

筑波大学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)}, 高橋 努^{A)}, 田島 義一^{A)}, 大和 良広^{A)}, 森口 哲朗^{A)}, 上殿 明良^{A)}
Kimikazu Sasa^{#, A)}, Satoshi Ishii^{A)}, Tsutomu Takahashi^{A)}, Yoshikazu Tajima^{A)}, Yoshihiro Yamato^{A)},
Tetsuaki Moriguchi^{A)}, Akira Uedono^{A)}
^{A)} UTTAC, Univ. of Tsukuba

Abstract

The University of Tsukuba's Tandem Accelerator Complex (UTTAC) has maintained two electrostatics accelerators for ion beam applications and the radioisotope utilization equipment. 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. The operating time and the experimental beam time of the 6 MV Pelletron tandem accelerator were 1857 and 1501 hours, respectively, during the total service time in fiscal year 2017. The operating time at the terminal voltage of 6 MV accounted for 52.2% of the all beam time. The research field of the AMS was the largest beam time at a rate of 47.3%. Status of the UTTAC 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 タンデム加速器及び 1 MV タンデトロン加速器からなる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。2016 年 3 月より本格的な運用を開始した 6 MV タンデム加速器は、5 台の負イオン源と 12 本のビームラインを有している[1]。筑波大学タンデム加速器施設の現状と加速器整備及び研究利用の状況について報告する。

2. 施設現況

2.1 施設概要

筑波大学タンデム加速器施設の概要図を Figure 1 に示す。Figure 2 に 6 MV タンデム加速器の写真を示す。

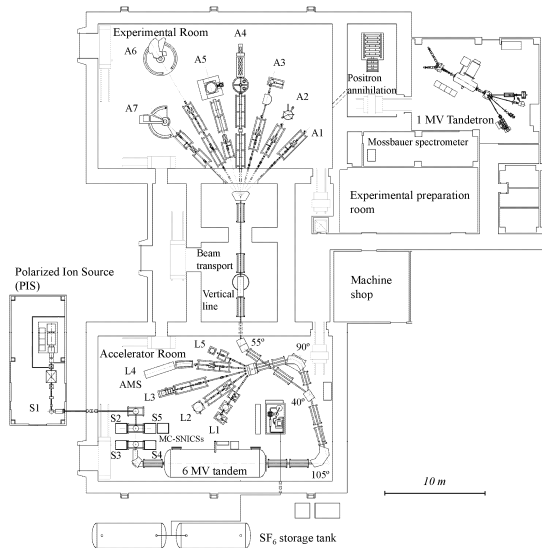


Figure 1: Schematic view of the UTTAC.

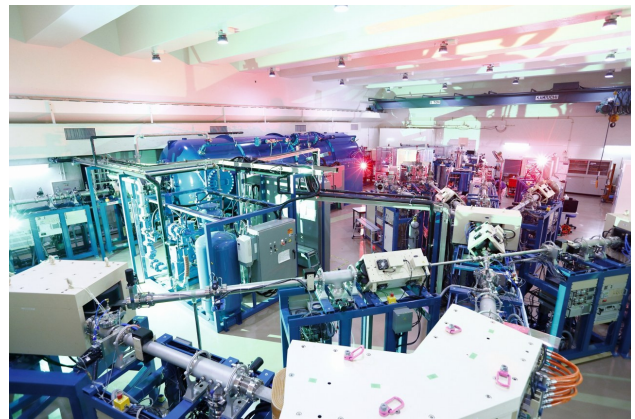


Figure 2: Photograph of the 6 MV Tandem Accelerator.

