

令和6（2024）年度
東京大学 大学院工学系研究科

物 理 工 学 専 攻

修 士 課 程

入 試 案 内

博士後期課程

Guide to Entrance Examination to the 2024 Master's / Doctoral Program,
Department of Applied Physics,
Graduate School of Engineering, The University of Tokyo

物理工学専攻は、物理学の最先端を研究し、その成果を社会と産業に生かすことを目的とした専攻である。物理学の基礎をもち、新しい問題に挑戦する意欲のある人は、あらゆる分野で求められている。物理工学専攻は物理を基礎に、自ら考え、未踏の領域に挑戦し、世界をリードする人材を育てることを目的としている。

問い合わせ先 〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1
東京大学大学院工学系研究科物理工学専攻
TEL 03-5841-6800
E-mail office@ap.t.u-tokyo.ac.jp
Web サイト <https://www.ap.t.u-tokyo.ac.jp/>

(I) 修 士 課 程

(1) 入試説明会

- 日 時 : 2023 年 6 月 17 日(土) 13:00～
- 場 所 : 東京大学本郷キャンパス 工学部 6 号館 2 階 63 号講義室
- 備 考 ・説明終了後、オープンハウス形式による研究室見学を行う。
・事前申し込みは不要。

(2) 出願に際しての補足・注意事項

- ・本入試案内中の志望シート（修士課程用）に記入して出願書類と一緒に提出のこと。
志望教員については、本入試案内の研究室紹介を参照の上、第 8 志望まで必ず記入すること。
- ・「令和 6(2024)年度東京大学大学院工学系研究科大学院入学試験外国語(英語)試験について (TOEFL スコア提出)(修士課程・博士課程【出願日程 A】)」に従い、TOEFL スコア提出の手続きを行うこと。
スコアレポート提出期限：2023 年 8 月 11 日(金)

(3) 試験日程

a. 一般教育科目

試験科目	試験日時・場所	出題範囲	出題数・解答数
数 学	8 月 28 日(月) 13:00～15:30 6 号館 2 階講義室	・微分積分および微分方程式 ・級数・フーリエ解析および積分変換 ・ベクトル・行列・固有値（線形代数） ・曲線・曲面 ・関数論・複素数 ・確率・統計、情報数学、その他	6 問出題・3 問解答

b. 専門科目

1) 筆記試験

試験科目	試験日時・場所	出題範囲	出題数・解答数
物 理 学	8 月 29 日(火) 9:00～13:00 6 号館 2 階講義室	力学，電磁気学，統計熱力学，量子力学を基本とし，光学，固体物理学を含む物理学の分野	4 問出題・4 問解答

2) 口述試験

試験日時・場所	実 施 内 容
<p>9月1日(金)9:00～18:00頃 6号館2階講義室</p> <p>対象となる受験者のスケジュール表を8月31日にEメールにて送付する。</p>	<p>発表時間7分，質疑応答13分</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.受験者は現在行っている卒業研究又はそれに準じたもの（それらを行っていないものについては，大学院入学後研究したい分野とその内容）について発表すること。 2.各受験者はA4用紙（片面，横向き印刷）4枚以内の発表用資料（会場設置の書画カメラでスクリーンに映写するため，見やすいように文字の大きさ等に留意すること。カラー印刷可）を用意すること。その他（メモ，参考書等）の持ち込みは禁止する。 3.評価項目は以下の通り。 <ul style="list-style-type: none"> ・発表内容の理解度 ・基礎的な物理学の知識の修得度 ・発表表現能力

(4) 選抜方法

入学者の選抜は，提出書類，筆記試験（外国語試験を含む）及び口述試験の成績により行う。ただし，筆記試験（外国語試験を含む）による中間選抜を行う。合格者のみが口述試験を受験できる。選抜結果は8月31日にEメールにて通知する。

(5) 注意事項

- 本入試案内中の「令和6(2024)年度東京大学大学院工学系研究科入学試験受験者心得」を必ず熟読のこと。
- 一般教育科目の過去の試験問題は工学系研究科 Web サイト（<https://www.t.u-tokyo.ac.jp/soe/admission/general-past>）で PDF ファイルをダウンロードできる。
- 専門科目の過去の試験問題は，当専攻 Web サイトで PDF ファイルをダウンロードできる。
- 外国人受験者に対しては，筆記試験の際に和文に加えて英文の問題冊子も配付する。
- やむを得ない事情により TOEFL スコアを提出できない場合は出願前に相談すること。
(E-mail: office@ap.t.u-tokyo.ac.jp)

(Ⅱ) 博士後期課程

(1) 志望者は「令和 6(2024)年度東京大学大学院工学系研究科博士後期課程学生募集要項」を参照するとともに、願書提出前に必ず志望教員に連絡をとること。

(2) 出願に際しての補足・注意事項

- ・志望教員名及び志望分野に関する希望等を、本入試案内中の志望シート（博士後期課程用）に記入して出願書類と一緒に提出のこと。
- ・「令和 6(2024)年度東京大学大学院工学系研究科大学院入学試験外国語(英語)試験について (TOEFL スコア提出)(修士課程・博士課程【出願日程 A】)」に従い、TOEFL スコア提出の手続きを行うこと。（本学の大学院修士課程を修了した者又は修了見込みの者を除く。）
スコアレポート提出期限：2023 年 8 月 11 日(金)

(3) 試験日程

a. 第 1 次試験

試験科目	試験日時・場所	出題範囲・実施内容
物 理 学	8 月 29 日(火) 9 : 00～13 : 00 6 号館 2 階講義室	出題数・解答数：4 問出題・4 問解答 出題範囲：力学，電磁気学，統計熱力学， 量子力学を基本とし，光学， 固体物理学を含む物理学の分野 本専攻修士課程を修了した者又は修了見込みの者については，この試験を行わない。
口述試験	8 月 31 日(木) 15 : 00～18 : 00 頃 6 号館 2 階講義室 スケジュール表を 8 月 30 日までに E メールにて送付する。	発表時間 8 分，質疑応答 7 分 1.受験者は最近の研究内容及び博士後期課程に入・進学後の研究抱負について発表すること。 2.液晶プロジェクターが使用できる。ノート PC は各自持参のこと。

b. 第 2 次試験

1 月下旬～2 月上旬に実施する。期日・場所等の詳細は，第 1 次試験合格者に追って通知する。なお，10 月入学希望者に対しては，第 1 次試験の口述試験の際にあわせて第 2 次試験を実施する。（詳細は出願受付後に通知する。）

(4) 注意事項

- a. 本入試案内中の「令和 6(2024)年度東京大学大学院工学系研究科入学試験受験者心得」を必ず熟読のこと。
- b. 物理学の過去の試験問題は、当専攻 Web サイトで PDF ファイルをダウンロードできる。
- c. 外国人受験者に対しては、筆記試験の際に和文に加えて英文の問題冊子も配付する。
- d. やむを得ない事情により TOEFL スコアを提出できない場合は出願前に相談すること。

(E-mail: office@ap.t.u-tokyo.ac.jp)

理工学専攻各教員研究室紹介

- ・本年度は、以下に記載の教員が大学院学生を受け入れる。
- ・連名となっている教員は、共同で大学院学生を受け入れる。

理工学（物性理論・計算物理）

○教授 沙川 貴大

物理と情報・計算のクロスオーバーについての理論的研究。非平衡統計力学の情報処理過程への拡張や、不可逆性の起源の解明といった原理的な問題を研究しながら、そこで得られた知見をもとにして如何にエネルギー的に高効率な情報処理を実現するかといった工学的な問題にも挑戦していく。また、量子系を単一電子・単一光子レベルで測定・制御して情報処理を行う量子制御や量子計算についても研究している。研究対象とするシステムは生体内の高分子マシンからコヒーレントな量子光学系まで幅広いが、「情報・計算」と「統計力学・確率過程」を軸として、統一的な視点からアプローチすることを目指す。

<http://noneq.c.u-tokyo.ac.jp/>

○教授 求 幸年／講師 加藤 康之

量子多体系、特に強相関電子系が示す新規な物性に関する理論的研究。遷移金属化合物や希土類化合物、分子性固体など広範な物質群を対象に、それらが示す種々の興味深い物性を解明すると同時に、強相関量子系ならではの新しい普遍的な性質や未来社会の基盤となる技術を開拓する。物理的な直感と第一原理計算を援用して理論モデルを構築し、スーパーコンピュータを用いた大規模数値シミュレーションと解析的手法を相補的に組み合わせたアプローチを行なう。具体的な研究テーマとしては、電子のもつ複合自由度の競合と協調、フラストレーションや特異なトポロジーがもたらすトポロジカル磁性や量子スピン液体をはじめとする新規物性、カイラリティや多極子といった高次の相関や自由度が絡んだ量子現象、それらに伴う新奇な励起構造・ダイナミクス、表面・界面・乱れなどが引き起こす新現象、第一原理計算を活用した新規物質探索、機械学習を含む数値計算アルゴリズムの開発や改良など。

<http://www.motome-lab.t.u-tokyo.ac.jp/>

○准教授 森本 高裕

量子物質の示すトポロジカル現象を中心に物性理論の研究をおこなう。多様なトポロジカル量子相の対称性の観点からの理解と、それらがもたらす新しい量子応答現象の予言・解明を目指す。研究手法としては、場の理論などの解析的な方法に、数値的な方法を織り交ぜながら研究を行っている。具体的な研究対象としては、

