

# 事業戦略ビジョン

実施プロジェクト名：硫化物系固体電解質の量産技術開発

実施者名：出光興産株式会社、代表名：代表取締役社長 木藤 俊一

---

# 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

## カーボンニュートラル・循環型社会構築に向けたエネルギー転換の加速により蓄電池市場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）

- 世界的な地球温暖化問題の深刻化
- 移動体の価値観変化⇒人の移動からモノの移動へ、電動化、自動運転

#### （経済面）

- EV市場の急拡大とそれに伴う電力需要の急増
- 世界的なエネルギー・金属資源確保の動きと価格の高騰

#### （政策面）

- カーボンニュートラル・循環型社会構築への政策
- 各国・地域による電池サプライチェーンに関連する政策・規制の強化
- 烏－露戦争によるエネルギー・資源調達スキームの変化

#### （技術面）

- EV関連技術の進展（次世代電池、自動運転、軽量化）
- 電池のリユース・リサイクル技術の開発

### 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

カーボンニュートラル・循環型社会の構築  
電力：再エネ、水力、原発、グリーン水素及びアンモニアでの発電増  
自動車：内燃機車の販売規制

電力インフラが多様化し再構築  
⇒ 定置用電池市場拡大

パワートレインの電力への転換  
⇒ EV市場の拡大

・国・地域の政策・規制強化によるEV・電池産業の囲い込み  
・金属資源・蓄電池及び電池材料工場への大型投資  
・リユース・リサイクルの進展  
・xEV市場に異業種からの参入

- 市場機会：化石燃料から電気への転換により、蓄電池市場、特にEVや定置用などの大型電池市場が拡大。自動車産業における電動化、脱炭素化の加速（EV化）、安全性、高容量、急速充電といった性能ニーズを満たす技術として、長期スパンにおける全固体電池の普及拡大を想定
- 社会・顧客・国民等に与えるインパクト：カーボンニュートラル・循環型社会構築に向け既存のEVの課題を克服し、消費者ニーズを叶える性能を実現

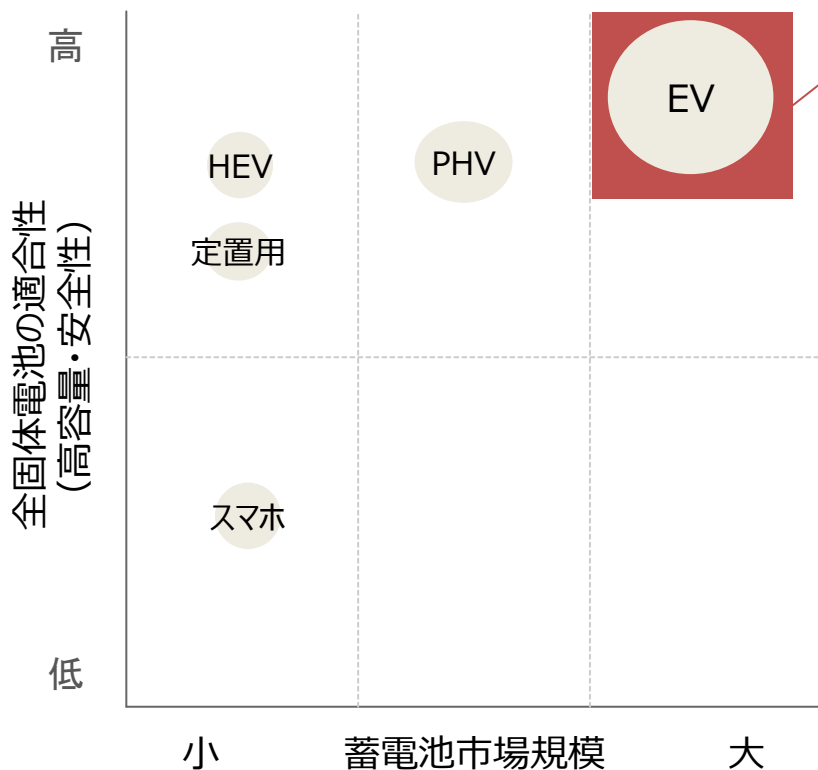
- 当該変化に対する経営ビジョン：弊社2030年ビジョン「責任ある変革者」
  - ①地球と暮らしを守る責任：カーボンニュートラル・循環型社会へのエネルギー・マテリアル転換
  - ②地域のつながりを支える責任：高齢化社会を見据えた次世代エネルギーコミュニティ
  - ③技術の力で社会実装する責任：これらの課題解決を可能にする先進マテリアル⇒「（全固体電池用）固体電解質」の事業化→「責任ある変革者」に向けた実行計画として、中期経営計画を策定、公表（2023～25年度を対象 2022年11月16日公表）

# 1. 事業戦略・事業計画／（2）市場のセグメント・ターゲット

## 拡大する蓄電池市場において、EV用蓄電池をターゲットとして選定

### セグメント分析

市場規模、全固体電池の適合性から、EV向け全固体電池用固体電解質の量産化に注力



### ターゲットの概要

#### 市場概要と目標とするシェア・時期

- ・EV市場は25年以降欧米を中心に急速に拡大し、35年には30兆円規模へと成長。
- ・全固体電池は20年代後半に採用が始まり、30年以降に本格的な市場拡大期を迎えると予想。
- ・EV用蓄電池市場における硫化物系全固体電池は、ハイクラス車格のEVから採用が始まり、30年以降適応車種拡大に伴い市場が成長。市場拡大に合わせ、他社との協業(JV、ライセンスなど)を視野に各種ビジネスモデルにて各国・地域に供給体制を構築し、材料のデファクトを勝ち取る。標準化の推進により固体電解質プラットフォームを構築し確固たる事業基盤を確立。

需要家	主なプレイヤー	消費量 (2035年)	課題	
自動車メーカー	国内外大手自動車メーカー	2,700GWh	<ul style="list-style-type: none"><li>金属資源・蓄電池の安定調達</li><li>EV・蓄電池のコスト低減</li><li>蓄電池の高容量化</li><li>充電インフラ整備</li><li>蓄電池のリユース・リサイクル構築</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>高容量・高安全蓄電池の開発</li><li>リユース・リサイクル性の高い蓄電池開発</li><li>希少金属フリー電池材料開発</li></ul>
電池メーカー	国内外電池メーカー	(2,700GWh)	<ul style="list-style-type: none"><li>電池工場投資</li><li>電池材料・金属資源安定調達</li><li>各国・地域の規制対応</li><li>蓄電池の高容量化</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>高容量・高安全蓄電池の開発</li><li>リユース・リサイクル性の高い蓄電池開発</li><li>希少金属フリー電池材料開発</li></ul>

# 1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル

## コスト競争力のある原料及び製造技術を用いて高性能な固体電解質を提供する事業を創出/拡大

### 社会・顧客に対する提供価値

全固体電池のキー材料である固体電解質の提供

（対顧客：研究開発ステージ）

顧客の蓄電池開発ニーズに合わせた材料仕様の改良と材料提供による蓄電池開発の促進

（対材料メーカー：研究開発ステージ）

複合化など材料面からの界面課題の解決やコストダウン等の共同開発

（対顧客：社会実証ステージ）

固体電解質の安定供給

- ・競争力のある原料と製造技術
- ・特許網で保護された材料
- ・協業して作り込んだ材料仕様
- ・複合材など新たな価値提供

（対社会：社会実証）

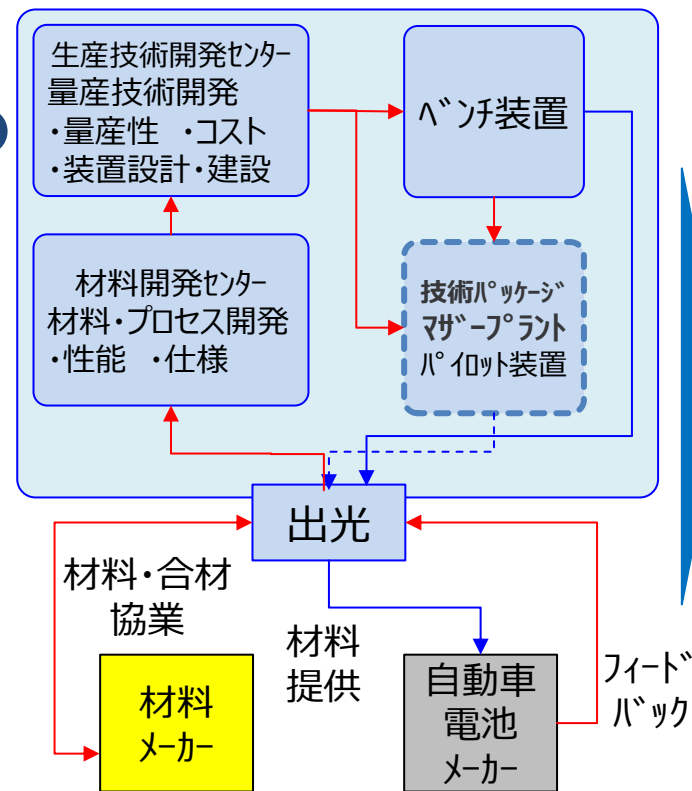
全固体電池搭載EVの優位性

- ・高容量と安全性の両立
- ・急速充電による利便性向上
- ・長寿命化によるリユースの拡大
- ・上記優位性により、大型車両のEV化が加速・拡大することで、移動体としてのGHG排出量の更なる削減に貢献する。

