

事業戦略ビジョン

実施プロジェクト名：路線バスEV化および交通・地域のカーボンニュートラル化を実現する運行管理/需給調整一体型
エネマネシステムの開発・実証

実施者名：福島交通株式会社、代表者名：代表取締役社長 武藤 泰典

(コンソーシアム実施者：株式会社みちのりホールディングス (幹事企業)、東京電力ホールディングス株式会社、
関東自動車株式会社、茨城交通株式会社)

目次

0. 取り組みの全体像

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

- (0) 研究開発の全体像
- (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. 取り組みの全体像



東京電力ホールディングス



関東自動車株式会社
福島交通株式会社
茨城交通株式会社

目指す姿

カーボンニュートラル化(CN化)と
レジリエンス向上に資する
ビジネスモデルを形成し、脱炭素
社会におけるまちづくりへの貢献

財務余力に乏しい地方部において
も経済的に成り立つEVバスの
導入モデルの実現

強み

エネルギーに関わる
マネジメントとサービス



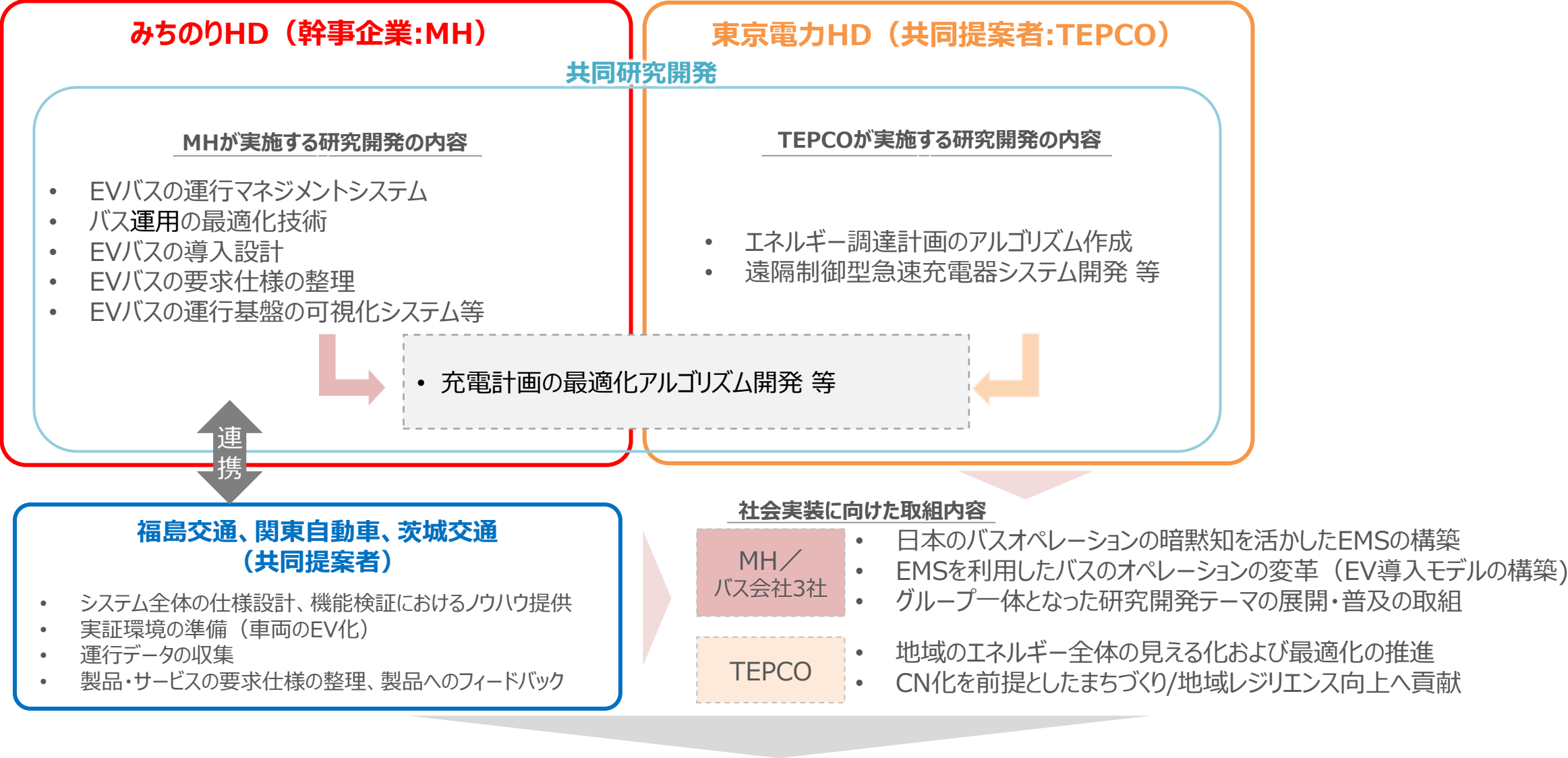
エネルギーマネジメント技術の
運行への実装力

バス用に最適化されたエネマネシステム(EMS)の開発

- EVバス導入に伴う経済性改善を実現
- バス運行管理/需給調整一体型EMSと地域エネルギーマネジメントとの連携

当システムを他のバス事業者に展開することで、EVバスの普及と
地域エネルギーマネジメントの取り組みを国内外に加速

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. 事業戦略・事業計画／（1）産業構造変化に対する認識

CN化によりサプライチェーンや地域全体を一体化したエネルギーマネジメントの取り組みが加速すると予想

脱炭素化を取り巻く潮流の変化*1

（社会面）

- ・ **シェアリングエコノミー/サーキュラーエコノミーの台頭に伴うビジネスモデル変革**
- ・ 国内外で多くの都市 & 企業が2030-2050年までのカーボンニュートラルを表明

（経済面）

- ・ ESG投資の拡大による投資先の厳格化・情報開示の広がり
- ・ 原油価格急落、脱化石燃料拡大の流れ本格化

（政策面）

- ・ 日本を含む120か国以上がCNを表明
- ・ EU国境炭素税導入に際し、**プロダクトライフサイクルを通したCN化**の必要性

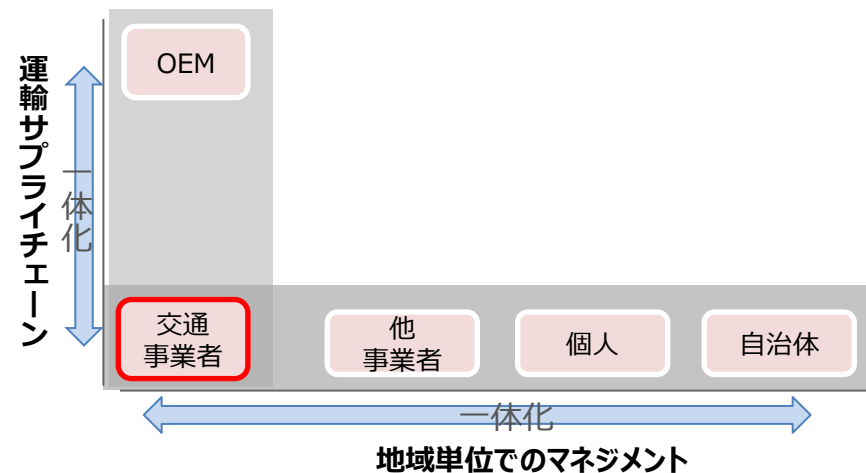
（技術面）

- ・ 再エネ・分散エネルギーの低コスト化・競争激化
- ・ **PV・蓄電池・HP・水素等のDERの高度化/低廉化**

● 市場機会：

- ✓ バリューチェーン全体でのCO2排出の最適化を推進していく上で、路線バスの運行管理とエネルギーの需給管理を一体的に調整するエネルギーマネジメントシステム（EMS）の開発に市場機会があると捉えている。

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



運輸サプライチェーンや運行する地域単位での会社や産業の垣根を超えた**バリューチェーン全体でのCN化に向けた取り組みが加速**

● 当該変化に対する経営ビジョン：

- ✓ 本事業への挑戦を事業成長の機会と捉え、**EMSコア技術の開発に対し、先行投資を行う。**
- ✓ EVフィットしたバス運行体制を構築し、エネルギーと運行管理の一体化を可能とするEMSを構築することで、EV導入を経済合理的で現実的な選択肢とする。

● 地域社会に与えるインパクト：

- ✓ 当EMSを媒介に地域のエネルギーマネジメントと連携させることで、地域単位でのCN化に貢献

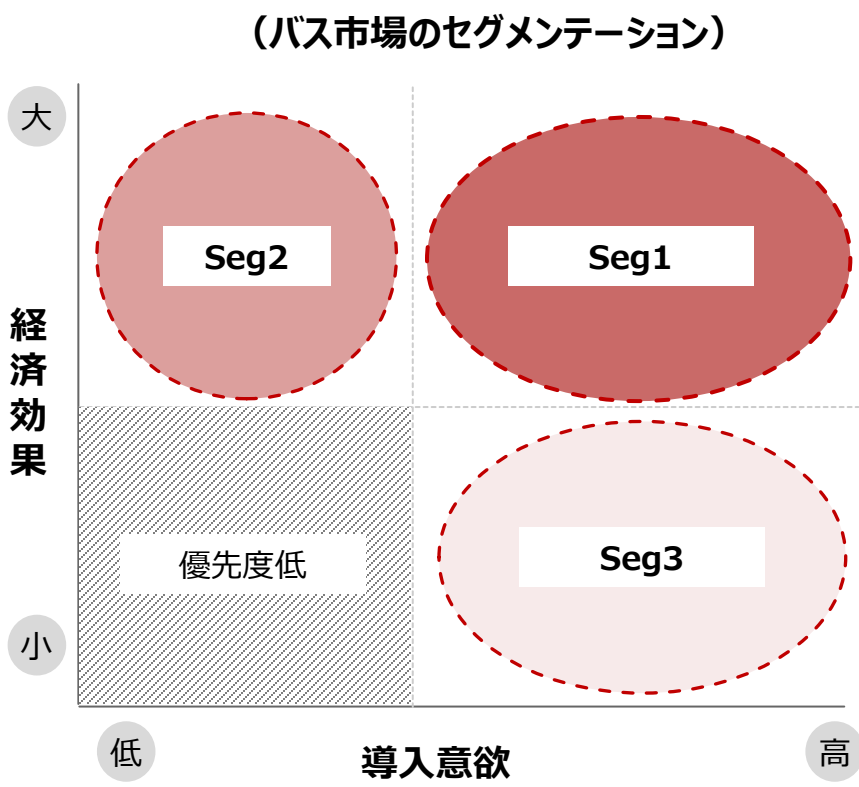
*1: PwC: "脱炭素化を取り巻く潮流"を基に加工

1. 事業戦略・事業計画／（2）市場のセグメント・ターゲット

EVバスの導入を検討する全国のバスオペレーターでの活用を想定

セグメント分析

- 特にEMS導入による経済効果が発揮できる事業者を選定
- EVバスの導入意欲の強さに応じて、市場を3つのセグメントに分類



活用が想定されるバスオペレーター

バスオペレーターの導入・活用イメージ

- 本事業での実績・知見を活かしながら、EVバス導入の検討段階から相談を受けつけ、一緒に最適な活用方法を考えながら導入を提案する。
- Seg1→Seg2→Seg3の順番で、導入・活用がされていく想定

