

大型EV用車両へのワイヤレス電力伝送システム 実装に向けた不要発射低減技術等に関する調査

報告書概要版

MRI 三菱総合研究所

事務局

目次

調査の概要.....	3
ユーザニーズの調査・分析.....	5
EV用WPTに係る国内外の動向のフォローアップ調査.....	9
大型EV用WPTの技術的条件、利用条件の実測検証.....	12
国内制度化に向けた検討.....	16

調査の背景・目的

- 令和6年度「大型EV用車両へのワイヤレス電力伝送システム実装に向けた不要発射低減技術等に関する調査」(以下「令和6年度調査」という。)では、大型EV用WPTについて、市場、技術、国際標準化、実証・制度化等に関する国内外の動向を調査するとともに、調査検討会での検討を通じて、その技術的条件および利用条件を提案した。
- 本年度は、令和6年度調査の結果を踏まえ、大型EV用WPTに関するユーザーニーズの調査・分析および国内外の動向調査のフォローアップを行うとともに、不要発射の実測検証を行った。これにより、令和6年度調査で提案した大型EV用WPTの技術的条件、利用条件の検証を行った。さらに、これらの結果を踏まえ、大型EV用WPTの社会実装に資する国内の制度化に向けた検討を行った。

令和6年度調査

- ・ 大型EV-WPTへの期待
(現状の充電に関する課題整理)
- ・ 市場・技術・国際標準化動向
- ・ 国内外の実証・制度化の取組み
- ・ 技術的条件・利用条件の提案
- ・ 調査検討会における検討

令和7年度調査

ユーザーニーズの調査・分析

バス事業者等へのヒアリング調査・経済性分析

国内外の動向のフォローアップ調査

国内外最新動向のフォローアップ

技術的条件・利用条件の実測検証

R6技術的条件・利用条件案及び追加検証課題の検証
(不要発射低減および人への安全性に関する検証)

国内制度化に向けた検討

制度化に向けて必要となる具体的取組とその実施計画

調査検討会

調査の体制・報告書の構成・対象とする大型EV用WPT

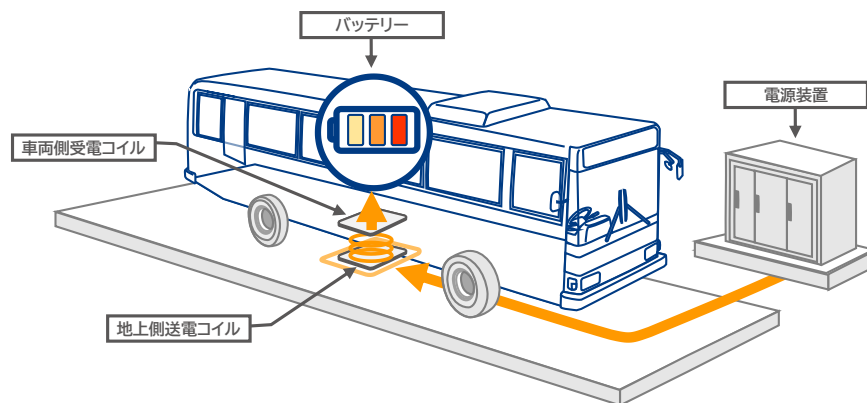
調査の体制

- 本調査には、学識有識者、バス事業者、WPTメーカー、自動車メーカー、EMC専門家、各種関係団体、自治体、関係省庁などの関係者から構成される「大型EV用車両へのワイヤレス電力伝送システム実装に向けた不要発射低減技術等に関する調査検討会」(座長:東京理科大学 堀 洋一教授)を設置し、検討を行った。

対象とする大型EV用WPTについて

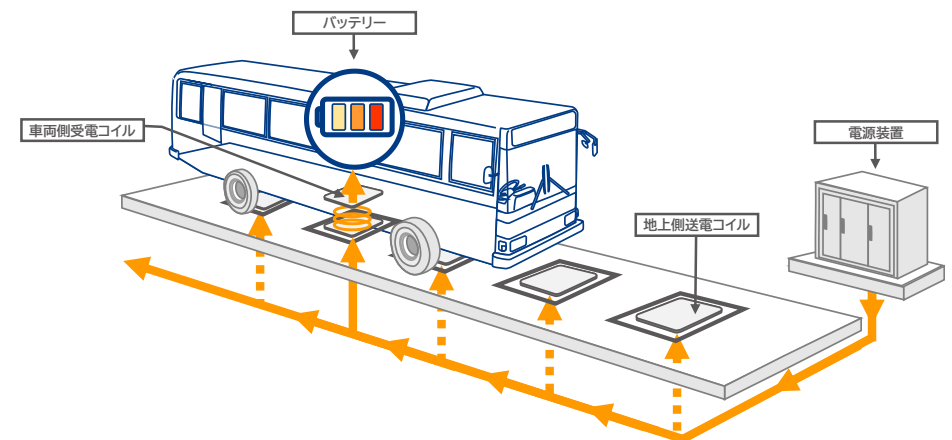
停車中WPT(SWPT)

車庫や駐車場などに
停車しているEVに対して給電



走行中WPT(DWPT)

