

## 2P035 ケイ光寿命測定による内殻励起クラスターの崩壊過程の研究

兵庫県立大、<sup>a</sup>JASRI

伊勢田 満弘、田村 孝、下條 竜夫、本間 健二、為則 雄祐<sup>a</sup>、James Harries<sup>a</sup>

[序]軟X線領域の光を原子に吸収させると内殻電子が励起し、内殻正孔状態が形成され、その後ケイ光放出などの緩和過程が起こる。クラスター内においては、この緩和過程で原子間クーロン相互作用による電子移動などが起こる事が知られており、近年大きな興味もたれている。本研究ではケイ光寿命が原子とクラスターでどのように変化するのか、また、その変化からどのようなクラスターの崩壊過程が考えられるかを明らかにするために Ar クラスターを用いて実験を行った。

[実験]本実験は SPring8 BL27SU にて行った。液体窒素を用いて-100 程度まで冷やしたノズルから Ar を背圧 2atm で超音速膨張させることでクラスターを生成した。その後、スキマーを通すことによってクラスタービームを得た。文献[1]よりこの条件では平均クラスターサイズが約 50 と見積もられる。そしてクラスタービームに対して垂直の方向から軟 X 線を照射しクラスター内の Ar 原子を内殻励起し、その後放出されるケイ光を MCP を用いて測定した。ケイ光寿命は放射光のバンチに対するケイ光シグナルの遅延時間を TAC を用いて測定した。この時 SPring8 のバンチの間隔は 228.1 ns でケイ光寿命を測定するのに十分である。

[結果と考察]室温のノズルを用い 1 atm の背圧で 246.95eV の光を照射した時に放出されるケイ光強度の時間変化を図 1 に示す。この条件ではビーム中にほとんどクラスターは存在していないと考えられ、このケイ光は Ar 原子のケイ光であると考えられる。ノズルを液体窒素で -100 程度まで冷却しノズル背圧を 2atm にあげて同じ励起エネルギーで観測したケイ光強度の時間変化を図 2 に示す。この条件では、「実験」で述べたように平均 50 個程度の Ar 原子からなるクラスターが生成していると期待される。その結果を図 1 と比較すると Ar 原子だけが存在するビーム条件では観測されなかった長寿命の成分が見られ、これはクラスターに起因すると考えられる。この時間変化（減衰曲線）を double exponential 関数、 $A_1 \exp(-t/\tau_1) + A_2 \exp(-t/\tau_2)$ 、でフィット（実線）することで短寿命成分 / 長寿命成分を分離した。

$A_1$  と  $A_2$  を励起エネルギーに対してプロットし、短寿命 / 長寿命成分の相対ケイ光収率スペクトルを得た（図 3）。同じ図に Ar 原子のケイ光スペクトルを示すが、短寿命のケイ光収率スペクトルは Ar 原子のケイ光スペクトルに非常に良く似ている。従って短寿命のケイ光は原子、または小さなクラスターからのものであると考えられる。一方長寿命のケイ光は大きなクラスターからのものであると予想される。

図 4 に  $\tau_1$  と  $\tau_2$  を励起エネルギーに対してプロットしたものを示す。長寿命成分は 4 ~ 12ns の寿命を示しているが、文献[2]よりこのこの範囲の寿命を持っているとされる励起状態は Ar イオンの  $3s, 3p^6 [^2S_{1/2}]$  または Ar 原子の  $3p^5 (^2p^0_{3/2})4s$ 、 $3p^5 (^2p^0_{1/2})5s$  であると考えられる。このことから励起された Ar に隣接する Ar 原子へのエネルギー移動が起こり、そこからケイ光が観測されたと予想される。

文献

[1] J. Wormer *et al.* Vol41, 490-494 ( 1990 ) : [2] D. C. Morton *et al.* 149, 205 (2003)

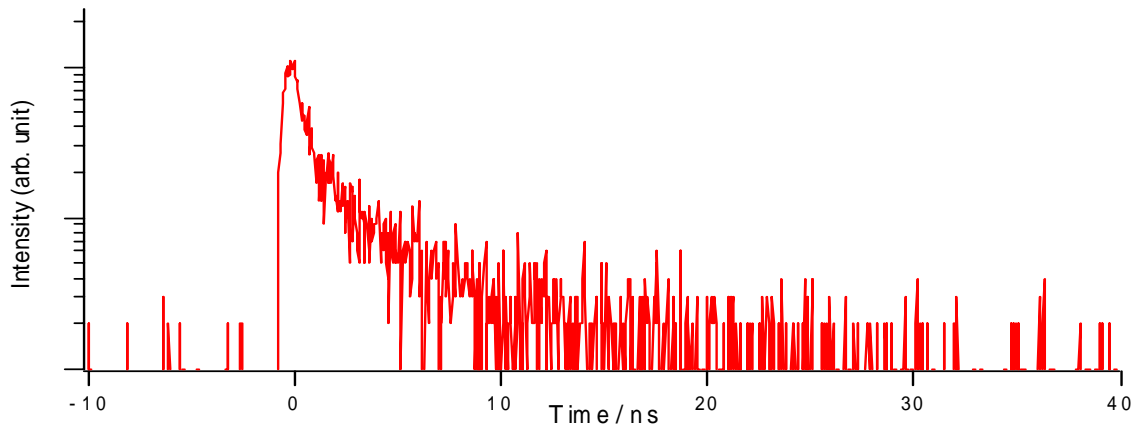


図 1 : Ar 原子を励起した時の X 線ケイ光の時間変化(photon energy=246.95eV)

