

課題代表者氏名(所属) 伊藤桂一(秋田工業高等専門学校)

# 研究課題名 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



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)

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。

## ◆研究内容

### ①アンテナ最適化技術の高速化

#### μGAによるアンテナ設計の高速化

アンテナ効率を上げるためにビスを挿入して整合効率を改善する方法がある。本研究ではμGAを用いたビス挿入パラメータの最適化を行う。

対象としているアンテナは図1の平面アレーアンテナであり、図2に示す8分配分波器により給電する。ビスの大きさに対して大規模な解析対象となるため、大規模モデルへのμGAの適用とその高速化について検討する。

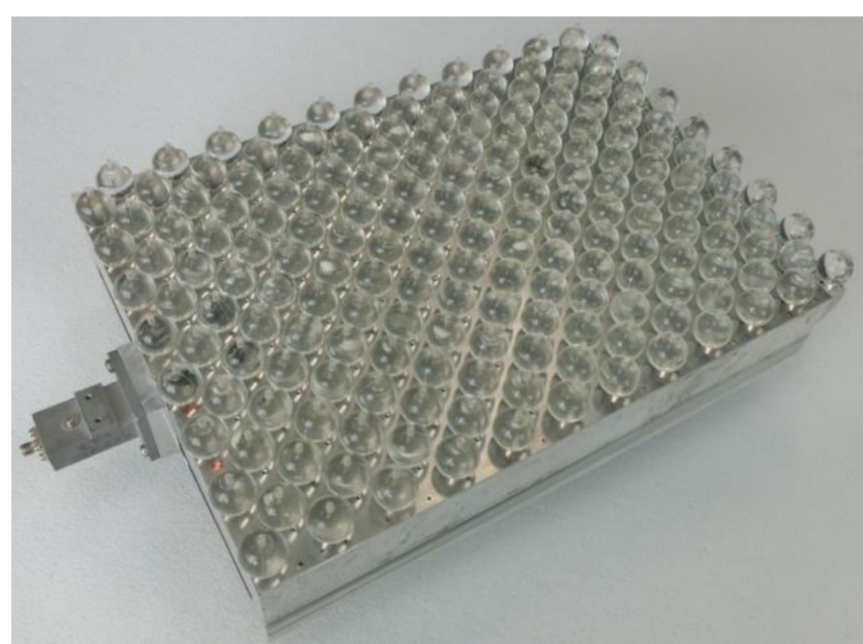


図1 誘電体レンズ導波管スロットアレーアンテナ

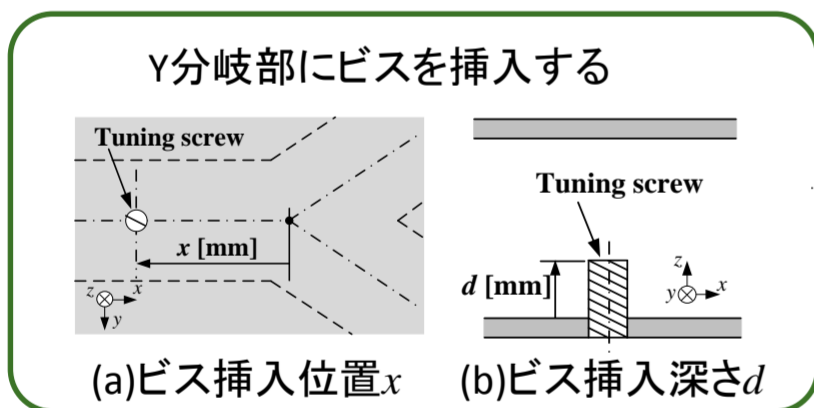


図2 8分配分波器(給電部)の構造とビス挿入パラメータ

### 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。

下水道管内での実験は容易ではない。一方、シミュレーションによる検討では、長距離の計算で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。

下水道管は製品により鉄筋の入り方等が異なる。使用周波数や鉄筋の有無の影響等について内径ごとに評価した結果、下水道管においては、2.4GHz帯よりも5GHz帯の方が圧倒的に優れていること等が明らかになってきた。

