

事業戦略ビジョン

実施プロジェクト名：
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
実施者名：住友化学株式会社
代表名：代表取締役社長 岩田 圭一

(コンソーシアム実施者 (再委託先除く) : 株式会社JERA)

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

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

資源の制約や環境規制等の変化により電池リユース・リサイクル産業が急拡大すると予想

カーボンニュートラルを踏まえたマクロトレンド認識

(社会面)

- 温暖化対策の必要性が増し、電動車 (xEV) への関心や受容性、ニーズが高まる。

(経済面)

- xEVの普及が進む一方、希少資源の確保に関する課題が顕在化する。
- 電池の生産からxEVの生産、電池リサイクルを含む、サプライチェーンが世界各地で形成される。

(政策面)

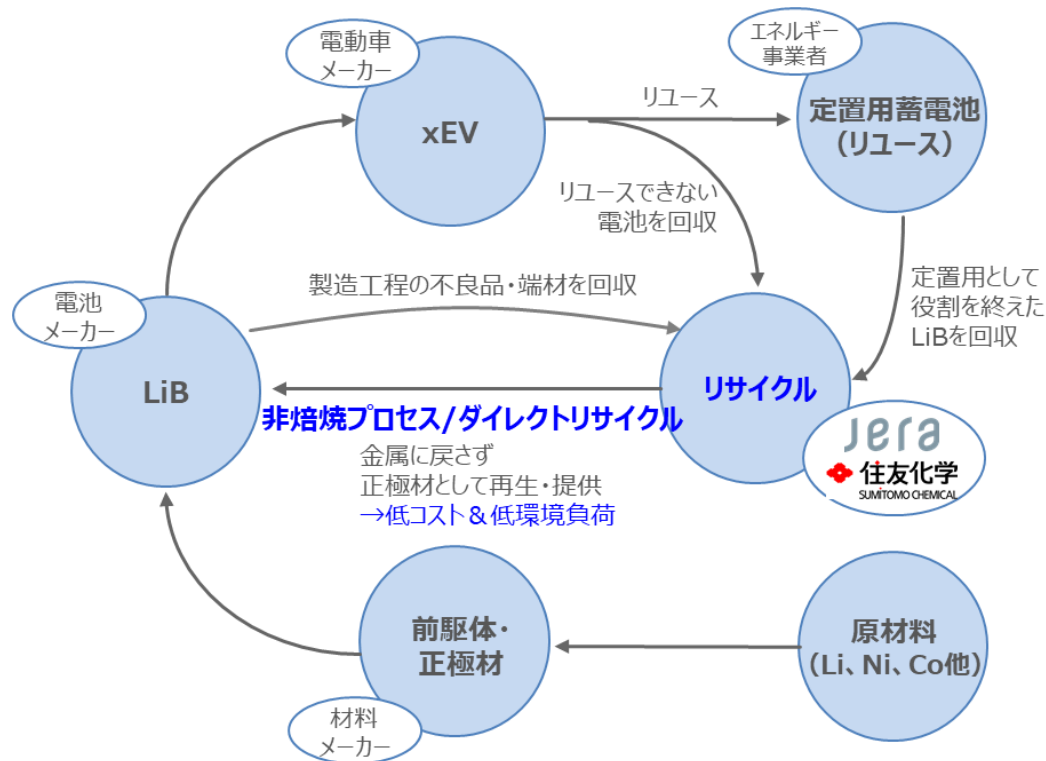
- xEVの普及を後押しする補助金制度が世界各国で整備される。
- 欧州バッテリー規則案により、xEV向けの電池にはCO2排出量の表示やリサイクル材の使用が義務付けられる。
- 企業の環境対応に関する情報開示が義務化され、電池リサイクルを含むカーボンニュートラルへの取り組みが企業価値向上に不可欠な要素となる。

(技術面)

- リチウムイオン電池の性能が高まり、xEVの航続距離が内燃機関車に匹敵するレベルに到達する。
- 希少資源確保に向け、リチウムイオン電池のリサイクル技術の必要性が高まる。

- 市場機会：xEV市場の成長をとらえた、リチウムイオン電池リサイクルのニーズの高まり
- 社会・顧客・国民等に与えるインパクト：電池に用いる金属資源を使用後も国内で有効活用し、国内の電池・xEV産業の資源リスクを低減

カーボンニュートラル社会における産業アーキテクチャ



- 当該変化に対する経営ビジョン
サステナビリティ推進基本原則：
経済価値と社会価値の創出 (「自利利他 公私一如の推進」)

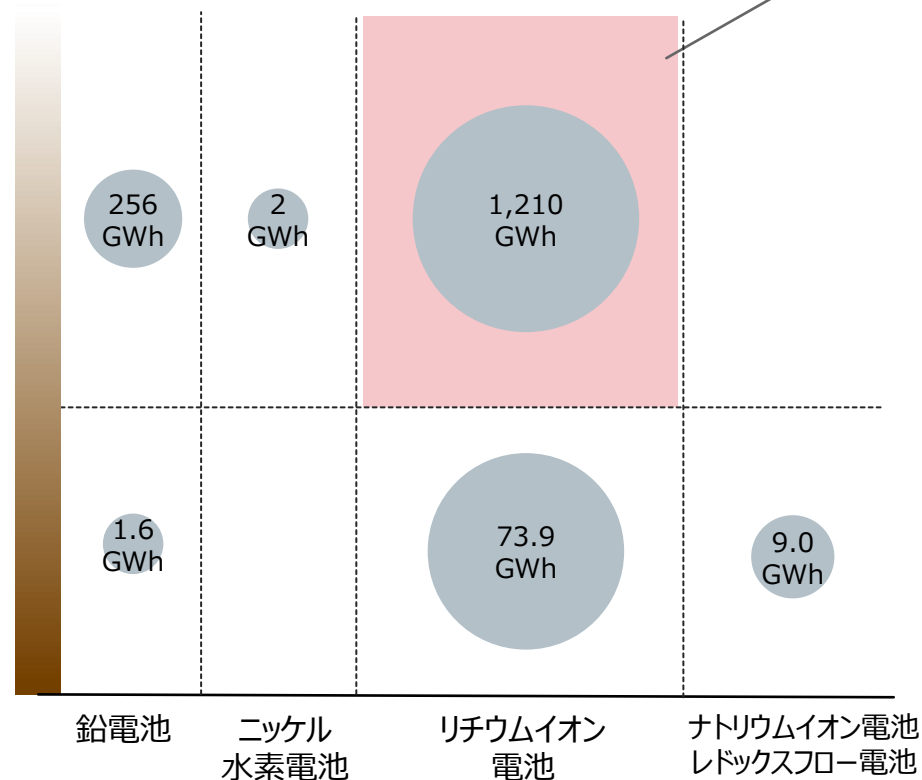
1. 事業戦略・事業計画 / (2) 市場のセグメント・ターゲット

蓄電池市場における車載用リチウムイオン電池 (LiB) をリサイクルのターゲットとして想定

セグメント分析

- 10年後の蓄電池シェアの約78% (容量ベース) を占めるリチウムイオン電池のリサイクル技術開発に注力

2030年蓄電池市場のセグメンテーション (※1)



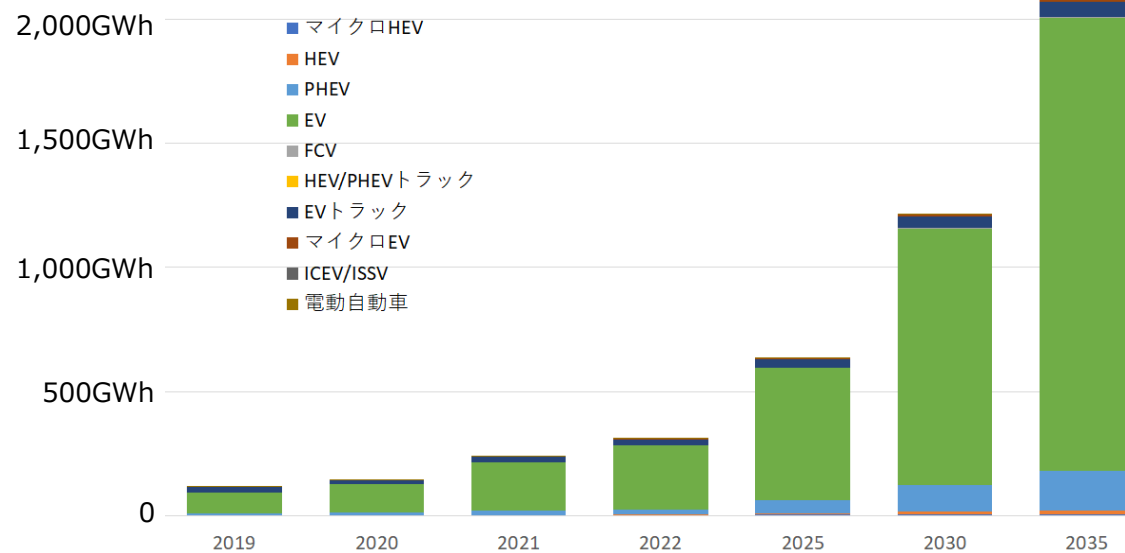
ターゲットの概要

市場概要と目標とするシェア・時期

2030年でリサイクル対象となるLiBは43GWh分発生すると予想

<前提条件>

- EV、PHEV等に搭載されているLiBの使用年数を10年、使用済LiBの70%がリユース、残り30%がリサイクルされると仮定。また、リユース電池の耐用期間を4年と仮定。



