

脱炭素化実現のための公共交通電動化の進め方

早稲田大学スマート社会技術融合研究機構 電動車両研究所
研究院客員准教授 井原雄人

Research Institute of Electric-driven Vehicles, WASEDA University



自己紹介

- 名前:井原(武末)雄人
- 所属:早稲田大学 スマート社会技術融合研究機構 電動車両研究所 客員准教授
 - :合同会社ビジュアライト 共同代表
 - :一般社団法人日本バス情報協会 監事
 - :地域公共交通のトリセツ 編集会議
- これまでの研究開発プロジェクト
 - :電動車両の開発・実証(東京都、奈良県、本庄市、長野市、川崎市、周南市など)
 - :コミュニティ交通などの導入(瀬戸市、沼津市、南足柄市、大井町、三田市など)



20年間車の研究をしていますが クルマの免許を持っていません

運転できないからこそ自分事として
「地域公共交通＝クルマの走らせ方」を考えています



●低炭素

- 炭素(CO_2)を以前より減らせばいい
- 自動車の燃費は、2000年以降45% (ハイブリッド車の普及) も改善している
- つまり、これまでもやってきたこと

●脱炭素

- 炭素(CO_2)を0にしなければいけない
- 内燃機関自動車(ガソリン・軽油)を0にしなければ達成できない
- 電動化しても0になるのは走行時だけ

●カーボンニュートラル(CN)

- 炭素(CO_2)の排出と吸収で ± 0 にする
- 低炭素だけでは達成できない。電動化だけでも達成できない
- 再生可能エネルギーとの組み合わせが必要不可欠



ということは、違う話らしい。

4

●講演のタイトルは？

脱炭素化実現のための公共交通電動化の進め方

(電動化だけでは) 脱炭素はできない

●フォーラムのタイトルは？

～電動化で目指す地域交通の**カーボンニュートラル**～
「第14回 EST普及推進フォーラム」開催のご案内

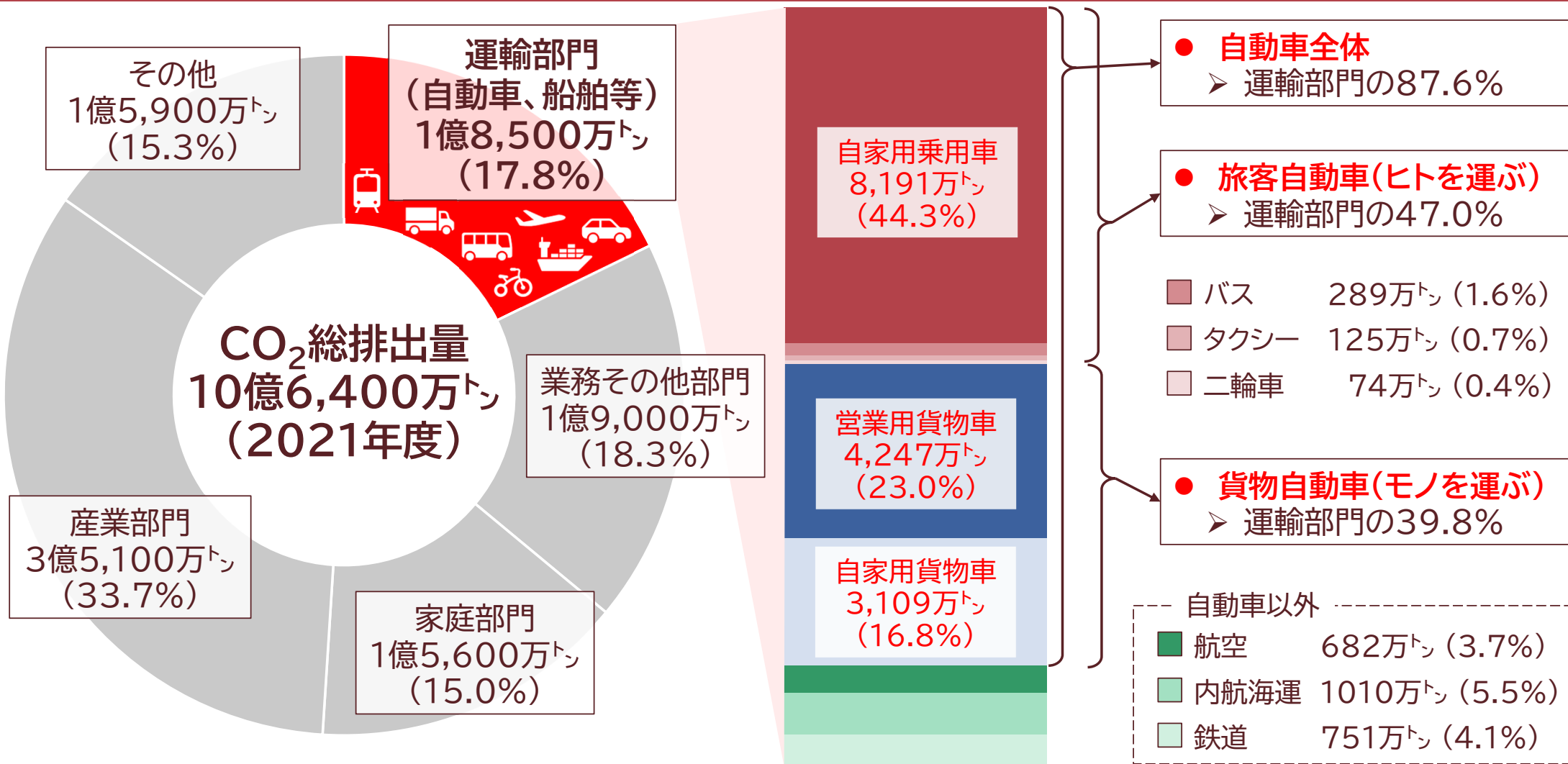
(組み合わせれば) カーボンニュートラルはできる



運輸部門のCO2排出量と電動車両の普及状況



運輸部門におけるCO2排出量

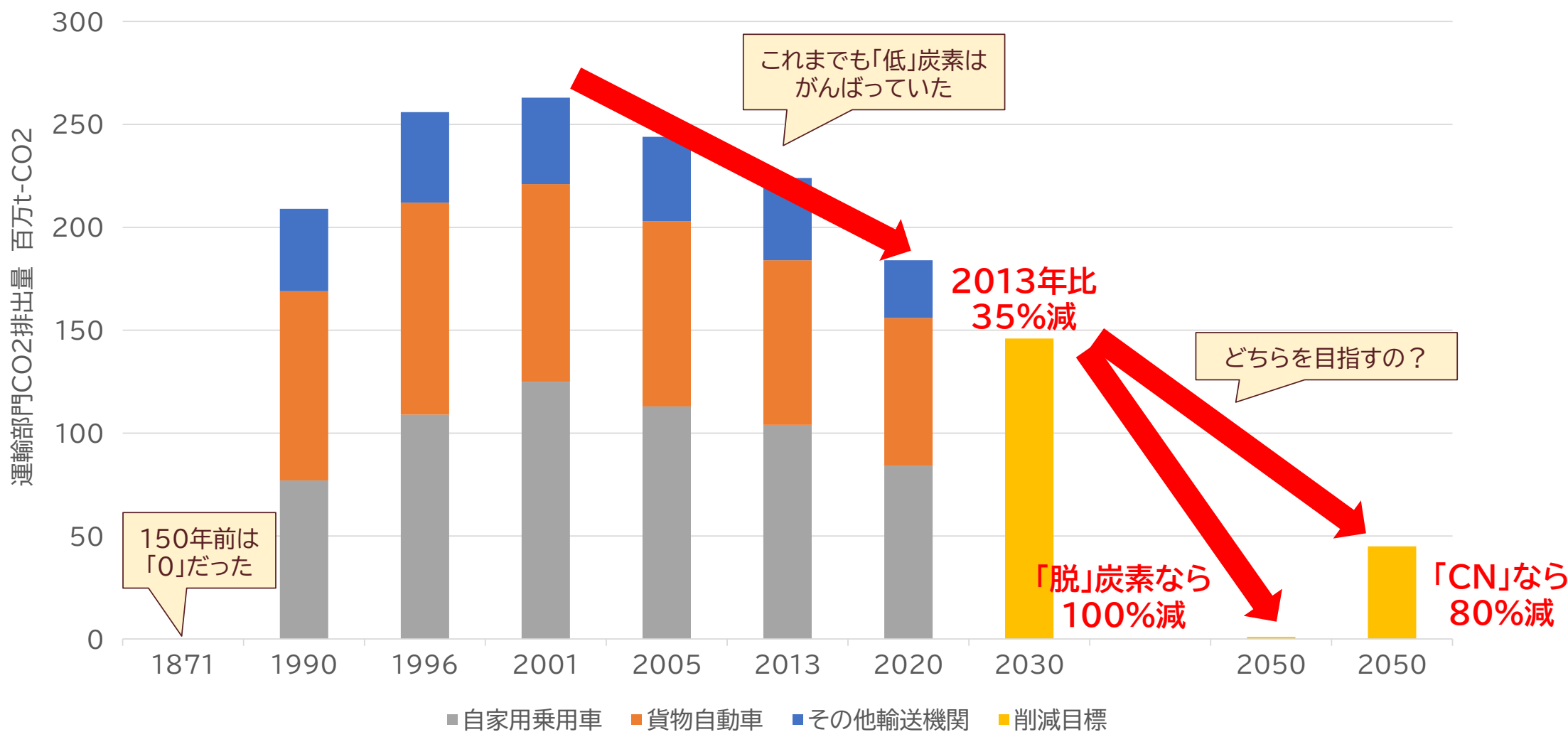


国土交通省, 運輸部門における二酸化炭素排出量, https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/environment/sosei_environment_tk_000007.html



