

令和 5 年 6 月 6 日現在

機関番号：32689

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18H01131

研究課題名(和文) 複雑流体のエントロピー消散構造と数理解析

研究課題名(英文) Entropy dissipative structure and mathematical analysis for complex fluids

研究代表者

川島 秀一 (KAWASHIMA, Shuichi)

早稲田大学・理工学術院・教授(任期付)

研究者番号：70144631

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,300,000円

研究成果の概要(和文)：流体力学、弾性体力学やプラズマ物理学などの分野において非線形偏微分方程式系として定式化される様々な数理モデルを対象に、系に内包されるエントロピーの概念とその凸性に基づく非線形構造、および系に内在する消散構造を明らかにし、解析学の精密な手法を用いて解析することで、解の漸近安定性を示した。また、モデルの離散化として得られる非線形差分問題においても、保存則、エントロピー消散性の観点から研究を行い、安定性構造を明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

流体力学、弾性体力学やプラズマ物理学などの分野に現れる様々な自然現象の解明には、適切な数理モデルの構築とその数理解析が重要である。本研究では、保存則、エントロピー則の観点から自然な形で数理モデルの構築を行い、エントロピー消散構造、エントロピーの凸性に基づく非線形構造、系に内在する消散構造を明らかにし、それに基づく形での精密な安定性解析の理論を与えた。複雑な数理現象の解明に向けた数理モデリングとその数理解析において、正統的となるべき手法を提案した研究成果である。

研究成果の概要(英文)：We studied various mathematical models which are formulated as systems of nonlinear partial differential equations in the fields of fluid mechanics, elasto-dynamics and plasma physics. We investigated the nonlinear structure based on the convexity of the entropy and the dissipative structure of the systems, and by using a rigorous method of analysis, we proved the asymptotic stability of solutions. Also we studied the corresponding nonlinear difference problem obtained as a discretization of the model from the viewpoint of conservation law and entropy dissipation, and proved the stability structure.

研究分野：偏微分方程式

キーワード：非線形偏微分方程式 双曲型平衡則系 複雑流体 消散構造 時間大域解 減衰評価 非線形波 安定性

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

研究代表者は長年にわたり、様々な数理モデルの数理解析を通してその数学的一般化を目指して研究を行ってきた。その理論の核心は、エントロピー消散構造、エントロピーの凸性に基づく非線形構造、系に内在する消散構造の定式化とそれに基づく安定性解析であった。近年、従来的一般論に含まれない様々な数理モデルが研究対象として注目を集めている。特に、部分的に非対称性が現れる数理モデルは現在盛んに研究されているが、その消散構造の一般的特徴付けや、数学的エントロピーの適切な定式化が忘れ去られたままである。一方で、理論力学における複雑流体はシャンプー、血液、高分子溶液、液晶、ガラス形成液体等を記述することが期待されるものであるが、その複雑な構成則とエントロピー消散構造との関係性が明確でないまま数学研究の対象になりつつあった。研究代表者は、最近のこの研究動向に大きな懸念を抱いている。

2. 研究の目的

自然界の現象を解明するには、適切な数理モデルの構築とその理論的な解析が不可欠である。本研究は、流体力学、弾性体力学やプラズマ物理学などの分野において非線形偏微分方程式系として定式化される数理モデルを対象に、系に内包されるエントロピーの概念とその凸性に基づく非線形構造、および系に内在する消散構造に着目し、解析学の精密な手法を用いて解析することで、未開の非線形数理現象を数学解析の立場から解明することを目的とする。特に、複雑流体の構成則に対し適切な構造条件を定式化し、対応するエントロピー消散構造を導出し、数理解析研究の新たな展望を開くことを目指す。また、モデルの離散化として得られる非線形差分問題との関連についても着目し、保存則、エントロピー消散性の観点からその離散化数理現象の解明をも目指す。

