

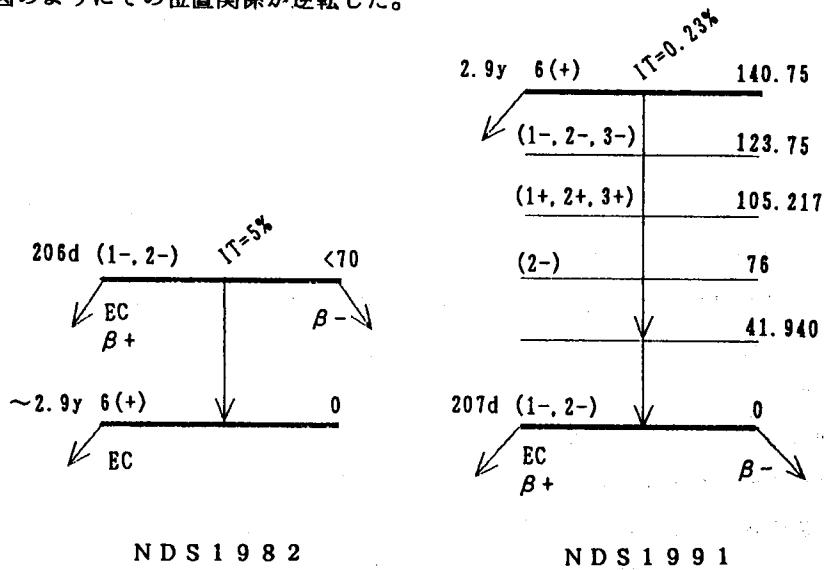
逆転した ^{102}Rh の基底状態

— ENSDF 最新版から —

(1991年9月27日受理)

(放射線医学総合研究所) 喜多尾 憲助

^{102}Rh は、東工大の久武氏らの仕事¹⁾によって、われわれにもなじみのある核種である。この核には 2.9y と 207d の二つの核異性体のあることが知られている。近く出る予定の Nuclear Data Sheets では、その二つの核異性体のエネルギー順序が、従来の同誌とは異なり、下図のようにその位置関係が逆転した。

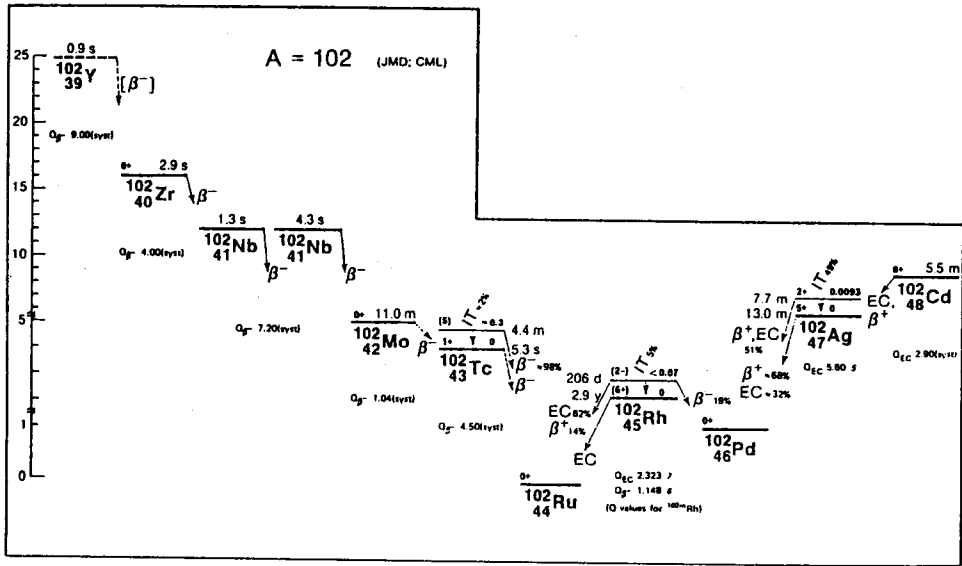


今年の春だったか、核燃料関連の事業所の人から次のような質問を受けた。

「 ^{102}Rh 核には半減期 2.9Y と 206d の状態があるが、どちらを基底状態とするのが正しいか。文献を集めてみたが、はっきりしない。」

確かに、1969年までは二つの核異性体のうち、半減期 206d のものが基底状態と見なされていたが、その後出た論文は 2.9y のものを基底状態としているものもあれば、そうでないものもある。Nuclear Data Sheets は1976年と1982年に出されているが、いずれも 2.9年ものを基底状態としている。スピン・パリティは 6^+ 。

^{102}Rh は "shielded nuclide" と呼ばれる核種で、 β^+ (又はEC) 崩壊、 β^- 崩壊のいずれによっても生成しない。核分裂や核反応によってのみ作られ、この核種自体は β^+ (又はEC) 崩壊、又は β^- 崩壊する。(次頁の図は Table of Isotopes, 第7版)



