

<基本計画書>

ワイヤレス電力伝送による漏えい電波の環境解析技術の研究開発

1. 目的

近年、電波の利用方法としては、通信だけではなく、電力伝送技術が注目されている。2015年以降の実用化が予定されているワイヤレス電力伝送(以下「WPT」という。)システムとして、電気自動車用の大電力(数kW)を伝送するものや、家電機器用の中電力(数百W)を伝送するものなど、多種多様な方式開発が進められている。

WPTシステムは、一般家庭や集合住宅への普及が見込まれており、使用範囲として住宅内に限らず屋外の駐車場も含めた広い空間が想定されている。また、使用空間内で複数のWPTシステムが密接かつ同時に動作する可能性が想定されている。

そのような環境でWPTシステムを実現するには、WPTシステムから発生する漏えい電波が、近接する機器に与える影響を分析することが必須であるが、数十kHz～数GHzの周波数領域における漏えい電波の強度分布をシミュレーションにより評価する技術は確立されていない。

そこで、本研究開発では、WPTシステムをはじめとする各種電子機器等が密集して設置された環境における漏えい電波の発生源及び設置環境をモデル化して、漏えい電波の状況を分析できるシミュレーション技術を確立する。この技術は、今後実用化が進む様々な方式のWPTシステムの性能や品質の向上に役立つとともに、製品設計の効率化にも有効である。さらに、WPTシステムの法令規制値の策定検討において有効なデータを提供することができる。

このように、漏えい電波の状況を解析するためのシミュレーション技術の研究開発により、電波環境の保全を確保し、国際標準等国際的な調和を図りながら通信機器、電力伝送システム等の周波数の共同利用を促し、もって電波利用ビジネスの活性化に資することを目的とする。

2. 政策的位置付け

- ・日本経済再生に向けた緊急経済対策(平成25年1月11日閣議決定)

「Ⅱ. 1. (2) 研究開発、イノベーション推進」において、「イノベーション創出による需要喚起と成長への投資促進を図るため、(中略)先端的な情報通信技術の確立など、研究開発プロジェクト等を推進する」旨、及び下記項目が記載されている。

①研究開発プロジェクトの推進

- ・イノベーションを創出する情報通信技術の利活用推進・強固な基盤整備(総

務省)

- ・ 知識情報社会の実現に向けた情報通信政策の在り方（平成 23年情報通信審議会諮問第17号平成24年7月25日答申）
Active Japan ICT戦略「アクティブコミュニケーション戦略～堅牢・高性能な重層的ブロードバンドネットワークの展開～」において、「ホワイトスペースの周波数高度利用技術」等、「電波の有効利用を実現する新たなワイヤレスシステムの研究開発」を行う旨が記載されている。
- ・ 新たな情報通信技術戦略工程表（平成 24年 7月 4日改訂 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部）
「3.（2）我が国が強みを持つ情報通信技術関連の研究開発等の推進」において、「引き続き、新世代・光ネットワーク、次世代ワイヤレス、（中略）の研究開発」を行う旨が記載されている。
- ・ デジタル新時代に向けた新たな戦略～三カ年緊急プラン～（平成 21年 4月 9日 IT戦略本部）
第2章Ⅱ. 2.（4）デジタル技術を活用した新産業創出において、「コードのいない快適生活環境等を早期実現」する旨が記載されている。
- ・ 電波新産業創出戦略～電波政策懇談会報告書～（平成 21年7月13日 電波政策懇談会）
「4-2-2 ユビキタスフロンティア【ワイヤレス電源供給】」において、「電源コードが不要となることにより、コンセントのない住宅や家電の自由な配置の実現以外にも、ユーザーのライフスタイルにも大きな変革をもたらすと考えられる。
さらに、電気自動車の給電インフラとして、無線給電スタンドや無線給電駐車場の整備も期待される。また、カプセル内視鏡型ロボット／センサーやインプラント機器に搭載される電池の代替としても、ワイヤレス電源供給の利用が期待される。」旨が記載されている。

3. 目標

一般住宅の屋内外において今後設置が進むことが見込まれているWPTシステムから発生する漏えい電波が、各種無線システムに影響を与える可能性が考えられ、様々なWPT方式及び設置環境を想定した場合の漏えい電波の状況とそれによる干渉影響を正確に把握するための技術を開発する。

