

令和 2 年 6 月 9 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2019

課題番号：15K04958

研究課題名(和文) 消散構造を持つある偏微分方程式の解の漸近形とその応用

研究課題名(英文) Asymptotic profile of solutions for some partial differential equations with dissipative structure and its application

研究代表者

池畠 良 (Ikehata, Ryo)

広島大学・教育学研究科・教授

研究者番号：10249758

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：様々な形の消散項を持つ波動方程式等の初期値問題を考察し、時間が十分経過したときの一意解の漸近形を抉り出し、また解自身のある量を計算したとき、算出された量は時間の関数として表される。ここではその最適な時間の関数を構成した。一方、摩擦項有りあるいは無しの波動方程式の外部混合問題を考察しその全エネルギーや局所エネルギーの減衰率について考察した。同時に対応する巾型非線形問題を考察し小さい解の時間大域的な存在と非存在及びエネルギー減衰についての結果を得た。更に、滑らかでない伝播速度を持つ波動方程式の局所エネルギー減衰率についてある場合にはこれまでに知られている減衰率よりもずっと速いということを指摘した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

波動方程式等に摩擦項を加えて初期値問題を考察し、対応する解の漸近挙動がどうなるか、という問題はこの分野の基本的問題の一つである。しかし、実態はその漸近形自身が必ずしも定義されて一意的に決まるわけでもないので、巷にはいろんな型の漸近形解析なるものが溢れている。そこでその得られた漸近形がどの程度確からしいものかを試すテストの一つが上と下からの最適時間評価の導出にあるといえる。「雑に」漸近形を抉ると「下からの評価」を導出できない場合が多いように思う。我々の研究成果ではこのタイプの方程式について「それらしい」漸近形を抉り出し上と下からの最適な時間評価まで導出したことは学術的意義の一つである。

研究成果の概要(英文)： In these researches we studied asymptotic profiles and optimal estimates in time of solutions (as time goes to infinity) to wave and/or plate equations with various damping mechanisms. The optimality implies the lower and upper bound of solutions with respect to time variable. In particular, it should be emphasized that the obtained lower bound in time of solutions is quite new in this type of wave equation field. Furthermore, by considering the exterior mixed problems for wave equations with/without damping mechanisms we investigated the total and/or local energy decay property, and especially in the case of nonlinear problems with power type nonlinearity of the corresponding problems for damped waves we determined the so-called critical exponent in the two dimensional case. Additionally, we remarked that the rate of decay of the local energy is much faster than those already known facts to the wave equation with non-smooth propagation speed.

研究分野：函数方程式論

キーワード：波動方程式 消散項 漸近形 エネルギー 減衰構造 Fourier解析 最適評価 非有界領域

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

研究開始当初までに分かっていた関連する研究としては以下が挙げられる。これらが今回の5年間の問題意識の大きな原動力となった。

研究代表者自身の2013年～2014年に公表された結果では、所謂「構造的摩擦項(強摩擦項とも言われる)」を持つ線形の波動方程式を抽象的な枠組みで扱い、その解の時間無限大における漸近形を発見し、それをベースに具体的な枠組みで解自身のある「量」の上と下からの減衰評価や下からの無限時間爆発評価等を導出した。また、フーリエ空間におけるエネルギー法を通じたエネルギーや解自身の減衰評価についても対応する方程式については導出済である。因みにこの時期以前までは、どちらかという弱い摩擦項を持つ波動方程式(所謂、消散型波動)が主な研究対象であり、基礎的なエネルギー評価式やら西原分解に代表される解の漸近形を導出しその方程式の拡散構造に着目する話題が主流であった。構造的摩擦項を持つ波動方程式の解の主要項を抉り出すという観点からの研究は無かったように思うし、更に解自身のある量を「下から評価」という思想自身がこの時期まで稀有であったように思う。

一方、波動方程式の外部混合問題について述べると、やはり解のある重要な「量」を導出する作業は、今までのところ1999年ごろ研究代表者等によって構築されたある「簡便な方法」に頼らないとなかなかその先に進めないという事情があり、そういう一つの方法を持つ研究代表者には研究開始当初からある意味優位な立場にあったといえる。

