

交通運輸技術開発推進制度
研究成果報告書
(ダイジェスト版)

安全で広範囲なマイクロモビリティ向け
無線給電システムの開発

令和5年9月

国立大学法人 東京大学

I. 研究開発成果の要約

作成年月	令和5年 9月
研究課題名	安全で広範囲なマイクロモビリティ向け無線給電システムの開発
研究代表者名	増田 祐一
研究期間	令和4年 9月 16日～令和5年 9月 15日
研究の目的	<p>「100年後を振り返ると、1トンの鉄の塊で人1人運んでいた時代は教科書で笑い物になるはずだ」Uber社CEOの発言を代表するように、マイクロモビリティが自動車に代わる持続可能な移動手段として注目を集めている。こうした背景から、世界的に屋外向けの電動モビリティの普及が取り組まれている。電動モビリティの普及には、優れたユーザビリティを備えた1. 電動キックボードなどのモビリティ、2. これを動かすための電力を供給するシステムが必要となる。</p> <p>本研究では、「電力を供給するシステム」について取り組む。現状の電池配達に代わる、自動かつある程度広い範囲に給電できるシステムの実現が本研究の目的である。提案システムが実現すれば、モビリティの位置制約を緩和しつつ、自動給電が可能となる。</p>
研究成果の要旨	<p>2次元導波路電力伝送 (2-D Waveguide Power Transfer: 2DWPT)はシート状の導波路に伝搬する電磁波を受電端末で吸い出す方式で、ほぼ全ての電磁波はシート内とシート-受電端末間に閉じ込められるため高い安全性と実用的な位置自由度が両立できる。</p> <p>2DWPTを基盤としたマイクロモビリティ向けワイヤレス充電システム開発と社会実装が本研究開発の目的であり、得られた成果を以下に示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・磁場結合に対応した給電シートの開発に成功 ・受電端末を手のひらサイズまで小型化に成功 ・送電回路、受電回路を含めた給電システムを開発 ・本成果を元にスタートアップを起業、事業会社とのPoC協議
知的財産権取得状況	<p>特許出願 1件</p> <p>著作権登録 0件</p>
研究成果発表実績	<p>論文発表：国内 0件、海外 0件</p> <p>口頭発表：国内 1件、海外 0件</p> <p>その他 :</p>

II. 研究開発の目的と実施体制

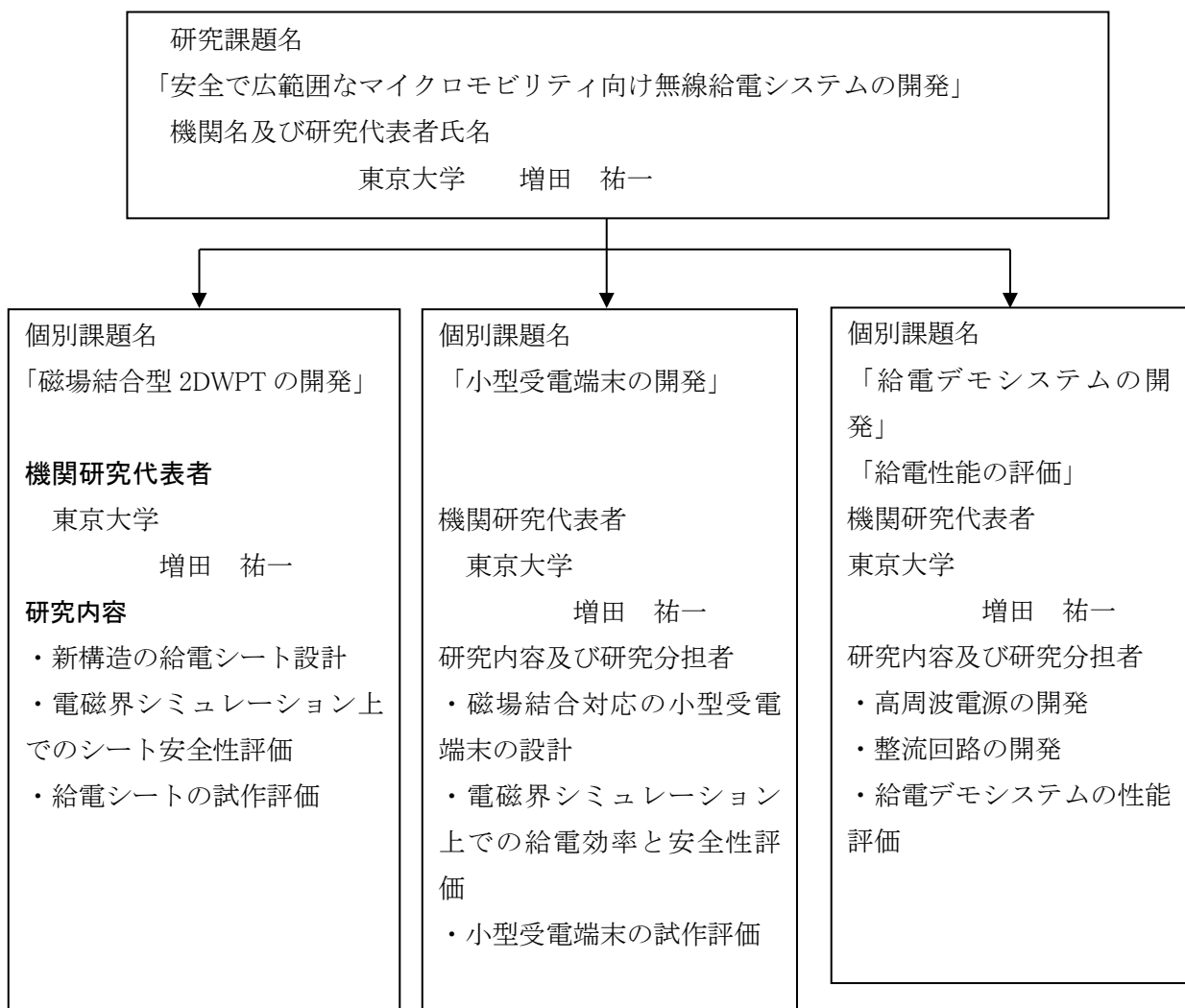
(1) 研究開発の目的

自動かつある程度広い範囲に給電できるシステムの実現が本研究の目的である。提案システムが実現すれば、モビリティの位置制約を緩和しつつ、自動給電が可能となる。

(2) 研究実施体制

本研究は、東京大学を総括研究機関として実施する。担当機関の研究実施の流れを示すチャートは以下の通りである。

記載例)



