

令和 5 年 6 月 12 日現在

機関番号：12608

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2017～2021

課題番号：17H02832

研究課題名(和文) リジッド幾何学の新展開 --- 新しいハイブリッド型幾何学の構築と応用の探求

研究課題名(英文) The new development of rigid geometry --- construction of a new hybrid geometry and exploration of its applications

研究代表者

加藤 文元 (Kato, Fumiharu)

東京工業大学・理学院・特任教授

研究者番号：50294880

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,090,000円

研究成果の概要(和文)：整数上の形式的ローラン冪級数体上でのリジッド幾何学の一般理論を構築し、これら必要な基礎理論の構築の結果として、応用上も極めて有用であると予想されるNoether正規化定理の一般化を強い形で証明することができた。この定理は、Weizmann研究所(イスラエル)のGal Binyamini教授との共同研究に適用され、一様(uniform)Pila-Wilkie型不等式の新しい結果の形で結実した。この結果はBinyamini氏との共同研究の形ですでにarXivからは発表されており(arXiv:2203.10530)現在査読中である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究ではこれら比較的により新しいリジッド幾何学の枠組みを含んだ、当時の時代要請に対応する新しい幾何学の発想として「ハイブリッド型幾何学」というものを構想した。

「ハイブリッド型幾何学」という考え方の背景には、リジッド幾何学のような「代数的側面と解析的側面のハイブリッド」という特徴を持った幾何学がある。本研究は、リジッド幾何学がそもそも当初から持っているこの「ハイブリッド的」性質に注目し、それを発展させ、分野横断的な応用可能性を持つ新しい幾何学体系の構築に向けた第一歩を踏み出している。このような新しい空間概念の構築に向けた(ささやかな)一歩ということに、本研究の学術的意義があると思われる。

研究成果の概要(英文)：A general theory of rigid geometry on formal Laurent power series over the integers was constructed, and as a consequence of these necessary foundational theoretical developments, a generalization of the Noether normalization theorem was proved in a strong form, which is expected to be extremely useful in applications as well. This theorem was applied in a joint research with Professor Gal Binyamini of the Weizmann Institute (Israel) and resulted in a new result in the form of a uniform Pila-Wilkie type inequality. This result has already been published by arXiv in the form of a joint work with Binyamini (arXiv:2203.10530) and is currently under review.

研究分野：代数幾何学

キーワード：リジッド幾何学 非アルキメデスの幾何学

1. 研究開始当初の背景

本研究は非アルキメデスの幾何学の一部門であるリジッド幾何学の、数論幾何学や代数幾何学への新しい応用可能性を探り、さらにその相乗効果的フィードバックとして、リジッド幾何学の枠組み自体の拡張や刷新を図るという目的のもとに企画された。本研究の応募書類が作成されたのは2016年秋のことであり、この目的意識から当時のリジッド幾何学周辺の学術的背景を見てみたとき、まず、当時の見立てではいわゆる「ヘンゼルのリジッド幾何学」というものが極めて高い将来性のある枠組みであるように思われた。これは従来のリジッド幾何学がモデル幾何学として形式スキームの幾何学から出発しているのに対して、モデル幾何学としてヘンゼルススキームの幾何学を採用するというものである。

ヘンゼルススキームは可換環のヘンゼル化 (henselization) に基づくスキーム理論の対象であり、完備化 (completion) に基づく形式スキームよりも、代数性・有限性との親和性が強い。また、可換環の完備化が射影極限 (逆極限) で定義されるのに対して、ヘンゼル化は帰納極限 (順極限) で定義されるので、ホモロジー代数的な技術的取り扱いが完備化よりも容易である。

これらの状況から、ヘンゼルススキームおよびそれらに基づいたヘンゼルのリジッド空間の理論は、従来のリジッド幾何学に比べて、代数幾何学的な応用が豊富で、しかも技術的な取り扱いの幅が広いものになるだろうとの期待があった。

さらに、ヘンゼルススキームの幾何学に限らず、例えば、整数上の形式冪級数代数のような、局所環・付値環ではない完備環の上の形式スキームに基づいたリジッド幾何学の枠組みを本格的に構築することで、リジッド幾何学の数論幾何学への新しい応用が見込めることも、当時の状況からは自然な発想であったものと思われる。例えば、リジッド空間の有理点問題は、このような大域的な環の上のリジッド幾何学の枠組みの中で考えることによって、素点を動かす方向での一様性 (uniformity) をも導くことが期待された。