3. 研究の方法

研究代表者、研究分担者、研究協力者との密接な連携体制を構築し、研究が円滑に進むよう努めた。特に、研究代表者・分担者・協力者が主催する研究集会「流体と気体の数学解析」、「非線形の諸問題」、「九州における偏微分方程式研究集会」、「若手のための偏微分方程式と数学解析」等の機会を、研究連絡と研究打ち合わせのために最大限に利用し、共同研究推進の実効性を高めるよう努力した。また、これらに加え、研究代表者が中心になって立ち上げた日中国際研究集会「Japan-China Workshop on Mathematics from Fluid Mechanics」等の機会を利用し、積極的に情報収集と研究交流を図り、研究が円滑に進むよう努めた。

4. 研究成果

得られた研究成果について、項目ごとに記述する。

(1) 双曲型平衡則系モデルの非線形波の安定性解析：

複雑流体の1次元モデルは双曲型平衡則系の形を取るが、その最簡約版モデルとして、単独の双曲型保存則と Cattaneo 則の連立系である双曲型平衡則系を考察した。

このモデル方程式系に対し、衝撃波形の進行波の存在とその漸近安定性を示した。安定性の証明では、保存則部分に対する原始関数を利用したエネルギー法が中心的な役割を果たしている。また、このモデル系の衝撃波形の進行波と、系に含まれるパラメーターの特異極限で得られる単独粘性保存則の衝撃波形進行波の形状を比較し、前者が後者で近似できることを示した。複雑流体の非線形波の安定性解析に繋がる研究成果である。

このモデル方程式系に対し、全空間の場合と半空間で境界層がない場合に、希薄波の漸近安定性を示した。その証明は、希薄波の滑らかな近似からの摂動に対するエネルギー法に基づいている。このエネルギー法では、希薄波の単調性と系の消散構造が本質的な役割を果たしている。複雑流体の非線形波の安定性解析に繋がる研究成果である。

(2) 双曲型平衡則系モデルに対する構造保存型差分法とその数学解析：

単独の双曲型保存則と Cattaneo 則の連立系は双曲型平衡則系の単純なモデルである。このモデル系に対し、時間微分を構造保存型差分で置き換えた差分・微分方程式系を考察した。この差分・微分方程式系に対し、時間局所解の存在を示した。また、この差分では保存則とエントロピー則が保存されており、その性質を利用して時間一様なアプリオリ評価を導くことで時間大域解の存在を証明した。更に、その解が時間無限大で定数平衡解に漸近収束することを示した。構造保存型差分に対する数学解析に貢献する結果である。

(3) 記憶項を持つ対称双曲系の数学解析：

記憶項を持つ空間 1 次元対称双曲系を考察した。記憶核は指数減衰関数の特別な場合を扱い、記憶項は、(A)対称拡散型、(B)対称消散型の 2 通りを考察した。これらの系に対しその消散構造を明らかにし、解の減衰評価、時間無限大での解の漸近形を求めた。即ち、(A)の系ではその消散構造は標準型の (1,1) 型であり、従って標準型の減衰評価が得られた。また、解の漸近形は、各特性速度で伝播する線形拡散波の重ね合わせで与えられることが分かった。一方、(B)の系ではその消散構造は可微分性損失型の (1,2) 型に変わり、減衰評価も対応する可微分性損失型になる。しかし、初期値に十分な正則性を仮定すれば、解の漸近形は(A)の場合と同様、各特性速度で伝播する線形拡散波の重ね合わせで与えられることを示すことが出来た。記憶項を持つ系の数学解析に貢献する研究成果である。

記憶項を持つ空間 n 次元対称双曲系を考察した。記憶核は一般の strongly positive definite の場合を扱い、記憶項は対称拡散型の場合を考察した。記憶項を持つ系の数学解析は興味ある研究対象で、50 年以上の長い歴史を持つ研究分野である。新たな展望を開くため、strongly positive definite 記憶核の重要な性質を整理した。それを踏まえた上で、系に対する構造条件を設定することに成功した。その構造条件と職人技条件の下、系の減衰特性を明らかにし、対応する減衰評価を示した。その証明は Fourier 空間におけるエネルギー法に基づいており、ここでは strongly positive definite 記憶核の様々な性質、職人技条件、系の減衰特性を規定する関数を重みとする技法が重要な役割を果たしている。記憶項を持つ系の数学解析に新たな展望を拓く斬新な研究成果である。