研究開発の成果

1 序論

1.1 研究背景

1.1.1 交通運輸における炭素排出の削減

2021年1月、第240回国会の施政方針演説にて、菅義偉首相は2035年までに新車販売で電動車100%を実現することを表明した。カーボンニュートラル実現のため電動車へのシフトが世界的に加速している一方で、用途に合わせて最適な電動モビリティを選択することでCO₂排出を抑える動きも加速している。

例えば、自家用車による移動距離は10 km以内の利用が約7割を占め、平日での利用では、一人での利用が7割以上となる[1,2]。移動エネルギー効率の観点で見ればこれは明らかに非効率であることから、電動車へのシフトだけではなく、用途に合わせてよりエネルギー効率が高い移動手段を選択できる社会を作ることもまた、カーボンニュートラル実現に向けて必要な取り組みであると考えられる。

1.1.2 電動マイクロモビリティの活用意義

こうした背景を受け、電動マイクロモビリティの活用が注目を集めている。マイクロモビリティとは通常の自動車よりも小型で、1～2人乗りの電動モビリティを指し、電動自転車や電動キックボード、自走式のロボット、電動バイク、電動小型自動車など、様々な形態を持つ。形態ごとに特徴も異なるため、利用者が求める1回あたりの移動距離や移動速度に応じて最適なものを選択する必要がある。

1.2 電動マイクロモビリティ普及における課題

電動マイクロモビリティの普及には、優れたユーザビリティを備えた1. 電動キックボードなどのモビリティ、2. これを動かすための電力を供給するシステムが必要となる。本研究課題では、特に「電力を供給システム」について取り組む。

電力供給の視点からマイクロモビリティ普及における課題を考える場合、以下の3つが普及を妨げる大きな要因と考えられる。

1.2.1 充電の手間

現状の電動マイクロモビリティの充電は、EV等と同様に機体に充電プラグを差し込むか、機体からバッテリーを取り外し、充電器の場所まで運んだ後に充電する方法が採用されている。特に、電動マイクロモビリティ普及を担うシェアサービス各社では充電切れになった機体に対して充電済みのバッテリーを交換するオペレーションを採用しており、こうした充電作業にかかるコストが収益性を圧迫している。

1.2.2 充電の場所

街中に点在するシェアサービス用の機体がある場所で充電ができればバッテリー配達に必要な

人員や配達による CO2 排出削減が期待できる。しかし、屋外での有線充電場所を用意するには端子の腐食や感電リスクを考慮する必要があるだけでなく、モビリティのユーザー自身に充電作業を強いるために利便性が低下する。マイクロモビリティが任意の場所とタイミングで充電ができる環境を構築するには、安全で便利な新しい充電方法が求められる。

1.2.3 充電の規格

マイクロモビリティにおいて、ターゲットとするユーザーや移動距離、移動速度などによって機体の性能や形状は様々である。充電コネクタの形状などを規格統一することが機体設計の自由度を妨げる可能性が高く、このため現状では機体ごとに専用の充電器を用意しなければならない。EV と同様、街中で利用可能な充電インフラの拡充がマイクロモビリティ普及の鍵となるが、各社機体で充電方法が異なる以上、充電場所には多数の充電器を用意せざるをえず、現実的ではない。

1.3 本研究の目的：自動かつある程度広い範囲に給電できるシステムの実現

以上を踏まえると、電動マイクロモビリティの普及には手間なく安全に屋外でも充電ができ、かつ規格化が容易な電力供給システムが求められる。本研究では、現状の電池配達などの充電方法に代わる、自動かつある程度広い範囲に給電できるシステムの実現を目的とする。

2 ワイヤレス充電技術を活用したマイクロモビリティ向け充電システム

2.1 ワイヤレス充電技術の活用意義

物理的にモビリティに接続することなく、給電する手法として電磁波を用いたワイヤレス給電があり、これは上述の3つの課題（充電の手間/場所/規格）を解決する有力な手段である。

(1) 充電作業の簡素化

機体に充電プラグを差し込む、バッテリーを交換するといった作業なく、機体をある特定のエリア、またはワイヤレス充電スタンドに設置するだけで、自動で充電が完了する。どこまで充電作業を簡素化できるかは、ワイヤレス充電の給電範囲に関係している。

例えば、スマートフォン等に搭載されている電磁誘導方式では送電器と受電器をほぼ密着させる必要がある。この方式を採用した場合、正確に送受電器同士を位置決めする必要があることから、機体に応じて専用の充電スタンドを設置し、機体をスタンドにはめ込む作業が残る。

一方で、駐輪場などの特定のエリアではどこにおいても充電が開始される程度の給電範囲を実現できれば、モビリティの利用者は充電を意識することなく、機体を駐輪場などに停めるだけで充電が開始される。

(2) 屋外での安全な充電

有線接続とは異なり充電コネクタ端子がむき出しになっていないため、屋外であっても腐食や感電のリスクを最小化できる。その一方で、給電範囲を広げるほど、または扱う電力規模が大きいほど電磁暴露のリスクは増大するため、こうしたトレードオフ関係を考慮した上でワイヤレス充電システムを構築する必要がある。

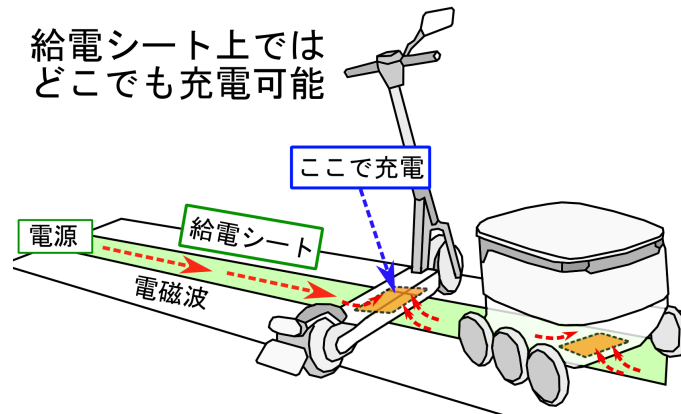


図1：2DWPT を活用したマイクロモビリティ向けワイヤレス充電システムのイメージ図。

(3) 規格化の容易性

充電コネクタが不要となることから、様々な機体に対して共通の充電器が利用可能となる。ただし、例えば上述の電磁誘導方式など、送受電器間をほぼ密着させる必要があるほど給電範囲が限られる場合、機体ごとに専用のスタンドが必要となることから規格統一は難しい。

