

電動バス運行に関する実証実験等による調査業務

報 告 書

平成 23 年 5 月

国土交通省 都市・地域整備局 街路交通施設課

目次

1. 業務概要	1-1
1.1 業務目的	1-1
1.2 業務名	1-1
1.3 履行期間	1-1
1.4 業務範囲	1-1
1.5 発注者	1-1
1.6 受注者	1-1
1.7 業務概要	1-2
1.7.1 業務項目	1-2
1.7.2 業務フロー	1-2
2. 実証実験の実施	2-1
2.1 実証実験の実施概要	2-1
2.1.1 実証実験における検討事項と整理・把握する事項	2-1
2.1.2 検証のための調査計画	2-3
2.1.3 実証実験対象地域	2-5
2.1.4 本実証運行で活用した電動バスの種類	2-5
2.1.5 実証実験地域毎の実験概要	2-7
2.2 実証実験結果の整理・分析	2-15
2.2.1 分析にあたっての留意事項	2-15
2.2.2 青森県・青森市の実証実験に関する分析	2-16
2.2.3 京都市の実証実験に関する分析	2-23
2.2.4 東京都の実証実験に関する分析	2-34
2.2.5 奈良県の実証実験に関する分析	2-56
3. 課題把握	3-1
3.1 実証実験(運行、充電)に関するメーカーからの意見	3-1
3.2 実証実験にみる課題整理	3-1
3.2.1 実走行電費に影響する要素の考慮	3-1
3.2.2 実効性のある運行計画の立案	3-2
3.2.3 充電装置設置時の諸条件と対応	3-2
3.2.4 バス停、充電設備周辺での配慮事項(対他交通)	3-3
3.2.5 確実な正着性確保に向けた対応	3-3
3.2.6 寒冷地での電動バスの適用性	3-4
3.2.7 電動バスに対する一般市民の評価(技術開発の必要性)	3-4

4. 技術基準案の作成	4-1
4.1 今年度検討する技術基準案の位置づけ	4-1
4.1.1 位置づけ	4-1
4.1.2 検討の目的と使途	4-1
4.1.3 整理する事項	4-2
4.2 電動バス導入ガイドライン(案)に盛り込む要素	4-3
I 電動バス導入ガイドライン(案)に盛り込む要素の全体像	4-5
1. 検討の目的	4-5
2. 電動バス導入ガイドライン(案)に盛り込む要素	4-5
II 電動バス導入ガイドライン(案)に盛り込む要素	4-6
はじめに	4-6
1. 電動バスの種類とシステム構成	4-6
1.1 本実証運行で活用した電動バスの種類	4-6
1.1.1 充電方法のバリエーション	4-6
1.1.2 充電方式によるシステム特性の整理	4-7
1.2 充電方式毎のシステム構成	4-8
1.2.1 システム構成	4-8
1.2.2 充電操作手順	4-10
1.3 国内外における事例	4-12
1.3.1 国内外事例の整理	4-12
1.3.2 国内事例	4-14
1.3.3 海外事例	4-17
1.3.4 電動バス導入の意義	4-23
2. 路線バスとしての運行特性	4-24
2.1 実証実験にみる電動バスの走行性能	4-24
2.1.1 利用者からみた電動バスの評価	4-24
2.1.2 電費に着目した走行性能の考え方	4-25
2.1.3 電動バスの電費特性	4-28
2.2 実証実験にみる充電性能	4-36
2.2.1 実走行に用いる充電性能の領域	4-36
2.2.2 充電時間と充電量の関係	4-37
2.2.3 充電方式による充電特性	4-38
2.2.4 電動バス実証実験(運行、充電)に 関するメーカーからのヒアリング結果	4-40
2.3 電費に伴う運行設定のあり方	4-41
2.3.1 電動バスの運行設定に関する基本的な考え方	4-41
2.3.2 電費からみたバス路線への適用	4-43
2.3.3 継ぎ足し充電による運行計画時の留意点	4-45
2.3.4 電動バスを効果的に運用するための取組の方向性	4-52
3. 充電設備への正着性に関する留意点	4-56
3.1 充電時の正着性	4-56
3.1.1 正着性の検討方針	4-56
3.1.2 通常時(ハンプなし時)の正着誤差の発生状況	4-57
3.1.3 バス事業者の正着に関する見解	4-61
3.1.4 正着性確保に関する評価と課題	4-61

3.2	正着性確保に向けた試み	4-62
3.2.1	実証実験の概要	4-62
3.2.2	ハンブの有無による正着誤差	4-64
3.2.3	乗務員によるハンブの評価	4-65
3.2.4	他交通（歩行者・自転車・バス利用者）への影響	4-66
3.2.5	ハンブ種類に着目した評価（まとめ）	4-68
3.3	安全・確実な正着に向けた取組の方向性	4-69
3.3.1	安全・確実な正着に向けた取組の方向性	4-69
3.3.2	ハンブ設置に対する取組の方向性	4-70
4.	充電設備の設置・稼動に関する留意点	4-71
4.1	充電設備の設置方法	4-71
4.1.1	道路空間上での設置方法	4-71
4.1.2	起終点における充電施設配置の考え方	4-72
4.1.3	設置時に配慮すべき事項	4-74
4.1.4	実証実験における設置上の工夫	4-75
4.1.5	車庫等に充電設備を設置する場合の留意点	4-76
4.2	充電設備設置に必要な諸準備	4-77
4.2.1	関係協議先とその内容	4-77
4.2.2	関係協議先毎の協議調整内容	4-78
4.3	歩行者・自転車の通行への配慮	4-80
4.3.1	充電設備の設置におけるバス停周辺の通行者等へ配慮	4-80
4.3.2	バス停周辺の通行者等へ配慮した 充電設備等に関する情報提供のあり方	4-83
4.4	安全な充電設備の運用	4-86
4.4.1	部外者による操作防止のための措置（プラグイン方式）	4-86
4.4.2	車両不在時の非給電を保証するための措置（非接触方式）	4-86
4.4.3	安全・円滑な運用のための諸準備	4-86
4.4.4	周辺通行者等に対する積極的な情報提供	4-87
4.5	充電設備の施工・管理	4-88
4.5.1	充電設備の施工	4-88
4.5.2	充電設備の管理	4-89
4.3	課題把握	4-92
4.3.1	電動バス運行に関する今後の方向性	4-92
4.3.2	官民の役割分担に向けた課題	4-92
4.3.3	導入推進に向けた課題	4-93
5.	検討会の開催	5-1
5.1	検討会の開催	5-1
5.2	検討会の開催概要	5-1
5.3	議論内容の整理	5-1

1. 業務概要

1.1 業務目的

環境対応車（電気自動車、電動バス、超小型モビリティ）は、近年、軽量でかつ大電力を蓄電できる電池が開発され実用化に目処が立つようになってきており、自動車メーカーも相次ぐ環境対応車の発表・販売を行っている。

少子高齢化の急速な進展と温室効果ガスの削減が求められる中で、都市交通の観点から低炭素社会の実現については、環境対応車を開発・普及させるとともに実験フィールドにおいて活用状況等を分析し、交通空間の再構築や充電施設の整備方法について研究開発する必要がある。

本調査では、環境対応車を活用したまちづくりを推進するため、電動バスの運行において、バス停などにおける充電に関する実証実験を行い、技術基準作成のための課題抽出、分析、検証等を行う。

1.2 業務名

電動バス運行に関する実証実験等による調査業務

1.3 履行期間

自) 平成 22 年 7 月 16 日

至) 平成 23 年 5 月 31 日

1.4 業務範囲

実証実験地域：①青森県・青森市、②東京都、③京都市、④奈良県 以上 4 地域

1.5 発注者

国土交通省 都市・地域整備局街路交通施設課

東京都千代田区霞ヶ関 2-1-3

TEL : 03-5253-8111

FAX : 03-5253-1592

1.6 受注者

社団法人日本交通計画協会

東京都文京区本郷 3-23-1 クロセビア本郷

TEL : 03-3816-1791

FAX : 03-3816-1795

管理技術者：都築 正

1.7 業務概要

1.7.1 業務項目

業務項目及び細目は以下のとおりとする。

表 1-1 業務項目

項目	細目	単位	数量	備考
0. 計画準備		式	1	
1. 実証実験の実施	4 地域	式	1	
2. 課題把握		式	1	
3. 技術基準案の作成	本年度調査分にかかるガイドライン(案)の要素の検討	式	1	
4. 検討会の開催		回	3	
5. 成果品とりまとめ	製本 10 部、電子データ一式	式	1	

1.7.2 業務フロー

本業務は以下のフローに従って実施する。

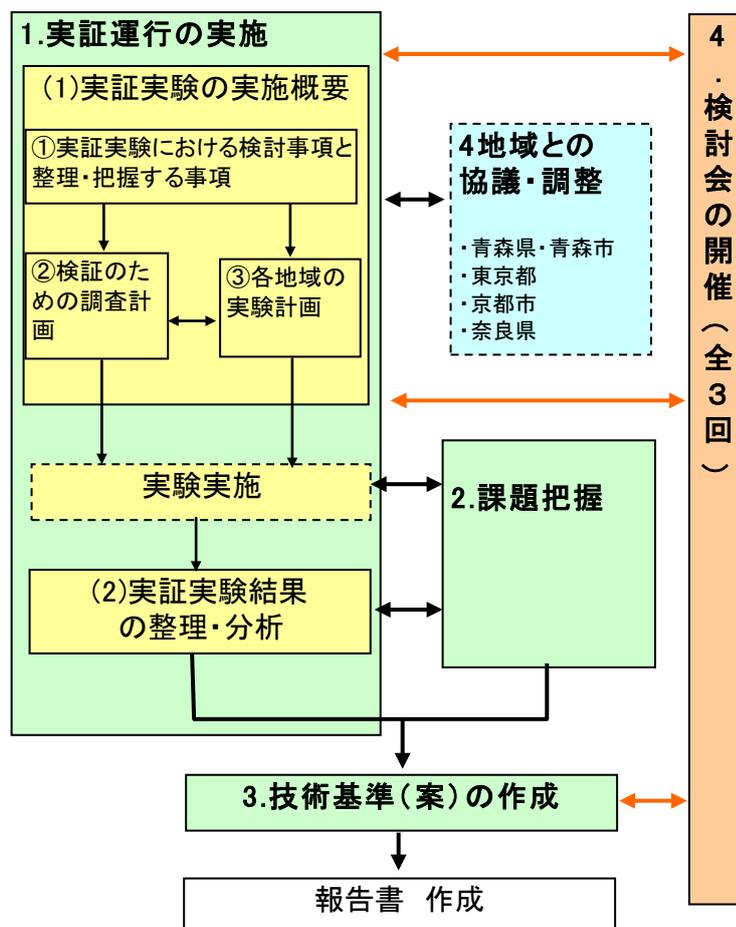


図 1-1 業務フロー

2. 実証実験の実施

2.1 実証実験の実施概要

2.1.1 実証実験における検討事項と整理・把握する事項

電動バスの運行に関わる基本的な課題を検証するため、今年度の実証運行を通じて①～③を検討する。

そのため、実証実験中に、実験地域の特色を踏まえつつ、各種調査を実施する。その検証成果から、電動バスの本格導入に向けた基礎的な要素として、整理・把握すべき事項を以下に整理する。

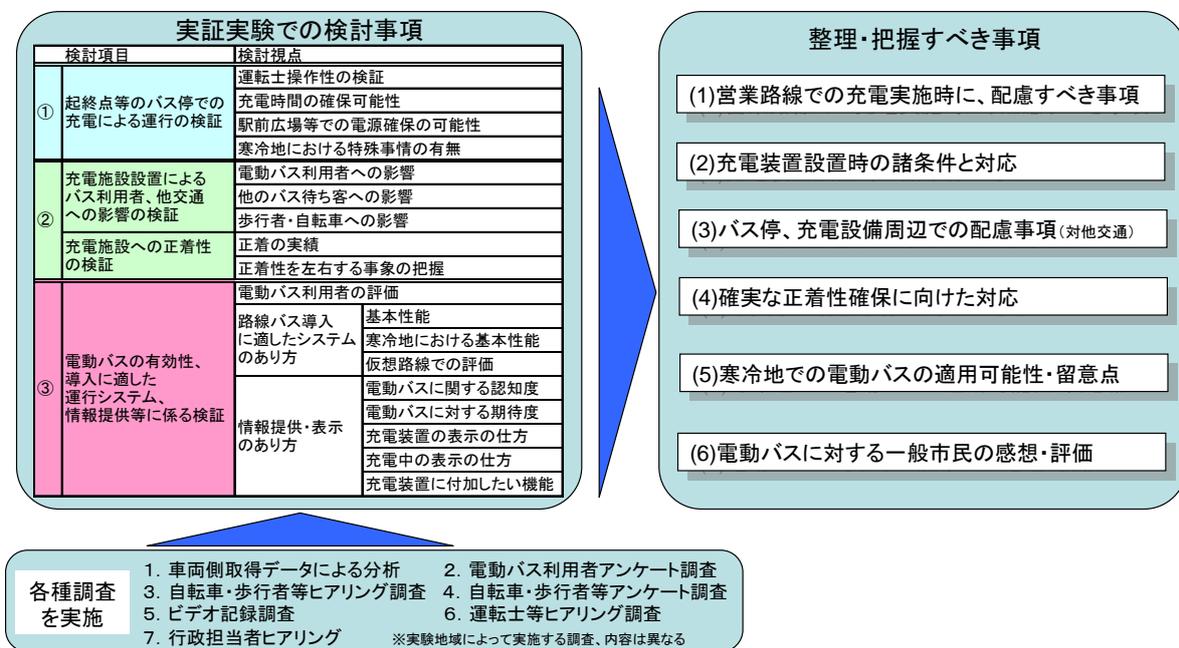


図 2-1 実証実験での検討事項と整理・把握すべき事項

表 2-1 実証実験で整理・把握する事項

整理・把握する事項	検討内容
(1) 営業路線での充電実施時に、配慮すべき事項	<ul style="list-style-type: none"> ・ 充電装置の配置計画 ・ 誘導員、補助員の必要性 ・ 起終点で充電時間確保の状況
(2) 充電装置設置時の諸条件と対応	<ul style="list-style-type: none"> ・ システム構成 ・ 協議先と論点 ・ 歩道空間に設置する際の諸条件、配慮事項 ・ 設置時の対応
(3) バス停、充電設備周辺での配慮事項（対 他交通）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 充電設備の存在、充電中を伝える対応 ・ 景観形成上の対応
(4) 確実な正着性確保に向けた対応	<ul style="list-style-type: none"> ・ 物理的要件 ・ 環境確保上の対応 ・ 運用上の対応 ・ ハンプ設置による対応 (乗り心地、他交通影響、運転上の支障の有無等)
(5) 寒冷地での電動バスの適用可能性・留意点	<ul style="list-style-type: none"> ・ 寒冷地における性能発揮の可否 ・ 暖房稼動に伴う走行性、電力消費量への影響 ・ 積雪時の正着性への支障・確保策
(6) 電動バスに対する一般市民の感想・評価	<ul style="list-style-type: none"> ・ 電動バスに関する認知度、期待度 ・ 電動バスの乗り心地等に関する評価

2.1.2 検証のための調査計画

実証実験で整理・把握する事項を検証・分析するため、以下の調査を実施する。

具体的には、充電設備の設置箇所及び周辺状況、バス利用者の有無、他交通への影響の有無等に応じて、実験地域毎に必要な調査を実施する。

表 2-2 実証実験の検証のための調査内容

調査項目	把握内容
1. 車両側取得データによる分析	①正着(充電量)の実績検証 ②車両・充電性能の検証
2. 電動バス利用者アンケート調査	①乗り心地、静穏性、快適性、心理面の影響評価 ②バス待ち時の不安感、圧迫感の有無 ③ハンブ設置部での乗り心地への影響 ④電動バスに対する認知度、期待度 ⑤充電装置(充電中)の表示の仕方
3. 自転車・歩行者等ヒアリング調査 (又はアンケート調査)	①通行上、景観上、安全上等の支障 ②バス待ち時の圧迫感、不安感の有無 ③充電装置(充電中)の表示の仕方
4. ビデオ記録調査	①正着までの車両挙動(に与える影響事項) ②ハンブ設置時の正着までの挙動 ③到着時刻、出発時刻、バス停での停車時間
5. 運転士等ヒアリング調査	①正着に要求される運転技術(ヒヤリハットの有無) ②誘導員、操作員の必要性 ③ハンブ設置に伴うメリット・デメリット ④運転士が充電装置を操作する際の課題
6. 行政担当者ヒアリング	①実験時の電源確保・充電設備の設置対策 ②電源確保・充電設備設置までの調整事項

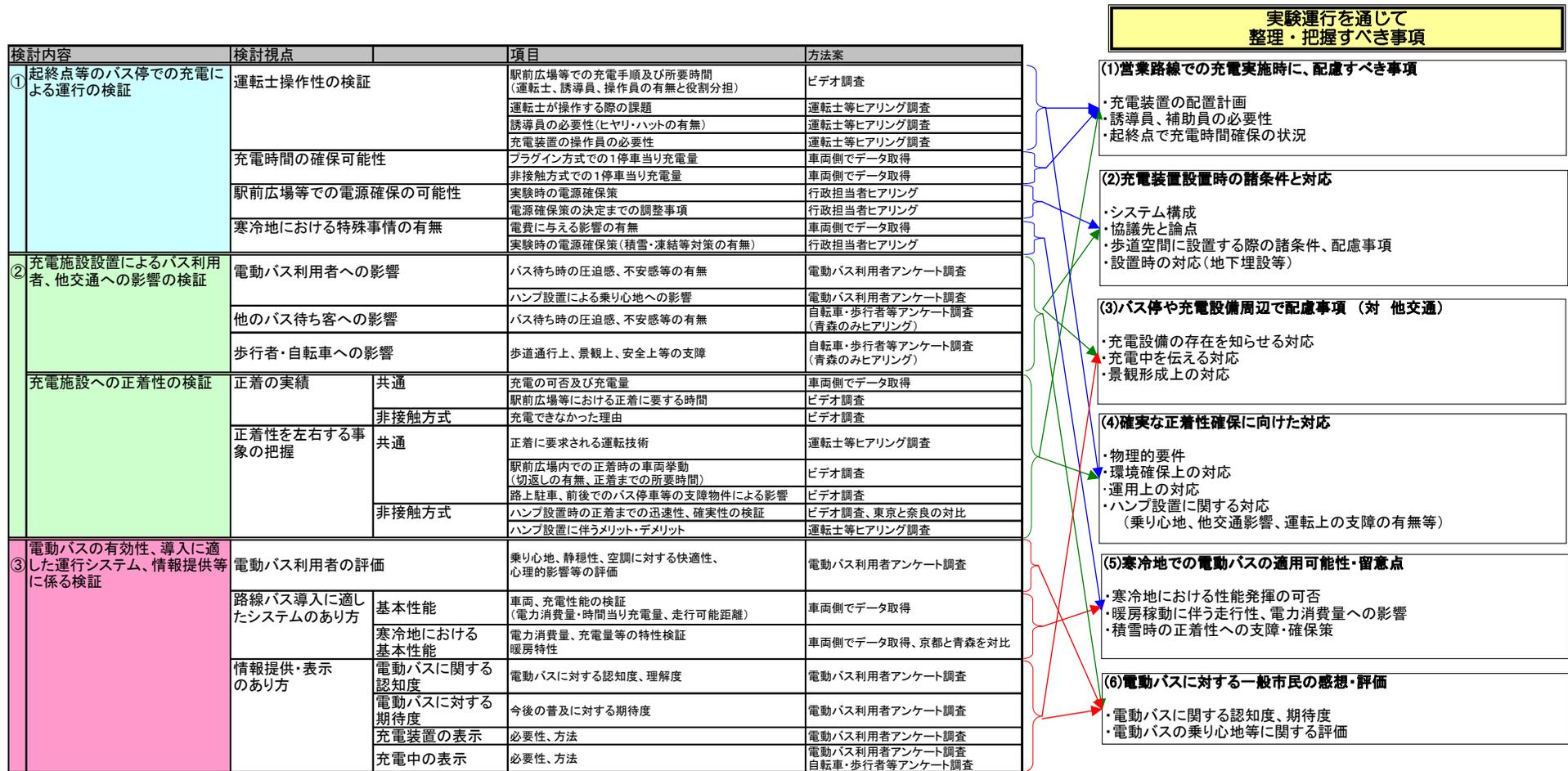


図 2-2 実証実験での検討事項と整理・把握すべき事項

2.1.3 実証実験対象地域

電動バスの実証実験は、青森県・青森市、東京都、京都市、奈良県の4地域において実施する。実施にあたっては、地方公共団体等の協力、調整を考慮して実証実験を実施する。

2.1.4 本実証運行で活用した電動バスの種類

充電方式には現在、国内で実用化しているもの、試作実験中のもの、開発中のもの、また、海外で実用化しているもの等があるが、本実証運行では、電動バスとして、すでに実証実験の蓄積を有する「プラグイン方式」及び「非接触方式」による充電方式を採用した。

地域別には、以下のとおりである京都市と青森県・青森市では、プラグイン方式の同一車両を用いた実験である。

	非接触方式	プラグイン方式	
種類	 	 	 
航続距離	15km(ただし、欠電時にはハイブリットでの走行が可能)	24km	通常用30km+非常用10km (空調未使用時)
正着性 寸法(mm) 重量(kg) 定員(人)	(埋設型)±5cm (側面型)±10cm L 10.9m×B 2.5m×H 3.3m 12580 (16265) ()は総重量 66+1(乗務員)	±5cm L 5.8m×B 2.0m×H2.8m 3240 (3955) ()は総重量 12+1(乗務員)	±3m L 11.0m×B2.5m×H3.1m 11850 (15370) ()は総重量 63+1(乗務員)
実験地域	東京都	奈良県	青森県・青森市 京都市

図 2-3 地域毎の実験車両及び充電方式

表 2-3 実験概要 一覧

実験地域	青森県・青森市	京都市	東京都	奈良県	
実験 概要	車両・充電方式 (定員は運転士含まず)	大型バス(定員63人) プラグイン方式	大型バス(定員63人) プラグイン方式	大型バス(定員66人) 非接触充電式	小型バス(定員12人) 非接触充電式
	寸法	L11.0m×B2.5m×H3.1m	L11.0m×B2.5m×H3.1m	L10.9m×B2.5m×H3.3m	L5.8m×B2.0m×H2.8m
	重量(総重量)	11,850kg(15,370kg)	11,850kg(15,370kg)	12,580kg(16,265kg)	3,240kg(3,955kg)
	備考			欠電時にはハイブリットで走行	
	利用者属性	モニター(関係者)	モニター(一般市民から募集)	一般路線バス利用者(有料)	イベントに訪れた高齢者、身障者(料金無料)
	路線計画	実験路線 青森駅～新青森駅	実験路線 時計回り・一方循環2系統	既設の営業路線(都05系統) 東京駅丸の内南口～晴海埠頭	イベント用の特設路線 春日大社～新公会堂～春日大社～三月堂～春日大社
	ルート	青森駅～R7(西バイパス)～八甲田丸前 片道7.6km	①循環2号:京都市役所～四条烏丸～京都市役所 約5.5km ②循環3号:京都市役所～四条堀川～京都市役所 約6.9km	東京駅丸の内南口～晴海埠頭 片道5.1km	1周 3.2km程度
	運行本数	4往復/日	①2周/日 ②3周/日	5往復/日	なら瑠璃絵(イベント)の開催時間帯(17:30～20:30)にあわせて運行 6往復/日
	利用実績	平均15人/便 最小11人/便～最大25人/便	平均19人/便 最小8人/便～最大38人/便	平均21人/便 最小1人/便～最大49人/便	平均4人/便 最小0人/便～最大11人/便
	充電設備の設置箇所	1箇所	1箇所	2箇所	1箇所
	設置場所	新青森駅 駅前広場 (道路法上の道路、 街路の一部、都決あり)	京都市役所 正面玄関前 (市有地、道路の位置づけなし)	東京駅丸の内南口(バス停にて充電) (道路法上の道路) 晴海埠頭(待機バスにて充電) (都有地)	春日大社 (民有地)
	実証実験期間	平成23年3月5日、3月7日(2日間)	平成23年2月10日～2月16日 (日曜日を除く6日間)	平成23年1月31日～2月14日 (土日祝日を除く10日間) ※2/1は車両整備のため運休 ※そのため実質9日間の実証運行	平成23年2月8日～2月14日(7日間) ※ただし、2/14は悪天候のため運休 ※そのため実質6日間の実証運行
	実験中の外気温条件 (便毎)	平均2.5度 最低-3.6度～最高7.7度	平均8.3度 最低1.7度～最高13.6度	平均8.8度 最低2.5度～最高15.9度	平均3.6度 最低-1.4度～最高10.5度

2.1.5 実証実験地域毎の実験概要

実験地域毎の特徴を踏まえた分析時のポイント及び運行概要、充電施設配置、関連調査概要を以下に示す。

2.1.5.1 青森県・青森市

(1) 分析時のポイント

積雪寒冷地である当地域における実験においては、同一車両の京都市との対比を通じて寒冷地における電動バスの走行性の検証を行う。

また充電施設をJR新青森駅 駅前広場内のバス停に設置することから、充電施設の周辺を通行する歩行者、自転車に与える影響について分析を行う。

(2) 実験時の状況

実験は、事故等もなく、計画通り実施された。

実験中の外気温は、平均2.5度、最低気温が-3.6度、最高気温が7.7度であり、京都市と比較して4~6度低い状況にあり、寒冷地における有用なデータが取得されたと考えられる。

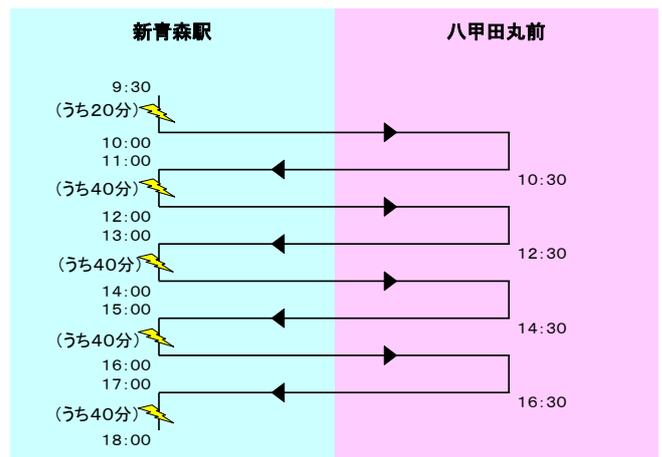
通行者ヒアリングは、80票の回収を得た。

実験期間 ※試走期間は含まない	3/5(土)及び3/7(月) 2日間
充電方式	プラグイン方式 (充電時には、補助員が操作)
充電設備設置場所	JR新青森駅 駅前広場 ※道法上の道路、街路の一部、都決あり
路線の位置づけ	試験運行(モニター等の乗車予定なし)
ルート	青森駅~R7(西バイパス)~八甲田丸前 片道7.6km
運行回数	4往復/日

<走行車両>



⚡ 充電機会(充電時間の目安)

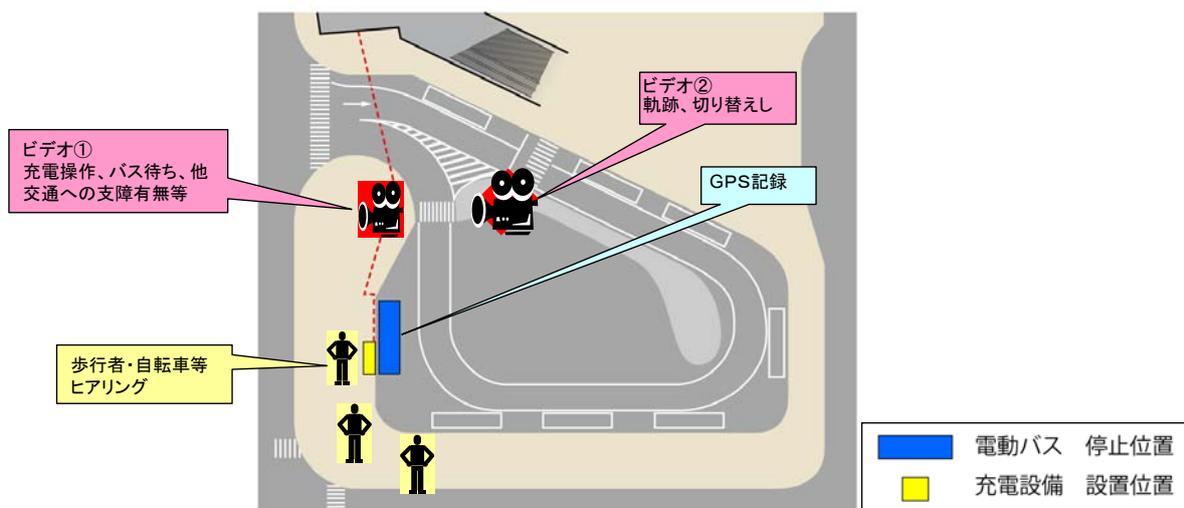


<充電施設の配置>



<関連調査の実施概要>

調査	対象	調査方法	配布	回収	場所	必要調査員	回収実績
歩行者・自転車等ヒアリング調査	充電施設付近を通行する歩行者、自転車 電気バス以外を利用するバス待ち客	ヒアリング	✓	✓	新青森駅	3名	2日間実施、計83票を回収
路上ビデオ記録	電動バスが正着するまでの軌跡、充電開始～終了までの所作が分かる画角 他交通への支障、電動バスの挙動の阻害要因等が分かる画角	ビデオ	✓	✓	新青森駅	2台	
GPS記録	電動バス車両(切り替えし回数、切り替えしに要する範囲等を把握)	簡易GPS設置	✓	✓	車内	1台	



2.1.5.2 京都市

(1) 分析時のポイント

当地域では、一般市民からバス利用モニターを募集し、より多くの方に電動バスを体験頂く点が特徴である。そこで、大型の電動バスの走行性能を把握すると同時に、バスモニター利用者に対してアンケート調査を実施し、利用者からみた電動バスに対する評価、充電施設が通行に与える影響等について分析を行う。

(2) 実験時の状況

実験は、事故等もなく、計画通り実施された。

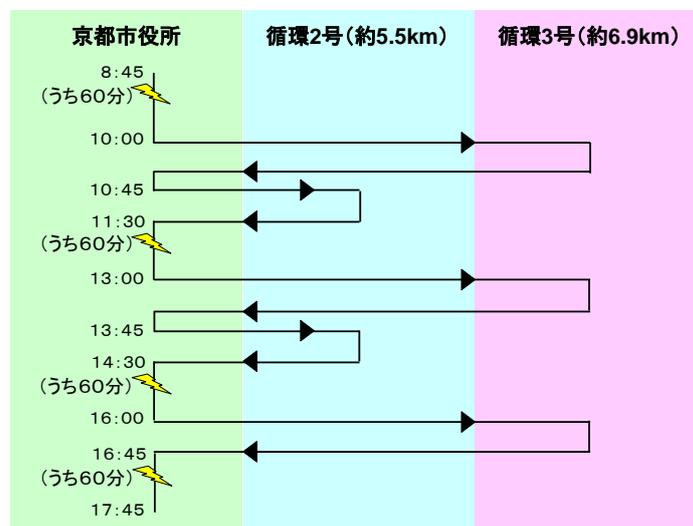
京都市が一般市民から募集したバス利用モニターを含むバス利用者数は、総勢 413 名を数え、バス利用者アンケートは 374 票の回答を得た。

実験期間 ※試走期間は含まない	平成23年2月10日～2月16日 (ただし日曜日を除く6日間)
充電方式	プラグイン方式 (充電時には、補助員が操作)
充電設備設置場所	京都市役所前 ※市有地、道路の位置づけなし
路線の位置づけ	乗合運行路線 (実験専用として新設、ただしモニター利用を想定)
ルート	循環2号: 京都市役所～四条烏丸～京都市役所 約5.5km 循環3号: 京都市役所～四条堀川～京都市役所 約6.9km
運行回数	循環2号: 2周/日、循環3号: 3週/日

< 走行車両 >

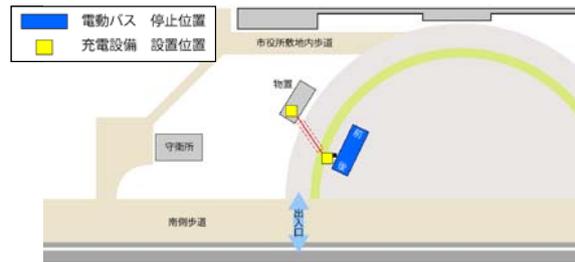


⚡ 充電機会 (充電時間の目安)



<充電施設の配置>

充電風景



充電施設
(直流電源部)

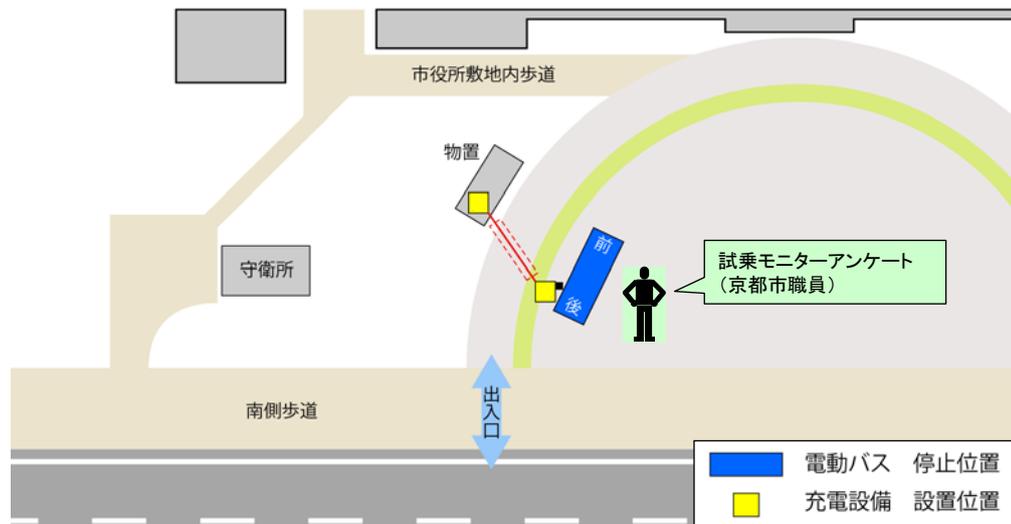


充電施設
(スタンド部)



<関連調査の実施概要>

調査	対象	調査方法	配布	回収	場所	必要調査員	回収実績
試乗モニターアンケート調査 (車両関連) (充電施設関連)	試乗する関係者及び 試乗モニター 全員	紙・配布回収	バス停での乗車時に 直接手渡し	降車時に、回収係 へ手渡し	京都市役所前	京都市職員が 対応	374票を回収
運転士等アンケート	実験期間中に、電動バスのハンド ルを握った運転士及び運行会社	アンケート	FAX等	FAX等	/	/	8名回答
バス事業者ヒア	実験中の電動バスの運行に携わ ったバス事業者	アンケート 必要に応じて聞き 取り調査	FAX等	FAX等	/	/	調査日と別に 実施



2.1.5.3 東京都

(1) 分析時のポイント

当地域では、既存の営業路線（都05系統）の一部に、電動バスを充当して運行を行う点が特徴である。そこで、実走行中の電動バスの走行、充電の実態を分析し、運行計画立案時の留意点や課題の検証を行う。

また一般のバス利用者が乗車する点を踏まえ、バス利用者に対してアンケート調査を実施し、利用者からみた電動バスに対する評価、充電施設が通行に与える影響等について分析を行う。

(2) 実験時の状況

実験中、2月1日（火）は、車両整備に伴う運休が生じた。そのため当初10日間の実験期間を9日間に短縮して実施した。これ以外は、事故等もなく、実験が実施された。

実験中、電動バスには、平均約20人／便の利用があった。

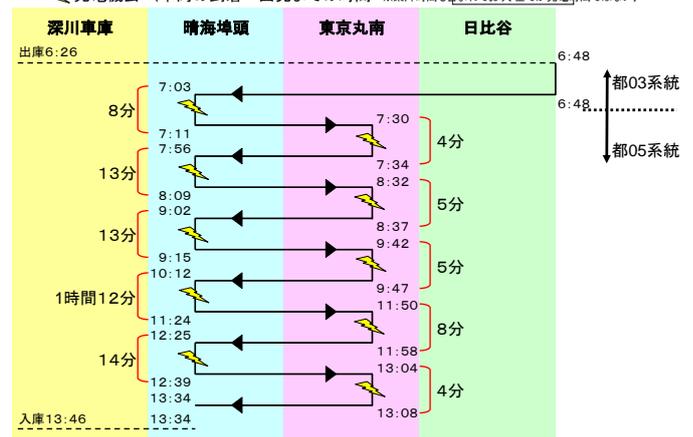
バス利用者アンケートは、当初5日間配布予定だったが、回収票数確保のため、3日間追加配布を実施し、その結果、117票の回収を得た。

実験期間 ※試走期間は含まない	平成23年1月31日～2月14日（土日祝日を除く10日間） ※2/21に車両整備に伴う運休が発生。そのため実質9日間の実証運行
充電方式	非接触方式 ※充電開始、終了ボタンの操作は、日野自動車にて対応
充電設備設置場所	①東京駅丸の内南口 駅前広場内バス停 ※道路法上の道路 ※但し、充電設備は道路区域外にある閉鎖管理範囲内 ※専用降車場での降車から出発まで約4分間 ※降車後、乗車場での充電施設に正着し 旅客扱いをしながら約2分程度充電 ②晴海埠頭 バスターミナル内バス停 ※都有地
路線の位置づけ	乗合運行 （既設営業路線 都05系統の一部を運行）
ルート	東京駅丸の内南口～晴海埠頭 片道5.1km
運行回数	5往復／日（増便扱いとして運行）

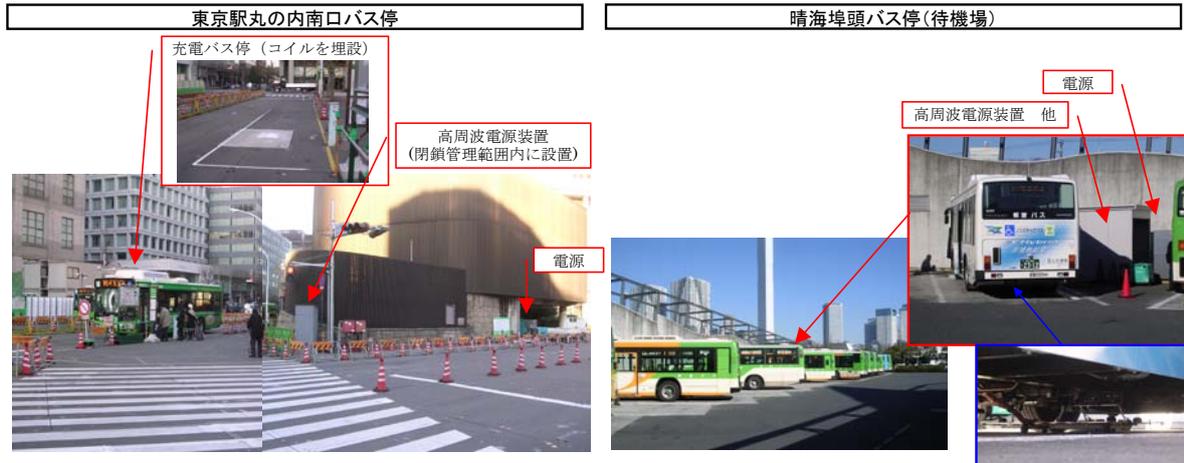
<走行車両>



⚡ 充電機会（車両の到着～出発までの時間 ※乗降時間も含まれており、全てが充電時間ではない）



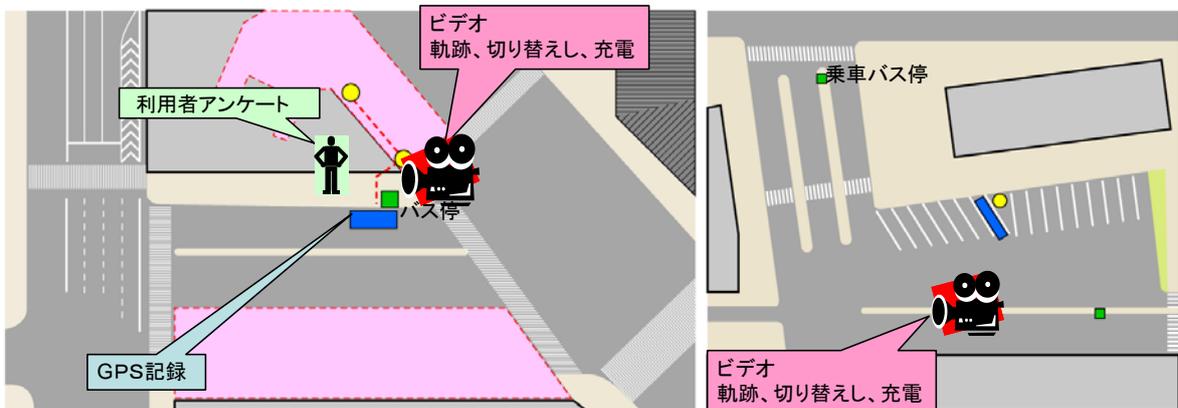
<充電施設の配置>



<関連調査の実施概要>

調査	対象	調査方法	配布	回収	場所	必要調査員	回収実績
電動バス利用者アンケート	東京駅丸の内南口、晴海埠頭から電動バスに乗車する利用者	紙・配布回収	バス停の乗客に直接配布	郵送回収	東京駅丸の内南口	1名	8日間配布、計117票の回収
路上ビデオ記録	電動バスが正着するまでの軌跡、充電開始～終了までの所作が分かる画角 他交通への支障、電動バスの挙動の阻害要因等が分かる画角	ビデオ	/	/	丸の内南口バス停付近	1台	
					晴海埠頭充電場所付近	1台	
GPS記録	電動バス車両(切り替えし回数、切り替えしに要する範囲等を把握)	簡易GPS設置	/	/	車内	1台	
運転士等ヒア	実験期間中に、電動バスのハンドルを握った運転士	アンケート	FAX等	FAX等	/	/	9票の回収
バス事業者ヒア	実験中の電動バスの運行に携わったバス事業者	アンケート 必要に応じて聞き取り調査	FAX等	FAX等	/	/	調査日と別に実施

東京駅丸の内南口 駅前広場	晴海埠頭バスターミナル (都用地)
---------------	-------------------



2.1.5.4 奈良県

(1) 分析時のポイント

当地域では、非接触方式における充電の確実性に影響する「正着性」について検証する。そのため、前後方向の正着性を高める方法として「ハンブ設置」を実験的に行う。その際、比較データを取得するため、ハンブを設置しない日も設ける。

分析に必要なデータを収集するため、正着の実績（正着誤差量）、乗務員の意見、バス利用者の意見、周辺の通行者への支障等に注目して、多面的に分析を行う。

(2) 実験時の状況

実験中、2月14日（月）は、降雪を伴う悪天候のため運休が生じた。そのため当初7日間の実験期間を6日間に短縮して実施した。これ以外は、事故等もなく、実験が実施された。

実験中、電動バスの利用は、なら瑠璃絵（ライトアップイベント）への来場者のうち、高齢者や身障者に限定した。その中で平均約4人／便の利用があった。

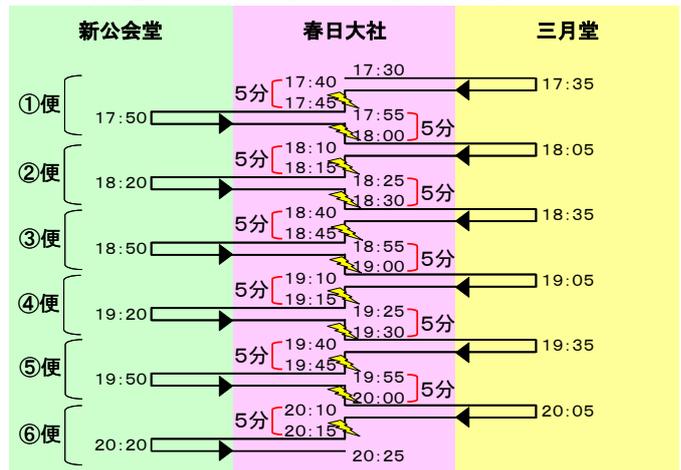
各種アンケート調査はハンブの形状毎に行い、バス利用者アンケートは全体で42票の回収を得た。また通行者アンケートは全体で72票の回収を得た。

実験期間 ※試走期間は含まない	平成23年2月8日～2月14日(7日間) (なら瑠璃絵の開催期間) ※2/14悪天候に伴う運休。そのため実質6日間の実証運行
充電方式	非接触方式 (運転士が単独で操作)
充電設備設置場所	春日大社 ※民有地内 ※ハンブを設置(2/8～2/11の4日間)
路線の位置づけ	料金無料で、高齢者、身障者を対象にした期間限定運行
ルート	春日大社～新公会堂～三月堂～春日大社 1周3.2km
運行回数	なら瑠璃絵の開催時間帯(夕方～夜)にあわせて運行

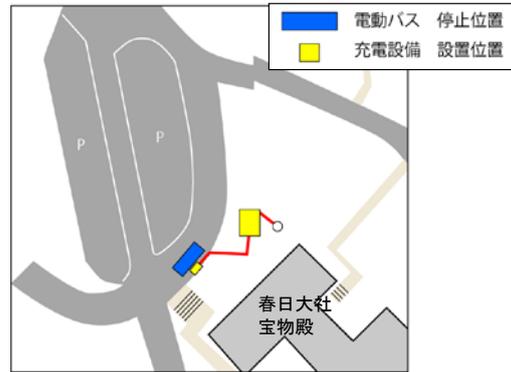
<走行車両>



⚡ 充電機会(機器操作を含めた充電時間の目安)



<充電施設の配置>



<ハンパ設置>

2/8 火	2/9 水	2/10 木	2/11 金	2/12 土	2/13 日	2/14 月
ハンパ① 高さ30mm の突起物		ハンパ② 高さ5mm の突起物		ハンパなし		運休

ハンパ①
高さ5mmの突起物よりも運転士に鮮明かつ明確に伝達させるため、高さ30mmの突起物を設置(車高上げが考慮された部材を採用)

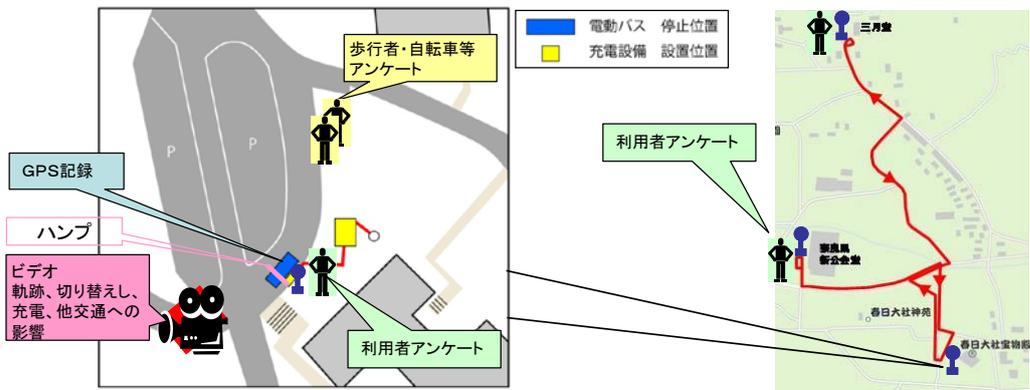


ハンパ②
公道上での設置実績が多い点字ブロックと同程度の高さとなる5mmの突起物を設置



<関連調査の実施概要>

調査	対象	調査方法	配布	回収	場所	必要調査員	実施日	回収実績
電動バス利用者アンケート	各バス停で乗車する利用者	紙・配布回収	乗車時に直接配布	郵送回収	全バス停3箇所	3名	ハンパを設置する4日間 2/8,9(高さ30mm) 2/10,11(高さ5mm)	2/8,9(高さ30mm)28票 2/10,11(高さ5mm)14票
歩行者・自転車等アンケート	充電施設付近を通行する歩行者、自転車 電気バス以外を利用するバス待ち客	紙・配布回収	通行者に直接配布	郵送回収	春日大社	2名	ハンパを設置する4日間 2/8,9(高さ30mm) 2/10,11(高さ5mm)	2/8,9(高さ30mm)33票 2/10,11(高さ5mm)39票
路上ビデオ記録	ハンパ付きバス停で、電動バスが正着するまでの軌跡、充電開始～終了までの所作が分かる画角、他交通への支障、電動バスの挙動の阻害要因等が分かる画角	ビデオ	/	/	春日大社	2台	実験期間中毎日(実質6日間)	
GPS記録	電動バス車両(切り替えし回数、切り替えしに要する範囲等を把握)	簡易GPS設置	/	/	車内	1台		
運転士等ヒア	実験期間中に、電動バスのハンドルを握った運転士及び運行会社	アンケート	FAX等	FAX等	/	/		調査日と別に実施
バス事業者ヒア	実験中の電動バスの運行に携わったバス事業者	アンケート 必要に応じて聞き取り調査	FAX等	FAX等	/	/	調査日と別に実施	



2.2 実証実験結果の整理・分析

2.2.1 分析にあたっての留意事項

本業務では、一部を除き、実験中に用いた車両の電費性能については、国土交通省が定める条件で走行した場合の電費（JE05 モード電費）に対する実走行電費の割合で整理する。

用語の定義は以下のとおりである。

電 費：電力量 1kwh で走行可能な走行距離(km/kWh)

JE05 モード電費：最近の都市内走行の平均的走行パターンをもとに、アイドリング、細かい加減速走行を組み合わせた、国土交通省が定める走行条件下における電費性能

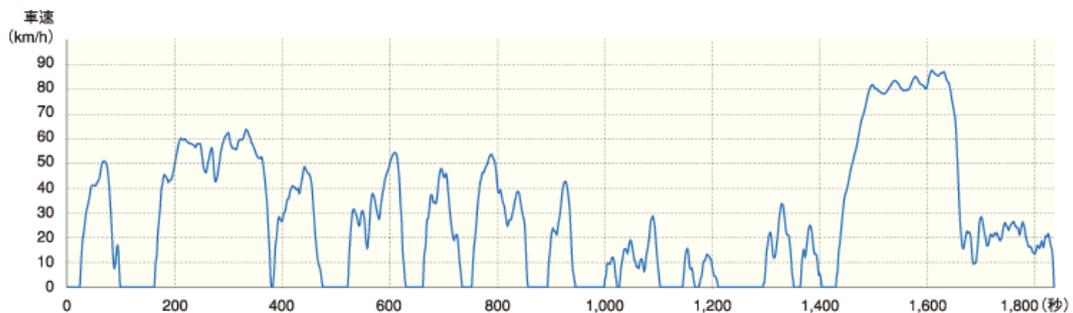


図 2-4 JE05 モードの概略図（経過時間と車速の設定）

出典：一般社団法人日本自動車工業会ホームページ

(http://www.jama.or.jp/safe/class/classification_g7.html)

2.2.2 青森県・青森市の実証実験に関する分析

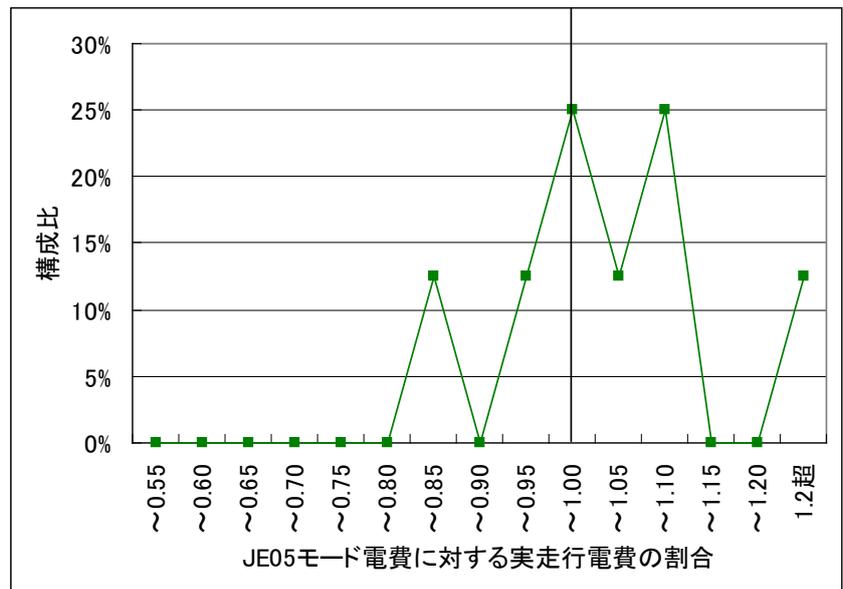
2.2.2.1 寒冷地における走行性能

(1) 実走行電費の分布状況

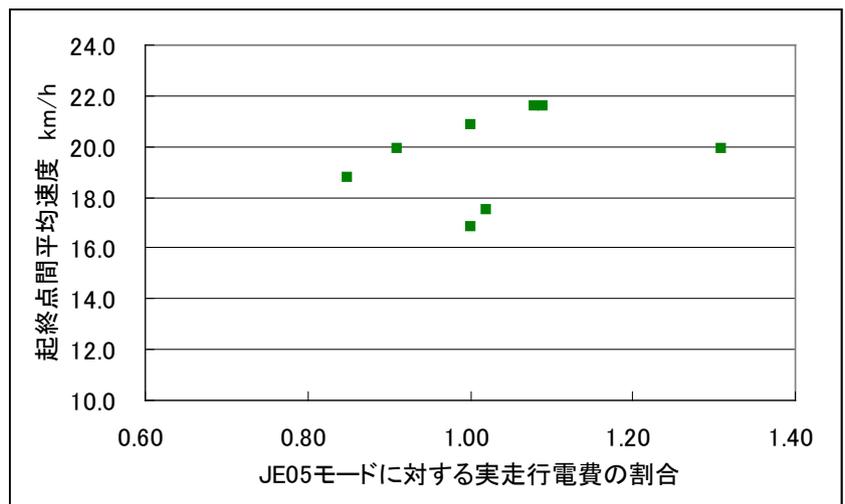
青森県・青森市での実証実験結果によれば、実際に都市内で走行した際の電費は、JE05モード電費に対して0.8~1.2程度である。全体的にはJE05モード電費と同等以上の走行が行われている。

