

普及型EVバス技術開発の概要



熊本大学 大学院 先端科学研究部

シニア准教授 松田俊郎

普及型EVバス技術開発について

- 1) EVバス(トラック)の早期普及を目的として、乗用車EVの量産技術を活用した**普及型EVバスの技術開発を推進した。**
- 2) 環境省「**CO2排出削減対策強化誘導型技術開発・実証事業**」の採択を受け、2件の事業を推進した。



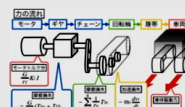
環境省 CO2排出削減対策強化誘導型技術開発・実証事業（交通分野）

年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度
事業期間	熊本事業		横浜事業		

大学での研究テーマ：EV社会創生

モデルベース開発

①車両モデル



②ラピッドプロトタイプ



③リチウムイオン電池 & 同期モータ



④走行実験



■ 地球環境

■ 新付加価値/機能

■ 新産業/地方創生

■ 将来社会モデル

技術開発の狙いと特長

プロジェクトの狙い

- 1) 低価格EVバスの普及拡大 (EV化価格+1100万円@ライフ3万台)
- 2) 排気ゼロ、CO2排出ゼロ の公共交通実現
- 3) 地方創生 (改造EVバス、トラック生産)



技術開発の特長

- 1) 低床フロア路線バスに適用可能な技術開発
- 2) 乗用車のEVアセットを活用した低価格化技術
- 3) EV先進技術を活用し路線バスの実用性を向上
- 4) 全国の車両工場で生産可能な技術
- 5) EVバス大量運行の仕組み、技術

技術開発の狙いと特長

1) 低床フロア路線バスに適用

①路線バスをカバーする性能

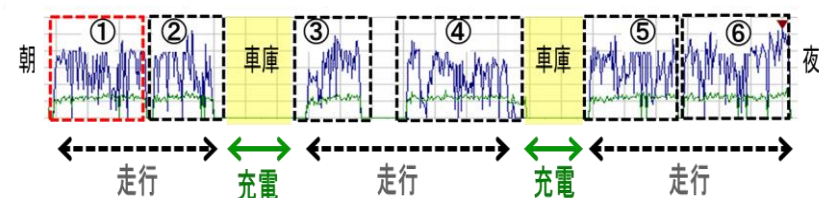
(高速走行、都市間長距離移動は対象外)

動力性能	現行路線バスと同等
航続距離	現行バス路線に適用可能
充電	車庫で駐車中に充電
運転	運転容易化 (変速不要、回生ブレーキ)
快適性/ 冷暖房	現行路線バス並 (静粛性・乗り心地は向上)
レイアウト	現行低床フロアバスと同等
安全性	保安基準 / 信頼性基準 に適合

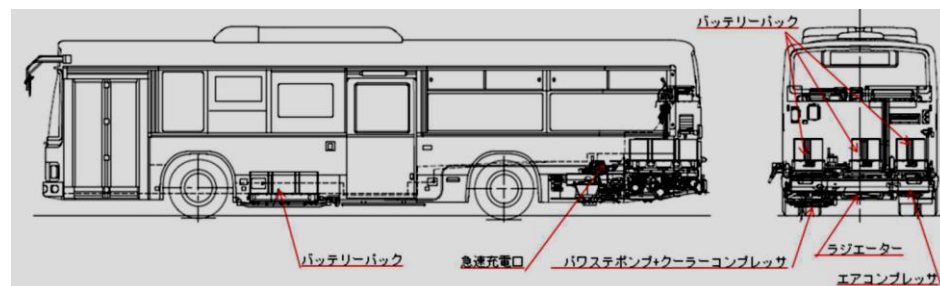
②継ぎ足し充電(車庫)

