

持続可能な社会におけるモビリティ・イノベーション

電気自動車へのワイヤレス走行中給電の研究と 日本初公道実証への挑戦

東京大学大学院 新領域創成科学研究科
教授 藤本 博志

略歴:

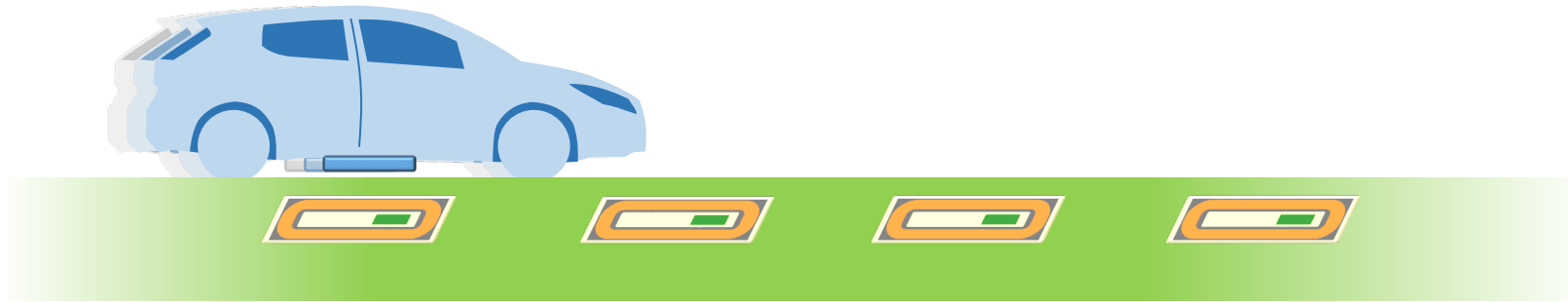
2001年東京大学大学院工学系研究科電気工学専攻博士課程修了。博士(工学)
長岡技術科学大学助手, 米国Purdue 大学客員研究員, 横浜国立大学講師, 准教授を経て, 2010年東京大学大学院准教授, 2021年同教授。

2001年および2013年 IEEE Trans. Industrial Electronics 最優秀論文賞,
2016年永守賞大賞, 2016年 IEEE Trans. Power Electronics 最優秀論文賞などを
受賞。2024年 IEEE Fellow。

2022年～2024年 自動車自動車技術会技術会議議長, 2025～同教育会議議長
2015年～2026年 IEEE/IES 理事, 2025～ EVAAP President

走行中給電

走っているクルマに電気を送ることができれば・・・



メリット

- ✓ バッテリー搭載量を少なくできる
- ✓ クルマは軽くなり、走るために**必要なエネルギーが減る**
- ✓ 車両コストが下がる

電気自動車がより便利で持続可能になる

世界のDWPTの実証実験状況



フランス, イタリア
FABRIC



韓国, UAE
WiPowerOne
(OLEV)



米国
ASPIRE



スペイン
VICTORIA



ドイツ, ベルギー
PRIMOVE



イスラエル, スウェーデン
Electreon

国際規格：
IEC63243等、
韓国、ドイツ等から提案が始
まっている。実証結果がない状
態だと議論をリードしづらい。

実証実験での後れを挽回することが重要

1.はじめに

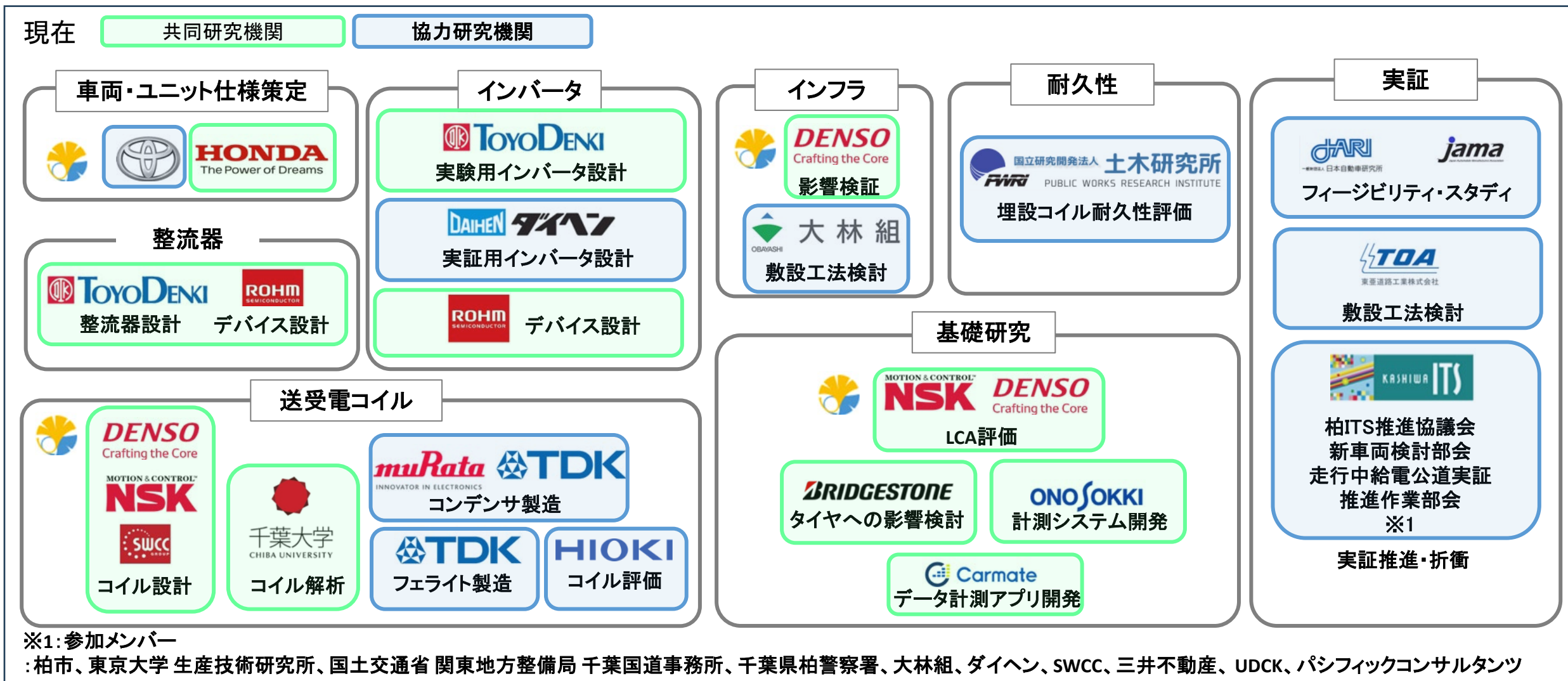
2.東京大学におけるDWPT公道実証

- i. プロジェクト全体像
- ii. 二酸化炭素排出削減量
- iii. 柏の葉公道実証の概要
- iv. DWPTシステム
- v. 安全安心
- vi. 公道実証の体制と内容

3.DWPTの新たな進捗



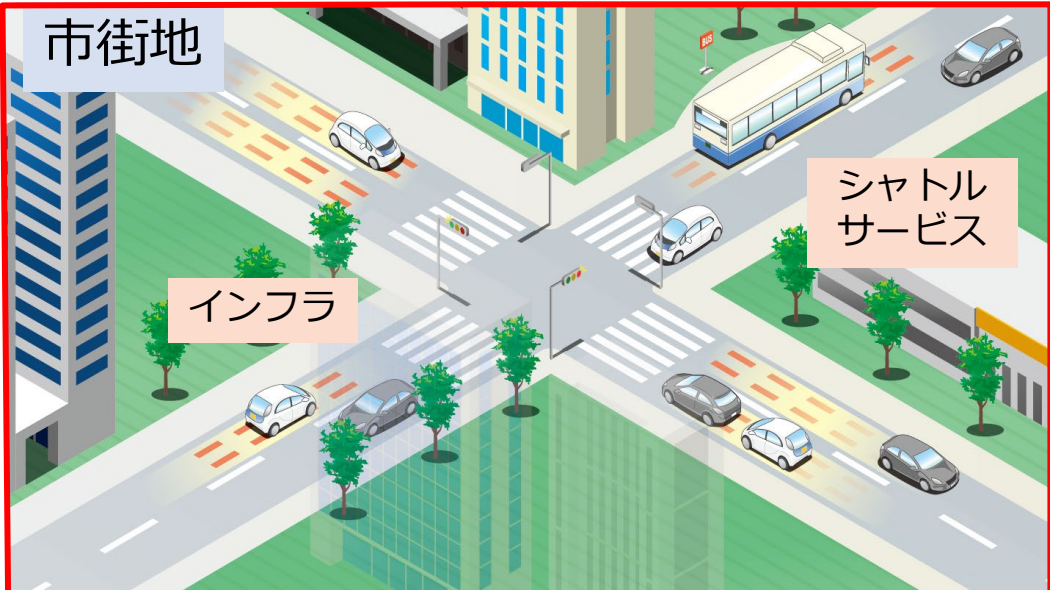
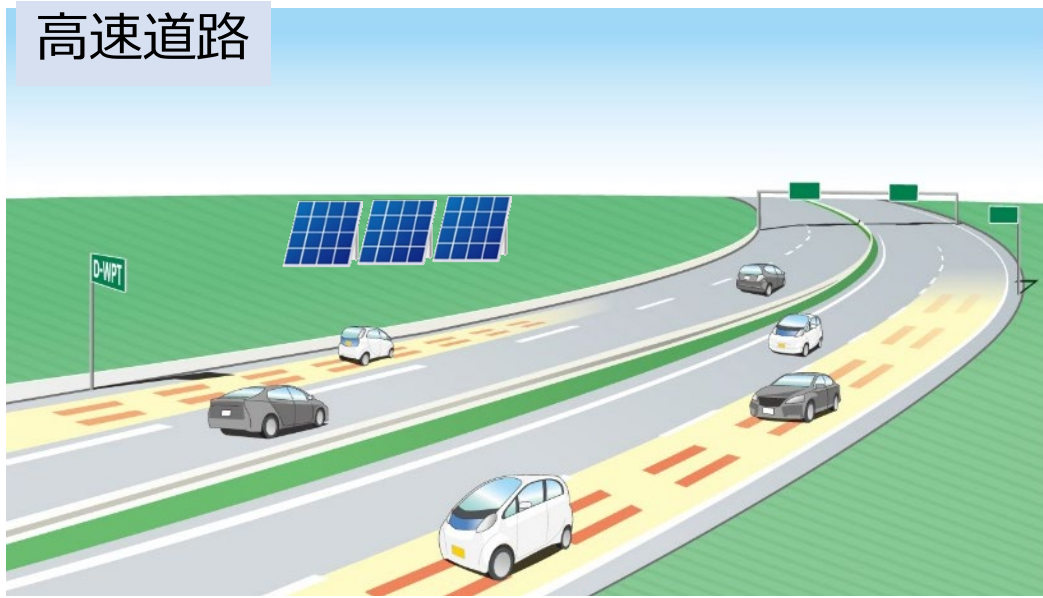
現在の研究体制



