

氏 名	あき 秋 　　むね 宗 　　ひで 秀 　　とし 俊
学位(専攻分野)	博 士 (理 学)
学位記番号	理 博 第 1655 号
学位授与の日付	平 成 7 年 7 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	理 学 研 究 科 物 理 学 第 二 専 攻
学位論文題目	ガモフ・テラー巨大共鳴の直接陽子崩壊

論文調査委員 (主 査) 教授 今井 憲一 教授 政池 明 教授 井上 信

論 文 内 容 の 要 旨

原子核の巨大共鳴状態は、原子核の集団運動の特徴的な状態として長い研究の歴史がある。そのなかでスピン・アイソピン励起をとまなうガモフ・テラー巨大共鳴は、1980年代になって100MeVを越える(p, n) 荷電交換反応で発見された比較的新しいものである。このガモフ・テラー巨大共鳴の励起強度については、実験で測定された値が単純な和則と比較するとその約60%しかなく、クエンチング現象と呼ばれて、核物理の重要な問題の一つとなっている。申請論文はこのガモフ・テラー巨大共鳴について、これまで行われてきた生成反応断面積の測定にとどまらず、同時計数法を用いてガモフ・テラー巨大共鳴からの崩壊陽子をはじめ観測することにより、ガモフ・テラー巨大共鳴の粒子一空孔状態などの、より微視的な構造を明らかにしようとしたものである。

測定は大阪大学核物理研究センターのリングサイクロトロンからの450MeVの ^3He ビームを用いて行われた。 ^{208}Pb を標的として $^{208}\text{Pb}(^3\text{He}, t)^{208}\text{Bi}^*$ 反応が散乱角0度を中心に測定され、同時に ^{208}Bi の励起状態から放出される陽子を測定している。t粒子はグランドライデンと呼ばれる、大型の高分解能磁気スペクトロメーターで、そのエネルギースペクトルが精密に(分解能約300keV)測定されている。散乱角0度でのエネルギースペクトルでは、アイソバリックアナログ状態とガモフ・テラー巨大共鳴の強い励起がはっきりと観測されており、核子あたり150MeVでの $(^3\text{He}, t)$ 反応をガモフ・テラー巨大共鳴の研究に用いることの有効性を示している。遷移強度の良く知られている炭素標的からのスペクトルを測定し、そのデータを使って、申請者は $^{208}\text{Pb}(^3\text{He}, t)$ 反応で励起されるガモフ・テラー巨大共鳴の励起強度を求めている。結果としては、(p, n)反応で測定されたクエンチ係数と一致する値(60±15%)を得ている。

崩壊陽子は、後方角度に配置した8台のSSD半導体検出器で測定している。スペクトロメーターで測定したt粒子とこの陽子のエネルギースペクトルの相関を調べることにより、 ^{208}Bi の励起状態が陽子を放出して、 ^{207}Pb の $3p_{1/2}$, $2f_{5/2}$, $3p_{3/2}$ などの中性子空孔状態へ崩壊する事象が観測されている。特に重

要なことは、ガモフ・テラー巨大共鳴からのこれらの中性子空孔状態へのそれぞれの崩壊分岐比と崩壊巾が、初めて実験的に求められたことである。これらの中性子空孔状態への陽子崩壊の分岐比は全体で $4.9 \pm 1.3\%$ 、巾にして $184 \pm 49 \text{keV}$ である。この値は以前、その有効性が疑問視されている低エネルギーの ($^3\text{He}, t$) 反応で求められたほぼ100%という値を、完全に否定するものである。またこの崩壊巾は、この実験で同時に測定された、アイソバリックアナログ状態からの陽子崩壊巾 ($136.8 \pm 21.8 \text{keV}$) とあまり変わらず、より常識的な値といえることができる。

