

平成 21 年 5 月 29 日現在

研究種目：基盤研究 (C)

研究期間：2007～2008

課題番号：19540182

研究課題名 (和文) 連続型及び離散型力学系における相平面解析の新機軸

研究課題名 (英文) A New Departure for Phase Plane Analysis in Continuous and Discrete Dynamical Systems

研究代表者

杉江 実郎 (SUGIE JITSURO)

島根大学・総合理工学部・教授

研究者番号：40196720

研究成果の概要：

常微分方程式(連続型)及び差分方程式(離散型)の解の漸近的挙動を定性的に考究するとともに、それらに関数微分方程式(即ち、時間遅れを考慮する微分方程式)や楕円型方程式の研究に応用した。一例を挙げるならば、変数係数をもつ線形方程式や準線形微分方程式を対象に、解の振動性や零解の大域的漸近安定性について、数多くの先行研究を大きく改良できた。その秘訣は、これらの方程式と同値な方程式系に対して相平面解析を駆使したことにある。また、この相平面解析法は3次元方程式系に対しても有効であることを示した。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2008年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,400,000	720,000	3,120,000

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：数学・基礎解析学

キーワード：線形微分方程式系，半線形微分方程式，振動定理，非振動定理，漸近安定性，一様安定性，フロッケ理論，極限閉軌道

1. 研究開始当初の背景

相平面解析とは、方程式の解を表す変数以外にもう一つ別の変数(普通は解の導関数)を導入して、この2つの変数の関係を考察する手法である。別の言い方をすると、与えられた方程式を同値変換した方程式系(ダイナミックシステム)の解を相平面上に射影して、その挙動から元の方程式の解の性質を調べる解析法である。つまりは、解全体の動きを幾何学的に捉えようとする試みである。その代表的なものは、極限閉軌道の存在を示すポ

アンカレ・ベンディクソンの定理であろう。

自励系の常微分方程式に対する相平面解析は古くから数多くの研究がなされてきた。有名なポアンカレ・ベンディクソンの定理もその一つである。しかし、非自励系を対象とするとき、相平面解析は全く無力であるとも考えられてきた。なぜなら、時間が変化しても不変な自励系の解の挙動は、その射影から十分に考察することができる。これに対して、時間経過に伴って変化する非自励系では、射影だけでは解の挙動が完全には把握できな

いからである。即ち、初期値が同じであっても初期時刻が異なれば、解軌跡は全く違った形状になる。そのため、非自励系では、国内外を通じて相平面解析は確立されていなかった。

2. 研究の目的

不動点定理、フロッケ理論、リッカチ変換法、スペクトル解析を有効に活用することにより、相平面解析に新しい息吹を与えることが、本研究の主目的であった。

相平面解析では、与えられた微分方程式の解 x とその導関数 y の挙動を同時に調べなければならない。これに対して、リッカチ変換法では、 x と y の比に関する1階微分方程式を解析するので、相平面解析より限定したことしか分からないことも多いが、扱い易いという利点がある。本研究では、両方の長所を取り入ることを目指した。また、リッカチ変換で得られる1階微分方程式に対して不動点定理を適用することは稀であるが、それによって得られる新しい知見を相平面解析に活用することも目的の一つであった。さらに、周期係数をもつ微分方程式には、フロッケ理論が有効であることは良く知られているが、相平面解析との融合研究を展開することも目指した。

線形微分方程式系においては、解の定数倍も解になり、異なる解の和も解になることが周知の事実である。これと類似な性質をもつものに準線形微分方程式系 (quasi-linear differential system) があり、近年、この方程式系の研究が国内外で盛んに行われている。両者には解の構造に類似点があるので、線形微分方程式系の場合と同様に、準線形微分方程式系に付随する特性方程式の考察が本研究課題遂行に不可欠であることに気づいた。その特性方程式の根の分布を調べるため、スペクトル解析の手法が大いに役立つ。

