

令和 6 年 6 月 7 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2019～2023

課題番号：19H01778

研究課題名（和文）ガロア表現の保型性問題とセール予想の新展開

研究課題名（英文）New developments of automorphy of Galois representations and Serre conjecture.

研究代表者

山内 卓也（Yamauchi, Takuya）

東北大学・理学研究科・准教授

研究者番号：90432707

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 12,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究テーマであるガロア表現の保型性問題に関してまずセール予想を定式化するために重さの部分の定式化を GSp_4 という高次元代数群の場合に行い成功した。これは保型的なガロア表現の対応する保型形式の重さを特定することである。潜在的保型性問題と変形理論のバルソッチテート変形への還元させる技術を開発することで定式化した。また、ガロアコホモロジーの詳細な計算により分岐のデータから重さが明示的に定まること所謂セール重さの一般化を GSp_4 の場合に与えた。また剰余ガロア表現の保型性については法2表現の保型性をDwork族が対応する場合に証明した。他にも保型表現論に関して構成問題、等分布問題などで成果を挙げた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ガロア表現の保型性問題を解決するためには問題そのものよりも、その周辺の数学発展が高い水準で発展させることが重要な問題となる。具体的にはガロア表現のp進ホッジ論的性質、保型表現の分類や構成、等の発展が望まれる。また、保型的であるガロア表現を既存理論に見合うだけ豊富に構成することも重要である。成果は前半の重さの対応(局所的なラングランズ対応の一部)と上記後半の内容に対して寄与・意義があると考えている。

研究成果の概要（英文）：In order to first formulate the Sale Conjecture for the problem of the coersivity of Galois representations, which is the theme of this research, the weight part was formulated successfully in the case of a high dimensional algebraic group called GSp_4 . This is to identify the weight of the corresponding preserving form of a preserving Galois representation. We formulated the potential cohomology problem and deformation theory by developing a technique to reduce it to Barsochte deformations. We also gave a generalization of the so-called Sale weight to the case of GSp_4 , where the weight is explicitly determined from the bifurcation data by a detailed computation of Galois cohomology. I also proved the preservation of modulo Galois representations in the case of Dwork families. He also gave other results on the theory of preserving representations, such as composition problems and equidistribution problems.

研究分野：整数論

キーワード：ガロア表現 保型表現 ジーゲル保型形式

1. 研究開始当初の背景

保型形式と呼ばれる対称性の高い解析的関数にはガロア表現と呼ばれるすべての多項式の根の対称性を部分的に反映する線形代数的対象が対応すると予想されている(ラングランズ対応)。一方で、モチーフと呼ばれる代数幾何の対象からはごく自然な手続きを経て幾何的由来を持つガロア表現を構成することができる。幾何的由来を持つ場合と同等の性質を備えるガロア表現の「保型性問題」とはこのガロア表現に対応する保型形式を特定せよというものである。例えば、350年以上も未解決であったフェルマーの最終定理のワイルズによる証明に保型性問題が応用されたという事実からもその重要性は大きい。ワイルズ以後の保型性問題を解決するため開発された技術の進展は目覚ましいかったが、剰余表現の保型性(セール予想と呼ばれる)という難解な問題が障害となり、保型性問題を実際に解決できるクラスはそこまで大きくはなかった。その中、Clozel, Harris, Taylor により、潜在的保型性問題が多くのがロア表現に対して解決された(2008年頃)。潜在的保型性問題は保型性問題を弱めた形であるが佐藤 Tate 予想解決や L 関数の解析接続に関して非常に重要な応用がある。その後、潜在的保型性をより広いクラスのがロア表現に対して証明するという流れが Taylor や彼の学生を中心として精力的に研究がなされた。しかし、潜在的保型性では真の保型性問題を解決するには遠く、やはり、当時から現在に至るまで障害である難解なセール予想を証明する必要がある。しかし、この予想は定式化がはっきりとしておらず、現在は国外で定式化にむけ精力的に研究がなされている。特に重さの部分の研究が多いが局所ラングランズ対応と法 p 局所ラングランズ対応の整合性を見越した研究が多く、表現論的な色の強い研究が多かった。そこで、本研究ではこれに抗う形で、セール予想における重さの定式化を古典的に行うことに思い立ち、それを解決し、保型性問題に応用するという考えに合ったのが背景である。

