

事業戦略ビジョン

実施プロジェクト名：フィルム型ペロブスカイト太陽電池実用化に向けた材料デバイス設計・製造プロセス技術開発
実施者名：株式会社東芝（幹事企業）、代表名：代表取締役 社長執行役員 CEO 島田 太郎

（共同実施者：国立大学法人東京大学、学校法人立命館立命館大学）

目次

0. コンソーシアム内における各主体の役割分担

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

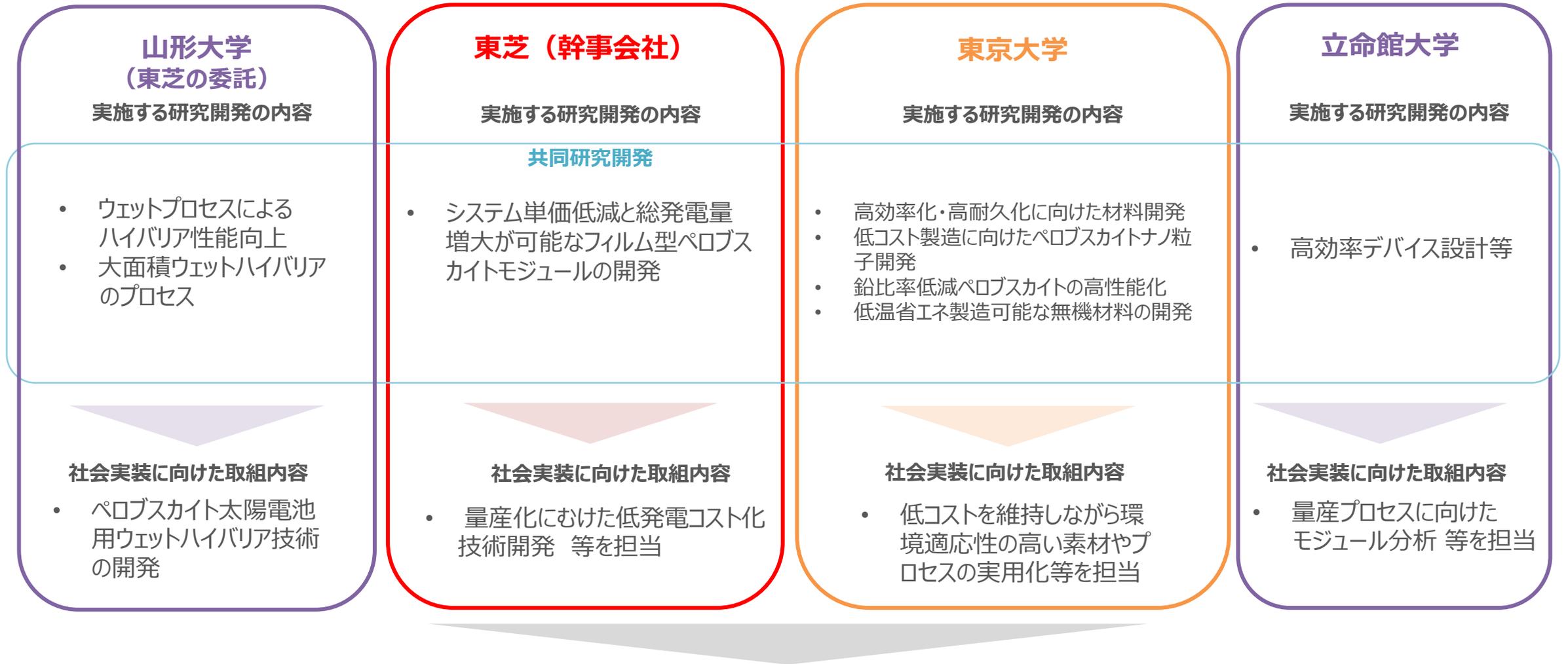
3. イノベーション推進体制（経営のコミットメントを示すマネジメントシート）

- (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

0. コンソーシアムにおける各主体の役割分担



プロジェクトの目的：フィルム型ペロブスカイト太陽電池実用化に向けた材料デバイス設計・製造プロセス技術開発

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

エネルギー構成等の変化により次世代太陽電池産業が急拡大すると予想

カーボンニュートラル(CN)を踏まえたマクロトレンド認識

(社会面)

- 2050年CN実現が共通課題となり、社会全体での理解が進む
- 環境アセスなどへの地域理解の醸成

(経済面)

