

「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

資料5



「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

(2018年度～2020年度 3年間)

プロジェクトの概要 (公開)

2020年10月20日

NEDO 次世代電池・水素部 蓄電技術開発室

発表内容

評価軸の中項目

ポイント、内容

1. 事業の位置付け・必要性

- (1) 事業目的の妥当性
- (2) NEDOの事業としての妥当性

- ・事業の目的
- ・事業の社会的背景
- ・市場動向、技術動向、特許動向
- ・国内外の研究開発動向
- ・関連する上位施策・制度
- ・NEDOの関与の必要性
- ・実施の効果



2. 研究開発マネジメント

- (1) 研究開発目標の妥当性
- (2) 研究開発計画の妥当性
- (3) 研究開発の実施体制の妥当性
- (4) 研究開発の進捗管理の妥当性
- (5) 知的財産に関する戦略の妥当性

- ・各種動向を反映した目標設定
- ・スケジュール、研究開発費用
- ・実施体制、実施者の技術的遂行力
- ・進捗管理・マネジメント
- ・知的財産戦略



3. 研究開発成果

- (1) 研究開発項目① 共通基盤技術開発
- (2) 研究開発項目② 社会システムデザインの検討
- (3) 成果の普及

- ・研究開発成果
- ・知的財産と成果の普及



4. 成果の実用化に向けた取組及び見通し

- (1) 成果の実用化に向けた取組
- (2) 成果の実用化の見通し
- (3) 波及効果

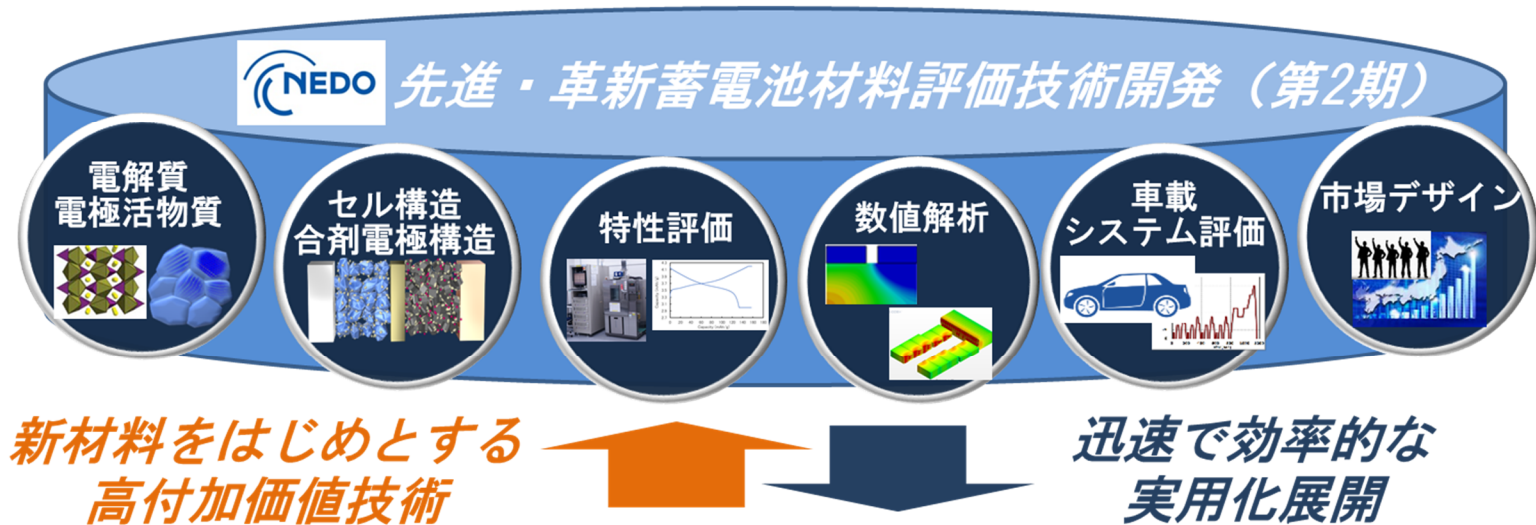
- ・実用化に向けた具体的取組
- ・成果の実用化の見通し
- ・成果に対する波及効果

1. 事業の位置づけ・必要性

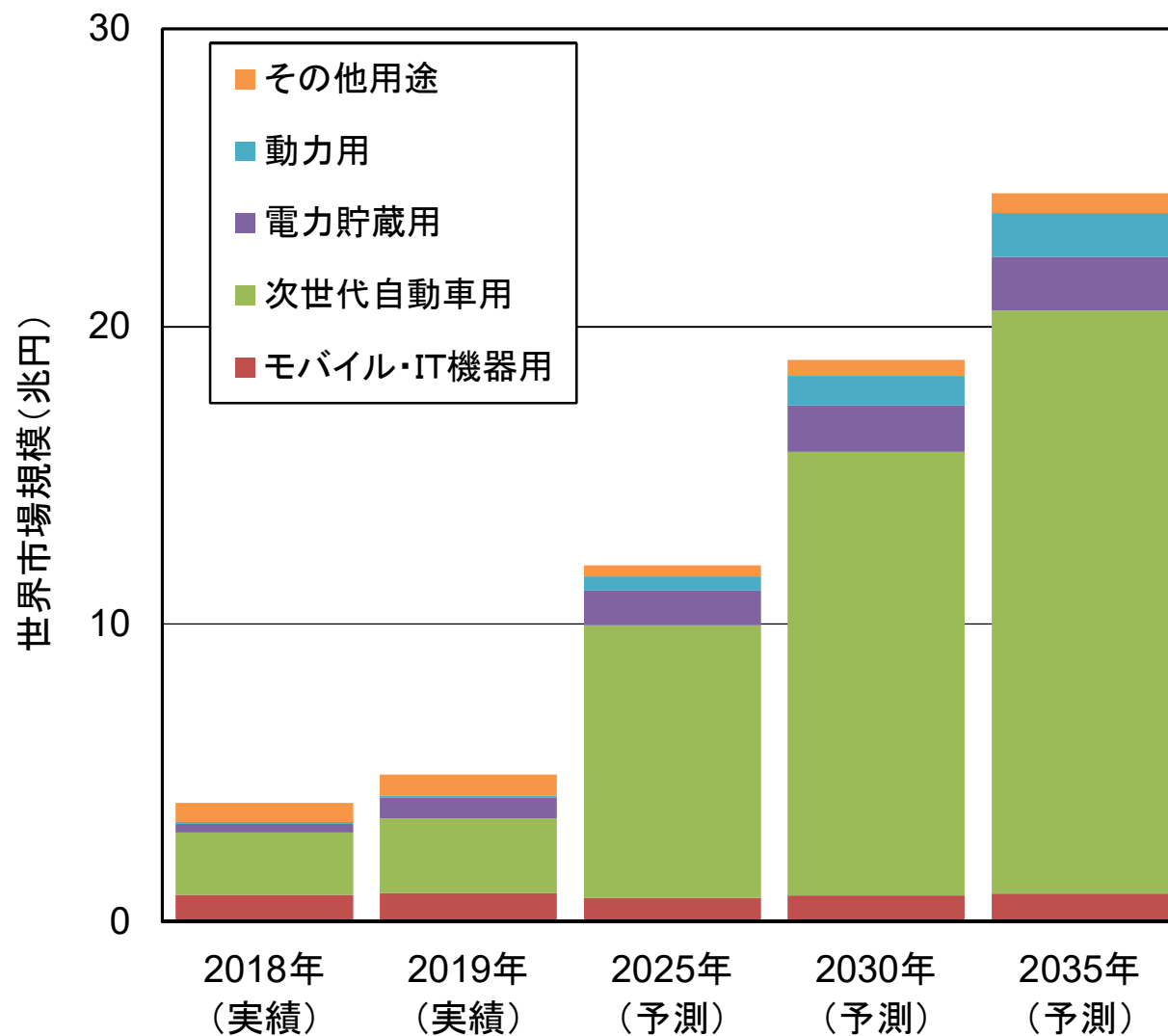
事業のねらいと取組

- 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



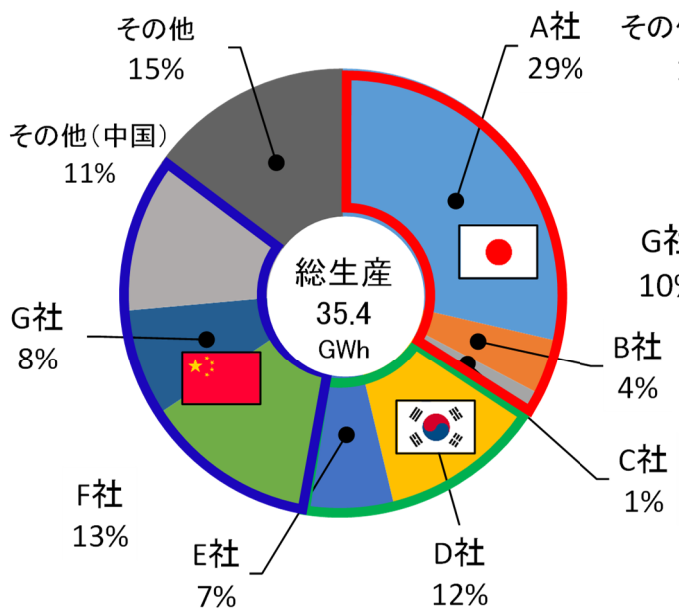
液系LIBの市場規模推移と将来予測



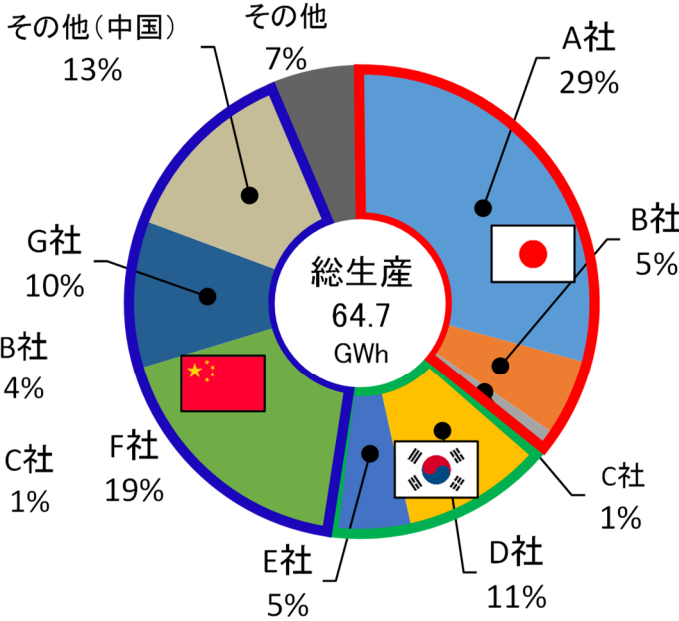
出典:「エネルギー・大型二次電池・材料の将来展望 2018、2020」及び「2019 電池関連市場実態総調査」(株式会社富士経済)を参考にNEDO推定

EV・PHEV用液系LIBの市場シェア推移

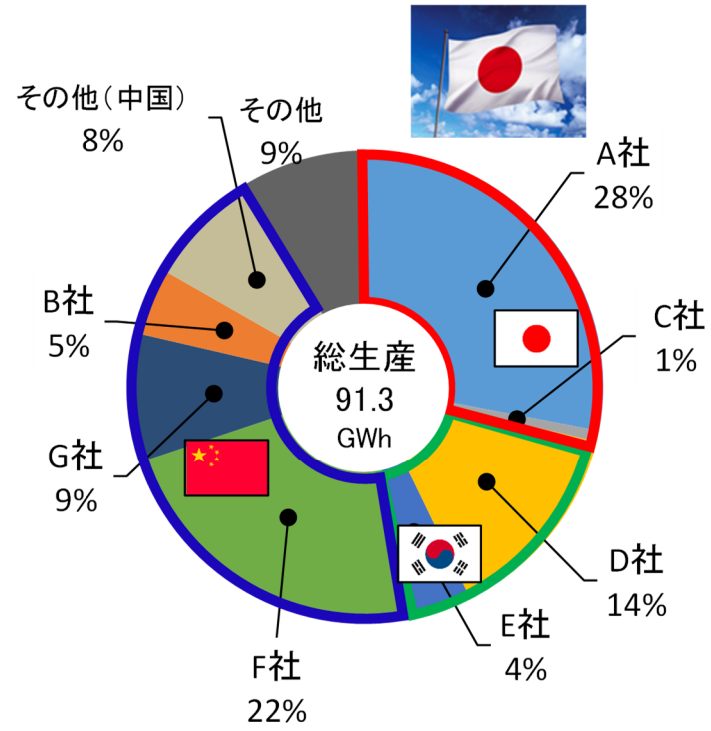
2017年



2018年

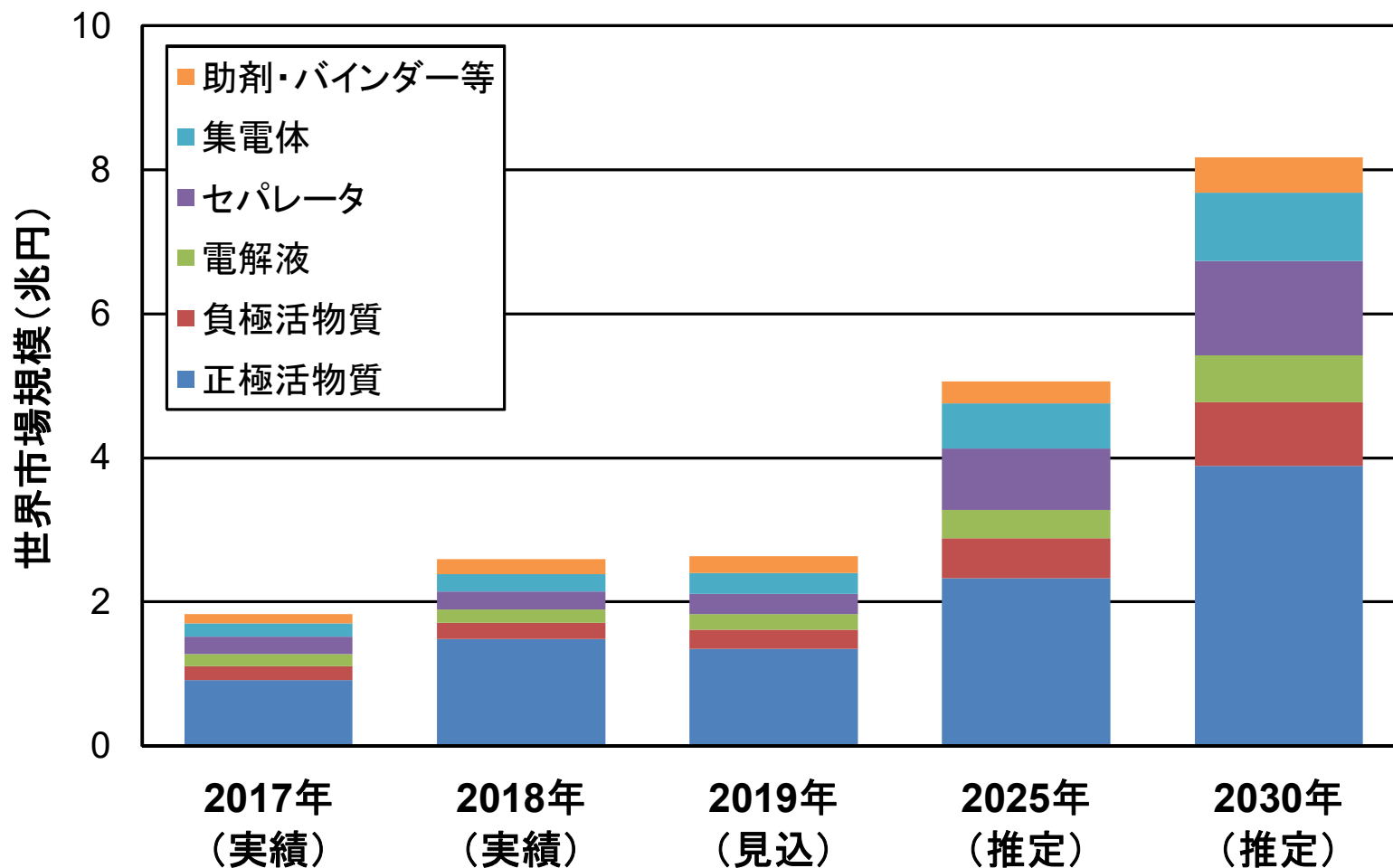


2019年



出典:「エネルギー・大型二次電池・材料の将来展望2019、2020」(株式会社富士経済)に基づきNEDO作成

液系LIB材料の市場規模推移と将来予測

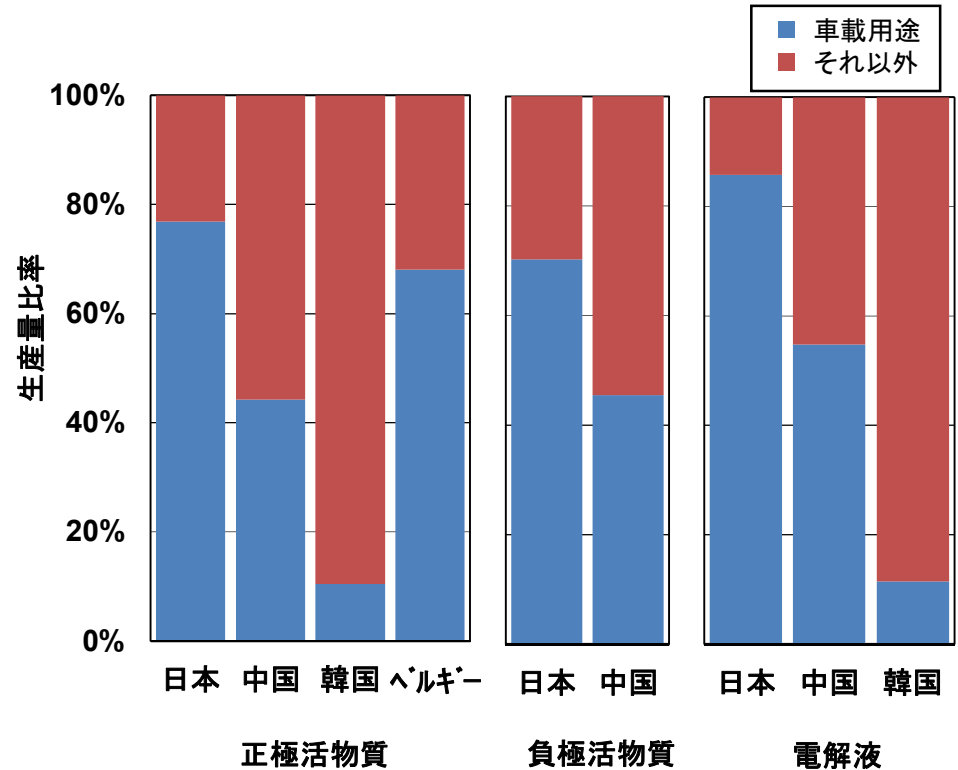
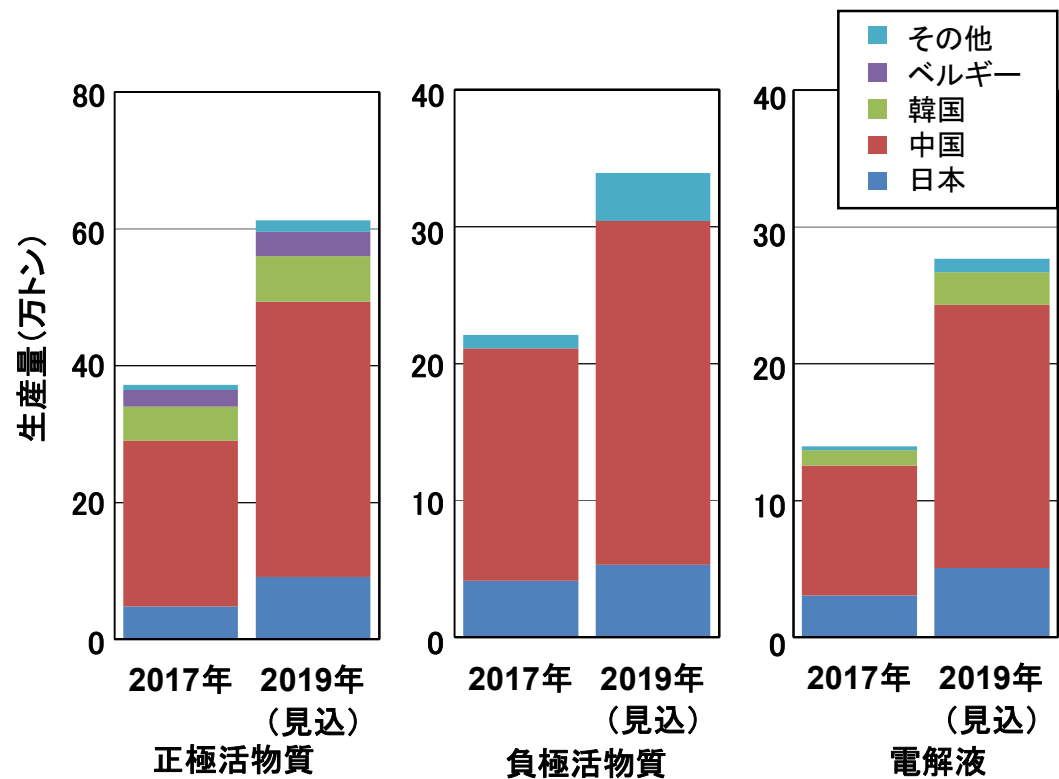


出典:「エネルギー・大型二次電池・材料の将来展望 2018」及び「2017～2019 電池関連市場実態総調査」
(株式会社富士経済)を参考にNEDO推定

液系LIB材料の生産動向

世界生産量の推移

車載用途生産量の専有割合(2017年)



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

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

液系LIBを用いた車載バッテリーの課題

- 課題1：高 価
- 課題2：体積大（エネルギー密度不足）
- 課題3：発火・発煙リスク
- 課題4：経年劣化（容量・出力低下）
- 課題5：EV充電時間長
- 課題6：電池材料の資源制約
- 課題7：他国の技術キャッチアップ