- (1) トポロジカル量子相（トポロジカル絶縁体、ワイル半金属）
- (2) 非線形光学効果、非線形伝導（シフト電流、非相反電流）
- (3) 非平衡定常系（フロッケ理論・ケルディッシュグリーン関数）

が挙げられる。

<http://morimoto-lab.t.u-tokyo.ac.jp>

○准教授 渡辺 悠樹

量子多体系に対して普遍的に成り立つ物理法則を理論的に探求する。物性物理学は様々な興味深い現象やそれを実現する物質・実験に富んでいる。それらを注意深く観察し、特に「対称性」に注目することによって、系の詳細に依らない一般的な物理法則を導き出すことを目指す。これまで(i)南部ゴールドストーンモードの数や分散関係に関する一般論を構築したり(ii) Lieb-Schultz-Mattis定理をスピン軌道相互作用がある場合へと拡張する研究を行ってきた。

また一般的法則を指導原理に使うことで、逆に未知の現象を予言したりや新しい物質の提案することを目指す。例えばこの拡張されたLSM定理を用いると量子スピン液Dirac / Weyl半金属などのトポロジカル半金属相を実現する物質候補を提案できると期待され、現在研究を進めている。

<https://sites.google.com/view/watanabegroup>

○准教授 Gong Zongping

非平衡物理に関する理論的研究。エキゾチックな非平衡物質相（例えば、時間結晶、非エルミートトポロジカル相）の探求や非平衡ダイナミクスにおける普遍的法則（例えば、不確定性関係、Lieb-Robinson限界）の解明を主要な目標とし、色々な分野（統計力学、物性物理、量子情報、量子光学、数理物理等）を横断し幅広く研究テーマに取り込んでいる。基礎論的な側面のみならず、非平衡物質相・現象・法則の実験的実現・検証及び工学的応用も探っている。また、熱力学や複雑性など他の関連トピックにも関心を持っており、常に分野の融合や新たな研究領域の開拓を心掛けている。
<https://sites.google.com/site/zongpinggong/>

物理学（先端物質創成）

○卓越教授 十倉 好紀／講師 上田 健太郎

強相関電子系を対象とした固体電子物性および光物性の研究、および興味ある物質系の設計・開拓。

- (1) 磁性トポロジカル絶縁体が示すトポロジカル量子現象
- (2) トポロジカルスピンテクスチャー、スキルミオン、モノポールの創出と電磁気応答物性
- (3) 強相関電子系が示す新奇電子物性開拓：マルチフェロイクスにおける巨大電気磁気効果の物性、強相関ディラック・ワイル半金属の電気-磁気-熱相関物性など。

<http://www.cmr.t.u-tokyo.ac.jp>

○教授 川崎 雅司

薄膜作製技術を駆使し、新物質や原子レベルで制御した薄膜・ヘテロ界面を具現化することで、量子力学が顕わになる新たな電子物性の舞台を開拓する。遷移金属酸化物やハライドを主とする強相関電子系やトポロジカル物質群を対象とし、そうした量子力学的物性を人類社会の未来に貢献する機能として昇華させる研究を推進している。注目する機能は、エネルギー変換機能、超低消費電力メモリー、量子ビット機能などである。共通するのは、電気・磁気・光・格子などと強くカップルする電子の自由度を自在に制御する手法の設計から物質合成、物性・機能評価を個々の大学院生が一貫して行う実験研究という点である。

<http://kws.k.u-tokyo.ac.jp/>

○教授 木村 剛

物質デザイン・合成を基軸とした新規物性開拓の研究。強磁性・強誘電性・強弾性といった既存の強磁的(フェロイック)物性の範疇を超えて、物質中の構造や電子秩序状態の特異な対称性の破れに起因する新規なフェロイック秩序物性を提案し、それを具現化する物質の探索・合成、測定手法の開発、ドメイン制御を行う。さらには複数の新旧織り交ぜた多様なフェロイック物性を統一的に理解し、複数のフェロイック物性が結合することによる非自明な摂動による物性・構造制御など新規物性・機能の発現およびその制御法の確立をはかる。各大学院生は、物質設計・試料合成・単結晶育成から諸物性の精密測定までを一貫して手がけ、さらに観測される現象の背後にある物理を探究する。

<http://crystal.k.u-tokyo.ac.jp/hp/>

○教授 長谷川 達生

π 共役分子による2次元電子系の構築とこれらの電子／光／デバイス機能の開拓。有機半導体によるプラスチックエレクトロニクスの実現に向けて、層状に自己集積する性質を強化した π 共役分子の設計と開発、薄膜デバイス構築技術と高性能有機トランジスタの開発、高精度量子化学計算による結晶構造予測、及び有機強誘電性薄膜の開発と電気光機能開拓等を行う。

- (1) 超高急峻スイッチング有機トランジスタの開発、
- (2) 有機半導体における高次液晶相の競合と配列秩序の制御、
- (3) 層状有機半導体における結晶構造予測の実現、
- (4) 原子間力顕微鏡による表面相構造の解析。

<http://hsgw.t.u-tokyo.ac.jp/>

○准教授 関 真一郎

系のトポロジ・対称性に由来した未踏の量子現象が発現する新物質の設計・開拓を行うとともに、微細加工技術を駆使したマイクロデバイスの作成・計測を通じて、超低消費電力な情報処理・超高感度なセンシング等の応用につながる、新しい電子機能の実現に取り組んでいる。具体的には、

- (1) トポロジカルな秩序構造を伴う新物質の開拓と、曲がった空間に由来した巨大な創発電磁場の生成と制御
- (2) 特殊なトポロジ・対称性のもとでのマグノンの新しい輸送現象の開拓
- (3) 反強磁性体を利用した新しいスピントロニクス of 学理構築

<http://sekilab.net/>

○准教授 Max Hirschberger

我々の研究室では主に、物質中のトポロジに関連した、以下の2つのテーマの実験的な研究を行っています。

- (1) トポロジカルに非自明な電子バンド構造と関連した表面伝導状態
- (2) スキルミオンや螺旋磁性に代表される非共面的な磁気秩序

これらのテーマに対して、対称性や第一原理計算に基づく物質探索、様々な手法を用いた単結晶育成、極限環境における電気・熱測定、中性子・共鳴X線散乱といった手法を用いて研究を行います。最近では特に、劈開・2次元界面の形成に適した新しい磁性材料の探索やハニカム格子やカゴメ格子による特殊なバンド構造を有する量子材料の開拓に力を入れています。

<http://www.qpec.t.u-tokyo.ac.jp/hirschberger/>

理工学（量子物性）

○教授 石坂 香子

光や電子などの量子ビームを用いた物質科学の研究。光電子分光、超高速時間分解電子顕微鏡などの先端計測手法を用いて、革新的な物質や新しい物性・機能の探索を行っている。現在は下記のようなテーマで研究を行っている。

- ・ 2次元原子層の新物質探索、電子構造計測と物性機能予測
- ・ トポロジカル超伝導の新物質探索、スピン電子構造計測と物性機能予測
- ・ 物質の非平衡状態の超高速ナノスケール計測

<http://ishizaka.t.u-tokyo.ac.jp>

○教授 齊藤 英治

量子力学的性質を引き出すナノ構造と物質の設計・開拓、及びその量子物性物理の研究。

- (1) スピントロニクス
- (2) スピン流、スピン利用エネルギー変換・ナノ機械、光スピン科学
- (3) スピン流をプローブとした、強相関係、超伝導系、有機物系等の量子物性
- (4) 量子スピンダイナミクスを利用した情報物理学

<http://saitoh.t.u-tokyo.ac.jp/>

○准教授 高橋 陽太郎

量子物質と光の相互作用から生じる新しい光学現象の開拓とその理解を目指した研究。特に「自発的な対称性の破れ」や「物質中のトポロジ」から生じる光学現象に着目している。テラヘルツ帯から紫外までの最先端の光技術を駆使して、非散逸量子光起電力、強い光電場によるコヒーレント物質制御、電気磁気非線形応答といった研究に取り組む。以下にテーマの例を挙げる。

- ・ 量子幾何学的な性質に由来したテラヘルツ帯の光起電力効果の実現
- ・ トポロジカル物質で生じる巨大磁気光学応答や非線形光学現象の研究
- ・ アクシオン電気磁気結合から生じる光学現象の探索

http://www.qpec.t.u-tokyo.ac.jp/takahashi_lab

○教授 香取 秀俊／講師 牛島 一朗

量子エレクトロニクス、特にレーザー冷却法による極低温原子気体の生成、それを用いた量子計測に関する実験的研究を行う。現在、

(1) 超高精度原子時計「光格子時計」の開発を精力的に行っている。

この光格子時計の高精度比較によって、

(2) 物理定数の恒常性の検証や、

(3) 重力によって歪んだ時空間を観測する相対論的測地が可能になる。

この一方、光格子時計をプラットフォームにする量子コンピュータの開発や、可搬型・光格子時計への実装を視野に入れた、

(4) 原子波光学素子の集積化、原子チップの開発を進める。

<http://www.amo.t.u-tokyo.ac.jp>

○教授 小芦 雅斗／講師 佐々木 寿彦

量子情報・量子光学。量子力学に従う物理系は、我々が日常目にする世界とは違う奇妙な振る舞いを示すが、その特異性をうまく利用すると、高いセキュリティを持つ光通信や、高速な計算などの応用の道が拓けてくる。逆に、情報科学の緻密なロジックをもとに量子力学を見つめなおすと、我々の世界を支配する自然法則の、複雑だが時に美しい定量的な構造が見えてくる。当研究室では、光と物質との相互作用を通じて量子力学的な性質を引き出す応用の可能性を見据えつつ、同時に自然の根源的な構造に迫る。

