

令和 5 年 6 月 9 日現在

機関番号：32665

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2022

課題番号：17K05306

研究課題名(和文) Wienerの一般調和解析に端を発する関数空間の深化と展開

研究課題名(英文) Deepening of theory of function spaces originated in Wiener's generalized harmonic analysis and its development

研究代表者

松岡 勝男 (MATSUOKA, Katsuo)

日本大学・経済学部・特任教授

研究者番号：70165778

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：ウィーナーによる一般調和解析に端を発する中心モリー空間を基礎として種々の関数空間を構成し、それらの上での特異積分作用素、リースポテンシャルなどの有界性を得るとともに、より広い関数空間に適用できるように修正・一般化された作用素の有界性を得て、これまでの関数空間と作用素の有界性の理論を拡張した。また、これらの有界性と既存の関数空間上での作用素の有界性との $B_{\infty}$ -関数空間による統合により、 $B_{\infty}$ -関数空間の理論の有効性を示すことができた。さらに、変動指数をもつ関数空間についても、変動指数をもつ中心モリー型空間を導入し、その上でのリースポテンシャルの弱有界性を得て、作用素の弱有界性の理論を展開した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

既存の関数空間と作用素の有界性についての研究は、広範な応用を持ち、特に非線形偏微分方程式の解の適切性を考える上で、解の存在する関数空間の決定に重要な役割を果たしてきた。本研究では、既存の空間よりも広い多項式増大度を持つ関数空間や位置によって可積分性が変動する関数空間等の構成、それらの空間の解析のための作用素の修正・一般化、そしてこれまでの作用素の有界性の統合により、関数空間と作用素の有界性の理論を進展させることができた。このことが本研究の学術的意義であり、広範な応用における問題解決のために適切な関数空間を設定することにおいて、関数空間の設定範囲を広げられたことは大きな意義があると考えられる。

研究成果の概要(英文)：On the basis of the central Morrey spaces, which originated in Nobert Wiener's generalized harmonic analysis, we constructed several function spaces and together with obtaining the boundedness of singular integral operators, Riesz potential operators, and so on, on their function spaces, by modifying and generalizing operators in order to apply to larger function spaces, extended the theory of function spaces and boundedness of operators. Moreover, by virtue of giving unification to the above boundedness with the boundedness of operators on existing function spaces using the  $B_{\infty}$ -function spaces, we could show the validity of the theory of  $B_{\infty}$ -function spaces. Furthermore, also concerning the function spaces with variable exponent, we introduced the central Morrey type spaces with variable exponent and by getting the weak boundedness of Riesz potential operators on them, developed the theory of the weak boundedness of operators.

研究分野：実解析学

キーワード：関数空間 多項式増大度 作用素の有界性 特異積分 リースポテンシャル 変動指数

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

Beurling (1964)による Wiener の一般調和解析に端を発する  $B^p$  空間の導入後、Feichtinger (1987)により、 $B^p$  空間が Herz 空間の特別な場合であることが示され、さらに 1989 年の Chen, Lau (1次元)、Garcia-Cuerva ( $n$ 次元) による  $B^p$  空間の前双対空間上での Fefferman-Stein 理論の構築により、有界平均振動(BMO)空間を含む central 平均振動(CMO)空間が構成され、極大作用素、特異積分作用素の有界性の評価が得られ、 $B^p$  空間が実解析の枠組みの中での研究対象となった。その後、多くの研究者により、 $L^p$  空間を特別な場合として含む Herz 空間上での作用素の有界性が盛んに研究されてきたが、 $B^p$  空間は critical な Herz 空間であることから、作用素の有界性の評価の観点からは理論が整備されてこなかった。ところが、2000 年になって、Alvarez, Guzman-Partida, Lakey により、Garcia-Cuerva, Herrero (1994)により導入された  $B_q^p$  空間を含む central Morrey 空間、また  $CMO_q^p$  空間を一般化した  $\lambda$ -CMO 空間が構成され、特異積分作用素、交換子作用素等の有界性が示され、さらに Fu, Lin, Lu (2008)により、Riesz ポテンシャル(分数べき積分作用素)に対する作用素および交換子作用素の有界性、多重準線形作用素の有界性の結果が得られていた。このような研究状況の中で、これまでの実解析学の理論を適用できる広範な関数空間の構築と統合を目標として、研究代表者は分担者らとともに、先行研究として、 $B_\sigma$ -Morrey-Companato 空間の導入と Riesz ポテンシャルの有界性に伴う新しい Lipschitz 空間、BMO 空間の構成、 $B^p$ -Morrey 評価および  $B^p$ -Campanato 評価による特異積分作用素の有界性の統合、交換子作用素と  $B^p$ -Morrey-Companato 空間との間の有界性などについての結果を得ていた。