2. 研究の目的

上記の背景から、本研究ではこれら比較的に新しいリジッド幾何学の枠組みを含んだ、当時の時代要請に対応する新しい幾何学の発想として「ハイブリッド型幾何学」というものを構想し、ヘンゼルのリジッド幾何学や、その他のモデル幾何学に基づくリジッド幾何学は、その構想を実現するための第一歩であると位置付けた。

「ハイブリッド型幾何学」という考え方の背景には、リジッド幾何学のような「代数的側面と解析的側面のハイブリッド」という特徴を持った幾何学がある。本研究は、リジッド幾何学がそもそも当初から持っているこの「ハイブリッド的」性質に注目し、それを発展させ、分野横断的な応用可能性を持つ新しい幾何学体系の構築に向けた第一歩を踏み出すことを、その最も重要な目的に据えた。また、モデル幾何学の取り替えによる新たな「変換不変性」にも着目し、空間が本来的にもつハイブリッド性の、モデル幾何学への依存の強さを定性的・定量的に測ることが可能か否か見定めたいという意図もあった。

以上の初期方針に基づいて、本研究はその当初の研究目標を、以下のように定めた。

(2-a) ヘンゼルのリジッド幾何学の基盤構築とその従来理論との関係の詳細な理解

(2-b) 代数サイクル理論および数論的多様体の幾何構造理解への応用とその手法の深化

(2-c) これらを踏まえて、他のヴァリエーションの可能性も探求する。

研究目標 (2-a) は、本研究申請時にすでにある程度予備的に得られていたヘンゼルのリジッド幾何学の諸特性を、さらに拡充・深化させ、それらを多角的に研究するという具体的なものであり、技術的にも明確な出発点であった。実際、予備的な研究においてすでに Zariski 主定理 (ZMT) のヘンゼルのリジッド幾何学バージョンについてかなり明確な見通しがあったので、その方向での研究にはすぐに取り掛かれる状況であった。ヘンゼルのリジッド ZMT の延長線上にある研究として、連節層や連節層の組の拡張問題や、空間族の拡張など、幾何的対象の拡張 (prolongation) 問題を深めるという方向である。

研究目標 (2-b) は、ヘンゼルのリジッド ZMT やそのヴァリエーションなどを、代数サイクル理論に応用するというものである。複素数体上の代数多様体においては、対応する複素多様体を考えて複素解析的な取り扱いができる。一般的多様体においては、これはリジッド幾何学に置き換えられるのがしばしばであるが、その際、多くの代数的性質が失われる問題があった。ヘンゼルのリジッド幾何学、これに技術的なレベルで理想的な解決を与えるものと期待された。

研究目標 (2-c) は、ヘンゼルのリジッド幾何学という特定の枠組みに限らない、より広い視野からリジッド幾何学的ハイブリッド型幾何学の可能性を追及しようとしたものである。先にも述べたように、その最初の可能性として視野にあったのは、整数上の形式冪級数代数の上のリジッド幾何学の数論幾何学への応用である。これについては、まずはこのような「大域的な完備環」の上のリジッド幾何学が、従来の (Tate-Raynaud による) リジッド幾何学のような「よい幾何学」であることを確かめる必要があった。その上で、例えば有理点の評価への応用を検討する

上では、従来のリジッド幾何学におけるネーター正規化定理(Noether Normalization Theorem)の類似・一般化について議論する必要があり、これらの具体的な技術的問題を解決することが、当初の目的であった。

3. 研究の方法

A. ヘンゼルのリジッド幾何学における基盤構築の一環として、ヘンゼルのリジッド ZMT から二つの方向性の研究を開始すること：一つの方向は、この基本的な定理から従う応用を、できるだけ「即戦力として使える」形に発展させること。この方向性の研究は、解析空間から代数多様体への埋め込み (immersion) に対する解析的閉包 (analytic closure; スキーム論的閉包の解析類似) という、従来の解析幾何学ではとても望めなかった現象を深めることが、その基礎にある。先にも述べたように、ヘンゼルのリジッド空間は極めて多様な意味で「代数と解析のハイブリッド的空間概念」であるということが、ここでは極めて有効に働いている。第二の方向は、このような「解析的閉包」技術の適用可能範囲を拡張することである。当初の定理は、解析空間から代数多様体への埋め込みならなかった。つまり、ターゲット空間の代数性は、最初から仮定されていなければならない。この点を改良して、どこまでターゲット空間に付随した前提条件を緩和できるかという点が、この方向性の研究の主眼である。

