

ブタペストの中性子会議から

井出野 一 実(原研)

1972年8月にブタペストでひらかれた Neutron ConferenceのContributionsの中からいくつかの論文を紹介するように頼まれたのですが、ここでは、中性子共鳴に関係した論文をえらんでみました。

Bohrの複合核模型以来、この中性子共鳴については、その統計的な性質に主な関心ははらわれてきました。ところが、最近、加速器、time-of-flight法、Ge(Li)検出器など、実験技術が進歩したことから、あらためて一本一本の中性子共鳴のスピン、部分幅などの物理量をきめることが広範囲に大量におこなわれるようになってきました。すくなくとも、そのきっかけがすでに始まっていることが、この会議のContributionsをみるとわかります。中性子共鳴レベルのスピンをきめる有力な方法のひとつに、low-level population method、または、low level occupation probability method というのがあります。これは、中性子共鳴捕獲 γ -線が崩壊の途中で放出する低い γ -線の強さの間の比が、そのcapture state(共鳴レベル)のスピンに依存するという事実にもとづいています。この方法はすでに多くの核に適用され、たとえば、 ^{115}In 、 ^{121}Sb 、 ^{123}Sb 、 ^{197}Au などの中性子共鳴レベルのスピンがきめられたことがContributionsの中で報告されています。この方法は、また別のいい方をすると、低いところにあるbound stateの情報(スピン、位置)を利用して、capture stateのスピンをきめようということですが、逆に、capture stateのスピンがわかっている場合に、低いレベルへの γ -線のpopulationを測定することによってこのbound stateのスピンをきめることの可能性がCocevaたちによって実験的に検討されました(Method of Spin Assignment of Bound Levels Populated by (n, γ) Reaction)。

これは、capture state から低いレベルへ2つか、それ以上のカスケード・ステップを遡って γ -線が落ちていく場合には、そのpopulationはスピンのみに依存して、共鳴エネルギー

ギ一には依存しないという仮定にもとづいています。Coceva たちのしたことは、異なるスピンをもったふたつの共鳴に対して、問題にしている bound state の γ -線の population の比を測定することです。この比の値が bound state のスピンの値によって実際どのように分布するかをしめしたのが、fig. です。ここでは、例として ^{106}Pd の 1.3.2, 7.7.7 eV 共鳴 ($J^\pi = 2^+$), 2.5.3, 5.5.2 eV 共鳴 ($J^\pi = 3^+$) と、 ^{177}Hf の 1.1, 5.9 eV 共鳴 ($J^\pi = 3^-$), 2.4, 6.6 eV 共鳴 ($J^\pi = 4^-$) がえらばれています。この図からわかるように、異っ

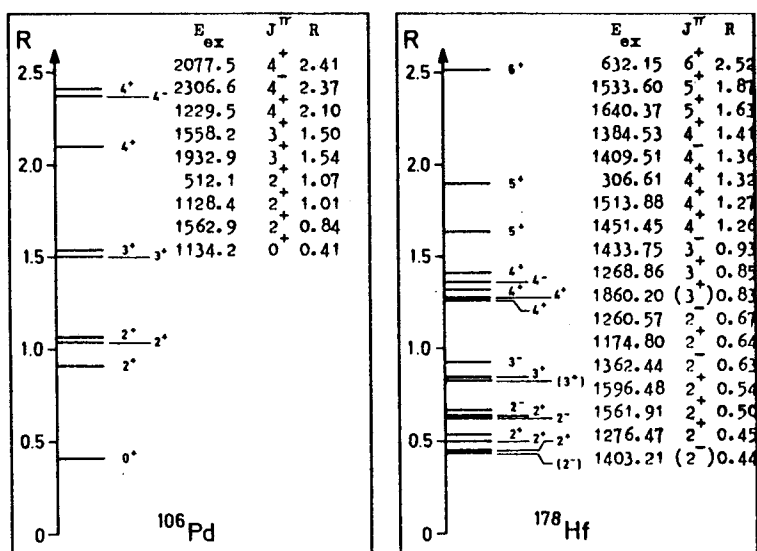


Fig. 1 - Measured population ratios R of low-lying levels. In ^{106}Pd R is the ratio between the gamma intensities obtained in 3^+ and in 2^+ resonances; in ^{178}Hf R is the intensity ratio for 4^- and 3^- resonances. The spin of the observed level is indicated beside each R value.