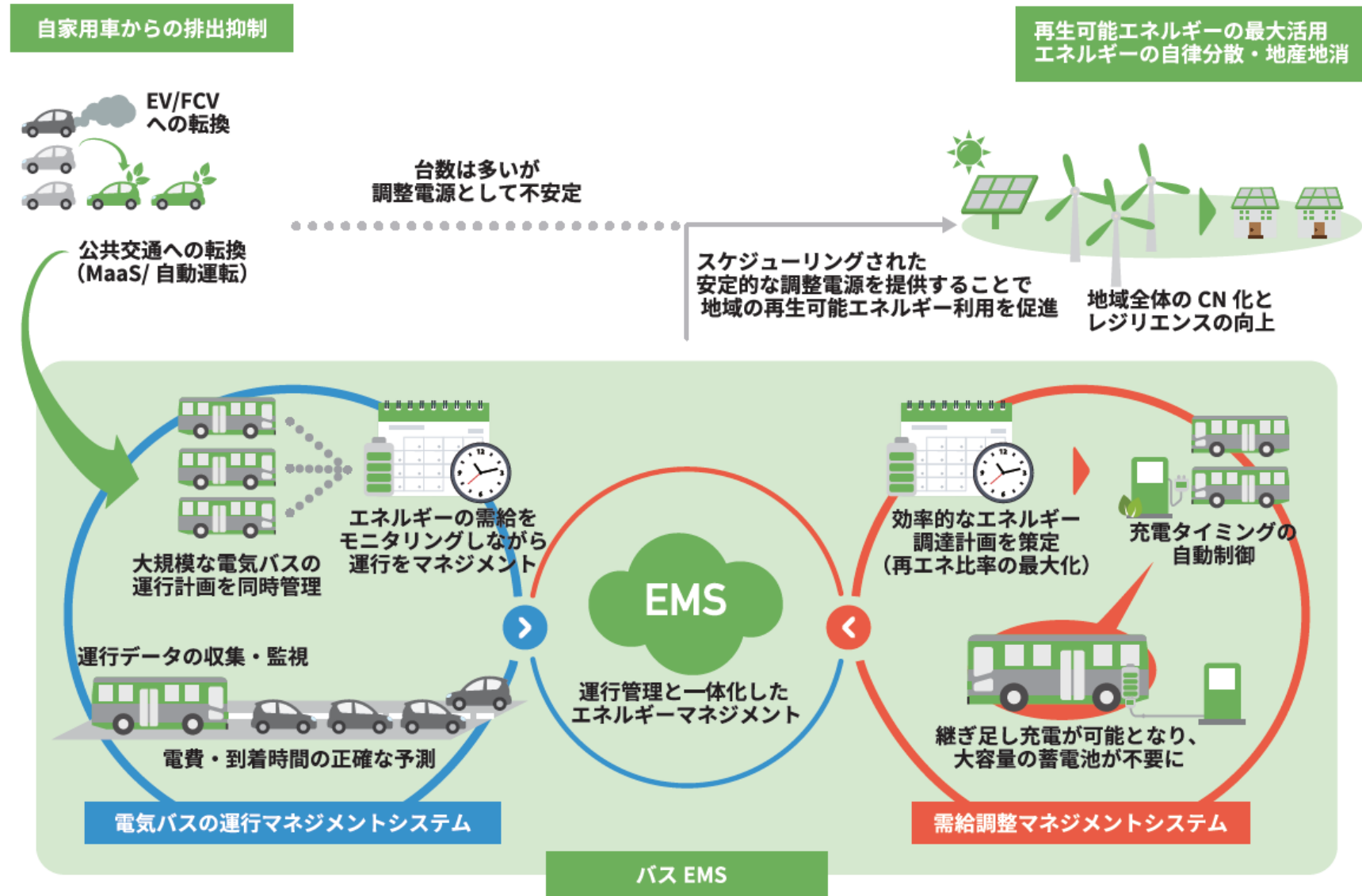
目標とするシェア

- 最終的にSeg1/2/3における事業者が保有する車両台数の全体シェアの50%以上を目標とする

	事業者数	主なプレイヤー	市場規模	導入時期	主な特徴
Seg1	数百社	都市部の事業者	数万台	2028年頃	● 比較的健全な財務基盤 アーリーアダプター
Seg2	数百社	ニーズが潜在的な事業者	数万台	2030年以降	● 他社の動向や補助金等に応じて導入を検討

1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル

路線バスEV化および交通・地域のCN化実現に対応する運行管理/需給調整一体型EMSを構築



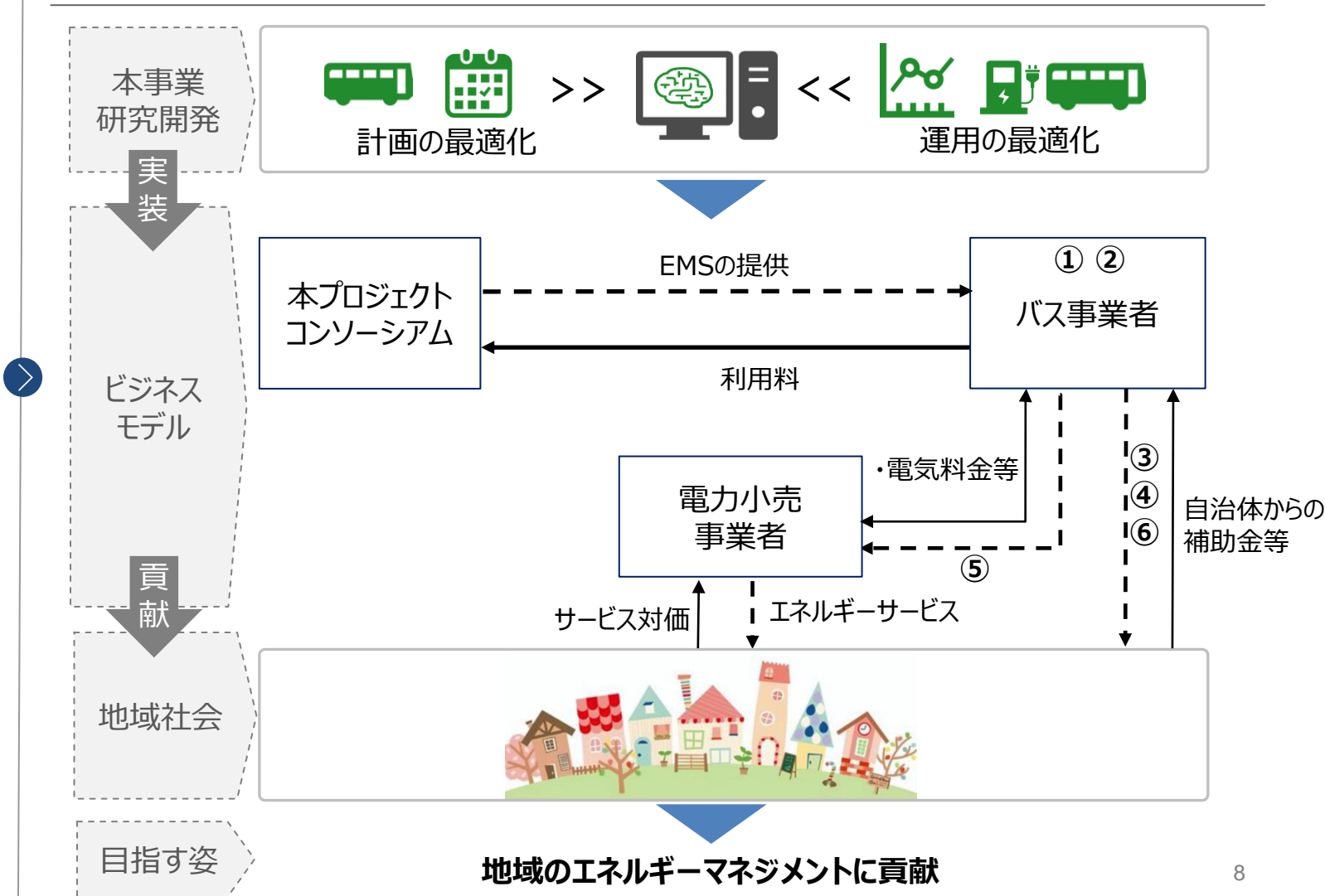
1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル

運行管理と一体化したエネルギーマネジメントサービスを創出/拡大

社会・顧客に対する提供価値

- バス事業者
 - ① EVバスの経済性の向上
 - ② CN化への貢献による企業価値の向上
- 地域社会/まちづくり
 - ③ EVバス導入促進によるCO2削減効果
 - ④ 地域社会へのインフラ提供
 - ⑤ 調整電源の提供
 - ⑥ 地域の交通需要マネジメントへの貢献

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)を目指し、バスの運行に関連する様々なシステムのデータ交換の標準化に取り組む必要

ルール形成(標準化等)に向けた**国内バス業界**の動向

- エネルギー管理を運行管理と一体化させるためには、複数のレイヤーにまたがる様々な機能（≒システム）の相互運用性を促進させる必要
- 一方、国内のバス業界の現状は業務構成する各機能（≒システム）間での連携が個別化されており柔軟性が無く、新しい業務への対応が困難

ルール形成(標準化等)の**国外**の動向

- IT×PTやNetExといった事例に代表されるように、欧州では異なるシステム間でデータを交換するための標準規格の策定や普及が進む
 - ✓ 公共交通事業者、自動車メーカー、機器サプライヤー、情報システムプロバイダーが協調し主体的に推進
 - ✓ 車両、車両に搭載される車内機器、情報提供システム、運行管理のバックエンドシステム等、多岐のレイヤーに渡るシステムを広くカバー

業界全体で、業務基盤を共通化し、システム間のデータ交換の標準化に取り組む必要性



本事業期間におけるオープン戦略（標準化等）の内容

- 標準化戦略としては、上記の業務基盤を主要各社とのコンソーシアムという形で、協調領域として開発を推進する

1. 事業戦略・事業計画／（４）経営資源・ポジショニング

交番管理を基軸とした開発ができる独自の立ち位置を活かし、バスオペレーター向けに最適化されたEMS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

