

電動バス導入ガイドライン

平成 30 年 12 月

国土交通省 自動車局

はじめに

近年、わが国では少子高齢化の急速な進展、二酸化炭素排出削減等の環境制約、厳しい財政状況など多くの課題を抱えている。

都市においては、中心市街地の衰退、都市の維持管理コストの増大、公共交通の衰退、高齢化に伴う移動制約・外出機会の減少等の問題が顕在化しつつある。これらの問題を放置した場合には、あらゆる経済・社会活動の基礎である交通手段の喪失や交通格差の拡大が進行し、都市の持続可能性や市民生活の質の確保・向上が阻害されるおそれがある。

このため、国土交通省では、このような問題に対し課題解決に向けた糸口を探るため、集約型都市構造化、公共交通の利用促進など、持続可能で低炭素なまちづくりの実現に向けた総合的な取組を行っている。

一方、自動車については、近年の蓄電池技術等の発達を受け、革新的な環境技術を活用したモビリティである電気自動車、ハイブリッド自動車や燃料電池自動車といった「次世代自動車」が開発・導入されている。

公共交通における電動バスの導入は、利用者の快適性向上のみならず低炭素まちづくりへの大きな寄与が期待されるものである。そのため、地域の状況に応じて地方公共団体とバス事業者が中心となり、官民連携のもとでの検討体制を構築し、電動バス導入に取り組むことが望まれる。

国土交通省では、次世代自動車の導入に対する補助事業を実施しており、電動バスについては、平成23年度に墨田区等での循環バス路線の有償営業運行への小型電気バス導入補助を皮切りとして、平成29年度末時点で15事案、バス30台の導入補助を行ってきている。電動バスの本格的な普及のためには蓄電池の更なるコスト低減やエネルギー密度の向上といった技術開発が望まれるとともに、一層の導入事例の蓄積が必要となっている。そのため、この動きを本格導入フェーズに向けて加速していく必要がある。

国土交通省では、補助事業創設にあたり、地方自治体、大手バス事業者等を対象とした効果的な電気バスの導入方法を平成24年度に「電気バス導入ガイドライン」として取りまとめているが、今般、その策定から6年が経過し、また電気バスのみならずプラグインハイブリッドバスや水素燃料電池バスが導入されてきたことから、これまでの導入事例、技術開発や政策の進展を踏まえ電気バスのみならず、電動バスについて、その導入の検討から運用開始、効果評価までの手引きとなるように「電動バス導入ガイドライン」として策定した。

本ガイドラインが地方公共団体やバス事業者、自動車メーカー等関係者の電動バス導入・開発に向けての参考になることを期待するとともに、世界に先駆けた電動バスを活用した社会の実現の一助となり、まちづくりに関する多くの課題の解決に資することを期待する。

国土交通省では今後とも必要な支援を行い、電動バスの導入促進に積極的に取り組んでいく。

目 次

第1章 総論	1
1.1 電動バス導入の背景	1
1.2 電動バス導入にかかる政府目標	3
1.3 電動バスの特徴	4
1.3.1 電動バスの概要	4
1.3.2 電動バスの種類としくみ	5
第2章 各論	10
2.1 電動バス導入の手順	10
2.1.1 導入形態について	12
2.1.2 運行計画の検討	14
2.1.3 導入車両の検討	16
2.1.4 充電等設備の検討	19
2.1.5 運用と保守体制の整備	24
2.1.6 試験運行の実施	26
2.2 電動バスの経済性と環境調和性	27
2.2.1 電動バスの経済性と CO2 削減効果	27
2.2.1.1 電動バスの経済性	27
2.2.1.2 電動バス（電気バス）の CO2 削減効果	29
2.2.2 電動バス（電気バス）の CO2 排出量算出方法	31
2.2.2.1 算出に必要な情報と電力量の取得場所による違い	31
2.2.2.2 CO2 排出削減効果の算出（評価方法の提案）	34
2.2.2.3 CO2 排出削減効果の概算算定手法	36
2.3 電動バス導入の評価と普及の課題	37
2.4 国内外の電動バス導入事例	41
2.4.1 国内の電動バス導入事例	41
2.4.1.1 地域交通グリーン化事業による電動バス導入事例	41
2.4.1.2 電動バス導入事例（現地調査結果）	43
導入事例 1：羽村市コミュニティバスへの電気バス「はむらん」導入【平成 23 年度】	44
導入事例 2：港区内循環バス「ちいばす」芝ルートへの電気バス導入【平成 27 年度】	46
導入事例 3：宮古市周辺観光路線への電気バス導入【平成 24 年度】	48
導入事例 4：気仙沼線 BRT への電気バス導入【平成 25 年度】	50
導入事例 5：観光地への電気バス「ポケモン電気バス」導入【平成 25 年度】	52
導入事例 6：北九州市「ゼロエミッション交通システム」と電気バス導入【平成 25 年度】	54
導入事例 7：大型商業施設経由の路線バスへのプラグインハイブリッドバス導入【平成 27 年度】	56
導入事例 8：都 05-2 系統バス路線への燃料電池バス導入【平成 28、29 年度】	58
2.4.2 海外の電動バス導入事例	60
2.4.3 中古バス市場と電動バス普及の関係性	65

2.5 地域交通グリーン化事業	66
2.5.1 地域交通グリーン化事業の概要	66
2.5.2 地域交通グリーン化事業による電動バス導入に係る手続き、窓口、HP 紹介	67
2.5.3 補助事業による車両導入までの所要期間	68
参考資料	69
1. 電気バスの路線走行シミュレーションによる検討	69
2. 電池寿命を長くする方法とリチウムイオン電池の寿命評価シミュレーション	73

第1章 総論

1.1 電動バス導入の背景

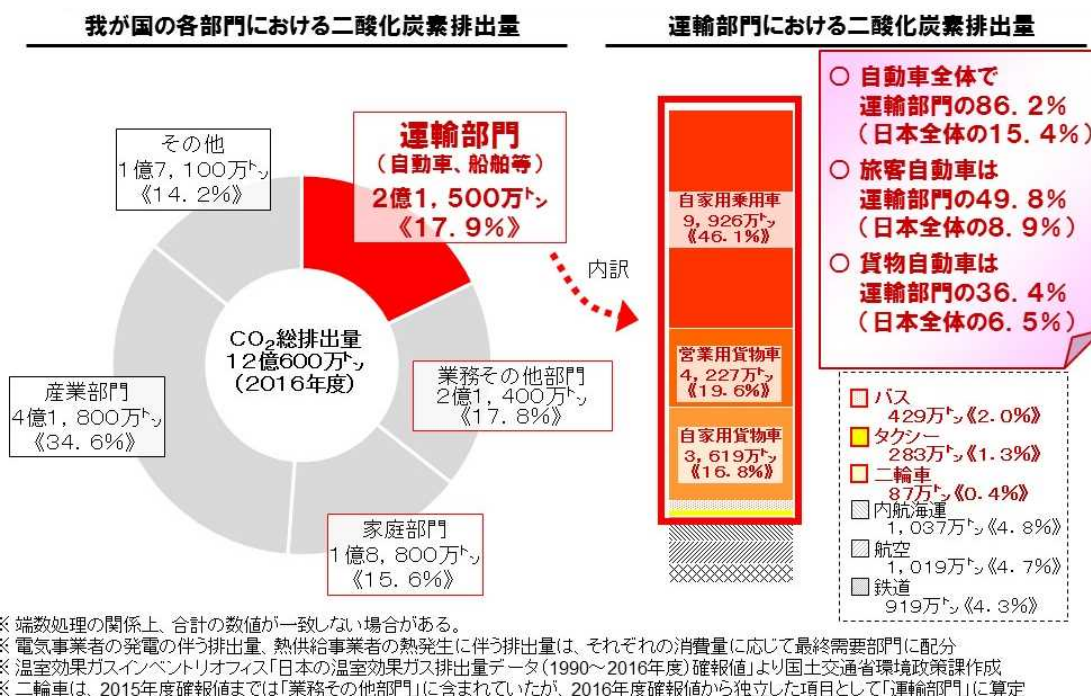
2015年12月のCOP21（気候変動枠組条約国会議）において採択された「パリ協定」を踏まえ、我が国における地球温暖化対策の総合的かつ計画的な推進を図るために策定された「地球温暖化対策計画」（2016年5月閣議決定）に基づいて、我が国全体のCO2排出量の約2割を占める運輸部門のCO2排出量削減の取り組みが進められている。

今後の交通体系は、我が国の成熟社会を迎えるにあたって自家用と公共用の交通手段による最適な組合せ（ベストミックス）を再構築することが肝要である。

そのためには、「環境負荷の少ない自動車の普及及び使用の促進」及び「自家用自動車から環境負荷の少ない公共交通機関への誘導」を地球温暖化対策の柱としながら、中長期的には、自家用自動車に過度に依存しないライフスタイルやワークスタイルを実現することが求められている。

(1) 地球温暖化への対応

深刻化する地球温暖化問題の原因の一つに化石燃料に起因するCO2排出量の増加がある。我が国のCO2排出量のうち、運輸部門が約2割を占めており、そのうち約9割が自動車交通に起因している。このため「環境負荷の少ない自動車の普及及び使用の促進」と「自家用自動車から環境負荷の少ない公共交通機関への誘導」に取り組んで運輸部門におけるCO2削減を図っていく必要がある。



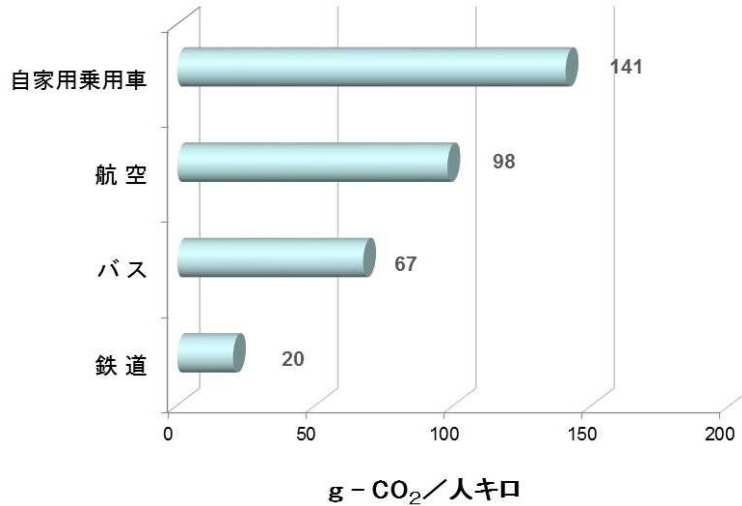
出典：国土交通省資料

運輸部門における CO2 排出量 (2016 年度)

(2) 旅客輸送における輸送量当たり CO2 排出量

一般に、輸送量が増加すれば CO2 排出量も増加する。輸送量は景気の動向等に左右されるため、運輸部門における CO2 排出量の削減を、輸送量の増減に関わらず確実なものとするには、効率のよい輸送を促進することが重要である。

旅客輸送の効率の目安となる単位輸送量当たりの CO2 排出量を比較すると、バスは自家用乗用車の 1/2 となり、自家用車からバスへの転換を促進することが CO2 排出量削減に繋がることになる。

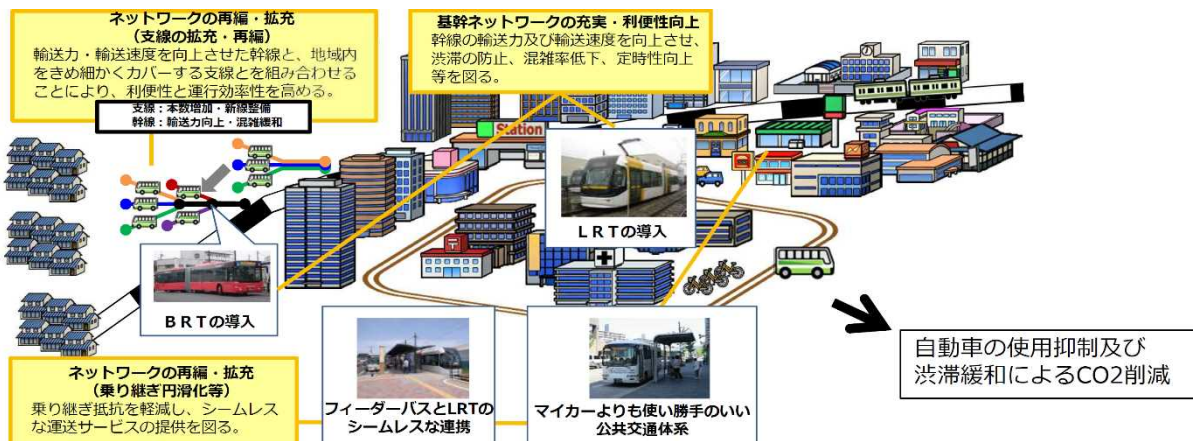


出典：国土交通省資料

輸送量当たりの CO2 排出量 (2016 年度旅客)

(3) 低炭素化に向けた公共交通利用転換

国は、低炭素型の社会を目指し、マイカーへの依存度が高い地方都市部を中心に、公共交通ネットワークの再構築や利用者利便の向上に係る面的な取組を支援し、マイカーから CO2 排出量の少ない公共交通へのシフトを促進している。



出典：環境省資料

低炭素化に向けた公共交通利用転換 (イメージ)

1.2 電動バス導入にかかる政府目標

次世代自動車の普及促進は、省エネルギー、温室効果ガスの一つである CO2 排出削減等様々な観点から政府方針に位置づけられている。

自家用自動車等から CO2 排出量が少ない次世代自動車として公共交通サービスを提供する電動バスへの転換は、CO2 削減等の目的を果たすため、有力な手段と考えられる。

ここ数年の政府方針には、省エネルギーを目的とした「未来投資戦略 2018」（平成 30 年 6 月 15 日閣議決定）や CO2 排出削減を目的とした「地球温暖化対策計画」（平成 28 年 5 月 13 日閣議決定）、「交通政策基本計画」（平成 27 年 2 月 13 日閣議決定）に新車販売に占める次世代自動車の割合に関する目標が示されている。「未来投資戦略 2018」、「地球温暖化対策計画」では、2030 年までに新車販売に占める次世代自動車の割合を 5 割～7 割にすることを目指すことが示され、「交通政策基本計画」では 2020 年度までに次世代自動車の割合を 50%にすることが示されている。

政府方針と次世代自動車の普及促進

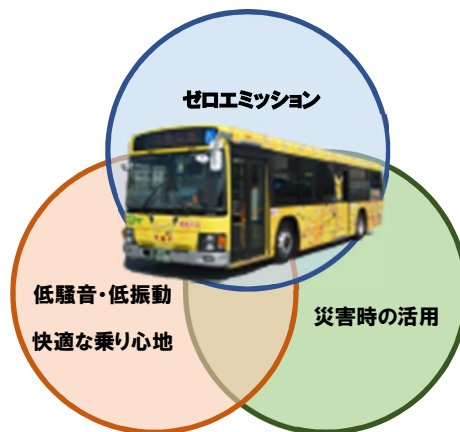
閣議決定名	閣議決定日	次世代自動車普及に係る表記
低炭素社会づくり行動計画	H20.7.29	次世代自動車（ハイブリッド自動車、電気自動車、プラグインハイブリッド自動車、燃料電池自動車、クリーンディーゼル車、CNG自動車等）について、2020 年までに新車販売のうち 2 台に 1 台の割合で導入する
自動車排出窒素酸化物及び自動車排出粒子状物質の総量の削減に関する基本方針	H23.3.25	低燃費かつ低排出ガス認定車を含め、低公害車の一層の普及を支援する
観光立国推進基本計画	H29.3.28	観光地域等で使用される自動車については、個人が観光地を回遊する際の手段として超小型モビリティを、営業用自動車として燃料電池自動車・電気自動車を導入する等、環境性能に優れた自動車を導入する際に支援を行うことにより、次世代環境対応車の普及を促進し、観光地域の魅力を高める
環境基本計画	H30.4.17	次世代自動車などの普及を促進する。
交通政策基本計画	H27.2.13	次世代自動車の一層の普及を図る。 新車販売に占める次世代自動車の割合 【2013 年度 23.2% 2020 年度 50%】
地球温暖化対策計画	H28.5.13	2030 年までに新車販売に占める次世代自動車の割合を 5 割～7 割にすることを目指す。
未来投資戦略 2018	H30.6.15	2030 年に新車販売に占める次世代自動車の割合を 5～7 割とすることを目指す。

1.3 電動バスの特徴

1.3.1 電動バスの概要

電動バスの車種は、電気バス、プラグインハイブリッドバス、燃料電池バスの3種類で、共通の特徴は以下の3点である。

- ゼロエミッション（走行時にCO₂、NO_x、PM等を排出しない。プラグインハイブリッドバスを除く）
- 低騒音・低振動、快適な乗り心地
- 災害時の活用



電動バスの特徴

電気バス（充電→蓄電池→モーター）

電気バスは、電気を充電した蓄電池の電力でモーターを動かすことによって走行する。電気バスは、普通充電、急速充電するための充電施設で蓄電池に充電する。走行時はCO₂や有害ガスを出さない。

プラグインハイブリッドバス（「軽油→エンジン」＋「充電・発電→蓄電池→モーター」）

プラグインハイブリッドバスは、ディーゼルエンジンと電気モーターの二つを動力源として、発進時にモーターによるエンジンアシストや、減速・制動時のエネルギーを回収して駆動用エネルギーとして再利用する技術等を導入したハイブリッドバスの機能に加えて、電気を車両側の蓄電池に充電することで電気バスとしての走行割合を増加させることができる。

燃料電池バス（水素→燃料電池→モーター）

燃料電池バスは、水素を燃料とする燃料電池で発電した電力でモーターを回すことによって走行する。燃料電池は水素と酸素（空気）で発電を行うため、燃料電池バスにはディーゼルバスに軽油を補給するような形で水素を補給する。走行時に排出するものは水だけで、CO₂や有害ガスを出さない。

電動バスの比較

比較項目	電気バス	プラグインハイブリッドバス	燃料電池バス
動力	モーターと蓄電池	モーターとエンジン	モーターと燃料電池
必要物	電気	電気と軽油	水素
補給方法	普通充電 急速充電	給油所 普通充電 急速充電	水素ステーション
航続距離	短め	長め	やや長め
環境性能	非常に良い	良い	非常に良い

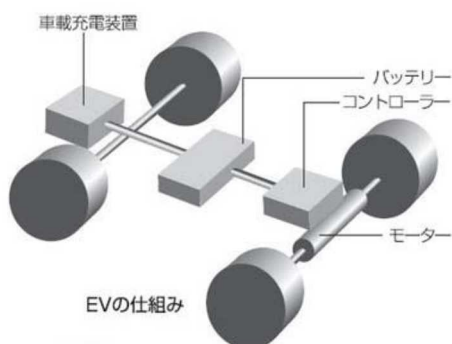
1.3.2 電動バスの種類としくみ

(1) 電気バス

電気バスは蓄電池に蓄えた電気でモーターを回転させて走る自動車のため、従来のディーゼルバスと比べて構造が簡単であり、部品数が少なく、排出ガスは一切なく、走行騒音も大幅に減少する。

電気を作る際に排出される NOx や CO2 排出量は電源構成により異なり、化石燃料由来の電力の比率が高まる程 NOx や CO2 排出を伴うが、従来車に比べて大幅に少ない。太陽光発電等の再生可能エネルギーによる電力であれば、NOx、CO2 とも排出量はゼロになる。

また、蓄電池については、近年ではエネルギー密度が高く、性能劣化も少ない自動車用リチウムイオン電池が開発され、電気バスの多くに搭載されている。



出典：次世代自動車エキスパート養成教育プログラム開発事業資料 文部科学省
電気自動車のしくみ

電気バスは、搭載する蓄電池容量の違いにより運用方法が異なり、短距離走行多頻度充電型と長距離走行夜間充電型がある。また、電気バスは、現時点では、航続距離が短いことや充電時間が必要なことから主な導入先は路線バスになる。

○短距離走行多頻度充電型

車両重量を抑えるために蓄電池容量を小さくし（航続距離が短い。30～80km 程度）、起終点等の運行途中で「継ぎ足し充電」を行う。我が国で導入されている電気バスはこのタイプが多い。

○長距離走行夜間充電型

蓄電池容量を大きくし（航続距離が長い。250km 程度）、1日の運行距離分の充電を夜間に1回行う。外国の自動車メーカーが開発して国内でも導入されている。

主要部品

○蓄電池

電気を蓄える装置で、鉛電池、ニッケル水素電池、リチウムイオン電池が実用化されている。ニッケル水素電池、リチウムイオン電池は鉛電池よりエネルギー密度、寿命が優れている。

○モーター（電動機）

電気を使用して車輪を回転させる装置で、直流電動機と交流電動機が使用されている。

○コントローラー

アクセルペダルと連動し、電池から供給される電気エネルギーを調整して、モーターの出力をコントロールする装置。交流電動機搭載の場合は直流を交流に変換するインバーターも内蔵されている。

充電施設

蓄電池への充電方式には、「プラグイン方式」「非接触方式」「架線式」「電池交換方式」があり、それぞれ実用化に向けたメリットと課題がある。国内で導入された電気バスの多くはプラグイン方式を採用している。

充電方式の分類

充電方式	導入事例	正着性	実用化に向けた メリット	実用化に向けた 必要な対応
プラグイン方式 	国内:東京都(墨田区、羽村市、港区)、岩手県宮古市、石川県小松市他 海外:パリ(フランス)、ソウル(韓国)、青島市(中国)他	路側に設置した充電施設とバスの充電口の距離: ±1~3m	<ul style="list-style-type: none"> 乗用車分野で急速充電が展開されている。 既往技術の活用により、導入する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は工夫が必要。 抜き差しの手間がかかり、操作者の確保(又は乗務員による作業負担)が発生する。
非接触方式(埋設型) 	国内:実証実験 海外:ワシントン		<ul style="list-style-type: none"> 充電開始、終了は車内から操作可能で、乗務員が充電のために車外で操作する必要がない。 比較的短時間のバス停車中でも充電が可能である。 多様な充電設備配置に対応可能 	<ul style="list-style-type: none"> 停止位置の許容誤差(前後、左右方向)が小さく、進入時、乗務員が注意する必要がある。 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。
架線式 	国内:— 海外:上海、アムステルダム、シアトル		<ul style="list-style-type: none"> 充電開始、終了は車内から操作可能で、乗務員の車外操作の手間がない。 短時間のバス停車中の充電が可能のため、多様な充電設備配置に対応可能。 	<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。
電池交換方式 	国内:— 海外: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・設備が必要。

充電器の種別・特性

普通充電器は、一般家庭用電源と同じ交流電源（単相100Vあるいは単相200V）で満充電する場合、8時間程度かかる。形状としては、コンセントのみ（100V、200V）、壁掛けタイプ（100V、200V）、スタンドタイプ（200V）に大別できる。

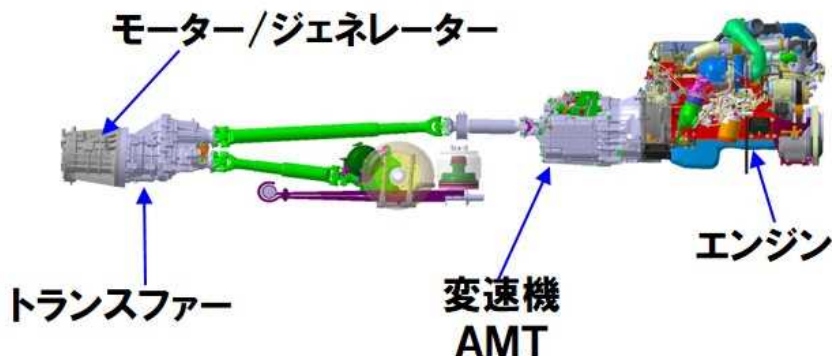
短時間での充電を可能にする急速充電器は、急速（大容量）タイプ（50kW程度）と中速（中容量）タイプ（20～40kW以下）の2タイプが販売されており、電気バスは蓄電池容量が大きいので急速（大容量）タイプが使用されている。さらに160kWまで大容量化して充電時間を大幅に短縮した超急速充電器も開発されている。



出典：一般社団法人 次世代自動車振興センターHP掲載データをもとに作成

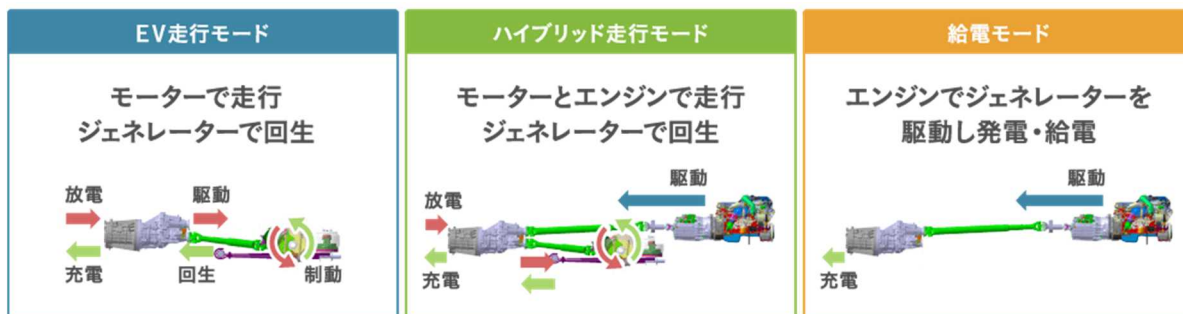
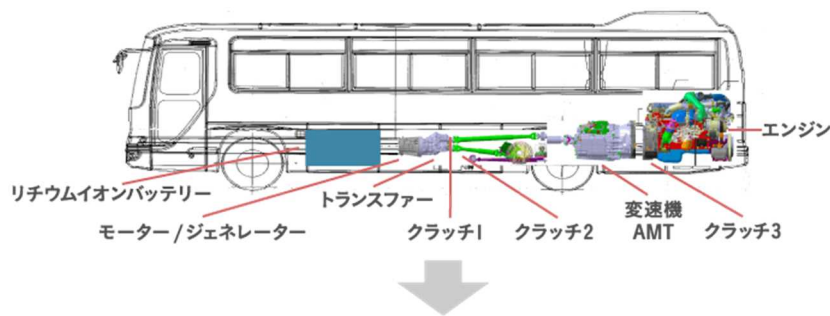
(2) プラグインハイブリッドバス

プラグインハイブリッドバスは、複数の動力源を組み合わせ、それぞれの利点を活かして駆動することにより、低燃費と低排出ガスを実現するハイブリッドバスに対し、普通充電器や急速充電器から電気を車両側の蓄電池に充電することで、電気自動車としての走行割合を増加させることができる。



出典：日野自動車㈱HP

プラグインハイブリッドバスの動力システム（日野メルファプラグインハイブリッド）



出典：日野自動車㈱HP

プラグインハイブリッドバスの動力のしくみ（日野メルファプラグインハイブリッド）

主要部品

○ インバーター

ハイブリッド自動車用の蓄電池の直流電力の周波数などを制御した交流電力に変換する装置。

○ コンバーター

ハイブリッド自動車用の蓄電池の DC 約 200V を DC12~14V へ変換し、補機駆動用及びコンピュータ電源などに使用。昇圧コンバーターを採用し、ハイブリッド自動車用の蓄電池電圧を 500V まで昇圧してモーター、ジェネレータを高電圧で駆動することで、モーターの高出力化を図っている。

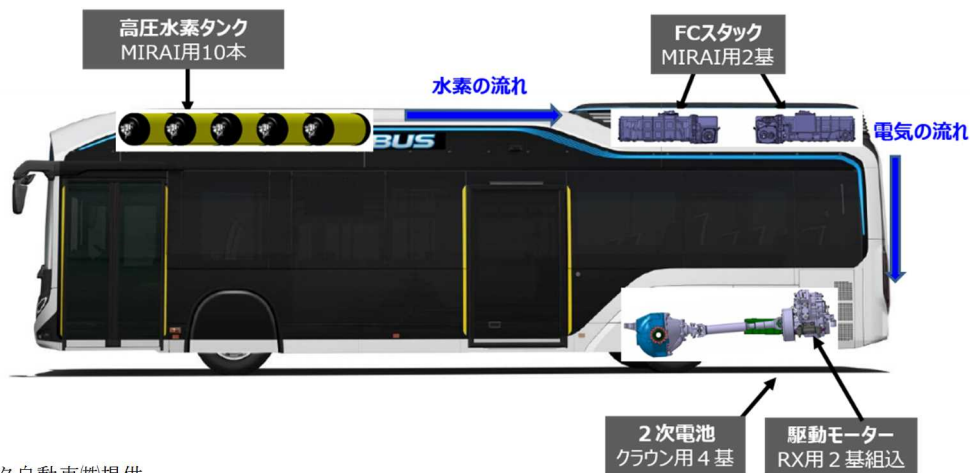
(3) 燃料電池バス

燃料電池バスは、車載の水素と空気中の酸素の化学反応を利用して、燃料電池で発電し、その電気でモーターを回転させて走る自動車である。

平成 30 年時点、燃料電池バスの燃料は、気体水素が主流であるが、その他に、液体水素、気体水素に改質可能な天然ガス、メタノール・エタノール、ガソリン・軽油等の炭化水素、水加ヒドラジンなども燃料として利用することができる。直接水素を燃料とする場合、排出されるのは水素と酸素の化学反応による水のみである。また、太陽光やバイオマスなど、クリーンで再生可能なエネルギーを利用して水素を製造することで、CO2 排出量はゼロになる。

