

8. アルカリ土類イオンの電子衝突多重電離断面積の測定

住田太志

はじめに

荷電粒子同士の衝突に関する研究は、プラズマ物理の基礎となるもので、特にプラズマ核融合や天体プラズマの研究に有益なデータを供給する。電子衝突による Ca^+ 、 Ba^+ の電離断面積は Ca^+ については1重電離⁽¹⁾、 Ba^+ については1重電離⁽²⁾・⁽³⁾・⁽⁴⁾及び2重電離⁽⁴⁾についてすでに測定されている。本実験では交差ビーム法を用いた実験装置でこれまで測定されていない Ca^+ の2重電離

及び Ba^+ の3重電離

の電離断面積の測定を行なった。 Ba^+ ($4s^2 4p^6 4d^1 5s^2 5p^6 6s^1$)のように内殻に4d電子をもつイオンは断面積に特徴的なふるまいがある。図1は Ba^+ の2重電離断面積である。これを見ると、衝突エネルギー130eV付近に4d電子電離の寄与によると思われる特徴的な構造を持っていることがわかる。 Ba^+ の3重電離においても4d電子電離による断面積の寄与がありうるので、測定に当たっては4d電離のしきい値付近からの断面積の立ち上がりや2重電離のときのようなピークの有無、などに注目した。

実験装置

図2に実験装置を示す。実験装置は2つの真空槽からなっている。Ion Source Chamberは10インチ油拡散ポンプで 3×10^{-8} Torrまで排気され、Collision ChamberはTMPとクライオポンプで 5×10^{-9} Torrまで排気されている。イオン源は表面電離型でオープンで約550℃に加熱された試料金属は蒸気となり約1700℃に加熱されたRe製のIonizerで表面電離をして+1価のイオンになる。このイオンは加速されてCollision Chamber内に入りそこで熱放出型の電子銃から放出、加速された電子と直角に交差衝突する。衝突領域を出たイオンは平行平板型価数分析器に入り、それぞれの価数のイオンに分けられて元の価数のイオンはファラデーカップで、生成イオンは二次電子コンバーター付きのセラトロンで検出される。またDouble Beam Chopping法を用いることにより、真の信号とノイズ信号が分けられて計数される。さらに衝突領域に可動式のスリットを置き、形状因子(Form Factor)の測定を行なって断面積の絶対値を決定している。実験中イオンビームは約20nA、電子ビームは加速エネルギー100eVで約0.1mAの強度が得られている。

実験結果

図3及び図4にそれぞれ Ca^+ の2重電離及び Ba^+ の3重電離断面積の実験結果を示す。 Ca^+ の二重電離断面積は内殻3s電子電離の寄与と思われるしきい値あたりからの立ち上がりがみられる。 Ba^+ の3重電離断面積は4d電子電離のしきい値付近からの立ち上がり

