

研究種目：若手研究 (B)

研究期間：2007～2011

課題番号：19760055

研究課題名 (和文)

固有値問題における，解の存在証明及び数値解の高速な精度保証法に関する研究

研究課題名 (英文)

Research on fast enclosure for solutions in eigenvalue problems

研究代表者

宮島 信也 (MIYAJIMA SHINYA)

岐阜大学・工学部・准教授

研究者番号：20367072

研究分野：工学

科研費の分科・細目：応用物理学・工学基礎

キーワード：固有値問題，解の存在証明，精度保証

1. 研究計画の概要

本研究は，一般化固有値問題 $Ax = Bx$ (A, B は正方行列， λ は固有値， x は λ に対応する固有ベクトル) における解の存在証明，及び解の精度に関する，理論的に厳密で定量的な保証を，計算機による浮動小数点演算を用いて与える方法，すなわち，固有値問題における解の精度保証付き数値計算法に関するものである．本研究における研究計画を以下に示す．

(1) A がエルミート行列で， B がエルミート正定値行列である場合に，すべての固有値と固有ベクトルの精度保証を行う方法を構築する．また，構築した方法を応用することで，2 次固有値問題におけるすべての固有値と固有ベクトルの精度保証法を構築する．

(2) A がエルミート行列， B がエルミート正定値行列でなくとも適用可能で，すべての固有値の精度保証を行う方法を構築する．また，構築した方法を応用することで，多項式固有値問題におけるすべての固有値の精度保証法を構築する．

2. 研究の進捗状況

1 節で述べた(1)，(2)の進捗状況を以下に示す．

(1) A がエルミート行列で， B がエルミート正定値行列である場合に，すべての近似固有値と近似固有ベクトルの誤差限界を計算するための理論を確立した．また，精度保証の高速化のための技術を開発した．そして，こ

の理論・技術に基に，一般化固有値問題においてすべての固有値と固有ベクトルの精度保証を行う方法と 2 次固有値問題においてすべての固有値と固有ベクトルの精度保証を行う方法を構築した．また，これらの方法の性能を検証するために数値実験を行った．さらに，国内外の学会において，これらの方法について発表した．加えて，これらの方法を論文にまとめ，投稿した．査読の結果，この論文は採録となったが，出版される時期はまだ決まっていない．

(2) A がエルミート行列， B がエルミート正定値行列でなくとも適用可能な，すべての近似固有値の誤差限界を計算するための理論を確立した．また，精度保証の高速化のための技術を開発した．そして，この理論・技術に基に，一般化固有値問題においてすべての固有値の精度保証を行う方法と多項式固有値問題においてすべての固有値の精度保証を行う方法を構築した．また，これらの方法の性能を検証するために数値実験を行った．さらに，国内外の学会においてこれらの方法について発表した．加えて，これらの方法を論文にまとめ，投稿した．査読の結果，この論文は採録となった．この論文は 2010 年 4 月に出版される予定である．

3. 現在までの達成度

当初の計画以上に進展している。

(理由)

4 年間の研究期間のうち，3 年目の時点で応募書類に記載された研究計画が達成できたため．

4. 今後の研究の推進方策

(2)において構築した方法は, B が正則であるときに適用可能なものである. そこで, 今後は B が特異であっても適用可能な精度保証付き数値計算法を構築する.

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計2件)

Shinya Miyajima, Fast Enclosure for All Eigenvalues in Generalized Eigenvalue Problems, Journal of Computational and Applied Mathematics, 233(11) 2994-3004 (2010) 査読有り

Shinya Miyajima, Takeshi Ogita, Siegfried M. Rump, Shin'ichi Oishi, Fast Verification for All Eigenpairs in Symmetric Positive Definite Generalized Eigenvalue Problems, Reliable Computing, accepted for publication (2008) 査読有り

[学会発表](計11件)

宮島信也, Numerical Inclusion for All Eigenvalues in Generalized Eigenvalue Problems, デジタル解析学セミナー, 2010年1月27日, 早稲田大学

宮島信也, 一般化固有値問題におけるすべての固有値の数値的包含, 日本応用数理学会 2009年度年会, 2009年9月30日, 大阪大学

Shinya Miyajima, Enclosing All Eigenvalues in Generalized Eigenvalue Problem, 13th GAMM - IMACS International Symposium on Scientific Computing, Computer Arithmetic, and Validated Numerics, September 29, 2008, The University of Texas at El Paso

Shinya Miyajima, Michael Plum, Takeshi Ogita, Shin'ichi Oishi, Verifying All Eigenvalues in Generalized Eigenvalue Problem, 2008 International Workshop on Numerical Verification and its Applications, March 5, 2008, Tokyo Dai-ichi Hotel

宮島信也, 実対称正定値一般化固有値問題における解の高速精度保証, 岐阜非線形セミナー 2007年12月21日, 岐阜大学

宮島信也, 一般化固有値問題における解の高速精度保証, 第1回数値デザイン研究コロキウム, 2007年10月24日, 岐阜大学

Shinya Miyajima, Takeshi Ogita, Siegfried M. Rump, Shin'ichi Oishi, Verified All Eigenpairs of Generalized Eigenvalue Problem, 「精度保証付き数値計算とその周辺」ワークショップ, 2007年10月12日, 岐阜大学

宮島信也, 荻田武史, Siegfried M. Rump, 大石進一, 一般化固有値問題におけるすべての固有対の高速精度保証, 日本応用数理学会 2007年度年会, 2007年9月16日, 北海道大学

Shinya Miyajima, Takeshi Ogita, Shin'ichi Oishi, Verifying All Eigenpairs in Real Symmetric Positive Definite Generalized Eigenvalue Problem, 6th International Congress on Industrial and Applied Mathematics, July 16, 2007, ETH Zurich

宮島信也, 荻田武史, Siegfried M. Rump, 大石進一, 実対称正定値一般化固有値問題におけるすべての固有対の精度保証, 第36回数値解析シンポジウム, 2007年6月21日, ウェルシティ湯河原

Shinya Miyajima, Takeshi Ogita, Siegfried M. Rump, Shin'ichi Oishi, Verified All Eigenpairs of Generalized Eigenvalue Problem, International Workshop on Numerical Verification and its Applications, March 1, 2007, Waseda University