

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

Kimikazu Sasa<sup>#</sup>, Satoshi Ishii, Hiroyuki Oshima, Hiromi Kimura, Tsutomu Takahashi, Yoshikazu Tajima,  
Yoshihiro Yamato, Tetsuro Komatsubara, Daiichiro Sekiba and Eiji Kita  
Tandem Accelerator Complex, University of Tsukuba (UTTAC)  
1-1-1 Tennodai, Tsukuba, Ibaraki 305-8577, Japan

## Abstract

The University of Tsukuba, Tandem Accelerator Complex (UTTAC) has two accelerators, the 12UD Pelletron tandem accelerator and the 1 MV Tandetron accelerator. The 12UD Pelletron tandem accelerator was installed at the UTTAC in 1975. A maximum terminal voltage of 12 MV is available for various ion beam applications. The multi-tandem accelerator facility has been used for University's inter-department education research. Also, 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, total 17 industrial experiments have been carried out at the UTTAC. By the big earthquake on March 11, 2011, the 12UD Pelletron tandem accelerator suffered serious damages. 3 ion sources installed at the 9th floor have been broken. In addition, the high voltage accelerating column fell down in the accelerator tank. Fortunately, 1 MV Tandetron accelerator does not have any serious damage and it works properly now. At present, the UTTAC tries to install a new middle-sized tandem accelerator instead of the broken 12UD Pelletron tandem accelerator since it is difficult to repair the previous one due to some boundaries in the building construction. 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 12 MV)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<sup>[1]</sup>。国内 2 位の加速電圧性能を誇り、建設当初は原子核物理実験が利用研究の中心であった。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<sup>[2]</sup>。この更新によりターミナル電圧は 1 - 12 MV の範囲で高精度可変となり、高度に制御されたイオンビームの提供が可能となった。

2011 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災では、つくば市において震度 6 弱の揺れを観測した。この大地震により、縦型タンデム加速器である 12UD ペレトロンタンデム加速器本体は壊滅的な被害を受けた。また 9 階イオン源室に設置された 3 台のイオン源の内、ラムシフト型偏極負イオン源と AMS 用負イオン源の 2 台が損壊するなどした。本報告では、2010 年度の筑波大学マルチタンデム加速器施設の稼働状況と東日本大震災での施設被災状況の概略を報告する。

### 2. 2010 年度の加速器運転状況

#### 2.1 施設利用状況

加速器施設全体の 2010 年度総利用時間は、125 日間(3,000 時間)であった。文科省補助事業「先端研究施設共用促進事業」での「マルチタンデム加速器施設の学術・産業共用促進事業」では、31 日間の加速器利用実績があり、11 件の産業・学術共用実験が実施された。2007 年度からの産業・学術共用実験の課題数は総計 17 件となっている。