<http://www.qi.t.u-tokyo.ac.jp>

○教授 中村 泰信

量子力学の原理をあらわに利用することにより、新しい情報処理・通信・精密計測などへの応用を目指す、量子情報科学に関する研究を行う。特に巨視的なスケールにわたって現れる固体中の集団励起の自由度に着目し、それらの量子状態の制御・計測に関する物理および工学を探究する。

(1) 超伝導量子ビット集積回路における誤り耐性量子計算実現に向けた研究

(2) 超伝導量子回路におけるマイクロ波量子光学の研究

(3) 異なる量子系の間のコヒーレントなインターフェースとなるスピン系やメカニクス系等のハイブリッド量子システムの研究

<http://www.qipe.t.u-tokyo.ac.jp/>

○教授 古澤 明／講師 遠藤 護

量子光学的手法を用いて、量子情報物理の実験的研究を行う。特に、量子テレポーテーションおよびそれに関連した実験が主なテーマである。これらから、量子情報物理および量子力学基礎（量子相関、観測問題など）に関する探求を行う。また、量子情報通信・量子情報処理（量子コンピュータ）など、応用を視野に入れた研究も行う。

<http://www.alice.t.u-tokyo.ac.jp>

○教授 山本 倫久

固体中の量子自由度の制御と伝送の技術に基づいた量子デバイスの創製に取り組む。具体的には、半導体微細構造中を伝搬する電子の量子状態を電子1個単位で精密に制御する量子電子光学実験や原子層物質などにおける新たな量子自由度の伝送・制御の実験によって、量子コヒーレンスの広がりや量子相関、量子変換の物理を解明し、それに基づいた量子デバイスの指導原理を開発する。同時に、高度な量子技術を用いて物性科学の問題をミクロな視点から解き明かし、量子技術と物性科学を融合させた新しいフロンティアを切り拓く。

<https://cems.riken.jp/jp/laboratory/qedru>

○准教授 武田 俊太郎

光を用いた量子コンピュータの開発を進める共に、その技術の実用的アプリケーションを探求している。光の量子が持つ性質を利用することで、量子コンピュータのみならず、従来の限界を超える通信や計測技術などの実現が期待されている。さらに、光量子情報処理は、量子力学の物理法則の美しさを体感しながら、光の量子1個1個を工学的技法により巧みに制御して機能を創出するという、「物理工学」の醍醐味が味わえる魅力的な研究分野でもある。我々は、これまで光子の情報処理を高効率に行う独自手法の開発や、オリジナルの光量子コンピュータ方式の提案などを行ってきた。今後は、独自方式の量子コンピュータの開発を進めると同時に、光量子回路の潜在能力を最大限まで活かして実用的アプリケーションへと適用していく。

<http://www.takedalab.t.u-tokyo.ac.jp>

○准教授 吉岡 孝高

固体フェムト秒光周波数コム等のレーザー光源技術やサブケルビン温度領域の低温分光技術を駆使し、物質科学や精密分光分野における未知の問題への挑戦と応用展開を行う。現在、下記のような研究を進めている：

ポジトロニウムのレーザー冷却

中性炭素原子の精密分光と冷却

半導体励起子のボース・アインシュタイン凝縮

<http://www.fs.t.u-tokyo.ac.jp/>

○准教授（委嘱） 山口 敦史

原子核時計の開発を行う。トリウムの同位体トリウム229は、レーザーで直接励起可能なエネルギーわずか8.3 eV(波長149 nm)の原子核遷移をもつ。この超低エネルギー原子核遷移の共鳴周波数を基準とする超高精度な時計である原子核時計の実現に挑む。具体的には、イオントラップ中でのトリウム229イオンのレーザー冷却およびその量子状態の制御技術の開発、原子核励起レーザーの開発を進める。研究は主に、理化学研究所 和光キャンパス(埼玉県和光市)にて行う。

先端科学技術研究センター

○教授 有田 亮太郎／講師 野本 拓也

非経験的手法に基づく物性物理学の研究を行う。様々な物質に対する計算から得られた知見をもとに、非自明な電子状態に由来する特異物性を理論的に予言、設計することを目指す。

より長期的には、新しい設計指針や指導原理の確立を理論物理学上の新概念の発見につなげることをねらっている。精度の高い物質設計を可能にする新しい計算法論の開発にも積極的に取り組む。

<http://arita-lab.t.u-tokyo.ac.jp/index.html>

物性研究所

○教授 小林 洋平

最先端レーザーの研究開発とその応用。超短パルスから単色まで非常に広い時間一周波数ダイナミックレンジを操作し、新しい分光法を開拓してゆく。光位相が精密に制御された極短パルスレーザーによる高次の非線形光学効果を駆使した光科学をベースとする、高強度物理と超精密分光との融合領域を研究している。また、周波数標準に応用される光周波数コムを超小型モード同期レーザーで実現し、医療用分光、コヒーレント光電子分光法の開拓など広い分野の応用を探索している。光と物質との究極の非線形相互作用として破壊の物理を研究している。「なぜ光で物が壊れるのか？」を理解する目的で、極短時間から物質の変化を光で追う。マルチディシプリナリな領域であるため、非常に幅の広い共同研究を進めている。

<http://yohei.issp.u-tokyo.ac.jp>

○教授 長谷川 幸雄

局所プローブで拓くナノ物性科学。極低温・磁場下で作動する走査トンネル顕微鏡 (STM) を主たる研究手段とし、物質表面での局所的な原子構造・電子状態・スピン構造および磁化特性・電気伝導特性の原子サイズ・ナノスケールでの評価を通じ、従来のマクロな見方とは異なる視点での新奇な物性の探索・解明に挑む。具体的には、

- (1) 超伝導体と強磁性体・グラフェン・トポロジカル絶縁体等との近接効果による特異な物性の探索
- (2) 空間反転対称性の破れた二次元表面超伝導体における非BCS超伝導状態の探索
- (3) 局所スピン励起の実空間観察による磁性超薄膜のマグノン分散計測
- (4) ナノスケール強磁性共鳴・スピン共鳴顕微鏡の開発とそれによるスピンドYNAMICS評価
- (5) 局所電位計測による量子輸送現象の可視化と散乱干渉現象の評価

<https://hasegawa.issp.u-tokyo.ac.jp/>

○准教授 井手上 敏也

量子ナノ物質が創出する新奇物性と機能。2次元物質やその界面、ナノチューブ等に代表されるナノ物質の量子相や対称性、および様々な量子自由度を自在に制御し、特有の電気伝導特性や超伝導物性、光学特性の発見と理解によって、物質科学の新潮流を開拓する。具体的には、以下のような研究テーマに取り組んでいる。

- (1) ナノ物質の量子相転移：電界誘起超伝導、トポロジカル相転移、磁性制御等
- (2) ナノ物質における量子整流現象：非相反伝導や超伝導ダイオード効果、光起電力効果等
- (3) ナノ物質における素励起制御：励起子ホール効果、2次元物質のマグノンやフォノン制御等

<https://ideue.issp.u-tokyo.ac.jp/>

○准教授 木村 隆志

X線自由電子レーザーや放射光、高次高調波といった先端X線光源を利用した、新たな顕微イメージング技術の開発に取り組む。原子レベルに迫る超精密加工・計測技術や電子ビームリソグラフィなどの半導体製造プロセスを応用し、様々な新規X線光学素子を設計・作製している。具体的には、X線集光ミラーやX線分光光学素子、溶液中試料計測のためのマイクロ流路デバイスなどのほか、レンズレスイメージングのための計算アルゴリズムの開発を現在行っている。先端X線光源と超精密X線光学素子を組み合わせたイメージングによって、生物・非生物を問わず、メゾスコピックな微細構造と物性の関係を従来にない空間的・時間的分解能で結びつけ、新たなサイエンスを切り拓くことを目指す。

また、現在建設が進められている次世代放射光施設での実装を見据え、新たな基盤技術開発も積極的に行う。

<https://tkimura.issp.u-tokyo.ac.jp>

○准教授 小濱 芳允

100テスラを超える超強磁場領域での物性物理を推進する。全ての物質は電子で構成されているため、どのような物質でも磁場下ではそのエネルギーが変化する。このため磁場下では通常不安定な新奇状態が出現しえる。例えば、ノーベル物理学賞が贈られた2次元電子系の量子ホール効果は強磁場特有の現象であるし、スピンを持つ磁性体で観測される磁化の量子化現象は物性物理の中心的議題の一つである。本研究室では、そのような強磁場下で起こる諸現象をより理解するために、新たな実験手法の構築、そして100テスラを超える超強磁場での探索的研究を行っている。

現在の主要なテーマは以下の通りである。

1. 強磁場における磁気光学効果
2. 2次元超伝導体におけるFFLO状態の観測
3. 微細加工技術を用いた新規デバイスの開発
4. トポロジカル絶縁体で見られる超強磁場での量子振動
5. パルス磁場下におけるNMR測定とその応用

