

<研究紹介・自己紹介>

研究項目 A01 計画研究ア

「周期構造を利用したマイクロ波メタマテリアルの開発と応用」

研究分担者 宇野 亨（東京農工大学）

東京農工大学大学院工学研究院先端電気電子部門に所属しております宇野亨です。簡単な自己紹介と研究紹介をさせていただきます。

私の専門は「電磁波工学」で、ワイヤレス通信への応用を目指した電磁界理論、計算電磁気学、アンテナなどの基礎的な研究を行ってきました。学生であった1980年代前半には大型計算機でさえ扱えなかった問題が、今や移動中の新幹線の中でもパーソナルコンピュータを使って十分計算可能です。まさに隔世の感です。最近では、マイクロ波領域におけるメタマテリアルとそのアンテナへの応用に興味をもって研究しております。計算電磁気学を含めて、これらの研究をマンガ風に表示したものが図1です。これは部屋の中にいる男の子と、屋外

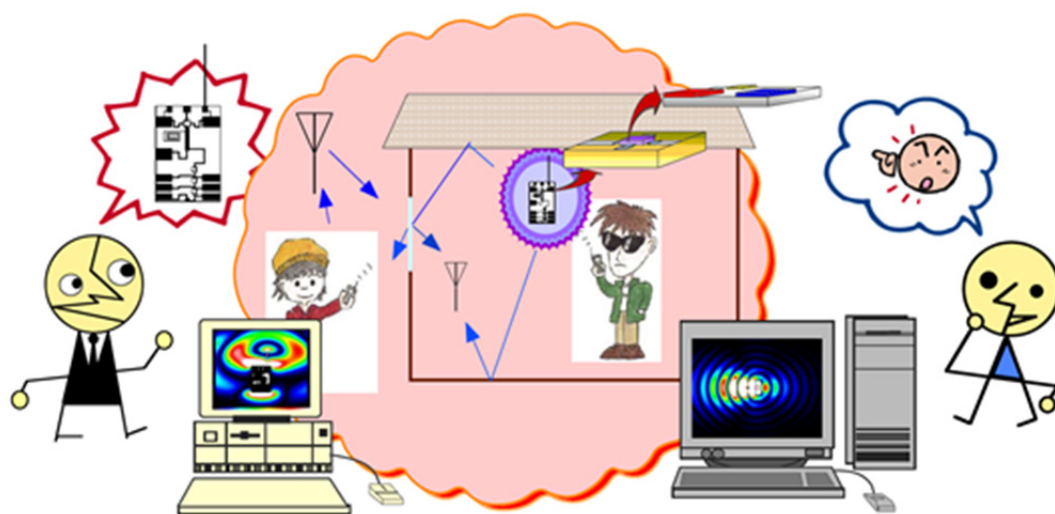


図1 概念図

の女の子が携帯情報端末を使って通信している様子を示したのですが、端末に内蔵されているプリント基板上の電子素子内部の電磁界から始まって、人体内部の電磁界、屋内外電波伝搬までを計算機シミュレーションで解析してしまおうというようなことを念頭において描いたものです。簡単に試算すると、これを達成するには全世界の人が1台ずつスーパーコンピュータを持っていても計算機資源が足りないのが現状ですが、これは物理的な大きさが桁違いに異なる

るためです。このため、いくつかの解析手法を組み合わせなければなりません。そこで、どちらかというところ局所領域の解析が得意な FDTD 法、有限要素法、モーメント法などの高速化と高精度化、大局的な解析が得意な幾何光学的回折理論やその改良法、およびこれらのハイブリッド法などの研究を行ってきました。

一方、高速・省電力 LSI 等が用いられることに起因する電子機器のイミュニティ脆弱性や MIMO(Multiple Input Multiple Output)通信、図 2 のような地中探査レーダの問題では、アンテナ素子間や線路間の相互結合(相関)をできるだけ小さくする必要があります。そこで注目したのが EBG 構造を利用することです。現在はマッシュルーム構造を使ってやっておりますが、平面アンテナ間では実用のレベルまで低減できることは分かってきましたが、サイズが大きくなることや、真空中ではうまくいっても、図 2 のように地表付近にアンテナを置くと効果が低減してしまうこと、応用できるアンテナ形状が限られてしまうことなどの困難があり、引き続き検討してゆきたいと考えています。



図 2 地中探査レーダ

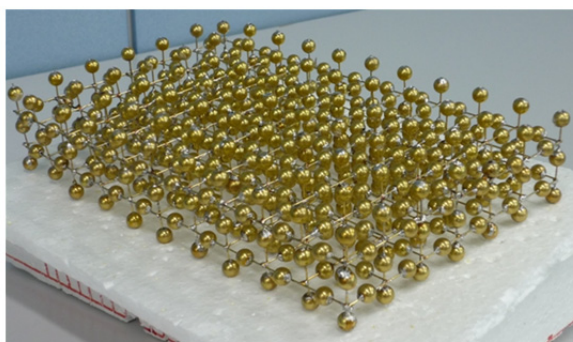


図 3 金属球・ワイヤ構造メタマテリアル

本研究室で開発したもう一つのメタマテリアル構造は、図 3 のような金属球をワイヤでつなげた構造で、金属球はワイヤの交点ではなく中心にあります。ワイヤによるインダクティブ成分を球によるキャパシティブ成分で打ち消すようにしており、マイクロ波帯で負の誘電率を示すことや、表面プラズモンポラリトンの発生が理論的・実験的に確認されています。現在はこれを利用した小形ながらも鋭いビームを放射するアンテナの開発に向けた研究を行っており、マイクロ波帯のセンサ等に利用できるのではないかと考えています。

このように、私の研究はアンテナへの応用を目指したメタマテリアルの開発ではありますが、もう一つのミッションは、メタマテリアルの設計・解析のた



めのシミュレーション技法の開発であると認識しています。現在は FDTD 法を基本にしておりますが、非線形や異方性も含めた解析が高速・高精度でできるようにしてゆきたいと思います。また、扱いやすいユーザインターフェースの開発も重要ですので、皆様の意見を聞きながらこれにあたってゆきたいと考えています。