※1: 参加メンバー

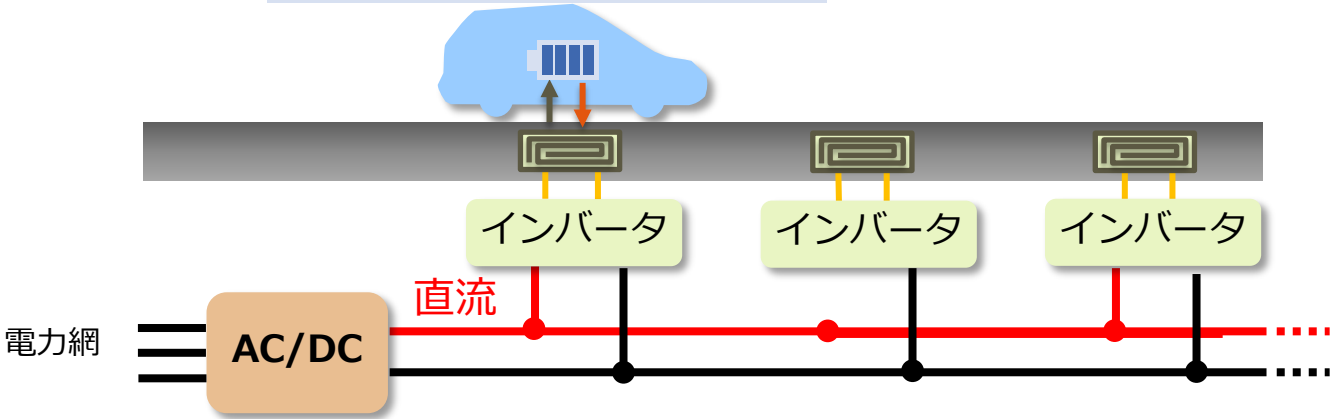
: 柏市、東京大学 生産技術研究所、国土交通省 関東地方整備局 千葉国道事務所、千葉県柏警察署、大林組、ダイヘン、SWCC、三井不動産、UDCK、パシフィックコンサルタンツ

目指す未来社会と実現するPOC



走行中給電システム

未来社会本格POC : 実証実験



提案する走行給電システムの特長



走行試験の様子



受電コイル

送電コイル

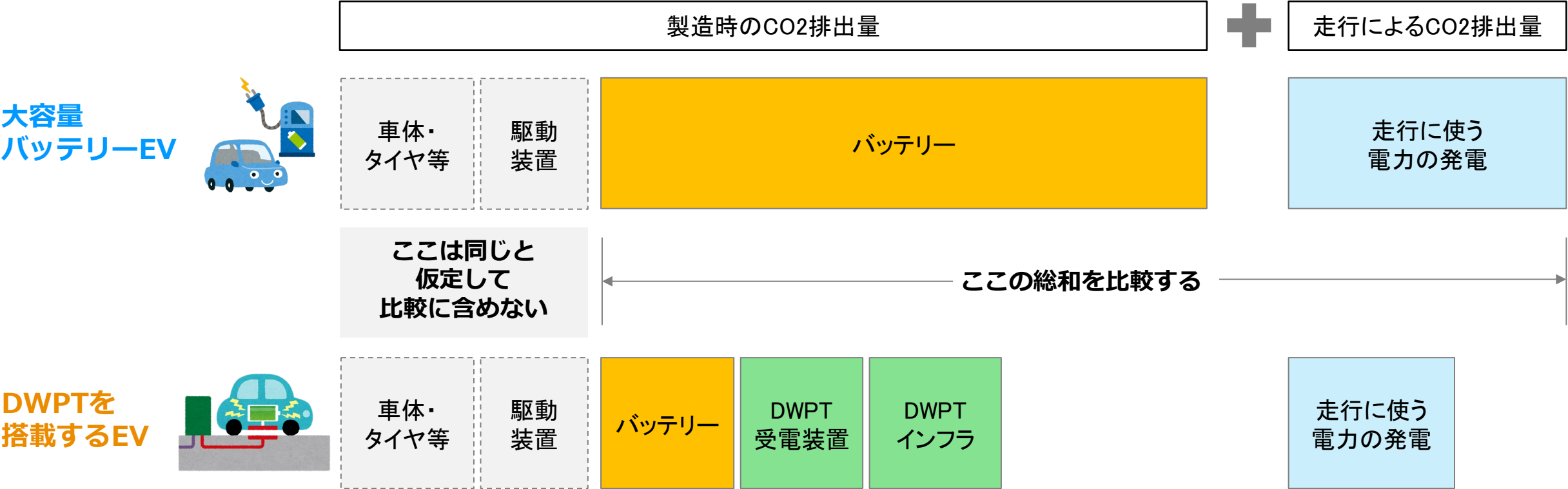
Rear View



探索期間：公道での実証に向けて学内で走行中給電の試験を実施

走行中給電による二酸化炭素排出量の低減

バッテリーを大量に搭載するEVと、DWPTにより最小限のバッテリーのみを搭載するEVについて、クルマ1台あたりのCO2排出量を比較
DWTPにおいては、インフラの製造によるCO2排出量をクルマ 1 台あたりに配分して計算



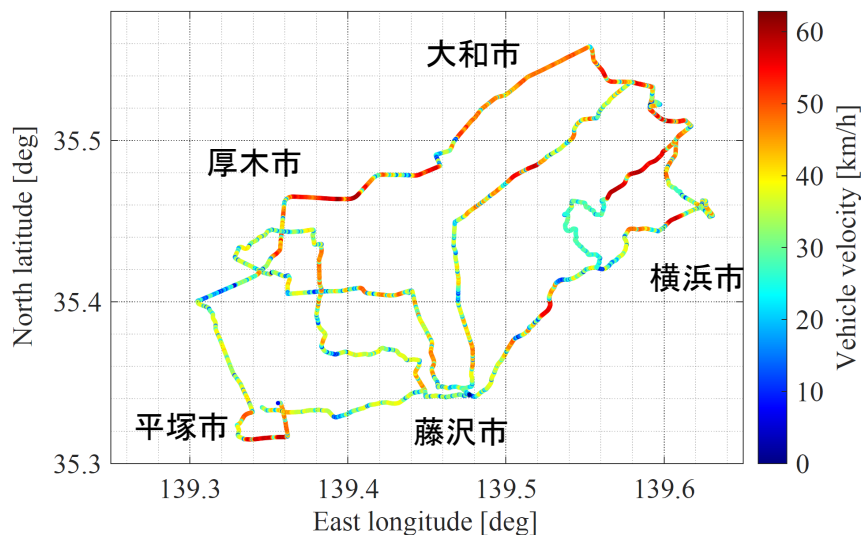
※ 日本全体のインフラをクルマ 1 台あたりに配分

バッテリー製造量と走行抵抗の軽減により、二酸化炭素排出量の低減を実現できる

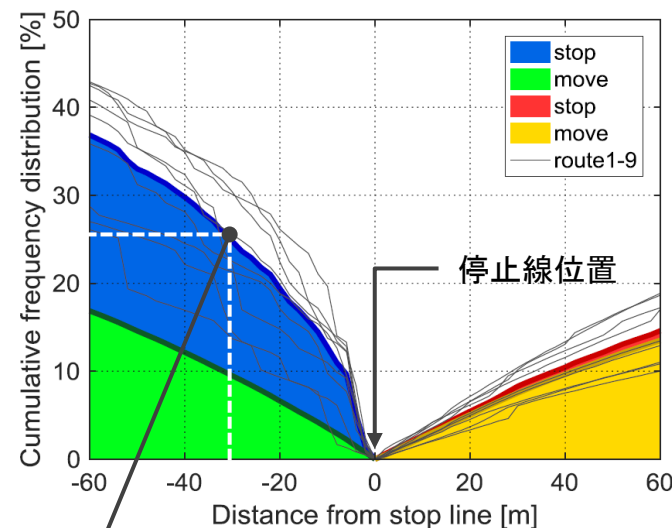
一般道における試算 (1)

一般道におけるDWPTインフラの設置数を試算するため、神奈川県内の一般道における実車走行データから、DWPTを設置する区間を信号機の停止線手前30mの区間と定めた。

実車での走行データ



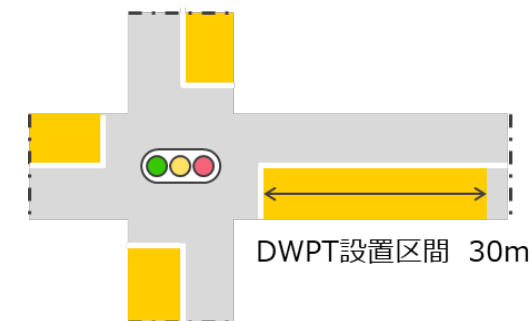
交差点付近の滞在時間



停止線の手前30mの範囲に、
走行時間の**25%**滞在

結論

日本の一般道路においては、
信号機の**停止線の手前30m**
の区間にDWPTを設置する
のが効果的である



一般道における試算 (2)

(続き) DWPT区間における平均受電電力を8kWに設定すると, DWPTのみでどこまでも走り続けることができるようになる. このとき, DWPTがない区間をバッテリーにより走行するために必要なバッテリー容量は8kWhと求められた.