### 2. 研究の目的

本研究では、当初の目的が「一般調和解析に端を発する関数空間の拡張と統一」の理論の構築であったが、上述の背景のもとに、実解析学の理論を適用できる広範な関数空間の構築と統合を目指して、次の4つの局面から接近することを目的とした。

(1) いろいろな関数空間の Orlicz version の適切な定義を定め、種々の性質を調べるとともに、これらの関数空間上で作用素が有界となるための条件を決定する。

(2) いろいろな関数空間の変動指数 version についてもその適切な定義を定め、種々の性質を調べるとともに、それらの上で作用素が有界となるための条件を決定する。

(3) 関数空間の一般化として新しく central Campanato 空間および一般化  $\lambda$ -Lipschitz 空間を構成し、central Morrey 空間および  $\lambda$ -CMO 空間上で  $d$ -modified Riesz ポテンシャルが有界となるための条件を決定する。さらに、いろいろな作用素の適切な modified 作用素の定義を定め、これらの作用素が上記の関数空間上で有界となるための条件を決定する。

(4) 関数の掛算作用素といろいろな作用素との多重線形交換子作用素について、 $B_\sigma$ -Morrey-Companato 空間上で有界となるための条件を決定し、作用素の有界性を統合する。さらに、重み付き  $B_\sigma$ -関数空間の適切な定義を定め、これらの関数空間上で作用素が有界となるための重みを持つべき条件を決定し、重み付き関数空間上での作用素の有界性を統合する。

### 3. 研究の方法

新たな関数空間を構成し様々な性質を調べて作用素の有界性の問題を研究するために、先ずこれまでに研究されてきた多くの関数空間とその上の作用素の有界性についての結果を調査・整理し、問題点を見出し、次にこれらの問題点の解決とともに新たな関数空間を定義し、作用素

の有界性の統合の研究を進展させた。そのために、上記の研究の目的で示した(1)～(4)に沿って、それぞれ内外の研究協力者を随時加え、個別研究の推進とともに共同研究を進めた。また、国内外の学会および研究集会に参加して、研究成果の発表・意見交換・情報交換を行うとともに、最新の研究情報の収集により研究の再検討に結び付けることができた。特に、海外研究協力者を訪問しての討論による研究の深化により、新たな関数空間の構成のための新たな根拠を得て、研究をさらに再検討・推進した。

#### 4. 研究成果

##### (1) 関数空間の Orlicz version と作用素の有界性：

海外協力者の Maligranda との共同研究により、central Morrey-Orlicz 空間を導入し、先ず特異積分作用素が central Morrey-Orlicz 空間上で有界となるための条件を求め、次に異なる central Morrey-Orlicz 空間の間で有界となるための条件を求めた。さらに、新しい関数空間である  $\lambda$ -central mean oscillation(CMO)-Orlicz 空間、弱  $\lambda$ -CMO-Orlicz 空間を定義して、central Morrey-Orlicz 空間から  $\lambda$ -CMO-Orlicz 空間、弱  $\lambda$ -CMO-Orlicz 空間への有界性を示した。

続いて、「central Morrey-Orlicz 空間上での Riesz ポテンシャルの有界性」の共同研究を始めたが、その際、古谷、佐藤 (2017)の結果により、Hardy-Littlewood-Sobolev 型の Adams 型有界性は central Morrey 空間上では成り立たないことが判明していたことから、急遽、Spann 型有界性が成り立つための条件の検討を始めることになった。そして、その検討の過程で新たな研究協力者 Burtseva を加え、強有界、弱有界となるための Orlicz 空間論的意味合いを示す適切な条件を見出すことに成功した。

