

令和 2 年 5 月 14 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2015～2019

課題番号：15H03630

研究課題名(和文) 臨界冪分散型及び消散型波動と解の性質

研究課題名(英文) On solutions of critical nonlinear dispersive and dissipative equations

研究代表者

林 仲夫 (Hayashi, Nakao)

大阪大学・理学研究科・教授

研究者番号：30173016

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 10,400,000円

研究成果の概要(和文)：高次元臨界冪非線形Schrodinger方程式，分数冪非線形Schrodinger方程式，半相対論的Hartree方程式，消散項を考慮に入れた非線形消散型波動方程式，高階非線形Schrodinger方程式などの非線形分散型方程式についての初期値問題の研究．非線形Schrodinger方程式の非斉次初期値境界値問題の研究を行った．研究期間内において，解の漸近的振る舞い，散乱問題，スケール不変な空間における解の時間大域的存在等に関する成果をあげ，これらを25編の論文に纏め，国際誌に発表した．また得られた成果を国内外の研究集会において発表し，成果の発信に努めた．

研究成果の学術的意義や社会的意義

高階非線形Schrodinger方程式，分数冪非線形Schrodinger方程式の研究において，因数分解公式の方法が有効であることを示すことができたこと，高次元臨界冪非線形Schrodinger方程式，高次元非線形消散型波動の時間大域解の存在，解の漸近的振る舞いに関する成果は当該研究分野の発展に寄与した．特にSchrodinger方程式の研究において従来の関数空間とは異なる空間を利用したことは学術的に意義があると考えられる．また非線形Schrodinger方程式の非斉次境界値問題に関する研究は従来活発に行われていなかった研究で，得られた成果によりさらなる活性化が期待できる．

研究成果の概要(英文)：We studied the initial value problem for nonlinear dispersive equations including Critical nonlinear Schrodinger equations in higher space dimensions, Fractional order nonlinear Schrodinger equations with a critical nonlinearity, Nonlinear dissipative wave equations, Higher order nonlinear Schrodinger equations. We also studied inhomogeneous initial boundary value problem for nonlinear Schrodinger equations. For these five years, we showed asymptotic behavior of solutions, scattering problem of solutions, global existence in time of solutions in a scale invariant space for these nonlinear problems. We published 25 papers including our results in international journals. We also presented our results in mathematical meetings held in Japan and other countries as possible as we can.

研究分野：偏微分方程式

キーワード：Nonlinear Schrodinger Boundary value problem Scattering problem Asymptotic behavior Critical nonlinearity Invariant space Nonlinear dispersive Nonlinear dissipative

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、研究者個人に帰属されます。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

解の漸近的振る舞いを調べることは自然現象を理解する上で重要な問題であり、藤田 (非線形放物型方程式), Strauss (非線形波動方程式), Ginibre-Velo, 小澤 (非線形 Schrödinger 方程式), John (非線形波動方程式) に始まり現在も林 (研究代表者), Naumkin (海外共同研究者), Li (海外共同研究者), 砂川 (連携研究者) による非線形 Schrödinger 方程式, 非線形 Klein-Gordon 方程式を含む非線形分散型波動方程式及びその連立系の研究をはじめ, 多くの研究者によって研究が行われている. 解の漸近的振る舞い, 時間減衰評価に関する研究においては Ginibre-Velo による擬保存料の発見, Klainerman によるベクトル場法, Shatah による標準形理論, 小澤による臨界型非線形 Schrödinger 方程式の修正波動作用素の存在証明に利用された近似解の発見, 小澤の結果を拡張した, 研究代表者, Naumkin による新しい近似解の発見, 等多くの道具が開発され研究の発展に寄与した. また, 解の適切性を保証する最も広い空間の研究が高岡, 津川, 小川により精力的に行われている. 本研究では藤田指数, Strauss 指数と呼ばれる臨界型非線形項を持った非線形消散型波動方程式, 非線形分数型 Schrödinger 方程式, 半相対論的 Hartree 方程式, 非線形 Klein-Gordon 方程式の散乱問題 (初期値問題と最終値問題とを同じ関数空間あるいは近い関数空間で考える), 及びスケール不変な空間に関連したより広い空間における解の適切性に焦点を絞って研究を行う. 臨界型非線形項は線形問題に対する摂動と考えられない場合が多く, 主要項と剰余項に非線形項を分割したとき, これらの評価を精密に行う必要がある.

