

STATUS REPORT OF THE MULTI-TANDEM ACCELERATOR FACILITY AT THE UNIVERSITY OF TSUKUBA

Tandem Accelerator Complex, University of Tsukuba (UTTAC) #
1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki 305-8577, Japan

Abstract

The 12UD Pelletron tandem accelerator was installed at the University of Tsukuba, Tandem Accelerator Complex (UTTAC) in 1975. A maximum terminal voltage of 12 MV is available for various ion beam applications. The 1 MV Tandetron accelerator was transferred from the the National Institute of Advanced Industrial Science and Technology in 1991. The multi-tandem accelerator facility is used for University's inter-department education research. We have actively advanced collaborative researches with other research institutes and industrial users. Since the Open Advanced Facilities Initiative for Innovation by the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology started in 2007, 12 industrial experiments have been carried out at the UTTAC. The present status of the UTTAC is reported in this paper.

筑波大学マルチタンデム加速器施設(UTTAC)の現状報告

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、12UD ペレトロンタンデム加速器(ターミナル電圧 12MV)と 1 MV タンデトロン加速器からなるマルチ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。12UD ペレトロンタンデム加速器は、1975 年に National Electrostatics Corp. (USA)から導入された縦型の大型汎用タンデム加速器である^[1]。国内 2 位の加速電圧性能(12 MV)を誇り、建設当初は原子核物理実験が利用研究の中心であった。1990 年には、コンプレスト型加速管を導入して、最高発生電圧 12.78 MV を記録している^[2]。また、2009 年に電圧分割方式として、これまでのコロナ針から分割抵抗システムに更新を行っている。この更新によりターミナル電圧は 1 - 12 MV の範囲で可変となり、高度に制御されたイオンビームが提供可能となっている。その他、1991 年には 1MV タンデトロン加速器を電子技術総合研究所より移管した。2 台のタンデム加速器の現状と加速器技術開発及び利用研究の状況について報告をおこなう。

2. マルチタンデム加速器施設の現況

加速器施設の 2009 年度総利用時間は、146 日(3,504 時間)であった。図 1 に加速器施設の 1 階平面図を示す。現在、UTTAC では文科省補助事業「先端研究施設共用促進事業」に採択されて、「マルチタンデム加速器施設の学術・産業共用促進事業」を推進している。これまでに 12 課題の産業共用実験を実施した。2009 年度の産業共用促進事業による施設利用時間は 23 日(552 時間)であり、産業共用の施設利用割合は 15.8%であった。

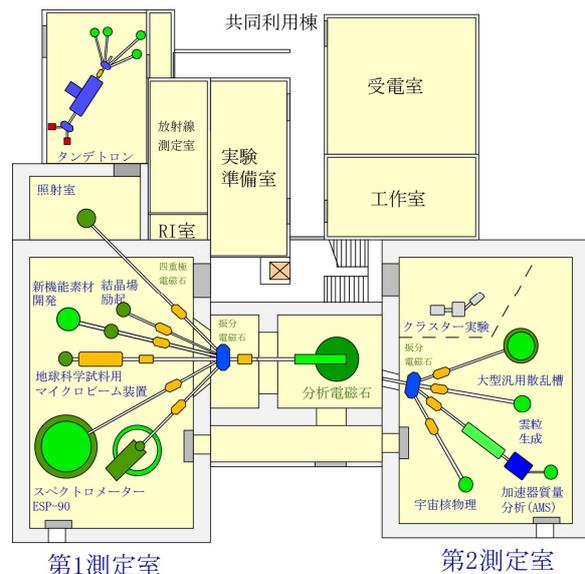


図 1 : 加速器施設 1 階平面図

3. 12UD ペレトロンタンデム加速器

3.1 2009 年度の加速器運転状況

図 2 に 12UD ペレトロンタンデム加速器の概略図を示す。2009 年度の 12UD ペレトロンタンデム加速器の運転時間は 1,705 時間、ビーム実験時間は 1,226 時間であった。また、実験課題数は 62 件、実験参加者は 668 名であった。図 3 に 12UD ペレトロンタンデム加速器の月別運転時間、図 4 にターミナル電圧別の運転時間を示す。ターミナル電圧 10 MV 以上での利用が 70%以上となっている。

