

ISSP GRADUATE STUDY FAIR

Come and meet Us

東京大学物性研究所 大学院進学ガイダンス

最先端の実験設備、
研究環境がここに。

＜特集＞ 学生インタビュー
～ 物性研のキャンパスライフ～
伊藤雅聰さん

物性研究所とは
研究室紹介
研究室の雰囲気、研究スタイルをチェック!
入試日程や学生サポート
進路や就職先情報
キャンパス周辺お役立ちMAP
物性研究所はこんなところ
－先輩アンケートから物性研がわかる－

～物性研究所で学ぶには
いざれかの専攻を受験～

理学系研究科
-物理学専攻-

理学系研究科
-化学専攻-

工学系研究科
-物理工学専攻-

新領域創成科学研究科
-物質系専攻-

新領域創成科学研究科
-複雑理工学専攻-



様々な分野の先生がいるので
物性を研究したい人にはおすすめの環境



目次 CONTENTS

メッセージ Message from the Director	02
物性研とは About ISSP	03-04
学生インタビュー Student Interview	05-06
物性研究所はこんなところ Student Survey Results	07-08
便利な施設・サービス/サークル活動 Convenient Facilities and Services / Club Activities	09
教員・研究テーマ Faculty and Research Theme	10-48
入試日程・学生サポート Entrance Examination Schedule and Student Support	49
学生の進路・就職先 Student Careers	50
国際交流 International Exchange	51-52
褒賞・受賞/アクセス Honors and Awards / Directions	53-54

物性研究所には約 45 の研究室があり、約 100 名の修士課程学生と約 70 名の博士課程学生が在籍しています。各研究室は、物理から化学、理学から工学まで、さまざまなテーマにおいて先端的な研究を行っています。学部生が在籍しないため、1 研究室当たりの学生数は平均 4 名と多くはありません。一方、物性研が全国共同利用研究所であることから、各研究室の実験設備は充実しており、少ない学生数と合わせて、十分なマシンタイムを使って納得のいくまで実験を行うことができます。また、研究室間の垣根は低く、積極的に他の研究室に出入りして議論を交わしたり、自己の研究室にはない装置を用いて実験を行ったりすることも可能です。さらに、物性研の大きな強みである大規模実験施設、例えば強磁場施設、中性子・放射光実験施設、レーザー施設、スーパーコンピュータなどを駆使した高度な実験や計算・シミュレーションを行うこともできます。好奇心と積極性さえあれば、自己的能力と可能性を大きく広げるチャンスにあふれています。さまざまな経験を通して培われた総合的な知識と広い学問的視野は、将来どのような分野に進もうとも大きな財産となるでしょう。また、共同利用研である物性研には多くの研究者が来訪し、セミナーや研究会が頻繁に開催されます。研究室における勉学や研究だけではなく、物性科学の広い分野に触れ、他の研究機関の研究者と交流することは貴重な経験となります。研究以外にも、スポーツ大会やボウリング大会、ビアパーティや音楽の夕べなどのイベントや、各種サークル活動など、同世代の友人の輪を作る機会が沢山あり、充実した学生生活を送ることができます。学生のみなさんが、物質・物性科学を学ぶ場として希有な存在である物性研を踏み台として、未来に大きく羽ばたくことを期待します。

The ISSP has about 45 laboratories with about 100 master's students and 70 doctoral candidates. Each laboratory conducts cutting-edge research on a variety of topics ranging from physics to chemistry, from science to engineering. Since there are no undergraduate students enrolled, the number of students per laboratory is not large, averaging only 4 students per laboratory. On the other hand, since ISSP is a national joint-use research institute, each laboratory is well equipped with experimental facilities, which, combined with the small number of students, allows students to conduct experiments to their satisfaction using ample machine time. In addition, the barriers between laboratories are low, and students can actively visit other laboratories to engage in discussions and conduct experiments using equipment that is not available in their own laboratory. Furthermore, they can conduct advanced experiments, calculations, and simulations by making full use of the large experimental facilities such as the High Magnetic Field Facility, the Neutron and Synchrotron Radiation Experimental Facility, the Laser Facility, and the Supercomputer, which are the major strengths of ISSP. If you have curiosity and a positive attitude, you will have plenty of opportunities to expand your abilities and potential. The comprehensive knowledge and broad academic perspective cultivated through a variety of experiences will be a great asset no matter what field you choose to enter in the future. In addition, many researchers visit ISSP, and seminars and research meetings are frequently held there. In addition to studying and doing research in the laboratory, it is a valuable experience to be exposed to a wide range of fields of condensed matter science and to interact with researchers from other research institutes. In addition to research, there are many opportunities to make a circle of friends of the same age through events such as sports tournaments, bowling tournaments, beer parties, musical evenings, and various club activities, which make it possible to have a fulfilling student life. I hope that all students will use the Institute of Solid State Physics, a rare place to study materials science, as a springboard to a great future.



東京大学 物性研究所長

廣井 善二

HIROI, Zenji

物性研究所の教育・大学院 Education at ISSP

物性研究所では、物理、化学、工学という従来の学問分野の枠を超えた総合的大学院教育(修士課程・博士課程)を行なっています。

ISSP offers comprehensive graduate education (master and PhD courses) beyond conventional disciplinary fields such as physics, chemistry and engineering.

物性研究所の特色 Features about ISSP

- 世界に類を見ない大型実験施設、最先端の設備・装置を用いた実践的教育環境
- 幅広い物質・物性科学分野をカバーする優秀な研究者が提供する研究環境
- 外国人研究者が多数在籍するグローバルな環境。国際ワークショップへの参加、海外派遣プログラムなど、活発な国際交流
- Practical educational environment with world-class large experimental facilities and state-of-the-art equipment and instruments
- Research environment with a full complement of excellent researchers covering a wide range of materials science fields
- Global environment with many foreign researchers. Active international exchange through participation in international workshops and overseas study programs

物性研究所での研究 Research at ISSP

物性研は、実験手法と物理理論のエキスパートが集結し物性を解明する世界的にもユニークな研究所です。研究は、新たな物質を作り出す“物質・システム軸(Materials and Systems)”、その性質を測定する“測定・制御軸(Measurements and Control)”、そして結果を理解し、新しい学術を創成する理論・計算の“概念軸(Theory and Computation)”の3つの軸を有機的に相互作用させながら、物質・物性科学を展開しています。2016年には、量子物質グループと機能物性グループの横断型グループを設け、従来の物性・物質科学における学問領域の枠組みを超えた学融合研究を推進しています。

ISSP uniquely brings together experts in experimental methods and physical theory to elucidate material science. Our research consists of "Materials and Systems" development to create new materials, "Measurements and Control" to measure their properties, and "Theory and Computation" to understand the results and create new science. By organically interacting with these three axes, we are developing material and physical science. In 2016, we established two cross-disciplinary groups: the Functional Materials Group and the Quantum Materials Group. These groups promote fusion research that goes beyond the framework of conventional disciplines in condensed matter physics and materials science.

理論系

Theoretical approach

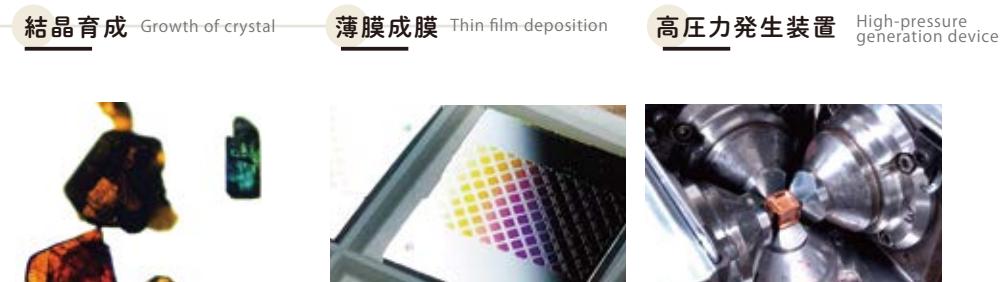
新しい現象を予測
結果を理解する
Theory and Computation

性質を調べる
Measurements and Control

物質をつくる
Materials and Systems

実験系

Experimental approach



つくる Create
物質の合成
Synthesis of materials

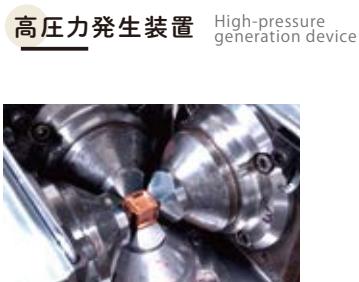
ハロゲンおよびキセノンランプ四槽円型帶域溶融炉など、汎用的な結晶合成装置が豊富にあります。

Various universal crystal synthesis devices are available, such as halogen and xenon lamp four-ellipsoid zone melting furnaces.



分子線エピタキシー、電子線リソグラフィといった薄膜合成、加工装置もとがあります。

Thin film synthesis and processing equipment such as molecular beam epitaxy and electron beam lithography.



大型/中型のマルチアンビル型高圧発生装置やそれらに付随する高圧合成・測定環境も整っています。

Large and medium sized multi-anvil type high pressure generators and their associated high pressure synthesis and measurement environments are also available.

スーパーコンピュータ
Ohtaka Supercomputer Ohtaka



知る Understand
物性の理解と予言
Understanding and predicting condensed matter physics.

物性研究に特化したスーパーコンピュータがあり、複数のシステムがあります。

There are supercomputers specialized in condensed matter researches and there are multiple systems available.

オンラインセミナー・研究会
Online seminars and workshops



海外の著名な研究者を講師に招いたり関心の高いテーマを取り上げるなど、物性に関するセミナー・研究会が開催されています。

Seminars and workshops are held by inviting prominent overseas researchers as lecturers and taking up topics of interest.

調べる Measure
極低温
Extremely low temperature



物理的性質
Physical properties of materials
現れる性質
appeared in extreme conditions
大型施設
Large facilities

mK～ μ Kといった極低温環境での精密測定により物質中の量子現象を調べることができます。

Quantum phenomena in materials can be investigated by precise measurements at cryogenic temperatures from mK to μ K.

原子構造分析
Atomic structure analysis



電子顕微鏡や、STM、AFMといった表面構造測定により物質中の量子現象を調べることができます。

The structure can be easily examined with electron microscopes, surface structure instruments such as STM and AFM, and X-ray diffractometers.

レーザー光電子分光装置群
Laser photoelectron spectroscopy group



世界一のエネルギー分解能があり、時間分解・スピニ分解・角度分解測定もできる装置を学生も使うことができます。

Students can use a device with the world's highest energy resolution, capable of measuring time-resolved, spin-resolved, and angle-resolved data.

電磁濃縮型超強磁場発生装置
Electromagnetic concentration type ultra-high magnetic field generator



室内発生世界最高磁場1200Tを達成した電磁濃縮型超強磁場発生装置のほか強磁場下の実験環境も豊富です。

In addition to the electromagnetic concentration type ultra-high magnetic field generator that has achieved the world's highest indoor generated magnetic field of 1200T, we also have a wide variety of experimental environments under high magnetic fields.

放射光施設
Synchrotron radiation facility



世界最大級の放射光施設SPring-8で物性研専有BLを運用、X線自由電子レーザーSACLAを利用した実験ができます。

ISSP-owned BL operates at SPring-8 (one of the world's largest synchrotron radiation facilities), where experiments using the X-ray free-electron laser SACLA are available.

中性子施設
Neutron science facility



J-PARCのMLF、JAEAの研究用原子炉JRR-3を利用した中性子実験施設、海外の施設へ行くことがあります。

MLF at J-PARC and a neutron experimental facility using the research reactor JRR-3 at JAEA. We also visit overseas facilities.

学生インタビュー

Student Interview

CAMPUS LIFE

物性輩学生生活に聞きました。
気になる学生生活を
先輩学生にインタビュー。
研究室選びから研究内容まで
いろんなことを聞いちゃいました。



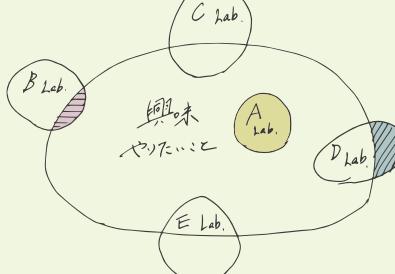
Q. 研究室はどのように選び、決めましたか？

もともと材料開発に興味を持っていて、教養の授業で「日本は機能性材料が強みで、いろんな産業の下支えになっている」という話を聞いて、世の中の物の性能を向上させたいと思うようになりました。

大学院については、入学した時からぼんやりと頭にありました。進路(学部3年への進級時の進路選択)で応用化学を選択して、実際始まってみると、専門的な内容は学部では全然足りないと感じて、修士への進学は割と早く決めてました。博士まで行くとはこの時は思ってませんでしたね(笑)。

学部の研究室では有機半導体の開発・合成をやっていたので、その流れから、似た分野を選びました。大学院の専攻は新領域で、新領域の場合は入試の時に希望研究室を10個くらい書きます、これは専攻によって異なるのですが、森研究室は、その中から決まりました。だからという訳ではないですが、少しでも興味があることをやっているラボがあったら、広く視野を持って探した方が良いと思います(右図)。研究室HP、紹介冊子など色々ありますが、それでもラボの一部しか書いてないと思うから。あまり学部生の時の知識・視野で「これ！」と決めつけないで、興味のあるラボの話を聞きまくる。そして、入ったラボでできること、使える環境は何でも使って、最大限やるのが良いと思います。

研究室選びのイメージ図



伊藤雅聰さん 博士課程1年

東京大学物性研究所 森研究室
新領域創成科学研究科 物質系専攻

※ 2023年3月取材時情報で記載

Q. どのような研究をしていますか？

有機金属錯体に着目した分子性半導体材料の開発を行っています。最近では、電子とホールの両方を流すことができるアンバイポーラ型の分子性半導体材料を開発し、論文にまとめました。



大気下でもホールと電子の双方を流す新しい分子性半導体材料の開発に成功

Q. 研究の大変なところ、楽しいところは何ですか？

時間でいったら、ほぼほぼ、9割方は「苦」ですね。トントン拍子に進むことなんて、まずないですから。

研究のステップとしては、材料の合成→成膜→電極などを付けてデバイス化→動作を測定→性能評価、と進めるのですが、技術的なところでつまづいたりします。例えば、性能を測るために膜にしたいだけなのに、何度も膜ができないとか。そういう時は、なぜ？と苦しいです。

研究室内では週1でゼミをやっていて、そこで進捗発表をして次に何をやるか相談したり、意見もらったりします。それ以外にもスタッフの方には細かく相談します。他にも共同研究先である産総研の方に相談して、技術の基本的なことを教えてもらったり。とにかく研究室が持っている環境は何でも、ありがたく使わせてもらっています。

苦しいのは苦しいんですけど、だからこそ、トランジスタとして動いた時は本当に嬉しいです。先行研究の論文やデータと比較して、いい数値が出ると、ここまで出来たんだ、と思った。数値だけではなくて、大気中で動いた！とか。とても達成感があります。そうすると自分の作った材料に愛着が湧きます。おかしいですよね。

他にも、材料は作った状態ではただの粉なんですが、結晶化してX線を使って構造解析をしてみたら、原子レベルで規則的な構造が見えるのって単純にすごいと思う。面白いと思う瞬間はたくさんあります。後から振り返ると、苦しいかったことも美化されているというか。

Q. 将来、進路について聞かせてください

アカデミアとは限らず、ざっくり研究系を考えています。昔からの思いの通り、自分の作ったものをいつか世に出したいので、企業での開発系かな、今は考えています。

担当教員の森教授にインタビューしました

伊藤さんの担当教員

凝縮系物性研究部門
機能物性研究グループ

教授 森 初果



物性研の強みとはなんですか？

全国、および世界のアカデミアの方が利用される共同利用研究所なので、研究装置・設備が大変充実しています。研究環境に恵まれているという研究所の良さと、多くの大学院生、仲間がいるという大学の良さの両方が兼備わたった組織であることが物性研の魅力です。

また、1研究室あたり教授/准教授、助教、研究員、秘書、大学院生で約10名程度なので、きめ細やかな研究指導・サポートを受けることができるところも推しポイントです。

修士・博士課程を通じて、どのようなスキルを身につけてもらいたいですか？

物性研は、新物質合成、先端計測、理論、計算科学を専門に行っている研究室がありますので、研究途上でスキルを身に着けなければ、多様なチャンスがある研究所です。例えば、コロナ禍で学会も中止、実験も止めざるを得なかった時期に、「時間もできたので、これを機に固体の第一原理計算を行いたい」という申し出があり、物性研の計算科学の研究室と共同研究を始めました。当研究室の助教および大学院生が講義を受け、自らが合成した新物質の新現象解明のために、物性研にあるパソコンの第一原理計算ソフトを用いて、バンド計算を行いました。そして分子軌道(ワニエ関数)、分子内および分子間の電子間クーロン斥力、そして発光スペクトルの計算といった特異な機能性まで、計算科学の専門家と一緒に意見交換しながら、今も研究を進めています。このように、物質合成、機能測定を主とする研究室でありながら、計算科学のスキルを身につけるなど、物性に関する多様なスキルを習得できます。

1日のスケジュール

<よくあるパターン>

実験のある日かつゼミ等がない日



10:00ごろ

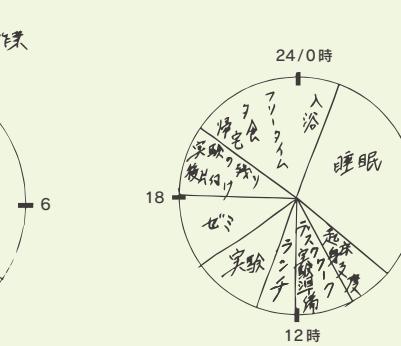


デスクワーク

朝からならず、メールとスケジュールをチェック。その後、論文を探したり実験の準備をします。

<ゼミ=実験報告>

実験とゼミのある日



13:00ごろ



実験室(合成実験室)

新しい材料を合成したり、合成した材料を分析したり。一連の設備が整っています。

16:00ごろ



実験室(デバイス作製・評価)

合成した新しい材料を使ってデバイスを作り、性能評価。デバイス作りも測定条件も、試行錯誤の連続です。

<参考までに M1の授業漬けだった頃>

当時はコロナの影響でほとんどの授業がオンラインでした。



ゼミのある日

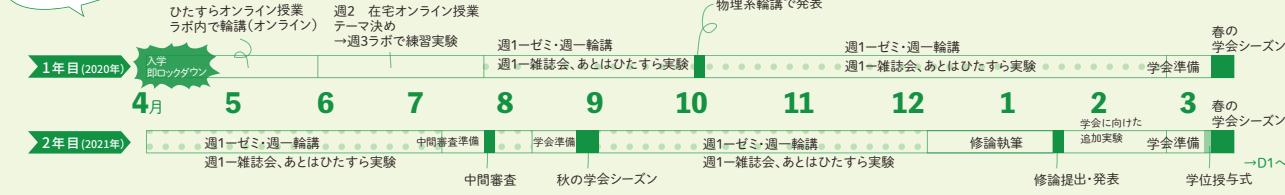


ゼミ

ゼミではメンバーが実験の進捗状況を報告し、先生からフィードバックをもらいます。メンバー同士でも議論をして、次の実験に生かします。

年間スケジュール

私のリアルな修士2年間



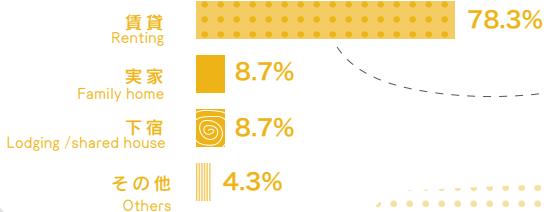
興味のあることにはある程度の広がりがあるはずで、必ずしもど真ん中に入る研究室(黄色)があるとは限らない。研究室も色々なことをやっているので、一部でもかかっているところがあれば、候補から外さずに話を聞いてみるのが良いと思います。入った後も、興味のあるところ(桃色)をやれることは限らなくて、少し外れたテーマをやる場合(水色)もあります。研究を進めていくうちに、自分の興味もだんだん変わっていくこともあるので、あまり決めつけずに。



About your housing

住まいについて

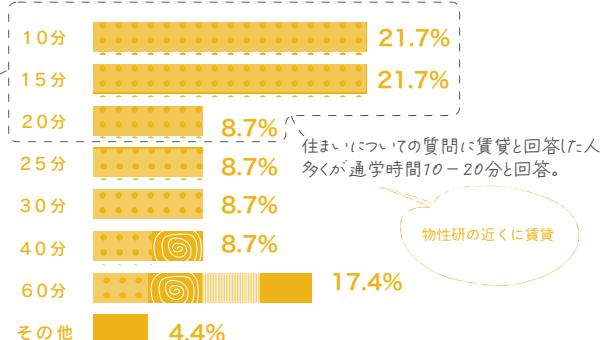
半数以上は賃貸住まい。



Commuting time

通学時間について

過半数が通学時間10~20分以内。

物性研究所
先輩たちに聞いた!

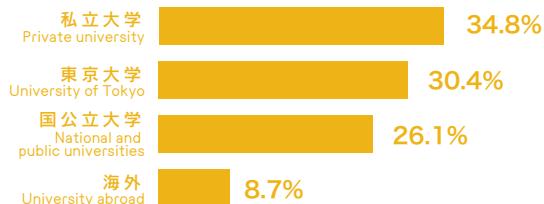
物性研究所は



About your undergraduate school

学部生のときについて

東大、私大、国公立大とさまざま。



居心地のいい場所は?

