

NO の電子衝撃による一般化振動子強度の測定

電子物性工学科 佐々木順平

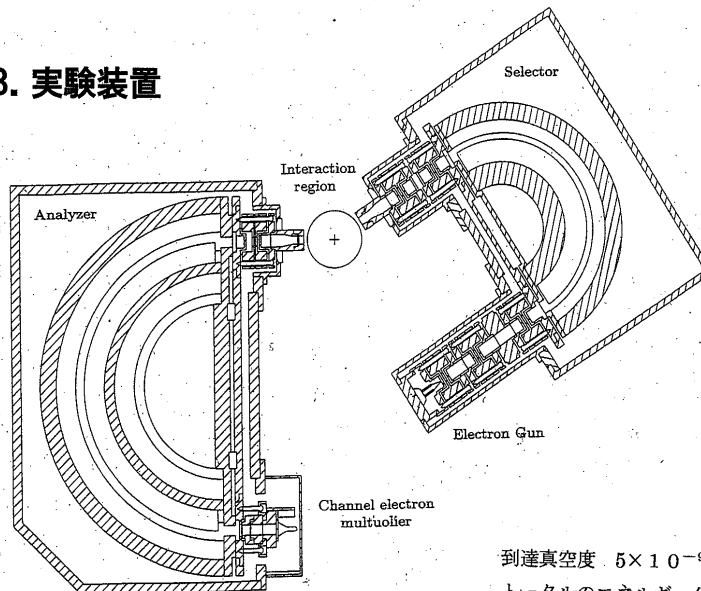
1. はじめに

原子や分子のエネルギー準位の構造を詳しく調べるためには、原子や分子に光子や電子などをあてて（外部エネルギーを与え）その結果起こる現象を調べます。光より高分解能ではないが、電子衝撃では光学的禁制遷移と呼ばれる励起状態に励起させることができます。そして、選択律はゆるやかです。また、光は標的に当てる選択が簡易であり必要とする励起状態に直接励起させることが出来る。つまり、光衝撃実験と電子衝撃実験はそれぞれ得手不得手がある。

2. 方法目的

この実験では電子エネルギー損失法を用います。この方法は、散乱電子のエネルギーを測定するものであり、これより電子エネルギー損失スペクトルが得られます。この実験の目的は分子の反応を知る上で必要な一般化振動子強度を決定することである。用いる標的は NO_x などの環境物質として注目されており、その中で最も簡単な構造を取る NO です。電子を使つての NO の断面積や一般化振動子強度の測定例は非常に少ないです。

3. 実験装置



到達真空度 5×10^{-9} Torr 実験時 8×10^{-6} Torr
トータルエネルギー分解能 50 ~ 75 meV
平均軌道半径 Selector 50 mm Analyzer 80 mm
通過エネルギー Selector 7 eV Analyzer 5 eV

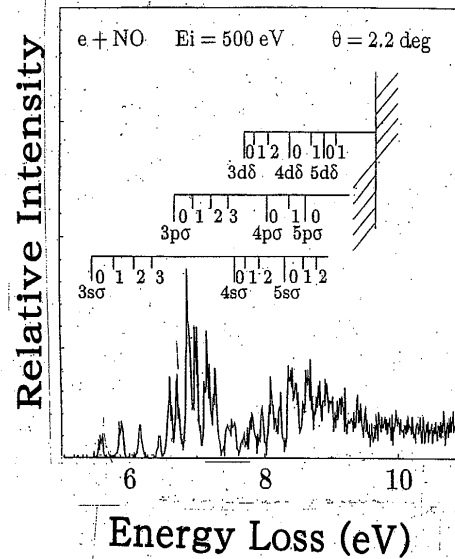
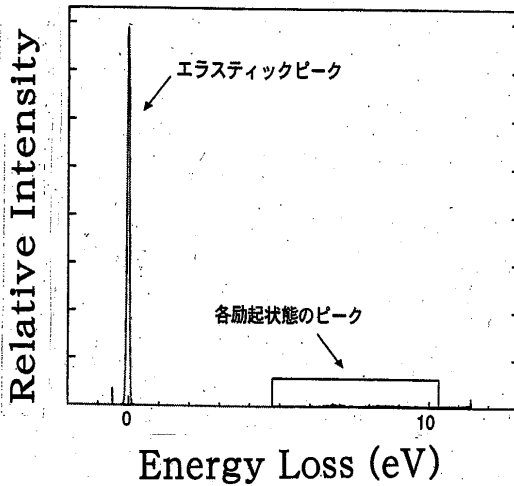
3. 実験装置

電子を打ち出す電子銃部、衝突を起こす衝突領域、および電子を検出する検出器部からなる。これが高い真空が保たれたチェンバーの中に入っている。

電子銃部は電子線を作り出す装置のことであり、ターンテーブルにより様々な散乱角についての実験を行うことが出来る。本実験においてはフィラメント、電子レンズ及びエネルギー選別器からなるものをいう。フィラメントにより電子を放出し、電子レンズによって平行性に優れた電子線を作り出す。そして、エネルギー選別器によって欲しいエネルギーのみを選び出す。選別は半球型アナライザーによりおこなわれる。