運輸部門のCO2排出量と削減目標

7



国土交通省, 運輸部門における二酸化炭素排出量, https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/environment/sosei_environment_tk_000007.html

Research Institute of Electric-driven Vehicles, WASEDA University



次世代自動車の分類と普及状況

8

次世代自動車

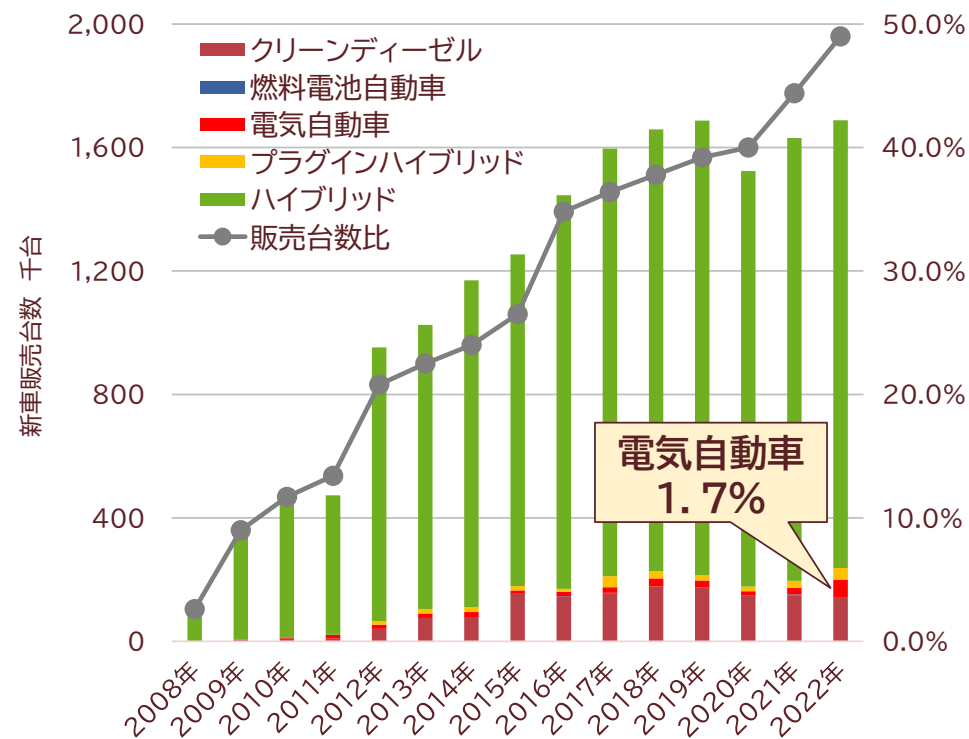
※次世代自動車戦略

- ハイブリッド(HEV) 今後の扱いは要議論
- プラグインハイブリッド(PHEV)
- 電気自動車(EV)
- 燃料電池自動車(FCV)
- クリーンディーゼル(CDV)
- 合成燃料利用の自動車

電「動」自動車

※グリーン成長戦略

新車販売台数



日本自動車工業会, 日本の自動車工業2022,
<https://www.jama.or.jp/library/publish/mioj/ebook/2022/>

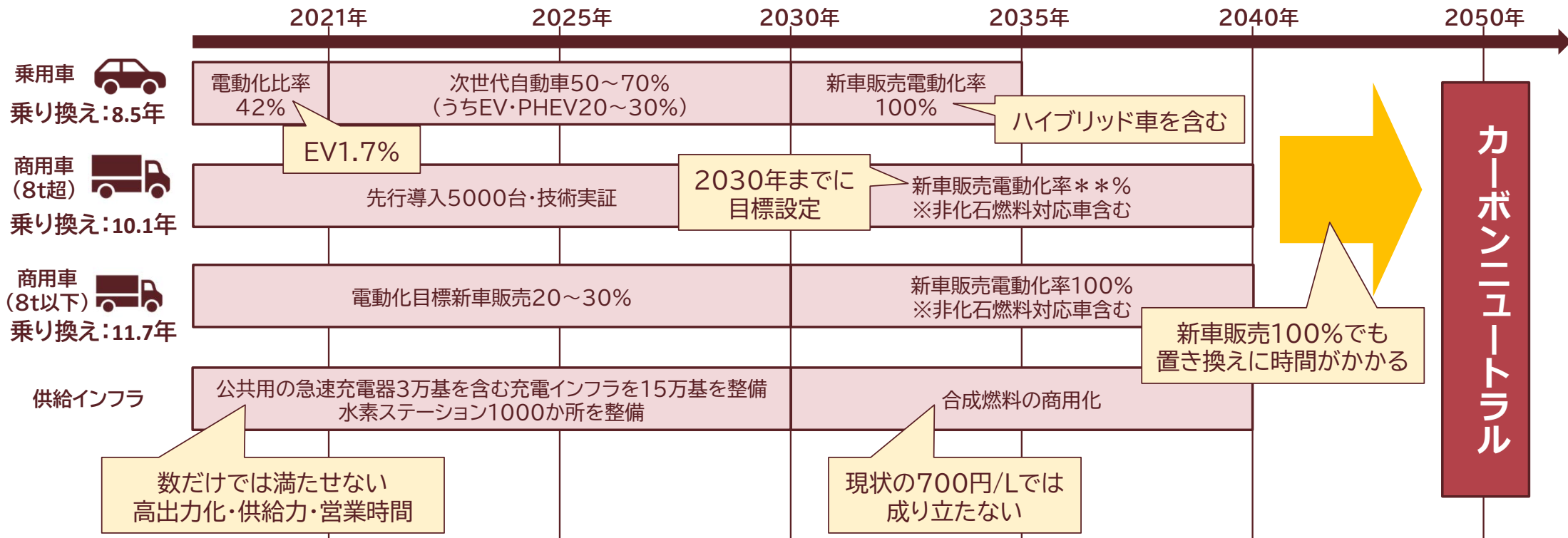
非化石エネルギー自動車

※省エネ法



カーボンニュートラルに向けた導入目標

- 乗用車: 2035年までに新車販売の100%を電動化(HEVを含む)
- 商用車: 中型以下は2040年までに新車販売の100%を電動化または合成燃料等の非化石燃料対応車へ転換
大型車は先行導入車両での技術実証を踏まえ、2030年までに目標設定
- 供給インフラ: EV用急速充電器15万基、水素ステーション1000か所、合成燃料の早期商品化(コスト削減)



※経済産業省, <https://www.meti.go.jp/press/2021/06/20210618005/20210618005-3.pdf>, 2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略より作成