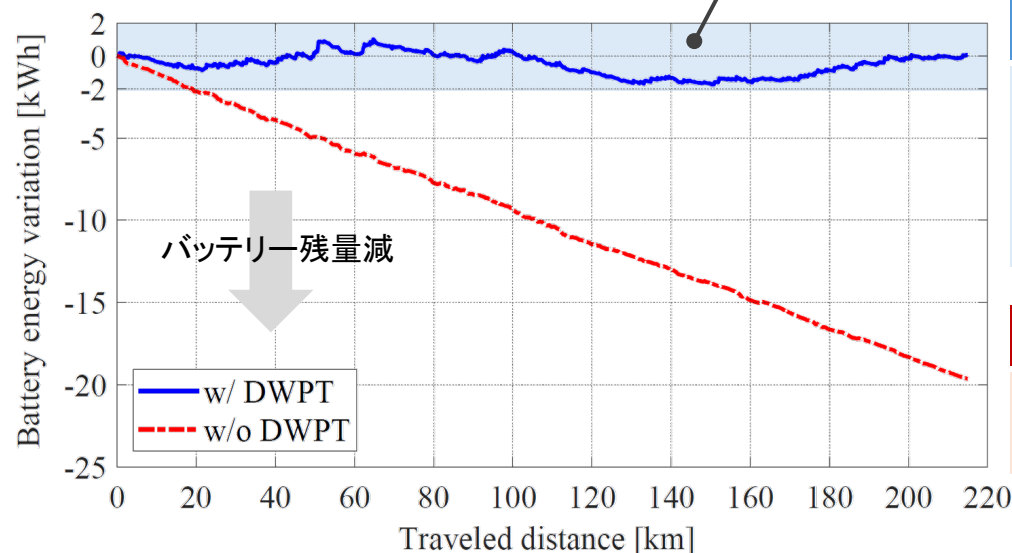


実走行の速度データを使って
バッテリー充電量の変化を
シミュレーション

必要最小限のバッテリー容量は4kWh

→ 倍の余裕を持たせて8kWhに設定した

DWPTあり において, 出発時からのバッテリー充電量の変化は ± 2 kWhの範囲に収まっている



DWPTあり

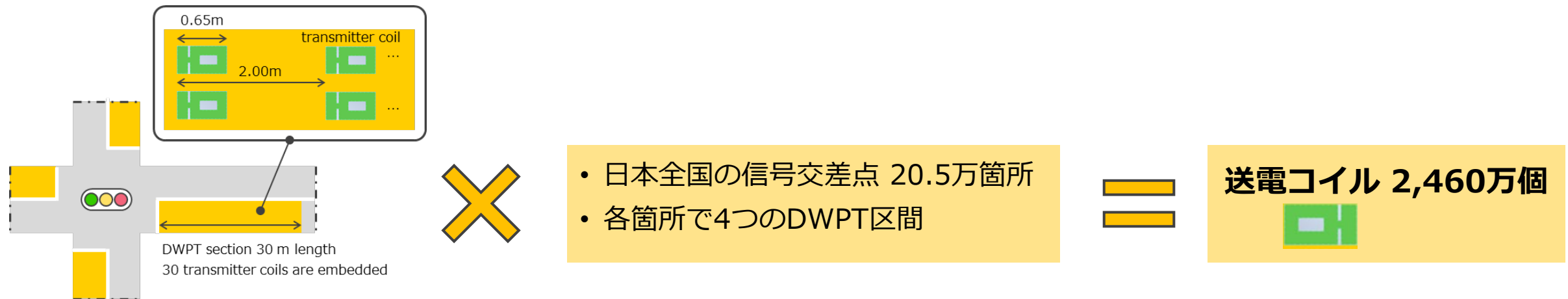
DWPT区間を通る毎に充電されるため, 200 km以上走っても充電量が出発前と変わらない

DWPTなし

走行に従ってバッテリー残量が減る

一般道における試算 (3)

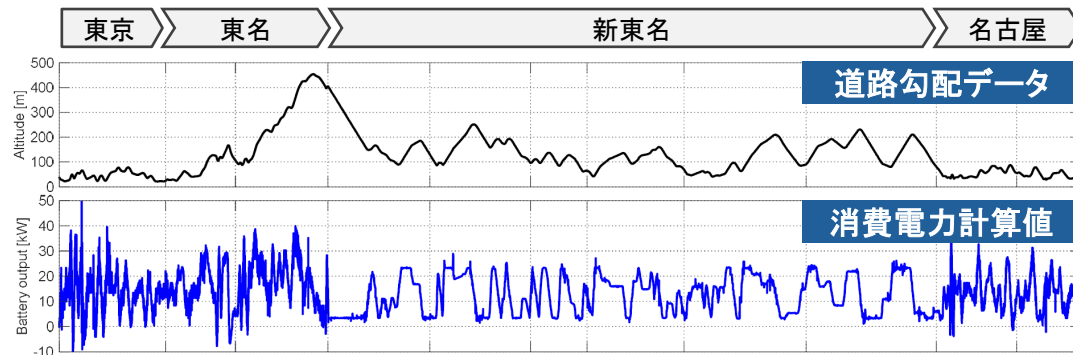
(続き) 当研究室で開発したDWPT装置の性能をもとに一般道DWPT区間の送電コイルの配置を定めた
ここから送電コイルの総数を計算した結果、日本全体で2,460万個が必要と求められた



- DWPT区間内の平均受電電力を8kWとするには
上図のようにコイルを配置すればよい
- このとき、各DWPT区間(30m)に必要な送電コイルは**30個**である

高速道路における試算(1)

高速道路におけるDWPTインフラの設置数を試算するため、道路勾配データを用いて消費電力をシミュレーションし、DWPT設置区間を設定する。



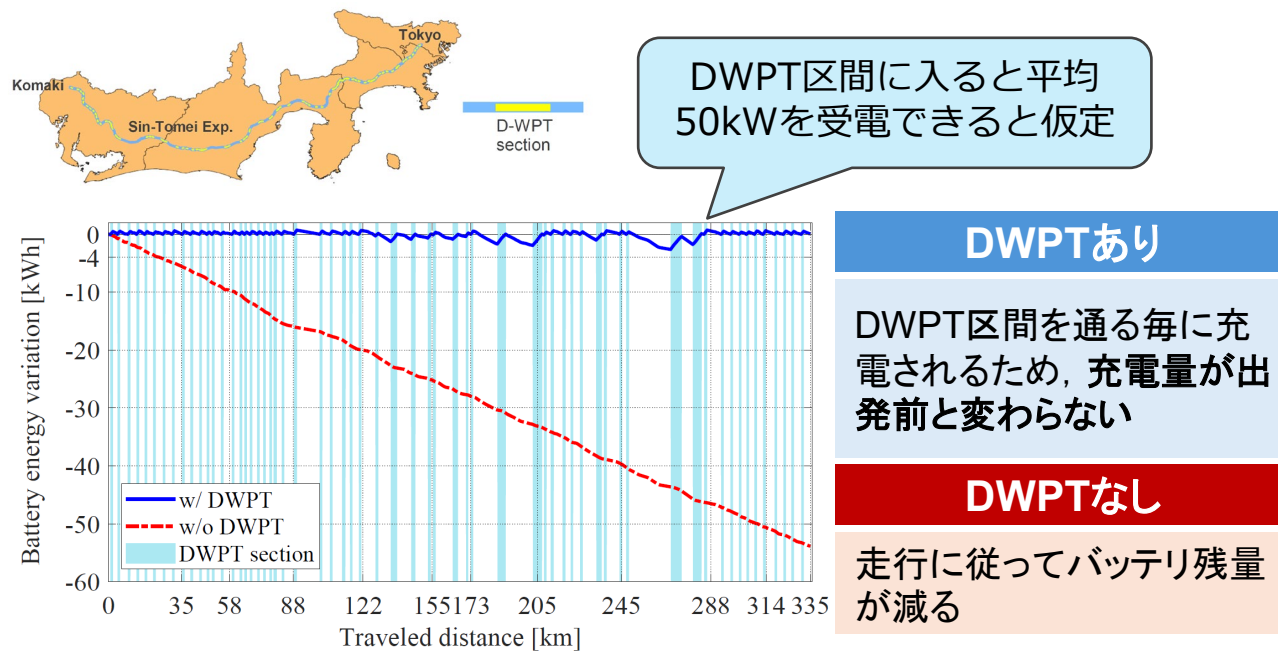
地図勾配データを用いて90km/h 定速度走行時の消費電力を計算



DWPT設置区間を設定

高速道路における試算 (2)

(続き) 高速道路におけるDWPTインフラの設置数を試算するため、道路勾配データを用いて消費電力をシミュレーションし、DWPT設置区間を設定する。



バッテリー充電量の変化をシミュレーション

路線長に対する
DWPT区間の
設置比率

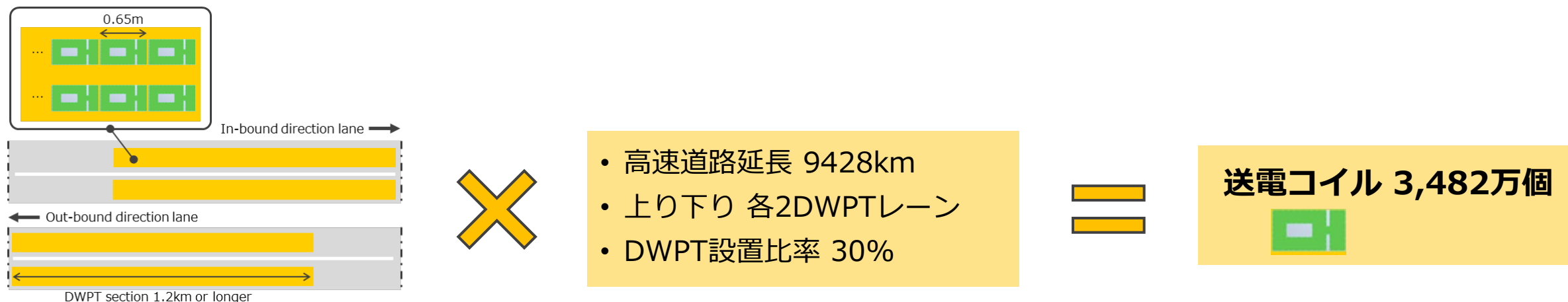
route name	length	DWPT ratio
TOMEI & SHIN-TOMEI	335.2 km	0.288
CHUO	342.7 km	0.291
KANETSU	245.8 km	0.289
KYUSHYU	345.6 km	0.287
MEISHIN	188.9 km	0.290
SANYO	417.6 km	0.284

