ、社会システム将来像のブラッシュアップと実現への課題の明確化を進め、社会システムデザインを描いていく。

投稿論文	「査読付き」5 件
特許	出願済 4 件(うち外国出願 1 件) (2020 年度中に 7 件を追加予定)
その他の外部発表 (プレス発表等)	研究発表・講演は国内外を含めて 47 件(2020 年度中に 12 件を追加予定)、 学術誌等へは 5 件(2020 年度中に 2 件を追加予定)寄稿

本事業における成果の実用化の考え方は、以下のように定義した。

**本事業における成果の実用化の考え方(定義)**

本事業の成果(全固体リチウムイオン電池の共通基盤技術及び社会システムのシナリオ・デザイン)が、材料メーカー・大学等における新材料の研究開発や自動車・蓄電池メーカーにおける電動車及び車載バッテリーの研究開発に活用されること。

4.1 成果の実用化に向けた取組  
 上記した定義に基づく成果の実用化に向けた基本的な戦略と具体的な取組は以下のとおりである。

4.1.1 開発成果の参加企業の活用に向けた取組  
 本事業の集中研究拠点である LIBTEC には、全固体 LIB や車載バッテリーで豊富な技術蓄積を有する材料・蓄電池・自動車メーカー 23 社より、研究者・エンジニアを外向研究員として受け入れ、各社の技術シーズ・ニーズを循環させつつ、大学・研究機関のサイエンスの知見を取り入れて研究開発を進めている。こうした企業間連携及び産学連携により価値を高めた技術の有用性は、各外向研究員が強く実感しており、各外向研究員が出向元企業に復帰することで、自ずと参加企業内で活用され、その後、産業界全体に浸透していくと考えられる。

この産業界浸透の迅速化をねらい、事業期間中より、参加企業の開発担当者に対しても研究開発情報をタイムリーに共有し、開発技術の有用性を認知させることを基本戦略として、以下に示す取組を進めた。

- ①「SOLiD-EV 技術委員会」の開催(開催実績:7 回)
- ②「SOLiD-EV 技術シンポジウム」の開催(開催実績:3 回、各回参加人数:約 150~190 名)
- ③ 参加企業に対する「個別限定情報」の開示(開示実績:157 件)
- ④ 研究設備の企業見学会の開催(開催実績:29 回)

4.1.2 材料特性評価技術の産業界・学界の活用に向けた取組  
 本事業で開発している全固体 LIB の材料特性評価技術については、材料メーカーのみならず、大学・研究機関も広く活用して、我が国における全固体 LIB の研究開発を効率的に進め、日本が全固体 LIB の技術進化でリードする状況を作る必要がある。

この材料特性評価技術の産業界・学界への浸透には、実際のユーザーの立場で成果を利用してもらい、その有用性を実感させるのが最も効果的である。そのため、事業期間中より、新材料の受入れと電池試作・評価、標準電池モデルの提供を行うことを基本戦略として、以下に示す取組を進めた。

- ① 新材料の受入れと電池試作・評価(サンプル評価実績:62 件)
- ② 大学・研究機関への標準電池モデルの提供(提供実績:6 機関)
- ③ 全固体 LIB の特性評価及び分析・解析に係るドキュメント類の整備(文書発行実績:69 件)

