

## 2.2.2 物理学科

## 物理学科 物性物理学グループ

## ■教員・研究分野

教授	池本 弘之	Hiroyuki Ikemoto	構造不規則系
教授	桑井 智彦	Tomohiko Kuwai	低温,磁性物理
准教授	田山 孝	Takashi Tayama	低温,磁性
准教授	畑田 圭介	Keisuke Hatada	放射光分光理論
助教	松本 裕司	Yuji Matumoto	低温,磁性
客員教授	石川 義和	Yosikazu Isikawa	低温,磁性

## ■研究概要

## 構造不規則系 (池本)

原子が共有結合で結ばれることにより基本構造が形成され,さらに基本構造同士が相互作用して2次構造をつくる,階層構造を有する元素のナノ粒子,あるいは構造不規則系の研究を行っている. これらの系を構造と物性の両面から検討することにより,階層構造を有する物質の特徴を明らかにすることを研究目的としている. 実験手法としては,X線吸収微細構造測定,X線回折測定,ラマン分光測定などの構造解析と,光吸収係数,フォトルミネッセンスなどの物性測定を用いている. X線を用いた実験は,KEK-PFなどの大型放射光施設を利用している.

## 化合物などにおける極低温熱電,熱特性 (桑井・石川)

極低温,高磁場,高圧力の複合極端条件下においてf電子を有する希土類元素を含む磁性化合物が示す量子効果を輸送・熱物性測定を中心とした実験的手法により研究している. とくに,f電子系強相関伝導系が量子臨界点(QCP)において示す非フェルミ液体的異常をはじめとした磁気揺動と磁性消失,PrやSm化合物が持つ多極子に由来する極低温領域の異常物性に興味を持ち研究を行っている. これら研究を行うためにフラックス法を用いた $RT_2Al_{20}$ (R:希土類元素,T:遷移金属元素)化合物単結晶の育成や独自の手法による良質多結晶試料の作製をはじめ,装置・測定系の製作にも力を入れており,準断熱法を用いた0.1Kから室温に至る広い温度範囲の磁場中比熱精密測定系や $^3He$ クライオスタットを用いた圧力下比熱測定系,希釈冷凍機を用いた0.1Kに至る極低温領域での磁気熱量効果測定系熱電能(ゼーバック係数)と熱伝導測定系を立ち上げ,最近では物理特性測定システムPPMSに搭載できる簡便型の磁気断熱消磁冷凍機を用いた準断熱比熱測定系と精密熱電能測定系を構築し,極めて短時間で0.1Kにいたる極低温の生成と精密物性測定を実現している. 0.1Kから室温に至る広い温度範囲の熱電能測定を行っている研究グループは国内では他になく,この点が当グループの非常に大きな特徴である.

## 希土類金属・合金,希土類金属間化合物の磁性研究. 強相関電子系酸化物の磁性研究 (田山・松本)

希土類を含んだ金属間化合物の単結晶を用いて,4f電子の示す異方的な性質を磁氣的,電氣的,熱的な観点から研究,更に強相関相互作用を示す物質探索もを行い,近藤効果とRKKY相互作用の競合についての研究を行っている. 測定温度範囲は1K近辺から室温までの広い範囲に渡っている.

強相関電子系における異方的超伝導,多極子秩序,重い電子状態などの物理現象について研究をしている. 実験手段としては独自に開発した測定技術を用いて極低温下(0.1~4K)で磁化,熱膨脹,比熱等の熱力学量の精密物性測定を行っている. また,新しい実験装置の開発にも積極的に取り組んでいる.

## シンクロトロン放射光による内殻励起分光法の理論 (畑田)

近年シンクロトロン放射光によるX線を用いた内殻励起分光法は自然科学の様々な分野で用いられており,無くてはならないものとなっている. その実験手法は確立されてきているが,エネルギーの高い励起状態をターゲットにするために,その理論手法は依然発展途上にある. この様な高い励起状態にある非平衡下の連続状態の理論研究を行なっている. 研究手法としては,まず理論を発展し,そしてそれに基づいた独自プログラムの開発をし,次に様々な系の実験結果の解析に用いるという流れに沿っている.

## 物理学科 量子物理学グループ

## ■教員・研究分野

教授	小林 かおり	Kaori Kobayashi	分子分光学, マイクロ波分光, レーザー分光
教授	森脇 喜紀	Yoshiki Moriwaki	量子エレクトロニクス, レーザー分光学
准教授	榎本 勝成	Katsunari Enomoto	分子分光学, 原子分子物理学
准教授	柿崎 充	Mitsuru Kakizaki	理論物理学 (素粒子論, 宇宙論)
准教授	山元 一広	Kazuhiro Yamamoto	重力波天文学
助教	廣島 渚	Nagisa Hiroshima	理論物理学 (素粒子論, 宇宙物理学)
客員教授	久保 治輔	Jisuke Kubo	理論物理学 (素粒子論)
客員教授	酒井 英男	Hideo Sakai	磁性物理
協力研究室：教養教育院			
教授	栗本 猛	Takeshi Kurimoto	理論物理学 (素粒子論, その他)

## ■研究概要

## 遠赤外分光学 (森脇・小林)

光を用いて原子分子の構造や相互作用を研究する。用いる光はレーザーであることが多いが、適当な光の無い波長域では、光源そのものの開発も行う。とくに、遠赤外域で作上げた波長可変の分光計は、50 ミクロンから長波長側のコヒーレントな遠赤外光を発生でき、世界でも、この領域のコヒーレントな光源による高分解能分光学は富山大学でしかできないという特色を持っている。これまでに、水分子などの身近な分子をはじめとして多くの分子を対象に回転スペクトルを調べてきたが、最近では陽子のついたプラス分子イオンやマイナスの分子イオンの測定も行えるようになった。

## 素粒子物理学 (対称性の破れ) (栗本)

現在あるいは近い将来に実験可能な素粒子現象について、時間反転、空間反転、粒子・反粒子変換の各対称性の破れに主に注目した研究を行ない、現在の素粒子標準模型の次に来るべき理論を探求することを目標としている。

