

令和 6 年 6 月 9 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2023

課題番号：18K03209

研究課題名(和文)高次元のクレパントな特異点解消の存在とマッケイ対応の一般化

研究課題名(英文)Existence of higher dimensional crepant resolutions and generalization of the McKay correspondence

研究代表者

伊藤 由佳理 (ITO, YUKARI)

東京大学・カブリ数物連携宇宙研究機構・教授

研究者番号：70285089

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)：研究代表者の伊藤は、有限群Gの商特異点の特異点解消が得られる際に、特異点解消の例外集合と対応する既約表現の特徴づけを行い、研究分担者の石井は商特異点のダイマー模型、Hirzebruch曲面のexceptional correctionについての研究を行い、研究分担者の伊山は2018年の国際数学者会議(ICM2018)で招待講演をし、三角圏の傾理論や団傾理論、AR理論についての研究を行った。また2018年、2020年、2023年に国際研究集会を開催し、2023年4月には本研究課題に関連した論文集を刊行した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究課題の成果のうち、伊藤と石井は、2次元で知られているMcKay対応の3次元への一般化について、導来圏や新たに定義したessential representation、ダイマー模型を用いて研究をし、伊山は多元環の表現論の研究を発展させた点が数学の代数幾何学における学術的意義である。また上記の出版論文集には、サーベイも含まれ、本研究課題周辺を新たに勉強したい学生や研究者の教科書ともなる有意義な一冊である。

研究成果の概要(英文)：Ito characterizes the exceptional set of resolutions of quotient singularities of a finite group G and their corresponding irreducible representations when resolutions of singularities are obtained. Ishii investigates the Dimer models of quotient singularities and exceptional corrections on Hirzebruch surfaces. Iyama gave an invited lecture at the International Congress of Mathematicians (ICM) in 2018 and conducted research on triangulated categories, cluster categories, and AR theory. Additionally, international research meetings were held in 2018, 2020, and 2023, and in April 2023, a collection of papers related to this research project titled "McKay correspondence, tilting theory and related topics" was published as *Advanced Studies in Pure Mathematics* 88.

研究分野：代数幾何学

キーワード：crepant resolution McKay correspondence tilting theory Auslander-Reiten theory dimer model
| exceptional correction

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。

1. 研究開始当初の背景

3次元の商特異点のクレパントな解消についての存在はわかっていたが、特異点解消と群の既約表現との対応は、群 G が可換群のときのみ Reid's recipe として知られていたが、 G が一般の場合はわからなかった。また可換群のときも、すべての既約表現が必要なかどうかはわからなかった。また多元環の表現論や導来圏を用いた研究もあまり進んでいなかった。

2. 研究の目的

本研究課題の研究対象は、商特異点であり、研究目的は、1. クレパントな特異点解消に関する研究の高次元化、2. 幾何学的なマッカイ対応の非可換群の場合への拡張、3. 3次元マッカイ対応と物理学との関連である。

上記のように、クレパントな特異点解消の存在は3次元の場合はわかっているが、幾何学的な記述はまだ完全でないので、多元環の表現論を用いて、クレパントな特異点解消の幾何学的な記述も詳しく調べることがひとつの目標である。また高次元の特異点に関しては、クレパントな特異点解消の存在もまだよくわかっていないが、その存在を非可換クレパント解消の研究と関連付けて調べることが目的とした。

代数幾何学では特異点がトーリック多様体の場合（つまりもとの群が可換な場合）と、トーリック多様体でない場合、トーリックの多様体になる方が研究しやすい対象であるが、非可換幾何学では異なる現象もあるので、それに関して専門家から教えてもらうという予定を立てていた。

3. 研究の方法

2018年4月から2024年3月まで6年間あるのは、途中で新型コロナウイルスによるパンデミックがあったためである。2018年次は、研究代表者の伊藤も、研究分担者の石井、伊山も全員名古屋大学に在籍しており日常的にセミナーができる環境であったが、2019年度に伊藤が東京大学カブリ数物連携宇宙研究機構へ、2020年度には伊山が東京大学大学院数理科学研究科に異動し、さらにパンデミックで会う機会は減ったが、通常はオンラインなどで、研究交流をし、研究集会を開催することで、世界中の関連する研究者とも最新の情報交換ができた。また3人ともがいろんな人と研究交流し、多くの共同研究が生まれた。

