

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 27 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2012～2015

課題番号：24340004

研究課題名(和文) 整環の表現論の新展開

研究課題名(英文) New development of representation theory of orders

研究代表者

伊山 修 (IYAMA, Osamu)

名古屋大学・多元数理科学研究科・教授

研究者番号：70347532

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,800,000円

研究成果の概要(和文)：整環の表現論を、主としてAuslander-Reiten理論と傾理論の観点から研究した。主要な成果は以下の3つであるが、その他にも様々な研究を行った。

(1) 傾理論を変異の観点から補完する。傾理論を発見した。(2) 高次元Auslander-Reiten理論で基本的な $n$ 無限表現型多元環を導入して、基本的性質を調べた。(3) 重み付き射影直線の高次元化として、Geigle-Lenzing完全交叉環を導入して基礎理論を構築した。これらの研究成果を合計22本の論文として出版し(全て査読有り)、国内外の研究集会やセミナーで64回の講演を行った。

研究成果の概要(英文)：I studied representation theory of orders mainly from a point of view of Auslander-Reiten theory and tilting theory. In addition to the following three major results, I gave a number of new results.

(1) We introduced tau-tilting theory, which completes classical tilting theory from a point of view of mutation. (2) We introduced  $n$ -representation infinite algebras, which are basic in higher dimensional Auslander-Reiten theory. (3) As a higher dimensional generalization of weighted projective lines, we introduced Geigle-Lenzing complete intersections and developed a basic theory. These results were published in 22 papers (all of them were refereed). I gave 64 lectures in international or domestic conferences and seminars.

研究分野：整環の表現論

キーワード：高次元Auslander-Reiten理論 傾理論 導来圏 Cohen-Macaulay加群  $n$ 無限表現型 Geigle-Lenzing 完全交叉環 団理論 非可換特異点解消

### 1. 研究開始当初の背景

多元環の表現論は, Auslander と Reiten による圏論的手法の導入, Gabriel の籠 (クイバー) による幾何的・組み合わせ論的手法の導入, Drozd や Roiter らによる行列問題の導入などを契機として, 1970 年頃に数学の一分野として成立した. 中山正, 東屋五郎, 森田紀一の流れを汲む, 日本の太刀川スクールの貢献も大きい. 以降 40 年あまりの間に, 多元環の表現論は著しい発展を遂げたが, 特に今世紀に入ってからの団 (クラスター) 理論周辺の発展には目覚ましいものがある.

### 2. 研究の目的

整環は可換とは限らない結合的多元環の中で, 最も基本的なクラスの一つである. 体上の有限次元多元環と可換 Cohen-Macaulay 環を共通に一般化した対象であり, 有限群の群環や籠 (quiver) の道多元環などが良く知られている. 整環の表現論とは, 整環上の加群圏の構造を調べるものである. 我々は, 高次元 Auslander-Reiten 理論を焦点として, 整環の表現論を深化させる事を目標とする.

### 3. 研究の方法

本研究計画の研究対象は整環上の加群圏であるが, それをより良く理解するために導来圏や団圏 (cluster category) などの三角圏も扱う. これらの圏は一般に巨大すぎて個々の対象や射まで理解することは極めて難しい. そこで圏全体の中から, 傾対象や団傾対象などの特徴的な対象に着目し, それらを調べる事によって全体の圏を理解する事を目指す.

### 4. 研究成果

(A) Adachi, Reiten との共同研究 (12, 10) で, 古典的な傾加群を変異理論の観点から補完する「 $\tau$  傾加群」を導入し, 基礎理論を構築した. 特に (a) 台  $\tau$  傾加群, (b) 関手的有限なねじれ類, (c) 2 項準傾複体, (d) 団傾対象 (多元環が 2-Calabi-Yau 三角圏に付随する場合) の間の一対一対応を与えた.

Jorgensen, Yang との共同研究 (7) で, この一対一対応をさらに拡張・精密化した.

Demonet, Jasso との共同研究 (arXiv:1503.00285) で,  $\tau$ -rigid 加群を有限個しか持たない  $\tau$ -rigid 有限多元環を調べた. これらの多元環は, 任意のねじれ類が関手的有限であることで特徴づけられること, さらに台  $\tau$  傾加群のなす単体的複体が球面と同相であることを示した.

