

20p-PB4-86

都市大タンデムの現状 (2018-2019)

Present status of TCU-Tandem (2018-2019)

羽倉尚人

東京都市大学 工学部 原子力安全工学科 / 原子力研究所

Naoto Hagura

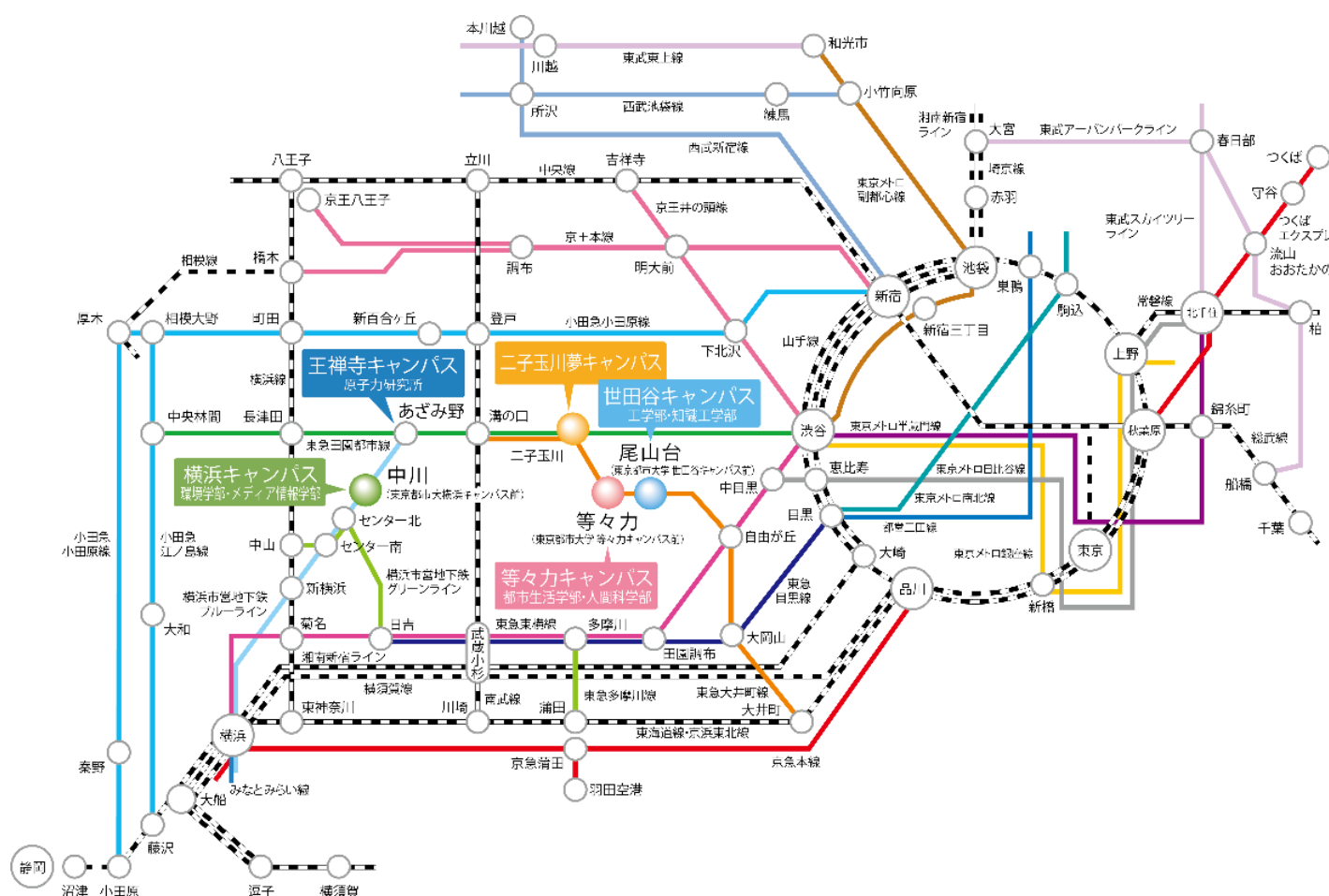
Department of Nuclear Safety Engineering / Atomic Energy Research Laboratory / Tokyo City University



