

令和 6 年 5 月 18 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2018～2022

課題番号：18H03667

研究課題名(和文)p進的手法による数論幾何学の研究

研究課題名(英文)Study of arithmetic geometry by p-adic methods

研究代表者

都築 暢夫 (Tsuzuki, Nobuo)

東北大学・理学研究科・教授

研究者番号：10253048

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 31,290,000円

研究成果の概要(和文)：数論幾何学において重要な不変量の一つであるフロベニウス作用のスロープとその多様体上の変動を主なテーマとして研究を行い、いくつかの新たな成果を得た。最も重要な結果は、K.Kedlaya氏が提唱した「最小スロープ予想」を肯定的に解決したことである。最小スロープ予想は、既約な過収束F-アイソクリスタルの最小スロープ部分に対応する基本群の巨大なp進表現が既約な幾何学的対象を決定することを主張するもので、これはp進的に捉えることが自然な現象である。さらに、正標数代数多様体上のFアイソクリスタルのスロープの定値性やp進コホモロジーの新たな展開について成果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

正標数代数多様体上のフロベニウス作用におけるスロープは、20世紀前半にその概念が導入され、整数論や代数幾何学の研究において重要な役割を果たしてきた。一方で、スロープの変動が起きる点の周りで起こる現象についてはこれまで十分に知られていなかった。本研究は、スロープの変動を一つのテーマとして、変動が起きる点の周りの挙動を考察し、K.Kedlaya氏による「最小スロープ予想」を肯定的に解決した。この予想の解決により、数論幾何学の新しい方向性が確立できた。

研究成果の概要(英文)：We have studied slopes of Frobenius operations and their variations, which are important invariants in arithmetic geometry, and established several new achievements. One of the most important results is an affirmative solution of “Minimal slope conjecture” which were proposed by K.Kedlaya. The minimal slope conjecture asserts a huge p-adic representation of fundamental group, which arises from the minimal slope part of irreducible overconvergent F-isocrystals, determines a whole geometric object. The phenomenon should be naturally captured by p-adic methods. In addition, we have obtained a certain constancy of slopes of F-isocrystals on algebraic varieties of positive characteristic and developments of p-adic cohomology theory.

研究分野：数論幾何学

キーワード：p進コホモロジー 過収束Fアイソクリスタル スロープの変動 最小スロープ予想 p進表現 数論的D加群 mod p 表現

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、研究者個人に帰属します。

## 様式 C-19、F-19-1 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

60年代から70年代に、B. Dworkは過収束性を鍵とする $p$ 進解析的コホモロジーを導入し、超曲面族の合同ゼータ関数の変動(Frobeniusスロープの変動)や、標数 $p$ の形式群の標数 $0$ への持ち上げの変形族を考察し、数論幾何学における $p$ 進的手法の有効性を示した。80年代にP. Berthelotが導入した数論的D加群や(過収束)F-アイソクリスタルを係数とするリジッドコホモロジーは、90年代のR. Crewや研究代表者の都築による過収束性と局所有限モノドロミー性の同値性の看破、2000年以降の研究分担者の志甫淳による過収束F-アイソクリスタルの半安定還元予想の定式化とK. S. Kedlayaによる志甫予想の解決や、海外共同研究者のD. Caroと研究代表者による数論的D加群の関手性に関する弱い意味でのBerthelot予想の解決により、その大枠が完成した。これらの成果のもと、2010年代後半に研究分担者の阿部知行は代数曲線上の $p$ 進Langlands対応を解決した。数論的多様体上の $p$ 進コホモロジー論は、数論幾何学において本格的な応用段階に入った。

### 2. 研究の目的

正標数特有の写像であるFrobenius射の作用の $p$ 進絶対値として定義されるスロープは基本的な不変量として、Abel多様体のモジュライの階層構造や $p$ 進保型形式の空間のスロープ分解など、その変動が数論幾何学の不思議で魅力的な現象を引き起こしている。本研究では、数論幾何学の研究手段として最近著しく発展している標数 $p$ の代数多様体の $p$ 進コホモロジーであるリジッド・コホモロジーを用いて、その係数層であるF-アイソクリスタルに作用するFrobeniusのスロープから定まるNewton多角形のジャンプをキーワードに

