

## 次世代の電波利用に向けた電波環境技術の研究開発と業務

## ■概要

将来の電波利用の多様化に対し安心・安全な電波環境を構築するため、EMC（電磁的両立性：機器やシステムが互いに電磁的悪影響を受けず・与えずに動作する能力）の研究開発を行っている。第4期中長期計画の2年目である平成29年度は、中長期計画の各課題について下記の目標を設定し研究開発を行った。

## 1. 先端EMC計測技術

意図的・非意図的な電磁放射の広帯域化に対応するため、広帯域伝導妨害波に対する測定装置の小型化及び高機能化、近接電磁耐性評価用広帯域アンテナの実現を目指した構造検討及び試作等を行う。また、周波数30 MHz以下の放射妨害波に対する測定場の条件と評価法について検討を継続する。300 GHzまで使用可能な電力計較正装置の構築を進め、220 GHz-330 GHzの較正系については不確かさの評価に着手する。広帯域スプリアス測定場における電波環境とその季節変動を計測するとともに、マルチパスの影響を検討することにより、不要電波の特性を調査し、対策法について基本的検討を行う。

## 2. 生体EMC技術

テラヘルツ帯まで人体の電波ばく露評価技術を開発するために、電気定数測定手法に関する検討、ミリ波帯における近傍電磁界測定手法、テラヘルツ帯における分光計測手法と相互作用シミュレーション手法等についての検討を行う。最新・次世代電波利用システムの適合性評価技術を開発するために、比吸収率（SAR）：高速測定方法の不確かさ評価、WPT（Wireless Power Transmission：ワイヤレス電力伝送）：システムの局所SAR評価手法の開発、5 Gシステムやミリ波帯無線LAN端末からの人体ばく露評価量等についての検討を行う。さらに、SAR較正業務の効率化とその妥当性評価・検証を行う。

## 3. 研究連携と国内外技術基準への寄与

大学・研究機関等との共同研究実施や協力研究員の受け入れ等により、電磁環境技術に関する国内の中核的研究機関としての役割を果たすと同時に、研究開発で得た

知見や経験を、ITU、IEC等の国際標準化活動や国内外技術基準の策定等に寄与する。

## ■平成29年度の成果

## 1. 先端EMC計測技術

広帯域伝導妨害波に対する測定装置について、周波数1 GHzまで測定可能な測定系（世界初）を従来の1/3程度に小型化することに成功し、また異なる伝搬モードの妨害波を分離して測定する機能を実現した。また伝導妨害波測定に関する論文がIEEE EMC Magazineの年間ハイライト論文に選出されたほか、査読付論文誌3編などの成果を得た。近接電磁耐性評価用広帯域アンテナについては、伝送線路テーパ構造型アンテナの放射特性を数値シミュレーションにより最適化した。その結果を基に評価用プロトタイプを試作し、IECイミュニティ規格（IEC61000-4-39）のアンテナ要求特性を満足していることを確認した。

ワイヤレス電力伝送等の普及において重要となる、30 MHz以下の放射妨害波に対する測定場の条件と評価法について数値シミュレーションによる検討を行い、CISPR国際規格の委員会原案に大きく寄与した。また、放射妨害波測定に用いるループアンテナの較正法について、CISPR国際規格の委員会原案の作成に寄与するとともに、市販のループアンテナに対する計量法に基づく校正（JCSS校正：ISO/IEC17025規格に準拠）を開始した。さらに、30 MHz以下の電界プローブについて短縮モノポールアンテナを用いた較正法を開発した。

超高周波電磁波に対する較正技術について、220 GHz-330 GHz用のカロリメータを産業技術総合研究所と共同で開発し、国家標準とのトレーサビリティを確立した（図1、平成30年3月13日に報道発表）。市販の電力計を較正するための装置について不確かさの評価を行い、較正業務が開始可能な体制を確立した。（平成30年4月に業務開始予定）

広帯域電磁波の計測法について、スプリアス測定場における広帯域電波環境とその季節変動を計測し、外来波（図2）に顕著な季節変動が見られないことを確認した。また、マルチパス測定時に必要となる無線局免許について準備を進めるとともに、不要波への対策技術について検討した。