車載用リチウムイオン電池の市場予測 (世界) (※1、2)

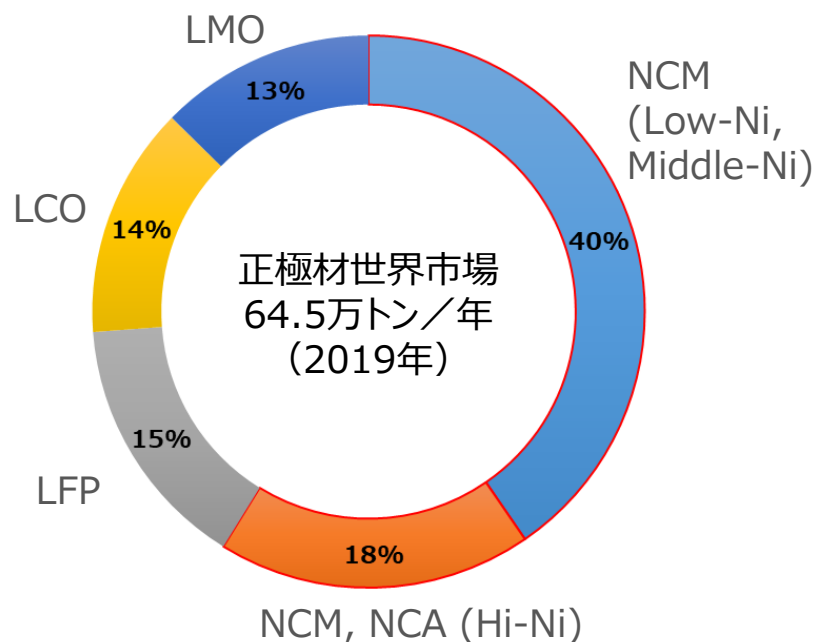
※1: エネルギー・大型二次電池・材料の将来展望2021-電動自動車・車載電池分野編- (富士経済)
 ※2: エネルギー・大型二次電池・材料の将来展望2021-ESS・定置用蓄電池分野編- (富士経済)

1. 事業戦略・事業計画 / (2) 市場のセグメント・ターゲット

正極材リサイクル市場のうち、リサイクル価値の高いNCM、NCAをターゲットとして想定

セグメント分析

- ✓ LiB用正極材のうち、xEVに用いられるのは主にNCM、NCA、LFPである。このうち、リチウム、ニッケル、コバルトを多く用いるNCMとNCAは、使用済みLiBや製造工程の端材・不良品からリサイクルする価値は高い。



NCM：三元系（ニッケル-コバルト-マンガン）
NCA：三元系（ニッケル-コバルト-アルミニウム）
LFP：リン酸鉄リチウム
LCO：コバルト酸リチウム
LMO：マンガン酸リチウム

Low-Ni：Ni含量～33%
Middle-Ni：Ni含量～66%
Hi-Ni：Ni含量66%～

出典：2020 電池関連市場実態総調査（富士経済）

ターゲットの概要

- 今後大きく成長するxEV市場に合わせ、NCM、NCA市場も拡大すると見込まれる。
- 一方、リチウム、ニッケル、コバルトの鉱物資源の安定的確保、さらには欧州バッテリー規則案に代表されるLiBのライフサイクルを通じたCO2排出量低減やリサイクル促進の制度の整備が進み、2035年には使用済み正極材の多くは電池用途として再利用されると予想される。
- 当社は正極材リサイクル市場の中で、以下の数量規模を目指す。

	2035年 正極材世界市場 ⁽¹⁾	2035年 正極材リサイクル 世界潜在市場 ⁽²⁾	2035年 当社ターゲット数量
HEV, PHEV, EV向け正極材	333万トン	128万トン	0.5～2万トン

(1) 富士経済資料より、当社推計

(2) 富士経済資料より、当社推計。車載用電池の使用年数を10年、使用済み電池の7割をリユース、残り3割をリサイクルと仮定。リユース電池の耐用期間を4年と仮定。また、電池あたりの正極材重量をHEV:3kg/台、HEV:20kg/台、EV:100kg/台と仮定。

<想定注カターゲット>

- HEV、PHEVの使用済みLiBからLow-Ni NCMをダイレクトリサイクルやアップサイクルにより再生し、電池メーカーに販売、国内のHEV、PHEV向けに供給する。
- さらに、PHEVやEVの使用済みLiBからMiddle-Ni NCM、Hi-Ni NCM、NCAをダイレクトリサイクルにより再生し、EV市場へ供給する。

xEV	使用される正極材
HEV（ハイブリッド）	Low-Ni NCM
PHEV（プラグインハイブリッド）	Low-Ni / Middle-Ni NCM
EV（電気自動車）	Middle-Ni, Hi-Ni NCM / NCA