これは、起終点間平均旅行速度が20km/h前後と高い水準にあり、実走行電費の安定に寄与していると考えられる。

＜実走行電費
の分布状況＞



＜平均速度との関係＞



※走行時に「暖房なし」で運行した8便を対象とする。

※起終点間平均旅行速度は、現地での走行開始・終了時刻より設定

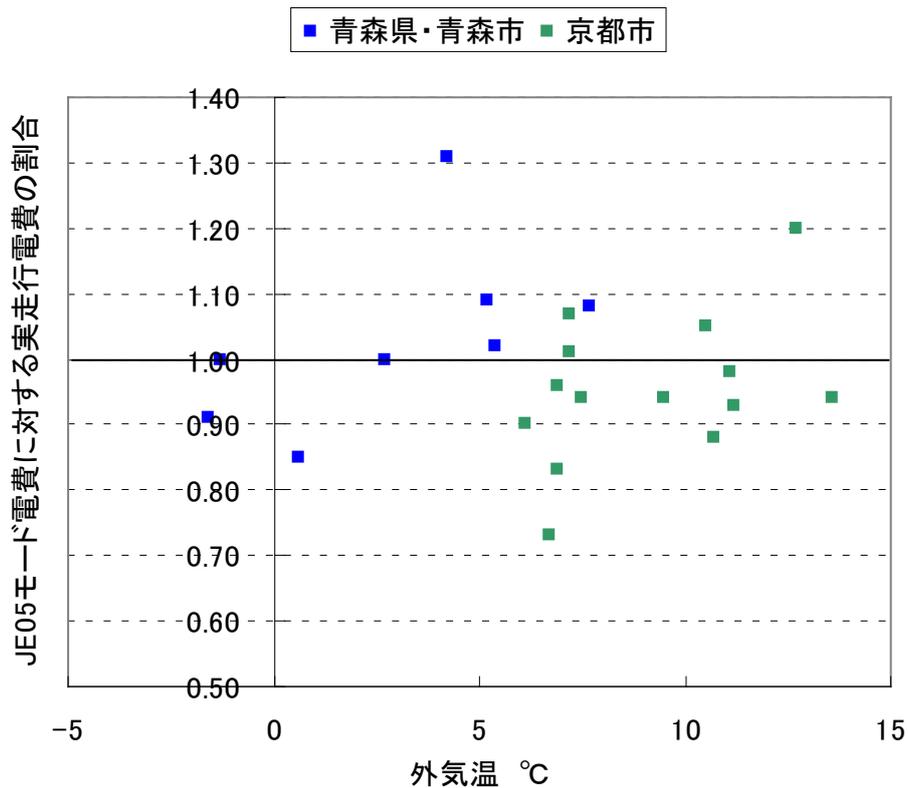
図 2-5 青森県・青森市における実走行電費の分布状況

(2) 外気温と実走行電費の関係性

青森県・青森市で抽出されたデータに加え、同一車両で実験を行った京都市のデータを補完して、外気温と実走行電費の関係性について分析する。

暖房なし時のサンプルのみ抽出して外気温と電費の関係を整理したが、今回測定した温度帯（-2～15℃）における特徴的な傾向はみられなかった。

なお、今回の社会実験では、出庫前点検時に充電電池の温度計測を行い、著しい温度低下が確認されなかったため、充電電池の低温状態を解消するための対策は特に講じていない。



※青森県・市で得られたサンプルのうち、暖房なし時のサンプルのみ抽出

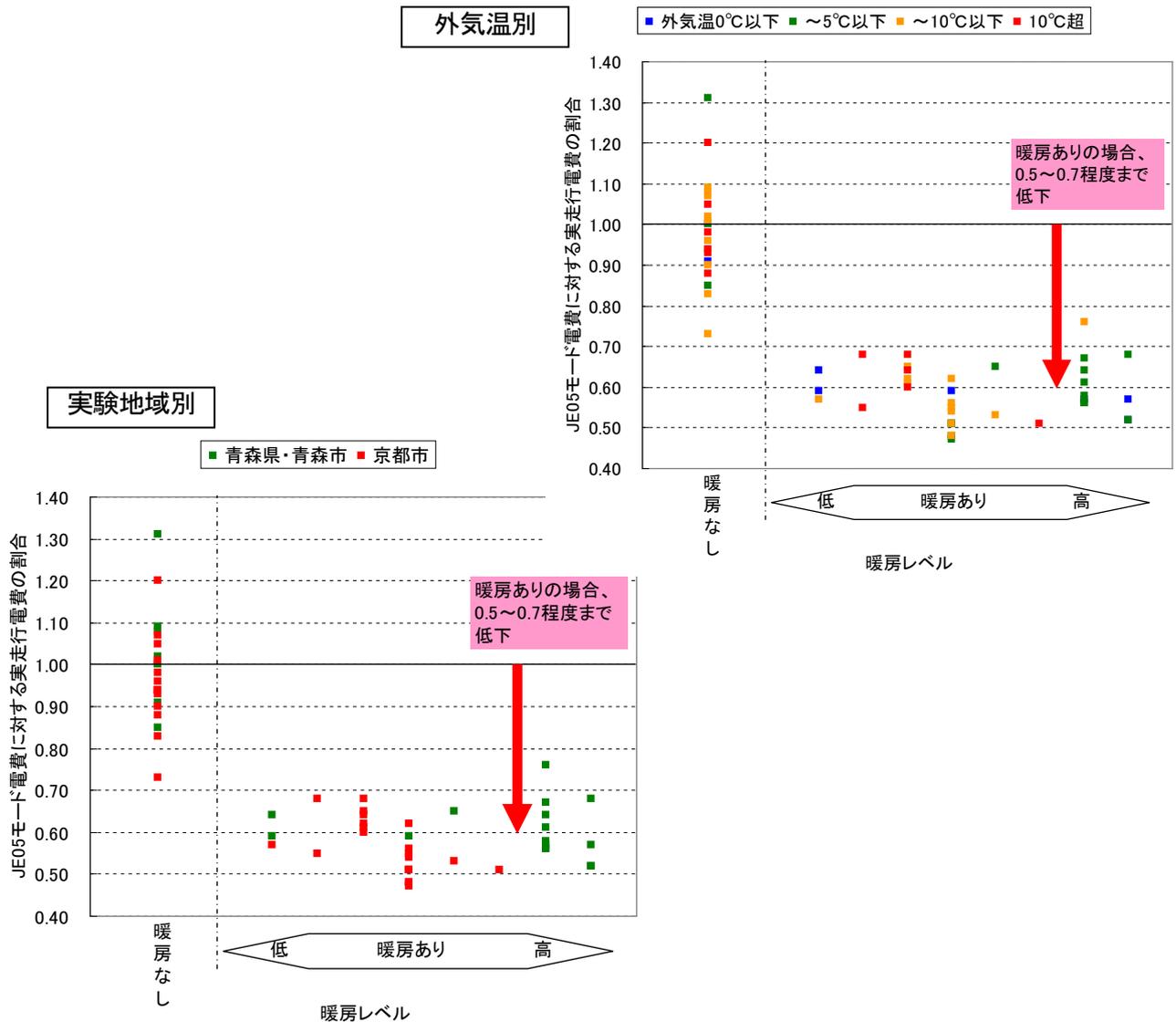
※外気温の分布帯を拡張するため、同一車両を用いた京都市のデータから、暖房なし時のサンプルを抽出して補完

図 2-6 外気温と実走行電費の関係

(3) 電気的な車内空調設備搭載時の電費への影響

動力源として電気のみを搭載する電動バスの場合、車内空調設備も電気的なシステムとなるため、バッテリーの充電電力を消費する。そのため、空調を入れていない場合に比べて、空調稼動時は電池消費量が多くなるため、電動バスの電費が低減する。

電気的な空調設備の搭載車両で実証実験した京都市、青森県・青森市のサンプルを対象に「暖房なし」と「暖房あり」の場合で比較すると、「暖房あり」の場合は、都市内走行を想定した電費に対して実走行電費が0.5～0.7程度まで低下する。



※同一車両を用いた京都市、青森県・青森市のデータ抽出。ただし途中で暖房設定を変更したサンプルは除外。

※暖房設定は、温水温度設定(高・低)、空調への投入電力(高・低)、風量(M, L)の組合せを考慮して、独自にランクを設定

※20人超のサンプル確保数が少ないため、20人超で集約して整理

図 2-7 電気的空調システム採用車両における暖房設定と電費の関係

2.2.2.2 駅前広場内での充電施設設置に対する通行者の評価

駅前広場における充電施設の設置に伴う通行者への影響の有無等について評価を行う。

(1) 充電施設の配置

当地域においては、JR 新青森駅の駅前広場にあるバスバースのひとつを、電動バスが停車するバースとして実験中運用する。

充電施設は、バス停上屋に沿って設置し、歩行動線等に予め配慮した。

外部電源と充電施設の接続に用いる電源用ケーブルは、駅前広場新設工事の際に埋設した管を通して配線することで、地上への露出を避けた。



(2) 通行者ヒアリング調査結果

実験中に、充電施設が設置されたバス停付近を通行する歩行者・自転車を対象にヒアリング調査を実施した。2日間で計83票の回収を得た。

(3) 通行者の認知度

充電設備の設置に気づいた人は、通行者の約3割程度であった。

充電設備をバス停上屋と一体的に配置した工夫が有効に作用したと考察される。

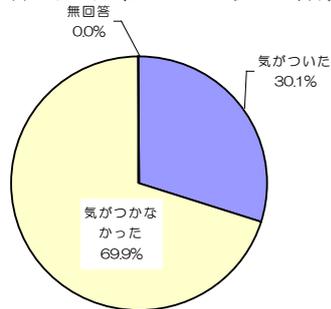


図 2-8 充電施設の設置に気づいた人の割合 (n=83)

(4) 通行時の感想

充電設備の設置に伴い、通行時に圧迫感を感じた人は、全体の4%程度で、約8割の通行者が何も感じなかったと回答している。

充電設備をバス停上屋と一体的に配置した工夫が有効に作用したと考察される。

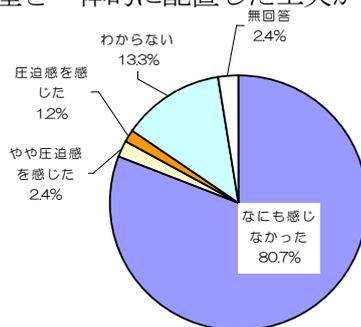


図 2-9 充電施設付近の通行時の感想 (n=83)

(5) 都市景観への影響

約8割の通行者が、都市景観への影響に対して何も感じなかったと回答している。

充電設備をバス停上屋と一体的に配置した工夫と、色調がバス停と同系色であった点が有効に作用したと考察される。

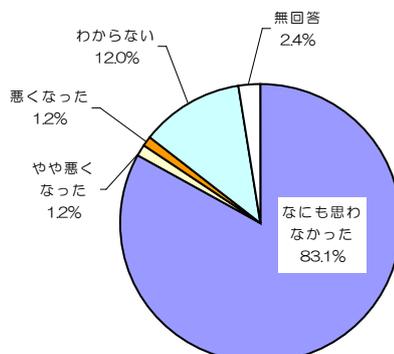


図 2-10 都市景観への影響 (n=83)

(6) 充電装置の存在を知らせる必要性

約6割の通行者が、「必要」と回答している。方法として標識、色の工夫等、視覚的な方法が高い割合を占めている。充電施設が歩行動線や点字ブロックに支障しない位置に配置されており、視覚障害者への影響が少ない点もあって、視覚的な方法が選択されていると考察される。

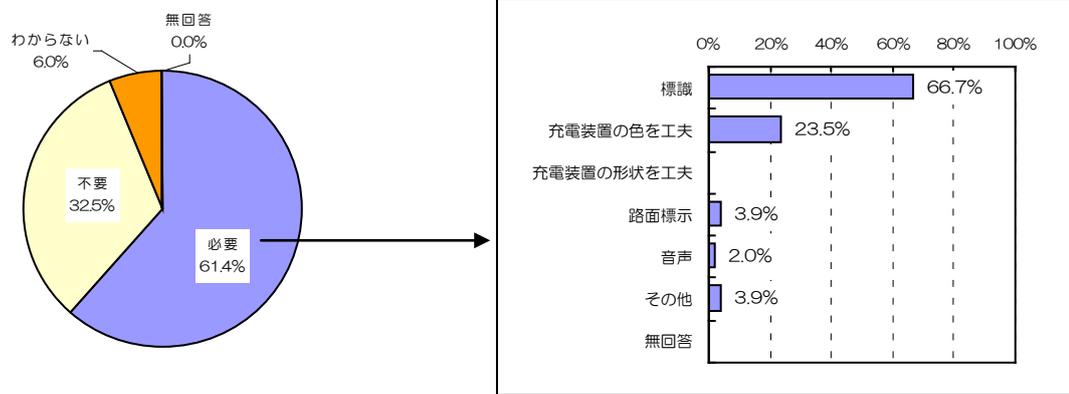


図 2-11 充電設備の存在を知らせる必要性 (n=83) とその方法 (n=51)

(7) 充電装置の存在を知らせる必要性

約6割の通行者が、「必要」と回答している。方法として音声、文字表示が高い割合を占めている。視聴覚者への配慮の観点から、視覚的な方法と聴覚的な方法が同程度の割合で選択されていると考察される。

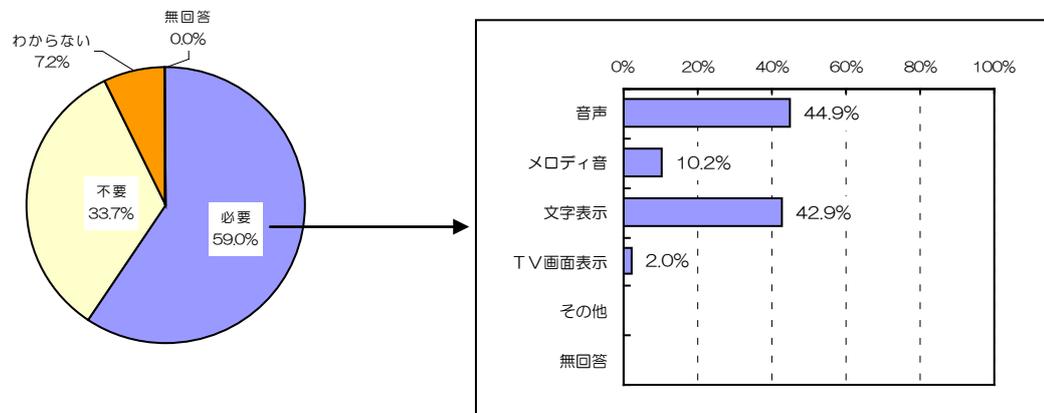


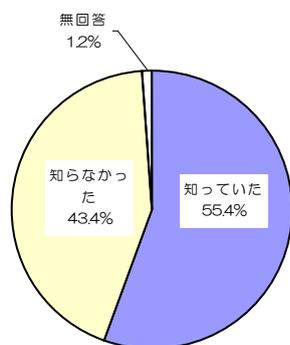
図 2-12 充電中を知らせる必要性 (n=83) とその方法 (n=49)

(8) 電動バスの開発推進の必要性

電動バスが街中を走行可能な技術水準にあることを知っていた人は約半数を占めている。

電動バスの将来的な普及に向けた車両及び充電施設の技術開発については、約8割が必要と回答しており、一般からの高い期待が寄せられていると考えられる。

<技術水準の認知度>



<開発推進の必要性>

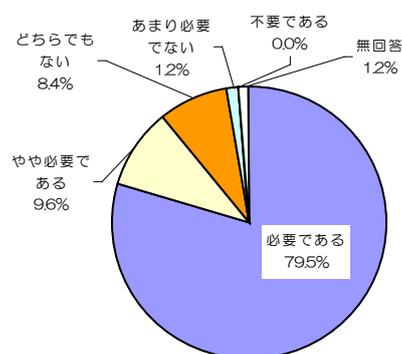


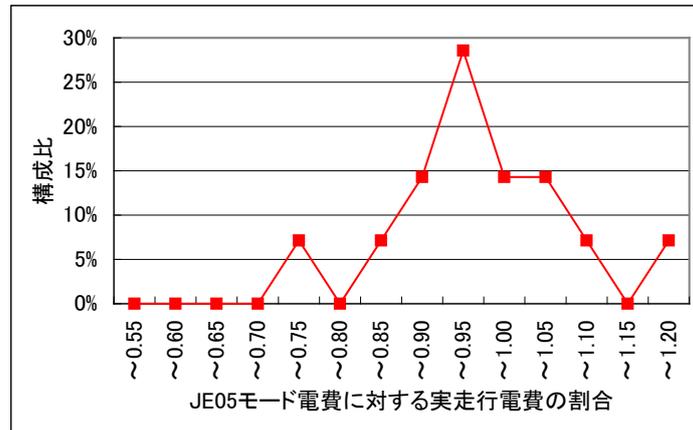
図 2-11 電動バスの技術水準の認知度と開発推進の必要性 (n=83)

2.2.3 京都市の実証実験に関する分析

2.2.3.1 電動バスの走行性能

(1) 実走行電費の分布

今回実施した実証実験の結果によれば、実際に都市内で走行した際の電費は、JE05モード電費に対して0.75～1.20程度であり、多くの場合、実走行電費の方が低くなる。

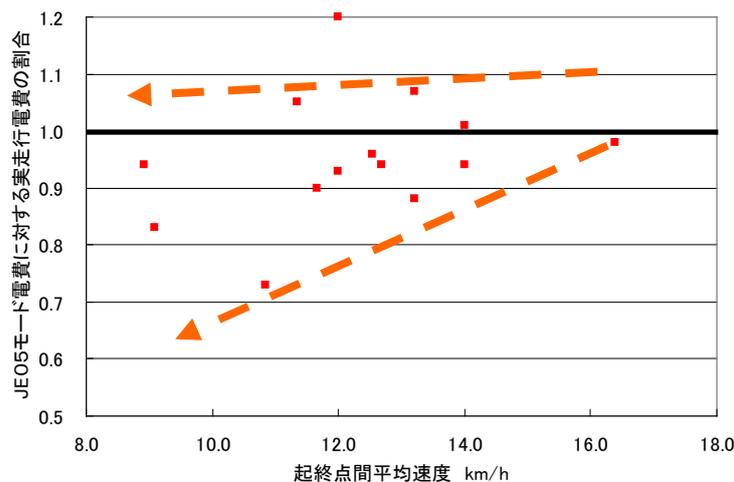


※東京都と京都市で用いた実験車両は異なる
※基準となるJE05モード電費は、車両によって異なる
※東京都のサンプルは、全便中、100%EV走行した27便を対象とする
※京都のサンプルは、走行時に「暖房なし」で運行した14便を対象とする

図 2-12 京都市における実走行電費の分布状況

(2) 起終点間平均旅行速度との関係性

全体的にみて、起終点間平均速度が低下すると、JE05モード電費に対する実走行電費の割合が低位方向に分散する傾向にある。

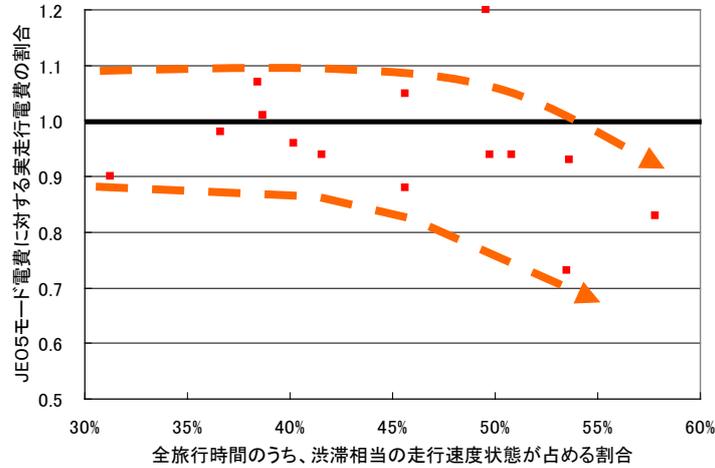


※起終点間平均速度は、実験時に取得したGPSデータより設定
※暖房なし時のサンプルのみ対象

図 2-13 起終点間平均速度と電費の関係

(3) 道路混雑等に伴う低速走行の影響

全所要時間のうち、渋滞相当の走行速度（10km/h 未満）での走行時間の占める割合に着目して、電費との関係を整理すると、渋滞相当の走行速度の占める割合が大きいほど電費が低い水準にある傾向にある。



※渋滞相当の走行速度とは、走行速度 10km/h 未満（ただし停止状態を除く）の状態と設定

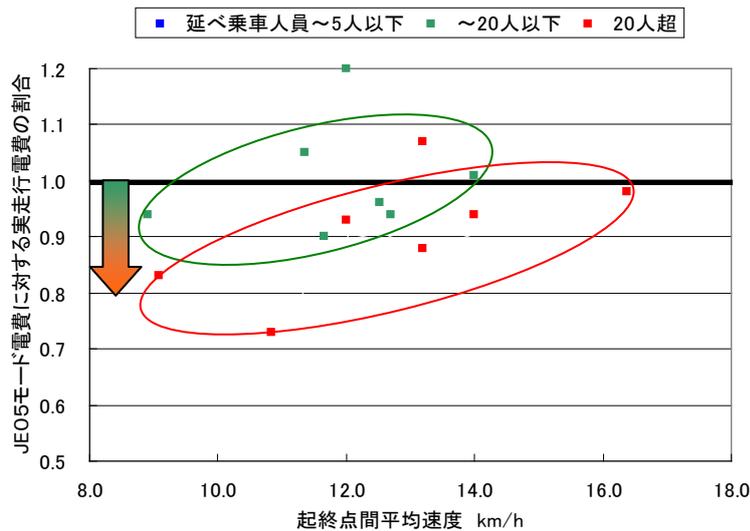
※渋滞相当の走行速度が占める割合は実験時に取得したGPSデータより設定

※暖房なし時のサンプルのみ対象

図 2-14 渋滞状態での走行割合と電費の関係

(4) 利用状況別の電費の分布

同一の起終点間平均速度帯にある場合は、乗車人員が多い方が実走行電費の低減割合が+0.1~0.2 程度多い傾向にある。



※暖房なし時のサンプルのみ対象

※起終点間平均速度は、実験時に取得したGPSデータより設定

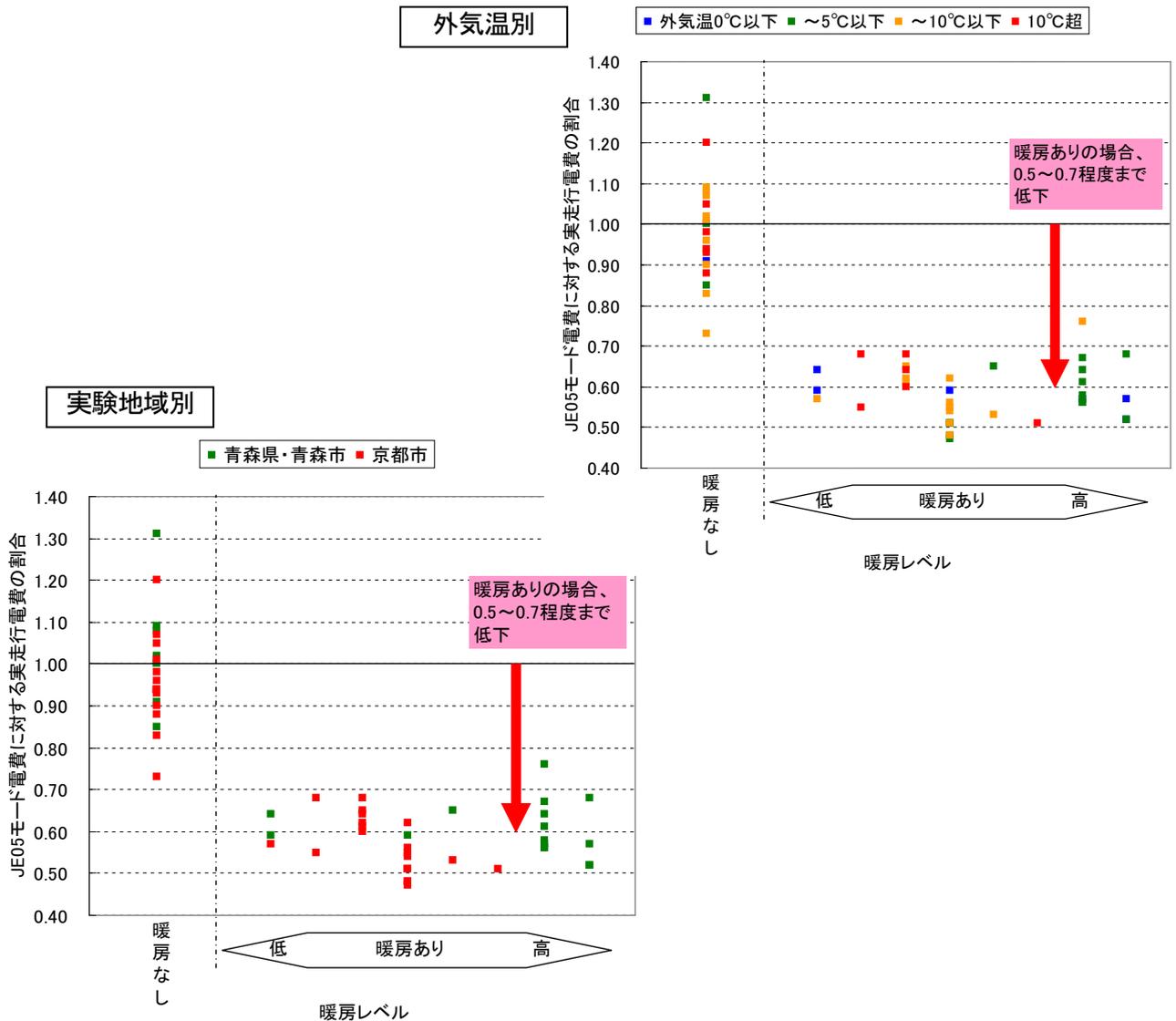
※20人超のサンプル確保数が少ないため、20人超で集約して整理

図 2-15 乗車人員と電費の関係

(5) 電気的な車内空調設備搭載時の電費への影響

動力源として電気のみを搭載する電動バスの場合、車内空調設備も電気的なシステムとなるため、バッテリーの充電電力を消費する。そのため、空調を入れていない場合に比べて、空調稼動時は電池消費量が多くなるため、電動バスの電費が低減する。

電気的な空調設備の搭載車両で実証実験した京都市、青森県・青森市のサンプルを対象に「暖房なし」と「暖房あり」の場合で比較すると、「暖房あり」の場合は、都市内走行を想定した電費に対して実走行電費が0.5～0.7程度まで低下する。



※同一車両を用いた京都市、青森県・青森市のデータ抽出。ただし途中で暖房設定を変更したサンプルは除外。

※暖房設定は、温水温度設定(高・低)、空調への投入電力(高・低)、風量(M, L)の組合せを考慮して、独自にランクを設定

※20人超のサンプル確保数が少ないため、20人超で集約して整理

図 2-16 電気的空調システム採用車両における暖房設定と電費の関係

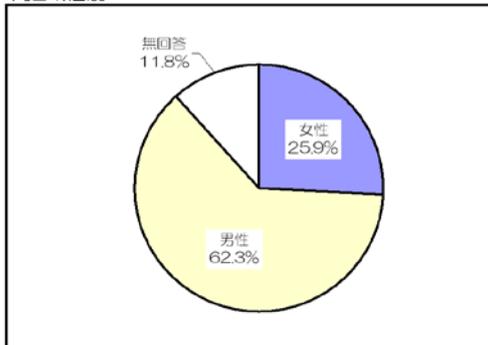
2.2.3.2 バス利用モニターの評価

(1) 回答者の属性

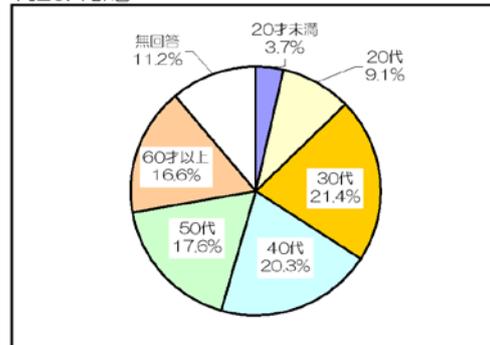
1) 性別・年齢層

個人属性については、男性が過半で、世代は満遍なく分散している。

問24.性別



問25.年齢層

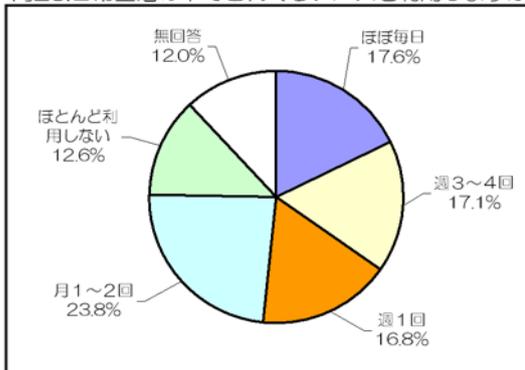


2) 公共交通の利用

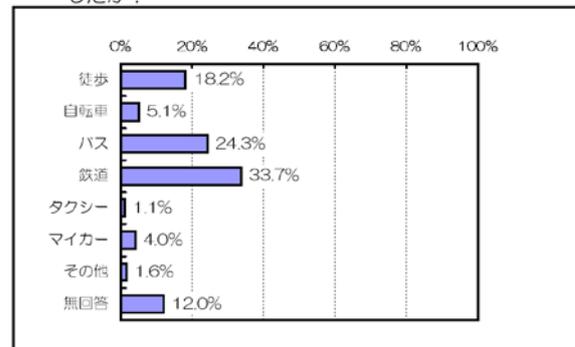
日常生活の中で、週1回以上バスを利用する方が、全体の半数を占める。

会場までの主な交通手段について、公共交通（鉄道、バス）利用が約58%を占める。

問23.日常生活の中でどれくらいバスを利用しますか？



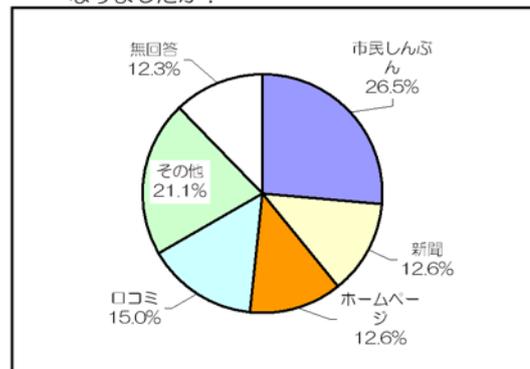
問22.試乗会場までの主な交通手段は何をご利用になりましたか？



3) 電動バス実証運行の認知方法

市民しんぶんが約27%で最も多い。ついでロコミが約15%と多い。

問21.電動バス社会実験の取り組みをどのようにお知りになりましたか？



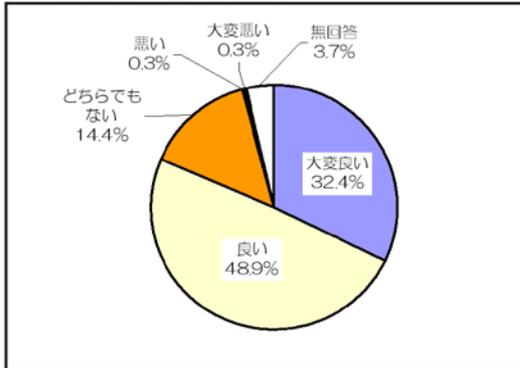
(2) 電動バスに乗車した感想

乗り心地（大変良い＋良いで約 81%）、静音性（大変良い＋良いで約 67%）は、モニターから高い評価を得ている。

エアコンの利き具合は、エアコン稼働状態が便によって異なるため、バラつきが生じているが、約半数は十分と評価している。

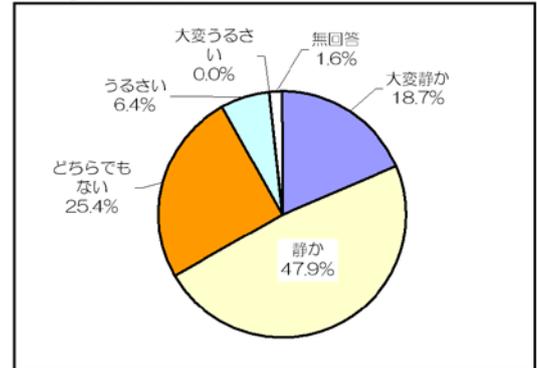
乗り心地

問1.電動バスの乗り心地（加速感、減速感）は、どのように感じましたか？



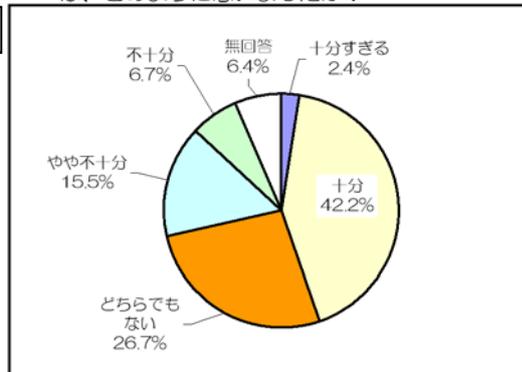
静音性

問2.電動バスの走行音（静音性）は、どのように感じましたか？



問3.電動バスの車内のエアコンの利き具合（車内快適性）は、どのように感じましたか？

車内快適性

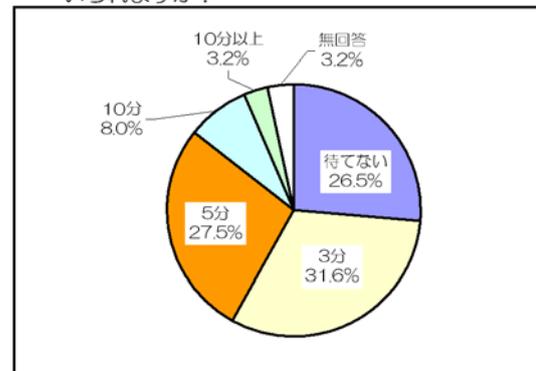


(3) 乗車中の充電許容時間

「3分又は5分」まで許容できる回答が全体の約 59%を占める。一方、「待てない」が約 26%を占める。

回答者の約 6割が公共交通で会場まで来ている等、公共交通に理解ある方々の回答でも、「待てない」が約 26%を占めることから、一般的には「待てない」の割合が相当程度を占めると考察される。

問4.電動バスに乗車中、充電のためにどれくらい待っていられますか？

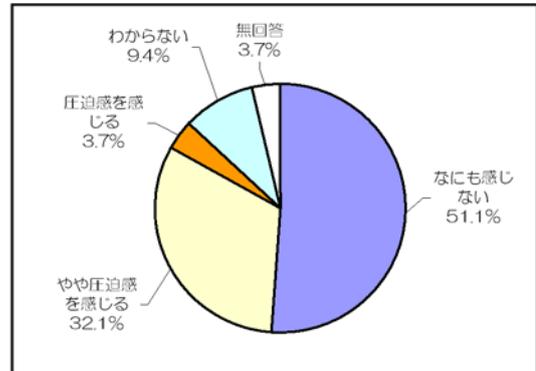


(4) 充電装置の設置に対する意見

1) 充電装置の設置

設置自体については、「やや圧迫感を感じる+圧迫感を感じる」で計36%を占める。

問5.もし、バス停に充電装置が設置されていたら、バスを待っているときにどのように感じますか？

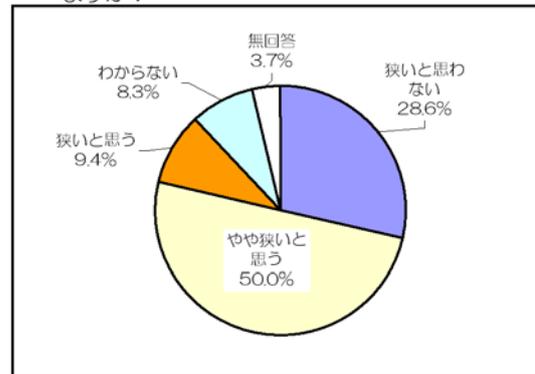


2) 充電装置付近の通行時

道路上のバス停付近に設置された充電装置付近の通行時には、「やや狭い+狭い」が約6割を占め、通行上の支障となる可能性が高いことが考えられる。

道路上での設置を行う上で、通行者への配慮が重要となる。

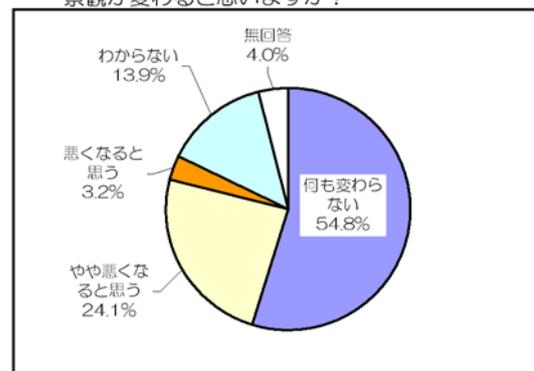
問6.もし、バス停に充電装置が設置されていたら、バス停付近を歩く（又は自転車通行）ときにどのように思いますか？



3) まちの景観への影響

「なにも変わらない」が半数を占める。ついで「やや悪くなると思う」が約24%を占める。

問7.もし、バス停に充電装置が設置されていたら、まちの景観が変わると思いますか？



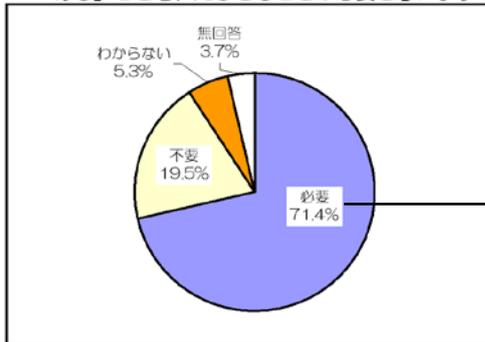
(5) 充電装置に関する情報伝達

1) 道路上への充電設備の設置に関する情報伝達

充電設備の存在を知らせることが「必要」との回答が約71%を占める。方法としては「標識」が最も多い。

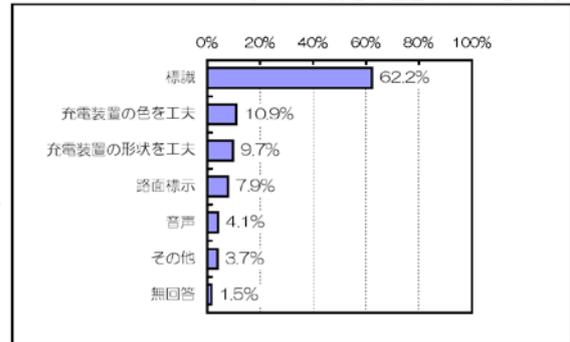
必要な理由として「身障者等への配慮」、「設備の目的の周知」、「安全面への配慮」等があげられる。

問8.バス停付近の方々や通行者に向けて、「充電装置がある」ことを、知らせることが必要と思いますか？



問10.どんな方法での告知が最も有効だと思いますか？

※問8で「1.必要」と回答した267名を対象



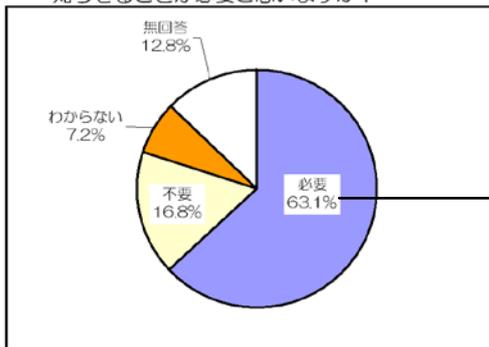
2) 充電中に関する情報伝達

(a) 充電設備周辺（車外）

充電設備が充電中である旨を知らせることが「必要」との回答が約63%を占める。方法としては「文字表示」や「音声」が多い。

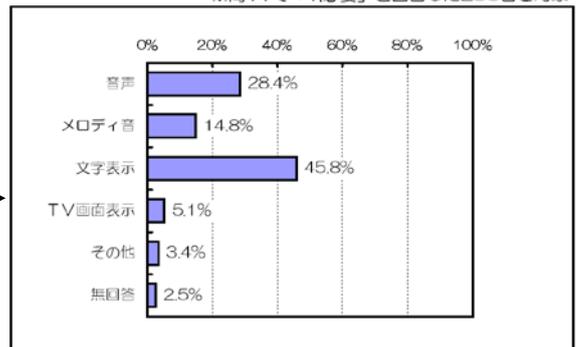
必要な理由として「駐停車の理由を明示」が特に多く、その他には「安全面への配慮、いたずら防止」、「不安感の解消」、「ケーブルに対する注意喚起」等があげられる。

問11.バス停付近の方々や通行者に向けて、「充電中」を知らせることが必要と思いますか？



問13.どんな方法での告知が最も有効だと思いますか？

※問11で「1.必要」と回答した236名を対象

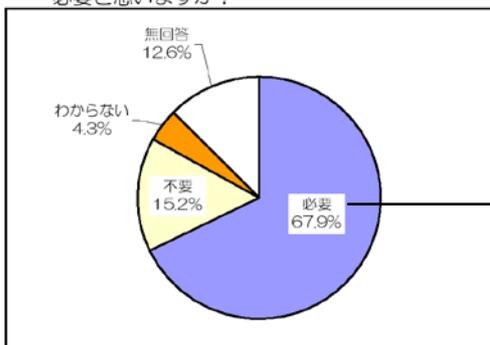


(b) 車内

車内にて充電中である旨を知らせることが「必要」との回答が約68%を占める。方法としては「音声」や「文字表示」が多い。

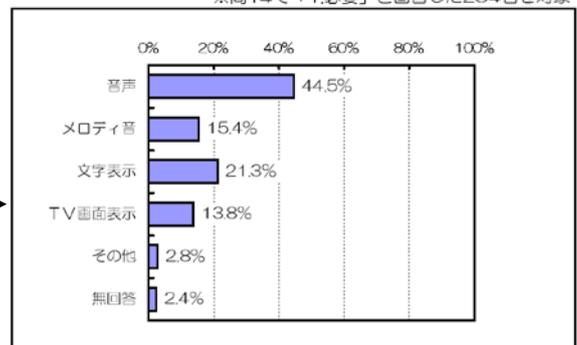
必要な理由として「停車理由の明示（停止に対する不満・不安の緩和）」、「待ち時間の把握」、「乗客への配慮（イライラ防止）」、「乗客の理解獲得」等があげられる。

問14.バス車内に向けて、「充電中」を知らせることが必要と思いますか？



問16.どんな方法での告知が最も有効だと思いますか？

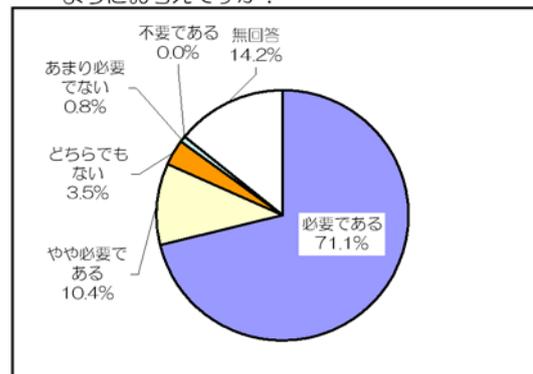
※問14で「1.必要」と回答した254名を対象



(6) 電動バス開発・導入の必要性

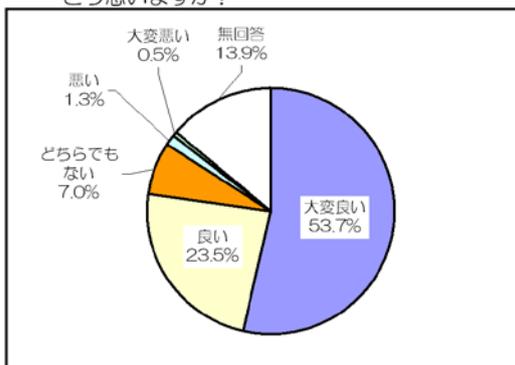
電動バスの開発については、「必要+やや必要」で約8割を占める。

問17.今後、電動バスの普及に向けて、車両開発や充電装置の開発・設置を推進することの必要性について、どのようにお考えですか？

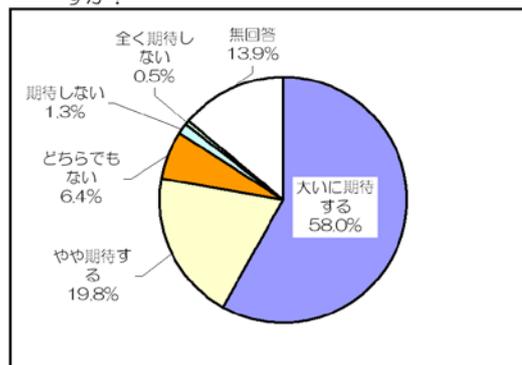


京都市における電動バスの導入・普及についても、肯定的な意見が約8割を占める。

問19.電動バスを市バスとして導入することについてどう思いますか？



問20.電動バスが市バスとして普及することを期待しますか？

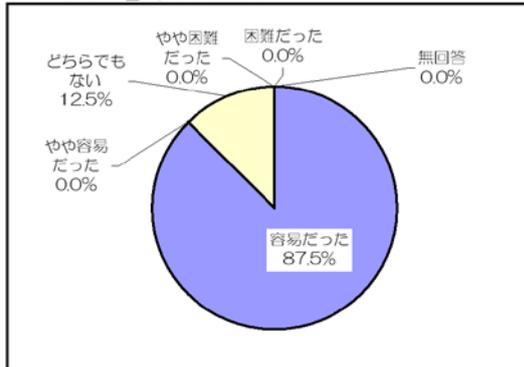


2.2.3.3 乗務員の充電行為に対する評価

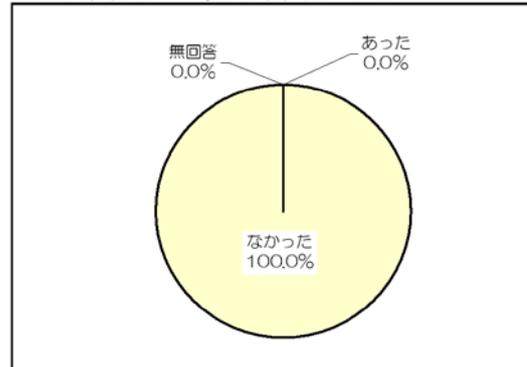
(1) 京都市役所内で充電を行う場所への停車について

充電位置への停車については、「容易だった」と8名中7名が回答している。
また今回の実験中、特に危険な場面は発生していない。

問1.充電可能な位置に車両を正確・確実に停車させることは容易でしたか？



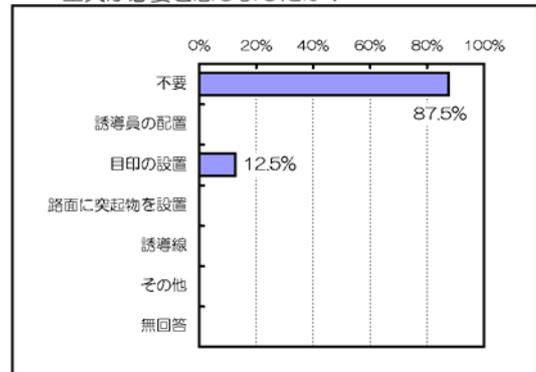
問2.車両を正確・確実に停車させる最中に、安全上、ひやりとした場面はありましたか？



(2) 正確・確実な停車のための工夫の必要性

「特に不要」と8名中7名が回答しており、通常の停車に比べて運転士の負担は同程度で、特に工夫を必要としていないと考えられる。

問4.正確・確実な停車を容易に行うために、どのような工夫が必要と感じましたか？



2.2.3.4 本格導入に向けた今後の課題

京都市における実証実験後に、バス事業者、行政等との意見交換を通じて、本格導入に向けた今後の課題を以下に示す。

(1) 車両故障発生時に備えた補助電源の確保

ワンマン運行時の車両故障で、路上での立ち往生を防ぐため、また路上停車に伴う社会的影響を回避するため、安全な場所に退避できる程度の補助電源装置等の確保が必須である。

(2) 車内における遮音・吸音対策

電動バスの走行音が静かなため、車内で聞こえる色々な機械音等が気になる。車内の遮音・吸音対策が望まれる。

(3) 車庫における充電スペース等の確保

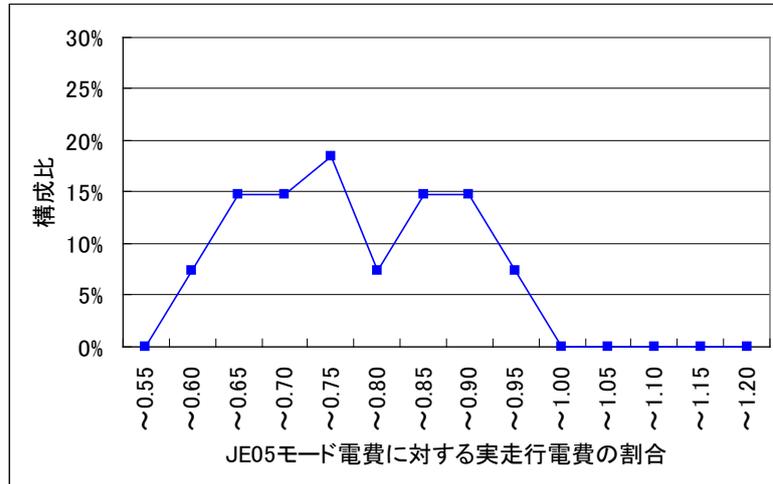
夜間に複数台が同時に充電を実施する場合、その分だけ充電設備や充電スペースを確保する必要があり、既存車庫に対する相当な設備投資を要することが課題である。

2.2.4 東京都の実証実験に関する分析

2.2.4.1 電動バスの走行性能

(1) 実走行電費の分布

今回実施した実証実験の結果によれば、実際に都市内で走行した際の電費は、JE05モード電費に対して0.6～1.0程度であり、多くの場合、実走行電費の方が低くなる。

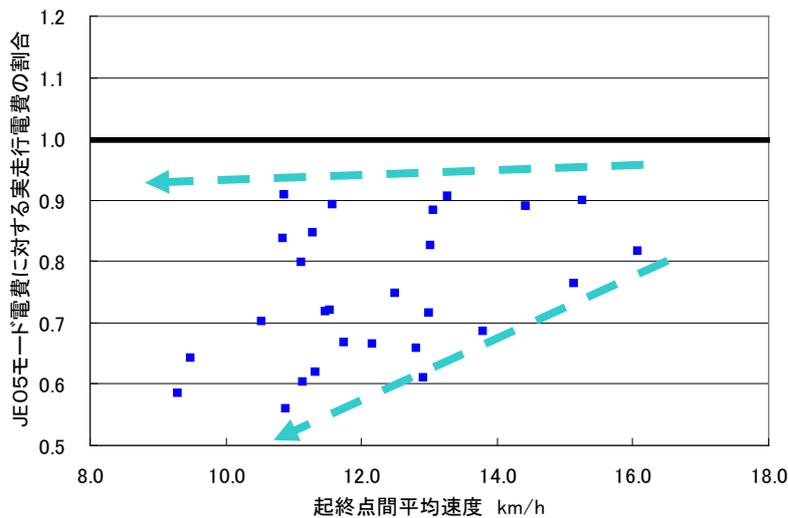


※東京都のサンプルは、全便中、100%EV走行した27便を対象

図 2-17 東京都における実走行電費の分布状況

(2) 起終点間平均旅行速度との関係性

全体的にみて、起終点間平均速度が低下すると、JE05モード電費に対する実走行電費の割合が低位方向に分散する傾向にある。

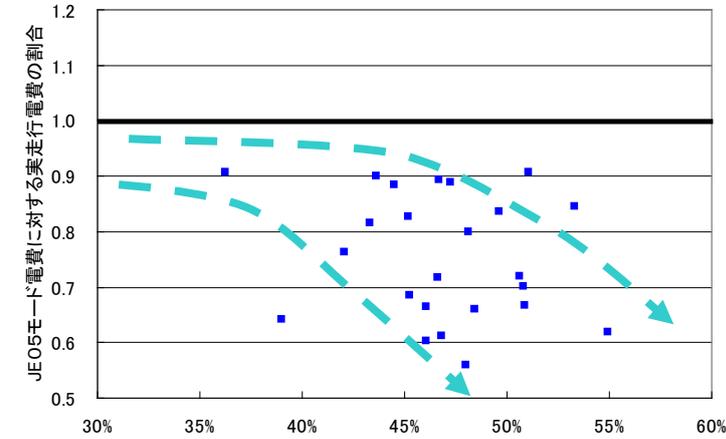


※起終点間平均速度は、実験時に取得したGPSデータより設定
 ※100%EV走行した便を対象

図 2-18 起終点間平均速度と電費の関係

(3) 道路混雑等に伴う低速走行の影響

全所要時間のうち、渋滞相当の走行速度（10km/h 未満）での走行時間の占める割合に着目して、電費との関係を整理すると、渋滞相当の走行速度の占める割合が大きいほど電費が低い水準にある傾向にある。

