

数理物理学研究センター

令和3年度活動報告書

立教大学数理物理学研究センター 令和3年度活動報告

数理物理学研究センターは平成24年度4月に発足し、立教大学における数理物理学研究の推進とポスドク、院生などの教育、研究の場として活動を行ってきた。COVID-19 感染拡大に伴って、昨年度に続き本年度もセミナーや研究集会はすべてオンラインで行うことを余儀なくされた。

現在、数理物理学研究センター構成員は以下の通りである。

学内： 笥 三郎、小林 努、小森 靖、
齊藤 義久、佐藤 信哉、神保 道夫、西納 武男、
初田 泰之、原田 知広、中山 優、山田 裕二
学外： 加藤 晃史、立川 裕二

センターの今年度の主な活動内容は

1. 定例数理物理学セミナー（年度前半に4回開催）
2. 研究集会 Rikkyo MathPhys 2022（令和4年1月8日-10日開催）

である。

上記1の数理物理学セミナーは数理物理学の最近の様々な進展に関して、専門の研究者を招いて毎回1時間30分程度の講演を行なうもので、通常のセミナーよりも導入部に時間をかけてより広い分野の聴衆が参加できるようにしている。

2はセンター予算からの支援を受けて行った研究集会で今年度は海外から5名、国内から5名の研究者が研究成果の発表を行った。会議ではゲージ理論、重力理論、可積分系から代数幾何学にいたるまで多岐にわたる話題が紹介された。参加者総数は113名、それぞれの講演も60名以上の参加者があり最終日にいたるまで盛会であった。

これらのセミナー、講演で用いられたスライドは数理物理学研究センターのホームページ

[https:// sites.google.com/rikkyo.ac.jp/rikkyomathphys2022/home](https://sites.google.com/rikkyo.ac.jp/rikkyomathphys2022/home)
に公開されている。

令和4年2月

立教大学数理物理学センター長

神保 道夫（立教大学特任教授）

研究概要

加藤 晃史 (かとう あきし)

I. 研究概要

簾 (quiver) とその変異 (mutation) は、クラスター代数とともに、可積分系・低次元トポロジー・表現論・代数幾何学・WKB 解析などさまざまな分野に共通して現れる構造として注目を集めている。特に、簾の変異列 (mutation sequence) から系統的にゲージ理論や3次元双曲多様体を構成する方法が提唱され、その不変量を数学的に厳密に解析する手段の開発が求められている。加藤は寺嶋郁二氏 (東京工業大学) との共同研究において、与えられた簾変異の列 γ (quiver mutation loop = クラスター代数の exchange graph 上のループに相当) に対し、分配 q 級数 $Z(\gamma)$ と呼ばれる母関数を定義した。分配 q 級数や分配関数は組合せ論的データのみから定義され、簾が表す数学的対象の詳細には依らないので、双対性の背後にある共通の性質や量子化の機構を調べる上で役立つと期待され、その性質や拡張などを引き続き研究している。

現在は上記の事柄と、特に量子不変量の分野に現れる skein-module との関係について、分析を進めているところである。

II. 発表論文 (2017~2021 年度)

1. Kato Akishi, Mizuno Yuma and Terashima Yuji, *Quiver mutation sequences and q -binomial identities*, International Mathematics Research Notices, 2017, doi: 10.1093/imrn/rnx108

III. 口頭発表 (2017~2021 年度)

1. “力学の変遷 —古典・量子・弦—” 日本数学会 市民講演会 東京工業大学 2019 年 3 月
2. “Quiver mutation loops and partition q -series” 研究集会「リーマン面に関連する位相幾何学」東京大学数理科学研究科 2017 年 9 月

3. “Quiver mutation loops and partition q -series” 特別講演 日本数学会無限可積分セッション首都大学東京 2017 年 3 月

小林 努 (こばやし つとむ)

I. 研究概要

2021 年度は、拡張された重力理論の諸側面の研究ならびにアクシオン場とゲージ場が結合した系におけるインフレーションモデルの研究を中心におこなった。

II. 発表論文 (2017~2021 年度)

1. A. Iyonaga and T. Kobayashi, “Distinguishing modified gravity with just two tensorial degrees of freedom from general relativity: Black holes, cosmology, and matter coupling,” *Phys. Rev. D* **104**, no.12, 124020 (2021)
2. T. Ikeda, A. Iyonaga and T. Kobayashi, “Stars disformally coupled to a shift-symmetric scalar field,” *Phys. Rev. D* **104**, no.10, 104009 (2021)
3. T. Murata and T. Kobayashi, “Dynamics of inflation with mutually orthogonal vector fields in a closed universe,” *Phys. Rev. D* **104**, no.8, 083514 (2021)
4. I. Wolfson, A. Maleknejad, T. Murata, E. Komatsu and T. Kobayashi, “The isotropic attractor solution of axion-SU(2) inflation: universal isotropization in Bianchi type-I geometry,” *JCAP* **09**, 031 (2021)
5. M. Arimoto, H. Asada, M. L. Cherry, M. S. Fujii, Y. Fukazawa, A. Harada, K. Hayama, T. Hosokawa, K. Ioka and Y. Itoh, *et al.* “Gravitational Wave Physics and Astronomy in the nascent era,” [arXiv:2104.02445 [gr-qc]].
6. K. Tomikawa and T. Kobayashi, “Perturbations and quasinormal modes of black holes with time-dependent scalar hair in shift-symmetric scalar-tensor theories,” *Phys. Rev. D* **103**, no.8, 084041 (2021)
7. Y. Sugiyama, K. Yamamoto and T. Kobayashi, “Gravitational waves in Kasner space-times and Rindler wedges in Regge-Wheeler gauge: Formulation of Unruh effect,” *Phys. Rev. D* **103**, no.8, 083503 (2021)
8. H. W. H. Tahara and T. Kobayashi, “Nanohertz gravitational waves from a null-energy-condition violation in the early universe,” *Phys. Rev. D* **102**, no.12, 123533 (2020)
9. S. Hirano, T. Kobayashi, D. Yamauchi and S. Yokoyama, “UV sensitive one-loop matter power spectrum in degenerate higher-order scalar-tensor theories,” *Phys. Rev. D* **102**, no.10, 103505 (2020)
10. H. W. H. Tahara, T. Kobayashi and J. Yokoyama, “A new mechanism for freezing extra dimensions with higher-order curvature terms,” *Phys. Lett. B* **811**, 135857 (2020)
11. T. Kobayashi, “Effective scalar-tensor description of regularized Lovelock gravity in four dimensions,” *JCAP* **07**, 013 (2020)
12. S. Akama, S. Hirano and T. Kobayashi, “Primordial tensor non-Gaussianities from general single-field inflation with non-Bunch-Davies initial states,” *Phys. Rev. D* **102**, no.2, 023513 (2020)
13. A. Iyonaga, K. Takahashi and T. Kobayashi, “Extended Cuscuton as Dark Energy,” *JCAP* **07**, 004 (2020)
14. H. Ogawa, T. Kobayashi and K. Koyama, “Relativistic stars in a cubic Galileon Universe,” *Phys. Rev. D* **101**, no.2, 024026 (2020)
15. Y. Mishima and T. Kobayashi, “Revisiting slow-roll dynamics and the tensor tilt in general single-field inflation,” *Phys. Rev. D* **101**, no.4, 043536 (2020)

16. K. Tomikawa and T. Kobayashi, “Gauge dependence of gravitational waves generated at second order from scalar perturbations,” *Phys. Rev. D* **101**, no.8, 083529 (2020)
 17. S. Akama, S. Hirano and T. Kobayashi, “Primordial non-Gaussianities of scalar and tensor perturbations in general bounce cosmology: Evading the no-go theorem,” *Phys. Rev. D* **101**, no.4, 043529 (2020)
 18. S. Hirano, T. Kobayashi and D. Yamauchi, “Screening mechanism in degenerate higher-order scalar-tensor theories evading gravitational wave constraints,” *Phys. Rev. D* **99**, no.10, 104073 (2019)
 19. S. Hirano, T. Kobayashi, D. Yamauchi and S. Yokoyama, “Constraining degenerate higher-order scalar-tensor theories with linear growth of matter density fluctuations,” *Phys. Rev. D* **99**, no.10, 104051 (2019)
 20. T. Kobayashi, “Horndeski theory and beyond: a review,” *Rept. Prog. Phys.* **82**, no.8, 086901 (2019)
 21. K. Takahashi and T. Kobayashi, “Generalized 2D dilaton gravity and kinetic gravity braiding,” *Class. Quant. Grav.* **36**, no.9, 095003 (2019)
 22. S. Akama and T. Kobayashi, “General theory of cosmological perturbations in open and closed universes from the Horndeski action,” *Phys. Rev. D* **99**, no.4, 043522 (2019)
 23. A. Iyonaga, K. Takahashi and T. Kobayashi, “Extended Cuscuton: Formulation,” *JCAP* **12**, 002 (2018)
 24. A. Nishizawa and T. Kobayashi, “Parity-violating gravity and GW170817,” *Phys. Rev. D* **98**, no.12, 124018 (2018)
 25. H. W. H. Tahara, S. Nishi, T. Kobayashi and J. Yokoyama, “Self-anisotropizing inflationary universe in Horndeski theory and beyond,” *JCAP* **07**, 058 (2018)
 26. T. Kobayashi and T. Hiramatsu, “Relativistic stars in degenerate higher-order scalar-tensor theories after GW170817,” *Phys. Rev. D* **97**, no.10, 104012 (2018)
 27. H. Ogawa, T. Hiramatsu and T. Kobayashi, “Anti-screening of the Galileon force around a disk center hole,” *Mod. Phys. Lett. A* **34**, no.02, 1950013 (2018)
 28. S. Hirano, T. Kobayashi, H. Tashiro and S. Yokoyama, “Matter bispectrum beyond Horndeski theories,” *Phys. Rev. D* **97**, no.10, 103517 (2018)
 29. K. Takahashi and T. Kobayashi, “Extended mimetic gravity: Hamiltonian analysis and gradient instabilities,” *JCAP* **11**, 038 (2017)
 30. S. Hirano, S. Nishi and T. Kobayashi, “Healthy imperfect dark matter from effective theory of mimetic cosmological perturbations,” *JCAP* **07**, 009 (2017)
- III. 口頭発表 (2017～2021 年度)
1. “Generic instabilities of non-singular cosmologies in Horndeski theory: a no-go theorem,” COSMO17 (Paris Diderot University, 8 月 30 日, 2017)
 2. “Extended mimetic gravity: Hamiltonian analysis and gradient instabilities” The first annual symposium of the innovative area “Gravitational Wave Physics and Astronomy: Genesis” (東京大学柏キャンパス, 3 月 5 日, 2018)
 3. “Relativistic stars in degenerate higher-order scalar-tensor theories after GW170817,”