- 電気料金の上昇を社会コストに組み込む事業運営の浸透
- グリーン投資など金融機関の融資促進

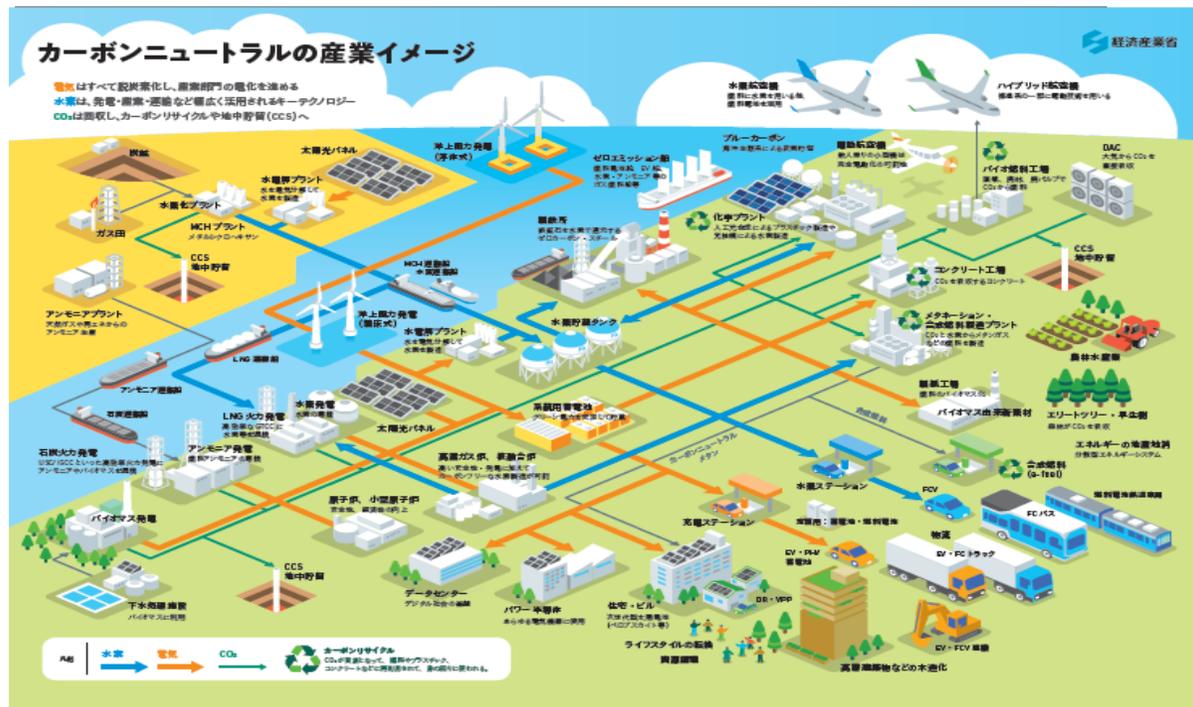
(政策面)

- 再エネの更なる普及や、二酸化炭素回収・貯留(CCS)などの新技術への制度的支援
- 新技術への規制緩和と規格策定

(技術面)

- CCSや水素・アンモニア利用など新技術開発の更なる加速
- 社会実装可能なレベルのコストを実現

カーボンニュートラル社会における産業構造変化の見取り図



- 市場機会：
CNを実現する為、2050年にむけて次世代太陽電池の市場は大幅に拡大

- 社会・顧客・国民等に与えるインパクト：
グリーン&デジタルを成長産業とする社会構造の変化

- 当該変化に対する経営ビジョン：
持続的成長が可能なサステナブル経営の確立

出典元：経済産業省 2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略

<https://www.meti.go.jp/press/2020/12/20201225012/20201225012-4.pdf>

1. 事業戦略・事業計画 / (2) 市場のセグメント・ターゲット

従来設置できなかった場所を新市場ターゲットとして想定

セグメント分析

設置場所拡大のため、軽量化、設置方法の確立に注力

軽量の特長を活かした新市場
(従来設置しなかった場所) のセグメンテーション

①太陽電池 重量



②設置容量

ターゲットの概要

ターゲット

RE100、CO2排出削減を達成するため、今まで再エネ利用がなかった場所、さらなる再エネ導入の強い要望がある。

- 軽量屋根（耐荷重性の弱い屋根）等の従来の結晶シリコン太陽電池では設置できない場所への設置、屋根以外の壁などへの設置が期待される。

| 需要家 | 主なプレイヤー | 課題 |
|------|---------------------------|---------------------------------------------|
| 軽量屋根 | • RE100企業 • 工場 • 倉庫 | • 耐荷重性の低く、太陽光が設置できない • RE100、脱炭素を達成していない |
| 壁など | • ビル関係 • インフラ企業 | • ZEB達成、CO2排出削減が難しい • 停電時の電源確保が難しい |

