

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 4 月 26 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2021

課題番号：17K05330

研究課題名(和文)非線形楕円型方程式の固有値問題と逆問題の新展開

研究課題名(英文)New development of the nonlinear elliptic eigenvalue problems and inverse bifurcation problems

研究代表者

柴田 徹太郎 (Shibata, Tetsutaro)

広島大学・先進理工系科学研究科(工)・教授

研究者番号：90216010

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、非線形楕円型方程式の固有値問題とその逆問題を、常微分方程式論的手法を中心に、関数解析、特殊関数論、変分法等を用いることにより、新たな研究課題を見出し、研究の新展開を図ることである。本研究では非線形楕円型方程式の固有値問題に関して、これまで取り扱いが困難であった非線形項を含む分岐問題の大域解析に対して停留値法が有効であることを発見した。また、非線形項に振動項や対数項を含む非線形楕円型方程式の分岐曲線および対応する解の大域的構造に関する詳細な漸近公式を確立した。これらの研究成果は逆分岐問題の考察に新しい展開を与えるとともに、今後の研究の発展に大きく寄与する結果である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

非線形固有値問題における分岐曲線の形状を詳細に調べることで、またそこで得られた順問題の成果を逆分岐問題に応用していくというアイデアはこれまでにない、全く新しい研究課題である。したがって、本研究で得られた成果は新規性が高く、微分方程式の分岐問題に新しい研究の方向性を提案している。この観点から、この研究で得られた成果や知見は今後の非線形固有値問題の分野において、新たな発展性を生み出している。また、考察した方程式が物理的背景に基づいていることから、今後、他の自然科学や工学の分野における研究発展に寄与する可能性があるといえる。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this research is to establish the precise asymptotic formulas for nonlinear bifurcation problems and obtain the new aspects of the inverse bifurcation problems.

For the direct problems, we establish the precise asymptotic formulas for the eigenvalue problems which have biological and physical background. Precisely, we studied the ordinary differential equations with oscillatory and logarithmic terms and obtained the very precise results about the global shape of bifurcation curves and the solution curves associated with them. For the inverse bifurcation problems, we consider the problems associated with the direct problems to develop new directions of inverse problems. In particular, we obtained the new and important aspects for inverse bifurcation problems from the results obtained in the study of the global structures of bifurcation curves for the equation with oscillatory and logarithmic terms.

研究分野：非線形楕円型固有値問題

キーワード：非線形固有値問題 分岐問題 漸近解析 逆分岐問題

1. 研究開始当初の背景

非線形楕円型方程式の固有値問題は、単振り子の方程式、非線形シュレーディンガー方程式やロジスティック方程式から導かれる方程式など、自然現象や工学的現象等を記述する方程式に現れることから、世界的に精力的に研究されている分野である。その固有値、すなわち分岐曲線の構造は一般的には非常に複雑なので、これまでは主として変分法や局所的分岐理論などを用いて解析されてきた。しかし分岐曲線の大域的構造を詳しく解析することは、研究開始時点においても非常に困難な状況にあった。その理由は、分岐曲線の構造は個々の非線形項の性質に大きく依存して変化するため、統一的な解析方法の構築は非常に難しく、個々の方程式の特徴に応じて適切な解析法を考案しなければならないからである。たとえば、「考察する方程式が無限回振動する非線形項を含む時、対応する分岐曲線は無限回振動するか」という、一見非常に単純に見える問題の解析においても極めて複雑な計算を要する。このような理由で、分岐曲線の漸近解析は、局所的解析が主流であった。そこで、研究開始にあたり、Time map 法(常微分方程式論的手法)による漸近展開を駆使してその大域的挙動を詳細に漸近解析する方法を精査した。ここで得られた解析法は研究開始当時においても画期的であり、のちの逆分岐問題解析にも新展望を与えることとなった。一方、逆分岐問題に関しては、研究はあまり進められていなかった。線形の逆固有値問題は長い歴史を有する伝統的な研究分野である。有名な問題では、固有値の漸近的情報から未知のポテンシャルを決定する逆問題など、非常に多くの問題が提起・研究されてきた。一方、逆分岐問題とは、ある現象の特徴的な性質を反映した分岐曲線、たとえば生物の個体数の増大を表わす分岐曲線の考察から、その現象を支配するファクター、すなわち方程式の非線形項を決定する、というような問題が典型例である。しかしながら、そもそも分岐曲線そのものが非常に複雑な構造を有しているため、研究開始当初の段階では、非線形楕円型方程式の逆分岐問題の研究は、ほとんどなされていなかった。わずかに、極めて限定的な条件を課し、既存の理論の適用可能な範囲での研究結果しか見当たらないという状況であった。