道路などに送電コイルを敷設することで、
走行中のEVに対して給電



報告書の構成

- 第2章: ユーザーニーズの調査・分析
- 第3章: EV用WPTに係る国内外の動向のフォローアップ調査
- 第4章: 大型EV用WPTの技術的条件、利用条件の実測検証
- 第5章: 国内制度化に向けた検討

バス事業者、バス業界団体、大型EVメーカー等へのヒアリング調査

- 大型EV用WPTの将来的な普及に向け、現状のEVバスの導入、給電等の運用、保守管理等に係る現状を整理し、WPTに対する期待および課題について、関東圏を中心とした大型路線バス運行事業者7社、バス業界団体および関連事業者3社、大型EVバスメーカー等2社の合計12事業者に対してヒアリングを行い、結果を取りまとめた。

EVバスの導入・運用に係る現状の課題

- EVバスの導入は着実に進んでいるものの、**従来のディーゼル車と同等の運用に近づけて**、本格的な導入拡大を実現するためには、人材不足への対応、航続距離の向上や車両メンテナンス性の確保、給電インフラの充実・導入コストの低減などの課題を乗り越える必要がある。

人員	車両	設備等の環境	その他・制度
<ul style="list-style-type: none"> ■ 人手不足と給電に要する手間 ■ 給電オペレーションに伴う業務の複雑化 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 航続距離・電費の問題 ■ 車両価格・ランニングコストの見通しが不透明 ■ 整備体制やコスト構造の変化 ■ 車内外レイアウト・輸送力の課題 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 給電場所・時間の制約 ■ 電気代高騰の対策 ■ 給電設備・路面舗装等に係るコスト ■ 周辺環境(騒音・立地)への配慮 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 導入目標と現場実態のギャップ ■ 技術トレンド・将来像の不透明さ ■ 日本の公共交通補助の構造



EVバスに係る課題の現状整理

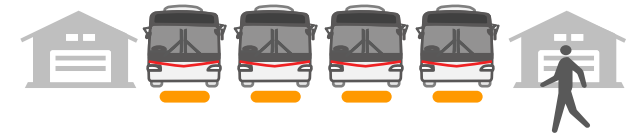
WPTの将来像・ユースケース案を踏まえた事業者からの期待

- バス事業者からは、大型EV用WPTの実現により、**EVバスにおける運用形態を、既存ディーゼルバスでの運用形態に近づけ、給電方式等のブレークスルーを実現**されることが期待されている。

想定されるWPTの利用シーン

① 都市部のバス営業所(SWPT):

コイル等給電設備が、パンタグラフ等の他の給電方式と比較して大掛かりな設備を必要としないため、**給電設備設置スペースの制約を解消**。また、狭隘な駐車場でも、所望の場所にピンポイントで導入可能。

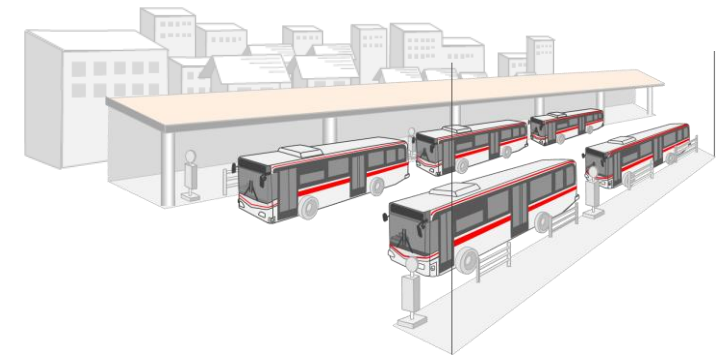


- ✓ 夜間営業所の多数台給電(非接触で保守軽、地上構造少)

② バスパール・折り返し場等(SWPT・DWPT):

経路中給電の実現により、バス搭載バッテリーの**小型化・小容量化**を実現可能。車両重量の軽量化による電費の改善や路面へのダメージを軽減。車両稼働率が高い中でも、**給電残量を減らさな**いで運用を終えられることが魅力。

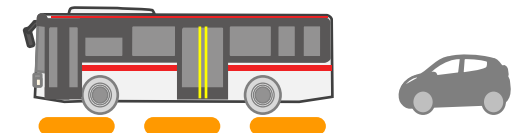
都市部のバスパールでは車両間隔を詰めて駐車するが、地中埋込型であれば**既存の駐車スペースを維持**できる。



- ✓ 連続運行で継ぎ足し給電を積み重ねる運行設計

③ 公道・バス停等(DWPT):

走行しながらの給電を実現し、航続距離の延長や給電時間の短縮を実現。



WPT導入への障壁

- ユーザヒアリングにより得られた事業者等の意見を踏まえると、WPTの実装および普及を推進するに当たっては、人員面・心理面、車両面、設備等の環境面、並びに制度面等において障壁となり得る課題について整理し、それぞれに対する対応方策を講じていくことが重要である。

