



グリーンイノベーション基金事業／ 次世代蓄電池・次世代モーターの開発

2023年度 WG報告資料

2023年4月5日

スマートコミュニティ・エネルギーシステム部
ロボット・AI部

目次

- 1．プロジェクトの概要
- 2．プロジェクトの実施体制
- 3．プロジェクトの実施スケジュール
- 4．プロジェクト全体の進捗
- 5．実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見
- 6．プロジェクトを取り巻く環境
- 7．NEDOによる社会実装に向けた支援に関する取組状況

（参考 1）プロジェクトの事業規模

（参考 2）研究開発進捗のマイルストーン

1. プロジェクト概要

- 将来的な自動車の電動化を支える基盤技術や蓄電池・モーターの産業競争力の強化、サプライチェーン・バリューチェーンの強化を目指し、**高性能蓄電池・材料や蓄電池リサイクル技術の開発、モーターシステムの高効率化技術の開発**に取り組む。

蓄電池分野

研究開発項目1-1

高性能蓄電池・材料の研究開発

研究開発概要・アウトプット目標

- ・ **航続距離などに影響するエネルギー密度が現在の2倍以上**（700~800Wh/L以上）の高容量系蓄電池（例：**全固体電池**）などの高性能蓄電池やその材料
- ・ **コバルトや黒鉛などの使用量低減**を可能とする省資源材料
- ・ 材料の**低炭素製造プロセス**などの開発を行い、自動車の電動化促進に貢献。

研究開発項目1-2

蓄電池のリサイクル関連技術開発

- ・ リチウムイオン蓄電池から、**競争力のあるコスト、蓄電池材料として再利用可能な品質で、リチウム70%、ニッケル95%、コバルト95%を回収する技術**を確立。
- ・ 急増する電池の資源リスクの低減、サステナビリティ向上に貢献。

モーター分野

研究開発項目2

モビリティ向けモーターシステムの高効率化・高出力密度化技術開発

研究開発概要・アウトプット目標

- ・ モーターシステムとして、**高効率化（システム平均効率85%）や小型・軽量化・パワー向上（システムの出力密度3.0kW/kg）**に向け、材料やモーター構造・インバータ・冷却技術等の革新技术を開発し、モビリティにおける電気利用の効率化に貢献。



- 蓄電池・モーターについて、**高性能化、省資源化、リサイクル/製造時GHG排出削減**のための研究開発を行い、自動車分野における脱炭素化と産業競争力強化の実現を目指す。

2-1. プロジェクトの実施体制

- 自動車メーカー、電池メーカー、材料メーカー、サプライヤー等サプライチェーン上の幅広い分野の関係企業等が中心となって、**蓄電池開発：6件、材料開発：4件、リサイクル関連技術開発：4件、モーターシステム開発：4件**について技術開発を推進中。

研究開発項目1-1：高性能蓄電池・材料の研究開発

(※) WG出席企業

テーマ名	事業者名	実施内容	事業期間
次世代全固体電池の開発	・本田技研工業株式会社（幹事）（※） ・株式会社本田技術研究所（※）	蓄電池開発	2022年度～2026年度
ASSBパイロットラインによる高性能 ・低 L C A バッテリ生産のプロセス確立	・日産自動車株式会社	蓄電池開発	2022年度～2026年度
先進固体電池開発	・株式会社GSユアサ	蓄電池開発	2022年度～2027年度
次世代蓄電池の開発	・パナソニックエナジー株式会社	蓄電池開発	2022年度～2029年度
次世代高容量高入出力リチウムイオン電池の開発	・マツダ株式会社	蓄電池開発	2022年度～2029年度
高容量全樹脂電池の開発	・APB株式会社	蓄電池開発	2022年度～2026年度
次世代蓄電池用高性能正極材料の開発と実証	・住友金属鉱山株式会社（※）	材料開発	2022年度～2027年度
次世代蓄電池向けリチウム金属負極生産技術開発	・株式会社アルバック	材料開発	2022年度～2027年度
硫化物系固体電解質の量産技術開発	・出光興産株式会社（※）	材料開発	2022年度～2028年度
全固体電池用超高イオン伝導性ポリマーの開発	・株式会社大阪ソーダ	材料開発	2022年度～2030年度

2-2. プロジェクトの実施体制

- 自動車メーカー、電池メーカー、材料メーカー、サプライヤー等サプライチェーン上の幅広い分野の関係企業等が中心となって、**蓄電池開発：6件、材料開発：4件、リサイクル関連技術開発：4件、モーターシステム開発：4件**について技術開発を推進中。

研究開発項目1-2：蓄電池のリサイクル関連技術開発

(※) WG出席企業

テーマ名	事業者名	事業期間
蓄電池リサイクルプロセスの開発と実証	・住友金属鉱山株式会社（幹事）（※） ・関東電化工業株式会社	2022年度～2028年度
クローズドループ・リサイクルによる車載LiB再資源化	・JX金属株式会社	2022年度～2030年度
リチウムイオン電池の低環境負荷型リサイクルプロセスの開発	・株式会社JERA（幹事） ・住友化学株式会社	2022年度～2030年度
低CO2リサイクルを実現するバッテリーエコサイクルの構築	・日産自動車株式会社	2022年度～2026年度

研究開発項目2：モビリティ向けモーターシステムの高効率化・高出力密度化技術開発

(※) WG出席企業

テーマ名	事業者名	事業期間
革新的な誘導モーター開発による低価格・省資源・高性能トラクションモーターの実用化	・日本電産株式会社	2022年度～2030年度
モビリティ向けモーターシステムの高効率化・高出力密度化技術開発	・株式会社デンソー	2022年度～2026年度
高効率電動化システム開発	・株式会社日立製作所（幹事）（※） ・日立Astemo株式会社 ・株式会社日立インダストリアルプロダクツ ・大同特殊鋼株式会社 ・東北特殊鋼株式会社	2022年度～2030年度
小型・軽量・省資源型、高効率電動アクスルの開発	・愛知製鋼株式会社	2022年度～2030年度

事業の目的・概要

- 全固体電池などの**高性能蓄電池やその材料**の開発
目標：航続距離などに影響するエネルギー密度が現在の2倍以上 など
- 省資源材料**（コバルト（Co）や黒鉛など）や材料等の**低炭素製造プロセス**開発
- 低コスト、高品質なレアメタル回収を実現する**蓄電池リサイクル技術**の開発
目標：リチウム70%、ニッケル95%、コバルト95%の回収

❑ 事業規模：約2,132億円

❑ 支援規模*：上限1,205億円
*インセンティブ額を含む。今後ステージゲートなどで事業進捗などに応じて変更の可能性あり。

❑ 事業期間：2022年度～2030年度

❑ 補助率など：2/3補助→1/2補助→1/3補助（インセンティブ率は10%）

事業イメージ

技術開発の対象

経済産業省 産業構造審議会 グリーンイノベーションプロジェクト部会 産業構造転換分野ワーキンググループ資料より抜粋

※：幹事企業

高性能蓄電池（研究開発項目1-1）

- ◆ 全固体電池の早期実用化
様々な技術アプローチで開発加速。**有望技術の見極めを進めていく。**
- ◆ 本田技研工業(株)*、(株)本田技術研究所
：製造時のCO₂排出量を抑え、将来の材料進化にも対応可能な、柔軟性のある**全固体電池量産技術**の徹底的な磨き上げ
- ◆ 日産自動車(株)：全固体電池の特徴を最大限に活かす**野心的な電池設計**、**高品質量産**に挑戦
- ◆ (株)GSユアサ：独自開発の**高性能固体電解質**や材料表面加工技術を活用し、**多様な正極材・負極材の組み合わせ**で性能を追求
- ◆ 液系LIBや樹脂電池の高性能化
- ◆ パナソニック エナジー(株)：液系LIBの更なる**高容量化**。Coフリー正極活用や高密度充填パック電池設計
- ◆ マツダ(株)：高入出力・高容量を両立する**液系LIB**開発。Coフリー正極や高性能負極活用
- ◆ APB(株)：正極材、負極材、樹脂の性能向上等を通じ、高容量な**全樹脂電池**を開発

蓄電池材料（研究開発項目1-1）

- ◆ 次世代蓄電池の材料技術の開発
正極、負極、電解質など、全固体電池を含む**高性能リチウムイオン電池の材料技術の開発**を支援。
- ◆ 住友金属鉱山(株)：高性能正極材料
高容量材料組成検討・粒子特性制御、表面加工技術、**製造段階のCO₂削減を可能とする新規製造プロセス**開発
- ◆ (株)アルバック：リチウム金属負極生産技術
全固体電池を見据え、独自の真空蒸着技術を活用した**薄膜リチウム金属負極の生産技術**開発
- ◆ 出光興産(株)：固体電解質
粒子形状の制御された**固体電解質の大規模製造技術**開発
- ◆ (株)大阪ソーダ：超高イオン伝導性ポリマー
次世代負極（シリコン、リチウム金属）のデメリットである**体積変化を緩衝する全固体電池用超高イオン伝導性ポリマー**を開発