E-mail: nhagura@tcu.ac.jp

東京都市大学原子力研究所（神奈川県川崎市）には廃止措置中の研究用原子炉「武蔵工大炉」がある。1963年1月から1989年12月まで運転し、中性子放射化分析やホウ素中性子捕捉療法（BNCT）など様々な目的に使用された。また、全国大学共同利用施設として多くの研究者・技術者・学生を受入れてきた。原子炉施設としては廃止措置段階となったが、RI施設、核燃施設としては継続している。本学工学部原子力安全工学科や、早稲田大学と共同で運営する共同原子力専攻の学生・院生を主な対象としつつ、教育・研究活動を展開している。2013年に新たな実験装置として1.7MVペレットロン・タンデム加速器（都市大タンデム（TCU-Tandem））を導入することを決定し、加速器システムの構築を進めてきた。他機関から譲り受けたものを一から整備するという一方で、およそ5年の時間を要したが、この構築過程も人材育成の一環であると位置づけ、学生とともに作業を進め、また、将来の教材として生かせるよう記録を残すようにした。2018年2月には許可があり、同年4月には施設検査を受検、同年5月に施設検査合格の通知を受けた。本発表では、本加速器システム構築の経緯と今後の研究計画を紹介する。

都市大原研 (2009年3月まで武蔵工業大学 原子力研究所) とは



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。

都市大タンデムの導入・構築の経緯

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。

- 2014 冷陰極PIG負イオン源の立ち上げ
- 2015 SF₆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
- 2018 変更許可、施設検査

- 2013.08.22 (株)パレオ・ラボ殿より移設
- 2017.12.12 変更申請
- 2018.02.21 許可使用に係る変更の許可
- 2018.04.27 施設検査
- 2018.05.08 施設検査 合格
- 2018.08.09 PIXE実験 スタート

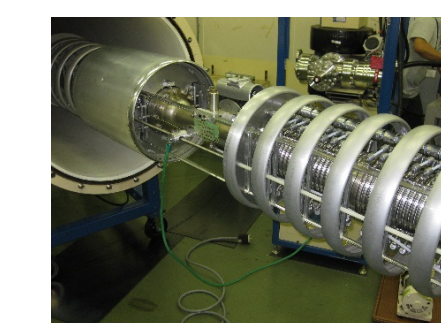
都市大タンデムの主な仕様

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
ストリッパガス	N ₂ (窒素)
加速タンク容量	約 1 m ³
絶縁ガス	SF ₆ (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 (水素)
最大ビーム電流	3 μA (イオン源)、数100 nA (分析側)
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 先導原子力研究所との共同研究
*2 整備中 (2019年6月現在)



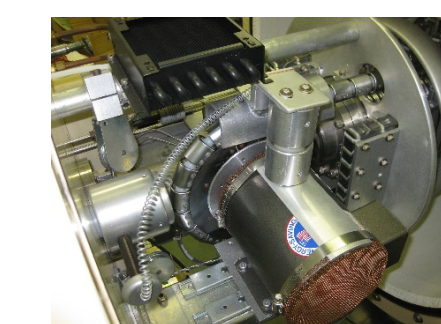
大学加速器カタログ
(都市大タンデムのページ)



加速タンク内部



マニュアル制御盤

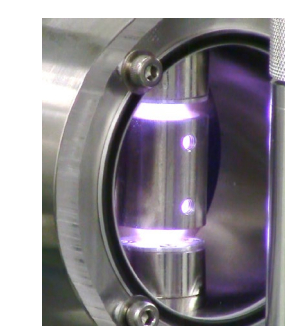


チェーンモータ

イオン源としてアルファトロスをういへ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。主な仕様は表に示すとおりである。



冷陰極PIG負イオン源



主要機器の搬入作業



SF₆ハンドリングシステム



都市大タンデムを中心とした 都市大における加速器関連の取り組み

【1】研究炉から加速器へ

原子炉稼働当時、熱中性子によるBNCTを実施していたため患者に対する開頭手術を実施する必要があった。その際に使用されていた治療室に都市大タンデムは設置されている。