4. 成果の実用化・事業化に向けた取組及び見通し

	<p>4.1.3 国内標準化関係者との研究開発情報の共有  試験評価法の国際標準化を迅速・円滑に進めるには、国際標準化機関における議論を早く始めることが重要である。そのため、事業開始初年度より、国内の標準化関係者と定期的に会合を持ち、研究開発の状況を共有していくとともに、意見・助言をすくい上げて実験データを取得した。</p> <p>4.1.4 企業を交えた「社会システムデザインの検討」の実施  全固体 LIB 搭載電動車の社会実装に向けた推進力・担い手となるのは自動車・蓄電池メーカーである。そのため、自動車・蓄電池メーカー9社の専門家で構成されるワーキンググループを LIBTEC 内に設置し、定期的に会合を開催し、各専門家の意見・助言をすくい上げながら検討を進めた。</p> <p>4.2 成果の実用化の見通し  次の 1)～3)に示す理由により、本事業の成果は、我が国における全固体 LIB の研究開発及び実用化を手戻りなく効率的に進めるための強力なツールとして、国内産業界及び学会で活用されることが期待できる。</p> <p>1) 本事業に参加している企業は、蓄電池開発・実用化のパイオニア的な存在であり、この分野で世界トップの技術力を保有している。本事業では、こうした産業界・アカデミアの経験、技術力、人材等を最大限に活かす産学連携・企業間連携の体制で研究開発を進めている。</p> <p>2) 全固体電池の研究開発が世界的に活発化しており、欧州では産学連携による国家プロジェクトも開始されているが、総合的に見て本事業の方が実施体制に厚みがあり、開発している要素技術や特性評価のプラットフォームは世界トップレベルの水準にある。</p> <p>3) 事業期間中より、成果を企業・アカデミアに浸透させていく取組を研究開発と同時進行で行っており、順調に進展している。</p> <p>4.3 波及効果  4.3.1 オープンイノベーションの推進  本事業においては、自動車・蓄電池・材料メーカー23社が競合・売買関係等の垣根を取り払い、協調して研究開発に取り組んでいる。集中研究拠点である LIBTEC においては、企業各社からの出向研究員によってニーズ・シーズの好循環や幅広い知・人材の交流が図られている。また、LIBTEC がハブとなって国内の大学・研究機関を研究ネットワークに取り込み、課題・ニーズを共有しながら課題解決型の研究開発を進めることにより、学術成果の産業技術としての引き上げを実現している。さらに、各研究チームの内外で、大学・研究機関相互及び異分野の研究者相互の連携・協力も実現している。</p> <p>4.3.2 人材育成  本事業では、「科学者(アカデミア)とエンジニア(産業界)の交流」及び「蓄電池研究者と電池設計・プロセス技術者の交流」を実現している。その結果として、科学者は研究と社会(産業)との繋がり・結び付き、企業のコスト意識や時間感覚等を体感し、一方、エンジニアは大学・研究機関が保有するサイエンスに立脚した研究を体感している。また、産学両方のフィールドで、「サイエンスを理解した電池設計・プロセス技術者」及び「電池設計・プロセス技術を理解した蓄電池研究者」が育成される。</p> <p>4.3.3 全固体 LIB の他用途への展開  全固体 LIB は EV・PHEV 用途だけでなく、電動バイク、無人搬送車、フォークリフト、ロボットといった他の動力分野用途にも応用できる。さらには、住宅設置、需要家設置、系統設置等の電力貯蔵システム用途でも応用できる。本事業に参加している企業は EV・PHEV 用以外でもビジネスを展開しており、本事業の成果は様々な分野の世界市場に展開することができる。</p>	
5. 基本計画に関する事項	作成時期	2018年1月 作成
	変更履歴	なし