リサイクル技術（研究開発項目1-2）

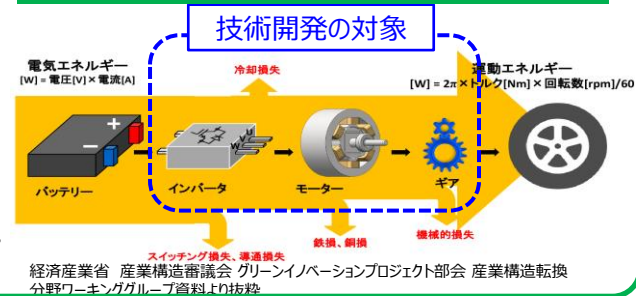
- ◆ レアメタル回収技術の高度化研究
乾式処理⁽¹⁾や湿式処理⁽²⁾、ダイレクトリサイクル⁽³⁾など、多様なアプローチでリサイクル技術を高度化。
(1) 熱処理による金属分離
(2) 水溶液中処理による金属分離
(3) 回収した材料を金属ごとに分離することなく、直接電池材料に戻す技術
- ◆ 住友金属鉱山(株)*・関東電化工業(株)
：乾式・湿式を組み合わせた独自の製錬技術を開発し、高回収率・低コスト化を実現
- ◆ JX金属(株)：無害化前処理技術並びに**湿式処理による金属回収技術の高度化**
- ◆ (株)JERA*・住友化学(株)：非焙焼方式の材料分離回収技術および回収した正極材の**ダイレクトリサイクル、アップリサイクル**の研究開発
- ◆ 日産自動車(株)：特定電極のみをリサイクルすることで、電池ライフサイクルでの**CO₂排出量を低減**する技術開発

(参考) 研究開発項目2 モビリティ向けモーターシステムの高効率化・高出力密度化技術開発

事業の目的・概要

- ・ 将来的な自動車の電動化を支えるモーターの産業競争力の強化に向け、**高効率**で、**小型・軽量**、**省資源**などを実現する**モーターの技術開発**に取り組む。
- ・ 目標：平均のモーターシステム効率として85%以上
モーター単体で8kW/kg、モーターシステムとして3kW/kg以上の出力密度
- 事業規模：約571億円
- 支援規模*：上限305億円 *インセンティブ額を含む。今後ステージゲートなどで事業進捗などに応じて変更の可能性あり。
- 補助率など：(9/10委託→) 2/3補助→1/2補助→1/3補助 (インセンティブ率は10%)

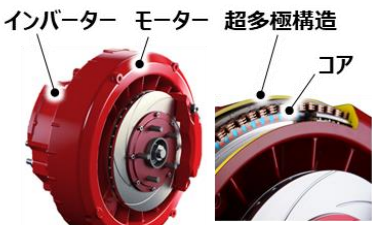
事業イメージ



(株)日立製作所※、日立Astemo(株)、(株)日立インダストリアルプロダクツ
大同特殊鋼(株)、東北特殊鋼(株)
「高効率電動化システム開発」
事業期間：2022年度～2030年度(9年間) ※：幹事企業

重量低減などを実現する高効率**薄型モーター**(超多極構造)の開発、**インバータ**の高性能化、**コア用磁性材**の技術革新など、乗用車から大型車まで応用可能な**小型・軽量・高効率な電動化システム**を開発。

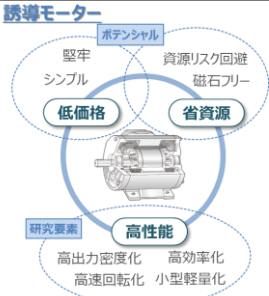
ターゲット：乗用車／商用バス・トラック



日本電産(株)
「革新的な誘導モーター開発による低価格・省資源・高性能トラクションモーターの実用化」
事業期間：2022年度～2030年度(9年間)

磁石を使用しない**誘導モーター**のポテンシャル(資源リスク対応、堅牢性など)を活かし、高速回転化を進め、モーターの**小型軽量化**、**高出力密度**、**高効率化**を実現。

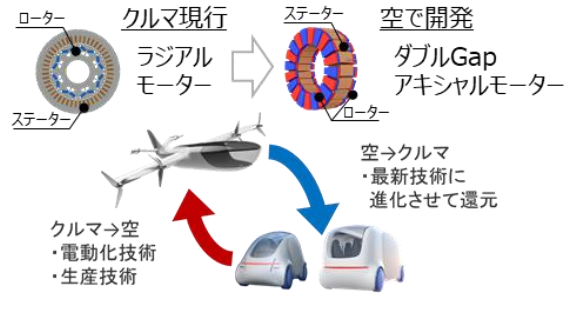
ターゲット：乗用車



(株)デンソー
「モビリティ向けモーターシステムの高効率化・高出力密度化技術開発」
事業期間：2022年度～2026年度(5年間)

空のモビリティ向けに、モーターの**高出力密度化**と**空冷化**を目指し、軽量化技術や放熱技術、制御技術などの開発を推進。**地上のモビリティへの技術展開**も見据える。

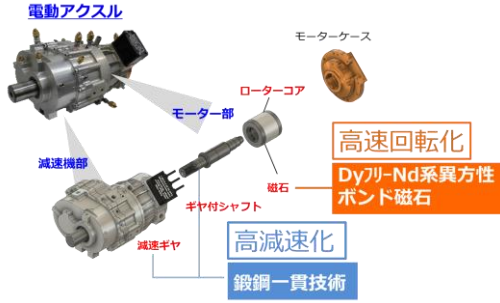
ターゲット：空のモビリティ



愛知製鋼(株)
「小型・軽量・省資源型、高効率電動アクスルの開発」
事業期間：2022年度～2030年度(9年間)

独自の**ジスプロジウム(Dy)フリー磁石**と鍛鋼一貫技術を活かした**高性能ギヤ鋼材**により、**高回転化**＋**高減速化**を実現し、**高出力**で**小型・軽量・省資源型**の高効率な電動アクスルを開発。

ターゲット：乗用車(含む軽自動車)



3. プロジェクトの実施スケジュール

- 2022年12月～2023年1月に技術・社会実装推進委員会を開催、**4テーマ（※）を対象にステージゲート審査を実施**
（※ APB(株)（蓄電池開発）、住友金属鉱山(株)（材料開発）、住友金属鉱山(株)コンソーシアム（リサイクル技術開発）、(株)デンソー（モーターシステム開発）の4件）
- 次年度以降も、個別実施計画ごとに**研究開発のフェーズが変わるタイミング等でステージゲート審査を実施**するとともに、モーターシステム開発については**2024年度に事業の進展を踏まえて技術の絞り込み要否を判断**する予定。

研究開発の想定スケジュール（これを踏まえて、各事業者が個別に実施計画を策定、ステージゲート時期を設定）

	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
研究開発項目1-1：高性能蓄電池・材料の研究開発									
蓄電池開発	要素技術開発、量産へ向けた蓄電池設計、プロセス検討			中規模パイロットラインの設置	中規模パイロットラインによる生産技術開発及び蓄電池性能実証試験				
材料開発	要素技術開発と実証		ラボ、ベンチラインでの特性、プロセス検討	中規模パイロットラインの設置	中規模パイロットラインによる生産技術開発及び蓄電池性能実証試験				
研究開発項目1-2：蓄電池のリサイクル関連技術開発									
リサイクル関連技術開発	低コスト回収技術の開発 リサイクル技術のLCA検証		希少金属の回収技術の高度化実証開発			パイロットラインの設置	パイロットラインによる技術開発及び実証試験		
研究開発項目2：モビリティ向けモーターシステムの高効率化・高出力密度化技術開発									
モーターシステム開発	材料開発のみ（委託） 検証評価・要素技術開発		技術の絞り込み		試作開発検証		生産技術開発／プレ商業実証		

4. プロジェクト全体の進捗

- **一部テーマに遅延が見られるものの、概ね計画通り進捗**しており、引き続きモニタリングやステージゲートを通して継続的に進捗を確認する。

「技術面」

<実施企業等の主な取組状況>

<NEDO委員会による主な意見>

「研究開発の進捗度」等について

- 2022年度ステージゲートを迎えた4件については、要素技術開発等を完了している。
- 一部テーマでは技術的課題が抽出されており、計画変更・体制変更を行いながらマイルストーン達成に向けて引き続き開発に取り組んでいる。



- ステージゲート審査の結果、いずれも所定の成果を上げていることを確認し、**次のフェーズ（実証や試作検証等）への移行を認める**。
- 現状の抽出課題に適切に対応しつつ、**スケールアップやコスト目標を意識した課題検討**についても進めていただきたい。（蓄電池分野）

「研究開発の見通し」等について

- 実施計画に基づき概ね計画通りに進行しているが、一部テーマにおいては半導体不足や社会情勢による影響等に伴い、設備の納入遅延や計画遅延が生じている。



- 概ね順調に進捗しているが、**設備納入遅延等が生じているテーマに関しては、具体的なリカバリー策を検討**し、予定通りのマイルストーン達成を目指していただきたい。