実際には、2019年3月名古屋大学大学院多元数理科学研究科にて、2020年7-8月はパンデミックだったため、対面開催を諦め、東京大学カブリ数物連携宇宙研究機構の協力の下、オンラインで、2023年12月東京大学カブリ数物連携宇宙研究機構にて対面で国際研究集会を開催した。

4. 研究成果

研究代表者の伊藤は、2018年に Craw, Karmazyn と発表した論文で、3次元 Gorenstein 商特異点のクレパントな特異点解消に対する McKay 対応で、essential representation の特徴づけを行った。ここでは2次元の $SL(2, \mathbb{C})$ の有限部分群に対するマッカイ対応を $GL(2, \mathbb{C})$ の有限部分群に対して拡張したさいに登場した special representation の高次元化として、essential representation を定義し、その性質についても調べた。実際はその高次元化になるだけでなく、特異点解消をモジュライ空間として記述する際にも essential になるという意味でこの名前がついている。その後、それをさらに terminal singularity など Gorenstein でない特異点の特異点解消に対しての一般化について、佐藤宏平、佐藤悠介と研究を続けており、ひとつのクレパントな特異点解消だけでなく、その他のクレパントな特異点解消を得るフロップの可能性についても群 G が可換群の場合はわかりそうである。これをもとに、群 G が非可換群の場合にも拡張できるのではないかという希望が見えてきた。

研究分担者の石井は、群作用付きダイマー模型について研究した。有限群 G がダイマー模型への作用について、この作用がダイマー模型の一つの面を固定し、さらに付随する格子多角形への作用が格子点を固定すると仮定する。この仮定のもと、 G のアフィントーリック多様体および非可換クレパント解消への作用を修正してそれぞれその標準束を保つようにすることができる。これらの修正された作用に関して、関係式つき箴の道代数と G の接合積を取ったものが、アフィントーリック多様体の G による商多様体の非可換クレパント解消であることを示した。さらに、与えられた群作用付き格子多角形に対し、対応する群作用付きダイマー模型（で条件を満たすもの）を構成できることを示した。これは、トーリックでも商特異点でもないような特異点に対する非可換クレパント解消構成の例となるものである。この結果は、Nolla 氏、植田氏との共著論文として公表された。

さらに石井は、Hirzebruch 曲面 Σ_2 上の exceptional collection について上原北斗氏および大川新之助氏と共同研究をおこなった。導来圏の例外対象が spherical twist の合成で Grothendieck 群でのクラスを保ったままベクトル束に変換できることを示した。さらに射影直線の積への変形を用いることにより、任意の例外列が充満な例外列に拡張できること、長さ4の

例外列の集合に組紐群が推移的に作用すること、などを証明することができた。以上の結果をまとめて3人共著のプレプリントとして公表し、雑誌に投稿した。

McKay 対応は、有限群による商特異点解消の幾何学とその群の表現論の間に存在すべき対応のことである。これまで多くの結果は、群が余次元2を除いて自由に作用する場合に得られてきたが、川又により、商多様体と因子の組みを用いて McKay 対応の定式化がそうでない場合にも拡張された。本研究においては、その定式化と G-constellation のモジュライ空間、導来圏の半直交分解を結びつける考察を行った。

共同研究者の伊山の研究成果は以下のとおりである：近年の Cohen-Macaulay 表現論は、導来圏・三角圏を制御する傾理論とその Calabi-Yau 類似である団傾理論、さらに古典的および高次元 Auslander-Reiten 理論の影響を強く受けて発展している。ICM 2018 の招待講演で、主要な研究成果に関するサーベイ講演を行い、proceedings に解説論文を執筆した。

