課題番号　:2018A-E25
利用課題名（日本語）　:新奇超伝導・磁性材料の XMCD 分光
Program Title (English)　:XMCD spectroscopy of novel superconductors and magnetic materials

利用者名（日本語）　:吉川智己 [1], Munisa Nurmamat[1], Shilong Wu[2], 奥田太一 [2], 宮本幸治 [2], 竹田幸治 [2], 斎藤祐児 [2], 木村昭夫 [1]
Username (English)　:T. Yoshikawa[1], M. Nurmamat[1], S. Wu[2], T. Okuda[2], K. Miyamoto[2], Y. Takeda[3], Y. Saitoh[3], A. Kimura[1]
所属名（日本語）　:1）広島大学理学研究科, 2）広島大学放射光科学研究センター, 3）日本原子力研究開発機構
Affiliation (English)　:1) Grad. Sch. Sci., Hiroshima Univ., 2) HSRC, Hiroshima Univ. 3) JAEA,

キーワード：XMCD、表面・界面磁性、磁性トポロジカル絶縁体、異常量子ホール効果

1. 概要（Summary ）

トポロジカル絶縁体の最大の特徴はその金属的な表面状態にある。スピン軌道相互作用により表面電子のスピンは電子の運動量に対して固定された方向を向いており（spin-momentum locking）面内電場でフェルミ面が移動しスピン蓄積が現れ，従来のスピンホール効果を利用した場合に比べ高効率で「電流-スピン流変換」が可能となる[1,2]。さらにトポロジカル絶縁体に磁性もたせることで，特異な電気磁気効果や量子異常ホール効果が発現する。実際にトポロジカル絶縁体として知られる$(Sb,Bi)_2Te_3$に V や Cr やなどの微量の磁性元素を置換した系において量子異常ホール効果が観測され大きな注目を集めた [3,4]。量子異常ホール効果はいわば「外部磁場を必要としない量子ホール効果」に相当し「散逸のないカイラル端電流」が存在する。このカイラル端電流を用いれば消費電力を格段に小さくしたデバイス開発が可能になると期待されるが，極低温を必要とする点は実用化を妨げる未だ大きな課題として残っている。その理由の一つとして，系のキュリー温度が最大でも 30 K 程度ととても低いことが挙げられる。これを解決するためには，より高いキュリー温度を示す磁性トポロジカル絶縁体が必要となる。そこで本研究では，磁性元素が規則的に配列したストイキオメトリック単結晶試料について，XMCD を用いて表面・界面における特異な強磁性の起源を電子構造の立場から解明することを目的として実験を行なった。

2. 実験（目的,方法）（Experimental）

層状反強磁性体 $MnBi_2Te_4$ について, 測定温度は 20 ケルビンにて Mn L_{23} 端での吸収スペクトルおよび XMCD スペクトルを測定した XMCD 測定は全電子収量法によりおこない、外部磁場を試料面直方向に印加した。

3. 結果と考察（Results and Discussion）

Mn L_{23} 端での吸収スペクトルおよび XMCD スペクトルには明確な多重項構造が観測され, ほぼ Mn^{2+}の状態をとっていることが分かった。XMCD 強度変化を-8 テスラから+8 テスラまで変化させて測定したところ, ゼロ磁場付近でヒステリシスが観測され，強磁性成分の存在が観測された。これは表面最上層の面内強磁性成分が存在することを示している。

[1] V. M. Edelstein, Solid State Commun. **73**, 233 (1990).
[2] K. Kondou *et al*., Nat. Phys. **12**, 1027 (2016).
[3] C.-Z. Chang *et al*., Science **340**, 167 (2013).
[4] C.-Z. Chang *et al*., Nat. Mat. **14**, 473 (2015).

4. その他・特記事項（Others）

特になし