

令和 4 年 6 月 28 日現在

機関番号：32641

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K03546

研究課題名(和文)関数空間による数学解析の深化と発展

研究課題名(英文)A refinement and development of mathematical analysis by means of function spaces

研究代表者

澤野 嘉宏 (Sawano, Yoshihiro)

中央大学・理工学部・教授

研究者番号：40532635

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：補間理論について考察した。補間理論は複素補間、実補間があるが、とくに複素補間について研究した。モレー空間は補間理論の中では反例を作りやすい関数空間であることがこれまでの経験からわかっているが、モレー空間の補間公式として今までの公式では説明できない公式を得ることができた。実際にそれは変動指数を介することにより得られた。この発見については論文として出版済みである。また作用素の有界性についても補間を通じて非自明な公式を得ることができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

複素補間は作用素の補間に有効であるというのが今までの常識であったが、その背景にはカルデロン積があり、それを計算することで自明ではない結果を得ることができると分かった。具体的にはBourgainの考察した関数空間と弱ルベグ空間との非自明な包含関係を複素補間により得ることができたことは大きい。つまり、補間理論としてよく使われる公式以外に、補間理論自体が内包している多くの情報を引き出す試みがうまくいったことになる。

研究成果の概要(英文)：I investigated the interpolation. Roughly speaking, there are two types of interpolations, complex/real. Among others, I investigated the complex interpolation. My experience shows that Morrey spaces are useful when we consider counterexamples of some facts. I obtained an interpolation formula that does not fall within the scope of the known results by means of variable exponents. This result is already published. Another important fact is that complex interpolation is useful to obtain a non-trivial result.

研究分野：調和解析

キーワード：モレー空間 ベゾフ空間 補間理論

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

Morrey 空間は作用素の有界性がいろいろとわかっているが、補間定理についてはわかっていることが少なかった。そのため、Morrey 空間の補間がわかれば、compact 予想を否定的に解決できるであろうと考えた。

2. 研究の目的

補間理論の中でも複素補間理論を考え、compact 予想を否定的に解決する

3. 研究の方法

カルデロン積を調べることにより研究を進めていった。また、変動指数モレー空間にまで広げて考えた。

4. 研究成果

研究の結果、1. モレー空間にまつわる非自明な補間の結果が得られ、それを分数べき積分作用素に拡張してさらに交換子、endpoint の場合を調べた。

2. 変動指数モレー空間に移ることにより従来のモレー空間の補間からでは説明できない結論を得ることができた。

\*Sawano, Yoshihiro; Tabatabaie, Seyyed Mohammad; Spaceability on Morrey spaces. Iran. J. Math. Sci. Inform. 17 (2022), no. 1, 219–225.

\*Ikeda, Masahiro; Ishikawa, Isao; Sawano, Yoshihiro Boundedness of composition operators on reproducing kernel Hilbert spaces with analytic positive definite functions. J. Math. Anal. Appl. 511 (2022), no. 1, Paper No. 126048, 30 pp.

\*Izumi, Mitsuo; Nakai, Eiichi; Sawano, Yoshihiro Atomic and wavelet characterization of Musielak-Orlicz Hardy spaces for generalized Orlicz functions. Integral Equations Operator Theory 94 (2022), no. 1, Paper No. 3, 33 pp.

\*Grafakos, Loukas; Nakamura, Shohei; Nguyen, Hanh Van; Sawano, Yoshihiro Multiplier conditions for boundedness into Hardy spaces. Ann. Inst. Fourier (Grenoble) 71 (2021), no. 3, 1047–1064.

\*Sawano, Yoshihiro A refinement of the Adams theorem on the Riesz potential. Operator theory and harmonic analysis—OTHA 2020. Part I. New general trends and advances of the theory, 497–506, Springer Proc. Math. Stat., 357, Springer, Cham, [2021], ©2021.

\*Hakim, Denny Ivanal; Sawano, Yoshihiro Complex interpolation of variable Morrey spaces. Math. Nachr. 294 (2021), no. 11, 2140–2150.

\*El-Shabrawy, Saad R.; Sawano, Yoshihiro On the compactness and spectra of the generalized difference operator on the spaces  $\ell^\infty$  and  $bv$ . Oper. Matrices 15 (2021), no. 3, 959–983.

\*Sawano, Yoshihiro; Fujiwara, Haruka Cantor functions associated with generalized expansions. Trans. Natl. Acad. Sci. Azerb. Ser. Phys.-Tech. Math. Sci. 41 (2021), no. 4, Mathematics, 125–130.

\*Bandaliyev, Rovshan A.; Górká, Przemysław; Guliyev, Vagif S.; Sawano, Yoshihiro Relatively compact sets in variable exponent Morrey spaces on metric spaces. Mediterr. J. Math. 18 (2021), no. 6, Paper No. 232, 23 pp.

\*Hatano, Naoya; Ikeda, Masahiro; Ishikawa, Isao; Sawano, Yoshihiro A global universality of two-layer neural networks with ReLU activations. J. Funct. Spaces 2021, Art. ID 6637220, 3 pp.

