



アイソメトリック境界要素法の開発と形状最適化への応用

名古屋大学大学院工学研究科機械システム理工学専攻 計算力学研究室
平井哲朗、角谷将基、山本達郎、榛葉祐太、高橋徹、飯盛浩司、松本敏郎

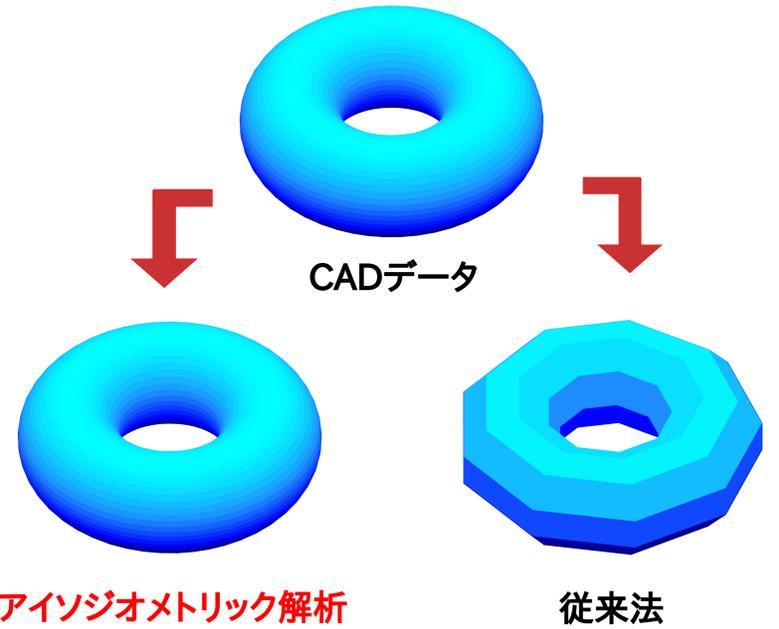
研究概要: アイソメトリック解析について

CAEでは有限要素法や境界要素法 (Boundary element method: BEM) が数値解析に使われることが多いが、これら従来の解析手法は解析対象の形状表現方法がCADデータと大きく異なるという欠点を持っていた。

アイソメトリック解析 (isogeometric analysis: IGA) はこれら従来の解析法の欠点を克服するために提案された解析手法であり、CADデータによる形状表現を厳密に維持することを特徴とする。

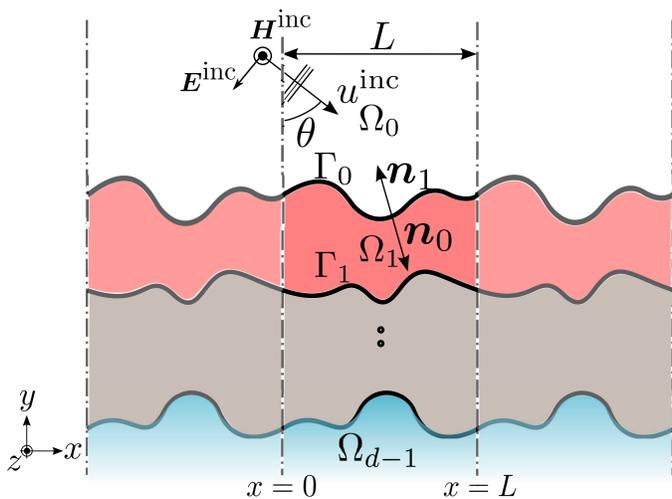
本研究室ではIGAをBEMに適用したアイソメトリック境界要素法 (IGBEM) の研究と開発、ならびにプラズモニックデバイスへの応用を目的とする、IGBEMを用いた形状最適化ソフトウェアの開発を行っている。

