

スピネル型酸化物 MnV_2O_4 における スピン-軌道混成励起波の観測

Spin-Orbital Correlated Dynamics in the Spinel-type Vanadium Oxide MnV_2O_4

松浦慧介¹、佐賀山基²、上原周³、新居陽一⁴、梶本亮一⁵、
蒲澤和也⁶、池内和彦⁶、Sungdae Ji⁶、石川大介⁷、A. Q. R. Baron⁷、
阿部伸行¹、近江毅志¹、徳永祐介¹、有馬孝尚¹
東大新領域¹、KEK 物構研²、東大工³、東大総合文化⁴、
J-PARC センター⁵、CROSS 東海⁶、理研播磨⁷

強相関電子物質の性質は電荷、スピン、軌道、格子といった固体内自由度の観点から理解される。強相関電子物質の特徴の一つは、各自由度が非対角に結合した物性応答の発現にある。したがって、マグノンやフォノンといった単一自由度の集団励起だけではなく、複数自由度が結合した集団励起が物性応答に寄与すると考えられる。本研究では、特にスピン及び軌道の自由度の結合に注目し、スピン軌道混成励起波の観測を目的として、 MnV_2O_4 における動的構造を調べた。 MnV_2O_4 では、 d 軌道の配子場分裂のために、 V^{3+} イオン($3d^2$)の t_{2g} 軌道に軌道自由度が存在する。 $T_0=53$ K において、 V^{3+} サイトでの軌道秩序に伴い、正方晶歪みが生じる。このとき、同時にノンコリニアなフェリ磁性秩序が生じる。

まず、J-PARC の 4SEASONS において中性子非弾性散乱実験を行った。その結果、10-20 meV のエネルギー領域において、先行研究[1]では報告のなかった磁気励起の観測に成功した。そこで、線形スピン波解析により、マグノンモードの同定を行った。ほとんどの磁気散乱は、マグノンモードとして同定できた。一方で、従来 V^{3+} のマグノンモードと認識されてきた 22 meV 付近の磁気励起は説明できないことが分かった。

さらに、この励起の起源を探るために、SPring-8 の BL43LXU を用いて、非共鳴 X 線非弾性散乱実験を行った。 $[hh0]$ 方向に伝搬する縦波フォノンおよび横波フォノンの測定を行い、シェルモデルによる格子振動の計算結果と実験結果を比較した。フォノンの分散関係およびフォノンによる中性子非弾性散乱強度の計算結果を中性子の実験結果と比べたところ、22 meV 付近の磁気散乱はフォノン散乱では説明できないことが分かった。以上の結果から、中性子非弾性散乱実験で観測された 22 meV の散乱はスピン軌道混成励起波であると提案した。

[1] J.-H. Chung *et al.*, Phys. Rev. B **77**, 054412 (2008)

[2] K. Matsuura *et al.*, Phys. Rev. Lett. **119**, 017201 (2017)