詳細は事業原簿「技術動向（1）液系LIBの課題」を参照。

現行EVのセル・電池パック

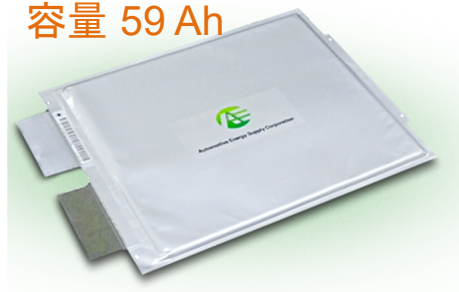
Nissan Leaf e+



441万円～

セル

容量 59 Ah



- 体積エネルギー密度: 482 Wh/L
- 重量エネルギー密度: 235 Wh/kg

電池パック



容量 62kWh
体積 約260L
重量 約460kg

- 体積エネルギー密度: 240 Wh/L
- 重量エネルギー密度: 134 Wh/kg

Tesla Model 3



655万円～ (75kWh)

511万円～ (50kWh)

容量4.8Ah



- 体積エネルギー密度: 713 Wh/L
- 重量エネルギー密度: 247 Wh/kg

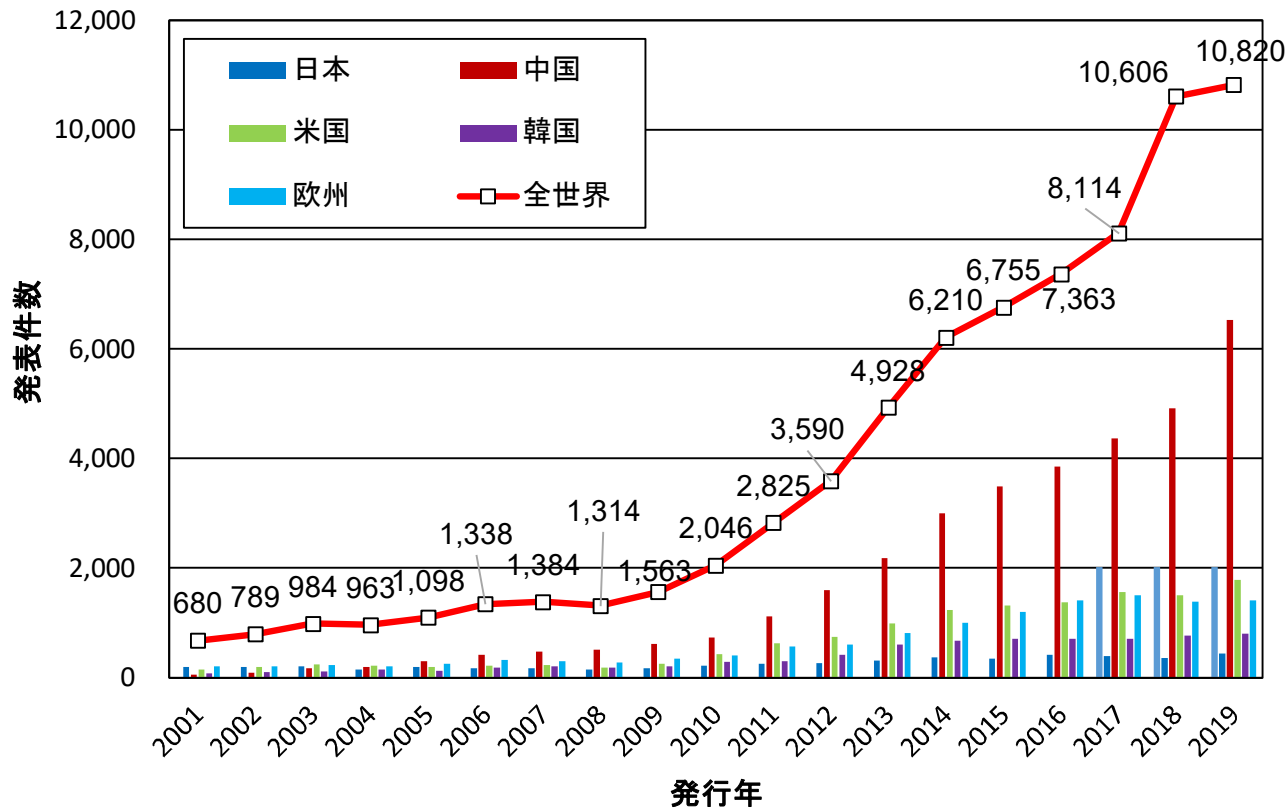


容量 75kWh
体積 約500L
重量 約470kg

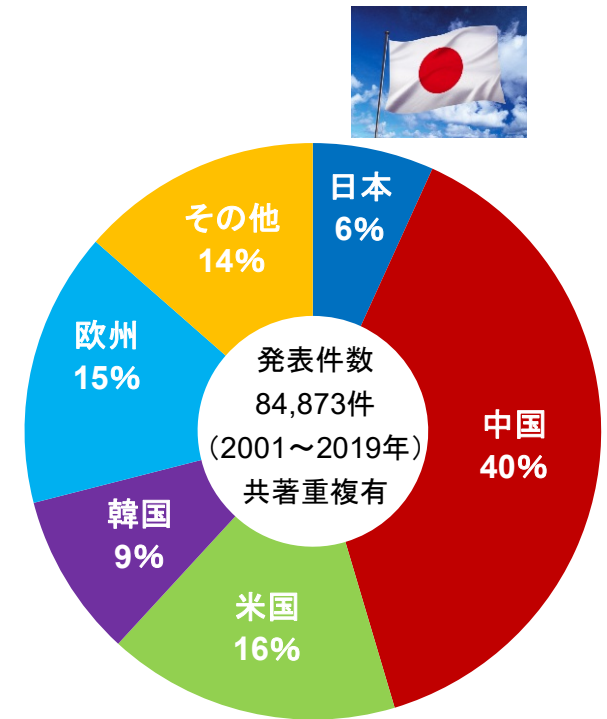
- 体積エネルギー密度: 150 Wh/L
- 重量エネルギー密度: 160 Wh/kg

液系LIBの論文発表動向

液系LIBの論文発表件数の推移



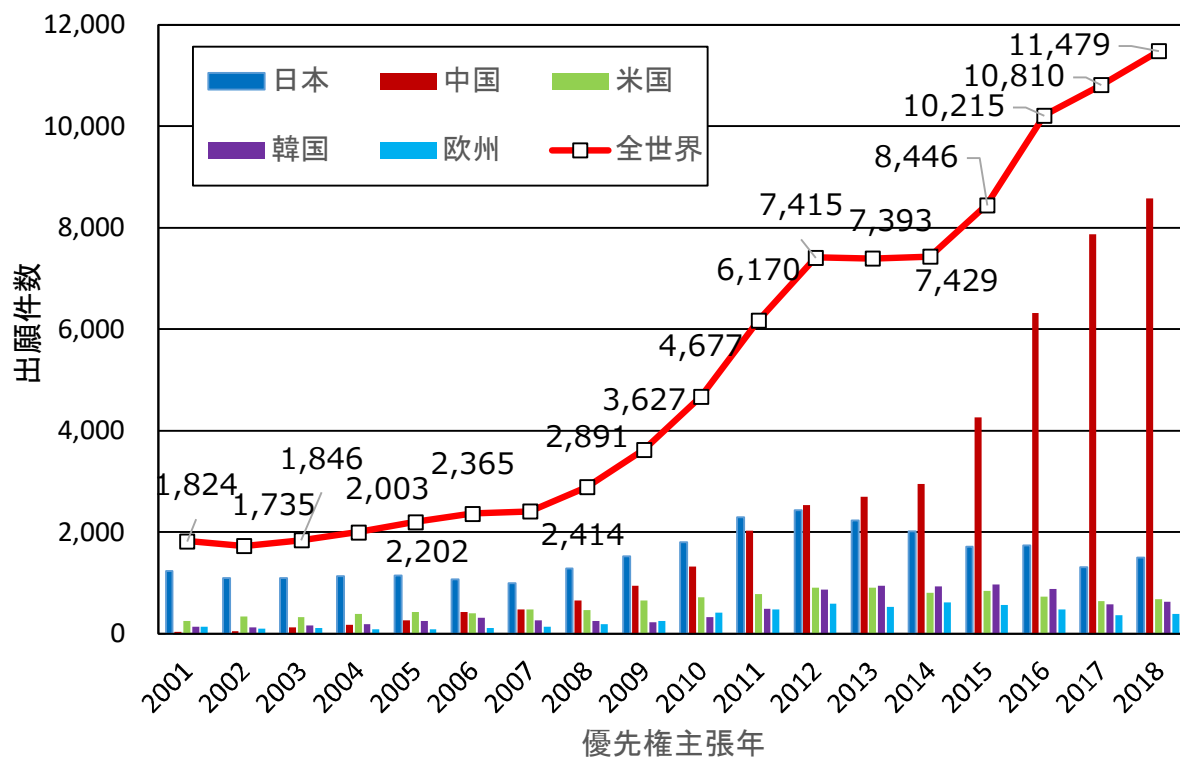
液系LIBの著者所属機関国籍別の論文発表件数



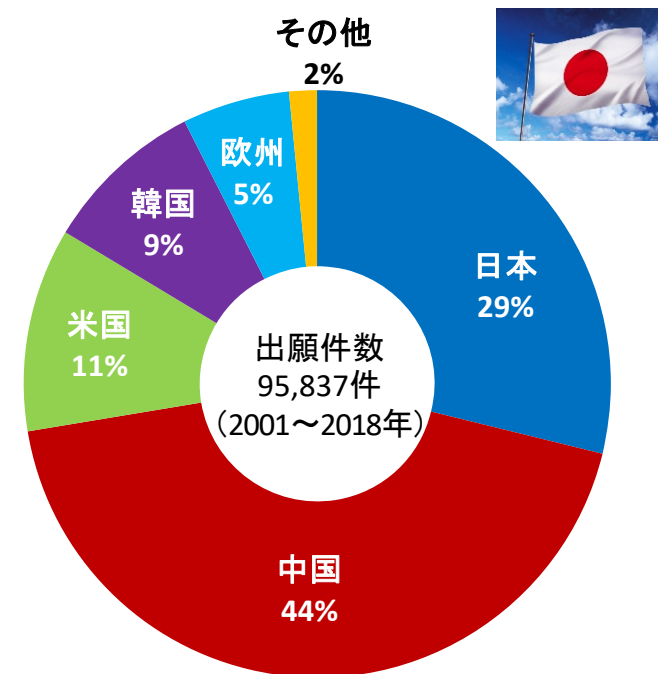
データベース「Web of Science」に基づきNEDO作成

液系LIBの特許動向

液系LIBの特許出願件数の推移

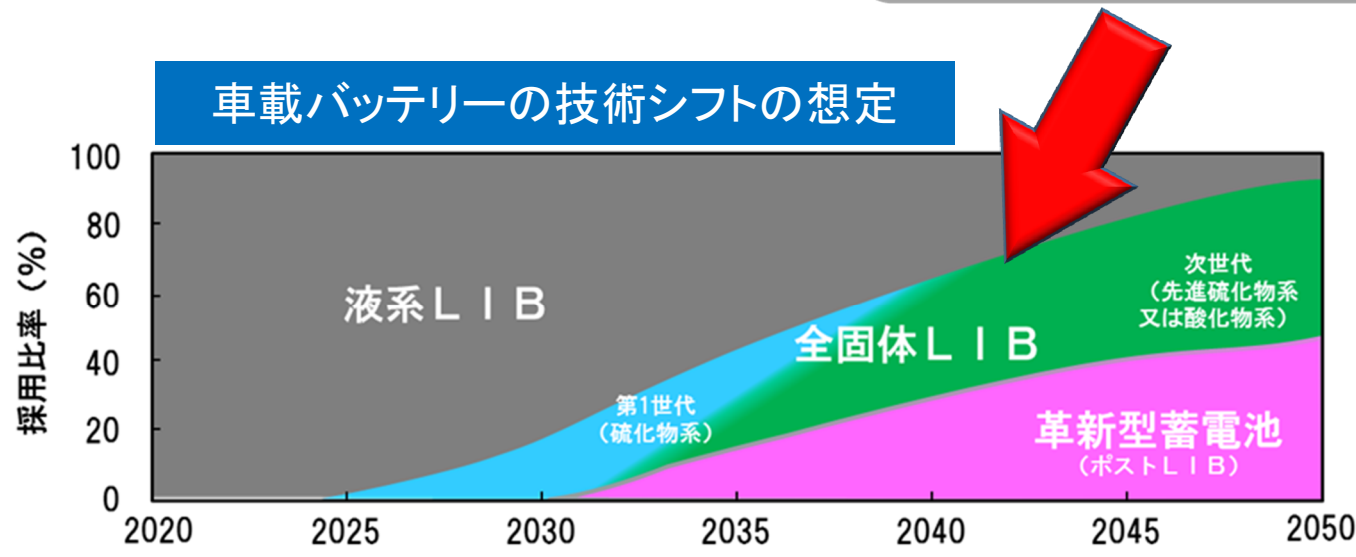
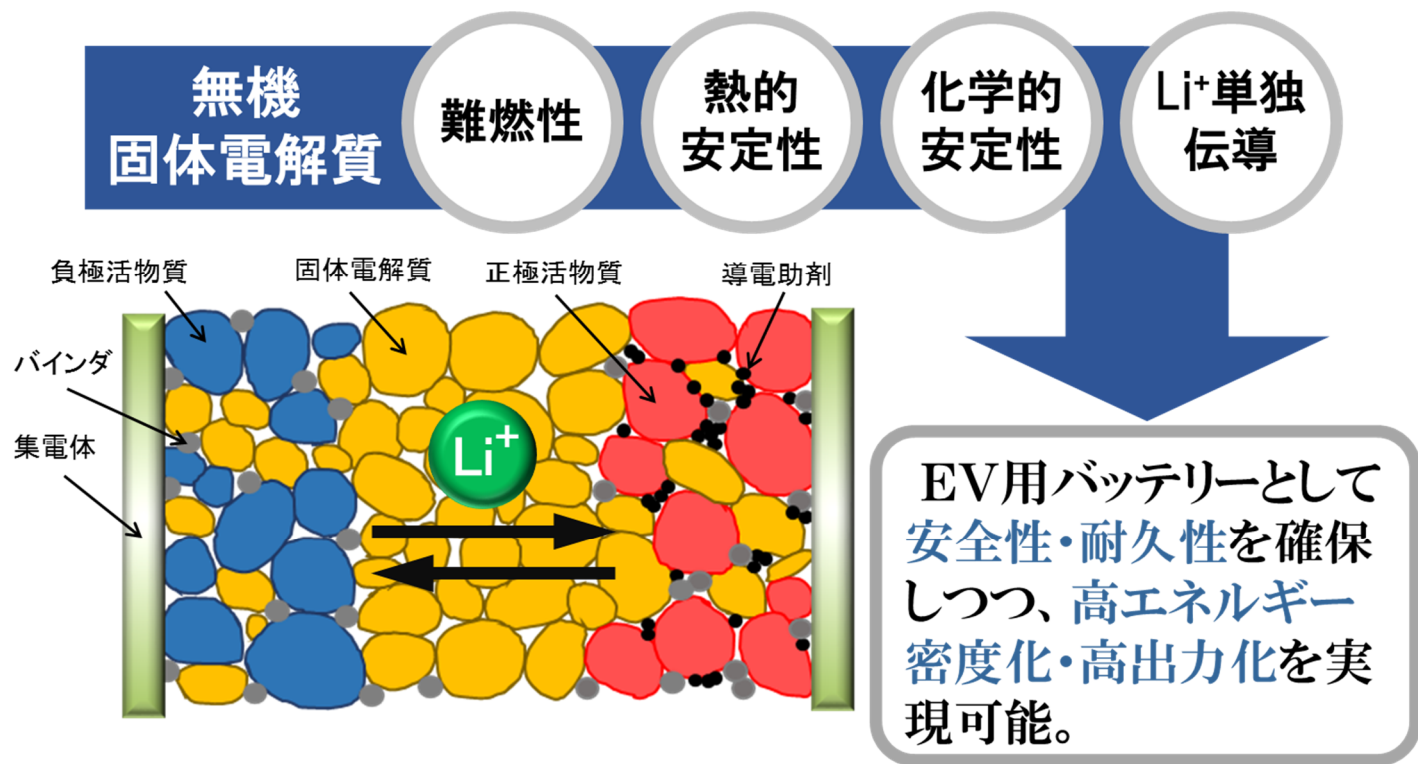


液系LIBの出願人国籍別出願件数の比率



データベース「Derwent World Patents Index」に基づきNEDO作成

全固体LIBの実用化への期待



全固体電池の研究開発動向（国家プロジェクト）

日本



◆ SOLiD-EV (NEDO)

全固体LIBの基軸材料となる固体電解質・電極活物質等の要素技術を確立し、新材料の特性や量産プロセス等の適合性を評価する技術を開発。

◆ ALCA-SPRING (JST)

硫化物系・酸化物系全固体電池に関する電解質、電極、界面構築等の基礎研究。

米国



◆ AVTR (DOE/VTO)

2019年開始。全固体電池関連の予算総額1,500万ドル。GM、Solid power、Michigan大学等が参加し、固体電解質、界面解析、製造プロセス等を検討(全15テーマ)。

◆ IONICS (DOE/ARPA-E)

2016年開始。予算総額3,700万ドル。Ionic Materials、Sila Nanotechnologies、大学等が参加。全固体電池の電解質(酸化物系、ポリマー)、セパレーター複合体等を検討(全9テーマ)。

◆ RANGE (DOE/ARPA-E)

2013年開始。予算総額4,000万ドル。Solid Power、Bettergy、Oak Ridge国立研究所、Maryland大学等が全固体電池関連の研究開発を実施。

EU



◆ IMAGE

2017年開始。予算総額490万ユーロ。BMW(独)、Umicore(ベルギー)等、13企業が参加。Li金属負極とゲルポリマー電解質を組み合わせた全固体電池を検討。

◆ ASTRABAT

2020年開始。予算総額780万ユーロ。CEA(仏)、PSA(仏)等、14企業・研究機関が参加。酸化物-高分子複合電解質を用いた全固体電池を検討。

ドイツ



◆ FestBatt (BMBF)

2018年開始。予算総額1,600万ユーロ。Karlsruhe工科大学、Jülic研究所、Helmholtz Ulm研究所、Max Planck研究所等、14大学・研究機関が参加。電解質(硫化物系、酸化物系、ポリマー系)、分析評価、理論・データプロセッシング等の基盤技術を検討。

◆ ARTEMYS (BMBF)

2017年開始。予算総額600万ユーロ。BMW、BASF、Braunschweig工科大等が参加。硫化物系及び酸化物系を検討。硫化物系はテープキャスト法で1Ah級積層セルを開発。酸化物系は一体焼結プロセスを検討。

英国



◆ Faraday Battery Challenge (BEIS)

2017年開始。予算総額246百万ポンドのうち、基礎研究に78百万ポンドが割り当てられており、全固体電池のテーマが含まれる。

仏国



◆ RS2E (MESRI)

2011年開始。17大学・国研、15企業(Airbus、Renault等)、3政府機関が参加。種々の蓄電池の基礎・応用研究が行われているが、全固体電池の研究テーマも存在。

中国



◆ 新エネ車試行特別プロジェクト(中国科学技術部)

2016年開始。予算総額60億円。中国科学院とその傘下の研究所等が種々の高エネルギー密度電池の研究開発を実施している。全固体LIBについては硫化物系と酸化物系を中心に研究開発を実施している。

韓国



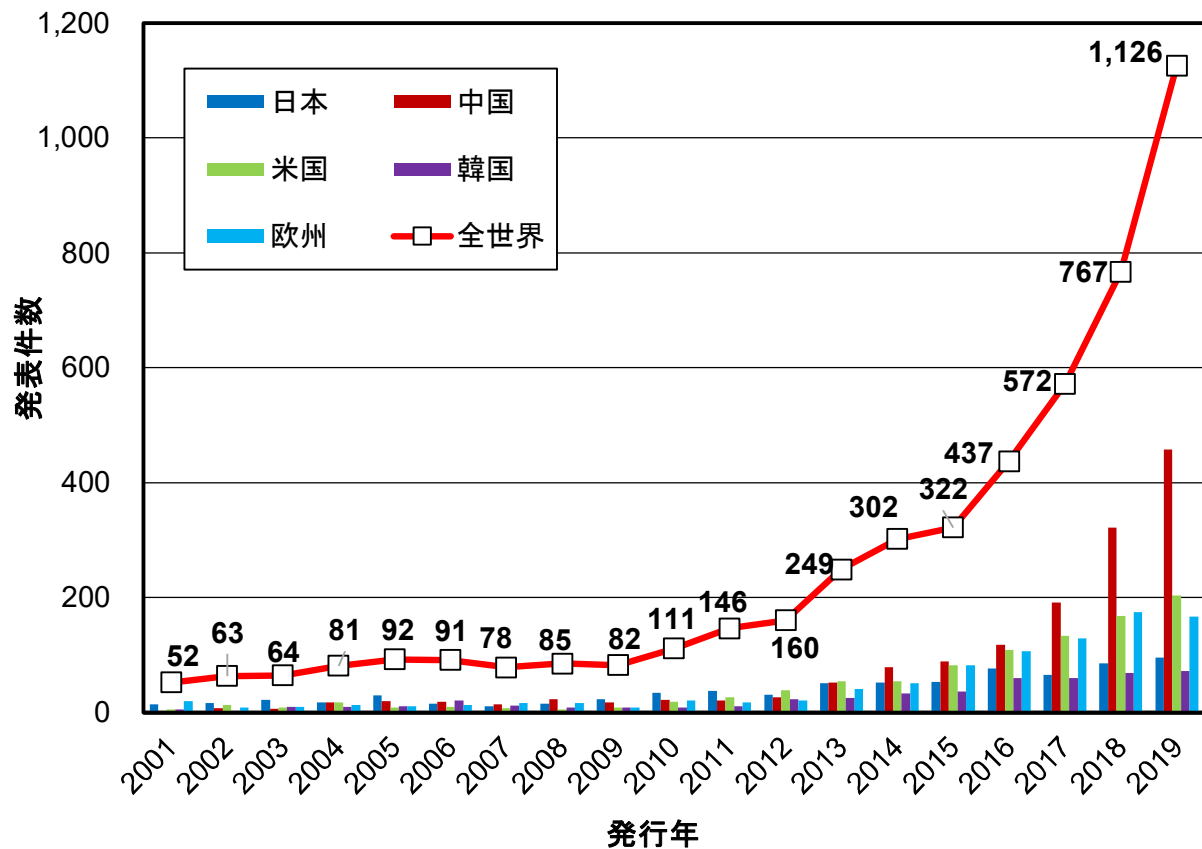
産業通商資源部とその傘下にある韓国エネルギー技術評価院(KETEP)、教育科学技術部等の公的資金により、大学・国研が全固体電池の研究開発を実施している。