- Essential next steps for gravity and cosmology (東北大学青葉山キャンパス, 6月18日, 2018)
4. “Scalar-tensor theories after GW170817 and relativistic stars in DHOST,” MG15 (Rome, Italy, 7月6日, 2018)
 5. relativistic stars in DHOST,” MOGRA2018 (名古屋大学, 8月9日, 2018)
 6. “Relativistic stars in degenerate higher-order scalar-tensor theories after GW170817,” COSMO18 (IBS Science and Culture Center, Daejeon, Korea, 8月30日, 2018)
 7. “Extended Cuscuton,” Why does the Universe accelerate? – Exhaustive study and challenge for the future (京都大学基礎物理学研究所, 3月3日, 2019)
 8. “On the screening mechanism in DHOST theories evading gravitational wave constraints,” COSMO19 (RWTH Aachen University, 9月5日, 2019)
 9. 6th Korea-Japan workshop on dark energy (KMI, Nagoya University, 12月4日, 2019)
 10. “Nanohertz gravitational waves from NEC violation in the early universe,” 7th Korea-Japan workshop on dark energy (オンライン開催, 12月9日, 2020)
 11. “Perturbations of black holes in shift-symmetric scalar-tensor theories,” QUARKS ONLINE WORKSHOPS - 2021 “Modification of Gravity: Theories and Observations” (オンライン開催, 6月9日, 2021)
 12. “Distinguishing modified gravity with just two tensorial degrees of freedom from general relativity,” 8th Korea-Japan workshop on Dark Energy (オンライン開催, 10月18日, 2021)
 13. 小林 努, 平松尚志
“Relativistic stars in degenerate higher-order scalar-tensor theories after GW170817,” 日本物理学会秋季大会 (信州大学, 9月15日, 2018)
 14. “Parity-violating gravity and GW170817,” 第7回観測的宇宙論ワークショップ (山口大学, 11月13日, 2018)
 15. 第31回理論懇シンポジウム (京都大学基礎物理学研究所, 12月)
 16. 平野進一, 小林努, 山内大介, 横山修一郎
“One-loop matter power spectrum beyond Horndeski,” 日本物理学会年次大会 (九州大学, 3月19日, 2019)
 17. 平野進一, 小林努, 山内大介
“On the screening mechanism in DHOST theories evading gravitational wave constraints,” 日本物理学会秋季大会 (山形大学, 9月17日, 2019)
 18. 2020年度 第50回 天文・天体物理若手夏の学校 (オンライン開催, 8月24日, 2020)
 19. 小林努
“Gauss-Bonnet 重力の4次元極限の問題点とそのスカラー・テンソル理論による記述,” 日本物理学会秋季大会 (オンライン開催, 9月16日, 2020)

小森 靖 (こもり やすし)

I. 研究概要

2021 年度はこれまでに得られたリー群に付随する多重ゼータ関数に関する研究成果をまとめた専門書を完成した (松本耕二氏 (名古屋大) と津村博文氏 (首都大) との共同研究).

また以前導入した $GL_2(\mathbb{C})$ に付随する荒川・金子ゼータ関数を拡張することによって, 近年考察されている poly-cosecant 数に関する双対性や補間ゼータ関数, さらに T 値との関係や Bernoulli 数の拡張について研究を行った. (金子昌信氏 (九州大) と津村博文氏 (首都大) との共同研究).

II. 発表論文 (2017~2021 年度)

1. K. Fujita and Y. Komori, A congruence between symmetric multiple zeta-star values and multiple zeta-star values, **75** (2021), 149–167.
2. Y. Komori, Finite Multiple Zeta Values, Symmetric Multiple Zeta Values and Unified Multiple Zeta Functions, **73** (2021), 221–255.
3. Y. Komori, K. Matsumoto and H. Tsumura, An overview and supplements to the theory of functional relations for zeta-functions of root systems, Adv. Stud. Pure Math., **84**, 2020, pp. 263–295.
4. Y. Komori, K. Matsumoto and H. Tsumura, Zeta-functions of root systems and Poincaré polynomials of Weyl groups, Tohoku Math. J., **72** (2020), 87–126
5. Y. Komori, Finite Multiple Zeta Values, Multiple Zeta Functions and Multiple Bernoulli Polynomials, Kyushu J. Math., **72** (2018) 333–342.
6. Y. Komori and A. Yoshihara, Cauchy numbers and polynomials associated with hypergeometric Bernoulli numbers, J. Comb. Number Theory, **9** (2018).

7. Y. Komori and H. Tsumura, On Arakawa–Kaneko zeta-functions associated with $GL_2(\mathbb{C})$ and their functional relations, J. Math. Soc. Japan, **70** (2018) No. 1, 179–213.
8. H. Furusho, Y. Komori, K. Matsumoto and H. Tsumura, Desingularization of multiple zeta-functions of generalized Hurwitz–Lerch type, RIMS Kokyuroku Bessatsu **B68** (2017), 27–66.
9. H. Furusho, Y. Komori, K. Matsumoto and H. Tsumura, Fundamentals of p -adic multiple L -functions and evaluation of their special values, Selecta Math., (N.S.) **23** (2017), 39–100.
10. H. Furusho, Y. Komori, K. Matsumoto and H. Tsumura, Desingularization of complex multiple zeta-functions, Amer. J. Math., Vol. 139, No. 1 (2017), 147–173.

III. 口頭発表 (2017~2021 年度)

1. 小森 靖, On variants of the Arakawa–Kaneko zeta function, (青葉山ゼータ研究集会, 2021 年 3 月 9 日, 東北大学 (オンライン)).
2. 小森 靖, 有限多重ゼータ値, 対称多重ゼータ値, および補間ゼータ関数について, (多重ゼータ研究集会, 2020 年 2 月 16 日, 近畿大学).
3. 小森 靖, Finite Multiple Zeta Values, Symmetric Multiple Zeta Values and Unified Multiple Zeta Functions, (愛媛大学代数セミナー, 2019 年 12 月 20 日, 愛媛大学).
4. 小森 靖, Finite Multiple Zeta Values, Multiple Zeta Functions and Multiple Bernoulli Polynomials, (研究会, 2018 年 6 月 18 日, 九州大学).
5. 小森 靖, 多重楕円ガンマ関数の積分表示と関数関係式, (多重三角関数とその一般化, 2018 年 2 月 5 日, 神戸大学).

6. Y. Komori, Functional relations for zeta-functions of root systems and Poincaré polynomials of Weyl groups I, (Various Aspects of Multiple Zeta Functions, 2017 年 8 月 25 日, 名古屋大学).

IV. その他 (受賞など) なし.

斉藤 義久 (さいとう よしひさ)

I. 研究概要

(1) 楕円アルティン群の研究；楕円ルート系に付随して定まる有限有向グラフ（楕円ディンキン図形）から抽象的な方法で楕円アルティン群を定義した．また，楕円ルート系によって定まる周期領域から discriminat locus と呼ばれる因子を除いた集合の基本群を決定し，それが上述の楕円アルティン群と同型であることを証明した．(2) 楕円ルート系の研究：被約な楕円ルート系に対し，その自己同型群を決定した．また，非被約な楕円ルート系を分類した．(3) トロイダルリー代数，及び量子トロイダル代数の研究；トロイダルリー代数は楕円ルート系をそのルート系として持つことが知られている．トロイダルリー代数のある Cartan 部分代数を固定するような自己同型群の構造を決定した．また，量子トロイダル代数上に上述の楕円アルティン群と楕円モジュラー群の中心拡大が作用することを示した．

II. 発表論文 (2017~2021 年度)

1. Invariants of the Weyl group of type $A_{2l}^{(2)}$ (with K. Iohara), to appear in Pure and Applied Mathematics Quarterly, 2020, 16 (3), pp.337 - 369.

III. 口頭発表 (2017~2021 年度)

1. Elliptic Artin groups, Flat coordinates and singularities, OIST (Okinawa), March, 2020.
2. 楕円アルティン群，無限可積分系特別講演，2020 年度日本数学会秋季総合分科会，熊本大学，2020 年 9 月．
3. 楕円ルート系とそれに関連して現れる代数系，代数学シンポジウム基調講演，千葉大学，2020 年 9 月
4. School on Elliptic Artin Groups (連続講演), Kabli IPMU, University of Tokyo, 2019 年 3 月．

5. Elliptic Artin groups, Geometry and Integrable Systems, Institut de Mathématiques de Bourgogne (France), May, 2019.
6. 鏡映群と基本群, 室蘭工業大学談話会, 室蘭工業大学, 2019 年 7 月.
7. Elliptic Artin groups, Arbeitsgruppe Algebra und Zahlentheorie Seminare, Mathematisches Institut, University of Cologne (Germany), October, 2019.
8. Artin groups associated to elliptic root systems, Conference on Algebraic Representation Theory 2019, Department of Mathematics, National Tsing Hua University, Hsinchu, Taiwan, November, 2019.
9. On quantum toroidal algebras associated with arbitrary root systems, Arbeitsgruppe Algebra und Zahlentheorie Seminare, Mathematisches Institut, University of Cologne, June, 2018.
10. Remarks on the Drinfeld realization of quantum affine algebras, Algebraic Lie theory and Representation theory 2018, 軽井沢上智セミナーハウス, 2018 年 5 月．
11. On quantum toroidal algebras associated with arbitrary semisimple Lie algebras, Infinite Analysis 17, Osaka City University, December, 2017.
12. On quantum elliptic algebras, MS seminar, IPMU, February, 2017.