<http://ykohama.issp.u-tokyo.ac.jp>

○准教授 中島 多朗

大型施設を用いた中性子散乱・放射光X線散乱による強相関物質の磁気・結晶構造とそのダイナミクスの研究。中性子やX線は固体中の原子や磁気モーメントがどのように配列し、集団運動しているかを直接観測することができる強力な実験手法である。これらを用いて、スピン配列が空間反転対称性を破ることによって強誘電性が生じるスピン誘導型のマルチフェロイック物質や、ナノスケールの渦状磁気構造である磁気スキルミオン等の研究に取り組んでいる。

当研究室は日本原子力研究開発機構内に設置された研究用原子炉JRR-3内の偏極中性子三軸分光器5G PONTAの共同利用を運営しており、J-PARC物質・生命科学研究施設に設置された高分解能チョッパー分光器HRC(BL12)の運営にも参加している。これらの装置を用いて先端的な中性子散乱手法の開発にも取り組む。

<https://sites.google.com/view/t-nakajima-group/home>

生産技術研究所

○教授 芦原 聡

量子エレクトロニクス分野において、超高速・ナノ光科学の実験研究を推進している。特に、レーザーのスペクトル構造と電場波形を精密に制御する技術を究め、デザインされた光の場でこそ発現する光-物質相互作用を探索している。さらに、エネルギー・環境問題の解決をはじめとする未来社会への貢献を視野に入れ、革新的な分光法および物質制御法の創出に取り組む。具体的には以下のテーマを実施している。

- (1) 周波数コムをはじめとする超短パルスレーザーの開発
- (2) プラズモニクスを活用したナノスケールの超高速光学
- (3) 赤外レーザーを用いた微量分子の超高感度検出
- (4) 波形整形パルスを用いた物質の量子力学的制御（化学反応制御、相転移誘起など）
- (5) 光による電子のアト秒制御とその超高速光エレクトロニクス機能への展開

<http://www.ashihara.iis.u-tokyo.ac.jp>

○教授 酒井 啓司

マイクロ・ナノ領域の流体物理の研究を通して、柔軟でかつ高次の機能と構造を有する微小なソフトデバイスを創成するための新規の流体プロセスを開発している。

- (1) インクジェット技術とピコリットル液滴のマニピュレーションを融合しての人工細胞作製や、環境に応じて形態変化する自己組織化結晶の創生
- (2) ナノ流体の動的構造を調べる新規物性計測法の開発。レーザー散乱分光による単分子膜スペクトロスコピーやナノレオロジー分野を開拓するEMSシステムの開発
- (3) 超高分解能液体表面エネルギー分光法の開発（JSTプロジェクト）
- (4) ソフトマテリアルの界面構造解析を行う光・電界プローブ顕微測定法の開発
- (5) ナノ流体計測・分析分野における特許戦略と市場展開

<http://sakailab.iis.u-tokyo.ac.jp>

○教授 福谷 克之

表面・界面物理の実験的研究。次元・対称性が低下した系としての表面・界面特有な物性の探索、特に“電荷”、“スピン”、“プロトン”自由度に着目したダイナミクス解明と制御を目指している。実験手法として、独自に開発したスピン偏極ビームや（2光子）光電子分光、共鳴散乱・分光、などを用いている。

- (1) 電子ダイナミクス：水素化物・金属酸化物・原子層物質の表面伝導特性とトポロジカル電子状態、界面磁性。レーザー光電子分光を用いた電子励起状態観測。プロトントンネルに起因する近藤効果。
- (2) スピンダイナミクス：スピン偏極ビームを用いた、トポロジカル表面状態でのスピン輸送やスピン回転・干渉効果、吸着におけるスピン効果、核スピン3重項→1重項転換。
- (3) プロトンダイナミクス：プロトンの量子拡散・回転と非断熱性・伝導物性との相関。表面・界面でのエネルギー変換の物理。

<http://oflab.iis.u-tokyo.ac.jp>

○准教授 金澤 直也

量子物質の表面に現れる新しい電子相を開拓する。また固体・液体・気体状態の多種多様な物質との接合界面を作製し、電子やスピン、原子や分子、情報やエネルギーのやりとりに起因した非平衡・非線形現象の探索と機能設計に挑戦する。物質-情報-生命現象をつなぐ量子物質界面の科学を構築し、グリーントランスフォーメーション(GX)技術の実現に貢献する。薄膜合成、ナノデバイス加工、電子・スピン物性評価、第一原理計算・機械学習を用いた物質評価とデバイス実装、国内・海外大型施設実験などを通して研究を推進する。テーマは話合いの上で決定するが、具体的には以下の通り。

- (1) 電気分極のトポロジ概念(Zak位相)を応用した表面新物質相の開拓、低環境負荷・省電力なエレクトロニクス・スピントロニクス素子の設計。
- (2) 磁性体やイオン液体等との界面におけるナノ磁気構造の自己組織化とその複雑ネットワークが織りなす非線形伝導現象の開拓。ニューロモルフィックコンピューティング応用。
- (3) 低次元ナノ構造作製技術の開発。それら低次元量子状態における量子輸送現象の開拓、ゆらぎ制御とエネルギー変換機能設計。

<https://sites.google.com/view/kanazawa-lab>

○准教授 古川 亮

ガラス(アモルファス)物質、コロイド、粉体からバクテリア(アクティブマター)まで、様々なソフトマター・複雑液体系における非線形・非平衡問題を対象としている。ソフトマター物理の研究では、粗視化、時空階層性、自己組織化などの統計物理的概念が大いに有効であった。これらの概念を切り口に理論・数値的アプローチを主体として研究を行う。近年、特に取り組んできた問題は下記の通りである：

- (1) ガラス化による流体輸送異常に発現する揺らぎの相関構造の起源とその役割の解明
- (2) ガラス形成物質や粉体における非ニュートンレオロジー (シアシニング、シアシックニング、破壊など)
- (3) 微生物系の集団運動に及ぼす(近接)流体力学的相互作用の効果

また、コロイド複合系や膜系でのシミュレーション研究の計画もある。

<http://www.complexfluid.iis.u-tokyo.ac.jp>

令和6(2024)年度 東京大学大学院工学系研究科入学試験受験者心得

1. 試験日

令和 5(2023)年 8 月 28 日(月)～9 月 1 日(金)

(各科目等の試験時間・場所の詳細は、志望専攻の「専攻入試案内」を参照すること。)

2. 試験場

東京大学大学院工学系研究科(東京都文京区本郷 7-3-1)試験場案内図参照

- (1) 各自が受験すべき科目の試験室については、令和 5(2023)年 8 月 25 日(金)午前 10 時までに工学系研究科 Web サイト及び専攻掲示板に掲示するので、予め試験室を確認しておくこと。
- (2) 受験者は、試験開始時刻の 20 分前までに所定の試験室に入室すること。なお、専門科目(専門学術)試験については、専攻において別に指示することもある。

3. 試験当日に持参するもの

- (1) 受験票
- (2) 黒色鉛筆(又はシャープペンシル)、消しゴム、鉛筆削り(卓上式は不可)、時計(計時機能だけのもの)。
- (3) 携帯電話等の電子機器類は、試験室入室前にアラームの設定を解除した上で電源を切り、カバン等に入れ、身につけないこと。携帯電話等を時計として使用することは認めない。
- (4) 専門科目(専門学術)試験の携行品については、専攻において別に指示することもある。
- (5) その他、受験票交付時に指示するもの。

4. 一般教育科目(一般学術)試験時の留意事項

- (1) 監督者の指示に従うこと。
- (2) 試験時間中の退室は、解答を終えた場合でも、また、試験を放棄する場合でも認めない。
- (3) 試験時間中、受験票を常に机上に置くこと。
- (4) 解答用紙及び問題冊子は、持ち帰ってはならない。
- (5) 監督者の指示があるまで退室しないこと。

5. 博士課程第 2 次試験

博士課程第 2 次試験は、原則として令和 6(2024)年 1 月下旬から 2 月中旬とし、期日・場所は追って通知する。

6. その他

- (1) 合格者は、令和 5(2023)年 9 月 7 日(木)午後 4 時頃、本研究科 Web サイトに掲示する。
(<https://www.t.u-tokyo.ac.jp/soe/admission/general-fee?hsLang=ja>)
- (2) 電話、FAX、メール等による可否の照会には応じない。
- (3) 出願以後において、メールアドレス、電話番号等連絡先に変更が生じた場合には、速やかに届け出ること。
- (4) 問合せ先：東京大学大学院工学系研究科学務課大学院チーム
daigakuin.t@gs.mail.u-tokyo.ac.jp, 03-5841-6038、7747

【志望シート（修士課程用）】

東京大学大学院工学系研究科物理工学専攻

課 程 別	修 士		専 攻	物 理 工 学	
ふりがな 受験者氏名			※受験番号		
出 身 大 学	大学 部 科				
志 望 教 員 (第8志望まで 必ず記入する こと)	第1 志望	教員	第5 志望	教員	
	第2 志望	教員	第6 志望	教員	
	第3 志望	教員	第7 志望	教員	
	第4 志望	教員	第8 志望	教員	
	上記以外は、 <input type="checkbox"/> 実験系教員志望 <input type="checkbox"/> 理論系教員志望 <input type="checkbox"/> どこでも良い (必ずチェックすること)				
志 望 分 野 (第1志望以外も 含める。具体的 に記入すること)					