全固体電池の研究開発動向（企業）

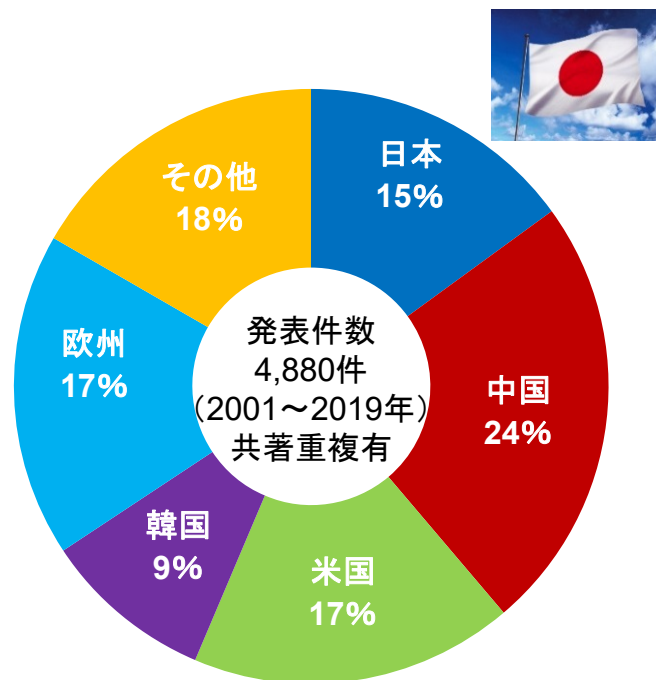
<p>トヨタ自動車 (日本)</p>	<p>全固体電池搭載の電動車を2020年代前半の実用化を目指して開発中。 また、Panasonicとの合併会社「プライム プラネット エナジー&ソリューションズ」の事業範囲には全固体電池も含まれている。</p> 	<p>Volkswagen (ドイツ)</p>	<p>米国の全固体電池ベンチャー企業QuantamScapeの株式を取得。2018年に1億ドル、2020年に最大2億ドルの追加投資。全固体電池の実用化を2025年までに目指している。</p>
<p>日立造船 (日本)</p>	<p>機械的加圧無しでも充放電が可能な硫化物系全固体電池を開発。室温における充放電サイクルテストでは400サイクル後の容量維持率は96%。10cm角セルを試作済み。</p> 	<p>Daimler (ドイツ)</p>	<p>Hydro-Québec(加)と全固体電池技術の開発で提携。新材料を実用条件で評価する計画があることを発表している。</p>
<p>マクセル (日本)</p>	<p>アルジロナイト硫化物系電解質を使用した容量8mAh、直径9mmのコイン形全固体電池のサンプル出荷を開始。出力特性が良く、100℃でも動作可能。</p> 	<p>Ilika (英国)</p>	<p>薄膜型の全固体電池の開発を手掛けてきたベンチャー企業。EV用に大型化した全固体電池Goliathの開発を進めている。</p> 
<p>General Motors LLC (米国)</p>	<p>DOE/AVTRの新PJに2テーマ参加。硫化物固体電解質のHot press技術と固固界面現象を検討している。</p> 	<p>Imec (ベルギー)</p>	<p>多孔質シリカを電解質に用いた全固体電池を開発中。イオン伝導率は室温で$1 \times 10^{-2} \text{Scm}^{-1}$レベルにあり、正極活物質にLFP、負極活物質に金属リチウムを用いた5Ah級セルで425Wh/Lを達成済みと発表(2019年6月)。</p>
<p>Ford (米国)</p>	<p>全固体電池開発のベンチャー企業のSolid Powerに出資、開発で提携。なお、Solid PowerにはA123 Systems、Samsung Venture Investment等も出資。</p>	<p>CATL (中国)</p>	<p>硫化物系電解質で液系LIBと同様のウェットコーティング法を適用したパイロットプラントの立ち上げに着手済みで、試作品は完成済みと発表している。</p>
<p>Ampcera (米国)</p>	<p>シリコンバレーのベンチャー企業。低コストで量産性のある固体電解質メンブレン技術を開発している。</p> 	<p>BYD (中国)</p>	<p>硫化物系及び高分子系電解質を用いた全固体LIBの開発に取り組み、10年後に量産化する計画と発表している。</p>
<p>Samsung SDI (韓国)</p>	<p>2015年に、硫化物系全固体LIBのエネルギー密度が300Wh/kgに到達済みで、2025年に商品化する計画を持っているとの報道有り。2019年に、負極側にAg-C複合体を用いた硫化物系全固体電池で体積エネルギー密度900Wh/Lを実現したと発表。正極にはNi90%のZrコートNCM、電解質はアルジロナイト電解質を使用。</p> 	<p>万向 A123 (中国)</p>	<p>米国ベンチャー企業Ionic Materialsが開発したイオン導電性ポリマーに三元系正極/黒鉛負極を組み合わせた全固体電池を開発中。2022年市場投入を計画している模様。</p>

全固体電池の論文発表動向（その1）

全固体電池の論文発表件数の推移



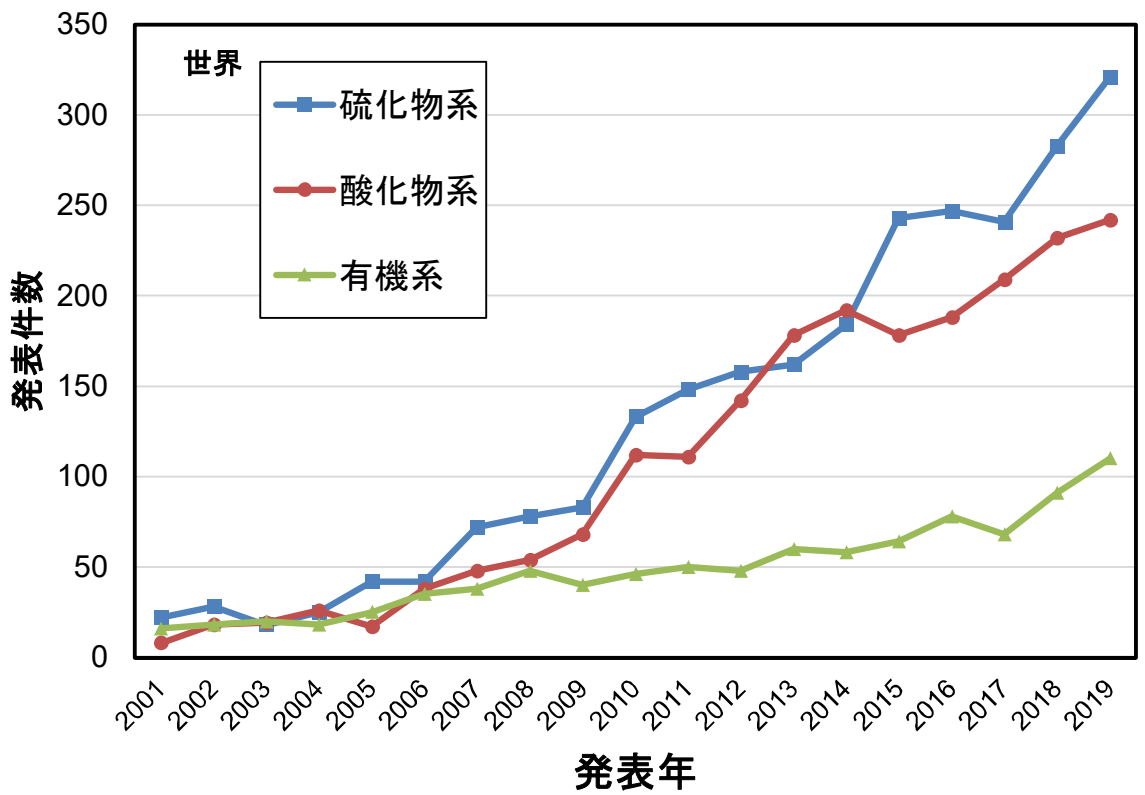
全固体電池の著者所属機関
国籍別の論文発表件数の比率



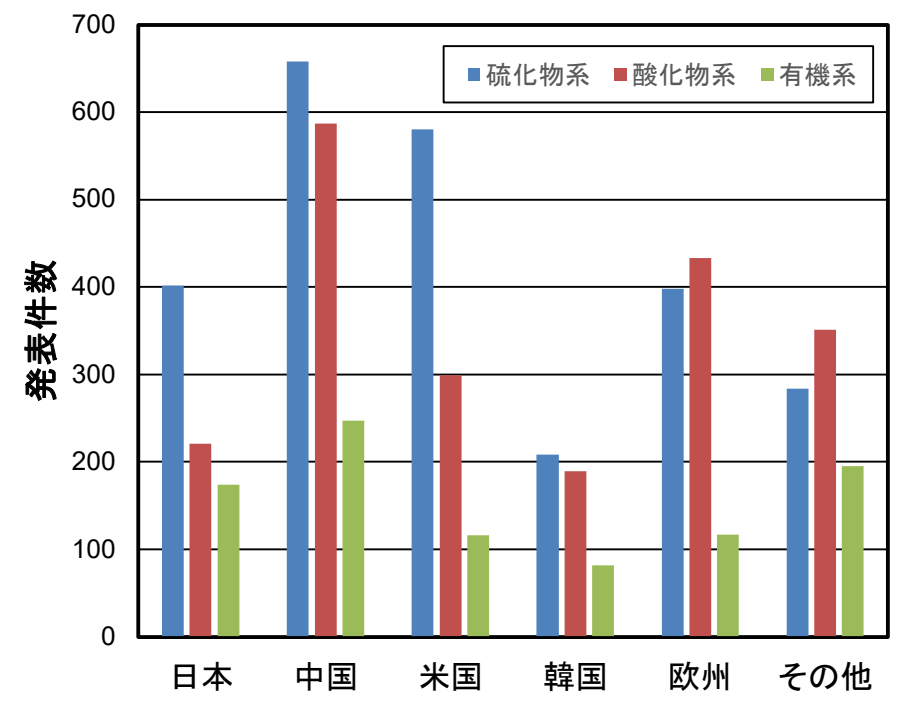
データベース「Web of Science」に基づきNEDO作成

全固体電池の論文発表動向（その2）

固体電解質種別の論文発表件数の推移



固体電解質種別／論文著者所属機関国籍別の累積発表件数

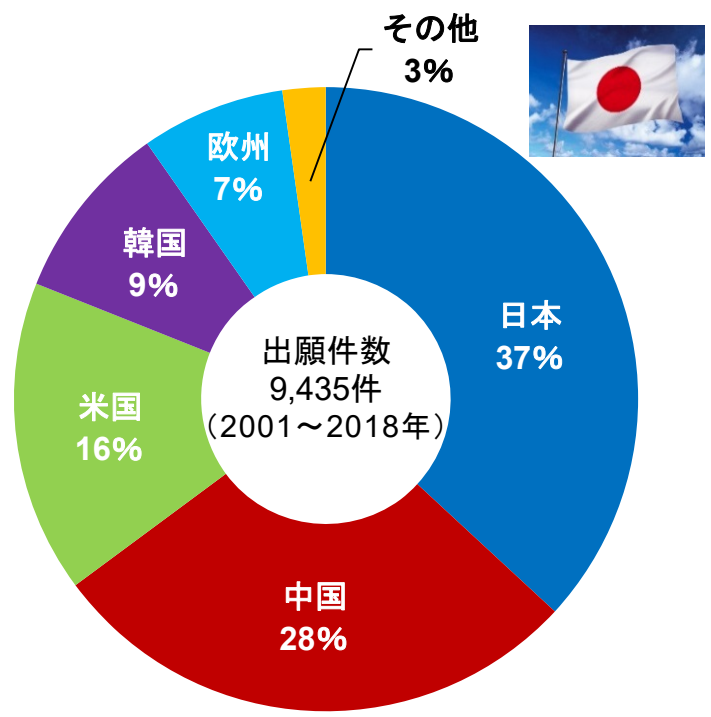
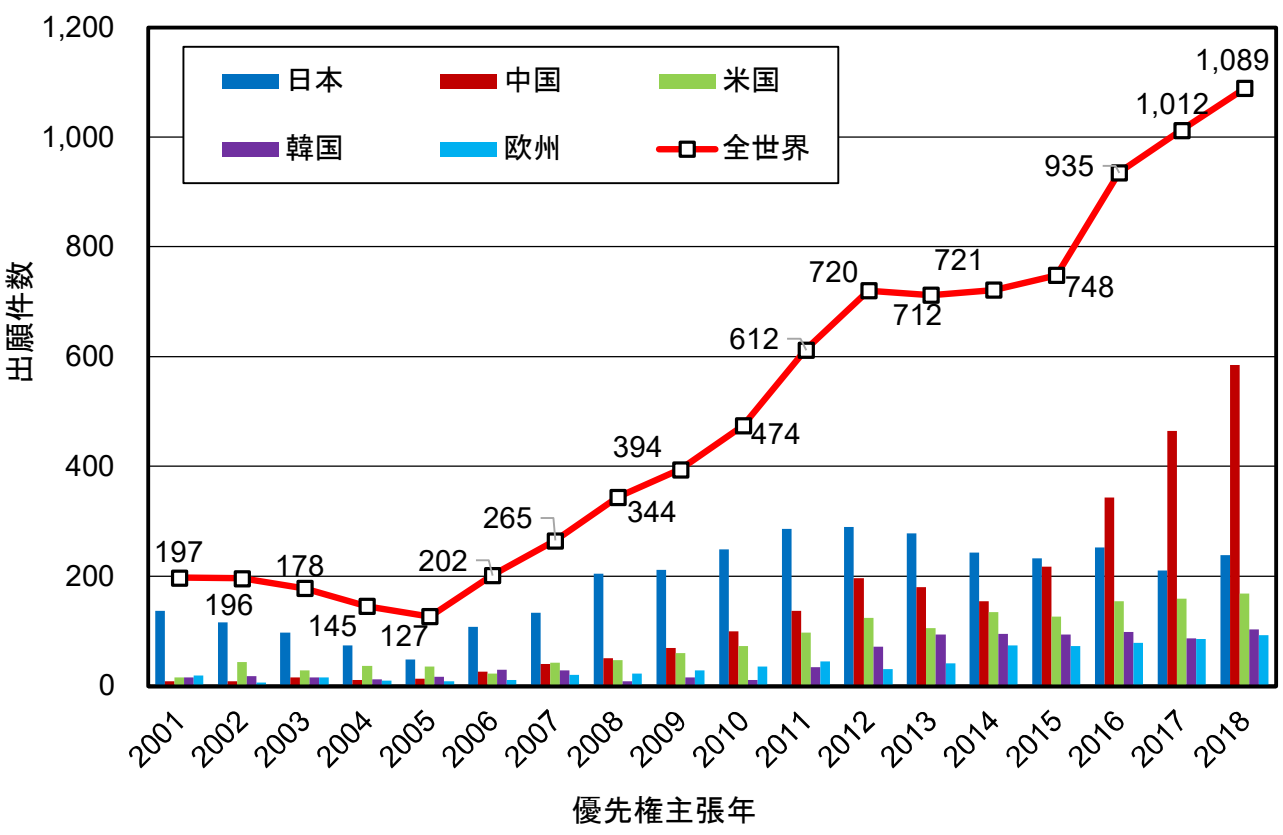


データベース「Web of Science」に基づきNEDO作成

全固体電池の特許動向 (その1)

全固体電池の特許出願件数推移

全固体電池の出願人国籍別出願件数の比率



データベース「Derwent World Patents Index」に基づきNEDO作成

全固体電池の特許動向（その2）

出願人別の出願件数ランキング

順位	企業・機関名	出願件数
1	トヨタ自動車	753
2	Samsung Group(韓国)	358
3	出光興産	325
4	住友電工	241
5	LG Group(韓国)	203
6	日本ガイシ	179
7	パナソニック	173
8	日産自動車	156
9	村田製作所	112
10	本田技研工業	102

順位	企業・機関名	出願件数
11	京セラ	98
11	OKTECH(中国)	98
13	オハラ	95
14	ソニー	92
15	産業技術総合研究所	78
16	三洋電機	76
17	日本触媒	73
17	JSR	73
19	清華大学(中国)	72
20	SHENZHEN(中国)	68

データベース「Derwent World Patents Index」に基づきNEDO作成

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。

詳細は事業原簿「1.1.4 関連する上位施策」を参照。

NEDOの関与の必要性

- ① 産業界全体の競争力強化（公共性・汎用性）
- ② 学術成果の産業技術への引き上げ
- 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



本研究開発をNEDO事業として取り組むことは適当。

詳細は事業原簿「1.2.1 NEDOの関与の必要性」を参照。

実施の効果

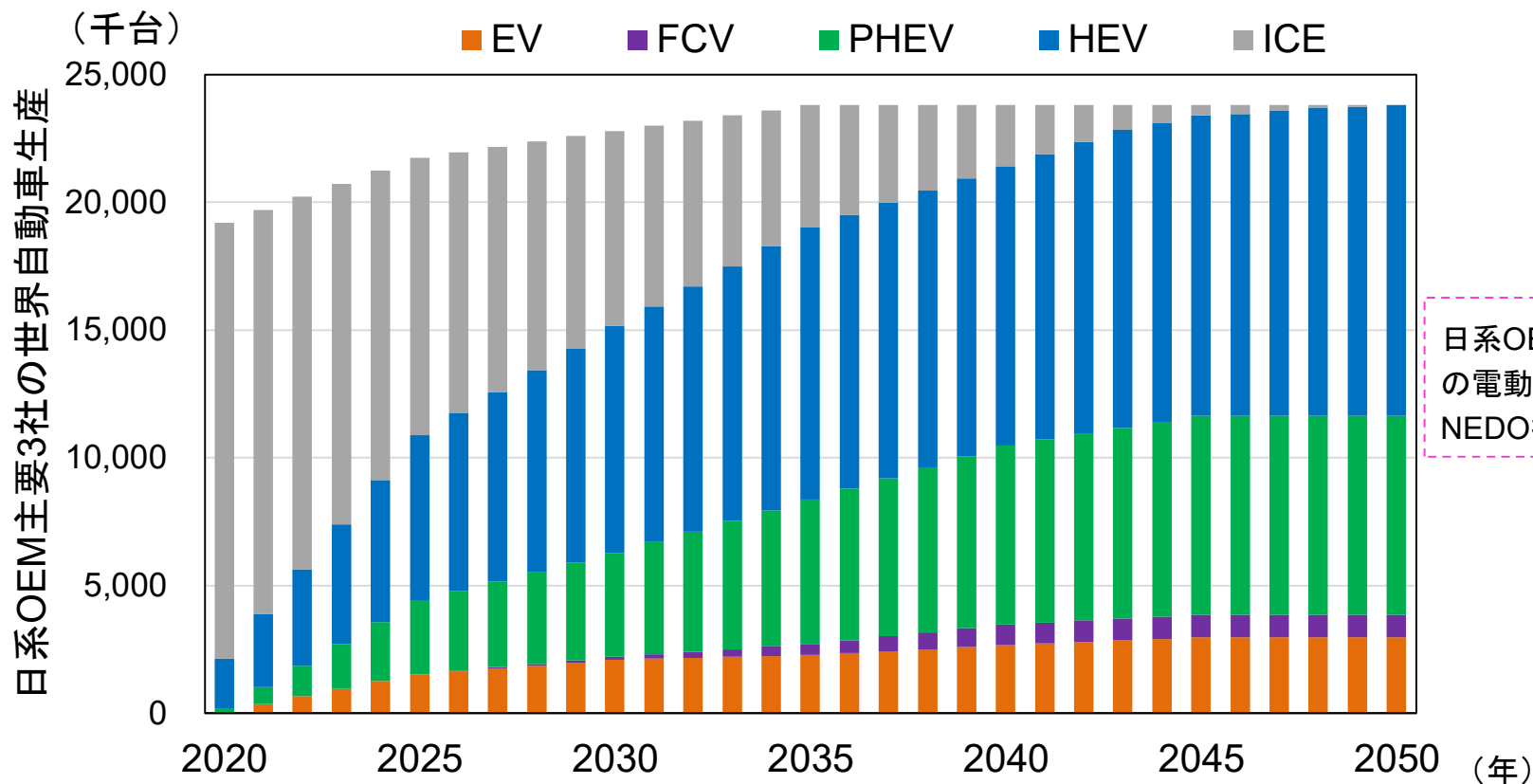
- ① 全固体LIB材料の開発効率向上及び開発期間の短縮
- ② 材料メーカーによる自社開発品の正確なポテンシャル把握
- ③ LIBTECによる新材料評価サービスやR&Dコンサルティングサービスの提供
- ④ 国内蓄電池関連産業の技術力の底上げ



国内企業による全固体LIBビジネスを競争優位に導く。

詳細は事業原簿「1.2.2 蓄電池産業の競争力強化」を参照。

実施の効果 ~アウトカム~



- 全固体LIB搭載車の年間売上：約5兆円@2030年、約7兆円@2040年
- 全固体LIB電池パックの年間売上：約0.7兆円@2030年、約0.9兆円@2040年
- CO₂削減効果：約700万トン@2030年、1,200万トン@2040年