一方で例えばアンテナの様に、機体のどこに取り付けても電力を受電できる様な仕組みであれば、様々な形態をとるマイクロモビリティであっても容易に規格化ができる。

2.2 解決すべき技術課題：如何にして電磁波を漏らさずに、受電端末の位置自由度を確保するか

以上をまとめると、ユーザビリティの高いマイクロモビリティ向けワイヤレス充電システムには安全性が高く、かつ広範囲であることが求められる。これは言い換えると、如何にして電磁波を漏らさず、人体や周囲物体への電磁暴露を抑えた上で、受電端末の位置自由度を確保するか、という技術的な課題を解決する必要がある。

この課題は、我々が行ってきた研究である2次元導波路電力伝送 (2-D Waveguide Power Transfer: 2DWPT)を用いれば解決できる。2DWPT を活用したマイクロモビリティ向けワイヤレス充電システムのイメージ図を図1に示す。

提案する2DWPTを基盤としたワイヤレス充電システムは、特殊な給電シート上にモビリティが位置するだけで、自動で充電が行われる。電磁波を給電シート内に閉じ込め、給電スポットとなる受電端末まで伝搬させて給電することができるため、人や周囲物体の電磁暴露リスクを最小限に抑え安全なワイヤレス充電を実現できる。受電端末は小型で、機体底部のどこにでも取付可能であることから、どの様な形態のマイクロモビリティであっても利用可能であり、規格化も容易となる。

2.3 2次元導波路電力伝送 (2-D Waveguide Power Transfer: 2DWPT)

2DWPTとは特殊な給電シートに電磁波を伝搬させ、シート表面に近接する受電端末がシート内の電磁波を吸い出すことで、シート上のどこでもワイヤレス充電を可能とする技術である[3][4]。給電シートは誘電体層を導体パターン層とグラウンド導体層でサンドイッチした構造となっており、電磁波は導体パターン層表面にごく一部を漏洩させながらシート内を伝搬する。シート表面にのみ漏れ出す電磁波に、シートに近接する受電端末のみが電磁氣的に結合することで、広い給電範囲と安全性を両立させたワイヤレス充電が可能となる(図2)。

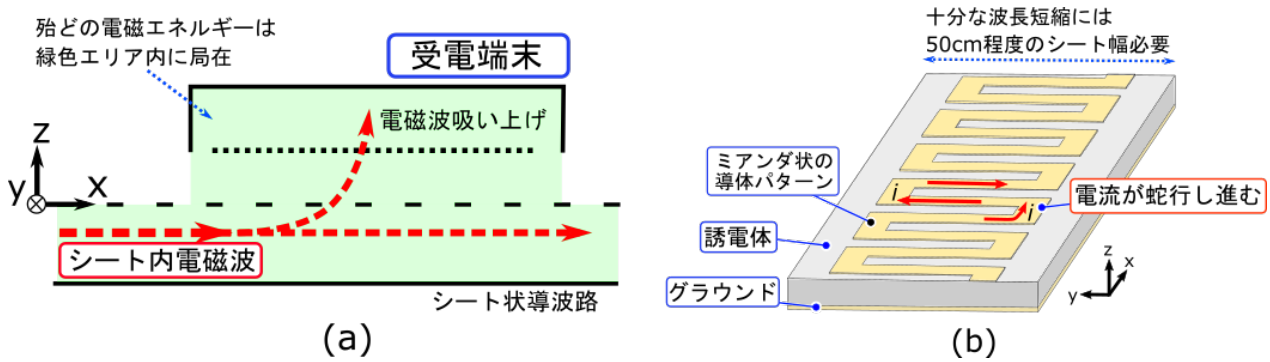


図2：給電シートの構造.

2.3.1 従来研究1：2.4 GHz 帯を活用した卓上ワイヤレス充電

卓上デバイス向けの2DWPTシステムを図3に示す。卓上全体を覆うサイズの給電シートで、数W規模の安全なワイヤレス充電を可能としている。技術の適用可能性を広げるため、より給電範囲や扱う電力を拡大しようと考えた際にネックとなるのが、利用周波数である。



図3：卓上デバイス向けワイヤレス充電シ

卓上向けワイヤレス充電システムでは、Wi-Fi などでも使用される 2.4 GHz 帯を使用しており、給電範囲や給電電力を拡大するには、より低い帯域の周波数利用が必要であった。一方で、周波数を低くするほどシート表面に漏れ出る電磁波は減少し、ワイヤレス充電そのものができなくなるという課題があった。

2.3.2 従来研究2：6.78 MHz を活用した 10 m 長さの給電シートでのワイヤレス充電

そこでこれまでに、導体パターン層の構造を見直すことで、6.78 MHz の低周波帯域であって

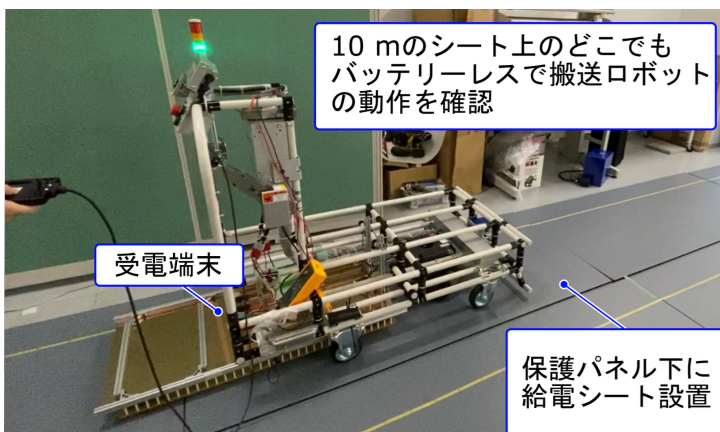


図4：6.78 MHz を活用した 10 m 規模のワイヤレス充電システム.

