

ウラン電子系研究グループの発足

ウラン電子系研究グループ

大貫 惇睦

この10年間、超伝導という物理の言葉が国民の間に浸透したのではないだろうか。高温超伝導体の発見が与えたインパクトは大きかったと思う。また、物理の分野では「重い電子系」という言葉も耳に慣れてきたのではないだろうか。電気を伝える伝導電子の有効質量が $10\sim 100m_0$ (m_0 : 電子の静止質量) と大きい電子系である。ウラン化合物の中には、まさに重い電子系の超伝導が存在する。第1期のウラン化合物超伝導研究グループにおいて集中的に研究をして、従来のBCS超伝導とは異なる UPt_3 の p 波超伝導や UPd_2Al_3 の d 波超伝導について数々の発見をした。

この研究を通して、ウラン化合物の $5f$ 電子について様々な疑問が生じた。不完全殻の $5f$ 電子は磁石の性質である磁気を持つが、その磁気の強さである磁気モーメントと伝導電子の質量は

(1) 磁気モーメント $0.02\sim 3\mu_B/U$

(2) 伝導電子の質量 $0.1\sim 100m_0$

である。磁気秩序を示すウラン化合物の磁気モーメントと伝導電子の質量の大きさは、シーソーのような関係で、例えば $100m_0$ の質量を持つ UPt_3 の反強磁性の磁気モーメントは $0.02\mu_B/U$ である。一方、強磁性体 UGa_2 の磁気モーメントは $3\mu_B/U$ であり、質量はおおよそ $2m_0$ である。

様々なウラン化合物の純良単結晶を育成して、多種の実験手段を駆使してウラン化合物の性質を解明したい。本研究グループは原材料のUのエレクトロ・トランスポート法による精製を通して、 UPt_3 や UPd_2Al_3 などの純良単結晶育成により、世界で認知されたウラン化合物研究の拠点である。テトラアーク単結晶引上げ装置、ゾーンメルティング高周波装置、高周波ブリッジマン装置、フラックス炉など、どのような化合

Start of Research Group for Uranium-based Electron System

Yoshichika ŌNUKI

Research Group for Uranium-based Electron System

物でも育成できる装置を整えている。実験手段は

- (1) ドハース・ファンアルフェン効果
- (2) 比熱, 熱電能, ホール係数などの熱物性
- (3) 光電子分光
- (4) 中性子散乱
- (5) ^{235}U の核磁気共鳴
- (6) ^{238}U のメスバウアー分光
- (7) 強磁場磁化

である。(1)から(3)までは主として伝導電子を対象とした実験手段である。これらは、阪大、都立大、SPring-8、東北大の協力を得て行う。磁気を対象とした実験手段が(4)から(7)である。(4)は原研、(5)と(6)は第1期のアクチノイドのメスバウアー分光グループの研究成果を継承して、 UO_2 の ^{238}U の核磁気共鳴は初めての研究成果である。これまで UPt_3 で ^{195}Pt のNMRを通してその超伝導状態を研究してきたが、直接Uの核スピンを通して、磁性や超伝導が研究できることになった。新しい研究分野が開拓されると期待される。(7)は阪大の協力を得る。

局在 $5f$ 電子を立脚点とする結晶場モデルでも説明できず、 $10\sim 100m_0$ の大きな有効質量を持つ重い伝導電子をどう考えるかが研究の眼目である。実験結果を総合的につき合わせ、理論家の助けをかりながら研究を行いたい。それによって希土類化合物の $4f$ 電子系や守谷理論に代表される遷移金属化合物の遍歴 $3d$ 電子系とも異なる新しい電子物性が構築されると期待される。また、これらの地道な研究課程で、純良単結晶育成の新しい技術開発、 ^{238}U のNMRに代表される新しい測定方法、ウラン化合物のマテリアルサイエンスとしての発展が展開されればと思っている。