出力電力数十W～数kWの様々な方式のWPTシステムからの漏えい電波を模擬する技術と共に、漏えい電波の発生源と屋内外の空間をモデル化し、計算機上のシミュレーションを用いて漏えい電波の状況を可視化して分析する技術の確立を目標とする。

4. 研究開発内容

(1) 概要

本研究では、平成25年度に実施された「ワイヤレス電力伝送システム等における漏えい電波の影響評価技術に関する研究開発」において明らかにされたWPTシステムから発生する漏えい電波の測定評価結果を踏まえ、WPTシステムから発生する漏えい電波の状況を可視化するための電磁界シミュレーション技術を開発する。実際の住宅環境における漏えい電波の発生源や、被干渉システムの配置や組み合わせ等、個々の住宅毎に異なるため、まず住宅環境に、WPTエミュレーターを設置して、実環境における漏えい電波の影響を把握する。ここで、WPTエミュレーターの基本波及び高調波の各周波数における漏えいレベルは、法令規制値を基準とした定量的な相対値で設定できるものとする。

また、実際の住宅環境をモデル化して、WPTエミュレーターから発生する漏えい電波の電磁界強度分布の結果を計算機上のシミュレーションを用いて可視化する技術を開発する。実際の屋内外の設置環境における漏えい電波の評価結果と、シミュレーション技術を用いた分析結果を比較することで、本技術の妥当性について検証を行う。加えて、住宅毎に異なる環境への適用など、一般的な設置環境及び動作条件において分析を可能とするため、シミュレーションモデルの計算精度向上と、並列計算機を活用した大規模化に関する技術を開発する。これによって、シミュレーション上で、WPTシステムをモデル化した上で、屋内外の空間において漏えい電波の状況を可視化して分析する技術を確立する。

(2) 技術課題及び到達目標

技術課題

ア 漏えい電波の可視化技術の開発

WPTシステムは、住宅全体と駐車場を含む環境において複数設置される可能性があり、それぞれのシステムが個別の動作条件で運用される。WPTシステムに近接して使用される被干渉システムとして、電波時計、ラジオ放送、携帯電話及び無線LAN等の無線機器が想定され、これらの無線機器の使用周波数帯域は30kHz～6GHzの広範囲となる。また、MHz帯を用いる磁界共鳴方式WPTシステムにおいては高い周波数帯域までの高調波が想定され、国際無線障害特別委員会(CISPR)等における漏えい電波の測定規格の上限周波数は6GHzである。すなわち、WPTシステムから発生する漏えい電波の評価では、駐車場を含めた住宅全体の大きな空間ならびに広範囲の周波数帯域が解析対象となることを

考慮する必要がある。しかしながら、従来のシミュレーションにおいて、大きな空間ならびに広範囲の周波数帯域を解析対象とする場合、電磁界数値解析において空間を分割するメッシュ数が数十億を超えることから、一般的なサーバ型計算機の能力では計算が不可能となる。したがって、本研究では、周波数毎に最適な解析手法を適用するとともに、大規模計算を伴うシミュレーションに並列計算手法を用いることによって、WPT システムにおける漏えい電波の可視化を実現する。

イ 漏えい電波の環境評価技術の開発

実際の WPT システムは、用途に応じて、屋内外の様々な環境に設置され、動作周波数や出力電力などの動作状態もそれぞれ個別の条件で運用される。WPT システムから様々な漏えい電波が発生しているが、それぞれの設置状態や動作条件などの様々な因子によって、他の機器に与える干渉影響が大きく異なることが想定される。したがって、各機器の様々な動作状態や設置状態を正確に制御、把握した条件において漏えい電波が他の機器に及ぼす影響を評価する必要がある。

そのため、本研究では、様々な WPT システムから発生する漏えい電波の発生源として、WPT エミュレーターを設置した実験環境を構築し、動作周波数や出力電力などの動作状態における漏えい電波を模擬すると共に、他の機器に及ぼす干渉影響を定量的に把握する。また、WPT エミュレーターを設置した実験環境において、漏えい電波の電磁界強度の分布を測定することで、「ア 漏えい電波の可視化技術の開発」におけるシミュレーションモデルの精度向上のための基礎データとして活用する。

ウ 漏えい電波の環境構築技術の開発

電気自動車や家電機器などの各種用途で用いられる様々な WPT システムの漏えい電波を評価するために、それぞれの WPT システムの実験装置を開発し評価することは、一般性に乏しく、かつ設計・製造の費用や期間が膨大となる。