2. 研究の目的

研究の目的は以下である。

- (1) 複数のタイプの消散項を持つ線形の波動方程式やプレート方程式等の初期値問題を考察し、時間が十分経過したときの解の漸近形(主要項)を捉え、それを利用して解自身のある量やエネルギー等の時間についての最適評価を得ること。そして解は複数の消散項の主どちらの影響を支配的に受けるのか、を観察することである。単独の消散項のみを持つ場合の解の性質との比較が面白い。
- (2) 最適評価が線形のそういったの問題について得られたなら、今度に対応する方程式に巾型非線形項を加えた初期値問題を考察し、その非線形項の巾と空間次元との大小によって解の振る舞いがどのような影響を受けるのか?という、所謂、藤田型臨界指数問題の類似を考察することである。
- (3) 波動方程式に単独の様々な型の「構造的摩擦項」を付け加えて、その初期値問題を考え時間が十分経過したときの解の振る舞いを、第一漸近形を通して考察する。ただし、特徴的なのはその構造的摩擦項に付随するある種摩擦の強弱をシンボライズするパラメータをいろいろ動かして解への影響を観察することにある。
- (4) フリーな波動方程式の伝播速度や媒質の密度を表す関数にできる限り「弱い」条件を課して、その対応する局所エネルギーの減衰率に着目する。この時その弱い条件が減衰率にどのような影響を与えるのか、という問題を考える。
- (5) 構造的な摩擦項を持つ半線形の波動方程式をある有界な障害物の外側(所謂、外部領域)で考察し、その解やエネルギーの減衰構造を捉え、更に対応する臨界指数問題を考察する。障害物のある場合は、フーリエ解析が上手く適用できないため別の方法でアプローチする必要があり、その評価の精度を上げるための方法の開発が面白い。
- (6) その他、同様の問題意識で消散的波動方程式の「半空間」における混合問題や弾性波動方程式などより複雑な方程式の同様な問題も考察する。

3. 研究の方法

- (1) 考察の対象となる方程式達は「定数係数」の場合が多いので、それらの解やエネルギーを評価する場合には方程式を空間変数についてフーリエ変換しその得られた常微分方程式に「梅田-川島-静田」によるフーリエ空間におけるエネルギー法をアレンジして使う。
- (2) 与えられた定数係数偏微分方程式の解の主要項を抉り出すには研究代表者自身が2004年ごろに開発した基本解のフーリエ像と初期値のフーリエ像のそれぞれの第1漸近形を抉り出し、その「積」を解(のフーリエ像)の主要項とする方法があるのでそれに従って行けるところまで行く。
- (3) 変数係数の偏微分方程式の解析については、その外部問題も含めてフーリエ解析が上手く機能しないが、研究代表者の共同研究として1999年ごろに開発した修正 Morawetz 法がある。これは開発からすでに20年ほど経過しているが、意外にもまだまだ応用できる方程式や問題があるので、こちらも行けるところまでこの手法を駆使して研究を進めたい。

4. 研究成果

2015年度～2019年度までのすべての得られた結果は以下である。

- (1) Plate型方程式の1次元外部混合問題を考え、そのエネルギーの「速い減衰率」の導出に

成功した。半空間特有の解の性質を導出した最初の成果であり、Funk. Ekvac 誌上に掲載された。ブラジルとの国際共同研究である。

(2) 原点付近で退化し空間遠方で臨界的に減衰する変数係数の摩擦項を持つ1次元波動方程式の外部混合問題を扱い、その全エネルギーの最適な減衰率の導出に成功した。このタイプの方程式で半空間問題を扱った最初の成果であり Diff. Int. Eqns 誌上に掲載された。

(3) 通常の弱い摩擦項と強い摩擦項を2つ同時に持つ線形の定数係数波動方程式の初期値問題を扱い、その解の時間無限大における漸近形を抉りだした。Asymptotic Analysis 誌上に掲載された。言われているほど強い摩擦項の影響がそれ程「強くはなかった」ことを示した最初の成果である。