東名・新東名
以外の路線でも
同様の計算を実施

高速道路におけるDWPT区間
設置比率は30%と設定した

高速道路における試算 (3)

(続き) 当研究室で開発したDWPT装置の性能をもとに高速道DWPT区間の送電コイルの配置を定めた
ここから送電コイルの総数を計算した結果、日本全体で3,482万個が必要と求められた



- DWPT区間内の平均受電電力を50kWとするには
上図のようにコイルを密に配置すればよい

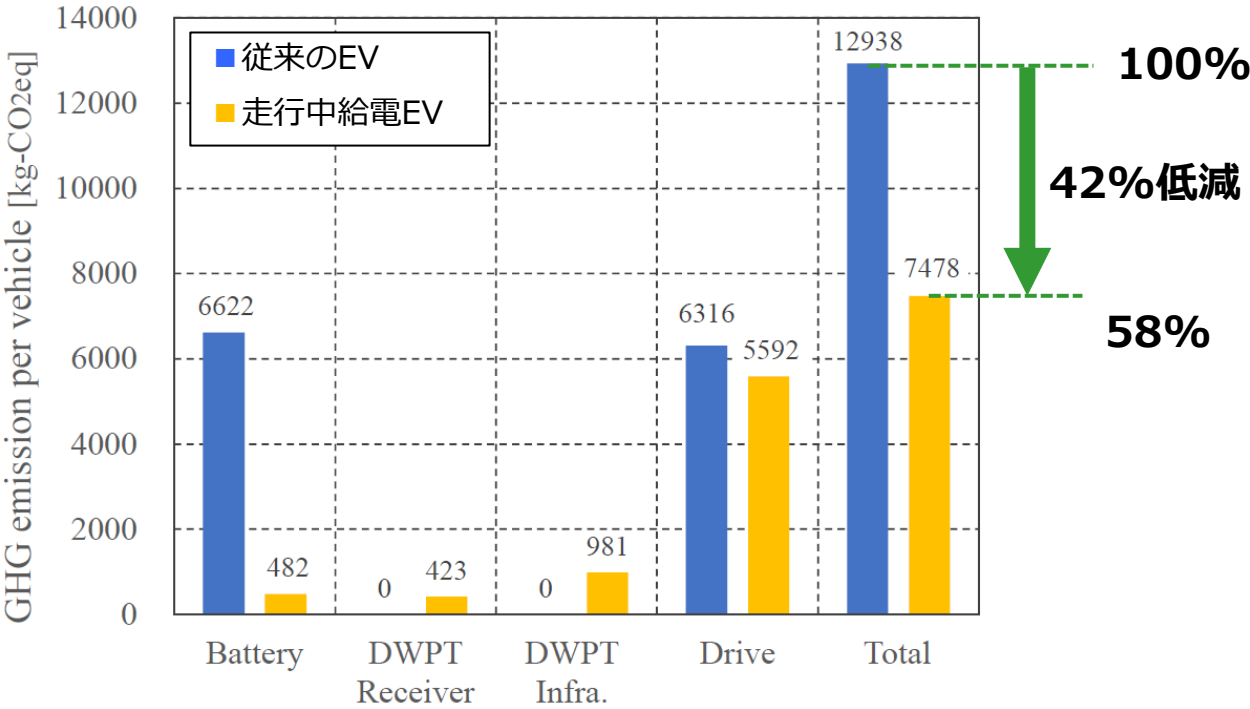
走行中給電による二酸化炭素排出量の低減

従来のEV 大容量バッテリーEV

容量	110 kWh
重量	800 kg
航続距離	730 km

走行中給電EV DWPTを搭載するEV

容量	8 kWh
重量	58 kg
航続距離	∞ km



出所 : Daisuke Gunji , Osamu Shimizu, Sakahisa Nagai, Toshiyuki Fujita, Hiroshi Fujimoto, "GHG Emission Evaluation of Passenger Electric Vehicle with Dynamic Wireless Power Transfer Considered with Infrastructure Manufacturing", IEEJ Transactions on Industry Applications Vol.144, doi: 10.1541/ieejias.144.1

バッテリー製造量と走行抵抗の軽減により、二酸化炭素排出量の低減を実現できる

1.はじめに

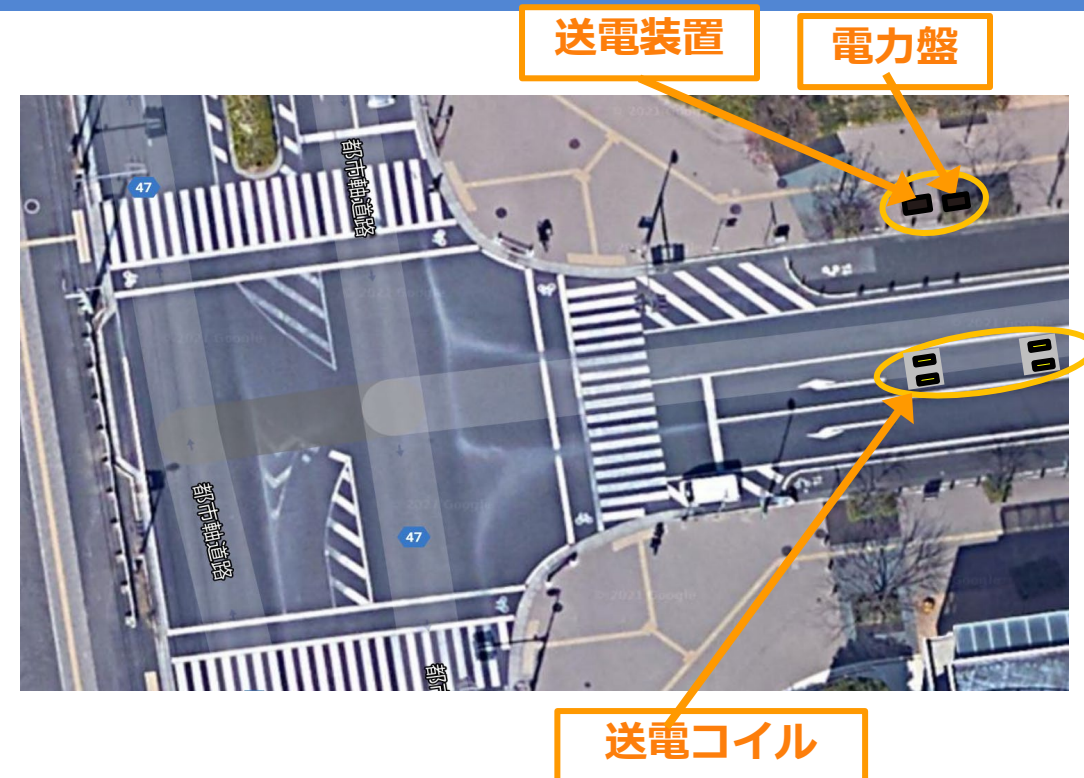
2.東京大学におけるDWPT公道実証

- i. プロジェクト全体像
- ii. 二酸化炭素排出削減量
- iii. 柏の葉公道実証の概要
- iv. DWPTシステム
- v. 安全安心
- vi. 公道実証の体制と内容

3.DWPTの新たな進捗

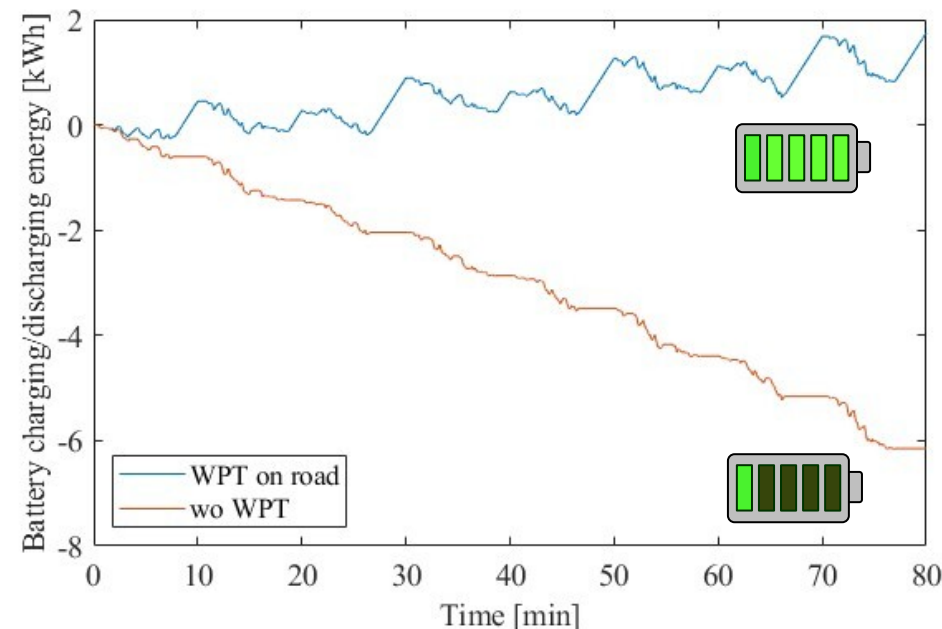
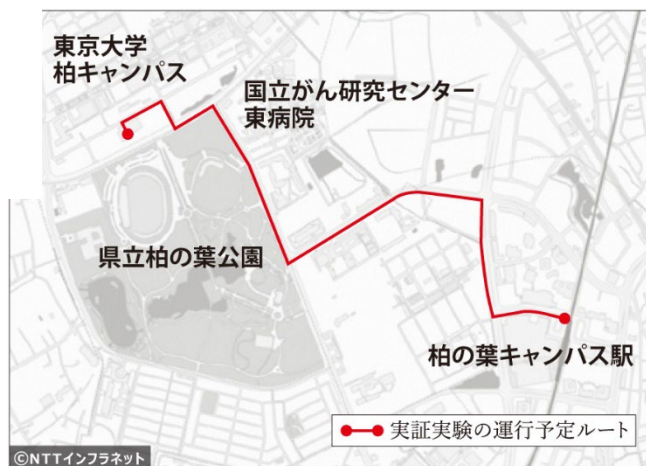
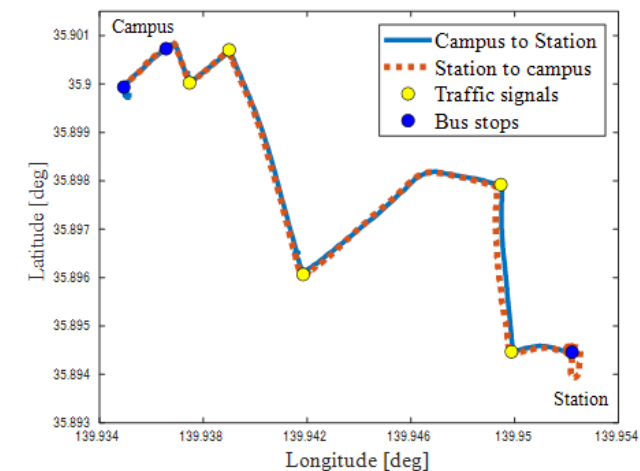
本格研究における実証試験