Reiten, Todorov, Thomas との共同研究 (4) で, 籠の道多元環のねじれ類のなす半順序集合が束となる必要十分条件を与えた.

Reiten, Reading, Thomas との共同研究 (arXiv:1604.08401) で, Dynkin 型の前射影多元環  $\Pi$  の導来圏を調べた. ワイル群の元と台  $\tau$  傾加群が一対一に対応することが知られていた (Mizuno) が, ワイル群の join 既約元と直既約  $\tau$ -rigid 加群, さらに  $\Pi$  の brick

の間に自然な全単射が存在することを示した. join 既約元は組合せ論の観点から重要であり, また直既約  $\tau$ -rigid 加群と brick はそれぞれ直既約射影加群と単純加群を拡張した基本的な対象である. また Hasse クイバーの矢の join 既約元によるラベル付けが, brick によるラベル付けと一致することを示し, A 型と D 型の場合に直既約  $\tau$ -rigid 加群の組み合わせ論的な記述も与えた.

Zhang との共同研究 (arXiv:1602.05037) で,  $k[x]/(x^n)$  のアウスランダー多元環  $A$  に対して, 台  $\tau$  傾  $A$  加群と対称群  $S_{n+1}$  の元の間自然な全単射が存在することを示した.

(B) 高次元 Auslander-Reiten 理論において基本的な  $n$  有限表現型多元環を相補するものとして「 $n$  無限表現型多元環」を Herschend, Oppermann との共同研究 (13) において導入して, 基本的性質を調べた. 重要な加群のクラスである  $n$  前射影加群および  $n$  前入射加群に対しては,  $n$  概分裂完全列が存在することを示し, もう一つの重要なクラスである  $n$  正則加群に対しては, 源, 毛利による非可換代数幾何学的手法を応用して, 前射影多元環から定まる非可換射影スキーム上の,  $0$  次元層と等価であることを示した.

Jasso との共同研究 (arXiv:1602.00127) で, 双対的  $R$  圏 (dualizing  $R$ -variety) に対して高次元アウスランダー対応を与えた.

(C) Herschend, Minamoto, Oppermann との共同研究 (arXiv:1409.0668) で, 表現論における古典的对象である Geigle-Lenzing の重み付き射影直線と, Ringel の標準多元環の高次元化を導入し, 研究を行った. 具体的には, 射影空間  $P^d$  上の超平面  $H_1, \dots, H_n$  とそれらの重み  $p_1, \dots, p_n$  から, 特別な次数付き可換代数である  $GL (= \text{Geigle-Lenzing})$  完全交叉環を導入し, その表現論を研究した. 特に,  $GL$  完全交叉環の Cohen-Macaulay 加群の安定圏 (= 特異導来圏) が常に傾対象を持つことを証明した. これは  $d=1$  の場合でも新しい結果である. 応用として,  $GL$  完全交叉環が  $d$  有限表現型であるための十分条件を与えた. さらに  $GL$  完全交叉環に対して Serre 構成を適用することにより  $GL$  射影空間を導入し, その表現論を研究した. 特に  $GL$  射影空間が常に傾ベクトル束を持つことを証明し, さらにその準同型環である  $d$  標準多元環の性質を調べた. これらの対象は, 高次元 Auslander-Reiten 理論において基本的である.

Lerner との共同研究 (3) で, 射影空間上の特別な整環である  $GL$  整環を導入し,  $GL$  射影空間に対する別のアプローチを与えた.