カーボンニュートラルの達成には乗り換え年数を考えるとすでにギリギリ



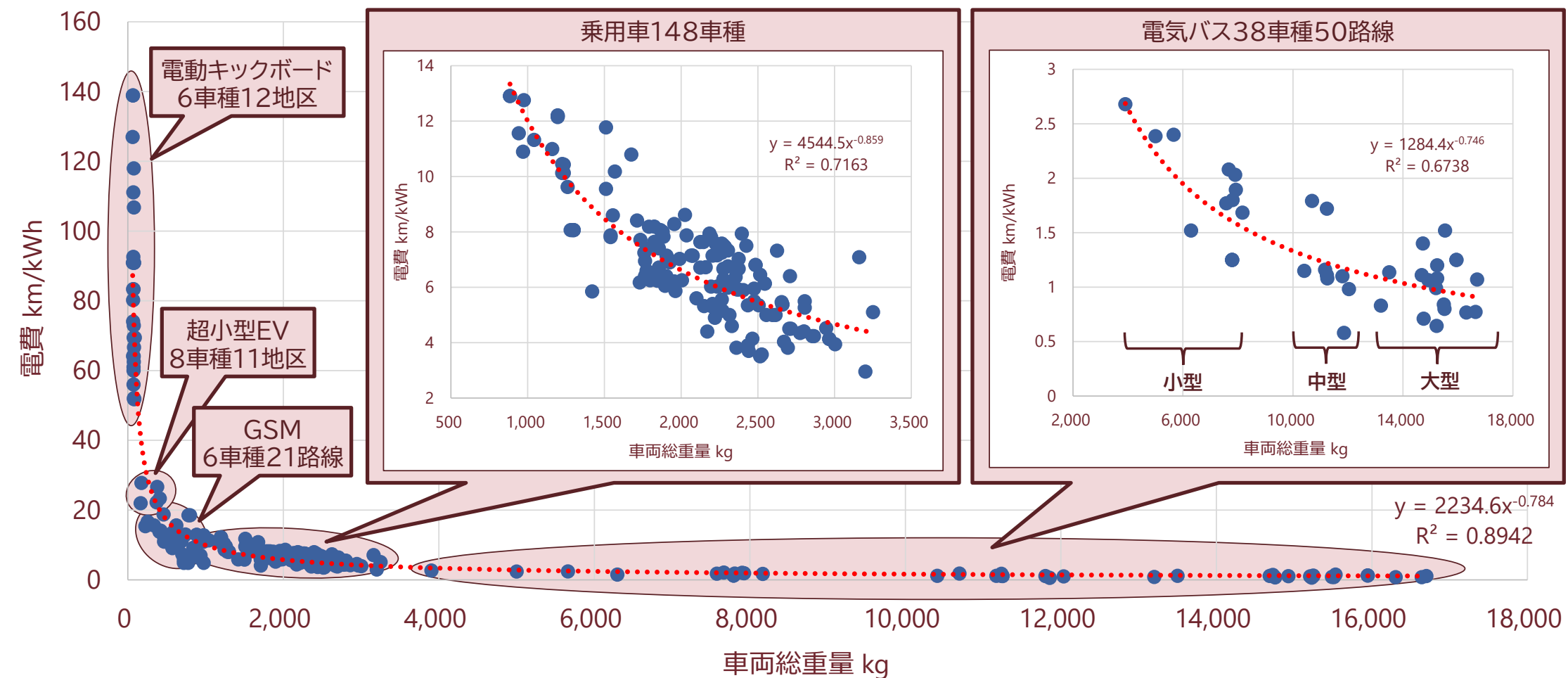
車格による電費の差異

		車種	速度	定員	車格	出力	代表車種の外観
同一の 輸送手段を 細分化		大型バス	法定速度以下	50人以上	全長9m以上	制限なし	
		中型バス	60km/h以下	30人以上 49人以下	全長7～9m	制限なし	
		小型バス	60km/h以下	29人以下	全長7m以下	制限なし	伊勢市 
新モビリティ への対応		グリーンスロー モビリティ	20km/h未満	18人以下 (現行車種)	制限なし	陸前高田市 制限なし	
		超小型モビリティ (認定車)	個別制限付与	1～2人	3.4m×1.48m×2 .0m以下	0.6～8.0kW	
		電動キックボード	15km/h以下	1人	1.4m×0.8m ×1.4m以下	0.6kW以下	



車両総重量と電費の相関

- 電気バス(38車種50路線)、グリーンスローモビリティ(6車種21路線)、超小型モビリティ(8車種11地区)、電動キックボード(6車種12地区)の電費に加えて、乗用車EV148車種のWTLCモードでの電費を調査し、電費と車両総重量の相関を把握した。

