

放射光共鳴軟X線散乱による遷移金属酸化物の電子秩序とダイナミクスの解明

東京大学物性研究所 極限コヒーレント光科学研究センター 和達研究室

准教授:和達大樹 助教:平田靖透 特任研究員:山神光平、田久保耕

外国人特別研究員:Yujun Zhang D2:山本航平、池田啓祐

研究内容の紹介

3d 遷移金属酸化物について

周期表



酸素

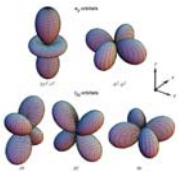
3d 遷移金属 (Ti, Fe, Cuなど)

3d 遷移金属の酸化物は
・ 超伝導
・ 磁性
・ 金属絶縁体転移
などの面白い性質を示す。

特に当研究室で注目したい現象は…

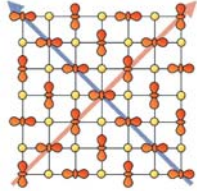
1. 電荷/軌道/スピンの整列

d 軌道の形

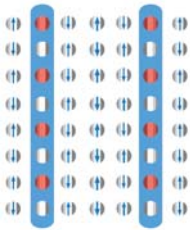


Y. Tokura and N. Nagaosa, Science 288, 462 (2000).

Mn 酸化物の例



Cu 酸化物の例



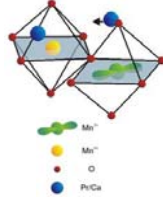
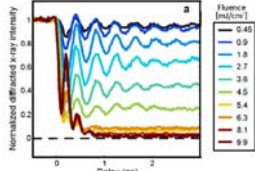
J. Orenstein et al., Science 288, 468 (2000).

2. 電荷/軌道/スピンのダイナミクス

Pr_{0.5}Ca_{0.5}MnO₃薄膜の
時間分解X線回折

格子振動を実時間で観測!

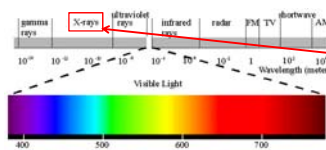
P. Beaud, H. Wadati et al., Nature Materials 13, 923 (2014).



➡ (目標)これらの物質の電子状態・ダイナミクスをX線を使って観測したい!

X線について

波長



波長が短いエネルギーが高い
波長が長いエネルギーが低い

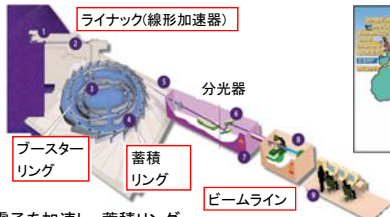
X線の波長は固体結晶内の原子間の距離ぐらい。(Å程度)

強度



シンクロトロン放射光は病院で使うX線よりはるかに強い!

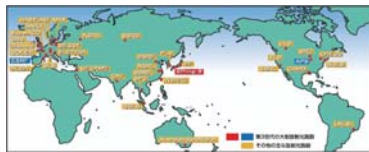
シンクロトロン放射光とは?



電子を加速し、蓄積リングにためる。電子が方向を変えるときに出るX線を利用する。

ビームラインに装置を接続し、実験を行う。

世界の放射光施設



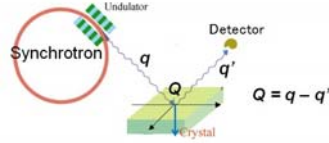
放射光施設の数
1位: 日本、アメリカ(9個)
2位: ドイツ(6個)
3位: フランス、中国(3個)

➡ 日本は質、量ともに世界トップを走っている!

研究のテーマ・進め方

共鳴軟X線散乱法

X線回折+軟X線吸収分光



実験施設

主にSPring-8(兵庫県)を用いる予定。



東大物性研ビームライン BL07LSUで稼働中。

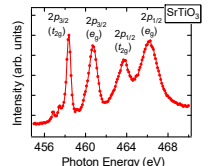
そのほか、国内のPhoton Factory (PF) などや海外の放射光施設(アメリカ、カナダ、スイス、ドイツなど)も使用予定。

研究テーマ

1. 遷移金属化合物の新しい秩序状態の観測

元素の吸収端のエネルギーのX線を使って回折実験

(例) SrTiO₃のTi 2p → 3d 吸収端



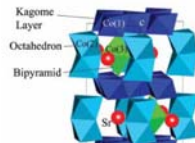
共鳴軟X線散乱装置



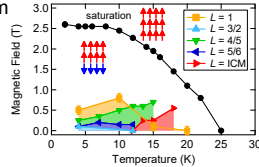
T. Matsuda, H. Wadati et al., Phys. Rev. Lett. 114, 236403 (2015).

SrCo₆O₁₁で見られた「悪魔の華」

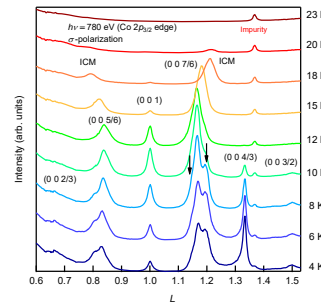
Crystal structure



Phase diagram

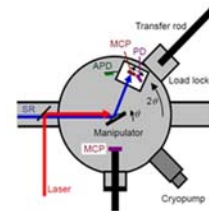


Coexistence of magnetic peaks

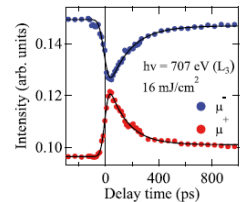


2. 時間分解測定: レーザー照射後のダイナミクス

K. Takubo, H. Wadati et al., Appl. Phys. Lett. 110, 162401 (2017).



FePt薄膜でレーザーによる消磁のダイナミクスを観測!



メッセージ

様々な学生さん達に興味を持っていただきたいのですが、特に下記のような方にお薦めです!
・ 物性物理学、特に物質の多様性に興味がある人。
・ 実験装置に興味がある人。(放射光施設にはいろいろな装置があります。)
・ 実験データの理論的解析にも興味がある人。(得られた結果の解釈は重要です。)
・ 海外出張が好きな人。(海外の放射光施設にたびたび出張していただくことになります。)

お問い合わせ

- ・ 質問、相談等は、メールアドレス wadati@issp.u-tokyo.ac.jp まで。
- ・ 柏キャンパスあるいはSPring-8で会ってお話できます。
- ・ 希望者があれば、随時放射光見学ツアーを開催予定。