

筑波大学複合タンデム加速器施設の現状報告

STATUS REPORT OF THE TANDEM ACCELERATOR COMPLEX AT THE UNIVERSITY OF TSUKUBA

笹 公和^{#,A)}, 石井 聡^{A)}, 大島 弘行^{A)}, 高橋 努^{A)}, 田島 義一^{A)}, 大和 良広^{A)}, 関場 大一郎^{A)}, 森口 哲朗^{A)},
喜多 英治^{A)}, 上殿 明良^{A)}

Kimikazu Sasa^{#,A)}, Satoshi Ishii^{A)}, Hiroyuki Oshima^{A)}, Tsutomu Takahashi^{A)}, Yoshikazu Tajima^{A)},
Yoshihiro Yamato^{A)}, Daiichiro Sekiba^{A)}, Tetsuaki Moriguchi^{A)}, Eiji Kita^{A)}, Akira Uedono^{A)}

^{A)} UTTAC, Univ. of Tsukuba

Abstract

The University of Tsukuba's Tandem Accelerator Complex (UTTAC) is a major center of ion beam research in Japan. We have three electrostatics accelerators for ion beam applications and radioisotope utilization equipment. The new horizontal-type 6 MV Pelletron tandem accelerator was installed in the spring of 2014 at the University of Tsukuba. Routine beam delivery and experiments have been started since March 2016. The 6 MV Pelletron tandem accelerator is used for various ion-beam research projects, such as AMS, IBA, microbeam applications, high-energy ion irradiation and nuclear physics. In addition, the decommissioning project of the 12UD Pelletron tandem accelerator was finished on March 2016. Status of UTTAC in fiscal year 2015 is reported in this paper.

1. はじめに

筑波大学研究基盤総合センター応用加速器部門 (UTTAC)では、6 MV タンデム加速器、1 MV タンデトロン加速器及び高分解能イオン散乱装置からなる複合タンデム加速器施設の維持管理と学内外との共同利用研究を推進している。また、陽電子消滅実験装置及びメスパワー分光分析装置等の放射性同位元素利用実験設備の維持管理も担当している。震災復興計画[1, 2]により開発整備を実施した 6 MV タンデム加速器[3]は、2016 年 1 月に放射線発生装置としての施設検査に合格し、2016 年 3 月より本格的な運用を開始した。また、6 MV タンデム加速器の運用開始に併せて、震災で損壊した 12UD ペレトロンタンデム加速器の廃止措置を実施した。2015 年度は、その他の施設整備として、低速イオンビーム実験装置を加速器棟 9 階に設置した。本発表では、複合タンデム加速器施設の現状と加速器開発整備及び研究利用の状況について報告をおこなう。

2. 施設現況

2.1 12UD ペレトロンタンデム加速器の廃止措置

東日本大震災によって使用不能となった 12UD ペレトロンタンデム加速器の廃止措置を進めてきた。2015 年秋にタンク内の崩落物の撤去、計算と実測による放射化範囲の特定等を行った。これにより、ビームが直接当たる箇所は放射化するが、直接当たらない箇所は放射化していないことを確認した。これらを廃止措置報告としてまとめ、2016 年 3 月に原子力規制委員会へ提出した。今回の廃止措置は平成 24 年 4 月 1 日施行の放射線障害防止法の改正後における最初の静電加速器の廃止事例となった。

2.2 6 MV タンデム加速器の運用開始

12UD ペレトロンタンデム加速器の代わりとして 6 MV タンデム加速器が導入され、運用開始に向けての施設の整備を進めてきた。2016 年 1 月に原子力安全技術センターによる施設検査を受け、1 月 20 日付で使用許可を受けた。2016 年 2 月は、加速器のコミッショニング期間として昇圧試験とビーム輸送試験を実施した。また、学内利用者及び施設共用制度における学外者向けに 6 MV タンデム加速器を用いた新規課題募集を実施した。課題審査委員会での審議を経て 2 月末までに 7 件の課題が採択された。東日本大震災から 5 年を経過した 2016 年 3 月に本格的な運用を開始した。

2.3 低速イオンビーム実験装置の整備

超伝導検出器のビーム試験を主目的として、施設 9 階に低速イオンビーム実験装置を整備した。Figure 1 に 2015 年度に整備された低速イオンビーム実験装置の写真を示す。



Figure 1: Photograph of the Low Energy Ion Beam Irradiation Equipment.

