

論文審査要旨（課程博士）

報告番号	*甲第 50 号	論文提出者氏名	黒木 啓之
	職名	氏名	
審査員主査	本学電子情報工学専攻教授	木下 照弘	
審査委員	本学電子情報工学専攻教授	藤橋 忠悟	
審査委員	本学電子情報工学専攻教授	西宮 信夫	
審査委員	本学電子情報工学専攻教授	曾根 順治	
審査委員	東京工業大学教授	安藤 真	
審査委員			印
審査委員			印

*教務課で記入

論文審査要旨（2000字程度）

本論文は、「導体円板による散乱電磁界に関する研究 ～境界値問題としての厳密解析～」と題し、非常に薄い完全導体円板による電磁波の散乱現象を境界値問題として厳密に解析し、解を得るとともに、高精度な数値結果のための計算手法を提案している。

近年、アンテナ設計などで盛んに利用されるようになっている電磁界シミュレータでは、汎用的な使用目的から、任意形状に対応可能な近似解法が採用されており、得られる結果についての保証が必要とされている。他方、厳密解析においては、その適用範囲が整った形状をした散乱体に限られるものの、数値計算結果に対して解析的な誤差の評価が可能などの利点がある。このため、厳密解析は各種近似解法に対する評価の基準として重要視されている。この論文が対象としている導体円板は形状が扁球回転座標系に一致することから、厳密解析が可能な数少ない形状の1つであり、古くから多くの試みがなされており、現在も続いている。しかしながら、いずれの研究においても、その数値例は、半径3波長以下に限られている。この論文は、平面波および球面波を入射界として、散乱電磁界を境界値問題として厳密に解析し、さらに、主に、導体円板上での誘導電流を対象として、半径10波長程度までの大きな円板に対する高精度な数値解を得ようというものである。

本論文は以下の5章から構成される。

第1章「序論」では、従来法の問題点を指摘し、研究背景、技術的および社会的意義について述べ、この研究の位置付けを示している。

論文提出者氏名

黒木 啓之

論文審査要旨 (続き)

第 2 章「平面波を波源とする完全導体円板による散乱」では、従来の境界値問題としての解析法を整理した後、多倍長精度計算を導入した電磁界の数値計算を提案している。多倍長精度計算インターフェースを開発し、数値計算により、円板半径とデータ長との関係について検討し、半径 3 波長程度までが数値計算における従来法での限界であることの要因を明らかにし、多倍長精度計算の有効性を示している。さらに、円板表面に生じる誘導電流および遠方散乱界に対して、各種近似法による結果と数値的に比較することで、提案する計算法が小さなものから半径 10 波長程度の広範囲にわたって有効であることを明らかにしている。

第 3 章「水平微小ダイポールを波源とする完全導体円板による散乱」では、円板と平行な方向に偏波した球面波が入射する場合の電磁界を解析し、円板表面での電流分布を数値計算して、その特性について検討している。まず、波源が円板の中心軸から外れた場合について解析を進め、従来は形式解に停まっていたものが数値計算可能な級数形式に展開可能であることを述べている。さらに、多倍長精度計算を用いて、得られた級数解の計算精度について検討している。その後、近似法との数値計算による比較により、導出した解法の妥当性を検証している。

第 4 章「垂直微小ダイポールを波源とする完全導体円板による散乱」では、円板と垂直な方向に偏波した球面波を入射界とする場合を対象として、第 3 章までの解析方法を拡張し、電磁界を決定している。第 3 章までと同様に、波動方程式を満足する固有関数を用いて散乱界を展開し、円板表面での境界条件より得られる展開係数についてのマトリクス方程式を導出している。方程式を構成する要素の内、入射界に依存する要素の決定過程で、非斉次微分方程式を導出し、解析的に解くことで、その形式解を得ている。続いて、積分形式で表される形式解を評価して、波源と円板との距離が円板半径よりも大きい場合に収束する無限級数により、数値計算可能な表現式を得ている。さらに、得られた無限級数の一部を解析接続することで波源と円板の距離が円板半径よりも小さい場合に収束する無限級数へ変換している。その後、多倍長精度計算により、円板半径と電磁界の数値計算に必要なデータ長との関係を明らかにした後、近似解法との電流分布についての比較により、提案手法の妥当性を検証している。

第 5 章「結論」では、第 1 章から第 4 章の総括として、本研究で明らかとなった結果をまとめている。

これらの研究成果は、学術発表 22 件などで公開され、筆頭著者としての査読付論文 3 報、および、国際会議 3 報にまとめられている。

この論文では、球面波入射に対して、境界値問題としての厳密な解析により、散乱界を数値計算するための級数式を導出している。さらに、平面波入射、および、球面波入射の場合、従来、数波長の半径が大きさの上限であったものを、多倍長精度計算を導入することで半径 10 波長まで計算を可能としており、数値計算による結果は、各種近似解法の適用範囲を保証するものである。

以上、本論文の内容は高い新規性を有し、電磁波工学の発展に寄与するものであり、本論文は博士（工学）の学位論文として十分に価値あるものと認められる。