2. 研究開発マネジメント

研究開発目標

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。

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。

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。

研究開発目標の妥当性

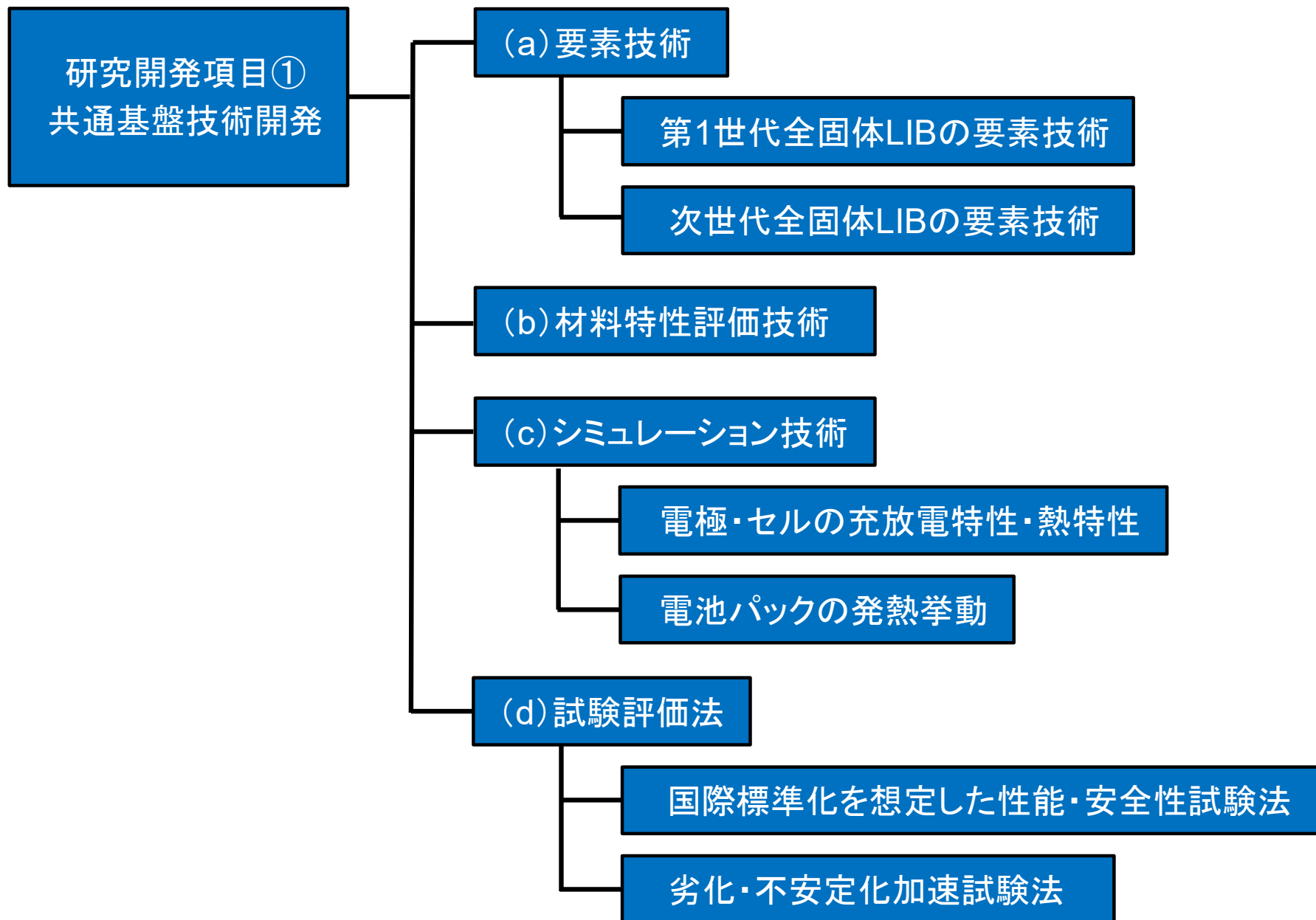
前記した目標は、本事業の企画・立案段階で自動車・蓄電池メーカー各社の開発デシジョンメーカーより寄せられた要望を集約したもの。別途、学識者より受けた指摘・助言も反映したもの。

戦略性

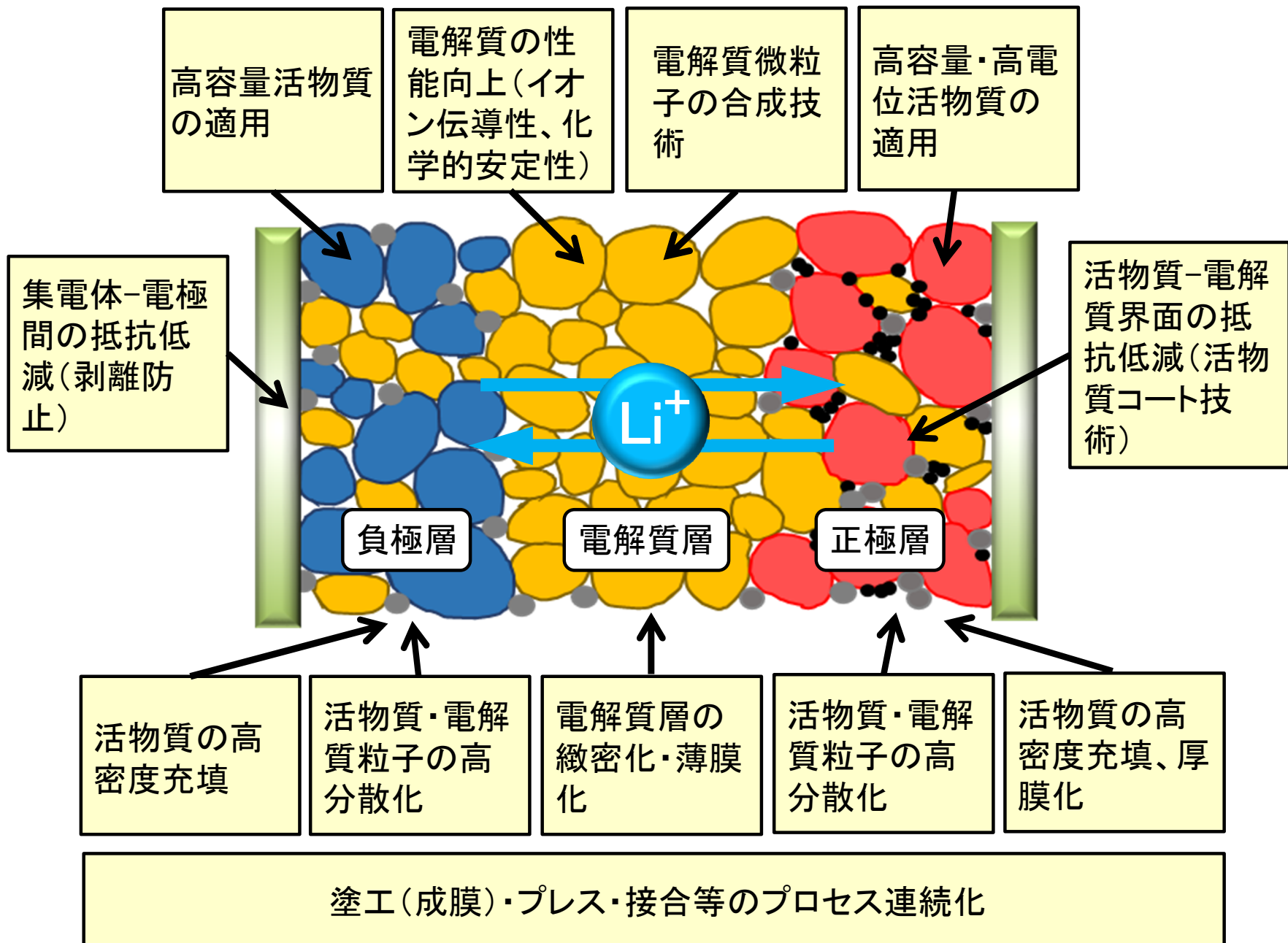
- ① 「第1世代」と「次世代」の基盤技術を開発することは、全固体LIBの実用化で日本が世界の先手を取り、かつ、技術革新もリードしていくことに繋がる。
- ② 要素技術開発の実証目標は、基盤技術という観点から見ると、非常に高いレベルに設定している。
- ③ 製品が存在しない全固体LIBについて、基軸材料の選定・調達に始まり、電極・セル構造及びその作製プロセスの検討等を経て、耐久性・安全性まで評価可能なプラットフォームを先取りして構築する。
- ④ シミュレーション技術の開発や国際標準試験法への展開もスコープに含めている。
- ⑤ 「社会システムデザインの検討」において将来のモビリティ像や社会システム像を先読みしながら、研究開発を進める。

詳細は事業原簿「2.1 研究開発目標の妥当性」を参照。

「共通基盤技術開発」のテーマ構成

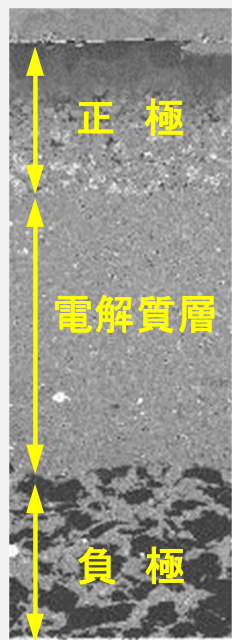


全固体LIBの主要な技術課題



全固体LIBの電池コンセプト

事業開始時点
(第1期の成果)



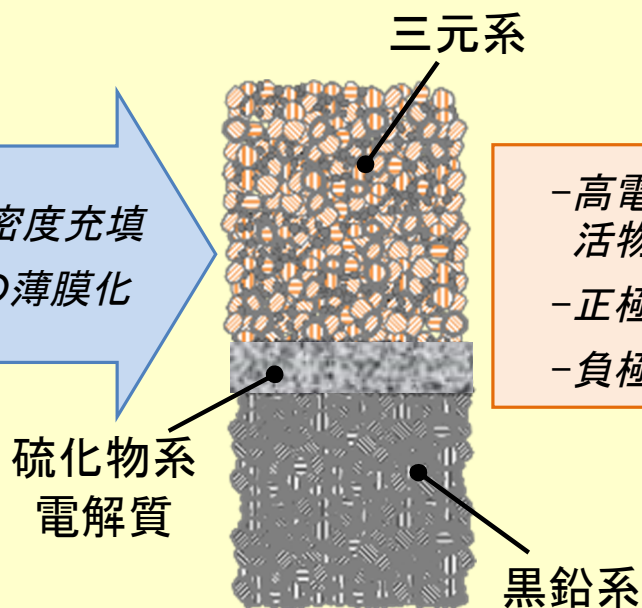
- 活物質高密度充填
- 電解質層の薄膜化

160Wh/L



- 中型単層セル
- バッチプロセス

第1世代全固体LIB



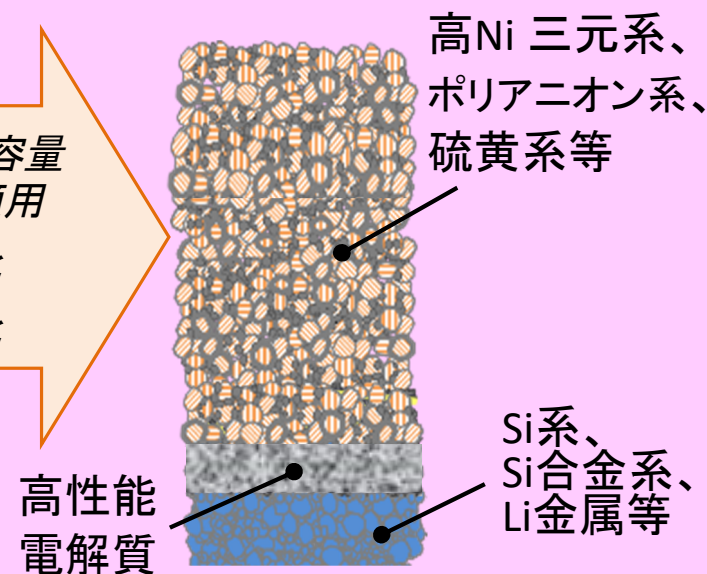
- 高電位・高容量活物質の適用
- 正極厚膜化
- 負極薄膜化

実証目標: 450Wh/L、6C充電



- 中型積層セル
- 連続プロセス

次世代全固体LIB



実証目標: 800 Wh/L

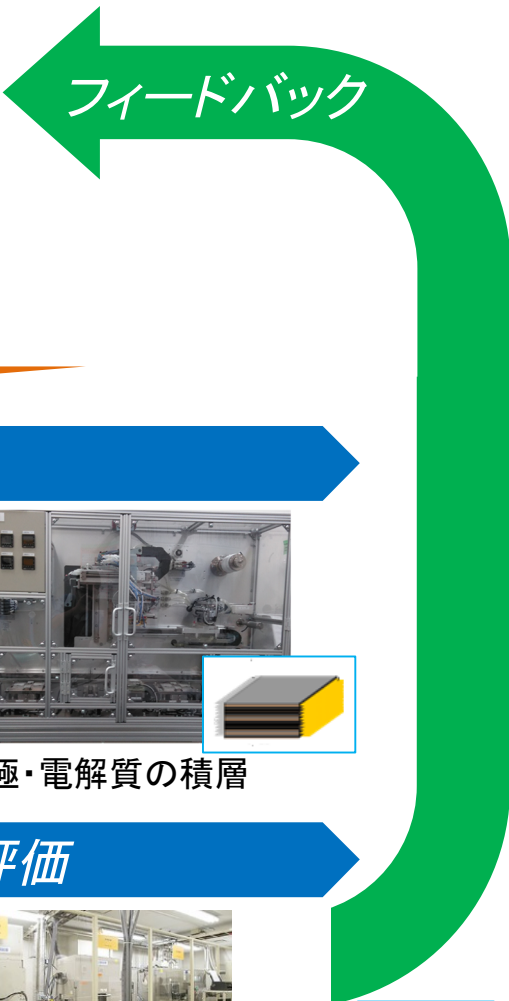


- 小型単層セル
- バッチプロセス

研究開発内容／材料特性評価技術

新材料サンプル

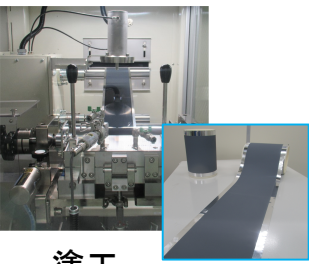
材料メーカー・大学等



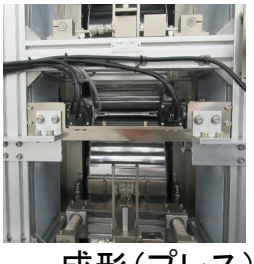
合剤電極・電解質層の作製



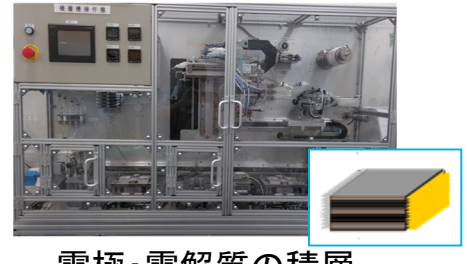
混練



塗工



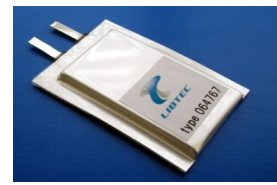
成形(プレス)



電極・電解質の積層

セル化(標準電池モデル)

特性評価



中型・積層セル



小型・単層セル



サイクル・出力試験

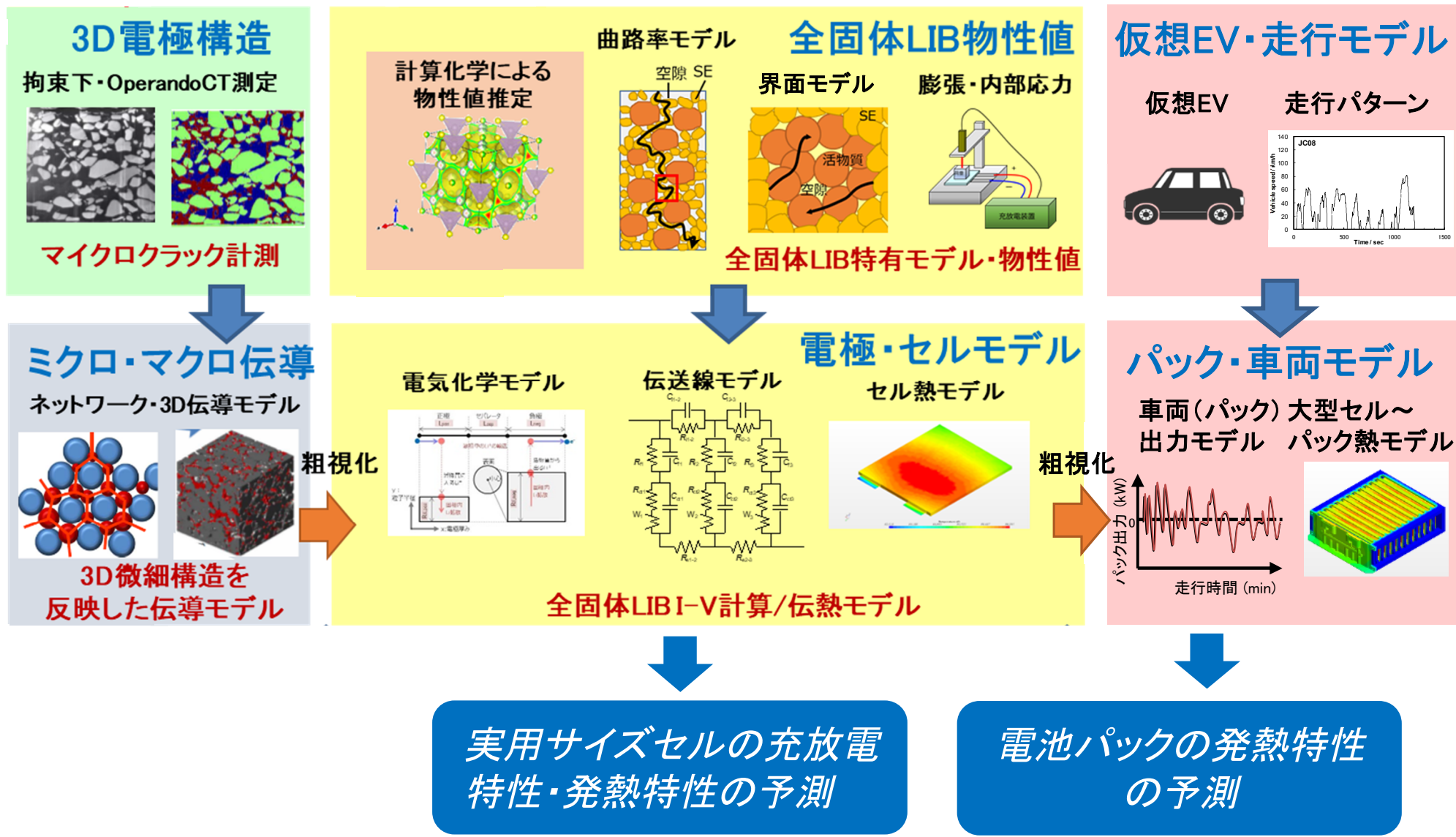


安全性試験




性能バラツキが無く、安定的に作製する技術を確立。

研究開発内容／シミュレーション技術



研究開発内容「社会システムデザインの検討」

- ① CASEの潮流により、今後、自動車産業構造が大変化する可能性。
- ② 電動車の普及には上流（資源）～中流（バッテリー、車両、充電インフラ）～下流（リユース・リサイクル）まで様々な課題が存在。
- ③ 電動車の普及タイミングと規模は、経済成長段階やエネルギー需給制約等、エリアの状況によって大きく相違。



電動車、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、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競争力として結実させる社会システムのシナリオ・デザインをとりまとめる。

研究開発スケジュール

		2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度
研究開発項目① 共通基盤技術開発	第1世代全固体LIB 要素技術 (450Wh/L、6C充電)	SE層薄膜化、電極容量化・高入力化、プロセス技術			積層セル化技術	
		単層セル性能実証			積層セル性能実証	
	次世代全固体LIB 要素技術 (800Wh/L)	正極厚膜化、活物質候補の選定、電解質安定性評価等			単層セル化技術	
					単層セル性能実証	
	材料特性評価技術	標準電池モデル(□2cm単層、□7cm単層)			標準電池モデル(□7cm積層)	
		特性評価プラットフォームの構築				
シミュレーション技術	電極・セルの解析モデルの構築			妥当性検証		
	電池パックの解析モデルの構築			妥当性検証		
試験評価法	IEC-NP提案に向けた性能・安全性試験法の検討			IS化に向けたデータ取得		
	不安定化・不安全化メカニズムの把握			加速試験法の検討		
研究開発項目② 「社会システムデザインの検討」	動向調査・分析(車載バッテリー市場、技術開発、充電インフラ、リユース・リサイクル)					
	全固体LIB搭載車の普及シナリオ、普及台数推計、社会システムの将来像					

詳細は事業原簿「2.2.3 研究開発スケジュール」を参照。

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

事業全体の実施体制

自動車・二輪メーカー：4機関
 電池メーカー：5機関
 材料メーカー他：15機関
 (再委託)アカデミア：7法人(8研究室)

PM NEDO 細井 敬 統括研究員
 PL LIBTEC 石黒 恭生 常務理事

アカデミア：15法人(23研究室)

集中研究拠点 LIBTEC

サテライト(分散研)

【参画組合員】

トヨタ自動車(株)
 日産自動車(株)
 (株)本田技術研究所
 ヤマハ発動機(株)
 パナソニック(株)
 (株)GSユアサ
 ビークルエナジー・ジャパン(株)
 マクセル(株)
 (株)村田製作所
 旭化成(株)
 JSR(株)
 住友金属鉱山(株)
 大日本印刷(株)
 凸版印刷(株)
 東レ(株)
 (株)日本触媒
 富士フイルム(株)
 三井化学(株)
 三菱ケミカル(株)
 (株)クラレ
 日産化学(株)
 出光興産(株)
 三井金属鉱業(株)
 産業技術総合研究所

研究開発項目① 共通基盤技術開発

材料開発チーム 自動車 電池
 材料設計・電極設計 材料 LIBTEC
 分室(固体電解質) 材料
 ⇒ 再委託: 京都大、東京大、鳥取大、大阪大※1

電池設計チーム 自動車 LIBTEC
 シミュレーション技術開発・電池設計
 ⇒ 再委託: 東北大、早稲田大※1

電池製造プロセスチーム 電池 LIBTEC
 プロセス開発・プロセス適合性評価 材料
自動車

電池試作評価・分析チーム 自動車 電池 LIBTEC
 評価法開発・標準電池モデル策定
 ⇒ 再委託: 産業技術総合研究所※1

研究開発項目② 社会システムデザインの検討

自動車 電池 LIBTEC
 ⇒ 再委託: 早稲田大※1

- ・名古屋大 ⇒ 再委託:(株)オハラ
- ・物質・材料研究機構
- ・大阪府立大
- ・産業技術総合研究所
- ・兵庫教育大
- ・東京工業大
- ・理化学研究所※2
- ・甲南大
- ・大阪府立大
- ・群馬大

