

事業戦略ビジョン

プロジェクト名

「クローズドループ・リサイクルによる車載LiB再資源化」

実施者名：JX金属サーキュラーソリューションズ株式会社

代表取締役社長 安田 豊



JX金属サーキュラーソリューションズ株式会社

目次

1. 事業戦略・事業計画
 - (1) 産業構造変化に対する認識
 - (2) 市場のセグメント・ターゲット
 - (3) 提供価値・ビジネスモデル
 - (4) 経営資源・ポジショニング
 - (5) 事業計画の全体像
 - (6) 研究開発・設備投資・マーケティング計画
 - (7) 資金計画
2. 研究開発計画
 - (1) 研究開発目標
 - (2) 研究開発内容
 - (3) 実施スケジュール
 - (4) 研究開発体制
 - (5) 技術的優位性
 - (6) 研究開発予算の年度展開
3. イノベーション推進体制（経営のコミットメントを示すマネジメントシート）
 - (1) 組織内の事業推進体制
 - (2) マネジメントチェック項目① 経営者等の事業への関与
 - (3) マネジメントチェック項目② 経営戦略における事業の位置づけ
 - (4) マネジメントチェック項目③ 事業推進体制の確保
4. その他
 - (1) 想定されるリスク要因と対処方針

1. 事業戦略・事業計画

1. 事業戦略・事業計画／（１）産業構造変化に対する認識

化石燃料から再生可能エネルギーへのシフトによる蓄電池産業、中でもLiBの需要急拡大を予測
ならびに資源循環の観点でのLiBリサイクルの重要性の高まりを認識

2050カーボンニュートラル（CN）を踏まえたマクロトレンド分析

CN社会における蓄電池を巡る産業アーキテクチャー

【経済】

- ・EVやその蓄電池といった「親CN」製品・サービスへの急速な需要拡大
- ・必要な資源価格の高騰、エネルギー価格の不安定化、戦略物資を巡る国家間対立
- ・サプライチェーンの域内回帰

【社会】

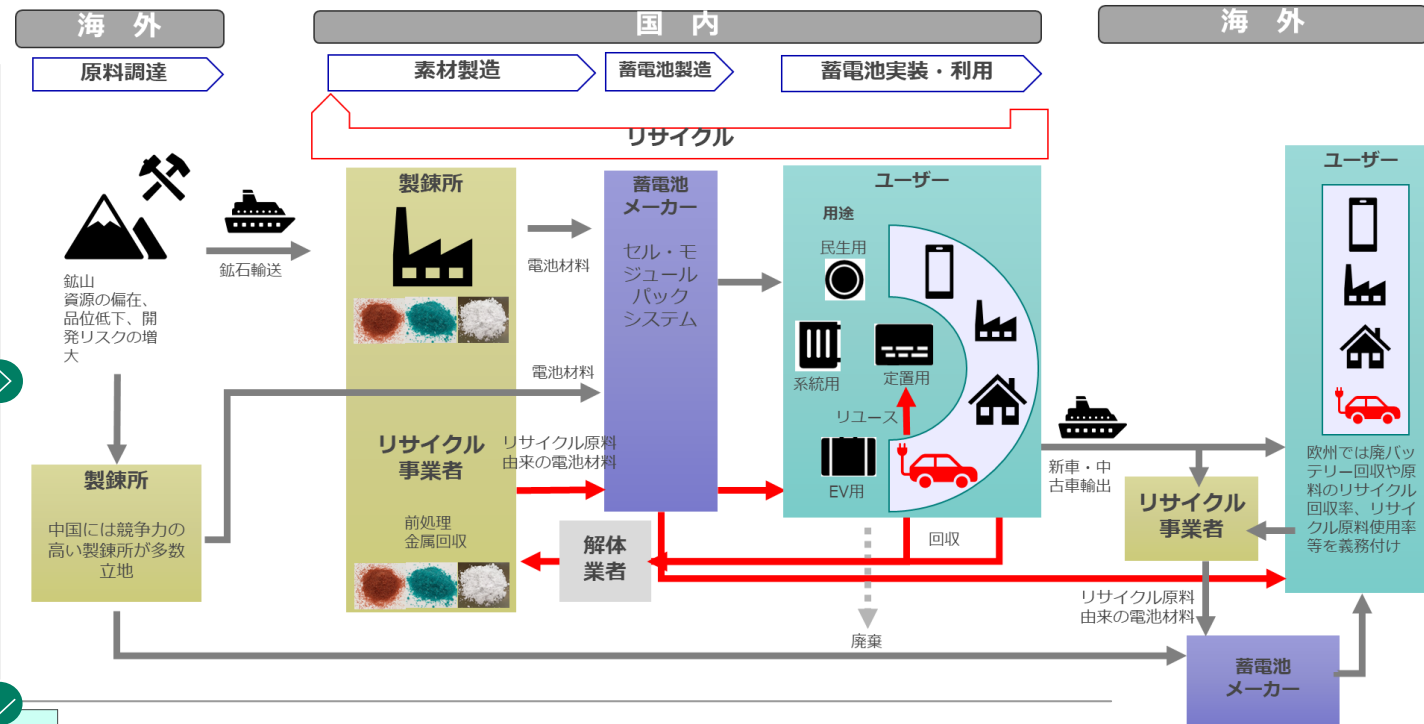
- ・CNへの意識向上→ 製品・サービス評価に、QCDに加えて、「環境価値」の軸が追加
- ・気候変動以外の環境問題とのトレードオフの顕在化、多面的なLCAへの注目、CNと資源循環の両立
- ・責任ある鉱物資源開発・調達（人権・紛争問題への対応等）

【政策】

- ・CN製品への転換加速：EV等や省エネ製品の普及拡大施策（補助金等）
- ・回収・リサイクル、リサイクル材料使用率の義務化（EU）
- ・エネルギーの脱炭素化：洋上風力等の大規模な再エネ導入、地産地消型エネルギー供給（マイクログリッド等）、系統強化や蓄電等の調整力の拡大
- ・CN関連産業の育成/転換：国レベルでの脱炭素関連の産業育成とそれに必要な各種資源確保政策の展開。カーボンプライシング等の経済手法導入と国境炭素調整措置などによる脱炭素の進んでいない地域産業・企業の排除

【技術】

- ・EV、蓄電池等の「親CN」製品・サービスの開発競争の激化
- ・省レアメタル、リサイクル技術の高度化



市場機会

- ・蓄電池需要の急拡大 → 将来的な蓄電池の大量廃棄時代を見据え蓄電池、中でも大きな成長が見込まれるLiBの高度リサイクルに着目

社会・顧客・国民等に与えるインパクト

- ・大量の廃蓄電池の発生：「有害性」と「資源性」への対応
- ・有害性対応：適正な処理による安全な無害化対応
- ・資源性対応：レアメタルは全て海外依存→資源供給不安への対応
- ・「リサイクル品であること」が価値を生む社会へ

当該変化に対する経営ビジョン

- ◆温暖化ガスによる気候変動リスクに加え、CN化の要となる蓄電池に欠かせないレアメタルに関する資源リスク（枯渇・輸入障害等）を重大な社会課題と捉える。
- ◆当社の保有する高度な製錬技術により、サーキュラーエコノミーへのシフトに貢献することを経営上の重要課題（マテリアリティ）の一つに位置付ける。
- ◆サプライチェーン全体を俯瞰したリサイクル技術の高度化を推進し、廃LiB中のレアメタルを、高純度の金属塩として、低コストで回収し、再び電池原料として利用する「クローズドループ・リサイクル」の実現を目指す。

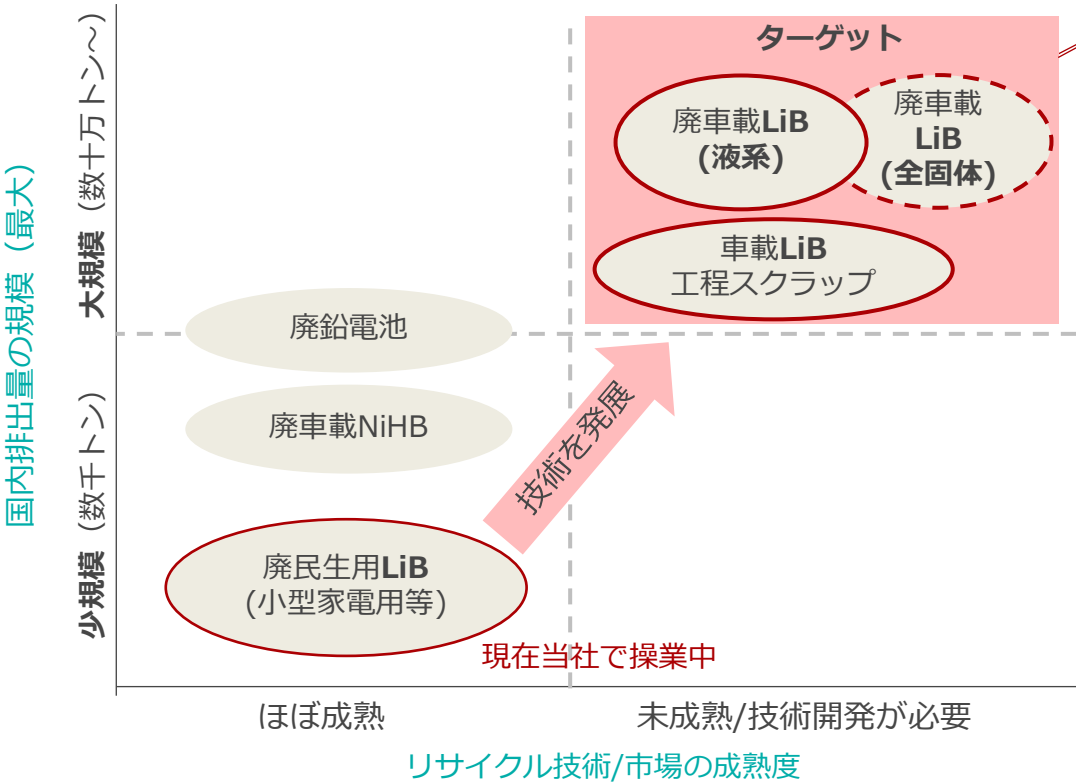
1. 事業戦略・事業計画／（２）市場のセグメント・ターゲット

車載LiB製造時の工程スクラップも含めた「廃車載LiB」を、回収のターゲットと想定

セグメント分析

今後、大きな処理ニーズの生まれる車載LiBをターゲットとする

(二次電池リサイクル市場のセグメンテーション)



