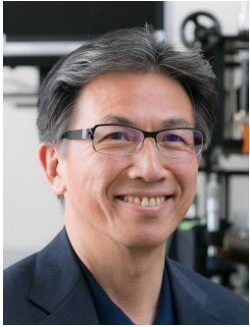


大谷研究室

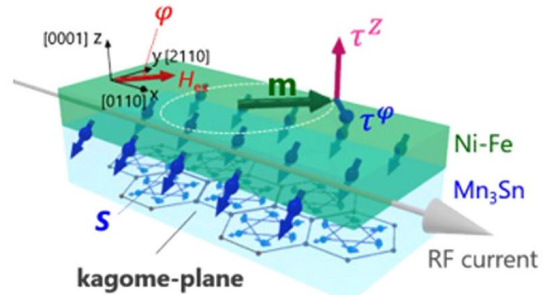
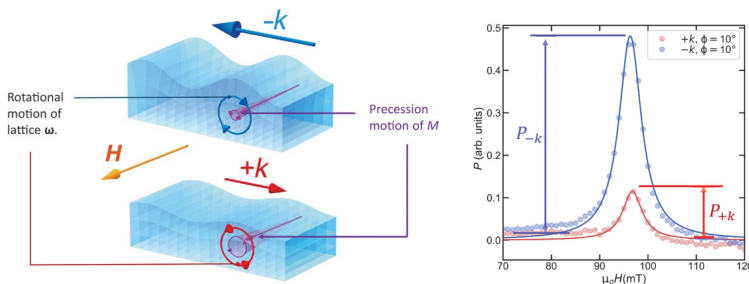
新領域物質系専攻



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ってきました。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、日の目を見なかっ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大歓迎です。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大歓迎です。



磁気・回転結合による非相反な表面弾性波の伝搬

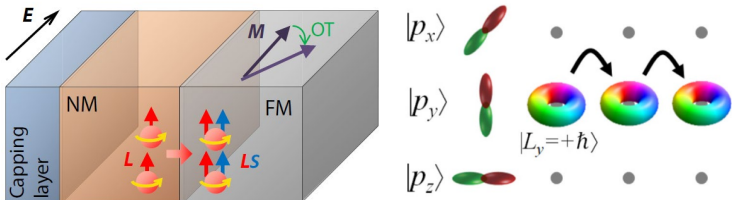
強磁性体の磁化の歳差運動と、表面弾性波による物質の回転運動の周波数が一致するとき、表面弾性波の強い吸収が起こる。表面弾性波の向きに応じて格子の回転方向が異なるため、その伝搬に強い非相反性が現れる。

【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)

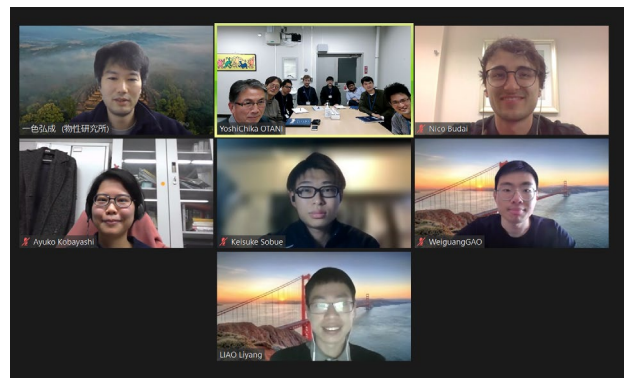


強磁性体への軌道角流注入

スピン角運動量流（スピン流）の代わりに、軌道角運動量流（軌道流）の注入によっても強磁性体の磁化にトルクを与えられることが最近の理論研究で提案されている。軽元素からなるCu/Al₂O₃層に電流を流した時に生じるトルクが軌道角運動量の注入による軌道トルクであることを示した。

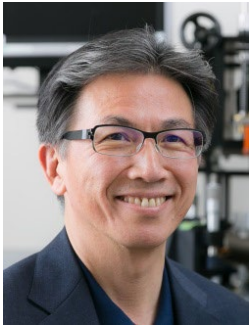
【関連論文】 J. Kim, et al. PRB (2021)
L. Liao, et al. PRB (2022) in press