Comfortable or cozy place



みんなお気に入りの場所があります。

- 1 柏図書館 Kashiwa library
- 2 物性研 6F 図書室 Library in ISSP
- 3 自分の居室 My office

その他の意見

物性研 6 階 静かなので居心地の悪い場所はない X 線室
テニスコートとその周辺の広々としたところ 人が多くないので、とても快適

物性研ライフの満足度

Satisfaction with your campus life in ISSP

★★★★★ 4.3/5

4、3 ポイントと高評価。



こんなところ

場所までアンケートしてみました! (2022年度版)

在学生に聞いた! お食事 MAP

周囲にたくさんお店はあるけれど、先輩たちの行ってるお店はこちら



便利な施設・サービス/サークル活動

Convenient Facilities and Services / Club Activities

みんなに便利な施設・サービス一覧

List of Convenient Facilities and Services



柏図書館
Kashiwa Library

東京大学3極構造の一角を
担う、柏キャンパスの中心的
な図書館。

A central library at the heart of
Kashiwa Campus, one of the three
core campuses of the University
of Tokyo.

カフェテリア・生協
Cafeteria and Coop store

キャンパス内のみんなの味
方。カフェや売店はお昼に、
夜食に必要なものがそろい
ます。

There are cafes and stores
available for lunchtime meals and
late night snacks.

食堂
Dining Hall

学食にはさまざまなメニュー
があり学生にとっても便利
です。

Dining Hall offers variety of menus
that are convenient for students.

寿司店
Sushi Restaurant Hama

お魚俱楽部はま。
キャンパス内でお寿司が気
軽に楽しめます！
ハマスペシャル必見！

You can enjoy sushi easily on
campus. Hama special is a must
try!

物性研図書館
ISSP Library

物性研内にある図書室。
専門書・洋書が多数あり、物
性研の学生生活で役立つこ
と間違いなし！

The library is located on campus
at ISSP and has a large collection
of specialized and foreign-language books that are
useful for students.

五六郎池(愛称)
Gorokuro Pond (nickname)

本郷の三四郎池にちなんで
名付けられた五六郎池。

天気のいい日にお散歩するも
よし、ホッピー一息するもよし。

本郷一柏シャトルバス
Hongo-Kashiwa Shuttle Bus

愛称: Gorokuro-Liner。
柏キャンパスと本郷間を往復運行
学生は無料で乗車できます。

Nickname: Gorokuro Liner
Round trip between Kashiwa and Hongo
campus. Free of charge for students

~気軽に相談できる相談室～
学生・教職員 相談室

安心して話し合える場所と
して相談室があります。
オンラインでも対応しています。

菱沼相談員

i[♡]caffè

研究に集中しがちなみんなを
お茶タイムに誘ってくれるi[♡]caffè。
ゆっくりくつろぎの時間です。

開催時の様子
コロナ禍中は開催中止しています。
It is currently suspended due to COVID-19.

柏キャンパス物性研究所内での主なイベント

2022年度は新型コロナ感染拡大に配慮し、イベントは中止もしくはオンライン開催となりました。

In fiscal year 2022, the event has been cancelled or held online in consideration of the spread of COVID-19.
通常年度を基本にイベントの記載をしています。Events are listed based on the normal fiscal year.



サークル

Soccer, baseball, tennis, table tennis, jogging, tea ceremony, flower arrangement and many other fun club activities are available.



サッカー
Soccer



野球
Baseball



テニス
Tennis



茶道
Tea Ceremony



華道
Flower Arrangement

教員・研究テーマ

Faculty and Research Theme

物性研で学ぶには、東京大学大学院の以下のいずれかの専攻に所属します。

希望する教員が所属する専攻を確認して受験してください。

To study at ISSP, applicants need to enroll in one of the following graduate schools. Each graduate school holds a separate entrance examination, therefore applicants should contact their prospective advisor before the application process begins.

A : 物質科学

11 井手上 敏也

工学系
物理工学

B : ナノスケール科学

18 大谷 義近

新領域
物質系

C : 生物物理学

23 井上 圭一

理学系
物理系

D : 中性子科学

26 中島 多朗

工学系
物理工学

12 岡本 佳比古

新領域
物質系

19 長谷川 幸雄

工学系
物理工学

24 野口 博司

理学系
物理工学

27 益田 隆嗣

新領域
物質系

13 高木 里奈

新領域
物質系

20 三輪 真嗣

新領域
物質系

25 林 久美子

新領域
複雑理工

14 中辻 知

理学系
物理工学

21 吉信 淳

理学系
化学

22 Mikk Lippmaa

新領域
物質系

15 森 初果

理学系
化学

23 山浦 淳一

新領域
物質系

24 山下 稔

新領域
物質系

16 山浦 淳一

新領域
物質系

E : 強磁場科学

29 金道 浩一

理学系
物理工学

F : レーザー科学

33 秋山 英文

理学系
物理工学

G : 放射光科学

39 木村 隆志

工学系
物理工学

H : 理論

42 岡 隆史

理学系
物理工学

30 小濱 芳允

工学系
物理工学

34 板谷 治郎

理学系
物理工学

40 原田 慶久

新領域
物質系

31 徳永 将史

理学系
物理工学

35 岡崎 浩三

新領域
物質系

41 松田 巖

理学系
物理工学

32 松田 康弘

新領域
物質系

36 小林 洋平

工学系
物理工学

44 押川 正毅

理学系
物理工学

37 近藤 猛

理学系
物理工学

38 松永 隆佑

理学系
物理工学

45 加藤 岳生

理学系
物理工学

46 川島 直輝

理学系
物理工学

47 杉野 修

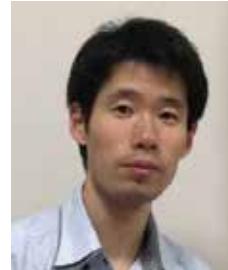
理学系
物理工学

48 常次 宏一

理学系
物理工学

工学系研究科
物理工学専攻

井手上研究室

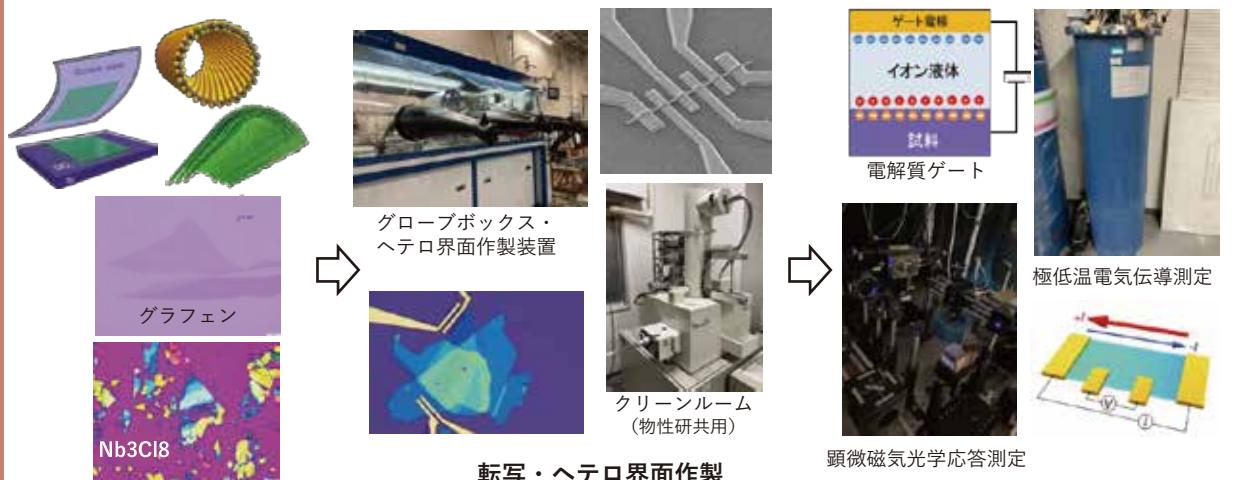


准教授 井手上敏也

層状物質を剥離して得られる2次元結晶やそれが丸まったナノチューブに代表されるナノ物質は物質科学の新しい舞台として近年大きな注目を集めています。これらは3次元結晶にはないユニークな物性と機能性を示すことに加え、デバイス化や電場・磁場・圧力などの外場印加、電気化学的手法、曲率構造やヘテロ界面の作製等によって、物質の対称性や固体中の量子力学的自由度を自在に制御することができます。私たちは、そのような量子ナノ物質特有の電気伝導特性や超伝導性、光学特性の発見と理解によって、物質科学のフロンティアを開拓しています。

以下に最近の研究内容の例を挙げますが、これら以外にも世界でまだ誰も見たことのない新現象がたくさんあるはずです。我々と一緒にそのような新奇物性や面白い機能性を探索してくれる方、物質科学の新しい潮流に興味のある方の参加をお待ちしています！

ナノ物質の対称性と量子自由度を自在に制御して新奇物性・機能性を創発する

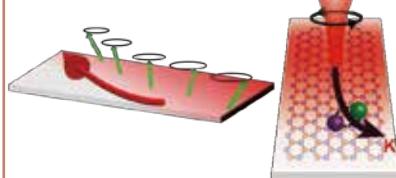


⇒新現象の発見・新しい学理の構築

素励起のホール効果

固体中の様々な素励起の流れを
量子力学的效果で曲げる

- マグノンホール効果
- 巨大フォノンホール効果
- 励起子のホール効果



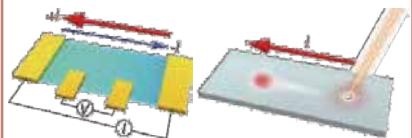
Science 329, 297 (2010)
Physical Review B 85, 134411 (2012)
Nature Materials 16, 797 (2017)
Nature Materials 16, 1193 (2017)

研究室見学・質問はいつでも歓迎です！

量子整流現象

半導体p-n接合を必要としない
整流効果の新原理

- 非相反磁気輸送
- 超伝導ダイオード効果
- バルク光起電力効果



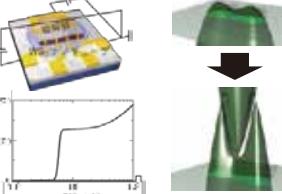
Nature Physics 13, 578 (2017)
Science Advances 3, e1602390 (2017)
Nature 570, 349 (2019)
Science 372, 68 (2021)
Nature Communications 13, 1659 (2022)
Nature Nanotechnology 18, 36 (2023)

E-mail: ideue@issp.u-tokyo.ac.jp
場所: 物性研A棟A353a

量子相制御

量子物質の様々な状態を
コントロールする

- 電界誘起超伝導
- 圧力誘起トポロジカル相転移
- 電場による磁性制御



Nature Communications 8, 14465 (2017)
Proc. Natl. Acad. Sci. 116, 25530 (2019)
Science Advances 6, eaay9120 (2020)
Nature Electronics 6, 28 (2023)

詳しくは研究室ホームページをご覗ください。
<https://ideue.issp.u-tokyo.ac.jp/>

新領域物質系専攻

岡本研究室



教授 岡本 佳比古

新奇な量子現象・革新的な電子機能を示す
結晶性固体の新物質開拓

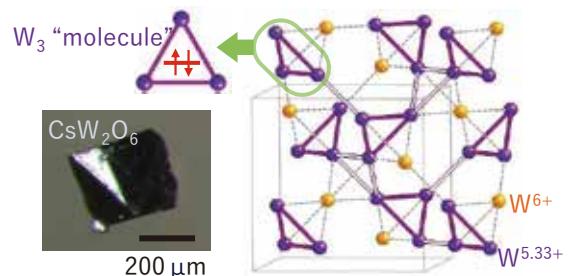
新物質の発見は、物質の性質を理解する学問：物性物理学の進化に大きく貢献する可能性をもちます。私たちの研究グループでは、**新奇な量子現象や革新的な電子機能を示す結晶性固体の新物質**の発見を目指します。遷移金属を含む無機化合物を中心に、あらゆる元素を含む物質を対象として、新規物質のアイデア、データベースを駆使して得られる情報、様々な合成手法を組み合わせた物質開拓により、この目標を達成します。

例えば、とても対称性が高いけれども複雑な結晶構造をもつ新物質を創ることで、変わった性質をもつ新超伝導体や、これまでにない電子スピンの配列をもつような磁性体を発見します。また、全く逆に、究極の低次元結晶といえるような物質に着目することで、高い効率で熱エネルギーと電気エネルギーを変換することができる材料や、外場により大きく体積が変化するような新材料の開発を目指します。

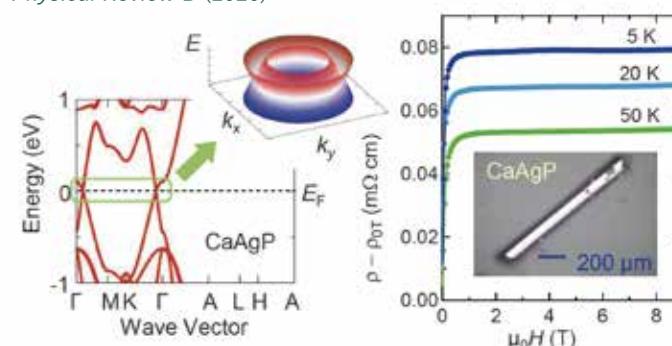
しかし、見出した物質が、このような注文通りの性質を示すことは多くありません。むしろ、予想外の性質が現われることが多く、そのような想定外の性質に出会えることが、物質開拓研究の本当の面白さかもしれません。その際に、本当に面白く、また、人類の役に立ちうるような物質を見逃さないように、超伝導、磁性、エネルギー変換、電子自由度、体積機能、フラストレーション、トポロジー、スピニ轨道結合といった様々なキーワードを見据えながら、際立った性質を示す新物質を探索します。

最近の研究成果の例

- ・新しいタイプの電子の自己組織化現象の発見
立方晶物質における正三角形の“分子”形成
Nature Communications (2020)



- ・「ノーダルライン半金属」と呼ばれる珍しい電子構造の実現
特異な磁気抵抗と超伝導
Physical Review B (2020)



2022年4月に創設された、
新しい研究室です。

物質が好き、合成に興味がある、
新超伝導体を探してみたい、
新しい研究室で活躍したいなど、
様々な方の訪問をお待ちしています。

[連絡先]
Tel : 04-7136-3250
E-mail : yokamoto@issp.u-tokyo.ac.jp
居室 : 物性研A棟A353b

高木研究室



准教授 高木 里奈

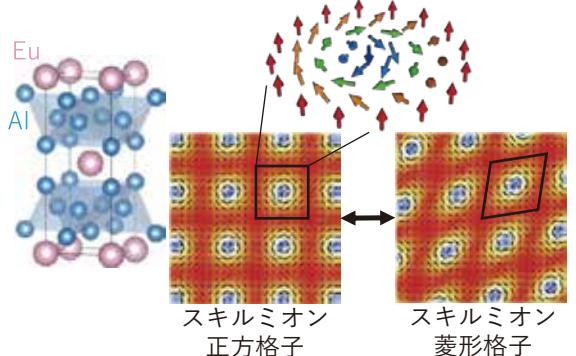
物質中に存在する多数の電子の相互作用は、多彩な物性・現象の起源となります。電子間に強いクーロン相互作用が働く強相関電子系では、電子が独立に運動する描像が成り立たず、多体効果が重要な役割を果たします。こうした系では、物質を構成する元素の種類や温度・磁場・圧力などの外部環境を変えることで、電子の相互作用の仕方が変化し、様々な電子相が形成されます。我々は特に、電子の電荷・スピン・軌道といった複数の自由度の協奏によって生じる秩序構造や応答現象の開拓を行っています。

研究対象としては、遷移金属化合物や希土類合金などの無機物質に加え、有機分子から成る分子性導体も扱っています。分子性導体は無機物質と比べると一見、構造が複雑ですが、分子軌道を出発点とすることで電子構造をシンプルに捉えることができます。こうした結晶中の分子軌道をもとにした電子物性の設計を進めていくことで、情報技術の省電力化や高機能化につながるような材料・機能の実現を目指しています。

最近の研究内容

トポロジカル磁気構造にまつわる 新物質・機能性の開拓

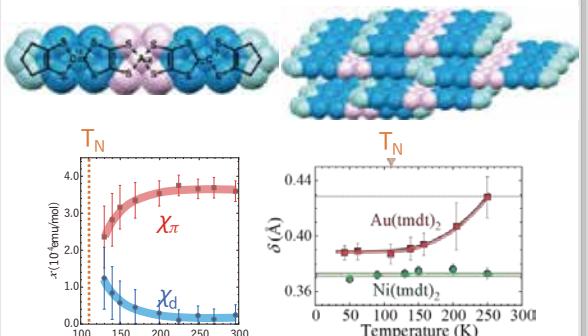
多軌道強相関電子系における
2種類の磁気スキルミオン格子相の発見



R. Takagi et al., Nat. Commun. 13, 1472 (2022).

單一分子性導体における軌道自由度と 電子相関に由来する電子相の解明

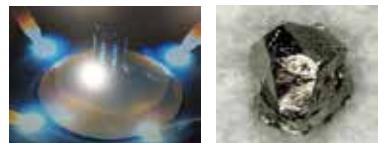
反強磁性転移に向けた分子内電荷移動
(軌道間の自己ドーピング現象)の観測



R. Takagi et al., Phys. Rev. Research 2, 033321(2020).

主な研究手法

物質合成



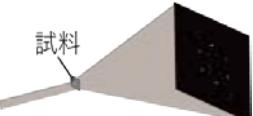
上記に限らず、研究目的に応じた研究手法を積極的に取り入れていきます。

研究室見学・質問はいつでも歓迎です。

物性計測(電気・磁気・熱)

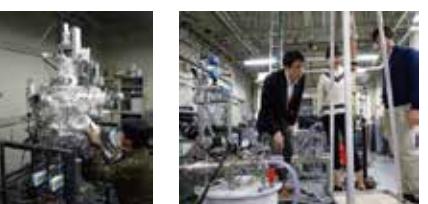


場所: 物性研A棟A473b
E-mail: rina.takagi@issp.u-tokyo.ac.jp

X線・中性子散乱
(結晶構造・磁気構造解析)

教授 中辻 知

- TEL&FAX: 04-7136-3240
- E-mail: satoru@issp.u-tokyo.ac.jp
- HP: [中辻研究室](#) [検索](#)



物質中のトポロジーと 新規量子現象の探索

ワイル反強磁性体での 巨大異常ホール効果

カイラル反強磁性体 Mn₃Sn を用い、世界で初めて反強磁性体において自発的な巨大異常ホール効果を室温で観測。その起源は固体内のワイル点からのベリー曲率の寄与による。異常ネルンスト効果や磁気光学効果、磁気スピントロニクス効果の観測にも成功。

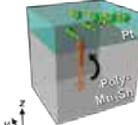
Nature (2015), (2019).
Nature Phys. (2017).
Nature Mat. (2017).
Nature Photon. (2018).
Nature Commun. (2020), (2021).

スピントロニクスと 室温量子伝導

反強磁性体スピントロニクス ワイル点の電気的制御

磁気デバイスをより高速・高密度化可能な反強磁性体において、スピントロニクス効果による信号の読み出しを初めて実証。上記メモリ素子のほか、巨大磁気熱電効果を用いた熱流センサーも開発。

APL (2018), (2020).
Nature (2020).
Adv. Funct. Mater. (2021).
Small Sci. (2021).



磁気モノポールとトポロジカル ホール効果

フラストレート磁性体の代表例である“スピントロニクス”物質で、ゼロ磁化で自発的に生じるトポロジカルホール伝導を発見。さらに近年、新しい量子的素励起“磁気モノポール”や“磁気光子”が関連した量子物理を発見。

Nature (2010).
Nature Comm. (2013, 2017).
Nature Mat. (2014).
Nature Phys. (2015, 2017).
PNAS (2019).

トポロジカル磁性体における 室温巨大ベリー位相効果

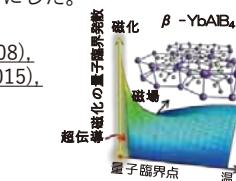
室温での最高値を10倍以上更新する巨大異常ネルンスト効果を示す物質を発見。Nodal-web構造によるベリー位相効果であることを明らかにした。

JPSJ (2011, 2012).
Phys. Rev. Lett. (2012, 2014).
AIP Adv. (2020).
Nature Commun. (2019).

強相関電子系における 量子相転移と高温超伝導

価数ゆらぎによる 自発量子臨界現象と超伝導

強い電子相関を持つ重い電子系において、Yb系初の超伝導を発見。この超伝導が新たな異常金属状態“自発的量子臨界状態”から現れる事を明らかにした。



Nature Phys. (2008).
Science (2011, 2015).
Phys. Rev. Lett. (2012), (2019).
Sci. Adv. (2018).

軌道ゆらぎ起源の 重い電子“高温”超伝導

電子軌道のゆらぎの研究に最適な物質群 PrTr₂Al₂₀ (Tr: 遷移金属)を開発。軌道のゆらぎによる“高温”超伝導や異常金属状態の観測に初めて成功。

JPSJ (2011, 2012).
Phys. Rev. Lett. (2012, 2014).
AIP Adv. (2020).
Nature Commun. (2019).

中辻研究室

今、物性分野で重要な発見が相次いでいます。これまでの磁性や超伝導、スピントロニクスといった分野が、トポロジーという概念によって、再び見直され整理・統合され、多くの新しい物理や現象の発見に繋がっています。また、素粒子論で発達した概念が物性分野の実験で初めて確認されたり、宇宙論・量子情報の技術が量子液体や超伝導の研究でブレークスルーをもたらしたりと、既存の分野を超えた新しい視点での研究が物性分野に変革をもたらしています。

こうした大きな潮流を先導しているのは、実は、新しい概念を具現する量子物質 (Quantum Materials) の発見です。その原動力は、物性の深い理解に基づいた物質探索とその合成であり、世界最高精度の物性測定技術です。私たちが生み出す量子物質は新しい物理概念を提供し基礎分野で世界を先導するだけでなく、その驚くべき機能性ゆえに産業界からも注目を集めています。これら独自の量子物質を用いて、様々な環境での精密測定を自ら行うことで、新しい物性とその背後にいる物理法則の解明を目指しています。

最後に、私たちが新入生の方に期待するのは、「創造性」と「発信力」です。私たちは大きな可能性を持つ学生の方に、今生まれたばかりの分野で世界の最前線に立てるよう、世界最高の研究環境下で、分野の垣根を超える連携や、世界の第一線の国際拠点ネットワークを利用して活躍していただければと思います。理学の基礎の力で世界を変える、そのような意気込みのある方をお待ちしています。

新領域物質系専攻
理学系化学専攻

森研究室 (Mori Lab.)



