

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 3 年 6 月 22 日現在

機関番号：14301

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2017～2020

課題番号：17K18724

研究課題名（和文）クラスSカイラル代数とシンプレクティック幾何

研究課題名（英文）Chiral algebras of class S and symplectic geometry

研究代表者

荒川 知幸（Arakawa, Tomoyuki）

京都大学・数理解析研究所・教授

研究者番号：40377974

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,900,000円

研究成果の概要（和文）：本研究課題の主目的を達成した。すなわち、素粒子論によって存在が予想されていたクラスSカイラル代数の数学的構成に成功した。さらに、クラスSカイラル代数の随伴多様体が Braverman-Finkelberg-中島によって構成されたMoore-立川多様体と同型であることを示した。この結果により、 $N=2$ 超対称性を持つ4次元のスーパーコンフォーマルな場の理論のヒッグス枝が、4D/2D双対性によって対応する頂点代数の随伴多様体に一致すると主張するBeemとRastelliの驚くべき予想が、クラスS理論と呼ばれる広いクラスの4DSCFTに対して数学的に厳密な証明されたことになる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

現代数学は、前世紀後半から物理学における弦理論から多大な影響を受けてきた。応募者が研究領域とする頂点代数も弦理論を起源として持つ。しかし一方、逆に数学の側から物理学への影響は少なかったように感じる。本研究課題では頂点代数のシンプレクティック幾何との新しい関係を与えると共に、数学における頂点代数の理論の弦理論への応用をも同時に行うという挑戦的研究に成功した。

研究成果の概要（英文）：We have achieved the main objective of this project. Namely, we have constructed the chiral algebras of class S and showed that there associated varieties are isomorphic to Moore-Symplectic varieties constructed by Braverman-Finkelberg-Nakajima. This result gives a rigorous mathematical proof of the remarkable conjecture of Beem and Rastelli with states that the associated variety of the vertex operator algebra associated with the 4D $N=2$ SCFT via 4D/2D duality is isomorphic to the Higgs branch of the corresponding 4D theory, for the class S theory.

研究分野：表現論

キーワード：頂点代数 4D/2D双対性

1. 研究開始当初の背景

応募者は研究課題開始当初まで頂点代数、特に W 代数の表現論を中心に研究を行ってきた。Borchers によって導入された頂点代数は、理論物理学の弦理論の研究に起源を持つが、これまでの多くの研究により有限群論、モジュラー関数、代数幾何学、トポロジー、可積分系、組合せ論などさまざまな分野に応用を持つことが明らかになってきた。

このような頂点代数の中で最も興味深いもののうちの1つが W 代数である。 W 代数はアフィンリー環や Virasoro 代数、ほぼ全ての"スーパーコンフォーマル代数を特殊な場合として含む極めて大きな頂点代数の族であり、巾零軌道の理論や非可換幾何学、幾何学的 Langlands 対応、4次元のゲージ理論とも密接に関係する。

さて、応募者が W 代数の研究の過程で導入したものの一つに、頂点代数の随伴多様体という概念がある。これは(有限次元の)アフィンポアソン代数多様体として定義されるものであり、直接計算が事実上不可能な W 代数を幾何学的方法を用いて研究するため導入したものであった。

一方、最近弦理論において、L. Rastelli 等により $N=2$ 対称性を持つ 4次元の超共型場理論 T から、その指標が T の Schur index となるカイラル代数(頂点代数) $V(T)$ が構成できることが示された。これを $4D/2D$ 双対性と呼ぶが、 $4D/2D$ 双対性に関して応募者と Anne Moreau が別の動機で行った共同研究をきっかけとして、

「4次元の超共型場理論 T から構成される頂点代数 $V(T)$ の随伴多様体が T のビッグス枝を記述する」

であろうという驚くべき予想が Beem と Rastelli によって提出され、頂点代数と弦理論との予想外の関係が明らかになってきた。

2. 研究の目的

$4D/2D$ 双対性において、

「4次元の超共型場理論 T から構成される頂点代数 $V(T)$ の随伴多様体が T のビッグス枝を記述する」

とする Beem-Rastelli 予想は、純代数的な対象である頂点代数と幾何学的対象であるシンプレクティック多様体を結びつける極めて興味深い予想である。しかし、残念ながらこれはあくまでも物理学における予想である。すなわち、4次元の場の理論は現時点では数学的定式化を持たないため、それから定義される頂点代数あるいはビッグス枝は、そのままでは数学的には未定義な対象である。

