

# 放射光 X 線回折とミュオンスピン回転・緩和法で見た 軌道縮退系 $\text{Sr}_2\text{VO}_4$ の基底状態

## Ground state of the orbitally degenerate system $\text{Sr}_2\text{VO}_4$ observed via synchrotron radiation X-ray diffraction and muon spin rotation/relaxation

山内一宏<sup>1</sup>、那波和宏<sup>2,3</sup>、平石雅俊<sup>1</sup>、宮崎正範<sup>1</sup>、幸田章宏<sup>1</sup>、  
小嶋健児<sup>1</sup>、門野良典<sup>1</sup>、中尾裕則<sup>4</sup>、熊井玲児<sup>4</sup>、村上洋一<sup>4</sup>、  
植田浩明<sup>3</sup>、吉村一良<sup>3</sup>、瀧川仁<sup>2</sup>

1 KEK 物構研ミュオン、2 東大物性研、3 京大理、4 KEK 物構研放射光

層状ペロブスカイト型バナジウム酸化物  $\text{Sr}_2\text{VO}_4$  は、 $\text{V}^{4+}(3d^1)$  が作る 2 次元  
正方格子を持つモット絶縁体である。この  $\text{V}^{4+}$  は正方対称な結晶場の下にあり、  
1 個の  $d$  電子は縮退した  $d_{yz}/d_{zx}$  軌道に収まると考えられている。従って、この  
系では軌道自由度が残り、軌道秩序やスピン軌道相互作用に起因する磁気  
八極子秩序などの興味深い秩序状態の出現が期待されている。[1] また、近年、  
良質な粉末試料が作成され、 $T_{c0} \sim 10$  K,  $T_{c1} \sim 100$  K,  $T_{c2} \sim 130$  K において  
相転移が見出されているが、各相の詳細については不明な点も多い。

本講演では、我々が粉末試料を用いて行った、放射光 X 線回折とミュオン  
スピン回転・緩和実験の結果を報告する。[2] 粉末 X 線回折パターンの温度  
依存性から、この物質は  $T < T_{c1}$  においても  $T_{c2} < T$  と同様に正方晶を保持し、  
超周期構造の出現はないことが明らかになった。これは、この系が  $T_{c1}$  以下に  
おいても軌道自由度を持つことを示唆している。また、高温および低温の正方  
対称な相に挟まれた  $T_{c1} \leq T \leq T_{c2}$  において、420 および 200 ピークの線幅が増  
大するにも関わらず、110 ピークの線幅が変化しないという振る舞いが見られ  
た。これは、低温および高温の正方対称な相の間に斜方対称な相が出現する  
ことを示しており、この系で複数の相が競合していることを示唆している。また、  
磁気多極子秩序に起因する自発的な内部磁場は、ミュオンスピン回転・緩和  
法を用いて観測することができるが、我々の実験から、 $T_{c1}$  における相転移が  
磁気八極子秩序などの磁気秩序を伴わないことが明らかになった。一方、 $T_{c0}$   
以下では、ミュオン位置の内部磁場強度の分布幅が広い、動的な内部磁場を  
30 mK まで観測した。これは、第一原理計算から提案された磁気揺らぎを伴う  
複雑なスピン軌道秩序状態の存在を示唆する結果である。[3]

[1] G. Jackeli and G. Khaliullin : Physical Review Letters, **103**, 067205 (2009).

[2] I. Yamauchi *et al.* : Physical Review B, **92**, 064408 (2015).

[3] Y. Imai *et al.* : Physical Review Letters, **95**, 176405 (2005).