

9. 低エネルギー電子衝撃による Cd 原子スペクトルの偏光特性

鈴木 良 孝

〔はじめに〕

昨年度まで、低エネルギー電子衝撃によるⅡ_B族金属原子の励起発光スペクトルの偏光特性について、ターゲットに Zn 原子 ($Z=30$) を用いて研究を行ってきた。そして、今年度ターゲットに Cd 原子 ($Z=48$) を用い、その励起発光スペクトルについて以下の測定を行った。

- I) スペクトル分光
- II) 励起断面積
- III) 偏光特性
- IV) 偏光度のエネルギー依存性

〔原理〕

基底状態 5^1S にある Cd 原子線にスピ
ン偏極していない低エネルギー電子線を衝突
させ 6^3S へと励起させる。その後、 5^3P_J
($J=0, 1, 2$) へと遷移するが、この時
にスペクトルの放射を伴う。散乱過程とその
threshold 及び放射されるスペクトルの波長
を図 1 に示す。また図中では、図の簡略化の
ため励起状態 $M_J=0$ へのみ矢印が描かれて
いるが、実際には $M_J=-1, +1$ へも同様
に励起が起こる。一般に、 $^1S \rightarrow ^3S$ の励起
過程では、入射電子線がスピ
ン偏極していなければ、励起状態の 3 つのサブレベル (M_J
 $=-1, 0, +1$) は等しい占有率をもつと
考えられる。この場合、放射されるスペクトル
は全く偏光していないはずである。しかし、
我々の測定では数パーセントの偏光が観測さ
れた。

〔実験〕

実験装置の概要を図 2 に示す。まず、Cd
の金属粒を入れた原子炉を $317 \pm 2^\circ\text{C}$ に
加熱し、炉のノズルの先端から Cd 原子線を
噴出させる。その圧力は、推定値で約 $1 \times$
 10^{-11} Torr である。これに、スピ
ン偏極していない低エネルギー電子線 ($E \approx 10$ eV,
 $10 \mu\text{A}$) を衝突させ、その際の励起発光ス
ペクトルを、入射電子線に対し 90° の方向
で光電子増倍管を用いて測定した。スペクトル

〔散乱の素過程〕

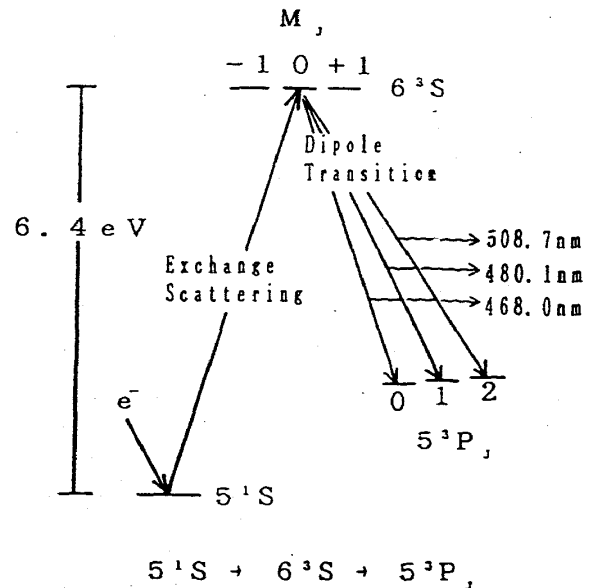


図 1

Cd スペクトルの測定装置

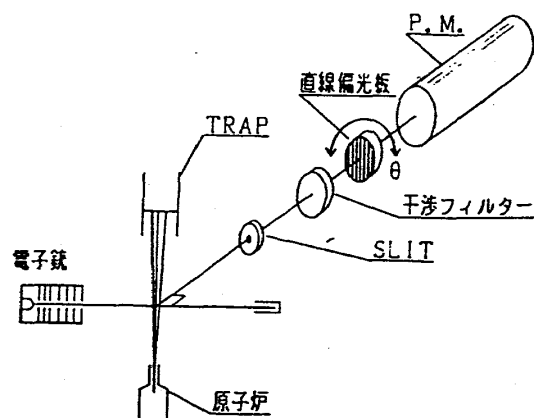


図 2

ルの分光に際しては分光器を用い、その他の実験では干渉フィルターを用いてスペクトルを単色化した。また、偏光特性は、光軸に直角に設置した直線偏光板を回転させることにより測定した。