③バッテリー容量は走行50kmをカバー

〈路線バスの1日の運行パターン〉 : 車庫での停車時間に充電する



④低床フロアバスの床下にEV専用部品をレイアウト



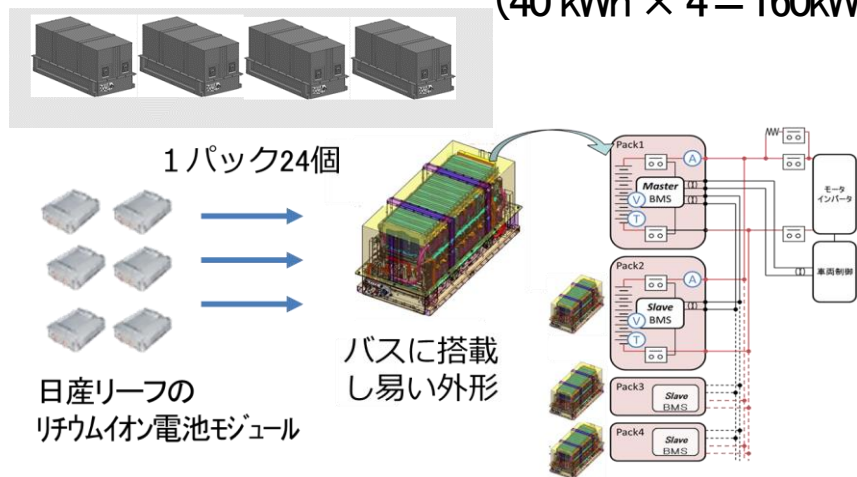
技術開発の狙いと特長

2) 乗用車のEVアセットを活用し低価格化

① 大容量バッテリーシステム

パックを4個並列接続し大容量化

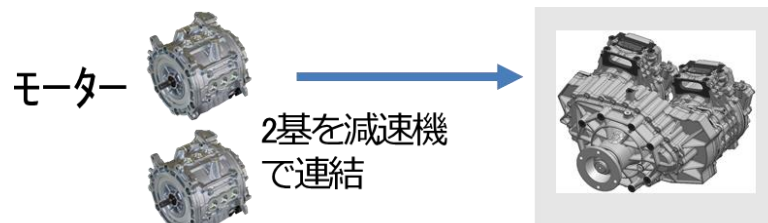
($40 \text{ kWh} \times 4 = 160 \text{ kWh}$)



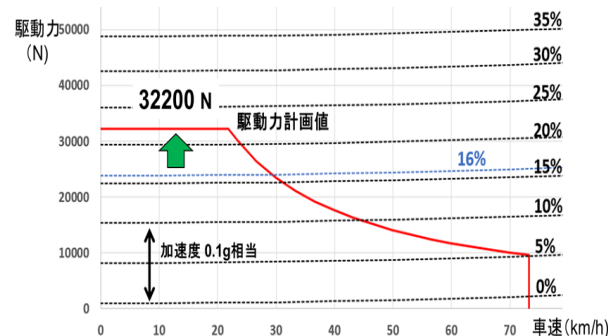
② 高出力モーター(大容量減速機)

190kW の高出力

大容量減速機により変速不要



最大3000Nmの大トルクを発揮
(20%急勾配を登坂可能)



③ 急速充電システム

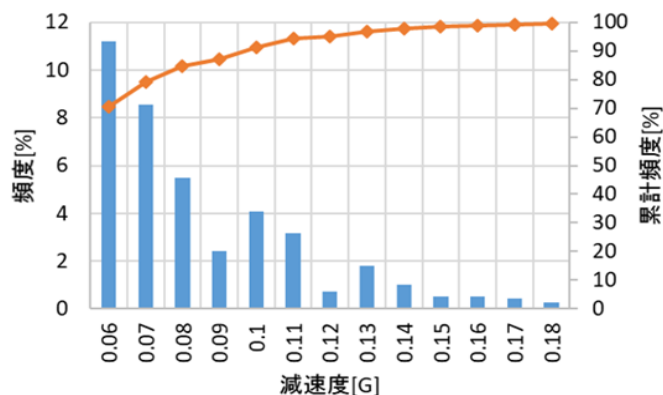
100kW充電対応のEVシステム
を開発し充電時間を短縮



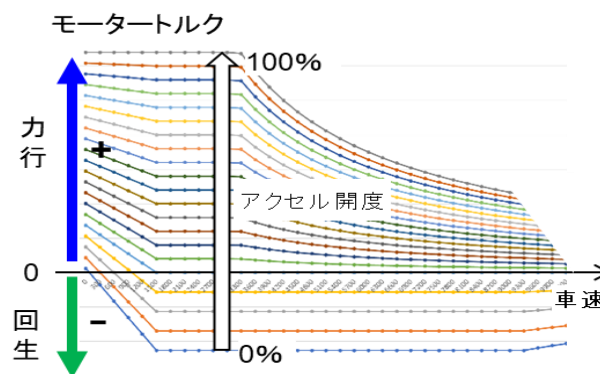
技術開発の狙いと特長

3) EV先進技術を活用し路線バスの実用性を向上

- ① 高出力モーター(減速機)で 変速不要、滑らかで力強い発進・加速
- ② 緩制動は回生ブレーキでカバー(制動の9割を回生で)



路線バスの減速度調査結果



モータートルク制御の概念図
(アクセル開度が小さい場合、回生を行う)

従来路線バス(MT)

	クラッチ 👉	ブレーキ 👉	アクセル 👉
発進	○		○
加速			○
変速	○		○
減速	○停止時	○	△

本技術の効果

	クラッチ 👉	ブレーキ 👉	アクセル 👉
発進			○
加速			○
減速		△停止時	○

運転士: ・運転し易い、疲れない (加減速コントロール, 変速不要, ブレーキ操作減)

