

## 共同プロジェクト拠点 中間報告書

拠 点 名 称	量子トポロジー理工学教育研究センター			
プロジェクト代表者	所 属	大学院工学研究院	職 名	教授
	氏 名	丹田 聡		
認 定 期 間	令和2年4月 ~ 令和7年3月（5年間） （前認定期間：平成27年4月 ~ 令和2年3月）			
活 動 テ ー マ	トポロジー理工学			
<b>1. 拠点の概要</b>				
(1) 背景・必要性・目的				
<p>背景</p> <p>トポロジーとは「構造を連続変形したときの不変的性質」に着目する数学的な概念であり、近年様々な学問分野においてこの概念が応用されている。本プロジェクト拠点の前身である21世紀COEプログラム「トポロジー理工学の創成」（平成16-20年度）ではトポロジーと様々な分野を橋渡しする「トポロジー理工学」を新たに開拓した。トポロジー理工学をさらに発展させるためにCOE終了後の平成21年度にトポロジー理工学教育研究センターが発足し、平成27年度には共同プロジェクト拠点に認定された。さらに、令和2年4月の共同プロジェクト拠点再認定時には、当該研究分野の研究に量子的なアプローチも付与し、「量子トポロジー理工学教育研究センター」と改称した。21世紀COEに採択以降、現在に至るまでトポロジー理工学の発展に寄与する研究・教育活動を行っている。本プロジェクト拠点では、独自の視点からトポロジーを切り口とした様々な学問分野へのアプローチが連続と続けられている。</p> <p>必要性</p> <p>トポロジー理工学は、本共同プロジェクト拠点によって創出された新しい学問分野である。一方、物性物理学をはじめとするネットワークや生命科学などの学問分野においてトポロジーを利用した解析手法や理論的枠組みが急速に発展してきた。さらに、産業界においても、実体に合致したトポロジーの概念が必要とされつつある。このためには、純粋な数学としての普遍的な抽象的概念を様々な分野に適用し、それぞれの機能に特化したうえで相互の関連性から更なる普遍性を見出す必要がある。また、近年は微視的機構としての量子論の必要性が高まりつつあることから、トポロジー理工学に量子的な観点を包含することでさらなる発展が期待される。量子トポロジー理工学がもたらす意義を以下に例示する。</p> <p>(1) 産業界においては、特にIT分野で、量子演算などの従来とは異なる演算方式が提案されている。量子トポロジー理工学の見地から新たな状態の記述法が見出されることにより、新たな原理に基づく演算方式の開発につながる可能性を秘めている。</p> <p>(2) アプローチが異なる学問分野を量子トポロジーのキーワードで結び付ける本学問分野を発展させることにより、新現象の発見や理解に寄与することが期待され、学術上の意義は大きい。</p> <p>(3) 本学問分野の特色ある研究アプローチと本学が強みを持つ物質科学分野が融合することで、新物質の開発の効率化が期待される。これにより、環境負荷を抑えた電池の開発や新たな送電技術の実装、転移温度が高く加工性に優れた超伝導材料の開発などにつながり、省エネルギーやCO<sub>2</sub>削減など、世界共通の課題の解決に寄与できる。</p> <p>様々な学問分野が関与するトポロジー理工学界で世界をリードする研究成果を発信するとともに、社会のニーズにこたえられる豊かな創造力を持つ学生を育成するためには、本共同プロジェクト拠点による部局横断型の教育・研究を推進する必要がある。</p> <p>目的</p> <p>本共同プロジェクト拠点は、新規に開拓した学問分野「トポロジー理工学」に量子的な観点を加えることでさらに発展させ、本学の特色ある教育・研究に寄与することを目的とする。</p> <p>① トポロジー理工学に関する学理及びその応用の研究を行う。</p> <p>② トポロジー理工学の学内基盤を確立することを目的として、部局を横断する組織を形成し、関連する学問領域の研究者の協力により教育プログラムの開発・運営を行う。</p> <p>③ トポロジー理工学の見地から、従来の学問分野にとらわれない様々なアプローチで現象をとらえ新規課題に立ち向かえる人材を育成する。</p> <p>④ トポロジー理工学に関する学際的で高度な研究を行うとともに、国際的に文化発信していく学術雑誌「Topologica誌」の編集・発刊業務を行う。</p>				