ターゲットの概要

市場概要と目標とするシェア・時期

- 2035年頃：処理量年間3万t（目標シェア3割程度）
- 廃車載LiB モジュール（工程スクラップ受け入れ可能性）

需要家		排出/需要量 (2035年)	課題	想定ニーズ
処理需要	社会全体 (消費者)	廃LiB排出 約10万t -パック*	安心安全な生活環境の確保	安全な処理技術、体制
	LiBメーカー (自動車メーカー)	工程スクラップ 2~5万t -正極粉*	LCA評価向上 処理コスト削減	高い回収率 低い環境フットプリント
原料需要		正極材/前駆体メーカー	原料の安定調達 電池規則等対応のためのリサイクル原料使用の拡大	品質・コスト リサイクル材の安定的確保 トレーサビリティ

* 当社仮定による試算値

1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル

LiBリサイクル技術を用いて電池への直接再利用が可能な材料を提供するクローズドループリサイクル事業を創出

社会・顧客に対する提供価値

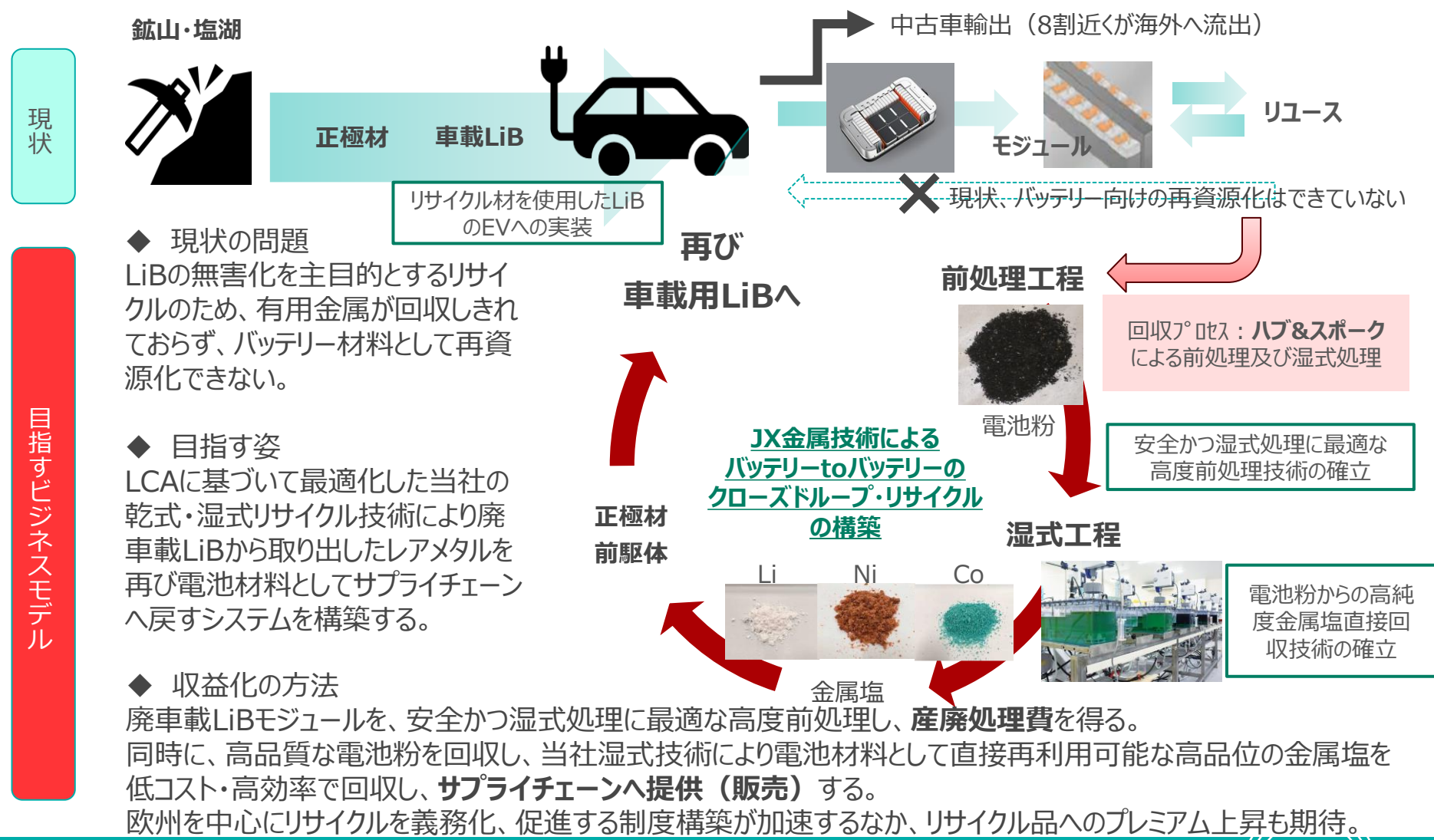
- EV社会を支えるバッテリーtoバッテリークローズドループ・リサイクルシステムの構築
- 高品質かつコンフリクトフリーなリサイクル電池材料の提供

将来的に、年間3万tの廃車載モジュールを安全に無害化処理し、EV約30万台分の電池材料（Li、Ni、Co）を安定的に供給

資源確保と資源循環の実現に貢献

- 必要な研究開発
- ①LCA手法
 - ②無害化前処理技術高度化
 - ③金属回収技術高度化
 - ④リサイクル材を使用したLiBのEVへの実装

ビジネスモデルの概要（製品、サービス、価値提供・収益化の方法）と研究開発計画の関係性



1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル（標準化の取組等）

市場導入（事業化）しシェアを獲得するために、ルール形成（標準化等）を検討・実施

標準化を活用した事業化戦略（標準化戦略）の取組方針・考え方

（※推進体制については、3.(1)組織内の事業推進体制に記載）

当社が強みとする、Li回収プロセスによる「低コスト」、「高回収率」、「低CO₂排出」の生産技術の3つの軸は、蓄電池の性能及び今後の技術向上に直結する競争領域であるため標準化になじまず、また、欧州電池規則案のように既に規制化の動きもある中では、その対抗として、当社グループが長年対応し、強みとしている「環境保全」、「安全性」を、第4、5の軸として検討することとしている。

この2つの軸は、リサイクル材料（BM）の組成や抽出方法に紐づく固有のものである場合、“製品単位の標準化”になじまない可能性が高い。一方リサイクルプロセス全体における無害化・安全性にかかわる取り組みを評価（認証）する基準については、リサイクル材料の特性や各社の個別のリサイクルプロセスの差異によらず、一定の基準を設けられる可能性があり、環境保全・安全性と平等な競争条件の下での蓄電池技術向上の追求は可能と考える。

この **環境・安全に関するプロセスの標準化** について、既存の関連法令や標準との整合等も精査し、当社グループが参加するBASCの標準化推進ワーキンググループで関係各社とともに日本発の企画提案の可能性について検討を進めていく。

国内外の動向・自社の取組状況

欧州においては、ドイツ政府（連邦経済・気候保護省BMWK）が支援するコンソーシアム（HV Bat Cycle）に当社グループの欧州子会社

（TANIOBIS社）が参画するプロジェクトを通じて、また、国内においては電池サプライチェーン協議会（BASC）での活動を通じて、規則、標準化動向を注視している。

欧州電池規則案では、**LCA(CFP)の情報開示**をも求めており、この手法について、当社独自の算出方法をアカデミアと連携しながら開発中である。

また、国内においても、経済産業省の試行事業にも参加し、**PCR案に使用後段階のCFP算出方法を織り込む**ことに協力した。

本事業期間におけるオープン戦略（標準化等）の具体的な取組内容

オープncローズ戦略検討ツールを用いて当社の構成要素技術において、競合と比べた優位性と他社への技術のオープン/クローズ化軸に改めて整理した。さらに、コア技術の強みを伝える(オープン化する)術としてアカデミアと開発中のLCA算出方法が使える可能性を確認した。

また、環境対策や安全対策技術を軽視する海外業者によって市場を乱される可能性があることから、リサイクルプロセスにおける環境、安全面での適格水準を設定し、認証システムなどを活用し競争環境の維持を図ることを考えている。

BASC内で当社グループが取りまとめる標準化推進WGにおいて、Liリサイクル市場取引の活性化と資源循環促進に向け、BMのグレーディングやリサイクル材の定義について検討を進めている。上記認証システム構築の進め方についても関係者と議論を開始した。

1. 事業戦略・事業計画／（４）経営資源・ポジショニング

非鉄金属の乾式・湿式製錬技術をベースとした高度なリサイクル技術を活用。
現時点で当該プロセスは、環境負荷・収率・コストの何れにおいても他社プロセスに対比して優位。

自社の強み、弱み（経営資源・課題）

当社の強み（経営資源）

当社が培った乾式・湿式製錬技術、Liリサイクル技術（2010年～）等により、Liリサイクルに関して以下の技術面のアドバンテージを有する。

1. 前処理

- ・**雰囲気熱処理**：廃LiBを安全、高回収率・低不純物かつ、より低コストで処理し、電池粉を回収する技術。
- ・**高度物理選別**：熱処理後LiB中を効率よく選別・分離し、次工程の湿式処理に適した高品位電池粉を高収率で回収する技術。