もシート表面に電磁波が漏洩し、ワイヤレス充電が可能となるシステムを開発した (図 4)。これにより、10 m 程度の長さの給電シートであっても実用十分な給電効率にて、100 W 規模の給電が可能となった[4]。

2.4 残る課題と、研究開発開始前までの進捗

ミアンダ状の導体パターン構造を採用することで、従来の卓上向け 2DWPT と比較し給電範囲と給電電力を大幅に向上させることに成功したものの、未だ解決すべき課題が残っている。

(1) 屋外利用に不向き

給電シートと受電端末は、電界を主としたエネルギー伝送を行っている。電界は水などの誘電体に強く影響を受けることから、屋外での利用には不向きであった。マイクロモビリティなど屋外利用を前提としたものに対して給電を行うには、水などの誘電体の影響を受けづらい磁場を主としたエネルギー伝送にシフトする必要があるが、従来のシート構造では実現が難しかった。

(2) 受電端末を小型化できない

給電シート内の電磁波波長に対して受電端末が小さいほど、給電効率が低下する。このため波長を短縮する性能が高いシート構造であるほどより受電端末を小型化できるが、ミアンダ状の導体パターンでは波長短縮性能に限界があり、受電端末の大きさを 1×0.5 m 程度まで大型化せざるを得なかった。

3 本研究開発の目標と達成状況

本研究開発では、①磁場結合型 2DWPT の開発により、受電端末を小型化しつつ、屋外利用に対応、②給電デモシステムに必要な各要素開発と評価、③社会実装に向けた事業開発が主な達成目標となる。具体的な目標と達成状況を表 1 に示す。

表 1：本研究開発の目標と達成状況

	目標	達成状況
(a)	電磁界シミュレーション上でのシート設計	<ul style="list-style-type: none"> 新提案のシート構造において、磁場を介した給電ができることを確認。 <u>手のひらサイズ</u>の受電端末で、給電効率 80 %以上をシミュレーションで確認。 給電中は受電コイル周囲にのみ強い磁場が形成されることを確認。
(b)	業者と連携した高精度なコイル試作・性能評価	<ul style="list-style-type: none"> 受電コイルを試作し、給電性能を評価。<u>手のひらサイズの小型コイル</u>において、給電効率が約 60 %となることを確認。
(c)	高周波電源を外注、給電デモシステムを開発	<ul style="list-style-type: none"> 最大 50 W 出力で、窒化ガリウム (GaN) を使用した高効率な高周波回路を開発。 バッテリーへの安全な充電機能 (CCCV 機能)、各種保護回路、充電電流制御回路

		を組み込んだ受電回路を開発。 ・ 終端部での反射波位相制御回路を開発。
(d)	社会実装に向けた事業開発	・ 渋谷区様とマイクロモビリティシェアサービス向けワイヤレス充電の実証実験について協議。 ・ 電動キックボード向けのワイヤレス充電システムについて、シェアサービス事業様やメーカーと協議。

3.1 2DWPT 開発における課題点の整理

【屋外利用のためには磁場結合が望ましいが、効率的な結合ができていない】

従来の 2DWPT では、シート表面に漏れ出る電界を使用し、受電端末と給電シートとを電磁的に結合していた。電界は水などの誘電体の影響を強く受けることなどを考慮すると、屋外などでの利用は難しい。磁場を介した結合であれば、水などの影響を比較的抑えることができるものの、効率的に磁場結合が可能な給電シート・受電コイルの構造は実現できていなかった。

【受電端末の小型化には、十分な波長短縮性を持った給電シートが必要】

シート内電磁波波長と受電コイルとのサイズ比が結合係数に大きく寄与しており、受電端末の小型化には、より強力な波長短縮性を持った給電シートが求められる。従来のミアンダ状の波長短縮パターンでは、受電端末は 1 m 程度の長さにはせざるをえない。

3.2 平面コイルを用いた磁場結合型 2DWPT の検証

強力な波長短縮性能と、磁界を介した結合を両立させるため、新たに図 5 に示すような、平面コイルパターンの給電シートを提案する。

この給電シートでは、平面コイルを 1 素子とし、それを直列につなげていったコイルパターンを表面、裏面の両面に設置する。表面、裏面のコイルパターンは誘電体層によって絶縁されている。表裏の 2 枚の導体で誘電体をサンドイッチした構造は平行平板導波路と構造が似ているが、両面の導体は平面状のコイルパターンを持つため、並行平板のモードだけでなく、コイル構造が形成する磁場モードも伴って電磁波が伝搬していく（図 6）。隣接するコイル同士の間隙部分には、コイル素子の中心位置とは逆方向の Z 方向磁場が形成される。このため、ただコイル素子を並べただけでは、コイル間の隙間では磁場が弱まり結合できなくなる NULL 点が発生する。これを回避するため、表面と裏面ではコイル素子半個分だけずらして配置することで、互いの NULL 点を打ち消し合うような構造としている。

3.2.1 平面コイルを用いた磁場結合型シートの電磁界シミュレーションによる検証

図 7 に、平面コイルシートに用いる平面コイル素子の物理パラメータと変数の対応を示す。また、表 1 に、シミュレーションに用いた物理パラメータを示す。ソレノイドコイルシートとは異なり、平面コイルシートでは 6.78 MHz の利用を前提としている。