1. 事業戦略・事業計画 / (3) 提供価値・ビジネスモデル

フィルム型ペロブスカイト太陽電池技術を用いて、新たな用途を開拓する製品・サービスを提供する事業を創出/拡大

社会・顧客に対する提供価値

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

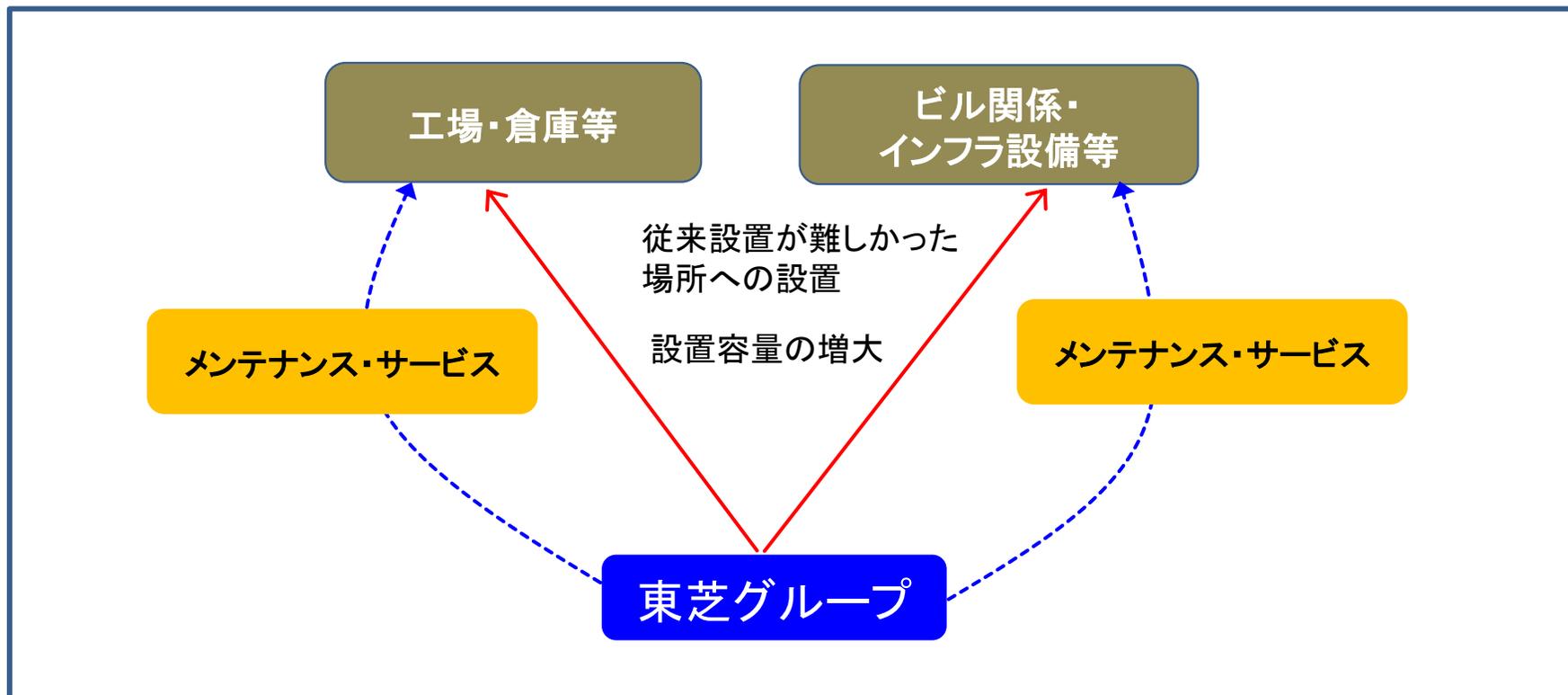
1. 従来設置が難しかった場所への設置

- 工場・倉庫屋根 (軽量・低耐荷重屋根)
- ビル
- その他インフラ設備

2. 設置容量の増大

3. メンテナンス・サービスの提供

- 設置、メンテナンス、回収までの
- トータルソリューションビジネスによるカーボンフットプリントの低減などの価値提供



新規性

従来設置が難しかった場所への設置

独自性

設置容量の増大 (高効率 x 大面積)

継続性

メンテナンス・サービスの提供

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

標準化戦略の前提となる市場導入に向けての取組方針・考え方

- 大面積・フィルム型・室外用、を満たす技術の確立がビジネス上の差別化のベースとなる。
- フィルム型は、軽量でかさばらず、取扱い易いため、回収によける取り外し作業での人手や手間が少なく、運搬も容易であるため、脱着の容易な設置方法、リサイクル技術の確立等によって、サーキュラーエコノミー面でのペロブスカイトPVの優位性を高めることができる。当社はそのようなサービス事業の実施がシリコン太陽電池ビジネスでの実績からも可能な立場である。
- ペロブスカイトPVはカーボンフットプリント面でシリコン太陽電池よりも優位性があり、トータルサービスでカーボンフットプリントを明確化し価値を提供。

国内外の動向・自社のルール形成(標準化等)の取組状況

海外の標準化動向

◇IEC規格

- IEC TR 63228 Measurement protocols for photovoltaic devices based on organic, dye-sensitized or perovskite materials
- IEC TS 63163 Terrestrial photovoltaic (PV) modules for consumer products – Design qualification and type approval

◇EPFL(スイス連邦工科大学ローザンヌ校)

- ペロブスカイトPVの安定性および経年劣化評価手法の標準化

規制動向

- PEROVSKITE SOLAR CELLS Report on promising KETs-based products nr. 3
- ISO/TC 323 Circular economy
- GFANZ (Glasgow Financial Alliance for Net Zero)
- Greenwashing回避 (Taxonomy関連)

- ペロブスカイト太陽電池 業界ガイドライン策定特別分科会に参画 ペロブスカイト太陽電池関連企業・団体とペロブスカイト太陽電池の製品設計安全要求仕様と評価方法のガイドライン策定を進めている。

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

- これまでセル構造・製造プロセスを中心に特許を蓄積しており、引き続き、特に差別化技術に注力した特許創出を進める。
- アプリケーションに合わせた特許創出を進める。

1. 事業戦略・事業計画 / (4) 経営資源・ポジショニング

軽量・高効率であるフィルム型太陽電池の強みを活かして、社会・顧客に対して従来設置できなかった場所での太陽光発電 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

- 従来のシリコン系太陽電池では設置できなかった場所に設置し、再エネの主力電源化に貢献
- 従来設置できなかった場所にも設置できるという、新たな価値提供
 - 森林が多く平地の少ない我が国での、更なる設置場所の開拓
 - 土地確保し難い、都市部での普及拡大