2.2 6 MV タンデム加速器の運転状況

2017 年度は学内課題 14 件、外部共用課題 4 件 (成果専有課題 1 件を含む) が採択されており、154 日間のマシンタイムを実施した。加速器稼働時間は 1857 時間であり、ビーム加速器時間は 1501 時間であった。また、2017 年度の実験課題数は 90 件、利用者数は 636 名であった。なお、一部のマシンタイムにおいて、He 負イオン用の RF 荷電変換イオン源の不調・整備のために数日間がキャンセルとなった。その他、荷電変換フォイルチェンジャー (80 枚の炭素薄膜を搭載可能) の動作に再現性がない状況が続き、荷電変換ガスストリッパーも、ガス流量の調整弁が正しく動作しない状況が確認された。これらの整備点検を兼ねて、2018 年 3 月中旬より加速タンク開放による加速器整備作業を実施した。6 MV タンデム加速器の利用分野としては、原子核実験においてラムシフト型偏極負イオン源 (PIS) からの偏極陽子ビームの生成及び偏極度の測定に成功している[2]。加速器質量分析 (AMS) では、⁹⁰Sr について同位体比 10⁻¹³ レベルの検出に成功した。また、マイクロビームコースでは、¹⁵N-NRA 法や He を用いた透過 ERDA 法により、金属材料

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

中の水素量やその分布測定が進行中である。Figure 3 に 2017 年度における 6 MV タンデム加速器の加速イオン種の割合を示す。Figure 4 には、研究分野別の利用割合を示す。また、Figure 5 に加速電圧別の利用時間を示す。

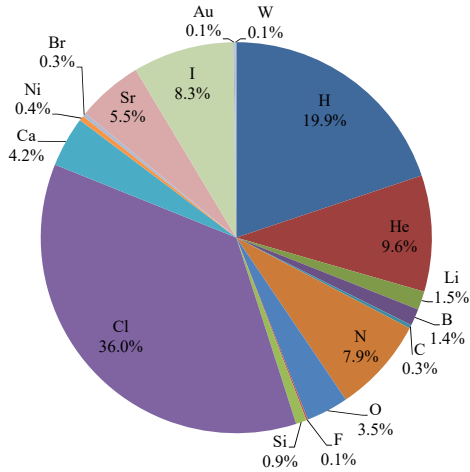


Figure 3: Percentage of Accelerated Ions for the 6 MV Pelletron Tandem Accelerator in FY 2017.

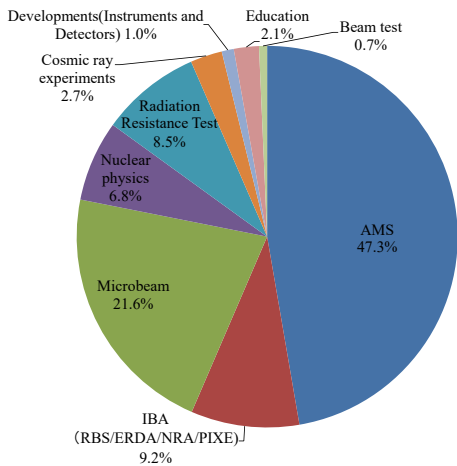


Figure 4: Percentage of Research Fields for the 6 MV Pelletron Tandem Accelerator in FY 2017.

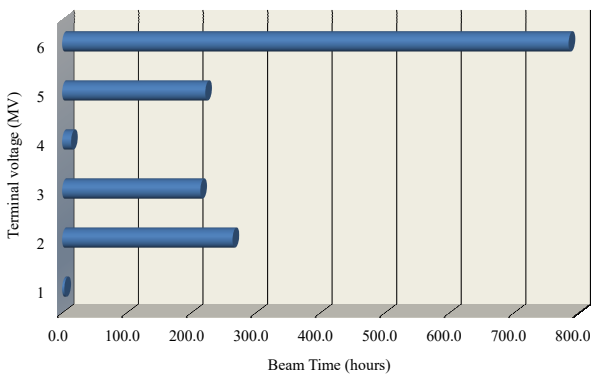


Figure 5: Beam Time Histogram as a Function of the Terminal Voltage for the 6 MV Pelletron Tandem Accelerator in FY 2017.