「事業面」

<実施企業等の主な取組状況>

<NEDO委員会による主な意見>

「市場機会の認識」、「社会実装に向けた取組状況」等について

- 開発と並行した想定ユーザーからのサンプル評価等、事業化時を意識した仲間作りに繋がる取組を推進している。



- 各社技術の強みを可視化したうえで、**国内外を問わず、サプライチェーン構築に向けた関連企業との協議**を進めていただきたい。

「ビジネスモデル」等について

- 各研究開発テーマともに、自社の強み・弱みを認識した上で、提供価値のあるビジネスモデルを設定している。



- 中国メーカーなども今後低コストを意識したモーターシステムを開発してくると思われるため、これらのメーカーに対して**どのように優位性を出すのかを明確に示す必要**がある。（モーター分野）

5-1. 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

研究開発項目1-1：高性能蓄電池・材料の研究開発

<u>次世代全固体電池の開発</u> ・ 本田技研工業株式会社（幹事） ・ 株式会社本田技術研究所	<u>取組状況</u> ・ セル仕様開発においては、多くの開発項目については計画に基づき順調に進捗。一方、一部開発項目において当初計画からの検討遅れも発生。 ・ 生産技術開発においては、パイロット設備仕様策定はほぼ順調に進捗しているものの、建屋建設に遅延が発生。パイロットライン稼働時期は後ろ倒しとなる見込み。 ・ 遅延影響を抑制するためのリカバリープランの策定を完了。今後当該プランに基づき遅延を挽回予定。 <u>委員からの助言</u> ・ 事業計画の見直しが発生しているが、それに対する適切なリカバリープランが提示されている。トップダウンによるマネジメントを期待したい。また、開発効率向上のため、解析・シミュレーションやマンパワーの強化等の対応が望まれる。 ・ リサイクル等に関する議論が増えてきており、易分解性等、リサイクルについても配慮した電池の設計ができるかどうかの検討についても期待したい。 ・ 社会実装のために規模の経済を達成するためのエコシステム作り、および市場創造が重要であることから、オープン＆クローズ戦略の更なる検討が望まれる。
<u>ASSB パイロットラインによる高性能・低 LCA バッテリー生産のプロセス確立</u> ・ 日産自動車株式会社	<u>取組状況</u> ・ セル・パック設計開発について、小サイズセルでの動作確認を完了、大型セルでの動作・性能実証へ向け引き続き検討中。本開発項目に用いる一部機械装置の納期遅延が発生しており、リソース再配分によるリカバリーを予定。 ・ プロセス要素技術開発について、ドライ電極プロセス技術及び露点管理技術に関する要素検討・設備仕様検討を実施。現時点計画に基づきほぼ予定通りの進捗状況。 <u>委員からの助言</u> ・ 各プロセスのCO2削減に向けた変更は評価できるが、各技術課題の克服方法については、具体的な対策を明確化していく必要がある。 ・ 評価装置の納期遅れに対するリカバリーは、開発を効率よく進めるために必須である。 ・ 全固体電池がLCAも含め欧州・米国等の評価標準で正しく評価されるのか等、確実な社会実装を見据えたオープン＆クローズ戦略の更なる検討が望まれる。 ・ クローズ戦略を含め、技術的キャッチアップや規模の経済を考慮した複数の戦略オプションを引き続き検討いただきたい。

5-2. 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

研究開発項目1-1：高性能蓄電池・材料の研究開発

<u>先進固体電池開発</u> ・ 株式会社GSユアサ	<u>取組状況</u> ・ 固体電解質開発について、大阪公立大学との共同研究による電解質劣化メカニズム解明へ向けた検討に着手。その他評価手法開発等含め順調に進捗。 ・ 正極、及び負極開発について、計画にもとづき着実に進捗。抽出した技術課題の解決と最終目標達成へ向け改良検討を継続。 ・ セル設計・製造プロセス開発について、中型セル試作設備の仕様策定を完了。一部装置納期遅延により当該試作設備を用いた検討着手時期はやや遅延する見込み。遅延影響緩和のためのリカバリープランをもとに、今後挽回予定。 <u>委員からの助言</u> ・ 概ね研究開発の進捗は順調であるが、社会情勢に伴う一部の設備導入遅延に関し、より具体的なリカバリープランを検討いただきたい。 ・ 最終目標を確実に達成するために、改良策を前倒しで検討していくことも必要と考えられる。 ・ 標準化戦略の責任者の方が、エコシステム戦略や仲間づくりを意識していただきたい。
<u>次世代蓄電池の開発</u> ・ パナソニックエナジー株式会社	<u>取組状況</u> ・ 高容量材料技術に関して、正極・負極とも新材料検討に着手。量産へ向け今後段階的に絞り込みを予定。 ・ 高容量セル要素技術に関して、高容量・高耐久・高出力・高安全性を兼ね備えたセルの実現へ向けた要素技術検討を実施、技術課題を具体抽出。課題解決へ向け、継続した取り組みを予定。 ・ 周辺要素技術開発の一部として、解析・シミュレーション技術の検討に着手。検討結果や知見は材料技術開発、セル要素技術開発、パック要素技術開発へ順次展開し活用する方針。 <u>委員からの助言</u> ・ 正極・負極の候補材料については、開発計画から遅延が発生しないよう、なるべく早期に具体的な絞り込みを行うことが望まれる。新規材料については、事前に資源消費に関する調査を簡易的に実施しておくリスク回避策として有用である。 ・ 国際標準の推進において中心的な役割が期待できる。 ・ 将来に向けて、電池におけるリサイクル材の適用等についても意識いただきたい。

5-3. 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

研究開発項目1-1：高性能蓄電池・材料の研究開発

次世代高容量高入出力リチウムイオン電池の開発 ・ マツダ株式会社	<u>取組状況</u> - Coフリー活物質を用いた正極技術開発、及びSi系材料添加黒鉛を活物質とした負極技術開発について、いずれもおおむね開発計画通りの順調な進捗。抽出した技術課題の解決とセル性能向上へ向け引き続き検討を実施。 - セル設計製造技術に関して、セル設計方針の導出及び工法検討を実施、現状ほぼ計画通りに進捗。目標とするセル性能実証へ向け、継続取り組みを予定。 <u>委員からの助言</u> - 正極、負極、セル構造、生産工程等、要素に分けて課題を整理できており、評価できる。 - 容量維持率向上に係る課題解決に向け、引き続き検討いただきたい。 - 走行時の電源構成など、本事業外で変化する要素については、LCAの他評価項目と切り分けて議論できるように工夫いただきたい。 - 確実な社会実装を行うためにも、給電システムやリサイクル等、法規制や標準化動向についても広く監視いただきたい。
高容量全樹脂電池の開発 ・ APB株式会社	<u>取組状況</u> 技術・社会実装推進委員会でステージゲート審査を行い、委員会として『継続』の判断がされている。 - 負極高容量化、正極高容量化の各取り組みに対して、本年度検討結果に基づき正負極それぞれについての開発方向性を導出。抽出した技術課題の解決、セル性能最終目標達成へ向けた材料検討強化が急務。 - 電極合剤内活物質比率向上検討において、正負極とも目標とした活物質比率を実現。また、これらの合剤を適用した小型ラボセルのエネルギー密度については、初年度中間目標として設定した水準に到達。 - 設備投資遅延等の要因により、パック化効率向上検討内の進捗が遅延。リカバリープランとして策定した新たな研究開発計画に基づく着実な研究遂行並びにそのための体制整備が求められる。 <u>委員からの助言</u> - 全樹脂電池は、エネルギー密度が向上できれば十分な競争力が得られると推察される。コストメリットを維持できるような開発に期待したい。 - エネルギー密度目標を達成するための材料検討の強化が求められる。 - EV市場への参入を目指すにあたり、全樹脂電池の定義や強みが可視化される標準が求められる。 - 社会実装を確実なものにするために、オープン戦略として特にEV用などは法規制・標準等を広く監視する必要がある、またクローズ戦略としても秘匿化も含めた知財戦略を実施できることが望ましい。 - 事業化時期を考慮し、EV用途として自動車OEMとの協業を早急に進めていただきたい。