(2) 中期目標・中期計画との合致

(第3期中期目標・中期計画に関連した成果)

1.1 (1) ① 専門的知識に裏づけられた総合的判断力と高い識見並びに異文化理解力と国際的コミュニケーション能力を有し、国際社会の発展に寄与する指導的・中核的な人材を育成する。

1.2 (1) ② 創造的な研究を自立して進めることができる優秀な若手研究者を育成する。

数学的な概念であるトポロジーが、多岐にわたる学問分野において活用されることについて理解を深めることを目的とする大学院共通授業科目「トポロジー理工学特別講義」を毎年度開講した。講義は複数の講師により行われ、受講生は、トポロジーの基礎やトポロジーと他の分野の橋渡しをする学問分野である「トポロジー理工学」に関する基礎知識を身に着けた上で、量子物理学、生命科学、経済現象等様々な分野におけるトポロジーの応用について理解を深めた。令和2年度は「科学・技術におけるトポロジー」を、令和3年度は「トポロジー理工学の応用」を、令和4年度は「ユビキタスなトポロジー理工学」を、それぞれテーマとして開講し、合計46名の大学院生が受講した。なお、この講義を受講した学生のうち、4名の博士後期課程学生が博士号を取得し、そのうち3名がトポロジー理工学に関連する分野のアカデミックポストに就いている。

なお、大学院共通授業科目の実施に当たっては、若手研究者が指導補助や一部講義における研究解説を担当した。

また、部局横断型研究プロジェクトに積極的に若手研究者を共同研究者として参加させ、論文の主要部分の執筆にも寄与した。令和2年4月～令和4年10月の間に、13名の若手研究者が大学院共通授業科目に参画し、15名の若手研究者が部局横断型研究プロジェクトに参画した。

以上により、分野横断的な教育である当拠点が実施する大学院共通授業科目が、総合的判断力と高い識見並びに異文化理解力を有する人材を育成し、さらに部局横断型研究プロジェクトが若手研究者に創造的な研究を発想する機会を与えているといえる。

1.2 (1) ①-2 本学の特色ある研究領域である北極域研究等を核として、異なる視点を持つ研究者の知のネットワークを形成し、新たに国際共同研究を45件以上展開するなど、グローバルな頭脳循環のハブとして研究を推進する。

本拠点の活動により、トポロジー理工学をキーワードとする異なる視点を持つ研究者の知のネットワークがより強固に形成された。その結果、令和2年4月～令和4年10月の間に、5件の国際共同研究が遂行された。

1.2 (1) ② 創造的な研究を自立して進めることができる優秀な若手研究者を育成する。

部局横断型研究プロジェクトおよび分野横断的教育プログラムに積極的に若手研究者を参加させることで創造的な研究を発想する機会を与え、優秀な若手研究者を育成した。研究プロジェクトおよび教育プログラムに参画した若手研究者はそれぞれ15名(助教:5名、大学院生:10名)、13名(助教:12名、PD:1名)である。(R2年4月-R4年10月)

1.2 (2) ①-2 本学の特長である高度な研究設備を学内外に共用するシステム「オープンファシリティ」において、最先端設備等の登録台数、利用者数を、平成27年度比で10%以上、また、設備共用に係る連携・協力機関等を新たに10機関以上増加させるなど、世界水準の研究基盤共用プラットフォームに拡充する。

保有する設備・装置の相互利用を積極的に推進し研究の効率化が図られた。オープンファシリティへの登録(7件)および先端物性共用ユニット(APPOU)への参画(3件)により、本共同プロジェクト内の相互利用のみならず学内外からの利用へも対応した。利用件数は年間約200件である。

オープンファシリティへの登録(7件) 磁気特性測定装置 MPMS、磁気特性測定装置 MPMS-5S、熱・輸送特性測定装置 PPMS-9、熱・輸送特性測定装置 PPMS-14、多重極限物性測定システム、多重極限多核種 NMR 測定システム、高分解能レーザーラマン分光装置、