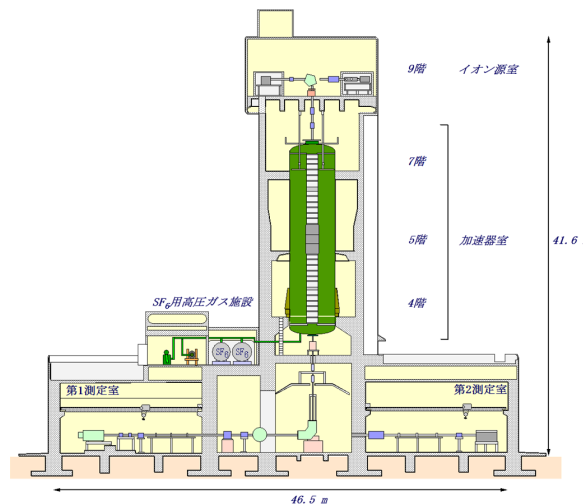


図 1 : 12UD ペレトロンタンデム加速器概略図

<sup>#</sup> ksasa@tac.tsukuba.ac.jp

## 2.2 12UD ペレットロンタンデム加速器

図 1 に 12UD ペレットロンタンデム加速器の概略図を示す。2010 年度は、2010 年 3 - 4 月に予定していた加速器定期整備が、SF<sub>6</sub> ガス回収装置の故障により延期となった。SF<sub>6</sub> ガス回収装置の修理復旧後、夏季 7-8 月に加速器タンク内整備を実施した。また 2011 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災により施設が被災して、2010 年度の加速器運用は打ち切りとなった。2010 年度の 12UD ペレットロンタンデム加速器の総運転時間は 2,040 時間、ビーム実験時間は 1,603 時間であった。ビーム利用時間は前年度比で 131%の増加であった。また、実験課題数は 65 件、実験参加者は 694 名であった。図 2 に月別運転時間、図 3 にターミナル電圧別の運転時間を示す。

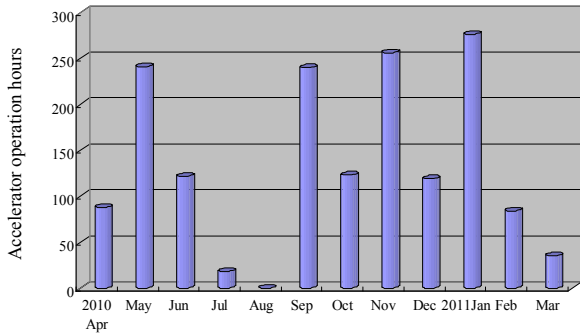


図 2 : 12UD ペレットロンタンデム加速器の月別運転時間

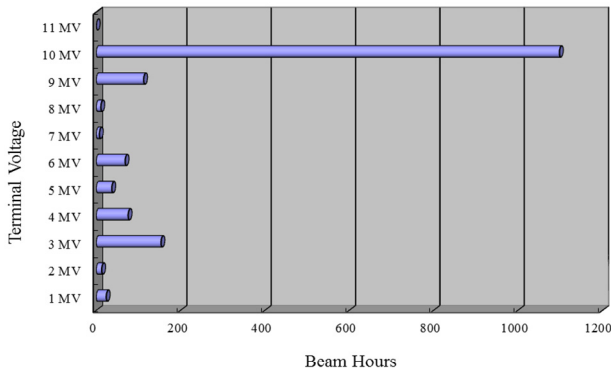


図 3 : 12UD ペレットロンタンデム加速器のターミナル電圧別運転時間

12UD ペレッ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。図 4 にイオン源及び加速イオン種別の利用割合を示す。2010 年度の加速イオン種は 16 種であった。Cs スパッタリング負イオン源での H<sup>+</sup>生成が 19.8%であり、次に偏極負イオン源からの <sup>4</sup>He<sup>+</sup>生成が 19.1%、偏極 H<sup>+</sup>生成が 17.3%、AMS 用負イオン源からの <sup>36</sup>Cl<sup>-</sup>生成が 15.2%の順番であった。また、<sup>3</sup>He<sup>+</sup>生成も 6.9%あった。

図 5 には 12UD ペレットロンタンデム加速器の研究分野別利用割合を示す。AMS 利用分野の割合が約 32.8%を占め、次に原子核実験分野の 25.2%となっている。文部科学省「先端研究施設共用促進事業」における産業・学術共用では 27.5%の利用があった。