【2】廃止措置中の原子炉施設を新たに加速器施設として活かす

武蔵工大炉は廃止措置段階に入ったが、原子炉タンク、生体遮蔽体は、現在、保管管理の状態にある。現行法令上はこれら原子炉施設の構造材等を別の目的に再使用することは困難であるが、単なる廃棄物とするのではなく、加速器と接続し新たな活用ができないか机上検討を進めていく。

【3】信頼性の高い微量元素分析環境を整え様々な分野と連携

都市大タンデムではまずPIXE/RBSによる元素分析を実施予定である。信頼性の高い測定ができる態勢を整えていく。

①講義・実習

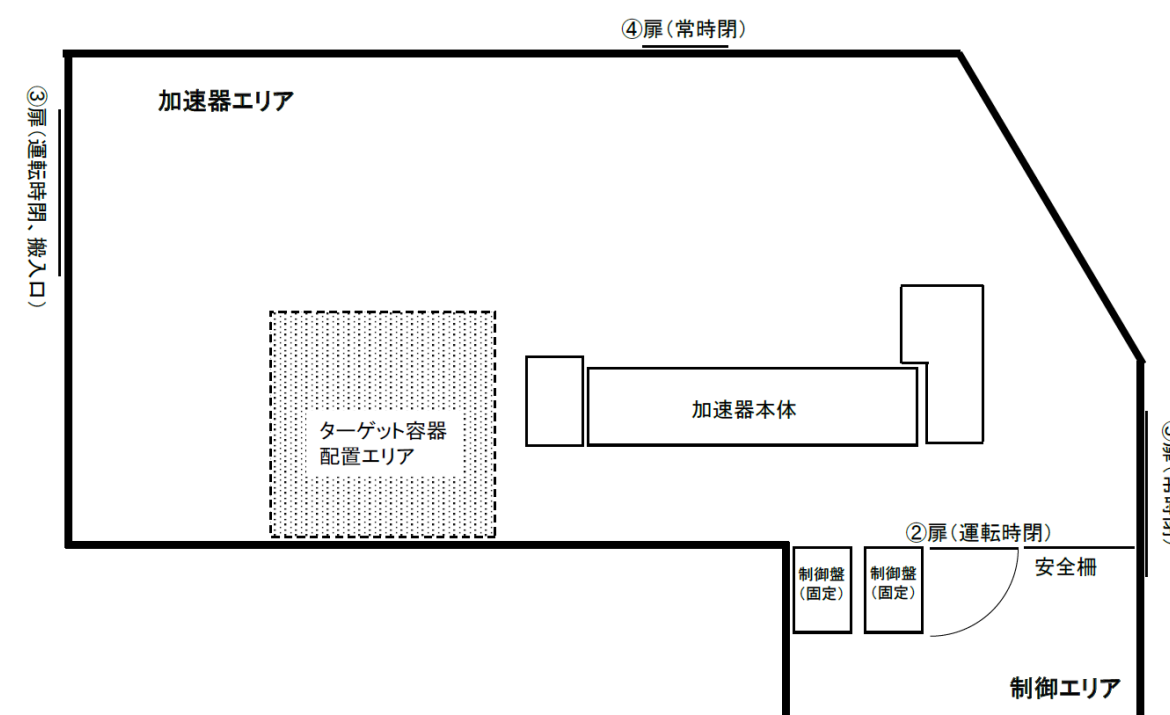
- ・加速器利用工学（学部3年生対象、専門（選択））
- ・原子力実験実習（加速器実験）（学部3年生対象、専門（必修））

