



Toyota Transportation Research Institute

第89回まちべん(2019.2.20)

超小型電気自動車による CO₂削減効果の実践的検証

(公財)豊田都市交通研究所
研究部 加藤 秀樹

本日の流れ

- 自動車の電動化に向かう世界の流れ
- 日本の自動車の電動化の状況
- 電気自動車のCO₂排出量はゼロなのか？
- なぜ超小型電気自動車の電費を計測？

- COMS専用車載計測器の開発
- COMS電費の計測
- 計測結果
- まとめ

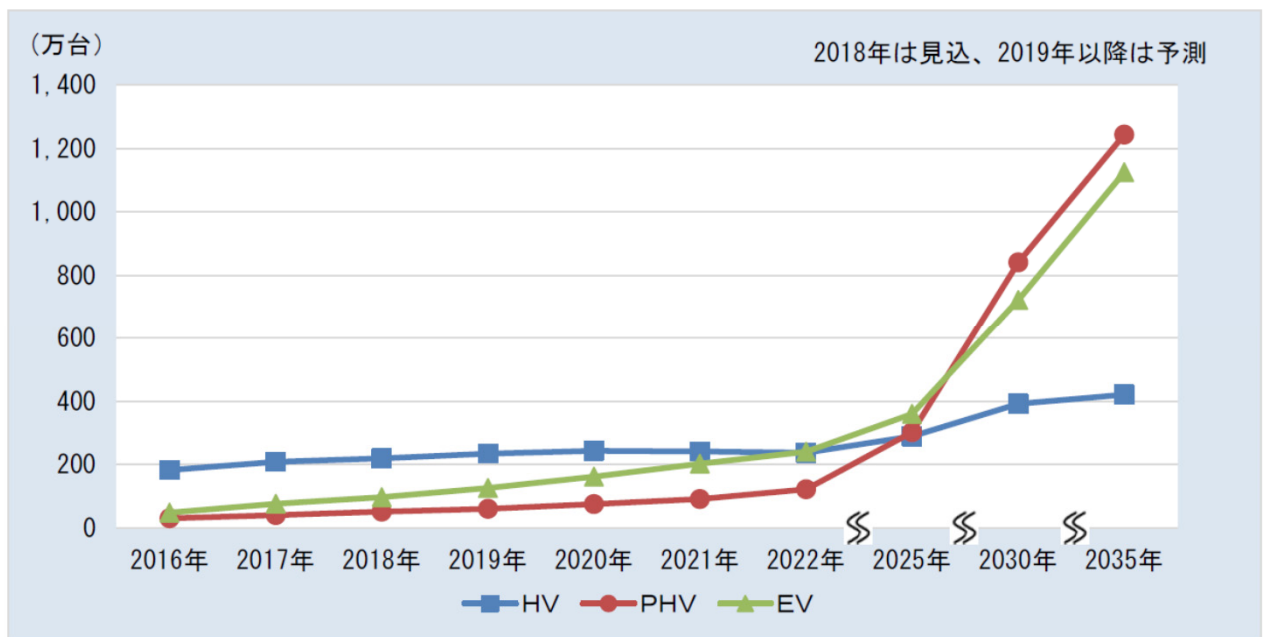
世界で加速“EVシフト”？

- 各国がEV/PHV中心のEVシフトを表明
 - 日本優位のハイブリッド(HV)を除外

各国はガソリン車の規制・販売禁止を検討へ

 イギリス フランス	2040年までにガソリン車等の新車販売を禁止
 米国	カリフォルニア州をはじめ10以上の州でエコカーの対象をEV中心へ
 オーストラリア	クイーンズランド州にEV専用道路を建設予定
 中国	2019年から新エネルギー車販売義務付け。ガソリン車等の販売禁止検討
 オランダ	2025年までにガソリン車等の新車販売を禁止へ
 ドイツ	2040年までにガソリン車等の新車販売を禁止へ
 スウェーデン	2030年までにガソリン車等の新車販売を禁止へ
 インド	2030年までにガソリン車等の販売を禁止し、EV車のみとする方針を発表

1. HV、PHV、EVの世界市場

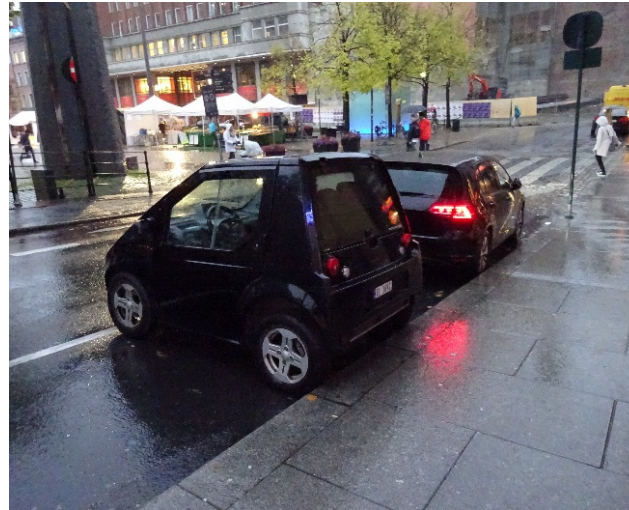


注：トラック・バス／超小型モビリティを除く。

(出典) 大和住銀投信投資顧問株式会社 2017年12月20日提供資料
https://www.daiwasbi.co.jp/pdf/market/2386/closeup_20171220.pdf

(出典) 株式会社富士経済 2018年6月14日 PRESS RELEASE
http://www.group.fuji-keizai.co.jp/press/pdf/180614_18053.pdf

EV普及が進むノルウェー



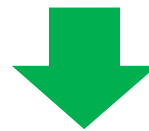
(出典) 発表者撮影 2017年10月(オスロ)

“脱炭素革命”の衝撃

- NHKスペシャル(2017年12月17日(日)放送)
 - 激変する世界ビジネス“脱炭素革命”の衝撃
 - 今世紀後半に二酸化炭素の排出量をゼロにする
 - 一攫千金の大ビジネスチャンスがある
 - 日本人の多くは、まだ気がついていない
 - ウォール街の投資の流れは脱石油
 - 再生可能エネルギーの劇的な価格破壊
 - ガソリン車禁止など急速なEVシフトが始まる
 - 日本は再エネ普及も進まずトレンドに乗り遅れている