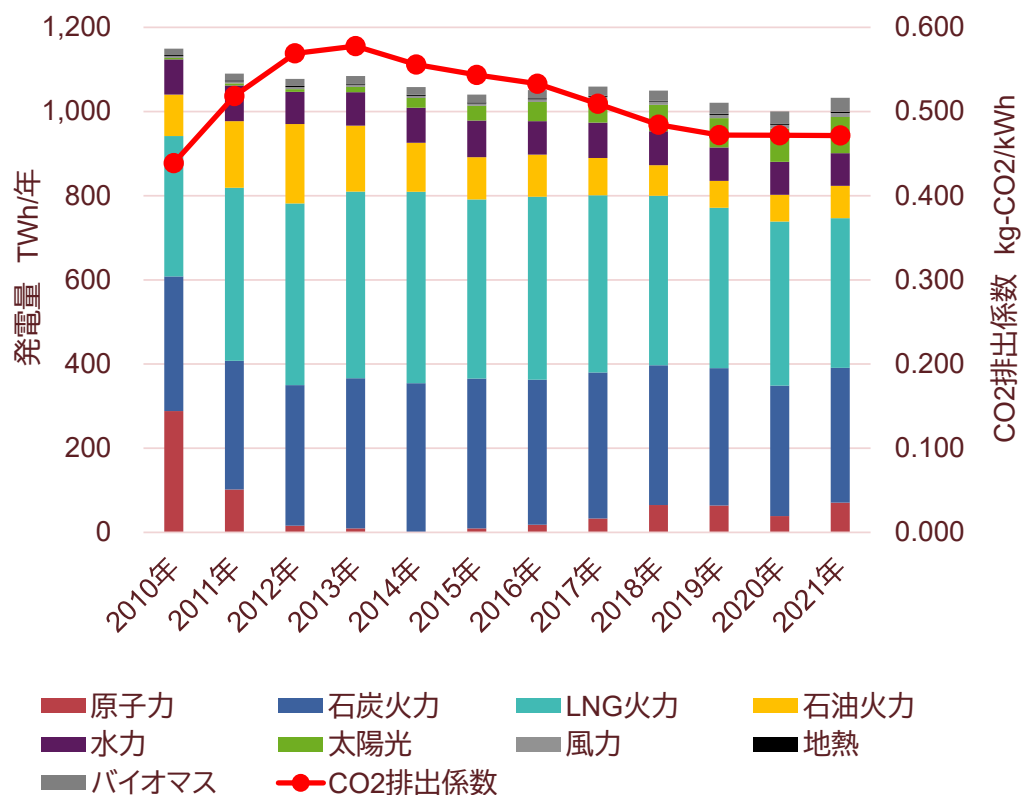




発電構成と電気バスのCO2削減量

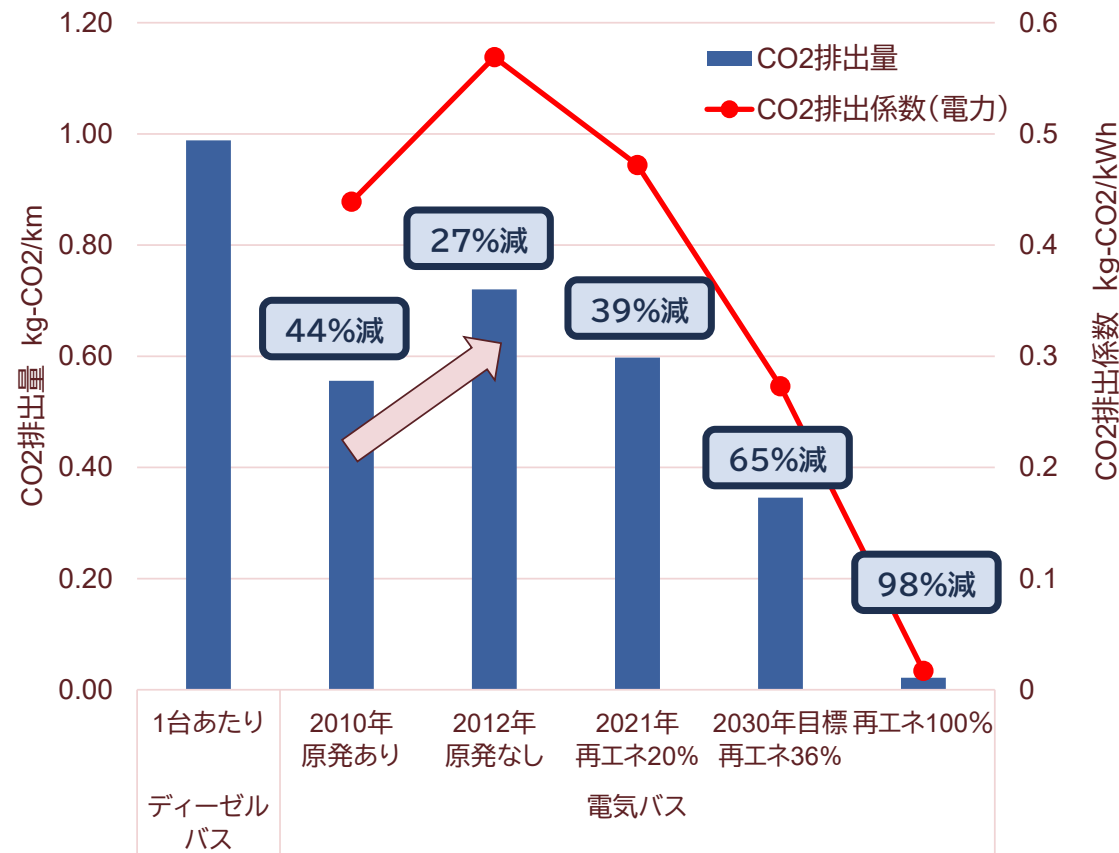
12

発電構成と排出係数の推移



環境省2022年度 温暖化効果ガス排出量 算定・報告・公表制度

ディーゼルバス比のCO2排出量



電動化によるCO2削減には再生可能エネルギーの利用が必要不可欠



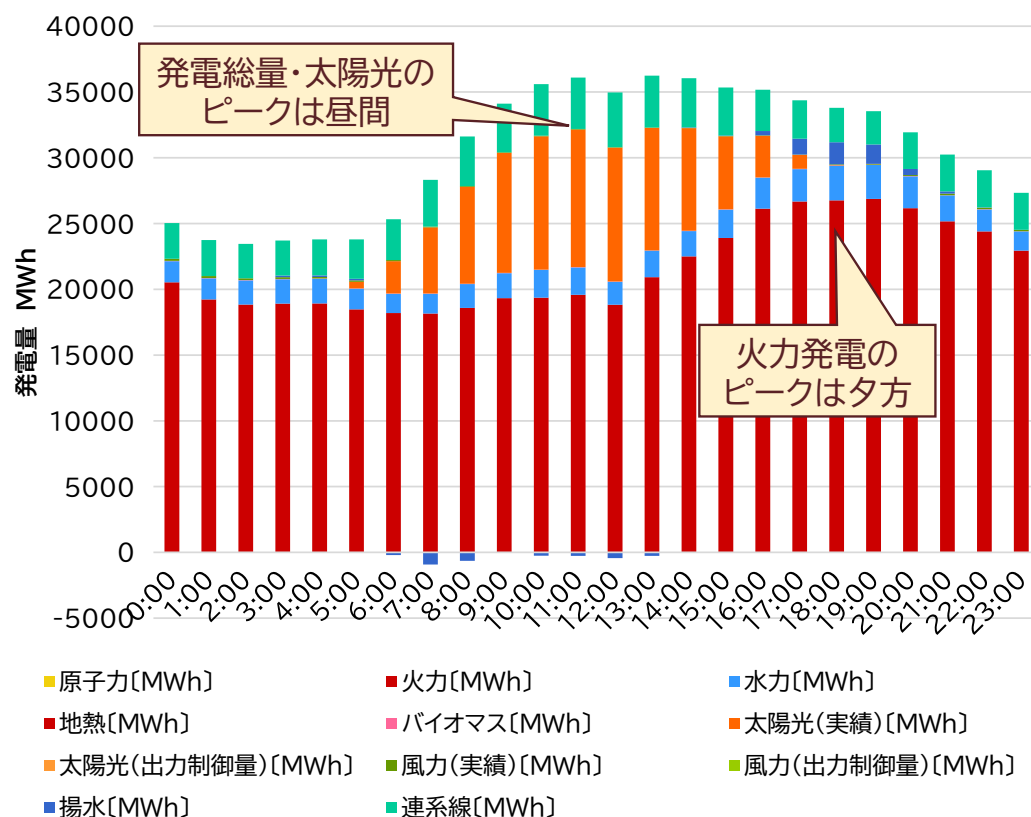