②講習会・研究会

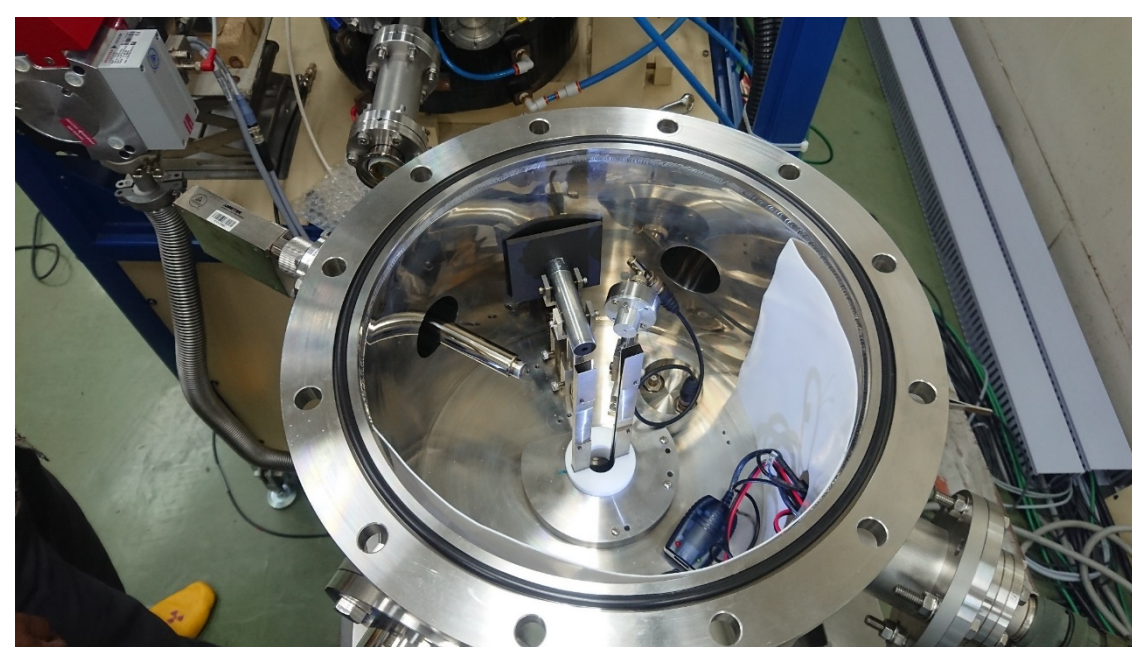
- ・PHITS講習会の定期的な開催（学外の参加者も多数）
- ・第31回タンデム研究会を開催

③講演会（これまでに実施したテーマ例）

- ・加速器科学の基礎から応用まで
- ・イオン源の基礎から応用まで
- ・加速器の医療応用
- ・粒子線がん治療装置への応用
- ・PIXE/RBS分析法の基礎と研究事例
- ・小型陽子加速器が拓く世界



タンデム加速器室（概略配置図、元 治療室）



PIXE/RBS用チャンバ



PHITS講習会の様子



講演会の様子

【PHITS講習会 開催履歴】
2016年6月13日、14日
2017年6月24日、25日
2018年7月7日、8日
2019年6月29日、30日

第31回タンデム加速器及びその周辺技術の研究会

会期：2018年7月13日(金)～14日(土)
会場：東京都市大学 二子玉川夢キャンパス
主催：東京都市大学 原子力研究所 / 原子力安全工学科
招待講演：3件、一般口頭発表：22件、ポスター発表：10件
来場者数：114名、協賛企業：11社