### 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

#### 研究開発ステージ

電池・自動車メーカーへの材料提供、他材料メーカーとの協業により、ニーズの正確な把握とフィードバックを行うと共に、自社材料での電池開発促進により顧客の困り込みを図る。パイロットにより確立した量産技術を技術パッケージ化。ベンチ・パイロットの活用とSCMにおけるGHG排出量シミュレーションからリスク・課題の抽出を行い市場拡大ステージに向けての対策にフィードバックする。

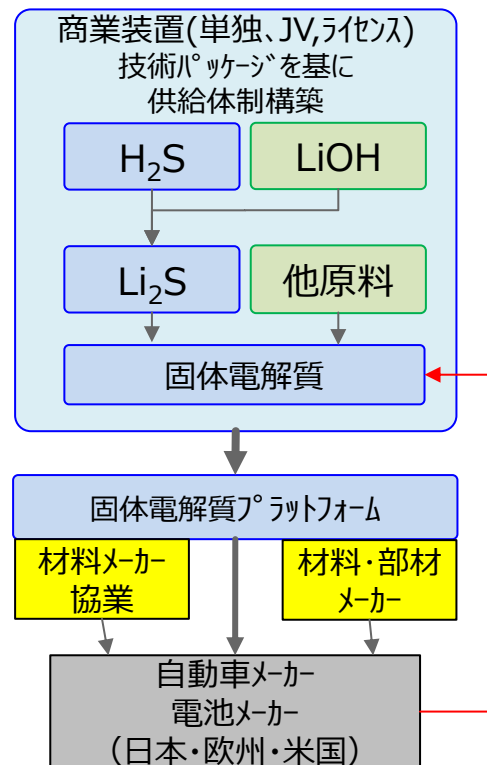


#### 市場立上ステージ

全固体電池市場の立上げに向けパイロットをセミ商業プラントへ転用し、自社原料・特許を活かした商業生産を開始。

#### 市場拡大ステージ

技術パッケージを基に協業(JV・ライセンス等)も視野に入れ需要地の特性(政策・規制等)に最適な供給体制を構築し材料のメジャーポジションを獲得(デファクト化)。

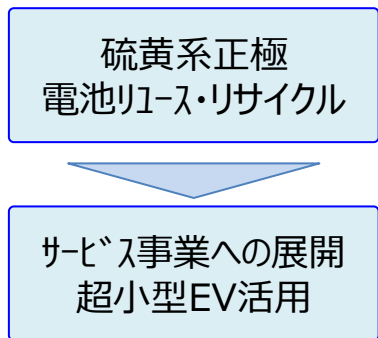


#### 事業拡大ステージ

標準化を進めることで、固体電解質のプラットフォームを構築する。併せて周辺領域への事業領域拡大を目指し、プラットフォームの進化・拡充を行う。

- ・希少金属フリーの硫黄系正極材
- ・リユース・リサイクル促進による全固体電池LCAにおけるGHG排出量の更なる低減
- ・超小型EV活用などモビリティ&コミュニティーサービス

#### プラットフォームの進化・拡充



技術展開

# 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）

## 標準化を活用し、全固体電池バリューチェーン全体を支える固体電解質プラットフォームを構築

### 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

全固体電池のキーマテリアルである固体電解質の物質・製造技術をコア技術とし、標準化を活用した固体電解質のプラットフォーム型エコシステムを構築することで、世界市場において確固たる事業基盤を構築する。

- 市場立ち上げ：パイロットにて固体電解質の量産技術を確立し、特許やノウハウを包含した技術パッケージ化を行う  
→他社特許の無害化スキームを確立(ライセンス、特許管理会社等)  
→標準化に向けた知財・ノウハウのオープン・クローズ仕分けと標準化のターゲット選定
- 市場拡大：技術パッケージを基に、需要地特性に応じた他社との協業も視野にいたビジネスモデルで供給体制構築（デファクト化）  
→公的機関への認証取得活動
- 収益最大化：固体電解質及び全固体電池に関する性能基準・評価方法の標準化  
→固体電解質プラットフォームを構築し、他部材・電池等も含めたエコシステム構築へと繋げる(プラットフォーム型エコシステム\*1)
- 希少金属フリーの硫黄系正極材や全固体電池リサイクル技術の開発  
→固体電解質プラットフォームの強化・拡充 事業領域拡大

### 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

- 欧州電池規制
- 欧州e-fuel車を2035年以降も容認
- 米国IRA法
- 欧州グリーンディール産業計画
- 中国によるISOでのリチウム規格化（TC333）
- 中国国内での各種標準化
- CFPなどトレーサビリティ管理と合わせたEVへの優遇処置と内燃機車への販売規制
- 日本 バッテリー業界横断エコシステム構築(NTTデータ、デンソー)  
(これまでの自社による標準化、知財、規制対応等に関する取組)
- 固体電解質の国内外特許網の構築
- 各国化学物質規制への登録対応（欧米中韓日）

### 本事業期間におけるオープン戦略（標準化等）またはクローズ戦略（知財等）の具体的な取組内容（※推進体制については、3.(1)組織内の事業推進体制に記載）

#### オープン戦略（技術パッケージの活用、標準化等）

- 技術パッケージを基に、需要地特性に応じた他社との協業も視野にいたビジネスモデル
- 固体電解質及び全固体電池に関する性能基準・評価方法の標準化：自社材料の性能を客観的に評価し顧客に提示する体制を整える（LIBTEC等の活用等）

#### クローズ戦略（知財戦略等）

- 固体電解質量産技術のパッケージ化  
技術パッケージに関連する国内外特許網の構築  
研究開発段階から製造関連ノウハウの蓄積と保護(営業秘密及び限定提供データ：不正競争防止法2条6項)  
⇒技術パッケージのフリーライド防止

\*1プラットフォーム型エコシステム：エコシステムには4つの類型があり、そのうちの「プラットフォーム・マネジメントを実施するビジネスエコシステム」を目指す。参考文献 ①Yuki Inoue "Indirect innovation management by platform ecosystem governance and positioning: Toward collective ambidexterity in the ecosystems", Technological Forecasting & Social Change 166(2021)120652

②Tsujiimoto M.,Kajikawa, Y., Tomita J., Matsumoto Y."A review of the ecosystem concept - Towards coherent ecosystem design", Technological Forecasting & Social Change 136(2018)49-58

# 1. 事業戦略・事業計画／（4）経営資源・ポジショニング

安全かつ高性能な全固体電池の市場を創出すべく、原料・製造技術の強みを活かして固体電解質を安定供給

## 自社の強み、弱み（経営資源）

### ターゲットに対する提供価値

- 次世代電池である全固体電池は、高容量・高安全性の観点でEV搭載において差別化される
- キーマテリアルである固体電解質の提供を通し、国内外での全固体電池市場の創出・拡大、ひいては高容量かつ安全なEVの普及・拡大に寄与

### 自社の強み

- 製油所副産物硫化水素( $H_2S$ )の原料化
- 主原料である硫化リチウム( $Li_2S$ )の量産化技術
- オリジナル材料及び製造技術
- 国内製油所アセットの活用
- 豊富かつ強固な国内外での特許ポートフォリオ