重要な加法圏のクラスとして、三角圏 (Grothendieck-Verdier) と完全圏 (Quillen) が挙げられるが、Nakaoka-Palu の extriangulated category はこれらの共通の一般化を与える。Nakaoka, Palu との共同研究で、extriangulated category における Auslander-Reiten 理論を構築した (Trans. Amer. Math. Soc. Ser. B 2024)。これは、従来は三角圏と完全圏で別個に議論されてきた Auslander-Reiten 理論の統合を与えるものである。さらに extriangulated category の射影対象の極小右概分裂射の擬核と、移入対象の極小左概分裂射の擬余核を分析し、適切な仮定のもとで安定圏が τ 圏の構造を持つことを示した。

d 遺伝多元環 A の高次前射影多元環 Π は、Calabi-Yau 性を満たす重要な研究対象である。Grant との共同研究で、 A が Koszul 多元環の場合に Π を調べた (Compos. Math. 2020)。特に、 Π があるポテンシャル付き簇の高階 Jacobi 多元環となること、さらに Π が (almost) Koszul 多元環となることを示した。また A の quadratic dual の自明拡大環から Π の quadratic dual への全射準同型を構成し、これが同型となる必要十分条件を与えた。

自然数 d に対し $[-d]$ を Serre 関手に持つ三角圏を $(-d)$ -Calabi-Yau と呼ぶが、団圏や特別な DG 代数の特異圏などの例が知られている。

環上の単純加群全体の持つ性質を $(-d)$ -Calabi-Yau 三角圏で公理化した概念が d 単純系 (d -simple-minded system) である。Jin との共同研究で、Dynkin 簇の $(-d)$ 団圏における d 単純系の個数が、組み合わせ論で重要な正 Fuss-Catalan 数で与えられることを示した (Int. Math. Res. Not. 2023)

本研究課題関連の国際研究集会を開催したことは3に記載したとおりであるが、2020年に対面開催できなかったこともあり、参加者による論文とサーベイを集めた本”McKay correspondence, mutations and related topics”を Advanced Studies in Pure Mathematics 88 として出版した。この本は500頁超の大著となり、この分野の初学者にも有意義な一冊となった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計24件（うち査読付論文 23件 / うち国際共著 19件 / うちオープンアクセス 11件）

