

氏名	川 面 澄 かわ つら きよし
学位の種類	理 学 博 士
学位記番号	論 理 博 第 611 号
学位授与の日付	昭 和 53 年 5 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	X-RAY EMISSION SPECTRA INDUCED BY ION- ATOM COLLISIONS (イオン-原子衝突によるX線スペクトルの研究)

論文調査委員 (主査) 教授 大杉治郎 教授 恩地 勝 教授 広田 襄

論 文 内 容 の 要 旨

電子あるいは、イオンの衝突によって、固相原子の内殻電子が放出され出来た空孔へ外殻電子が遷移することに伴う電子の放出（オージェ過程）や、特性X線の放射がおこる。

イオンの衝突によるX線の放出は、1912年 Chadwick により α 線を用いて実証されているが1960年代になって、高エネルギー加速器や半導体検出器の開発によって、急速な進歩をしつつある分野である。

申請者は、日本原子力研究所の2MVのVande Graaff加速器を用い0.25~20MeVのH, He, N, NeおよびArのイオンを発生して、試料固体に入射し、発生するX線を分光し、測定することによって、単一および二重K殻X線の性状を吟味した。

主論文第1部においては、イオン衝突によるBe, BおよびO原子より発生するX線スペクトルを測定して、単一および二重K殻電離断面積のエネルギー依存性を検討している。

まず、HおよびHeイオンの衝突によるBe, BおよびO原子よりのKX線スペクトルは、主線および超衛星線よりなり、そのエネルギーはHartree-Fock-Slater法による計算結果と、よい一致を示すことを論じている。

このX線スペクトルと、X線収量の絶対値より、単一および二重K殻電離断面積を求めることが出来る。単一K殻断面積に関する電離は、入射イオンと、標的原子の内殻電子との直接のクーロン相互作用によると考えてよく、これに基づいてUniversalな励起曲線として、表わすことが出来て、実験結果とよい一致を示した。このことは、Particle Induced X-ray Emission法による微量元素分析などの応用において、有用になってくる。

二重K殻電離については、HおよびHeイオンによる衝突断面積の比をとって、 $E/\lambda U$ (E :入射イオンのエネルギー、 λ はイオンと電子の質量比、 U は標的原子のK殻の結合エネルギー)の関数としてプロットすると一定になることを見出している。

この事実は、K殻の二重電離は、電子間の相関を無視して、独立な事象として取扱えることを示してい

て、一般的に、二重K殻電離断面積が、入射イオンの電荷Zの4乗に依存することを、実験的に明らかにしたものである。

重イオンによるK殻電離については、イオン自身に伴う多くの電子があり、単純電荷とはみなせない。この場合には、イオンと標的原子は、一時的に、準分子状態を形成すると考える必要がある。このためK殻電離断面積は、入射エネルギーに依存し、エネルギーの増加と共に、大きくなることを実証している。

特に、NイオンによるB原子のK殻電離について、回転結合 (Rotational Coupling) として、理論と実験とが対応していることを明確にしている。この二重K殻電離断面積値は、初めての数値として重視されている。

主論文2部は、第1部における内殻電離機構に関する基礎研究の発展として、重イオン衝突によるX線スペクトルに対する化学結合や多電離の影響を吟味したものである。

Be と BeO, B と BN とのNイオンの衝突によるK殻X線については、主線、超衛星線の低エネルギーへの Chemical Shift と共に、高エネルギー側に、サテライト・ピークが現われる。これらについて、それぞれの原子のエネルギー準位ならびに化学結合の効果を考慮して、遷移機構を提示している。

また、Cr, Mn, Fe および Co を標的として、軽イオンおよび重イオン衝突によるX線スペクトルの測定をLX線に拡張し、L, MおよびN殻における多重電離による機構を提示している。

論文審査の結果の要旨

加速された高エネルギーのイオンを、標的原子に衝突させると、電子やX線の放出が起こる。イオンのエネルギーや種類により、また標的原子によって、この現象が変わってくる。X線の放出は1912年に発見されているが、近年になって、実験技術の進歩によって、急速に研究が進展して国際的な関心が払われている。

申請者は、原子力研の2MVのVan de Graaff加速器を用い、0.25~20MeVのH, He, N, Ne およびArのイオンを発生し、試料に投射して発生するX線を分光し、測定することによって、単一および二重K殻X線の性状を吟味したのである。

主論文第1部においては、イオン衝突によるBe, B, およびO原子より発生するX線を測定して、単一および二重K殻電離断面積のエネルギー依存性を検討している。

すなわち、これらのX線スペクトルと、X線収量の絶対値より電離断面積を求めると、単一の場合には、クーロン相互作用のみによって考えて一般的な励起曲線が描かれ、実験とよく一致することを示している。この結果は、Particle Induced X-ray Emission 法による微量元素分析への応用が有効になってくる。

二重K殻電離については、電子間の相関を無視して取扱えることを明確にし、その電離断面積が入射イオンの電荷の4乗に依存していることを、実験的に初めて証している。

重イオン、すなわちN, Ne, ArのイオンによるK殻電離については、イオン自身が伴う多くの電子があり、イオンと標的原子は一時的に準分子状態を形成すると考える必要がある。このため、K殻電離断面積は、入射エネルギーに依存し、エネルギー増加と共に、断面積が大きくなることを実証している。ここで求めた二重K殻電離断面積の数値は、初めての値として、国際的な寄与をしている。

第2部は第1部の発展として、重イオン衝突によるX線スペクトルに対する化学結合や多重電離の影響を吟味したものである。

Be と BeO, B と BN とのNイオンの衝突によるK殻X線スペクトルの主線および超衛星線の低エネルギーへの Chemical Shift および高エネルギー側のサテライト・ピークの出現について、エネルギー準位ならびに化学結合の効果を考慮して遷移の過程を提示している。

また、Cr, Mn, Fe, および Co を標的とした場合のX線スペクトルについては、L, M, およびN殻における多重電離による機構を提示して明確にしている。

参考論文は14篇あって、主としてイオン衝突による効果に関するもので、申請者の学識の広く深いことを示しており、主論文とあわせて、この分野の研究の進歩に寄与するところが少なくない。

よって、本論文は理学博士の学位論文として価値あるものと認める。