B. それと同時に、ヘンゼルのリジッド幾何学のモデル幾何学を与えるヘンゼルススキームの幾何学に関する基礎理論の構築も、研究の俎上に載せるべき具体的なテーマである。ヘンゼルススキームは、廣中平祐や David Cox、さらには Greco らによるイタリア学派など、70 年代くらいから代数幾何学の枠組みにおいて注目され集中的に研究されてきた経緯がありながら、ある時期を境にパタリと研究の足が止まってしまったという歴史的背景がある。そこにはヘンゼルススキーム自体が抱える固有の技術的困難があるわけだが、今般、ヘンゼルススキームの理論をリジッド幾何学に応用するに際して、その最新の視点と同期から必要とされる形のヘンゼルススキームの基盤構築が重要となる。これは従来の基盤理論の構築とは異なる方向性を持つ基礎理論であると期待されるため、その構築はできるだけ速やかになされる必要がある。

C. ヘンゼルのリジッド幾何学に限らない、より広い視点からのリジッド幾何学の将来の応用に向けた実験的試みとしては、整数上の形式的冪級数環のような大域的な完備環上のリジッド幾何学の基礎づけを網羅的に推進する必要があった。具体的には、整数上の形式的ローラン冪級数体上で Tate 代数の類似や affinoid 代数の類似を定義し、それらが環論的に優れた性質を持っていること、それらの冪有界元の特徴づけを行うこと、それによってこの新しい affinoid 代数のモデルの有限同値類を決定することが最初のタスクとなる。これらを解決するためには、まず整数上の形式的冪級数環上の有限型形式スキームから Raynaud 生成ファイバーとして形式的に定義されたリジッド空間の「古典点 (classical points)」の性質を徹底的に調べる必要があった。

D. 最後に、ヘンゼルのリジッド幾何学の基本理論である、接続層のコホモロジー理論を完成させる必要がある。ヘンゼルススキームの接続層のコホモロジーについては、標数 0 の場合に Henri Cartan の定理 A 定理 B に相当する基本定理が成り立たないことが知られている。そのために、標数 0 では GHGA (ヘンゼルススキーム幾何学と代数幾何学の比較理論) 定理が中途半端にしか成り立たない。この不具合がヘンゼルのリジッド幾何学の基盤構築の障害として、どのくらい深刻なものか、どのくらいの影響を及ぼすものであるかを見定める必要がある。

4. 研究成果

A. について：ヘンゼルのリジッド ZMT の拡張については、既存の (すなわち本研究の申請時に得られていたもの) ものから目新しく進歩した形のものでは得られなかった。また、それに伴って (それと同じ理由で) 解析的閉包の理論についても、既知のものから大きく進歩させることはできなかった。

B. と D. について：ヘンゼルススキームの理論の基盤構築としては、最も重要なのは D. で述べた接続層のコホモロジー理論のより深い理解であることが、本研究を通じてますます明らかとなっていった。そのため、この問題に多くの時間とエネルギーを使う結果となった。そして、残念ながら、この方向でも明確に新しい研究結果を得ることはできなかった。この方向では、新しい定理を証明するという形の問題解決ではなく、現象のよりよい理解という些か抽象的な事柄がゴールとなるため、途中段階の結果というものが期待できず、できたかできないかの二択しかない形の研究方針となってしまっていたことも、その原因である。しかし、この問題に関心を寄せている研究者は世界中に複数いることがわかり、彼らとの情報交換を通じて、将来はこの問題の理科も進むものと期待される。

C. について：整数上の形式的ローラン冪級数体上でのリジッド幾何学の一般理論を構築し、当初思い描いていたすべての基礎理論の構築を、理想的な形で終えることができた。また、これら必要な基礎理論の構築の結果として、応用上も極めて有用であると予想される Noether 正規化定理の一般化を、これも理想的な強い形で証明することができた。この定理は、Weizmann 研究所 (イスラエル) の Gal Binyamini 教授との共同研究に応用され、一様 (uniform) Pila-Wilkie 型不等式の新しい結果の形で結実した。この方向のハイブリッド型空間の応用は、実際、非常に fruitful なものであることがわかり、多くの新しい研究の方向性を生み出している。なお、最