現在、加速イオン種とエネルギーおよび電荷分布のデータ取得が進行中であり、加速可能なエネルギー範囲の改訂をおこなっている。Table.1 に加速電圧 6 MV で提供可能な加速イオンのエネルギー範囲を示す。

Table 1: Accelerated Ion Species and Their Energy Ranges at 6 MV

Charge state	Energy (MeV)	Ion Species																	
		He	Li	B	C	O	F	Si	Cl	Ni	Br	Ag	I	W	Au				
14	90																		
13	84																		
12	78																		
11	72																		
10	66																		
9	60																		
8	54																		
7	48																		
6	42																		
5	36																		
4	30																		
3	24																		
2	18																		
1	12																		

6 MV タンデム加速器では、ターミナル電圧 6 MV の利用割合が 52.2%となっており、³⁶Cl、⁴¹Ca、⁹⁰Sr 等の長半減期放射性核種の加速器質量分析 (AMS) や原子核実験、宇宙用素子の照射試験に主に用いられている。また、AMS に関する研究が全体の利用時間の 47.3%を占めている。加速イオン種としては、Cl(36%)、H(19.9%)、He(9.6%)が多くなっている。H(15%)は、主にラムシフト型偏極イオン源を用いた偏極陽子ビームの偏極度測定やマイクロビームコースにおけるビーム収束試験に利用されている。研究課題としては、AMS に続いて、マイクロビーム(21.6%)の利用が多かった。

2.3 1 MV タンデトロン加速器の運転状況

2017 年度における 1 MV タンデトロン加速器の稼働時間とビーム利用時間は、それぞれ 628.3 時間および 300.7 時間となった。加速イオン種は、H(26.6%)、He(32.3%)、O(25.2%)のみである。研究課題としては、RBS/ERDA(49.6%)が最も多く、次に検出器等の開発(24.2%)の利用が多かった。Figure 6 に 2017 年度に加速したイオン種の割合と Figure 7 に研究分野の利用割合を示す。

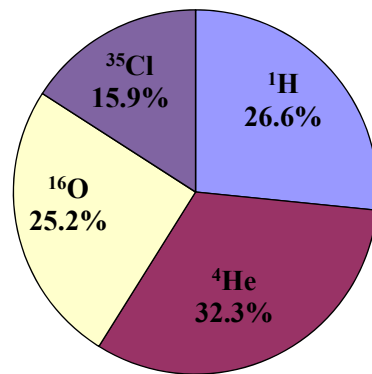


Figure 6: Percentage of Accelerated Ions for the 1 MV Tandetron Accelerator in FY 2017.

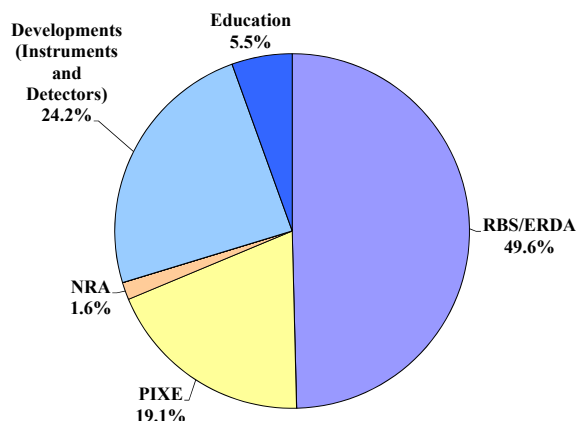


Figure 7: Percentage of Research Fields for the 1 MV Tandatron Accelerator in FY 2017.

3. まとめ

筑波大学 6 MV タンデム加速器が 2016 年 3 月に稼働を開始してから 2 年以上が経過した。現在は順調にビーム供給を続けており、加速可能なイオン種とエネルギー範囲及び電荷分布のデータ取得を進めている。ラムシフト型偏極イオン源 (PIS) からの偏極陽子の生成に関しては、12 MeV 偏極陽子の偏極度として約 60% を達成している。また、IBA 装置、宇宙用素子照射装置、マイクロビーム分析装置、AMS 装置などの整備も終了して、実験データを順調に提供し始めている。今後は、イオンビーム学際利用研究、産学連携研究を進展させる予定である。なお、学外者の施設利用に関しては、外部利用制度により実施している[3]。

参考文献

- [1] 日本加速器学会誌「加速器」, Vol.13(3), 2016, 154–158.
- [2] Y. Yamato, “EPICS と CSS を用いた偏極イオン源制御システムの開発”, Proceedings of the 14th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, Sapporo, Japan, Aug. 1-3, 2017, pp. 251-254.
- [3] 筑波大学研究基盤総合センター応用加速器部門;
<https://www.tac.tsukuba.ac.jp/tac/>