

Title	パイ中間子原子における原子遷移及びパイ中間子の核吸収反応
Author(s)	篠原, 厚
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	<a href="http://hdl.handle.net/11094/34624">http://hdl.handle.net/11094/34624</a>
DOI	
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/repo/ouka/all/>

氏名・(本籍)	しの 篠	はら 原	あつし 厚
学位の種類	理	学	博 士
学位記番号	第	6 7 8 0	号
学位授与の日付	昭和 60 年 3 月 25 日		
学位授与の要件	理学研究科 無機及び物理化学専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当		
学位論文題目	パイ中間子原子における原子遷移及びパイ中間子の核吸収反応		
論文審査委員	(主査) 教授 馬場 宏	(副査) 教授 池田 重良 教授 千原 秀昭	

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文では、パイ中間子原子における強い相互作用と超微細相互作用がパイ中間子 X 線へ及ぼす影響、及び、パイ中間子の原子核による吸収とそれにつづく核壊変についての研究について述べる。

一般に中間子原子では、中間子の質量が電子に比べ大きいため、核に非常に近く（もしくは内側）まで近づき、またその遷移エネルギーも核のそれに匹敵する程大きくなる。その結果、核の密度分布や構造が中間子の準位に影響し、また動的超微細相互作用による核励起現象も起こる。さらにパイ中間子原子では、核とパイ中間子の強い相互作用が内殻で支配的となり、X 線のエネルギーや収率に影響する。本研究ではまず、Ti, As, Ag, I, Bi の 5 元素についてパイ中間子 X 線を測定し、これらの影響を調べた。その結果、X 線の収率変化は強い相互作用による吸収の寄与を含めたカスケード計算によりほぼ説明されることが見出された。また強い相互作用によるエネルギーシフトも理論計算とよく一致した。さらに、X 線ピークのテイル付近の精密解析により As の 3 p 及び Ag の 4 d 準位のエネルギーシフト（それぞれ、 $-1.38 \pm 0.36$  keV,  $-1.48 \pm 0.26$  keV）が初めて観測された。

パイ中間子原子における核励起現象は、強い相互作用による内殻での吸収のため一般には観測されない。しかし共鳴条件が満たされる場合には例外的に起り得ると考えられる。そのため核励起現象による X 線異状の有無を調べた。また、これに関連して、通常の原子で同様の条件で起こる電子遷移による核励起 (NEET) についても研究した。その結果、 $^{197}\text{Au}$  について核励起を検出し、NEET 確率  $P = (1.8 \pm 1.5) \times 10^{-4}$  を得た。さらに他の結果を合せて、パイ中間子原子の場合と比較した。

次に、 $^{209}\text{Bi}$  についてパイ中間子の核吸収反応を調べた。パイ中間子はその軌道と核とが重なる所で強い相互作用により核子対に吸収され、核はその静止質量エネルギー (140 MeV) に相当する励起を受け

壊変する。この反応は、これまで多く研究されているが、本研究では特に生成物収率に加え、核分裂確率を測定し壊変半ばで系が熱平衡に達した時点での状態を押えることにより反応機構を探ることを試みた。得られた核分裂確率と生成物収率の分布から、この反応は早い段階で速粒子放出によりエネルギーを失ない、熱平衡時の平均エネルギー（ $\sim 50\text{MeV}$ ）は初期のエネルギー（ $140\text{MeV}$ ）と比べてかなり小さいことが分った。この反応は、核表面近くでの核子対による吸収に始まり、粒子の前平衡過程におけるエスケープを経て、最後に熱平衡状態での粒子蒸発と核分裂の競争による壊変という描像に基づいた理論計算により非常によく説明されることが示された。

### 論文の審査結果の要旨

本論文は、静止  $\pi^-$  中間子の原子捕獲によって生成する  $\pi^-$  中間子原子の原子遷移過程と、それに引き続いて起る  $\pi^-$  中間子の原子核への吸収、さらに吸収によって励起された原子核の壊変現象を一貫して研究するものである。

篠原君は、種々の元素を対象として、 $\pi^-$  中間子原子における  $\pi^-$  軌道遷移に基づく X 線のインビーム測定を行い、得られた X 線スペクトル中の微細構造を定量的に解析する手法を確立した。これにより、原子遷移に関与する種々の相互作用の理論的取扱いと対比されるべき基礎データを求めることを得た。これらの基礎データを基に、種々の相互作用を定量的に解析し、各々の寄与の程度を明らかにした。

カスケード遷移によって内殻軌道に落ち込んだ  $\pi^-$  中間子は原子核に吸収される。その際の原子核の励起過程、さらに励起状態に押し上げられた原子核の壊変の詳細を探ることを目的として、次に篠原君は Bi を標的核に選び、インビームならびにオフビーム  $\gamma$  線スペクトロメトリーによる壊変生成核の分布と生成量の測定と固体飛跡検出器を用いる核分裂収率の測定とを組み合わせた実験を行った。その結果、静止  $\pi^-$  中間子の吸収にしては予想外に多数の中性子の放出と高い角運動量の持ち込みが行われることが確認された。この実験結果に対して、篠原君は  $\pi^-$  中間子の核吸収にはじまる全壊変過程を記述するモデルを提唱し、このモデルがすべての観測結果を矛盾なく説明し得ることを示した。

以上のように、篠原君の論文は  $\pi^-$  中間子原子の原子遷移と、軌道  $\pi^-$  中間子と原子核との相互作用に関して一貫性と説得力に富む描像を与えたものであり、理学博士の学位論文として十分価値あるものと認める。