◆ この用紙を願書と一緒に提出すること。

◆ ※欄は記入しないこと。

【志望シート（博士後期課程用）】

東京大学大学院工学系研究科物理工学専攻

課 程 別	博 士	専 攻	物 理 工 学
ふりがな 受験者氏名		※受験番号	
出 身 大 学	大学 大学大学院	部 研究科	科 専攻
志 望 教 員	教員		
志 望 分 野 (なるべく詳しく 記入すること)	<div style="border-bottom: 1px dashed black; height: 15px;"></div> <div style="border-bottom: 1px dashed black; height: 15px;"></div> <div style="border-bottom: 1px dashed black; height: 15px;"></div> <div style="border-bottom: 1px dashed black; height: 15px;"></div> <div style="border-bottom: 1px dashed black; height: 15px;"></div> <div style="border-bottom: 1px dashed black; height: 15px;"></div> <div style="border-bottom: 1px dashed black; height: 15px;"></div> <div style="border-bottom: 1px dashed black; height: 15px;"></div> <div style="border-bottom: 1px dashed black; height: 15px;"></div> <div style="border-bottom: 1px dashed black; height: 15px;"></div> <div style="border-bottom: 1px dashed black; height: 15px;"></div> <div style="border-bottom: 1px dashed black; height: 15px;"></div> <div style="border-bottom: 1px dashed black; height: 15px;"></div> <div style="border-bottom: 1px dashed black; height: 15px;"></div> <div style="border-bottom: 1px dashed black; height: 15px;"></div> <div style="border-bottom: 1px dashed black; height: 15px;"></div> <div style="border-bottom: 1px dashed black; height: 15px;"></div> <div style="border-bottom: 1px dashed black; height: 15px;"></div> <div style="border-bottom: 1px dashed black; height: 15px;"></div> <div style="border-bottom: 1px dashed black; height: 15px;"></div>		

- ◆ この用紙を願書と一緒に提出すること。
- ◆ ※欄は記入しないこと。

(I) MASTER'S PROGRAM

(1) Explanation Session of Examinations

Date : June 17(Sat.), 2023 13:00～

Place : Eng. Bldg.6 2F Lecture Room 63, The University of Tokyo, Hongo Campus

Note • After the explanation session, you can visit the laboratories freely.

- Registration is not necessary.

(2) Supplementary explanation regarding applications

- All applicants must submit Application Sheet M in this guide with other required application documents for Graduate School of Engineering. All applicants must list 8 prospective supervisors in order of priority (refer to Introduction to Research Groups in Dept. of Applied Physics).
- Refer to “Notice regarding Foreign-language (English) Examinations in 2024 Graduate School of Engineering, The University of Tokyo Entrance Examinations (How to submit TOEFL score) (Master's Program, Doctoral Program 【Application Schedule A】)” and submit an official TOEFL score.

Deadline for submission of score report: August 11(Fri.), 2023

(3) Examination Schedule

a . Regular education subjects

Subject	Date and Location	Scope	Problems
Mathematics	August 28(Mon.) 13 : 00～15 : 30 Bldg.6, 2F, Lecture Room	<ul style="list-style-type: none">• Differential and Integral Calculus, Differential Equations• Series, Fourier Analysis, Integral Transform• Vector, Matrix, Eigenvalue (Linear Algebra)• Curve and Surface• Function Theory, Complex Number• Probability and Statistics, Information Mathematics, etc.	Answer 3 problems out of the 6 problems given.

b . Specialized subjects

1) Written Examination

Subject	Date and Location	Scope	Problems
Physics	August 29(Tue.) 9 : 00～13 : 00 Bldg.6, 2F, Lecture Room	Mechanics, Electromagnetism, Statistical Thermodynamics and Quantum Mechanics, including Optics and Solid State Physics	Answer the 4 problems given.

2) Oral Examination

Date and Location	Guidelines
<p>September 1 (Fri.) 9 : 00~18 : 00 Bldg.6, 2F, Lecture Room</p> <p>The timetable for the eligible applicants will be sent via e-mail on August 31.</p>	<p>Presentation: 7 minutes Q&A session: 13 minutes</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.The applicant will give a presentation on their graduate study (or on future research plan if they are not doing graduate study). 2.The applicant will bring presentation materials printed on one side of 4 sheets (or less) of A4 paper in landscape orientation. In order to make the materials projected on the screen clearly, attention must be paid to font sizes in your materials. Color printing is allowed. It is not allowed to bring any additional items into the examination room (memos, books of reference, etc.). 3.The evaluation is made from the following perspectives. <ul style="list-style-type: none"> • Understanding of the contents of the presentation. • Proficiency in fundamental knowledge in physics. • Skill of presentation.

(4) Selection Methods

Admission decisions will be made comprehensively based on evaluation of the submitted documents, the written examinations including foreign languages, and the oral examination, provided that the applicant has passed the intermediate selection by the written examinations including foreign languages. The results of the selection will be notified via e-mail on August 31.

(5) Notes

- Please carefully read the “Notice for Examination -The 2024 Master’s / Doctoral Program Graduate School of Engineering, the University of Tokyo-” in this guide.
- Entrance Examinations in the past for Regular education subjects can be downloaded from the following link : <https://www.t.u-tokyo.ac.jp/en/soe/admission/general-past>
- Entrance Examinations in the past for Specialized subjects can be downloaded from the department website.
- For foreign applicants, written examination booklets will be given both in Japanese and English.
- If submission of an official TOEFL score is impossible under unavoidable circumstances, please contact via e-mail: office@ap.t.u-tokyo.ac.jp before submitting the application.

(II) DOCTORAL PROGRAM

(1) All applicants must refer to the “Guidelines for Applicants to the 2024 Doctoral Program, Graduate School of Engineering, The University of Tokyo” and make sure to contact your prospective supervisor before submitting your application.

(2) Supplementary explanation regarding applications

- All applicants must submit Application Sheet D in this guide with other required application documents for Graduate School of Engineering.
- Refer to “Notice regarding Foreign-language (English) Examinations in 2024 Graduate School of Engineering, The University of Tokyo Entrance Examinations (How to submit TOEFL score) (Master’s Program, Doctoral Program 【Application Schedule A】)” and submit an official TOEFL score. Applicants who have completed or are expected to complete Master's Program at the University of Tokyo are exempt from the submission of score reports.

Deadline for submission of score report: August 11(Fri.), 2023

(3) Examination Schedule

a . Primary Examinations

Subjects	Dates and Locations	Scope • Problems
Physics	August 29(Tue.) 9 : 00~13 : 00 Bldg.6, 2F, Lecture Room	Answer the 4 problems given. Scope : Mechanics, Electromagnetism, Statistical Thermodynamics and Quantum Mechanics, including Optics and Solid State Physics This examination is waived for applicants who have completed or are expected to complete Master's Program at Department of Applied Physics.
Oral Examination	August 31 (Thu.) 15 : 00~18 : 00 Bldg.6, 2F, Lecture Room The timetable will be sent via e-mail by August 30.	Presentation: 8 minutes Q&A session: 7 minutes 1.The applicant will give a presentation on their achievements in recent research and their doctoral research plan. 2.An LCD projector will be available. The applicant will bring their own laptop computer.

b . Secondary Examination

A secondary examination will be held in late January to early February. Date, location, and details of the examination will be sent to applicants who have passed the primary examination. For applicants who wish to enroll in the Doctoral program in October, the secondary examination will be held in conjunction with the oral examination of the primary examinations. (Details will be notified to each applicant after the application period.)

(4) Notes

- a . Please carefully read the “Notice for Examination -The 2024 Master’s / Doctoral Program Graduate School of Engineering, the University of Tokyo-” in this guide.
 - b . Entrance Examinations in the past for “Physics” can be downloaded from the department website.
 - c . For foreign applicants, written examination booklets will be given both in Japanese and English.
 - d . If submission of an official TOEFL score is impossible under unavoidable circumstances, please contact via e-mail: office@ap.t.u-tokyo.ac.jp before submitting the application.
-

Introduction to Research Groups in Dept. of Applied Physics

- The faculty members listed below will accept graduate students for this admission period.
- The faculty members listed together will jointly accept graduate students.

Applied Physics (Condensed Matter Theory, Computational Physics)

○Professor Takahiro SAGAWA

Theoretical study of the relationship between physics and information/computation. In particular, we are working on nonequilibrium statistical mechanics for information processing. Our challenge is to reveal the designing principle of energetically efficient information processing devices on the basis of fundamental theoretical physics. Moreover, we are working on quantum control and quantum computation with highly coherent quantum systems. Information/computation theory and statistical physics give us a coherent view on these research topics.

http://noneq.c.u-tokyo.ac.jp/index_e.html

○Professor Yukitoshi MOTOME/Lecturer Yasuyuki KATO

We study theoretically various properties of quantum many-body systems, in particular, strongly correlated electron systems. The aim of our research is to understand novel phenomena in a wide range of materials, such as transition metal compounds, rare-earth materials, and molecular solids, and at the same time, to explore new universal properties in the strongly correlated quantum systems and fundamental technologies for future society. For these purposes, we construct the models by combining physical intuition and ab initio calculations, and investigate them by complementarily using large-scale numerical simulations on supercomputers and analytical calculations. The current research topics: competition and cooperation of charge, spin, and orbital degrees of freedom, novel phenomena emergent from frustration and topology such as topological magnets and quantum spin liquids, quantum phenomena brought by higher-order multipoles and chirality including excitations and dynamics, nanoscale physics at the surface, interface, and disorder, search for new materials based on ab initio calculations, and development of numerical algorithms including machine learning.