燃料電池の動力システムは、従来のエンジンのように部分負荷運転での極端な効率の低下がないため、従来車と比べて非常に高いエネルギー効率を有している。

燃料電池バスを評価する場合は、水素の製造方法、水素製造の効率、CO2 排出量、などを考慮して、環境影響を検証する必要がある。



出典：トヨタ自動車㈱提供

燃料電池バスの動力のしくみ（トヨタ「SORA」）

主要部品

○ 燃料電池スタック（FCスタック）

水素と空気中の酸素の化学反応を利用して電気をつくる発電装置。

水素を燃料電池の水素極に供給、また空気（酸素）を空気極に供給することにより、電気を発生させる。

○ 高圧水素タンク

最新のタンクは、水素を封じ込めるプラスチックライナーに、耐圧強度を確保する炭素繊維強化プラスチック層、表面を保護するガラス繊維強化プラスチック層の三層構造を採用。さらに、炭素繊維強化プラスチック層構成の革新により軽量化を図っている。

水素ステーション

燃料電池バスなど大型車両に対応している水素ステーションは、液状の水素をポンプで直接圧縮する次世代の昇圧設備を備えている。例として、「イワタニ水素ステーション東京有明」の場合、燃料電池バスの1台当たりの充填時間は15分、1時間当たり4台が可能である。

第2章 各論

2.1 電動バス導入の手順

電動バスの特性を踏まえた運行計画と充電施設の整備計画を一体的に検討することが必要であり、下記のとおり電動バス導入手順を整理した。

作成にあたっては、国土交通省の補助制度（「地域交通のグリーン化に向けた次世代自動車の普及促進事業」（以下、「地域交通グリーン化事業」という。））により導入した事業者に対し使用実態にかかる調査（以下、「使用実態調査」という。）を行い、比較的事例が多かった路線バスへの導入を想定した内容となっている。

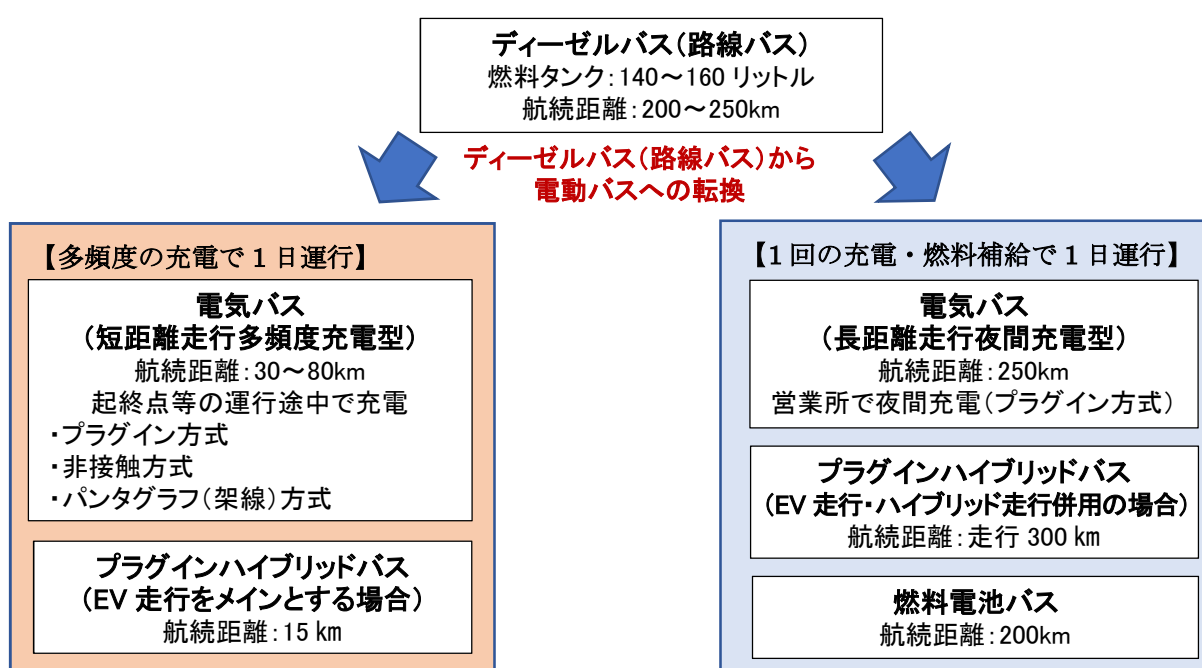
電動バス導入の検討を進める上では、地域の状況に応じて地方公共団体及び運行事業者が中心となり、官民連携のもとでの検討体制を構築することが重要である。

（1）電動バス導入にあたっての留意点

電動バスの代替対象となる路線バスとして使用されている多くの車両は、軽油を燃料とするディーゼルエンジンを搭載したディーゼルバスである。一般に路線バスの1日当たりの走行距離は100～200km（平成26年度版都市交通年報データによる推計）で、路線バスで使用されているディーゼルバスの燃料タンクが140～160リットル、航続距離が200～250kmなので、運行中の燃料充填は必要ない。

電動バスのうちプラグインハイブリッドバス、燃料電池バスの航続距離は、ディーゼルバスとほぼ同等である。一方、電気バスは、蓄電池の大きさによって走行距離が決まり、空調を使用することで航続距離が短くなる。なお、技術開発が進み、従来の航続距離が30～80km程度と短く、起終点等の運行途中で「継ぎ足し充電」が必要になる蓄電池容量が小さい短距離走行多頻度充電型の車両に加えて、蓄電池が大きく帰庫後に夜間充電するだけで1日の運行距離を賅える航続距離250km程度の長距離走行夜間充電型の車両が普及しつつある。

プラグインハイブリッドバスは、「継ぎ足し充電」をすることで電気による走行距離が長くなりCO2排出量を減らすことができるので、「多頻度の充電で1日運行」に加えている。



(2) 電動バス導入手順

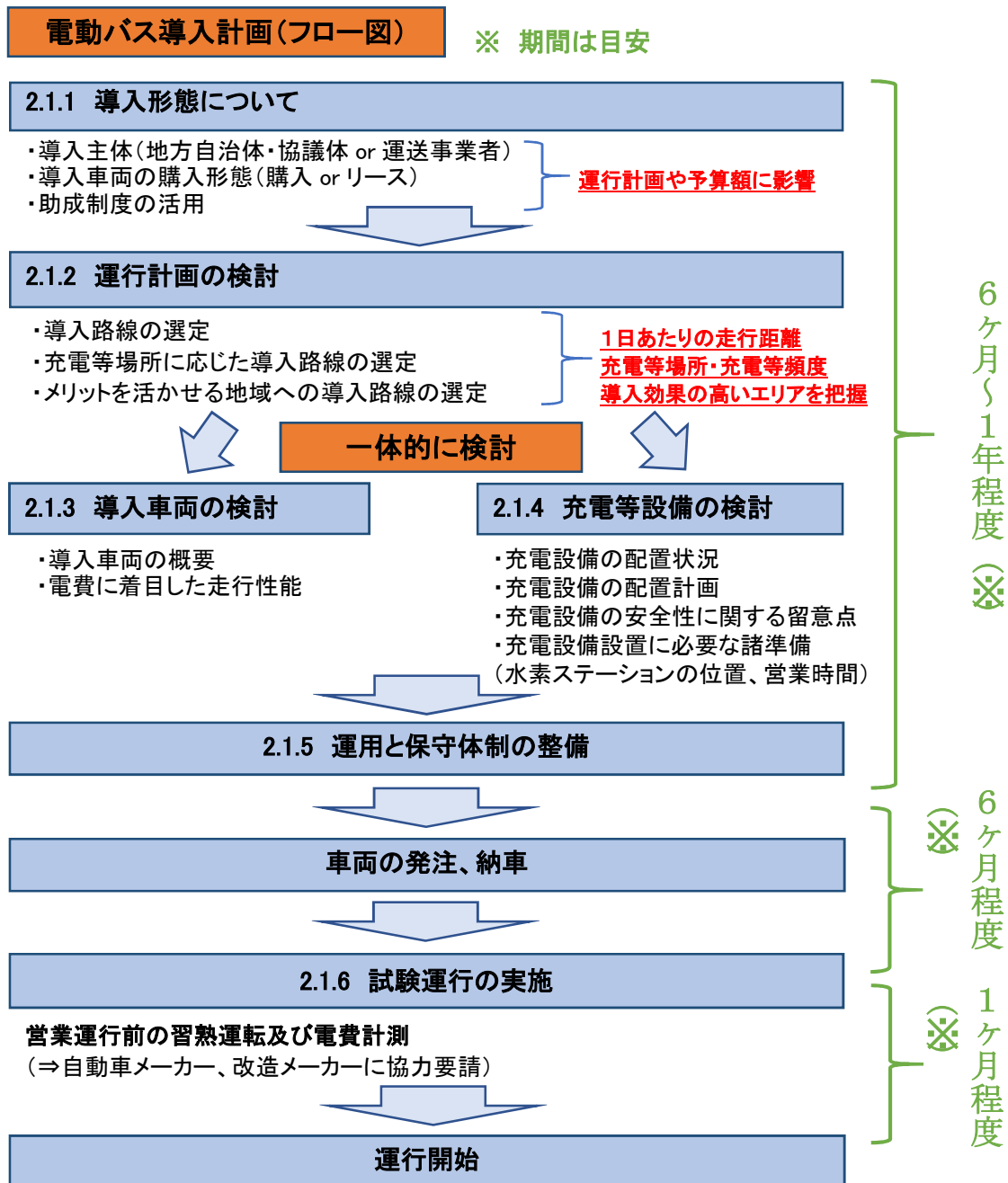
電動バスの導入は、その充電等時間を含めた1日当たり走行可能距離をもとに導入する路線を選定し、導入路線の選定に当たり充電設備や水素充填スタンドの配置条件等を含めて検討する。

電動バスの導入主体は、地域の実情に合わせて検討する。導入車両の購入形態は、国や地方自治体の補助を活用するなど事業主体の事業規模に応じて最適な方法を選択する。

運行計画の検討にあたっては、自動車メーカーや改造メーカーに要請して、検討している運行計画で問題なく走行できるかを路線走行シミュレーション等により机上で検討することが必要である。また、電動バスのうち電気バスとプラグインハイブリッドバスは、一体的に充電設備の配置計画を検討する。

なお、車両を発注してから納車まで6ヶ月程度を要することを考慮して運行計画を策定する必要がある。

運行計画の策定が終了した段階で、営業運行前に乗務員の習熟や電費計測等を行う試験運行を行い、確実に運行できることを検証する。



2.1.1 導入形態について

(1) 事業主体と運行主体について

電動バスの導入形態には、地方自治体が事業主体となって路線バス事業部門が運行する場合、地方自治体が事業主体となって路線バス運行事業者に委託して運行する場合、事業者が事業主体となって運行する場合があり、路線バスやコミュニティバスの事業主体を地域の実情に合わせて運行形態を選定する必要がある。

事業主体と運行主体の組み合わせ

No.	事業主体	運行主体	交通モード	運行形態
1	地方自治体	地方自治体	路線バス コミュニティバス	地方自治体のバス事業部門が運行
2	地方自治体	事業者	路線バス コミュニティバス	事業者に運行委託
3	事業者	事業者	路線バス	事業者が運行

(2) 導入車両の購入形態

①導入車両の購入形態

電動バスの購入には、事業主体が購入しバス事業者に貸与する場合、バス事業者が購入する場合があり、車両購入費の予算化、事業者の負担等を踏まえた検討が必要となる。

なお、バス事業者が購入する場合でも、地方自治体が原価償却費を負担するなど運行を支援することもある。

購入形態毎のメリット、デメリット

購入主体	メリット	デメリット
地方自治体・協議体等が購入 (バス事業者に貸与)	事業者変更時の車両手当てリスクが回避できる	予算手当てに工夫が必要。 運行計画変更時の自由度が低くなる可能性がある。
バス事業者が購入	—	初期負担が大きくなり、採算面で厳しくなる可能性がある。
バス事業者が購入 (国、地方自治体が補助)	バス事業者の経費負担が減少する。	—

②車両発注の留意点

バス車両は一般の乗用車と異なり、注文に基づく製作部分が多くなるため、発注から納車まで6ヶ月程度が必要となる。電動バスで特に改造の場合は、車両メーカーから購入したベース車両を改造メーカーが電動化する工程が加わるのでさらに納車までの期間が長くなる。

従って、計画段階では、車両購入費用の予算化とともに、具体的な発注から納入までの期間を、車両メーカーや改造メーカーにヒアリングしておく必要がある。

③電動自動車導入に係る地方自治体の補助制度

一般社団法人次世代自動車振興センターには、地方自治体における「車両（電気自動車・プラグインハイブリッド自動車・燃料電池自動車）等」と「燃料供給設備（充電設備・水素ステーション）」等の「補助制度・融資制度・税制特例措置」の情報を検索できるサイトがある。本サイトの掲載内容は、環境省・経済産業省・国土交通省による「次世代自動車ガイドブック」の情報を基に、適宜、追加、見直しを実施している。

地方自治体の支援制度は、この検索サイトにより補助制度の対象、対象者、内容、問合せ先、更新年度、募集状況の項目毎に整理されている。この情報をもとに都道府県、市区町村の車両、充電施設、水素ステーションの補助事業を抽出、整理した。

(一社) 次世代自動車振興センターサイト情報による地方自治体の支援制度

都道府県/市区町村	補助事業等の有無			都道府県/市区町村	補助事業等の有無			都道府県/市区町村	補助事業等の有無					
	車両	充電設備	水素ステーション		車両	充電設備	水素ステーション		車両	充電設備	水素ステーション			
北海道・東北地方	北海道	○	○	—	その他関東地方	大田原市	○	—	—	近畿地方	東郷町	—	○	—
	札幌市	○	○	—		群馬県	○	○	○		三重県	○	—	—
	旭川市	○	○	—		高崎市	○	—	—		四日市市	○	—	—
	苫小牧市	○	○	—		みなかみ町	—	○	—		川越町	○	—	—
	羽幌町	○	○	—		明和町	○	—	—		滋賀県	—	—	—
	幌延町	○	○	—		埼玉県	○	○	○		大津市	○	—	—
	青森県	—	—	—		さいたま市	○	○	—		京都府	○	○	—
	七戸町	○	○	—		熊谷市	○	—	—		京都市	○	—	—
	岩手県	—	—	—		所沢市	○	○	—		舞鶴市	○	○	—
	奥州市	○	—	—		東松山市	○	—	—		京丹波町	○	—	—
	葛巻町	○	—	—		上尾市	○	—	—		大阪府	—	—	—
	岩手町	○	—	—		草加市	○	—	—		堺市	—	○	—
	宮城県	○	—	—		戸田市	○	○	—		池田市	○	—	—
	仙台市	○	—	—		日高市	○	—	—		泉大津市	○	○	—
大衡村	○	—	—	杉戸町	○	—	—	兵庫県	○	—	—			
福島県	○	○	—	千葉県	○	○	—	神戸市	○	—	—			
東京都	○	○	○	松戸市	○	—	○	姫路市	○	—	—			
千代田区	○	—	—	新潟県	○	○	—	尼崎市	○	○	—			
中央区	○	—	—	新潟市	○	○	—	芦屋市	○	—	—			
港区	○	○	—	長岡市	○	—	—	西脇市	○	○	—			
新宿区	○	—	—	柏崎市	○	—	—	加西市	○	—	—			
文京区	○	—	—	佐渡市	○	—	—	篠山市	○	—	—			
台東区	○	—	—	刈羽村	○	—	—	丹波市	○	—	—			
江東区	○	—	—	富山県	○	—	—	奈良県	—	○	—			
品川区	○	—	—	富山市	○	○	—	奈良市	○	—	—			
目黒区	○	—	—	射水市	○	—	—	生駒市	—	○	—			
世田谷区	○	○	—	石川県	○	—	—	和歌山県	○	○	—			
渋谷区	○	—	—	金沢市	○	○	—	鳥取県	—	○	—			
杉並区	—	○	—	福井県	—	—	—	島根県	○	○	—			
荒川区	○	○	—	越前市	○	—	—	岡山県	○	○	—			
練馬区	○	—	—	池田町	○	—	—	岡山市	○	○	—			
足立区	○	—	—	高浜町	○	—	—	倉敷市	○	○	—			
葛飾区	○	○	—	おおい町	○	○	—	津山市	○	—	—			
小金井市	○	—	—	山梨県	○	—	○	笠岡市	○	—	—			
多摩市	—	○	—	長野県	—	—	—	総社市	○	—	—			
羽村市	○	○	○	松本市	○	—	—	備前市	○	—	—			
神奈川県	○	○	○	飯田市	○	—	—	美咲町	○	—	—			
横浜市	○	—	○	軽井沢町	—	○	—	広島県	○	—	—			
川崎市	○	—	—	御代田市	○	—	—	広島市	○	—	—			
相模原市	○	—	—	原村	○	—	—	福山市	○	—	—			
横須賀市	○	○	—	岐阜県	—	—	—	山口県	○	—	—			
平塚市	○	○	—	岐阜市	—	○	—	防府市	○	—	—			
鎌倉市	○	○	—	大垣市	○	○	—	周南市	○	—	—			
藤沢市	○	—	—	静岡県	—	—	—	徳島県	○	○	○			
茅ヶ崎市	○	—	—	浜松市	—	○	—	香川県	—	—	—			
伊勢原市	○	—	—	富士宮市	○	—	—	高松市	—	○	○			
逗子市	—	○	—	富士市	○	○	—	愛媛県	○	—	—			
厚木市	○	○	—	袋井市	○	—	—	宇和島町	○	—	—			
海老名市	○	—	—	湖西市	○	—	—	愛南町	○	—	—			
座間市	○	○	—	御前崎市	○	—	—	高知県	○	—	—			
綾瀬市	○	—	—	南伊豆町	○	—	—	福岡県	○	—	○			
寒川町	○	—	—	愛知県	○	—	○	北九州市	○	○	—			
大磯町	—	○	—	名古屋市	○	○	—	福岡市	○	○	—			
大井町	○	○	—	豊橋市	○	○	—	行橋市	○	○	—			
湯河原町	○	—	—	岡崎市	○	○	—	長崎県	—	—	—			
愛川町	○	—	—	豊川市	○	○	—	長崎市	○	—	—			
清川村	○	—	—	碧南市	—	○	—	大村市	○	—	—			
箱根町	○	—	—	刈谷市	○	—	—	西海市	○	○	—			
茨城県	○	—	○	豊田市	○	○	—	熊本県	○	○	—			
つくば市	○	○	—	安城市	○	○	○	熊本市	○	○	○			
神栖市	○	○	—	西尾市	○	—	—	大分県	—	—	—			
美浦村	○	—	—	稲沢市	○	—	—	大分市	○	—	—			
栃木県	○	○	—	新城市	○	—	—	鹿児島県	○	—	—			
宇都宮市	○	○	—	知立市	○	—	—	鹿児島市	○	—	—			
足利市	○	—	—	尾張旭市	—	○	—	薩摩川内市	○	—	—			
佐野市	○	—	—	日進市	—	○	—	霧島市	○	—	—			
鹿沼市	—	○	—	田原市	○	—	—	沖縄県	—	—	—			
日光市	○	○	—	みよし市	○	—	—	糸満市	○	○	—			
小山市	○	—	—	幸田町	○	—	—	宮古島市	○	○	—			

出典：一般社団法人次世代自動車振興センターHP より作成

2.1.2 運行計画の検討

(1) 導入路線の選定

電動バスの導入対象には、既存のディーゼルバスが運行している既存路線への導入と新たに交通需要や走行環境を調べて運行ルートやダイヤを設定する新規路線への導入があり、以下にあげることに留意して選定する必要がある。

導入路線選定に際しての留意点

区分	導入路線選定に際しての留意点
既存路線	<ul style="list-style-type: none"> 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遅れる場面が発生する。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。 電動バスのうち多頻度充電で1日運行する電気バス(短距離走行多頻度充電型)及びプラグインハイブリッドバス(EV走行をメインとする場合)は、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バスの運行路線に投入する必要がある。 なお、既存路線の運行計画を変更可能な場合は、充電時間の確保や水素充填場所を考慮するなどして、電動バスの特徴を活かせるような検討をすることが望ましい。
新規路線	<ul style="list-style-type: none"> 電気バス(短距離走行多頻度充電型)及びプラグインハイブリッドバス(EV走行をメインとする場合)は、導入計画路線の交通状況、交通需要、走行環境等を考慮した実走行電費の設定、現実的かつ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。 また、運行に必要な充電時間を確保し、かつバスの遅延発生等のリスクを考慮した余裕時間もある程度考慮した、現実的かつ実効性のある運行計画を策定する必要がある。

(2) 充電・燃料補給場所に応じた導入路線の選定

導入路線の選定にあたっては、導入予定車両の航続距離を踏まえ、路線エリア付近に充電・燃料補給できる場所を確保する必要がある。

- 電気バス(短距離走行多頻度充電型)、プラグインハイブリッドバス(EV走行をメインとする場合)
航続距離が短いため、起終点、途中バス停、駐機場への充電設備の設置を検討しつつ、導入路線から充電場所までの回送距離を減らすことが望ましい。
- 電気バス(長距離走行夜間充電型)、プラグインハイブリッドバス(EV走行・HV走行併用の場合)
航続距離が長いため、充電・燃料補給設備は営業所のみで足りると思われるが、なるべく導入路線から営業所までの回送距離を減らすことが望ましい。
- 燃料電池バス
利用できる水素ステーションが限定されるため、なるべく導入路線から水素ステーションまでの回送距離を減らすことが望ましい。

(3) メリットを活かせる地域への導入路線の選定

電動バスには、排出ガスを出さないか、少なく、騒音、振動が小さいといったメリットがあり、これらをより活かせる地域として、沿道が市街化され良好な住環境を有する地域、歴史的な街並みを有する地域、優れた自然環境を有する地域、低炭素まちづくりを目指す地域等への導入が考えられる。

これまでの導入事例として、岩手県宮古市の宮古駅と浄土ヶ浜(国立公園)を結ぶ新規路線、三重県の伊勢市駅、宇治山田駅と伊勢神宮を結ぶ既存路線などの観光地への導入、東京都墨田区、羽村市の観

光振興と市民の交通利便性向上を目的としたコミュニティバスへの導入、東京都港区の低炭素まちづくりを目的としたコミュニティバスなどがあり、導入地域からは、「走行音が静か」「変速による振動がない」「乗り心地が良い」「発進時がスムーズ」といった声が多いほか、ラッピングの工夫により地域のPRの役割を果たしているとの声もあった。

また、乗務員からも、車両性能に関して「車内振動・騒音がない」、「加速性・登坂性に優れている」といった評価の声があった。

2.1.3 導入車両の検討

(1) 導入車両の概要

導入車両は、前項で選定した導入路線における交通状況、交通需要、経済性を考慮して、充電・燃料補給方式、設置場所及び電動バスの特性と併せて検討する。

現在の電動バスの種類は限られており、導入する路線の走行条件、電動バスの航続距離、充電又は水素充填する場所等を考慮して導入車両を検討する必要がある。電動バスは、ベースとなるバス車両を自動車メーカーまたは改造メーカーが電動バスに改造したものが多く、導入する路線条件に応じて蓄電池容量等のスペックを変更している。

車両の概要（例）

区分	車名	メーカー名 (改造バスの場合は 改造したメーカー名)	車両 サイズ	航続距離	乗車 定員	補給設備	充電方式
電気バス (短距離走行多 頻度充電型)	日野ポンチョ EV	日野自動車(株)	小型	30km	36人	普通充電器 急速充電器	プラグイン方式
	日野レインボー (改)	(株)フラット フィールド	中型	40km	54人	普通充電器 急速充電器	プラグイン方式
	いすゞエルガミ オ(改)	(株)東京アール アンドデー	中型	不明	49人	普通充電器 急速充電器	プラグイン方式
	いすゞエルガ (改)	(株)フラット フィールド	大型	53km	74人	普通充電器 急速充電器	プラグイン方式
電気バス (長距離走行夜 間充電型)	BYD K9	BYD	大型	250km	69人	普通充電器 急速充電器	プラグイン方式
プラグイン ハイブリッドバス	日野メルファプ ラグインハイブ リッド	日野自動車(株)	中型	EV 走行 15km ハイブリッド走行 300km	33人	普通充電器 急速充電器 軽油スタンド	プラグイン方式
燃料電池バス	SORA	トヨタ自動車(株)	大型	200km	77人	水素ステー ション	—

(2) 電動バス（電気バス）の電費に着目した走行性能

電動バスのうち走行パターンにより航続距離が変化する電気バスの電費特性を解説する。

導入計画地域における電気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。

なお、今後電費試験法の改訂などにより名称が「JE05 モード電費」から変更となる場合は、その名称で読み替える。

①実走行電費に影響する要素

電気をエネルギー源に走行する電気バスの走行の効率性は、単位エネルギー量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。

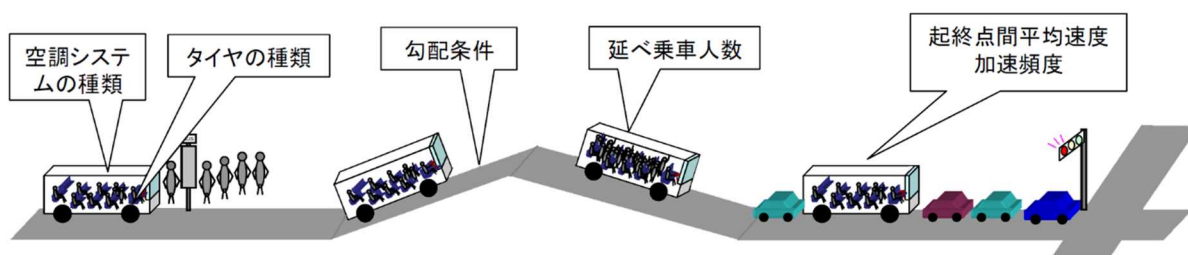
電気バスについても、標準的な性能値として「JE05 モード電費」が車両毎に計測されている場合があり、計画策定時の参考指標として活用できる。

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、電気バスの運行計画を立案する上では、導入地域における電気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。



実走行電費に影響する要素

②JE05 モード電費と実走行電費による実航続距離の設定

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、実航続距離の設定が可能である。

$$\text{実航続距離} = \text{JE05 モード航続距離} \times \text{実走行電費} / \text{JE05 モード電費}$$

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、細かな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

（3）電動バス（電気バス）の電費特性

大型の短距離走行多頻度充電型電気バスの電費は、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、走行動力に使用する蓄電池から同じく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。

電動バス（電気バス）の電費特性

項目	内容
実走行電費の分布	平成 22 年度の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。
走行条件による電費の分布	<p>低速走行の影響</p> <p>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。 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低下幅が拡大する傾向になる。</p>
	<p>加速による影響</p> <p>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。 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。</p>
	<p>利用状況(乗車人数)の影響</p> <p>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、乗車人数が多い方が実走行電費の低下割合が 0.1~0.2 程度多い傾向にある。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="587 801 798 828">〔東京都での実験結果〕</div> <div data-bbox="1053 801 1264 828">〔京都市での実験結果〕</div> </div> <p>※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 ※各都市における対象としたサンプル数は、以下のとおり ・東京都:26 サンプル(うち、延べ乗車人員 5 人以下は 2 サンプル、6 人以上 20 人以下は 12 サンプル、20 人超は 12 サンプル) ・京都市:14 サンプル(うち、延べ乗車人員 6 人以上 20 人以上及び 21 人以上ごとにおける計測器の平均値)</p>
<p>車内空調設備使用の影響(冷暖房使用による秋季の帰庫時 SOC、航続距離に対するおおよその低下率)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="478 1456 877 1792"> <p>【冷暖房使用による秋季の帰庫時 SOC に対するおおよその低下率】</p> </div> <div data-bbox="925 1456 1324 1792"> <p>【冷暖房使用による秋季の航続距離に対するおおよその低下率】</p> </div> </div> <p>※使用実態調査に基づく(グラフ左は電気バス 6 台、グラフ右は電気バス 3 台の平均値)</p>	