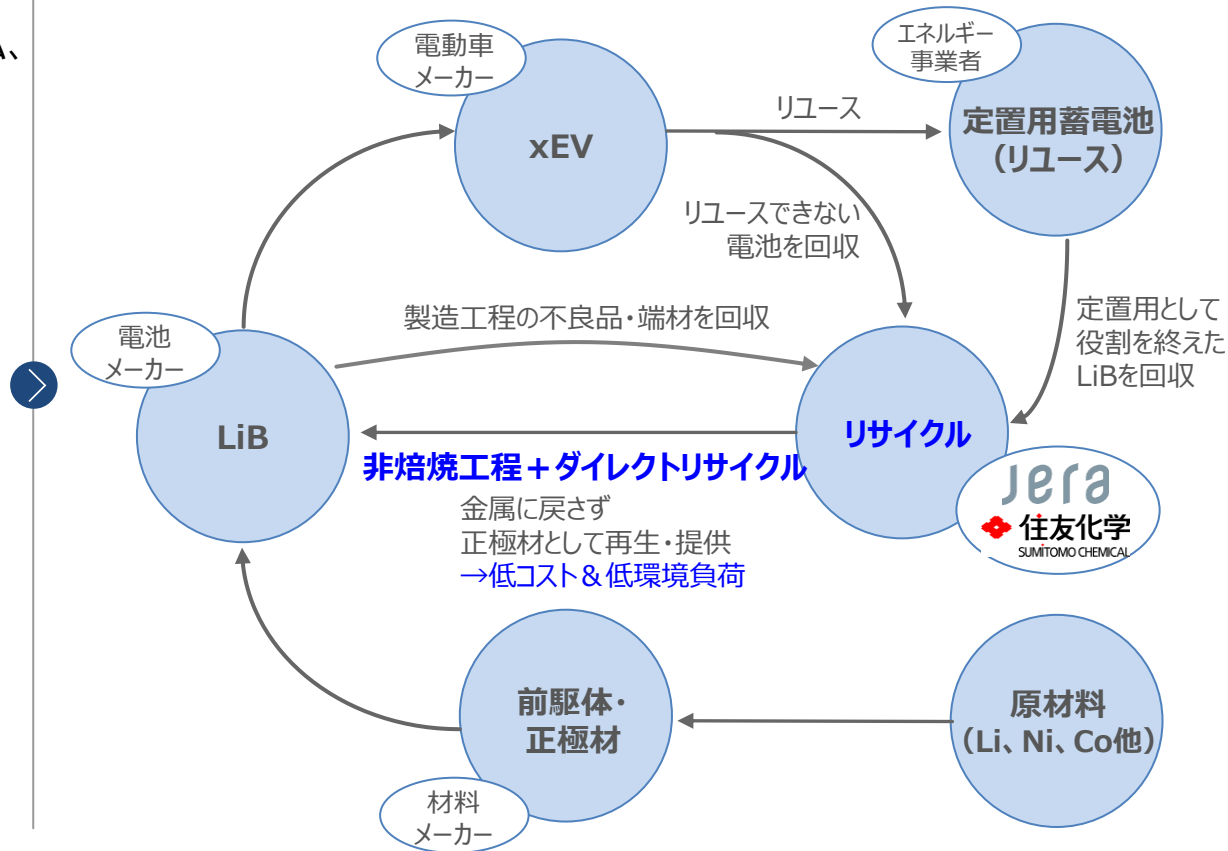
1. 事業戦略・事業計画 / (3) 提供価値・ビジネスモデル

非焙焼工程とダイレクトリサイクルの組み合わせで、LiBリサイクルの低コスト化・環境負荷低減を実現する事業を創出

社会・顧客に対する提供価値

- 資源確保
 - LiBに用いられるリチウム、ニッケル、コバルトの海外依存の緩和
 - 資源の国内有効活用
- 環境負荷低減
 - LiBリサイクル工程のCO2排出量や廃棄物処理を低減
- 経済性
 - xEVやLiBの社会実装を促進

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



【提供価値】

- 焙焼プロセスと湿式・乾式プロセスの組み合わせによる従来のリサイクルとは異なり、金属・金属塩に戻ることなく正極活物質へと再生するため、リサイクルループ全体として環境負荷低減と経済性（低コスト）が両立。
- 従来法では難しいとされてきたリチウムのみならず、ニッケル、コバルトの回収率も高く、国内の資源循環・確保の観点からも価値がある。

【ビジネスモデル】

- 使用済み電池の処理を自動車メーカーから受託し、非焙焼工程とダイレクトリサイクルを組み合わせることで正極材を再生し、電池メーカーに販売する正極材リサイクルビジネスを目指す。
- LiBの製造工程で発生する不良品や端材からの正極材についても、同様のビジネスを狙う。

【研究開発がビジネスモデル実現に果たす役割】

- 前記ビジネスモデルの実現には、使用済み正極材を金属に戻さず正極材として直接再生する非焙焼工程とダイレクトリサイクルの技術開発が必須である。

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)

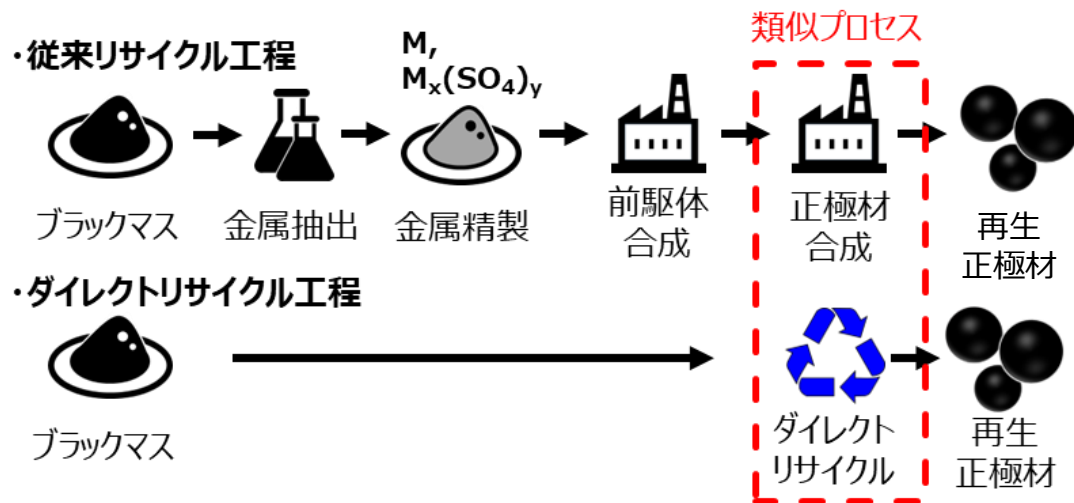
標準化を活用し、リサイクル正極材の品質と性能の客観的証明を推進

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

- 本技術は製造工程の簡略化が可能であり他のリサイクル技術では実現できない低環境負荷プロセスの実現が可能。

⇒ **リサイクル正極材のCO2排出量を標準化し、
他リサイクル技術と比較して本技術の優位性を確認する。**

- 本技術は、前駆体製造が不要、また低環境負荷であることから新たな正極材製造技術とも捉えることができる。
他のリサイクル技術よりも付加価値が高いことをアピールする。
- 自動車・電池メーカーと共同で、①品質、②電池構造、使用方法、リサイクルループといった環境の整備を目指すことで技術の普及を図る。



国内外の動向・自社の取組状況

(国内外の標準化や規制の動向)

- 米国インフレ抑制法の成立により、税額控除の恩恵を受けるために、Co等金属は、北米でリサイクルあるいは、一定の割合で北米自由貿易協定下で取引される必要がある。

1. 事業戦略・事業計画 / (4) 経営資源・ポジショニング

社会・顧客に対して電池リサイクルプロセスの低コスト化と環境負荷低減という価値を提供

自社の強み、弱み (経営資源)

ターゲットに対する提供価値

- 従来リサイクル方式、さらには金属資源からの正極材製造に比べ、低コストかつ低CO2排出であるダイレクトリサイクルを通じ、xEVの社会実装を促進
- 従来リサイクル方式に比べて金属回収率が高いことから、日本国内の資源循環・確保に貢献

自社の強み

- ダイレクトリサイクルの基本特許や有力なアカデミアとの連携による技術開発力、オープンイノベーションの活用実績
- 無機材料事業で培ってきた有形・無形資産
 - 基盤技術 (プラント設計、分析法等)、焼成技術

