

「シームレス社会」の実現に向けたマイクロ波給電技術開発

婦木慎一郎^{*1}, 富田 彰^{*1}, 酒井智和^{*1}, 牛田泰久^{*3}

小池 拓^{*1}, 河村知史^{*2}, 千賀卓也^{*2}, 北 和弘^{*1}

Development of Microwave Power Transfer Technology for a New Seamless Society

Shinichiro Fuki^{*1}, Akira Tomita^{*1}, Tomokazu Sakai^{*1}, Yasuhisa Ushida^{*3}

Taku Koike^{*1}, Kazuhito Kawamura^{*2}, Takuya Senga^{*2}, Kazuhiro Kita^{*1}

要旨

近年、ワイヤレス電力伝送各方式の技術開発が進む中、国内では2022年5月に電波法施行規則等が改正され、マイクロ波方式による中長距離無線給電が解禁となった。我々は北米ベンチャー Ossia 社との共同開発により本技術の社会実装を進め、ケーブルに縛られない無意識給電による可変空間やシームレス社会の実現を目指す。本稿では我々が最初に開発した2.4GHz送電機とスマートフォンカバー型受電機、及び技術開発手法について述べた後、CVC投資の活用等、更なる開発強化について記述するものである。

Abstract

In recent years, as progress is made in the technical development of wireless power transfer methods and the Radio Law in Japan was revised in May 2022, it has become possible to use medium- and long-range wireless power supply with a microwave method. We are advancing the social implementation of this technology through joint development with the North American venture company Ossia, aiming to realize variable spaces and a seamless society with automatic power supply that is not tied to cables. In this paper, we describe the 2.4GHz power transmitter and smart phone cover-type receiver that we first developed and the method of technical development. We then describe further enhancement of development, such as utilization of CVC investments.

1. はじめに (背景)

近年、国内では社会課題解決に向けた取り組みとして未来社会 Society5.0¹⁾ (サイバー空間とフィジカル空間が高度に融合した社会) が提唱され、その実現に向けてスマートシティの実証実験が自治体等で進められている。この取り組みが、主に5G通信やAI、ビッグデータ等の先端技術の検証が行われる中、2020年頃よりスーパーシティ構想²⁾、Woven City等の、住民目線での価値提案へと主目的がシフトしつつある。

このような外部環境を背景に、ワイヤレス給電

技術の中で、従来の電磁誘導方式や磁界共振方式に比べて長距離の無線電力伝送を可能とするマイクロ波方式が注目されている。この方式の特徴は、数~数十GHzの周波数帯を利用し、数メートルから宇宙と地上間の距離までの長距離無線や、ターゲット追従給電、複数同時給電も可能とし、ユビキタスなエネルギーの在り方から社会課題解決が描かれている (図-1)。そして、国内では2022年5月26日、マイクロ波給電の規制緩和第一ステップとして省令改正が施行された³⁾。微小電力の920MHz帯は有人環境、中電力の2.4GHz、5.7GHzは無人環境として設置要件が定められて