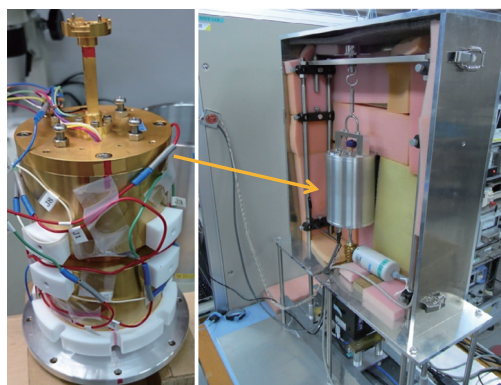


図1 周波数220 GHz-330 GHzの電力標準

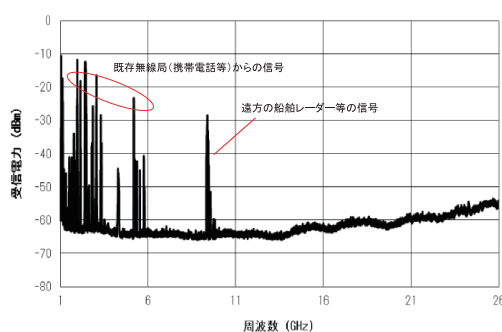


図2 スプリアス測定場における外来波測定結果の例

さらに、次世代型レーダーの急峻なスペクトルに対応可能な広帯域測定系フロントエンドフィルタ制御部を実現した。

## 2. 生体EMC技術

テラヘルツ帯まで人体の電波ばく露評価技術を開発するために、電気定数測定手法に関する検討、低周波数帯電気定数測定データの取得、ミリ波帯における近傍電磁界測定手法、テラヘルツ帯における分光計測手法と相互作用シミュレーション手法等についての検討を行った。その結果、ミリ波帯までの生体組織電気定数測定に基づく高精度な人体ばく露評価の研究成果(図3)が英国物理学会発行の論文誌(Physics in Medicine and Biology)に掲載され、国際非電離放射線防護委員会(ICNIRP)やIEEE等の国際ガイドラインの次期改定の根拠として採用されている。また、テラヘルツパルス分光計測手法を用いた世界初の表皮組織ばく露特性の定量的分析を実施し(図4)、国際学会会議において最優秀論文賞を受賞した。

最新・次世代電波利用システムの適合性評価技術を開発するために、SAR高速測定方法の不確かさ評価、WPTシステムの局所SAR評価手法の開発、5Gやミリ波無線LAN等の携帯無線端末からの人体ばく露評価量等についての検討を行った。さらに、SAR校正業務の効率化及びその妥当性評価・検証を行った。その結果、WPTのSAR測定を世界に先駆けて実証し(図5)、提案手法がIEC技術報告(TR 62905)に反映された。また、ミリ波帯携

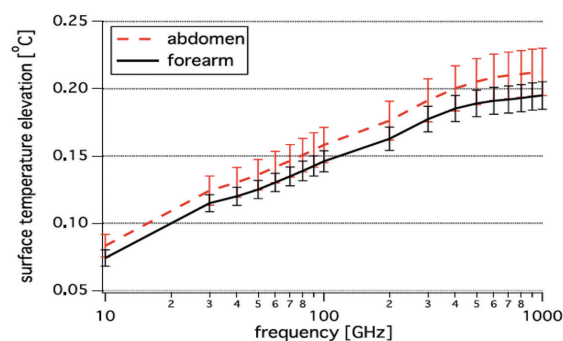


図3 周波数10 GHz-1THzの電波ばく露による体表温度上昇の解析

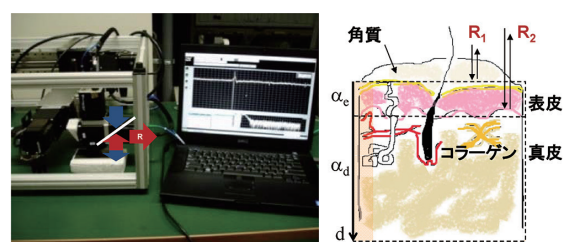


図4 テラヘルツ波と生体組織の相互作用の解明(深さ方向の屈折率分布を定量的に分析)

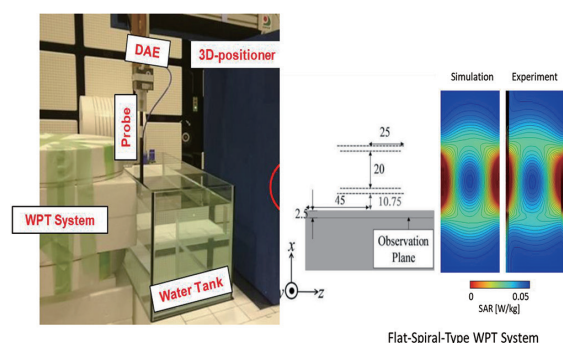


図5 メガヘルツ帯WPTシステム比吸収率の測定

帯無線端末の適合性評価のための近傍電磁界再構成手法を開発・実証し、IEC技術報告(TR 63170)に反映された。

## 3. 研究連携と国内外技術基準への寄与

大学・研究機関等との共同研究(実績:大学10、国立研究機関5、公益法人1、民間企業1)による幅広い研究ネットワークの構築、NICT主催によるオープンフォーラムNICT/EMC-netの活動などを通じて、電磁環境技術に関する国内の中核的研究機関として研究開発を推進した。研究会開催3回(参加者合計117名)、シンポジウム開催1回(参加者109名)を実施した。ITU、IEC、ICNIRP等の国際標準化会議や国内外技術基準策定のための審議会等において、下記のとおり大きく貢献した(人数はいずれも延べ)。国際会議エキスパート・構成員48名、国際寄与文書提出37編、NICT寄与を含む国際規格の成立12編。国内標準化会議構成員75名(うち座長・副座長11名)、文書提出67編、国内答申2編など。