先端物性共用ユニット(APPOU)への参画(3件) 電解放出形走査電子顕微鏡(JEOL JSM-7000F)、集束イオンビーム加工装置(JEOL JEM-9310FIB)、温度可変走査プローブ顕微鏡

(第4期中期目標・中期計画との関連)

1.1 ①-2 少子高齢化、人口減少、産業衰退、食料危機、カーボンニュートラルの実現など、地域における世界共通課題の解決を志向した、自治体、企業、他大学など、多様な組織との連携を構造的に強化することで、地域に密着した協働体制のもと、生産性の向上、雇用の創出、人材育成などを牽引し、課題先進地域である北海道の課題解決に貢献する。

多様な学問分野の連携からなるトポロジー理工学の特長を生かし、数学、物理学、物質科学、生命科学、ネットワークなどを包括した多面的な視野に基づくアプローチにより世界共通課題の解決法を提案する。特に物質科学分野に強みのある本学において、トポロジー理工学の特長を活かすことにより、より効率的な物質開発が期待される。これにより、環境負荷を抑えた電池の開発や、新たな送電技術に関わる転移温度が高く加工性に優れた超伝導材料の開発が進み、省エネルギーやCO<sub>2</sub>削減などの世界共通課題の解決に貢献する。

1.1 ②-1 世界トップレベルの研究拠点の形成を目指す「化学反応創成研究拠点(ICReDD)」や、人獣共通感染症研究などの本学の特色を活用した国際連携研究の拠点機能を中核として、国内外の優秀な研究者を獲得するとともに、拠点の最先端研究をカリキュラムに反映させた大学院教育を実施することを通して、教育と連動した世界最高水準の研究拠点を構築する。

分野横断的な本共同プロジェクト拠点の特長を生かし、各分野の最先端研究をカリキュラムに反映させた大学院教育を行う。(大学院共通授業科目「トポロジー理工学特別講義」)大学院教育を通じ、地道ながらも本学問分野の裾野を広げ優秀な若手研究者を育成することでボトムアップ的に教育と連動した世界最高水準の研究拠点の構築を目指す。その一方で、本学問分野が持つ多様なアプローチの魅力を発信し、国内外の優秀な研究者の獲得を目指す。

1.2 ⑦ 研究者養成の第一段階として必要な研究能力を備えた人材を養成する。高度の専門的な職業を担う人材を育成する課程においては、産業界等の社会で必要とされる実践的な能力を備えた人材を養成する。(修士課程)

本拠点は、修士課程学生が修士論文研究の一環として本共同プロジェクト拠点構成員が実施する共同研究に参画する機会を設けている。また、担当する講師の専門分野が多岐にわたる大学院共通授業科目「トポロジー理工学特別講義」を実施している。これらにより、修士課程学生に対して、従来の学問分野の枠にとられない多角的な思考を促し、未解決事象に立ち向かえる実践的な能力を備えた人材の養成につながると言える。

1.2 ⑧ 深い専門性の涵養や、異なる分野の研究者との協働等を通じて、研究者としての幅広い素養を身に付けさせるとともに、独立した研究者として自らの意思で研究を遂行できる能力を育成することで、アカデミアのみならず産業界等、社会の多様な方面で求められ、活躍できる人材を養成する。(博士課程)

本拠点は、博士課程学生に対して、博士論文研究の一環として本共同プロジェクト拠点構成員が実施する共同研究に参画する機会を設けている。また、本拠点が実施する部局横断セミナー「エンレイソウの会」においては、多くの博士課程学生が、専門を異にする研究者との活発な議論を経験することができる。以上により、本拠点の活動が、柔軟な発想力による問題解決法を身につけ多様な方面で活躍できる人材育成に貢献すると言える。

1.4 ⑫-2 世界水準の教育研究を支える研究基盤共用システムの強化を通して、多様な機器共用の実績データを効率的に集約し、エビデンスに基づいた共用機器の戦略的な高度化及び更新を行うとともに、高度技術専門職を育成することにより、自由な発想のもと、多様な研究が展開される魅力ある研究環境を整備する。