(D) 傾対象は三角圏を環の導来圏として実現する際に基本的であり, 準傾対象は傾対象を変異の観点から補完する. Yang との共同研究 (arXiv:1408.2678) で, 準傾退化を導入して基本的な性質を調べた. 準傾退化は,

三角圏  $T$  とその前準傾対象  $P$  からイデアル商として構成される新しい三角圏  $U$  のことである。Calabi-Yau 三角圏とその rigid 対象から新しい三角圏 (Calabi-Yau 退化) が構成されるが、準傾退化はその類似である。我々は、 $U$  が Verdier 商  $T/\text{thick } P$  と一致すること、 $U$  の準傾対象と  $P$  を直和因子に持つような  $T$  の準傾対象が一对一に対応することを示した。団理論で重要な団圏  $C$  は Ginzburg dg algebra の導来圏  $T$  の特別な Verdier 商だが、 $T$  の準傾退化と  $C$  の Calabi-Yau 退化が互換性を有することも示した。

(E) Demonet との共同研究 (1) で、完備離散付値環上の整環  $A$  とその冪等元  $e$  に対して、Cohen-Macaulay  $A$  加群  $X$  で  $eX$  が射影  $eAe$  加群になるものからなる圏  $\text{CM}_A$  を導入し、その基本的性質を調べた。特に射影  $A$  加群  $Ae$  がある種の入射性を満たす場合に、剰余圏  $(\text{CM}_A)/[Ae]$  が、剰余環  $A/(e)$  上の加群圏の特定の充満部分圏と完全圏同値となることを示した。応用として、旗多様体の斉次座標環の団代数構造の圏化に関する Geiss-Leclerc-Schoeer, Jensen-King-Xu の結果を大幅に改良・拡張した。

(F) Wemyss との共同研究 (9) で、非可換クレパント特異点解消の概念を拡張した (極大) modification 加群を導入して基礎理論を構築した。応用として (11) でクレパント特異点解消との関連を調べた。さらに (2) で三角圏の Calabi-Yau 退化の理論を Hom 有限でない三角圏まで拡張し、応用として 3 次元超曲面  $k[[x, y, u, v]]/(f(x, y) - uv)$  上の極大 modification 加群の分類を与えた。

Nakajima との共同研究 (arXiv:1509.09031) で、非可換クレパント特異点解消に対して steady, splitting という概念を導入し、それが存在する必要十分条件は、有限アーベル群による商特異点であることを示した。

(G) その他の研究成果。

Kalck, Wemyss, Yang との共同研究 (8) で、与えられたフロベニウス圏が、ある岩永ゴレンシュタイン環上のゴレンシュタイン射影加群の圏と同値になるための十分条件を与え (森田型定理)、応用として 2 次元有理特異点上の特殊 Cohen-Macaulay 加群から構成される三角圏が、ある特定の部分解消の特異導来圏と同値であることを示した。

Dao, Takahashi, Vial との共同研究 (6) で、可換環が非可換特異点解消を持つことと、因子類群やグロタンディーク群の有限生成性の間に、関連があることを示した。特に 2 次元の場合には、有理特異点であることと非可換特異点解消を持つことが同値となる。

Kato, Miyachi との共同研究 (arXiv:1309.6039, 1603.06056) では、フロベニウス圏の観点から通常の導来圏を一般化した  $N$  複体の導来圏を導入して研究し、さ

らに recollement 多角形を構成した。

Aihara, Araya, Takahashi, Yoshiwaki との共同研究 (14) で、三角圏の次元の評価式をいくつか与えた。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 22 件)

研究代表者による査読有り、掲載確定の論文のみ記載。

(1) L. Demonet, O. Iyama, Lifting preprojective algebras to orders and categorifying partial flag varieties, to appear in Algebra Number Theory.

(2) O. Iyama, M. Wemyss, Reduction of triangulated categories and maximal modification algebras for  $\text{cA}_n$  singularities, to appear in J. Reine Angew. Math.

(3) O. Iyama, B. Lerner, Tilting bundles on orders on  $\mathbb{P}^d$ , Israel J. Math. 211 (2016), no. 1, 147--169.

(4) O. Iyama, I. Reiten, G. Todorov, H. Thomas, Lattice structure of torsion classes for path algebras, Bull. Lond. Math. Soc. 47 (2015), no. 4, 639--650.

(5) C. Amiot, O. Iyama, I. Reiten, Stable categories of Cohen-Macaulay modules and cluster categories, Amer. J. Math. 137 (2015), no. 3, 813--857.

(6) H. Dao, O. Iyama, R. Takahashi, C. Vial, Non-commutative resolutions and Grothendieck groups, J. Noncommut. Geom. 9 (2015), no. 1, 21--34.

