

電子衝突による Ar の $3s3p^6np(n=4,5)$ への 励起スペクトルの測定

大谷俊介研究室 0213101 宮崎 優

[はじめに]

原子や分子の励起状態のうち、そのエネルギーがイオン化エネルギーより高いような状態（2電子励起状態、内殻励起状態など）は自動電離をおこしてイオン化する。電子衝突による原子の電離過程において、このような自動電離を介する過程と直接電離する過程が干渉を起こし、その結果散乱断面積にピークやディップ、あるいは非対称構造が現れることがある。この時、非対称性を表す量として形状因子 q がよく用いられる。 q は間接過程と直接過程の位相差と密接に関連した量である。本研究では、Ar の $3s3p^6np(n=4,5)$ 状態への内殻励起に関して、電子エネルギー損失分光を用いて実験を行い、形状因子 q の値を求めた。また、求められた q 値と運動量移行の大きさ K^2 との関係を調べた。

[目的]

Ar の内殻励起状態について、スペクトルの非対称性を表す量である形状因子 q の値を、エネルギーと散乱角を変えて q の変化を見た実験は過去に見られなかった。そこで Ar の励起スペクトルを測定し、形状因子 q を求め、運動量移行 K^2 との依存性を調べる。[原理]

本実験で用いた**電子エネルギー損失分光法**（electron energy loss spectroscopy）は、あるエネルギー E_0 を持った電子を標的に入射させ、衝突後散乱された電子のエネルギー E_m を測定するものである。衝突前後でエネルギー保存則が成立するので

$$E_0 = E_m + \quad (\quad : \text{標的に与えられたエネルギー})$$

が成り立つ。ここで \quad がエネルギー損失、すなわち励起エネルギーに対応するので、横軸にエネルギー損失、縦軸に検出された電子の強度を書いたエネルギー損失スペクトルは、本質的には光の吸収スペクトルに対応する。また入射電子の運動量ベクトルと散乱された電子の運動量ベクトルの差を運動量移行と呼ぶ。この大きさ K^2 は、散乱角 θ を用い、 $K^2 = k_i^2 + k_f^2 - 2k_i k_f \cos \theta$ （ k_i 、 k_f は、それぞれ入射及び散乱電子の運動量ベクトル）と表される。

[実験装置]

図1に本実験で使用した実験装置概略図を示す。電子を打ち出す電子銃部、入射電子エネルギーを選別するセクター部、入射した電子が標的と衝突を起こす衝突領域、散乱してきた電子のエネルギーを分析するアナライザー部、検出部からなっており、これらによって電子エネルギー損失スペクトルを測定できるようになっている。

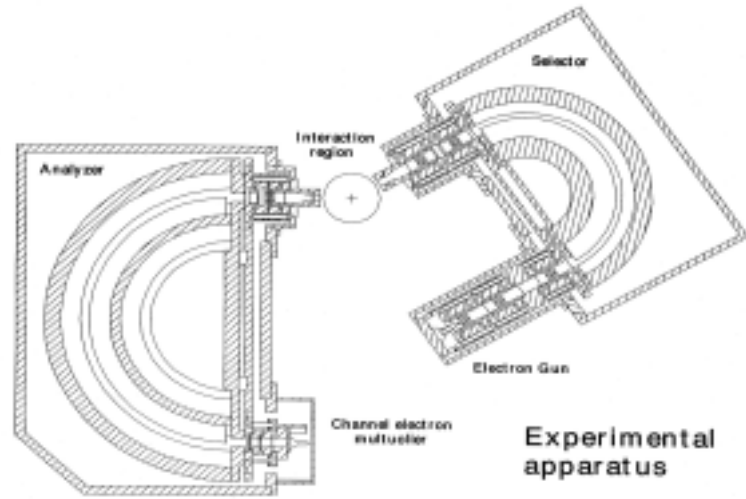


図1 実験装置概略図

[実験結果]