2. 研究の目的

臨界型または臨界型以下の非線形項を持つ非線形 Schrödinger 方程式, 非線形 Klein-Gordon 方程式, 非線形消散型波動方程式の解の漸近的振る舞い及び波動作用素, 散乱作用素の存在, 非存在の研究を進展させる. 我々は非線形 Schrödinger 方程式の研究で用いられた因数分解公式に有限伝播性を考慮した制限作用素を導入し reduced Ostrovsky 方程式に適応できるようにした. これらの成果を研究が活発に進んでいる分数型非線形 Schrödinger 方程式, 半相対論的 Hartree 方程式, 及びそれらの系に対する初期値問題, 終値問題に関する研究に応用し従来の結果を散乱問題の観点から発展させることを考える. すなわち初期値の空間と終値の空間を同じ空間に取れるかどうかというチャレンジ性を有する問題に挑戦する. また研究が低次元に限られていた非線形消散型波動方程式の研究を熱方程式の性質, 高周波と低周波に分けた解析を利用し高次元に拡張する. これらの臨界型方程式は自然現象を記述する方程式として頻りに用いられて重要な方程式である. 分散型波動方程式に関しては非線形項が共鳴を起こす場合, 非線形効果が解の表現に陽に現れ問題を困難なものにすることに注意しておく. また高次元非線形消散型波動方程式に関する時間減衰評価は未解決問題として残されたものである.

分散型波動方程式の散乱問題の解決には, 初期値の属するクラスに関する強い条件 (十分滑らか) がありまだ十分とはいえない. 我々は因数分解公式の利用を通してこの条件を取り除くことを目標とする. その他, 臨界型以下の非線形項を持った未解決問題として, 1次元2次微分型非線形 Schrödinger 方程式系に関する解の漸近的振る舞いを研究目標とする. 我々はこの問題を標準理論に対する評価を再考することによって明らかにする. スケール不変な空間における解の適切性を乗型非線形 Schrödinger 方程式に対して行う. スケール不変な空間は次元, 非線形項の階数に依存するものであるが臨界型非線形 Schrödinger 方程式に対しては可積分空間がその代表的なものの一つであることが知られている. ゲージ不変性を満たす臨界型一次元非

線形 Schredinger 方程式に対しては可積分空間に近い空間で適切性が示されたが,用いられた方法は非線形項が多項式でない場合には有効でない. ゲージ不変性を満たす臨界冪二次元非線形 Schredinger 方程式の非線形項は多項式でないので, この問題の2次元版は未解決問題として残されている. 我々は共同研究を通してこの問題を研究対象とする.

3. 研究の方法

研究代表者, 連携研究者, 国内外の研究協力者による国際研究集会「Linear and nonlinear waves」, 待兼山セミナーを, 発表内容の焦点をしぼり開催する. これらの研究集会を通し相互の研究を進展させ問題の解決を促進させる. 特に研究代表者, 連携研究者の研究論文のなかには多くの共同研究があり, これを継続するため定期的に偏微分方程式セミナーを開催し, 交流を行う. 得られた研究成果を国際誌に発表し, 内外で開催される研究会, 学会において研究成果を公表する. また若手研究者の支援を行い当該分野の活性化をはかるために若手研究者による研究発表会及び専門家による若手研究者を対象としたセミナーを開催する.

4. 研究成果

2015年度: (1) Hartee 型非線形項を持った Schredinger 方程式の相対論版であるクライン・ゴルドン方程式の研究を行なった. 我々はポテンシャルの減衰が臨界冪より早い場合に, ある関数空間の原点近傍で解が安定であることを示し, その結果散乱作用素の存在を示すことに成功した. 我々は方程式固有の作用素を利用することによって従来の結果を一般次元に拡張した. この成果は国際誌 *Differential Integral Equations*, vol. 28 (2015), no. 11-12, 1085-1104, に掲載されている.