### 自社の弱み及び対応

- 蓄電池及び電池材料事業の実績がない  
電池製造技術(電池内材料評価)を有しない  
⇒評価技術の構築(国プロ等との連携、設備導入、社外有識者の採用)
- 化石燃料をベースとした自家発電  
⇒買電・グリーン電力への切り替え検討

## 競合との比較

### 自社

技術	顧客基盤	サプライチェーン	その他経営資源
(現在) ・原料・電解質の製造技術と特許出願 ・ラボ・ベンチスケールでの材料・量産技術開発	(現在) ・国内外自動車メーカー &国内外電池メーカーへの材料提供による協業(材料評価、蓄電池開発)	(現在) ・原料 $Li_2S$ は自社技術で製造	(現在) ・自社製油所内の土地、インフラの活用
(将来) ・パイロットによる量産技術確立 ⇒商業設備建設	(将来) ・国内外自動車メーカー &国内外電池メーカーへの材料販売	(将来) ・ $H_2S$ (自社)から $Li_2S$ の自社技術による一貫生産 ・原料からEVまでの国内のサプライチェーンにおいて、雇用創出等の波及効果	(将来) ・自社製油所内の土地、インフラの活用

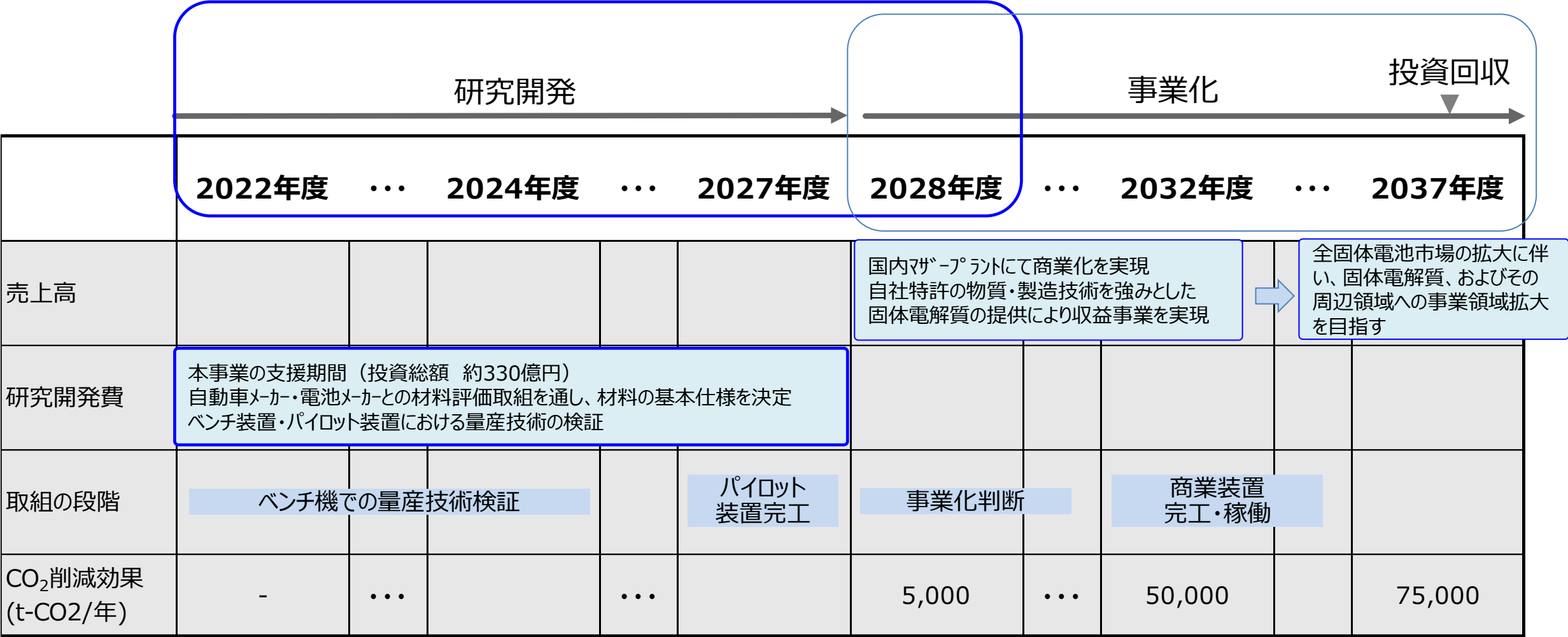
### 競合(国内)

・ベンチスケールでの材料・量産技術開発	・他電池材料取組 ・国内外自動車メーカー &国内外電池メーカーへの材料提供による協業(材料評価、蓄電池開発)	・原料( $H_2S$ もしくは $Li_2S$ )を外部調達	・既存工場の活用 ・資本力・人的資源
・材料開発 ・製造技術開発	・海外自動車メーカー &海外電池メーカーへの材料提供	・ $H_2S$ 、 $Li_2S$ 共に外部調達	・大手自動車メーカーによる出資

### 競合(海外)

1. 事業戦略・事業計画／（5）事業計画の全体像

6年間の研究開発の後、2028年の事業化、2037年頃の投資回収を想定



# 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	マーケティング他
取組方針	<p><b>足元～20年代後半：全固体電池の開発～市場立上</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>市場立上げに向け、顧客へのサンプル提供による全固体電池開発促進と材料仕様の決定。</li></ul> <p><b>20年代後半～：全固体電池の実用化～本格量産期</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>全固体電池のキーマテリアルとして、開発及び量産化の業界標準仕様となっている。市場拡大に向け更なる技術開発を進め、揺るぎ無き地位を獲得</li></ul> <p><b>開発取組方針</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>市場ニーズの的確な把握(電池メーカー＋自動車メーカー)</li></ul> <p><b>知財戦略方針</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>競合各社の特許に関する解析、対策を通し、競合他社に劣後しない技術開発に繋げる</li><li>ワールドワイドの特許ポートフォリオ確立（外国出願）</li></ul>	<p><b>足元～28年：R&amp;D～量産技術実証期の投資</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>ベンチ機改造による技術課題解決とサンプル供給能力増</li><li>パワースタックにて量産技術確立し、特許・ノウハウを含め技術パッケージすることでマザープラントに仕上げる</li></ul> <p><b>28年～：市場立上げ</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>パワースタックのセミコンパニオンプラント転用とサプライチェーン体制構築</li></ul> <p><b>30年以降：市場拡大</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>顧客の市場投入に合わせ商業設備建設(単独、JV、ライセンス等)</li></ul> <p><b>中長期的なH<sub>2</sub>Sソースの確保</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>競争力ある硫化水素の確保と原料硫化リチウム製造の一貫生産体制</li><li>全固体電池リサイクルからの硫化水素回収</li></ul>	<p><b>顧客対応方針</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>電池メーカー/自動車メーカーとの両面での対応を通し、市場動向を的確に捉え、研究開発や供給体制にフィードバックし、材料を提供</li></ul> <p><b>サプライチェーン方針</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>足元～20年代後半：国内からの輸出で対応</li><li>30年以降：需要地での供給体制確立</li><li>GHG低減に向けた固体電解質SCの構築とLCA手法の確立</li></ul> <p><b>標準化推進と固体電解質プラットフォーム型エコシステム構築</b></p> <p>固体電解質及び全固体電池の性能基準と評価技術の標準化を進める。</p>
進捗状況	<p>①コスト低減に向けた工程の見直しによる集約</p> <p>②ベンチ機改造に向けた各工程の機器選定は終了</p> <p>パワースタック設計に向けた運転条件・スケールアップ因子の検討中</p> <p>③固体電解質特許網の強化</p>	<p>①ベンチ機改造工事は順調に進捗</p> <p>②パワースタック設計に向けての基本計画作成開始</p> <p>・プロセス設計　・プロットプラン</p>	<p>①原料供給体制の構築検討</p> <ul style="list-style-type: none"><li>原料製造装置検討、複数購入先評価</li></ul> <p>②社会実装に向けたバリューチェーン上の課題検討(OEM等)</p> <p>③社外専門家活用によるプラットフォーム構築検討</p>
国際競争上の優位性	<p><b>市場により近い位置での研究開発</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>電池メーカー、大手自動車メーカーとの直接の取組を通し、市場における全固体電池への性能ニーズを正確かつタイムリーに把握。より市場性の高い商材を研究開発・実証可能</li></ul> <p><b>ワールドワイドで特許ポートフォリオを展開</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>EVの将来の主戦場（欧/米）において事業展開に必要な特許網の構築・強化</li></ul>	<p><b>コスト競争力、調達安定性</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>石油精製の副産物である硫化水素（H<sub>2</sub>S）が固体電解質材料の主原料の一つ</li></ul> <p><b>国内で培った自社技術による海外展開</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>自社技術をベースにした、主原料と固体電解質製造技術の一貫生産体制を展開可能</li></ul>	<p><b>課題解決型のアプローチによる顧客基盤の確立</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>顧客評価と材料改良のスピーディーなサイクルにより、顧客の蓄電池開発の促進、国内外顧客の囲い込み</li></ul> <p><b>豊富な特許ポートフォリオ</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>硫化物系固体電解質材料・製法特許192件（2003～23.12累計出願数、トヨタに次ぎ世界2位）</li><li>原料特許13件（硫化リチウム、世界1位）</li><li>顧客から見て、材料メーカーとしての知財面での高い信頼性を確保。</li><li>参入障壁の構築</li></ul>