- EVバスに最適化されたEMSの提供
- EVバスの経済性の向上

自社の強み

- バスの運行特性を基軸としたEMSの開発を推進できる点
 - ルールに則って運行されるというバスの特性を踏まえたエネルギーマネジメントの取り組みが必要
- デジタル技術のオペレーションへの実装力
 - 専門的なDX人材の存在
 - 他社に先行したEVバスの導入実績

自社の弱みおよび対応

- 地域と連携したエネルギーマネジメントを実現するための要素技術
- モビリティ分野の電化を支える充電インフラおよび関連システムのノウハウ
 - 当該要素技術に強みをもつTEPCOと連携

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	現在	バス事業者として日本一のエリアカバー率	サプライチェーンの川下に位置	バス業界において上位の経営能力 DXのトップランナーとしての知見
	将来	EVバス導入におけるオペレーターの知見を活かして顧客基盤の拡大	当EMSを起点に、上流側に位置する電力会社等と連携したサービスを提供	EMSを通じて収集されるデータを利活用し、更なるサービスの向上/拡大につなげる

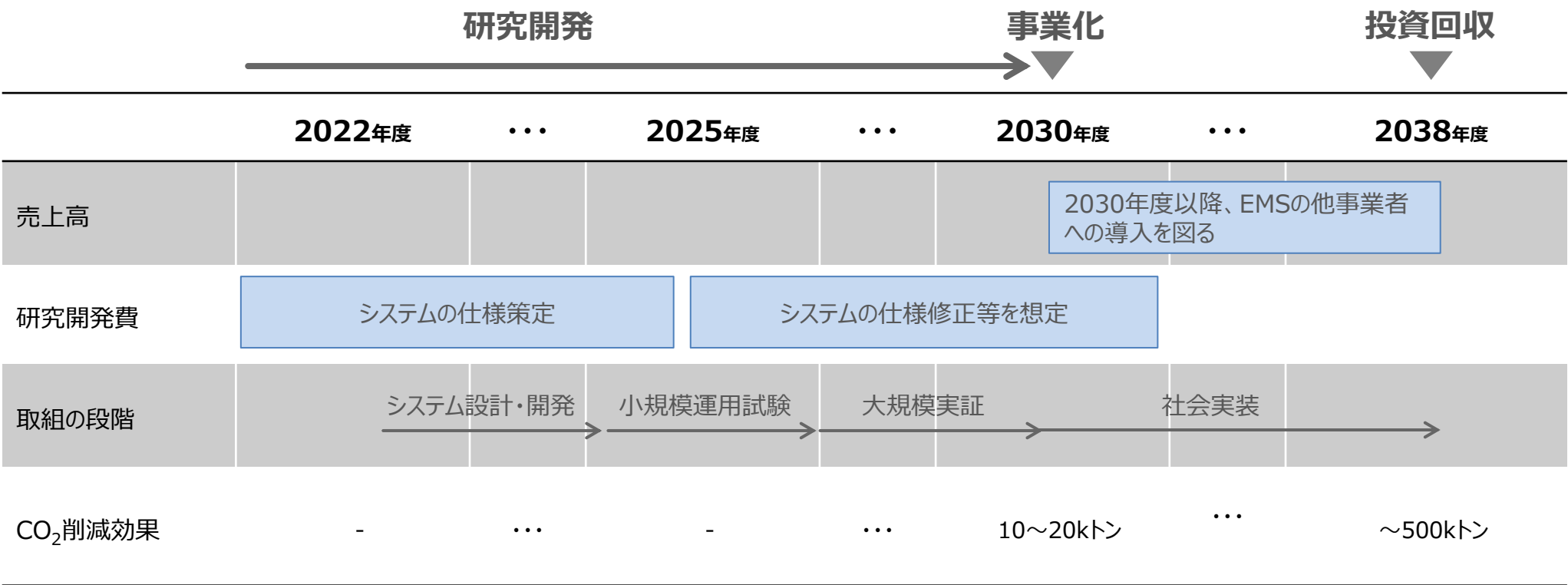
- 先行してEVバスの導入実験を実施したことで蓄積された運行管理/エネルギーマネジメントの知見
- エネルギーマネジメントを実現できる経営資源を持った稀有な事業者
 - 交通DXのフロントランナーとしての圧倒的な実績およびそれを可能とする経営/組織能力
 - HDにR&D機能を保有しグループ会社間で緊密な連携をとることで経営資源の機動的な投入が可能
 - 通常のオペレーションの中で技術実証実験を行う場をグループ内に保有

1. 事業戦略・事業計画／（5）事業計画の全体像

9年間の研究開発の後、2030年頃の事業化、2038年頃の投資回収を想定

投資計画

- ✓ 本事業において9年間の研究開発を行い、開発したEMSについて2030年頃の事業化を目指す。
- ✓ 路線バス事業者への販売を図り、2038年頃に投資回収できる見込み。



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

将来の社会実装を見据え、実証期間中から研究開発～マーケティングまで一体的に対応

研究開発・実証

設備・システム実装

マーケティング

取組方針

- バスのオペレーター用に最適化されたEMSの開発
- EMSに関する最先端の知見を有する国内有数の電力会社と共同で研究を進める

- 本実証対象地と同じく地方部から実装に取り組む
 - 車両台数ベースで地方部のバスは国内の半数以上を占めるため、本格的な電動化を実現するには、大きな割合を占める地方部における導入モデルの構築が必須
- 地方部でも経済性が成り立つ導入モデルを構築したのち、全国に展開

- バス事業者として自ら先行してEV化の課題に対応してきた知見を活用したマーケティングを実施



進捗状況

- システム全体のアーキテクチャ設計
 - 機能間での役割デマケや接続仕様をデータレベルで整理
- バスの運行管理のAs is と電動化した場合のTo beの業務フローの整理

- 23年度を中心とした設備工事計画の精緻化

- 本取り組みの進捗やバス電動化に関する情報発信を行うサイトの作成
 - ホワイトペーパーの掲載等、今後は集客ツールとしての活用も予定



国際競争上の優位性

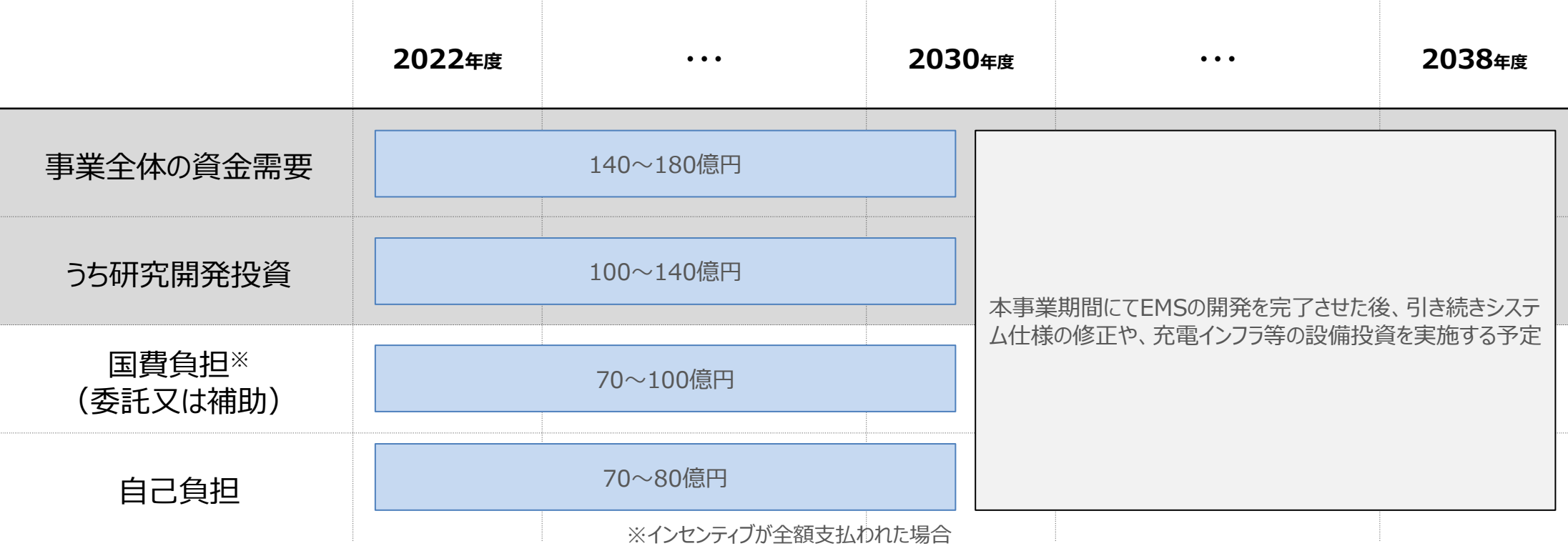
- EMSの技術自体は既に国内外において類似サービスが多くみられるものの、バス向けに最適化したEMSの研究は今のところ国内外において例はない

