

# 論文審査の結果の要旨

氏名 佐藤 義輝

本論文は、重陽子非弾性散乱における偏極移行測定法を用いた、原子核の荷電スカラー型スピン励起状態の分光学研究手段の開発、 $^{28}\text{Si}$ 核への適用を論じたものである。原子核のスピン励起状態は従来、陽子非弾性散乱や荷電交換反応を用いて精力的に研究されてきたが、これらの反応が荷電ベクトル型遷移に対して強い選択性や感受性を示すため、荷電スカラー型のものについては実験情報が限られている。荷電スカラー遷移のみを選択的に励起する重陽子非弾性散乱は、そのような状態の研究に最適である。重陽子はスピン1を持つため、多数のテンソル偏極に関する偏極観測量を定義可能である。このテンソル偏極観測量は特に測定が難しく、これが、核子散乱では一般的とも言える偏極移行測定法の重陽子非弾性散乱への適用を阻む大きな要因であった。本論文では、散乱重陽子のテンソル偏極測定手法の確立に力点が置かれた。さらに、豊富に存在する偏極観測量を駆使し、2単位のスピン移行を伴う全く新しいタイプのスピン遷移を探索する試みがなされた。

測定は、中間エネルギーの偏極重陽子ビームの利用可能な理化学研究所において、散乱重陽子の偏極測定に用いる焦点面重陽子偏極度DPOLを作製して行われた。重陽子スピン一重並びに二重反転確率を標的の励起エネルギーの関数として、かつ系統誤差を低く抑えて測定できるよう、DPOLはスペクトログラフの焦点面の大きな領域を覆うとともに、 $d+^{12}\text{C}$ 弾性散乱と $^1\text{H}(d,2p)$ 荷電交換反応を併用することで散乱重陽子のベクトル並びにテンソル偏極成分を同時に測定する工夫がなされた。

得られたスピン一重反転確率 $S_1$ の励起エネルギースペクトルは、既知の荷電スカラー型スピン反転 $1^+$ 準位(9.50 MeV)に対し最も大きな値を、スピン非反転遷移に対しては零に近い値を示した。このことから、 $S_1$ が標的へのスピン移行に密接に関連した量であり、標的のスピン遷移を検出する良い指標であることが確認された。励起エネルギーが9.6から20 MeVの範囲において、比較的大きな0.1程度の $S_1$ 値が得られ、この範囲における荷電スカラー型スピン励起強度の存在が示唆された。スピン二重反転確率 $S_2$ は今回測定が行われた21 MeV以下の励起エネルギー範囲

において零として矛盾なく、スピン二重反転状態の励起を示唆する結果は得られなかった。

本研究ではさらに、核構造情報が利用可能な低励起離散準位について得られた断面積や偏極観測量の角分布データを歪曲波インパルス近似に基づく計算値と比較することにより、核反応機構の考察がなされた。中間エネルギーでの重陽子の非弾性散乱を計算できるコードはほとんど無く、これを新しく作成することにより解析手段が整備された。三核子ファデーエフ計算により得られる重陽子-核子散乱  $t$  行列を有効相互作用として用いることにより、従来よりも高い精度の計算が行われた点はユニークである。実験値と計算値の一致は、似たエネルギー領域での陽子非弾性散乱の同様の解析に匹敵する程度に良く、とりわけ、スピン移行を伴う非自然パリティ準位についてより満足のいく結果が得られた。スピン強度のクエンチングの問題との関連においては、 $^{12}\text{C}$  と  $^{28}\text{Si}$  の荷電スカラー型スピン遷移について、現実的な殻模型波動関数を用いた場合、クエンチングは見られないとの知見が得られた。

重陽子非弾性散乱における断面積、偏極分解能並びにスピン反転確率を測定した本論文における研究により、現実的な入射粒子-核子間有効相互作用を用いた歪曲波インパルス近似の枠組が測定観測量の良い評価法となること、併せて、重陽子スピン反転確率が標的原子核の荷電スカラー型スピン反転遷移を検出する良い指標であり、重陽子偏極移行測定が新しい核分光手段として有用なことが実証された。本論文において開発された方法を用い、今後、種々の標的核やその高励起側での測定により、荷電スカラー型スピン励起状態の研究や、スピン二重反転遷移の探索が系統的に進められることが期待される。新たな核分光手段として重陽子偏極移行測定法を開発しその有効性を実証した点、また、歪曲波近似に基づく有効な解析方法を提示した点において、本論文は新規性を有するものである。

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。

したがって、博士(理学)の学位を授与できると認める。