(4) 回転慣性力項と構造的な摩擦項を備えた Plate 型方程式の初期値問題を扱い、その解の最適な減衰率と漸近形を抉りだすことに成功し、J. Math. Anal. Appl. 誌上から掲載された。この手の複雑な方程式の解の漸近形を、某大な計算により発見したという意味で貢献しているが低次元の場合は未着手である。ブラジルとの国際共同研究である。

(5) 強い摩擦項を持つ線形波動方程式の初期値問題を扱い、空間1,2次元でのその解のある量のシャープな爆発率を導出し、さらに線形化された Navier-Stokes 方程式の初期値問題の解の density の時間無限における漸近形を導出した。シャープというのは上と下からの時間評価式を導出したという意味である。Diff. Int. Eqns 誌上で掲載された。

(6) 強い摩擦項と弱い摩擦項を同時に持つ波動方程式にさらに巾型非線形項を加えた非線形問題を扱い、国内共同研究者の竹田氏(福岡工大)とその初期値問題の藤田型臨界指数特定問題を考察した。巾型非線形項の指数が藤田指数より真に大きい場合に、十分小さい初期値に対する時間大域解を空間1,2次元の場合に構成し、更に巾型非線形項の指数が藤田指数より小さい場合には適切な初期値についての対応する解が時間大域的に存在しえないことを証明した。これらの結果は、Nonlinear Analysis 誌上に掲載された。

(7) 竹田氏(福岡工大)との共同研究において、空間方向に非有界な摩擦係数を持つ線形波動方程式の全空間における初期値問題を考え、その弱い意味での解の一意存在と対応する全エネルギーの速い減衰率の導出に成功した。これは Funk. Ekvac 誌上において掲載された。因みにこの研究はプレプリントの段階から早くもポルトガル スイスの研究者達によって引用されるなど国際的な関心の高さを証明することとなった。これまで本質的に「非有界」な変数係数を持つ場合の波動方程式それ自体が扱われてこなかったという意味において、この分野における先駆的な研究であるといえるだろう。

(8) ブラジルの Ruy C. Charao 氏との共同研究においては線形化された圧縮性 Navier-Stokes 方程式の初期値問題を扱い、その解の時間無限大における漸近形の新たな導出方法についての一考察を行い、国内の数学専門誌 Hokkaido Math. J. から掲載された。

(9) 私の研究室所属の当時の大学院生である井餘田氏との共同研究によって、「非常に」強い粘性項を持つ定数係数の波動方程式の初期値問題を扱い、その(一意)解の時間無限大における漸近形を導出し、さらに支配方程式特有の「微分損失構造」を抉り出すことに成功した。応用として、対応する解のあるノルムの上と下からの最適な減衰率を特定し、特に空間1,2次元は例外的に波動からの影響が強くなりその解の拡散性を凌駕していることをエネルギーと L^2 ノルムとの比較で観察できた。これも国際的な数学専門誌の Math. Meth. Appl. Sci. から掲載された。

(10) 竹田氏(福岡工大)との国内共同研究として構造的な摩擦項を持つ線形の波動方程式の全空間における初期値問題を考察し、その解の時間無限大における漸近形及び解の L^2 -norm の上と下からのシャープな減衰評価を、方程式のパラメーターに応じて細かく分類・導出した。この結果は、国際的な微分方程式の専門誌 J. Dynamics and Differential Equations から出版された。

(11) イタリアとの国際共同研究として、強い摩擦項を持つ線形のいわゆる Klein-Gordon 型の波動方程式の初期値問題を考察し、研究代表者が独自に編み出した2014年の JDE 誌上で公表された手法をこの方程式に応用し、時間無限大における解の漸近形を抉り出し、更にそれを使って、解自身の L^2 norm の下からの減衰評価を導出した。これも国際的な数学専門誌である Mathematical Methods in the Applied Sciences から出版された。