※SOC : state of charge の略。蓄電池の充電容量に対する充電残量の比率。0~100%で表示され、満充電状態は 100%となる。

2.1.4 充電等設備の検討

(1) 充電等設備の配置状況

電動バスのうち電気バス（短距離走行多頻度充電型）及びプラグインハイブリッド（EV 走行をメインとする場合）の充電設備は、充電するための回送距離が少なくなるように「起終点での配置」「途中バス停での配置」「最寄り営業所での配置」が考えられる。起終点での充電施設配置は、駅前広場等での配置、車庫や転回場での配置が考えられる。また、充電施設を途中バス停に配置しようとする場合には、交通状況の影響を受けにくいバス停を選ぶことが重要である。

これまで導入している事業者の充電設備は、航続距離、運行ダイヤ、充電時間などを考慮して、運行ルートの起終点になっている市役所の駐車場、バス事業者の営業所、大規模商業施設などに配置している。充電設備はなるべく回送距離が少ない位置に設置することが望ましい。

電気バス（長距離走行夜間充電型）及びプラグインハイブリッドバス（EV 走行・HV 走行併用の場合）の充電は、営業所の普通充電器で夜間充電する。

燃料電池バスは、従来のディーゼルバスと同様に1日1回の水素充填で済むが、運行効率の面から起終点近くに利用できる水素ステーションがあることが導入の前提になる。

電動バスを導入している事業者の充電等設備の例

車種	導入事業者	導入地域	充電施設の配置	導入台数
電気バス	京成バス(株)(墨田区)	東京	充電設備への回送距離が短くなるグループ会社の駐車場の一角に設置(起終点近くに設置)。	1
	羽村市(西東京バス(株))	東京	運行ルートの起終点になる羽村市役所の駐車場に設置(起終点近くに設置)。	1
	小松市(小松バス(株))	石川	運行ルートの起点の小松空港と終点の小松駅近くのサイエンスヒルズこまつと小松バス(株)営業所に設置(起点と終点近くに設置)。	1
	(株)フジエクスプレス(港区)	東京	運行ルートの途中バス停近くの東京営業所に設置(起終点近くに設置)。	4
	岩手県北自動車(株)	岩手	設置工事、メンテナンスの面から、始点であるJR 宮古駅から1km離れた宮古営業所内に設置(始点近くに設置)。	1
	東日本旅客鉄道(株)	宮城	運行ルートの起終点である気仙沼営業所と津谷営業所に設置(起終点近くに設置)。	1
	薩摩川内市(南国バス(株))	鹿児島	営業所と営業路線の起点との距離を勘案して、JR 川内駅近辺のバス待機所に設置(起点近くに設置)。	1
	三重交通(株)	三重	伊勢駅前、バス停留所へのスペース確保ができなかったため、起終点近くの伊勢営業所に設置(起終点近くに設置)。	1
	北九州市(北九州市交通局)	福岡	運行ルートの途中バス停で、終点に近い若松営業所に設置(終点近くに設置)。	2
プラグインハイブリッドバス	平成エンタープライズ(株)	埼玉	起終点となるイオンモール春日部に設置(起終点近くに設置)。	1
	総合観光(株)	東京	自社の駐車場に設置。	1
燃料電池バス	東京都交通局	東京	終点近くの「イワタニ水素ステーション 東京有明」で充填(終点近くの充填施設を利用)。	5



気仙沼 BRT 営業所への設置



羽村市役所駐車場への設置

(2) 充電設備の配置計画（電気バス、プラグインハイブリッドバス）

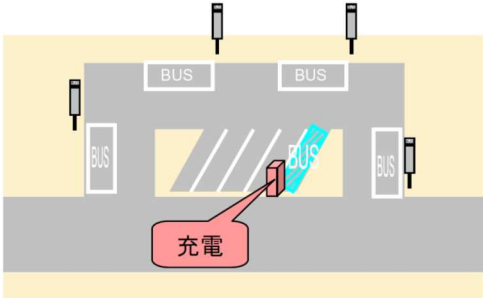
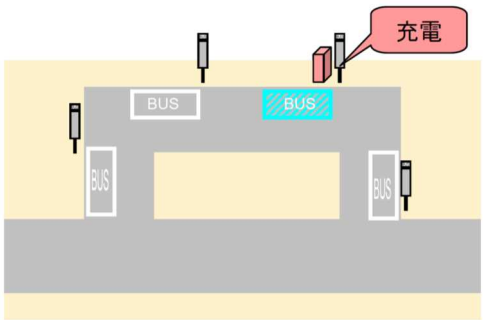
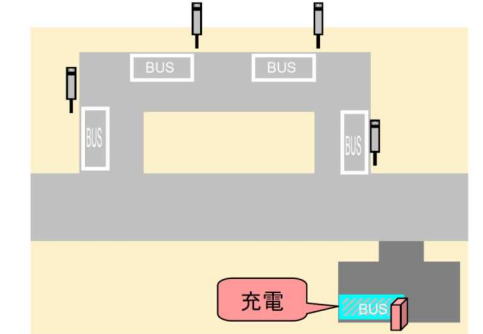
充電設備は、設置しようとする設備の形状、寸法を把握し、バス停周辺の既存施設の設置状況、バス待ち列の発生状況等を踏まえながら、設置位置、設置方法を検討して配置計画を策定する。

①起終点（駅前広場等）における配置方法

駅前広場等の起終点では、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、駅前広場内又は近傍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。

起終点（駅前広場等）における充電施設の配置方法（電気バス例）

項目	内容	バスの設置イメージ
電気バス(充電)専用の待機バスの設置	<ul style="list-style-type: none"> 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、その一部を電気バス専用の待機バスとして充電設備を設置。 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、電気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は、電気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。 複数の電気バスを導入し、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、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必要。 	 <p>電気バス(充電)専用の待機バスの設置</p>
電気バスの充電可能な専用乗降バスの設置	<ul style="list-style-type: none"> 駅前広場内のバス運用に比較的余裕があって、電気バスを特定路線に充当するような場合は、電気バスの乗降、時間調整、充電を同一箇所で行うための専用バスを設置。 これにより、安定的な充電環境を確保すると同時に、余裕をもった充電時間の設定、運行計画の策定が可能となり、地域に対する電気バスの浸透・啓発に向けた様々な工夫も施しやすい環境醸成 	 <p>電気バスの充電可能な専用乗降バスの設置</p>
起終点近傍にある車庫等での充電スペースの確保	<ul style="list-style-type: none"> 都市部の空間的に限られた駅前広場内において、電気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、既存スペースの活用。 その他、駅前広場外の周辺街区において、電気バスの充電専用待機場の設置 	 <p>起終点近傍にある車庫等での充電スペースの確保</p>

②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。

転回場では、消防法等の制約はないが、転回場の機能を阻害しない場所の確保が必要である。

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、当該「通知」はプラグイン方式を前提としたものである。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。

充電設備設置時に配慮すべき事項(道路空間外)

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
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 	
充電設備の構造及び管理	<ul style="list-style-type: none"> ・防火上有効な措置が講じられた構造に係る基準として、筐体を不燃性の金属材料で作ることとする ・振動等により転倒、落下、破損等を生じない構造として、充電設備を堅固に床、壁、支柱等に固定することとする ・充電設備の機能に支障を及ぼすおそれのない構造の基準値として、雨水等の浸水防止措置を講じることとする ・充電設備と車両間の漏電がないようにする ・異常を自動的に検知する構造とする ・異常を検知した場合は、自動的に停止するようにする ・充電設備を手動で緊急停止させることができるようにする 	対象火気設備等の位置、構造及び管理並びに対象火気器具等の取扱いに関する条例の制定に関する基準を定める省令(火災の発生のおそれのある部分に係る防火上有効な構造、振動又は衝撃に対する構造、風洞・燃料タンク等の構造、その他の基準)

(3) 充電設備の安全性に関する留意点（電気バス、プラグインハイブリッドバス）

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。

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安全・円滑な運用のための諸準備

③周辺通行者等に対する積極的な情報提供

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駐車場等に設置する場合、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。

②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より充電が計画どおり実施されなかった場合、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

③周辺通行者等に対する積極的な情報提供

充電設備周辺の歩行者、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。

安全な充電設備の運用のための留意点

運用事例	概要	対応主体
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 ・メーカー
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 －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 	
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 	

(4) 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。

このほか、充電設備の設置場所、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。

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計画的に実施する必要がある。

運行実施に向けて必要な準備（プラグイン方式）

区分	申請事項	申込先	申請内容
交通管理者	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
道路管理者	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
電気事業者	電気使用の申込	電力会社	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

〈地域によっては必要な準備〉

区分	申請事項	申込先	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を超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

なお、水素ステーションについては、設備の規模や運営事業者等によって、営業時間や燃料電池バス対応の可否等が異なるため、運営事業者との協議・調整が必要である。

2.1.5 運用と保守体制の整備

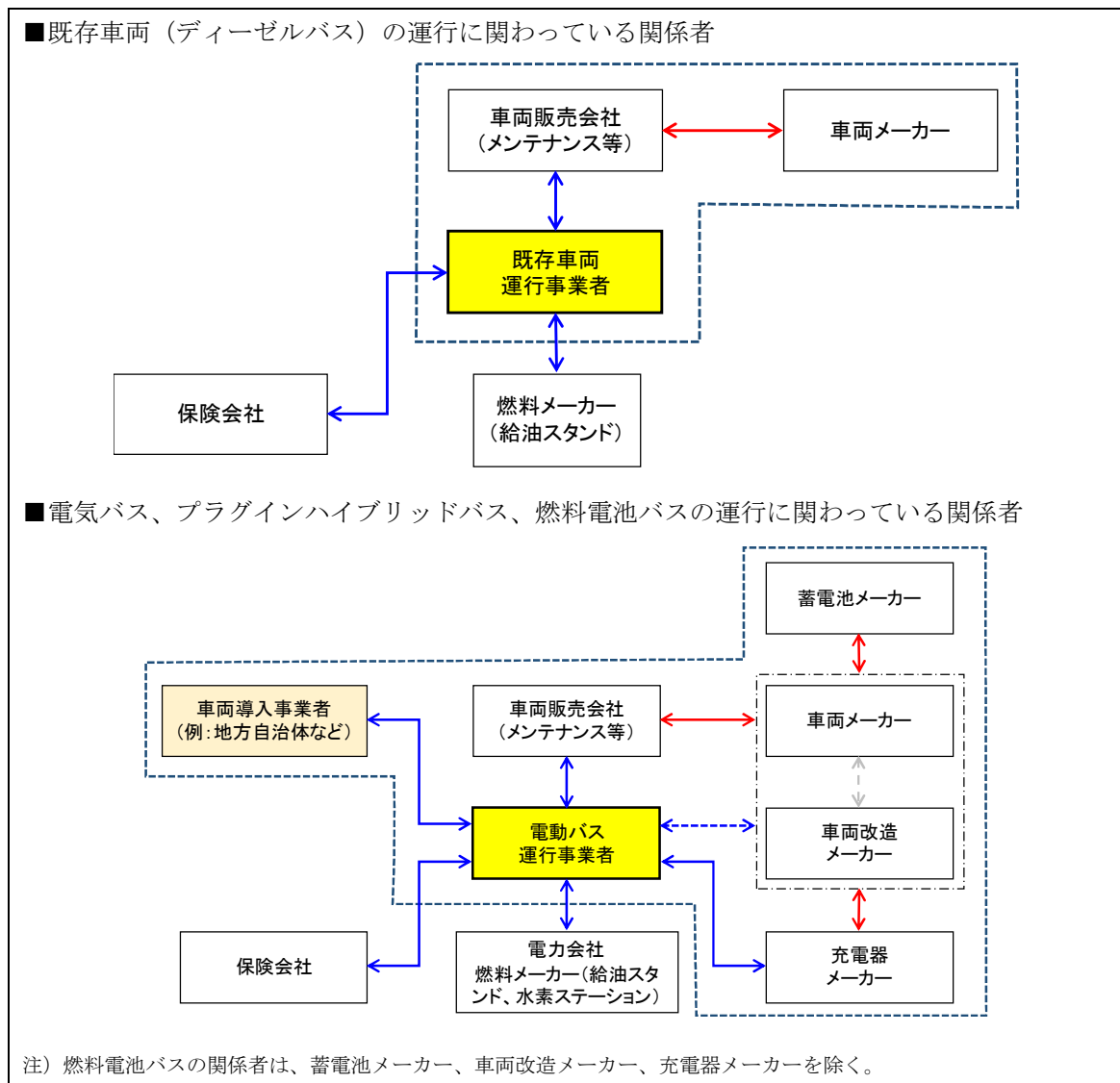
電動バスの導入事業者が確実に車両の運用、CO2 排出削減効果、省エネルギー実現効果を発現できるように、導入事業者、車両メーカー、車両販売会社、改造メーカー、充電器メーカー、蓄電池メーカー等関係者に必要な対応も含めた運用と保守体制の整備が必要である。

(1) 既存車両と電動バスの関係者の違い

既存車両と電動バスの運行に関わっている関係者を比較すると、既存車両と燃料電池バスはユーザーを中心に車両販売会社と燃料メーカー（給油スタンド、水素ステーション）である。既存車両は営業所に自家スタンドを設置しているが、燃料電池バスは燃料充填をするための水素ステーションへの回送が必要となり、保守点検等で営業日が少なくなることがあり、水素ステーションへの連絡が欠かせない。

電気バスとプラグインハイブリッドバスは、車両販売会社、電力会社・燃料メーカー（給油スタンド）にバス事業者や地方自治体などの車両導入事業者と充電器メーカーや蓄電池メーカーが加わり複雑である。

「既存車両（ディーゼルバス）」と「電気バス、プラグインハイブリッドバス、燃料電池バス」の運行に関わっている関係者それぞれの関係図は次のとおりである。



既存車両と電動バスの運行関係者図

(2) 運用と保守体制の整備における留意点

電動バスの導入事業者は、故障等のトラブル発生時の連絡体制や対応方法などについて、確実に電動バスを運用することができる保守体制を構築することが重要であり、特に、連絡体制については、故障箇所（蓄電池、モーター、シャシー等）により、それぞれ問い合わせ先が異なる可能性があるため、よく関係者と協議を行う必要がある。

2.1.6 試験運行の実施

車両納入後、営業運行に入る前に、電動バスが運行路線を問題なく走行できるか、充電設備で問題なく充電できるか、充電時間を確保できるかなど、試験運行を行い問題なく運行路線を走行できることを確認する。

また、乗務員を対象に充電方法や習熟運転の講習を実施して営業運行に備える。

運行ダイヤに従って、営業運行に入る前に運行路線を走行できることを確認するとともに、乗務員の習熟運転を目的とした試験運行を行う。

習熟運転の目的は、以下のとおりである。

- 乗務員に電動バスの運転操作とフィーリング感を把握してもらう。
- 営業運行前の習熟運転講習による電費計測テストの実施。

習熟運転における電費計測テストは、ヒーター、エアコン、リターダーの ON/OFF、停車駅数を標準ケース、過酷ケースなど、いくつかの走行パターンを設定して実際の運行ルートを走行して、SOC、充電量、電費、予想走行可能距離を把握、確認する。

◆◆営業運行前の習熟運転と電費計測テストの例◆◆

北九州市と薩摩川内市では、短距離走行多頻度充電型の電気バス導入にあたり、車両納入後、営業運行に入る前に、乗務員を対象に充電方法や習熟運転の講習を実施して営業運行に備えるとともに営業運行前に電費計測テストを実施して運行路線を走行可能であることを確認している。

北九州市の電気バス運行前に行った習熟運転講習による電費計測テストの結果は、以下のとおりである。

詳細な営業運行前の習熟運転と電費計測テストの例は参考資料編に掲載する。

[習熟運転の実施期間]

北九州市： 2014年3月17日（月）、18日（火）、19日（水）

走行条件	日付	ヒータ		エアコン		リターダ	停車駅数	
		ON/OFF	ファン	ON/OFF	ファン		設定	実停車
条件01	2014/3/17	OFF	OFF	OFF	OFF	使用	折返し	2
条件03 (Normal)	↑	OFF	OFF	OFF	OFF	使用	主要駅	17
条件05	2014/3/19	OFF	OFF	OFF	OFF	使用	全停車	44
条件06	↑	ON	0	OFF	OFF	使用	主要駅	17
条件08	2014/3/18	ON	2	OFF	OFF	使用	主要駅	17
条件11	↑	OFF	OFF	ON	ファン×3	使用	主要駅	17
条件12 (Worst)	↑	ON	2	OFF	OFF	なし	全停車	44

走行条件	天気	外気温 [°C]	時間		オドメータ [km]			SOC [%]			充電量 [kWh]	電費		予想走行可能距離 [km]	
			出発	到着	出発	到着	Δkm	出発	到着	ΔSOC		[km/kWh]	[km/SOC]	SOC90% ⇒30%	SOC90% ⇒17%
条件01	晴	11	11:09	12:33	1,352	1,372	27	90.5	63.0	27.5	-	0.73	0.73	43.6	53.1
条件03	晴	13	14:37	15:50	1,384	1,404	27	90.0	64.5	25.0	22.2	0.84	0.78	47.1	57.3
条件05	晴	11	9:01	10:22	1,465	1,485	27	91.0	43.7	47.3	26.8	0.68	0.63	38.1	46.3
条件06	晴	13	12:36	14:08	1,485	1,505	27	89.3	57.0	32.3	28.8	0.66	0.62	37.2	45.2
条件08	晴	17	13:44	15:03	1,445	1,465	27	90.6	45.6	45.0	-	0.48	0.44	26.7	32.4
条件11	雨	15	11:41	13:01	1,425	1,445	28	91.0	59.5	31.5	26.6	0.68	0.63	38.1	46.3
条件12	くもり	17	9:17	10:42	1,405	1,425	20	90.5	36.3	54.2	45.6	0.40	0.37	22.1	26.9

※SOC30%：充電推奨ランプ点灯
※SOC17%：駆動トルク制限開始

出典：三菱重工業(株)資料

営業運行前の習熟運転講習による電費計測テスト（北九州市）

2.2 電動バスの経済性と環境調和性

2.2.1 電動バスの経済性と CO2 削減効果

2.2.1.1 電動バスの経済性

使用実態調査から電動バスの導入費用、充電設備の導入基数・導入費用を整理する。

車両導入費用は、既存車両に比べると高価であるが、国や地方公共団体の補助制度を活用するなどして、既存車両と同等以下の負担となっている事例もある。

急速充電設備は、仕様により価格差が大きく、また設備本体以外に設置するための工事費等が加わるため設備費用に幅がある。急速充電の設備は車両と同様に補助制度を利用して設置されている。

(1) 車両導入費用

車両導入費用は、5千万円～1億円程度であり、既存車両に比べると高価であるが、国や地方公共団体の補助制度を利用するなどして、既存車両と同等以下の負担に収まっている例もある。

(2) 運行費用、車両整備費

① 電動バスと比較可能な既存車両の運行費用の比較

バスを走らせるための燃料油脂費と電費に油脂費を加えた費用を運行費とする。

電動バス4台の1km当たり運行費は、12.2円/km～27.3円/kmである。比較可能な既存車両の1km当たり運行費は、19.1円/km～36.7円/kmとなり、電動バスは既存車両に比べて1km当たり運行費の差額が△2.5円/km～△14.7円/kmである。

なお、サンプル数が少ないため参考値として示す。

電動バスと比較可能な既存車両の運行費用の比較

No	車種	電動バス	ディーゼルバス	1km 当たり 燃料油脂費の差額 (円/km/月/台) ①-②	1km 当たり 燃料油脂費の 削減率 (%)
		1 km 当たり 電気代・燃料油脂費 (円/km/月/台) ①	1 km 当たり 燃料油脂費 (円/km/月/台) ②		
1	中型 I	12.2	19.1	△7.0	36
2	中型 II	18.4	33.1	△14.7	44
3	大型	27.3	29.8	△2.5	8
4	中型 (PHV)	23.6	36.7	△13.0	36

② 電動バスと比較可能な既存車両の車検整備費等の比較

電動バス6台のうち5台が、比較可能な既存車両に比べて車検整備費等（整備費+車検以外の整備費用）が安い結果となっている。

車種では小型バスの車検整備費等の差額は、△36万2千円～△64万4千円、中型バスの車検整備費等の差額は、△23万9千円前後、大型バスの車検整備費等の差額は、△6万5千円である。また、中型（PHV）の車検整備費等の差額はなかった。

なお、サンプル数が少ないため参考値として示す。

電動バスと比較可能な既存車両の車検整備費等の比較

No	車種	電動バス	ディーゼルバス	車検整備費+車検以外の整備費、消耗品代 ① - ②	車検整備費+車検以外の整備費、消耗品代の削減率 (%)
		車検整備費+車検以外の整備費、消耗品代 (円/年) ①	車検整備費+車検以外の整備費、消耗品代 (円/年) ①		
1	小型 I	1,037,672	1,399,250	△361,578	26
2	小型 II	408,195	902,999	△643,737	55
3	中型 I	209,677	448,361	△238,684	53
4	中型 II	419,420	658,010	△238,590	36
5	大型	318,800	383,350	△64,550	17
6	中型 (PHV)	420,000	420,000	0	0

(3) 充電設備の導入基数・導入費用（電気バス）

電動バスを導入している事業者は、運行路線の起終点や運行経路近くの営業所に急速充電設備を設置している。事業者によっては、急速充電設備に加えて普通充電設備を設置している例や急速充電設備を2基以上設置している例がある。急速充電設備の本体価格は158万円～893万円と価格差が大きい。

設置工事等の付帯価格まで含めた充電設備導入費用では、1千万円を超えた設備費用を負担して導入している事業者が2件あり、設置条件によっては負担が大きくなる。

◆◆導入台数による電力量料金の基本料金への影響◆◆

東京電力エナジーパートナー(株)の料金表（高圧）に基づいて以下の契約をしているバス事業者を例に、月間2,000km、電費1.2kWh/km、使用電力量2,400kWhの電気バス1台を導入した場合と10台導入した場合の月間電力量料金を比較する。

<p>○契約内容</p> <p>契約電力（高圧電力）：50kW 基本料金：契約電力1kWにつき1,269円 電力量料金（その他季料金）：1kWhにつき15.94円</p> <p>○電気バス1台の月間運行実績</p> <p>月間走行距離2,000km（1日80km×25日） 電費1.2kWh/km 使用電力量=2,000km×1.2kWh/km =2,400kWh</p> <p>○電力量料金</p> <p>電気バス1台の電力量料金 =基本料金50kW×1,269円/kW +その他季料金2,000km/台×1.2kWh/km×15.94円/kWh =<u>基本料金63,450円+その他季料金38,256円=101,706円...①</u></p> <p>電気バス10台の電力量料金 =基本料金50kW×1,269円/kW +その他季料金2,000km/台×1.2kWh/km×15.94円/kWh×10 =<u>基本料金63,450円+その他季料金382,560円=446,010円</u> 電気バス1台の電力量料金=446,010円÷10=44,601円...② 電気バス1台当たりの電力量料金の差額=①-②=<u>△57,105円</u></p>

電気バス1台を導入した場合の月間電力量料金は101,706円、電気バス10台を導入した場合の電気バス1台当たりの月間電力量料金は基本料金が10分の1になるため44,601円となり、57,105円安くなる。

このことから、電気バスを複数導入することで1台当たりの基本料金が安くなり運行費用を抑えることができる。

2.2.1.2 電動バス（電気バス）の CO2 削減効果

使用実態調査により、同一使用条件における電動バス（電気バス）と既存のディーゼルバスを比較し CO2 削減効果を検証した結果、電動バス（電気バス）は既存のディーゼルバスに比べて CO2 削減効果で優位であることが示された。

なお、統一した CO2 排出原単位を用いて電動バス（電気バス）導入による CO2 削減効果の目安となる大型バス、中型バス、小型バスのディーゼルバスに対する CO2 排出削減率を示す。

(1) 電動バス（電気バス）と比較可能な既存車両の CO2 排出量の比較

同一使用条件において既存車両と比較した場合の電動バス（電気バス）の CO2 削減量は、中型バス 1km 当たり 0.176kg-CO2～0.324 kg-CO2、大型バス 1km 当たり 0.164 kg-CO2 で、いずれも一定の CO2 削減効果が見られている。ただし、使用実績データには、それぞれの運行拠点の電力形態や運行路線の特性が含まれるため、CO2 削減効果の大小はその内容に大きく左右される。

電動バス（電気バス）と比較可能な既存車両の CO2 排出量の比較

No	車種	電動バス	ディーゼルバス	CO2 排出削減量 (kg-CO2/km/台) ①-②	CO2 排出 削減率 (%)
		CO2 排出量 (kg-CO2/km) ①	CO2 排出量 (kg-CO2/km) ②		
1	A 社(中型車)	0.387	0.564	△0.176	31
2	B 社(中型車)	0.498	0.822	△0.324	39
3	C 社(中型車)	0.641	0.892	△0.251	28
4	D 社(大型車)	0.508	0.672	△0.164	24

※サンプル数が少ないため参考値。それぞれの電力形態、運行路線における排出量。

(2) 統一した CO2 排出原単位を用いた CO2 排出削減効果

電動バス（電気バス）の運行事業者はそれぞれの電力需給方法により電動バス（電気バス）の充電を行っているため、横並びにその他の路線や電動バスとは比較が出来ない。このため、使用実態調査により得られた補助事業者の使用実績データをもとに蓄電池充電量から算出した電費と、平成 28 年の全国の一般配電事業者（北海道電力、東北電力、東京電力など大手 10 社）の CO2 排出原単位の平均値 0.518kg-CO2/kWh から算出した CO2 排出削減率の関係をグラフ化した。

統一した CO2 排出原単位を用いた場合の CO2 排出削減効果の傾向は、車型によって電費の絶対値に違いはあるものの CO2 排出削減率としては、いずれも削減可能であり、実績として、比較車両（ディーゼル車）に対して 18～50%の削減率が得られている。ただし、どの車型もサンプル数が少ないため削減率の目安の精度を高めるにはデータ取得台数を増やす必要がある。

それぞれの車型の傾向としては、次のとおりである。

【大型車】

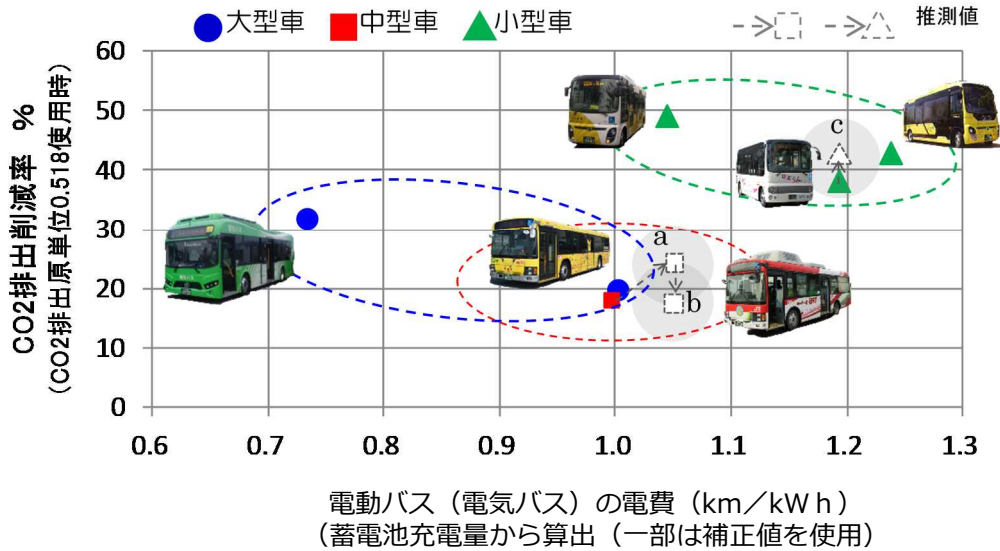
- 電費性能は他の車種にくらべ低い傾向にあるが、同型のディーゼル車の燃費も同一傾向となり、CO2 排出削減率は、20～30%程度である。

