

平成30年度北海道大学情報基盤センター萌芽型共同研究成果報告書

1. 研究類型 A) 計算資源利用型
2. 研究課題名 アンテナ最適化技術と電波伝搬シミュレーション技術の高速化と高精度化
3. 研究期間 平成30年5月8日(採択日)～平成31年3月31日
4. 研究代表者

氏名	所属機関・部局名	職名	備考
伊藤 桂一	秋田工業高等専門学校・創造システム工学科	准教授	

5. 研究分担者

氏名	所属機関・部局名	職名	備考
大宮 学	北海道大学・情報基盤センター	教授	
村本 充	苫小牧工業高等専門学校・創造工学科	教授	
奈須野 裕	苫小牧工業高等専門学校・創造工学科	教授	
大島 功三	旭川工業高等専門学校・電気情報工学科	教授	
丸山 珠美	函館工業高等専門学校・生産システム工学科	教授	

6. 共同研究の成果

下欄には、当該研究期間内に実施した共同研究の成果について、その具体的内容、意義、重要性等を、共同研究申請書に記載した「研究目的」と「研究計画・方法」に照らし、800字～1,000字で、できるだけ分かりやすく記載願います。文章の他に、研究成果を端的に表す図表を貼り付けても構いません。なお、研究成果の論文・学会発表等を行った実績(発表等の予定を含む。)があれば、あわせて記載して下さい。

本研究は、スパコンを用いたアンテナ最適化技術および大規模電波伝搬シミュレーション技術の開発と、その高速化と高精度化を行い、個々の研究課題を通してスパコン向けの計算コードの開発と汎用性の向上を目的としている。以下に主な研究成果を示す。

伊藤は進化型計算手法の一つである μ GAとFDTD法を組み合わせた設計手法を用いてアンテナ設計およびアンテナ用誘電体レンズの形状設計を行った。導波管スロットアンテナとホーンアンテナを対象に誘電体レンズの形状設計を行い、正規化ガウス関数ネットワーク(NGnet)を用いたトポロジー最適化を用いて試作可能な形状設計が可能であることを示した。また、レンズ装荷アンテナの設計をミリ波領域に拡張し、76GHz帯ミリ波レーダ応用を想定したアンテナ設計もFDTD法を用いて行った。ミリ波帯導波管スロットアレーアンテナを対象にした誘電体カバーの設計を行い、試作可能であることを示した。今後は誘電体カバーの設計にトポロジー最適化を組み込む予定である。以上の研究成果は電子情報通信学会英文誌に採録されており、JSST2018, STI-gigaku2018, 電気関係学会東北支部連合大会において発表した。

大島、村本は染色体数可変GAを用いたアンテナの自動設計を行った。評価関数の改良によって従来に比べてより実現性の高いアンテナが設計されることを示した。また、電波の到来方向推定に染色体数可変GAを用いることにより、近傍波の推定において従来法に比べて推定精度が改善できることを示した。さらに、到来方向推定の推定値補正にGAを用いることにより、推定精度を改善できることも示した。これらの研究成果は、電気・情報関係学会北海道支部連合大会、高専シンポジウム、電子情報通信学会北海道支部学生会インターネットシンポジウムにおいて発表した。

村本、奈須野、大島は下水道管内の電波伝搬を把握するための電磁界解析を行った。下水道管の鉄筋のモデリング方法によって特性が大きく変わり、簡略化したモデルでは正しい結果が得られないことがわか

った。また、2.4GHz帯は5.2GHzに比べ、下水道管の径や長さ、下水道管内の水分量の変化等によって、減衰量が大きく変化することがわかった。下水道管内の伝搬実験においても2.4GHz帯は通信品質が悪いことがわかっており、今回のシミュレーション結果と一致する。これらの研究成果は、電気・情報関係学会北海道支部連合大会、電子情報通信学会北海道支部学生会インターネットシンポジウムにおいて発表した。

丸山の研究成果を以下にまとめる。

(1)一つのパッチアンテナを2つに分割し、これを接続するダイオードのONとOFFによりアンテナ長を等価的に変化させ、複数の周波数で動作するアンテナを提案し、その基本特性を実験とFDTD法を用いた解析により明らかにした。まず接続するダイオードの個数に関する検討を行い、ダイオード一つでパッチを接続する場合の共振周波数が元のパッチアンテナよりも低くなること、ダイオードの個数を増やすにつれて元のパッチアンテナの共振周波数に近づくことを明らかにした。つぎに、ダイオードをDC電源に接続する際の給電線路が S_{11} 特性に与える影響を、ネットワークアナライザを用いた測定値から求め、アンテナとDC電源へ給電線路の間に抵抗を設置することでこの影響を低減できることを明らかにした。次に、ダイオードをDC電源の代わりにレクテナを用いた無線電力伝送(WPT)で給電し、アンテナの共振周波数を変化できることを明らかにした。本結果を2018年4月電子情報通信学会WPT研究会において報告した。

(2)PSO (Particle Swan Optimization)を用いて2周波共用メタサーフェスの最適設計を行った。さらに、本研究ではサイドローブ低減のため、反射位相だけでなく振幅も最適化パラメータに含み設計を行った。その結果1GHzと1.5GHzの二つの周波数において -30° 方向にビームを向けるとともに、サイドローブレベル -15dB 以下を実現できることを明らかにした。本結果を2018年ISAP(査読付き国際会議)および2019年3月電子情報通信学会WPT研究会で報告した。

(3)IoT(Internet of Things)の伝搬環境改善を目的として、IoT端末にメタサーフェスを近接し、メタサーフェスを構成するパッチに装荷したダイオードのON/OFFを切り替えることによりIoT端末からの電波を、複数の所望方向にスイッチして反射させる手法が提案されている。しかし、ダイオードにバイアス電圧をかけるためのバイアス回路の設計、およびダイオードやバイアス回路がメタサーフェスの放射特性へ与える影響の低減についての検討は不十分であり、ダイオードを実装したメタサーフェスの測定による評価は実施されていなかった。これに対して本研究では、IoTに電波を届きやすくするため、ダイオードを実装したメタサーフェスによる電波の放射方向の切り替えを実現することを目的とし、放射特性に影響を与えないダイオードの給電回路構成について解析設計と試作測定により検討した。本結果を2019年3月の電子情報通信学会WPT研究会で報告した。