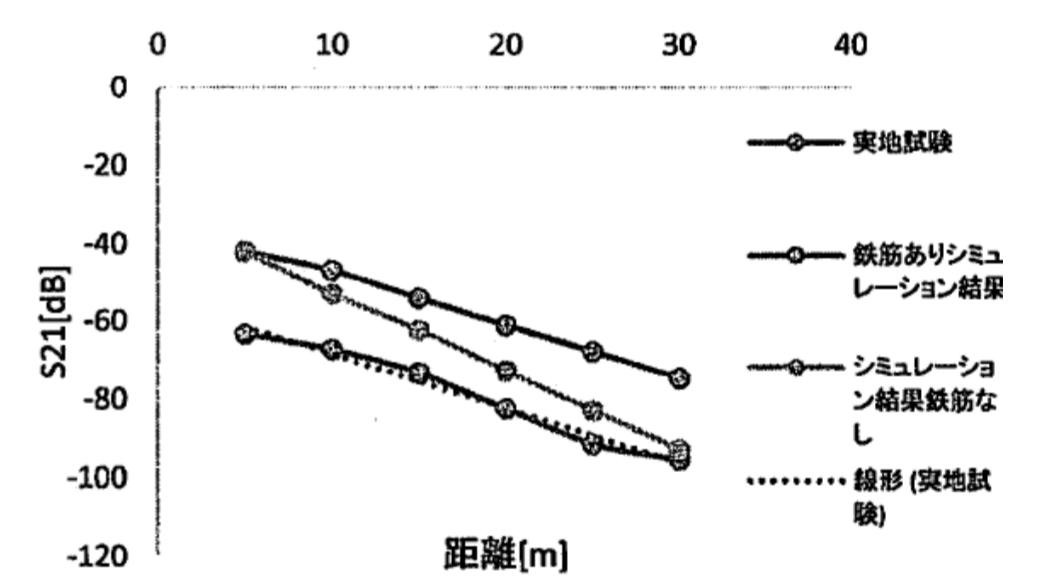


図3 下水道管内の電波伝搬特性

### パラメータフリーGA(PfGA)によるアンテナ設計手法の確立

アンテナ設計に用いる手法として染色体数可変GA(FCGA: flexible chromosomes genetic algorithm)を提案し、収束性の高いPfGAと組み合わせて使用する。一般的なGAは遺伝子長固定だが、本手法では進化の過程で遺伝子長(染色体数)を変化させ、進化と退化を行うのが大きな特徴である(図4)。

この手法を用いて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と発展させる設計が可能となる。初めから複雑な形状の最適化を行う必要がないため、計算効率が良い。また、進化と退化を繰り返すため、局所解に停滞し続けることなく、徐々に性能を向上させることが可能となる(図5)。