1. 著者名 Herschend Martin, Iyama Osamu, Minamoto Hiroyuki, Oppermann Steffen	4. 巻 285
2. 論文標題 Representation Theory of Geigle-Lenzing Complete Intersections	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Memoirs of the American Mathematical Society	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) 10.1090/memo/1412	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 Demonet Laurent, Iyama Osamu, Reading Nathan, Reiten Idun, Thomas Hugh	4. 巻 10
2. 論文標題 Lattice theory of torsion classes: Beyond τ -tilting theory	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Transactions of the American Mathematical Society, Series B	6. 最初と最後の頁 542 ~ 612
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1090/btran/100	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 Iyama Osamu, Nakaoka Hiroyuki, Palu Yann	4. 巻 11
2. 論文標題 Auslander-Reiten theory in extriangulated categories	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Transactions of the American Mathematical Society, Series B	6. 最初と最後の頁 248 ~ 305
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1090/btran/159	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 Iyama Osamu, Jin Haibo	4. 巻 2023
2. 論文標題 Positive Fuss-Catalan Numbers and Simple-Minded Systems in Negative Calabi-Yau Categories	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 International Mathematics Research Notices	6. 最初と最後の頁 6624 ~ 6647
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/imrn/rnab369	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 Iyama Osamu, Marczinzik Rene	4. 巻 398
2. 論文標題 Distributive lattices and Auslander regular algebras	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Advances in 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) 10.1016/j.aim.2022.108233	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 Ishii Akira	4. 巻 50
2. 論文標題 G-constellations and the maximal resolution of a quotient surface singularity	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Hiroshima Mathematical Journal	6. 最初と最後の頁 375, 398
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.32917/hmj/1607396494	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 Yukari Ito	4. 巻 1
2. 論文標題 The McKay correspondence	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 代数幾何学シンポジウム記録	6. 最初と最後の頁 96,105
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 Buchweitz, Ragnar-Olaf; Iyama, Osamu; Yamaura, Kota	4. 巻 8
2. 論文標題 Tilting theory for Gorenstein rings in dimension one	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Forum Math. Sigma	6. 最初と最後の頁 36,37
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.aim.2019.106932	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 Iyama, Osamu; Zhang, Xiaojin	4. 巻 142
2. 論文標題 Quotients of triangulated categories and equivalences of Buchweitz, Orlov, and Amiot-Guo-Keller	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Amer. J. Math.	6. 最初と最後の頁 1641,1659
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2140/pjm.2019.298.399	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 Dao, Hailong; Iyama, Osamu; Takahashi, Ryo; Wemyss, Michael	4. 巻 29
2. 論文標題 Gorenstein modifications and Q-Gorenstein rings	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J. Algebraic Geom.	6. 最初と最後の頁 729,751
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1112/blms.12210	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 Grant, Joseph; Iyama, Osamu	4. 巻 156
2. 論文標題 Higher preprojective algebras, Koszul algebras, and superpotentials	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Compos. Math.	6. 最初と最後の頁 2588,2627
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1112/S0010437X20007538[Opens in a new window]	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 O. Iyama, M. Wemyss	4. 巻 3
2. 論文標題 Weighted Projective Lines and Rational Surface Singularities	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Epijournal Geom. Algebrique	6. 最初と最後の頁 Art. 13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.46298/epiga.2020.volume3.4761	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 O. Iyama, X. Zhang	4. 巻 72
2. 論文標題 Classifying ϕ -tilting modules over the Auslander algebra of $K[x]/(x^n)$	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 J. Math. Soc. Japan	6. 最初と最後の頁 731,764
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2969/jmsj/75117511	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 Ishii Akira, Nakamura Iku	4. 巻 0
2. 論文標題 Extended McKay correspondence for quotient surface singularities	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 The Quarterly Journal of Mathematics	6. 最初と最後の頁 0
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/qmath/hay047	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 Iyama Osamu, Nakajima Yusuke	4. 巻 12
2. 論文標題 On steady non-commutative crepant resolutions	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Noncommutative Geometry	6. 最初と最後の頁 457 ~ 471
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4171/JNCG/283	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 Iyama Osamu, Reading Nathan, Reiten Idun, Thomas Hugh	4. 巻 154
2. 論文標題 Lattice structure of Weyl groups via representation theory of preprojective algebras	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Compositio Mathematica	6. 最初と最後の頁 1269 ~ 1305
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1112/S0010437X18007078	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 Iyama Osamu, Yang Dong	4. 巻 370
2. 論文標題 Sifting reduction and Calabi-Yau reduction of triangulated categories	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Transactions of the American Mathematical Society	6. 最初と最後の頁 7861 ~ 7898
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1090/tran/7213	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 Chan Aaron, Iyama Osamu, Marczinzik Ren	4. 巻 345
2. 論文標題 Auslander Gorenstein algebras from Serre-formal algebras via replication	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Advances in Mathematics	6. 最初と最後の頁 222 ~ 262
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.aim.2019.01.010	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 Demonet Laurent, Iyama Osamu, Jasso Gustavo	4. 巻 2019
2. 論文標題 tau-Tilting Finite Algebras, Bricks, and g-Vectors	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Mathematics Research Notices	6. 最初と最後の頁 852 ~ 892
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/imrn/rnx135	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 Dao Hailong, Iyama Osamu, Iyengar Srikanth B., Takahashi Ryo, Wemyss Michael, Yoshino Yuji	4. 巻 51
2. 論文標題 Noncommutative resolutions using syzygies	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Bulletin of the London Mathematical Society	6. 最初と最後の頁 43 ~ 48
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1112/blms.12210	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 Iyama Osamu, Zhang Xiaojin	4. 巻 298
2. 論文標題 Tilting modules over Auslander-Gorenstein Algebra	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Pacific Journal of Mathematics	6. 最初と最後の頁 399 ~ 416
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2140/pjm.2019.298.399	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 Osamu Iyama, Dong Yang	4. 巻 142
2. 論文標題 Quotients of triangulated categories and Equivalences of Buchweitz, Orlov and Amiot-Guo-Keller	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Amer. J. Math.	6. 最初と最後の頁 1641, 1659
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1353/ajm.2020.0041	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 IYAMA OSAMU	4. 巻 11
2. 論文標題 TILTING COHEN-MACAULAY REPRESENTATIONS	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the International Congress of Mathematicians--Rio de Janeiro 2018	6. 最初と最後の頁 125, 162
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1142/9789813272880_0048	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 Alastair Craw, Yukari Ito, Joseph Karmazyn	4. 巻 289
2. 論文標題 Multigraded linear series and recollement	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Mathematische Zeitschrift	6. 最初と最後の頁 535, 565
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00209-017-1965-1	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 該当する