〔結 果〕

図3はスペクトルの分光の結果である。Grotrian diagram に対応した3本のスペクトルが観察され、その強度比は理論値 1 : 3 : 5 にほぼ一致している。図4は励起断面積の測定結果である。7. 8 Vで鋭く立ち上がり、9. 5 Vでピークとなっている。Grotrian diagram から得られた threshold の値は 6. 4 Vであるので、空間電荷や接触電位による 1. 4 Vの損失が考えられる。そして、図5は3本のスペクトル ($J=0, 1, 2$) についてその偏光特性を比較したものである。各々の偏光度から、励起状態 6^3S について $M_J=0$ の占有率; ρ_0 を独立に計算した結果、良く一致し $\rho_0=0.37\pm0.01$ となった。昨年度までの研究から、Zn をターゲットに用いた場合、 $\rho_0=0.36\pm0.01$ と決定されており、重い原子をターゲットに用いた方が、 ρ_0 が $1/3$ からより大きくずれるといえる。これより、スペクトルの偏光の原因が励起過程における l-s coupling にあると推定される。そして、表1は $J=1$ について入射電子線のエネルギーを変化させ、偏光度との関係を示したものである。これについては、今後データを重ね精度を上げていく必要がある。

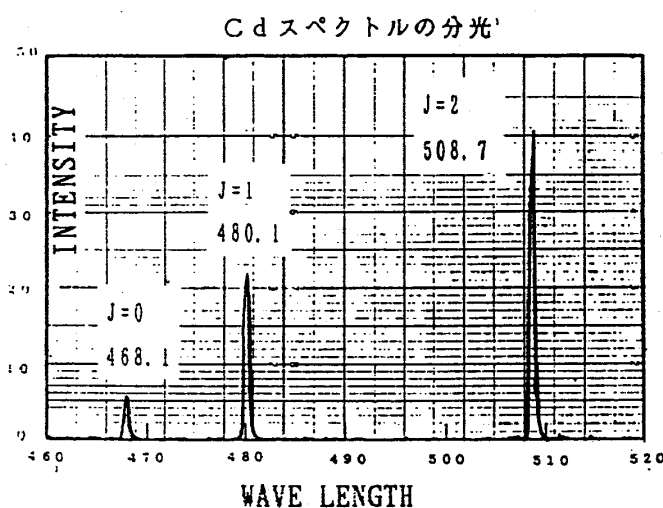


図 3

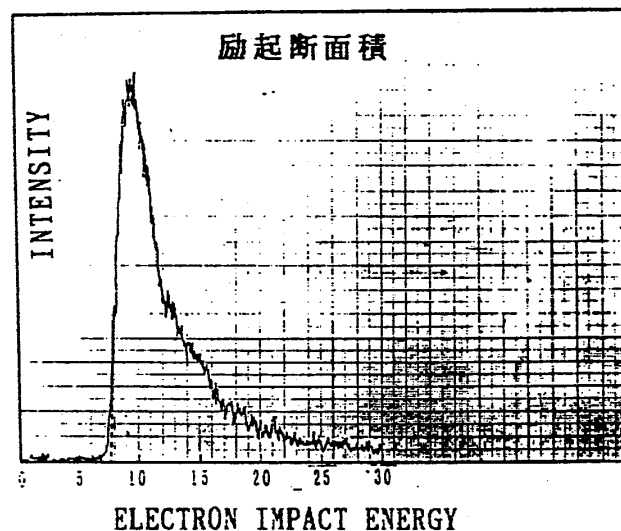


図 4

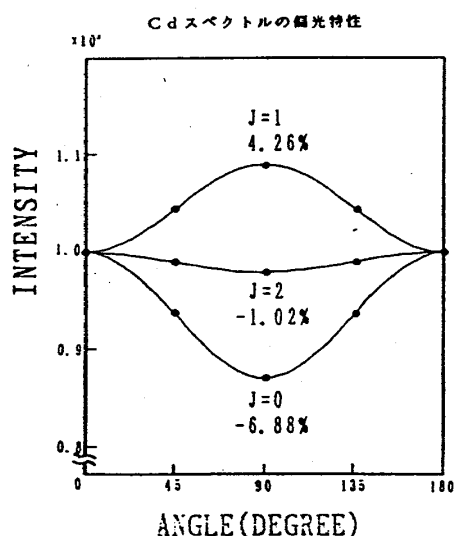


図 5

入射電子線のエネルギーと偏光度の関係

IMPACT ENERGY	偏光度 (%)	占有率; ρ_0
8 eV	3.05 ± 1.11	0.35 ± 0.01
10 eV	4.26 ± 0.71	0.37 ± 0.01
12 eV	4.34 ± 2.47	0.37 ± 0.02
16 eV	2.77 ± 1.23	0.36 ± 0.01

表 1