【中型車】

- 中型車は電費としては、大型車と小型車の中間と見られる。運転条件を補正すると推測値 b の位置あたりと考えられる。CO2 排出削減率の傾向は 18%前後。

【小型車】

- 電費、CO2 排出削減率共に中型車や大型車よりも高い傾向にある。運転条件の補正を含め、このクラスの車両としては 40%以上の削減能力があると考えられる。



- 補正 a(中型電動バス) 充電時ロスや待機電力を含んだ電力から算出しているため、正味の蓄電池充電量から算出した場合は電力量が減り、電費向上
- 補正 b(中型電動バス) 比較車両が大型車のため、電気バスと同じ比較車両の中型車の場合には燃費向上につき、CO2 排出削減量が減少
- 補正 c(小型電動バス) 比較車両が電気バスよりも小さい車両であるため、同サイズの場合に燃費が低下して CO2 排出削減量は増加する。

電気バスの電費と CO2 削減効果の関係図

国内に導入されている電動バス（電気バス）より得られた実績データをもとに車種のクラス別の電動バスの削減量を算出した結果は以下のとおりである。

なお、電動バス（電気バス）導入の CO2 削減効果の算定には、平均値を用いており、その平均値の誤差も併せて最大値と最小値を表示している。

削減率%	大型車	中型車	小型車
Max.	32	18	49
Ave.	26	18	44
Min.	20	18	38

対象車	CO2 排出原単位
ディーゼルバス（軽油）	2.58 kg-CO2/L
電気バス（電力）	0.518 kg-CO2/kWh

※精度を高めるには実測データ取得台数を増やす必要がある。

2.2.2 電動バス（電気バス）のCO2排出量算出方法

2.2.2.1 算出に必要な情報と電力量の取得場所による違い

（1）算出に必要な情報

電動バス（電気バス）は、蓄電池の電力をモーターで駆動力に変換することによって走行する。この駆動力となる電気エネルギーの消費量が既存車両（ディーゼル車）の軽油使用量に該当し、CO2排出量に相当する。ここで、電動バス（電気バス）では蓄電池の電力を消費する際にCO2は発生せず、車両からのCO2排出は無い。ただし、電力は発電所等において製造される際にCO2が排出されることになるため、蓄電池が消費した電力量＝蓄電池への充電量とすれば、充電時の電力量分のCO2が発電所等において排出される（再生可能エネルギーは除く）。また、電費と燃費は走行距離とその区間に消費した電力量、燃料使用量から求めることが可能である。

電動バス（電気バス）において電費やCO2排出量を求めるために必要な情報と算出により得られる情報は以下の通りである。

電動バス（電気バス）の電費及びCO2排出量算出に用いる情報と得られる情報

項目	項目	単位	内容
計測項目	① 蓄電池充電量 (取得難易度：大)	kWh	蓄電池に充電された電力量 (正味の電力量)
	② 充電器の電力量 (取得難易度：中)	kWh	蓄電池充電量が不明の場合、充電器で表示(計測)される充電量(充電時の充電ロスが含まれる)
	③ 電力メーター電力量 (取得難易度：小)	kWh	充電器による充電量が不明の場合、充電器へ送った電力量を計測する電力メーターによる電力量 (充電ロスのほか待機電力が含まれる)
	④ 走行距離	km	使用した電力量に対する走行距離 (1日間、1ヵ月間、1年間など) 可能であれば、営業距離、回送距離(or 総走行距離)
問合せ	⑤ CO2 排出原単位	kg-CO2/kWh	発電所が1kWh発電する際に排出するCO2排出量 ※「地球温暖化対策の推進に関する法律」に則り各電力会社が経済産業省及び環境省に報告している値を使用
算出項目	⑥ 電費	km/kWh	1kWhの電力で航続可能な距離
	⑦ 単位距離当たりのCO2排出量	kg-CO2/km	1kmあたりのCO2排出量
	⑧ 特定の期間(1日、1ヵ月、1年など)におけるCO2排出量	kg-CO2/日, kg-CO2/月, kg-CO2/年	電気バスが走行した単位期間(1日など)におけるCO2排出量

（2）電力量の取得場所による違い

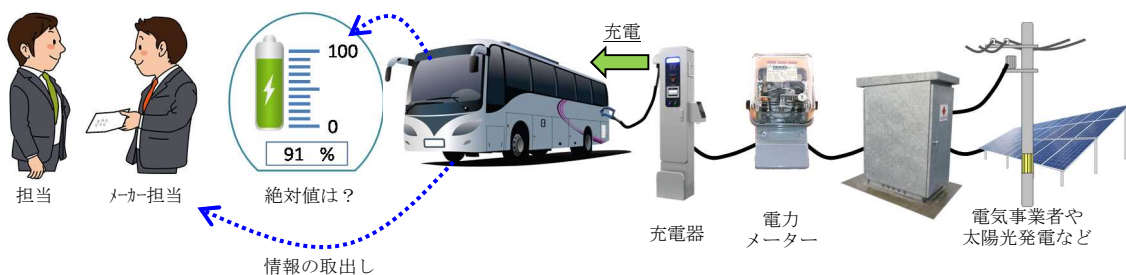
電費やCO2排出量の算出に用いる蓄電池へ充電した際の電力量を取得するには、①蓄電池充電量、②充電器の電力量、③電力メーター電力量の3つの方法（取得位置）が考えられる。

この3つの方法により得られる電力量には“量”の違いのほか、“電費”の意味合いも異なってくる。このため、全ての値を計測できることが望ましいが、取得する場所によって取得方法に難易度があるため、運用する事業者において取得可能な箇所を選択することとなる。それぞれの違いは、次の通りである。

①蓄電池充電量

正味の充電量のこと、既存車両の燃料補給量（〇〇リットル）に該当し、車両同士の CO2 排出量を比較する上で対等な量にあたる。

電力量の取得方法として、電気自動車の多くは充電量の状態を「SOC」(State Of Charge) の値としてメーターパネル上にアナログメーターやデジタルメーターに 0～100%表示の形で表示されており、いわゆる“満タン法”により充電前と充電後の値の差で充電量が取得できる。しかし、この値は充電量 (kWh) と直接的にリンクさせるには蓄電池の仕様やメーカーへの確認が必要な上、正確な値へ変換することも困難である。この場合、車両に搭載されているコントロールユニットに記録される充電情報を車両製作メーカー経由で取得する方法があるが、情報を取得できる体制作りが必要となる。



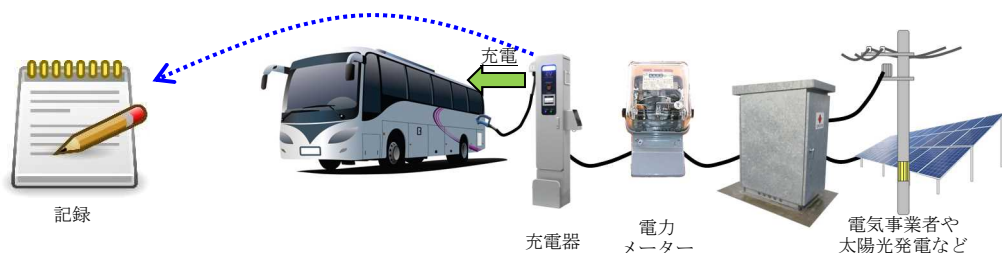
蓄電池充電量計測の仕組み

②充電器の電力量

(急速) 充電器により蓄電池に充電したときの充電ロスを含んだ電力量で、既存車両と CO2 排出量の比較をする際には充電ロス分の電力に係わる CO2 排出量が含まれた比較となる。

電力量の取得方法は、充電器内に記録される情報、または充電期間に充電器が使用する電力量を外部の電力メーター等で記録（目視による記録など）した電力量（充電開始時と充電終了時の差）として得ることが出来る。

また、CHAdeMO 規格に準拠した充電器を使用する場合、充電時のロスは 10%以下と規定されているため、おおよその値としてロスを 5～10%と算出するならば、得られた電力使用量を 1.05～1.10 倍で割り戻すことでロスを含まない正味の蓄電池充電量が得られる。

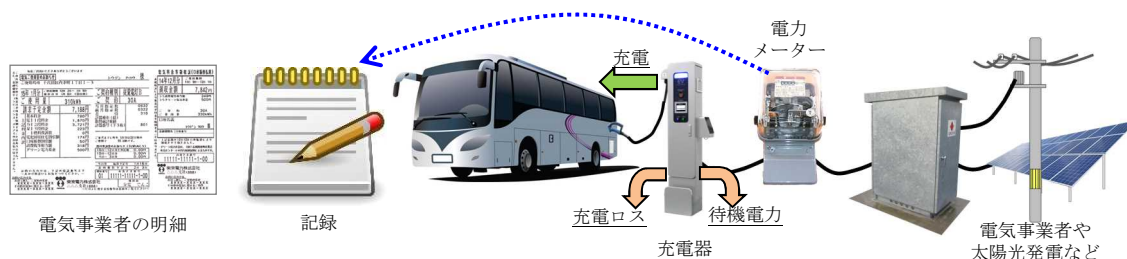


充電器の電力量計測の仕組み

③電力メーター電力量

急速充電器や普通充電器を使用して充電をした際に、充電ロスや充電器の待機電力を含めた総合的な電力量で、既存車両と CO2 排出量の比較をする際には充電ロス分の電力と記録を取った基準の期間（例えば1日や1年など）に稼働していた充電器の待機電力分の電力に係わる CO2 排出量が含まれた比較となる。

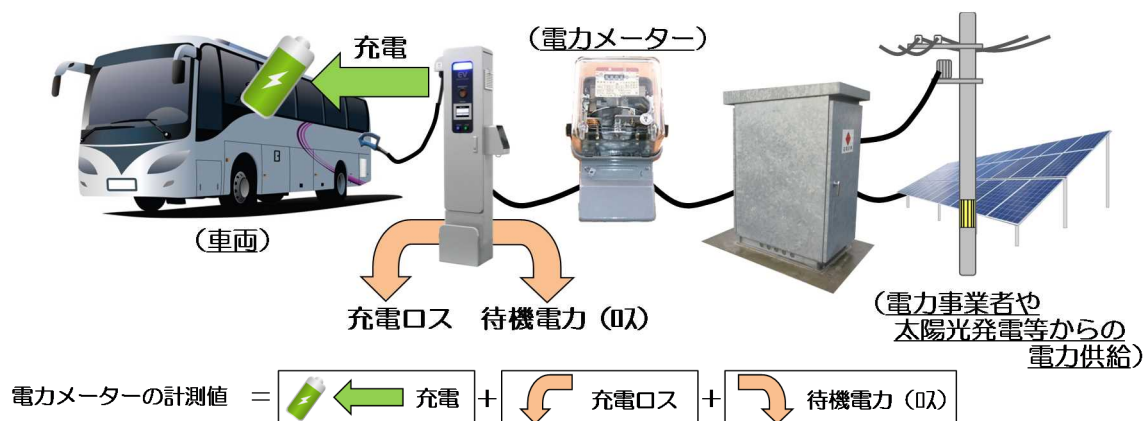
電力量の取得方法は、電力メーターの記録（目視による記録など）や電気事業者からの電力使用量明細などから得ることができ、待機電力と稼働時間及び充電ロス割合から補正した蓄電池充電量の試算も可能である。



電力メーター電力量計測の仕組み

(3) 電力メーター電力量から蓄電池充電量の算出

蓄電池充電量（正味の充電量）が取得困難である場合、電力メーター電力量を元に電費や CO2 排出量、排出削減率を求める方法もあるが、充電器の充電ロスや待機電力が含まれているため、実際の値よりも悪く表現されることになる。このため、電力メーター電力量から蓄電池充電量（相当）を算出して利用する。



$$\text{蓄電池充電量(相当)} = \{ \text{電力メーター電力量} - (\text{待機電力} \times \text{待機時間}) \} \div (1 + \text{充電ロス割合})$$

[待機電力量]	=	待機電力 × 待機時間
[充電時電力量]	=	蓄電池充電量 + [充電時充電ロス電力量]
[充電時充電ロス電力量]	=	蓄電池充電量 × 充電ロス割合 ※1

※1 : CHAdeMO 規格に準拠している充電機の場合の充電ロスは10%と規定されていることから、最大10%まで補正を考える。運用としては、4~10%（使用実態調査での経験値）を最大最小値として電力を算出したうえで、電費性能、CO2 排出削減効果も、最大最小値を導き運用する。

電力メーター電力量から蓄電池充電量の算出方法

2.2.2.2 CO2 排出削減効果の算出（評価方法の試算）

既存のディーゼルバスに対する電動バス導入による CO2 排出削減効果の評価方法は、必要情報の取得、電費・燃費・単位走行距離あたりの CO2 排出率の算出、CO2 排出量算出のための基準走行距離の設定により CO2 排出量の算出が可能と考えられる。

CO2 削減効果として、CO2 排出削減量 [kg-CO2 (日、月、年あたり)] 及び、比較車両の CO2 排出量からどれだけ削減されたかの CO2 削減率 [%] を求める。

(1) 必要情報の取得

それぞれの運行条件における電力使用量 [kWh] や燃料使用量 [L]、走行距離 [km] の計測と、CO2 排出原単位 [kg-CO2/kWh、kg-CO2/L] を確認する。冷暖房等において主エネルギー（電力、軽油）以外の別エネルギーを利用している場合は、同様にデータを取得する（例えば燃焼式ヒーターの灯油など）。

(2) 電費・燃費・単位走行距離あたりの CO2 排出率の算出

それぞれの車両の運行から得られる単位エネルギーあたりの走行距離としての電費 (km/kWh)、燃費 (km/L) 及び、単位距離あたりの CO2 排出量 (率) [kg-CO2/km] を求める。

● 電動バス（電気バス）の電費(km/kWh) = 走行距離 ÷ 電力使用量 … [式 1]

● 電動バス（電気バス）の CO2 排出率 (kg-CO2/km) = 電力の CO2 排出原単位 ÷ 電費 … [式 2]

● 比較車両の燃費 (km/L) = 走行距離 ÷ 燃料使用量 … [式 3]

● 比較車両の CO2 排出率 (kg-CO2/km) = 軽油の CO2 排出原単位 ÷ 燃費 [式 3] … [式 4]

主エネルギー以外に別エネルギー使用時も同様の計算において単位距離あたりの CO2 排出率を算出し合算して利用する。ただし、電費 (km/kWh) や燃費 (km/L) に対するエネルギー使用量への変換（単位系の変換）は困難であるため考慮せず、実際には別エネルギー分、電費、燃費は悪化しているという前提のもとに評価をする。

(3) CO2 排出量算出のための基準走行距離の設定

CO2 排出量を求めるための基準となる走行距離を設定する。

走行距離は、電動バス（電気バス）と同じ路線を既存車両が走行する場合のそれぞれの走行距離を使用するが、充電器の設置位置や燃料補給場所が異なる場合は、回送距離の影響を含めるためにそれぞれの値を使用する。

A. 電動バス(電気バス)と比較車両の運行距離がほぼ同等の場合

電動バス(電気バス)用の充電器と比較車両用の給油設備が駐機場などの同じ場所にあるか、電気バス用の充電器が運行ルート上または運行ルートの近くにあるなど、比較車両と運行距離がほぼ同じ場合は同じ値を用いて CO2 排出量を算出。

⇒ 電動バス(電気バス)と比較車両共に代表して電気バスで取得された走行距離を使用

B. 電動バス(電気バス)と比較車両の走行距離が大きく異なる場合

充電器または燃料給油場所が異なり、電動バス(電気バス)と比較車両の運行距離が異なる場合は、運用上その走行距離分の CO2 排出量が多く、または少なく排出されるため、そうした影響を考慮するためにそれぞれの運行距離で CO2 排出量を算出。

⇒ 電動バス(電気バス)と比較車両共それぞれの走行距離を使用

(4) CO2 排出量の算出

CO2 排出量の算出は 1 日、1 ヶ月、1 年あたりなどの基準期間当たりの量を求めるため、特定の期間（1 日、1 ヶ月、1 年など）の走行距離 [km] における CO2 排出量 [kg-CO2（日、月、年あたり）] を算出する。

ここで、走行距離条件（3）A の場合は、比較車両を単純に電動バス（電気バス）と入れ替えた想定して、電気バスと同じ走行距離を（2）で得られた CO2 排出率で走行した場合の CO2 排出量 [kg-CO2/（日、月、年あたり）] を求める。

走行距離条件（3）B の場合はそれぞれの走行距離を用いて CO2 排出量を求める。

●電動バス（電気バス）の CO2 排出量（kg-CO2（日、月、年あたり））＝

$$\text{電動バス（電気バス）の CO2 排出率 [式 2]} \times \text{比較走行距離} \quad \dots \text{ [式 5]}$$

●比較車両の CO2 排出量（kg-CO2（日、月、年あたり））＝

$$\text{比較車両の CO2 排出率 [式 4]} \times \text{比較走行距離} \quad \dots \text{ [式 6]}$$

(5) CO2 排出削減量及び削減率の算出

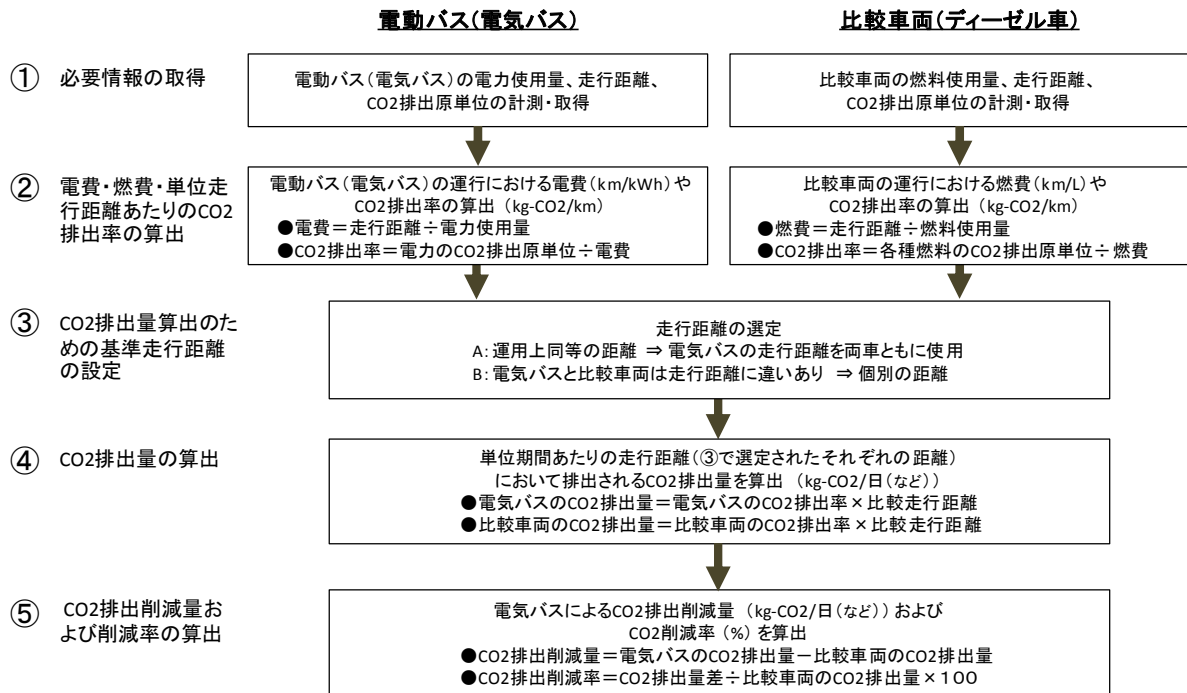
CO2 削減効果として、CO2 排出削減量 [kg-CO2（日、月、年あたり）] 及び、比較車両の CO2 排出量からどれだけ削減されたかの CO2 削減率 [%] を求める。この際、補足情報等の運行条件において CO2 排出量の算出に偏りが発生する恐れがある場合はその情報を記し、定性的な悪化や改善の傾向について但し書き追記する。

●CO2 排出削減量（kg-CO2（日、月、年あたり））＝

$$\text{電動バス（電気バス）の CO2 排出量 [式 5]} - \text{比較車両の CO2 排出量 [式 6]} \quad \dots \text{ [式 7]}$$

●CO2 排出削減率（%）…比較車両 CO2 排出量からの削減率＝

$$\text{CO2 排出量差 [式 7]} \div \text{比較車両の CO2 排出量 [式 6]} \times 100 \quad \dots \text{ [式 8]}$$



電動バス（電気バス）導入による CO2 排出削減効果の算出手順

2.2.2.3 CO2 排出削減効果の概算算定手法

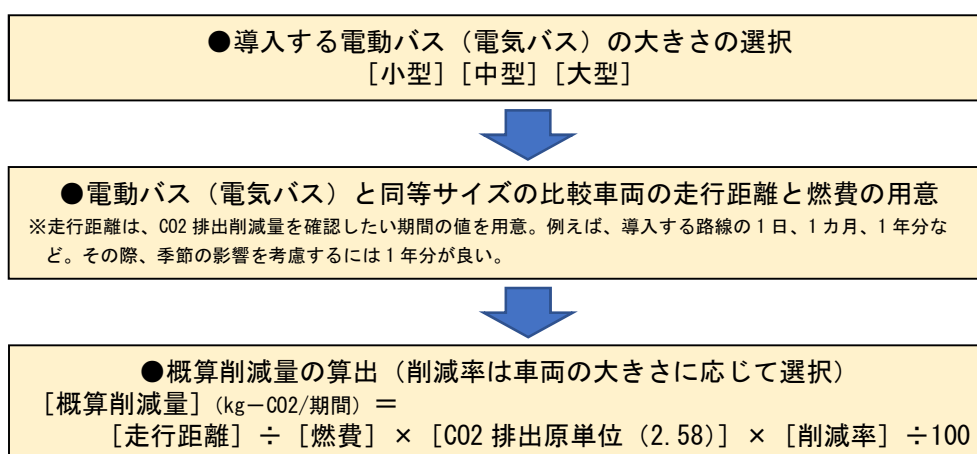
既に導入した電動バス（電気バス）またはこれから導入する電動バス（電気バス）の CO2 排出量がどの程度削減可能であるかの概算を求める手法を解説する。

まず代替するディーゼルバスの走行距離と燃費から燃料使用量を算出して CO2 排出原単位を乗じてディーゼルバスの CO2 排出量を算出する。次に車両の大きさに応じて選択した電動バス（電気バス）の CO2 排出削減率を乗じて電動バス（電気バス）の CO2 排出量を算出する。これにより導入計画を策定するうえで必要な電動バス（電気バス）導入の CO2 削減効果の概算値を得ることができる。

電動バス（電気バス）の CO2 排出削減率

- 大型バス：平均 26%
- 中型バス：平均 18%
- 小型バス：平均 44%

※データ件数が少ないので参考レベルとして扱う。



概算 CO2 排出削減率の算出手順

【概算式運用例】

大型電動バス（電気バス）導入

比較対象車 : 大型ディーゼル車

走行距離 : 42km (1日)

燃費 : 2.756km/L

概算削減量 (平均) = $(42/2.756) \times 2.58 \times (26/100) = 10.2\text{kg-CO}_2/\text{日}$

※電気バスの CO2 排出原単位は一般電気事業者 10 社の平均値 0.518kg-CO2/kWh を使用している。

2.3 電動バス導入の評価と普及の課題

これまでの導入事業者への使用実態調査の結果から、補助対象となっている路線バスやコミュニティバス等に導入されている電動バスについて、既存のディーゼルバスに対する環境性能、走行性能等の車両に関する評価と事業運営に関する効果を整理し、電動バスを普及するうえでの課題を取りまとめる。

(1) 電動バス導入の評価

①環境調和性、車内環境、運転性能に関する評価

地域交通グリーン化事業を活用して導入された電動バスは、既存のディーゼルバスに比べて、環境調和性、車内環境、運転性能に関して以下の評価を得ている。

- 走行時に CO₂ やその他の排出ガスを出さない (PHEV を除く)。
- 車内の騒音、振動が少ない (乗客、乗務員)。
- 発進時の加速性、登坂性、走行中の追い越し時の加速性が優れている (乗務員)。

②経済性に関する評価

導入事業者の使用実績では、既存のディーゼルバスに比べて、以下のように電動バスの走行費用に対する経済的な優位性があることを示している。

- 車両購入費用は、既存車両に比べて高価であるが、国等の補助制度を利用するなどして、同等以下の負担に収まっている (車両本体価格の 1/2~1/3 の補助)。
- 運行費用 (燃料油脂費又は充電費用) は、既存車両に比べて 8~44% の削減が期待できる。
- 車両整備費 (車検整備費+車検以外の整備費用) は、既存車両に比べて 0~55% の削減が期待できる。
- 充電設備の導入費用は、設置工事等の付帯費用まで含めている事業者があり、設備費用に幅があるが、国等の補助制度を利用して負担を軽減している (充電設備等の 1/2~1/3 の補助)。

③導入台数による電気料金の基本料金への影響

電気料金は、基本料金と電力量料金に分かれており、電気バスの導入台数が 1 台の場合、使用電力量にもよるが、基本料金が電力量料金の半分以上を占めることがある。このため電気バスを複数導入することにより 1 台当たりの基本料金が安くなり運行費用を抑えることができる。

④事業運営に寄与する副次的効果

導入事業者からあげられた電動バス導入による省エネ、CO₂ 削減以外の事業運営に寄与する主な副次的効果は、「企業のイメージアップが図られる」、「地域のイメージアップが図られる」、「観光振興など地域の活性化が図られる」、「従業員の環境意識が向上する」である。

電動バスを運行していることが、環境問題に貢献している企業であるといったイメージアップに繋がっているとの意見が多くあげられている。

⑤導入にあたっての独自の工夫

導入事業者が電動バス導入の際に取り組んだ独自の工夫には、バスに地域をイメージしたデザインを施して観光振興や地域おこしなどの広報を行うものや車内に電気バスのメカニズムの説明用の

ボードを設置するなどの例がある。また、大規模太陽光発電装置に蓄電池付急速充電設備を設置して再生可能エネルギー由来の電気を使用してバスの運行のゼロエミッション化を達成している導入事業者もいる。

(2) 電動バス普及の課題

①運行に関する課題・問題点

電動バスの運行に関する課題・問題点は以下のとおりである。

- 航続距離が短い電気バス（短距離走行多頻度充電型）は、継ぎ足し充電により運行時間が制限される。
- 冷房使用時に蓄電池の電力消費が多くなり走行距離が短くなるので、充電時間を増やすなどの対応策が必要になる。
- 故障した場合、既存車両に比べて故障部品の調達に時間が掛かり、復旧するまで時間が掛かる。

②充電・燃料補給に関する課題・問題点

電動バスの充電に関する課題・問題点は以下のとおりである。

- 充電器の復旧に時間がかかることがあるので充電器の品質向上と充電器メーカーのメンテナンス対応の向上が必要である。
- 充電施設が屋外に設置されていることが多いので、悪天候時、暑い時期、寒い時期の乗務員への負担が大きい。
- 燃料電池バスは、水素ステーションが少なく、一定規模の車両台数を導入するには水素ステーションの増設が不可欠である。

③運用と保守体制の課題・問題点

電動バスの運行にあたり、導入事業者から以下のような課題・問題点があげられた。

○電動バスの運用

- 既存車両と電動バスを同じ路線で運行しているため、乗務員が運行ダイヤの途中で車両交換が必要となり、運行管理が難しい。
- 電動バスの運転乗務員に対する走行訓練教育と電動バスの運行やメンテナンスに対応できる運行管理者及び整備管理者を育成することが必要である。

○電動バスの保守体制

- 電動バスは運用やメンテナンスで既存車両と異なるため、トラブルが発生した場合に対応できる体制を整備することが必要である。
- 自動車メーカー、充電器メーカー、改造メーカーによる電動バスの運行状況、蓄電池の充電状況、蓄電池の劣化状況をモニターし、メンテナンスやトラブル発生に対応できる体制整備が必要である。