## 用語集

用語	説明
C	評価対象の電池の容量から規定される電池を充放電する際の電流値の表記法。定電流放電したときに、1 時間で対象電池の全容量を放電できる電流値を 1 C と規定する。2 C の定電流放電では電流値が 1C の電流値の 2 倍であり、0.5 時間で充電状態から全容量が放電される。
C600	カルベ型熱量計の略号。電極、セパレータ、電解液を電池構成のままて評価するため実際の電池での発熱に近い評価が可能である。室温~600°Cの温度範囲で計測可能。
CIP	Cold Isostatic Press の頭字語。和約は冷間等方圧加圧法。対象物をゴム製など変形性を有する容器内に密封して水やオイルなどの媒体中に浸し、媒体を加圧することで対象物を当方的に加圧処理する方式。
DOD	Depth of Discharge の頭字語。放電深さと訳され、電池(容量)を使った程度(深さ)を示す指標。完全充電状態は DOD=0 で、完全放電状態は DOD=100%。
dV/dQ	充電または放電容量(Q)に対する電圧(V)の変化量。dU/dQ、dE/dQ と表記されることもある。電池の充放電試験では電圧と容量の関係(充放電曲線)が得られ、電圧(V)を容量(Q)で微分( $\Delta V/\Delta Q$ )することで dV/dQ 曲線が得られる。ピーク形状やシフト量、ピーク間距離等から電極内の反応分布や劣化に関する情報が得られる。dV/dQ の分母と分子を逆にした dQ/dV は非常に遅い掃引速度でのサイクリックボルタモグラム(CV)にほぼ相当することが知られており、新規活物質のプラトー電位の解析等に利用される。
EV	Electric Vehicle の頭字語。外部からの電力供給によって搭載する二次電池(蓄電池)に充電し、電池から電動機に供給することで走行する電動車。
FCV	Fuel Cell Vehicle の頭字語。燃料電池自動車。燃料から電気化学反応により電流を取り出す燃料電池で発電した電力で電動機を駆動し走行する自動車。燃料として水素(と大気中の酸素)を利用するタイプでは、水以外排出されない。
HC	Hard Carbon の頭字語。ハードカーボンあるいは難黒鉛化性炭素と呼ばれる。材料の硬度は高いが、微小構造の特性から急速かつ大電流での充電が出来、HEV 向きとも言われる。
HEV	Hybrid Electric Vehicle の頭字語。ハイブリッド電気自動車。充電可能な二次電池を搭載し、内燃エンジンと電動機で走行可能な電動車。二次電池の充電は内燃エンジンで行う。低速走行時やアイドル時は内燃エンジンを停止しているため、内燃エンジン車より燃費が良い。
ICE	Internal Combustion Engine の頭字語。ガソリンや軽油等を燃焼させて動力を取り出す内燃機関(エンジン)。
IEC/TC21	International Electrotechnical Commission の頭字語。和約は国際電気標準会議。電気・電子技術分野の国際規格の制定を行っている非政府国際標準化機関。制定された規格は IEC62660 などと付番される。IEC には、技術分野毎に規格を開発するための専門技術委員会があり、これらは TC(Technical Committee)と呼ばれる。TC は TC1 から TC114 まであり、TC21 は蓄電池である。
LCO	LiCoO <sub>2</sub> コバルト酸リチウム。リチウムイオン電池用正極材として利用。
LFP	LiFePO <sub>4</sub> リン酸鉄リチウム。原料が安価で、放電電圧が約 3.4V でやや低い平坦で、かつ 400°C超まで熱安定性に優れるので、ナノレベルの粒径にすることで、電動工具、電気自動車や定置用の電池に用途が広がっている。
LGPS	リチウム(Li)・ゲルマニウム(Ge)・リン(P)・硫黄(S)からなる硫化物系固体電解質。2011年に東京工業大学で発見されリチウム塩を有機溶媒にとかした有機系電解液に匹敵するリチウムイオン伝導度を示し、その後の改良材は電解液を上回る伝導度を示すものも開発されている。
Li	リチウム
LIB	リチウムイオン電池(Lithium Ion Battery)
LMO	LiMn <sub>2</sub> O <sub>4</sub> マンガン酸リチウム。LIB 用正極材として利用。
LNO	LiNiO <sub>2</sub> ニッケル酸リチウム。LIB 用正極材として作動し、LCO、LMO と比較して重量当たりの理論容量は高いが、安定性などの問題で広くは用いられていない。

