

## ガラスキャピラリーを用いた大気中粒子線励起 X 線放出

### In-air particle induced x-ray emission using glass capillary

阪大基礎工<sup>1</sup>, JST さきがけ<sup>2</sup> 柴田悠宇<sup>1</sup>, 井澤和哉<sup>1</sup>, °阿保智<sup>1</sup>, 若家富士男<sup>1</sup>, 山下隼人<sup>1,2</sup>, 阿部真之<sup>1</sup>

Osaka Univ.<sup>1</sup>, JST PRESTO<sup>2</sup> Y. Shibata<sup>1</sup>, K. Izawa<sup>1</sup>, °S. Abo<sup>1</sup>, F. Wakaya<sup>1</sup>, H. Yamashita<sup>1,2</sup>, M. Abe<sup>1</sup>

E-mail: s-abo@stec.es.osaka-u.ac.jp

医学・生物学の発展のためには、生体試料の高空間分解能元素分析技術の確立が必須である。イオンビームを用いた元素分析手法の一つである粒子線励起 X 線放出 (particle induced x-ray emission: PIXE) は、高感度かつ非破壊元素分析技術であり、更にイオンビームを集束することで高い空間分解能も実現可能である。しかし、PIXE を始めとするイオンビーム分析では、通常、試料を真空中に導入する必要があるため、水を多く含む生体試料は破壊される点が問題である。そこで、ガラスキャピラリーを用いて、イオンビームを大気中に取り出し、大気中で PIXE による元素分析を行うことを考えた。先端口径  $1\ \mu\text{m}$  以下のガラスキャピラリーをイオンビームの取り出し口に用いることで、ビームラインの真空と大気との分離とサブミクロンビームの形成が同時に実現できる。

本研究では、(1) ビームラインの高真空 ( $\sim 10^{-4}\ \text{Pa}$ ) と大気圧を分離する差動排気、(2) 大気中で PIXE 計測のための数十 nA のビーム電流の 2 点を実現し、金属試料を用いて基礎特性評価を行った。

ガラスキャピラリーをビームライン末端に取り付け、400 keV のプロトンビームを大気中に引き出した。ビームライン上流には、四重極電界レンズを設置し、ガラスキャピラリー入り口へのビーム集束を行っている。図 1 に、大気中に設置した金属電極でのビーム電流変化を示す。ビーム電流の変動は大きい、連続的に 10 nA 以上の電流が 10 分間にわたって計測されている。次に、試料を銅に変更し、イオン照射により試料から発生する X 線を計測した (図 2)。銅の特性 X 線が計測されており、ガラスキャピラリーを用いた非常に簡単な構造で大気中での元素分析が可能であった。

発表では、ガラスキャピラリー入り口へイオンビームを集束するためのレンズ系の設計結果とアルミ合金の元素分析結果についても議論する。

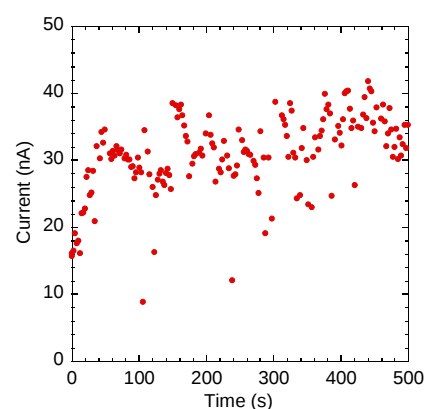


Fig. 1 In-air beam current as a function of time for 400-keV proton beam using glass capillary

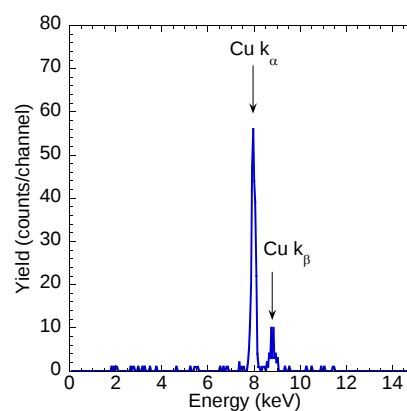


Fig. 2 In-air PIXE spectrum for Cu sample with 400-keV proton beam using glass capillary