がはげしい。しかしBa⁺の2重電離のときに見られたようなピークは見られなかった。

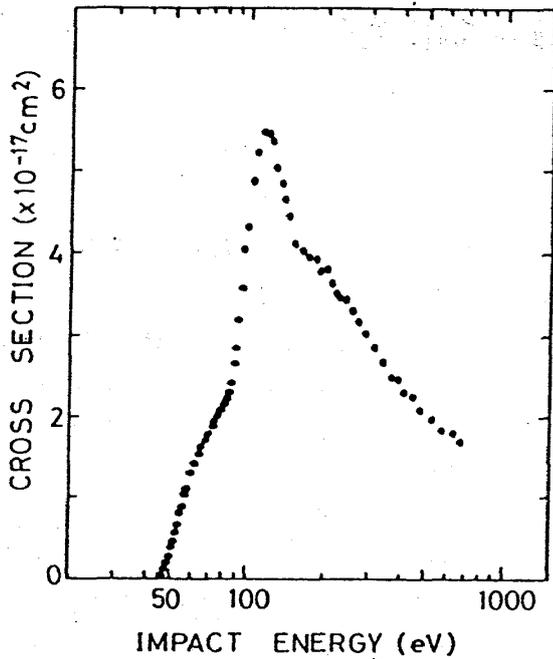


図1. Ba⁺の2重電離断面積

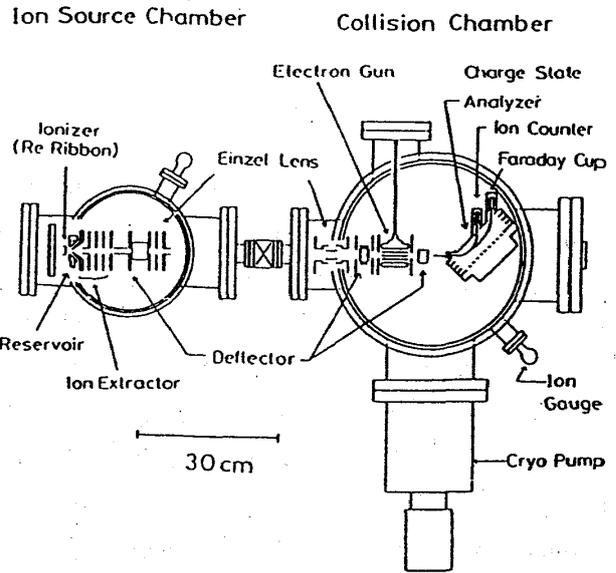


図2. 実験装置

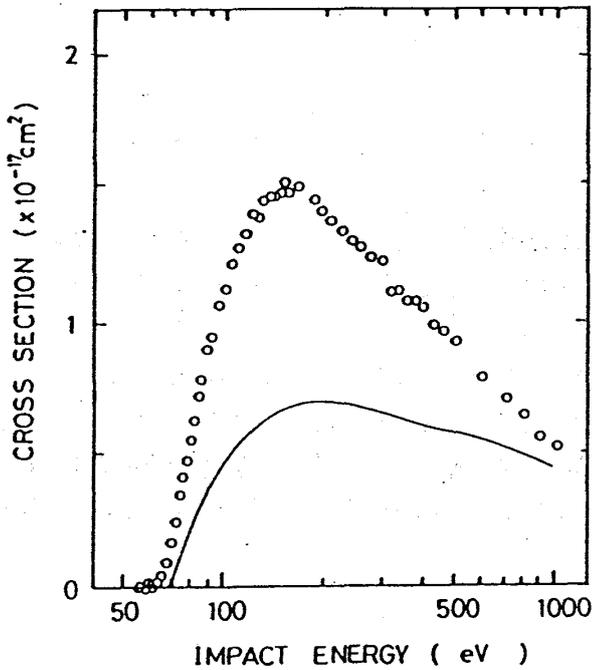


図3. Ca⁺の2重電離断面積.
実線は3s電離+2p電離をLotz
の式⁽⁵⁾で計算したもの

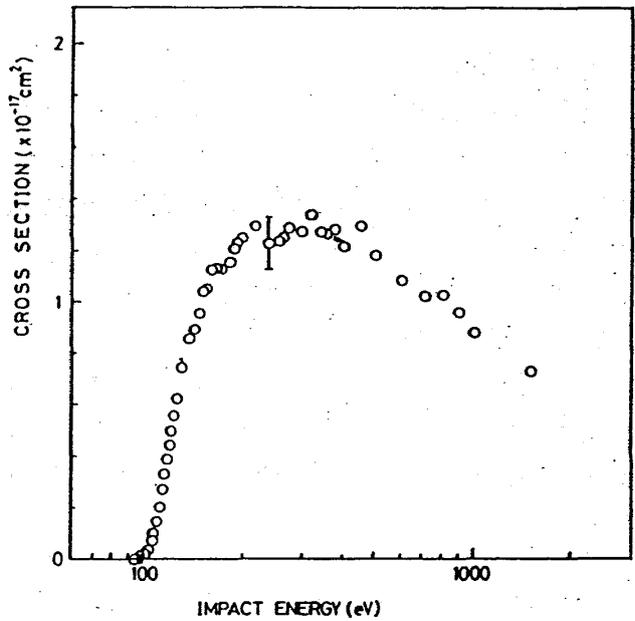


図4. Ba⁺の3重電離断面積

参考文献

- (1) B. Peart and K. Dolder, J. Phys. B8 (1975) 56.
- (2) B. Peart and K. Dolder, J. Phys. B1 (1968) 872.
- (3) R. K. Feeney, J. W. Hooper and M. T. Elford, Phys. Rev. A6 (1972)
- (4) 平山孝人 博士論文 (1987)
- (5) Z. Lots, Z. Phys. 216 (1968) 241