

令和 2 年 6 月 5 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2014～2019

課題番号：26287022

研究課題名(和文) 超局所解析の手法による偏微分方程式の定量的解析

研究課題名(英文) Quantitative analysis of PDE via method of microlocal analysis

研究代表者

杉本 充 (SUGIMOTO, MITSURU)

名古屋大学・多元数理科学研究科・教授

研究者番号：60196756

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,200,000円

研究成果の概要(和文)：偏微分方程式における解のなめらかさや大きさなど定量的な性質の解析において、超局所解析の手法を取り込むための汎用性のある方法論を構築し、偏微分方程式論の研究における新しい可能性を追求した。また、それを具現化する道具としてのフーリエ積分作用素論とその理論の枠組みとしての関数空間論の整備し、さらには、より一般の偏微分方程式に対する様々な基本的評価式を導出しその諸性質を考察することにより、その方法論の有効性を実証した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

偏微分方程式論において、その解の定量的解析を行うために調和解析学の成果を積極的に用いていくという手法は、近年における世界的な動向であり、その必要性は年々高まっている。この研究課題は、これに新たに超局所解析の視点を導入し融合させるという独創的な試みであり、既存の理論の不備という現状を打破すべく正面から立ち向かうものである。この研究による成果の波及効果として、偏微分方程式の研究における汎用性の高い新しい方法論の確立が期待され、ひいては人類共通の資産としての学術的知見ともなり得るものである。

研究成果の概要(英文)：For the analysis of quantitative properties (smoothness, size, etc.) of solutions to partial differential equations, a versatile method of utilizing the technique of microlocal analysis was constructed to pursue new possibility in the study of partial differential equations. The theory of Fourier integral operators as a tool to realize this idea, together with the theory of function spaces as its framework, were provided, and the effectiveness of this method was demonstrated by deriving various fundamental estimates for as general partial differential equations as possible, and by considering their properties.

研究分野：偏微分方程式論

キーワード：超局所解析 偏微分方程式 定量的解析 フーリエ積分作用素 関数空間

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

超局所解析を具現化するひとつの手段であるフーリエ積分作用素は、1970年代の初頭までには Hörmander らによってほぼその理論が確立され、以後、偏微分方程式の定性的な議論の様々な場面において、重要な役割を担ってきた。例えばこの理論を用いることにより、偏微分方程式を正準変換により標準形に変形してから解析するという議論が可能となるし、また、双曲型方程式やシュレディンガー方程式等の初期値問題に対する解はフーリエ積分作用素を用いて表現することができるので、それより解の特異性の位置・伝播などの情報を取り出すことも可能となる。

一方、偏微分方程式の解のなめらかさや大きさなどの定量的な情報を解析することは、現代解析学の主要課題のひとつである非線形問題を扱う場合に特に重要である。非線形方程式の場合には線形方程式とは異なり、このような量的な要因が現象に対して繊細に影響を及ぼすためである。しかしながら、超局所解析の手法により解の定量的な情報を取り出そうとした場合、問題によっては意外なほどの困難に直面する。その中でも特に顕著なのが、具体的な関数空間上でのフーリエ積分作用素の有界性の問題である。実際、Hörmander の理論には局所 L^2 -空間における有界性は含まれているのだが、大域的な挙動をより精密に議論する場合には、新たな理論展開が必要となってくる。さらに Seeger-Sogge-Stein (1991) の結果によれば、 L^2 -有界なフーリエ積分作用素であっても一般には $p=2$ 以外の場合に L^p -有界とはならない。したがって、 L^p -空間の自然な代用物を見つけ出すことも求められている。

このことに関連して最近の関数空間論の動向についても触れておくと、1980年台初頭に Feichtinger により導入されたモジュレーション空間は、信号理論・量子力学において時間変数と周波数変数を同時に制御・考察するアイデアに基づき定義されており、現在様々な基礎研究が進行中である。 L^p -空間のかわりとしてこの空間を用いることは、超局所解析の考え方からも自然であるものと考えられる。

一方、非線形解析という観点から現状を眺めるならば、例えば波動方程式・シュレディンガー方程式に対する様々な基本的評価式はよく知られており、それらを用いた非線形解析が盛んに行われているが、非均質な媒体上の方程式など変数係数の場合を含むより一般の双曲型・分散型方程式に対しては、そもそも基本的評価式自体が意外なほどに知られておらず、その解析はあまり進んではない。これに関する新しい手法の開発が渴望されていた：