2. 研究の目的

本研究の目的は、非線形楕円型方程式の固有値問題とその逆問題を、常微分方程式論的手法を主体とし、変分法、特異摂動法等を用いて研究することである。具体的には、主に次の課題に取り組むこととした。まず、非線形楕円型方程式の固有値問題に関しては、非線形楕円型方程式の分岐曲線および対応する解の構造に関する詳細な漸近公式を確立することを目標とした。分岐曲線の大域的構造は、その方程式が記述する現象の特徴的な性質を反映していることから、具体的・特徴的現象を記述する方程式を研究対象とすることとした。また、逆分岐問題に関しては、考察する方程式が未知の非線形項を含んでいる場合、分岐曲線の大域的形状などの特徴から未知の非線形項を決定するという、逆分岐問題の研究の新展開に取り組むことを目的とした。

3. 研究の方法

研究の進展を図るためには、情報収集と意見交換が重要なポイントである。そこで、専門的研究者と密接な研究連絡を行って、研究目的を達成するための最重要ポイントを追求し、研究の進展を図ることとした。そのための方法として、研究成果を研究集会等で発表し、視野の広い研究者と討論・情報交換を行い、新たな観点から研究を展開させることとした。研究目的に対する具体的達成のための計画と方法は、まず Time map 法(常微分方程式論)と特殊関数によるアプローチを用いることとした。自励系の方程式に対する分岐曲線の解析のために開発した

Time map 法による漸近展開法を、特殊関数の性質と関連付けて改良することにより、方程式が、三角関数のような特別な非線形項を含む場合について得られた研究結果の一般化をめざす。上記の方法を発展させ、摩擦項を含むような単振り子の方程式に関して得られた結果の一般化を目標とする。次に、特異摂動法によるアプローチにより研究の進展を試みる。研究目的遂行のために考察する固有値問題は、非線形楕円型方程式の特異摂動の問題に深く関連していることに着目した。このことに関する知見を得るため、非線形楕円型方程式の国際的専門家との意見交換を行い、この方法の最新の研究成果に関する情報を収集し、それを援用して研究を遂行する。特に、分岐曲線がS字型になる結果を、球対称解の場合に拡張することを目標とした。さらに、変分法的アプローチの再構築を試みることは重要である。対象となる非線形楕円型固有値問題に対して最適な変分法の枠組みの設定は極めて意義深い。この分野の専門家との意見交換を行い、変分法的アプローチによる非線形楕円型方程式の解の漸近挙動の解析法を追求する。これにより得られた結果を、すでに得られている結果と組み合わせることにより球対称解への拡張を目標にする。最後に、逆問題に対する新しい視点からのアプローチを試みる。逆問題に深い洞察力を持つ専門家との意見交換を通じて、従来にはなかった視点、すなわち、分岐曲線の大域的・局所的性質から得られるどのような情報から、未知の非線形項を決定できるか、という逆問題に焦点を絞る。上で述べた研究計画は、研究対象が明確であり、それに対するアプローチが具体的であることから、多くの研究成果を得ることが十分に期待できる。そして、得られた研究成果を海外における国際研究集会で発表する。特に、常微分方程式に関する講演が充実している研究集会において、積極的に研究成果を発表することで、海外の研究者との深部にわたる情報交換を行うことが可能になり、研究のさらなる展開が期待できる。また、京都大学数理解析研究所等で開催される国内研究集会において、多くの成果発表を行い、より多くの国内研究者との情報交換により、新たな研究の発展の方向を確立する。

