



TOKYO METROPOLITAN UNIVERSITY

東京都立大学

東京都立大学 理学研究科 物理学専攻

電子物性研究室

Correlated Electron Physics Lab.

2025年度のメンバー

教授 : 青木 勇二

教授 : 松田 達磨

助教 : 東中 隆二

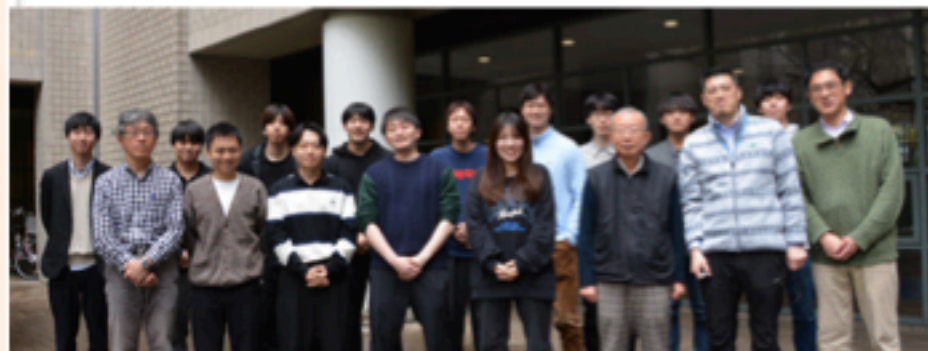
特別研究員 : 川又 雅広

客員研究員 : 大貫 惇睦 (大阪大学名誉教授)

大学院生 : D2(1名)

M2(5名), M1(3名)

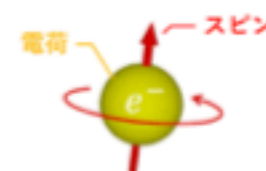
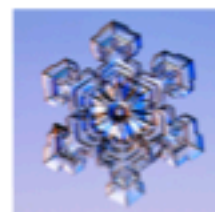
卒研究生 : 4名



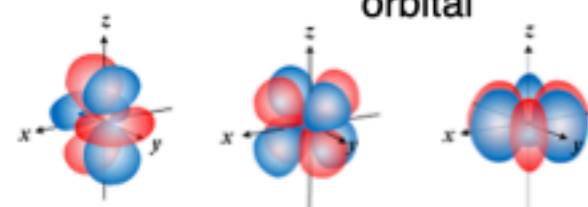
結晶構造や電子系の対称性(自由度)に注目



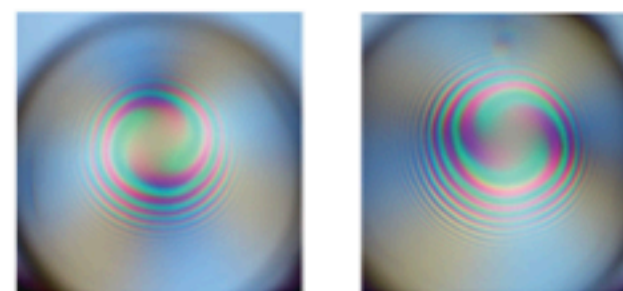
crystal



orbital



水晶の偏光現象



系の持つ対称性(自由度)

その系の **物性**・**外場応答(機能)**

基礎物理・**新機能性材料**として

基本要素・**現象**を**定量的**に明らかにする

研究方針



- 新物質を発見しよう！
- 新奇量子現象が観測できる物質を研究しよう！
 - トポロジカル物質・スピントロニクスに関する物性研究
 - 異方的超伝導状態
 - 多極子秩序
 - 量子臨界現象
 - 強相関電子系の新奇量子状態の探索
- 新しい機能性材料へつながる基礎研究をしよう！
- 物質の対称性の破れと新しい伝導現象メカニズムを解明しよう！



- ✓ 結晶の対称性や界面状態に起因する特殊な伝導状態やフェルミ面の研究
 - ・トポロジカル伝導に関する詳細な研究
 - ・カイラル構造に由来する物理現象の観測、物質開発、不斉合成
- ✓ 強相関電子系の物理
 - ・量子臨界現象
 - ・多極子自由度・価数自由度が関与する新規量子相
 - ・新規超伝導相の探索 - 強磁性超伝導
- ✓ 新規高温超伝導相の探索と新物質探索
 - ・層状化合物における超伝導発現機構
 - ・新しいキャリアドープ法による電子状態の制御
- ✓ 極低温・強磁場・放射光施設・中性子実験施設を用いた研究
 - ・外部研究施設を用いた特殊な研究の推進

