

Title	Achievement of High Resolution Nuclear Study Using a Magnetic Spectrograph System
Author(s)	Fujita, Yoshitaka
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	http://hdl.handle.net/11094/24340
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名・(本籍)	藤 田 佳 孝
学位の種類	理 学 博 士
学位記番号	第 5 7 9 5 号
学位授与の日付	昭和 57 年 9 月 30 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	反応粒子スペクトログラフの高分解能達成と原子核研究
論文審査委員	(主査) 教授 池上 栄胤 (副査) 教授 松田 久 教授 江尻 宏泰 教授 長島 順清 助教授 森信 俊平

論 文 内 容 の 要 旨

サイクロトロンで加速される 100 MeV 内外の陽子, α 粒子等を使用し, 一万分の一程度のエネルギー高分解能での原子核反応研究のため, 反応粒子スペクトログラフが, 大阪大学核物理研究センターに設置された。この性能を十分に活用するためには, 粒子光学的に最適の使用方法を確立し, また検出器系も, スペクトログラフの高性能に見合ったものとする必要がある。

高分解能反応粒子スペクトログラフでは一般に, 高分散に加えて粒子捕集立体角を大きくとるために, 運動学的効果により像が広がり, 分解能の低下を招く。これを補正するため, このスペクトログラフには, 多重極磁場発生装置が装着されている。種々の運動学的条件に対し, 常に最適の補正を行ない, 高分解能を保証するよう, 実験的な粒子軌道追跡を行なった。この結果を基に, 運動学的係数 $0 \leq |k_1| \leq 0.1$ の広い範囲にわたり, 運動学的効果による, 像の広がりを最少とするための多重極磁場設定の条件を確立した。

高分散のスペクトログラフの集束線検出器には, 高い位置分解能に加え, 十分な長さを持ち, しかも高計数率に耐えるよう, 立ち上がりの速いパルスを出すことが要求される。これらを満すべく, 誘導読み出しによる荷電分割型ガス比例増幅検出器を考案し開発した。この位置検出器は, 有効長が 1 m で, 多重陽極構造により, 粒子の斜入射に伴う分解能の低下を打ち消している。一方, 誘導読み出しの方法により, 1μ 秒以下の速い立ち上がりのパルスを得, 高計数率にも耐える構造とした。また位置分解能は 1 mm 程度と推定された。さらに誘導読み出し検出器にドリフト型位置検出器を組み合わせた $1 \cdot 5$ m 長の二次元読み出しの位置検出器においては, 多重極磁場だけでは補正しきれない縦方向の運動学的効果による像の湾曲にも補正でき, さらに大立体角, 高分解能の測定が可能となった。

これらの開発の結果、65MeVの陽子に対して、10KeV程度の分解能での測定が可能となり、 ^{90}Zr に対する非弾性散乱では、原子核の十六重極巨大共鳴を、また ^{48}Ca においては、スピン反転による磁気双極子励起状態の存在を確認した。

論文の審査結果の要旨

粒子放出をしない原子核の励起レベルの自然幅はその原子のK, L, M軌道のレベル幅より遥かに狭いにもかかわらず、反応にあづかるエネルギーは逆に大きい。その為、精密核分光学には運動量分解能が10000 或はそれ以上の粒子スペクトログラフが必要不可欠となる。しかし中高エネルギー核反応では一次粒子の持ちこむ運動量で反応核が大きな反跳を受け、二次粒子線スペクトルの幅に広がりが生ずる所謂運動学効果がおこり精密核分光学上の障壁となっていた。

核物理研究センターのスペクトログラフ「雷電」にはこの対策上、マルチポールと呼ぶ無定形磁極型のマグネットが独自に開発され搭載されている。このマグネットは一台で4種の多重極場を独立に発生、制御し運動学効果を含む収差を消すに必要な最適磁場を合成発生させる事が出来る。

藤田君はこのマルチポール設定の最適条件を実験的な軌道追跡によって見出す研究を続け国際的にも初の成果を得ると共に「雷電」の焦点線位置検出器系の開発にも不断の努力を重ね「雷電」の国内外通じて最高の実動性能の強みと国際的に注目を浴びている稼動実績の積み上げに重要な貢献をしている。

藤田君はスペクトログラフ「雷電」の特徴を発揮した幾つかの核分光学上刮目すべき成果もあげている。すなわち二重魔法数核 ^{90}Zr にはLEORと呼ばれる電気8重極子励起状態の集団が知られていたが藤田君の陽子非弾性散乱精密測定で実は電気16重極並びにそれ以上の多重度の励起状態集団も混在する事を発見、国際的注視の的となった。又、永年の懸案課題であった二重魔法数核 ^{48}Ca の磁気双極子励起状態についても決定的な実証を行ない、その励起強度について新しい問題提起をしている。

以上要するに藤田君の研究は国際水準を優に越える測定法の開発と大型粒子位置検出器系の開発並びにその集大成としてのスペクトログラフ「雷電」の稼動実績を最高とする数々の核光学上の新しい成果を得ている。よって理学博士の学位に充分値するものであると認める。