

別紙 4

報告番号	※ 甲 第 号
------	---------

主 論 文 の 要 旨

論文題目 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)

氏 名 松川 周矢

論 文 内 容 の 要 旨

1984年にD. Shechtmanらにより準結晶が発見される以前は、固体は、原子配列の観点から、周期性を持つ結晶と周期性を持たないアモルファスに分類されると考えられていた。結晶の回折パターンは点(デルタ関数)の集合体として構成されるのに対し、アモルファスでは、リング状のハローで構成される。従来のような固体構造概念を覆す物質が準結晶である。即ち、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結晶と同じように点から構成される。準結晶のもつ特異性として、結晶で許されない回転対称性(図1における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。

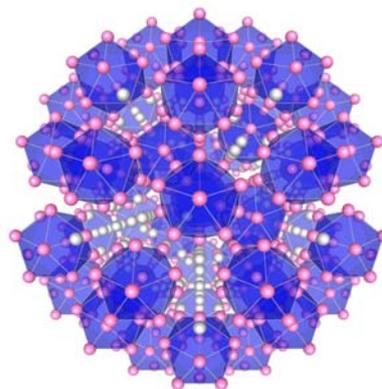


図1. 準結晶の幾何学構造

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。この量子臨界性を特徴づける臨界指数が特異であることから、非従来型量子臨界現象の可能性が指摘されている。さらに、近似結晶(局所的な幾何学構造が準結晶と同じで、周期性を有する結晶)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、臨界指数を不変に保ったまま、絶対零度に向かって発散し続ける様相を見出した。また、測定圧力（約

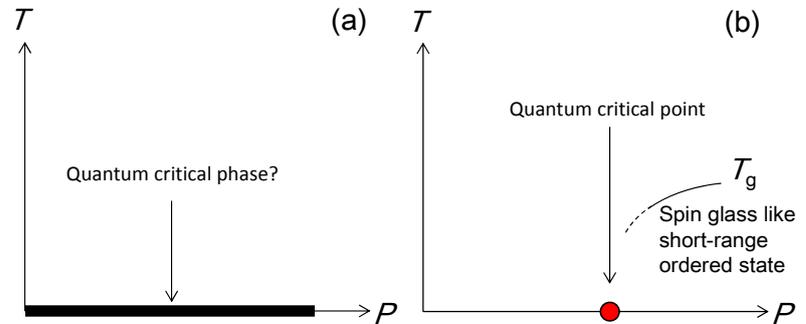


図 2. 準結晶(a)及び近似結晶(b)の圧力-温度相図.

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見出した。これらの結果より、図 2(a)の圧力-温度相図を提案した。これは、いかなる結晶でも見出されたことのない新奇な相図である。

次に、同様の手法を用いて近似結晶の一様磁化率の測定を行った。その結果、約 2 GPa において、温度降下とともに一様磁化率が発散することを見出した。これは、2 GPa において圧力誘起量子臨界点が存在することを意味する。この臨界圧力より高圧域においては、一様磁化率はカスプ状の異常を示し（転移温度は約 100 mK）、その温度が周波数依存性（Vogel-Fulcher 則）を示すことから、この低温相はスピングラス的な単距離秩序相であると同定した。スピングラス転移温度 (T_g) がゼロになる臨界圧力については、 T_g が 100 mK 程度と低いため、決定することが出来なかった。以上の結果を圧力-温度相図上に書き表すと、図 2(b)のように、特異点である量子臨界点が（少なくとも）1 つ存在することになる。強磁性相が存在しないことより、この量子臨界点の起源として、臨界価数揺らぎである可能性を指摘した。

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量子臨界現象は準結晶特有の現象である可能性が極めて高いと考えられる。また、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。さらに、重い電子系結晶の $\text{CeCu}_{6-x}\text{Au}_x$ や $\beta\text{-YbAlB}_4$ で見られる T/H スケーリング則 (T は温度、 H は磁場) を Au-Al-Yb 準結晶及び近似結晶に対して調べたところ、どちらにおいてもよくスケール則が成り立つことを見出した。これより、Au-Al-Yb 準結晶及び近似結晶において観測される量子臨界現象が、重い電子系結晶のそれと共通の起源を有している可能性を指摘した。