「熱・輸送特性測定装置PPMS-14」、「多重極限物性測定システム」、「温度可変走査プローブ顕微鏡」等、構成員が保有する設備・装置の相互利用をさらにすすめ、研究基盤共用システムの強化につなげる。特に、世界水準の研究成果の実績がある共用機器については高度化や更新を計画的に行う。

### (3) 活動計画・期待される成果

#### <研究活動>

拠点メンバーによる共同研究を核として、以下の研究テーマを発展させる。

- ①巨視的量子波動関数である電荷密度波の量子干渉効果・トポロジー効果の実験的研究を行う。
- ②p波超伝導体・d波超伝導体のトポロジーに関する普遍的数理構造を探索する。
- ③量子ウォークによりネットワーク・トポロジーの定量解析法を確立する。
- ④量子生命系及び生体系など各種ネットワークに対する定量解析を通じ普遍的概念を抽出する。
- ⑤超短光渦パルスの時空間結合を用いた基本物理量の量子精密測定を行う。
- ⑥低次元導体においてトポロジー効果の実験的研究を行う。
- ⑦分子線エピタキシーを用いて超薄膜トポロジカル物質を創成する。

#### <教育活動>

##### ①トポロジー理工学教程(教科書)の出版

本拠点において、世界初のトポロジー理工学教程を出版するため、平成26年度から準備を進めてきた。本拠点構成員に加え、他大学等の教員、総勢8名が執筆を担当し、全8章、250頁にわたる教程を朝倉書店から出版予定である。執筆開始当初からトポロジー関連分野の状況が変化しているため全体の構成を見直したうえで令和7年度中に出版の予定である。

##### ②大学院共通授業科目「トポロジー理工学特別講義」の開講(毎年度)

大学院共通授業科目「トポロジー理工学特別講義」の受講により、トポロジー理工学を多面的に理解することで、受講生が広い視野を身につけ、さらに異分野の受講生間の交流を促す。また、指導補助者としての博士課程学生や若手教員に講義の機会を与えることで、若手研究者が教育経験を積むことができる。

##### ③「総合物理学院(仮称)」の構想

理学研究院物理学部門と工学研究院応用物理学部門の教員を中心に、工学研究院機械・宇宙工学部門、材料科学部門との連携も視野に入れた「総合物理学院(仮称)」の設置を目指している。これにより、本学の物理学関係分野を統合し、系統的な物理学教育を目指す。学院の枠で隔られている理学院と工學院の物理学分野の教員が一堂に会することで、物理学教育を実践する人材が適材適所に配置され効率的なカリキュラムの構成が可能となる。これにより基礎から応用に至るまでの系統的な物理学教育が実現され、論理的かつ実践的な物理学的思考を身につけた幅広い分野で活躍できる人材の育成が期待される。

#### <広報活動>

##### ①部局横断セミナー「エンレイソウの会」の開催

分野を問わず国内外の一流研究者を講師に招き月に1回程度の頻度で部局横断セミナー「エンレイソウの会」を開催し、特に若手研究者間の議論の場を設け、異分野間の交流を活性化させる。

##### ②学術雑誌「Topologica」の刊行

トポロジー理工学に関する学術雑誌「Topologica」を年1回の頻度で刊行する。Vol.1-2はインパクトファクターが付与される雑誌を目指した。その後、本誌はトポロジーが関連する情報取得の利便性に重みを置くべきと考え掲載基準の見直しを行い、有用な情報をより多く集積することとした。これによりアーカイブの役割も担う学術雑誌として、令和5年度以降、年1回の頻度で刊行の予定である。

