

Title	Proton and Neutron Halos of β -Emitting Nuclei Detected by Nuclear Quadrupole Moments
Author(s)	Otsubo, Takashi
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	https://doi.org/10.11501/3078939
DOI	10.11501/3078939
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/repo/ouka/all/>

氏 名	大 坪 隆
博士の専攻分野の名称	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	第 1 1 4 7 1 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 6 年 6 月 9 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第1項該当 理学研究科 物理学専攻
学 位 論 文 名	Proton and Neutron Halos of β - Emitting Nuclei Detected by Nuclear Quadrupole Moments (電気四重極モーメントから求めたベータ放射性核の陽子及び中性子 ハロー構造)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教授 南園 忠則 (副査) 教授 長島 順清 教授 大坪 久夫 教授 赤井 久純 助教授 野尻 洋一

論 文 内 容 の 要 旨

安定領域から遠く離れた軽い短寿命核についてその核構造と核内の陽子や中性子のハロー構造を調べるため電気四重極モーメントの精密測定を行った。核種は ${}^6\text{Li}$ ($I^\pi = 2^+$, $T_{1/2} = 838\text{ms}$), ${}^8\text{B}$ ($I^\pi = 2^+$, $T_{1/2} = 769\text{ms}$), ${}^{10}\text{B}$ ($I^\pi = 1^+$, $T_{1/2} = 20.2\text{ms}$), ${}^{12}\text{N}$ ($I^\pi = 1^+$, $T_{1/2} = 11\text{ms}$) である。電気四重極モーメントはこれらの核種を単結晶中に植え込み新核四重極共鳴 (β -NMR) を行って得た電気四重極結合定数 (電気四重極モーメントと電場勾配の積) から決定した。電場勾配としては結晶 LiIO_3 , LiNbO_3 , GaN 単結晶及び高配向 BN 結晶中の置換位置に働く内部場を利用した。 LiIO_3 , LiNbO_3 中 Li 置換位置に働く電場勾配の大きさは ${}^7\text{Li}$ の, BN 中の B 置換位置については ${}^{11}\text{B}$ の, BN , GaN 中の N 置換位置については ${}^{14}\text{N}$ のフーリエ変換 NMR で新たに測定した。これらの核は電気四重極モーメントが既知の安定同位体核である。また ${}^8\text{B}$ については金属 Mg 結晶中に植え込み, 格子間隙位置の電場勾配を利用した。 Mg 単結晶中の電場勾配は ${}^{12}\text{B}$ の β -NMR で測定した。

大きな電気四重極相互作用が働いているとき β -NMR のシグナルは大変小さい。そこで β -NMR を改良して, 効率良く電気四重極結合定数を測定する方法を開発した (新電気四重極共鳴法 - NNQR 法)。

NNQR法を用いて短寿命 β 崩壊核の電気四重極モーメントは次のように求められた。 $|Q({}^6\text{Li})| = 32.7 \pm 0.6\text{mb}$,
 $|Q({}^8\text{B})| = 68.3 \pm 2.1\text{mb}$, $|Q({}^{12}\text{B})| = 13.20 \pm 0.25\text{mb}$, $|Q({}^{12}\text{N})| = 10.3 \pm 0.7\text{mb}$.

${}^8\text{B}$ の電気四重極モーメントの値は調和振動子型ポテンシャルと Cohen - Kurath (CK) 型波動関数から計算された値に比べて2倍大きい。また, この値から深く束縛された中性子の電気四重極モーメントへの寄与を差し引くことにより, ${}^8\text{B}$ の電気四重極モーメントの90%以上が構成する最外殻の陽子 (この陽子の分離エネルギーはわずかに0.14MeVである) によるものであることがわかった。この値は核子の分離エネルギーを考慮した Woods - Saxon (WS) 型ポテンシャルと CK 型波動関数から計算された理論値でよく説明される。この時の核内の密度分布として, 中性子のコアの外側に陽子が遠くまでハロー (又はスキン) 状に分布していることが示された。同様に ${}^6\text{Li}$, ${}^{12}\text{B}$ の電気四重極モーメントについても WS 型ポテンシャルと CK 型波動関数を用いて計算された理論値と良くあっており, 中性子が陽子のコアの周り薄くハロー (またはスキン) 状に分布していることが示された。

一方, ^{12}N はその最後の陽子の分離エネルギーが0.60MeVとかなり小さいにもかかわらず, 電気四重極モーメントの値はWS型ポテンシャルを用いた計算値 $Q(^{12}\text{N}, \text{WS}) = 5\text{mb}$ より調和振動子型ポテンシャルを用いた計算値 $Q(^{12}\text{N}, \text{HO}) = 11\text{mb}$ に近い。先の核種での比較から, ^{12}N についての理論的な取り扱いについてさらなる考慮が必要と思われる。

論文審査の結果の要旨

新たに完成した新四重極共鳴法 (β -NMR) を用いて, 鏡映核 (質量数8と12の4核種) の電気四重極モーメントを精密決定した。異常に大きな四重極モーメントから, 分離エネルギーの小さな最外殻陽子は残の核子が作る芯からハロー (又はスキン) 状に外へ広がっていることを初めて示した。中性子ハロー (又はスキン) も定量出来た。よって博士 (理学) の学位論文として十分価値あるものと認める。