- A. Newton多角形の大域的性質と代数多様体の数論及び幾何学的性質
- B. Lefschetz型の命題などリジッド・コホモロジー論の更なる展開
- C.  $p$ 進的手法による数論幾何学の探求

の研究を総合的に行う。 $p$ 進的手法や視点により可能となる展望を数論幾何学の研究にもたらす。

### 3. 研究の方法

本研究では、前述した目的を達成するために、以下の方法で課題に取り組む。

(a) F-アイソクリスタルのNewton多角形のジャンプを代数多様体上の大域的性質として考察する。具体的には、射影的かつなめらかな代数多様体に対して、任意のF-アイソクリスタルが定数的になるものや、Newton多角形が一定になるものの分類を目指す。F-アイソクリスタルの圏と代数多様体の定義体の関係の考察を行うことで、前者が単連結であるという予想(de Jong予想)の解決を目指す。得られた結果を、Newton多角形の変動がもたらす数論幾何学の現象の解明に応用する。

(b) リジッド・コホモロジーやその係数である数論的D加群・F-アイソクリスタルの基礎理論の考察を進める。研究代表者や分担者がこれまでに行ってきた研究を元にして、更なる基礎付けを確立させる。特に、数論的D加群における重みの理論や、F-アイソクリスタルの超平面切断に関するLefschetz型の命題への研究を進める。

$p$ 進コホモロジーは $l$ 進エータル・コホモロジーと並ぶ数論的多様体のコホモロジー理論である。関手的な定義は複雑ではあるが、 $p$ 進的持ち上げを基本的なアイデアとする素朴さを活かしながら、 $p$ 進的現象の明示的かつ具体的な研究を行う。新たな現象の発見・解明を通して、 $p$ 進的手法の有効性を広めていく。また、 $p$ 進表現論や $p$ 進微分方程式などの研究を進め、 $p$ 進的手法による数論幾何学へのアプローチを探る。この研究により得られた結果は、内外の関連する分野のシンポジウム等で発表する。

本研究の研究テーマと関連が深い内外の研究者を招へいして研究討論を行う。招へい時に研究集会を開催して、本研究の成果発表や最新の研究の情報収集を行い、本研究の更なる展開を図る。また、若手研究者を中心とする仙台広島整数論集会を開催して、整数論・数論幾何学の研究の裾野を広げ、本研究の発展につなげる。

### 4. 研究成果

主な研究成果をあげる。

#### (1) 正標数射影的代数多様体上の代数曲線族の自明性の研究

研究代表者は、正標数滑らかな射影的代数多様体上の代数曲線の族がisotrivialになる十分条件として、任意のF-アイソクリスタルのNewton多角形が多様体上一定となることを与えた。この証明には、M. Artinによる変形空間を与える関手の代数性とSaidi-Tamagawaによる相対的Jacobi多様体の通常性などを用いる。さらに、Abel代数多様体、分離的有理連結代数多様体、エータル基本群が有限な代数多様体、小平次元が0の代数曲面(例えばK3曲面)などが、この十分条件を満たすことを示した。一般次元の小平次元が0の代数多様体は、この十分条件「任意のF-アイソクリスタルのNewton多角形が多様体上一定」を満たすことが期待され、今後の研究課題とする。また、この結果から、射影的複素代数多様体上の代数曲線の族のisotrivial性に関

する結果の別証明が得られる。従来は、種数2以上の代数曲線のモジュライの双曲性から複素解析幾何学的に導かれていたが、新たに代数的な証明を与えたことになる。本研究は

N. Tsuzuki, “Constancy of Newton polygons of F-isocrystals on Abelian varieties and isotriviality of family of curves”, Journal of the Institute of Mathematics of Jussieu, 20巻2号, 2021年, 587-625.  
に掲載された。

#### (2) 楕円曲面上のF-アイソクリスタルのNewton多角形の研究

研究代表者は、正標数代数閉体上の小平次元1の楕円曲面のF-アイソクリスタルについて、底空間のF-アイソクリスタルの引き戻しになるための条件を考察した。純非分離被覆の詳細な記述が必要なことがわかり、現在引き続き研究中である。