後の結果は Binyamini 氏との共同研究の形ですでに arXiv から発表されており (arXiv:2203.10530) 現在査読中である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計17件（うち査読付論文 16件 / うち国際共著 10件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Ruellling Kay, Saito Shuji	4. 巻 -
2. 論文標題 RECIPROCITY SHEAVES AND THEIR RAMIFICATION FILTRATIONS	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 1~74
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1017/S1474748021000074	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 Kahn Bruno, Miyazaki Hiroyasu, Saito Shuji, Yamazaki Takao	4. 巻 Volume 5
2. 論文標題 Motives with modulus, I: Modulus sheaves with transfers for non-proper modulus pairs	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Epijournal de Geometrie Algebrique	6. 最初と最後の頁 Nr. 1/1~46
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.46298/epiga.2021.volume5.5979	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 Kahn Bruno, Miyazaki Hiroyasu, Saito Shuji, Yamazaki Takao	4. 巻 Volume 5
2. 論文標題 Motives with modulus, II: Modulus sheaves with transfers for proper modulus pairs	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Epijournal de Geometrie Algebrique	6. 最初と最後の頁 Nr. 2/1~31
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.46298/epiga.2021.volume5.5980	査読の有無 無
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 Kahn Bruno, Saito Shuji, Yamazaki Takao	4. 巻 24
2. 論文標題 Reciprocity sheaves, II	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Homology, Homotopy and Applications	6. 最初と最後の頁 71~91
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4310/HHA.2022.v24.n1.a4	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 Kerz Moritz, Saito Shuji, Tamme Georg	4. 巻 19
2. 論文標題 TOWARDS A NON-ARCHIMEDEAN ANALYTIC ANALOG OF THE BASS-QUILLEN CONJECTURE	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of the Institute of Mathematics of Jussieu	6. 最初と最後の頁 1931 ~ 1946
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1017/S147474801900001X	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 Saito Shuji, Sato Kanetomo	4. 巻 2
2. 論文標題 On p-adic vanishing cycles of log smoothfamilies	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Tunisian Journal of Mathematics	6. 最初と最後の頁 309 ~ 335
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2140/tunis.2020.2.309	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 Saito Shuji	4. 巻 366
2. 論文標題 Purity of reciprocity sheaves	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Advances in Mathematics	6. 最初と最後の頁 107067 ~ 107067
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.aim.2020.107067	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. Kerz, S. Saito and G. Tamme	4. 巻 24
2. 論文標題 K-theory of non-archimedean rings I	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Documenta Math.	6. 最初と最後の頁 1365-1411
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.25537/dm.2019v24.1365-1411	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 S. Kelly and S. Saito	4. 巻 -
2. 論文標題 Smooth blowup square for motives with modulus	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 to appear in Bulletin of the Polish Academy of Sciences - 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 Binda Federico, Saito Shuji	4. 巻 18
2. 論文標題 RELATIVE CYCLES WITH MODULI AND REGULATOR MAPS	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of the Institute of Mathematics of Jussieu	6. 最初と最後の頁 1233 ~ 1293
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1017/S1474748017000391	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 Kerz Moritz, Saito Shuji, Tamme Georg	4. 巻 -
2. 論文標題 TOWARDS A NON-ARCHIMEDEAN ANALYTIC ANALOG OF THE BASS-QUILLEN CONJECTURE	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of the Institute of Mathematics of Jussieu	6. 最初と最後の頁 1 ~ 16
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1017/S147474801900001X	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 Jannsen Uwe, Saito Shuji, Zhao Yigeng	4. 巻 154
2. 論文標題 Duality for relative logarithmic de Rham-Witt sheaves and wildly ramified class field theory over finite fields	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Compositio Mathematica	6. 最初と最後の頁 1306 ~ 1331
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1112/S0010437X1800711X	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 Mitsui Kentaro	4. 巻 223
2. 論文標題 Frobenius base change of torsors	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Pure and Applied Algebra	6. 最初と最後の頁 553 ~ 570
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jpaa.2018.04.006	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 K. Ruelling and S. Saito	4. 巻 370
2. 論文標題 Higher Chow groups with modulues and relative Milnor K-theory	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Trans. AMS.	6. 最初と最後の頁 987-1043
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1090/tran/7018	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 K. Mitsui	4. 巻 2017/1
2. 論文標題 Models of torsors under elliptic curve	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 PMB Alge'bre et The'orie des Nombres	6. 最初と最後の頁 79-108
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5802/pmb.16	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 D. Allcoc and F. Kato	4. 巻 69
2. 論文標題 A fake projective plane via 2-adic uniformization with torsion	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Tohoku Math. Journal	6. 最初と最後の頁 221-237
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2748/tmj/1498269624	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 F. Kato	4. 巻 21
2. 論文標題 On Henselian rigid geometry	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Taiwanese J. Math.	6. 最初と最後の頁 531-547
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11650/tjm/7989	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36件 (うち招待講演 36件 / うち国際学会 21件)