自社の弱み及び対応

- 使用済みLiBからの正極合材の回収
 - 正極合材回収の特徴ある技術を持つJERAと共同で開発を推進

他社に対する比較優位性

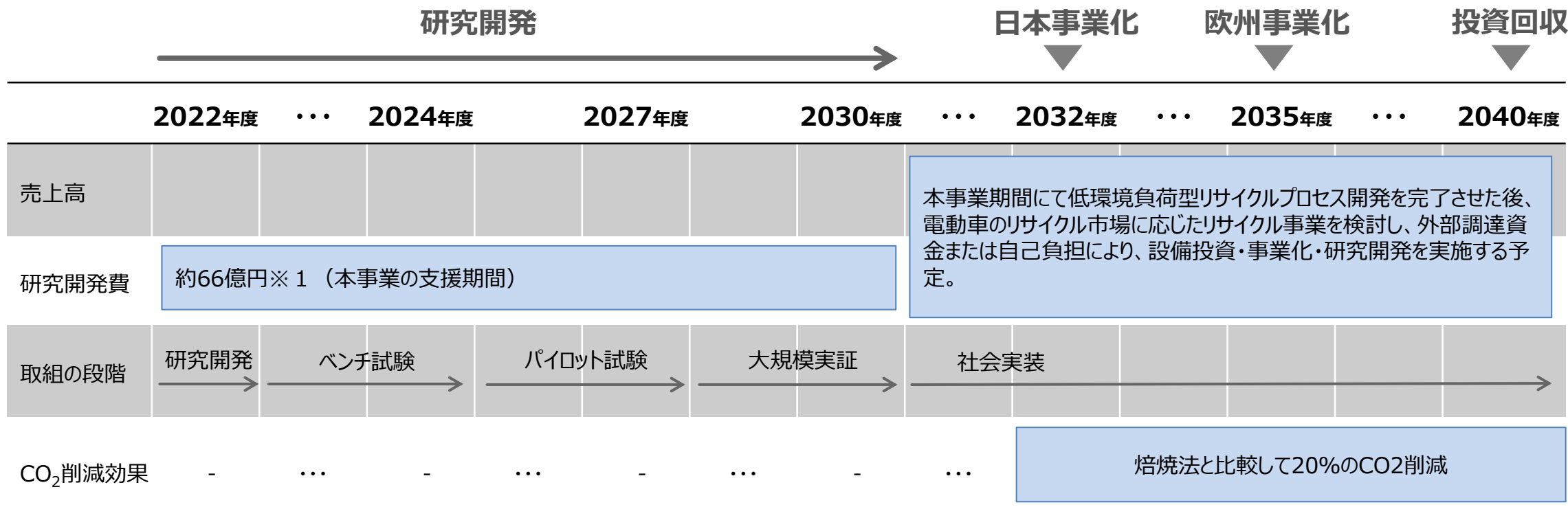
	技術	顧客基盤	サプライチェーン	その他経営資源
自社	<ul style="list-style-type: none"> (現在) ダイレクトリサイクルの基本特許を保有 無機材料事業で培った関連基盤技術 <p style="text-align: center;">↓</p> <ul style="list-style-type: none"> (将来) 多様な正極材に適用できるダイレクトリサイクル技術を確立 リチウム・ニッケル・コバルトの高い回収率に加え、コスト・CO2排出量における競争力も備えたプロセスを実現 	<ul style="list-style-type: none"> (現在) セパレータ事業や正極材事業開発で構築をした国内外の電池メーカーとの関係 <p style="text-align: center;">↓</p> <ul style="list-style-type: none"> (将来) 国内の自動車メーカーや電池メーカーへ再生正極材を販売、さらに欧州へ事業を拡大 	<ul style="list-style-type: none"> (現在) ReBaaS協議会に加入、将来の顧客と見込む自動車メーカーや電池メーカーと関係構築を開始 <p style="text-align: center;">↓</p> <ul style="list-style-type: none"> (将来) 自動車メーカーや電池メーカーからの使用済み電池や工程端材の処理を事業化 国内における資源循環を目指す 	<ul style="list-style-type: none"> (現在) 電池研究で随一の京都大学で電池研究の産学共同講座を運営中 <p style="text-align: center;">↓</p> <ul style="list-style-type: none"> (将来) 国内で技術確立後、国内外の他社へのライセンスを通じて、事業の成果最大化を検討
正極材メーカー A社 (国内)	<ul style="list-style-type: none"> 乾式・湿式精錬による金属・金属塩回収 リチウムの回収は技術的難易度が高い 湿式精錬で多量の薬剤を使うため、環境負荷が高いと考えられる 	<ul style="list-style-type: none"> 回収した金属や金属塩を自社の正極材原料として使用 	<ul style="list-style-type: none"> 正極材メーカーとして実績 	<ul style="list-style-type: none"> 正極材合成に用いる金属鉱山へのアクセス
正極材メーカー B社 (海外)	<ul style="list-style-type: none"> 乾式・湿式精錬による金属回収 リチウムの回収は技術的難易度が高い 	<ul style="list-style-type: none"> 回収した金属を自社の正極材の原料として使用 	<ul style="list-style-type: none"> 欧州において複数の事業者と電池リサイクルに関するパートナーシップを締結 	<ul style="list-style-type: none"> 正極材合成に用いる金属鉱山へのアクセス

1. 事業戦略・事業計画 / (5) 事業計画の全体像

10年間の研究開発後、2032年の事業化2040年頃の投資回収を目指す(日本 + 欧州ケース)

【日本 + 欧州ケース試算前提】

- 日本に加えて欧州バッテリー規則案によりバッテリーリサイクル市場の活性化が予想される欧州に事業展開するケースを想定
- 国内においては、2032年に工場立ち上げと事業化、欧州においては、2035年に進出を想定、事業期間は2046年までの15年間と設定
- 国内・欧州ともに2040年まで段階的な設備投資を実施、2041年以降は2040年断面の設備にて処理可能な台数を処理する想定



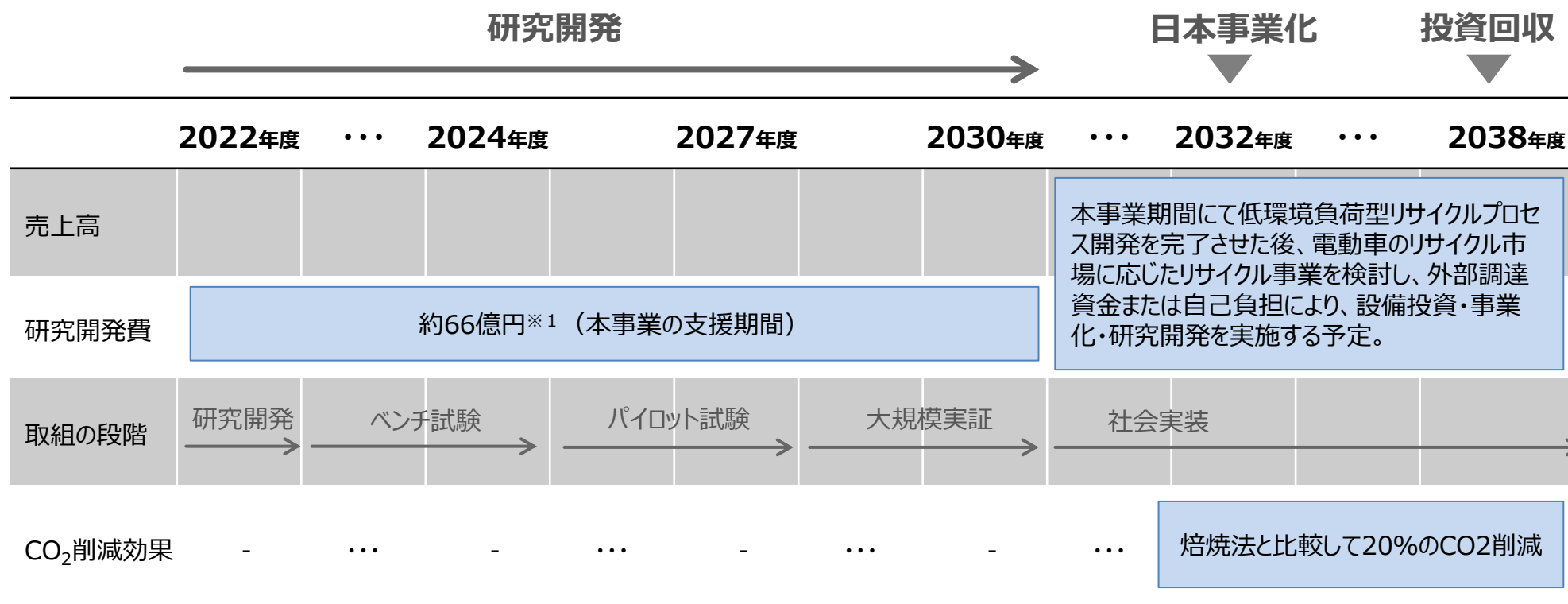
※1 : コンソーシアム全体の合計金額

1. 事業戦略・事業計画 / (5) 事業計画の全体像

10年間の研究開発後、2032年の事業化2038年頃の投資回収を目指す（日本ケース）

【日本ケース試算前提】

- 2032年に国内工場立ち上げと事業化、また生産能力増強は実施しない最小ケースを想定
- 国内においては、2032年に工場立ち上げと事業化、事業期間は2046年までの15年間と設定



※1：コンソーシアム全体の合計金額

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">① 知財・標準化戦略 当社が保有するダイレクトリサイクルの基本特許をベースに、ライセンスも見据えた特許網の構築を検討する。② オープンイノベーション 京都大学への再委託により、様々な正極材に適用可能なダイレクトリサイクルの条件を検討する。③ PoCによる顧客ニーズの確認	<ul style="list-style-type: none">• 国内での使用済みLiB回収からLiB材料供給までを考慮し、最適な立地・設備を検討する• ダイレクトリサイクルの設備の投資額抑制や工期短縮を狙い、既存の正極材焼成の技術・設備の活用を検討する	<ul style="list-style-type: none">• 現行正極材や従来リサイクル方式由来の正極材からの置き換えを働きかける• 低環境負荷を付加価値とするバリューベースプライシングを検討する
進捗状況	<ul style="list-style-type: none">① ダイレクトリサイクル技術の特許ポートフォリオに従い出願実施中② 京都大学にて再生正極材の結晶構造と電池特性の相関関係の評価を推進中③ 国内自動車・電池メーカーにニーズをヒアリングし検討項目を整理中	<ul style="list-style-type: none">• パイロット、大規模実証設備での設備投資額抑制や工期短縮を狙い、ベンチ設備の装置構成の見直しを実施	<ul style="list-style-type: none">• 国内出願済みのプロセス特許の国際特許出願およびJERAとの共同出願の協議を実施
国際競争上の優位性	<ul style="list-style-type: none">• 再委託先の京都大学は、電気化学・電池の分野で世界有数の実績を持つ。当社は同大に電池材料に関する共同講座を設けるなど関係が深く、サイエンスの理解に立脚した開発を推進できる• 欧州バッテリー規則案に対応できるリサイクル技術として、特に欧州での競争力が高いと考えられる	<ul style="list-style-type: none">• ダイレクトリサイクルは、海外で多く実施されている乾式・湿式方式に比べて工程数や設備規模を簡素化できる	<ul style="list-style-type: none">• 技術レベルの高い電池メーカーや自動車メーカーが国内に存在するため、これらメーカーでの採用を加速させることで、社会実装までの時間の短縮化が期待できる

