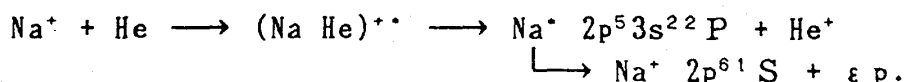


8. Na⁺ イオンとHe原子の低エネルギー衝突による 自動電離電子の角度分布

関 豊

アルカリ金属イオンと希ガス原子の低エネルギー衝突では衝突の途中で入射粒子と標的粒子の間で準分子状態が形成され、その動的結合の結果、内殻励起や2電子励起が生ずる。こうして生成された状態のエネルギーは電離エネルギーより高いので自動電離が起こる。この自動電離過程では次のような特有の現象がみられる。まず、電子の放出体が運動しているために起こる Doppler効果、準分子状態の間に電離が起こる分子自動電離、そして放出体がもう一方の原子から十分遠ざかる前に崩壊（電離）することにより放出電子が原子間のクーロン相互作用を受ける Barker-Berry効果などである。いずれの現象も放出電子のエネルギー分布をシフトさせたり、変形させたりする。

所属する研究室では以前より自動電離過程で放出された電子のエネルギースペクトルを定量的に測定することによって、低エネルギー（イオン-原子）衝突による動的過程のメカニズムを調べてきた。¹⁾ 以上の研究の一環として、本研究では、重粒子(Na⁺-He)衝突で生成される原子自動電離状態の整列 (alignment) について調べることが目的とし、特にNa⁺-He系の衝突で次の過程に注目した。



この過程で放出された電子の微分断面積 (DCS) を、イオンの衝突エネルギーを変えて (1.7keV~7.0keV) 測定した。図1に、結果を示す。白丸が実験値、実線は次式でフィッティングしたものである。

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \frac{\sigma_t}{4\pi} \{1 + \beta_2 P_2(\cos \theta)\}$$

$\frac{d\sigma}{d\Omega}$: 放出電子のDCS

σ_t : 全励起断面積

β_2 : 非等方性パラメータ

$P_2(\cos \theta)$: ルジャンドルの多項式 (2次)

θ : 電子の放出角

それぞれ90°対称をなしており、衝突エネルギーの変化にともなってその形状が変化してゆくの分かる。ここで得られた非等方性パラメータ β_2 を用いてDCSの形状の解析を行った。図2aは β_2 の値をイオンの衝突エネルギーに対してプロットしたものであり、図2bはその理論値である。理論値は次式から求められる。

$$\beta_2 = \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{\sigma_t} \int P_2(\cos \Theta) \frac{d\sigma_i}{d\Omega} d\Omega$$

Θ : イオンの散乱角

$\frac{d\sigma_i}{d\Omega}$: イオンの励起微分断面積

実験値と理論値の定性的な一致から次の結論を得た。

低エネルギー重粒子衝突において、分子軸を量子化軸とするとその量子数 Λ がよい量子数 (good quantum number) になっている。 $\text{Na}^+\text{-He}$ 系での $\text{Na}\cdot 2p^5 3s^2 \text{P}$ 状態が分子軸に対して Λ 量子数が0になるように align している。

本研究は、threshold 付近の低エネルギー衝突を目的としているため信号数が非常に少ない。そのため同時計測法²⁾を用いると光学的により暗い測定となってしまうので、同時計測法はこの測定には適さない。この点が本研究の優れているところである。

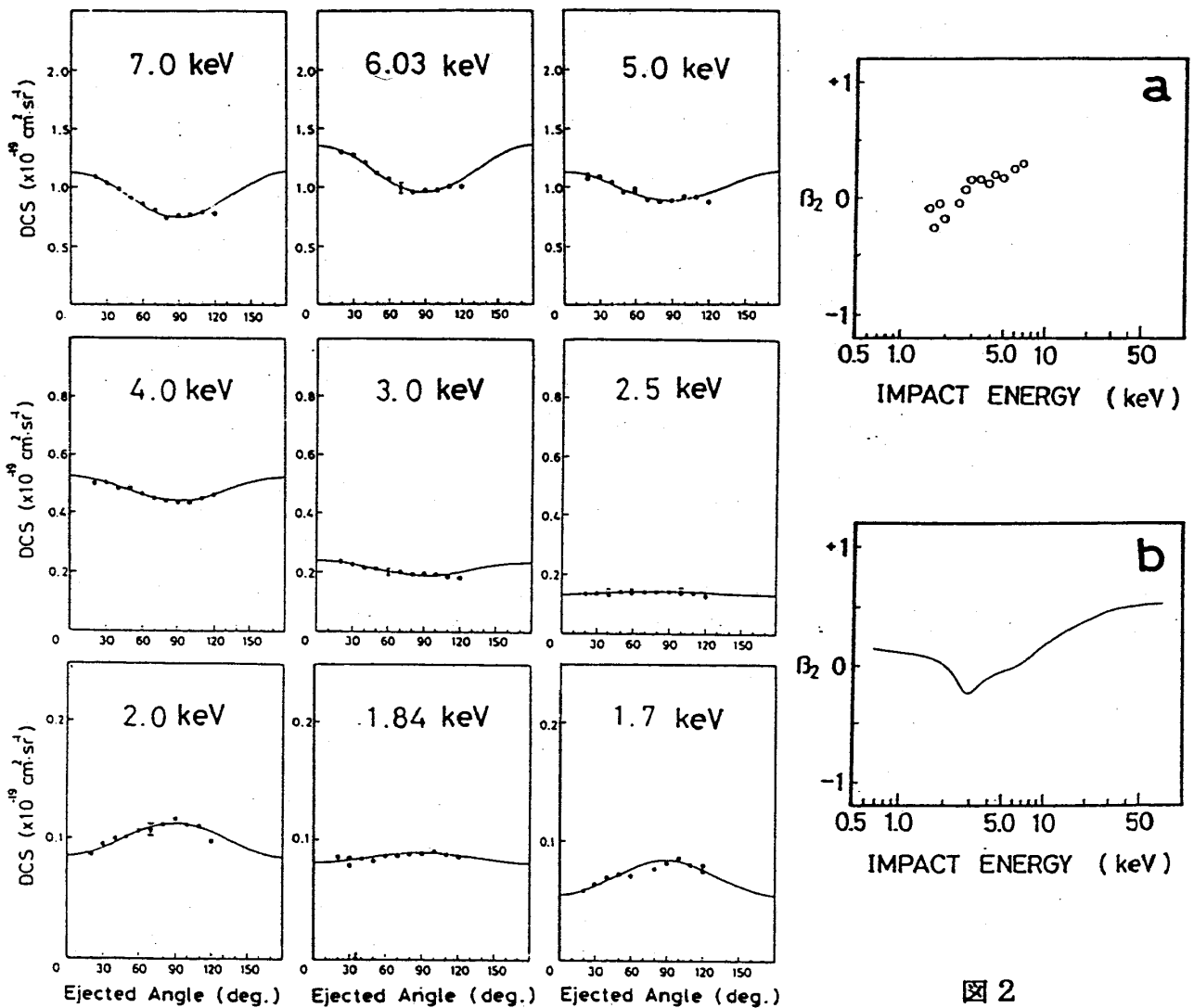


図1 放出電子のDCSの角度分布

図2

a : β_2 の実験値
b : β_2 の理論値

参考文献

- 1) H.A.Sakaue et al, Z.f.Phys.D, in press (1990)
- 2) B.Boskamp, O.Grieblihg, R.Morgenstern and G.Nienhuis, J.Phys.B, 15 3745(1982)