1. 発表者名 加藤文元
2. 発表標題 Rigid analytic approach to uniform non-archimedean Pila-Wilkie type theorems
3. 学会等名 「非可換代数幾何学の大域的問題とその周辺」@高知大学 (オンライン) (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Fumiharu Kato
2. 発表標題 Toward rigid analytic approach to uniform non-archimedean Pila-Wilkie type theorems
3. 学会等名 Conference "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 Kentaro Mitsui
2. 発表標題 Models of torsors under algebraic groups
3. 学会等名 Xiamen mini workshop in Arithmetic Geometry (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kentaro Mitsui
2. 発表標題 Frobenius base change of torsors
3. 学会等名 CNU Workshop on Arithmetic Algebraic Geometry in honor of Professor Li Kezheng for his 70th birthday (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kentaro Mitsui
2. 発表標題 Models of torsors under algebraic groups
3. 学会等名 代数幾何学セミナー, 京都大学 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kentaro Mitsui
2. 発表標題 Models of torsors under algebraic groups
3. 学会等名 代数幾何セミナー, 東北大学 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kentaro Mitsui
2. 発表標題 Frobenius base change of torsors
3. 学会等名 代数幾何・数論幾何セミナー, 埼玉大学 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kentaro Mitsui
2. 発表標題 Models of torsors under elliptic curves
3. 学会等名 代数セミナー, 神戸大学 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Iku Nakamura
2. 発表標題 半アーベル的なネロン・モデルの相対コンパクト化
3. 学会等名 湯布院代数幾何学ワークショップ, 日本文理大学 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kentaro Mitsui
2. 発表標題 Quotient singularities of products of two curves
3. 学会等名 第7回代数幾何学研究集会---宇部---, 宇部工業高等専門学校 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kentaro Mitsui
2. 発表標題 Models of torsors under algebraic groups
3. 学会等名 第15回代数・解析・幾何学セミナー, 鹿児島大学 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 加藤文元
2. 発表標題 Brief introduction to non-archimedean spaces
3. 学会等名 5th Tokyo Tech - Uppsala University Joint Symposium, Uppsala University, Sweden (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 加藤文元
2. 発表標題 Non-archimedean analytic space of Banach type
3. 学会等名 Higher Dimensional Arithmetic Geometry, Kumamoto University, Kumamoto (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 S. Saito
2. 発表標題 Rigid analytic K-theory
3. 学会等名 Arithmetic and Analysis, Conference on the occasion of Christopher Deninger's 60th birthday, University of Muenster, Muenster, Germany (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 S. Saito
2. 発表標題 Rigid analytic K-theory
3. 学会等名 Motivic homotopy theory and refined enumerative geometry, University of Duisburg-Essen, Essen, Germany (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1 . 発表者名 S. Saito
2 . 発表標題 Rigid analytic K-theory and p -adic Chern characters
3 . 学会等名 The conference "Arithmetic Geometry : l-adic and p-adic aspects", University of Tokyo, Tokyo (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 S. Saito
2 . 発表標題 Rigid analytic K-theory and p -adic Chern characters
3 . 学会等名 A conference 'Geometry: Local and Global' on the occasion of Prof. V. Srinivas's 60th birthday, Tata Institute of Fundamental Research, Mumbai, India (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 S. Saito
2 . 発表標題 Theory of motives with modulus
3 . 学会等名 Arithmetic and Algebraic Geometry 2019 on the occasion of Prof. Terasoma's 60th birthday, University of Tokyo, Tokyo (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 S. Saito
2 . 発表標題 Rigid analytic K-theory and p -adic Chern characters
3 . 学会等名 Workshop on arithmetic geometry, Tokyo-Princeton at Komaba, University of Tokyo, Tokyo (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1. 発表者名 K. Mitsui
2. 発表標題 Frobenius base change of torsors
3. 学会等名 新潟代数セミナー, 新潟大学, 新潟県 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 K. Mitsui
2. 発表標題 Logarithmic good reduction and the index
3. 学会等名 代数幾何セミナー, 名古屋大学, 愛知県 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 K. Mitsui
2. 発表標題 Canonical bundle formula and base change
3. 学会等名 蘇州大学、中国 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 K. Mitsui
2. 発表標題 Logarithmic good reduction and the index
3. 学会等名 ホッジ理論と代数幾何学, 東京電機大学, 東京都 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 K. Mitsui
2. 発表標題 Logarithmic good reduction and the index
3. 学会等名 代数幾何学セミナー，東京大学，東京都（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 K. Mitsui
2. 発表標題 Quotient singularities of products of two curves
3. 学会等名 Toric geometry, degenerations and related topics, Kobe University, Hyogo（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Iku Nakamura, Kentaro Mitsui
2. 発表標題 Relative compactification of semiabelian Néron models
3. 学会等名 Toric geometry, degenerations and related topics, Kobe University, Hyogo（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 K. Mitsui
2. 発表標題 Models of torsors under algebraic group
3. 学会等名 東京電機大学数学講演会，東京電機大学，東京都（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 K. Mitsui
2. 発表標題 Models of torsors under algebraic group
3. 学会等名 The 17th Affine Algebraic Geometry Meeting, Kwansai Gakuin University, Hyogo (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 F. Kato
2. 発表標題 On Henselian Rigid GAGA
3. 学会等名 正標数の代数幾何とその関連する話題 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 K. Mitsui
2. 発表標題 Frobenius base change of torsors
3. 学会等名 正標数の代数幾何とその関連する話題 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 K. Mitsui
2. 発表標題 Logarithmic good reduction and the index
3. 学会等名 Log geometry, degenerations and related topics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 K. Mitsui
2. 発表標題 Frobenius base change of torsors
3. 学会等名 野田代数幾何学シンポジウム2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 S. Saito
2. 発表標題 Purity of reciprocity sheaves and motive of modulus
3. 学会等名 Institut Mittag-Leffler, Stockholm, Sweden. (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 S. Saito
2. 発表標題 Rigid analytic K-theory
3. 学会等名 Hausdorff Research Institute for Mathematics, Bonn Germany (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 S. Saito
2. 発表標題 Motives with modulus and cdh descent for reciprocity sheaves
3. 学会等名 Polish Academy of Sciences Conference Center, Bedlewo, Poland (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 S. Saito
2. 発表標題 Motivic interpretation of Artin conductors,
3. 学会等名 Villa Finaly, Firenze, Italia (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計9件