1. 事業戦略・事業計画 / (7) 資金計画

国の支援に加えて、約35億円規模の自己負担を予定

	2022年度	...	2030年度	...	NX年度
事業全体の資金需要	約66億円※2				本事業期間にて低環境負荷型リサイクルプロセス開発を完了させた後、電動車のリサイクル市場に応じたリサイクル事業を検討し、外部調達資金または自己負担により、設備投資・事業化・研究開発を実施する予定。
うち研究開発投資	約66億円※2				
国費負担※1 (委託又は補助)	約31億円※2				
自己負担	約35億円※2				

※1 : インセンティブが全額支払われた場合

※2 : コンソーシアム全体の合計金額

2. 研究開発計画

2. 研究開発計画 / (1) 研究開発目標

低環境負荷型リサイクルプロセスを技術確立するために必要な複数のKPIを設定

研究開発項目	アウトプット目標		
研究開発内容	KPI	KPI設定の考え方	
1-2. 蓄電池のリサイクル関連技術開発	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		
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	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	リサイクルプロセスの競争力（経済性）を確保するため	
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）	リチウム回収率 $\geq 80\%$ ニッケル回収率 $\geq 95\%$ コバルト回収率 $\geq 95\%$	国内の資源循環を有効にするため 欧州バッテリー規則案に対応するため	
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）	電池容量回復率 $\geq 95\%$ (使用前正極材との特性比)	車載向け電池用途として使用可能な正極材特性を得るため	
3. ダイレクトリサイクルの技術実証（住友化学）	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	十分なCO2削減効果を得るため	

2. 研究開発計画 / (2) 研究開発内容

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

	KPI	現状	達成レベル	解決方法(検証)	実現可能性 (成功確率)
<p>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</p> <ol style="list-style-type: none"> 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) 	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) と比較して各々同等以下のコスト	従来リサイクル法で必要な金属抽出・精製、前駆体合成が不要であり、ラボレベルで同等のコストと推算 【TRL: 4】	大規模実証においてKPIを達成【TRL: 7】	<ul style="list-style-type: none"> • 材料分離回収工程の最適化 (JERA) <ul style="list-style-type: none"> ➢ 処理速度向上に向けた自動化 • ダイレクトリサイクルの工程設計 (住友化学) <ul style="list-style-type: none"> ➢ 固定費を抑制する装置構成・選定 ➢ 変動費を抑制できる工程条件確立 	技術コンセプトとして工程数が少なく、実現可能性が高い
	リチウム回収率 ≥ 80% ニッケル回収率 ≥ 95% コバルト回収率 ≥ 95%	正極材としてラボレベルで90%の回収が可能 【TRL: 4】	大規模実証においてKPIを達成【TRL: 7】	<ul style="list-style-type: none"> • 材料分離回収工程の最適化 (JERA) <ul style="list-style-type: none"> ➢ 電気パルス装置・条件の最適化 ➢ その他の分離回収装置の最適化 • ダイレクトリサイクル工程の最適化 (住友化学) <ul style="list-style-type: none"> ➢ 焼成、水洗、乾燥工程におけるプラント設計・歩留まり向上 ➢ 各工程品質管理 	技術コンセプトとして工程ロスが少なく、実現可能性は高い
	電池容量回復率 ≥ 95% (市販正極材との特性比)	ラボレベルの評価にて95%以上の容量回復率を達成済 【TRL: 4】	大規模実証においてKPIを達成【TRL: 7】	<ul style="list-style-type: none"> • ダイレクトリサイクル工程を考慮した材料分離回収工程の検討 (JERA) <ul style="list-style-type: none"> ➢ 電極を含む処理容器の最適設計、パルス条件の最適化 • ダイレクトリサイクルの工程及び条件の最適化 (住友化学) <ul style="list-style-type: none"> ➢ アップサイクルによる抵抗低減や容量向上等の検討 	ラボレベルの検証結果から、スケールアップをクリアできれば実現可能性は高い
	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	<ul style="list-style-type: none"> • 分離回収工程は焙焼法と比較して47%のCO2削減が可能 • 主なCO2排出工程であるダイレクトリサイクル工程はラボ検討より金属精錬 + 正極材合成工程と比較し20%のCO2削減が可能と推算 【TRL: 4】 	大規模実証においてKPIを達成【TRL: 7】	<ul style="list-style-type: none"> • 各工程投入エネルギーの算出 (JERA) <ul style="list-style-type: none"> ➢ 分離回収工程へのエネルギー投入量精査 • ダイレクトリサイクルの工程設計 (住友化学) <ul style="list-style-type: none"> ➢ ダイレクトリサイクル工程へのエネルギー投入量試算、精査 ➢ CO2排出量を抑制できる装置構成・選定 ➢ CO2排出量を抑制できる工程条件確立 	技術コンセプトとして工程数が少なく、実現可能性が高い

2. 研究開発計画 / (2) 研究開発内容 (これまでの取組)

各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗度

研究開発内容	直近のマイルストーン	これまでの (前回からの) 開発進捗	進捗度
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)	回収率向上およびダイレクトリサイクル工程の要求仕様に応じた各プロセスの要素開発	<u>各工程</u> <ul style="list-style-type: none">回収率の向上に向けて電気パルス発生装置等の設計、評価手法の確立などの試験準備を実施。 <u>全体</u> <ul style="list-style-type: none">ダイレクトリサイクル工程において不純物となる可能性のある物質を住友化学と洗い出し、電池材料分離回収プロセスの各工程における不純物低減に向けた取り組み内容を整理した。	○ 現在、各工程において試験準備を進めている段階で計画通り進捗しているため。
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)	<ul style="list-style-type: none">ラボ設備にてLow-Ni正極材に対して容量回復率の見込めるプロセスの確立要求仕様に基づいたプロセスの要素開発	<u>工程条件</u> <ul style="list-style-type: none">ラボ設備にて使用済正極材の容量回復できるプロセスを確立した。 <u>製品化技術</u> <ul style="list-style-type: none">製品化に、国内自動車、電池メーカーと再生正極材の品質についての協議を開始した。	○ ラボでのプロセス条件が固まりつつあり、計画通り進捗しているため。
3. ダイレクトリサイクルの技術実証 (住友化学)	ベンチ設備の焼成設備の方式・材質選定	<ul style="list-style-type: none">ベンチ設備用地の確保、設計を実施済焼成設備の材質選定に向けた準備を開始した。	○ ラボ設備設置に向けた準備が計画通り進捗しているため。

2. 研究開発計画 / (2) 研究開発内容 (今後の取組)

