

氏 名	島 崎 眞 昭 しま ざき まさ あき
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	工 博 第 299 号
学位授与の日付	昭 和 47 年 7 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	工 学 研 究 科 電 気 工 学 第 二 専 攻
学 位 論 文 題 目	BOUNDARY VALUE PROBLEMS IN POTE- NTIAL THEORY AND THEIR NUMERICAL ANALYSIS (ポテンシャル論における境界値問題とその数値解析)
論文調査委員	(主 査) 教 授 清 野 武 教 授 池 上 淳 一 教 授 卯 本 重 郎

論 文 内 容 の 要 旨

この論文は、ポテンシャル論における二三の境界値問題と、それらに関連した数値解析法について研究した結果をまとめたものである。

第1章は総論であって、ポテンシャル論における境界値問題の基本的な形式のうちで、特に混合境界値問題に属する電磁気学上の典型的な二三の例について、それらが連立積分方程式または連立級数方程式を解く問題に帰着することを述べ、積分方程式に関する二三の問題と、その数値解法について概説している。

第2章は、ハンケルの核を有する積分方程式について論じたもので、一般の境界値問題に現われる $(2N+1)$ 重の連立積分方程式が N 重のフレドホルム型連立積分方程式に帰着され、したがって数値的に解けることを示し、その特別な場合として、実際の境界値問題において重要な3重および4重の連立積分方程式について考察し、また二次元のラプラス方程式を扱う場合にみられる特別な核をもつ $(2N+1)$ 重の連立積分方程式について、その基本的性質を論じている。

第3章は、古典電磁気学において特別な意味をもつ円板電極の問題ならびにその一般化について考察したもので、一般の境界条件に対する円板電極の問題が第二種フレドホルム積分方程式に還元されること、またその特別な場合が、既知の解に一致することを示し、その数値計算の方法と、結果の精度について検討している。つぎにこの方法を、保護環をもつ円板電極の問題にまで拡張し、それが2重の連立積分方程式を解く問題に帰着することを示し、二三の特別な場合に対して行なった数値計算の結果についてその精度を検討している。

第4章は、長方形領域における混合境界値問題を扱う際に現れる2重の三角級数方程式についての検討であって、この種の級数方程式とフレドホルム積分方程式との関係を明らかにし、後者に含まれる特殊な関数についてその性質を考察し、さらにその数値計算の方法をも示している。

第5章は、ヤコビの多項式を含む級数方程式について考察したもので、まずこの種の級数方程式の一般的性質を論じ、これが連立のフレドホルム積分方程式に変換されることを明らかにし、さらにその特別な

場合として、3重の連立級数方程式のみでなく、ある条件のもとで4重の級数方程式も、単一の積分方程式に還元されうること示している。また、二次元の境界値問題を論ずる際に必要になる $(2N+1)$ 重の正弦および余弦級数方程式について詳細な検討を行なっている。

第6章は、集積回路の発達に伴って問題となっているマイクロストリップ線路の厳密な解析法を扱ったもので、従来から知られている種々の解析法と比較し、連立積分方程式から出発する一般的解析ならびにその数値解法を提案し、これを具体的な線路に適用して、この方法が十分な精度をもって、しかも比較的少ない計算量で、線路の主要なパラメータを計算しうることを実証している。さらにこの方法を、複雑な構造のマイクロストリップや、結合のある線路に適用した場合にも、従来から知られている方法にくらべて、少ない計算量で高精度の結果がえられることを示している。

第7章は、二次元のラプラス方程式の数値解法の一つとして知られている境界縮小法を拡張し、ディリクレ型のみならず、ノイマン型および混合型の境界値問題に適用するための理論的考察であって、この理論を解析可能な二三の具体例に適用し、ノイマンの内部問題のみでなく、外部問題についても、この方法が有効であることを示している。さらにこれを軸対象の三次元の問題に拡張する方法を考察し、スフェロイドやカーディオイドのような回転体の静電容量を計算して、この数値解が厳密解とよく一致することを確かめている。

第8章では、チェビシェフの級数による積分方程式の数値解法を理論的に考察している。すなわち、積分方程式の数値解法に対して、ルジャンドル・ガウス型の積分公式が有効であることはよく知られているが、チェビシェフ級数は、ニュートン法との併用によって、非線型の積分方程式にも適用でき、またニュートン法のための初期近似値を求めることも容易である、などの点で意義をもつものであることを明らかにしている。これについても、いくつかの例に対してその実用性を確かめている。この章の後半では、数値解析における誤差の問題を論じ、特にフレドホルム積分方程式の数値解法における誤差の限界について考察している。

第9章は結論であって、この研究によってえられた重要な成果を要約している。

論文審査の結果の要旨

電子計算機の発達により、電磁気学の理論的研究の方法にもその影響が現れているが、複雑な混合型境界値問題の扱いが、広い範囲に及んで可能となったことは注目に値する。この研究は、主として電磁気学におけるポテンシャルに関する種々の境界値問題を、積分方程式または級数方程式の形で定式化し、これを計算可能な表現に変換して、実際的な数値計算を行なうまでに至る一連の基礎的問題を理論的に検討し、またその結果を具体的な問題に適用して、実用性を明らかにしたものであって、えられた成果の主なものはつぎのとおりである。

1. ハンケル核をもつ2重および3重の連立積分方程式に関する従来の理論は、2部分または3部分の境界をもつ混合境界値問題に限って適用しうにすぎなかったが、著者はこれを一般の場合に拡張し、その数値解析の方法を確立した。
2. 電磁気学における古典的な問題の一つである円板電極の問題を、著者の一般的理論の特別な場合と

してとらえ、いわゆるリーマンの解の意味を明らかにした。

3. 計測技術上も重要な保護環つき円板電極の問題の厳密解を求め、数値計算の結果を示した。

4. ヤコビの多項式を含む連立級数方程式について考察し、数値計算可能なフレドホルム積分方程式に還元する方法を示し、従来の研究の多くが、この理論の特別な場合として包含されることを明らかにした。

5. マイクロストリップ線路を厳密に扱う方法を確立し、複雑な構造に対しても、パラメータの値を正確に計算しうることを示した。

6. 境界縮小法を拡張し、二次元および軸対称三次元の混合型境界値問題に適用しうることを示し、その数値計算法を確立した。

7. 積分方程式の数値解析にチェビシェフ級数を利用する方法を検討し、これが積分方程式の数値解の誤差の限界を知るうえに有効であり、ある種の非線型積分方程式にも適用しうることを示した。

このように、この論文はポテンシャル論における境界値問題の基礎理論と、その数値解析法について、従来みられなかった多くの新しい知見を含み、また実用的な数値計算法をも確立した点で学術上、工業上寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。