

第5回先端基礎研究国際シンポジウム ～世界物理年を記念して～「アクチノイド化合物の物理と化学の進歩」

f電子多体系のスピン・軌道複合ダイナミックスの解明グループ

堀田 貴嗣

先端基礎研究 (ASR) 国際シンポジウムは、先端基礎研究センターが我が国の原子力基礎科学研究の中核的拠点として世界の当該分野の研究をリードし、活動の国際的展開を推進することを目的とし、当センターがイニシアチブをとって研究成果を発信するとともに情報交換を行う場として、これまで4回にわたって開催されてきた。

世界物理年記念シンポジウムという位置づけで第5回を開催するにあたり、当センターが国内のみならず国際的にも先導的な役割を果たしているアクチノイド化合物の物理と化学に関する研究をシンポジウムのテーマとして取り上げ、今回は特別にシンポジウム名称に「世界物理年 (WYP)」を冠し、ASR-WYP-2005と呼称することとした。そして、アクチノイド化合物の5f電子系を中心に、希土類化合物の4f電子系も含めて、f電子系化合物の基礎的性質に関する最先端の研究成果や今後の展望を議論することを目的とし、平成17年9月27日(火)から9月29日(木)にかけてASR-WYP-2005が開催された。



写真1 北原和夫先生のご挨拶

The Fifth International Symposium on Advanced Science Research in celebration of the World Year of Physics 2005 (ASR-WYP-2005) -Advances in the Physics and Chemistry of Actinide Compounds-
Takashi HOTTA

Research group for spin-orbital complex dynamics of f-electron many-body systems

討論主題としては、1)磁気および多極子秩序、2)量子臨界現象、3)磁性と超伝導の協調と競合、4)アクチノイド化合物の化学的性質、5)アクチノイド化合物の試料育成と評価を取り上げ、f電子系の物理と化学のこれまでの理解を確認するとともに、最新の研究成果や今後の研究の方向性について活発な議論が行われた。発表件数は合計85件(招待講演27件、口頭発表5件、ポスター発表53件)で、米国ロスアラモス国立研究所(LANL)や欧州超ウラン元素研究所(EITU)などアクチノイド化合物の研究が行われている主な研究所や大学から第一線の研究者の参加を得ることができた。なお、国外からの参加者は6カ国より19名、日本からの参加者は79名であった。

シンポジウム冒頭、世界物理年日本委員会運営委員長である北原和夫先生(国際基督教大学)よりご挨拶を頂いた。その後、多くの興味深い発表があったが、残念ながら全てをここで紹介することはできないので、特に興味深かった2つのトピックスを紹介したい。

一つは、2002年に発見され、高い超伝導転移温度 T_c を有することで大きな注目を集めているPu系超伝導体 PuTGa_5 ($T_c=\text{Co, Rh}$)である。まず、 PuCoGa_5 ($T_c=18.5\text{K}$)の物性に関するその後の研究の進展、特に超伝導対状態についてThompson(LANL)から総合報告があった。また、 PuRhGa_5 ($T_c=9\text{K}$)の単結晶育成や物性測定について、Wastin(EITU)と芳賀(原子力機構)から詳細な報告があった。そして、Pu金属の磁性および PuCoGa_5 の超伝導状態の μSR による研究成果について、Heffner(原子力機構)から報告があった。特に、 $\delta\text{-Pu}$ の磁気モーメントの上限がきわめて小さいという結果から、 $\delta\text{-Pu}$ は本質的に非磁性である可能性が議論された。 μSR 測定では、大石(原子力機構)が PuCoGa_5 の準粒子励起の磁場依存性を議論した。ま



写真2 シンポジウム講演風景



写真3 ポスターセッション風景

た、Ga-NQR測定からPuRhGa₅がd波超伝導であるとの実験結果が、酒井（原子力機構）により報告された。さらに、PuCoGa₅を含むアクチノイド化合物の局在・非局在性に関する研究成果をBauer（LANL）とDurakiewicz（LANL）が報告した。少し趣を変えたところでは、PuCoGa₅における自己照射効果による超伝導特性の変化についてのColineau（EITU）の報告が興味深かった。

もう一つの注目トピックスは多極子秩序現象である。最近、複雑な多極子秩序をf電子のスピンの複合秩序として捉えることで理解が進展しつつある。McEwen（ロンドン大学）からは(U,Np)Ga₅の四極子・磁気秩序についての成果報告が、村上（東北大）からは共鳴X線散乱による磁気・多極子秩序の研究成果のレビューがなされた。目時（原子力機構）は、UTGa₅およびNpTGa₅の多彩な磁気秩序と隠された軌道自由度の役割について議論した。また、NpO₂の八極子秩序や(U,Np)O₂の秩序状態に関する実験と理論について、Wilkins（ESRF）、徳永（原子力機構）、久保（原子力機構）らの若手研究者から意欲的な発表があった。さらに、スクッテルダイト物質SmRu₄P₁₂の八極子秩序の可能性が吉澤（岩手大）および小堀（千葉大）から報告され議論をよんだ。理論では、倉本（東北大）からスクッテルダイト化合物における多極子秩序についての総合的な報告がなされた。

アクチノイド金属や金属間化合物の物性研究は、現代固体物理学で最も難関として残されている伝導電子の局在性と遍歴性の拮抗に関する問題を解く鍵を与えるものである。これまでは、ウラン化合物を中心として5f電子系の磁性や超伝導の研究が進展してきたが、2002年のPuCoGa₅の“高温”超伝導の発見後、Np、Pu、Amを含む超ウラン化合物に対する物性科学研究者の関心が大きく高まっており、このような国際シンポジウムの開催は時宜を得たものであったと言えよう。ウラン・超ウラン化合物、特に超ウラン化合物の超伝導性や磁性に関する系統的な研究は端緒についたばかりであり、アクチノイド化合物の基礎物性研究の研究成果発表や情報交換を行う場を提供することにより、この分野の発展に貢献することができた。また、本シンポジウムの開催によって、先端基礎研究センターがリーダーシップをとりながら、アクチノイド物性科学研究を積極的に推進していくことを国内外に知らしめることができたと思う。ここ数年で大きく成長した先端基礎研究センターにおけるアクチノイド物性科学研究の芽が摘み取られることなく、さらに飛躍を遂げることができるように、この場をお借りして関係各方面のご理解とご協力をお願いしたい。

なお、本シンポジウムのProceedingsは、日本物理学会欧文誌Journal of The Physical Society of Japan Supplementとして刊行される予定である。