

# 第9回先端基礎研究国際シンポジウム ～陽電子、ミュオン、及び、その他のエキゾチック粒子ビームを用いた材料物性と原子分子科学研究～

**髭本 亘** アクチノイド化合物磁性・超伝導研究グループ  
Wataru Higemoto Research Group for Magnetism and Superconductivity in Actinide Compounds

**河裾 厚男** 陽電子ビーム物性研究グループ  
Atsuo Kawasuso Research Group for Position Beam Material Science

2009年11月10日から12日まで、東海村テクノ交流館リコッティにおいて、ミュオンや陽電子、不安定核などの粒子線ビームを利用した物質材料科学の現状をテーマとしたJAEA先端基礎研究センター主催の国際シンポジウム「第9回先端基礎研究国際シンポジウム(ASR2009)～陽電子、ミュオン、及び、その他のエキゾチック粒子ビームを用いた材料物性と原子分子科学研究～」が行われた。ミュオン、陽電子、不安定核を用いたNMR実験など電荷を持った粒子線利用の研究はお互いに関連も深く、講演を通じてそれらの相補的利用などが議論され、相互の理解を深めた。ミュオンと陽電子を中心に講演44件、ポスター発表64件が行われ、国内73名、国外29名の参加者を集めた。

初日は共同議長の髭本、河裾から趣旨説明、篠野センター長、横溝理事より挨拶をいただいて始まった。最初の講演は特別講演として、永嶺謙忠氏(University of California)によるミュオンを用いた生命科学の進展が報告された。タンパク質やDNAにおける情報伝達の様子や血液中のヘモグロビンの酸素状態をミュオンで観測できることなどの先駆的な研究が紹介された。山谷泰賀氏(放射線医学総合研究所)からは特別講演として、相互作用深度検出を用いたPETの最近の進展が紹介され、360度に検出器を配置したPET(Open PET)による3次元画像化などが紹介された。

材料研究の講演は最も講演数が多いものであった。杉山純氏(豊田中央研究所)からはホウ素系水素吸蔵物質においてH- $\mu$ 、またはH- $\mu$ -H構造が形成されるとの研究が報告された。佐々木雄一氏(東京大学)は欠陥周囲の状態の違いのために物質により脱水素化後に欠陥の回復に大きな差が見られることなどを述べた。また、半導体ではまずFilip Tuomisto氏(Helsinki University of Technology)により、III族の窒化物半導体が議論され、陽電子により空孔の観測が行われ、その導電性の起源とし

て負に帯電した欠陥の存在の重要性が指摘された。Jan Kuriplach(Charles University)によるZnOの欠陥についての陽電子による研究では、Zn、Oの単独の欠陥だけでなくZn、O両者の欠陥の存在が述べられた。下村浩一郎氏(高エネルギー加速器研究機構(KEK))からはGaAsにおいてレーザーによる励起した電子とミュオニウムとの相互作用によるスピン減偏極機構が報告された。

超伝導や強相関物質系はミュオンや $\beta$ -NMRによる報告が中心になされた。 $^8\text{Li}$ をプローブとした $\beta$ -NMRにより深さを制御することでAg/Nb膜において近接効果を含めた超伝導状態の変化がRobert Kiefl氏(Univeristy of British Columbia)により述べられた。さらに同じ系において低エネルギーミュオンを用いた研究がElvezio Morenzoni氏(Paul Scherrer Institute)から報告され、超伝導揺らぎの観測がミュオンで初めてなされたとの報告がなされた。門野良典氏(KEK)からはCa(Fe,Co)AsFにおいて超伝導と磁性相が競合し、それらは島状に相分離していることが報告された。Douglas MacLaughlin氏(University of California)によりフラストレーションを持つ磁性についての成果が述べられ、増強核磁性などの観点での説明が試みられた。

化学分野からの講演では、Khashayar Ghandi氏(Mount Allison University)によるミュオニウムを用いた化学が紹介され、エタン中のミュオニウムの収量の圧力依存性などが述べられ、水素の反応という基礎的な分野での未解決な問題は逆に新鮮であった。またIain McKenzie氏(STFC Rutherford Appleton Laboratory)からは液晶分子中のミュオニウムの反応が報告された。篠原厚氏(大阪大学)からは分子におけるパイオン原子及びミュオン原子の形成過程の研究が紹介され、パイオン原子では水素の転移反応が励起状態からのみ起こるなど形成過程の議論がなされた。

