

# 1.7MVタンデム加速器を用いたPIXE法の粉体試料への適用



羽倉 尚人 工学部 原子力安全工学科 / 原子力研究所

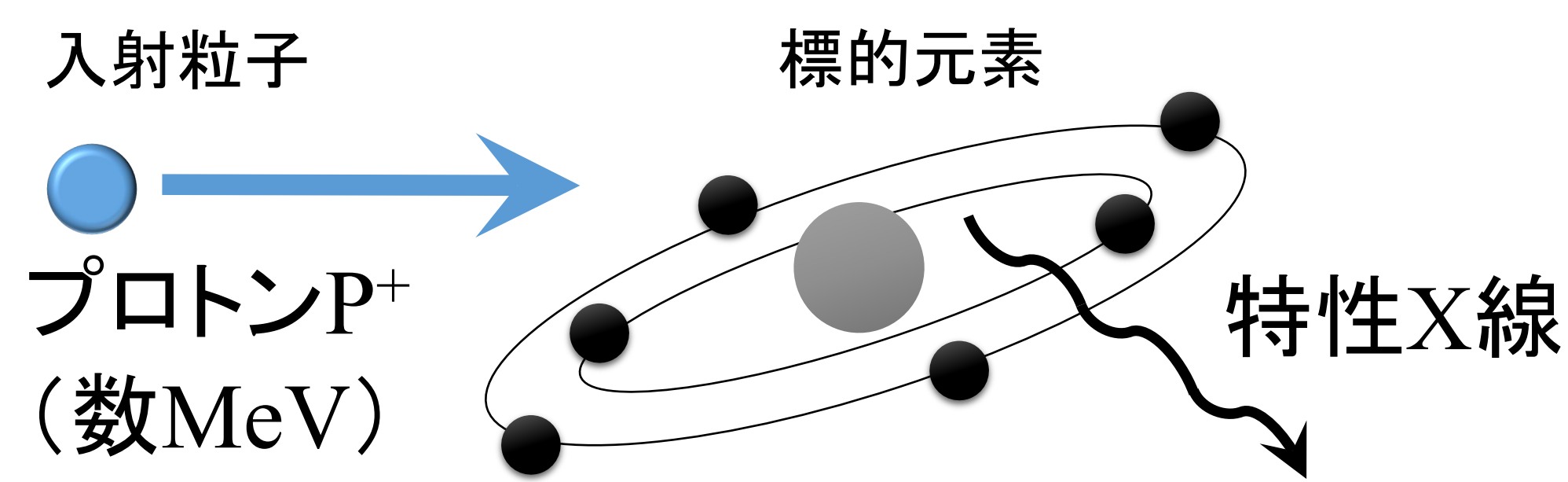
(連絡先)  
工学部原子力安全工学科放射線計測研究室  
住所：東京都世田谷区玉堤1-28-1  
電話：03-5707-2100 (内線3616)  
E-mail：nhagura@tcu.ac.jp

- ✓ 最大エネルギー**3.4MeV**の**プロトンビーム**を発生させることのできる**加速器**があります
- ✓ 微量元素分析法の一つである**PIXE法**による元素分析を実施し成果を上げています
- ✓ 今後**ビームライン**を**拡張**し、様々な**ビーム応用研究**に取り組みます

お試し測定募集中！  
お気軽にお声掛けください！！

## ピクシー PIXE

(Particle Induced X-ray Emission: 荷電粒子励起X線分光法)



【利点】非破壊 / 多元素同時 / 高感度  
短時間で標的表面の定性分析が可能  
厚みのある試料の定量には工夫が必要

Johansson, T.B., et al.: Nucl. Instrum. Methods, 84, 141 (1970)

### ★ 廃炉への貢献

- ✓ コンクリート中の微量元素含有割合を明らかにする
- ✓ 将来、遮へい体として再利用する際の重要なデータを提供

N. Hagura, K. Kashimata, K. Mochiki, Y. Oguri, PIXE analysis of concrete composition in a research reactor facility under decommissioning, International Journal of PIXE (in press)