以上の観点を踏まえて、本研究期間内に達成したい具体的な研究テーマは次の通りであった。

(1) 準線形微分方程式系の零解の大域的漸近安定性

特性方程式の根の分布に着目して、零解の大域的漸近安定性のための必要十分条件を得ること。

(2) 差分方程式系の零解の大域的漸近安定性

係数が区分的連続である場合、線形や準線形微分方程式系は差分方程式系と密接不可分な関係をもつため、差分方程式系も研究対象とする。

(3) 周期係数をもつ線形微分方程式系の解の振動性

フロッケ乗数の評価を用いて、解が振動するか否かを議論する。

(4) 関数微分方程式や楕円型方程式の研究への応用

3. 研究の方法

研究目的(1)

研究代表者と連携研究者(松永)が担当した。2次元線形微分方程式系の零解の大域的漸近安定性及びこのテーマに関する摂動問題について、昨年度までに得られた成果を基にして、変数係数をもつ準線形微分方程式系や3次元線形微分方程式系の零解の(大域的)漸近安定性について研究を進めた。そのための主な手法は新しい相平面解析であった。このテーマは自動制御を密接な関係もっているもので、これについても考究した。

研究目的(2)

研究代表者と連携研究者(松永, 山岡)が担当した。工学などの応用上、係数が階段関数のような区分的連続である場合の研究は重要であると言える。研究目的(1)と関連付けながら進めた。ただし、こちらの場合は解析過程で差分方程式系が現れる。このように関連が深い差分方程式系の零解の大域的漸近安定性についても、相平面解析とスペクトル解析を組み合わせ考察した。

研究目的(3)

研究代表者と連携研究者(宮崎)が担当した。Delayed Feedback 制御の解析に用いるフロッケ理論を本研究課題に組み込んだ。

研究目的(4)

本研究では、時間大域的に存在する解を対象とするので、解の局所的存在性や初期値に関する解の一意性を保証した上で行った。そのため、偏微分方程式の初期値問題に対する適切性についての研究が本研究を下支えする。その上で、研究代表者と連携研究者(町原)が相平面解析の偏微分方程式(特に、波動方程式)への活用法について考察を進めた。また、研究代表者と連携研究者(松永, 宮崎)はスペクトル解析やラズミーヒンの手法を用いて、関数方程式の零解が漸近安定になるための条件を求めた。

4. 研究成果

微分方程式系が線形であり、定係数をもつ場合は、零解の大域的漸近安定性を調べるために、ラウスフルビッツの判定法を適用できることが良く知られており、制御工学や生態学など広範な分野がその恩恵を受けている。しかし、変数係数の場合には、ラウスフルビッツの判定法は役に立たない。況してや、対象とする微分方程式が非線形である場合は零解の大域的漸近安定性を判定する方法がない。本研究によって、この弱点を克服し、微分方程式系の定性的理論を相平面解析の側面から進展させることができた。得た成果は国内外の研究集会で発表した。例えば、

2008年7月にハンガリーにて開催された国際会議で報告した際も、そのエレガントな定理と斬新な相空間解析法には大きな反響があった。このように、着実な研究成果を挙げた。

本研究の主な成果は以下の通りである。

研究目的(1)

① 非自励な準線形微分方程式の解の漸近挙動について研究した。特に、零解が大域的漸近安定であるという仮定の下で、各解がどのように零に収束するのかに焦点を当て論じた。また、零解が大域的漸近安定になるための十分条件を与えた。

② 減衰項をもつ準線形微分方程式の零解が大域的漸近安定になるための十分条件を与えた。また、零解が大域吸的になるための十分条件も求めた。準線形微分方程式はその特殊な場合として、線形微分方程式を含む。得られた結果は線形微分方程式の場合に限っても、新しいものである。

③ 2つの係数をもつ準線形微分方程式を扱い、それら係数によって描かれる曲線の位置によって、すべての解が振動するか否かを判定する条件を与えた。得られた結果は係数に関する積分条件で表現しないことが従来の研究と大きく異なる点である。

