

X線分光測定に向けた フェムト秒レーザーによるパルスX線発生 of 新しい手法

(東北大院理*, 北大電子研**)

○松島 進一*, 小野 博司*, 佐藤 大輔*, 永瀧 啓*, 畑中 耕治**, 福村 裕史*

【序】X線分光測定は古くから行われており、分子構造の決定や元素分析など様々な分野での応用がなされている。これまでの主なX線光源は、X線管やシンクロトロン放射光などであった。また、最近高強度パルスレーザーによってX線発生 of 研究が進み、その応用が行われている。我々は、フェムト秒レーザーパルスをかセットテープおよび水溶液膜上に集光照射することにより、X線発生を行ってきた。前者の方法では、かセットテープ中に含まれる酸化鉄に由来する特性X線が強く観測される¹ことから、X線回折への応用を行っている。また、後者の方法では硬X線領域に白色なX線が観測される²ことから、X線吸収分光測定などへの応用が期待される。これまで行ってきた幅100 mmのスリットから溶液を押し出す方法で液膜を形成した場合、液膜が不安定であり、長時間の測定には不向きであった。また、X線光源は点光源であり、X線集光素子を用いない場合、サンプルに照射した際のX線集光強度を高くできない難点があった。今回はこの点を改善するために、新たなX線発生手法を開発し、この手法を用いて空間分解X線蛍光分析を行った結果を報告する。

【実験】厚さ1 mmの真鍮板または、厚さ2 mmのチタン板に10 μm - 1 mmの微小な開口を作成した。1 mm未満の微小開口に関しては、フェムト秒レーザーパルスをも金属板上に集光照射することにより開けた。この金属板とアクリル板で厚さ200 μmのテフロンシートを挟み込むことによりできた隙間から、水または高濃度の塩化セシウム水溶液(4 mol/dm³ ~)を流すことにより液膜を形成した。さらにフェムト秒レーザーパルス(780 nm, 270 fs, negative chirp, 1 kHz, 450 μJ/pulse)を、対物レンズ(Mitsutoyo M plan Apo x10)で微小開口上の液膜表面に集光照射することによりパルスX線を発生させた。このようにして発生させたX線を微小開口直後に配置したサンプルに照射し、X線吸収測定および蛍光X線測定を行った。

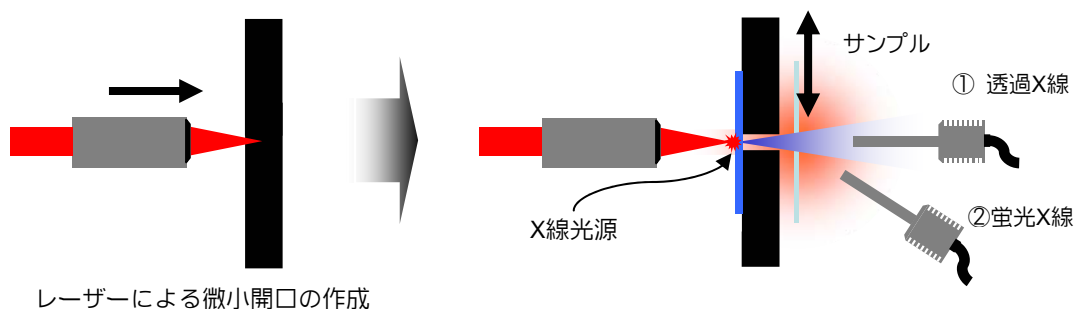


Fig.1 微小開口の作成とX線吸収測定および蛍光X線測定

サンプルには、均一なものとしてコバルトなどの金属箔を用い、不均一なものとして玄武岩を用いた。検出器には、Si(Li)半導体検出器(Rontech XFlash)を用いた。

【結果と考察】はじめに、金属箔をサンプルに用いてX線吸収スペクトルおよび蛍光X線スペクトルの測定を行った。結果として、明瞭に金属由来のX線吸収端および蛍光X線が観測された。このことから、微小開口を通して測定に十分なX線が得られており、元素分析を行うことが可能であることが示唆された。次に、玄武岩を走査しながらX線蛍光測定を行った。Fig. 2に異なる2点での蛍光X線スペクトルを示す。それぞれのX線蛍光スペクトルは明瞭に異なっており、岩石の異なる組織間での異なる成分を検出したと考えられる。

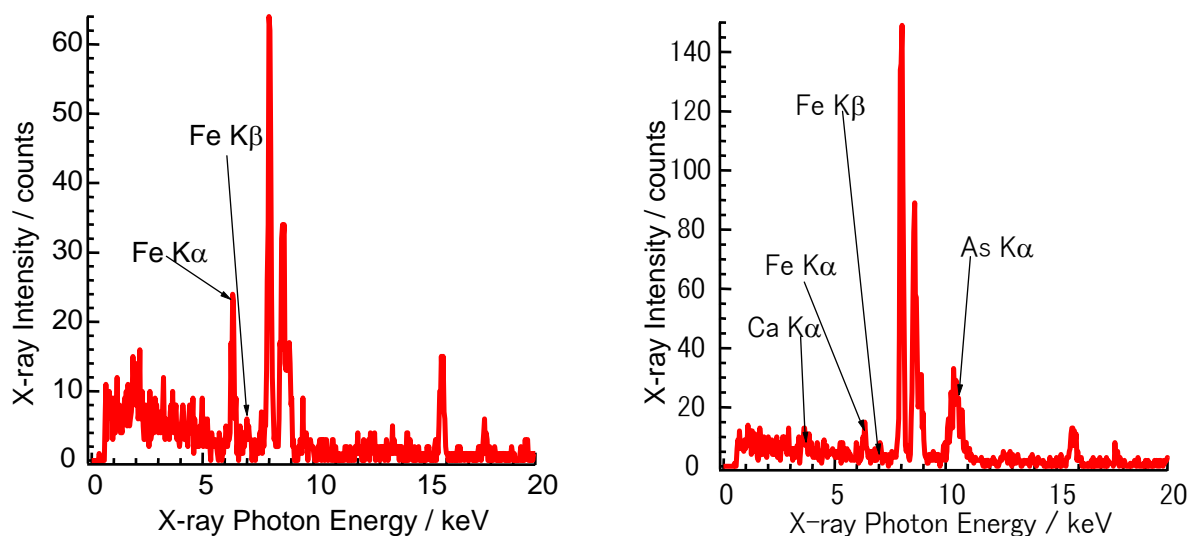


Fig. 2 玄武岩の異なる2点での蛍光X線スペクトル

新規に開発したX線発生手法は、特別なX線集光素子を用いずともサンプル付近で高いX線強度が得られ、微小な開口を開けることで空間分解X線吸収分析を行うことが可能であることが示された。今後、この方法を用いて時間分解吸収測定を試みる予定である。

参考文献

1. K. Hatanaka, *et al.*, *分析化学*, **52**, 373 (2003)
2. K. Hatanaka, *et al.*, *Chem. Phys.*, **299**, 265 (2004)