

令和 5 年 6 月 14 日現在

機関番号：12401

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2019～2022

課題番号：19H01796

研究課題名(和文) New perspectives on space-time estimates for dispersive equations

研究課題名(英文) New perspectives on space-time estimates for dispersive equations

研究代表者

BEZ NEAL (Bez, Neal)

埼玉大学・理工学研究科・教授

研究者番号：30729843

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 6,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の一つの重要な成果は、初期データの正規直交系に対するストリッカーズ評価理論の開発に成功した事である。特に、波動方程式、クライン・ゴードン方程式、分数階シュレディンガー方程式の場合には大きな進歩ができた。議論の重要な部分は、適切な重みをもつ振動積分評価を証明する事であり、それらの振動積分評価を Frank-Sabin による議論と合わせる事で正規直交ストリッカーズ評価が得られた。更に、本研究は無限個のフェルミオンに対するカールソンの概収束問題の研究を始めて行い、1次元の場合に進展があった。これがさらなる研究を刺激する事が期待される。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、無限個の粒子に対する分散型偏微分方程式の理論に重要な貢献を果たす。このような方程式はさまざまな物理現象をモデル化しており、本研究は将来的にも応用されることが期待される。

調和解析および偏微分方程式論の研究交流をさらに推進するために、5日間の国際的な学会を ICMS (エディンバラ) で開催した。

研究成果の概要(英文)：A key outcome of this research project was the successful development of the theory of Strichartz estimates for orthonormal systems of initial data. In particular, significant progress has been made in the case of the wave equation, the Klein-Gordon equation, and the fractional Schrödinger equations. The first step was to establish certain oscillatory integral estimates with appropriate weights, and these estimates were combined with ideas of Frank-Sabin to obtain the Strichartz estimates for orthonormal initial data. Additionally, this research project initiated the study of Carleson's pointwise convergence problem for infinitely many fermions and significant progress was made in the one-dimensional case. This was achieved by first establishing orthonormal Strichartz estimates for fractional Schrödinger equations in a certain boundary case. It is expected that this paper will inspire further research in this direction.

研究分野：調和解析

キーワード：Strichartz estimates Orthonormal systems Fermions Pointwise convergence

1 . 研究開始当初の背景

(1) Strichartz estimates provide control on the size and decay of the solution to wave-like and dispersive partial differential equations (Schrodinger equation, Klein-Gordon equation, etc). Classically they are stated for the solution of the linear equation and they take their name from fundamental work of Robert Strichartz in the 1970s. From around that time, it became apparent that such estimates are extremely powerful as tools for understanding nonlinear dispersive equations, and they have played a hugely impactful role in the recent developments in this area of mathematical research. Strichartz estimates also enjoy close connections with high profile open problems in other areas of mathematics, such as harmonic analysis and geometric measure theory. This includes their rather direct connection to so-called restriction estimates for the Fourier transform (Stein's Restriction Conjecture) and the overlap properties of thin tubes (Kakeya Conjecture). The interplay between these areas has been extremely fruitful; indeed, the original work of Strichartz built upon work of Tomas and Stein on restriction estimates for the Fourier transform associated with the sphere.

(2) A rich and vast theory of Strichartz estimates has emerged over the past 50 years, and this continues to be a thriving area of mathematical research. Particularly relevant for this research project is pioneering work of Frank, Lewin, Lieb and Seiringer (Journal of the European Mathematical Society, 2014) in which they initiated the study of Strichartz estimates for systems of orthonormal initial data and in the context of the free Schrodinger equation. Direct applications of these estimates by Lewin and Sabin to rigorously understand the dynamics of systems of infinitely many fermions emerged soon after (e.g. Communications in Mathematical Physics, 2015). Closely related space-time estimates were considered by Chen, Hong and Pavlovic and applications of a similar nature were made (e.g. Archive for Rational Mechanics and Analysis, 2017). Around this time, Frank and Sabin (American Journal of Mathematics, 2017) made a significant advance by taking a new perspective on the prior work of Frank, Lewin, Lieb and Seiringer which allowed them to obtain stronger estimates in the case of the free Schrodinger equation, and also allowed them to widen the scope and obtain certain results for the wave and Klein-Gordon equations. In contrast to the work of Frank, Lewin, Lieb and Seiringer, a striking feature of the paper by Frank and Sabin is that their approach was much closer to the original approach taken by Strichartz.

2 . 研究の目的

(1) A major goal of this research project was to significantly advance the theory of Strichartz estimates for orthonormal systems. As explained above, a vast theory of classical Strichartz estimates already exists in the literature. This includes rather a rather abstract theory which effectively says that one can reduce matters to establishing energy conservation and certain dispersive estimates. The dispersive estimates typically amount to the control of certain oscillatory integrals and in many cases these estimates follow from classical results in harmonic analysis. The aforementioned work of Frank and Sabin appears to open up the possibility of establishing a general theory of this nature which would cover a wide class of dispersive and wave-like equations, and this was one of the major goals of this research.