④ 2×2 変数行列を用いて表現される線形微分方程式系の零解が大域的漸近安定になるための十分条件を与えた。ここで、行列の各成分は正であるとは限らない。この行列を対角成分と歪対角成分に分け、歪対角成分がこの線形微分方程式系の零解の大域的漸近安定性に及ぼす影響について議論した。

⑤ 時間に伴って変化する係数をもつ3次元線形微分方程式系の零解が一様安定かつ漸近安定になるための十分条件を与えた。また、その拡張として、ハミルトン系を内包する非線形微分方程式系の零解の一様安定性と漸近安定性について議論を進めた。

研究目的(2)

① 1つの時間遅れをもつ2次元線形微分方程式および線形差分方程式の零解が漸近安定であるための必要十分条件を、係数行列の行列式、トレースと時間遅れのパラメータを用いてそれぞれ具体的に与えた。

② 2つの時間遅れをもつ或る線形差分方程式系の解の漸近挙動を係数行列と時間遅れのパラメータを用いて完全に分類した。

③ 単調性をもつ或る非線形差分方程式系の解の大域的挙動を考察し、すべての解が非有界になるための十分条件と平衡点の大域的な安定多様体が存在するための十分条件をそれぞれ与えた。

④ 2つの時間遅れをもつ或る線形差分方程式系の零解が漸近安定であるための必要十分条件を係数行列と時間遅れのパラメータを用いて導いた。

関数行列を用いて2次元線形微分方程式を表現したとき、その歪対角成分が周期関数である場合を考え、零解が漸近安定になるための十分条件を与えた。歪対角成分とともに対角成分も周期関数である場合は、フロッケ理論と計算機による数値解析によって、零解が漸近安定であるかどうかを判定できることがよく知られている。しかし、歪対角成分だけが周期関数であっても、フロッケ理論を用いることはできない。その意味で、本研究で得られた結果はフロッケ理論を補完するものである。

研究目的(3)

① 周期係数をもつ半線形微分方程式のすべての解が振動しないための十分条件を与えた。結果はリッカチ手法を用いて証明した。また、周期係数をもつ線形微分方程式のすべての解が振動するための十分条件も与えた。これらの結果は線形微分方程式に対して知られていた従来の事実を拡張するものである。

② 零に収束する係数をもつ非線形微分方程式のすべての解が振動しないための判定基準を与えた。その基準によって係数の収束速度と非線形項の増大率との関係が明確になった。また、この結果はエムデン-ファラー方程式に関して既に報告されていた数多くの非振動定理を拡張した。

③ 関数行列を用いて2次元線形微分方程式を表現したとき、その歪対角成分が周期関数である場合を考え、零解が漸近安定になるための十分条件を与えた。歪対角成分とともに対角成分も周期関数である場合は、フロッケ理論と計算機による数値解析によって、零解が漸近安定であるかどうかを判定できることがよく知られている。しかし、歪対角成分だけが周期関数であっても、フロッケ理論を用いることはできない。その意味で、本研究で得られた結果はフロッケ理論を補完するものである。

研究目的(4)

① 非有界な時間遅れをもつ或る非線形スカラー微分方程式のすべての解が零に収束するための十分条件を導き、従来の結果を改良かつ一般化した。

② 無限の時間遅れをもつ関数微分方程式の解の漸近挙動を考察し、常微分方程式のペロン型の定理に対応する結果を拡張した。不安定部分空間の成分が安定部分空間の成分よりも優位であることを証明し、不安定部分を解析することにより解全体の漸近挙動を特徴付けた。

③ 1つの時間遅れと2つの定数係数をもつ2次元線形微分方程式系に対して、時間遅れに依存する安定判定法と時間遅れに依存しない安定判定法を与えた。これにより、従来見逃されていた零解の漸近安定性における

時間遅れの影響が完全に解明した。

④ 非対角成分に時間遅れをもつ線形微分方程式系に対して、時間遅れに依存する漸近安定条件と時間遅れに依存しない漸近安定条件を導き、時間遅れの影響を無視した従来の結果を本質的に改善した。