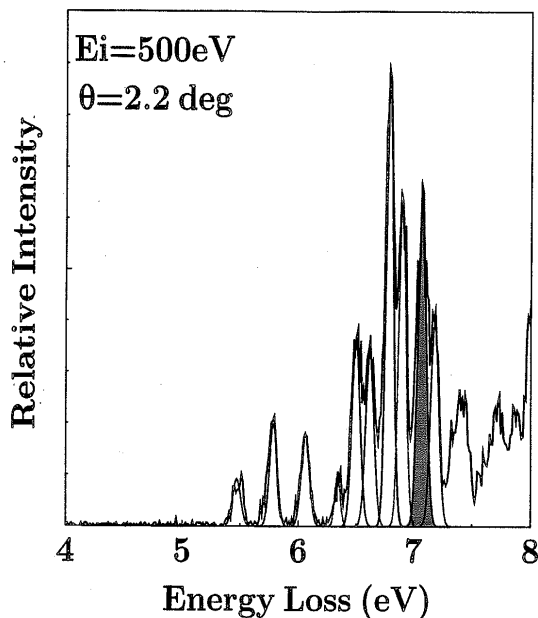
検出器部は電子レンズ、エネルギー選別器、セラトロン(二次電子増倍管)からなる。散乱してきた電子を電子レンズにより収束させ、エネルギー選別器により欲しいエネルギーを持った電子のみを選び出す。そして、再度電子レンズを通すことにより収束させセラトロンにより電子を検出する。セラトロンは少ない電子を増倍させ電流として測るものである。装置のスペックは図右下に示す。

本実験で得られる実験データは下図になる。



NO の Energy-Loss-Spectrum

4. 解析方法



Deconvolution by Gaussian Fitting

この解析は上図の実験結果を用いて行う。これはガウシアン fitting (有限な分解能で一般的なピークの形はガウシアン型になる) により強度を求めた。

角度の補正を行う。〔ターンテーブルを使って散乱角を決定するので、見た目の角度と実際の角度が異なるので補正を行う〕

散乱角 $2.2^\circ \sim 6.2^\circ$ の測定を行った。

相対微分断面積 (RDCS) を求める。

・ 3p ($v = 2$) で行う。

$$RDCS \quad ? \quad \frac{I_{inel}}{I_{el}} \quad ? \quad A \quad ? \quad ?$$

I_{el} ; 弾性散乱のピークの強度

I_{inel} ; 非弾性散乱のピークの強度

$A()$; 角度補正を含んだ NO の弾性散乱の相対微分断面積

〔NO の弾性散乱の角度分布をもとめ、それに角度補正因子をかけたものである。つまり NO の弾性散乱の相対微分断面積である。〕

一般化振動子強度 (GOS) の決定

$$GOS \quad ? \quad \frac{W}{2} \frac{k_i}{k_f} K^2 \quad ? \quad DCS$$

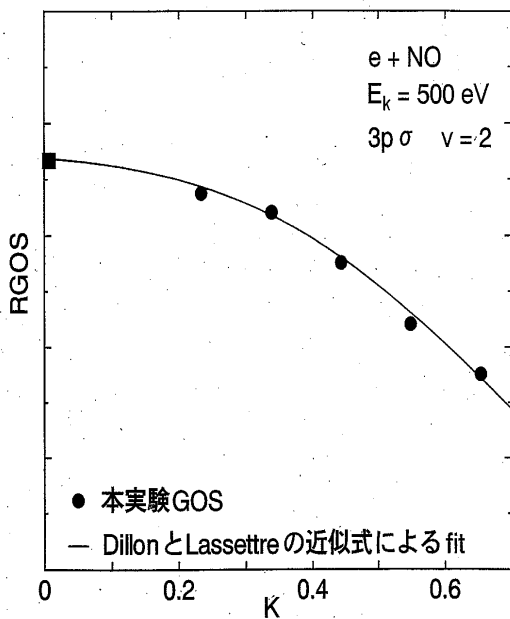
相対一般化振動子強度 (RGOS)

まず RGCS を求めます。そこで、運動量移行 K は 0 に対して極限をとると光学的振動

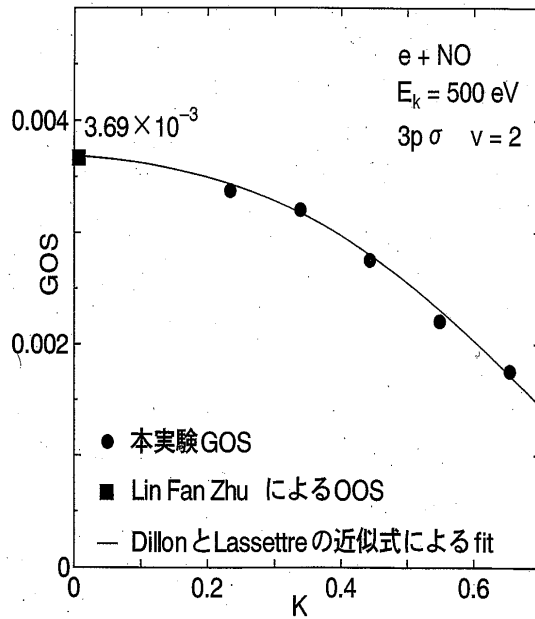
$$RGOS \quad ? \quad \frac{W}{2} \frac{k_i}{k_f} K^2 \quad ? \quad RDCS$$

子強度 (OOS) に一致することを使い RGOS を GOS に規格化 (絶対化) する。下図は測定によってもとめた 5 点から描かれた RGOS と、それを OOS により絶対化した GOS のグラフである。

RGOS



GOS



5. まとめ

これにより、電子エネルギー損失スペクトルから絶対的な一般化振動子強度を求めることができた。