(4) 複雑流体のモデリングと数理解析：

複雑流体は興味ある研究対象で、粘弾性流体モデルとして記述されることが通常である。H.C.Otinger の GENERIC と呼ばれる手法を適用し、複雑流体モデルの一般的な定式化と導出を行った。その系に対しエネルギー保存則、エントロピーに関する熱力学の第二法則を確認した。また、対応する barotropic モデルの導出も行った。さらに、その空間 1 次元モデルが、一般の双曲型平衡則系の形を取ること、数学的エントロピーを有し従って対称化可能であること、さらに安定性条件を満たすことを確認した。その結果として、双曲型平衡則系に対する数学的一般論が適用可能であることを明らかにし、時間大域解の存在と最良の時間減衰評価を示すことが出来た。複雑流体モデルの数理解析に新たな展望を拓く研究成果である。

(5) 可微分性損失型の消散構造に対する構造条件：

空間 n 次元の場合に、非対称な緩和項を持つ対称双曲系に対し、可微分性損失型消散構造の

特徴付けを一般の枠内で考察した。消散構造が可微分性損失型の (1,2) 型または (2,3) 型であることを特徴付ける構造条件の定式化に成功し、対応する解の減衰評価を与えた。可微分性損失型消散構造の数学解析に寄与する成果である。

(6) 高階の偏微分方程式の数学解析：

導波管内の波動伝播を記述する単独高階の非線形偏微分方程式を考察し、臨界正則指数の Besov 空間において時間大域解の存在と最良の時間減衰評価を示した。その証明では、Fourier 空間でのエネルギー法を用いた基本解の各点評価と Duhamel の原理が重要な役割を果たしている。調和解析の手法が、高階の双曲型方程式に対しても有効であることを明らかにした点に意義がある。

(7) Korteweg 型分散項を有する双曲・放物型方程式系の数理解析：

圧縮性 Navier-Stokes-Korteweg 方程式とは、Korteweg 型分散項を持つ圧縮性粘性流体方程式系で、高階部分に非対称性を有する系である。この系に対し定数平衡解の近傍での初期値問題を考察し、 L_p 型 Besov 空間での時間大域解の存在と時間減衰評価を示した。その証明は、定数係数線形化系に対する減衰特性の解析、非線形問題に対する時間重み付きエネルギー法、および補間不等式を併用したエネルギー法に基づいている。Korteweg 型分散項が、圧縮性 Navier-Stokes 方程式の持つ減衰構造に及ぼす影響を明らかにする上で、貴重な研究成果である。

Korteweg 型分散項を有する一般の対称双曲・放物型方程式系の消散構造を考察した。一般の系に対し、2 種類の職人技条件を構造条件として定式化し、それらの構造条件の下、系の消散構造が標準型であることを示した。さらに、付加条件の下で、系の消散構造が可微分性獲得型 (regularity-gain type) になることを示した。また、それぞれに対応する解の減衰評価を示した。その証明は Fourier 空間でのエネルギー法に基づいている。また、これらの一般論が、圧縮性 Navier-Stokes-Fourier-Korteweg 方程式や圧縮性 Euler-Fourier-Korteweg 方程式に応用可能であることを確認した。即ち、圧縮性 Navier-Stokes-Fourier-Korteweg 方程式の消散構造が可微分性獲得型であること、圧縮性 Euler-Fourier-Korteweg 方程式の消散構造が空間 1 次元に限れば標準型であることを確かめた。これらの結果が、対応する barotropic models に対しても適用可能であることも確かめた。Korteweg 型分散項が、対称双曲・放物型方程式系の持つ減衰特性に及ぼす影響を明らかにする上で、貴重な研究成果である。

(8) Hall 効果を考慮した磁気流体系の数理解析；

Hall 効果を考慮した圧縮性磁気流体方程式系に対し、定数平衡解の近傍での初期値問題を考察した。この系は、粘性、熱伝導性、電気抵抗を考慮した場合、双曲・放物型方程式系に分類されるが、Hall 効果のため磁場の拡散部分が非対称になるという特徴を持つ。その特徴は、磁場の定数状態が零でない一般の状況下では、線形化系においても失われることが無い。この系に対し、初期摂動が臨界型正則性の Besov 空間に属する場合に時間局所解の存在を示した。さらに、その初期摂動が十分小さい場合に、時間大域解の存在と最良の時間減衰評価を示した。その証明は、定数係数線形化系に対する減衰特性の解析、非線形問題に対する Basov 空間でのエネルギー法に基づいている。Hall 効果に起因する非対称拡散項の処理に新たな展望を開く貴重な研究成果である。