(7) O. Iyama, P. Jorgensen, D. Yang, Intermediate co-t-structures, two-term siltling objects, tau-tilting modules, and torsion classes, Algebra Number Theory 8 (2014), no. 10, 2413--2431.

(8) M. Kalck, O. Iyama, M. Wemyss, D. Yang, Frobenius categories, Gorenstein algebras and rational surface singularities, Compos. Math. 151 (2015), no. 3, 502--534.

(9) O. Iyama, M. Wemyss, Maximal modifications and Auslander-Reiten duality for non-isolated singularities, Invent. Math. 197 (2014), no. 3, 521--586.

(10) O. Iyama, I. Reiten, Introduction to  $\mathbb{Y}\tau$ -tilting theory, Proc. Natl. Acad. Sci. USA 111 (2014), no. 27, 9704--9711.

(11) O. Iyama, M. Wemyss, Singular Derived Categories of  $\mathbb{Q}$ -factorial terminalizations and Maximal Modification Algebras, Adv. Math. 261 (2014), 85--121.

(12) T. Adachi, O. Iyama, I. Reiten,  $\mathbb{Y}\tau$ -tilting theory, Compos. Math. 150 (2014), no. 3, 415--452.

(13) M. Herschend, O. Iyama, S. Oppermann,

n-representation infinite algebras, Adv. Math. 252 (2014), 292--342.

(14) T. Aihara, T. Araya, O. Iyama, R. Takahashi, M. Yoshiwaki, Dimensions of triangulated categories with respect to subcategories, J. Algebra 399 (2014), 205--219.

(15) O. Iyama, M. Wemyss, On the Noncommutative Bondal-Orlov Conjecture, J. Reine Angew. Math. 683 (2013), 119--128.

(16) O. Iyama, R. Takahashi, Tilting and cluster tilting for quotient singularities, Math. Ann. 356 (2013), no. 3, 1065--1105.

(17) O. Iyama, S. Oppermann, Stable categories of higher preprojective algebras, Adv. Math. 244 (2013), 23--68.

(18) R. Inoue, O. Iyama, B. Keller, A. Kuniba, T. Nakanishi, Periodicities of T and Y-systems, dilogarithm identities, and cluster algebras II: Type  $C_r$ ,  $F_4$ , and  $G_2$ , Publ. Res. Inst. Math. Sci. 49 (2013), no. 1, 43--85.

(19) R. Inoue, O. Iyama, B. Keller, A. Kuniba, T. Nakanishi, Periodicities of T and Y-systems, dilogarithm identities, and cluster algebras I: Type  $B_r$ , Publ. Res. Inst. Math. Sci. 49 (2013), no. 1, 1--42.

(20) T. Aihara, O. Iyama, Silting mutation in triangulated categories, J. Lond. Math. Soc. 85 (2012), no. 3, 633--668.

(21) C. Amiot, O. Iyama, I. Reiten, G. Todorov, Preprojective algebras and c-sortable words, Proc. Lond. Math. Soc. 104 (2012), no. 3, 513--539.

(22) O. Iyama, M. Wemyss, A new triangulated category for rational surface singularities, Illinois J. Math. 55 (2011), no. 1, 325--341. (2012年に印刷)

[学会発表] (計 64 件)

研究代表者による講演のみ記載.

(1) O. Iyama, Lattice structure of preprojective algebras and Weyl groups (招待講演), Conference on Triangulated Categories in Algebra, Geometry and Topology, 03/14/16, University of Stuttgart, Stuttgart, Germany

(2) O. Iyama, Quotients of triangulated categories and theorems of Buchweitz, Orlov and Amiot-Guo-Keller (招待講演), Cluster Algebras and Geometry, 03/12/16, University of Muenster, Germany

(3) O. Iyama, Geigle-Lenzing complete intersections (3回招待講演), Workshop on Weighted Projective Spaces and Representation Theory, 03/05-06/16, University of Science and Technology of

China, Hefei, China

(4) O. Iyama, 三角圏と傾理論 1.導入 2.準傾対象とその変異 3.Cohen-Macaulay 表現 (3回招待講演), (非)可換代数とトポロジー, 02/20-22/16, 信州大学