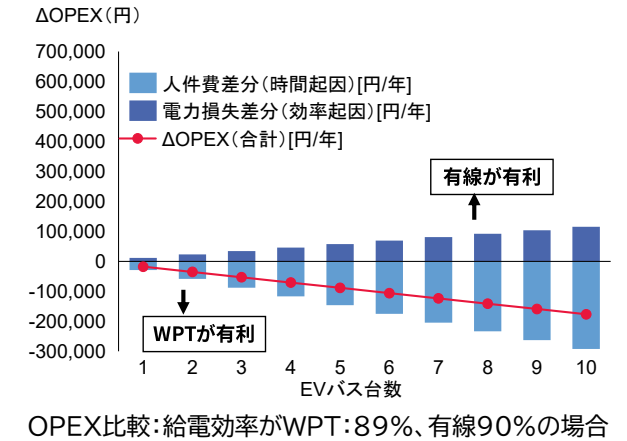
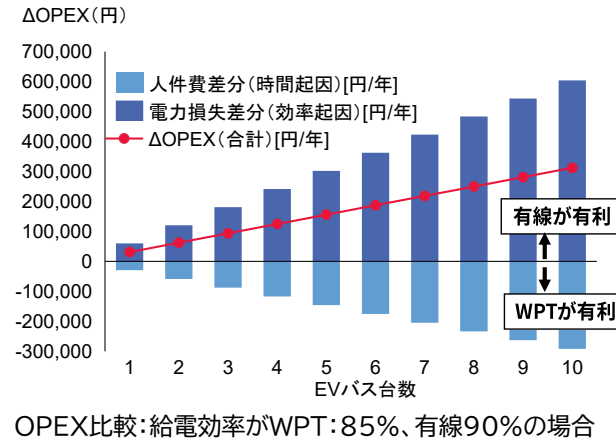
<p>人員面・心理面</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 運用・駐車調整の複雑化 • 給電が適切にできているか確認する心理的負担 • コイル間の位置合わせに伴う負担等 	<ul style="list-style-type: none"> • 駐車するだけで自動的に最適な給電が行われるようEMSシステムと連携 • 人的な計画・管理の手間を極小化するシステムの構築 • 確実な位置合わせと給電開始が視覚的に確認でき、エラーを即座に検知できるシステムを具備 (将来的には自動運転や駐車支援技術と連携)
<p>車両面</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 路面干渉のリスクと運用制約 • 複数給電方式の混在 • 給電効率とバッテリー劣化への懸念 	<ul style="list-style-type: none"> • メーカーなどの標準装備またはオプションとしてWPTを組み込み、車両製造段階から一体設計 • 国内外のメーカーを問わず給電可能な国際標準の確立 • 実証実験等を通じてデータを獲得し、バッテリー保護を考慮した充放電制御技術の開発
<p>設備等の環境面</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 耐久性およびメンテナンス性の確保 • 設備稼働率と費用対効果の関係に対する懸念 	<ul style="list-style-type: none"> • 高耐久・高メンテナンス性の高い施工工法の確立 • WPT装置自体の低廉化
<p>その他・制度面</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 巨額のインフラ投資負担や複数事業者間の共有 • 人への安全性に対する不安 • 出力と安全性のトレードオフに対する懸念 	<ul style="list-style-type: none"> • WPTを公共インフラとして位置付け、新たな費用負担スキームを構築することが有効 • 運転士や乗客に対して安全性に関する説明や注意事項を平易かつ説明可能な形で提供 • 安全性の検証と並行して、バスの運用に実用的な出力が確保できるよう制度整備

有線給電とWPTの経済性を運用上の便益(OPEX)の差分 ΔC_{OPEX} 比較検証

- ユースケース①都市部のバス車庫や営業所における夜間基礎充電を対象とし、有線給電とWPTの給電口数が同じ/異なる場合を想定して年間のOPEXを比較検討
 - 有線方式では、夜間に複数車両を給電する際、プラグの抜き差しや、給電完了車両からのケーブル差し替え、バスの配置変更等に要員が必要となる一方で、WPTは停車位置に入るだけで給電が可能であるため、省力化による効果が期待

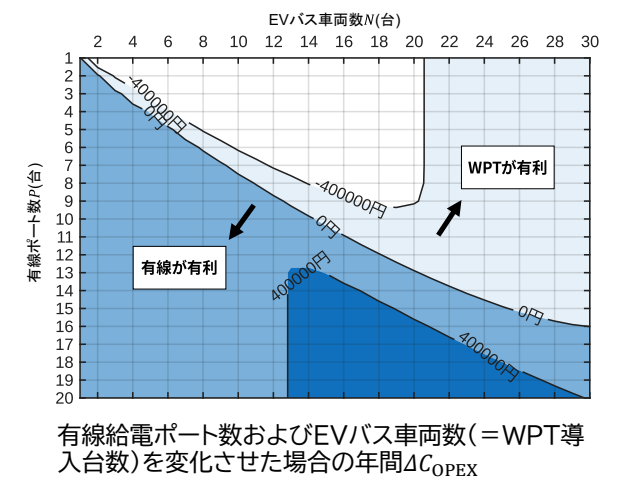
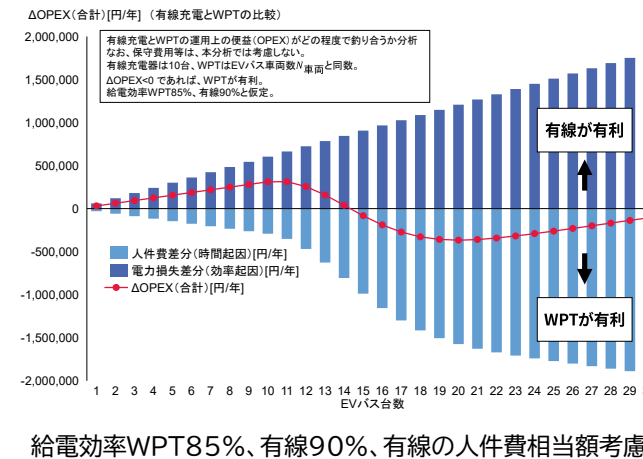
給電口数が同数:有線給電とWPT

