

令和 5 年 5 月 31 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2022

課題番号：18K03208

研究課題名(和文) 対称関数の代数的組合せ論とその表現論，数え上げ組合せ論への展開

研究課題名(英文) Algebraic Combinatorics of Symmetric Functions and its Applications to Representation Theory and Enumerative Combinatorics

研究代表者

岡田 聡一 (Okada, Soichi)

名古屋大学・多元数理科学研究科・教授

研究者番号：20224016

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)：表現論，組合せ論，可積分系への展開を目指して，対称関数の理論のいくつかの側面を扱った．1. C型ルート系に付随したQ関数についてさまざまな公式を導き，いくつかの正值性予想を提示した．2. 中間斜交指標のWeyl型指標公式を見出し，ある種の平面分割の数え上げ問題への応用を与えた．3. 円筒型Schur関数に対するアフィン版Gordon-Bender-Knuthの等式を与え，円筒型標準盤の組合せ論に応用した．

研究成果の学術的意義や社会的意義

C型ルート系に付随したSchurのQ関数について，A型の場合と同様な関係式，正值性(予想)を見出した．これらの結果から背後に豊かな表現論的構造があることが期待され，新たな組合せ論，表現論を展開できる対象を提示できたことに大きな意義がある．また，一連の研究においてパフィアンの絡んだ一般的な公式をいくつか与えることができ，幅広い分野に応用可能な手法を提供できた．

研究成果の概要(英文)：We study several aspects of symmetric function theory toward applications to combinatorics, representation theory and integrable systems. 1. We present several identities and positivity conjectures for Schur Q-functions associated to the root system of type C. 2. We find a Weyl-type character formula for intermediate symplectic characters and give an application to the enumeration of certain plane partitions. 3. We give affine Gordon-Bender-Knuth identities for cylindrical Schur functions and apply them to the combinatorics of cylindrical standard tableaux.

研究分野：組合せ論，表現論

キーワード：対称関数 平面分割 SchurのQ関数 中間斜交指標 d-complete半順序集合 rowmotion

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

対称関数(symmetric function)と平面分割(plane partition)はその変種・拡張を含め、代数的組合せ論の中心的な研究対象であり、相互に密接に関係している。これらの研究を通じて、さまざまな基本的かつ汎用性のある手法、結果が生み出され、組合せ論だけでなく、表現論、確率論、可積分系、数理物理学など幅広い分野に応用されてきた。

対称関数とは無限変数の対称式であり、最も基本的な対称関数は Schur 関数(一般線型 Lie 代数の既約指標)である。Schur 関数やその一般化である Hall-Littlewood 関数や Macdonald 関数は、表現論、組合せ論、可積分系、数理物理学など多くの分野で重要な役割を果たしている。一般のルート系に対しても、Schur 関数(半単純 Lie 代数の既約指標)とその一般化である Hall-Littlewood 関数、Macdonald 関数が導入されているが、Hall-Littlewood 関数や Macdonald 関数については、A 型以外のルート系に付随した場合の研究が、A 型の場合に比べて進んでいないのが現状である。特に、ルート系に付随した Hall-Littlewood 関数において、 t を -1 と特殊化したもの(ルート系に付随した Schur の Q 関数と呼ぶ)については、さまざまな側面から解明すべき点が多い。

平面分割とは、非負整数を 2 次元的に並べた配列(ただし 0 でない成分は有限個)で各行、各列が広義単調減少であるようなものことであり、3 次元 Young 図形、ひし形によるタイル張り、グラフの完全マッチングなどとしても理解できる。表現論などに現れる標準盤や半標準盤なども平面分割の変種とみなすことができ、平面分割の組合せ論は表現論においても欠かせない道具となっている。数え上げ組合せ論では、対称性などのさまざまな制約を課した平面分割を数え上げる(母関数を求める)ことが中心課題の 1 つであり、超幾何関数、対称関数、表現論、行列式・パフィアンの関係式などさまざまな手法を用いることによって研究が進み、2011 年には totally symmetric な平面分割の q 数え上げに関する q -TSPP 予想が計算機を用いることによって証明が完成した。しかし、その証明では計算機の利用が不可欠であり、対称性をもつ平面分割などの数え上げ問題の統一的な定式化、証明が望まれている。