(出典) NHKスペシャル ホームページ

<https://www6.nhk.or.jp/special/detail/index.html?aid=20171217>



環境経営(ESG経営)していない企業はビジネスから締め出される？

RE100プロジェクトと日本企業

- RE100とは

- 事業運営を100%再生可能エネルギーで調達することを目標に掲げる企業が加盟するイニシアチブ
- 2014年に発足
- 現在、164社が加盟



- 加盟日本企業

- 初めてリコーが参加
- イオン、アスクル、大和ハウス工業、
- 電通イージス、積水ハウス、和民

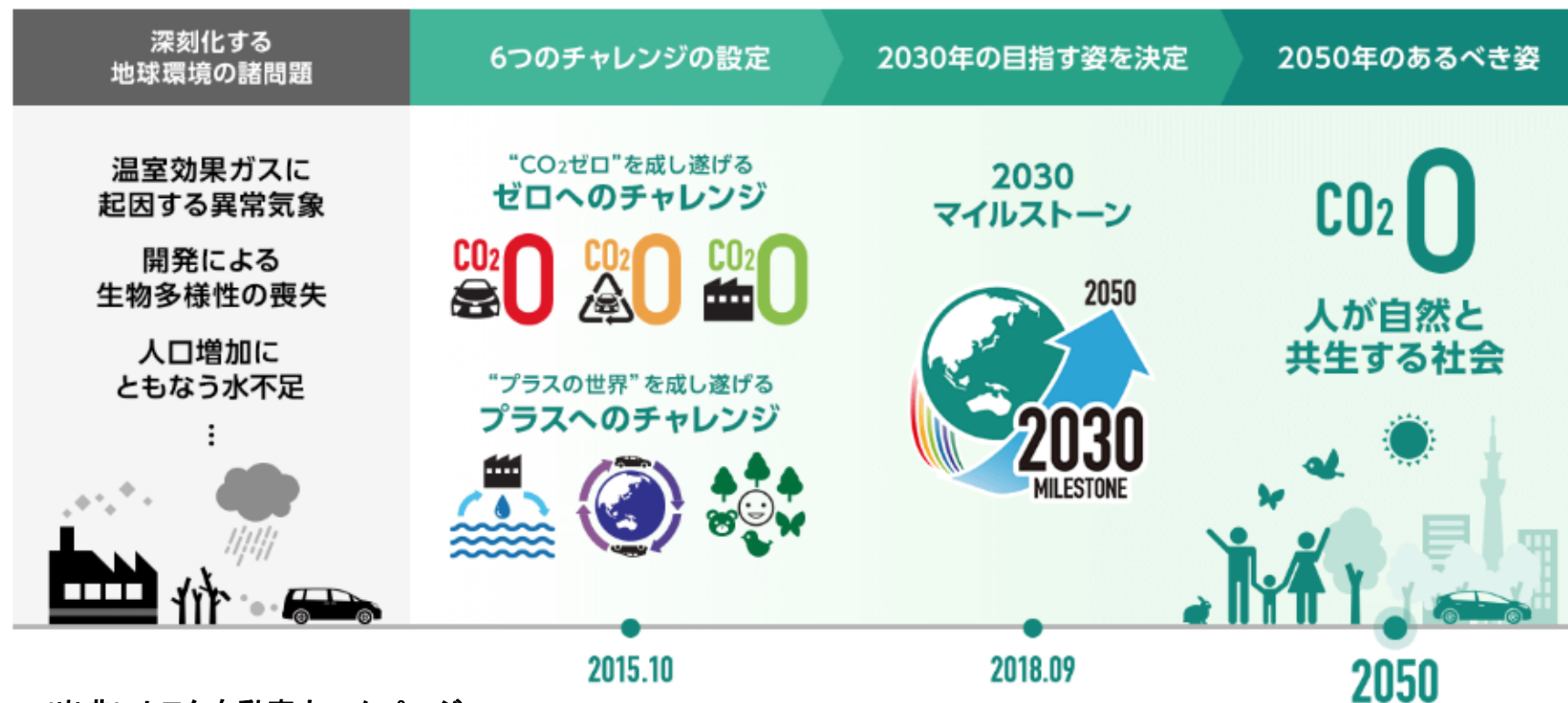
(出典) <http://there100.org/>

トヨタ環境チャレンジ2050

人とクルマと自然が共生する社会を目指して走り続ける

トヨタ環境チャレンジ2050

2015年10月に、「トヨタ環境チャレンジ2050」を公表。クルマの環境負荷をゼロに近づけるとともに、地球・社会にプラスとなる取り組みを通じて、持続可能な社会の実現に貢献するためのチャレンジを実施しています。



(出典) トヨタ自動車ホームページ

<https://www.toyota.co.jp/jpn/sustainability/environment/challenge2050/>

次世代自動車普及の目標と実績(販売ベース)

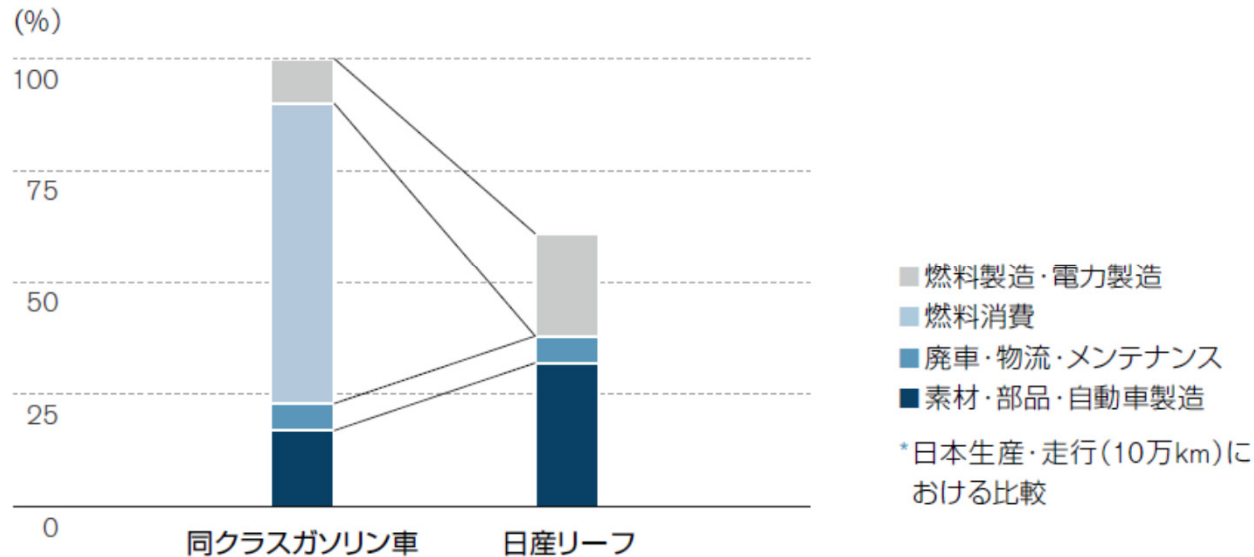
車 種		2015年 (実績)	2017年 (実績)	2030年 (目標)
従来車		73.5%	64.0%	30～50%
次世代自動車		26.5%	36.0%	50～70%
内 訳	・ハイブリッド自動車 (HV)	22.2%	31.2%	30～40%
	・電気自動車 (EV)	0.27%	0.41%	20～30%
	・プラグインハイブリッド自動車 (PHV)	0.34%	0.82%	
	・燃料電池自動車 (FCV)	0.01%	0.02%	～3%
	・クリーンディーゼル自動車 (CDV)	3.6%	3.5%	5～10%

(出典) EV・PHV ロードマップ検討会 報告書(EV・PHV ロードマップ検討会、経済産業省)2016年3月23日
自動車新時代戦略会議(第1回)資料(経済産業省)平成30年4月18日 を基に筆者作成