#### (3) F-アイソクリスタルの「最小スロープ予想」の解決

研究代表者は、K. S. Kedlayaが提唱した「最小スロープ予想」を肯定的に解決した。代数多様体の過収束F-アイソクリスタルは、収束F-アイソクリスタルの圏においてスロープ・フィルトレーションを持つ。Kedlayaは、「2つの既約過収束F-アイソクリスタルについて、スロープが最小の部分収束F-アイソクリスタルが互いに同型ならば、過収束F-アイソクリスタル自身が互いに同型となる」と問題提起した。

2019年度の研究では、完全体上の代数曲線の場合に「最小スロープ予想」を証明した。証明の鍵は、双対的に考えることであり、大域的に有界な収束F-アイソクリスタルにFrobenius構造と微分構造が保たれる形で加群として含まれる過収束F-アイソクリスタルの階数は、与えられた収束F-アイソクリスタルを最大スロープ部分にもつ過収束F-アイソクリスタルの階数を超えないことを、局所的な解析を用いて証明した。研究代表者と海外研究協力者のB. Chiarellottoによる対数的増大の研究が活用されている。

2020年度の研究では、有限体の場合には次元によらずに「最小スロープ予想」が成り立つことを証明した。証明の鍵は、有限体上の滑らかな代数多様体上のp進からℓ進への同伴予想を用いる。この証明は、E. AmbrosiやM. D' Addezioとの議論によるものである。

2021年度研究では、局所理論の大域化における議論を明確化させるために、代数曲線上の過収束F-アイソクリスタルのPBQ性の局所-大域間の適合性を利用する証明を与えた。この方法は、p進線形微分方程式への応用が期待される性質である。

本研究は

N. Tsuzuki, “Minimal slope conjecture of F-isocrystals”, Inventiones mathematicae, 231巻1号, 2023年, 39-109.  
に掲載された。

#### (4) mod 2表現とその保形性の研究

3次元Dwork族のミラー対称族のmod 2-Galois表現の決定とその保型性に関し、研究代表者と研究分担者の山内卓也が共同研究を行ない、以下の結果を得た。φをパラメータとする1次元族である3次元Dwork族Calabi-Yau多様体のミラー対称族に関し、φ = aと代数的なファイバーにおいて特殊化したときの3次元エタール・コホモロジーのmod 2-Galois表現ρは4次表現であり、5次多項式 $4x^5 - 5ax^4 + 1$ が $\mathbb{Q}(a)$ 上既約のときρの像がこの多項式の分解体のGalois群と一致することを示した。 $\mathbb{Q}(a)$ が総実体でGalois群が対称群 $S_5$ または交代群 $A_5$ の場合に、2次拡大することでρがある正則Hilbert-Siegel形式に付随するmod 2-Galois表現となることを証明した。成果をまとめた論文は現在投稿中である。

また、山内はA. Ghitzaと種数2の代数曲線のmod 2-Galois表現の保形性に関する結果を得た。本研究は

A. Ghitza and T. Yamauchi, “Automorphy of mod 2 Galois representations associated to certain genus 2 curves over totally real fields”, to appear Journal de Theorie des Nombres de Bordeaux.  
に掲載される。

#### (5) 整係数p進コホモロジーの研究

研究分担者の志甫淳はVeronika Ertlと共同研究を行い、過収束de Rham-Wittコホモロジーがねじれ源を除いても必ずしも有限生成でない例を構成した。この結果は

V. Ertl and A. Shiho, “On infiniteness of integral overconvergent de Rham-Witt cohomology modulo torsion”, Tohoku Math. J. 72巻3号, 2020年, 395-410.  
に掲載された。