## 量子エレクトロニクス, レーザー分光学 (森脇)

低温ヘリウム (固体・液体・気体) 中での原子分子の分光：

ヘリウムは、物質との相互作用が小さく、電磁波・光に対して広い周波数範囲で透明であるため、原子分子などを閉じ込めその性質を調べるための媒体となる。我々は、ヘリウム中に閉じ込められた原子分子を分光学的に調べることにより、原子分子とヘリウムとの衝突相互作用、ヘリウムが形成する構造、ヘリウムのボース-アインシュタイン凝縮に伴う素励起などの光学的な検出の研究している。

原子・分子・イオンの空間捕捉と冷却：

静電磁場を用いて原子・分子・イオンを狭い空間内に捕捉・冷却する手段の研究を行っている。捕捉・冷却された原子分子イオンを用いて、他との相互作用が極めて小さい孤立系、あるいは制御された相互作用を行う系を用意し、レーザーなどの電磁波を用いた精密な遷移周波数の測定や、衝突・反応の詳細を調べる研究を行っている。

## 分子分光学・原子分子物理学 (榎本)

1 K 以下の極低温分子気体を実現するために、分子の冷却方法や集束・減速・捕捉などの並進運動の操作技術の開発を行っている。特に、超伝導素材でできたマイクロ波共振器を用い、マイクロ波と分子の相互作用を利用した運動操作の研究を展開している。また、レーザーを用いた可視・紫外領域の気相分子の分光研究を行っている。超低膨張素材でできたエタロン等を用いることで、高精度な共鳴周波数の決定が可能である。

## 星間分子・トリチウム含有分子の分子分光 (小林)

気相中の分子を高分解能・高感度なレーザー分光法やマイクロ波分光法を用いて研究し基礎的なデータを収集し、その解析を行っている。

マイクロ波分光では 8-340GHz の範囲内で内部回転を持つ星間分子やその候補の実験室のデータの測定と解

析を行っている。この測定に必要な装置の開発も行っている。これらは電波観測に不可欠であり、星間空間の運動、星の生成や環境を調べるための基礎となっている。このようなデータを天文観測や分光観測に役立てるために周波数検索できるデータベースとして整備しウェブ上で公開している。さらに電波観測への応用を行い、星間空間での分子の物理状態の把握などを行っている。

近赤外領域のレーザー分光では特に水素の放射性同位体であるトリチウム含有分子の分子分光を行っており、現在は高濃度トリチウム水の分光を実施中である。

#### 理論物理学(素粒子論的宇宙論) (柿崎)

素粒子標準模型を超える新しい素粒子模型の構築及び検証を、初期宇宙現象との整合性という宇宙論的観点から行っている。特に、標準模型では説明できないニュートリノの質量、宇宙の暗黒物質の正体の解明を目指し、加速器実験、宇宙観測のデータに基づいた多角的な研究を行っている。

#### 重力波天文学(森脇・山元)

重力波は1916年にアインシュタインが予言した光速で伝搬する時空のさざなみである。2015年アメリカのLIGOが初の直接検出に成功した。宇宙を観測する新しい手段、重力波天文学、の創生である。現在検出器を地球上の色々な場所に建設し、より遠くまでかつ、より精度よく重力波を観測する国際観測網の構築が進められている。日本では岐阜県飛騨市神岡町にKAGRAが建設された。KAGRAは”地下”と”低温”という従来にない高感度化に資する特徴を持つ。富山大学はKAGRAに一番近い国立大学であるという利点を生かし、KAGRAの建設、開発、改良に貢献している。

#### 理論物理学(宇宙物理学) (廣島)

理論と観測の両方に立脚して高エネルギー宇宙の解明に取り組んでいる。とくに、暗黒物質の正体解明を目指す研究に注力しており、宇宙の多波長・多粒子観測の結果や地上実験の結果も組み合わせてその性質を詳細に調べている。また、暗黒物質による構造形成についての理論的研究も行っている。

#### 理論物理学(素粒子の質量起源と標準理論を超えた新しい物理学の探究) (久保)

素粒子の標準理論とアインシュタインの重力理論をスケール不変性に基づき拡張し、ヒッグスの質量項、暗黒物質の質量、重力定数(プランク質量)の起源を解明する理論的研究を行っている。宇宙初期でのスケール不変性の自発的破れは、相転移として現れる。もし相転移が一次な場合は背景重力波が生成されるので、その観測可能性を調べている。また、拡張された重力理論に於ける宇宙初期の指数関数的膨張(インフレーション)を解析し、宇宙背景輻射で観測可能な物理量の予言を行う。

#### 磁性を利用したKAGRA鏡の改良(山元・酒井)

重力波検出器KAGRAの研究における重要課題の一つに光吸収の少ない鏡基材の開発がある。その為には基材の不純物の研究も必要であり、残留磁化による研究法も考案して磁性からのアプローチを進めている(残留磁化法は地磁気逆転に関係したチバニアンの研究でも話題になった、元々は地球物理の手法である)。

