

蛍光 X線深さ分析 –Confocal & Thin-Wire 法– X-ray Fluorescence Depth Analysis –Confocal and Thin-wire methods

飯田厚夫

放射光科学研究施設、〒305-0801 つくば市大穂 1-1

1. はじめに

放射光マイクロビームやセミマイクロビームを使った蛍光 X線元素マッピングは実用的な分析手法として定着している。元素マッピングによる空間分解能は面内ではビームサイズによって決まるが、深さ方向に不均一な厚い試料の場合には、得られる信号は深さ方向に（光軸方向に）積分されたものになる。厚さ方向の情報を得るためには、入射ビームに対して直交する検出器側に poly-capillary を備えて、入射側・出射側の焦点の一致した部分のみからの蛍光 X線を検出し、試料を移動させることにより深さ分析機能（場合によっては 3次元分析機能）を持たせた confocal システム（共焦点光学系）が近年開発されている [1]。この報告では留保 B T を使って BL4A においてテストした confocal システムの特性を紹介するとともに、より簡単な細い wire を使って深さ分析する手法についても説明する。

2. 実験及び結果

図 1 に示すように入射側 poly-capillary 集光系に対して、もう一つの出射側 poly-capillary を Si(Li) 半導体検出器の前に置き、入射側と出射側の焦点を一致させると、その交点の情報のみ取り出すことができる。図 2 に示したのはカプトン膜を間に挟んだ 2 枚の金属薄膜 (Cu, Co) をモデル試料に、深さ方向の分解能を調べたものである。Poly-capillary の集光性能は X線のエネルギーにも依存するが、使用した Poly-capillary は 8 keV 程度のエネルギーでそれぞれ 30 μm 、40 μm 程度の分解能であるので、50 μm 程度の深さ分解能が得られていることが分かる。図 3 はモエジマシダの根について 2次元走査に深さ方向の走査を組み合わせ得られた Fe の蛍光 X線信号から 3次元像を求めたもので、実用的な分析が可能であることを示している。この方式は、発散した蛍光 X線を集めるので効率がよく、また余分な光路からの散乱・蛍光 X線を測定しない

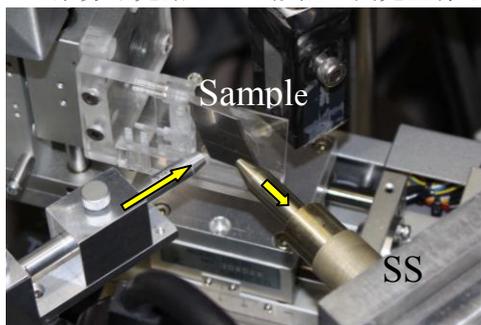


図 1 .
Confocal
system
設置

ためにバックグラウンドも低い優れた方法である。この方法は勿論 XAFS 分析にも応用でき、3次元空間の特定の領域の分析が可能である。

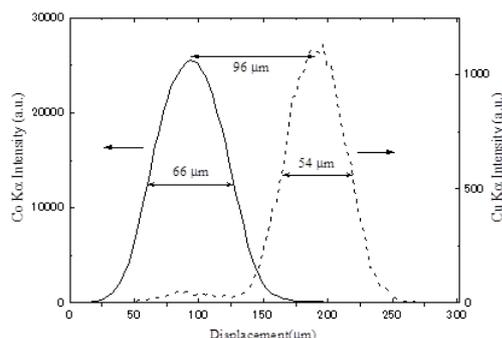


図 2 .
Co/Kapton/
Cu 膜の深
さ分析

3. 考察

Confocal 法は優れているが、入射側焦点（集光点）と検出器側（出射側）焦点を一致させる必要があり、設定がやや煩雑である。出射側の poly-capillary の代りに細いワイヤーを試料に近接させて置き試料を走査すると、検出器から見てワイヤーが光路上の一点と交差した部分で蛍光 X線強度が低下し、confocal システムと同じく深さ情報が得られる [2]。この方式は吸収を測定することになるので、confocal システムに比べて感度は低いですが、濃度が高い試料に対しては有効で、分解能も 20 ミクロン以下が得られる。設定が極めて容易であることに特徴がある。

謝辞

シダ 試料を提供いただいた保倉明子先生（東京電機大学）に感謝いたします。

参考文献

- [1] K. Janssens et al., Spectrochim. Acta B59(2004)1637
[2] A. Iida, X-Ray Spectrom. 40 (2011) 376 – 378
Atsuo.iida@kek.jp

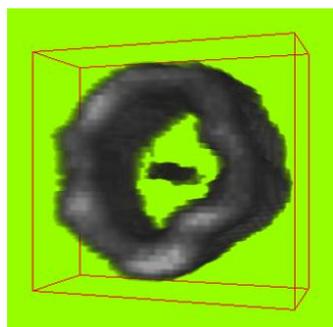


図 3 .
モエジ
マシダ根
における
3次元鉄
濃度分布。