5-4. 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

研究開発項目1-1：高性能蓄電池・材料の研究開発

次世代蓄電池用高性能正極材料の開発と実証 ・住友金属鉱山株式会社	<u>取組状況</u> ・ 技術・社会実装推進委員会でステージゲート審査を行い、委員会として『継続』の判断がされている。 ・ 正極材料の開発については、ラポレベルで目標容量密度を達成、粉体物性について小粒径化の効果を確認する等の成果を得ている。サイクル特性を改善するコート種、低コスト化を実現するコートプロセスについては、引き続き検討中。 ・ プロセスの開発については、各プロセスにおいて、要素技術開発、適用可能性検討を実施。薬剤低減前駆体プロセス、前駆体高生産性プロセスにおいては、順調に進捗。高生産性焼成プロセスでは目標達成する条件を見極め中。一方、新規合成プロセスは目標達成の見込みが得られず、22年度にてテーマ終了することを決定。 <u>委員からの助言</u> ・ 個々の研究開発内容において進捗があることは評価できるが、サイクル特性の改善は必須であり、コート材の選定および改善策の検討を早急に進める必要がある。スケールアップ開発を含め、目標を達成できるように引き続き進めていただきたい。 ・ 各国のルール形成に適合したエコシステムの形成、海外勢の追い上げへの対処等については戦略的な対応を検討いただきたい。標準化戦略を積極的に推進できるよう、経営レベルでの責任者を明確にするとともに、知財を含めたクローズ戦略についても明確化することが重要である。 ・ サプライチェーン構築に向け、ユーザー企業側との協議も進めていただきたい。
次世代蓄電池向けリチウム金属負極生産技術開発プロジェクト ・株式会社アルバック	<u>取組状況</u> ・ 蒸着Liによる高信頼性表面の形成技術については、作製した蒸着Liの評価を行う外部メーカとの協力体制を構築し、複数メーカーから評価結果を得て、蒸着Li膜質改善に取り組んでいる状況。 ・ 蒸着Li負極の製造方法については、外観異常の発生原因切り分けを実施し要因を確認、また、成膜速度向上のための方策を見出した。小型R2R装置のコンセプトを決定し、設計を開始。 <u>委員からの助言</u> ・ 課題の解決方法として共同研究先の検討といった工夫を試みていることは評価できるが、それらのハンドリングが重要であり、外部機関を上手く活用しながら自社課題を整理し、目標達成できるよう見直しをいただきたい。開発の現状と今後必要になる開発を促進するために、目標に対しての道筋をはっきりさせ、予定通り進めていくことが必要不可欠である。 ・ Li成膜や金属箔搬送時の課題に対し、要因を見だし、課題解決の方針を得ているが、更なる検討・解決を図っていただきたい。 ・ 欧米等の各種規制の動きも注視して、確実な社会実装に向け、オープン＆クローズ戦略の更なるブラッシュアップをお願いしたい。また、OEMや電池メーカーとのネットワーキングについても、より密に行っていただきたい。

5-5. 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

研究開発項目1-1：高性能蓄電池・材料の研究開発

<u>硫化物系固体電解質の量産技術開発</u> ・出光興産株式会社	<u>取組状況</u> - 電解質製造技術開発に関して、ラボでの粒径制御およびベンチ装置に組入れる機器の選定が完了。他行程における製造技術についても概ねオンスケジュールで開発進行中。 - 電解質量産化検討に関しては、各工程における小型機での検証を実施中。ラボにて確立した品質の再現とスケールアップ因子の把握を目指し、引き続き条件検討を進める。 <u>委員からの助言</u> - 課題となっているプロセスに関し、品質を担保出来ることが大前提として最適化を進めていただきたい。装置の見極めを早急に付けることが重要である。 - スケールアップの中でさらなる想定しない課題が出てきた場合など、コンティンジェンシープランを検討していただきたい。 - 本事業で必須となる温室効果ガス排出削減に関する項目等について、具体的にどのように検討していくのかを明確にしていきたい。 - オープン＆クローズを意識した明確なプラットフォーム戦略が描けている点は評価できる。国内外の標準化／規制等は引き続き広く監視するとともに、大きな変更が生じた際にはフレキシブルに運用いただきたい。 - ルール形成は各国で進んでいるため、市場立ち上げ段階から広くルール形成／標準化戦略を考えていただきたい。
<u>全固体電池用超高イオン伝導性ポリマーの開発</u> ・株式会社大阪ソーダ	<u>取組状況</u> - 高イオン伝導化、高Liイオン輸率化の検討において、実験検証により各ポリマーコンセプトの有効性判断を進行中。 - ポリマーの結着性検討、硫化物耐性検討については計画通り進行中。特に硫化物耐性検討に関しては、試験方法早期確立により材料評価を前倒しで実施。 <u>委員からの助言</u> - 各項目に進捗があり、また社会情勢を背景とした装置納入遅延へのリカバリー対策も適切に検討されており、評価できる。リカバリー策については開発スケジュールに影響がないようにハンドリングいただきたい。 - ポリマーの合成法、収率の最適化を検討する際は、コストについても検討し事業化に結びつけていただきたい。また、ポリマー自身の劣化評価についても検討いただきたい。 - 今後のポリマー設計にあたり、どの程度の需要を獲得できるか、ユーザーとの協議を並行して行いながら生産技術の開発に進んでいただきたい。 - 蓄電池のライフサイクルに関わる温室効果ガス排出に関して、検討予定を具体化いただきたい。 - 欧米中を中心とした各種規制／標準化が大きな影響を与える分野であり、そうした規制／標準化の動向も注視した戦略策定が必要である。よって、標準化戦略策定のための推進体制を明確化していただきたい。

5-6. 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

研究開発項目1-2：蓄電池のリサイクル関連技術開発

蓄電池リサイクルプロセスの開発と実証 ・ 住友金属鉱山株式会社（幹事） ・ 関東電化工業株式会社	<u>取組状況</u> ・ 技術・社会実装推進委員会でステージゲート審査を行い、委員会として『継続』の判断がされている。 ・ CO2排出削減のための技術開発に注力し、パイロット実証の期間を延長する。具体的には、「3）前処理方法の最適化」の優先度を上げ要素技術開発に目処をつけ、プレ商業設備の設計に反映する予定。 ・ 設備納入に一部遅れはあるものの、3）以外の工程については計画通り進行中。 ・ OEM、電池メーカー、中間処理メーカーとの協業体制構築の準備と、電池サプライチェーン協議会（BASC）などを通じ業界関係各社とリサイクルを進める上での課題を協議中。 ・ 廃LIBから回収されたLi含有スラグからLiを回収するパイロット検証において、ロット変動を含めた確認を進めている。Li塩精製に一部遅れはあるものの計画通り検証中で、2023年度よりプレ商業実証用のプロセス設計を開始する。 <u>委員からの助言</u> ・ スケジュール変更による実証開発への影響を考慮の上、そのリカバリー策の具体化を進めていただきたい。 ・ 様々なブラックマスを想定しリサイクル技術を設計する必要があることから、ブラックマス事業者とも密な連携が求められる。 ・ Ni、Co、Liの回収率、GHGガス排出削減を実現したプロセスによる正極活物質、Li材料の社会実装が進むように、製品としての性能仕様の分類化をサプライチェーン各社を含めて進める等、戦略検討（オープン＆クローズ戦略）を両社で共有して検討を進めていただきたい。 ・ ビジネスモデル構築に向け、標準化推進の体制を住友金属鉱山、関東電化工業で整備し活動を具体化いただきたい。
クローズドループ・リサイクルによる 車載LiB再資源化 ・ JX金属株式会社	<u>取組状況</u> ・ LCA手法開発において、リサイクル処理方法のレビューと、暫定工程のLCA評価を計画通り実施。 ・ 無害化前処理における熱処理と物理選別の最適化に取組み、活物質の剥離性評価を進めている。 ・ 金属回収技術における不純物の形態特定と除去方法の開発と、Li回収のための抽出溶媒検討を実施中。 ・ 電池メーカーとの協議に加え、自動車OEMとの接触開始。電池サプライチェーン協議会（BASC）の活動を通じてLiBリサイクルにかかわる技術やビジネスモデルの方向性に関する国内外の最新情報を入手。 ・ 国際展開については、日本での技術確立後に本格推進を検討しており、欧州拠点（2021年度設置）を足がかりに計画中。 <u>委員からの助言</u> ・ 乾式製錬のメリットを生かし、LiBリサイクル技術開発のスピードアップを引き続き図っていただきたい。 ・ 各種金属材料の回収率について、廃LiBパックから再生材までの全体工程を対象とした分析と対策検討を継続いただきたい。 ・ 自動車OEM、電池メーカーと連携した原料の入手と、リサイクル材の供給に関するサプライチェーン構築に関する国内外の取組が急務である。 ・ 自社の技術的な強みを生かした顧客提供価値を明確化するとともに、オープン＆クローズ戦略を意識した戦略構築が必要である。今後の標準化推進のため、コンセンサスが得られるような仲間づくりをお願いしたい。