〔学会発表〕 計65件（うち招待講演 59件 / うち国際学会 42件）

1. 発表者名 Yukari Ito
2. 発表標題 Existence of crepant resolutions
3. 学会等名 Mini-workshop on Quiver Varieties and Related Topics (Oxford) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yukari Ito
2. 発表標題 Existence of crepant resolution and the McKay correspondence
3. 学会等名 MAGIC (algebraic geometry) seminar of Imperial College (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yukari Ito
2. 発表標題 The McKay correspondence
3. 学会等名 8 th International Congress on Science Technology and Technology-based Innovation (STT48) (Thailand) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 伊藤 由佳理
2. 発表標題 初等中等教育における理数教育に望まれるジェンダーの視点
3. 学会等名 教育数学の一側面－高等教育における数学の多様性と普遍性 (RIMS) (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yukari Ito
2. 発表標題 From 3-dimensional McKay correspondence
3. 学会等名 Gauge Theory, Moduli Spaces and Representation Theory (IPMU) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yukari Ito
2. 発表標題 The McKay correspondence and the generalization
3. 学会等名 K3, Enriques Surfaces, and Related Topics (Nagoya) (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yukari Ito
2. 発表標題 Resolution of Calabi-Yau singularities and the orbifold Euler characteristics
3. 学会等名 Women at the Intersection of Mathematics and Theoretical Physics Meet in Okinawa (OIST) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Osamu Iyama
2. 発表標題 Singularity categories and Cluster categories
3. 学会等名 Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Osamu Iyama
2. 発表標題 Auslander-Gorenstein rings revisited (3回講演)
3. 学会等名 Online workshop on higher dimensional homological algebras (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Osamu Iyama
2. 発表標題 Singularity categories and cluster categories
3. 学会等名 Bridges between representation theory and algebraic geometry: Singularities, friezes and cluster categories (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Osamu Iyama
2. 発表標題 団代数と傾理論
3. 学会等名 東京理科大学談話会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Osamu Iyama
2. 発表標題 Quiver representations and Cohen-Macaulay representations
3. 学会等名 Algebra days in Paris in honor of Bernhard Keller (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Osamu Iyama
2. 発表標題 Realizing stable categories of Cohen-Macaulay modules as cluster categories
3. 学会等名 第43回可換環論シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Osamu Iyama
2. 発表標題 特異傾理論入門: Quiver表現とCohen-Macaulay表現
3. 学会等名 名古屋大学集中講義 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Osamu Iyama
2. 発表標題 Complete g -fans of rank 2
3. 学会等名 Flash Talks in Representation Theory Norwegian University of Science and Technology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Osamu Iyama
2. 発表標題 Fans in tilting theory: rank 2 case
3. 学会等名 Representation Theory of Quivers and Finite-Dimensional Algebras (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Akira Ishii
2. 発表標題 Exceptional collections on 2
3. 学会等名 名古屋大学代数幾何学セミナー（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Osamu Iyama
2. 発表標題 Introduction to silting theory
3. 学会等名 Network on Silting Theory（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Osamu Iyama
2. 発表標題 Polytopes in silting theory
3. 学会等名 Network on Silting Theory（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Osamu Iyama
2. 発表標題 Sifting theory of Noetherian algebras
3. 学会等名 Network on Silting Theory（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Osamu Iyama
2. 発表標題 Periodic trivial extension algebras and fractionally Calabi-Yau algebras
3. 学会等名 FD seminar (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Osamu Iyama
2. 発表標題 Tilting theory of contracted preprojective algebras and cluster tilting theory of cDV singularities
3. 学会等名 Braids, mutations and twists in algebra and geometry (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Osamu Iyama
2. 発表標題 Wall-chamber structure in Grothendieck group and canonical decomposition
3. 学会等名 Cluster Algebras and Related Topics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Osamu Iyama
2. 発表標題 Singularity categories and cluster categories
3. 学会等名 Geometric and homological methods in representation theory (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Osamu Iyama
2. 発表標題 Cohen-Macaulay representations, Singularity categories and Cluster categories
3. 学会等名 東京可換環論セミナー（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Osamu Iyama
2. 発表標題 団代数と傾理論
3. 学会等名 Encounter with mathematics, 第75回Cluster Algebras（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yukari Ito
2. 発表標題 美しい数学入門 特異点の謎に迫る
3. 学会等名 金曜特別講座（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yukari Ito
2. 発表標題 The McKay correspondence
3. 学会等名 城崎代数幾何学シンポジウム（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yukari Ito
2. 発表標題 The McKay correspondence
3. 学会等名 ZAG(Zoom Algebraic Geometry) Seminar (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Osamu Iyama
2. 発表標題 Tilting theory of contracted preprojective algebras and cDV singularities
3. 学会等名 Paris algebra seminar (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Osamu Iyama
2. 発表標題 Simple-minded systems in cluster categories and generalized cluster complexes
3. 学会等名 Cluster algebras 2020 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Osamu Iyama
2. 発表標題 Contracted preprojective algebras, Coxeter groups and cDV singularities
3. 学会等名 Birthday Colloquium for Bill Crawley-Boevey (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Osamu Iyama
2. 発表標題 傾理論とその仲間たち
3. 学会等名 東京大学大学院数理科学研究科・談話会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Osamu Iyama