## 2. 活動内容・進捗状況

### <研究活動>

- ・巨視的波動関数である電荷密度波の量子干渉、トポロジ効果のデバイスの研究  
巨視的波動関数である電荷密度波の量子干渉を交流電気伝導測定により明らかにした。実空間リングトポロジ効果の効果をデバイスに応用する電子ビーム加工基盤技術を構築した。
- ・ネットワーク・トポロジ及び生命系や生体系トポロジに関する研究  
複雑ネットワークにおける過負荷故障カスケードについて研究した。またこの研究を基礎に、フラクタル複雑ネットワークのSOCモデルを構築した。
- ・p波超伝導体・d波超伝導体などのトポロジカル超伝導体に関する研究  
トポロジカルに非自明な超伝導体における、常磁性マイスナー効果やコンダクタンスの量子化と指数定理の関係を理論的に明らかにした。
- ・時間結晶の理論の構築  
実空間トポロジによる新しい「時間結晶」の理論を構築し、実験的測定を行った。(Phys. Rev. B 96, 094308 (2017))
- ・p波超伝導体ナノ薄膜における新規トポロジカル現象の発見  
p波超伝導体  $\text{Ca}_2\text{RuO}_4$  と  $\text{Sr}_2\text{RuO}_4$  ナノ薄膜を作成し新規トポロジカル現象を発見した。(Scientific Reports B 7, 41291 (2017))
- ・実空間トポロジによる新しい時間結晶の理論を構築し、実験的測定を行った。(Phys. Rev. B 96, 094308 (2017))
- ・p波超伝導体  $\text{Ca}_2\text{RuO}_4$  と  $\text{Sr}_2\text{RuO}_4$  ナノ薄膜を作成し新規トポロジカル現象を発見した。(Scientific Reports B 7, 41291 (2017))
- ・1次元導体におけるトポロジカル相の発見  
1次元導体  $\text{TaSe}_3$  のトポロジカル相を発見した。(Phys. Rev. B 97, 115432 (2018))
- ・トポロジカル相転移の可視化  
 $\text{TaSe}_3$  においてトポロジカル相転移を可視化した。(Nature Mater. 20, 1093 (2021))  
(参考) プレスリリース [https://www.hokudai.ac.jp/news/pdf/210521\\_pr.pdf](https://www.hokudai.ac.jp/news/pdf/210521_pr.pdf)
- ・量子測定における隠れた誤差の定量化  
量子系の測定に内在する隠れた誤差を中性子のスピン測定において定量化した。(npj Quantum Inf. 7, 106 (2021))  
(参考) プレスリリース [https://www.hokudai.ac.jp/news/pdf/210629\\_pr.pdf](https://www.hokudai.ac.jp/news/pdf/210629_pr.pdf)

### <会議・シンポジウムの主催>

- ・国際会議”Localization 2020”を主催した。(2020年8月24-29日、オンライン)
- ・シンポジウム“時間・量子測定・準古典近似の理論と実験～古典論と量子論の境界～”を主催した。(2022年7月21-23日、九州大学)
- ・国際会議”Localization 2022”を主催した。(2022年8月25-30日、北海道大学)

### <教育活動>

- ・大学院共通授業科目「トポロジー理工学特別講義」を開講した。(毎年度2学期)

### <広報活動>

- ・部局横断セミナー「エンレイソウの会」を70回(2015年度:14回、2016年度:11回、2017年度:9回、2018年度:10回、2019年度:13回、2020年度:2回、2021年度:3回、2022年度:8回)開催した。