*1 技術企画部 技術開発室

*2 技術企画部 技術戦略室

*3 豊田合成 GaN 先端デバイス応用産学共同研究部門

いる。今後の有人環境（図-2）での全面解禁に向けて、ステップ2を検討していく。



図-1 マイクロ波給電で描く未来社会

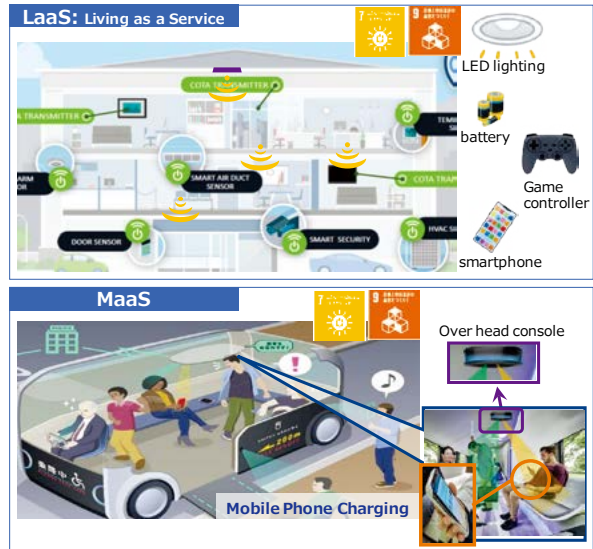


図-3 想定利用シーン



図-2 マイクロ波給電とスマートオフィス

2. ビジネスモデル検討

マイクロ波による非接触給電技術の確立により創造される提供価値として、安全で快適な生活の創造を目指した LaaS (Living as a Service) 向けの提供価値及び、車室内の快適性の向上を目指した MaaS (Mobility as a Service) 向けの提供価値が考えられる（図-3）。室内に設置された電力伝送装置からスマートフォンや家電など複数の電気機器へ同時に無線給電するシームレスな空間を提供する。電気機器から配線がなくなることにより可変的な生活空間を実現することができる。また車内に設置された電力伝送装置からポケットやカバンにモバイル機器を入れた状態でのシームレスな給電を実現する。ここでは、次に説明する人体を避けて給電するという技術的特徴を活かして提供価値を高めている。

3. 技術開発

我々は北米ベンチャー Ossia 社と共にマイクロ波給電技術開発に取り組んでいる。そのシステムの特徴として、ビーコン信号併用による電力伝送により、人が介在するような室内空間では人体を避け、室内を移動する受電機に対して追従して給電することが可能である（図-4）。

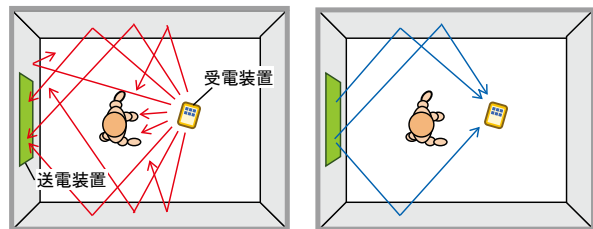


図-4 ビーコン併用による送受電の概念

3-1. シミュレーション基盤技術

電力伝送システムに求められる送電機・受電機的设计のため、我々は有限要素法とモーメント法のハイブリッド方式を採用し、電磁場伝搬シミュレーション技術を確立し、各種アンテナ設計や、電波の不要輻射解析が可能となった（図-5）。これにより、先の Ossia 社ビーコン方式によるフェーズドアレイアンテナの位相制御をシミュレーションにより再現することで、より現実に近いアンテナのバーチャル設計・評価まで可能となった⁴⁾。

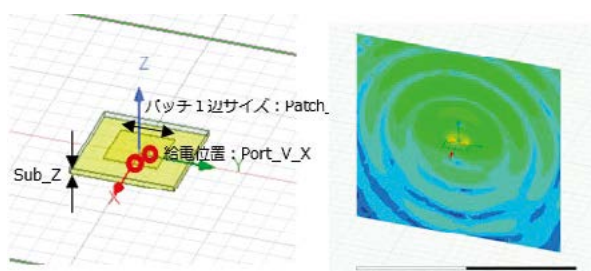


図-5 アンテナ設計シミュレーション

この基盤技術を活用し、人体に対する影響評価や、送電機、受電機のアンテナ設計への適用を進めており、以降で示す実機設計へ適用した。

3-2. 2.4GHz 送電機開発

上記のような技術、及び手法によりマイクロ波給電の技術実証を進め、我々はこの Ossia 社設計によるシステムの内製化のため、フェーズドアレイアンテナの製造に取り組んだ。こちらの送電機は 2.4GHz 帯を利用し、電力伝送と通信を同時に実行することが可能である。屋内無人環境であれば今回の省令改正の中での利用も想定されている。

3-3. 受電応用機器開発

上記システムへの対応製品として、数種類の受電機の開発を実施した。最初に取り組んだのはスマートフォンカバー型の受電機であり、数メートル距離においても受電可能かつ、複数の受電機での同時受電も確認できた (図-6)。



図-6 スマホカバー型受電機の実証

4. 実験試験局

本稿で述べた技術の実証実験と顧客提供価値検証の実施のため、現行法規に則り、マイクロ波給電の無線局 (実験試験局) の許認可を取得して豊田合成記念体育館 (エントリオ) の館内にマイクロ波実証ルームを設置した (図-7)。この室内壁は電波を吸収する素材で構成されており、周辺環境への影響を排除している。



図-7 マイクロ波実証ルーム

この実証ルームでは、我々が開発した電波を可視化する LED テーブルが設置され、目に見えない電波の提供価値を分かり易く体感することが可能となっている。

5. 技術戦略

以上、我々の技術開発の推進に加え、次に述べる戦略を活用した独自開発を進める。

5-1. IP Landscape

マイクロ波を含む中～遠距離のワイレス給電は、現在様々な会社で技術開発が行われている。そこでマイクロ波給電技術の業界全体像を俯瞰するため、知財情報による分析を行った。なお分析には LexisNexis 社の PatentSight を用いた。