- 諸外国のEVバス導入は、多額の補助金を拠り所としていることが多いため、地方部で成り立つ導入モデルを構築できれば大きな差別化要素となる

- 海外市場は特に環境価値を求める傾向にあり、再エネ活用のニーズが非常に高いことから、EVバスのEMSを提案することの社会的意義が際立つ

1. 事業戦略・事業計画／（7）資金計画

国の支援に加えて、コンソーシアム全体で70～80億円規模の自己負担を予定

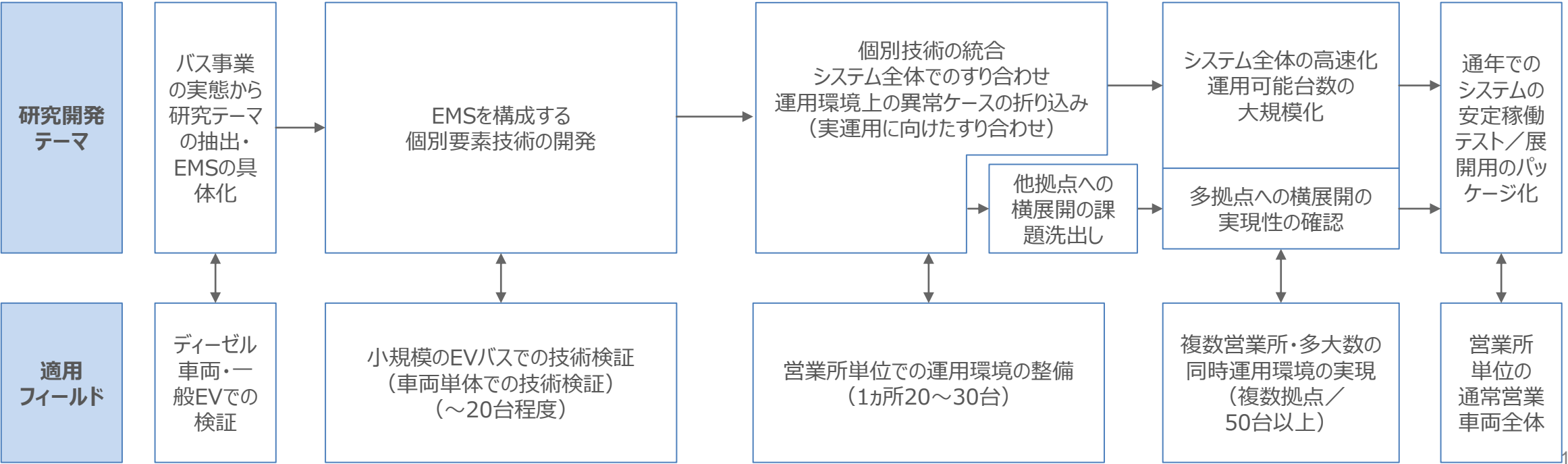


2. 研究開発計画

2. 研究開発計画／（0）研究開発目標（研究開発の全体像）

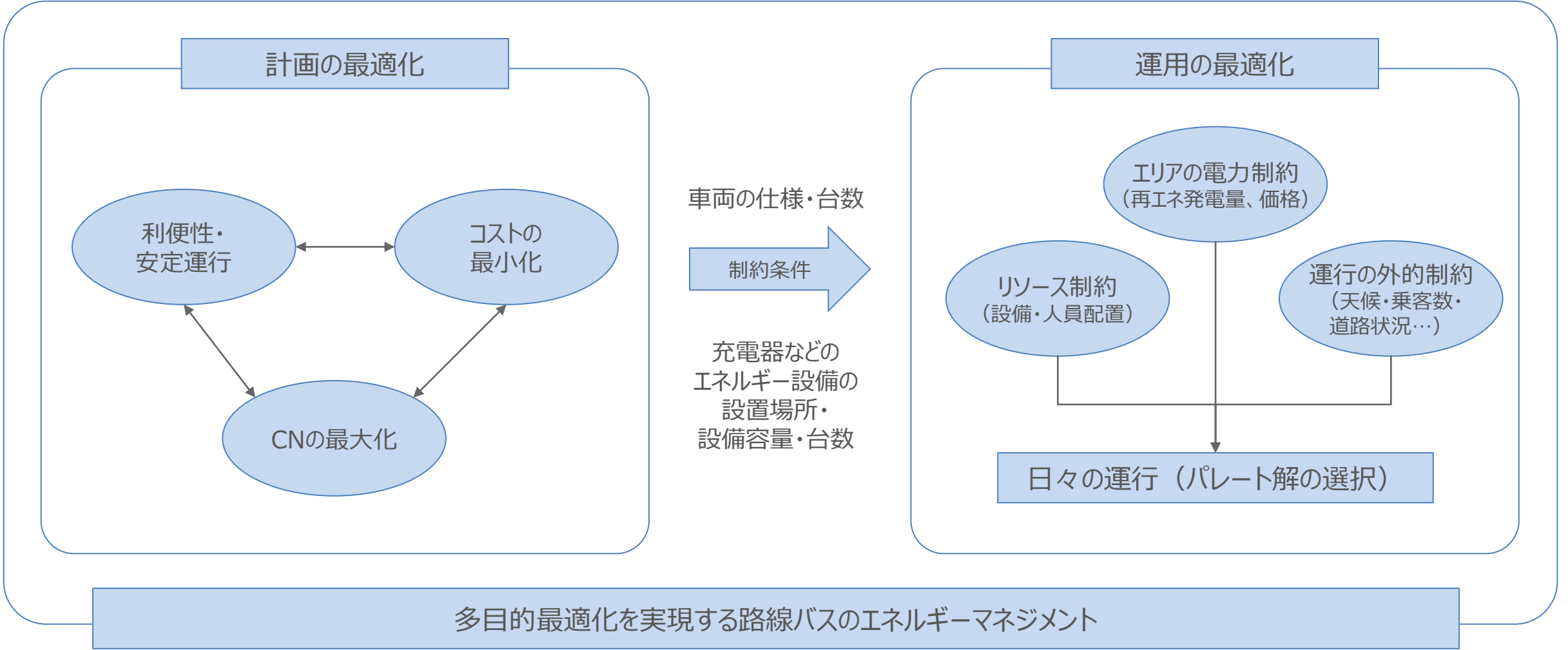
研究開発の進め方

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
	技術コンセプト の確認		応用的な開発			ラボベンチテスト		パイロット実証		プレ 商業実証
TRLレベル	TRL3		TRL4			TRL5		TRL6		TRL7



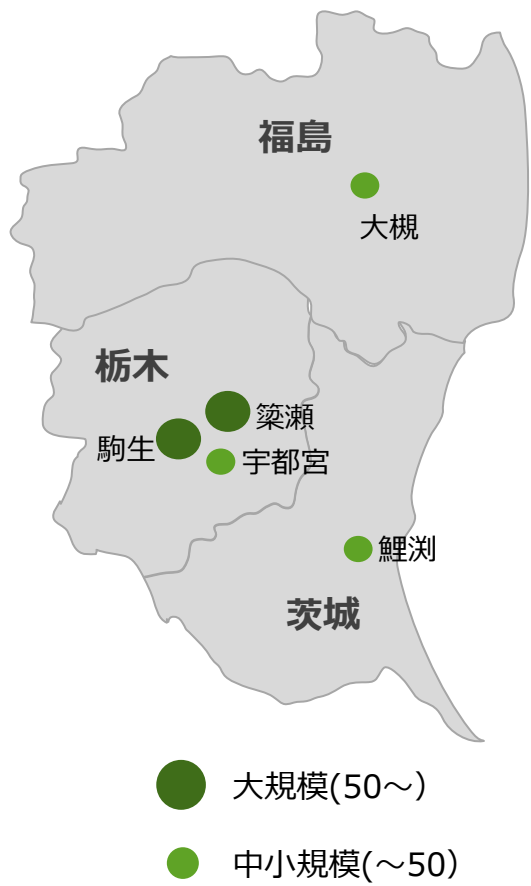
2. 研究開発計画／（0）研究開発目標（研究開発の全体像）

バス運行のバリューチェーン全体で最適化するシステムの実現を目指す



2. 研究開発計画／（0）研究開発目標（研究開発の全体像）

各実証拠点の立地/台数規模/導入時期



	大型車両	導入時期
	(単位:台)	
茨城県 鯉淵営業所	30	2023～2029
福島県 大槻営業所	30	2023～2026
栃木県 駒生営業所	71	2023～2029
栃木県 築瀬営業所	53	2023～2029
栃木県 宇都宮営業所	34	2023～2029
合計	218	

2. 研究開発計画／（0）研究開発目標（研究開発の全体像）

バス事業者の運行変革と暗黙知・ノウハウから得られる知見に基づいて、EMSを構成する運行管理とエネルギー管理の技術を開発

1. 車両運用の最適化およびモニタリング技術の開発・実装【MH/関/福/茨】

- ①EVバスの車両運用最適化技術の開発・実装【MH/関/福/茨】
- ②現場レベルに適用可能な実装技術開発・実装【MH/関/福/茨】
- ③運行状態の予測技術の開発【MH/関/福/茨】
- ④統合的な運行管理システム【MH/関/福/茨】

2. 運行計画の作成技術の開発・実装【MH/関/福/茨/TP】

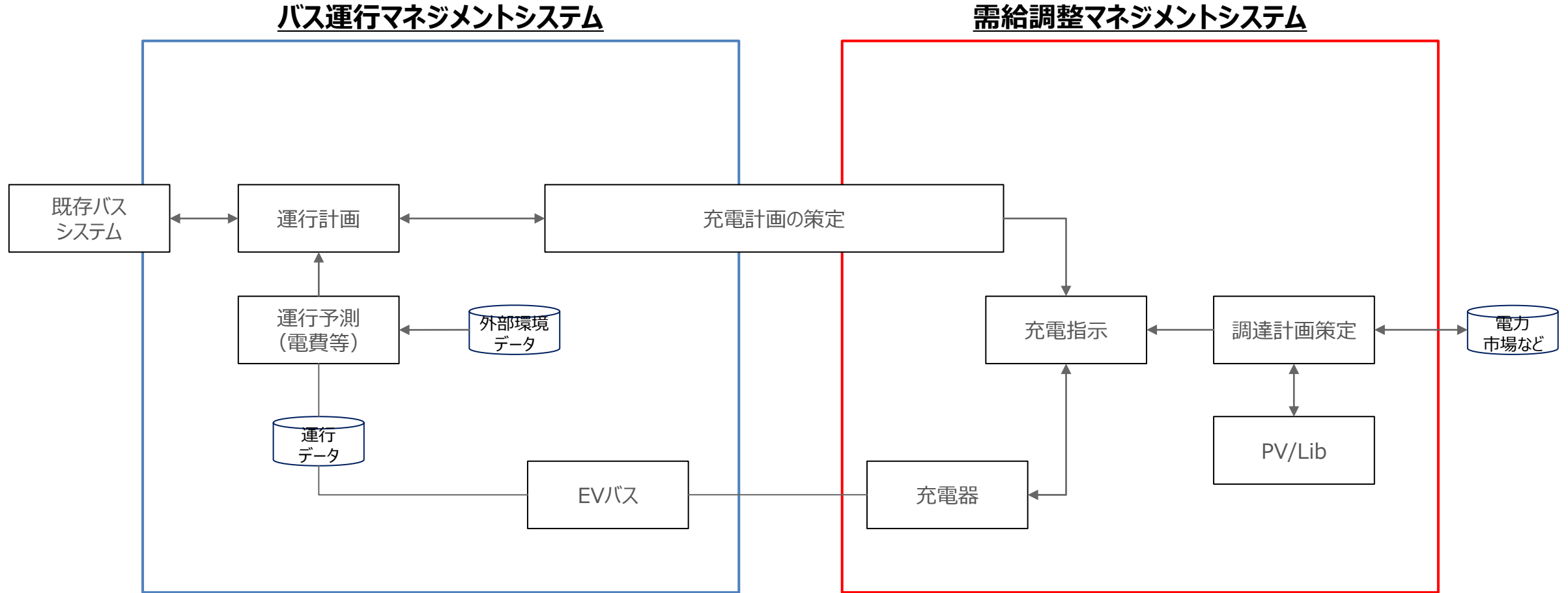
- ①エネルギー設備の配置設計技術【TP】
- ②充電可能スピードの推定技術【TP/MH/関/福/茨】