電動車両によるCO2排出削減ポテンシャル



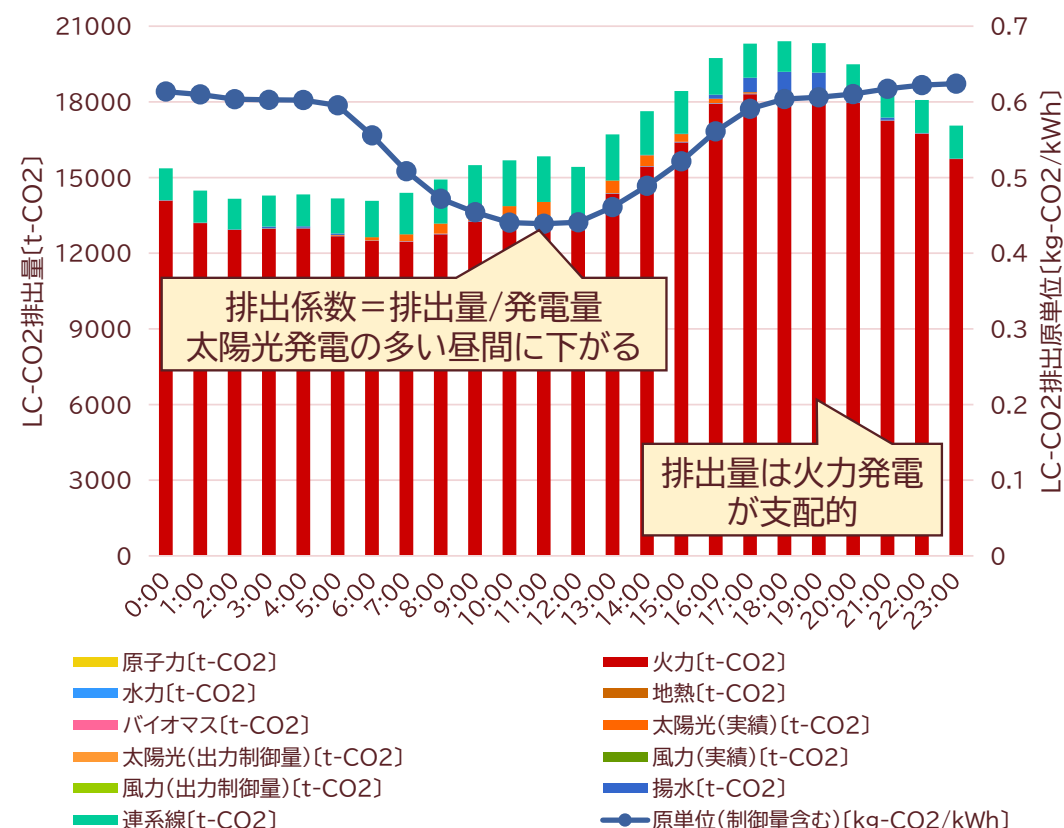
発電構成と時間帯別CO2排出係数の推計

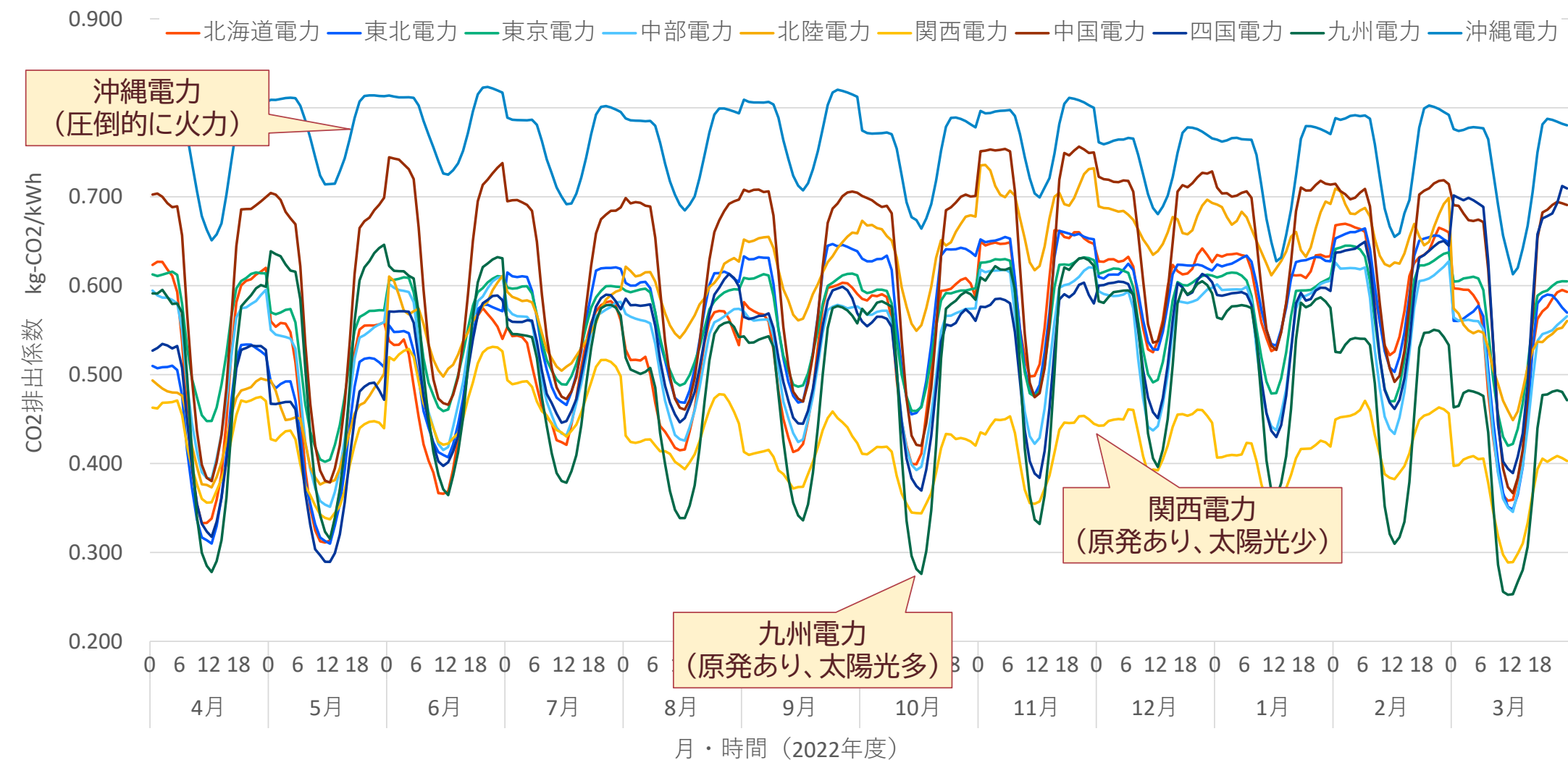
- 電力広域的運営推進機関から公表している電力需給実績より時間帯別の発電方法の割合を把握
- 発電方法ごとのCO2排出原単位(LC-CO2)を用いることで時間帯別の排出係数を推計