自社の強み

- 広範囲な取引先基盤を持ち、東芝グループ全体でのビジネス創出が可能
- フィルム型大面積モジュールでの高効率化技術

自社の弱み及び対応

- 小容量案件への対応

競合との比較

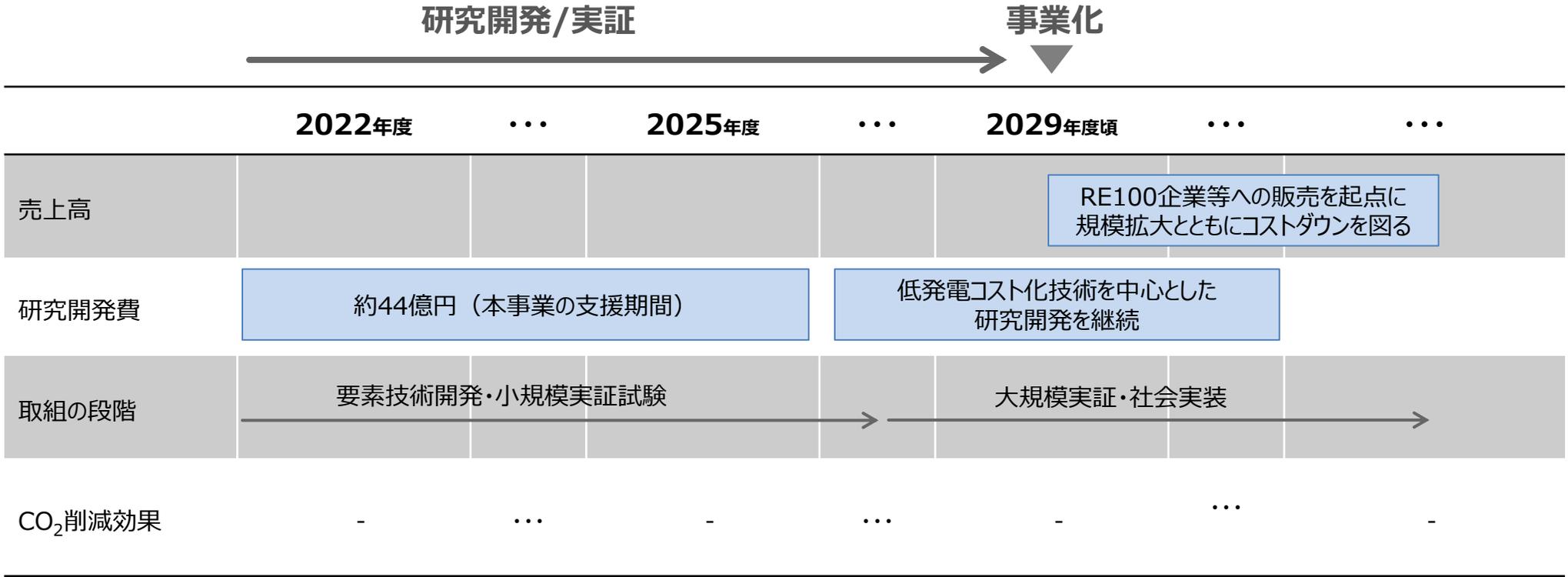
| | 技術 | 顧客基盤 | サプライチェーン |
|-------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 自社 現状 | ・軽量/フィルム型 ・発電効率16.6% (面積703cm ² 、自社測定) ・塗布成膜技術 | ・ 施工業者 ・ 商社 ・ 需要家 | ・ グループ会社 ・ ビジネスパートナー |
| 海外A社 | ・軽量/フィルム型 | ・ 工場 ・ カーポート 輸送業 | ・ 商社、 ・ 代理店 |
| 海外B社 | ・軽量/フィルム型 | ・ IoT企業 ・ 施工業者 | ・ 商社、 ・ 代理店 |
| 海外C社 | ・ガラス型 | | |

1. 事業戦略・事業計画 / (5) 事業計画の全体像

5年間の研究開発の後、実証を経て2029年ごろの事業化を想定

投資計画

本事業終了後も5年程度研究開発を継続し、2029年頃の事業化を目指す。



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

- ペロブスカイト太陽電池の大型化・量産化プロセス、ばらつき低減・歩留まり向上を検証する装置開発を行う。並行して、効率向上、耐久性向上、材料コスト低減技術など、要素技術に取り組む。
 - 強みである大面積化・フィルム化などの技術を差別化技術として重点的に特許化・標準化。
 - 小型セルでの耐久性向上や高効率化、材料の低コスト化は大学と連携し、フィルム型ペロブスカイトの高効率化・大面積化を当社で進める。
 - 社外発表を活用した顧客情報の数を増やし、ニーズ把握の精度を上げる。
- 開発した要素技術を基に、製造ラインを構築する。

- 既存顧客、商流を通じた、VoC収集に加え、市場分析、競合ベンチマークを継続的に進め、戦略的にターゲット市場を選定しつつ、随時見直す。
- 実証を通じ、適切な用途や設置方法などを早期に検証する
- 監視、運用保守、交換&リサイクルなどのメンテナンス・サービス事業を企画する