3. 需給調整マネジメントシステムとバス運行マネジメントシステムの一体化【MH/関/福/茨/TP】

- ①充電器遠隔制御システムの開発【TP】
- ②充電管理システム（需給調整エネルギーマネジメントシステム）の高度化開発【TP】

2. 研究開発計画／（0）研究開発目標（研究開発の全体像）

【開発技術の概要】システム全体の想定構成（案）



2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

EMS全体での共通技術開発

研究開発項目

1. 車両運用の最適化およびモニタリング技術の開発・実装
【MH/関/福/茨】

研究開発内容

- 1 EVバスの車両運用最適化技術の開発・実装
【MH/関/福/茨】

- 2 現場レベルに適用可能な実装技術開発・実装
【MH/関/福/茨】

アウトプット目標

EVバス運行における車両・人員のリソース配置の効率化を目指し、多様な運用現場で最適化し、効率的な運行管理・エネルギー管理を実現する統合的システムを開発する。

KPI

複数の運行条件への適用可能性を机上確認し、本事業で運行する営業所で適用可能な数理モデルを実装する。

多数のバスを保有する大規模なバス事業者の営業所でも、実運用上支障のない時間で運行計画を提供する。

KPI設定の考え方

バス事業者の運行形態により、数理モデルに取り込むべき制約条件が異なるため、多様な運行形態に対応することを目指す。

日常的なバス運用では、運行遅延や電費の悪化など、変化が激しい複雑な実運用環境下でリアルタイムに計算を行う必要があるが、事業者の限られた計算環境で実装できることを目指す。

2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

バスの運行計画を策定するための技術開発

研究開発内容	KPI	KPI設定の考え方
<p>③ 運行状態の予測技術の開発 【MH/関/福/茨】</p>	<p>電費や到着時間など、充電時間の制御に関連する指標を、運行上問題のない精度で推定する技術を開発する。</p>	<p>最適なエネルギーマネジメントを実現するために、外部環境の影響を考慮した電費予測や到着時間の予測技術が必要になる。</p>
<p>④ 統合的な運行管理システム 【MH/関/福/茨】</p>	<p>運行する車両全体のデータを一元的に把握・管理できるシステムを開発する。</p>	<p>バス全体の運行管理、車両状況を一元的に集約し、EMSからの情報と合わせ、運行管理者の判断を支援する統合的な運行マネジメントシステムが必要になる。</p>

2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

計画最適化技術 | 運行計画の策定技術

研究開発項目		アウトプット目標	
2. 運行計画の作成技術の開発・実装【MH/関/福/茨/TP】		EVバスの運行を前提に、各種設計ツールの開発を行う。	
研究開発内容		KPI	KPI設定の考え方
1 エネルギー設備の配置設計技術【TP】		エネルギー設備の最適配置案をコスト・安定性の面から評価できる。	エネルギー設備を配置、運用する手法が整理されていないため、最適設計手法を確立する。
2 充電可能スピードの推定技術【TP/MH/関/福/茨】		充電可能スピードを予測する技術を開発する。	EVバスからの情報や過去充電実績などから予測する技術が必要になる

2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

バスの運行計画を策定するための技術開発

研究開発項目

3. 需給調整マネジメントシステムとバス運行マネジメントシステムの一体化【MH/関/福/茨/TP】

研究開発内容

① 充電器遠隔制御システムの開発【TP】

② 充電管理システム（需給調整エネルギーマネジメントシステム）の高度化開発【TP】

アウトプット目標

EVバス用EMSに対応した充電器で開発した充電器システムを活用することで、エネルギー調達を最適化し、応答性と調整力の大きい電源価値の創出を目指す。

KPI

EVバス用EMSと充電器とのプロトコルを整理し、CHAdeMOなどの主要規格でのシステムを開発

バスの運行状況を把握する運行マネジメントシステムと連携、それに基づきエネルギー調達最適化を可能とするEMSを開発する。

KPI設定の考え方

EVバス用EMSからの充電指示に沿って、遅滞なく充電を実行するためのプロトコルを整理し、既存プロトコル活用し標準仕様を策定、充電器遠隔操作制御システムを開発する。

エネルギー調達を最適化し、適切なDRを個別に指示するアグリゲーション機能を有するEVバス用EMSを実現する。

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を提案

1. 車両運用の最適化およびモニタリング技術の開発・実装

	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
1 EVバスの車両運用最適化技術の開発・実装 【MH/関/福/茨】	複数の運行条件への適用可能性を机上確認し、本事業で運行する営業所で適用可能な数理モデルを実装する。	先行の類似研究・事例は少なく、またエネルギーの調達を含めた研究開発事例は見当たらない（TRL3）	各営業所の運行環境の制約条件を取り込んだ数理モデル化（TRL4/5） 事業者側で日常的に最適化計算ができる環境を実現（TRL6）	<ul style="list-style-type: none"> 運行現場における言語化されていない運行条件をヒアリングなどを通して明らかにし、最適化計算を実施するために数理モデル化 最適化結果の実用性評価をバス事業者が直接実施、精度を向上。 	高
2 現場レベルに適用可能な実装技術開発・実装 【MH/関/福/茨】	多数のバスを保有する大規模なバス事業者の営業所でも、実運用上支障のない時間で運行計画を提供する。	計算資源が限られ、かつ現実的な計算時間内の解の導出方法は未検討（未検討）	まれに発生する異常ケースにおいて業務に支障の出ない時間内で最適化を実行（TRL4/5）	<ul style="list-style-type: none"> モデルの簡素化（条件に影響のないモデル簡素化手法の検討） ハードウェア的アプローチの検討 ハード／ソフトでの並列処理 	高
研究開発項目全体のTRL7達成レベル	複数営業所においてEVバスを通年安定的に運用出来ており、他営業所・バス会社へシステム展開が可能な状態を達成する。				

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を提案

1. 車両運用の最適化およびモニタリング技術の開発・実装

	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
3 運行状態の予測技術の開発【MH/関/福/茨】	電費や到着時間など、充電時間の制御に関連する指標を、運行上問題のない精度で推定する技術を開発する。	限られた台数のデータから簡易的な推計モデルを作成 (TRL3)	特定のエリアの実走行データを元にした推定モデルを策定 (TRL4/5) 地域によらず電費推定を実現 (TRL6)	<ul style="list-style-type: none"> 車両内部のエネルギー解析技術 外部環境の反映（車両情報、地理的情報を活用） 運行データ等を反映する現実的なシステムコストで実装 	高
4 統合的な運行管理システム【MH/関/福/茨】	運行する車両全体のデータを一元的に把握・管理できるシステムを開発する。	バス、充電器の可視化システムは存在するが、運行・エネルギー管理・最適化をするシステムはコンセプトレベル (TRL3)	営業所単位で最適化計算を実行できる環境を構築 (TRL4/5) 実証導入する特定営業所の環境下で各種最適化機能を統合、運用 (TRL6)	<ul style="list-style-type: none"> 他分野で先行する運行システムを参考にシステム構成を検討 諸外国のバス事業者の運行マネジメントシステムの構成などを参考に、標準化を意識したシステム設計 	高
研究開発項目全体のTRL7達成レベル	事業者／営業所の規模に関わらず、各研究項目で開発される要素技術を統合、バス運行管理の現場で通年を通して安定稼働するシステムを実装する。				

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を提案

2. 運行計画の作成技術の開発・実装

	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
1 エネルギー設備の 配置設計技術 【TP】	エネルギー設備の最適配置案をコスト・安定性の面から評価できる。	EV充電インフラ構築に関する設計ノウハウは有しているが、EVバス充電インフラ設計ノウハウはない (TRL 2)	充電インフラの最適設計支援ツールの開発 (TRL6)	<ul style="list-style-type: none"> EVバス・充電器設置個所等の制約情報から、最適なエネルギー設備を算出する設計手法の開発 	高
2 充電可能スピードの 推定技術 【TP/MH/関/福/茨】	充電可能スピードを予測する技術を開発する。	EV（乗用車）にて先行研究を実施 (TL2)	EVバスからの情報や過去充電実績などから充電可能スピードを推定する技術を開発 (TRL6)	<ul style="list-style-type: none"> 充電可能スピード推定に必要な情報を整理し、取得するシステムを構築 充電可能スピード推定するロジックを開発 	高
研究開発項目全体の TRL7達成レベル	運行計画設計から充電設備の配置までを統合的に検討、シミュレーションできる環境を構築する。				

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を提案

3. 需給調整マネジメントシステムとバス運行マネジメントシステムの一体化

	KPI	現状	達成レベル	解決方法	実現可能性 (成功確率)
1 充電器遠隔制御システムの開発【TP】	EVバス用EMSと充電器とのプロトコルを整理しCHAdeMOなどの主要規格でのシステムを開発	車両－充電器間、充電器－充電器制御部の標準プロトコルは決められており、各々実用化されている（TRL2）	標準プロトコルに準拠した充電器遠隔制御システムを開発（TRL6）	<ul style="list-style-type: none"> 充電器遠隔制御システムに必要な標準プロトコルの整理、課題を抽出 標準プロトコルに準拠した充電器遠隔制御システムを開発 	高
2 充電管理システム（需給調整エネルギーマネジメントシステム）の高度化開発【TP】	バスの運行状況を把握する運行マネジメントシステムと連携、それに基づきエネルギー調達最適化を可能とするEMSを開発する。	再エネ、蓄電池などのDER（分散エネルギーリソース）のEMSはすでに開発済み（TRL3）	EVバス運行システムと連携したEMSを開発（TRL6）	<ul style="list-style-type: none"> 充電計画および電力市場の情報などをもとにEVバスの充電に必要な電力調達の最適化を図る需給調整マネジメントロジックを開発 運行マネジメントシステムと需給調整マネジメントシステムを連携し、EVバス用EMSを開発 	高
研究開発項目全体のTRL7達成レベル	事各研究項目で開発される要素技術を統合し、通年を通して安定稼働するEVバス用EMSシステムを実装する。				

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容①（これまでの取り組み）

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	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. 車両運用の最適化およびモニタリング技術の開発・実装	1 EVバスの車両運用最適化技術の開発・実装	<ul style="list-style-type: none"> 導入予定の営業所の業務フローと運行上の制約条件を整理 	<ul style="list-style-type: none"> 導入予定の営業所をモデルケースに、関連する業務の洗い出しが完了し、As-is(現状) / To-be（目標）の業務フローとデータフローを整理し、交番最適化技術を適用した業務の実装を実施 	○ （事業開始時期が遅れたものの、先行して対応したため、遅延は最小限）
	2 現場レベルに適用可能な実装技術の開発・実装	<ul style="list-style-type: none"> 22年度は着手なし 	<ul style="list-style-type: none"> 22年度は実施予定はなかったが、業務フローの整理と制約条件の適用タイミングを整理 	- （22年度の実施予定はなく、特段先に進めた点がない）
	3 運行状態の予測技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> 既存実施手法の整理 既存ディーゼル車両の走行データを収集 	<ul style="list-style-type: none"> 要件定義と基本設計を行い、研究開発における課題の洗い出し、方向性を整理 併せて、本システムで必要となる予測特性かを踏まえ、要求機能を整理 	△ （机上検討は進んでいるものの、経済性を踏まえた外注先の選定が遅延）
	4 統合的な運行管理システム	<ul style="list-style-type: none"> 22年度実施予定なし 	<ul style="list-style-type: none"> 研究開発1-①で整理した業務フローに合わせて、先行して運行管理業務におけるシステム接点を整理し、運行管理業務において必要となるシステム構成を初期的に検討 	- （22年度の実施予定はなく、特段先に進めた点がない）