発電構成



時間帯別排出係数

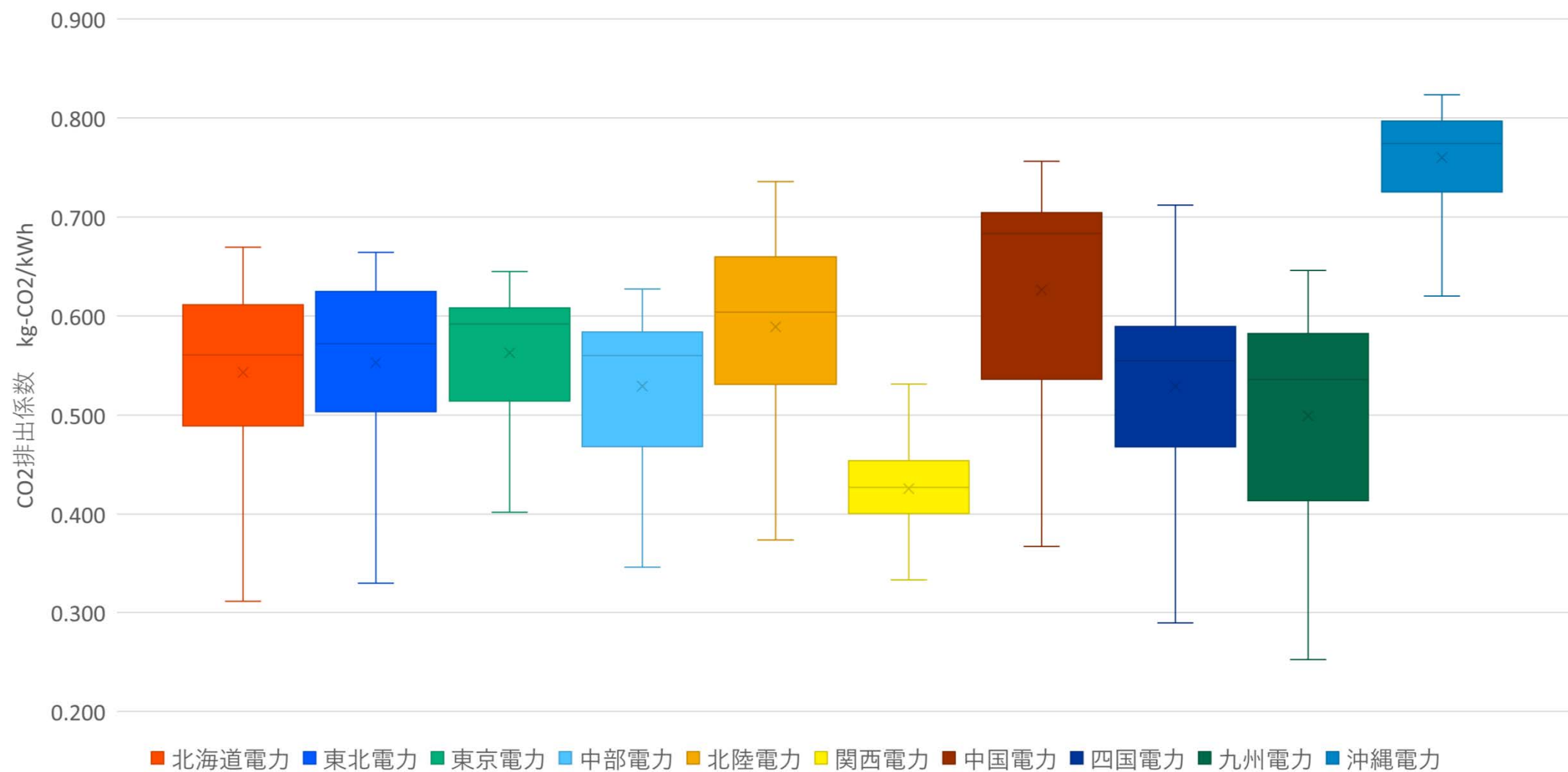






月別・時間帯別CO2排出係数

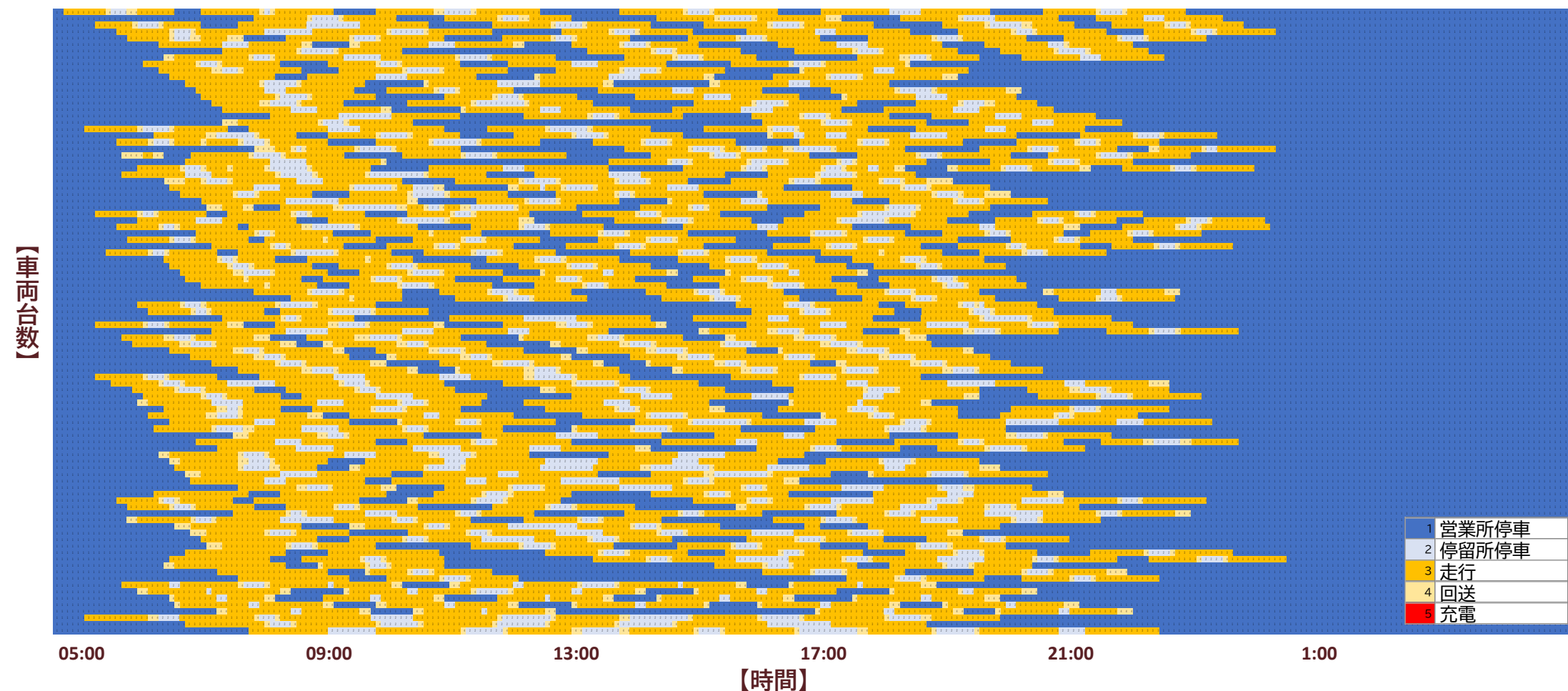
16





バス車両稼働状況

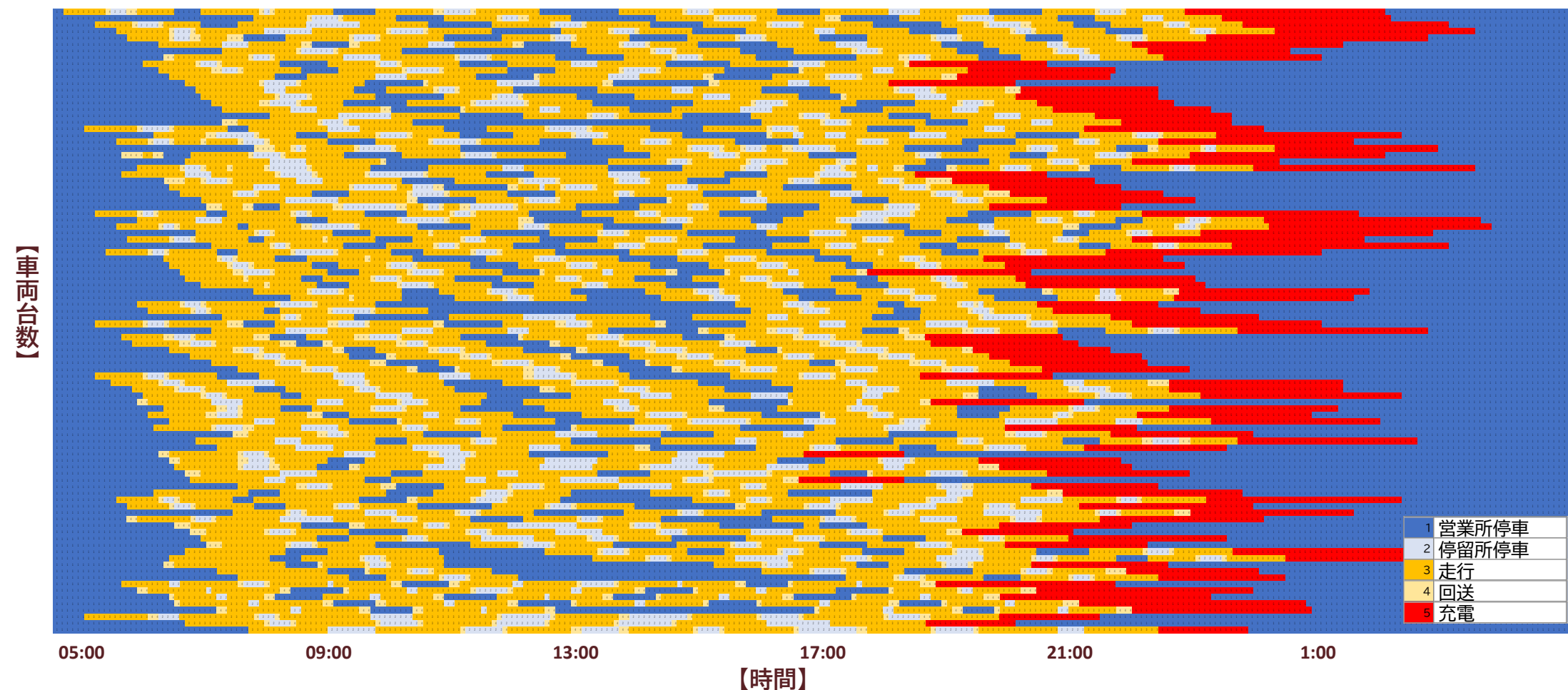
- 車両1台・1日ごとの稼働状況を、営業所での停車、停留所での停車、走行、回送、に分類
- 営業所での停車時間＝電動化した際に充電が可能な時間を把握





車両稼働状況_夜間充電

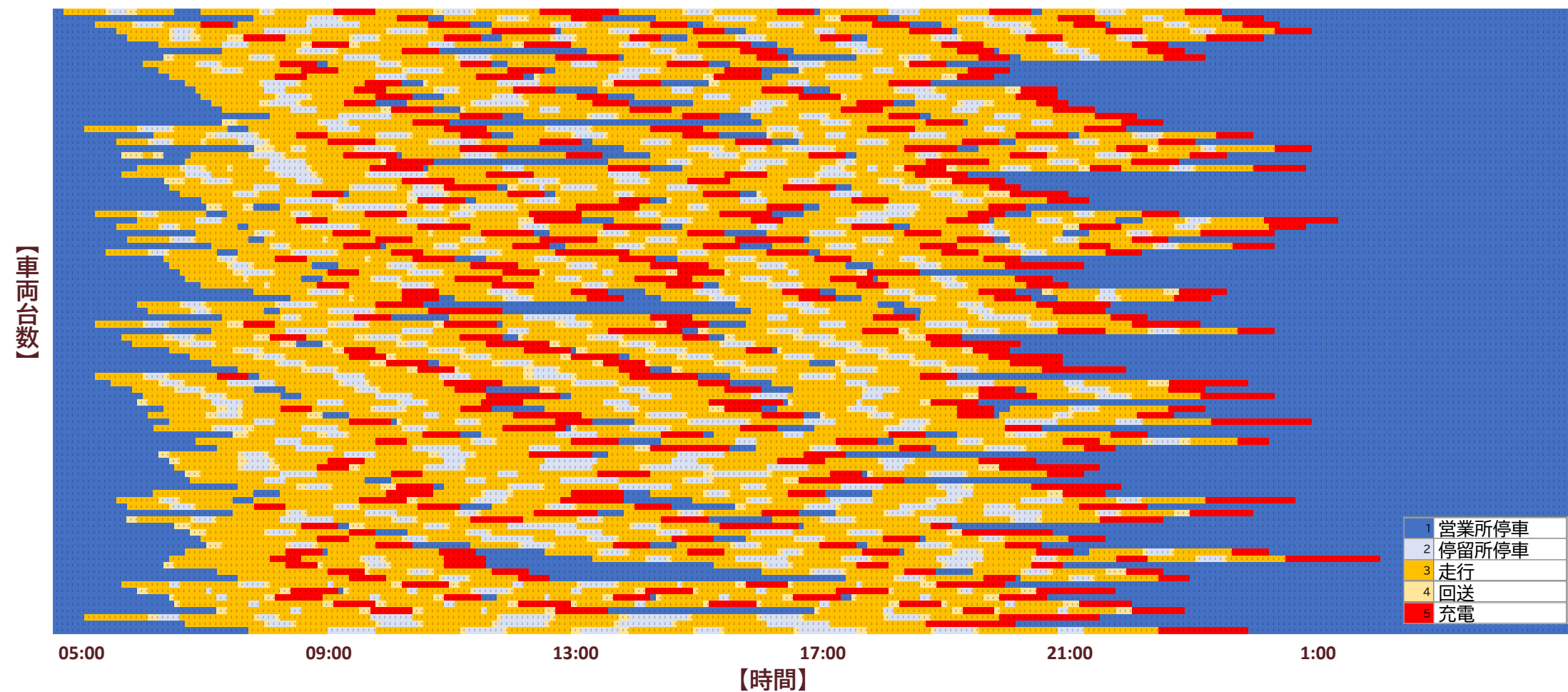
- 車両1台・1日ごとの稼働状況を、営業所での停車、停留所での停車、走行、回送、充電に分類
- 仕業終了後に営業所に帰庫した車両から充電(運転手の負担増なし)





車両稼働状況_成行充電

- 車両1台・1日ごとの稼働状況を、営業所での停車、停留所での停車、走行、回送、充電に分類
- 日中も営業所に帰庫した車両から充電(充電回数増加により運転手の負担増)

