

EV路線バスの大量導入に向けた 電力使用量の推計と電力供給手法の検討

気候変動・環境エネルギー研究科
小谷野 眞司

目 次

- 1 本研究の背景・目的
- 2 研究の進め方
- 3 電力使用量の推計結果と充電対応の検討
- 4 まとめ

本研究の背景と目的

<EV路線バスの大量導入に向けた課題>

- 日中 ⇒ 十分な充電時間がないのでは？
- 夜間 ⇒ 同時に充電すると膨大な電力、充電施設の整備が難？



<本研究の目指すところ>

- 導入拡大に向けた基礎的な情報を整理、提供
 - ✓ 営業所毎、路線毎の電力使用量
 - ✓ 個々の車両の電力使用量
 - ✓ 必要な蓄電池容量
 - ✓ 導入拡大に応じた充電方法（将来技術を視野） など



早朝出庫前の路線バスの車庫の様子

出典：東京都交通局ホームページ

(参考) EV化以外のカーボンニュートラル対応

対 応	現 状	普及に向けた主な課題
FC（燃料電池） バスの導入	都内 135台 (2024年度末時点)	<ul style="list-style-type: none">・バス用水素ステーションの整備拡大と自立的運用・FCバスの価格低減と耐久性向上
バイオ燃料、 合成燃料の使用	脱炭素燃料活用における事業化促進支援事業を実施中 (東京都産業労働局)	<ul style="list-style-type: none">・安価に製造する技術開発・十分な量を製造する原料の確保

研究の進め方

- **電力使用量推計の対象と推計手順**

都内の3営業所が所管する全路線、全車両

- **電力使用量の算出方法の詳細**

過去実測データの活用等

- **走行時の電力使用量推計に考慮する範囲**

空調使用に伴う電力量、回生電力量

注) 蓄電池の放電ロス・温調電力、コンバータの変換ロスなどは推計の対象外

電力使用量の推計手順

推計の対象

車庫	路線数	車両数
A	9 (A I ~ IX)	104
B	9 (B I ~ IX)	98
C	7 (C I ~ VII)	53

路線毎の電力使用量の推計

停留所の時刻表

停留所間距離

区間平均車速

平均車速に対する
電力使用量（回帰式）
※過去調査データの活用

区間毎の
電力使用量

空調電力量や
回生電力量などの考慮

路線全体の
電力使用量

車両毎の運行実績
データ

車両毎の
1日の電力使用量

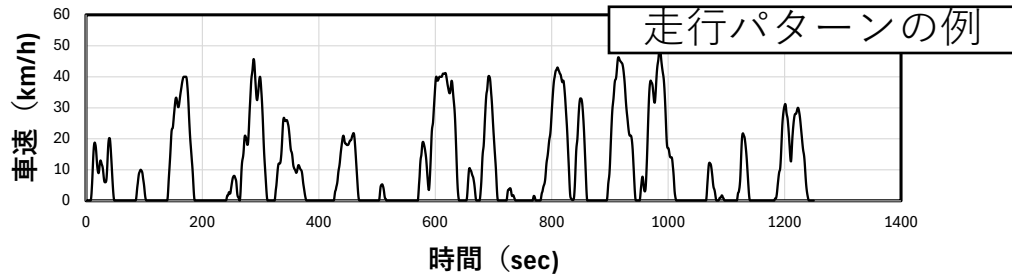
注) 平日ダイヤのみ推計

電力使用量の算出方法

過去調査データの活用

※ディーゼル路線バスの燃料消費量等の調査

- ① 路線バスの営業走行時の様々な車速データを取得
- ② 路線バス走行パターンを作成（6種）



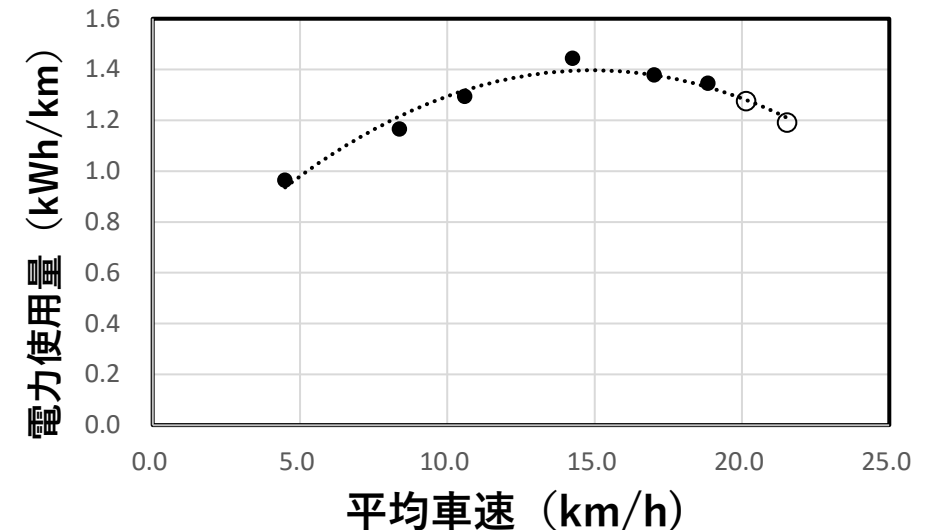
- ③ シャシダイナモメータ上で、
CO₂などの排出ガス
と共に、駆動力 (kW)
などを実測



