

学位申請論文公開講演会

日時：2017年1月24日（火）13：30－

申請者：松川 周矢（M研）

場所：理学館4階415号室

題目：Study of Pressure Effect on the Au-Al-Yb Quasicrystal
and its Approximant Crystal
(Au-Al-Yb 準結晶及び近似結晶に対する圧力効果の研究)

主論文の概要

1984年にD. Shechtmanらにより準結晶が発見される以前は、結晶と周期性は同義であると考えられていた。しかし、現代の結晶学によれば、「結晶とは基本的に離散的でシャープなスポットを回折図形に生じるもの」であり、周期を持つ結晶も「広義の結晶」の特殊な場合に過ぎない。同様に「広義の結晶」の一員である準結晶は周期性を持たないにも関わらず、ある種の長距離秩序（配向秩序）を持つため、その回折パターンはシャープなスポットから構成される。準結晶の持つ特異性として、通常の結晶で許されない回転対称性（5回対称性など）や、無理数の黄金比で特徴付けられるフラクタル性（自己相似性）などが挙げられる。このような準結晶の持つ特異な原子配列に関しては理解が大きく進んだものの、準結晶特有の電子物性が存在するか否かという基本的な問題は未解決のままである。

近年、本研究グループにより、価数揺動 Au-Al-Yb 準結晶において量子臨界現象が発見された。さらに、近似結晶（局所的な幾何学構造が準結晶と同じで、周期性を有する物質）においては量子臨界現象が観測されなかったことから、Yb系準結晶で見出された量子臨界現象が準結晶特有の現象である可能性が指摘されている。本研究では、Au-Al-Yb 準結晶において観測された量子臨界現象が準結晶特有の現象であるか否かを明らかにすることを目的に、準結晶及び近似結晶の圧力効果の研究を行った。

まず、準結晶において高圧かつ極低温領域における一様磁化率の温度依存性を測定した。その結果、圧力を増大させても臨界指数を不変に保ったまま、絶対零度に向かって発散することを見出した。また、測定圧力（約 2.8 GPa）及び測定温度（約 80 mK）の範囲内で、磁気秩序相が存在しないことを確認した。このような圧力効果は、いかなる物質でも見出されたことはなく、質的に新しい現象である。

次に、同様の手法を用いて近似結晶の一様磁化率測定を行った。その結果、約 2 GPa において圧力誘起量子臨界点を見出した。特異点である量子臨界点が孤立して存在することはこれまでも重い電子系などで見出されており、通常のものである。

以上のように、本研究において、準結晶と近似結晶が異なる圧力効果を示すことを見出した。準結晶と近似結晶の相違は周期性の有無であることから、圧力効果の相違は周期性の有無に帰着される。これより、Au-Al-Yb 準結晶において見出された「圧力に対して不変な量子臨界現象」は準結晶特有の現象であると考えられる。また、強磁性相が存在しないにも関わらず一様磁化率が特異な臨界指数で特徴付けられる発散を示すことから、準結晶及び近似結晶の量子臨界性の起源が、臨界価数揺らぎである可能性を指摘した。