

Ge 標的への MeV 陽子線照射で発生した準単色 X 線を用いた 文化財試料中の Cu の低線量 XRF 分析

Low-Dose XRF Analysis of Cu in Cultural Heritage Samples

Using Quasi-Monochromatic X-Rays Induced by MeV-Proton Irradiation onto a Ge Target

*小栗 慶之¹, 長谷川 純¹, 福田 一志¹, 羽倉 尚人²

¹東工大, ²東京都市大

MeV 陽子線を Ge 標的に照射して発生した準単色 X 線を励起源として模擬文化財試料中の Cu の XRF 分析実験を行い, 検出下限と試料の受ける吸収線量を評価した。

キーワード: 文化財分析, 蛍光 X 線分析 (XRF), 準単色 X 線, 陽子線励起 X 線放出, 検出下限, 吸収線量, 放射線損傷, MeV 陽子線, 静電タンデム加速器, X 線キャピラリーレンズ

1. 緒言

単体標的への陽子線照射で発生した準単色 X 線を一次 X 線として用いる低線量 XRF 分析について, 前回の Cu 標的を用いた Co の測定[1]に続き, 今回は Ge 標的を用いて絵画等で青色顔料に多用される Cu の分析を試みた。

2. 実験方法

絵具の基材 (にかわ) を模擬したゼラチン試料に青色顔料を模擬した Cu (K 吸収端エネルギー = 8.98 keV) 化合物 ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) を混合した試料を作製した。Ge 単体標的に 2.5-MeV 陽子線を照射して発生した Ge-KX 線 (K_α が 9.87 keV) を一次 X 線として, この試料の XRF 分析を行った。図 1 に実験のセットアップを示す。

3. 結果・考察

図 2 に一次 X 線スペクトルと Cu の吸収端構造, 図 3 に試料の測定結果を示す。X 線の焦点サイズと連続バックグラウンドの強度より, Cu の検出下限は $\approx 40 \text{ ng}$ となった。試料の吸収線量は $\approx 10 \text{ mGy}$ で, 陽子線を直接試料に照射する PIXE 分析法[2]の場合の $1/10^7$ 程度である。

本研究は科研費 (18H00753) の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] 小栗慶之 他, 日本原子力学会 2019 年秋の大会, 1M08, 2019 年 9 月 11-13 日, 富山大学五福キャンパス。
[2] S.A.E. Johansson et al. (Eds.), *Particle-induced X-ray emission spectrometry (PIXE)*, Wiley, ISBN-13: 978-0471589440 (1995).

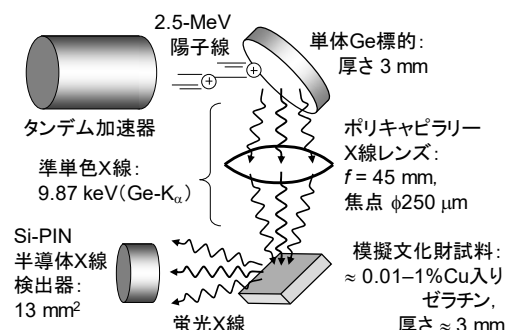


図 1: 実験のセットアップ

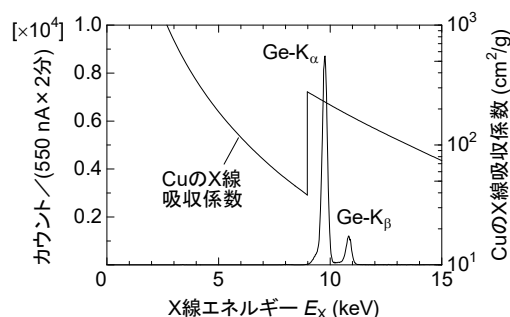


図 2: 一次 X 線スペクトルと Cu の吸収端構造

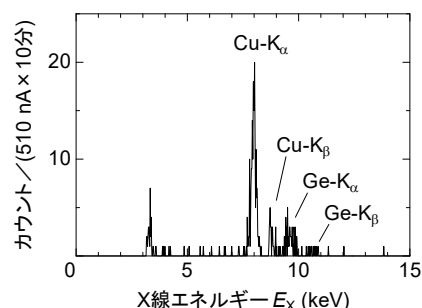


図 3: Cu を 0.89% 含む試料の XRF スペクトル

*Yoshiyuki Oguri¹, Jun Hasegawa¹, Hitoshi Fukida¹ and Naoto Hagura²

¹Tokyo Tech, ²TCU