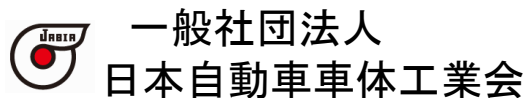
利用者: ・排気ゼロ ・揺れない ・静か

事業者: ・CO2削減 ・低年式車再活用(再生) ・運転士技術

技術開発の狙いと特長

4) 全国の車両工場で生産可能な技術

日本自動車車体工業会の全国の加盟会社で生産可能とするべく、
設計仕様と生産技術の標準化を推進



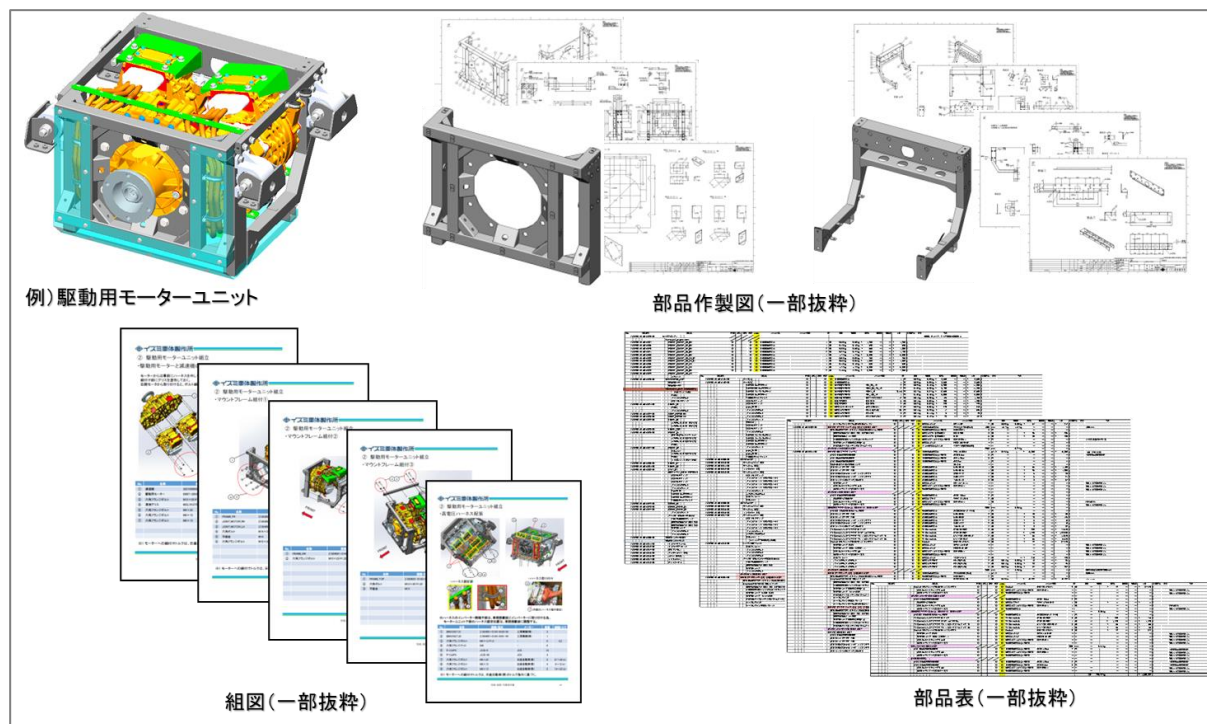
トラック・バンの荷台架装やバス車体、
トレーラや各種特装車等の社会生活
に必要な「働くクルマ」の製造及び
メンテナンスを手掛ける企業で構成