### ★ 日本画の顔料(岩絵具)分析

- ✓ 顔料の製造年代、産地推定につながる情報を探索

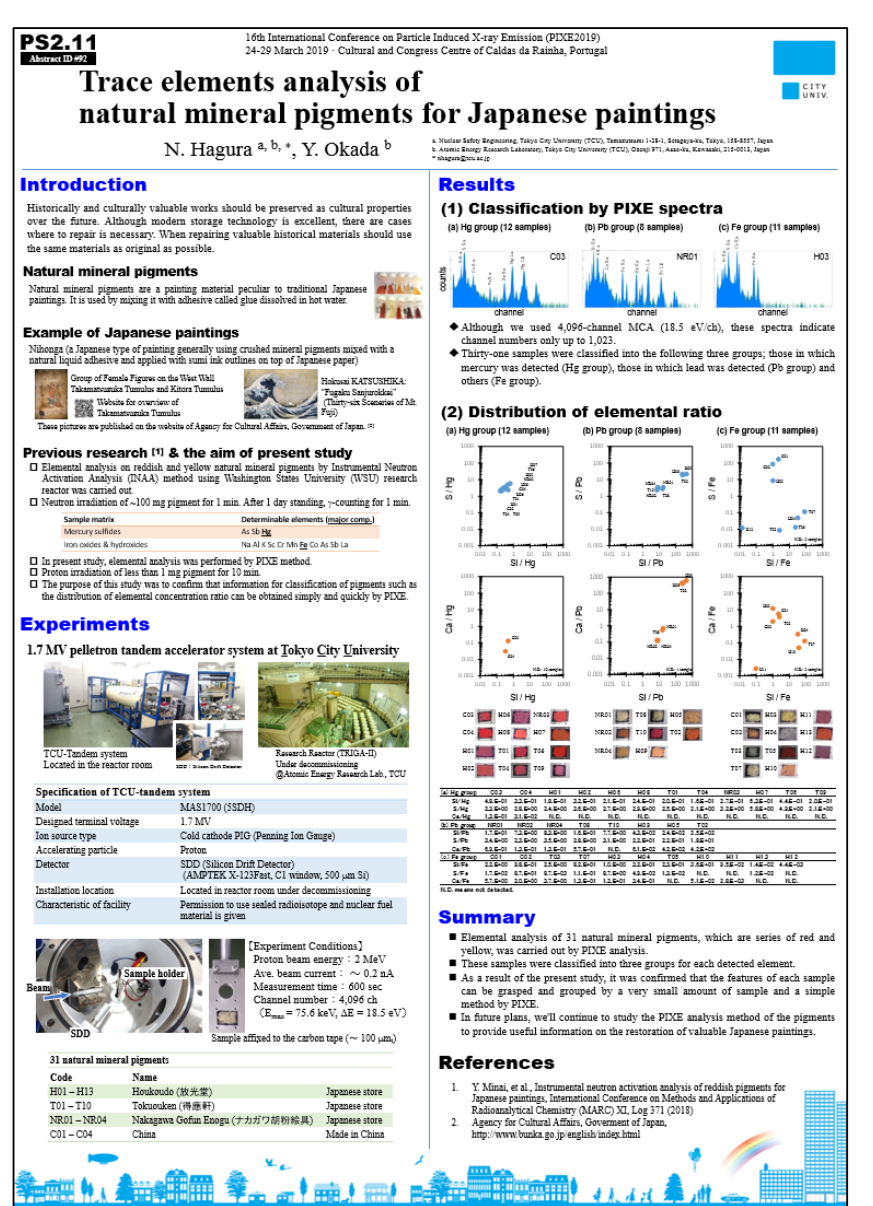
N. Hagura, Y. Okada, Trace element analysis of natural mineral pigments for Japanese paintings, 16th International Conference on Particle Induced X-ray Emission (PIXE2019), Portugal, 24-29 March 2019