ガモフ・テラー巨大共鳴からの陽子崩壊のこの小さな崩壊分岐比は、この状態が一粒子—空孔状態だけでなく、二粒子—空孔状態あるいは多粒子—空孔状態と結合し、統計的崩壊の比率が大きくなっているためと考えられる。事実これらの効果を取り込んだ Tamm-Dancoff 近似やランダム位相近似を用いたいくつかの理論計算の値とは、この実験で得られた値がおおむね一致していることが示されている。この研究により、ガモフ・テラー巨大共鳴からの直接陽子崩壊の測定方法が確立されたので、今後さらにスピン、アイソスピン共鳴の微視的構造の研究が進展するであろう。

論文審査の結果の要旨

原子核のスピン・アイソスピン励起をとまなうガモフ・テラー巨大共鳴は、発見以来そのクエンチング現象が Δ -空孔状態と関連している可能性が論じられるなど、注目を集めてきた問題である。問題を解決していく上で、ガモフ・テラー共鳴の崩壊部分巾を調べることが重要な実験課題と考えられていた。ところが、ガモフ・テラー巨大共鳴の研究に用いられてきた従来の (p, n) 反応では中性子の検出効率が低く、さらにエネルギー分解能も十分と云えないため、崩壊粒子との同時計測は不可能で、崩壊部分巾はいまだに良い測定がない。本申請論文は、($^3\text{He}, t$) 反応を用いることでこれまでの困難を解決して、ガモフ・テラー巨大共鳴の陽子崩壊巾の測定をはじめて行い、 ^{208}Bi についてその値を決定した、という点で極めて高く評価される。つまり $^{208}\text{Pb}({}^3\text{He}, tp)$ 反応により ^{208}Bi のガモフ・テラー巨大共鳴の陽子崩壊巾が与えられている。

実験的には、大阪大学核物理研究センターの 400MeV リングサイクロトロンと、高エネルギーの t 粒子を高分解能で測定できる大型スペクトロメーターの、世界でも全くユニークな組み合わせをうまく使ったことがかぎとなっている。しかし、 t 粒子の散乱角 0 度での測定にとまなう問題や反応断面積の角度依存性の強さなどにより、注意深い解析が要求される。また、 ^{208}Bi の巨大共鳴から陽子放出により、残留核 ^{207}Pb の各中性子空孔状態へ崩壊する分岐比を求めるためには、 ^3He ビーム、 t 粒子、陽子すべてについてエネルギー分解能の良い測定が必要とされる。加速器の状態が十分といえないなかで、注意深い測定とデータ解析により、全体としても 300keV のエネルギー分解能が達成され、 ^{207}Pb の中性子空孔状態 $3p_{1/2}$ と $2f_{5/2}$ への陽子崩壊がはっきりと分離されている。このことは、巨大共鳴の微視的構造の研究には特に重要なポイントである。結果として、ガモフ・テラー巨大共鳴からの陽子崩壊全体の分岐比 ($4.9 \pm 1.3\%$) だけでなく、各中性子空孔状態への部分分岐比まで、はじめて求めることに成功したことは画期的なことといえるだろう。

ガモフ・テラー巨大共鳴だけでなく、比較的良く研究されているアイソバリックアナログ状態からの陽

子崩壊巾も測定し、実験の信頼性を高めるとともに、スピンドイポール共鳴からの陽子崩壊巾も与えている。このうち最も重要なガモフ・テラー巨大共鳴の陽子崩壊巾についての測定結果は、申請者らによって *Physics Letters* 誌にすでに公表されている。この研究で与えられたガモフ・テラー巨大共鳴の陽子崩壊巾の値は比較的小さく、共鳴状態が一粒子—空孔状態だけでなく、二粒子—空孔等のより複雑な状態に強く結合していることを示すものであり、ガモフ・テラー巨大共鳴に関する問題にひとつの答えを与えるものである。

本申請論文は、このような原子核の巨大共鳴の構造に対して、新たな知見を与えたものであり、審査の結果、博士（理学）の学位を授与するに十分値するものと判定する。

なお、申請論文に報告されている研究内容を中心とし、これに関連した研究分野について口頭試問した結果、合格と認めた。