(12) 国内共同研究として強い摩擦項と弱い摩擦項の2つの摩擦項を持つ半線形波動方程式の初期値問題を考察した。この問題では、それまで空間1,2次元の場合には、その非線形項の巾のいわゆる藤田指数を特定することにすでに成功していたが、空間3次元以上の場合については未解決であった。今回この論文においては(基本)空間3次元の場合にも藤田臨界指数を特定することが出来、全体として時間が十分立つと弱い意味の摩擦項の影響が支配的になる、ということを確認した。この研究は Osaka J. Mathematics 誌上で掲載された。

(13) 半空間上の摩擦項を持つ波動方程式の外部混合問題を考え、その全エネルギーの減衰率を特定する問題を考察した。特徴的なのは、摩擦が半空間の無限遠方のみで有効な場合を扱っていることである。全空間では自身の過去の結果があるがその半空間版を構築した。Asymptotic Analysis 誌上で掲載された。

(14) 強い摩擦項と弱い摩擦項を持つ波動方程式の初期値問題を扱い、その対応する解の時間

無限大における高次漸近展開公式を与えそれを使って解と第1漸近形との差の上と下からの最適減衰評価を導出した。当時の博士生との共同研究として *Asymptotic Analysis* 誌上で掲載された。

(15) 弱い摩擦項と「非常に」強い摩擦項を同時に持つ波動方程式の初期値問題を扱い、時間が十分経過したときは、初期値の滑らかさが十分高いときに限ってその漸近形として熱核が表れること、及び初期値の滑らかさが低い場合はその解の減衰率はその滑らかさに応じてゆっくりとなること、所謂微分損失構造を含むことを見出した。因みに「微分損失構造」は別の方程式で川島氏によって最初に発見・命名された解の性質であり、今回の我々の方程式にもその構造があることが分かった。当時の修士院生との共同研究として *Evolution Equations and Control Theory* 誌上に掲載された。

(16) 全空間における線形の波動方程式を扱い、特に空間1, 2次元においては荒く言って、初期速度のゼロ次モーメントが消滅していれば代数オーダーの局所エネルギー減衰が生じる、ことを注意した。敢えて、小難しい関数空間を設定しなくてもそういった減衰が得られることを指摘した。また、非常に早く空間遠方で減衰する摩擦項を持つ波動方程式の全エネルギーは一般に非減衰であることは知られているが、ここでは、少なくとも局所エネルギーは減衰することを指摘した。*Azerbaijan J. Math.*に掲載された。

(17) 強弱2つのタイプの摩擦項と巾型非線形項を持つ波動方程式の外部混合問題を考察し、所謂臨界指数特定問題を考察した。特に2次元の場合は弱い摩擦項の影響が強く表れて臨界指数が実際に藤田型になることを確認した。時間が立つと熱的な性質が支配的になるという結果である。空間3次元以上についてもある程度の臨界指数もどきを考察した。イタリアー日本との国際共同研究として *Nonlinear Differential Equations and Applications* 誌上に掲載された。

(18) 空間変数依存の伝播速度があまり滑らかでない場合の波動方程式の初期値問題を考察し、その局所エネルギーが代数オーダーで減衰することを注意した。それまでは、この場合、一般に対数オーダーでの減衰はすでに知られていたが、その伝播速度のあるパラメーターが小さい場合に限っては、代数オーダーで減衰するという指摘である。これまでの結果をもう少しデリケートに分類すべきであるという知見が得られた。ブラジルとの国際共同研究として *J. Math. Analysis Applications* 誌上に掲載された。

(19) 回転慣性項と摩擦項を持つプレート方程式の初期値問題を考察し、その解の時間無限大における漸近形が熱核と正則性を象徴する2つのパラメータの大きい・小さい・等しい、によって3つのタイプに分類されることを発見した。2人の院生との共同研究として *J. Hyperbolic Differential Equations* 誌上に掲載予定である。