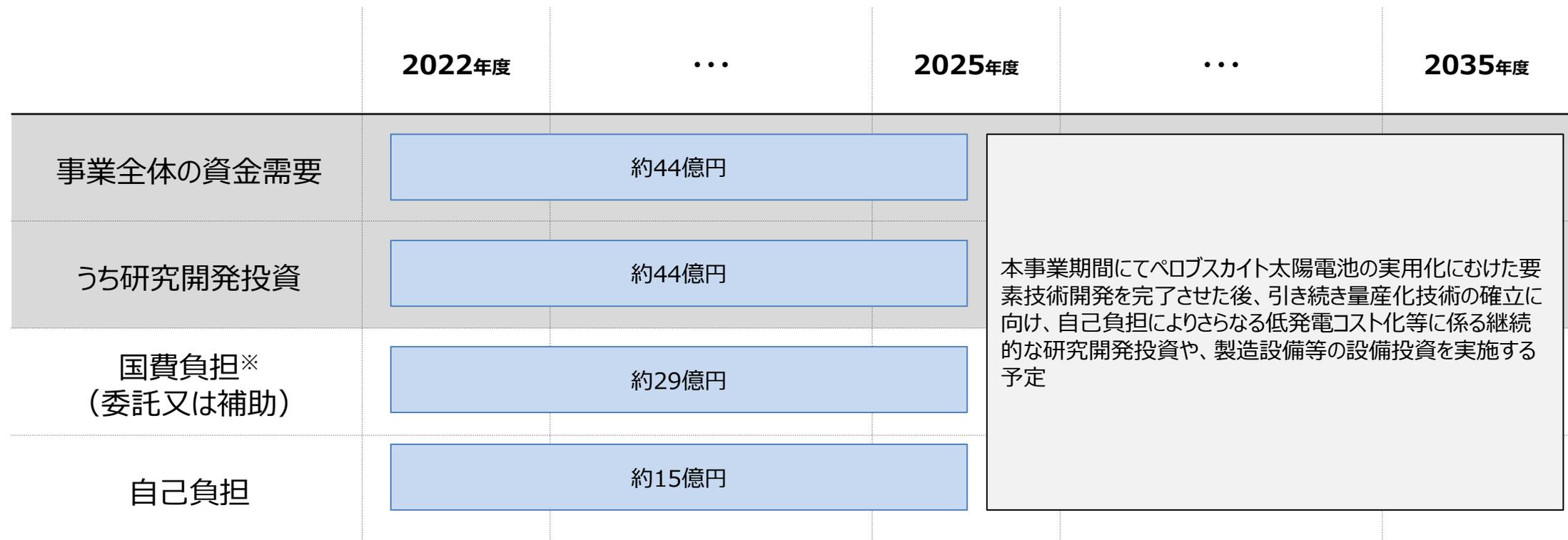
国際競争上の優位性

- 大面積、フィルム型、高効率といった強みを保持しつつ、外部リソースの活用により、課題である耐久性、低コスト化を効率改善し、モジュールを早期実用化する。
 - 早期にパートナー顧客を獲得し、ニーズにあった製品開発により実用面での優位性を確保する。
 - より実用的なフィルム型にて、高効率、大面積モジュールのアピールを行う。
- 塗布成膜技術を、製造ラインに適用し、高い性能を維持しつつ、安定品質かつ生産性向上を図る。

- グループ会社の販路を活用する。
- 販売、保守、廃棄まで国内でトータルサポートをする仕組みを構築する。

1. 事業戦略・事業計画 / (7) 資金計画

国の支援に加えて、約15億円規模の自己負担を予定



※インセンティブを含めない場合

2. 研究開発計画

2. 研究開発計画 / (1) 研究開発目標

発電コスト20円/kWh以下というアウトプット目標を達成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 | |
|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| 1. 低発電コスト化開発 | 発電コスト20円/kWh以下 | |
| 研究開発内容 | KPI | KPI設定の考え方 |
| ① システム単価の低減(東芝) | システム単価256,000円/kW以下 | 発電コスト20円/kWh以下を満たすシステム単価 |
| ② 総発電量の増大(東芝) | 総発電量3600 kWh/m ² 以上 | 発電コスト20円/kWh以下を満たす総発電量 |
| ③ 高効率高耐久性フィルム基板 逆構造型ペロブスカイト太陽電池の要素技術開発 (東大) | 逆構造型ミセル変換効率21%と耐久性両立 | 逆構造型ペロブスカイト太陽電池ミセル変換効率21%にてモジュール発電コスト20円/kWh達成可能と試算。 |
| ④ 高効率デバイス設計 (立命館大学) | フィルム型太陽電池の効率支配因子の解明 | フィルム型太陽電池特有の効率を支配する因子を明確にし、高効率設計を確立する。 |
| ⑤ 塗布ハイバリア技術開発 (山形大学) | 水蒸気透過率 $3 \times 10^{-5} \text{g/m}^2/\text{day}$ 、 バリアコスト試算 $< 1,500 \text{円/m}^2$ | PV18年の寿命を達成のハイバリア 目標の発電コストからバリアコスト算出 |

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 | 解決方法 |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 システム単価の低減 (東芝) | システム単価256,000円/kW | <ul style="list-style-type: none">量産化を想定した装置開発低コスト化 (材料)低コスト化 (プロセス) |
| 2 総発電量の増大 (東芝) | 総発電量3600 kWh/m ² | <ul style="list-style-type: none">発電効率の高効率化高耐久化 |
| 3 高効率高耐久性フィルム基板逆構造型 μ PCSK太陽電池の要素技術開発 (東大) | ミセル変換効率21%と耐久性両立 | <ul style="list-style-type: none">フィルム基板逆構造型μPCSK太陽電池に向けた材料と製膜プロセスの開発<ul style="list-style-type: none">① 高純度材料開発② 逆構造用μPCSKナノ粒子開発③ 鉛比率低減μPCSK開発④ 低温製膜無機材料開発 |
| 4 高効率デバイス設計 (立命館大) | フィルム型太陽電池の効率支配因子の解明 | <ul style="list-style-type: none">効率因子の解明<ul style="list-style-type: none">方式① デバイスシミュレーションによるセル高効率因子の究明方式② 回路シミュレーションによるモジュール低下因子の究明 |
| 5 塗布型ハイバリア技術開発 (山形大) | 水蒸気透過率 $3 \times 10^{-5} \text{g/m}^2/\text{day}$ 、 バリアコスト試算 $< 1,500 \text{円/m}^2$ | <ul style="list-style-type: none">バリア性能向上：緻密化・被覆性向上 |

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

1 システム単価の
低減

2 総発電量の増大

直近のマイルストーン

高効率セル・モジュール
長寿命化技術選定



これまでの (前回からの) 開発進捗

- ・ 30cm角モジュールでDH2000h以上劣化率10%以内を確認
- ・ 30cm角モジュールの屋外曝露試験において、積算日射量60kWh/m²にて効率低下がみられないことを確認