- EVバス台数および付随する年間給電量に比例して電力量コスト差を生み出しており、この差分が作業時間短縮による人件費削減効果を上回る。
- ▶ WPTの経済合理性を確保するためには、給電効率の向上、または/かつ損失低減に資するシステム設計が必要



給電口数が異数:有線給電とWPT・有線給電に物理的制約

- バス営業所で有線給電を実施する場合、充電機器は営業所の外周にのみ設置可能とされることが多く、充電器の設置台数や給電ケーブルの長さ等による制約を受け、同時給電可能が制限。
- EVバス台数の増加に伴い、給電作業に要する時間が増大する一方で、追加作業時間は営業所が対応可能な上限があり、実質的に運用可能なEVバス台数の制約がある。
- ▶ 地中に埋め込むWPTにより、有線給電が成立し得る範囲内においては、WPTの優位性は一定水準に収束していくものと考えられる。



市場・技術動向 ー大型EV用WPTにかかわる2025年からの更新情報ー

北米・大型EVバス向け高出力WPTの商用化が進展

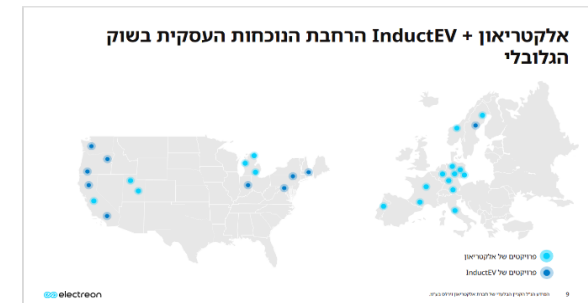
- 2025年以降、米国ではInductEV社とENC社の提携により、米国およびカナダの自治体公共交通機関向けのEVバスに高出力WPTがオプション搭載される予定。



InductEVの高出力WPT搭載予定の
ENC社次世代EVバス 出所)InductEV

主要EV用WPTメーカーの統合

- イスラエルのElectreon社によるInductEV社の資産買収により、欧米での商用EV向けWPTプロジェクトが統合され、SWPTからDWPTまで対応可能な包括的ソリューションの提供が可能に。



Electreon(水色)とInductEV(青色)の
欧州・米国のプロジェクト 出所)Electreon




乗用車分野での一般販売開始

- 2026年よりポルシェ「カヤン・エレクトリック」において、SAE J2954規格に準拠した85kHz磁界共振結合方式の11kW級のWPTが一般販売予定。
- フロアプレートと車両前輪の中央部に搭載された受電ユニットから構成され、フロアプレートの上に駐車しパーキングブレーキを操作すると自動で給電が開始。最大10 cmの位置ずれでも給電が可能。
- フロアプレートのコイルの下側と受電ユニットのコイル上側にあるフェライトにより、磁束が送受電間に誘導されるようになっている。

国内外の実証実験の取組

- EV用WPTの社会実装に向けて、国内外において、大規模な実証実験等の取組が実施されている。

国内の実証事業	概要
NEDO・グリーンイノベーション基金事業	EVバスの運行管理と連携したエネルギーマネジメントシステム(EMS)や走行中ワイヤレス給電(DWPT)を開発。2025年の大阪・関西万博会場において、来場者移動用EVバス向けに、バス停・走路に設置したコイルによるSWPT/DWPTの実運用実証を実施。
内閣府・SIP第3期「スマートエネルギーマネジメントシステムの構築」	電力・交通分野を対象に、EVと建物を連携させたエネルギーマネジメント技術を開発。10kW充電/5kW放電のワイヤレス充放電システムを試作し、充電効率、コスト、社会受容性、漏えい電磁界の規制適合性などを検証。
環境省・運輸部門の脱炭素化に向けた先進的システム社会実装促進事業	商用EV向け停車中ワイヤレス給電(SWPT)の実証と導入ガイドライン作成を目的に、京浜急行バス・横須賀リサーチパーク(YRP)内バス折り返し所等で、15kW級SWPTの実証を実施。バス車内外の磁束密度や接触電流を測定し、安全性を評価。