<http://www.motome-lab.t.u-tokyo.ac.jp/index-e.html>

○Associate Professor Takahiro MORIMOTO

We study condensed matter theory, in particular, topological phenomena in quantum materials. We are interested in novel quantum phenomena that are enabled by topological materials, and systematic understanding of topological phases. We use analytical methods such as quantum field theory combined with some numerical simulations. Our research interests include:

- (1) Topological phases of matter (topological insulators, Weyl/Dirac semimetals)
- (2) Nonlinear optical/transport phenomena (shift current, nonreciprocal current response)
- (3) Nonequilibrium phenomena (Floquet theory, Keldysh formalism)

<http://morimoto-lab.t.u-tokyo.ac.jp/en>

○Associate Professor Haruki WATANABE

The subject of condensed matter physics is very rich: there are an infinite number of parameters producing a diversity of exciting phenomena. As a theorist, my goal is to distill general principles out of this complexity by constructing theories that can coherently explain all known examples and make new predictions.

We have established a general counting rule of Nambu-Goldstone modes in nonrelativistic systems and a criterion for when they strongly interact with electrons in metals, possibly leading to non-Fermi liquid behaviors. More recently, we have extended the Oshikawa-Hastings-Lieb-Schultz-Mattis theorem to spin-orbit coupled systems and further refined it for non-symmorphic space crystals.

<https://sites.google.com/view/watanabegroup/english>

○Associate Professor Zongping GONG

Theory of nonequilibrium physics. Focusing primarily on exploring exotic nonequilibrium phases of matter (e.g., time crystals, non-Hermitian topological phases) and universal rules underlying nonequilibrium dynamics (e.g., uncertainty relation, Lieb-Robinson bound), we carry out comprehensive research at the interface of various subjects including statistical mechanics, condensed matter physics, quantum information, quantum optics, mathematical physics, etc. On top of figuring out the fundamental theory, we also try to address the experimental relevance and potential practical applications. Moreover, we are widely interested in other related topics such as thermodynamics and complexity, and always motivated to try to merge different research fields and open new research avenues.

<https://sites.google.com/site/zongpinggong/>

Applied Physics (Frontier Materials Science)

○Distinguished University Professor Yoshinori TOKURA/Lecturer Kentaro UEDA

Research on electronic and optical properties of strongly correlated electron systems and material design.

- (1) Topological quantum phenomena in magnetic topological insulator/semimetals.
- (2) Anomalous electromagnetic response produced by topological spin texture, skyrmions and monopoles.
- (3) Emergent electronic phenomena in correlated electron systems: gigantic magnetoelectric effect in multiferroics, electric-magnetic-thermal quantum phenomena in correlated Dirac/Weyl semimetals.

http://www.cmr.t.u-tokyo.ac.jp/index_e.shtml

○Professor Masashi KAWASAKI

We create platforms to realize quantum electronic properties by synthesizing novel materials and atomically controlled interfaces with utilizing our thin film fabrication technique. Targeting strongly correlated electron systems and topological materials such as transition metal oxides and halides, we sublimate the quantum electronic properties into functionalities contributing to bright future of human society. We aim at uncovering novel functions such as energy conversion, ultralow dissipation memory, and quantum bit. We should be emphasizing that, in any of the research projects, individual graduate students are supposed to accomplish the research from design through synthesis to characterization of novel properties and functionalities.

<http://kws.k.u-tokyo.ac.jp/>

○Professor Tsuyoshi KIMURA

We explore novel physical properties based on materials design and synthesis. We propose novel ferroic properties that go beyond ferromagnetism, ferroelectricity, and ferroelasticity, synthesize materials that embody them, develop measurement techniques to reveal their novel functionalities. In addition, we combine various ferroic properties in a single material, that is, multiferroic. We aim to explore new types of multiferroic materials which lead to unconventional control of electronic properties. Each graduate student will work consistently from materials design, sample synthesis, crystal growth to precise measurements of various physical properties, and explore the physics behind the observed phenomena.

<http://crystal.k.u-tokyo.ac.jp/hp/en/>

○Professor Tatsuo HASEGAWA

Construction of two-dimensional electronic system based on π -conjugated molecules, and exploration of their electronic/photonic/device functions. To realize “plastic” electronics with use of organic semiconductors, we investigate design and development of highly layered-crystalline π -conjugated molecules, development of thin-film processing technique and high-performance organic transistors, development of crystal structure prediction methods using high-precision quantum chemical calculations, and development of organic ferroelectric films and exploration of opto-electronic device functions. Specific current research subjects include 1) Development of extremely sharp switching organic transistors, 2) Competition of high-order liquid-crystalline phase in organic semiconductors and control of molecular order, 3) Development of crystal structure prediction for layered organic semiconductors, 4) Analyses of surface phase structures by atomic force microscopy.

<http://hsgw.t.u-tokyo.ac.jp/english/>

○Associate Professor Shinichiro SEKI

On the basis of the concept of topology and symmetry, we're exploring new material systems to host nontrivial quantum phenomenon. By creating micro-fabricated device structures, we attempt to realize novel electronic function such as the information processing with ultra-low energy consumption or the field detection with ultra-high sensitivity. The followings are the example of our research topics:

- (1) Development of new materials to host nontrivial topological orders, where the generation and control of giant emergent electromagnetic fields become possible
- (2) Exploration of novel transport phenomena for magnon under the nontrivial topology and symmetry
- (3) Fundamental studies of antiferromagnetic spintronics

<http://sekilab.net/>

○Associate Professor Max HIRSCHBERGER

We aim to bring together two recent trends in Experimental Condensed Matter research that are both related to the mathematical concept of topology:

- (1) Non-trivial winding of electronic band structures and related conducting surface modes
- (2) non-coplanar magnetism, such as topological knots and other canted magnetic orders.

Our toolbox includes material search based on symmetry principles, single crystal synthesis using a variety of solid-state techniques, electrical and thermal transport under extreme conditions, as well as neutron / resonant x-ray scattering techniques. Currently, we are most interested in toy model materials that help us understand novel electronic and optical phenomena. For example, we like to design two-dimensional layered ('van der Waals') materials suitable for exfoliation and novel interfaces. Moreover, we are interested in new materials with unconventional electronic structure generated by honeycomb or Kagome lattices.

<http://www.qpec.t.u-tokyo.ac.jp/hirschberger/>

Applied Physics (Quantum Condensed-matter Physics)

○Professor Kyoko ISHIZAKA

Materials science study by utilizing quantum beams e.g. photons and electrons. We use various advanced probes such as photoelectron spectroscopy and ultrafast transmission electron microscope, to investigate new materials and functions. Main targets currently working are the following:

- Atomically thin 2-dimensional materials
- Topological superconductors
- Ultrafast nanoscale observations of non-equilibrium states in materials

<http://ishizaka.t.u-tokyo.ac.jp>

○Professor Eiji SAITOH

Design of nano systems and materials to bring out quantum mechanical effects of matter, and research on their physical properties.

- (1) Spintronics.
- (2) Spin current, spin energy conversion, spin mechanics, and opto-spin science.
- (3) Spin current probing of electronic properties in correlated electron systems, superconductors, and organic materials.
- (4) Information physics using spin quantum dynamics

<http://saitoh.t.u-tokyo.ac.jp/>

○Associate Professor Yotaro TAKAHASHI

Novel light-matter interaction arises from spontaneous symmetry breakings and concept of topology in condensed matter. Our research interests involve such optical phenomena in emergent quantum materials. We use various optical methods and state-of-the-art laser technologies; the femtosecond pulse lasers, strong light field, many spectroscopic methods ranging from terahertz, infrared to visible and ultraviolet region.

Current research topics are

- (i) Novel terahertz photovoltaic effect arising from the quantum geometric phase of electron
- (ii) Exploration of giant magneto-optical and nonlinear optical effects in topological magnets
- (iii) Optical phenomena induced by axionic magnetoelectric coupling in matter

http://www.qpec.t.u-tokyo.ac.jp/takahashi_lab

○**Professor Hidetoshi KATORI/Lecturer Ichiro USHIJIMA**

We experimentally investigate Quantum Electronics, in particular, Quantum Metrology using ultracold atoms created by laser cooling. Current research topics are

- (1) development of ultraprecise “optical lattice clocks,”
- (2) investigation of relativistic geodesy and
- (3) search for the temporal variation of fundamental constants using optical lattice clocks,
- (4) integration of atom optical chips as platforms for future quantum computations and transportable optical clocks.

http://www.amo.t.u-tokyo.ac.jp/e_index.html

○**Professor Masato KOASHI/Lecturer Toshihiko SASAKI**

Quantum information/ Quantum optics. Physical systems obeying quantum mechanics behave quite differently from what we observe in daily life. Such peculiar properties can be exploited to realize applications in information processing such as optical communication with ultimate security and very fast computation. Conversely, if we scrutinize the quantum mechanics through the approaches in information science based on its operationally-defined rigid paradigms, a new level of insight is obtained on the complex but beautiful quantitative structure of the rules governing our world. In our lab, we probe various possibilities of extracting quantum properties through tweaking light-matter interactions toward such applications, and also aim at closing in on the fundamental structures of the laws of nature.