Hall 効果を考慮した圧縮性磁気流体系の数理モデリングと、その線形化系の消散構造・減衰特性について考察した。まず、Hall 効果も考慮した形で圧縮性電磁流体系の数理モデリングを与え、その数学的エントロピーの狭義凸性を示した。次に、誘電率を零にする

形式的な極限として、Hall 効果を考慮した圧縮性磁気流体系の数理モデリングを導出し、その数学的エントロピーの狭義凸性を示した。また、この磁気流体系の消散構造・減衰特性を調べるため、拡散部分に非対称性を有する一般の双曲・放物型方程式系を考察し、職人技条件の下で、系の消散構造が標準型であることを証明した。加えて、対応する減衰評価を示した。ただし、拡散部分の非対称性が本質的な場合には不可条件が必要である。この一般論は、様々な状況下で、Hall 効果を考慮した圧縮性磁気流体系に応用可能である。即ち、Case(A) : 粘性、熱伝導、電気抵抗の3種すべての拡散を考慮、Case(B) : 粘性は考慮せず、熱伝導、電気抵抗の2種の拡散のみ考慮、Case(C) : 粘性、熱伝導の2種の拡散は考慮し、電気抵抗は考慮しない、の3つの場合を考察し、空間3次元の場合には Case(A)の場合のみ、空間1次元の場合には Case(A)、Case(B)、Case(C)いずれの場合も一般論が応用可能であり、系の消散構造が標準型であることを示した。また、この一般論は対応する barotropic models に対しても適用可能であることを確かめた。これらの結果は、拡散部分に非対称性が現れる双曲・放物型方程式系の消散構造・減衰特性に関する研究に新たな展望を開く画期的な研究成果である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計52件（うち査読付論文 47件 / うち国際共著 20件 / うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Kawashima Shuichi、Shibata Yoshihiro、Xu Jiang	4. 巻 47
2. 論文標題 Dissipative structure for symmetric hyperbolic-parabolic systems with Korteweg-type dispersion	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Communications in Partial Differential Equations	6. 最初と最後の頁 378 ~ 400
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/03605302.2021.1983596	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 該当する

1. 著者名 Kawashima Shuichi、Nakasato Ryosuke、Ogawa Takayoshi	4. 巻 328
2. 論文標題 Global well-posedness and time-decay of solutions for the compressible Hall-magnetohydrodynamic system in the critical Besov framework	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Differential Equations	6. 最初と最後の頁 1 ~ 64
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jde.2022.03.017	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 Kawashima Shuichi、Nakasato Ryosuke、Ogawa Takayoshi	4. 巻 32
2. 論文標題 Mathematical modeling and dissipative structure for systems of magnetohydrodynamics with Hall effect	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Mathematical Models and Methods in Applied Sciences	6. 最初と最後の頁 1807 ~ 1878
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1142/S0218202522500427	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 Taniue Shogo、Kawashima Shuichi	4. 巻 18
2. 論文標題 Dissipative structure and asymptotic profiles for symmetric hyperbolic systems with memory	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Hyperbolic Differential Equations	6. 最初と最後の頁 453 ~ 492
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1142/S0219891621500144	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 Kawashima Shuichi、Shibata Yoshihiro、Xu Jiang	4. 巻 154
2. 論文標題 The L energy methods and decay for the compressible Navier-Stokes equations with capillarity	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal de Mathematiques Pures et Appliquees	6. 最初と最後の頁 146 ~ 184
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.matpur.2021.08.009	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 該当する