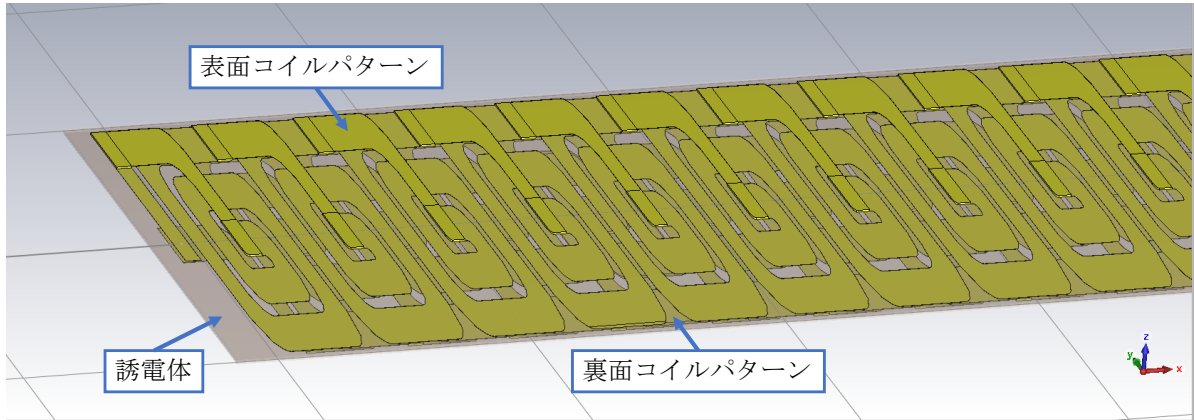


図 5：平面コイル型の磁場結合シート。

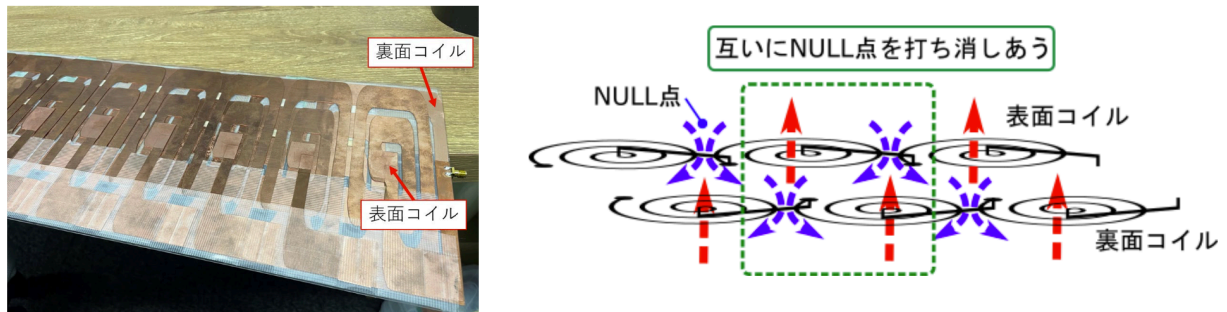


図 6：表面，裏面コイルは半個分ずらして配置され，互いに NULL 点を打ち消すことで均一な Z 方向磁場を形成する。

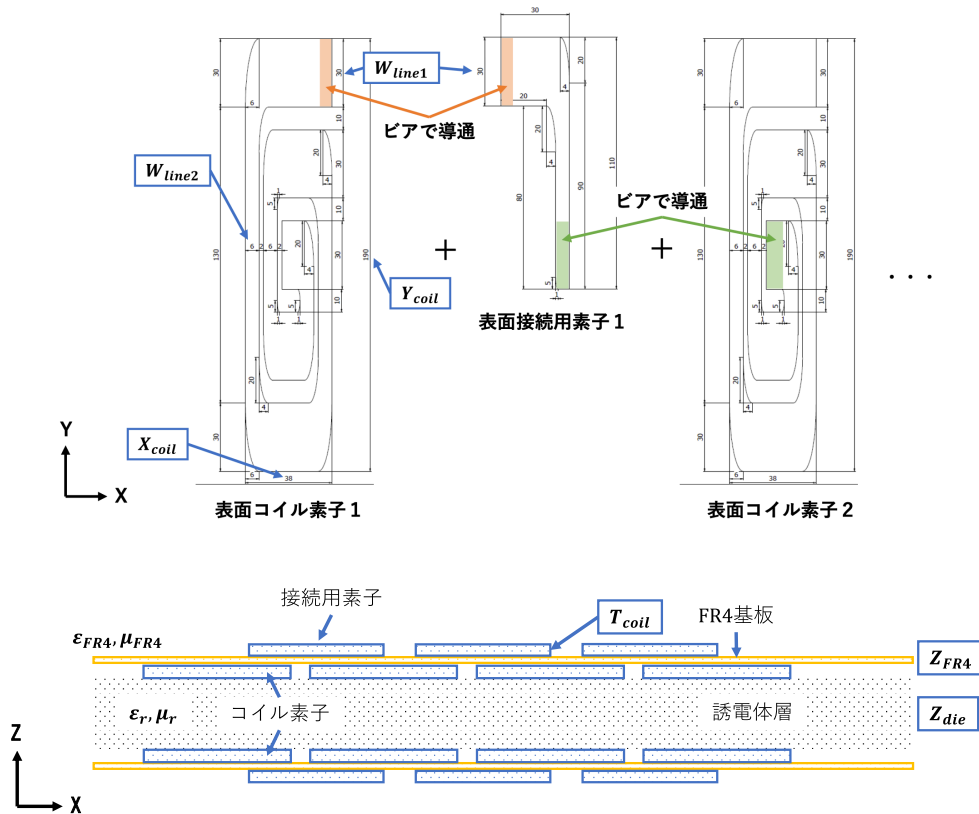


図 7：平面コイル素子，接続用素子の諸元と変数表記。

6.78 MHz は ISM (Industrial Scientific and Medical Band) 帯として、世界的に産業利用が可能な周波数であり、国内では送電出力が 50 W 以下までであれば、高周波利用設備の申請なく利用できる。また、磁場を介した給電で、かつ出力が 100 W 以下のものであれば、型式認定を取得することにより、設置場所ごとに個別で高周波利用設備の設置申請なく利用できる。

利用周波数を 6.78 MHz とすることで、シート側に求められる波長短縮性能は真空波長と比較して 1/50 程度であれば十分な給電効率が見込める。この短縮性能の要求が緩和されたことで、給電シート側の構造が単純化し、コストや製作精度の観点から実現可能性が高まる。

表 1：平面コイルシートのシミュレーションに用いた各物理パラメータ

変数	意味	値	変数	意味	値
f	周波数	6.78 MHz	W_{line1}	コイル線幅 (X 方向)	30 mm
ω	各周波数	$2\pi \cdot f$	W_{line2}	コイル線幅 (Y 方向)	6 mm
X_{coil}	X 方向コイル 素子長さ	30 mm	Z_{FR4}	FR4 基板厚み	0.6 mm
Y_{coil}	Y 方向コイル 素子長さ	190 mm	Z_{die}	誘電体層の 厚み	1 mm
T_{coil}	コイル素子 厚み	35 μm	μ_{FR4}	FR4 の比透磁 率	1
ϵ_{FR4}	FR4 の比誘電 率	4.2	μ_r	誘電体層の 比透磁率	1
ϵ_r	誘電体層の 比誘電率	3.5			