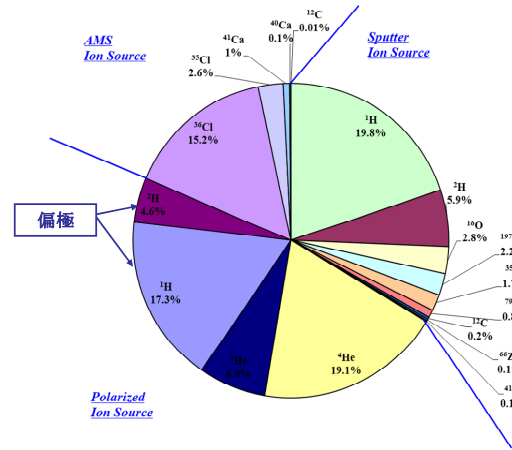


図 4 : イオン源及び加速イオン種別の利用割合

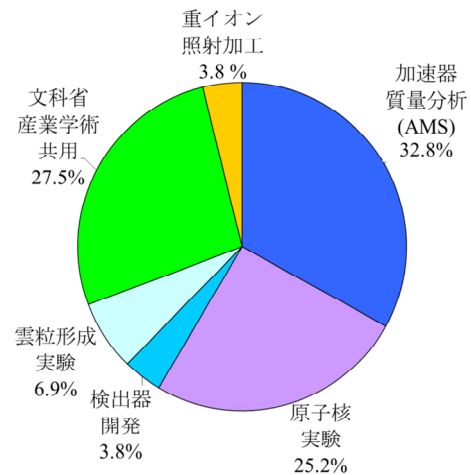


図 5 : 12UD ペレットロンタンデム加速器の研究分野別利用割合

## 2.3 1 MV タンデトロン加速器

2010 年度の 1 MV タンデトロン加速器の総運転時間は 553.3 時間、ビーム実験時間は 235 時間であった。また、実験課題数は 37 件、実験参加者は 256 名であった。図 6 に 1 MV タンデトロン加速器の概略図を示す。

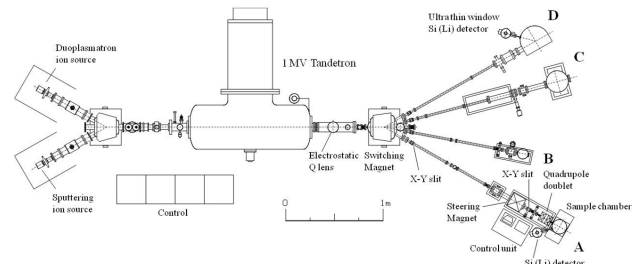


図 6 : 1 MV タンデトロン加速器概略図

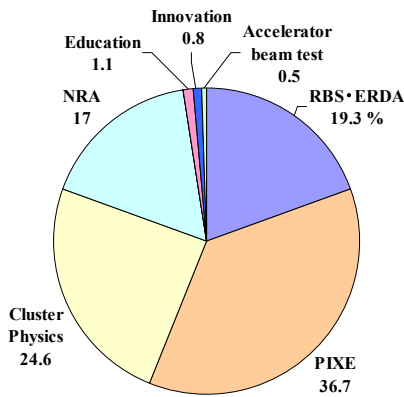


図 7: 1 MV タンデトロン加速器の研究分野別利用割合

図 7 に 1 MV タンデトロン加速器の研究分野別の利用割合を示す。PIXE 分析、RBS/ERDA 分析、NRA 分析等のビーム物質分析法が 73% の利用割合となっている。その他、C<sub>8</sub> までの高速クラスタービームの利用割合が 24.6% となっている。また、高校生を対象とした体験学習などの利用も 2 件あった。

### 3. 東日本大震災における施設被害状況

2011 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災では、茨城県つくば市において震度 6 弱の強い揺れが観測された。地震により 12UD ペレトロンタンデム加速器内部が崩落し、イオン源等の実験装置類が多数損壊した。図 8 に施設被害状況の概要を示す。

