



MXenes 単結晶 V_2CT_z の角度分解光電子分光

與田康人¹, 倪遠致¹, 高倉将一², 仲武昌史³, 田中清尚⁴,
Hanna Pazniak⁵, Thierry Ouisse⁵, 伊藤孝寛^{1,2}

¹名大院工, ²名大 SR セ, ³あいち SR, ⁴分子研 UVSOR, ⁵LMGP, Grenoble INP, France

キーワード：電子状態, MXenes, 原子層系

1. 背景と研究目的

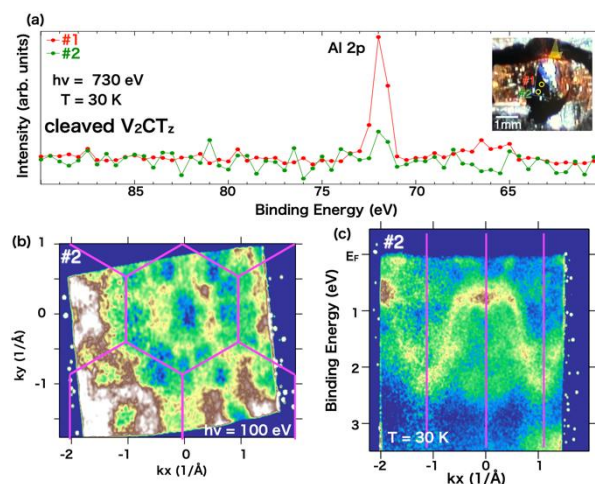
AX 相は遷移金属 M、III-A (IV-A) 族元素 A と X 元素 (C もしくは N) の組み合わせにより形成される層状化合物 $M_{n+1}AX_n$ 系の総称であり、MX 層と A 原子層が重なった結晶構造をもつ [1]。さらに、MAX 相から A 相を除去することにより得られる“MXenes” [2]は、MX 層のみにより形成される系であり、新たな機能性付加型原子層系としてその応用、物性が特に注目されている。本研究では、MAX 相化合物 V_2AlC からイオンインプラネーション法により Al を除去することにより得られた、 V_2CT_z MXenes ($T = OH$ or O 終端) 単結晶 [3] に着目し、MXenes における特異な物性の発現メカニズムについて知見を得ることを目的として、真空紫外角度分解光電子分光 (ARPES) による電子状態の直接観測を行った。

2. 実験内容

ARPES 測定および Al 2p 内殻測定は $h\nu = 100$ eV および 730 eV を用いて行った。測定温度は $T = 30$ K に設定した。試料表面清浄化は、 V_2CT_z MXenes 単結晶試料を劈開することにより得た。

3. 結果および考察

図 1 に V_2CT_z MXenes 単結晶試料の劈開表面において得られた Al 2p 内殻スペクトルの測定位置依存性を示す。試料中央領域(#1)では未転換の V_2AlC に帰結される Al 2p 内殻が明確に観測されるのに対し、試料下端領域(#2)では Al 2p 内殻がほとんど観測されないことを見出した。この結果は少なくとも内殻スペクトルからは V_2AlC が V_2CT_z へと転換したドメインを分離して観測可能であることを示唆している。図 2 に #2 領域における ARPES 測定により得られたフェルミ面イメージおよび $k_y = 0 \text{ \AA}^{-1}$ ライン上で得られたバンドマッピングを示す。観測された ARPES イメージは同様の励起エネルギーを用いて得られた V_2AlC における Γ KM 面における結果 [4] と類似しており、その周期性も V_2AlC の格子定数とほとんど一致することが明らかになった。この結果は、内殻領域では Al がほとんど観測されない V_2CT_z 単結晶試料劈開面であっても、表面敏感な真空紫外 ARPES スペクトル上においては V_2AlC ドメインの影響が無視できない可能性を示唆している。今後、 $h\nu = 150$ eV 程度の励起エネルギーを用いた Al 2p 内殻測定と合わせて比較を行うことで、 V_2AlC ドメインの影響を除いた V_2CT_z MXenes の電子状態の直接観測が可能であると考えている。



4. 参考文献

- [1] M. Barsoum, MAX phases (Wiley, Weinheim 2013).
- [2] A. VahidMohammadi *et al.*: Science **372** (2021) 1165.
- [3] H. Pazniak *et al.*: ACS Appl. Nano Mater. **5** (2022) 8029.
- [4] D. Pinek *et al.*: Phys. Rev. B **98** (2018) 035120.

Fig.1 (a) V_2CT_z 単結晶試料の劈開面において得られた Al 2p 内殻スペクトルの測定点依存性。測定点を挿入図の試料画像上に黄色丸で示してある。(b,c)測定点#2において得られた V_2CT_z 劈開表面のフェルミ面イメージ(b)および $k_y = 0 \text{ \AA}^{-1}$ ライン上のバンドマッピング(a)。