2. 研究の目的

研究の大きな目的はガロア表現の保型性問題の解決である。そのためにまず、剰余保型性問題(セール予想)を重さの部分とレベルの部分を定式化し、まずは剰余保型性をもつガロア表現がどのような重さからくるかはその定式化されたことばで明示的に記述することが目的であった。そのためには、保型性持ち上げ定理を改良し、ガロア表現の分岐および p 進ホッジ理論の言葉で対応する保型形式の重さの候補をリストアップし、実際その中から具体的に選択ができるかどうかを調べ、セール重さを明示的に定式化することが目的であった。さらに、重さを記述する代数群のモジュラー表現の分岐則を調べ、その分解を明示的に書き下すことでテータサイクルを計算し重さの変動およびその変動のがロア表現への影響を調べ、セール重さの性質を調べることも目的としていた。

さらに、セール予想が成り立つようなモチーフの族を系統的に構成することも目的とし、理論との整合性をみることも目的とした。

3. 研究の方法

まず、剰余保型性をもつガロア表現に対応する保型形式の重さの特定のために、これまで証明されていなかった保型性問題持ち上げ定理を p 進ホッジ論的性質を要請しながらどこまで拡張できるかを証明することから始めた。その際に、剰余保型ガロア表現を変形することで、局所的に小さいガロア表現で Barsotti-Tate となっているもののテート捻りの直和でかけていることを示すという方針で、ガロア表現の保型性問題持ち上げ定理をこれまでたとえ通常(ordinary)という仮定をつけても扱えない場合をも克服する形で理論を発展されることを行った。

セール予想におけるレベルの問題に関してもそもそも保型表現のレベルというものがどれがよいものであるかは現在においては明確な答えはない。そこで、主合同部分と保型表現やガロア表現の分岐とのかかわりがどの程度説明されるかを調べた。これにより、レベルの候補として状況に応じて最適なものがあるかどうか、また、それが可能である場合、分岐が完全にレベルでコントロールできるかどうかを調べた。

剰余保型ガロア表現を豊富に構成すべく Dwork 族を用いて、法 2 表現であって保型性をもつものを豊富に構成した。しかし、法 2 という制約から既存の保型性持ち上げ定理が適用できない。そこでこの場合にも適用できる 2 進保型性持ち上げ定理の開発を試みた。

また上記と平行して、保型表現の研究を行い、ガロア表現の性質の解析に適用した。

4. 研究成果

初年度の前半(5月から9月末まで)はドイツのマックスプランク研究所に滞在しガロア表現の保型性問題を解決することに向けた基礎研究を行った。特に法 p ガロア表現の保型性問題の定式化に関するセール予想を詳細に定式化することを行った。考える対象を GSp_4 に制限して法 p ガロア表現の良いいリフトの存在の証明に取り組んだ。これに関連する問題

は Gee 等によってかなり一般の場合に解決されていたが「潜在的対角化可能」な保型的 p 進ガロア表現へのリフトが存在するという強い仮定が課されていた。私はこの仮定を GSp_4 の場合に取り除くことに成功した。アイデアは私自身によって構成されたテータ作用素、Parahoric restriction, そして、Jacquet-Langlands 対応を駆使して良いリフトの存在を示すことであった。

マックスプランク滞在中にヘンリーキム氏との共同研究で氏と共同研究で以前構成した E_7 に関する宮脇型リフトを詳細に調べ懸案であったリフトの非消滅性を証明した。アイデアはフーリエヤコビ形式を適切な index で展開し Siegel-Weil 公式によって Eisenstein 級数で記述し Rankin-Selberg 畳み込みで L 関数の特殊値に結び付けるというものである。この考察を他の代数群に対する宮脇型リフトについて適用することで従来知られていなかった宮脇型リフトの非消滅性についての結果を得た。

同氏に加え若槻氏と行った GSp_4 の正則ジーゲル形式に対する佐竹固有値に関する等分布性の問題の結果を一般の rank n の斜交群 Sp_{2n} に対するジーゲル形式のスタンダード L 関数に関連する佐竹固有値の等分布性を調べ重さとレベルに比較的緩い条件を仮定することで証明した。またこの応用としてジーゲル形式に付随するスタンダード L 関数の零点が low lying zeros であることをある特定に試験関数に対して証明した。さらに同氏と GSp_4 の場合の等分布性問題を小さな群からのラングランズ関手による像となっていない場合に限定しても証明することができることを示した。証明のアイデアは最近証明された generic packet 予想を用いて大域的生成的尖点表現に物事を帰着しもとの正則形式に対応する尖点表現との差を評価することで得られる。