#### (6) 呼子高さの正標数対数幾何学への応用

研究分担者の中島幸喜と研究協力者の呼子笛太郎は、呼子が導入した呼子高さについて対数幾何学的な拡張を行い、対数的小平消滅定理などに応用した。この結果は、

Y. Nakkajima and F. Yobuko, “Degenerations of log Hodge de Rham spectral sequences, log Kodaira vanishing theorem in characteristic p>0 and log weak Lefschetz conjecture

for log crystalline cohomologies” , European Journal of Mathematics, 7巻, 2021年,  
589-603.  
に掲載された。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計22件（うち査読付論文 22件 / うち国際共著 10件 / うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Tsuzuki Nobuo	4. 巻 231
2. 論文標題 Minimal slope conjecture of F-isocrystals	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Inventiones mathematicae	6. 最初と最後の頁 39 ~ 109
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00222-022-01146-5	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 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 Universitat 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 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 $E_{\{7,3\}}$	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 Yamauchi Takuya	4. 巻 303
2. 論文標題 The weight reduction of mod $p$ Siegel modular forms for $GSp_4$ and theta operators	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Mathematische Zeitschrift	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/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 A. Ghitza, T. Yamauchi	4. 巻 -
2. 論文標題 Automorphy of mod 2 Galois representations associated to certain genus 2 curves over totally real fields	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal de Theorie des Nombres de Bordeaux	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 該当する

1. 著者名 Abe Tomoyuki	4. 巻 Volume 7
2. 論文標題 Trace formalism for motivic cohomology	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Epijournal de Geometrie Algebrique	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) 10.46298/epiga.2023.9742	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 Nakkajima Yukiyoshi	4. 巻 2022
2. 論文標題 Artin-Mazur heights and Yobuko heights of proper log smooth schemes of Cartier type, and Hodge-Witt decompositions and Chow groups of quasi-F-split threefolds	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal fur die reine und angewandte Mathematik (Crelles Journal)	6. 最初と最後の頁 1~44
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1515/crelle-2022-0010	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 Nakkajima Yukiyosh and Yobuko Fuetaro	4. 巻 7
2. 論文標題 Degenerations of log Hodge de Rham spectral sequences, log Kodaira vanishing theorem in characteristic $p>0$ and log weak Lefschetz conjecture for log crystalline cohomologies	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 European Journal of Mathematics	6. 最初と最後の頁 1537-1615
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/S40879-021-00475-8	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 -

1. 著者名 T. 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 M. Miyauchi, and T. 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 Nobuo TSUZUKI	4. 巻 20 (2)
2. 論文標題 Constancy of Newton polygons of F-isocrystals on Abelian varieties and isotriviality of family of curves	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of the Institute of Mathematics of Jussieu	6. 最初と最後の頁 587 - 625
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1017/S1474748019000276	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 Veronika Ertl, Atsushi Shiho	4. 巻 72 (3)
2. 論文標題 On infiniteness of integral overconvergent de Rham-Witt cohomology modulo torsion	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Tohoku Math. J.	6. 最初と最後の頁 395 - 410
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2748/tmj/1601085622	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 Sungmun 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 Mathematische Annalen	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 YUKIYOSHI NAKKAJIMA	4. 巻 21
2. 論文標題 CONGRUENCES OF THE CARDINALITIES OF RATIONAL POINTS OF LOG FANO VARIETIES AND LOG CALABI-YAU VARIETIES OVER THE LOG POINTS OF FINITE FIELDS	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Algebra, Number Theory: Advances and Applications	6. 最初と最後の頁 1-51
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18642/jantaa_7100122080	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, and Takuya Yamauchi	4. 巻 89
2. 論文標題 Non-vanishing of Miyawaki type lifts	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Abhandlungen aus dem Mathematischen Seminar der Universitat Hamburg volume	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 Abe, Tomoyuki	4. 巻 掲載確定
2. 論文標題 Around the nearby cycle functor for arithmetic D-modules	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nagoya Math. J.	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) 10.1017/nmj.2019.23.	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 Abe, Tomoyuki and Esnault, Helene	4. 巻 52
2. 論文標題 A Lefschetz theorem for overconvergent isocrystals with Frobenius structure	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Annales del ' Ecole Normale Superieure	6. 最初と最後の頁 1243-1264
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24033/asens.2408	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 Helene Esnault and Atsushi Shiho	4. 巻 371
2. 論文標題 Chern classes of crystals	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Trans. Amer. Math. Soc.	6. 最初と最後の頁 1333-1358
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1090/tran/7342	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 Helene Esnault and Atsushi Shiho	4. 巻 68
2. 論文標題 Convergent isocrystals on simply connected varieties	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Ann. Inst. Fourier	6. 最初と最後の頁 2109-2148
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5802/aif.3204	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 Valentina Di Proietto and A. Shiho	4. 巻 23
2. 論文標題 On the homotopy exact sequence for log algebraic fundamental groups	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Doc. Math.	6. 最初と最後の頁 543-597
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.25537/dm.2018v23.543-597	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 Tomoyuki Abe	4. 巻 31
2. 論文標題 Langlands correspondence for isocrystals and existence of crystalline companion for curves	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of AMS	6. 最初と最後の頁 921-1057
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1090/jams/898	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 Fumio Sairaiji and Takuya Yamauchi	4. 巻 掲載決定
2. 論文標題 On the class numbers of the fields of the $p^n$ -torsion points of elliptic curves over $\mathbb{Q}$	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal de Theorie des Nombres de Bordeaux	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.jnt.2015.04.004	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 -