ライフサイクルCO₂排出量

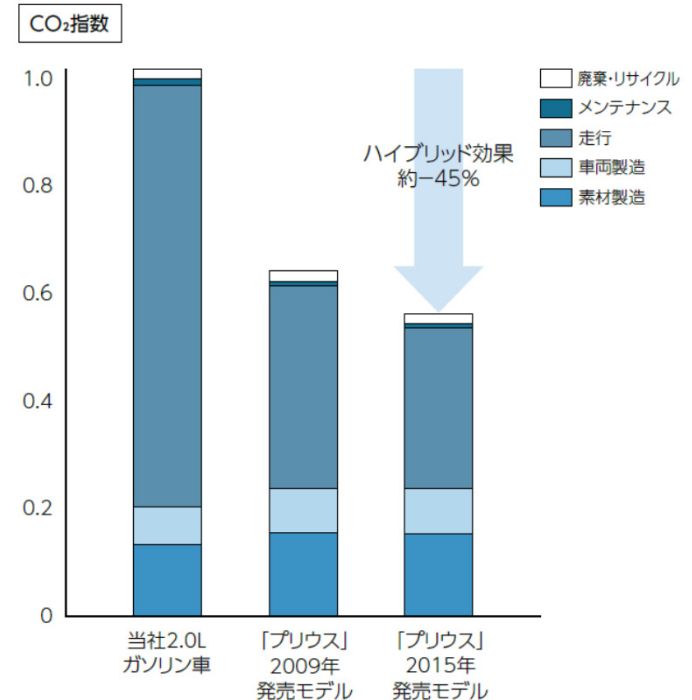
■ リーフ(電気自動車)のLCA評価結果

「日産リーフ」のライフサイクルにおけるCO₂排出量比較*



■ プリウス(ハイブリッド車)のLCA評価結果

「プリウス」のLCA評価



注:自動車の生涯走行距離10万km(10年)をJC08モードで走行した場合の結果です。LCA評価結果は指数で示しています。

- ・EVとHVでCO₂削減効果は同じくらい？
- ・EVは部品製造(バッテリー?)でCO₂排出が増加
- ・充電電力の製造時もCO₂を排出

(出典) NISSAN MOTOR CORPORATION SUSTAINABILITY REPORT 2016、
(URL) https://www.nissan-global.com/JP/DOCUMENT/PDF/SR/2016/SR16_J_All.pdf

(出典) TOYOTA Sustainability Data Book 2016 環境への取り組み、
(URL) <http://www.toyota.co.jp/jpn/sustainability/report/archive/sr16/>

CO₂排出原単位と削減効果(2010年に作成)

電気の利用で排出されるCO₂

電気自動車は、走行中にCO₂を排出しませんが発電所でCO₂を排出しています。

電力会社や国によって、発電方法の割合（電源構成）が異なるため、同じ量の電気（1kWh※）を使ったときに排出されるCO₂量（CO₂排出係数）は下図のように様々です。

※電気を使う量（電力量）は、kWh（キロワットアワー）で表します。
消費電力100Wの電球を10時間使うと、100W×10h＝1000Wh＝1kWhとなります

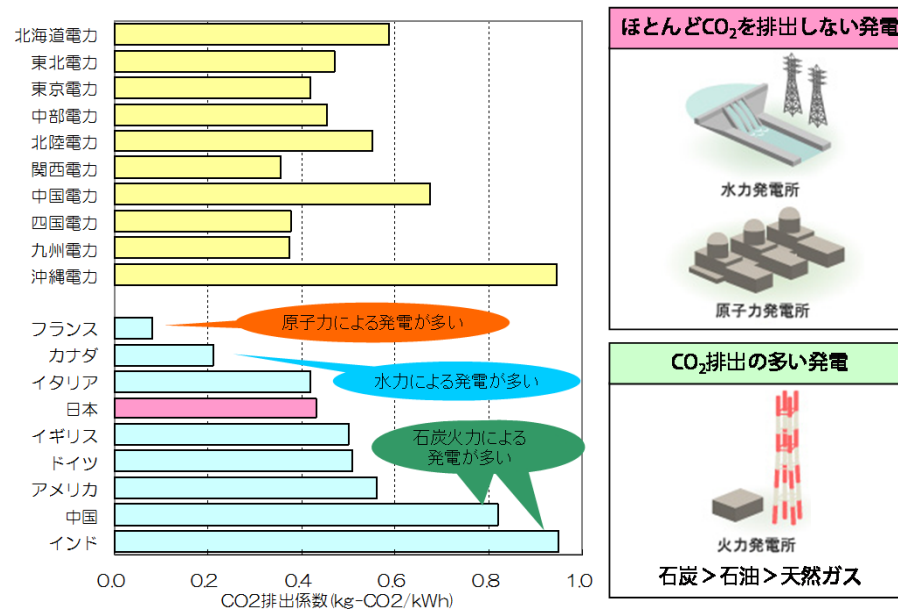


図 日本のCO₂排出係数及び国際比較

(出典) 電力会社別は、2008年度電気事業者別のCO₂排出係数(環境省平成21年12月28日公表)の実排出係数より作成。国際比較は、CO₂排出原単位の国際比較(東京電力ホームページ)より作成。発電所のイメージは、北電ホームページより引用。

電気自動車のCO₂削減効果

下の図は、ガソリン車に対する電気自動車のCO₂削減効果を表しています。

電気自動車の性能や使い方、電気のCO₂排出係数によって、削減効果は異なります。

日本で効率の良い小型の電気自動車を導入すると、CO₂排出量を約半分に削減できます。

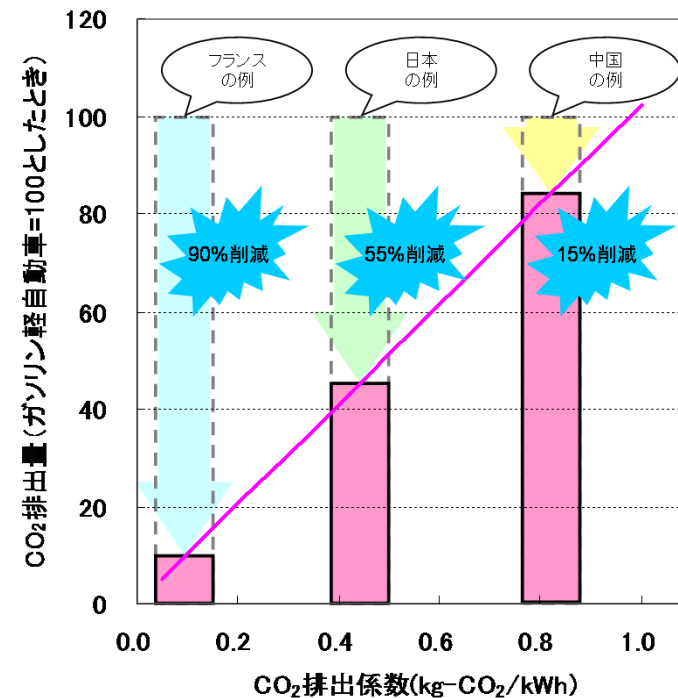


図 電気自動車の導入効果

(出典) 「身近な交通の見直しによる環境改善に関する研究」 実走行に基づく電気軽自動車RieとガソリンCVT軽自動車の比較より作成(国立環境研究所)