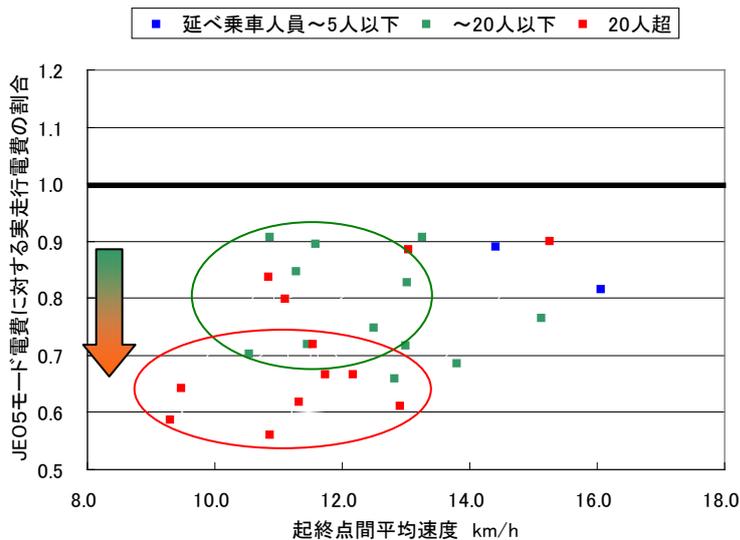


全旅行時間のうち、渋滞相当の走行速度状態が占める割合
 ※渋滞相当の走行速度とは、走行速度 10km/h 未満（ただし停止状態を除く）の状態と設定
 ※渋滞相当の走行速度が占める割合は実験時に取得したGPSデータより設定
 ※100%EV走行した便を対象

図 2-19 渋滞状態での走行割合と電費の関係

(4) 利用状況別の電費の分布

同一の起終点間平均速度帯にある場合は、乗車人員が多い方が実走行電費の低減割合が+0.1~0.2程度多い傾向にある。



※100%EV走行した便を対象
 ※起終点間平均速度は、実験時に取得したGPSデータより設定
 ※20人超のサンプル確保数が少ないため、20人超で集約して整理

図 2-20 乗車人員と電費の関係

2.2.4.2 運行計画と実走行の比較検証

運行計画立案時の留意点を把握するため、道路混雑等の影響を受ける既存の営業路線で実証運行結果と運行計画の比較検証を行う。

なお、東京都の実証実験では、ハイブリット走行可能な電動バスで実証実験を行ったが、計画上、100%EV走行可能な運行計画にて実証運行を行った。

(1) 実験対象路線の位置づけ

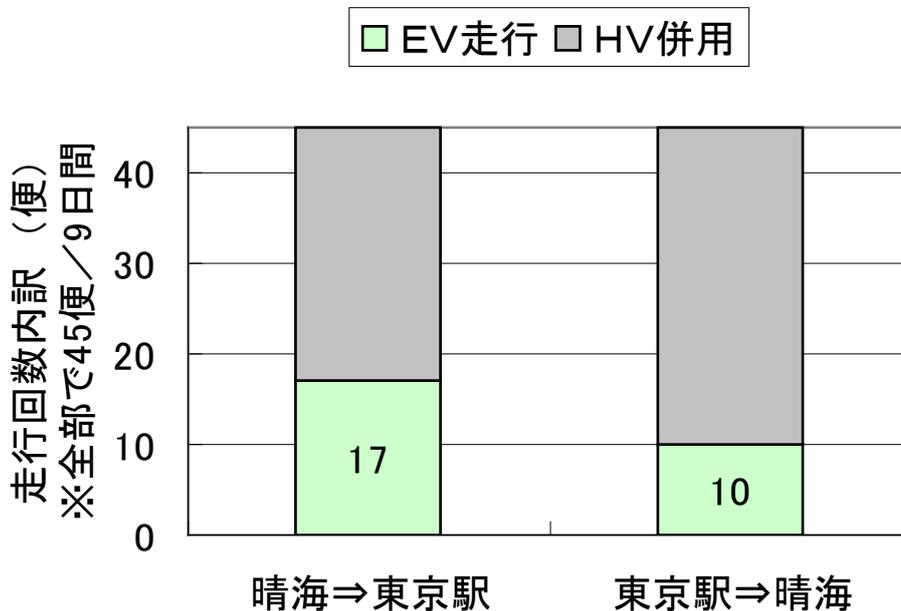
東京都交通局では、過去の運行実績から、所要時間の標準偏差を整理している。標準偏差が3以下の場合、「安定路線」と判定している。

東京都交通局へのヒアリングの結果、今回の実証実験対象となった「都05系統」の標準偏差は、3.0を下回っており、『安定路線』に位置づけられる

(2) EV走行の実績

全90便中、27便で、起点～終点間を通じて100%EV走行を行うことができた。

他の便については、実験車両が欠電時にハイブリット走行可能な車両であったため、計画に対する充電量の不足が発生しても、欠電時にハイブリット走行（HV走行）することで、運行を確保することができた。



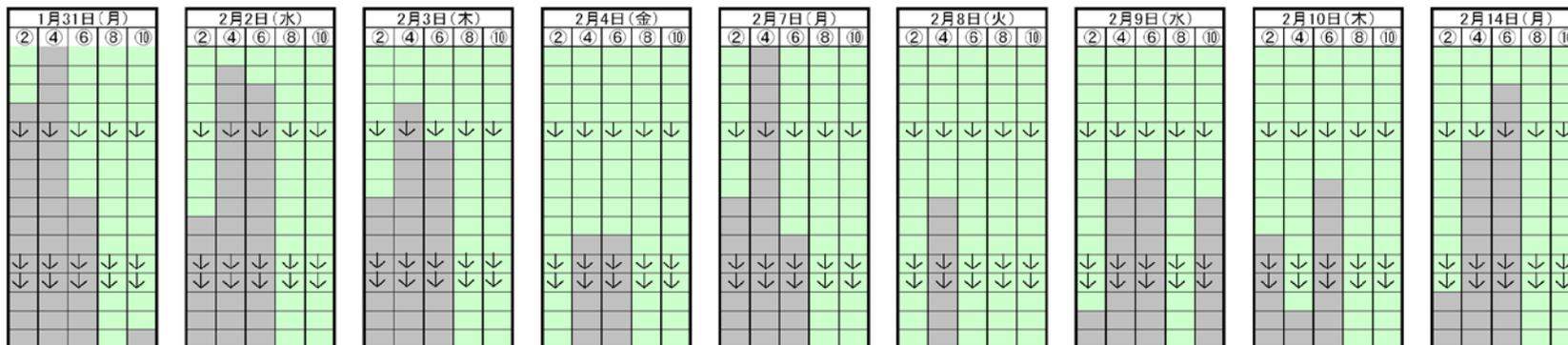
HV：ハイブリット走行の略。

EV：電気走行の略。

図 2-21 100%EV走行した便数

東京駅丸の内南口行き

- 晴海埠頭
- ほっとプラザはるみ入口
- ホテルマリナーズコート東京前
- 晴海三丁目
- 晴海トリトンスクエア前
- 勝どき駅前
- 勝どき橋南詰
- 築地六丁目
- 築地三丁目
- 築地
- 銀座四丁目
- 数寄屋橋
- 日比谷
- 有楽町駅前
- 東京国際フォーラム前
- 東京駅丸の内南口



凡例 EV走行 HV併用

晴海埠頭行き

- 東京駅丸の内南口
- 東京国際フォーラム前
- 有楽町駅前
- 日比谷
- 数寄屋橋
- 銀座四丁目
- 築地
- 築地三丁目
- 築地六丁目
- 勝どき橋南詰
- 勝どき駅前
- 晴海トリトンスクエア前
- 晴海三丁目
- ホテルマリナーズコート東京前
- ほっとプラザはるみ入口
- 晴海埠頭

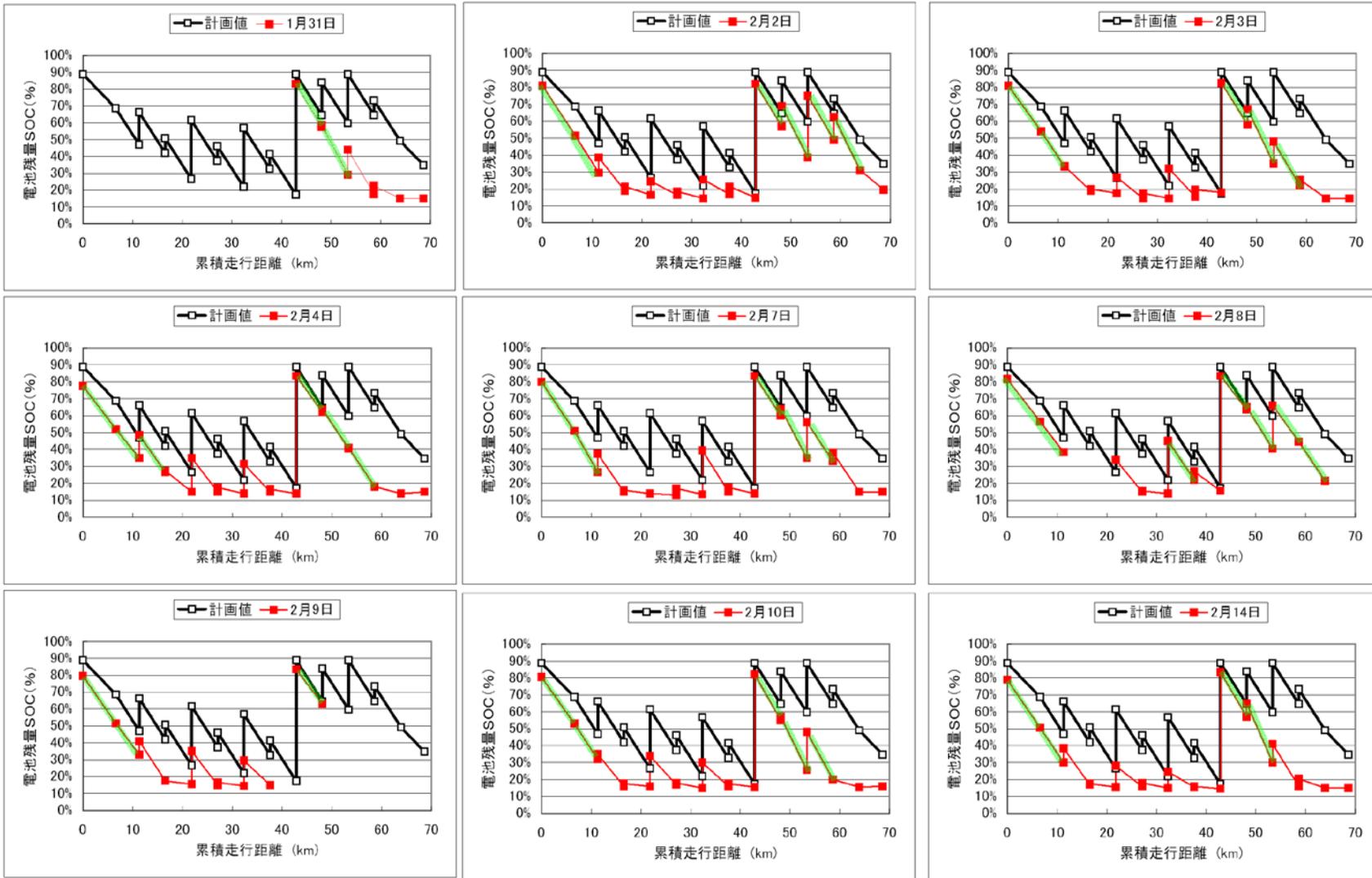


図 2-22 便別のEV走行実績

(3) 計画及び実際の電池残量の対比

計画に対して、電池残量が全体的に低い状況で推移している。特に累積距離が 10～40km 帯において電池残量不足に伴うHV併用走行となった便が発生している。昼休後は、電池残量が回復し、EV走行が行われている便が多い。(東京都では、欠電時にハイブリット走行が可能な電動バス車両であったため、計画に対する充電量の不足が発生しても、欠電時にハイブリット走行することで、運行を確保することができた。)

その要因として、「①給電時間の不足」、「②給電電力の低下」、「③電費の低下」が複合的に影響が考えられる。



※ — 100%EV走行できた便
 ※ 深川車庫からの出庫～深川車庫への入庫までを標記(回送、都03系統1便分を含む)

図 2-23 運行計画と実走行時の電池残量との対比

(4) 給電時間の不足

丸の内では、計画余裕時間と同程度の余裕時間（4～5分）があれば、対計画比 50%前後の実充電時間が確保されている。しかし、先発車との運行間隔が密なため余裕時間があっても乗車バースに進入ができない場合があり、また乗車バースでの停車（＝充電）時間が短い（200秒、一部 440 秒）運行計画であったため遅れ時間や車内点検、充電装置の操作時間等の影響を受けやすいことから、全体的に十分な実充電時間の確保が難しかった。

晴海埠頭では、計画余裕時間と同程度の余裕時間（13～14分）があれば、対計画比 70%前後の実充電時間が確保されている。しかし、遅れ時間の発生に伴う実余裕時間の減少に伴い、実充電時間が少なくなり、充電計画との乖離が大きくなる。

東京都では、欠電時にハイブリット走行が可能な電動バス車両であったため、計画に対する充電量の不足が発生しても、欠電時にハイブリット走行することで、運行を確保することができた。

今後は、到着～次発までの降車扱い、車両・バース間移動、車内点検等に要する時間や先発車両との運行間隔等も勘案し、また多少の遅れ時間の発生も考慮して、充電計画をシビアに設定することが課題となる。

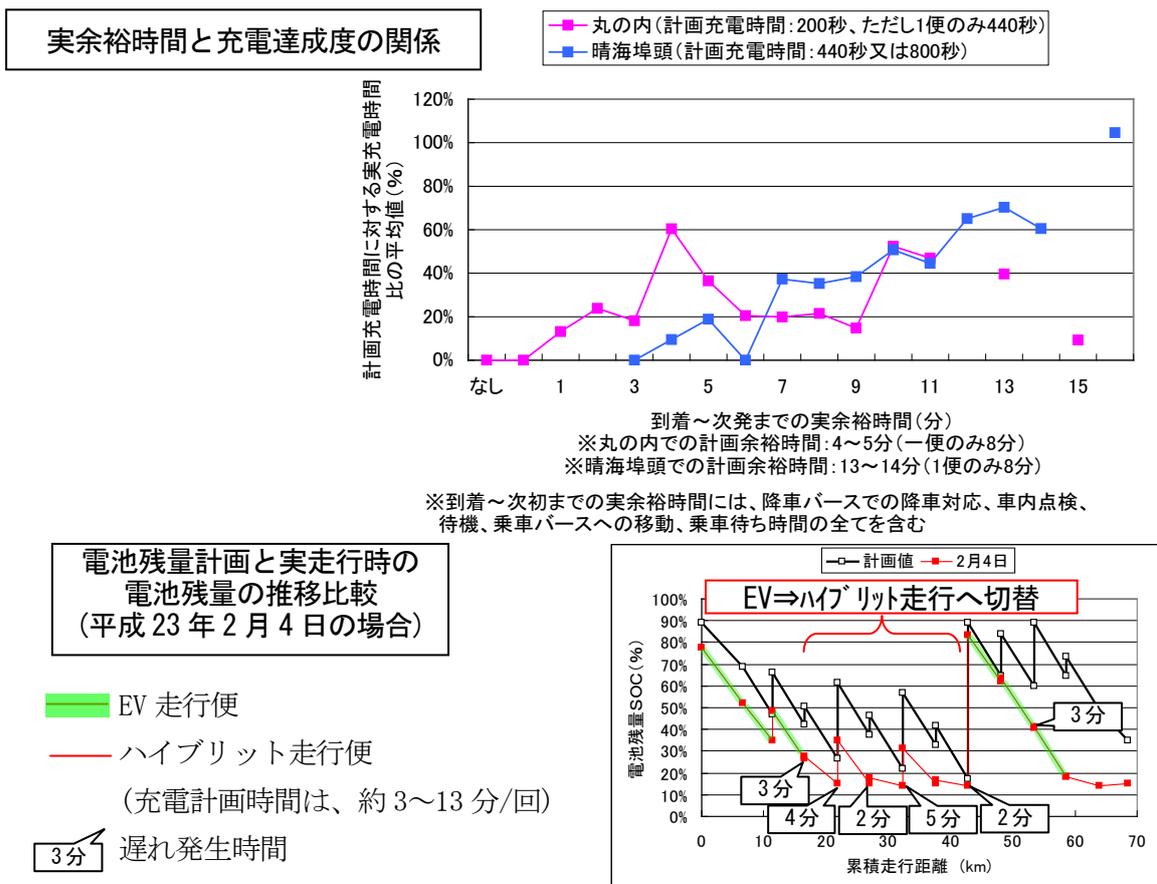


図 2-24 充電時間実績と、実余裕時間・遅れ時間との関係

<計画>

	晴海埠頭	丸の内	晴海埠頭	丸の内	晴海埠頭	丸の内	晴海埠頭	丸の内	晴海埠頭	丸の内
到着予定時刻	7:03	7:30	7:56	8:32	9:02	9:42	10:12	11:50	12:25	13:04
計画給電時間(秒)	440	200	800	200	800	200	4220	440	800	200

総給電時間	※晴海での 昼休は除く
4080 秒	

昼休

<実績>

1月31日	実際の到着時刻	7:08:16	7:35:44	8:05:22	8:33:07	9:02:21	9:38:36	10:11:18	11:50:41	12:30:46	13:03:46
	(遅れ発生)	約5分遅れ	約6分遅れ	約9分遅れ	約1分遅れ					約6分遅れ	
	充電可否	×	×	○	×	○	×	○	○	○	○
	給電時間(秒)			76		548		2126	49		120
	(時間不足発生)			△ 724		△ 252		△ 2094	△ 391		△ 80
2月2日	実際の到着時刻	7:03:44	7:31:02	7:56:55	8:31:52	9:03:44	9:36:11	10:11:40	11:44:39	12:21:50	13:04:25
	(遅れ発生)		約1分遅れ			約2分遅れ					
	充電可否	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	給電時間(秒)	254	43	536	73	504	94	1683	357	837	459
	(時間不足発生)	△ 186	△ 157	△ 264	△ 127	△ 296	△ 106	△ 2537	△ 83	37	259
2月3日	実際の到着時刻	7:04:40	7:32:55	7:58:17	8:33:14	9:05:34	9:39:58	10:15:57	11:47:35	12:31:02	13:03:29
	(遅れ発生)	約2分遅れ	約3分遅れ	約2分遅れ	約1分遅れ	約4分遅れ		約4分遅れ		約6分遅れ	
	充電可否	×	×	○	×	○	○	○	○	○	○
	給電時間(秒)			462		354	43	1919	253	289	174
	(時間不足発生)			△ 338		△ 446	△ 157	△ 2301	△ 187	△ 511	△ 26
2月4日	実際の到着時刻	7:03:19	7:33:11	7:59:54	8:33:42	9:06:56	9:39:55	10:13:55	11:48:44	12:27:37	13:01:36
	(遅れ発生)		約3分遅れ	約4分遅れ	約2分遅れ	約5分遅れ		約2分遅れ		約3分遅れ	
	充電可否	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○
	給電時間(秒)	294	27	373	57	311	54	1727	65		42
	(時間不足発生)	△ 146	△ 173	△ 427	△ 143	△ 489	△ 146	△ 2493	△ 375		△ 158
2月7日	実際の到着時刻	7:04:13	7:35:06	8:01:54	8:33:44	9:02:54	9:38:58	10:14:52	11:44:31	12:25:00	13:03:43
	(遅れ発生)	約1分遅れ	約5分遅れ	約6分遅れ	約2分遅れ			約3分遅れ			
	充電可否	○	×	×	○	○	○	○	○	○	○
	給電時間(秒)	219			81	558	65	1794	101	484	246
	(時間不足発生)	△ 221			△ 119	△ 242	△ 135	△ 2426	△ 339	△ 316	46
2月8日	実際の到着時刻	7:03:55	7:33:41	7:58:52	8:36:04	9:04:53	9:45:38	10:16:41	11:44:54	12:26:17	13:00:02
	(遅れ発生)		約4分遅れ	約3分遅れ	約4分遅れ	約3分遅れ	約4分遅れ	約5分遅れ		約1分遅れ	
	充電可否	○	×	○	×	○	○	○	○	○	○
	給電時間(秒)	140		364		622	104	1835	65	576	72
	(時間不足発生)	△ 300		△ 436		△ 178	△ 96	△ 2385	△ 375	△ 224	△ 128
2月9日	実際の到着時刻	7:04:29	7:30:55	7:59:25	8:32:28	9:07:20	9:44:17	10:17:15	11:42:55	12:29:12	13:03:29
	(遅れ発生)	約1分遅れ		約3分遅れ		約5分遅れ	約2分遅れ	約5分遅れ		約4分遅れ	
	充電可否	○	×	○	○	○	×	○	○	○	○
	給電時間(秒)	187		400	23	274		1704	41	273	37
	(時間不足発生)	△ 253		△ 400	△ 177	△ 526		△ 2516	△ 399	△ 527	△ 163
2月10日	実際の到着時刻	7:06:25	7:35:08	7:58:15	8:30:50	9:05:04	9:43:14	10:11:04	11:49:52	12:27:22	13:06:07
	(遅れ発生)	約3分遅れ	約5分遅れ	約2分遅れ		約3分遅れ	約1分遅れ			約2分遅れ	約2分遅れ
	充電可否	○	×	○	○	○	○	○	○	○	×
	給電時間(秒)	83		425	40	375	29	2351	77	469	
	(時間不足発生)	△ 357		△ 375	△ 160	△ 425	△ 171	△ 1869	△ 363	△ 331	
2月14日	実際の到着時刻	7:04:05	7:34:47	7:58:42	8:34:58	9:06:23	9:46:03	10:16:23	11:48:12	12:28:20	13:06:01
	(遅れ発生)	約1分遅れ	約5分遅れ	約3分遅れ	約3分遅れ	約4分遅れ	約4分遅れ	約4分遅れ		約3分遅れ	約2分遅れ
	充電可否	○	×	○	○	○	×	○	○	○	○
	給電時間(秒)	183		401	50	195		2503	208	388	93
	(時間不足発生)	△ 257		△ 399	△ 150	△ 605		△ 1717	△ 232	△ 412	△ 107

総給電時間	
793 秒	
対計画時間比	19.4 %

総給電時間	
3157 秒	
対計画時間比	77.4 %

総給電時間	
1575 秒	
対計画時間比	38.6 %

総給電時間	
1223 秒	
対計画時間比	30.0 %

総給電時間	
1754 秒	
対計画時間比	43.0 %

総給電時間	
1943 秒	
対計画時間比	47.6 %

総給電時間	
1235 秒	
対計画時間比	30.3 %

総給電時間	
1498 秒	
対計画時間比	36.7 %

総給電時間	
1518 秒	
対計画時間比	37.2 %

※GPS記録より、到着時刻を抽出

※2/3はGPS欠測のため、ビデオ記録より抽出

(5) 給電電力の低下

1) 給電電力低下の要因

東京都の実証実験では、非接触方式の電動バスで実施されている。

非接触充電時の正着誤差量（空間距離）の増加に伴い、給電電力が大きく下回る場面が発生する。特に、正着誤差量が70mm以内の際には40～50kWの給電電力が確保されている。一方、正着誤差量が100mm以上において、給電電力の低下が顕著で、30kW以下の給電電力の発揮に止まる。それに伴い、同一給電時間時における電力残量の回復量にバラつきが発生すると考察される。

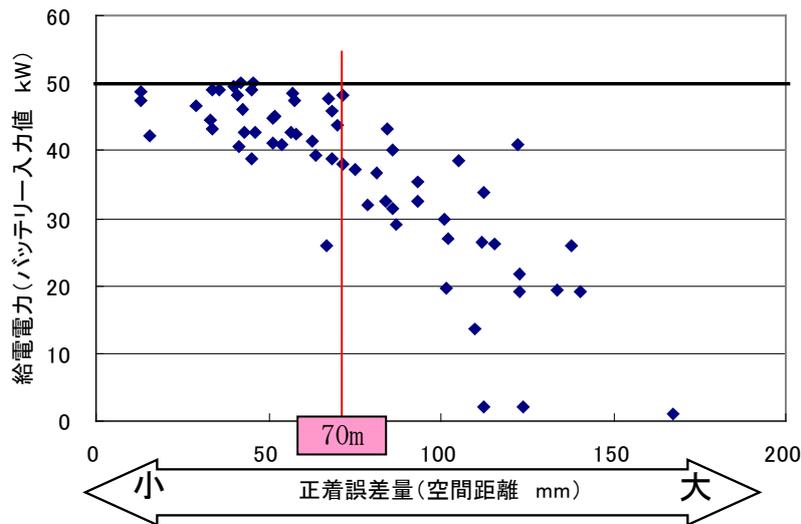


図 2-25 正着誤差量と給電電力の関係

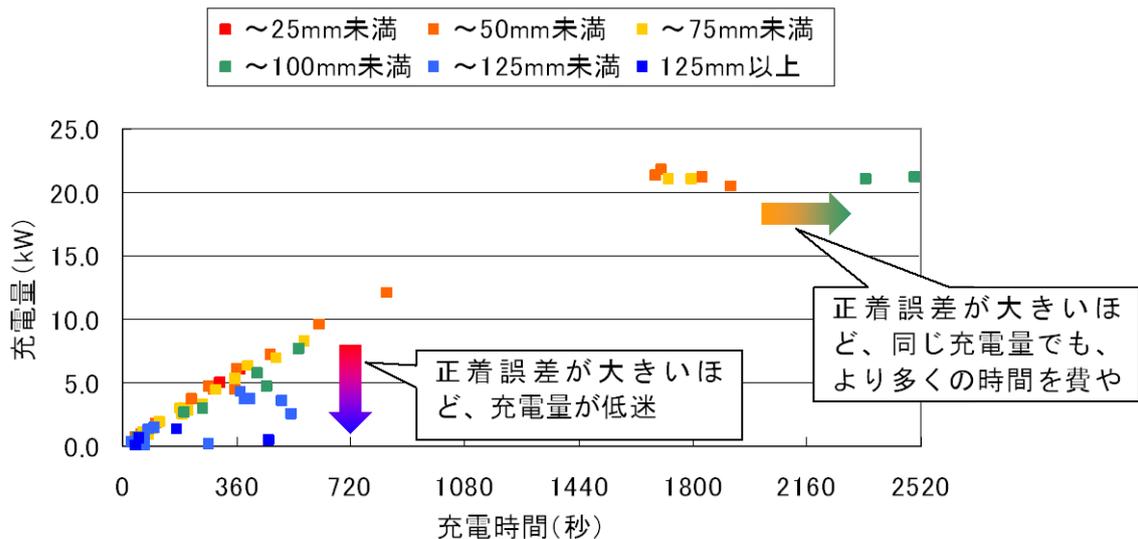
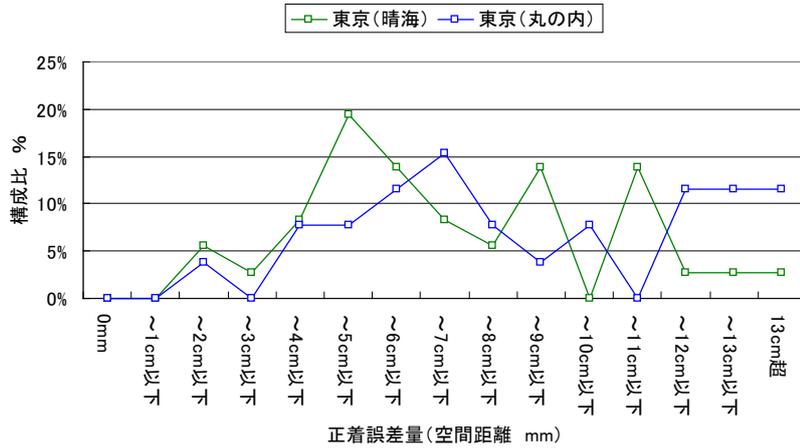


図 2-26 充電時間と充電量の関係

2) 正着誤差の発生状況

直進駐車である「丸の内」においても、正着誤差が発生している。車体側面のラインに沿って停車するため、歩道側へ偏りつつ、前後方向に広く分散する傾向にある。

操舵を伴う前進駐車（角度約 60°）である「晴海埠頭」では、車止めが設置されているため、+方向の誤差は皆無だが、5cm 以上手前で停車する車両が多く発生し、また左右方向に広く分散する傾向にある。



<丸の内での停車方法>



<晴海埠頭での停車方法>

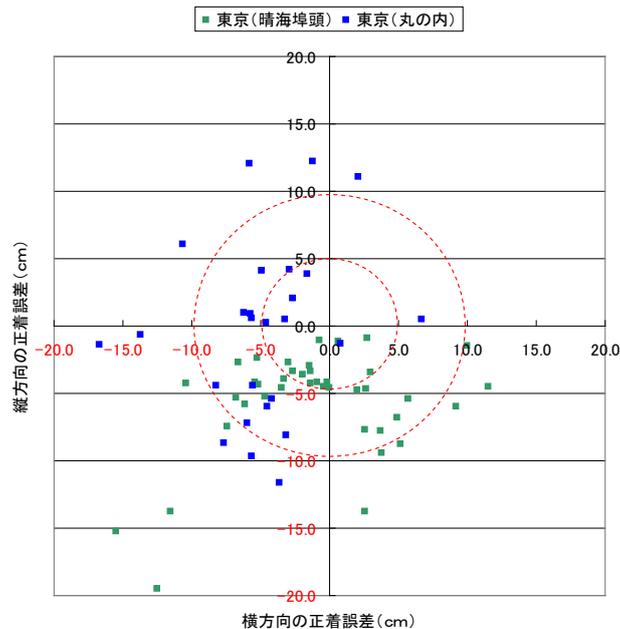


図 2-27 正着誤差の分布状況

(a) 丸の内に関する考察

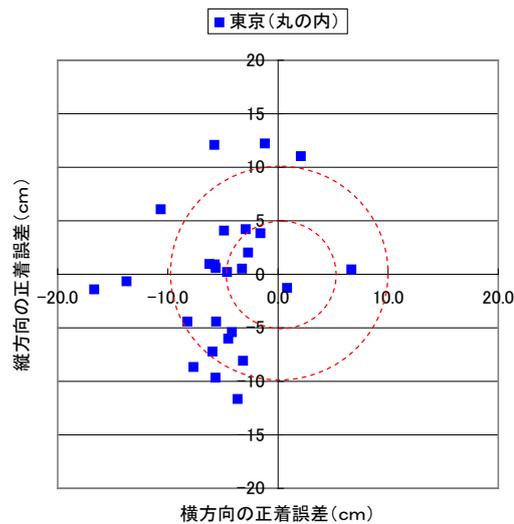
直進駐車となる東京（丸の内）では、左側（歩道側）に偏る傾向がある。また前後方向は±10cmに分散する。

左への偏りは、利用者の乗降利便性に配慮し、できるだけ歩道側に寄せることを意識した運転のためと考えられる。

前後のぶれは、ミラー越しでのラインの視認性が低いこと、運行間隔が密なことによる心理的影響等のためと考えられる。

<東京都 丸の内>

【停止位置を知らせる工夫】
○ 駐車位置ライン
○ 車止め



(b) 晴海埠頭に関する考察

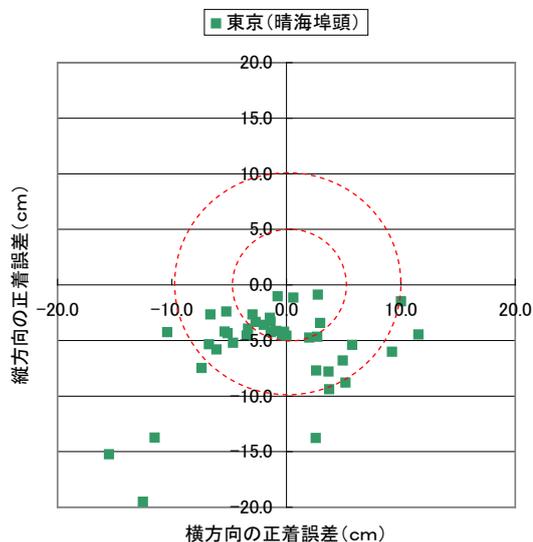
操舵を伴う前進駐車で、車止めが設置されていた東京（晴海埠頭）では、横方向は±15cmに幅広に分散する。また前後方向は車止めが設置されていたため、+方向の誤差は皆無だが、5cm以上手前で停車するケースが多発している。

一方、後述する乗務員ヒアリングでは、約半数の乗務員が「当地における停車は容易・やや容易」と回答している。

ハイブリット走行が可能な車両のため、確実な充電実施の重要性、ラインと車体の位置合せや車止めの重要性がメーカーと乗務員の間で周知徹底不足の可能性がある。

<東京都 晴海埠頭>

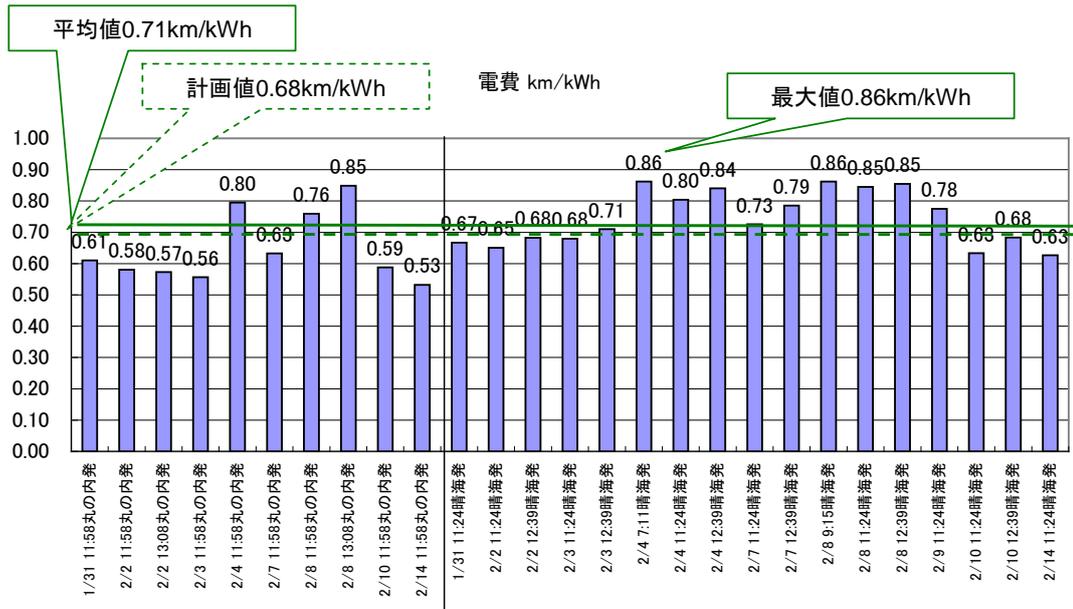
【停止位置を知らせる工夫】
○ 駐車位置ライン
○ 車止め



(6) 電費の低下

1) 便別にみた電費の分布

実験中の電費（平均値）は、概ね計画値と同程度を確保している。ただし、便別にみるとバラつきが発生し、平均値よりも約25%、最大値より約4割低い電費となる便が存在する。



<最大値に対する差>

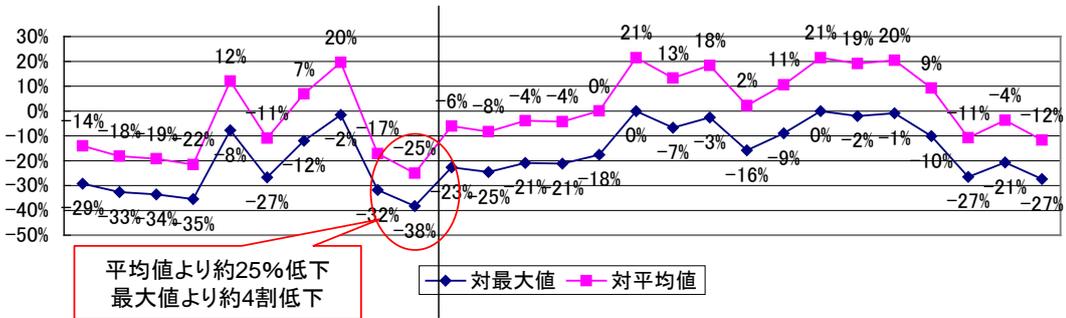


図 2-28 便別の実走行電費の分布状況

2) 電費への影響要素

起終点間平均速度が高いほど、電費は高い水準で安定するが、表定速度が低いと幅広に分散する傾向にある。また同じ速度帯の場合、延べ乗車人員が多い方が電費が低迷傾向にある。

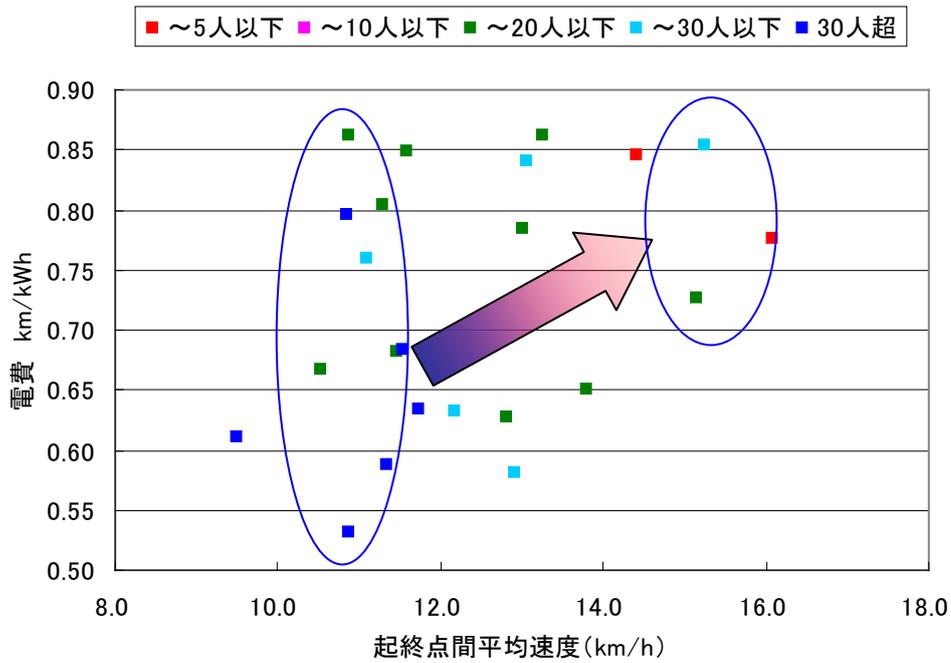


図 2-29 起終点間平均速度と電費の関係

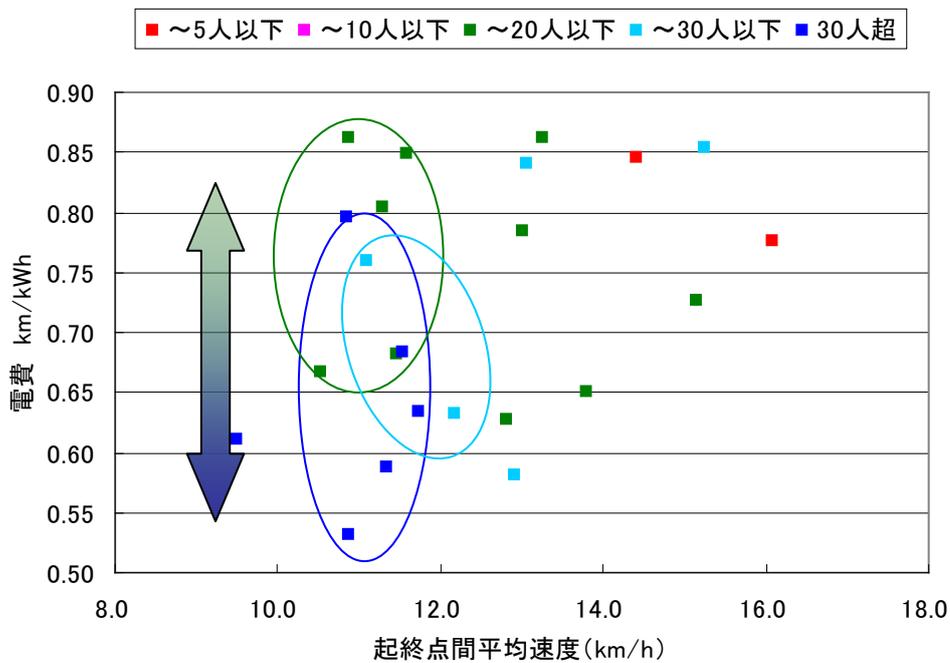


図 2-30 延べ乗車人員別にみた起終点間平均速度と電費の関係

3) 加速による影響

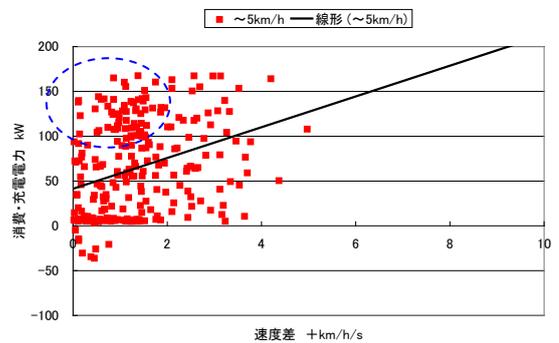
車速 5km/h 以下の状態で加速（ある時刻の車速と、1 秒前の車速の速度差が+の状態）する際には、100～150kW と高い消費電力を要する場面が多いことから、停止～発進を繰り返す渋滞状態における運行は、電費の低下を招き、非効率的と考えられる。

また車速 30km/h 越では、加速に伴う消費電力の傾きがやや急になることから、ダイヤ遅れを回復するために高い速度で運行するような場面は、電費低下を招く一因と考えられる。

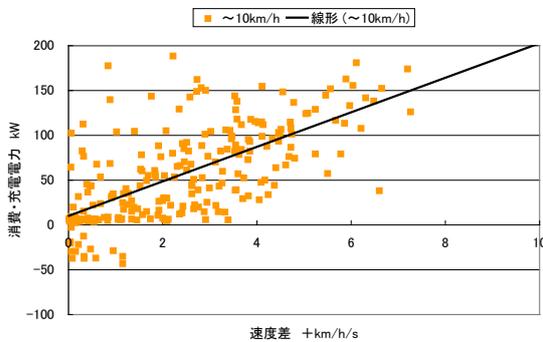
一方、車速 5～30km/h においては、加速に伴う消費電力の傾きは緩やかであり、車速 5～30km/h の速度帯で運行を行うことが効率的と考えられる。

※東京都 2月2日に100%EV走行できた便を対象
 ※1秒毎のログデータから、1秒間の車速変化量（ある時刻の車速と、1秒前の車速の差分）を速度差と想定し、その1秒間に消費した消費電力を整理

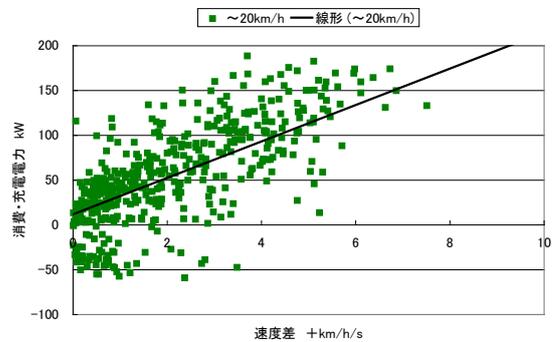
<車速 ~5km/hの状態>



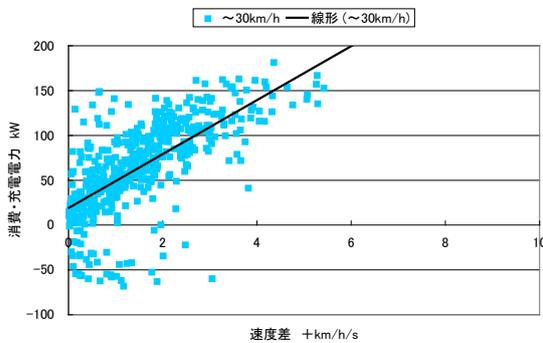
<車速 5~10km/hの状態>



<車速 10~20km/hの状態>



<車速 20~30km/hの状態>



<車速 30km/h超の状態>

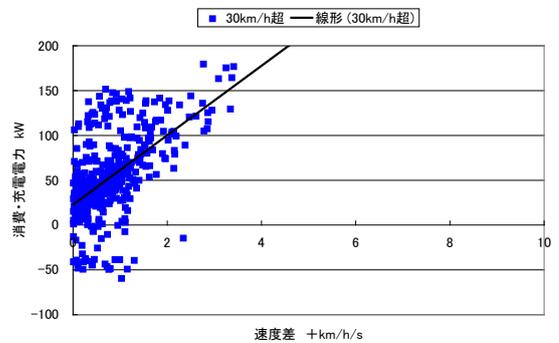


図 2-31 車速帯別にみた、速度差と消費電力の関係

(7) 運行計画の設定検討への示唆

東京都における実走行と運行計画の比較結果を踏まえ、確実な充電実施を図るため、運行計画の設定時において留意すべき事項として以下が考えられる。

<実証実験からみた

走行・充電への影響要因>

・給電時間の不足



・計画通りの給電の実現に向けて、定時運行を高める方策の体系的な検討が必要
(特に充電予定時間が短い場合は影響が大きい)

・給電電力の不足



・安定した給電を行う上で、非接触方式では、正着性の向上に向けた方策の体系的な検討が必要

・電費の低下



・効率的な運行実現に向け、表定速度確保策・停止発進の頻度削減策の体系的な検討が有効
・表定速度が低く、利用者が集中する時間帯においては、電費が低迷することを織り込んで、運行計画を策定

2.2.4.3 バス利用者の評価

電動バスに乗車したバス利用者に対して、アンケート調査を配布し、117票の回収を得た。その集計結果を以下に示す。

(1) 電動バスに対する評価

乗り心地、静音性、車内快適性のいずれも、肯定的な評価が過半を占める。また車外の静音性は約7割が「静か」と回答しており、高い評価を得ている。

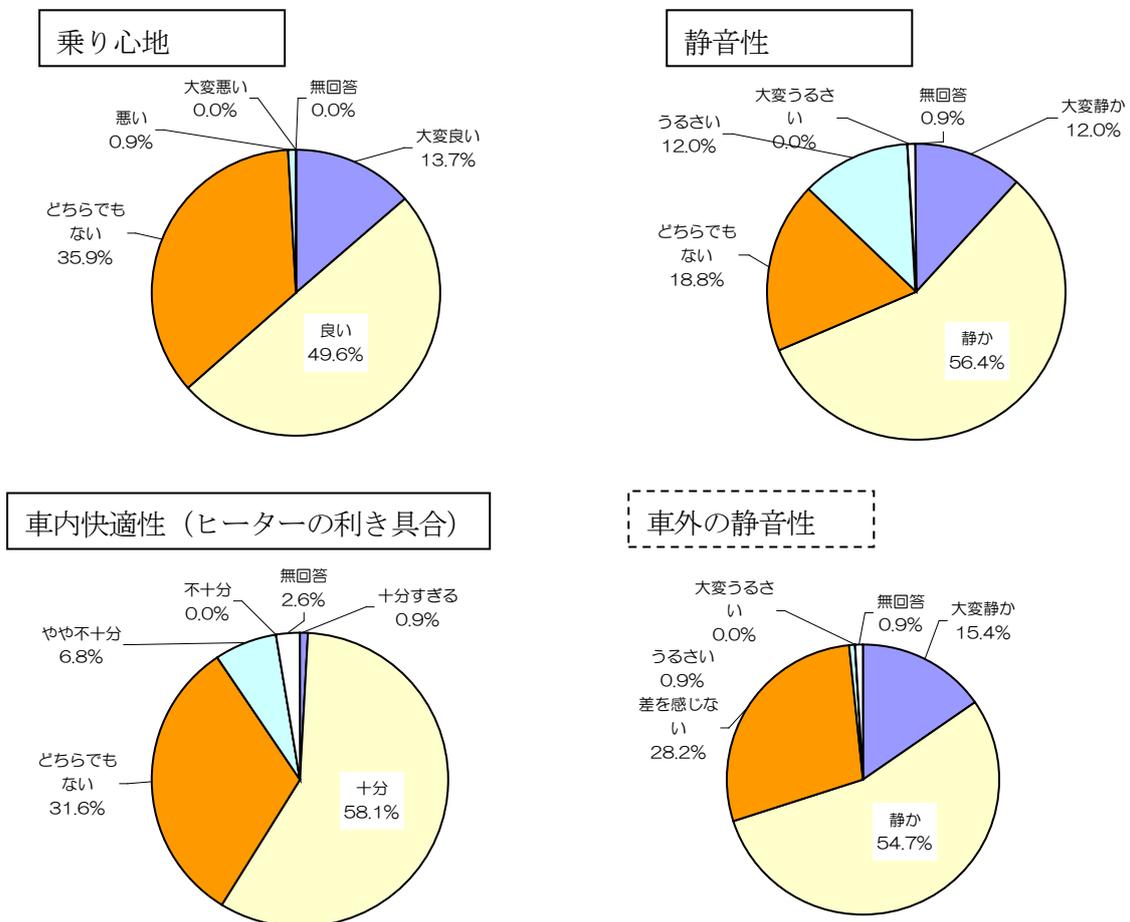


図 2-32 電動バスに対するバス利用者の評価

(2) 充電設備の認知度

路上コイルの存在に気づいた利用者は、全体の約45%である。

一方、バス停背面に設置した高周波電源装置の存在に気づいた利用者は、全体の約26%である。路上コイルの路面埋設や、高周波電源装置の歩道外への遠隔配置により、利用者の認知度を抑え、通行等の支障を予め回避できたと考えられる。

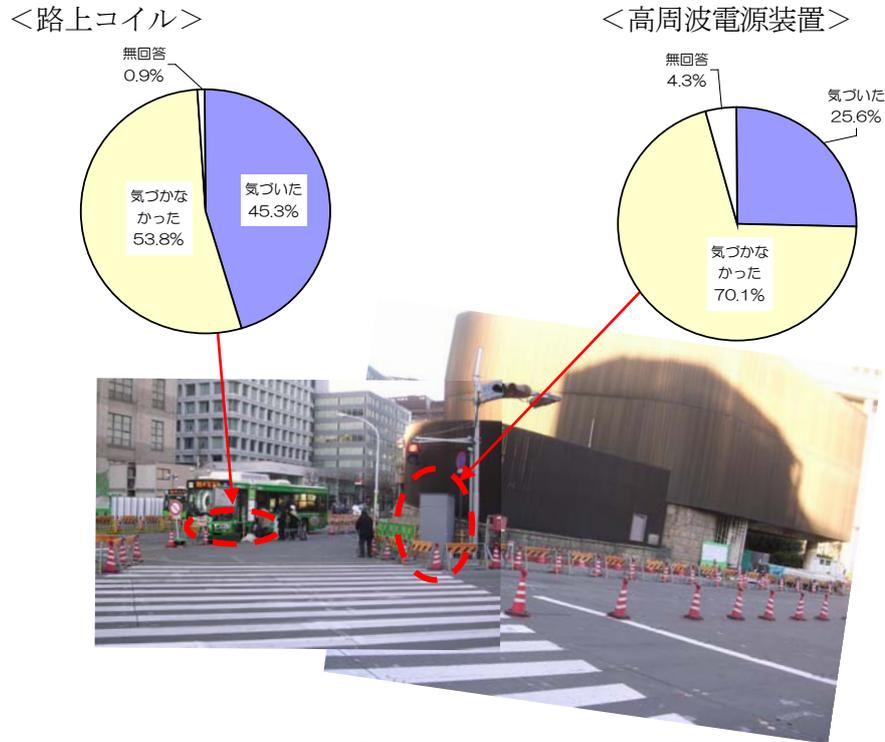


図 2-33 充電施設を構成する要素毎の認知度

(3) 充電設備の大きさ

高周波電源装置の存在に気づいた利用者のうち、約3割が「大きい」と認識し、その約8割が小型化を望んでいる。

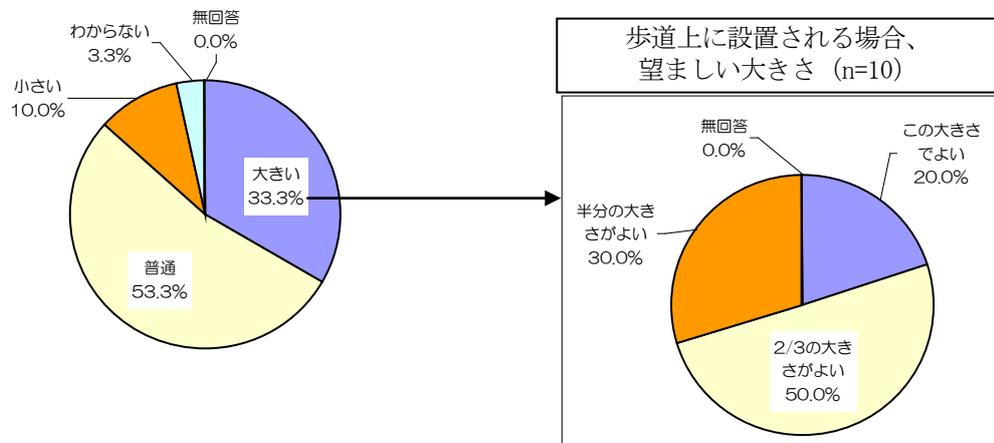


図 2-34 充電設備の大きさに対する評価 (n=30) と、望ましい大きさ (n=10)

(4) 充電装置の存在を知らせる必要性

約4割の利用者が、「必要」と回答している。方法として標識（視覚的な方法）が高い割合を占めている。

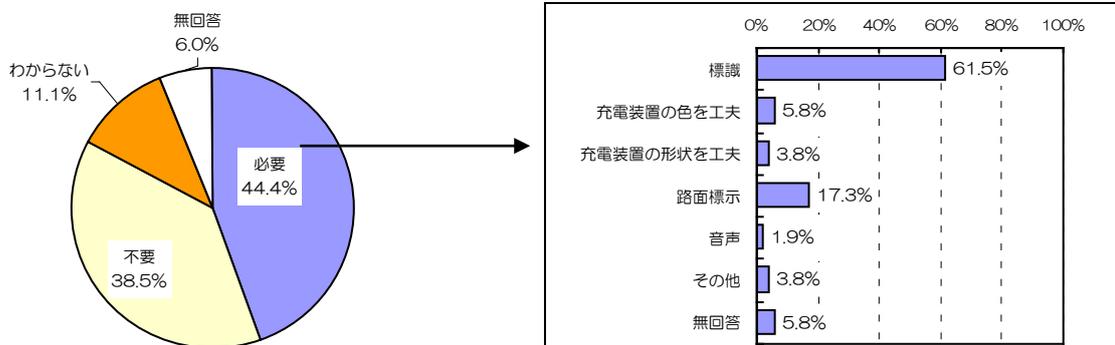


図 2-35 充電設備の存在を知らせる必要性 (n=117) とその方法 (n=52)