1. 事業戦略・事業計画／（7）資金計画

国の支援に加えて、約120億円の自己負担を予定

資金調達方針

	2022 年度	...					2028 年度以降	
事業全体の資金需要	約330億円						<div>全固体電池向け 固体電解質事業</div> <div>・国内マザープラントにて商業化を実現 自社特許の物質・製造技術を強みとした固体電解質の提供により収益事業を実現 ・その後、全固体電池市場の拡大に伴い、固体電解質、およびその周辺領域への事業領域拡大を目指す</div>	
うち研究開発投資	約330億円							
国費負担※ (委託又は補助)	約210億円							
自己負担	約120億円							

※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

### アウトプット目標を達成するために必要なKPI

#### 研究開発項目

1. 高性能蓄電池・材料の研究開発/高性能蓄電池材料の開発

#### 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。

#### 研究開発内容

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

#### KPI

- ・イオン伝導度  $\sigma \geq 4.0 \text{ mS/cm}$
- ・顧客要望に合わせた粒径と分布

- ・商業装置の運転時に目標とする販売価格を見込めること

- ・商業装置の運転時に目標製造能力を達成可能な装置構成を見込めること

#### KPI設定の考え方

- ・Liイオン輸率を考慮して有機溶媒系電解液と同等のLiイオン伝導を実現するイオン伝導度として設定。
- ・全固体電池では良好な固体-固体界面の形成が必須であり、固体電解質の粒径およびその分布が重要な因子である。実用化に向けて、各材料および各ユーザーの設計に対応できるよう、粒径コントロールが重要であるためKPIとして設定

- ・液系リチウムイオン電池対比で優位な電池セルの体積エネ密、および電池パックコストを想定した製造コストとする。
- ・各工程の能力を考慮し、商業装置の最小生産能力単位を設定。

## 2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（全体像）

### 各KPIの目標達成に必要な解決方法

	KPI	現状	達成レベル	解決方法	
1 固体電解質の製造技術開発	・顧客要望に合わせた粒径と分布  ・イオン伝導度： $\sigma \geq 4.0 \text{ mS/cm}$	ラボでのR&Dレベルによって達成  ラボでのR&Dレベルによって達成	ラボでの量産技術によって達成  ラボでの量産技術によって達成	・粒径と比表面積の最適バランスを実現するミルの運転条件探索  均質化⇒反応完結	小型機実証済(80%)  小型機実証済(80%)
	上記内容を実現				
	2 固体電解質の量産化検証	・商業装置の運転時に目標とする販売価格を見込めること  ・商業装置の運転時に目標製造能力を達成可能な装置構成を見込めること	下記スケールに基づく販売価格  ベンチ装置スケール	下記スケールに基づく販売価格  商業装置スケール	品質を満足する機器選定と運転条件の確立

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（理由）
①固体電解質の製造技術開発	粉体制御・品質向上の技術開発	<div><div></div><div>a)制御技術開発 ・小型機にて顧客ニーズに沿った粒径制御サンプル(正極層、負極層、セパレータ層)を提供し、顧客評価結果は良好。ベンチ機でのスケールアップ検討に移行。</div><div>b)制御機選定・開発 ・各層向けに上記で設定した粒径制御、品質再現が可能な候補機を選定し、小型機で品質再現を確認。ベンチ機改造、パイロット設計に反映し、スケールアップ検討に移行。</div></div>	a)進捗度：○  b)進捗度：○
	小型機・ベンチ機による量産検証 -品質再現・スケールアップ因子の把握 -更なるコストダウン検討	<div><div></div><div>a)スケールアップ検証のためのベンチ機改造 ・スケールアップ上の技術課題解決のため、小型機にて選定・検討した候補機・運転条件を基に、ベンチ機改造を実施中。</div><div>b)量産検証に向けた対応 ・各工程において、目標品質を再現しつつ、運転効率向上、連続運転などの条件探索などコスト低減に向けた検証を実施し、結果をパイロット設計に順次反映。</div></div>	a)進捗度：○  b)進捗度：○
	パイロットでの量産検証	<div><div></div><div>・パイロット建設に向けた基本計画検討を開始。</div></div>	進捗度：○

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（理由）
③GHG排出用低減対応	a) GHG排出のリスク・課題把握と対策	a) GHG排出のリスク・課題把握と対策 ・ベンチ機改造によるGHG排出データとしての有用性を工程・機器毎に再整理。 ・パイロットの基本計画と並行して各工程候補機の消費エネルギー・マテリアル使用量の前提条件の整理を開始。	a)進捗度：△
	b)各国法規制対応とLCA手法確立	b)各国法規制対応とLCA手法確立 ・中長期的な各国・地域への申請データの整理と評価先の探索。 ・欧州電池規制の対応スケジュールについて計画見直し。	b)進捗度：△

## 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固体電解質の製造技術開発	粉体制御・品質向上の技術開発	b)制御機選定・開発 ・更なるコストダウン策を継続検討	b)制御機選定・開発 ・ターゲット工程の小型候補機にて複数検討中。 ・ベンチ改造にも機器導入し比較の上、パイロット設計に反映。
②固体電解質の量産化検証	小型機・ベンチ機による量産検証 -品質再現・スケールアップ因子の把握 -更なるコストダウン検討	a)スケールアップ検証のためのベンチ機改造 ・ベンチ機改造工事の工程管理と立上げ ・各工程の品質再現  b)量産検証に向けた対応 ・各工程毎にコストダウンと量産性確立に向けた運転条件を確立し、パイロット設計に反映	a)スケールアップ検証のためのベンチ機改造 ・予定通り発注終了 ・小型機にて各種運転条件検討を実施  b)量産検証に向けた対応 ・小型機、ベンチ機にて各工程毎に運転条件の検討継続。
	パイロットによる量産検証	・パイロットの基本設計 ・インフラ装置の基本設計	・小型機・ベンチ機の検討結果を基に、パイロット設計に反映するための マテリアル・エネルギーバランス最適化検討