1. 著者名 Suzuki Yukihiro、Ohnawa Masashi、Mori Naofumi、Kawashima Shuichi	4. 巻 31
2. 論文標題 Thermodynamically consistent modeling for complex fluids and mathematical analysis	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Mathematical Models and Methods in Applied Sciences	6. 最初と最後の頁 1919 ~ 1949
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1142/S0218202521500421	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 Yoshikawa Shuji、Kawashima Shuichi	4. 巻 498
2. 論文標題 Global existence for a semi-discrete scheme of some quasilinear hyperbolic balance laws	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Mathematical Analysis and Applications	6. 最初と最後の頁 124929 ~ 124929
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jmaa.2021.124929	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 Okada Mari、Mori Naofumi、Kawashima Shuichi	4. 巻 276
2. 論文標題 Decay property for symmetric hyperbolic system with memory-type diffusion	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Differential Equations	6. 最初と最後の頁 287 ~ 317
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jde.2020.12.021	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 K. Nakamura, T. Nakamura and S. Kawashima	4. 巻 12
2. 論文標題 Asymptotic stability of rarefaction waves for a hyperbolic system of balance laws	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Kinetic and Related Models	6. 最初と最後の頁 923-944
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3934/krm.2019035	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 S. Kawashima and S. Taniue	4. 巻 2121
2. 論文標題 Mathematical analysis for a model system of complex fluids	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 RIMS Kokyuroku	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) なし	査読の有無 無
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 Y. Wang, J. Xu and S. Kawashima	4. 巻 481
2. 論文標題 Global existence and optimal time-decay estimates of solutions to the generalized double dispersion equation on the framework of Besov spaces	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J. Math. Anal. Appl.	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) 10.1016/j.jmaa.2019.123455	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 該当する

1. 著者名 S. Kawashima and S. Taniue	4. 巻 61
2. 論文標題 Dissipative structure for symmetric hyperbolic systems with memory	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Sci. China Math.	6. 最初と最後の頁 137--150
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11425-017-9291-y	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 T. Nakamura and S. Kawashima	4. 巻 11
2. 論文標題 Viscous shock profile and singular limit for hyperbolic systems with Cattaneo's law	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Kinetic and Related Models	6. 最初と最後の頁 795--819
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3934/krm.2018032	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 Y. Ueda, R.-J. Duan and S. Kawashima	4. 巻 15
2. 論文標題 New structural conditions on decay property with regularity-loss for symmetric hyperbolic systems with non-symmetric relaxation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J. Hyperbolic Differential Equations	6. 最初と最後の頁 149--174
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1142/S0219891618500066	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 該当する

[学会発表] 計84件 (うち招待講演 76件 / うち国際学会 32件)

1. 発表者名 森直文, 岡田真理, 川島秀一
2. 発表標題 Decay property for symmetric hyperbolic system with memory-type diffusion
3. 学会等名 日本数学会2022年度秋季総合分科会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 森直文, 岡田真理, 川島秀一
2. 発表標題 Decay property for symmetric hyperbolic system with memory-type relaxation
3. 学会等名 日本数学会2022年度秋季総合分科会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 川島秀一
2. 発表標題 Mathematical analysis for the system in electro-magneto-hydrodynamics
3. 学会等名 室蘭工大 PDE 研究会 (Muroran Oneday Workshop of PDE) (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 S. Kawashima
2. 発表標題 Decay property for the system in electro-magneto-hydrodynamics
3. 学会等名 Analysis Seminar (Zoom), Taipei, Taiwan (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 川島秀一
2. 発表標題 Dissipative structure for the system in electro-magneto-hydrodynamics
3. 学会等名 黒木場正城教授追悼研究集会「非線型偏微分方程式と走化性」(招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 S. Kawashima
2. 発表標題 Dissipative structure for the system in electro-magneto-hydrodynamics
3. 学会等名 International Workshop on Multi-Phase Flows: Analysis, Modelling and Numerics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 川島秀一
2. 発表標題 Well-posedness of the system in electro-magneto-hydrodynamics
3. 学会等名 「応用解析」研究会定例セミナー（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 川島秀一
2. 発表標題 Dissipative structure for symmetric hyperbolic-parabolic systems with non-symmetric relaxation
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 2023年