2. 発表標題 傾理論と前射影代数
3. 学会等名 京都大学数学教室・集中講義（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Osamu Iyama
2. 発表標題 特異圏の傾理論
3. 学会等名 京都大学数学教室・談話会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yukari Ito
2. 発表標題 Resolution of singularities and the McKay correspondence
3. 学会等名 IPMU Colloquium（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yukari Ito
2. 発表標題 Crepanant resolution and the orbifold Euler Characterisitcs
3. 学会等名 Workshop: Singularities and related topics (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yukari Ito
2. 発表標題 McKay correspondence for Calabi-Yau threefolds
3. 学会等名 Mutation: Mirror Symmetry, Deformations, and Combinatorics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yukari Ito
2. 発表標題 The McKay correspondence - a bridge between Algebra and Geometry
3. 学会等名 The 10th Conference of Tsinghua Sanya Internationl Mathematics Forum-The conference on the Legacy of Elie Cartan (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Akira Ishii
2. 発表標題 Dimer models with group actions
3. 学会等名 Japanese-European Symposium on Symplectic Varieties and Moduli Spaces - Fourth Edition (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Akira Ishii
2. 発表標題 Exceptional collections on the Hirzebruch surface
3. 学会等名 Categorical and Analytic Invariants in Algebraic Geometry VII (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Akira Ishii
2. 発表標題 Exceptional collections on the Hirzebruch surface
3. 学会等名 非可換代数幾何学の大域的問題とその周辺 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Osamu Iyama
2. 発表標題 Cluster tilting in projective geometry
3. 学会等名 Ragnar 's Ramification in Algebra and Geometry Emerging Workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Osamu Iyama
2. 発表標題 Tilting theory of preprojective algebras and Cohen-Macaulay modules (3 lectures)
3. 学会等名 Two weeks of silting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Osamu Iyama
2. 発表標題 Tilting theory of contracted preprojective algebras
3. 学会等名 Workshop on quiver varieties and representation theory (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Osamu Iyama
2. 発表標題 Radical layers of representable functors, revisited
3. 学会等名 Homological methods and Tilting theory of Finite Dimensional algebras (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Osamu Iyama
2. 発表標題 Radical layers of representable functors, revisited
3. 学会等名 Seminar de Representaciones de Algebras (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Osamu Iyama
2. 発表標題 Cohen-Macaulay DG modules and Calabi-Yau configurations, after H. Jin
3. 学会等名 Algebraic Representation Theory and Related Topics (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Osamu Iyama
2. 発表標題 Tilting theory of contracted preprojective algebras and cDV singularities
3. 学会等名 2019 Noncommutative Algebraic Geometry Shanghai Workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Osamu Iyama
2. 発表標題 Tilting theory for Gorenstein rings in dimension one
3. 学会等名 Algebra Seminar (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Osamu Iyama
2. 発表標題 Tilting theory of contracted preprojective algebras and cDV singularities
3. 学会等名 第 41 回可換環論シンポ ジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Osamu Iyama
2. 発表標題 Tilting modules and torsion theories revisited
3. 学会等名 第 25 回静岡代数学セミナーおよび星野光男氏の追悼 研究集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Osamu Iyama
2. 発表標題 自由性と単純性: K ^{onig} -Yang 対応を通して
3. 学会等名 第3回数理新人セミナー (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yukari Ito
2. 発表標題 特異点とマッカイ対応
3. 学会等名 名古屋大学多元数理談話会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Akira Ishii
2. 発表標題 Dimer models with group actions
3. 学会等名 Differential, Algebraic and Topological Methods in Complex Algebraic Geometry (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Osamu Iyama
2. 発表標題 Tilting Cohen-Macaulay representations
3. 学会等名 Higher homological algebra and cluster tilting (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Osamu Iyama
2. 発表標題 Tilting theory for Gorenstein rings in dimension one
3. 学会等名 日本大学 特異点セミナー
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Osamu Iyama
2. 発表標題 Tilting Cohen-Macaulay representations
3. 学会等名 International Congress of Mathematicians 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Osamu Iyama
2. 発表標題 Auslander-Reiten theory in extriangulated categories
3. 学会等名 Workshop and 18th International Conference on Representation of algebras (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Osamu Iyama
2. 発表標題 Tilting Cohen-Macaulay representations
3. 学会等名 城崎代数幾何学シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Osamu Iyama
2. 発表標題 Lattice theory of torsion classes beyond tau-tuktung theory
3. 学会等名 Stability Conditions and Representaion Theory of Finite-Dimesional Algebra (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Osamu Iyama
2. 発表標題 Tilting theory for Gorenstein rings in dimension one
3. 学会等名 代数幾何学セミナー (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Osamu Iyama
2. 発表標題 Auslander algebras for Cohen-Macaulay modules
3. 学会等名 第40回可換環論シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Osamu Iyama
2. 発表標題 Tilting Cohen-Macaulay representations
3. 学会等名 Conference on Algebraic Representaion Theory (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Osamu Iyama
2. 発表標題 Tilting theory for Gorenstein rings in dimension one
3. 学会等名 Interactions between commutative algebra, representation theory and algebraic geometry (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 伊藤 由佳理	4. 発行年 2020年
2. 出版社 岩波書店	5. 総ページ数 176
3. 書名 美しい数学入門	