IV. その他 (受賞など)

佐藤 信哉 (さとう のぶや)

I. 研究概要

本年度は、昨年度に引き続き、Jones 指数と深さが有限である部分因子環 $N \subset M$ から得られる双加群のなすモノイダル圏のコホモロジーの構成と例の計算について、研究を行なった。これまでの研究ではコホモロジーの定義を与えたが、具体的な計算を行うにあたり必要とされるツールが整備されておらず、その研究に時間を費やしている。

II. 発表論文 (2017~2021 年度)

1. なし

III. 口頭発表 (2017~2021 年度)

1. なし

IV. その他 (受賞など)

神保 道夫 (じんぼう みちお)

I. 研究概要

ここ数年、共形場理論における運動の保存量とよばれる可積分系、とくにその q 変形について量子トロイダル代数の立場から研究を行っている。

BCD 型や超代数を含む W 代数の q 変形を統一的に扱うため、論文 [4] で代数 \mathcal{K}_1 を導入し、運動の保存量の存在を示した。この代数は \mathfrak{gl}_1 型量子トロイダル代数の余加群の構造を持つ。本年度は \mathfrak{gl}_n 型への拡張である代数 \mathcal{K}_n を調べ、運動の保存量の構成を行った (B. Feigin, E. Mukhin との共同研究)。

また可積分スピッチェインのフェルミオン構造に関するモノグラフを出版した (F. Smirnov, T. Miwa との共著)。

II. 発表論文 (2017~2021 年度)

1. M. Jimbo, T. Miwa and F. Smirnov, *Local Operators in Quantum Integrable Models vol.I*, Mathematical Surveys and Monographs Series, **256** AMS, 2021
2. B. Feigin, M. Jimbo, and E. Mukhin, Quantum toroidal comodule algebra of type $A_n - 1$ and integrals of motion, arXiv:2112.14631
3. B. Feigin, M. Jimbo, and E. Mukhin, Combinatorics of vertex operators and deformed W -algebra of type $D(2, 1; \alpha)$, arXiv:2103.15247, to appear in *Adv. Math.*
4. B. Feigin, M. Jimbo, E. Mukhin, and I. Vilkoviskiy, Deformations of W algebras via quantum toroidal algebras, *Selecta Math.* **27** (2021)
5. B. Feigin, M. Jimbo and E. Mukhin, Towards trigonometric deformation of $\widehat{\mathfrak{sl}}_2$ coset VOA, *J. Math. Phys.* **60** (2019) 073507
6. B. Feigin, M. Jimbo and E. Mukhin, $(\mathfrak{gl}_m, \mathfrak{gl}_n)$ duality in the quantum toroidal setting,

Commun. Math. Phys. **367** (2019) 455–481

7. B. Feigin, M. Jimbo and E. Mukhin, Evaluation modules for quantum toroidal \mathfrak{gl}_n algebras, arXiv:1709.01592v3
8. M. Jimbo, H. Nagoya, and H. Sakai, CFT approach to q Painlevé VI equation, *J. Int. Sys.* **2** (2017) xyx009
9. B. Feigin, M. Jimbo and E. Mukhin, Integrals of motion from quantum toroidal algebras, *J. Phys. A: Math. Theor.* **50** (2017) 464001
10. B. Feigin, M. Jimbo, T. Miwa and E. Mukhin, Finite-type modules and Bethe ansatz equations, *Annales Henri Poincaré* **18** no.8 (2017) 2543–2579
11. B. Feigin, M. Jimbo, T. Miwa and E. Mukhin, Finite-type modules for quantum toroidal \mathfrak{gl}_1 , *Commun. Math. Phys.* **355** (2017) 1–43

III. 口頭発表 (2017~2021 年度)

1. Integrals of motion in CFT and quantum toroidal algebras: an introduction, Colloquium, T.D.Lee Institute, Jiao Tong University (Shanghai, China), 2019 年 10 月 17 日
2. Deformations of W algebras via quantum toroidal algebras, Seminar, Tongji University (Shanghai, China), 2019 年 10 月 18 日
3. Remarks on deformed W algebras and integrals of motion, Workshop “New Trends in Integrable Systems”, 大阪市立大学 (大阪府), 2019 年 9 月 9 日–13 日
4. Deforming integrals of motion via quantum toroidal algebras, workshop “Geometry and Integrable Systems”, Institut

Mathématiques de Bourgogne (Dijon, France),
2019 年 4 月 29 日–5 月 3 日

5. トロイダル量子群と可積分系, 日本数学会年会企画特別講演, 東京工業大学 (東京都), 2019 年 3 月 20 日
6. Deforming integrals of motion via quantum toroidal algebras, HSE seminar, Moscow
2018 年 10 月 24 日
7. Integrals of motion, Bethe ansatz, and quantum toroidal algebras, 4th ACCA workshop, 京都大学大学院理学研究科 (京都市), 2018 年 3 月 26 日
8. Toroidal symmetry in quantum integrable systems, Correlation Functions of Quantum Integrable Systems and Beyond, 2017 年 10 月 23 日–26 日, ENS Lyon (Lyon, France)
9. Integrals of motion from quantum toroidal algebras, The XXVth International Conference on Integrable Systems and Quantum Symmetries, 2017 年 6 月 6 日–10 日, Czech Technical University (Prague, Czech)
10. Integrals of motion from quantum toroidal algebras, 国際研究集会 Developments of mathematics at IPMU: in honor of Kyoji SAITO, 2017 年 4 月 25 日–28 日 Kavli IPMU (千葉県柏市)

IV. その他 (受賞など) なし

立川裕二 (たちかわ ゆうじ)

I. 研究概要

2021 年度も立川は超対称場の理論および場の理論の対称性と量子異常の研究を続けている。

長らく、超対称場の理論の研究と、場の理論の対称性と量子異常の研究は、別個に行っており、有機的に組み合わさった仕事をできていなかったが、ようやく本年度下記論文 1 において、それを達成した。この論文においては、Intriligator-Seiberg duality という四次元 $\mathcal{N} = 1$ 超対称 so ゲージ理論の双対性のもとで、高階対称性とその量子異常がどのように対応しているかを明らかにすることが出来た。

それ以外は、主に、場の理論の対称性と量子異常の理解を深化することに費やした。

下記論文 2 では、六次元の場の理論の大域量子異常を近年のボルディズム群の立場から再解析した。八十年代の解析では、ゲージ群 G の $\pi_6(G)$ から来るとされていた大域量子異常であるが、ボルディズム群の立場からは、 $\text{Hom}(\Omega_8^{spin}(BG), \mathbb{Z})$ から定まる摂動量子異常の詳細な解析から定まることがわかった。この論文は以前当研究所の所長であり、また私の指導教員であった、故江口徹先生に献呈した。

下記論文 3 では、ヘテロティック弦理論の二次元へのコンパクト化における modulo 24 の大域量子異常がどのように消えているかを調べた。これには、ヘテロティック弦の世界面上の二次元共形場理論が、topological modular form とよばれる一般コホモロジー理論における次数 24 の部分、 TMF^{24} で特徴づけられること、また、二次元での modulo 24 のアノマリが $\text{Hom}(\Omega_3^{string}(BG), U(1)) = \mathbb{Z}_{24}$ で与えられることを用い、物理的考察から定まる準同型 $TMF^{24} \rightarrow \text{Hom}(\Omega_3^{string}(BG), U(1))$ がゼロであることを Hopkins の結果を用いて示した。

II. 発表論文

2021 年度に出版された主要なもののみ述べる。

1. Y. Lee, K. Ohmori and Y. Tachikawa, “Matching Higher Symmetries Across

Intriligator-Seiberg Duality,” *Journal of High Energy Physics* **10** (2021), 114
doi:10.1007/JHEP10(2021)114
[arXiv:2108.05369 [hep-th]].

2. Y. Lee and Y. Tachikawa, “Some Comments on 6D Global Gauge Anomalies,” *Progress of Theoretical and Experimental Physics* (2021), 08B103
doi:10.1093/ptep/ptab015
[arXiv:2012.11622 [hep-th]].
3. Y. Tachikawa, “Topological Modular Forms and the Absence of a Heterotic Global Anomaly,” *Progress of Theoretical and Experimental Physics* (2021), in press, doi:10.1093/ptep/ptab060
[arXiv:2103.12211 [hep-th]].