引き続き、「central Morrey-Orlicz 空間上での modified Riesz ポテンシャルの有界性」の共同研究を始めたが、Riesz ポテンシャルの有界性と同様に、Adams 型有界性が central Morrey 空間上では成り立たないという事情により、Spann 型有界性が成り立つための Orlicz 空間論的意味合いを示す条件を見出すことを始め、ある程度までの結果を導けたが、まだ条件の妥当性の吟味中であり、発表の段階には至っていない。

##### (2) 関数空間の変動指数 version と作用素の有界性：

研究分担者の水田との共同研究において、先ず central Morrey type 空間、弱 central Morrey type 空間を定義し、最大作用素の central Morrey type 空間上での弱有界性を示した。次に、Riesz ポテンシャルの拡張である一般化 Riesz ポテンシャルを定義し、central Morrey type 空間上で弱有界となるための条件を求めた。

続いて、新たな研究協力者の下村を加えて、距離測度空間上の  $L^1$  空間における最大作用素や Riesz ポテンシャルの central Morrey type 空間上で弱有界となるための条件を求め、また central Morrey type 空間の associate 空間を示した。さらに、 $L^{p(\cdot)}$  空間における変動指数をもつ central Morrey type 空間上で最大作用素や Riesz ポテンシャルが弱有界となるための条件を求めた。

##### (3) 関数空間の一般化と modified 作用素の有界性

多項式増大度を持つ関数空間として、 $\lambda$ -CMO 空間の一般化である central Campanato 空間を導入し、その上での Riesz ポテンシャルの有界性の研究を始めた。そのために、modified Riesz ポテンシャルをさらに modify した  $d$ -modified Riesz ポテンシャルを定義し、その有界性について、既に得られていた modified Riesz ポテンシャルの  $\lambda$ -CMO 空間上での有界性が、central Campanato 空間、一般化  $\lambda$ -Lipschitz 空間、一般化  $\lambda$ -BMO 空間を用いることにより、 $d$ -modified

Riesz ポテンシャルの  $\lambda$ -CMO 空間上での有界性に拡張できることを示した。

また、 $B_{p,\lambda}$ -関数空間と作用素の有界性についても、 $d$ -modified Riesz ポテンシャルの  $B_{p,\lambda}$ -Morrey 空間上での有界性を示すことにより、Morrey 空間上と central Morrey 空間上の両方の有界性の結果を、これも central Campanato 空間、一般化  $\lambda$ -Lipschitz 空間、一般化  $\lambda$ -BMO 空間を用いて得ることができた。なお、この結果の論文は雑誌に掲載が決まっていたが、証明に不備をみつけたため掲載を取り下げ、不備を訂正した上で他の雑誌に投稿したため、発表時期が遅れてしまった。

当初の目的であった  $d$ -modified Riesz ポテンシャルの  $\lambda$ -CMO 空間を含む central Campanato 空間上での有界性については、Campanato 空間と central Campanato 空間の両方の空間上での有界性の結果を統一的に示すことができる  $B_{p,\lambda}$ -Campanato 空間上での有界性についての検討を始めたばかりであり、まだ結果を得るには至っていない状況である。

(4) 多重線形交換子作用素と  $B_{p,\lambda}$ -関数空間上での有界性および重み付き関数空間上での作用素の有界性：

多重線形作用素の  $B_{p,\lambda}$ -関数空間上での有界性については、「 $B_{p,\lambda}$ -Morrey 空間上での  $B_{p,\lambda}$ -Campanato 関数と特異積分作用素との多重線形交換子作用素の有界性」に関して、 $\lambda$ -CMO 関数と特異積分作用素との交換子作用素の有界性の結果からある程度の有界性の定式化が見いだされたばかりであり、その妥当性とともこれから  $B_{p,\lambda}$ -Morrey 空間上で有界となるための条件を吟味する状況である。

