

2. 真空紫外分光法を用いた電子原子非弾性衝突の研究

甲 田 泰 照

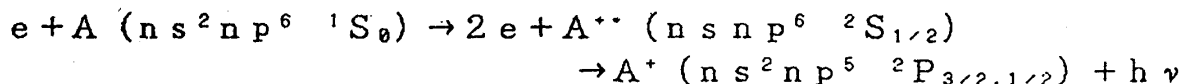
《はじめに》

電子衝突による真空紫外分光法を用いた測定は数多くなされている。この方法は、原子の2準位間のエネルギーを決定するのには便利であるが、発光断面積の絶対値を決定するには、放出光の原子による自己吸収などの影響があり困難であった。しかし我々は、放出光のガス圧依存性を測定することにより、自己吸収の影響を取り除き、絶対値を決定することが出来るようになった。

この方法を用いて、希ガスの外殻s電子電離断面積の測定を行った。外殻s電子の部分電離断面積の測定は、全電離断面積の測定実験ほど多くは行われておらず、他の実験方法では全電離断面積に与えるs殻電子の寄与は、p殻電子に比べて非常に小さいという結果しか得られていない。真空紫外分光を用いた、実験でも断面積の絶対値が一致していない。またs電子電離断面積の衝突エネルギー依存性にdouble-peakの構造が報告されている。そこで本研究では、外殻s電子電離断面積をNe, Kr, Xe, について、しきい値から1keV迄の衝突エネルギー依存性と絶対断面積を求め、以前に行われたAr, とともに他の実験結果と比較考察した。

《実験方法》

電子衝突による、希ガスのs電子電離の過程は次のように表される。



基底状態の希ガス原子は、電子衝突によりns電子を電離させ一価イオンの励起状態になり、その励起状態から真空紫外光を放出して脱励起する。この脱励起の過程は光放出以外に脱励起のチャンネルが無いのでこの真空紫外光を測定するだけで、外殻s電子電離断

面積の決定が出来る。電離断面積の絶対値は、発光断面積が既に決定されている各原子の共鳴線 $\{np^5 (n+1)s \rightarrow np^6\}$ との自己吸収ゼロの点での発光強度の比を測定し決定した。測定光の波長と基準光の波長を右にしめす。単位はnmである。発光強度の測定式は次のように与えられる。

$$I_\lambda = \varepsilon_\lambda G i \sigma_\lambda P \cdot \exp(-\gamma_\lambda P)$$

ここで、それぞれは以下の通りである。

- | | |
|-------------------------|-------------------------------|
| I : 測定の信号強度, | ε : 波長による装置の検出感度, |
| G : 検出立体角への発光確率, | σ : 断面積, |
| i : 電子電流, | P : 衝突部のガス圧, |
| γ : ガスによる光の吸収係数, | p : 真空槽内のガス圧, |

そして測定光の信号強度と基準光の信号強度とで比をとり、ガス圧がゼロの点にグラフから外挿することにより、自己吸収係数 γ の影響をなくし、自己吸収ゼロの時の強度比が得られる。このようにして測定光の断面積は、基準光の断面積を用いていて次のよう

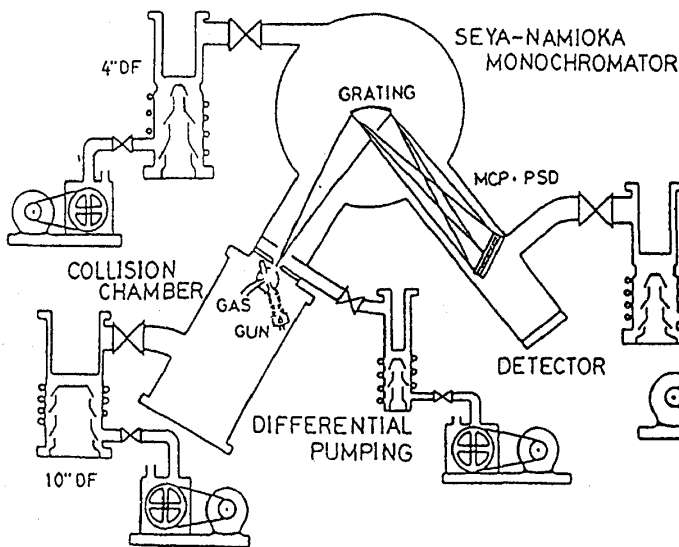


図 1

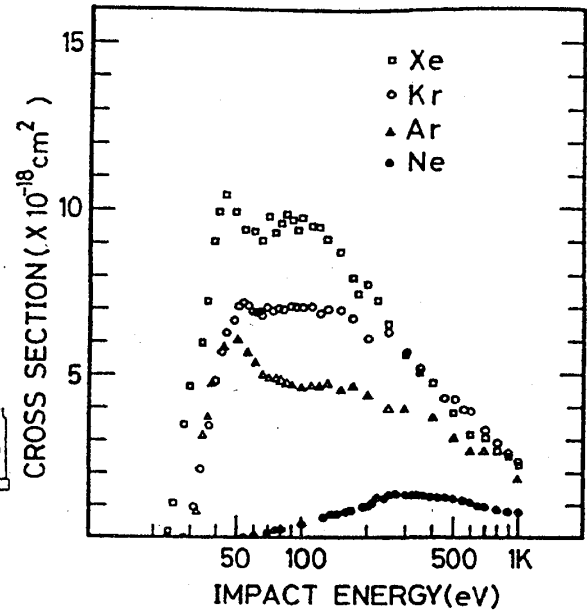


図 2

に表される。

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

この式より絶対断面積が得られる。ここで、検出感度は Ajello らの測定による H_2 , O_2 の発光スペクトルとの比較によって求めた。また装置の分解能上、Kr, Xe では測定光に、中性原子からの共鳴線が分離していないため、放出光を中性原子ガスの中に通して共鳴線を吸収して測定した。

《実験装置》

実験装置 (図 1) は、Seya-Namioka 型真空紫外分光器を中心に入射スリットと射出スリットの位置に、衝突と検出の各真空槽が取り付けられている。各部分はそれぞれ別々に油拡散ポンプで真空を引かれている。これはガスによる自己吸収と空気中の O_2 による吸収を無くするためである。回折は 1 mm あたり 1200 本の凹面回折格子を用いている。また検出器には MCP (Micro Channel Plate) と位置検出素子 (Resistive Anode) を、もちいており 30 nm 程度の幅の波長域を同時に測定している。

《結果》

図 2 に本研究で得られた、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示す。各ガス共、500 eV で絶対値をノーマライズしてある。Ne, を除く三つの原子については、Double-Peak の構造がみられる。しかし、Kr, は一つめの Peak が他の二つのガスに比べて小さくなっている。また Peak の絶対値は、原子の Binding Energy の順番になっている事がわかる。しかしノーマライズを行った 500 eV の絶対値は、Xe, よりも Kr, の方が大きくなっている。発表会では考察を含めて詳しく報告する。

Reference

- 1) B.E.J.Luyken, F.J.de heer and R.C.Baas, Physica 61 200 (1972)
- 2) J.P.Zapesochnyi, I.G.Zhu kov and P.V.Feltsan, JEEP 38 675 (1974)
- 3) J.M.Ajello D.E.Shemansky, B.Franklin et al. Applied Optics 27 890 (1988)
- 4) G.P.Li, Phys.Rev.A 38 1831 (1988)