(2) 2次の非線形項を持った Schredinger 方程式系を空間次元が2次元の場合に考察した.

2次元2次の非線形項は臨界冪と考えられており, 解は線形方程式の解と異なる振る舞いをする事が知られている. 我々は解の振る舞いを決定するためにどのような条件を初期値に要求すれば良かに焦点をあて研究を行い, 初期値のフーリエ変換が必ずしも無限遠方で減衰している必要がないことを発見した. この成果は国際誌 *J. Differential Equations* vol. 260, (2016), no. 2, 1472-1495 に掲載されている.

(3) 冪乗型非線形項が消散項として働く非線形シュレデンガー方程式の研究を行なった. 我々は非線形項の階数が臨界冪未満の場合に焦点をあて考察し, 従来解の時間減衰評価に関する結果を, 変数分離型常微分方程式に問題を帰着させることによって高次元の場合に拡張した. さらに非線形項の階数においても従来結果の改良をおこなった. この成果は国際誌 *Advances in Mathematical Physics*, Vol. 2016, (2016), Article ID 3702738, 7 pages に掲載されている.

(4) 研究集会において8回の講演を行い研究成果の発信に努めた. また3回の研究集会開催に協力した.

2016年度: (1) 修正 Korteweg-de Vries 方程式の複素解版と考えられる3階 Schredinger 方程式の初期値問題を研究した. 解の漸近的振る舞いを質量が零条件のもと示し, 自由発展群の因数分解公式を用いることによって従来得られていた解の時間減衰評価を改良した. この成果は国際誌 *J. Math. Sci. Univ. Tokyo*, 23 (2016), 867-919 に掲載されている.

(2) 臨界冪非線形項を持つ4階非線形 Schredinger 方程式の初期値問題を考察し, 解の漸近的振る舞いが線形方程式の解と異なることを明確にした. この成果は国際誌 *J. Differential Equations*, 261 (2016), pp. 5144-5179 に掲載されている.

- (3) 臨界冪非線形項を持つ3階非線形 Schredinger 方程式の初期値問題を考察し, 解の漸近的振る舞いが線形方程式の解と異なることを明確にした. この成果は国際誌 *Mathematical Methods in the Applied Sciences*, vol. 4, no. 5, (2017), pp. 1573-1597 に掲載されている.
- (4) 非線形項が消散項として働く非線形 Schredinger 方程式の初期値問題を初期値が特異性を持つ場合に考察し, 解の時間減衰評価を示した. この成果は国際誌 *Jorunal Applied and Computational Mathematics*, 2016, Volume 5, Issue 2, 1000304 に掲載されている.
- (5) 冪乗型非線形項を持った2次元4階非線形 Schredinger 方程式を研究し, 臨界冪以上であれば時間大域解が存在することを示した. この成果は国際誌 *Nonlinear Differ. Equ. Appl.* **23**, 65 (2016) に掲載されている.
- (6) 冪乗型非線形項を持った1次元 Dirac 方程式の関する研究を行い散乱作用の存在を示した. この成果は国際誌 *J. Hyperbolic Differential Equations*, 13 (2016) no. 4 (December), 821-832 に掲載されている.
- (7) 臨界冪非線形項を持つ Ostrovsky-Hunter 方程式の研究を行い解の漸近的振る舞いを示した. この成果は国際誌 *Int. J. Differ. Equ.*, 2017, Art. ID 3879017, 21 pp に掲載されている.
- (8) 臨界冪非線形消散型波動方程式の大域解の存在は3次元以下の空間ではすでに示されていた. 4次元以上の空間においては未解決であったが, 解の重み付き評価を用いることによって解決した. この成果は国際誌 *J. Math. Anal. Appl.* 446(2017), no. 1, 801-822 に掲載されている.
- (9) 修正 Korteweg-de Vries 方程式の解の漸近的振る舞いを因数分解公式を用いて示した. この成果は国際誌 *SUT J. Math.* 52 (2016), 49-95 に掲載されている.
- (10) 臨界冪非線形項を持つ分数冪非線形 Schredinger 方程式の解の漸近的振る舞いを明らかにした. この成果は国際誌 *Ann. Henri Poincare* 18 (2017), no.3, 1025-1054 に掲載されている.
- (11) 研究集会において7回の講演を行い研究成果の発信に努めた. また6回の研究集会開催に協力した.
- 2017年度: (1) 我々が示した臨界冪非線形項を持った4階非線形 Schredinger 方程式の研究成果をまとめた. この成果は国際誌 *Advances in Mathematics (China)*, vol. 46, no. 6, Nov., 2017 に掲載されている.
- (2) 高階非線形冪乗型 Schredinger 方程式の研究を行い, 特異性を持った初期値に対して, 解の存在を示した. この成果は国際誌 *J. Evol. Equ.*, 18 (1), 263-276, March, 2018 に掲載されている.
- (3) 消散型非線形 Schredinger 方程式の解に対して, 下からの時間減衰評価を示し, 従来の時間減衰評価が最良であることを示した. この成果は国際誌 *Commun. Pure Appl. Anal.*, 16(6): 2089-2104, Nov. 2017 に掲載されている.
- (4) 研究集会において9回の講演を行い研究成果の発信に努めた. また3回の研究集会開催に協力した.
- 2018年度: (1) 高次元空間において, 臨界冪非線形項を持った非線形 Schredinger 方程式の研究を行い, 解の漸近的振る舞いを示した. この成果は国際誌 *J. Math. Soc. Japan*, vol. 70, No. 4 (2018), pp. 1475-1492 に掲載されている.
- (2) 5階の分散項が線形部分に付いた修正 Korteweg-de Vries 方程式の研究を行い, 解の時間無限遠方での振る舞いを明らかにした. 我々は方程式に付随した作用素を導入して問題の解決に利用した. この成果は国際誌 *SUT Journal of Mathematics*, Vol. 54, No. 1 (2018), 7-78