## ■論文

1. Free-bound excitation and predissociation of ytterbium dimers near the 1S0 - 1P1 atomic transition (査読付),  
Enomoto, K., Takabatake, R., Suzuki, T., Takasu, Y., Takahashi, Y., and Baba, M.,  
*Physical Review A*, **104**, 013118 (2021)
2. Higgs potential in gauge-Higgs unification with a at extra dimension (査読付),  
Kakizaki, M., and Suzuki, S.,  
*Physics Letters B*, **822**, 136637 (2021)
3. Dark radiation in spectator Axion-Gauge models (査読付),  
Kakizaki, M., Ogata, M., and Seto, O.,  
*Progress of Theoretical and Experimental Physics*, **2022** (3), 033E02 (2022)
4. Overview of KAGRA: Calibration, detector characterization, physical environmental monitors, and the geophysics interferometer (査読付),  
Akutsu, T. et al., (KAGRA collaboration)  
*Progress of Theoretical and Experimental Physics*, 2021(5) 05A102.
5. Search for intermediate mass black hole binaries in the third observing run of Advanced LIGO and Advanced Virgo (査読付),  
Abbott, Rich and others (LIGO-Virgo-KAGRA Collaboration),  
*Astron.Astrophys*, **659**, A84 (2022)
6. Inflation and dark matter after spontaneous Planck scale generation by hidden chiral symmetry breaking,  
Aoki, M., Kubo, J. and Yang, J.  
*Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*, **01** (2022) 01 (2022)
7. Semi-secretly interacting Axion-like particle as an explanation of Fermilab muon g-2 measurement,  
Brdar, V., Jana, S., Kubo, J. and Lindner, M.,  
*Phys. Lett. B*, **820**, 136529 (2021)
8. Unified emergence of energy scales and cosmic inflation,  
Kubo, J. 他 5 名,  
*Journal of High Energy Physics*, **08** (2021) 016 (2022)
9. Global analysis of pure-rotational spectra in both the  $v_t = 0$  and  $v_t = 1$  torsional states of CD3SH (査読付),  
Kobayashi, K., Tsunekawa, S., and Ohashi, N.,  
*Journal of Molecular Spectroscopy*, **385**, 111597-1-111597-7 (2022)
10. Precise equilibrium structure determination of thiophene ( $c\text{-C}_4\text{H}_4\text{S}$ ) by rotational spectroscopy—Structure of a five-membered heterocycle containing a third-row atom (査読付),  
Vanessa L. Orr, Yotaro Ichikawa, Aatmik R. Patel, Samuel M. Kougias, Kaori Kobayashi, John F. Stanton, Brian J. Esselman, R. Claude Woods, Robert J. McMahon,  
*The Journal of Chemical Physics*, **154** (24), 244310-1-244310-17 (2021)
11. Magnetization and thermal expansion measurements on the Ising magnet  $\text{SmPt}_2\text{Si}_2$ : Potential coexistence of spin glass and antiferromagnetic states (査読付),  
Tayama, T., Tatsuma D. Matsuda, Higashinaka, R., and Aoki, Y.,  
*Physical Review B*, **104** (17), 174418-1-9 (2021)

12. Possible antiferroquadrupolar order in the Kondo semiconductor  $\text{CeOs}_4\text{Sb}_{12}$ ,  
Tayama, T., Kani, Y., Imai, M., Kanai, Y., and Sugawara, H.,  
*Physical Review B*, **104** (19), 195144-1-11 (2021)
13. Development of a  $\text{MnOOH}$  Mineral Electrocatalyst for Water Splitting by Controlling the Surface Defects of a Naturally Occurring Ore,  
Tsunekawa, S., Sakai, A., Tamura, Y., Hatada, K., Ina, T., Wang, K., Kawai, T., and Yoshida, M.,  
*Chemistry Letters (The Chemical Society of Japan)*, **51** (1), 50-53 (2021)
14. Imaging intramolecular hydrogen migration with time- and momentum-resolved photoelectron diffraction,  
Ota, F., Abe, S., Hatada, K., Ueda, K., Díaz-Tendero, S., and Martín, F.,  
*Physical Chemistry Chemical Physics*, **23** (36), 20174-20182 (2021)
15. Relativistic Corrections to Phase Shift Calculation in the GNXAS Package,  
Hara, N., Andrea Di Cicco, Georghii Tchoudinov, Hatada, K., and Calogero Renzo Natoli,  
*Symmetry*, **13** (6), 1021 (2021)
16. Theory of polarization-averaged core-level molecular-frame photoelectron angular distributions: III. new formula for p- and s-wave interference analogous to Young's double-slit experiment for core-level photoemission from hetero-diatom molecules,  
Ota, F., Yamazaki, K., Sebilliau, D., Ueda, K., and Hatada, K.,  
*Journal of Physics B: Atomic, Molecular and Optical Physics* (2021)
17. Impacts of new small-scale N-body simulations on dark matter annihilations constrained from cosmological 21-cm line observations,  
Hiroshima, N., Kohri, K., Sekiguchi, T., and Takahashi, R.,  
*Physical Review D*, **104** (8) (2021)
18. Anisotropic Physical Properties of Layered Antiferromagnet  $\text{U}_2\text{Pt}_6\text{Ga}_{15}$  (査読付),  
Matsumoto, Y., Haga, Y., Yamamoto, E., Takeuchi, T., Miyake, A., and Tokunaga, M.,  
*Journal of the Physical Society of Japan*, **90**, 074707 (2021)
19. All-sky search for continuous gravitational waves from isolated neutron stars in the early O3 LIGO data (査読付),  
R. Abbott et al. (LIGO-Virgo-KAGRA Collaboration)  
*Phys. Rev. D*, **104**, 082004 (2021)
20. All-sky search for long-duration gravitational-wave bursts in the third Advanced LIGO and Advanced Virgo run (査読付),  
R. Abbott et al. (LIGO-Virgo-KAGRA Collaboration)  
*Phys. Rev. D*, **104**, 102001 (2021)
21. All-sky search for short gravitational-wave bursts in the third Advanced LIGO and Advanced Virgo run (査読付),  
R. Abbott et al. (LIGO-Virgo-KAGRA collaboration)  
*Phys. Rev. D*, **104**, 122004 (2021)
22. Constraints from LIGO O3 data on gravitational-wave emission due to r-modes in the glitching pulsar PSR J0537-6910 (査読付),  
R. Abbott et al. (LIGO-Virgo-KAGRA Collaboration)  
*The Astrophysical Journal*, **922**, 71 (2021)