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

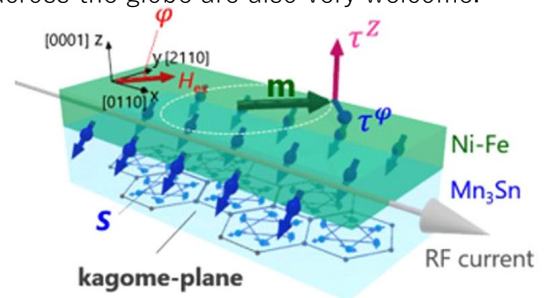
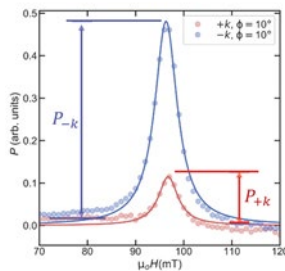
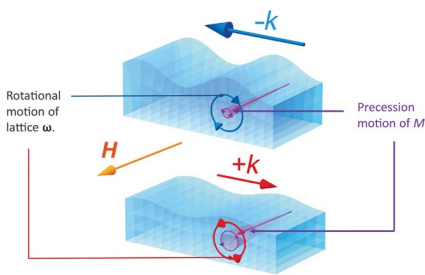
Otani Laboratory



教授 大谷義近

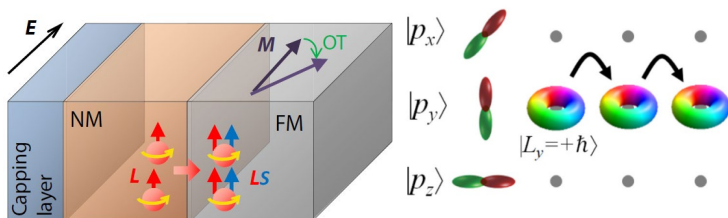
Spin current, a flow of spin angular momentum, was introduced towards the end of the twentieth century. Spintronics has evolved as a new type of electronics that successfully uses both charge and spin currents. Recently, it has been discovered that quasiparticles such as charge, spin, phonon, photon, and magnon can be converted to each other in solids through the mediation of spin. These "spin conversions" have been developed as a solid-state physics research area and are now about to blossom as **strongly coupled spintronics**, in which coupled-quasiparticles generate a new quasiparticle. Because these phenomena frequently occur at the nanoscale at the junction interface of relatively basic different materials, they offer a wide range of applications. From the viewpoints of fundamental spin conversion and strongly coupled spintronics, our laboratory is working on developing new spin-related properties and the elucidation of their mechanisms. The following are representative research topics in our laboratory.

In recent spintronics research, antiferromagnetic materials, which have not seen the light of day compared to the more versatile ferromagnetic materials, have attracted a great deal of attention and are showing new developments as antiferromagnetic spintronics. Another important topic in spintronics is the realization of strongly coupled states, which play a vital role in the conversion between quasiparticles. At the Otani Lab, research is being conducted focusing on these two areas. We welcome anyone who wants to challenge new things with curiosity. Prof. Otani will promote a research project on magnon-phonon strong coupling spintronics as an invited professor at the CEA Spintec Institute in France for three years from 2022. In addition, we have a wide range of domestic and international collaborations, so those who wish to participate in research activities across the globe are also very welcome.



Nonreciprocal surface acoustic wave propagation via magneto-rotation coupling: The rotational lattice motion caused by surface acoustic waves couples with the magnetization. This magneto-rotation coupling induces a nonreciprocal attenuation on the surface acoustic waves.

M. Xu, *et al.* Science Advances (2020)



Injection of orbital angular momentum into ferromagnet: Recent theoretical works predict that not only spin-current injection but also the orbital current, a flow of the orbital angular momentum, injection into ferromagnets can generate torque. We demonstrated Nontrivial torque generation by orbital-current injection in ferromagnetic-metal/Cu/Al₂O₃ trilayers.

J. Kim, *et al.* PRB (2021)
L. Lio, *et al.* PRB (2022)

Spin-orbit torque via magnetic spin Hall effect in Weyl antiferromagnets: Magnetic spin Hall effect in Weyl antiferromagnets produces out-of-plane spin accumulation, which can control the magnetic state of magnetic materials. We demonstrated that the sign of the magnetic spin hall effect could be tuned by changing the direction of cluster magnetic octupole moment in the antiferromagnet.

M. Kimata, *et al.* Nature (2019)
K. Kondou, *et al.* Nat. Comm. (2021)

Group Photo 2022