(5) O. Iyama, Quotients of triangulated categories and Theorems of Buchweitz and Orlov, 第28回可換環論セミナー, 01/26/16, 岡山理科大学

(6) O. Iyama, Lattice structure of preprojective algebras and Weyl groups (招待講演), Shanghai Conference on Representation Theory, 12/08/15, Tian He Hotel, Shanghai, China,

(7) O. Iyama, Tilting theory for Gorenstein rings in dimension one, 第37回可換環論シンポジウム, 11/19/15 倉敷シーサイドホテル

(8) O. Iyama, Tilting theory for Gorenstein rings in dimension one (招待講演), Algebra Seminar, 11/04/15, University of Toronto, Toronto, Canada

(9) O. Iyama, Tilting theory for Geigle-Lenzing complete intersections (招待講演), Preprojective Algebras Interacting with Singularities, Cohen-Macaulay Modules and Weighted projective Spaces, 10/05/15, CMO, Mexico

(10) O. Iyama, 導来圏と Cohen-Macaulay 表現論 (招待講演), 第60回代数数学シンポジウム, 08/31/15, 静岡大学

(11) O. Iyama, Partial preprojective algebras and cDV singularities (招待講演), Workshop on Geometric Algebra: bridges between commutative algebra, noncommutative geometry, and representation theory, 07/10/15, Fields Institute, Toronto, Canada

(12) O. Iyama, Tilting theory of partial preprojective algebras (招待講演), Silting theory and related topics, 07/04/15, University of Verona, Verona, Italy

(13) O. Iyama, Lattice structure of preprojective algebras and Weyl groups, Ring Theory and Representation Theory Seminar, 06/17/15, 名古屋大学

(14) O. Iyama, Lattice structure of preprojective algebras and Weyl groups, Algebraic Lie Theory and Representation Theory 2015, 06/06/15, 岡山いこいの村

(15) O. Iyama, Tilting Theory and Cohen-Macaulay Representations (招待講演), Nagoya-Nanjing Joint Seminar on Algebras and Representation Theory, 05/09/15, Nanjing University, China

(16) O. Iyama, Auslander algebras and preprojective algebras, Tilting theory and Cohen-Macaulay representations (2回招待講演), Maurice Auslander Distinguished Lectures and International Conference, 05/02-03/15, Woods Hole Oceanographic

Institute, USA

(17) O. Iyama, Higher preprojective algebras and Cohen-Macaulay representations (招待講演), Algebra and Geometry seminar, 03/24/15, Uppsala University, Sweden

(18) O. Iyama, (招待講演) Tilting theory and Cohen-Macaulay representations, 03/19/15, Mittag-Leffler Institute, Sweden

(19) O. Iyama, Higher representation-finite algebras (招待講演), Higher seminars in the subject Mathematics/Applied Mathematics, 03/18/15, Mälardalens högskola, Västerås, Sweden

(20) O. Iyama, Silting reduction and Calabi-Yau reduction of triangulated categories (招待講演), Homological bonds between Commutative Algebra and Representation Theory, 02/19/15, CRM, Barcelona, Spain

(21) O. Iyama, Tilting theory and Cohen-Macaulay representations (4回招待講演), (Re)emerging methods in Commutative Algebra and Representation Theory, 02/09-13/15, CRM, Spain

(22) O. Iyama, Preprojective algebras and Cohen-Macaulay representations, 第27回可換環論セミナー, 01/25/15, 静岡大学

(23) O. Iyama, Calabi-Yau reduction of cluster categories (招待講演), Workshop Rikkyo MathPhys 2015, 01/11/15, Rikkyo University, Japan

(24) O. Iyama, Orlov's theorem and Geigle-Lenzing complete intersections (招待講演), Workshop on Homological Interactions between Representation Theory and Singularity Theory, 12/16/14, Edinburgh, Scotland, U.K.

