

坪井研究室

坪井 始

はじめに

本研究室は、平成2年10月に坪井 始が岡山大学より助教授として赴任し、開設された。平成3年4月に教授に昇任され、同時に新設された大学院工学研究科情報処理工学専攻（修士課程）の情報基礎工学系を担当、さらに平成7年4月には大学院工学研究科電子情報工学専攻（博士課程）が新設され、計算電磁工学系を担当している。現在、教員研究室が19号館1階、研究実験室が16号館2階である。

担当の講義科目は、次の通りである。

平成2年度は、マイクロコンピュータ応用Ⅱと卒業研究。

平成3年度が学部のシステム基礎論、計算機ソフトウェア、同演習、マイクロコンピュータ応用Ⅰ及びⅡ、情報基礎学実験、卒業研究、大学院修士課程の情報処理基礎特論、情報基礎工学特別演習、特別研究。

平成4年度及び5年度は、学部の工業数学Ⅰ及びⅡ、数値解析Ⅱ、パルス回路、マイクロコンピュータ応用Ⅰ及びⅡ、情報基礎学実験、卒業研究、大学院修士課程の情報処理基礎特論、情報基礎工学特別演習、特別研究。

平成6年度は、学部の数値解析Ⅰ及びⅡ、パルス回路、マイクロコンピュータ応用Ⅰ及びⅡ、情報処理工学実験及び演習Ⅲ、卒業研究、大学院修士課程の情報処理基礎特論、計算機システム特論、情報基礎工学特別演習、特別研究。

平成7年度からは、学部の数値解析Ⅰ及びⅡ、パルス回路、マイクロコンピュータ応用Ⅰ及びⅡ、情報処理工学実験及び演習Ⅲ、卒業研究、大学院修士課程の情報処理基礎特論、計算機システム特論、情報基礎工学特別演習、特別研究、博士課程の三次元数値解析特論、計算電磁工学特別演習、特別研究。

研究の概要

本研究室の研究テーマは、大きく分けて電磁界の数値解析とマイクロコンピュータの応用である。

<電磁界の数値解析>

電磁界の数値解析に関する研究は、主に解析手法の開発、数値解析手法の電気電子機器の最適設計への応用、解析結果の視覚化について行っている。

解析手法としては、積分方程式法、境界要素法、有限要素法があり、各手法の改良及び新しい手法の開発を、電界問題、磁界問題、渦電流問題、電磁波問題に

分けて行っている。

電界問題では、積分方程式法が解析手法の主流となっているが、本研究室では境界積分方程式法の一つである表面電荷法を用いている。表面電荷法では、導体及び絶縁物表面（境界面）を三角形要素（三角形パッチ）に分割し、この要素に見かけの表面電荷を仮定してこれを解く。ここで、曲面三角形要素を導入して境界面の近似精度を上げ、高精度の電界分布を求める方法を開発し、実用化している。このときの曲面三角形要素の形状は、隣接する要素の境界でも法線ベクトルの方向が連続に定義されるよう座標の五次関数で表現している。また、二次元問題及び軸対称問題では、形状が三次関数で表現され、三次元問題と同様に要素境界で法線ベクトルの方向が連続に定義される曲線要素を用いている。

また、開発した表面電荷法のプログラムを用いた導体及び絶縁物形状の最適化手法の開発を行っている。最適化手法は、与えられた場所（評価領域）の電界が与えられた分布になるよう、任意の導体及び絶縁物形状（修正領域）を修正するもので、目的関数を用いてこれが最小になる方向に形状を修正するものである。このために、ニュートン法と線上探索を用いて形状の反復修正を行い、目的関数の最小化を行う。評価領域と修正領域が一致している場合には、ガウス・ニュートン法で高速に解が求められ、一致していない場合には、準ニュートン法で安定に解が求められる。

さらに、得られた電界の計算精度を評価する手法の開発を行っている。実用問題のように解の分布がわからない実用問題では、電界の解析結果がどの程度の精度で求められているかの評価が可能になれば、解析の信頼性が格段に向上することになる。

渦電流問題では、電界と磁束密度を未知ベクトル変数として解析する境界要素法を開発し、実用化している。この場合も、境界面を三角形要素に分割するが、ベクトル変数に適した三角形辺要素を導入している。また、境界要素法では、連立一次方程式の係数行列が密行列となるため大きなサイズの連立一次方程式を補助記憶を用いてガウスの消去法で解くためにブロック・ガウス消去法のプログラムを開発している。さらに、高精度化のための検討を行っている。

また、特殊な形状の渦電流解析として、薄板の渦電流解析手法を開発している。渦電流の表皮厚さより薄い三次元形状の導体板に適用するもので、微分・積分方程式法と呼ばれる手法のプログラムを開発し、実用化している。このプログラムでは、有限要素法や境界要素法に比べて粗い分割で解析可能であり、変位電流