#### 施設被災概要

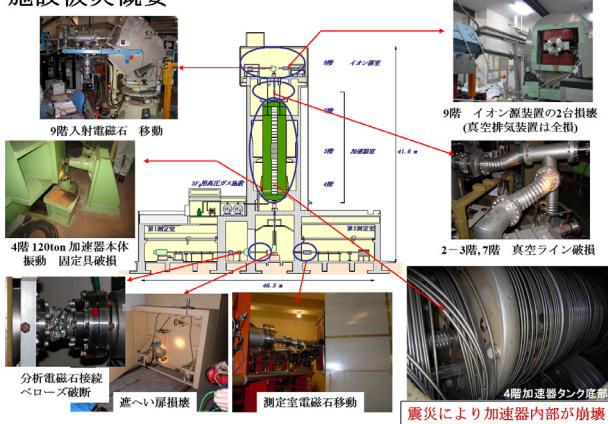


図 8: 東日本大震災での筑波大学マルチタンデム加速器施設の被害状況

12UD ペレトロンタンデム加速器では、地震発生当時は <sup>41</sup>Ca の AMS 試験測定を実施しており、ターミナル電圧 8 MV で加速器を運転中であつた。地震発生時に施設は停電となり、施設内の状況把握が困難な状況に陥ったが、幸いなことに施設内に居た教職員及び学生に人的な被害はなく、全員無事に施設

外へ避難できた。3 月 11 日は最大で震度 5 強の余震が発生した為に、施設内の人員安全確認のみで施設被害状況の詳細な確認は出来なかった。また、震災から約 1 週間は、余震等の影響から施設内への立ち入りを制限した。施設への電力復旧は地震発生から 5 日後の 3 月 16 日、上下水道の復旧には約 1 週間を要した。また、遮へい扉の駆動系の損壊や冷却水配管の破損による冷却水漏れ事故なども発生し、施設全体の被害状況の把握には約 2 週間を必要とした。表 1 に震災後の施設対応状況を時系列で表す。

表 1: 東日本大震災における対応状況

日時	応用加速器部門
発生 3月11日	○地震発生:直ちに屋外避難、安全確認終了後、退室待機
3月12日~3月13日	施設建物外扉見回り、高圧ガス施設報告(茨城県)、放射線発生施設報告(文部科学省水戸原子力事務所)
3月14日~3月18日	○ライフラインの復旧、被害状況確認 施設被災状況と実験利用の年度内中止案内を応用加速器部門ホームページに掲載 加速器棟 状況確認、建物調査、放射線環境モニタリング開始、加速器棟立ち入り制限処置
1週間 3月16日	高圧ガス施設報告(第2報)(茨城県)、施設被害状況をホームページに掲載
3月17日	○建物内被害状況を施設部へ提出 加速器施設分電盤破断、上水復旧
3月18日	○震災復旧に係る所用電力調査報告を研究企画課へ提出
3月22日~3月31日	○被害状況確認、研究設備の復旧
3月22日	施設電力供給復旧
3月23日	○災害復旧費要求書を財務企画課へ提出(以後、数回にわたって要求書提出)
3月中 3月24日	12UDペレトロン加速器タンク開放による加速器崩落の確認 利用者の実験室立ち入り制限解除、部門ホームページ上で状況報告
3月29日	○資産(有形固定資産・備品等)の損害状況報告を契約課に提出
3月29日	施設冷却水復旧、クレーン検査
3月30日	12UDペレトロン加速器タンク固定作業(4月4日まで)
3月31日	加速器棟建物診断

### 4. まとめ

東日本大震災では、12UD ペレトロンタンデム加速器本体の内部崩落とイオン源 2 台が損壊するという大きな損害を受けた。現時点で、12UD ペレトロンタンデム加速器の復旧の目処は立っていない。幸いなことに 1 MV タンデトロン加速器は、地震による影響がほとんど無く、現在通常通りの運用を開始している。加速器稼働停止中の利用者への対応としては、外部のタンデム加速器施設(日本原子力研究開発機構東海タンデム加速器施設、東京大学タンデム加速器研究施設 MALT 等)に協力を求めている。

12UD ペレトロンタンデム加速器の復興計画としては、タンデム加速器の更新案も含めて、現在、検討中である。施設の被害は甚大であつたが、新たな静電加速器研究拠点の形成を目標として、早期に施設復興を成し遂げるように努力している。

### 参考文献

[1] S. Seki et al., Nucl. Instr. and Meth. 184 (1981) 113.  
[2] Proceedings of the 7th Annual Meeting of Particle Accelerator Society of Japan, (2010) 43.