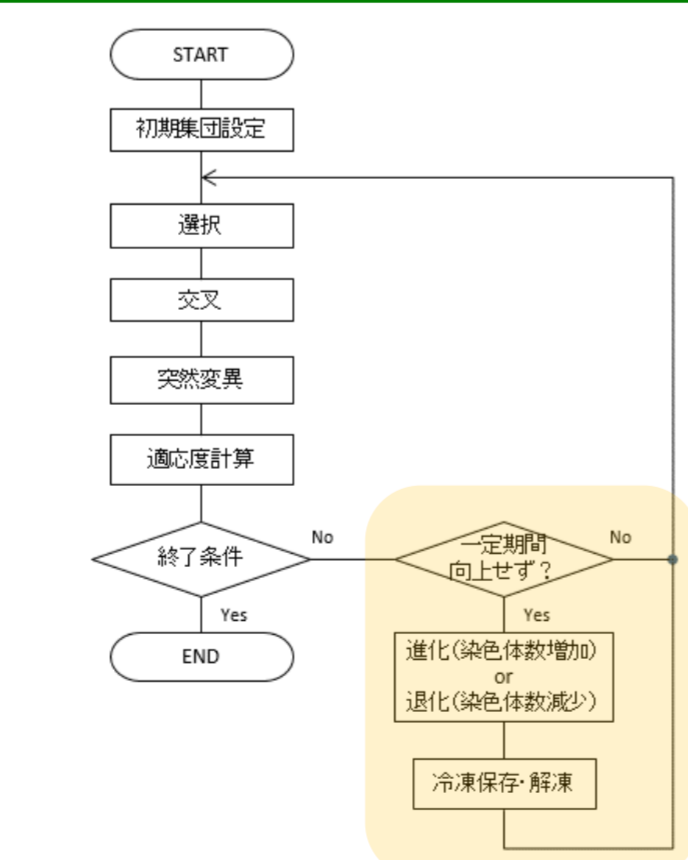


図4 染色体数可変GAのフローチャート

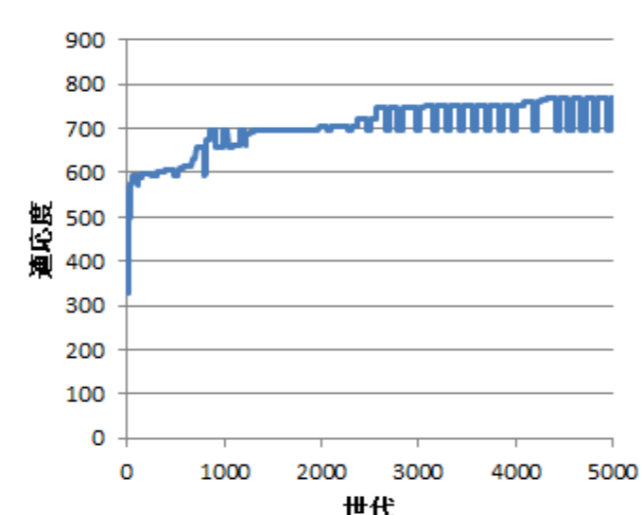


図5 アンテナ設計時の適応度

### ワイヤレス電力伝送および通信環境改善に関する研究

磁界結合ワイヤレス電力伝送は、給電コイルの上下に磁界が発生するため(図6)、一つの給電で、上のEVモデルのモーターと下のLED-Cubeの点灯を同時に実現することができる(図7)。

また、コイル間に発生する相互結合の影響を利用すると電力をさらに高めることが期待できる。そこで、本研究では、ワイヤレス電力伝送効率(KQ積)の向上を図るため、受電コイルの最適配置、および送受信機となるコイルやアンテナ形状の最適設計を実施する。

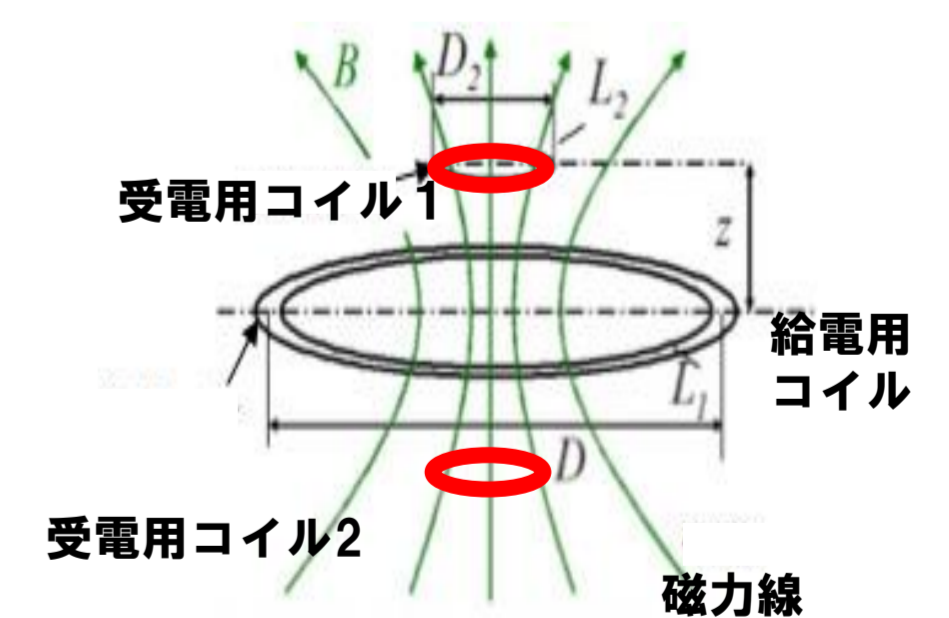


図6 磁界結合ワイヤレス電力伝送



図7 上のEVモーターと下のLEDが同時に駆動

参考文献 [1]小向, 丸山他, 信学技報, WPT2016-46, pp.23-26. 2017.