2. 金属回収

- ・**高純度金属塩直接回収**：湿式金属回収工程で電池材料として使用可能な金属塩を高収率で直接回収する技術。

当社の弱み（課題）

1. 技術開発のスピードアップと対象拡大

- ・GI基金により、アカデミアの協力を得て**技術開発を加速**するとともに、**対象を全固体電池にも拡大**する。

2. スケールアップによる実証

- ・GI基金により、中規模試験設備での実証試験を行い、優位性を確認する。

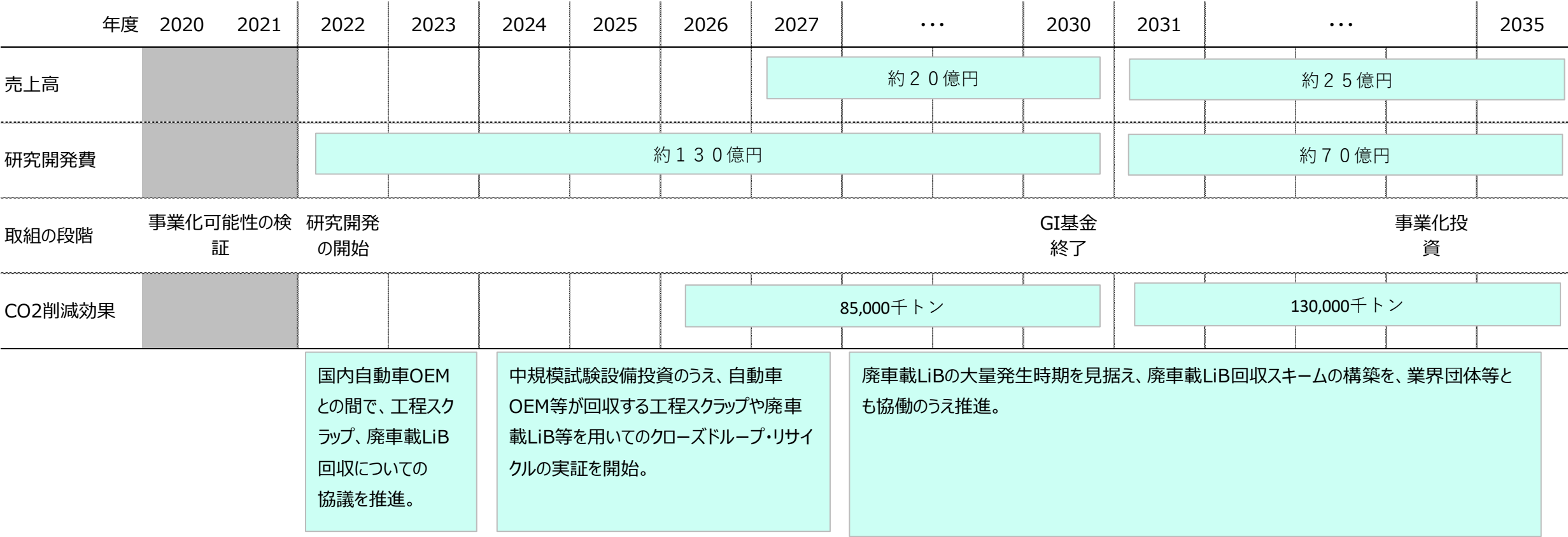
他社に対する比較優位性

工程対比：環境負荷、収率、コスト、いずれにおいても当社優位と評価

	回収対象	前処理	湿式・回収	評価	
当社プロセス	リチウム	篩別後、 電池粉 として回収	電池粉 を 硫酸 で溶解し、溶媒抽出	CO2 ：低温熱処理→CO2発生小 収率 ：対象レアメタルをいずれも同一工程にて高収率に回収 コスト ：設備負担小、硫酸使用（コスト、設備ダメージ小）	
	コバルト				
	ニッケル				
	銅	篩別後、篩上は当社製錬所で製錬（Cuはメタルとして、Alはスラグとして資源化）			
	アルミ				
他社プロセス（推定）	リチウム	→スラグに移行	スラグ を酸溶解し、Liを回収	CO2 ：高温溶解炉での溶融に伴うCO2発生甚大 収率 ：スラグからのリチウム回収は低収率かつ高コスト コスト ：溶融炉の設備投資・ランニングコスト大	
	コバルト	高温溶融→ 合金 として回収			合金 を酸溶解し、溶媒抽出（Cuは銅製錬工程へ）
	ニッケル				
	銅				
	アルミ	→スラグに移行			

1. 事業戦略・事業計画／（５）事業計画の全体像

研究開発設備（中規模試験設備）と事業化設備を分離
（2027年～28年頃を目途に順次事業化を想定）



1. 事業戦略・事業計画／（6）研究開発・設備投資・マーケティング計画

研究開発段階から将来の社会実装（設備投資・マーケティング）を見据えた計画を推進

	研究開発・実証	設備投資	マーケティング
取組方針	<ul style="list-style-type: none">知財・標準化：研究開発分野全体において積極的に推進。アカデミア（大学・研究機関）との協働：アカデミアの保有する専門的知見を活用。学生を含む若手研究員の活躍にも期待。顧客ニーズ把握：金属塩ユーザーである電池メーカー、さらにリサイクル金属塩から製造した電池を搭載したEVの走行テストについては、自動車OEMと連携し、リサイクル技術の最適化を図る。	<ul style="list-style-type: none">立地・設備・システム：既存事業所の経営インフラを最大限有効活用することにより、効率的な投資実施と、コスト低減を図る。機器・部材等調達：当社調達部門のスキルを活用。	<ul style="list-style-type: none">円滑な商業規模化：研究開発段階から、サプライチェーン（電池メーカー・OEM）と協働推進することで、ビジネス・マーケティング面における商業規模段階への円滑移行を図る。
進捗状況	<ul style="list-style-type: none">アカデミアとの共同において、各種調査、実験開始（詳細は「研究開発内容」参照）	<ul style="list-style-type: none">欧州拠点にて、国内実績のある研究開発用ベンチスケールプラント設備竣工（2023.3）	<ul style="list-style-type: none">サプライチェーン各社と廃LiB由来原料処理の事業化検討を現在進めている。
国際競争上の優位性	<ul style="list-style-type: none">世界に先駆けたLiBリサイクルの操業実績関連知財の保有（国内105件、海外96件）	<ul style="list-style-type: none">日本での設備導入実績、運用経験を活用可能。	<ul style="list-style-type: none">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（三菱商事（株）との合弁会社立ち上げを踏まえ、スキーム検討中）欧州拠点設置済（2021.8）

1. 事業戦略・事業計画／（7）資金計画

国の支援に加えて、113億円規模の自己負担を予定
（2022～2035年試算）

年度	GI基金助成事業期間							GI基金助成事業終了後				
	2022	2023	2024	2025	2026	2027	...	2030	2031	...	2035	
事業全体の資金需要	約 1 6 0 億円								約 3 5 億円			
うち研究開発投資	約 1 6 0 億円								約 3 5 億円			
国費負担※	約 8 0 億円								-			
自己負担	約 8 0 億円								約 3 5 億円			

※インセンティブが全額支払われた場合

2. 研究開発計画

2. 研究開発計画／（１）研究開発目標

カーボンニュートラル実現のための廃車載 L i B リサイクル技術/ L C A 手法の開発及び社会実装へ向けたアクション

研究開発項目

【研究開発項目1-2】
蓄電池のリサイクル関連技術開発

研究開発内容

1. L C A 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 L i B 実装化実験

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 L i B を車載実装し、L i B の水平リサイクルを実現する。

K P I

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

- 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

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、O E M 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:W L T C (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

K P I 設定の考え方

新しく開発する評価手段と指標であることから、既存の手法に準じており、有識者から妥当であると判断されるものであることとした。

- ① 回収率:欧州バッテリー規則（案）を参考に設定した。
- ② コスト:21年現在(応募時)の金属価格と同等もしくはそれ以下とした。
- ③ 品質:電池材料に直接使用できる品位とした。

自動車メーカーと協議の上、電池性能に関しては、I E C に規定されている内容を参照に基準を決め、合格すること。また、車載後の走行テストについては、国土交通省令で規定される自動車メーカーの走行テストの指標を参照して設定する基準に合格すること。

2. 研究開発計画／（２）研究開発内容

カーボンニュートラル実現のための廃車載 L i B リサイクル技術/ L C A 手法の開発及び社会実装へ向けたアクション

研究開発内容	K P I	提案時	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
1 L C A 手法開発	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	手法が存在しない	定量値算出可能	<ul style="list-style-type: none">手法開発<ul style="list-style-type: none">ベンチマーク値算出手法の設定有識者との協議	開発できる見込みだが、ゼロベースであり難しさはある。 (80%)
2 無害化前処理技術高度化	①回収率： Co/Ni 95% Li 70% ②コスト： メタル含有比金属価格75% 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	回収率 Ni/Co70% Li 40% コスト メタル含有比 金属価格 の約100% L i B 正極材 製造には不可	回収率 Ni/Co95% Li 70% コスト メタル含有比 金属価格 の約200% L i B 正極材 製造に使用可	<ul style="list-style-type: none">前処理の高度化<ul style="list-style-type: none">雰囲気熱処理によるAl溶着・脆化防止高度物理選別によるFe/Alの分離雰囲気/水中破碎による低コスト化Li回収工程の検討と工程条件最適化<ul style="list-style-type: none">中和剤変更によるコスト削減Li回収率の向上中和/抽出条件の最適化	チャレンジングな K P I を設定しているため、困難もある。 (70%)
3 金属回収技術高度化	①回収率： Co/Ni 95% Li 70% ②コスト： メタル含有比金属価格75% 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	回収率 Ni/Co70% Li 40% コスト メタル含有比 金属価格 の約100% L i B 正極材 製造には不可	回収率 Ni/Co95% Li 70% コスト メタル含有比 金属価格 の約200% L i B 正極材 製造に使用可	<ul style="list-style-type: none">Li回収工程の検討と工程条件最適化<ul style="list-style-type: none">中和剤変更によるコスト削減Li回収率の向上中和/抽出条件の最適化	チャレンジングな K P I を設定しているため、困難もある。 (70%)
4 車載 L i B 実装化実験	電池性能: I E C 62660-1に従い、O E M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: W L T C (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	無し	K P I と同等 (TRL7)	<ul style="list-style-type: none">リサイクルコストと品質の最適化<ul style="list-style-type: none">電池メーカーとの協業による品質評価とコストの最適化	②～③の開発や自動車メーカー次第の部分もあり、またかなり先の話で不確実性有。 (60%)