海外の実導入事例	設置環境・EV車両・WPT	不要発射・安全性の対策
1 イスラエル 民間EVバス (2023～) 出所)Electreon 	民間バス会社の車庫 Higer製大型バス Electreon製WP (85kHz/25kW)	外部試験機関によるEMCおよびEMF(電磁界ばく露)試験において、国際基準への適合を確認。 イスラエル通信省(MoC)からシステム全体に対する型式承認を取得。
2 スウェーデン タクシー実証 (2022～) 出所)InductEV 	Green City Zone内のタクシー乗り場 Volvo社製タクシー InductEV製WPT (75-90kHz/40kW)	WPTは、環境性能、充電効率、人への安全性、構造的完全性、電磁放射/イミュニティテストなどの一連の試験を実施した上でCE認証を取得。 スウェーデン国防研究所(FOI)が不要発射の測定を実施。
3 米国 NRELシャトルバス実証 (2018～2019) 	NRELキャンパス内の給電スポット Zenith Motors製マイクロバス Momentum Dynamics製WPT (20kHz/25kW)	NRELが実証の一環として、バス車内外の電磁界レベルおよびバス車体等の接触電流の測定を実施。

制度化・国際標準化の動向

- 磁界共振結合方式のEV用WPTに関しては、IEC 61980-1～3(22 kWまで)、SAE J2954(11 kWまで、22 kVA※、60 kVA※)が既に策定。※については次版で規定
- 大型EV用WPTに関しては、2022年に大型EV車両WPTのInformation PaperとしてSAE J2954/2が策定され、現在規格化の策定作業が進行中。
- 2025年11月にはEV向け高出力WPT(H-WPT)の公開仕様書IEC PAS 61980-4が発行。
- EV用WPTの不要発射許容値および測定方法が反映されるCISPR 11の改訂に向けた議論も継続中。

標準化団体		国際規格等	規格の内容	システム要件	不要発射(EMC)	人体ばく露(EMF)
ITU-R		ITU-R 勧告 SM.2110-1(2019)	利用周波数	○		
		ITU-R 報告 SM.2451-1(2022)	他無線システムへの影響評価		○	
IEC	CISPR B WG1/AHG4	CISPR 11 Ed.7 AMD1(策定中)	ISM装置の妨害波許容値・測定法 (EV用WPT反映予定)		○	
	TC69	IEC 61980-1(2020) IEC 61980-2(2023) IEC 61980-3(2022) IEC PAS 61980-4(2025) IEC PAS 61980-5(2024) IEC PAS 61980-6(2025)	一般要求事項 磁界WPT制御通信要件 磁界WPT特定要求事項 高出力WPT DWPT DWPT特定要求事項	○	○ CISPR 11 参照	○ ICNIRP 2010, IEEE C95.1-2019 参照
	TC106	IEC/IEEE 63184:2025	WPT電磁界ばく露評価法 (3 kHz-30 MHz)			○
ISO TC 22/SC 37		ISO 5474-4:2025 (旧:ISO 19363(2020))	磁界WPTの安全性・相互運用性要件	○	○ CISPR 11 参照	○ ICNIRP 2010参照
SAE International		SAE J2954(2024) SAE J2954/2(2022)※ ※Information Paper SAE RP J2954/3(策定中)	軽量EV車両のWPT 大型EV車両のWPT DWPT	○	○ CISPR 11 FCC Part 18 ANSI C63.30参照	○ ICNIRP 2010, IEEE C95.1-2019 参照
ANSI		ANSI C63.30-2021	WPTのEMC測定法		○	
ICNIRP		ICNIRP 2010	低周波電磁界ばく露制限値			○

出所)各種資料を基に作成

下線は本年度新たに発行

実測検証の目的

- 令和6年度調査では、大型EV用WPTの型式指定の技術的条件や利用条件を提案。また、普通自動車EV用WPTと大型EV用WPTの違いを考慮して、EVバスの実車に給電状態のSWPT実機を用いて検証を行った上で、型式指定の技術的条件の提案を精緻化する必要があると整理された。
- そこで、令和6年度調査で提案された利用シーン・システム要求条件に即した形で実環境に設置された大型EV用WPTを対象とし、以下の2つの実証事業の協力を得て、「不要発射低減・周波数共用」、「人への安全性」の検証項目について、下表に示す評価観点・評価方法に基づき検証を行った。
 - **実測検証の実施環境の提供及び設置のWPTシステムの使用許可を受け、実測検証を実施：**
内閣府戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)第3期「スマートエネルギーマネジメントシステムの構築」(研究推進法人(国研)科学技術振興機構)に参画する大成建設株式会社技術センターのワイヤレス充電システム
 - **不要発射データおよび電磁界の実測データを提供：**
環境省の運輸部門の脱炭素化に向けた先進的システム社会実装促進事業(エネルギーマネジメント分野)の「ワイヤレス給電システムの普及促進に向けた実証および導入ガイドライン作成」において、株式会社ダイヘンが京浜急行バス株式会社の協力で横須賀リサーチパーク内のバス折り返し所で実施した実証に使用したSWPTシステム