に掲載されている。

(3) 1次元3次非線形 Schredinger 方程式の初期値境界値問題の研究を行い、半空間における解の漸近的振る舞いを証明した。我々は解を斉次境界値問題の解と斉次初期値問題の解に分解しそれぞれの解の評価を求めることによって問題を解決した。この成果は国際誌 J. Differential Equations, 266 (2019), no. 2-3, pp. 1121-1152 に掲載されている。

(4) 修正 Boussinesq 方程式の研究を行い解の漸近的振る舞いを明らかにした。我々は時間に関して2階の方程式を時間に関して1階の方程式系に変換し、伸張作用素を用いることによって問題を克服した。この成果は国際誌 Adv. Diff. Eq. 23 (2018), no. 3-4, pp. 239-294 に掲載されている。

(5) 分散型方程式に関する研究成果を纏めた。非線形分散型波動方程式(解の漸近挙動)岩波数学叢書, ISBN978-4-00-029824-7, 2018年7月19日, 第1刷発行, 317pp., 岩波書店。

(6) 研究集会において4回の講演を行い研究成果の発信に努めた。また2回の研究集会開催に協力した。

2019年度:(1) 冪乗型非線形 Schredinger 方程式の初期値境界値問題の研究を Dirichlet 境界条件の場合に行い、2次元上半平面における解の漸近的振る舞いを証明した。我々は解の積分表示を求め、局所解の存在を一般の冪乗型において証明した。また非線形項が臨界冪以上の場合、時間大域解の存在及び時間減衰評価を示した。この成果は国際誌 Nonlinear Analysis, 187 (2019), 279-306 に掲載されている。

(2) 臨界冪非線形項である、2次元2次の非線形 Schredinger 方程式の初期値境界値問題の研究を Neumann 境界条件の場合に行い、2次元右4分の1平面において解の漸近的振る舞いを証明した。我々は解の積分表示を求め、初期値問題で用いられた方程式固有の作用素が Neumann 問題の場合にも応用可能であることを示し、解の漸近的振る舞いと非線形項との関係を明らかにした。この成果は国際誌 Nonlinear Differ. Equ. Appl. 27, 2 (2020), 32pp. に掲載されている。