4. 研究成果

興味深い現象として、考察する方程式が複雑な非線形項を含む場合にも、分岐曲線に比較的シンプルな振動現象が出現することに注目した。まず、非線形項に正弦関数と負べきの多項式が掛け算されたものを含む常微分方程式に対して、これまでの研究で考察してきたアプローチは有効ではないことが判明した。この困難を克服するために、関数解析的手法を援用することにした。具体的には、一般化された停留値法に着目し、これとタイムマップ法を組み合わせるアプローチが、今までの方法では取り扱うことが困難であった非線形項を含む非線形常微分方程式の分岐問題の解析に非常に効果的であることが判明した。特に、計算を遂行する上で生じるフーリエ積分の被積分項に含まれる相関数が2つの停留点を持つ場合に、一般化された停留値法を適用した。その結果、これまで解析が難しかった振動現象に対して研究成果をあげることに成功した。さらに、常微分方程式の順問題に焦点を絞り、非線形項に対数項や振動項を含む方程式について、分岐曲線と対応する解の大域的構造に関する詳細な漸近公式を確立することに成功した。このような方程式を研究対象とした理由は、分岐曲線の大域的構造が考察する方程式の特徴的構造、すなわち非線形項の性質を反映していることを考慮したからであり、上記のような、具体的背景をもつ方程式に研究対象を絞った。考察した方程式は、対数型シュレーディンガー方程式に由来することから、得られた研究成果は物理的観点からも意義深いものである。また、対数項と振動項の双方を含む方程式に関しては、研究初期の予想に反して、分岐曲線の大域的挙動には振動項の影響が非常に小さいことが判明した。このことは、逆分岐問題に関する予想、すなわち、分岐曲線の漸近挙動が非線形項の特徴を色濃く反映する、という予想に当ては

まらない具体例であり、今後の逆分岐問題の研究における発展の方向性に大きな影響を与える結果をもたらした。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13件（うち査読付論文 13件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 4件）

| | |
|--|--------------------------|
| 1. 著者名 Tetsutaro Shibata | 4. 巻 8 |
| 2. 論文標題 Asymptotic Behavior of Solution to Nonlinear Eigenvalue Problem | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Mathematics | 6. 最初と最後の頁 記事番号: 2064 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/math8112064 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 - |

| | |
|--|--------------------------|
| 1. 著者名 Tetsutaro Shibata | 4. 巻 8 |
| 2. 論文標題 Precise Asymptotics for Bifurcation Curve of Nonlinear Ordinary Differential Equation | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Mathematics | 6. 最初と最後の頁 記事番号: 1272 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/math8081272 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 - |

| | |
|--|-----------------------|
| 1. 著者名 Tetsutaro Shibata | 4. 巻 33 |
| 2. 論文標題 Asymptotic Expansion of Oscillatory Bifurcation Curves of ODEs with Nonlinear Diffusion | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Differential and Integral Equations | 6. 最初と最後の頁 257-272 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|---|---------------------|
| 1. 著者名 Tetsutaro Shibata | 4. 巻 52 |
| 2. 論文標題 Global Structure of Bifurcation Curves Related to Inverse Bifurcation Problems | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Rend. Istit. Mat. Univ. Trieste | 6. 最初と最後の頁 45-64 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.13137/2464-8728/30768 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 - |