(5) 充電装置の存在を知らせる必要性

約4割の利用者が、「必要」と回答している。方法として音声、文字表示が高い割合を占めている。視聴覚者への配慮の観点から、視覚的な方法と聴覚的な方法が同程度の割合で選択されていると考察される。

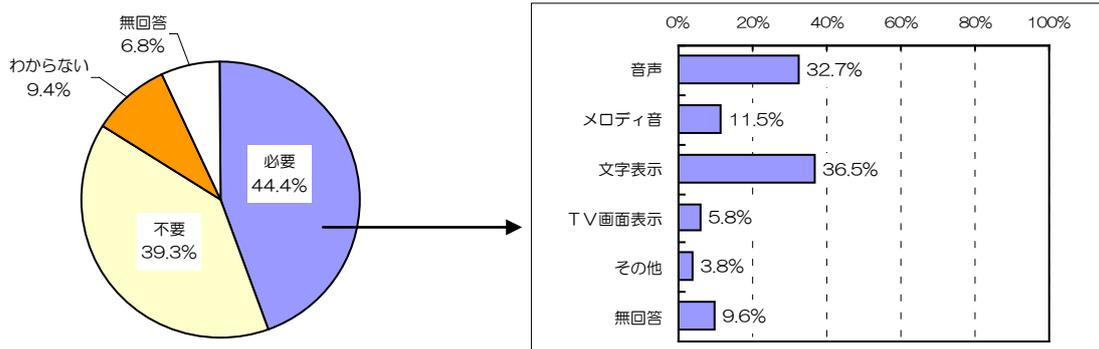


図 2-36 充電中を知らせる必要性 (n=117) とその方法 (n=52)

(6) 充電装置の存在を知らせる必要性

約4割の利用者が、「必要」と回答している。方法として、TV画面表示、音声、文字表示が高い割合を占めている。視聴覚者への配慮の観点から、視覚的な方法と聴覚的な方法が同程度の割合で選択されていると考察される。

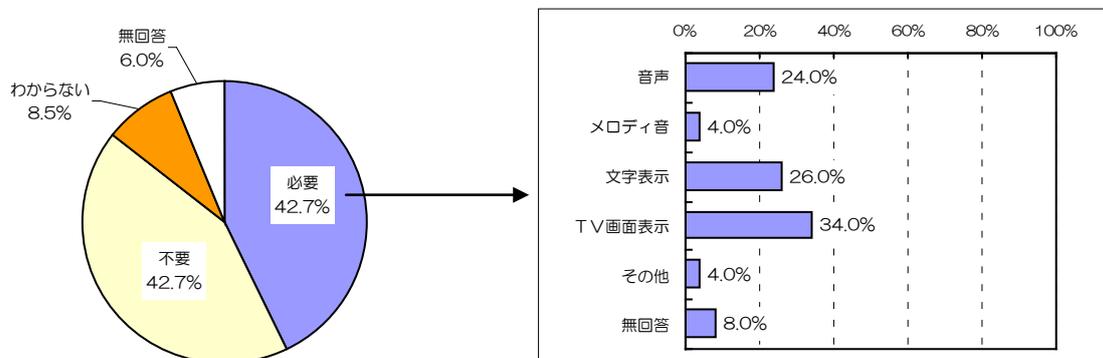


図 2-37 充電中を知らせる必要性 (n=117) とその方法 (n=50)

(7) 電動バスの開発推進の必要性

電動バスが街中を走行可能な技術水準にあることを知っていた人は約半数を占めている。

電動バスの将来的な普及に向けた車両及び充電施設の技術開発については、約8割が必要と回答しており、一般からの高い期待が寄せられていると考えられる。

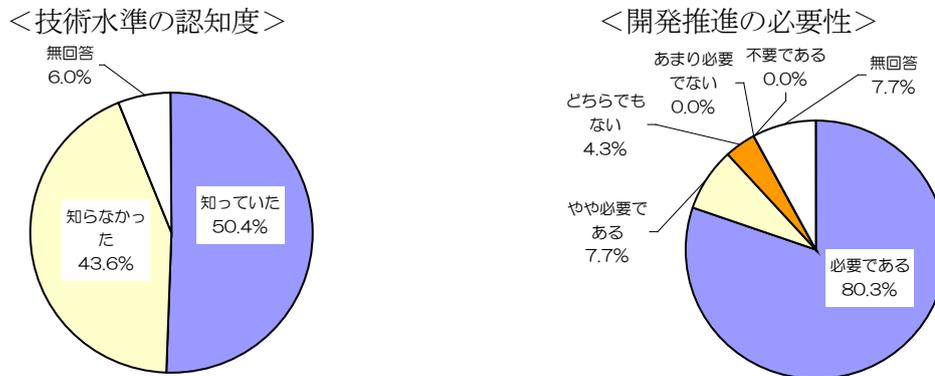


図 2-38 電動バスの技術水準の認知度と開発推進の必要性 (n=117)

2.2.4.4 乗務員の評価

電動バスの運行に携わった乗務員に対して、アンケート調査を配布し、9名の回答を得た。以下に正着性に関する評価を示す。

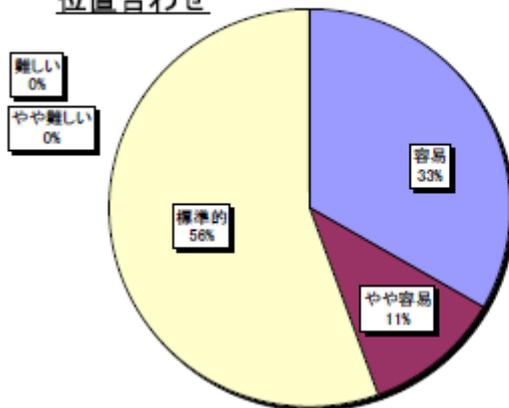
(1) 丸の内における正着性

実際には、正着誤差が生じているものの、乗務員の約4割が「容易、やや容易」と回答し、「難しい、やや難しい」は皆無であった。そのため、正着性の重要度に対する乗務員の認知不足が考えられる。

ただし営業路線の一部として運行に伴う「ダイヤ遵守」、「前後の路線バス車両との車間調整」、「バス停付近の乗降客への気配り」等への配慮のため、正着のための慎重な停止動作が困難との指摘がある。

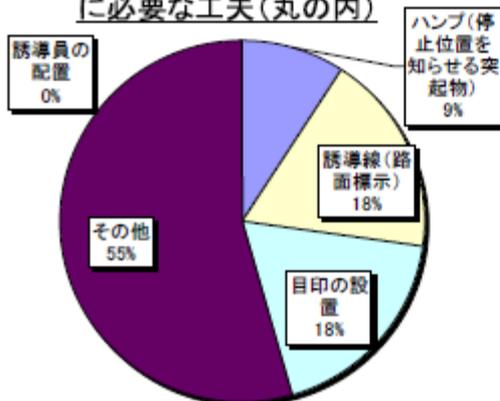
また、正着性向上に向けた工夫として、目印や誘導線、ハンプ等を回答する乗務員が約半数を占め、停止位置を乗務員に知らせる工夫を要することが考えられる。

5-1.丸の内での給電ラインへの位置合わせ



<コメント>
 ・時間によって気になる
 ・ダイヤにより位置合わせ難しい
 ・ミラーでのライン合わせは難しい
 ・ラインが長いと良い

5-5.位置合わせを容易にするために必要な工夫(丸の内)



<コメント>
 ・簡易ライン(白ガムテープ)がわかりにくい
 ・輪止め、ポールがあると良い

図 2-39 東京都丸の内南口における正着性に対する乗務員の評価

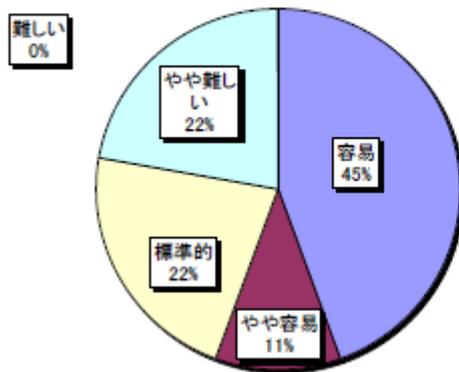
(2) 晴海埠頭における正着性

実際には、正着誤差が生じているものの、乗務員の約6割が「容易、やや容易」と回答する一方で、「やや難しい」が約2割の回答を得た。

困難な理由として、普段と停止位置が異なること、輪止めに困惑すること、停止位置の目標が分かりにくいこと等が理由としてあげられている。

また、正着性向上に向けた工夫として、目印や誘導線、ハンブ等を回答する乗務員が約4割を占め、停止位置を乗務員に知らせる工夫を要することが考えられる。

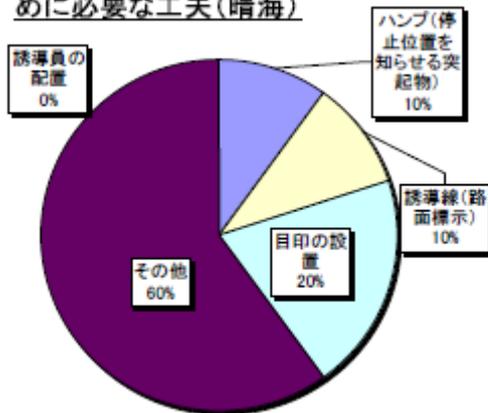
6-1.晴海埠頭での給電ラインへの位置合せ



<コメント>

- ・目標がわからない(ズレ量)
- ・気にしてやれば問題なし
- ・いつも白線で合わせている
- ・輪止め困惑する
- ・輪止め合わせで簡単
- ・輪止めではなくラインがあれば合わせる事ができる

6-5.位置合せを容易にするために必要な工夫(晴海)



<コメント>

- ・タイヤ合わせが良い
- ・輪止め、ポールがあると良い

図 2-40 晴海埠頭における正着性に対する乗務員の評価

2.2.4.5 本格導入に向けた今後の課題

東京都における実証実験後に、バス事業者、行政との意見交換を通じて、本格導入に向けた今後の課題を以下に示す。

(1) 既存ダイヤへの電動バス導入が困難

確実な充電実施のためには、電動バスに適した運行計画の立案が望ましい。

東京都交通局における既存ダイヤは、特に高頻度の運行、バスバース運用等の面で、電動バスを織り込んだ運行は難しい面がある。当面、特定路線に限定して運行することが現実的である。

(2) 車両の配車、運用の制約が発生

航続距離の延長と、充電時間の短縮が必要である。また、車両消耗の平準化を図るため、営業所単位での複数系統間で車両ローテーションや、営業所間の車両転籍を行う際に、運用上の支障となる可能性がある。

(3) 充電操作及び精緻な正着性への対応が乗務員にとって負担

安全運転、客扱い、定刻運行等への配慮に加え、充電装置の操作や、センチ単位の精緻な正着性を確保することは、乗務員にとって負担となる場合がある。

(4) 充電設備（構成要素毎）の位置づけと許可基準

道路上に設置する際の手続きの円滑のため、また都市内の充電設備の設置促進のため、充電設備（構成要素毎）の位置づけ、所有・管理区分、充電設備設置に関する許可基準を検討することが必要と考えられる

(5) 道路空間上の充電設備を、複数事業者で共有するための仕組みづくりが必要

複数事業者が乗り入れする駅前広場内等の道路空間上の充電設備を、複数事業者間で共有する上では、設置費用、維持管理、電力料金負担、使用時間調整等に関する事業者間の協議調整・運営を行うための仕組みづくりが必要である。

(6) 高周波利用設備の手続きの簡素化

高周波利用施設の手続きは、設置、移設、撤去等の都度、申請・提出する必要がある。本格導入により、複数の充電設備を都市内に設置した場合の負担が大きいことが懸念されることから、手続きの簡素化が望まれる。

2.2.5 奈良県の実証実験に関する分析

2.2.5.1 正着性の向上に向けた試み

(1) 実証実験の概要

正着性向上に向けた試みのひとつとして、停止位置を乗務員に物理的に伝達する「ハンブ設置」が考えられる。今回は、奈良県での実証実験（春日大社バス停／民有地内、小型の電動バス）において、ハンブの設置あり・なしによる正着性への影響の有無、ハンブの高さの相違による乗務員、バス利用者、歩行者等への影響の相違の有無等を検証するため、以下の3段階での実験を実施する。



※民間の有料駐車場内にある路線バスのバス停に併設
（ただし終バス後の実証運行のため路線バス利用者はいない）
※実験用バス停は、歩行者動線から若干外れて位置

図 2-41 ハンブ設置を行った春日大社バス停付近の状況

1) ハンプの種類

(a) 高さ 5mmの突起物

公道上での設置実績が多い点字ブロックと同程度の高さとなる 5mm の突起物を設置する。車両が正着位置に達したこと、及び正着位置を通過したことを乗務員に伝達可能とするため、タイヤの前後に段差を設置する方法を採用する。

今回の実験では、点字ブロック（棒状）を路面に両面テープで接着する方法で固定する。

(b) 高さ 30mmの突起物

高さ 5mm の突起物よりも乗務員に鮮明かつ明確に伝達させるため、高さ 30mm の突起物を設置（車両乗上げが考慮された部材を採用）する。

タイヤが突起物に接することで正着位置に達したことが乗務員に十分伝達すること、及び周辺交通への阻害要因を少しでも緩和するため、突起物の手前に停止する方法を採用する。

今回の実験では、仮設が容易で、車両横断や横断歩行者への設計上の配慮がされている部材であるケーブルプロテクターを代用し、路面に両面テープで接着する方法で固定する。

(c) 突起物の設置なし

突起物がある場合と、ない場合の対比を行うため、突起物を何も設けない日を設定する。

2) 設置期間

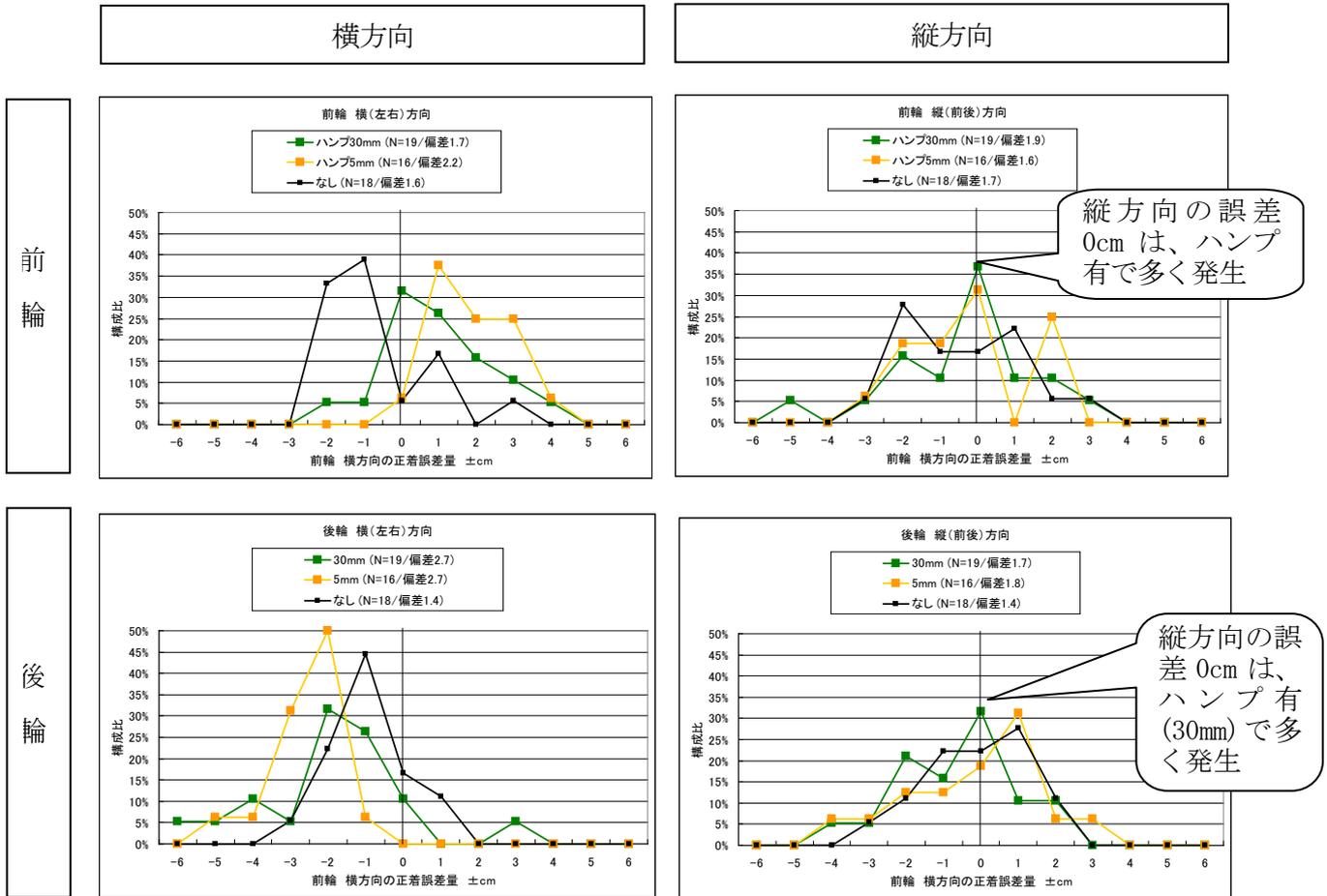
	2/8 (火)	2/9 (水)	2/10 (木)	2/11 (金)	2/12 (土)	2/13 (日)
ハンプ種類	高さ 30mm の突起物		高さ 5mm の突起物		ハンプなし	
イメージ					/	

※2/14 (月) は、天候不良のため運休

※全日とも、車体側面に平行な誘導線及び前後方向の停止位置の目印を設置

(2) ハンプの有無による正着誤差

ハンプ有とハンプなしについて、縦方向の正着誤差量を比較した場合、ハンプ有の方が正着誤差 0cm に停車する割合が高く、前後方向の位置合せに一定の寄与をしていると考えられる。



※運転習熟不足に伴う切返しが発生した時のサンプルを除いて集計

図 2-42 車輪別・縦横方向別にみた正着誤差の分布状況

(3) 乗務員によるハンプの評価

1) 個別の評価

ハンプ有無による相違について、乗務員（3名）より、以下のような感想があげられている。

乗務員からは、「高さ 30mm の突起物」が高い評価を得た。（ただし、寸法や素材については、今後も検討の必要がある。）

ハンプ種類	イメージ	乗務員の評価
高さ 30mm の突起物		<ul style="list-style-type: none"> ・停止位置に到達したことがはっきりと伝わってくるので、非常に有効（3名の共通見解） ・停止時、出発時の車内の揺れも、乗務員の立場からは許容範囲内と感じた ・もう少し硬い素材の方が、はっきりと認識できる
高さ 5mm の突起物		<ul style="list-style-type: none"> ・停止位置に到達したことが分かりにくいいため、5mm のハンプだけを頼りにした停車は困難（3名の共通見解。実際には、目印を頼りに停車した感がある。） ・路面の凹凸を通過した場合との差がない（バス停付近の舗装状態に大きく依存する） ・停止位置（タイヤ位置）の目標としては分かりやすい
ハンプなし		<ul style="list-style-type: none"> ・前後方向の停車位置を示す目印があれば容易 ・ただし、駐車マスの区画線しかない場合は、困難

2) 相対的な評価

乗務員 3名の共通見解として、前後方向については、「高さ 30mm の突起物」が相対的にみて有効、との回答を得た。これにより前後方向の確実な正着に対する乗務員の負担は軽減される、との回答を得た。

なお、左右方向については、車体側面と平行な誘導線は必須である、との回答を得た。

以上の回答から、今回の実験に携わった乗務員の見解としては、「高さ 30mm 程度の突起物＋車体側面と平行な誘導線」の組合せが最も有効である、との回答を得た。

(4) 他交通（歩行者・自転車・バス利用者）への影響

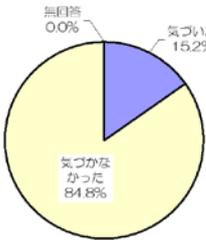
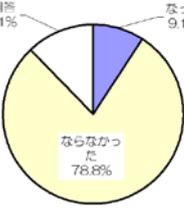
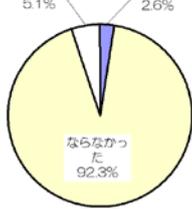
ハンプ設置時における通行者（歩行者・自転車）及びバス利用者への影響について、各種アンケート調査結果から以下に整理する。

1) 通行者（歩行者・自転車）への影響

通行者のうち、突起物の存在を認知した割合は、概ね 15%前後であり、ハンプの形状による差は少ない。

高さ 5mm の突起物では、実際に通行上の支障を受けた通行者が 2.6%とごく僅かであり、点字ブロックと同程度の高さ 5mm の突起物は、通行者への影響が少ない点が検証された。

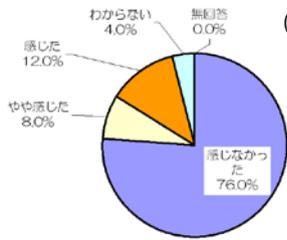
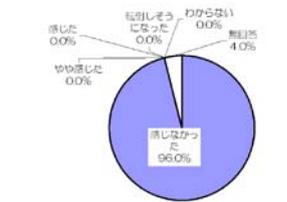
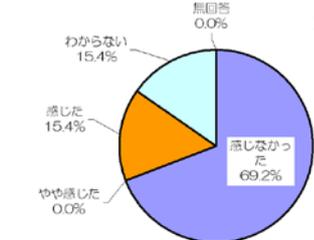
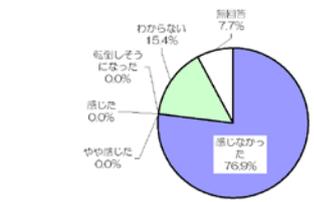
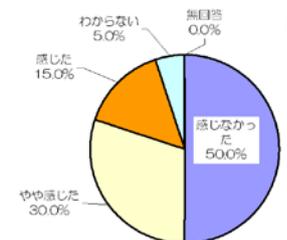
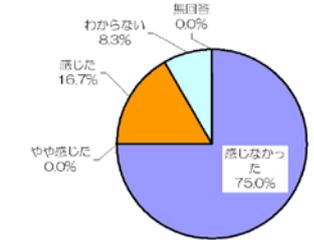
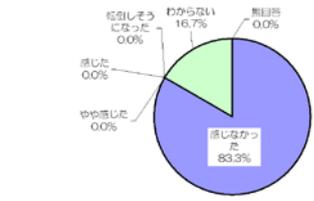
また高さ 30mm の突起物では、実際に通行上の支障を受けた通行者が 9.1%と、高さ 5mm の突起物に比べて多い傾向にあり、通行者の安全確保の観点で更なる検証が必要と考えられる。

	高さ 30mm の突起物	高さ 5mm の突起物
イメージ		
突起物の認知	 <p>(N=33)</p>	 <p>(N=39)</p>
通行上の支障の有無 (気づいた人への質問)		
支障の内容	<ul style="list-style-type: none"> ・足元に注意を払った ・避けて歩いた ・ゆっくり歩いた 	<ul style="list-style-type: none"> ・足元に注意を払った

2) バス利用者への影響

高さ 5mm の突起物は、揺れを感じない利用者が 7 割近くを占め、また危険を感じる利用者もなく、利用者にとっては負担が少ない形状と考えられる。

高さ 30mm の突起物は、停止直前は利用者にとって負担が少ないものの、ハンプの乗り上げが生じる「出発時」に揺れを感じる利用者が約半数を占め、また危険を感じる利用者が僅かではあるが存在する。

	高さ 30mm の突起物	高さ 5mm の突起物
イメージ		
①停止直前の揺れ ※春日大社バス停への到着時にバス車内にいた回答者を対象に集計	<p>(N=25)</p>  <p>(揺れに対する危険性)</p> 	<p>(N=13)</p>  <p>(揺れに対する危険性)</p> 
②出発時の揺れ ※春日大社バス停の出発時にバス車内にいた回答者を対象に集計	<p>(N=20)</p>  <p>(揺れに対する危険性)</p>  <p>出発時(段差乗り上げ時)に危険を感じた回答者が存在</p>	<p>(N=12)</p>  <p>(揺れに対する危険性)</p> 

(5) ハンプ種類に着目した評価（まとめ）

1) 通常時の正着性に関する評価

奈良県においては、通常時（ハンプなし時）において概ね±5cm 程度の正着誤差量で収束している。当地域では、確実な充電実施を行うため、過去の社会実験でも採用された方法で乗務員が正しい停止位置を目視で確認できる工夫（車両側面に並行な誘導線に加えて、車両の前後位置を示す目印）が施されており、一定の正着性を確保できていた。

以上から、乗務員に停止位置を知らせる工夫を行い、それを乗務員に十分周知することで、一定の正着性確保は可能と考えられる。

2) ハンプに対する評価

ハンプの設置は、一定の高さを有する突起物を採用することで、縦（前後）方向の正着性確保の運転支援策として有効性があると考えられ、前後方向の正着性が向上すると同時に、乗務員の負担軽減に寄与することが期待される。

ただし、ハンプを乗り越える際にバス利用者への影響が懸念されるため、ハンプの高さ、形状については吟味する必要がある。

	高さ 30mm の突起物	高さ 5mm の突起物
		
正着誤差量	◎縦方向の誤差±0cm に停車する割合が高い（前輪で約 35%）	○縦方向の誤差±0cm に停車する割合が、ハンプなし時（前輪で約 15%）よりも高い（前輪で約 30%）
乗務員の評価	◎停止位置への到達をはっきりと認識可能 ◎ハンプと車体側面の誘導線の組合せが最も有効	△ハンプのみでは、停止位置への到達を認識できない
通行者への影響	・通行者の認知度（15%）は、両ハンプとも同程度 △実際に通行者が支障を受けた割合が認知者の 1 割程度（重大事故等ではない）	・通行者の認知度（12%）は、両ハンプとも同程度 ・実際に通行者が支障を受けた割合はごく僅か
バス利用者への影響	△出発時（段差乗り越え時）の揺れは、感じた方が約 45%と高い △揺れに対する危険性を感じた方が、僅かに存在	◎出発・到着時に揺れを感じた方は、15%前後と比較的少数に止まる ◎揺れに対する危険性を感じた方は不在
評価（まとめ）	・ハンプ設置の主目的である「車両の正着性確保」の観点から、有効性が高い ・利用者の安全性確保の観点から、段差乗り越え時の車内振動の低減を図る必要がある	・ハンプ設置の主目的である「車両の正着性確保」の対策として、機能しない

2.2.5.2 本格導入に向けた今後の課題

(1) 航続距離と充電性能の向上

路線運行する上では、航続距離の延長と、充電時間の短縮が必要である。

(2) 割高な車両コスト

通常車両に比べて、電動バスの車両コストが高いことが予想される。大規模事業者になると、事業者全体で1000台以上を保有するため、企業単独で投資することは難しい。

(3) 車庫、起終点等における充電スペース等の確保

夜間に複数台が同時に充電を実施する場合や起終点で複数台が同時に充電する場合、その分だけ充電設備や充電スペースを確保する必要があり、相当な設備投資を要することが課題である。

(4) 電動バスの整備体制の構築

通常車両の整備体制に加えて、電動バス固有の整備への対応（整備士の育成等）、車庫内での充電設備の設置、車両故障発生時の体制構築等を検討する必要がある。

(5) 充電操作及び精緻な正着性への対応が乗務員にとって負担

安全運転、客扱い、定刻運行等への配慮に加え、充電装置の操作や、センチ単位の精緻な正着性を確保することは、乗務員にとって負担となる場合がある。

バス停車時に直進的に進入できるバースはほとんどなく、操舵を伴うため、実際に正着させることは難しい場合がある（今でも乗降口を正しく止める点を乗務員に指導しているが、できていない場面もある）。

3. 課題把握

実証実験を踏まえ、電動バス導入に際して考慮すべき事項、課題について整理する。

3.1 実証実験(運行、充電)に関するメーカーからの意見

実験に参加したメーカーからは、車両技術、電費に与える影響要素、充電施設に関する事項について、以下のような知見、意見が寄せられている。

●車両技術

- ・熱回収やモーター効率の向上により、電費向上の余地（+1割程度）があると考えられる
- ・走行動力と同じバッテリーから電気供給を受ける空調システムの場合、暖房稼動に伴う電費低減が顕著なため、燃焼式ヒーターの採用等も視野に入れて検討することが望ましい

●電費に影響を与える要素

- ・渋滞発生や平均速度の大小による影響が考えられる
- ・ノーマルタイヤに比べて、スタッドレスタイヤの方が、電費が1割程度低い水準になる
- ・勾配条件による影響が考えられる
- ・乗車人員の変動による影響が考えられる
- ・季節、天候によるエアコン使用による影響が考えられる

●充電施設に関する事項

- ・非接触方式の電源装置は、平成23年9月市場投入を目指し、全天候型が開発中である。
- ・同時に、非接触方式の電源装置の小型化・省スペース化も検討中である

3.2 実証実験にみる課題整理

3.2.1 実走行電費に影響する要素の考慮

電気を動力源に走行する電動バスの走行の効率性は、動力源に対して走行可能な距離として「電費 (km/kWh 又は kWh/km)」で表現され、車両性能を示す指標のひとつである。

電動バスについても、標準的な性能値として「JE05モード電費」が車両毎に計測されている場合があり、計画策定時の参考指標として活用できる。

ただし、実走行時の電費は、

- ・走行状況（起終点間平均速度、加速頻度、勾配条件）
- ・利用状況（延べ乗車人数）
- ・車両装備（空調システムの種類、タイヤの種類）

等が複合的に作用し、JE05モード電費を下回る傾向がある。そのため、電動バスの運行計画を立案する上では、導入計画地域における電動バスの走行環境を把握した上で、JE05モード電

費をベースにしつつ、実走行条件を考慮した適切な電費を設定する必要がある。

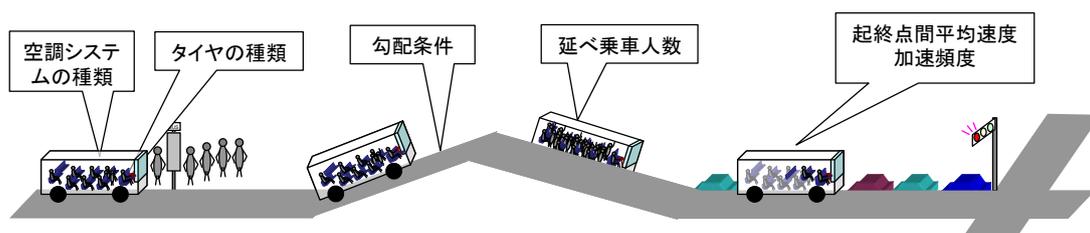


図 3-1 実走行電費に影響する要素

3.2.2 実効性のある運行計画の立案

電動バスは、電池残量の不足時に走行不能（ハイブリット車両の場合は、EV走行からディーゼル走行に切り替え）となるため、充電計画に沿った確実な充電実施が求められる。

一方、バス交通は、時々刻々と変化する道路交通事情、乗降者数等によって運行予定時刻を多少前後する場面が発生する可能性がある。

そのため、既存路線や新設路線に電動バスを導入する場合、運行経路上の走行状況等を事前に把握・検証して遅れ時間の発生状況を分析した上で、日常運行上発生する多少の遅れ時間も踏まえつつ、実効性のある充電計画の立案が必要である。

なお、充電計画の検討にあたっては、電動バスの確実かつ安定的な運行を支えるため、表定速度の向上、定時性の向上、正着性の向上等を目的とした対策に一体的に取り組むことが重要である。

3.2.3 充電装置設置時の諸条件と対応

3.2.3.1 歩道設置時の通行への影響

歩道上に充電設備を設置した場合、道路上のバス停付近に設置された充電装置付近の通行時には、「やや狭い+狭い」が約6割（京都市 バス利用モニターへのアンケート調査）を占め、通行上の支障となる可能性が高いことが考えられる。

そのため、道路上での設置を行う上で、通行者への配慮が重要となる。

3.2.3.2 影響緩和に向けた工夫

東京都（東京駅丸の内南口）や青森県・青森市（JR新青森駅前広場）では、歩行者・自転車の通行動線への支障回避のために、充電設備の配置上の工夫が施された。

路上コイルや配線ケーブルの埋設や、高周波電源装置の歩道外への遠隔配置、電源部のバス停脇への配置等により、利用者の認知度を抑え、通行等の支障を予め回避できたと考えられる。

以上を踏まえ、充電装置の設置にあたっては、今後の技術革新に伴う小型化、省スペース

化の動向を注視しつつ、採用する充電機器の寸法や設置箇所の周辺状況等を勘案して配置計画を検討することが望ましい。

3.2.4 バス停、充電設備周辺での配慮事項（対他交通）

バス停周辺に設置した機器や充電作業中に関する情報提供は、プラグイン方式の場合 6～70%、非接触方式（高周波電源装置を通行動線外に設置する工夫を施した東京都）の場合 44%の回答者が、情報提供が必要と回答している。

特に、「安全性にやや不安あり。感電の危険はないのか?」、「人体、機器に影響がないのか?」、「電磁波の影響が心配」等の充電に関する正しい情報がないため、不安感を持つ人が多い。また、「バスがなぜ停車しているのか」を明らかにする必要性から「充電中」表示を求める意見が多かった。

以上から、充電設備の設置は、歩行者、自転車通行者に安心して通行してもらうため、通行機能の確保、歩行環境の確保を前提とした充電機器の設置方法の検討、工夫が望まれる。

また、バス停周辺の通行者等が感じる不安感等を取り去るための取組として、充電設備の存在、バスの停車目的（充電中）の周知、充電施設及び充電行為の安全性等に関する情報提供が必要である。この時、情報提供は視聴覚障害者の利便に配慮し、情報提供手段は視覚的表現（標識、路面表示、文字表示等）と音声による案内で対応することが望まれる。

3.2.5 確実な正着性確保に向けた対応

3.2.5.1 正着の実績

(1) 東京都（東京駅丸の内南口）

直進駐車となる東京（丸の内）では、左側（歩道側）に偏る傾向がある。また前後方向は±10cmに分散する。

左右方向は、停止位置を示すラインがあるものの、利用者の乗降利便性に配慮し、できるだけ歩道側に寄せることを意識した運転となるため、左側への偏りが発生すると考えられる。前後方向については、停止位置を示すラインがあるものの、ミラー越しでのラインの視認性が低いこと、運行間隔が密なこと等に伴い、前後ともに分散したと考えられる。

(2) 東京都（晴海埠頭）

操舵を伴う前進駐車で、車止めが設置されていた東京（晴海埠頭）では、横方向は±15cmに幅広に分散する。また前後方向は車止めが設置されていたため、+方向の誤差は皆無だが、5cm以上手前で停車するケースが多発している。

一方、後述する乗務員ヒアリングでは、約半数の乗務員が「当地における停車は容易・やや容易」と回答していることから、ハイブリット走行が可能な車両のため、確実な充電実施の重要性、ラインと車体の位置合せや車止めの重要性がメーカーと乗務員の間で周知徹底不足の可能性はある。

(3) 奈良県（春日大社）

操舵を伴う前進駐車となる奈良県では、前後・左右とも概ね±5cm以内に収まっている。

なお、奈良県では、前後方向の停止位置を示す目印及び車両側面と平行な誘導線を、乗務員自らが設置・あわせ位置の確認を行った。以上のことから、乗務員に停止位置を知らせる工夫が有効に作用したと同時に、正着性が確保可能な停止位置に対する乗務員の認識が非常に高いことが要因のひとつと考えられる。

3.2.5.2 正着性確保に向けた対応

奈良県では、確実な充電実施を行うため、過去の社会実験でも採用された方法で、乗務員が正しい停止位置を目視で確認できる工夫（車両側面に並行な誘導線に加えて、車両の前後位置を示す目印）が施されており、また乗務員立会いの下、目印等の設置・あわせ位置の確認を実施したことから、一定の正着性を確保できていた。

以上から、乗務員に停止位置を知らせる工夫を行い、それを乗務員に十分周知することで、一定の正着性確保は可能と考えられる。そのため、正着性を考慮した充電用バース配置、車両動線に支障する外的要因の排除、目印等による停止位置の明示を行いつつ、更なる対策を要する場合にハンブ設置を検討することが考えられる。

3.2.6 寒冷地での電動バスの適用性

同一車両で実験を行った京都市及び青森県・青森市の実証実験結果をもとに、外気温と電費の関係について整理したが、今回測定した温度帯（-2～15℃）における特徴的な傾向はみられなかった。

以上から、寒冷地における電動バスの適用性が確認された。

3.2.7 電動バスに対する一般市民の評価（技術開発の必要性）

電動バスの開発推進に対する国民の期待は、いずれの実験地域でも8割以上が「必要・やや必要」と回答しており、今後、電動バスの本格運行に向けて、電動バス車両及び充電設備の技術開発に継続的に取り組むことが期待されている。

4. 技術基準案の作成

各都市での実証実験の結果を踏まえ、電動バス導入のための充電設備の配置、及び充電施設を設置するバス停等に関する技術基準案を作成する。

4.1 今年度検討する技術基準案の位置づけ

4.1.1 位置づけ

今後、電動バス導入を想定した路線計画、設備配置計画を検討する際の基礎情報等、地方公共団体や交通事業者が電動バス導入を新たに検討する際の検討要素について整理することを目的とする。

なお、技術基準案については、その用途を踏まえ、導入ガイドラインと称する。

4.1.2 検討の目的と用途

今年度は、今後、電動バス導入を新たに検討する際のガイドラインとしての要素を盛り込んだ内容で整理する。

その用途としては、地方公共団体や交通事業者が、電動バス導入を想定した路線計画・設備配置計画を検討する際の基礎情報の把握に用いることを想定する。

4.1.3 整理する事項

今年度は、電動バス導入を検討する際に必要な基礎情報となる以下の項目について、実証実験結果及び得られた知見を活用して整理する。

■技術的に整理する項目

今年度の調査・検討	①電動バスの種類 とシステム構成	電動バスのシステム構成等、基礎的情報を整理	(1) 本実証運行で活用した電動バスの種類
			(2) 充電方式毎のシステム構成
			(3) 海外における事例
	②路線バスとしての 運行特性	実証実験で得られた電動バスの走行・充電性能をベースに、都市内での電動バスの運行計画を検討する際の考え方及び留意点を整理	(1) 実証実験にみる電動バスの走行性能
			(2) 実証実験にみる充電性能
			(3) 電費に伴う運行設定のあり方
	③充電施設への 正着性に関する 留意点	特に、非接触方式での充電に求められる「正着性」について、正着誤差の発生特性と、都市内での安全・確実な正着に向けた取組の方向性について整理	(1) 充電時の正着性
			(2) 正着性確保に向けた試み
			(3) 安全・確実な正着に向けた取組の方向性
	④充電設備の 設置・稼動 に関する留意点	都市内空間において充電設備を設置する際の物理的条件や他交通への配慮事項を整理 都市内空間で電動バスへの充電を行う際の留意事項や、運用上の配慮事項を整理 電動バスの実証運行を計画する担当者向けに、充電設備の設置に必要な諸準備・手続きを整理	(1) 充電設備の設置方法
			(2) 実証運行の実施に必要な諸準備
			(3) 歩行者・自転車の通行への配慮
			(4) 安全な充電設備の運用
			(5) 充電設備の施工・管理

【次年度以降】 ガイドラインに盛り込み

4.2 電動バス導入ガイドライン(案)に盛り込む要素

今年度検討した「電動バス導入ガイドライン(案)に盛り込む要素」を、次頁以降に掲載する。

電動バス導入ガイドライン（案）に盛り込む要素

平成 23 年 5 月

国土交通省 都市・地域整備局 街路交通施設課

I 電動バス導入ガイドライン（案）に盛り込む要素の全体像

1. 検討の目的

今後、電動バス導入を想定した路線計画、設備配置計画を検討する際の基礎情報等、地方公共団体や交通事業者が電動バス導入を新たに検討する際の検討要素について整理することを目的とする。

2. 電動バス導入ガイドライン(案)に盛り込む要素

今年度は、電動バス導入を検討する際に必要な基礎情報となる以下の項目について、実証実験結果及び得られた知見を活用して整理する。

■技術的に整理する項目

今年度の調査・検討	①電動バスの種類とシステム構成	電動バスのシステム構成等、基礎的情報を整理	(1) 本実証運行で活用した電動バスの種類 (2) 充電方式毎のシステム構成 (3) 海外における事例	「次年度以降」ガイドラインに盛り込み
	②路線バスとしての運行特性	実証実験で得られた電動バスの走行・充電性能をベースに、都市内での電動バスの運行計画を検討する際の考え方及び留意点を整理	(1) 実証実験にみる電動バスの走行性能 (2) 実証実験にみる充電性能 (3) 電費に伴う運行設定のあり方	
	③充電施設への正着性に関する留意点	特に、非接触方式での充電に求められる「正着性」について、正着誤差の発生特性と、都市内での安全・確実な正着に向けた取組の方向性について整理	(1) 充電時の正着性 (2) 正着性確保に向けた試み (3) 安全・確実な正着に向けた取組の方向性	
	④充電設備の設置・稼動に関する留意点	都市内空間において充電設備を設置する際の物理的条件や他交通への配慮事項を整理 都市内空間で電動バスへの充電を行う際の留意事項や、運用上の配慮事項を整理 電動バスの実証運行を計画する担当者向けに、充電設備の設置に必要な諸準備・手続きを整理	(1) 充電設備の設置方法 (2) 実証運行の実施に必要な諸準備 (3) 歩行者・自転車の通行への配慮 (4) 安全な充電設備の運用 (5) 充電設備の施工・管理	

Ⅱ 電動バス導入ガイドライン（案）に盛り込む要素

はじめに

電動バスの運行において、バス停などにおける充電に関する実証実験を行い、都市空間内での充電施設設置に向けた課題抽出、分析、検証等を行い、電動バスの充電設備導入にあたっての技術的考え方、手順等、導入ガイドライン（案）に盛り込むべき要素についてとりまとめを行う。

1. 電動バスの種類とシステム構成

1.1 本実証運行で活用した電動バスの種類

1.1.1 充電方法のバリエーション

本実証運行においては、官民が協働で開発を進めている「プラグイン方式」及び「非接触方式」による充電方式を検討している。

充電方式には現在、国内で実用化しているもの、試作実験中のもの、開発中のもの、また、海外で実用化しているもの等があるが、本実証運行では、電動バスとして、国内ですでに実証実験の蓄積を有する「プラグイン方式」及び「非接触方式」による充電方式を採用した。

	非接触方式	プラグイン方式
種類	  	
航続距離	15km(ただし、欠電時にはハイブリットでの走行が可能)	24km
正着性寸法(mm)	(埋設型)±5cm (側面型)±10cm	±3m
重量(kg)	L 10.9m × B 2.5m × H 3.3m	L 11.0m × B 2.5m × H 3.1m
定員(人)	12580 (16265) ()は総重量	11850 (15370) ()は総重量
	66+1(乗務員)	63+1(乗務員)
		通常用30km+非常用10km (空調未使用時)
		12+1(乗務員)

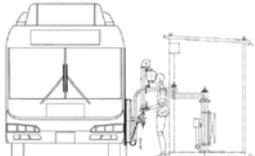
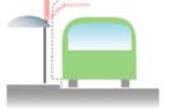
図Ⅱ-1 電動バスにおける非接触充電方式、プラグイン方式の概要

注) 諸元・性能データはメーカー等資料による。

1.1.2 充電方式によるシステム特性の整理

「プラグイン方式」は乗用車分野での普及している実績がある充電方式である。
 「非接触方式」は充電の差異、車外での接続の手間がなく、バス停での客扱い中の短時間充電が可能な充電方式である。

システム構造、運用が異なる充電方式毎に、次のようなメリット及び実用化に向けての課題がある。

充電方法	導入事例		路線バスへの実用化に向けたメリット	路線バスへの実用化に向けて必要な対応
	国内	海外		
側面型 (プラグイン方式) 	● (実証実験)	● (パリ)	<ul style="list-style-type: none"> 乗用車分野で急速充電技術が普及・展開 既往技術の活用により、導入する事業主体にとって事業費の縮減の可能性が期待される。 	<ul style="list-style-type: none"> 電源装置の他に充電装置が一定の空間を占有するため、道路空間に設置する場合の工夫が必要。 抜き差しの手間(人手)がかかり、操作者の確保(又は乗務員による作業負担)が発生する
埋設型 (非接触方式) 	● (実証実験)		<ul style="list-style-type: none"> 充電開始、終了は車内から操作可能で、運転手(操作者)の感電のリスク、車外操作の手間がない。 短時間のバス停停車中の充電が可能なため、充電設備配置の選択時の柔軟性が高い 	<ul style="list-style-type: none"> 停止位置の許容誤差(前後方向、左右方向)が小さく、進入時、運転手への注意力を増大させる。 コイルの路面埋設時に、埋設した機器のメンテナンス性の確保が必要
参考 側面型 (非接触方式) 	○ (開発段階)		<ul style="list-style-type: none"> 上部型や埋設型に比べて事業主体にとってコスト面、メンテナンスの容易性(埋設ではないこと)が有利となる可能性が考えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> 停止位置の許容誤差(前後方向)が小さく、進入時、運転手への注意力を増大させる
上部型 (架線式) 		● (上海)	<ul style="list-style-type: none"> 充電開始、終了は車内から操作可能で、運転手(操作者)の感電のリスク、車外操作の手間がない 短時間のバス停停車中の充電が可能なため、充電設備配置の選択時の柔軟性が高い 	<ul style="list-style-type: none"> 道路の建築限界を確保する必要がある 道路上空間に設置されるため、支柱、架空線に対し、都市景観に配慮した対応が求められる。
上部型 (非接触) 				
電池交換式 		● (ローマ、北京)	<ul style="list-style-type: none"> 電池交換自体は短時間で終了するため、事業主体にとって車両運用上の制約が比較的少ない 	<ul style="list-style-type: none"> 電池への充電設備及び車両の電池交換のための空間・設備の確保が必要

1.2 充電方式毎のシステム構成

1.2.1 システム構成

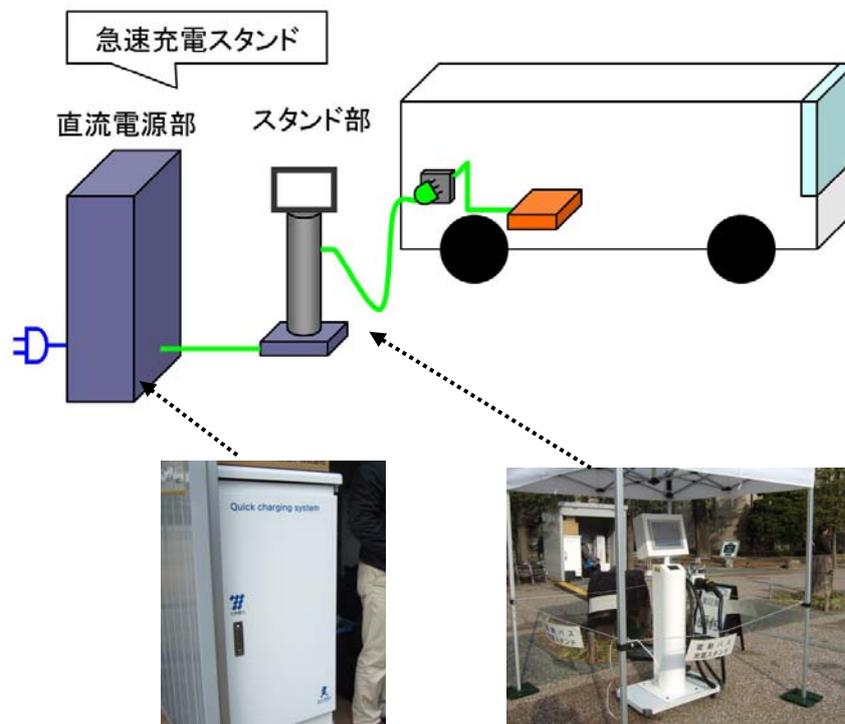
1.2.1.1 プラグイン方式

商用電源を直流に変換する電源装置と、車両に電力を供給するための装置（充電スタンド）で構成される。

スタンド部は充電のコントロールを行う機能を持ち、スタンド部に接続されたケーブルの先端に設備されたプラグを電動バス車両の受電部に接続して充電を行う。

なお、直流電源部とスタンド部が一体型の装置と、分離型の装置の両方が存在する。

- ・充電設備は、直流電源部とスタンド部で構成される。
- ・直流電源部は商用電源から受電し、変圧、整流しスタンド部へ送電する。スタンド部は充電のコントロールを行う機能を持ち、充電を行う場合はスタンド部に接続されたケーブルの先端に設備されたプラグを電動バス車両の受電部に接続して充電を行う。
- ・急速充電スタンドには、直流電源部とスタンド部が一体型の装置と、分離型の装置の両方が存在する。
- ・分離型の装置を採用した場合、直流電源部とスタンド部は離れた場所に設置することができ、商用電源から直流電源部、直流電源部からスタンド部までのケーブルを埋設することも選択することが可能となる。



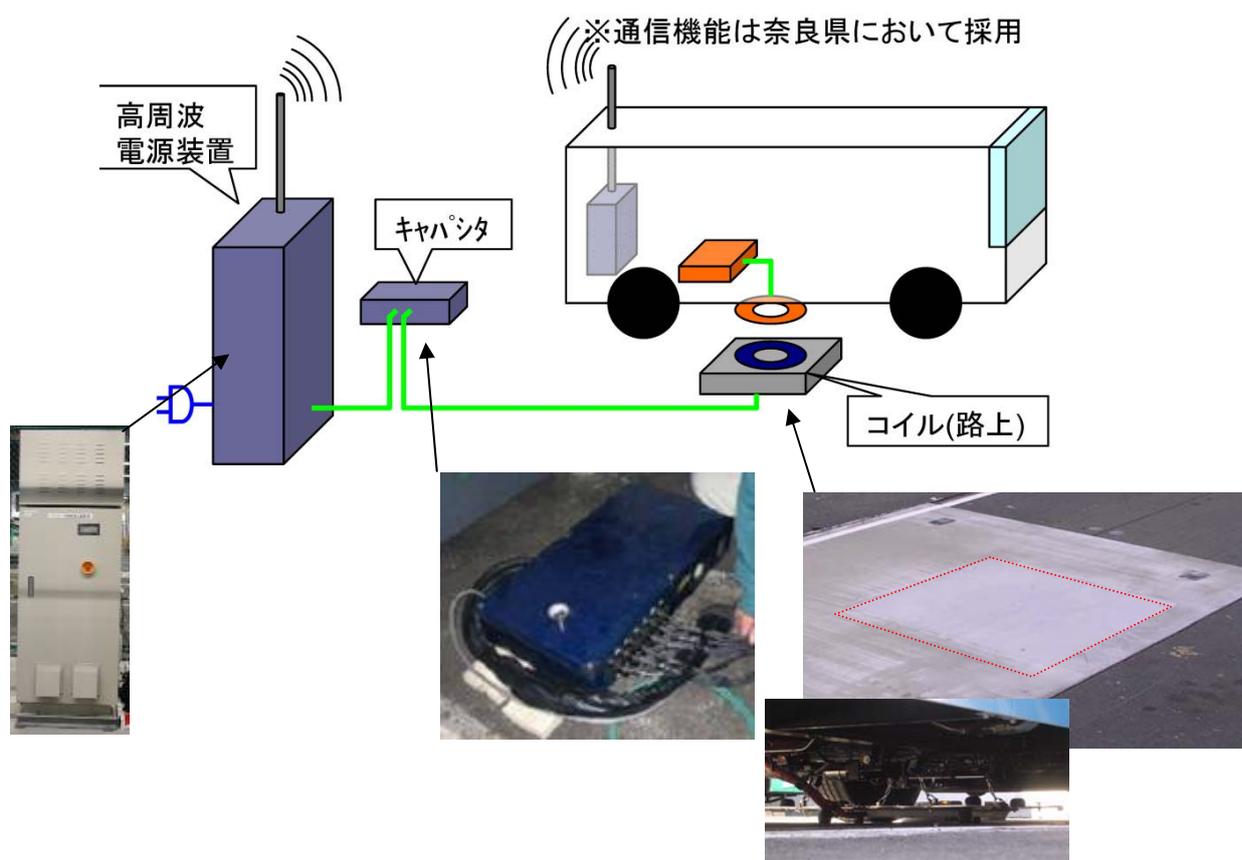
図Ⅱ-2 プラグイン方式の機器構成イメージ

1.2.1.2 非接触方式

商用電源を直流に変換する電源装置、キャパシタ、コイル（充電 1 次側コイル）で構成される。また車両側に二次コイルが搭載される。

バスが停車していないと充電ができない仕組みとするため及び車内からの遠隔操作を行うため、車両側と電源装置間の通信機能を装備することが可能である

- ・地上側の施設としては、商用電源を直流に変換する電源装置、キャパシタ、コイル（充電 1 次側コイル）で構成される。また、車両側には、二次コイルを搭載する必要がある。
- ・非接触方式は、路上に設置（又は埋設）された一次コイルと、車両に搭載された二次コイルが正着（ただし非接触）することで、駐停車中に充電を実施する。
- ・バスが停車していないと充電ができない仕組みとするため及び車内からの遠隔操作を行うため、車両側と電源装置間の通信機能を装備することが可能である。



