

# 1次元ミアンダマイクロストリップ線路構造を用いた 広帯域フラットメタサーフェスレンズの設計

Design of a Broadband Flat Metasurface Lens by  
Using One-Dimensional Meander Microstrip-Line Structures

M23海自21

派遣先 2023 光・電磁波研究シンポジウム (チェコ・プラハ)

期間 2023年7月3日～2023年7月8日 (6日間)

申請者 鹿児島大学 理工学研究科 修士2年 須原出海

## 海外における研究活動状況

### 研究目的

メタサーフェスは近年、通信分野における新規デバイスに取り入れられ、新たな通信規格の台頭とともに盛んにデバイスの実用化及び研究がなされてきた。これまで提案されてきた殆どのメタサーフェスは、特定の周波数の近傍にて動作するものであった。本研究では、これまでの研究活動で提案した広帯域動作が可能なメタサーフェスの回路論的設計法に基づき、広帯域メタサーフェスレンズの設計理論を確立し、実現を目指す。

### 海外における研究活動報告

私は2023年7月2日から7月7日までプラハにて開催されたPIERS2023に、4日から6日までの3日間、発表及び聴講を目的に参加した。この国際会議はマイクロ波から光の分野の研究者が集うものであり、自身の研究対象であるメタサーフェスを取り扱った研究の発表も数多く見受けられた。そこで他の研究者の発表を聴講することはメタサーフェス及びメタマテリアルの研究の動向や、彼らの研究手法及び実験方法などを窺い知ることができ今後の研究

の参考になる実りある時間であった。自身の研究発表は6日のセッション「Liquid Crystals and Related Technologies」にて行った。発表及び質疑応答併せて15分の時間で「Design of a Broadband Flat Metasurface Lens by Using One-Dimensional Meander Microstrip-Line Structures (1次元ミアンダマイクロストリップ線路構造を用いたフラットメタサーフェスレンズの設計)」と題しプレゼンテーションを行った。

本発表で取り扱ったメタサーフェスは波長に対して十分小さい素子を配列することによって構成されるシート状の人工材料である。このメタサーフェスは薄い面にもかかわらず特異な波面操作が可能であるという特徴により、近年では通信分野における新規デバイスに取り入れられ、新たな通信規格の台頭とともに盛んにデバイスの実用化及び研究がなされてきた。これまでにメタサーフェスの設計のために様々な手法が提案されてきた。例としてホイヘンスの原理に基づく手法やフレクトアレイまたはトランスミットアレイを用いた手法が挙げられ、これらはデバイスへの応用もなされている。しかし、これらの手法及びこれまで提案されてきた殆どのメタサーフェスは、周波数に依存した構造パラメータを持ち、特定の周波数及び

その近傍でのみ動作するものであった。これらに対し、これまでの研究活動で提案した広帯域動作が可能なメタサーフェスの回路論的設計法に基づき、広帯域メタサーフェスレンズの設計法を提案した。まず、1次元ミアンダマイクロストリップ線路構造をメタサーフェスを構成する単位セルの構造に採用した。また、各単位セルの入口から焦点までの電気長が一致するように、伝送線路モデルの設計式よりメタサーフェスの構造パラメータを算出した。ただし、設計式から得られた構造パラメータは線路の折り曲げ等の構造の影響によりそのまま設計へ適用することはできないため、固有周波数解析を行って最適化を行なった。具体的には、波数と固有周波数の関係(周波数分散特性)を計算し、理論値と一致するように線路長を調整した。こうして設計したメタサーフェスの動作を確認するため全波シミュレーションを行い、1.977GHzから5.273GHzまでの電磁波を入射した時の複素電界分布を計算した。その結果、設計したレンズは設定したどの周波数の電磁波に対しても焦点を形成することができるが、焦点位置は周波数が高い場合ほどレンズの方へ移動することが分かった。今回の発表ではこれらの成果を紹介した。また、発表後の質疑応答では、主に提案された設計法を用いたメタサーフェスの実用的な応用先及び3次元化に関する質問をいただき、3次元化に関しては層状の構造を用いることで実現できると考え

ているが、具体的な方法は検討中であると回答した。

最後に、貴財団よりご支援いただき、国際学会にて自身の研究の発表を行えたこと及び参加することができたことに謝意を表す。国際学会を通じて得られた知見は今後の研究活動において新たな刺激を与え、大いに役立つものであると確信している。今回、英語による発表を経験して、技術の成長発展を目的とした研究開発において必須な英語によるコミュニケーション能力をさらに向上させ、他国の研究者ともより高度な討論を行いたいと感じた。したがって当会議ののちに参加する海外研修では反省点に基づき自身の英語力向上に努め、その能力を研究活動に生かしていきたい。

**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**

**[論文]**

I. Suhara, T. Nagayama, S. Fukushima, and T. Watanabe, "Design of a Broadband Flat Metasurface Lens by Using One-Dimensional Meander Microstrip-Line Structures," in 2023 Photonics and Electromagnetics Research Symposium, July 2023, pp. 1899-1904.

**[講演セッション名]**

Liquid Crystals and Related Technologies, 4A4a

**[講演題目]**

Design of a Broadband Flat Metasurface Lens by Using One-Dimensional Meander Microstrip-Line Structures