進捗度

○
研究開発内容1,2の
取り組みに基づき、発
電コスト20円/kWh
以下を満たすコスト試
算が可能となる見込み

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

1 システム単価の低減

2 総発電量の増大

直近のマイルストーン

高効率セル・モジュール
長寿命化技術選定



残された技術課題

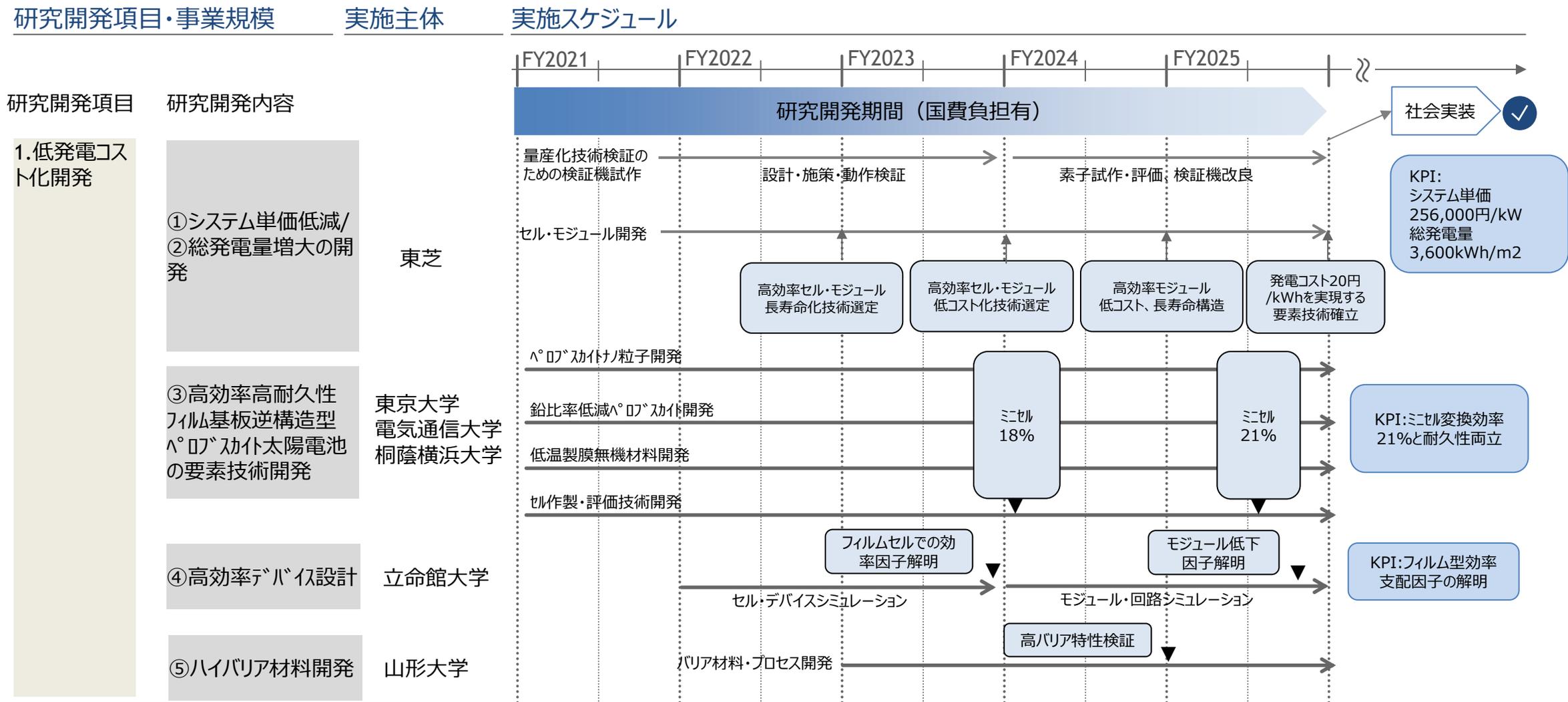
発電コスト20円/kWhを満たすための発電
効率、耐久性の向上、材料コストの低減