また、重み付き関数空間上での作用素の有界性についても、「critical index を超えた index をもつ weighted Herz 空間とその上での sublinear 作用素の有界性」に関して、power weight の場合に結果を導いたが、やはり有界性の条件の妥当性を吟味している状況であり、結果を発表するまでには至っていない。

以上のように、当初の研究の目的とした(1)~(3)については、ある程度の結果を見出せたが、(4)については結果を見出すには至らなかったため、実績を上げられなかった課題と共に課題番号 20K03663 の基盤研究(C)(一般)の中で引き続き研究を進めていきたい。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計36件（うち査読付論文 35件 / うち国際共著 11件 / うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 Katsuo Matsuoka, Yoshihiro Mizuta, Tetsu Shimomura	4. 巻 62
2. 論文標題 Nonhomogeneous central Morrey-type spaces in $L^p(\cdot)$ and weak estimates for the maximal and Riesz potential operators	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Kyoto J. of Math.	6. 最初と最後の頁 133 ~ 150
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1215/21562261-2021-0022	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 Mizuta, Tetsu Shimomura	4. 巻 45
2. 論文標題 Boundedness of fractional integral operators in Herz spaces on the hyperplane	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Mathematical Methods in the Applied Sciences	6. 最初と最後の頁 8631 ~ 8654
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ma.7425	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 Satoshi Yamaguchi, Eiichi Nakai	4. 巻 28
2. 論文標題 Compactness of Commutators of Integral Operators with Functions in Campanato Spaces on Orlicz-Morrey Spaces	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Fourier Analysis and Applications	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) 10.1007/s00041-022-09920-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 -
1. 著者名 Mitsuo Izuki, Toru Nogayama, Takahiro Noi, Yoshihiro Sawano	4. 巻 57
2. 論文標題 Wavelet Characterization of Local Muckenhoupt Weighted Sobolev Spaces with Variable Exponents	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Constructive Approximation	6. 最初と最後の頁 161 ~ 234
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00365-022-09573-6	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 -

