



Title	Structure of neutron-rich nucleus $^{11}\text{Be}$ studied in beta-decay of polarized $^{11}\text{Li}$
Author(s)	平山, 賀一
Citation	大阪大学, 2003, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/45108">https://hdl.handle.net/11094/45108</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> 大阪大学の博士論文について

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

氏名	平山賀一
博士の専攻分野の名称	博士(理学)
学位記番号	第18040号
学位授与年月日	平成15年6月17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	Structure of neutron-rich nucleus $^{11}\text{Be}$ studied in beta-decay of polarized $^{11}\text{Li}$ (核スピン偏極した $^{11}\text{Li}$ の $\beta$ 崩壊を用いた中性子過剰核 $^{11}\text{Be}$ の核構造研究)
論文審査委員	(主査) 教授 下田正 (副査) 名誉教授 大坪久夫 九州大学名誉教授 森信俊平 教授 南園忠則 教授 岸本忠史 教授 永井泰樹

## 論文内容の要旨

魔法数の隣りの核  $^{11}\text{Be}$  ( $Z=4$ 、 $N=7$ ) では、基底状態と第一励起状態のスピン・パリティが殻模型で予測される安定核の場合と逆転しており、中性子の  $2s_{1/2}$  と  $1p_{1/2}$  軌道のエネルギー関係が逆転している事が見出されている。この実験事実は原子核の安定性の指標となる中性子魔法数  $N=8$  が消失していることを示唆している。しかし  $N=8$  の魔法数消失が消失している  $^{11}\text{Be}$  の励起状態に関する実験は数多くなされているが、励起状態のスピン・パリティの多くが決定していないため、核構造を明らかにすることはできない。

そこで我々はこれまでの  $^{11}\text{Be}$  の描象を検証するとともに、未知の異常性を探索することが可能な測定方法を考え出した。我々の方法の特徴は、核スピン偏極させた  $^{11}\text{Li}$  のベータ崩壊後に放出される中性子、ガンマ線のエネルギーを、ベータ線の放出非対称度と同時測定することで  $^{11}\text{Be}$  の励起状態のエネルギー準位、スピン・パリティ、遷移確率を決定出来る点である。何故ならベータ線の放出非対称度は  $^{11}\text{Be}$  の励起状態のスpin・パリティに応じて離散的な値を持つため、非対称度を測定すればスpin・パリティを決定することができる。この研究には高偏極した不安定核ビームを必要とするため、最新の偏極不安定核ビーム供給施設である、カナダ共和国素粒子原子核研究所 (TRIUMF) の ISAC 施設が最適である。

レーザ光ポンピング法で 50%核偏極した  $^{11}\text{Li}$  ビームを用いて、 $^{11}\text{Li}$  の核分光実験を行なった。まず  $\beta$ -n- $\gamma$  の三重同時測定から、中性子の飛行時間関数を求めた。この関数を用いて中性子の飛行時間スペクトラムと同時測定したベータ線の放出非対称度スペクトルから、6つの励起状態のスpin・パリティと各中性子遷移強度を求めた。また、再構成した2つスペクトルと実測値の相違から、未知の中性子遷移と未知の励起状態からの中性子遷移が存在することを示唆される。以上の解析から  $^{11}\text{Li}$  の崩壊様式、 $^{11}\text{Be}$  のエネルギー準位を決めることができた。我々は、このようにベータ線の非対称度を応用したより詳細かつ強力な核分光的手法を確立した。

今回スpin・パリティを決定したことによって、反対称化分子動力学 (AMD) 計算との比較が初めて可能となった。 $^{11}\text{Be}$  の励起状態では、原子核内の核子が4種類の  $\alpha$  ( $^4\text{He}$  原子核) クラスター構造を形成していると予測されている。比較の結果、2  $\alpha$  クラスター構造が発達している三つの状態、一つの  $\alpha$  クラスターが崩壊している状態に対応する励

起状態があると考えられる。なお、我々独自の実験手法である偏極核からのベータ崩壊後に放出される粒子測定は、中性子だけでなくガンマ線、荷電粒子に対しても同様に行なうことが出来る。

### 論文審査の結果の要旨

最近、中性子が非常に多い不安定な原子核の構造が、安定な原子核とは非常に異なっていることが明らかになりつつあり、原子核の構造を記述するモデルの妥当性をチェックする上でも、宇宙における元素合成の過程を明らかにする上でも、不安定核の構造が非常に注目されている。本研究では、中性子が非常に多い原子核  $^{11}\text{Be}$  の励起状態の構造を調べるための独自の新しい方法を適用し、非常な成功を収めたものである。すなわち、スピンの向きが偏った（スピン偏極した）原子核  $^{11}\text{Li}$  をこれまでになく大きな偏極度で生成し、その  $\beta$  遅発中性子・ $\gamma$  崩壊を精密に測定し、 $\beta$  崩壊の非対象度を手がかりに、ほとんど未知であった  $^{11}\text{Be}$  の励起状態のうちの 6 つの状態のスピン・パリティを決定することに成功した。また、 $^{11}\text{Li}$  から  $^{11}\text{Be}$  を経て  $^{10}\text{Be}$  に至る崩壊の道筋を精度良く決定することができた。これらの結果から、 $^{11}\text{Be}$  では、 $\alpha$  クラスターが強く発達した状態や、二つの  $\alpha$  クラスターが緩く結合した分子的状態や、 $\alpha$  クラスター構造が消失した状態など、様々な構造の励起状態が存在することが示唆された。この実験結果は、このような構造が発現するメカニズムの研究への道を拓いた。よってこの論文は博士（理学）の学位論文として充分価値あるものと認める。