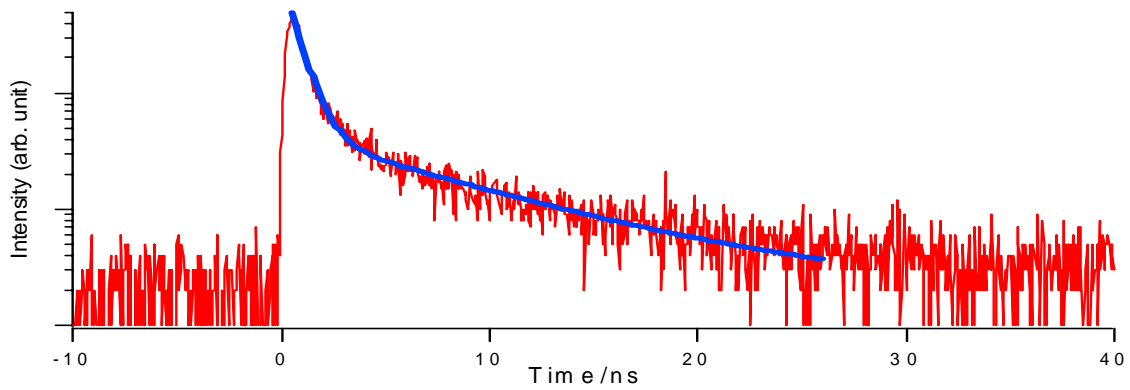


図 2 : クラスタ生成条件で観測した X 線ケイ光の時間変化(photon energy=246.95eV)

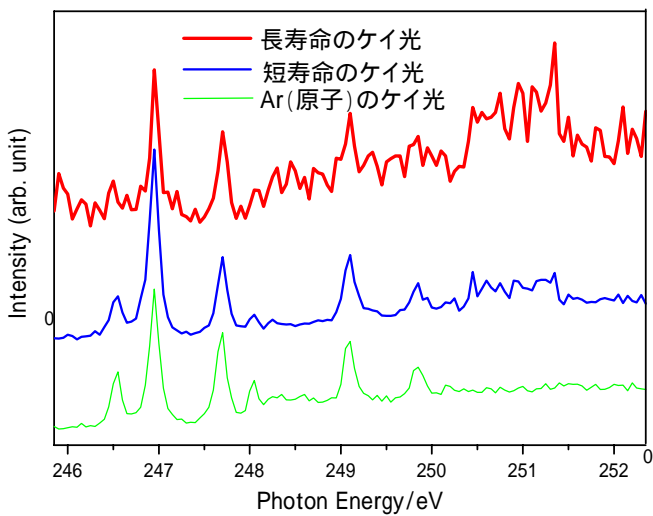


図 3 : 短寿命、長寿命および原子のケイ光におけるスペクトル

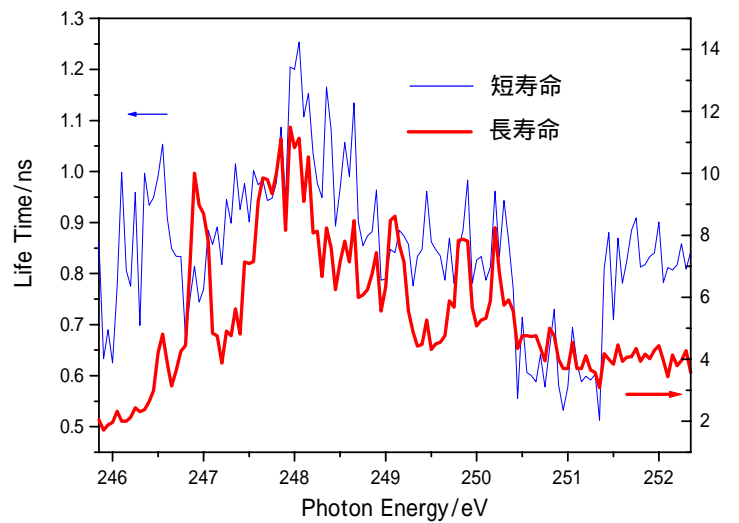


図 4 : 短寿命、長寿命のケイ光寿命におけるスペクトル