

2019年度 傾斜的研究費（全学分）  
社会連携支援（都連携研究支援・社会連携活動支援） 研究報告書

【研究費区分】：都連携研究支援

【研究代表者所属】：システムデザイン研究科 電子情報システム工学域

【研究代表者氏名】：鈴木 敬久

【研究代表者氏名フリガナ】：スズキ ユキヒサ

【研究代表者職】：教授

【研究分担者（所属,氏名,職）】

- ・システムデザイン研究科・多氣 昌生・特別先導教授
- ・東京都立産業技術研究センター・秋山 美郷・研究員
- ・東京都立産業技術研究センター・佐野 宏靖・主任研究員
- ・東京都立産業技術研究センター・佐々木 秀勝・副主任研究員

【研究課題名】：ワイヤレス給電システムの高性能化と安全性評価

【研究実績の概要（200字程度で記入。図，グラフ等の使用も可。）】

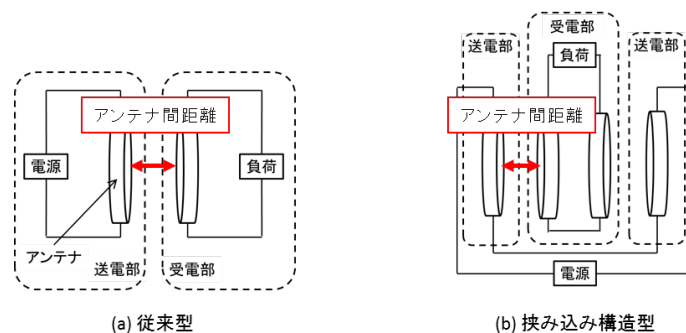


図1 アンテナ配置

表1 磁界配位モード

		送電側			
		同相		逆相	
受電側	同相	タイプA		タイプC	
	逆相	タイプB		タイプD	

挟み込み構造型は図1(b)に示すように送受信アンテナがそれぞれ2つで構成され、受電位置の変位にロバストな特徴を持つ。しかし従来型と比較すると、近接時での伝送効率が若干低下する。(1)回路方程式の導出により低下要因を明らかにし、低下を補償するリアクタンスの追加を提案した。また挟み込み構造は電流の流れる向きにより複数の磁界配位モードが存在する(表1)。このうち電力伝送が可能なタイプA,Dと従来型について、(2)解析により85kHzの伝送における遠方界磁界強度と人体ばく露量の比較評価を実施

し、挟み込み構造型の優位性を示した。

(1)補償リアクタンス (知財出願予定)

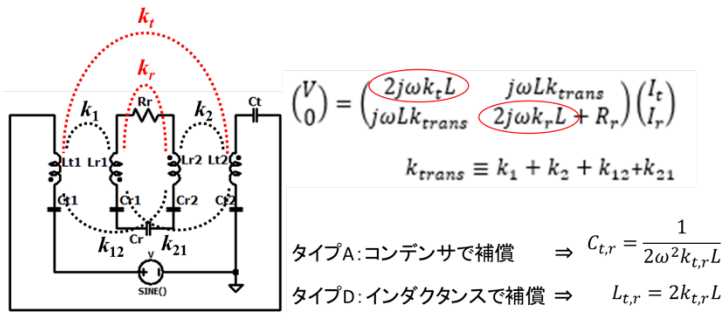
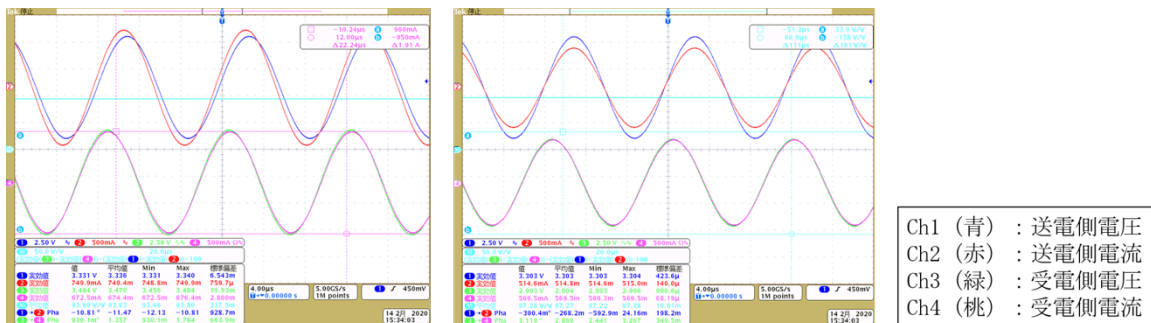