EV路線バスの電力使用量は、

左記の調査データを基に、
平均車速と電力使用量の回帰式を
作成して算出

※ EVバスの車両重量増分等は補正

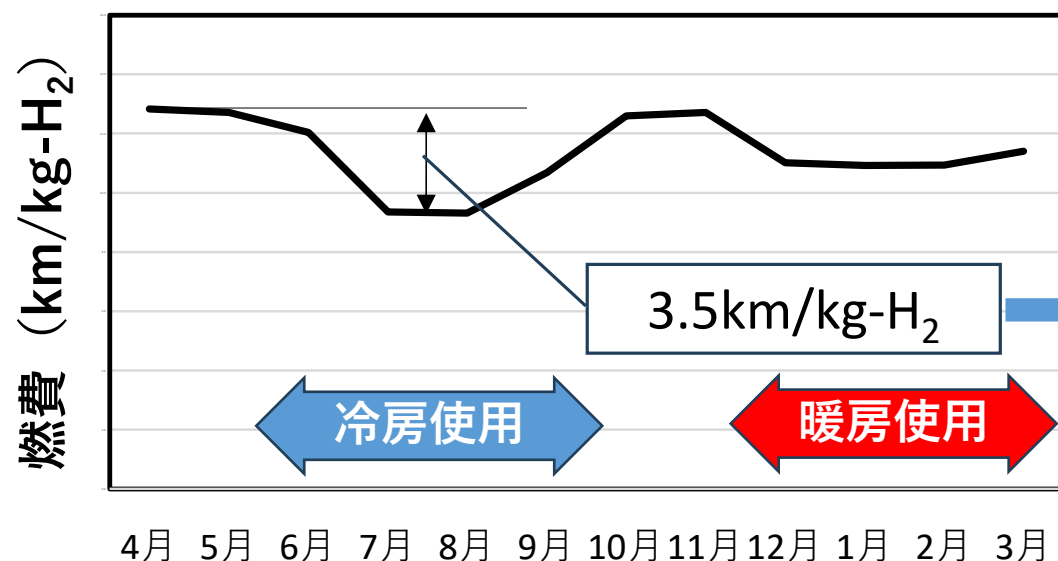


空調使用時の電力使用量の推計

- EV路線バスの都内走行時の冷房電力は、FC路線バスと同等と仮定

⇒ FC（燃料電池）路線バスの水素消費率（ km/kg-H_2 ）を調査し、冷房電力を推計

FCバスの水素消費率（75台の平均値）



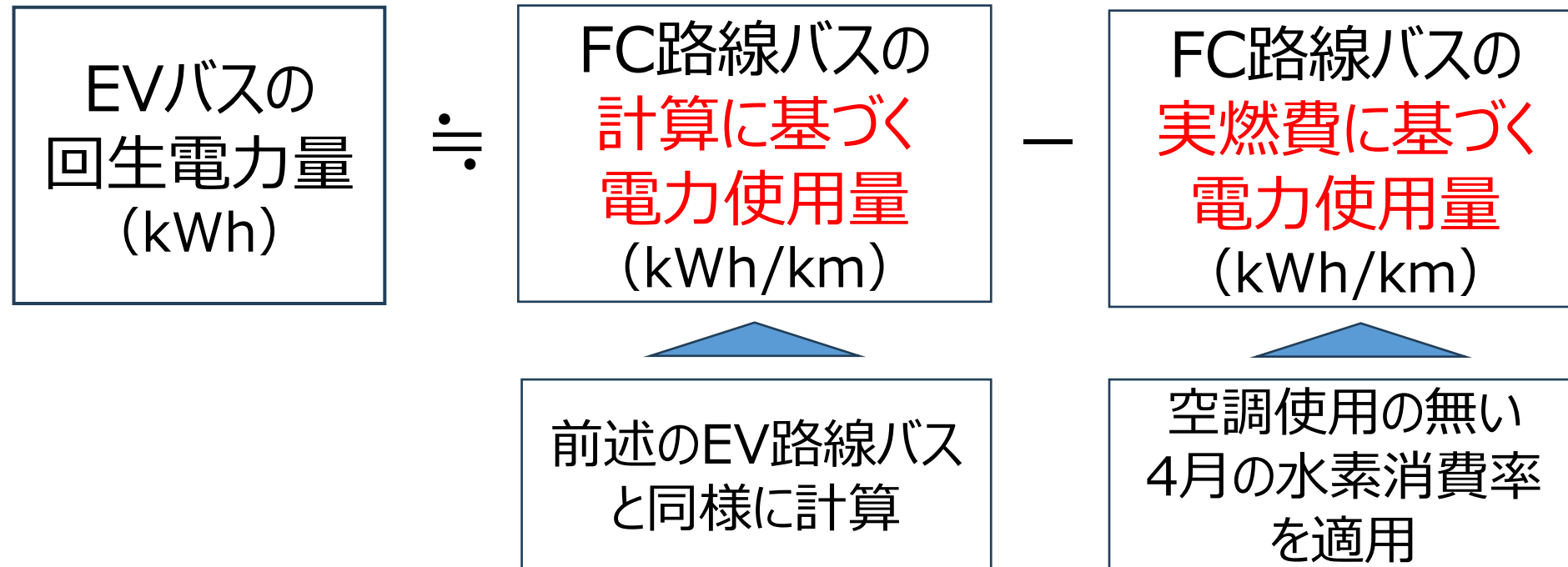
水素の発熱量
燃料電池の効率
路線バスの平均車速 } を設定

都内走行冷房電力
0.39kWh/km（平均）

※ FC路線バスの暖房は、燃料電池の排熱を利用するため、暖房電力は同様に推計出来ない。

回生電力量の推計

- EV路線バスの回生電力は、FCバスと同程度と仮定し、次により推計



回生電力量は、 0.2kWh/km程度 と推計

目 次

- 1 本研究の背景・目的
- 2 研究の進め方
- 3 電力使用量の推計結果と充電対応の検討**
- 4 まとめ

路線毎の電力使用量の推計結果

