



## 層状 MAX 相化合物 $M_{n+1}AX_n$ の 3 次元角度分解光電子分光

伊藤孝寛<sup>1,2</sup>, 池本昌史<sup>1</sup>, Damir Pinek<sup>3</sup>, 仲武昌史<sup>4</sup>, Thierry Ouisse<sup>3</sup>

<sup>1</sup>名大院工, <sup>2</sup>名大 SR セ, <sup>3</sup>Grenoble INP, LMGP, <sup>4</sup>あいち SR

キーワード：ARPES, 電子状態, MAX 相化合物

### 1. 背景と研究目的

層状 MAX 相化合物は A 原子を除去すると MX 層のみから形成される原子層系 MXene となることから、期待されることから、新たな原子層系として最近注目を集めている [1]。しかしながら、この系の研究は多結晶試料における応用研究が先攻しており、機能性を支配する電子状態と物性の関係はほとんど明らかになっていない現状にある。そこで、本研究では単結晶試料作成に成功している層状 MAX 相化合物の電子状態を角度分解光電子分光 (ARPES) 法により系統的に明らかにし、この系における機能性と電子状態の関わりに対する知見を得ることを目的とする。

### 2. 実験内容

2018L2001 利用においては、MAX 相化合物の中でも極めて優れた機械的・電気的な特性を示し熱交換材料を始めとする様々な材料として応用が進められている  $Ti_2SnC$  [2] に着目して、その特性と電子状態の関係を明らかにすることを目的として ARPES 測定を行った。励起エネルギー依存性測定は  $h\nu = 80 \sim 150$  eV において 1 eV ステップで行った。測定温度は  $T = 25$  K、エネルギー分解能は  $h\nu = 100$  eV で  $\Delta E \sim 35$  meV に設定した。

### 3. 結果および考察

図 1 (a) および (b) に励起エネルギー依存 ARPES により得られた  $Ti_2SnC$  の  $\Gamma$ MLA 面内におけるフェルミ面イメージおよび MDC スペクトルの  $k_z$  依存性をそれぞれ示す。 $k_z$  にほとんど依存しないホール面 ( $\alpha, \beta$ ) が  $\Gamma$ A ラインに沿って観測されていることが分かる。観測されたホール面の  $k_{\parallel}$  位置および強度におけるわずかな  $k_z$  依存性からインナーポテンシャルは  $V_0 = 10.7$  eV と見積もられる。さらに、観測されたホール面は擬二次元的な形状をしているものの、 $\alpha$  ブランチの低波数側および  $\beta$  ブランチの高波数側には複数のフェルミ面の存在を示唆するような肩構造が現れていることが明らかになった。この結果は、 $Ti_2SnC$  の電子状態における 3 次元性がこれまでに我々が報告している 212 系 MAX 相化合物 ( $Cr_2AlC$  [3],  $V_2AlC$  [4]) に比べて強いことを示唆していると考えている。

### 4. 参考文献

1. M. Barsoum, MAX phases (Wiley, Weinheim 2013).
2. J.Y. Wu, Y.C. Zhou, J.Y. Wang, Mat. Sci. Eng. A **422**, 266 (2006).
3. T. Ito *et al.*, Phys. Rev. B **96**, 195168 (2017).
4. D. Pinek *et al.*, Phys. Rev. B **98**, 035120 (2018).

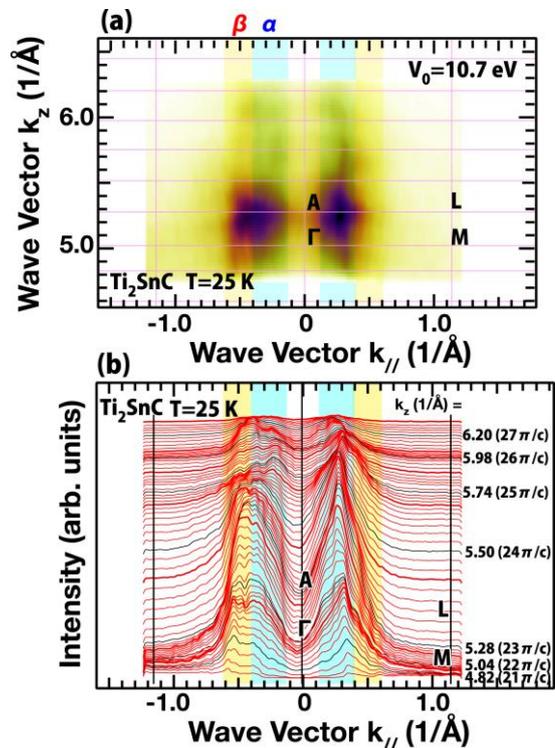


Fig.1  $Ti_2SnC$  の  $\Gamma$ MLA 面内におけるフェルミ面イメージ (a) および MDC スペクトルの  $k_z$  依存性 (b)。