教授 森 初果

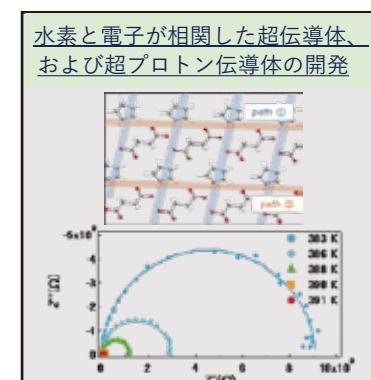
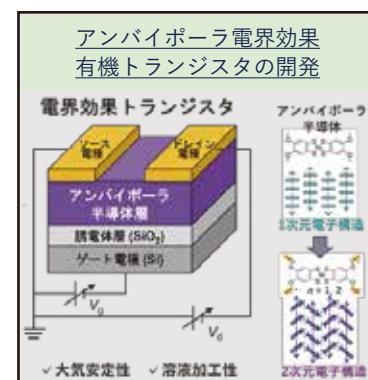
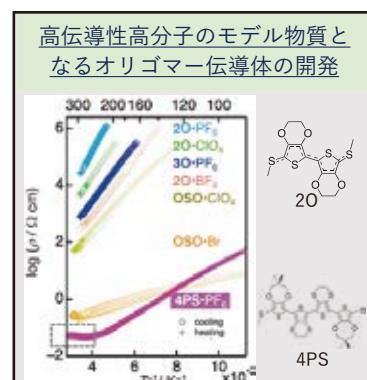
物質科学は、新しい概念を与える新物質の発見を契機に大きな発展を遂げています。本研究室では、内部自由度をもつ分子が凝縮した分子性物質を対象とし、特異な機能性として電子・プロトン伝導性、磁性、誘電性、その圧力・電場による外場応答性、電界効果トランジスタ特性等の開拓を行っています。

Materials science has made great progress with the discovery of new materials that give us new concepts.

In this laboratory, we are focusing on molecular materials, which are condensed molecules with internal degrees of freedom, and exploring their unique functionalities such as electron and proton conductivities, magnetism, dielectricity, external field response due to their pressure and electric fields, and field-effect transistor properties.

「新分子性物質の開発とその機能性開拓で新物質科学を創成する！」ことを目指しており、具体的な研究テーマは以下となります。

- (1) 分子の自由度を生かした新規有機（超）伝導体の開発と物性・機能性研究
 - (2) 固体中での動的な水素の運動を利用した有機物および金属錯体における伝導性、誘電性、磁性などの物性・機能性研究
 - (3) 固体燃料電池の材料として、無水有機プロトン伝導体の開発と物性・機能性研究
 - (4) 分子性伝導体の非線形伝導および有機半導体の電界効果
- "Creating new materials science through the development of new molecular materials and their functionalities! The specific research themes are as follows
- (1) Development of novel organic (super)conductors utilizing molecular degrees of freedom and research on their physical properties and functionality
 - (2) Research on physical and functional properties such as conductivity, dielectricity, and magnetism in organic materials and metal complexes using dynamic hydrogen motion in solids
 - (3) Development of anhydrous organic proton conductors as materials for solid state fuel cells, and research on their physical properties and functionality
 - (4) Nonlinear conduction in molecular conductors and field effects in organic semiconductors



主な研究テーマは以下です。

上左図に示すように、高伝導性高分子PEDOT:PSS [poly(3,4-ethylenedioxythiophene) polystyrene sulfonate]のモデル物質であるオリゴマー伝導体の開発を行っています。PEDOT:PSSは、高分子として非晶質ながら高伝導性を持ちます。その機構を解明するために、分子量の揃った結晶性オリゴマー伝導体を開発し、構造-物性相関を研究しています。さらに、その機構を利用して、伝導性を緻密に制御した塗布型も含む高伝導性オリゴマー伝導体の開発を目指しています。

上中央図のように、HOMO-LUMOのエネルギー差が小さいNi金属錯体を利用して、アンバイポーラ電界効果有機トランジスタの研究を行っております。また、上右図のように有機エネルギー変換物質として、機燃料電池の電解質となる無水有機プロトン伝導体の開発を行っております。近年、分子のダイナミクスやプロトン互変異性を利用して、超プロトン伝導体を見出しています。このように、新物質で新機能を見出すことに興味のある方は是非ご連絡ください。

研究室見学はいつでも歓迎です。
Tel: 04-7136-3444
E-mail: hmori@issp.u-tokyo.ac.jp
場所: 物性研A棟A459またはA407

詳しくは研究室ホームページをご覧ください。
<https://hmori.issp.u-tokyo.ac.jp>

新領域物質系専攻

山浦研究室

Principal Investigator



准教授 山浦淳一

研究室見学はいつでも歓迎です
Tel: 04-7136-3252
E-mail: jyamaura@issp.u-tokyo.ac.jp
場所: 物性研A棟A363a

Research Outline

私たち研究室では、物質研究の基本情報である構造を極めることで、物質の真の姿を知ることを追求しています。実験室系だけでなく、放射光X線、中性子などの量子ビームを用いたマルチスケール先端解析から、結晶構造、電子密度、ドメイン構造、磁気構造、ナノ構造、励起状態を統合的に議論するマルチモーデル物質構造科学的研究を行い、新しい物性物理の探求や、社会変革をもたらす材料の機能発現機構の理解を進めます。

扱う対象は、新規の超伝導体や磁性体などの基礎材料から、誘電体、半導体、太陽電池などの応用材料まで幅広く手掛けています。機能解明だけでなく、より高い性能を引き出すにはどうすればよいかも考えつつ、

「作って測って楽しい研究」をモットーに日々の研究を進めています。
「飽くなき探究心と好奇心」「常識に囚われない柔軟な発想」で教科書にない未知の世界を切り開きましょう。

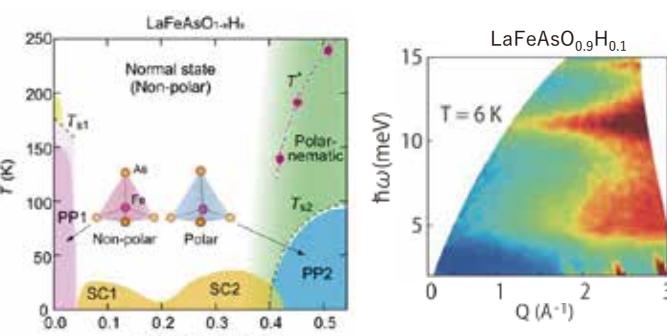
求める学生像

結晶構造の美しさに魅かれる、計測が好き、器用さなら負けない、天の川のような回折像を見たい、大型施設で真剣勝負がしたい、さらめく結晶を作りたいという方いずれも歓迎です。

Research Topics

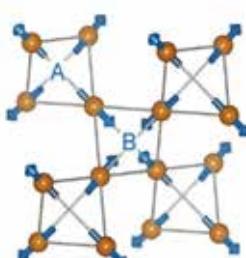
鉄系超伝導体の構造と物性の研究

水素置換系鉄系超伝導体 $\text{LaFeAsO}_{1-x}\text{H}_x$ に対して量子マルチプローブ解析を行い、高ドープ側に反転対称を破る構造と磁気秩序を示す第二母相があることを発見しました(左図)。この物質は2つの母相(PP1, PP2)から2つの超伝導相(SC1, SC2)が発生するという、超伝導全体でも極めて珍しい結果です[Nat.Phys.(2014)]。PP2の高温側に極性ネマチック相という量子液晶相も見出しています。非弾性中性子による、水素励起で超伝導を観るという独特の結果も報告しています(右図)[PRB(2019)]。



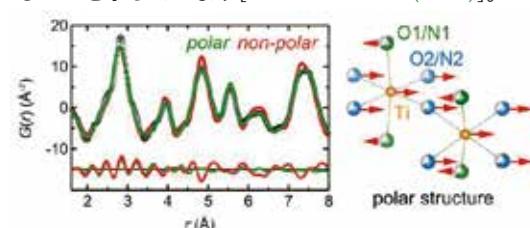
パイロクロアの機能発現機構解明

パイロクロアは対称性の高い美しい結晶構造を持つ鉱物で、超伝導から磁性まで非常に幅広い物性を示します。この系の研究をライフワークと位置付けて、様々なテーマで研究を進めています。右図は50年間謎であった $\text{Cd}_2\text{Os}_2\text{O}_7$ の磁気構造です。加えて金属絶縁体転移の機構を明らかにしました[PRL(2012)]。



高誘電体のナノ領域極性構造

ペロブスカイト型酸窒化物は、高誘電体、光触媒、非毒顔料として期待される系です。 LaTiO_3N を中性子PDF解析(左下図)などを用いて詳細に調べた結果、ナノ領域極性構造(右下図)が機能発現に重要な役割を担っていることを見出しました。PDF解析は非極性構造(赤線)より極性構造(緑線)でうまく説明できることを示しています[Chem.Commun.(2020)]。



最後に

2023年4月に発足した研究室です。様々な研究室と共同研究やゼミを行っており楽しい研究生活を過ごすことができます。

新領域物質系専攻

山下研究室



私たちの研究室では主に極低温での物質の性質を研究しています。温度を下げるにただ凍るだけで何も面白い現象は無いように思われるかもしれません、低温では熱揺らぎに隠れていた量子揺らぎによる面白い現象がたくさん現れます。金属の超伝導や液体ヘリウムの超流動はその典型例といえるでしょう。現在、電子系研究が全く行われてこなかった20mK以下の超低温領域における量子臨界現象、NMRによる多極子秩序や超伝導・磁性の研究、量子スピン液体やそこでの熱ホール効果の研究などを中心的に研究しています。

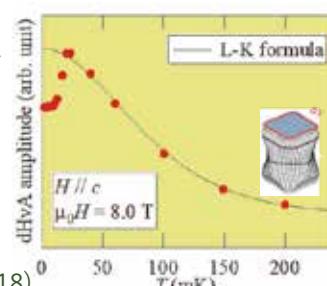
准教授 山下穣



□ 超低温($T < 20\text{mK}$)における電子物性の解明

超低温(~1mK) & 高磁場(~13T)が実験可能な唯一の装置

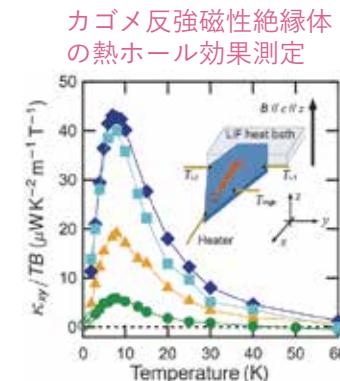
この温度領域の電子物性はほとんど未知の領域。
量子振動測定でCeCoIn₅の新規秩序相を発見!
他にも探せば新しい電子状態あるはず



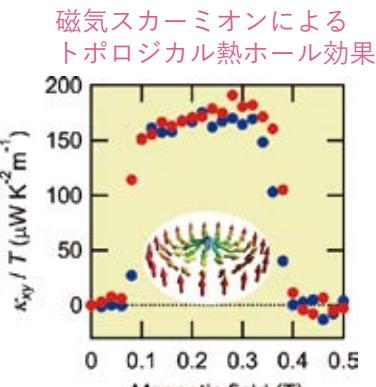
CeCoIn₅の量子振動振幅の温度依存性
H. Shishido et al., Phys. Rev. Lett. (2018)

□ 热ホール測定によるスピンやフォノンのトポロジカル効果の研究

- カゴメ反強磁性体におけるスピン励起とフォノン励起の熱ホール効果の発見
- 磁気スカーミオン相におけるトポロジカル熱ホール効果の発見



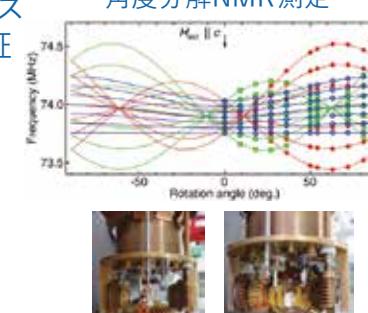
M. Akazawa et al.,
Phys. Rev. X (2020).



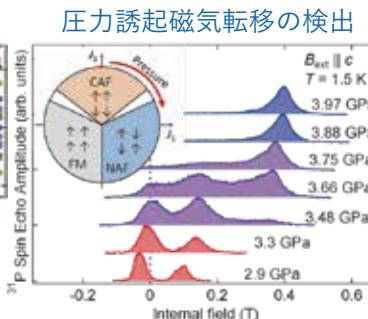
M. Akazawa et al.,
arXiv(2021).

□ NMRを用いたスピンや多極子の非自明な秩序の解明

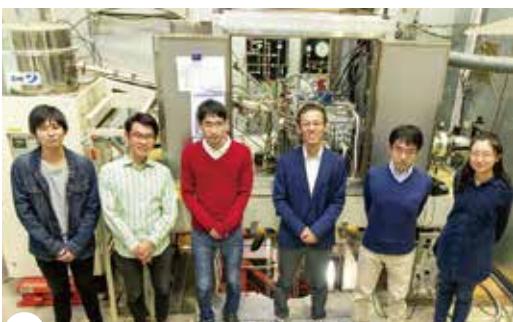
- NMRスペクトラムの精密解析からスピンや電子系の対称性の破れを検証
- 核スピンの緩和率を通して電子やスピンの揺らぎを探る



角度分解NMR測定
H. Takeda et al.,
Phys. Rev. B (2019).



H. Takeda et al.,
Phys. Rev. B (2021).



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

Google

山下穣

新領域物質系専攻

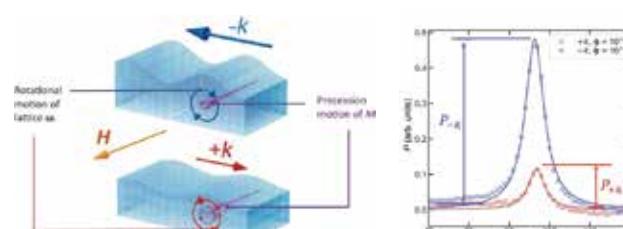
大谷研究室



教授 大谷義近

20世紀末にスピン角運動量の流れであるスピン流という概念が登場し、電流とスピン流の両者を効果的に利用する新しいエレクトロニクスとしてスピントロニクスが発展してきました。さらに最近では、電荷・スピン・フォノン・フォトン・マグノン等の準粒子が、固体中のスピンを媒介として、相互に変換されることがわかつてきました。これらの変換は『スピン変換』と呼ばれ、固体物理の一分野として更なる発展を遂げ、最近では準粒子が強固に結びつく強結合スピントロニクスとして開花しようとしています。これらの現象は、比較的単純な異種物質の接合界面のナノスケール領域で生じることが多いため、優れた汎用性と応用性を兼ね備えています。当研究室では基礎的なスピン変換と強結合スピントロニクスの視点から、スピンの関わる新物性開拓と発現機構解明に取り組んでいます。以下に研究室で取り組んでいる研究テーマの一部分を紹介します。

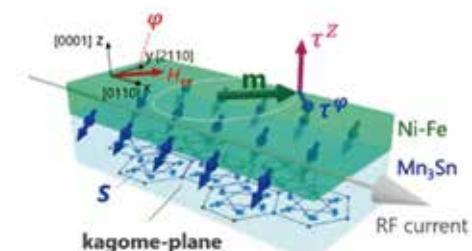
最近のスピントロニクス研究は、汎用性の高い強磁性体に比べ、日の目を見なかつた反強磁性体が一躍注目を集め反強磁性スピントロニクスとして新しい展開を見せています。このほか準粒子間の変換で要となる強結合状態の実現もスピントロニクスの重要なテーマです。大谷研では、これらの二つに注目しながら研究を進めています。新しいことに好奇心をもって挑戦したい人は歓迎です。大谷教授は、2022年から3年間フランスCEA Spintec研究所で招へい教授としてマグノン・フォノン強結合スピントロニクスの研究プロジェクトを推進します。その他、国内・国際的に幅広く共同研究も行っていますので、世界を股にかけた研究活動に参画したい方も歓迎です。



磁気・回転結合による非相反な表面弾性波の伝搬

強磁性体の磁化の歳差運動と、表面弾性波による物質の回転運動の周波数が一致するとき、表面弾性波の強い吸収が起こる。表面弾性波の向きに応じて格子の回転方向が異なるため、その伝搬に強い非相反性が現れる。

【関連論文】 M. Xu, et al. Science Advances (2020)



Weyl反強磁性体の特異なスピン-軌道トルク

Weyl反強磁性体のバンド構造を起源とする"磁気スピンホール効果"は従来のスピンホール効果とは異なり面直スピン蓄積を生成するため、磁性体の磁化状態の制御のために非常に有用である。Weyl反強磁性体の磁気モーメントの反転に伴い、磁気スピンホール効果の符号が特徴的に変化することを示した。

【関連論文】 M. Kimata, et al. Nature (2019)
K. Kondou, et al. Nat. Comm. (2021)

グループ集合写真2022



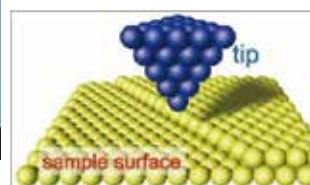
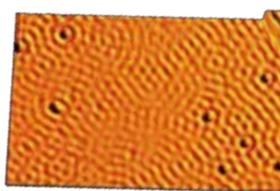
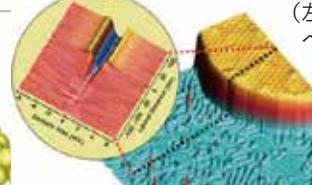
研究室HP: <https://otaniqnm.com>
E-mail: yotani@issp.u-tokyo.ac.jp
Tel: 04-7136-3309

工学系
物理工学専攻

長谷川研究室

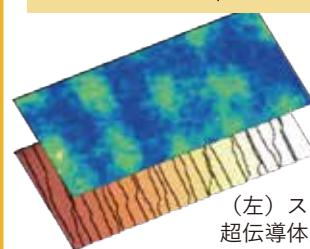


長谷川幸雄 教授

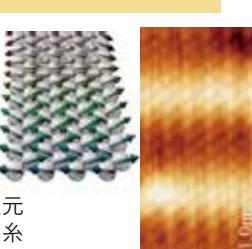
(上) STMの原理図: 探針と表面間に流れるトンネル電流を測りつつ表面をなぞることで像を取得
(左) Cu表面での電子定在波波の周期 (1.4nm) はフェルミ半波長に相当(左) 超伝導ギャップと金属中の近接効果の観測
(左) Coナノアイランドの磁気コントラスト像
(左) 銀原子を一つずつ動かして描いた「UT」

原子像が観察できる顕微鏡として知られるSTMは、ナノテクノロジーの基幹手法としてさまざまな分野で応用されていますが、汎用的な装置と比較して、長谷川研究室のSTM装置群の特長は、**超高真空** (10^{-9} Pa)・3He冷却による**低温** (>0.4K)・**磁場下** (<11T)・**マイクロ波** 照射下 (<20GHz)といった極限環境での測定が可能な点にあります。このため他では出来ないような測定、例えば、**超伝導体**や量子化磁束(渦糸)の振る舞い、**スピinnスパイアル磁性**におけるマグノン励起、強磁性**共鳴**によるスピニ流生成などの諸現象を、局所的かつ極めて高いエネルギー分解能で評価できます。

Abrikosov-Josephson渦糸



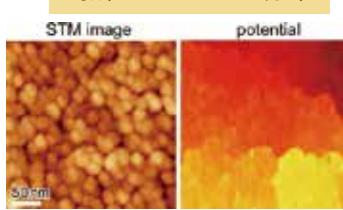
スピニスパイアル構造



(右) 個々のMn原子のスピニ検出による特異なスピニ構造の観測

(左) ステップを導入した二次元超伝導体上での特異な楕円状渦糸の形成

局所ポテンシャル分布

STM image potential
ポテンシャル段差(電気抵抗)のナノ分布計測
軌道秩序状態

members

研究室見学は随时歓迎！

Tel: 04-7136-3325

E-mail: hasegawa@issp.u-tokyo.ac.jp

場所: 物性研A棟A317またはA026/027

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

時間と手間をかけて装置や試料を準備して、期待した現象が見えた時はもちろん嬉しいけど、予想外の現象が見えて、そこから新しいことがわかつてくるのは、もっと嬉しいですね。自分で用意した試料で、原子や電子・スピニ・超伝導が“見えた”ときは感動ですよ。

新領域物質系専攻

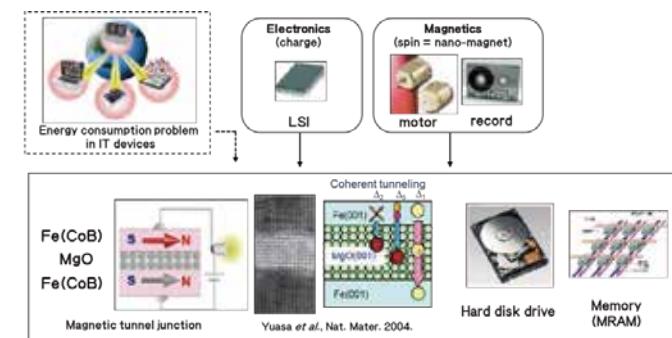
三輪研究室



准教授 三輪真嗣

准教授 三輪 真嗣
助教 坂本 祥哉
秘書 加藤 由紀子
D1 甲崎 秀俊 (MERIT-WINGSコース生)
M2 Jieyi Chen
M2 畑尻 天平
M2 Zikang Tian
M1 Erkang Wei
M1 Wenwei Liang