図-8 は、各社が保有するマイクロ波給電特許出願について、特許ポートフォリオ数 (量) と、その特許の被引用数から算出される他社注目度 (質) とでプロットした俯瞰図である。Ossia 社は、件数こそ 2 番手集団に位置するものの、他社からの注目度はダントツの 1 位であり、その特許に裏付けされた技術完成度は、競合他社よりも先行していることが伺える。豊田合成はいち早く Ossia 社と協業できたことで、この特許技術に触れることができ、より質の高い技術開発を可能としている。

5-2. CVC 投資の活用

また、規制緩和や将来技術に対する戦略として社内 CVC の仕組みを活用し、マイクロ波給電に強みを持つスタートアップである株式会社 Space Power Technologies 社:以下 SPT (本社:京都府、代表取締役:古川実) に出資した (図-9)。豊田合成は、車や住宅での配線の無いシームレスな空間の実現を目指し、これまでも米国の Ossia

社との協業によりマイクロ波給電の開発を進めてきたが、SPT社とも連携することで、早期実用化に向けて開発を加速させる。

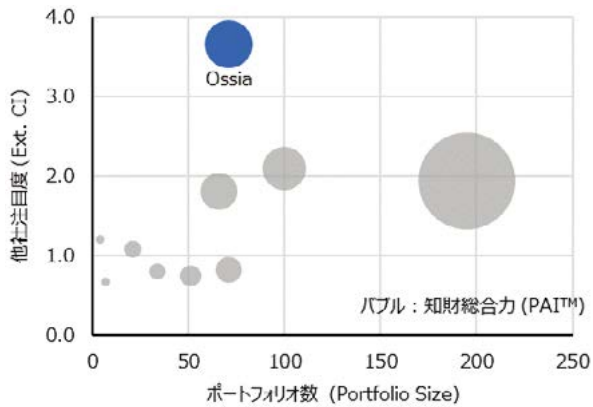


図-8 知財情報による各社俯瞰

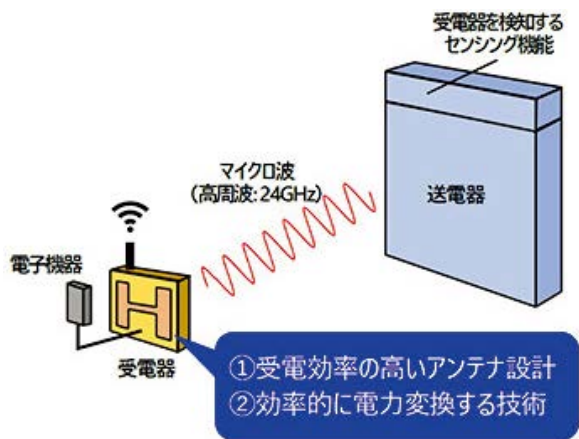


図-9 SPT社送受電システム

6. おわりに

我々が車載事業で培ってきた「安心」「安全」「快適」の理念や技術を基盤とし、社会課題に向き合ったソリューションを創出することで、人中心の豊かで笑顔があふれる社会作りに今後も奮闘していきたい。

謝辞

本開発を遂行するにあたり、CVC出資、企画、開発、プロトタイプ製作等、社内外の多くの方々にご支援いただきました。特にOssia社のCEOであるDoug Stovall氏を始めCotaチームには格別のご支援をいただきました。この場を借りて感謝申し上げます。開発はまだ半ばであり、引き続きご指導ご鞭撻をお願い致します。

参考文献

- 1) 内閣府, Society5.0で実現する社会, https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/index.html
- 2) 内閣府, スーパーシティ構想, <https://www.kantei.go.jp/jp/singi/tiiki/kokusentoc/supercity/openlabo/supercitycontents.html>
- 3) 総務省, 新規制定・改正法令・告示 省令, 令和4年5月26日 電波法施行規則等の一部を改正する省令 (令和4年総務省令第38号) https://www.soumu.go.jp/menu_hourei/s-shourei.html
- 4) 篠原真毅; ワイヤレス給電技術 科学技術出版社 (2013)

著者



婦木慎一郎



富田 彰



酒井智和



牛田泰久



小池 拓



河村知史



千賀卓也



北 和弘