(20) 強摩擦項を持つ線形波動を一般化した所謂 β -発展方程式の初期値問題を考察し、時間無限大における解のある量の上と下からの最適な時間評価を、そのパラメーター β と次元 n との関係で抉り出した。これは *Asymptotic Analysis* 誌上で印刷中である。2014年に私が *JDE* 誌上に最初に公表した $\beta=1$ の場合の一般化である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計20件（うち査読付論文 20件 / うち国際共著 6件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Ryo Ikehata and Hiroshi Takeda	4. 巻 31
2. 論文標題 Asymptotic profiles of solutions for structural damped wave equations	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 J. Dynamics and Differential equations	6. 最初と最後の頁 537-571
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1007/s10884-019-09731-8	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 Marcello D'Abbicco and Ryo Ikehata	4. 巻 42
2. 論文標題 Asymptotic profile of solutions for strongly damped Klein-Gordon equations	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Mathematical Methods in the Applied Sciences	6. 最初と最後の頁 2287-2301
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ma.5508	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 Ryo Ikehata and Hiroshi Takeda	4. 巻 56
2. 論文標題 Large time behavior of global solutions to nonlinear wave equations with frictional and viscoelastic damping terms	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Osaka J. Mathematics	6. 最初と最後の頁 807-830
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 Ryo Ikehata and Michiaki Onodera	4. 巻 30
2. 論文標題 Remarks on the large time behavior of the L^2 -norm of solutions to strongly damped wave equations	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Differential and Integral Equations	6. 最初と最後の頁 505-520
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 Ryo Ikehata	4. 巻 103
2. 論文標題 Fast energy decay for wave equations with a localized damping in the n-D half space	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Asymptotic Analysis	6. 最初と最後の頁 77-94
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) DOI 10.3233/ASY-171420	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 Ryo Ikehata and Shin Iyota	4. 巻 41
2. 論文標題 Asymptotic profile of solutions for some wave equations with very strong structural damping	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Mathematical Methods in the Applied Sciences	6. 最初と最後の頁 5074-5090
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) DOI: 10.1002/mma.4954	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 Ruy C. Charao and Ryo Ikehata	4. 巻 48
2. 論文標題 Note on asymptotic profile of solutions to the linearized compressible Navier-Stokes flow	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Hokkaido Mathematical J.	6. 最初と最後の頁 357-383
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 該当する

1. 著者名 Ryo Ikehata and Hiroshi Takeda	4. 巻 63
2. 論文標題 Uniform energy decay for wave equations with unbounded damping	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Funkcialaj Ekvacioj	6. 最初と最後の頁 133-152
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 Ruy C. Charao and Ryo Ikehata	4. 巻 60
2. 論文標題 Remarks on the decay rate of the energy for damped modified Boussinesq-beam equations on the 1-D half line	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Funkcialaj Ekvacioj	6. 最初と最後の頁 239-257
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1619/fesi.60.239	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 Ryo IKEHATA and Takeshi KOMATSU	4. 巻 29
2. 論文標題 Fast energy decay for wave equations with variable damping coefficients in the 1-D half line	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Differential and Integral Equations	6. 最初と最後の頁 421-440
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 Jaqueline L. Horbach, Ryo Ikehata and Ruy C. Charao	4. 巻 440
2. 論文標題 Optimal decay rates and asymptotic profile for the plate equation with structural damping	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 J. Mathematical Analysis and Applications	6. 最初と最後の頁 529-560
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) http://dx.doi.org/10.1016/j.jmaa.2016.03.046	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 Ryo IKEHATA and Atsushi SAWADA	4. 巻 98
2. 論文標題 Asymptotic profile of solutions for wave equations with frictional and viscoelastic damping terms	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Asymptotic Analysis	6. 最初と最後の頁 59-77
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3233/ASY-161361	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 Ryo IKEHATA and Hiroshi TAKEDA	4. 巻 148
2. 論文標題 Critical exponent for nonlinear wave equations with frictional and viscoelastic damping terms	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Nonlinear Analysis	6. 最初と最後の頁 228-253
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) http://dx.doi.org/10.1016/j.na.2016.10.008	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 Ryo Ikehata and Hironori Michihisa	4. 巻 114
2. 論文標題 Moment conditions and lower bounds in expanding solutions of wave equations with double damping terms	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Asymptotic Analysis	6. 最初と最後の頁 19-36
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3233/ASY-181516	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 Ryo Ikehata and Shingo Kitazaki	4. 巻 8
2. 論文標題 Optimal energy decay rates for some wave equations with double damping terms	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Evolution Equations and Control Theory	6. 最初と最後の頁 825-846
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3934/eect.2019040	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 Ryo Ikehata	4. 巻 9
2. 論文標題 Some remarks on the local energy decay for wave equations in the whole space	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Azerbaijan J. Mathematics	6. 最初と最後の頁 167-182
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) http://www.azjm.org	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 Marcello D'Abbicco, Ryo Ikehata and Hiroshi Takeda	4. 巻 26
2. 論文標題 Critical exponent for semi-linear wave equations with double damping terms in exterior domains	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nonlinear Differ. Equ. Appl.	6. 最初と最後の頁 Art. 56, 25
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1007/s00030-019-0603-5	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 Ruy Coimbra Charao and Ryo Ikehata	4. 巻 483
2. 論文標題 A note on decay rates of the local energy for wave equations with Lipschitz wavespeeds	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J. Math. Anal. Appl.	6. 最初と最後の頁 123636
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1016/j.jmaa.2019.123636	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 Tomonori Fukushima, Ryo Ikehata and Hironori Michihisa	4. 巻 in press
2. 論文標題 Asymptotic profiles for damped plate equations with rotational inertia terms	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J. Hyperbolic Differential Equations	6. 最初と最後の頁 in press
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 Ryo Ikehata	4. 巻 in press
2. 論文標題 A note on optimal L2-estimates of solutions to some strongly damped -evolution equations	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Asymptotic Analysis	6. 最初と最後の頁 in press
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3233/ASY-191595	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 -