- ・東京工業大
- ・九州大
- ・日本自動車研究所

- ・大阪府立大
- ・北海道大
- ・大阪技術研
- ・豊橋技科大
- ・京都大

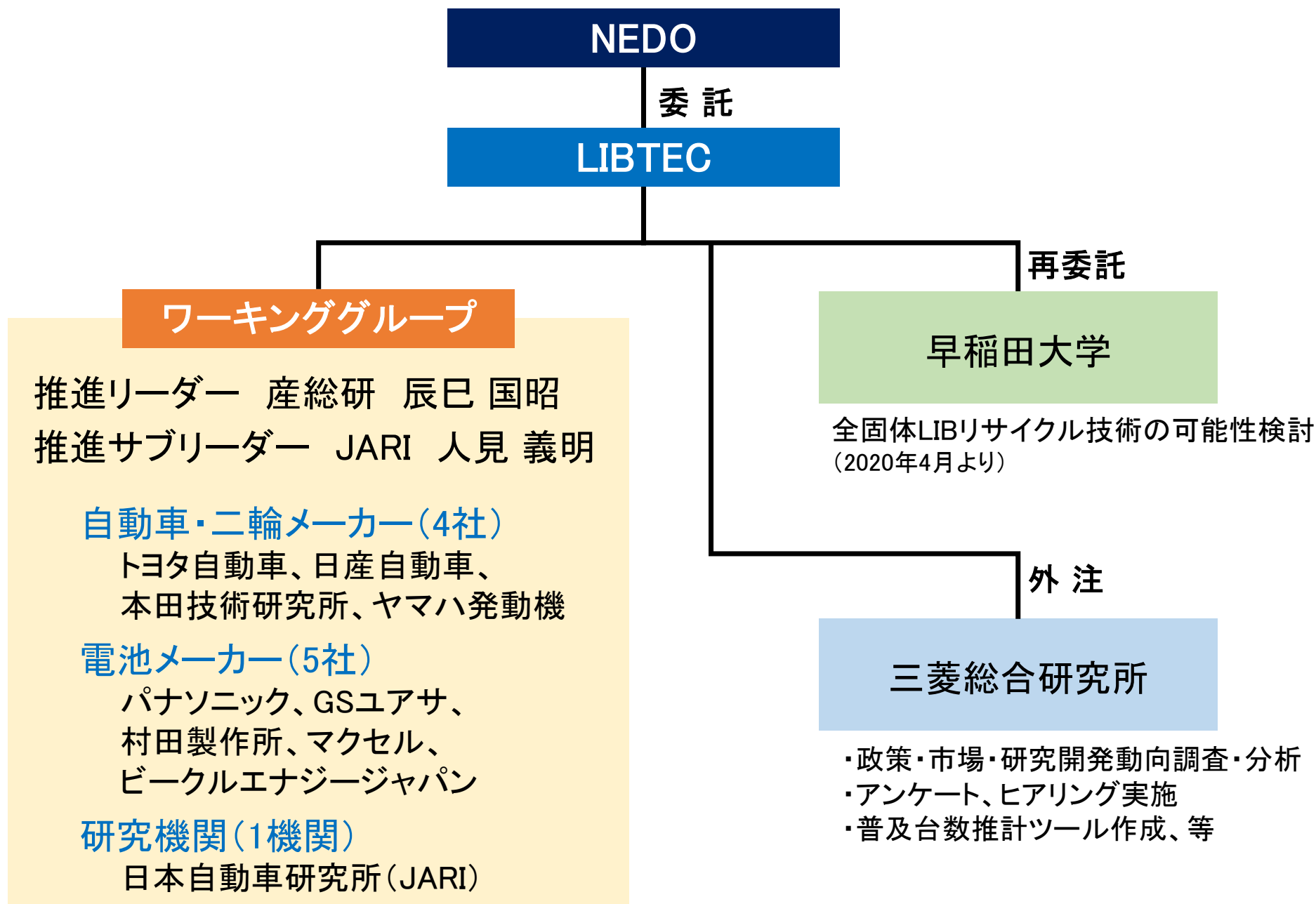
- ・日本自動車研究所

- ・日本自動車研究所

※1 再委託機関は、2020年4月から参画

※2 2019年3月まで参画

「社会システムデザインの検討」の実施体制



実施体制の妥当性

- ① LIBTECは2010年よりNEDO事業で液系LIBの材料評価技術の開発を実施。新材料特性評価のプラットフォームを構築してきた実績を保有。
- ② 参加している国内自動車・蓄電池・材料メーカー各社は、蓄電池分野の研究開発とその成果の実用化で豊富な実績を保有。実用化の担い手・ユーザーが直接的に関与。
- ③ 参加している大学・研究機関は、電気化学・固体イオニクス・化学工学プロセスの分野で高い科学的な知見を保有。また、研究者の大半がJST／ALCA-SPRINGで活動し、全固体LIBの知見を蓄積。
- ④ プロジェクトの中に4つの開発チームを編成し、そのチームリーダーにSPLを委嘱。PLを頂点とする明確な指揮命令系統・責任体制を構築。



実施者の技術力・事業化力、プロジェクトの指揮命令系統は適当である。

詳細は事業原簿「2.3 研究開発実施体制の妥当性」を参照。

進捗管理

NEDO (PM)による進捗管理

- ① 毎月、全実施者に登録研究員の従事月報の提出を求め、研究開発に遅滞がないことを確認。
- ② 毎月、全実施者に予算執行状況の報告を求め、研究設備導入状況や消耗品購入状況から研究開発に遅延がないことを確認。
- ③ 2～3ヶ月に1回、NEDO担当者がLIBTECを訪問し、研究開発状況や研究設備の稼働状況を確認。
- ④ 2～3ヶ月に1回開催される「研究開発チーム会議」に出席し、チーム単位での研究開発進捗を確認。
- ⑤ 半年に1回、NEDO担当者が大学・研究機関を訪問し、研究開発状況や研究設備の稼働状況を確認。
- ⑥ 半年に1回、「PM・PL会議」を開催し、PM、PL・SPL、NEDO担当者間で事業全体の研究進捗や課題・障壁の有無を確認。
- ⑦ 年に1回（若しくは2回）開催される「SOLiD-EVシンポジウム」に出席し、事業全体の研究進捗を確認。なお、この機会を利用して、他事業との「連携会議」を開催することもある。

LIBTEC (PL)による進捗管理

- ① 毎週、「PL・SPL会議」を開催し、PL・SPL間で各研究開発チームの研究進捗を共有。
- ② 毎週、「PL報告会」を開催し、PLが研究開発チーム毎の研究進捗を確認。
- ③ 2～3ヶ月に1回、「研究開発チーム会議」を開催し、研究開発チーム内で研究進捗を共有。
- ④ 3ヶ月に1回程度、「LIBTEC/SOLiD-EV技術委員会」を開催し、研究進捗を参画企業の開発責任者と共有。また、新材料サンプルの提供依頼も行っている。
- ⑤ 年に1回（若しくは2回）、「SOLiD-EVシンポジウム」を開催し、本事業の関係者全員で事業全体の研究進捗を共有。また、ポスターセッションを設けて、技術的交流を深めている。

外部有識者による進捗点検

「NEDO技術委員会（蓄電技術開発）」を開催し、学識者・専門家より技術面及び事業の運営管理面の助言を受けている。

開催実績

	開催日	議題
第14回	2018年10月29日	事業全体の研究計画(目標、内容、スケジュール等)について
第15回	2019年5月13日	集中研のこれまでの成果と今後の研究開発の進め方について
第17回	2019年12月9日 2019年12月10日	主にサテライトの大学・研究機関のこれまでの成果と今後の研究開発の進め方について

委員構成

	氏名	所属・役職
委員長	小久見 善八	京都大学 名誉教授
副委員長	稲葉 稔	同志社大学 理工学部 機能分子・生命化学科 教授
委員	安部 武志	京都大学 工学研究科 物質エネルギー化学専攻 教授
	板井 幸彦	本田技術研究所 第5技術開発室 主任研究員
	射場 英紀	トヨタ自動車 先端材料技術部 電池材料技術・研究部 担当部長
	大澤 充	本田技術研究所 先進技術研究所 主任研究員
	小谷 幸成	トヨタ自動車 先進技術開発カンパニー 先端材料技術部 主査
	嶋田 幹也	パナソニック 資源・エネルギー研究所 主幹研究長
	鳶島 真一	群馬大学 理工学部 環境創生理工学科 教授
	仁科 辰夫	山形大学 大学院理工学研究科 教授
	新田 芳明	日産自動車 総合研究所 先端材料・プロセス研究所 エキスパートリーダー
	長谷川 真也	パナソニック 資源・エネルギー研究所 部長
	秦野 正治	日産自動車 総合研究所 先端材料・プロセス研究所 エキスパートリーダー
	松本 孝直	電池工業会 二次電池第2部会 普及促進担当 新種電池研究会 部長
三田 裕一	電力中央研究所 材料科学研究所 電気化学領域 上席研究員	
	山木 準一	九州大学 名誉教授

(所属・役職は委員会開催時点のもの)

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い分けて、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。

3. 研究開発成果

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

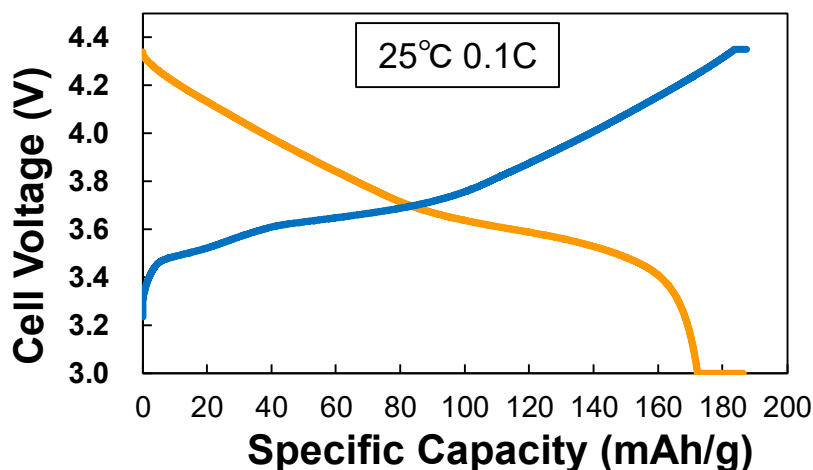
電解質層薄膜化、電極の高容量化・高入力化等の要素技術開発の成果を取り込んだ実証セル（□2cm単層）を試作。エネルギー密度450Wh/L、6C充電を実証し、要素技術開発の妥当性を検証。

実証セルの基本仕様

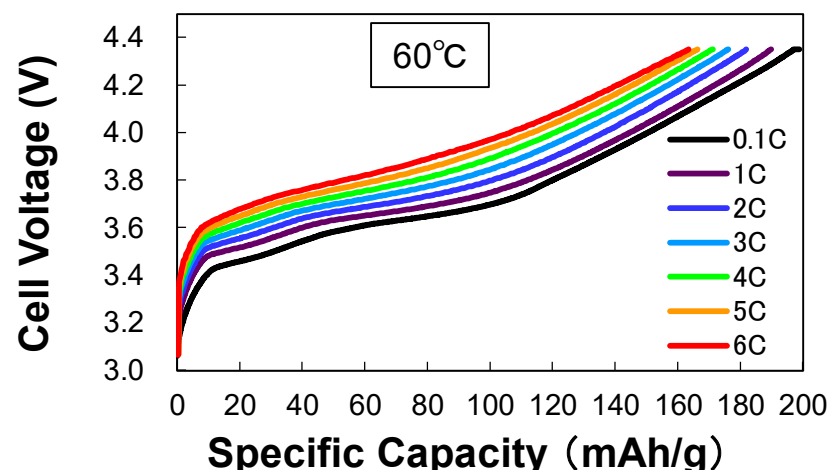
設計容量	11mAh
電極形状・サイズ	□20×20mm
正極活物質	三元系
負極活物質	天然黒鉛系
電解質	アルジロナイト結晶系



実証セル外観



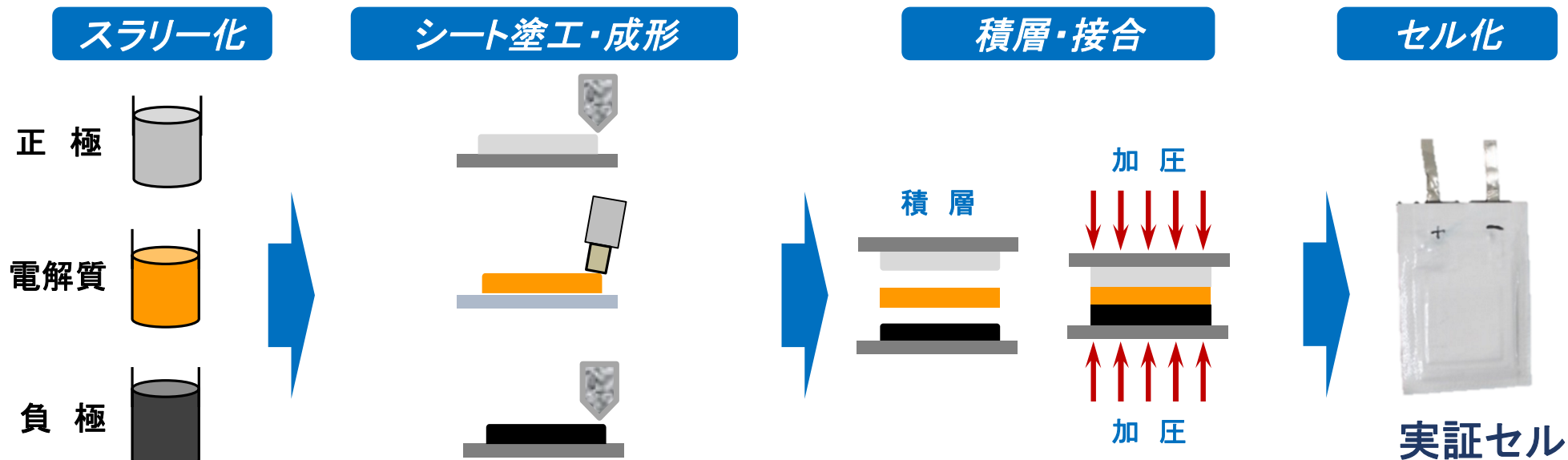
充放電特性



充電レート特性

第1世代全固体LIBの作製プロセス

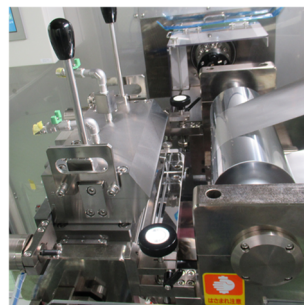
実証セルは、量産プロセスとして採用できる工業的なプロセス・装置で作製。緻密な電解質薄膜、活物質・電解質が高分散した厚膜電極が得られている。



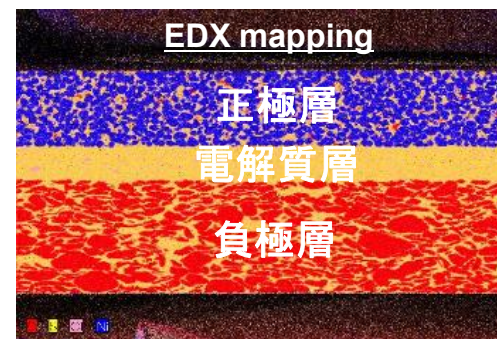
混練機



スラリー



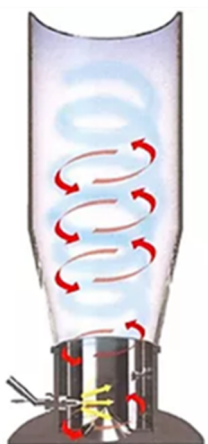
ダイコーター



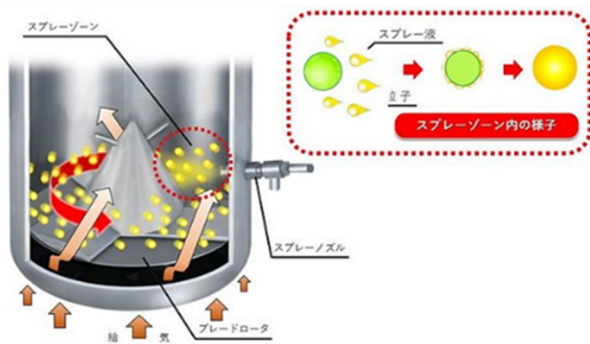
実証セルの断面

正極活物質の表面コート技術

転動流動造粒法



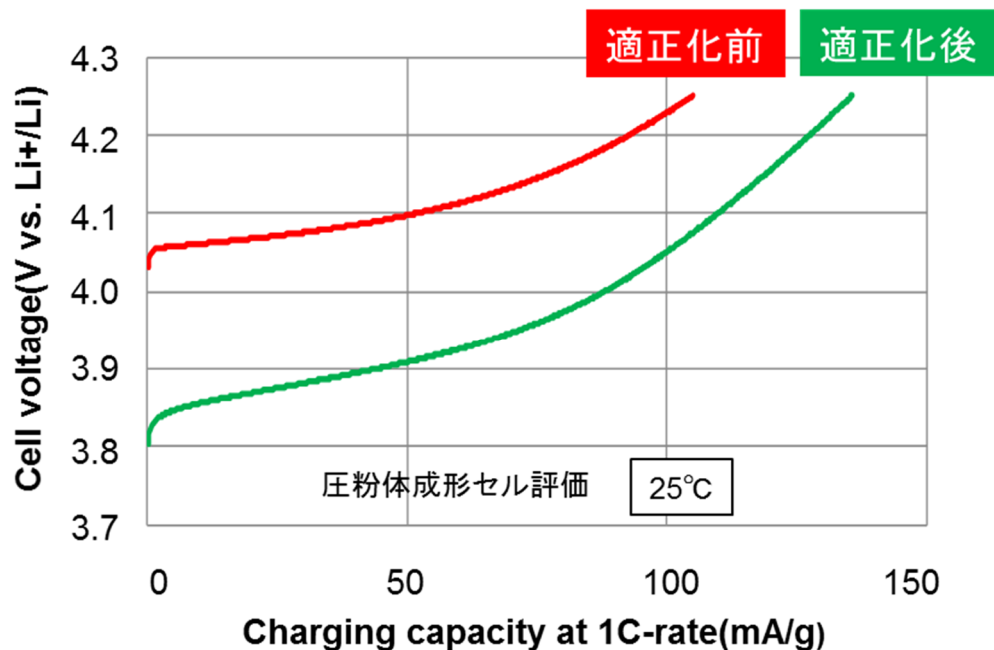
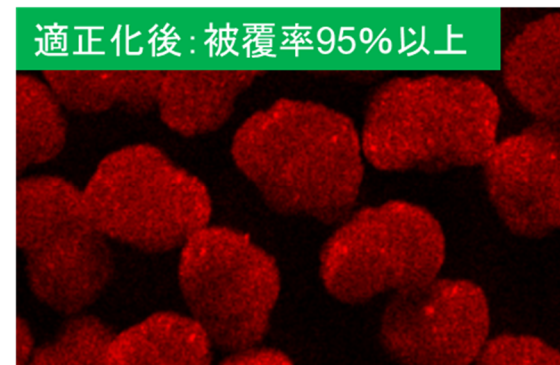
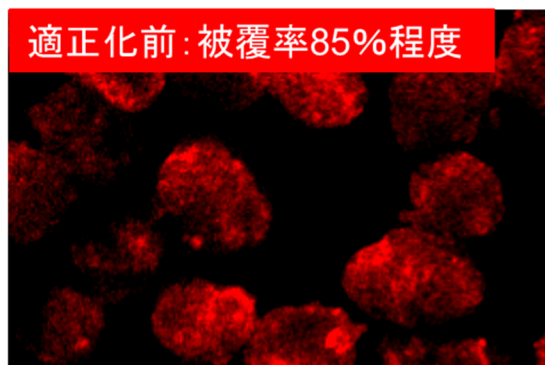
装置全体