平面分割の概念は半順序集合上の P -partition という形で一般化されている。Young 図形の一般化である d -complete な半順序集合については、 P -partition の多変数母関数に対するフック公式が定式化され、 d -complete な半順序集合の分類を用いた証明がなされているが、統一的な証明は概要しか与えられていない。また、研究代表者は、Macdonald 対称関数に関連した重み付きの (q, t) フック公式を予想するとともに、歪 Young 図形に対する成瀬のフック公式の拡張として d -complete な半順序集合に対する歪フック公式を定式化・予想している。しかし、これらの (q, t) フック公式、歪フック公式については表現論的・Lie 理論的解釈は見出されておらず、これらの予想の証明、背景の解明が課題である。

2. 研究の目的

上述のように、対称関数、平面分割は代数的組合せ論の核となる対象であり、組合せ論だけでなく表現論、確率論、可積分系、数理物理学などの他の分野においても重要な役割を果たしている。この研究では、対称関数の間のさまざまな関係式を見出し、それらを表現論、組合せ論、可積分系に展開することを目指している。より具体的には、

- (A) 古典型ルート系に付随した Schur の Q 関数の組合せ論的な性質、表現論的背景の解明、
- (B) 平面分割やその変種の数え上げ問題への統一的な手法の提供、
- (C) d -complete 半順序集合上の P -partition に対する (q, t) フック公式、歪フック公式の証明、などを目的としている。

3. 研究の方法

(1) 研究の全体を通して、多数の例を計算機などを用いて計算し、その中から規則性を見出すことによって、定式化を行った。

(2) この研究に関して情報収集、討論などを行うために、International Conference on Formal Power Series and Algebraic Combinatorics, Seminaire Lotharingien de Combinatoire をはじめとする国内外の研究集会、セミナーに参加した。

4. 研究成果

(1) 古典型ルート系に付随した Schur の Q 関数

まず, 行列式に対する Cauchy-Binet の公式, 石川-若山の小行列式の和公式のパフィアン版を見出し, これらの公式を応用することによって, A 型の Schur の Q 関数に対するいくつかの基本的な公式に見通しのない新証明を与えた. (S. Okada, Adv. Math. 353 (2019), 446--470.)

次に, A 型の Schur の Q 関数, factorial Schur Q 関数の一般化として, 多項式列に付随して定まる一般化された Q 関数を導入し, Q 関数をパフィアンの比として表す Nimmo 型公式, 1 行, 2 行の Q 関数を成分とするパフィアンで一般の Q 関数を表す Schur 型公式, 歪 Q 関数に関する Jozefiak-Pragacz 型公式などを証明した. また, 多項式列の双対べき級数列の概念を導入することによって, Cauchy 型の公式を定式化し証明を与えた. これらの結果は, 特別な場合として factorial Q 関数の場合を含み, 別証明を与えている. (S. Okada, Sem. Lothar. Combin. 81 (2020), B81k.)

さらに, C 型ルート系に付随した Schur の Q 関数(斜交 Q 関数と呼ぶ)について, Schur 型公式, Jozefiak-Pragacz 型公式が成り立つことを明らかにするとともに, Jozefiak-Pragacz 型公式を用いることによって King-Hamel の予想(斜交 Q 関数の組合せ論的表示式)を解決した. また, 斜交 Q 関数の積, 余積の構造定数の正值性などさまざまな正值性予想を定式化した. そして, 構造定数の正值性予想の特別な場合である Pieri 型公式を証明した. (S. Okada, J. Combin. Theory Ser. A 180 (2021), 105416.) これらの正值性予想はある種の Lie 超代数の表現論が背後にあることを示唆しており, 予想の完全な証明とその表現論的背景の解明は今後の課題として残されている.

これら以外にも, Hamel-King によって組合せ論的に定義された直交群, 斜交群に対する factorial Q 関数に代数的な表示式を与えた.

(2) Schur の Q 関数の拡張と D 型 Kostant-戸田階層

兎玉との共同研究において, 偶数次直交 Lie 代数に付随した完全 Kostant-戸田階層に対して, パフィアンを用いた階層の具体的表示を与えるとともに, 新たに導入した Schur の Q 関数の拡張を用いることによって多項式関数を表示する公式を導いた. また 2 被約 Schur 関数を Schur の Q 関数の 2 次式で表す Macdonald, Jozefiak-Pragacz, You の公式の一部が, 半スピン表現の行列要素の関係式としてとらえられることを明らかにした. (Y. Kodama and S. Okada, Phys. D 443 (2023), 133589.)