POC：走行中給電の実証実験の実施



柏の葉で走行中給電を活用した場合

柏の葉キャンパス駅から柏キャンパスの間のシャトルバス経路を対象に
実走行データを取得して、シミュレーションを実施



停留所だけではなく交差点でも給電することにより、
小さなバッテリーで無限に走行可能

実証実験で用いる技術のポイント

様々な車両に 使える受電システム

電力を適切に制御することで
EVにもPHEVにも
使用できる
受電システムを実現

標準化につながる 送電システム

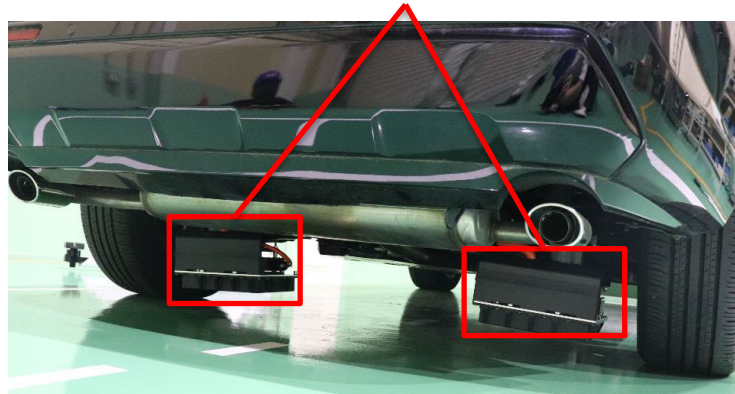
待機電力を極力小さくしながら
車両検知を短時間で行う、
新しい車両検知システムを実現
公道で検証することで、
走行中給電システムの
標準化に貢献

高耐久性 プレキャストコイル

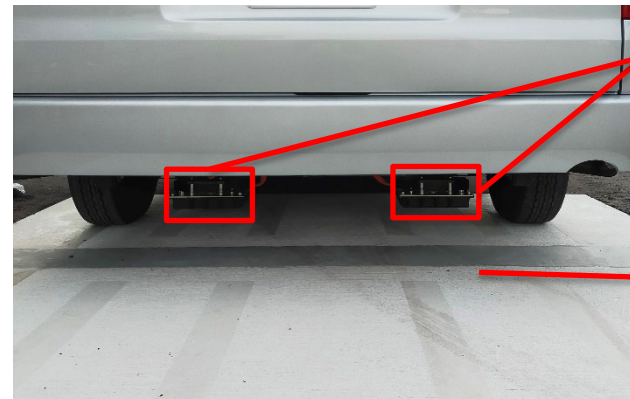
コイルと路面を一体化した
プレキャストコイルで
公道実証実験に耐えうる
高耐久性な路面を実現

車載システム

- 公道走行可能かつ25kW対応可能な走行中給電システム搭載車を2台開発
 - 市販車をベース車両として活用
 - 車両側の電力制御を活用し、高SOCでも受電可能

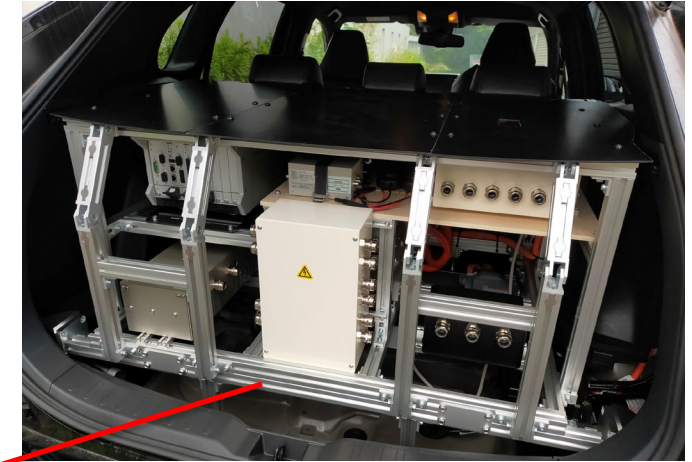


受電コイル部

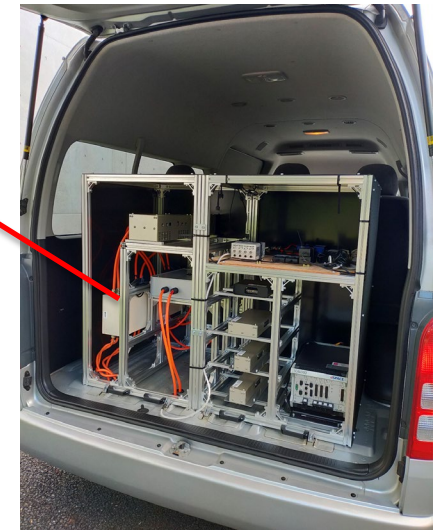


受電コイル部

プレキャスト
コイル



計測・制御装置

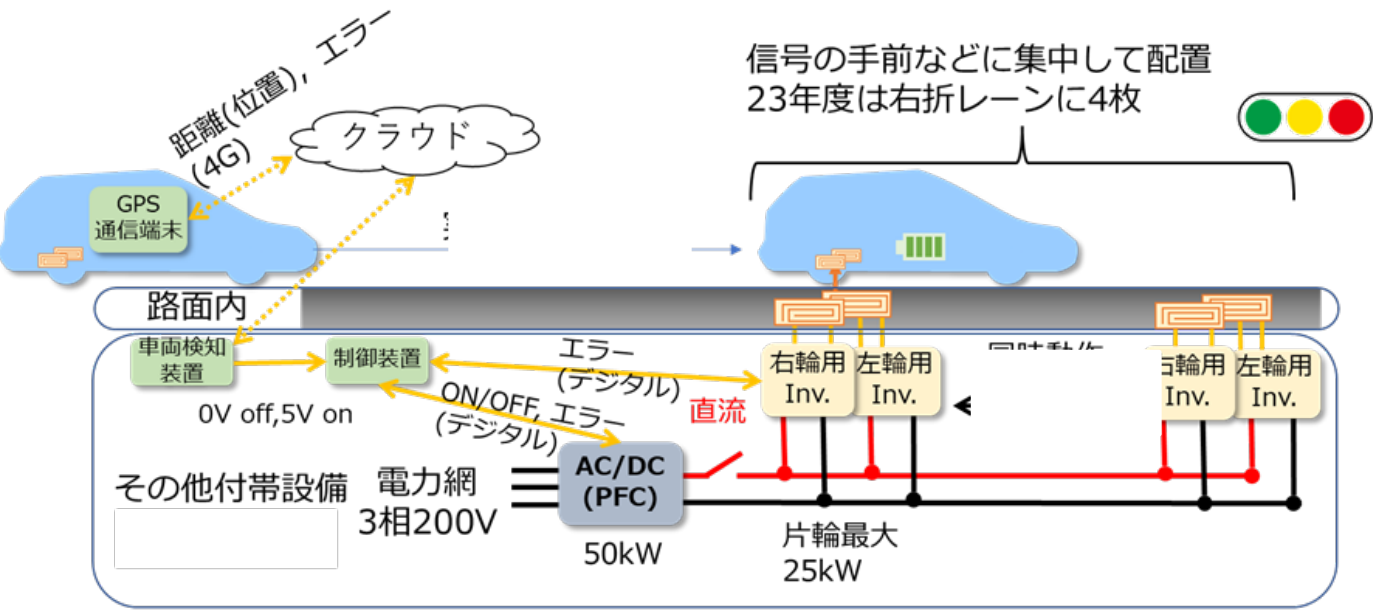


車両電力制御に関する研究:

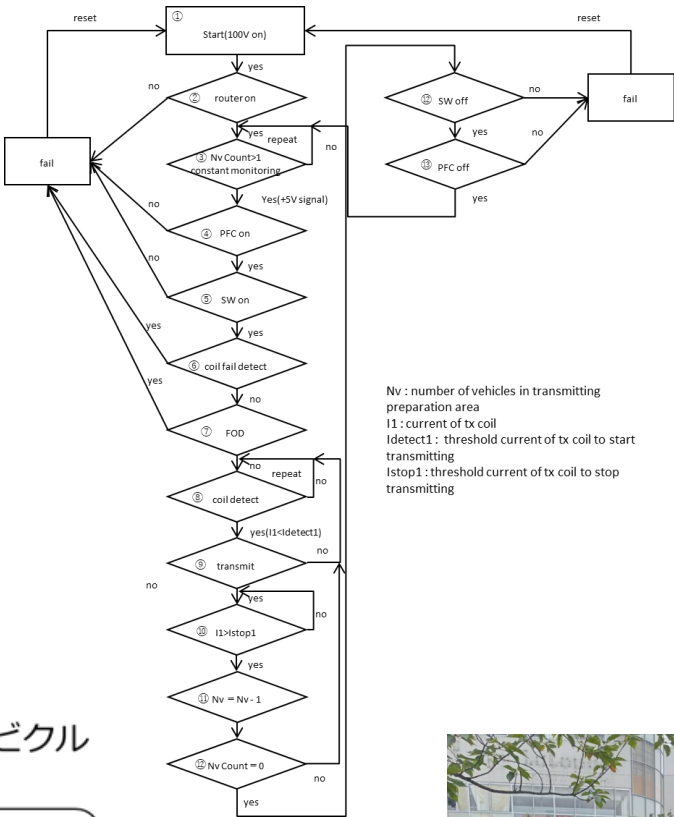
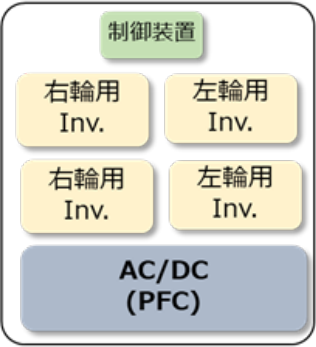
Motoki Sato, Gaku Yamamoto, Daisuke Gunji, Takehiro Imura, and Hiroshi Fujimoto,
"Development of Wireless In-Wheel Motor using Magnetic Resonance Coupling", IEEE Transactions on Power Electronics, pp. 5270-5278
2017 IEEE Power Electronics Transactions First Prize Paper Awardを受賞

