

伊藤桂一(秋田工業高等専門学校)

# 大規模計算資源を活用した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度化



TNE 村本充, 奈須野裕 (苫小牧高専)

高専 大島功三 (旭川高専)

丸山珠美 (函館高専)

高専 松田英昭 (秋田高専)

大宮学 (北海道大学)

## ◆研究目的

第5世代移動通信に代表される超高度情報社会構築のための基盤的技術として、高周波デバイスの設計、評価および最適化の精度向上および高速化、さらに無線通信環境に関する詳細な理解が重要であり、大規模電磁界シミュレーションへの期待は大きい。本研究グループは、北大スパコンと大規模電磁界解析システムJet FDTDを利用した研究を継続的に実施し、研究成果を挙げてきた。

時間領域差分(FDTD)法はスカラ型並列計算機システムで性能を発揮する有力な手法の一つである。しかし、個別の研究課題にJet FDTDを適用するためには、解析対象や検討評価に適したコーディングやプログラムチューニングの検討が必要である。加えて、ユーザ開発プログラムとJet FDTDの連携を実現するAPIの開発、プリ・ポスト処理を目的としたツール開発を行うことが必要である。

本研究は、上記の研究課題に関して、①アンテナ最適化技術の高速化および②大規模電波伝搬シミュレーション技術の高度化を目的とする。前者は、電磁界解析手法と進化型計算手法を組合せた最適化設計法の提案と高速化を目指す。後者は無線通信環境の推定と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を行う。最終的に、複数のアンテナの設計と性能を検証することで、Jet FDTDとユーザ開発プログラムを組合せたアンテナ設計ソフトウェアの構築を目標とする。

## ◆研究成果

### ①アンテナ最適化技術の高速化

#### 大規模アンテナのμGAによる最適設計

平面スロットアレーアンテナの給電系の改善を行うためにμGAを用いた最適化を行った。図1に示す8分配分波器の各分岐部に挿入する7本のビスのパラメータ(位置と深さ)の最適な組み合わせを探索し、8本の導波路に均一な給電が実現できることを目標とした。最終的には放射部も含めた大規模モデルにおける最適化を実現し、表1に示すように出力電力を均一にできることを示した。

表1 最適化結果

Wave-guide No.	Without screw ratio [%]	Optimum ratio [%]
P1,(P8)	13.9	12.5
P2,(P7)	13.0	12.6
P3,(P6)	11.1	12.4
P4,(P5)	11.9	12.5

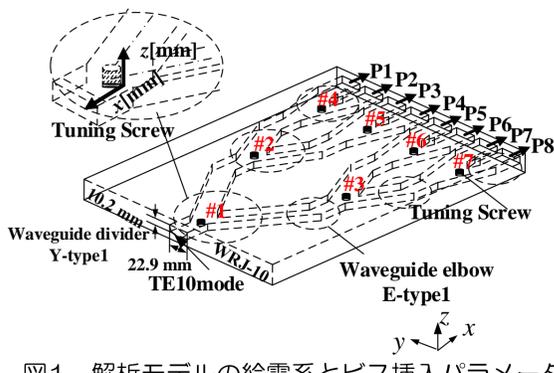


図1 解析モデルの給電系とビス挿入パラメータ

### ②大規模電波伝搬シミュレーション技術の高度化

#### 下水道管内における無線LANの電磁界分布解析

全国で下水道管の老朽化が問題となっており、調査のための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、高速通信を長距離で実現するためには使用周波数や通信方式を考慮する必要がある。

下水道管内の長距離での計算には膨大なメモリと計算時間を要することから、スパコンによる解析が有効となる。

伝搬特性を計算した結果、実験結果とほぼ一致した。また、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。