III. 口頭発表

2021 年度に行った主要なもののみ述べる。

1. “Life between mathematics and theoretical physics”, 韓国 KIAS におけるコロナキウム。4 月 12 日。
2. “Physics and algebraic topology”, 東大数理科学科におけるコロナキウム。5 月 28 日。
3. “On global anomalies of heterotic string theories”, ブラジル ICTP-SAIFR 研究所主催の研究会 Strings 2021 における招待講演。6 月 29 日。
4. “Matching higher symmetries across Intriligator-Seiberg duality”, 韓国 KIAS におけるセミナー。9 月 3 日。
5. “Physics and algebraic topology”, ホモトピー論シンポジウムでの招待講演。11 月 5 日。

IV. その他 (受賞など)

特になし。

西納 武男 (にし のう たけお)

I. 研究概要

区分線形構造の入った多様体上では, 区分線形な操作を行うのが自然であるが, ベクトル場に対して適用して各面上線形なベクトル場を考えると, 余次元が正の面上で場の方向が一意的に定まらないという重大な問題がある。ベクトル場の性質は図形の性質を強く反映するが, この問題のため, 一般の区分線形なベクトル場が図形の情報を捉えることはできない。R. Forman の考えた CW 複体上の離散モース理論のアイデアと, 区分線形な複体上の適切な計量をとることにより, この問題が解消され, 良いベクトル場をとれば上の問題があるにもかかわらず図形の幾何的な情報を引き出せることを示した。これにより, 多様体とは限らない図形上のフローに対する安定多様体や不安定多様体を定義することができた。

II. 発表論文 (2017~2021 年度)

1. Takeo Nishinou, *Integration of vector fields on cell complexes and Morse theory.* arXiv:2109.03717.
2. Takeo Nishinou, *Convergence of Hermitian-Yang-Mills connections on two-dimensional Kähler tori and mirror symmetry.* Lett. Math. Phys. vol. 111, Article number: 57 (2021)
3. Takeo Nishinou, *Deformation of pairs and semiregularity.* arXiv:2009.01651.
4. Takeo Nishinou, *Realization of tropical curves in abelian surfaces.* arXiv:2007.16148.
5. Takeo Nishinou, *Obstruction to deforming maps from curves to surfaces.* Oberwolfach reports, 2019.
6. Takeo Nishinou, *Obstruction to deforming maps from curves to surfaces.* arXiv:1901.11239.

III. 口頭発表 (2017~2021 年度)

1. Deformation of curves on surfaces, Degenerations and models of algebraic varieties and related topics, 神戸大学, 2021.2.15.
2. Obstruction to deforming maps from curves to surfaces, Workshop Tropical Geometry: new directions, Oberwolfach, 2019.5.4.
3. Obstruction to deforming maps from curves to surfaces, 幾何学における代数的・組み合わせ論的視点, 金沢大学, 2019.3.9.
4. 多様体の退化と正則曲線, 大岡山談話会, 東京工業大学, 2017.11.8.
5. 複素トーラス上の正則曲線とトロピカル幾何学, 東京工業大学集中講義, 2017.11.6–11.10.
6. Periodic plane tropical curves and holomorphic curves on tori, Pacific Rim Conference 2017.8.1. Pohan

IV. その他 (受賞など)

中山 優 (なかやま ゆう)

I. 研究概要

中山は主として、共形場理論と QCD の相転移の性質を理論的に研究した。筑波大、広島大との共同研究による格子計算によると、QCD のカイラル相転移ではアノマリーによって破れていたはずの Z_2 の対称性が回復されることが示唆されている。これは、中山がこれまでに研究してきた共形ブートストラップの予言と組み合わせ、QCD のカイラル相転移の次数についての予言を与えることができる。さらに、中山は共形ブートストラップの方法を用いて高次元の共形場理論の性質を調べた。その他、4次元の共形場理論に特有の c という量が場の理論の変形に依って変わり得るか、あるいは、それに由来する共形アノマリーを結合定数を時空に依存させることに依ってキャンセルできるか？を考察した。2018 年度には very special conformal field theory やそれに関連した、2次元 CFT の TJ deformation を研究した。2019、2020 年度は very special CFT の holographic な実現や、impossible anomaly やその超対称性を持つ場合への拡張についてさらに研究を進めた。2021 年度は共形ブートストラップの supersymmetric Lee-Yang 模型への応用や境界共形ブロックの数理的な構造を調べた。

II. 発表論文 (2017~2021 年度)

1. Y. Nakayama, “Topologically twisted renormalization group flow and its holographic dual,” Phys. Rev. D **95**, no. 6, 066010 (2017)
2. Y. Nakayama, “Euclidean M-theory background dual to a three-dimensional scale-invariant field theory without conformal invariance,” Phys. Rev. D **95**, no. 4, 046006 (2017)
3. C. Hasegawa and Y. Nakayama, “ ϵ -Expansion in Critical ϕ^3 -Theory on Real Projective Space from Conformal Field Theory,” Mod. Phys. Lett. A **32**, no. 07, 1750045 (2017)
4. Y. Nakayama, “Interacting scale invariant but nonconformal field theories,” Phys. Rev. D **95**, no. 6, 065016 (2017)
5. N. Sannomiya, H. Katsura and Y. Nakayama, “Supersymmetry breaking and Nambu-Goldstone fermions with cubic dispersion,” Phys. Rev. D **95**, no. 6, 065001 (2017)
6. Y. Nakayama, “Can we change c in four-dimensional CFTs by exactly marginal deformations?,” JHEP **1707**, 004 (2017)
7. K.-I. Ishikawa, Y. Iwasaki, Y. Nakayama and T. Yoshie, “RG scaling relations at chiral phase transition in two-flavor QCD,” arXiv:1704.03134 [hep-lat].
8. K.-I. Ishikawa, Y. Iwasaki, Y. Nakayama and T. Yoshie, “Nature of chiral phase transition in two-flavor QCD,” arXiv:1706.08872 [hep-lat].
9. Y. Nakayama, “Very special conformal field theories and their holographic duals,” Phys. Rev. D **97**, no. 6, 065003 (2018)
10. Y. Nakayama, “Canceling the Weyl anomaly from a position-dependent coupling,” Phys. Rev. D **97**, no. 4, 045008 (2018)
11. C. Hasegawa and Y. Nakayama, “Three ways to solve critical ϕ^4 theory on $4 - \epsilon$ dimensional real projective space: perturbation, bootstrap, and Schwinger-Dyson equation,” Int. J. Mod. Phys. A **33**, no. 08, 1850049 (2018)
12. Y. Nakayama, “Realization of impossible anomalies,” Phys. Rev. D **98**, no. 8, 085002 (2018)
13. A. Edery and Y. Nakayama, “Gravitating magnetic monopole via the spontaneous symmetry breaking of pure R^2 grav-

- ity,” *Phys. Rev. D* **98**, no. 6, 064011 (2018)
14. Y. Nakayama, “Gravity Dual for Very Special Conformal Field Theories in type IIB Supergravity,” *Phys. Lett. B* **786**, 245 (2018)
 15. Y. Nakayama, “Very Special $T\bar{J}$ deformed CFT,” *Phys. Rev. D* **99**, no. 8, 085008 (2019)
 16. Y. Nakayama, “Conformal equations that are not Virasoro or Weyl invariant,” *Lett. Math. Phys.* **109**, no. 10, 2255 (2019)
 17. A. Edery and Y. Nakayama, “Palatini formulation of pure R^2 gravity yields Einstein gravity with no massless scalar,” *Phys. Rev. D* **99**, no. 12, 124018 (2019)
 18. Y. Nakayama, “Holographic dual of conformal field theories with very special $T\bar{J}$ deformations,” *Phys. Rev. D* **100**, no. 8, 086011 (2019)
 19. Y. Nakayama, “Conformal Contact Terms and Semi-Local Terms,” *Annales Henri Poincaré* **21**, no.10, 3201-3216 (2020)
 20. A. Edery and Y. Nakayama, “Critical gravity from four dimensional scale invariant gravity,” *JHEP* **1911**, 169 (2019)
 21. Y. Nakayama, “Exclusion Inside or at the Border of Conformal Bootstrap Continent,” *Int. J. Mod. Phys. A* **35**, no.06, 2050036 (2020)
 22. K. Nakagawa and Y. Nakayama, “CP-violating super Weyl anomaly,” *Phys. Rev. D* **101**, no.10, 105013 (2020)
 23. Y. Nakayama, “Bootstrap bound on extremal Reissner-Nordström black hole in AdS,” *Phys. Lett. B* **808**, 135677 (2020)
 24. Y. Nakayama, “Conformal invariance from scale invariance in nonlinear sigma models,” *Phys. Rev. D* **102**, no.6, 065018 (2020)
 25. Y. Nakayama, *Symmetry* **13**, no.2, 276 (2021) doi:10.3390/sym13020276 [arXiv:2101.02861 [hep-th]].
 26. T. Yuki and Y. Nakayama, *Mod. Phys. Lett. A* **36**, no.17, 2130016 (2021) doi:10.1142/S021773232130 [arXiv:2103.01466 [hep-th]].
 27. K. Nakagawa and Y. Nakayama, *Phys. Rev. D* **104**, no.2, 025018 (2021) doi:10.1103/PhysRevD.104.0 [arXiv:2103.10048 [hep-th]].
 28. Y. Nakayama, *Int. J. Mod. Phys. A* **36**, no.24, 2150176 (2021) doi:10.1142/S0217751X21501761 [arXiv:2104.13570 [hep-th]].
 29. Y. Nakayama, *Mod. Phys. Lett. A* **36**, no.39, 2150272 (2021) doi:10.1142/S0217732321502722 [arXiv:2108.02381 [hep-th]].
- ### III. 口頭発表 (2017~2021 年度)
1. 招待講演 “CFTs on real projective spaces” at International Workshop (Chicheley) “Boundary and Defect Conformal Field Theory: Open Problems and Applications.” September 2017.
 2. 招待講演 ”(Im)possible emergent symmetry and conformal bootstrap” “Bootstrap Approach to Conformal Field Theories and Applications ” March 2018
 3. 招待講演 ”Impossible Anomalies in CFT” at East Asia Joint Workshop on Fields and Strings 2019” October 2019
 4. 招待講演 ”Functional renormalization group approach to dipolar fixed point which is scale invariant but non-conformal” at 10th International Conference on Exact Renormalization Group 2020” November 2020

IV. その他 (受賞など)

原田 知広 (はらだ ともひろ)