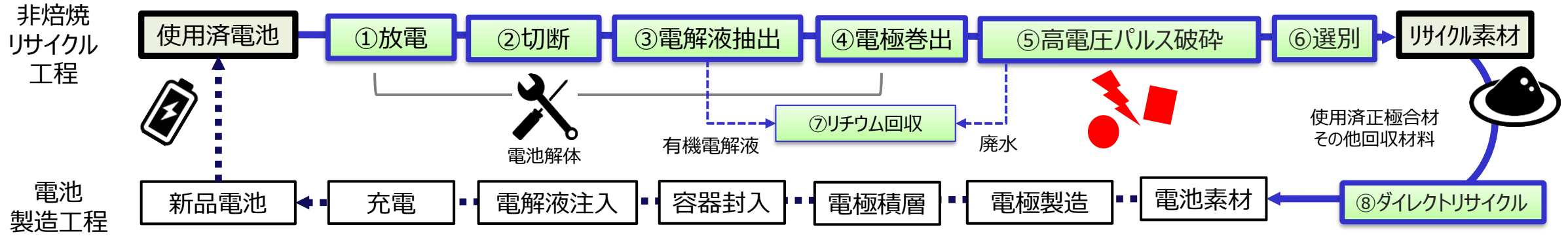
個別の研究開発における技術課題と解決の見通し

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. 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)	回収率向上およびダイレクトリサイクル工程の要求仕様に応じた各プロセスの要素開発	<u>①放電</u> 銅溶出を抑制した放電条件の探索が必要 <u>③電解液抽出</u> 本プロセスに好適な洗浄溶媒の選択が必要 <u>⑦リチウム回収</u> 今後リチウム回収速度向上に関する検討が必要 ※①、③、⑦の課題を特記。	<u>①放電</u> 放電レートと終了電圧の最適化 <u>③電解液抽出</u> 各洗浄溶媒の電解液除去の温度および時間依存性の評価 <u>⑦リチウム回収</u> 来年度より高速かつ低コストな高純度リチウム回収技術を有するQSTに委託
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)	・ラボ設備にてLow-Ni正極材に対して容量回復率の見込めるプロセスの確立 ・要求仕様に基づいたプロセスの要素開発	<u>工程条件</u> 使用済正極材を分析し、ダイレクトリサイクルで回復できる劣化を明確にすることが必要。 <u>製品化技術</u> 再生正極材の品質を明確にし、特性を調整する技術開発が必要	<u>工程条件</u> 京都大学にて使用済電池で生じている正極材の劣化分析 <u>製品化技術</u> 継続した電池メーカーとの協議 電池特性とプロセス条件の相関評価
3. ダイレクトリサイクルの技術実証 (住友化学)	ベンチ設備の焼成設備の方式・材質選定	・材質試験により、プロセスに適した材質探索が必要。	・住友化学に焼成設備材質の蓄積があり候補材料は選定済

2. 研究開発計画／参考資料

非焙焼分離回収＋ダイレクトリサイクル工程

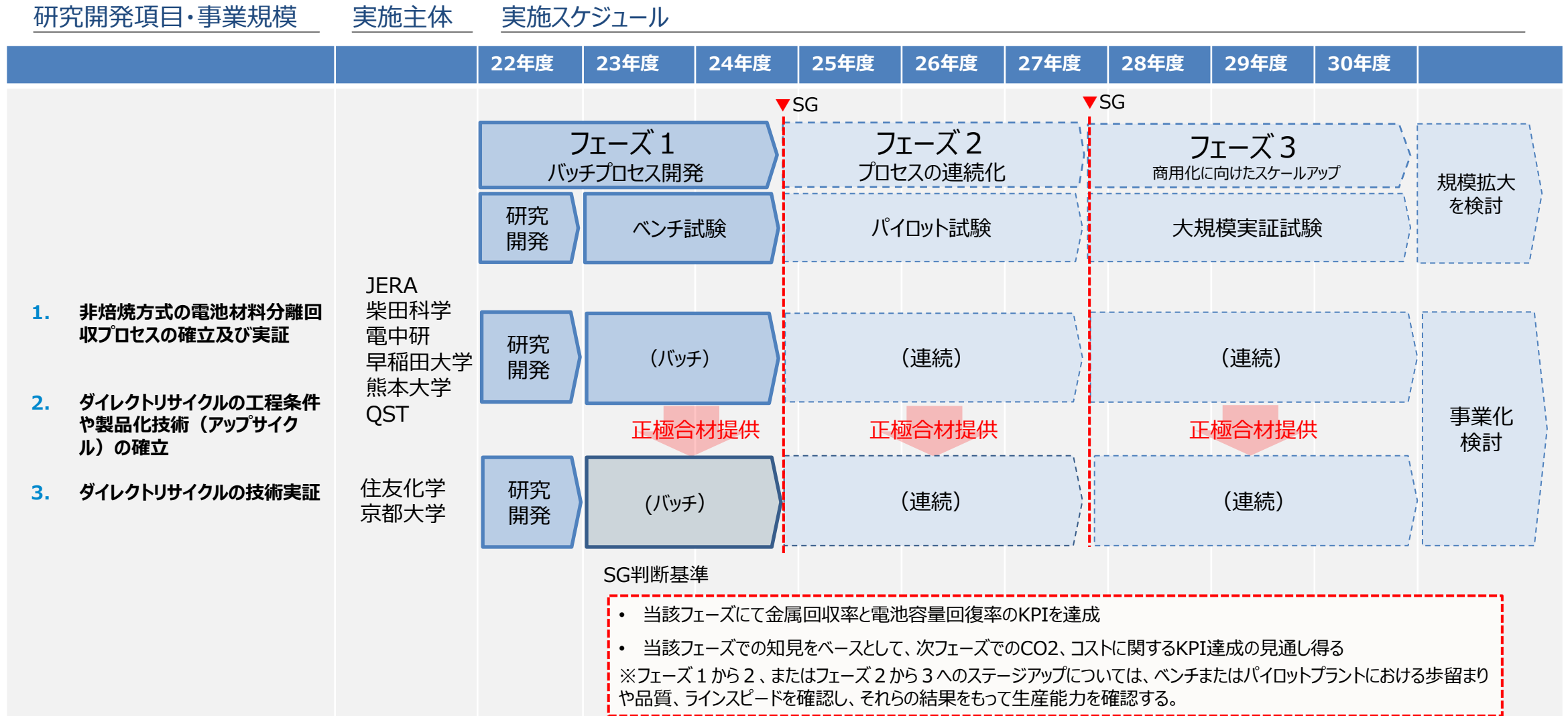
■ 提案する非焙焼リサイクル法は使用済電池を放電から始まる下記工程で構成



工程	概要
①放電	安全な切断のための残電力の解放
②切断	積層電極の取り出し
③電解液抽出	危険物の除去（可燃性・腐食性）
④電極巻出	積層電極の分離（正極・負極）
⑤高電圧パルス破碎	水中での母材からの正極合材剥離
⑥選別	固液分離による正極材の選別回収
⑦リチウム回収	有機電解液と廃水からのリチウム透析回収
⑧ダイレクトリサイクル工程	金属回収ロス最小限化
	低コスト・低環境負荷を両立した工業化
	正極材再生条件の最適化