(3) 電動バス導入に向けて取り組まれることが望ましい事項

バス事業者、地方自治体

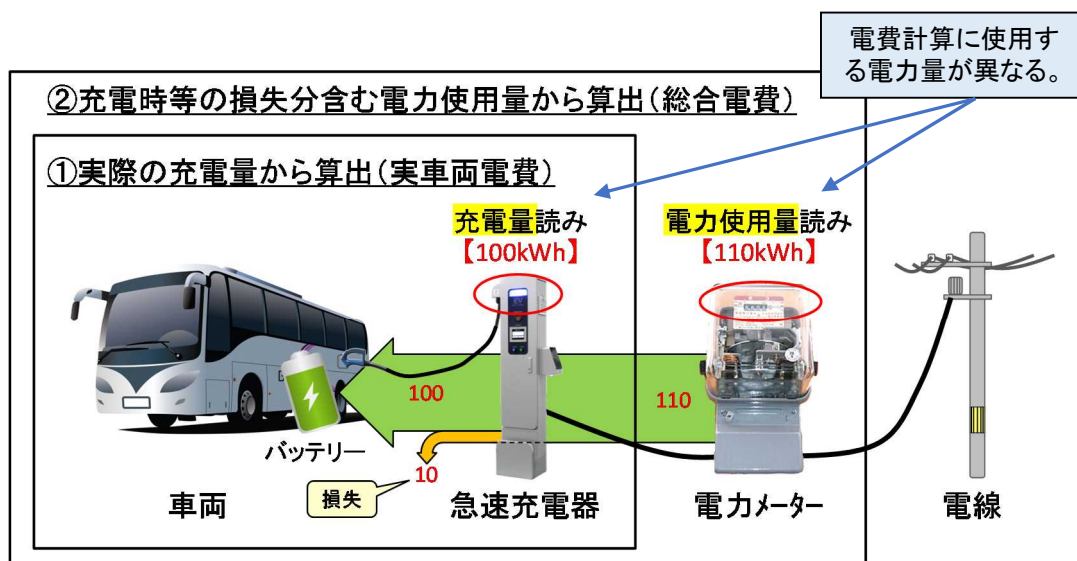
- 次世代自動車導入に対する補助制度を充実させ、また制度がない場合は創設する。
- 車両導入事業者は、運行データの収集内容と報告、故障等のトラブル発生時の連絡体制や対応方法などを事前に整える。

車両メーカー、自動車販売会社（メンテナンス等）、改造メーカー

- 車両メーカー、自動車販売会社及び改造メーカーは、電動バスのメンテナンスの充実強化を図り、電動バスの運行に役立つ情報を提供する。
- 充電器メーカー、蓄電池メーカー等の関係者と連携して、運行するルートに関する情報（走行距離、始発駅のSOC、冷暖房使用の有無、巡航速度、高低差等）をもとに運行条件を設定し、路線走行シミュレーションを行い、電動バスの運行の可否を確認して、車両導入事業者はその結果を提供する。
- 蓄電池、モーター、シャシーそれぞれ問い合わせ先が異なるとユーザーは不便なので、トラブル等が発生した場合は、例えば自動車販売会社に連絡すれば解決するような連絡体制を整える。

充電器メーカー

- 充電損失が大きい充電器は、電力メーターの電動バスの電費を計測すると、充電損失分が加わり実電費が低くなるので、充電損失を除いた電力量を計測できる充電器を開発する。
- 損失が少ない充電器を開発する。
- 充電器の故障等が発生した場合の連絡体制を自動車販売会社に統一するなど、窓口を調整するなどして、一本化を図る。



電力量取得位置の違いと電費の意味合い

その他

- 電力システム改革と今後の電気自動車の普及拡大に向けて、電動バス導入事業者の意向が強い電気料金の従量課金制について検討が望まれる。
- 電動バスの導入にあたり、改造車や試作車などは共同開発的な位置づけとし、メーカー側は運行データ取得により開発へフィードバック、車両導入事業者は同データを用いたコスト管理やプロモーション等を行うことも可能である（開発・製作メーカーによる）。
- 量産化されるまでの間は、自動車メーカー・改造メーカーが統括窓口となってユーザーをフォローする。

電動バスは、普及の初期段階であるため、既存のディーゼルバスに比べて車両価格が高く、新たに充電器の設備費用が必要になるなど、初期の資金需要が大きくなるが国等の補助制度を利用することによって事業者の経済的な負担はかなり軽減されている。

今後、電動バスの普及が本格化するのに従って、車両や充電器の性能向上や低価格化が図られ、初期段階の課題は次第に解消されると考えられる。

2.4 国内外の電動バス導入事例

2.4.1 国内の電動バス導入事例

2.4.1.1 地域交通グリーン化事業による電動バス導入事業

地域交通グリーン化事業を活用した15事業者が導入した電動バス30台のうち、電気バスが最も多く11事業者21台が導入されている。このうち、自動車メーカーが電気バスとして販売しているのは、日野自動車(株)の日野ポンチョ、中国BYDのK9である。その他の電気バスは、自動車メーカーからベース車両を購入して電動化した改造車両である。

電気バスは、BYDのK9を除き、継ぎ足し充電が必要な短距離走行多頻度充電型である。

プラグインハイブリッドバスは、ニュージーランドのデザインライン社のハイブリッドバスをプラグインハイブリッドバスに改造した車両と、日野自動車(株)が開発・販売した日野メルファPHVがある。

燃料電池バスは、トヨタ自動車(株)が「トヨタフューエルセルシステム(TFCS)」を採用したSORAを開発・販売している。

地域交通グリーン化事業による電動バス導入事業の概要(注)一部補助事業で導入したものではないものも含む

導入車両の分類		電気バス(短距離走行多頻度充電型)			
導入地域		小型		石川県小松市	
走行キロ/主な導入目的		8.9km/観光、コミュニティバス	14km/再生エネルギー活用、コミュニティバス	11km/観光、空港路線バス	
導入車両	車名	日野ポンチョ EV		日野ポンチョ EV	
	ベース車両(自動車メーカー)	日野ポンチョEV(日野自動車(株))		日野ポンチョEV(日野自動車(株))	
	改造事業者	-		-	
	導入年度	平成23年度		平成24年度	
	使用者	京成バス(株)		小松バス(株)	
	所有者	同上		小松市	
	導入台数	1台		1台	
	全長×全幅×全高(mm)	6,990×2,080×3,100		6,990×2,080×3,100	
	車両総重量(kg)/乗車定員(人)	7,790/36		7,790/36	
	最大出力(kW)	200		200	
性能情報	蓄電池種別	IHI社製リチウムイオン電池		IHI社製リチウムイオン電池	
	モーター	米国UQM製モーター		米国UQM製モーター	
	電池容量(kWh)	30		30	
	航続可能距離(km)	30		30	
導入充電設備	メーカー名	富士電機(株)	JFEエンジニアリング(株)	富士電機(株)	
	型式	FRCH44B-2-01	RAPIDAS	FRCH50B-2-01	
	出力電圧	DC50~500V	DC50~500V	DC50~500V	
	定格出力	44kW	50kW	50kW	
CHAdcMO 準拠	あり		あり		
設置基数合計	2基(急速充電)		1基(急速充電)・1基(普通充電)	3基(急速充電)	
設置場所	①京成バス(株)奥戸営業所内(屋外)、②グループ会社敷地内(屋外)		急速充電:羽村市駐車場(屋外) 普通充電:西東京バス(株)青梅営業所内	①小松バス(株)営業所、②航空プラザ、③サイエンスヒルズ(①、②は共用、全て屋外)	
導入車両の分類		電気バス(短距離走行多頻度充電型)			
導入地域		小型	中型		
走行キロ/主な導入目的		17km/コミュニティバス	11.1km/観光、震災復興	21.5km/鉄道代替BRT	
導入車両	車名	日野ポンチョ(改)	日野レインボー(改)	いすゞエルガミオ(改)	
	ベース車両(自動車メーカー)	日野ポンチョ(日野自動車(株))	日野レインボー(日野自動車(株))	いすゞエルガミオ(いすゞ自動車(株))	
	改造事業者	(株)フラットフィールド		(株)東京アールアンドデー	
	導入年度	平成29年度		平成24年度	
	使用者	(株)フジエクスプレス		岩手県北自動車(株)	
	所有者	同上		同上	
	導入台数	2台		1台	
	全長×全幅×全高(mm)	6,990×2,080×3,100		8,990×2,300×2,890	8,990×2,295×3,005
	車両総重量(kg)/乗車定員(人)	7,810/36		11,170/54	11,855/49
	最大出力(kW)	150		200	150
性能情報	蓄電池種別	東芝製リチウムイオン電池(SCiB)		三菱重工製リチウムイオン電池	
	モーター	米国UQM製モーター		IPMモーター(永久磁石同期方式)	
	電池容量(kWh)	39.7		65.2	
	航続可能距離(km)	30~35		40	30
導入充電設備	メーカー名	(株)ハセテック	(株)ハセテック	(株)東光高岳	
	型式	超急速充電器	LJ06-3P3W	HFR1-50B4	
	出力電圧	DC50~500V	DC50~500V	DC50~500V	
	定格出力	160kW	50kW	50kW	
CHAdcMO 準拠	プロトコル準拠		あり		
設置基数合計	1基(超高速充電)・1基(急速充電)		1基(急速充電)	①②2基(急速充電)・③1基(普通充電)	
設置場所	(株)フジエクスプレス東京営業所車庫内(屋内)		岩手県北自動車(株)宮古営業所車庫内(屋内)	①東日本旅客鉄道(株)気仙沼駅前回場(屋外) ②(株)ミヤコーバス津谷営業所(屋外) ③(株)ミヤコーバス津谷営業所(屋外)	

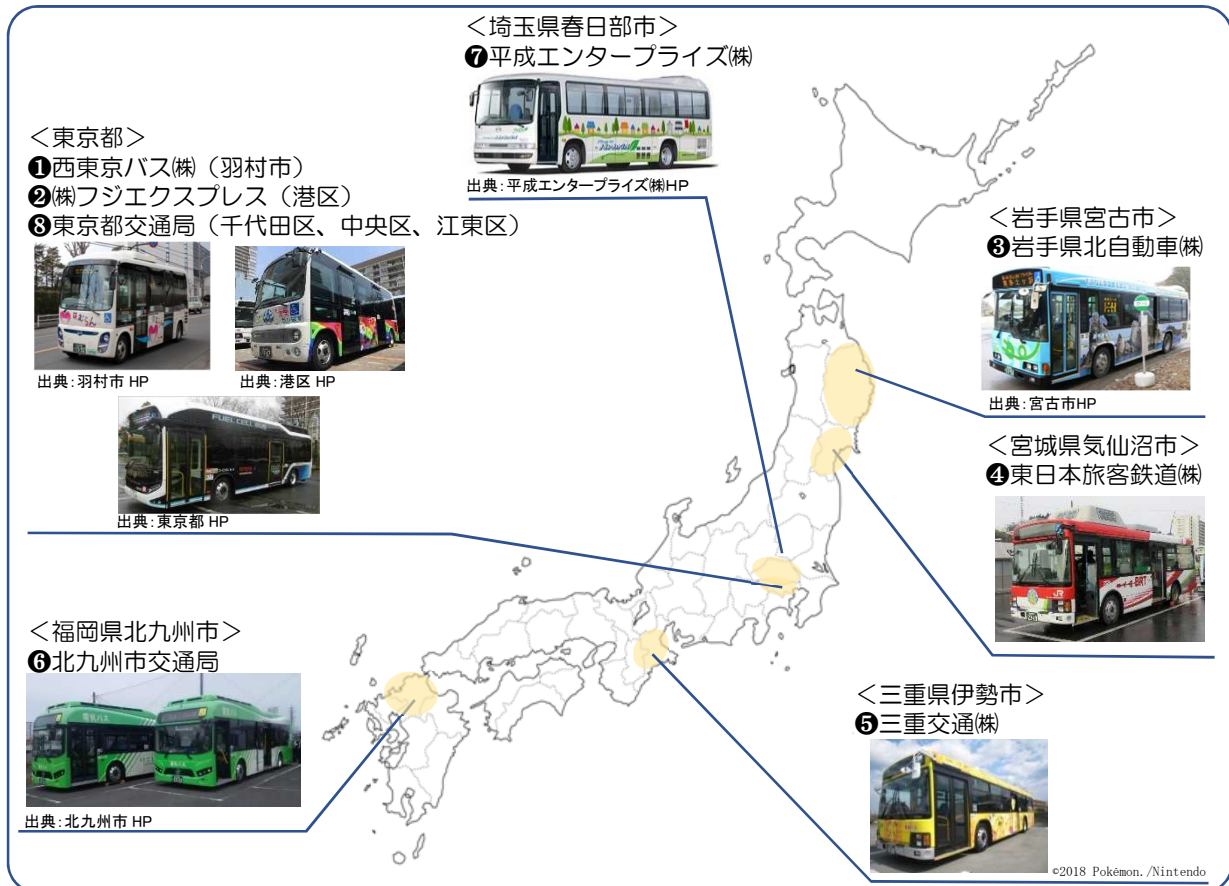
導入車両の分類		電気バス(短距離走行多頻度充電型)		
		中型	大型	
導入地域		神奈川県川崎市	鹿児島県薩摩川内市	三重県伊勢市
走行キロ/主な導入目的		2.4km/病院循環バス	28km/観光、防災	29.7km/観光、路線バス
基本情報	車名	いすゞエルガミオ(改)	韓国ファイバーHFG(改)	いすゞエルガ(改)
	ベース車両(自動車メーカー)	いすゞエルガミオ(いすゞ自動車株)	韓国ファイバーHFG(韓国ファイバー社)	いすゞエルガ(いすゞ日野自動車株)
	改造事業者	㈱東芝	三菱重工業株	㈱東京アールアンドデー
	導入年度	平成 26 年度	平成 25 年度	平成 25 年度
	使用者	川崎鶴見臨港バス㈱	南国交通㈱	三重交通㈱
	所有者	同上	薩摩川内市	同上
	導入台数	1 台	1 台	1 台
	全長×全幅×全高(mm)	8,990×2,300×3,200	11,065×2,495×3,475	10,925×2,490×2,965
	車両総重量(kg)/乗車定員(人)	12,070/56	15,245/68	14,685/75
	最大出力(kW)	220	240	200
性能情報	蓄電池種別	東芝製リチウムイオン電池(SCiB)	三菱重工製リチウムイオン電池	東芝製リチウムイオン電池(SCiB)
	モーター	永久磁石埋込同期電動機(IPMM)	非同期誘導三相交流モーター	米国UQM製モーター
	電池容量(kWh)	57.4	93	66
	航続可能距離(km)	40	80	53
導入充電設備	メーカー名	㈱ハセテック	㈱東光高岳/三菱重工業株	㈱ハセテック
	型式	LJ06-3P3W	高圧充電器	LJ06-3P3W
	出力電圧	DC50~500V	DC75~750V	DC50~500V
	定格出力	44 kW	75 kW	50 kW
	CHAdeMO 準拠	あり	あり	あり
設置基数合計	1 基(急速充電)	1 基(高圧充電)	1 基(急速充電)	
設置場所	川崎鶴見臨港バス㈱浜川崎営業所駐車場(屋外)	九州旅客鉄道㈱川内駅付近駐車場(屋外)	三重交通㈱伊勢営業所車庫内(屋内)	
導入車両の分類		電気バス(短距離走行多頻度充電型)		
		大型		
導入地域		福岡県北九州市	京都府京都市	埼玉県春日部市
走行キロ/主な導入目的		9km/再生エネルギー活用、防災、路線バス	120km/通学路線バス	17.9km/防災、路線バス
基本情報	車名	韓国ファイバーHFG(改)	K9	日野メルファプラグインハイブリッド
	ベース車両(自動車メーカー)	韓国ファイバーHFG(韓国ファイバー社)	K9(BYD:比亞迪股份有限公司)	日野メルファ(日野自動車株)
	改造事業者	三菱重工業株	—	—
	導入年度	平成 25 年度	平成 26、29 年度	平成 27 年度
	使用者	北九州市交通局	プリンセスライン㈱	平成エンタープライズ㈱
	所有者	HK&TEK 合同会社	同上(一部BYD ジャパン)	同上
	導入台数	2 台	7 台	1 台
	全長×全幅×全高(mm)	11,065×2,495×3,475	12,000×2,500×3,400	8,990×2,340×3,010
	車両総重量(kg)/乗車定員(人)	11,250/67	16,250/51	10,765/33
	最大出力(kW)	240	180	175(モーター)
性能情報	蓄電池種別	三菱重工製リチウムイオン電池	BYD 製リン酸鉄リチウムイオン電池	日立製リチウムイオン電池
	モーター	非同期誘導三相交流モーター	永久磁石同期モーター	モーター・ディーゼルエンジン
	電池容量(kWh)	93	324	40
	航続可能距離(km)	80	250	EV 走行 15、ハイブリッド走行 300
導入充電設備	メーカー名	㈱東光高岳/三菱重工業株	BYD	㈱日立製作所インフラシステム社
	型式	高圧充電器	交流充電器	HIQC-JP45
	出力電圧	DC75~750V	AC342~440V(三相)	DC50~500V
	定格出力	75 kW	40kW	45 kW
	CHAdeMO 準拠	あり	なし	あり
設置基数合計	高圧充電 1 基(急速充電 1 基)	急速充電 7 基	1 基(急速充電)	
設置場所	北九州市響灘地区(北九州市交通局若松営業所)	プリンセスライン(株)京都地区運輸部駐車場内	イオンモール春日部駐車場(屋外)	
導入車両の分類		プラグインハイブリッドバス		
		中型	大型	大型
導入地域		東京都西多摩郡瑞穂町	東京都千代田区、中央区	東京都千代田区、中央区、江東区
走行キロ/主な導入目的		100km/特定スクールバス	4.5km/観光	片道 8.5km/路線バス
基本情報	車名	日野メルファプラグインハイブリッド	タービン EV バス	トヨタ FC バス、SORA
	ベース車両(自動車メーカー)	日野メルファ(日野自動車株)	マイクロタービン EV(ニュージランド・デザインライヴ社)	トヨタ FC バス、SORA(トヨタ自動車株)
	改造事業者	—	㈱プラットフィールド	—
	導入年度	平成 27 年度	平成 24 年度	平成 28、29 年度
	使用者	総合観光㈱	日の丸自動車興業㈱	東京都交通局
	所有者	同上	同上	トヨタファイナンス㈱5 台
	導入台数	1 台	4 台	(トヨタ FC バス 2 台、SORA3 台)
	全長×全幅×全高(mm)	8,990×2,340×3,010	10,420×2,490×3,060	10,525(トヨタ FC バス 10,555)×2,490×3,350(トヨタ FC バス 3,340)
	車両総重量(kg)/乗車定員(人)	10,850/34	13,685/61	16,125/79(トヨタ FC バス 77)
	最大出力(kW)	175(モーター)	47	113×2
性能情報	蓄電池種別	日立製リチウムイオン電池	東芝製リチウムイオン電池(SCiB)	(高圧タンク容量 600L、ニッケル水素電池)
	モーター	モーター・ディーゼルエンジン	モーター・米国キャプストン社製マイクロガスタービン	交流同期電動機
	電池容量(kWh)	40	51	—
	航続可能距離(km)	EV 走行 15、ハイブリッド走行 300	80	200
入充電設備	メーカー名	㈱日立製作所インフラシステム社	—	—
	型式	HIQC-JP45	—	—
	出力電圧	DC50~500V	—	—
	定格出力	45 kW	—	—
	CHAdeMO 準拠	あり	—	—
設置基数合計	1 基(急速充電)	1 基(普通充電)	—	
設置場所	総合観光㈱営業所内	日の丸自動車㈱東京営業所内	—	

2.4.1.2 電動バス導入事例（現地調査結果）

地域交通グリーン化事業を活用して電動バスを導入した事業者を対象に現地調査を行った結果をもとに取りまとめた電動バス導入事例を紹介する。

電動バス導入事例（現地調査結果）の概要

事例 No.	導入車両の分類	導入地域	導入年度	導入事業者	車名／メーカー(改造事業者)	特徴
1	電気バス (短距離走行多頻度充電型)	東京都羽村市	H23	西東京バス株	日野ボンチョ EV／日野自動車株	羽村市の「エイゼムス(AZEMS)プロジェクト」で太陽光発電による充電により、電気バスのゼロエミッション化を実現している。
2		東京都港区	H29	(株)フジエクスプレス	日野ボンチョ(改)／(株)フラットフィールド	10分で電池容量の80%以上まで充電できる超高速充電器を導入している。
3		岩手県宮古市	H24	岩手県北自動車株	日野レインボー(改)／(株)フラットフィールド	自然保護を目的としたマイカー侵入規制区域への観光客の負担軽減と東日本大震災復興のシンボルとして導入している。
4		宮城県気仙沼市	H25	東日本旅客鉄道株	いすゞエルガミオ(改)／(株)東京オールアンドデー	東日本大震災の早期復旧に向けて採用したBRT(バス高速輸送システム)に環境負荷低減と観光需要創出のために導入している。
5		三重県伊勢市	H25	三重交通株	いすゞエルガ(改)／(株)フラットフィールド	伊勢神宮の式年遷宮の時期に合わせて設立された「電気自動車等を活用した伊勢市低炭素社会創造協議会」によって、CO2削減、観光振興のために導入している。
6		福岡県北九州市	H25	北九州市交通局	韓国ファイバー HFG(改)／三菱重工業株	太陽光発電と電気バスを組み合わせた「ゼロエミッション交通システム」を構築し、電気バスのゼロエミッション化を実現している。
7	プラグインハイブリッドバス	埼玉県春日部市	H27	平成エンタープライズ株	日野メルファプラグインハイブリッド／日野自動車株	大規模商業施設(イオンモール春日部)が住宅街等を走行する路線の環境改善と災害時の避難民のための電源確保を目的に導入している。
8	燃料電池バス	東京都千代田区、中央区、江東区	H28、H29	東京都交通局	SORA／トヨタ自動車株	東京都は、水素社会の実現に向け、2020年までに都内で100台以上の導入を目指している。都営バスに先導的に導入することで普及促進を図る。



現地調査による電動バスの導入事例

導入事例1

羽村市コミュニティバスへの電気バス「はむらん」導入【平成23年度】

- 羽村市は、「自然、歴史、文化など観光資源の活用と、一年を通じてまちの魅力を発信する」との羽村市観光・地域振興基本方針の一環として、新規バス路線を開設(西東京バス株との運行事業協定)するとともに、羽村市環境とみどりの基本計画、羽村市地球温暖化対策地域推進計画の運輸部門の低炭素化施策として電気バスを導入。
- 平成24年3月10日に羽村市による出発式を開催。



出典:羽村市 HP

- ・ 補助対象:電気バス1台
 - ・ 急速充電設備1基、普通充電設備1基
- (事業費 86,687 千円のうち、国から 40,249 千円、都から 44,869 千円補助)

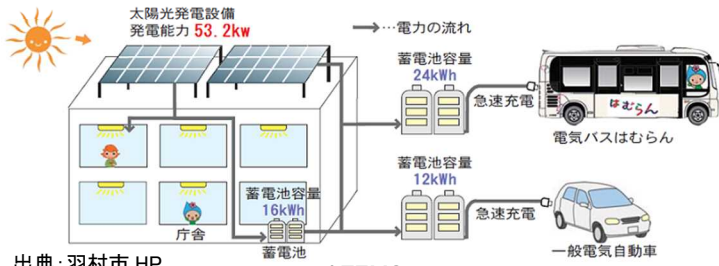
- 導入地域:東京都羽村市
- 導入事業者:西東京バス(株)
- 導入車両:日野ポンチョEV 1台

導入車両の諸元

全長×全幅×全高(mm)	6,990×2,080×3,100
車両総重量(kg)/乗車定員(人)	7,790/36
最大出力(kW)	200
蓄電池種別	IHI製リチウムイオン電池
モーター	米国UQM製モーター
電池容量(kWh)	30
航続距離(km)	30

導入充電設備

メーカー名	JFEエンジニアリング(株)
型式	RAPIDAS
出力電圧(V)	DC50~500
定格出力(kW)	50
CHAdemo 準拠	あり
充電時間	110分/日(①10分、②20分、③20分、④20分、⑤20分、⑥20分 整備充電として週に1回100%まで充電)



AZEMS

(All Zero Emission Mobile System: CO2 排出量ゼロの交通システム)

●導入の経緯

羽村市における既存の公共交通システムを補完する役割を担うものとして、平成17年5月にコミュニティバス「はむらん」の運行を開始した。平成22年度より、羽村市環境とみどりの基本計画、羽村市地球温暖化対策地域推進計画による市域の運輸部門の低炭素化施策として、電気バス、電気自動車とカーボンフリー給電によるAZEMS プロジェクトの企画を進めていたところ、平成23年度に市内に工場のある日野自動車(株)より、予てより開発を進めていた小型電気バス日野ポンチョが実用化したことから、コミュニティバスへの導入提案があった。

これを受け、市内企業である日野自動車(株)とのパートナーシップによる事業推進、全国の先駆けとなるAZEMS プロジェクトによる電気バスのカーボンフリー運行の実現、シティセールス、全国的な電気バス普及への契機の一助となることを理由に導入した。

●導入前の準備

■運行経路の選定

市民からの要望を受けて平成17年に羽村市コミュニティバスの運行を開始し、平成24年に、走行可能距離と充電時間を考慮しルート設定を行い電気バス専用の羽村中央コースを新設した。

■充電設備の設置場所の選定

羽村中央コースの起終点になる羽村市役所駐車場の一角に充電設備を設置した。充電設備の電力は、羽村市のエイゼムス(AZEMS)プロジェクトによる市庁舎の陸屋根部分の太陽光発電設備の再生エネルギーから供給されておりゼロエミッション化を実現している。

■その他導入に合わせた工夫

車体デザインはプラグ・笑顔・ハートをイメージして作成。出発式を実施しPRを図った。

●導入後の運行状況

運行後は特に大きな故障もなく運行を続けることができていたため、平成26年7月のルート・ダイヤ改正で1行程7.3kmから14kmに延伸し、運行時間を34分間から63分間に延長した。運行時刻は、午前9時50分が始発、終発は午後6時41分で、1日6便運行で、その間6回(10分1回、20分5回)充電をしている。

●電気バス導入のメリットと課題

■電気バス導入のメリット

- ・ 企業と地域のイメージアップや観光振興など、地域の活性化が図られる。
- ・ 乗務員からブレーキの利き具合、車内の騒音・振動が少ないといった評価を得ている。
- ・ 排出ガス、エンジン音がないため沿道環境の向上が図られる。
- ・ 供給電力の選択によりカーボンフリー化も可能。

■電気バス導入の課題

- ・ 蓄電池容量の制限から、長い距離を走らせることができない。
- ・ 充電に時間を要することから、短距離走行、多頻度充電等の解決策が必要でありインフラ整備も必要。
- ・ 電気バスや充電設備が故障した場合、自社の整備部門では対処できなく、全て外部の業者に修理を依頼するため復旧するまでに時間が掛かる。

【導入路線と運行実績】

- ・ 羽村市役所を起終点とする羽村中央コース(1周約14km、6便/日)。
- ・ 羽村中央コースの1日当たり実績は、走行距離76km/日、輸送人員65人/日。



羽村市コミュニティバス「はむらん」走行ルート(電気バス)

電気バス(日野ポンチョEV)とディーゼルバス(日野ポンチョ)の比較 《CO2削減効果》

- CO2排出量の比較 ⇒ CO2排出量100%削減
【ソーラー発電による電気バスへの電力供給割合100%(ゼロエミッション)】

《経済効果》

- 電気代・燃料代の比較 ⇒ 電気代・燃料代100%削減
【ソーラー発電により電気バスへの商用電力100%カット(ゼロエミッション)】

※時刻やルートなどの情報は、平成30年2月時点のものです。

導入事例2

港区内循環バス「ちいばす」芝ルートへの電気バス導入【平成29年度】

- ▶ 港区は、平成24年12月に施行された「都市の低炭素化の促進に関する法律(エコまち法)」に基づき、低炭素まちづくり計画を策定した。低炭素まちづくり計画に「環境に配慮した交通環境の整備」が盛り込まれ、港区循環バス「ちいばす」に電気バスの導入が検討され、実証実験、実証運行の結果、芝ルートに電気バスが導入された。



出典:港区 HP

- ・ 補助対象: 電気バス2台
(事業費 166,182 千円のうち 1/2(83,091 千円が補助))

- 導入地域: 東京都港区
- 導入事業者: (株)フジエクスプレス
- 導入車両: 日野ポンチョ(改) 2台

導入車両の諸元

全長×全幅×全高(mm)	6,990×2,080×3,100
車両総重量(kg)/乗車定員(人)	7,700/36
最大出力(kW)	150
蓄電池種別	東芝製リチウムイオン電池(SCiB)
モーター	米国UQM製モーター
電池容量(kWh)	39.7
航続距離(km)	30~35

導入充電設備

メーカー名	(株)ハセテック
型式	超急速充電器
出力電圧(V)	DC50~500V
定格出力(kW)	160
CHAdeMO 準拠	なし
充電時間	30分(夜間 10分、途中 10分 2回)