✓ 希土類金属間化合物

充填skutterudite ($\text{SmRu}_4\text{P}_{12}$)

Sm, Yb系 1-2-20

Sm系 122 (SmPt_2Si_2)

Ce & Yb系 122

1-3-7 系 (異方的カゴ構造を持つ)

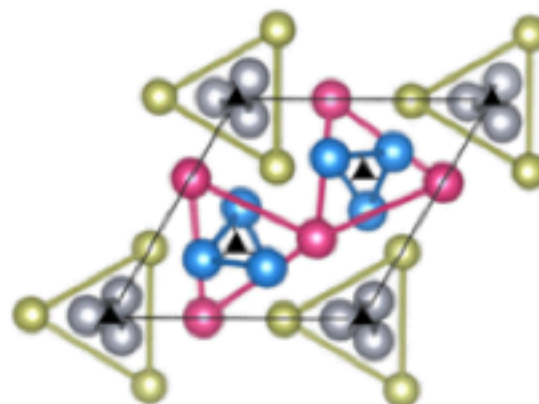
1-3-8 系 (異方的カゴ構造を持つ)

LnGa_6 系

$\text{Ln}_2\text{TGa}_{12}$ 系

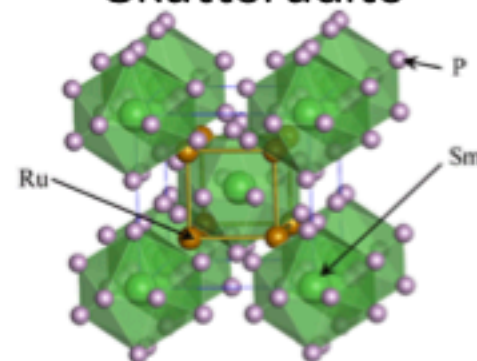
カイラル物質

RX_4



カゴ状物質

Skutterudite



✓ 遷移金属化合物

トポロジカル物質

WTr_2

RX_4 (カイラル物質)

✓ 超伝導体

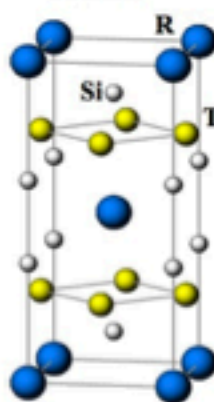
Yb 超伝導体

$\text{LnTr}_2\text{Al}_{20}$ (Ln: 希土類 Tr: 遷移金属)

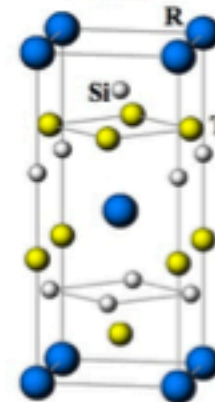
ニクタイト系化合物

✓ 新規機能性材料

1-2-20系

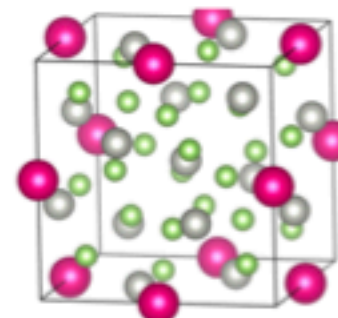
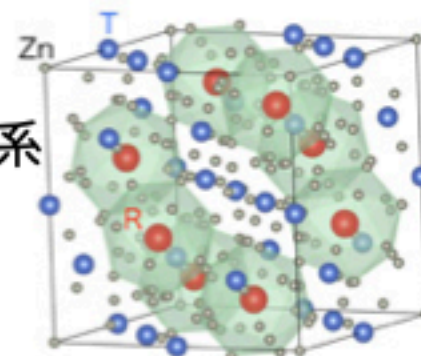


SmPt_2Si_2



YbPd_2P_2 (NFL?)

