

ENSDFの半減期について

日本アイソトープ協会

一宮 勉

(株) データ工学

喜多尾 憲助

e-mail: j90124@simail.ne.jp

周知のように評価済み核構造データファイル(ENSDF)は、Adopted Levels, Gammas というエネルギー準位と準位間の転移に関する一組の推奨値のセットと、崩壊形式別の Decay Data Sets と反応形式別の Reaction Data Sets から構成されている。ある準位の半減期に対して複数の実験データが報告されていれば、一つの評価値がこれらの実験データを基礎として Adopted Levels, Gammas に与えられ、各 data sets にもその値が採用されているはずである。しかし、1996年7月現在のファイルについて、基底準位の半減期を調べたところ以下のように、必ずしも、そうになっていないことがわかった。おそらく「校正もれ」「直し忘れ」の類であり、ファイルを維持している BNL の米核データセンターに連絡したので、いずれ修正されるものと思われる。

たとえば下記の表中、上から3行目、 ^{23}Al の半減期、は Adopted Levels では 0.47 ± 3 秒であるが、Data sets、 ^{23}Al β^+ 崩壊及び $\beta^+\text{P}$ 崩壊 (遅発中性子放出 β^+ 崩壊) の中では 470 ± 30 秒になっている。ENSDF 作成マニュアルでは、測定データに与えられた誤差が 25 以上の場合は丸めることになっているので、Adopted levels 欄の表記が正しく、Decay data sets の値は明らかに訂正もれである。紙面の都合上その他の不一致について、説明する余裕はないが、Adopted levels に与えられている説明(下線部分)を紹介する。なお $7.2\text{ S }13$ は 7.2 ± 1.3 秒を、また ($^{92}\text{Sc}16$) などは文献番号である。

*(^{175}Ir): Weighted average of $7.2\text{ S }13$, alpha counting ($^{92}\text{Sc}16$); $11\text{ S }3$, γ -ray counting ($^{92}\text{Sc}16$); and $13\text{ S }2$, γ -ray counting ($^{92}\text{Bo}21$). Other value: $4.5\text{ S }10$ ($^{67}\text{Si}02$).

4.5 ± 1.0 秒は参考程度に扱われ、荷重平均にも用いられていない。Data set の訂正もれである。

**(^{179}Pt): From $^{93}\text{Me}13$. Others: $54\text{ S }4$ ($^{82}\text{Bo}04$) and $33\text{ S }2$ ($^{66}\text{Si}08$). Data set の 43 ± 10 秒は単純に平均をとり、少数点以下を切り捨てたものであろう。

***(^{182}Au): From $^{92}\text{Ro}21$. Others: $15\text{ S }2$, $13.8\text{ S }18$, $18\text{ S }7$ ($^{93}\text{Bi}ZY$), $20\text{ S }2$ ($^{79}\text{Ha}10$), $22.1\text{ S }13$ ($^{72}\text{Fi}12$), $19\text{ S }2$ ($^{70}\text{Ha}18$). Data set の 21 ± 1 秒は $20\text{ S }2$, $22.1\text{ S }13$, $19\text{ S }2$

の3つのデータの荷重平均。これも訂正もれである。

#(183Re): Weighted average of 67.6 D 25 (58Fo47), 71 D 3 (58Ga17), and 71 D 2 (65Bi06). 荷重平均の誤差は内誤差と外誤差のうち、大きい方を与えることになっている。Data set は小さい方の誤差がついており、ルールを正しく適用していない。

##(198At): From alpha(t) measurements (92Hu04). Other: 4.9 S 5 (67Tr06). 新しい測定データが採用されている。Data set は古いデータを訂正せずに、放置している。

###(202Bi): 1.67 H 2 (66KaZY), 1.79 H 3 (70DaZM), Others: 51Ka03, 70Jo26. Adopted value は1.67秒と1.79秒の荷重平均。Data set の方は、1966年の測定値を使用している。これも訂正すべきであるが、荷重平均値は、われわれの計算では 1.71 ± 0.05 秒となる。

なお、表の中で、- とあるのは、数値が与えられていないことを表す。

Nuclide	Adopted levels		Decay Data sets		
22F	4.23	S 4	4.24	S 4	22F B-
22Ne	2.6019	Y 4	2.6088	Y 14	22Na B+
23Al	0.47	S 3	470	NS 30	23Al B+, B+P
27Mg	9.458	M 12	9.462	M 11	27Mg B-
28Al	2.2414	M 12	2.2414	M 1	28Al B-
29P	4.142	S 15	4.140	S 14	29P B+
32Cl	298	MS 1	298	MS 2	32Cl B+
32P	14.262	D 14	14.26	D 4	32P B-
45V	547	MS 6	539	MS 18	45V B+
46Sc	83.79	D 4	83.810	D 10	46Sc B-
49V	330	D 15	338	D 5	49V EC
51Cr	27.702	D 4	27.704	D 4	51Cr EC
51Fe	305	MS 5	305.0	MS 43	51Fe EC
52V	3.743	M 5	3.75	M 1	52V B-
54Mn	312.3	D 4	312.12	D 10	54Mn EC
58Co	70.82	D 3	70.916	D 15	58Co EC
59Cr	0.74	S 24	0.76	S 24	59Cr B-
62Zn	9.186	H 13	9.26	H 2	62Zn EC
65Ni	2.5172	H 3	2.51719	H 26	65Ni B-
68Ge	270.8	D 3	270.82	D 27	68Ge EC