第31回タンデム研究会HP



施設見学会の様子（タンデム加速器室（原子炉室内の元 治療室））

武蔵工大炉（原子炉室）

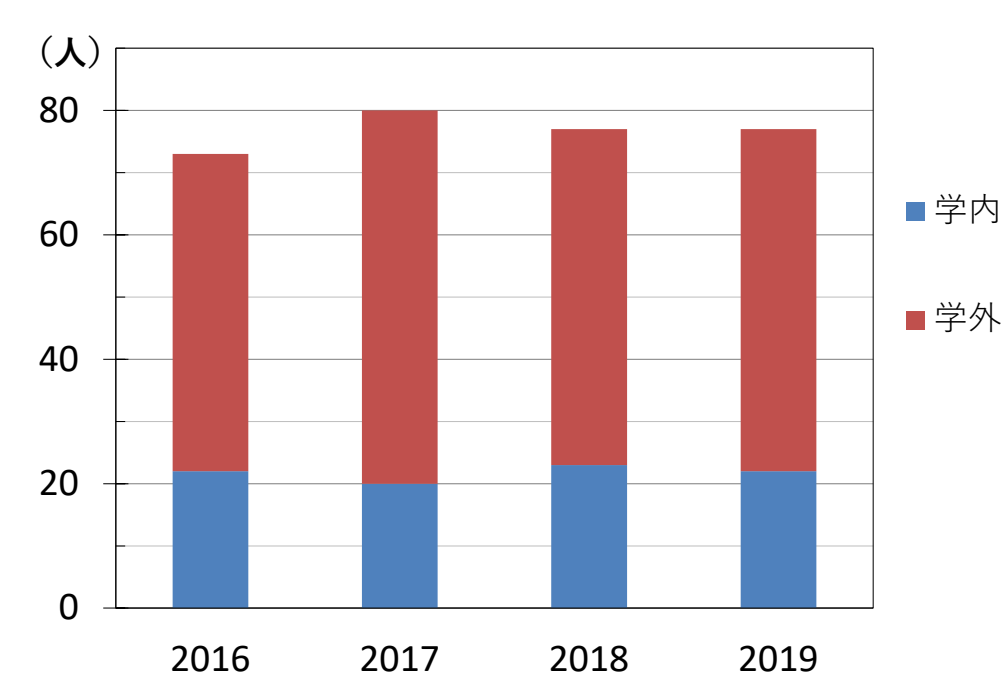
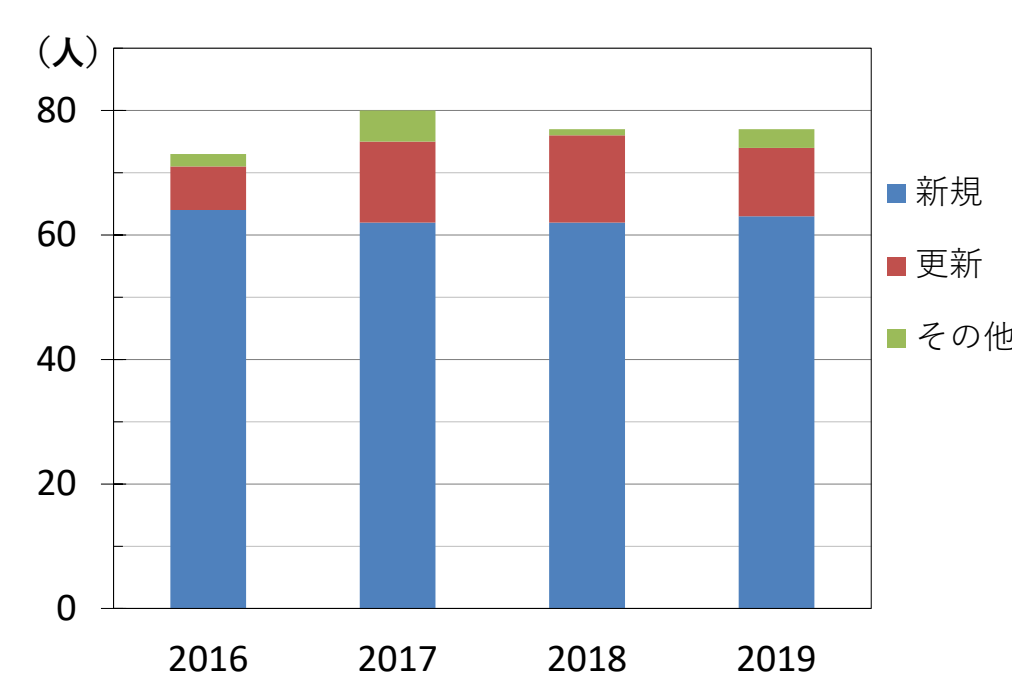
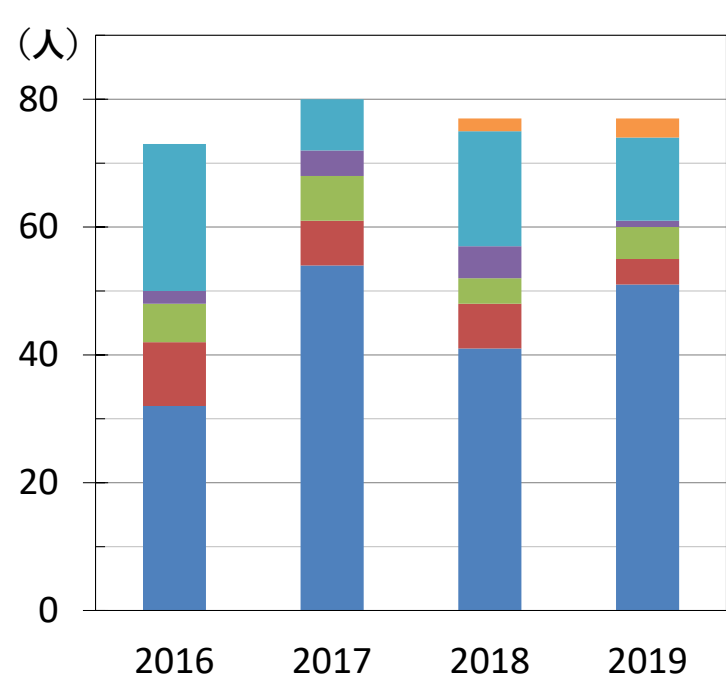
開催予告！