- 路線別に時間帯に応じた電力使用量を把握
- 3車庫の路線数：25 ⇒ 往路／復路／行先違いなど、全52の区間を整理

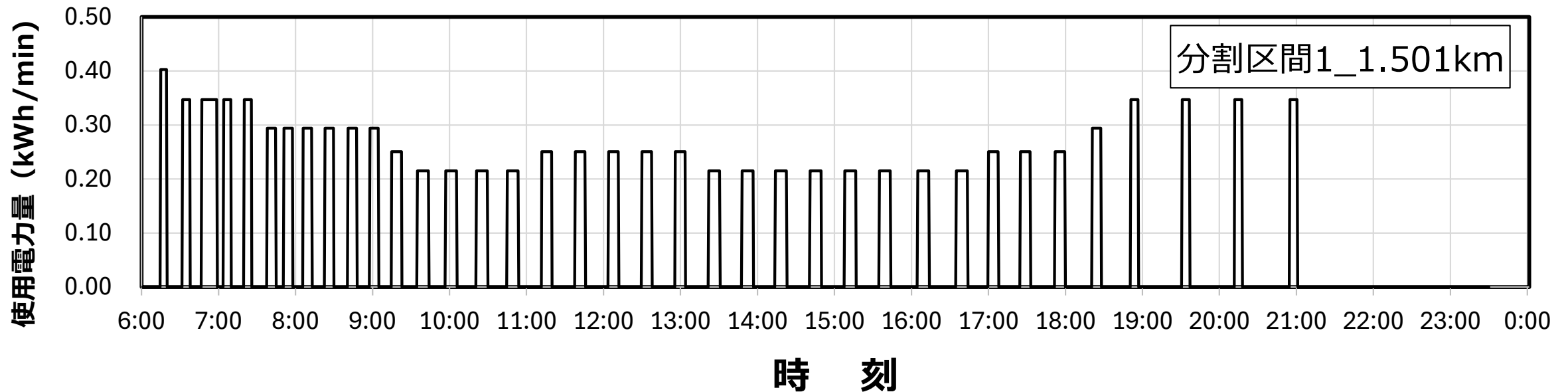
A 車庫所管路線の電力使用量の推計結果の例

路線名	路線区間（仮名）	路線長 (km)	電力使用量（kWh）			
			平均	最大	最小	1日の合計
A - I	IK 駅→NA 駅	11.09	14.98	15.15	14.24	2,134.6
	NA 駅→IK 駅	11.01	14.71	14.94	14.29	2,097.8
A - II	O 駅～K校～O 駅（循環）	5.93	7.73	7.91	7.43	197.4
A - III	O 駅→S 町	3.80	4.79	4.91	4.51	340.1
	S町→O 駅	3.80	4.99	5.12	4.20	349.1
A - VIII	IK 駅→T 団地	5.99	7.93	—	—	7.9
	O 駅→T 団地	1.75	2.38	2.41	2.37	19.1
A - IX	O 駅→S2 町	5.10	5.10	—	—	32.7
合計 10,847.1kWh（回送運行等を含めると12,709.5kWh）						