2. 研究の目的

以上の背景と経緯をふまえて、この研究においては、超局所解析の手法による定量的解析を具現化する道具としてのフーリエ積分作用素論と関数空間論の整備を基本課題に据え、さらには様々な応用課題に取り組むことでその方法論の有効性を実証していくことがこの研究の目的である。具体的には、以下のような内容の研究を行う：

[基本課題]: フーリエ積分作用素が、ソボレフ空間・ベゾフ空間・モジュレーション空間など様々な関数空間で有界であるための、相関数・振幅関数に関するなるべく広いクラスを見つけ、そこでの表象計算の理論を構築する。その際、これまであまり理論化されていない大域的な状況により重点をおく。また、定量的な超局所解析の基本的な枠組みと目されているモジュレーション空間の、さらなる基礎理論の充実をめざす。特に、その上での正準変換や非線形作用に関しては部分的な事実のみが知られているにすぎず、本研究にて完全解決を目指す。

[応用課題]: より一般の偏微分方程式に対する様々な基本的評価式を導出し、その諸性質を考察する。例えば、波動・シュレディンガー方程式に関しては、Strichartz 評価式、Morawetz 評価式、平滑化評価式、Carleman 評価式などさまざまな基本的評価式が成立することが知られているが、変数係数の場合を含むより一般の双曲型・分散型方程式に対してもそれらを導出し、解の一意接続性や対応する非線形初期値問題の時間大域解の存在などを考察する。

3. 研究の方法

本研究は、研究代表者と Ruzhansky (英国)の研究交流をその柱として、連携研究者・海外研究協力者との連携のもとに遂行されるものである。基本課題は「フーリエ積分作用素論」の整備と「関数空間論」の整備という二つの柱からなり、互いに連携をとりながら研究を進める。応用課題では、まずは「偏微分方程式に対する基本的評価式」を導出し、それを用いて解の諸性質を調べるといった工程を、様々な具体的問題において実践する。そこでの統一指導原理は、超局所解析の手法を用いることにより、評価式のレベルで既存の結果に帰着させることである。その際、基本課題による成果を応用することになるが、逆に基本課題へのフィードバックも常に意識しながら研究をすすめる。なお研究期間中において、関連研究の動向調査・成果の公表のため、セミナー・研究集会を各種開催する。

4. 研究成果

以下の研究課題に関して顕著な進展があった。

(1) フーリエ積分作用素の大域的な L^p -有界性の理論の構築: フーリエ積分作用素の L^p -評価式に関しては、これまで $p=2$ の場合に大域的评价式が、一般の $1 < p < \infty$ の場合に局所的评价式が成立することが知られていたが、M. Ruzhansky 氏との共同研究により、一般の $1 < p < \infty$ の場合にも大域的评价式が得られることが示された。また、そこでの議論を抽出することにより、よ

り一般的な積分作用素に対しても適用可能な、局所的な有界性から大域的な有界性を導く一般論を構築することができた。この理論はかなりの汎用性を持っており、他の様々な状況に対しても適用されることが期待されている。

(2) 平滑化評価式の理論の構築：これまで M. Ruzhansky 氏との一連の共同研究により、正準変換と比較原理を組み合わせることでより様々な平滑化評価式が導かれるという知見を得ていたが、これらは全空間上の定数係数の分散型方程式のみに対する平滑化評価式のみを扱うものであり、証明もフーリエ変換による方法に強く依存していたため、それ以外の場合への適用は難しいものと考えられていた。しかし、M. Ben-Artzi 氏を共同研究チームに招き入れ、スペクトル解析の方法論を推し進めることにより、比較原理はより抽象的な枠組に於いても成立する「原理」であることを示すことができた。その帰結として、一般領域上やポテンシャルがある場合など平滑化評価式に対しても比較原理が適用可能となった。また、非分散型方程式に対しては一般には平滑化評価式は成立しないことが知られており、その代わりとして「不変評価式」が提唱されていたが、M. Ruzhansky 氏との共同研究により、比較原理を応用することですべての定数係数分散型方程式に対する「不変評価式」が示されることが明らかとなった。