底部詳細

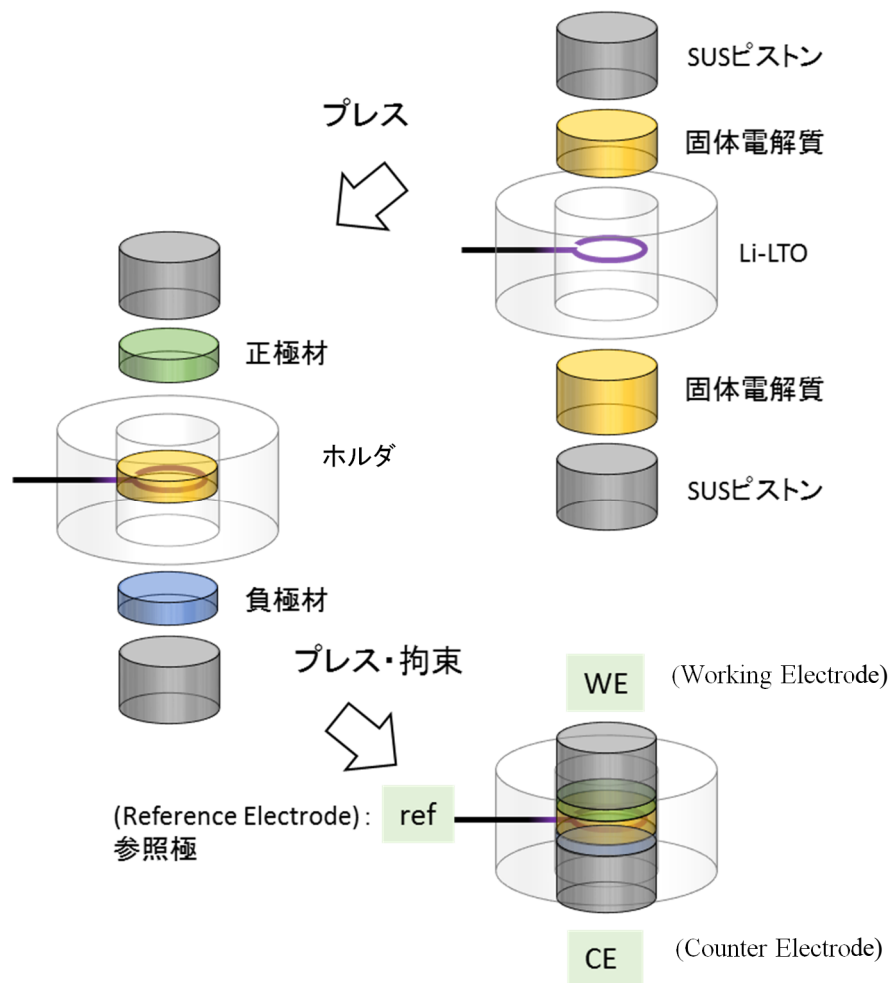
出典: (株)パウレックHP

表面コート条件の適正化の効果

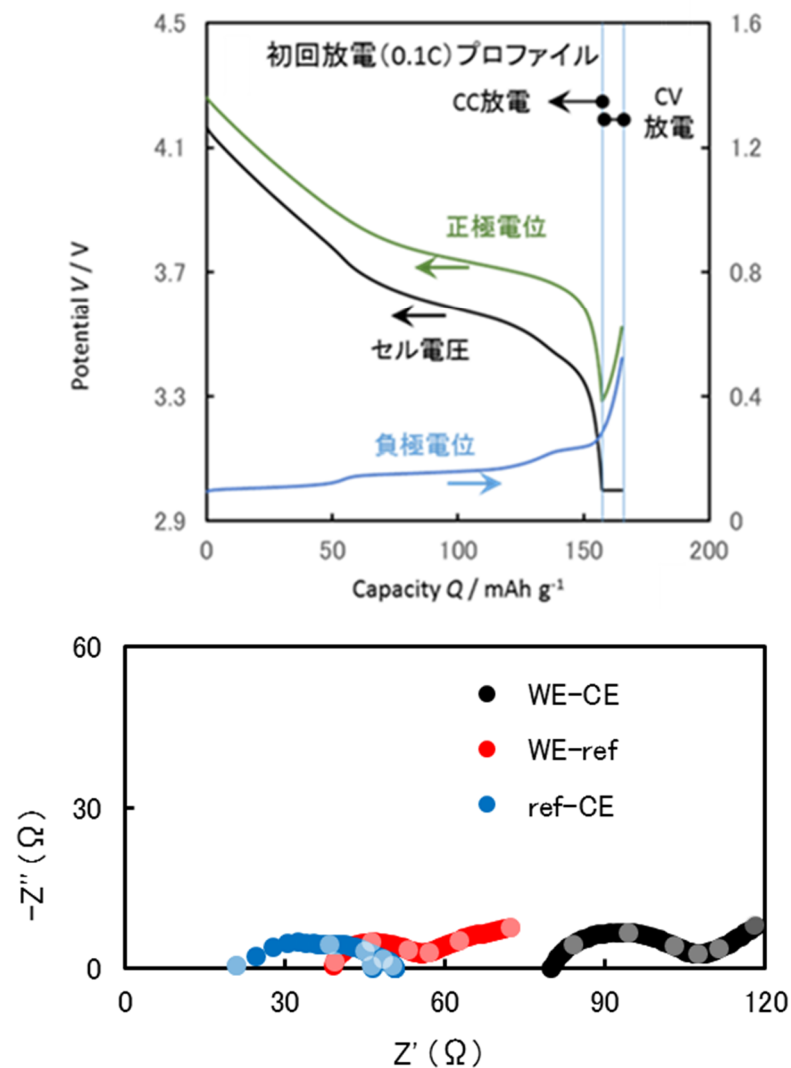


参照極による電位・抵抗分離測定手法

圧粉型三極セルの作製方法



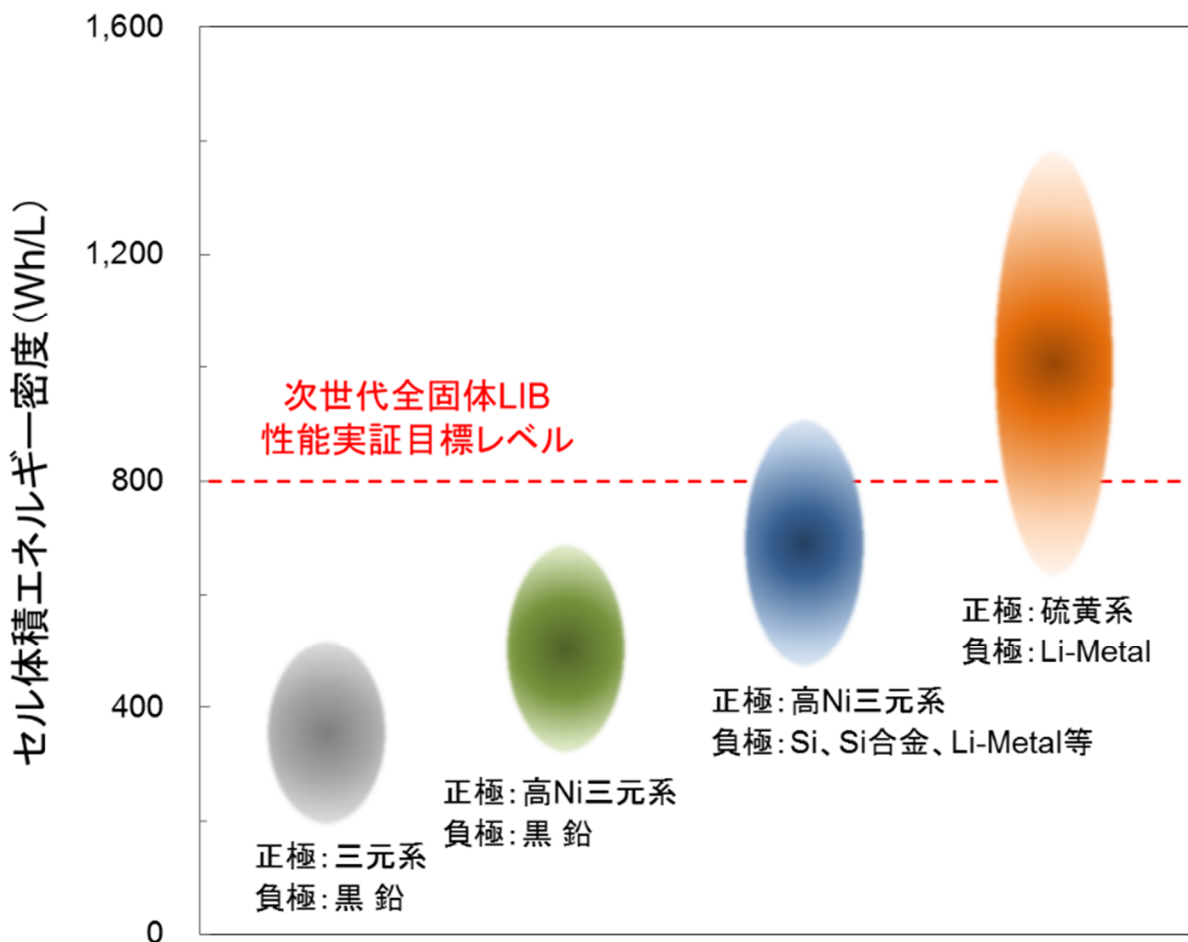
圧粉型三極セルの測定データ



次世代全固体LIBの活物質組合せの検討

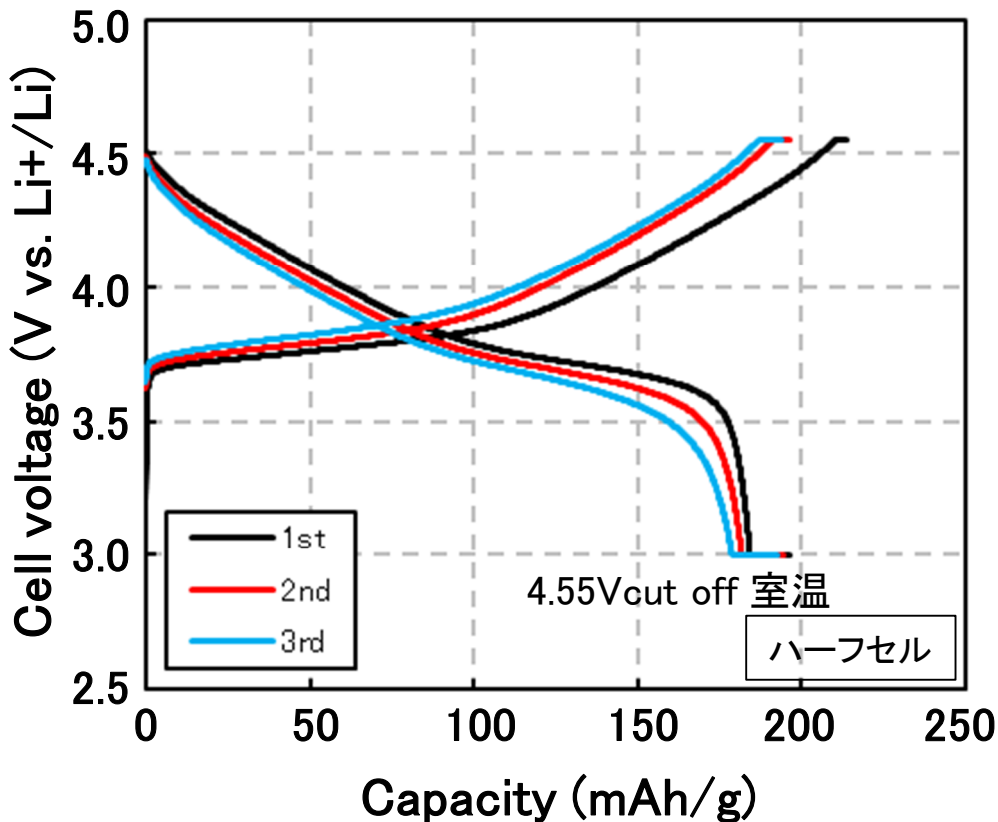
第1世代全固体LIBの実証セルの知見をベースに、高容量・高電位の正極・負極活物質の組合せで得られるセル体積エネルギー密度の範囲を試算。

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。



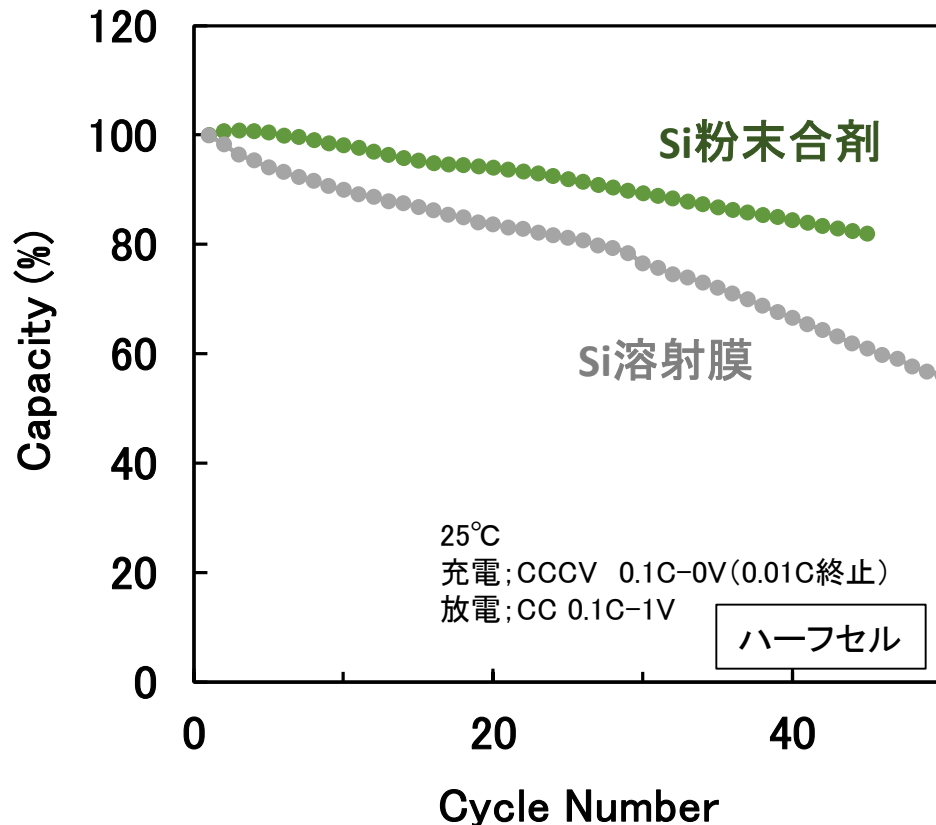
次世代全固体LIBの電極活物質候補の検討

LiNbO₃被覆三元系正極の中電位化



第1世代と同じLiNbO₃被覆では、副反応が進行すると推察。被覆材料の改良を進めている。

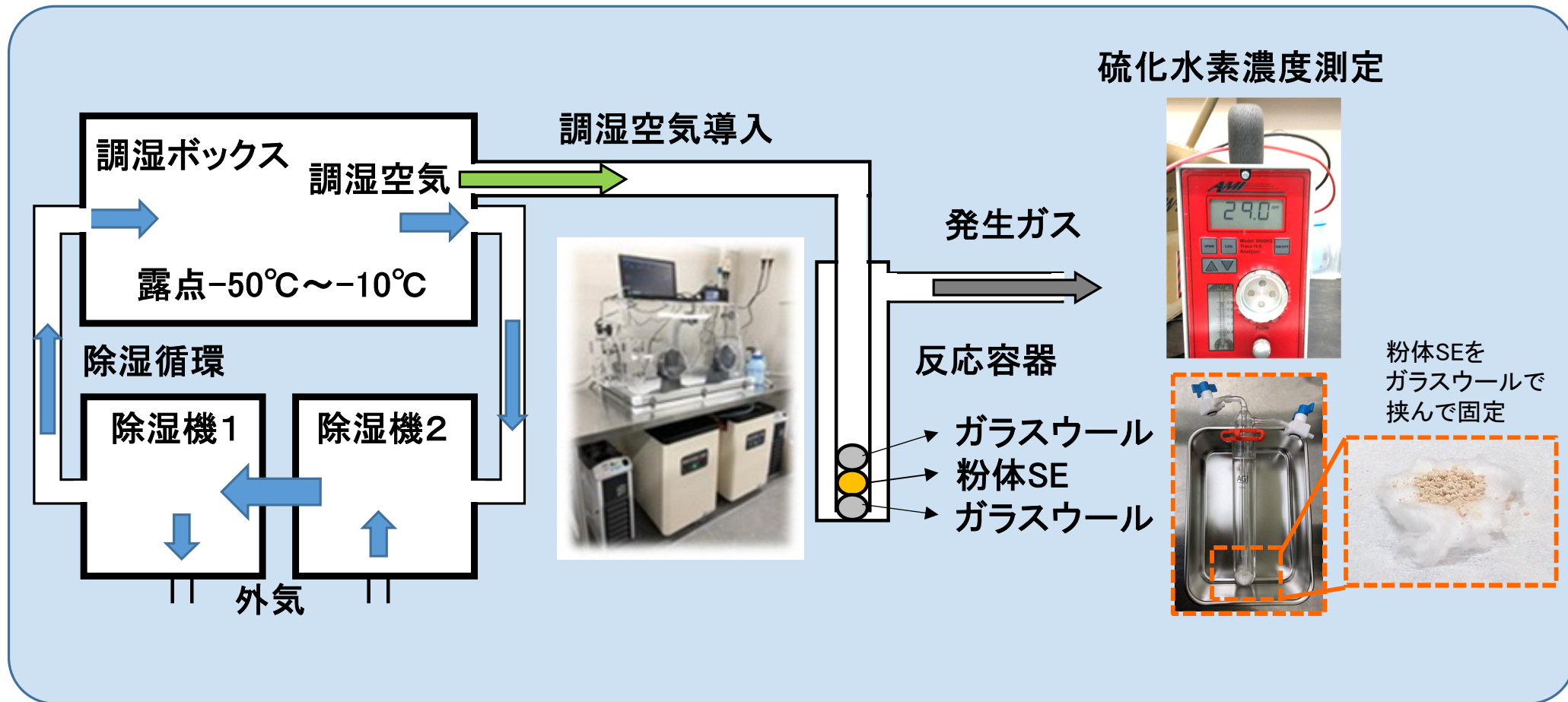
Si系活物質のサイクル耐性評価



Si系に特有のイオン・電子伝導パスの損壊が原因と推察される容量劣化を確認。異種元素添加、炭素材料との複合化の検討を進めている。

固体電解質の耐湿性評価システム

硫化物系電解質の変質・劣化の挙動を正確に把握することが可能な評価システムを構築。種々の電解質の耐湿性の確認を進めた。



標準電池モデルの開発

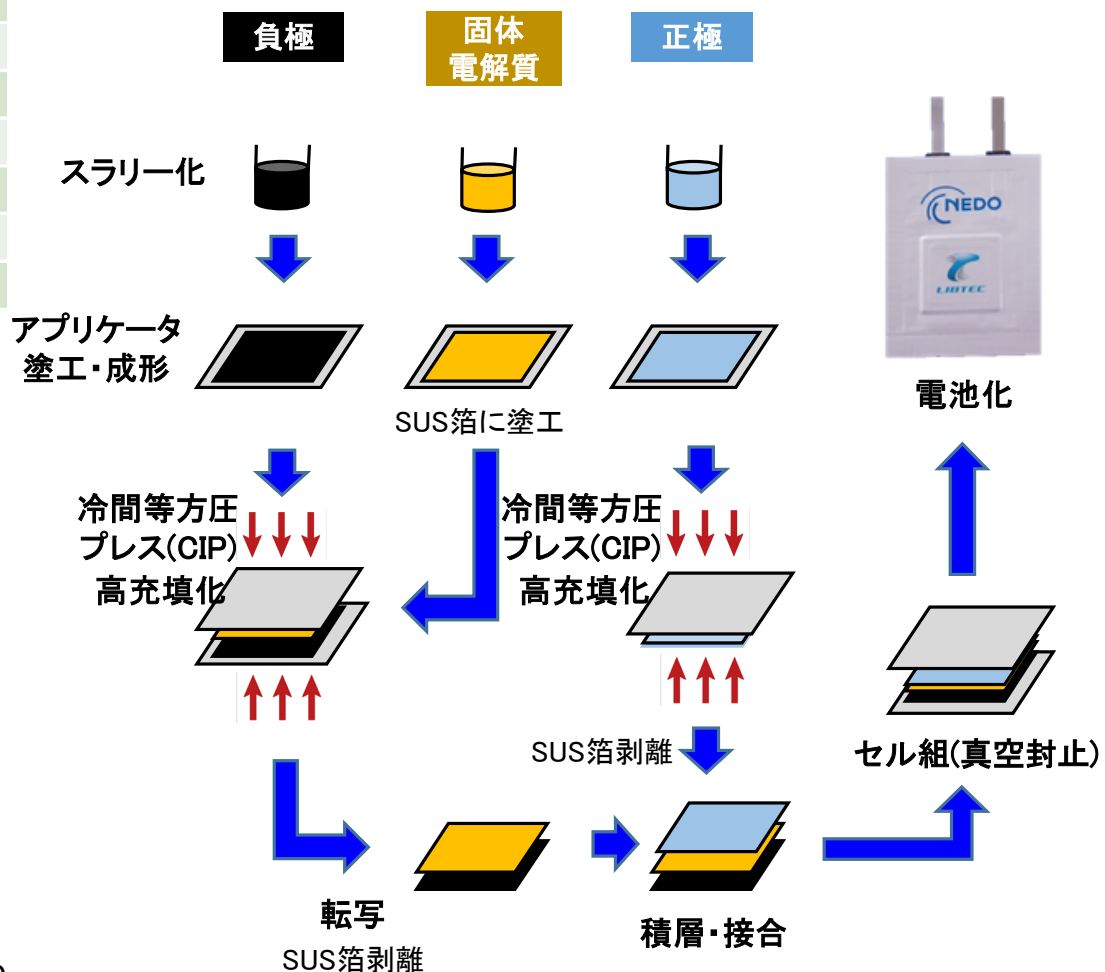
標準電池モデルの仕様



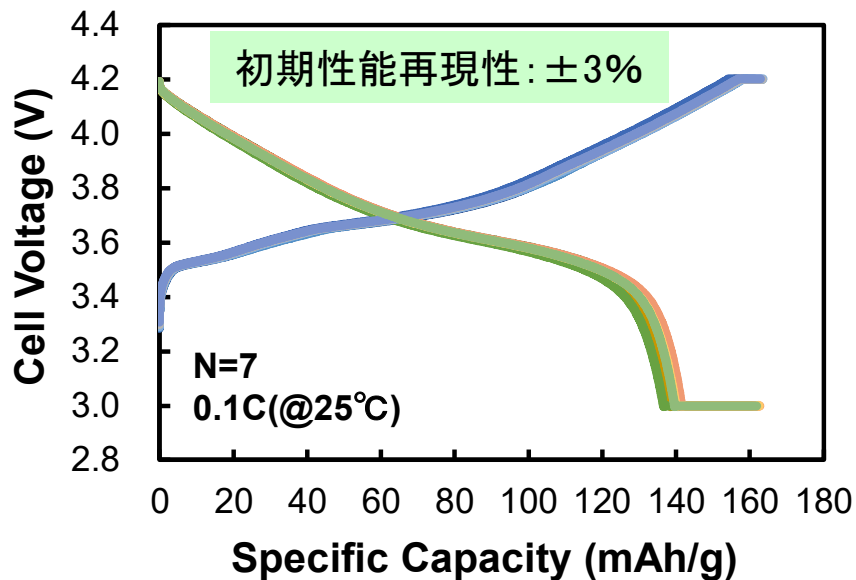
外観写真

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	
材料	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

標準電池モデルの作製プロセス

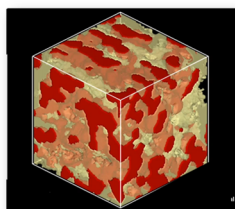


標準電池モデルの性能再現性



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。

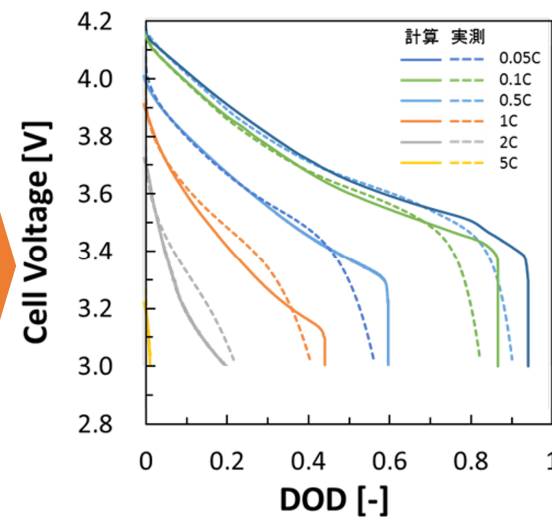
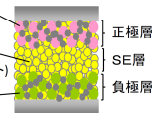


