

## ウラン化合物超伝導研究グループの発足

ウラン化合物超伝導研究グループ  
大貫 惇睦

ウラン化合物超伝導研究グループが5年間のプロジェクト研究として本年4月に発足した。筆者（大阪大学理学部教授）をグループリーダーとし、専任スタッフは一名、本年度中にもう一名の専任スタッフを求め、現在公募中である。所内外の御協力を賜りながら、プロジェクト研究を実りあるものにしたく、以下に本研究の目標とするところを述べる。

物性物理の立場から見たウラン化合物の特徴を列記しよう。

- 1) 磁性体である。
- 2) 超伝導体にもなりやすい。
- 3) 5f 電子の性質は局在から遍歴まで多彩である。
- 4) セリウム化合物における近藤効果とは違った何かがある。

金属的電気伝導を示すウラン化合物の電子配置は、 $5f^2 6s^2 6p^6 6d^2 7s^2$  と考えることが多い。つまり、4 価 ( $5f^2$ ) であるが、本当のところは分からない。価電子は  $6d^2 7s^2$  であり、その一部が伝導電子となる。5f 電子の磁気モーメントが磁性の根源である。

つまり局在した  $5f^2$  をスタートとして考えるが、その原子波動関数は相対論的效果により大きな裾を引き、結晶をなしたとき周囲のポテンシャル、伝導電子との混成効果あるいは温度、圧力、磁場といった外場に対して価数揺動を起こすことになる。従って、ウラン化合物は比較的良く局在して電子間斥力が支配的な f 電子と、幅の広いバンドを形成している伝導電子がからみあって織りなす典型的な強相関電子系といえよう。最近ではある種のセリウム化合物を含めて、伝導電子の有効質量が大きいことから、重い電子系と呼ぶことが多い。

改めて表 1 にその特徴を示すが、磁気モーメントが小さいということである。UPt<sub>3</sub> の場合、5 K で 0.02

## Start of Research Group for Superconductivity in Uranium Compounds

Yoshichika ŌNUKI

Research Group for Superconductivity in Uranium Compounds

$\mu_B/U$  の磁気モーメントを持つ弱い反強磁性が出現する。どうしてこのような小さな磁気モーメントで磁気秩序を起こし得るのか、まだ分かっていない。つまり、それは 5f 電子の性格をあくまでも局在と考えるのか、それとも 3d 電子系のようなスピン揺らぎの遍歴電子系と考えるのか、その解明とも関係している。前述の「分からない」という記述はこういう意味である。さらに分からないことの一つとして、ウラン化合物でもセリウム化合物で起こっているような近藤効果が起こっているのだろうか、という疑問とも関連している。例えば、近藤効果に基づく重い電子系の典型物質は CeCu<sub>6</sub> であるが、この電気抵抗の振舞いは、UBe<sub>13</sub> や PuAl<sub>2</sub> などに見られる。振舞いは一見似ているが起こっている現象は違って、4) で述べたように何か新しい現象があるように思える。さて、このような磁気秩序を持つウラン化合物は超伝導を発現する。

ウラン化合物の中で超伝導を示す化合物は 10 種類以上ある。筆者等も U<sub>5</sub>Ge<sub>3</sub> や U<sub>7</sub>Ge で超伝導を見だしている。ウラン化合物に限らず多くの超伝導体の遷移温度は 1 K 付近に集中している。U<sub>5</sub>Ge<sub>3</sub> と U<sub>7</sub>Ge ではそれぞれ 0.99 K と 1.40 K である。U 自身が超伝導になるので、その化合物は経験的に超伝導になりやすいと思える。しかし、最近研究が集中的に行われている前述の UPt<sub>3</sub> などは、従来の BCS 理論では説明がつかない unconventional superconductivity である。例えば超伝導が 0.50 K と 0.45 K の 2 段階で起こり、磁場と温度の相図で A, B, C と呼ばれる 3 つの相が存在する。磁性と共存する UPt<sub>3</sub> などの超伝導の解明は緊急課題である。

ウラン化合物の超伝導の解明には純良な単結晶が不可欠である。これには次のような手順で取り組みた

表 1 ウラン化合物（重い電子系）の特徴

	通常の遍歴電子系	重い電子系
電子相関の強さ	弱い	強い
伝導電子の有効質量	1 ~ 2 $m_0$	10 ~ 1000 $m_0$
超伝導の性質	BCS	新しい型（非 BCS）
磁気モーメント		0.1 ~ 0.001 $\mu_B$

い。

- 1) 原材料のウランを超真空下でゾーン・メルティング法によって純良化する。
  - 2) 純良ウランを用いて、テトラアーク溶解炉による引き上げ法で、 $UPt_3$  などの単結晶を育成する。
  - 3) 単結晶インゴット棒を、超高真空下でエレクトロ・トランスポート法によってさらに純良化する。
- 1) 及び 2) は本年度中に行い、3) は来年度に予

定している。

ウラン化合物の超伝導の解明にあたり、本年度から発足する文部省科学研究費・重点領域研究(1)「強相関伝導系の物理」(代表, 小松原武美 東北大教授)の実験班のメンバー(班長は筆者)に良質な単結晶を提供することで共同研究も実施したい。ウラン化合物の物性に興味をお持ちの方, 原研先端基礎研究センターで大型単結晶を育成してみませんか。