●導入の経緯

港区は、コミュニティバス「ちいばす」の芝ルートにおいて、(株)フジエクスプレス、(株)東芝などの事業者と平成25年7月から平成27年3月の期間、超急速充電器を使用した電気バスの実証実験を実施した。

実証実験の結果、都心部でもディーゼルバスから環境配慮型の電気バスに置き換えることが可能なことが分かったため、低炭素まちづくり計画の施策の柱として、「ちいばす」の運行を委託されている(株)フジエクスプレスが、走行条件が合う芝ルートに電気バス4台導入した(補助対象車両2台を含む)。

●導入前の準備

■運行経路の選定

環境省の「地球温暖化対策技術開発・実証研究事業」により、「ちいばす」芝ルートにおいて、平成25年7月から平成27年3月に実施した電気バスの実証実験の結果から、超急速充電システムを使用できる芝ルートに運行経路を設定した。

■充電設備の設置場所の選定

運行効率上、芝ルートの起終点である新橋駅とみなとパーク芝浦に充電設備の設置を検討したが、調整が付かなかったため、運行経路に近い(株)フジエクスプレス東京営業所内に超急速充電器を設置した。

■その他導入に合わせた工夫

10分で電池容量の80%以上まで充電できる超急速充電器が1基しかないため、電気バス4台の充電時間が重複しないように運行ダイヤを組んでいる。

●導入後の運行状況

4台の電気バスは、導入以降、故障なく順調に運行している。

1回の運行で残量20%になり、営業所に戻って超急速充電器で約15分で電池容量90%以上まで充電して、運行に戻っている。

●電気バス導入のメリットと課題

■電気バス導入のメリット

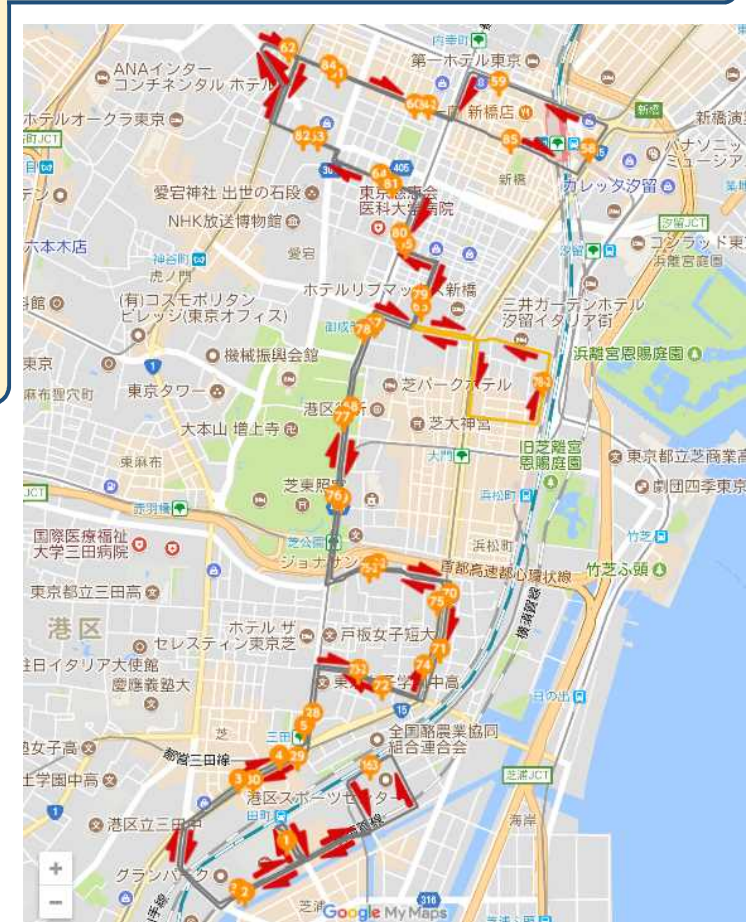
- ・ 乗客から「静かで乗り心地が良い。」「あまり運行していない電気バスに乗れて良かった。」といった評価を得ている。
- ・ 乗務員からは、「車内の騒音と振動が少なく、発進時や追い越し時の加速性が良い。」「日常の点検・整備がディーゼルバスに比べて容易である。」といった評価を得ている。
- ・ これまで大きな故障もなく順調に運行しており、整備面では、ディーゼルバスに比べて容易で整備費用も安い。

■電気バス導入の課題

- ・ 充電設備は営業所内に設置してある1箇所しかないので、充電の都度、営業所に戻らなければならない。
- ・ 冷暖房は、蓄電池残量に注意しながら使用することが必要。
- ・ 超急速充電器の充電コネクターは3～4年で交換することになり、予備コネクターの在庫が1個しかないうえに常時生産してないので高価である。

【導入路線と運行実績】

- ・ コミュニティバス「ちいばす」の芝ルート(新橋駅～みなとパーク芝浦)に設定。1日5便(往復約17km、所要時間往復111分)。
- ・ 1日当たり実績は、走行距離89.6 km/日、輸送人員168人/日



出典:株フジエクスプレス HP

港区内循環バス「ちいばす」走行ルート(電気バス)

電気バスとディーゼルバスの比較

《CO2削減効果》

- CO2排出量の比較 ⇒ CO2排出量30%削減

《経済効果》

- 電気代・燃料代の比較 ⇒ 電気代・燃料代60%削減
- 整備費用の比較 ⇒ 約65%削減

導入事例3

宮古市周辺観光路線への電気バス導入【平成24年度】

- ▶ 岩手県北自動車(株)が、宮古市周辺観光を目的とした宮古駅と浄土ヶ浜(国立公園)を結ぶ新規路線を開設し、電気バスを運行(繁忙期には浄土ヶ浜地域内周遊シャトルバスとして運行)。
- ▶ 陸中海岸国立公園の主要観光資源である浄土ヶ浜を中核とした路線に電気バスを導入し、自然環境に配慮しつつ観光資源の付加価値向上を図ることで、宮古市の復興と地域振興に貢献することが期待される。



出典: 宮古市HP

- 導入地域: 岩手県宮古市
- 導入事業者: 岩手県北自動車(株)
- 導入車両: 日野レインボー(改) 1台

導入車両の諸元

全長×全幅×全高(mm)	8,990×2,300×2,890
車両総重量(kg)/乗車定員(人)	11,170/54
最大出力(kW)	200
蓄電池種別	東芝製リチウムイオン電池(SciB)
モーター	米国UQM製モーター
電池容量(kWh)	43
航続距離(km)	40

導入充電設備

メーカー名	(株)ハセテック
型式	LJ06-3P3W
出力電圧(V)	DC50~500
定格出力(kW)	50
CHAdEMO準拠	あり
充電時間	1時間(夜間30分、途中30分)

- ・ 補助対象: 電気バス1台改造、急速充電設備1基(事業費52,300千円のうち1/2(26,150千円が補助))

●導入の経緯

平成23年3月11日、東日本大震災が発生し三陸沿岸地区にある宮古市の観光客が激減。宮古市の最大の観光資源である「浄土ヶ浜」は国立公園指定区域でもあり、自然保護を目的としたマイカー侵入規制区域でもある。観光客にとっては、この規制が負担となるので、域内の移動を確保するため、環境負荷軽減と震災復興からゼロエミッションである電気バスを導入した。

●導入前の準備

■運行経路の選定

運行経路については、浄土ヶ浜国立公園内の移動手段として用いることを念頭においていたが、マイカー以外の手段で宮古を訪問する観光客に乗り換えなく国立公園内を移動できるようにJR宮古駅から浄土ヶ浜国立公園内までを運行ルートに設定した。

■充電設備の設置場所の選定

急速充電設備の設置にあたっては、JR宮古駅、浄土ヶ浜国立公園内等候補が複数あったが、設置工事、メンテナンス等の観点から、宮古営業所内に設置することとした。

■その他導入に合わせた工夫

ラッピングにコンセントマークを大きく記載したことにより、電気バスであることをアピール。また運行費に充てるため、関係企業や地元企業の協賛を求めた。

●導入後の運行状況

導入後、車両には大きな故障もなく運行を継続。エアコンは蓄電池への影響を加味して搭載蓄電池容量を決定したので、電欠には至っていない。満充電で出発し、1運行後と帰車後に40分ほどかけて充電する。冬季は車内に少量搭載した軽油を暖房に用いているため、蓄電池への影響はない。

充電設備の不具合が2件ほど発生したが、改造会社の迅速な対応により、運行への重大な支障は発生していない。

事前に改造会社が運行経路を調査し、その結果に合わせた調整がなされ、乗務員の習熟運転を何回も行ったことにより、乗務員からの苦情もなく、これまで安定して運行している。

●電気バス導入のメリットと課題

■電気バス導入のメリット

- ・ランニングコストの削減（電気基本料金を除けばディーゼル車に対して4割の削減）。
- ・整備コストの削減（修繕費がディーゼル車の約半分、オイル交換不要、交換部品が少ない＝点検項目が少ないことから整備要員の時間コスト削減効果もある。）。

■電気バス導入の課題

- ・基本料金が電気量料金の半分強を占めている。
- ・ディーゼルバスに比べて車両費用が高い。
- ・増車するには補助金の利用が必須である。
- ・車両、電池のリースがあれば初期の資金需要が軽減されるので、事業化して欲しい。

【導入路線と運行実績】

- ・宮古駅前～奥浄土ヶ浜館の路線を設定。1日4便を運行（往復11.1km、所要時間往復41分）。
- ・1日当たり実績は、走行距離52.8km/日、輸送人員138人/日。



出典: 宮古市HP

宮古市周辺観光路線の電気バス走行ルート

電気バスとディーゼルバスの比較

《CO2削減効果》

- CO2排出量の比較 ⇒ CO2排出量約31%削減

《経済効果》

- 電気代・燃料代の比較 ⇒ 電気代・燃料代約37%削減
- 整備費用の比較 ⇒ 約53%削減

導入事例4

気仙沼線BRTへの電気バス導入【平成25年度】

- 東日本旅客鉄道(株)は、東日本大震災で甚大な被害を受けた気仙沼線、大船渡線を早期に復旧するために安全で利便性の高い輸送サービスを提供できるBRT(バス高速輸送システム)を採用し、環境負荷低減と観光需要創出のため気仙沼線BRTに電気バスを導入。



- 導入地域: 宮城県気仙沼市
- 導入事業者: 東日本旅客鉄道(株)
- 導入車両: いすゞエルガミオ(改) 1台

導入車両の諸元

全長×全幅×全高(mm)	8,990×2,295×3,005
車両総重量(kg)/乗車定員(人)	11,855/49
最大出力(kW)	150
蓄電池種別	三菱重工製リチウムイオン電池
モーター	IPM モーター(永久磁石同期方式)
電池容量(kWh)	65.2
航続距離(km)	30

- 補助対象: 電気バス1台改造、急速充電設備2基
(事業費 103,824 千円のうち 1/2(51,912 千円が補助))

導入充電設備

メーカー名	㈱東光高岳
型式	HFR1-50B4
出力電圧(V)	DC50~500
定格出力(kW)	50
CHAdeMO 準拠	あり
充電時間	7時間(夜間普通充電300分[AC200V]、途中急速充電40分3回)
設置基数(急速)	2基

●導入の経緯

東日本旅客鉄道(株)は、東日本大震災により、気仙沼線 柳津～気仙沼間、大船渡線 気仙沼～盛間の復旧には相当の時間がかかることが想定されたため、早期に輸送サービスを提供することができるBRTを採用した。

BRTでは、環境に配慮したハイブリッドノンステップバスを中心に運行しているが、さらに環境負荷を抑えて、被災地域の観光需要を創出しようと電気バスの導入を検討した。

検討当時、電気バスとして運行されているのは小型バスに限定されており、かつ運行距離が短いケースが大半であることから、利用の多い区間である気仙沼線BRTの本吉～気仙沼間(21.3km)を対象として、小型バスより大きな中型バスの導入を決定した。

20kmを超える距離を1充電で通年運行する事例は当時、国内ではほとんどなかったが、車両購入費用と充電設備導入費用に国土交通省の地域交通グリーン化事業の補助を平成25年度に受けて、㈱東京アールアンドデーの改造による中型ノンステップバスを導入し、平成26年4月から運行を開始した。

●導入前の準備

■運行経路の選定

気仙沼線BRT(柳津・気仙沼)55.3km、大船渡線BRT(気仙沼・盛)43.7kmのうち、電気バスの1充電当たり航続距離が30kmであることから、利用の多い区間である本吉～気仙沼間(21.3km)を運行経路に選定した。

■充電設備の設置場所の選定

運行経路の起終点である本吉駅最寄りのミヤコーバス津谷営業所と気仙沼駅転回場に急速充電設備を設置した。

■その他導入に合わせた工夫

外装と内装は、電気自動車であることとエコであることをイメージしたデザインで表現し、車内に充電や走行の状態を表示する車内モニターやモバイル充電用USBコンセントを装備した。



充電、走行状態を表示する車内モニター

●導入後の運行状況

電気バスの運行は、本吉～気仙沼間21.3kmを1日2往復し、起終点で3回の急速充電(40分間)を行い、運行終了後は本吉駅最寄りの営業所で5時間の普通充電を行っている。

●電気バス導入のメリットと課題

■電気バス導入のメリット

- ・ 従来車と比べて加速が良く、走行中の音が静かであるとの評価を得ており、副次的効果として企業のイメージアップも図られた。

■電気バス導入の課題

- ・ 航続距離が30kmのため運行ルートを選定がしづらいことや、故障したときの電気自動車関連部品の入手が難しい。

【導入路線と運行実績】

- ・ 気仙沼線 BRT の本吉～気仙沼間21.3kmを1日2往復(片道所要時間34～56分)。
- ・ 1日当たり実績は、走行距離94.0km/日。



出典: 東日本旅客鉄道株資料(取材時点)

気仙沼線BRT・本吉～気仙沼間の電気バス(e-BRT)運行ルート

電気バスとディーゼルバスの比較

《CO2削減効果》

- CO2排出量の比較 ⇒ CO2排出量約24%削減

《経済効果》

- 電気代・燃料代の比較 ⇒ 電気代・燃料代約51%削減
(岩手県北自動車株の1km当たり電気代と同じと仮定)
- 整備費用の比較 ⇒ 約36%削減

導入事例5

観光地への電気バス「ポケモン電気バス」導入【平成25年度】

- ▶ 伊勢神宮の式年遷宮を機に、伊勢市駅、宇治山田駅と伊勢神宮(内宮、外宮)を結ぶ既存路線で大型電気バスを1台運行し、CO2排出量の削減、観光振興及び電気自動車の普及促進に取り組むもの。
- ▶ 三重県、伊勢市が事務局となり設立した「EV等を活用した伊勢市低炭素社会創造協議会」における「EV観光プランの作成検討WG」に参画し、同WGで策定したEV観光プランに関する計画に基づき、電気バス導入や充電施設の設置など地域のEV化を自治体等と連携して実施。



©2018 Pokémon. ©1995-2018 Nintendo/Creatures Inc./GAME FREAK inc.

- ・ 補助対象: 電気バス1台改造、急速充電設備1基(事業費102,300千円のうち1/2(51,150千円が補助))
- ※電気バス改造費に対し、別途三重県と伊勢市より各1/8の補助あり

- 導入地域: 三重県伊勢市
- 導入事業者: 三重交通(株)
- 導入車両: いすゞエルガ(改) 1台

導入車両の諸元

全長×全幅×全高(mm)	10,925×2,490×2,965
車両総重量(kg)/乗車定員(人)	14,685/74
最大出力(kW)	200
蓄電池種別	東芝製リチウムイオン電池(SCiB)
モーター	米国UQM製モーター
電池容量(kWh)	66
航続距離(km)	53

導入充電設備

メーカー名	(株)ハセテック
型式	LJ06-3P3W
出力電圧(V)	DC50~500
定格出力(kW)	50
CHAdeMO 準拠	あり
充電時間	3時間(夜間60分、途中60分2回)

●導入の経緯

伊勢神宮の式年遷宮という全国的に伊勢に注目が集まる時期に合わせ、伊勢市、地元団体、業界団体、民間事業者、大学等で構成する「電気自動車等を活用した伊勢市低炭素社会創造協議会」が設立され、行動計画の中に電気バスの導入が位置付けられた。地域交通グリーン化事業の存在(1/2補助)もあり実現につながった。

●導入前の準備

■運行経路の選定

電気バス導入にあたっては、伊勢神宮参拝客の利便と注目度を勘案し、伊勢神宮外宮と内宮を結ぶ外宮内宮線(内宮前→宇治山田駅前→伊勢市駅前→外宮前→内宮前)に導入。導入時は、内宮と外宮の間を4往復/日であったが、平成27年度からは、内宮～外宮～内宮の1循環を1便として、6便/日とした。また、式年遷宮に合わせた伊勢市駅前の改装により、ロータリーが整備されたことから、停留所を駅前改札前に移設し、利便向上を図った。

■充電設備の設置場所の選定

回送運行による電気使用のロスを抑えられる伊勢市駅前ほか各バス停留所には急速充電設備設置のためのスペースを確保できなかったため、最寄りの伊勢営業所に充電設備を設置し、2時間運行し営業所に戻り、約1時間充電する運用とした。

■その他導入に合わせた工夫

車体を活用した電気バス・低炭素社会づくりの周知・啓発活動として、人気ゲーム「ポケットモンスター」のライセンス管理会社の株式会社ポケモンに伊勢市における低炭素社会づくりの取組みにご賛同いただき、伊勢市を介した使用許諾契約を締結することで、同ゲームの主要キャラクターである電気タイプのポケモン「ピカチュウ」の車両ラッピングデザインを提供いただいた。

●導入後の運行状況

平成26年3月30日に運行を開始し、3か月弱で乗車1万人を達成。約1年が経過した平成27年4月1日からは電気バス専用ダイヤから、一般ダイヤへの組み込みを行い1日当たり4往復から1日当たり6循環とし、運行回数を1.5倍に増加した。夏季の電池温度上昇による充電不良が発生したが、電池に排熱ファンを設置し解消した。また、平成29年3月には、運行開始3周年を向かいえるのを機に、内外装をリニューアルし、ピカチュウをはじめとした電気タイプのポケモンのデザインを施し「ポケモン電気バス」として運行中。

●電気バス導入のメリットと課題

■電気バス導入のメリット

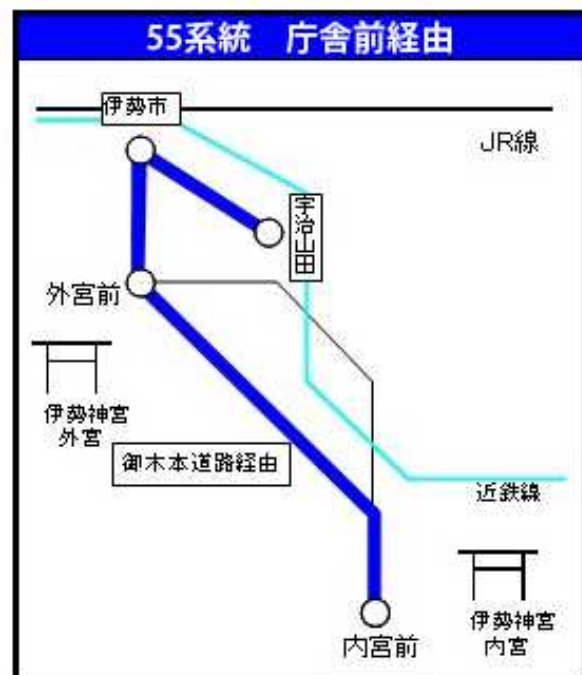
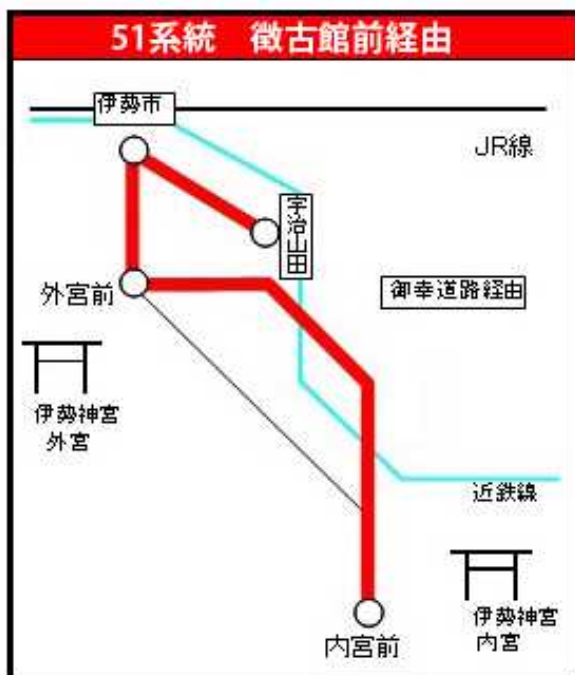
- ・ ラッピングの効果もあり、子供の乗客などに喜ばれている。インバーターの音を聞いて「電車のようだ」という感想も。
- ・ 市外、県外から電気バスに乗車するために伊勢を訪れたという人がいた。

■電気バス導入の課題

- ・ 車両導入費等経費負担が多額なため、導入には公費の投入が必須となるので、環境面以外の効果があることもアピールする必要がある。観光や防災などの観点も必要。

【導入路線と運行実績】

- ・ 内宮前から宇治山田駅の間を往復別のコース29.7kmで運行。1日走行距離99km(回送29.4kmを含む)、6循環(51系統4循環、55系統2循環)。
- ・ 1日当たり実績は、走行距離99km/日、輸送人員248人/日。



【御幸道路】

御成(おなり)街道とも呼ばれる天皇陛下の行幸時の参拝経路です。

出典: 三重交通株HP

【御木本道路】

昭和21年、真珠王と呼ばれた御木本幸吉が米寿の祝い
に市に私財を贈り開通した道路です。

内宮前～宇治山田駅間の電気バス「ポケモン電気バス」走行ルート

電気バスとディーゼルバスの比較

《CO2削減効果》

- CO2排出量の比較 ⇒ CO2排出量約39%削減

《経済効果》

- 電気代・燃料代の比較 ⇒ 電気代・燃料代約8%削減

導入事例6

北九州市「ゼロエミッション交通システム」と電気バス導入【平成25年度】

▶ 福岡県北九州市において、太陽光発電と電気バスを組み合わせ、「ゼロエミッション交通システム(全くCO2を排出しない交通システム)」を構築し、地域の環境対策を推進するとともに、当該事業を通じて関連企業の誘致による地域振興及び環境未来都市をテーマとした観光振興を図るために導入。



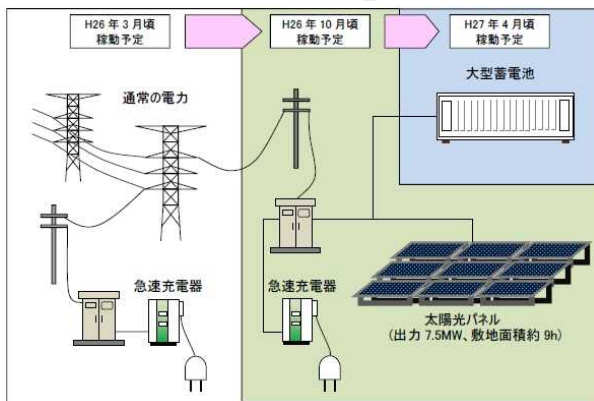
出典:北九州市 HP

- 導入地域:福岡県北九州市
- 導入事業者:北九州市交通局
- 導入車両:韓国ファイバーHFG(改) 2台

導入車両の諸元

全長×全幅×全高(mm)	11,065×2,495×3,475
車両総重量(kg)/乗車定員(人)	11,250/68
最大出力(kW)	240
蓄電池種別	三菱重工製リチウムイオン電池
モーター	非同期誘導三相交流モーター
電池容量(kWh)	93
航続距離(km)	80

ゼロエミッション交通システム



出典:北九州市 HP

導入充電設備

メーカー名	(株)東光高岳/三菱重工業(株)
型式	高電圧充電器
出力電圧(V)	DC75~750
定格出力(kW)	75
CHAdeMO 準拠	あり
充電時間	—

- ・ 補助対象:電気バス2台
(事業費 187,700 千円のうち 1/2(93,850 千円が補助))

●導入の経緯

北九州市は、深刻な公害を克服し、環境と産業が調和した低炭素社会づくりに取り組み、2008年に「環境モデル都市」、2011年に「環境未来都市」に選定された。

2050年までに市域から排出されるCO2排出量を2005年度比半減させることを目標に各部門で取組を進めているところで、交通分野では、2008年12月に「北九州市環境首都総合交通戦略」を策定し、主要施策として「自動車環境対策の推進」を位置付けている。

その一環として、市内に大規模な太陽光発電システムを構築し、その電気を使い電気バスを運行させる「ゼロエミッション交通システム」を構築することとした。

●導入前の準備

■運行経路の選定

若松営業所からJR戸畑駅(1日あたり、2往復、走行距離40km)

■充電設備の設置場所の選定

営業所に急速充電設備を設置(補助事業活用設備)。また太陽光発電設備設置場に蓄電池付急速充電設備を設置。営業所の急速充電設備にて夜間充電、フル充電の状態で行方をスタートし、途中太陽光発電設備により発電した電力で急速充電を行う。

■その他導入に合わせた工夫

大規模太陽光発電装置に蓄電池付急速充電設備を設置、再生可能エネルギー由来電気を使用してバスを運行する「ゼロエミッション交通システム」を整備し、充電設備は、CHAdeMO方式の50kWでは充電時間が長くなるため、75kWの充電設備を開発、採用した。

主要部材は日本側が製造し、最終組み立ては韓国(現在は中国)の企業が行うことにより、安価な電気バス製造ラインを立ち上げ、北九州市響灘地区を日本側の輸入拠点とすることを期待している。

●導入後の運行状況

導入した2台を週交代で使用。停車中のバスは見学に使用している。

●電気バス導入のメリットと課題

■電気バス導入のメリット

- ・ 乗客からは、「走行音が静か」、「ショックが少ない」、「排気ガスのにおいを感じない」、「他の路線でも活用して欲しい」といった評価を得ている。
- ・ 乗務員からは、「馬力が強く、加速が良い」、「勾配の急な道路も余裕で走行できる」、「発車時、加速時に黒鉛が排出されない」、「加速性、安定性があり、走行音も静かなため、運転していて疲れを感じない」といった評価を得ている。

■電気バス導入の課題

- ・ 乗客からは、「思ったよりモーター音(インバーターの音と思われる)がうるさい」、乗務員からは、「車体の重心が高く、カーブ走行の際車体の傾きが大きい」「車内温度が一定にならず、設定が難しい」などの課題があげられた。
- ・ 電気バスはDUCユニット(DC/DCコンバーター)等の定期点検(3年毎)が必要で、部品に不具合がある場合は、韓国(現在は企業買収により中国)にあるメーカーでの修理が必要になる。また費用が最大で170万円程度になる可能性がある。
- ・ 蓄電池の充電容量が次第に少なくなる劣化が生じるため、ディーゼルバスの通常耐用年数(14年)使うには途中で蓄電池の交換が必要になり、費用が1千万程度必要になる。

【導入路線と運行実績】

- ・ JR戸畑線駅～エコタウンセンターの路線を設定。1日2便(往復約20km、所要時間往復41分)で、今後、小倉駅まで路線拡大を予定。
- ・ 1日当たり実績は、走行距離52km/日、輸送人員66人/日(平成29年7月の3日平均)。



出典:北九州市 HP

JR戸畑線駅～エコタウンセンター間の電気バス走行ルート

電気バスとディーゼルバスの比較

《CO2削減効果》

- CO2排出量の比較 ⇒ CO2排出量100%削減(再生エネルギー)
CO2排出量約17%削減(系統電力)

《経済効果》

- 電気代・燃料代の比較 ⇒ 電気代・燃料代100%削減(再生エネルギー)
電気代・燃料代約30%削減(系統電力)
- 整備費用の比較 ⇒ 約27%削減(平成27年度)

導入事例7

大型商業施設経由の路線バスへのプラグインハイブリッドバス導入【平成27年度】

- ▶ 埼玉県春日部市に至る既存路線(春日部駅東口〔東武鉄道野田線・伊勢崎線〕～南桜井駅北口〔同線])に低公害なプラグインハイブリッドバスを導入。
- ▶ 中継基地の大規模商業施設(イオンモール春日部)にバス用急速充電設備を設置し、同施設を起点に地域住民に対して防災体制の充実と安心な街の印象をPRし、都心回帰による人口流出を防ぎ、市勢向上に寄与することが期待される。