⑤ 時間遅れをもつ2次元線形微分方程式系の零解が漸近安定であるための具体的なパラメータ領域を与えた。特に、ある条件の下では、stability switches が無限回生じること明らかにした。

5. 主な発表論文等

(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26件)

- ① J. Sugie, A. Endo, Attractivity for two-dimensional linear systems whose anti-diagonal coefficients are periodic, Proceedings of the American Mathematical Society, 掲載決定済, 査読有
- ② J. Sugie, Asymptotic stability for three-dimensional nonlinear systems including a Hamilton system, International Journal of Qualitative Theory of Differential Equations and Applications, 掲載決定済, 査読有
- ③ J. Sugie, Y. Ogami, Asymptotic stability for three-dimensional linear differential systems with time-varying coefficients, Quarterly of Applied Mathematics, 掲載決定済, 査読有
- ④ N. Yamaoka, A nonoscillation theorem for half-linear differential equations with delay nonlinear perturbations, Differential Equations and Applications, 掲載決定済, 査読有
- ⑤ H. Matsunaga, Stability regions for linear delay differential equations with four parameters, International Journal of Qualitative Theory of Differential Equations and Applications, 掲載決定済, 査読有
- ⑥ H. Matsunaga, Stability switches in a system of linear differential equations with diagonal delay, Applied Mathematical Computation, 掲載決定済, 査読有
- ⑦ M. Suzuki, H. Matsunaga, Stability criteria for a class of linear differential equations with off-diagonal delays, Discrete and Continuous Dynamical Systems, 掲載決定済, 査読有
- ⑧ J. Sugie, Influence of anti-diagonals on the asymptotic stability for linear differential systems, Monatshefte für Mathematik, 157, 163—176, (2009), 査読有
- ⑨ F. Kawahigashi, H. Matsunaga, Asymptotic stability conditions for a delay difference system, Advanced Studies in Pure Mathematics, 53, 117—125 (2009), 査読有
- ⑩ M. Inoue, H. Matsunaga, Global behavior of a two-

dimensional monotone difference system, Advanced Studies in Pure Mathematics, 53, 87—97, (2009), 査読有

- ⑪ J. Sugie, Convergence of solutions of time-varying linear systems with integrable forcing term, Bulletin of the Australian Mathematical Society, 78, 445—462, (2008), 査読有
- ⑫ J. Sugie, M. Onitsuka, Global asymptotic stability for half-linear differential systems with coefficients of indefinite sign, Archivum Mathematicum (Brno), 44, 317—334, (2008), 査読有
- ⑬ J. Sugie, Nonoscillation criteria for second-order Nonlinear differential equations with decaying coefficients, Mathematische Nachrichten, 281, 1624—1637, (2008), 査読有
- ⑭ J. Sugie, K. Matsumura, A nonoscillation theorem for half-linear differential equations with periodic coefficients, Applied Mathematics and Computation, 199, 447—455, (2008), 査読有
- ⑮ J. Sugie, Geometrical conditions for oscillation of second-order linear and half-linear differential equations, Acta Mathematica Hungarica, 118, 369—394, (2008), 査読有
- ⑯ H. Matsunaga, Delay-dependent and delay-independent stability criteria for a delay differential system, Proceedings of the American Mathematical Society, 36, 4305—4312, (2008), 査読有
- ⑰ K. Matsui, H. Matsunaga, S. Murakami, Perron type theorems for functional differential equations with infinite delay in a Banach space, Nonlinear Analysis, 69, 3821—3837, (2008), 査読有
- ⑱ J. Sugie, M. Onitsuka, Global asymptotic stability for damped half-linear differential equations, Acta Scientiarum Mathematicarum (Szeged), 73, 613—636, (2007), 査読有
- ⑲ J. Sugie, A. Kono, A. Yamaguchi, Existence of limit cycles for Lienard-type systems with p-Laplacian, NoDEA Nonlinear Differential Equations and Applications, 14, 91—110, (2007), 査読有
- ⑳ J. Sugie, M. Onitsuka, A. Yamaguchi, Asymptotic behavior of solutions of nonautonomous half-linear differential systems, 44, 159—189, (2007), 査読有
- ㉑ S. Machihara, Bilinear estimates for the transport equations, asymptotic analysis and singularities---hyperbolic and dispersive PDEs and fluid mechanics, Advanced Studies in Pure Mathematics, 47, (2007), 189—196.
- ㉒ S. Machihara, The Cauchy problem for the 1-D Dirac-Klein-Gordon equation, NoDEA Nonlinear Differential Equations and Applications, 14, 625—641, (2007), 査読有
- ㉓ S. Machihara, Dirac equation with certain quadratic nonlinearities in one space dimension, Commun. Contemp. Mathematics, 9, 421—435,

