



# バナデートの電場印加時の X 線回折

片山尚幸

名古屋大学大学院工学研究科 応用物理学専攻

キーワード：電場印加, X 線回折, カチオン制御, 負熱膨張

## 1. 背景と研究目的

一次元トンネル状の空孔をもつ二酸化バナジウム  $\text{VO}_2$  に代表されるように、バナジウム酸化物には空孔の大きいオープンフレームワークをもつ物質系が多く存在し、局所構造を制御することで多彩な物性や機能を実現できる。例えば、 $\text{Ag}_2/3\text{V}_2\text{O}_5$  では、低温アニールという技法を用いることで結晶内部に存在する Ag のサイト乱れの度合いを制御することができ、これを利用して低温で多彩な秩序状態を創出できる[1]。 $\text{Cu}_{1-x}\text{Zn}_x\text{V}_2\text{O}_7$  では、 $\text{CuO}_4$  四面体の角度が低温で大きく変化し、格子構造全体がこれと連動して異方的な歪を生じるために、温度に対して体積が収縮する『負熱膨張』という応用上有用な特性が現れる[2]。現在、我々はこのバナジウム酸化物の内部に存在するカチオンを電場印加で揺り動かし、それによって格子構造全体を制御することで新たな機能を発現することを目指している。具体的なターゲットとして、上述の  $\text{Ag}_2/3\text{V}_2\text{O}_5$  や  $\text{Cu}_{1-x}\text{Zn}_x\text{V}_2\text{O}_7$ -yPy を取り上げ、高電場下での構造変化を X 線回折から捉えることを目的とした。

## 2. 実験内容

実験室においてフラッシュ焼結により作成した  $\text{Ag}_2/3\text{V}_2\text{O}_5$  および  $\text{Cu}_{1-x}\text{Zn}_x\text{V}_2\text{O}_7$ -yPy の板を削って 1mm 以下の厚みに調整し、X 線回折装置に設置できるよう基盤を加工して図 1 のように試料を固定した。試料には電極を取り付けており、最大 1000V までの電場を印加しながら X 線回折実験を行うことができる。N<sub>2</sub> ガス吹付で冷却しながら回折実験を行った。



図 1 電場印加下における回折実験の様子

## 3. 結果および考察

$\text{Cu}_{1-x}\text{Zn}_x\text{V}_2\text{O}_7$ -yPy では絶縁破壊が生じるまでの高電場を印加しながら回折実験を行ったが、格子定数には変化が生じなかった。焼結体を利用した影響で結晶性が向上しており、デバイリングの中に強度の強いスポットが多数現れていた。このスポットがわずかな角度の変化で強まったり弱まったりすることから、一次元化の際の見た目の強度やピーク形状が変化したように見えてしまうため、本質と見誤らないように注意する必要がある。 $\text{Ag}_2/3\text{V}_2\text{O}_5$  では約 200 V の電場印加で大電流が流れ始め、それと同時に構造が大きく変化する現象が観測された。これが Ag の位置を制御することによって現れる電子物性の変化を捉えているのか、検証が必要であり、今後のビームタイムで追加の実験を行う予定である。

[1] T. Kubo, NK et al., Phys. Rev. B Phys. Rev. B 109 (2024) 104115.

[2] NK et al, Appl. Phys. Lett. 113 (2018) 181902.