1. 著者名 Evgeniya Burtseva, Lech Maligranda, Katsuo Matsuoka	4. 巻 26
2. 論文標題 Boundedness of the Riesz potential in central Morrey-Orlicz spaces	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Positivity	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) 10.1007/s11117-022-00879-0	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 Katsuo Matsuoka	4. 巻 72
2. 論文標題 d-modified fractional integrals on $B_{p, \lambda}^{\alpha}$ -Morrey spaces	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Rendiconti del Circolo Matematico di Palermo Series 2	6. 最初と最後の頁 433 ~ 447
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12215-021-00676-w	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 Mizuta, Takao Ohno, Tetsu Shimomura	4. 巻 294
2. 論文標題 Sobolev embeddings in grand Morrey spaces	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Mathematische Nachrichten	6. 最初と最後の頁 2367-2381
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/mana.201900422	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 Eiichi Nakia, Yoshihiro Sawano	4. 巻 9
2. 論文標題 Spaces of pointwise multipliers on Morrey spaces and weak Morrey spaces	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Mathematics	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) 10.3390/math9212754	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 Rovshan A. Bandaliyev, Przemyslaw Gorka, Vagif S. Guliyev, Yoshihiro Sawano	4. 巻 18
2. 論文標題 Relatively compact sets in variable exponent Morrey spaces on metric spaces	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Mediterranean Journal of Mathematics	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) 10.1007/s00009-021-01828-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 Lech Maligranda, Katsuo Matsuoka	4. 巻 72
2. 論文標題 Calderon-Zygmund singular integrals in central Morrey-Orlicz spaces	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Tohoku Mathematical Journal	6. 最初と最後の頁 235 ~ 259
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2748/tmj/1593136820	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 Katsuo Matsuoka, Yoshihiro Mizuta, Tetsu Shimomura	4. 巻 45
2. 論文標題 Weak estimates for the maximal and Riesz potential operators on non-homogeneous central Morrey type spaces in $L^1$ over metric measure spaces	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Ann. Acad. Sci. Fenn. Math.	6. 最初と最後の頁 1187 ~ 1207
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5186/aasfm.2020.4561	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 Yoshihiro Mizuta, Takao Ohno, Tetsu Shimomura	4. 巻 40
2. 論文標題 Weak Estimates for the Maximal and Riesz Potential Operators in Central Herz-Morrey Spaces on the Unit Ball	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Zeitschrift f"ur Analysis und ihre Anwendungen	6. 最初と最後の頁 183 ~ 207
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4171/ZAA/1679	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 Mizuta, Takao Ohno, Tetsu Shimomura	4. 巻 65
2. 論文標題 Boundedness of the maximal and potential operators in Herz-Morrey type spaces	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Complex Vari. Elliptic Equ.	6. 最初と最後の頁 1575 ~ 1589
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/17476933.2019.1669571	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 Mizuta, Eiichi Nakai, Takao Ohno, Tetsu Shimomura	4. 巻 197
2. 論文標題 Campanato-Morrey spaces for the double phase functionals with variable exponents	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 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) 10.1016/j.na.2020.111827	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 Ryutaro Arai, Eiichi Nakai,	4. 巻 72
2. 論文標題 An extension of the characterization of CMO and its application to compact commutators on Morrey spaces	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of the Mathematical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 507 ~ 539
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2969/jmsj/81458145	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, Xinxin Tian, Jingshi Xu	4. 巻 34
2. 論文標題 Uniform boundedness of Sz'asz-Mirakjan-Kantorovich operators in Morrey spaces with variable exponents	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Filomat	6. 最初と最後の頁 2109 ~ 2121
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2298/FIL2007109S	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 Shohei Nakamura, Yoshihiro Sawano, Hitoshi Tanaka	4. 巻 45
2. 論文標題 Weighted local Morrey spaces	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Ann. Acad. Sci. Fenn. Math.	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 Katsuo Matsuoka	4. 巻 282
2. 論文標題 d-modified Riesz potentials on central Campanato spaces	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Operator Theory: Advances and Applications	6. 最初と最後の頁 423 ~ 439
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-51945-2_21	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 Fumi-Yuki Maeda, Yoshihiro Mizuta, Takao Ohno, Tetsu Shimomura	4. 巻 70
2. 論文標題 Duality of central Herz-Morrey-Musielak-Orlicz spaces of variable exponents	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Collect. Math.	6. 最初と最後の頁 117 ~ 151
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s13348-018-0222-1	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 -