(2) This research project aimed to make use of recent advances in harmonic analysis to push forward the theory of space-time estimates (not necessarily of Strichartz-type) for solutions of dispersive partial differential equations, with a focus on those associated with orthonormal systems of initial data.

3 . 研究の方法

(1) Initially in the context on the free Schrodinger equation, towards the goal of understanding the effect of adding smoothness to the initial data, certain frequency-localised estimates were obtained. In order to combine these estimates to remove the frequency localization, first a summation idea due to Bourgain was employed to obtain certain restricted weak-type estimates, and then further arguments based on interpolation were used to upgrade to the desired strong-type estimates.

(2) In order to extend the existing results in the context of the wave, Klein-Gordon and fractional Schrodinger equations, estimates for oscillatory integrals with certain damping weights were established. These estimates give rise to kernel estimates for an appropriate analytic family operators which, when combined with ideas of Frank-Sabin, yield Strichartz estimates for orthonormal data in the context of the wave, Klein-Gordon and fractional Schrodinger equations.

(3) With the goal of establishing certain boundary Strichartz estimates for orthonormal data, in addition to the ideas listed above, bilinear interpolations were used. These arguments were inspired by the proof by Keel and Tao of the endpoint Strichartz estimates in the classical context (American Journal of Mathematics, 1998).

4 . 研究成果

(1) For the free Schrodinger equation, the family of Strichartz estimates for orthonormal initial data obtained by Frank-Lewin-Lieb-Seiringer and Frank-Sabin were extended to allow data in Sobolev spaces. The effect of the regularity imposed on the initial data was quantified in a sharp way.

(2) For the wave and Klein-Gordon equations, Frank and Sabin had obtained certain results in the so-called sharp-admissible case. By establishing certain weighted oscillatory integral estimates with the sharp decay rate, the results of Frank and Sabin were significantly extended. The approach taken in this project was sufficiently robust that it could handle a broader class of propagators including, for example, the fractional Schrodinger equations.

(3) An almost complete answer was given to a problem raised by Frank and Sabin concerning the free Schrodinger equation in the one-dimensional case and a certain boundary case of the orthonormal Strichartz estimates. At the same time, the study of Carleson's pointwise convergence problem for fermions was initiated. Employing a space-time switching argument of Kenig-Ponce-Vega, the boundary Strichartz estimates were used to deduce certain maximal-in-time estimates which yield almost-everywhere pointwise convergence of the density function associated with an infinite system of orthonormal particles.

(4) Towards the latter stages of the research project, further results on boundary Strichartz estimates and Carleson's problem for fermions have been obtained and research papers are close to completion. For the maximal-in-time estimates, new ideas were employed which directly yielded the desired estimates rather than through use of Strichartz estimates. This greater flexibility gave rise to significantly stronger results, including the scope to allow certain estimates in higher dimensions.

