

Title	Quadrupole Effects in NMR Spectra on Short-Lived β -Radioactive Nuclei, ^{12}B and ^{12}N
Author(s)	Minamisono, Tadanori
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	http://hdl.handle.net/11094/2423
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

【12】

氏名・(本籍)	みなみ 南	その 園	ただ 忠	のり 則
学位の種類	理	学	博	士
学位記番号	第	1927	号	
学位授与の日付	昭和45年3月30日			
学位授与の要件	理学研究科原子核物理学専攻 学位規則第5条第1項該当			
学位論文題目	短寿命 β 放射性核 ^{12}B 及び ^{12}N の電気四重極相互作用			
論文審査委員	(主査) 教授	杉本 健三		
	(副査) 教授	若槻 哲雄	教授	緒方 惟一
	教授	森田 正人	教授	金森順次郎

論 文 内 容 の 要 旨

短寿命ベータ放射核 ^{12}B ($I^\pi=1^+$, $T_{1/2}=20\text{ms}$) および ^{12}N ($I^\pi=1^+$, $T_{1/2}=11\text{ms}$) と結晶内電場勾配の電気四重極相互作用を研究した。この研究に用いた方法は次のごとくである。スピン偏極した ^{12}B および ^{12}N 核を $^{11}\text{B}(d, p)^{12}\text{B}$ および $^{10}\text{B}(^3\text{He}, n)^{12}\text{N}$ 反応で生成し、反応による反跳を利用して bcc 金属 (Ta, Mo, Nb, W), TiB_2 , ZrB_2 等の資料に植込む。この際の核偏極度を偏極核よりの非対称ベータ崩壊を利用して観測しながら核磁気共鳴の実験を行う。なお四重極相互作用が働いている場合には、核磁気共鳴によって起るベータ線の非対称度の変化が小さいので、この場合に共鳴スペクトルを観測するためには、高周波磁場に適当な周波数変調をかける必要があった。

^{12}B および ^{12}N を bcc 金属に植込んだ場合に観測されたスペクトルは、四重極相互作用の特徴を明瞭に示している。この事実は ^{12}B および ^{12}N が bcc 金属に植込まれた際の捕獲の場所が格子間隙である事を示している。観測されたスペクトルは強磁場中での四重極相互作用の効果についての公式を使って解析された。その結果 ^{12}B および ^{12}N 核のスピンがそれぞれ $I(^{12}\text{B})=1$, $I(^{12}\text{N})=1$ と確認された。この結果は今までに知られていたベータ崩壊の解析の結果と一致している。観測された各場合の四重極相互作用の結合定数 ($\nu_Q=3eqQ/2$) は次のようになった。 $\nu_Q(^{12}\text{B in Ta})=(202\pm 10)\text{kHz}$, $\nu_Q(^{12}\text{B in Nb})=(105\pm 11)\text{kHz}$, $\nu_Q(^{12}\text{B in Mo})=(186\pm 26)\text{kHz}$, $\nu_Q(^{12}\text{B in W})=(340\pm 40)\text{kHz}$, $\nu_Q(^{12}\text{N in Ta})=(0.91\pm 0.12)\text{MHz}$, $\nu_Q(^{12}\text{N in Nb})=(0.96\pm 0.11)\text{MHz}$ 。これ等の測定結果では結合定数間に大きな差異が認められる。即ち V 族の金属中で ^{12}B に働いた電場勾配は同周期の V 族の金属中で働いたものに比しほぼ 2 倍大きい。また V 族の金属中で ^{12}N に働いた電場勾配は ^{12}B に働いたものに比して 5~10 倍大きい。

^{12}B の核四重極能率を決定するために TiB_2 および ZrB_2 についての測定を行った。これ等の

資料中での ^{11}B についての結合定数は既知である。この既知の定数が有効に使えるためには ^{12}B が資料中の \mathbf{B} と置換する必要がある。このことはこれら資料中で ^{12}B に働いた電場勾配の比が ^{11}B の場合と一致した事によって裏付けられた。結合定数についての結果は次のようになった。 $\nu_Q(^{12}\text{B in TiB}_2) = (231 \pm 24) \text{ kHz}$, $\nu_Q(^{12}\text{B in ZrB}_2) = (74 \pm 7) \text{ kHz}$ 。 ^{11}B についての結合定数の比較から四重極能率についての比が次のように求まった。 $|Q(^{12}\text{B})/Q(^{11}\text{B})| = 0.42 \pm 0.04$ 。また ^{11}B についての既知の四重極能率を使って ^{12}B の核四重極能率を次のごとく決定した。

$$|Q(^{12}\text{B})| = (0.015_1 \pm 0.001_4) \text{ barns.}$$

論文の審査結果の要旨

最近、寿命の短い原子核の状態に適用できるモーメント測定法の発達に著しいものが見られるが、本研究もその一つである。ここに用いられた短寿命ベータ放射核のモーメント測定法は、原子核反応での反跳核のスピン偏極と偏極核からのベータ放射の非対称分布を用いた核磁気共鳴の方法である。この方法による ^{12}B ($T_{1/2} = 20 \text{ ms}$) と ^{12}N ($T_{1/2} = 11 \text{ ms}$) の核磁気能率に関する実験の過程で次の事実が見出された。即ち ^{12}B または ^{12}N を fcc 金属に入れた場合は核磁気共鳴を測定できるが、bcc 金属に入れた場合は共鳴線を観測できない。この原因として bcc 金属の場合には電気四重極相互作用が働いていることが推論された。

南園君は、この問題を追求し、核磁気共鳴に用いる高周波磁場に適当な周波数変調を加えること、また、それにとまなう種々の技術的改善も行ない、電気四重極相互作用の働く場合の核磁気共鳴を観測することに成功した。その結果種々の bcc 金属に ^{12}B および ^{12}N を植込んだ場合の四重極相互作用を測定し、これらの場合の四重極電場に関する有用な結果が得られた。また ^{12}B と ^{12}N の核スピンのそれぞれ $I = 1\hbar$ であることを確認した。

さらに内部電場が ^{11}B について知られている TiB_2 および ZrB_2 について同様の実験を行ない ^{12}B の核四重極能率を決定した。

以上のごとく南園君の研究は短寿命ベータ放射核に適用できる核磁気共鳴の方法を拡張して、電気四重極相互作用の働く場合の研究に成功し、核モーメントならびに結晶内電場に関する結果を得ると共にこの実験方法の有効性を示した。よって本論文は理学博士の学位論文として十分価値があるものと認める。