(3) 一次元非線形冪乗型 Schrödinger 方程式の非斉次 Dirichlet 境界値問題を、初期値及び境界値に大きさの条件を仮定せずに考察した。通常用いられるエネルギー法と Ginibre-Velo によって初期値問題に示された擬保存料を用いることによって、時間大域解の存在と解の漸近的振る舞いを非線形項が defocusing (光が一点に集中しない)の場合に明らかにした。この成果は国際誌 Nonlinear Differ. Equ. Appl. 27, 17 (2020). に掲載されている。

(4) 通常の一次元3次非線形 Schrödinger 方程式におけるラプラス作用素を分数冪微分に変更したものをその微分の階数により a 階の3次非線形 Schrödinger 方程式と呼ぶことにする。P.I. Naumkin との共同研究において a が1と1.5の間にある場合を考察した。我々は a が2の場合に用いられた発展作用素の因数分解公式を拡張し、解の漸近的振る舞いと非線形項の関係を明らかにした。この成果は国際誌 Adv. Differential Equations 25 (2020), no. 1-2, pp. 31-80 に掲載されている。

(5) 2次元2次非線形 Schrödinger 方程式の線型部分に4階の微分項を加えた高階非線形 Schrödinger 方程式は流体力学の研究に用いられる。P.I. Naumkin との共同研究において、この方程式を研究し解の漸近的振る舞いを明らかにした。この場合、我々は因数分解公式を非斉次微分にも応用できる形に改良し問題を解決した。

(6) 研究集会において10回の講演を行い研究成果の発信に努めた。また1回の研究集会開催に協力した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計25件（うち査読付論文 25件 / うち国際共著 25件 / うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 HAYASHI Nakao, LI Chunhua, NAUMKIN Pavel I.	4. 巻 70
2. 論文標題 Critical nonlinear Schredinger equations in higher space dimensions	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of the Mathematical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 1475 ~ 1492
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2969/jmsj/77127712	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 Esquivel Liliana, Hayashi Nakao, Kaikina Elena I.	4. 巻 266
2. 論文標題 Inhomogeneous Dirichlet-boundary value problem for one dimensional nonlinear Schrödinger equations via factorization techniques	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Differential Equations	6. 最初と最後の頁 1121 ~ 1152
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jde.2018.07.063	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 N. Hayashi and P.I. Naumkin	4. 巻 23
2. 論文標題 Asymptotics for the modified Boussinesq equation in one space dimension	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Adv. Diff. Eq.	6. 最初と最後の頁 239-294
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 N. Hayashi and P. I. Naumkin	4. 巻 54
2. 論文標題 Large time asymptotics of solutions for the modified KdV equation with a fifth order dispersive term	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 SUT Journal of Mathematics	6. 最初と最後の頁 7-78
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 N.Hayashi and P.I. Naumkin	4. 巻 46
2. 論文標題 Asymptotic behavior of solutions to fourth-order nonlinear Schredinger equations	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Advances in Mathematics (China)	6. 最初と最後の頁 1-17
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11845/sxjz.2017002a	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 N.Hayashi, P. I. Naumkin and T.Ogawa	4. 巻 18
2. 論文標題 Higher-order nonlinear Schredinger equations with singular data	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J. Evol. Equ.	6. 最初と最後の頁 263-276
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00028-017-0400-8	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 該当する

1. 著者名 N.Hayashi, C. Li and P.I. Naumkin	4. 巻 16
2. 論文標題 Upper and lower time decay bounds for solutions of dissipative nonlinear Schredinger equations	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Commun. Pure Appl. Anal.	6. 最初と最後の頁 2089-2104
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3934/cpaa.2017103	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 N.Hayashi, C. Li and P.I. Naumkin	4. 巻 70
2. 論文標題 Critical nonlinear Schredinger equations in higher space dimensions	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J. Math. Sco. Japan	6. 最初と最後の頁 1475-1492
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2969/jmsj/77127712	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 N.Hayashi and P.I. Naumkin	4. 巻 23
2. 論文標題 Large time asymptotics of solutions for the third-order nonlinear Schredinger equation	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 J. Math. Sci. Univ. Tokyo	6. 最初と最後の頁 867-919
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 N.Hayashi, J. A. Mendez-Navarro and P. Naumkin	4. 巻 261
2. 論文標題 Asymptotics for the fourth-order nonlinear Schredinger equation in the critical case	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 J. Differential Equations	6. 最初と最後の頁 5144-5179
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) dx.doi.org/10.1016/j.jde.2016.07.026	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 N.Hayashi, C. Li and P.I. Naumkin	4. 巻 5
2. 論文標題 Dissipative nonlinear Schredinger equations with singular data	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Jorunal Applied and Computational Mathematics	6. 最初と最後の頁 1000304
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) dx.doi.org/10.4172/2168-9679.1000304	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 該当する