(5) To help promote interaction between harmonic analysis and closely related topics, and to showcase major recent advances in the field, a major 5-day international conference was organized.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計15件（うち査読付論文 15件 / うち国際共著 11件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Neal Bez, Shuji Machihara, Tohru Ozawa	4. 巻 303
2. 論文標題 Revisiting the Rellich inequality	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Mathematische Zeitschrift	6. 最初と最後の頁 Article 49
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s00209-022-03203-4	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 Neal Bez	4. 巻 74
2. 論文標題 Fourier制限予想と掛谷予想－最近の発展－	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 数学	6. 最初と最後の頁 337-355
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 Mitsuru Sugimoto, Baoxiang Wang	4. 巻 53
2. 論文標題 Scaling limit of modulation spaces and their applications	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Applied and Computational Harmonic Analysis	6. 最初と最後の頁 54-94
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 Jonathan Bennett, Neal Bez, Stefan Buschenhenke, Michael Cowling, Taryn Flock	4. 巻 169
2. 論文標題 On the nonlinear Brascamp-Lieb inequality	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Duke Mathematical Journal	6. 最初と最後の頁 3291-3338
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1215/00127094-2020-0027	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 Neal Bez, Sanghyuk Lee, Shohei Nakamura	4. 巻 26
2. 論文標題 Maximal estimates for the Schrodinger equation with orthonormal initial data	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Selecta Mathematica	6. 最初と最後の頁 Article 52
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00029-020-00582-6	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 Neal Bez, Sanghyuk Lee, Shohei Nakamura	4. 巻 9
2. 論文標題 Strichartz estimates for orthonormal families of initial data and weighted oscillatory integral estimates	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Forum of Mathematics, Sigma	6. 最初と最後の頁 Article E1
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1017/fms.2020.64	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 Tomoya Kato, Mitsuru Sugimoto, Naohito 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 Journal of Functional Analysis	6. 最初と最後の頁 Article 108447
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 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 Matania Ben-Artzi, Michael Ruzhansky, Mitsuru Sugimoto	4. 巻 25
2. 論文標題 Spectral identities and smoothing estimates for evolution operators	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Advances in Differential Equations	6. 最初と最後の頁 627-650
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 Mitsuru Sugimoto	4. 巻 B82
2. 論文標題 A trial to construct specific self-similar solutions to non-linear wave equations	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 RIMS Kokyuroku Bessatsu	6. 最初と最後の頁 177-182
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 Yosuke Aoki, Jonathan Bennett, Neal Bez, Shuji Machihara, Kosuku Matsuura, Shobu Shiraki	4. 巻 199
2. 論文標題 A supersolutions perspective on hypercontractivity	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Annali di Matematica Pura ed Applicata (1923 -)	6. 最初と最後の頁 2105 ~ 2116
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10231-020-00958-7	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 Neal Bez, Shuji Machihara, Tohru Ozawa	4. 巻 1
2. 論文標題 Hardy type inequalities with spherical derivatives	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 SN Partial Differential Equations and Applications	6. 最初と最後の頁 Article 5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s42985-019-0001-1	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 Neal Bez, Younghun Hong, Sanghyuk Lee, Shohei Nakamura, Yoshihiro Sawano	4. 巻 354
2. 論文標題 On the Strichartz estimates for orthonormal systems of initial data with regularity	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Advances in Mathematics	6. 最初と最後の頁 Article 106736
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.aim.2019.106736	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 Neal Bez, Jayson Cunanan, Sanghyuk Lee	4. 巻 148
2. 論文標題 Inhomogeneous Strichartz estimates in some critical cases	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the American Mathematical Society	6. 最初と最後の頁 639 ~ 652
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1090/proc/14874	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 Michael Ruzhansky, Mitsuru 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 Journal of Mathematical Analysis and Applications	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) 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 Neal Bez, Mitsuru 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 Advanced Studies in Pure Mathematics	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 -

〔学会発表〕 計37件 (うち招待講演 36件 / うち国際学会 25件)