CePd_2P_2 (FM)



LnPd_3Ga_8



高压合成炉

- ・ 高压合成炉
- ・ Box 炉 6台 (1150°C)
- ・ MoSi 縦型炉(1700°C)
- ・ 3ゾーン マッフル炉
- ・ テトラアーク炉
- ・ FZ炉
- ・ ブリッジマン炉
- ・ グローブボックス

電気炉専用室
(495室)

試料育成



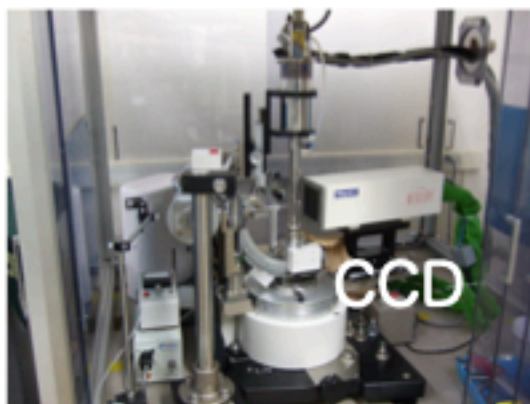
- ・ PPMS (0.1 K)
- ・ MPMS (1.8 K)
- ・ 希釈冷凍機(DR) 2台 (0.05 K)
- ・ ⁴Heフリー14T マグネット (1.5 K)
- ・ 無冷媒 9Tマグネット
- ・ GM冷凍機 (3.2 K)

基礎物性測定(輸送/磁性/熱)



試料評価

- ・ 粉末X線装置
(温度 5 ~ 1300 K)
- ・ 単結晶X線装置
(XtaLAB mini & Mercury)
- ・ 蛍光X線分析装置
- ・ 熱分析装置(TG-DTA)
- ・ 熱分析装置SEM/EDX (水口研)



Rigaku-Mercury

PPMS ³He 冷凍機 及び ADR測定システム

0.1 K までの基礎物性測定



試料育成から低温強磁場測定までを
研究室の持つ装置で出来る環境

+

共同研究

多重極限環境

(高圧、極低温、高磁場)

放射光施設実験

中性子散乱実験

NMR、超音波測定 等

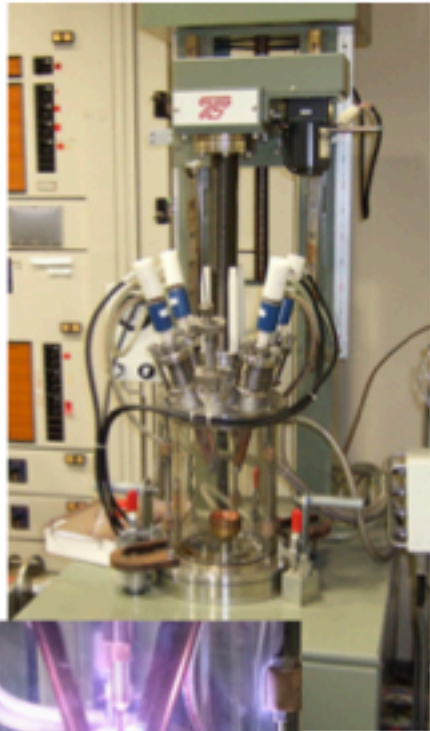
8号館	495室	電気炉専用室
	163室	試料合成室
	157室	強磁場低温測定室
	144室	汎用磁化・輸送測定室 X線実験(単結晶・粉末)
	128室	試料分析室 (蛍光X線、TG-DTA)
	122室	学生居室

高品位単結晶を合成する多彩な電気炉

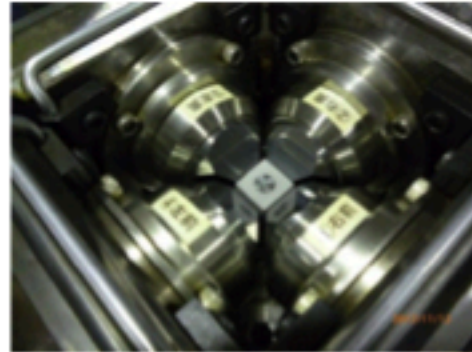


Crystal Growth Furnaces in the Lab.

Tetra Arc Crystal Furnace



High Pressure Crystal Growth
Cubic Anvil Cell

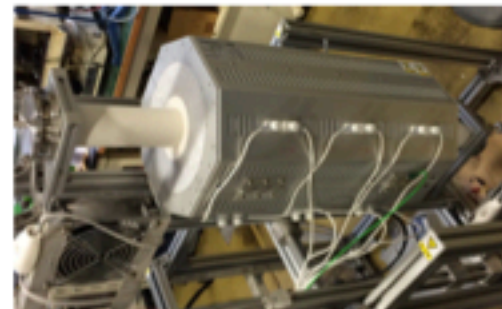
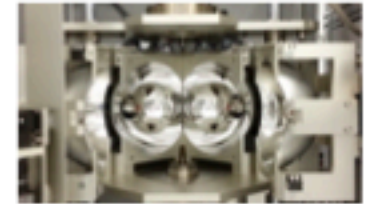