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容①（今後の取り組み）

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	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. 車両運用の最適化およびモニタリング技術の開発・実装	1 EVバスの車両運用最適化技術の開発・実装	<ul style="list-style-type: none"> 導入予定の営業所の業務フローと運行上の制約条件を整理 	<ul style="list-style-type: none"> 各営業所の業務フローを整理し、標準形の抽出または、類型化の実施が課題 	<ul style="list-style-type: none"> As-is/To-beの業務/データフローの整理の結果、業務の本質部分での差分は比較的小さく、各社と継続して調整する。
	2 現場レベルに適用可能な実装技術の開発・実装	<ul style="list-style-type: none"> 22年度は着手なし 	<ul style="list-style-type: none"> 22年度の進捗はないため記載省略 	<ul style="list-style-type: none"> 22年度の進捗はないため記載省略
	3 運行状態の予測技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> 既存実施手法の整理 既存ディーゼル車両の走行データを収集 	<ul style="list-style-type: none"> 要求仕様を満たす実装手法を机上検討で確認できているが、継続的な運用におけるコストを最小化する方法の検討が課題 	<ul style="list-style-type: none"> 外注先へ発注前に、開発後の運用に影響が大きい非機能要件を含めた条件面を詳細に詰め、開発の手戻りが発生しないことを目指す
	4 統合的な運行管理システム	<ul style="list-style-type: none"> 22年度実施予定なし 	<ul style="list-style-type: none"> 22年度の進捗はないため記載省略 	<ul style="list-style-type: none"> 22年度の進捗はないため記載省略

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容②（これまでの取り組み）

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	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
2. 運行計画の作成技術の開発・実装	1 エネルギー設備の配置設計技術	<ul style="list-style-type: none"> 22年度実施予定なし 	<ul style="list-style-type: none"> 22年度の進捗はないため記載省略 	<p>－</p> <p>（22年度の実施予定はなく、特段先に進めた点がない）</p>
	2 充電可能スピードの推定技術	<ul style="list-style-type: none"> 先行事例調査、及び実装時の要求仕様の整理 	<ul style="list-style-type: none"> 過去に実施していた充電プロファイルを整理した上で、当コンソーシアムが保有するEVにおける充電スピードを計測 今後、データ収集するにあたって必要となる項目の整理を実施 	<p>○</p> <p>（23年度の解析用データ収集に向けた検討に間に合う）</p>

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容②（今後の取り組み）

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	直近のマイルストーン	残された技術課題	解決の見通し
2. 運行計画の作成技術の開発・実装	1 エネルギー設備の配置設計技術	<ul style="list-style-type: none"> エネルギー設備を設計するために必要となる制約情報検討 	<ul style="list-style-type: none"> バス台数、充電器台数、電力設備形態に応じたエネルギー設備の設計方法を検討 	○ （23年度の解析用データ収集に向けた検討に間に合う）
	2 充電可能スピードの推定技術	<ul style="list-style-type: none"> 推定ロジックの検討とロジック設計に必要なデータを定義する 	<ul style="list-style-type: none"> ロジック設計に必要なデータの定義を完了。 推定ロジックを継続検討、精度検証に基づく改良方法の検討が課題。 	○ （23年度の解析用データ収集に向けた初期ロジックは間に合う見込み、データを元に今後改良）

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容③（これまでの取り組み）

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	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
3. 需給調整 マネジメントシステム とバス運 行マネジ メントシ ステムの一 体化	1 充電器遠 隔制御シ ステムの開発	<ul style="list-style-type: none"> 充電履歴の取得データ項目の検討 充電器メーカーと充電器側の仕様を調整し、充電器への要求仕様を決定 現地設置型需給調整マネジメントシステム（現地EMS）を設計 	<ul style="list-style-type: none"> 標準的なEMSと充電器の通信プロトコルについて整理 充電器とEVの間のCHAdeMOプロトコルについて整理 充電器制御についてのタイムチャートを作成し、充電器メーカー側と要求仕様の検討を開始 	○ （23年度中の充電器遠隔制御システムの基本機能の開発に向けて対応中）
	2 充電管理システム（需給調整エネルギーマネジメントシステム）の高度化開発	<ul style="list-style-type: none"> 連携データを確認し、電力調達における制約条件を洗い出し、要求仕様と開発スケジュールを整理 概略仕様を決定し、統合的な運行管理システム・充電器遠隔制御システムとの連携を検討 	<ul style="list-style-type: none"> 充電器及び電気バスの特性を調査し、制約条件を整理 導入台数などから分類した営業所の電気バス運用フェーズに応じた段階的な要求仕様の整理を実施中。初期運用フェーズの要求仕様整理が完了 当該エリアに設置された複数の充電器とエリアに駐車している複数の電気バスの電力コストを最小化するための充電スケジュールを決定するための最適計算ロジックの検討 	○ （2023年度中の管理システムロジック実現に向けて対応中）

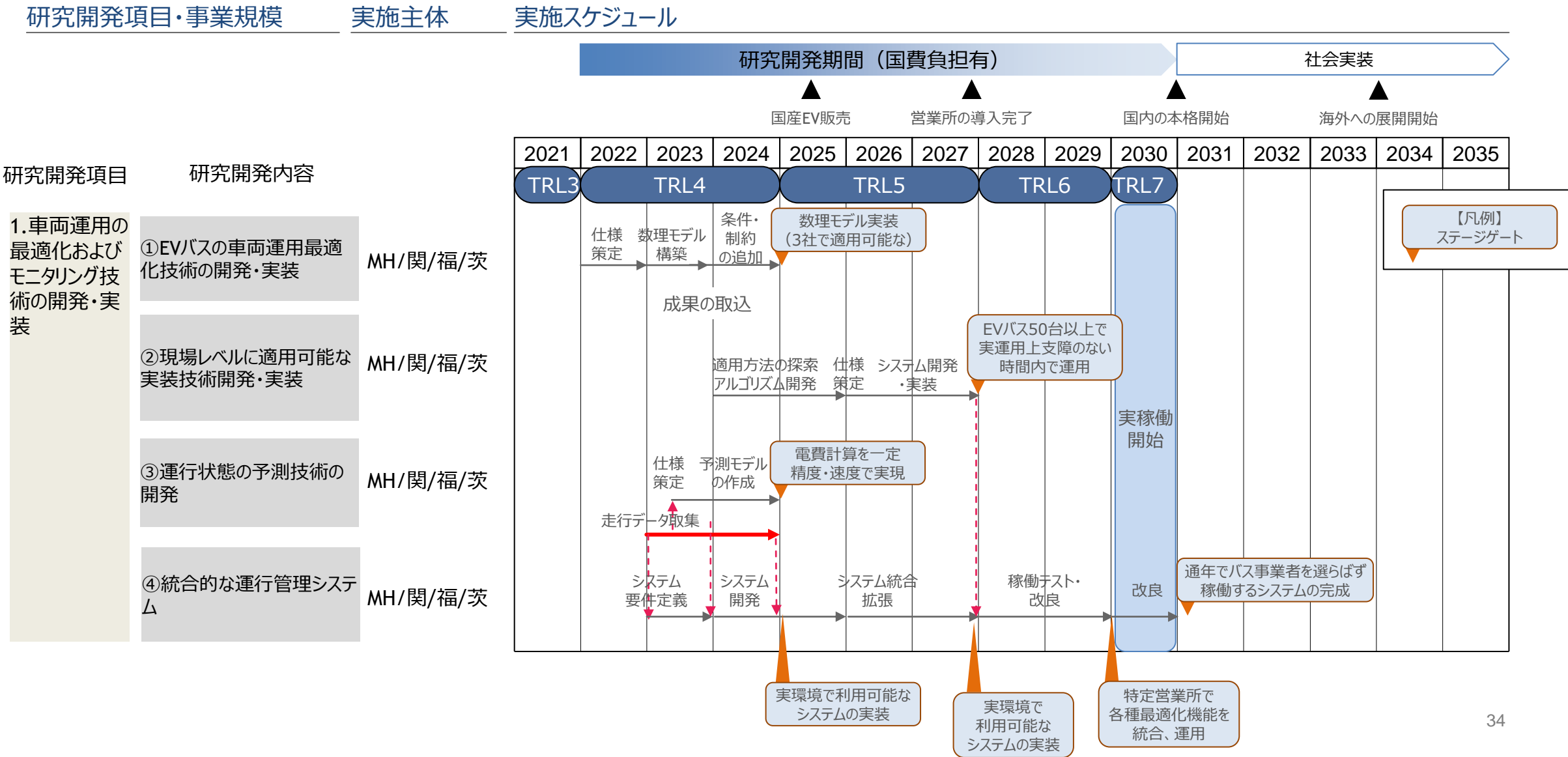
2. 研究開発計画／（2）研究開発内容③（今後の取り組み）

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	直近のマイルストーン	残された技術課題	解決の見通し
3. 需給調整 マネジメントシステム とバス運 行マネジ メントシ ステムの一 体化	1 充電器遠 隔制御シ ステムの開発	<ul style="list-style-type: none"> 充電履歴の取得データ項目の検討 充電器メーカーと充電器側の仕様を調整し、充電器への要求仕様を決定 現地設置型需給調整マネジメントシステム（現地EMS）を設計 	<ul style="list-style-type: none"> 充電器遠隔制御システムの仕様決定 充電器遠隔制御システムの開発 現地設置型需給調整マネジメントシステム（現地EMS）に各ロジックを実装 	<ul style="list-style-type: none"> EMSと充電器の通信プロトコルとして、標準的なOCPPを活用 充電器遠隔制御については、23年度中に実装に向けて開発中
	2 充電管理シ ステム（需 給調整エ ネルギー マネジ メントシ ステム）の高度 化開発	<ul style="list-style-type: none"> 連携データを確認し、電力調達における制約条件を洗い出し、要求仕様と開発スケジュールを整理 概略仕様を決定し、統合的な運行管理システム・充電器遠隔制御システムとの連携を検討 	<ul style="list-style-type: none"> 最適調達のための詳細仕様を策定し、運行管理システム側と調整 充電可否ロジックの決定・開発 	<ul style="list-style-type: none"> 固定した充電スピード・従量料金メニューに対する充電スケジュール作成ロジックを23年度中に決定

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／（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

