

令和 5 年 6 月 13 日現在

機関番号：15201

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2022

課題番号：18K03370

研究課題名(和文) 分散型方程式の時空間評価と非線形問題への応用に関する研究

研究課題名(英文) Spacetime estimates for dispersive equations and applications to nonlinear problems

研究代表者

和田 健志 (Wada, Takeshi)

島根大学・学術研究院理工学系・教授

研究者番号：70294139

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：位相速度が波長によって異なる波は分散性をもつという。本研究においては非線形分散型波動方程式の代表例である非線形 Schrodinger 方程式や同方程式を含む連立系である Maxwell-Schrodinger 方程式を中心に、方程式の可解性や解の挙動を関数解析的手法により研究した。非線形分散型方程式の解析において基本的な Strichartz 型評価や Kato 型平滑化評価を拡張し、非線形 Schrodinger 方程式の初期値問題の可解性に関する結果を改良した。さらに、Maxwell-Schrodinger 方程式や Benjamin-Ono 方程式の解の時間大域的挙動を解明した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究における非線形 Schrodinger 方程式の初期値問題の適切性に関する結果は初期データが小さい場合には最良と考えられるものであり、これによって同方程式の数学的構造が明確になったといえる。

研究成果の概要(英文)：Waves whose phase speed varies with wavelength are said to be dispersive. This study is mainly devoted to the nonlinear Schrodinger equation, which is a typical example of nonlinear dispersive equations, and the Maxwell-Schrodinger system, which is a coupled system of dispersive and hyperbolic equations. We studied the solvability and solution behavior of these equations by functional analytic methods. We proved modifications of Strichartz and Kato type smoothing estimates, which are fundamental tools in the analysis of nonlinear dispersive equations, and improved the results on the solvability of the initial value problem of nonlinear Schrodinger equations. Furthermore, we clarified time global behavior of solutions of the Maxwell-Schrodinger and Benjamin-Ono equations.

研究分野：非線形偏微分方程式論

キーワード：非線形偏微分方程式 分散型方程式 時空間評価 Schrodinger 方程式 適切性 解の時間大域的挙動

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

非線形 Schrödinger 方程式の適切性に関する研究は 1970 年代に始まり, Ginibre–Velo (1979, 1985), Tsutsumi (1987), Kato (1987, 1995), Cazenave–Weissler (1990) などにより非線形項の増大度と適切性を考える関数空間(この場合は Sobolev 空間 H^s)との関係があきらかにされてきた。適切性及び散乱理論の研究においては Strichartz 評価とよばれる線形波動方程式, 分散型方程式の解に対する時空間評価が本質的な役割を果たしてきた。これらの研究により適切性に関する結果はほぼ確立されたと考えられていたが, 非線形項の滑らかさが限られている場合には未解決の部分があることが Tsutsumi (1987) や Pecher (1997) により指摘されていた。彼らの手法の要点は, Schrödinger 方程式は時間変数に関して 1 階, 空間変数に関して 2 階の方程式であるので空間変数に関する偏微分を時間変数に関するもので代替することにより非線形項の滑らかさに関する仮定を弱めることにある。特に Pecher は Strichartz 評価を時間に関する分数階微分を含む形に拡張することにより分数次の Sobolev 空間における適切性の結果を改善するものであった。Pecher の修正 Strichartz 評価は方程式のスケール変換に関して不変ではないため, 臨界冪の場合の場合に適用することができなかったが, 代表者, 分担者共著の Nakamura–Wada (2016) によりスケール変換に関して不変な形に改良され, 臨界冪の場合への適用が可能になった。

非線形分散型方程式やその連立系の解の漸近挙動の研究, 特に散乱理論の観点からの研究も 1970 年代からの蓄積があり, 1990 年代初頭からは非線形散乱の研究においても所謂長距離型散乱理論の研究が盛んになった。荷電粒子の運動と電磁場の時間発展との相互作用を記述する Maxwell–Schrödinger 方程式系も短距離型と長距離型の臨界に相当する方程式であり, その散乱理論は Tsutsumi (1993), Shimomura (2003), Ginibre–Velo (2003, 2007) などによって研究されていた。