以下では、現在行っている研究内容を紹介します。

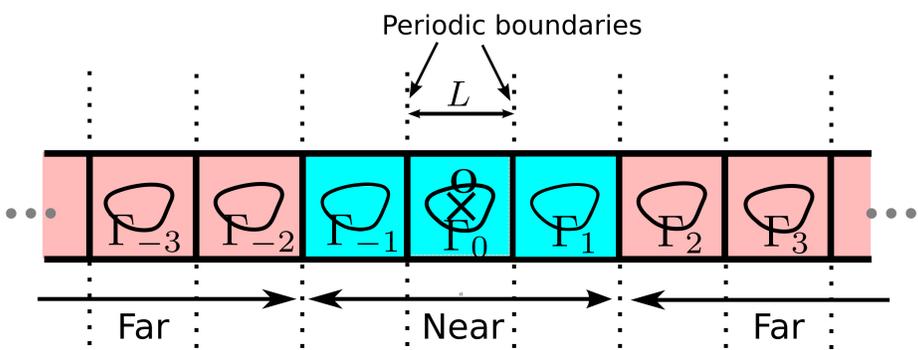


二次元周期IGBEMの開発と高速化

プラズモニックデバイスは材料を周期的に配置することにより、特殊な光学的性質を発揮するデバイスである。従って設計のためには周期問題を解く必要がある。当研究では下図のような周期構造問題に対する、二次元周期IGBEMを開発した。



周期問題は非周期問題に比べ、大きな計算時間が必要となる。本研究では周期高速多重極法を実装することによりIGBEMにおいても高速多重極法による高速化が有効であることを検証した。

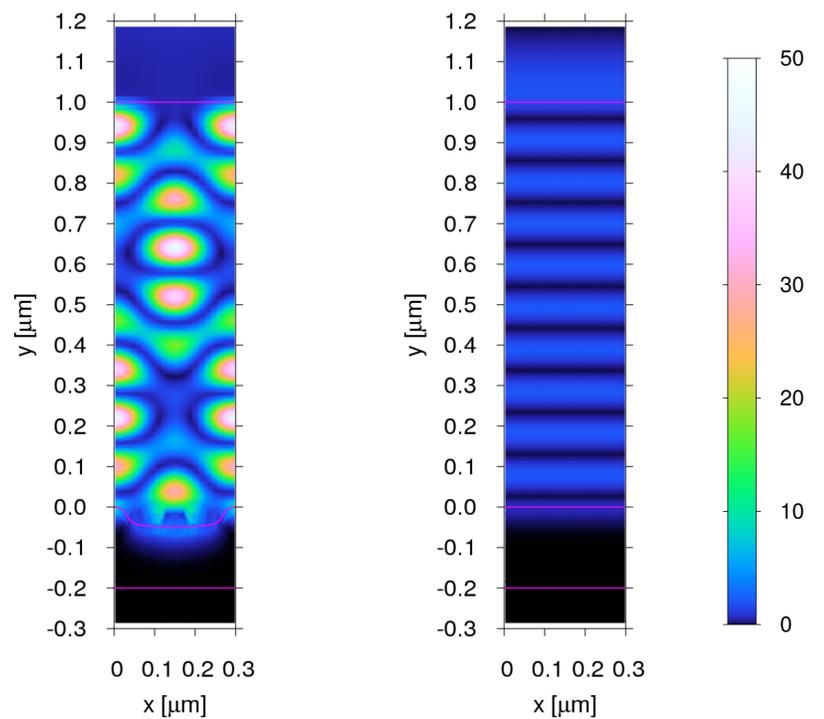
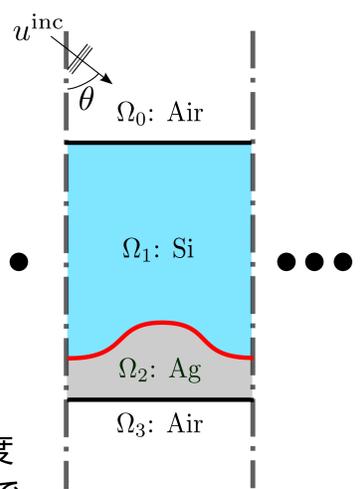


IGBEMによる太陽電池の最適設計

開発した周期IGBEMにより、右図に示されるモデルの薄膜太陽電池に対する形状最適化ソフトウェアを開発した。

最適化においては表面プラズモンによる共鳴現象を利用している。

下図は最適設計の結果である。右は最適設計前の電場強度の分布を、左は最適設計後の電場強度の分布をそれぞれ表している。最適化後の電場強度と最適化前とを比べることにより、本研究で開発したソフトウェアの妥当性を確認できる。



三次元IGBEMの開発

以上の研究は全て二次元問題に対する研究であったが、より現実的なシミュレーションを行うためには三次元問題を取り扱う必要がある。

右図は開発中の三次元IGBEMの計算結果である。散乱体であるトーラス (完全導体) に対して垂直に入射波を当てており、色相は散乱体表面に流れる表面電流の大きさを表している。

今後の課題は三次元周期IGBEMの開発、誘電体による散乱体問題への拡張、高速化アルゴリズムの検討が挙げられる。

