

# 共鳴 X 線散乱による磁気テクスチャとそのダイナミクスの観測

## Observation of Spin Texture and its Dynamics by Resonant X-ray Scattering

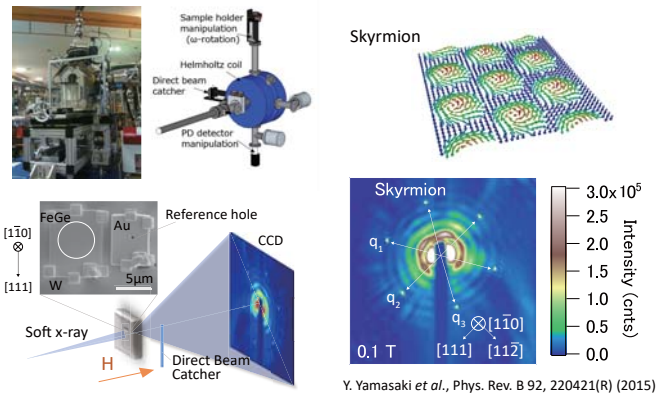
**実験組織** 研究代表者：山崎裕一（物質・材料研究機構 統合型材料開発・情報基盤部門）

本田孝志<sup>A</sup>、中尾裕則<sup>A</sup>、田端千紘<sup>A</sup>、深谷亮<sup>A</sup>、増田英俊<sup>B</sup>、伊藤 雅春<sup>B</sup>、野本敦明<sup>B</sup>、高橋英史<sup>B</sup>、酒井英明<sup>B\*</sup>、石渡 晋太郎<sup>B</sup>、岡村嘉大<sup>B</sup>、藤岡淳<sup>B</sup>、大川達也<sup>B</sup>、阿部 伸行<sup>C</sup>、山本航平<sup>D</sup>、横山優一<sup>D</sup>、田久保耕<sup>D</sup>、平田靖透<sup>D</sup>、和達大樹<sup>D</sup>、上西健太<sup>E</sup>、網塚浩<sup>E</sup>、森川大輔<sup>E</sup>、有馬孝尚<sup>F</sup>、十倉好紀<sup>B\*</sup>

<sup>A</sup> 高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所、<sup>B</sup> 東京大学大学院工学系研究科物理工学専攻、<sup>C</sup> 東京大学大学院新領域創成科学研究科物質系専攻、<sup>D</sup> 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、<sup>E</sup> 北海道大学院理学院、<sup>F</sup> 理化学研究所創発物性科学研究センター、\* 現所属：大阪大学理学部

**課題情報** 課題有効期間：2015 年 10 月～2018 年 9 月、利用した実験ステーション：3A, 4C, 8B, 13A/B, 16A

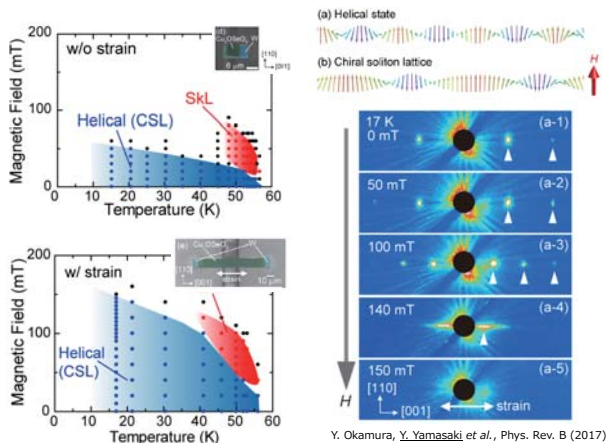
**研究目的** 近年、ナノメートルスケールのトポロジカルなスピントロニクス構造であるスキルミオンが注目されている。スキルミオンは電場や電流、温度勾配に対して巨大な応答を示すことから、次世代のスピントロニクスデバイスにおける新たな情報媒体への応用が期待されている。このようなナノスケールの磁気テクスチャは、電子自由度の秩序構造とも強く相関しており多彩な物性を創発している。その電子状態やダイナミクス、外場応答を直接的に観測することは、基礎物性の理解と共に、応用研究においても非常に重要となる。このような観点から、磁気テクスチャの秩序構造と電子状態を、高感度・高速・高い位置分解能で観測できる実験手法の必要性がますます高まっている。本 S2 型課題研究では、共鳴 X 線小角散乱を中心手法としてナノスケールの磁気テクスチャ、および、それと相関のある電子秩序構造の観測を行う。特に、共鳴 X 線散乱の特性を最大限に活かした、コヒーレント X 線回折によるホログラフィー測定や位相回復アルゴリズムによる磁気テクスチャの実空間イメージング、パルス放射光を使った時分割測定による磁気テクスチャの高速ダイナミクス観測、電流・電場・磁場・応力など多彩な外場に対する磁気テクスチャの応答観測を行っていく。これらの研究により、磁気テクスチャの基礎物性を構造物性・電子物性の観点から解明し、強相関電子系やスピントロニクス物質で観測される顕著な創発物性の発現機構解明を目指す。



