

Study of Gamow-Teller transitions from ^{132}Sn via the (p,n) reaction in inverse kinematics

安田, 淳平

<https://doi.org/10.15017/1806811>

出版情報 : 九州大学, 2016, 博士 (理学), 課程博士
バージョン :
権利関係 : 全文ファイル公表済

氏名 : 安田 淳平

論文名 : Study of Gamow-Teller transitions from ^{132}Sn via the (p,n) reaction in inverse kinematics
(逆運動学 (p,n) 反応による ^{132}Sn のガモフ・テラー遷移の研究)

区分 : 甲

論文内容の要旨

原子核は陽子・中性子で構成される量子多体系であり、スピン・アイソスピンの二つの自由度を持つ。そのような量子多体系の特徴的な現象として、集団励起状態があり、外場から与えられるスピン ΔS 、アイソスピン ΔT 、角運動量 ΔL によって分類される。その中でも、 $\Delta S = 1$ 、 $\Delta T = 1$ 、 $\Delta L = 0$ で表されるガモフ・テラー(GT)遷移は、原子核構造におけるスピン・アイソスピン自由度を反映した最も基本的な励起状態であり、実験理論双方から研究が進められてきた。特に低運動量移行領域($q \sim 0 \text{ fm}^{-1}$)では、スピン・アイソピン残留相互作用の強い斥力が GT 巨大共鳴(GTGR)を引き起こす。これまで、順運動学における荷電交換反応によって、安定核の GTGR が研究されてきた。近年、逆運動学における荷電交換 (p,n) 反応の手法開発により、不安定核の GTGR の研究が可能となった。

本論文では、ビームエネルギー216 MeV/u、重心系散乱角度 $\theta_{c.m.} = 2^\circ - 10^\circ$ における $^{132}\text{Sn}(p,n)$ 反応の断面積測定を報告する。実験は理化学研究所 RI ビームファクトリー施設(RIBF)において、中性子検出器 WINDS と SAMURAI スペクトロメーターを用いて遂行した。広い運動量アクセプタンスをもつ SAMURAI スペクトロメーターも用いて、 (p,n) 反応後の残留核が γ 及び $1n-4n$ 崩壊するチャンネルを同時測定することで、励起エネルギー $E_x = 30 \text{ MeV}$ までの断面積スペクトルを得ることに成功した。得られたスペクトルから、 $E_x = 16 \text{ MeV}$ に GTGR とと思われるピークを観測した。

観測したピークが GTGR であるか確認するため、多重極展開法(MDA)を行い、GT 成分のみを抽出した。MDA は、断面積の角度分布が、軌道角運動量 ΔL に特徴的であることを利用し、各 ΔL 成分毎に分解する解析である。MDA の結果から、 $E_x = 16 \text{ MeV}$ 付近に見えていたピークの 95% が $\Delta L = 0$ の GT 成分であり、GTGR 分布は $E_x = 16.3 \pm 0.3 \text{ MeV}$ に幅 $\Gamma = 4.6 \pm 0.8 \text{ MeV}$ の顕著なピークをもち、 $E_x \sim 12 \text{ MeV}$ にバンプを持つことが分かった。ピークエネルギーから、 $q \sim 0 \text{ fm}^{-1}$ でのスピン・アイソピン残留相互作用の強さは $V_{\sigma\tau} = 262 \pm 20 \text{ MeV fm}^3$ (Landau-Migdal parameter : $g'_{NV} = 0.68 \pm 0.07$) と求まり、安定核 ^{90}Zr , ^{208}Pb の値と同等であると判明した。また、Sn 同位体における、GTGR とアイソバリックアナログ状態とのエネルギー差の質量依存性も、今回の $V_{\sigma\tau}$ の値でよく再現することが分かった。さらに、核構造の情報である GT 遷移強度 $B(\text{GT})$ を、 $B(\text{GT})$ と $q \sim 0 \text{ fm}^{-1}$ での断面積との線形関係から導出した。 $E_x = 25 \text{ MeV}$ までの遷移強度和は $\Sigma B(\text{GT}) = 53 \pm 5(\text{stat.}) \pm 11(\text{syst.})$ と求まった。これは池田の和測値、 $3(N-Z) = 96$ 、の 56% に対応し、安定核と同等の結果であった。

以上から、今研究によって二重魔法の不安定核 ^{132}Sn における GT 遷移強度分布を世界で初めて取得し、安定線から離れた不安定核においても安定核と同等の高い集団性を持つことが明らかとなった。