一方、4次元の超共型場理論には、Giaotto によって導入されたクラス S 理論という非常に大きなクラスがある。ここで S は six の略であり、クラス S 理論はさらに次元の大きい 6次元の理論を、点付きリーマン面上でコンパクト化することによって得られる 4次元の理論である。従って、クラス S 理論は点付きリーマン面をそのパラメーターの一つとして持つが、このクラス S 理論のビッグス枝に対しては、Moore と立川がその数学的定式化に関する予想を与えていた。さらに、クラス S カイラル代数と呼ばれる、クラス S 理論から得られる頂点代数に対しても、Moore-立川予想の頂点代数版によりその構成が可能であると Beem 等により予想されていた。すなわち、クラス S 理論に関しては、Beem-Rastelli 予想はその数学的定式化が可能であった。

そこで、本研究課題では、

「Beem 等による Moore-立川予想の頂点代数版を解決する」

ことにより、

- 1) 物理学者によってその存在が予想されているクラス S 頂点代数の組織的構成を与え、
- 2) シンプレクティック多様体に関する Moore-立川予想を解決し、クラス S 理論のビッグス枝の数学的定式化を与え、
- 3) クラス S 理論に関しては Beem-Rastelli 予想を解決する、ことを目的とした。

3. 研究の方法

W 代数の表現論と幾何学的 Langlands 対応におけるアイデア・結果を応用する。

4 . 研究成果

研究目的であった Moore-立川予想の頂点代数版を解決することに成功し、クラス S 頂点代数の組織的構成法を与えた。クラス S 理論のヒッグス枝の定式化に関しては、シンプレクティック多様体に関する Moore-立川予想は先に Braverman-Finkelberg-中島によって解決され、その数学的定式化が与えられた。そこで我々は、クラス S 頂点代数の随伴多様体が Braverman-Finkelberg-中島によって構成された Moore-立川多様体に一致することを示した。これにより、代数的な対象である頂点代数と、Braverman-Finkelberg-中島による深い幾何学的結果が結びついた。また、同時に

「4次元の超共型場理論 T から構成される頂点代数 $V(T)$ の随伴多様体が T のヒッグス枝を記述する」

とする Beem-Rastelli 予想がクラス S 理論と呼ばれる広いクラスの物理理論に関して数学的に厳密に証明された。

これらの結果はプレプリントとして arXiv に発表済みであり、現在雑誌で査読されている。荒川の当該結果は世界的な注目を浴び、荒川は 2018 年にリオデジャネイロで開催された国際数学会議 (ICM) や、オンラインで開催された String Math 2020、ハンブルグで開催された大栗博司氏ハンブルグ受賞記念研究集会など、世界各地の国際研究集会で招待講演を行った。またロシア、フランス、インドなどで集中講義を行った。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計16件（うち査読付論文 16件／うち国際共著 12件／うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Arakawa Tomoyuki	4. 巻 1
2. 論文標題 Representation theory of W-algebras and Higgs branch conjecture	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proc. Int. Cong. of Math. 2018 Rio de Janeiro	6. 最初と最後の頁 1261--1278
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 Arakawa Tomoyuki, Creutzig Thomas, Linshaw Andrew R.	4. 巻 218
2. 論文標題 W-algebras as coset vertex algebras	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Inventiones mathematicae	6. 最初と最後の頁 145 ~ 195
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s00222-019-00884-3	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 Arakawa Tomoyuki, Linshaw Andrew R.	4. 巻 330
2. 論文標題 Singular Support of a Vertex Algebra and the Arc Space of Its Associated Scheme	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Progress in Mathematics	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） 10.1007/978-3-030-23531-4_1	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 Arakawa Tomoyuki, Frenkel Edward	4. 巻 155
2. 論文標題 Quantum Langlands duality of representations of $-$ algebras	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Compositio Mathematica	6. 最初と最後の頁 2235 ~ 2262
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1112/S0010437X19007553	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 Arakawa Tomoyuki、Lam Ching Hung、Yamada Hiromichi	4. 巻 371
2. 論文標題 Parafermion vertex operator algebras and W -algebras	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Transactions of the American Mathematical Society	6. 最初と最後の頁 4277 ~ 4301
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1090/tran/7547	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 Arakawa Tomoyuki、Kawasetsu Kazuya	4. 巻 326
2. 論文標題 Quasi-lisse Vertex Algebras and Modular Linear Differential Equations	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Progr. Math.	6. 最初と最後の頁 41 ~ 57
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-02191-7_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 -