2. 研究開発計画 / (3) 実施スケジュール

複数の研究開発を効率的に連携させるためのスケジュールを計画



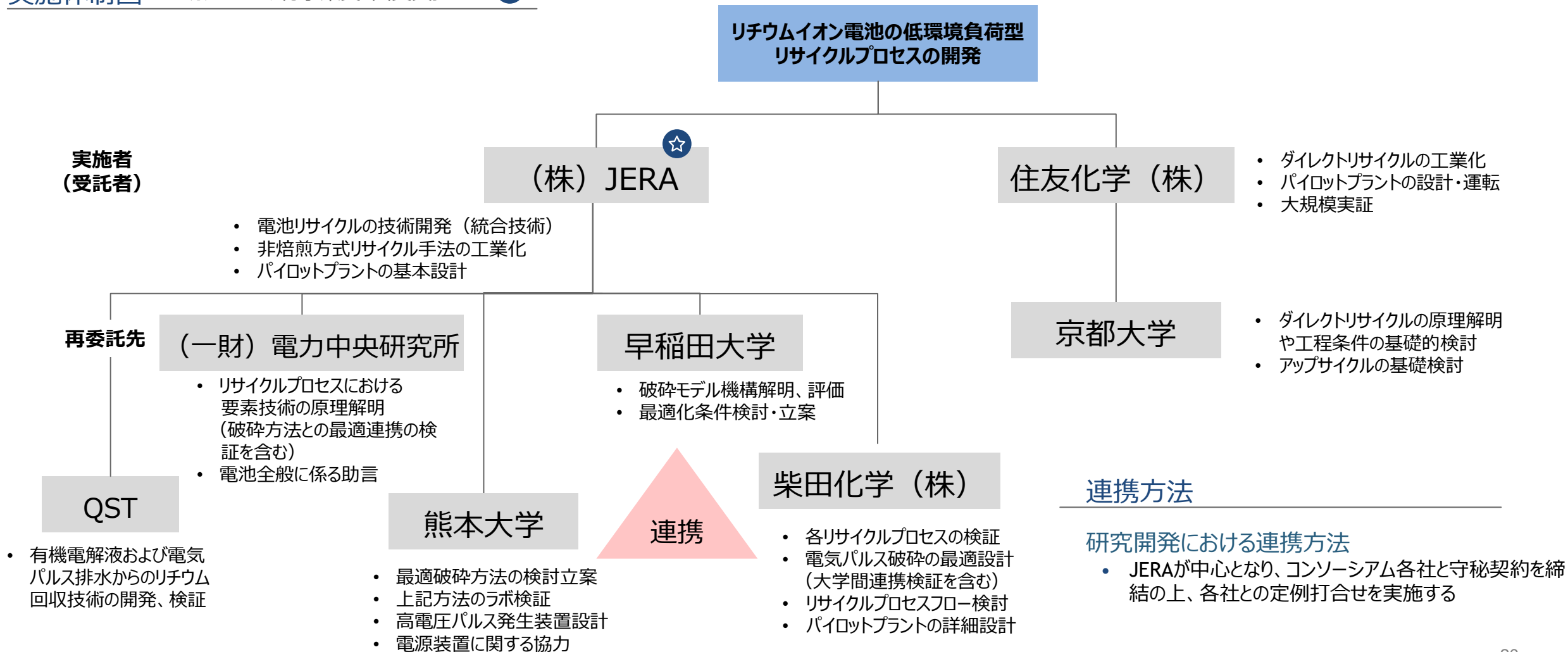
2. 研究開発計画 / (4) 研究開発体制

JERAは非焙焼分離回収工程、住友化学はダイレクトリサイクル工程を担当

実施体制図

※金額は、総事業費/国費負担額 ☆ 幹事企業

コンソーシアムの総事業費/国費負担額：66億円/31億円



2. 研究開発計画 / (5) 技術的優位性

国際的な競争の中においても技術等における優位性を保有

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
1-2 蓄電池のリサイクル 関連技術開発	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 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)	<ul style="list-style-type: none">• JERAの蓄電池リユース・リサイクルに関する実証による知見• 柴田科学製 電気パルス装置• 早稲田大学、熊本大学の電気パルス装置に関する知見・研究基盤• 電力中央研究所の電池リサイクルに関する知見・研究基盤• QSTのリチウム回収に関する知見・研究基盤	<ul style="list-style-type: none">• リユース・リサイクル事業の両方に取り組むことにより蓄電池を最大限活用した事業展開が可能• 非焼却工程全体と電気パルス装置に関する知財を獲得予定• 電気パルス装置の原理解明、最適化が可能• 非焙焼分離回収工程 (JERA) とダイレクトリサイクル工程 (住友化学) 全体の最適化が可能• 特許取得済高性能リチウム分離膜LiSMICを活用した回収率向上に寄与する検討が可能
		<ul style="list-style-type: none">• 住友化学の無機材料設計やプロセス開発の研究基盤	<ul style="list-style-type: none">• 世界的に競争力のある無機材料事業で培ってきた有形・無形資産に優位性あり (プラント設計、分析法等)• ダイレクトリサイクルの基本特許や有力アカデミアとの連携による技術開発力、オープンイノベーションの活用実績
		<ul style="list-style-type: none">• 京都大学の世界有数の電池及び関連材料の研究基盤	<ul style="list-style-type: none">• 電池設計の観点から、再生正極材の総合的な検討が可能

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／（1）組織内の事業推進体制

組織内役割分担

研究開発責任者と担当部署

- 研究開発責任者
 - エネルギー・機能材料研究所所長 研究テーマ統括
- 担当チーム
 - 分析・評価チーム
 - 工業化担当チーム
- 担当部署
 - エネルギー・機能材料業務室：事業化計画策定、事業化推進、プロジェクトの全体調整、進捗管理、再委託先（京都大学）との調整・進捗管理を担当
 - エネルギー・機能材料研究所：再生正極材の高度分析、評価を担当
 - 工業化技術研究所：パイロット設計及び運転を担当
 - 知的財産部：知財管理、出願戦略を担当
 - レスポンスブルケア部：標準化戦略を担当
 - 技術・研究企画部：契約、予算管理を担当

部署間の連携方法

- 月1回の月報の共有
- *カーボンニュートラル戦略審議会における経営幹部への報告会

3. イノベーション推進体制／（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 経営者等による蓄電池のリサイクル関連技術開発への関与の方針

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

- カーボンニュートラルの推進に向けた専門組織の設置

気候変動問題への対応として、当社は取締役会の下にレスポンシブル・ケア委員会及びサステナビリティ推進委員会を設置し、検討を推進してきた。これに加え、2021年2月に“カーボンニュートラル戦略審議会”（経営会議メンバーで構成）を新たに設置し、“2050年カーボンニュートラル”実現に向けた取り組みを強化している（右図）。

- 経営戦略への反映/ステークホルダーへの発信

22年度から始まる次期中期経営計画にカーボンニュートラルに向けた取り組みを織り込んだ上で、計画実行における本事業の重要性を、経営戦略説明会やESG説明会などを通じて発信していく予定である。さらには、LinkedIn等のSNSでの発信も行っていく。

- イノベーション創出に向けた組織文化の醸成

当社現有技術の活用や新規技術開発に加え、非保有技術はスタートアップ、アカデミアなどの連携を通じて獲得するオープンイノベーションも織り込んだ、“イノベーション・エコシステム”を構築し、自律的・持続的なイノベーションおよび事業創出を推奨している。本事業においても、自社リソースに加えて外部との交流・共同検討も積極的に実施していく。

● 事業のモニタリング・管理

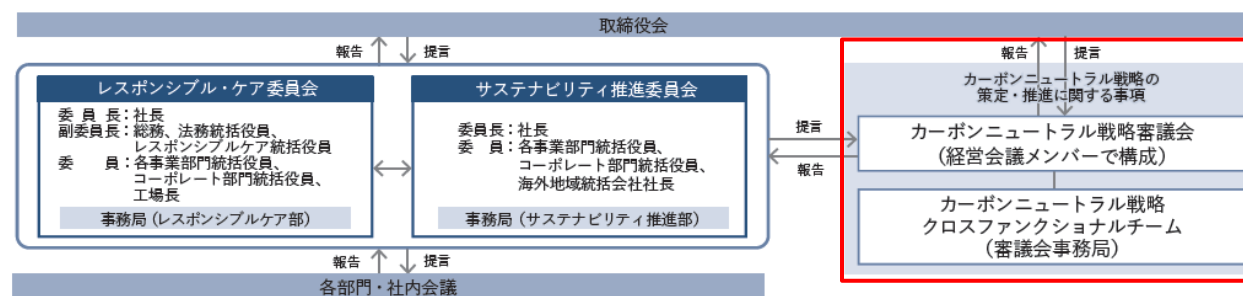
- KPIの設定

当社では持続的な価値創造のための重要課題をマテリアリティとして定義し、KPIとして「グループのGHG排出量（Scope1+2）」を設定している。本事業においても、経済性に加えてCO₂削減量をKPIとして、進捗管理する計画である。

- 経営層が参加しての審議

経営層出席の下、四半期毎に上述の「カーボンニュートラル戦略審議会」を開催している。経営層は事業の進捗状況、KPI達成状況をもとに適宜、早期事業化に向けた追加リソースの投入や改善策の指示、もしくはテーマの中断や選択・集中等を判断する。

当社の気候変動問題への対応体制



経営者等の評価・報酬への反映

● 報酬への反映

取締役報酬の判断要素の一つに年金積立金管理運用独立行政法人(GPIF)が選定したGHG排出削減をはじめとするESG指数の評価を組み入れ、同指数の評価度合いに応じて金銭的インセンティブを付与することとしている。

（参照：住友化学レポート2022 P94 役員報酬：経営陣幹部、取締役に対する報酬決定方針、手続き） https://www.sumitomo-chem.co.jp/ir/library/annual_report/

事業の継続性確保の取組

● 企業理念に基づいた継続的取組の実施

当社は、企業理念の一つとしてサステナビリティ推進基本原則を定め、「事業を通じて持続可能な社会の実現に貢献すると共に、自らの持続的な成長を実現する」ことを目指し、また、「トップマネジメント自身がサステナビリティの推進にコミットする」ことと定めている。また、経営会議等での決議を経て“2050年カーボンニュートラル”の実現に向けた当社基本戦略を定め、長期的な取り組みを進めることを決めている。

経営層交代時にも、後継者は上記方針を引き継ぎ、本事業をサステナビリティ推進の中核として着実に実施する。

3. イノベーション推進体制／(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

経営戦略の中核において正極材リサイクルを位置づけ、広く情報発信

経営会議での議論

- **カーボンニュートラルに向けた全社戦略**
 - **カーボンニュートラルグランドデザインの策定**

カーボンニュートラル戦略審議会において、当社グループの“2050年カーボンニュートラル”に向けた「カーボンニュートラル グランドデザイン」を策定している。ここでは、