<http://web2.tac.tsukuba.ac.jp/uttac/>

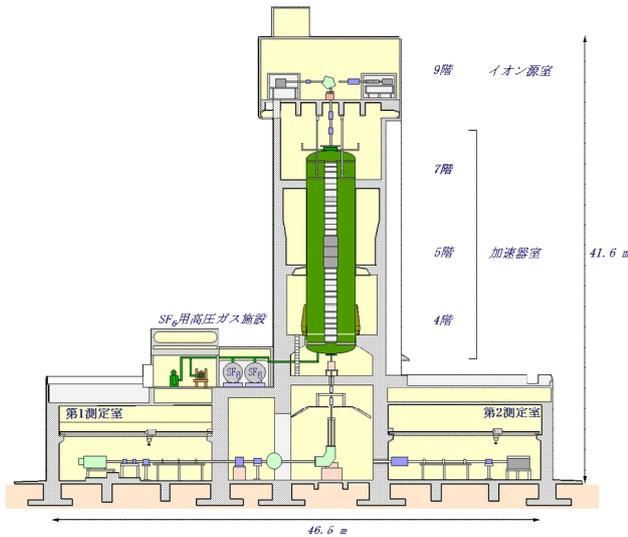


図 2 : 12UD ペレトロンタンデム加速器概略図

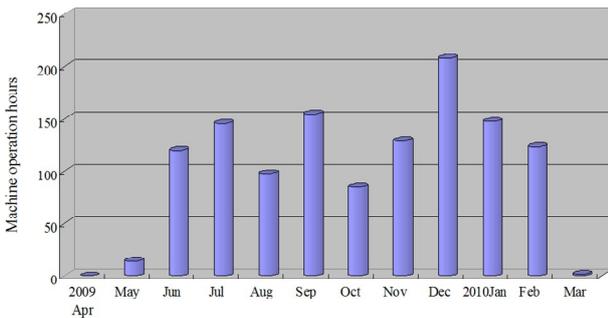


図 3 : 12UD ペレトロンタンデム加速器の月別運転時間

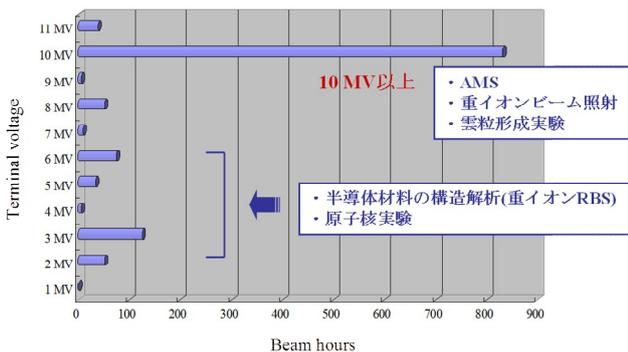


図 4 : 12UD ペレトロンタンデム加速器のターミナル電圧別運転時間

図 5 にイオン源及び加速イオン種別の利用割合を示す。2009 年度の加速イオン種は 14 種であった。12UD ペレトロンタンデム加速器には 3 台の負イオン源が設置されている。AMS 用イオン源からの ^{36}Cl (パイロットビーム $^{12}\text{C}_3$) 分析利用が最も多く 24.7% の割合を占めた。Cs スパッタ負イオン源からの ^1H (無偏極) が 20.8%、重イオン RBS での ^{16}O が 11.8%、次に宇宙核物理実験での ^3He が 9.0% の利用

割合となっている。ラムシフト型偏極イオン源による偏極 H, 偏極 D の原子核実験への利用もそれぞれ 4 – 5% あった。図 6 には 12UD ペレトロンタンデム加速器の研究分野別利用割合を示す。AMS 利用が約 30% を占め、次に原子核実験の 18.9%、検出器開発の 13.1% となっている。