<https://miwa.issp.u-tokyo.ac.jp/>
miwa@issp.u-tokyo.ac.jp
研究室見学は隨時受け付けます



研究概要

電子の自転角運動量に相当する**スピニの性質**がナノの世界で顕著に現れることに着目し、これをを利用して高度なレベルでエレクトロニクスを実現する**量子スピントロニクスデバイス**の研究を行います。新奇ナノ構造創成を大事にし、原子層成長技術を駆使した量子デバイス物性研究を展開します。元素の周期表で磁石材料はFeやCoに限られますが、各元素や有機分子をナノレベルで複合して**デバイス物性**の可能性を無限大にします。

実験装置



金属MBE装置



レーザー/プローバー等の各種計測器

原子層制御されたナノ構造の作製装置
(大学最大級)

主な研究テーマ

量子物質スピントロニクスデバイス

ワイル磁性体等のトポロジカルデバイスを研究します

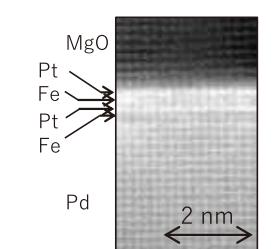
キラル分子スピントロニクスデバイス

キラリティを有する有機分子や生体分子を利用した新しいスピントロニクスを開拓します

パルスレーザー/放射光X線のオペランド分光

フェムト秒パルスレーザーや放射光X線・顕微イメージングにより量子デバイスの物性を解明します

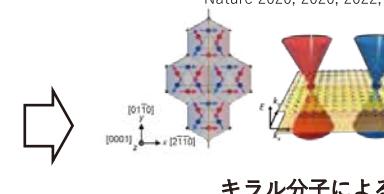
最近の研究成果



金属・分子・トポロジーを利用したナノ構造

ワイル磁性体を用いたスピントロニクスデバイス

Nature 2020, 2020, 2022, 2023

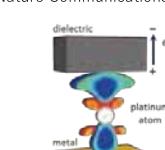


キラル分子による新奇スピントロニクス現象

Nano Letters 2019, 2020
Appl. Phys. Express 2020
J. Am. Chem. Soc. 2022

オペランド分光による電気磁気効果の新機構発見

Nature Communications 2017



新領域物質系専攻
理学系化学専攻

吉信研究室



教授 吉信 淳

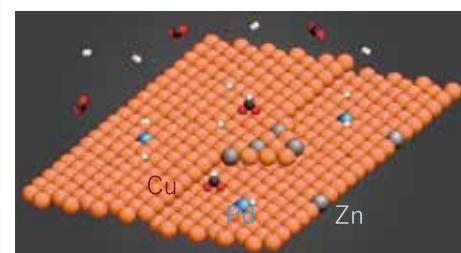
ぴかぴかに磨き上げられ装飾された固体表面が分子たちの舞台です

表面界面における原子分子の動的過程は、触媒反応、摩擦・潤滑、半導体デバイス製作、分子エレクトロニクス、環境化学、宇宙における分子進化などの様々な自然現象や最先端技術と結びついています。吉信研究室ではテラヘルツ・遠赤外～赤外から軟X線にわたる各種分光測定と局所プローブ法を駆使して、表面における動的過程を原子スケールで観測し、研究します。CO₂の水素化やメタンの部分酸化などの難度の高い触媒反応、変幻自在な水素を使いこなすハイドロジェノミクス、THz誘起表面プロセスなどの最先端研究に取り組んでいます。

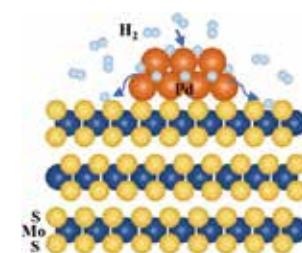
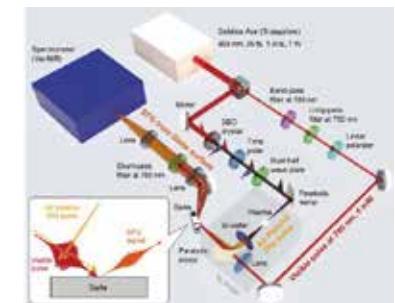
フォノンや吸着分子の低エネルギー束縛振動 (THz～遠赤外: meV領域)、分子内振動 (中赤外: 数10～500meV)、価電子帯 (紫外: 数～10 eV) から内殻励起 (軟X線: 数10eV～数keV) までの広いエネルギー領域カバーする各種のスペクトロスコピー、局所領域の顕微分光を駆使して、表面プロセスを原子スケールで明らかにします。

具体的には、赤外吸収分光 (透過吸収、反射吸収)、高分解能電子エネルギー損失分光、光電子分光、表面非線形分光などを利用しています。KEK-PFなどの放射光施設に設置した研究室保有のエンドステーションも年に数回利用します。また、局所プローブ顕微鏡 (STM/STS & AFM) により、表面界面の不均一性や原子・分子レベルの実空間観察も行っています。

国内外の研究室や理論家との共同研究も積極的に推進しています。



モデル触媒表面の反応

PdによるMoS₂表面の機能化

広帯域THzパルスによるSFG分光

【進行中の研究プロジェクト】

- ◆ CREST革新的反応：「時空間で精密制御した輻射場による表面反応プロセス」
- ◆ 科研費基盤B：「超短パルスレーザー加工により調製された原子層物質エッジ面の物性と反応」
- ◆ 学術変革A：「モデル惑星環境下におけるCOを含む表面化学反応プロセスのその場観測による研究」
- > Ptステップ表面における炭化水素の吸着と反応 (D3)
- > 第一原理による表面反応ダイナミクスシミュレーション (D3)
- > 機能化した原子層物質の表面反応と物性の研究 (D2)
- > Cuモデル触媒表面における化学反応と振動分光 (D2)
- > THzパルスを利用した表面振動分光と表面反応駆動 (D2)
- > 単原子合金モデル触媒の作製とCO₂水素化 (M2)
- > 遷移金属錯体と水素との相互作用 (M1)
- > 表面における原子スケール動的プロセス (M1)

学生8名のうち、外国人3名、女性3名を含む
多様性のある研究室
大学院生は物理系、化学系、材料系から進学

研究室メンバー（現在 14人）

吉信 淳（教授）、田中駿介（助教）、向井孝三（技術専門員）、飯盛拓嗣（技術専門員）、長田涉（特任研究員）、秘書

大学院学生（計8名）：D3x2、D2x3、M2x1、M1x2（新領域物質系専攻 = 7名、理学系化学専攻 = 1名）

連絡先：吉信（jyunyoshi@issp.u-tokyo.ac.jp）

詳しくは研究室ホームページをご覧ください <https://yoshinobu.issp.u-tokyo.ac.jp>

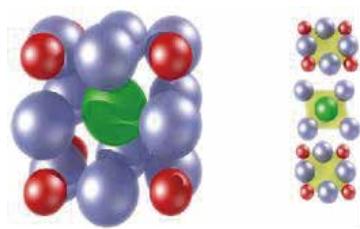
新領域物質系専攻

Lippmaa 研究室



Prof. Mikk Lippmaa

The most common minerals in the Earth's crust are oxides. Oxides can be found everywhere in our everyday life: in concrete, window glass, precious gems, ceramic kitchen knives, and many other places. Oxides are key components in modern electronics as dielectrics in capacitors or insulators in transistors and memories. Lippmaa laboratory works on oxide thin films, nanostructures, and interfaces.

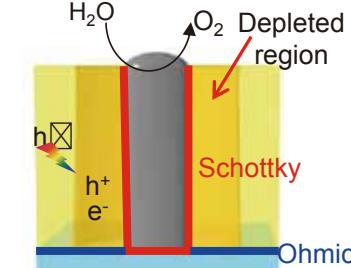
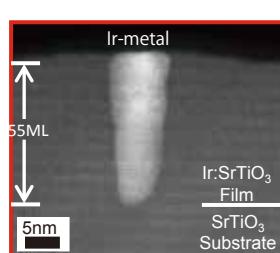


Many common transition metal oxides can be viewed as stacks of atomic layers. This layering and the semi-localized nature of transition metal electrons gives oxides many fascinating properties, such as superconductivity, magnetism, ferroelectricity, and many others.

Working on oxide thin films gives you a chance to learn many experimental techniques, from materials synthesis and nanostructure growth to device fabrication and materials property analysis. We offer projects oriented either at synthesis, property analysis, or technique development, depending on your interests.

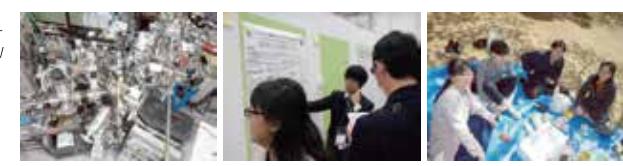


Lippmaa laboratory uses pulsed laser deposition to grow nanoscale films, heterostructures, and various types of nanostructures. Using in-situ electron diffraction, we grow crystals a single atomic layer at a time. Our main interest is in the physical properties of nanometer scale surface layers (catalysis), interfaces (2-dimensional systems), and nanostructures (functional properties). Novel physical properties and functions often appear at interfaces; hence we work on techniques for growing high-quality oxide heterostructures and seek interesting new materials functions.



Photoelectrochemical splitting of water at the tip of an Iridium metal nanopillar in an oxide semiconductor

We welcome students who like experimental science, are interested in developing new materials and are interested in learning to use various experimental techniques for thin film synthesis and materials characterization.



研究室見学はいつでも歓迎です。

Tel: 04-7136-3315

E-mail: mlippmaa@issp.u-tokyo.ac.jp

場所：物性研A棟 A313またはA314

詳しくは研究室ホームページをご覧ください。

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

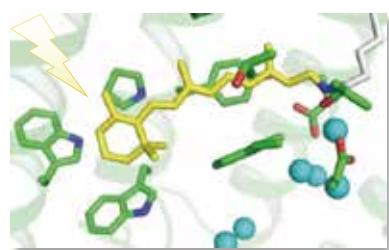
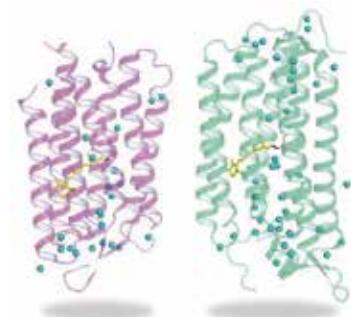
新領域物質系専攻
理学系化学専攻

井上研究室

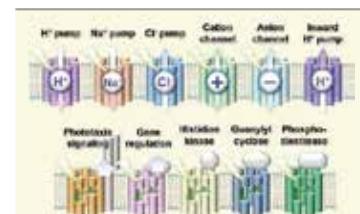


准教授 井上圭一

太陽光は地球上のほぼ全ての生命の生きる源であり、生物はそれをもとに外界についての情報を得たり、生育に必要なエネルギーを作り出すなど、様々な形で太陽の光エネルギーを自身の生存に役立てています。その時に細胞内で光を吸収し、これらの生理機能を発現する中心的な役割を果たすのが様々な光受容タンパク質群で、代表的なものに私たちの視覚で働くロドプシンや、植物の葉緑体の中で光合成をおこなう、光化学系タンパク質などが知られています。しかしアミノ酸がつながってできたタンパク質がどの様に光のエネルギーを使って、極めて多様な生理機能を実現するのか、いまだ明らかにされていない点が多くあり、その分子メカニズムはよくわかっていません。



そこで私たちの研究室では分光学的手法を用いてこれら光受容タンパク質の光化学反応を物理化学的に調べることで、光エネルギーを吸収したタンパク質がどの様に機能を発現するのか、そのメカニズムを分子レベルで理解することを目指した研究を行っています。その中で特に注目しているのが動物および微生物のもつロドプシンと呼ばれる、光受容型の膜タンパク質です。



動物型のロドプシンは私たちヒトを含めた多くの動物が持ち、高感度で光を捉えその情報を細胞内に伝達し、その情報が脳などで統合されることで視覚や概日リズムなど様々な生物学的情報が構築されます。

一方で、海洋に棲む数多くの細菌や藻類などが持つ微生物型のロドプシンは、動物型とは進化的に全く異なるタンパク質で、イオン輸送によるエネルギー生産や微生物の光応答、酵素反応制御に関わっていて、近年の研究により自然界では植物の光合成に匹敵する莫大な太陽光がこの微生物型ロドプシンによって使われていると考えられています。

私たちの研究室ではこれらのロドプシンが、光という共通のエネルギーを使ってどのようにしてこれまでに多様な生理機能を発現させるのか、分光学的手法や生化学実験、電気生理学実験、構造生物学的アプローチなどを複合的に用いることでその謎を分子レベルで解き明かすことを目指して研究を行っています。



私たちの研究室ではこれら光で働くタンパク質の本質に迫る研究に対して、強い意欲を持った学生を募集しています。その中ではこれまで誰も知らないかった新機能を持つタンパク質の発見者となるチャンスもあり、そのメカニズムを世界中のどこよりも詳細に理解し、さらにそこから新規生分子ツールの開発を行うなど、自由な発想にもとづいた研究が可能です。これらの研究に興味のある人はぜひお気軽に見学に来てください。

【連絡先】

Tel: 04-7136-3230
E-mail: inoue@issp.u-tokyo.ac.jp
場所: 物性研A棟A402

理学系
物理学専攻

野口研究室

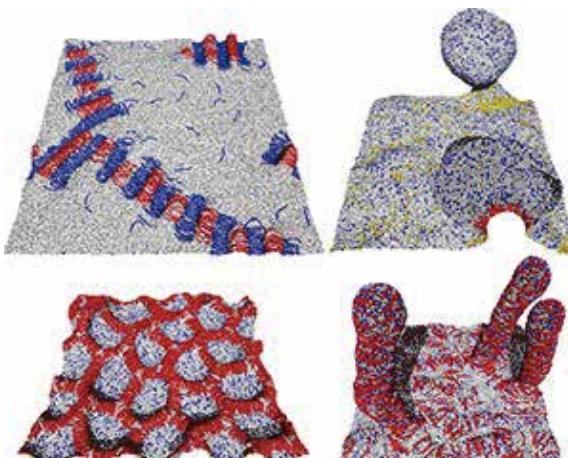


准教授 野口博司

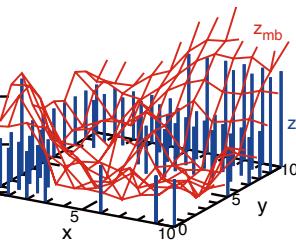
野口研究室ではソフトマター、生物物理を理論、シミュレーションを用いて研究しています。生体内ではまだ理解できていない現象が起こっています。分子スケールから細胞スケールまでの様々な構造変化、ダイナミクスを物理の視点から調べています。

主な研究テーマ

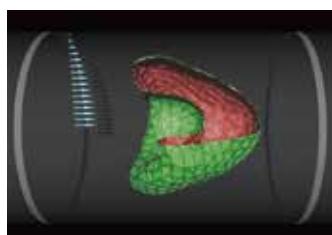
- 非平衡下での生体膜の構造形成
- 複雑流体のダイナミクス
- 計算手法の開発、改良



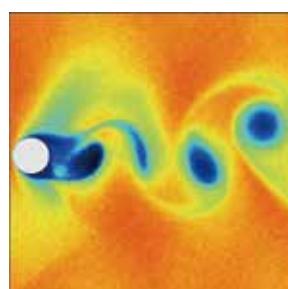
タンパク質の吸着によって生成される様々な膜構造



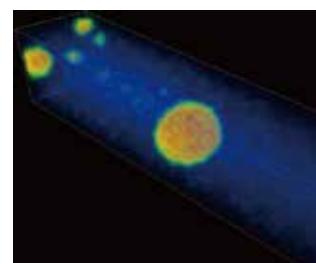
運動する細胞表面での非熱的膜ゆらぎ



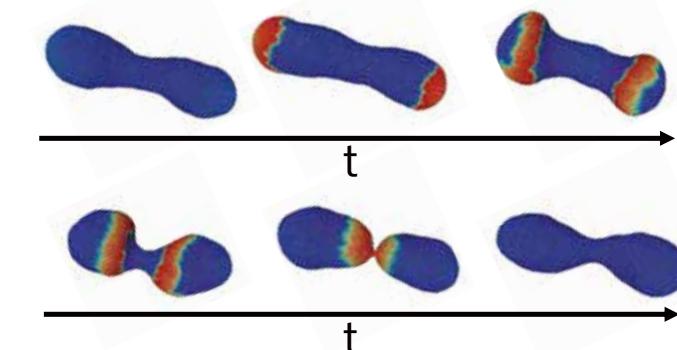
円管を流れる赤血球



相転移を伴う流れ
カルマン渦における気泡生成



音波による気泡形成



化学反応波による膜変形

スーパーコンピュータを用いた大規模計算

研究室見学はいつでも歓迎です
E-mail: noguchi@issp.u-tokyo.ac.jp
場所: 物性研A棟A509

林研究室



教授 林久美子

磁性、超伝導、スピントロニクスなどの固体物理分野を対象とした物性計測だけでなく、生体、特に細胞を対象とした物性計測も細胞内現象のメカニズムを理解するために重要です。生きている、つまり外部からエネルギー注入があり内部でエネルギー消費がある細胞は複雑な非平衡環境にあり、統計力学法則が破綻するため、最も物性計測が難しい対象と言えます。

本研究室では蛍光顕微鏡観察をベースに細胞内現象に対して、力・速度・エネルギーなどの物理量を正確に計測する技術を開発します。顕微鏡などのハード部分だけでなく統計力学、数学や情報科学などを駆使したソフト面の改善も行います。測定量を元に細胞内現象の理論モデルを構築し、細胞内現象を物理として定量的に理解します。神経疾患などの病気の理解に役立て、医学への貢献を目指します。

生物物理学は新しい学問ですが、今後成長する学際分野です。生物に興味があつて、それを物理から理解したい方を歓迎します。なお、本研究室の主な参加学会はBiophysical Societyです。学問をして国際社会で活躍しましょう。

研究例 1：
ヒトiPS運動ニューロン内の
軸索輸送の蛍光顕微鏡観察

神経細胞では主に核のある細胞体で物質が合成され、タンパク質分子モーター（キネシンとダイニン）が、末端にあるシナプス領域まで、長い軸索内を物質輸送します（軸索輸送）。軸索輸送は神経細胞物流の要であるため、輸送障害が神経疾患と関連します[1]。

ヒトiPS運動ニューロン内の軸索輸送の蛍光顕微鏡で得られたタイムコースデータに非平衡統計力学を応用することで、輸送を担う分子モーターの力・速度・分子数・エントロピー生成を計測します[2]。

研究例 3：
極値統計学を用いた神経細胞
軸索輸送の速度解析
-個体内 *in vivo* イメージング-

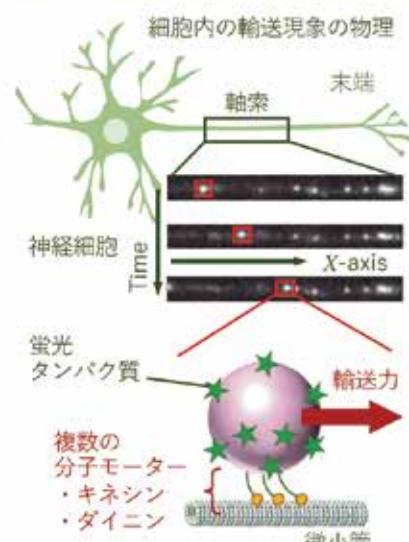
神経細胞軸索輸送のタイムコースデータに極値統計学を応用して、速度の「極値」に注目することで、平均速度解析では分からなかった情報を抽出します。

ガラスチャンバーや培養細胞ではなく、個体内こそが分子モーター本来の環境です。個体内での物理計測は非常に困難です。私たちは生きている線虫内で軸索輸送の蛍光観察に成功し、速度データへの極値統計解析の応用で、キネシンによる順行性輸送とダイニンによる逆行性輸送の力発生メカニズムの差異を検出しました[5]。

研究例 2：
ナノスプリングによる
分子モーターキネシンの
力計測

キネシンは神經細胞軸索輸送を担う分子モーターの一つです。これまで主に光ビンセット技術で（2018年にノーベル物理学賞）でキネシンの出力が測定されてきました[3]。私たちは光ビンセットに代わって先行研究[4]で開発されたDNAオリガミ製のナノサイズ世界最小バネを用いてキネシンの力測定を行っています。

ナノスプリングを用いてガラスチャバー内の1分子実験のみならず、より野心的に、細胞内で軸索輸送の輸送力計測を目指します。



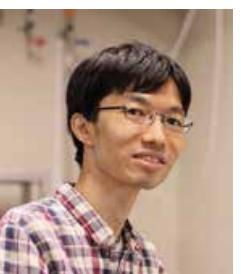
文献

- [1] KIF1A.org
- [2] Hayashi, et al., Mol Biol Cell 2018; Phys Chem Chem Phys 2018; Sci Rep 2019
- [3] Svoboda, et al., Nature 1993
- [4] Iwaki, et al., Nat Commun 2016
- [5] Naoi, et al., bioRxiv 2021
- [6] Niwa, et al., Cell Rep 2016



