

# 電子衝突による NO 分子の励起微分断面積の測定 1 (実験)

電子物性工学科 山田千樫研究室 斉藤 大輔

## 1 序論

NO 分子は大気汚染物質の主要な分子の 1 つであり、オゾン層破壊や酸性雨などの原因となっており、大気中での光化学過程や上層大気での荷電粒子との衝突によりさまざまな化学反応を起こす。しかし NO の性質や特定の反応の頻度を知る為に必要な、反応の断面積や振動子強度などの基礎データは不足している。

分子の性質などを調べるためには、電子状態を変化させる  $1\text{eV}\sim 100\text{eV}$  のエネルギー領域で連続的にエネルギーを掃引する方法をとる。このような方法には光吸収分光などの光を用いた方法や、電子エネルギー損失スペクトル法などがある。光吸収スペクトルは高分解能だが光学的許容遷移のみで禁制遷移は測定できない。それに対してエネルギー損失スペクトルでは分解能はそれほど高くないが、光学的禁制遷移も観測できるという特徴がある。

電子と分子の衝突過程には弾性散乱や非弾性散乱などいくつもの種類がある。弾性散乱では標的分子の内部状態は変化しないので、入射電子の運動エネルギーも変化せずただ方向だけが変えられる。非弾性散乱では広い意味で標的分子の内部状態が変化し、散乱後の電子は標的分子の内部エネルギーが変化した分だけ運動エネルギーも変化する。エネルギーが決まった電子線を入射させ散乱後の電子の運動エネルギーの変化を調べることは、衝突の種類を区別する重要な手掛りとなる。

本研究では NO 分子のエネルギー損失スペクトルを測定し、得られた結果から励起微分断面積と一般化振動子強度を決定することを目的とした。

## 2 実験装置

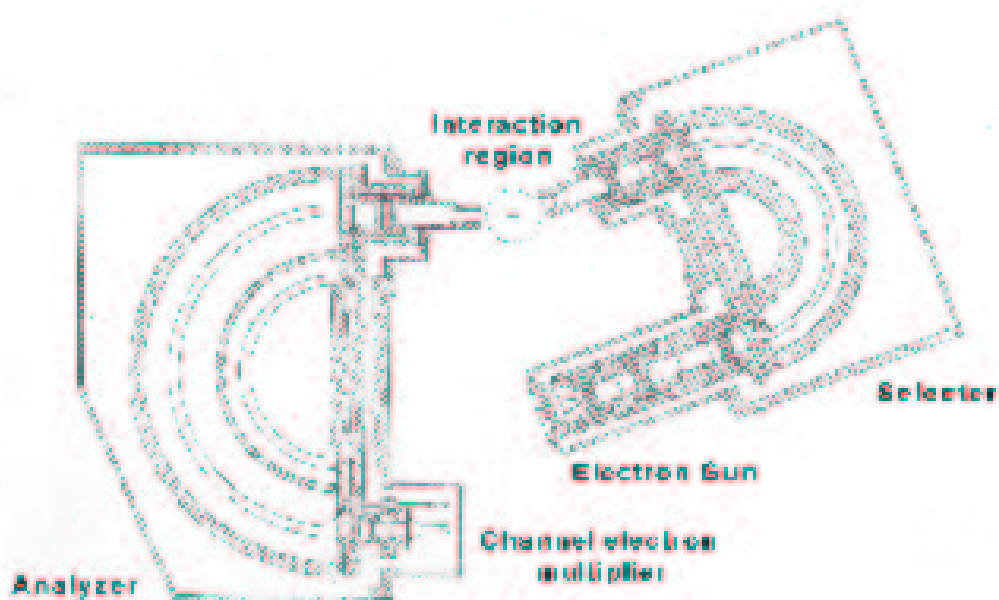


図 1: 実験装置

実験装置の概略図を図 1 に示す。

装置は電子銃、セクター、衝突領域、アナライザー、検出器およびそれらを結合する電子レンズ系、スリット系からなる。セクターとアナライザーは擬似半球型で、軌道半径はそれぞれセクターが 50mm、アナライザーが 80mm である。

フィラメントから熱放出した電子のエネルギーをセクターによって単色化したのち、必要な衝突エネルギーまで加速もしくは減速して標的ガスと衝突させる。ある散乱角に散乱した電子はアナライザーによってエネルギー分析され、エネルギー損失の関数としてコンピュータに蓄積される。

