

# タンDEM研究会 — 10万運転時間達成記念 —

石井 哲朗 研究炉加速器管理部（極限重原子核研究グループ（兼））  
Tetsuro Ishii Department of Research Reactor and Tandem Accelerator

2009年1月6、7日、先端基礎研究交流棟大会議室で、タンDEM研究会—10万運転時間達成記念—を開催した。隔年で開催している研究会で、東海タンDEM加速器に関係する研究者、技術者が一堂に会し、研究分野を越えて議論する場となっている。今回は、タンDEM加速器の運転時間が10万時間を達成したことを祝して記念講演会も催し、約120名の方に参加を頂いた。

この機会に、まずタンDEM加速器施設の紹介をさせて頂く。東海タンDEM加速器は、最高電圧20MVを発生する世界有数の大型静電加速器である。1978年に建家が竣工し、1982年9月より重イオンビームの供用を開始した。高電圧を発生するために使用するペレットチェーンの運転時間の積算は、12万8949時間（2009年8月31日）であり、年平均4800時間、すなわち24時間連続で年平均200日運転したことになる。実験にビームを提供した時間も、優に10万時間を越える。この規模の加速器としては、非常に高い稼働率を誇っている。大型静電加速器の技術的な難しさは、電圧の自乗に比例して大きくなる静電エネルギーに起因する。高電圧が放電した時には落雷と同じで、加速器内の電子機器は強力な電氣的サージに晒される。また高電圧を維持するために、加速器は5.5気圧の絶

縁ガス中に設置されている。このような特殊環境下で加速器を安定に動作させるためになされた不中断の技術開発と技術的蓄積が、タンDEM加速器の高い稼働率を支えている。

1994年には超伝導リニアックのブースター加速器を完成させ、ビームエネルギーを2～4倍に増強することに成功し、全ての組み合わせの重イオン核反応がクーロン障壁を越えて可能となった。2004年には、高エネルギー加速器研究機構（KEK）との共同プロジェクトで、短寿命核加速実験装置（TRIAC）をKEKより移設した。タンDEM加速器で生成した短寿命放射性核種をオンライン同位体分離器で質量分離し、最高1.5 MeV/核子までTRIACで加速することができる。2008年には、タンDEM加速器の高電圧端子内に電子サイクロトロン共鳴イオン源・重イオン入射器を完成させ、大強度のビームを実験に供している。

タンDEM加速器は静電場の機器で構成されているため、質量数に関係なく粒子を加速することができる。水素からビスマス、さらにはクラスターや分子イオンも加速可能である。さらに、加速電圧を連続的に変化させることができ、電圧の変動度も0.1%以下である。また、PuやCm等のRI・核燃料標的を照射できるビームコースも備えている。このような特徴を活かして、タンDEM加速器施設は、原子核物理、原子核化学、照射効果、原子物理等の研究分野で広く利用されており、今なお、運転可能日数の約2倍の利用申込がある。

さて、記念講演会では、横溝英明理事の開会挨拶に続き、(株)日立製作所フェローの外村彰博士に「電子線で見える超伝導体中の磁束構造」と題した記念講演を頂いた。博士は、電子線ホログラフィーを開発され、ベクトル・ポテンシャルが物理的実在であることを実証されるなど、現代物理学の真髄となる実験をされた方である。東海タンDEM加速器では、高温超伝導体に重イオンビームを照射して柱状欠陥を生成し、磁束量子の研究をされたことがある。講演



タンDEM加速器建家と加速器本体のイメージ図

会では、磁束量子の動く様子を撮影したビデオをお見せになり、参加者に大きな感銘を与えた。また、先端基礎研究センター池添副センター長による「タンデム加速器 10 万運転時間達成の軌跡」と題する講演では、建設当初のタンデム加速器の巨大な高压タンクを移送の様子から今日の加速器施設・実験装置に至るまで、多数の写真により、加速器の軌跡が紹介された。さらにタンデム加速器専門部会長の久保野茂東大教授から、「タンデム加速器施設への今後の期待」と題する講演で、東海タンデム加速器には、原子力の基礎研究を推進するための非常に豊かな研究資源があり、今後の発展に大きく期待するとの言葉を頂いた。