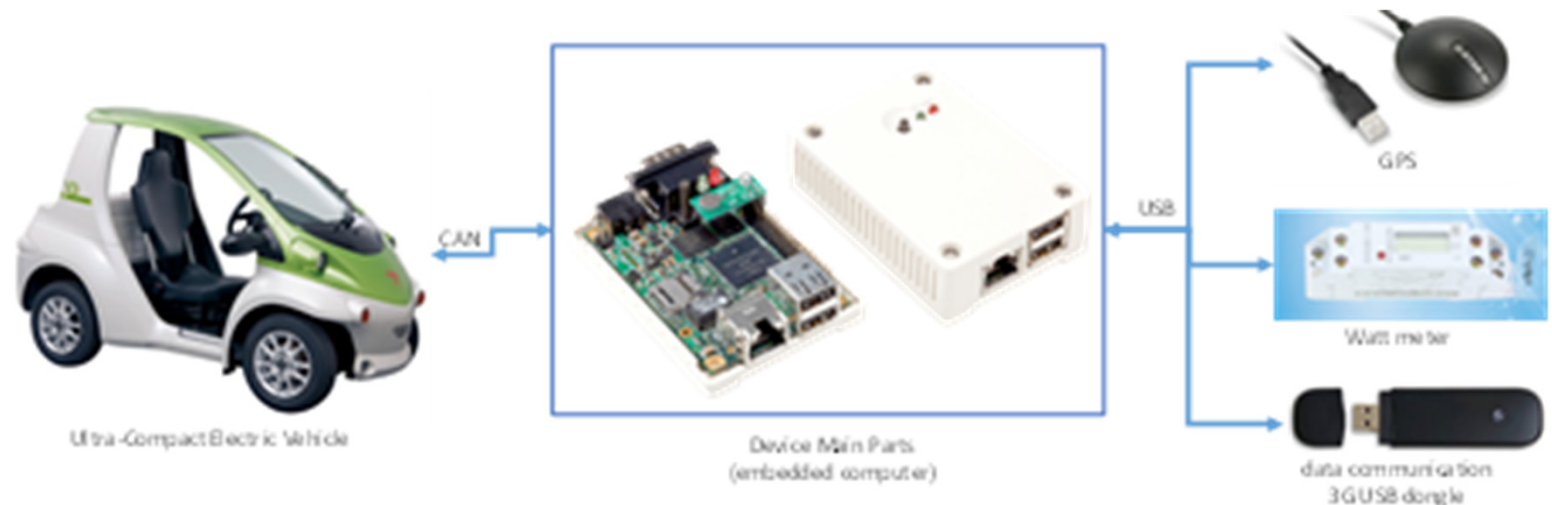
なぜ超小型EVの電費計測なのか？

- 仕組みが複雑なHVがカバーできない超小型車両は、やはりシンプルにEVであろう。
- 国交省では平成22年から超小型モビリティ導入促進の取り組みを実施。
- 大きな市場の形成には至っていないが、徐々に保有台数は増加している。
- 車両は原動機付き自転車カテゴリーで、カタログ燃費(電費)の法定試験モードがない。
- 超小型電気自動車の導入によるCO₂削減効果を検証した報告はほとんど無い。
- 公益財団法人住友財団の環境研究助成を受けて実施

車載計測器の開発①

- CAN通信による車両データ収集機能等を持つ専用車載計測器(車載器)を開発。

■車載器の構成

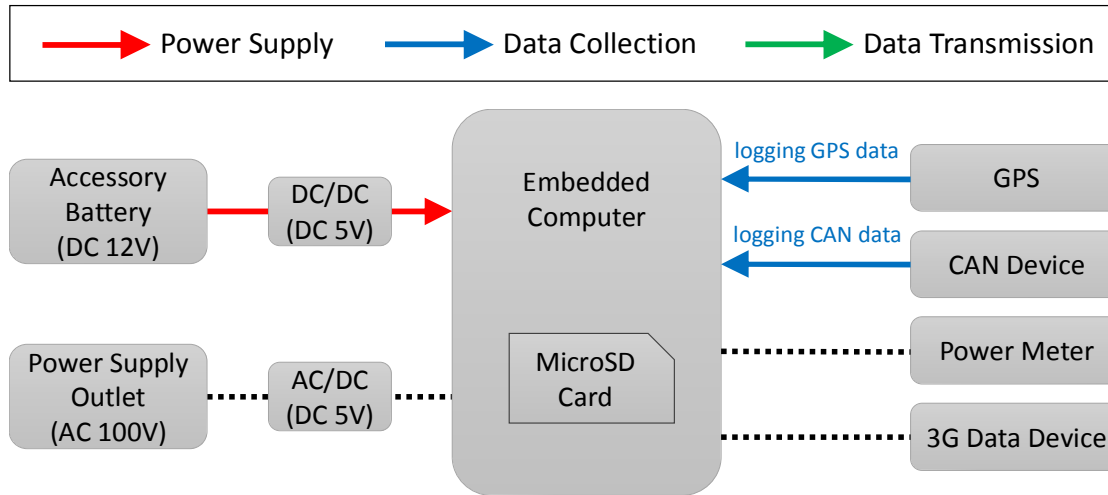


■主な測定項目

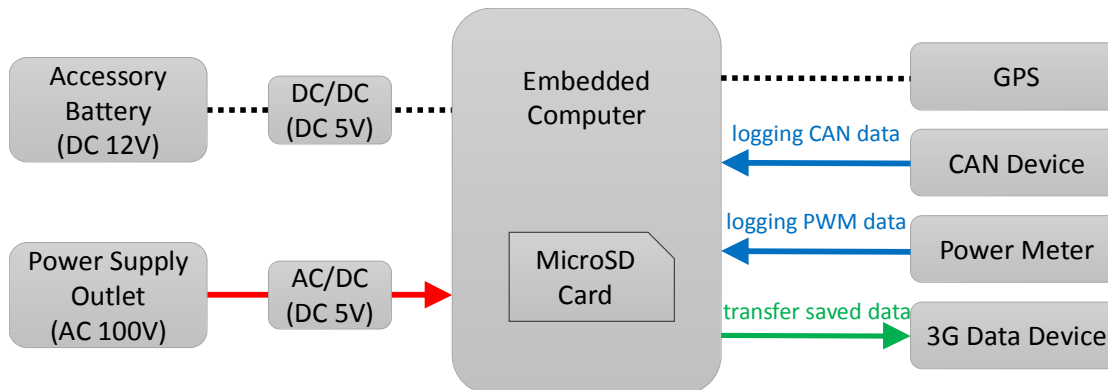
情報源	データ項目	時間分解能
電力計	累積充電電力量(kWh) 充電電力の瞬時値(W)	1分間
GPS	日時、緯度・経度・高度	1秒間
CAN	車両速度(km/h)、ODOメータ一値	1秒間

車載器の開発②

■車載器のオペレーション



(a) Operation during driving.



(b) Operation during charging.