5 - 7 . 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

研究開発項目1-2：蓄電池のリサイクル関連技術開発

<u>リチウムイオン電池の低環境負荷型リサイクルプロセスの開発</u> ・株式会社JERA（幹事） ・住友化学株式会社	<u>取組状況</u> ・ダイレクトリサイクル工程で不純物となる可能性のある物質の洗い出しと、非焙焼方式の電池材料分離工程における不純物の低減策の検討を進めている。装置導入に一部遅れはあるものの概ね計画通り開発中。 ・ダイレクトリサイクルによる再生正極材の詳細分析により、結晶構造変化と電池特性の関連を調査している。 ・装置納期遅れの開発への影響を回避するため、既存設備の活用、導入設備の仕様見直しにより概ね計画通りに進めている。 ・国内OEM・電池メーカーにダイレクトリサイクル技術を紹介し、再生正極材の評価を共同実施予定。 <u>委員からの助言</u> ・リサイクル材料の品質制御のため、抽出された課題については引き続き検討を進めていただきたい。また、各工程毎にスケールアップを想定した課題検討を進めていただきたい。 ・国内/海外での社会実装に向けた取組を今後順調に進めるためには、開発した技術の強みを生かしたオープン＆クローズ戦略が必要となる。特に海外での技術普及の戦略に配慮いただきたい。 ・ダイレクトリサイクルの価値はCO2削減だけでは無いはずであり、資源消費や有害物質使用等に関連する環境影響での価値等、他の視点でのLCAにも期待したい。
<u>低CO2リサイクルを実現するバッテリーエコサイクルの構築</u> ・日産自動車株式会社	<u>取組状況</u> ・市場の劣化バッテリーを回収し、EIS評価と劣化状態分析を実施した。 ・リサイクルプロセスコスト低減のため、状態推定精度向上に向けたオンボードEISセンサーの試作仕様を策定した。 ・活物質の分離状態の最適化のため、分離現象のメカニズム検討を実施中。 また、リサイクルプロセスにダイレクトリサイクル手法を導入するプロセスシナリオを選定し課題の明確化を実施。 ・欧州、北米の法規動向や国内含む各域の資源循環の動向を踏まえ、自社EVの電池リサイクルについて技術成立性・事業成立性双方の観点から戦略検討を実施している。 <u>委員からの助言</u> ・活物質の品質、回収に係わる課題に対して定量的な継続検討をお願いしたい。また、最終的にどのようなプロセス・規模で実施見込みかを早い段階で示していただきたい。 ・技術戦略に加えリサイクル事業に係る解像度の高い事業戦略を立案いただき、国内に限らず、海外でのサプライチェーン構築の戦略についても検討いただきたい。 ・ライフサイクルのGHGガス排出量の算定をどのように進めるか、明確にしていきたい。 ・国家戦略への協力だけでなく、日産としての事業戦略においても行政、大学、産業を束ねるリーダーシップに期待したい。

5 - 8 . 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

研究開発項目 2 : モビリティ向けモーターシステムの高効率化・高出力密度化技術開発

革新的な誘導モーター開発による低価格・省資源・高性能トラクションモーターの実用化 ・ 日本電産株式会社	<u>取組状況</u> ＜モーター＞ 次世代磁性材料の適用による鉄損低減、印加電圧増加による高出力化、高速回転化、誘導モーターの適用、物理限界設計によるKPI解決方法に対し計画通りで進行中。 ・ 検証を終了し、試作機を発注し準備中 ・ 冷却機構と手法を推進中。 ＜インバーター＞ 化合物半導体低損失・低ノイズ駆動技術、(高出力)高速回転インバータ、(軽量化)モジュール、冷却部小型化によるKPI解決方法に対し計画通りで進行中。 ・ 化合物半導体低損失技術 ・ 低ノイズ駆動技術を推進中。 ＜ギヤ＞ 歯車の高効率設計、高効率に必要な材料、小型軽量化設計、材料による軽量化によるKPI解決方法に対し計画通りで進行中。 ・ ギヤの高効率化に向け、課題抽出 & 試作品対応中。 ・ 海外部品との比較を継続中。 ＜生産技術＞ 材料、工法、接着剤開発、アルミダイカスト薄肉化、複合材料の活用によるKPI解決方法に対し計画通りで進行中。 ・ 磁性材の薄板化加工技術を確立中。 ・ リサイクル排出率低減に向け検討中。 <u>委員からの助言</u> ・ 開発は順調との評価。ただし、複数の共同研究先の技術がどのように統合されKPIが達成されるのか明確にしてほしい。 ・ トラクションモーターは、HEV, EV, PHEVなどそれぞれで仕様が異なるため、標準化が必要との認識が重要である。
モビリティ向けモーターシステムの高効率化・高出力密度化技術開発 ・ 株式会社デンソー	<u>取組状況</u> ・ 技術・社会実装推進委員会でステージゲート審査を行い、委員会として『継続』の判断がされている。 ・ モーター部含む構造体の軽量化や、磁石起磁力の向上／通電損失の低減、インバーターなどの要素技術開発は着実に進めており、原理試作評価の完了に目処が着いた。 ・ 今後は、各要素開発が完了した部材／システムを組み合わせ、試作統合型モーターシステムとしての信頼性評価ステージへ移行する。 <u>委員からの助言</u> ・ 開発は順調との評価。今後、開発フェーズが移行する過程において、課題解決に向けて推進していくことを期待する。 ・ 特有な構造での耐久性、更なる軽量化・強度UPのための採用部材に対する損失やコスト見通し、また電磁鋼板の需給ひっ迫についての対応などを明らかにされたい。 ・ 空モビ市場の社会的受容性の観点から、市場拡大にむけて取り組んでもらいたい。

5-9. 実施企業等の取組状況とNEDO委員会での意見

研究開発項目2：モビリティ向けモーターシステムの高効率化・高出力密度化技術開発

<u>高効率電動化システム開発</u> - 株式会社日立製作所（幹事） - 日立Astemo株式会社 - 株式会社日立インダストリアルプロダクツ - 大同特殊鋼株式会社 - 東北特殊鋼株式会社	<u>取組状況</u> ＜委託事業＞ 計画通りで進行中。 ・高磁束密度素材を活用した新たな金属素材を開発中。（日立製作所） ・処理前箔素材を開発中。（東北特殊鋼） ・大面積拡散技術を研究開発中。（大同特殊鋼） ＜助成事業＞ 計画通りで進行中。（日立製作所・日立Astemo・日立インダストリアルプロダクツ） ・超多極ロータ、軽量ステータ、高磁束密度コア材の手法にて研究開発中。 ・両面冷却構造のパワーモジュール、パワーデバイス並列実装・駆動技術、大容量インバーター冷却技術を主体に研究開発中。 <u>委員からの助言</u> ・確実に開発を進めており順調であるとの評価。課題に対しても鋭意対応していくことを期待する。 ・詳細なオープン／クローズ戦略の検討結果が報告され評価された。より積極的な規格委員会へのエンゲージメントを期待したい。
<u>小型・軽量・省資源型、高効率電動アクスル開発</u> ・愛知製鋼株式会社	<u>取組状況</u> ・Dyフリー異方性ボンド磁石の形状向上を主体とした、磁力向上の要素技術を開発推進中。 ・低出力型モーターシステムの車両搭載を推進しており、インバーター含む周辺技術の課題抽出および搭載上の技術要件獲得に向け取り組んでいる。 ・減速機の歯車形状の評価技術を確立し、ギヤの信頼性向上への技術課題を抽出中。 ・新たに共同研究先と連携し、自社が保有していない技術領域について導入促進を図り、自社設計機能を強化する計画を進めている。 <u>委員からの助言</u> ・開発は順調との評価。電動アクスルはライバル企業も多い中、技術的なルール形成も重要である。 ・新たな共同研究先の技術支援を得るなど効果をより明確に示し、計画通りに進むことを期待する。 ・自社の弱みと強みをよく理解しており、そのうえで電動アクスルの今後の販売先をより国際化して、他の企業も顧客層として意識して事業化を目指してほしい。

6-1. プロジェクトを取り巻く環境（蓄電池分野）

- 各国での電動車普及政策や量産投資計画の加速に伴い、2030年の電動車販売台数2,800万台以上と急激な成長が予測されている。
- 資源サプライチェーンを意識した各国の規制動向や海外企業の動向等を注視し、市場への早期投入に向けた対応が必要。

国際的な規制動向

- 米国では、2022年8月に**インフレ抑制（IRA）法**が成立。電動車購入時の税額控除条件として、米国及びFTA国にて調達した原料を一定割合使用しているか、部材含む電池が一定以上米国で製造されている事を条件として設定。
- **欧州電池規則案**にて、2022年12月にリサイクル回収目標を更新。長期的なLi回収率目標を70%から80%に引き上げたが、2030年12月末までと、適用開始時期が後ろ倒しされる形で設定。

海外企業の主な動き

- **Tesla(米)**：三元系正極を用いたリチウムイオン電池に加え、一部モデルではリン酸鉄系電池も採用。また、従来の外部調達だけでなく内製化戦略も推進。IRA法の成立を受け、電池製造戦略・生産拠点の見直しを実施中。
- **VW(欧)**：バッテリー含む主要コンポーネントを自社開発する方針。新設立バッテリーセル事業子会社PowerCo、合併企業等を通じ共通セル「Unified Cell」を用いた低コスト化戦略を推進。また、米QuantumScape社への出資を通じ固体電池への取組も実施。
- **CATL(中)**：2022年も車載用バッテリーシェア1位にして売上高は前年比2.5倍。BEV市場の拡大による原料の需要増、とくに炭酸リチウムの高騰から、バッテリー価格を原料価格に追随する変動制とした。また次世代技術としてナトリウムイオン電池の市場投入を発表。
- **LG(韓)**：2022年は車載用バッテリーのシェアをBYDに抜かれ3位ながら売上高前年比1.4倍で過去最高益。直近でもホンダと北米に、フォードと欧州に生産拠点を構えると発表し、事業拡大中。ただし全固体など次世代バッテリーの市場投入に関する話題は乏しい。
- **Umicore(欧)**：仏にあるAutomotive Cells Company (ACC)のパイロットプラントのニーズに合わせたバッテリーリサイクルサービスに関する契約を締結。また、コバルト、ニッケル、銅は95%以上、リチウムも大部分を回収できる最新世代の技術を2022年中に導入予定。