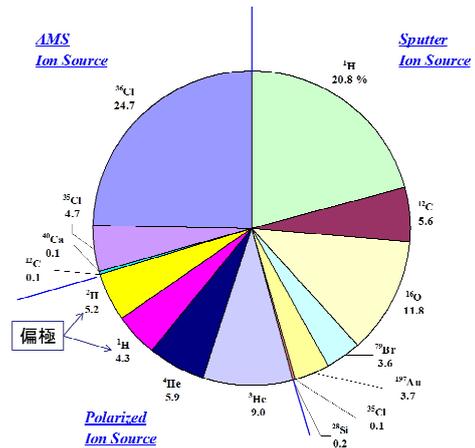


図 5 : イオン源及び加速イオン種別の利用割合

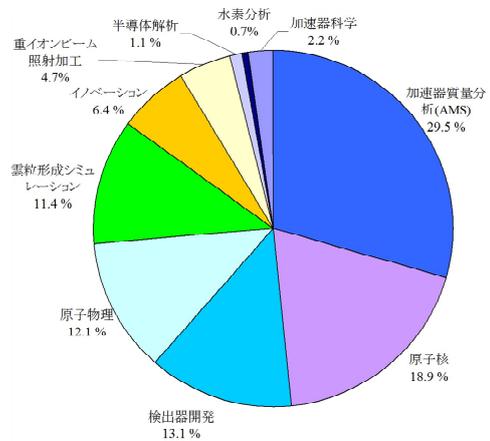


図 6 : 12UD ペレトロンタンデム加速器の研究分野別利用割合

3.2 分割抵抗システムの導入

12UD ペレトロンタンデム加速器の電圧分割は、コロナ針を用いたコロナ放電によりおこなっていた。2009 年 3 月に加速管及びコラムの電圧分割を分割抵抗システムに更新した。分割抵抗体の設置数は、加速管側で 800 個 (1.1 GΩ)、コラムポスト側で 432 個 (1.5 GΩ) であった。加速器は、3 本の加速管 (11 ギャップ) から構成されるユニット (UD) を単位として、低及び高エネルギー側に各 12 ユニットで構成されている。入射側第 1 ユニットでは、ターミナル荷電変換位置にビームが収束されるように分割抵抗値を段階的に変化させてビーム収束効果の電位勾配を調整した。第 1 ユニットに分割抵抗体を設置した

写真を図 7 に示す。第 1 加速管では、11 ギャップ間に 0.37 GΩの抵抗体を使用して 1/3 の電位勾配にした。また第 2 加速管は 0.55 GΩの抵抗体を使用して 1/2 の電位勾配とした。第 3 加速管以降は全て 1.1 GΩの抵抗体を使用している。コラムポスト側は、加速管の電位勾配に合わせてギャップを短絡した。

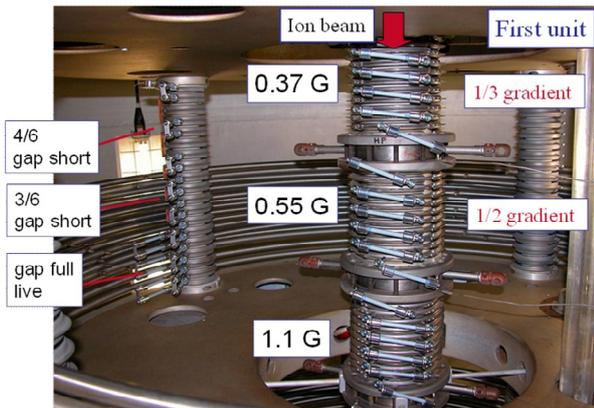


図 7 : 第 1 ユニット部分の分割抵抗体の写真

コロナ針と分割抵抗システムでのターミナル電圧と電荷量の関係を図 8 に示す。分割抵抗システムは、電荷量に対する電圧変化の割合が高く、電圧の微調整が難しくなった。しかし、分割抵抗体の導入により、金属ロッドによる加速ユニットの短絡を行わずに 12 MV まで加速電圧変更が可能となった。図 9 は、電流値 100 nA の H ビームの加速器透過率を示したものである。加速器の入射電磁石物点に設置したファラデーカップと、加速粒子分析用電磁石の下流に設置したファラデーカップでの計測電流値より求めた。なお、荷電変換フォイルは 5 μg/cm² の炭素薄膜を用いた。