## 3. 拠点活動の成果

### [学術論文]

- ・“Visualization of the strain-induced topological phase transition in a quasi-one-dimensional superconductor  $\text{TaSe}_3$ ”, C. Lin, M. Ochi, R. Noguchi, K. Kuroda, M. Sakoda, A. Nomura, M. Tsubota, P. Zhang, C. Bareille, K. Kurokawa, Y. Arai, K. Kawaguchi, H. Tanaka, K. Yaji, A. Harasawa, M. Hashimoto, D. Lu, S. Shin, R. Arita, S. Tanda and T. Kondo, Nature Mater. 20, 1093 (2021)
- ・“Neutron optical test of completeness of quantum root-mean-square errors”, S. Sponar, A. Danner, M. Ozawa and Y. Hasegawa, npj Quantum Inf. 7, 106 (2021)
- ・“Effect of Cu intercalation and pressure on excitonic interaction in  $1\text{T-TaSe}_2$ ”, S. Kitou, A. Nakano, S. Kobayashi, K. Sugawara, N. Katayama, N. Maejima, A. Machida, T. Watanuki, K. Ichimura, S. Tanda, T. Nakamura and H. Sawa, Phys. Rev. B 99, 104109 (2019).
- ・“Effect of Cu doping on superconductivity in  $\text{TaSe}_3$ : Relationship between superconductivity and induced charge density wave”, A. Nomura, K. Yamaya, S. Takayanagi, K. Ichimura and S. Tanda, Europhys. Lett. 124, 67001 (2018).
- ・“Lock-in transition of charge density waves in quasi-one-dimensional conductors: Reinterpretation of McMillan’s theory”, K. Inagaki and S. Tanda, Phys. Rev. B 97, 115432 (2018).

- ・“Quantum time crystal by decoherence: Proposal with an incommensurate charge density wave ring”, K. Nakatsugawa, T. Fujii and S. Tanda, Phys. Rev. B 96, 094308 (2017).
- ・“Direct Observation of Mono-, Bi-, and Tri-layer Charge Density Waves in 1T-TaS<sub>2</sub> by Transmission Electron Microscopy without a Substrate”, D. Sakabe, Z. Liu, K. Suenaga, K. Nakatsugawa and S. Tanda, npj Quantum Materials 2, Article number:22 (2017).
- ・“Chern structure in the Bose-insulating phase of Sr<sub>2</sub>RuO<sub>4</sub>nanofilms”, H. Nobukane, T. Matsuyama and S. Tanda, Scientific Reports B 7, 41291 (2017).
- ・“Emergence of a resistance anomaly by Cu-doping in TaSe<sub>3</sub>”, A. Nomura, K. Yamaya, S. Takayanagi, K. Ichimura, T. Matsuura, S. Tanda, Europhys. Lett. 119, 17005 (2017).
- ・“Effects of pressure and magnetic field on superconductivity in ZrTe<sub>3</sub>: Local pair-induced superconductivity”, S. Tsuchiya, K. Matsubayashi, K. Yamaya, S. Takayanagi, S. Tanda and Y. Uwatoko, New J. of Phys. 19, 063004 (2017).
- ・“Quantization of conductance minimum and index theorem”, S. Ikegaya, S.-I. Suzuki, Y. Tanaka, and Y. Asano, Phys. Rev. B 94, 054512 (2016).
- ・“Robustness of Scale-Free Networks to Cascading Failures Induced by Fluctuating Loads”, S. Mizutaka and K. Yakubo, Phys. Rev. E 92, 012814 (2015).

〔学会発表〕

- ・“Quantum density waves”, S. Tanda, International School and Workshop on Electronic Crystals (ECRYS-2022), Cargese, France, August 11, 2022
- ・「トポロジー工学とヘリシティ」、丹田聡、日本物理学会第71回年次大会シンポジウム、2016年3月19日、東北学院大学
- ・“Topological Matter and Universality: Crystals, Wavefunction, Gauge-Fields, Space-Time, Biology”, S. Tanda, 2015 MRS Fall Meeting & Exhibit, Boston, USA, November 30, 2015

4. 今後の計画

＜研究活動＞

- ・ヘリシティに関する国際会議において成果を発表する。
- ・巨視的波動関数である電荷密度波の量子干渉効果・トポロジー効果の実験的研究を行う。
- ・p波超伝導体・d波超伝導体のトポロジーに関する普遍的数理構造を探索する。
- ・ネットワーク・トポロジーの定量解析法を確立する。
- ・生命系及び生体系など各種ネットワークに対する定量解析を通じ普遍的概念を抽出する。
- ・光渦を用いた干渉効果を利用したデバイスを開発する。

＜教育活動＞

- ・大学院共通授業科目「トポロジー工学特別講義」の開講

＜広報活動＞

- ・部局横断セミナー「エンレイソウの会」の開催  
分野を問わず国内外の一流研究者を講師に招き月に1回程度の頻度で部局横断セミナー「エンレイソウの会」を開催し、特に若手研究者間の議論の場を設け、異分野間の交流を活性化する。
- ・学術雑誌「Topologica」の刊行  
トポロジー工学に関する学術雑誌「Topologica」を、令和5年度以降、年1回の頻度で刊行する。