一方、N. Bez 氏らとの共同研究により、制限定理及び分散型方程式に対する平滑化評価式における最良定数も決定した。これまでシュレディンガー方程式に対する様々なタイプの平滑化評価式的最良定数を決定してきたが、依然として未知のままとなっているケースも残されていた。今回の研究成果により、これら未知のケースに対してもほぼ完全な解答を与えることができた。また副産物として、これら最良定数の表現とシュレディンガー方程式の適切性に対する竹内満畑予想との関連性をさらに明らかにするとともに、様々な制限定理における最良定数も決定した。さらに、これら制限定理における最良評価式の安定性、すなわち最良の評価式とその等号成立条件が与えられているとき「評価式が等号に近い関数は等号成立条件にも近いであろうか？」という問題を N. Bez 氏、C. Jeavons 氏、小澤徹氏らとの共同研究により考察し、古典的な球面への制限定理の場合にひとつの肯定的な解答を与えることができた。

(3) モジュレーション空間論の構築：モジュレーション空間は斉次構造を持っていないため、その相似変換則はソボレフ空間やベゾフ空間などの他の函数空間とは様相が異なり複雑であることが知られており、このことがモジュレーション空間を偏微分方程式論に応用する際のひとつの障害となっていた。この問題点を克服すべく、Baoliang Wang 氏との共同研究により、斉次構造をもつ改良型モジュレーション空間の理論を構築するための端緒を得ることができた。

(4) 非線形波動方程式の自己相似解の研究：非線形波動方程式の自己相似解の具体的な構成法についても研究した。これまでに冪型の非線形項をもつ波動方程式の初期値問題に対して冪の指数がある範囲にとどまっていれば自己相似解が存在することが先行研究により示されていたが、これらはあくまでも「存在証明」であり、自己相似解がどのような形をしているのかに関する知見までは得られていなかった。このような状況のもと今年度の研究成果により、超幾何函数を用いて具体的に自己相似解を構成するという新しい手段を得ることができた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計12件（うち査読付論文 12件／うち国際共著 6件／うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 T. Kato, M. Sugimoto and N. Tomita	4. 巻 278
2. 論文標題 Nonlinear operations on a class of modulation spaces	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J. Funct. Anal.	6. 最初と最後の頁 108447
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.jfa.2019.108447	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 N. Bez and M. Sugimoto,	4. 巻 81
2. 論文標題 Remarks on the Mizohata-Takeuchi conjecture and related problems	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Adv. Stud. Pure Math.,	6. 最初と最後の頁 1-12
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. Bez, C. Jeavons, T. Ozawa, and M. Sugimoto	4. 巻 28
2. 論文標題 Stability of trace theorems on the sphere	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 J. Geom. Anal.	6. 最初と最後の頁 1456-1476
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12220-017-9870-8	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 M. Ruzhansky and M. Sugimoto	4. 巻 473
2. 論文標題 A local-to-global boundedness argument and Fourier integral operators	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 J. Math. Anal. Appl.	6. 最初と最後の頁 892-904
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.2018.12.074	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 Bez Neal, Sugimoto Mitsuru	4. 巻 131
2. 論文標題 Optimal constants and extremisers for some smoothing estimates	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 J. Anal. Math.	6. 最初と最後の頁 159 ~ 187
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11854-017-0005-8	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. Bez, S. Machihara and M. Sugimoto	4. 巻 23
2. 論文標題 Extremisers for the trace theorem on the sphere	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Math. Res. Lett.	6. 最初と最後の頁 633-647
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) http://dx.doi.org/10.4310/MRL.2016.v23.n3.a3	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. Bez and M. Sugimoto	4. 巻 45
2. 論文標題 A survey on optimal smoothing estimates and trace theorems	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Adv. Math. (China)	6. 最初と最後の頁 801-816
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11845/sxjz.2016001a	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. Bez, H. Saito and M. Sugimoto,	4. 巻 285
2. 論文標題 Applications of the Funk-Hecke theorem to smoothing and trace estimates	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 Adv. Math.	6. 最初と最後の頁 1767-1795
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.aim.2015.08.025	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. Sugimoto	4. 巻 64
2. 論文標題 A vector fields approach to smoothing and decaying estimates for equations in anisotropic media	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 Adv. Stud. Pure Math.	6. 最初と最後の頁 319-326
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 N. Bez and M. Sugimoto	4. 巻 653
2. 論文標題 Some recent progress on sharp Kato-type smoothing estimates	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 Contemp. Math.	6. 最初と最後の頁 41-50
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. Ruzhansky, M. Sugimoto	4. 巻 143
2. 論文標題 Trace theorems: critical cases and best constants	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 Proc. Amer. Math. Soc.	6. 最初と最後の頁 227-237
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 N. Bez, M. Sugimoto	4. 巻 21
2. 論文標題 Optimal forward and reverse estimates of Morawetz and Kato-Yajima type with angular smoothing index	5. 発行年 2015年
3. 雑誌名 J. Fourier Anal. Appl.	6. 最初と最後の頁 318-341
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 -