図2 挟み込み構造型の回路方程式と補償リアクタンス値

挟み込み構造型の回路方程式を導出し、効率低下の要因を送受信アンテナ同士の磁気結合  $k_{t,r}$  による送電側電圧と電流の位相差、つまり効率低下であると特定した。対策方法として効率を補償するリアクタンスの追加を提案した(図2)。アンテナを試作し、表1中のタイプA回路で送受の電圧、電流波形を実測したところ、補償コンデンサにより位相差が解消し、アンテナ間での電力効率が

93.6%から97.3%に向上することを確認した(図3)。



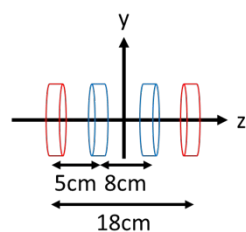
(a) 補償コンデンサなし

(a) 補償コンデンサあり

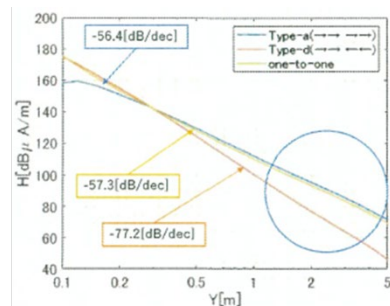
図3 送受の電圧、電流波形 (実測)

(2)解析による遠方界における磁界強度とばく露評価 (知財出願予定)

本検討では大電力の WPT を想定し、85kHz で 500W の伝送を行った場合について解析を行う。回路シミュレータから得られた電流値を基に電磁界解析により評価した。アンテナ配置条件と遠方界の磁界強度の解析結果を図 4 に示す。従来型とタイプ A は同等にしているが、タイプ D は距離に対する減衰が大きい。図 4(b) は Y 軸方向の結果だが、Z 軸方向でも同じ傾向を示す。解析と並行して、法第 46 条「非接触電力伝送装置」に基づき磁界強度の測定環境を構築し、予備測定を実施した (図 5)。これにより実機を用いた強度の測定が可能となる。

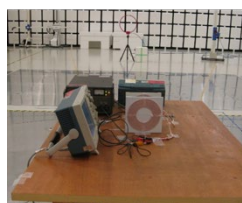


(a) アンテナ配置条件

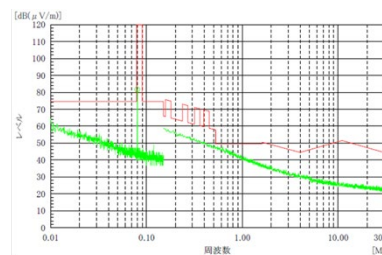


(b) 磁界強度の距離特性

図4 遠方界磁界強度 (解析)