1. 著者名 加藤文元	4. 発行年 2020年
2. 出版社 数研出版	5. 総ページ数 448
3. 書名 チャート式シリーズ 大学教養 線形代数	

1. 著者名 加藤 文元	4. 発行年 2020年
2. 出版社 中央公論新社	5. 総ページ数 296
3. 書名 数学する精神 増補版	

1. 著者名 加藤文元	4. 発行年 2020年
2. 出版社 西東社	5. 総ページ数 224
3. 書名 イラスト&図解 知識ゼロでも楽しく読める! 数学のしくみ	

1. 著者名 Vincent Cossart、Uwe Jannsen、Shuji Saito	4. 発行年 2020年
2. 出版社 Springer-Verlag, Berlin	5. 総ページ数 253
3. 書名 Desingularization: Invariants and Strategy: Application to Dimension 2, Lecture Notes in Mathematics. 2270	

1. 著者名 加藤文元	4. 発行年 2019年
2. 出版社 KADOKAWA	5. 総ページ数 304
3. 書名 宇宙と宇宙をつなぐ数学 IUT理論の衝撃	

1. 著者名 加藤文元	4. 発行年 2019年
2. 出版社 数研出版	5. 総ページ数 352
3. 書名 数研講座シリーズ 大学教養 微分積分	

1. 著者名 加藤文元	4. 発行年 2019年
2. 出版社 数研出版	5. 総ページ数 359
3. 書名 数研講座シリーズ 大学教養 線形代数	

1. 著者名 加藤文元	4. 発行年 2020年
2. 出版社 KADOKAWA	5. 総ページ数 320
3. 書名 ガロア 天才数学者の生涯	

1. 著者名 K. Fujiwara and F. Kato	4. 発行年 2018年
2. 出版社 European Mathematical Society Publishing House	5. 総ページ数 863
3. 書名 Foundations of Rigid Geometry I	

〔産業財産権〕

〔その他〕

加藤文元 http://www.math.titech.ac.jp/~bungen/index-j.html 齋藤秀司 http://www.lcv.ne.jp/~smaki/ja/index.html
--

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	齋藤 秀司 (Saito Shuji) (50153804)	東京大学・大学院数理科学研究科・教授 (12601)	

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	三井 健太郎 (Mitsui Kentaro) (70644889)	神戸大学・理学研究科・助教 (14501)	

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	開催年
ハケ岳ワークショップ Derived Algebraic Geometry	2019年～2019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
---------	---------