出典: 平成エンタープライズ(株)HP

- 導入地域: 埼玉県春日部市
- 導入事業者: 平成エンタープライズ(株)
- 導入車両: 日野メルファPHV 1台

導入車両の諸元

全長×全幅×全高(mm)	8,990×2,340×3,010
車両総重量(kg)/乗車定員(人)	10,765/33
最大出力(kW)	175(モーター)
蓄電池種別	日立製リチウムイオン電池
モーター	モーター・ディーゼルエンジン
電池容量(kWh)	40
航続距離(km)	EV走行15、ハイブリッド走行300

- ・ 補助対象: プラグインハイブリッドバス1台、急速充電設備1基、外部給電装置1基
(事業費 69,660 千円のうち 1/2(34,830 千円が補助))

導入充電設備

メーカー名	㈱日立アイイーシステム
型式	HIQC-JP30
出力電圧(V)	DC50～500
定格出力(kW)	45
CHAdeMO 準拠	あり
充電時間	約30分

●導入の経緯

住宅街等を走行するバス路線の環境改善及び地域防災への貢献を考えていたところ、路線上に位置するイオンモール春日部においても災害時避難民の受入れを検討していた。そこで同モールに急速充電設備を設置して、日常はプラグインハイブリッドバスに電気を供給し、災害時には避難民のために電力を活用することにした。プラグインハイブリッドバスを導入することにより、機動的な遠隔地への電力供給や緊急人員輸送を行えるようになることが期待される。

●導入前の準備

■運行経路の選定

イオンモール春日部を経由するバス路線(東武鉄道春日部駅～南桜井駅北口)にプラグインハイブリッドバスを導入することとした。

■充電設備の設置場所の選定

イオンモール春日部に地域防災の観点から、別途電気系統を敷設のうえ、急速充電設備を設置した。

■その他導入に合わせた工夫

軽油により発電できるプラグインハイブリッドバスの利点を活かし、バスに加えて外部給電機を導入することとした。

●導入後の運行状況

GPSにより走行エリア指定をして、営業所から運行始点まではハイブリッド走行を、市街地、小学校等については電気走行を実施。その結果、電池の電力量の使用を抑制しながら走行することができ、営業所で充電するまで電池残量を維持している。

現在、プラグインハイブリッドバスの運行は1日あたり6.5運行、走行距離130km(ディーゼルは8.5運行、150km)。電気バスに比べて、よりディーゼルバスに近い運用を可能としている。また、春日部イオンモールにて開催された「防災フェスタ」にも出展し、プラグインハイブリッドバスの防災機能、環境性能の説明や試乗会を実施した。

● プラグインハイブリッドバス導入のメリットと課題

■ プラグインハイブリッドバス導入のメリット

- ・ 乗客から電動走行時に静かだとの評価を得ている。
- ・ 乗客は環境面におけるCSRの実施と認知している。

■ プラグインハイブリッドバス導入の課題

- ・ 電気バスとしての航続距離が短いため、電気での運行回数を減らしている。
- ・ 乗車定員を確保するためにノンステップの大型プラグインハイブリッドバスを導入したい。

【導入路線と運行実績】

- ・ 東武アーバンパークライン春日部駅東口からイオンモール春日部を経由し南桜井駅北口までの経路20kmを設定。1日6.5運行。
- ・ 1日当たり実績は、走行距離130km/日(総走行距離177km/日)、輸送人員96人/日。



出典:平成エンタープライズ(株)HP

大型商業施設経由路線のプラグインハイブリッドバス走行ルート

プラグインハイブリッドバスとディーゼルバスの比較

《CO2削減効果》

- CO2排出量の比較 ⇒ CO2排出量約26%削減

《経済効果》

- 電気代・燃料代の比較 ⇒ 電気代・燃料代約20%削減
- 整備費用の比較 ⇒ 削減効果はない

導入事例8

都05-2系統バス路線への燃料電池バス導入【平成28、29年度】

- 東京都は「水素社会実現に向けた戦略会議」で、東京2020オリンピック・パラリンピックでの活用に向けた環境整備として、普及初期である2020年までと2020年以降の普及拡大期を見据えた課題の一つに燃料電池車・バスの普及をあげ、戦略目標として、燃料電池バスを2020年までに計画的に100台以上の導入を目指す(都バスに先導的に導入)ことを定めている。
- この方針に沿って燃料電池バス5台を都営バスの路線に導入。



出典：東京都 HP
SORA



出典：東京都 HP
トヨタFCバス

- ・ 補助対象：燃料電池バス5台、外部給電装置2基(事業費528,000千円のうち1/2~1/3(206,000千円が補助))

- 導入地域：東京都千代田区、中央区、江東区
- 導入事業者：東京都交通局
- 導入車両：燃料電池バス5台

導入車両の諸元(東京都営バス仕様)

車両	全長×全幅×全高(mm)	トヨタFCバス 10,555×2,490×3,340 SORA 10,525×2,490×3,350	
	乗車定員	トヨタFCバス 77人 SORA 79人	
FCスタック	名称	トヨタFCスタック	
	種類	固体高分子形	
モーター	最高出力(kW)	114×2	
	種類	交流同期電動機	
	最高出力(kW)	113×2	
高圧水素タンク	最大トルク(N・m)	335×2	
	本数(本)	10	
	公称使用圧力(MPa)	70	
	貯蔵性能(wt%)	5.7	
駆動用蓄電池	種類	ニッケル水素	
	大容量外部電源供給システム	最高出力(kW) 供給電力量(kW)	9 235
		タンク内容積	600L

●導入の経緯

東京都は、水素社会の実現に向けて、水素ステーションの整備や燃料電池自動車・バスの普及に取り組んでいる。

東京都交通局では、これまで、平成15年や27年の実証実験などで燃料電池バスの市場投入に向けた技術開発などに協力しており、燃料電池バスを先導的に導入することで普及促進を図り、水素社会に貢献するとしている。平成28年度には、市販車では日本で初めて、路線バスとして営業運行を開始した。

●導入前の準備

■運行経路の選定

水素ステーションが近隣にあり、効率的な水素充填が可能な営業所が所管する路線の中で、多くの人の目に触れ普及促進が図れる路線を選定している。

■整備

屋根上の燃料電池や水素タンク等を点検するための移動式点検足場や点検用の水素検知器などの機材を準備している。

■その他

一般的な都営バスと異なる車体デザインとし、燃料電池バスと一目で分かるようにしている。

●導入後の運行状況

燃料電池バスに大きな故障等はなく、定期整備や保守整備も滞りなく行われている。

水素の充填は1日1回行っている。

● 燃料電池バス導入のメリットと課題

■ 燃料電池バス導入のメリット

- ・ 環境負荷の低減(走行中におけるCO2排出量ゼロ)
- ・ 乗り心地のよい車両の提供(騒音、振動の少ない車両)
- ・ 事業者のPR、イメージアップ

■ 燃料電池バス導入の課題

- ・ 路線バスとして安定した運行サービスを提供するには、水素ステーションの点検整備や故障等により使用できない期間中の充填先として、営業所近くに複数箇所の水素ステーションが必要である。

【導入路線と運行実績】

- ・ 主に、都05-2系統(東京駅丸の内南口～東京ビッグサイト間)で燃料電池バス5台を運行。
- ・ 1台当たり4～6往復、1日の走行距離は80～100km程度。



都05-2系統の燃料電池バス走行ルート

燃料電池バスとディーゼルバスの比較

《CO2削減効果》

- CO2排出量の比較 ⇒ CO2排出量100%削減(水素製造時のCO2排出量ゼロと仮定)

2.4.2 海外の電動バス導入事例

(1) 欧州の電動バスの導入事例

①オランダ・アムステルダム・スキポール国際空港及び周辺地域への電気バス〔短距離走行多頻度充電型〕導入

アムステルダム・スキポール国際空港では2018年3月28日から、同空港またその周辺において100台の電気バスを導入した。ヨーロッパ最大規模の電気バスの導入で、空港エリアの環境改善を図る。

スキポール国際空港は、2040年までに空港及び周辺地域の移動に利用するバスのゼロエミッション化を目指しており、電気バスは2021年までに258台以上に増やす計画がある。空港内には電気バスの充電に支障がないように充電スポットを整備している。

導入されたVDL製造の電気バスは、長さが18メートルで、乗車定員は117人または120人である。電動バスは24時間稼働で蓄電池容量は170kWhで、満充電の場合、想定電費2kWh/kmとして最大80km走行できる。

アムステルダム地域の自治体とスキポール空港は、営業路線の入札条件に電気バスの使用を加えるとともに資金調達を行い、スキポール敷地内の充電ポイントのインフラを整備している。

電気バスの充電は普通充電と急速充電があり、急速充電は15～25分で充電容量450kWhまで充電できる。普通充電は30kWhの充電容量があり、充電時間は4～5時間である。約500人のドライバーが電気バスの運転に関する特別な訓練を受けている（安全に充電する方法を含む）。車両整備やその他の人員を含めて総勢550人が訓練されている。



スキポール空港の電気バス導入



スキポール空港の電気バス導入



スキポール空港の電気バス導入



スキポール空港の充電施設



スキポール空港の充電施設



スキポール空港の充電施設

出典 : <https://news.schiphol.com/biggest-electric-bus-fleet-in-europe-at-and-around-schiphol/>

②イギリス・ロンドンの二階建て電気バス〔長距離走行夜間充電型〕の導入

2018年6月にロンドンのメトロライン (Metroline) はウィルズデン (Willesden) とホルボーン (Holborn) の間のルート 98 に二階建て電気バスを導入した。二階建て電気バスは静かで排出ガスを排出しないので、ロンドンの市民にとっては大きなメリットになっている。中国の BYD 社が開発したこの二階建て電気バスは、1回の充電で 300km 以上の航続距離があるので、継ぎ足し充電をせずに一日中運行することができる。

メトロラインのウィルズデン (Willesden) のバス駐車場に BYD が開発した急速充電設備を設置し、BYD は長さ 10.2m のロンドン交通局 (TfL : Transport for London) 仕様の二階建て電気バスを設計、開発した。バスの仕様は、エアコンを備えており、乗車定員は 81 名 (座席数 54 人) である。

バスには、BYD 設計のリチウムイオンリン酸蓄電池が装着されており、12 年間の保証が付いている永久磁石同期モータに 340kWh の電力を供給する。蓄電池は、一般的な都市走行の路線 300km まで 20 時間以上連続してバスに電力を供給することができ、1日1回の充電は4時間である。



The Enviro400EV double-decker bus. [Photo courtesy of BYD]

ロンドンの二階建て電気バス [BYD 写真提供]

出典 : <https://www.metroline.co.uk/blog/progress/world's-first-zero-emission-electric-double-decker>

(2) 米国の電気バス〔短距離走行多頻度充電型〕の導入事例

①ワシントン州の電気バスと超高速非接触充電システムの導入

2018年4月に米国ワシントン州で最大200kWの超高速非接触充電するシステムを導入した電気バスの運用が開始した。米国ペンシルベニア州拠点のモメンタム・ダイナミクス社（Momentum Dynamics）がこのシステムを開発し、短時間で非接触充電できるシステムである。最大200kWで地面に埋め込めるタイプなので、停車中の短い時間で充電できる。

北米で電気バスに200kWで非接触充電するのは初めてである。このシステムのメリットは、乗務員交代や時間調整の空き時間を利用して充電するので運行に支障を来さない。システムが導入されたワシントン州ウェナチャーでは、路線を走行し終わったバスが次の路線に出発するまでの5分間で、次の運行に十分な電力量を補充することができる。

このシステムは、充電スポットにバスを停めると自動で充電が始まる。プラグをコンセントに繋ぐ手間はなく、乗務員は降車する必要がない。バスを運行しているリンクトランジット社（Link Transit）は、中・長距離のバスでも非接触充電を活用していきたいと考えている。



電気バスの超急速非接触充電状況（ウェナチャー）



超急速非接触充電設備（ウェナチャー）



電気バスの50kW急速非接触充電状況（（ハワード郡）



電気バスの200kW超急速非接触充電状況
（テネシー州チャタヌーガ）

出典：<https://www.momentumdynamics.com/>

②キング郡メトロ（シアトル市近郊）の電気バス〔短距離走行多頻度充電型〕導入計画

2017年1月にシアトル市内近郊でバスを運行するキング郡メトロは2020年までに電気バスを120台導入する計画が発表された。

キング郡メトロは最大で73台の電気バスをカリフォルニア州シリコンバレーに拠点があるプロテラ社（Proterra）から5,500万ドルで購入し、最初の8台を2017年に導入し、さらに2019年までに12台を導入する予定である。

導入が完了するとキング郡メトロは米国のバス運行組織としては最多の電気バスを所有することになる。現時点では、キング郡メトロの利用者が乗車するバスの約70%は電動トロリー（バスの上部にあるコネクタで電線に連結するバス）または蓄電池とディーゼルエンジンのハイブリッドで、残る30%はディーゼルのみで運行している。

キング郡によると、電気バス1台で車21台分にあたる年間65トンのCO2排出量を削減することができる。蓄電池充電所の設置費は550万ドルから660万ドルである。バスの長さは12mで、1充電で40kmを走行することができ、充電にかかる時間は10分である。なお、キング郡は、連邦公共交通局（Federal Transit Administration: FTA）の低排出・無排出自動車導入計画（Low-or No-Emission Vehicle Deployment Program）を通じ、330万ドルの補助金を受けている。

出典：<https://kingcountymetro.blog/2017/10/05/have-you-seen-me-new-extended-range-proterra-electric-battery-bus-in-test-mode-in-king-county/>

（3）中国の電気バス〔長距離走行夜間充電型〕の導入事例

①深圳市の電気バス導入

深圳市では、市をあげて”グリーンライフ”の実現を推し進めており、2017年12月までに市内の公共バスを全て電気バスに転換している。市内の公共バスとして稼働している電気バスの台数は1万6,359台で、1日当たりの平均走行距離は285万kmに上っていると同時に不足気味の充電ステーションの整備も急速に進めている。これにより深圳市は全国最大規模の電気バス普及都市となり、2005年から足掛け12年間に及んだ計画を達成したことになる。

深圳市では、次世代自動車普及のために、市の主要幹部からなる「次世代自動車普及グループ」を組織、また、市や区の公共充電ステーションに充電設備建設管理調整制度を設け、問題解決に取り組んできた。次世代自動車普及のための「イノベーション」も積極的に取り入れ、ビジネスモデルは各公共バス運営会社からの入札方式を採用、市場ニーズの適合性を模索してきた。運営企業の一つ、深圳バスグループでは364路線5698運行を電気バスに入れ替えし、世界最大の電気バス運営公共企業となった。

また、2017年には深圳市は「新エネルギー普及応用財政支持政策」を発表し、深セン市内の次世代自動車及び充電設備の購入、設置に対し、蓄電池回収に補助金を付与している。現時点での市からの補助金額は、1車両あたり年間最大40万元（約640万円）である。

エネルギー節約効果について、大型電気バスはこれまでのディーゼルバスと比較して約72%エネルギー消費が抑えられるという結果が出ている。また、排出ガスがなくなることでPM2.5削減への期待も高い。



(株)ホワイトホール提供



(株)ホワイトホール提供

深圳市の電気バス導入状況



(株)ホワイトホール提供

深圳市の電気バス導入状況

出典 : <http://www.wri.org/blog/2018/04/how-did-shenzhen-china-build-world-s-largest-electric-bus-fleet>

②北京市の電気バス〔長距離走行夜間充電型〕導入

北京市の路線バスを運営する北京公共交通控股（公交集団）は、2017 年末までに 4,500 台の電気バスを導入した。最初に導入した電気バスは、全長 18m で、市の東西に延びる長安街を走る路線「1 路」に 10 台を導入した。

充電インフラを担当する国家電網（国網）北京市電力によると、車両は急速充電に対応しており、約 15 分間でフル充電が可能で、最大航続距離は 130km である。

公交集団は 2016～20 年の 5 年間で、電気バスを 1 万台余り購入する計画を立てている。一方、国網北京市電力は年末までに、路線バス用の充電ステーションの設置数を累計 100 カ所まで高め、電気バス約 5,000 台の充電需要を賄う計画である。

2.4.3 中古バス市場と電動バス普及の関係性

日本国内で使用されている電動バスの多くは、自動車メーカーから高価なベース車両を購入して改造事業者が電動化している。このため、従来のディーゼルバスに比べて割高になり、電動バス導入の負担になっている。この対策に中古バスを利用した電動化が考えられる。

①中古バス車両の流通実態について

一般にバス事業者は車両を20年使用している。関東地区では12～15年で中古車両を売却し、それを地方のバス会社が買い取り残り5年間使用するというサイクルである。

②中古バス車両の改修箇所について

改修事業者は主に上部の架装部分を改修し、本体腐食修理（乗合バスは床面に必ず木材を使用しているため、必ず床は交換する。）のほか、購入先バス事業者の仕様に合わせた押ボタン、行先案内（LED）、車両ボディの塗装をする。30人乗りの貸切タイプのバスをワンマン乗合バスへ改造することもある。エンジンや足回りなどはほとんど購入先バス会社の整備部門が修理する。

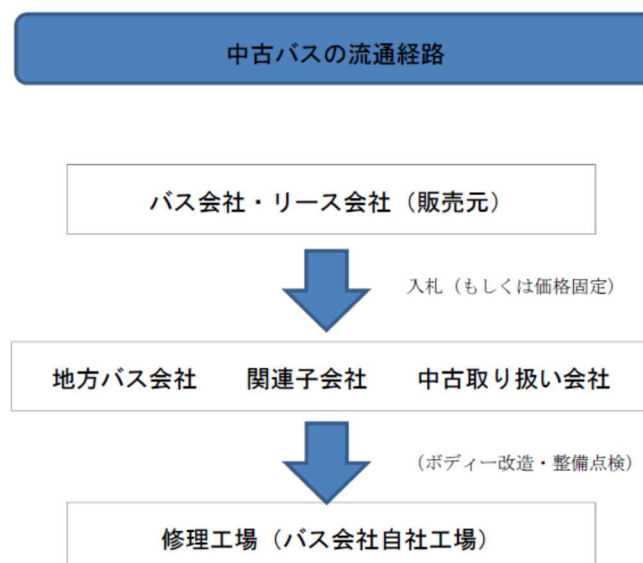
③中古バスの保証範囲

担当工事、主としてボディ修理部分にかかる瑕疵が判明した場合は、無償で対応する。もともと走行実績のある車両であるため、エンジン、下回り等の故障の場合は、有償での対応となる。

④中古車両の電動バス化の可能性

バスで一番早く劣化する部位はエンジンで、逆にシャフトや車軸は鋼鉄のため、ほとんど劣化しない。車体側の車軸受けは劣化する場合があるが、車の躯体は長持ちする。そのため、エンジン部分を除き、モーターを組み込む改造ができる。耐用年数も中古車両の電動バス化した車両のほうがディーゼル中古バスに比べて大幅に伸びる可能性がある。

導入されている電動バスの多くは、自動車メーカーから高価なベース車両を購入して改造事業者が電動化しているので、従来のディーゼルバスに比べて割高になる。このため車両価格を低く抑えることができる中古バスを利用して電動化することで電動バス導入の初期投資を抑制することができる。



出典：国土交通省資料

中古バスの流通経路

2.5 地域交通グリーン化事業

2.5.1 地域交通グリーン化事業の概要

地域交通グリーン化事業は、政府方針に掲げられた目標を達成するために、燃料電池自動車をはじめとする電動自動車を活用した地域の実情を踏まえた多様な交通サービスの展開、集中的導入等、他の地域や事業者による導入を誘発・促進するような先駆的取組を重点的に支援するものである。

平成 23 年度から電動自動車（バス、ハイヤー・タクシー、トラック）及び充電設備の導入費用の一部（1/2～1/3）を補助する制度として創設され、平成 26 年度からは燃料電池自動車を補助対象に追加し、平成 28 年度からはそれまで超小型モビリティを対象としていた「超小型モビリティ導入促進事業」との統合を図り、平成 29 年度からはそれまで CNG バス・トラック、ハイブリッドバス・トラックを補助対象としていた「環境対応車導入事業」との統合を図り、国土交通省所管分野における次世代自動車導入支援事業としての整備を行った。

地域交通グリーン化事業の平成 29 年度末時点における認定事案数は 211 事案、導入車両数は 579 台となり、電気自動車等の普及促進において一定の成果を上げている。しかし、未来投資戦略等政府方針上の目的を達成するため、より一層の普及を促進する必要がある。

2.5.2 地域交通グリーン化事業による電動バス導入に係る手続き、窓口、HP 紹介

地域交通グリーン化事業の補助対象となる電動バスの導入を希望する事業者等は、公募期間中に事業計画書を提出し、その後、外部有識者による評価を踏まえ、補助対象となる者の認定を行う。

◆支援対象（以下、平成 30 年度の例）

電気バス、プラグインハイブリッドバスによる他の地域や事業者による電気自動車の導入を誘発するような先駆的事业を行うもの。

◆支援内容

電気バス、プラグインハイブリッドバス及び電気自動車用充電設備等の導入

補助率…導入費用の 1 / 2 ~ 1 / 3（充電設備の工事費については 1 / 1 又は上限額）

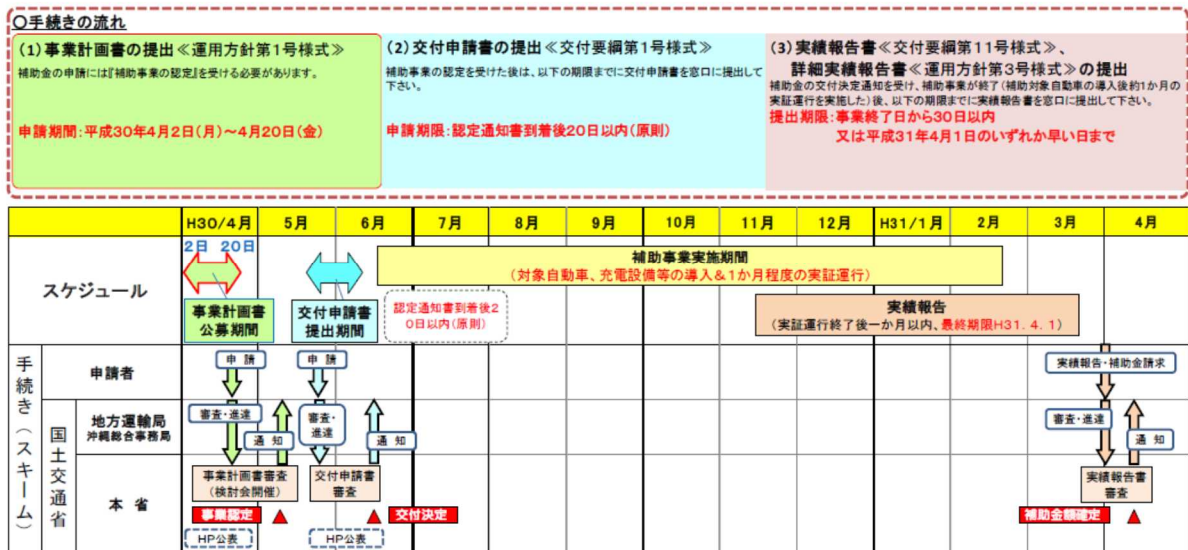
※補助対象となる車両本体価格の上限は 8,000 万円。

◆公募期間

平成 30 年 4 月 2 日（月）～ 4 月 20 日（金） ※事業計画書必着

◆補助事業に関するスケジュール

●事業 I（電気バス、プラグインハイブリッドバス、燃料電池タクシー、超小型モビリティ、充電設備等の導入）



◆補助事業の手続き等詳細については、国土交通省自動車局のホームページに掲載

URL : http://www.mlit.go.jp/jidosha/jidosha_tk1_000003.html

2.5.3 補助事業による車両導入までの所要期間

補助事業の公募は例年4月初めから始まるので、3～4カ月前から電動バス導入のための計画案の作成、自動車メーカー、車両改造メーカー、充電器メーカーとの事前折衝、電動バス導入の予算化等の事前準備をしておくことが必要である。

補助金の事業計画書は4月20日までに提出、検討会による審査後、6月上旬に事業認定通知書を交付、その到着後20日以内に交付申請書を提出し、6月下旬には交付決定がなされる（平成30年度の場合）。

交付決定後、自動車メーカー、車両改造メーカー、充電器メーカーに電動バスと充電施設を発注し、導入後1カ月程度の実証運行を実施する。実証運行終了後、実績報告書を事業終了日から30日以内又は4月1日のいずれか早い日までに提出する。

参考資料

薩摩川内市内の南国交通㈱と北九州市交通局に電気バスを導入する際に、導入事業者と三菱重工業㈱（電気自動車用蓄電池開発事業者）が協議のうえ実施した取組みの成果を参考資料として掲載する。

1. 電気バスの路線走行シミュレーションによる検討

電動バスの導入を予定している事業者は、自動車メーカー、自動車販売会社又は改造メーカーに依頼して導入する路線の走行条件に基づいて路線走行シミュレーションを実施し、搭載電池の容量に対する路線の出発から到着までの走行可否、充電場所、時間、回数等を確認する。

また、車両納入後、営業運行に入る前に、乗務員を対象に充電方法や習熟運転の講習を実施して営業運行に備えるとともに営業運行前に電費計測テストを行い、運行路線を走行可能であることを確認する。

薩摩川内市内の南国交通㈱と北九州市交通局に電気バスを導入する際に、導入事業者と三菱重工業㈱（電気自動車用蓄電池開発事業者）が協議のうえ実施した「路線走行シミュレーション」と「営業運行前の習熟運転と電費計測テスト」の成果を解説する。

(1) 路線走行シミュレーション（電気バスの最適な運行）

① 路線走行シミュレーションの設定条件

走行距離、走行速度、停留所数、冷暖房使用条件、高低差、1回の充電量など、実際に運行するルートを想定した路線走行シミュレーションを行って、電気バスの運行の可否を確認する。

北九州市と薩摩川内市に電気バスを導入したときの路線走行シミュレーションの設定条件は以下のとおりである。共通条件には、「定員乗車」、「全ての停留所に停車」、「始発駅にて、フル充電(SOC90%)にして出発」などがあり、個別条件として、走行範囲や運行ルート的高低差などが加わる。

電池寿命到達でも路線走行可能か？
大きな橋があるが大丈夫か？
走行距離長いが大丈夫か？
1回の充電で運行はできるか？

【共通】

- 定員乗車
- 全ての停留所に停車
- 過酷ケースとして空調は最も電力を使う暖房を選び、暖房を運行中連続運転
暖房に使用するヒータは余裕を見て大きめの容量に設定し、過酷ケースでシミュレーション
- 発車10分前から暖房運転開始して、走行中は継続使用する
- 始発駅にて、フル充電(SOC90%)にして出発
- 停留所の停止時間は15秒、加減速加速度は2km/h/s
- 巡航速度は、運行ダイヤに合わせて選定

【北九州市】

- 走行範囲は若松営業所⇒戸畑駅⇒エコタウンセンター⇒若松営業所とする
- 標高については、若戸大橋（40m）と若松高校付近の丘（35m程度）を考慮

【薩摩川内市】

- 走行範囲は川内駅⇔川内港とし、川内駅～車両基地の運行は含まない
- 川内港での待機中はバス電源OFFとして、空調は作動させない

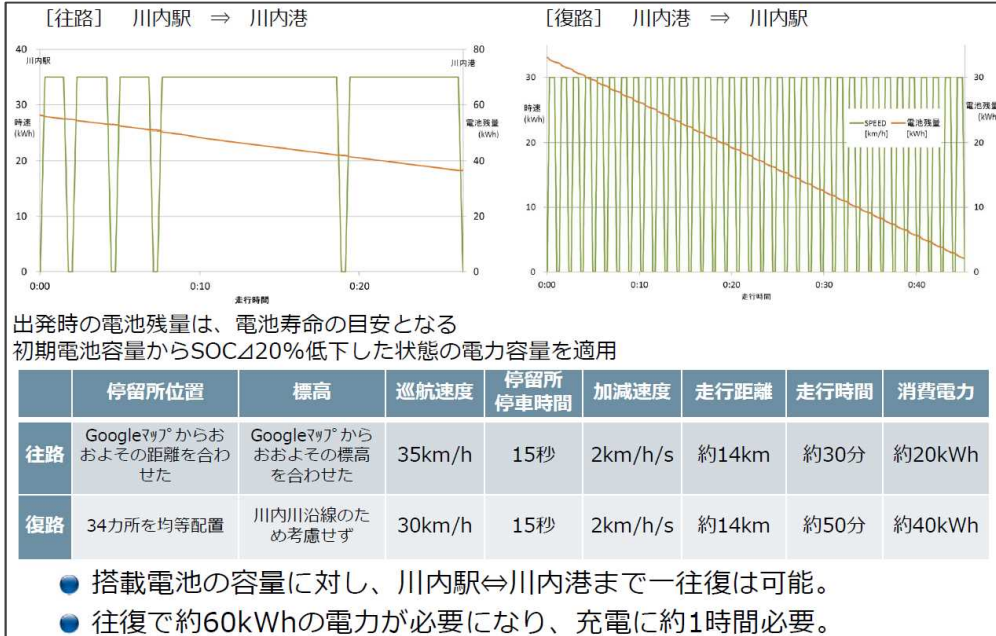
出典：三菱重工業㈱資料

路線走行シミュレーションの設定条件

②路線走行シミュレーション結果

○路線走行シミュレーション結果（薩摩川内市）

薩摩川内市の路線走行シミュレーションの結果、搭載電池の容量に対し、川内駅⇔川内港まで一往復は可能で、往復で約60kWhの電力が必要で、充電に約1時間必要であることがわかる。