(2007), 査読有

⑭ S. Machihara, T. Omoso, The explicit solutions to the nonlinear Dirac equation and Dirac-Klein-Gordon equation, *Ricerche di Matematica*, 56, 19–30, (2007), 査読有

⑮ H. Matsunaga, Global attractivity for a nonlinear differential equation with unbounded delay, *International Journal of Qualitative Theory of Differential Equations and Applications*, 1, 1–7, (2007), 査読有

⑯ H. Matsunaga, Exact stability criteria for delay differential and difference equations, *Applied Mathematical Letter*, 20, 183–188, (2007), 査読有

〔学会発表〕(計44件)

① 山岡直人, 1次元 p -Laplacian をもつ非線形微分方程式の振動に対する比較定理, 日本数学会 2009 年度年会, 2009 年 3 月 26 日, 東京大学

② 鬼塚政一, 杉江実郎, 変数係数をもつ 2 次元線形系の零解の一樣漸近安定性, 微分方程式の定性的理論ワークショップ, 2009 年 3 月 4 日, 大阪府立大学工学部

③ 遠藤綾乃, 杉江実郎, 周期係数をもつ 2 次元微分方程式系の零解の一樣安定性と吸収性, 微分方程式の定性的理論ワークショップ, 2009 年 3 月 4 日, 大阪府立大学工学部

④ 加登田麻衣, 杉江実郎, 外力項をもつ 3 次元微分方程式系の解の大域的収束条件, 微分方程式の定性的理論ワークショップ, 2009 年 3 月 4 日, 大阪府立大学工学部

⑤ 松永秀章, 特定の項に時間遅れをもつ方程式の漸近安定性, 微分方程式の定性的理論ワークショップ, 2009 年 3 月 3 日, 大阪府立大学工学部

⑥ 鬼塚政一, 杉江実郎, 2 次元線形時変系の零解の一樣漸近安定性, 振動理論ワークショップ, 2009 年 2 月 7 日, 愛媛大学理学部

⑦ 山岡直人, 2 階準線形楕円型方程式の振動条件について, 振動理論ワークショップ, 2009 年 2 月 7 日, 愛媛大学理学部

⑧ 宮崎倫子, 内藤敏機, 申正善, ある Delay Feedback 制御による周期解の安定化問題(招待講演), 微分方程式の総合的研究, 2008 年 12 月 20 日, 京都大学理学部

⑨ 杉江実郎, ハミルトン系を内包する 3 次元非線形系の零解の一樣安定性と漸近安定性, 関数方程式のダイナミックと数理モデル, 2008 年 11 月 6 日, 京都大学数理解析研究所

⑩ 申正善, 内藤敏機, 宮崎倫子, Delayed Feedback 方程式とその性質, 関数方程式のダイナミックと数理モデル, 2008 年 11 月 5 日, 京都大学数理解析研究所

⑪ 斉藤勝也, 宮崎倫子, 3 結合 van der Pol 振動子の同期解について, 関数方程式のダイナミックと数理モデル, 2008 年 11 月 4 日, 京都大学数理解析研究所