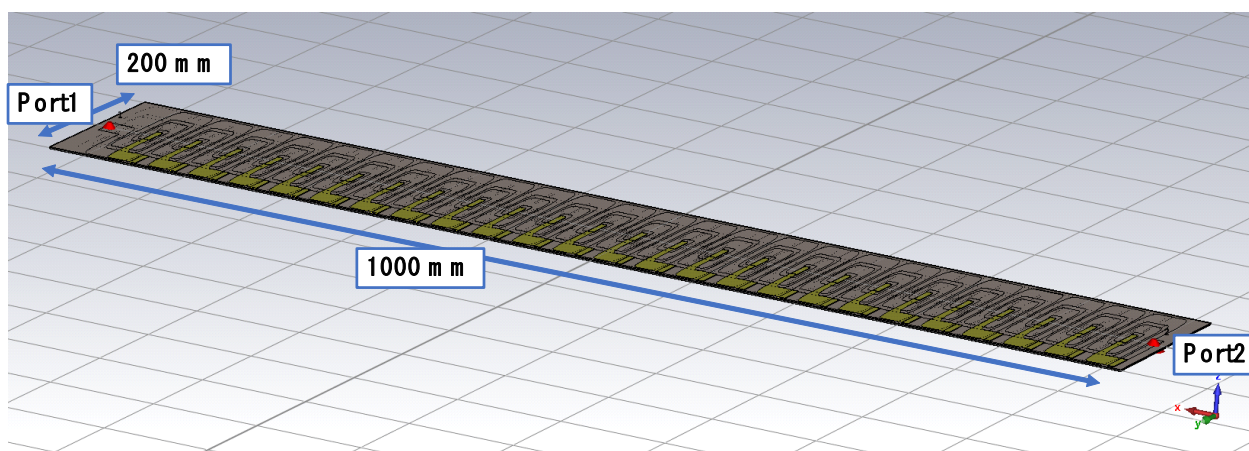


図 8：平面コイルシートの電磁界シミュレーションモデル。

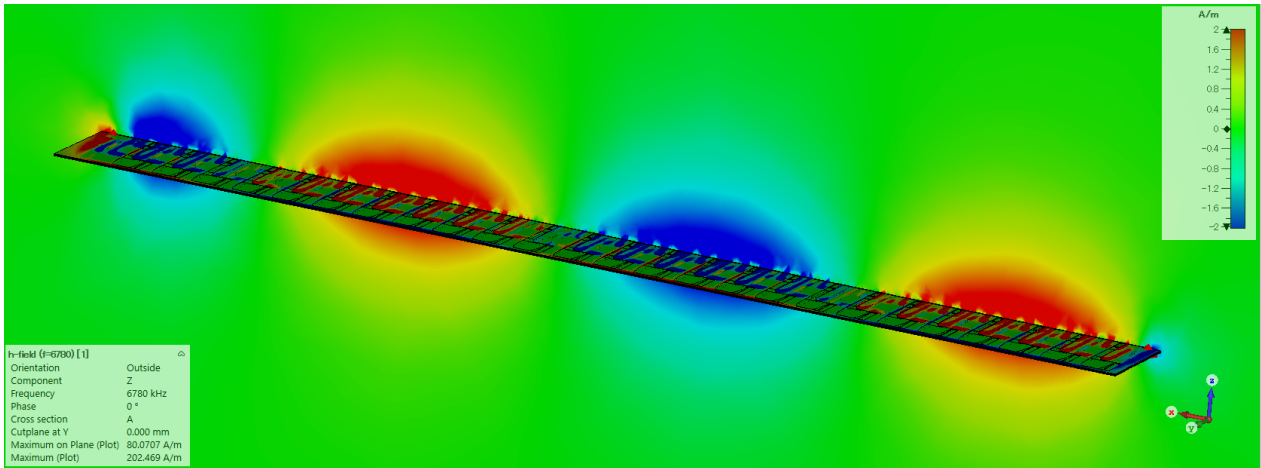


図 9：平面コイルシートにおける，位相ごとの Z 方向磁場（位相 0° ）。

平面コイルシートの電磁界シミュレーションモデルを図 8 に示す．シート長さは 1 m で，その他のパラメータは図 8，表 1 に従う．Port1 より信号を励起し，Port2 までの伝搬特性を評価する．境界条件は，モデルから各座標軸で 500 mm 距離を開けた地点で OPEN 境界である．

図 9 に，シミュレーションにより得られた Z 方向磁場を示す．想定通り，平面コイルシートでは Z 方向磁場を伴いつつシート内を電磁波が伝搬する．また，表面コイルと裏面コイルをコイル素子半個分だけずらして配置することにより，狙い通り NULL 点が消えている．

シート内電磁波の波長は 700 mm ほどであり，6.78 MHz の真空波長が 44.2 m であることを考えると，63 分の 1 程度に波長が短縮されている．受電コイルの大きさがシート内波長の半分程度であれば良好な結合係数が得られる．シート内の半波長が 350 mm 程度であることを考えると，直径 10-30 cm 程度を受電コイルであっても，実用的な給電効率が期待できる．

シミュレーションにより得られた S-パラメータを図 10，表 2 に示す．1 m 長さを伝搬する際の伝搬損失は -0.702 dB，割合にして 85 % 程度となる．特性インピーダンスは，同軸ケーブルなどの一般的な高周波製品と同じく 50Ω とした．

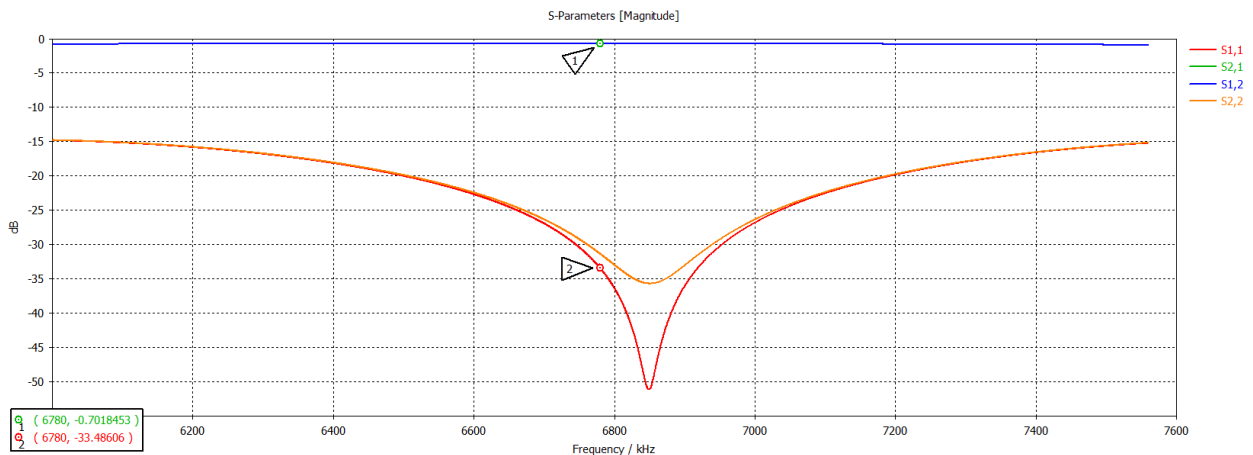
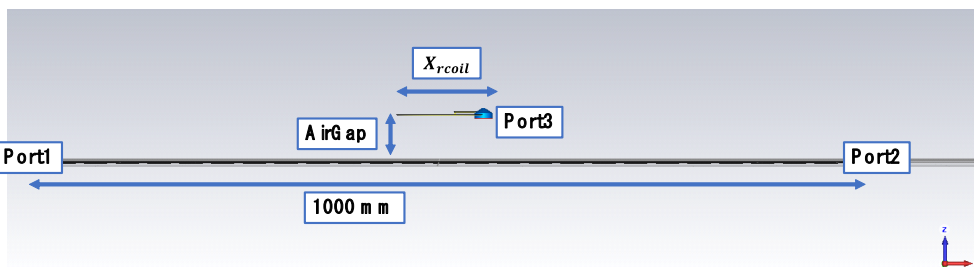
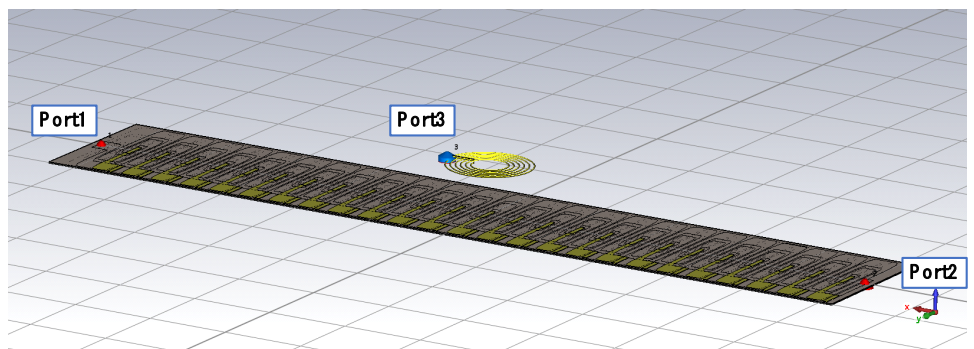