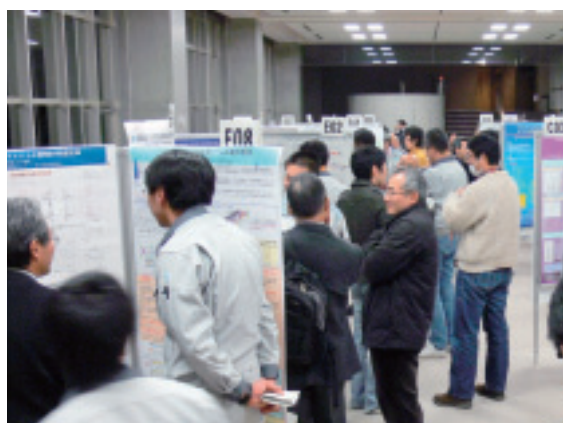
研究会では、加速器、核構造、照射効果、原子物理・固体物理、核化学、核反応・核分裂・核データ・天体核のセッションごとに、これまでに得られた研究開発成果を総括して過去に学ぶと同時に、現在進められている研究や今後の展開について議論した。核構造研究では、市川進一氏より放射性核種用イオン源開発と 19 核種に上る新同位体発見、菅原昌彦氏（千葉工大）より多重 $\gamma$ 線検出器を用いたクーロン励起と高スピン状態の研究がレビューされた。さらに浅井雅人氏より超アクチノイドの $\alpha$ 崩壊分光、石井哲朗より超ウラン元素のインビーム $\gamma$ 線分光の研究が紹介された。これらの研究で対象とした原子核は、励起構造が測定された原子核としては、最も中性子数が大きい領域にある。照射効果の研究では、岩瀬彰宏氏（大阪府立大）が、高密度電子励起の研究についてレビューした。高密度電子励起は、東海タンデム加速器において、その現象が発見されたものである。さらに、園田健氏（電中研）より Xe ビームによる  $\text{UO}_2$  の照射損傷機構の研究、須貝宏行氏より短寿命核  $^8\text{Li}$  ビームを利用したリチウムイオン伝導体中の拡散実験の研究が発表された。原子物理の研究では、川面澄氏（理論放射線研）がレビューし、今井誠氏（京大）より固体内での非平衡電荷分布の研究が発表された。核化学研究では、永目論一郎氏のレビューに続き、シングルアトム化学による研究で、塚田和明氏が Rf、Db の化学挙動、豊嶋厚史氏が No の酸化還元電位の測定を発表した。核反応研究では、池添博氏のレビューに続き、西尾勝久氏より、融合・分裂反応における標的核の変形効果についての発



外村彰博士による記念講演  
「電子線で見える超伝導体中の磁束構造」

表があった。さらに千葉敏氏より、重イオンビームを用いた代理反応の研究計画が紹介された。代理反応では、放射能強度が高いために標的を作成できない原子核に対しても、中性子の核分裂断面積や捕獲断面積を間接的に導出することができるため、革新的高速炉に必要となる Cm 等の中性子核データを取得することが可能となる。この研究課題は、現在、原子力システム研究開発事業の研究開発課題として実施されている。

タンデム加速器施設を利用した研究は、今後、その方向性をより鮮明にすることを期待されている。研究会では、合計 26 件の講演と 46 件のポスター発表があり、多くの活発な質問や意見交換がなされた。これらの議論は、タンデム加速器を利用した研究の展開を検討する上で、大変貴重なものとなった。研究会の講演内容の詳細は、<http://rrsys.tokai-sc.jaea.go.jp/rrsys/html/tandem/index.html> を参照されたい。



ポスター発表の様子