発足 : 1948年

会員数: 正195社 準 100社

生産技術標準化の例

(株)イズミ車体製作所資料

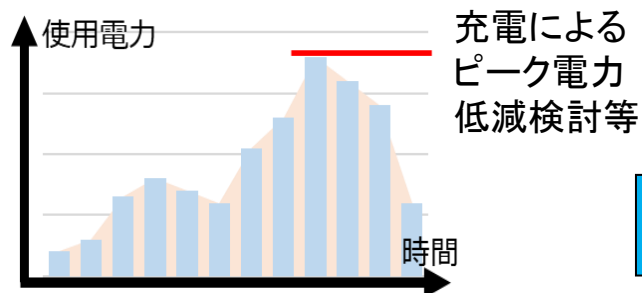


技術開発の狙いと特長

5) EVバス大量運行の仕組み、技術

EV路線バスの本格導入に向けて充電インフラと電力マネジメントを含めたEVバス大量運行のモデルを構築（燃料コスト&設備の最小化）

EVバス事業所の総充電電力



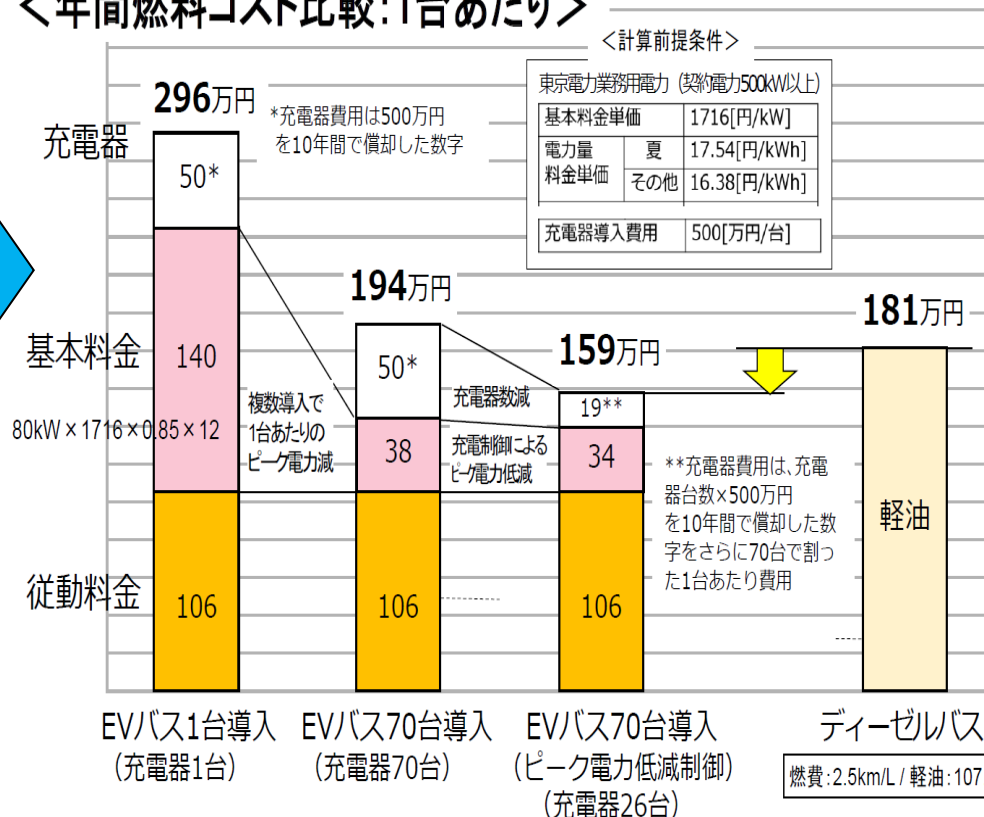
EVバス事業所の充電器台数

低出力充電を前提に
複数のEVバスが充電器を
共用する可能性を検討



<年間燃料コスト比較:1台あたり>

(走行距離は117km/日×360日とした)



実証試験（熊本事業）

実証試験の結果、路線バスの実用性は十分と評価された。

■ 熊本市近郊を**16千km**走行
（117km/日）
（2018年2月～2019年2月）



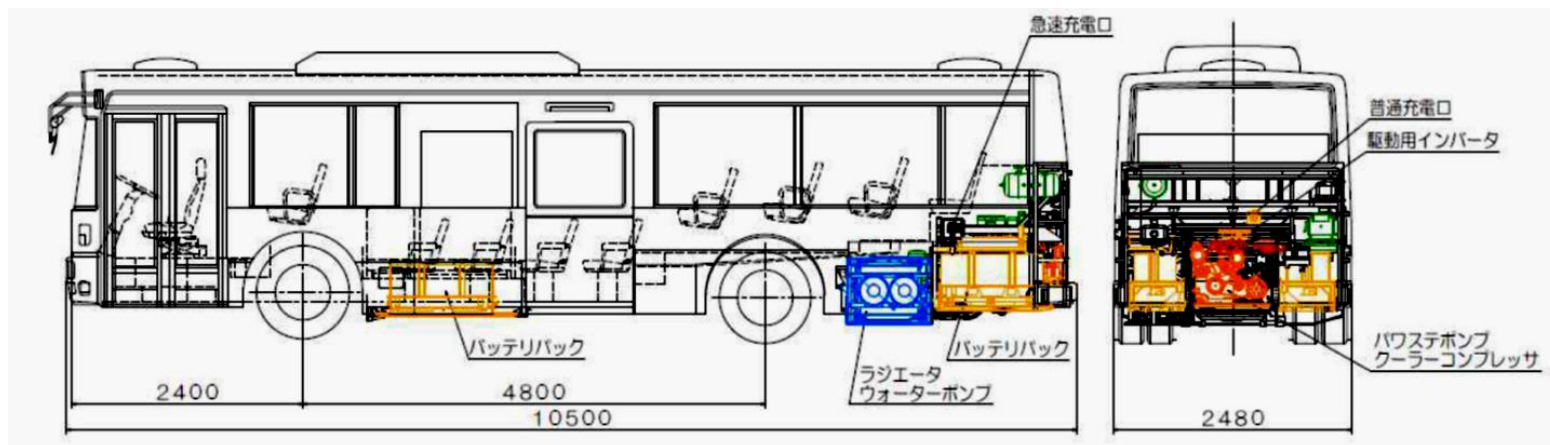
実証試験（熊本事業）

実証試験の結果、路線バスの実用性は十分と評価された。

■実証試験車（よかエコバス号）



ベース車両	日産ディーゼル RA273KAN
レイアウト/定員	低床フロア / 61名
車両重量	11,380 kg（空車）
	14,735 kg（積車）
モータ	最大出力 190 kW
	最大トルク 1100 Nm
バッテリー	容量 90kWh（30kWh × 3）
暖房	PTC 10kW+プレヒータ(燃焼式)
冷房	電動エアコンプレッサ