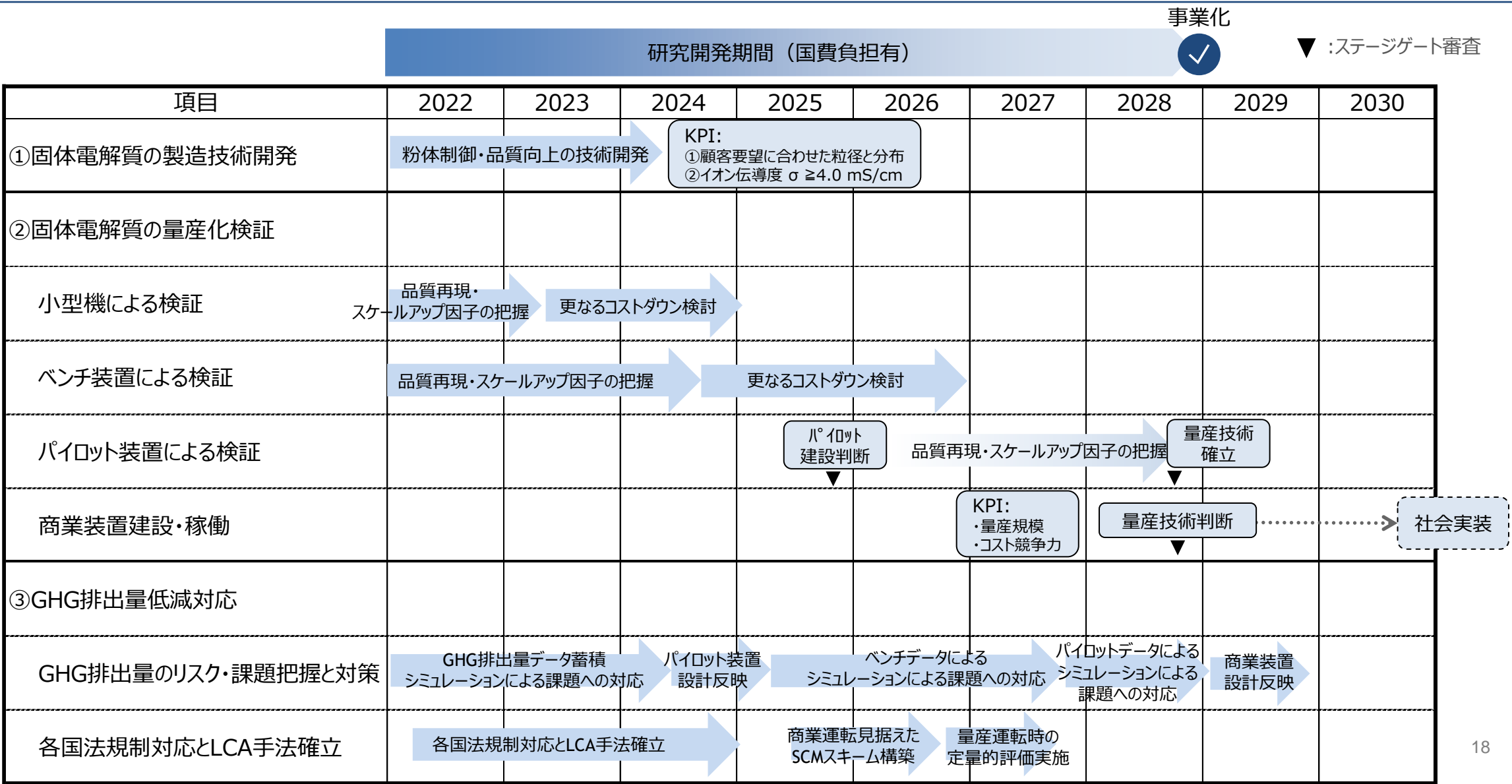
2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（今後の取組）

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
③GHG排出量低減対応	<div>a) GHG排出のリスク・課題把握と対策</div> <div>b)各国法規制対応とLCA手法確立</div>	<div>a) GHG排出のリスク・課題把握と対策</div> <div>・マテリアル・エネルギーバランスからのGHG概算</div> <div>b)各国法規制対応とLCA手法確立</div> <div>・各国法規制（化学物質規制、電池規制等）への申請と登録</div> <div>・LCA手法の確立</div>	<div>a) GHG排出のリスク・課題把握と対策</div> <div>・ベンチ機の運転実績を活用し、パイロット設計をベースとした最適マテリアル・エネルギーバランス検討</div> <div>b)各国法規制対応とLCA手法確立</div> <div>・データ蓄積と社外評価機関との連携</div> <div>・社外専門家を活用し、マテリアルバランスをベースとした手法確立</div>

2. 研究開発計画／（3）実施スケジュール

商業装置早期立上げのため、各スケールでの検証と顧客への材料提供を並行して進めるスケジュールを計画

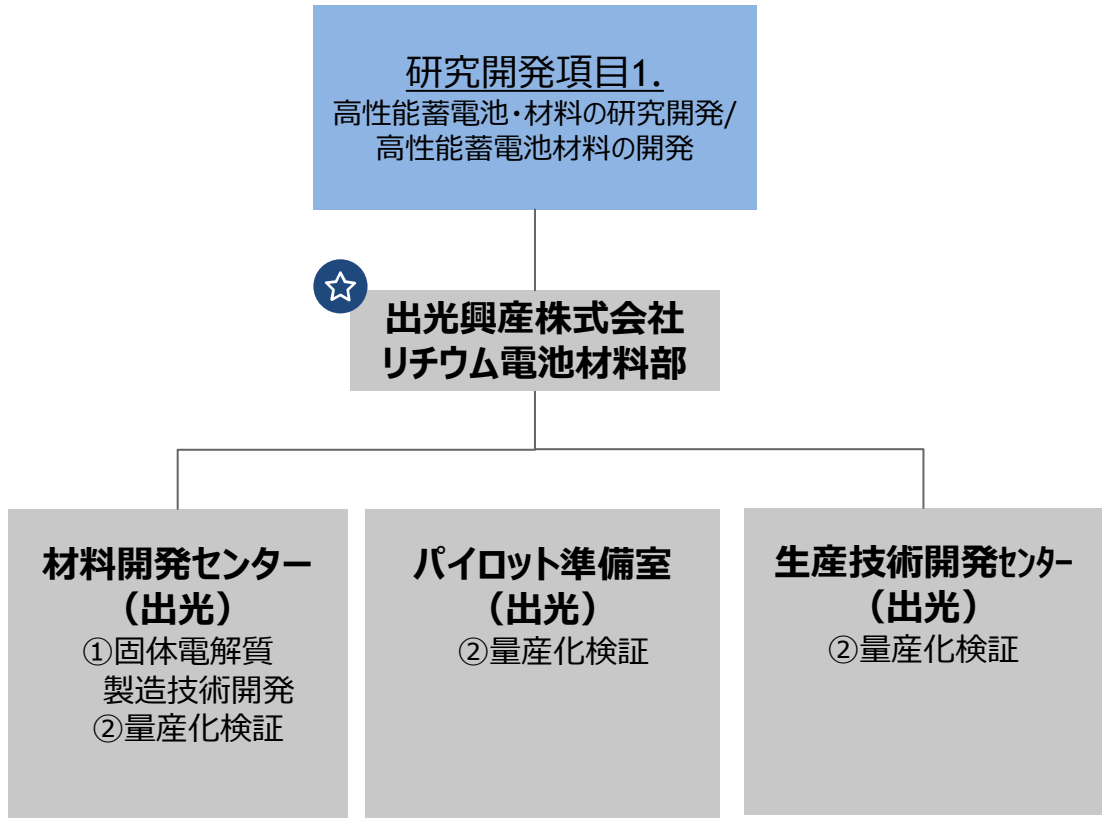


## 2. 研究開発計画／（4）研究開発体制

### 各主体の特長を生かせる研究開発実施体制と役割分担を構築

実施体制図

※金額は、総事業費/国費負担額



#### 各主体の役割

- 研究開発項目 1 全体の取りまとめは、**出光興産(株) リチウム電池材料部** が行う
- 材料開発センターは、①固体電解質製造技術開発（材料品質）及び②量産化検証（基本プロセス開発）を担当する
- パイロット準備室は、②量産化検証（実製造プロセス開発、量産性のあるパイロットプラントの設計・建設）を担当する
- 生産技術開発センターは、②量産化検証（ベンチ機・パイロットでの試作）を担当する