69As	15.2	M	2	15.23	M	16	69As	EC
75Cu	1.3	S	1	1.224	S	3	75Cu	B-N
75Se	119.779	D	4	119.770	D	10	75Se	EC
79Ge	18.98	S	3	19.1	S	3	79Ge	B-
81Ga	1.221	S	5	1.223	S	5	81Ga	B-N
82Ga	0.599	S	2	0.602	S	6	82Ga	B-N
82Ge	4.60	S	35	4.55	S	30	82Ge	B-
82Se	1.08E+20	Y	+26-6	1.4E+20	Y	4	82Se	2B-
87Br	55.60	S	15	55.69	S	13	87Br	B-N, B-
88Se	1.52	S	3	1.53	S	6	88Se	B-
90Br	1.92	S	2	1.71	S	14	90Br	B-N
90Sr	28.78	Y	4	28.74	Y	4	90Sr	B-
92Tc	4.23	M	15	4.25	M	12	92Tc	EC
94Sr	75.3	S	2	75.2	S	8	94Sr	B-
96Rb	202.8	MS	33	201.3	MS	9	96Rb	B-N
				0.199	S	3	96Rb	B-
96Sr	1.07	S	1	1.06	S	3	96Sr	B-
97Sr	429	MS	5	426	MS	5	97Sr	B-
97Zr	16.90	H	5	16.91	H	5	97Zr	B-
99Rb	50.3	MS	7	59	MS	1	99Rb	B-, B-N
99Sr	0.269	S	1	270	MS	10	99Sr	B-
99Y	1.470	S	7	1.47	S	2	99Y	B-
101Sr	118	MS	3	114	MS	-	101Sr	B-N
101Y	448	MS	19	500	MS	50	101Y	B-
101Tc	14.22	M	1	14.2	M	1	101Tc	B-
104Tc	18.3	M	3	18.4	M	-	104Tc	B-
105Tc	7.6	M	1	7.63	M	9	105Tc	B-
106Tc	35.6	S	6	36	S	1	106Tc	B-
106Te	60	US	+30-10	60	US	20	106Te	A
107Te	3.1	MS	1	0.0036	S	5	107Te	A
109Tc	0.87	S	4	0.86	S	8	109Tc	B-
109Cd	462.6	D	4	462.9	D	20	109Cd	EC
109Sb	17.0	S	7	16.67	S	15	109Sb	B+
111Xe	0.74	S	20	0.9	S	-	111Xe	A

118Cs	14	S	2	14	S	-	118Cs B+
122Sb	2.7238	D	2	2.7209	D	3	122Sb EC
122La	8.7	S	7	8.5	S	6	122La EC
123Ag	0.309	S	15	0.31	S	1	123Ag B-
124Cd	0.9	S	2	1.24	S	5	124Cd B-
125Sb	2.7582	Y	11	1007.4	D	4	125Sb B-
125I	59.408	D	8	59.402	D	14	125I EC
126La	54	S	2	1.0	M	3	126La B+
126Pr	3.1	S	3	3.0	S	4	126Pr B+
127Cd	0.37	S	7	0.43	S	3	127Cd B-
127Pr	4.9	S	3	4.2	S	3	127Pr B+
128In	0.9	S	1	0.8	S	1	128In B-
131Nd	27	S	2	25	S	-	131Nd B+P
132Sb	4.10	M	5	4.10	M	7	132Sb B-
133Sn	1.45	S	3	1.44	S	4	133Sn B-
133Ba	10.51	Y	5	10.52	Y	13	133Ba EC
138I	6.49	S	7	6.41	S	6	138I B-N, B-
141Ce	32.501	D	5	32.50	D	4	141Ce B-
143Cs	1.78	S	1	1.77	S	2	143Cs B-
143La	14.2	M	1	14.14	M	16	143La B-
143Ce	33.039	H	6	33.10	H	5	143Ce B-
143Pr	13.57	D	2	13.58	D	3	143Pr B-
144Ce	284.893	D	8	284.9	D	2	144Ce B-
146Sm	10.3E+7	Y	5	10.31E+7	Y	45	146Sm A
146Ho	3.6	S	3	3.9	S	8	146Ho EC
147Eu	24.1	D	6	24	D	1	147Eu B-, A
147Gd	38.06	H	12	38.1	H	1	147Gd EC
149Tb	4.118	H	25	4.13	H	3	149Tb A
150Eu	36.9	Y	9	35.8	Y	10	150Eu EC
150Tm	2.2	S	2	2.15	S	10	150Tm ECP
151Gd	124	D	1	120	D	20	151Gd A
151Tb	17.609	H	1	17.6	H	1	151Tb A
152Er	10.3	S	1	10.1	S	2	152Er A
153Pm	5.4	M	2	5.358	M	18	153Pm B-