5. 拠点構成員

氏名	所属部局・部門・分野・役職等	専門分野	備考
丹田 聡	工学研究院・応用物理学部門 特任教授	トポロジー工学	代表者
長谷川 祐司	工学研究院・応用物理学部門 教授 ウィーン工科大学	量子物質波の干渉	
矢久保 考介	工学研究院・応用物理学部門 教授	複雑ネットワーク	
折原 宏	工学研究院・応用物理学部門 教授	トポロジー液晶物理学	
森田 隆二	工学研究院・応用物理学部門 教授	量子光科学	
足立 智	工学研究院・応用物理学部門 教授	量子エレクトロニクス	
戸田 泰則	工学研究院・応用物理学部門 教授	時間領域分光	
網塚 浩	理学研究院・物理学部門 教授	極低温物理学	
根本 幸児	理学研究院・物理学部門 教授	量子スピングラス	
小田 研	理学研究院・物理学部門 教授	量子相転移	
鈴木 久男	理学研究院・物理学部門 教授	超弦理論	
石川 剛郎	理学研究院・数学部門 教授	位相幾何学	

龔 劍萍	先端生命科学研究院・先端融合科学研究部門 教授	高分子トポロジー	
中垣 俊之	電子科学研究所・附属社会創造数学研究センター 教授	生体ネットワーク	
高木 真吾	経済学研究院・現代経済経営部門 教授	経済ネットワーク	
浅野 泰寛	工学研究院・応用物理学部門 准教授	量子トポロジカル超伝導	
鈴浦 秀勝	工学研究院・応用物理学部門 准教授	グラフェン量子物性	
市村 晃一	工学研究院・応用物理学部門 准教授	強相関電子物性	
内田 努	工学研究院・応用物理学部門 准教授	クラスレート物性	
小林 淳	工学研究院・応用物理学部門 准教授	原子波の干渉	R2.4.1 から
武貞 正樹	理学研究院・物理学部門 准教授	量子マルチフェロイック	
井原 慶彦	理学研究院・物理学部門 講師	量子電荷秩序	
小布施 秀明	工学研究院・応用物理学部門 助教	量子ウォークネットワーク	
迫田 将仁	工学研究院・応用物理学部門 助教	超伝導薄膜物性	
柏本 史郎	工学研究院・応用物理学部門 助教	準結晶物理学	
山崎 憲慈	工学研究院・応用物理学部門 助教	グラフェン量子物性	
佐々木 裕司	工学研究院・応用物理学部門 助教	液晶トポロジー	
土屋 聡	工学研究院・応用物理学部門 助教	光誘起相転移	
延兼 啓純	理学研究院・物理学部門 助教	量子トポロジカル超伝導	
黒澤 徹	理学研究院・物理学部門 助教	量子相転移	R4.1.1 室蘭工業大学・准教授へ異動

別紙 大学院共通授業科目 トポロジー理工学特別講義

開講年度	開講期	科目名	担当者	受講者数
2020	2学期	トポロジー理工学特別講義 (科学・技術におけるトポロジー)	丹田 聡、石川 剛郎、中津川 啓治、黒澤 徹、長谷川 祐司、土屋 聡、山崎 憲慈、延兼 啓純、矢久保 考介、金野 幸吉、吉地 望 (世話人: 市村 晃一)	16
2021	2学期	トポロジー理工学特別講義 (トポロジー理工学の応用)	丹田 聡、石川 剛郎、長谷川 祐司、浅野 泰寛、福岡 脩平、佐々木 裕司、吉田 紘行、小林 淳、鍛冶 怜奈、武貞 正樹、吉地 望 (世話人: 市村 晃一)	17
2022	2学期	トポロジー理工学特別講義 (ユビキタスなトポロジー理工学)	丹田 聡、石川 剛郎、長谷川 祐司、小布施 秀明、日高 宏之、野村 童司、延兼 啓純、山崎 憲慈、速水 賢、土屋 聡、吉地 望 (世話人: 市村 晃一)	13