解決の見通し

高耐久化技術が進展しており、材
料コストの低減は封止技術を中心
に進める

2. 研究開発計画 / (3) 実施スケジュール

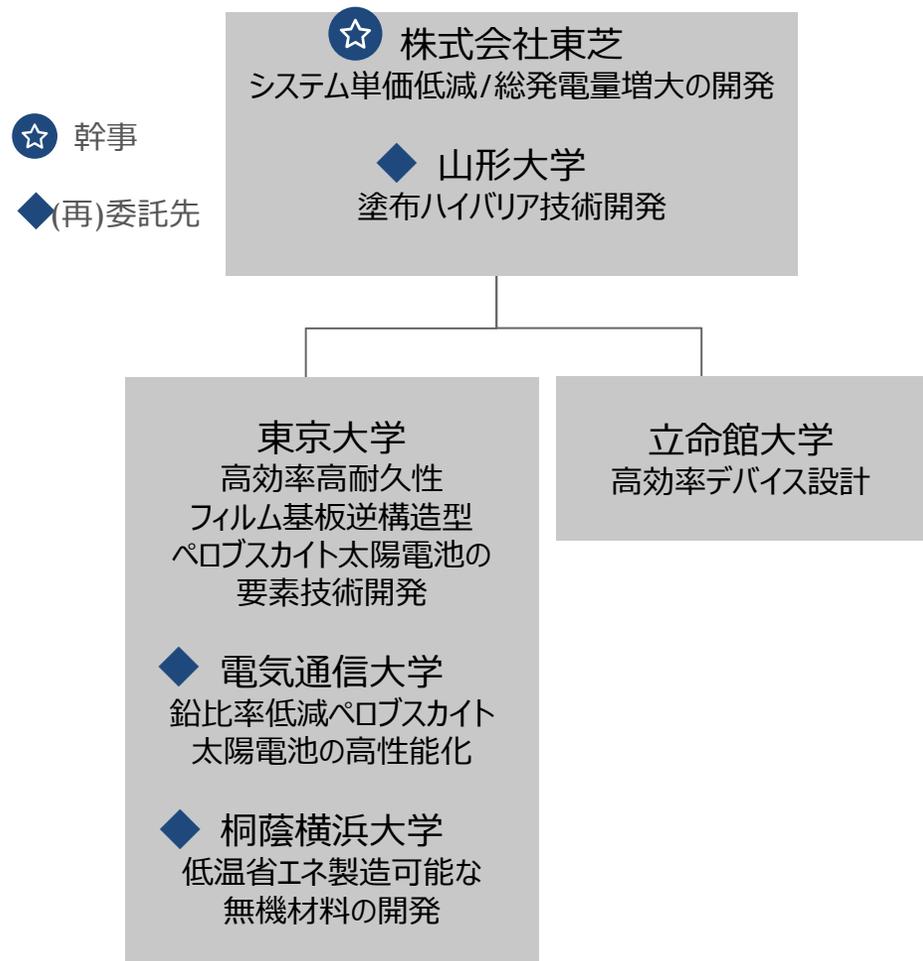
複数の研究開発を効率的に連携させるためのスケジュールを計画



2. 研究開発計画 / (4) 研究開発体制

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



コンソーシアム：総事業費49億円/国費負担額34.3億円

各主体の役割と連携方法

各主体の役割

- 東芝は自社およびコンソ内の技術を活用し、システム単価低減・総発電量の増大に向けた大面積フィルム型ペロブスカイト太陽電池の開発を行う。
- 東京大学は「高効率高耐久性フィルム基板逆構造型ペロブスカイト太陽電池の要素技術」、および、電気通信大学による「鉛比率低減ペロブスカイト太陽電池の高性能化技術」、桐蔭横浜大学による「低温省エネ製造可能な無機材料技術」を東芝に提供する。
- 立命館大学はペロブスカイト太陽電池の「高効率デバイス設計」の技術を東芝に提供する。
- 山形大学は「塗布ハイバリア技術」を東芝に提供する。

研究開発における連携方法

- 東芝はコンソ内で提供される各技術を用いてセル・モジュール等の試作を行う。
- 東京大学から提供される材料等の技術について、東芝は大面積フィルムモジュール構造への適用性、低発電コスト化などの実用化の視点から、開発方針のフィードバックを行う。
- 立命館大学から提供されるデバイス設計指針や実験結果について、東芝は、東芝でのセル・モジュールの試作での効果検証結果に基づき、さらなる発電効率の向上に向けた開発方針のフィードバックを行う。
- 東芝は山形大学に業務委託をし、山形大学から提供される塗布ハイバリア技術に基づくセル・モジュールの試作等での効果検証結果に基づき、開発方針のフィードバックを行う。

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

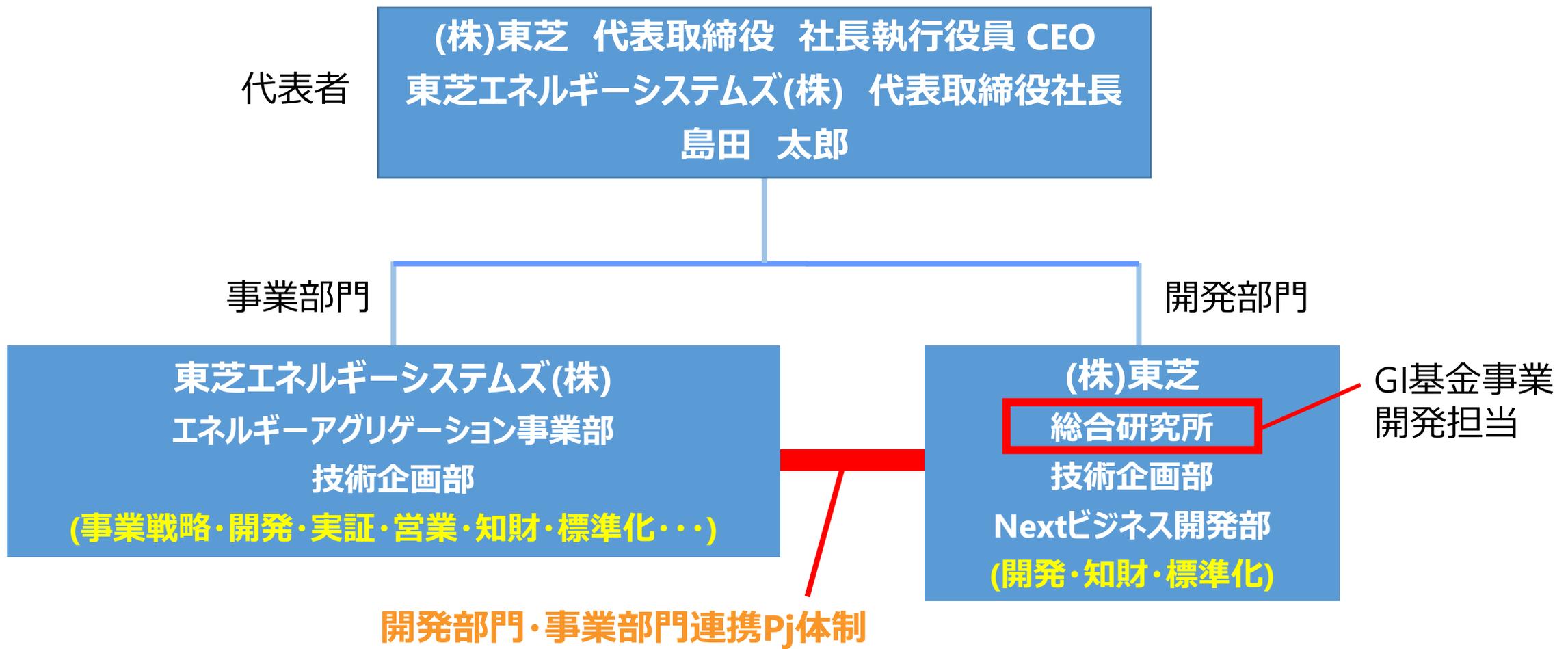
| 研究開発項目 | 研究開発内容 | 活用可能な技術等 | 競合他社に対する優位性・リスク |
|--------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 低発電コスト化開発 | ① システム単価低減 ② /総発電量増大 (東芝) | <ul style="list-style-type: none">• フィルム化プロセス技術の経験、ノウハウ フィルム向けスクライブ技術 低温プロセス用透明電極技術• 大面積化プロセス技術の経験、ノウハウ メニスカス塗布技術 1ステップ高速ペロブスカイト層形成技術 大面積モジュール高効率化技術 | <ul style="list-style-type: none">• 大面積フィルムペロブスカイト太陽電池での高効率化に強み• 発電コスト低減にむけた耐久性向上などが技術課題 |

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／（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