I. 研究概要

- 一般相対論の基礎的諸問題とその宇宙物理学および宇宙論への応用に関する研究

II. 発表論文 (2017~2021 年度)

1. Kazumasa Okabayashi, Tomohiro Harada and Ken-ichi Nakao, "Robustness of particle creation in the formation of a compact object," accepted for publication in Progress of Theoretical and Experimental Physics.
2. Masashi Kimura, Tomohiro Harada, Atsushi Naruko and Kenji Toma, "Back-reaction of Mass and Angular Momentum Accretion on Black Holes: General Formulation of the Metric Perturbations and Application to the Blandford-Znajek Process," PTEP **2021** (8/2021) no.9, 9.
3. Takuya Katagiri and Tomohiro Harada, "Stability of small charged anti-de Sitter black holes in the Robin boundary," Class. Quant. Grav. **38** (6/2021), 13.
4. Tomohiro Harada, Chul-Moon Yoo, Kazunori Kohri, Yasutaka Koga and Takeru Monobe, "Spins of primordial black holes formed in the radiation-dominated phase of the universe: first-order effect," Astrophys. J. **908** (2/2021) no.2, 140.
5. Chul-Moon Yoo, Tomohiro Harada, Shin'ichi Hirano and Kazunori Kohri, "Abundance of Primordial Black Holes in Peak Theory for an Arbitrary Power Spectrum," PTEP **2021** (10/2021) no.1, 013E02.
6. R. Allahverdi, M. A. Amin, A. Berlin, N. Bernal, C. T. Byrnes, M. S. Delos, A. L. Erickcek, M. Escudero, D. G. Figueroa, K. Freese, T. Harada, D. Hooper, D. I. Kaiser, T. Karwal, K. Kohri, G. Krnjaic, M. Lewicki, K. D. Lozanov, V. Poulin, K. Sinha, T. L. Smith, T. Takahashi, T. Tenkanen, J. Unwin, V. Vaskonen and S. Watson, "The First Three Seconds: a Review of Possible Expansion Histories of the Early Universe," Open J. Astrophys. Vol. 4 (1/2021).
7. Takafumi Kokubu and Tomohiro Harada, "Thin-shell wormholes in Einstein and Einstein-Gauss-Bonnet theories of gravity," Universe **6** (10/2020), 197.
8. Kenta Hioki and Tomohiro Harada, "Dynamical Transition from a Naked Singularity to a Black Hole," Int. J. Mod. Phys. A **35** (11/2020) no.31, 2050201.
9. Masataka Tsuchiya, Chul-Moon Yoo, Yasutaka Koga and Tomohiro Harada, "Sonic Point and Photon Surface," Phys. Rev. D **102** (8/2020) no.4, 044057.
10. Chul-Moon Yoo, Tomohiro Harada and Hirotada Okawa, "Threshold of Primordial Black Hole Formation in Nonspherical Collapse," Phys. Rev. D **102** (8/2020) no.4, 043526.
11. Mandar Patil and Tomohiro Harada, "Extremal Kerr white holes as a source of ultra high energy particles," Phys. Rev. D **102** (7/2020) no.2, 024002.
12. Tomohiro Harada and Maximilian Thaller, "Uniqueness of static, isotropic low-pressure solutions of the Einstein-Vlasov system," Lett. Math. Phys. **110**(5) (3/2020) (15 pages).
13. Kota Ogasawara, Takahisa Igata, Tomohiro Harada and Umpei Miyamoto, "Escape probability of a photon emitted near the black hole horizon," Phys. Rev. D **101** (2/2020) no.4, 044023.

14. Takafumi Kokubu and Tomohiro Harada, “Bursts of particle creation in gravitational collapse to a horizonless compact object,” *Phys. Rev. D* **100** (10/2019) no.8, 084028 (16 pages)
 15. Yasutaka Koga and Tomohiro Harada, “Stability of null orbits on photon spheres and photon surfaces,” *Phys. Rev. D* **100** (9/2019) no.6, 064040 (7 pages)
 16. Tomohiro Harada, Vitor Cardoso and Daiki Miyata, “Particle creation in gravitational collapse to a horizonless compact object,” *Phys. Rev. D* **99** (4/2019) no.4, 044039 (13 pages)
 17. Ken-ichi Nakao, Chul-Moon Yoo and Tomohiro Harada, “Gravastar formation: What can be the evidence of a black hole?,” *Phys. Rev. D* **99** (2/2019) no.4, 044027 (22 pages)
 18. S. Kawamura, T. Nakamura, M. Ando, N. Seto, T. Akutsu, I. Funaki, K. Ioka, N. Kanda, I. Kawano and M. Musha, *et al.* “Space gravitational-wave antennas DECIGO and B-DECIGO,” *Int. J. Mod. Phys. D* **28** (2019) no.12, 1845001.
 19. Takafumi Kokubu, Koutaro Kyutoku, Kazunori Kohri and Tomohiro Harada, “Effect of Inhomogeneity on Primordial Black Hole Formation in the Matter Dominated Era,” *Phys. Rev. D* **98** (12/2018) no.12, 123024 (12 pages)
 20. Chul-Moon Yoo, Tomohiro Harada, Jaume Garriga and Kazunori Kohri, “Primordial black hole abundance from random Gaussian curvature perturbations and a local density threshold,” *PTEP* **2018** (12/2018) no.12, 123 (29 pages)
 21. Yasutaka Koga and Tomohiro Harada, “Rotating accretion flows in D dimensions: sonic points, critical points and photon spheres,” *Phys. Rev. D* **98** (7/2018) no.2, 024018 (8 pages)
 22. Takafumi Kokubu, Sanjay Jhingan and Tomohiro Harada, “Energy emission from a high curvature region and its backreaction,” *Phys. Rev. D* **97** (5/2018) no.10, 104014 (11 pages)
 23. Tomohiro Harada, Bernard J. Carr and Takahisa Igata, “Complete conformal classification of the Friedmann-Lemaître-Robertson-Walker solutions with a linear equation of state,” *Class. Quant. Grav.* **35** (4/2018) no.10, 105011 (27 pages)
 24. Ken-ichi Nakao, Pankaj S. Joshi, Jun-Qi Guo, Prashant Kocherlakota, Hideyuki Tagoshi, Tomohiro Harada, Mandar Patil, Andrzej Krolak, “On the stability of a superspinar”, *Phys. Lett. B* **780** (3/2018) 410 (4 pages)
 25. Tomohiro Harada, Chul-Moon Yoo, Kazunori Kohri and Ken-Ichi Nakao, “Spins of primordial black holes formed in the matter-dominated phase of the Universe,” *Phys. Rev. D* **96** (10/2017), 083517 (16 pages)
 26. Kota Ogasawara, Tomohiro Harada, Umpei Miyamoto and Takahisa Igata “Escape probability of the super-Penrose process,” *Phys. Rev. D* **95** (6/2017) no.12, 124019 (5 pages)
 27. Chul-Moon Yoo, Tomohiro Harada and Hirotada Okawa, “3D Simulation of Spindle Gravitational Collapse of a Collisionless Particle System,” *Class. Quant. Grav.* **34** (4/2017), 105010 (17 pages)
- III. 口頭発表 (2017~2021 年度)
1. Tomohiro Harada, “Spins of primordial black holes formed in the radiation-dominated phase of the universe: first-order effect”,

- The 30th Workshop on General Relativity and Gravitation in Japan, 6-9 Dec 2021, Waseda University, Tokyo, Japan (online).
2. Tomohiro Harada, “Spins of primordial black holes formed in the radiation-dominated phase of the universe: first-order effect”, “The KEK-PH + KEK-Cosmo joint workshop on “Primordial Black Holes””, 19-20 Oct 2021, KEK, Tsukuba, Japan (online).
 3. Tomohiro Harada, “Primordial Black Holes: Mass and Spin”, the 7th Korea-Japan Workshop on Dark Energy: Maeda’s Universe, 7-10 Dec 2020, organized by Korea Astronomy and Space Science Institution (invited, online)
 4. Tomohiro Harada, “Stability of charged AdS black holes in the Robin boundary”, online JGRG workshop 2020, 23-27 Nov 2020 (online)
 5. Tomohiro Harada, “Particle Creation by Horizonless Compact Objects”, International Workshop on Astrophysics and Cosmology, 20-24 Dec 2019, International Centre for Cosmology, Charotar University of Science and Technology, Changa, Gujarat, India (invited)
 6. Tomohiro Harada, “Formation of Primordial Black Holes”, International Workshop on Astrophysics and Cosmology, 20-24 Dec 2019, International Centre for Cosmology, Charotar University of Science and Technology, Changa, Gujarat, India (invited plenary talk)
 7. Tomohiro Harada, “Effect of Inhomogeneity on Primordial Black Hole Formation in the Matter Dominated Era”, Focus Week on Primordial Black Holes, 2-6 Dec 2019, Kavli IPMU, Kashiwa, Japan
 8. Tomohiro Harada, “Particle creation in gravitational collapse to a horizonless compact object”, the 19th Lomonosov Conference on Elementary Particle Physics, 22-28 August 2019, Moscow State University, Moscow, Russia (invited)
 9. Tomohiro Harada, “Primordial black hole formation”, as a seminar for International KEK-Cosmo and APCosPA Winter School 2019 “Primordial Black Hole”, 22nd - 24th January 2019, KEK, Tsukuba, Japan (invited)
 10. Tomohiro harada, “Complete conformal classification of the FLRW solutions with a linear equation of state”, YITP International Molecule-type Workshop “Dynamics in Strong Gravity Universe”, 1-14 Sep 2018, Yukawa Institute for Theoretical Physics, Kyoto University, Kyoto, Japan
 11. Tomohiro harada, “Complete conformal classification of the FLRW solutions with a linear equation of state”, Spanish-Portuguese Relativity Meeting 2018, 1-7 Sep 2018, Biblioteca Publica de Palencia, Palencia, Spain
 12. Tomohiro Harada, “Primordial black holes formed in the matter-dominated era”, International Workshop “Gravity and Cosmology 2018”, 29 Jan 2018 - 9 Mar 2018, Yukawa Institute for Theoretical Physics, Kyoto University, Japan
 13. Tomohiro Harada, “Spins of primordial black holes formed in the matter-dominated era”, International Symposium on Cosmology and Particle Astrophysics “CosPA 2017”, 11-15 Dec 2017, Yukawa Institute for Theoretical Physics, Kyoto University, Japan