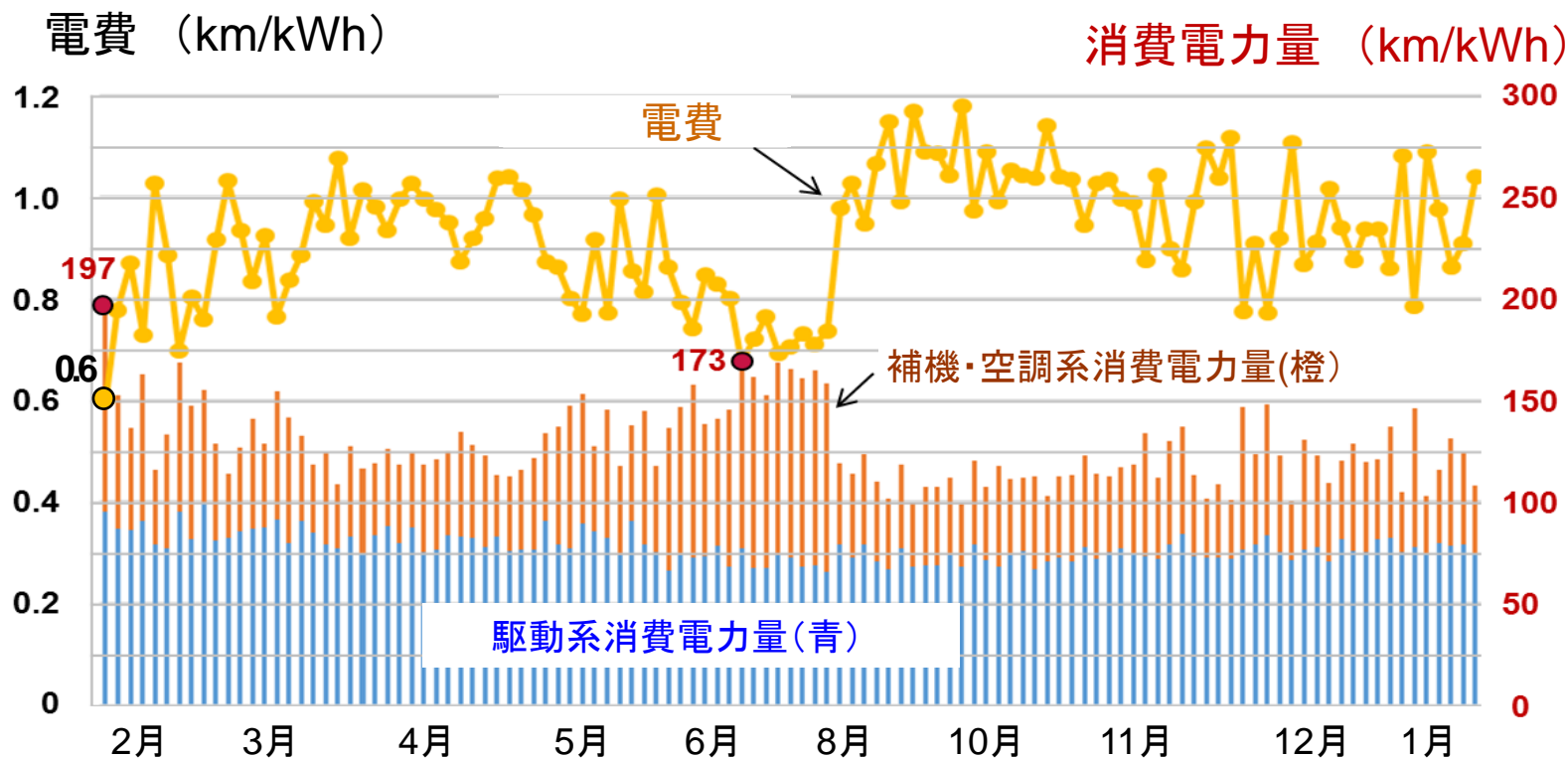


実証試験（熊本事業）

実証試験の結果、路線バスの実用性は十分と評価された。

■年間平均電費: **0.908** km/kWh（消費電力量: **129** kWh/日）
（最悪日: 0.6km/kWh, 197kWh @極寒日）

＜実証試験1年間の電費・消費電力量＞



実証試験（熊本事業）

実証試験の結果、路線バスの実用性は十分と評価された。

項目	熊本の実証評価
動力性能	◎ 殆どの運転士が良い評価
運転容易性	◎ 同上
静粛性/乗り心地	◎ 多くの利用者が良い評価
冷暖房	○ 利用者の不満無し
車両レイアウト	○ 利用者の不満無し
航続距離	○ 電欠無し
充電	○（～▲ さらに簡単化要）
燃費	◎（充電器1基の場合）
環境性能	◎ 排気ゼロ / CO2▲30%

記号の意味
(ディーゼルバス比)

