

長藤 かおり (NAGATOU Kaori)

研究概要

1) バンド構造の本質的スペクトルを持つ 1 次元 Schroedinger 作用素の固有値非存在範囲を精度保証付きで求める手法を開発し、検証数値例を与えた。本質的スペクトルのギャップにおける離散スペクトル (固有値) の存在・非存在は、半導体理論とも密接に関連する重要な問題である。本研究では、線形常微分方程式の基本解を計算機援用解析により厳密に求める手法をもとに、固有値が存在しない範囲を数学的に厳密に保証する方法を提案した。基本解の検証に関しては論文として出版済みで、固有値非存在検証については現在論文としてまとめている段階である。

2) 指数関数的な非線形性を持つ beam 方程式に対して、ある波速に対して少なくとも 36 個の Travelling Wave が存在することが計算機援用証明により示されているが、これらの解の軌道安定性は重要な未解決問題である。本研究では各解の軌道安定性を数学的に厳密に保証する手法を開発した。これは、理論的な解析 (エネルギー関数等から定義されるある実数値関数の 2 階微分の正負と解の Morse index の情報) と計算機援用解析とを併用するもので、近似計算の段階では一部の解の安定性を証明できる見通しがあった。

「マス・フォア・インダストリ」にかかわる H20, 21 年度の研究実績概要

3 次元 Photonic Crystal のバンド・ギャップの存在検証の定式化に成功した。Photonic Crystal と呼ばれる周期的な optic media は、誘電率の分布によってはある周波数を持つ電磁波を透過しない性質を持つことがあり、このような周波数帯はバンド・ギャップと呼ばれ、数学的にはある作用素のスペクトル・ギャップに相当する。バンド・ギャップの厳密な存在に関して、現在のところ数学的な証明に成功した例はまだない。バンド・ギャップを確かに持つ材料をナノテクノロジーを用いてデザインすることは大変重要な問題であり、数多くの有益な応用がある。本研究では、与えられた誘電率に対してバンド・ギャップが存在することを、これまでに開発してきた固有値非存在を保証する数値的検証法を拡張して適用することにより、数学的に厳密に証明する手法を開発した。実際の計算での難点が多く完全な実装までには未だ至っていないが、3 次元計算の更なる効率化を図るとともに精度保証付き数値計算を実装し、バンド・ギャップを真に持つ誘電率の分布を明らかにすることが目下の課題である。

研究業績

1.K. Nagatou, Validated computations for fundamental solutions of linear ordinary differential equations, International Series of Numerical Mathematics, Vol. 157 (2008), pp. 43-50.

2.K. Nagatou, Numerical verification method for infinite dimensional eigenvalue problems, Japan Journal of Industrial and Applied Mathematics 26-2/3 (2009), pp. 477-491.

プレプリント

3.K. Nagatou, M. Plum, M.T. Nakao, Eigenvalue excluding for 1-D Schroedinger operators

講演

1.Computer Assisted Proofs for Partial Differential Equations, 15-21 June 2008,

- Numbers, Functions, Equations '08, Noszvaj, Hungary.
2. Eigenvalue excluding on 1-D Schroedinger operators, 12-18 July 2008, The 6th Gregynog Workshop on Computation and Analytic Problems in Spectral Theory, University of Wales, Gregynog Hall, Newtown(Powys), United Kingdom.
 3. 固有値問題に対する数値的検証法とその応用, 2008年9月17日, 日本応用数理学会 2008年度年会・オーガナイズドセッション特別講演, 東京大学柏キャンパス.
 4. Validated computations for elliptic systems of FitzHugh-Nagumo type, 29 September - 3 October 2008, 13th GAMM-IMACS International Symposium on Scientific Computing, Computer Arithmetic, and Validated Numerics (SCAN 2008), The University of Texas at El Paso, USA.
 5. 3次元 Maxwell 方程式に関するスペクトル問題について, 2008年11月17-19日, 研究集会「流れ問題のための高品質数値解法と計算機援用解析学」, (主催者: 田端正久, 中尾充宏) KKR ホテル金沢 (金沢共済会館).
 6. 非線形微分方程式系の周期境界値問題に対する数値的検証法 (共著者 [森藤孝志] 講演), 2008年12月15-17日, 応用数学合同研究集会, 龍谷大学瀬田キャンパス.
 7. Computer assisted proofs for differential equations, 26-28 January 2009, The 26th Kyushu Symposium on Partial Differential Equations, Kyushu University (Hakozaki Campus) International Hall.
 8. Spectral Problem on 3-D Maxwell's Equations, 7-10 March 2009, International workshop on verified computations and related topics, University of Karlsruhe (TH), Germany.
 9. Eigenvalue Excluding on 3-D Photonic Crystals, 22-29 March 2009, International Workshop on Numerical Verification and its Applications 2009, Miyako Island.
 10. 非線形微分方程式系の周期境界値問題に対する数値的検証法, 2008年3月29日, 日本数学会 2009年度年会, 東京大学.
 11. Orbital stability investigation for travelling waves in a nonlinearly supported beam, 27-29 May 2009, International Conference on Engineering and Computational Mathematics 2009, The Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong.
 12. Computer Assisted Proofs for Nonlinear Partial Differential Equations, 13-18 September 2009, INDAM Meeting: Theoretical and computational methods in nonlinear differential equations, Centro Residenziale Universitario di Bertinoro, Forli, Italy. (招待講演)
 13. A Spectral Problem for 3-D Photonic Crystals, 18-22 September 2009, 7th International Conference of Numerical Analysis and Applied Mathematics, Aquila Rithymna Beach, Rethymno, Crete, Greece.
 14. Orbital stability investigation for travelling waves in a nonlinearly supported beam, 15-20 November 2009, Dagstuhl seminar 09471: Computer-assisted proofs - tools, methods and applications, Schloss Dagstuhl, International Conference and Research Center for Computer Science, Germany.
 15. Orbital stability investigation for travelling waves in a nonlinearly supported beam, 10-15 March 2010, International Workshop on Numerical Verification and its Applications 2010, Hotel Lido Azzurro, Hachiojima.

学位

博士・数理学（九州大学）

受賞歴

・平成 12 年 2 月 第 16 回 井上研究奨励賞 受賞 [井上科学振興財団]

受賞論文：Verified numerical computation for elliptic eigenvalue problems and its applications, (dissertation: March 25, 1999. Kyushu University)

・平成 16 年 9 月 第 1 回 ベストオーサー賞（論文部門）受賞 [日本応用数理学会]

受賞論文：固有値問題の数値 近似解法から精度保証まで , (応用数理 VOL.13 NO.3 SEP. 2003, 58-71)

研究集会の主催

1.2009 March 7-10: International workshop on verified computations and related topics, Universitaet Karlsruhe, Germany, Co-organizer

2.2009 March 19-20: Math-for-Industry Tutorial: Spectral theories of non-Hermitian operators and their application, Kyushu University, Japan, Co-organizer

3.2009 September 21: 7th International Conference of Numerical Analysis and Applied Mathematics, Minisymposium: "Validated Computations and Computer-Assisted Proofs", Crete, Greece, Co-organizer

その他の研究活動

・日本応用数理学会論文誌編集委員会委員（2008 年 4 月 1 日～2010 年 3 月 31 日 [予定]）

・日本数学会応用数学分科会委員（2008 年 10 月 1 日～2010 年 9 月 30 日 [予定]）