

7. 電子衝突による希ガスの s 電子電離断面積の測定

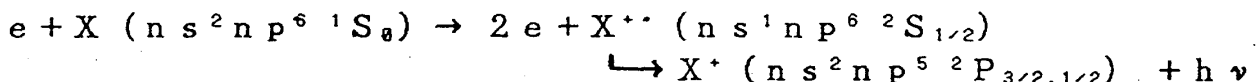
長 嶋 憲 一

【序論】

全電離断面積 (total ionization cross section) を測定する実験はこれまで多く行われてきた。しかし、このような実験では、s 電子と p 電子という異なったチャンネルの違いを区別することはできなかった。電子エネルギー損失実験、光電離実験、光電子分光実験では、p 殻電離に比べ s 殻電離の寄与が小さいということだけを示した。しかし、特定の殻、あるいは副殻から微分断面積は例が少ない。希ガス原子の外殻 s 電子電離は真空紫外光を測定することによって直接測定できる数少ない例である。しかも、衝突エネルギー依存性には、構造のあることが知られている。これらの点でも大変興味深い。Luyken らがこれを測定しているが、絶対値の信頼性が低い。本研究では、Ne, Ar, Kr, Xe について、絶対断面積を相対測定により実験的に求め、しきい値から 1 keV までの外殻 s 電子電離断面積の衝突エネルギー依存性を求めた。

【実験】

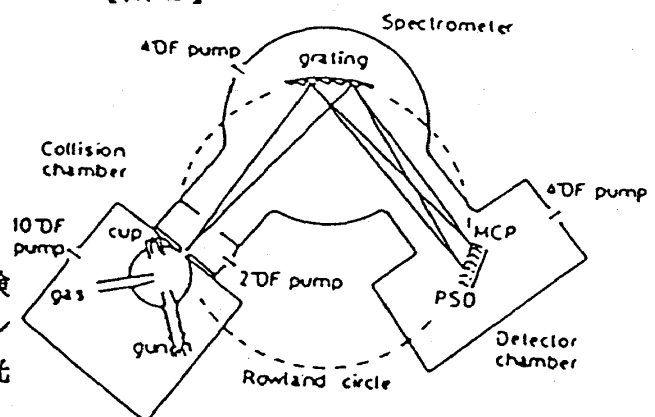
電子衝突によって s 電子を放出した希ガス原子は、イオンの励起状態を経由し、それが脱励起する時真空紫外光を放出する。この反応は次のように表される。



ここで X は希ガス原子 {Ne (n=2), Ar (n=3), Kr (n=4), Xe (n=5)} である。

この放出光を観測することによって電離断面積を測定する。また、電離断面積の絶対値は、この放出光の発光強度を測定し、他の既に絶対断面積の分かっているものとの相対比をとることによって求めることができる。実験装置 (図 1) は、衝突領域、分光領域、検出領域に分けられる。衝突領域は 10 インチの油拡散ポンプで 2×10^{-7} Torr に、分光領域、及び、検出領域は、それぞれ 4 インチの油拡散ポンプで 2×10^{-6} Torr に排気されている。分光器には瀬谷・波岡型分光器、回折格子には 1 mm あたり 1200 本の凹面回折格子、また検出器は micro channel plate (M.C.P.) と position sensitive detector (P.S.D.) を用いている。発光強度の測定式は、次のようになる。

【図 1】



$$I_{\lambda} = \epsilon_{\lambda} G \sigma_{\lambda} i P e^{-\rho}$$

I : 信号強度	i : 電子電流
ε : 検出感度	P : ガス圧
G : 検出立体角への発光確率	ρ : ガスによる光の吸収係数
σ : 断面積	

基準光の強度との相対比をとり、両辺の対数をとる、Pを0に外挿すると、

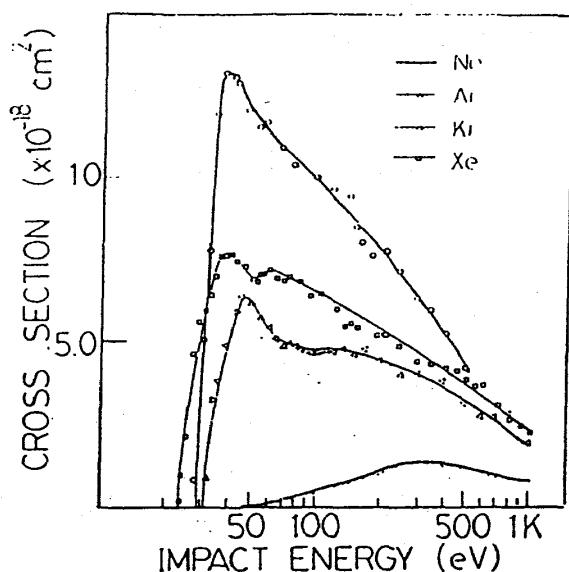
$$\sigma_{\lambda} = \frac{I_{\lambda}}{I_s} \cdot \frac{\epsilon_s}{\epsilon_{\lambda}} \cdot \sigma_s$$

となり、絶対断面積が求まる。ここで、検出感度は、Ajello¹⁾らの測定によるH₂、O₂の発光スペクトルとの比較により求めた。また、装置の分解能上、Kr, Xeに於て、測定光と他の光（共鳴線）のスペクトルが分離できないため、Neutralのガスの中を通してこの影響を取り除いた。

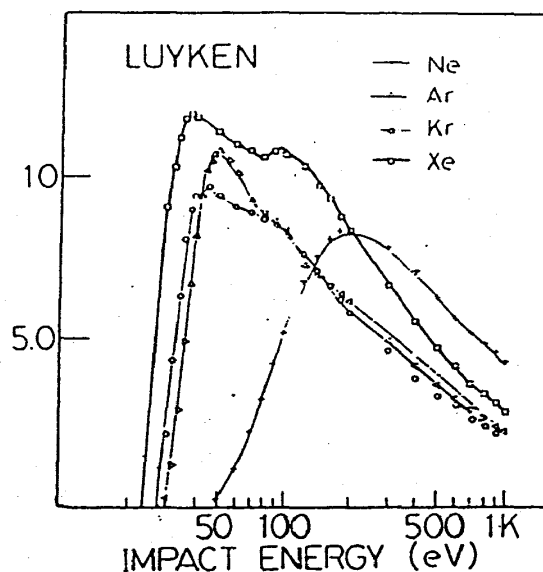
【結果】

実験により得られた希ガスの外殻 s 電子電離断面積の衝突エネルギー依存性を、500eVで絶対値をノーマライズしたのが図2である。Ar, Kr, Xeについては、1つめのピークの右に肩のある二重山構造になっているのが分かる。また、絶対値の大きさでは、KrはXeよりもbinding energyが大きいにもかかわらず絶対値は二倍程度となっている。Neでは他に比べてかなり小さいものとなっている。図3にLuyken²⁾らによって測定されたものを示した。我々と同様に、Ar, Kr, Xeでは二重山構造になっているが、2つめのピークの位置が我々のに比べ、高エネルギー側にずれているのが分かる。Kr以外での絶対値が我々に比べて大きくなっており、特にNeではかなり大きなものとなっていて、ピークの位置も大きくずれている。

【図2】



【図3】



【参考文献】

- 1) J.M.Ajello et al, *Applied Optics* **27** 890 (1988)
- 2) B.E.G.Luyken et al, *Physica* **61** 200 (1972)
- 3) G.P.Li, *Phys.Rev.A* **38** 1831 (1988)