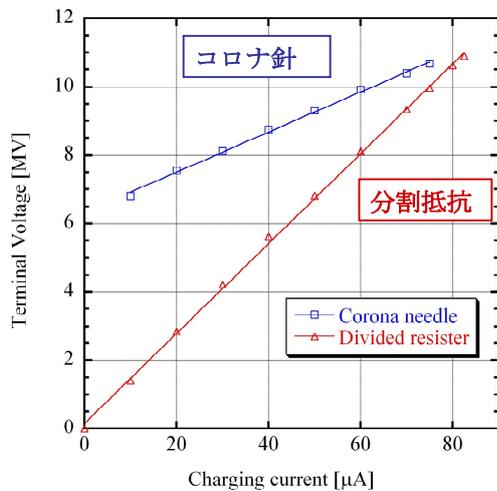


図 8 : ターミナル電圧と電荷量の関係

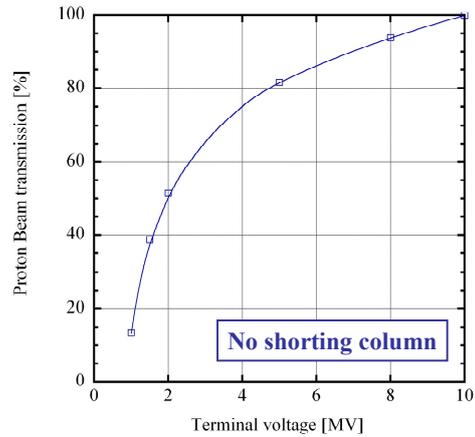


図 9 : H (100 nA) ビームのターミナル電圧に対する加速器透過率変化

4. 1 MV タンデトロン加速器

図 10 に 1 MV タンデトロン加速器の概略図を示す。2009 年度に新たに RBS/ERDA 実験装置(C コース)が導入された。2009 年度の加速器運転時間は 375.4 時間、実験テーマは 40 件、実験参加者は 251 名であった。図 11 に研究分野別の利用割合を示す。RBS/ERDA 分析と PIXE 分析及びクラスター実験の利用が、それぞれ 20 - 30%の利用割合を占めている。その他、加速器科学実習などに利用されている。

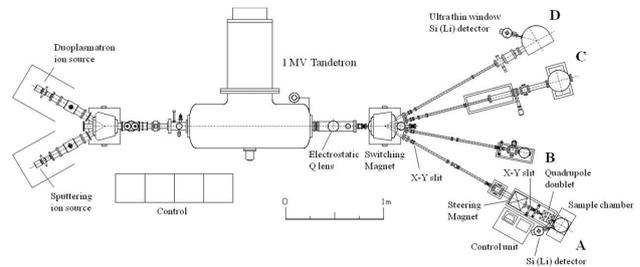


図 10 : 1 MV タンデトロン加速器概略図

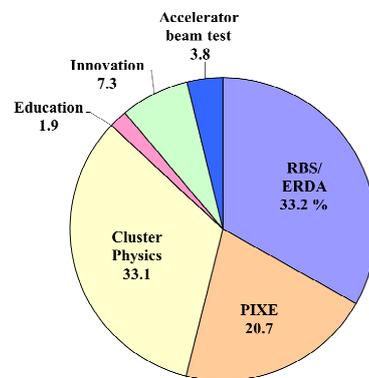


図 11 : 1 MV タンデトロン加速器の研究分野別利用割合

参考文献

- [1] S. Seki et al., Nucl. Instr. and Meth. 184 (1981) 113.
- [2] M. Yamanouchi et al., UTTAC-58 (1991) 1.