マックスプランクから帰国後は Bocherer-Nagaoka によるテータ作用素の幾何的解釈を得た得べく代数群の表現特にテンソル表現の分規則を調べ、ガウスマニフolds 接続を計算することでテータ作用素の幾何的解釈を与え、さらには超特異点での振る舞がどのようになっているか計算した(Ghitza との共同研究)。

2020 年度は先ず保型性問題に必要な保型表現に関する基礎的な知識・技術等の修得、ガロア表現の保型性に必要不可欠なセール予想解決に向けて必要なテータ作用素の計算、クリスタリン表現へのリフトを計算するためのガロアコホモロジーの解析、およびガロア表現の詳細な解析を行った。さらに、 GSp_4 の場合に保型的な法 p 表現の潜在的対角化可能性を示し、多くの場合のセール予想の重さの部分解決した。

保型表現に関しては、ヘンリーキム氏と数年前から考察している例外群 $E_{7,3}$ へのリフトの拡張を完成させ、これまでの構成を見直すことで超尖点的成分をもたない指標付き楕円尖点形式を指標付きの例外群上の保型形式にリフトすることに成功した。またリフトの様々な L 関数の計算も行った。

テータ作用素に関しては、2014 年頃に得られた自身の結果を、さらに見直すことで新しいテータサイクルを見つけ出すことに成功し、従来のは重さに強い制限が付いていたが、一般の重さに対するテータサイクルを定義することが可能となった。ガロアコホモロジーの計算に関しては昨年ドイツ滞在中に計算したガロアコホモロジーの計算を指針として、セール重さの古典的な定義をジーゲル形式にどのように拡張するかを考察し、指標の拡張類がどのような分岐の悪さを持つかによって重さが変動することを観測した。この部分の結果は現在論文に纏めているところである。セール予想を解決する上で必要不可欠な部分は保型的な法 p ガロア表現が与えられた場合、保型性を保つ良い性質を満たすリフトである p 進ガロア表現の存在を示すことが重要である。この部分を示すためにガロア表現の局所的性質である潜在的対角化可能性について大域的手法を用いた解析を GSp_4 の場合に実行した。その際に必要な要素として、Jacquet-Langlands 対応を用いたコンパクト形式上の代数的保型形式の解析、重さ 0 リフトの構成、パラホリック制限を用いた保型表現の格子の存在と悪い成分における局所成分の入れ替え等がある。Jacquet-Langlands 対応は最近 GSp_4 の場合に非常に一般の設定で確立されておりこれを援用した。重さ 0 リフトの部分は群コホモロジーを援用することで、Caraiani 等によるコホモロジーの消滅定理を援用して、その存在を証明した。これらの結果を統合することで既存の保型性持ち上げ定理を用いながら最終的には Bernet-Lamb-Gee-Geraghty-Taylor, Thorne による保型性持ち上げ定理を適用することで所望の結果を導く事に成功した。この部分は現在論文に纏めている段階である。

2021 年度は先ずトロント大の Henry Kim と金沢大の若槻氏との共同研究の続編である一般次数のジーゲル保型形式の等分布定理とその応用である L 関数の low lying zeros をレベル aspect に関して証明した。その証明の仮定で、保型表現の導手と主合同部分群による固定ベクトルの存在の関係が必要であったため、その部分に関する研究を岡山大の宮内氏と共同でこなした(成果は J. Algebra に出版済み)。さらに、等分布定理の精密化のために分岐も許した巡回的代数拡大に関する底変換リフトに関する「基本補題」をある Hecke 環の元に関して証明する必要があったのでこれを実行した。成果はのち(2023 年)に学術誌 Kyoto journal からアクセプト得ることとなる。

続いて行ったのは京都大の田中氏と三菱研究所の相川氏とおこなった耐量子暗号におけるハッシュ関数の構成に応用が期待される超特殊アーベル多様体から定まる正則グラフの構造を調べた。Jordan-Zaytman が 2021 年のプレプリントで構成した p 進対称空間としての実現に着目し、Kazhdan の性質 (T) を用いることで正則グラフのラプラシアンの特異値ギャップを下から評価した。以上が前半の研究概要である。

後半の研究は、都築氏と継続して行っている n 次元 Dwork 族の法 p ガロア表現の像の決定の問題である。まず、Dwork 族の法 2 ガロア表現を n が素数である場合、ある条件のもとで $n+2$ 次 3 項多項式の相互法則を特徴付けた。同様に $n=p$ が奇素数のとき法 p ガロア表現は種数 $(n+1)/2$ の超楕円曲線の法 p ガロア表現は半単純化をとると同型であることが証明された。

