

## ハンドヘルド蛍光X線分析器から放出されるX線の線量測定

Dose evaluation of X-ray from handheld XRF analyzers

\*石井 康太<sup>1,2</sup>, 伊豆本 幸恵<sup>1</sup>, 松山 嗣史<sup>1,2</sup>, 酒井 康弘<sup>2</sup>, 山西 弘城<sup>3</sup>, 稲垣 昌代<sup>3</sup>,  
砂川 武義<sup>4</sup>, 小栗 慶之<sup>5</sup>, 吉井 裕<sup>1</sup>

<sup>1</sup>量研・放医研, <sup>2</sup>東邦大学, <sup>3</sup>近畿大学, <sup>4</sup>福井工業大学, <sup>5</sup>東京工業大学

3台のハンドヘルド蛍光X線分析器について、装置から放出されるX線の線量を主に医療分野で用いられているガフクロミック線量計を用いて算出した。

**キーワード： 蛍光X線分析、ハンドヘルド、線量測定、ガフクロミック線量計**

### 1. 緒言

簡便に金属片や廃棄物、岩石、土壌等の元素分析を行う道具として、ハンドヘルド蛍光X線分析器が広く用いられるようになってきた。蛍光X線分析法は、低エネルギーX線を試料に入射させて標的元素を励起し、脱励起した際に放出される蛍光X線を測定することで標的元素の定性分析及び定量分析をする手法である。ハンドヘルド蛍光X線分析器では試料が試料窓に密着していなければ入射X線が放出されないインターロックシステムが備えられているが、適正な使用方法を守らなかった場合に、放出された入射X線により作業者が被ばくしてしまうことが危惧される。それぞれの装置のマニュアルに、人に対してX線を照射しないように注意がなされているが、誤って手や腕等に照射した場合の線量評価はほとんど行われていない。そこで、本研究では主に医療分野で用いられており、放射線が照射されると黒化するガフクロミック線量計を用いて、3台のハンドヘルド蛍光X線分析器から放出されるX線の線量をそれぞれ算出した。

### 2. 実験

線量が校正されているX線照射場で、ガフクロミック線量計 GAFCHROMIC XR-QA2 (Ashland) に対して照射時間を変化させながらX線を照射し、黒化度と線量の関係を算出した。次に、ハンドヘルド蛍光X線分析器として、Niton (リガク)、DELTA (OLYMPUS)、Tracer III-SD (Bruker) を用いて、照射口の位置で3 cm×4 cmのガフクロミック線量計に対してX線を1分間照射した。測定条件は、Niton、DELTAにおいては管電圧40 kV、最大管電流100 μAであり、Tracer III-SDにおいては管電圧40 kV、管電流30 μAとした。なお、X線管のターゲットはNitonとTracer III-SDではAg、DELTAではRhであり、NitonとDELTAでは一次X線フィルターの構成は非公表、Tracer III-SDではCu 150 μm + Ti 25 μm + Al 300 μmである。その後、ガフクロミック線量計をスキャナーDS-G20000 (EPSON) で読み取り、画像解析ソフトを用いて黒化度を算出したのち、線量が校正されているX線照射場で求めた黒化度と線量の関係からそれぞれの装置における線量を算出した。

### 3. 結果と考察

線量は、それぞれNiton: 8.8 mGy/cm<sup>2</sup>/min、DELTA: 9.5 mGy/cm<sup>2</sup>/min、Tracer III-SD: 3.1 mGy/cm<sup>2</sup>/minとなった。X線管のターゲットや一次X線フィルターの構成、管電流などは異なるが、どの装置においても1分間の照射による被ばく線量は、放射線作業従事者の皮膚の年間線量限度である500 mSv/cm<sup>2</sup>を十分下回ると見込まれる。

---

\*Kota Ishii<sup>1,2</sup>, Yukie Izumoto<sup>1</sup>, Tsuguhumi matsuyama<sup>1,2</sup>, Yasuhiro Sakai<sup>2</sup>, Hirokuni Yamanishi<sup>3</sup>, Masayo Inagaki<sup>3</sup>,  
Takeyoshi Sunagawa<sup>4</sup>, Oguri Yoshiyuki<sup>5</sup> and Hiroshi Yoshii<sup>1</sup>

<sup>1</sup>QST, <sup>2</sup>Toho Univ., <sup>3</sup>Kindai Univ., <sup>4</sup>Fukui Univ. of Tec., <sup>5</sup>Tokyo tech.