1. 著者名 Yoshihiro Mizuta, Takao Ohno, Tetsu Shimomura	4. 巻 64
2. 論文標題 Weak estimates for the maximal and Riesz potential operators in non-homogeneous central Herz-Morrey spaces	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Complex Var. Elliptic Equ.	6. 最初と最後の頁 1437 ~ 1456
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/17476933.2018.1533001	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 Eiichi Nakai	4. 巻 B74
2. 論文標題 Generalized Campanato spaces with variable growth condition	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Res. Inst. Math. Sci. (RIMS) Kokyuroku Bessatsu	6. 最初と最後の頁 65 ~ 92
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 Fatih Deringoz, Vagif S. Guliyev, Eiichi Nakai, Yoshihiro Sawano, Minglei Shi	4. 巻 23
2. 論文標題 Generalized fractional maximal and integral operators on Orlicz and generalized Orlicz-Morrey spaces of the third kind	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Positivity	6. 最初と最後の頁 727 ~ 757
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11117-018-0635-9	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 Ydshihiro 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) 10.22342/jims.25.3.819.210-281	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 Mieczyslaw Mastylo, Yoshihiro Sawano	4. 巻 12
2. 論文標題 Complex interpolation and Calderon-Mityagin couples of Morrey spaces	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Analysis and 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 Katsuo Matsuoka, Yoshihiro Mizuta	4. 巻 2095
2. 論文標題 On the non-homogeneous central Morrey type spaces in $L^1(\mathbb{R}^n)$ and the weak boundedness of some operators	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 数理解析研究所講究録	6. 最初と最後の頁 88 ~ 96
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Yoshihiro Mizuta, Takao Ohno, Tetsu Shimomura	4. 巻 21
2. 論文標題 Sobolev's inequalities for Herz-Morrey-Orlicz spaces on the half space	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Math. Inequal. Appl.	6. 最初と最後の頁 433 ~ 453
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7153/mia-2018-21-30	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 Idha Sihwaningrum, Hendra Gunawan, Eiichi Nakai	4. 巻 291
2. 論文標題 Maximal and fractional integral operators on generalized Morrey spaces over metric measure spaces	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Mathematische Nachrichten	6. 最初と最後の頁 1400 ~ 1417
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/mana.201600350	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 Wei Li, Eiichi Nakai, Dongyong Yang	4. 巻 22
2. 論文標題 Pointwise multipliers on BMO spaces with non-doubling measures	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Taiwanese Journal of Mathematics	6. 最初と最後の頁 183 ~ 203
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11650/tjm/8140	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 Yoshihiro Mizuta, Takao Ohno, Tetsu Shimomura	4. 巻 43
2. 論文標題 Growth properties of potentials in central Morrey-Orlicz spaces on the unit ball	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Ann. Acad. Sci. Fenn. Math.	6. 最初と最後の頁 21 ~ 46
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5186/aasfm.2018.4302	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 Fumi-Yuki Maeda, Yoshihiro Mizuta, Tetsu Shimomura	4. 巻 43
2. 論文標題 Variable exponent weighted norm inequality for generalized Riesz potentials	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Ann. Acad. Sci. Fenn. Math.	6. 最初と最後の頁 563 ~ 577
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5186/aasfm.2018.4336	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 Hendra Gunawan, Denny Ivanal Hakim, Eiichi Nakai, Yoshihiro Sawano	4. 巻 168
2. 論文標題 On inclusion relation between weak Morrey spaces and Morrey spaces	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nonlinear Analysis	6. 最初と最後の頁 27 ~ 31
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.na.2017.11.005	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 Eiichi Nakai	4. 巻 60
2. 論文標題 Singular and fractional integral operators on preduals of Campanato spaces with variable growth condition	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Science China Mathematics	6. 最初と最後の頁 2219 ~ 2240
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11425-017-9154-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 -

1. 著者名 Eiichi Nakai	4. 巻 3
2. 論文標題 Pointwise multipliers on several function spaces -- a survey --	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Linear and Nonlinear Analysis	6. 最初と最後の頁 27 ~ 59
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 Yoshihiro Sawano, Saad R. El-Shabrawy	4. 巻 291
2. 論文標題 Weak Morrey spaces with applications	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Mathematische Nachrichten	6. 最初と最後の頁 178 ~ 186
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/mana.201700001	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 Yoshihiro Sawano	4. 巻 171
2. 論文標題 A non-dense subspace in $M_{p,q}$	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Transaction A. Razmadze Math. Inst.	6. 最初と最後の頁 379 ~ 380
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.trmi.2017.05.001	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 Vagif S. Guliyev, Sabir G. Hasanov, Yoshihiro Sawano	4. 巻 21
2. 論文標題 Decompositions of local Morrey-type spaces	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Positivity	6. 最初と最後の頁 1223 ~ 1252
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11117-016-0463-8	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

