

# 都市大タンデム

タンデム加速器の構築と研究・教育環境の基盤整備の現状

*TCU-Tandem*

*Tokyo City University - 1.7 MV Pelletron Tandem Accelerator*



## 謝辞

都市大タンデムの構築にあたり大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構、一般財団法人 産業人材研修センター、東京工業大学 科学技術創成研究院 先導原子力研究所、伯東株式会社、株式会社パレオ・ラボ、千石運送株式会社、エLEMENT有限公司、静電加速器研究所、量子ビーム材料工学研究所ほか多くの皆様にご支援を頂きました。ここに感謝申し上げます。

# 都市大原研

東京都市大学（旧名称：武蔵工業大学）の原子力研究所は1960年に開設され、熱出力100kWの研究用原子炉「武蔵工大炉」を中心として研究・教育活動を実施してきた。1989年の原子炉タンクからの漏水をきっかけに運転を停止し、2003年に廃止を決定。現在原子炉は廃止措置中である。原子炉施設としては廃止することになったが、放射性同位元素の取扱施設としては継続し、人材育成を行っている。

## タンデム導入の経緯

2013年4月から加速器導入に向けた検討を本格化させ、同年8月、本学原子力研究所運営委員会（2013年8月5日開催）において加速器導入計画が承認され、1.7MVペレットロン・タンデム加速器（MAS1700）の構築がスタートした。本設備は、株式会社パレオ・ラボ殿より譲り受けたものである。2014年度から本格的な構築作業を開始し、イオン源、加速管、分析装置の順に段階的に構築を進めてきた。

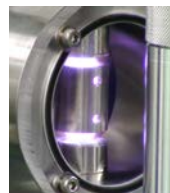
2013 主要な機器の搬入

2014 冷陰極PIG負イオン源の立ち上げ

2015 SF<sub>6</sub>ハンドリングシステム導入

2016 運転制御システム構築

2017 定格ターミナル電圧昇圧達成



イオン源



主要機器の搬入作業



SF<sub>6</sub>ハンドリングシステム

## 高エネルギー加速器研究機構 大学等連携支援事業

本加速器の構築にあたり、当初より高エネルギー加速器研究機構（KEK）の大学等連携支援事業に採択していただき、構築のための支援をいただいた。

年度	事業題目	概要
2014、2015	東京都市大学における加速器人材育成のための小型加速器の構築	①イオン源の整備、②ペレットチェーンの動作確認、③加速器科学に関連する出前授業依頼、④SF <sub>6</sub> ハンドリングシステムの導入
2017	入門講座による裾野の拡大と応用事例紹介講演会による専門分野間の深い人脈の形成	①講演会、講習会等の開催 ②加速器施設の見学会

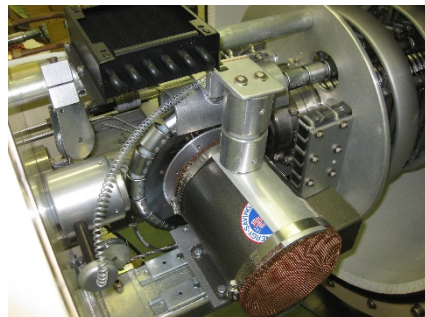
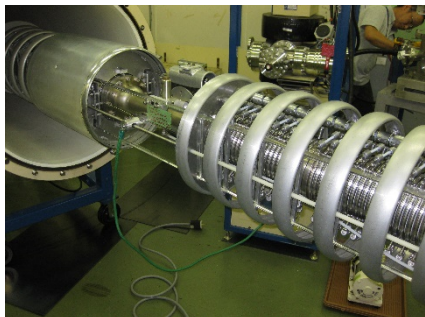
## 都市大タンデムの構築

イオン源としてアルファトロスを用いヘリウムイオンによるRBS（Rutherford Backscattering：ラザフォード後方散乱）分析専用機であったMAS1700のイオン源を冷陰極PIG負イオン源に変更し、水素イオンを加速し、主にPIXE（Particle Induced X-ray Emission：粒子線励起X線分析）を実施する装置とした。主な仕様を以下に示す。

型式	MAS1700
製造年	1992年
製造メーカー	National Electrostatics Corporation
定格ターミナル電圧	1.7 MV
チェーン本数	1本
ストリッパーガス	N <sub>2</sub> （窒素）
加速タンク容量	約 1 m <sup>3</sup>
絶縁ガス	SF <sub>6</sub> （封入圧力 0.55 MPaG）
イオン源*1	冷陰極PIG負イオン源
イオン種	H <sup>+</sup> （水素）
最大ビーム電流	3 μA
設置場所	原子炉室内タンデム加速器室
ビームライン*2	0°、±15°（計3本）
運転可能時間	週40時間
施設の特徴	密封放射性同位元素使用及び核燃料物質使用の許可を有する

\*1 東京工業大学 先導原子力研との共同研究

\*2 整備中（2018年1月現在）





都市大タンデム (TCU-Tandem)