Y. Yamasaki et al., Phys. Rev. B 92, 220421(R) (2015)

### 研究成果：一軸応力印加によるカイラルソリトン格子の発現

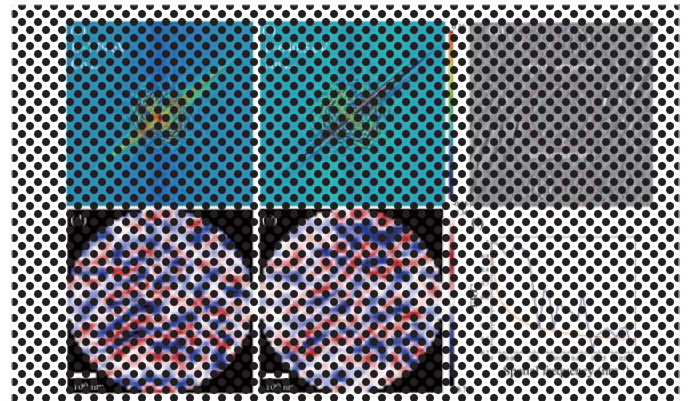
磁気スキルミオンが発現する物質に一軸の応力を印加すると、カイラルソリトン格子が発現することを発見。試料を 2 点で基板に固定して冷却すると基板と試料の熱収縮係数の違いから、試料に対して一軸の引っ張り応力が印加される。



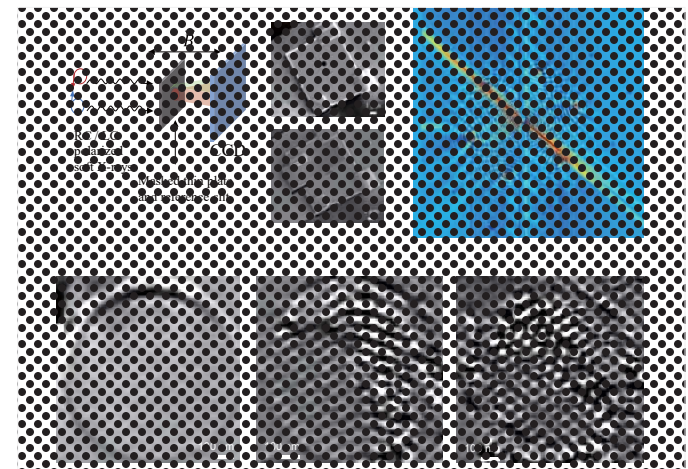
Y. Okamura, Y. Yamasaki et al., Phys. Rev. B (2017)

### 研究成果：ホログラフィーイメージング

$\beta$ 型 Co-Zn-Mn 合金を用いて、Co と Mn のそれぞれの吸収端において、コヒーレント軟 X 線回折を用いたイメージング観測を行い、元素選択的に磁気モーメントの実空間分布を観測することに成功。



同様に磁気スキルミオンが発現する FeGe においても磁気イメージングに成功



### 研究成果発表

- "Directional Electric-Field Induced Transformation from Skymion Lattice to Distinct Helices in Multiferroic Cu<sub>2</sub>OSeO<sub>3</sub>", Y. Okamura, Y. Yamasaki et al., Phys. Rev. B 95, 184411 (2017)
- "Emergence and Magnetic-Field Variation of Chiral-Soliton Lattice and Skymion Lattice in the Strained Helimagnet Cu<sub>2</sub>OSeO<sub>3</sub>". Y. Okamura, Y. Yamasaki, D. Morikawa, T. Honda, V. Ukleev, H. Nakao, Y. Murakami, K. Shibata, F. Kagawa, S. Seki, T. Arima, Y. Tokura. PHYSICAL REVIEW B. 96 [17] (2017) 174417-1

- "Thickness dependence and dimensionality effects on charge and magnetic orderings in La<sub>1/3</sub>Sr<sub>2/3</sub>FeO<sub>3</sub> thin films", K. Yamamoto, Y. Hirata, M. Horio, Y. Yokoyama, K. Takubo, M. Minohara, H. Kumigashira, Y. Yamasaki, H. Nakao, Y. Murakami, A. Fujimori, and H. Wadati Phys. Rev. B, 97 (2018) 075134.
- "Coherent resonant soft X-ray scattering study of magnetic textures in FeGe.", Victor Ukleev, Yuichi Yamasaki, Daisuke Morikawa, Naoya Kanazawa, Yoshihiro Okamura, Hironori Nakao, Yoshinori Tokura, Itaka-hisa Arima. QUANTUM BEAM SCIENCE. 2 [1] (2018) 31
- 日本物理学会、応用物理学会での招待講演、他、研究会での招待講演 11 件