2. 研究の目的

本研究においては, 背景でも述べた Pecher, Nakamura–Wada による修正 Strichartz 評価を改善, 拡張することにより非線形分散型方程式の適切性に関する研究を進展させること, Maxwell–Schrödinger 方程式系など分散型方程式を含む方程式系の解の挙動についてあきらかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

本研究の実施にあたっては, 研究分担者の中村誠氏, 北直泰氏と密に連携して研究を進めた。主として中村氏は解の時空間評価や初期値問題の適切性, 北氏は解の漸近挙動の解析を担当した。さらに代表者の所属する島根大学の大学院総合理工学研究科(改組後は自然科学研究科)の大学院生も研究に参加してもらい, 共同で研究を進めた。

4. 研究成果

上記 Pecher (1997) による仕事においては時間変数に関する Besov 空間が用いられているが, この空間のノルムには複数の定義があり, 互いに同値であることが知られている。Pecher の論文においても必要に応じて複数の定義を使い分けている。しかしながら, 複数の定義の同値性はあくまでも時間区間を固定した場合に成立するものであり, 区間幅を変化させたときの一様性は別問題である。Pecher の論文はこの点に考慮を払っていないように思われる。代表者は非線形 Schrödinger 方程式の適切性に関する研究を進める上でこの点に気づき, Besov ノルムの Littlewood–Paley 分解による定義のみを用いて Pecher の結果の別証明を与えた。これにより劣臨界の場合の時空間局所適切性はほぼ解決されたといえる。

Pecher, Nakamura–Wada による修正 Strichartz 評価は線形 Schrödinger 方程式の時空間評価を与えるものであるが, そこで用いられている関数空間は時間変数, 空間変数のいずれかの偏導関数を評価するものであった。代表者は分担者の中村誠氏と共同で時間変数, 空間変数の両方の偏微分が混在する形の時空間評価式を証明し, これを臨界冪乗型非線形 Schrödinger 方程式の小さな初期データに対する初期値問題の適切性に応用した。この評価式により, 以前の Nakamura–Wada (2016) による結果で未解決であった部分を解決することができ, この問題は完全に解決されたと考えることができる。

一方で, 初期データが大きい場合, 滑らかさの低い臨界冪乗型非線形 Schrödinger 方程式の

適切性については未解決の部分が残されていた。代表者は大学院生の田畠孝亮氏と共同でこの問題に取り組み、Tsutsumi (1987), Kato (1989), Cazenave–Fang–Han (2016) などの手法を拡張して用いることにより未解決部分の一部を解決した。この問題の完全解決は今後の重要な課題である。

代表者は大学院生の Yan Liu 氏と共同で、Lorenz ゲージ条件の下で Maxwell–Schrödinger 方程式系の大きな散乱データに対する修正型波動作用素の存在を証明した。Coulomb ゲージ条件の場合には、対応する結果は Ginibre–Velo (2007) により得られていたが、より高次の漸近形を用いることにより同様の結果が Lorenz ゲージ条件の場合にも成立することを示した。