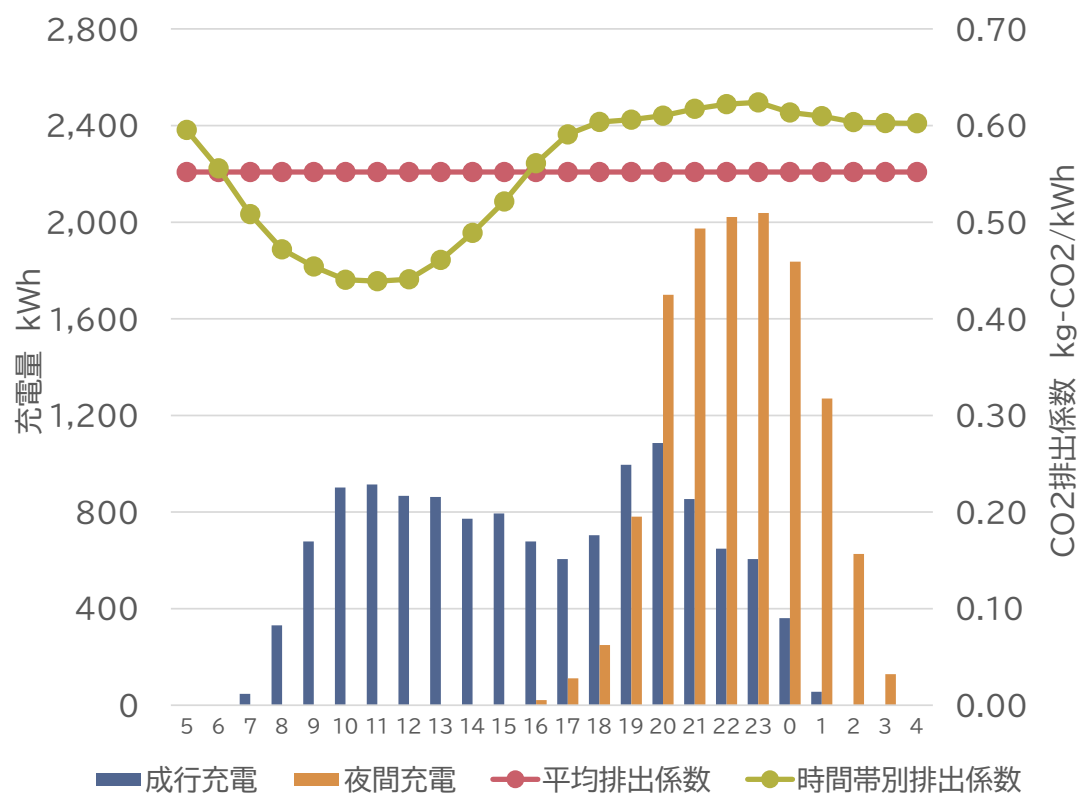




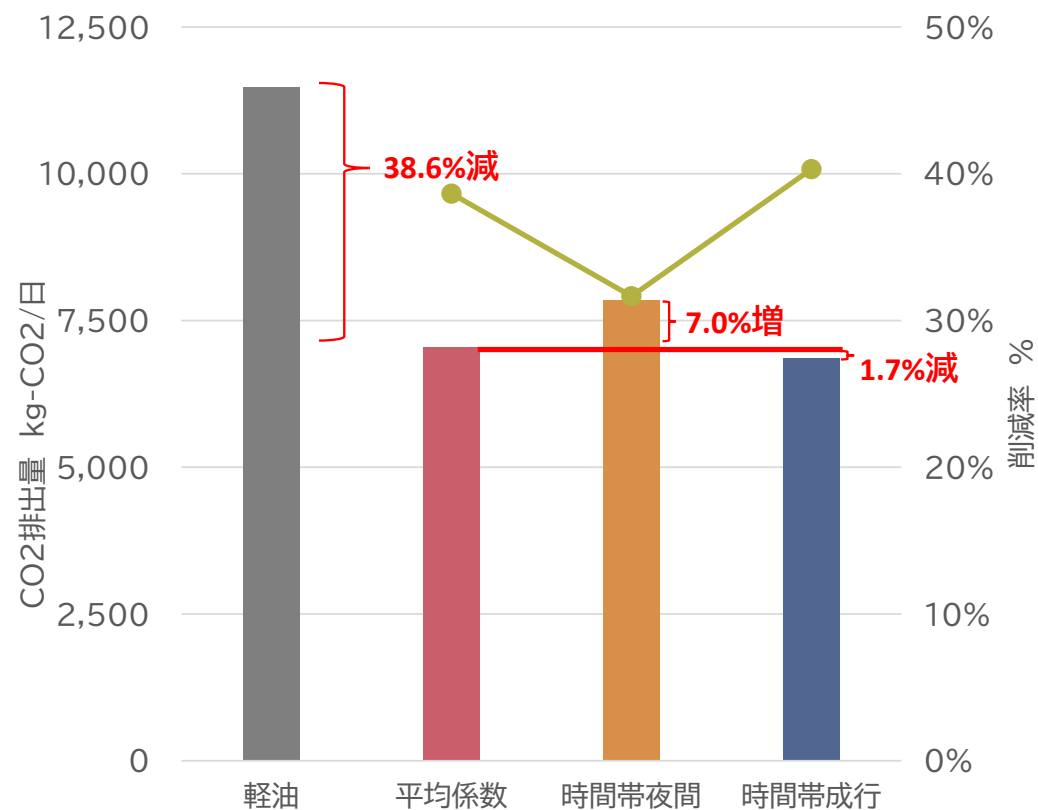
充電パターンによるCO2排出量の変化

20

時間帯別充電量・排出係数



充電パターンごとのCO2排出量



時間帯別排出係数に用いることで発電構成に即したCO2排出量を評価



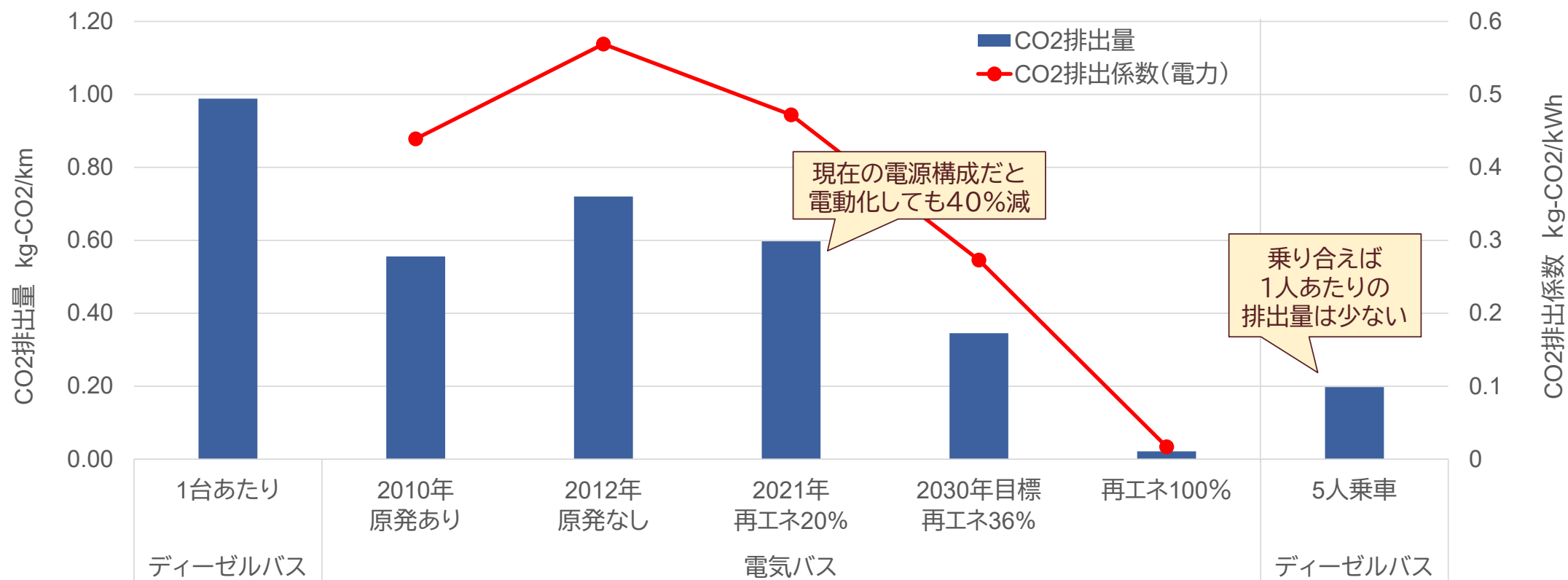
電動化だけでは脱炭素はできない



電動化と乗り合いによるCO2排出量の比較

22

- 発電構成を踏まえたCO2排出係数を考慮し、電気バスのCO2排出量を推計
- 車両1台あたりのCO2削減量と乗り合いということでのCO2削減を比較



環境省,温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧,<https://ghg-santeikohyo.env.go.jp/calc>

