

報告番号	※甲	第	号
------	----	---	---

主論文の要旨

論文題目 大規模電磁場解析のための高精度演算を用いた
効率的な解析システムに関する研究

氏名 梈井 晃基

論文内容の要旨

回転機や携帯電話, MRI などといった電気機器・電子デバイスは身の回りの様々な場面で用いられており, それらの開発設計において大規模かつ複雑な電磁場解析の需要が高まっている. 電磁場には静磁場, 低周波電磁場, 高周波電磁場など様々な種類があり, 対象とする問題の特性に応じて Maxwell 方程式から導出した偏微分方程式を, 辺要素有限要素法などの数値解法を用いて求解することにより解析する. 電磁場解析システムは行列の生成, 行列式の求解, 可視化などといった要素に分けられるが, その中でも行列式の求解には時間を要するため, この部分の高速化がシステム全体の高速化につながる.

一方で辺要素有限要素法による時間調和渦電流解析や高周波電磁場解析などで得られる複素対称線形方程式の求解においては, Krylov 部分空間法などの反復法の収束性が悪いことが知られている. また, 解析する対象が大規模や複雑になるにつれ収束性はさらに悪化する. 最近では超大規模問題として自由度が1億を超えるものもあり, 理論的には解けるものの実用時間内で計算を終えることが出来ない問題も出てくる. よって, 電磁場解析を高速に行うためには, 大規模な複素対称線形方程式の求解を可能にする反復法によるソルバが必要となる.

反復法の収束性に影響を与える要素としては様々な要素があるが, 例えば演算精度・反復法・前処理の種類・前処理におけるパラメータなどが挙げられる. 例えば実対称線形方程式に対して多倍長精度演算による反復法の収束性改善が報告されている. 特に倍精度変数を2つ用いた倍々精度演算による研究が広く行われており, 最新計算機アーキテクチャに対する最適化などの報告もされている. しかし, 複素数問題に対する研究例は少なく, 反復法に適用した例もない.

また, 多倍長演算のためのライブラリも開発されている一方で, 高速化がなされているライブラリは実数向けのものがほとんどであり, 多倍長複素数演算に関する研究例は少なく, 高速化はあまりなされていない. つまり, 多倍長複素数演算の計

算基盤は確立されておらず、改善の余地が多大にある。

これに対して本研究では、高効率な電磁場解析システムの開発を目的として、高精度演算を用いた前処理付き反復法による複素対称線形方程式の求解ソルバを実装し、有効性の検討をする。また、これらの成果を用いて、実際のアプリケーションシステムに適用することでその性能評価を行い、有効性を検討するとともに電磁場解析システムの技術の発展に貢献することを期待する。さらに、本システムの開発を通じて高効率な高精度計算の構築を行うことで、他の研究者にとっても開発の支援につながり、高精度計算の普及に貢献する。