Bridgman Crystal Growth Furnace
(High Temperature MoSi_2 Furnace)

High Pressure Crystal Growth
Cubic Anvil Cell



Optical Floating Zone Furnace



←
Three Zone Furnace
(Chemical Vapor Transport)

Grown single crystals

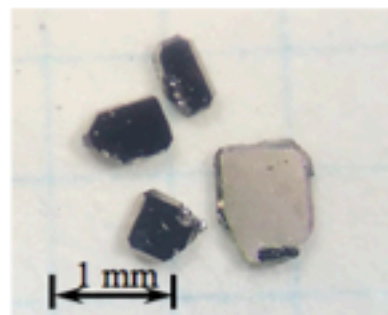
CeFe_2Ge_2



CeAg



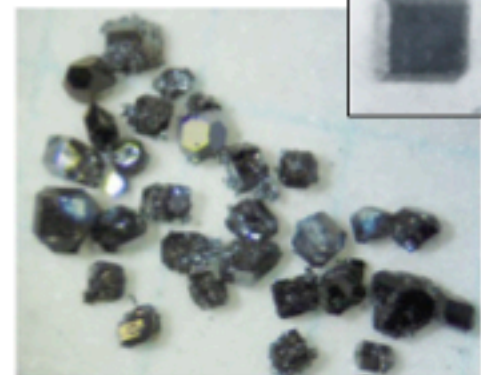
SmPt_2Si_2



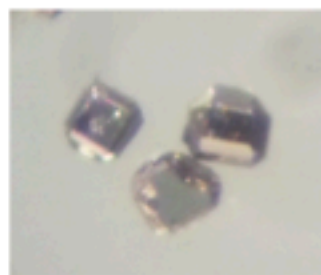
$\text{CeRu}_4\text{P}_{12}$



$\text{YbOs}_4\text{Sb}_{12}$



CePd_2P_2



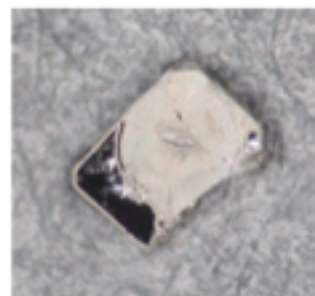
$\text{UFe}_4\text{P}_{12}$



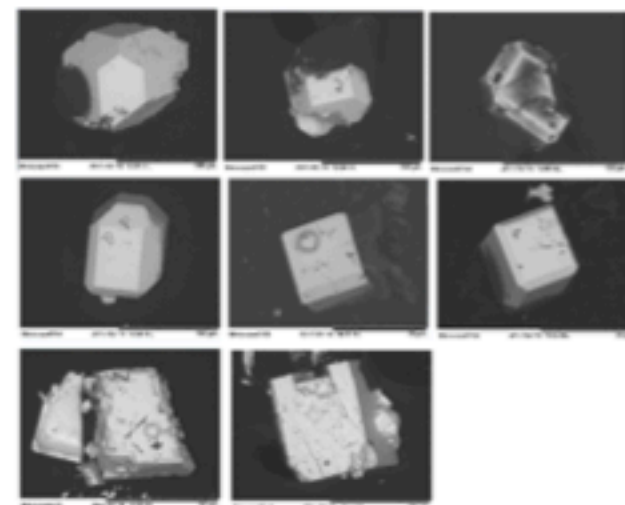
CeCu_2Si_2



YbRh_2Si_2



122-systems
ternary new rare-earth Systems



アシンメトリーが彩る量子物質の可視化・設計・創出



【メンバー】

-  大原 繁男
東工大工・教授
研究領域: キラル物質の平衡合成
-  鬼丸 孝博
北大先端理工・教授
トポロジカル多電子物質の開発
-  小林 夏野
開大副学長・准教授
アシンメトリー超伝導物質の開発
-  松田 達磨
理大理工・教授
非対称性・キラル物質の開発
-  清水 悠晴
東北大金研・助教
キラル化合物の開発、異相試料計測

【研究概要】

本研究では、アシンメトリー量子物質を深化させるための物質開拓を目的とします。そのために、合成手法の精密化と合成環境の拡充、一連のアシンメトリー量子物質系の合成、アシンメトリー量子状態の元素選択による制御、を推進します。