用語	説明
LNMO	スピネル型ニッケルマンガン酸リチウム $\text{LiNi}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ の頭字語。5V 正極材料として注目されている材料。
LPS	リチウム(Li)・リン(P)・硫黄(S)からなるガラスセラミックス構造の硫化物系固体電解質。
NCA	$\text{Li}[\text{NiCoAl}]\text{O}_2$ LIB 用正極材として利用。
NCM	$\text{Li}[\text{NiCoMn}]\text{O}_2$ LIB 用正極材として利用。三元系正極活物質とも呼ばれる。Ni、Co、Mnの比率に応じて Ni:Co:Mn=5:2:3 であれば NCM523 などと表記される。
OCV	Open Circuit Voltage の頭字語。開回路電圧と呼ばれ、電池に電流が流れていない状態での電池の電圧を指す。
OEM	Original Equipment Manufacturer の頭字語。一般には他社ブランドの製品を製造すること、またはその企業に使われる場合が多いが、自動車産業関係の話題では、自動車製造者(カーメーカー)の事を OEM と呼ぶ。
PHEV	Plug-in Hybrid Electric Vehicle の頭字語。プラグインハイブリッド電気自動車。外部から充電可能な二次電池を搭載し、内燃エンジンと電動機で走行可能な電動車。一般的に HEV と比較すると搭載する電池容量は大きく、電池単独で走行できる距離が長い。
PVDF	Poly-Vinylidene Difluoride の頭字語。ポリフッ化ビニリデン。酸化還元耐性に優れる。主に正極のバインダー(結着材)に使用する。
SE	Solid Electrolyte の頭字語。固体電解質の略号として使用される。
SOC	State of Charge の頭字語。電池の規定容量に対してどの程度充電されているかの状態。SOC 100%で満充電。SOC 0%で完全放電状態。
VGCF	Vapor Grown Carbon Fiber の頭字語。和訳は気相成長炭素繊維。
圧粉体セル	粉末状の材料を円筒状の形状を有する評価セルの内部に充填し、密閉、必要に応じて加圧することで電池として作動する構成を実現し評価をおこなうセル。
アルジロダイト	リチウム(Li)・リン(P)・硫黄(S)・ハロゲン(X)からなる結晶質構造の硫化物系固体電解質。
液系 LIB	電解質に電解液を使用するリチウムイオン電池。
オリビン系	結晶形の一つ。正極活物質であるリン酸鉄リチウムがこの構造をとるため、蓄電池分野ではリン酸鉄リチウム(LFP)を意味することが多い。
革新型蓄電池	現在広く普及しているリチウムイオン電池より容量などにおいて優れる二次電池。リチウム硫黄電池や金属空気電池が候補とされることが多い。
活物質	電極活物質ともいう。化学電池で、その電池の起電反応のもととなる主要物質のこと。LIBでは、正極活物質として、コバルト酸リチウム、マンガン酸リチウム、リン酸鉄リチウム等が、負極活物質として、黒鉛等が使用されている。
グラファイト	黒鉛ともいう。炭素の同位体の一つであり、炭素原子六員環が同一面に連なったグラフェン面が積層した構造となっている。還元状態でリチウムを層間に吸蔵できるため、商品化されている LIB の負極材料として使用されている。
グローブボックス	大気から遮断された環境で実験をおこなう設備。作業は外部から壁面に取り付けられたグローブを通しておこなう。内部は必要に応じて不活性ガスや特定成分除去空気などが充填される。
合金系負極	Si や Sn のように、充放電の際に Li と合金を形成する材料のこと。炭素系負極材料に比べて、充放電電位は高くなるが、数倍の理論容量を示す。
合剤	電池の電極を構成する集電体を除いた部分の成分。活物質、バインダー、導電材、電解質などを含む。
交流インピーダンス法	EIS (ElectroChemical Impedance) とも略される。電気化学測定法の1種。セルなどの測定対象に周波数を掃引しつつ交流を印加し、その際のインピーダンス(抵抗)を測定し、電極反応などの解析を行う手法。
黒鉛	グラファイトともいう。実際には鉛は含まれていない。
コーター	塗料を基材に塗布して塗布膜を形成する装置。