#### 研究開発における連携方法

- 材料開発センター、パイロット準備室、生産技術開発センターは、出光興産(株) リチウム電池材料部内の組織であり、研究者とエンジニア連携を同一組織内で推進可能

#### 中小・ベンチャー企業の参画

- 想定なし

## 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

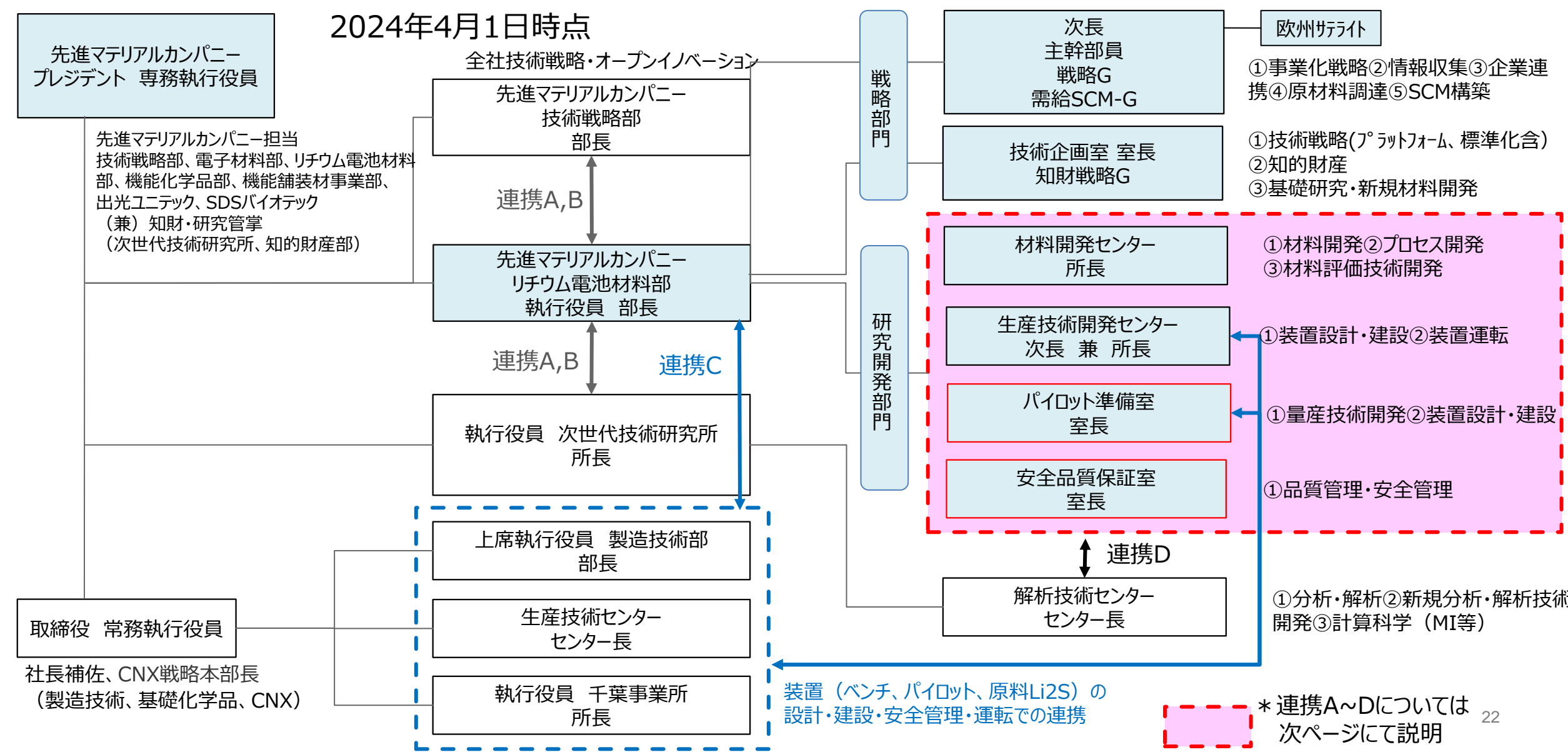
研究開発項目	研究開発内容	活用可能な技術等	競合他社に対する優位性・リスク
1. 高性能蓄電池・材料の研究開発/ 高性能蓄電池材料の開発	1 固体電解質製造技術開発	<ul style="list-style-type: none"><li>固体電解質物性評価、分析技術</li><li>固体電解質の実用物性評価技術</li><li>各種有機合成技術</li><li>湿式法を用いた無機材料の微粒化技術</li><li>気流分級法を用いた粉体の粒径制御技術</li></ul>	→ <p>＜優位性＞</p> <ul style="list-style-type: none"><li>物性構造関連の知見</li><li>嫌気下での取り扱い、分析技術の知見</li><li>電池性能と固体電解質物性との相関把握、材料改良へのFBを迅速に可能</li><li>粒径制御へ応用が可能</li></ul> <p>＜リスク＞</p> <ul style="list-style-type: none"><li>電池製造技術を保有していないためセル製造上の課題把</li></ul> <p>→キャリア採用や電池評価設備導入(専用棟完工)により技術獲得中</p>
	2 固体電解質の量産化検証	<ul style="list-style-type: none"><li>数百Lスケールのテスト機保有</li><li>小型機量産検証設備保有</li><li>既存事業所の活用</li><li>エンジニアリング部門（生産技術センター）のスケールアップ技術</li><li>石油精製や石油化学プラントで培った運転管理技術、品質管理技術</li></ul>	→ <ul style="list-style-type: none"><li>フラスコレベルからベンチ機までのスケールアップ設備の保有と製造実績</li><li>豊富な経験とデータ蓄積既存設備を活用した迅速なスケールアップデータ採取</li><li>固体電解質生産に関する豊富な知識と経験</li><li>既設設備、用役を活用することによりコストを低減可能</li><li>副生H<sub>2</sub>Sを原料に利用、製造技術・知財も自社保有</li><li>生産体制の早期確立が可能</li></ul>

# 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

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



### 3. イノベーション推進体制／（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

##### 部門間の連携方法

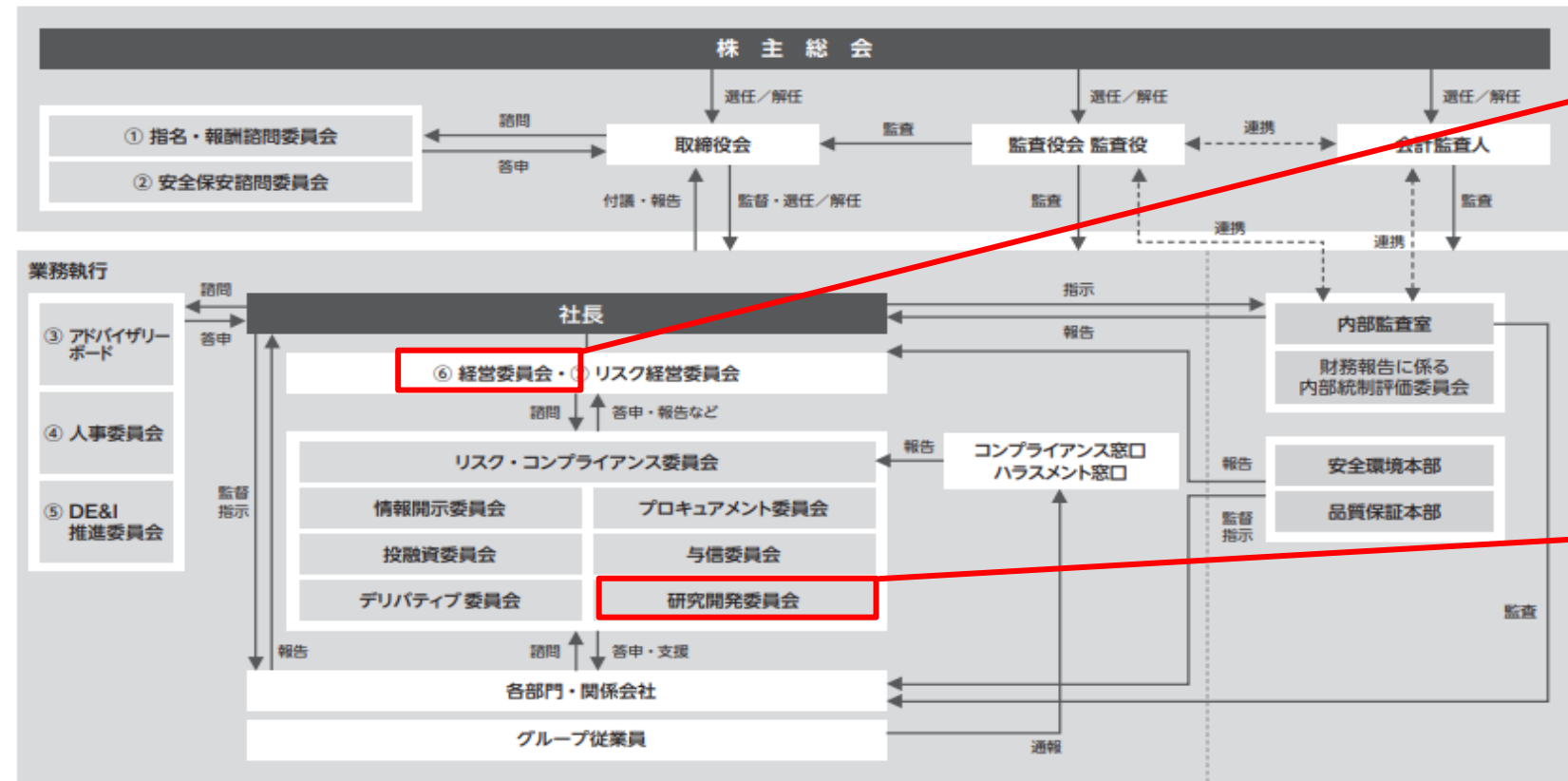
連携		主催	開催頻度	参加部署	内容
A	研究開発委員会	委員長：研究部門担当執行役員 事務局：戦略部	不定期 (3-4回/年)	高機能材料関連事業部、知的財産部、次世代技術研究所、製造技術関連部署	全社研究開発戦略
B	先進材料カンパニー経営委員会	技術戦略部	毎週月	先進材料カンパニー内各部 次世代技術研究所、知的財産部	高機能材料分野における総合的・横断的な、研究開発も含めた戦略議論
C	部長間情報交換	リチウム電池材料部	不定期 (四半期)	製造関連部署	短中期計画に対する進捗・課題とその対応について共有・議論
D	技術進捗確認会	リチウム電池材料部 材料開発センター・生産技術センター	毎月	リチウム電池材料部、生産技術センター 次世代技術研究所解析技術センター	材料・プロセス・製造技術の開発状況