代表者は研究分担者の北直泰氏と共同で、分散型方程式の典型例のひとつである Benjamin–Ono 型方程式の解の漸近挙動について研究した。同方程式は Riesz 変換を用いることにより微分形非線形 Schrödinger 方程式に帰着して解析することが可能であるが、非線形項が共鳴因子を含むため解析が困難であった。我々は Fourier 級数を用いて共鳴因子と非共鳴因子を分離することにより時間変数について解の高次の漸近展開を求めることに成功した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計22件（うち査読付論文 21件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Kita, Naoyasu; Sato, Takuya	4. 巻 印刷中
2. 論文標題 Optimal L^2 -decay of solutions to a cubic dissipative nonlinear Schrodinger equation	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Asymptotic Analysis	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 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 M. Nakamura; H. Takashima	4. 巻 34
2. 論文標題 On the Cauchy problem for the Klein-Gordon equation with the Hartree type semilinear term in the de Sitter spacetime	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Differential and Integral Equations	6. 最初と最後の頁 351-382
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 M. Nakamura; H. Takeda	4. 巻 125
2. 論文標題 Asymptotic behaviors of global solutions for a semilinear diffusion equation in the de Sitter spacetime	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Asymptotic Analysis	6. 最初と最後の頁 203-245
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3233/asy-201652	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 NAKAMURA Makoto; SATO Yuya	4. 巻 75
2. 論文標題 EXISTENCE AND NON-EXISTENCE OF GLOBAL SOLUTIONS FOR THE SEMILINEAR COMPLEX GINZBURG-LANDAU TYPE EQUATION IN HOMOGENEOUS AND ISOTROPIC SPACETIME	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Kyushu Journal of Mathematics	6. 最初と最後の頁 169 ~ 209
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2206/kyushujm.75.169	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 Kita, Naoyasu; Wada, Takeshi	4. 巻 497
2. 論文標題 Sharp asymptotic behavior of solutions to Benjamin-Ono type equations---short range case	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Mathematical Analysis and Applications	6. 最初と最後の頁 124879--124879
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jmaa.2020.124879	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 Nakamura, Makoto	4. 巻 60
2. 論文標題 On the nonrelativistic limit of a semilinear field equation in a homogeneous and isotropic space	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Kyoto Journal of Mathematics	6. 最初と最後の頁 1333--1359
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1215/21562261-2019-0063	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 Nakamura, Makoto; Sato, Yuya	4. 巻 49
2. 論文標題 Remarks on global solutions for the semilinear diffusion equation in the de Sitter spacetime	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Hokkaido Mathematical Journal	6. 最初と最後の頁 481--508
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14492/hokmj/1607936539	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 Nakamura, Makoto	4. 巻 270
2. 論文標題 On the Cauchy problem for the semilinear Proca equations in the de Sitter spacetime	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Differential Equations	6. 最初と最後の頁 1218--1257
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jde.2020.09.015	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 Nakamura, Makoto	4. 巻 44
2. 論文標題 Remarks on the Navier-Stokes equations and the elastic wave equations in homogeneous and isotropic spacetimes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Tsukuba Journal of Mathematics	6. 最初と最後の頁 271--308
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.21099/tkbjm/20204402271	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 Nakamura, Makoto	4. 巻 85
2. 論文標題 On some effects of background metrics for several partial differential equations	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Advanced Studies in Pure Mathematics	6. 最初と最後の頁 315--324
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 Nakamura, Makoto; Wada, Takeshi	4. 巻 267
2. 論文標題 Strichartz type estimates in mixed Besov spaces with application to critical nonlinear Schrodinger equations	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Differential Equations	6. 最初と最後の頁 3162--3180
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jde.2019.04.003	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 Liu, Yang; Wada, Takeshi	4. 巻 269
2. 論文標題 Long range scattering for the Maxwell-Schrodinger system in the Lorenz gauge without any restriction on the size of data	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Differential Equations	6. 最初と最後の頁 2798--2852
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jde.2020.02.013	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 Kita, Naoyasu	4. 巻 1
2. 論文標題 Optimal decay rate of solutions to 1D Schrodinger Equation with cubic dissipative nonlinearity	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Applied Science and Engineering A	6. 最初と最後の頁 15--18
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 Kita, Naoyasu; Nakamura, Yoshihisa	4. 巻 81
2. 論文標題 Decay estimate and asymptotic behavior of small solutions to Schrodinger equations with subcritical nonlinearity	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Advanced Study of Pure Mathematics	6. 最初と最後の頁 121--138
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 Kita, Naoyasu; Nakamura, Yoshihisa	4. 巻 5
2. 論文標題 Large time behavior of small solutions to multi-component nonlinear Schrodinger equations related with spinor Bose-Einstein condensate	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Linear and Nonlinear Analysis	6. 最初と最後の頁 73--85
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 Nakamura, Makoto	4. 巻 57
2. 論文標題 Remarks on the derivation of several second order partial differential equations from a generalization of the Einstein equations	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Osaka Journal of Mathematics	6. 最初と最後の頁 305--331
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 Tsuchiya, Takuya; Nakamura, Makoto	4. 巻 361
2. 論文標題 On the numerical experiments of the Cauchy problem for semi-linear Klein-Gordon equations in the de Sitter spacetime	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Computational and Applied Mathematics	6. 最初と最後の頁 396--412
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cam.2019.05.005	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 -

