

スプリング・エイト まめ知識

蛍光X線ってなに？

K線、L線ってなに？

蛍光X線で元素分析がどうしてできるの？

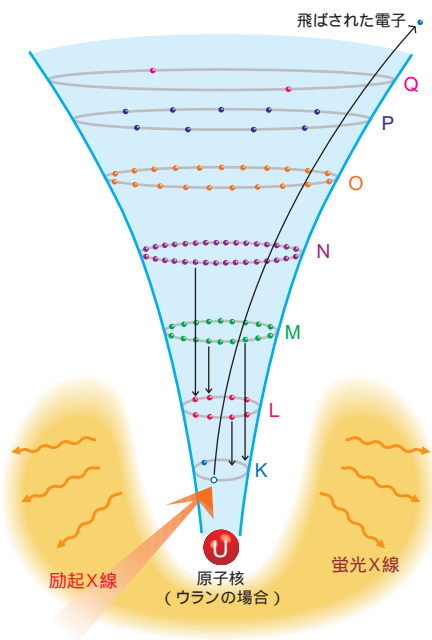
原子の姿

原子はその中心に陽子と中性子からなる原子核があり、陽子の数が原子番号に等しく、元素の種類を決めている。原子核の周りを、核の大きさに比べて非常に広い空間にマイナス電荷の雲のように、核のプラス電荷(陽子の数に等しい)と同じ数の電子が取り巻いていて、原子全体はプラス・マイナスが釣り合っています。

原子の内側では、核に集中したプラス電荷がこのように広がる電子一個一個を静電力で引きつけている。核に近いものは非常に強く、核から離れるほど弱く、という具合に。そして、原子というミクロに閉じた場の中に波動として存在する電子は、量子論的に決められたとびとびのエネルギー準位に、決まった数だけ入ることができるのです。

このとびとびのエネルギー準位を、最も安定でエネルギーが低い方から、K殻、L殻、M殻などと名付け、蛍光X線のスペクトルの帰属にもこれが用いられています。組立ての法則といわれる規則に従って原子全体として最も安定なように、電子は、エネルギーの低いK軌道からL、Mと順番に納まっています。

下図は、それを原子がエネルギーの壺の中で電子を納めるK、L、M・・・の棚という見方で示してあります。



蛍光X線の発生

このK殻やL殻の電子のエネルギー準位がちょうどX線のエネルギーの領域にあるので、X線が物質にあたるとそのX線(励起X線という)のもつエネルギーが、近いエネルギー準位の殻にある電子を原子の外にまではじき飛ばす為に使われ、その殻に空孔が生じます。

内殻に空きが生じると原子は不安定になるので、それを安定化するために原子のより上の殻にある電子がそこに落ちてきて、その空席を埋めます。このとき、落ちてきた電子の元いたエネルギー準位と新しく占めたより安定な準位の差エネルギーが、蛍光X線として原子から四方八方に放射されます。

スプリング・エイト まめ知識

K線、L線とは

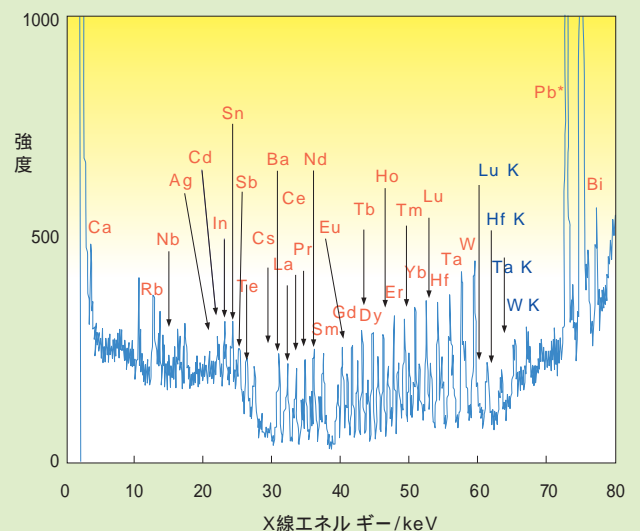
K殻の電子が飛び出てそこにL殻の電子が落ちてくるとき発生する蛍光X線をK線、M殻の電子が落ちてくるとき発生するX線をL線、またL殻電子が飛び出してそこへM殻やさらにその上の殻から落ちてくる際発生するX線をL線などというのです。

K、L、M...殻のエネルギー準位は各元素に固有で、したがってそのエネルギー差、すなわち発生する蛍光X線(特性X線ともいいます)のエネルギーも元素ごとに決まっているので、どんなエネルギーの蛍光X線がどんな強度で放射されるかを精度よく測定すれば、どんな元素がどれくらい含まれているか、はっきり知ることができます。

吸収端エネルギー

K殻の電子をはじき出すのに一番大きな励起X線エネルギーを必要とします。また、原子番号の大きい重元素(陽子の数が多く電子を引きつける力がそれだけ大きい)ほど必要なエネルギーは大きくなります。励起エネルギーは、電子を原子の外まで完全にはじき飛ばすエネルギーですから、原子内で電子が落ちてくるときに出る蛍光X線エネルギーより高いことが必要です。たとえば、ヒ素事件の鑑定に重要な微量元素となったビスマス(Bi)のK線(K線、77.1keV;K線、87.2keV)を励起できる下限のエネルギーは、90.5keVです。それより低いエネルギーのX線をいくら強くあてても、BiのK線は励起されません。(このような励起に必要な最低のエネルギーを吸収端エネルギーといいます)。

標準ガラスの高エネルギー蛍光X線スペクトル(散乱)



性質が物理的にも化学的にも非常に類似していて分析の困難な希土類元素や、タングステン(W)、さらに80keVに近いビスマス(Bi)のK線も、感度よく明瞭に観測されていて、放射光高エネルギーX線による蛍光X線分析で全元素分析ができることがわかります。