実測検証における検証項目および評価観点・評価方法

検証項目	評価観点・評価方法	
不要発射低減・周波数共用	既存の型式指定の不要発射許容値の適用可能性	実際にEVバスに給電状態のEV用WPTからの不要発射を測定し、既存の普通自動車EV用のWPTの型式指定の許容値(参考許容値)と比較する。比較結果より、不要発射許容値への適用可能性を確認する。
	不要発射低減技術の実効性	不要発射低減策(例:位置合わせの有無など)による不要発射の変化を確認する。
	既存無線システムへの影響を防止するための共用条件	実測検証結果等に基づき、共用の可否(他の無線システムへの影響の可能性)を検討する。
人への安全性	バス車内外における人体への影響	EV用WPTからの磁束密度をバスの車内外で測定し、電波防護指針への適合を確認する。
	バス周囲における植込み型医療機器への影響	EV用WPTからの磁束密度を測定し、SAE J2954やIEC 61980-3で規定された植込み型医療機器の安全性を担保するためのISO14117に基づく制限値への適合を確認する。
	金属物体に触れた際の接触電流の影響	バス車体の金属部や漏えい電磁界中にある金属物体における接触電流を測定し、電波防護指針への適合を確認する。
	利用者および乗務員等の安全性を担保するための運用条件	上記を担保するための運用条件を検討する。

大成建設技術センターにおける実測検証 ー結果概要ー

不要発射の実測結果

- WPTによる給電時の利用周波数(85 kHz)はすべての測定条件において、普通自動車のWPTに適用されている不要発射の参考許容値(電波法施行規則第46条の2 第1項第10号)を満たした。
- 利用周波数のいくつかの高調波(255 kHz、425 kHz、25.3 MHz)の不要発射は一部の測定条件において参考許容値を超過した。
- 不要発射の強度の距離減衰は、周囲物等の影響により単純な比例減衰とはならなかったが、WPTコイルからの距離が10 mから30 mの範囲では概ね距離の2乗で減衰する傾向であった。

人への安全性の確認結果(人体・植込み型医療機器への影響)

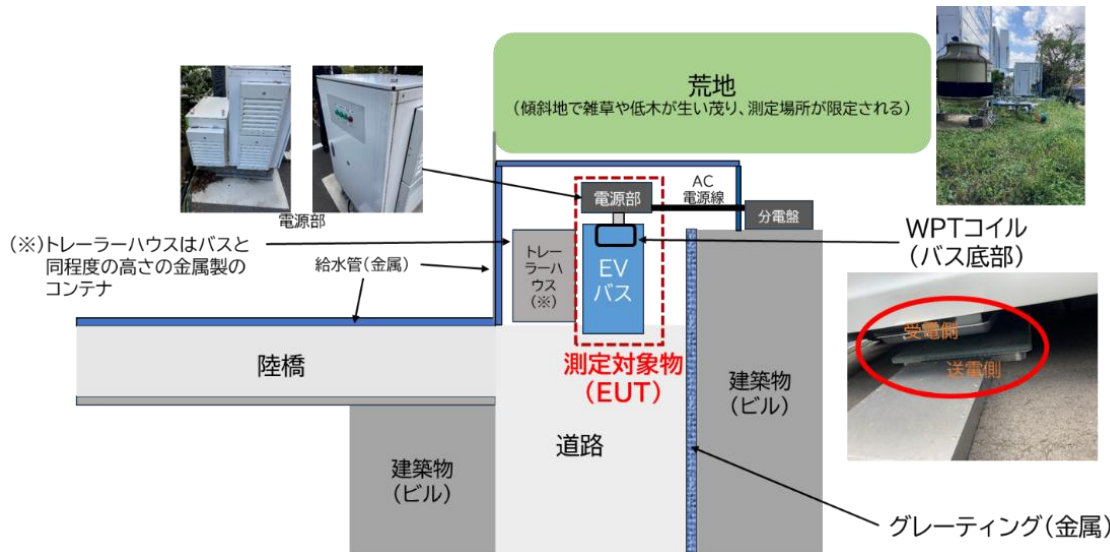
- IEC/IEEE 63184:2025 Annex I I.2を基本とした評価では、車両後部のコイル近傍や電源装置周辺で局所的に強度が大きくなったが、車内外での磁束密度は、すべて電波防護指針の指針値(令和3年総務省告示第213号に規定された21.0 A/mの換算値26.4 μ T)を満たした。
- SAE J2954(ISO14117由来の制限値:15.0 μ T)に基づく植込み型医療機器への影響評価では、地上高20 cm等の車両後部・コイル近傍のいくつかの位置およびその周囲7.5 cm \times 7.5 cmグリッドでの強度の平均値が制限値を超えた。ただし、車両から数cm離れると制限値以下に減衰した。

人への安全性の確認結果(接触電流)