- ◎ 優れている
- 並み / 実用性有り
- ▲ 劣る / 改善要

全国普及に向けて

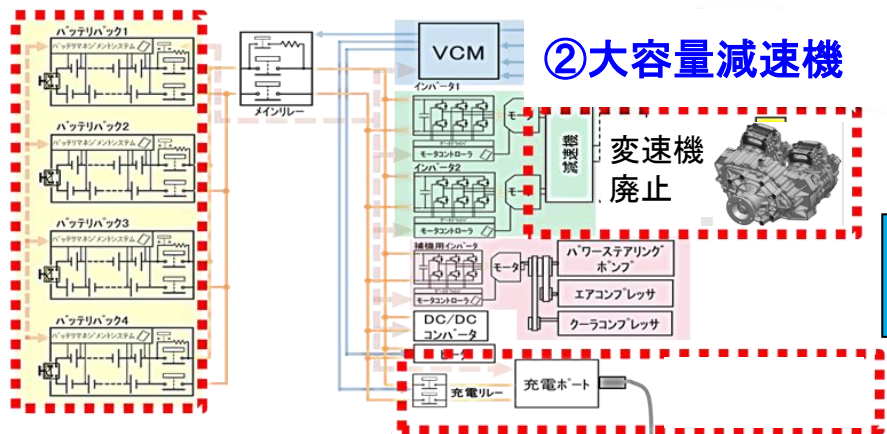
充電操作簡単化

さらなる低料金化

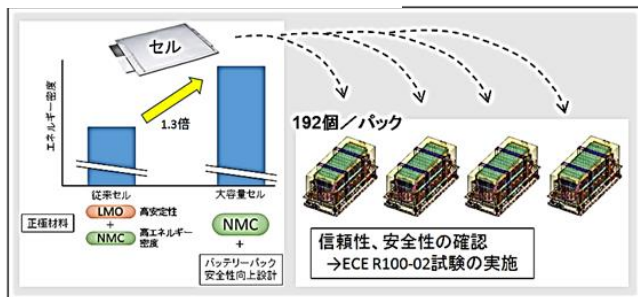
実証試験（横浜事業）

- 1) 熊本で実証したEVバス技術に、最先端のEV技術を織り込み、
- 2) EVバス適用が厳しい横浜市で実証試験。（渋滞、登坂、利用者多い）
- 3) あわせて、EVバス大量導入の仕組み創りを行う。

■採用した新技術



①大容量バッテリー



■性能向上

	熊本事業	横浜事業
バッテリー	90 kWh	160 kWh
モータ	190 kW	190 kW
変速機	有り	廃止
急速充電	50 kW	100 kW

■実証試験車（日野ブルーリボン）



大型路線バス（低床フロア型）
バッテリー容量160kWh
急速充電100kW対応
車両重量10,6トン 定員74名
モーター出力190kW
電気式冷暖房装置

（株）ブリヂストンと共同開発した低転がり抵抗タイヤを搭載

実証試験（横浜事業）

- ・試験期間：2020年10月～2021年1月末
- ・営業運行：**3995**km・輸送人員：**15937**名
- ・走行路線：曜日毎に異なる路線を運行



月曜日 36系統 A9 77km



<1回目>
35.4km
神大寺入口
八反橋
⇄東神奈川

<2回目>
41.3km
神大寺入口
八反橋
⇄横浜駅西口

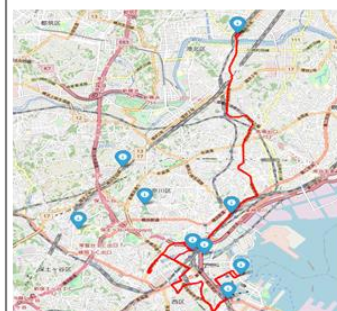
火曜日 34系統 A10 53km



<1回目>
26.4km
神大寺入口
⇄横浜駅西口

<2回目>
26.6km
横浜駅西口
⇄神大寺入口

水曜日 59系統 A4 55km



<1回目>
23.6km
横浜駅西口
⇄綱島駅

<2回目>
31.2km
浅間町営業所
⇄パシフィコ横浜

（10月28日は別ルートで88km運行）

木曜日 87系統 A11 74km



<1回目>
37.3km
横浜駅西口循環
（和田町, 市民病院）
国大西

<2回目>
35.8km
横浜駅西口循環
（国大西, 和田町）

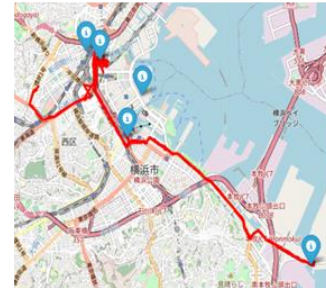
金曜日 34系統 A10 + （火曜日と同じルート）



<1回目>
26.4km
神大寺入口
⇄横浜駅西口

<2回目>
26.6km
横浜駅西口
⇄神大寺入口

26系統 PO5 94km



<3回目>
40.1km
横浜駅東口
⇄
港湾カレッジ

実証試験（横浜事業）

実証試験の結果、路線バスの実用性は十分と評価された。

電費は **0.81** km/kWh（総消費電力量**4882**kWh）

営業運行期間（10月28日～1月29日）の統計値

	総計
運行距離（km）	3955
総消費電力量（kWh）	4882
電費（km/kWh）	0.81

内訳

消費電力量の構成比

部位	構成比
PTCヒータ	23%
DCDC（電装）	16%
エアコンプレッサ 2%	
パワステ・ACコンプレッサ	14%
駆動系	45%

	月曜日	火曜日	水曜日	木曜日	金曜日
運行距離	759.0	591.6	744.9	807.6	1020.0
総消費電力量	898.7	878.1	895.0	934.0	1224.1
電費	0.844	0.674	0.832	0.865	0.833

