

## 磁性トポロジカル絶縁体サンドウィッチ構造の 電子状態と磁化特性

○福嶋隆司朗<sup>1</sup>, 角田一樹<sup>2</sup>, 竹田幸治<sup>2</sup>, 一ノ倉聖<sup>1</sup>, 平原徹<sup>1</sup>

<sup>1</sup>東工大, <sup>2</sup>JAEA-SPring-8

### Electronic structure and magnetic properties of magnetic topological sandwich structures

○R. Fukushima<sup>1</sup>, K. Sumida<sup>2</sup>, Y. Takeda<sup>2</sup>, S. Ichinokura<sup>1</sup>, T. Hirahara<sup>1\*</sup>,

<sup>1</sup>Dept. Phys., Tokyo Tech., <sup>2</sup>JAEA-SPring-8

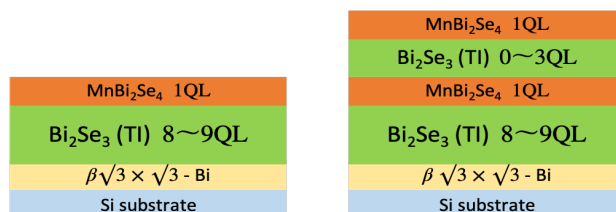
トポロジカル絶縁体 (TI) に磁性を導入し時間反転対称性(TRS)を破ると表面ディラックコーンにギャップが開き、フェルミ準位がギャップ内にあれば、量子異常ホール効果(QAHE)などの現象が発現する[1]。我々は、このような磁性トポロジカル絶縁体で QAHE を高温で実現させることを目指している。

これまでの研究でトポロジカル絶縁体  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$  に Mn と Se を同時蒸着すると表面最上位層が磁性絶縁体  $\text{MnBi}_2\text{Se}_4$  になることがわかり、 $\text{MnBi}_2\text{Se}_4/\text{Bi}_2\text{Se}_3$  ヘテロ構造が開拓された[2](図左)。この系では Mn 原子層挿入による TI の磁気拡張によって TRS が破られており、ディラックコーンのギャップが確かに TRS 由来であることが明らかになっている。ただ、ヘテロ構造では  $\text{Bi}_2\text{Se}_3$  の下面に強磁性が到達しないため、基板との界面でギャップレスな状態が残り、QAHE の発現の妨げになる。

そこで本研究では、通常のヘテロ構造から、TI を磁性層で挟んだサンドウィッチ構造(ダブルヘテロ構造)へ発展させ、下面にも強磁性層を作ることを試みた(図右)。さらに二次元磁性体という観点からは、二つの磁性層の磁気的相互作用については未解明であり、それを調べることも興味深い。 $\text{Bi}_2\text{Se}_3$  の上下に  $\text{MnBi}_2\text{Se}_4$  を接合させた  $\text{MnBi}_2\text{Se}_4/n\text{-QL Bi}_2\text{Se}_3/\text{MnBi}_2\text{Se}_4$  サンドウィッチ構造を作製し、層数  $n$  が異なるサンプルを用意した。角度分解光電子分光により、層数  $n$  が 0-3 のサンドウィッチ構造ではヘテロ構造に比べて大きなギャップが観測され、 $n$  が大きくなるとヘテロ構造の場合のギャップサイズに近づいていった。また X 線磁気円二色性測定により、層数  $n$  が 0,1,2,3,6 のサンドウィッチ構造ではキュリー温度がヘテロ構造より高くなり、Mn 層間の磁気相互作用が強磁性状態を安定化させていることが明らかになった。

[1]C. Z. Chang *et al.*, Science **340**, 167 (2013).

[2]T. Hirahara *et al.*, Nano Lett. **17**, 3493 (2017).



図：磁性トポロジカル絶縁体ヘテロ構造（左）とサンドウィッチ構造（右）の模式図