1. 著者名 Nakamura, Makoto	4. 巻 -
2. 論文標題 On the Regularity of the Semilinear Term on the Cauchy Problem for the Schrodinger Equation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Trends in Mathematics	6. 最初と最後の頁 369--377
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-04459-6_35	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 Wada, Takeshi	4. 巻 18
2. 論文標題 A remark on local well-posedness for nonlinear Schrodinger equations with power nonlinearity-an alternative approach	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Communications on Pure and Applied Analysis	6. 最初と最後の頁 1359--1374
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3934/cpaa.2019066	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 Kita, Naoyasu; Matsukuma, Taisei	4. 巻 1
2. 論文標題 The Least Number of Intersection Points in Currency Fluctuation and Well- Approximating Line Graph under Constraints of the Elliott Wave Principle	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 SCIENCE NATURE	6. 最初と最後の頁 033--041
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.30598/SNVol11Iss1pp033-041year2018	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 Kita, Naoyasu; Nakamura, Yoshihisa	4. 巻 印刷中
2. 論文標題 Large time behavior of small solutions to multi-component nonlinear Schrodinger equations related with spinor Bose-Einstein condensate	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Linear and Nonlinear Analysis	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 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 Nakamura, Makoto	4. 巻 2093
2. 論文標題 On the effects of spatial expansion and contraction on several semilinear partial differential equations	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 京都大学数理解析研究所講究録	6. 最初と最後の頁 27-37
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 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 -

[学会発表] 計33件 (うち招待講演 19件 / うち国際学会 15件)

