

低次元金属・超伝導体の超異方性強磁場効果 (1)

—ルテニウム酸化物・ルテニウム共晶体の界面超伝導—

石黒武彦 京都大学大学院理学研究科 教授

矢口 宏 京都大学大学院理学研究科 助手

超伝導状態は、電子系が織りなす秩序状態のうちで、もっとも量子効果が顕著に現れた例です。殆ど全ての超伝導体は、反対向きのスピンを持つ電子が対を組むスピン一重項超伝導状態であるのに対し、層状ルテニウム酸化物超伝導体 Sr_2RuO_4 では、同じ向きのスピンをもつ電子が対を組んで、スピン三重項超伝導が実現していることが、実験的に確定的になりました。同時に、この物質は多くの興味深い性質を示すことも分かってきました。

その一つの例が、 Sr_2RuO_4 -Ru 共晶体の界面超伝導です。単結晶 Sr_2RuO_4 育成時に、Ru をやや過剰に仕込むと Sr_2RuO_4 -Ru の共晶体が得られます。図1は、そのような共晶体の表面の光学顕微鏡写真です。 Sr_2RuO_4 および Ru の超伝導転移温度は、それぞれ 1.5 K、0.5 K であるのに対して、共晶体では、超伝導転移温度が約 3 K にまで上昇します。超伝導転移温度上昇の機構は、まだ明かではありませんが、この超伝導は、 Sr_2RuO_4 と Ru の界面の Sr_2RuO_4 側で起きているスピン三重項超伝導であることが明らかになってきました。また、温度・磁場相図には、特徴的な振る舞いが見られます (図2)。磁場が層面に平行な時は、低温で上部臨界磁場が一次相転移を思わせるヒステリシスを持ちます。また、磁場が層面に垂直なときは、低温で、上部臨界磁場が増大しています。この現象も、スピン三重項と関連して理解されます。

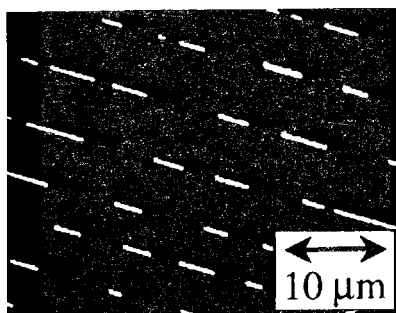


図1 : Sr_2RuO_4 -Ru の表面。黒い部分が Sr_2RuO_4 、白い部分が Ru。

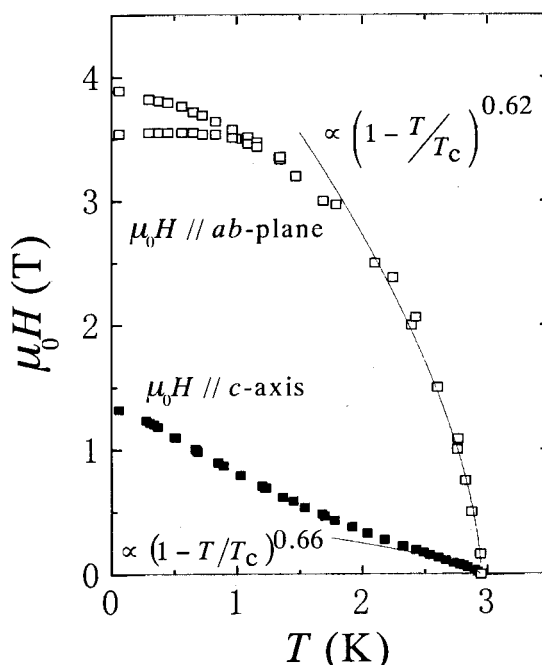


図2 : Sr_2RuO_4 -Ru 共晶体の温度磁場相図。