[学会発表] 計42件(うち招待講演 42件/うち国際学会 25件)

1. 発表者名 Mitsuru Sugimoto
2. 発表標題 A specific construction of self-similar solutions for nonlinear wave equations
3. 学会等名 RIMS conference, Regularity and Asymptotic Analysis for Critical Phenomena of Partial Differential Equations (招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Mitsuru Sugimoto
2. 発表標題 Optimal trace theorems on the sphere and their stability
3. 学会等名 The 8th SEAMS-UGM International Conference on Mathematics and Its Application (招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Mitsuru Sugimoto
2. 発表標題 A trial to construct specific self-similar solutions for nonlinear wave equations
3. 学会等名 The 12th ISAAC Congress (招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Mitsuru Sugimoto
2. 発表標題 On construction of self-similar solutions to nonlinear wave equations
3. 学会等名 Anomalies in Partial Differential Equations (招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Mitsuru Sugimoto
2. 発表標題 On self-similar solutions to nonlinear wave equations
3. 学会等名 Function Spaces and Geometric Analysis and Their Applications (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Mitsuru Sugimoto
2. 発表標題 On a construction of self-similar solutions to nonlinear wave equations
3. 学会等名 セミナー (中国・北京大学) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Mitsuru Sugimoto
2. 発表標題 On a construction of self-similar solutions to nonlinear wave equations
3. 学会等名 セミナー (中国・中央財経大学) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 杉本 充
2. 発表標題 抽象的シュレディンガー発展作用素に関するあるスペクトル恒等式と比較原理
3. 学会等名 第19回調和解析中央大セミナー (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Mitsuru Sugimoto
2. 発表標題 Spectral identities and smoothing estimates for evolution operators
3. 学会等名 北京大学 セミナー (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Mitsuru Sugimoto
2. 発表標題 Remarks on nonlinear operations on modulation spaces
3. 学会等名 Harmonic analysis and the Navier-Stokes equations (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Mitsuru Sugimoto
2. 発表標題 Spectral identities and the comparison principle of smoothing estimates
3. 学会等名 Modern problems of applied mathematics and information technologies - Al-Khorezmiy 2018- (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Mitsuru Sugimoto
2. 発表標題 Spectral identities and the comparison principle of smoothing estimates for evolution equations
3. 学会等名 Partial Differential Equation and General Relativity (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 杉本 充
2. 発表標題 抽象的シュレディンガー方程式の初期値問題における平滑化評価式とその比較原理について
3. 学会等名 愛媛大学 解析セミナー (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Mitsuru Sugimoto
2. 発表標題 Optimal trace theorems on the sphere
3. 学会等名 The Legacy of Joseph Fourier after 250 years (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 杉本 充
2. 発表標題 Spectral comparison of smoothing estimates and its applications
3. 学会等名 8th International conference on Mathematical Modeling (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 杉本 充
2. 発表標題 制限定理と関連する偏微分方程式論の諸問題
3. 学会等名 名古屋大学大学院多元数理科学研究科 談話会 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 杉本 充
2. 発表標題 Spectral Comparison of Smoothing Estimates
3. 学会等名 The 11th ISAAC Congress (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 杉本 充
2. 発表標題 Trace theorems and related topics on PDE
3. 学会等名 Gadjah Mada 大 談話会 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 杉本 充
2. 発表標題 Spectral comparison of smoothing estimates
3. 学会等名 Recent Topics on Partial Differential Equations (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 杉本 充
2. 発表標題 制限定理と関連する偏微分方程式論の諸問題
3. 学会等名 広島大学大学院理学研究科 談話会 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 杉本 充
2. 発表標題 A local-to-global boundedness argument and Fourier integral operators
3. 学会等名 Hyperbolic Partial Differential Equations and Related Topics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 杉本 充
2. 発表標題 Optimal estimates of Kato-Yajima type with angular smoothing
3. 学会等名 偏微分方程式姫路研究集会 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 杉本充
2. 発表標題 Optimal trace theorems and their relation to a PDE problem
3. 学会等名 実解析学セミナー (招待講演)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Mitsuru Sugimoto
2. 発表標題 A criterion for the global boundedness of locally bounded integral operators
3. 学会等名 4th East Asian Conference in Harmonic Analysis and Applications (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Mitsuru Sugimoto
2. 発表標題 Optimal trace theorems and a related PDE problem
3. 学会等名 Fourier Analysis and Applications Workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 杉本 充
2. 発表標題 平滑化評価式および制限定理の最良定数と関連する話題
3. 学会等名 第55回実函数論・関数解析学合同シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Mitsuru Sugimoto
2. 発表標題 Optimal smoothing estimates and related topics
3. 学会等名 Linear and Nonlinear Waves, No.14 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Mitsuru Sugimoto
2. 発表標題 Optimal smoothing estimates and a related PDE problem
3. 学会等名 AI-Khorezmiy 2016 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 杉本 充
2. 発表標題 Optimal smoothing estimates and trace theorems
3. 学会等名 代数解析奈良研究集会 (招待講演)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 杉本 充
2. 発表標題 Optimal constants and extremisers for smoothing and trace estimates
3. 学会等名 偏微分方程式セミナー (招待講演)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 杉本 充
2. 発表標題 平滑化評価式および制限定理の最良定数について,
3. 学会等名 神楽坂解析セミナー (招待講演)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 M. Sugimoto
2. 発表標題 Optimal smoothing estimates
3. 学会等名 Pure Analysis and PDEs seminar (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2015年