14. Tomohiro Harada, “Spins of primordial black holes formed in the matter-dominated era”, The 27th Workshop on General Relativity and Gravitation in Japan, 27 Nov-1 Dec 2017, Higashi Hiroshima Arts and Culture Hall Kurara, Higashihiroshima, Japan
15. Tomohiro Harada, “Formation of primordial black holes from primordial fluctuations”, Focus Week on Primordial Black Holes, 13-17 Nov 2017, Kavli IPMU, Kashiwa, Japan (invited)
16. Tomohiro Harada, “Spins of primordial black holes formed in the matter-dominated phase of the Universe”, Workshop on “Gravitational Dynamics and Black Holes”, 26-27 Sep 2017, Nagoya University, Japan (invited)
17. Tomohiro Harada, “Particle creation by horizonless compact objects”, 14th October 2019, Kobe University, Kobe, Japan
18. 原田知広、「基礎物理学特別講義 IA」(集中講義「原始ブラックホールの形成」10コマ)、2019年9月2日-4日、大阪市立大学
19. Tomohiro Harada, “A Brief Introduction to Traversable Wormholes”, as an invited talk for KMI Interdisciplinary Seminars, 22nd July 2019, Nagoya University, Japan
20. Tomohiro Harada, “Formation of primordial black holes”, as invited lectures for International KEK-Cosmo and APCosPA Winter School 2019 “Primordial Black Hole”, 22nd - 24th January 2019, KEK, Tsukuba, Japan
21. Tomohiro Harada, “Formation of primordial black holes from primordial fluctuations”, 21 November 2017, Nagoya University, Japan.
22. Tomohiro Harada, “Lecture on the analytic formula for primordial black hole formation”, 21 November 2017, Nagoya University, Japan.
23. Tomohiro Harada, “Primordial black holes formed in the matter-dominated phase of the Universe”, 19 October 2017, CENTRA, Instituto Superior Tecnico, University of Lisbon, Portugal
24. 原田知広、「FLRW 解の共形分類 II」、第22回特異点研究会、舞鶴工業高等専門学校、2021年12月28日-30日(オンライン開催)
25. 原田知広、「Particle creation by horizonless compact objects」、第21回特異点研究会、カレッジプラザ、秋田市、2019年12月26日-28日
26. 原田知広、「地平線のないコンパクト天体の形成による粒子生成」、第20回特異点研究会、九州大学、2019年1月12日-14日
27. 原田知広、「原始ブラックホールについて」、ブラックホール磁気圏研究会2018、熊本大学、2018年3月2日-4日
28. 原田知広、「原始ブラックホールの形成」、第30回理論懇シンポジウム、東京大学、2017年12月25日-27日(招待講演)
29. 原田知広、「FLRW 解について」、第19回特異点研究会、大阪市立大学、2017年12月28日-30日
30. 原田知広(立教大理・教授)、伊形尚久(KEK 素核研・博士研究員)、佐藤琢磨(立教大理・M2)「FLRW 解の共形境界の分類：線形状態方程式の場合」、日本物理学会2021年秋季大会(オンライン開催)、2021年9月16日
31. 原田知広(立教大理・教授)「ペンローズ過程と粒子衝突」(シンポジウム講演)日本物理学会第76回年次大会(オンライン開催)、2021年3月15日

32. 原田知広 (立教大理・教授) 柳哲文 (名大院理) 郡和範 (KEK 素核研) 古賀泰敬 (立教大院理・D3)、物部武瑠 (立教大院理・M2) 「輻射優勢期に形成される原始ブラックホールのスピン II」、日本物理学会第 76 回年次大会 (オンライン開催)、2021 年 3 月 14 日
33. 原田知広 (立教大理・教授) 柳哲文 (名大院理) 郡和範 (KEK 素核研) 古賀泰敬 (立教大院理・D3)、物部武瑠 (立教大院理・M2) 「輻射優勢期に形成される原始ブラックホールのスピン」、日本物理学会 2020 年秋季大会 (オンライン開催)、2020 年 9 月 15 日
34. 原田知広 (立教大理・教授) 柳哲文 (名大院理) 郡和範 (KEK 素核研) 「原始ブラックホールのスピンについて」、日本物理学会 2020 年年次大会、名古屋大学 (現地開催中止)、2020 年 3 月
35. 原田知広 (立教大理・教授) 「原始ブラックホールの形成」、日本物理学会 2019 年秋季大会、山形大学、2019 年 9 月 18 日
36. 國分隆文 (立教大理・研究員) 原田知広 (立教大理・教授) 「地平面のないコンパクト天体への重力崩壊におけるバースト的粒子生成」、日本物理学会 2019 年秋季大会、山形大学、2019 年 9 月 18 日
37. 原田知広 (立教大理・教授) Vitor Cardoso (リスボン大) 宮田大輝 (立教大・D1) 「地平面のない天体への重力崩壊における粒子生成」、日本物理学会 2019 年年次大会、九州大、2019 年 3 月 17 日
38. 原田知広 (立教大理・教授) 宮田大輝 (立教大・D1)、Vitor Cardoso (リスボン大、ペリメーター研) 「地平面のない時空による粒子生成」、日本物理学会 2018 年秋季大会、信州大学、2018 年 9 月 16 日
39. 原田知広 (立教大理・教授) Bernard J. Carr (ロンドン大クインメアリ校・教授)

伊形尚久 (立教大先端研・教育研究コーディネーター) 「FLRW 解の共形構造の完全分類：線形状態方程式の場合」、日本物理学会 2018 年年次大会、東京理科大学、2018 年 3 月 22 日

40. 原田知広 (立教大理・教授) 柳哲文 (名大理・助教) 郡和範 (KEK 素核研・准教授)、中尾憲一 (大阪市立大理・教授) 「物質優勢期の原始ブラックホール形成における角運動量の効果」、日本物理学会 2017 年秋季大会、宇都宮大学、2017 年 9 月 13 日

IV. その他 (受賞など)

1. 共著論文 Ken-ichi Nakao, Chul-Moon Yoo and Tomohiro Harada, “Gravastar formation: What can be the evidence of a black hole?,” Phys. Rev. D **99** (2/2019) no.4, 044027 が Physical Review D の Editor’s Suggestion に選ばれた。
2. 共著論文 Chul-Moon Yoo, Tomohiro Harada and Hirotada Okawa, “3D Simulation of Spindle Gravitational Collapse of a Collisionless Particle System,” Class. Quant. Grav. **34** (4/2017), 105010 (17 pages) が CQG 2017 Highlights Selection に選ばれた。

初田 泰之 (はつだ やすゆき)

I. 研究概要

昨年度に引き続き、主にブラックホールの摂動論に関する研究を行った。Kerr ブラックホールの摂動に現れる Teukolsky 方程式が、 $\mathcal{N} = 2$ 超対称 QCD の量子 Seiberg-Witten 曲線と同等であることは昨年度の研究で発見していたが、今年度はこの対応を利用することで、対称性の構造が見えやすくなることを指摘した。興味深いことに、ゲージ理論側で顕な対称性の構造がブラックホール側では全く非自明な構造となっている。これを逆手に取って、ゲージ理論側の対称性を利用して、Teukolsky 方程式と同等ではあるが、より解析の容易な微分方程式を発見することに成功した。この論文は学術誌 “General Relativity and Gravitation” の editor’s suggestion に選出された。またブラックホール摂動論を量子力学の手法を使って調べるための方法をレビューとして執筆した。

それ以外にも 3 次元 $\mathcal{N} = 4$ ADHM 理論とよばれる超対称場の量子論の相関関数の振る舞いを詳しく解析した。

II. 発表論文 (2017~2021 年度)

1. Y. Hatsuda and T. Okazaki, “Fermi-gas correlators of ADHM theory and triality symmetry,” *SciPost Phys.* **12**, no.1, 005 (2022).
2. Y. Hatsuda and M. Kimura, “Spectral Problems for Quasinormal Modes of Black Holes,” *Universe* **7**, no.12, 476 (2021).
3. Y. Hatsuda, “An alternative to the Teukolsky equation,” *Gen. Rel. Grav.* **53**, no.10, 93 (2021).
4. Y. Hatsuda and M. Kimura, “Semi-analytic expressions for quasinormal modes of slowly rotating Kerr black holes,” *Phys. Rev. D* **102**, no.4, 044032 (2020).
5. Y. Hatsuda, “Quasinormal modes of Kerr-de Sitter black holes via the Heun func-

tion,” *Class. Quant. Grav.* **38**, no.2, 025015 (2020).

6. Y. Hatsuda and Y. Sugimoto, “Bloch electrons on honeycomb lattice and toric Calabi-Yau geometry,” *JHEP* **05**, 026 (2020).
7. Y. Hatsuda, “Quasinormal modes of black holes and Borel summation,” *Phys. Rev. D* **101**, no. 2, 024008 (2020).
8. Z. Duan, J. Gu, Y. Hatsuda and T. Sulejmanpasic, “Instantons in the Hofstadter butterfly: difference equation, resurgence and quantum mirror curves,” *JHEP* **1901**, 079 (2019).
9. Y. Hatsuda, A. Sciarappa and S. Zakany, “Exact quantization conditions for the elliptic Ruijsenaars-Schneider model,” *JHEP* **1811**, 118 (2018).
10. Y. Hatsuda, “Perturbative/nonperturbative aspects of Bloch electrons in a honeycomb lattice,” *PTEP* **2018**, no. 9, 093A01 (2018).
11. D. Gang and Y. Hatsuda, “S-duality resurgence in $SL(2)$ Chern-Simons theory,” *JHEP* **1807**, 053 (2018).
12. Y. Hatsuda, Y. Sugimoto and Z. Xu, “Calabi-Yau geometry and electrons on 2d lattices,” *Phys. Rev. D* **95**, no. 8, 086004 (2017).