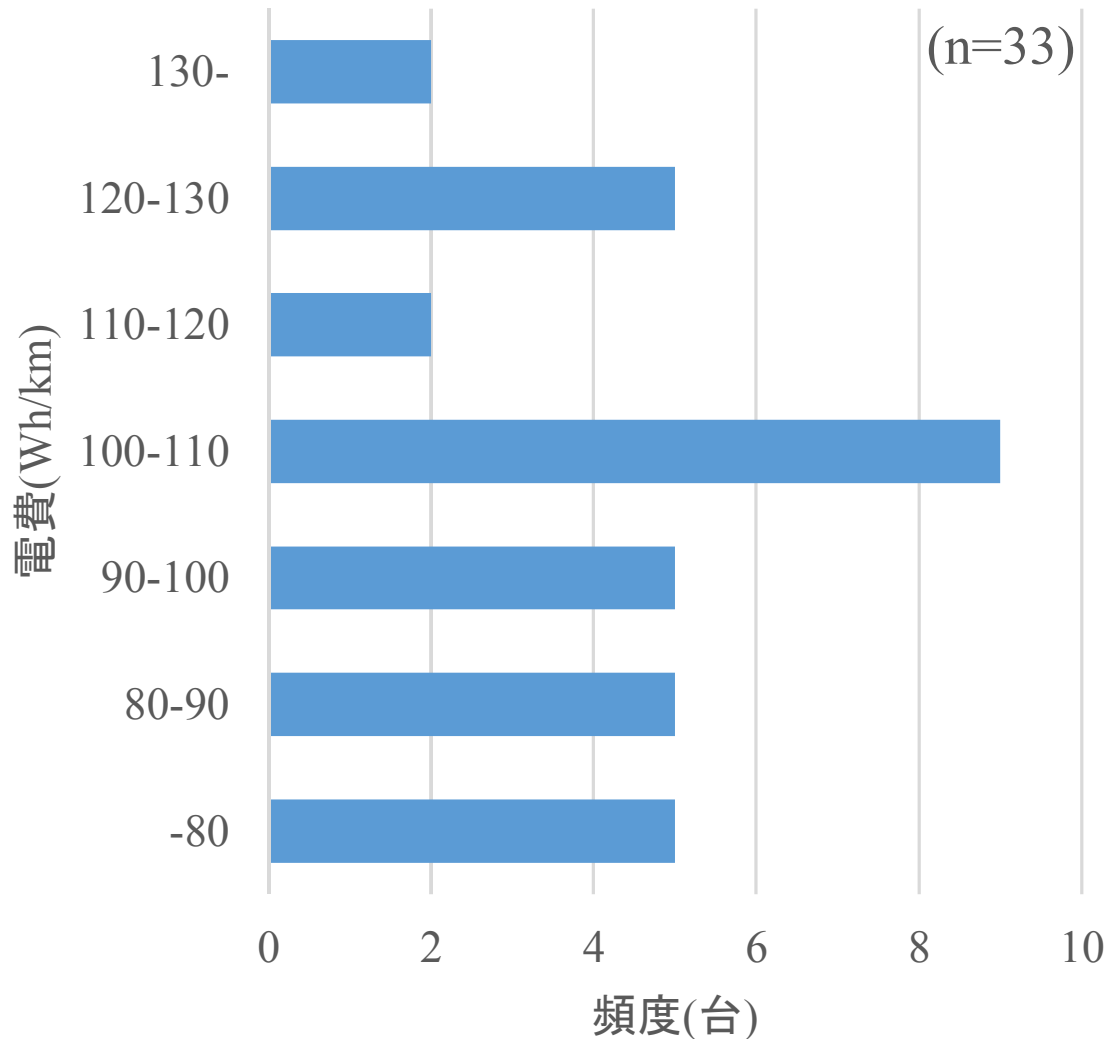
■車載器の設置状況



計測対象の概要

- 15台の車載器を用いて、37台の超小型EVについて、各車1ヶ月以上の計測を実施。
- 調査地点
 - 熊本県(1台)
 - 山口県(5台)・岡山県(5台)・鳥取県(5台)
 - 兵庫県(10台)・大阪府(2台)・奈良県(2台)
 - 神奈川県(2台)・東京都(3台)・埼玉県(2台)
- 利用用途
 - 飲料配達(10台)・訪問看護(7台)・事務外勤(5台)
 - 観光レンタル(4台)・ピザ配達(3台)
 - 高齢者の個人利用(3台)・妊産婦及び新生児訪問(2台)
 - 医師の往診及び個人利用(1台)
 - 訪問看護及び観光レンタル(1台)・訪問看護及び通勤(1台)

実電費の分布

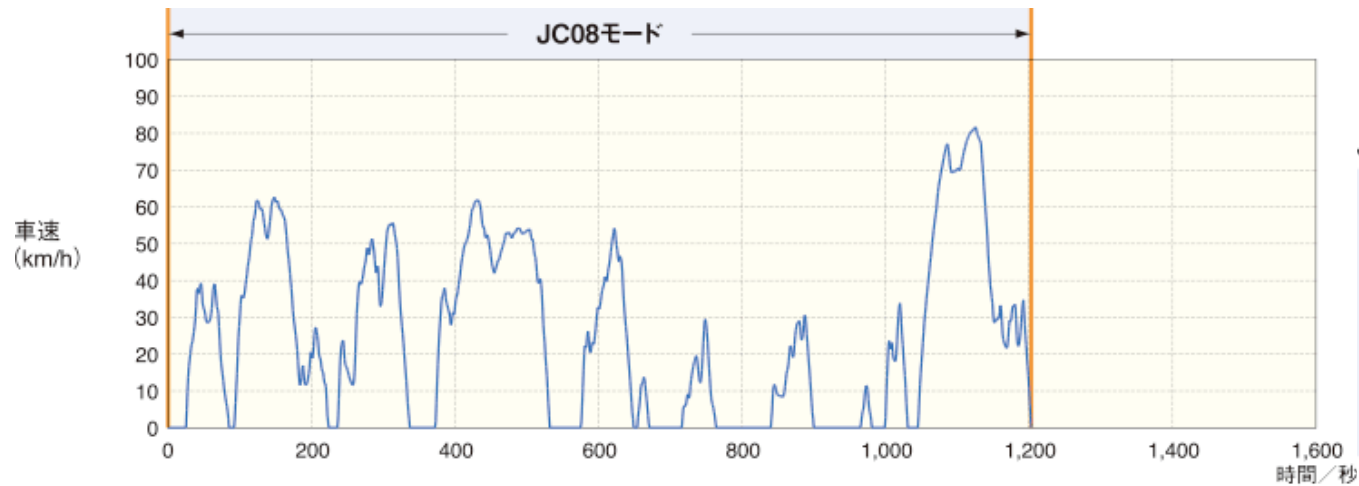


- 最頻階級
 - 100Wh/km以上110Wh/km未満の階級で9台
- 100Wh/km未満
 - 約半数の15台(45%)を占め小さい側に偏って分布
- 平均102Wh/km

リーフ電費との比較(参考)

	COMS	リーフ S	リーフ e+X
車両重量	410～430kg	1,490kg	1,670kg
WLTCモード 電費 航続距離	—	155Wh/km 322km	161Wh/km 458km
JC08モード 電費 航続距離	—	120Wh/km 400km	125Wh/km 570km
本計測 電費 航続距離	平均 102Wh/km 68km	—	—

測定モード(参考)

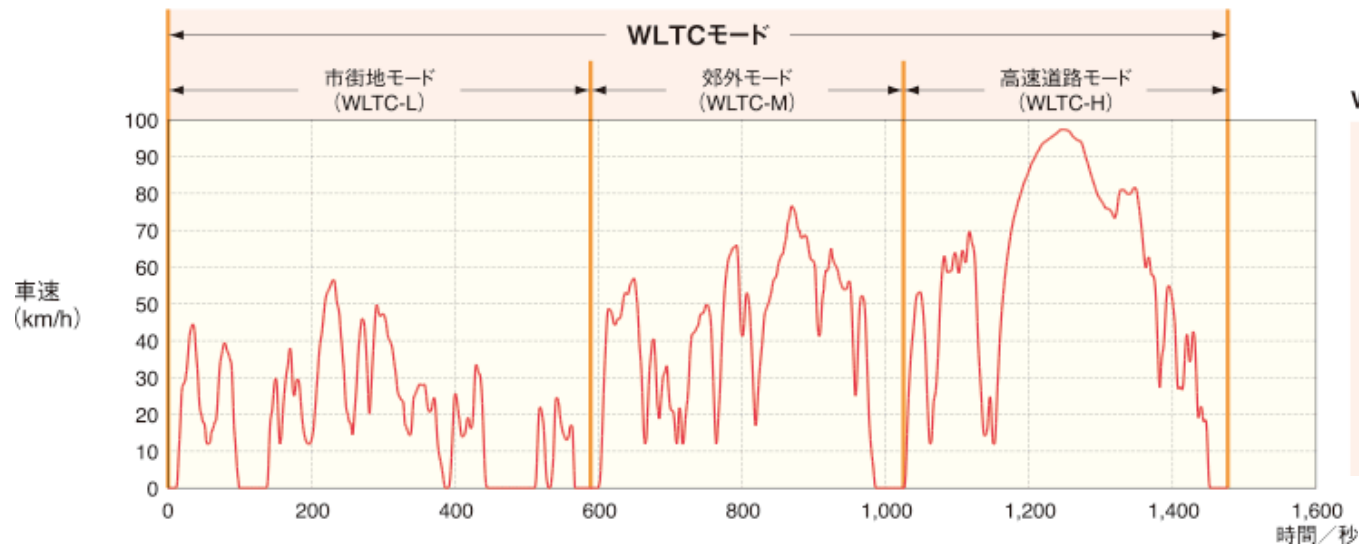


JC08モードの表示例

燃費消費率※1(国土交通省審査値)