Group Photo 2022 (東北大学)
E-mail: hayashi@issp.u-tokyo.ac.jp
場所: 物性研A棟A403

中島研究室



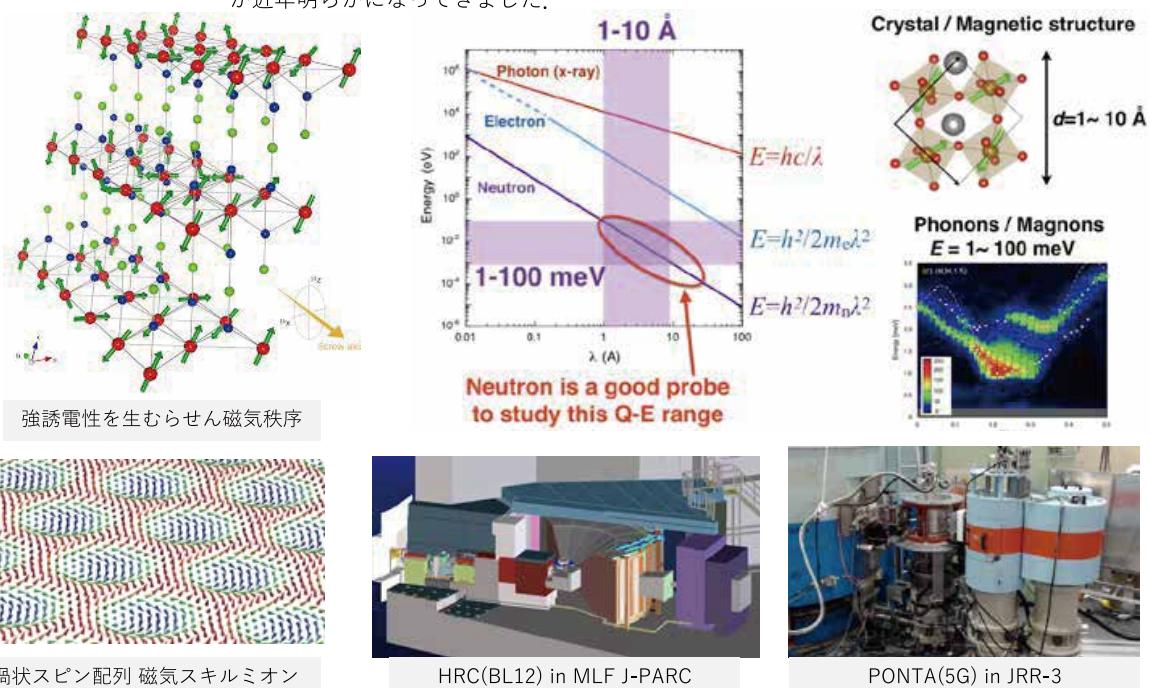
准教授 中島多朗

スピニ配列の幾何学的性質が生み出す物性現象

固体中のスピニ配列は、これまで非常に古くから研究されてきました。例えば、我々人類が古くから利用してきた「磁石」では固体中のスピニが自発的に同じ方向に揃う「強磁性」が実現しています。

しかし、世の中には単純に同じ方向に揃うだけではない変わったスピニ配列も存在しています。左下図は私が過去に研究した鉄酸化物の磁気構造ですが、結晶の特定の軸方向に進むにしたがって、スピニ（緑色の矢印）がらせん階段のように回転して配列しています。これを「らせん磁性」と言います。)

他にもスピニが渦状に配列した状態も存在し、これは特に「磁気スキルミオン」と呼ばれています。このように少し変わったスピニの並び方が、新しい物性現象を生む舞台として近年注目されています。例えばらせん磁気秩序では、右巻き・左巻きといった巻き方の自由度を持ち、空間反転対称性が破れることになります。このようなスピニ配列の幾何学的特性は、電気分極やホール効果と言ったスピニ自由度以外のマクロ応答の起源となり得るということが近年明らかになってきました。



中性子散乱を用いた固体物性研究

中性子は電荷を持たずスピニ1/2を持つ粒子です。これを物質に照射して散乱されるパターンを観測することで物質の結晶構造や磁気構造を決めたり、格子振動やスピニ波などの励起現象を観測することができます。右上に中性子、X線、電子線のエネルギーと波長の関係を表したグラフを示します。我々が研究対象とする固体中の原子や磁気モーメントが並んでいる周期はおよそ1~100 Åくらいです。またそれらが生み出す格子振動やスピニ波のエネルギーは1~100 meVくらいです。中性子は（なんと都合が良いことに、電子よりも3桁程度大きな質量を持つおかげで！）固体物性において重要な長さ/エネルギー領域にぴったり合った分散関係を持っており、これらの測定に非常に適しています。

我々は、茨城県東海村にある大強度陽子加速器施設J-PARCや、研究用原子炉JRR-3に設置された中性子散乱装置群を用いて実験を行なっています。また、時には海外の中性子施設へ実験しにいくこともあります。これらに加えて、実験室でも様々な物性測定に取り組んでいます。

固体中のスピニが織りなす多彩な世界を中性子を使って一緒に探検してみましょう。

Tel: 04-7136-3417

E-mail: tarou.nakajima@issp.u-tokyo.ac.jp

場所: 物性研A棟A521

研究室見学はいつでも歓迎です。

詳しくは研究室ホームページをご覧ください。

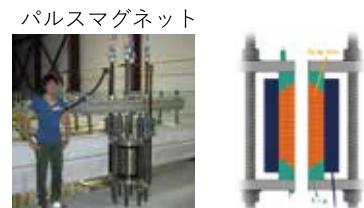
<https://nakajima.issp.u-tokyo.ac.jp>

理学系
物理学専攻

金道研究室



教授 金道浩一

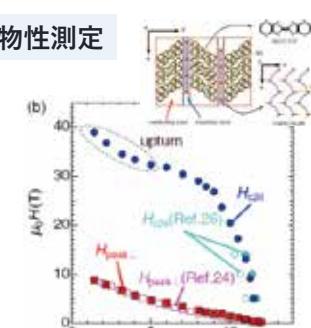


<https://www.youtube.com/watch?v=n5xwekwTL1w>

そしてこの電磁石が作る非常に強い磁場の中で物質の磁化や電気伝導度や比熱といった**物性を測定することにより、未知なる物理現象の探索、そしてその発現機構の解明を行っています。**

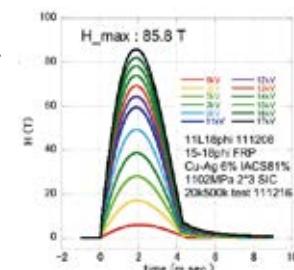
有機超伝導体の強磁場物性測定

超伝導体に強い磁場をかけると普通は超伝導状態が壊されてしまいます。しかし有機導体のようなクリーンな二次元物質では秩序変数が空間変調する特殊な超伝導状態が現れると期待されています。



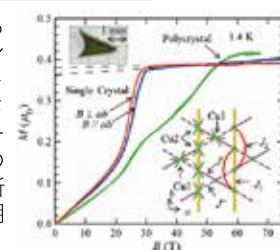
100テスラ級非破壊パルスマグネットの開発

温度の1ケルビンは約1テスラの磁場に対応します。我々のパルスマグネットで発生可能な磁場は約80テスラですが、この限界を少しでも広げることにより、新しい物理現象の発見・解明につながると期待しています。



フラストレート磁性体の強磁場磁化測定

磁性体に強い磁場をかけると最終的には磁気モーメントがそろいます。フラストレート磁性体と呼ばれるさまざまな状態のエネルギーが拮抗する物質では、その途中でスピニ液体などの新奇な量子状態が現れると期待されています。



測定技術開発・物質開発

パルス強磁場と高圧力を組み合わせた環境下で使用可能な物性測定プローブなどを開発し、未知の物理現象を探索します。強磁場中で面白い物性を示す新物質の開発も行っていく予定です。



高圧下電気分極測定プローブ

研究室見学はいつでも歓迎です。
Tel: 04-7136-3336
E-mail: kindo@issp.u-tokyo.ac.jp
場所: 物性研A棟A220a

詳しくは研究室ホームページをご覧ください。
<https://kindo.issp.u-tokyo.ac.jp>

工学系
物理工学専攻

小濱研究室

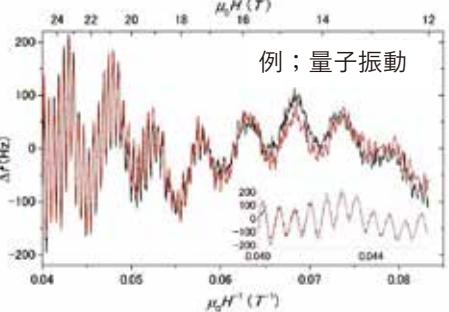


准教授 小濱芳允

小濱研究室では**1000テスラまでの超強磁場環境で物性研究を推進しています。**20テスラを超える強磁場環境では、ノーベル賞に至った『量子ホール効果』のような新奇現象が現れますか、その観測は困難でした。本研究室では、強磁場環境での新奇現象を理解すべく**装置開発**を進め、下記に示す世界的にもユニークな実験的研究を可能としました。これにより、人類の叡智が及ばない強磁場領域で、**超伝導体や磁性体などを対象とした研究に取り組んでいます。**

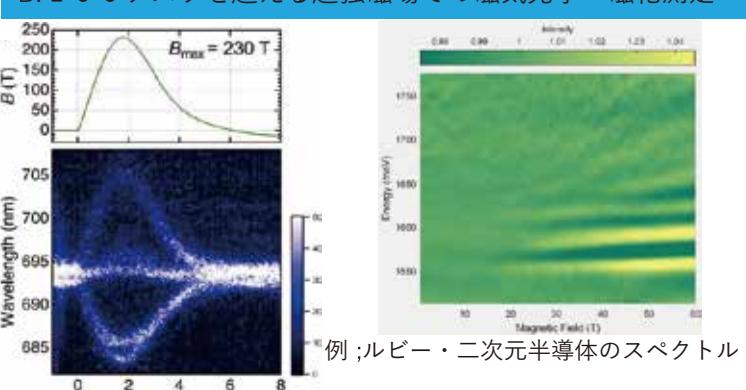
具体的な研究テーマは、以下の4つです。

A. 磁気・電気測定手法を駆使した強磁場下での量子物性観測



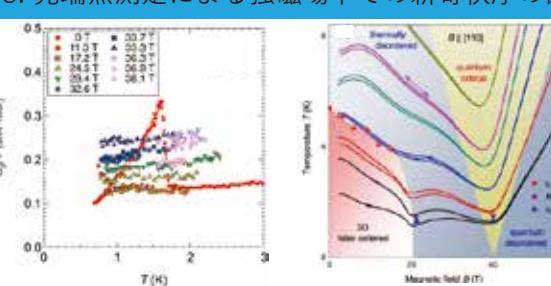
Science (2020, 2013), Sci Advances (2020), Nature Phys (2019, 2016, 2016), etc.

B. 100テスラを超える超強磁場での磁気光学・磁化測定



ACS Energy Lett (2020), Adv. Funct. Mater (2020), PRR (2020), PRB (2020, 2020), etc.

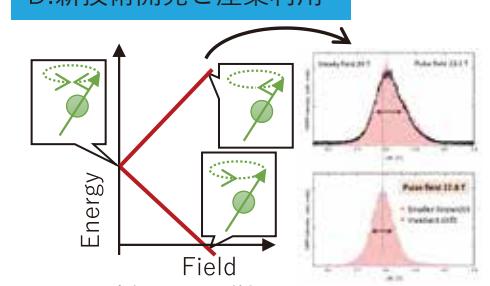
C. 先端熱測定による強磁場下での新奇秩序の観測



例 ;ウラン系超伝導体の比熱・イジング磁性体のMCE

PNAS (2019), PRL (2019, 2018, 2018), PRB (2020, 2019, 2019, 2018) etc. RSI (2021, 2021, 2020, 2019, 2015), 特許出願 2020, etc.

D. 新技術開発と産業利用



例 ;パルス磁場 NMR, MRI の開発

PNAS (2019), PRL (2019, 2018, 2018), PRB (2020, 2019, 2019, 2018) etc. RSI (2021, 2021, 2020, 2019, 2015), 特許出願 2020, etc.



こんな人が小濱研究室に向いています

- ・国際的な共同研究に興味がある人
- ・他の人と違う（尖った）研究をしたい人
- ・磁場に興味がある人



研究室見学はいつでも歓迎です

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

E-mail: ykohama@issp.u-tokyo.ac.jp

場所 :物性研C棟106号室



理学系研究科
物理学専攻

徳永研究室



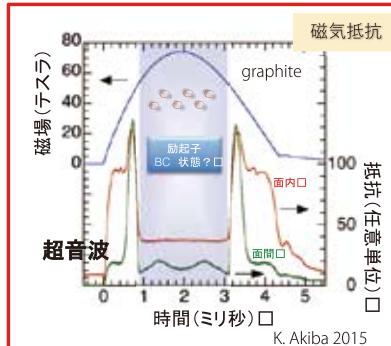
准教授 徳永将史

磁場は物性を支配する電子のスピン、軌道運動、位相を直接制御できる外場であり、物性研究に不可欠です。徳永研究室では非破壊型パルスマグネットを用いて発生可能な最高60Tまでの強磁場下において、トポロジカル半金属、強相関電子系物質、交差相関物質を始めとした様々な対象物質を研究しています。世界最高峰の強磁場環境下では様々な現象が起こりますが、その背景にある物理を解明するには信頼性の高いデータに基づいた議論が欠かせません。徳永研究室では、自ら開発・改良した多彩な高精度測定技術を駆使して実験を行い、世界中の研究者が注目している競争の激しい分野でもオリジナリティーの高い研究を展開しています。この特殊な測定手法を生かして国内外40以上の先端研究グループと幅広い共同研究を推進しています。最新の研究の詳細については徳永まで直接お問い合わせください。

これまでの主な研究

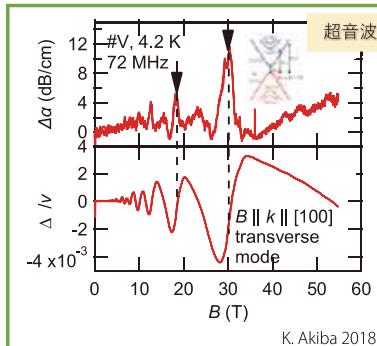
グラファイトの磁場誘起相転移

電子と正孔によるBCS/BEC状態？



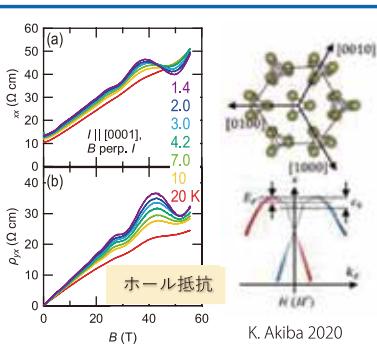
PbTeの量子極限物性

“ディラックネス”的定量評価



カイラル半導体Teの量子振動

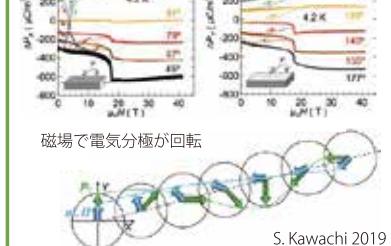
表面状態による量子伝導



電気分極

マルチフェロイクス

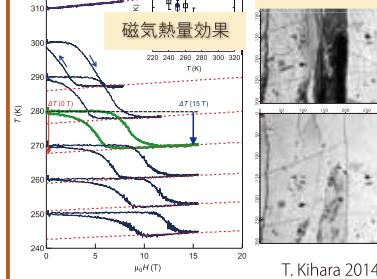
磁歪



BiFeO_3 の電気磁気効果
省電力MRAMへの応用？

磁性形状記憶合金

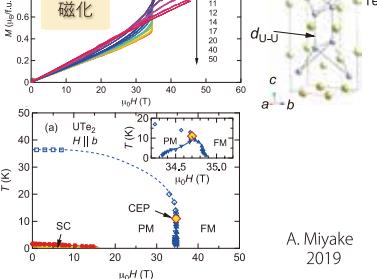
イメージング



巨大磁気熱量効果の観測
省エネ熱交換器への応用？

UTe₂のメタ磁性転移観測

スピinn三重項超伝導の起源？



学生の生活について

徳永研の特殊技術を使うと競争の激しい研究分野でもユニークな研究ができます。これまでに徳永研に所属した学生（修士課程8名、博士課程5名）の成果は約10本の論文にまとめられていますが、その内3本が編集者の注目論文に採択、5本が解説記事化、その他いくつかの受賞や新聞記事にもなっています、面白いと思う研究分野に関して、オリジナリティーの高い研究を展開したい方の参加をお待ちしています。

研究室見学はいつでも歓迎です。

Tel: 080-4927-4033

E-mail: tokunaga@issp.u-tokyo.ac.jp

場所: 物性研A棟A259bまたはC棟C114

詳しくは研究室ホームページをご覧ください。

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

新領域物質系専攻

松田(康)研究室



教授 松田 康弘

“自然は磁場を好まない”

だからこそ、極限強磁場に新たな発見がある

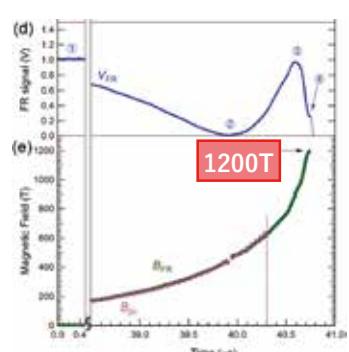
- ・相対論的效果である磁場は原理的に発生困難
- ・極限強磁場における物性は未知の世界
- ・電子物性の解明に磁場効果の理解は必須

研究テーマ

- ・強相関電子系の磁場中電子状態の理解
- ・磁場誘起構造相転移の研究
- ・超強磁場中のブロック電子
- ・光誘起現象への磁場効果の研究

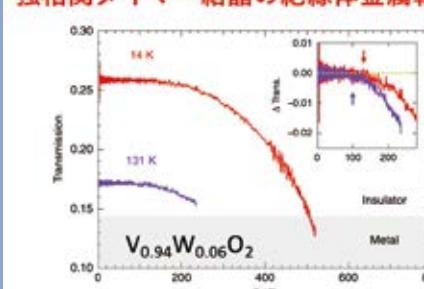


電磁濃縮法による超強磁場発生

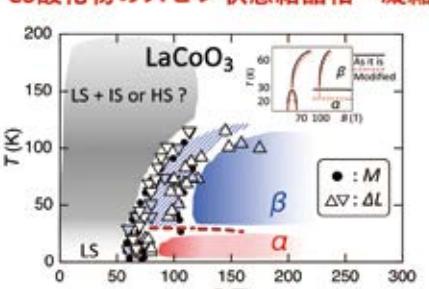


最近の研究成果

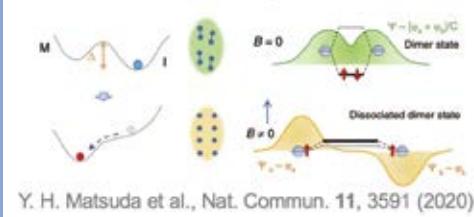
強相関ダイマー結晶の絶縁体金属転移



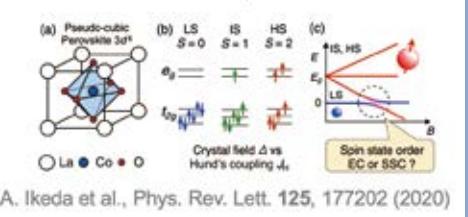
Co酸化物のスピinn状態結晶相・凝縮相



分子軌道の磁場制御 500Tで金属化



スピinn格子強結合 新規磁場誘起相



研究室見学はいつでも歓迎です。

Tel: 080-4937-2595

E-mail: ymatsuda@issp.u-tokyo.ac.jp

場所: 物性研C棟 C109

詳しくは研究室ホームページをご覧ください。

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

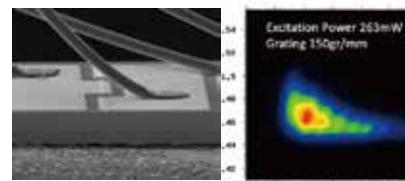
理学系
物理学専攻

秋山研究室

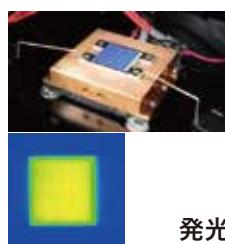
半導体量子ナノ構造の光物性や、それに基づく利得スイッチ半導体レーザー、太陽電池デバイス物理、生物発光・生物機能物理などを、レーザー分光・顕微分光・光学計測技術を用いて研究しています。

半導体レーザー短パルス発生

光励起・非線形非平衡物理→LD→光源→応用



太陽電池 (PV) と熱電 (TE) の物理

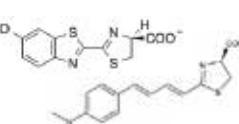
詳細平衡関係式
非平衡性

半導体レーザーベース・時間分解・共鳴・ラマン分光

井上研の希少試料チャネル・ロドプシンの研究へ

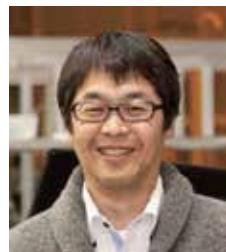


ホタル生物発光とルシフェリン関連物質



新領域
物質系専攻

岡崎研究室



准教授 岡崎浩三

極低温超高エネルギー分解能レーザー角度分解光電子分光 & 高次高調波レーザー時間分解光電子分光

光電子分光とは？

光電効果を用いて物質中の電子状態（バンド分散、フェルミ面、超伝導ギャップ等）を直接観測できる強力な実験手法です。

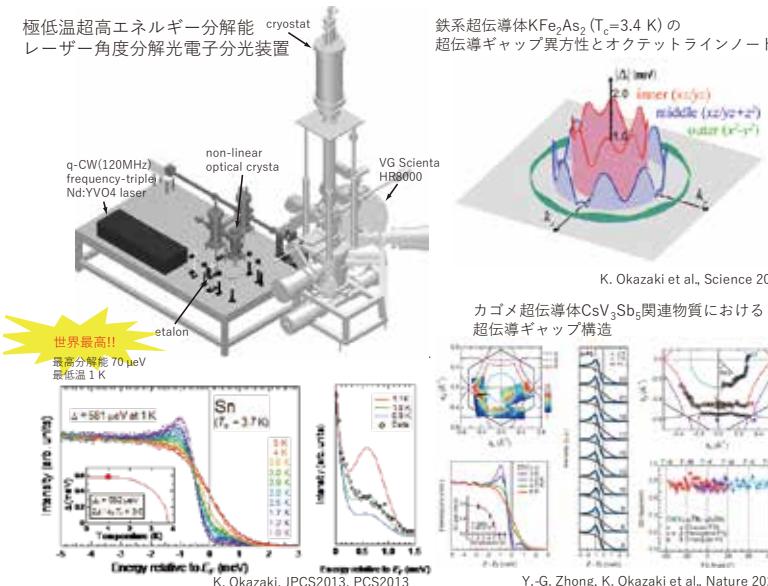
より低い温度、高いエネルギー分解能での精密測定を目指します。



フェムト秒レーザー($1\text{fs}=10^{-15}\text{s}$)を用いる事で電子のスナップショットを捉えることが出来ます。

極低温超高エネルギー分解能 レーザー角度分解光電子分光

による非従来型超伝導体の超伝導機構の解明



岡崎研究室では、世界最高性能を誇る極低温超高エネルギー分解能レーザー角度分解光電子分光装置を用いて、非従来型超伝導体の超伝導機構解明を目的とした研究や、高次高調波レーザー時間分解光電子分光装置を用いて、光誘起相転移の探索や光による物性制御を目的とした研究などを行っています。