路線を分割した区間毎の電力使用量の推移結果

- 全路線を主要バス停間で分割、分割区間毎の使用電力量の1日の推移を整理

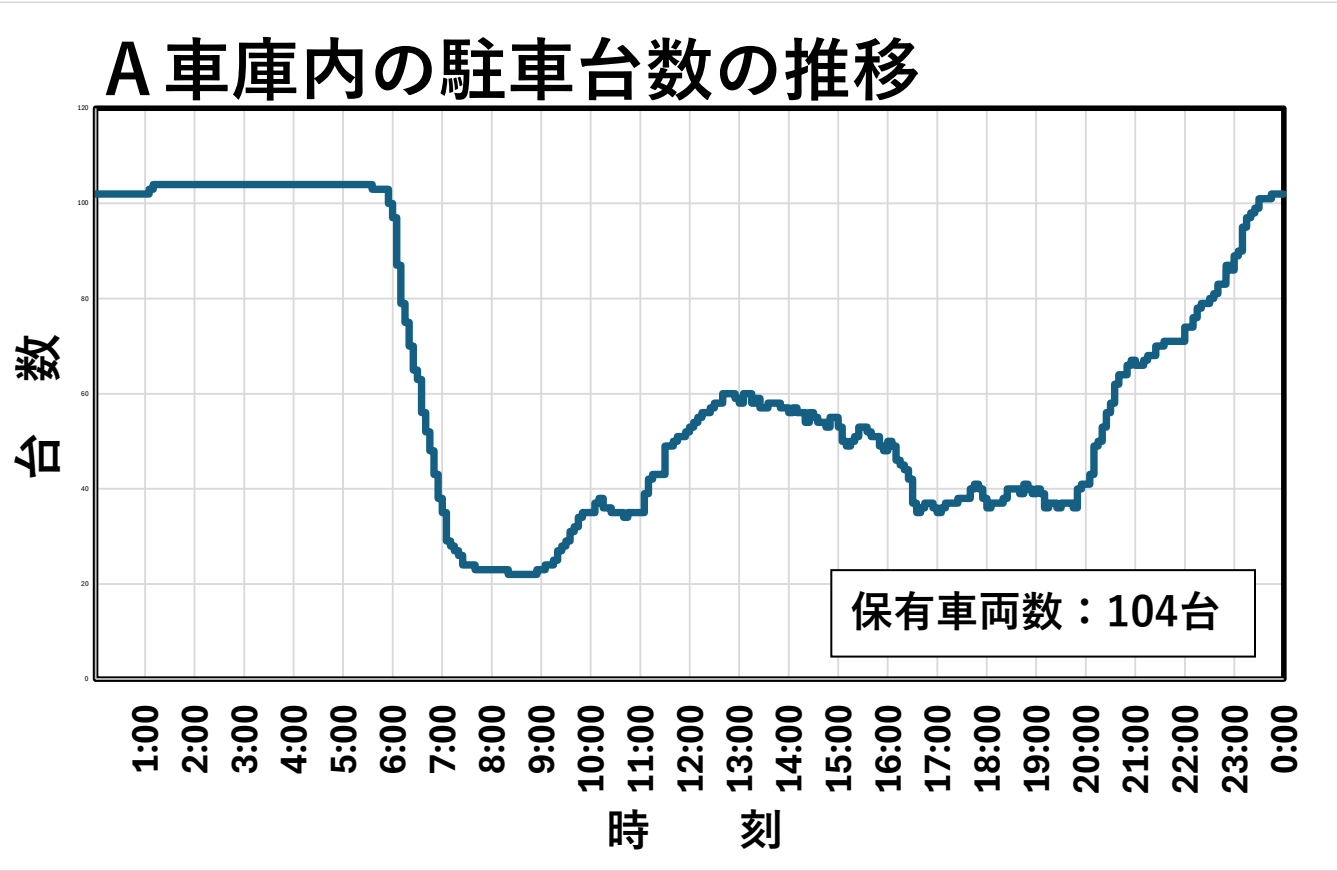
C車庫の路線Ⅲ（C-Ⅲ）を8分割した最初の分割区間の1日の使用電力の推移（例示）



※ 縦軸は電力量 (kWh) の1分値 (区間にバスが存在していない時間帯の値はゼロ)

車庫に駐車している車両台数の推移

車両毎の出庫／帰庫時刻を基に、車庫に駐車している車両数の推移を確認



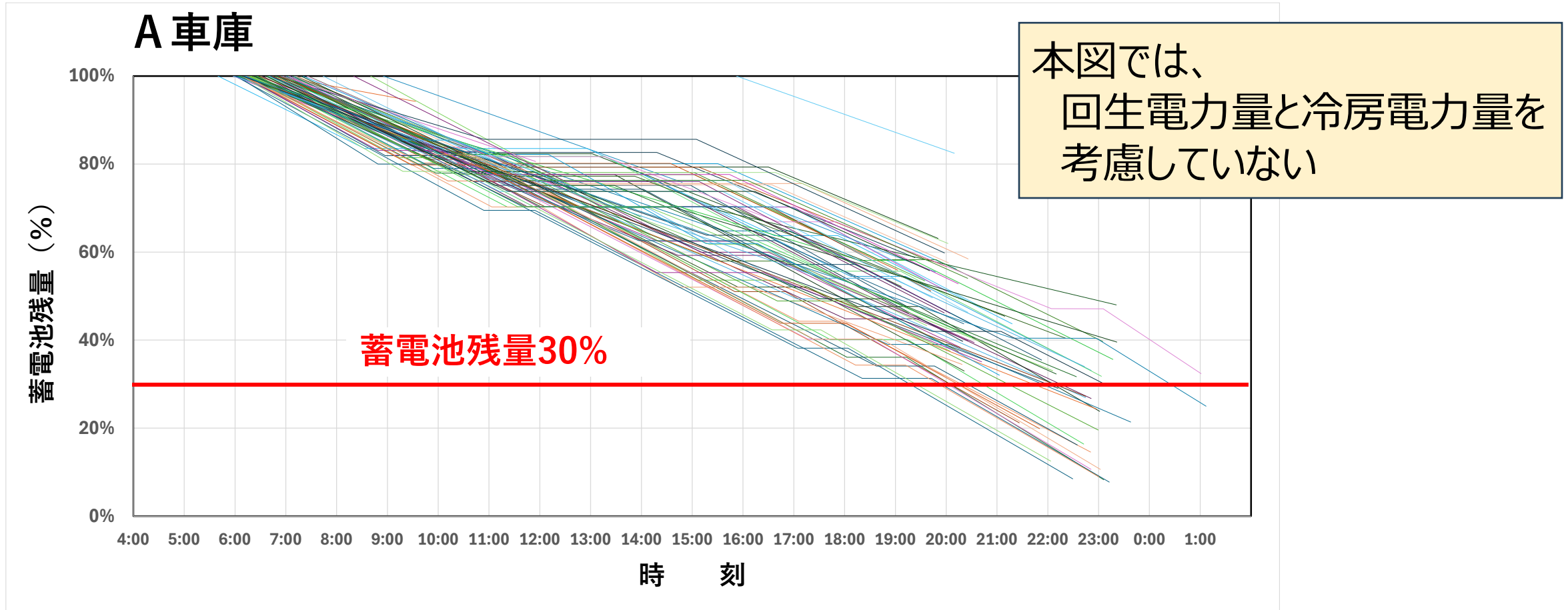
平日1日の使用電力量と
全車両の駐車時間

車庫	平日1日の 使用電力量	全車両の 駐車時間
A 車庫	12.71MWh	1:07～5:39
B 車庫	10.97MWh	23:57～5:41
C 車庫	4.79MWh	23:21～6:01