III. 口頭発表 (2017~2021 年度)

1. “Black Hole Perturbation Theory and Seiberg-Witten Theory,” XI Workshop on Geometric Correspondences of Gauge Theories, SISSA, Trieste (Online), September 2021.
2. “Quantization Conditions and Seiberg-Witten Theory,” Applicable resurgent asymptotics: towards a universal theory, focus

week: Exact quantisation/exact WKB and resurgence, Isaac Newton Institute for Mathematical Sciences (Online), May 2021.

IV. その他 (受賞など)

3. “Black Hole Quasinormal Modes and Seiberg-Witten Theory,” Randomness, Integrability and Representation Theory in Quantum Field Theory 2021, Osaka City University (Online), March 2021.
4. “Spheroidal harmonics and Nekrasov’s function,” Potential Toolkit to Attack Nonperturbative Aspects of QFT - Resurgence and related topics -, YITP (Kyoto University), Zoom & Mozilla hubs, September 2020.
5. “A new approach to black hole quasinormal modes,” Mini-workshop on Symmetry and Interactions, Shing-Tung Yau Center of Southeast University, Nanjing, China, November 2019.
6. “Electrons on the honeycomb lattice and topological strings,” Topological String Theory and Related Topics, CERN, Geneva, Switzerland, June 2019.
7. “Instantons in the Hofstadter butterfly,” Recent Developments in Gauge Theory and String Theory, Keio University, Hiyoshi, Japan, September 2018.
8. “Instantons in the Hofstadter butterfly,” 7th International Conference on New Frontiers in Physics, the Orthodox Academy of Crete, Crete, Greece, July 2018.
9. “Hofstadter, Toda and Calabi-Yau,” Autumn Symposium on String Theory, KIAS, Seoul, Korea, September 2017.
10. “Hofstadter, Toda and Calabi-Yau,” RIMS-iTHEMS International Workshop on Resurgence Theory, RIKEN Kobe Campus, Kobe, Japan, September 2017.

定例セミナー

題目: 楢円 Ruijsenaars 差分作用素の固有函数

講師: 野海正俊 氏 (KTH / 神戸大)

場所: オンラインセミナー(参加希望の方は数理物理センターのメンバーにコンタクトしてください)

日時: 2021 年 4 月 21 日(水) 17:20--18:50

概要: Edwin Langmann 氏(KTH・物理), 白石潤一氏(東大・数理)との共同研究に基づいて, 楢円 Ruijsenaars 差分作用素の可換族の同時固有値問題についての, 最近の研究の内容を報告する. 特に, Macdonald 多項式の楢円変形を与える対称函数解と, いわゆる漸近自由解の2つクラスの解の構成について述べる. また, 白石氏の非定常型 Ruijsenaars 函数との関連 についても触れたい.

題目: Random geometry approach to \overline{TT} -deformed conformal field theory

講師: Prof. Shinji Hirano (University of the Witwatersrand)

場所: オンラインセミナー (参加希望の方は数理物理センターのメンバーにコンタクトしてください)

日時: 2021 年 5 月 12 日(水) 17:10--18:40

概要: In this talk I discuss the \overline{TT} deformation of conformal field theory in two dimensions and develop a geometric method proposed by Cardy to study matter and stress tensor correlators. Along the way I present the \overline{TT} -deformed Polyakov-Liouville conformal anomaly action as well as the \overline{TT} deformation of the stress tensor OPEs. If time permits, I comment on an alternative description of the \overline{TT} -deformed CFT, namely, the undeformed CFT on the operator/state-dependent \overline{TT} -deformed space. I also discuss the gravity dual of the \overline{TT} deformed CFT, translating the random geometry method into the language of AdS/CFT, and comment on its relation to the cutoff AdS interpretation.

題目: Positive temperature free fermions and solvable models in the KPZ class

講師: Matteo Mucciconi 氏 (東京工業大学)

場所: オンラインセミナー (参加希望の方は数理物理センターのメンバーにコンタクトしてください)

日時: 2021 年 6 月 23 日(水) 17:10--18:40

概要: During the last two decades the study of solvable stochastic systems in the KPZ universality class has attracted much attention. A typical feature of these solvable models is their connection with special symmetric polynomials, which characterize their probability distribution. In numerous cases, utilizing Macdonald difference operators or Bethe Ansatz, one point functions have been expressed in the form of Fredholm determinants or pfaffians, leading to precise asymptotic analysis.

In this talk we aim to describe the origin of such determinantal and pfaffian formulas, relating the theory of solvable KPZ models with that of positive temperature free fermions in one dimension.

We accomplish this by establishing new identities between restricted Cauchy sums of skew Schur polynomials and q -Whittaker polynomials (i.e. Macdonald polynomials with $t=0$). This result is a consequence of a new bijective q -deformation of the celebrated RSK correspondence we introduce. Our arguments pivot around a combination of various theories that include Kirillov-Reshetikhin crystals, Demazure modules and the Box-Ball system.

This is a joint work with Takashi Imamura and Tomohiro Sasamoto.

立教大学 数理物理学研究センター

2021 年度 第 4 回セミナー

講師: 森山 翔文 氏 (大阪市立大学)

題目: Spectral Theories and Topological Strings on del Pezzo Geometries

日程: 2021 年 7 月 21 日(水) 17:10--18:40

場所: オンラインセミナー(参加希望の方は数理物理センターのメンバーにコンタクトしてください)

概要: After recapitulating that quantum curves encode one of the most important features of partition functions of M2-branes, we propose to reformulate M2-branes by quantum curves. Especially, we focus on del Pezzo geometries and construct explicitly the quantum Weyl group symmetries and the quantum curve equations following various previous progress. We also discuss their relations to Painleve equations and hidden integrabilities.

研究集会

RikkyoMathPhys2022

Hybrid workshop

Rikkyo MathPhys 2022 2022/1/8 (Sat)—1/10 (Mon)

Atsuo Kuniba (Tokyo)

Title: 30 years of box-ball systems

Abstract:

Box-ball system (BBS) is an integrable cellular automaton in one dimension introduced in 1990. I review its main developments that took every couple of years in the past 30 years along ultradiscretization, crystal theory in quantum groups, combinatorial Bethe ansatz, thermodynamic Bethe ansatz and generalized hydrodynamics including the latest result on the large deviations based on joint works with Grégoire Misguich and Vincent Pasquier.

Mayuko Yamashita (RIMS)

Title: On the absence of all heterotic global anomalies

Abstract: In this talk, I will explain the work "Topological modular forms and the absence of all heterotic global anomalies" (<https://arxiv.org/abs/2108.13542>) with Yuji Tachikawa from a mathematical point of view. That work is aimed at settling a physical problem to show the vanishing of anomalies in heterotic string theories. We translate the problem into a mathematical problem to show that a certain transformation of generalized cohomology theories from TMF (Topological Modular Forms) to the Anderson dual to String bordism, and prove that it is indeed the case. Here, the Anderson dual of a generalized homology theory plays the crucial role in the classification of anomalies by a conjecture of Freed and Hopkins. I will also explain this point, as well as related works on the Anderson duals.

Tadashi Takayanagi (Kyoto)

Title: Holography in de Sitter Space via Chern-Simons Gauge Theory

Abstract: We propose a holographic duality for classical gravity on a three-dimensional de Sitter space. We first show that a pair of $SU(2)$ Chern-Simons gauge theories reproduces the classical partition function of Einstein gravity on a Euclidean de Sitter space, namely a three dimensional sphere, when we take the limit where the level k approaches -2 . This implies that the CFT dual of gravity on a de Sitter space at the leading semi-classical order is given by an $SU(2)$ Wess-Zumino-Witten (WZW) model in the large central charge limit $k \rightarrow -2$. We give another evidence for this in the light of known holography for coset CFTs. We also present a higher spin gravity extension of our duality.

.....

Giulio Bonelli (SISSA)

Title: Black hole perturbation theory from classical CFT2 and gauge theories

Abstract: Black hole perturbation theory from classical CFT2 and gauge theories
Abstract: The study of perturbation theory around the Kerr black hole is a classical problem in General Relativity. Due to the high order of symmetry of the gravitational field and the consequent separation of variables at the linear order, it reduces to the study of ordinary second order differential equations. As already observed long ago by A. M. Polyakov, these can be solved exactly in terms of classical irregular Virasoro conformal blocks.
By making use of the specific exact expressions of the latter implied by the AGT dual perspective on the conformal field theory, it is possible to explicitly solve the connection problem of the ODE and
give novel exact and explicit formulas for the grey body factor, quasi-normal modes and Love numbers of the Kerr black hole.

.....

Kazunobu Maruyoshi (Seikei)

Title: L-operators in integrable models and defects

Abstract: In this talk, we discuss relationship between L-operators in integrable models and defects in four-dimensional supersymmetric quantum field theories. The L-operators we discuss satisfy the RLL relation with the elliptic R matrix encoding Boltzmann weights of two-dimensional integrable lattice model (eight-vertex model and its generalization). The transfer matrices of these L-operators are identified with defects in four-dimensional supersymmetric theories on certain manifolds. The one is half-BPS surface defects in $N=1$ and $N=2$ supersymmetric gauge theory on $S^1 \times \text{Lens}$ space, and the other is half-BPS (Wilson-'t Hooft) line defects in $N=2$ supersymmetric gauge theory on $S^1 \times \omega$ -deformed R^3 . A reason of this relation is the both defect configurations are embedded in string/M-theory and dual to the one induces four-dimensional Chern-Simons theory where the relation with integrable models are argued by Costello, Yamazaki and Witten. This talk is based on [arXiv:1606.01041](https://arxiv.org/abs/1606.01041), [arXiv:2009.12391](https://arxiv.org/abs/2009.12391) and a collaboration with Toshihiro Ota and Masahito Yamazaki.