〔学会発表〕 計22件（うち招待講演 8件 / うち国際学会 9件）

1. 発表者名 水田義弘
2. 発表標題 Vanishing integrability for Riesz potentials
3. 学会等名 RIMS共同研究（公開型）「関数空間論とその周辺」
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Eiichi Nakai
2. 発表標題 Multiple Fourier series of some radial functions and lattice point problems
3. 学会等名 International Conference on Function Spaces and Applications, Apolda (Germany) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Katsuo Matsuoka
2. 発表標題 Generalized fractional integrals on $B_{\lambda}$ -function spaces
3. 学会等名 30th International Workshop on Operator Theory and Applications (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 水田義弘
2. 発表標題 Hardy-Sobolev inequalities in the half space
3. 学会等名 RIMS共同研究（公開型）「関数空間論とその周辺」
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 水田義弘
2. 発表標題 Herz-Morrey-Musielak-Orlicz spaces
3. 学会等名 実函数論・函数解析学合同シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中井英一
2. 発表標題 Pointwise multipliers and generalized Campanato spaces with variable growth condition I, II, III
3. 学会等名 RIMS共同研究（公開型）「関数空間論とその周辺」（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 石明磊, 中井英一
2. 発表標題 Sharp maximal function and Orlicz-Morrey spaces
3. 学会等名 日本数学会秋季総合分科会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 澤野嘉宏
2. 発表標題 モレー空間に関する最近の研究動向について
3. 学会等名 RIMS共同研究（公開型）「関数空間論とその周辺」
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Katsuo Matsuoka
2. 発表標題 Generalized fractional integral and central Campanato spaces
3. 学会等名 Function Spaces XII (Krakow, Poland) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 水田義弘
2. 発表標題 Boundedness of the maximal operator for double phase functionals with variable exponents
3. 学会等名 RIMS共同研究 (公開型) 「関数空間の一般化とその周辺」
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Eiichi Nakai
2. 発表標題 Pointwise multipliers on BMO spaces with non-doubling measures
3. 学会等名 The 6th East Asian Conference in Harmonic Analysis and Applications (Osaka, Japan) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中井英一
2. 発表標題 Generalized Campanato spaces with variable growth condition
3. 学会等名 RIMS共同研究 (公開型) 「調和解析と非線形偏微分方程式」 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Eiichi Nakai
2. 発表標題 Commutators of integral operators with functions in generalized Campanato spaces with variable growth condition
3. 学会等名 International Conference on Harmonic Analysis and Its Applications (Beijing, China) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yoshihiro Sawano
2. 発表標題 Interpolation of Morrey spaces
3. 学会等名 International Conference on Harmonic Analysis and Its Applications (Beijing, China) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Katsuo Matsuoka
2. 発表標題 B-weighted function spaces and Riesz potentials
3. 学会等名 Banach Spaces and Operator Theory with Applications (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 水田義弘
2. 発表標題 Generalized Riesz potentials in Herz-Morrey spaces
3. 学会等名 RIMS共同研究 (公開型) 「関数空間の深化とその周辺」
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 石明磊, 中井英一
2. 発表標題 Compact commutators of Calderon-Zygmund and generalized fractional integral operators with a function in Campanato spaces on generalized Morrey spaces
3. 学会等名 日本数学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中井英一
2. 発表標題 Generalized fractional integrals on Orlicz spaces
3. 学会等名 RIMS共同研究 (公開型) 「関数空間の深化とその周辺」
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 新井龍太郎, 中井英一
2. 発表標題 Commutators generated by generalized fractional integral operators and functions in Campanato spaces with variable growth condition
3. 学会等名 実解析学シンポジウム2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 澤野嘉宏
2. 発表標題 Interpolation of Morrey spaces
3. 学会等名 Banach spaces and operator theory with applications (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 澤野嘉宏
2. 発表標題 Morrey spaces-Introduction
3. 学会等名 ISAAC conference (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 澤野嘉宏
2. 発表標題 一般のパラメータに対するMorrey空間の補間について
3. 学会等名 RIMS共同研究 (公開型) 「関数空間の深化とその周辺」
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Yoshihiro Sawano	4. 発行年 2018年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 964
3. 書名 Theory of Besov spaces	

〔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	水田 義弘  (Mizuta Yoshihiro)  (00093815)	広島大学・先進理工系科学研究科(理)・名誉教授   (15401)	

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	中井 英一  (Nakai Eiichi)  (60259900)	茨城大学・理工学研究科（理学野）・教授    (12101)	
研究分担者	澤野 嘉宏  (Sawano Yoshihiro)  (40532635)	中央大学・理工学部・教授    (32641)	

	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	マリグランダ レフ  (Maligranda Lech)		
研究協力者	下村 哲  (Shimomura Tetsu)		
研究協力者	ブルツェヴァ エウゲニヤ  (Burtseva Evgeniya)		

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