

論文の内容の要旨

論文題目 第二種積分方程式に対する Sinc 数値計算法

氏名 岡山 友昭

本論文では、Sinc 数値計算法に基づく、第二種積分方程式の数値解法を取り扱う。第二種積分方程式は広く応用に現れる方程式であるが、一般に方程式の解は解析的には求まらないため、数値計算によって近似的に解を求める必要がある。Sinc 数値計算法の利点は、収束が非常に速いこと、また端点に特異性がある場合にも頑健であることである。実際に近年、第二種積分方程式に対して Sinc 数値計算法に基づく数値解法が提案されてきており、その高性能さを示す数値実験結果が得られている。

本論文における主な目的は、実用的な視点からこれらの既存のスキームを改善すること、および新たなスキームを提案することである。既存のスキームの多くに共通する議論すべき点は、大きく分けて、次の二つである。

1. スキームを実装するにあたり、方程式の解の情報（正則領域や端点の値）を必要とする。
2. 仮に正当なスキームを実装できたとしても、数値解が真の解に収束する保証がない。

本論文では、これらを理論解析に基づいて解決する。1つ目の論点に関しては、スキームに必要な情報は既知の関数のもので代用できることを理論的に示した上で、方程式の解が不明であっても実行できるようスキームを修正する。2つ目の論点に関しては、修正したスキームに対して数値解が真の解に収束することを理論的に示すだけでなく、その収束次数も明らかにする。また、これまでにスキームが提案されていない場合は、以上の成果に基づき、新たにスキームを提案する。

さらに本論文では、スキームの数値解の誤差を定量的に評価する方法を提案する。実用の観点、特に精度保証付き数値計算の観点からは、数値解の誤差が許容誤差の範囲内であるかどうかを判定する方法が望まれるが、現段階ではそのような方法は提案されていない。これは、Sinc 数値計算法全般のこれまでの誤差解析において、不等式の形で収束性は解析されているものの、式の中に未評価の定数が含まれているためである。本論文では、まずこれらの定数を明示的に評価した上で、スキームの数値解の誤差評価を定量的に与える方法を示す。