用語	説明
固体電解質	有機物または無機物の固体の中で、リチウムイオン伝導性を示し、電解質として使用できるもの。
サイクル特性	一定条件下での充放電サイクル数と容量維持率の関係をプロットした図で表され、エネルギー密度、レート特性と並ぶ重要な電池特性。通常、室温、1 C で充放電を繰り返したときの容量値の推移を見る。二次電池のような充放電をしながら使用するデバイスでは、充放電サイクルを重ねても劣化が少ないことが要求される。
酸化物系固体電解質	酸素を主成分として含有する酸化物の固体電解質。安定性に優れ、真空製膜などの製法でも膜形成できる。
三元系正極活物質	リチウムイオン電池の正極活物質の一種。層状結晶を有するリチウム金属酸化物で金属にコバルト(Co)、ニッケル(Ni)、マンガン(Mn)の3種を使用する物質。NCMとも呼ばれる。
試作仕様書	標準構成電池モデルを試作(作製)する際の、材料の規定から始まって電池完成までの作製に関わる全てのプロセスを詳細に記載した書類。この仕様書に従って電池作製を行えば常に一定の品質の当該電池が作製できる。
充放電サイクル	充放電の繰り返し回数。電池の劣化していく主な原因は充放電繰り返しによるセルの内部抵抗の増大。内部抵抗が増大すると容量・放電レートや温度特性も低下。
出力密度	二次電池の単位質量または単位容積当たりに取り出せる電気出力。W/kg、W/L 等の単位で示される。
集電体	電池セル内において、電流を通電させるための部材。液系リチウムイオン電池においては一般的に正極側ではアルミニウム箔、負極側では銅箔。
シングルイオン伝導体	電解質中をイオンが移動する際、移動するイオンが1種類の電解質。電解液では解離したプラスイオン、マイナスイオンの2種類が移動する。
性能評価手順書	各ロットの電池を評価する際には、複数の評価項目について試験を行うが、その際に評価順序、評価条件、評価電池個数、等を定めた評価方法を記載した書類。
セパレータ	正極と負極の間に短絡防止、間隔保持、電解液保持等の目的で挿入する多孔または微孔性の膜や不織布状のもの。
セル	単電池。電池の内部構造で、正極・負極・電解質の1組。またはそれを1組だけ持つ電池。
全固体 LIB	電解質に固体電解質を使用するリチウム二次電池。全固体電池。本事業では全固体電池を、紛れを避けるために全固体 LIB と呼称する。
全固体電池	電解質として電解液の代わりに固体電解質を利用し、電池全てが固体でできた電池。液体をゲル化などの手法で固形化した電池を固体電池と称する例もあり、液体成分を含まない構成を特に「全」を付して識別するが、使用者によって定義が異なることもあるため注意する必要がある
先進 LIB	原稿のリチウムイオン電池から材料などの改良により性能を向上させたリチウムイオン電池。電解質としては液系の電解液を想定している。
ダイコーター	塗布方式における塗料塗布方法の一つ。塗料を細いスリットを有するダイから押し出して塗布面に塗布することにより塗膜を形成するコーター。
蓄電池	電気化学的に電気エネルギーの保存が可能な電池。二次電池。リチウムイオン電池などの他、レドックスフロー電池など種々の異なる原理に基づく電池もある。
電解液	二次電池内の電気化学反応に際してイオン伝導させる溶液。LIB では、極性が大きく溶解力の高いカーボネート系有機溶剤が使用される。
電極	二次電池においてエネルギーの保存に関与する部材。正極、負極がある。リチウムイオン電池では活物質をバインダーと混合し集電体上に膜形成したもの。
デンドライト	リチウムデンドライトの項を参照。デンドライト自体は他の金属でも見られる現象。
導電助材	電極中の電気伝導度を高めるために加えられる材料。炭素微粒子や金属微粒子が用いられる。
二次電池	充電することで繰り返し利用することが可能な電池。蓄電池とも言う。鉛蓄電池、ニッケルカドミウム電池、ニッケル水素電池(Ni-MH 電池)、リチウムイオン電池など。

