

固体表面の蛍光 X 線分析における多原子共鳴効果

○馬場 祐治, 下山 巖

日本原子力研究開発機構 先端基礎研究センター

Multi-atom resonance effect in X-ray fluorescence spectroscopy for solid surface

○Yuji Baba and Iwao Shimoyama

Advanced Science Research Center, Japan Atomic Energy Agency

1. はじめに

固体表面の蛍光 X 線分析では、蛍光 X 線は、各元素の励起 X 線に対するイオン化断面積に応じて放出される。エネルギー可変の放射光を励起 X 線に用い、特定元素の内殻軌道電子を共鳴励起すると、その元素からの特性 X 線強度は大きく変化する。これを利用して電子構造解析を行う手法が共鳴 X 線発光分光法（あるいは、共鳴 X 線非弾性散乱）である。共鳴 X 線発光分光では、内殻共鳴励起する元素から放出される特性 X 線を測定する。ところが今回、隣接する元素から放出される特性 X 線の強度も変化するを見出したので報告する。

2. 実験

試料には板状の人造マイカ（phlogopite、クリスタルベース社製、組成は $\text{KMg}_3\text{AlSi}_3\text{O}_{10}\text{F}_2$ ）を用いた。高エネルギー加速器研究機構放射光実験施設の BL-27A において、放射光を試料下面から 5° の入射角で照射し、下方垂直に放出される蛍光 X 線を Si ドリフト検出器で測定した。測定はすべて He 雰囲気下で行った。

3. 結果と考察

Fig. 1(a)は、カリウム K-吸収端付近のエネルギーで

カリウム $K\alpha$ X 線の強度をプロットしたものであり、通常の XAFS (X-ray absorption fine structure) スペクトルが得られた。Fig. 1(b)は、カリウム K-吸収端付近のエネルギーで Si $K\alpha$ X 線の強度をプロットしたものである。カリウムの $1s \rightarrow 3p^*$ 共鳴吸収付近（矢印）で強度の減少が認められた。一方、Fig.1 (c)は Al $K\alpha$ X 線の強度をプロットしたものであるが、強度に変化は認められなかった。この人造マイカは、カリウム原子を SiO_4 四面体層がサンドイッチする構造をしており、K と Si は隣接しているが、Al はその外側にあるので隣接していない。従って Fig.1(b)に認められた強度変化は、カリウムに隣接する元素に特有の現象と考えられる。この現象を使うと、測定対象元素に隣接する（あるいは、直接結合する）元素を特定できるので、共鳴 X 線発光分光や XAFS による構造解析を補完するデータになりうる。

文 献

測定系や手法は異なるが、同様の現象については下記の報告がある。

- 1) A. Kay, et al.: Science **281**, 679 (1998).
- 2) R. Guillemin, et al.: Phys. Rev. Lett. **92**, 223002 (2004).
- 3) S. Deinert, et al.: J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. **53**, 224003 (2020).

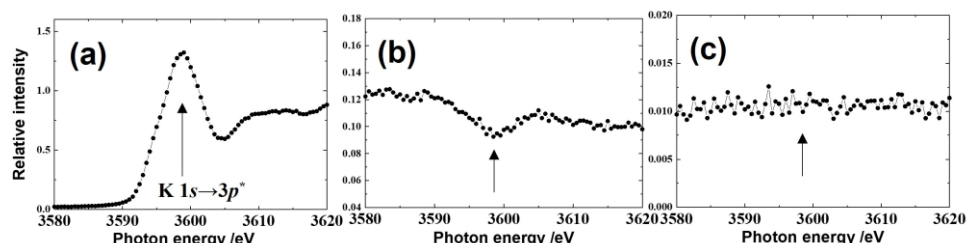


Fig. 1. 人造マイカ ($\text{KMg}_3\text{AlSi}_3\text{O}_{10}\text{F}_2$) にカリウム K-吸収端付近のエネルギーの X 線を照射した時の蛍光 X 線強度。(a) カリウム $K\alpha$ X 線強度、(b) Si $K\alpha$ X 線強度、(c) Al $K\alpha$ X 線強度。

*E-mail: ybaba_2001@yahoo.co.jp