たスピンをもつ capture state に対する population の比は、bound state のスピンの値によって組み分けされるのがわかります。また、この組み分けの様子は、bound state のパリティ、位置 (E_{ex}) によらないことがわかります。そこで、もし、前もってこのようなスケールができていれば、population の比の値から bound state のスピンの値がきめられることがわかります。すなわち、neutron resonance spectroscopy は、同時に nuclear spectroscopy の有力な手段となりえることがしめされています。

もうひとつ Contributions の中から紹介したいのは、中性子共鳴レベルの並びかたにみられる新しい規則性についての話です。中性子共鳴のような高い励起状態にある unbound state についても、どうしてそのレベルがそこにあるのかという素朴な疑問は誰でももつものとおもわれます。これに対して、理論屋は、まず、そのような複雑な多体問題を理論的に解くこと

は hopeless であるといって、別の approach を考えたり、あるいは別の approach をとることの口実にします。たとえば、random matrix をつかって隣り合わせたレベル間隔の分布が Wigner 分布にしたがうことを論じている Wigner や Porter の論文をよむと、はじめの Introduction のところでこのいいわけにぶつかります。他方、共鳴パラメータや共鳴捕獲率一線の測定に従事している実験屋は、好むと好まらずにかかわらず、一本一本の中性子共鳴に長い間つき合わされます。実験屋の頭の中には、どうして共鳴レベルがそのような並びかたをするのか、あるいは、どうしてそのような部分幅をもっているのかといった強迫観念が自然につちかわれ、やがて欲求不満に苦しむようになります。このような不平不満に感染していた IDENO と OHKUBO は、共鳴レベルの並びかたをしらべているうちに、多くの原子核で統計的な分布からのずれを見出しました。その現象というのは、 ^{234}U 、 ^{238}U 、 ^{241}Pu などの原子核もふくめて共鳴レベルが特定の周期で並びやすいということです。あるいは、レベル同志がある特定のレベル間隔の整数倍はなれて並びやすいという倍数の規則がレベル間隔の間にみられることです。この特定のレベル間隔、または、周期の存在の理論的説明はまだありませんが、 ^{177}Hf の共鳴レベルのスピン ($J=3$) と IDENO & OHKUBO の見出した 4.4 eV 周期との間に相関があることが現在知られています (Coceva et al., Statistical Properties of Nuclei, Albaney, 1971)。このブタベストの Contributions の中には、この共鳴レベルの並びかたにみられる規則性を IDENO & OHKUBO の方法をつかって論じた 3 つの論文が偶然いっしょになっています。まず、(Non-Statistical Behaviors in the Distribution of Neutron Resonance Levels, K. Ideno) では、いろいろな原子核のあいだで周期の比較がおこなわれ、いくつかの核では同じ周期がみられることが報告されています。たとえば、 ^{127}I と ^{133}Cs の共鳴では、まったく同じ中性子エネルギー領域で 3.3 eV の周期がともにみられます。また、(Groupings of Level Spacings in Neutron Resonances, F. N. Belyaev & S. P. Borovlev) では、あらたに、 ^{112}Cd 、 ^{113}In 、 ^{117}Sn 、 ^{182}W 、 ^{184}W 、 ^{186}W などの共鳴レベルで特定の周期がよりよくあらわることが見出されています。また、(Deviations from the Statistical Distributions of Level Spacings, S. I. Suchoruchkin) では、前に、IDENO & OHKUBO によってしらべられた ^{75}As 、 ^{141}Pr の共鳴が再び解析されて、やはり、これらの核ではレベル間隔のあいだに強い相関がみられることが報告されています。この Suchoruchkin も、この問題に以前から強い関心をもっている数少ない中のひとりです。かれは、IDENO & OHKUBO とちがって、多くの共鳴レベルをいっしょにして、レベル間隔の分布をしらべ、特定のレベル間隔があらわれやすいことを以前に見出しています。(この

Suchoruchkinは精力的な男で、核分裂性原子核の共鳴パラメータのReviewや、ソ連でひらかれる中性子物理の会議のまとめをよく *Atomnaya Energiya* に発表しています。また、かれは、この中性子共鳴のレベル間隔にみられる規則性が素粒子のmass spectrumでみられる規則性とつながっていることも別のところで論じていますが、これはここでは省略します。) 以上の3つの論文であつかわれている現象は、まだ、日本、ソ連、イタリアのごく一部のひとたちによって確認されているにすぎず、共鳴レベルのスピン、部分幅との関係などほとんどわかっていません。著者はこの問題にまきこまれているひとりですので、当然、ここで見出されている新しい現象が将来の *neutron resonance spectroscopy*、あるいは、*nuclear spectroscopy* の一角をしめることを期待し、また、そのように努力しているのですが、まだまだその進路は定かでないというのが現実だとも思います。また、この現象は、 ^{238}U 、 ^{241}Pu などの共鳴でも典型的にあらわれていますので、炉物理的な立場からも注目して損はないのではないかとおもっています。