### ★ さまざまな環境試料への適応

- ✓ 産地の異なる茶葉に含まれるミネラルの分析
- ✓ 古い毛髪試料の分析により当時の栄養状況を考察



武蔵工大炉・原子炉室



PIXE2019ポスター



ベストポスター賞受賞！

### 【教育面での連携を具体的に計画中】

東海大学大学院 応用理化学専攻 放射線計測特論(吉田教授)にて、タンデム加速器を用いたPIXE法による元素分析の講義と実習

## 都市大タンデム

# TCU-Tandem

## 1.7MVペレットロン・タンデム加速器

- ◆ 静電型加速装置の一種であるファン・デ・グラフ型の改良版として開発されたペレットロン(米国NEC社)
- ◆ タンデム型とは加速管の中で荷電変換(マイナスをプラスに変換)することで、2段階の加速を可能とした型式
- ◆ 本加速器は、イオン源や運転制御システムを東工大・先導原子力研(小栗教授、林崎教授)と共同開発

羽倉 尚人ほか;東京都市大学原子力研究所における1.7MVペレットロン・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)

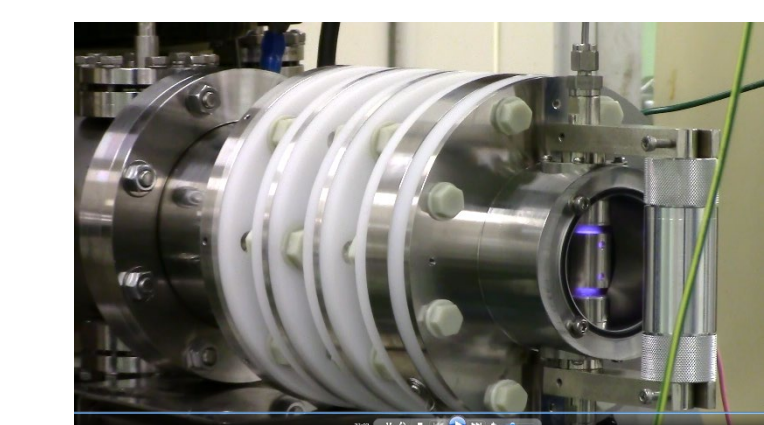


### 【主な仕様】

加速イオン種:プロトン(陽子、水素イオン)  
ターミナル電圧:1.7 MV (170万ボルト)  
加速エネルギー:最大 3.4 MeV (光速の約8.5%)  
ビーム電流:数 nA程度(1アンペアの10億分の1)  
ビーム径:5 mm程度  
検出器:SDD(Silicon Drift Detector, AMPTEK社製)

