

第4回「プルトニウムの未来 その科学 2006」国際会議 The 4th International Conference on Plutonium Futures The Science 2006

中村 彰夫 アクチノイド化合物磁性・超伝導研究グループ
Akio Nakamura Research Group for Magnetism and Superconductivity in Actinide Compounds

2006年7月9～13日の5日間、米国カリフォルニアの保養地アシロマにおいて、表記国際会議が、広く世界から300余名の参加者を集め盛大に行われた。内訳は、米国約150名、ヨーロッパ諸国70余名、ロシア50余名、日本17名、他に、韓国、中国、インドなど数名であった。その国際諮問委員会の一員としてプログラムの編成や会議の運営にも携わったので、会議の概要をその背景や経緯を含め紹介したい。

第1～3回の同会議は、1997、2000、2003の各年、ロスアラモス国立研の主催により小規模な専門家会議として地元ニューメキシコ(第1回はアルバカーキー、2、3回はサンタフェ)にて行なわれた。この会議の背景には、かつて1960-70年代国際原子力機関(IAEA)の主催により「Plutonium」, 「Thermodynamics of Nuclear Materials」といった国際会議が数年置きに華々しく開催されたものの、その後の世界的な(特に米国での)原子力科学・産業の低迷とともに急激に失速していった経緯がある。特に「Plutonium」は1980年代以降長らく中断されていた。現在本分野の代表的な国際会議として3年毎開催の「Actinides」がある(2001年には旧原研の主催で葉山にて行われた)が、実用から基礎まで非常に広汎な分野をカバーするために「ごった煮」の印象も免れない。

近年幾つかの世界的要因(原油の高騰、地球温暖化、新興BRICK諸国の台頭など)から原子力は再勃興期にあると言えよう。基礎科学的にも、ウラン(U)以降ネプツニウム(Np)、プルトニウム(Pu)、アメリシウム(Am)と続く超ウラン元素とその化合物は、アクチノイド(5f電子系)物理・化学研究の最後の未踏領域と言われている。特に近年、4f(希土類)・セリウム(Ce)や5f-U等のf電子化合物で特異な重い電子状態やそのエキゾチックな基礎物性(非BCS超伝導、多重極秩序など)が相次いで発見され、f電子の奥深い未知の特質・物性の解明とその更なる地平の開拓には、遍歴・局在の狭間に位置するPuを中心とした超ウラン元素化合物が次の必然のターゲットとして急浮上している。

ロスアラモス研は、1990年代末に、このような世界の趨勢を先取りする形で「今一度その基幹物質としてのPu、特にそのscienceを徹底的に掘り起こそう」と世界に呼び掛け、第1回目の本会議を、先の「Plutonium」のFutures版として再始動させた。その試みは、2002年Natureに発表された世界初の115系Pu高温超伝導体PuCo(Rh)Ga₅(T_c=18(9)K)の発見として一つの見事な結実を見せ、2003年の第3回の会議はその祝祭であり、次のステップへの飛躍を促すものとなった。

当先端基礎研究センターにもこの発見は2001年時点で同所のトンプソン博士の講演を通してもたらされ、我々はこれを一つの大きなモチベーションとして直ちに従来のウラン化合物研究から超ウラン化合物研究へと踏み出すことになった。

前回の会議から3年、今回の2006年の会議は、ローレンスリバモア国立研へと主催も移り、主オーガナイザー Dr. Fluss等の精力的な準備により、真に国際的なPu及び超ウラン科学に関する大規模かつ代表的な会議へと脱皮、成長した感がある。会議は、参加者の急速な膨張により、便宜的に、凝縮系物理・材料科学分野と化学分野の2つのパラレルセッションで行なわれたが、5日間を通して午前の最初のセッションは両分野から各一件の基調講演で構成され、Pu及び超ウラン科学研究の基礎・応用の多岐に亘る最新の成果と動向を一望出来る貴重な機会となった。前者の中心テーマは、Puに顕著な遍歴・局在の二重性の起源及びこれとPu高温超伝導との関連にある。本家のロスアラモス、ローレンスリバモア研、ヨーロッパ超ウラン元素研究所(EITU)を中心に、着実に実験的・理論的解明が進められている。

当センターからも、PuRhGa₅の世界初の高純度単結晶試料調製とその異方的超伝導特性結果(芳賀)独自のj-jカップリングモデルによるf電子多体系の理論的取扱いの提起(堀田)などの重要な発表が行われた。また、多年の謎であったNpO₂の相転移に関しても、核磁気共鳴法による微視的検討から新

規な多重極秩序の生起を示唆する(徳永)など、当センターの活動を十分アピールできたと思う。また、Pu及びそのGaとの合金系の相図や調製法、機械的・材料科学的特性などが、米露の研究者達により数多く発表され活発に議論されていた。

もう一つの化学系分野の研究内容は、Puを中心に、U、Np、Am、(更にCm、Bk、Cf等)の多様な気液固相の化合物の合成や基礎及び実用特性(熱力学・熱物性、構造、化学結合状態、分光学的及び磁気的性質など)や材料科学、核燃料の調製と様々な特性(MOX燃料、イナートマトリックス燃料)リサイクル技術開発や核不拡散に関わる溶液化学的・プロセス化学的研究(有機・無機配位化合物、錯体、それらの溶存状態、群分離、分析、スペシエーション等)など、非常に多岐に亘り、正に原子力が、物理、化学、工学の総力を結集した総合技術体系であることを実感させられた。印象に残ったのは、湿式の抽出・分離剤としての各種の有機・無機のアクチノイド錯体・配位化合物の弛みない実験的合成努力とそれらの理論的(量子化学及び構造化学的)合成指針の着実な進展であった。また、実用性はとにかく、U系ナノチューブ化合物の合成、新たな分子磁性体としてのアクチ

ノイド(U、Np、Pu)錯体やその4fや3d(遷移金属)電子系との複合体合成の可能性など、ここには面白いテーマが色々ころがっていると実感した。

会議中日には、夕食会後のEvening lectureとして、Hecker博士(スタンフォード大線形加速器センター元所長)とLander博士(EITU前所長)による各1時間の記念講演が行われた。前者は、9/11後の混沌とした世界情勢の中GNEP(Global Nuclear Energy Partnership)に代表されるリーダーシップを米国が再度取りたいとの意欲とこれへの協力要請が披瀝された。また後者は、これに呼応して、より基礎科学的立場から、超ウラン科学の世界的再構築に向けて研究用の超ウラン物質(Pu、Np、Am等)の国際間の移動や輸送、相互利用体制の整備の緊急の必要性を訴えた。

この他、筆者ら本センターからの計5名の参加者は、ITU/CEA/JAEA間の国際研究協力プログラムの打ち合わせも会議の合間に行うなど、多忙と充実を極めた5日間であった。本会議発表論文は、J. Alloys and Compoundsに特集号としてまとめられる。また、今回は、初めて米国外のフランス・ディジョンにて、CEA(フランス原子力庁)、EITUらの主催により、来年2008年7月に行なわれる予定である。



アシロマ会議場前広場での会議参加者の集合写真