[#] ksasa@tac.tsukuba.ac.jp

施設 9 階には廃止した 12UD ペレットロンタンデム加速器のための 3 台の負イオン源が設置されていた。このうちラムシフト型偏極負イオン源は、改修されて施設 1 階の偏極イオン源実験棟に移設された。加速器質量分析 (AMS) 用 Cs スパッタ負イオン源は、震災により損壊したために廃止となった。なお、6MV タンデム加速器において、新規 AMS 用イオン源が 2 台導入されている。低速イオンビーム実験装置には、12UD ペレットロンタンデム加速器の為の Cs スパッタ負イオン源 (General Ionics Corp. 製 Model-860) を改修したものを使用している。加速器入射用に垂直方向に設置された分析電磁石を水平方向に移設して、照射エネルギー 10~120 keV までの負イオンを提供可能となっている。

3. 加速器利用状況

筑波大学複合タンデム加速器施設の概要図を Figure 2 に示す。また、2015 年度の 1MV タンデトロン加速器と 6 MV タンデム加速器の利用状況を以下に示す。

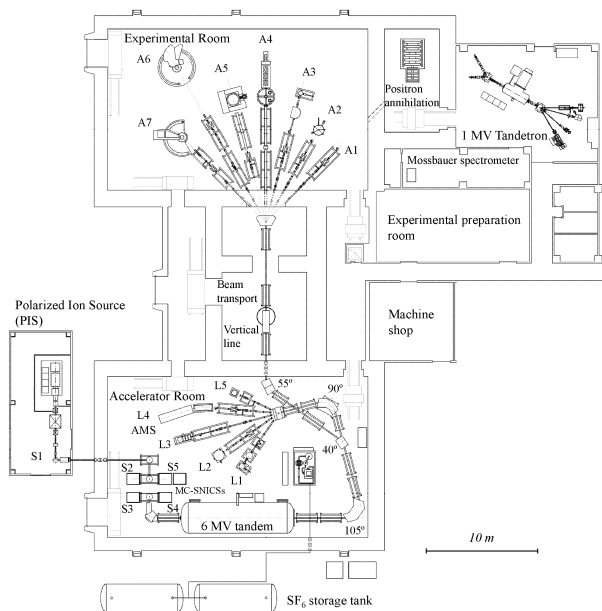


Figure 2: Schematic view of the UTTAC.

3.1 1MV タンデトロン加速器

1 MV タンデトロン加速器の現在の概略図を Figure 3 に示す。Cs スパッタ負イオン源と He 用デュオプラズマトロン型負イオン源の 2 台の負イオン源を備えている。

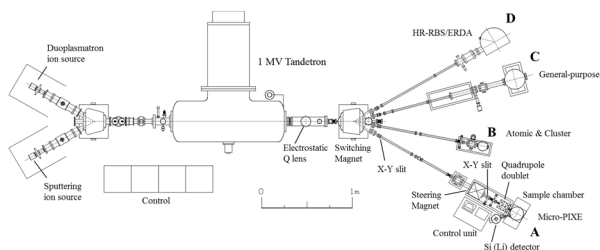


Figure 3: Layout of the 1 MV Tandetron Accelerator.

1 MV タンデトロン加速器は、1987 年に General Ionics Corp. が製造した加速器であり、1997 年に旧電子技術総合研究所より筑波大学に移管された。最高加速電圧として 1.1 MV で使用許可を得ているが、老朽化により現在は昇圧を 0.95 MV までに抑えている。2015 年度は 53 件の研究課題を実施した。また、イオンビーム加速時間は、275.8 時間であった。Figure 4 に 2015 年度に加速したイオン種の割合と Figure 5 に研究分野の利用割合を示す。

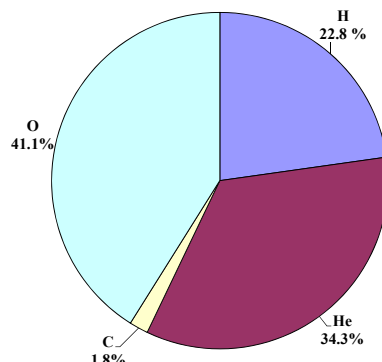


Figure 4: Percentage of accelerated ions for the 1 MV Tandetron accelerator in FY 2015.