<http://www.qi.t.u-tokyo.ac.jp/>

○**Professor Yasunobu NAKAMURA**

Quantum information science targets explicit applications of the principles of quantum mechanics in information processing, communication, precise measurement, etc. We are investigating novel techniques for quantum-state control and measurement in electrical and optical devices, from both physics and engineering aspects. Our emphasis is on macroscopic-scale manifestations of quantum coherence in collective degrees of freedom in solids.

The research topics include

- (1) fault-tolerant quantum computing in integrated superconducting quantum circuits,
- (2) microwave quantum optics in superconducting circuits, and
- (3) hybrid quantum systems coherently interfacing heterogeneous quantum systems mediated by spin or mechanical system

<http://www.qipe.t.u-tokyo.ac.jp/en/>

○**Professor Akira FURUSAWA/Lecturer Mamoru ENDO**

We experimentally study quantum information physics by utilizing quantum optics. In particular, we are interested in quantum teleportation and its related experiments. Through these researches, we investigate quantum information physics and fundamental quantum mechanics, such as quantum correlations and observation problems. Furthermore, we explore applications in quantum communication and quantum computation.

<http://www.alice.t.u-tokyo.ac.jp/index-e.html>

○**Professor Michihisa YAMAMOTO**

We develop quantum devices based on manipulation and transfer of quantum degrees of freedom in solids. We employ quantum electron optics, where quantum states of propagating electrons are precisely manipulated in a single electron unit, and experiments on transfer and manipulation of novel quantum degrees of freedom in variety of systems including atomic-layer materials. These experiments aim to reveal physics of quantum coherence extension, quantum correlations, and quantum conversions, as guiding principles for quantum devices. We also employ state of the art quantum technologies to solve long-standing problems in condensed matter physics from microscopic points of view.

<https://cems.riken.jp/en/laboratory/qedru?lang=en>

○ **Associate Professor Shuntaro TAKEDA**

Our group is developing optical quantum computers and looking for their practical applications. Quantum properties of light not only realize quantum computers, but also open up the possibilities to outperform the conventional communication and sensing technologies. Furthermore, optical quantum information processing is an attractive field of research in that we can enjoy the real pleasure of “applied physics”: we can experience the beautiful rules of quantum mechanics and create new functionalities by skillfully controlling quantum particles of light through engineering techniques. Thus far, we have developed novel schemes for efficient information processing of light, and proposed an original architecture for optical quantum computing. We will develop the original quantum computer, and also make the most of quantum optical circuits to realize their practical applications.

<http://www.takedalab.t.u-tokyo.ac.jp/en>

○ **Associate Professor Kosuke YOSHIOKA**

We study advanced spectroscopic and control techniques of matters through development of state-of-the-art lasers such as solid-state femtosecond frequency combs. The following projects are our current research activities:

Laser cooling of positronium

Precision spectroscopy and cooling of neutral carbon atoms

Bose-Einstein condensation of excitons in a bulk semiconductor

<http://www.fs.t.u-tokyo.ac.jp/>

○ **Guest Associate Professor Atsushi YAMAGUCHI**

We are developing a nuclear clock. Thorium-229 has a nuclear transition with an energy of only 8.3 eV (corresponding to the wavelength of 149 nm) that can be excited by a laser. A nuclear clock, which is based on the resonance frequency of this low-energy nuclear transition, is expected to achieve clock accuracy surpassing that of existing atomic clocks. Towards a nuclear clock, we are developing techniques for laser cooling of Th-229 ions in an ion trap and controlling their quantum states. We are also developing lasers to excite the nuclear transition in Th-229. The research will be done mainly at RIKEN (Wako, Saitama).

Research Center for Advanced Science and Technology

○ **Professor Ryotaro ARITA / Lecturer Takuya NOMOTO**

Our research interests are in the field of condensed matter physics. By means of ab initio calculations, we study a variety of exotic materials/systems. We aim at predicting and designing anomalous physical properties for materials having non-trivial electronic structure. The long term goal of our research is to achieve novel ideas/notions in theoretical physics through establishing new guiding principles for design of functional materials. We are also interested in the development of methods for electronic structure calculations with high degree of accuracy.

<http://arita-lab.t.u-tokyo.ac.jp/index.html>

Institute for Solid State Physics

○ **Professor Yohei KOBAYASHI**

We are developing state-of-the-art lasers from femtosecond lasers to ultra-narrow linewidth lasers. An optical frequency comb is studied for optical clocks or new spectroscopic method. The high-power Yb-fiber laser is applied for high-repetition-rate high-harmonic generation, which corresponds to a VUV frequency comb. A comb tooth can be used as a cw laser in VUV, it was then applied for a precision measurement of atoms. High-power XUV coherent light source is also developed for a photoelectron spectroscopy. We are also interested in an extreme light-matter interaction such as a laser ablation. “Why a material is cut by light?” is a basic idea to strive for. We are trying to understand the mechanism of the laser processing from the ultra-short time scale with help of many collaborative research.

<http://yohei.issp.u-tokyo.ac.jp/>

○Professor Yukio HASEGAWA

Nanoscience explored by local probes. Using a low-temperature high-magnetic-field scanning tunneling microscopy (STM) as a main tool, we have investigated various atomic- and nano-scale phenomena of local atomic structures, electronic states, spin and magnetic properties, electrical conductance etc., and explore new and unique properties that cannot be accessible with conventional macroscopic techniques. Examples of recent researches include

- (1) exploration of unique properties induced by the superconducting proximity effect on ferromagnetic materials, graphene, and topological insulators
- (2) exploration of noncentrosymmetric 2D surface superconductors and non-BCS superconducting states
- (3) magnon dispersion in magnetic ultrathin films investigated by local spin excitation
- (4) development of nanoscale ferromagnetic and electron spin resonances and investigation of spin dynamics
- (5) visualization of quantum transport through the local potential measurements

<https://hasegawa.issp.u-tokyo.ac.jp/>

○Associate Professor Toshiya IDEUE

Novel physical properties and functionalities in quantum nanomaterials. By precisely controlling the quantum phases, symmetries, and quantum degrees of freedom, we are exploring the unique transport phenomena, superconducting properties, and optical functionalities of nanomaterials such as two-dimensional crystals, van der Waals interfaces, and nanotubes to pioneer new trends in material science. The followings are examples of our research topics:

- (1) Quantum phase transition in nanomaterials: Electric-field-induced superconductivity, Topological phase transition, Magnetic phase control
- (2) Quantum rectification in nanomaterials: Nonreciprocal transport, Superconducting diode effect, Photovoltaic effect
- (3) Control of elementary excitations in nanomaterials: Exciton Hall effect, Control of magnon and phonon in two-dimensional materials

<https://ideue.issp.u-tokyo.ac.jp/indexen.html>

○Associate Professor Takashi KIMURA

A primary focus of the research in this group is to connect mesoscopic microstructure and physics properties of matter with unprecedentedly fine spatial and temporal resolution, using advanced X-ray sources and novel X-ray optics. For this purpose, our group works on developing new microscopic imaging technologies using advanced X-ray sources: X-ray free-electron lasers, synchrotron radiation, and high-order harmonics. We also design and fabricate novel X-ray optics by utilizing ultra-precision fabrication and measurement techniques and semiconductor manufacturing processes such as electron beam lithography.

Furthermore, the laboratory is developing new fundamental technologies for the next-generation synchrotron radiation facility, which is currently under construction.

<https://tkimura.issp.u-tokyo.ac.jp>

○Associate Professor Yoshimitsu KOHAMA

Our group focuses on the solid state physics in the ultra-high magnetic field region (above 100 T). Since all materials contain electrons, the application of the magnetic fields changes the energy of matter. In some cases, an exotic state which cannot be stabilized in zero magnetic field can appear under high magnetic fields. For example, the quantum Hall effect (the 1998 Nobel Prize) is an exotic state existed only in high magnetic fields, and the quantized magnetization observed in magnetic material is one of the main topics in the latest condensed matter research. In order to understand/detect such a phenomenon in high magnetic fields, we are developing new experimental techniques and conducting an exploratory research under extremely high magnetic field above 100 T. Our current research topics are listed below.

1. Magneto-optical effect under ultra-high magnetic field
2. Observation of Fulde-Ferrell-Larkin-Ovchinnikov state in 2D superconductors
3. Development of new device with Nano-fabrication process
4. Quantum oscillation of topological insulators in ultra-high magnetic fields
5. NMR experiment under pulsed magnetic fields and its application to low-dimensional materials

<https://ykohama.issp.u-tokyo.ac.jp/en/>

○Associate Professor Taro NAKAJIMA

We study magnetic and crystal structures in strongly correlated electron systems by means of neutron scattering and synchrotron radiation X-ray diffraction, which are powerful tools to probe the arrangements of atoms/spins and their excitations. We are currently focusing on spin-driven multiferroics, in which helical magnetic orders induce spatial inversion symmetry breaking leading to ferroelectricity, and magnetic skyrmions, which are nanometer scale magnetic vortices with topologically nontrivial spin textures.

We also develop advanced neutron scattering techniques using the polarized triple-axis neutron spectrometer 5G-PONTA in the Japan Research Reactor-3 and the high-resolution chopper spectrometer HRC in the materials and life-science experimental facility in J-PARC.