⑫ 杉江実郎, 3 次元時変線形システムの零解の漸近安定性, 日本数学会 2008 年度秋季総合分科会, 2008 年 9 月 24 日, 東京工業大学大岡山キャンパス

⑬ 松永秀章, 橋本浩樹, 原 惟行, ある線形微分方程式系の漸近安定性に対する対角成分の時間遅れの影響, 日本数学会 2008 年度秋季総合分科会 2008 年 9 月 24 日, 東京工業大学

⑭ 松永秀章, Stability switches in a linear differential equation with diagonal delay, 札幌医科大学における微分方程式セミナー, 2008 年 9 月 2 日, 札幌医科大学記念ホール

⑮ 杉江実郎, 3 次元非線形微分方程式系の零解の漸近安定性, 札幌医科大学における微分方程式セミナー, 2008 年 9 月 1 日, 札幌医科大学記念ホール

⑯ 申正善, 内藤敏機, 宮崎倫子, 周期解の安定化問題について—特性指数を中心に—札幌医科大学における微分方程式セミナー, 2008 年 9 月 1 日, 札幌医科大学記念ホール

⑰ K. Saitoh, R. Miyazaki, Stability analysis and mode decomposition for three coupled van der Pol oscillators, *The Second China-Japan Colloquium of Mathematical Biology*, 2008 年 8 月 6 日, 岡山大学環境理工学部

⑱ H. Matsunaga, Delay-dependent and delay-independent stability criteria for delay differential equations, (Invited Lecture), *International Conference on Differential and Difference Equations*, 2008 年 7 月 15 日, Regional Center of the Hungarian Academy of Sciences

⑲ J. Sugie, Asymptotic stability for three-dimensional linear time-varying systems (Invited Lecture), *International Conference on Differential and Difference Equations*, 2008 年 7 月 14 日, Regional Center of the Hungarian Academy of Sciences

⑳ N. Yamaoka, Oscillation problems for half-linear differential equations with nonlinear perturbations, *World Congress of Nonlinear Analysts (WCNA 2008)*, 2008 年 7 月 9 日, Hyatt Grand Cypress Resort in Orlando (Florida)

㉑ 松井和幸, 松永秀章, 村上 悟, Perron type theorems for functional differential equations with infinite delay in a Banach space, 日本数学会 2008 年度年会, 2008 年 3 月 23 日, 近畿大学

㉒ 山岡直人, 非線形摂動を伴う半線形微分方程式の解の振動について, 日本数学会 2008 年度年会, 2008 年 3 月 23 日, 近畿大学

㉓ 松永秀章, 高橋千尋, 時間遅れをもつ 2 次元微分方程式系の解の振動性, 微分方程式の定性的理論ワークショップ, 2008 年 3 月 2 日, 徳島大学総合科学部

㉔ 松永秀章, 中野佑亮, 非線形微分方程式に対するペロン型の定理について, 微分方程式の定性的理論ワークショップ, 2008 年 3 月 1 日, 徳島大学総合科学部

②⑤ 杉江実郎, 外力項をもつ変数係数線形微分方程式系の吸収性, 微分方程式の定性的理論ワークショップ, 2008年3月1日, 徳島大学総合科学部

②⑥ 尾上雄一, 杉江実郎, 3次元時変線形システムに対する漸近安定判別法, 微分方程式の定性的理論ワークショップ, 2008年3月1日, 徳島大学総合科学部

②⑦ 宮崎倫子, Mathieu の方程式の安定領域の解析法とその応用, 微分方程式の定性的理論ワークショップ, 2008年3月1日, 徳島大学総合科学部

②⑧ 山岡直人, 周期係数をもつ半線形微分方程式の解の振動について, 微分方程式の定性的理論ワークショップ, 2008年3月1日, 徳島大学総合科学部

②⑨ 杉江実郎, 尾上雄一, Asymptotic stability for three-dimensional linear differential systems, 振動理論ワークショップ, 2008年2月10日, 福岡大学セミナーハウス