1. 著者名 K. Aoki, N.Hayashi and P.I. Naumkin	4. 巻 23
2. 論文標題 Global existence of small solutions for the fourth-order nonlinear Schredinger equation	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Nonlinear Differential Equations and Applications	6. 最初と最後の頁 65
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00030-016-0420-z	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 N.Hayashi and H.Sasaki	4. 巻 13
2. 論文標題 Scattering operator for the one dimensional Dirac equation with power nonlinearity	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 J. Hyperbolic Differential Equations	6. 最初と最後の頁 821-832
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 F. Bernal-Vilchis, N.Hayashi and P.I. Naumkin	4. 巻 2017
2. 論文標題 Asymptotics for the Ostrovsky-Hunter equation in the critical case	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Int. J. Differ. Equ.	6. 最初と最後の頁 Art. ID 3879017
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.1155/2017/3879017	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 該当する

1. 著者名 N.Hayashi and P.I. Naumkin	4. 巻 446
2. 論文標題 Damped wave equation with a critical nonlinearity in higher space dimensions	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 J. Math. Anal. Appl.	6. 最初と最後の頁 801-822
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) dx.doi.org/10.1016/j.jmaa.2016.09.005	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 N.Hayashi and P.I. Naumkin	4. 巻 52
2. 論文標題 Factorization technique for the modified Korteweg-de Vries equation	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 SUT J. Math.	6. 最初と最後の頁 49-95
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 N.Hayashi, P. Naumkin and T.Ogawa	4. 巻 28
2. 論文標題 Scattering operator for semirelativistic Hartree type equation with a short range potential	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 Differential Integral Equations	6. 最初と最後の頁 1085-1104
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 N.Hayashi, C. Li and P.I. Naumkin	4. 巻 260
2. 論文標題 Nonlinear Schredinger systems in 2d with nondecaying final data	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 J. Differential Equations	6. 最初と最後の頁 1472-1495
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) dx.doi.org/10.1016/j.jde.2015.09.033	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 N.Hayashi, C. Li and P.I. Naumkin	4. 巻 2016
2. 論文標題 Time decay for nonlinear dissipative Schredinger equations	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Advances in Mathematical Physics	6. 最初と最後の頁 ID 3702738
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1155/2016/3702738	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 該当する

1. 著者名 N.Hayashi and E. I. Kaikina	4. 巻 187
2. 論文標題 Inhomogeneous Dirichlet-boundary value problem for nonlinear Schrödinger equations with a power nonlinearity on the upper half-plane	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nonlinear Anal.	6. 最初と最後の頁 279-306
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.na.2019.05.007	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 N.Hayashi and E. I. Kaikina	4. 巻 27
2. 論文標題 Neumann inhomogeneous initial-boundary value problem for the 2D nonlinear Schrödinger equation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nonlinear Differ. Equ. Appl.	6. 最初と最後の頁 2
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00030-019-0605-3	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 N. Hayashi, E.I. Kaikina and T. Ogawa	4. 巻 27
2. 論文標題 Dirichlet-boundary value problem for one dimensional nonlinear Schredinger equations with large initial and boundary data	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nonlinear Differ. Equ. Appl.	6. 最初と最後の頁 17
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00030-020-0618-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 該当する