1. 発表者名 川島秀一
2. 発表標題 Mathematical analysis for hyperbolic systems of balance laws
3. 学会等名 東京工業大学集中講義（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 川島秀一
2. 発表標題 Decay property for system of magnetohydrodynamics with Hall effect
3. 学会等名 大岡山談話会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中里亮介, 川島秀一, 小川卓克
2. 発表標題 臨界 Besov 空間に於ける Hall 効果を持つ圧縮性磁気粘性流体方程式系の 時間大域適切性について
3. 学会等名 日本数学会2021年度年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 S. Kawashima
2. 発表標題 A model system of complex fluids and hyperbolic balance laws
3. 学会等名 International Conference on Modeling, Computations, Theoretical Analysis on Fluid Dynamics and Related Problems (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 川島秀一
2. 発表標題 Dissipative structure for system of magnetohydrodynamics with Hall effect
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 2020年

1. 発表者名 中里亮介, 川島秀一, 小川卓克
2. 発表標題 Hall 効果を持つ圧縮性磁気粘性流体方程式系の解の時間大域適切性と時間減衰評価に関して
3. 学会等名 日本数学会2020年度年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 川島秀一
2. 発表標題 General theory for hyperbolic balance laws and application to a model system of viscoelastic fluid
3. 学会等名 「応用解析」研究会定例セミナー（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 川島秀一
2. 発表標題 記憶型消散構造の数理解析と応用
3. 学会等名 熱エネルギー変換工学・数学融合研究所 第1回シンポジウム「工学と数学の融合に向けて」（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 川島秀一
2. 発表標題 A model system of viscoelastic fluids and related problems
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 2018年

1. 発表者名 川島秀一
2. 発表標題 A model system of complex fluids and hyperbolic balance laws
3. 学会等名 非線形解析セミナー@大岡山（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 川島秀一
2. 発表標題 Mathematical analysis for a model system of complex fluids
3. 学会等名 RIMS共同研究(公開型)「非線形発展方程式を基盤とする現象解析に向けた数学理論の展開」(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 川島秀一
2. 発表標題 双曲型平衡則系に対する数学解析
3. 学会等名 早稲田大学 数学・応用数理談話会(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 川島秀一
2. 発表標題 Mathematical analysis for a model system of viscoelastic fluids
3. 学会等名 非線形解析セミナー(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 川島秀一
2. 発表標題 Dissipative structure for a model system of complex fluids
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 S. Kawashima
2. 発表標題 Asymptotic stability of nonlinear waves for a model system of hyperbolic balance laws
3. 学会等名 Workshop "Critical exponent and nonlinear evolution equations 2019" (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 S. Kawashima
2. 発表標題 Complex fluids and hyperbolic balance laws
3. 学会等名 Seminar at Shanghai University (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 S. Kawashima
2. 発表標題 Nonlinear waves for a model system of hyperbolic balance laws
3. 学会等名 Seminar at Nanjing University of Aeronautics and Astronautics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 S. Kawashima
2. 発表標題 Stability analysis for a model system of complex fluids
3. 学会等名 Seminar at Nanjing University of Aeronautics and Astronautics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 S. Kawashima
2. 発表標題 Stability analysis for a model system of complex fluids
3. 学会等名 Seminar at Institute of Applied Physics and Computational Mathematics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 S. Kawashima
2. 発表標題 Nonlinear waves for a model system of hyperbolic balance laws
3. 学会等名 Seminar at Chinese Academy of Sciences (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 川島秀一
2. 発表標題 対称双曲系の消散構造と安定性解析
3. 学会等名 日本数学会2019年度年会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 S. Kawashima
2. 発表標題 Nonlinear waves for a model system of hyperbolic balance laws
3. 学会等名 Waseda Workshop on Partial Differential Equations 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019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
研究 分担者	柴田 良弘 (SHIBATA Yoshihiro) (50114088)	早稲田大学・理工学術院・教授 (32689)	
研究 分担者	小川 卓克 (OGAWA Takayoshi) (20224107)	東北大学・理学研究科・教授 (11301)	

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3件

国際研究集会 Seventh China-Japan Workshop on Mathematical Topics from Fluid Mechanics	開催年 2019年～2019年
国際研究集会 Workshop on Mathematical Sciences	開催年 2018年～2018年
国際研究集会 Eighth Japan-China Workshop on Mathematical Topics from Fluid Mechanics	開催年 2022年～2022年

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
---------	---------