1. 著者名 Arakawa Tomoyuki	4. 巻 711
2. 論文標題 Vertex Algebras and Geometry	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Contemp. Math.	6. 最初と最後の頁 37-44
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1090/conm/711	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 Arakawa Tomoyuki、Moreau Anne	4. 巻 17
2. 論文標題 JOSEPH IDEALS AND LISSE MINIMAL W -ALGEBRAS	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of the Institute of Mathematics of Jussieu	6. 最初と最後の頁 397 ~ 417
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1017/S1474748016000025	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 Arakawa Tomoyuki、Moreau Anne	4. 巻 500
2. 論文標題 On the irreducibility of associated varieties of W-algebras	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Algebra	6. 最初と最後の頁 542 ~ 568
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jalgebra.2017.06.007	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 ARAKAWA Tomoyuki、FUTORNY Vyacheslav、RAMIREZ Luis Enrique	4. 巻 353
2. 論文標題 Weight Representations of Admissible Affine Vertex Algebras	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Communications in Mathematical Physics	6. 最初と最後の頁 1151 ~ 1178
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00220-017-2872-3	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 ARAKAWA Tomoyuki、JIANG Cuipo	4. 巻 61
2. 論文標題 Coset vertex operator algebras and W-algebras of A-type	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Science China Mathematics	6. 最初と最後の頁 191 ~ 206
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11425-017-9161-7	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 ARAKAWA Tomoyuki、CREUTZIG Thomas、LINSHAW Andrew R.	4. 巻 23
2. 論文標題 Cosets of Bershadsky-Polyakov algebras and rational W-algebras of type A	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Selecta Mathematica	6. 最初と最後の頁 2369 ~ 2395
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00029-017-0340-8	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 該当する

1. 著者名 ARAKAWA Tomoyuki、CREUTZIG Thomas、KAWASETSU Kazuya、LINSKAW Andrew R.	4. 巻 355
2. 論文標題 Orbifolds and Cosets of Minimal W-algebras W -Algebras	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Communications in Mathematical Physics	6. 最初と最後の頁 339 ~ 372
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00220-017-2901-2	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 ARAKAWA Tomoyuki、MOREAU Anne	4. 巻 320
2. 論文標題 Sheets and associated varieties of affine vertex algebras	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Advances in Mathematics	6. 最初と最後の頁 157 ~ 209
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.aim.2017.08.039	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 ARAKAWA T.、PREMET A.	4. 巻 78
2. 論文標題 Quantizing Mishchenko-Fomenko subalgebras for centralizers via affine W-algebras	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Transactions of the Moscow Mathematical Society	6. 最初と最後の頁 217 ~ 234
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1090/mosc/264	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 ARAKAWA Tomoyuki	4. 巻 19
2. 論文標題 Introduction to W-Algebras and Their Representation Theory	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Perspectives in Lie Theory. Springer INdAM Series	6. 最初と最後の頁 179 ~ 250
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-319-58971-8_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 -

[学会発表] 計45件(うち招待講演 45件/うち国際学会 41件)