開拓するアシンメトリー量子物質系としては、結晶が対象となります。非対称性と機能物性が強く紐付けられた物質系を開発して、新たな機能開拓のためのアシンメトロニクスという新機軸を構築することを目指します。

この課題のもとに、さまざまな物質および合成手法に専門性を持つ研究者がチームを組んでおり、ジグザグ・ハニカム・カゴメ・ダイヤモンド格子などの局所的に反転対称性の破れた物質の電子状態、カイラル結晶特有の物性、隠れた秩序、ファン・デア・ワールズ積層を利用した非対称性の制御など、多様でありながら共通の物理の研究を協力して行います。

最近の研究業績① (2023.4 ~ 2024.10)



1. Superconductivity in Chiral Cubic $Y_3Rh_4Ge_{13}$
M. A. Afzal, *et al.*, *J. Alloys. And Comp.* **978**, 172914-1 (2023).
2. Anomalous Hall Effect in Rare Earth Antiferromagnets with the Hexagonal Structures
Y. Onuki, *et al.*, *New Phys.: Sae Mulli* **73**, 1054 (2023).
3. Characteristic Fermi Surface Properties of Rare Earth and Actinide Compounds
Y. Onuki, *et al.*, *New Phys.: Sae Mulli* **73**, 1050 (2023).
4. Thermodynamic properties of mixed-valent Eu ions and nonmetallicity in $Eu_3Bi_2S_4F_4$ single crystals
R. Higashinaka, *et al.*, *Phys. Rev. B* **108**, L081122-1 (2023).
5. Magnetic and Fermi Surface Properties of Semimetals $EuAs_3$ and $Eu(As_{1-x}P_x)_3$
Y. Onuki, *et al.*, *J. Phys. Soc. Jpn.* **92**, 114703 (2023).
6. Liner Magnetoresistance and Type-I Superconductivity in β - $IrSn_4$
N. Ahmad *et al.*, *J. Phys. Soc. Jpn.* **93**, 044706 (2024).
7. Single Crystal Growth and Electronic Properties of RGa_6 (R: Rare Earth Metals)
M. A. Afzal, *et al.*, *J. Phys. Soc. Jpn.* **93**, 054705 (2024).
8. Large Cyclotron Effective Masses in Antiferromagnet $SmTi_2Al_{20}$ Compared with Conventional Masses in Ferromagnet $SmNi_2Cd_{20}$ and Antiferromagnet $SmPd_2Cd_{20}$
M. A. Afzal, *et al.*, *J. Phys. Soc. Jpn.* **93**, 054710 (2024).
9. ^{149}Sm synchrotron-radiation-based Mössbauer and μ^+ SR studies of $Sm_3Ru_4Ge_{13}$ (Chiral)
S. Tsutsui, *et al.*, *Interaction* **245**, 55 (2024).
10. Electronic Properties of Chiral $IrGe_4$ Studied by ARPES and Band Structure Calculation
G. Hayashi *et al.*, *J. Phys. Soc. Jpn. Soc.* **93**, 014702 (2024).
11. Single Crystal Growth and Characterization of Tetragonal $EuIr_4In_2Ge_4$ with Dresselhaus-type Spin–Orbit Coupling
R. Nakachi, *et al.*, *J. Phys. Soc. Jpn.* **93**, 075001 (2024).
12. Electronic Properties and deHaas-van Alphen Effect of Cr_3P with Noncentrosymmetric Tetragonal Structure
Y. Ōnuki, *et al.*, *J. Phys. Soc. Jpn.* **93**, 104701 (2024).