2022 年度は、ファイバーが 3 次元カラビヤウ多様体である Dwork 族の各ファイバーの保型性を証明するために、局所法 2 および局所 2 進表現の 2 進ホッジ論的性質を調べた。

局所 2 進の方はクリスタリンである場合は、フィルター付きフロベニウス加群の構造を用いることで、保型性持ち上げ定理を確立する際に重要な局所変形環が満たすべき良い条件である「潜在的对角性」を当該局所 2 進表現が満たすことを証明した。法 2 表現の方は都築氏との共同研究である 3 項 5 次多項式のガロア群によって記述することを既に証明しているので、この結果を用いて、局所法 2 のガロア型を完全に決定した。クリスタリンでない場合は現在計算中である。ファイバーが一般の場合にも幾つか実験的な計算を行った。例えば、ファイバーが 5 次元の Dwork 族に対しても法 2 表現がある種数 3 の非超楕円曲線の法 2 表現と関連付け塩田理論を適用することで具体的に双接点を与える定義方程式 (素体上 28 次式) を決定し、特殊化を計算することで生成的に S_8 拡大以上であることを示した。他にもファイバーの次元が偶数次元の場合、法 2 ガロア表現の可約性や代数群の中心リフトなどを用いて、保型性問題と相性の良いガロア表現の形を求めた。

2023 年度は NTT の堀永氏とソニーの前田氏と以下の共同研究を重点的に行った。まず、ユニタリ群の実素点におけるアーサーパッケージとその指標を理解すべく Arancivia Moeglin 等の論文を理解し、跡部氏および市野氏の理論を援用して、アーサーパッケージとその指標を明示的に記述した。ここまでは既存の結果を組み合わせただけなので誰でも到達し得る内容であるが、我々は前田氏の研究に必要な離散系列表現の極限と呼ばれる表現を含むアーサーパッケージの理解が必要であり、これを含む形で記述した。今後の目標はこれを Minguéz-Shin 等が確立した (未出版) non-quasi-split unitary 群のアーサーの重複度公式を応用して無限素点で離散系列表現の極限であるような尖点形式を non-quasi-split unitary 群に構成することである。

また、ガロア表現関係では標数 p の関数体の p 進ガロア表現の良いクラスを探るべく、Fontaine の理論を用いて (無限次) p 進体のガロア表現の分岐に注目した研究を行った。 p 進表現を法 p 冪還元して考えることで、無限次ではない p 進体の法 p 冪還元であって semistable であるものを対応させることができ、これの Hodge-Tate weight もしくは分岐の増大度をもって、もとの関数体の p 進表現の p 進 Hodge 論的性質をとらえることができることが証明された。今後はこれを標数 p の関数体の法 p 表現の変形理論に応用する予定である。

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 5件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Atobe, Hiraku; Chida, Masataka; Ibukiyama, Tomoyoshi; Katsurada, Hidenori; Yamauchi, Takuya	4. 巻 75
2. 論文標題 Harder's conjecture I.	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 J. Math. Soc. Japan	6. 最初と最後の頁 1339, 1408
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2969/jmsj/87988798	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 Henry H. Kim, Takuya Yamauchi	4. 巻 63
2. 論文標題 Higher level cusp forms on exceptional group of type E7.	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Kyoto J. Math	6. 最初と最後の頁 579, 614
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1215/21562261-10607364	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 Takuya Yamauchi	4. 巻 303
2. 論文標題 The weight reduction of modp Siegel modular forms for GSp4 and theta operators	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Mathematische Zeitschrift	6. 最初と最後の頁 60pp
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00209-022-03153-x	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 Katsurada, Hidenori; Kim, Henry H.; Yamauchi, Takuya	4. 巻 302
2. 論文標題 Period of the Ikeda type lift for the exceptional group of type E7,3.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Mathematische Zeitschrift	6. 最初と最後の頁 559, 588
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00209-022-03057-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 該当する