(25) O. Iyama, Silting reduction and Calabi-Yau reduction of triangulated categories (招待講演), 第5回岡山可換代数表現セミナー, 12/08/14, 岡山大学

(26) O. Iyama, Preprojective algebras and Cohen-Macaulay representations, 36th symposium on Commutative Algebra, 11/22/14, International Productivity Center, Kanagawa, Japan

(27) O. Iyama, Higher Auslander correspondence and d-Cohen-Macaulay finiteness (招待講演), Maurice Auslander Memorial Workshop, 11/13/14, University Bielefeld, Germany

(28) O. Iyama,  $\tau$ -tilting theory I, II (2回招待講演), Cluster algebras and Representation theory, 11/03-05/14, Center for Mathematical Challenges, KIAS, Korea

(29) O. Iyama, Cohen-Macaulay representations of Geigle-Lenzing complete intersections (招待講演), 可換環論と表現論, 10/13/14, 岡山大学

(30) O. Iyama, Silting reduction of triangulated categories, 47th symposium on Ring Theory and Representation Theory, 09/13/14, Osaka City University, Japan

(31) O. Iyama, Cohen-Macaulay representations of Geigle-Lenzing complete intersections (招待講演), ICRA 2014, 08/29/14, Sanya, Hainan Province, China

(32) O. Iyama, Cohen-Macaulay representations of Geigle-Lenzing complete intersections (招待講演), Commutative Algebra and Singularity Theory 2014, 07/30/14, Tateyama Kokusai Hotel, Japan

(33) O. Iyama, (招待講演) Cohen-Macaulay representations of Geigle-Lenzing complete intersections, Advances in Representation Theory of Algebras (ARTA), 06/19/14, Université du Québec à Montréal, Canada

(34) O. Iyama, (招待講演) Cohen-Macaulay representations of Geigle-Lenzing complete intersections, Colloquium in honour of the 75th birthday of Helmut Lenzing, 05/16/14, Bielefeld University, Germany

(35) O. Iyama, Cohen-Macaulay representations of Geigle-Lenzing complete intersections, 特異点セミナー, 04/21/14, 日本大学

(36) O. Iyama, (招待講演) Tilting theory revisited, Geometry, Physics and Representation Theory 02/22/14 名古屋大学

(37) O. Iyama, On higher representation infinite algebras, Representation Theory of Quivers and Finite Dimensional Algebras, 02/19/14, Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach, Germany

(38) O. Iyama, (招待講演) Stable categories of one-dimensional hypersurface singularities, Representation Theory Seminar, 02/11/14, Bielefeld 大学, Germany

(39) O. Iyama, Silting reduction and Calabi-Yau reduction (招待講演), Cluster Algebras and Combinatorics, 02/08/14, University of Muenster, Germany

(40) O. Iyama, 多元環の表現論入門 1,2 (2回招待講演), 神楽坂代数セミナー, 01/14/14, 東京理科大学

(41) O. Iyama, Mutation and g-vectors in  $\tau$ -tilting theory (招待講演), Cluster Algebras and Related Topics, 12/09/13, Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach, Germany

(42) O. Iyama, Geigle-Lenzing weighted projective spaces, 第35回可換環論シンポジウム, 12/02/13, 数理解析研究所

(43) O. Iyama, Geigle-Lenzing spaces and canonical algebras in dimension d, 第46回環論および表現論シンポジウム, 10/12/13, 東京理科大学

