

未来社会創造事業 探索加速型
「地球規模課題である低炭素社会の実現」領域
終了報告書(探索研究)

令和2年度
終了報告書

平成29年度採択研究開発代表者

[研究開発代表者名：藤本 博志]

[東京大学 大学院新領域創成科学研究科・教授]

[研究開発課題名：電気自動車への走行中直接給電が拓く未来社会]

実施期間：平成29年11月1日～令和3年5月31日

§ 1. 研究実施体制

(1)「全体統括・推進」グループ(東京大学)

- ① 研究開発代表者:藤本博志 (東京大学新領域創成科学研究科、准教授)
- ② 研究項目
 - ・W-IWM(ワイヤレスインホイールモータ)システム開発
 - ・W-IWM のモータ設計
 - ・W-IWM のコイル設計
 - ・W-IWM 評価用車両開発
 - ・走行中給電設備開発

以下、共同研究グループ

(2)「機械設計」グループ(日本精工)

- ① 主たる共同研究者:郡司大輔(日本精工、係長)
- ② 研究項目
 - ・実験装置の開発
 - ・W-IWM の機械設計及び製造

(3)「基礎研究」グループ(ブリヂストン)

- ① 主たる共同研究者:若尾泰通 (ブリヂストン、上席主幹研究員)
- ② 研究項目
 - ・ワイヤレス電力電送がタイヤに及ぼす影響の検証

(4)「電気設計」グループ(東洋電機製造)

- ① 主たる共同研究者:大森洋一(東洋電機製造、副所長)
- ② 研究項目
 - ・W-IWM のインバータ設計及び製造
 - ・W-IWM のコンバータ設計及び製造

(5)「新給電システム研究」グループ(デンソー)

- ① 主たる共同研究者:角谷勇人(デンソー、担当係長)
- ② 研究項目
 - ・新たな給電システムの技術検討

(6)「デバイス研究」グループ(ローム)

- ① 主たる共同研究者:大塚拓一(ローム、グループリーダー)
- ② 研究項目
 - ・デバイス設計及び製造

(7)「計測システム研究」グループ(小野測器)

- ① 主たる共同研究者:佐藤宏治(小野測器、技師長)
- ② 研究項目
 - ・ワイヤレスインホイールモータの計測システム研究

以下、協力研究グループ

(8)「磁石開発」グループ(TDK)

- ① 研究項目

- ・W-IWM 用磁石製造
- (9)「冷却系開発」グループ (TRAD)
 - ① 研究項目
 - ・W-IWM 用冷却系部品設計
- (10)「基礎研究」グループ (日本電産)
 - ① 研究項目
 - ・W-IWM システムの評価
- (11)「アプリ開発」グループ (カーメイト)
 - ① 研究項目
 - ・W-IWM システムの電力監視アプリ開発
- (12)「ホイール材料研究」グループ (東レ・カーボンマジック)
 - ① 研究項目
 - ・WPT がホイール材料に与える影響検証
- (13)「コンデンサ開発」グループ (村田製作所)
 - ① 研究項目
 - ・WPT 共振用コンデンサの開発

§ 2. 研究実施の概要

本研究は走行中給電を電気自動車に適用することによって、航続距離が短いという電気自動車の性能的課題を根本的に解決し、電気自動車の普及促進を目的としている。さらに同時に電気自動車の走行に係るエネルギーを削減することで、発電による二酸化炭素排出量を削減できる。

本研究では上記の実証のために第 3 世代ワイヤレスインホイールモータ(3rd generation wireless in-wheel motor: W-IWM3)のユニット開発及び、評価用車両開発を行い、定量的評価を行った。

SiC パワーデバイスを新規開発することにより、パワーデバイスの従来比容量 80%削減を実現し、大幅な小型化ができたため、整流回路、インバータ制御回路を一体化した基板に実装することができた。結果として整流回路、インバータ、制御回路、モータ、冷却系の受電から駆動に係るすべての部品をホイール内に納めることができた。給電コイルと受電コイルの小型化も実施しており、車両側コイルは従来比で 53%の容積を削減し、送電側コイルは従来比で 61%の容積を削減¹⁾することができた。そして**本研究の目標である給電能力目標値 18kW を超える 20kW²⁾、DC to DC の給電効率目標値 95%を超える 95.2%を達成した。**

また研究当初の計画にはなかった新たな給電システムとしてタイヤ内での受電を行うシステムの研究を開始している。それに伴い、タイヤ材料やホイール材料の研究³⁾も進めた。本成果を基に 2020 年 12 月より東京大学にて社会連携講座が設置されている。

研究体制の拡充としてタイヤ内で受電を行うシステムに係る開発をオープンイノベーションとする新しい試みを開始した。また、研究開始当初 0 であった共同研究機関は協力研究機関からの移行を含め 6 社まで増加し、協力研究機関は 6 社まで増加したことにより、計画に対して先行した研究開発を実施できた。

本研究の成果による車両の二酸化炭素排出量は路面-車体間の最大給電効率 95%を使用して試算すると 2050 年には 6.58g-CO₂/km(内燃機関自動車比 3.6%)を達成できる見通しである。そして、総削減量としては**2050 年までに累計で最大 8.5 億 t-CO₂ の削減**が期待できる。

- 1) Osamu Shimizu, Sakahisa Nagai, Toshiyuki Fujita, Hiroshi Fujimoto, Daisuke Gunji, Yoichi Omori, Takukazu Otsuka: “Development of the Third-Generation Wireless In-wheel Motor”, 5th International Electric Vehicle Technology Conference 2021, Online, Online (2021).
- 2) H. Fujimoto, O. Shimizu, S. Nagai, T. Fujita, D. Gunji, Y. Ohmori, “Development of Wireless In-wheel Motors for Dynamic Charging: From 2nd to 3rd generation” , 2020 IEEE PELS Workshop on Emerging Technologies: Wireless Power Transfer (WoW), Seoul, Korea (South), 2020, pp. 56-61
- 3) Osamu Shimizu, Takashi Utsu, Hiroshi Fujimoto, Daisuke Gunji, Isao Kuwayama: “Dynamic WPT Transmitting Through Fiber-Belt Tire and CFRP Wheel to In-Wheel Arc-Shaped Coil”, IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Industrial Electronics, vol. 2, no. 2, pp. 113-121, April 2021