仮に、全車両が駐車している時間に 1 日の使用電力分を充電すると
A 車庫： 3 MW、B 車庫： 2 MW、C 車庫： 0.8MW の電力が必要

車両毎の蓄電池残量の推移

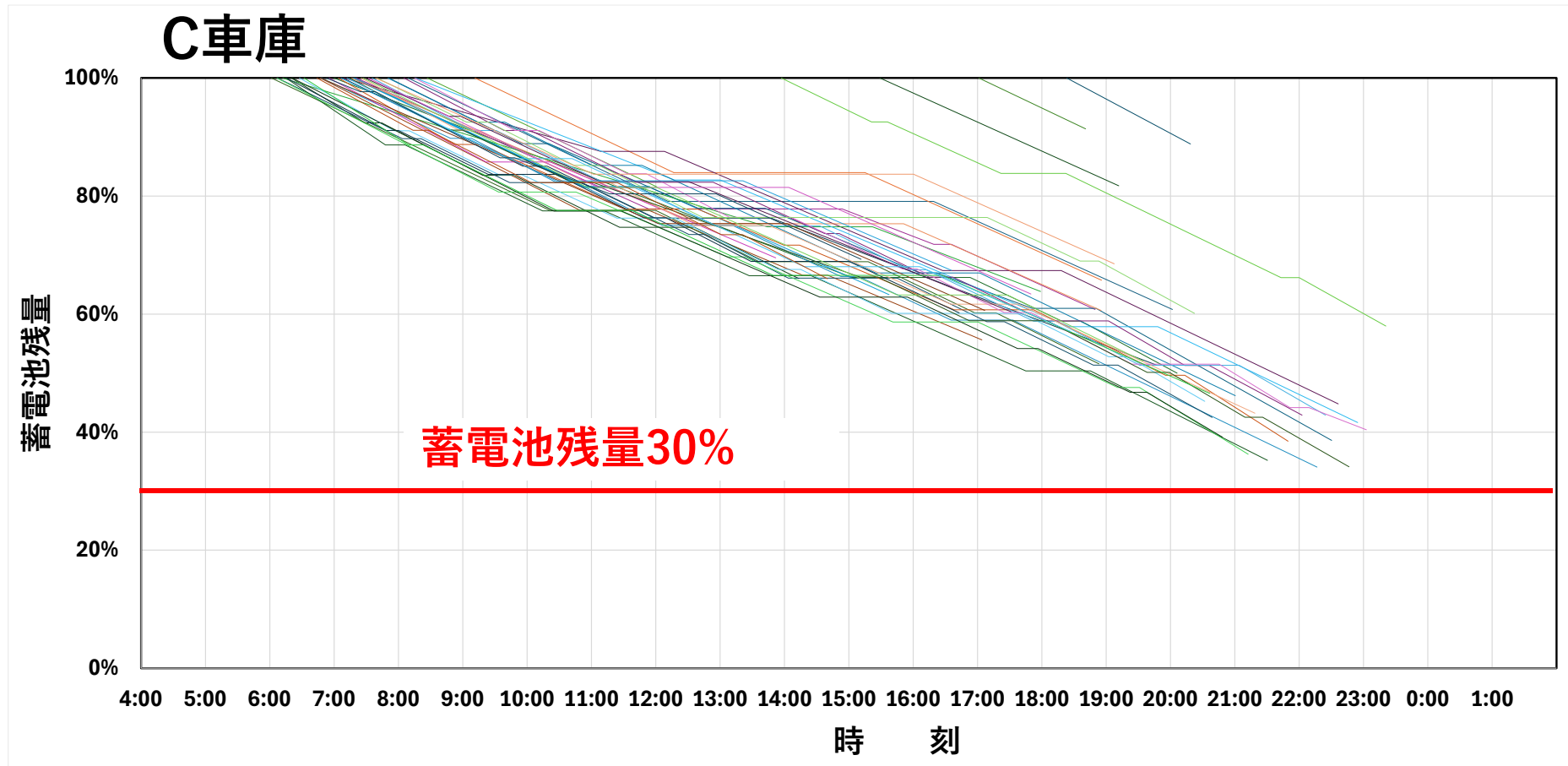
車庫を出庫してから1日の走行を終えるまでの蓄電池残量の推移を確認



- ※ 残量100%で出庫、出発時間と帰庫時間の間の蓄電池残量の推移を簡易的に直線で結んで示している。
車庫に駐車している時間帯は、蓄電池残量は変化せずに一定の値となる。
EVバスの蓄電池容量は、現在市販されているEVバスの諸元値（245.3kWh）で設定