1. 発表者名 Arakawa Tomoyuki
2. 発表標題 4d/2d Duality and Representation Theory (4 talks)
3. 学会等名 International Conference "Vertex Algebras and Geometry of Moduli Spaces", National Research University Higher School of Economics (招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Arakawa Tomoyuki
2. 発表標題 4D/2D DUALITY AND REPRESENTATION THEORY
3. 学会等名 Colloquium "Sibe Mardesic", University of Zagreb(招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Arakawa Tomoyuki
2. 発表標題 4d/2d duality and W-algebras
3. 学会等名 Geometric and automorphic aspects of W-algebras, The University of Lille(招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Arakawa Tomoyuki
2. 発表標題 4d/2d duality and Moore-Tachikawa symplectic varieties
3. 学会等名 Seminaire Algebre Geometrie Algebrique Topologie Algebrique, Institut Montpellierain Alexander Grothendieck(招待講演)(国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Arakawa Tomoyuki
2. 発表標題 4d/2d duality and Moore-Tachikawa symplectic varieties
3. 学会等名 The Mathematical Foundations of Conformal Field Theory and Related Topics -A conference in honor of Yi-Zhi Huang, Chern Institute of Mathematics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Arakawa Tomoyuki
2. 発表標題 Quantum Langlands duality of representations of W-algebras
3. 学会等名 Representation Theory XVI, Inter-University Centre, Dubrovnik, Croatia (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Arakawa Tomoyuki
2. 発表標題 W-algebras (four talks)
3. 学会等名 Program on Vertex Operator Algebras and Related Topics, Tianyuan Mathematical Center in Southwest China (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Arakawa Tomoyuki
2. 発表標題 4D/2D duality and Moore-Tachikawa symplectic varieties
3. 学会等名 REPRESENTATION THEORY AND INTEGRABLE SYSTEMS, ETH, Zurich, Switzerland(招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Arakawa Tomoyuki
2. 発表標題 4d/2d Duality and Representation Theory
3. 学会等名 Colloquium, Shanghai Jiao Tong University (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Arakawa Tomoyuki
2. 発表標題 4D/2D duality and representation theory
3. 学会等名 MS Seminar (Mathematics - String Theory), KAVLI IPMU (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Arakawa Tomoyuki
2. 発表標題 4d/2d Duality and Representation Theory
3. 学会等名 International Symposium on "Advances and Perspectives in Representation Theory", Shandong Univeristy (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 荒川 知幸
2. 発表標題 4D/2D対応と表現論
3. 学会等名 大阪市立大学数学談話会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Arakawa Tomoyuki
2. 発表標題 4D/2D duality and Moore-Tachikawa varieties
3. 学会等名 Geometric Representation Theory and Quantum Field Theories, The Tsinghua Sanya International Mathematics Forum((招待講演) (国際学会))
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Arakawa Tomoyuki
2. 発表標題 4D/2D duality and representation theory
3. 学会等名 Conference on Lie and Jordan Algebras, Their Representations and Applications- IX, Tianyuan Mathematical Center in Southwest China (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Arakawa Tomoyuki
2. 発表標題 4D/2D duality and Moore-Tachikawa varieties
3. 学会等名 Workshop "Rikkyo MathPhys 2020", Research Center for Mathematical Physics((招待講演) (国際学会))
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Arakawa Tomoyuki
2. 発表標題 Coset construction of W-algebras and applications
3. 学会等名 Workshop "Geometry and representation theory" Institute Henri Poincare, Paris((招待講演) (国際学会))
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Arakawa Tomoyuki
2. 発表標題 Introduction to vertex algebras (three talks)
3. 学会等名 Thematic trimester program on Representation theory, Institute Henri Poincare, Paris (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tomoyuki Arakawa
2. 発表標題 Rationality and fusion rules of exceptional W-algebras
3. 学会等名 Workshop on Finite Groups, vertex algebras and algebraic combinatorics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tomoyuki Arakawa
2. 発表標題 4d/2d duality and representation theory
3. 学会等名 Colloquium, University of Lille (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tomoyuki Arakawa
2. 発表標題 Chiral algebras of class S and Moore-Tachikawa symplectic varieties
3. 学会等名 Taipei Conference in Representation Theory VI (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tomoyuki Arakawa
2. 発表標題 Chiral algebras of class S and Moore-Tachikawa symplectic varieties
3. 学会等名 Vertex Algebras and Gauge Theory (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 荒川 知幸
2. 発表標題 モーア・立川多様体と 4d/2d 双対性
