

## 研究項目 A01：公募研究

「小形メタマテリアル構造によるヘリカルアンテナの性能向上」

道下尚文（防衛大学校）

防衛大学校電気情報学群電気電子工学科に所属しております道下尚文です。簡単な自己紹介と研究紹介をさせていただきます。

2004年に防衛大学校に着任し、専門のアンテナ、電磁界解析に関する研究に従事しておりましたところ、2006年から1年間、UCLAに客員研究員として渡航する機会を得ました。上田哲也先生が前年に研究されていた誘電体メタマテリアルの研究を引き継ぎ、伊藤龍男先生や博士課程の学生とディスカッションしながら研究を推進していきました。充実した1年間を過ごすことができましたことを、この場を借りて皆様に感謝いたします。

UCLAから元の職場に戻ると、まず、1年間勉強した誘電体メタマテリアルのアンテナ応用を考えることにしました。同じ講座の山田吉英先生とともに負屈折率媒質を用いたレンズの曲面を設計した結果、従来よりも薄型化、小形化、広角走査性能向上が期待できることがわかりました。そこで、図1の広角走査用誘電体メタマテリアルレンズアンテナを試作しました<sup>[1]</sup>。この誘電体メタマテリアルは、100個の誘電体共振器で1層のレンズを構成しています。3次元レンズを構成するには、多層化することになりますが、簡易製作法の開発や誘電体共振器に代わる安価な材料の利用が必要であり、課題として残りました。

次に、メタマテリアル技術のアンテナ素子への応用を考えました。メタマテリアルの設計法は従来のアンテナ設計とは異なり、所望の伝搬定数を有する単位セル構造を設計することになります。この設計技術をアンテナに適用し、図2のUHF帯広帯域漏れ波アンテナ<sup>[2]</sup>や、図3の低姿勢広帯域モノポールアンテナ<sup>[3]</sup>、図4の携帯端末用小形広帯域アンテナ<sup>[4]</sup>を試作しました。これらのメタマテリアルアンテナは、従来のアンテナ特性を大きく超える性能を有しており、現在では、更なるアンテナ性能向上のための基礎となっています。

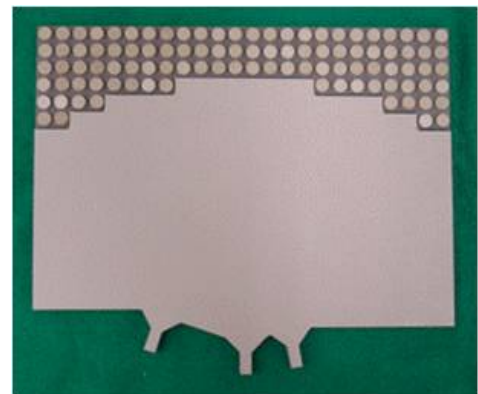


図1 広角走査用誘電体メタマテリアルレンズアンテナ



図2 UHF 帯広帯域漏れ波アンテナ



図3 低姿勢広帯域モノポールアンテナ



図4 携帯端末用小形広帯域アンテナ

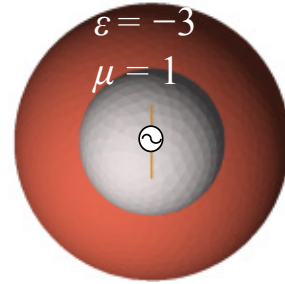


図5 負誘電率殻で覆われた微小ダイポールアンテナ

Ziolkowski らは、図5のように微小ダイポールを負誘電率媒質で覆う構造について検討した結果を報告しています<sup>[5]</sup>。内径 20 mm、外径 40.1 mm の誘電体殻の比誘電率を-3 とすると、インピーダンス整合が達成でき、Q 値は非常に低くなることから、電磁界シミュレーションにより明らかにされました<sup>[6]</sup>。しかし、これらの特性は、誘電体殻を均質、等方性、非分散とすることが条件であることもわかってきました。さらに、厚さ 10 mm の中に周期的な構造を構成するには、単位セルの小形化が大変重要となります。本研究では、これらの課題を解決すべく、誘電体メタマテリアルを構成する新たな単位セル構造を開発したいと考えております。

- [1] S. Kamada, et al., "Metamaterial Lens Antenna Using Dielectric Resonators for Wide Angle Beam Scanning," IEEE AP-S Int'l Symp., 228.3, July 2010.
- [2] S. Kamada, et al., "Leaky Wave Antenna Using Composite Right/Left-Handed Transmission Line Composed of Ladder Network for UHF Band," IEICE Trans. Commun., vol.E93-B, no.10, pp.2562-2569, Oct. 2010.
- [3] W.J. Kim, et al., "Low-Profile Leaky-Wave Antenna with Monopolar Radiation Pattern Using Composite Right/Left-Handed Transmission Line," Int'l Symp. Antennas Propag., pp.989-992, Nov. 2010.
- [4] 道下尚文他, "右手/左手系複合伝送線路を用いた小形広帯域携帯端末用アンテナ," 電子情報通信学会論文誌, vol.J95-B, no.9, pp.1060-1068, Sep. 2012.
- [5] R.W. Ziolkowski, et al., "Metamaterial-Based Efficient Electrically Small Antennas," IEEE Trans. Antennas Propag., vol.54, no.7, pp.2113-2130, July 2006.
- [6] 毛利克也他, "球状負誘電率メタマテリアル殻で覆われた小形ダイポールアンテナ," 電子情報通信学会技術研究報告, AP2013-74, pp.69-72, Aug. 2013.