(44) O. Iyama, Introduction to tilting theory, Geigle-Lenzing spaces and

canonical algebras in dimension  $d$  (2 回招待講演), DMM seminar, 10/07/13, IPMU  
(45) O. Iyama, Geigle-Lenzing spaces and canonical algebras in dimension  $d$  (招待講演), Advances in Representation Theory of Algebras, 09/13/13, Nicolaus Copernicus University, Torun, Poland  
(46) O. Iyama, Tilting theory on Geigle-Lenzing weighted projective spaces, 特異点セミナー, 07/22/13, 日本大学  
(47) O. Iyama, Geigle-Lenzing spaces and canonical algebras in dimension  $d$  (招待講演), Noncommutative Algebraic Geometry and Related Topics, 07/04/13, RIMS  
(48) O. Iyama, Geigle-Lenzing spaces and canonical algebras in dimension  $d$  (招待講演), Triangulated Categories in Representation Theory of Algebras (PRIMA 2013), 06/24/13, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai, China  
(49) O. Iyama, Geigle-Lenzing spaces and canonical algebras in dimension  $d$ , 可換環論セミナー, 05/30/13, 名古屋大学  
(50) O. Iyama, Auslander-Reiten theory (4 回招待講演), Workshop on Higher Dimensional Auslander-Reiten Theory, 05/07-09/13, IPM-Isfahan Branch, Iran  
(51) O. Iyama, Geigle-Lenzing spaces,  $d$ -canonical algebras and  $d$ -representation infinite algebras (招待講演), 04/17/13, NAGRT seminar, MSRI, USA  
(52) O. Iyama, Maximal modifying modules and mutation, Workshop on Triangulations and Mutations (招待講演), 03/22/13, ニューカッスル大学, イギリス  
(53) O. Iyama, Cluster tilting for Cohen-Macaulay modules, Representation Theory, Homological Algebra, and Free Resolutions (招待講演), 02/15/13, MSRI, USA  
(54) O. Iyama,  $\tau$ -tilting theory, Cluster Algebras in Combinatorics, Algebra, and Geometry (招待講演), 11/01/12, MSRI, USA  
(55) O. Iyama,  $\tau$ -tilting theory, Workshop on categorical methods in representation theory (招待講演), 09/27/12, ブリストル大学, イギリス  
(56) O. Iyama,  $\tau$ -tilting theory, エジンバラ大学代数学セミナー (招待講演), 09/19/12, エジンバラ大学, イギリス  
(57) O. Iyama,  $\tau$ -tilting theory, 第 45 回環論表現論シンポジウム, 09/08/12, 信州大学  
(58) O. Iyama, (3+1 回招待講演)  $n$ -hereditary algebras, Tilting and cluster tilting for Cohen-Macaulay modules, ICRA 2012, 08/08-15/12, Bielefeld 大学, ドイツ  
(59) O. Iyama,  $\tau$ -tilting theory, シュツットガルト大学代数学セミナー (招待講演), 08/03/12, シュツットガルト大学, ドイツ  
(60) O. Iyama, Silting mutation in

triangulated categories, Studio Phones セミナー (招待講演), 07/16/12, 神戸大学  
(61) O. Iyama, 傾理論とその仲間たち, 東北大学代数学セミナー (招待講演), 06/25/12, 東北大学  
(62) O. Iyama, Auslander-Reiten theory and cluster tilting for Cohen-Macaulay modules (5 回招待講演), Commutative Algebra and its Interactions with Algebraic Geometry, Representation Theory, and Physics, 05/14-18/2012, Centro de Investigacion en Matematicas, メキシコ  
(63) O. Iyama, Cluster tilting for Cohen-Macaulay modules (招待講演), Linking representation theory, singularity theory and non-commutative algebraic geometry, 05/11/12, BIRS, カナダ  
(64) O. Iyama, Algebraic McKay correspondence for  $n$ -representation infinite algebras, Conference on Resolution of Singularities and the McKay Correspondence, 05/02/12, 名古屋大学

[その他]

ホームページ等

<http://www.math.nagoya-u.ac.jp/~iyama>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

伊山 修 (IYAMA, Osamu)

名古屋大学・多元数理科学研究科・教授  
研究者番号: 70347532

### (2) 研究分担者

高橋 亮 (TAKAHASHI, Ryo)

名古屋大学・多元数理科学研究科・准教授  
研究者番号: 40447719

Demonet Laurent

名古屋大学・多元数理科学研究科・特任准教授  
研究者番号: 70646124

毛利 出 (MORI, Izuru)

静岡大学・理学研究科・教授  
研究者番号: 50436903

源 泰幸 (MINAMOTO, Hiroyuki)

大阪府立大学・理学研究科・准教授  
研究者番号: 50527885

### (3) 連携研究者

伊藤 由佳理 (ITO, Yukari)

名古屋大学・多元数理科学研究科・准教授  
研究者番号: 70285089

中西 知樹 (NAKANISHI, Tomoki)

名古屋大学・多元数理科学研究科・教授  
研究者番号: 80227842