図 10：平面コイルシートの S-パラメータ．

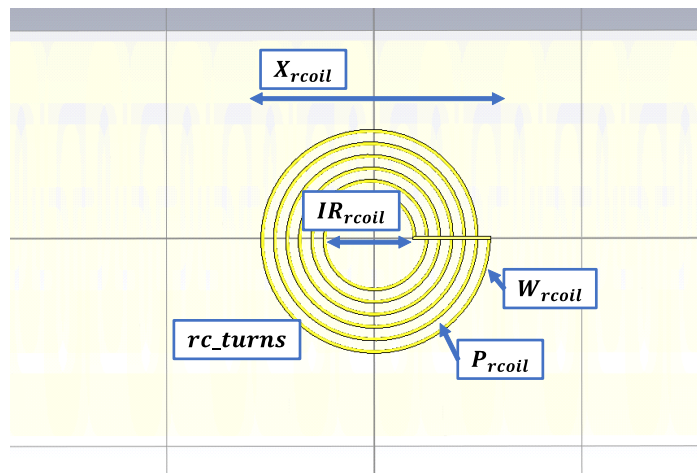
表 2：平面コイルシートの伝搬特性

項目	値
特性インピーダンス [Ω]	50
シート内波長 [m]	0.7
S21 [dB]	-0.702
S11 [dB]	-33.48
伝搬損失 [dB/m]	-0.702

続いて、平面コイルシートが形成する Z 方向磁場を介し、受電コイルと磁氣的に結合することで実現可能な給電効率を電磁界シミュレーションにより確認する。図 8 に示す平面コイルシート上に、受電コイルを設置したシミュレーションモデルを図 11 に示す。



XZ 平面を見た図



XY 平面を見た図

図 11：受電コイルを含めたシミュレーションモデルと、各物理パラメータの定義。

受電コイルはスパイラス状に導線が巻かれたコイルであり，そのスパイラル受電コイルの各物理パラメータを表3に示す．

表3：スパイラル受電コイルの各物理パラメータ

変数	意味	値	変数	意味	値
f	周波数	6.78 MHz	W_{rcoil}	受電コイル線幅	1.6 mm
ω	各周波数	$2\pi * f$	P_{rcoil}	コイル1巻のステップ長さ	6 mm
rc_turns	コイル巻数	6	$AirGap$	シートからの距離	60 mm
IR_coil	コイル中心，巻き始める領域の直径	40 mm	X_{rcoil}	コイル直径	100 mm

スパイラル受電コイルには出力ポート（Port3）が取り付けられており，Port3 と受電コイルの間には共振用のコンデンサが直列で接続されている．コンデンサのキャパシタンスは，使用周波数（6.78 MHz）が共振周波数となるよう調整されている．

Port1 から信号を励起した場合の，XZ 平面における位相ごとの Z 方向磁場を図12に示す．Port1 から投入された電磁エネルギーは受電コイルで吸い出され，吸いきれなかったものは終端（Port2）で吸収される．このため，受電コイルから終端までの区間において，Port1 から受電コイルの区間よりも漏れ磁場の強度が低下している．

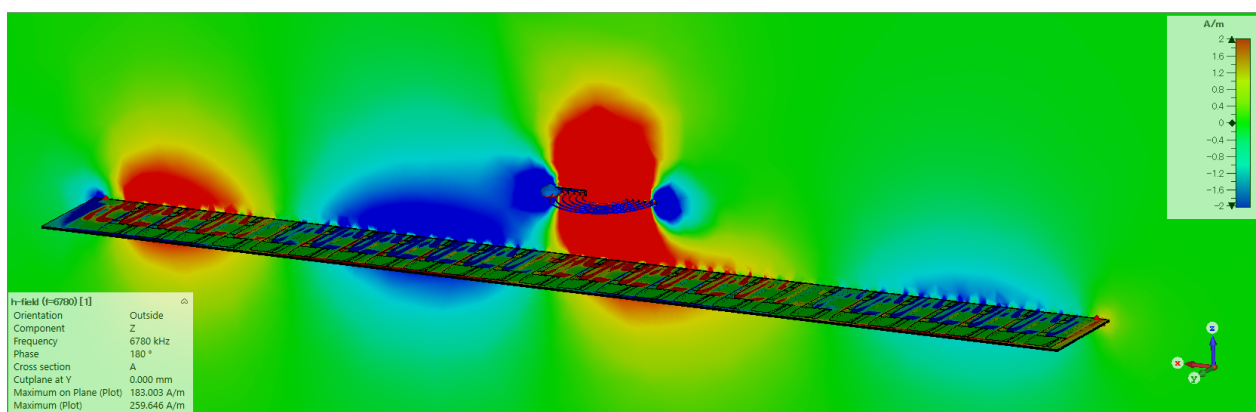


図12：スパイラル受電コイルを設置した際の，XZ 平面における位相ごとの Z 方向磁場．

続いて，Port1 を励振させた際の S-パラメータを図13に，受電コイルの共振周波数である 6.78 MHz における値を表4に示す．

表4：6.78 MHz での S-パラメータ

項目	値	項目	値
S11	-7.751 [dB]	S31	-3.978 [dB]
S21	-5.634 [dB]	S33	-23.094 [dB]