^{102}Rh の確認と崩壊についての最初の論文は1941年、日本人によって発表されている²⁾。これは ^{102}Rh を速中性子で照射した後、化学分離を行い、(n, 2n)反応によって ^{102}Rh が作られたとし、半減期を $210 \pm 6\text{d}$ と決定した。1961年に、210dより長い半減期をもつ核異性体の存在が観測され³⁾、1963-1965年には、この核異性体の半減期(約2.9y)とスピンの見当がつけられている⁴⁾。

半減期 210d の状態がまず基底状態とみなされたのは自然の成り行きで、これは 1954-1961年に行なわれた β 線エネルギースペクトルの測定^{5) 7) 8)}によって、保証された。一方 2.9yの核異性体はEC崩壊のみで、 β^+ 崩壊をしないため、崩壊のQ値が決まらない。このことが両核異性体の位置関係をあいまいなものにしてきた。

1969年になって Konijn ら⁹⁾は1969年、697keVと680keVの2本の γ 線の強度比、ft値をもとに、核異性体の順序関係を次のように決めた。

$$^{102m}\text{Rh} \text{ --- } 206 \text{ d } 1-$$

$$^{102g}\text{Rh} \text{ --- } 2.9 \text{ y } (5)$$

$$IT=5\% \pm 2, \quad E(^{102m}\text{Rh}) - E(^{102g}\text{Rh}) < 70 \text{ keV}$$

彼らの論文が出るまで、準位の順序を議論している論文がなかったため、Nuclear Data Sheets (1976, 1982) はじめ Table of Isotopes (7th Ed.)などもこちらを採用した、というわけである。

1980年代になると、このやっかいな核の励起状態にも光が当たり始めた。(p, n γ)反応や(HI, xn γ)反応などの、いわゆるin-beam spectroscopyによる研究^{10) 11) 12)}である。とくに後者は高スピンの励起状態を作りだした。Duffaitら¹³⁾は(^6Li , 3n γ)の結果と(p, n)反応で

作った線源を用い ^{102m}Rh の崩壊を測定し、 $2 \rightarrow 6+$ 、5%という転移はありえないという、Konijn とは反対の結論を示した。すなわち

$$^{102m}\text{Rh} \text{ --- } 2.9 \text{ y } 6+$$

$$^{102}\text{Rh} \text{ --- } 206 \text{ d } 2-$$

$$IT < 0.07\%, \quad E(^{102m}\text{Rh}) - E(^{102}\text{Rh}) = 5.3 \text{ keV}$$

しかし、どちらにしても核異性体転移を測っていないことが難であった。in-beam実験にしても最終状態が確定しない限りアイマイさが残る。最近、Bizzeti-Sonaらは内部転換電子測定を行い ^{102m}Rh の崩壊にともなう核異性体転移を測定し、そのエネルギーを 98.8 keV、多重極度をM4とした¹³⁾。結局このデータが、今度の Nuclear Data Sheets が改訂で採用された、というわけである。

あとがき

^{102}Rh に関連した論文は30篇ほどある。核異性体のエネルギー順序を議論した論文は数篇にすぎず、他はすべてそれらの引用である。「if」付きの結果であっても、引用されているうちに一人歩きしてしまい、いつの間にか「if」が落ちてしまうことが多い。compilation などの仕事では、注意しなければならないことである。

締切日までに本欄への投稿がなかった。せっかく設けたにもかかわらず何の記事も載らないのでは、編集に関係するものとしていささか寂しい。本欄の主旨から逸脱するかもしれないが、埋め草がわりに人さまの仕事を紹介させてもらった。どうかお許し願いたい。

文献

- 1) 久武和夫教授定年退官記念集録(1984).
- 2) O. Minakawa, Phys. Rev. 60, 689(1941).
- 3) F. K. McGowan and P. H. Stelson, Phys. Rev. 123, 2131(1961).
- 4) P. Born et al., Physica 29, 535(1963).
- 5) K. Hisatake et al., J. Phys. Soc. (Japan) 16, 1280(1961).
- 6) D. B. Kocherdorfer and D. J. Farmer, Phys. Rev. 96, 855A(1954).
- 7) L. Marquez, Phys. Rev. 95, 67(1954).
- 8) K. Hisatake et al., J. Phys. Soc. (Japan) 20, 1107(1965).
- 9) J. Konijn et al., Nucl. Phys. A138, 514 (1969).
- 10) Zs. Dombradi et al., Z. Phys. A313, 207 (1983).
- 11) A. M. Bizzeti et al., Z. Phys. A315, 277 (1984).
- 12) R. Duffait et al., Nucl. Phys. A454, 143(1986).
- 13) A. M. Bizzeti-Sona et al., Z. Phys. A338, 338(1991).