6-2. プロジェクトを取り巻く環境（モーター分野）

- 車載向け主機モーターは、e-Axleを中心に販売が急激に拡大することが予想されており、グローバル市場規模について、2021年の約8,800億円規模に対し、2030年には4兆円規模になる見通し。
- モーター開発においては、主要OEM各社のニーズに沿った開発が求められるとともに、社会・国際情勢を受けてレアアース使用量削減や不使用に向けた動きも活発となっている。

主要OEMのニーズ

- ・ 日米欧の主要OEM各社（Toyota, Honda, 日産, GM, Ford, Tesla, VW/Audi, Mercedes-Benz, BMW等）において、永久磁石同期型モーター（Permanent Magnet Synchronous Motor; PMSM）の**更なる高出力化や高効率化、小型化に対するニーズが高まっている**とともに、レアアースフリー化を目指して永久磁石レスモータの採用についても検討されている。
- ⇒ 本事業においても、永久磁石の高性能化やコイルの巻線技術や高効率電磁鋼板による効率性向上、インバーター小型化の技術開発、レアアースの使用量削減等を推進しているところ。

社会・国際情勢

- ・ 2022年に入り、ロシア・ウクライナ戦争や米中間の緊張の高まり等、地政学的リスクの向上及び世界的なインフレ・資源高により、レアアースの中国における偏在性への懸念がより一層高まっている。このようなサプライチェーンリスクに対し、**中国依存度の高いレアアース使用量の低減**（レアアース使用量削減技術の開発、或いは、中国からの輸入量削減）が図られている。
- ⇒ 脱レアアースの方向性として、**①調達先の多元化、②PMSM等でのレアアース使用量の削減、③モーターの永久磁石レス化**が期待されている。

7. NEDOによる社会実装に向けた支援に関する取組状況

- プロジェクト内外における連携促進を図るとともに、成果の認知度・社会受容性の向上に向けた取組等を進めている。

市場動向、技術動向等の情報共有

- 車載用蓄電池やそのリサイクル技術、自動車駆動用モーター、モーターシステム（e-Axle）に係る国内外の市場動向、技術動向等の俯瞰的情報を調査し、技術・社会実装推進委員会や事業者へ情報共有し、開発の方向性等の検討に活用している。
- NEDOの関連他事業（「次世代空モビリティの社会実装に向けた実現」、等）からも情報収集し、その知見を本プロジェクトに活用している。

関連するプロジェクトとの連携強化

- 先行してNEDOで実施しているプロジェクトで開発した成果についても活用することで、グリーンイノベーション基金事業における成果の最大化、開発効率の強化を図る。
（例：先進・革新蓄電池材料評価技術開発（第2期）における全固体リチウムイオン電池材料評価・プロセス技術成果の基金事業への展開、等）
- 関連するグリーンイノベーション基金事業（電動車等省エネ化のための車載コンピューティング・シミュレーション技術の開発、等）における取組状況や、消費電力性能と要求蓄電池性能との相関等について各担当者間で意見交換を行い、必要に応じて最新動向を実施企業へも共有する。

認知度・社会受容性の向上

- 「人とくるまのテクノロジー展」をはじめとした各種イベント・展示会・講演会等にて、本プロジェクトの概要や各テーマの取組について紹介。
- 引き続き、本プロジェクトに対する認知度や、次世代蓄電池・モーターの開発およびリサイクル・材料技術開発に係る認知度、電動車の社会受容性の向上に向けた取組を進めていく。

(参考 1) プロジェクトの事業規模

プロジェクト全体の関連投資額※

12,588億円

※ プロジェクト実施企業等が、事業終了後の期間を含めて見積もった社会実装に向けた取組
(グリーンイノベーション基金事業による支援を含む) にかかる関連投資額

グリーンイノベーション基金事業の支援規模

	事業規模	支援規模
研究開発項目1-1 高性能蓄電池・材料の研究開発	1,381億円	913億円
研究開発項目1-2 蓄電池のリサイクル関連技術開発	482億円	250億円
研究開発項目2 モビリティ向けモーターシステムの高効率化・高出力密度化技術開発	571億円	305億円

(参考 2 - 1) 研究開発進捗のマイルストーン

研究開発項目1-1：高性能蓄電池・材料の研究開発

テーマ名・事業者名

次世代全固体電池の開発

- ・ 本田技研工業株式会社（幹事）
- ・ 株式会社本田技術研究所

アウトプット目標

- ✓ モジュールパック体積エネルギー密度:700Wh/L（セルエネルギー密度:955Wh/L）と同パックコスト:10円/Whを満足する全固体電池を開発する。

実施内容

- ①セル仕様開発
 - 1-1 セル外装開発
 - 1-2 セル内装開発

- ②生産技術開発

マイルストーン

（試作設備実証：2024年度、パイロット設備実証：2026年度）

- セルサイズ：車載用とできること
- シール性：H2S流出無 & 問題のある水蒸気透過無
- 絶縁性：100MΩ以上保証
- セル性能
 - ・エネルギー密度:≥955Wh/L
 - ・拘束圧力
 - ・放電抵抗(25℃)
 - ・充電抵抗(25℃)
 - ・充電抵抗(60℃)
 - ・サイクル耐久性能(45℃,500cycle)
 - ・サイクル耐久抵抗上昇率
 - ・安全性（過昇温, DISK）

（2026年度実証）

- 製造効率
 - ・セルタクト：1.9sec/セル
 - ・歩留り：96%(直行歩留り)
 - ・設備稼働率：> 85%

(参考 2 - 2) 研究開発進捗のマイルストーン

研究開発項目1-1：高性能蓄電池・材料の研究開発

テーマ名・事業者名	アウトプット目標	
ASSB パイロットラインによる高性能・低 LCA バッテリー生産のプロセス確立 ・日産自動車株式会社	✓ ASSBパイロットラインによる高性能・低 LCA バッテリー生産のプロセス確立 ✓ バッテリー製造時CO2 排出量を 50% 削減。(\$75/kWh 以下のバッテリーコストとの両立)	
	実施内容	マイルストーン
	①セル・パック設計開発	・エネルギー密度 (セル:1000Wh/L) ・材料・構造設計によるCO2 削減量 (2026年度)
	②プロセス要素技術確立	・製造プロセスのCO2 排出削減量 (2026年度)
	③技術インテグレーション	・要素技術の統合化による量産可能性実証 ・車載化性能 (2026年度)

(参考 2 - 3) 研究開発進捗のマイルストーン

研究開発項目1-1：高性能蓄電池・材料の研究開発

テーマ名・事業者名

先進固体電池開発
・株式会社GSユアサ

アウトプット目標

✓ セルあたり、875 Wh/L以上の体積エネルギー密度を有し、充放電サイクル1000回以上が可能となるセルを開発する。
(パック当たりのエネルギー密度：700Wh/L以上)

実施内容

①高いイオン伝導度と優れた耐水性を兼ね備えた固体電解質の開発

②Co含有量が少ない高容量正極開発

③長寿命かつ高容量を有する負極開発

④大量生産を可能とするセル設計・製造プロセス開発

マイルストーン

ドライルーム環境においても取り扱い可能となる耐水性（2027年度）

Co含有比率が低く、かつ従来よりも高容量となる正極（2027年度）

1000サイクルが達成可能な寿命特性を有する高容量負極（2027年度）

電池製造時の電気使用量が、現行の液LIBと比較して同等以下となること。
(Whあたりの使用電気量にて換算)（2027年度）

(参考 2 - 4) 研究開発進捗のマイルストーン

研究開発項目1-1：高性能蓄電池・材料の研究開発

テーマ名・事業者名

次世代蓄電池の開発
・ パナソニックエナジー株式会社

アウトプット目標

✓ パックエネルギー密度800Wh/L を実現する円筒形高容量リチウムイオン電池量産化に必要な性能・安全性・プロセスの確立

実施内容

- ①高容量材料技術
- ②高容量セル要素技術
- ③周辺要素技術

マイルストーン

セルエネルギー密度：現行の1.3 倍
現行設備ベース、Co フリー、Ni レス化
（2023年度、2025年度、2027年度と段階的に絞り込み量産適用材料を決定）

耐久・出力・安全性が現状同等
（エネ密UP 相当分実質 1.3 倍向上）
（選定した量産適用材料に基づく検討完了：2028年度）

パック800Wh/L、価格約 1/2 (2020年度比)を目指した基盤技術
開発加速のための解析・シミュレーション
（最終構築完了：2028年度）

(参考 2 - 5) 研究開発進捗のマイルストーン

研究開発項目1-1：高性能蓄電池・材料の研究開発

テーマ名・事業者名

次世代高容量高入出力リチウムイオン電池の開発
・ マツダ株式会社

アウトプット目標

✓ 電池パックで2500W/kg、300Wh/Lの達成

実施内容

- ①Coフリー高容量低抵抗正極技術
- ②高容量低抵抗負極技術
- ③高容量低抵抗セル設計製造技術

マイルストーン

- 正極容量
(ラボ試作セルでの実証:2024年度, パイロット生産セルでの実証: 2028年度)
- 負極容量
(ラボ試作セルでの実証:2024年度, パイロット生産セルでの実証: 2028年度)
- 出力密度、エネルギー密度
(ラボ試作セルでの実証:2024年度, パイロット生産セルでの実証: 2028年度)