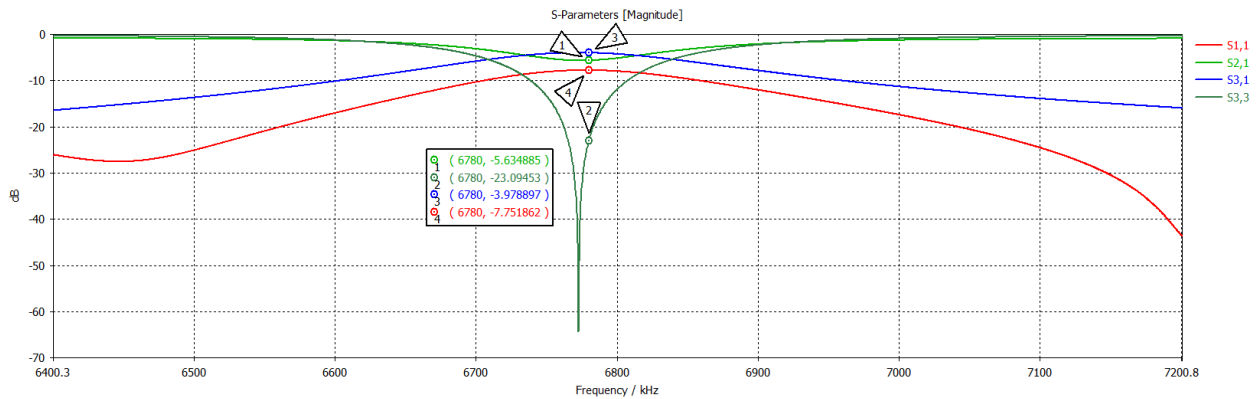


図 13：ソレノイド状の受電コイルにおける S パラメータ。

Port1 で励起された信号の内、16.7% が Port1 に反射され、40% が受電コイルに吸い出され、27.3% が吸いきれずに Port2 で吸収される。導体損失や放射損失などによる、回収不可能な損失は 16% となる。仮に、Port1 への反射波と、終端まで抜けて回収される電磁波を 0 とすることができれば、最大で 84% の給電効率が見込める。

直径 100 mm の小型な受電コイルで、かつシートからの AirGap が 60 mm と、表面からある程度受電コイルが離れている状況であっても、実用的な給電効率が見込めることが電磁界シミュレーションによって確認できた。

3.3 試作給電シートと受電コイルの給電性能評価

次に、実際に電力供給を行った場合の給電性能を検証する。図 14 に測定環境の構成を、表 5 に得られた給電電力や給電効率の結果を示す。

送電回路は、安定化電源を DC 電源とし、6.78 MHz の出力には市販の高周波電源を用いた。出力電力は高周波利用設備において無許可での利用が可能な 50 W 以下とした。受電コイルには、整流回路によって整流した後に、電子負荷装置を擬似的な負荷として接続した。給電時に、安定化電源が供給する電力と、電子負荷装置に供給される電力をもとに給電効率を計算した。

測定の結果、試作シートでは DC から DC までで、50.1% の給電効率を確認した。これまでは RF（電磁波）から RF までの給電効率を議論していたが、DC（直流電源）から DC（受電側負荷）の給電効率は、各回路での損失を含んだものである。

表 5：6.78 MHz，試作ワイヤレス給電システムの給電電力

項目	値	項目	値
Vin	31 [V]	Vout	59.1 [V]
Iin	1.47 [A]	Iout	0.393 [A]
Win	45.57 [W]	Wout	23.23 [W]
給電効率	50.1 %	RL(DC)	110 [Ω]



図 14 : 試作ワイヤレス給電システムの給電実験環境

4 結論

本研究課題では、2次元導波路電力伝送 (2-D Waveguide Power Transfer: 2DWPT) というシート状の導波路に伝搬する電磁波を受電端末で吸い出す方式を前提とした、安全で広範囲なワイヤレス充電システムの技術開発を行った。従来の 2DWPT では屋外利用に不向きであったが、新規の給電シート構造を提案し、屋外利用も可能な磁場結合に対応した給電シートを開発した。電磁界シミュレーションと、実験により得られた結果では、磁場を介して実用的な給電効率が実現可能であることを確認した。

また、従来は長さ 1 m 程度とマイクロモビリティへの装荷は現実的ではなかった受電端末の大きさを、手のひら程度の大きさまで小型化した。それに加え、磁場結合を前提とした受電端末は従来とは異なり、どの向きに置いても電磁気的な特性が変化しないため、給電シート上に位置していれば、向き・位置に問わず実用的な給電効率が実現可能である。

給電シートと受電端末を介して、電磁エネルギーを非接触で伝送することがコア技術であるが、そうした電磁波伝送系はワイヤレス充電システムの一部であり、システム構築には各種回路が必要となる。そもそもの電磁波を生成する送電回路や、受電端末で受け取った電磁波を適切に変換しバッテリーに充電する回路など、給電システムを構成する回路を試作し、評価した。

5. 知的財産権取得状況

特許出願（予定） 1件

- ・発明者、発明の名称、出願日、出願日等の内容については付録参照

6. 研究成果発表実績

1) 論文発表

国内 0件、海外 0件

2) 口頭発表

国内 1件、海外 0件

[1] 増田 祐一, 古謝 勝将, 篠田 裕之, ‘オオミズナギドリ用バイオロギング端末のための無線給電システムの検討’, 電子情報通信学会 短距離無線研究会, p36, Nov. 2022.

3) その他（研究内容報告書、機関誌発表、プレス発表等）

7. 参考文献

- [1] マイクロモビリティ推進協議会, “規制改革推進会議 投資等ワーキンググループ ご説明資料,” 2020年1月30日 [<https://www8.cao.go.jp/kisei-kaikaku/kisei/meeting/wg/toushi/20200130/200130toushi01.pdf>]
- [2] 国土交通省自動車局環境政策課, “超小型モビリティの成果と今後,” 地域と共生する超小型モビリティ勉強会 第1回勉強会 平成28年12月21日 [<https://www.mlit.go.jp/jidosha/content/001364961.pdf>]
- [3] H. Shinoda, Y. Makino, N. Yamahira, and H. Itai, “Surface Sensor Network Using Inductive Signal Transmission Layer,” Proc. Fourth International Conference on Networked Sensing Systems, pp. 201–206, July 2007, doi: 10.1109/INSS.2007.4297420.
- [4] 増田 祐一, 平野 義明, 根岸 毅人, 篠田 裕之, “ミアンダシートを用いた2次元導波路電力伝送,” 電子情報通信学会 短距離無線研究会 SRW2021-2, pp. 7 - 12, オンライン開催, June 21, 2021.