別紙 エンレイソウの会 2020年1月～2022年11月

回	日時	場所	講演者	タイトル	世話人
第269回	2020年1月27日(月) 10:30-12:00	工学部A棟A1-17室 (物理工学系大会議室)	吉田 恒也 (筑波大学数理物質系)	対称性に保護されたエキセプショナルリング・ エキセプショナルサーフェス	友田 基信 (工学研究院応用物理学部門)
第270回	2020年11月10日(火) 16:30-17:30	工学部オープン ホール	小林 研介 (東京大学・大阪大学)	メゾスコピック系における非平衡ゆらぎ	戸田 泰則 (工学研究院応用物理学部門)
第271回	2020年12月18日(金) 16:30-17:30	工学部オープン ホール	芦原 聡 (東京大学 生産技術研究所)	赤外プラズモニクスで拓く振動分光の新たな展 開	森田 隆二 (工学研究院応用物理学部門)
第272回	2021年12月15日(水) 14:45-16:15	工学部オープン ホール	岡 隆史 (東京大学 物性研究所)	駆動された量子系と幾何学効果	小布施 秀明 (工学研究院応用物理学部門)
第273回	2021年12月23日(木) 15:00-16:00	理学部5号館5-3-04 室	小林 達生 (岡山大学 自然科学研究科)	$\alpha$ -Mnの高圧物性	日高 宏之 (理学研究院物理学部門)
第274回	2022年3月10日(木) 16:00-17:00	理学部5号館5-2-01 室	長尾 忠昭 (物質・材料研究機構)	外線や太陽光利用のための表界面ナノサイエン ス研究	柳澤 達也 (理学研究院物理学部門)
第275回	2022年6月2日(木) 16:30-17:30	理学部2号館2-211 室	Henri Alloul (Laboratoire de Physique des Solides, Universite Paris-Saclay)	Na Cobaltates: from materials to correlations and topology	井原 慶彦 (理学研究院物理学部門)
第276回	2022年10月25日(火) 14:45-16:15	工学部B棟B31室	井上 慎 (大阪公立大学 理学研究科)	冷却原子でめぐる2体の共鳴、3体の共鳴、そ して分子	小林 淳 (工学研究院応用物理学部門)
第277回	2022年8月25日(木) 14:00-15:00	理学部2号館2-211 室	Markus Kriener (理化学研究所 CEMS)	The Role of Valence-Skipping in the Recently Discovered Superconductor In-doped GeTe	井原 慶彦 (理学研究院物理学部門)
第278回	2022年9月20日(火) 16:30-18:00	理学部5号館5-2-01 室	久保 結丸 (沖縄科学技術大学院大学)	ダイヤモンドを用いた熱駆動メーザー	井原 慶彦 (理学研究院物理学部門)
第279回	2022年9月26日(月) 13:30-15:00	工学部A棟A1-17室 (物理工学系大会議室)	橋本 幸士 (京都大学 理学研究科)	A bound on energy dependence of chaos	末廣一彦 (理学研究院物理学部門)

別紙 エンレイソウの会 2020年1月～2022年11月

第280回	2022年9月28日(水) 16:30-18:00	工学部B棟B32室	越野 幹人 (大阪大学 理学部)	モアレ二次元物質の物理	鈴木秀勝 (工学研究院応用物理学部門)
第281回	2022年11月15日(火) 13:00-15:00	工学部A棟A1-17室 (物理工学系大会議室)	松山 豊樹 (奈良教育大学)	Dynamical Mass Growth of Fermion with Bare Mass in Two	丹田 聡 (工学研究院応用物理学部門)
第282回	2022年11月4日(金) 16:30-18:00	理学部5号館5-2-05室	Darren Peets (Technische Universitat Dresden)	Hidden Charge Order and Magnetic States in Square-Lattice Sr <sub>3</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	井原 慶彦 (理学研究院物理学部門)