154Ho	11.76	M	19	11.8	M	5	154Ho	A
154Er	3.73	M	9	3.68	M	15	154Er	EC
154Yb	0.404	S	14	0.402	S	17	154Yb	A
				0.4204	S	14	154Yb	EC
155Yb	1.75	S	5	1.71	S	9	155Yb	A
155Tm	21.6	S	2	32	S	3	155Tm	A
156Tm	83.8	S	18	86	S	4	156Tm	A
156Yb	26.1	S	7	23.6	S	13	156Yb	A
158Yb	1.49	M	13	1.65	M	20	158Yb	A
159Gd	18.479	H	4	18.56	H	8	159Gd	B-
161Hf	17	S	2	20	S	3	161Hf	EC
162Ta	3.52	S	12	3.57	S	12	162Ta	A
164W	6.4	S	8	6.0	S	3	164W	A
165Re	2.4	S	6	2.3	S	4	165Re	A
166Ho	26.83	H	2	26.80	H	2	166Ho	B-
170Os	7.3	S	2	4.0	S	2	170Os	A
172Pt	0.104	S	7	0.10	S	1	172Pt	A
172Os	19.2	S	9	19	S	2	172Os	A
173W	7.6	M	2	7.5	M	3	173W	EC
175Ir	*9	S	2	4.5	S	10	175Ir	A
176Au	1.25	S	30	1.08	S	17	176Au	A
177Lu	6.734	D	12	6.73	D	1	177Lu	B-
178Pt	21.1	S	6	21.0	S	6	178Pt	A
178Hg	0.254	S	19	0.26	S	3	178Hg	A
179Re	19.5	M	1	19.7	M	1	179Re	EC
179Pt	**21.2	S	4	43	S	10	179Pt	A
179Au	7.1	S	3	7.5	S	4	179Au	A
180Hg	2.8	S	2	3.0	S	3	180Hg	A
182Tl	3.1	S	10	-	-	-	182Tl	A
182Au	***15.6	S	4	21	S	1	182Au	A
182Pt	2.2	M	1	2.6	M	1	182Pt	A
185Ac	4.25	M	6	4.3	M	1	185Ac	EC, A
185Pt	70.9	M	24	-	-	-	185Pt	A
183Ir	58	M	6	57	M	7	183Ir	EC

183Re	#70.0	H	14	70.0	D	11	183Re	EC
183Hg	9.4	S	7	8.8	S	5	183Hg	EC, ECP
185Ta	49.4	M	15	49	M	2	185Ta	B-
185Ir	14.4	H	1	14.0	H	9	185Ir	EC
185Au	4.25	M	6	4.31	M	1	185Au	A, EC
185Hg	49.1	S	10	49	S	2	185Hg	EC, A
188Pb	24.2	S	10	24.5	S	15	188Pb	A
189Hg	7.6	M	1	7.6	M	2	189Hg	EC
190Pt	6.5E11	Y	3	6.6E11	Y	3	190Pt	A
195Po	4.64	S	9	4.5	S	5	195Po	A
198At	##4.2	S	3	4.9	S	5	198At	A
199Pt	30.80	M	21	30.8	M	4	199Pt	B-
203At	7.4	M	2	7.37	M	2	203At	EC
205Rn	2.8	M	1	2.83	M	12	205Rn	EC
				170	S	4	205Rn	A
202Bi	###1.72	H	5	1.67	H	2	202Bi	EC
205Rn	2.8	M	1	170	S	4	205Rn	A
				2.83	M	12	205Rn	EC
207Rn	9.25	M	17	9.3	M	2	207Rn	A, EC
213Th	140	MS	25	150	MS	25	213Th	A
215Bi	7.6	M	2	7.7	M	2	215Bi	B-
224Ra	3.66	D	4	3.62	D	1	224Ra	A
235Np	396.1	D	12	396.2	D	12	235Np	A, EC
226Np	35	MS	10	31	MS	8	226Np	A
231U	25.3	M	5	25.	M	-	235Pu	A
234Pa	6.70	H	5	6.75	H	5	234Pa	B-
235Pa	24.5	M	2	24.1	M	2	235Pa	B-
235Np	396.1	D	12	396.2	D	12	235Np	A, EC
236Pu	2.858	Y	8	2.851	Y	8	236Pu	A
237Np	2.144E+6	Y	7	2.1E+6	Y	11	237Np	A
242Cf	3.49	M	12	3.68	M	44	242Cf	A
243Np	1.85	M	15	1.8	M	3	243Np	B-
247Es	4.55	M	26	4.7	M	3	247Es	EC
254Es	275.7	D	5	275.5	D	5	254Es	A