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

経営者等によるリチウム固体電解質事業への関与

当社のコーポレートガバナンス体制と本事業に関する議論の状況

■ コーポレートガバナンス体制図



経営委員会：各執行部門の経営戦略や経営課題の協議・検討の場として、委員長は社長が務め、専門分野や管掌領域の多様性を重視した委員で構成し、部門横断的な課題やリスクについて、網羅的で実効性のある議論を行う体制として、いる。本委員会はグループ経営に係る戦略を立案・検討し、重要な業務執行の意思決定を円滑・適正に行うための審議機関。

研究開発委員会：当社グループの研究開発に関わる全社横断組織として、全社研究開発の方向性、戦略および課題に関する事項の検討に加えて、研究所間の連携深化、技術力の強化に資する各種施策の議論を実施。委員長は、知財・研究、リチウム電池材料、技術・CNX戦略等を管掌する中本カンパニープレジデント。

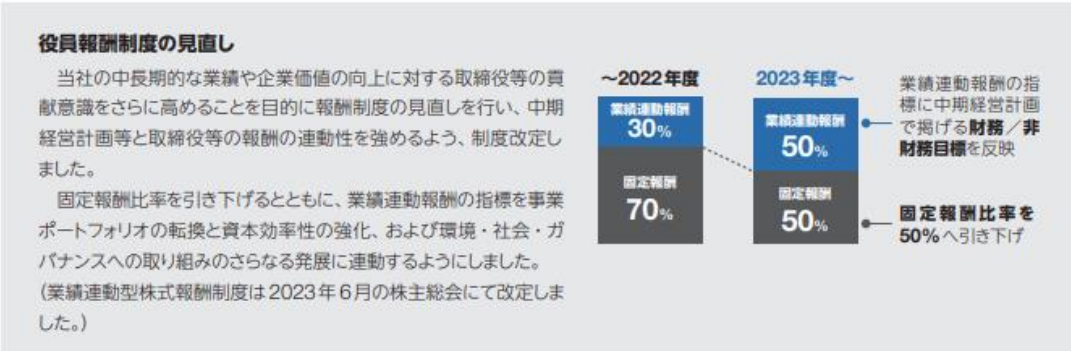
出典：出光統合レポート2023、63頁

### 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

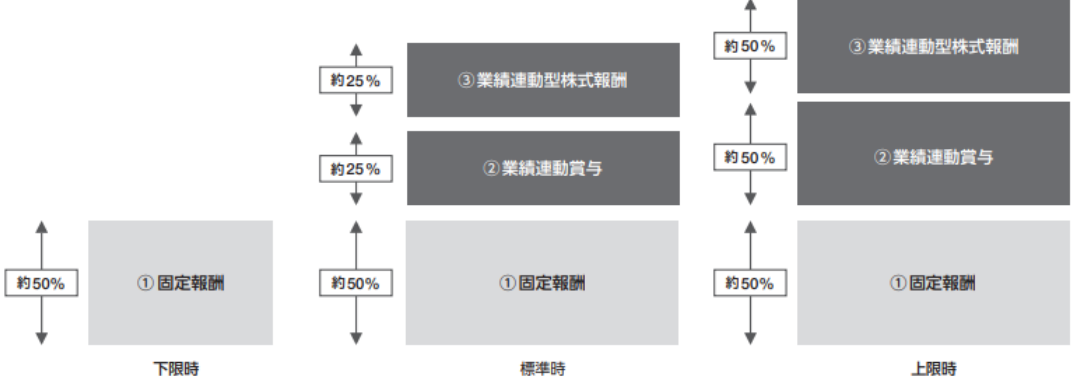
## 経営者等によるリチウム固体電解質事業への関与の方針

### 経営者等の評価・報酬への反映

- 当社の取締役等（取締役および上席以上の執行役員）の報酬については、グループ経営ビジョンの実現に向けて、会社業績ならびに中長期にわたる企業価値向上につながるものとする。またお客さまをはじめ、社会・環境、株主、ビジネスパートナー、社員などのステークホルダーに対し説明責任が果たせるよう、透明性・合理性・公正性を備えた報酬体系、決定プロセスとすることを基本方針とする。当該基本方針に基づき、当社の役員報酬制度は、以下の内容とする。



■ 社内取締役／上席以上執行役員の報酬構成比率イメージ



■ 報酬体系および業績連動報酬の仕組み

報酬等の種類	業績評価指標		概要
	指標	評価ウェイト	
固定	固定報酬	—	役割や職責に応じて定められた報酬額を月次で支給します。
	業績連動賞与	収益性指標※ 人的資本関連指標	40% 20%
変動	業績連動型株式報酬	行動目標（取締役）／担当分野目標（上席以上執行役員）の達成度	40%
	業績連動型株式報酬	資本効率性指標（ROIC・ROE）	40%
	業績連動型株式報酬	化石燃料事業収益比率	20%
	業績連動型株式報酬	CO2削減（CN、循環型社会の実現に必要不可欠）	20%
中長期	業績連動型株式報酬	従業員エンゲージメント（従業員の成長・やりがいの最大化の達成に向けた取り組みを評価）	20%
	業績連動型株式報酬		株主との価値共有と持続的な企業価値向上の観点から、2030年ビジョンおよび中期経営計画との連動を特に重視しています。事業ポートフォリオ転換に関連する財務指標、マテリアリティに沿った非財務指標の目標達成度に応じて、0%～50%の範囲で変動する設計です。取締役等に対して中長期的な視点で企業価値の向上を促すインセンティブとする観点から、毎年6月に株式ポイントが付与され、退任後に株式を交付しています。

※ 在庫評価影響を除く、親会社株主に帰属する当期純利益・連結営業利益+持分法投資損益

### 事業の継続性確保の取組

- 本事業の進捗については経営委員会で審議され、経営委員会メンバー間で業務内容は把握されており、事業継続性確保の仕組みがある。

### 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リチウム固体電解質事業を位置づけ、広く情報発信

### 中期経営計画の中で、本事業を重点課題と位置付けてステークホルダーに説明

- 出光統合レポートにおいて、本事業への取り組みを発信  
加えて、固体電解質事業に関してこれまで下記のプレスリリースなど広く情報発信を進めている
- 電化・電動化ソリューション リチウム電池材料の事業化/2023年11月30日 出光統合レポート2023  
リチウムイオン電池材料について、2023年度の取り組みを掲載
- トヨタ自動車と全固体電池の量産化へ向け協業を開始/2024年冬 広報誌Idemitsu Vol.7  
<https://www.idemitsu.com/jp/company/magazine/202407/index.html?pNo=1&detailFlg=0>
- 出光とトヨタ バッテリーEV用全固体電池の量産実現に向けた協業を開始/2023年10月12日  
<https://www.idemitsu.com/jp/content/100043690.pdf>  
<https://www.youtube.com/watch?v=pwATmN2te1U&t=305s>
- 次世代電池（全固体電池）向け固体電解質 供給能力の増強決定/2023年6月19日  
全固体電池の普及・拡大へ向け、固体電解質の小型実証設備第1プラントの生産能力を増強  
（完工：24年度内を計画）と小型実証設備第2プラントの稼働開始(23年7月)をプレス発表  
[https://www.idemitsu.com/jp/news/2023/230619\\_2.html](https://www.idemitsu.com/jp/news/2023/230619_2.html)
- 中期経営計画（2023～2025年度）を発表/2022年11月16日  
その中で多様な省資源・資源循環ソリューション事業領域に、固体電解質事業及び次世代電池材料、全固体リチウムイオン電池のリサイクルへの取組を明記  
<https://www.idemitsu.com/jp/content/100041025.pdf>