図Ⅱ-3 非接触方式の機器構成イメージ

1.2.2 充電操作手順

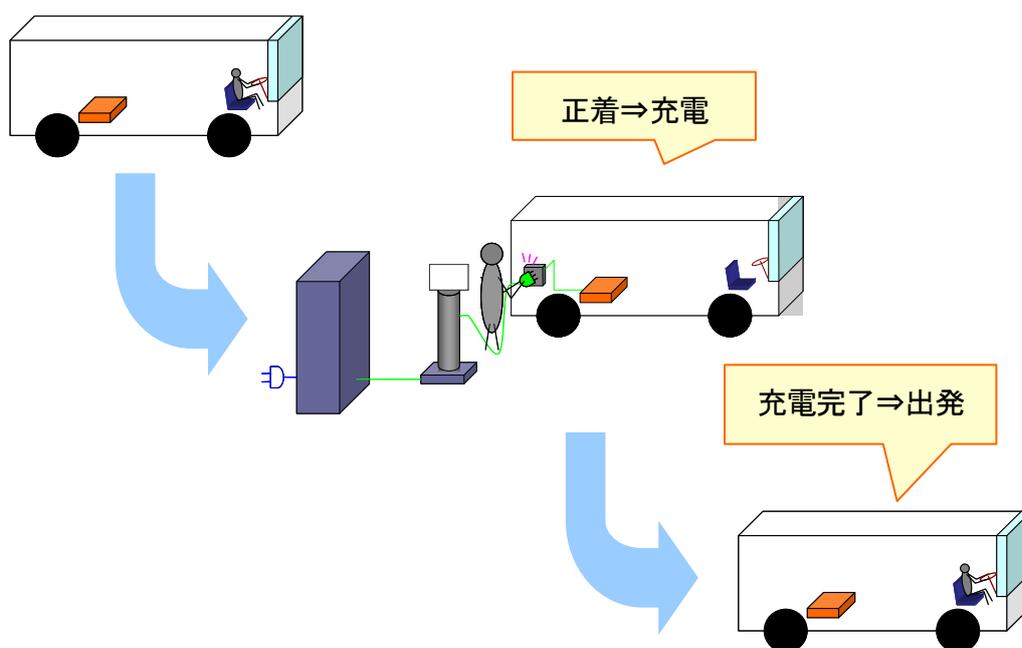
- ・プラグイン方式は、車外での人手による操作として、プラグの差し・抜きを伴う。
- ・非接触方式は、通信機能を搭載することで、車内で全ての操作が可能である。

1.2.2.1 プラグイン方式

プラグイン方式の操作手順は次の通りである。

- ・バスを充電施設に正着させる。
- ・路上にある急速充電スタンドに設置されているケーブルをバス車体のコネクタに接続し、充電を開始。
- ・充電完了後ケーブルを車体からはずしスタンドに戻す。
- ・出発準備を行う。

なお、操作にあたっては、特別な資格等は不要である。



図Ⅱ-4 プラグイン方式の操作手順

1.2.2.2 非接触方式（通信機能を装備する場合）

非接触方式の操作方法是以下の通りである。

- ・車内で充電スタンバイスイッチをON。
- ・バスを充電施設に正着させる。
- ・路車間通信によって、充電可能な正着位置にある場合に電源装置の確認ランプが点灯。
- ・上記を確認後、車内の充電スイッチをONして、急速充電を開始。
- ・車内操作により充電終了。

なお、操作にあたっては、特別な資格等は不要である。

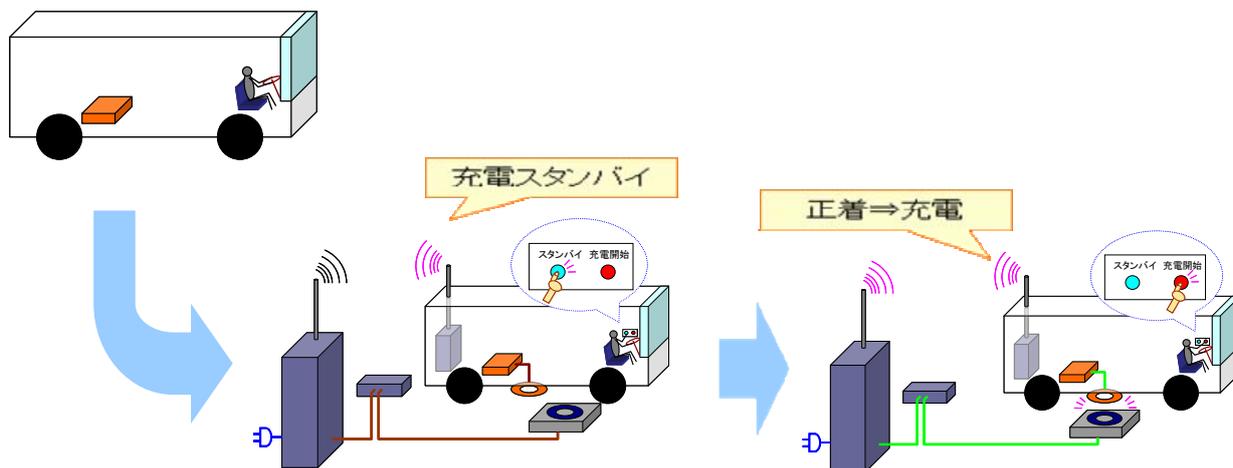


図 II-5 非接触方式による充電方法

1.3 国内外における事例

海外における電動バス導入は、以下のように取り組まれている。

- 明確な目的を有する電動バスの導入
- 技術開発の進展に伴う電動バスの大型化
- 地域の実情、交通事業者の事情、バス運行等に合った柔軟な運用
- 社会インフラの一部としての位置づけ・整備

1.3.1 国内外事例の整理

電動バスは、国内では、全国各地で実証運行が行われている。一方、海外では、欧州で小型電動バスを使用した営業運行が実施されている。また、アジアでは北京オリンピック、上海万博以降に北京や上海で大型バスによる営業運行が始まっている。

表Ⅱ-1 国内外における電動バス導入事例

<国内>

	奈良 (2009)	東京 (2009)	ユーカリヶ丘 (2009)	富山 (2010)
充電方式			 出典：ユーカリヶ丘Web ページ	
	非接触方式 (路面設置型)	非接触方式 (路面設置)	非接触方式 (路面設置)	プラグイン方式
運転実績・計画、走行可能距離及び充電作業	走行実績 周遊バスルート 運行距離 5km 所要時間 30分 充電時間 バスターミナル 7分間 バス停で乗降中 1分間	走行実績 EV航続距離 約 15km 片道 5km 往復運行を実施	走行実績 15km コース /70分(朝・夜) 5km コース /30分(昼) 2台で運用 (昼用、朝・夜用) 充電時間 夜間は別の車両基地で満充電 12時間、昼間はターミナルで30分充電	走行実績 運行距離約 7km、 所要時間 40分 充電時間 1日 9便、3便ごとに車庫で充電 25分
備考	無料バスとしてサービス提供	東京都バス営業路線「都 05 系統」で実証運行		コミュニティバス営業路線で実証実験

資料：第3回 環境対応車を活用したまちづくり研究会資料（国土交通省）p 9、ユーカリヶ丘Web ページ等より作成

<海外>

	北京	上海	ローマ	パリ
				
型・充電	・電池型（交換式） ・1車両につきリチウム電池10台使用	・架線式キャパシタ型（トロリーバス） ・400～600V、200秒で満充電	・電池型（交換式）	・電池型（側面充電可能）
走行可能距離	・100km走行	・90秒程度の充電で5～8km走行	・45km（6時間）走行	・坂の多いモンマルトル地区の観光地をカバー
実績・計画	・北京オリンピック（2008）開催時に導入（121路線 50台）	・万博（2010年）までに120台*導入	・電気ミニバス（定員27名）51台を導入	

出典：過年度報告書、ただし※部のみ以下HPを参考に更新

中国の都市交通事情：王鋭（横浜国立大学教員）のブログ (<http://blog.goo.ne.jp/wang-ru>)

1.3.2 国内事例

1.3.2.1 電動コミュニティバス実証実験／奈良公園 2009年

- ・ 県庁バスターミナルでの次便までの待機時間（約6分）の間の充電と、春日大社バス停での乗客乗降時間（約1分）での充電を組み合わせることで、周遊バスルート内（5km、30分）でのエンドレス運行を可能にした。

注）県庁バスターミナル、春日大社バス停ともに公道外であり、非接触充電装置の設置に際し、法的ハードルを回避



1.3.2.2 実証営業運行試験：非接触給電（IPS）ハイブリッドバス／東京都 2009年

- ・ 平成21年4月13日～27日、東京都交通局の協力の下、東京都バスとして営業運行試験を実施・実用性の検証
- ・ 現在のEV航続距離（15km程度）を考慮し、片道5km程度の都05系統において、往復運行を実施。
- ・ 充電装置は東京都交通局深川車庫に設置し、EV往復運航後、ハイブリッド走行により、車庫へ戻ることとした。
- ・ 今後、本格的普及に向けては、充電施設の最適配置計画の検討が必要。



1.3.2.3 電動コミュニティバス実証実験／ユーカリが丘 2009年

山万ユーカリが丘線を補完するサブ交通システムとして電動コミュニティバスの導入を検討。4月～6月の2カ月間、電動バスを使った実験を実施。

運行実験は2種類。

- (1) 5キロ圏内を週ごとに異なるコースで巡回する非接触型急速充電車両
 - (2) ユーカリが丘の全体を朝夕2回巡回する接触型充電車両
- 実験期間中は乗車無料。



出典：ユーカリが丘 Web ページ，各種報道等

1.3.2.4 実証営業運行：コミュニティバス路線／富山市 2010年

- ・全国初の既存コミュニティバス路線（まいどはや中央ルート（20分毎発車・1周約7km所要40分）へ導入（実証実験）
- ・電動コミュニティバス1台で、1日31便運行の内、9便をまかなう
- ・車両は、日野『ポンチョ』をベースとした車両

実証実験概要

充電実施

- ・3便運行の後、富山駅から1km先の車庫に戻り、充電を実施
- ・充電器は、EVに利用されている急速充電器を2台並列で使用



富山地方鉄道(株) 西部自動車営業所(車庫)

運行スケジュール
第2便(9:20 発)運行開始
↓
三周(三便)運行
↓
車庫に戻り、急速充電・乗務員の休憩交代
↓
三周(三便)運行
↓
車庫に戻り、急速充電・乗務員の休憩交代
↓
三周(三便)運行
第30便(18:40 発)が最終

(1km 先の車庫で充電)



緑線が、電動バスが運行された中央ルート

1.3.3 海外事例

1.3.3.1 都市内道路における小型電気バスの導入（ローマ／イタリア）

出典：平成 22 年度海外視察調査報告書、平成 22 年 12 月社団法人日本交通計画協会、pp17-20

- ローマ市では 15 年前から小型車両の電気バスが導入されている。電気バスは 3 路線に 60 台程度導入されており、主に狭隘道路や歩行者専用の道路を走行している。また、中心部における自動車の通行を規制している自動車通行規制区域（ZTL）にも走行している。
- 車両は TECNOBUS 社（伊）製で、鉛バッテリーを搭載している。最高速度は 45km/h、1 回の充電あたり 110~120km 走行が可能である。この小型の電気バスは、ローマ市だけでなく、イタリア各都市、欧州各地に普及している。
- 充電施設は車庫兼整備場に設置されており、充電時間は 1 台あたり 6~7 時間程度である。車庫以外での充電や急速充電は行っていない。充電の操作は運転士ではできず、専門のスタッフが行うことになっている。
- 車両価格は、1 台あたり 40 万€と高価であるが、5 年間にわたって様々な部品の保障が付いている。ただし、バッテリー交換（購入）費用は 5 万€と高価であるため、一斉に交換時期を向かえた際の財源調達が問題となっている。

（電気バスの利用路線）

- ・骨格を形成する利用者の多い路線では、容量の大きい車両（トロリーバス含む）使用しており、幹線路線を補助する支線では利用者に応じた車両を使い分けている。
- ・また、ディーゼル車の使用は、環境への影響が大きいほか、排ガスにより史跡を汚す問題が生じるため、路線に応じてトロリーバスや CNG 車両、電気バスを使用している。
- ・この内、一般の路線バスでは網羅することのできない狭隘道路が多く残り、史跡の多い地区に電気バスが運行されている。



図 II-6 ローマにおける路線条件に応じたバス車両の使い分け

(運行事例)

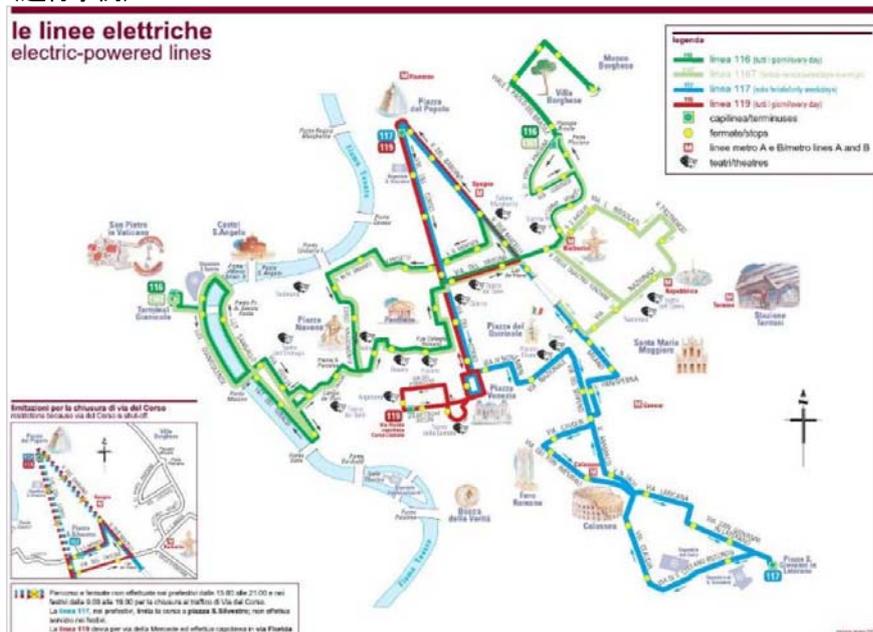


図 II-7 電気バス路線図／ローマ



図 II-8 電気バスの走行空間

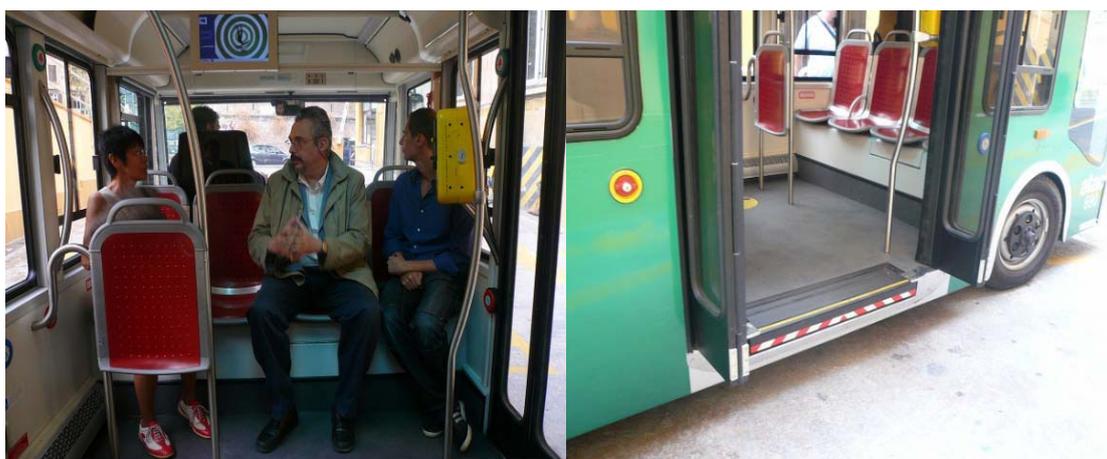


図 II-9 電気バスの車内と低床ステップ



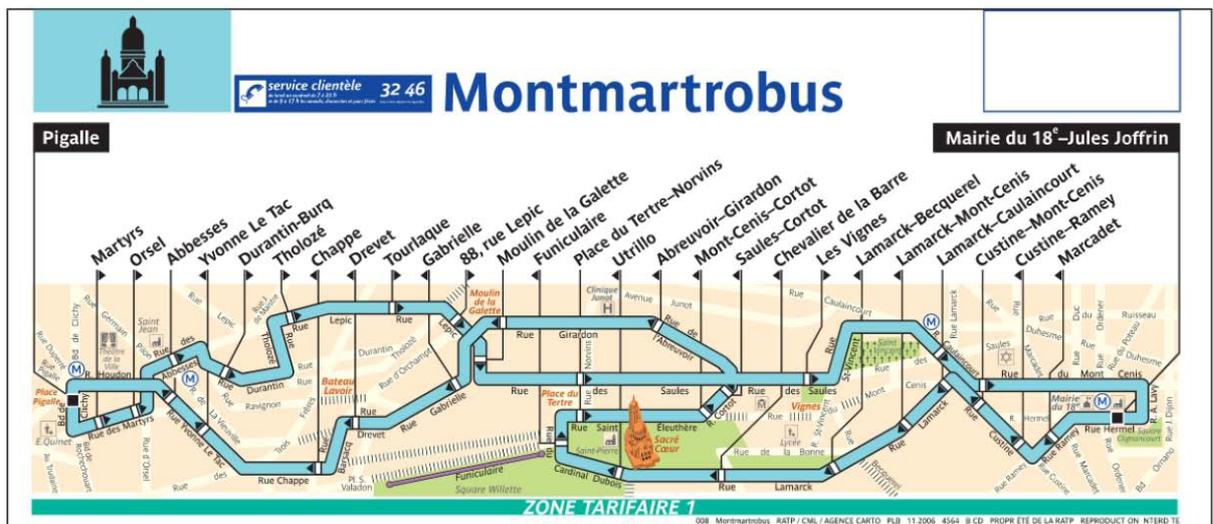
図 II-10 車庫における充電風景

1.3.3.2 観光地における小型電気バスの導入（パリ／フランス）

出典：平成22年度海外視察調査報告書、平成22年12月社団法人日本交通計画協会、pp21-23

- ・パリ市では10年前から電気バスが導入されており、パリ市北部の観光地モンマルトル地区で走行している。路線は1路線で、1週7～8kmの環状ルートを小型の電気バス10台が運行している。
- ・充電は車庫で行うことを基本としているが、ルート上に急速充電器（3相380V）1機が設置されている。これは、ルートの起終点停留所横の歩道上に設置されている。
- ・このバス停では、ディーゼル車など他のバスも使用しており、なおかつ時間調整の場所となっている。そのため、他のバスがバス停で時間調整していると、そのバスが発車するまで電気バスが充電できない光景がみられた。
- ・この急速充電器は継ぎ足し充電のために使用されており、充電時間は、7分程度である。
- ・充電はプラグを差し込むだけの作業のみで、充電中の監視等の管理は特になく、運転士の休憩時間に充てられているようであった。また、この急速充電器は、歩行者など一般の通行人が触れても全く問題はない。
- ・パリ市とパリ市交通局（R.A.T.P.）が半分ずつの出資により電気バスが導入された。また、充電施設については、パリ市とフランスの電力公社（EDF）が共同出資している。

（電気バスの概要）



図Ⅱ-11 電気バスの路線図

モンマルトル電気バス



(充電器の設置場所と充電方法)

充電は車庫で行うことを基本とするが、ルート上に急速充電器（3相 380V）1機が設置されている。これは、起終点である Mairie du 18- Jules Joffrin 停留所横の歩道上に設置されている。

- ・充電可能なバス停は、ディーゼル車など他のバスも使用しており、なおかつ時間調整の場所となっている。そのため、他のバスがバス停で時間調整していると、そのバスが発車するまで電気バスが充電できない光景がみられた。



図 II-12 電気バスの充電待ちの風景



図 II-13 充電器と停留所の位置関係

1.3.3.3 停留所における架線充電方式（上海／中国）

- 2006年8月より上海において営業運行中である。（上海市科学技術開発委員会が開発）
- 充電速度が早く耐久性が高いという特性を持つ大容量キャパシタ（コンデンサー）をバスに採用することにより、路線バスの完全電化、景観を害していたトロリーバス用架線の撤去を実現している。

<基本システム>

- バス停、車庫等にもみ、架線に相当する充電施設を設置。
- 充電時には、通常屋根上に格納されているパンタグラフをのぼし、架線から充電。
- 路線の発終点において90秒程度充電すると、3.5km～8kmの走行が可能。
- バス停停車時に30秒程度づつ充電しながら、全路線長をカバー。

<バッテリー採用の電動バスに対する優位性>

- 耐久性が高く、寿命が長い。（多頻度充電に強い）
- バッテリーとの組み合わせにより更に航続距離を伸張可。



注) 写真出典：デュアルモードトロリーバス，森 五宏，SEV/人と環境にやさしい交通をめざすホームページ，Vol. 11

1.3.3.4 海外事例での取組状況

先進的な取り組みや10年以上の運行実績が蓄積された海外事例を参考に、海外事例での取組状況を以下に整理する。

○明確な目的を有する電動バスの導入

- ・電動バスを早期に導入した例（ローマ、パリ）では、当時の車両・蓄電技術を踏まえ、小型の電動バスを中心に、特に低騒音・低排出量が期待される都心部、密集市街地の狭隘道路、歩行者専用道路等で運行されている。

○技術開発の進展に伴う電動バスの大型化

- ・近年では、蓄電技術も進化し、上海の例のように大型車両での運用が行われるなど、路線バスネットワークの中での適用領域が拡大しつつある。

○地域の実情、交通事業者の事情、バス運行等に合った柔軟な運用

- ・街中で運転士が充電を行う場合でも、運転士はその場に常駐する訳ではなく、充電中、特別な防護、監視等を施していない等、柔軟な運用が行われている。街中での充電を10年以上実施していることもあり、市民の認知、理解が得られていることが伺える。
- ・以上のように、海外では、地域の事情、交通事業者の実情、バス運行等に応じて、比較的柔軟に運用されている。

○社会インフラの一部としての位置づけ・整備

- ・パリでは、パリ市とパリ市交通局(R. A. T. P)が半分ずつの出資により電気バス車両が導入され、充電施設はパリ市とフランスの電力公社(EDF)が共同出資している。
- ・以上のように、海外では、社会インフラの一部として電動バスに必要な整備の一部を位置づけ、官民連携による導入推進を図っている例がある。

1.3.4 電動バス導入の意義

○二酸化炭素排出の削減

- ・乗用車に比べて二酸化炭素排出係数(g-CO₂/km)が高い水準にあるバス車両に対して、電動バス導入を進めることで、二酸化炭素排出量の削減を推進する役割を担う。
- ・特に、低速での走行が中心となる街中でのバス走行は、二酸化炭素排出係数が高い状態で走行していることが多いことから、都市部における二酸化炭素排出の削減が期待される。

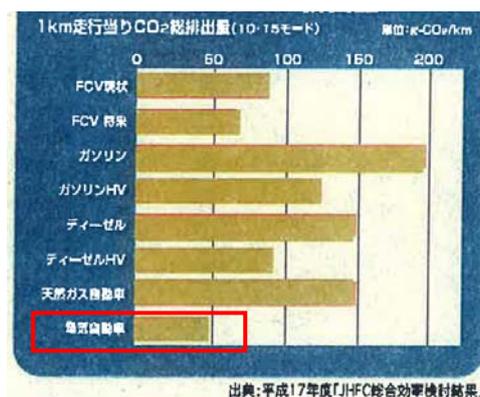


図 II-14 電気自動車の1km 走行当り CO₂ 総排出量

○人を中心とした「まち」空間の創出

- ・排ガスがなく、静音性に優れる電動バスは、路線バスが集中する幹線道路における沿道環境の向上に寄与することが期待される。
- ・また、電動バスを活用することで、家屋が密集する地区、狭幅員道路で構成される地区、歴史的な街並み保全が必要な地区、歩行者優先の道路空間等、良好な沿道・歩行環境が要求される場面でのきめ細かなバスサービスの提供が可能となる。
- ・以上から、電動バスは、公共交通の活用・導入場面の拡大に寄与し、人を中心とした「まち」空間の創出に向けて適したシステムである。

○利用者にとって魅力ある移動手段

- ・電動バスは、従来のバス車両に比べて振動や騒音が少なく、快適な乗り心地を提供可能な、利用者にとって魅力ある移動手段である。
- ・魅力的な電動バスの導入・普及促進により、公共交通のイメージアップや、モーダルシフト促進への寄与、それに伴う公共交通利用者の増加等が期待される。

2. 路線バスとしての運行特性

2.1 実証実験にみる電動バスの走行性能

ここでは、定員約 60 人規模の大型の電動バスにおける走行性能について整理する。

2.1.1 利用者からみた電動バスの評価

電動バスに実際に乗車した利用者からは、乗り心地や静音性に対して利用者の約 7~8 割から肯定的評価を得た。

乗り心地は、京都市では 8 割近くが肯定的な評価であった。EV 走行できなかつた区間が混在する東京都では、京都市に比べて肯定的評価が若干低い傾向にあることが考察される。

静音性は、いずれも約 7 割から「静か・大変静か」という高い評価を得ている。

車内快適性（ヒーターの利き具合）は、燃料ヒーターで常時安定的に動作していた東京都では否定的評価は 7%程度と低い水準にある。電気的ヒーターを搭載する京都市では、電池残量が低下した際にヒーター設定を抑制し、走行電力量の確保に努めた。その影響としてヒーターの利き具合に対して否定的な評価が約 2 割と比較的高い傾向にあることが考察される。

表Ⅱ-2 電動バスに対する利用者の評価

	東京都 バス利用者 (N=117)	京都市 モニター利用者 (N=374)
（加速、減速感） 乗り心地	<p>E V 走行できなかつた区間が影響</p>	<p>高い評価を獲得</p>
静音性	<p>高い評価を獲得</p>	<p>高い評価を獲得</p>
（ヒーター利き具合） 車内快適性	<p>燃料ヒーターのため、安定的に稼働</p>	<p>電池残量確保のため、ヒーター設定を抑制したことが影響した可能性がある</p>
車外での走行音	<p>車外でも静か、と高い評価を獲得</p>	

2.1.2 電費に着目した走行性能の考え方

電動バスの運行計画を立案する上では、導入計画地域における電動バスの走行環境を把握した上で、JE05 モード電費をベースにしつつ、実走行条件を考慮した適切な電費を目安に、運行計画を検討する必要がある。

電気を動力源に走行する電動バスの走行の効率性は、動力源に対して走行可能な距離として「電費 (km/kWh 又は kWh/km)」で表現され、車両性能を示す指標のひとつである。

電動バスについても、標準的な性能値として「JE05 モード電費」が車両毎に計測されている場合があり、計画策定時の参考指標として活用できる。

ただし、実走行時の電費は、

- 走行状況 (起終点間平均速度、加速頻度、勾配条件)
- 利用状況 (延べ乗車人数)
- 車両装備 (空調システムの種類、タイヤの種類)

等が複合的に作用し、JE05 モード電費を下回る傾向がある。そのため、電動バスの運行計画を立案する上では、導入計画地域における電動バスの走行環境を把握した上で、JE05 モード電費をベースにしつつ、実走行条件を考慮した適切な電費を設定する必要がある。

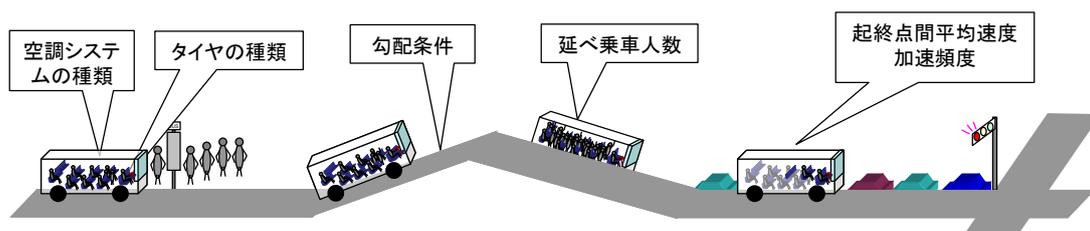


図 II-16 実走行電費に影響する要素

また、JE05 モードの航続距離が提示されている場合、実走行電費と JE05 モード電費の比を乗じることで、実航続距離 (JE05 モード航続距離×実走行電費/JE05 モード電費) の設定が可能である。

電費：電力量 1kwh で走行可能な走行距離 (km/kWh)

JE05 モード電費：最近の都市内走行の平均的走行パターンをもとに、アイドリング、細かい加減速走行を組み合わせた、国土交通省が定める走行条件下における電費性能

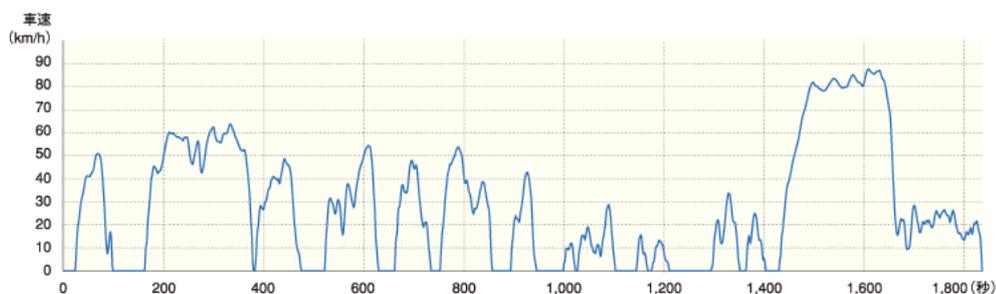


図 II-17 JE05 モードの概略図 (経過時間と車速の設定)

出典：一般社団法人日本自動車工業会ホームページ

(http://www.jama.or.jp/safe/class/classification_g7.html)

参考：今年度の実証実験の実施概要

平成22年度においては、以下の4地域において実証運行が実施された。

実験概要は以下に示すとおりである。なお、青森県・青森市と京都市においては、同一車両で実証運行が行われた。

実験地域	青森県・青森市	京都市	東京都	奈良県	
実験概要	車両・充電方式 (定員は運転士含まず)	大型バス(定員63人) プラグイン方式	大型バス(定員63人) プラグイン方式	大型バス(定員66人) 非接触充電式	小型バス(定員12人) 非接触充電式
	寸法	L11.0m×B2.5m×H3.1m	L11.0m×B2.5m×H3.1m	L10.9m×B2.5m×H3.3m	L5.8m×B2.0m×H2.8m
	重量(総重量)	11,850kg(15,370kg)	11,850kg(15,370kg)	12,580kg(16,265kg)	3,240kg(3,955kg)
	備考			欠電時にはハイブリットで走行	
	利用者属性	モニター(関係者)	モニター(一般市民から募集)	一般路線バス利用者(有料)	イベントに訪れた高齢者、身障者(料金無料)
	路線計画	実験路線 青森駅～新青森駅	実験路線 時計回り・一方向循環2系統	既設の営業路線(都05系統) 東京駅丸の内南口～晴海埠頭	イベント用の特設路線 春日大社～新公会堂～春日大社～三月堂～春日大社
	ルート	青森駅～R7(西バイパス)～八甲田丸前 片道7.6km	①循環2号:京都市役所～四条烏丸～京都市役所 約5.5km ②循環3号:京都市役所～四条堀川～京都市役所 約6.9km	東京駅丸の内南口～晴海埠頭 片道5.1km	1周 3.2km程度
	運行本数	4往復/日	①2周/日 ②3周/日	5往復/日	なら瑠璃絵(イベント)の開催時間帯(17:30～20:30)にあわせて運行 6往復/日
	利用実績	平均15人/便 最小11人/便～最大25人/便	平均19人/便 最小8人/便～最大38人/便	平均21人/便 最小1人/便～最大49人/便	平均4人/便 最小0人/便～最大11人/便
	充電設備の設置箇所	1箇所	1箇所	2箇所	1箇所
設置場所	新青森駅 駅前広場 (道路法上の道路、 街路の一部、都決あり)	京都市役所 正面玄関前 (市有地、道路の位置づけなし)	東京駅丸の内南口(バス停にて充電) (道路法上の道路) 晴海埠頭(待機バスにて充電) (公有地)	春日大社 (民有地)	
実証実験期間	平成23年3月5日、3月7日(2日間)	平成23年2月10日～2月16日 (日曜日を除く6日間)	平成23年1月31日～2月14日 (土日祝日を除く10日間) ※2/1は車両整備のため運休 ※そのため実質9日間の実証運行	平成23年2月8日～2月14日(7日間) ※ただし、2/14は悪天候のため運休 ※そのため実質6日間の実証運行	
実験中の外気温条件 (便毎)	平均2.5度 最低-3.6度～最高7.7度	平均8.3度 最低1.7度～最高13.6度	平均8.8度 最低2.5度～最高15.9度	平均3.6度 最低-1.4度～最高10.5度	

参考：小型の電動バスと、大型の電動バスの対比

本章では、定員約 60 名の大型の電動バスについて整理しているが、国内においては、定員 12～24 名程度の小型電動バスの開発も進められている。

車両サイズによって走行性能、電池容量等に幅がある点を踏まえ、導入検討地域の地域特性、路線特性、需要特性等を勘案した車両選定を行うことが望ましい。

表 II-3 車両サイズにみる電動バスの走行性能の対比（大型車=1.0 とした場合）

		想定車両	車両定員	電池容量	電費 (km/kWh)	航続距離
大型車	①	東京の実証実験で用いた大型車両を想定	66 名	1.0	1.0	1.0
小型車	②	奈良の実証実験で用いた小型車両を想定	12 名	0.4	3.0	1.6
	③	(参考) 早稲田大学他が共同開発した新型車両 (WEB-3)	24 名	1.5	1.9	4.4

- ・各種資料より独自に試算
- ・①および③は、JE05 モードに基づく電費・航続距離をベースに試算
- ・②は、過去の実験データに基づく電費・航続距離をベースに試算
- ・車両定員には、運転士は含まない

2.1.3 電動バスの電費特性

大型の電動バスの電費は、起終点間平均速度、低速走行の発生状況、延べ乗車人員規模等の影響により、所定の走行性能（JE05モード電費）を下回る場合がある。

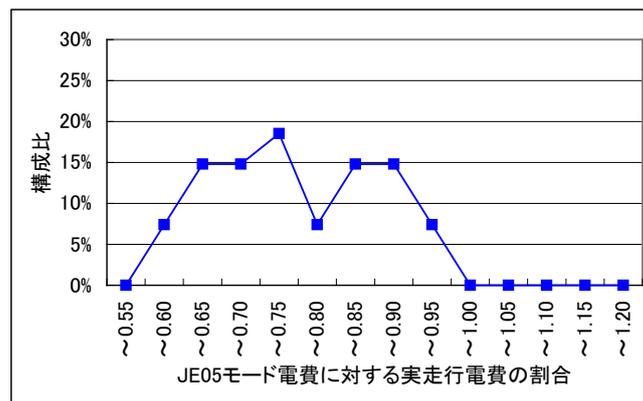
また、また、走行動力と同じバッテリーから電気供給を受ける空調システムを採用した車両は、空調の稼動に伴い、電費が低減する点に留意する必要がある。

2.1.3.1 実走行電費の分布状況

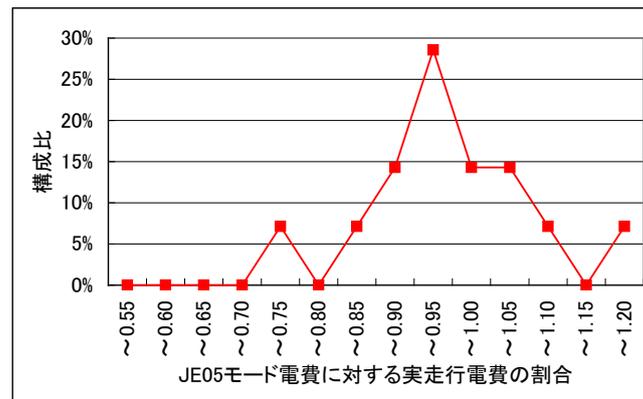
今回実施した東京都及び京都市の実証実験結果によれば、実際に都市内で走行した際の電費は、JE05モード電費に対して0.6～1.20程度であり、多くの場合、実走行電費の方が低くなる。

そのため、実際の運行計画策定時に電費を設定する際には、導入計画地域の走行状況、需要規模、投入予定の車両構造等を勘案して、JE05モード電費から一定割合を控除した電費を独自に設定して、運行計画を立案する必要がある。

<東京都での実証実験結果>



<京都市での実証実験結果>



※東京都と京都市で用いた実験車両は異なる
 ※基準となるJE05モード電費は、車両によって異なる
 ※東京都のサンプルは、全便中、100%EV走行した27便を対象とする
 ※京都のサンプルは、走行時に「暖房なし」で運行した14便を対象とする

図Ⅱ-18 JE05モードに対する実走行電費の割合

2.1.3.2 走行条件による電費の分布

先に提示した東京都（100%EV走行したサンプルのみ対象）及び京都市（暖房なし時のサンプルのみ対象）における実証実験結果を活用・統合し、走行条件に着目して、大型電動バスの電費の分布特性を整理する。

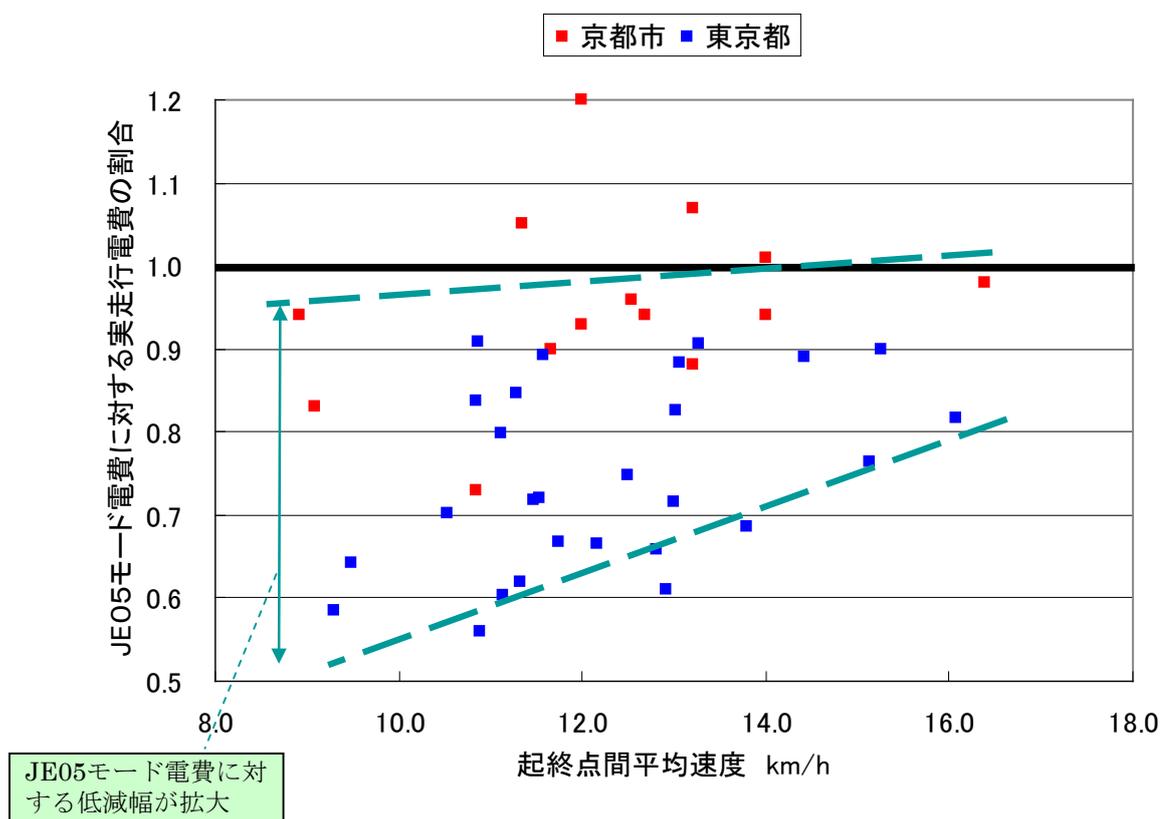
(1) 起終点間平均速度別の電費の分布

全体的にみて、平均速度が低下すると、JE05モード電費に対する実走行電費の割合のバラつきが拡大する傾向にある

平均速度が15km/h以上ではJE05モード電費に対して概ね0.8~1.0の範囲に収まる。

一方、平均速度が12km/h以下ではJE05モード電費に対して概ね0.6~1.0の範囲に収まり、バラつきが拡大する。

東京都で用いた車両はハイブリット車両構造のため重量が大きいいため、実走行電費の感度が高い可能性がある。



※起終点間平均速度は、実験時に取得したGPSデータより設定

※東京都（100%EV走行したサンプルのみ対象）及び京都市（暖房なし時のサンプルのみ対象）における実証実験結果を活用

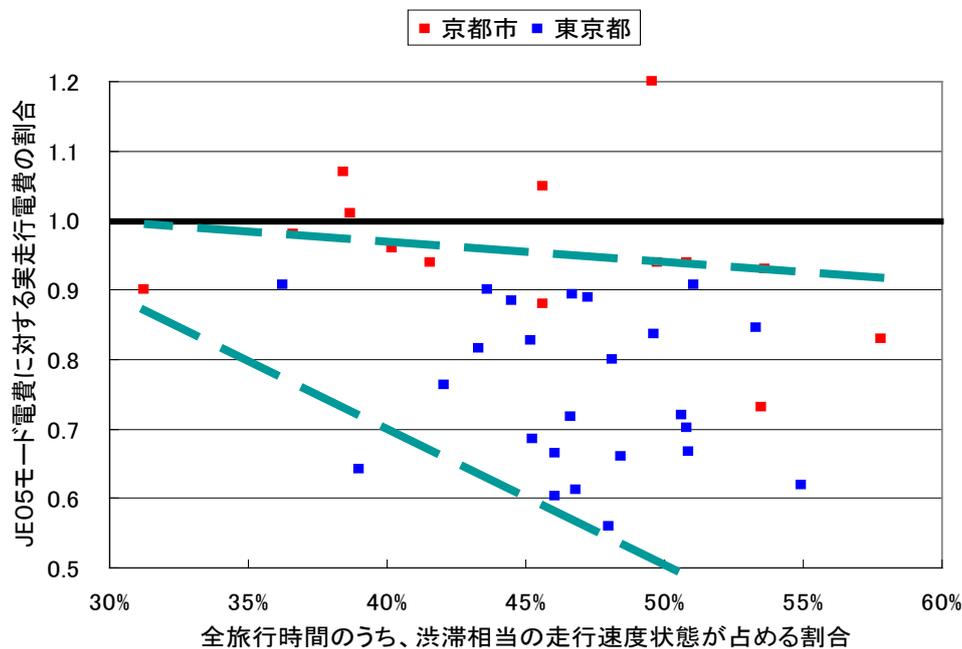
図Ⅱ-19 起終点間平均速度と電費の関係

(2) 道路混雑等に伴う低速走行の影響

全所要時間のうち、渋滞相当の走行速度（10km/h 未満）での走行時間の占める割合に着目して、電費との関係を整理する。

低速走行の占める割合が高いほど、JE05 モード電費に対する実走行電費の割合のバラつきが拡大する傾向にある。

このため、渋滞発生区間や乗降に伴う停止・発進が多い区間を運行するような路線における電動バスの導入の場合、JE05 モード電費の低減率は、起終点間平均速度帯別の低減幅の中から、より低位水準の電費割合を採用することが望ましい。



図II-20 渋滞状態での走行割合と電費の関係

※渋滞相当の走行速度とは、走行速度 10km/h 未満（ただし停止状態を除く）の状態と設定

※渋滞相当の走行速度が占める割合は実験時に取得したGPSデータより設定

※東京都（100%EV走行したサンプルのみ対象）及び京都市（暖房なし時のサンプルのみ対象）における実証実験結果を活用

(3) 加速による影響

車速 5km/h 以下の状態で加速（ある時刻の車速と、1 秒前の車速の速度差が+の状態）する際には、100～150kW と高い消費電力を要する場面が多いことから、停止～発進を繰り返す渋滞状態における運行は、電費の低下を招き、非効率的と考えられる。

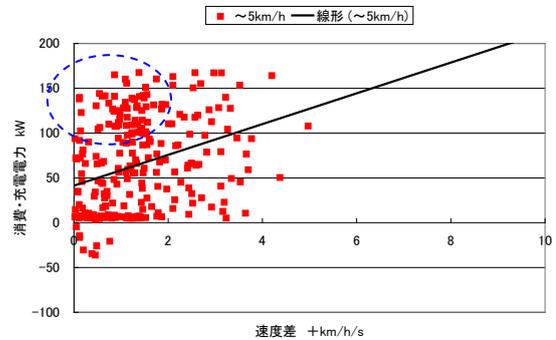
また車速 30km/h 越では、加速に伴う消費電力の傾きがやや急になることから、ダイヤ遅れを回復するために高い速度で運行するような場面は、電費低下を招く一因と考えられる。

一方、車速 5～30km/h においては、加速に伴う消費電力の傾きは緩やかであり、車速 5～30km/h の速度帯で運行を行うことが効率的と考えられる。

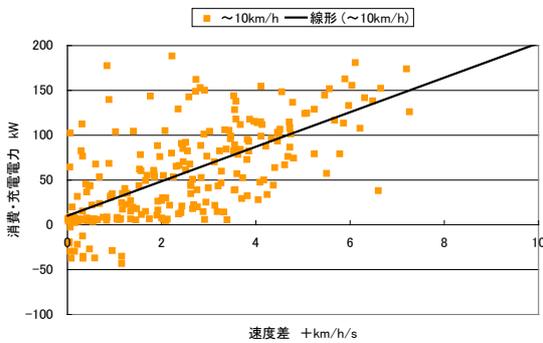
このため、渋滞やバス停における乗降等の伴う停止・発進が多い路線における電動バスの導入の場合、JE05 モード電費の低減率は、起終点間平均速度帯別の低減幅の中から、より低位水準の電費割合を採用することが望ましい。

※東京都 2月2日に100%EV走行できた便を対象
 ※1秒毎のログデータから、1秒間の車速変化量（ある時刻の車速と、1秒前の車速の差分）を速度差と想定し、その1秒間に消費した消費電力を整理

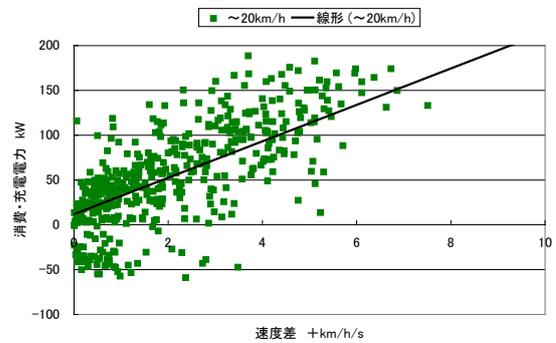
<車速 ~5km/hの状態>



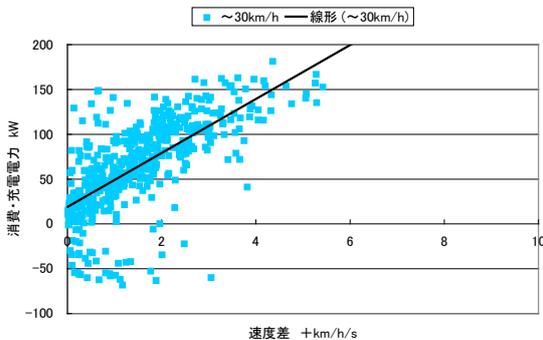
<車速 5~10km/hの状態>



<車速 10~20km/hの状態>



<車速 20~30km/hの状態>



<車速 30km/h超の状態>

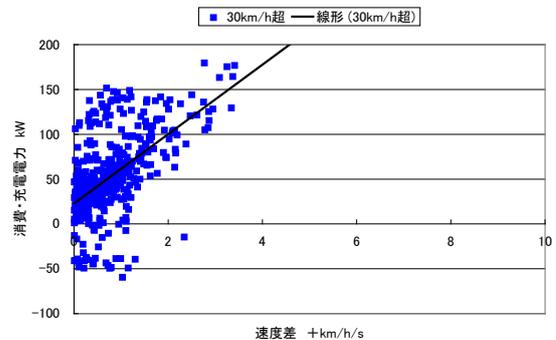


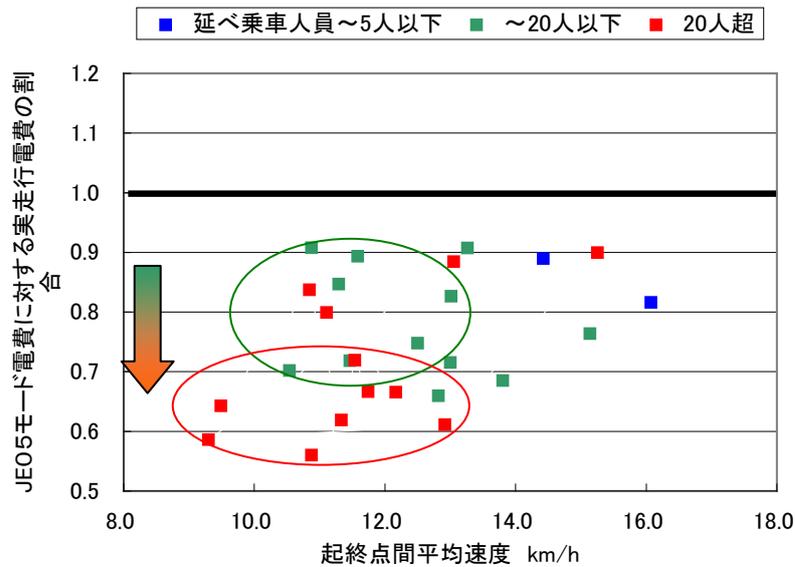
図 II-21 車速帯別にみた、速度差と消費電力の関係

2.1.3.3 利用状況別の電費の分布

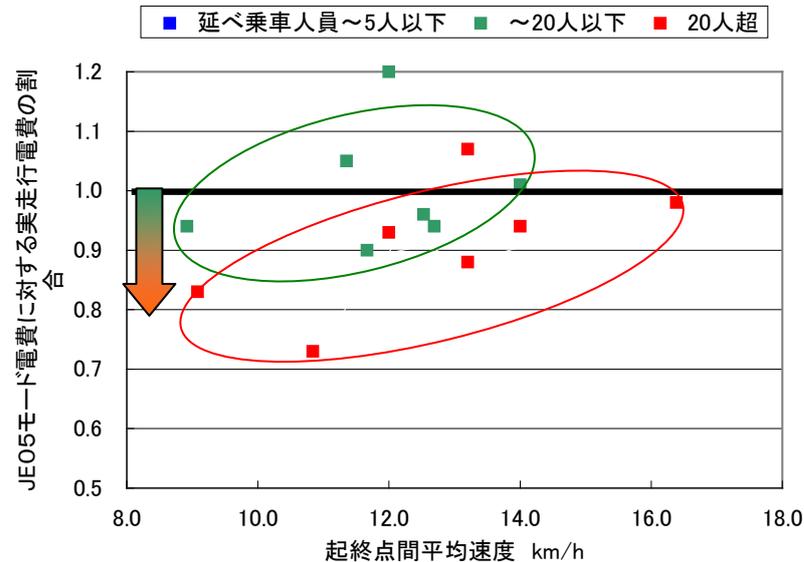
東京都及び京都市における実験結果に着目して分析した結果、同一の起終点間平均速度帯にある場合は、乗車人員が多い方が実走行電費の低減割合が+0.1~0.2程度多い傾向にある。

このため、1便当り延べ乗車人員が20人を超える需要の多い路線・時間帯における電動バス導入の場合、JE05モード電費の低減率は、起終点間平均速度帯別の低減幅の中から、より低位水準の電費割合を採用することが望ましい。

<東京都での実験結果>



<京都市での実験結果>



※東京都（100%EV走行したサンプルのみ対象）及び京都市（暖房なし時のサンプルのみ対象）における実証実験結果を活用

※起終点間平均速度は、実験時に取得したGPSデータより設定

※20人超のサンプル確保数が少ないため、20人超で集約して整理

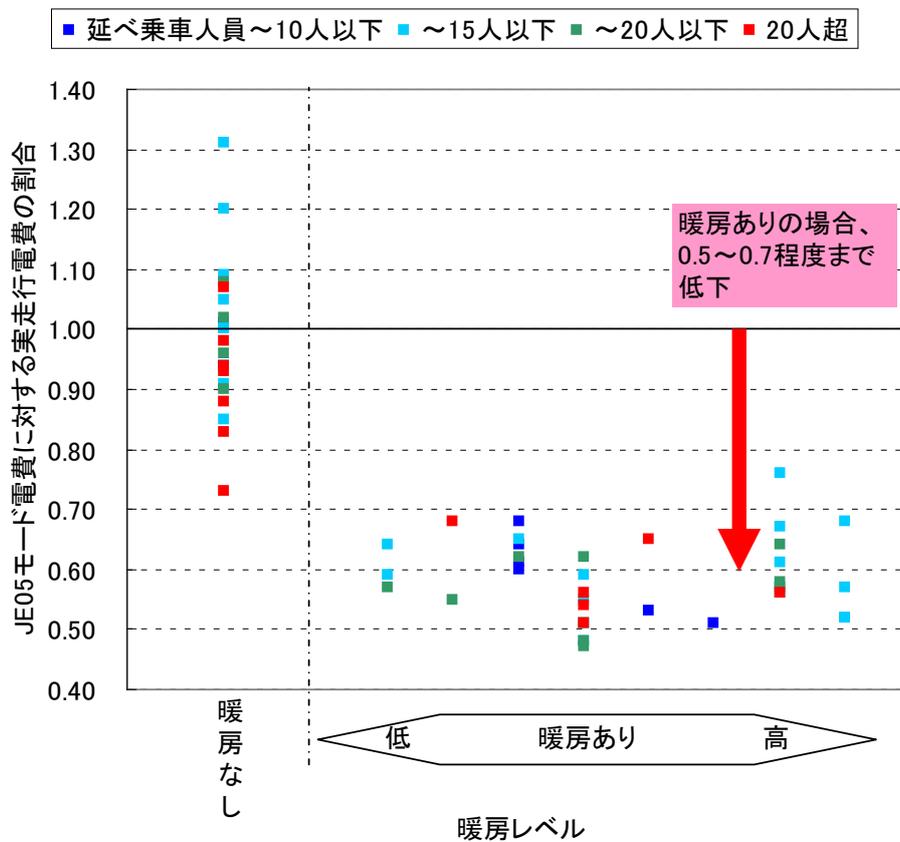
図Ⅱ-22 延べ乗車人員別にみた起終点間平均速度と電費の関係

2.1.3.4 電氣的な車内空調設備搭載時の電費への影響

動力源として電気のみを搭載する電動バスの場合、車内空調設備も電氣的なシステムとなるため、バッテリーの充電電力を消費する。そのため、空調を入れていない場合に比べて、空調稼動時は電池消費量が多くなるため、電動バスの電費が低減する。