経営者等によるカーボンニュートラル関連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

東芝ホームページにおいて、東芝グループが「気候変動への対応」をマテリアリティの重要項目として掲げ、カーボンニュートラルの実現を経営における重要課題として位置づけている旨が示されている。

<https://www.global.toshiba/jp/sustainability/corporate/environment/climate/overview.html#cat2>

また東芝グループが再生可能エネルギー技術の開発や、発電・送配電設備などの電力インフラの効率を向上させることで、CO₂排出量の抑制に貢献していく方針が示されている。

<https://www.global.toshiba/jp/sustainability/corporate/environment/climate/product-service.html>



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

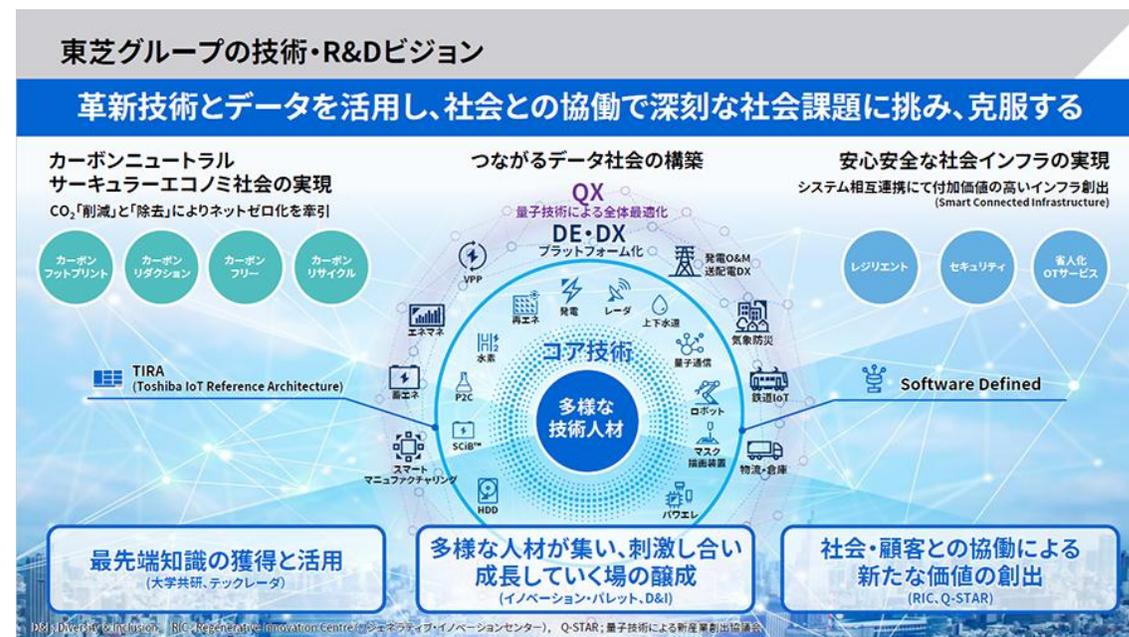
経営戦略の中核においてカーボンニュートラル関連事業を位置づけ、企業価値向上とステークホルダーとの対話を推進

全社体制

- カーボンニュートラルに向けた全社戦略
 - 東芝グループ内で、太陽光発電のみならず、風力発電、蓄電池、水素エネルギー、CO2資源化、二酸化炭素回収・貯留（CCS）、バーチャルパワープラント（VPP）などの技術開発を並行して行い、各事業の連携によってトータルでのカーボンニュートラル化を推進できる体制を構想している。
- 決議事項と研究開発計画の関係
 - 事業戦略・事業計画において、研究開発計画が不可欠な要素として、優先度高く位置づけられている。

ステークホルダーに対する公表・説明

- 中長期的な企業価値向上に関する情報開示
 - 東芝HPにおいてカーボンニュートラル実現に向けた研究開発方針について示されている。
<https://www.global.toshiba/jp/sustainability/corporate/social/innovation.html>



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、社会実装、企業価値向上に繋ぐ組織体制を整備

経営資源の投入方針

- 実施体制の柔軟性の確保
 - 毎年、社内会議を開催し、状況の変化に応じて社内での研究開発の対象とすべき重点項目や、人員、開発費等の配分を精査し、見直す体制を有する。
 - 成果を積極的に对外発表することを推奨しており、その結果収集されるユーザーの意見を開発方針に反映する体制を有する。

専門部署の設置

- 専門部署の設置
 - 全社でのペロブスカイト太陽電池に関する開発・実用化を担当するプロジェクト体制を構築し、事業戦略・開発・実証・営業・知財等を検討する専門チームを設置している。

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、継続困難等の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

- 高効率化に対するリスク
→ 外部との連携によるデバイスシミュレーションを活用し、高効率化の方策の見落としを防止する。
- 耐久性向上に対するリスク
→ 高効率化の施策と耐久性向上に対する整合性が取りにくい可能性があり、実用化に向けて耐久性を重視した材料・素子構成に基づく開発を行う。
- 低コスト化に対するリスク
→ 高効率化、高耐久化の施策が材料・プロセスの低コスト化向上に対する整合性が取りにくい可能性があり、開発において高コストの材料・プロセスとなる技術は避けて進める。
- 製品品質・安全に対するリスク
→ 研究開発と並行し、製品規格を参照した評価を行い、研究開発へフィードバックする。

社会実装（経済社会）におけるリスクと対応

- 国際情勢による海外産材料、デバイスの調達が困難になる。
→ できるだけ国内調達できる材料、デバイスを利用して開発、量産化検討も行う。
- 強風、豪雨等で太陽電池飛散に対するリスク
→ 固定方法の検討

その他（自然災害等）のリスクと対応

- 社会情勢、政策変更、経済成長率等の変化によるリスク
→ 計画／方針の見直し
- 感染症拡大（COVID-19等）によるリスク
→ 研究開発、生産工場環境における、感染拡大に備えた事前策、体制の整備。