13. Doctoral Thesis (March 2024)
Characteristic Electronic States in Sm and Related Compounds

Md Asif Afzal



14. Magnetic Properties of Single Crystalline $\text{Eu}_2\text{Ga}_3\text{Ir}$
R. Nakachi, *et al.*, *J. Phys. Soc. Jpn.* **93**, 115001 (2024).
15. Magnetic and Fermi Surface Properties of EuSnP with the First-Order Antiferromagnetic Transition and SrSnP with a Nearly Cylindrical Fermi Surface
M. Miyake, *et al.*, *J. Phys. Soc. Jpn.* **94**, 064707 (2025).
16. de Haas-van Alphen Effect and Characteristic Fermi Surface Properties of PdGa with the Chiral Cubic Structure
M. Miyake, *et al.*, *J. Phys. Soc. Jpn.* **94**, 034703 (2025).
17. Two-Dimensional Dresselhaus-type Spin Texture and Nonreciprocal Magnetoresistance in Magnetic Semiconductor $\text{EuIr}_4\text{In}_2\text{Ge}_4$
A. Yokoyama, *et al.*, *J. Phys. Soc. Jpn.* **94**, 023701 (2025).
18. Dirac-like band dispersion at the pyrite-type CuSe_2 (100) surface revealed by soft x-ray ARPES
K. Fujinuma, *et al.*, *Phys. Rev. B* **112**, 205416 (2025).
19. Electronic Phase Diagram of Itinerant Electron Metamagnet UCoAl
M. Maeda, *et al.*, *J. Phys. Soc. Jpn.* **94**, 024707 (2025).
20. Insulating Behavior in the Quantum Limit State of $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ ($x \sim 0.04$) in the Vicinity of Semimetal-Semiconductor Transition
M. Maeda, *et al.*, *J. Phys. Soc. Jpn.* **94**, 024707 (2025).
21. Pseudogap and Fermi Arc Induced by Fermi Surface Nesting in a Centrosymmetric Skyrmion Magnet
Y. Dong, *et al.*, *Science* **388**, 0624 (2025).
22. Effect of S 3p and Se 4p holes on charge fluctuations in pyrite-type CuS_2 and CuSe_2 revealed by hard x-ray photoemission spectroscopy
K. Fujinuma, *et al.*, *Phys. Rev. B* **111**, 115417 (2025).
23. Collinear Magnetic Structure in Diamond Network Magnet $\text{EuTi}_2\text{Al}_{20}$
M. Kawamata, *et al.*, *J. Phys. Soc. Jpn.* **95**, 024701 (2026).
24. Emergent Anomalous Hall Effect in the Eu-Based Compound with a Diamond network : The Centrosymmetric Cubic Antiferromagnet $\text{EuTi}_2\text{Al}_{20}$
R. Higashinaka, *et al.*, to be appeared in *J. Phys. Soc. Jpn.* **95** (2026).
25. Metamagnetic Transition and Pressure Effect in Antiferromagnet TbGa_6
M. Miyake, *et al.*, to be appeared in *J. Phys. Soc. Jpn.* **95** (2026).



TMU K. Hattori, Y. Mizuguchi, K. Yanagi



KEK H. Nakao, H. Sagayama XRD, RXS

SPring 8 S. Tsutsui XRD, XMCD



ISSP T. Kondo ARPES
M. Tokunaga High Field



Waseda(Tokyo Univ.) T. Mizokawa XAS, ARPES



Univ. Roma N. L. Saini



JAEA T.U. Ito, W. Higemoto, K. Kaneko, C. Tabata μ SR, NMR, Neutron



CEA-Grenoble G. Knebel, A. Pouret, J.P. Brizon, J. Flouquet Low T meas.



CNRS-Grenoble S. Ilya, W. Knafo High Field



Kobe Univ. H. Kotegawa, H. Tou NMR, NQR



Tohoku Univ. D. Aoki, A. Miyake Actinide materials, dHvA exp.



UEC K. Matsubayashi Pressure work



Ibaraki univ. K. Iwasa Neutron



Iwate univ. Y. Nakanishi, M. Yoshizawa Ultrasound

一週間のスケジュール例

	月	火	水	木	金	土	日
1					報告会		
2		授業	授業	授業	報告会		
3	授業	授業			T.A.		バイト
4					T.A.		
5			バイト			土日は 基本的には 休み	
6							
7							

ゼミ : 週に一回、物性実験に関連するテキストを
輪読します。(初心者向)

雑誌会 : 自身の研究に関連する論文を紹介し議論

報告会 : 研究の進捗状況をプレゼンします。
海外からのお客さんや、留学生が在籍する
際は、英語でのプレゼン能力を鍛える機会

年間予定

	M, D	研究	その他
4月		研究	
5月			連休にBBQ
6月			
7月	中間発表会	国際会議 (SCES)	ハイキングや BBQなど
8月			
9月		物理学会(秋)	合宿
10月		研究	
11月			
12月			
1月	修論、修論発表会(奨学金免除)		スキー
2月	D論、D論発表会		
3月		物理学会(春)	farewell party

研究だけでなく、Lab.の仲間と楽しめる企画も行なっています

毎年 高尾山にハイキングに行っています



5月の連休に、富士見台公園でBBQなんかも

