

バナジウム酸化物に特有の多重基底状態競合がもたらす新奇量子物性の探究

上田 寛 (東京大学・物性研究所・教授)

【研究の概要等】

バナジウムは色々な原子価状態 ($V^{2+} \sim V^{5+}$) を取ることができ、また、バナジウム酸化物は様々な多面体配位とそれらが3次元的につながって多様な構造をとりうる。そこを舞台として運動する電子は、強い相互作用を及ぼしあい、電荷・軌道・スピン自由度と格子系との結合による多彩な物性が期待される。本研究では、固体化学的手法を駆使した物質合成と温度と圧力を軸とする環境下での構造・物性測定をもとに、バナジウム酸化物に特有の多重基底状態競合がもたらす新奇量子物性、例えば、金属-絶縁体転移、電荷秩序とスピンギャップ形成を伴う相転移、悪魔の階段状電荷整列転移、電荷秩序転移と圧力誘起超伝導、軌道秩序誘起 (スピン・) パイエルス転移、低次元量子スピン現象など、の探究を徹底的に行い、新物質・新物性の開拓を行う。そこから、 t_{2g} 電子が示す電子相関効果についての理解を深め、 e_g 電子系との比較から遷移金属酸化物における電荷とスピン、軌道、格子に関わる問題の統一的理解に貢献する。このような互いに強く相互作用する電子系 (強相関電子系) の研究は物性物理化学の分野での世界的な中心的課題であり、新機能材料としてのポテンシャルからも社会的に注目されている。

【当該研究から期待される成果】

本研究により、バナジウム酸化物が示す上記のような異常量子物性の解明が進み、 t_{2g} 電子が示す電子相関効果の理解が進むことが期待できる。このことは、研究がより進んでいる e_g 電子系とあわせて 3 d 遷移金属酸化物が示す強相関電子系物性についての理解が一層進み、遷移金属酸化物における電荷とスピン、軌道、格子に関わる問題の統一的理解に寄与できる。また、新しい物理は新物質・新物性の開発に始まるという歴史からみて、バナジウム酸化物および関連物質での新規物質開発により新しい分野が開拓される。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- "Devil's Staircase"-Type Phase Transition in NaV_2O_5 under High Pressure; K. Ohwada, Y. Fujii, M. Isobe, Y. Ueda, Phys. Rev. Lett. **87** (2001) 086402-1-4.
- Pressure-Induced Superconductivity in $\beta-Na_{0.33}V_2O_5$ beyond Charge Ordering; T. Yamauchi, Y. Ueda and N. Môri, Phys. Rev. Lett. **89** (2002) 057002-1-4.
- Charge order and superconductivity in vanadium oxides; T. Yamauchi, M. Isobe and Y. Ueda, Solid State Sciences **7** (2005) 874-881.

【研究期間】平成18年度 - 22年度

【研究経費】 29,300,000 円

【ホームページアドレス】

<http://yueda.issp.u-tokyo.ac.jp/>