〔学会発表〕 計31件 (うち招待講演 29件 / うち国際学会 24件)

1. 発表者名 都築暢夫
2. 発表標題 3次元Dwork族Calabi-Yau多様体の鏡対称のmod 2 Galois表現
3. 学会等名 研究集会「代数学の広がり」(招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 志甫 淳
2. 発表標題 整 $p$ 進コホモロジー理論について
3. 学会等名 京都大学理学部数学教室談話会 (招待講演)
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 RIMS 共同研究(公開型)「代数的整数論とその周辺」(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次多項方程式のreciprocityの関係について
3. 学会等名 整数論セミナー (東北大学) (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 (東北大学) (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Tomoyuki Abe
2. 発表標題 Ramification theory from homotopical point of view
3. 学会等名 Arithmetic Geometry - Takeshi 60 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 都築暢夫
2. 発表標題 On the minimal slope conjecture of F-isocrystals
3. 学会等名 RIMS 共同研究 (公開型) 「代数的整数論とその周辺」 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tomoyuki Abe
2. 発表標題 Arithmetic D-modules and rigid cohomologies
3. 学会等名 Tropical Geometry, Berkovich Spaces, Arithmetic D-Modules and p-adic Local Systems (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020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 保型形式と数論セミナー (コロンビア大学) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Nobuo TSUZUKI
2. 発表標題 On 2-adic model of the family of hypergeometric Calabi-Yau varieties
3. 学会等名 Mini-Conference on special functions, geometry and arithmetic (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 YUKIYOSHI NAKKAJIMA
2. 発表標題 The action of the crystalline Weil-Deligne group on the infinitesimal cohomology in mixed characteristics
3. 学会等名 p-adic cohomology and arithmetic geometry 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019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 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Atsushi Shiho
2. 発表標題 On integral p-adic cohomology
3. 学会等名 Over and around sites in characteristic p, in honor of Bernard Le Stum (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Atsushi Shiho
2. 発表標題 On integral p-adic cohomology
3. 学会等名 Algebraic geometry and arithmetic geometry conference 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tomoyuki Abe
2. 発表標題 Comparison of arithmetic D-modules and rigid cohomologies
3. 学会等名 Over and around sites in characteristic $p$ , in honor of Bernard Le Stum (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tomoyuki Abe
2. 発表標題 Characteristic cycles and higher homotopies (I), (II)
3. 学会等名 Wild Ramification and Irregular Singularities, Warsaw (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nobuo Tsuzuki
2. 発表標題 On variation of Newton polygons of F-isocrystals and its application
3. 学会等名 Arithmetic and geometry of local and global fields, Tuan Chau (Vietnam) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Nobuo Tsuzuki
2. 発表標題 On variation of Newton polygons of F-isocrystals on a variety
3. 学会等名 Hakodate workshop on arithmetic geometry 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Atsushi Shiho
2. 発表標題 On the finiteness problem of integral overconvergent de Rham-Witt cohomology modulo torsion
3. 学会等名 Workshop on arithmetic geometry Tokyo-Princeton at Komaba, 東京大学大学院数理科学研究科, (招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Atsushi Shiho
2. 発表標題 On relative log de Rham-Witt complex
3. 学会等名 Arithmetic and geometry of local and global fields, Tuan Chau (Vietnam) (招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Atsushi Shiho
2. 発表標題 On de Jong conjecture
3. 学会等名 F-isocrystals and families of algebraic varieties, Mathematical Institute of the Polish Academy of Sciences (招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Atsushi Shiho
2. 発表標題 Overconvergence and examples
3. 学会等名 F-isocrystals and families of algebraic varieties, Mathematical Institute of the Polish Academy of Sciences (招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Atsushi Shiho
2. 発表標題 On de Jong conjecture
3. 学会等名 Arithmetic Geometry: l-adic and p-adic aspects, 東京大学大学院数理科学研究科 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Atsushi Shiho
2. 発表標題 On relative log de Rham-Witt complex
3. 学会等名 Arithmetic and Algebraic Geometry -- A conference in honor of Ofer Gabber on the occasion of his 60th birthday, Institut des Hautes Etudes Scientifiques (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中島幸喜
2. 発表標題 Artin-Mazur height, Yobuko height and Hodge-Witt cohomologies
3. 学会等名 東京大学大学院数理科学研究科理学部数学科・理学部数学科 代数幾何学セミナー (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中島幸喜
2. 発表標題 Artin-Mazur's height and Yobuko's height
3. 学会等名 Hakodate workshop on arithmetic geometry 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tomoyuki Abe
2. 発表標題 Nearby cycles formalism in arithmetic D-modules, Arithmetic and geometry of local/global fields
3. 学会等名 Arithmetic and geometry of local and global fields, Tuan Chau (Vietnam) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tomoyuki Abe
2. 発表標題 Ramification theory and homotopies,
3. 学会等名 Arithmetic Geometry: l-adic and p-adic aspects (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Takuya Yamuchi
2. 発表標題 On theta operators
3. 学会等名 整数論セミナー マンハイム大(ドイツ) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山内卓也
2. 発表標題 宮脇型リフトの非消滅性について
3. 学会等名 京都大学大談話会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山内卓也
2. 発表標題 On Ikeda type and Miyawaki type construction of holomorphic cusp forms on Hermitian symmetric domains
3. 学会等名 National Singapore University (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