- 車内外で測定した接触電流は全測定点で電波防護指針の補助指針($0.2 \times f(\text{kHz})$ mA)を下回った。

大成建設技術センターにおける実測検証 ー測定イメージー

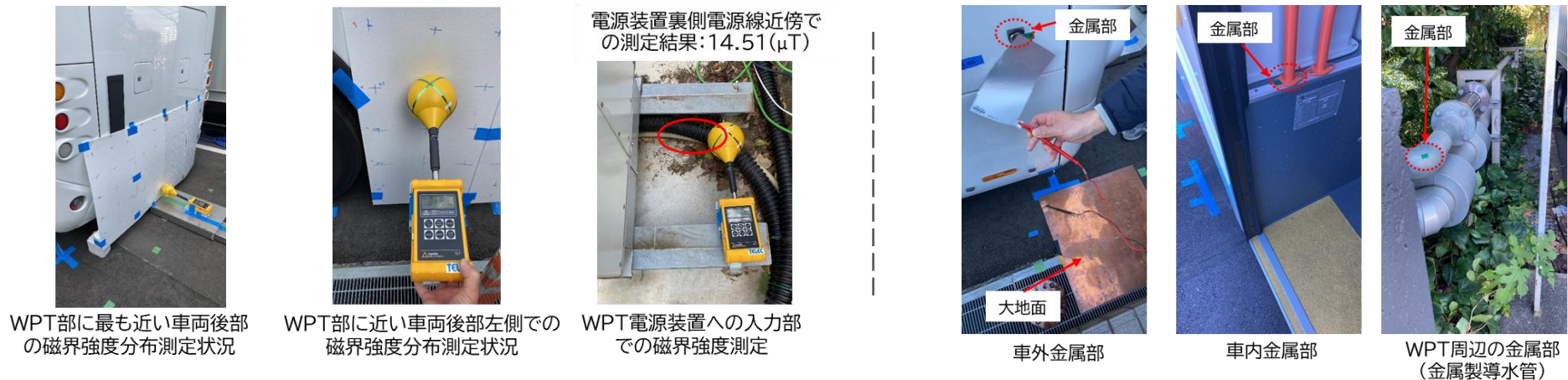
実施場所周辺環境の概略



不要発射の実測



人への安全性の確認(人体防護・植込み型医療機器への影響)・(接触電流)



横須賀リサーチパークにおける実測データ

人への安全性の確認結果(人体防護・植込み型医療機器への影響)

- IEC/IEEE 63184:2025 Annex I I.2を基本とした評価では、車内外での磁束密度はすべて電波防護指針の指針値(令和3年総務省告示第213号に規定された21.0 A/mの換算値26.4 μT)を満たした。
 - 運転席,座面,通路,床面における各測定点で、測定感度:0.69 μT 以下であった。計測された最大値は、実証実験のために特別に接地された車体左後部の車内受電ユニットの車体側面で8.4 μT であった。
 - 車外は測定したすべての箇所で許容値以下であり、その数値は、測定可能範囲(下限)前後であった。
- SAE J2954に基づく植込み型医療機器に対する影響の評価では、いずれの測定点においても制限値15 μT を超過しなかった。
(コイルへの接続線真上のみが10.32 μT 、それ以外の測定点では、4.38 μT 以下)

人への安全性の確認結果(接触電流)

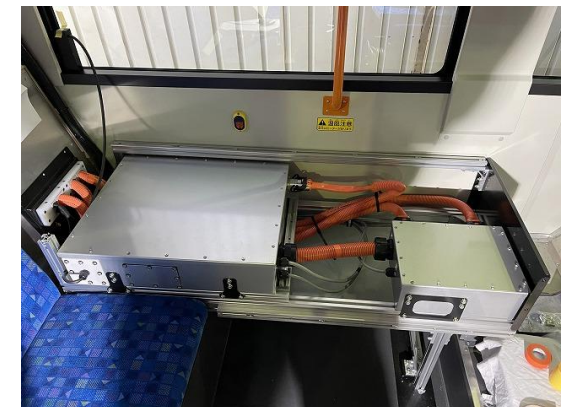
- 車内外で測定した接触電流は全測定点で電波防護指針の補助指針($0.2 \times f(\text{kHz}) \text{ mA}$)を下回った。