(3) 水川-中島-山田予想

KdV 方程式, 変形 KdV 方程式の研究の中で佐藤-毛織によって導入された関数(を対称関数とみなしたもの)が, Schur の Q 関数に一致するということが, 水川-中島-山田によって予想されていた. 小行列式の和公式や Schur の Q 関数の母関数を活用することによってこの予想の証明に成功した.(論文は準備中.)

(4) 中間斜交指標と平面分割の数え上げ

非退化とは限らない交代双線型形式を保つ群(intermediate symplectic group)のある種の直既約表現の指標に対して, いくつかの Jacobi-Trudi 型行列式表示, Weyl 型指標公式(行列式の比としての表示)を見出した. そして, この Weyl 型指標公式を用いて指標の和の分解公式を証明することによって, 平面分割の数え上げ問題(Hopkins の予想)を解決するとともに, その拡張を得た. (S. Okada, Comb. Theory 1 (2021), #10.)

(5) アフィン版 Gordon-Bender-Knuth の等式と組合せ論への応用

Huh, Kim, Krattenthaler の共同研究において, Schur 関数の無限和を 1 つの行列式として表す Gordon-Bender-Knuth の等式の, 円筒型 Schur 関数への一般化(アフィン版 Gordon-Bender-Knuth の等式)とその変種を定式化し, これらを統一的に証明する枠組みを与えた. そして, 円筒型標準盤の数え上げ組合せ論への応用を与えた.(J. Huh, J. Kim, C. Krattenthaler, and S. Okada, arXiv:2301.13117.) さらに, Gordon-Bender-Knuth の等式の精密化を得るとともに, ある種の制限を課した標準盤の個数に関する Zeilberger, Eu-Fu-Hou-Hsu の結果に直交群の表現論を用いた別証明を与え, Kim-Lee-Oh の結果を精密化した.

(6) 概長方形型既約表現のテンソル積, 部分群への制限

概長方形型 Young 図形に対応する古典群の既約表現のテンソル積, 部分群への制限について, 小行列式の和公式を用いて Krattenthaler の結果に代数的な別証明を与え, 既約分解の具体的な記述を簡易化した. そして, ある種のテンソル積における重複度と部分群への制限における重複度が一致することを見出した. また, 異なる系列に属する古典群の概長方形型既約指標の積の分解についても同様の分解公式を与え, 平面分割の数え上げ問題に応用した. (岡田 聡一, 京都大学数理解析研究所講究録 2216 (2022)「組合せ論的表現論および関連分野との連携」, 82--96.)

(7) d-complete な半順序集合に対する歪フック公式

成瀬との共同研究において, d-complete な半順序集合 (Young 図形の一般化) とその順序フィルターから定まる歪 d-complete 半順序集合上の P-partition (逆平面分割の一般化) について, その多変数母関数を excited diagram とフックを用いて表す公式を定式化し, Kac-Moody 群に対する一般旗多様体の同変 K 理論を用いて証明した. この証明は d-complete な半順序集合に対する Peterson-Proctor の鉤公式の (分類によらない) 別証明を与えている. (H. Naruse and S. Okada, Algebraic Combin. 2 (2019), 541--571.)

(8) ミニスキュール半順序集合上の双有理版 rowmotion

d-complete な半順序集合の基本的な例であるミニスキュール半順序集合に付随した双有理版 rowmotion と呼ばれる力学系が, 周期性 (周期は対応する Lie 代数の Coxeter 数) をもつこと, 組合せ論版 rowmotion の場合の順序イデアルの元の個数, 対応する反鎖の元の個数の双有理版に対してある種のエルゴード性が成り立つこと (およびその精密化) を証明した. また, rowmotion の変種である promotion の双有理版を定式化し, これについても周期性, エルゴード性を明らかにした. (S. Okada, Electron. J. Combin. 28 (2021), Paper 1.17.)