\*Sawano, Yoshihiro; Shimomura, Tetsu Fractional maximal operator on Musielak-Orlicz spaces over unbounded quasi-metric measure spaces. Results Math. 76 (2021), no. 4, Paper No. 188, 22 pp.

\*Mastyło, Mieczysław; Sawano, Yoshihiro Applications of interpolation methods and

Morrey spaces to elliptic PDEs. *Ann. Sc. Norm. Super. Pisa Cl. Sci.* (5) 21 (2020), 999–1021.

\*Sawano, Yoshihiro; Di Fazio, Giuseppe; Hakim, Denny Iwanal Morrey spaces—introduction and applications to integral operators and PDE's. Vol. II. *Monographs and Research Notes in Mathematics*. CRC Press, Boca Raton, FL, 2020. xviii+409 pp. ISBN: 978-0-367-45915-4; 978-1-00-302907-6

\*Sawano, Yoshihiro; Di Fazio, Giuseppe; Hakim, Denny Iwanal Morrey spaces—introduction and applications to integral operators and PDE's. Vol. I. *Monographs and Research Notes in Mathematics*. CRC Press, Boca Raton, FL, 2020. xxi+479 pp. ISBN: 978-1-4987-6551-0; 978-0-429-08592-

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 8件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Sawano Yoshihiro, Sugano Satoko	4. 巻 54
2. 論文標題 Complex Interpolation and the Adams Theorem	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Potential Analysis	6. 最初と最後の頁 299 ~ 305
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11118-020-09827-7	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 -
1. 著者名 Nakamura Shohei, Sawano Yoshihiro, Tanaka Hitoshi	4. 巻 45
2. 論文標題 Weighted local Morrey spaces	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Annales Academiæ Scientiarum Fennicæ Mathematica	6. 最初と最後の頁 67 ~ 93
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5186/aasfm.2020.4504	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 Inahama Yuzuru, Sawano Yoshihiro	4. 巻 558
2. 論文標題 Paracontrolled quasi-geostrophic equation with space-time white noise	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Dissertationes Mathematicæ	6. 最初と最後の頁 1 ~ 81
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4064/dm806-7-2020	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 Sawano Yoshihiro	4. 巻 8
2. 論文標題 A Weak Type Vector-Valued Inequality for the Modified Hardy-Littlewood Maximal Operator for General Radon Measure on $\mathbb{R}^n$	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Analysis and Geometry in Metric Spaces	6. 最初と最後の頁 261 ~ 267
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1515/agms-2020-0113	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 Okada Masami, Sawano Yoshihiro	4. 巻 27
2. 論文標題 Weighted Hankel Transform and Its Applications to Fourier Transform	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Fourier Analysis and Applications	6. 最初と最後の頁 1-28
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00041-021-09831-4	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 -

1. 著者名 Sawano Yoshihiro	4. 巻 60
2. 論文標題 Homogeneous Besov spaces	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Kyoto Journal of Mathematics	6. 最初と最後の頁 1 ~ 43
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1215/21562261-2019-0038	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 Yoshihiro Sawano	4. 巻 25
2. 論文標題 A thought on generalized Morrey spaces	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 J. Indones. Math. Soc.	6. 最初と最後の頁 210-281
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 -

1. 著者名 Masty?o Mieczys?aw, Sawano Yoshihiro	4. 巻 12
2. 論文標題 Complex interpolation and Calder?n?Mityagin couples of Morrey spaces	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Analysis & PDE	6. 最初と最後の頁 1711 ~ 1740
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2140/apde.2019.12.1711	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4件（うち招待講演 2件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 澤野嘉宏
2. 発表標題 Weighted Hankel Transform and Its Applications to Fourier Transform
3. 学会等名 調和解析セミナー
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 澤野嘉宏
2. 発表標題 Morrey spaces
3. 学会等名 Harmonic and Spectral Analysis 2020 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 澤野嘉宏
2. 発表標題 Morrey spaces
3. 学会等名 ICOMCOS (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 澤野嘉宏
2. 発表標題 モレー空間の閉部分空間について
3. 学会等名 実解析シンポジウム
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Yoshihiro Sawano, Giuseppe Di Fazio and Denny Ivana Hakim	4. 発行年 2020年
2. 出版社 CRC press	5. 総ページ数 940
3. 書名 Introduction and Applications to Integral Operators and PDE 's, Volume I+II	

〔産業財産権〕

〔その他〕

澤野嘉宏のホームページ <a href="https://www.math.chuo-u.ac.jp/sawano/">https://www.math.chuo-u.ac.jp/sawano/</a>
--

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	田中 仁  (Hitoshi Tanaka)  (70422392)	筑波技術大学・障害者高等教育研究支援センター・講師   (12103)	
研究分担者	岡田 正己  (Masami Okada)  (00152314)	東京都立大学・理学研究科・客員研究員   (22604)	
研究分担者	飯田 毅士  (Takeshi Iida)  (60633435)	福島工業高等専門学校・一般教科・准教授   (51601)	

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 分 担 者	中村 昌平  (Shohei Nakamura)  (30896121)	大阪大学・理学研究科・助教     (14401)	

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