電氣的な空調設備の搭載車両で実証実験した京都市、青森県・青森市のサンプルを対象に「暖房なし」と「暖房あり」の場合で比較すると、「暖房あり」の場合は、都市内走行を想定した電費に対して実走行電費が0.5～0.7程度まで低下する。

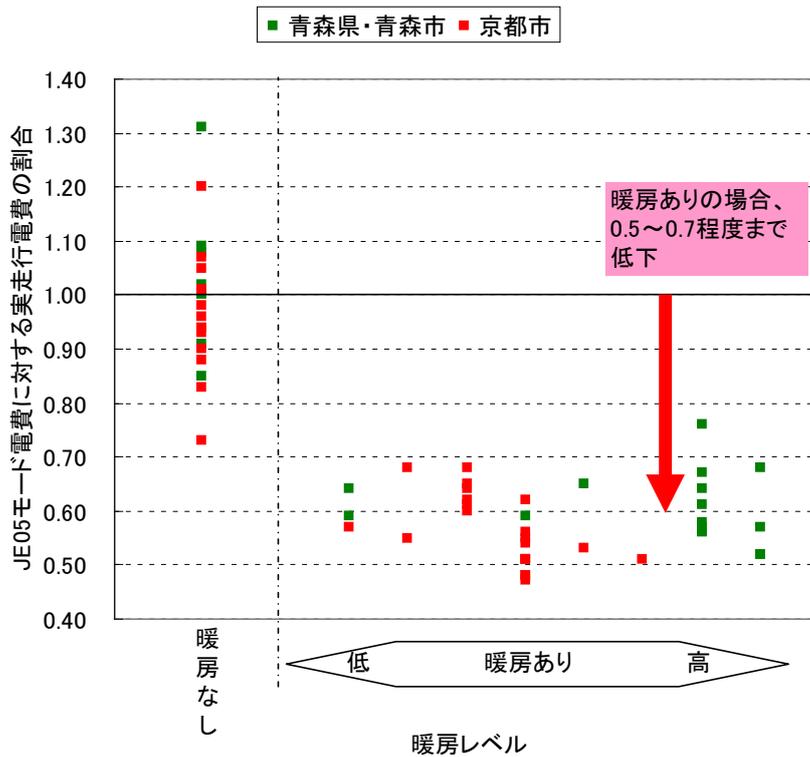
このため、運行計画段階空調に関する車両構造を事前に把握し、必要に応じて、電費を割り引いて設定することが望ましい。



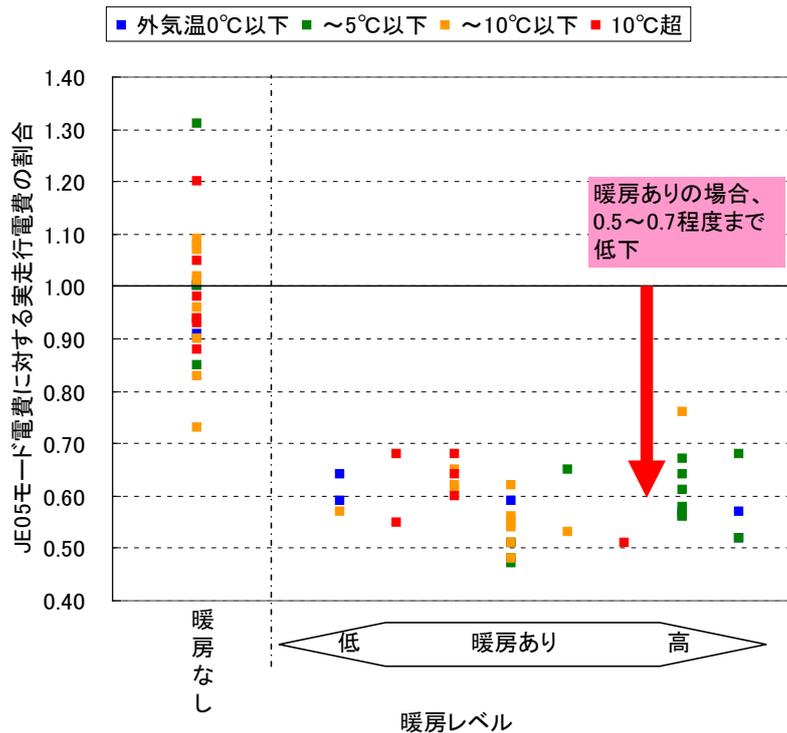
- ※同一車両を用いた京都市、青森県・青森市のデータ抽出。ただし途中で暖房設定を変更したサンプルは除外。
- ※暖房設定は、温水温度設定(高・低)、空調への投入電力(高・低)、風量(M, L)の組合せを考慮して、独自にランクを設定
- ※20人超のサンプル確保数が少ないため、20人超で集約して整理

図II-23 電氣的空調システム採用車両における暖房設定と電費の関係(延べ乗車人員別)

<実験地域別>



<外気温別>



- ※同一車両を用いた京都市、青森県・青森市のデータ抽出。ただし途中で暖房設定を変更したサンプルは除外。
- ※暖房設定は、温水温度設定(高・低)、空調への投入電力(高・低)、風量(M, L)の組合せを考慮して、独自にランクを設定
- ※20人超のサンプル確保数が少ないため、20人超で集約して整理

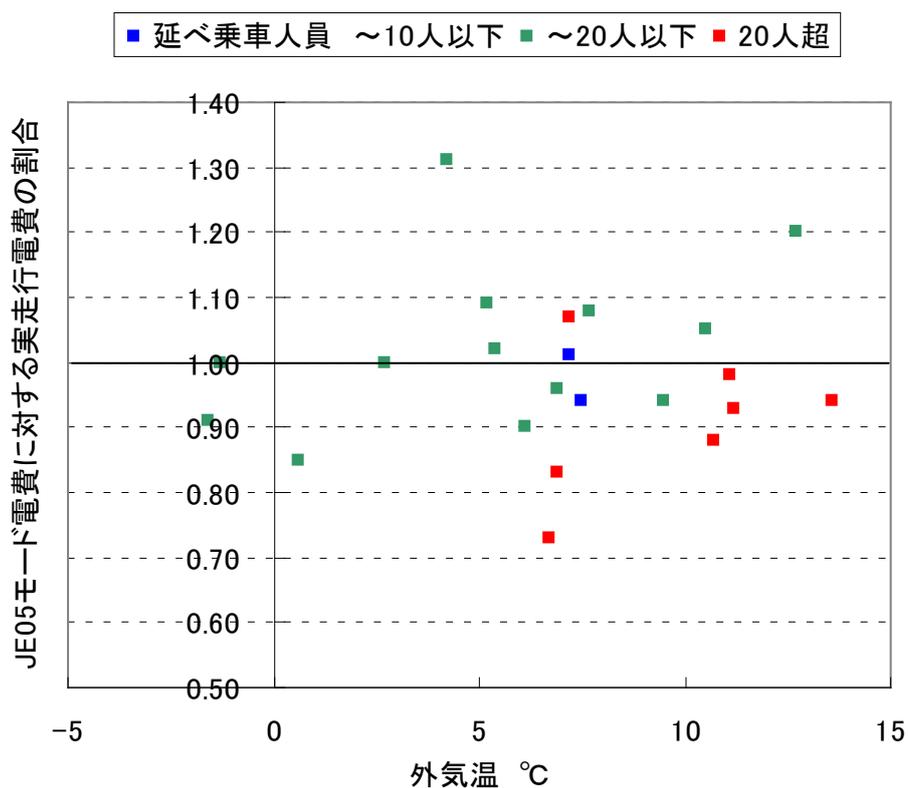
図 II-24 電氣的空調システム採用車両における暖房設定と電費の関係

2.1.3.5 寒冷地の走行時の電費への影響

同一車両で実験を行った京都市及び青森県・青森市の実証実験結果をもとに、外気温と電費の関係について整理した。

暖房なし時のサンプルのみ抽出して外気温と電費の関係を整理したが、今回測定した温度帯(-2~15℃)における特徴的な傾向はみられなかった。

なお、今回の実証運行では、出庫前点検時に充電池の温度計測を行い、著しい温度低下が確認されなかったため、充電池の低温状態を解消するための対策は特に講じていない。



※京都市及び青森県・市で得られたサンプルのうち、暖房なし時のサンプルのみ抽出

※20人超のサンプル確保数が少ないため、20人超で集約して整理

図 II-25 外気温と電費の関係

2.2 実証実験にみる充電性能

2.2.1 実走行に用いる充電性能の領域

充電電池の利用可能領域は、上限側が電池容量の8割程度、下限側が2~3割程度であり、これを考慮した運行計画の立案を検討する必要がある。

具体的な充電電池の使用領域については、充電電池・充電設備の構造・性能によって異なるので、メーカー等に確認することが望ましい。

充電電池の長寿命化、電池破損の回避等のため、上限側は、満充電に達する前（電池容量の概ね8割程度）に充電を終了し、また下限側は、電池を使い切る前（電池容量の概ね2~3割程度）に充電する必要がある。

そのため、電動バスを用いた運行計画策定時には、充電電池の使用領域を考慮した電力量を前提に立案する必要がある。

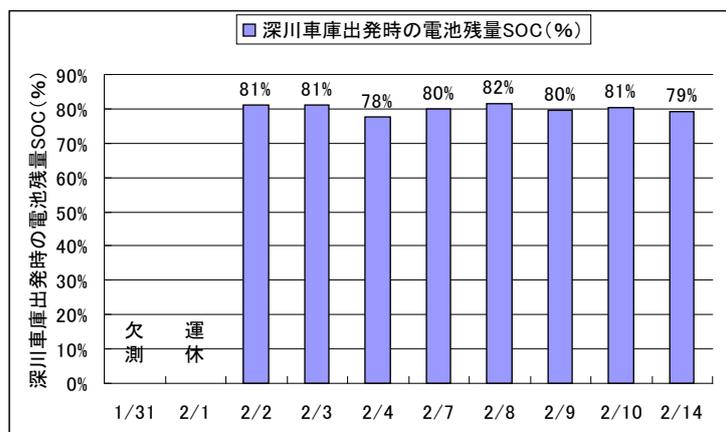
具体的な充電電池の使用領域については、充電電池・充電設備の構造・性能によって異なるので、メーカー等に確認することが望ましい。

参考：東京都の実証実験における出発時の電池残量

東京都の実証実験では、深川車庫の出発直前に1時間以上の充電を行った上で、出庫した。その後、深川車庫を出発する際の電池残量SOC（満充電を100%とした場合の電池残量の割合）は、78~82%であった。

東京都で用いた車両では、電池性能上、いずれかのセルが電池残量SOCが90%に達すると、充電を停止する仕組みとなっている。そのため電池全体の電池残量SOCは90%を下回る水準となる。

充電後の電池残量SOCの上限値は、充電電池・充電設備の構造・性能によって異なるので、計画立案時に留意する必要がある。



2.2.2 充電時間と充電量の関係

充電時間と充電量の関係は、充電池・充電設備の構造・性能によって異なるので、メーカー等に確認した上で、運行計画の検討に反映する必要がある。

特に、一定時間を越えると充電量が鈍化する点を考慮し、過度な充電時間の確保を避ける必要がある。

急速充電による充電池への充電は、充電時間が増加すると充電量も増加する関係にある。

ただし、充電池の電圧が上限電圧に達すると、定電力充電（C P 充電）から定電圧充電（C V 充電）に切り替わる。C V 充電は電池残量SOCの上昇に伴い充電電流が低下するため、充電出力が低下する。その結果、充電時間に対する充電量が鈍化する。

そのため、効率的・効果的な充電計画の立案の観点から、一定程度の充電が進んだ後は過度な充電時間の確保を避ける必要がある。

上記の充電時間と充電量の関係は、1 分当たり充電量等で表現される場合があるが、その性能は、充電池・充電設備の構造・性能によって異なる。運行計画策定に当っては、充電性能についてメーカー等に確認した上で、電池性能や充電性能に応じた運行計画を立案する必要がある。

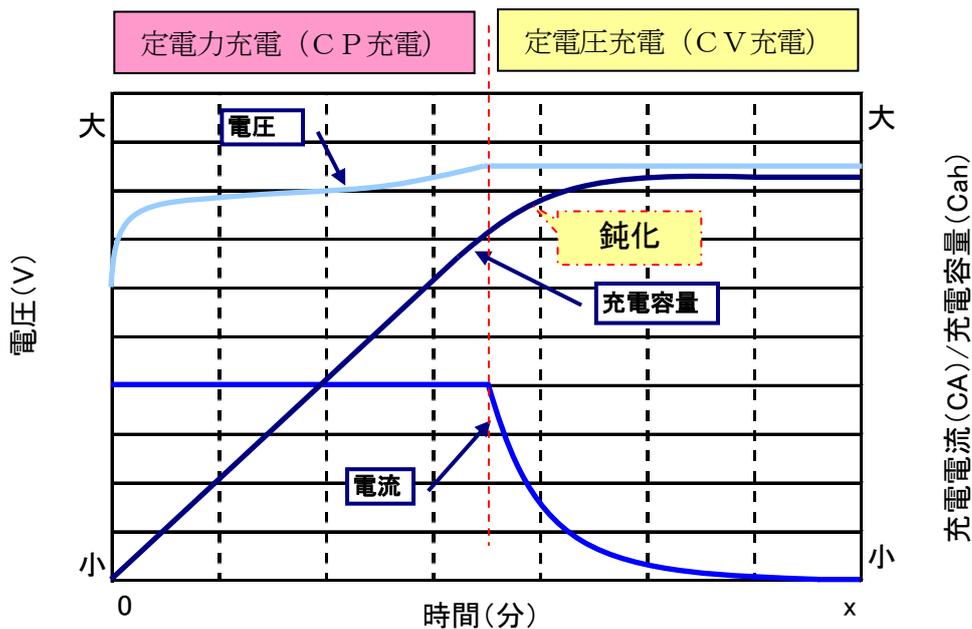


図 II-26 充電時間と充電量の関係 (イメージ)

2.2.3 充電方式による充電特性

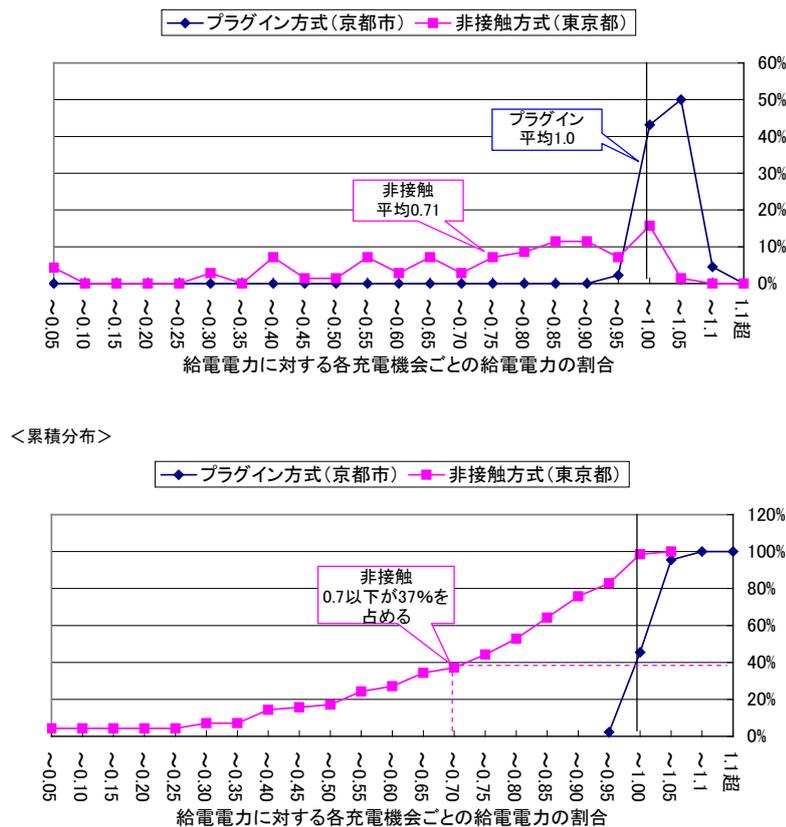
プラグイン方式は、充電設備が有する能力に基づく安定的な充電が可能である。

非接触方式は、車両側コイルと路上側コイル間で非接触により充電する方式であり、充電作業負担を軽減できる一方で、個別の充電機会毎に、給電電力にバラつきが生じることが課題となる。

2.2.3.1 充電機会毎の給電電力の分布状況

プラグイン方式は、充電施設と車両をコードで接続して充電方式であり、給電電力に対して各充電機会毎の給電電力割合は平均 1.0 であり、その分布も 0.95～1.05 内に収まることから、常に安定的な充電が可能である。

一方、非接触方式は、車両側コイルと路上側コイル間で非接触により充電する方式であり、充電作業負担を軽減できる一方で、個別の充電機会毎に、給電電力にバラつきが生じることが課題となる。充電機会毎の給電電力割合は平均 0.71、0.5～1.0 の間に広く分布し、0.7 以下が約 37% を占める。そのため給電電力のバラつきに関する一定のリスクを考慮すると同時に、給電電力を一定以上確保するための工夫を一体的に検討することが必要である。

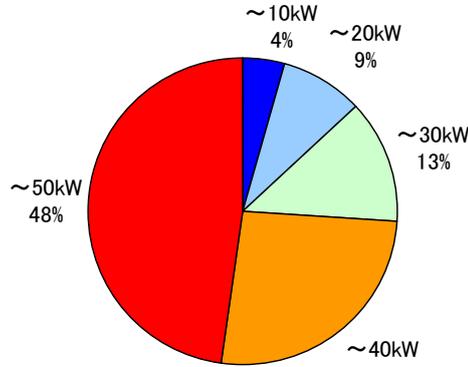


※非接触方式(東京都)における停止については、
 (丸の内) 駐車方法：直進入庫、切返しはしない
 工夫点：駐車ますの標示
 (晴海埠頭) 駐車方法：前進駐車（駐車ます角度約 60 度）
 工夫点：駐車ますの標示、車止めの設置

図 II-27 給電電力に対する各充電機会毎の給電電力の割合（分布状況）

2.2.3.2 非接触方式における給電電力のバラつき発生による充電への影響

非接触方式では、非接触方式の車両を用いた東京都の実験では、40kW～50kWの給電電力が発揮された頻度は、充電回数の概ね5割であった。そのため、非接触方式においては、運行計画に基づく充電を安定的かつ確実に実施する上で、給電電力の安定化に取り組む必要がある。



※非接触方式（東京都）の丸の内、晴海埠頭での計測結果

図Ⅱ-28 非接触方式における給電電力のバラつき発生頻度

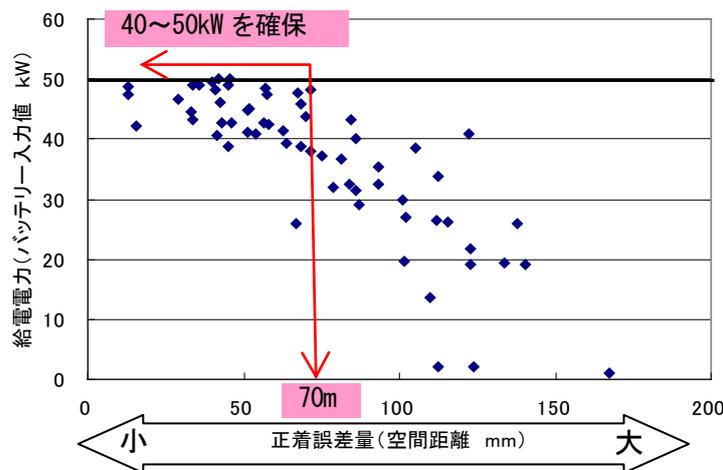
2.2.3.3 非接触方式における給電電力のバラつき発生の要因

給電電力は、車両側コイルと路上側コイルの位置関係が大きく関係していると考えられる。

両コイルの位置関係が、正着誤差量 70mm 範囲内の場合は、給電電力は 40～50kW が確保されている。一方、70mm を超える正着誤差が発生した場合、給電電力の低下が発生するため、時間当たり充電量が大幅に低下する懸念がある。

以上のことから、非接触方式においては、正着性を確保することが、安定的な充電実施に向けた重要な要素のひとつと考えられる。（正着性確保のための対策については、「3. 充電設備への正着性に関する留意点」で述べる。）

※正着誤差量：最も効率的な充電ができる停車位置と、実際に停車した車両位置との空間距離 (mm)



※非接触方式（東京都）の丸の内、晴海埠頭での計測結果

図Ⅱ-29 非接触方式における正着誤差量と給電電力の関係

2.2.4 電動バス実証実験(運行、充電)に関するメーカーからのヒアリング結果

実験に参画したメーカーからは、車両技術、電費に与える影響要素、充電施設に関する事項について、以下のような知見、意見が寄せられている。

●車両技術

- ・熱回収やモーター効率の向上により、電費向上の余地(+1割程度)があると考えられる
- ・走行動力と同じバッテリーから電気供給を受ける空調システムの場合、暖房稼動に伴う電費低減が顕著なため、燃焼式ヒーターの採用等も視野に入れて検討することが望ましい

●電費に影響を与える要素

- ・渋滞発生や平均速度の大小による影響が考えられる
- ・ノーマルタイヤに比べて、スタッドレスタイヤの方が、電費が1割程度低い水準になる
- ・勾配条件による影響が考えられる
- ・乗車人員の変動による影響が考えられる
- ・季節、天候によるエアコン使用による影響が考えられる

●充電施設に関する事項

- ・非接触方式の電源装置は、平成23年9月市場投入を目指し、全天候型が開発中である。
- ・同時に、非接触方式の電源装置の小型化・省スペース化も検討中である

2.3 電費に伴う運行設定のあり方

実証運行を通じて把握された電動バス（大型）の運行特性をもとに、電動バスの運行路線を検討する上での考え方を以下に示す。

2.3.1 電動バスの運行設定に関する基本的な考え方

電動バスを用いた運行計画を設定する際には、「電動バスの電費特性を活かした運行計画」と「継ぎ足し充電」に必要な施設整備を一体的に検討する必要がある。

2.3.1.1 運行設定時に考慮すべき電動バスの運行特性

電気を動力源として走行する電動バスは、以下の点で特徴を有する点を考慮して、運行設定を行う必要がある。

(1) 諸条件に応じた電費性能

電動バスの電費は、利用状況（乗車人数）、走行状況（表定速度、加速頻度）、勾配有無、車両装備（空調システムの種類、タイヤの種類）等が複合的に作用し、その条件次第で、車両性能上の電費（JE05モード電費）を下回る可能性がある指標である。

そのため、電動バスの運行計画を立案する上では、導入計画地域における電動バスの走行環境を把握した上で、適切な電費を設定する必要がある。

(2) 車両が搭載する電池容量

「電池容量」とは、車両に搭載された充電池に蓄電可能な最大電力量（kWh）である。

実際の運用にあたっては、充電池の長寿命化、電池破損の回避等のため、電池容量に対して2～8割程度の範囲内を使用領域とし、運用する必要がある。

そのため、電動バスを用いた運行計画策定時には、充電池の使用領域を考慮した電力量を前提に立案する必要がある。

具体的な充電池の使用領域については、充電池・充電設備の構造・性能によって異なるので、メーカー等に確認することが望ましい。

(3) 継ぎ足し充電の実施

現在、実用化・普及に向けて日々開発が進められている大型の電動バスは、搭載する電池容量の制約、多客時の車両重量増加、厳しい走行環境下での運行等に伴う電費低下等のため、途中充電なし時の航続距離に制約がある。

実際の路線運行に電動バスを用いる上では、車両を効率的に運用（事業運営の観点から要求される1日走行台キロを確保）するため、車両性能に応じて、一定規模の継ぎ足し充電を行う機会を車両タイヤに盛り込む必要がある。

2.3.1.2 運行設定の基本的な考え方

運行計画立案に当たっては、電動バスの電池容量、電費について導入地域の交通特性に配慮した航続距離を設定し、途中で電力不足が発生することなく、電池残量（SOC：％）を一定水準以上保つことが可能な計画立案が必要である。

また、運行計画を支える基盤施設として、電動バスの運行計画に必要な位置に、継ぎ足し充電に必要な設備（起終点、途中バス停）を適切に設置する必要がある。

継ぎ足し充電については、充電時間と充電量の関係性（P.23 参照）を勘案し、効率的な充電を考慮した運行計画の立案を行うことが望ましい。

※SOC：state of charge の略。バッテリーの充電容量に対する充電残量の比率。

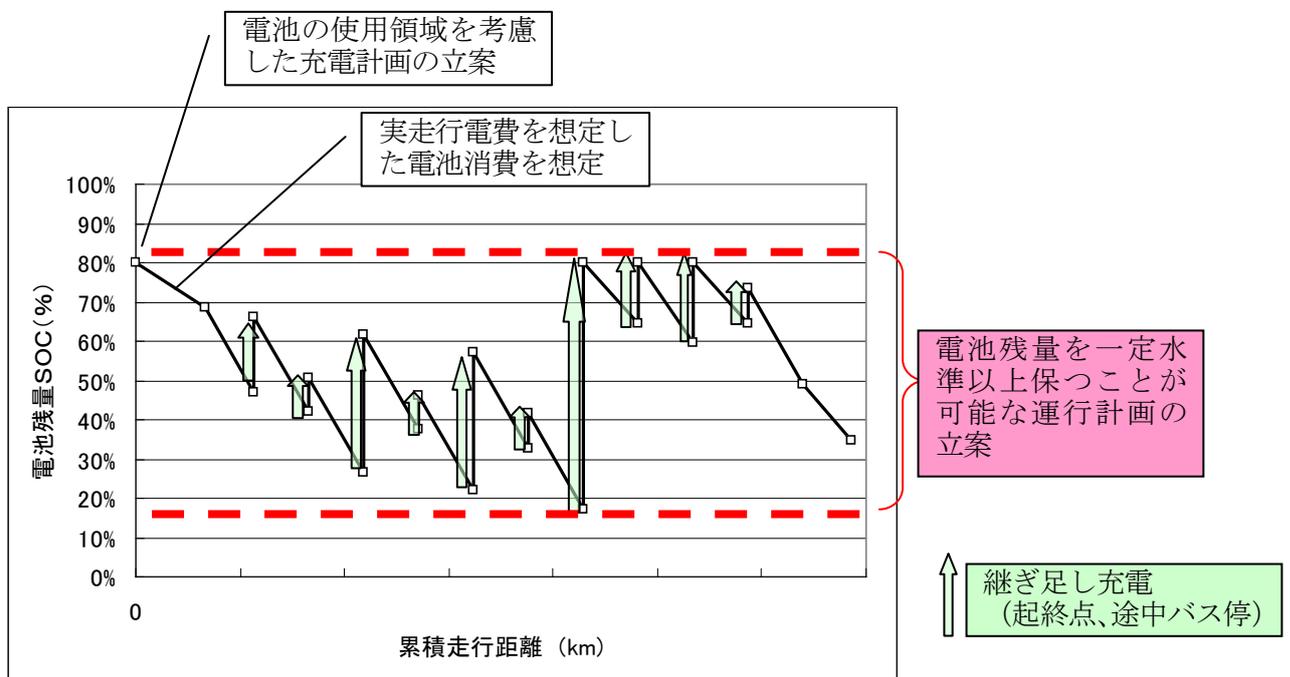


図 II-30 電動バスの運行設定（イメージ）

2.3.2 電費からみたバス路線への適用

電動バスの1日当り航続距離は、出庫時点の充電電力量と起終点（車庫、駅前広場等）や途中バス停における充電により得られる電力量の和に、「実走行電費」を乗じることで把握できる。

電池容量、電費等は、車両サイズや電池性能、走行条件等に応じて異なるため、運行計画策定段階での最新の技術動向をメーカー等に確認しつつ、また対象地域の交通実態も把握した上で、計画検討することが必要である。

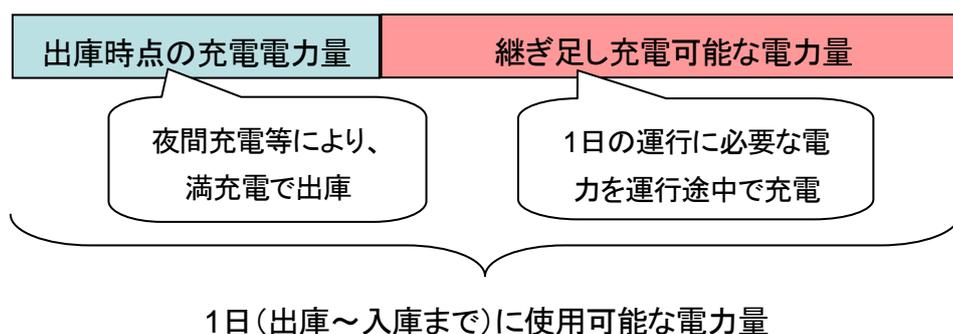
2.3.2.1 電動バスの航続距離の考え方

電動バスの1日当り航続距離（km/日）は、

$$\frac{\text{「 出庫時点の充電電力量+継ぎ足し充電可能な電力量 」}}{\text{(kWh/日)}} \times \text{「 実走行電費 」}}{\text{(km/kWh)}}$$

で把握・設定される。

<イメージ>



2.3.2.2 充電可能な電力量

充電電池の使用可能領域が電池容量の2～8割程度である点を踏まえ、起終点や途中バス停における充電なしの場合は電池容量の概ね6割相当を消費可能電力量に設定する必要がある。

また、継ぎ足し充電充電を計画する場合は、時間当り充電電力量に、充電可能時間を乗ずることで、充電回復量を設定する。これを継ぎ足し充電充電なし時の充電可能電力量に加算することで、1日当り充電可能電力量となる。

なお、具体的な充電電池の使用領域については、充電電池・充電設備の構造・性能によって異なるので、メーカー等に確認することが望ましい。

2.3.2.3 『実走行条件を想定した電費』を目安とした運行計画の検討

電動バスの運行設定時には、「実走行を想定した電費」を設定し、運行路線を検討することが望ましい。

その際、JE05 モード電費を基に、走行条件等に応じた割引条件を加味して、実走行を想定した電費を設定することが考えられる。

JE05 モード電費の割引条件は、導入地域の走行・利用状況により異なる点を踏まえ、運行設定の検討段階において、車両側の電池性能、装備条件等をメーカー等に相談すると同時に、運行地域の運行・道路走行状況（1便当り利用者数、起終点間平均速度、渋滞区間の有無等）等の地域特性を事前に把握したうえで、検討する必要がある。

表Ⅱ-4 本実証実験に基づく電動バス(大型)の電費設定の目安

項目	指標	実走行を想定した電費設定時の留意事項
走行条件	起終点間 平均速度	<ul style="list-style-type: none"> 平均速度が低い区間、渋滞や加速が多い区間を通行する場合や、延べ乗車人員が多い場合は、低位水準側の JE05 モード電費に対する実走行電費の占める割合を採用することが望ましい。 運行計画検討にあたっては、電動バスを効果的に運用するための取り組みを一体的に検討することが望ましい。(詳細は後述)
利用条件	延べ乗車人員	
車両設備 条件	電氣的空調 システムの 採用	<ul style="list-style-type: none"> 電氣的空調システムが走行用充電池から電力供給を受ける場合、空調 on 時の電費は、空調 off 時の電費よりも半減する点に留意が必要である。 導入車両の空調システムの構造についてメーカー等に確認が必要である。
その他	タイヤ	・ノーマルタイヤに比べて、スタッドレスタイヤ採用時は1割程度電費が低下する。
	勾配	・上り坂では、電費が低下する。
	外気温	<ul style="list-style-type: none"> 通常走行（暖房を使わない）の場合、外気温の高低による影響は比較的小さい。 (今回の実験結果に基づく)

2.3.3 継ぎ足し充電による運行計画時の留意点

車両を効率的に運用（事業運営の観点から要求される1日走行台キロを確保）するため、車両性能に応じて、一定規模の継ぎ足し充電を行う機会を車両ダイヤに盛り込むことが必要である。

起終点における継ぎ足し充電においては、十分な充電時間の確保が必要である。特に充電時間確保を考慮した運行計画を立案する必要がある。

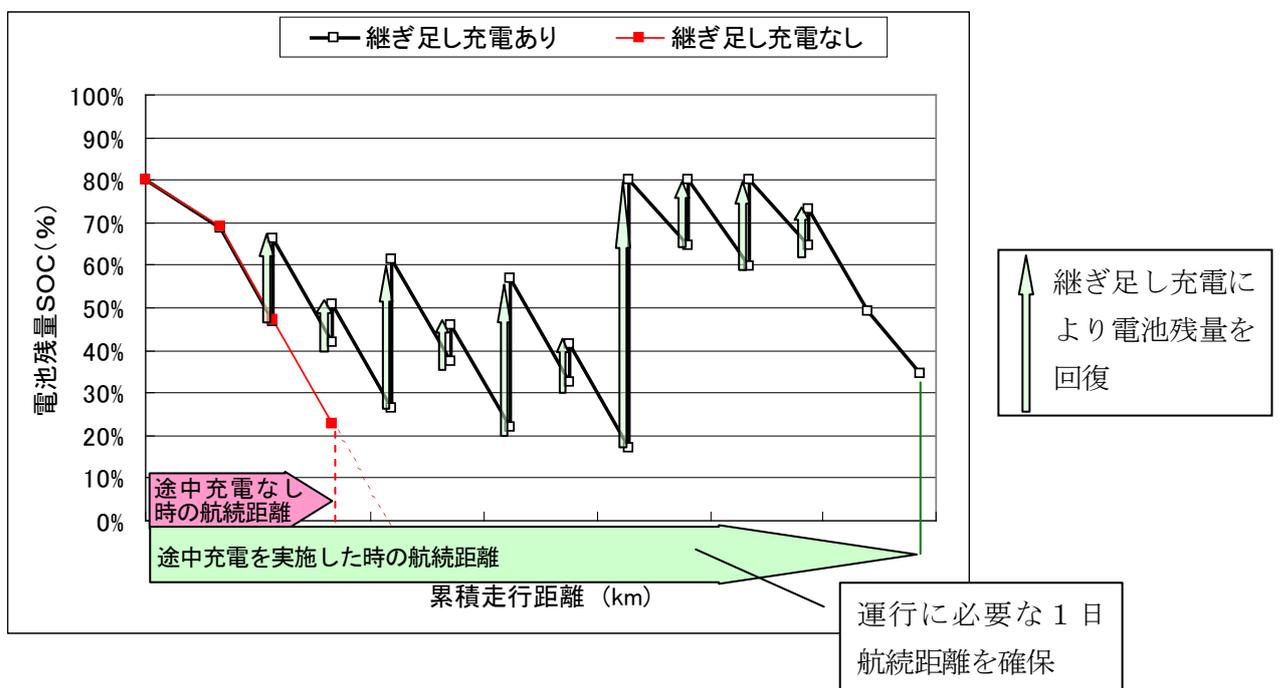
道路上の途中バス停における継ぎ足し充電は、バス停での乗降のための停車時間内において充電が実施される必要がある。具体的には、今後、検討・検証する必要がある。

2.3.3.1 継ぎ足し充電の必要性と留意事項

(1) 継ぎ足し充電の必要性

大型の電動バスは、搭載する電池容量の制約、多客時の車両重量増加、厳しい走行環境下での運行等に伴う電費低下等のため、途中充電なし時の航続距離に制約がある。

車両を効率的に運用（事業運営の観点から要求される1日走行台キロを確保）するため、車両性能に応じて、一定規模の継ぎ足し充電を行う機会を車両ダイヤに盛り込むことが必要である。



図Ⅱ-31 継ぎ足し充電による航続距離延長（イメージ）

(2) 道路交通法上の取り扱い

道路（道路法規定の道路、道路運送法規程の自動車道及び一般交通の用に供するその他の場所）においては、道路交通法が適用され、これを遵守する必要がある。

道路交通法では、乗合自動車等が乗客の乗降のため停車する場合及び運行時間調整のため駐車する場合を除き、バス停における駐停車は認められない（法第44条）。なお、以下のとおり、乗降のための停車中の短時間充電は可能性があるとされている。

- ・道路における電動バスへの給電行為は、当該給電行為、給電設備、コード等が交通の妨害を生じる形態とならないのであれば、交通の妨害となる主要因は車両の継続的な停車であると考えられることから、原則として、道路交通法上の「駐車」に該当する
- ・なお、電動バスが「停車」している間に限定して当該電動バスに短時間の給電がなされた場合には、結果的に、当該停止が「停車」に止まる可能性がある
- ・非接触方式のものを含め、給電設備の路上への設置は、道路使用許可の対象となる。その審査に当たっては、交通への妨害のほか、
 - 当該給電設備により給電を受ける電動バスの運行に公共性があるか
 - 当該給電設備が設置される道路の部分が、給電を受ける電動バスのある程度の継続的又は続発的な停車※を認め得る場所であるか等が考慮される

※継続的又は続発的な停車：同一車両が長時間停車又は一定の頻度で車両が停車する状態

資料：道路へのプレート状の給電設備の設置及び道路における電動バス等への給電行為の道路交通法における取扱いについて（事務連絡、平成22年12月21日、警察庁）

2.3.3.2 起終点における継ぎ足し充電

起終点（車庫、駅前広場等）における継ぎ足し充電においては、十分な充電時間の確保が必要である。特に充電時間確保を考慮した運行計画を立案する必要がある。

1) 充電電池の使用可能領域・充電特性を考慮した充電時間の設定

急速充電による充電電池への充電は、充電電池の電圧が上限電圧に達すると、定電力充電（CP充電）から定電圧充電（CV充電）に切り替わり、充電時間に対する充電量が鈍化する。

そのため、効率的・効果的な充電計画の立案の観点から、一定程度の充電が進んだ後は過度な充電時間の確保を避ける必要がある。

充電方式の境界点は、充電電池・充電設備の構造・性能によって異なるため、メーカー等に確認した上で、電池性能や充電性能に応じた充電時間を設定する必要がある。

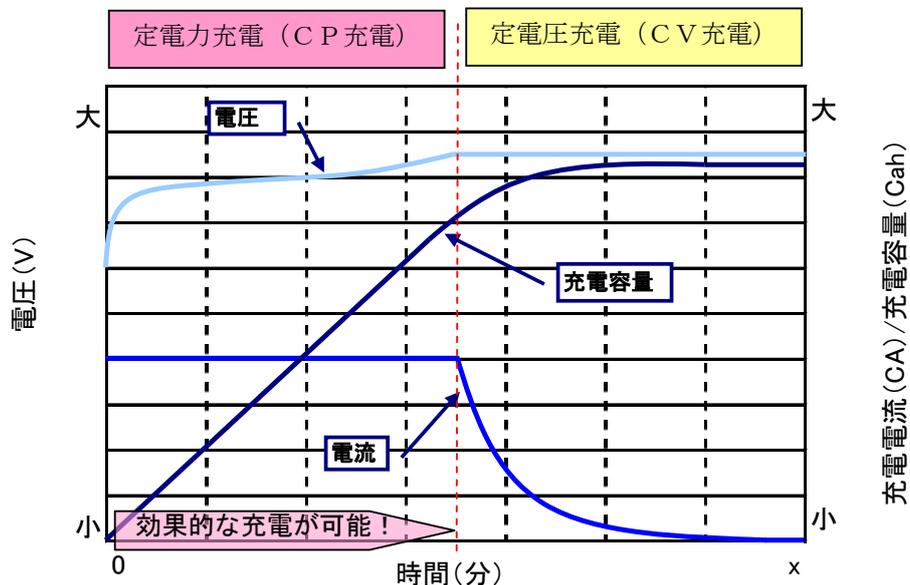


図 II-32 効果的な充電時間の適用領域 (イメージ)

2) 実効性のある充電計画の立案

電動バスは、電池残量の不足時に走行不能（ハイブリット車両の場合は、EV走行からディーゼル走行に切り替え）となるため、充電計画に沿った確実な充電実施が求められる。

一方、バス交通は、時々刻々と変化する道路交通事情、乗降者数等によって運行予定時刻を多少前後する場面が発生する可能性がある。

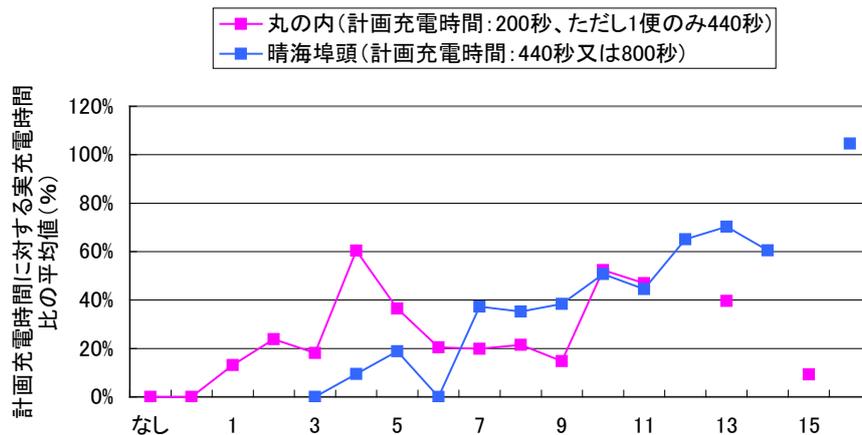
そのため、既存路線や新設路線に電動バスを導入する場合、運行経路上の走行状況等を事前に把握・検証して遅れ時間の発生状況を分析した上で、日常運行上発生する多少の遅れ時間も踏まえつつ、実効性のある充電計画の立案が必要である。

なお、充電計画の検討にあたっては、電動バスの確実かつ安定的な運行を支えるため、表定速度の向上、定時性の向上、正着性の向上等を目的とした対策（2.3.4 で詳述）に一体的に取り組むことが重要である。

参考：東京都での実証実験における充電バス停での余裕時間と充電達成度の関係

- 丸の内では、計画余裕時間と同程度の余裕時間（4～5分）があれば、対計画比 50%前後の実充電時間が確保されている。
しかし、先発車との運行間隔が密なため余裕時間があっても乗車バースに進入ができない場合があり、また乗車バースでの停車（＝充電）時間が短い（200秒、一部 440秒）運行計画であったため遅れ時間や車内点検、充電装置の操作時間等の影響を受けやすいことから、全体的に十分な実充電時間の確保が難しかった。
- 晴海埠頭では、計画余裕時間と同程度の余裕時間（13～14分）があれば、対計画比 70%前後の実充電時間が確保されている。
しかし、遅れ時間の発生に伴う実余裕時間の減少に伴い、実充電時間が少なくなり、充電計画との乖離が大きくなる。
- 東京都では、欠電時にハイブリット走行が可能な電動バス車両であったため、計画に対する充電量の不足が発生しても、欠電時にハイブリット走行することで、運行を確保することができた。
- 今後は、到着～次発までの降車扱い、車両・バース間移動、車内点検等に要する時間や先発車両との運行間隔等も勘案し、また多少の遅れ時間の発生も考慮して、充電計画をシビアに設定することが課題となる。

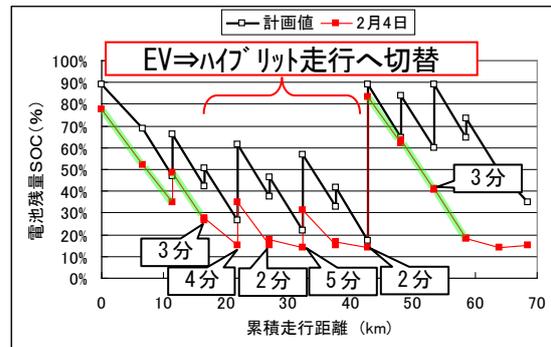
実余裕時間と充電達成度の関係



※丸の内での計画余裕時間:4～5分(一便のみ8分)
 ※晴海埠頭での計画余裕時間:13～14分(1便のみ8分)
 ※到着～次初までの実余裕時間には、降車バースでの降車対応、車内点検、待機、乗車バースへの移動、乗車待ち時間の全てを含む

電池残量計画と実走行時の電池残量の推移比較 (平成 23 年 2 月 4 日の場合)

- EV 走行便
- ハイブリット走行便
- (充電計画時間は、約 3～13 分/回)
- 遅れ発生時間



2.3.3.3 道路上での途中バス停での継ぎ足し充電

バス停での停車時間、バスペイの形状、充電実施に伴う他の交通への影響、充電実施や設備配置に伴う歩行者・自転車・沿道施設への影響等に留意するとともに、具体的には、今後、検討・検証する必要がある。

以下に、ワンマン運行で、かつ充電行為を乗務員自らが実施することを前提に、途中バス停での継ぎ足し充電する際に、現時点で考えられる留意事項を整理する。

1) プラグイン方式

車外での充電操作を伴うプラグイン方式の場合、乗客の乗降時に乗務員が運賃収受に従事するため、路上側に補助員を配置して実施することが考えられる

なお、途中バス停で乗務員の交代を行うような場合は、待機する乗務員がプラグ操作をした後に、乗務交代を行い、降車した乗務員がプラグを外す操作を行う等により、現行の要員運用の範囲内で実施することも可能性がある。

2) 非接触方式

通信設備を搭載し車内操作が可能な非接触方式の場合、「乗降のための停車」の最中に、併せて充電を実施することが可能である。

充電を実施する途中バス停は、効果的な充電実施、他交通への支障回避・低減、投資効率の向上の観点から、以下の要件を考慮して検討する必要がある。

なお、投資効率の観点からみた充電設備の設置（充電時間の目安）の目安は、充電設備の機器費用・設置費用等不透明な面が多いため、現時点では検証されていない。今後の開発動向を注視しつつ検討すべき課題である。

(a) 停止頻度の高いバス停

充電施設の稼働頻度を高めて投資効率を向上させるため、運行時間内に常時、乗降客が発生する停止頻度が高いバス停や、時間調整のため確実に停車するバス停に限定して設置することが有効である。

(b) 乗降客の多いバス停

一定規模の1回当り充電時間の確保のため、乗降客の多いバス停への設置が有効である。

参考：1人当り乗降時間の一例（単位：人/秒）

車両タイプによる相違 ^{※1}			ICカード導入前後による相違 ^{※2} (降車・支払時)	
	乗車時	降車・支払時		
高床式	4.8	3.4	導入前(2004年)	3.5
ワンステップ	3.2	2.4	導入後(2007年)	2.6
ノンステップ	1.0	2.1		

※1：オムニバスタウンとモビリティ・マネジメント（仙台市資料）

※2：浜松市における公共交通に対する取組（浜松市資料）

(c) 一定の調整時間が設定されているバス停

1 回当たり充電時間を一定規模で確保するため、定時運行の確保を目的とした調整時間が設定されている途中バス停への設置が有効である。

(d) バスベイが設置されているバス停

一般の自動車交通の通行上の支障を回避するため、バスベイが設置されているバス停に限定して設置する必要がある。特に、電動バスの正着性を確保するため、バース間隔や切り込み角度等の物理的な工夫が施されたバスベイ形状を採用することが望ましい。

(e) その他

上記に加えて、充電施設の仕様に応じた電源確保、充電設備の設置空間の確保、他交通や他路線バスへの支障の回避等が可能なバス停に限定して設置することが必要である。

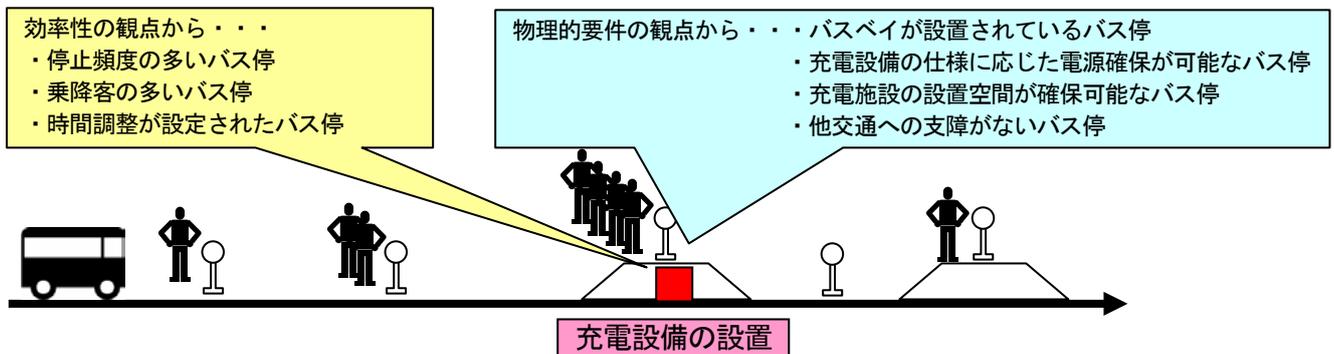


図 II-33 非接触方式における充電実施箇所の設定イメージ

2.3.3.4 沿線施設内にある途中バス停における継ぎ足し充電

沿線施設内に途中バス停が併設されている場合、沿線施設内に充電設備を設置し、乗降時間や調整時間を活用して充電することが考えられる。

この場合、沿線施設との連携を通じて、バスが一定時間を安全に駐停車できるバス停位置、充電施設の設置場所の確保等が重要となる。

- ・バス停の併設された沿線施設：市役所等の公共施設、大規模商業施設、道の駅、大規模な病院・・・等

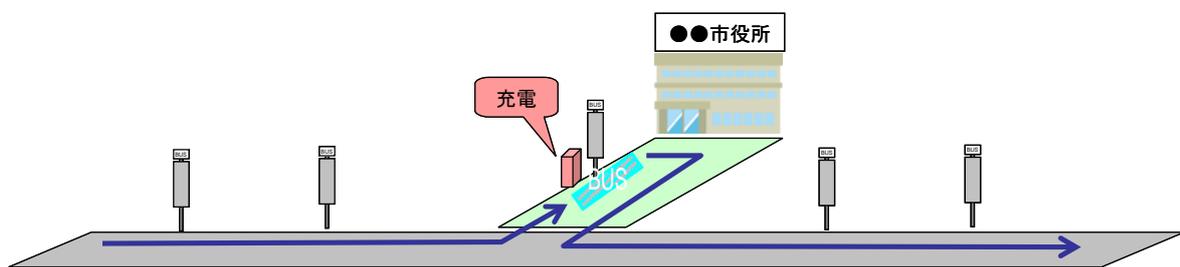


図 II-34 沿線施設内の途中バス停への設置イメージ

2.3.4 電動バスを効果的に運用するための取組の方向性

電動バスを効果的に運用するためには、『既存路線への導入』『新規路線への導入』『BRTを構成する一要素としての導入』に応じて、電動バスが有する機能を十分に発揮できる運行計画を検討する必要がある。

電動バスは、BRTとの親和性が高く、相乗効果の発揮が期待される。そのため「BRTを構成する一要素として電動バスを導入」する方法は、有効な導入パターンのひとつと考えられる。

電動バスを効果的に運用するためには、その導入場面

- 既存路線への導入
- 新規路線への導入
- BRTを構成する一要素としての導入

に応じて、電動バスが有する機能を十分に発揮できる運行計画を検討する必要がある。

2.3.4.1 既存路線への導入時の取組の方向性

(1) 現時点での運行実態の把握

バス交通は、時々刻々と変化する道路交通事情、乗降者数等によって運行予定時刻を多少前後する場面が発生する可能性がある。そのため、導入を想定する既存路線における遅れの発生状況等を事前に把握することが必要である。

(2) 必要な充電時間を確保可能なタイミングでの電動バス車両の投入

現行の運行ダイヤ設定や遅延状況等を踏まえつつ、既存の運行ダイヤの中から、必要な充電時間を確保可能なタイミングを有する便に、電動バス車両を投入する必要がある。

なお、既存路線の運行計画改善が可能な場合は、充電時間の確保に配慮した運行計画の一部見直しや、電動バスの走行環境づくり（2.3.4.3 で詳述）について一体的に検討することが望ましい。

2.3.4.2 新規路線への導入時の取組の方向性

(1) 計画段階での現地状況把握

導入計画路線の走行状況、利用状況、渋滞発生状況等を考慮した実走行電費の設定、実効性のある充電計画の策定のため、計画段階で現地状況を把握し、運行計画立案に反映する必要がある。

- －対象地域・路線の運行状況（表定速度、遅れ発生状況 等）
- －沿線状況（利用者規模の見通し）
- －バス停施設の整備・運用状況（駅前広場、主要バス停の設置状況、他路線も含めた運行間隔 等）
- －充電設備の設置可能な空間

(2) 充電時間の確保に配慮した運行計画の策定

電動バスの有する機能を有効活用するために必要な充電時間を確保し、かつバスの遅れ時間発生等のリスクを考慮した余裕時間もある程度内包した、実効性のある運行計画を策定する必要がある。

なお、電動バスを一層有効に活用し、かつ安定的な運行実現を図るため、電動バスの走行環境づくり（2.3.4.3 で詳述）について一体的に検討することが望ましい。

2.3.4.3 効果的な電動バス導入に向けて一体的に取り組むことが望ましい施策

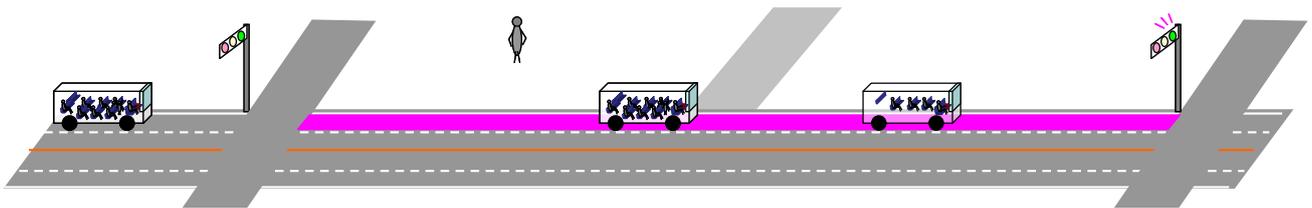
既存路線及び新規路線において、電動バスの確実かつ安定的な運行を支え、また電動バスが有する走行性能・充電性能を十分に発揮させるため、「効率的なEV走行の実現」、「充電計画の実効性の確保」、「確実な充電を容易とする環境整備」、「電動バス導入を契機とした効果の波及」に向けた各種方策を、一体的に取り組むことが望ましい。