2. 研究開発計画／（２）研究開発内容（これまでの取組）

カーボンニュートラル実現のための廃車載 L i B リサイクル技術/ L C A 手法の開発及び社会実装へ向けたアクション

研究開発内容	直近のマイルストーン	これまでの開発進捗	進捗度
1 L C A 手法開発	<ul style="list-style-type: none">・当社リサイクル工程の L C A 算出・ L C A 手法確立	<ul style="list-style-type: none">・当社リサイクル工程の 1 次データ等収集による新 L C A 手法での L C A 試算と比較・開発プロセスの特徴整理と T R L 想定した L C A 試算の可能性把握・スーパーストラクチャを用いた各種 L i B リサイクルの収集・整理	<ul style="list-style-type: none">・○（予定通り、3 工程試算、データ更新、ホットスポット抽出）・△（データ補完、手法改良中）
2 無害化前処理技術高度化	<ul style="list-style-type: none">・熱処理最適化・物理選別最適化・雰囲気/水中破碎による前処理最適化	<ul style="list-style-type: none">・各種原料に応じた熱処理 + 物理選別工程を確立（回収率と品位の K P I 達成）・表面・断面分析による剥離性の因子特定及び学術的妥当性確認（挙動知見）・コストの K P I 達成のため、条件大幅見直しで基本的技術の開発を継続・雰囲気破碎・水中破碎の検討を開始・ラボ予察試験で水中破碎し、物量把握と剥離性確認中。熱処理条件検討中	<ul style="list-style-type: none">・△（前処理技術の再検討、低温熱処理と剥離性挙動の成果・知見保有）・○（予定通り、雰囲気破碎と水中破碎を並行して検討中）
3 金属回収技術高度化	<ul style="list-style-type: none">・ B S 設備での実証試験による条件確立・ L i の高効率回収・中規模試験導入検討・前処理条件変更対応	<ul style="list-style-type: none">・ B S 設備での実証試験による更なる条件最適化の結果、 L i 回収率向上<ul style="list-style-type: none">・浸出条件最適化・中和条件最適化・ L i 回収工程の検討・水酸化 L i 晶析条件最適化による水酸化 L i 製造条件確立・更なる L i 回収率向上の検討・前処理工程変更に伴う電池粉原料の影響確認と最適化	<ul style="list-style-type: none">・○（予定通り、 B S 設備による実証試験継続）・○（予定通り、ラボ設備で確認）・○（予定通り、ラボ設備で確認中）
4 車載 L i B 実装化実験	（対象期間外）	—	—

これまでの取組 （参考資料）

研究開発内容	直近のマイルストーン	これまでの開発進捗	進捗度
● L C A手法開発	<ul style="list-style-type: none">・当社リサイクル工程のL C A算出・L C A手法確立	<ul style="list-style-type: none">・当社リサイクル工程の1次データ等収集による新LCA手法でのLCA試算と比較・開発プロセスの特徴整理とT R L 想定したL C A 試算の可能性把握・スーパーストラクチャを用いた各種L i Bリサイクルの収集・整理	<ul style="list-style-type: none">・○（予定通り、3工程試算、データ更新、ホットスポット抽出）・△（データ補完、手法改良中）

- ・ 1次データを基に、当社既存プロセス、当社開発プロセスのL C A各項目を算出し、2次データによる焼却埋立でのプロセスのL C A 試算結果と比較。
（比較項目は、地球温暖化（C F P）、資源消費、酸性化、有害化学物質（慢性/発がん性））
- ・ 当社開発プロセスのC F Pが焼却埋立でのプロセスのL C A 試算より高くなったが、大型炉（開発大型炉）の導入による大幅な削減を検討中。
- ・ スーパーストラクチャにより、市場のL i Bリサイクルプロセスを包括的に調査収集し、当社開発プロセスの特徴を抽出。
（情報を収集／整理中）
- ・ 環境影響調査では、リサイクルプロセスのL C Aの優位性を確認。
また、技術成熟度（T R L）を考慮したプロセス評価が重要。

これまでの取組 （参考資料）

研究開発内容

- ・無害化前処理技術高度化

直近のマイルストーン

- ・熱処理最適化
- ・物理選別最適化
- ・雰囲気/水中破碎による前処理最適化

これまでの開発進捗

- ・各種原料に応じた熱処理＋物理選別工程を確立（回収率と品位のKPI達成）
- ・表面・断面分析による剥離性の因子特定及び学術的妥当性確認（挙動知見）
- ・コストのKPI達成のため、条件大幅見直しで基本的技術の開発を継続
- ・雰囲気破碎・水中破碎の検討を開始
- ・ラボ予察試験で水中破碎し、物量把握と剥離性確認中。熱処理条件検討中

進捗度

- ・△（前処理技術の再検討、低温熱処理と剥離性挙動の成果・知見保有）
- ・○（予定通り、雰囲気破碎と水中破碎を並行して検討中）

- ・各種原料に応じた熱処理＋物理選別工程を確立し、回収率と品位のKPI達成
- ・表面・断面分析による剥離性の因子特定及び学術的妥当性を確認でき、剥離挙動の成果と知見を獲得
- ・雰囲気破碎・水中破碎を用いた前処理プロセスの検討を開始。
- ・市中に現有する雰囲気破碎設備・物理選別プロセスの技術的特徴と安全性の調査と試験機導入を検討中
- ・ラボ予察試験で水中破碎し、物量把握と剥離性を確認中、後段の物理選別プロセスを検討中。

これまでの取組 （参考資料）

研究開発内容

- 金属回収技術高度化

直近のマイルストーン

- ・B S 設備での実証試験による条件確立
- ・Liの高効率回収
- ・中規模試験導入検討
- ・前処理条件変更対応

これまでの開発進捗

- ・BS設備での実証試験による更なる条件最適化の結果、Li回収率向上
 - ・浸出条件最適化
 - ・中和条件最適化
 - ・Li回収工程の検討
- ・水酸化Li晶析条件最適化による水酸化Li製造条件確立
- ・更なるLi回収率向上の検討
- ・前処理工程変更に伴う電池粉原料の影響確認と最適化

進捗度

- ・○（予定通り、B S 設備による実証試験継続）
- ・○（予定通り、ラボ設備で確認）
- ・○（予定通り、ラボ設備で確認中）

- ・B S 設備にて、Li回収工程と中和工程、溶媒抽出工程の更なる条件最適化の結果、金属回収率のKPIを達成
- ・各種金属塩（硫酸Co、硫酸Ni、水酸化Li）の品質のK P Iを達成
- ・更なるLi回収アップのため、低濃度Li溶液からのLi回収を検討中
- ・前処理工程の条件変更に伴う電池粉の組成・不純物・有機物等の有無の影響をラボ試験にて確認中。湿式工程条件の最適化を検討中。

2. 研究開発計画／（２）研究開発内容（今後の取組）

カーボンニュートラル実現のための廃車載LiBリサイクル技術/LCA手法の開発及び社会実装へ向けたアクション

研究開発内容	直近のマイルストーン	残された技術課題	解決の見通し
① L C A手法開発	<ul style="list-style-type: none">・当社リサイクル工程のL C A算出・L C A手法確立	<ul style="list-style-type: none">・適切なバウンダリー設定、1次データ精度向上・スーパーストラクチャによる当社開発プロセスの優位性確認・ホットスポット抽出による工程改善・最適化	<ul style="list-style-type: none">・期間設定含めた適切なデータ収集・整理により可能・T R L 考慮した当社工程比較及び他社プロセス比較で可能
② 無害化前処理技術高度化	<ul style="list-style-type: none">・雰囲気/水中破碎による前処理最適化	<ul style="list-style-type: none">・中規模試験機導入・破碎・篩別、熱処理有無・水中破碎の固形物処理及び排水処理プロセスの確立・後段の湿式工程への影響（不純物、有機物、組成）	<ul style="list-style-type: none">・現有設備の粉碎試験による選定・試験物での後段条件確認と最適化・水中破碎の固形物破碎篩別と排水処理検討・湿式工程のラボ試験による確認と条件最適化
③ 金属回収技術高度化	<ul style="list-style-type: none">・B S設備での実証試験による条件確立・Liの高効率回収・中規模試験導入検討・前処理条件変更対応	<ul style="list-style-type: none">・B S設備での実証試験（連続試験）による条件確立・各種原料での高除去率維持・Li回収工程の最適化、安定化・中規模試験設備の設計・前処理変更に対応した湿式処理検証及び最適化	<ul style="list-style-type: none">・B S設備による長期連続試験による各工程の挙動確認・水酸化Li晶析条件最適化・設備の基本設計検討中・前処理後液・残渣での確認試験、高度解析
④ 車載L i B実装化実験	（期間対象外）	—	—

今後の取組 (参考資料)