1. 著者名 Yukari Ito, Akira Ishii, Osamu Iyama	4. 発行年 2023年
2. 出版社 日本数学会	5. 総ページ数 533
3. 書名 McKay Correspondence, Mutation and Related Topics	

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>研究集会 McKay Correspondence and Noncommutative Algebra の情報： https://sites.google.com/view/mckayworkshop</p> <p>研究集会 McKay correpondence, mutation and related topics の情報： https://indico.ipmu.jp/event/314/</p> <p>研究集会 McKay correspondence, tilting theory and related topics の情報： https://indico.ipmu.jp/event/430/</p> <p>論文・サーベイ集 "McKay Correspondence, Mutation and Related Topics" (Advanced Studies in Pure Mathematics 88) の情報： https://www.mathsoc.jp/publications/aspm/vol188.html</p>
--

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	石井 亮 (Ishii Akira) (10252420)	名古屋大学・多元数理科学研究科・教授 (13901)	
研究分担者	伊山 修 (Iyama Osamu) (70347532)	東京大学・大学院数理科学研究科・教授 (12601)	

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3件

国際研究集会 McKay correspondence, mutation and related topics	開催年 2020年～2020年
国際研究集会 Workshop on McKay Correspondence and Noncommutative Algebra	開催年 2018年～2018年
国際研究集会 McKay correspondence, tilting theory and related topics	開催年 2023年～2023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