車両毎の蓄電池残量の推移（その2）

車庫を出庫してから1日の走行を終えるまでの蓄電池残量の推移を確認



短期的な導入に向けた考察

蓄電池残量の推移を見ると、車庫による違いがあるが、

- 安心した営業走行には、1日の途中で充電が必要となる車両が発生
- 特に夏季は、現在の蓄電池容量では、1日の走行を賄えない車両が多数発生
- 一方、蓄電池残量を十分に残して1日の走行を終えている車両も多数有

短期的な導入台数が少ないうちは、

1日の走行が賄える配車パターンでの使用を優先することが考えられる

1日の走行を終えた時の蓄電池残量の状況（車両数の割合）

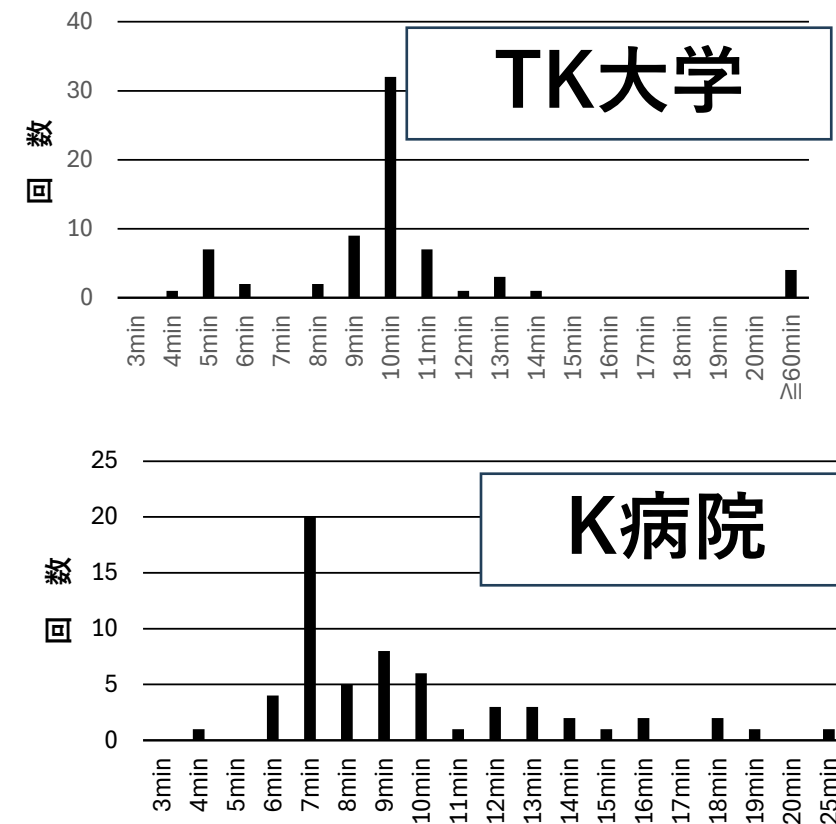
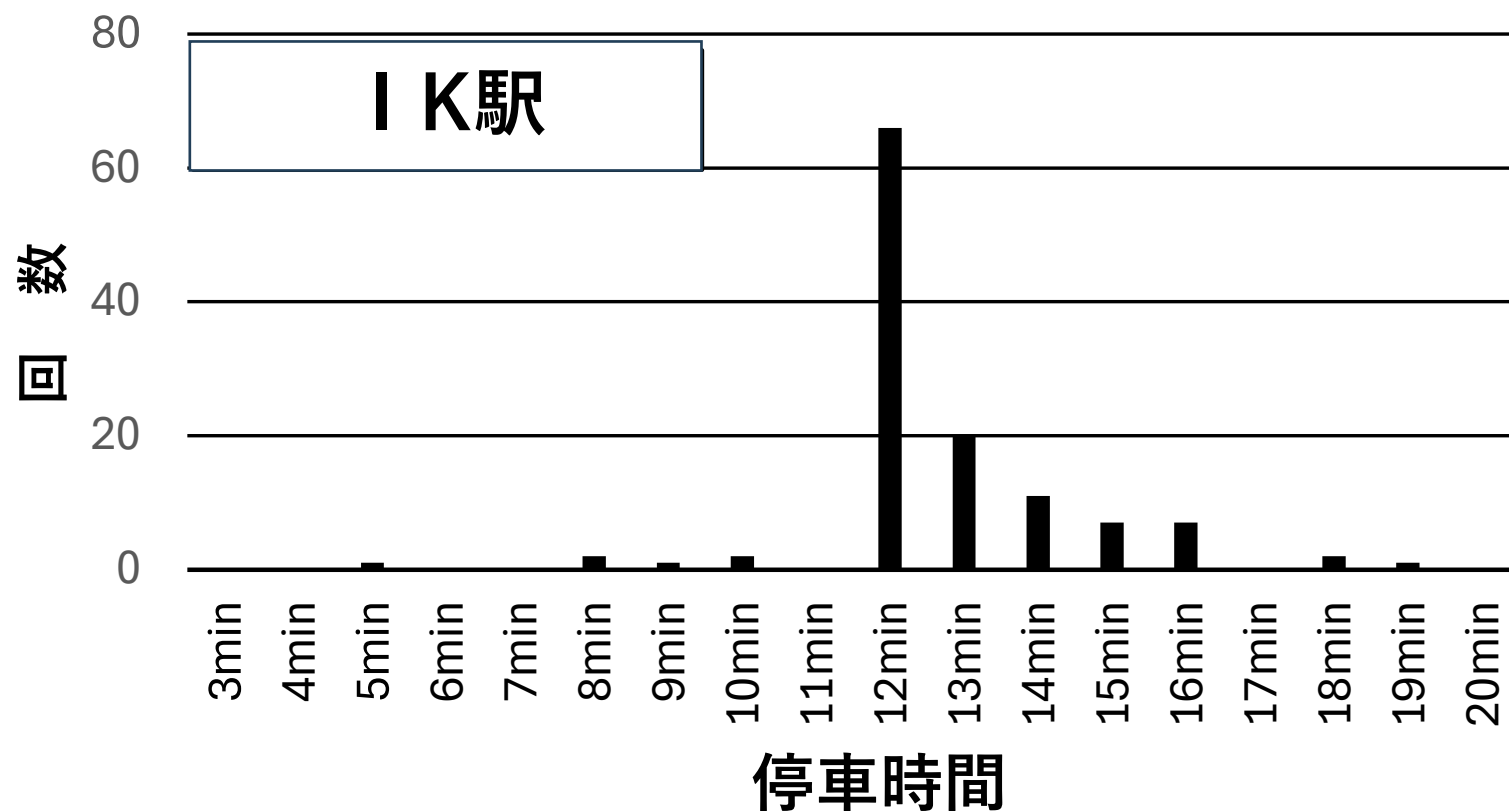
	10%以下	30%以下	50%以上残
A 車庫	5%	25%	33%
B 車庫	ゼロ	20%	37%
C 車庫	ゼロ	ゼロ	60%