実電極
X線CT像

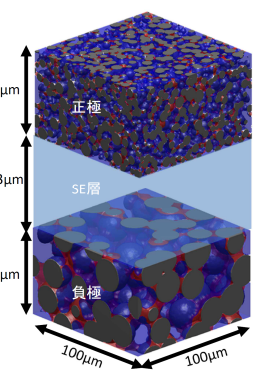
電極設計仕様
材料物性値

	正極(NCM523)	負極(黒鉛)
活物質内拡散係数 [m ² /s]	6.50 × 10 ⁻¹³	2.00 × 10 ⁻¹²
活物質内Li最大濃度 [kmol/m ³]	48.88	27.85
活物質内Li濃度 [kmol/m ³] SOC=0%	44.77	1.57
活物質内Li濃度 [kmol/m ³] SOC=100%	16.97	27.85
電極反応速度定数 [m ^{2.5} /s·kmol ^{0.5}]	6.00 × 10 ⁻¹¹	6.00 × 10 ⁻¹¹
電極層厚さ [μm]	60	60
活物質体積割合 [-]	0.391	0.398

	固体電解質 (アルジロダイト)
Li ⁺ 初期濃度 [kmol/m ³]	40.95
Li ⁺ 伝導度 [S/m]	0.23
輸率 [-]	1.0
層厚さ [μm]	143

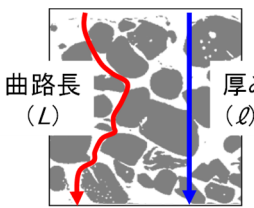


□2cm単層セルの
放電曲線の再現例



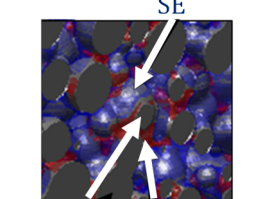
マクロ電極モデル

曲路率 $\tau=L/\ell$



イオン伝導モデル

接触率 θ



界面接触モデル

多孔質電極理論に基づく計算式

計算式

①電極反応式

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

$$(i_0 = F k_0 C_i^\alpha C_s^\alpha (C_{s,max}^\alpha - C_s^\alpha))$$

②活物質内のLi濃度(球状粒子)

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

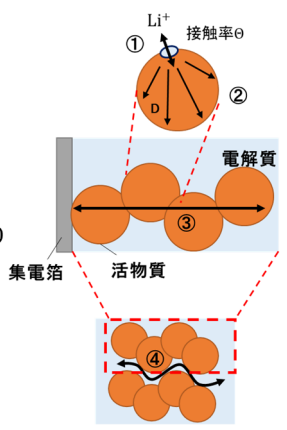
③活物質電子電位分布

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

$$\sigma^{eff} = \sigma_{el} \cdot \frac{\varepsilon_e}{\tau}$$

④電解質中のイオン電位分布

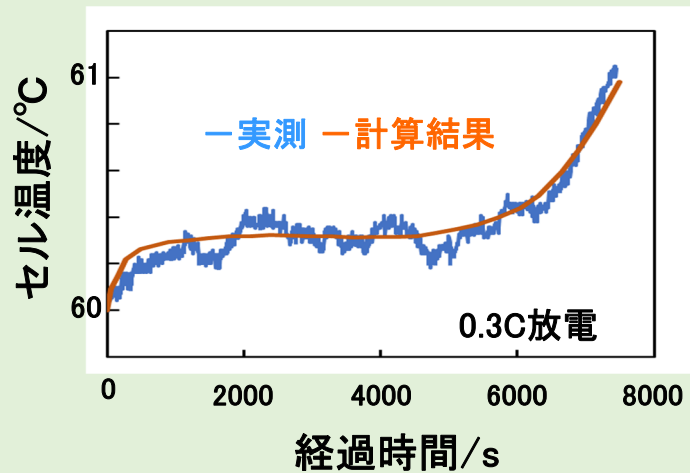
$$\nabla \cdot (\sigma^{eff} \nabla \varphi_{el}) + A s i = 0$$



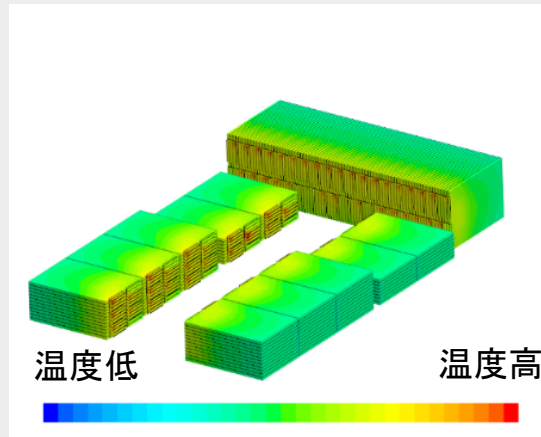
セル・電池パックのシミュレーション技術

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。

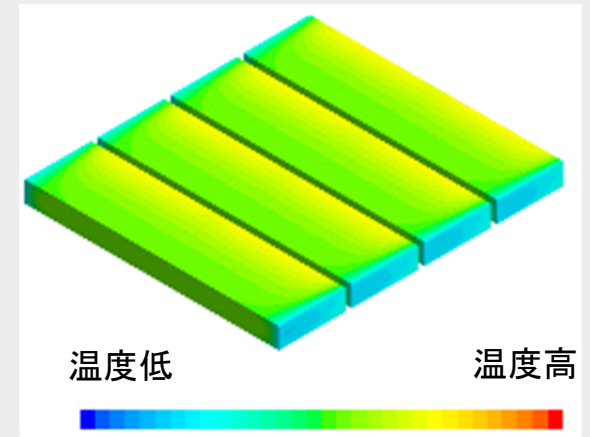
□7cm単層セルの
発熱挙動の解析結果



6C充電時の電池パック発熱挙動の解析結果



55kWh級電池パック(A)



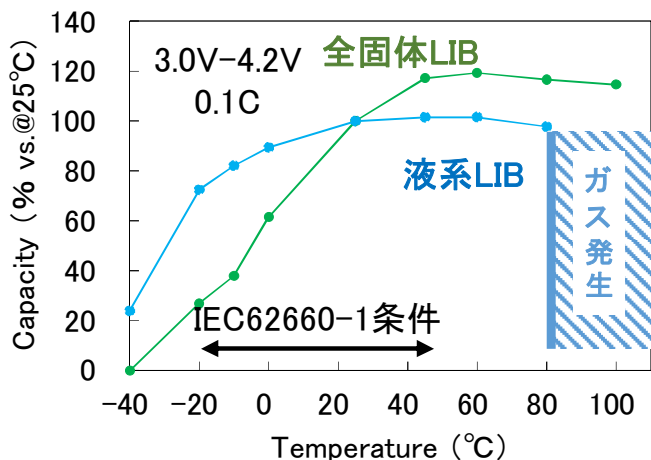
55kWh級電池パック(B)

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。

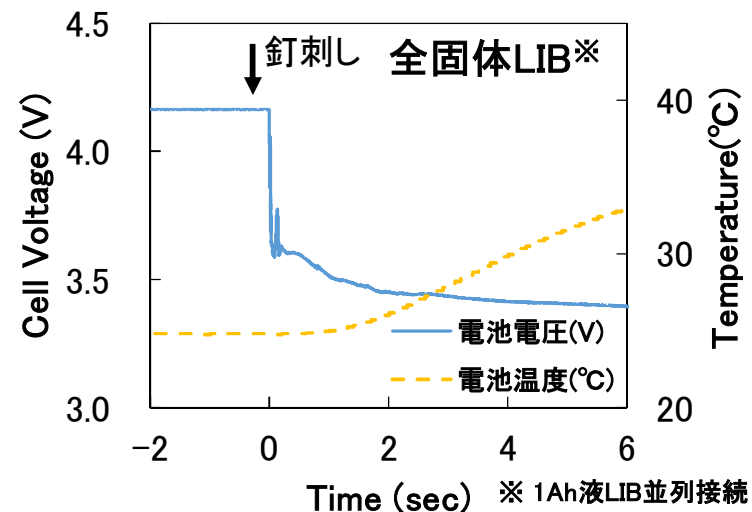
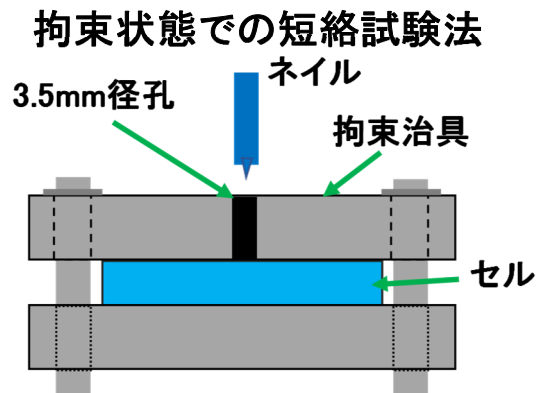
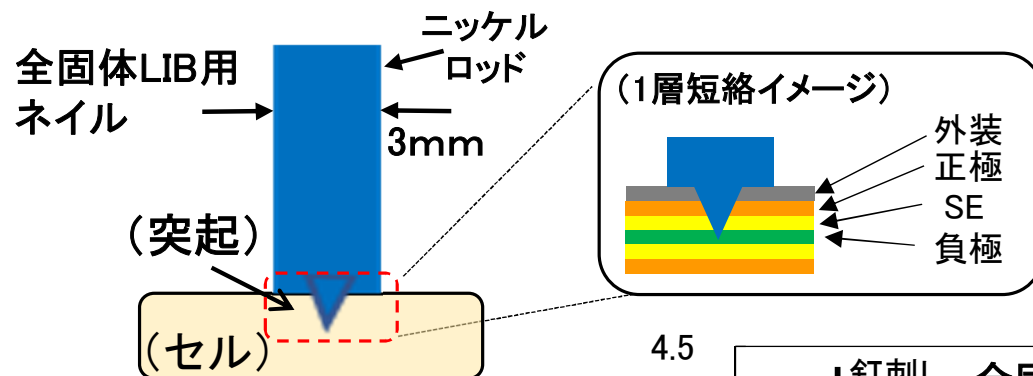
容量試験の温度条件の検討



標準電池モデル(2cm角全固体LIB)及び液系LIB※の容量試験結果

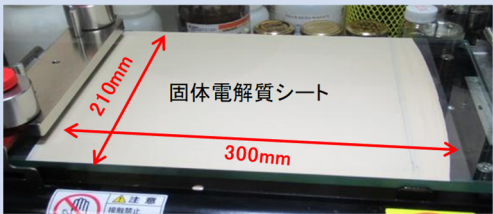
※ 2cm角単層 8.6mAh
正負極材料は標準電池モデルと同じ

強制内部短絡試験方法の検討

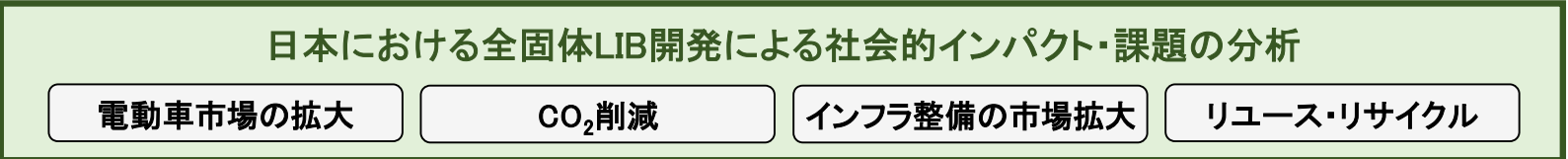
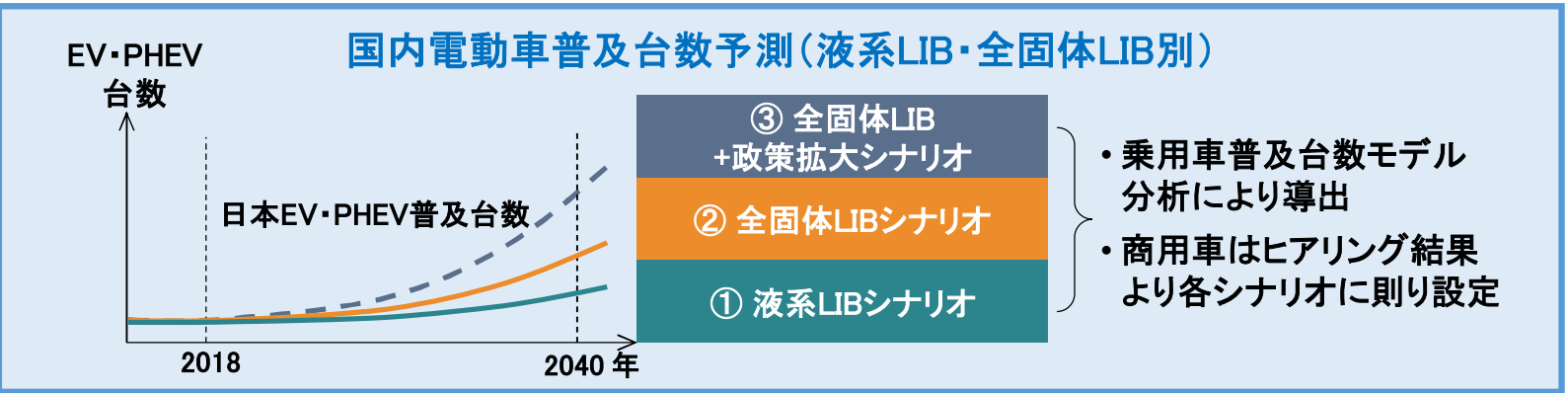
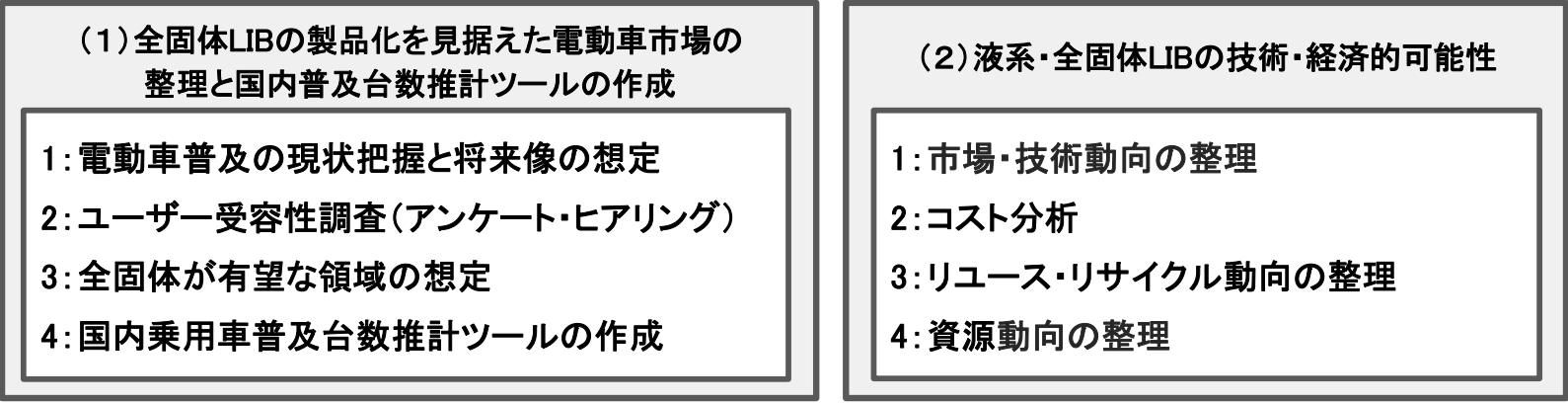


短絡試験の電圧・温度挙動

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）
<p>第1世代全固体LIBの要素技術</p>	<ul style="list-style-type: none"> 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。  <p>A4サイズ電解質シート</p>	<ul style="list-style-type: none"> 各要素技術のブラッシュアップ。 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。)
<p>次世代全固体LIBの要素技術</p>	<ul style="list-style-type: none"> 電極活物質候補を選定。実証セルの基本設計を完了。 活物質表面コート技術の開発方針を策定。 	<ul style="list-style-type: none"> アカデミアによる新材料開発の推進。 □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。
<p>材料特性評価技術</p>	<ul style="list-style-type: none"> □7cm単層標準電池モデルの基本仕様を策定。 	<ul style="list-style-type: none"> □7cm積層標準電池モデルの基本仕様を策定。 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。 各種仕様書・要領書のドキュメント化。
<p>シミュレーション技術</p>	<ul style="list-style-type: none"> □7cm積層実証セルの特性予測(設計支援)。 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。 	<ul style="list-style-type: none"> 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)。 次世代全固体LIBの特性予測。
<p>試験評価法</p>	<ul style="list-style-type: none"> NP提案に向けた試験条件・方法等の検証データの蓄積。 国内標準化関係者との意見交換継続。 	<ul style="list-style-type: none"> 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。 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。

検討の流れ



社会システムの将来像、全固体LIB普及拡大シナリオ・システムデザイン

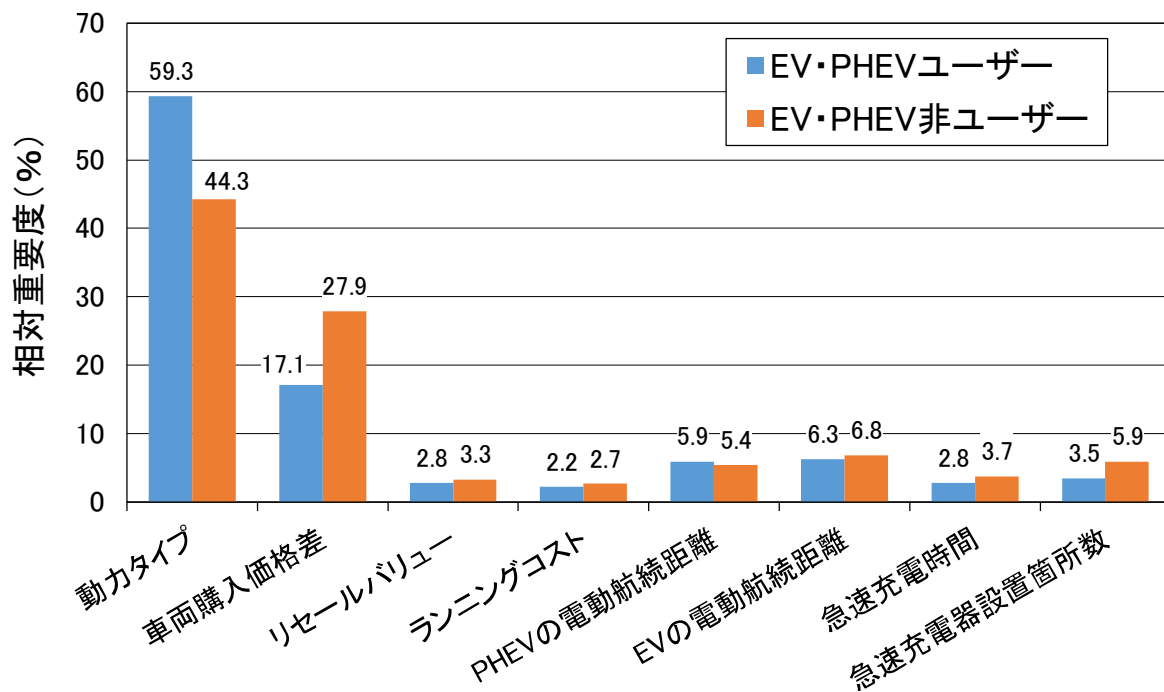
一般アンケート調査

対象者	自動車保有者1,423人(うち、EV・PHEVユーザーは227人) 【年齢】 20～69歳、【性別】男女、【地域】全国
アンケート内容	【一般属性】 保有台数、性別、世帯年収、利用目的等 【自動車利用状況属性】 目的別走行距離、長距離走行頻度、ランニングコスト 【EV・PHEV関連属性】 EV・PHEVのメリット・デメリット、インフラへの要望、充電の残量許容度・許容時間等 【その他】 次回購入希望(動カタイプ、予算範囲)

項目	アンケート結果のまとめ
利用状況	<ul style="list-style-type: none"> ・ 通勤・通学、家族の送迎、買い物時の片道走行距離は、全ユーザーの78%が30km未満と回答。 ・ 旅行・帰省時の片道走行距離は、全ユーザーの78%が300km未満と回答。 ・ アウトドア・レジャー時の片道走行距離は全ユーザーの97%が300km未満と回答。
EV・PHEV メリット	<ul style="list-style-type: none"> ・ EV・PHEVユーザーの約50%が「家庭で充電ができるので利便性が高い」、「ランニングコストが安く経済性がある」、「走行性能・乗り心地が良い」、「先進的なイメージがある」と回答。
EV・PHEV デメリット	<ul style="list-style-type: none"> ・ 全ユーザーの60～70%が「車両価格が高い」と回答。 ・ 全ユーザーの20～40%が「1充電当たりの走行距離」、「充電スタンドの整備状況が不十分」、「充電時間が長い」と回答。
次回 購入意思	<ul style="list-style-type: none"> ・ EV・PHEVユーザーの35%が次回はEV・PHEVを購入しないと回答。 ・ 非EV・PHEVユーザーの88%がEV・PHEVを購入しないと回答。 ・ 予算は、EV・PHEVユーザーの53%が300万円以上、非EV・PHEVユーザーの75%が300万円未満と回答。 ・ 全体の3.5%は次回は購入せず、「レンタカーやシェアリングサービス」を活用。

コンジョイントアンケート調査・分析

対象者	一般アンケートと同じ自動車ユーザー
アンケート内容	<ul style="list-style-type: none"> ・ 8つの属性「動力タイプ」、「ガソリン車とEV・PHEV車の車両購入価格差」、「PHEVの電動航続距離」、「EVの電動航続距離」、「ランニングコスト」、「リセールバリュー」、「急速充電時間」、「急速充電器設置箇所数」の各水準から選択。 ・ 「リセールバリュー」、「電動航続距離」、「急速充電時間」への対価の額を明確化。 ・ 液系LIBに対する全固体LIBの優位性が比較できるように属性を設定。