〔学会発表〕 計13件（うち招待講演 7件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 北崎信吾、池畠良
2. 発表標題 Optimal energy decay rates for some wave equations with double damping terms.
3. 学会等名 第44回発展方程式研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 池畠良
2. 発表標題 Asymptotic profile of solutions for wave equations with very strong structural damping and related topics.
3. 学会等名 Workshop on Analysis in Kagurazaka 2019 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 池畠良
2. 発表標題 非常に強い構造的摩擦項を持つ波動方程式の解の漸近形とその応用
3. 学会等名 松山解析セミナー2018 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shin Iyota and Ryo Ikehata
2. 発表標題 Asymptotic profile of solutions for some wave equations with very strong structural damping
3. 学会等名 第43回発展方程式研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 池島良
2. 発表標題 Asymptotic profiles for wave equation with strong damping
3. 学会等名 浜松偏微分方程式セミナー（招待講演）
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Ryo IKEHATA
2. 発表標題 Fast energy decay for wave equations with a localized damping in the n-D half space
3. 学会等名 Federal University of Santa Catarina, 数学教室談話会（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Ryo Ikehata
2. 発表標題 Asymptotic profiles for wave equation with strong damping
3. 学会等名 九州関数方程式セミナー（招待講演）
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 池島良
2. 発表標題 消散構造を持ついくつかの線形波動方程式の解の減衰評価とその応用
3. 学会等名 九州大学大学院数理学府集中講義「数理科学特論5」「数理科学特別講義V」（招待講演）
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 小松剛志、池島良
2. 発表標題 Fast energy decay for wave equations with variable damping coefficients in the 1-D half line
3. 学会等名 第41回発展方程式研究会
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 小松剛志、池島良
2. 発表標題 Fast energy decay for wave equations with variable damping coefficients in the 1-D half line
3. 学会等名 日本数学会中国・四国支部会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 池島良
2. 発表標題 Lipschitz wavespeeds をもつ波動方程式について
3. 学会等名 三重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 福島誠宜、池島良、道久寛載
2. 発表標題 Optimal energy decay rates for some wave equations with double damping terms
3. 学会等名 第45回発展方程式研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 道久寛載、福島誠宜、池畠良、
2. 発表標題 ある摩擦項と18次元空間
3. 学会等名 第45回発展方程式研究会
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
--	---------------------------	-----------------------	----