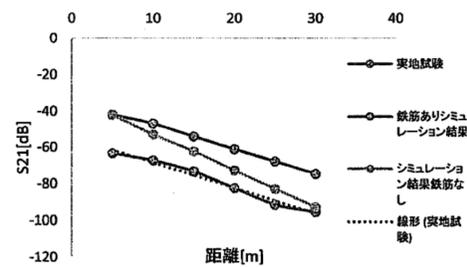


図4 下水道管内の伝搬特性

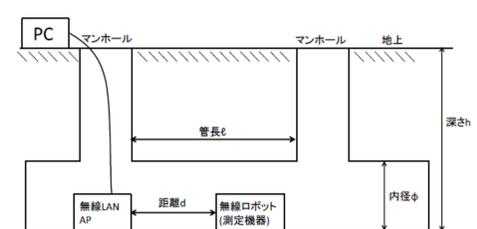


図5 下水道管内の伝搬特性測定

### 染色体数可変GA (FCGA)によるアンテナ設計手法の確立

アンテナの自動設計に染色体数可変GA (FCGA: Flexible Chromosomes Genetic Algorithm) を用いることを提案する。FCGAで用いるGAには収束性の高いP fGA (Parameter free Genetic Algorithm) を使用し、進化の過程で遺伝子長(染色体数)を可変させ、進化と退化を行うのが特徴である。(図2)

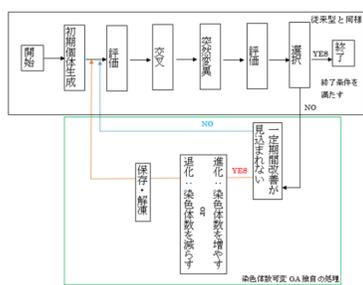


図2 FCGAのフローチャート

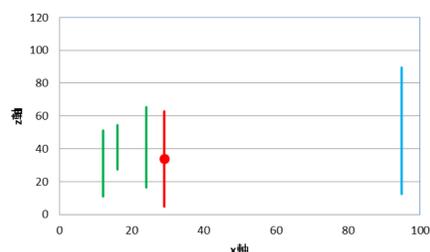


図3 設計されたアンテナ形状の例

この手法を用いアンテナ設計を行うことで、単純な形状から複雑な形状への発展させた設計が可能となった。(図3)

### ワイヤレス電力伝送および通信環境改善に関する研究

同一偏波2周波共用リフレクタレーのJet FDTD-PSOによる最適設計

メタサーフェス

#### 問題点

2周波共用リフレクタレーは、一つの周波数における仕様を満たすような反射位相を実現すると、もう一つの周波数にも影響し独立に設計できない。

#### 提案手法

反射位相だけでなく、振幅も設計条件に含め、PSOを用いた自動最適設計によりこれを実現。

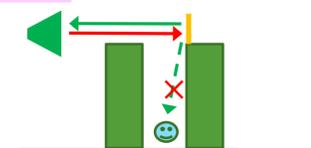


図6 電波環境改善モデル

- [1] 大澤, 丸山, 大宮: "PSOによる二周波共用リフレクタレーの設計," 84, 平成29年度 電気・情報関係学会北海道支部連合大会, 2017.9.
- [2] 大澤, 丸山(函館高専)・大宮 学(北大): "同一振幅を持つ二周波共用リフレクタレーの設計," B-1-103, 3月2018.

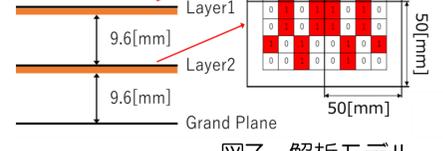


図7 解析モデル

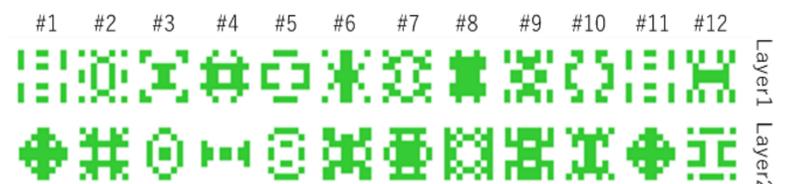


図8 最適設計結果