そこで、漏えい電波の環境構築技術の開発では、漏えい電波の強度や電源系統への影響など様々なパラメータを変化しながら電波暗室内で再現性が高い定量的評価を可能とする実験環境を実現する。WPT システムから発生する漏えい電波の発生源から漏えい電波が空間に放射されることを模擬した WPT エミュレーターを構築する。WPT エミュレーターでは、漏えい電波の発生源を高精度に模擬するため、WPT システムの広帯域に広がる信号源や、バースト状の信号源などを模擬できるようにする。WPT システムの動作によって電力線などの配線への影響を模擬する電力線エミュレーターを構築する。これらにより、動作周波数、出力電力といった条件を変えながら干渉影響を再現することで、被干渉システムにおける影響の度合いを定量的に評価し、その結果を踏まえ改善や妥当性の確認を行うことができる環境を構築する。

到達目標

なお、上記の目標を達成するに当たっての年度毎の目標については、以下の例を想定している。

(例)

<平成26年度>

ア 漏えい電波の可視化技術の開発

WPT システムによる漏えい電波の可視化については、全周波数帯域（30kHz～6GHz）を低周波帯域、中～高周波帯域、高周波数帯域に分けて、それぞれの周波数帯域毎に最適な異なる電磁界解析手法を適用し、並列計算機を用いた大規模計算に対応するシミュレーションシステムを構築する。

電磁界シミュレーションの解析空間は、WPT システムの設置利用が想定される戸建て住宅内とし、漏えい電波による基本波、高調波成分による電磁界分布を導出する。本シミュレーションの導出結果と、実際の設置環境における測定結果との比較を行うことにより、本技術の妥当性を検証する。

WPT システムが発生する漏えい電波の波源は、伝送方式（電磁誘導方式、磁界共鳴方式）、出力電力（数十W～数百W）、屋内空間における位置をそれぞれ設定する。

広い周波数帯域及び戸建て住宅全体の広い解析空間において、大規模計算によるシミュレーションを12時間程度の計算時間で完了することができる並列計算システムを活用し、そのシステム上に分散処理プログラムを実装したシミュレーションシステムを実現する。

また、「イ 漏えい電波の環境評価技術の開発」による評価結果とシミュレーション結果の差分を電磁界強度の1m区間の平均値で5dB程度以内に低減する検討を行うとともに、その差分に対する考察を行う。

イ 漏えい電波の環境評価技術の開発

漏えい電波の環境評価の実験環境は、戸建て住宅とする。実験環境に設置するWPT エミュレーターは、屋内に設置される複数の伝送方式に対応したWPT システムを想定し、数十W～数百Wの出力電力に対応する。なお、WPT エミュレーターが発生する漏えい電波の強度を任意に設定変更できるようにする。

漏えい電磁界強度の測定においては、WPT エミュレーターから発生する漏えい電波の基本波、高調波の各周波数成分と、被干渉システムの使用周波数帯の対応づけを可能とするため100kHz～6GHzの電界成分と、30kHz～30MHzの磁界成分を測定する。

また、実験環境において測定した電磁界強度分布のデータは、「ア 漏えい電波の可視化技術の開発」におけるシミュレーションの分析結果と比較する際の基準データとして利用する。

WPT システムの漏えい電波による干渉影響の評価対象とする被干渉機器は、中波ラジオ受信機、各種無線システム（携帯電話：800MHz, 1.5GHz, 2GHz, 3.5GHz 帯, 無線 LAN：2.4GHz, 5.2GHz 帯）等とする。WPT システムの動作周波数や出力電力などの動作条件を変えながら、漏えい電波による上記被干渉機器への干渉影響を分析する。さらに各種 WPT システムの動作周波数や出力電力などの動作条件と対応付ける形で、被干渉機器の通信品質（アンテナ端子における受信電磁界強度、ビットエラーレート等）を定量的に評価する。

ウ 漏えい電波の環境構築技術の開発

本研究において開発する WPT エミュレーターでは、屋内に設置される家電機器で用いられる様々な方式の WPT システム（電磁誘導方式及び磁界共鳴方式）について、最新標準化動向を考慮した上で、漏えい電波の基本波及び高調波の電磁界強度を模擬的に発生させる。

電力線エミュレーターでは、家庭内の電力線等の各種配線を模擬した電源系統を構築し、その電源系統において、実環境分析技術で把握した太陽光発電系統連系パワーコンバータ（GCPC）の動作や電源系統への影響を再現する。