1. 著者名 Cho, Sungmun; Yamana, Shunsuke; Yamauchi, Takuya	4. 巻 92
2. 論文標題 Derivatives of Eisenstein series of weight 2 and intersections of modular correspondences	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Abhandlungen aus dem Mathematischen Seminar der Universit Hamburg	6. 最初と最後の頁 27, 52
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12188-022-00256-4	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 H. Atobe, M. Chida, T. Ibukiyama, H. Katsurada, and T. Yamauchi,	4. 巻 -
2. 論文標題 Harder's conjecture I	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 J. Math. Soc. Japan Advance Publication	6. 最初と最後の頁 1-70
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2969/jmsj/87988798.	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 Takuya Yamauchi	4. 巻 -
2. 論文標題 Transfers of some Hecke elements for possibly ramified base change in GL_n ,	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Kyoto 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) 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 Miyuchi Michitaka and Takuya Yamauchi	4. 巻 592
2. 論文標題 A remark on conductor, depth and principal congruence subgroups	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 J. Algebra	6. 最初と最後の頁 424, 434
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jalgebra.2021.10.032	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 Takuya Yamauchi	4. 巻 166
2. 論文標題 Congruences of Siegel Eisenstein series of degree two	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Manuscripta Math	6. 最初と最後の頁 589,603
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00229-020-01256-5	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 S. Cho and Takuya Yamauchi	4. 巻 377
2. 論文標題 A reformulation of the Siegel series and intersection numbers	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Math. Ann	6. 最初と最後の頁 1757,1826
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00208-020-01999-2	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 Kim, Henry H.; Yamauchi, Takuya	4. 巻 89, no.2
2. 論文標題 Non-vanishing of Miyawaki type lifts	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Abh. Math. Semin. Univ. Hambg.	6. 最初と最後の頁 117-134
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s12188-019-00207-6	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 山内卓也	4. 巻 72
2. 論文標題 フィールズ賞受賞者紹介 Akshay Venkatesh氏の業績 : 等質空間上の力学系とその整数論への応用	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 数学 / 日本数学会 編	6. 最初と最後の頁 51-66
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11件（うち招待講演 11件 / うち国際学会 3件）

1. 発表者名 山内卓也
2. 発表標題 超特殊アーベル多様体上の同種グラフ：固有値, Bruhat-Tits ビルディング および Property (T).
3. 学会等名 型表現の解析的・数論的研究（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2023年～2024年

1. 発表者名 山内卓也
2. 発表標題 超特殊アーベル多様体上の同種グラフ：固有値, Bruhat-Tits ビルディングおよびProperty (T)
3. 学会等名 情報数学セミナー（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山内卓也
2. 発表標題 Automorphy of mod 2 Galois representations associated to the quintic Dwork family and reciprocity of some quintic trinomials
3. 学会等名 フロリダ大学におけるセミナー（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山内卓也
2. 発表標題 一般次数の正則ジューゲルカスプ形式に関する等分布定理について
3. 学会等名 「保型表現の解析的・数論的研究」(RIMS)（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山内卓也
2. 発表標題 多項式の相互法則とガロア表現
3. 学会等名 奈良女子大学談話会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山内卓也
2. 発表標題 families of extensions
3. 学会等名 Emerton-Gee stackの勉強会（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山内卓也
2. 発表標題 5次 Dwork 族に付随する法2ガロア表現の保型性とある 5 次 3 項方程式の相互法則について
3. 学会等名 「代数的整数論とその周辺」(RIMS), (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山内卓也
2. 発表標題 5次Dwork族に付随するガロア表現のmod 2 reciprocityとある3項5次多項式のreciprocityの関係について
3. 学会等名 東北大学整数論セミナー（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山内卓也
2. 発表標題 正則対称領域上の正則保型形式の成す次数付き環の有限性について
3. 学会等名 仙台保型形式小集会における招待講演(招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山内卓也
2. 発表標題 Automorphy of mod 2 Galois representations associated to the quintic Dwork family and reciprocity of some quintic trinomials
3. 学会等名 コロンビア大学(in New York city)における招待講演(オンライン講演)(招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山内卓也
2. 発表標題 代数体上定義された代数多様体のHasse-Weil 予想の最近の進展について
3. 学会等名 新潟代数セミナーにおける招待講演(招待講演)
4. 発表年 2020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	都築 暢夫 (Tsuzuki Nobuo) (10253048)	東北大学・理学研究科・教授 (11301)	

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	山名 俊介 (Yamana Shunsuke) (50633301)	大阪公立大学・大学院理学研究科・准教授 (24405)	
研究 分 担 者	宮内 通孝 (Miyachi Michitaka) (70533644)	岡山大学・教育学域・准教授 (15301)	

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2件

国際研究集会 RIMS共同研究(公開型)「保型形式, 保型表現, ガロア表現とその周辺」	開催年 2021年～2021年
国際研究集会 RIMS conference "Analytic, geometric and p-adic aspects of automorphic forms and L-functions"	開催年 2020年～2020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
---------	---------