(9) 半順序集合に付随した凸多面体の組合せ論

土谷との共同研究において, 大杉・土谷によって導入された半順序集合に付随する 2 種類の凸多面体の間に区分線型な全単射を構成し, 両者の Ehrhart 多項式が一致することに全単射による証明を与え, この全単射を用いて, これらの凸多面体の三角形分割を具体的に構成した. (S. Okada and A. Tsuchiya, arXiv:2003.12271.)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計15件（うち査読付論文 9件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 11件）

1. 著者名 岡田 聡一	4. 巻 2075
2. 論文標題 Pieri rules for symplectic and factorial Q-functions	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 数理解析研究所講究録	6. 最初と最後の頁 73--85
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 H. Naruse and S. Okada	4. 巻 82B
2. 論文標題 Skew hook formula for d-complete posets via equivariant K-theory (extended abstract)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Sem. Lothéri. Combin.	6. 最初と最後の頁 82B.9
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 H. Naruse and S. Okada	4. 巻 2
2. 論文標題 Skew hook formula for d-complete posets via equivariant K-theory	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Algebraic Combin.	6. 最初と最後の頁 541--571
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5802/alco.54	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 S. Okada	4. 巻 353
2. 論文標題 Pfaffian formulas and Schur Q-function identities	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Adv. Math.	6. 最初と最後の頁 446--470
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.aim.2019.07.006	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 岡田 聡一	4. 巻 2127
2. 論文標題 Multivariate skew hook formula for d-complete posets	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 京都大学数理解析研究所講究録	6. 最初と最後の頁 79--93
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 岡田 聡一	4. 巻 -
2. 論文標題 Birational Coxeter-motion on minuscule posets	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 第 5 回 Algebraic Lie Theory and Representation Theory 報告集	6. 最初と最後の頁 219--233
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 S. Okada	4. 巻 12
2. 論文標題 A bialternant formula for odd symplectic characters and its application	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Josai Math. Monographs	6. 最初と最後の頁 99--116
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20566/13447777_12_99	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 S. Okada	4. 巻 81
2. 論文標題 A generalization of Schur's P- and Q-functions	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Sem. Lothar. Combin.	6. 最初と最後の頁 B81k
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 S. Okada	4. 巻 28
2. 論文標題 Birational rowmotion and Coxeter-motion on minuscule posets	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Electron. J. Combin.	6. 最初と最後の頁 1.17
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.37236/9557	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 岡田 聡一	4. 巻 2161
2. 論文標題 Explicit formula for birational rowmotion on shifted staircases	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 京都大学数理解析研究所講究録	6. 最初と最後の頁 81--95
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 S. Okada	4. 巻 180
2. 論文標題 Symplectic Q-functions	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 J. Combin. Theory Ser. A	6. 最初と最後の頁 105416
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jcta.2021.105416	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. Okada	4. 巻 1
2. 論文標題 Intermediate symplectic characters and shifted plane partitions of shifted double staircase shape	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Comb. Theory	6. 最初と最後の頁 #10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5070/C61055372	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 岡田 聡一	4. 巻 2183
2. 論文標題 Intermediate symplectic characters and applications	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 京都大学数理解析研究所講究録	6. 最初と最後の頁 148--163
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 岡田 聡一	4. 巻 2216
2. 論文標題 Minor summation formula and classical group characters of nearly rectangular shape	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 京都大学数理解析研究所講究録	6. 最初と最後の頁 82--96
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 Y. Kodama and S. Okada	4. 巻 443
2. 論文標題 Extended Schur's Q-functions and the full Kostant-Toda hierarchy on the Lie algebra of type D	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Phys. D	6. 最初と最後の頁 133589
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physd.2022.133589	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28件 (うち招待講演 14件 / うち国際学会 14件)