表Ⅱ-5 効果的な電動バス導入に向けて一体的に取り組むことが望ましい施策

狙い	着眼点	一体的に取り組む施策（例）	備考
確実な充電を容易とする環境整備 (特に非接触方式)	正着性の向上	<ul style="list-style-type: none"> 充電用バースの配置の工夫 車両動線に支障する外的要因の排除 停止位置を乗務員に知らせる工夫 	3.3.1 に詳述
効率的なEV走行の実現	表定速度の向上、加減速機会の削減	<ul style="list-style-type: none"> バスの定時性確保に向けた対応 (バス優先レーンの設置、PTPS※導入等) ICカード導入・普及促進による乗降時間の短縮化 	
充電計画の実効性の確保	定時性の向上		
電動バス導入を契機とした効果の波及	環境に着目した啓発活動の推進	<ul style="list-style-type: none"> 電動バス導入を契機とした環境活動に関する積極的なPR展開 モビリティ・マネジメントの同時展開 	

※PTPS：Public Transportation Priority Systems（公共車両優先システム）

バス専用・優先レーンの設定等の交通規制を行うことや、バスがなるべく停止しないように進行方向の信号を優先的に青にすることにより、一度に多くの者を輸送することができ、年少者や高齢者も多く乗車するバスの定時運行と利便性向上を図るシステム



2.3.4.4 既存路線及び新規路線への導入時の留意点

既存路線・既存路線に電動バスを導入する場合、以下のような事象が発生する場合に備え、予め準備を整えておく必要がある。

- 路上での故障・電池残量不足等の緊急対応体制の確立
- イベント発生（祭り、路上工事・交通事故等に伴う交通規制）に伴う経路変更時の対応（臨時の運行計画検討、代替車両の確保）
- 上記に対応した予備車両（通常車両）の確保

2.3.4.5 BRTを構成する一要素としての電動バス導入の考え方

(1) BRTの一要素としての電動バス導入の有効性

BRTとは、Bus Rapid Transit の略で、バスの定時性、速達性の確保のため、輸送力を向上させた高度なバスサービスを有するシステムである。特に、我が国では、実現可能性や普及促進も考慮し、連節バス、PTPS（公共車両優先システム）等を組み合わせた日本型の（連節）バスシステムを「日本型BRT」と称している。

BRTには速達性・定時性確保のための様々な施策が内包されているため、電動バスが安定的かつ効率的に走行可能な条件が整っている。

また専用空間（専用レーン、専用バス停）を有効に活用することで、電動バスの充電設備の設置空間を確保しやすい、正着性が確保しやすい等の利点がある。

そのため「BRTを構成する一要素として電動バスを導入」する方法は、有効な導入パターンのひとつと考えられる。

(2) BRTの一要素として電動バスを導入するメリット

BRTを構成する一要素として電動バスを導入することによるメリットとして、以下が考えられる。

- 電動バスの優位性の効果的な発揮（高い電費性能での走行実現）
- 環境負荷の更なる低減（CO₂排出量、大気・騒音環境）
- 環境対策・交通対策としての先進性、積極性のアピール強化

(3) BRTの一要素として電動バス導入を行うために必要な施策

BRTの一要素として電動バスを導入する際に、BRTとして取り組まれる施策に加えて、一体的に検討することが望ましい施策として、以下が考えられる。

表Ⅱ-6 BRTの一要素として電動バス導入を行うために必要な施策

項目	一体的な検討が望ましい施策	概要
大量性	大量性に優れる電動バスの開発促進	BRTに求められる高い輸送力の確保
安定性	理想的な充電設備の計画配置	充電設備の計画配置 確実かつ安定的な充電の実施
	専用レーン上の充電バス停における正着性向上のための物理的な工夫（バスベイ形状、停止位置の伝達方法等）	確実かつ安定的な充電の実施 充電計画の実効性の確保
運行管理	車両－集中管理基地間の双方向通信体制	時間調整の実施（十分な充電確保、前後の運行間隔調整） 電池残量不足の発生回避 トラブル発生時の柔軟かつ迅速な復旧対応

3. 充電設備への正着性に関する留意点

3.1 充電時の正着性

非接触方式による充電時には、車両側に設置されたコイルと、路上側に設置されたコイルの位置が正しく重なるように停車（＝正着）した場合に、効率的な充電が可能となる。

一方、正着誤差量（空間距離）が概ね70mm以上となる場合には、充電効率の著しい低下を招き、充電計画に支障を来す可能性がある点に留意する必要がある。

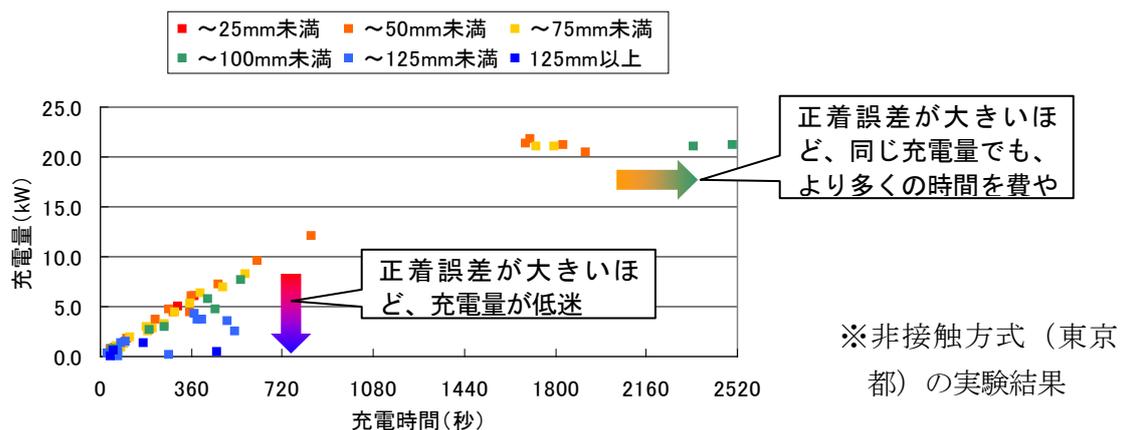
奈良県と東京都の実験状況から、乗務員に停止位置を知らせる工夫を行い、それを乗務員に十分周知することで、一定の正着性確保は可能と考えられる。

3.1.1 正着性の検討方針

3.1.1.1 正着性に着目した検討の背景

非接触方式における正着誤差は、充電効率を大幅に低減させる要素のひとつと考えられる。

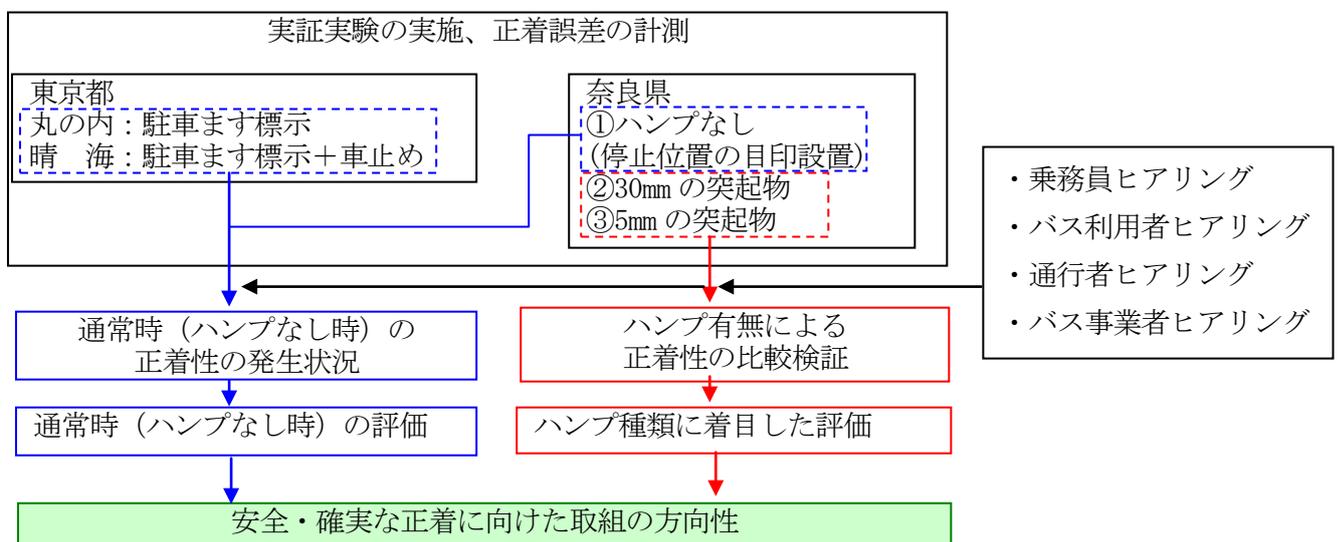
そのため、非接触方式の確実な充電実施を可能とするための方策として、正着性について検討することが重要となる。



図Ⅱ-35 正着誤差レベル別にみた充電時間と充電量の関係

3.1.1.2 正着性に関する検討の全体像

正着性の検討にあたっては、以下の手順で検討を進める。



3.1.2 通常時（ハンブなし時）の正着誤差の発生状況

3.1.2.1 運行条件の比較

非接触方式で実験を実施した東京都及び奈良県における正着誤差の発生状況を整理する。
 なお、東京都及び奈良県における運行条件を以下に整理する。

表Ⅱ-7 東京都と奈良県の実験状況

地域	車両	場所	入庫時 ハンドル操作	過去の 乗務経験	停止位置を 知らせる工夫	その他
東京都	大型車	東京駅丸の内南口	直進駐車	・なし	○駐車位置ライン	・埋設型の路上側コイル
	定員 66名	晴海埠頭	前進駐車 駐車マス角度 約60度	・なし	○駐車位置ライン ○車止め	・埋設型の路上側コイル
奈良県	小型車 定員 12名	春日大社 (民有地)	前進駐車 道路端に沿って右折した後 に前進ながら 停車	・あり (別の社会実験時に、同一車両で同一バス停で乗務経験を有する乗務員が従事)	○前後方向の停止位置を示す目印 ○車両側面と平行な誘導線	・据置型の路上側コイル(乗り上げ回避行動が生じ、正着誤差量は一定範囲に収まりやすい) ・誘導線に合わせるタイヤ部位を乗務員自ら事前に現地確認 ・車両不在時非給電の保証等のための通信設備が稼動(正着誤差が10数cm以内でないとう充電不可) ・充電可能状態は、乗務員に屋外ランプで伝達

※定員には、運転士は含まない

＜丸の内での停車方法＞



＜晴海埠頭での停車方法＞



＜春日大社での停車方法＞



3.1.2.2 正着誤差量の発生状況

奈良県では、正着誤差量（空間距離）が発生しているものの、概ね4cm以内に収まっている。東京都では、晴海埠頭及び東京駅丸の内南口のいずれにおいても、正着誤差量が幅広く分散している。

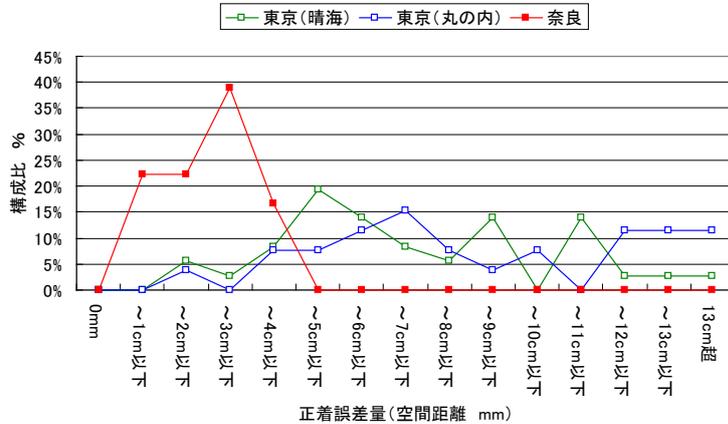


図 II-36 充電箇所別にみた正着誤差量（空間距離）の発生状況

3.1.2.3 正着誤差の分布状況

(1) 東京都 丸の内

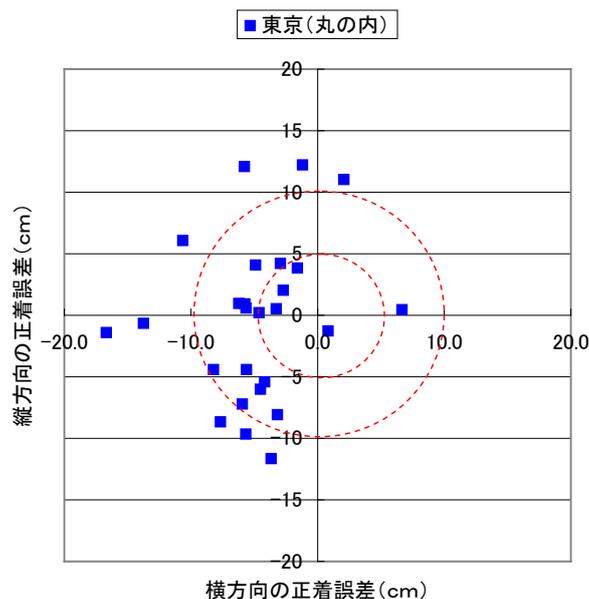
直進駐車となる東京（丸の内）では、左側（歩道側）に偏る傾向がある。また前後方向は±10cmに分散する。

左への偏りは、利用者の乗降利便性に配慮し、できるだけ歩道側に寄せることを意識した運転のためと考えられる。

前後のぶれは、ミラー越しでのラインの視認性が低いこと、運行間隔が密なことによる心理的影響等のためと考えられる。

<東京都 丸の内>

【停止位置を知らせる工夫】
○駐車位置ライン



(2) 東京都 晴海埠頭

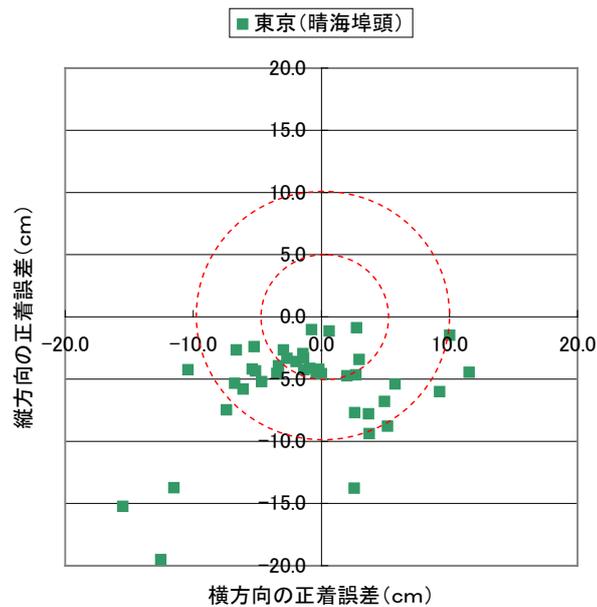
操舵を伴う前進駐車で、車止めが設置されていた東京（晴海埠頭）では、横方向は±15cmに幅広に分散する。また前後方向は車止めが設置されていたため、+方向の誤差は皆無だが、5cm以上手前で停車するケースが多発している。

一方、後述する乗務員ヒアリングでは、約半数の乗務員が「当地における停車は容易・やや容易」と回答している。

ハイブリット走行が可能な車両のため、確実な充電実施の重要性、ラインと車体の位置合せや車止めの重要性がメーカーと乗務員の間で周知徹底不足の可能性がある。

<東京都 晴海埠頭>

【停止位置を知らせる工夫】
○駐車位置ライン
○車止め



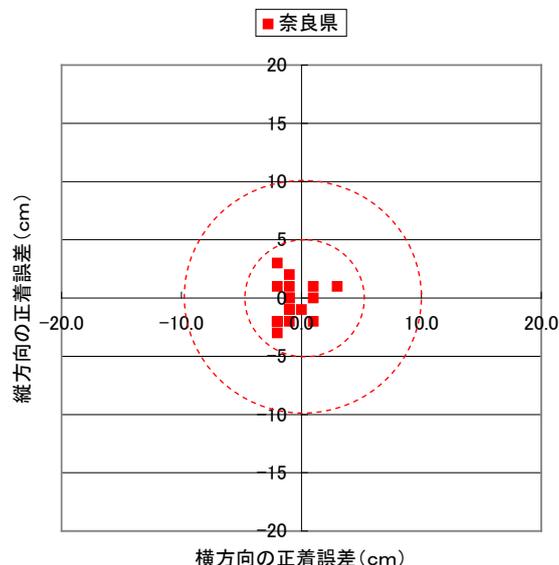
(3) 奈良県 春日大社

操舵を伴う前進駐車となる奈良県では、前後・左右とも概ね±5cm以内に収まっている。

奈良県では、前後方向の停止位置を示す目印及び車両側面と平行な誘導線を、乗務員自らが設置・あわせ位置の確認を行った。以上のことから、乗務員に停止位置を知らせる工夫が有効に作用したと同時に、正着性が確保可能な停止位置に対する乗務員の認識が非常に高いことが要因のひとつと考えられる。

<奈良県 春日大社>

【停止位置を知らせる工夫】
○前後方向の停止位置を示す目印
○車両側面と平行な誘導線



3.1.2.4 乗務員の正着に関する感想等（東京、奈良）

非接触方式における充電位置への停車時における車両操作性については、乗務員より、以下のような感想があげられている。

東京都においては、正着誤差が発生しているものの、乗務員の感想として位置合せが容易・やや容易の回答が約半数を占めることから、メーカーと乗務員の間で正着に対する認識が十分に周知・浸透していなかったと考えられる。

奈良県においては、車両側面に並行な誘導線に加えて、車両の前後位置を示す目印があれば容易との回答を得た。ただし、駐車ますの区画線のみでは正着させるのが困難との回答を得た。

表Ⅱ-8 正着に関する乗務員の感想

実験地域	場所	ハンドル操作	乗務員の感想
東京都	東京駅丸の内南口	直進駐車	<ul style="list-style-type: none"> ・約半数の乗務員が「容易・やや容易」と回答 ・運行間隔次第では難しい場合がある ・ミラーでのライン合せは難しい ・ラインの延長や、輪止め・ポールがあると良い
	晴海埠頭	前進駐車 (駐車マスの角度 約60度) ・輪止めあり	<ul style="list-style-type: none"> ・約半数の乗務員が「容易・やや容易」と回答 ・一部の乗務員から「やや難しい」との回答あり ・目標が分かりにくい ・輪止めがあれば簡単 ・ラインがあれば十分
奈良県	春日大社	前進駐車 (道路端に沿って右折した後に前進ながら停車) ・停止位置の目印、車体側面に平行な誘導線あり	<ul style="list-style-type: none"> ・車両側面に並行な誘導線に加えて、車両の前後位置を示す目印があれば容易 ・ただし、駐車ますの区画線しかない場合は困難 ・停止位置を示す何らかの工夫が必要

3.1.3 バス事業者の正着に関する見解

バス事業者からは、以下のような場面・事象のため、正着が困難な場面が懸念される、との意見を得た。

- ・駅前広場内のバース間隔が狭小な場所
- ・乗務員の技量（正しい乗降位置への停車意識）の差
- ・バース付近での駐停車の発生時

3.1.4 正着性確保に関する評価と課題

3.1.4.1 通常時の正着性に関する評価

乗務員に停止位置を知らせる工夫と、乗務員への周知を実施したことで、効率的な充電可能な正着性を確保と考えられる。

そのためには、乗務員に対して、確実な充電実施の重要性や、停止位置への合わせ方（車両・タイヤのどの部分を停止位置と合わせるか）を十分周知することが必要である。

また、停止位置の決定にあたっては、利用者の乗降を考慮した停車位置の実態、乗務員の意見等を踏まえ、十分吟味することが必要である。

3.1.4.2 正着誤差発生の防止に向けた取組

東京都と奈良県の実験状況の差異及び各種検討結果から、正着誤差発生の防止に向けた取り組みとして、以下が考えられる。

- ・操舵量の少ない車両動線の常時確保
- ・正着性・確実な充電実施の重要性に関する乗務員への周知徹底
- ・停止位置を乗務員に伝達する工夫の充実
- ・確実な正着を行うための案内装置の開発、車両への装備
- ・乗降利便性を考慮した停止位置（路上コイル設置位置）の吟味
- ・習熟訓練の充実

3.2 正着性確保に向けた試み

ハンプの設置は、一定の高さを有する突起物を採用することで、縦（前後）方向の正着性確保の運転支援策として有効性があると考えられ、前後方向の正着性が向上すると同時に、乗務員の負担軽減に寄与することが期待される。

ただし、ハンプを乗り上げる際にバス利用者への影響が懸念されるため、ハンプの高さや形状については、地域の状況に応じて検討することが望ましい。

3.2.1 実証実験の概要

正着性向上に向けた試みのひとつとして、停止位置を乗務員に物理的に伝達する「ハンプ設置」が考えられる。今回は、奈良県での実証実験（春日大社バス停／民有地内、小型の電動バス）において、ハンプの設置あり・なしによる正着性への影響の有無、ハンプの高さの相違による乗務員、バス利用者、歩行者等への影響の相違の有無等を検証するため、以下の3段階での実験を実施する。



- ※民間の有料駐車場内にある路線バスのバス停に併設
（ただし終バス後の実証運行のため路線バス利用者はいない）
- ※実験用バス停は、歩行者動線から若干外れて位置

図Ⅱ-37 ハンプ設置を行った春日大社バス停付近の状況

3.2.1.1 ハンプの種類

(1) 高さ 5mmの突起物

公道上での設置実績が多い点字ブロックと同程度の高さとなる 5mm の突起物を設置する。車両が正着位置に達したこと、及び正着位置を通過したことを乗務員に伝達可能とするため、タイヤの前後に段差を設置する方法を採用する。

今回の実験では、点字ブロック（棒状）を路面に両面テープで接着する方法で固定する。

(2) 高さ 30mmの突起物

高さ 5mm の突起物よりも乗務員に鮮明かつ明確に伝達させるため、高さ 30mm の突起物を設置（車両乗上げが考慮された部材を採用）する。

タイヤが突起物に接することで正着位置に達したことが乗務員に十分伝達すること、及び周辺交通への阻害要因を少しでも緩和するため、突起物の手前に停止する方法を採用する。

今回の実験では、仮設が容易で、車両横断や横断歩行者への設計上の配慮がされている部材であるケーブルプロテクターを代用し、路面に両面テープで接着する方法で固定する。

(3) 突起物の設置なし

突起物がある場合と、ない場合の対比を行うため、突起物を何も設けない日を設定する。

3.2.1.2 設置期間

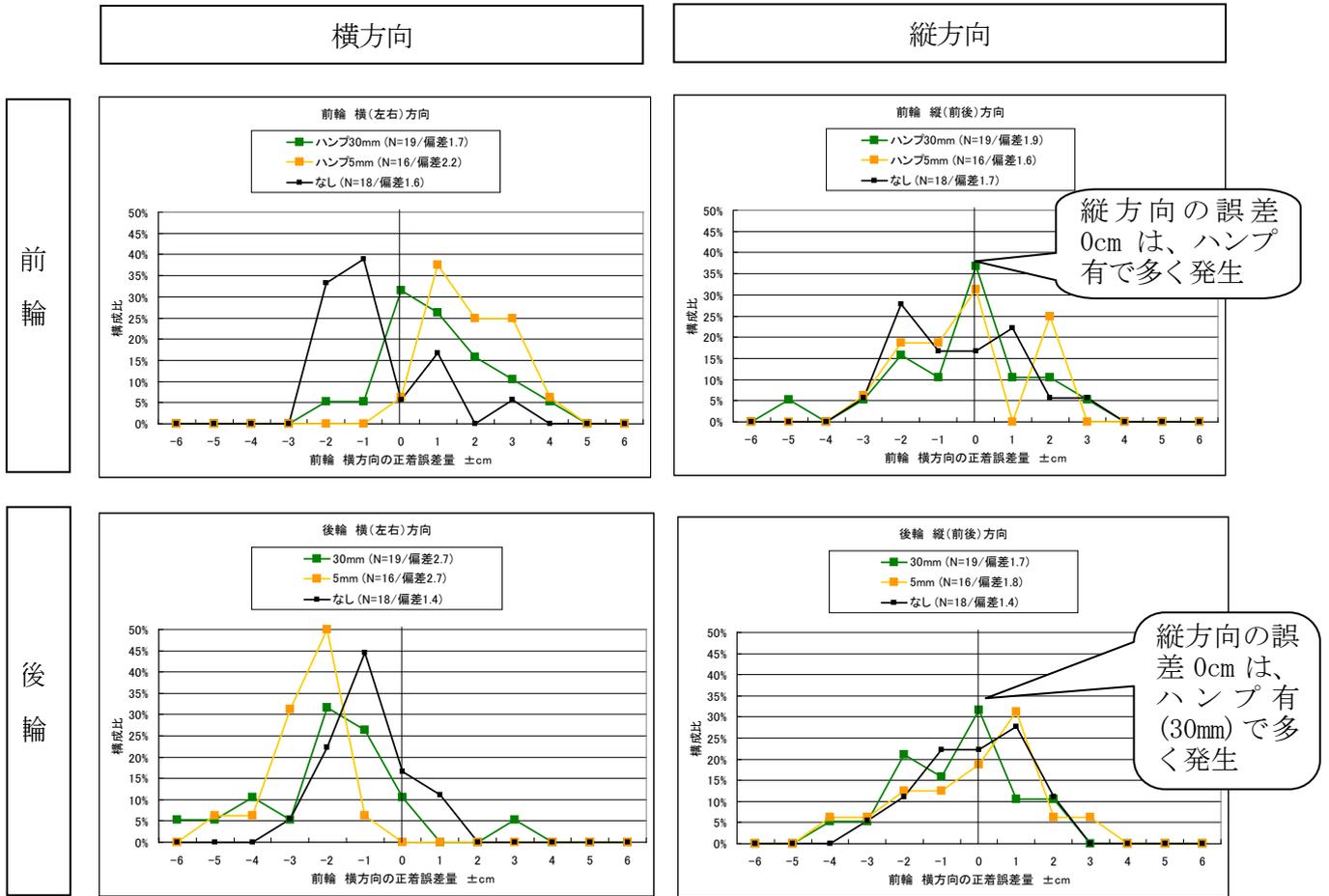
	2/8 (火)	2/9 (水)	2/10 (木)	2/11 (金)	2/12 (土)	2/13 (日)
ハンプ種類	高さ 30mm の突起物		高さ 5mm の突起物		ハンプなし	
イメージ					/	

※2/14（月）は、天候不良のため運休

※全日とも、車体側面に平行な誘導線及び前後方向の停止位置の目印を設置

3.2.2 ハンプの有無による正着誤差

ハンプ有とハンプなしについて、縦方向の正着誤差量を比較した場合、ハンプ有の方が正着誤差 0cm に停車する割合が高く、前後方向の位置合せに一定の寄与をしていると考えられる。



※運転習熟不足に伴う切返しが発生した時のサンプルを除いて集計

図Ⅱ-38 車輪別・縦横方向別にみた正着誤差の分布状況

3.2.3 乗務員によるハンプの評価

3.2.3.1 個別の評価

ハンプ有無による相違について、乗務員（3名）より、以下のような感想があげられている。
乗務員からは、「高さ 30mm の突起物」が高い評価を得た。（ただし、寸法や素材については、今後も検討の必要がある。）

ハンプ種類	イメージ	乗務員の評価
高さ 30mm の突起物		<ul style="list-style-type: none">・ 停止位置に到達したことがはっきりと伝わってくるので、非常に有効（3名の共通見解）・ 停止時、出発時の車内の揺れも、乗務員の立場からは許容範囲内と感じた・ もう少し硬い素材の方が、はっきりと認識できる
高さ 5mm の突起物		<ul style="list-style-type: none">・ 停止位置に到達したことが分かりにくいいため、5mm のハンプだけを頼りにした停車は困難（3名の共通見解。実際には、目印を頼りに停車した感がある。）・ 路面の凹凸を通過した場合との差がない（バス停付近の舗装状態に大きく依存する）・ 停止位置（タイヤ位置）の目標としては分かりやすい
ハンプなし		<ul style="list-style-type: none">・ 前後方向の停車位置を示す目印があれば容易・ ただし、駐車マスの区画線しかない場合は、困難

3.2.3.2 相対的な評価

乗務員 3名の共通見解として、前後方向については、「高さ 30mm の突起物」が相対的にみて有効、との回答を得た。これにより前後方向の確実な正着に対する乗務員の負担は軽減される、との回答を得た。

なお、左右方向については、車体側面と平行な誘導線は必須である、との回答を得た。

以上の回答から、今回の実験に携わった乗務員の見解としては、「高さ 30mm 程度の突起物 + 車体側面と平行な誘導線」の組合せが最も有効である、との回答を得た。

3.2.4 他交通（歩行者・自転車・バス利用者）への影響

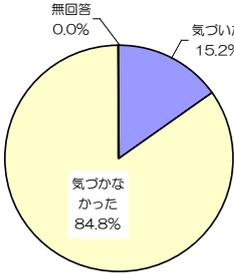
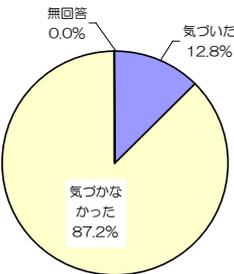
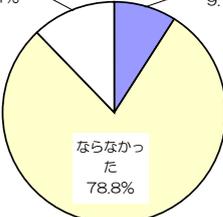
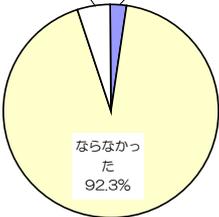
ハンプ設置時における通行者（歩行者・自転車）及びバス利用者への影響について、各種アンケート調査結果から以下に整理する。

3.2.4.1 通行者（歩行者・自転車）への影響

通行者のうち、突起物の存在を認知した割合は、概ね 15%前後であり、ハンプの形状による差は少ない。

高さ 5mm の突起物では、実際に通行上の支障を受けた通行者が 2.6%とごく僅かであり、点字ブロックと同程度の高さ 5mm の突起物は、通行者への影響が少ない点が検証された。

また高さ 30mm の突起物では、実際に通行上の支障を受けた通行者が 9.1%と、高さ 5mm の突起物に比べて多い傾向にあり、通行者の安全確保の観点で更なる検証が必要と考えられる。

	高さ 30mm の突起物	高さ 5mm の突起物
イメージ		
突起物の認知	 <p>無回答 0.0% 気づいた 15.2% (N=33) 気づかなかった 84.8%</p>	 <p>無回答 0.0% 気づいた 12.8% (N=39) 気づかなかった 87.2%</p>
通行上の支障の有無	 <p>無回答 12.1% なつた 9.1% ならなかつた 78.8%</p>	 <p>無回答 5.1% なつた 2.6% ならなかつた 92.3%</p>
支障の内容	<ul style="list-style-type: none"> ・足元に注意を払った ・避けて歩いた ・ゆっくり歩いた 	<ul style="list-style-type: none"> ・足元に注意を払った

3.2.4.2 バス利用者への影響

高さ 5mm の突起物は、揺れを感じない利用者が 7 割近くを占め、また危険を感じる利用者もなく、利用者にとっては負担が少ない形状と考えられる。

高さ 30mm の突起物は、停止直前は利用者にとって負担が少ないものの、ハンプの乗り上げが生じる「出発時」に揺れを感じる利用者が約半数を占め、また危険を感じる利用者が僅かではあるが存在する。

	高さ 30mm の突起物	高さ 5mm の突起物
イメージ		
①停止直前の揺れ ※春日大社バス停への到着時にバス車内にいた回答者を対象に集計	<p>(N=25)</p> <p>感じた 12.0% やや感じた 8.0% 感じなかった 76.0% わからない 4.0% 無回答 0.0%</p> <p>(揺れに対する危険性)</p> <p>感じた 0.0% やや感じた 0.0% 感じなかった 96.0% わからない 0.0% 無回答 4.0% 転倒しそうになった 0.0%</p>	<p>(N=13)</p> <p>感じた 15.4% やや感じた 0.0% 感じなかった 69.2% わからない 15.4% 無回答 0.0%</p> <p>(揺れに対する危険性)</p> <p>感じた 0.0% やや感じた 0.0% 感じなかった 76.9% わからない 15.4% 無回答 7.7% 転倒しそうになった 0.0%</p>
②出発時の揺れ ※春日大社バス停の出発時にバス車内にいた回答者を対象に集計	<p>(N=20)</p> <p>感じた 15.0% やや感じた 30.0% 感じなかった 50.0% わからない 5.0% 無回答 0.0%</p> <p>(揺れに対する危険性)</p> <p>感じた 5.0% やや感じた 0.0% 感じなかった 80.0% わからない 5.0% 無回答 10.0% 転倒しそうになった 0.0%</p> <p>出発時(段差乗り上げ時)に危険を感じた回答者が存在</p>	<p>(N=12)</p> <p>感じた 16.7% やや感じた 0.0% 感じなかった 75.0% わからない 8.3% 無回答 0.0%</p> <p>(揺れに対する危険性)</p> <p>感じた 0.0% やや感じた 0.0% 感じなかった 83.3% わからない 16.7% 無回答 0.0% 転倒しそうになった 0.0%</p>

3.2.5 ハンプ種類に着目した評価（まとめ）

ハンプに関する検証結果を踏まえ、ハンプ種類に着目した評価を以下に整理する。

ハンプの設置は、一定の高さを有する突起物を採用することで、縦（前後）方向の正着性確保の運転支援策として有効性があると考えられ、前後方向の正着性が向上すると同時に、乗務員の負担軽減に寄与することが期待される。

ただし、ハンプを乗り越える際にバス利用者への影響が懸念されるため、ハンプの高さ、形状については検討することが望ましい。

	高さ 30mm の突起物	高さ 5mm の突起物
		
正着誤差量	◎縦方向の誤差±0cm に停車する割合が高い（前輪で約 35%）	○縦方向の誤差±0cm に停車する割合が、ハンプなし時（前輪で約 15%）よりも高い（前輪で約 30%）
乗務員の評価	◎停止位置への到達をはっきりと認識可能 ◎ハンプと車体側面の誘導線の組合せが最も有効	△ハンプのみでは、停止位置への到達を認識できない
通行者への影響	・通行者の認知度（15%）は、両ハンプとも同程度 △実際に通行者が支障を受けた割合が認知者の 1 割程度（重大事故等ではない）	・通行者の認知度（12%）は、両ハンプとも同程度 ・実際に通行者が支障を受けた割合はごく僅か
バス利用者への影響	△出発時（段差乗り上げ時）の揺れは、感じたかたが約 45%と高い △揺れに対する危険性を感じた方が、僅かに存在	◎出発・到着時に揺れを感じた方は、15%前後と比較的少数に止まる ◎揺れに対する危険性を感じた方は不在
評価（まとめ）	・ハンプ設置の主目的である「車両の正着性確保」の観点から、有効性が高い ・利用者の安全性確保の観点から、段差乗り上げ時の車内振動の低減を図る必要がある	・ハンプ設置の主目的である「車両の正着性確保」の対策として、機能しない

3.3 安全・確実な正着に向けた取組の方向性

安全・確実な正着に向けては、①正着性を考慮した充電用バース配置、②車両動線に支障する外的要因の排除、③停止位置を乗務員に知らせる工夫について、併せて検討することが望ましい。

①、②及び目印等による停止位置の明示及び乗務員への十分な周知（③の一部）を行いつつ、更なる対策を要する場合にハンブ設置を検討することが考えられる。

なお、実際のハンブ設置は、現地の交通状況等を加味しつつ、関係機関との協議等を進めながら、個々の現場に応じた工夫として、ハンブ設置の可否や形状について検討することが望ましい。

3.3.1 安全・確実な正着に向けた取組の方向性

非接触方式における正着性を確保する上では、ハンドル操作量の少ないシンプルな車両動線で停車可能な状況確保及び車両動線に支障する外部要因の排除と同時に、停止すべき位置を乗務員に確実に伝達する工夫が必要である。

そのため、安全・確実な正着に向けては、以下の取り組みについて、現地状況や関係機関との協議などを踏まえつつ、併せて検討することが望ましい。

表Ⅱ-9 安全・確実な正着に向けた取組の方向性と改善イメージ

方向性	都市内での実状	改善イメージ	
①充電用バースの配置に関する工夫	<ul style="list-style-type: none"> ・都市部の駅前広場は、限られた都市空間内で、間隔を詰めてバース設置を行っている場合がある ・前後にバスが停車している場合、乗務員の技量（意識）や、前後のバースの停車位置次第で、安定的な正着が困難な場面が生じる懸念がある 	●充電用バース配置への配慮	<ul style="list-style-type: none"> ・他の路線バースの支障が少ない場所を選定して、充電用バースを配置 ・実際のバス停車位置を考慮して、路上側のコイル設置位置を吟味
		●バース間隔の拡大	<ul style="list-style-type: none"> ・前後のバスとの間隔を確保し、正着時のハンドル操作量を少なくするため、バース間隔を拡大
		●切り込み角度の緩和	<ul style="list-style-type: none"> ・路上バス停においては、ハンドル操作量を少なくするため、バスバスの切り込みの角度を緩く設計
		●三角切り込み型の採用検討	<ul style="list-style-type: none"> ・正着が比較的容易な、三角切り込み型の採用検討
②車両動線に支障する外的要因の排除	<ul style="list-style-type: none"> ・バス停や駅前広場では、送迎、荷捌き、私事等を目的とした駐停車車両が発生する懸念がある ・充電用バース前後で駐停車発生の場合、正着が困難となる懸念がある 	●バス停付近での駐停車取締りの強化	<ul style="list-style-type: none"> ・電動バスが充電するバス停付近について、交通管理者との協議を行い、駐停車取締りを重点的に実施
		●他交通ドライバーに対する注意喚起	<ul style="list-style-type: none"> ・電動バスの充電場所であることを、他交通（一般車、タクシー等）のドライバーに確実に伝達し、駐停車を抑制するため、路面標示、掲示板等を用いて注意喚起を実施
③停止位置を乗務員に知らせる工夫	<ul style="list-style-type: none"> ・通常の駐車マスのみでは、cm単位で正しい位置に停車することは困難である 	●停止位置を示す目印の設置	<ul style="list-style-type: none"> ・駐車マスの区画線に加えて、停止位置の目安となる目印を路上及び車両に設置（同時に乗務員に対する停止位置を十分に周知）
		●通信機能を活用した乗務員への停止位置の伝達	<ul style="list-style-type: none"> ・充電が効率的に実施できる範囲内への停車を乗務員に伝達するためのシステムを設置（車両不在時非給電の保証及び車内からの遠隔操作のための通信機能を活用）
		●ハンブの設置	<ul style="list-style-type: none"> ・前後方向の停止位置を乗務員に伝達するため、一定の高さを有する突起物を設置（ただし、高さ、形状、素材、道路上への設置可否等は、個々の現場で、関係機関との協議をしつつ工夫・検討）
		●充電バス停における光学式等の新たな案内方式の導入	<ul style="list-style-type: none"> ・光学式（道路上の白線を車載カメラで読み取る）、磁気誘導式等の新たな案内方式をバス停部分に限定して導入し、所定の停止位置への運転操作を自動支援 ・バス停への確実な正着による段差解消が可能となり、高齢者等の交通弱者の移動支援や、公共交通全体の利便性向上に寄与

3.3.2 ハンプ設置に対する取組の方向性

3.3.2.1 ハンプ設置に対する評価

ハンプ設置については、正着性の向上、乗務員の負担軽減に対する一定の効果が見込まれる。

一方、奈良県の実験結果から、停止位置を示す目印を設置と乗務員への周知を十分に実施することで、ハンプを設置しなくても一定の正着性の確保が図られると考えられる。

以上のことから、正着性確保に対する取り組みとしては、正着性を考慮した充電用バース配置、車両動線に支障する外的要因の排除、目印等による停止位置の明示を行いつつ、更なる対策を要する場合にハンプ設置を検討することが考えられる。

3.3.2.2 ハンプ設置の検討にあたっての留意事項

道路上にハンプを設置する場合、その位置づけは、「道路法上の占用物件」かつ「道路交通法上の道路使用」に該当する。そのため、道路上への設置に向けた道路管理者、交通管理者との協議を進め、申請・許可を取得する必要がある。

申請・設置にあたっては、道路占用者・道路使用者（運行体制によって、交通事業者、地方公共団体、バス運行主体等が想定される）が主体的に取り組む必要がある。

実際のハンプ設置にあたっては、現地の交通状況等を加味しつつ、関係機関との協議等を進めながら、個々の現場に応じた工夫として、ハンプ設置の可否や形状について検討することが望ましい。

参考：大型車に適用した場合のハンプの評価

奈良県での実証運行中に、電動バス（小型）の運転を行った乗務員の協力を得て、実験中に用いたハンプと同じ部材を用いて大型車で試走を行い、大型車に対するハンプの有効性について比較検証を実施した。

その結果、大型車においてもハンプが有効となる可能性があることが把握された。

<30mmの突起物>

- 大型車でも停止位置への到達が十分伝わってくるので、有効である

<5mmの突起物>

- 小型車よりもハンプ通過を感じやすい印象がある（タイヤの硬さが影響の可能性あり）
- ただし、実際の営業路線上でのバス停停車時の進入速度では、ハンプ通過を感じられなかったとしても、望ましい位置に停車できない可能性が高い
- 乗務員に減速を促すため、停止位置の手前に予告ハンプを設置した上で、停止位置のハンプで停止させるような工夫が必要である

4. 充電設備の設置・稼動に関する留意点

4.1 充電設備の設置方法

充電設備は、設置しようとする設備の形状、寸法を把握し、バス停周辺の既存施設の設置状況、歩行者動線、バス待ち列の発生状況等を踏まえながら、道路管理者、交通管理者との協議により設置位置、設置方法を検討する必要がある。

また検討時には、今後の技術革新による開発動向を積極的に収集し、検討に適宜反映してゆく必要がある。

4.1.1 道路空間上での設置方法

歩道・バス停待合スペース等の道路空間に設置する際には、一般の歩行者・自転車の通行に必要な有効幅員を確保した上で充電設備を設置する必要があり、具体的には、設置箇所の道路管理者、交通管理者等との協議により検討してゆくことが必要である。

今回の実証実験で活用した充電装置の概略寸法は以下のとおりである。今後の技術革新に伴う小型化、省スペース化の動向を注視しつつ、採用する充電機器の寸法や設置箇所の周辺状況等を勘案して配置計画を検討する必要がある。

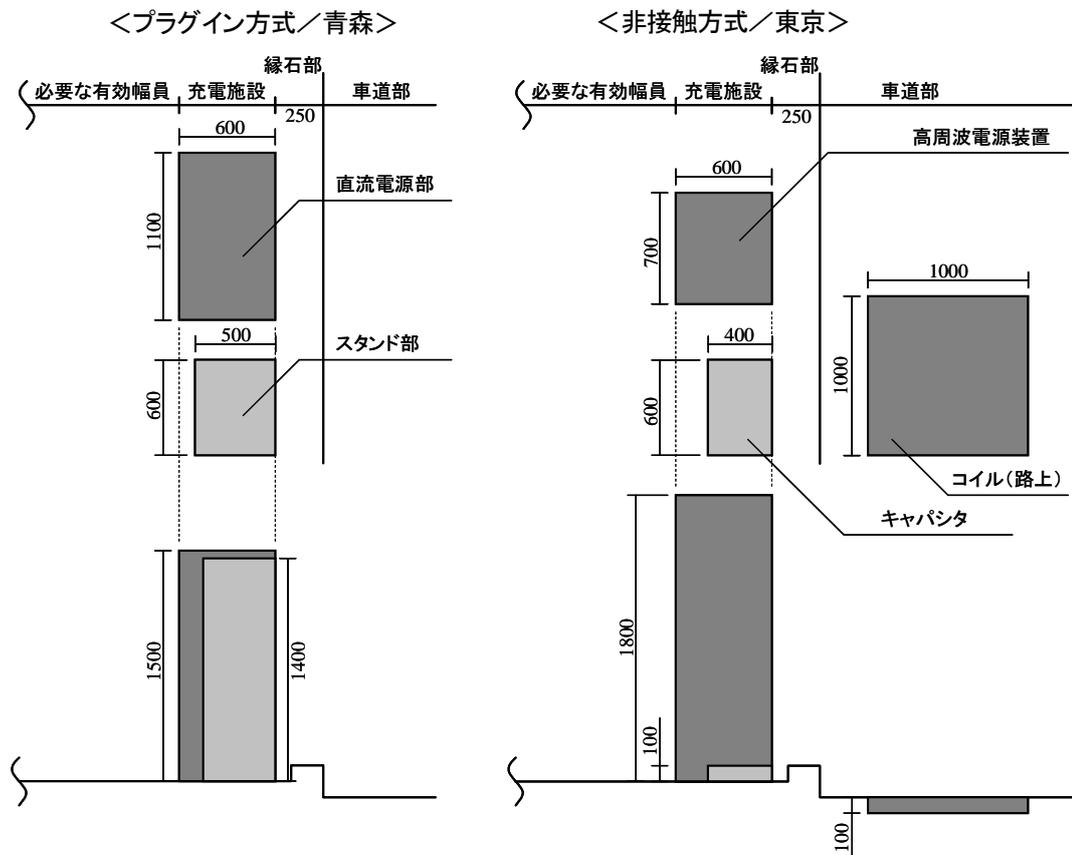


図 II-39 実証実験で用いた充電設備の概略寸法

4.1.2 起終点における充電施設配置の考え方

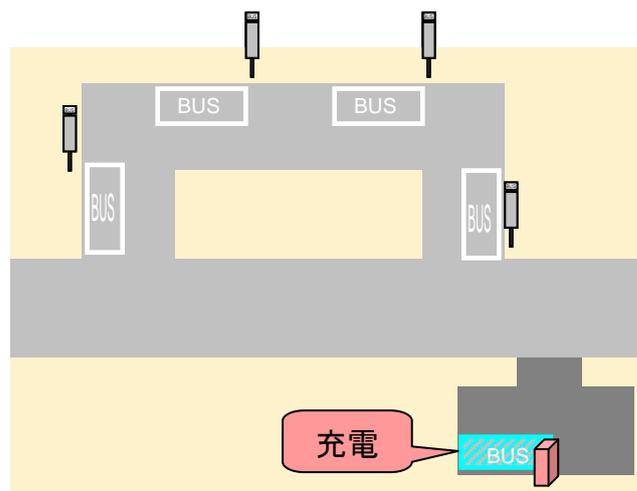
起終点では、一定の充電量を回復するため、安全に停車・充電可能な場所を確保することが必要である。そのため、駅前広場内又は近隣の車庫において充電を行う必要がある。

なお、駅前広場は、道路交通法の適用を受ける場合と受けない場合がある等、駅前広場毎に事情が異なる点を踏まえ、検討時には現地状況を十分確認した上で、充電設備の設置配置、充電計画等の検討を行う必要がある。

1) 起終点近傍にある車庫等での充電スペースの確保

都市部の空間的に限られた駅前広場内において、電動バスが十分な充電を行うための時間中、駐車可能なバスの確保が困難な場合、起終点の近傍に立地する車庫等、既存スペースを活用して充電を行うことが考えられる。

その他、将来的な可能性として、駅前広場外の周辺街区において、電動バスの充電専用待機場を設置することが考えられる。

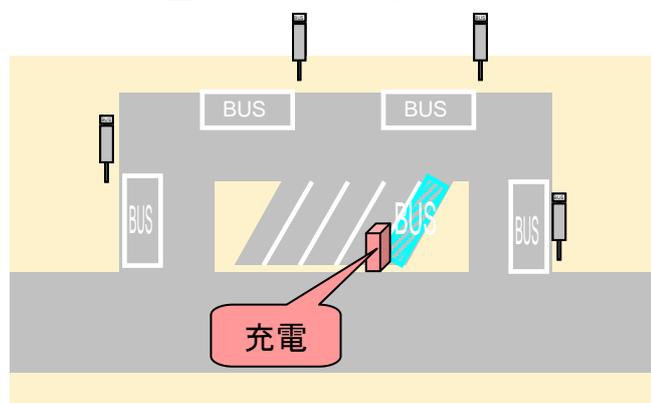


2) 電動バス（充電）専用の待機バスの設置

駅前広場内に既存のバス用駐車スペースが確保されている場合、その一部を電動バス専用の待機バスとして充電設備を併設することが考えられる。

特に、駅前広場内の乗降バスにおける運行間隔が密に設定されているため乗降バス上での停車時間が十分確保できない場合や、電動バスを複数系統に充当するため乗降バスがその都度異なる場合において、施設整備量を抑制する観点から、電動バスの充電専用待機バスを駅前広場内に設置することが有効と考えられる。

なお、複数の電動バスを導入し、同じ起終点で充電を行う場合は、ひとつの充電専用待機バスで対応可能な運行時間の調整を行う必要がある。又は、複数の充電設備を確保し、同時に充電可能な待機バスの整備が考えられる。



4.1.3 設置時に配慮すべき事項

充電設備を道路空間内に設置する場合、一般の歩行者、バス乗降者、バス待ち列、自転車交通に配慮した上で、次の点に配慮する必要がある。

表Ⅱ-10 充電設備設置時に配慮すべき事項

項目	内容	備考
所要電源の確保	<ul style="list-style-type: none"> 充電設備の仕様に沿って、所要電源を確保 必要な手続き、引込方法等については、充電設置箇所、充電設備仕様等を整理した上で、電力会社に相談 	電気事業法（39条）及び関連技術基準（省令）
メンテナンス性	<ul style="list-style-type: none"> 機器のメンテナンスの作業性を考慮した機器配置を検討 「施工に必要なスペース」「保守に必要なスペース」「吸排気に必要なスペース」等を確保 	導入機器によって必要な寸法が異なるため、メーカー等に確認する必要がある
ケーブルの処理	<ul style="list-style-type: none"> 充電施設の構成要素間を連結するケーブルが地上に露出する場合、通行上の支障にならないような処理を検討 	
衝突防止対策・被害緩和策	<ul style="list-style-type: none"> バス停周辺の歩道空間（車道寄り）に設置する場合、車道部からの自動車の逸脱、充電設備への衝突の可能性に備え、衝突防止ポール等の設備が望ましい 	
一般の歩行者・自転車（含む身障者）の動線	<ul style="list-style-type: none"> バス停周辺での充電設備の設置は、歩道を通行する歩行者、自転車、身障者に配慮（有効幅員や点字ブロック等の連続性確保） また、バスに乗降する高齢者、障害者等の乗降状況を考慮し、バス乗降口が続く通路の有効幅員確保、バス待ちのスペース確保を考慮 	道路の移動円滑化整備ガイドライン等
バス停での乗降位置（車椅子利用含む）		
路上側コイルの設置（非接触方式のみ）	<ul style="list-style-type: none"> 路上側コイルの設置には2つの方法がある。ただし、設置に当たっては道路管理者、交通管理者との十分な協議に基づき決定 ①路上への据置による設置 <ul style="list-style-type: none"> 施工や移設は容易であるが、コイル、ケーブルによる物理的段差が生じる ②路面埋設による設置 <ul style="list-style-type: none"> 路面上に段差が発生しない 現時点では、埋設時の法的位置づけ、設置方法等が確立されていない 	道路法（道路占用） 道路交通法（道路使用） 道路構造令 電気事業法（電気設備技術基準）ただし、設置に当たっては道路管理者、交通管理者との協議が必要。
景観上の配慮	<ul style="list-style-type: none"> 設備の形状、色等は、地域によって定められている景観条例等に適合 	
車庫での充電設備の確保	<ul style="list-style-type: none"> 出庫時に満充電状態とするため、車庫における充電設備を確保 電動バスを複数台導入する場合は、その運用を踏まえた充電設備設置（必要に応じて複数台設置）、必要電源確保等を併せて検討が必要 	

4.1.4 実証実験における設置上の工夫

実証実験においては、一般の歩行者・自転車への支障を回避するため、限られた空間の中でなされた様々な工夫について以下に提示する。

4.1.4.1 コイルの埋設及び電源装置の遠隔地配置

東京都（東京駅丸の内口）では高周波電源装置を歩道外の遠隔地に配置し、歩行者等への影響を回避した。また、非接触1次コイルをバス停車位置に埋設するとともに、配線及びキャパシタについても埋設化した。（地下工事中につき、覆工板の下で簾線・配置）

電動バス利用者を対象としたアンケート調査によると、回答者のうち高周波電源装置の設置に気づいた人が約26%、気づかなかった人が約70%であり、通行者やバス利用者の支障回避の観点では、一定の効果を発揮したと考えられる。