23. Constraints on Cosmic Strings Using Data from the Third Advanced LIGO-Virgo Observing Run (査読付),  
R. Abbott et al. (LIGO-Virgo-KAGRA Collaboration)  
*Phys. Rev. Lett.* **126**, 241102 (2021)
24. Diving below the Spin-down Limit: Constraints on Gravitational Waves from the Energetic Young Pulsar PSR J0537-6910 (査読付),  
R. Abbott et al. (LIGO-Virgo-KAGRA Collaboration and NICER)  
*The Astrophysical Journal Letters*, **913**, L27 (2021)
25. In situ size measurement of a magnetically trapped single superconducting microparticle by Mie scattering (査読付),  
Takamune, M., Sasaki, S., Kondo, D., Naoi, J., Kumakura, M., Ashida, M., and Moriwaki, Y.,  
*Applied Physics Express*, **15**, 012007 (2021)
26. Observation of Gravitational Waves from Two Neutron Star-Black Hole Coalescences (査読付),  
R. Abbott et al. (LIGO-Virgo-KAGRA collaboration),  
*The Astrophysical Journal Letters*, **915**, L5 (2021)
27. Radiative Cooling of the Thermally Isolated System in KAGRA Gravitational Wave Telescope (査読付),  
Akutsu, T. et al. , (KAGRA Collaboration),  
*Journal of Physics: Conference Series*, **1857**, 012002 (2021)
28. Search for anisotropic gravitational-wave backgrounds using data from Advanced LIGO's and Advanced Virgo's first three observing runs (査読付),  
R. Abbott et al. (LIGO-Virgo-KAGRA Collaboration),  
*Phys. Rev. D*, **104**, 022005 (2021)
29. Search for continuous gravitational waves from 20 accreting millisecond X-ray pulsars in O3 LIGO data (査読付),  
R. Abbott et al. (LIGO-Virgo-KAGRA Collaboration),  
*Phys. Rev. D*, **105**, 022002 (2022)
30. Searches for continuous gravitational waves from young supernova remnants in the early third observing run of Advanced LIGO and Virgo (査読付),  
R. Abbott et al. (LIGO-Virgo-KAGRA collaboration),  
*The Astrophysical Journal*, **921**, 80 (2021)
31. Upper Limits on the Isotropic Gravitational-Wave Background from Advanced LIGO's and Advanced Virgo's Third Observing Run (査読付),  
R. Abbott et al. (LIGO-Virgo-KAGRA Collaboration),  
*Phys. Rev. D*, **104**, 022004 (2021)
32. Cryogenic suspension design for a kilometer-scale gravitational-wave detector (査読付),  
Takafumi Ushiba, Tomotada Akutsu, Sakae Araki, Rishabh Bajpai, Dan Chen, Kieran Craig, Yutaro Enomoto, Ayako Hagiwara, Sadakazu Haino, Yuki Inoue, Kiwamu Izumi, Nobuhiro Kimura, Rahul Kumar, Yuta Michimura, Shinji Miyoki, Iwao Murakami, Yoshikazu Namai, Masayuki Nakano, Masatake Ohashi, Koki Okutomi, Takaharu Shishido, Ayaka Shoda, Kentaro Somiya, Toshikazu Suzuki, Suguru Takada, Masahiro Takahashi, Ryutarō Takahashi, Shinichi Terashima, Takayuki Tomaru, Flavio Travasso, Ayako Ueda, Helios Vocca, Tomohiro Yamada, Kazuhiro Yamamoto and Simon Zeidler,  
*CLASSICAL AND QUANTUM GRAVITY*, **38** (8), 085013 (2021)

33. Effects of lightning strokes on underground gravitational waves observatories (査読付),  
T. Washimi, T. Yokozawa, M. Nakano, T. Tanaka, K. Kaihotsu, Y. Mori and T. Narita,  
*Journal of Instrumentation*, **16**, 07033 (2021)
34. Overview of KAGRA: Detector design and construction history (査読付),  
Akutsu, T. et al (KAGRA collaboration : Corresponding authors; Y. Michimura, K. Somiya, K.  
Yamamoto),  
*PROGRESS OF THEORETICAL AND EXPERIMENTAL PHYSICS*, **2021**(5), 05A101 (2021)
35. Overview of KAGRA: KAGRA science (査読付),  
Akutsu, T. et al. (KAGRA collaboration),  
*Progress of Theoretical and Experimental Physics*, **2021** (5),05A103 (2021)
36. Distributions of  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ , and physical properties in bottom sediments of West Nanao Bay, Japan,  
Ochiai1, A. Fujita, T. Tokunari, K. Kawamura, H. Sakai, S. Nagao,  
*Radiation Protection Dosimetry*, RPD-21-0453.R2 (2022)
37. 特別天然記念物の魚津埋没林の堆積物における花粉および磁性分析に基づく縄文時代後期以降の植生  
変遷,  
志知幸治, 酒井英男, 卜部厚志, 麻柄一志, 能城修一,  
*情報考古学*, Vol.27,11-21 (2022)
38. Constraints on dark photon dark matter using data from LIGO's and Virgo's third observing run (査読  
付),  
R. Abbott et al. (LIGO-Virgo-KAGRA Collaboration),  
*Phys. Rev. D*, **105**, 063030 (2022)

#### ■総説・解説

1. Higgs potential in gauge-Higgs unification with a flat extra dimension,  
Kakizaki, M. and Suzuki, S.,  
*Physics Letters, Section B: Nuclear, Elementary Particle and High-Energy Physics*, **822** (2021)
2. 第64回富山県理科教育研究発表会 記念講演「重力波で宇宙を探る」,  
山元一広,  
*富山教育*, **948**, 14-31 (2022)
3. 青銅の磁化-微量不純物の研究,  
酒井英男, 菅頭明日香, 山元一広, 桑井智彦,  
*日本情報考古学会講演論文集*, **45**,45-49 (2022)
4. 雷を大地の磁化から探る,  
酒井英男,  
*大気電気学会誌*, **16** (1), 73-74 (2022)

#### ■著書

1. 数理の窓から世界を読みとく 素数・AI・生物・宇宙をつなぐ(共著),  
初田哲男, 柴藤亮介, 宮崎弘安, 田中章詞, 入谷亮介, 廣島 渚  
岩波書店 (2021)