横須賀リサーチパーク
測定場所の概要



EVバス停車時の送受信コイルの様子



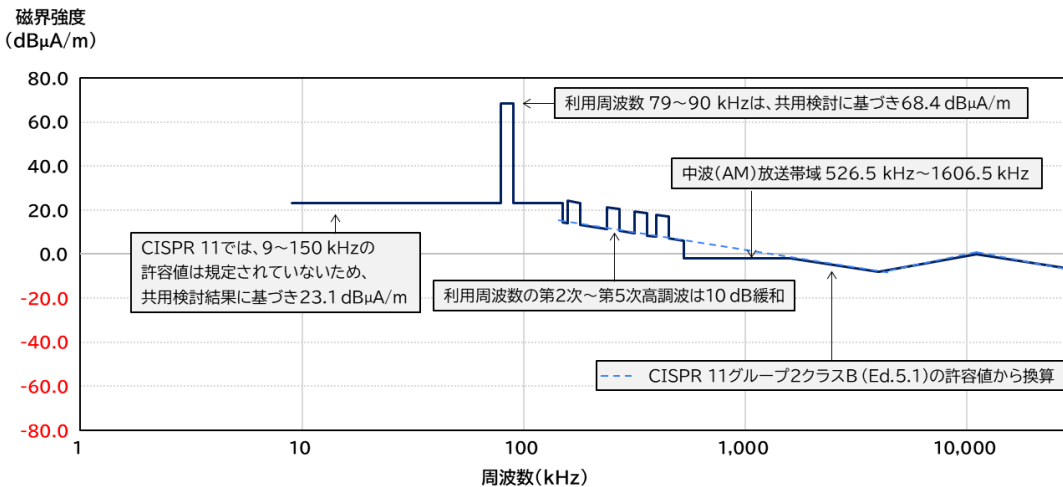
車体左後部の車内受電ユニット

制度化の検討方針

- 2.~4.に示した本年度調査結果及び調査検討会における意見を踏まえ、2025年9月11日一部答申で示された対応策1~3に沿った形で、産業発展の促進、国際整合性の確保、電波環境の保護を実現する制度化に向けて、以下の2つの時間軸における取組の具体案および計画を提示。

既存制度※を活用した短期(~2028)の取組

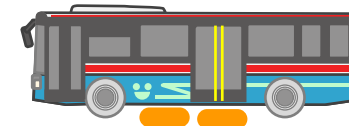
※既存の普通自動車EV用WPT(~7.7 kW)の放射妨害波許容値
(10mの距離における準尖頭値)



➡既存の不要発射許容値の出力上限の緩和

高度化されたWPTへの拡張を目指す 中長期(~2030/2035)の取組

例:高出力WPT



より能動的な不要発射対策技術の実装が必要

例:走行中WPT



測定方法も含めた検討が必要

➡高度化されたWPT向けの不要発射低減技術開発
新たな不要発射許容値と測定方法の検討

近接結合型WPTの制度運用の在り方(2025年9月11日一部答申)

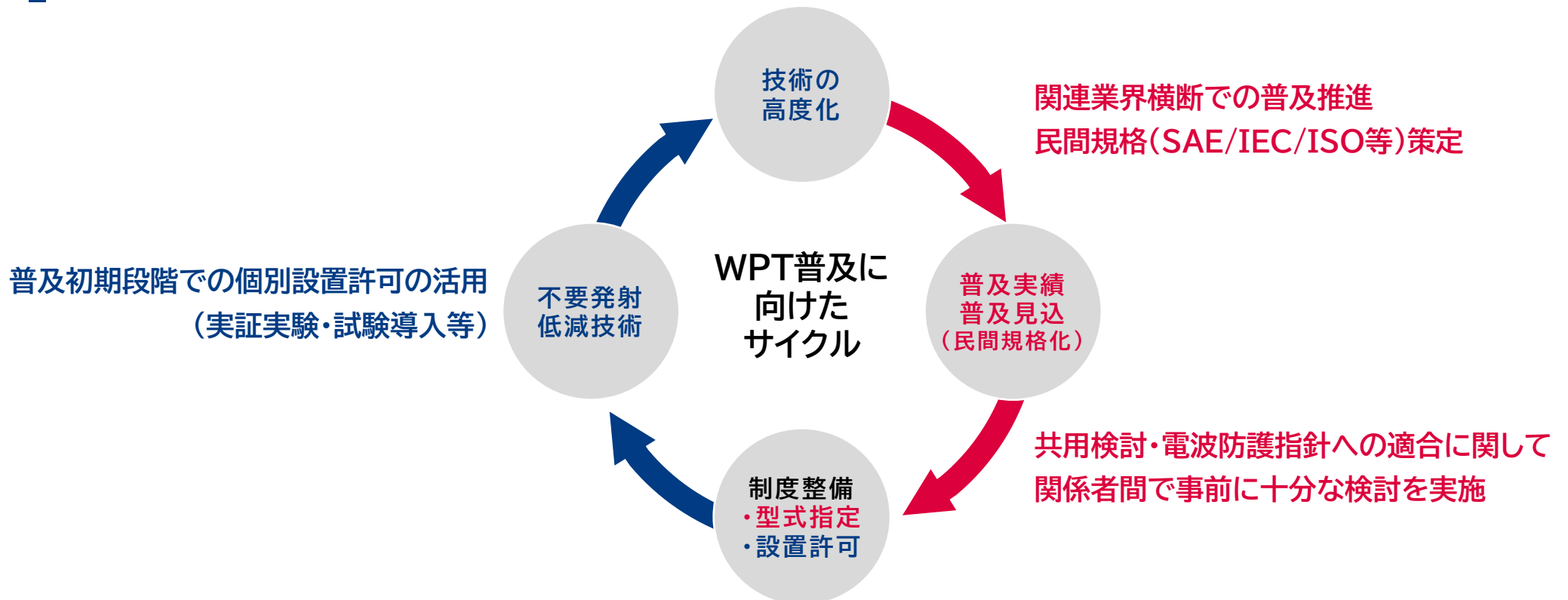
近接結合型WPTの制度運用の在り方(2025年9月11日一部答申)で示された対応策

対応策1:国際規格を活用した型式指定の制度化

対応策2:普及実績に基づいた国内独自の型式の指定化

対応策3:個別許可の制度の周知

大型EV用WPTの制度化における対応策2および対応策3のイメージ



制度化に向けた取組の計画