研究室の見学はいつでも歓迎です。

連絡先：

岡崎 浩三 (准教授) TEL: 04-7136-3355, e-mail: okazaki@issp.u-tokyo.ac.jp, 居室 物性研本館 A279b
鈴木剛 (助教) TEL: 04-7136-3367, e-mail: takeshi.suzuki@issp.u-tokyo.ac.jp. 居室 物性研本館 A278

工学系
物理工学専攻

小林研究室



教授 小林洋平

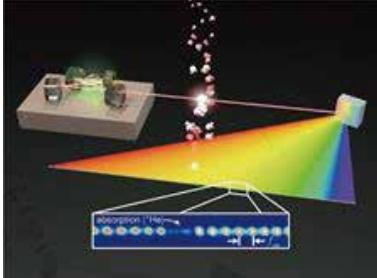
小林研究室では新しいレーザーを開発することで、光科学の新領域を開拓しています。光周波数コムと呼ばれるレーザーの超精密制御技術と、フェムト秒で平均出力100Wを超える高強度レーザー技術との両方を兼ね備えることで新しい応用にチャレンジしています。

最近では「なぜ物は切れるのか？」を解明すべくレーザーと物質との相互作用をフェムト秒から秒に至るマルチスケールで解明することに取り組んでいます。これが分かると「どのように物を切るべきか」がわかり、ものづくりが革新します。

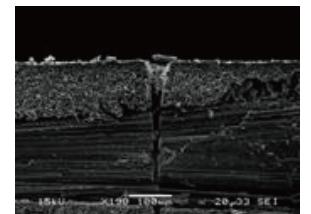
さらに、サイバーフィジカルシステム (CPS) の実現によるものづくりエコシステムの構築を産官学を挙げて取り組んでいます。

中赤外の精密レーザー分光で呼気中に含まれる分子を見つけ出すことで、病気の診断ができることを目指した技術開発を行っています。その他、世の中にはないレーザーで新しいことにチャレンジする学生を歓迎します。

光周波数コム精密分光



機械学習



精密レーザー加工



世界一小さいモード同期レーザー

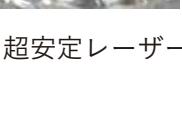
呼気診断用中赤外レーザー



光周波数コム



高次高調波



超安定レーザー



デュアルコム



スキーコース

研究室見学はいつでも歓迎です。
Tel: 04-7136-3365
E-mail: yohei@issp.u-tokyo.ac.jp
場所: 物性研A棟A221室

詳しくは研究室ホームページをご覧ください。
<https://yohei.issp.u-tokyo.ac.jp>

理学系
物理学専攻

近藤研究室



准教授 近藤 猛

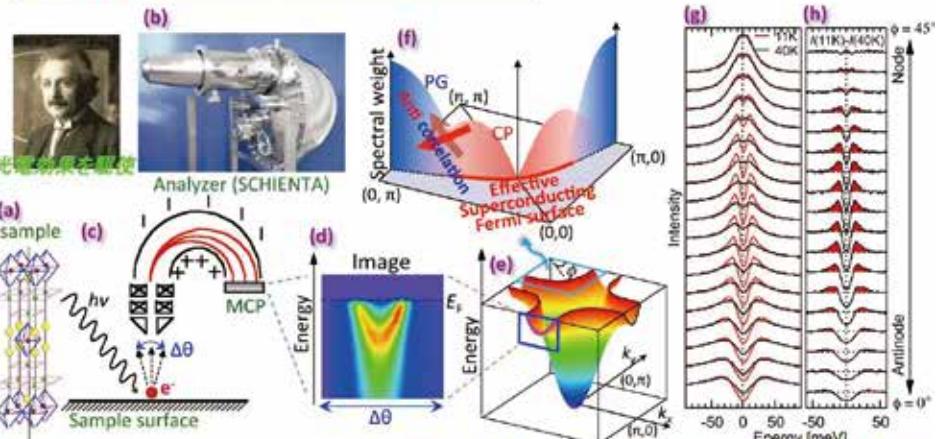


世界最高分解を持つ
レーザー光電子分光
装置の開発

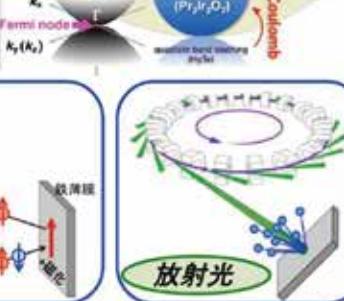
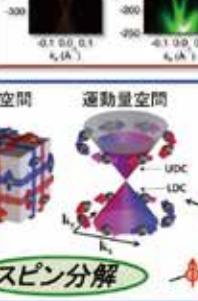
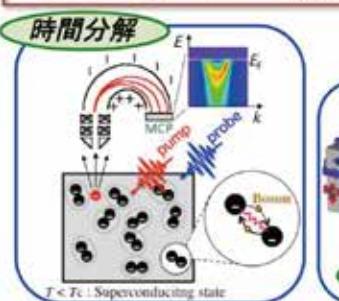
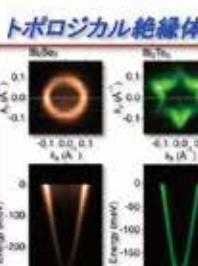
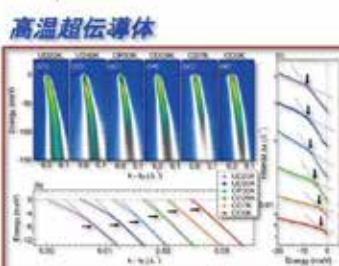
近藤研では、AINIUSHTAINで有名な光電効果を駆使して、高温超伝導やトポロジカル量子現象などの未だ解明されぬ物理現象の根源を、固体内伝導電子の直接観察から探求しています。角度分解による電子状態の逆空間イメージングをベースとして、スピン分解測定や、電子系ダイナミクスのフェムト秒スケール観測(時間分解)など、電子物性を視覚的に捉える研究を行います。極限的なレーザーやHe3クライオスタット搭載型の世界最高性能を持つ光電子分光装置を実験室で開発するとともに、ドイツ、イギリス、スイス、フランス等世界中の放射光施設も利用しつつ研究を進めます。プリンストン大学やパリ大学など海外グループとの共同研究も活発で、ワールドワイドな研究活動が楽しめます。我々の研究室には世界最先端の装置が数多く設置されており、日々装置と接しながら過ごしますので、研究者としての技量が鍛えられます。また、世界最高分解能を誇る装置でしか得られない実験データだからこそそのディスカッション力が磨かれます。見学をお勧めするので、まずは気軽にメールをして下さい。

「電子構造の直接観察」

スタンス：電子構造が分かれれば、全てが分かる。



世界最高分解を持つ
レーザー光電子分光
装置の開発



理学系物理学専攻

松永研究室

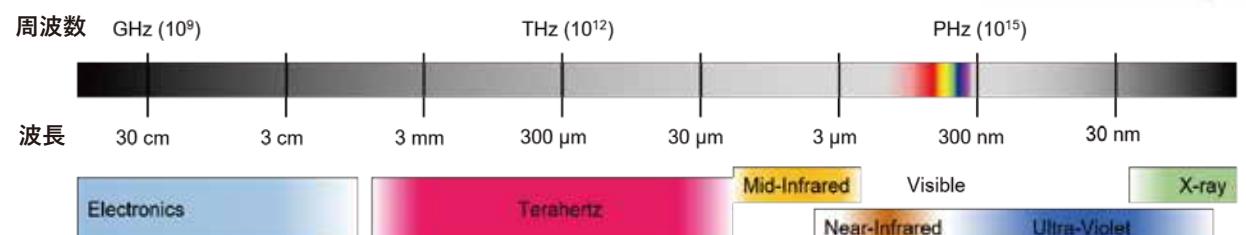
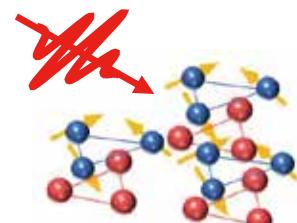


准教授 松永 隆佑

光物理性物理学とは、物質に光（電磁波）を当ててその応答を調べることで、光と物質の相互作用を調べる研究分野です。これを通して、物質の未知の性質を光で解明する、物質の状態を光で変化させる、あるいは物質を使って光を自在に制御することを目指しています。

少し前まで、光と物質の相互作用の研究の多くは「フォトンが物質に吸収される、放出される」といった摂動論や現象論で記述される範囲に留まっていました。しかし高強度かつ位相が固定されたレーザー光源が開発されるとともに、「光が持つ高速な周期的電場を駆使して物質を操作する」といった新しい研究が、理論・実験とともに急速に発展しています。

松永研究室では特にテラヘルツ周波数帯に注目しています。テラヘルツ波は、携帯電話などに使われる電波と、可視光のちょうど中間の周波数帯を持つ電磁波です。この帯域の最先端光技術を開発しながら、トポロジカル物質や半導体・半金属・超伝導体に注目し、次世代の高速エレクトロニクス・高速スピントロニクスに繋がる機能性を調べています。

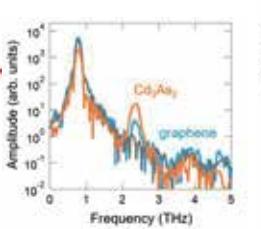
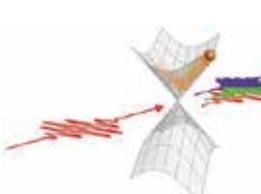


レーザー光を使うと様々な種類の実験が可能です。光技術は日進月歩で発展を続けているため、それらを駆使して物性研究を進めます。他の分野と比較しても、自分の目的に合わせて様々な光学実験システムを自分で設計して組み立てる作業を常に繰り返すという点が、光物理性物理学の大きな特徴かもしれません。その実験の過程で、様々な光技術と、その背景にある物理を学びます。光と物質の両面を通して幅広い自然科学分野と繋がりがあるため、広い知識と技術と理解力を必要とし、そのぶん広い科学的視野が身につく、とてもやりがいのある研究分野だと思っています。自分の手を実際に動かして自分自身の実験システムを組み上げるのが好きな人に向いています。



高強度テラヘルツ・マルチテラヘルツ光源技術開発 ⇒ ディラック半金属における非線形・非平衡現象探索

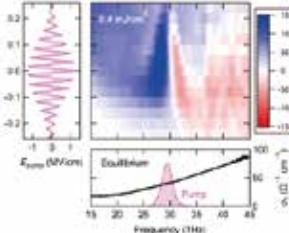
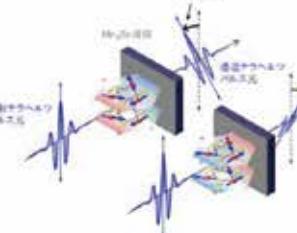
B. Cheng, N. Kanda et al., Phys. Rev. Lett. (2020).
N. Kanda et al., Nano Lett. (2022).
Y. Murotan, N. Kanda et al., Phys. Rev. Lett. (2022).



研究室見学はいつでも歓迎です。
E-mail: matsunaga@issp.u-tokyo.ac.jp

高精度テラヘルツ偏光回転計測システム開発 ⇒ ワイル反強磁性体の高速磁気光学応答の研究

T. Matsuda et al., Nature Commun. (2020).
T. Matsuda et al., Phys. Rev. Lett. (2023).



詳しくは研究室ホームページをご覧ください。
検索：「物性研 松永研」

木村研究室



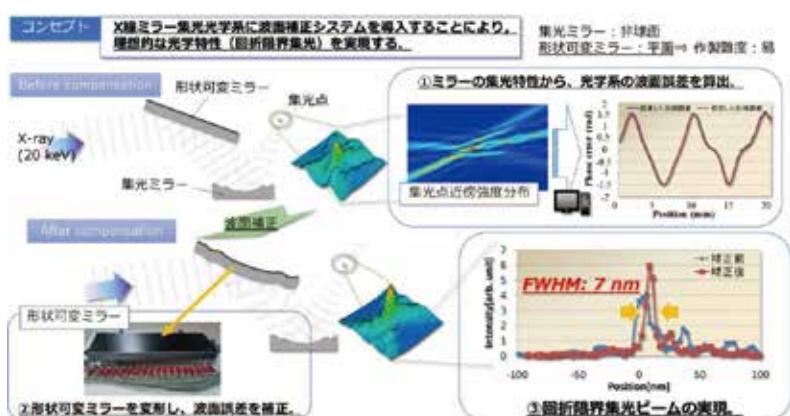
准教授 木村隆志

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線光源と、超精密加工法や電子ビームリソグラフィなどの半導体プロセス技術を応用した超精密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・時間分解能で結びつけ、新たなサイエンスを切り拓くことを目指しています。

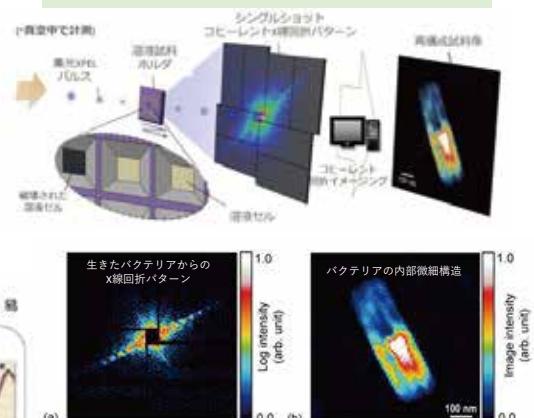
研究に利用している
SPring-8 & SACLA

原子レベルに迫る超精密加工・計測技術を応用し、様々な新規X線光学素子を設計・作製しています。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ます。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ってています。

研究例1：高精度形状可変ミラーを用いた硬X線イメージングシステムの構築



研究例2：X線自由電子レーザーによる生細胞イメージング



質問や相談、研究室見学は
いつでも大歓迎です！



教授 原田 慎久

私たちが研究に用いている光は、軟X線という、みなさんが日常ではけっして触ることのない光です。なぜなら、軟X線は空気の層が1ミリもあつたら消えてしまうからです。放射光を用いると、レーザーのように密度が高く、細く絞れた軟X線を利用することができます。軟X線は、日用品や最先端の材料の中に含まれるさまざまな元素の持っている電子状態が、その材料のどういう機能にどのように効いているのかをつぶさに教えてくれます。

私たちは特に、物質に軟X線を照射して出てくる軟X線を捉える、軟X線発光分光という手法を最も得意としています。これは軟X線で見た物質の「色」を調べる手法ですが、見た目の色と違って、磁気的、電気的性質の起源から不規則な系の構造まで、様々な情報を含みます。



SPring-8に建設した世界最高性能を誇る軟X線発光分光装置

世界最高性能・世界唯一の最先端の装置開発を行って、未知の物理化学現象を“世界で最初に捉える”ことに興味ある、意欲ある学生さんをお待ちします。

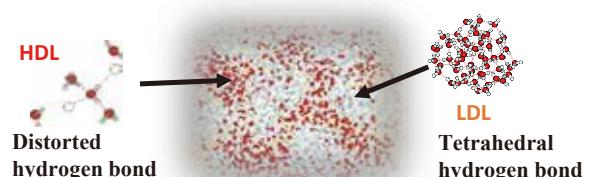
連絡先
 harada@issp.u-tokyo.ac.jp
 0791-58-0803 ex.4111
 04-7136-5262



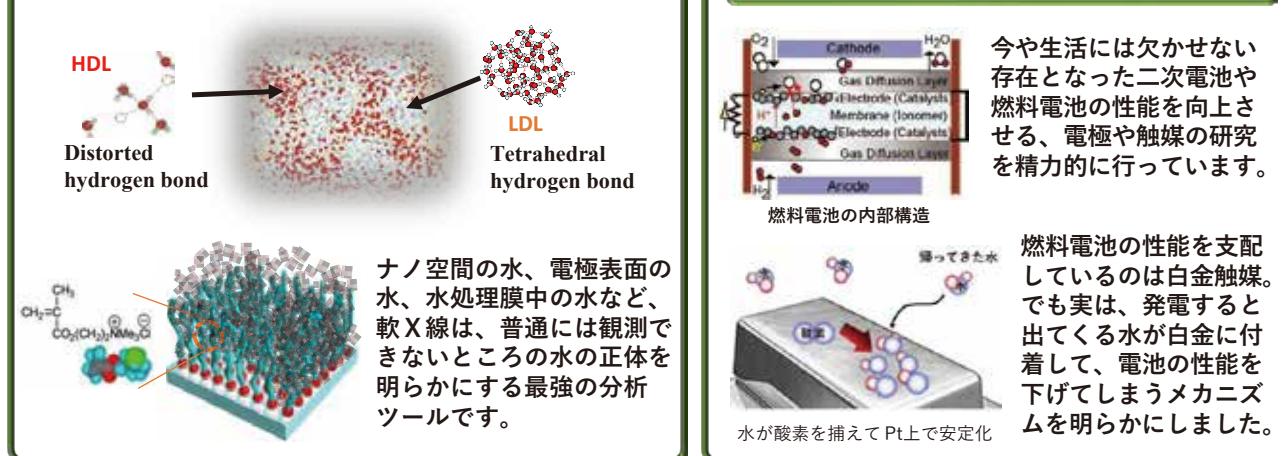
原田研 2021

研究例1：水はミクロに不均一？

古くから研究されている水が、実はミクロに見ると特徴的なネットワークを含む不均一構造を持つことが示されました。まさに今、その解釈をめぐって、世界中で大論争が起こっています。



ナノ空間の水、電極表面の水、水処理膜中の水など、軟X線は、普通には観測できないところの水の正体を明らかにする最強の分析ツールです。



研究例2：水と電気を作る功労者

今や生活には欠かせない存在となった二次電池や燃料電池の性能を向上させる、電極や触媒の研究を精力的に行ってています。

燃料電池の性能を支配しているのは白金触媒。でも実は、発電すると出てくる水が白金に付着して、電池の性能を下げてしまうメカニズムを明らかにしました。

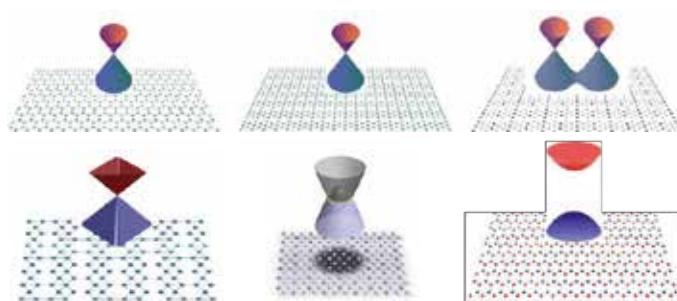
原田研究室

理学系物理学専攻
理学系化学専攻

松田巖研究室



教授 松田巖



ディラック電子系を有した単原子層の開拓をしています。
ホウ素の単原子層（ボロフェン）などの合成に成功し、
新規なディラック電子系を発見しました。



X線自由電子レーザーの超短パルス性と超大強度を活かした共鳴磁気光学効果や軟X線非線形効果の研究をしています。

次世代高輝度軟X線放射光施設

日本では26年ぶりの先端放射光施設の建設

2024年4月より利用開始



東北大新青葉山キャンパス内に建設中



放射光とレーザーを使いこなして光物性と表面物性の研究ができる人材を育成します

こんな人が私たちの研究室に向いています

- 新しい光源で誰も見たことのない世界を見たい、そして誰よりも先にそれについて考えてみたい方。
- 次世代・放射光施設では国内外一流の研究者たちとも共同研究をします。広い交流関係を築き、豊富な経験をしたい方。
- 新しい放射光施設建設のタイミングで、自身のオリジナル実験装置を開発し、世界初のデータを取ってみたい方。

研究室見学はいつでも歓迎です

Tel: 04-7136-3402

E-mail: imatsuda@issp.u-tokyo.ac.jp

場所: 物性研(柏)、SPRING-8/SACLA(播磨)

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

理学系
物理学専攻

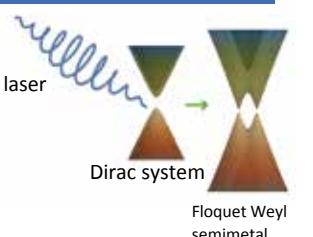


教授 岡 隆史

岡研究室

当研究室は複雑な物理現象の背後にひそむ「からくり」の発見と理解、そしてそれを利用した「機能発現」の提唱を研究目標とします。これまで量子物質のフロック・エンジニアリングの提唱や、非平衡場の理論など、主に非平衡量子多体系の研究に注力してきました。これらに加え、今後の重点領域として、生命現象のミクロ・メソスコピックな理論や情報物理への場の理論の応用を考えています。特に学生の自由な発想に基づいて研究分野を拡げていきたいです。学際的な研究と、国内外の共同研究者との交流という、ダイナミックな活躍の場を提供していきたいです。

量子物質の非平衡制御



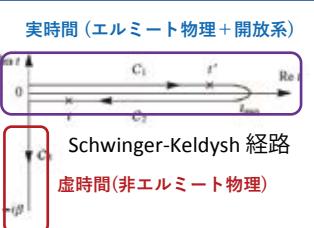
量子物質制御（フロック・エンジニアリング）

レーザー電場に代表される外場による駆動によって物質の性質は劇的に変化します。非平衡多体系問題は一般にはとても複雑な現象なのですが、外場の時間周期性に着目することで系統的な研究が可能になりました（フロック理論）。