## 3 実験手順

1)、NO の弾性散乱の相対微分断面積の決定

はじめに NO の弾性散乱の相対微分断面積  $RDCS_{el}(\theta)$  を式 (1) より決定する。

$$RD_{el}(\theta) = RD_{el}(\theta) * r(\theta) \quad (1)$$

そのためにまず角度補正因子  $r(\theta)$  を式 (2) より決定する。角度補正因子というのは、この装置の特性を角度ごとに補正するものである。

$$r(\theta) = \frac{TDCS_{2^1P}(\theta)}{RD_{2^1P}(\theta)} \quad (2)$$

ここで、 $TDCS(\theta)$  は Lassette 等による測定値を用いた。

まず He、 $N_2$  の角度分布を測定し、その結果ターゲットガスによる違いはなかったので、He の  $2^1P$  の相対分布  $RD_{2^1P}(\theta)$  を式 (3) より求めた。

$$RD(\theta) = \frac{I(\theta)}{I(4^\circ) + I(-4^\circ)} \quad (3)$$

この結果から  $r(\theta)$  を求めた。

次に NO の弾性散乱の相対分布  $RD_{el}(\theta)$  を同様に式 (3) より求めた。これらの結果から式 (1) を用いて NO の弾性散乱の相対微分断面積を決定した。

## 2)、NO のエネルギー損失スペクトルの測定

次に NO のエネルギー損失スペクトルを衝突エネルギー 500eV、散乱角  $2.2^\circ \sim 6.2^\circ$  の範囲で  $1^\circ$  ごと計 5 点測定した。

## 4 結果

NO の弾性散乱の相対微分断面積のグラフを図 2 に示す。横軸は角度、縦軸は断面積である。NO のエネルギー損失スペクトルのグラフを図 3 に示す。上が  $2.2^\circ$ 、下が  $6.2^\circ$  で左が全体図、右が非弾性散乱の部分の拡大図である。横軸は energy loss、縦軸は counts である。分解能は約 60meV である。

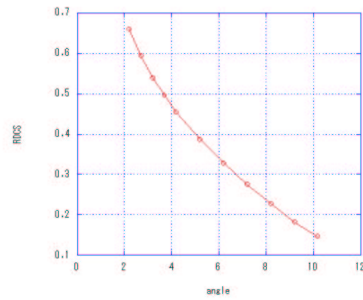


図 2: NO の弾性散乱の相対微分断面積

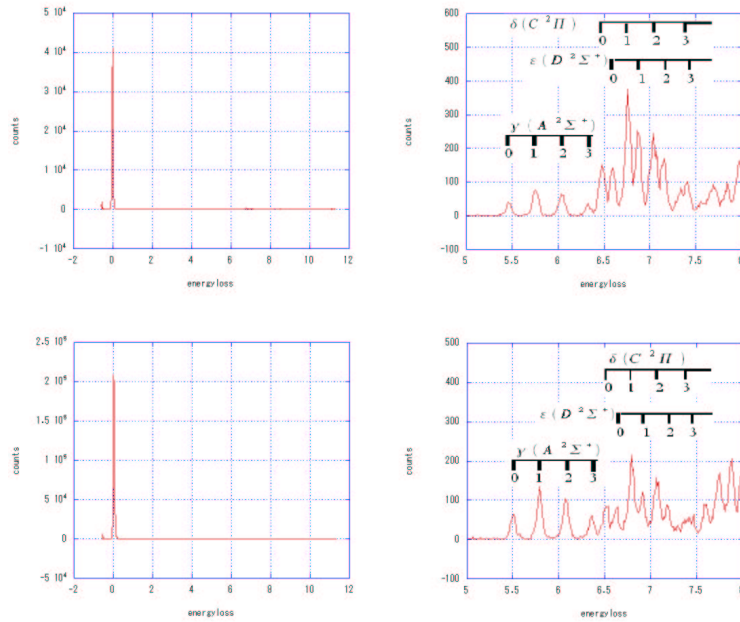


図 3: NO のエネルギー損失スペクトル

## 5 まとめ

まず NO の弾性散乱の相対微分断面積をもとめた。次に NO のエネルギー損失スペクトルを衝突エネルギー 500eV、散乱角  $2.2^\circ \sim 6.2^\circ$  の範囲で計 5 点測定した。そのスペクトル中のピークの相対比から微分断面積と一般化振動子強度を求めることができる。その方法については報告 2 の解析で説明する。