| | |
|---|-------------------|
| 1. 著者名 Tetsutaro Shibata | 4. 巻 67 |
| 2. 論文標題 Oscillatory property of solutions to nonlinear eigenvalue problems | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 ELECTRONIC JOURNAL OF QUALITATIVE THEORY OF DIFFERENTIAL EQUATIONS | 6. 最初と最後の頁 1-9 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14232/ejqtde.2019.1.67 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|---|------------------|
| 1. 著者名 Tetsutaro Shibata | 4. 巻 No. 62 |
| 2. 論文標題 ASYMPTOTIC FORMULAS FOR OSCILLATORY BIFURCATION DIAGRAMS OF SEMILINEAR ORDINARY DIFFERENTIAL EQUATIONS | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 ELECTRONIC JOURNAL OF DIFFERENTIAL EQUATIONS | 6. 最初と最後の頁 11 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|---|-----------------------|
| 1. 著者名 Tetsutaro Shibata | 4. 巻 74 |
| 2. 論文標題 Asymptotic Behavior and Global Structure of Oscillatory Bifurcation Diagrams | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 RESULTS IN MATHEMATICS | 6. 最初と最後の頁 145, 13 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00025-019-1072-1 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|--|--------------------------|
| 1. 著者名 Keiichi Kato, Tetsutaro Shibata | 4. 巻 190 |
| 2. 論文標題 Simple proof of stationary phase method and application to oscillatory bifurcation problems | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 NONLINEAR ANALYSIS-THEORY METHODS & APPLICATIONS | 6. 最初と最後の頁 111594, 13 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.na.2019.111594 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|--|-------------------------|
| 1. 著者名 Tetsutaro Shibata | 4. 巻 17 |
| 2. 論文標題 Global behavior of bifurcation curves for the nonlinear eigenvalue problems with periodic nonlinear terms | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 Communications on Pure and Applied Analysis | 6. 最初と最後の頁 2139-2147 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3934/cpaa.2018102 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|--|-----------------------|
| 1. 著者名 Tetsutaro Shibata | 4. 巻 2018 |
| 2. 論文標題 Global and local structures of bifurcation curves of ODE with nonlinear diffusion | 5. 発行年 2018年 |
| 3. 雑誌名 International Journal of Differential Equations | 6. 最初と最後の頁 5053415 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1155/2018/5053415 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|--|-----------------|
| 1. 著者名 Tetsutaro Shibata | 4. 巻 9 |
| 2. 論文標題 Global and local structures of oscillatory bifurcation curves | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Spectral Theory | 6. 最初と最後の頁 - |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4171/JST/269 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|--|------------------------|
| 1. 著者名 Tetsutaro Shibata | 4. 巻 50 |
| 2. 論文標題 Global and local structures of oscillatory bifurcation curves with application to inverse bifurcation problem | 5. 発行年 2017年 |
| 3. 雑誌名 Topological Methods in Nonlinear Analysis | 6. 最初と最後の頁 603--622 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.12775/TMNA.2017.032 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|--|-----------------------|
| 1. 著者名 Tetsutaro Shibata | 4. 巻 19 |
| 2. 論文標題 Oscillatory bifurcation problems for ODEs with logarithmic nonlinearity | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 OPEN MATHEMATICS | 6. 最初と最後の頁 641-657 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1515/math-2021-0057 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 - |

[学会発表] 計27件 (うち招待講演 19件 / うち国際学会 8件)