現在、量子物質の性質を非平衡外場で制御する「フロック・エンジニアリング」という新分野が国内外の多くの研究室で精力的に研究を進められています。その研究対象はトポロジカル物質や、量子スピン系に代表される物性物理分野のもののみならず、冷却原子系や光学系などの人工物質群、QED、QCD真空などの高エネルギー物理にまで及んでいます。当研究室では特にフロック・トポロジカル状態の提唱などを通じてこの分野の研究に貢献してきました（Oka-Aoki2009）。様々な物質の性質を自在に制御する新しい方法の発見を目指していきます。

キーワード：非平衡定常状態、非平衡繰り込み群、量子情報、エンタングルメント

多体系物理基礎論（場の理論）



生命現象のメソスコピック物理



多体系問題としての生命現象

生体反応の根幹には細胞の内外でおきる化学反応の連鎖（シグナル伝達）があります。このような過程を動的多体系問題として捉え直し、その性質を実験・理論の協力の下で解明かす研究が始まっております。特に非エルミートな場の理論を用いて、主に電子物性で発展されたフロック・エンジニアリングなどの量子制御の手法を生体制御に導入する研究に着手しております。物性研究内でも研究されております視神經細胞やオブジェネティクス技術を利用した実験研究と協力しながら新分野の発展に貢献したいです。

キーワード：生命現象、シグナル伝達、ネットワーク、制御、相互情報量

研究室見学も歓迎です

Tel: 04-7136-3285

E-mail: oka@issp.u-tokyo.ac.jp

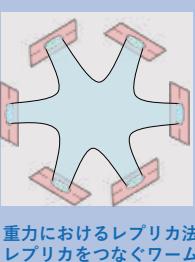
場所: 物性研A棟A429

助教
沼澤宙郎

出身は高エネルギー理論で、これまで主にブラックホールや初期宇宙における重力の量子効果を理解するために、高エネルギー理論、非平衡物理及び量子情報理論の境界領域を研究してきました。

特に量子エンタングルメントは量子系の特徴的な性質で、高エネルギー理論でも量子多体系でも近年重要なことから興味を持って研究してきました。

今後は、高エネルギー理論と量子多体系において量子情報や非平衡物理のより発展的な知識を応用していくとともに、その逆の応用や、量子情報や非平衡物理自身の基礎的な研究もしていきたいと考えております。

特任助教
奥村 駿

強相関電子系におけるトポロジカル物性では、電子のもつ電荷・スピン・軌道といった複数の自由度の協奏によって磁性や超伝導などの多彩な物性現象があらわれます。さらに、近年ではトポロジーという幾何学的な概念を取り入れた新たな切り口による研究が多くなっています。私は、こうした系を取り扱うために大規模な数值計算と場の理論的な解析計算を組み合わせた理論研究を行っています。

トポロジカル磁性体が示す量子輸送現象

トポロジカルな磁気構造は、創発磁場を生み出すことで特異なホール応答を示すことが知られています。私は、3次元的なトポロジカル磁性の一つである磁気ヘッジホッグ格子の安定性と量子輸送現象に関する研究を行ってきました（Okumura2020）。

トポロジカル電子状態の光誘起物性

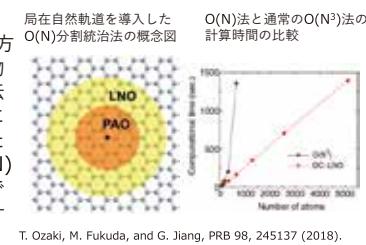
トポロジカルな電子状態として注目を集めているワイル半金属やディラック半金属ですが、実際の物質中でどのように振る舞うかは未解明な問題のひとつです。私は、光学応答を調べることによってトポロジカル電子状態の制御可能性を探っています。

尾崎研究室



教授 尾崎泰助

大規模シミュレーション手法: 密度汎関数理論に基づきDirac方程式を数値的に解くことで、物質の安定性、磁気特性、電子伝導特性、光学特性等を定量的に計算することができます。また計算量が原子数に比例するO(N)法の開発により、従来は困難であった数千原子系の第一原理計算を実現しました。

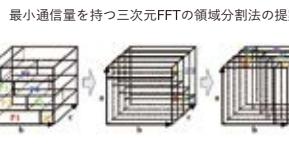


T. Ozaki, M. Fukuda, and G. Jiang, PRB 98, 245137 (2018).

超並列計算: 物性研究所「ohtaka」に代表される計算機は十万コア以上から構成される超大型並列計算機です。このような大規模な計算機を効率的に利用するためには計算を分散させて実行します。通信効率を高めた空間分割と高速フーリエ変換の新しい並列化手法を開発し、超並列計算を実現しました。

物性研究所に設置されたスパコン「Ohtaka」

T.V.T. Duy and T. Ozaki, CPC 185, 153 (2014).



T.V.T. Duy and T. Ozaki, CPC 185, 777 (2014).

OpenMXの開発: 現実に近い状況を高精度にシミュレーションするためには効率的かつ高精度な計算手法が必要です。私たちは独自の方法論に基づいたソフトウェアOpenMXを開発し、シミュレーションを行っています。



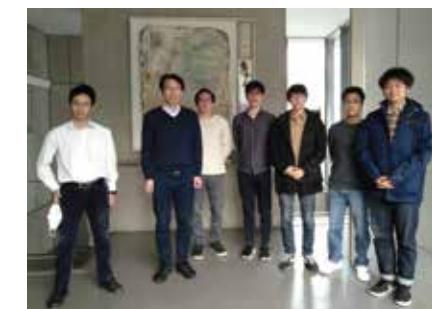
日本、韓国、台湾、中国のコミュニティで連携しながら開発を進めています。

我々の開発したOpenMXは東大物性研だけでなく、世界中の研究者に広く活用され、様々な応用研究の基盤ソフトウェアとなっています。

Website:
<http://www.openmx-square.org/>

構成員:
(2023年4月時点)

尾崎泰助 (教授)
福田 将大 (助教)
D3 1名
D1 2名
M1 2名
事務補佐員 2名



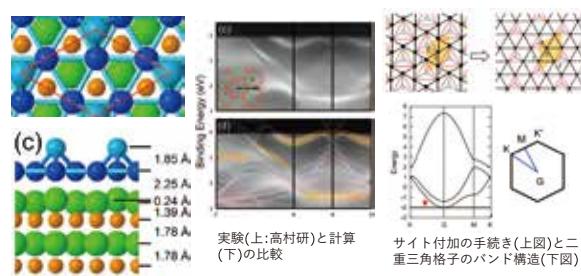
研究室見学はいつでも歓迎です

Tel: 04-7136-3285
E-mail: t-ozaki@issp.u-tokyo.ac.jp
場所: 物性研A棟A421

こんな人が私たちの研究室に向いています

- ・現実物質の性質を理論的に解明したい
- ・物理、数学、プログラミングが好き
- ・学際領域にチャレンジしたい

第一原理計算で得られた構造モデル



実験(上:高村研)と計算(下)の比較
(c) 1.85 Å, 2.25 Å, 0.24 Å, 1.39 Å, 1.78 Å
サイト付加の手続き(上図)と二重三角格子のバンド構造(下図)

C.-C. Lee et al., PRB 100 (4), 045150 (2019).
A. Fleurence et al., PRB 102, 201102 (2020).
T. Ogata et al., PRB 103, 205119 (2021).

押川研究室



教授 押川正毅

物性物理、統計力学、そして場の理論は、それぞれの入口では違った分野に見えますが、突き詰めて行くと一体のものであり、量子多体系の普遍的なふるまいを記述するものであると理解できます。このような、**量子多体系における普遍的概念**の探求を主な目標としています。

国際共同研究を積極的に推進しており、その多くに研究室の学生が参加してきました。

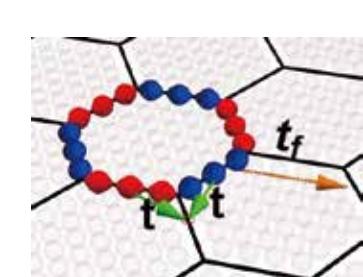
これまでの研究テーマの一部を以下に示します。研究内容の詳細や雰囲気などについては、是非論文を眺めて頂ければと思います（以下からもいくつかリンクしています。また、Google Scholar等から検索できます。）

ゲージ対称性は、電磁気力をはじめとして宇宙に存在する「力」を記述する指導原理であるだけでなく、物性物理や統計力学において創発するものとして重要です。トポロジカルに非自明な空間上のゲージ場を考えると、通常の局所的ゲージ変換に関する不変性に加え、トポロジカルな「大きなゲージ対称性」が生まれます。このような「大きなゲージ対称性」は、量子多体系に対して驚くほど強力で普遍的な制約を与えます（→[解説講演\(英語\)](#)）。当研究室ではこののような普遍的機構の解明に取り組んできました。特にLieb-Schultz-Mattis (LSM) 定理、あるいはしばしばLieb-Schultz-Mattis-Oshikawa-Hastings (LSMOH) 定理と呼ばれる制約は広く知られています。これは1961年のLSM論文以来半世紀以上にわたって発展してきた（→[解説講演\(英語\)](#)）のですが、トポロジカル相の発見に伴い重要性が高まり今日も更なる拡張が世界中で盛んに議論されています。

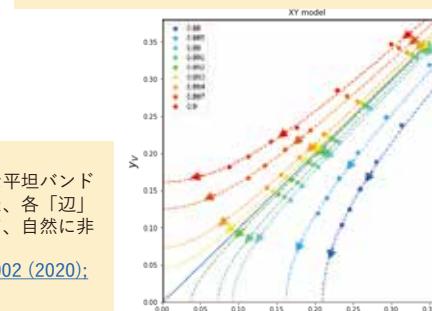
さらに、最も基礎的な物性の一つである電気伝導も、ゲージ場に対する応答として統一的に定式化することにより、[周波数和則や、完全伝導を特徴づけるKohn公式を全ての次数の非線形伝導に拡張](#)することに成功しました。

場の理論は、多体系が大きなスケールで示す普遍的なふるまいに対応します。量子多体系のトポロジカルな性質も、場の理論によって記述することができます。たとえば、上述のLSMOH定理は、ラグランジアンの対称性が量子化の際に破れるという「**量子異常**」に密接に関係しています。当研究室では、**場の理論の量子異常に基づき、ギャップレスな量子臨界相のトポロジカルな分類を提案**するなど、量子多体系における新しい概念の構築に取り組んでいます。

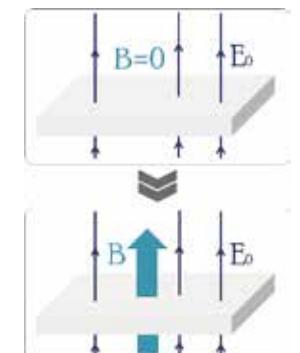
場の理論は、相関の強い系における実験結果を記述し、また予言を与える上でも強力なツールです。熱力学的には存在しないはずであるにも関わらず実験で観測された「**1次元超流動**」を動的な現象として定式化し周波数依存性を予言したり、[分数化励起の「レンズ効果」を用いた新たな非線形光波を提案する](#)など、多彩な現象の解明と予言に取り組んでいます。



Berezinskii-Kosterlitz-Thouless転移の繰り込み群フロー
教科書にも頻出の極めて基本的な繰り込み群フローだが、テンソルネットワーク法と共形場理論を組み合わせて転移点決定の精度を大幅に高めるとともに、繰り込み群フローを数値的に構成することに初めて成功した。
A. Ueda and M. Oshikawa, Phys. Rev. B 104, 165132 (2021).



ネットワーク構造上の電子状態
対称性に保護された干渉効果により安定な平坦バンドが出現し、強相関効果の舞台となる。また、各「辺」の1次元強相関系としての性質を反映して、自然に非フェルミ液体的な伝導を示す。
J. M. Lee et al., Phys. Rev. Lett. 124, 137002 (2020);
Phys. Rev. Lett. 126, 186601 (2021).



アクション場の不安定性に伴う、強電場下での自発的な磁場生成
アクションは素粒子論で提案された粒子場で、暗黒物質の候補としても有力だと考えられている。アクション場が強電場のもとで不安定であることが指摘されたので、これに対応する、物性系（トポロジカル磁性体）における現象を提案した。この研究により、強電場下での不安定性の物理的起源も明らかになった。
H. Ooguri and M. Oshikawa, Phys. Rev. Lett. 108, 161803 (2012).

- ・量子多体系を中心として、**基礎的かつ普遍的な物理**に興味のある方
- ・論文を眺めてみて、(雰囲気だけでも)趣味が合いそうだと思ってくれた方
- ・**国際的な環境**で英語（巧拙は問いません）で議論を行うことに前向きな方
- ・などを特に歓迎します

研究室Web page: <http://oshiwara.issp.u-tokyo.ac.jp/>
Google Scholar (押川):
<https://scholar.google.com/citations?hl=en&user=k4JrtHkAAAAJ>
researchmap (押川): <https://researchmap.jp/masakioshiwara>

興味をお持ちいただいた方はぜひご連絡ください。
E-mail: oshiwara@issp.u-tokyo.ac.jp
場所: 物性研本館A519 / A520 / A522a

理学系
物理学専攻

加藤研究室



准教授 加藤岳生

加藤研究室では、固体中の量子輸送現象の理論を主な研究テーマに取り組んでいます。私たちの研究では、非平衡グリーン関数や数値計算手法を用いて、ナノテクノロジーの発展に対応した理論を構築しています。最近では、**メソスコピック系**と呼ばれる系の量子輸送現象、および、**スピントロニクス分野**におけるスピントロニクス現象に焦点を当てて研究を展開しています。どちらの研究分野においても、固体の持つ性質をうまく活用し、微細な人工構造体や接合などを利用して基礎的な物理現象や機能性デバイスの探索を行っています。

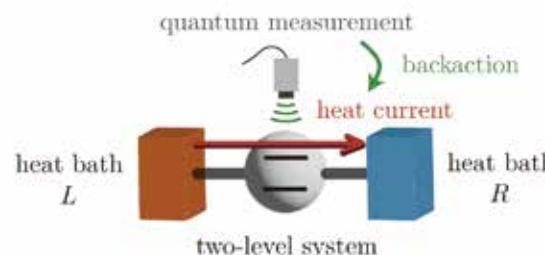
【キーワード】

- ・ マグノンやフォトンなどの輸送現象
→ **スピントロニクス**
- ・ 非平衡輸送特性や非平衡ノイズの評価
→ **非平衡統計力学**
- ・ 量子観測効果や非局所相関の考察
→ **量子力学基礎論**
- ・ 近藤効果や量子臨界現象の探索
→ **強相関電子系の物理**

メソスコピック系

メソスコピック系物理とは、ミクロとマクロの間に位置する対象を扱う学問です。この研究テーマの魅力は、量子力学の基礎的な概念を実際に直接実験することができる、ということです。量子力学の不思議な性質（例えば粒子の統計性や非局所相関など）を、人間が望むような形で制御し検証する試みが盛んに行われています。メソスコピック系分野の理論研究者はなぜか日本にはあまりいませんが、世界では活発に研究が行われています。

例：連続量子測定下の2準位系の熱輸送

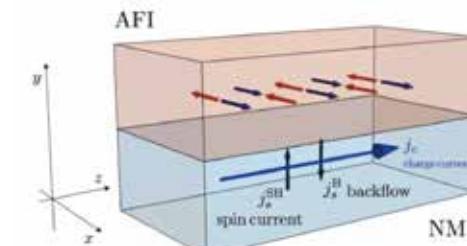


2準位系を介した熱輸送における量子観測のバックアクション(反作用)によって生じる測定値と熱流の交差相関を計算しました。この量は現在の実験技術で超伝導回路において十分に測定可能です。

スピントロニクス

スピントロニクスとは、電子のスピン（磁気モーメント）を利用した電子デバイス技術のことです。具体的には、スピントロニクスの制御やスピントロニクスと磁性体の相互作用に関する理論的研究を行っています。微視的なモデルを用いて、非平衡グリーン関数を始めとした様々な手法を用いて、スピントロニクス理論を構築したり、新しい物理現象の探索を行っています。現象論を超えて微視的なモデルに基づく予言能力の高い理論の構築を目指しています。

例：スピントロニクスの微視的理論



スピントロニクスは強磁性絶縁体と常磁性金属を接合させた系で生じる磁気抵抗効果です。本研究では反強磁性絶縁体と金属の接合系を考え、量子モンテカルロ法によってこの磁気抵抗の大きさを数値的に評価しました。

卒業生の就職先

- ・ アカデミック（助教、准教授、特任研究員・PI）
- ・ ニコン、NEC、野村アセット、大和証券、ワクスアブリケーションズグループ、明治安田生命、日本銀行



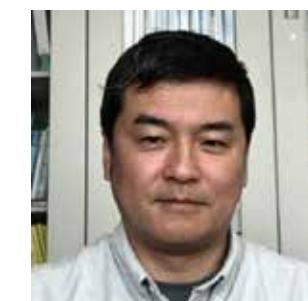
研究室見学はいつでも歓迎！

Tel: 04-7136-3255
E-mail: kato@issp.u-tokyo.ac.jp
場所: 物性研A棟A411

詳しい情報は研究室Webで！
<https://kato.issp.u-tokyo.ac.jp/>

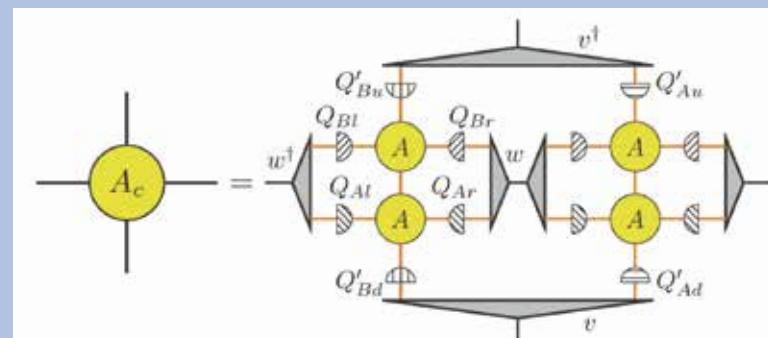
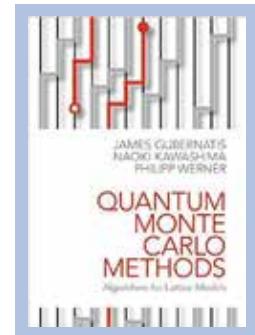
理学系
物理学専攻

川島研究室



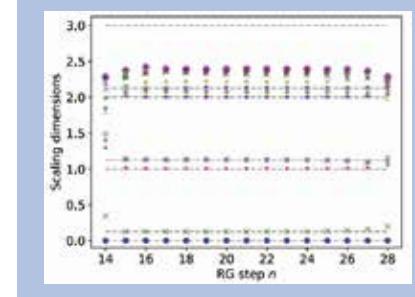
教授 川島直輝

最近、人工知能／機械学習／量子計算などの流行で社会的にも計算機に注目が集まっていますが、我々の研究グループでは計算物理、計算統計力学の方法論に含まれる数理的コアを明らかにし、新しい手法を開発することを基本に研究を進めています。その応用として、統計力学の未解決問題の解明や相互作用が物性を支配するいわゆる強相関量子系における実験研究との比較計算などを行っています。ここで用いられる量子モンテカルロ法やテンソルネットワーク法はボルツマンマシンや情報圧縮を通じてデータ科学とも接点を持っています。



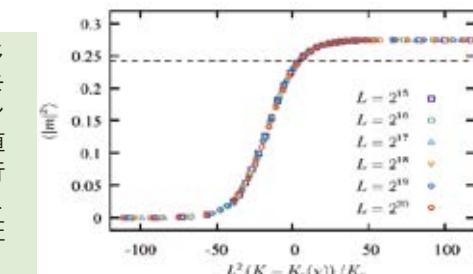
テンソル表現に基づく実空間繰り込み群（右）と、その結果得られる2次元臨界イジングモデルのスケーリング次元（下）。

Kadanoffによる実空間繰り込み群は直感的に理解しやすいが、系統的な改良が難しかった。とくに、下図のような高次のスケーリング次元の評価方法は知られていなかった。この方法は2次元CFTの公式を使っていないため、3次元以上にも使える。



こんな人が私たちの研究室に向いています

- ・ 美しい計算アルゴリズムが好きな人
- ・ スパコンを使ってみたい人
- ・ 統計力学が好きな人
- ・ シミュレーションで現実の実験を説明してみたい人



→非常に弱い1次転移を示す5状態ポツツモデルで1兆個のスピントロニクスの計算に相当する数値繰り込み群の計算を行い、1次転移であることの明確な数値的検証に成功しました。

"Calculation of higher-order moments by higher-order tensor renormalization group", Satoshi Morita, Naoki Kawashima, Computer Physics Communications 236, 65 (2019)



研究室見学は常時受け付けています。
E-mail: kawashima@issp.u-tokyo.ac.jp
場所: 物性研棟A423

理学系
物理学専攻

杉野研究室



教授 杉野修

学生の研究テーマ

本研究室では、数値計算に基づく物性研究(物質の性質の研究)を行っています。計算物質科学の中の第一原理計算という分野の研究を行っています。これは、シュレディンガー方程式などの物理の基本方程式から出発して物性を解き明かすという研究で、(例えば惑星内部の高温高圧下の)未知の新物質であってもその物性を定量的に予測できるという特長があります。現行の第一原理計算はHohenberg-Kohnの定理に基づく密度汎関数理論に基づいていますが、本研究室ではこの理論を発展させると共に、それを複雑かつ機能性の高い物質に応用する研究を行っています。

数値計算の方法やプログラミングなどの必要な
スキルを春山助教等から学び、一人1テーマで

それぞれ研究を行っています。



助教 春山潤

表面の第一原理計算を専門としています

密度汎関数理論(D3永井瞭)