研究開発内容

● L C A手法開発

直近のマイルストーン

- ・当社リサイクル工程のLCA算出
- ・L C A手法確立

残された技術課題

- ・適切なバウンダリー設定、1次データ精度向上
- ・スーパーストラクチャによる当社開発プロセスの優位性確認
- ・ホットスポット抽出による工程改善・最適化

解決の見通し

- ・期間設定含めた適切なデータ収集・整理により可能
- ・T R L 考慮した当社工程比較及び他社プロセス比較で可能

- ・1次データ集計期間の延長、工程毎での電力等の不足データの取得等により、L C A計算の精度向上を図る。
- ・スーパーストラクチャを用いたL C A評価にて自社/他社プロセスの比較により特徴把握する。
- ・工程毎の詳細なL C A算出によるホットスポット分析にて工程改善につなげる。
- ・アカデミア協力のもと、L C A人材の育成を進める。

今後の取組 (参考資料)

研究開発内容

- 無害化前処理技術高度化

直近のマイルストーン

- ・霧団気/水中破碎による前処理最適化

残された技術課題

- ・中規模試験機導入
- ・破碎・篩別、熱処理有無
- ・水中破碎の固形物処理及び排水処理プロセスの確立
- ・後段の湿式工程への影響（不純物、有機物、組成）

解決の見通し

- ・現有設備の粉碎試験による選定
- ・試験物での後段条件確認と最適化
- ・水中破碎の固形物破碎篩別と排水処理検討
- ・湿式工程のラボ試験による確認と条件最適化



- ・霧団気熱処理条件と剥離性の因子解明での知見を活用し、霧団気破碎および水中破碎での物理選別工程の最適化し、プロセスを早期に見極める
- ・霧団気破碎の試験機導入の検討
- ・水中破碎では排水処理プロセスの確立が大きな問題と予想。
アカデミアの協力のもと、排水処理プロセスを含むプロセス全体の構成や条件の確立を進める。
- ・前処理条件変更による電池粉の変化（不純物、有機物、組成等）を確認し、湿式工程への影響を含めたL i Bリサイクルプロセス全体の最適構成やコストのミニマム化の検討を進める。

今後の取組 (参考資料)

研究開発内容

- ・金属回収技術高度化

直近のマイルストーン

- ・B S 設備での実証試験による条件確立
- ・Liの高効率回収
- ・中規模試験導入検討
- ・前処理条件変更対応

残された技術課題

- ・B S 設備での実証試験（連続試験）による条件確立
 - ・各種原料での高除去率維持
- ・Li回収工程の最適化、安定化
- ・中規模試験設備の設計
- ・前処理変更に対応した湿式処理検証及び最適化

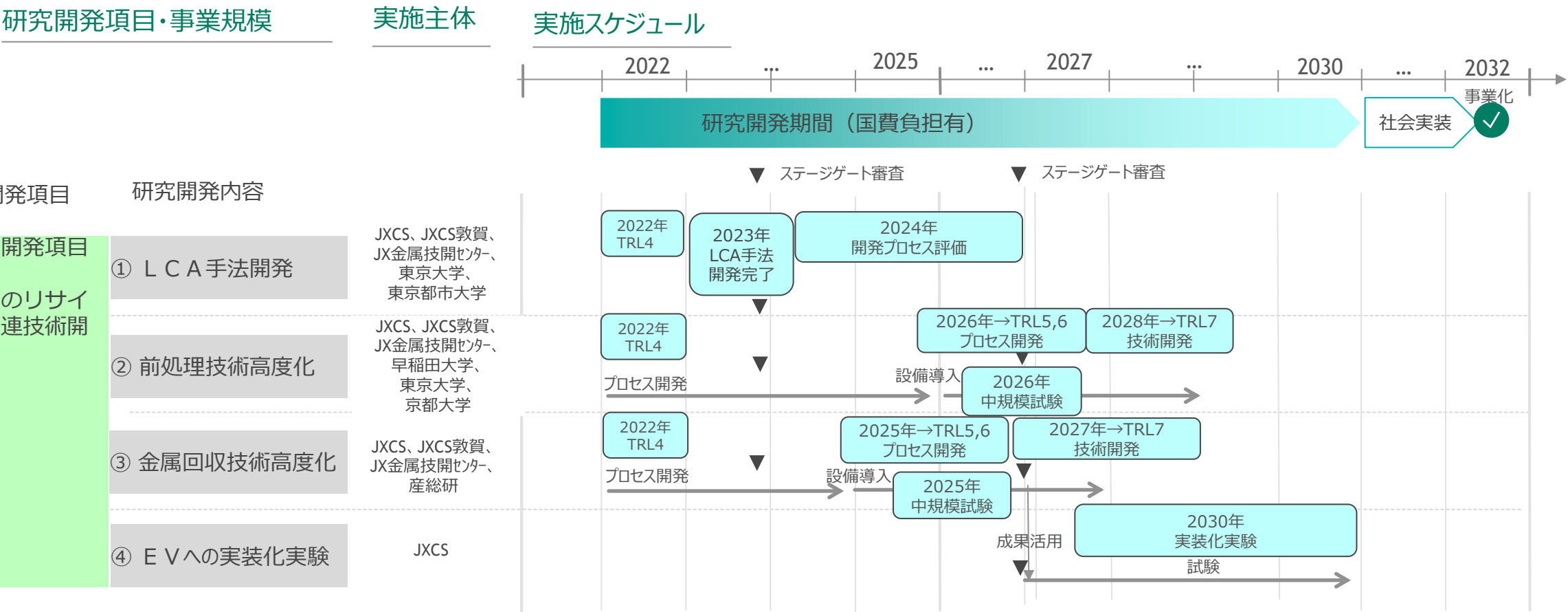
解決の見通し

- ・B S 設備による長期連続試験による各工程の挙動確認
- ・水酸化Li晶析条件最適化
- ・設備の基本設計検討中
- ・前処理後液・残渣での確認試験、高度解析

- ・B S 設備での試験・連続試験による浸出、中和及びLi回収プロセスの最適化
- ・さらなるLi回収率向上を目的に希薄Li液からのLi回収の検討を進める。
- ・前処理変更に伴って、有機物等の湿式処理工程混入による影響確認と対応
- ・前処理プロセスを含むL i B リサイクルプロセス全体を通して、コストミニマムで低C F Pかつ低環境負荷なプロセスを選択し、条件の最適化を進める。また、多種類のL i B に対する対応を視野に技術開発を推進する。

2. 研究開発計画／（３）実施スケジュール ※年度で記載

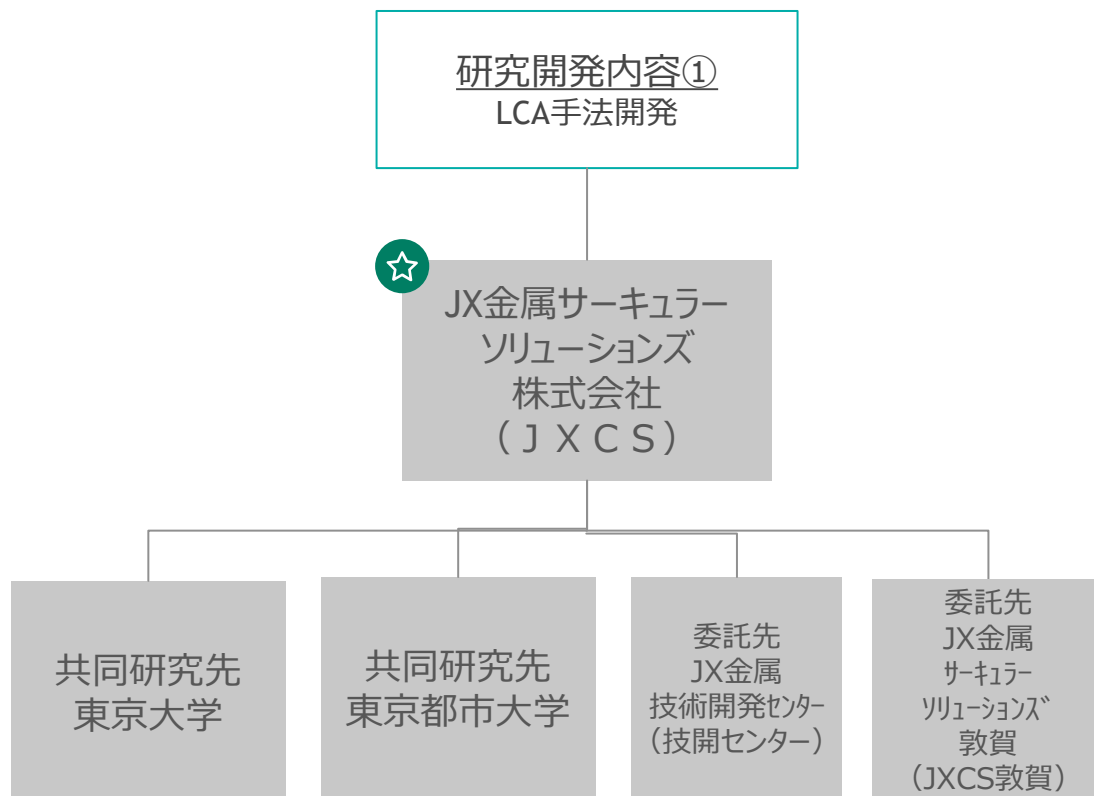
カーボンニュートラル実現のための廃車載 L i B リサイクル技術/ L C A 手法の開発及び社会実装へ向けたアクション