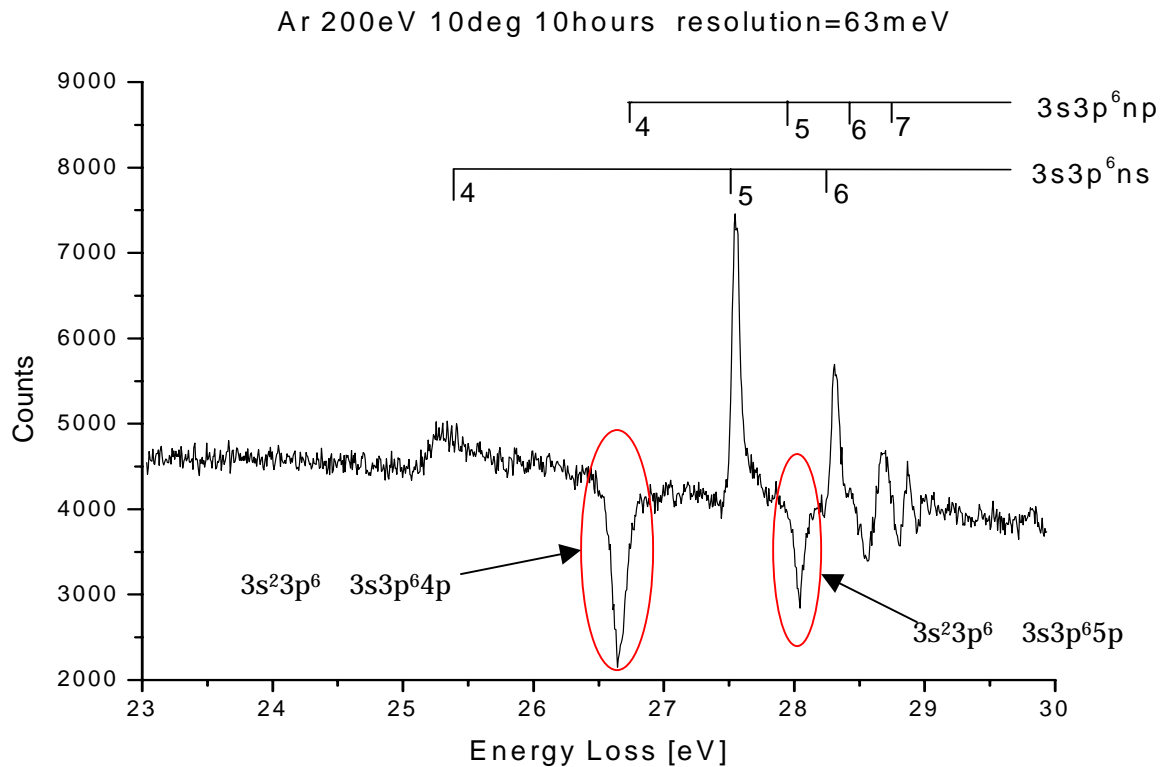


図2 Arのスペクトル

図2は衝突エネルギー200eV、散乱角 10deg の場合のエネルギー損失スペクトルである。横軸がエネルギー損失、縦軸が積算した信号数になっている。光学的禁制遷移が多数観察できる。今回の研究で注目したのは赤で囲まれた領域にある内殻励起状態である。この二つのスペクトルに対して散乱角を 3deg, 5deg, 7.5deg, に変化させ励起スペクトルを測定し、fitting して形状因子 q を求め、運動量移行の大きさ K^2 との依存性を調べた。