1. 発表者名 Neal Bez
2. 発表標題 Stability of the log-Sobolev and hypercontractivity inequalities
3. 学会等名 Variational Methods and Functional Inequalities (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Neal Bez
2. 発表標題 Boundary Strichartz estimates for orthonormal systems
3. 学会等名 The 40th Kyushu Symposium on Partial Differential Equations (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Neal Bez
2. 発表標題 Stability of Nelson's hypercontractivity inequality
3. 学会等名 2nd Harmonic Analysis Workshop in Seoul (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Neal Bez
2. 発表標題 On the nonlinear Brascamp-Lieb inequality
3. 学会等名 11th International Conference on Harmonic Analysis and Partial Differential Equations (El Escorial) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Neal Bez
2. 発表標題 An introduction to Strichartz estimates
3. 学会等名 National Taiwan Normal University Nonlinear Analysis Seminar (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Neal Bez
2. 発表標題 The Fourier restriction conjecture
3. 学会等名 東京大学 数理談話会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Neal Bez
2. 発表標題 Stability of the hypercontractivity inequality
3. 学会等名 京都大学 NLPDE セミナー (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Neal Bez
2. 発表標題 Stability of the hypercontractivity inequality
3. 学会等名 早稲田大学 応用解析セミナー (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Neal Bez
2. 発表標題 Multilinear Kakeya estimates and stability of the Brascamp-Lieb inequality
3. 学会等名 大阪大学 微分方程式セミナー (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Neal Bez
2. 発表標題 フーリ工制限予想
3. 学会等名 大阪大学 理学部数学科 談話会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中村昌平
2. 発表標題 Regularization of functional inequalities via diffusion flow
3. 学会等名 第13回 名古屋微分方程式研究集会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中村昌平
2. 発表標題 ある trilinear-decoupling 不等式と periodic Zakharov system への応用
3. 学会等名 第3回大同大学若手微分方程式セミナー (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中村昌平
2. 発表標題 Inverse Brascamp-Lieb inequalities via flow approach
3. 学会等名 9th East Asian Conference in Harmonic Analysis and Applications (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中村昌平
2. 発表標題 A study of the periodic Zakharov system via decoupling theory
3. 学会等名 2nd Harmonic Analysis Workshop in Seoul (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 杉本充
2. 発表標題 A constructive approach to nonlinear wave equations
3. 学会等名 名大微分方程式セミナー (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 杉本充
2. 発表標題 A constructive approach to nonlinear wave equations
3. 学会等名 Trends in Calculus of Variations and PDEs (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 杉本充
2. 発表標題 A constructive approach to nonlinear wave equations
3. 学会等名 Mathematical Analysis of Nonlinear Dispersive and Wave Equations (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Neal Bez
2. 発表標題 Pointwise convergence for the Schrodinger equation with orthonormal initial data
3. 学会等名 8th European Congress of Mathematics "Harmonic Analysis and Partial Differential Equations" Minisymposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Neal Bez
2. 発表標題 Pointwise convergence for the Schrodinger equation with orthonormal initial data
3. 学会等名 13th ISAAC Congress "Harmonic Analysis and PDEs" Session (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Neal Bez
2. 発表標題 The nonlinear Brascamp-Lieb inequality
3. 学会等名 13th ISAAC Congress "Function Spaces and their Applications to Nonlinear Evolution Equations" Session (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Neal Bez
2. 発表標題 Dispersive estimates for the wave equation
3. 学会等名 Harmonic Analysis and Wave Phenomena (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Neal Bez
2. 発表標題 The nonlinear Brascamp-Lieb inequality
3. 学会等名 The 8th East Asian Conference in Harmonic Analysis and Applications (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Neal Bez
2. 発表標題 The nonlinear Brascamp-Lieb inequality
3. 学会等名 MSJ-KMS Joint Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Mitsuru Sugimoto
2. 発表標題 A constructive approach to nonlinear damped wave equations
3. 学会等名 13th ISAAC Congress (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Shohei Nakamura
2. 発表標題 Regularisation of functional inequalities via Fokker-Planck equation
3. 学会等名 量子場の数理とその周辺 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Shohei Nakamura
2. 発表標題 Analysis of the Fourier extension operator via X-ray tomography
3. 学会等名 日本数学会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Shohei Nakamura
2. 発表標題 Regularisation of functional inequalities via Fokker-Planck equation
3. 学会等名 名古屋微分方程式研究集会 (招待講演)
4. 発表年 2022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 International Conference on Generalized Functions GF2020 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Mitsuru Sugimoto
2. 発表標題 A constructive approach to semilinear wave equations
3. 学会等名 Asia-Pacific Analysis and PDE seminar (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 杉本充
2. 発表標題 A specific construction of self-similar solutions for nonlinear wave equations
3. 学会等名 Regularity and Asymptotic Analysis for Critical Phenomena of Partial Differential Equations (京都大学数理解析研究所) (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 Optimal trace theorems on the sphere and their stability
3. 学会等名 The 8th SEAMS-UGM International Conference on Mathematics and Its Applications (インドネシア・Gadjah Mada 大) (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 A trial to construct specific self-similar solutions for nonlinear wave equations
3. 学会等名 The 12th ISAAC Congress (ポルトガル・Aveiro 大) (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 On construction of self-similar solutions to nonlinear wave equations
3. 学会等名 Anomalies in Partial Differential Equations (イタリア・Roma 大INdAM) (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 On self-similar solutions to nonlinear wave equations
3. 学会等名 Function Spaces and Geometric Analysis and Their Applications (中国・南開大) (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 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 杉本 充
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

〔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	中村 昌平 (Nakamura Shohei) (30896121)	大阪大学・理学研究科・助教 (14401)	
研究分担者	杉本 充 (Sugimoto Mitsuru) (60196756)	名古屋大学・多元数理科学研究科・教授 (13901)	

	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
研究協力者	小澤 徹 (Ozawa Tohru)		
研究協力者	町原 秀二 (Machihara Shuji)		
研究協力者	W a n g B a o x i a n g (Wang Baoxiang)		
研究協力者	B e n n e t t J o n a t h a n (Bennett Jonathan)		

6. 研究組織(つづき)

	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
研究協力者	Buschenhenke Stefan (Buschenhenke Stefan)		
研究協力者	Cowling Michael (Cowling Michael)		
研究協力者	Flock Taryn (Flock Taryn)		
研究協力者	Lee Sanghyuk (Lee Sanghyuk)		
研究協力者	加藤 睦也 (Kato Tomoya)		
研究協力者	富田 直人 (Tomita Naohito)		
研究協力者	Ben-Artzi Matania (Ben-Artzi Matania)		
研究協力者	Ruzhansky Michael (Ruzhansky Michael)		

6. 研究組織（つづき）

	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
研究協力者	青木 陽介 (Aoki Yosuke)		
研究協力者	松浦 幸祐 (Matsuura Kosuke)		
研究協力者	白木 尚武 (Shiraki Shobu)		
研究協力者	Hong Younghun (Hong Younghun)		
研究協力者	澤野 嘉宏 (Sawano Yoshihiro)		
研究協力者	Cunanan Jayson (Cunanan Jayson)		

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1件

国際研究集会 Fourier Analysis @200	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
---------	---------