

X線磁気円偏光発光に関する研究

～磁石の内部の磁性を見る～

理学研究科 物質科学専攻

◎D1 小ばやしひろき 小林弘樹、准教授 のむらたくじ 野村拓司

キーワード

放射光, 特性 X 線, X 線分光, 磁気光学効果, 磁性材料, 理論



研究概要

X 線は光の一種であり, X 線を用いて物質の分析をすることを X 線分光といいます. また, X 線は物質から放出されることがあり, そのうち物質を構成する元素に固有のエネルギーを持つ X 線を特性 X 線と呼びます. 私たちの研究で取り扱っている X 線磁気円偏光発光 (XMCPE: X-ray Magnetic Circularly Polarized Emission) は, 物質が持つ磁気的な性質 (磁性) によって特性 X 線の状態が変化するという現象です (図 1). XMCPE は 2017 年に初めて観測され, 2020 年にそのメカニズムが理論的に解明されています. それらの研究によって,

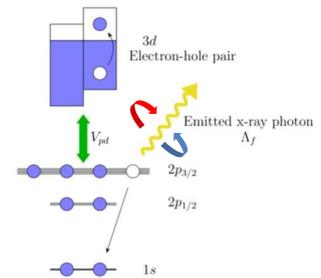


図 1: XMCPE の模式図.

XMCPE を用いることで, それまで困難であった鉄等の磁性体内部の磁気測定が可能になることが明らかとなりました. しかし, これまで XMCPE 実験および理論計算が行われた物質は鉄のみであったため, その他の物質で XMCPE がどのようなふるまいを示すかは明らかになっていませんでした. 例えば, ニッケルのような磁性の小さい物質では, XMCPE が実験で明瞭に観測されるかどうかは明らかではありません. そこで私たちは, 先行研究で開発された計算方法を用いて, 鉄, コバルトおよびニッケルにおける XMCPE スペクトルを計算し, それらと比較しました (図 2). その結果, XMCPE スペクトルのピーク構造の低エネルギー側に物質依存性が現れることが明らかになりました. また, ニッケルにおける XMCPE の感度は明瞭に観測できる程度に高くなることが明らかとなりました.

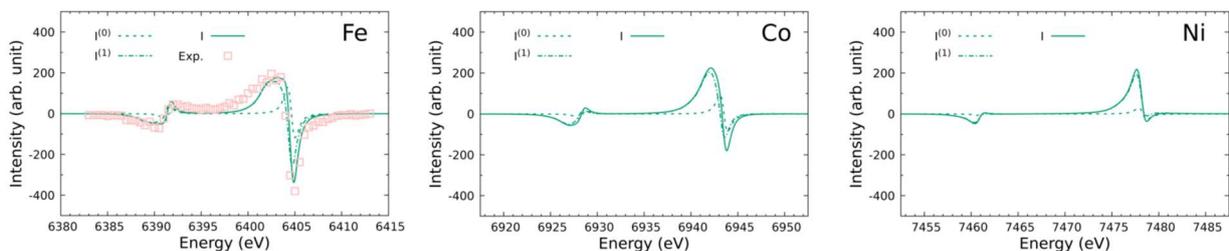


図 2: 鉄 (左図), コバルト (中図) およびニッケル (右図) の XMCPE スペクトル.

アピールポイント

XMCPE には物質内部の磁化方向を観測できるという有用な特徴があります. 現在, 主にこの特徴を活用した X 線磁気顕微鏡の開発が進められており, 永久磁石などへの応用が期待されています. 本研究は XMCPE の物質依存性を初めて確かめた研究であり, XMCPE 分光が磁性の小さい物質にも適用可能な磁気測定において非常に強力なツールであることを示唆しています. 本研究の主な成果は *Europhysics Letters* **140**, 36002 (2022) に掲載されています.