1. 発表者名 S. Okada
2. 発表標題 Skew hook formula for d-complete posets
3. 学会等名 Japanese Conference on Combinatorics and its Applications (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岡田 聡一
2. 発表標題 Multivariate skew hook formula
3. 学会等名 組合せ論サマースクール 2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 S. Okada
2. 発表標題 Generalized parking spaces
3. 学会等名 Representation Theory Days 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岡田 聡一
2. 発表標題 Multivariate skew hook formula for d-complete posets
3. 学会等名 組合せ論的表現論の諸相
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 S. Okada
2. 発表標題 Birational rowmotion and Coxeter-motion on minuscule posets
3. 学会等名 Workshop on Algebraic and Enumerative Combinatorics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 S. Okada
2. 発表標題 Symplectic Q-functions
3. 学会等名 Taipei International Workshop on Combinatorics and Graph Theory (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 S. Okada
2. 発表標題 Birational rowmotion and Coxeter-motion on minuscule posets
3. 学会等名 AMS Spring Central and Western Joint Sectional Meeting, Special Session on Dynamical Systems and Algebraic Combinatorics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 S. Okada
2. 発表標題 Positivity for symplectic Q-functions,
3. 学会等名 82th Seminaire Lotharingien de Combinatoire (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡田 聡一
2. 発表標題 Birational Coxeter-motion on minuscule posets
3. 学会等名 第 5 回 Algebraic Lie Theory and Representation Theory
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 S. Okada
2. 発表標題 Skew hook formula for d-complete posets via equivariant K-theory
3. 学会等名 31st International Conference on Formal Power Series and Algebraic Combinatorics, Poster Session (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡田 聡一
2. 発表標題 Birational rowmotion on minuscule posets
3. 学会等名 組合せ論サマースクール 2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡田 聡一
2. 発表標題 ミニスキュール半順序集合上の双有理版 rowmotion と双有理版 Coxetermotion
3. 学会等名 日本数学会 2019 年度秋季総合分科会無限可積分系特別セッション
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 S. Okada
2. 発表標題 Generalization of Schur's Q-functions
3. 学会等名 New Interactions between Geometry and Combinatorics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡田 聡一
2. 発表標題 Explicit formula for birational rowmotion on shifted staircases
3. 学会等名 表現論とその組合せ論的側面
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 S. Okada
2. 発表標題 Positivity for symplectic Q-functions
3. 学会等名 Joint Mathematics Meetings, AMS Special Session on Interactions between Combinatorics, Representation Theory, and Coding Theory (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 S. Okada
2. 発表標題 Symplectic Q-functions
3. 学会等名 Algebraic Combinatorics Online Workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岡田 聡一
2. 発表標題 A bialternant character formula for intermediate symplectic groups
3. 学会等名 離散数学とその応用研究集会 2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岡田 聡一
2. 発表標題 Schur's Q-functions and their generalizations
3. 学会等名 日本数学会2020年度秋季総合分科会（代数学分科会特別講演）（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岡田 聡一
2. 発表標題 Intermediate symplectic characters and applications
3. 学会等名 組合せ論的表現論の最近の進展
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 S. Okada
2. 発表標題 Proof of birational file homomesy for minuscule posets
3. 学会等名 Dynamical Algebraic Combinatorics（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岡田 聡一
2. 発表標題 Enumeration of shifted plane partitions of shifted double staircase shape
3. 学会等名 離散数学とその応用研究集会 2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岡田 聡一
2. 発表標題 Minor summation formula and classical group characters of nearly rectangular shape
3. 学会等名 組合せ論的表現論および関連分野との連携
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 S. Okada
2. 発表標題 Enumeration of shifted plane partitions of double staircase shape via intermediate symplectic characters
3. 学会等名 Joint Mathematics Meetings, AMS Special Session on Partition Theory and Related Topics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 岡田 聡一
2. 発表標題 Enumeration of standard tableaux and symmetric functions
3. 学会等名 Japanese Conference on Combinatorics and its Applications 2022 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 岡田 聡一
2. 発表標題 Positivity conjectures for symplectic Q-functions
3. 学会等名 Toyama Workshop on Quantum Groups and Related Topics (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 S. Okada
2. 発表標題 Symplectic Q-functions
3. 学会等名 Integrable Probability, Combinatorics and Representation Theory (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 岡田 聡一
2. 発表標題 Affine Gordon-Bender-Knuth identities and related combinatorics
3. 学会等名 組合せ論的表現論における最近の展開
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 S. Okada
2. 発表標題 Applications of the minor-summation formula to combinatorics and representation theory
3. 学会等名 Enumerative Combinatorics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022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	石川 雅雄 (Ishikawa Masao) (40243373)	岡山大学・自然科学研究科・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0件

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			
韓国	Sungkyunkwan University			
オーストリア	Universitat Wien			
米国	Ohio State University			