2. 研究開発計画／（４）研究開発体制 ①LCA手法開発

カーボンニュートラル実現のための廃車載 LiB リサイクル技術/ LCA 手法の開発及び社会実装へ向けたアクション

実施体制図



各主体の役割と連携方法

各主体の役割

- 研究開発内容①全体の取りまとめは、JXCSが行う
- 東京大学及び東京都市大学は、下記①②を担当する

① 廃 LiB リサイクルプロセス LCA 手法の開発。

② 開発した LCA 手法を用いたリサイクルプロセスの CFP を含む環境負荷 算出、及び他リサイクルプロセス、鉱石由来金属塩との環境負荷比較。

研究開発における連携方法

- 東京大学及び東京都市大学には、JXCS、JXCS 敦賀及びJX金属技開センターが実施する LCA 手法の開発及び同手法を用いたリサイクルプロセスの環境負荷算出作業について適宜監修及びアドバイスを頂く。
- 期間中の定期的な報告と最終的な技術報告書を JXCS、JXCS 敦賀、JX金属技開センターと共同で作成する。

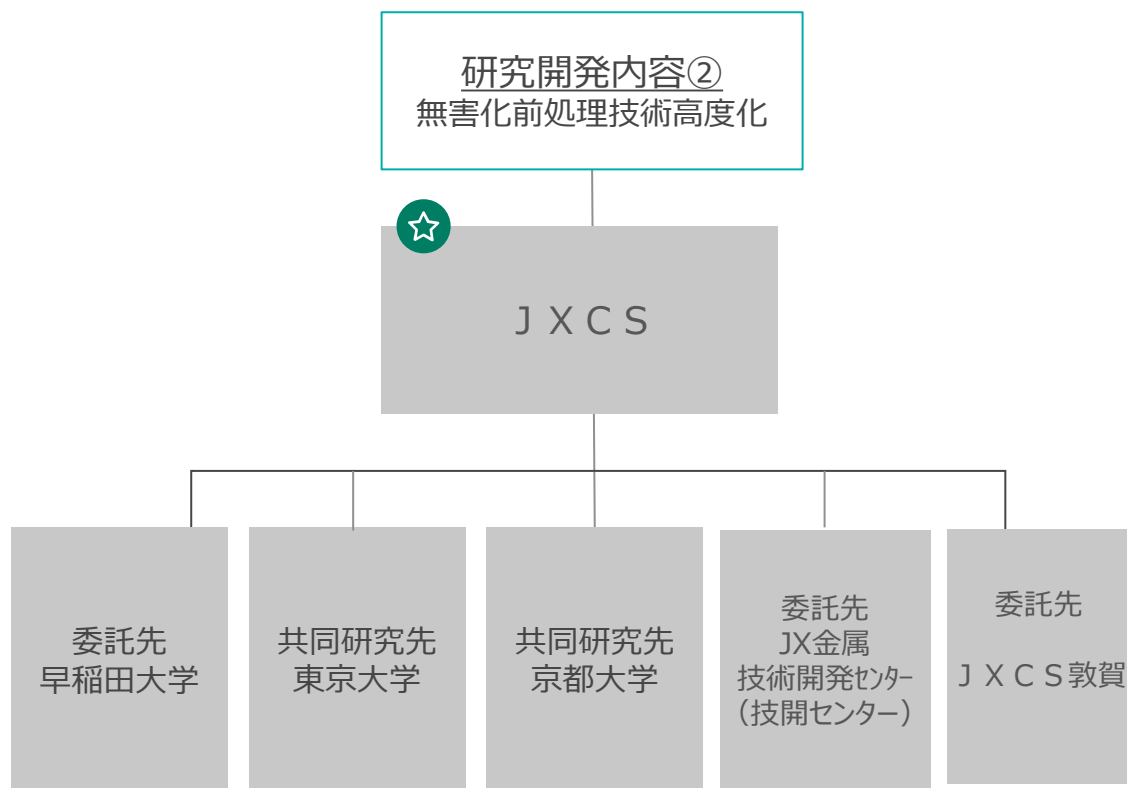
中小・ベンチャー企業の参画

- 特に無し

2. 研究開発計画／（４）研究開発体制 ②無害化前処理技術高度化

カーボンニュートラル実現のための廃車載 L i B リサイクル技術/ L C A 手法の開発及び社会実装へ向けたアクション

実施体制図



各主体の役割と連携方法

各主体の役割

- J X C S は、以下を担当する。
 - ・研究開発内容②の結果取りまとめ、および中規模試験設備の計画と建設
 - ・バッチ試験炉や保有する破碎篩別設備を使用した基本プロセスの設計と試験
 - ・高度な物理選別技術採用の検討
 - ・中規模試験設備を使用した作業指標の確立
 - ・雰囲気破碎/水中破碎の先行特許調査と対応検討
 - ・雰囲気破碎の適用検討

研究開発における連携方法

- 早稲田大学は、J X C S 熱処理プロセスのデータ解析、熱処理プロセスの基礎データ収集、および前処理プロセスへのアドバイスを担当する。
- 東京大学は、J X C S、J X C S 敦賀、J X 金属技開センターでの破碎篩別試験データの解析、破碎篩別のプロセス改善や物理選別の提案、および前処理プロセスへのアドバイスを担当する。
- 京都大学は、水中破碎による前処理プロセスへのアドバイスを担当する。

研究開発における連携方法

- J X C S がハブとなり、各担当間との打合せやデータのやり取りを実施
- 2か月毎の報告会の実施、もしくは報告書の提出

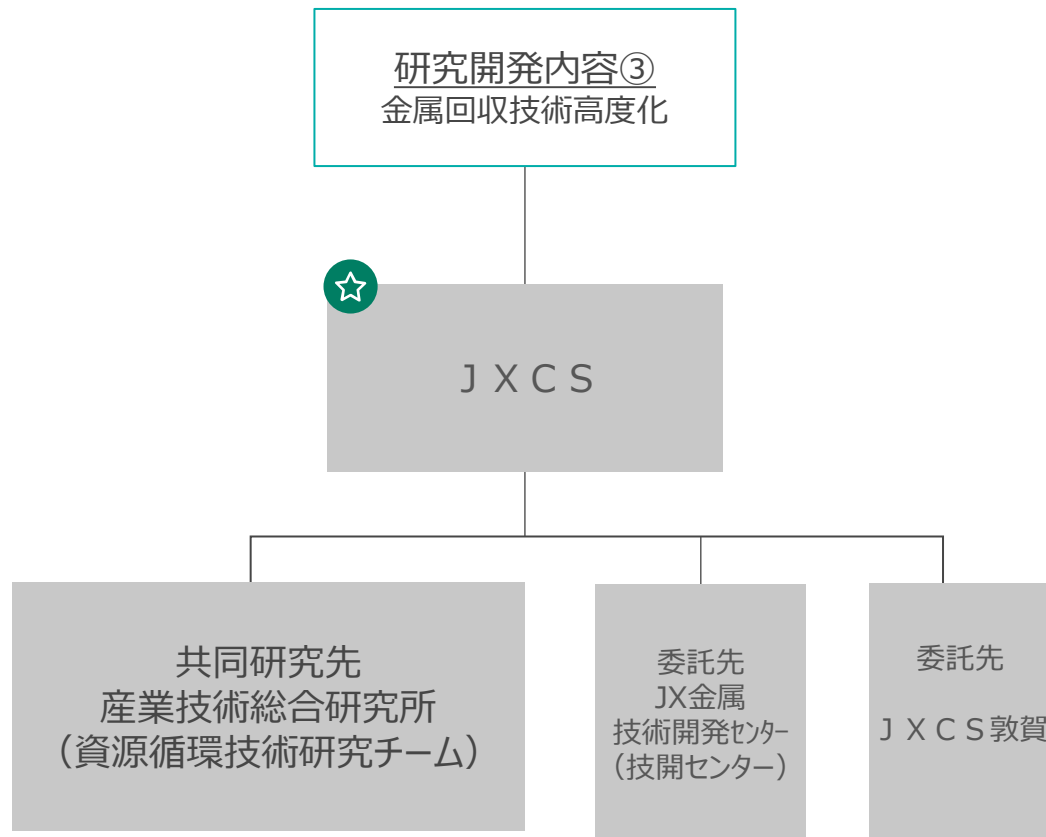
中小・ベンチャー企業の参画

- 特に無し

2. 研究開発計画／（４）研究開発体制 ③金属回収技術高度化

カーボンニュートラル実現のための廃車載 L i B リサイクル技術/ L C A 手法の開発及び社会実装へ向けたアクション

実施体制図



各主体の役割と連携方法

各主体の役割

- J X C S は以下を担当する。
 - ・研究開発内容③の結果取りまとめ、および中規模試験設備の計画立案と建設
 - ・ベンチスケール試験設備を使用した基本プロセスの確認
 - ・中規模試験設備を使用した操業指標の確立および実証
- 産業総合研究所は、J X C S, J X C S 敦賀及び J X 金属技開センターでの Li 回収プロセスや湿式プロセスのデータ解析、プロセス改善へのアドバイスをを行う。