原子核や素粒子からの講演も数多かった。Edward Armour 氏 (University of Nottingham) からミュオン触媒核融合や反陽子の形成についての概説が紹介された。Hary Tom 氏

(University of California) からはポジトロニウムの高密度トラップによるポジトロニウム分子形成の可能性が報告され、このような新しい分子形成はボーズアインシュタイン凝縮 (BEC) 等多くの研究の門戸を開くものであり、注目される。反物質においての重力が物質と同じであるのかは、未解決の問題であり、ポジトロニウムを用いることで反水素を作る試みが紹介された。Rafael Ferragut 氏 (Politecnico di Milano) はエアロゲルなど多孔質系をもちいたポジトロニウム形成を、村中友子氏 (IRFU, CEA-Saclay) は小型線形加速器によるタンゲステン箔への陽電子照射によるポジトロニウム放出の準備実験を述べた。また岩崎雅彦氏 (理化学研究所 (理研)) はミュオンの磁気能率精密測定実験 (g-2 実験) にむけて、真空中へのミュオニウム放出のための標的シリカエアロゲルによる実験計画を紹介した。これら基礎となる科学の検証にミュオンや陽電子の果たす役割は大きく、今後の進展が望まれる。

実験技術、装置、施設に関する報告もバラエティーに富むものであった。大島永康氏 (産業技術総合研究所) からは電子線形加速器を用いた高強度陽電子源の開発が報告された。ポジトロニウムスピン回転法 (PsSR) の研究は斎藤晴雄氏 (東京大学) から報告された。現状はまだ基礎的なデータの積み重ねの段階で、今後物質研究への応用などが期待される。Christoph Hugenschmidt 氏 (Technical University of Munich) からは陽電子による高精度オージェ分光により Fe 上の Cu 膜が単層から観測できることが報告された。また国内の陽電子施設の概要が兵頭俊夫氏 (東京大学) から報告され、多くの施設で多彩な研究がなされていることが、Peter Mascher 氏 (McMaster University) からはカナダにおける新しい大強度陽電子源の建設計画が述べられた。ミュオンに関しては、岩崎雅彦氏 (理研) から理研 RAL ミュオン施設の現状が報告され、三宅康博氏 (KEK)



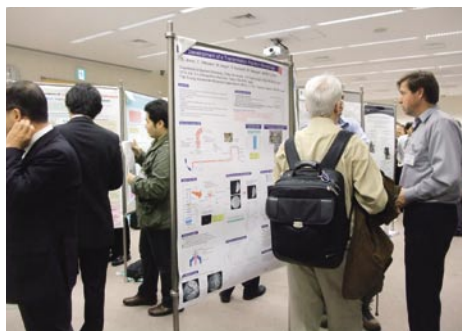
シンポジウム参加者の集合写真

から J-PARC ミュオン施設の報告がなされた。特に J-PARC は 2008 年稼動を開始した新たな大強度ミュオン源であり、講演直前に世界で最も強度の大きいパルス状ミュオンを供出する施設となったことが報告された。

最終日は J-PARC へのツアーが行われ、中性子実験施設とともにミュオン実験施設の見学がなされた。新しい加速器施設は手法に関わらずあらゆる参加者の興味を惹くものであり、見学中も多くの質問があった。

以上、口頭発表を中心に会議の一部を紹介した。このように基礎から応用、さらに実験施設にいたるまでさまざまな研究が報告された。残念ながら複数のプローブの相補的利用により新たな知見を得られたといった報告はほとんどなかったが、例えば先に述べた半導体における伝導性の起源として陽電子による研究では空孔の重要性が指摘されているのに対し、ミュオンでは水素の重要性が指摘されているなど、実は相補的な内容が含まれるが明確には指摘されていない研究は見受けられた。そのためこれらが一同に介すことで初めて相互の理解が行われることになり、その意味では本シンポジウムは非常に意義があったものとする。

最後に簇野センター長をはじめとする研究推進室の方々、および J-PARC ツアーのアレンジを行っていただいた J-PARC センター広報セクション、見学に協力いただいたミュオンセクションの方々にお礼を申し上げます。



ポスターセッションの様子