



伊藤桂一
(秋田高専)



村本充, 奈須野裕
(苫小牧高専)



大島功三
(旭川高専)



丸山珠美
(函館高専)



大宮学
(北海道大学)

◆研究概要

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指す。

①アンテナ最適化技術の開発とその高精度化, 高速化

電磁界解析手法として時間領域差分(FDTD)法と遺伝的アルゴリズム(Genetic Algorithm: GA)に代表されるメタヒューリスティクスを組合せた最適化設計法の提案し、いくつかのアンテナを設計例として研究を進めることにより、設計性能を明らかにするとともに精度向上および高速化を目指す。

②大規模電波伝搬シミュレーション技術の開発とその高度化

実験による評価が容易ではない無線通信環境において電波伝搬の推定と通信環境の改善指針を得ることを目的に、大規模電磁界シミュレーションのためのツール開発および性能評価を行い、その有用性を明らかにする。

◆研究内容の紹介

大規模アンテナ設計とトポロジー最適化の効率化と高速化

進化型計算手法の一つであるμGAとFDTD法を組み合わせた設計手法を用いて大規模アンテナの設計を行う。アンテナ給電部の最適化を行うために、領域分割法などの計算手法の改善および並列計算などの計算環境のチューニングを行う。

また、アンテナ用誘電体レンズのトポロジー最適化も行い、最終的に試作および測定による評価を行う予定である。

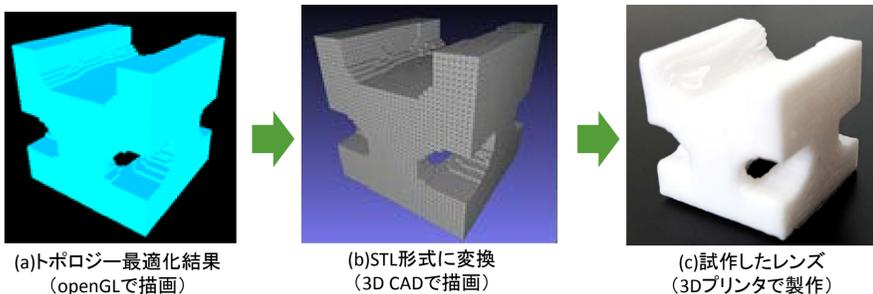


図1 アンテナ用誘電体レンズの設計例

(NGnetを使うことにより穴が開くようなトポジカルなレンズを設計することが可能になる。)

メタヒューリスティクスを活用した到来方向推定の確立

従来、到来方向推定に用いられてきたMUSIC法等の手法は平面波を前提として定式化されているが、近傍波源からの電波は球面波(図4)となり、従来法で到来方向推定を行うと誤差を生じてしまう(図5)。

近傍波源からの球面波の到来方向推定を行うためにメタヒューリスティクスを活用した手法を提案し、推定精度の向上を図る。

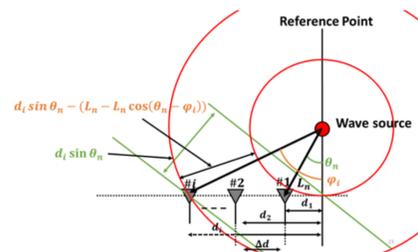


図4 球面波モデル

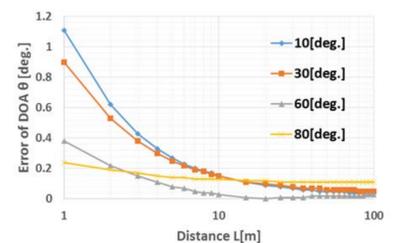


図5 球面波の推定結果例

アンテナ自動最適設計手法の開発

◆ IoT電波伝播環境改善を目標とするPSO, Differential Evolutionを応用したメタサーフェスの最適設計



図2 PSOを用いた二周波共用メタサーフェスの設計例

◆ 廃線レールをフィーダーとするEV走行中給電用WPTの電力伝送効率最適設計

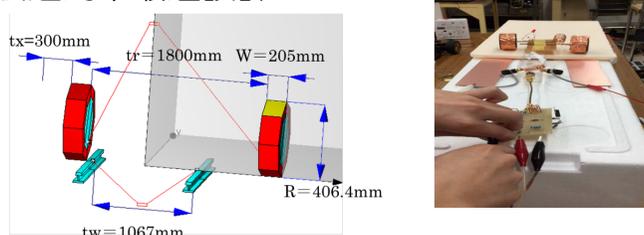


図3 廃線レール解析モデルとスケールモデルを用いた実験

下水道管内における無線LANの電磁界分布解析

下水道管の老朽化調査に無線で操作可能な簡易ロボットの活用が期待されている。下水道管内の電波伝搬特性は導波管に似た振る舞いをするため、長距離通信が難しい問題がある。また、下水道管内の伝搬実験は気軽に実施することができないため、スパコンによる解析が有効となる。

これまで、伝搬特性の計算結果が実験結果とほぼ一致することを確認するとともに、2.4GHz帯よりも5GHz帯の方が優れていることを明らかにした。

下水道管は径が様々で、メーカーによって鉄筋の入り方も異なるため、複数の条件で解析を行う必要がある。



図6 試作した簡易ロボット



図7 下水道管内の映像例