



# 高エネルギー原子分光光学

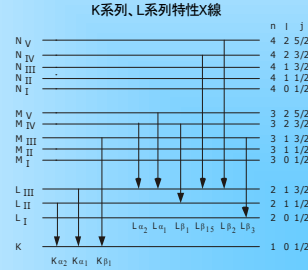
Photon Chef



当研究室ではX線と物質の相互作用に関連する研究を行っています。このポスターではその中から3つのテーマに関して紹介します。最初に下のX線分光に関するキーワードをお読みください。

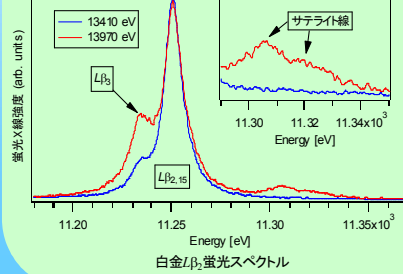
## キーワード 「特性X線」と「連続X線」

X線はその発生のメカニズムによって特性X線と連続X線に分けることができます。内殻に空孔ができたときによりエネルギー準位の高い電子がその空孔へ遷移する際(緩和)に放出されるX線を特性X線です。特性X線のエネルギーは遷移に関わった電子軌道のエネルギー準位の差に相当します。特性X線のエネルギーは元素固有であり、K殻(1s), L殻(2s 2p)に空孔ができたときに発生する特性X線をそれぞれK線、L線と呼んでいます(右図参照)。一方、連続X線は電子線などの荷電粒子線が陽極物質内でポテンシャルなどにより力を受けたとき制動輻射として放出されるもので、連続的なエネルギー分布を示します。なお、連続X線は白色X線とよばれることもあります。



## サテライト線

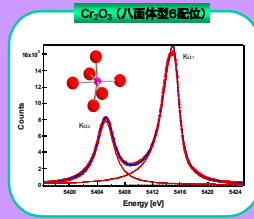
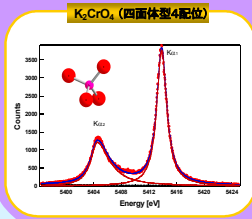
内殻に一つ空孔がある状態(一電子電離状態)から緩和するときに特性X線が放出されます。一方、余分な空孔のある状態(多重空孔状態)から同じような緩和が起こった場合、特性X線とは異なったエネルギーのX線(サテライト線)が放出されます。この多重空孔状態が生成する確率は励起エネルギーと関係があり、生成機構によっても励起エネルギー依存性が変わってきます。



励起エネルギーが13890eV以上でないとい白金の2s軌道に空孔は生じません。  
Lβ<sub>2,3</sub>は4d電子の2p<sub>3/2</sub>軌道への遷移時に放出される特性X線です。赤青で変化はありません。  
Lβ<sub>3</sub>は3d<sub>5/2</sub>の電子が2s軌道に遷移するときに放出される特性X線です。赤のスペクトルにだけ残っているのがわかります。  
サテライト線はLβ<sub>2,3</sub>と同じ遷移ですが、3d軌道に余分な空孔があります。赤のスペクトルにだけ観察されることからこの余分な空孔は3d軌道の空孔の生成に關係していることがわかります。

## 化学結合効果

特性X線のエネルギーは基本的に元素固有であり(たとえば、Cr Kα<sub>1</sub>線は約5415 eV、Cu Kα<sub>1</sub>線は約8048 eV)、よく元素分析に利用されます。しかし、同じ元素でもその化学結合状態が異なるとエネルギーが若干シフトすることが知られています。このようなシフトは化学シフト(ケミカルシフト)と呼ばれ、その大きさは元素間の差と比べて非常に小さく、通常2~3 eV以内です。このシフトの原因は電子軌道のエネルギー準位が化学結合状態によってシフトするため、私たちの研究室では分子軌道法などの手法により周囲の配位環境(配位数や幾何学的対称性)と化学シフトの関係を定性的・定量的に説明する研究を行っています。なお、遷移が価電子帯からの場合、シフトではなくプロファイルが著しく異なる場合があります。

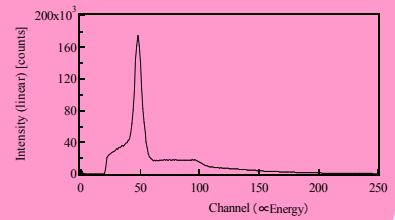


## 新型X線源

強誘電体結晶の中には焦電性を持つものがあります。焦電性結晶は温度が変化すると自発分極の大きさが変化し、結晶内部に電界が生じます。この電界を加速電圧として利用するX線発生装置を開発しています。高電圧を必要としない、低コストでコンパクトなX線源として期待されています。



焦電性結晶、LiTaO<sub>3</sub>



ターゲットに銅箔を用いた結晶電界方式X線源のスペクトル

研究室は宇治キャンパスです。



※研究室見学などの希望は随時受け付けますので以下の連絡先に気軽にご連絡ください。

伊藤 嘉昭 0774-38-3044  
yosi@elec.kuicr.kyoto-u.ac.jp