Nobuo Tsuzuki's page <a href="http://www.math.tohoku.ac.jp/~tsuzuki/">http://www.math.tohoku.ac.jp/~tsuzuki/</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	志甫 淳  (Shiho Atsushi)  (30292204)	東京大学・大学院数理科学研究科・教授   (12601)	
研究分担者	阿部 知行  (Abe Tomoyuki)  (70609289)	東京大学・カブリ数物連携宇宙研究機構・教授   (12601)	
研究分担者	中島 幸喜  (Nakkajima Yuki-yoshi)  (80287440)	東京電機大学・工学部・教授   (32657)	

## 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	山内 卓也  (Yamauchi Takuya)  (90432707)	東北大学・理学研究科・准教授    (11301)	

	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	呼子 笛太郎  (Yobuko Fuetaro)	名古屋大学・多元数理研究科・特任助教   (33933)	
研究 協力者	キアレロット ブルノ  (Chiarellotto Bruno)	パドヴァ大学・数学科・教授	
研究 協力者	カロ ダニエル  (Caro Daniel)	カン大学・数学科・教授	

## 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6件

国際研究集会 研究集会「Regulators in Niseko 2019」	開催年 2019年～2019年
国際研究集会 Over and around sites in characteristic $p$ , in honor of Bernard Le Stum	開催年 2019年～2019年
国際研究集会 $p$ -adic cohomology and arithmetic geometry 2019	開催年 2019年～2019年
国際研究集会 Mini-Conference on Special Functions, Geometry and Arithmetic	開催年 2019年～2019年
国際研究集会 $p$ -adic cohomology and arithmetic geometry 2018	開催年 2018年～2018年
国際研究集会 $p$ -adic cohomology and arithmetic geometry 2022	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
---------	---------