

論文内容の要旨

論文題目：中性子ドリップライン近傍の B, C, N, O

同位体の β - γ 核分光

(β - γ spectroscopy of B, C, N, O isotopes close to the neutron drip line)

氏名：大西健夫

近年の不安定核の研究によって、従来安定な原子核では見られないような新しい現象が見られる様になり、注目を集めている。特に原子核の性質の中で最も特徴的とも言える魔法数が中性子過剰核に於いて成り立たなくなったり、新しい魔法数が出現したりする事が知られている。このような魔法数の消滅や生成には不安定核における殻構造の変容が深く関わっており、中性子過剰核における殻構造の変容を知ることは重要である。

本研究で実験対象としている中性子過剰なホウ素、炭素、窒素は原子番号が 5, 6, 7 の原子核であり、そのバレンス陽子は 1p 殻に属している。一方でバレンス中性子は sd 殻に属している。 β 崩壊を引き起こすガモフテラー遷移は軌道角運動量を変えない遷移であるので、sd(1p)殻の中性子が sd(1p)殻の陽子に遷移する遷移が起きる。この様な遷移の終状態は 1p 殻の核子が sd 殻に励起した構造を取るため、魔法数 8 を作り出す 1p 殻と sd 殻の殻間隙に関する情報を β 崩壊によって得ることが期待できる。酸素同位体では N=16 において新たな魔法数が出現する事が知られている。また、酸素同位体の中性子ドリップラインは N=16 である ^{24}O 上と知られているが、フッ素同位体では N=22 である ^{31}F の存在が確認されており、酸素からフッ素では中性子ドリップラインが急激に変化している事が知られている。この様な事から中性子ドリップライン近傍核の酸素・フッ素同位体の核構造を調べる事は意義深い。

実験は理研の RIPS において行った。核子あたり 63MeV、典型的な強度が 500 pA の ^{40}Ar ビームを Ta 標的と反応させ、入射核破碎反応によって、 ^{17}B , $^{19,20}\text{C}$, $^{20,21,22}\text{N}$, $^{22,23,24}\text{O}$ を

生成した。得られた二次ビームはプラスチックシンチレータからなるストッパーに埋め込み、 β 崩壊の分岐比を求めるのに必要な不安定核の数を数えた。プラスチックシンチレータ内に埋め込まれた不安定核はその半減期程度の時間で崩壊し、 β 線と γ 線を放出する。放出された β 線をストッパーに用いたプラスチックシンチレータで観測し、 γ 線はプラスチックシンチレータの周りに配したクローバー型のGe検出器2台とGRAPEによって観測した。

本研究によって、 ^{17}B , $^{19,20}\text{C}$, $^{21,22}\text{N}$ に関しては初めて β 遅発 γ 線を観測した。特に、観測された γ 線から ^{19}N に2139 keVの励起準位を新たに発見した。ベータ崩壊の崩壊様式や周辺核との比較によって、この励起準位は非正常パリティ状態である事が示唆された。その他の原子核については、 β 遅発 γ 線の測定が以前に行われていたが、 ^{20}N に関しては新たな β 崩壊の分岐を明らかにした。また、 ^{23}O では、以前の実験で報告されていた3866 keVの γ 線が ^{23}O 起源ではない事を示した。

新たに発見された2139 keVの $(1/2)^+$ の励起準位を他の窒素同位体奇核の励起準位と比較した。N=8である ^{15}N の $1/2^+$ の励起準位は5299 keVに位置するが、N=10である ^{17}N では急激に下がって1850 keVになっている。N=12である ^{19}N の $(1/2)^+$ の励起準位は ^{17}N に近い。これは、 $1/2^+$ の状態が変形することによって安定化して、N=10, 12では低くなっていると考えられる。

また、酸素同位体の β 崩壊から得られたB(GT)に関する考察も行った。それによると、 ^{22}F の第一励起 1^+ 状態では2s殻の占有率が高く、第二励起 1^+ 状態では逆に1d殻の占有率が高くなる事が分かった。一方で、 ^{24}F の第一励起 1^+ 状態では、N=15で中性子が一つ2s殻を占有するのが期待されるのに対し、2s状態の占有率は ^{22}F の第一励起 1^+ とほぼ同程度であった。これは、 $d_{5/2}$ 殻から $s_{1/2}$ 殻への励起と $s_{1/2}$ 殻から $d_{3/2}$ 殻への励起の成分が同程度の割合を占める事によって、 ^{24}F の第一励起 1^+ 状態が出来ている事による。このことは ^{19}F や ^{21}F で見られていた $s_{1/2}$ と $d_{5/2}$ の縮退が ^{23}F で解けているように、 ^{24}F でも解けている事を示しており、フッ素同位体においてN=14の準閉殻性が成立している事を示唆している。