中期的な充電対応の検討

- 車庫での充電対応の負担を減らすため、
起終点等のバス停での発車待ち時間などでの補充電の可能性を検討
ここでは、以下のバス停6か所での待機時間等を確認

バス停名	路線名	路線長
① IK駅（起点）	A－I	約11km （片道）
② NA駅（終点）		
③ T駅（起点）	A－Ⅶ	約12km （片道）
④ K病院（中間点）		
⑤ D操車場（終点）		
⑥ TK大学（循環路線の起点）	B－I	約6km
	B－Ⅴ	約4km

起終点等のバス停での待機時間での充電の可能性



- 駅 3ヶ所とD操車場では、最も頻度が高い停車時間は12分間、10分に満たないことは殆ど無
- K病院では、最も頻度が高い停車時間は7分間
- TK大学では、最も頻度が高い停車時間は10分間、5分間以下も有
- TK大学やD操車場では、60分間を超えて休憩に入るケースも有

中期的な充電対応の整理

- 駅、操車場、大学構内他の5所の起終点で

EV路線バス標準充電：50kWで5分間充電 ⇒ 約 4kWh を充電

(1回の路線走行の約1/4を回復)

※ このバス停で停車毎に充電すれば、車庫での充電電力量の抑制が可能

病院では、充電装置の接続時間を考えると、補受電は厳しい

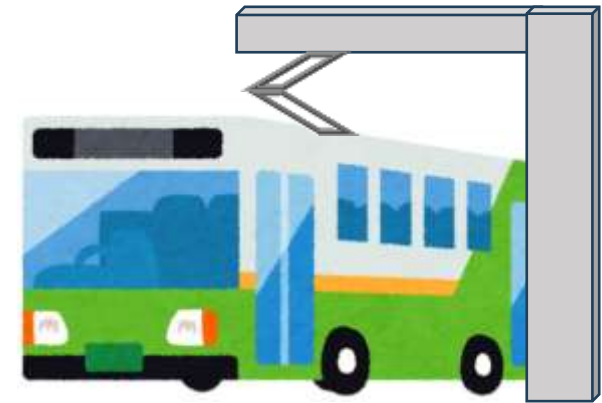
- 更に充電電力量を増やすため、大電力の急速充電を想定

320kWで正味5分間充電

⇒ 必要電力量の100%の充電が可能

※ **パンタグラフ式急速充電**の実証例：320kW（10分間）

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）による



パンタグラフ式急速充電のイメージ