## 学会・研究会における発表の実績

### 【全体計画】

- ① 舟生慶太ほか；1.7MVペレットロン・タンデム加速器の構築と研究・教育環境の整備、日本原子力学会2017年秋の大会 学生連絡会主催ポスターセッション、北海道大学、2017/9
- ② 坂本宏基ほか；東京都市大学原子力研究所における1.7MVペレットロン・タンデム加速器構築の現状、第30回タンデム加速器及びその周辺技術に関する研究会、セラトピア土岐（岐阜県土岐市）、講演要旨集P27、2017/7
- ③ 羽倉尚人ほか；武蔵工大炉の廃止措置の現状と今後の施設利用計画、平成28年度「研究炉等の運転・管理及び改良に関する研究会」、東京大学、2017/3、口頭発表1

### 【イオン源の開発】

- ① 加藤優弥ほか；タンデム静電加速器用小型冷陰極PIG負イオン源の開発（3）；放電容器内プラズマ閉じ込め用磁場強度の最適化、日本原子力学会、2016年春の年会予稿集、2016/3、2M08
- ② 羽倉尚人ほか；タンデム静電加速器用小型冷陰極PIG負イオン源の開発（2）；ビームの引き出しと質量分析実験、日本原子力学会、2015年秋の大会予稿集、2015/9、P37
- ③ 小栗慶之ほか；タンデム静電加速器用小型冷陰極PIG負イオン源の開発、日本原子力学会、2015年春の年会予稿集、2015/3、M09

## 共同研究・受託研究の募集

2018年に運転を開始（予定）の設備です。学内外の方に広く利用していただける設備として行くことを計画しています。利用にご関心のある方は是非お声かけいただければと思います。

【問い合わせ先】タンデム加速器担当：羽倉尚人  
nhagura@tcu.ac.jp

### 共同研究・連携の例

- ◆ 日本原子力研究開発機構 殿  
格納容器構造材等への付着物の性状に関する基礎研究（2017年～）
- ◆ 理化学研究所・光量子工学研究領域・光量子技術基盤開発グループ 殿、東京工業大学 先導原子力研究所 殿  
普及型加速器中性子源の開発（2014年～）
- ◆ 東京工業大学 先導原子力研究所 殿  
タンデム加速器用冷陰極PIG負イオン源の最適動作条件（2014年～2016年）



# 加速器に関する講座の整備

2017年度に実施した加速器に関連する技術や技法を学ぶイベントを中心として学内のカリキュラムの一部として取り込んでいる内容も含め紹介する。今後より一層充実を図っていく予定である。

## PHITS講習会

日本原子力研究開発機構を中心として開発されている放射線の輸送計算コードであるPHITS (Particle and Heavy Ion Transport code System) に関する入門講習会を6月に開催。80名程の参加者を得て、加速器施設の遮蔽設計等について学ぶ。

## 医療用加速器に関する講演会

粒子線治療、重粒子線治療、加速器中性子源を用いたホウ素中性子捕捉療法 (BNCT : Boron Neutron Capture Therapy) に関する国内における開発状況の概要と今後の展開について、設計開発に携わる方による最前線のお話を伺う。

## PIXE勉強会

PIXE (Particle Induced X-ray Emission、粒子線励起X線分析) 法について分析原理などの基本事項への理解を深めるとともに研究への応用の具体的事例を学ぶ。



## 加速器利用工学

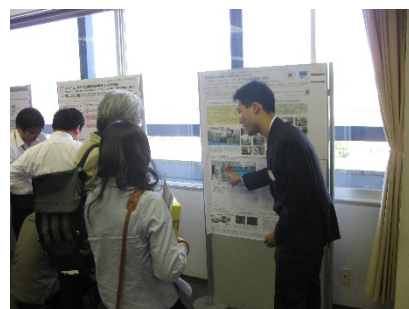
東京都市大学 工学部 原子力安全工学科3年生対象の選択科目として2017年4月に開講。加速器に関する概論（歴史的経緯、一般的な型式と原理など）および応用事例について紹介。

## 原子力実験実習におけるイオン源実験

東京都市大学 工学部 原子力安全工学科3年生対象の必修科目として開講されている実験実習科目。その中のテーマの一つとしてイオン源に関する実験を実施。タンデム加速器の運転開始後はPIXE法の実験を取り入れていく。

## 学生によるタンデム加速器構築の成果発表

タンデム加速器及びその周辺技術の研究会や日本原子力学会の学生ポスターセッションにおいて、イオン源の開発を含むタンデム加速器の構築に関する発表を行っている。





CITY  
UNIV.



都市大HP



都市大原研HP



羽倉研究室HP

東京都市大学 原子力研究所

〒215-0013

神奈川県川崎市麻生区王禅寺971番地

TEL：044-966-6131（代表）

FAX：044-955-6071

<http://atomsun2.atom.tcu.ac.jp/>

タンデム加速器担当：羽倉尚人

[nhagura@tcu.ac.jp](mailto:nhagura@tcu.ac.jp)

この冊子は高エネルギー加速器研究機構 平成29年度大学等連携支援事業「入門講座による裾野の拡大と応用事例紹介講演会による専門分野間の深い人脈の形成」の支援を受けて作成いたしました。