## ■研究発表

1. KAGRA +, Next step for KAGRA,  
Yamamoto, K.,  
Gravitational Wave Advanced Detector Workshop 2021
2. FAR-INFRARED AND MICROWAVE SPECTROSCOPY OF HCOOCH<sub>3</sub> II,  
Kobayashi, K., Itoh, A., Fujitake, M., Ohashi, N., Dennis W. Tokaryk, and Brant E. Billinghurst,  
International Symposium on Molecular Spectroscopy 2021
3. GATEWAY STATES OF THE 12 $\Delta$  STATE OF CaH,  
Yagurumaki, S., Furuta, J., Kobayashi, K., Moriwaki, Y., and Stephen Cary Ross  
International Symposium on Molecular Spectroscopy 2021
4. High-resolution laser spectroscopy of lead oxide (PbO) in 400-450 nm,  
Enomoto, K., Suzuki, T., and Baba, M.,  
International Symposium on Molecular Spectroscopy
5. Implications from the structure formation models of DM halo to gamma-ray search of DM,  
Hiroshima, N.,  
2021 年度素粒子論グループ北陸支部研究会
6. MILLIMETER-WAVE SPECTROSCOPY OF 5-METHYL HYDANTOIN IN ITS VIBRATIONALLY  
EXCITED STATES,  
Awadu, M., Ozeki, H., and Kobayashi, K.,  
International Symposium on Molecular Spectroscopy 2021
7. MILLIMETER-WAVE SPECTROSCOPY OF THE EXCITED VIBRATIONAL STATES OF  
THIOPHENE (C<sub>4</sub>H<sub>4</sub>S),  
Vanessa L. Orr, Brian J. Esselman, Ichikawa, Y., Kobayashi, K., R. Claude Woods, Robert J. McMAHON  
International Symposium on Molecular Spectroscopy 2021
8. OXAZOLE: PRECISE SEMI-EXPERIMENTAL EQUILIBRIUM STRUCTURE DETERMINATION  
BY ROTATIONAL SPECTROSCOPY,  
Taylor K. Adkins, Maria Zdanovskaia, Kobayashi, K., Tsunekawa, S., Brian J. Esselman, R. Claude  
Woods, Robert J. McMAHON  
International Symposium on Molecular Spectroscopy 2021
9. SEMI-EXPERIMENTAL EQUILIBRIUM STRUCTURE DETERMINATION OF THIOPHENE  
(C<sub>4</sub>H<sub>4</sub>S),  
Vanessa L. Orr, Ichikawa, Y., Brian J. Esselman, Aatmik R. Patel, Samuel M. Kougias, Andrew N.  
Owen, Kobayashi, K., John F. Stanton, R. Claude Woods, Robert J. McMAHON  
International Symposium on Molecular Spectroscopy 2021
10. Full-potential multiple scattering calculations in EXAFS regime,  
Tamura, Y., Yoshikawa, K., Iesari, F., Okajima T., and Hatada, K.,  
18th International Conference on X-Ray Absorption Fine Structure
11. Relativistic corrections to phase shift calculation in the GNXAS Package,  
N. Hara, A. Di Cicco, G. Tchoudinov, K. Hatada and C. R. Natoli  
18th International Conference on X-Ray Absorption Fine Structure
12. 星間有機分子のミリ波・サブミリ波分光,



- 小林かおり  
テラヘルツ波科学技術と産業開拓第 182 委員会 第 46 回研究会
13. 内部回転と振動状態間相互作用を持つ星間分子ギ酸メチルの励起状態解析への挑戦,  
小林かおり  
新学術領域「星惑星形成」後半戦キックオフミーティング
  14. Scalegenesis by non-perturbative effects and application to cosmology,  
Kubo, J.,  
Majorana-Raychaudhuri Seminars, Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
  15. Analysis of Dark Radiation Abundance in Axion-Gauge Fields Models,  
Kakizaki, M.  
The XXVIII International Conference on Supersymmetry and Unification of Fundamental Interactions (SUSY 2021)
  16. Measurement of the mechanical loss of reflective coatings for KAGRA,  
Nakayama, Y., Mori, Y., Yamamoto, K., and Ushiba, T.,  
The 27th KAGRA Face-to-Face meeting
  17. Improvement of the Laser Intensity Stabilization System for O4 in KAGRA,  
Yamashita, K. on behalf of KAGRA collaboration  
The 27th KAGRA Face-to-Face meeting
  18. VHDM search & DM halo,  
Hiroshima, N.  
1st workshop: Multimessenger Study of Heavy Dark Matter
  19. FPMS,  
Hatada, K.,  
The multiple scattering Green's function approach to electronic structure and spectroscopy calculations
  20. Full Potential Multiple Scattering Theory applications to core-electron spectroscopies,  
Hatada, K.  
The multiple scattering Green's function approach to electronic structure and spectroscopy calculations
  21. Attosecond delays in C(1s) core level photoemission of CO molecules in the framework of the multiple scattering model,  
Tamura, Y., Yamazaki, K., Ota, F., Ueda, K., and Hatada, K.,  
Young Scientist Symposium 2021
  22. CO 分子の C(1s)内殻光イオン化におけるアト秒光電子 Time delay への多重散乱理論の応用,  
田村嘉章, 山崎馨, 太田露子, 上田 潔, 畑田圭介  
第 15 回分子科学討論会
  23. GNXAS パッケージの位相シフト計算に対する相対論的補正,  
原 和花, Andrea Di Cicco, Georghii Tchoudinov, 畑田圭介, Calogero R. Natoli  
第 24 回 XAFS 討論会
  24. PA-MFPAD を用いたフェムト秒時間スケールの超高速水素転移の視覚化,  
阿部 繁, 太田露子, 畑田 圭介, Diaz-Tendero Sergio, 上田 潔, Martin Fernando,  
第 15 回分子科学討論会
  25. RMnSi の単結晶育成と磁性,