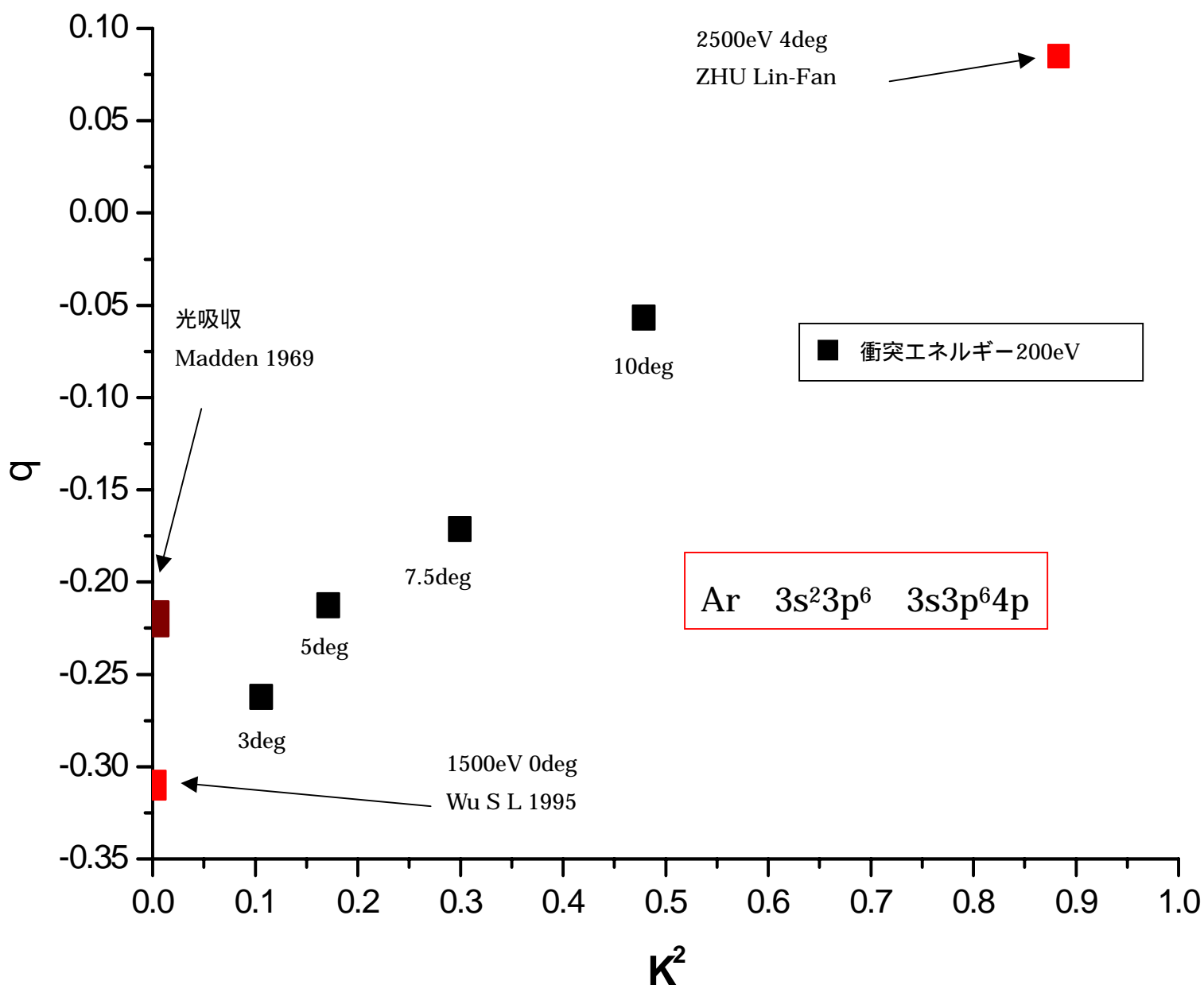


図3 形状因子 q の運動量移行の大きさ K^2 との依存性

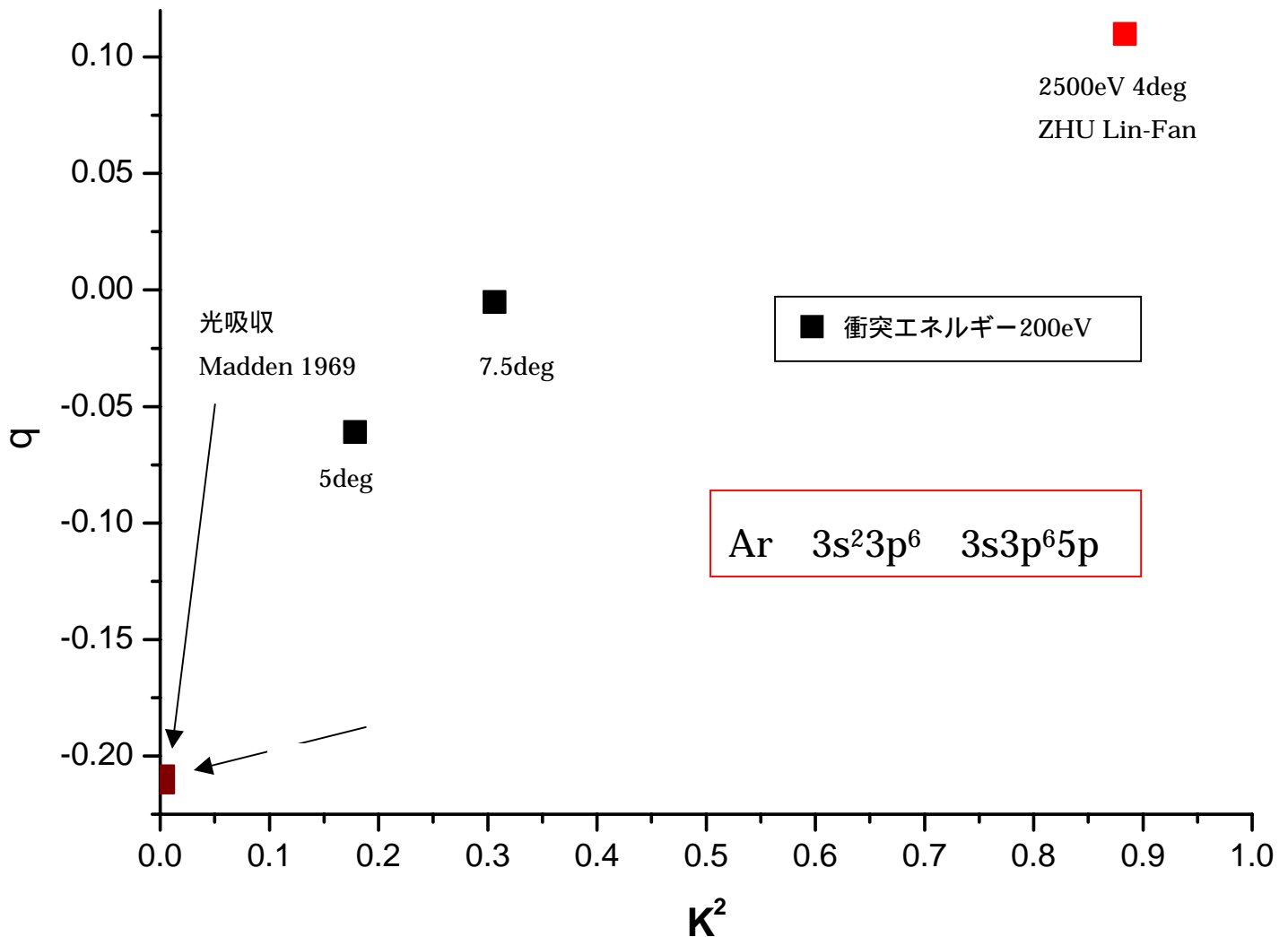


図4 形状因子 q の運動量移行の大きさ K^2 との依存性

図 3,4 は Ar の励起スペクトルについて横軸を運動量移行 K^2 、縦軸を形状因子 q として q の運動量移行 K^2 依存性をみたものである。光吸収は $K^2=0$, 入射エネルギーが 1500eV, 散乱角 0deg の電子衝突では近似的に K^2 をゼロとしている。図4に関して衝突エネルギー200eV 散乱角 3deg, 10deg の形状因子 q の値は fitting がうまくいかず値が出なかった。これらのグラフ、特に図3をみると形状因子 q は運動量移行 K^2 に依存していることが分かる。

[まとめと課題]

形状因子 q は運動量移行の大きさ K^2 に依存していることが分かった。
他の励起状態についても形状因子 q を求め運動量移行との依存性を調べる。