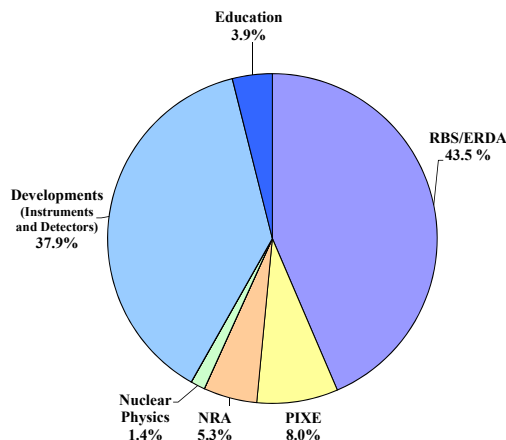


Figure 5: Percentage of research fields for the 1 MV Tandetron accelerator in FY 2015.

3.2 6 MV タンデム加速器

6 MV タンデム加速器は、2016 年 3 月 1 日より正式運用を開始した。Figure 6 に加速器の全景写真を示す。2015 年度は 3 月のみの運用であったが、8 件の研究課題に対して 14 日間の加速器利用があった。

Figure 7 に 2016 年 3 月に実施された 6 MV タンデム加速器の加速器利用実験における加速イオン種の割合を示す。C と Cl イオンは、主に加速器質量分析測定における、¹⁴C 測定と ³⁶Cl 測定において加速されたイオン種である。Figure 8 に研究分野別の 6 MV タンデム加速器の利用割合を示す。教育分野において、筑波大学は平成 26 年度科学技術人材育成費補助事業「科学技術人

材育成のコンソーシアムの構築事業」に基づいて設立された Nanotech CUPAL [4]に参加しており、加速器実習に利用された。



Figure 6: Photograph of the 6 MV Tandem Accelerator.

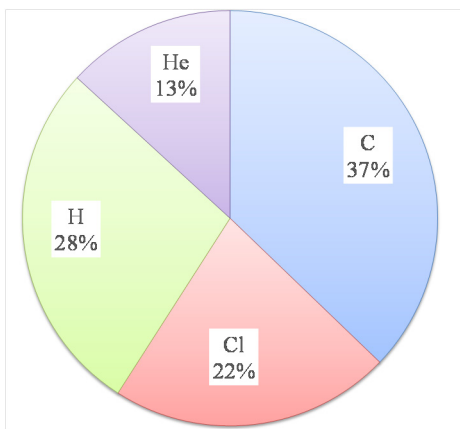


Figure 7: Percentage of accelerated ions for the 6 MV Tandem accelerator in FY 2015.

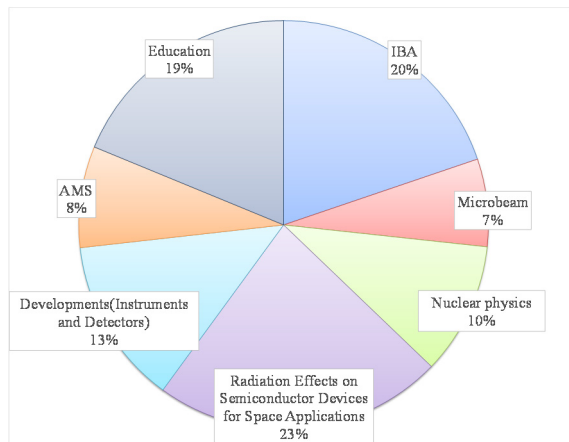


Figure 8: Percentage of research fields for the 6 MV Tandem accelerator in FY 2015.

4. まとめ

2016年3月に大きな懸案事項であった12UDペロトロンタンデム加速器の廃止措置報告書を原子力規制委員会に提出して、6MVタンデム加速器の運用を開始することができた。また、120keV以下のイオン加速エネルギーを提供可能な低速イオンビーム実験装置を新たに整備した。本装置の稼働により、一つの施設内で10kVから6MVまでの範囲でイオン加速の設定が出来ることになった。今後、施設として複合タンデム加速器の利用促進を図り、施設共用事業による学外機関及び産業界の加速器利用研究を積極的に推進する予定である。

参考文献

- [1] 笹 公和, 「加速器」, Vol.9(1), 2012, 14-21.
- [2] K. SASA, AIP Conf. Proc.1533, 2013, 184-188.
- [3] K. Sasa *et al.*, JACoW, Proceedings of the 13th International Conference on Heavy Ion Accelerator Technology, 2015, 285-287.
- [4] Nanotech CUPAL; <https://nanotechcupal.jp/>