- 谷田博司, 松岡紘人, 三本啓輔, 室裕司, 福原忠, 並木孝洋, 桑井智彦,  
日本物理学会 2021 年秋季大会
26. アクシオンゲージ場模型における暗黒輻射残存量の解析,  
柿崎 充, 尾形優仁, 瀬戸 治,  
日本物理学会 2021 年秋季大会
27. アモルファス合金  $CeRu_{100-x}$  の低温比熱と非フェルミ液体的挙動,  
一兜博人, 雨海有佑, 村山茂幸, 高野英明, 桑井智彦,  
日本物理学会 2021 年秋季大会
28. イソチアゾールのミリ波分光,  
古川 萌我, 川中 真人, 小林かおり, Zdanovskaia, Maria A, Esselman, Brian J, Woods, R. Claude,  
McMahon, Robert J,  
第 15 回分子科学討論会
29. バッファガス冷却された  $CaOH$  分子の分光,  
高橋唯基, 桃原怜央, 岩國加奈, 久間晋, 榎本勝成, 馬場正昭, 宮本祐樹,  
日本物理学会 2021 年秋季大会
30. 高温  $Yb$  蒸気の光会合による前期解離プロセスの解明,  
榎本勝成, 高島涼汰, 鈴木雄大, 高須洋介, 高橋義朗, 馬場正昭,  
日本物理学会 2021 年秋季大会
31. 磁気トルク測定による  $CeOs_4Sb_{12}$  の秩序状態の研究,  
今井桃汰, 金井悠太, 蟹 雄介, 伊藤幹人, 菅原 仁, 田山 孝,  
日本物理学会 2021 年秋季大会
32. 磁場角度分解磁歪測定における  $CeCoSi$  の常磁性状態の異常,  
伊藤幹人, 蟹 雄介, 今井桃汰, 田山 孝, 松本裕司, 谷田博司,  
日本物理学会 2021 年秋季大会
33. 偏光平均された分子座標系光電子角度分布 (PA-MFPADs) を用いた水素転位を伴うメタノール分子  
の光解離過程の追跡,  
後藤颯希, 薛 灝, 菅野 学, 岸本直樹, 太田露子, 畑田圭介, 上田 潔,  
第 15 回分子科学討論会
34. 余剰次元を由来とする two-Higgs-doublet model のヒッグス結合,  
阿部智広, 柿崎 充, 鈴木 慎, 津村浩二,  
日本物理学会 2021 年秋季大会
35. Analyzing the Higgs potential in gauge-Higgs unification with a flat extra dimension,  
Kakizaki, M.,  
ILC Workshop on Potential Experiments (ILCX2021)
36. 古墳の鉄製副葬品の検出における非破壊のレーザ・磁気探査の有効性の検討  
酒井英男, 野村成宏, 泉 吉紀, 竜田尚樹,  
日本情報考古学会第 45 回大会
37. Coating thermal noise research plans,  
Yamamoto, K.,  
KAGRA Future Working Group 1st open meeting
38. Impacts of new small-scale N-body simulations on dark matter annihilations constrained from

- cosmological 21cm line observations,  
Hiroshima, N.,  
素粒子現象論研究会 2021
39. Microwave Spectroscopy of Isothiazole,  
古川萌我, 川中真人, 小林かおり, Zdanovskaia, Maria A, Esselman, Brian J, Woods, R. Claude,  
McMahon, Robert J.,  
Workshop on Interstellar Matter 2021
40. WIMP annihilation signals in dwarf spheroidal galaxies as subhalos of the Milky Way,  
Hiroshima, N.,  
Kashiwa Dark Matter Symposium 2021
41. Increasing the accuracy of mechanical loss measuring apparatus for mirror reflective coating at KAGRA,  
Nakayama, Y.,  
The 28th KAGRA Face-to-Face meeting
42. Overview on O4 sensitivity,  
Yamamoto, K.,  
The 28th KAGRA Face-to-Face meeting
43. Improvement of the Laser Intensity Stabilization System for O4 in KAGRA,  
K. Yamashita on behalf of KAGRA collaboration,  
The 28th KAGRA Face-to-Face meeting
44. PbO 分子の 402 nm 帯の高分解能分光とホットバンドの観測,  
中野 愛, 松本仁千翔, 草野 航, 下地巧真, 小林かおり, 馬場正昭, 榎本勝成,  
2021 年度日本物理学会北陸支部定例学術講演会
45. 一水素化カルシウム分子 CaH の  $12\Delta$  状態の精密測定,  
松本耀介, 八倉卷翔太, 中川芽依, 古田 仁, 小林かおり, 森脇喜紀,  
2021 年度日本物理学会北陸支部定例学術講演会
46. 重力波望遠鏡 KAGRA におけるレーザー強度安定化システムの開発 III,  
山下堪太, KAGRA Collaboration,  
2021 年度 日本物理学会北陸支部 定例学術講演会
47. 重力波望遠鏡 KAGRA における高出力レーザーの性能評価,  
佐古大誌, KAGRA Collaboration,  
2021 年度 日本物理学会北陸支部 定例学術講演会
48. 重力波望遠鏡 KAGRA の較正に用いる積分球の性能評価,  
松永和真, KAGRA collaboration,  
2021 年度 日本物理学会北陸支部 定例学術講演会
49. 光会合による Yb2 分子の生成と前期解離の観測,  
草野 航, 下地巧真, 中野 愛, 松本仁千翔, 小林かおり, 馬場正昭, 榎本勝成,  
2021 年度日本物理学会北陸支部定例学術講演会
50. 大型低温重力波望遠鏡 KAGRA におけるパラメトリック不安定性,  
山本将之, KAGRA Collaboration,  
2021 年度 日本物理学会北陸支部 定例学術講演会
51. 大型低温重力波望遠鏡 KAGRA における鏡の反射膜の機械的散逸測定-2,