注）実際の運行では、道路混雑等により停車時間等が十分に得られなかった場合の検討も必要

長期的な視点での検討

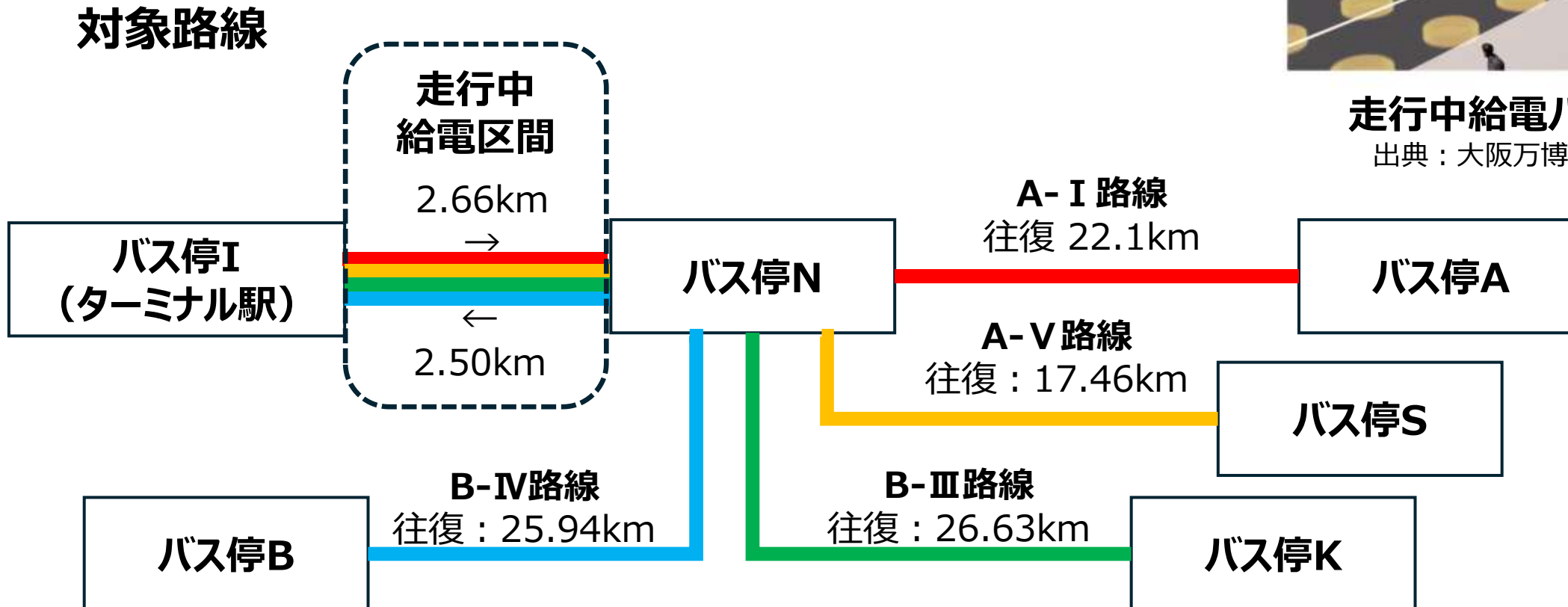
- 将来技術である走行中の非接触給電（走行中給電）を想定
ここでは、4 路線の共有走行区間で検討

※ 大阪万博では、走行中給電バスの実証走行が行われている



走行中給電バスのイメージ

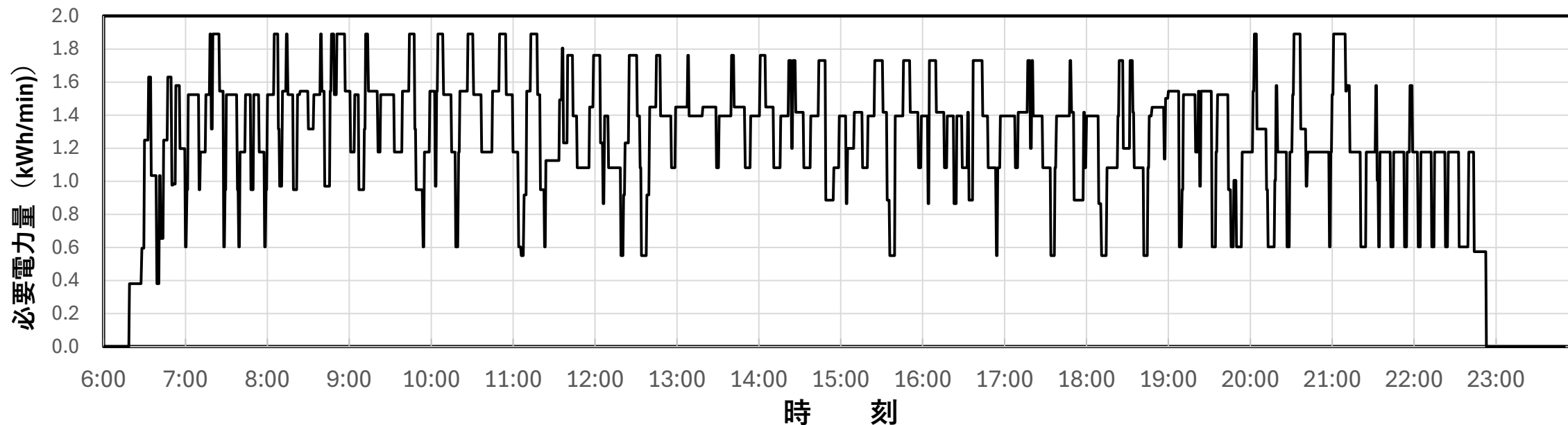
出典：大阪万博公式ホームページ



走行中給電を想定した区間内の電力使用量の推計

共用走行区間で使用する1日の電力量の推移を路線の往復に分けて分析

バス停 I ～バス停N（往路）での必要電力量の推移



<区間走行の必要電力量>

約2.4MWh/日

<最大電力>

往路90kW（8時台）

復路80kW（11時台）

※ 本区間の走行中給電に加え、最大限の充電により、路線走行に要する多くの電力量を賄うことも考えられる

例えば、A-V路線では共用走行区間で約3倍の電力量が供給できれば、1回の路線全体の走行が可能

まとめ

都内へのEV路線バスの大量導入に向けて、

- バス停の時刻表とバス停間距離を基に、路線毎の必要電力量などを推計
- 車両毎の運行実績を基に、1日の消費電力の推移などを把握
- EV路線バスの導入拡大に向けて、短期的な対応から将来技術を想定した長期的な視点までの電力供給方法等を検討

※ 今後は、

導入が始まったEV路線バスの走行データを得て、推計精度の向上が必要

ご清聴ありがとうございました。

本研究は、当研究所の自主研究（萌芽研究）の中で実施しました

研究に当たっては、

東京都交通局自動車部 様から様々な情報を提供頂きました。
深く感謝申し上げます。