JC08モード
21.4 km/L

※1 燃料消費率は定められた試験条件での値です。お客様の使用環境(気象、渋滞等)や運転方法(急発進、エアコン使用等)に応じて燃費消費率は異なります。



WLTCモードの表示例

燃費消費率※1(国土交通省審査値)

WLTCモード ※2

20.4 km/L

市街地モード※2: 15.2km/L

郊外モード※2: 21.4km/L

高速道路モード※2: 23.2km/L

※1 燃料消費率は定められた試験条件での値です。お客様の使用環境(気象、渋滞等)や運転方法(急発進、エアコン使用等)に応じて燃費消費率は異なります。

※2 WLTCモード:市街地、郊外、高速道路の各走行モードを平均的な使用時間配分で構成した国際的な走行モード。

市街地モード : 信号や渋滞等の影響を受ける比較的低速な走行を想定。

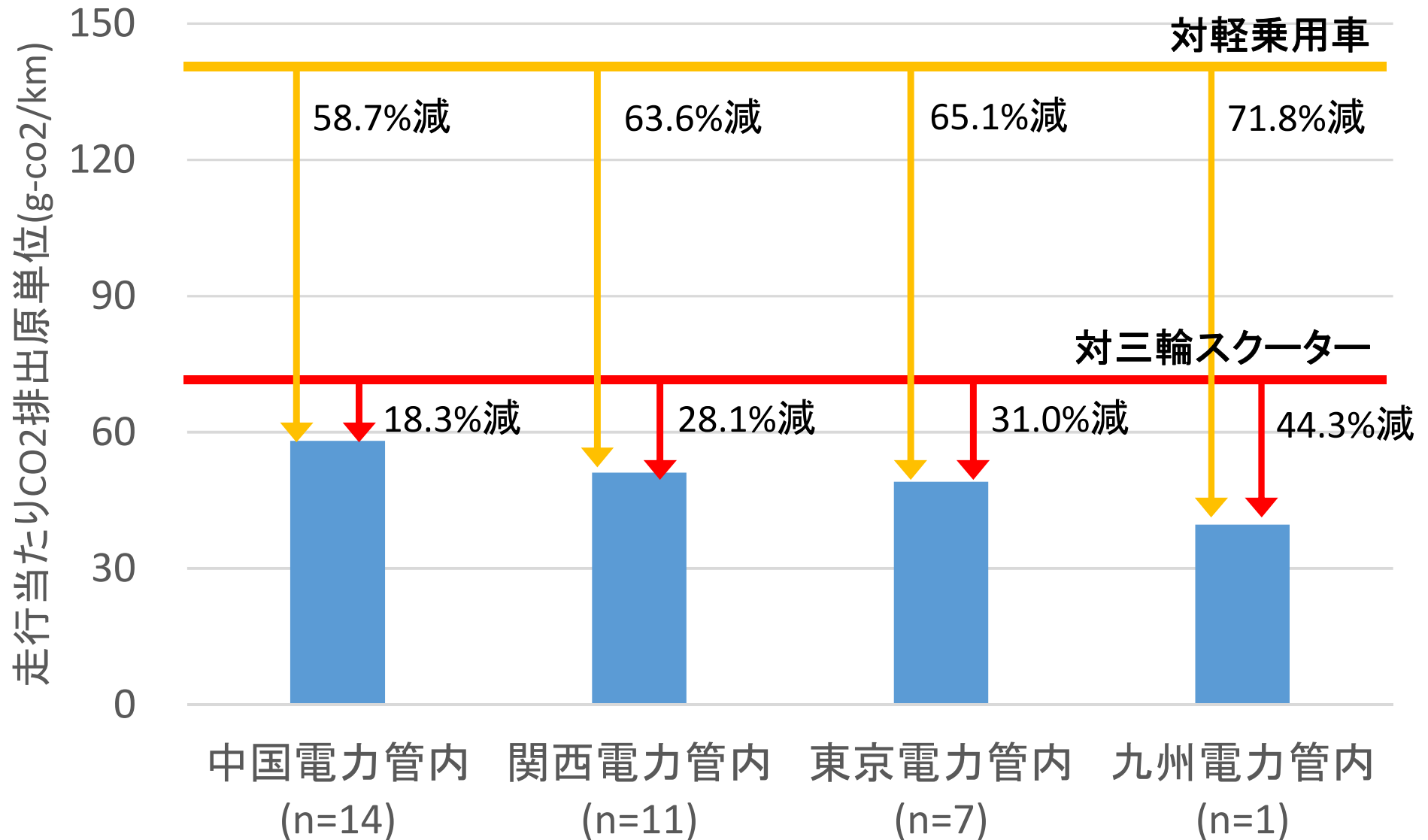
郊外モード : 信号や渋滞等の影響をあまり受けない走行を想定。

高速道路モード : 高速道路等での走行を想定。

(出典) 一般社団法人日本自動車工業会ホームページ

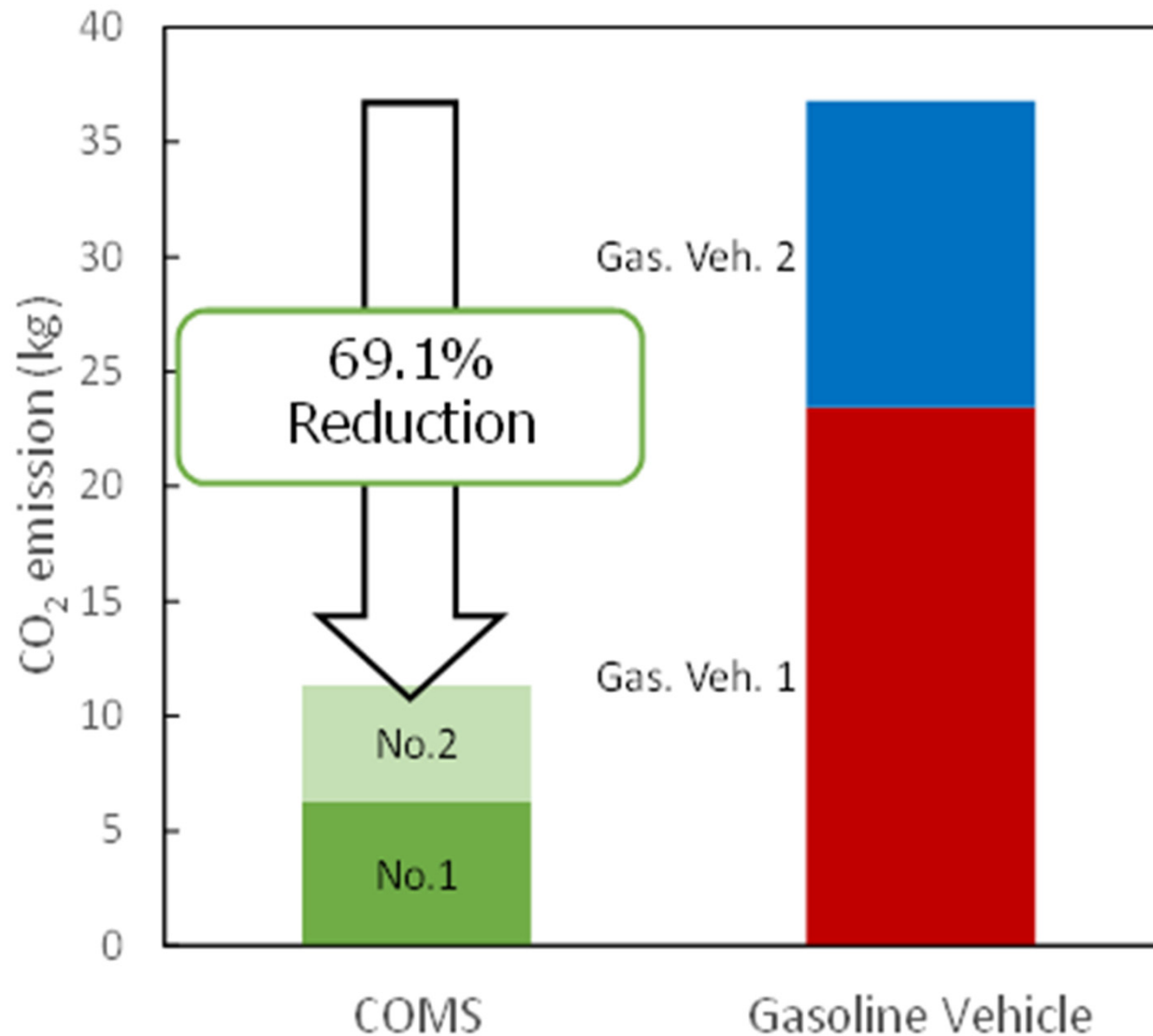
http://www.jama.or.jp/safe/class/index.html#classification_01

