

物性研究所セミナー

標題：極限コヒーレント光科学セミナー：先端 X 線光源を利用した新規顕微イメージング技術の開発

日時：2020 年 11 月 25 日(水) 午前 10 時 30 分～午後 0 時

場所：Zoom 開催

講師：木村 隆志

所属：東大物性研、科学技術振興機構さきがけ

要旨：

X 線自由電子レーザーや大型放射光施設などの光源の高度化に触発された、近年の X 線分析技術の発展には著しいものがある。こうした先端 X 線分析技術の発展には、光源性能の向上に加えて、分析を支える各種光学技術の高度化が大きく寄与してきたことは疑いがない。これまで発表者は、精密加工・計測技術を活用した X 線光学実験用素子の開発に従事しており、特に先端光源の持つ高輝度やコヒーレンスといった特徴を活かしたイメージング技術の高度化に取り組んできた。

本セミナーでは、発表者が取り組んできた X 線イメージング技術開発に関して、X 線自由電子レーザーを利用したフェムト秒イメージングと、X 線光学実験用素子の高度化に関して紹介を行う。特に X 線自由電子レーザー施設 SACLA での実験では、これまで 10 nm に迫る空間分解能での液中試料イメージングを実現しているが[1, 2]、液中試料反応のその場観察を目指している、マイクロ流路デバイスや情報技術を活用した新たな手法の開発に関しても述べる。これに関連して、11 月頭に SACLA で実験を行った結果についても紹介する予定である。

また X 線光学実験用素子の高度化に関しては、波面制御や集光を目的とした X 線光学系用高精度形状可変ミラーやそれを使用した新規イメージングシステムの開発のほか[3, 4]、現在研究を進めている軟 X 線用新規イメージング光学系に関しても、SACLA や SPring-8 での試験や東北放射光への展望・構想を踏まえて議論を行いたい。

[1] T. Kimura et al., Nature Communications 5, 3052(2014).

[2] J. Wei et al., Journal of the American Chemical Society 138(10), 3274(2016).

[3] T. Kimura et al., Optics Express 21, 9267(2013).

[4] K. P. Khakurel et al., Journal of Synchrotron Radiations 24(1), 142(2017).

標題：理論セミナー：Multipole moments and fractional corner charges of insulating materials

日時：2020 年 11 月 27 日(金) 午後 4 時～午後 5 時

場所：Zoom 開催

講師：Prof. Haruki Watanabe

所属：東京大学

要旨：

How do we characterize and classify the insulating states of matter? Recent advances in the topological approach in condensed-matter physics offer a classification based on the winding and the quantum entanglement in the ground-state wavefunction. Although a nontrivial bulk topology is usually manifested as anomalous surface states, gapless modes are localized to the hinges and corners of the sample in the case of “higher-order” topology.

In this talk, we discuss that even absolutely topologically trivial materials may exhibit fractional charges on their corners and hinges. To predict these boundary signatures from the bulk, we develop a general formulation of bulk multipole moments, directly generalizing the “modern theory” formulation of the bulk polarization. As an example, we discuss $e/8$ fractional corner charges of grains of “table salt” and propose their direct measurement using atomic force microscopy.



Refs:

HW and S. Ono, Phys. Rev. B 102, 165120 (2020).

HW and H. C. Po, arXiv:2009.04845.

**標題：機能物性セミナー：非線形レーザー分子分光法による挑戦：固体表面における水分子の特異な水素結合構造と物性
開拓**

日時：2020年12月3日(木) 午後1時～午後2時

場所：Zoom 開催

講師：杉本 敏樹

所属：分子科学研究所

要旨：

固体表面に吸着した水分子の配向(水素の H-up/H-down 配置)は、水分子凝集系の物性や化学的特性に大きな影響を及ぼすため本質的に重要な構造情報である。私達は、二次的非線形光学効果に基づく和周波発生(SFG)分光法を基軸とする実験的アプローチをとり、特に、「二次非線形感受率($\chi(2)$)の虚部($\text{Im}\chi(2)$)のスペクトルが水分子の H-up/H-down 配向と直接的な相関を持つ」というユニークな特徴に着目した研究を展開してきた。その結果、ある種の固体表面上の水分子吸着系においては異方的な配向秩序が創発され得ることや、さらに水分子が多数凝集した結晶氷の表面においては“表面の低配位性”に起因したバルクにはない特異な水素結合構造が発現すること等が明らかになってきた。本セミナーでは、こうした固体・氷表面上の水分子が織りなす水素結合の様々な構造・物性について紹介する。

標題：極限コヒーレント光科学セミナー：光物性に現れる非相反

日時：2020年12月4日(金) 午後1時～午後2時

場所：Zoom 開催

講師：小川 直毅

所属：理化学研究所、東大院工、さががけ

要旨：

固体中の電子、光子、マグノン、フォノンの運動に非相反性が現れる例が知られている。特に、相関電子系や量子物質においては、ベリー位相やトロイダルモーメント、モノポールなど、物性物理で近年話題となっているキーワードがその非相反物性に強く関連している[1]。本講演では、上記各量子の非相反伝搬に対する分光研究、具体的には、シフト電流、非相反 SHG、マグノンとフォノンの磁気カイラル効果の検証について紹介したい。

空間反転対称性の破れた結晶中の自発光電流は、長らく「異常光起電力効果」と呼ばれてきた。その異常性は、光起電力が物質のバンドギャップを大きく上回ること、また光の波長や偏光に依存して、光電流の符号が反転する点などに代表され、単純な分極電流としては理解できない。近年、その起因が電子バンドのトポロジーにあることが明らかとなり、シフト電流と呼ばれるようになった[2]。我々は、光励起時の電荷運動が放射する THz 電磁波を分光することにより、シフト電流の高速ダイナミクスの観測を行った[3,4]。

磁気秩序と電子分極が関連したマルチフェロイクス物質中では、これまでに「一方向透過窓」「一方向発光」など様々な光子の操作が実証されてきた[5]。我々は、マルチフェロイクスにおける第二高調波発生が、より容易に大きな非相反性を生み出すことを見出した。試料結晶の片側から入射した 1ω 光に対しては 2ω 光が発生するが、反対側から入射した場合にはこの第二高調波発生がほぼ完全に抑制され、その効果は 10 mT 程度の外部磁場によって反転することができる。

カイラル磁性体中の強磁性的マグノンやフォノンは非相反伝搬を示すことが知られている[6,7]。これは、DM 相互作用により分散曲線が波数空間で対称点からずれること、またマグノンとフォノンの磁気弾性結合によって説明される。我々は、ブリルアン光散乱分光により、カイラル磁性体中のヘリマグノンも非相反性を示すこと、またフォノンイメージング

分光により、高周波の弾道フォノンが比較的大きな磁気カイラル非相反を示すことを見出した。

- [1] Y. Tokura & N. Nagaosa, *Nature Commun.* 9, 3740 (2018).
- [2] T. Morimoto & N. Nagaosa, *Sci. Adv.* 2, e1501524 (2016).
- [3] M. Sotome et al., *PNAS* 116, 1929 (2019), *Appl. Phys. Lett.* 114, 151101 (2019).
- [4] 小川 他、*日本物理学会誌* Vol. 75, No. 3, 2020.
- [5] S. Toyoda et al., *Phys. Rev. Lett.* 115, 267207 (2015), *Phys. Rev. B* 93, 201109 (2016).
- [6] S. Seki et al., *Phys. Rev. B* 92, 184419 (2015).
- [7] T. Nomura et al., *Phys. Rev. Lett.* 122, 145901 (2019).