1台あたりで考えるのか（環境省）、1人あたりで考えるのか（国交省）

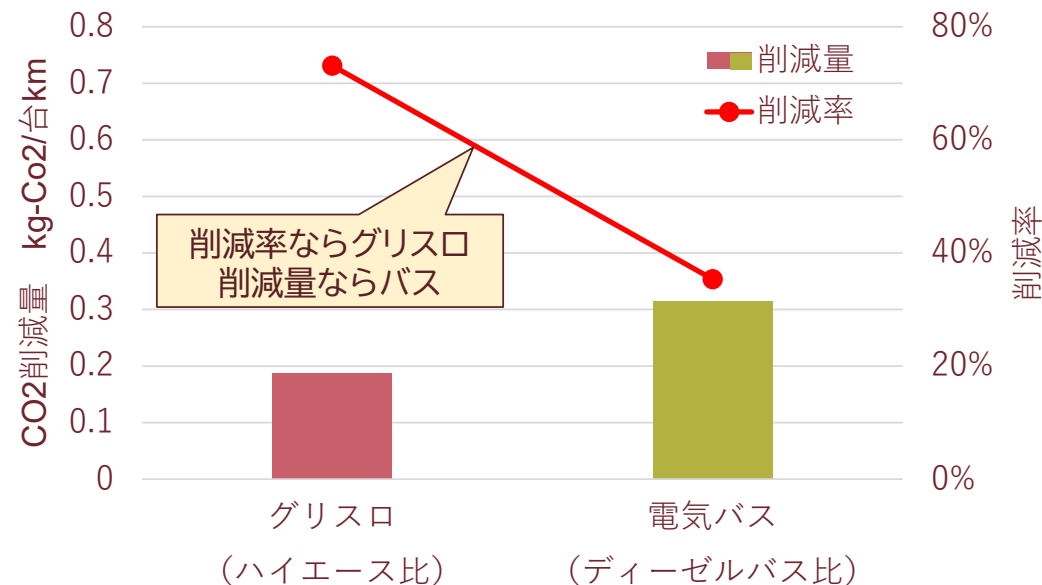
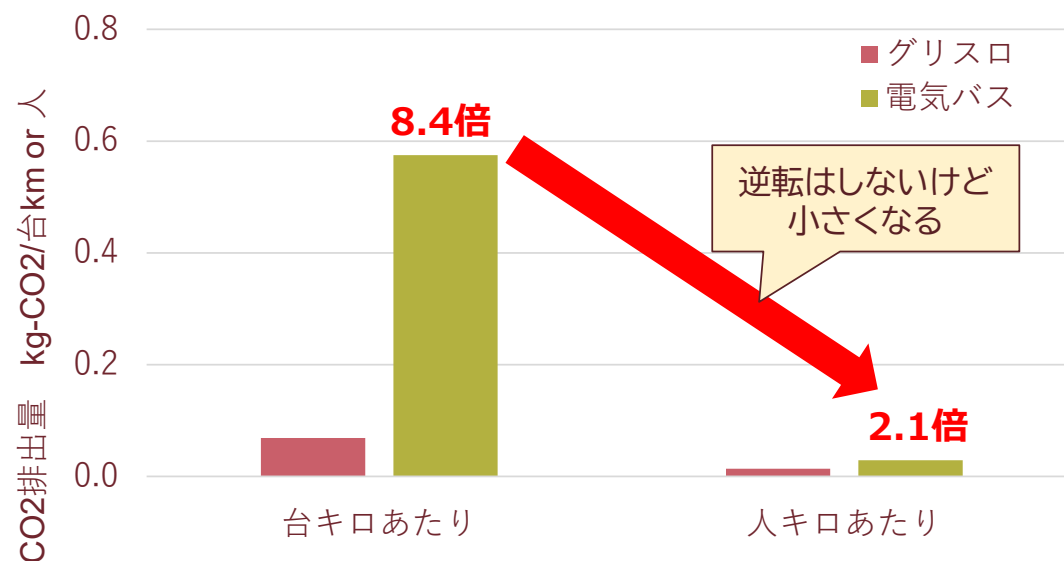
Research Institute of Electric-driven Vehicles, WASEDA University



評価軸がどこにあるのか？

23

	グリスロ	電気バス	備考
平均車速	8km/h	15km/h	いつも最高速ではない
走行距離	64km/日	120km/日	8時間で走れる距離は決まってる
乗車人員	5人/便	20人/便	いつも満員ではない
電費	6.7km/kWh	0.8km/kWh	軽い方が電費が良い



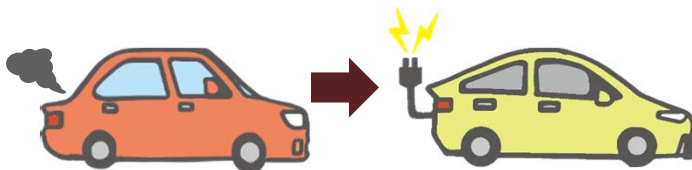


移動による脱炭素化への選択肢

24

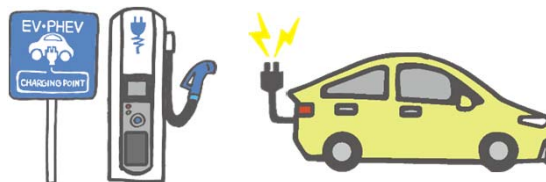
クルマを変える

- ガソリンなどの内燃機関からハイブリッドや**電気自動車に変える**
- 用途に合わせて、小さくて軽い、燃費の良い車に変える



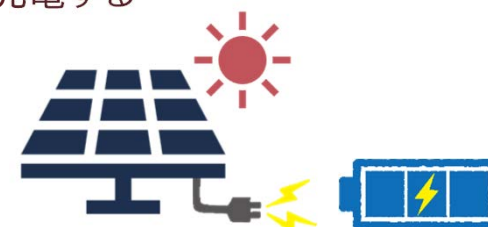
車両性能をあげる

- バッテリー・モータなどの効率を上げる
- 車両を軽量化する
- 充電効率をあげる



充電方法を変える

- **再生可能エネルギー**による発電の多い時間に充電する(夜より昼間)
- 使い切れない太陽光発電を優先的に充電する



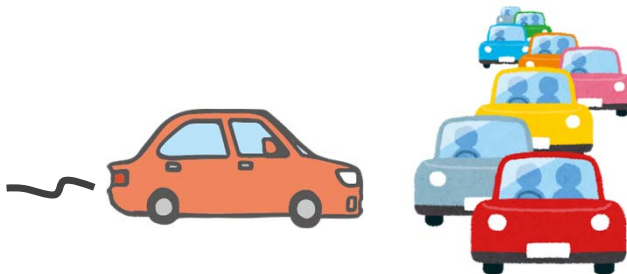
(クルマでの)移動を減らす

- 徒歩や自転車での移動に変える
- 買い物をまとめてする
- テレワークの推進



走り方を変える

- エコドライブ = 運転の仕方を変える
- 渋滞を減らす = 車速をあげる(効率の良い車速で走る)



山口大学・
宇部市・山口市

使い方を変える(乗り合う)

- **公共交通を使う**
- カーシェアリングを使う(所有しない)
- **マイカーでも知り合いと一緒に乗る**





誰が取り組むべきなのか

25

目標

運輸部門におけるカーボンニュートラルを達成する

問題

あるべき姿と
現実の乖離

自家用車によるCO2排出が多い

課題

目標と問題の
乖離を埋めるた
めに必要なこと

電気自動車の
導入を増やす

公共交通機関へ
転換する

徒歩・自転車を利用しやすい街にする

取り組み

課題解決する
ために行う
具体的な事業

- 内燃機関自動車の税金を上げる
- 電気自動車の購入に補助
- 充電器の整備 など

- ダイヤや運行便数の見直し
- 公共交通の利用に補助
- ノーマイカーデーを導入 など

- 歩道や自転車レーンを整備
- 中心部のマイカー進入を規制
- 健康ポイントなどと連動 など

これは主語が自治体や事業者になっている。主語を自分にしてみると・・・

買い替え時に電気自動車を選ぶ

週に1回はバス・鉄道に乗る

短距離は徒歩・自転車で移動する



ご清聴ありがとうございました
電動化から乗り合いまでお気軽にご連絡ください

連絡先

ihara@aoni.waseda.jp



- 地域公共交通のトリセツ(参考記事)
 - 移動に関わるカーボンニュートラル:<https://kotsutorisetsu.com/20230225-1/>
 - 公共交通が環境に良いってどういうこと?:<https://kotsutorisetsu.com/20220215-1/>
 - 電気自動車って本当に環境に良いの? <https://kotsutorisetsu.com/20210615-1/>