#### リチウムイオン電池材料

**強み** ●石油精製で培い、かつ長年の研究開発で確立した硫化物系「原料」から「固体電解質」までを一貫して製造する技術、および豊富な特許

#### 2023年度の取り組み

全固体電池は、EV向け等に早期実用化が求められており、そのキーマテリアルである固体電解質に対するニーズが高まっています。電解質を液体から固体にすることで、安全性、充電スピード、航続距離の向上などが期待できます。

固体電解質の事業化に向けて、小型実証設備 第1プラントの製造能力の増強を決定しました（2024年度完工予定）。第2プラントも新たに7月より稼働を開始しています。よりお客さま目線の材料評価を実施し、高性能な固体電解質の開発を加速するため、電池試作・評価設備を新設しました。

小型設備での実証を足掛かりに、次のステージとなる大型パイロット装置での量産技術確立とその先の事業化へつなげます。2022年度から開始したUmicore社との共同開発では、新しい高性能材料の開発も進めています。

さらに、10月よりトヨタ自動車（株）と全固体電池の量産実現に向けた協業を開始しました。2027～28年の全固体電池実用化をより確実なものとするために固体電解質の量産技術開発や生産性向上、サプライチェーン構築に両社で取り組みます。両社の技術を融合することで、世の中に広く使って頂ける固体電解質と全固体電池の量産実現を目指します。

#### 部長メッセージ

当社は次世代電池である全固体電池の実用化に向け、固体電解質など電池材料の開発、事業化に取り組んでいます。

安全性が高く高性能な蓄電技術は、電気自動車に代表されるように、化石燃料の代替を支援するのみならず、さまざまな社会課題の解決に大きく貢献するものです。

社内外と連携しながら固体電解質の事業化を実現し、社会貢献の一翼を担うことを目指してまいります。



執行役員 先進マテリアルカンパニー  
リチウム電池材料部長  
小林 城太郎

#### 当社の強み

石油精製で得られる硫化化合物から固体電解質までを一貫製造する技術を持つこと、そして、全固体電池、固体電解質、また硫化リチウムに関して数多くの特許を有していることが強みです。

石油の付加価値を高め有効活用する技術を長年研究した結果、硫化化合物を用い、固体電解質の中間材料となる、硫化リチウムの高純度製造技術を見出しました。さらに研究開発で培われた設計力、合成品、評価力をもって、高性能な固体電解質を製造できます。

#### 事業領域拡大に向けた取り組み

今後の事業領域拡大を見据え、固体電解質のみならず、硫酸系正極の開発、および全固体電池のリサイクルに関して技術開発を進めています。

当社は、固体電解質の性能向上および量産技術開発を加速させ、お客さまのニーズに質と量の両面に応えることで、全固体電池の普及拡大に貢献します。

#### 出光の強み／バリューチェーン



～2022 2023 2025 2028 事業化



能力増強した小型実証設備第1プラント



2023年6月19日プレスリリースより

出典：出光統合レポート2023、34頁

### 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

#### 経営資源の投入の方針

##### <方針>

事業のステージ進捗や市場動向等を踏まえて、タイムリーかつ的確な経営資源の投入を実施。

##### （人員）

今後装置建設・稼働、事業の進捗に併せ、他部署、中途採用を含めた人員投入を実施。

##### （設備・土地）

既存の事業所、工場のインフラ、および遊休地を活用し、必要な用地を確保。

##### （事業資金）

今回の申請対象としている量産実証装置への投資に加え、社会実装に向けて必要となる原料製造装置、商業装置、物流関係への投資も併せ、今回の提案金額の2倍規模の資金を投入予定。

#### オープンイノベーションの推進

- リチウム固体電解質事業を含む高機能材事業の強化・拡大、更には新規事業創出のため、社外の知を積極的に活用するオープンイノベーションを推進
  - 国内ベンチャーキャピタルと、欧州ベンチャーキャピタルが運営するファンドにそれぞれ参画、国内外のスタートアップ企業が保有する技術シーズの探索に取り組んでいる。
  - 全社技術の連結および社外連携を加速・推進することをミッションとする部署を設立
  - アカデミア連携に関して、国内大学内と次世代材料創成協働研究拠点を開設。次世代材料の創成と人材育成に取り組んでいる。
  - LIBTECを通じ、EV用全固体電池の基盤技術確立を目的としたオールジャパンで推進するプロジェクトに参画。
  - 上記以外にも、アカデミア・企業との個別取り組みを実施。
- 若手人材の育成
  - 海外への短期派遣
  - （中長期的に当該事業を担う若手人材に対して育成機会を提供する）
  - 以下に対する若手の積極的な派遣
    - ・国内外学会      ・国プロ      ・アカデミアとの共同研究
    - ・国内外企業との共同開発 など

## 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、以下のリスクが発生し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

- 固体電解質の技術確立が困難
- 競合他社に対して技術開発で劣後
- ◆研究資源の集中投入
  - ◆共同研究による研究の補完、技術導入
  - ◆協業も含めた他社特許対策
  - ◆早くからの、より多くの顧客と取組を実施し、技術確立の可能性を上げる

#### その他（自然災害等）のリスクと対応

- 自然災害や事故、テロ等による材料供給リスク
- 材料製造拠点のロケーション分散（装置建設時の要検討項目）

#### 社会実装（経済社会）におけるリスクと対応

- 全固体電池市場が拡大せず／形成されず
- ◆全固体電池搭載車の市場形成を促す取組
  - ・電池メーカーとの材料評価取組に加え、自動車メーカーとの共同開発（電池のユーザーサイドへの働きかけ）
  - ・確立した「綿密な擦り合わせ」可能な体制を通じた顧客課題解決アプローチによる、電池実現性向上への貢献、国内外の顧客の囲い込み
  - ・受容性の高いターゲット（高級車等）から優先的に採用を促し、順次需要を創出
- 法規制強化、資源価格高騰等（≡カントリーリスク）
- ◆国/地域の需要や特性を考慮し、需要地での材料供給体制の構築（輸出型⇒地産地消）
  - ◆資源アクセスの確保（例：自社で直接アクセス、複数の調達ルート確保、顧客からの資源提供）
  - ◆価格フォーマーへの資源価格織り込み

- カーボンニュートラル進展に伴い石油精製稼働低下によるH<sub>2</sub>Sの発生量が減少
- ◆将来的には製油所統廃合を見据えたLi<sub>2</sub>S装置及び固体電解質装置建設場所の選定  
例）千葉事業所 H<sub>2</sub>S 6万トン/年  
固体電解質 25万トン（EV800万台相当）
- 固体電解質のGHG排出量が競合技術に対し大きく劣後する
- ◆固体電解質（GHG1,2）におけるGHG排出量低減
  - ・固体電解質のコストダウン検討により、反応の効率化（投入エネルギー削減）、ロス低減によりGHG排出量の低減を図る
  - ・原料・副資材、物流効率化などSCMにおけるGHG排出量の低減（調達先・調達方法等）
  - ・固体電解質製造に使用するエネルギー（特に電力）の再生可能エネルギーへの切替
  - ・GHG3（全固体電池におけるLCA）として、GHG排出量削減に貢献するリサイクルスキーム構築に向けた研究開発（水分解による全固体電池リサイクル等）



- 事業中止の判断基準：
  - ・技術の確立に至らない状況となった場合
  - ・競合技術対比での優位性が担保出来ず、市場が立ち上がらない場合
  - ・競争環境の変化状況に鑑み、事業自体の将来性を見出し難い（投資に対する回収の困難等）と判断される場合