

受賞者： 田村 裕和 氏 Hirokazu Tamura  
(東北大学大学院理学研究科教授)

受賞者業績： ハイパー核ガンマ線スペクトロスコピーの研究  
Hypernuclear Gamma-Ray Spectroscopy

**業績要旨：**

近年、陽子・中性子からなる通常の原子核に量子数ストレンジネスをもつ異粒子ハイペロンが加わったハイパー核の研究が行われているが、その複雑な準位構造を決定する方法が無かった。田村裕和氏は、ハイパー核が放出するガンマ線の精密な測定手法を開発し、従来1MeV程度であったエネルギー準位の分解精度を約3桁向上させることに成功した。ハイペロンと陽子、中性子とのスピン依存相互作用や、ハイペロンの存在により核の構造が示す応答の研究などで、ハイパー核の研究分野を一躍大きく進展させた。



## 略歴

- 1983年3月 東京大学理学部卒業
- 1985年3月 東京大学大学院理学系研究科修士課程終了
- 1988年3月 東京大学大学院理学系研究科博士課程終了  
理学博士（東京大学）取得
- 1988年4月 日本学術振興会特別研究員(PD)
- 1988年7月 東京大学大学院理学系研究科物理学専攻助手
- 1996年12月 東北大学大学院理学研究科物理学専攻助教授
- 2004年10月 同教授

## 受賞歴

- 1990年 井上研究奨励賞
- 2004年 井上学術賞

## 授賞理由

ガンマ線を用いたハイパー核スペクトロスコピーの実験は、この研究以前にもいくつか試みられたが、強い放射線と膨大なバックグラウンドのため、成功には至らなかった。田村裕和氏は、ガンマ線を検出するGe検出器の信号処理回路に工夫を凝らして強い放射線の下でも測定を可能にし、またBGOカウンターと呼ばれる検出器をGe検出器の外側に配置して中性パイ中間子等に起因する多々のバックグラウンドの除去に成功した。さらに、図1に示したように、多数のGe検出器を配し、いつものガンマ線の中で、どのガンマ線とどのガンマ線が連なって放出されるのかを同定することにも成功した。

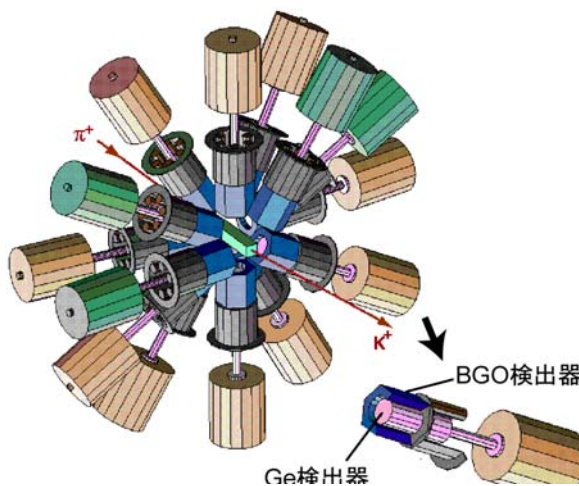


図1: 田村裕和氏らが用いた Ge 検出器群

ハイパー核スペクトロスコピーの歴史は古いですが、これまでは、主として磁気分析器によって実験がなされていた。この場合、分解能は数 MeV が限度で、最も良いものでも 1.5 MeV であった。一方、Ge 検出器を用いると 2 keV の分解能が得られ、磁気分析器の約千分の一の分解能を達成できる。そのため、原理的にはガンマ線測定は魅力ある方法であるが、実際的には収量が小さくバックグラウンドが強大であるため無理とされていた。この迷信を打ち破ったのが田村裕和氏らのグループである。ネックとなっていた強い放射線とバックグラウンドの問題を、田村氏は、共同研究者の谷田聖氏らと共に初めて解決した。田村氏らは、開発した Ge ガンマ線検出器群を KEK-PS やブルックヘブン国立研の AGS 加速器に持ち込み、1998 年から系統的な実験を行い、ハイパー核の励起状態からのガンマ線を同定することに成功した。

そのうち、もっとも大きな成果と認められているのは、ハイペロンと核子(陽子・中性子)の間の相互作用の研究である。特に、スピンに依存した力の強さを決定した功績は高く評価できる。一般に、ハイペロン( $\Lambda$  粒子)が原子核中に入り込むと、ハイペロンは核子から核力を受ける。ハイペロンや核子のもつスピンや軌道角運動量によらない力(中心力)の大きさは以前から分かっていたが、スピンや軌道角運動量に依存する4種類のカ(スピン・スピン相互作用( $\Delta$ )、ハイペロンスピン・軌道相互作用( $S_\Lambda$ )、核子スピン・軌道相互作用( $S_N$ )、テンソル相互作用( $T$ ))はほとんど分かっていた。これらの4つの力のすべての強さが、本実験によって決められた。特にハイペロンスピン・軌道相互作用の強さは、核子同士のスピン・軌道相互作用に比べて遥かに小さいことが判明した。図2に、どのようなハイパー核の実験によってそれぞれの力の強さ( $\Delta, S_\Lambda, S_N, T$ )が決定されたか、およびそ