<https://sites.google.com/view/t-nakajima-group>

Institute of Industrial Science

○Professor Satoshi ASHIHARA

In the field of quantum electronics, we promote experimental research in ultrafast and nano optical science. In particular, we develop technology for precisely controlling the spectral structure and electric field waveform of lasers, and explore novel light-matter interactions that occur in a designed light field. With a view to contributing to the future society, such as solving energy and environmental problems, we study innovative spectroscopy and quantum-mechanical control schemes.

- (1) Novel ultrashort-pulsed lasers (infrared lasers and frequency combs)
- (2) Nano-scale ultrafast optics (plasmonics and phonon-polaritons)
- (3) Advanced molecular spectroscopy using infrared lasers
- (4) Quantum-mechanical control of chemical reactions and phase transitions
- (5) Attosecond control of electrons toward petahertz electronics

<http://www.ashihara.iis.u-tokyo.ac.jp>

○Professor Keiji SAKAI

Micro-fluid physics and its application to the development of micro-fluid processes for the fabrication of soft functional devices.

- (1) Fabrication of artificial bio-cell structure by the inkjet technology and pL manipulation systems.
- (2) Development of new measurement system for the analysis of dynamic structure in nano- and micro-fluids, such as the Ripplon laser light scattering spectroscopy and the EMS system.
- (3) Development of high resolution liquid surface energy spectrometer (JST project)
- (4) Development of optical and electric field microscope for the analysis of soft surfaces.
- (5) Patent strategy in the field of nano and micro rheology.

<http://sakailab.iis.u-tokyo.ac.jp>

○Professor Katsuyuki FUKUTANI

Experimental research on surfaces and interfaces. We explore exotic electronic and magnetic properties induced by lowered dimensionality and symmetry breaking. Focusing on “charge”, “spin”, and “proton” degrees of freedom, we aim at controlling spin/charge/proton and clarifying the correlation with the electronic and magnetic properties of surfaces. The experimental techniques we use are our original technique of spin-polarized beam in combination with (two-photon) photoemission spectroscopy, resonant ion and laser spectroscopy, scanning probe microscopy among others.

- (1) Electron dynamics: Electronic and magnetic properties and phase transition in two-dimensional systems. Topological surface states, magnetic canting and conductivity of oxides and hydrides. Observation of electronically excited states with laser photoemission. Kondo effects caused by proton tunneling.
- (2) Spin dynamics: Spin transport, rotation and interference via topological surface states using spin polarized beams. Nuclear-spin triplet-singlet transition at surfaces.
- (3) Proton dynamics: Quantum diffusion and non-adiabatic effects of proton and correlation with energy conversion at surfaces.

<http://oflab.iis.u-tokyo.ac.jp>

○Associate Professor Naoya KANAZAWA

Our group pursues new electronic states of quantum materials surface. In particular, we fabricate their interfaces with a wide variety of materials in solid, liquid and gaseous states, and explore nonequilibrium and nonlinear phenomena arising from the exchange not only of particles like electrons, atoms and molecules but also of physical quantities like spin momenta, information and energy. We aim to establish the science of quantum materials interface that enables the interdisciplinary integration of material-information-life phenomena. On that basis, we will also contribute to the realization of Green Transformation (GX) technology. Research activities will be conducted through thin-film synthesis, nanodevice fabrication, characterization and device implementation using first-principles calculations and machine learning, and collaborative experiments at domestic and overseas large facilities. Individual research topics will be decided upon discussion. Examples include:

- (1) Exploration of new phases of quantum materials surface using the topology (Zak phase) of electric polarization, and their implementation in electronics and spintronics devices.
- (2) Self-assembly of nanomagnetic structures at interfaces with magnetic materials, ionic liquids, etc. Their nonlinear transport phenomena and neuromorphic computing applications.
- (3) Development of fabrication techniques for low-dimensional nanostructures. Exploration of quantum transport phenomena and design of fluctuation phenomena/energy-conversion functions in those low-dimensional quantum states.

<https://sites.google.com/view/kanazawa-lab>

○Associate Professor Akira FURUKAWA

We theoretically investigate nonlinear and non-equilibrium phenomena in various soft materials and complex fluids, from glasses, colloids and granular systems to bacteria.

In recent years, we have primarily focused on the following problems:

- (1) The origin and role of spatial correlations of anomalous hydrodynamic transport in supercooled liquids
- (2) Non-Newtonian rheology of glassy and granular materials (shear-thinning, shear-thickening, fracture, etc.)
- (3) The effects of (near-field) hydrodynamic interactions on the collective dynamics of bacterial suspensions.

<http://www.complexfluid.iis.u-tokyo.ac.jp>

Notice for Examination ~The 2024 Master's / Doctoral Program Graduate School of Engineering, the University of Tokyo~

1. Examination Dates

Examinations will be held from August 28 (Monday) through September 1 (Friday), 2023.
(For details on times and location of the examination subjects, refer to the "Guide to Entrance Examination" of the department you are applying to.)

2. Examination Location

Refer to the "Campus Map for the Examination" [see the attached paper].

(1) The actual place of the examination subjects for applicants will be posted on the School of Engineering website and the bulletin board of the department until 10:00 a.m. on August 25 (Friday), 2023.

Confirm the specified place for the examination subjects beforehand.

(2) Applicants should arrive at the specified place for the examination subjects 20 minutes prior to the scheduled examination time.

For the examination of specialized subjects (専門科目(専門学术)), also refer to notifications from the department you are applying to.

3. Items to Bring

(1) Examination admission card

(2) Black pencils (or black mechanical pencils), an eraser, a pencil sharpener (a desktop type is not allowed), a watch (watches with functions other than time measurement are not allowed).

(3) Use of electronic devices such as cell phones is strictly prohibited throughout the examination, even if you only use it as a watch. Make sure to completely deactivate any sound alerts and/or alarm settings, turn off the phone's power, and put it in your bag before you enter the examination room. Do not take it out in the examination room.

(4) For other items to bring for the examination of specialized subjects (専門科目(専門学术)), refer to notifications from the department you are applying to.

(5) Other items as instructed at the time the Examination admission card is issued.

4. Notice during Examination of Regular Education Subjects (一般教育科目(一般学术))

(1) Follow the instructions from the proctor during the examination.

(2) You cannot leave the examination room after the start of the examination.

(3) The Examination admission card must be kept on your desk at all times during the examination.

(4) Applicants cannot take home the answer sheets or the problem booklets after the examination.

(5) Do not leave the room until instructed to do so by the proctor.

5. The Secondary Examination for Applicants to the Doctoral Program

The secondary examination will be held between late January and mid-February 2024.

Applicants will be advised of Examination dates and locations regarding secondary examinations for the department they are applying to later.

6. Miscellaneous

(1) The Examinee Numbers of successful applicants will be posted on the website of the School of Engineering at approximately 4 p.m. on September 7 (Thursday), 2023.

(<http://www.t.u-tokyo.ac.jp/en/soe/admission/general-fee>).

(2) The School will not accept telephone calls, fax, e-mail, and other inquiries regarding the results of the examinations.

(3) After the application process is complete, applicants must report immediately in case of change of your mail address or telephone number for contact.

(4) For inquiries, contact: Graduate School Team, Administrative Division, School of Engineering, the University of Tokyo.

daigakuin.t@gs.mail.u-tokyo.ac.jp, 03-5841-6038、7747

【Sheet M】

Enrollment for the Department of Applied Physics, Graduate School of Engineering, The University of Tokyo

Program	Master	Department	Applied Physics
Applicant's Name	Surname, First, Middle _____, _____, _____	Examinee Number (official use only)	
University you will graduate or have graduated from	University Name _____ Department Name _____		
Prospective Supervisor (8 names must be listed in order of your preference)	1 Prof.	5 Prof.	
	2 Prof.	6 Prof.	
	3 Prof.	7 Prof.	
	4 Prof.	8 Prof.	
	If the above are all unavailable, I would prefer <input type="checkbox"/> any experimental laboratory <input type="checkbox"/> any theoretical laboratory <input type="checkbox"/> any laboratory (check one which applies)		
Prospective fields of study (make it as specific as possible, and also mention the second or lower choices)			

◆ This form must be submitted together with the application form.

【Sheet D】

Enrollment for the Department of Applied Physics, Graduate School of Engineering, The University of Tokyo

Program	Doctor	Department	Applied Physics
Applicant's Name	Surname, First, Middle _____, _____, _____	Examinee Number (official use only)	
University you graduated from	University Name _____ Department Name _____		
Graduate School you will finish or have finished	Graduate School Name _____ Department Name _____		
Prospective Supervisor	Prof. _____		
Prospective Field(s) of Study (be as specific as possible)			

◆ This form must be submitted together with the application form.

試験場案内(東京大学本郷キャンパス)
Campus Map for the Examination
(Hongo campus, the University of Tokyo)

地下鉄利用 Subway

- ・本郷三丁目駅(地下鉄丸の内線) 徒歩20分
Hongo-sanchome Station (Subway Marunouchi Line) 20min.walk
- ・本郷三丁目駅(地下鉄大江戸線) 徒歩20分
Hongo-sanchome Station (Subway Oedo Line) 20min.walk
- ・根津駅(地下鉄千代田線) 徒歩15分
Nezu Station (Subway Chiyoda Line) 15min.walk
- ・東大前駅(地下鉄南北線) 徒歩10分
Todaimae Station (Subway Namboku Line) 10min.walk

その他のアクセスについては次を参照のこと

Refer to the following for other accesses

http://www.u-tokyo.ac.jp/campusmap/map01_02_j.html