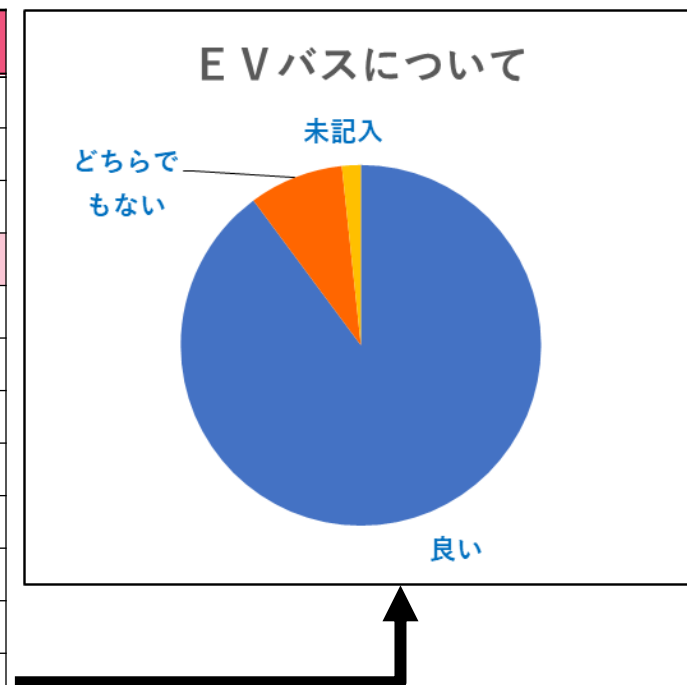
実証試験（横浜事業）

実証試験の結果、路線バスの実用性は十分と評価された。

運転士評価（60名）では、総じて高評価。（車両・充電操作、ヒータ性能で指摘有り）

質問項目と結果一覧表（回答3択）

	良い	どちらでもない	悪い
充電操作	19	24	5
充電の負担	13	29	5
振動	54	3	1
始動・終了の操作	33	14	10
発進・加速性能	59		
登坂性能	57		
制動性能	58	1	
アクセルペダルでの発進加速	59		
アクセルペダルでの減速	52	6	
音	38	15	2
運転席周りの機器や操作	37	15	5
EVバスについて	53	5	
クーラーの性能	12	11	2
ヒーターの性能	33	11	10