送電システム構成

- 遠距離の車両検知は4Gを活用
- 近距離の車両検知は送電コイルを活用



歩道脇キュービクル



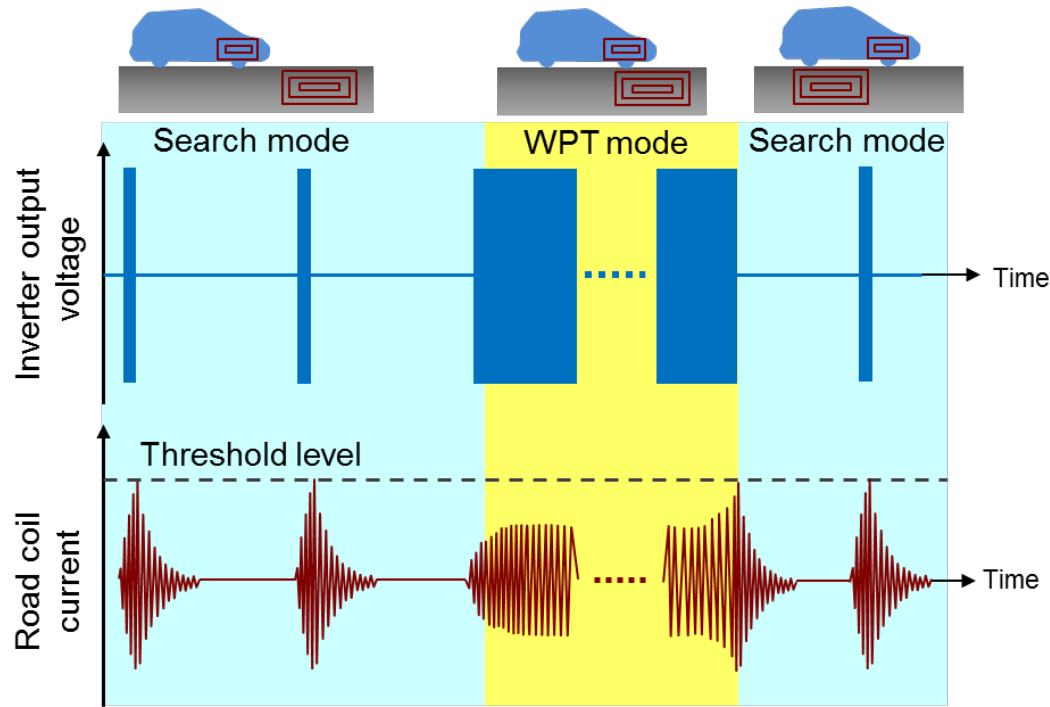
Nv : number of vehicles in transmitting preparation area
I1 : current of tx coil
Idetect1 : threshold current of tx coil to start transmitting
Istop1 : threshold current of tx coil to stop transmitting



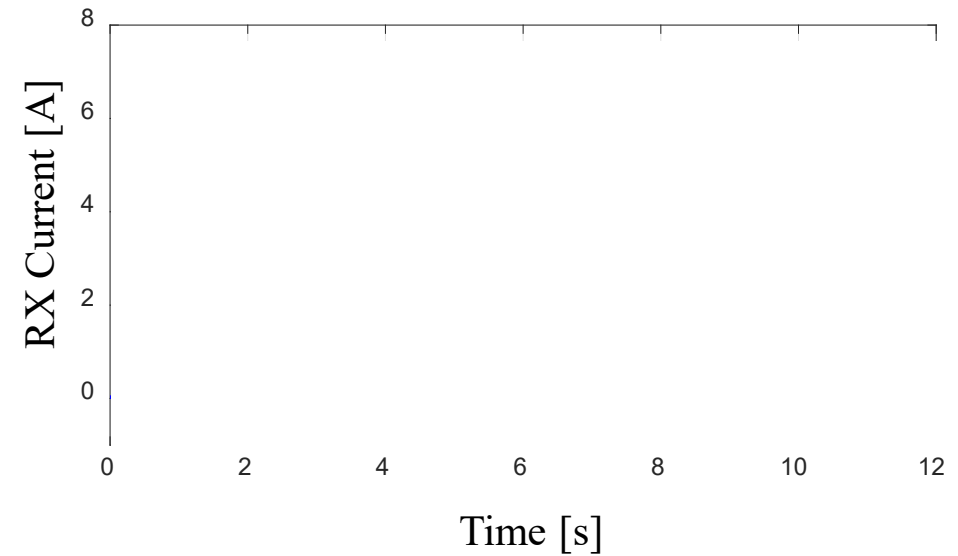
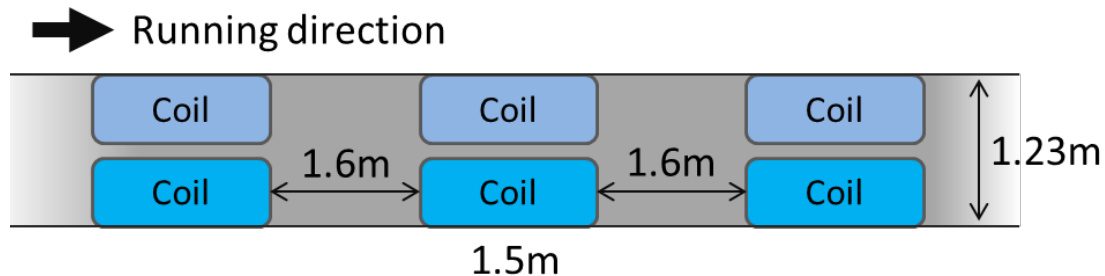
車両検知に関してはトヨタ・デンソー・東大より原案を国内WPT SWGへ提案し、日本提案としてJARIより Committee Draft案を提出済み。
現在IEC-TC69-PT63381-N0033_draft proposal (based on JARI proposal)として正式文書として展開している。

受電コイル検知と送電電流制御

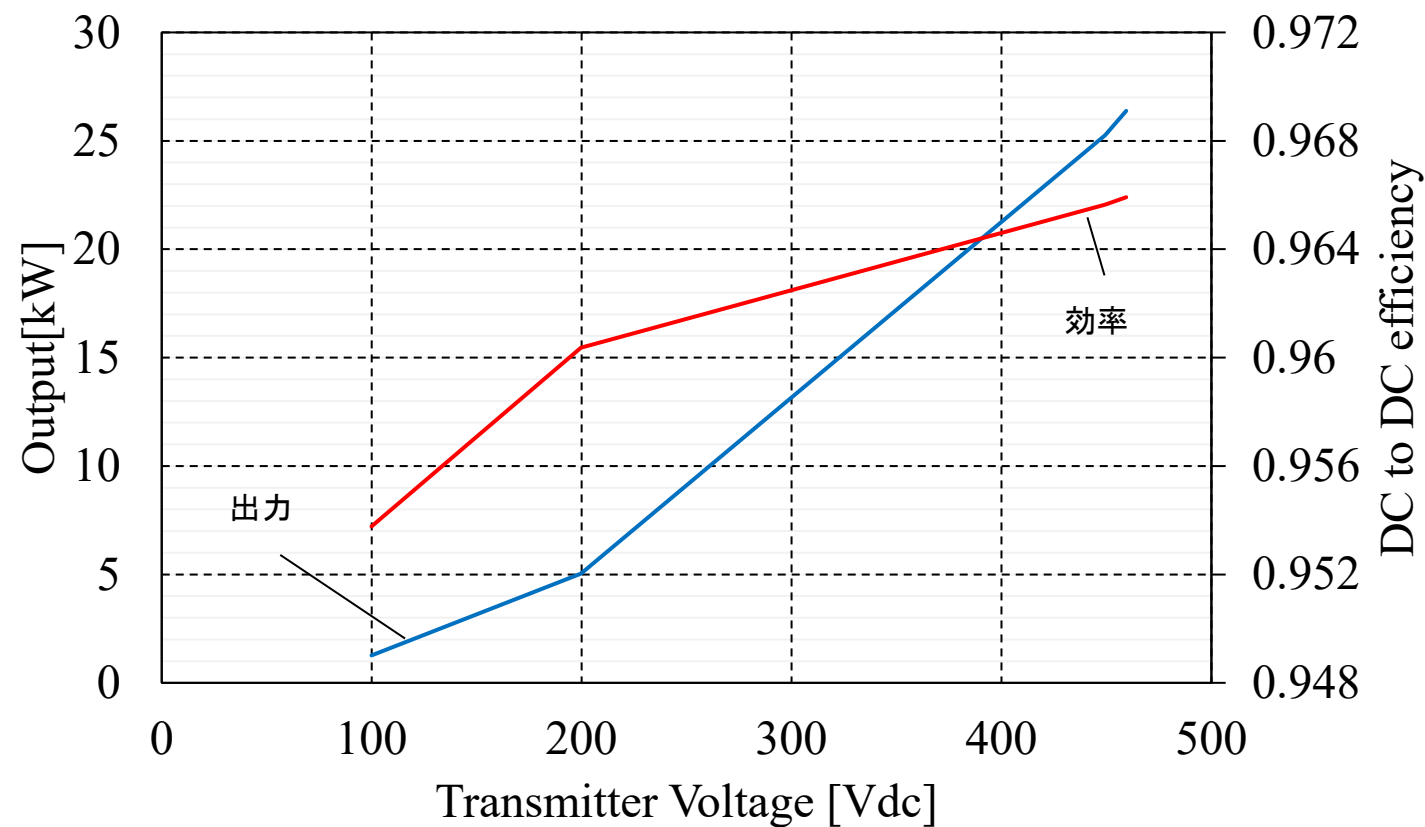
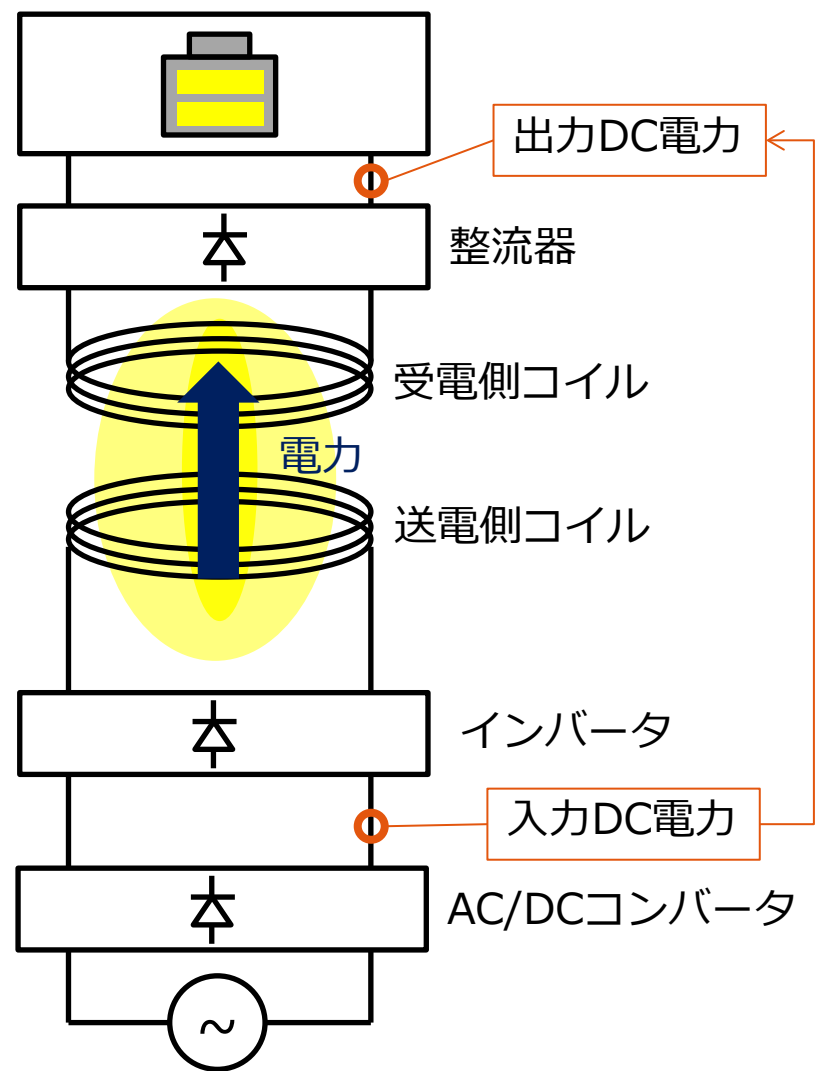
85kHzに共振する受電コイルを検知し高速に送電電流を制御