1. 発表者名 和田 健志
2. 発表標題 臨界非線形 Schrodinger 方程式の適切性について
3. 学会等名 南大阪応用数学セミナー
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kita, Naoyasu
2. 発表標題 Existence of blowing-up solution to some Schrodinger equations including nonlinear amplification with small initial data
3. 学会等名 International Conference on Applied Science and Engineering (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 M. Nakamura
2. 発表標題 On the Cauchy problem for the semilinear Proca equations in the de Sitter spacetime
3. 学会等名 The 13th International ISAAC Congress (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 和田健志
2. 発表標題 Maxwell-Schrodinger 方程式系の大きなデータに対する長距離型散乱について
3. 学会等名 第16回非線型の諸問題 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 M. Nakamura, H. Takashima
2. 発表標題 On the Klein-Gordon equation with the Hartree type semilinear term in the de Sitter spacetime
3. 学会等名 日本数学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 和田健志
2. 発表標題 Long Range Scattering for the Maxwell Schrodinger System
3. 学会等名 The 17th Linear and Nonlinear Waves (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 和田健志
2. 発表標題 Maxwell-Schrodinger 方程式の波動作用素の存在について
3. 学会等名 Critical exponent and nonlinear evolution equations 2020 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 和田健志
2. 発表標題 Maxwell-Schrodinger 方程式の散乱理論について
3. 学会等名 反応拡散方程式と非線形分散型方程式の解の挙動 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kita, Naoyasu
2. 発表標題 Nonlinear Schrodinger equation with delta-functions as initial data (including the case of triple delta-functions)
3. 学会等名 2019工学ワークショップ (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kita, Naoyasu
2. 発表標題 Nonlinear Schrodinger equation with delta-functions as initial data
3. 学会等名 Japan-Mongolia Joint Workshop on Pure and Applied Mathematics (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kita, Naoyasu
2. 発表標題 Optimal decay rate of global solutions to the Schrodinger equation with cubic dissipative nonlinearity
3. 学会等名 International seminar "Differential-Algebraic and Integro-Algebraic Systems of Equations : Numerical Methods and Applications to Control Problems" (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kita, Naoyasu
2. 発表標題 Decay rate of global solutions to the Schrodinger equation with cubic dissipative nonlinearity
3. 学会等名 the First International Conference of Applied Sciences and Engineering (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nakamura, Makoto
2. 発表標題 On the Cauchy problem for a semilinear ordinary differential equation in homogeneous and isotropic spaces
3. 学会等名 日本数学会2019年度秋季総合分科会応用数学分科会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nakamura, Makoto
2. 発表標題 On global solutions for the semilinear complex Ginzburg-Landau type equation in homogeneous and isotropic spaces
3. 学会等名 日本数学会2019年度秋季総合分科会応用数学分科会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nakamura, Makoto
2. 発表標題 On the Cauchy problem for the Navier-Stokes equations in the de Sitter spacetime
3. 学会等名 日本数学会2019年度秋季総合分科会応用数学分科会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nakamura, Makoto
2. 発表標題 Partial differential equations in homogeneous and isotropic spaces
3. 学会等名 日本数学会2019年度秋季総合分科会実関数論分科会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nakamura, Makoto
2. 発表標題 On the Cauchy problem for the semilinear Proca equations in the de Sitter spacetime
3. 学会等名 日本数学会2019年度秋季総合分科会函数方程式論分科会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nakamura, Makoto; Takeda, H.
2. 発表標題 Asymptotic profiles of global solutions for the semilinear diffusion equation in the de Sitter spacetime
3. 学会等名 日本数学会2019年度秋季総合分科会函数方程式論分科会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nakamura, Makoto
2. 発表標題 Some dissipative and anti-dissipative effects on semilinear PDEs in homogeneous and isotropic spaces
3. 学会等名 三重偏微分方程式研究集会---西原健二先生の古希を記念して--- (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nakamura, Makoto
2. 発表標題 On the semilinear partial differential equations in homogeneous and isotropic spacetimes
3. 学会等名 Geometric Analysis and General Relativity (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nakamura, Makoto
2. 発表標題 Remarks on the Navier-Stokes equations in homogeneous and isotropic spacetimes
3. 学会等名 第21回「特異点と時空、および関連する物理」研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 和田 健志
2. 発表標題 Strichartz type estimates in mixed Besov spaces with application to critical nonlinear Schrodinger equations
3. 学会等名 夏の偏微分方程式セミナー
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kita, Naoyasu
2. 発表標題 Reduction of nonlinear Schrodinger equations with singular initial data into ODEs
3. 学会等名 Qualitative Theory on ODEs and their applications to Mathematical Modeling (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Nakamura, Makoto
2. 発表標題 On some effects of background metrics for several partial differential equations
3. 学会等名 The 11th Mathematical Society of Japan, Seasonal Institute (MSJ-SI): The Role of Metrics in the Theory of Partial Differential Equations (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Nakamura, Makoto
2. 発表標題 On the dissipative effect of the spatial expansion for the semilinear diffusion equation
3. 学会等名 East Asian Conference in Harmonic Analysis and its Applications 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Nakamura, Makoto; Sato Y.
2. 発表標題 On the Navier-Stokes equation and the elastic wave equations in uniform and isotropic spaces
3. 学会等名 Wayamba International Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Nakamura, Makoto
2. 発表標題 On the global solutions for the semi-linear diffusion equation in de Sitter spacetime
3. 学会等名 Wayamba International Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Nakamura, Makoto; Sato Y.
2. 発表標題 The Cauchy problem for Navier-Stokes equations in de Sitter spacetime
3. 学会等名 Wayamba International Conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Nakamura, Makoto
2. 発表標題 Remarks on a semilinear diffusion equation in homogeneous and isotropic spaces,
3. 学会等名 Top global university project, Waseda workshop on partial differential equations 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nakamura, Makoto
2. 発表標題 Global solutions for the semilinear diffusion equation in the de Sitter spacetime
3. 学会等名 Nonlinear Dispersive Equations in Kumamoto, 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nakamura, Makoto
2. 発表標題 Partial differential equations in uniform and isotropic spaces
3. 学会等名 2018年度日本数学会東北支部会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nakamura, Makoto; Sato Y.
2. 発表標題 Global solutions for a semilinear diffusion equation in expanding or contracting spaces
3. 学会等名 日本数学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nakamura, Makoto
2. 発表標題 On the Navier-Stokes equations in homogeneous and isotropic spacetimes with a constant density of mass
3. 学会等名 日本数学会年会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 辻川 亨, 北 直泰	4. 発行年 2022年
2. 出版社 学術図書出版社	5. 総ページ数 264
3. 書名 微分積分学入門	

1. 著者名 北 直泰、熊本大学工学部機械数理工学科	4. 発行年 2019年
2. 出版社 学術図書出版社	5. 総ページ数 160
3. 書名 基礎と応用 微分方程式入門	

〔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	中村 誠 (Nakamura Makoto) (70312634)	大阪大学・大学院情報科学研究科・教授 (14401)	
研究 分担者	北 直泰 (Kita Naoyasu) (70336056)	熊本大学・大学院先端科学研究部(工)・教授 (17401)	

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