用語	説明
バインダー	活物質同士あるいは活物質と集電体を結着させ、導電ネットワークを形成し構造を維持するために、電極合剤に添加される。塗料特性、柔軟性、電解液への不溶性、電気化学的な安定性等様々な性能が要求される。
パック (電池パック)	蓄電池の搭載機器において蓄電池が収納されているユニット。電動車に対して用いる場合が多く、複数の電池と電池制御システムを一つの函体に収めたパーツ。
ハーフセル	検討対象の電池において、想定する正極、負極の一方を参照用のリチウム金属などで代替したセル。評価対象極の挙動を単独に評価する場合に用いられる。
評価基準書	標準電池モデル毎に、その使用する材料、電極と電池の作製方法、電極と電池の評価方法、評価結果のまとめ、信頼性評価、安全性評価、留意点と展開、等を一纏めとしたもので、当該モデルの技術の全てが記載されている書類。「評価基準書一次版」には上記の「試作仕様書」、「性能評価手順書」の他に「構造解析結果」、「評価手法と評価結果」等が含まれる。「評価基準書二次版」にはこれらに加えて「信頼性」、「安全性」に関する項目が追加される。
標準電池モデル	一定のカテゴリーの材料系を用いた電池において、安定かつ十分な性能を発現できる電池構成、電池作製プロセスを開発しモデルとした電池。材料評価、特性評価の基準として活用する。
不可逆容量	充電した後に、放電することができなかつた容量。蓄電池の効率低下につながる。
フルセル	検討対象の電池において、想定する正極、負極の双方を有するセル。一方が参照用のリチウム金属などで代替される場合はハーフセルという。
放射光	磁場中を円運動する電子が曲げられるときに放射(シンクロトロン放射)する紫外～X線。通常の光源に比べ強度と指向性が極めて高く、電池をはじめ物理、化学、生物、工業分野での研究に広く活用されている。国内では Spring-8、フotonファクトリー等の施設がある。
枚葉式コーター	基材供給方式として一定のサイズに切り出された基材フィルムを一枚ずつ供給して、これに塗布していく枚葉方式を採用したコーター。
モジュール	通常複数のセルを組みあわせて一つのユニットとした部材。電池パックは複数のモジュールを搭載して構成されることが多い。
ラミネート形電池	従来の金属ケースに代えて、水蒸気の浸透を阻止できるアルミニウム(Al)箔を中心に、外装面に強度と対候性のあるナイロンや PET(ポリエチレンテレフタレート)の薄膜を、内装面に PP(ポリプロピレン)等の水蒸気透過性の低い薄膜を積層した(laminated)包材を成型し、ケースとした電池の総称。小型で軽量の電池が比較的容易に実現できる。パウチ形電池、ラミ電池とも呼ばれる。
リチウム	元素記号 Li、原子量 6.941。銀白色の金属結晶。酸化還元電位が全元素中で最も低く、原子量が小さいことから、電極材料として使用すると、エネルギー密度の大きい電池が作製できる。反応性に富み、水、窒素、ハロゲン等と激しく反応する。
リチウムイオン電池	二次電池の1種。LIBの充放電における反応は、リチウム原子が正極・負極、両極の層状物質の層間を往復するだけのシンプルなものである。(1)起電力が約4Vと高い、(2)エネルギー密度が高い、(3)レート特性が良い、(4)温度特性、自己放電特性が良い、(5)メモリ効果が見られない、という特徴を持っている。これらの特徴から、家電、通信機等の幅広い分野で応用されている。今後は、自動車等輸送機器用の電源としての用途が期待されている。
リチウム dendrite	充電時に負極側に樹脂状や針状に金属 Li が析出する現象のこと。セパレータや電解質層を突き破り、析出した金属 Li が正極に接触することで短絡の要因となる。
硫化物系固体電解質	LPS や LGPS のように硫黄(S)を主成分として含有する固体電解質。高いリチウムイオン伝導度を示す材料系が複数知られている。
ロール to ロール	塗布システムにおける基材供給方式の一つ。RtoR と記載される場合もある。ロール状に巻き取られた基材フィルムを巻出しながら走行させ、フィルム面に塗工をおこない、そのまま乾燥ゾーンで乾燥後にロールに再び巻き取ることでフィルムへの塗工をおこなう方式。フィルム長を長くでき、走行速度を高速化することで、多量生産、高効率な塗工が実現できる。
ロールプレス	近接配置あるいは密接加圧されている2本のロールの間をフィルム上の対象物を通過させることで、対象物を押圧処理するプレス機。