| |
|--|
| 1. 発表者名 柴田徹太郎 |
| 2. 発表標題 Asymptotic expansion of oscillatory bifurcation curves of ODEs with nonlinear diffusion |
| 3. 学会等名 日本数学会 2020年度秋季総合分科会 (熊本大学) |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 柴田徹太郎 |
| 2. 発表標題 Precise asymptotics for bifurcation curve of nonlinear ordinary differential equation |
| 3. 学会等名 日本数学会 2021年度年会 (慶應大学) |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 柴田徹太郎 |
| 2. 発表標題 Direct and inverse bifurcation problems and related topics I |
| 3. 学会等名 第7回偏微分方程式レクチャーシリーズ (招待講演) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 柴田徹太郎 |
| 2. 発表標題 Direct and inverse bifurcation problems and related topics II |
| 3. 学会等名 第7回偏微分方程式レクチャーシリーズ（招待講演） |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 柴田徹太郎 |
| 2. 発表標題 Asymptotic behavior and global structure of oscillatory bifurcation diagrams |
| 3. 学会等名 信州大学偏微分方程式研究集会（招待講演） |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 柴田徹太郎 |
| 2. 発表標題 Asymptotic behavior of oscillatory bifurcation curves of semilinear ordinary differential equations |
| 3. 学会等名 日本数学会2019年度秋季総合分科会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Tetsutaro Shibata |
| 2. 発表標題 Asymptotic behavior of bifurcation curves of ODEs with oscillatory nonlinear diffusion |
| 3. 学会等名 2019 International Workshop on PDEs and Applications（招待講演）（国際学会） |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Tetsutaro Shibata |
| 2. 発表標題 Oscillatory bifurcation for semilinear eigenvalue problems |
| 3. 学会等名 The 12th AIMS Conference on Dynamical Systems, Differential Equations and Applications (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Tetsutaro Shibata |
| 2. 発表標題 Oscillatory structures of bifurcation curves for nonlinear eigenvalue problems |
| 3. 学会等名 The 12th AIMS Conference on Dynamical Systems, Differential Equations and Applications (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Tetsutaro Shibata |
| 2. 発表標題 Oscillatory structures of bifurcation curves for nonlinear eigenvalue problems |
| 3. 学会等名 Inverse Problems for Partial Differential Equations (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Tetsutaro Shibata |
| 2. 発表標題 Global behavior of bifurcation curves and related topics |
| 3. 学会等名 International workshop on nonlinear PDEs 2018 in Okayama (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 柴田徹太郎 |
| 2. 発表標題 Global and local structures of oscillatory bifurcation curves |
| 3. 学会等名 日本数学会 2018年度秋季総合分科会 (岡山大学) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 柴田徹太郎 |
| 2. 発表標題 Global behavior of bifurcation curves and related topics |
| 3. 学会等名 北九州地区における偏微分方程式研究集会 (招待講演) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 柴田徹太郎 |
| 2. 発表標題 Global behavior of bifurcation curves and related topics |
| 3. 学会等名 解析学火曜セミナー (招待講演) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 柴田徹太郎 |
| 2. 発表標題 Oscillatory bifurcation for semilinear ordinary differential equations |
| 3. 学会等名 第156回神楽坂解析セミナー (招待講演) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 柴田徹太郎 |
| 2. 発表標題 Inverse and direct bifurcation problems and related topics |
| 3. 学会等名 微分方程式と逆問題をめぐって(招待講演) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 柴田徹太郎 |
| 2. 発表標題 Global solution curves of ordinary differential equations with nonlinear diffusion |
| 3. 学会等名 日本数学会2019年度年会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 柴田徹太郎 |
| 2. 発表標題 Oscillatory structures of bifurcation curves for semilinear eigenvalue problems |
| 3. 学会等名 日本数学会2017年度秋季総合分科会 |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 柴田徹太郎 |
| 2. 発表標題 Global and local structures of oscillatory bifurcation curves |
| 3. 学会等名 第13回非線型の諸問題(招待講演) |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Tetsutaro Shibata |
| 2. 発表標題 Global and local structures of oscillatory bifurcation diagrams |
| 3. 学会等名 RIMS 共同研究 (公開型) 実領域における常微分方程式研究の継承と革新 (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 柴田徹太郎 |
| 2. 発表標題 Direct and inverse bifurcation problems for semilinear equations |
| 3. 学会等名 数学と現象 : Mathematics and Phenomena in Miyazaki 2017 (招待講演) |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Tetsutaro Shibata |
| 2. 発表標題 Oscillatory bifurcation for semilinear ordinary differential equations |
| 3. 学会等名 第35回九州における偏微分方程式研究集会 (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 柴田徹太郎 |
| 2. 発表標題 非線形楕円型方程式の固有値問題の漸近解析と逆分岐問題の解析 |
| 3. 学会等名 日本数学会2018年度年会 (東京大学) (2017年度(第16回)日本数学会解析学賞受賞特別講演、函数方程式論分科会) (招待講演) |
| 4. 発表年 2018年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Tetsutaro Shibata |
| 2. 発表標題 Global and local structures of oscillatory bifurcation curves |
| 3. 学会等名 Nonlinear Analysis, PDEs, and Applications: A Conference in Honor of Yong-Hoon Lee's 60th Birthday, Ramada Jeju Hamdeok Hotel, Jeju, Korea (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年 2017年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 柴田徹太郎 |
| 2. 発表標題 Global structure of bifurcation curves related to inverse bifurcation problems |
| 3. 学会等名 日本数学会 2021年度秋季総合分科会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 柴田徹太郎 |
| 2. 発表標題 Bifurcation diagrams of one-dimensional nonlocal elliptic equations |
| 3. 学会等名 第39回 九州における偏微分方程式研究集会 (招待講演) |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 柴田徹太郎 |
| 2. 発表標題 Asymptotic behavior of solution to semilinear eigenvalue problem |
| 3. 学会等名 日本数学会 2022年度年会 |
| 4. 発表年 2022年 |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

| | 氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号) | 所属研究機関・部局・職 (機関番号) | 備考 |
|-------|--|--|----|
| 連携研究者 | 坂口 茂 (Sakaguchi, Shigeru) (50215620) | 東北大学・大学院情報科学研究科・教授 (11301) | |
| 連携研究者 | 田中 和永 (Tanaka, Kazunaga) (20188288) | 早稲田大学・理工学術院・教授 (32689) | |
| 連携研究者 | 倉田 和浩 (Kurata, Kazuhiro) (10186489) | 首都大学東京・大学院理工学研究科・教授 (22604) | |

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

| 共同研究相手国 | 相手方研究機関 |
|---------|---------|
|---------|---------|