研究開発項目・事業規模		実施主体	実施スケジュール														
研究開発項目	研究開発内容		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035
2. 運行計画の作成技術の開発・実装	①エネルギー設備の配置設計技術	TP	TRL3	TRL4		TRL5			TRL6		TRL7						
	②充電可能スピードの推定技術	MH/関/福/茨/TP		モデル検討(2か所)	要件定義		設計手法構築		改良	運行エリア単位の最適設備配置評価技術の完成							
3. 需給調整マネジメントシステムとバス運行マネジメントシステムの一体化	①充電器遠隔制御システムの開発	TP		仕様検討	ロジック開発	基礎的な分析ロジックの完成			稼働テスト・改良		実環境で稼働するシステムの完成						
	②充電管理システム(需給調整エネルギーマネジメントシステム)の高度化開発	TP	4-③と連携		システム開発	実証運転	改良国産対応	実証運転	他営業所システムへ展開大規模検証	実稼働開始							
		TP	仕様検討		システム開発	2.へ統合	稼働テスト・改良		共通GSG		試作機の完成						
		TP	仕様検討		システム開発	1営業所で稼働するシステムの完成	実証運転	稼働テスト・改良									
							2.へ統合		2.へ統合								

【凡例】
ステージゲート

2. 研究開発計画／（４）研究開発体制

共同提案者との提案体制

実施体制図

☆ 幹事企業 ◆ 中小・ベンチャー企業



※各外注先（A～B）の補助金額との差額は外注元（みちのりホールディングス／東京電力ホールディングス）が負担

各主体の役割と連携方法

各主体の役割

- 研究開発項目全体の取りまとめ、基本的な機能要件定義、システム設計等をみちのりHDが行い、実証場所の準備はグループ傘下の福島交通、関東自動車、茨城交通が担当。
- 共同提案者とは、需給調整システムと電力・バス運行マネジメントシステムの一体化、運行・充電マネジメントに合わせた充電器と受電設備の導入量最適化を共同で行う。
- 東京電力ホールディングスはEVバス運行マネジメントシステムと連携した需給調整マネジメントシステムのロジック開発、充電器制御システム開発を株式会社東光高岳がEMS開発を行う。

研究開発における連携方法（共同提案者間の連携）

- 開発全体の進捗確認等は定期的に共同提案者とのすり合わせの打ち合わせを実施する。

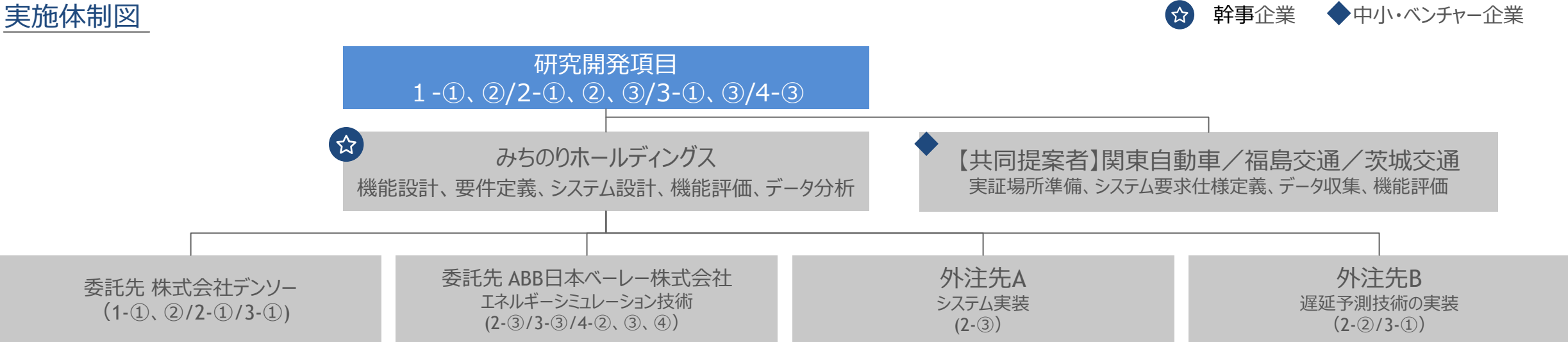
共同提案者以外の本プロジェクトにおける他実施者等との連携

- 本プロジェクト外では運行事業者の各自治体との計画の共有・調整、大学とは研究開発での連携を想定する。またOEMとはデータ提供において密に連携する。

2. 研究開発計画／（4）研究開発体制

みちのりホールディングス傘下での実施体制

実施体制図



各主体の役割と連携方法

各主体の役割

- 研究開発項目全体の取りまとめ、基本的な機能要件定義、システム設計等をみちのりHDが行い、実証場所の準備はグループ傘下の福島交通、関東自動車、茨城交通が担当。
- 株式会社デンソーは数理最適モデルのモデル化と実装、高速化の開発を行い、ABB日本バーレー株式会社はエネルギーシミュレーション技術の実装、外注先A社が全体システムの統合、外注先B社が遅延予測技術の実装を行う。

研究開発における連携方法（委託先・外注先との連携）

- 開発全体の進捗確認等は定例的に実施、外注先全体での打ち合わせは必要に応じて実施する。

中小・ベンチャー企業の参画

- 実証場所を提供する交通事業者は中小企業に該当する。

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. 車両運用の最適化およびモニタリング技術の開発・実装	1 EVバスの車両運用最適化技術の開発・実装	<ul style="list-style-type: none"> みちのりHDが最適化技術を委託先Aと共同開発、自社グループで既に適用。（経済産業省事業にて支援） 技術開発に関する知見はみちのりHD傘下の各バス会社に存在。（本事業には参加しない会津バス、岩手県北自動車にもEVバス導入の先行実績がある） 	<p>→</p> <ul style="list-style-type: none"> 国内に類似事例はなく、先行する海外事業者が競合。制約条件の詳細化が差別化要素。 <p>→</p> <ul style="list-style-type: none"> EVバス向けの最適化技術は海外企業も着手するが、先行することが差別化要素になりえる。
	2 現場レベルに適用可能な実装技術開発・実装	<ul style="list-style-type: none"> 高速化／スケーラビリティを解決する直接的な技術は保有していない。 みちのりHDが所有する最適化技術の開発において、委託先Aと高速化に向けた基礎検討には着手している。 	<p>→</p> <ul style="list-style-type: none"> 海外先行事例では精度検証はされておらず、目標とする先行事例はない。 別領域の基礎検討内容も活用することで先行開発を実現する。

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. 車両運用の最適化およびモニタリング技術の開発・実装	3 運行状態の予測技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> 実走行データを用いた基礎的な解析検証を国事業で実施済。 みちのりグループにて蓄積している電費データ（会津バス、岩手県北自動車）も活用する。 	<ul style="list-style-type: none"> 海外で先行するエネルギーフロー解析を応用した先行開発事例はあり、競合となりえる。 個別要素技術は存在するが統合された実装は行われておらず、先行開発が差別化要素となりえる。
	4 統合的な運行管理システム	<ul style="list-style-type: none"> 複数機能を搭載する管理システムの設計、PoC作成を国事業の支援にて実施。 EVバス管理の知見がみちのりHD傘下の各バス会社に存在。（本事業に参加しない会津バス、岩手県北自動車にもEVバス導入の先行実績あり） 	<ul style="list-style-type: none"> 先行する海外企業やOEMがシステム開発を先行するが、エネルギー調達・管理までを含むシステム開発を先行する上で差別化要素となりえる。

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
2. 運行計画の作成 技術の開発・実装	1 エネルギー設備の配置設計技術	<ul style="list-style-type: none"> EV充電インフラ、受電設備に関する設計ノウハウ。→ 急速充電器、車両（EV）の充電特性評価技術。→ 	<ul style="list-style-type: none"> エネルギー設備の配置検討において差別化要素がある。
	2 充電可能スピードの推定技術	<ul style="list-style-type: none"> EV（乗用車）にて先行研究を実施、それらノウハウを活用できる。→ みちのりHDにて実走行データを用いた基礎的な解析検証を国事業の支援で実施。 	<ul style="list-style-type: none"> 推定精度の高い技術開発が可能で、優位性を確保できる。

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
3. 需給調整マネジメントシステムと電力・バス運行マネジメントシステムの一体化技術開発	1 充電器遠隔制御システムの開発	<ul style="list-style-type: none"> EV用V2G制御システムのノウハウを活用できる。 CHAdeMOなど充電器・EV車両周辺の標準規格に精通。（規格仕様書策定してきた実績がある） 	<p>→</p> <ul style="list-style-type: none"> 先行開発による先行優位性を構築できる。
	2 充電管理システム（需給調整エネルギーマネジメントシステム）の高度化開発	<ul style="list-style-type: none"> 再エネ、蓄電池などのDER（分散型エネルギーリソース）を対象としたEMSは開発済み。（例：離島モデルEMS、再エネ自己託送用EMSなど） 	<p>→</p> <ul style="list-style-type: none"> 先行開発による優位性を確保できる。

