

## 論文審査の結果の要旨

氏名 矢向 謙太郎

本論文は、7章からなり、第1章の序文に続き、第2章では本研究で用いた大阪大学・核物理研究センターの(n,p)施設の概要と検出器群・回路系の詳細が述べられ、具体的な実験条件も示されている。第3章ではデータ解析の詳しい記述があり、最終的な測定量である二階微分散乱断面積を導出する方法と検出効率について定量的な議論を展開している。第4章では散乱断面積の実験結果とこれに伴う系統誤差を示している。散乱断面積からガモフ・テラー遷移強度を導出する方法とその結果が第5章に詳述されている。これら第3章から第5章の3章が本論文の中心である。第6章では、本研究で得られた実験値と従来の実験値・理論値との比較、ならびに今後の実験手法に対する展望が議論・考察され、第7章では結論が述べられている。この他、付録としてガモフ・テラー和則、偏極分解能、他の施設で得られたデータとの詳細な比較が収録されている。

本論文では、原子核物理学で長い間問題となっているガモフ・テラー遷移強度の抑制問題に挑戦した実験研究である。原子核のスピン空間での集団運動のうち、ガモフ・テラー(GT)型巨大共鳴は、空間成分の変化はせず(角運動量移行 $\Delta L=0$ )、スピン・アイソスピン空間成分が反転する(スピン移行 $\Delta S=1$ 、アイソスピン移行 $\Delta T=1$ )励起モードとして特徴付けられる。このGT遷移には $\beta^-$ -GT遷移と $\beta^+$ -GT遷移とがあり、それぞれの遷移強度 $S(\beta^-)$ と $S(\beta^+)$ との和には $S(\beta^-)-S(\beta^+)=3(N-Z)$ なる関係が成り立っている。 $S(\beta^-)$ は(p,n)反応( $\beta^-$ 型)、 $S(\beta^+)$ は(n,p)反応( $\beta^+$ 型)からそれぞれ実験的に求められるが、GT巨大共鳴の領域までに和則値の約50%しか認められていない。この問題はGT遷移強度の抑制問題とよばれている。抑制機構としては、(1)クォークスピンの反転状態である $\Delta$ 粒子が関与し、1粒子-1空孔状態と1 $\Delta$ 粒子-1空孔状態の結合により、GT遷移強度が励起エネルギー300 MeVの $\Delta$ 励起領域に移動している、という解釈と、(2)1粒子-1空孔状態のGT状態が、2粒子-2空孔状態と配位混合し、GT遷移強度がGT巨大共鳴より高い励起エネルギー(20-50 MeV)に分散・分布している、という解釈の2通りが提唱されている。本研究は、20-50 MeVの連続状態において未発見のGT遷移強度を実験的に同定することで、抑制問題の決着を目指している。

励起エネルギースペクトルの角度分布から精度良くGT遷移( $\Delta L=0$ )を抽出するには多重極展開の手法が有効で、この多重極展開が最も信頼できるのは入射粒子の加速エネルギーが300 MeV前後のときである。すでに、300 MeVにおける

$^{90}\text{Zr}$  (p,n)反応スペクトルの多重極展開から、励起エネルギー 50 MeV 以下の領域で総遷移強度 $S(\beta^-)=28.0\pm 1.6$ が得られている。本論文においては $^{90}\text{Zr}$ (n,p)反応の精密測定から $S(\beta^+)$ を導出し、GT遷移強度の抑制係数  $Q = (S(\beta^-)-S(\beta^+)) / 3(N-Z)$  の決定を試みた。

多重極展開には、 $^{90}\text{Zr}$ (n,p)反応スペクトルの角度分布が高励起エネルギー領域に渡り必要である。そのため、提出者らはまず大阪大学・核物理研究センターに(n,p)実験施設を建設した。中性子ビームを $^7\text{Li}$ (p,n)反応によって生成し、多重標的システム内の(n,p)標的に照射した。標的直下流に設置された多芯線位置検出器と大口径磁気分析器LASを用いて出射陽子の測定を行った。次に 293 MeV において $^{90}\text{Zr}$ (n,p)反応の測定を行い、角度範囲0度から12度において、励起エネルギー 0-70 MeV の二階微分散乱断面積を取得した。

得られた二階微分散乱断面積データを多重極展開の手法で解析し、娘核 $^{90}\text{Y}$ の励起エネルギー 31.4 MeV の連続状態までにGT遷移強度  $5.3\pm 0.4$  に相当する量の  $\Delta L=0$ 成分を得た。次にもう一つの $\Delta L=0$ 成分である、スピン単極子共鳴状態(IVSM)の寄与を歪曲波インパルス近似計算で見積もって引き去り、 $S(\beta^+)=3.0\pm 0.4\pm 0.8\pm 0.5$  (多重極展開の誤差、IVSMの見積もり誤差、単位断面積の誤差の順)を得た。抑制係数は  $Q=0.83\pm 0.06$ (多重極展開の誤差)と求まった。従って、 $\Delta$ 粒子の寄与は高々17%程度である。さらに、この抑制係数 $Q$ を用いてランダウ・ミグダル相互作用の係数 $g'_{\text{NN}}$ 、 $g'_{\text{NA}}$ を求めた。チュー・ロー模型において、 $g'_{\Delta\Delta}=0.6$ と仮定すると、 $Q=0.83\pm 0.06$ から $g'_{\text{NN}}\sim 0.6$ 、 $0.16 < g'_{\text{NA}} < 0.35$ と求まり、従来の理論計算で使われてきた universality ansatz と呼ばれる仮定 $g'_{\text{NN}}=g'_{\text{NA}}=g'_{\Delta\Delta}\sim 0.6$ が成り立たないことが明らかになった。

本研究は、GT抑制問題に対して実験的解答を提示すると同時に、ランダウ・ミグダル係数 $g'_{\text{NA}}$ に実験的に直接制限を与えた最初の仕事である。 $g'_{\text{NA}}$ は中性子星等に於けるパイオン凝縮相の臨界密度の現実的な評価等に必要な量であり、核内パイオン相関に関する今後の研究への貢献度は大きい。

なお、本論文は共同研究であるが、論文提出者が主体となって実験施設の建設、実験の遂行、及び解析を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

従って、博士(理学)の学位を授与できると認める。