第35回 PIXEシンポジウム

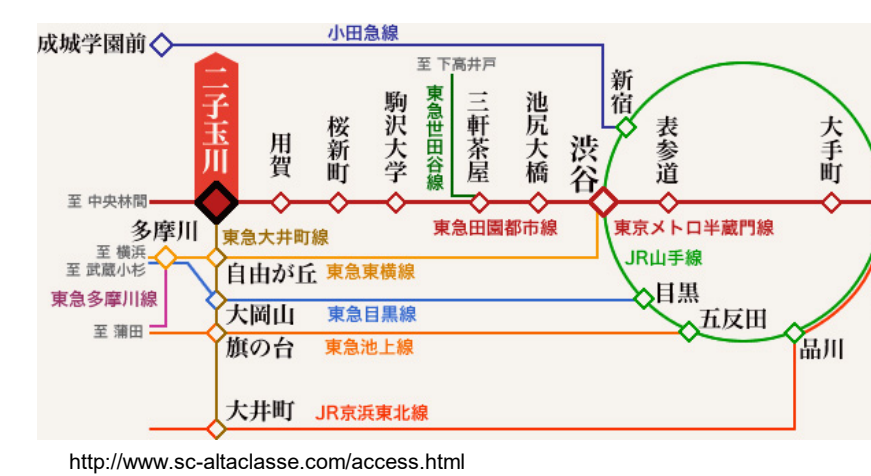
会期：2019年11月13日(水)～15日(金)
会場：東京都市大学 二子玉川夢キャンパス
主催：東京都市大学 原子力研究所 / 原子力安全工学科
主な日程：2019年08月14日 参加受付開始
2019年10月16日 参加受付締切
2019年10月23日 アブストラクト締切
2019年12月31日 報文締切（予定）



多数のご参加お待ちしております！！



PHITS講習会（2016年～2019年）参加者の所属等に関する分布



【関連文献】

- [1] 羽倉尚人ほか、東京都市大学原子力研究所における1.7MVペルトロン・タンデム加速器システムの構築作業及びそれを通じた人材育成、日本原子力学会和文論文誌, Vol.17, No.3/4, pp.111-117 (2018)
- [2] N. Hagura, K. Kashimata, K. Mochiki, Y. Oguri, PIXE analysis of concrete composition in a research reactor facility under decommissioning, IJPIXE (印刷中)
- [3] N. Hagura, Y. Okada, Trace element analysis of natural mineral pigments for Japanese paintings, PIXE2019, 24-29 March 2019