コンジョイント分析結果のまとめ

- ・ EV・PHEVユーザー、非EV・PHEVユーザーともに、「動力タイプ」の重要度が最も高く、次いで「車両購入価格差」となった。
- ・ その他の属性は、EV・PHEVのスペックに深く関係するが、EV・PHEVユーザー、非EV・PHEVユーザーで重要度には大差がない。
- ・ 非EV・PHEVユーザーの方が「車両購入価格差」の重要度が高く、EV・PHEVユーザーの方が「動力タイプ」の重要度が高い。

アンケート結果の分析例

法人ユーザーのヒアリング調査・分析

	主な車両	利用実態	電動車導入に向けたニーズ
タクシー業界	普通乗用車	<ul style="list-style-type: none"> 法人は1日2交代。ハイヤー、個人タクシーは1日1交代。 都内法人タクシーは300~400km/日走行。EVの場合、1日に急速充電を4~5回する必要があり、評判が悪い。 	<ul style="list-style-type: none"> 走行距離(急速充電のニーズあり。法人タクシーは交代の際に30~60分充電可能) 車両価格
外回り営業	1.5L以下のコンパクトカー	<ul style="list-style-type: none"> 卸売業、運送業が多く、コストが最重要。 走行パターンがある程度固定で、夜間営業所に戻るケースも多く(1.5~2千km/月程度)、夜間充電で対応可能。 	<ul style="list-style-type: none"> 車両価格、走行距離 EV導入のインセンティブ(リース会社はEVをリースするインセンティブが欠けている。)
物流業界	小型貨物車 10トンクラス	<ul style="list-style-type: none"> 小型貨物は拠点から個人宅等への輸送、10トンクラスは物流会社の倉庫間等の移動に利用。 拠点間走行で急速充電ニーズが高い。 	<ul style="list-style-type: none"> 車両価格 走行距離
バス業界	中・大型バス車両	<ul style="list-style-type: none"> 1路線の走行距離は不定。複数路線を車両1台で賄うことが多い。100km/日以上走行が多い。 昼間や路線の折返しでの待機時間があり、急速充電可能。 	<ul style="list-style-type: none"> 走行距離(最低=1回の充電で100km)、運用管理 急速充電可能 車両価格

全固体LIB搭載車の普及初期の有望用途

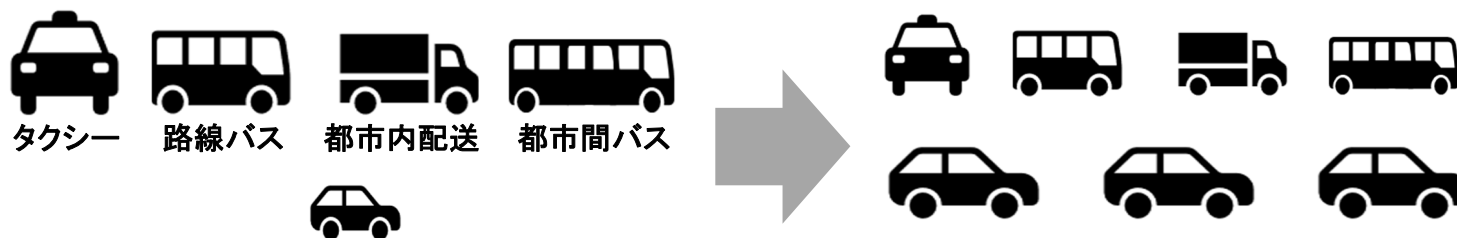
	乗用車	商用車					
	自家用車	営業車	都市内配送	路線バス	タクシー	都市間バス	都市間配送
1日の走行距離に対するニーズ	200~300km	150km	300km	150km	400km	500km	500km
急速充電へのニーズ・対応可能性	高速SA等での経路充電時に30分未満のニーズが高い	ルート不定のため日中の急速充電は困難	1日2~3回のドライバー交代時(1時間)に可	ピーク外の昼間に営業所・路線折り返し場所で待機中に可	1日2~3回のドライバー交代時(1時間)に可	2時間移動後のSA等で20分程度の休憩時に可	ルート不定のため日中の急速充電は困難

全固体LIB搭載車の導入シナリオ



商用車
 継ぎ足し充電活用で
 電池容量を削減

乗用車
 一充電走行距離に
 必要な電池容量を搭載



運営費割合が比較的大きく、かつ急速充電を活用しやすい**商用車**の経済性が成立しやすく、**電動化が進む**。

電池価格の低減に伴い、**乗用車**においても利便性・経済性が改善することで電動化が進み、**電動車の市場規模が拡大する**。

**全固体LIBに
 求められる性能**

- ・ 長寿命(耐用年数10年以上、走行距離10万km)
- ・ 数千回の急速充電への耐性
- ・ 充電時間の短さ(稼働率向上)

- ・ 高エネルギー密度
 (あらゆる車種への搭載性の向上)
- ・ リユース性の向上 等

**電動化に際して
 解決すべき
 インフラ側の課題**

- ・ 事業者が借りている(所有していない)駐車場への急速充電インフラ導入

- ・ 集合住宅等への充電インフラの設置促進
- ・ 出先での「継ぎ足し充電」の実現に向けた充電インフラ整備

国内乗用車普及台数推計に用いたシナリオとその前提条件

シナリオ

- S1: 液系LIB
- S2-1: 全固体LIB開発 標準ケース(全固体LIBと液系LIBの電池パック容量は同じ)
- S2-2: 全固体LIB開発 継ぎ足し充電ケース(全固体LIBの電池パック容量が液系LIBの1/2)

車種

- ・ガソリン車、EV、PHEVの3タイプを設定。
- ・液系LIB搭載車は3車種・・・EV:小型車、中・大型車 PHEV:中・大型車
- ・全固体LIB搭載車は4車種・・・EV:小型車、中・大型車 PHEV:小型車、中・大型車
(全固体LIBは液系LIBより電池パックが小型化できるため、小型車PHEVへの搭載も想定)

車両購入価格差

- ・電池パック容量: 電池パック容量は現状の車両程度の航続距離があればカバーできるため、既存車両の搭載容量を参考に設定。継ぎ足し充電ケースの全固体LIB搭載車は、その1/2容量に設定。
- ・電池パック価格: 液系LIBは、現状単価は既存電動車と同等のガソリン車との価格差から設定。2025年、2030年以降は量産効果による低コスト化を考慮。全固体LIBは、EV向け2025年単価は商用車で経済性が成立する単価を目安に設定。2030年以降は量産効果による低コスト化を考慮。PHEVはkWh当たりの価格をEVの2倍に設定。
- ・補助金額: 液系LIB搭載車への補助額を参考に、電池パック価格の1/4～1/3の補助額を設定。全固体LIB搭載車は同車種の液系LIB搭載車への補助額と同額に設定。
- ・算式: 購入価格差 = 電池パック価格 - 補助金額

リセールバリュー

- ・現状のガソリン車、液系LIBのEV・PHEVのリセールバリュー価格を参考に、液系LIB搭載車は将来もこの価格が継続するとした。
- ・全固体LIB搭載車は電池の長耐久化の実現により、リセールバリューがガソリン車と同程度になるとする。

ランニングコスト

- ・ユーザーアンケートを踏まえ、ガソリン車と比べた場合の毎月のランニングコスト削減額を設定。全固体LIBのPHEVは急速充電の高速化により充電頻度が増えて日常は基本的に電動走行になることを想定し、EVと同額とする。
- ・V2Xの収益については、制度が整う可能性がある2025年以降、そのメリットを反映。

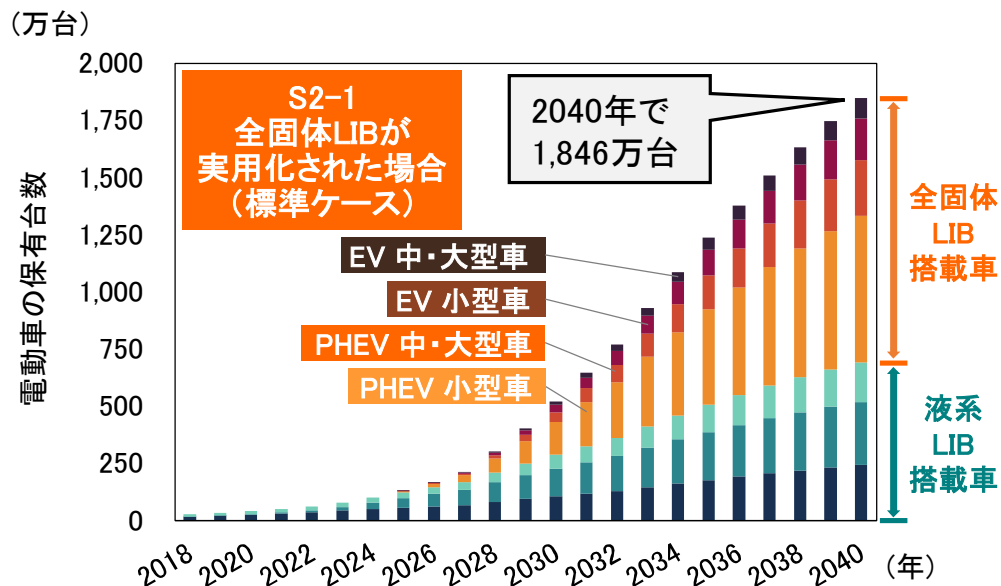
EV・PHEV
電動航続距離

- ・電池搭載量: 購入価格差での説明と同様。
- ・電費: 現状の車両の電費を参考に設定。
- ・算式: 航続距離 = 電池搭載容量 × 電費

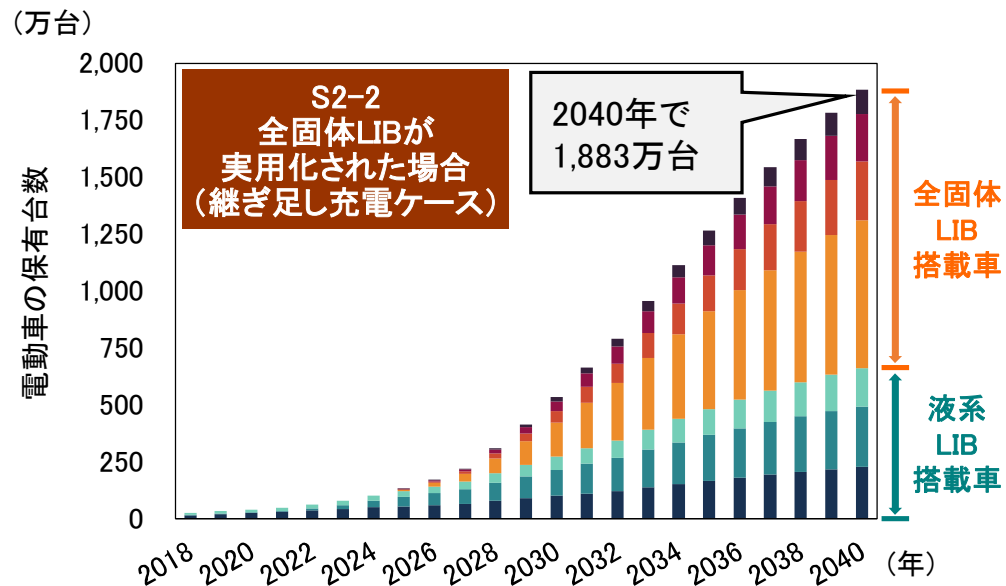
急速充電時間・
設置箇所数

- ・急速充電時間は、現状の車両における急速充電時間(80%充電時間)に対して、電池搭載容量と急速充電器出力に比して設定。
(全固体LIBの急速充電時間は今後の開発に応じて見直す予定)
- ・急速充電器設置箇所数は、乗用車の利用シーンを踏まえて、現状と同程度の7,000箇所(現状のガソリンスタンドの1/4程度)に設定。

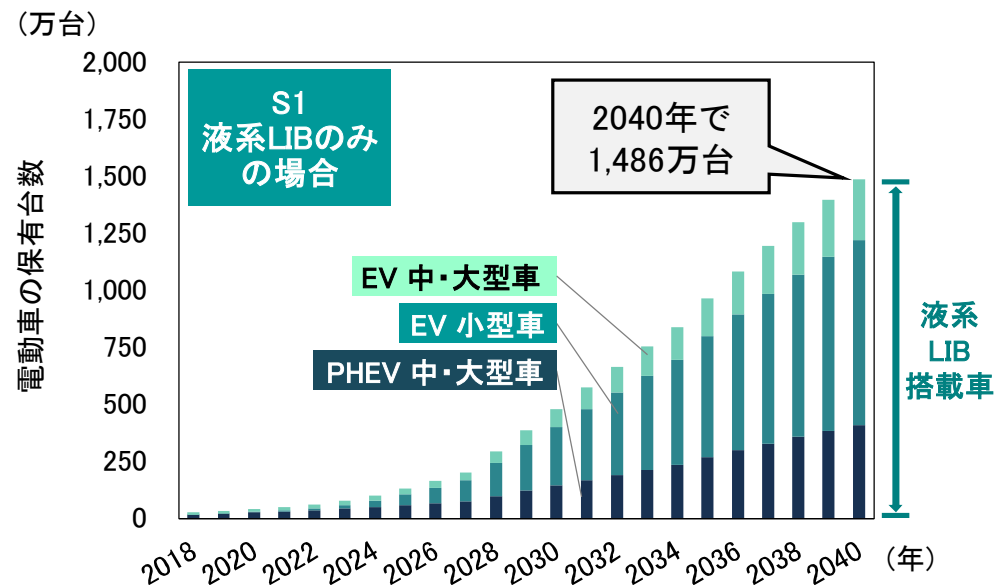
EV・PHEVの普及台数推計結果



国内自動車保有台数の推計結果(S2-1シナリオ)



国内自動車保有台数の推計結果(S2-2シナリオ)
(全固体LIBの電池パック容量を液系LIBの1/2とした場合)



国内自動車保有台数の推計結果(S1シナリオ)

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。

中間・最終目標達成に向けて

■ 今年度末までの取組（予定）

- 全固体LIB搭載車のライフサイクルでのCO₂排出環境負荷の評価（LCA）の実施。
- 全固体LIBのリサイクルプロセスに関する調査・検討。
- 全固体LIB搭載車を取り巻く社会システム将来像のとりまとめ（国内関係者との協議）。

■ 来年度以降の取組（計画）

- 各種動向調査・分析の継続。
- EV・PHEV普及台数予測ツールの改良とケーススタディの追加実施。
- 全固体LIB搭載車の普及拡大を図り、かつビジネスを有利に展開するための市場デザインをとりまとめ（政策提言も含む）。

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
〒212-8554
神奈川県川崎市幸区大宮町1310
ミュージアムセントラルタワー
<http://www.nedo.go.jp/>
理事長 石塚 博昭



4. 成果の実用化に向けての 取組及び見通し

成果の実用化に向けた基本戦略

- 事業期間中より、参加企業と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ていく。
- 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等を数多く行って、材料メーカーや大学・研究機関が実際のユーザーの立場で本事業の成果の有用性を実感させていく。
- 試験評価法については、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する。
- 「社会システムデザインの検討」については、全固体LIB搭載車の社会実装の推進力・担い手である自動車・蓄電池メーカーの意見をすくい上げながら検討を進める。

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。

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

成果の実用化の見通し ～企業活用～

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広く活用されることが期待できる。

- 【1】 参加企業はいずれも蓄電池開発・実用化のパイオニア的な存在。加えて、全固体LIBの研究開発で世界をリードしている企業・アカデミアも参加。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。
- 【2】 主要国の全固体電池の研究開発プロジェクトと比較すると、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。
- 【3】 事業期間中より、成果の有用性を企業・アカデミアに認知させる取組を研究開発と同時進行で行っており、この取組も順調に進展している。

成果の実用化の見通し ～LIBTEC自主事業への展開～

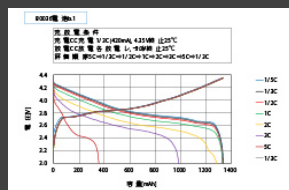
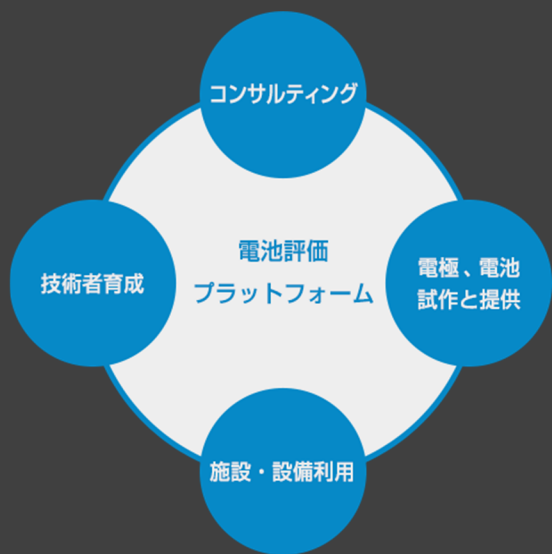
LIBTECは、過去のNEDO事業で開発した材料評価技術を活用し、2017年より液系LIBの材料評価サービスや電池開発コンサルティングを自主事業で展開中。材料評価実績は1,000件以上。今年度は400件を計画。

液系LIBと同様、全固体LIBの材料評価技術についても、事業終了後、LIBTECが自主事業化すると予想される。

LIBTEC自主事業の概要

LIBTECでは、組合員企業のリチウムイオン電池材料開発の支援を目的として、組合員の開発材料評価を行っています。

電池評価をプラットフォームとした各種支援事業展開



電池評価



電極、電池試作と提供



施設・設備利用



コンサルティング



電池技術者育成

LIBTECのLIB材料評価実績


年度	2016	2017	2018	2019
委託事業 (第1期) 評価	197件	258件	—	—
自主事業評価	101件	72件	303件	449件
合計	298件	330件	303件	449件

自主事業化

成果の実用化の見通し ～試験評価法～

IEC/TC21における車載バッテリー（液系LIB）の国際標準試験法の開発・策定に日本は積極的に貢献してきた実績。また、過去のNEDO事業の成果がこの規格審議に数多く活用されてきた実績。

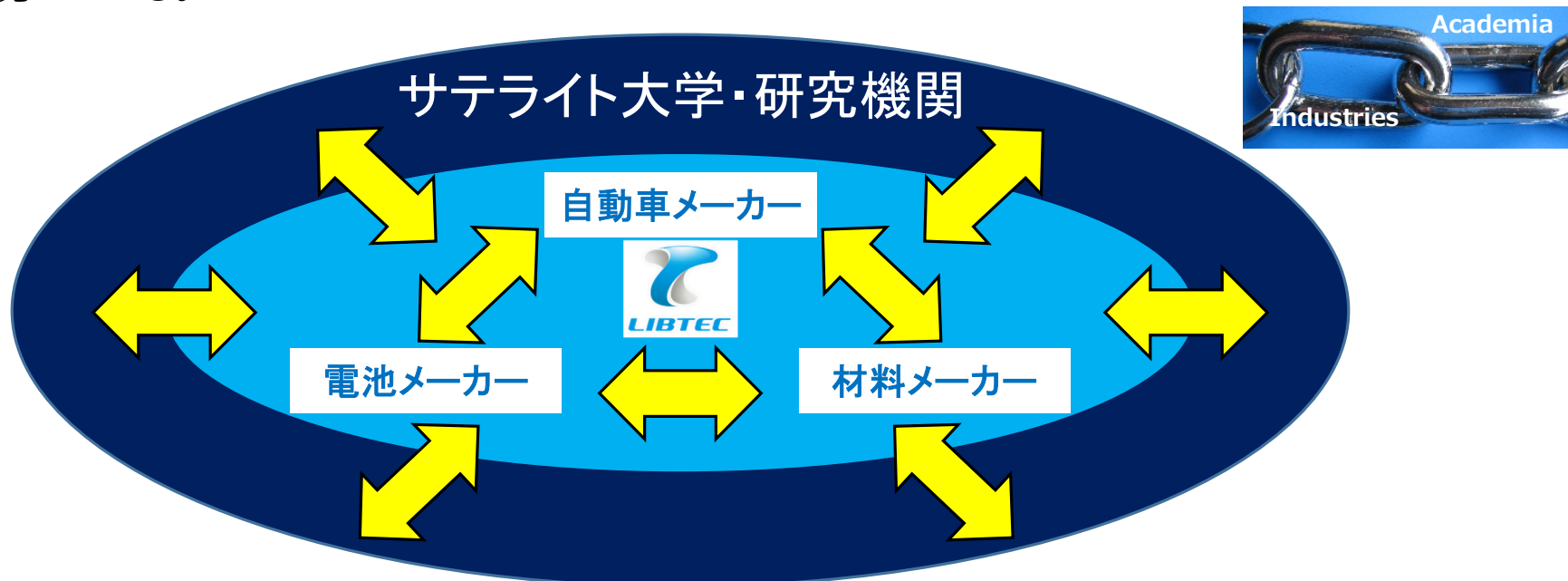
本事業における全固体LIBの試験評価法の開発は、国内の標準化関係者と定期的に情報共有・意見交換を行いながら進めている。



そのため、本事業の成果は、IECにおける全固体LIBの国際標準試験法の開発・策定に有効活用されると予想される。

波及効果 ～オープンイノベーションの推進～

- ① 集中拠点のLIBTECにおいては、自動車・蓄電池・材料メーカーの出向研究員が競合・売買関係等の垣根を取り払い、協働で研究開発に取り組んでいる。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おり、これまで垂直連携を基本として展開されてきた我が国の蓄電池の研究開発において、オープンイノベーションが推進されている。
- ② 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、産業界のニーズを共有しながら課題解決型の研究開発を進めている。
- ③ 各研究チームの内外で、大学・研究機関相互及び異なる専門分野の研究者相互の連携・協力を実現している。



波及効果 ～人材育成、多用途展開～

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、

- ① 大学・研究機関の研究者は研究と社会(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。一方、LIBTECの出向研究員は、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。
- ② 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「電池産業を理解した蓄電池研究者」が育成される。

全固体LIBの他用途展開

- 電動バイク、無人搬送車、フォークリフト、ロボット等
- 住宅設置、需要家設置、系統設置等の電力貯蔵システム