

# Demonstration of Dual-Band Nonreciprocal Composite Right/Left-Handed Transmission Lines with Unidirectional Wavenumber Vectors

H31海自19

派遣先 2019 IEEE MTT-S International Microwave Symposium  
(IMS2019) (アメリカ・ボストン)

期 間 2019年6月1日～2019年6月7日 (7日間)

申請者 京都工芸繊維大学 工芸科学研究科 電子システム工学専攻  
博士前期課程2年 金 田 拓 海

## 海外における研究活動状況

### 研究目的

非相反メタマテリアル線路を用いて小型サイズで高効率放射する漏れ波ビーム走査アンテナに注目し、次世代通信技術の課題の解決を試みている。本研究では、この非相反メタマテリアルからなるビーム走査アンテナのマルチバンド化を目的としてマルチバンド化を可能とする非相反メタマテリアルの構成方法を提案する。さらに具体的な構造の設計・試作を行い、実験により伝送特性を確認する。

### 海外における研究活動報告

2019年6月2～7日にアメリカのボストンで開催された国際会議2019 IEEE MTT-S International Microwave Symposium (IMS2019)に参加し、研究発表を行った。

本会議は、北米で6月上旬に開催される、マイクロ波分野で最も権威あるIEEE主催フラグシップ国際会議である。本会議では高周波集積回路 (RFIC) および無線周波数 (RF)・マイクロ波の測定・テスト (ARFTG) を含むRF及びマイクロ波分野全般を対象としている。技術セッションは口頭発表とポスター発表を合わ

せて約400件、ワークショップが約250件あり、大規模な国際会議である。さらにマイクロ波分野最大規模の展示会が開催され、材料、デバイス、コンポーネント、サブシステム、設計およびシミュレーションソフトウェア、テスト/測定機器に関する最新技術を代表する600社以上の展示が出展される。論文の採択率はポスター発表を含めて5割程度、オーラルセッション発表に絞ると3割5分程度とさらに厳しいものとなるが、今回オーラルセッションのうち発表時間の長い20分発表に採択された。以下、本会議で発表した研究の内容を報告する。

近年、無線通信のトラフィック量の増大に伴い、高速で大容量の通信が必要とされており、次世代の無線通信方式として5G (第5世代移動体通信) の実現に向け世界各国で精力的に研究が進められている。現在使われている周波数帯に加え、より高い周波数帯のミリ波を利用することで高速で大容量な通信が可能となる。従来の移動体通信では主に無指向性のアンテナが利用されているが、動作周波数帯が高周波になるほど電波の減衰が問題となるため、高指向性のアンテナが求められる。また複数の端末に接続させるため、ビーム方向を高速に電子走査可能なアンテナが必要となる。

現在主流となっているフェーズドアレー方式では、多数のアンテナ素子にそれぞれ分配器と移相器が繋がれ電子的に各アンテナ素子の位相制御を行っているが、多数の分配器、移相器が用いられるため消費電力の大きさとアンテナサイズが問題となる。このように従来技術では、小型の移動体端末用のアンテナとしては不向きで、端末から基地局への通信速度向上の問題が残されている。高速大容量通信を図るためには、端末側のアンテナの小型化、省電力化が必須となる。

そこで我々は、非相反メタマテリアル線路を用いて、小型サイズで高効率放射する漏れ波ビーム走査アンテナに注目し、次世代通信技術の課題の解決を試みている。非相反メタマテリアルは、順方向と逆方向とで伝搬特性が異なる非相反性とサブ波長サイズの構成要素からなる電磁人工媒質であるメタマテリアルとの組み合わせからなり、特異な電磁現象の発現や新機能デバイスの創製を可能とする構造体である。メタマテリアルアンテナでは動作周波数に依らずアンテナサイズを自由に変えられるため、アンテナの小型化が可能となる。さらに共振型の非相反メタマテリアルアンテナは放射効率が非常に高く、外部印加直流磁界によって共振器内の位相勾配制御ができるため、漏れ波ビーム走査が可能となる。これにより移相器、分配器が不要となるため、従来のフェー

ズドアレーに比べて非常に簡素な構造となり、消費電力の大幅な低減化が期待できる。

本研究では、この非相反メタマテリアルからなるビーム走査アンテナのマルチバンド化を目的としてマルチバンド化を可能とする非相反メタマテリアルの構成方法を提案している。さらに具体的な構造の設計・試作を行い、伝送特性のみではあるが実験による動作確認も行っている。

今回、国際会議で他国の研究者および大学院生の発表を聞いてその発表レベルの高さに驚いた。自分の英語力とプレゼンテーション能力が不足していることが分かり、これから力を磨いていく必要性を感じた。本国際会議への参加は世界で求められるレベルを知る良い機会になった。

今回の国際会議IMS2019への参加に対し、多大なご支援を頂いた公益財団法人村田学術振興財団に深く感謝いたします。

**この派遣の研究成果等を発表した  
著書、論文、報告書の書名・講演題目**

Takumi Kaneda, Tetsuya Ueda, Tatsuo Itoh,  
“Demonstration of Dual-Band Nonreciprocal  
Composite Right/Left-Handed Transmission Lines with  
Unidirectional Wavenumber Vectors,” in IEEE MTT-S  
International Microwave Symposium Digest, pp. 176-179,  
June 2019.