(参考 2-6) 研究開発進捗のマイルストーン

研究開発項目1-1：高性能蓄電池・材料の研究開発

テーマ名・事業者名

高容量全樹脂電池の開発
・ APB株式会社

アウトプット目標

- ✓ エネルギー密度：研究開発を通じて高容量化を実現, 約700Wh/L(パック)
- ✓ サイクル特性: 容量維持率 80%/7,700cyc
- ✓ 出力特性: 所定目標値

実施内容

①負極高容量化

マイルストーン

- ・放電容量：700mAh/g
- ・クーロン効率：所定目標値
(ラボ実証:2024年度, パイロット実証:2025年度, プレ商業実証:2026年度)

②正極高容量化

セル電圧

- ・所定のセル電圧目標値
(ラボ実証:2024年度, パイロット実証:2025年度, プレ商業実証:2026年度)

③電極合剤内活物質比率向上

合材内活物質比

- ・正極、負極において所定目標値までの改善を行う
(ラボ実証:2024年度, パイロット実証:2025年度, プレ商業実証:2026年度)

④パック化効率向上

パック化効率 84%

- *パック化効率 = パックエネルギー密度/セルエネルギー密度
(サンプル実証:2024年度, パイロット実証:2026年度)

(参考 2 - 7) 研究開発進捗のマイルストーン

研究開発項目1-1：高性能蓄電池・材料の研究開発

テーマ名・事業者名

次世代蓄電池用高性能正極材料の
開発と実証

・住友金属鉱山株式会社

アウトプット目標

- ✓ 全固体電池パック開発目標【エネルギー密度700Wh/L、1万円/kWh】を実現できる正極活物質の組成・構造・物性・粉体特性を確立する。

実施内容

1. 正極材料の開発
 - ①容量密度
 - ②粉体物性
 - ③サイクル特性
 - ④低コスト化

マイルストーン

1. 正極材料の開発
 - ①目標容量密度を達成する
 - ②目標平均粒径を達成する
 - ③300サイクル容量維持率80%以上
 - ④目標コストを達成する
(①-④ ラボ・ベンチテスト：2024年度、パイロット試験：2026年度、
プレ商業化：2027年度)

アウトプット目標

- ✓ 全固体電池パック開発目標【エネルギー密度700Wh/L、1万円/kWh】を実現できる正極材料を低コストかつ低GHG排出量により量産できるプロセスを開発する。

実施内容

2. プロセスの開発
 - ①新規合成プロセス
 - ②薬剤低減前駆体プロセス
 - ③前駆体高生産性プロセス
 - ④高生産性焼成プロセス

マイルストーン

2. プロセスの開発
 - ①特性目標を発現する正極材料粉体の合成。GHG排出量低減プロセスの実現（現行量産プロセス比10%以上低減）。
 - ②特性目標を発現する正極材料粉体前駆体の新規プロセス実現。
 - ③特性目標を発現する正極材料粉体前駆体の高生産性プロセス実現。
 - ④特性目標を発現する正極材料の従来法比10%以上の高生産性での実現。
(①-④ ラボ・ベンチテスト：2024年度、パイロット試験：2026年度、
プレ商業化：2027年度)

(参考 2 - 8) 研究開発進捗のマイルストーン

研究開発項目1-1：高性能蓄電池・材料の研究開発

テーマ名・事業者名

次世代蓄電池向けリチウム金属負極
生産技術開発プロジェクト

・株式会社アルバック

アウトプット目標

✓ パックで700Wh/L以上の高エネルギー密度蓄電池に必要なLi負極の製造装置と製造技術の確立

実施内容

①蒸着Liによる高信頼性表面の形成技術

②蒸着Li負極の製造手法

③蒸着Li負極の製造技術

④蒸着Li負極の高効率生産とGHG排出
量削減の両立【アルバック単独】

マイルストーン

①純度4N、膜厚5μmの蒸着Li負極の形成 （2023年度）

②蒸着Li負極の製造速度(基材搬送速度)が8m/minとなるR2R製造方法
の決定（2025年度）

③部材幅650mmの蒸着Li負極を3000m連続製造可能で年間生産量
1.4M.m2, 744ton-CO2排出量相当以下の電気使用量となる蒸着
Li負極製造装置
(中型装置設計・設置：2025年度、電池性能実証：2027年度)

④年間生産量 3 M.m2以上1,485 ton-CO2排出量相当以下の電気使用量
となる蒸着Li負極製造装置
(大型装置設計・設置・検証：2028年度、電池性能実証：2030年度)

(参考 2 - 9) 研究開発進捗のマイルストーン

研究開発項目1-1：高性能蓄電池・材料の研究開発

テーマ名・事業者名

硫化物系固体電解質の量産技術開発

・出光興産株式会社

アウトプット目標

- ✓ 2030年EV普及モデル向け電池パックの実用化目標仕様を達成するために必須材料となる硫化物系固体電解質の品質、製造コスト、量産性をパイロットプラントで確認・検証する。

実施内容

①固体電解質の製造技術開発

②固体電解質の量産化検証

マイルストーン

- ・イオン伝導度 $\sigma \geq 4.0$ mS/cm
- ・顧客要望に合わせた粒径と分布
(いずれも2023年度)

- ・商業装置運転時の販売価格を見込めること
- ・商業装置運転時の製造能力を達成可能な装置構成を見込めること
(いずれも2028年度)

(参考 2-10) 研究開発進捗のマイルストーン

研究開発項目1-1：高性能蓄電池・材料の研究開発

テーマ名・事業者名

全固体電池用超高イオン伝導性ポリマーの開発

・株式会社大阪ソーダ

アウトプット目標

- ✓ 全固体電池でのパックでの体積エネルギー密度を700～800Wh/L以上達成するには高容量電極材の採用が必要であるが、Si系や金属Liといった高容量負極材を使いこなすには、内部抵抗と界面抵抗を低減する負極空隙を充填させるポリマーが必要であり、下記KPIをクリアしポリマーおよびこれを用いた負極シートの事業化を目指す。

実施内容

- ①高イオン伝導化、高Liイオン輸率化の検討
- ②圧縮耐性の検討
- ③結着性の検討
- ④硫化物耐性検討
- ⑤負極シート開発
- ⑥製造プロセスラボ検討
- ⑦ポリマーのパイロット製造検討
- ⑧負極シートのパイロット製造検討

マイルストーン

- ①高イオン伝導化、高Liイオン輸率化の検討
- ②圧縮耐性の検討
- ③結着性の検討
- ④硫化物耐性検討
(①-④ ラボレベル：2024年度、パイロットレベル：2030年度)
- ⑤負極シート開発
- ⑥製造プロセスラボ検討
(⑤、⑥ 2026年度)
- ⑦ポリマーのパイロット製造検討
- ⑧負極シートのパイロット製造検討
(⑦、⑧ 2030年度)

(参考 2-11) 研究開発進捗のマイルストーン

研究開発項目 2 : 蓄電池のリサイクル関連技術開発

テーマ名・事業者名

蓄電池リサイクルプロセスの開発と実証

- ・ 住友金属鉱山株式会社（幹事）
- ・ 関東電化工業株式会社

アウトプット目標

- ✓ インプット原料に対して、NiとCoは住友金属鉱山の電池正極活物質用の原料として硫酸 Ni・Co 混合液を供給し、Liは乾式スラグから硫酸に易溶なLiを回収し、関東電化工業のLIB用電解質や住友金属鉱山の正極活物質原料向けの炭酸Liや水酸化Liとして原料化する。

実施内容

① Ni,Co,Li の回収率
LIBリサイクル原料に対する電池用リサイクル材製品の比率

② 品質
NiとCoは、住友金属鉱山の正極活物質原料としてNi・Co混合液としての原料認定を取得
Liは、関東電化工業の電解質や添加剤等として製品認定と、住友金属鉱山の正極活物質用の炭酸Li、水酸化Liの原料認定を取得

③ コスト
プレ商業実証のフル負荷時の単年度黒字化

④ CO2
天然鉱石原料 + 既存プロセスと比較して、リサイクル原料 + プレ商業実証での半減

マイルストーン

パイロット実証（～2023年度を延長）で検証後、プレ商業実証（～2028年度）で目標を達成する。

プレ商業実証（～2028年度）で目標を達成する。

パイロット実証（～2023年度を延長）において、更なるCO2削減に取り組み、プレ商業プラントに反映する。

※各実施内容は、1)～8)のプロセス毎に解決方法と目標実現性の検証に取り組む。

1)リサイクル原料の影響確認 2)破碎選別 3)前処理方法の最適化 4)炉内雰囲気調整法の開発 5)スラグからの Li 回収 6)合金の溶解技術 7)脱銅技術開発 8)湿式精錬のプロセス開発