Coil allocation

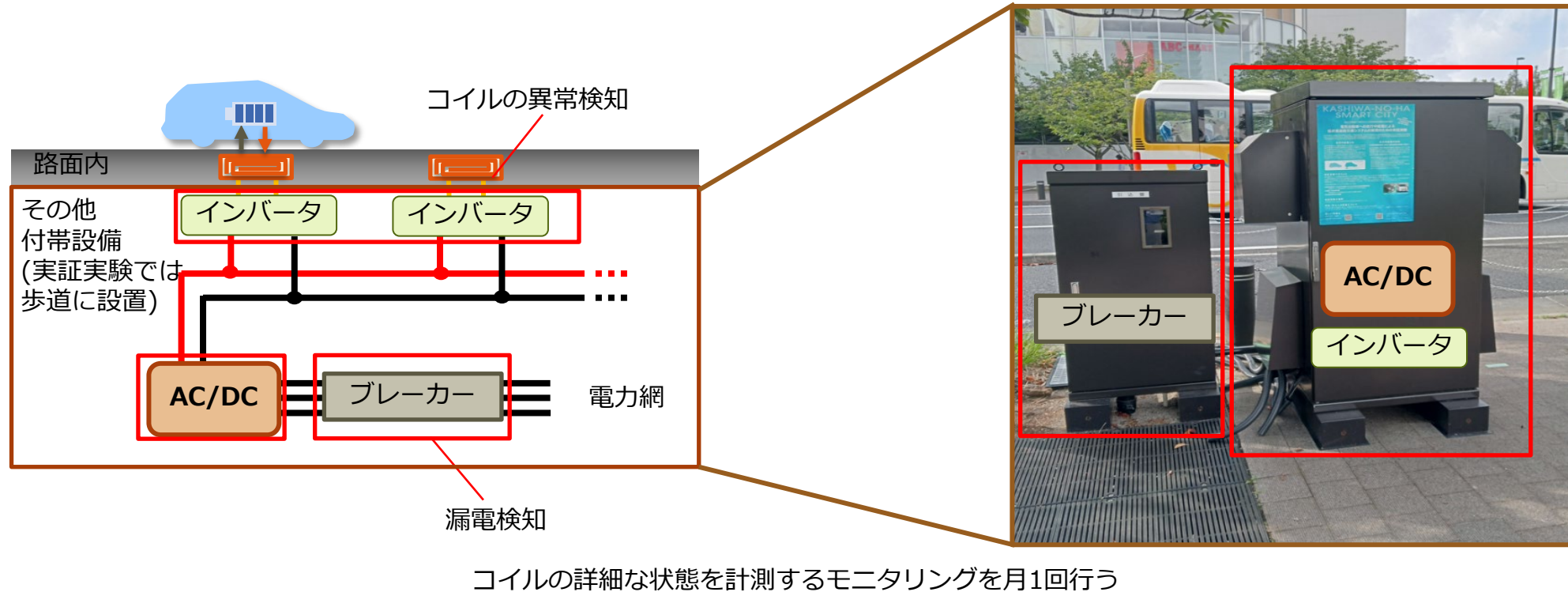


電力伝送実験結果



ベンチ上にて25kWの出力, 96.4%以上の電力伝送効率(DCtoDC)を達成

漏電等の電氣的安全対策



他の機器・人の健康に磁界の影響を与えない電磁的安全

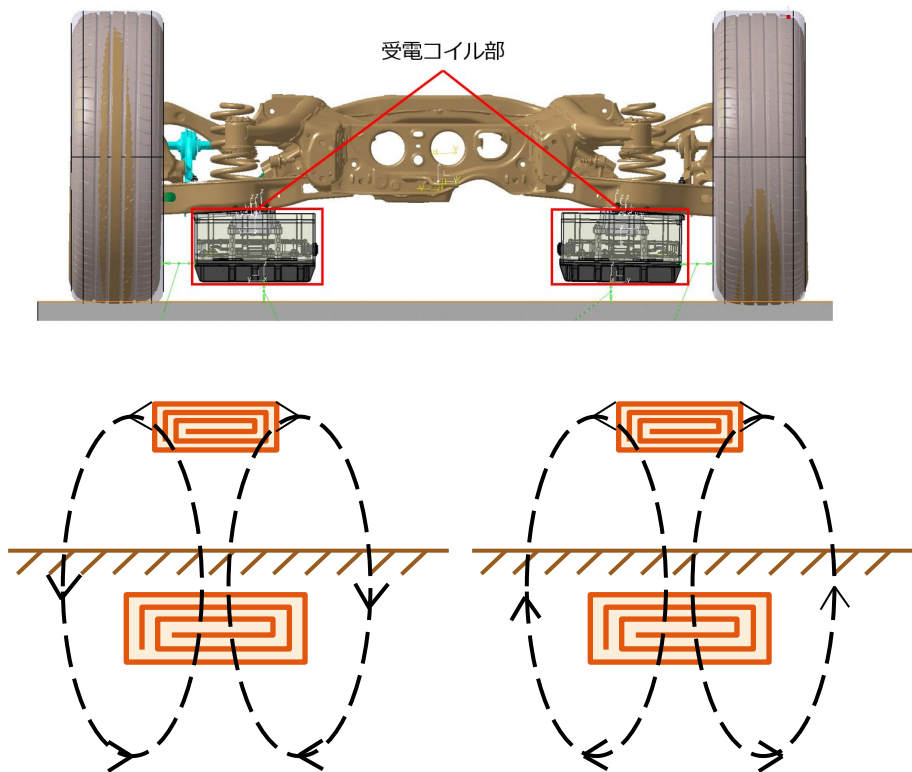
ほかの機器への影響の確認

- 総務省へ高周波設備申請を提出・承認済み

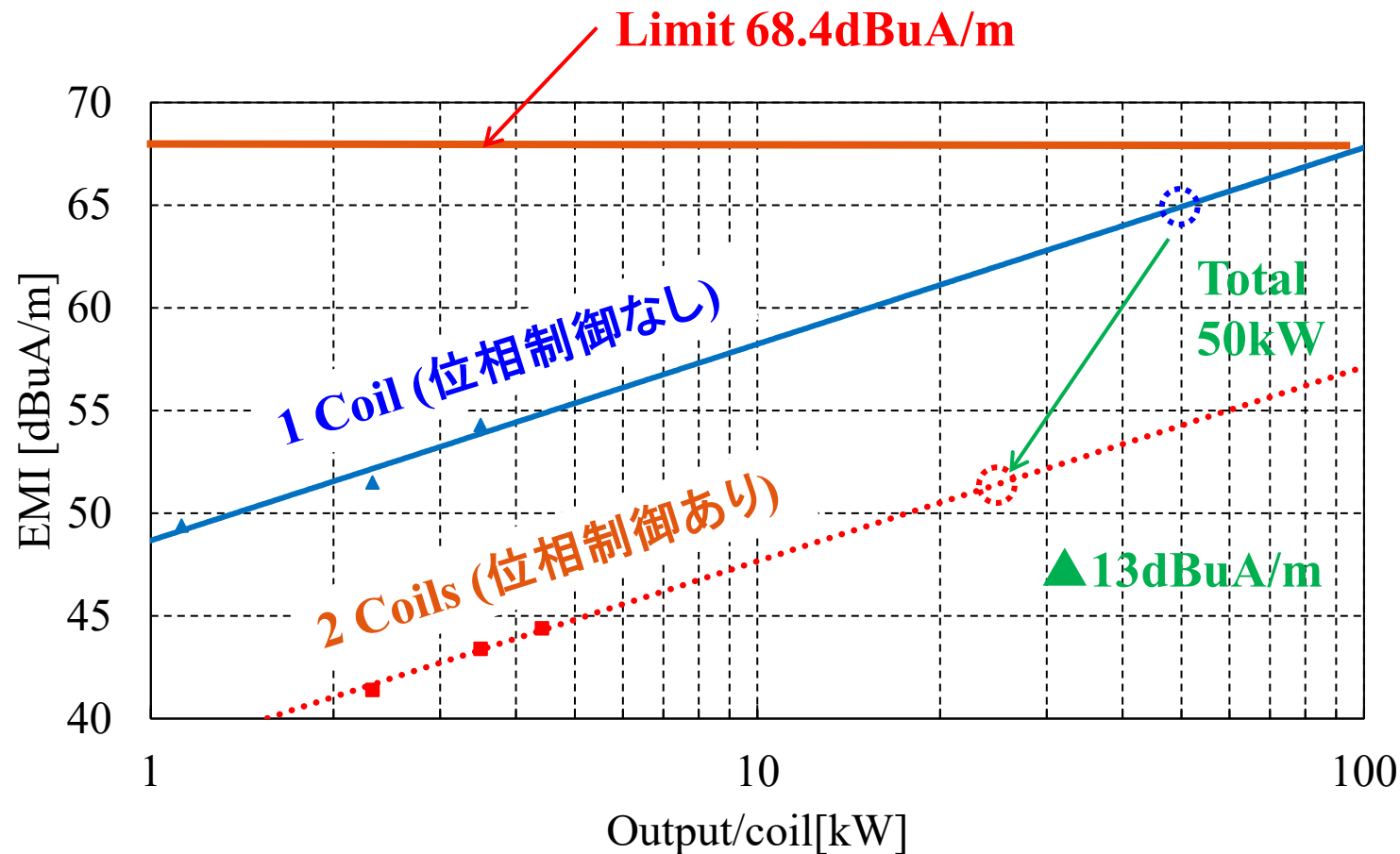
人の健康への影響の確認

- ICNIRP(磁界が健康へ与える影響に関するガイドライン)の定める値を大幅に下回る数値になることを確認

低ノイズなコイル構造と位相制御



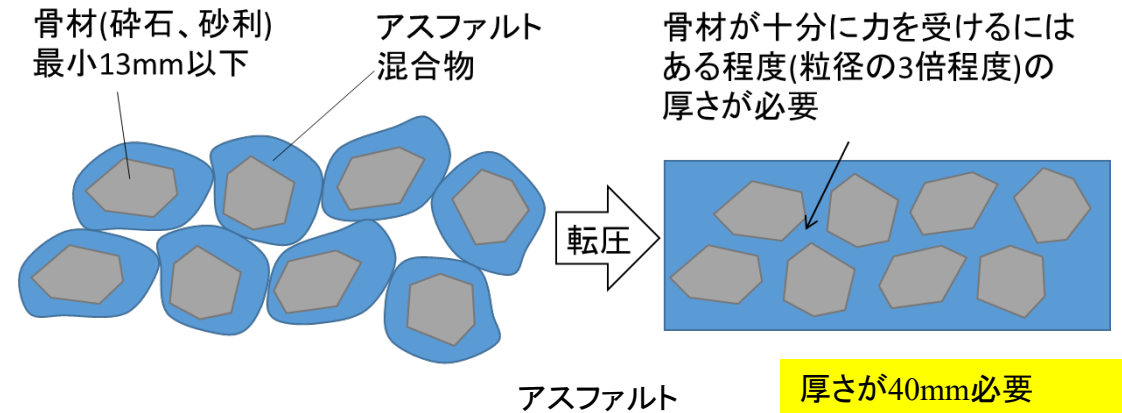
位相制御でノイズキャンセルを実現



2コイルによる位相制御でノイズが大きく低減

送電コイル一体型路面

- HPFRCC(High Performance Fiber Reinforced Cement Composite)を活用した路面
- コイル至近に鉄筋を使わずに薄層埋設が可能



セメント粒径10 μ m程度
HPFRCC繊維太さ1mm程度

薄くても強度が発現する

コンクリート

厚さ25mmで良い

送電コイルを埋設した路面に関する研究:
清水修, 藤本博志, 角谷勇人, 佐藤正憲:「走行中給電システムの路面への敷設と課題」第34回日本道路会議
本発表で優秀発表賞 受賞

土木研究所での路面耐久性評価

- 軸重11tの自動運転走行車にて載荷走行
- 年間で計40万輪分の試験を行う
 - 柏の葉実証では10万輪分の耐久性があれば十分



路面変位

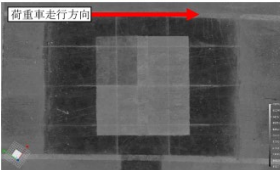


図-4.2.6 TLS 計測点群 (初期段階)

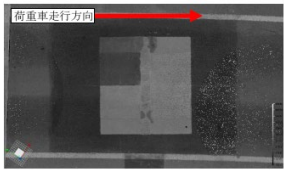


図-4.2.7 TLS 計測点群 (10万輪後)

機械的検証

滑り摩擦

種別		測点	BPN	
			初期	10万輪