の決定された強さの値を図示する。なお、これらの力の強さから核力のメカニズムを探る理論的検討が進められている。

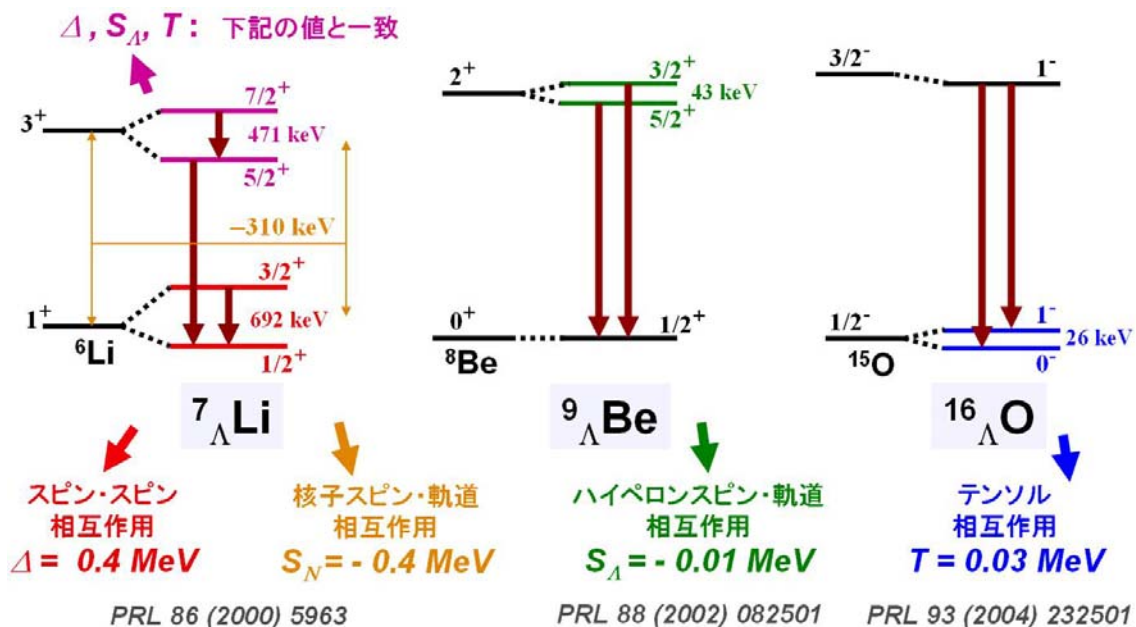


図 2: 観測されたハイパー核ガンマ線転移(矢印)と決定された相互作用の強さ

Ge 検出器のような高分解能検出器を用いると、ドップラーシフト減衰法と呼ばれる方法で、ピコ秒といった短い励起状態の寿命が測定可能となる。田村氏は、この方法を用いて  $^7_{\Lambda}\text{Li}$  ハイパー核の  $5/2+$  励起状態の寿命を測定し、この状態から  $1/2+$  基底状態へのガンマ線放出遷移確率を求めた。これを  $\Lambda$  粒子を取り除いた  $^6\text{Li}$  の対応する遷移(図 2 参照)の場合と比較して、 $\Lambda$  粒子という不純物を注入することにより、遷移確率が半分以下(寿命が 2 倍以上)になるという、以前からの理論的予想を裏付ける結果を得た。「不純物」ハイペロン粒子による原子核の応答として、興味深い現象の実験的検証といえる。

このように、田村裕和氏は、ハイパー核研究に対して、Ge 検出器を導入することにより、特筆すべき進歩をもたらした。今後、J-PARC 等でこの方面の研究がさらに開花することになり、大いなる発展が期待される。

主要発表論文

1. Observation of a Spin-Flip M1 transition in  ${}^7_{\Lambda}\text{Li}$   
H. Tamura et al  
Phys. Rev. Lett. 84 (2000) 5963-5966
2. Measurement of the B(E2) of  ${}^7_{\Lambda}\text{Li}$  and shrinkage of the hypernuclear size  
K. Tanida et al  
Phys. Rev. Lett. 86 (2001) 1982-1985
3. Hypernuclear fine structure in  ${}^9_{\Lambda}\text{Be}$   
H. AkiKawa et al  
Phys. Rev. Lett. 88 (2002) 082501-1~4
4. Hypernuclear fine structure in  ${}^{16}_{\Lambda}\text{O}$  and the  $\Lambda\text{N}$  tensor interaction  
M. Ukai et al  
Phys. Rev. Lett. 93 (2004) 232501-1~4
5.  $\gamma$ -ray spectroscopy of  ${}^{16}_{\Lambda}\text{O}$  and  ${}^{16}_{\Lambda}\text{N}$  hypernuclei via the  ${}^{16}\text{O}(\text{K}, \pi\text{-}\gamma)$  reaction  
M. Ukai et al  
Phys. Rev. C 77 (2008) 054315-1~20