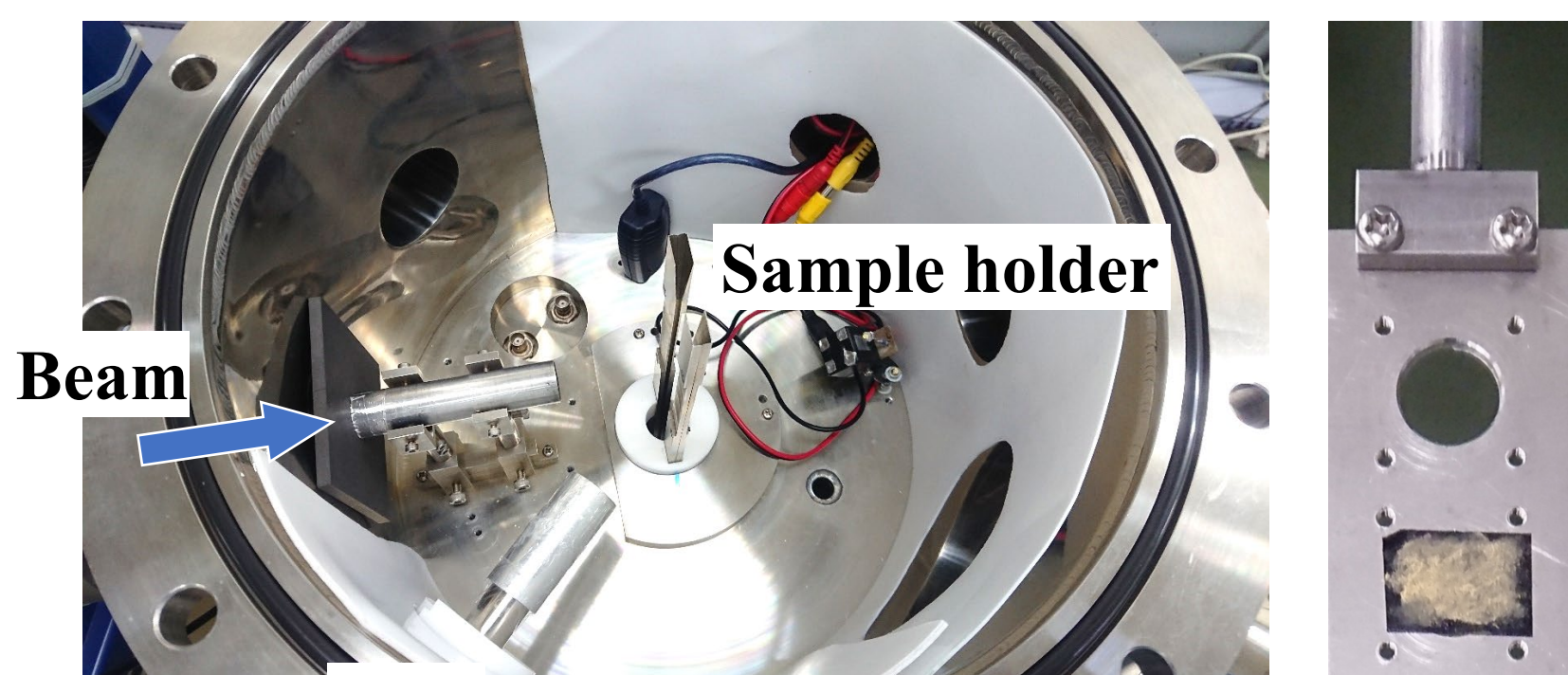
### 【当施設の特徴】

非密封RI使用施設、核燃料使用施設の許可を有する施設であるため、今後、十分な検討が必要であるが、放射性同位元素を含む試料を標的としてビームを照射し分析できるポテンシャルを有する。こうした施設は海外を含め稀であり、世界からも注目される施設となり得る可能性がある。



東工大・小栗研究室と共同開発しているイオン源(冷陰極PIG負イオン源)

日本原子力学会での発表  
2015春:M09、2015秋:P37、2016春:2M08



分析チャンバ内の配置 粉体の測定試料



ビームラインの増強を計画(集束電磁石と振分電磁石を追加)

### 【PIXE分析以外のビーム応用研究に向けて】

= 今後の検討・改良項目 =

- ◆ ビームの振り分け(ビームラインの複数化)
- ◆ ビームフォーカスの制御(ビーム径の調整を可能に)
- ◆ ビームのパルス化
- ◆ 加速イオン種の多様化

### コラボレーション推進中

東海大 原子力工学科 吉田教授  
大妻女子大 社会情報学部 櫻井教授  
武蔵大 基礎教育センター 薬袋教授  
群馬大 理工学部 加田助教  
東工大 先導原子力研 林崎教授  
東工大 先導原子力研 小栗教授

日本原子力研究開発機構(JAEA)  
日本アイソトープ協会(JRIA)  
高エネルギー加速器研究機構(KEK)  
都市大 環境学部 環境創生学科 吉崎教授  
都市大 工学部 機械システム工学科 三宅教授  
都市大 共通教育部(物理) 西村准教授

### 研究会・シンポジウム・講習会の主催

- 第35回PIXEシンポジウム(2019.11.13-15)  
本学 二子玉川夢キャンパスにて開催!!  
ぜひご参加ください! 詳細は⇒
- 第31回タンデム研究会(2018.7.13-14)  
プログラムや当日の様子など詳細は⇒
- PHITS講習会(毎年6月頃開催)