1. 発表者名 杉本 充
2. 発表標題 Smoothing estimates for dispersive equations and related topics
3. 学会等名 スペクトル・散乱 金沢シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 杉本 充
2. 発表標題 Optimal smoothing estimates
3. 学会等名 第33回九州における偏微分方程式研究集会 (招待講演)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 M. Sugimoto
2. 発表標題 Optimal smoothing estimates and trace theorems
3. 学会等名 Harmonic Analysis, Geometric Analysis and PDE workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 杉本 充
2. 発表標題 シュレディンガー方程式の角方向への平滑化作用について
3. 学会等名 日本数学会 2016年度年会 第14回解析学賞受賞特別講演 (招待講演)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 M. Sugimoto
2. 発表標題 Optimal smoothing estimates and trace theorems
3. 学会等名 Peking University Colloquium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 杉本 充
2. 発表標題 On a systematic understanding of smoothing estimates for water wave equations
3. 学会等名 JSPS-DFG Japanese-German Graduate Externship Kickoff Meeting (招待講演)
4. 発表年 2014年

1. 発表者名 杉本 充
2. 発表標題 Global regularity properties of Fourier integral operators
3. 学会等名 2nd East Asian Conference in Harmonic Analysis and Applications (招待講演)
4. 発表年 2014年

1. 発表者名 杉本 充
2. 発表標題 Smoothing estimates for third order equations in two spatial dimensions
3. 学会等名 Asymptotic Analysis of Nonlinear Dispersive and Wave Equations (招待講演)
4. 発表年 2014年

1. 発表者名 杉本 充
2. 発表標題 On a systematic understanding of smoothing estimates for water wave equations
3. 学会等名 Modern problems of applied mathematics and information technologies - Al-Khorezmiy 2014 - (招待講演)
4. 発表年 2014年

1. 発表者名 杉本 充
2. 発表標題 A vector fields approach to smoothing and decaying estimates for equations in anisotropic media
3. 学会等名 ウズベキスタン国立大セミナー (招待講演)
4. 発表年 2014年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 エリアス・M・スタイン、ラミ・シャカルチ、新井仁之、杉本 充、高木啓行、千原浩之	4. 発行年 2017年
2. 出版社 日本評論社	5. 総ページ数 432
3. 書名 実解析	

〔産業財産権〕

〔その他〕

杉本 充 http://www.math.nagoya-u.ac.jp/~sugimoto/

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	富田 直人 (Tomita Naohito) (10437337)	大阪大学・理学研究科・教授 (14401)	
連携研究者	小林 政晴 (Kobayashi Masaharu) (30516480)	北海道大学・理学研究院・准教授 (10101)	
連携研究者	加藤 淳 (Kato Jun) (00432237)	名古屋大学・多元数理科学研究科・准教授 (13901)	
連携研究者	津川 光太郎 (Tsugawa Kotaro) (70402451)	中央大学・理工学部・教授 (32641)	
連携研究者	菱田 俊明 (Hishida Toshiaki) (60257243)	名古屋大学・多元数理科学研究科・教授 (13901)	
連携研究者	寺澤 祐高 (Terasawa Yutaka) (90546160)	名古屋大学・多元数理科学研究科・准教授 (13901)	