超小型EVのCO₂削減効果



CO₂削減効果の個別評価例

(大阪府の2台)



利用パターンの分類

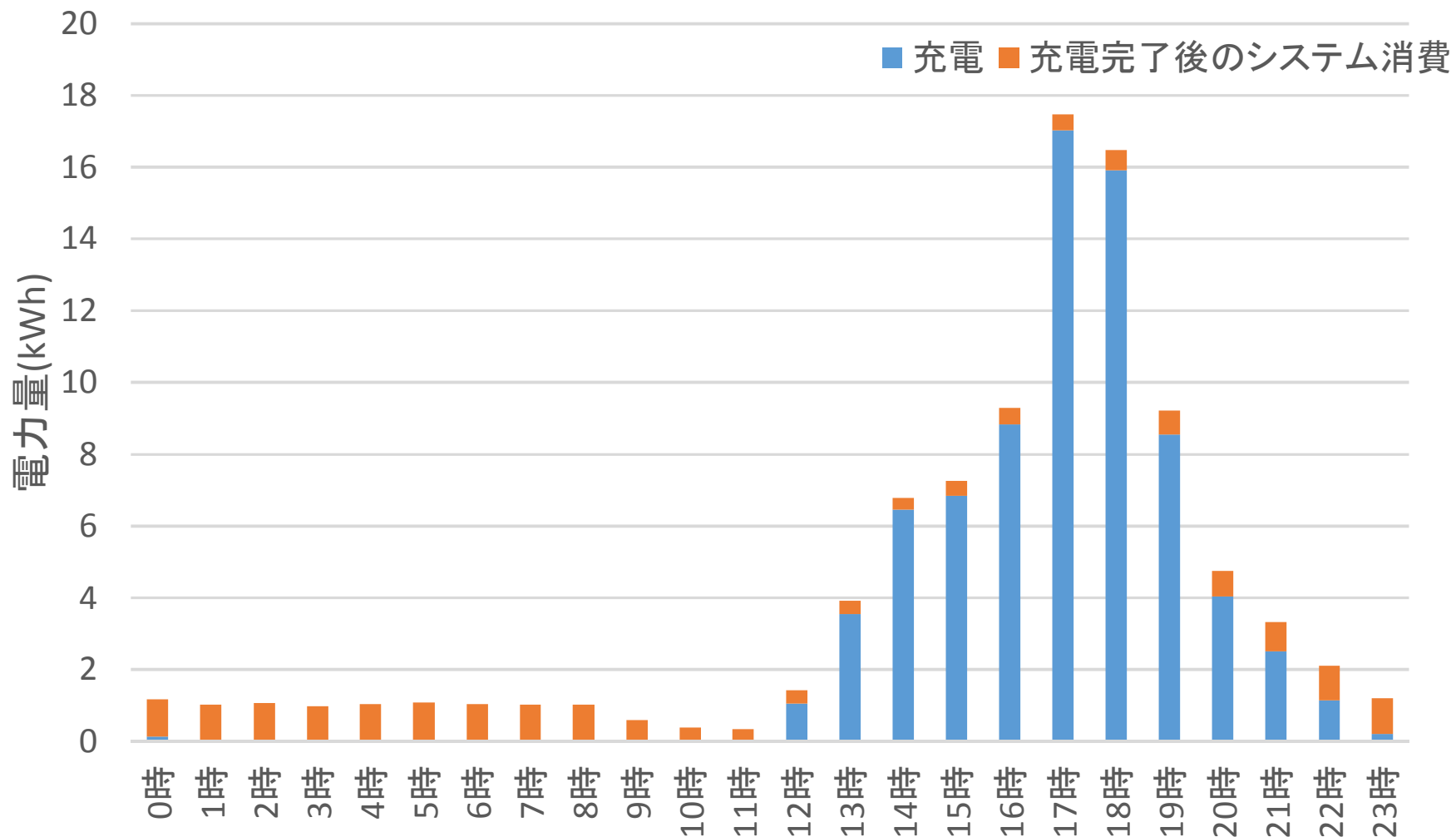
● 巡回型

- 飲料配達や訪問看護での利用に代表される
- 朝、拠点を出発してから訪問先を巡回し、
- 昼から夕方にかけて、拠点に戻り1日の利用を終える

● 往復型

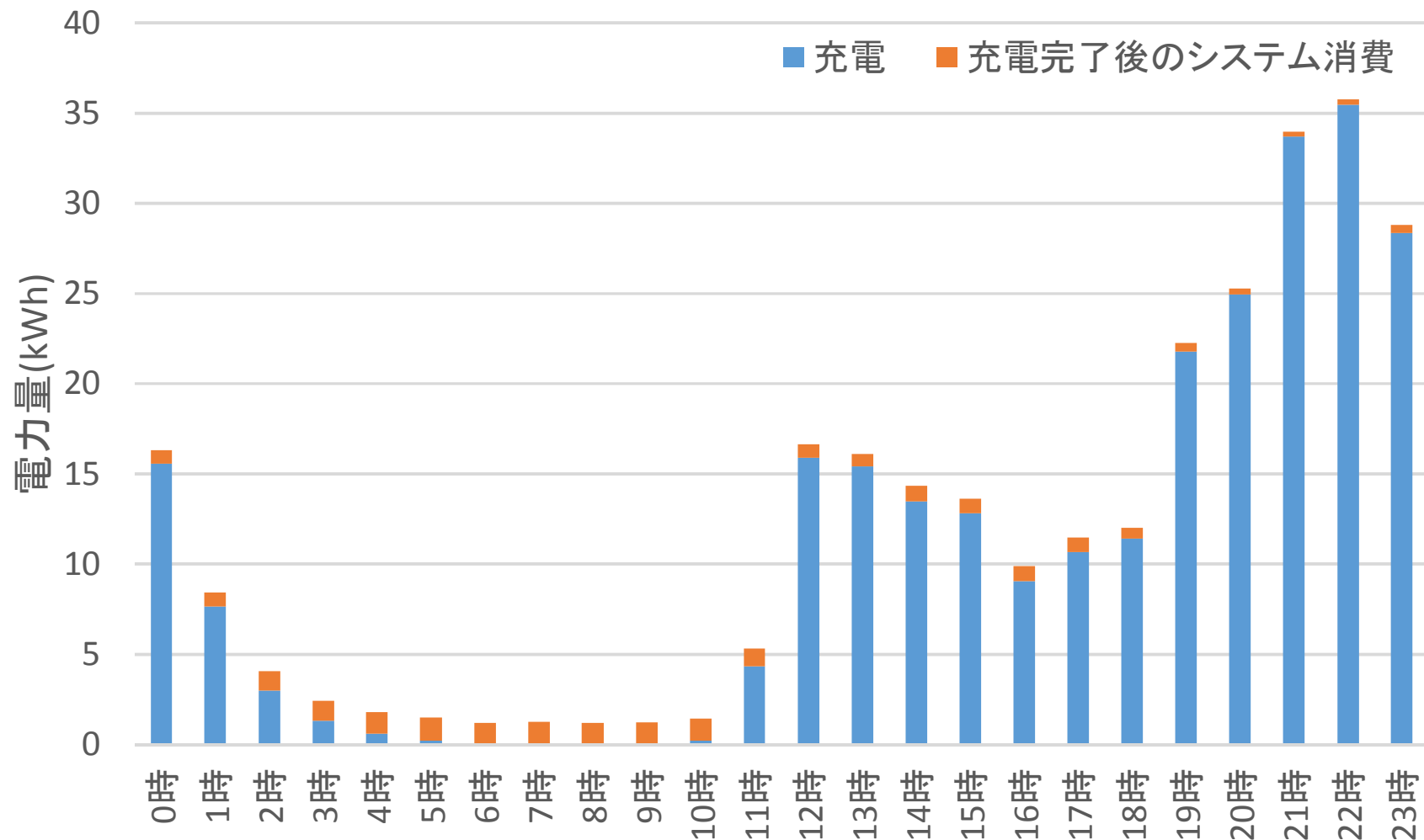
- ピザ配達での利用に代表される
- 拠点と様々な訪問先の往復を繰り返す

時間帯別の消費電力量(巡回型の例)



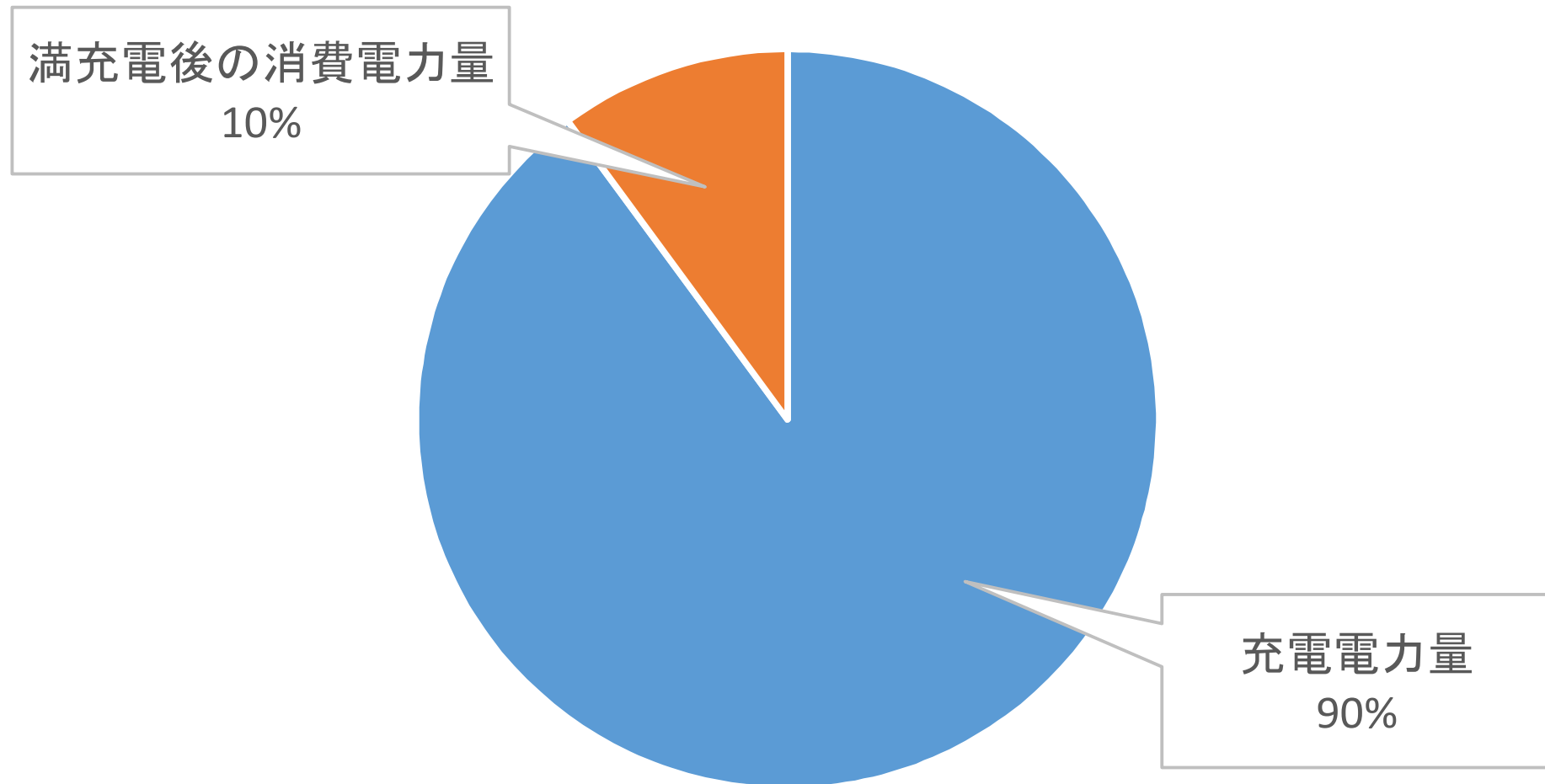
- 消費電力量のピークは17-18時台であり家庭の消費電力ピークと近い時間帯
- 充電コンセントは翌朝まで挿したままの状態
- 深夜の時間帯は充電完了後のシステム消費電力が多い
- タイマー等で充電時間帯を深夜にシフトし深夜電力活用の可能性あり

時間帯別の消費電力量(往復型の例)



- 消費電力量のピークは配達業務が集中する21-22時台
- 配達から戻ると次の配達に備えてすぐに充電を開始するため、営業時間帯(昼11時から夜22時)を通して充電電力が消費されている
- タイマー等で深夜電力の利用にシフトできる電力量は限定的と考えられる。

充電完了前後の消費電力量の割合



- 充電が完了した後も、全体の消費電力量の10%がECU稼働電力等で消費されている
- この無駄な消費電力をなくすことでさらに電力消費量や電費が10%改善できる

まとめ

本研究では、実際に利用されている37台の超小型EVについて、実電費や充電パターンを測定・分析し、次の結論を得た。

- 計測対象とした超小型EVの実電費は平均102Wh/km
- 軽自動車と比較して、59%～72%のCO₂削減
- 三輪スクーターと比較して、18%～44%のCO₂削減
- 利用・充電パターンは、飲料配達や訪問看護での利用に代表される巡回型と、ピザ配達での利用に代表される往復型
- どちらのパターンでも、深夜電力はあまり活用できていない
- タイマー等を使って充電を深夜電力にシフトする場合、往復型よりも巡回型の方が向いている
- 充電完了後、車両ECU等が消費している電力をなくすだけで、さらに、10%程度の電費改善や電力消費量の削減が期待できる