「責務」：自社のGHG排出量をゼロに近づけること

「貢献」：当社グループの製品・技術を通じ、世界のGHG排出量削減に貢献すること

の2つの切り口から、化学企業として果たすべき責任・対応方針を定めている。

このうち「責務」として、当社グループのGHG排出量を2030年までに50%削減（2013年比）、2050年までにネットゼロを目指す。なお、2030年までの削減に関しては、Science Based Targetイニチアチブの認定を取り、科学的・論理的・定量的なGHG削減の取り組みを推進している。

また、「貢献」に関しては、Sumika Sustainable Solutions（環境負荷低減に資する当社製品・技術を独自に認定する制度）認定の製品・技術の普及拡大に努めるとともに、ケミカルリサイクル・炭素循環・電池材料等、世界のカーボンニュートラル実現に寄与するイノベティブな技術の早期開発・社会実装を目指すこととしている。
- **事業戦略・事業計画の決議・変更**
 - **中期経営計画への反映**

現中期経営計画（2022-2024年度）では、カーボンニュートラル実現に向けた取り組みを経営の最重要課題の一つとして再定義し、また、上記グランドデザインを基に各部門でのカーボンニュートラルに向けた具体計画に落とし込み、実行している。
 - **進捗のフォロー、社内関連部署への周知**

本事業を含むカーボンニュートラルに関わる取り組みは、カーボンニュートラル戦略審議会（四半期毎）にて進捗・方向性を確認・議論することで管理する。また、その内容は取締役会、経営会議、サステナビリティ推進委員会、レスポンシブルケア委員会で報告するとともに、工場長会議、研究所長会議で社内へ、さらには、グループ会社社長会議等でグループ会社への周知徹底し、グループ全体の取り組みとして推進していく。

ステークホルダーに対する公表・説明

- **情報開示の方法**
 - **定期公表資料への記載**

当社は、2017年6月に気候関連財務情報開示タスクフォース(TCFD)提言が公表されると同時にその支持を表明し、統合報告書（住友化学レポート）等において気候変動に関するガバナンス、リスク管理、戦略、KPIを公表している（参照：住友化学レポート2022 P41-44 気候変動の緩和と適応 TCFD提言に基づく情報開示）

https://www.sumitomo-chem.co.jp/ir/library/annual_report/

本事業の内容を含むカーボンニュートラル戦略や中期経営計画等についても、経営戦略説明会やESG説明会を通じた対外公表を実施した。
 - **プレスリリースによる公表**

本事業における研究開発の概要をプレスリリース等により対外公表した。
- **ステークホルダーへの説明**
 - **IR説明会等での説明**

事業の将来の見通しやリスクを、投資家、金融機関等のステークホルダーに対して、経営戦略説明会やESG説明会等で説明を行った。
 - **サプライヤー/顧客等への説明**

本事業の内容や効果（社会的価値）について、国民生活へのメリットに重点を置いて当社ホームページやSNSで発信を行った。

3. イノベーション推進体制／（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

プレスリリースおよびメディア掲載により本事業について広く情報発信

番号	種類	内容
1	プレスリリース	2022年4月19日 JERA・住友化学連名プレス 「電動車用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・実証事業の開始について」
2	メディア掲載	2022年8月1日 日刊工業新聞 「JERAと住友化学、正極材ダイレクト再生 非焙焼で環境負荷低減」
3	メディア掲載	2022年10月14日 日経ESG 「都市鉱山、EVで再び走り出す 価格上昇とEU電池規則が引き金に」

3. イノベーション推進体制／（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、着実に社会実装まで繋げられる組織体制を整備

経営資源の投入方針

組織

● 実施体制の柔軟性の確保

- 定期的な進捗確認・実施計画の見直し

毎年度、経営層が出席の下で「研究開発審議会」を開催し、各テーマの進捗確認及び経営資源投入方針を決定している。また、期中においても必要に応じて臨時の審議会を開催し、開発体制・手法の見直しや追加的なリソース投入等を柔軟に判断する体制を整備している。

- オープンイノベーションの活用

事業の早期社会実装に向け、自社又は本事業開始段階でのパートナーの保有技術にこだわらず、先述のイノベーションエコシステムに基づいたオープンイノベーションを積極的に検討する。

- 開発への顧客ニーズの反映

パイロット/実証プラントで製造したプロトタイプを顧客に提供し、そのフィードバックを開発方針に反映するなど、仮説の設定・検証を継続して柔軟な開発を行うことを計画している。

● 人材・設備・資金の投入方針

- 人材確保

事業開始時（2022年度）は、化学工学技術者を中心に3人材を確保した。また、2023年度以降、再委託先の京都大学では無機材料や電気化学の研究者3名程度を予定している。進捗に合わせて、工業化や製造部門からの増員を図り、ピーク時には10名程度の投入を見込む。

- 既存設備の活用

無機材料や電池材料と共通する研究開発については、既設インフラを活用することにより投資額を抑えつつ早期の社会実装に繋げる方策を検討する。

- 技術の適用拡大

技術立証・市場性確認が完了した際には、商業プラントの自社設置に加え、技術ライセンスによる普及拡大を検討する。

- 中長期的な取り組み

2050年カーボンニュートラルに向けた長期戦略を策定し、それをもとに中期経営方針を策定することで、中長期的に一貫した取り組みを推進する。また、本事業における研究開発は、全社研究開発テーマと位置付けるなど、個別の事業部門業績に左右されない体制で実施する。

● 人材の育成

- 共同研究先への若手研究者の派遣

再委託先である京都大学に研究者を派遣し、高度な専門知識を有する研究者からの直接の指導を得る機会を与える。

- 学会等への参加

上記派遣以外にも、京都大学とは相互訪問や情報交換を行い、若手研究者全体の教育機会とする。国内外の学会への参加や発表を通じてアカデミアとの交流を深め、若手人材の育成につなげる。

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、事業性に顕著な支障を来す事態に陥った場合には事業中止も検討

研究開発（技術）におけるリスクと対応

- **蓄電池分解時に発火するリスク**

→（対応）分離回収プロセスにおける放電の確認の徹底する。また、裁断後の水冷を実施する。

- **安全・環境法令を遵守した実証試験の実施**

→（対応）法令に加え、災害・環境規定を満たすように、社内規定に則り対策を講じる

- **競合技術と比べ劣位になるリスク**

これまで入手可能な公開情報をもとに従来法（焙焼法や湿式精錬）との比較を実施し、応募技術には優位性があると考えている。しかしながら、従来法で大幅な技術改良がなされた結果、提案技術が競争劣位となり、社会実装に至らないケースが考えられる。

→（対応）従来技術の開発動向のウォッチングを継続し、継続的に提案技術の競争力評価を行う。また、その結果を踏まえ、リソース投入やオープンイノベーション活用を柔軟に検討する。

社会実装（経済社会）におけるリスクと対応

- **使用済みxEVが海外に流出し、蓄電池回収量が不足するリスク（サプライチェーン上のリスク）**

→（対応）使用済み蓄電池回収スキームについて自動車業界との対話を重ね、確実な国内サプライチェーン構築を目指す。

- **収益性を確保できないリスク**

→（対応）開発プロセスが高コストになるリスクに備え、ダイレクトリサイクルの鍵になる工程の代替技術を広くウォッチングし、導入を検討する。

その他（自然災害等）のリスクと対応

- **台風 地震等により設備不具合の発生リスク**

→（対応）実証試験にて保護装置・安全停止等の動作確認を実施

- **経済情勢の変動リスク**

パンデミック、世界金融危機、その等の不可抗力により当社の経営・財務状況が著しく悪化し、事業継続が困難となる可能性がある

→（対応）外部資金調達など、持続的・継続的な事業運営に努めるとともに、技術確立後であれば技術ライセンスによる他社実施などを検討する。



- **事業中止の判断基準：**

- コスト競争力やCO2排出量の観点で明らかに優位なリサイクルプロセスが他社により開発・社会実装され、本応募技術が明らかに劣位となった場合
- 明らかに収益性が確保できないと判断された場合
- 経営状況の著しい悪化により、本提案の研究開発への投資（自己負担）が困難になった場合
- 天災等の不可抗力により、検討継続が困難となった場合