研究開発における連携方法

- J X C S がハブとなり、各担当間との打合せやデータのやり取りを実施
- 半年ごとの報告会の実施、もしくは報告書の提出

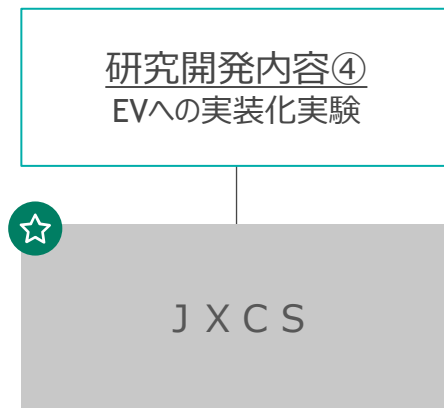
中小・ベンチャー企業の参画

- 特に無し

2. 研究開発計画／（４）研究開発体制 ④EVへの実装化実験

カーボンニュートラル実現のための廃車載 L i B リサイクル技術/ L C A 手法の開発及び社会実装へ向けたアクション

実施体制図



各主体の役割と連携方法

各主体の役割

- 研究開発内容④の全体の取りまとめは、J X C S が行う。

研究開発における連携方法

- 無し

中小・ベンチャー企業の参画

- 無し

2. 研究開発計画／（５）技術的優位性

カーボンニュートラル実現のための廃車載 L i B リサイクル技術/ L C A 手法の開発及び社会実装へ向けたアクション

研究開発項目	研究開発内容	活用可能な技術等	競合他社に対する優位性・リスク
【研究開発項目1-2】 蓄電池のリサイクル 関連技術開発	1 L C A 手法開発	<ul style="list-style-type: none">各プロセスの収集済み/収集見込みデータ専門家とのネットワーク及びその専門家の知見	<ul style="list-style-type: none">先んじて最適なプロセス開発をスタートできる可能性L C A の視点に基づく②以降のプロセス選択
	2 無害化前処理技術高度化	<ul style="list-style-type: none">熱処理排ガス/排水処理物理選別技術	<ul style="list-style-type: none">精密な温度制御による電池粉への不純物混入減電池粉品質改善による回収率向上やコスト低減の可能性稼働中の中規模設備による多様な条件での試験実施が即時に可能雰囲気/水中破碎による前処理でのコスト低減L F P 系の台頭L C A 低評価の可能性
	3 金属回収技術高度化	<ul style="list-style-type: none">溶媒抽出電解採取晶析	<ul style="list-style-type: none">高い金属回収率Li回収工程の検討による薬剤コスト低減と水酸化Liの直接回収稼働中の中規模設備による多様な条件での試験実施が即時に可能L C A 低評価の可能性
	4 EVへの実装化実験	<ul style="list-style-type: none">上記①～③で開発した手法や技術	<ul style="list-style-type: none">L F P 系の台頭

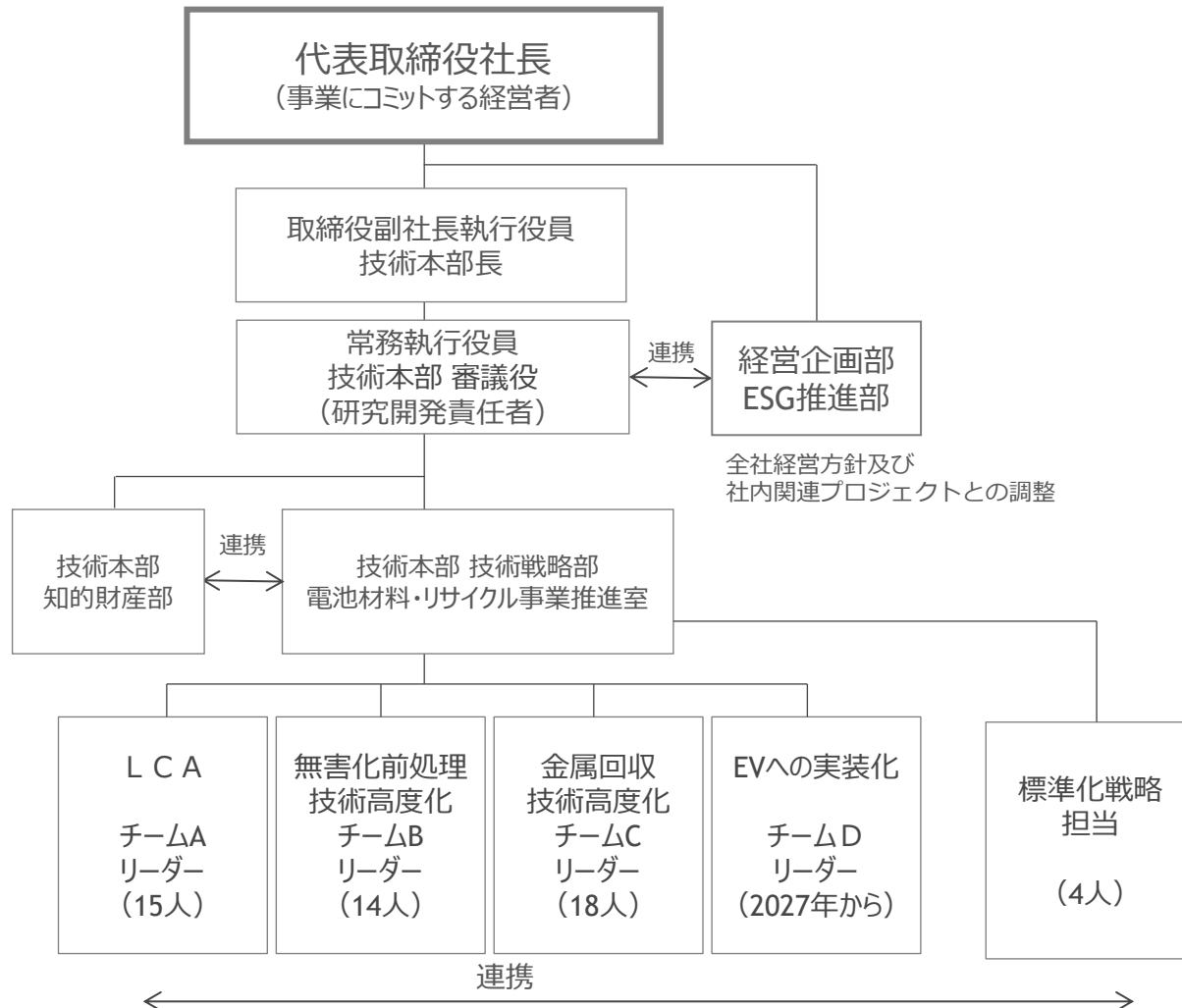
3. イノベーション推進体制

(経営のコミットメントを示すマネジメントシート)

3. イノベーション推進体制計画／（１）組織内の事業推進体制

経営者のコミットメントの下、専門部署に複数チームを設置

組織内体制図



組織内の役割分担

研究開発責任者と担当部署

- 研究開発責任者
 - 常務執行役員 技術本部審議役：プロジェクト全体統括を担当
- 担当チーム
 - チームA：LCAを担当（専任1人、併任数人規模）
 - チームB：前処理を担当（専任1人、併任数人規模）
 - チームC：金属回収を担当（専任1人、併任数人規模）
 - チームD：実装化を担当（専任1人、併任規模未定）
- チームリーダー
 - Aチームリーダー：LCA調査研究等の実績
 - Bチームリーダー：民生用LiBリサイクル・LiB前処理の実績
 - Cチームリーダー：民生用LiBリサイクル・湿式製錬の実績
 - Dチームリーダー：民生用LiBリサイクルの実績
- 社会実装/標準化戦略担当：電池材料・リサイクル事業推進室長
 - 事業化推進及び標準化戦略立案
 - 常務執行役員のもとで、マーケット志向の標準化による事業化を推進

部門間の連携方法

以下の機会の活用、進捗報告書の回覧等を通じて、各組織間で進捗や課題にかかわる必要な情報共有を実施し、プロジェクトを着実に推進する。

- 事業課題報告会（経営層）
- 経営会議連絡会（経営層）
- 定例情報共有会（各チーム、関係部室）

3. イノベーション推進体制計画／（2）マネジメントチェック項目① 経営者等の事業への関与

経営者等による車載 L i B リサイクル事業への関与の方針

経営者等による具体的な施策・活動方針

<経営者のリーダーシップ>

- ・ 当社グループとして気候変動対策と循環型社会の構築、持続可能な社会の実現のため、当社の L i B リサイクル技術を活用し、クローズドループリサイクルの確立を目指す旨を「Sustainability Report 2021」にて社長メッセージとして発信。
- ・ 内閣府の「イノベーション政策強化推進のための有識者会議（マテリアル戦略）」に、副社長が有識者として参画。L i B リサイクルの重要性及び今後の施策の方向性に関する議論を主導。さらに、技術本部本部長として、ステージゲート制度の導入等、全社的なイノベーション促進にかかわる社内施策の拡充を推進。

<事業のモニタリング・管理>

- ・ 経営層が参画する事業課題報告会にて定期的（概ね2週間に一度）に事業の進捗・課題を共有し、必要に応じて事業方針、課題解決に向けた議論を実施する。
- ・ 事業化の判断にあたっては、投資回収期間や金額、正味現在価値（NPV）、関連規制や海外の業界動向等を踏まえて総合的に判断する。

- ・ 自動車メーカー、電池メーカー、アカデミアとの連携、さらに、電池サプライチェーン協議会（B A S C）の活動を通じて L i B 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し、計画の進捗確認や見直しの検討材料として活用する。

経営者等の評価・報酬への反映

- ・ CO2削減量の達成状況は取締役、執行役員の報酬の評価指標（業績連動）の一部。（ただし、特定のプロジェクトの進捗が反映されるものではない。）

事業の継続性確保の取組

- ・ 中期経営計画に当該事業を織り込み、必要な人材育成（経営層・技術者）を中長期的に行う。
- ・ 特に部門長以上については、サクセッションプランを作成し、社長を議長とする人材会議メンバー（※）にて、プロジェクトを推進するに足る人材を計画的に育成する。
※社長、副社長、本部長、事業部長、コーポレート管掌役員及び社長が指名する役員若しくは社員により構成