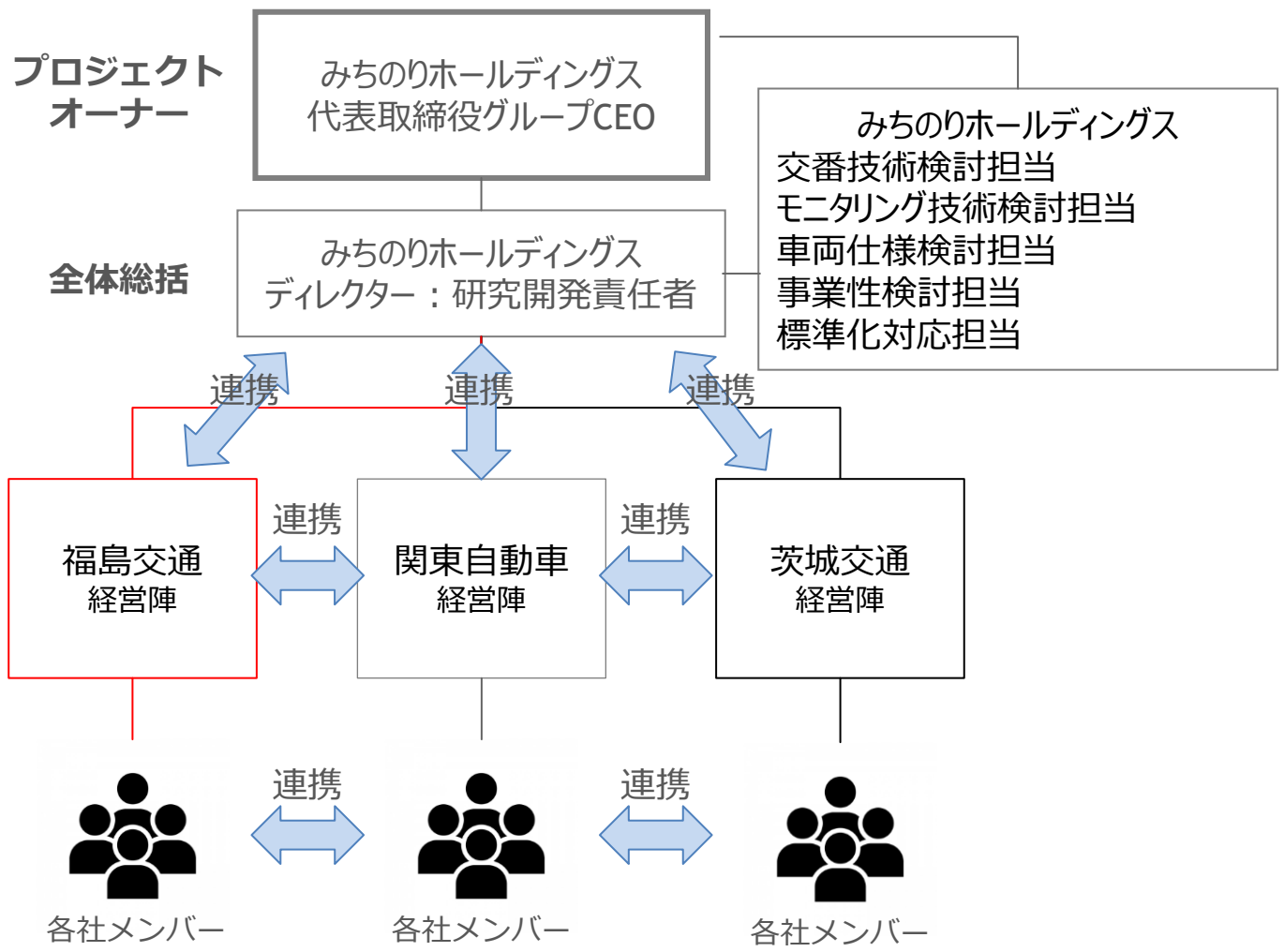
3. イノベーション推進体制

(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、各バス会社経営陣と密に連携した機動的な体制を構築

組織内体制図



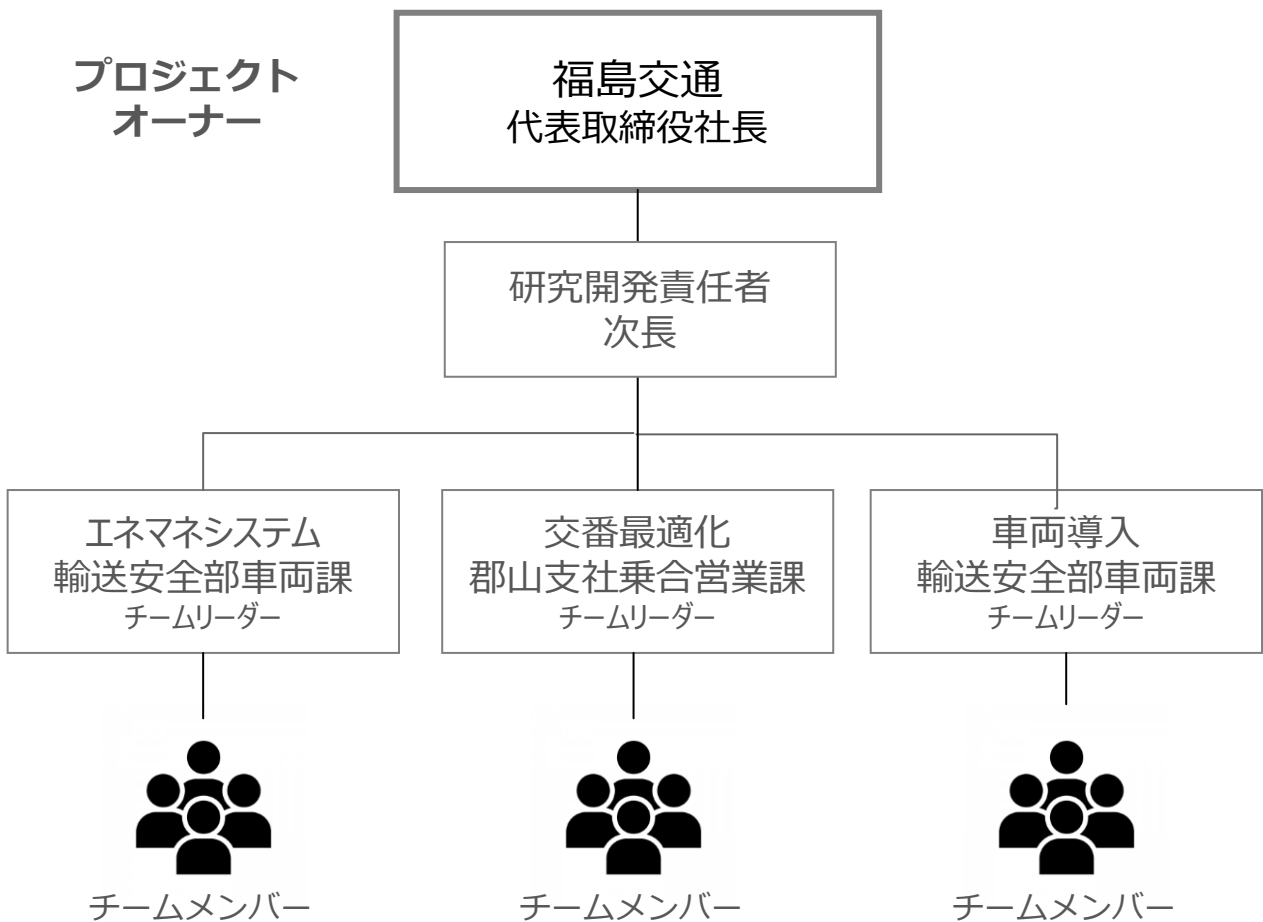
組織内の役割分担

- 研究開発責任者と担当部署
- 研究開発責任者：全体総括（コンソーシアムの研究開発責任者）
- 部門間の連携方法
- グループCEOのおよび各バス会社社長の経営陣が自ら本事業に主体的にコミットし関わることで、強靱で機動的な実装に向けた推進体制を確保している。
 - グループの成長戦略として、経営層だけでなく、各社メンバーも横連携をしながらグループ一体となって本事業に関わる体制が整備されている。

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、各バス会社経営陣と密に連携した機動的な体制を構築

組織内体制図



組織内の役割分担

- プロジェクトオーナー
 - 代表取締役社長
- 研究開発責任者
 - 次長：全体総括

部門間の連携方法

- グループ全体の方針に合わせて、プロジェクトオーナーの指揮の下で、各担当者が機能検討などを担当。
- グループ全体の成長戦略として、経営層だけでなく、各メンバーも認識し部署間で横連携をしながら本事業に関わる体制が整備されている。

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

経営者等による本事業への関与の方針

経営者による具体的な施策・活動方針

- みちのりホールディングスグループは（MH）は、CN化に対し、「環境適応型の新しい交通システムの確立」というビジョンを掲げている。
- 以下メッセージをホールディングスのオフィシャルHP上に公表しており、社会に対して明確に発信している。
 - 地球環境にやさしい社会システムを構想する場合に、交通システムの環境適応性を無視して語ることは出来ない。
 - 事業から生じるキャッシュフローの一部を安定的に新たな設備の調達に振り向け、環境適応性の向上を続けることがMHの基本方針。
 - また、供給サイドの技術開発の動向などにもよるが、低炭素型バスを導入したり、自治体等との協働を通じてBRT(Bus Rapid Transit=次世代型バス交通システム)の運行事業に進出したりすることによって低炭素型社会の実現をサポートすることをMHの将来の姿として思い描いている。
- いままで培ってきた交通インフラとしての安全性と持続性を次世代に向けて維持することを前提に、現状に固執せず絶え間ない変革に挑み、本事業を強力なリーダーシップによって成功に導くことで、EV導入を促進し、CNの実現に貢献する。

グループ横断会議での取り組み進捗の確認

- グループ内の重要な経営議論を行なう会議体において、左記ビジョンに沿った取り組みが推進されているかの確認を定期的に行っており、グループの目指す姿に向けた意思統一が図れている。

事業の継続性確保の取組

- 本事業のプロジェクトオーナーを代表取締役が自らが務め、さらにグループ全体での方向性とすり合わせながら本事業を牽引していく。
- グループ一体となった取り組みと位置付けており、現場職員も自分事として本事業に関わることになるため、継続的に社員の意思統率を図れる。
- さらに、グループ横断での取り組みとなるため、仮に経営層が交代となったとしても、着実に継続性を担保できる。

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電動化推進を位置づけ、広く情報発信

自社グループ内における情報発信

- 最低月1回の頻度において開催されるグループ横断会議にて、高い頻度で電動化事業に関する進捗を共有
 - 本実証においてEVバスの導入が予定されていない各子会社に対しても電動化の進捗情報を共有することで、グループ一丸となり本取り組みを推進していく意識醸成を図る

外部ステークホルダーに対する公表・説明

- 2022年7月19日に外部に対するプレスリリースを配信
https://www.michinori.co.jp/pdf/20220719_PR_michinori.pdf
- 以後、本事業の進捗に応じて対外的な説明を継続

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

推進体制



経営資源の投入方針

- **ヒト:** 本実証実験を推進するケイパビリティをもった人材の優先的なリソースの投入
- **モノ:** グループ内の主要営業所を本実証実験の場として活用
- **カネ:** 中長期的な投資を前提としたグループ全体でのキャッシュフローマネジメント

グループ横断での機動的な経営資源の投入とベストプラクティスの横展開を可能とするタテ・ヨコでのグループ経営

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、研究開発および社会実装等で継続困難な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	社会実装（経済社会）におけるリスクと対応	その他（自然災害等）のリスクと対応
<ul style="list-style-type: none">外注先が製品化に必要な一部の要素技術の開発に応じないリスク <p>→代替可能な要素技術のみ開発を外注化 →外注先が開発に応じない理由が、ロット生産量に課題がある場合は独占契約の締結も検討</p>	<ul style="list-style-type: none">国内OEMが提供するEV車と現行のDEISEL車の価格差が補助金を加味しても埋まらず、EVの普及が進まないリスク <p>→OEMとこまめに会話しながら最終的なコスト感をブローピング →想定よりも立ち上がりが遅い場合も踏まえ、計画に余裕をみておく</p>	<ul style="list-style-type: none">実証実験の対象としている営業拠点が震災・災害に直面し、本実証実験の継続が困難となるリスク <p>→本実証実験の対象とする営業拠点を複数に分散化</p>
<div>▼</div> <ul style="list-style-type: none">事業中止の判断基準：<ul style="list-style-type: none">社会情勢の変化、自然災害等の影響含め、目標性能達成が困難とすることが確定し、かつ、他用途展開の可能性がない場合急激なインフレ等により、資金の調達ができなくなった場合社会実装後、電気代の高騰、制度措置の未整備等により、収益性が確保できない場合		