エネルギーEと密度 ρ を関係づける汎関数
 $E[\rho]$ を、多体波動関数の機械学習から構築する新たな方法を提案しました。

電子格子相互作用(D3石井浩平)

電子と原子核の相互作用によるバンドギャップの変化を予測するための計算手法を開発しました。

電極表面の研究(D2 片岡佑太)

金電極の研究を行い、電極上での水素の量子拡散や燃料電池反応の様子を明らかにしました。

銅酸化物の電子状態(D1 A.N.Tatani)

最新の汎関数を用いて、(転移温度が高い)水銀系高温超伝導体の電子状態の特徴を明らかにしました。

界面の水・エタノール(M1 田部直哉)

界面のシミュレーションから非線形分極率を計算して実験の解釈を行っています。

その他

計算物質科学の特徴は、研究対象を抽象化せずに具体的な物質を対象とします。そのためテーマは多数存在します。また、コンピュータやプログラミングが得意な研究者が多い分野です。



杉野研究室のメンバー(正面玄関にて)

その他の研究テーマ

燃料電池反応(富岳シミュレーション)

2名のポスドク(A.E.Flaviano, M.Shibghatullah)は笠松研究室(山形大)と連携して超大規模計算を行い、次世代型燃料電池の電極物質の探索を行っています。第一原理計算・モンテカルロ法・機械学習を用いた新たな手法を開発して研究を行っています。

酸素固体

物性研ポストク(L.T.Anh)は高圧下での酸素の磁性や超伝導性を予測する研究に取り組んでいます。

研究室見学はいつでも歓迎です。

Tel: 04-7136-3290

E-mail: sugino@issp.u-tokyo.ac.jp

場所: 物性研A棟A510またはA511

詳しくは研究室ホームページをご覧ください。
<https://sugino.issp.u-tokyo.ac.jp>

理学系
物理学専攻

常次研究室



教授 常次宏一

我々の研究室では物性理論や関係する統計物理の研究を行っています。電子間の相互作用、特にクーロン斥力がとても大きい物質においては、低温において興味深い磁性状態や通常と異なる超伝導状態が現れます。これらの物理の舞台は「強相関電子系」と呼ばれています。またそれに関連して、1次元の対称性の高い系においては、多体問題にもかかわらず、基底状態や自由エネルギーの厳密解が求められる場合もあり、それを用いた物性の研究も行なっています。我々の研究室では、量子統計力学、場の理論的手法、コンピュータシミュレーションを用いて、量子スピン系の新規な量子相、強磁性と共に存する超伝導や、強相関電子系の輸送現象・非平衡現象などについて理論的に研究しています。

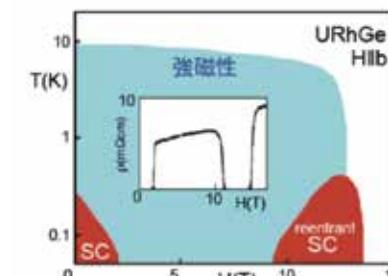
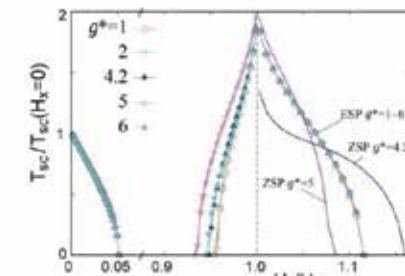
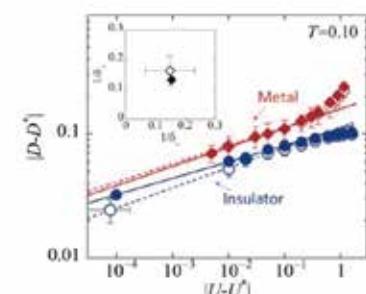
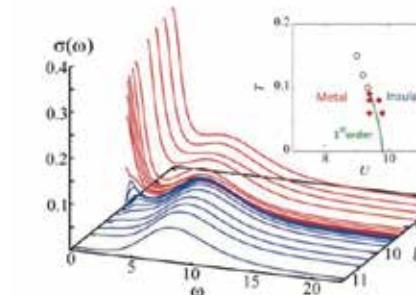
物質の示す現象は非常に多様で複雑ですが、その背後にはシンプルで美しい本質があります。強相関電子系の未知の本質を捉えて、それに基づく新しい現象を予測することを我々は目指しています。我々のグループで新しい本質を理論的に探究することにチャレンジしてみませんか。

メンバー

常次 宏一 教授 [強相関電子系, 量子スピン系]
辻 淳子 秘書

川原 光滋 D3 [マルチフェロイクス]
深井 康平 D3 [可積分系]
兼古 祐己 D1 [近藤効果]
高司 和弥 M1 [強相関電子系]
山田 恭市 M1 [強相関電子系]

研究テーマの例

強磁性超伝導体の温度磁場相図
実験結果(左)と理論計算(右)モット金属絶縁体転移近傍の
光学伝導度の計算結果(左)と
ドルーデ重みのスケール則(右)

研究室見学はいつでも歓迎です。

E-mail: tsune@issp.u-tokyo.ac.jp

場所: 物性研A棟 A517・A518

詳しくは研究室ホームページをご覧ください。

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

入試日程・学生サポート

—Entrance Examination Schedule, Student Support—

入試日程 - 令和5年10月(2023年10月)入学 令和6年4月(2024年4月)入学 -

修士課程・博士課程ともに4月入学と10月入学があります。

試験内容・日程は専攻によって異なります。必ず希望する専攻をよく確認の上、出願してください。

詳しくは専攻のホームページをご確認ください。

修士課程	理学系・物理学専攻	理学系・化学専攻	工学系・物理工学専攻	新領域・物質系専攻	新領域・複雑理工学専攻	※2023/5/10現在
出願期間	6/21~6/27	6/21~6/27	6/29~7/5	6/8~14	入試日程 A 6/8~14	
入試日程	筆記試験 8/22 口述試験 9/4,5,6,7,8	筆記試験 8/22 口述試験 9/6	一般・数学 8/28 専門・物理学 8/29 口述試験 9/1	一次試験 8/22 二次試験 8/28	オンライン筆記試験 8/16 予備日:8/17 オンライン口述試験 8/22,23	
博士課程	理学系・物理学専攻	理学系・化学専攻	工学系・物理工学専攻	新領域・物質系専攻	新領域・複雑理工学専攻	
出願期間	6/21~6/27	6/21~6/27	6/29~7/5	6/8~14	入試日程 A 6/8~14 入試日程 B 11/14~20	
入試日程	筆記試験 8/22 口述試験 9/4,5,6,7,8	筆記試験 8/22 口述 I 9/6 口述 II (R5.10月入学) 口述 II (R6.4月入学)	専門・物理学 8/29 口述 I 9/7 口述 II (R5.10月入学) 口述 II (R6.4月入学)	一次・筆記 8/22 二次・口述 8/25	オンライン口述試験 入試日程 A 8/21 入試日程 B 2024.1/29 二次試験 8/31 2024.1/30	

奨学金・学生サポート

日本学生支援機構のほかに、地方公共団体・公益法人・民間奨学団体の奨学制度もあります。これらの奨学金には、大学を経由して応募するものと、奨学団体が直接募集するものがあります。詳しくは相談窓口にご相談ください。



東京大学本部奨学厚生課奨学チーム
〒113-8654 東京都文京区本郷7-3-1
窓口：平日9:00～17:00
E-mail:syougaku.adm@gs.mail.u-tokyo.ac.jp
-御殿記念館横 最下階-

物性研RA

物性研の研究室に所属する博士課程在学生は、東京大学博士課程研究遂行協力制度の他、物性研リサーチアシスタント(物性研RA)として研究業務を行い、手当の受給ができます。同様に他の研究科においてRAを募集している場合があります。応募期間、受給期間、受給額、重複受給の可否等、条件が異なりますので、制度の詳細については物性研総務係または各研究科の担当事務にご確認ください。

物性研TA

物性研の研究室に所属する優秀な博士課程・修士課程の学生を対象に、実験、実習、演習等の教育的補助業務への手当支給制度があります。受給期間、受給限度額、時間単価等、取扱いの定めがありますので、詳細は物性研総務係までお問い合わせください。

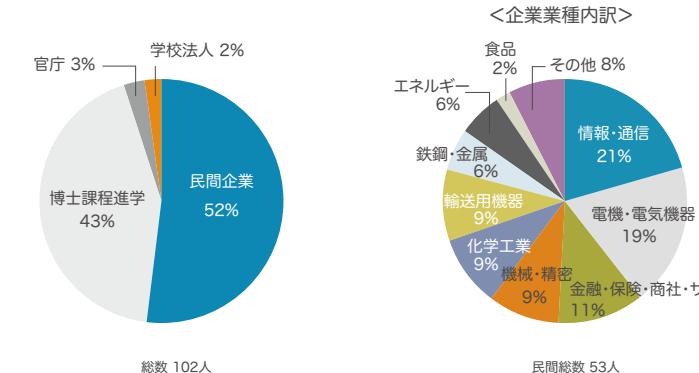
学生の進路・就職先

—Student Careers—

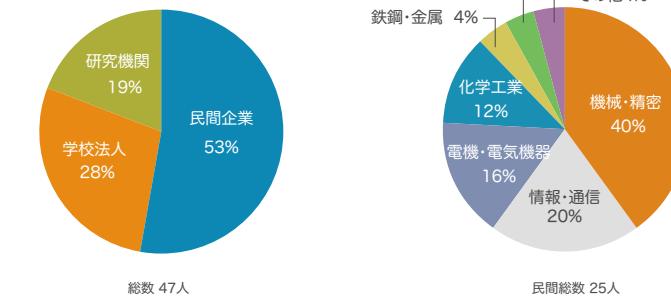
進路・就職先情報

物性研で学んだ学生の多くは、民間企業の研究職や技術職、大学や公的研究機関など、国内外の多様な分野で活躍しています。

修士課程 修了後の進路・就職先(2020～2022年度)



博士課程 修了後の進路・就職先(2020～2022年度)



<主な企業>
 株式会社NTTデータ、HUAWEI、東芝デジタルエンジニアリング、富士フイルムビジネスイノベーション、株式会社エリジオ、ソニーグローバルソリューションズ株式会社、富士通株式会社、ヤフー株式会社、Tencent
 電機・電気機器
 三菱電機株式会社、イビデン株式会社、TSMC、株式会社村田製作所、ソニー株式会社、マイクロメモリジャパン株式会社
 金融・保険・商社・サービス
 株アーラス技研、ソニーライフ保険(株)、SBIホールディングス(株)、大和証券、丸紅、(株)三井住友銀行
 機械・精密
 株式会社デンソー、東芝デバイスソリューションズ株式会社、キオクシア株式会社、ブライダーアイテム株式会社、キーエンス
 化学工業
 旭化成株式会社、三菱ガス化学株式会社、富士フイルム(株)、信越化学工業株式会社、大日本印刷
 輸送用機器
 三菱商事(株)、本邦技術研工業株式会社、株式会社デンソー
 鉄鋼・金属
 株式会社UACJ、JX金属株式会社、JFEスチール株式会社、日鉄エンジニアリング株式会社、住友電気工業株式会社
 エネルギー
 東京電力株式会社、国際石油開発帝石株式会社

<主な企業>
 機械・精密
 キオクシア株式会社、CORE COPECT TECHNOLOGIES INC.、(株)オキサイド、アベックス(株)、バイオニア株式会社、JASM株式会社、株式会社KEYENCE

電機・電気機器
 株式会社ジース・ユア コーポレーション株式会社、日立製作所、三菱電機株式会社
 化学工業
 大日本住友製薬株式会社、アサヒガラス
 情報・通信
 ウエスタンデジタル合同会社、ASIM Belgium、DATUM STUDIO株式会社、株式会社Preferred Networks、株QunaSys
 金融・保険・商社・サービス
 ハーディナムコスタジオ

<研究機関>
 理化学研究所、JAXA、NEDO、IBS-CCES、J-PARCセンター、University of Maryland (米国)、The Joint Quantum Institute

<学校法人>
 東京大学、沖縄科学技術大学院大学、フィリップ大学マールブルク、Rice University、筑波大学、京都大学、チューリッヒ大学、University of California, Santa Barbara など

英語学習支援

柏キャンパスに所属する学生を対象に、研究活動や業務から発生する英語に関する個別相談を行なっています(無料・予約制)。

内容	<ul style="list-style-type: none"> ・ライティングプロジェクト ・プレゼンテーション指導 ・英語読解力と理解力の向上
----	--

国際交流

—International Exchange—

国際交流・連携 International Center for Condensed Matter Physics and Materials Science

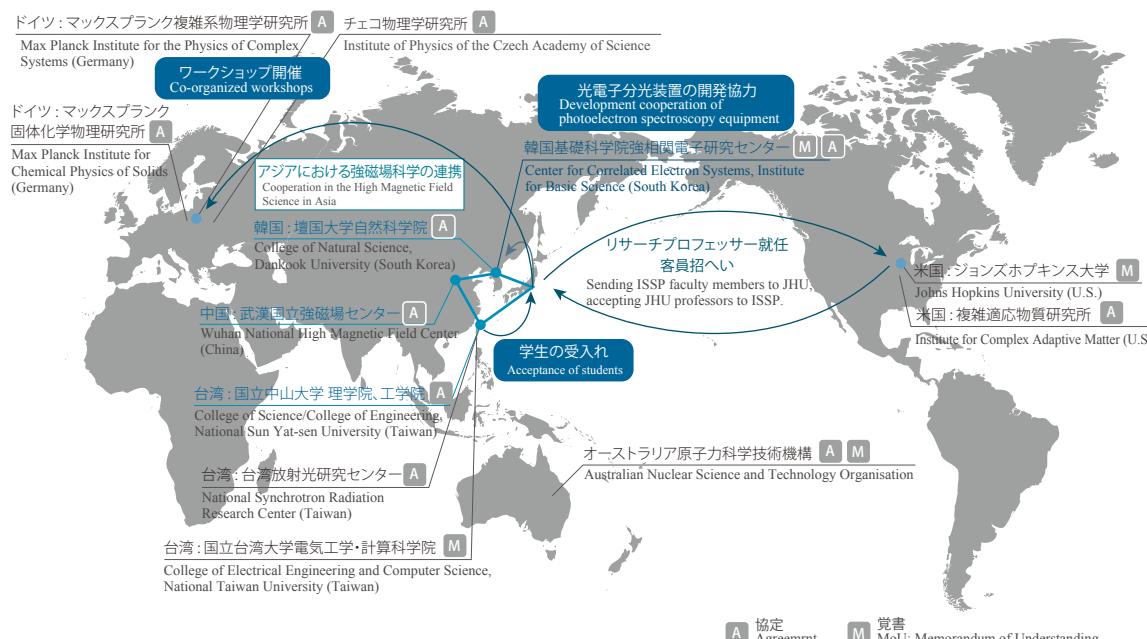
物性研究所は、超強磁場施設を始め世界最高水準の先端的な研究設備群を有し、研究分野も物理学・化学を中心に多様性に富んでおり、世界でも類を見ない「物質・物性科学の総合的な基礎研究所」です。こうした特徴を活かした物性研究の国際的拠点として、外国の研究機関に在籍する研究者短・中・長期の招へい(外国人客員所員、外国人客員研究員、国際共同研究)や、国際ワークショップの開催、及び、国際的な研究者の人材育成として学生を海外への派遣(学生海外派遣)を物性研の国際連携制度として行なっています。

The Institute for Solid State Physics (ISSP) is a cutting edge research institute in undertaking physics and chemistry research on a wide of areas and our international level facilities include the MegaGauss Science Laboratory. We organize workshops regularly and invite international researchers (Visiting Professors) for short, medium, and long-term stays. We also build graduate students' capacity by broadening their international horizons (International Research Opportunities for ISSP Students).

協定・覚書締結一覧 Agreements and MoUs

諸外国の研究機関、大学との連携による研究活動や交流に向けて、研究・交流協定、及び覚書を締結しています。特に、世界の物性科学に関わるトップ研究機関・グループとは、国際連携拠点として協定及び人材交流による連携を強化し、先端的な国際研究コミュニティーネットワークの構築・強化を目指しています。

Agreements and memorandums of understanding (MoU) for collaborative research activities and exchanges are concluded with various research institutes and universities worldwide. As a center of international collaboration, strengthening collaboration through agreements and personnel exchanges with top research institutes and groups in the world's physical sciences is a priority. We also aim to establish a leading international research community network.



～世界へ～ Global Research Opportunities

物性研では、海外での共同研究を通じて、豊かな経験を持った国際的な活躍が期待できる人材を育成することを目的として、大学院生を海外の研究機関に数ヶ月間派遣する「海外学生派遣プログラム」を、2017年度から開設、運用しています。

Through a program initiated in 2017, ISSP offers graduate students the opportunity to enrich their skills by spending up to several months overseas and conducting joint research at one of the leading global academic and research institutions.

学生海外派遣 International Research Opportunities for Students

2017～2019年度の学生海外派遣の一例です。



Johns Hopkins 大学 (米国)

<期間> D3の8月～10月

物性研で合成した試料を測定してきました。非弾性中性子散乱測定を行い結果をディスカッション、解析を行いました。教授と学生のフランクな空気はカルチャーショックでした。



Sciente Omicron (スウェーデン)

<期間> D2の11月～3月

新しい分光器・検出器の開発を行いました。滞在中は主に開発にあたっての種々の検討を行いました。複数の測定原理の比較や、測定の誤差や装置のサイズなどの種々の物理パラメータの見積もりを行いました。



カリフォルニア大学アーバイン校 (米国)

<期間> M2の10月～11月

計算物質科学に機械学習の手法を取り入れるため、密度汎関数理論の大家であり、機械学習を取り込んだ手法開発を行なっているBurke教授の元へ。並大抵のテキストには書かれていないような基礎理論に関する深い理解を得ることができました。



ヘリオット・ワット大学 (英国)

<期間> M2の10月～11月

高繰り返し光パラメトリック共振器の技術を習得する為にHeriot-Watt大学Derryck T. Reid教授のグループを訪問。キャンパス内には光パラメトリック共振器を生物学のツールとして開発する企業があり、社員の技術者と議論が出来たことは非常に良い経験となりました。

受賞・褒賞

-Honors and Awards-

受賞・褒賞 (2022.4.1~2023.3.31) Honors and Awards

氏名	受賞名	内容
NAJAFZADEH, Sahand (岡崎研D2)	日本物理学会学生優秀賞	The superconducting proximity effect of Sb ₂ Te ₃ /Nb heterostructure may reveal new micromechanisms of proximity effect in topological insulators
尾崎 文彦 (吉信研D1)	NanospecFY2021miniのショートプレゼンテーション学生賞金賞	顕微XPSによるMoS ₂ エッジ面の電子状態解明と水素相互作用
尾崎 文彦 (吉信研D1)	日本物理学会学生優秀発表賞	レーザー切断により調製したMoS ₂ エッジ面の分光学的研究
柴田 桂成 (秋山研D3)	日本物理学会学生優秀発表賞	陰イオンチャネルロードシンGtACR1におけるレチナール発色団の構造変化とフォトサイクル
石川 卓門 (加藤研D1)	MagnEFI conference 2022 最優秀ポスター賞	Spin-Hall magnetoresistance in quasi-two-dimensional antiferromagnetic insulator / metal bilayer systems
藤本 知宏 (松永研M2)	日本物理学会学生優秀発表賞	パルクGaAsのスピニ選択光励起によるテラヘルツ異常ホール伝導ダイナミクスの観測
永井 瞭 (杉野研D3)	日本物理学会若手奨励賞	機械学習による交換相関汎関数の構築
中川 真由莉 (松永研D2)	シンポジウム「テラヘルツ科学の最先端IX」最優秀若手研究者賞	フリーランニングパレスレーザーに適用可能な非同期サンプリング法におけるジッター補正法の開発
新井 陽介 (近藤研D3)	日本放射光学会学生発表賞	少数キャリア半金属CeXにおける強相関メカニズムの系統的な変化
櫻井 快 (木村研M2)	日本放射光学会学生発表賞	軟X線タイコグラフィを利用した細胞内化学状態イメージング技術の開発
櫻井 快 (木村研M2)	精密工学会のベストプレゼンテーション賞	ウォルターミラーを利用した軟X線タイコグラフィ装置の開発と細胞解析の試み
伊藤 雅聰 (森研D1)	分子科学会優秀ポスター賞	大気安定なd/π共役系アンバイポーラ半導体の開発：アルコキシ基鎖長による高次元化
伊藤 雅聰 (森研D1)	日本物理学会学生優秀発表賞	大気安定なd/π共役系アンバイポーラ半導体：置換基鎖長による電子構造の高次元化

アクセス

-Directions-

柏キャンパスマップ Campus Map

東京大学物性研究所

The Institute for Solid State Physics, The University of Tokyo

〒277-8581 千葉県柏市柏の葉 5-1-5

5-1-5 Kashiwanoha, kashiwa, Chiba 277-8581

TEL : 04-7136-3207



柏キャンパスへのアクセス Access to Kashiwa Campus

柏の葉キャンパス駅西口(つくばエクスプレス線)より

徒歩 約 25 分

東武バス利用 約 10 分

[西柏 03] 流山おおたかの森駅東口行、東大西行→「東大前」下車

[西柏 04・西柏 10] 江戸川台駅東口行→「東大前」下車

From Kashiwanoha Campus Sta., Tsukuba Express Line
10 minutes bus ride / 25 minutes walk

柏駅西口(JR 常磐線、東武アーバンパークライン)より

東武バス利用 約 25 分

[西柏 01] 国立がん研究センター行(県民プラザ経由)→「東大前」下車

[柏 44] 国立がん研究センター行(柏の葉公園中央経由)→「国立がん研究センター」下車

From Kashiwa Sta., Joban Line, Tōbu Urban Park Line
25 minutes bus ride

車でお越しの場合

常磐自動車道柏 I.C. から車で約 5 分

By Car 5 minutes from Kashiwa I.C., Joban Expressway