③⑩ 杉江実郎, Convergence of solutions of time-varying linear systems, 振動理論ワークショップ, 2008年2月10日, 福岡大学セミナーハウス

③⑪ 杉江実郎, 尾上雄一, 変数係数線形微分方程式系の零解の漸近安定性, 平成19年度日本数学会中国・四国支部例会, 2008年1月27日, 山口大学学生会館

③⑫ 山岡直人, 自己随伴非線形微分方程式の臨界減衰について(招待講演), 微分方程式の総合的研究, 2007年12月14日, 東京大学

③⑬ 山岡直人, 自己随伴非線形微分方程式の減衰解の漸近挙動について(招待講演), 広島数理解析セミナー, 2007年12月7日, 広島大学理学部

③⑭ 山岡直人, 非線形摂動項を伴う半線形微分方程式の振動問題について, 関数方程式論におけるモデリングと複素解析, 2007年11月8日, 京都大学数理解析研究所

③⑮ 杉江実郎, 尾上雄一, 3次元線形微分方程式系の零解の一樣安定性と漸近安定性, 関数方程式論におけるモデリングと複素解析, 2007年11月6日, 京都大学数理解析研究所

③⑯ 鈴木正克, 松永秀章, 原 惟行, Stability criteria for a class of linear differential systems with off-diagonal delays, 関数方程式論におけるモデリングと複素解析, 2007年11月6日, 京都大学数理解析研究所

③⑰ 橋本浩樹, 松永秀章, 原 惟行, Asymptotic stability for a linear differential system with distributed delays in diagonal terms, 関数方程式論におけるモデリングと複素解析, 2007年11月5日, 京都大学数理解析研究所

③⑱ 宮崎倫子, Delayed Feedback 制御による周期軌道の安定化についての数値的検証, 界面現象のダイナミクスを解明する最前線の数値解析とその展開Ⅲ, 2007年10月16日, 神戸インスティテュート

③⑲ 杉江実郎, 尾上雄一, 鬼塚政一, 一樣吸収性を仮定しない線形項をもつ殆線形系の漸近安定性, 日本数学会 2007年度秋季総合分科会, 2007年9月21日, 東北大学川内北キャンパス

④⑩ 松永秀章, 時間遅れをもつ方程式の解の漸近的性質について(招待講演), 日本数学会 2007年度秋季総合分科会, 2007年9月21日, 東北大学川内北キャンパス

④⑪ 杉江実郎, 尾上雄一, 殆線形微分方程式系の漸近安定性について, 上越教育大学における微分方程式セミナー, 2007年8月28日, 上越教育大学

④⑫ 宮崎倫子, 結合 van der Pol 方程式の解の漸近挙動について, 上越教育大学における微分方程式セミナー, 2007年8月28日, 上越教育大学

④⑬ 杉江実郎, 尾上雄一, 時間変化する摩擦係数をもつ振り子の漸近安定性, 微分方程式湖畔セミナー in 松江2007, 2007年8月3日, 島根大学総合理工学部

④⑭ 宮崎倫子, Hill の方程式とその周辺, 微分方程式湖畔セミナー in 松江2007, 2007年8月3日, 島根大学総合理工学部

6. 研究組織

(1) 研究代表者

杉江 実郎 (SUGIE JITSURO)
島根大学・総合理工学部・教授
研究者番号: 40196720

(2) 研究分担者

該当なし

(3) 連携研究者

町原 秀二 (MACHIARA SHUJI)
埼玉大学・教育学部・准教授
研究者番号: 20346373
松永 秀章 (MATSUNAGA HIDEAKI)
大阪府立大学大学院・工学研究科・准教授
研究者番号: 40332960
宮崎 倫子 (MIYAZAKI RINKO)
静岡大学・工学部・准教授
研究者番号: 40244660
山岡 直人 (YAMAOKA NAOTO)
大阪府立大学大学院・工学研究科・助教
研究者番号: 90433789