1. 著者名 N. Hayashi and P.I. Naumkin	4. 巻 25
2. 論文標題 Large time asymptotics for the fractional nonlinear Schredinger equation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Adv. Differential Equations	6. 最初と最後の頁 31-80
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 N.Hayashi and P.I. Naumkin	4. 巻 72
2. 論文標題 Higher-order nonlinear Schredinger equation in 2D case	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Tohoku Math. J.	6. 最初と最後の頁 15-37
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 N.Hayashi and P.I. Naumkin	4. 巻 18
2. 論文標題 Asymptotics for the Fractional Order Cubic Nonlinear Schredinger Equations	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Ann. Henri Poincare	6. 最初と最後の頁 1025-1054
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00023-016-0502-9	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37件 (うち招待講演 36件 / うち国際学会 8件)

1. 発表者名 Nakao Hayashi
2. 発表標題 Dirichlet-boundary value problem for one dimensional nonlinear Schredinger equations via factorization techniques
3. 学会等名 2018 PDEs workshop in Hangzhou, April 7th, 2018, Zhejiang University (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Nakao Hayashi
2. 発表標題 Inhomogeneous Dirichlet-boundary value problem for nonlinear Schredinger equations
3. 学会等名 International Workshop on Nonlinear PDEs, July, 18th, 2018, East China Normal University, Shanghai (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Nakao Hayashi
2. 発表標題 Inhomogeneous Dirichlet-boundary value problem for nonlinear Schredinger equations
3. 学会等名 2018年度日本数学会秋季総合分科会, 岡山大学, 企画特別講演, 9月27日 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Nakao Hayashi
2. 発表標題 Inhomogeneous Dirichlet-boundary value problem for nonlinear Schredinger equations with a power nonlinearity on the upper half- plane
3. 学会等名 Zhuhai PDE Woekshop, Sun Yat-Sen University, March 11-13, 2019 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nakao Hayashi
2. 発表標題 Initial boundary value problem for one dimensional Schredinger equations
3. 学会等名 Peking University, Beijing (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Nakao Hayashi
2. 発表標題 Critical nonlinear Schredinger equations in higher space dimensions
3. 学会等名 Chinese Academy of Sciences, Beijing (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Nakao Hayashi
2. 発表標題 Initial boundary value problem for one dimensional Schredinger equations
3. 学会等名 Yanbian University, Yanji (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Nakao Hayashi
2. 発表標題 Critical nonlinear Schredinger equations in higher space dimensions
3. 学会等名 Capital Normal University of Beijing, Beijing (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Nakao Hayashi
2. 発表標題 Nongauge invariant cubic nonlinear Schredinger equations
3. 学会等名 Chinese Academy of Sciences, Beijing (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 林 仲夫
2. 発表標題 Estimate of solutions to fourth-order Schredinger equation and its applications
3. 学会等名 The 2nd PDE Workshop on Miyazaki, Miyazaki University (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Nakao Hayashi
2. 発表標題 Scattering operator for the fourth order nonlinear Schredinger equation
3. 学会等名 The 35th Kyushu Symposium on Partial Differential Equations (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 川原雄一郎, 林 仲夫, P.I. Naumkin
2. 発表標題 Scattering operator for the fourth order nonlinear Schredinger equation
3. 学会等名 2017 日本数学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Nakao Hayashi
2. 発表標題 Scattering operator for the fourth order nonlinear Schredinger equation
3. 学会等名 Peking-Yamagata-Tohoku Universities joint workshop for harmonic analysis and PDE (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Nakao Hayashi
2. 発表標題 Factorization technique for the fourth-order nonlinear Schredinger equation
3. 学会等名 Chinese Academy of Science (招待講演)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Hayashi Nakao
2. 発表標題 Damped wave equation with a critical nonlinearity in higher space dimensions
3. 学会等名 Peking University, Beijing (招待講演)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Nakao Hayashi