(参考 2 -12) 研究開発進捗のマイルストーン

研究開発項目 2 : 蓄電池のリサイクル関連技術開発

テーマ名・事業者名

クローズドループ・リサイクルによる
車載LiB再資源化
・ JX金属株式会社

アウトプット目標

✓ 高収率低コストのリサイクルプロセスを開発し、そのプロセスから得られた硫酸塩を原料としたLiBを車載実装し、LiBの水平リサイクルを実現する。

実施内容

①LCA手法開発

②無害化前処理技術高度化

③金属回収技術高度化

④車載LiB実装化実験

マイルストーン

有識者1名以上に開発した手法が妥当であると承認されること
手法開発完了：2023年度

①回収率：Co/Ni:95%, Li:70%
②コスト：メタル含有比による金属価格（21年現在）の75%相当
③品質:リサイクルされた硫酸Co硫酸Ni炭酸Li水酸化Liが蓄電池材料として再利用が可能であること
パイロットプロセスの開発と検証：2024～2026年度

電池性能: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-」に従い、OEMメーカー1社以上と協議の上決定した基準に合格すること
走行テスト:WLTC(世界統一試験サイクル)モードの検査基準に合格すること
EVへの実装化実験：2027年度開始

(参考 2-13) 研究開発進捗のマイルストーン

研究開発項目 2 : 蓄電池のリサイクル関連技術開発

テーマ名・事業者名

リチウムイオン電池の低環境負荷型 リサイクルプロセスの開発

- ・株式会社JERA（幹事）
- ・住友化学株式会社

アウトプット目標

環境負荷、金属回収率、コストを両立する、正極材リサイクルプロセスの確立

実施内容

①非焙焼方式の電池材料分離回収
プロセスの確立及び実証（JERA）

②ダイレクトリサイクルの工程条件や製
品化技術（アップサイクル）の確立
（住友化学）

③ダイレクトリサイクルの技術実証
（住友化学）

マイルストーン

バッチプロセス開発(研究開発～ベンチ試験) (2022～24年度)
プロセスの連続化 (パイロット試験)(2025～27年度)
商品化に向けたスケールアップ(大規模実証試験) (2028～30年度)

KPIの設定

- ・従来リサイクル法（焙焼、金属精錬＋正極材合成工程）と比較して各々のCO2排出量を20%削減
- ・回収率 リチウム $\geq 80\%$ ニッケル $\geq 95\%$ コバルト $\geq 95\%$
- ・電池容量回復率 $\geq 95\%$ （使用前正極材との特性比）
- ・正極材市場価格と比較して同等以下のコストかつ従来リサイクル法（焙焼、金属精錬＋正極材合成工程）と比較して同等以下のコスト

(参考 2-14) 研究開発進捗のマイルストーン

研究開発項目 2 : 蓄電池のリサイクル関連技術開発

テーマ名・事業者名

低CO2リサイクルを実現するバッテリーエコサイクルの構築

・日産自動車株式会社

アウトプット目標

低CO2リサイクルを実現するバッテリーエコサイクルの構築

- ・CN達成への貢献として、リサイクルプロセスにおけるLCA CO2 75%低減の達成
- ・CN達成への貢献として、バッテリーリサイクル技術における正極活物質回収率90%以上の達成
- ・上記リサイクルプロセスへの支援技術として、バッテリーの状態推定技術の開発

実施内容

① Cathode state estimation & Traceability to Recycle

バッテリー種や使われ方によって変動する正極の状態を高精度に推定し、バッテリーをダイレクトリサイクル行程へ適切につなげる

② Direct to Cathode Battery Recycle
ダイレクトリサイクルによる電極の分離から再生までの一貫したプロセスの実証により、大規模化の課題にめどをたてる

マイルストーン

- 1) バッテリー状態推定システム設計・構築 (2023年度)
- 2) ハード／ソフト実装検討後、劣化推定手法の検証 (2023年度)
⇒劣化推定精度高度化 (2024～2026年度)
- 3) 台上評価 (2023年度)
⇒車載評価後、フリート走行検証 (2025～2026年度)

- 1) 要求整理 (2022年度)
リサイクルへの要求分析、分離技術探索、Li再生技術探索
- 2) ラボ検証 (2023年度)
分離技術検証、Li再生技術検証
- 3) トライアルライン検証 (2024～2026年度)
課題検証⇒リサイクル材の正極材化検証⇒ライン実証

(参考 2-15) 研究開発進捗のマイルストーン

研究開発項目 2 : モビリティ向けモーターシステムの高効率化・高出力密度化技術開発

テーマ名・事業者名

革新的な誘導モーター開発による低価格・省資源・高性能トラクションモーターの実用化

・日本電産株式会社

アウトプット目標

- ✓ モーターシステム効率:85%、モーターシステム出力密度:3kW/kg、モーター単体出力密度:8kW/kg
- ✓ 広く社会実装できる価格、磁石使用ゼロ

実施内容

①モーター
高効率化、高出力密度化、省資源化

②インバータ
高効率化、高出力密度化

③ギヤ
高効率化、軽量化

④生産技術
高効率化、軽量化、省資源化

マイルストーン (2030年)

- ・次世代磁性材料の適用による鉄損低減
- ・印加電圧増加による高出力化 & 高速回転化
- ・誘導モーターの適用 & 物理限界設計

- ・化合物半導体低損失・低ノイズ駆動技術
- ・高速回転インバータ & モジュール、冷却部小型化

- ・歯車の高効率設計 & 高効率に必要な材料
- ・小型軽量化設計 & 材料による軽量化

- ・材料、工法、接着剤開発
- ・アルミダイカスト薄肉化 & 複合材料の活用
- ・主要元素減失率改善

(参考 2-16) 研究開発進捗のマイルストーン

研究開発項目 2 : モビリティ向けモーターシステムの高効率化・高出力密度化技術開発

テーマ名・事業者名	アウトプット目標	
モビリティ向けモーターシステムの高効率化・高出力密度化技術開発 ・株式会社デンソー	✓ モーター単体の出力密度目標である8.0kW/kg を上回る ✓ モーターシステムの出力密度目標である3.0kW/kg を上回る ✓ モーターシステムの平均効率である85% を上回る ※モーター単体:ステータ・ロータ（コイル・磁石・コアを含む） ※モーターシステム:モーター＋インバーター（一体化構造含む） ※モーターシステム:モーター＋インバーター	
	実施内容	マイルストーン
	①磁石起磁力の向上	磁気回路の出力密度が目標を達成し、信頼性設計および評価が完了する。 （要素技術の成立）（2024年）
	②電機子磁束の向上	コイル銅損／コア鉄損が目標を達成し、信頼性設計および評価が完了する。 （要素技術の成立）（2024年）
	③モーター軽量構造体技術	ロータ構造体の重量等が目標を達成し、信頼性評価が完了する。 （要素技術の成立）（2024年）
	④高放熱／高出力空冷技術	気流攪拌構造やモールド材など熱マネージメントが目標を達成し、素子損失の低減を実機試作により、信頼性評価が完了する。（要素技術の成立） （2024年）
	⑤インバーター高周波数駆動技術	駆動ICの実機試作により、信頼性評価が完了する。（要素技術の成立） （2024年）

(参考 2-17) 研究開発進捗のマイルストーン

研究開発項目 2 : モビリティ向けモーターシステムの高効率化・高出力密度化技術開発

テーマ名・事業者名

アウトプット目標

高効率電動化システム開発

- ・株式会社日立製作所（幹事）
- ・日立Astemo株式会社
- ・株式会社日立インダストリアルプロダクツ
- ・大同特殊鋼株式会社
- ・東北特殊鋼株式会社

- ✓ 駆動システム効率 : 90%
- ✓ システム出力密度 : 3kW/kg (モーター、インバーター、筐体含む)

実施内容

①ダイレクトドライブ : 大出力・効率向上

②薄型インバーター : 低コスト化
大出力・効率向上

③高磁束密度鋼板 : 大出力・効率向上

マイルストーン (2030年)

- ・超多極ロータ、軽量ステータ、高磁束密度コア材 2.4T により出力密度8kW/kg を実現
- ・高密度実装量産ラインを構築
- ・大型車へは巻線切替装置により減速比を低減

- ・両面冷却構造のパワーモジュールで25kW/kg のインバーターを実現
- ・パワーデバイス並列実装・駆動技術を開発
- ・大容量インバーター冷却技術を開発

- ・高磁束密度素材を活用した新たな金属素材を開発し、コア材の飽和磁束密度を向上

(参考 2-18) 研究開発進捗のマイルストーン

研究開発項目 2 : モビリティ向けモーターシステムの高効率化・高出力密度化技術開発

テーマ名・事業者名

小型・軽量・省資源型、高効率電動アクスルの開発

・愛知製鋼株式会社

アウトプット目標

- ✓ <軽量化（出力密度）> モーター単体：8.0kw/kg、電動アクスル（モーターシステム）：3.0kw/kg
- ✓ <効率> モーターシステム効率：85%以上

実施内容

マイルストーン

①Dyフリー異方性ボンド磁石の実用化開発

一体成形技術の確立（要素技術の開発）（2024年）

②高出力型高速回転モーターと減速機開発

150kWシステム(減速機含む)の設計完了と出力密度向上効果の定量把握の完了。(2024年)

③高出力・高回転モーター対応周辺技術開発

既存技術インバーターで駆動性能を確認（2024年）

④車両搭載実証と信頼性向上開発

先行して60kWモーターシステムを車両へ試行搭載し、車両搭載技術要件を獲得(2024年)