- 中山遙太, KAGRA Collaboration,  
2021 年度 日本物理学会北陸支部 定例学術講演会
52. 立方晶  $\text{NdNb}_2\text{Al}_{20}$  の La 希釈系の単サイト非フェルミ液体異常,  
飛田奈都希, 桑井智彦,  
2021 年度日本物理学会北陸支部定例学術講演会
53. 立方晶  $\text{NdTi}_2\text{Al}_{20}$  の La 希釈系における 2 チャンネル近藤効果の可能性,  
前川翔, 飛田奈都希, 桑井智彦,  
2021 年度日本物理学会北陸支部定例学術講演会
54. 立方晶  $\text{SmTi}_2\text{Al}_{20}$  の Al サイト Si 置換系の低温物性 II,  
川端竜矢, 桑井智彦,  
2021 年度日本物理学会北陸支部定例学術講演会
55. Full-potential 多重散乱計算による AXAFS の検証,  
吉川和輝, 太田露子, 田村嘉章, Fabio I., 畑田圭介,  
第 35 回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム
56. Simple but complex molecules matter in the interstellar space and spectroscopy,  
Kobayashi, K.,  
CFEL Molecular and Ultrafast Science Seminar
57. BS 放送電波を利用した降雨推定に関するフィージビリティスタディ,  
本多翔太, 森本健志, 酒井英男,  
大気電気学会第 100 回研究発表会
58. 21cm 線観測による暗黒物質探査における非線形構造形成の効果,  
廣島 渚, 郡和範, 関口豊和, 高橋龍一,  
日本物理学会 第 77 回年次大会
59. Au-X-R (X=Si,Ge, R=Ce,Pr) 近似結晶の単結晶による物性研究,  
室 裕司, 福原 忠, 鈴木慎太郎, 田村隆治, 並木孝洋, 桑井智彦,  
日本物理学会第 77 回年年次大会
60. Implications from DM substructures: from low z to high z,  
Hiroshima, N.,  
Upcoming CMB observations and Cosmology
61. Nd-Al 1-2-20 系における 2 チャンネル近藤効果の可能性,  
飛田奈都希, 前川翔, 桑井智彦,  
日本物理学会第 77 回年年次大会
62. アクシオンゲージ場模型における重力波と暗黒輻射の検出可能性,  
柿崎 充, 尾形優仁, 瀬戸 治,  
日本物理学会 第 77 回年次大会
63. バッファガス冷却された  $\text{CaOH}$  分子の AX 遷移高分解能分光,  
宮本祐樹, 高橋唯基, 平本綾美, 岩國加奈, 久間 晋, 榎本勝成, 馬場正昭,  
日本物理学会第 77 回年次大会
64. 宇宙創成の謎に迫る,  
柿崎 充,  
プラズマ科学のフロンティア 2021 研究会

65. 強相関アモルファス Ce 合金の磁場中電気抵抗,  
渡邊ほのか, 一兜博人, 雨海有佑, 村山茂幸, 桑井智彦,  
日本物理学会第 77 回年年次大会
66. 有機分子の振動励起状態の実験室分光と星間探査,  
小林かおり,  
新学術領域「新しい星形成理論によるパラダイムシフト」大研究会

#### ■科研費及び科研費相当研究費

1. 2017-2021, 基盤研究 (A),  
高精度重力波振幅・位相キャリブレーションの開発,  
(代表者) 都丸隆行 (国立天文台), (分担者) 森脇喜紀, 鈴木敏一 (大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構)
2. 2018-2022, 科学技術振興機構, 戦略的創造研究推進事業 (CREST),  
データ駆動科学による高次元 X 線吸収計測の革新,  
(代表者) 赤井一郎 (熊本大学), (分担者) 畑田圭介, 妹尾与志木 (九州シンクロトロン光研究センター),  
水牧仁一朗 (Spring-8), 青西 亨 (東工大)
3. 2019- 2021, 基盤研究 (C),  
スケール不変性に基づく標準理論の拡張と重力波による検証可能性,  
(代表者) 久保治輔
4. 2019-2021, 国際共同研究加速基金 (国際共同研究強化 (B)),  
高性能オレフィン重合・二量化分子触媒の活性種・中間体の革新的構造解析新手法の開発,  
(代表者) 野村 琴広 (東京都立大学), (分担者) 畑田 圭介, 中谷直輝 (東京都立大学), 平山 純 (京都大学), 山添  
誠司 (東京都立大学)
5. 2019-2022, 基盤研究 (C),  
堆積物の放射性核種・磁化特性による河川流域の土砂流出イベント履歴復元手法の開発,  
(代表者) 落合伸也, (分担者) 酒井英男
6. 2020-2022, 基盤研究 (B),  
低温重力波望遠鏡の高性能化のためのサファイア鏡光吸収の評価,  
(代表者) 山元一広, (分担者) 森脇喜紀, 三尾 典克 (東京大学)
7. 2020-2022, 基盤研究 (C),  
超伝導微粒子の空間捕捉を利用した物性研究,  
(代表者) 森脇喜紀, (分担者) 小林かおり
8. 2020-2022, 基盤研究 (C),  
冷却原子研究の支援のためのイッテルビウム二原子分子の分光研究,  
(代表者) 榎本勝成, (分担者) 石元 孝佳 (横浜市立大学), 馬場 正昭 (京都大学)
9. 2020-2022, 基盤研究 (C),  
空間反転対称性の破れた新しい六方晶希土類化合物におけるトポロジカル現象の検証,  
(代表者) 松本裕司
10. 2020-2022, 挑戦的研究 (萌芽),  
土器・陶磁器の破片の磁化を用いる年代推定, 製品復元の研究,  
(代表者) 酒井英男, (分担者) 竜田尚希, 泉 吉紀, 高橋浩二

11. 2020-2024, 基盤研究(A),  
ヒッグス物理から新物理へ、電弱真空構造解明への新時代に向けて,  
(代表者) 兼村 晋哉(大阪大学), (分担者) 柿崎 充, 青木 真由美(金沢大学), 進藤 哲央(工学院大学)
12. 2020-2024, 学術変革領域(A),  
マルチメッセンジャーで探る重いダークマター,  
(代表者) 村瀬孔大(京都大学), (分担者) 廣島 渚, 藤井俊博(京都大学), 山中真人(大阪市立大学), 成子 篤  
(京都大学)
13. 2021-2022, 新学術領域研究(研究領域提案型),  
内部回転と振動状態間相互作用を持つ星間分子ギ酸メチルの励起状態解析への挑戦,  
(代表者) 小林かおり
14. 2021-2023, 基盤研究(C),  
非従来型超伝導における FFLO 状態とスピン密度波に関する熱力学的研究,  
(代表者) 田山 孝
15. 2021-2024, 基盤研究(C),  
ヒッグスセクターの物理と暗黒物質の物理の融合による新物理理論の究明,  
(代表者) 柿崎 充, (分担者) 朴 銀鏡

#### ■外部資金

1. 「数理」を軸とする分野横断的手法による、新しい物理と宇宙の謎の統合的解明と新しい数理的手法の開発,  
国立研究開発法人 理化学研究所,  
(代表者) 柿崎 充, (分担者) 廣島 渚
2. 欧米諸国における持続型基礎研究留学プログラム,  
JASSO:独立行政法人日本学生支援機構,  
(代表者) 畑田圭介
3. 新規分光測定を目指した高出力小型テラヘルツ光源の開発研究,  
令和3年度北陸地区国立大学学術研究連携支援,  
(代表者) 石川裕也, (分担者) 古屋岳, 藤井 裕, 谷 正彦, 曾我之泰, 小林かおり
4. 大型低温重力波望遠鏡 (KAGRA) の低温懸架系の研究,  
東京大学宇宙線研究所,  
(代表者) 山元 一広, (分担者) 森脇 喜紀, 中山 遥太, 鈴木敏一, 木村誠宏, 牛場崇文, 道村唯太, 都丸隆行,