2. 発表標題 Asymptotics of solutions to fourth-order nonlinear Schredinger equations, inhomogeneous case
3. 学会等名 第6回室蘭非線形解析研究会(招待講演)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 林 仲夫
2. 発表標題 Asymptotic behavior of solutions to fourth-order nonlinear Schredinger equations
3. 学会等名 微分方程式の総合的研究(招待講演)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Nakao Hayashi
2. 発表標題 On the inhomogeneous fourth-order nonlinear Schredinger equations
3. 学会等名 2016 Taiwan-Japan Workshop on Dispersive, Navier-Stokes, Kinetic, and Inverse Problem(招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 林 仲夫
2. 発表標題 Critical nonlinear Schredinger equations in higher space dimensions
3. 学会等名 熊本大学応用解析セミナー(招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 林 仲夫
2. 発表標題 高次元臨界べき非線形Schredinger方程式について
3. 学会等名 第9回福島応用数学研究集会(招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 林 仲夫
2. 発表標題 Damped wave equation with a critical nonlinearity in higher space dimensions
3. 学会等名 愛媛大学解析セミナー(招待講演)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 Hayashi Nakao
2. 発表標題 Asymptotics of solutions to fourth order nonlinear Schredinger Equations
3. 学会等名 Quasilinear Schredinger equations in Pauli Institute(招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 林 仲夫
2. 発表標題 Large time asymptotics of solutions to the modified Korteweg-de Vries equation
3. 学会等名 広島微分方程式研究会(招待講演)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 林 仲夫
2. 発表標題 Modified KdV 方程式と解の漸近的振る舞い
3. 学会等名 非線形波動現象の数理に関する最近の進展, RIMS研究集会 (招待講演)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 林 仲夫
2. 発表標題 Large time asymptotics of solutions for the third-order Schredinger equation
3. 学会等名 数理モデルにおける非線型消散・分散構造の臨界性の未開領域解明 (招待講演)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 林 仲夫
2. 発表標題 高階非線形Schredinger方程式の時間大域解の存在について
3. 学会等名 京都大学NLPDEセミナー (招待講演)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Hayashi Nakao
2. 発表標題 Fourth-order nonlinear Schredinger equation in the critical case
3. 学会等名 International Conference on Partial Differential Equations (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Nakao Hayashi
2. 発表標題 Inhomogeneous Dirichlet-boundary value problem for nonlinear Schrödinger equations with a power nonlinearity on the upper half-plane
3. 学会等名 Yanbian University, PDE seminar (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 林 仲夫
2. 発表標題 Inhomogeneous Dirichlet-boundary value problem for nonlinear Schrödinger equations with a power nonlinearity on the upper half-plane
3. 学会等名 非線型の諸問題、熊本大学 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nakao Hayashi
2. 発表標題 Global existence and scattering problem for nonlinear Schrödinger equations
3. 学会等名 A series of lecture in Pekin University, Beijing China, 25th-26th, September 2019 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nakao Hayashi
2. 発表標題 Inhomogeneous Dirichlet boundary value problem for nonlinear Schrödinger equations
3. 学会等名 The 17th Linear and Nonlinear Waves (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nakao Hayashi
2. 発表標題 Cubic nonlinear Schrödinger equations, Global existence
3. 学会等名 Beijing Capital University, PDE seminar, Beijing China (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nakao Hayashi
2. 発表標題 Cubic nonlinear Schrödinger equations, Scattering problem
3. 学会等名 Chinese Academy of Sciences, PDE seminar (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nakao Hayashi
2. 発表標題 Cubic Complex Heat Equations
3. 学会等名 Beijing Chemical Technology, PDE seminar (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nakao Hayashi
2. 発表標題 Cubic Complex Heat Equations
3. 学会等名 早稲田大学応用解析研究会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nakao Hayashi
2. 発表標題 Cubic nonlinear Schrödinger equations
3. 学会等名 第8回中央大学偏微分方程式セミナー（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nakao Hayashi
2. 発表標題 Boundary value problem for 2D nonlinear Schrödinger equations
3. 学会等名 Workshop on Analysis in Kagurazaka 2020（招待講演）
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 林 仲夫	4. 発行年 2018年
2. 出版社 岩波書店	5. 総ページ数 320
3. 書名 非線形分散型波動方程式：解の漸近挙動	

〔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	砂川 秀明 (Sunagawa Hideaki) (80375394)	大阪大学・理学研究科・准教授 (14401)	