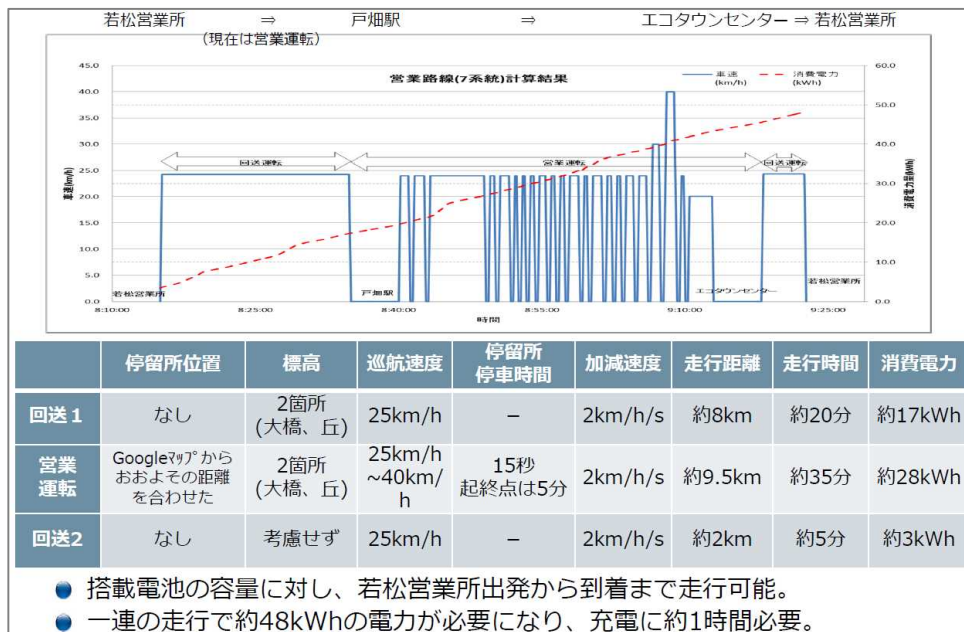


出典：三菱重工業㈱資料

路線走行シミュレーション結果（薩摩川内市）

○路線走行シミュレーション結果（北九州市）

北九州市の路線走行シミュレーションの結果、搭載電池の容量に対し、若松営業所出発から到着まで走行可能で、一連の走行では約48kWhの電力が必要になり、充電に約1時間必要であることがわかる。



出典：三菱重工業㈱資料

路線走行シミュレーション結果（北九州市）

(2) 営業運行前の習熟運転と電費計測テスト

①習熟運転講習の実施と電費計測テストによる確認

車両納入後、営業運行に入る前に、乗務員を対象に自動車メーカー、自動車販売会社又は改造メーカーから充電方法や習熟運転の講習を実施して営業運行に備える。また、営業運行前の習熟運転を実施して電費計測テストを行い、運行路線を走行可能であることを確認する。

習熟運転の目的は、以下のとおりである。

- 乗務員に電気バスの運転操作とフィーリング感を把握してもらう。
- さまざまな走行条件で実路線を走行し、電費を把握する。
- 営業運行前の習熟運転講習による電費計測テストの実施。

習熟運転における電費計測テストは、ヒーター、エアコン、リターダーの ON/OFF、停車駅数を標準ケース、過酷ケースなど、いくつかの走行パターンを設定して実際の運行ルートを走行して、SOC、充電量、電費、予想走行可能距離を把握、確認する。

【走行条件】

走行条件	日付	人員〔人〕		ヒーター(デフロスター)				エアコン				リターダ		停車駅数		備考			
		運転手	計測員	計	ON/OFF	確認	ファンレベル	確認	ON/OFF	確認	設定温度	確認	ファンレベル	確認	ON/OFF		確認	設定	実停車
走行01		1			OFF		OFF		OFF		-		OFF		使用		0		回生あり
走行02		1			OFF		OFF		OFF		-		OFF		なし		0		回生なし
走行03		1			OFF		OFF		OFF		-		OFF		使用		主要駅		基準
走行04		1			OFF		OFF		OFF		-		OFF		使用		主要駅		基準再確認
走行05		1			OFF		OFF		OFF		-		OFF		使用		全停車		停車駅の影響
走行06		1			ON		OFF		OFF		-		OFF		使用		主要駅		
走行07		1			ON		1		OFF		-		OFF		使用		主要駅		ヒーターの影響度確認
走行08		1			ON		2		OFF		-		OFF		使用		主要駅		
走行09		1			OFF		OFF		ON		15		OFF		使用		主要駅		
走行10		1			OFF		OFF		ON		15		ファン×1		使用		主要駅		エアコンの影響度確認
走行11		1			OFF		OFF		ON		15		ファン×3		使用		主要駅		
走行12		1			ON		2		OFF		-		OFF		なし		全停車		実走行最悪条件想定

【記録項目】

走行条件	運転手名	天気	外気温〔℃〕	時間		オドメータ〔km〕		SOC〔%〕		充電量〔kWh〕	特記事項 (車両挙動、警告灯など)
				出発	到着	出発	到着	出発	到着		
走行01											
走行02											
走行03											
走行04											
走行05											
走行06											
走行07											
走行08											
走行09											
走行10											
走行11											
走行12											

出典：三菱重工業㈱資料

営業運行前の習熟運転講習による電費計測テスト

②習熟運転講習による電費計測テストの実施例

○薩摩川内市

薩摩川内市の営業運行前の 4 日間に行った習熟運転講習による電費計測テストから得られた結果は以下のとおりである。

- ヒーター補機動作が電費への影響大 (条件 8 と条件 11 より)
- 標準ケース (条件 3) においては、電費は 1.07km/kWh
- 過酷ケース (条件 12) においても、運行路線を走行可能

[習熟運転の実施期間]

薩摩川内市：2014年3月14日（金）、17日（月）、18日（火）、19日（水）

走行条件	日付	ヒータ		エアコン		リターダ	停車駅数	
		ON/OFF	ファン	ON/OFF	ファン		設定	実停車
条件01	2014/3/14	OFF	OFF	OFF	OFF	使用	折返し	1
条件02	2014/3/17	OFF	OFF	OFF	OFF	なし	折返し	1
条件03 (Normal)	↑	OFF	OFF	OFF	OFF	使用	主要駅	22
条件05	↑	OFF	OFF	OFF	OFF	使用	全停車	39
条件06	2014/3/18	ON	0	OFF	OFF	使用	主要駅	22
条件08	↑	ON	2	OFF	OFF	使用	主要駅	22
条件09	2014/3/19	OFF	OFF	ON	ファン×0	使用	主要駅	22
条件11	↑	OFF	OFF	ON	ファン×3	使用	主要駅	22
条件12 (Worst)	2014/3/18	ON	2	OFF	OFF	なし	全停車	39

走行条件	天気	外気温 [°C]	時間		オドメータ [km]			SOC [%]			充電量 [kWh]	電費		予想走行可能距離 [km]	
			出発	到着	出発	到着	Δkm	出発	到着	ΔSOC		[km/kWh]	[km/SOC]	SOC90% ⇒30%	SOC90% ⇒17%
条件01	雨	7	14:13	15:29	947	974	27	90.0	60.0	30.0	25.8	0.97	0.90	54.0	65.7
条件02	晴	20	-	-	984	1,011	27	90.0	63.0	27.0	28.5	1.07	1.00	60.0	73.0
条件03	晴	20	-	-	1,011	1,038	27	90.0	63.0	27.0	24.2	1.07	1.00	60.0	73.0
条件05	晴	20	-	-	1,048	1,075	27	90.0	61.0	29.0	26.0	1.00	0.93	55.9	68.0
条件06	雨	14	10:33	11:54	1,084	1,111	27	90.0	51.5	38.5	33.2	0.75	0.70	42.1	51.2
条件08	くもり	16	12:35	13:50	1,111	1,138	27	90.0	38.8	51.2	43.2	0.57	0.53	31.6	38.5
条件09	晴	16	10:42	12:10	1,175	1,202	27	90.0	61.0	29.0	25.2	1.00	0.93	55.9	68.0
条件11	晴	16	12:50	14:17	1,202	1,230	28	90.0	50.5	39.5	33.9	0.76	0.71	42.5	51.7
条件12	くもり	18	14:39	16:02	1,138	1,166	28	90.0	35.5	54.5	-	0.55	0.51	30.8	37.5

※SOC30%：充電推奨ランプ点灯
 ※SOC17%：駆動トルク制限開始

出典：三菱重工業㈱資料

営業運行前の習熟運転講習による電費計測テスト（薩摩川内市）

○北九州市

北九州市の営業運行前の3日間に行った習熟運転講習による電費計測テストから得られた結果は以下のとおりである。

- ヒーター補機動作が電費への影響大（条件8と条件11より）
- 標準ケース（条件3）においては、電費は0.84km/kWh
- 過酷ケース（条件12）においても、運行路線を走行可能

[習熟運転の実施期間]

北九州市：2014年3月17日（月）、18日（火）、19日（水）

走行条件	日付	ヒータ		エアコン		リターダ	停車駅数	
		ON/OFF	ファン	ON/OFF	ファン		設定	実停車
条件01	2014/3/17	OFF	OFF	OFF	OFF	使用	折返し	2
条件03 (Normal)	↑	OFF	OFF	OFF	OFF	使用	主要駅	17
条件05	2014/3/19	OFF	OFF	OFF	OFF	使用	全停車	44
条件06	↑	ON	0	OFF	OFF	使用	主要駅	17
条件08	2014/3/18	ON	2	OFF	OFF	使用	主要駅	17
条件11	↑	OFF	OFF	ON	ファン×3	使用	主要駅	17
条件12 (Worst)	↑	ON	2	OFF	OFF	なし	全停車	44

走行条件	天気	外気温 [°C]	時間		オドメータ [km]			SOC [%]			充電量 [kWh]	電費		予想走行可能距離 [km]	
			出発	到着	出発	到着	Δkm	出発	到着	ΔSOC		[km/kWh]	[km/SOC]	SOC90% ⇒30%	SOC90% ⇒17%
条件01	晴	11	11:09	12:33	1,352	1,372	27	90.5	63.0	27.5	-	0.73	0.73	43.6	53.1
条件03	晴	13	14:37	15:50	1,384	1,404	27	90.0	64.5	25.0	22.2	0.84	0.78	47.1	57.3
条件05	晴	11	9:01	10:22	1,465	1,485	27	91.0	43.7	47.3	26.8	0.68	0.63	38.1	46.3
条件06	晴	13	12:36	14:08	1,485	1,505	27	89.3	57.0	32.3	28.8	0.66	0.62	37.2	45.2
条件08	晴	17	13:44	15:03	1,445	1,465	27	90.6	45.6	45.0	-	0.48	0.44	26.7	32.4
条件11	雨	15	11:41	13:01	1,425	1,445	28	91.0	59.5	31.5	26.6	0.68	0.63	38.1	46.3
条件12	くもり	17	9:17	10:42	1,405	1,425	20	90.5	36.3	54.2	45.6	0.40	0.37	22.1	26.9

※SOC30%：充電推奨ランプ点灯
 ※SOC17%：駆動トルク制限開始

出典：三菱重工業㈱資料

営業運行前の習熟運転講習による電費計測テスト（北九州市）

2. 電池寿命を長くする使用方法とリチウムイオン電池の寿命評価シミュレーション

電気バス用蓄電池として多用されているリチウムイオン電池の寿命は、時間経過や使用状況によって変化し、思わぬ電池容量の低下や出力の低下を招くことがある。このため電池の寿命を長くする使用方法で運用することが重要である。

必要なデータを入力することで蓄電池の劣化状況や交換時期を事前に予想できる電池寿命評価シミュレーションが開発されている。こうしたツールを利用して蓄電池の効率的な運用に利用できる。

薩摩川内市内の南国交通(株)と北九州市交通局に電気バスを導入する際に、導入事業者と三菱重工業(株) (電気自動車用蓄電池開発事業者) が協議のうえ実施した「電池寿命を長くする使用方法」、「リチウムイオン電池の寿命評価シミュレーション」の成果を解説する。

(1) 電気バス用蓄電池の性能劣化

①リチウムイオン電池の特性と寿命

リチウムイオン電池の寿命は、時間経過や使用状況によって変化する。電池性能の低下は、電池の容量低下により走行可能距離が短くなり、電池の出力低下 (内部抵抗増大) に伴ってモータトルクや登坂性能等が低下する。こうした現象は電池の特性であるが、次の推奨する使用方法である「運用条件」「保管条件」「推奨運行パターン」の3項目に従って使うことで、より長く利用することができる。

注) 電池メーカーにより電池性状・性能・使用条件等が異なるので、これら項目の有効性については、使用する電池のメーカーに確認ください。

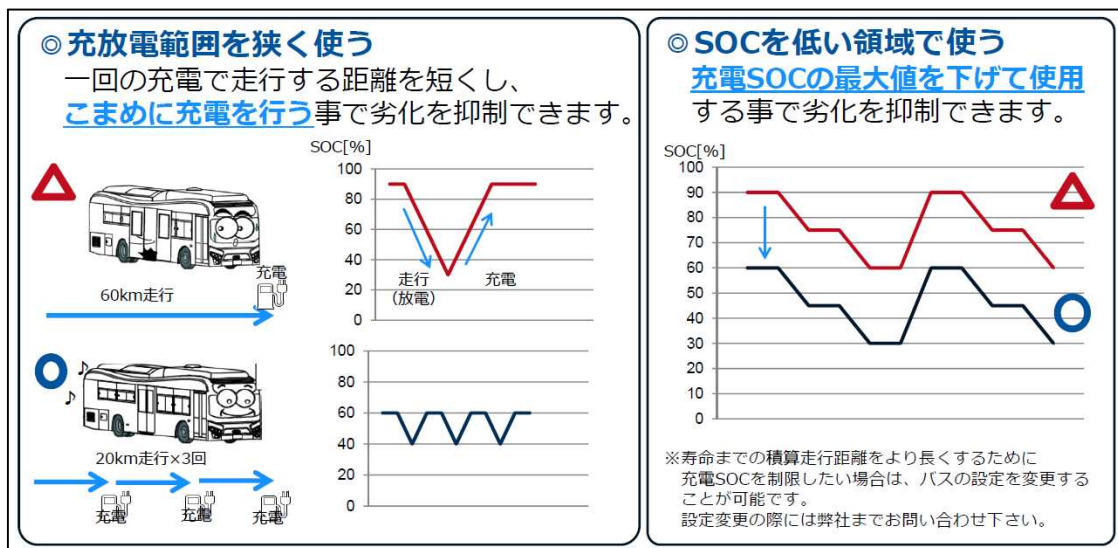
②電池寿命を長くする使用方法

電池寿命を長くする使用方法には、運用条件、保管条件、推奨運行パターンの3項目がある。

○電池寿命を長くする使用方法 (運用条件)

電池の性能低下は運用状態や環境の影響を強く受けるので、電池を長く利用するには、電池にとって適した条件で運用することが重要である。

- 充放電範囲を狭く使う
⇒1回の充電で走行する距離を短くし、こまめに充電を行うことで劣化を抑制できる。
- SOCを低い領域で使う
⇒充電SOCの最大値を下げて使用することで劣化を抑制できる。



出典：三菱重工業(株)資料

電池寿命を長くする使用方法 (運用条件)

○電池寿命を長くする使用方法（保管条件）

バスを長期間使用しない時は下記の点に留意して電池を保管する。

- 満充電での保管を避ける
 - ・ SOC の高い状態で保持すると劣化が促進する。
 - ・ 使わない時は満充電を避け、SOC50%程度で保管。
- 電池温度を低く保つ
 - ・ 高温環境下では劣化が促進する。
 - ・ 保管時には高温を避け、常温～低温（25℃以下が望ましい）で保管。

○電池寿命を長くする使用方法（推奨運行パターン）

短距離路線や起伏の少ない路線での運用を推奨する。


- 充放電範囲を狭く使う ⇒ 充電器間隔が短距離となるルート
こまめな充電が可能なルート
- SOC を低く使う ⇒ 平坦なルート

充放電範囲を狭く使う ⇒ 充電器間隔が短距離となるルート
こまめな充電が可能なルート


SOCを低く使う ⇒ 平坦なルート

⇒ **短距離路線や起伏の少ない路線での運用を推奨致します。**

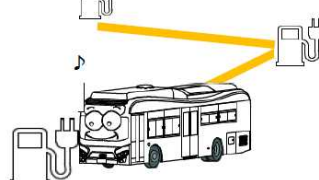
△ 起伏の激しい路線



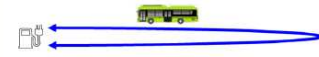

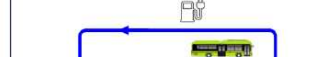
△ 長距離路線
(充電機会が少ない路線)



○ 短距離路線
(充電機会が多い路線)



同距離の運行ルートでも、こまめな充電が可能になります。

<p>20kmのルート（片端で充電）</p>  <p>△ 1 充電当たりの走行距離： 20×2=40km</p>	<p>20kmのルート（両端で充電）</p>  <p>○ 1 充電当たりの走行距離：20km</p>	<p>20kmの循環ルート</p>  <p>○ 1 充電当たりの走行距離：20km</p>
---	---	---

出典：三菱重工業㈱資料

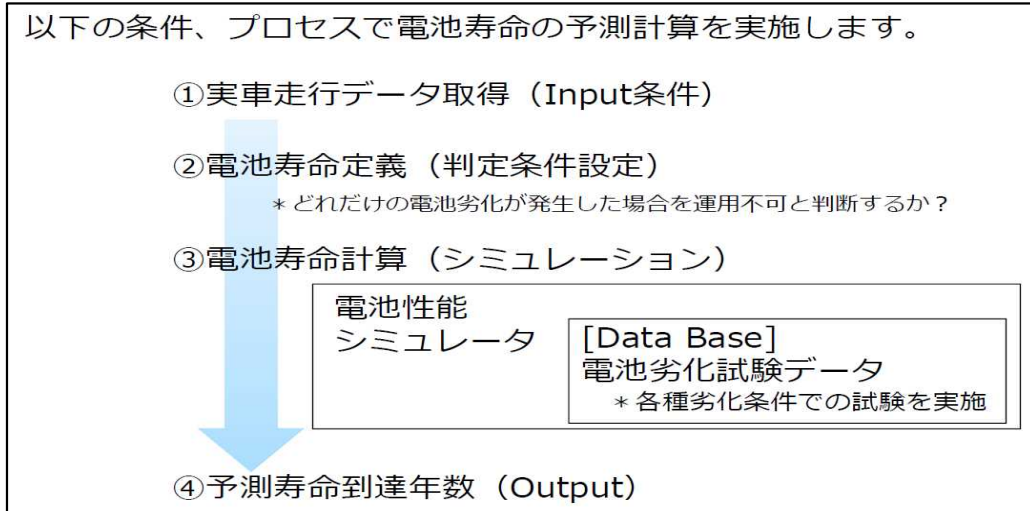
電池寿命を長くする使用方法（推奨運行パターン）

(2) リチウムイオン電池の寿命評価シミュレーション

① リチウムイオン電池の寿命評価シミュレーションの条件、プロセス

三菱重工業㈱のリチウムイオン電池の寿命評価シミュレーションに、必要なデータを入力することにより、リチウムイオン電池の寿命の予測算出をすることができる。

実車走行データ取得 (Input 条件)、電池寿命定義 (判定条件設定) を入力することで、電池寿命計算 (シミュレーション) を行い予測寿命到達年数を計算することができる。



出典：三菱重工業㈱資料

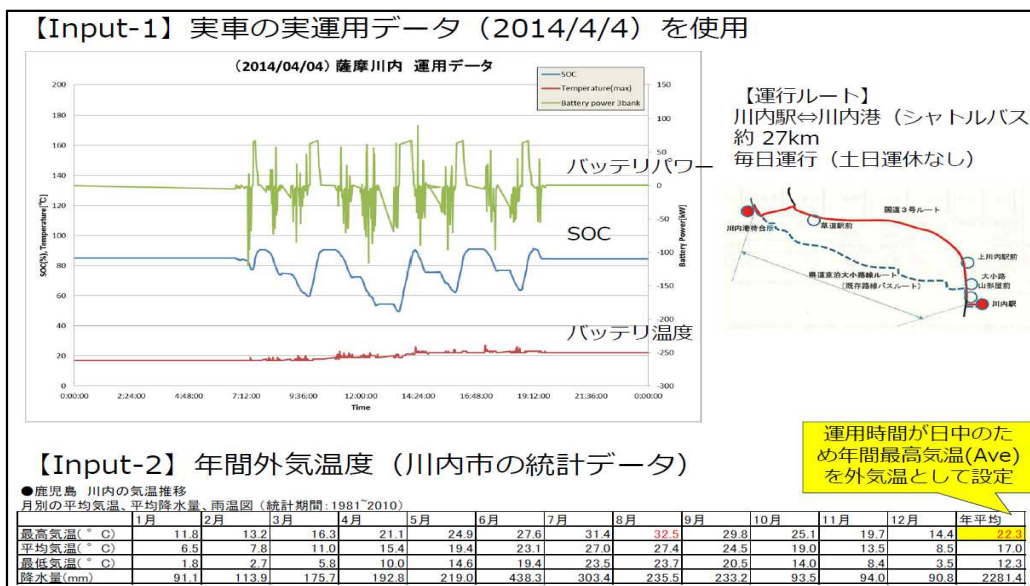
リチウムイオン電池の寿命評価シミュレーション

② リチウムイオン電池の寿命評価シミュレーション

○ 寿命評価シミュレーション結果 (薩摩川内市)

《Input 条件》

薩摩川内市の電気バスのリチウムイオン電池の寿命評価シミュレーションの Input 条件は、「Input-1」が実車の運用データ (2014/4/4) と「Input-2」が年間外気温 (薩摩川内市の統計データ) を使用する。



出典：三菱重工業㈱資料

リチウムイオン電池の寿命評価シミュレーション (薩摩川内市) : Input 条件

【判定条件設定】 電池特性(電池運用仕様)及び走行使用エネルギーの観点より、**○%電池容量に劣化した時点**を寿命と設定

●電池特性（電池運用仕様）の観点
 電池は劣化すると、①容量低減、②内部抵抗増加 に繋がります。
 電池使用においては、内部抵抗を規定値内で使用するよう設計されております。内部抵抗は運用状態では正確に計測することが難しく、劣化指標としては使用することが適切でないため、相関関係のある容量劣化を指標として使用します。
 ← EV車両のように大電流の充放電を繰り返す場合、容量○%(△%劣化)が仕様範囲内

●走行使用エネルギーの観点
 ◇蓄電池必要電力量（ワースト条件）・・・2014/3/17～19実施の電費計測試験より

走行エリア	運行回数(便/日)	運用	道路状況	走行距離(km/区間)	ノーマル走行電費(A/C, Heater OFF)	ワースト走行電費(Heater Full)
鹿児島(川内)	4	毎日	勾配なく平坦 信号少ない	約 27	0.99km/kWh (27.0kWh/便)	0.53km/kWh (50.9kWh/便)

◇蓄電池使用可能電力量
 搭載蓄電池容量 = 93.2 kWh
 使用可能容量 = 74.6kWh (SOC90%~10%)
注) 運行ルートに変更がある場合
 必要な電力量も変化します

ワースト条件では、50.9kWhが必要と設定

容量維持率	100% (初期)	90% (10%劣化)	80% (20%劣化)	○% (△%劣化)
使用可能容量	74.6 kWh	67.1 kWh	59.7 kWh	□ kWh

←運行ワースト条件走行には容量○%(△%劣化)が必要

出典：三菱重工業㈱資料

リチウムイオン電池の寿命評価シミュレーション（薩摩川内市）：判定条件設定

《判定条件設定》

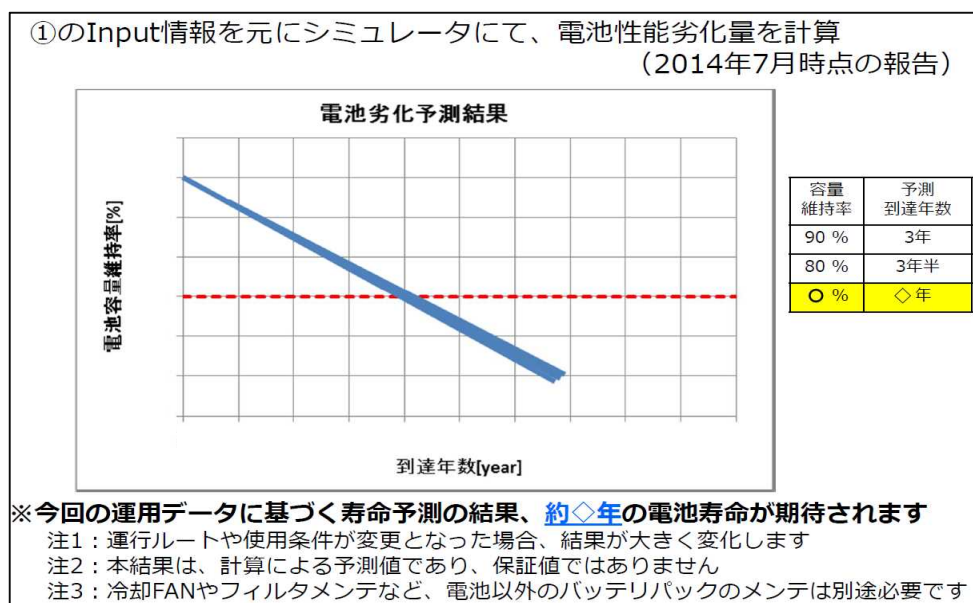
電池特性（電池運用仕様）及び走行使用エネルギーの観点より、リチウムイオン電池の寿命を○%電池容量に劣化した時点とする。

注) 電池メーカーにより電池性状・性能・使用条件等が異なるため、寿命設定・評価は使用する電池のメーカーに確認が必要です。

次に電費計測試験でヒーターをフルに使用して計測したワースト走行電費 50.9kWh/便 (0.53km/kWh) をワースト条件に設定する。このワースト条件に基づいて蓄電池使用可能電力量は、初期が 74.6 kWh (容量維持率 100%) から△%劣化した□ kWh (容量維持率○%) を運行ワースト条件走行とする。

《シミュレータによる電池性能劣化量の計算結果》

Input 情報を元にシミュレータで電池性能劣化量の計算結果によると、容量維持率○%に劣化するまでの予測到達年数は、約◇年になる。



出典：三菱重工業㈱資料

リチウムイオン電池の寿命評価シミュレーション（薩摩川内市）：電池性能劣化量の計算結果

おわりに

本ガイドラインは、『地域交通グリーン化事業効果・ベストプラクティス評価委員会』における「議論の内容を踏まえ取りまとめたものである。同評価委員会の委員長をはじめ、各委員の方々及び電動バス関係者に多大な協力を頂いたことに改めて心より厚く御礼申し上げます。

『地域交通グリーン化事業効果・ベストプラクティス評価委員会』

	氏名	
委員長	紙屋 雄史	早稲田大学理工学術院（環境・エネルギー研究科） 教授
委員	岡村 敏之	東洋大学国際学部国際地域学科 教授
委員	新国 哲也	独立行政法人自動車技術総合機構 交通安全環境研究所 環境研究部 副部長

国土交通省	自動車局環境政策課
-------	-----------