を考慮しない解析に適用できる。磁気浮揚溶解の解析などに適用し、その装置の設計に使用している。

渦電流問題の中で、磁気飽和などの材料非線形性を考慮する場合や過渡渦電流解析を行う場合には、有限要素法が適している。そこで、三次元及び二次元渦電流解析のための辺要素を用いた有限要素法のプログラムを開発している。三次元解析には四面体辺要素を、二次元解析には三角形辺要素を用いている。有限要素法では、連立一次方程式の係数行列が対称な疎行列となるため、これに適した解法であるICCG法(Incomplete Cholesky Conjugate Gradient method)のプログラムを開発している。

電磁波問題では、積分方程式法のひとつであるモーメント法のプログラムを開発している。使用する要素としては、線要素と三角形要素(三角形パッチ)であり、線状アンテナと面アンテナのモデル化ができる。アンテナの入力インピーダンスの周波数特性、アンテナ上の電流分布、アンテナの放射パターンなどの解析が可能である。

電磁界解析周辺の重要な技術として電磁界の視覚化がある。解析結果である膨大な量の数値データを的確に把握、検討するにはその視覚化が不可欠であるので、グラフィックディスプレイ上の表示法の検討を行っている。

<マイクロコンピュータの応用>

マイクロコンピュータの発展には目覚ましいものがあり、一昔前の大型計算機に匹敵するパーソナルコンピュータが現われている。本研究室では、マイクロコンピュータの応用として、ファジィ推論やニューラルネットワークの応用、NC制御などについても検討している。

<修士論文のテーマ>

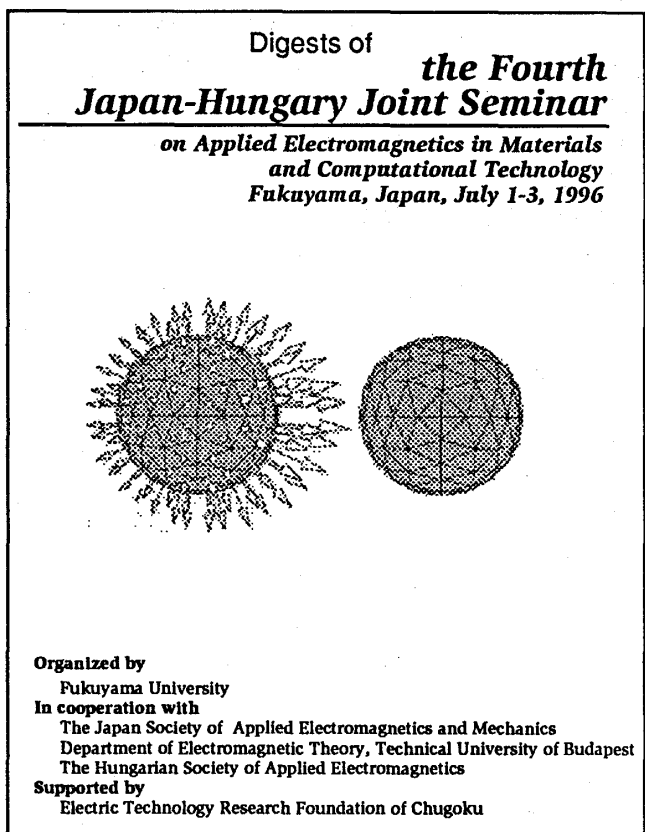
本研究室の修士課程修了生の修士論文のテーマはつぎの通りである。

- ・平成4年度
佐藤稔久：「三次元電磁界解析における計算結果の表示法に関する研究」
- ・平成5年度
堀野 孝：「三次元電磁界解析のポストプロセッシングに関する研究」
- ・平成6年度
高橋政行：「ニューラルネットワークによる送電線の故障区間標定に関する研究」
- ・平成7年度
澁谷寿夫：「NC制御言語用インタプリタの開発」

研究活動

本研究室では、研究成果を国内外の学会で発表している。平成6年8月には、本研究室を中心に、電気学会回転機・静止器合同研究会が16号館で開催された。

また、平成8年7月には、材料中の電磁現象の応用と計算技術に関する第4回日本・ハンガリー合同セミナーが、宮地 茂総長に名誉委員長をお願いし、坪井がJapanese side coordinator、美咲教授がHonorary chairman、小林教授がScientific committeeのメンバー、清水教授、田中講師、渡辺助手がLocal committeeのメンバーとして情報処理工学科の先生方の参加を得て福山大学学生会館において開催された。また、Baquetでは、宮地 尚理事長にごあいさつをいただいた。セミナーの主なトピックスは、電界、磁界、渦電流、電磁波の数値解析、最適化及び逆問題、CAE、計算機応用で、日本側49名、ハンガリー側14名、計63名の参加があった。下図は、同セミナーのDigests(予稿集)の表紙である。



おわりに

坪井研究室は、コンピュータ等の設備も充実しており、平成8年度の卒業研究生9名、修士課程1年生2名、同2年生1名、博士課程2年生1名で、教育と研究活動を行っている。