Yukinobu Toda (IPMU)

Title: Categorical wall-crossing formula in Donaldson-Thomas theory

Abstract: The Donaldson-Thomas invariants virtually count stable objects on Calabi-Yau 3-folds, and their wall-crossing phenomena is important both in mathematics and physics. In this talk, I will discuss conjectural categorifications of DT invariants to some dg-categories, and their categorical wall-crossing formula. I will propose some rather vague conjectures on the categorification problem, explain that many of them are rigorous theorem for local surfaces, and describe the categorical wall-crossing formula in the case of the resolved conifold.

Zohar Komargodski (Stony Brook)

Title: Aspects of line defects in d dimensions

Abstract: We consider renormalization group flows on line defects in d

dimensions. We define a "defect entropy" and argue that it decreases monotonically during RG flows. We apply this result to line defects which appear in condensed matter and high energy physics, including magnetic (SPT) defects, localized field defects, and Wilson loops. In some of these cases we make some new experimental predictions and in the case of Wilson lines we make some comparisons with localization and holography.

Shota Komatsu (CERN)

Title: Crosscap States in Integrable Field Theories and Spin Chains

Abstract: Crosscap states have been extensively studied in two-dimensional conformal field theory in the past, where part of the motivations came from their connection to orientifolds in string theory. Surprisingly, however, analogous studies in integrable field theories have been lacking. In this talk, I will fill this gap by presenting a systematic study of crosscap states in integrable field theories and spin chains. First, I derive an exact formula for overlaps between the crosscap state and any excited state in integrable field theories with diagonal scattering. Using the formula, I compute the crosscap entropy i.e. the overlap with the ground state in several examples, and find that it decreases monotonically along the renormalization group flow except in cases where the discrete symmetry is spontaneously broken in the infrared. We next introduce crosscap states in integrable spin chains and obtain exact determinant expressions for overlaps with energy eigenstates. These states are long-range entangled and provide interesting initial conditions for the quantum quench protocol, which are quite distinct from short-range entangled states corresponding to the boundary states. As a side result, I will also briefly comment on the interplay between fermionization and Bethe ansatz.

Alexei Borodin (MIT)

Title: $sl(1|1)$ -vertex models: boson-fermion correspondence and determinantal point processes

Abstract: TBA

Mikhail Kapranov (IPMU)

Title: Perverse schobers and the Algebra of the Infrared

Abstract: The term "Algebra of the Infrared" was coined by Gaiotto, Moore and Witten to signify a novel algebraic structure with strong polyhedral flavor that they discovered. It relates various categorical data of a massive 2d supersymmetric theory.

We argue that the natural mathematical framework for this structure is the concept of perverse schobers, categorical analogs of perverse sheaves. A perverse schober F on the complex line C (having the meaning of the plane of central charges) has, first, the vanishing cycle categories (corresponding to the local D-brane categories at the vacua) and the transport functors (corresponding to tunneling between the vacua). The constructions of the Algebra of the Infrared can be seen, in our approach, as providing the analog of the Fourier-Sato transform for F . The appearance of convex geometry becomes very natural from the Fourier transform point of view (behavior of the exponentials in the complex domain). The talk is based on joint work with Y. Soibelman and L. Soukhanov, arXiv [2011.00845](https://arxiv.org/abs/2011.00845).

氏名	所属			
Nobuhiro Asai	Aichi University of Education			
Jun Azuma	Canon Inc			
Giulio Bonelli	SISSA			
Alexei Borodin	MIT			
Takashi Chiba	The Open University of Japan			
Etsuro Date	Osaka Univ.			
Kazushige Endo	National Institute of Technology Gunma College			
Wenda Fang	RIMS Kyoto			
Katsunori Fujie	Hokkaido University			
Toshiaki Fujimori	Keio University			
Osamu Fukushima	Kyoto University			
Koji Hasegawa	Tohoku university			
Yasuyuki Hatsuda	Rikkyo University			
Hironori Hohsino	Yukuhashi tutoring school of science and mathematics			
Shan-Chi Huang	Nagoya University			
Shoichi Ichinose	Shizuoka University			
Noriaki Ikeda	Ritsumeikan university			
Takashi Imamura	Chiba University			
Jun-ichi Inoguchi	University of Tsukuba			
Hiroto Inoue	西日本工業大学			
Rei Inoue	Chiba University			
Takaaki Ishii	Rikkyo University			
Katsushi Ito	Tokyo Institute of Technology			
Keiichi Ito	Rikkyo University, Center for Mathematical Physics			
Michio Jimbo	Rikkyo University			
Saburo Kakei	Rikkyo University			
Shin-ichiro Kakuta	早稲田大学大学院基幹理工学研究科数学応用数理専攻			
Masaru Kamata	Natl. Inst. of Tech., Kisarazu Coll.			
Yasuhito Kaminaga	National Institute of Technology, Gunma College			
Hiroaki Kanno	Nagoya University			
Mikhail Kapranov	Kavli IPMU			
Akishi Kato	University of Tokyo			
Makoto Katori	Department of Physics, Chuo University			
Atsushi Katsuda	Kyushu university			
Yoichi Kazama	Rikkyo University			
Ken Kikuchi	YMSC			
Shota Komatsu	CERN			
Kei-Ichi Kondo	Chiba University			
Keisuke Konosu	the University of Tokyo			
Takahiro Kubota	Osaka University			
Atsuo Kuniba	Univ. Tokyo			
Kazunobu Maruyoshi	Seikei University			
Takahiro Masuda	Hokkaido University of Science			
Saiei Matsubara	Kobe University			
Yutaka Matsuo	The University of Tokyo			
Takeshi Morita	Shizuoka University			
Sanefumi Moriyama	Osaka City University			
Takeo Moroi	U. Tokyo			
Kohei Motegi	Tokyo University of Marine Science and Technology			
Satoshi Naito	Tokyo Institute of Technology			
Koichi Nakagawa	Hoshi University			
Tadahito Nakajima	Nihon University			
Yu Nakayama	Rikkyo University			
Hiroshi Naruse	University of Yamanashi			
Shinsuke Nishigaki	Shimane University			

Tomoki Nosaka	SISSA			
Jun-ichi Note	Nihon University			
Masatoshi NOUMI	Department of Mathematics, Kobe University			
Takuro Noyama	立教大学科目等履修生			
Tokiro Numasawa	University of Tokyo			
Satoru Otake	Shinshu University			
Yasuhiro Ohta	Kobe University			
Yousuke Ohyama	Tokushima University			
Masaki Okada	The University of Tokyo			
Masato Okado	Osaka City University and OCAMI			
Yuji Okawa	The University of Tokyo			
Takuya Okuda	University of Tokyo, Komaba			
Toshihiro Ota	Tokyo Institute of Technology			
Takashi Otofujii	Nihon University			
Hao Ouyang	Hong Kong University of Science and Technology			
Ryosuke Ozeki	Tohoku univ.			
Yoshihisa Saito	Rikkyo University			
Makoto Sakaguchi	Ibaraki University			
Hidetaka SAKAI	University of Tokyo			
Kazuhiro Sakai	Meiji Gakuin University			
Kazumitsu SAKAI	Tokyo University of Science			
Norisuke Sakai	keio univ			
Makoto Sakurai	Kaichi Gakuen			
Tomohiro Sasamoto	Tokyo Institute of Technology			
Ryosuke Sato	Nagoya Universitiy			
Yoshiki Sato	Tohoku U.			
Genki Shibukawa	Kobe University			
Hidehiko Shimada	Yukawa Institute			
Masafumi Shimada	Kyushu university			
Yuji Shimizu	International Christian University			
Tomoyuki Shirai	Kyushu University			
Hongfei Shu	BIMSA			
Daniel Sternheimer	Rikkyo Maths and Inst. Math. de Bourgogne			
Yuji Sugawara	Ritsumeikan University			
Yuji Sugimoto	POSTECH			
Junji Suzuki	Shizoka University			
Norio Suzuki	Kitami Institute of Technology			
Ryo Suzuki	Shing-Tung Yau Center of Southeast University			
Tatsuo Suzuki	Shibaura Institute of Technology			
Taichiro Takagi	National Defense Academy			
Kohei Takaki	Toyama University Hospital			
Kanehisa Takasaki	Kindai University			
Tadashi Takayanagi	YITP, Kyoto University			
Takashi Takebe	National Research University Higher School of Economics, Faculty of Mathematics (Russia, Moscow)			
Yuya Tanizaki	Yukawa institute, Kyoto			
Yuji Terashima	Tohoku University			
Yukinobu Toda	Kavli IPMU, University of Tokyo			
Takanao Tsuyuki	Kogakuin University			
Satoko Uchida	University of Fukui			
Yuta Watanabe	Rikkyo university			
Taizan Watari	Kavli IPMU, U Tokyo			
Yasuhiko Yamada	Department of Mathematics, Kobe University			
Mayuko Yamashita	RIMS, Kyoto University			
Hiroshi Yamauchi	Tokyo Woman's Christian University			
Kazushige Yazaki	立教大学科目等履修生			
Tamiaki Yoneya	University of Tokyo			

Yutaka Yoshida	University of Tokyo			
Yunqin Zheng	Kavli IPMU, ISSP, U.Tokyo			