(a) 装置類の配置

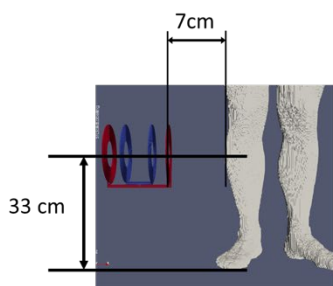


(b) 磁界強度測定結果

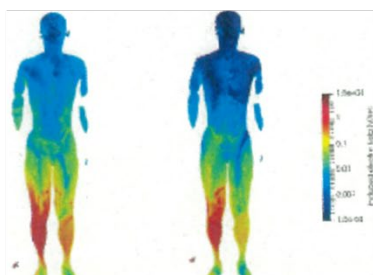
図5 磁界強度予備測定

いた電界強度を減衰させた電波を実磁界作用体にする。

また 85kHz 帯の磁界の生体影響は刺激が支配的とされ、その評価指標として人誘導される電界強度を検討する必要がある。遠方界と同様のアンテナ配置条件について、インピーダンス法を用いた誘導電界計算を行った。図 6 には従来型との違いが顕著なタイプ D に関してのみ比較して記載している。図 6(c) より挟み込み構造はアンテナから距離が離れたときの電界強度の減衰が大きいことがわかる。つまり、心臓や脳などの重要な組織では誘導電界がより小さくなること became 明らかになった。

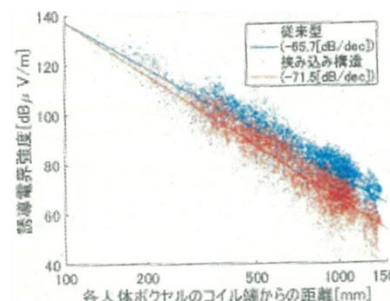


(a) 人体とアンテナの位置関係



(i) 従来型 (ii) 挟み込み構造 (タイプD)

(b) 誘導電界 (スライス面)



(c) 電界強度の距離特性

図6 体内誘導電界強度 (解析)

## まとめ

挟み込み構造型ワイヤレス給電について、回路方程式から各磁界配位モードでの高効率化を可能とする補償リアクタンスの使用を提案した。補償リアクタンスの効果により、アンテナ間の伝送効率が向上することを回路シミュレータおよび実測により確認した。さらに従来型と挟み込み構造型 (タイプ A, タイプ D) の遠方界磁界強度と体内誘導電界強度を解析から求めて比較した結果、タイプ D が安全性に優位である可能性が明らかになった。

#### 【研究成果の都民への還元あるいは東京都への政策提言】

- ・ 1年目の研究計画を終えたところであるので、本研究成果を具体的に都民に還元する、東京都への制作を提言するなどは最終年度までに具体的に検討する予定である。現在のところ本システムのパーソナルモビリティ（自転車、車椅子、電動キックボード）への応用などを考えている。これらの応用は都民に安全・安心な先進的な移動手段を還元できると考えており、東京都の推進している「スマート東京実施戦略」におけるデジタルトランスフォーメーションと組み合わせることにより、大都市の輸送システムの先進化に関する政策提言ができると考えている。

#### 【東京都以外への社会への提言や活動の実績】

- ・ 本研究におけるばく露評価に関しては、これから都市圏に普及すると考えられる無線電力伝送システムの生体安全性に関して、我が国の「電波防護指針」に対してガイドラインの科学的根拠に関して提言できると考えている。また、無線電力伝送システムを含む低周波ばく露の生体安全性に関わる生物学的な評価の国際的な標準化に関して活動を実施している。

#### 【外部研究費等への応募状況】

- ・ 関連研究として、総務省提案公募研究への応募を2件行った。

#### 【科学研究費補助金や国等の提案公募型研究費、企業からの受託研究費・共同研究費の獲得状況】

- ・ 総務省提案公募型研究費：「中間周波における遺伝毒性等の生物学的ハザード同定に関する調査」、直接経費 27,630 千円（機関代表者）
- ・ 総務省提案公募型研究費：「電波の生体影響評価に必要な研究手法標準化に関する調査・研究」、直接経費 37,786 千円（プロジェクト代表者）

#### 【出版したことによる波及効果】

- ・ 本研究の成果は現在特許出願の申請を準備している。発明の名称は①補償リアクタンスによる挟み込み構造型非接触給電の高効率（仮）②挟み込み構造型非接触給電の利用による電磁両立性能と安全性能の向上（仮）としている。本研究に基づくこれらの発明が特許化され、実用的なアプリケーションが実証されれば、都市のモビリティの先進化、その他の人々の身の回りへの本技術導入による生活の変化などの波及効果が期待できる。