輪跡部	DRY	No.1	104	93
		No.2	105	95
	平均値		105	94
	WET	No.1	89	74
		No.2	96	70
	平均値		93	72
非輪跡部	DRY	No.3	84	85
		No.4	74	73
	平均値		79	79
	WET	No.3	77	70
		No.4	67	68
	平均値		72	69

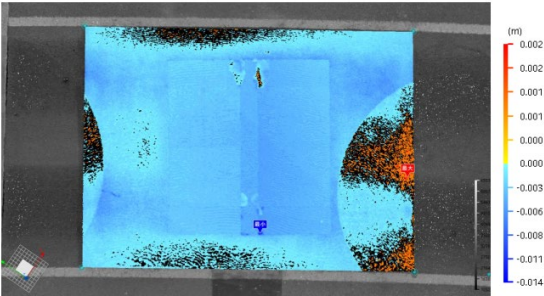
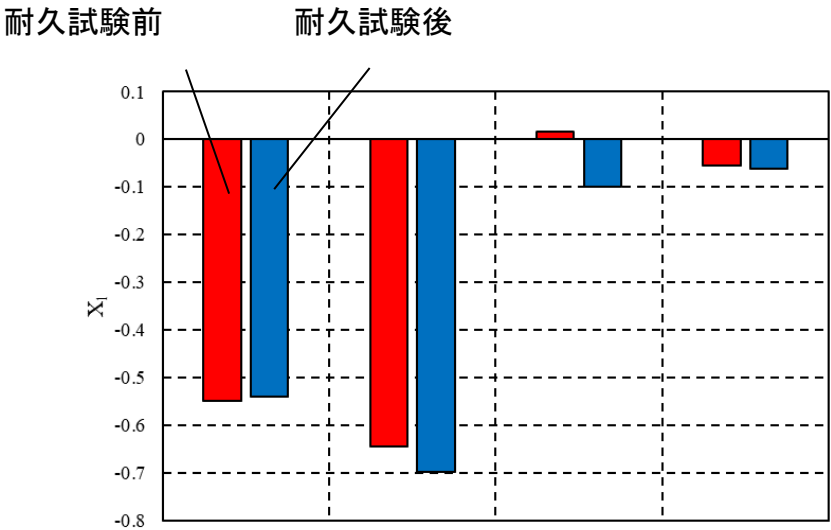
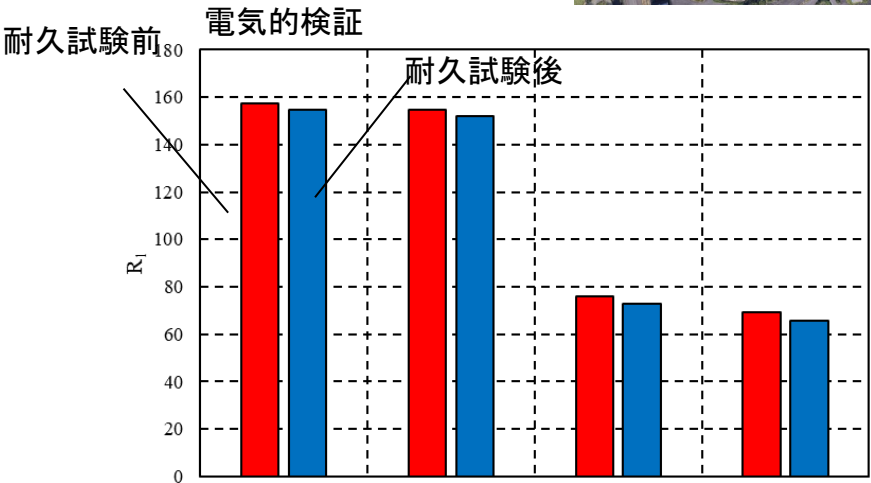


図-4.2.8 初期-10万輪メッシュ比較結果 (メッシュサイズ 1cm)

異常な変異はなく、
路面として公道で使用に耐える

BPN60以上のため、問題なし





KASHIWA

ITS



未来社会創造事業
藤本グループ

柏地区における自動運転・走行中給電技術の研究開発ロードマップ

技術
レベル

スマートシティ

カーボンニュートラルに
向けたMaaS,
再生エネとの連携



自動運転技術・
サービスの開発

レベル4(特定自動
運行)に向けた
事業化メド付け

柏の葉モデルの
他地域展開

レベル4(特定自動運行)
に向けた
部分実証・公道実証

柏の葉シャトルバスの
自動運転化、
走行中給電化

走行中給電
本格事業化

レベル2自動運転での
長期実証運行

走行中給電
公道実証
(サービス)

サービスシステム開発

走行中給電技術・
サービスの開発

走行中給電の
公道実証
(基礎技術)

信頼・耐久性開発(車両・路面)

安全性・互換性(規格化)

基礎技術開発(性能)

2020

2023

2025

2030

2035

2022.7版

まとめ

- 走行中給電の導入により車両に搭載するバッテリーを減らすことができ、
発送電から走行、製造に係る温室効果ガスを減らすことができる
- 走行中給電の早期実現のために実証試験に向けた研究開発を進めて公道実証を実施中
- 多くのプロジェクト協力者と共に、車両側システム・路面側システムの
双方の構築を行っている