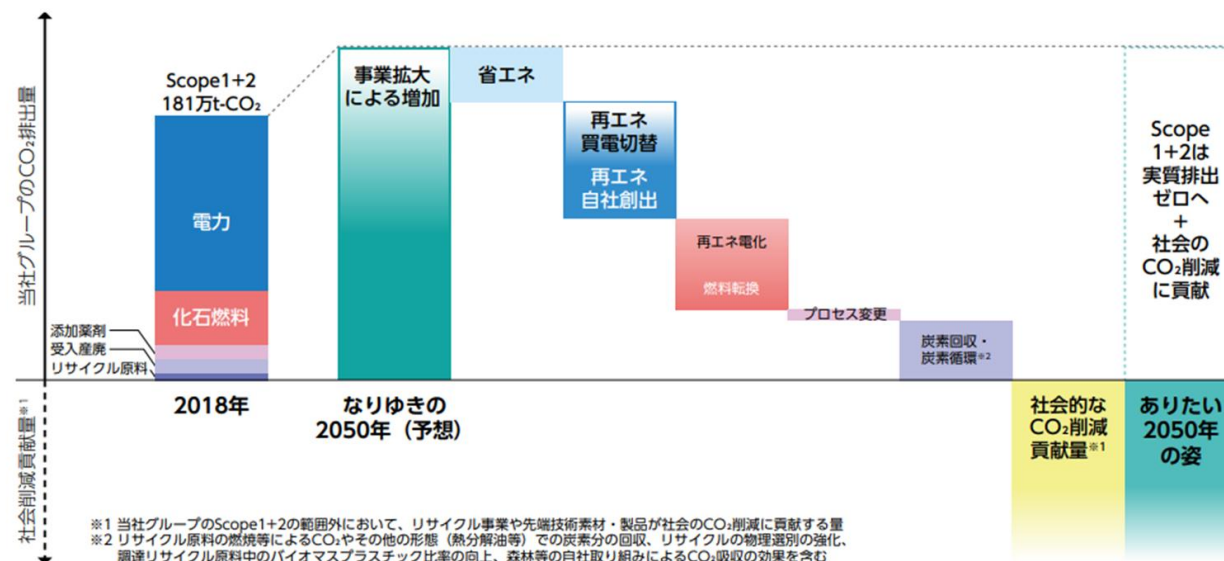
3. イノベーション推進体制計画／(3) マネジメントチェック項目② 経営戦略における事業の位置づけ

経営戦略の中核として L i B リサイクル事業を位置づけ、企業価値向上とステークホルダーとの対話を推進

取締役会、経営会議等での議論

- カーボンニュートラルに向けたJX金属グループとしてのCO2削減目標：2030年度までにCO2自社総排出量2018年度比50%削減、2050年度ネットゼロ
→『JX金属グループ長期ビジョン』の2023年5月に公表した見直しにおいて、当該目標を再確認した。
- 上記目標達成のためにCO2フリー電力の導入、エネルギー消費量の低減等の様々な取組を実施中。
- 事業戦略・事業計画の決議・変更
 - 2020年度に第2次中期経営計画を策定し、取締役会、経営会議において決議。同計画では、車載 L i B リサイクルを2040年の長期ビジョンを見据えた新規事業、当社グループ横断プロジェクトとして選定。また、2023年5月に第3次中期経営計画において、第2次に定めた注力領域における開発を加速する取り組みとして「L i B のリサイクル事業化推進」を位置づけた。
 - 当該事業の業務執行状況は、経営会議や事業課題報告会等においてフォローする。事業環境の変化等を踏まえ、事業方針の見直しを必要に応じて行う。
 - 事業について決議された内容は、電池材料・リサイクル事業推進室、経営企画部、E S G 推進部等の社内の関連部署にタイムリーに共有・実行する。

2050年度CO2ネットゼロ達成のイメージ



ステークホルダーに対する公表・説明

- 今後も当社の重要課題にかかわる活動として「Sustainability Report」等を通じて当該事業に関する対応状況を対外公開する予定。
- 本基金事業として採択された場合はプレスリリースを予定。
- 関係する自動車メーカー/電池メーカー等に対して、必要に応じて個別説明を実施予定。
- その他循環経済の促進にかかわる官民対話等の機会を捉えて発信予定。

3. イノベーション推進体制計画／（4）マネジメントチェック項目③ 事業推進体制の確保

機動的に経営資源を投入し、社会実装、企業価値向上につなぐ組織体制を整備

経営資源の投入方針

- 実施体制の柔軟性の確保
 - 事業進捗、課題、さらにこれらを踏まえた経営資源の追加投入にかかわる方針等は経営会議、事業課題報告会等で然るべきタイミングで審議、報告することとする。代表取締役社長をはじめとする経営層の指示のもと、現行方針の見直し、課題解決施策を機動的に実行する。
 - 必要に応じて社内リソースだけでなく、大学等とのネットワークを活かし、外部リソースの活用も臨機応変に検討する。
- 人材・設備・資金の投入方針
 - L C A、前処理、金属回収等の専門分野については、当社の乾式・湿式製錬の専門メンバーのほか、外部専門家の知見も活用して研究開発を推進する。
 - 新たな実証操業拠点の操業要員として、15名程度の採用を実施する予定。
 - 実証操業拠点は、既存工場（茨城県、福井県等）の土地を活用する。設備については、既存設備に加え、研究開発の成果も織り込み、新たに設置する。
 - 資金投入予定：国費負担以外で、研究開発投資112億円程度を想定。（2021～2035推計、処理費収入等を除く）
 - 2030～2035年頃と推定する、廃車載 L i B の大量発生時代に向け、クローズドループ・リサイクルの実証に向けた経営資源投入を継続する。

専門部署の設置等

- 専門部署の設置
 - L i B リサイクル技術開発を加速するため、2021年5月に新会社「JX 金属サーキュラーソリューションズ敦賀（株）」を設立。さらに同年 8 月には、電池材料・リサイクル事業推進室および技術開発センター電池材料グループを設置し、社内の電池関連のリソースを集約することで、電池材料（正極材）の知見を活かしたリサイクル材の品質向上やサプライチェーン全体を見通した技術開発などのシナジーを追求する体制を整備。
 - L i B リサイクルと電池材料にかかわる活動を一元的に所管する電池材料・リサイクル事業推進室が、本基金事業の統括部署となることでより機動的な意思決定、施策の遂行を図る。
- 若手人材の育成
 - 技術開発センター、JX金属サーキュラーソリューションズ敦賀（株）等の社内研究開発組織において所属員の経験、年齢構成等のバランスを勘案しながら、若手人材のローテーション、登用を実施し、継続的に人材育成、ノウハウの伝承を行う。
 - また、L C A、前処理、金属回収等の専門分野については大学並びに政府系研究機関を起用し、学生を含む若手研究者との協同を図る予定。

4. その他

4. その他／（１）想定されるリスク要因と対処方針

リスクに対して十分な対策を講じるが、当社のみで対応が困難かつ影響が甚大なリスクが現実化した場合は事業中止も検討

研究開発（技術）におけるリスクと対応

- LiBが全て他に置き換わるリスク
→市場全体がLiBから他種電池に置き換わる確率は極めて小さいと見る
- 三元系から全てLFP系電池等に置き換わるリスク
→市場全体がLFP系となる確率は極めて小さいと見る
- 処理工程で事故が起こるリスク
→設備導入時の十分なリスク調査、当該職場従業員への安全教育を実施
- 人材不足により研究開発要員を確保できないリスク
→時間的余裕を持った人材採用を行うとともに、緊急時には社内他部門からの応援等も検討
- 当社ノウハウが流出するリスク
→情報管理の適正化について、情報システム面での対応並びに担当者への教育を実施
- 市場コストでは回収率の目標を達成できないリスク
→処理コスト低減について、継続的に改善を図ることで採算ラインの低減に努める。
- 市場ニーズや電池メーカーの品質要求に開発が追従できないリスク
→顧客との連携を密に取り、品質要求を適切に把握するとともに開発
- 開発の長期化や研究開発費用が増えるリスク
→PDCAサイクルにより、研究開発の時間的・コスト的なロスを最小化するよう努める。
- 当社リサイクル金属塩のCO2排出量が、鉱山出の金属塩より高い、とされることにより、当社プロセスが採用されないリスク
→LCA手法を確立し、鉱山開発に伴う環境影響等の外部不経済を含めた総合的評価により当社プロセスの優位性が客観的データにより説明可能とする。
- 当社リサイクル金属塩のCO2排出量が、他社製品より高いことにより、当社品が採用されないリスク
→当社プロセスのLCA・CFP値改善に努め、また、適切な手法により第三者に説明可能とする。

社会実装（経済社会）におけるリスクと対応

- 廃LiBが回収できないリスク
→関係省庁や団体とも連携し、適正な回収スキームの確立に取り組む
- 産廃処理施設の許認可を得られないリスク
→LiBリサイクルの重要性を所管官庁に共有し、許認可への理解を得られるよう努める。
- リサイクル由来材料のニーズが急増するリスク
→顧客との関係を密に取り、前広なフォーキャスト（発注見込み）獲得に努める
- 大幅な市場変動により想定した収益が達成できないリスク
→一定の市況低迷下でも収支が極端に悪化しないよう処理コスト低減への開発を継続
- 欧州や中国でクローズドループリサイクルシステムが先行して確立し、同市場へ参入できなくなるリスク
→当社における技術開発を効率的に推進することで、海外企業に先んじた技術確立に努める。
また、当社の欧州拠点、中国拠点等とも連携し、現地での最新情報を入手する。

その他（自然災害等）のリスクと対応

- 激甚な自然災害により、建屋や製造設備を喪失する・顧客が被災する等の影響により、事業継続が困難になるリスク
→建屋については、風水害・地震に対し、一定の強度を有しているが、万一の際はBCPを発動し、可及的短期間での生産復旧に努める。（顧客被災への対応は困難）
- 新型感染症の流行により事業継続が困難になるリスク
→新型コロナの感染状況を注視するとともに、拡大兆候の際は厳重な衛生管理体制を適用することで、社内での感染拡大防止を徹底、事業継続に努める。

上記リスクは、JX金属の経営層が参画する全社リスクマネジメントプロセスにおいて、リスクの状況や対応のモニタリングを実施の上、対策立案・影響低減を図る。
甚大なリスクが万一現実化した場合、或いは現実化する兆候がある場合は、事業の中止も検討する。

