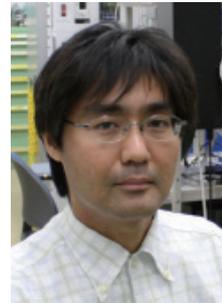


イリジウム酸化物薄膜を舞台としたトポロジカル絶縁体の物質開発

松野 丈夫 / 理化学研究所 基幹研究所 専任研究員

5d 電子系であるイリジウム酸化物は、スピン - 軌道相互作用が約 0.5 eV と大きく、かつ電子相関とも競合するという特徴を持ちます。このことから、「電子相関の効いたトポロジカル絶縁体」という物質の新たな状態が生まれる可能性が理論的に指摘されています。本研究では既知の物質にとどまらず、人工的に構造を制御したイリジウム酸化物薄膜を基軸とした物質開発を行い、トポロジーと電子相関との協奏を実現することを目的としています。

スピン - 軌道相互作用と電子相関との競合は、従来歴的であると信じられてきたイリジウム酸化物に予想外の基底状態を実現させることが近年明らかになってきました。一例として、二次元的構造をとる Sr_2IrO_4 がモット絶縁体となることが示され、注目を集めています。一方、その三次元版である SrIrO_3 は格子歪みとスピン - 軌道相互作用の結合により半金属となります。これらモット絶縁体と半金属を含む電子相関の理解は、スピン - 軌道相互作用と電子相関の関わりを明らかにする上で不可欠です。本研究では、 SrIrO_3 と SrTiO_3 からなる人工超格子薄膜 $[(\text{SrIrO}_3)_m, \text{SrTiO}_3]$ を $\text{SrTiO}_3(001)$ 基板上に作製し、 m を変化させることで次元性を制御しました (図 1)。人工超格子ではバルク試料と異なり m を自由に制御できますので、電子相関を幅広く探索することが可能です。このような原子レベルで制御された超格子薄膜作製にはパルスレーザー堆積法を用いました (図 2)。最も二次元性の強い $m = 1$ の試料は弱強磁性を示し、 Sr_2IrO_4 と同様のモット絶縁体であることが明らかとなりました。 m の増加、すなわち次元性の増大に伴い磁気転移温度は低下し、 $m = 4$ においては磁気転移が観測されませんでした。すなわち、次元性制御によるモット絶縁体相の消失が実現しました。これは、スピン - 軌道相互作用と電子相関の双方が重要となる系の電子相の制御として初めての例であり、電子相関の効いたトポロジカル絶縁体に向けて大きな一歩となることが期待されます。



まつの・じょうぶ

2001 年 東京大学大学院理学系研究科修了、産業技術総合研究所博士研究員等を経て、2005 年理化学研究所研究員、2008 年より同専任研究員。最近はすっかりご無沙汰ですが、学生時代に茶道をかじっておりました。

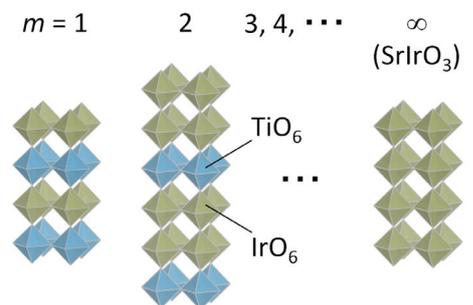


図 1 : 人工超格子 $[(\text{SrIrO}_3)_m, \text{SrTiO}_3]$ の結晶構造



図 2 : パルスレーザー堆積法による薄膜作製装置