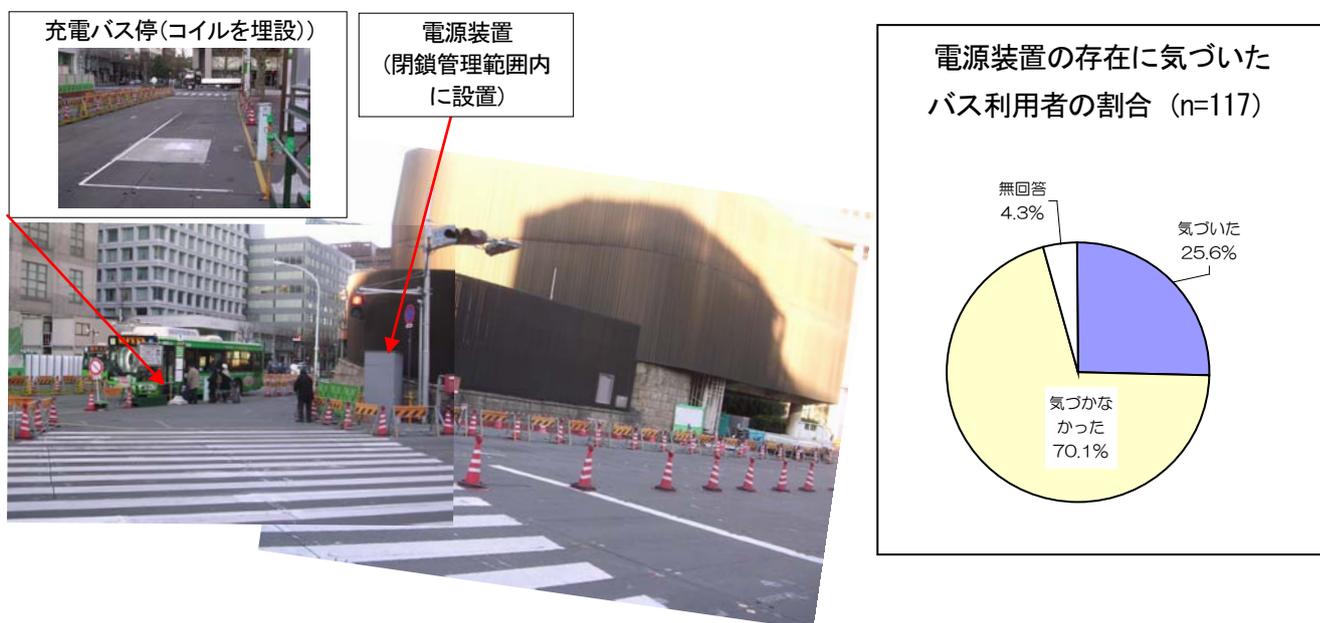


図 II-40 東京都における電源装置の遠隔地配置とバス利用者の評価

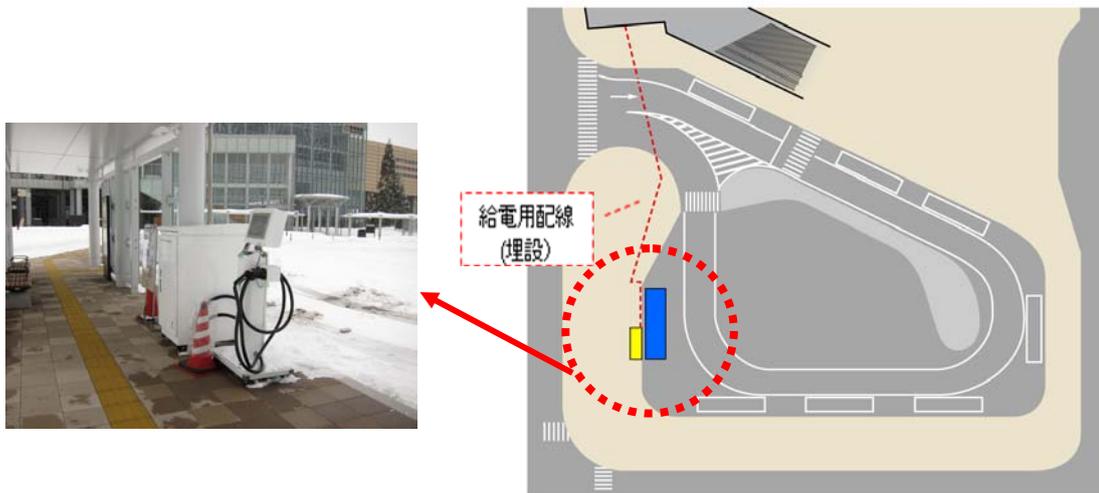
なお、プラグイン方式の充電設備についても、電源部とスタンド部が分離できるタイプが存在し、サイズの大きい電源部を遠隔地に設置する方法を採用することも可能である。



図 II-41 京都市における電源部とスタンド部の遠隔地配置

4.1.4.2 バス停上屋と車道部間への充電設備の設置（青森県・青森市）

青森県・青森市では、バス停（壁面）に沿って充電装置（電源部及びスタンド部）を配置し、歩行者やバス待ち客への影響の軽減を図った。また、配線は、駅前広場新設時に予め地下に埋設したケーブルを利用した。



図Ⅱ-42 青森県・青森市における充電設備の配置

4.1.5 車庫等に充電設備を設置する場合の留意点

一般に、路線バスの車庫には、軽油を貯蔵・給油するための設備が設置されていることが多い。このような車庫に充電設備を設置する場合は、危険物取扱所における消防法上のさまざまな規制を受ける場合がある。

プラグイン方式の充電設備に対しては、「給油取扱所に設置される充電設備の技術上の基準等に係る運用上の指針について(通知)」が平成6年3月29日に通知されている。

これに基づき、設置スペースの制約として、以下のような項目に留意する必要があるとされている*1。

- ①給油空地、注油空地
- ②地下タンク上部
- ③注油口から3m以内、通気管から1.5m以内
- ④道路から2m以内、建物から3m以内
- ⑤建物及びセルフ洗車動線
- ⑥手洗い洗車スペース

なお、「通知」はプラグイン方式を前提としたものであり、非接触方式に関する施設設置にあたっては消防署等に相談・確認する必要がある。

また、安全確保のための付帯設備（消火器、インターホン等）について消防本部または消防署による指導がある場合もあるので、消防署等に相談・確認する必要がある。

4.2 充電設備設置に必要な諸準備

充電設備の設置にあたっては、交通管理者、道路管理者、電気事業者、（非接触充電方式ではこれに加え電波監理者）等の関係各所との協議・調整、申請届出を、実験の計画立案段階から申請段階にかけて、順序立てて計画的に実施する必要がある。

また、火災、景観等実施する地方公共団体の条例に基づく協議、調整、届出を要する場合があるため、地域における条例制定状況も確認の上、必要に応じて対応する必要がある。

また、充電設備の設置場所（民地内、駅前広場内、道路上等）、運用体制（地方公共団体と交通事業者の役割分担、複数交通事業者での共有の有無）等に応じて、適切な申請者を決める必要がある。

4.2.1 関係協議先とその内容

運行に必要な協議・調整、届出内容は以下に示す通りである。地域によっては火災予防条例、景観条例等に基づいた協議・調整・届出を行うことが必要である。特に、事前協議～申請までの手順、事務処理期間等を勘案して、順序立てて計画的に実施する必要がある。

表Ⅱ-11 運行実施に向けて必要な準備

	プラグ イン	非接触 方式	申請事項	申請先	申請内容
交通管理	●	●	道路使用許可の申請 (道路交通法第 77、 78 条、道路交通法施 行規則第 10 条)	所轄 警察署長	・充電設備の設置等における道 路区域の使用に関する申請 手続き
道路管理	●	●	道路占用許可の申請 (道路法第 32 条) 工事着手、完了届(許 可条件として届出を 要求) 原状回復(道路法 40 条)	道路 管理者	・充電設備の設置に関する占用 の申請手続き ・工事着手、完了届は 32 条占 有の許可条件として届出を 求められる。
電気事業	●	●	電気使用の申込	電気会社	・充電設備の電源確保に関する 申請手続き ・設置期間等によって申込の形 態が異なる
電波監理		●	高周波利用設備許可 申請書、高周波利用 設備廃止届 (電波法第 100 条)	総合 通信局	

<その他の必要な準備>

	プラグ イン	非接触 方式	申請事項	申請先	申請内容
火災予防	●	●	火災予防条例に基づ く電気設備設置の届 出 消防用設備設置届	消防署	・火災予防条例に基づく変電設 備の設置に関する届出(20kW を越えるトランスを設置す る場合/東京都条例) ※地域の条例等に応じて届出 の要・不要が異なる
景観対応	●	●	景観条例	自治体	・形状規模、色等

4.2.2 関係協議先毎の協議調整内容

4.2.2.1 交通管理者

道路を何のために、どのような範囲を、どの程度の期間及び時間帯使用するのかについて、所轄警察署長の許可を受けなければならない。(道路交通法第77条/道路の使用許可)

電動バスを運行する場合、充電設備の工事、設置等における道路区域の使用が対象となり、保安施設の設置、交通誘導員の配置等、歩行者、車両の通行の安全性の確保についての条件が付されることが考えられる。

交通管理者との協議については、計画立案段階における事前相談から計画案に対する協議、調整、申請手続きの確認等、一定期間をかけて順序立てて進める必要がある。

特に、実証実験における調整過程を踏まえると、道路交通法に照らした充電に伴う駐停車の可否、充電設備の設置に伴う他交通への影響(歩行者・自転車通行への支障、自動車の安全通行上の支障(視距の確保))が重要な調整事項になると考えられる。

なお、申請から許可を得るに至る期間は、東京都における許可申請の例では6日程度(1/7申請、1/13許可)、撤去工事にあつては2日程度(2/7申請、2/9許可)要している。

根拠法：道路交通法第77条(道路の使用の許可)、道路交通法第78条(許可の手続き)、道路交通法施行規則第10条(道路使用許可証の様式等)

4.2.2.2 道路管理者

道路に工作物、物件又は施設を設け、継続して道路を使用しようとする場合においては、道路管理者の許可を受けなければならない。(道路法32条/道路占用)

電動バスの運行では、充電設備の設置(例：非接触式にあつては道路に1次コイルの埋設、キャパシタの設置等)を行うことについて占用許可を受けることになり、申請内容は、占用する目的、占用の場所、占用物件の構造、占用の期間、工事の期間、工事の実施方法、道路の復旧方法等である。また、許可条件として、占用に関する工事を行う場合は着手及び完了とも道路管理者に届出、その指示を仰ぐことや占用者の責任で実施すべきこと等が付されることが考えられる。道路管理者との協議については、計画立案段階における事前相談から計画案に対する協議、調整、申請手続きの確認等、一定期間をかけて順序立てて進める必要がある。

特に、実証実験における調整過程を踏まえると、充電設備の設置位置、充電設備の設置に伴う他交通への影響(歩行者・自転車通行への支障)、充電設備の道路法上の位置づけ(占用物件としての扱い)、車道上に設置するコイル(非接触方式のみ)の荷重強度の確保が重要な調整事項になると考えられる。

なお、申請から許可を得るに至る期間は、東京都における許可申請の例では年末年始を挟んで約3週間程度(12/21申請、1/11許可)を要している。

また、道路占用者は、道路の占用の期間が満了した場合又は道路の占用を廃止した場合においては、道路の占用をしている工作物、物件又は施設(以下これらを「占用物件」という。)を除却し、道路を原状に回復しなければならない。(道路法40条/原状回復)

根拠法：道路法第32条(道路占用)、道路法施行規則第4条の三(道路の占用の許可申請書等の様式)

4.2.2.3 電気事業者

充電設備の電源確保に関する申請手続きとして、短期間での実証運行の場合、「臨時電気使用願」を対象地区でサービスする電力会社に申請することになるが、具体的手続きについては、設置期間等によって電力会社で取り扱いが異なることが考えられるため、地域を担当する電力会社へ確認をすることが望まれる。

なお、自ら発電する場合（工事用発電機等の使用）についてはこの限りではない。

4.2.2.4 電波監理

非接触方式では、電波法の管理下にある高周波電流を使用するため、当該設備の設置、撤去、廃止に関して、総務大臣の許可を受けなければならない。（電波法第100条／高周波利用設備）
実証実験開始に当たっては、「高周波利用設備許可申請書」、終了し撤去・廃止する場合は、「高周波利用設備廃止届」を管轄の総合通信局長あてに提出し、許可を得る必要がある。

4.2.2.5 火災予防

地方公共団体毎に定められる火災予防条例の中で、変電設備の設置等に関する許可申請について規程している場合がある。

例えば、東京都の実証実験では、20kWを越えるトランスが変電設備に該当するため、火災予防条例に基づく許可申請の対象となる。この場合、電気設備設置届出書を所轄消防署長あてに提出し、許可を得る必要がある。

地域の条例等に応じて届出の要・不要が異なる場合があるので、実験検討地域における条例の制定状況を事前に確認の上、必要に応じて手続きを進める必要がある。

4.2.2.6 景観対応

景観法第16条では「良好な都市景観を形成するため、景観計画区域内において、「工作物の新設、増築、改築若しくは移転、外観を変更することとなる修繕若しくは模様替又は色彩の変更等の行為をしようとする者は、あらかじめ、国土交通省令、景観行政団体の条例で定めるところにより、行為の種類、場所、設計又は施行方法、着手予定日その他国土交通省令で定める事項を景観行政団体の長に届け出なければならない。」とされている。

景観計画区域と実験計画地域の位置関係を確認した上で、景観計画区域内において充電設備を歩道等に設置する場合、上記の条文が適用する場合等においては、届出が必要になる。

4.3 歩行者・自転車の通行への配慮

充電設備の設置は、歩行者、自転車通行者に安心して通行してもらうため、通行機能の確保、歩行環境の確保を前提とした充電機器の設置方法の検討、工夫が望ましい。

また、バス停周辺の通行者等が感じる不安感等を取り去るための取組として、充電設備の存在、バスの停車目的（充電中）の周知、充電施設及び充電行為の安全性等に関する情報提供が必要である。この時、情報提供は視聴覚障害者の利便に配慮し、情報提供手段は視覚的表現（標識、路面表示、文字表示等）と音声による案内で対応することが望ましい。

4.3.1 充電設備の設置におけるバス停周辺の通行者等へ配慮

4.3.1.1 充電設備に対するバス停周辺の通行者の意識

(1) 充電設備の設置に対する評価

一定の規模を有する充電設備の設置は、歩行者・自転車に対して圧迫感を与える懸念がある。ただし、東京都や青森県・青森市において取り組まれた工夫（通行動線から離れた位置への充電施設配置や、バス停との一体的な配置）により、歩行者・自転車等の通行者が認知する割合も低下し、通行者への支障を低減可能と考えられる

(2) 充電設備の大きさ

東京都の調査結果から、充電設備（高さ約 1.8m）の電源装置に気づいた人のうち、「大きい」と感じた人が約3割、そのうち約8割が小型化を望んでいる。

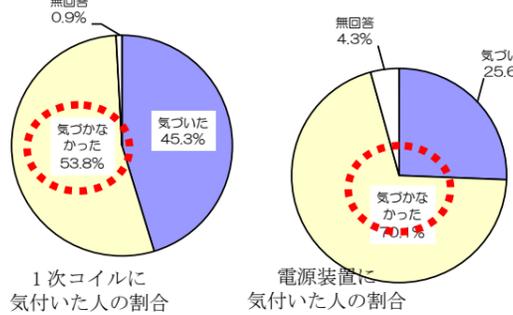
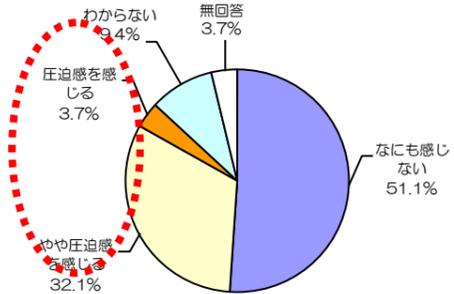
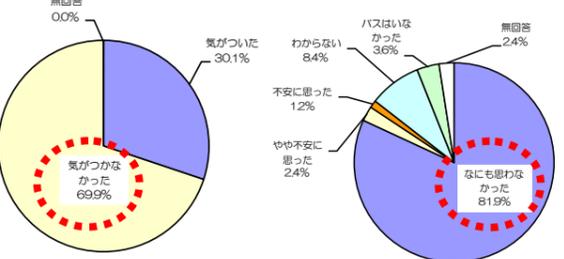
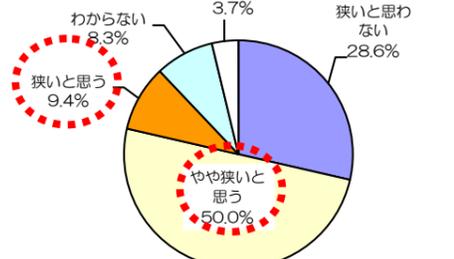
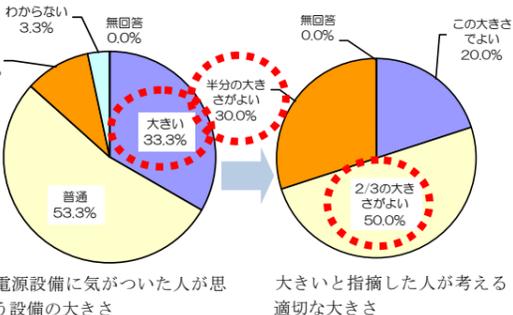
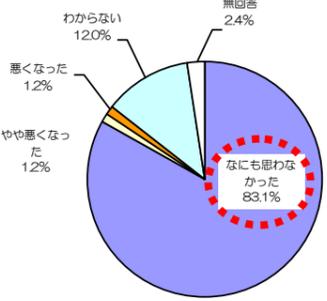
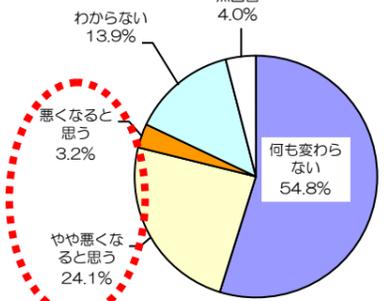
今後、本格導入を図る上では、充電設備の小型化に向けた技術開発が望まれる。

(3) 都市景観に与える影響

充電設備を設置に対し、京都市のアンケートでは過半の人が「まちの景観を変えない」と感じているが、約3割は悪化を懸念している。一方、青森県・青森市では大半の人（83%）が「何も変わらない」と答えている。

都市景観に対する評価は、地域によって差が生じる可能性があるため、地域特性に応じて、都市景観への配慮を検討することが望ましい

充電設備に対するバス停周辺の通行者等の意識

実験地域	非接触方式 (東京都の場合/n=117)	プラグイン方式 (青森県の場合/n=83)	プラグイン方式 (京都市の場合/n=374)	まとめ
アンケート対象者	バス利用者	通行者	バス利用モニター	
充電設備設置方法	<p>★路上の一次コイルは、埋設式を採用</p> <p>★高周波電源装置は、歩道外の、通行動線から離れた位置に設置</p> 	<p>★バス停の上屋及び車道部に沿って、通行動線から離れた位置に充電施設を配置</p> 	<p>☆モニターの目に触れる施設内で、スタンド部と電源部が分離配置可能なタイプを設置</p> 	
バス停に設置した充電設備に対する意識	 <p>1次コイルに気付いた人の割合</p> <p>電源装置に気付いた人の割合</p>		 <p>なにも感じない 51.1%</p> <p>やや圧迫感を感じる 32.1%</p> <p>圧迫感を感じる 3.7%</p> <p>わからない 3.7%</p> <p>無回答 3.7%</p>	<ul style="list-style-type: none"> 配置上の工夫を行った非接触方式 (東京都) では、充電設備の設置に気づかなかった人が半数を超え、通行者及びバス利用者の支障を回避 プラグイン方式 (青森の場合) では約 70% の人が充電設備が設置されていることに気づいてなく、また、充電設備の周辺を歩く場合、何も感じていない人の割合は 82% と大半を占め、通行者への支障回避を図るためのバス停と一体的配置が効果を発現している。 プラグイン方式 (京都の場合)、機器の大きさに圧迫感を感じるサンプルが約 4 割を占め、バス停周辺の通行を想定した場合は 60% 以上の人が歩行空間の狭さを感じる。
バス停周辺を通行する場合、充電設備に対する意識		<p>充電設備が設置されている場合、周辺を通行するときの印象</p>  <p>気がついた 30.1%</p> <p>気がつかなかった 69.9%</p> <p>なにも思わなかった 81.9%</p> <p>不安に思った 12%</p> <p>やや不安に思った 2.4%</p> <p>バスは狭かった 3.6%</p> <p>無回答 2.4%</p>	<p>充電設備が設置されている場合、周辺を通行するときの印象 (仮定の質問)</p>  <p>やや狭いと思う 50.0%</p> <p>狭いと思う 9.4%</p> <p>わからない 8.3%</p> <p>無回答 3.7%</p> <p>狭いと思わない 28.6%</p>	<p>⇒一定の規模を有する充電設備の設置は、歩行者・自転車に対して圧迫感を与える懸念あり</p> <p>⇒ただし、通行動線から離れた位置への充電施設配置や、バス停との一体的な配置等の工夫により、歩行者・自転車等の通行者への支障を低減可能と考えられる</p>
充電設備の大きさについて	 <p>電源設備に気がついた人が思う設備の大きさ</p> <p>大きい 33.3%</p> <p>普通 53.3%</p> <p>小さい 10.0%</p> <p>わからない 3.3%</p> <p>無回答 0.0%</p> <p>2/3の大きさがよい 50.0%</p> <p>この大きめでよい 20.0%</p> <p>半分の大きさがよい 30.0%</p> <p>無回答 0.0%</p>			<ul style="list-style-type: none"> 充電設備 (高さ約 1.8m) の電源装置に気づいた人のうち、「大きい」と感じた人が約 3 割、そのうち約 8 割が小型化を望んでいる。 ⇒今後、充電設備の小型化に向けた技術開発が望まれる
都市景観に与える影響		 <p>なにも思わなかった 83.1%</p> <p>悪くなった 12%</p> <p>やや悪くなった 12%</p> <p>無回答 2.4%</p> <p>わからない 12.0%</p>	 <p>何も変わらない 54.8%</p> <p>やや悪くなると思う 24.1%</p> <p>悪くなると思う 3.2%</p> <p>わからない 13.9%</p> <p>無回答 4.0%</p>	<ul style="list-style-type: none"> 充電設備を設置しても過半の人は「まちの景観を変えない」と感じているが、約 3 割は悪化を懸念している。(京都) また、青森では大半の人 (83%) が「何も変わらない」と答えている。 ⇒地域特性に応じて、都市景観への配慮を検討することが望ましい

4.3.1.2 歩行者・自転車への配慮した充電設備の考え方

路線バスは、最も身近な交通手段であり高齢者や障害者等の多様な方々が利用可能な移動手段としての役割を担う。また、少子高齢化の進展やノンステップ車両の普及等に伴い高齢者、障害者等の利用が増加することが予想される。

充電設備の設置に当たっては、上記を十分踏まえつつ、以下の方向で検討する必要がある。

(1) 通行動線確保への十分な配慮

歩行者空間、バス停空間としての機能確保は、円滑化基準*1)による「連続した通路の確保」や道路構造令等による歩道の幅員計画等に準拠し、周辺通行者やバス待ち行列の通行動線確保に十分配慮する必要がある。

(2) 通行者の影響を緩和するための配置上の工夫の検討

現時点での充電施設は、高さ約1.5～2.0m弱の大きさを有する施設であり、通行動線上に設置された場合、通行者に対して圧迫感を与える。

これに対して、実証実験から、通行動線から離れた位置への充電施設配置や、バス停との一体的な配置等の工夫により、歩行者・自転車等の通行者への支障の軽減が図られる。

以上を踏まえ、充電施設の配置を実証実験で行われた充電設備配置上の工夫を参考に、設置箇所付近の道路空間（地上部及び地下部）、沿道状況等に応じた配置上の工夫を個々に検討することが必要である。

(3) 充電施設の小型化に向けた技術開発の推進

東京都の調査結果から、充電設備（高さ約1.8m）の電源装置に気づいた人のうち、「大きい」と感じた人が約3割、そのうち約8割が小型化を望んでいる。

今後、本格導入を図る上では、充電設備の小型化に向けた技術開発が望まれる。

同時に、地域特性に応じた都市景観への配慮を行うため、デザインや色彩の選択の多様化についても検討することが望まれる。

1) 移動等円滑化のために必要な道路の構造に関する基準を定める省令国土交通省令第百十六号平成十八年十二月十九日

4.3.2 バス停周辺の通行者等へ配慮した充電設備等に関する情報提供のあり方

4.3.2.1 充電設備等に関する情報提供に対するバス停周辺の通行者の意識

バス停周辺に設置した機器や充電作業中に関する情報提供は、40～70%の人が必要性を意識している。

自由意見では、バスを待つ場合「特に気にならない」という回答がある一方で、「安全性にやや不安あり。感電の危険はないのか?」、「人体、機器に影響がないのか?」、「電磁波の影響が心配」等の充電に関する正しい情報がないため、不安感を持つ人が多い。また、「バスがなぜ停車しているのか」を明らかにする必要性から「充電中」表示を求める意見が多かった。

なお、情報提供手段は視覚的表現（標識、路面表示、文字表示等）と音声による案内で対応することが望まれる。

参考：「充電装置の存在」や「充電中」の表示を求める理由

- ・安全面への配慮
 - ・悪戯防止のため
 - ・一般知識として
 - ・何の為の装置か分かった方が安心できるから
 - ・何も書いてないと不審に思う人がいるから
 - ・充電装置があることが人体に影響等があるのか?問題がないのであれば不要と思うが、そういうものがあるということを公開することは当システムをより理解したり、バス待ちのイライラを緩和することになると思う
 - ・人体、機器に影響がないのか不安だから
 - ・電動バスを推進していることを告知して理解を広めた方がよい
 - ・携帯電話など通信機器や電磁機器等への影響を気にする人のために
 - ・ペースメーカー利用者等、健康上不安になる方もいると思う。影響が無くても明示すべき
 - ・環境意識へのアピールのため
 - ・このバスを運行する為必要な設備だから
 - ・老人や視覚障害者への配慮
 - ・何の設備なのか分からないと不安に思う
 - ・設備周辺での路上駐車を防止するため
 - ・設備の目的をしらせるため
 - ・降雪時にどこにあるか分かるように
 - ・バスがどういった状態にあるのかを知らせる必要がある
 - ・バスが長時間停車するから、停止理由を明示するため
 - ・充電中への不安（漏電等）があるから
- (東京、京都、青森におけるアンケート調査結果より整理した。)

充電設備及び充電作業のバス停及びバス車内における情報提供に対する意識

	非接触方式 (東京都の場合/n=117)	プラグイン方式 (京都市の場合/n=374)	プラグイン方式 (青森県の場合/n=83)	まとめ
充電装置に関する表示の必要性	<p>必要 44.4% 不要 38.5% わからない 11.1% 無回答 6.0%</p>	<p>必要 71.4% 不要 19.5% わからない 5.3% 無回答 3.7%</p>	<p>必要 61.4% 不要 32.5% わからない 6.0% 無回答 0.0%</p>	<ul style="list-style-type: none"> バス停周辺を通行者する場合、設置した機器が「充電装置」であることについて明らかにすることを望む人は東京では44%、京都では71.4%、青森では61%を占めている
「充電中」であることの表示表示の必要性	<p>必要 44.4% 不要 39.3% わからない 9.4% 無回答 6.8%</p>	<p>必要 63.1% 不要 16.8% わからない 7.2% 無回答 12.8%</p>	<p>必要 59.0% 不要 33.7% わからない 7.2% 無回答 0.0%</p>	<ul style="list-style-type: none"> バス停周辺を通行者する場合、バスの停車が「充電中」の表示に対して東京では44%、京都では63%、青森59%ではがこれを望んでいる。
車内における「充電中」であることの表示の必要性	<p>必要 42.7% 不要 42.7% わからない 8.5% 無回答 6.0%</p>	<p>必要 67.9% 不要 15.2% わからない 4.3% 無回答 12.6%</p>		<ul style="list-style-type: none"> バス車内では、バスの停車が「充電中」の表示に対して東京では43%、京都では68%がこれを望んでいる。

4.3.2.2 情報提供の必要性

充電設備を設置したバス停周辺を通行する場合、充電設備の大きさや空間が狭くなることを感じる傾向にある。また、充電設備であることから「感電に対する危惧、非接触方式では電磁波の影響等を心配している」ことも自由意見から読み取れる。

これは、前述したようにバス停で設置した充電装置の認知度が低い（東京都が実施した実証実験では電源装置に気付いた人は25%程度）ことから、設備が「何で、何をするのか」「安全性は確保されているのか」等の情報が不足していることに起因するものと考えられる。

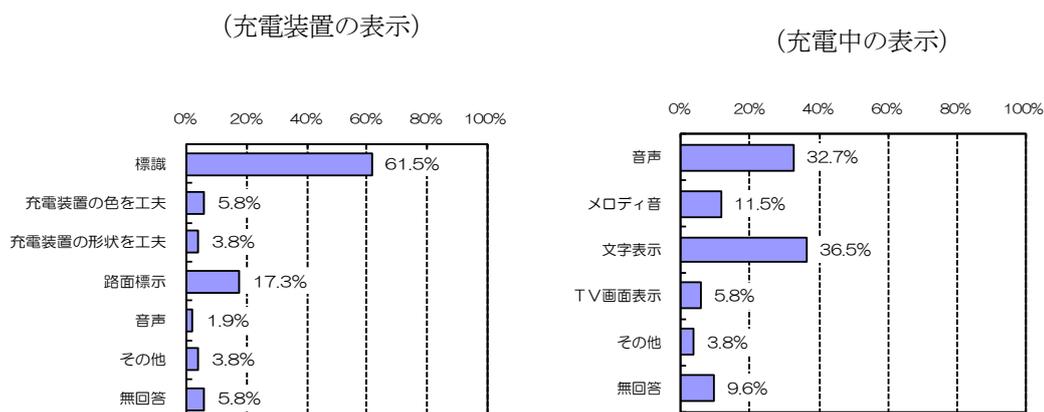
したがって、設備の使用目的や安全性を明らかにし、判らないために生ずる不安感、不審感を取り除く必要がある。

ここでは、設備の使用目的、充電設備の安全性に関する情報を提供することで、多くの場合、解決が可能である。すなわち、歩行者、自転車通行者に安心して通行してもらうため、機器が充電設備であることや停車しているバスは充電中であること安全性は十分確保されていること等について情報提供が望まれる。

4.3.2.3 情報提供方法の考え方

情報提供方法にあっては、視覚的表示と音声による表示の要望が多かった。アンケートによる意見を踏まえ、充電設備であることの表示や充電中であることの表示は、高齢者、視聴覚障害者の利用をも配慮し、標識、音声案内等多重の方法で行うことが望まれる。

なお、こうした情報提供は、環境意識・環境対策に対する啓発につながることを期待される。



図Ⅱ-43 充電施設、充電中の表示で有効と思われる手段（東京都調査）

4.4 安全な充電設備の運用

道路上に設置された充電設備を安全に運用するため、部外者による操作防止や感電防止等、安全性の確保対策が必要である。また、安定した充電や異常発生時の乗務員・関係者の対応などが円滑かつ速やかに対応するため、次の点に留意して運用する必要がある。

運用にあたっては、関係する多様な機関が連携して、進めていくことが必要である

①部外者による操作を防止するための措置（プラグイン方式）

②車両不在時の非給電を保証するための措置（非接触方式）

③安全・円滑な運用のための諸準備

④周辺通行者等に対する積極的な情報提供

4.4.1 部外者による操作防止のための措置（プラグイン方式）

プラグイン方式のスタンド部を道路上に設置する場合、バスが停車していない時、部外者による操作を防止するための措置として、充電を担当する乗務員・関係者を認証するための付属装置を具備させることが考えられる。（実証運行時には felica 方式による認証システムが導入されていた。）なお、充電中はプラグを抜くことができない構造となっている。

4.4.2 車両不在時の非給電を保証するための措置（非接触方式）

乗務員による遠隔操作を前提とした非接触方式では、路上に設置・埋設する1次コイルが路面上に露出することから、車両不在時の感電等に対する安全性を確保する必要がある。

そのための措置として、充電のためバスが定位置に停車した後、車内からの遠隔操作で充電を行う「車両側と電源装置間の通信機能」を装備する必要がある。

その際、充電操作と乗客扱いを両立する中で、安全、確実な運用が求められるため、マニュアル、取り扱い心得等を作成し、乗務員研修による習熟機会を設ける等、乗務員の負担軽減に向けたサポートを行う必要がある。

4.4.3 安全・円滑な運用のための諸準備

充電操作が何かの理由で機能しなくなった場合など異常時への速やかな対応・運用ができるように以下の項目について、予め準備しておくことが望ましい。

特に充電設備の故障に伴う充電計画の未達は、電動バス運行そのものに影響するため、代替車両の確保等も含めたワークフロー、緊急連絡体制の構築・明示を事前に検討する必要がある。

- ・充電操作マニュアルの作成
- ・乗務員に対する操作手順等の教育・訓練
- ・故障発生時のワークフロー、緊急連絡体制の構築、明示

4.4.4 周辺通行者等に対する積極的な情報提供

前項で示したように充電装置周辺の歩行者、自転車利用者に対して充電設備の安全性やシステムに対する理解や安心感を浸透させるための取組として、充電設備の説明や充電中であることの告知、安全性のPR等を積極的に展開することが望ましい。

表Ⅱ-12 安全な充電設備の運用のための留意点

運用事項	概要	対応主体
(1)部外者による操作防止のための措置 (プラグイン方式)	<ul style="list-style-type: none"> ・バスが停車していない時、部外者による操作を防止するための措置 ・充電を担当する乗務員・関係者を認証するための付属装置を具備 	<ul style="list-style-type: none"> ・充電施設設置者 ・交通事業者
(2)車両不在時の非給電を保証するための措置 (非接触方式)	<ul style="list-style-type: none"> ・車両不在時の感電等に対する安全性を確保 ・充電のためバスが定位置に停車した後、車内からの遠隔操作で充電を行う「車両側と電源装置間の通信機能」を装備 	<ul style="list-style-type: none"> ・充電施設設置者 ・交通事業者
(3)安全・円滑な運用のための諸準備	<ul style="list-style-type: none"> ・充電操作が何かの理由で機能しなくなった場合など、異常時への速やかな対応・運用のための準備 <ul style="list-style-type: none"> －充電操作マニュアルの作成 －乗務員に対する操作手順等の教育・訓練 －故障発生時のワークフロー、緊急連絡体制の構築、明示 	<ul style="list-style-type: none"> ・充電施設設置者 ・メーカー ・交通事業者 ・道路管理者 ・地方公共団体
(4)周辺通行者等に対する積極的な情報提供	<ul style="list-style-type: none"> ・充電設備の安全性やシステムに対する理解や安心感を浸透させるための取組 ・充電設備の説明や充電中であることの告知、安全性のPR等を積極的に展開 	<ul style="list-style-type: none"> ・充電施設設置者 ・交通事業者 ・道路管理者 ・地方公共団体

4.5 充電設備の施工・管理

充電設備は、電気工作物として電気事業法で位置づけられた「一般電気工作物」又は「自家用電気工作物」として適用を受ける。

これに伴い、電気工事及び日常の維持管理に必要な資格等（電気工事士法、電気工事業法、電気事業法）が求められる。

4.5.1 充電設備の施工

充電設備は、受電する電圧によって電気事業法（第38条）及び電気事業法施行規則（第48条）により「電気工作物」として定義される。また、施工の際の資格要件が定められている。

充電設備の仕様によって該当する事項や要求事項が異なるため、事前にメーカー、電力会社等に相談・確認をすることが望ましい。

(1) 電気工作物について

1) 自家用電気工作物（電気事業の用に供する電気工作物以外の事業用電気工作物）

600Vを超えて受電する需要設備等で、電気事業の用に供しない事業用電気工作物。工場やビル等の電気設備であり、高圧電力で契約する需要家の電気設備（急速充電器）は、自家用電気工作物となる。

2) 一般用電気工作物

600V以下の電圧で受電し、その受電の場所と同一の構内においてその受電に係る電気を使用するための電気工作物であって、その構内以外の場所にある電気工作物と電氣的に接続されていないもの。

一般の家庭や小規模の事務所等の屋内配線であり、低圧電力で契約する需要家の電気設備（急速充電器）は、一般用電気工作物となる。

(2) 電気工事に必要な資格等

急速充電器等の電気設備を設置する際は、下記の資格を有した者でなければ施工できない。

1) 自家用電気工作物（500kW以上を除く）に係る電気工事

第一種電気工事士の免状の交付を受けている者

また、一般用・自家用とも電気工事業を営む者に対しては、電気工事業法において、その登録や規制により保安の確保がなされている。

更に、自家用電気工作物については、電気事業法第43条において、電気工作物の工事・維持・運用に関する保安の監督をさせるため、主任技術者の選任が義務付けられている。

2) 一般用電気工作物に係る電気工事

第一種電気工事士または第二種電気工事士免状の交付を受けている者

4.5.2 充電設備の管理

自家用電気工作物に分類される急速充電設備については、電気事業法第42条で「工事、維持及び運用に関する保安を確保するため、保安を一体的に確保することが必要な事業用電気工作物の組織ごとに保安規程を定め、当該組織における電気工作物の使用（自主検査又は事業者検査を伴うものにあつては、その工事）の開始前に、経済産業大臣に届け出なければならない」とされている。保安規定は、電気事業規則第50条（省令）で定めるところにより、作成することになる。

なお、一般用電気工作物の設置時は、保安規定の届け出・主任技術者の選任は不要である。

保安規定の内容については、チャデモ方式の急速充電器のメンテナンス基準が参考になる。設置者による日常点検（月1回程度実施）と主任技術者による定期点検（年1回程度実施）があり、一般的に必要な点検項目と確認内容を明らかにしておく必要がある。

詳細は、メーカー等に相談・確認する必要がある。

参考：チャデモ方式の急速充電器のメンテナンス基準

①急速充電器設置ユーザーによる目視点検（頻度：1回／月）

No.	項目	確認内容
1	外観	充電コネクタのコード部分（ケーブル）やコネクタ部、ケーブルのプロテクターの破損、摩耗等。 その他外観の異常等。
2	異常音や異臭	異常音や異臭の有無。
3	清掃	外観汚れ、排気口付近のスペース確保状況。 取り外し可能なフィルターの汚損。

②主任技術者による定期点検（頻度：1回／年程度）

No.	項目	確認内容
1	設置状況	変形、発錆、異音、異臭、振動等の異常の有無
2	清掃	フィルター、ファン等
3	外観	充電コネクタ、操作ボタン等の破損等
4	動作確認	通常動作、アラーム、表示等
5	性能確認	絶縁試験、漏電遮断器等

注）低圧供給の場合は、メーカーと相談して実施することが望ましい。

①、②出典：電気自動車用急速充電器の設置・運用に関する手引書、平成22年12月、CHAdeMO協議会、p28

参考：電動バス車両のメンテナンスについて（メーカーヒアリングに基づき作成）

電動バスは高電圧を取り扱うことから、車両整備はディーゼル車の車両整備知識に加えて、電氣的な整備知識と資格が必要となる。そのため、労働安全衛生法に基づく特別講習を受講する必要がある。

①労働安全衛生法（第59条第3項）

（安全衛生教育）

第五十九条 事業者は、労働者を雇い入れたときは、当該労働者に対し、厚生労働省令で定めるところにより、その従事する業務に関する安全又は衛生のための教育を行わなければならない。

2 前項の規定は、労働者の作業内容を変更したときについて準用する。

3 事業者は、危険又は有害な業務で、厚生労働省令で定めるものに労働者をつかせるときは、厚生労働省令で定めるところにより、当該業務に関する安全又は衛生のための特別の教育を行わなければならない。

②労働安全衛生規則（第36条4号）

高压（直流にあつては七百五十ボルトを、交流にあつては六百ボルトを超え、七千ボルト以下である電圧をいう。以下同じ。）若しくは特別高压（七千ボルトを超える電圧をいう。以下同じ。）の充電電路若しくは当該充電電路の支持物の敷設、点検、修理若しくは操作の業務、 低圧（直流にあつては七百五十ボルト以下、交流にあつては六百ボルト以下である電圧をいう。以下同じ。）の充電電路（対地電圧が五十ボルト以下であるもの及び電信用のもの、電話用のもの等で感電による危害を生ずるおそれのないものを除く。）の敷設若しくは修理の業務又は配電盤室、変電室等区画された場所に設置する低圧の電路（対地電圧が五十ボルト以下であるもの及び電信用のもの、電話用のもの等で感電による危害を生ずるおそれのないものを除く。）のうち充電部分が露出している開閉器の操作の業務

③特別教育講習会（学科）の受講

労働安全衛生法では、事業者に「充電電路もしくは当該充電電路の支持物の敷設、点検、修理若しくは操作の業務」に従業員を就かせるときは、安全衛生教育を行うことを義務づけている。

特別教育講習会は各地の労働基準監督署の指示により労働基準協会が年に数回開催している。

4.3 課題把握

4.3.1 電動バス運行に関する今後の方向性

電動バスの開発推進に対する国民の期待は、いずれの実験地域でも8割以上が「必要・やや必要」と回答しており、今後、電動バスの本格運行に向けて、電動バス車両及び充電設備の技術開発に継続的に取り組むことが期待されている。

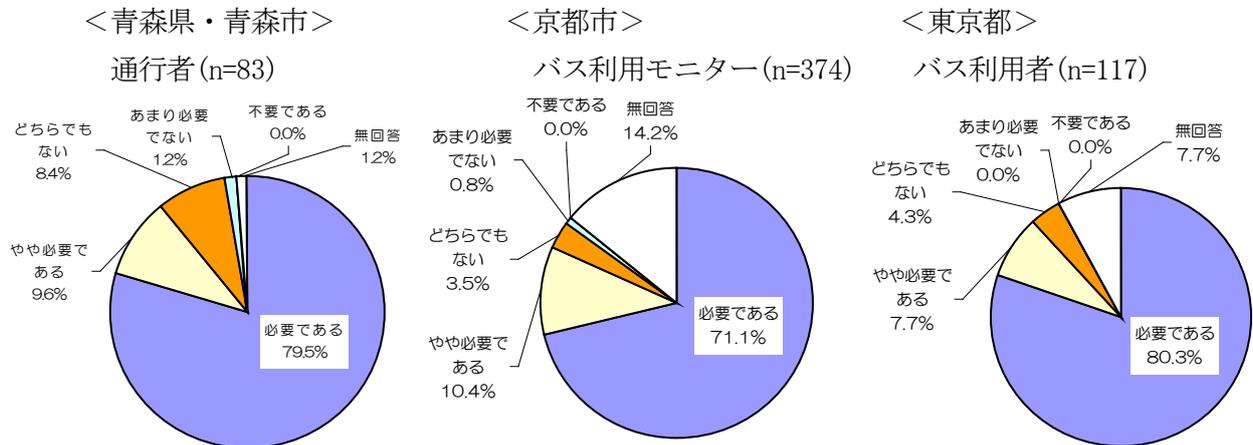


図 4-44 電動バスの技術開発の必要性に関する評価

4.3.2 官民の役割分担に向けた課題

今後、電動バスの運行計画策定時の検討手順、留意事項等を体系的に整理する必要がある。特に、地方公共団体、道路管理者、交通管理者等の「公共」と、交通事業者、メーカー等の「民間」の連携・役割分担の重要性を踏まえた在り方を検討する必要がある。

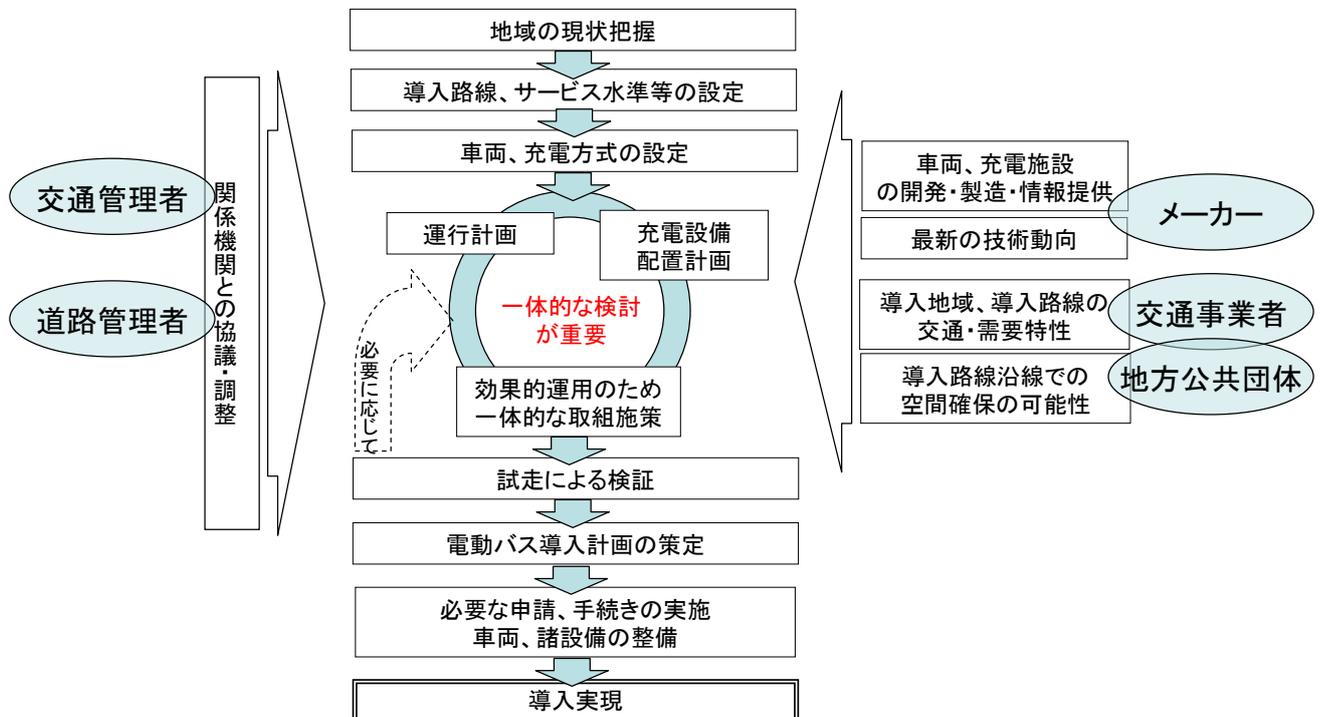


図 4-45 検討手順と関係機関との連携体系 (案)

4.3.3 導入推進に向けた課題

4.3.3.1 車両・充電に関する技術開発の推進

- 運行距離の長い路線への適用のために、起終点での十分な電池回復、充電頻度の軽減等、実際のバス運行に見合った運用（既存の路線バス車両と同等程度の運用）が可能となるような、車両及び充電性能の向上が必要。
- 様々な運行・走行環境下で電動バスを確実かつ効率的に運行させるため、実走行時の電費の安定性の向上が必要。
- 起伏の激しい市街地走行、夜間走行、夏期（クーラー稼働時）等の走行条件下での走行性能に関する知見の蓄積を継続的に進めることが必要。
- 都市部における充電設備の普及促進や他交通への影響緩和を図るため、充電設備の小型化を目指すことが必要。
- 電動バスの効果的運用だけでなく、バスサービス自体の向上（正着性向上）に向けて、最新のIT技術（光学式・磁気誘導式の案内誘導等）を活用した工夫・運用を検討することが考えられる。

4.3.3.2 充電施設に関する検討の充実

- 充電施設の設置箇所のひとつとなる「駅前広場」における充電施設の設置やバース配置のあり方について、知見の蓄積を継続的に進めることが必要。
- 一定の航続距離確保に必要となる「継ぎ足し充電（道路上、沿線施設内）」の実現に向けた検証（設置の可否・留意点、他交通への影響、運用上の留意点等）を進めることが必要。

4.3.3.3 道路空間上の充電設備を共有するための仕組みづくり

- 複数事業者の乗り入れする駅前広場内の充電施設を、複数事業者間で共有するため、官と民（交通事業者）、民間同士の協議調整・運営を行うための仕組みづくりが必要。

4.3.3.4 道路上の途中バス停での継ぎ足し充電に関する検討

- 充電実施に伴う他の交通への影響、充電実施や設備配置に伴う歩行者・自転車・沿道施設への影響等や、道路上の途中バス停での継ぎ足し充電の可能性・具備すべき事項等を、検討・検証する必要。

4.3.3.5 充電設備の円滑な設置推進に向けた方法の検討

- 道路上における充電設備の円滑な設置推進に向けて、設置方法、官民の役割分担、普及に向けた支援スキーム等について、検討することが望ましい。

4.3.3.6 交通事業者による電動バス導入の推進

- 交通事業者が電動バスを導入する際の課題（車両購入や車庫内での充電・点検設備等に伴う初期投資、要員の確保）に対し、交通事業者の事情等も踏まえた課題対応を図るため、多様な場面に柔軟に適用可能な幅のある官民連携方策や、官民連携による推進体制の構築が望ましい。

5. 検討会の開催

技術基準案策定のため、専門的な知見を聴取することを目的とした検討会の開催を行う。

5.1 検討会の開催

電動バス運行に関する実証実験等による調査検討委員会として、資料作成、会議運営、議論内容の整理等を行った。

5.2 検討会の開催概要

	開催日	検討内容
第1回	平成22年 12月9日	・実証実験による検証項目と実証実験の概要
第2回	平成23年 2月15日	・各都市の実証実験概要 ・東京都における実証実験結果(速報) ・電動バス導入ガイドライン(案)に盛り込む要素の検討状況
第3回	平成23年 5月9日	・電動バス導入ガイドライン(案)に盛り込む要素(案)

5.3 議論内容の整理

実施した検討会については、議事録をとりまとめた。

電動バス運行に関する実証実験等による調査 第1回検討委員会
議事要旨

日時 平成22年12月9日(木)

14:00～16:00

場所 国土交通省 6階 局議室

1. 実証実験について

- ・充電装置の操作を補助員が実施（奈良県を除く）する旨はやむを得ないが、実際の運行時にむけた今後の課題として整理すること。
- ・奈良県においては、ハンプの形状を考慮した調査を実施すること。

2. 実証実験に関する調査について

- ・遅延発生等との関係を把握するため、実験中の走行状況をデータとして補足すること。
- ・電動バスで実際に運行する際、どのような課題が発生するか、実験運行に関わったバス事業者へのヒアリング調査を実施すること。

3. その他

- ・今回の実証実験で明らかにできることと明らかにできないことを明確にし、次年度以降に検証すべき課題としてまとめること。

以上

電動バス運行に関する実証実験等による調査 第2回検討委員会
議事要旨

日時 平成23年2月15日

18:30~20:30

場所 国土交通省 6階 局議室

1. 東京都における実証実験の概要

①電力残量の計画値と実績値の比較

- ・電力残量の推移と、EV走行区間の関係性が分かる図表作成が必要。

②走行性能の検証

- ・電力消費量の差が生じる理由を把握するため、乗車人員（重量）、表定速度に着目した分析が必要。
- ・特に、表定速度については、便毎の走行状況（停止頻度等）の差に着目した分析が必要。

③充電性能の検証

- ・電力回復量の差が生じる理由を把握するため、正着誤差に着目した分析が必要。
- ・充電前の電力残量によって、電力回復量が異なるので、分析時に考慮が必要。
- ・電力回復量は、SOC（電池残量）ではなく、kWh（電力量）の方が適切。

④実験路線の位置づけ

- ・都05系統が混雑の影響を受けやすい路線か否か等、路線の特徴・位置づけを把握することが必要。

2. 電動バス導入ガイドライン（案）に盛り込む要素の検討状況

①充電方式の特性

- ・メリット・デメリットの記述が曖昧（乗用車分野での普及が、誰にとってどんなメリットなのか）。
- ・充電方式の選択を可能とするフローチャートの整理が望ましい。

②走行性能の検証

- ・車両の大きさに着目した整理、季節差による影響も今後検証が必要。

③路線バスとしての運行特性の整理方針

- ・路線バスとして計画可能な航続距離、効果的な充電を行うために最低限必要な停車時間など、実用的な目安を整理。
- ・充電を実施する停車施設（駅広、途中バス停）にかかわる考え方について、幅広に整理が必要。
- ・必要な停車時間は、乗降者数等への換算値で整理するとわかりやすい。
- ・既存の路線バスに電動バスを導入する場合と、電動バスを活用した新たな交通システムとして導入する場合の、2つのケースで整理が望ましい。
- ・運行遅れを未然に防ぐ交通システムとの組合せが必要な旨、明記が必要。

④本格導入に向けた法制度上の課題

- ・実証実験から本格運行に展開する上で、道路交通法、道路運送法、道路法に関する法制度上の課題の整理が必要。

⑤留意事項の追記

- ・本格導入時の留意事項についても掲載していただきたい。祭事によるルート変更などイレギュラーなケースについても想定し、本格運行に向けた留意点を記載する必要。
- ・東京都の例を踏まえ、想定外の事象が発生した時のリスクとして有り得る事象とその対応について整理。
- ・車椅子利用者の乗降位置も考慮した施設配置を検討することが必要。
- ・駅前広場などでバス事業者数社が共同で利用する場合、事業者にとって分かりやすい充電電力計測システムや、電気料金の負担についてのルールを取り決めることも必要。

以上

電動バス運行に関する実証実験等による調査 第3回検討委員会
議事要旨

日時 平成23年5月9日

18:00~20:00

場所 国土交通省 6階 局議室

1. 電動バスの種類とシステム構成について

○電動バス導入の意義

- ・利用者にとって乗り心地が良好で、利用者にとって魅力がある点を追記。

2. 路線バスとしての運行特性

①ハイブリットバスに関する記述

- ・電池残量不足時のバックアップ機能を有する「ハイブリットバス」について、メリット・デメリットを整理してほしい。

②電費の割引条件

- ・スタッドレスタイヤによる影響について、検証した結果を提示。
- ・外気温の影響がないとの評価については、比較条件を明記することが必要。

③道路交通報上の充電の扱い

- ・現状における解釈は、読み手に誤解を与えないよう留意して記述すること。
- ・充電のために駐停車する場合は、法的な整理が必要になりえる。

④電動バスを効果的に運用するための取組の方向性

- ・バス優先レーンとPTPSは、バスの定時性確保のための対応としてまとめて記載。

3. 充電施設への正着性に関する留意点について

①実験時の正着性

- ・東京都と奈良県の実験において、車両条件が異なる点を明記すること。

②正着誤差発生の防止に向けた課題

- ・車両側で改善すべき点を記述してほしい。

4. 充電設備の設置・稼動に関する留意点について

①駅前広場における充電設備設置

- ・道路交通法の適用を受ける場合と、適用を受けない場合が考えられる等、考慮すべき点がある旨を併記すること。

②充電設備設置に必要な諸準備

- ・必要な申請手続きを、全て交通事業者が実施する必要があるのか。
- ・設置場所等によって、申請手続きを行う主体が異なる。

③安全な充電設備の運用

- ・運用事項毎に、誰が対応する必要があるか、記載が必要である。

5. 電動バスの導入推進に向けて、その他全般

○実験条件の違いに着目した評価の記載

- ・様々な条件下で行った実験の結果を整理していただきたい。
- ・違う条件における実験が必要な場合は今後の課題として整理していただきたい。

以上