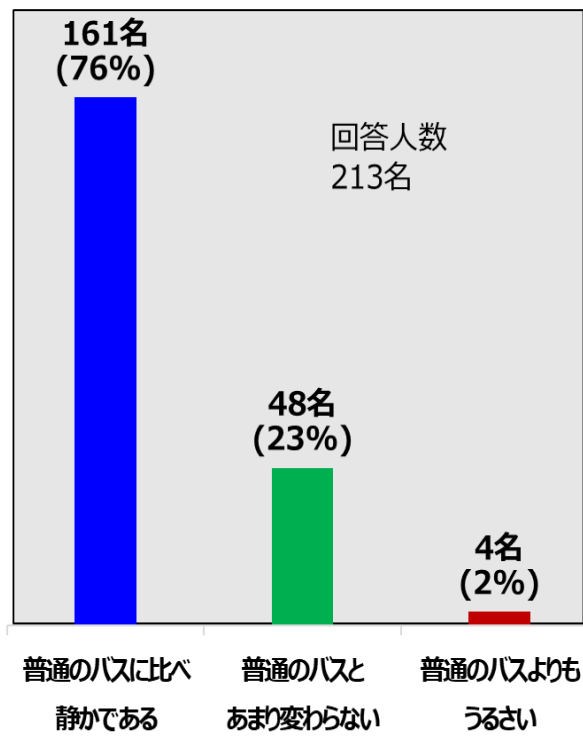


実証試験（横浜事業）

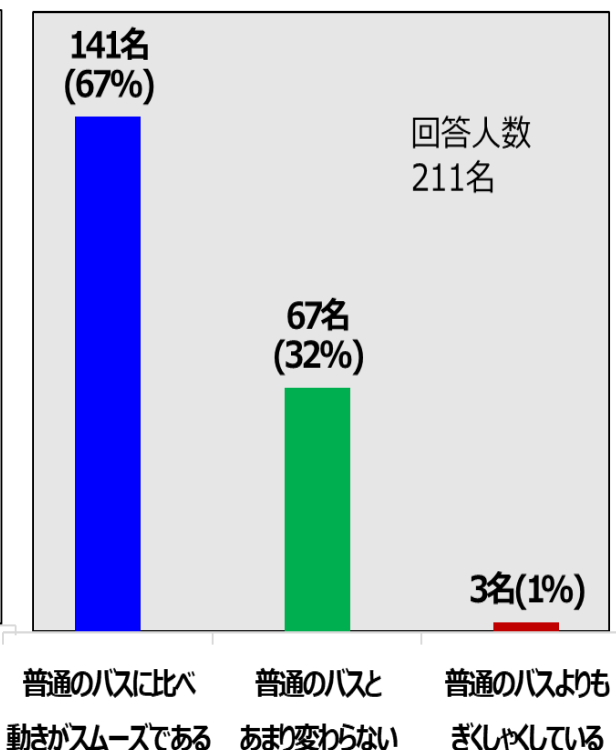
実証試験の結果、路線バスの実用性は十分と評価された。

利用者評価では、（216名:対面アンケート調査）
静粛性・乗り心地の評価が高く、EVバス導入への期待が大きい。

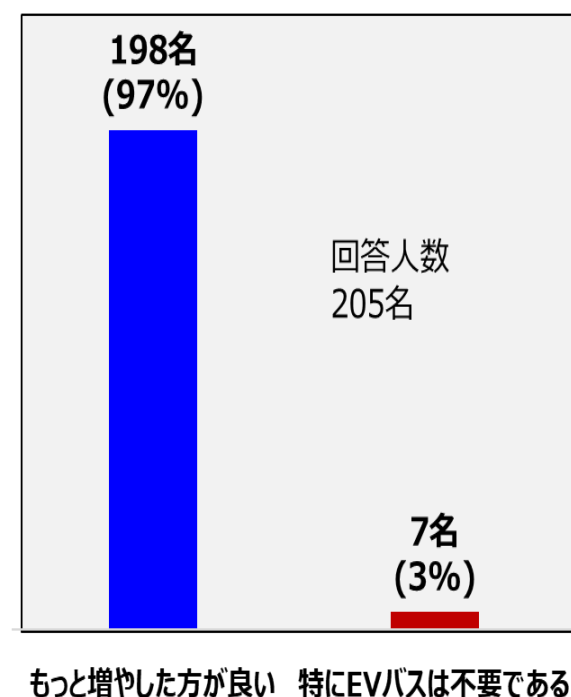
Q) 音の静かさはどうですか？



Q) 車の動きはどうですか？



Q) EVバスに期待することは何かありますか？

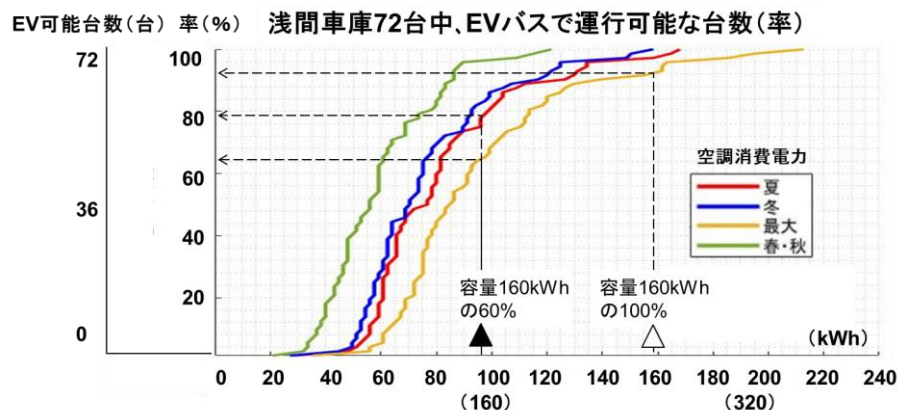


実証試験（横浜事業）

横浜のバス運行データからEVバス大量導入の仕組みを検討。

横浜市営バス拠点の走行データを基に、全てのバスがEV化された場合の電力システムのインパクト、充電設備とそれぞれの最適化を検討。

① 70台のバスの消費電力量(1走行)



② 70台のバス拠点の1日の総充電電力推移

＜事業所の総充電電力と必要充電器台数＞



③ 70台のバスを充電するのに必要な充電設備

低出力充電を前提に
複数のEVバスが充電器を
共用する可能性を検討



④ 電気料金低減の方策検討

- ・充電制御によるピーク電力低減
(車両制御、車両/事業所連携制御)
- ・電力市場取引による従動料金低減

実証試験（横浜事業）

実証試験の結果、路線バスの実用性は十分と評価された。

- ・動力性能、運転容易性、静粛性/乗り心地は高い評価を受けた。
- ・運転士の一部から操作簡易化の要望有り。

項目	実証評価
動力性能	◎ 運転士の殆どが良い評価
運転容易性	◎ 同上
静粛性/乗り心地	◎ 利用者の7割が従来比良い評価
冷暖房	○ 利用者の殆どが従来比同等の評価
車両レイアウト	○ 利用者の不満無し
車両の操作性	○ （～▲ さらなる改善の要望あり）
航続距離	○ 最低SOC 38.7%で余裕あり
充電	○ （～▲ さらなる改善の要望あり）
燃費	▲ 今回の条件ではディーゼル比負担大
環境性能	◎ 排気ゼロ / CO2▲37.9%

記号の意味
(ディーゼルバス比)

- ◎ 優れている
- 並み / 実用性有り
- ▲ 劣る / 改善要

全国普及に向けて

⇒ 操作簡素化と異音の改善の可能性を検討する。

⇒ 複数EV運用やピーク電力低減等により電気料金低減を図る。

今後の展開について

① EV路線バス、EVコミュニティバスの普及

★(株)イズミ車体製作所を核とした事業化の推進

★全国へのEVバス普及拡大（熊本を先導地域に！）

② いろいろな用途にEV拡大（既存車両を地域でEV化）

短距離配送車



介護送迎車



スクールバス（園児送迎車）



健診車



熊本連携中枢都市圏
地球温暖化対策実行計画



③ 電力連携

④ 防災（非常電源）

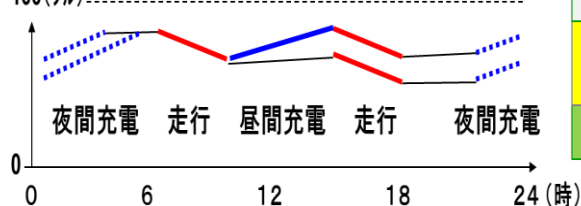
⑤ 再生バッテリー活用



電力連携マネジメントを行うEVの電池の1日の動き（イメージ）

バッテリー充電率（%）

100(フル)



車両ライフサイクル



乗用車EVのバッテリーをリユース