#### ■学外活動・社会貢献

- ・ 柿崎 充, 研究会「加速器・物理合同 ILC 夏の合宿 2021」 開催組織委員会 委員
- ・ 柿崎 充, ワーキンググループ「新ヒッグス勉強会」第30回定例会 世話人
- ・ 柿崎 充, ワーキンググループ「新ヒッグス勉強会」第31回定例会 世話人
- ・ 柿崎 充, ワーキンググループ「新ヒッグス勉強会」第32回定例会 世話人
- ・ 小林かおり, 富山県教育委員会「とやま科学オリンピック」作問アドバイザー
- ・ 小林かおり, 自然科学研究機構 国立天文台 共同研究員(連携教授)
- ・ 小林かおり, 分子科学会 2020 年度 運営委員
- ・ 小林かおり, 日本分光学会 令和 2, 3 年度 代議員"
- ・ 小林かおり, 物理学会 第 77 期支部役員(北陸支部 支部幹事 富山県地区担当)
- ・ 小林かおり, International Conference on High Resolution Molecular Spectroscopy International Steering

### Committee

- ・ 廣島 渚, 理化学研究所数理創造プログラムダークマターワーキンググループファシリテータ
- ・ 廣島 渚, NuFACT 2022 WG 7 convener
- ・ 廣島 渚, 富山県高文祭自然科学部研究発表会審査員
- ・ 廣島 渚, 国立研究開発法人 理化学研究所 客員研究員
- ・ 廣島 渚, Indirect search of dark matter from multiple aspects
- ・ 廣島 渚, Dark Matter Halo and its Implication for Indirect Search
- ・ 山元 一広, 東京大学宇宙線研究所長 東京大学宇宙線研究所特任助教人事選考委員会委員
- ・ 山元 一広, 東京大学宇宙線研究所 客員准教授
- ・ 山元 一広, 第 64 回理科教育研究発表会 記念講演
- ・ 山元一広, KAGRA Committee of Publication Control
- ・ 山元一広, KAGRA Joint Editorial Board (chair)
- ・ 山元一広, KAGRA Future Strategy Committee
- ・ 山元一広, Einstein Telescope Pathfinder Advisory Board

### ■学内運営・学内活動

- ・ 池本 弘之, 就職指導委員会 副委員長
- ・ 池本 弘之, 理工学教育部博士課程 ナノ新機能物質科学専攻 副専攻長
- ・ 池本 弘之, ハラスメント防止委員会
- ・ 榎本 勝成, 理学部 教務委員会 教育実施部会
- ・ 柿崎 充, 理学部 入試委員会
- ・ 柿崎 充, 入学試験委員会電算処理専門委員会
- ・ 桑井 智彦, 安全衛生委員会
- ・ 桑井 智彦, 五福地区構内交通指導員
- ・ 桑井 智彦, 研究推進機構 研究推進総合支援センター 自然科学研究支援ユニット 機器分析施設会議 委員
- ・ 桑井 智彦, 研究推進機構 研究推進総合支援センター自然科学研究支援ユニット極低温量子科学施設施設 施設長
- ・ 桑井 智彦, 研究推進機構 研究推進総合支援センター自然科学研究支援ユニット極低温量子科学施設会議 委員長
- ・ 桑井 智彦, 研究推進機構 研究推進総合支援センター自然科学研究支援ユニット会議 委員
- ・ 小林 かおり, 物理学科副学科長
- ・ 小林 かおり, 理学部 教務委員会 教育改善部会
- ・ 小林 かおり, ダイバーシティ推進センターの業務に従事する教員
- ・ 小林 かおり, ダイバーシティ推進センター 環境整備部門長
- ・ 小林 かおり, 研究推進機構 水素同位体科学研究センター運営会議 一般共同研究専門委員会
- ・ 小林 かおり, 教育・学生支援機構 教職支援センター全学教職課程専門会議
- ・ 小林 かおり, 五福キャンパス交通委員会
- ・ 田山 孝, 理学部 学生生活委員会
- ・ 田山 孝, 研究推進機構 研究推進総合支援センター 自然科学研究支援ユニット 極低温量子科学施設会議
- ・ 畑田 圭介, 理学部 将来計画WG
- ・ 畑田 圭介, 理学部 国際交流委員会
- ・ 畑田 圭介, 理学部活動報告 2021 編集WG
- ・ 畑田 圭介, 国際機構運営会議 人系・理工系国際交流基金専門委員会
- ・ 廣島 渚, 理学部 広報委員会 高大連携部会
- ・ 廣島 渚, ハラスメント相談員(女性)

- ・ 松本 裕司, 理学部 排水安全専門委員会
- ・ 松本 裕司, 排水監視員
- ・ 森脇 喜紀, 物理学科長
- ・ 森脇 喜紀, 理学部 自己点検評価委員会
- ・ 森脇 喜紀, 理学部 安全管理委員会
- ・ 森脇 喜紀, 理学部 防火・防災対策専門委員会
- ・ 森脇 喜紀, 理工学教育部修士課程専攻主任
- ・ 森脇 喜紀, 理工学教育部修士課程理学領域部会教育委員会
- ・ 森脇 喜紀, 地域連携推進機構 生涯学習部門 公開講座専門委員会
- ・ 山元 一広, 理学部 広報委員会 情報・広報部会 委員
- ・ 山元 一広, 理学部 将来計画WG 委員長
- ・ 山元 一広, 魚津高校生徒希望選択研修

#### ■学士・修士・博士論文指導

- ・ 学士 40名
- ・ 修士 7名
- ・ 博士 1名

#### ■博士論文

Theoretical Studies on Higgs Physics in Extra Dimension Models

余剰次元モデルにおけるヒッグス物理の理論的研究,

鈴木 慎