WPT エミュレーター及び電力線エミュレーターで再現する漏えい電波の発生源は、広帯域信号源やバースト状ノイズの再現に対応する。さらに、再現する発生源は、電磁界放射及び伝導妨害に関するイミュニティ関連規格や法令規制値と対応させて制御できるようにする。

<平成 27 年度>

ア 漏えい電波の可視化技術の開発

平成 26 年度に構築した漏えい電波の可視化技術を基本として、実際の電気自動車や家電機器等に搭載された WPT システムにおいて、搭載される機器等が設置される状態や場所の違いによる漏えい電磁界の変動等、実使用条件を考慮したシミュレーションモデルを構築することとし、商業施設や店舗駐車場などの大規模な空間をその対象として拡張するとともに、複数の異なる WPT システムが同時に設置される場合を考慮し、合計で 3 以上の波源をモデル化する。漏えい電波の波源は、屋外に設置される電気自動車用 WPT システムを想定して最大数 kW の出力電力に対応する。

また、シミュレーションの結果得られた電磁界強度分布を様々な設定条件において 3 次元で可視化するシステムを開発する。大規模空間かつ全周波数帯域（30k~6GHz）を含む電磁界強度分布データから特徴量を抽出し、さらにリアルタイムで 3 次元可視化を実現するために、並列計算システム等を活用した高速レンダリング技術を開発する。

また、「イ 漏えい電波の環境評価技術の開発」による評価結果とシミュレーション結果の差分を電磁界強度の 1 m 区間の平均値で 5 dB 程度以内に低減する検討を行うとともに、その差分に対する考察を行う。

イ 漏えい電波の環境評価技術の開発

平成26年度に構築した漏えい電波の環境評価技術を基本として、漏えい電波の環境評価の実験環境として屋外の駐車場を加えた上で、屋外に設置される電気自動車用 WPT システムを想定した最大数 kW の出力電力に対応する。

さらに、実際の家電機器等に搭載された WPT システムにおいて、搭載される家電機器等が設置される状態や場所の違いによる漏えい電磁界の変動等、実使用条件を考慮した評価を行う。

ウ 漏えい電波の環境構築技術の開発

平成26年度に構築した漏えい電波の環境構築技術を基本として、屋外に設置される電気自動車用 WPT システムを想定した最大数 kW の出力電力に対応することにより、数十 W～数 kW の広範囲にわたる出力電力に応じて漏えい電磁界を制御できる WPT エミュレーターを構築する。

また、実際の家電機器等に搭載された WPT システムにおいて、搭載される家電機器等が設置される状態や場所の違いによる漏えい電磁界の変動等、実使用条件を考慮した漏えい電磁界を模擬する技術を構築する。

5. 実施期間

平成26年度から平成27年度までの2年間

6. その他

(1) 成果の普及展開に向けた取組等

①国際標準化等への取組

国際競争力の強化を実現するためには、本研究開発の成果を研究期間中及び終了後、速やかに関連する国際標準化規格・機関・団体へ提案を実施することが重要である。このため、研究開発の進捗に合わせて、国際標準への提案活動を行うものとする。なお、提案を想定する国際標準規格・機関・団体及び具体的な標準化活動の計画を策定した上で、提案書に記載すること。

②実用化への取組

研究開発期間終了後も引き続き取り組む予定の「本研究開発で確立した技術の普及啓発活動」及び平成32年度までの実用化・製品展開等を実現するための活動計画・実施方策については、提案書に必ず具体的に記載すること。

(2) 提案及び研究開発に当たっての留意点

提案に当たっては、情報通信審議会電波利用環境委員会ワイヤレス電力伝送作業班の検討状況を考慮するとともに、基本計画書に記されている目標に対す

る達成度を評価することが可能な具体的な評価項目を設定し、各評価項目に対して可能な限り数値目標を定めること。また、従来の技術との差異を明確にした上で、技術課題及び目標達成に向けた研究方法、実施計画及び年度目標について具体的かつ実効性のある提案を行うこと。

研究開発の実施に当たっては、関連する要素技術間の調整、成果の取りまとめ方等、研究開発全体の方針について幅広い観点から助言を頂くと共に、実際の研究開発の進め方について適宜指導を頂くため、学識経験者、有識者等を含んだ研究開発運営委員会等を開催する等、外部の学識経験者、有識者等を参画させること。

なお、本研究開発において実用的な成果を導出するための共同研究体制又は研究協力体制について、研究計画書の中にできるだけ具体的に記載すること。