3. 学会等名 第 17 回岡シンポジウム (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tomoyuki Arakawa
2. 発表標題 Chiral algebras of class S and related problems
3. 学会等名 Workshop on vertex algebras and infinite-dimensional Lie algebras (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 荒川 知幸
2. 発表標題 Moore-立川多様体と4d/2d双対性
3. 学会等名 代数解析学の展望 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tomoyuki Arakawa
2. 発表標題 Chiral algebras of class S and symplectic varieties
3. 学会等名 Theoretical Physics Symposium 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tomoyuki Arakawa
2. 発表標題 4d/2d duality and class S theory
3. 学会等名 Geometric and Categorical Aspects of CFTs (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tomoyuki Arakawa
2. 発表標題 Higgs branch conjecture for class S theory
3. 学会等名 Workshop on Mathematical Physics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tomoyuki Arakawa
2. 発表標題 Representation theory of W-algebras and Higgs branch conjecture
3. 学会等名 The International Congress of Mathematicians 2018 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tomoyuki Arakawa
2. 発表標題 Higgs branch conjecture for class S theory
3. 学会等名 Vertex algebras, factorization algebras and applications (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tomoyuki Arakawa
2. 発表標題 Representation theory of W-algebras and Higgs branch conjecture
3. 学会等名 RIMS Workshop "Vertex Operator Algebras and Symmetries" (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tomoyuki Arakawa
2. 発表標題 Coset construction and quantum geometric Langlands program
3. 学会等名 VERTEX OPERATOR ALGEBRAS, NUMBER THEORY, AND RELATED TOPICS (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 荒川 知幸
2. 発表標題 コセット構成法と量子幾何学的ラングランズ対応
3. 学会等名 京都大学談話会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 ARAKAWA Tomoyuki
2. 発表標題 Vertex algebras and symplectic varieties
3. 学会等名 Colloquium, University of Alberta (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 ARAKAWA Tomoyuki
2. 発表標題 On recent development of representation theory of W-algebras and related topics
3. 学会等名 GAUGE THEORY, GEOMETRIC LANGLANDS AND VERTEX OPERATOR ALGEBRAS, Perimeter Institute for Theoretical Physics (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 ARAKAWA Tomoyuki
2. 発表標題 Chiralization of Moore-Tachikawa 2d TQFTs
3. 学会等名 The 3rd KTGU Mathematics Workshop for Young Researchers (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 ARAKAWA Tomoyuki
2. 発表標題 Vertex algebras and symplectic varieties
3. 学会等名 Algebra and Combinatorics Seminar, North Carolina State University (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 ARAKAWA Tomoyuki
2. 発表標題 Higgs branch conjecture for Class S theories
3. 学会等名 Affine, Vertex and W-algebras, Rome, Italy (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 ARAKAWA Tomoyuki
2. 発表標題 Vertex Algebras and Symplectic Varieties
3. 学会等名 William J. Spencer Lectures, Kansas State Univesity (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 ARAKAWA Tomoyuki
2. 発表標題 Representation theory of W-algebras and Higgs branch conjecture
3. 学会等名 Algebra Seminar, Kansas State University (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 ARAKAWA Tomoyuki
2. 発表標題 Chiralization of Moore-Tachikawa conjecture
3. 学会等名 Representation Theory, UMassAmherst (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 ARAKAWA Tomoyuki
2. 発表標題 Vertex algebras and Higgs branche conjecture
3. 学会等名 MIT Infinite Dimensional Algebra Seminar, MIT (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 荒川 知幸
2. 発表標題 アフィン W 代数をめぐって -表現論とヒッグス?ス枝予想-
3. 学会等名 日本数学会秋季総合分科会 山形大学 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 ARAKAWA Tomoyuki
2. 発表標題 Joseph ideals and Higgs branches
3. 学会等名 Algebraic Modes of Representations The Canicular Days, The Weizmann Institute of Science, Israel (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 ARAKAWA Tomoyuki
2. 発表標題 Moore-Tachikawa conjecture and vertex algebras
3. 学会等名 Representation Theory XV, Dubrovnik, Croatia (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 ARAKAWA Tomoyuki
2. 発表標題 Affine W-algebras
3. 学会等名 School Seminar, The University of Melbourne (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<http://www.kurims.kyoto-u.ac.jp/~arakawa/>

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

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			
フランス	リール大学			
カナダ	アルバータ大学			
ロシア連邦	High School of Economy			
中国	上海交通大学			
米国	カリフォルニア大学バークレー校			

共同研究相手国	相手方研究機関			
ブラジル	Universidade Federal Fluminense			
アメリカ	デンバー大学			
イギリス	マンチェスター大学			
台湾	Academia Sinica			