

解 説 (IV)

ENDF / B - VI について

(原研) 中島 豊

1. はじめに

BNLにある米国国立核データセンター(NNDC)から1990年1月から6月にかけてENDF/B-VIの中性子核データに関する汎用ファイルが配布された。ENDF/B-VIは中性子核データ汎用ライブラリーだけでも320核種 (MAT NO.数) 473,000レコードにのぼる膨大なファイルの詳細を述べるのは不可能なので、その一端を紹介したいと思う。

2. ENDF/B-VIの構成

ENDF/B-VIは次の6つのサブライブラリーから構成されている。

- Neutron reaction data*
- Fission-product yields
- Decay data
- Neutron thermal scattering law*
- Photon interaction data*
- Charged particle incident data

*をつけた3つのサブライブラリーは既に公開されている。(原研核データセンターにも配布されている。) Neutron reaction dataのサブライブラリー (中性子核データ汎用ファイル) には次の5つの特殊目的データライブラリーが含まれている。

- ENDF/B-VI standards data;1987年に公開されている。
- ENDF/B-VI dosimetry data;1990年5月に公開されている。
- ENDF/B-VI activation data;1990年5月に公開されている。
- ENDF/B-VI fission-products neutron cross section data
- ENDF/B-VI actinides neutron reaction data

上から3つの特殊目的サブライブラリーはENDF/B-VI中性子核データ汎用ライブラリーからデータをピックアップして作られたものである。下の2つは独立のライブラリーとしては存在せず、汎用ライブラリーに含まれている。

3. 汎用ライブラリー

Table 1にENDF/B-VI汎用ライブラリーに収納されている核種（元素）とそのMAT NO.を示した。全体で320核種（元素）が収録されているが、73核種（元素）が新たに評価または改訂されているに過ぎない。軽核、構造材の核種それにアクチノイドの多くが新評価値であり、その他は虫喰い的に新たな評価が行われているのに過ぎない。

ENDF/B-VIの大きな特徴はFile 6(MF=6)に多くのデータが収録されていることである。File 6では核反応生成物（中性子、光子、荷電粒子、残留核）のエネルギーと放出角度の相関を記述できる。File 4（角分布）とFile 5（エネルギースペクトル）に代わるものである。放出角度によりエネルギースペクトルがあまり変化しない場合には従来通りFile 4とFile 5で記述できるが、放出角度でエネルギースペクトルが大きく変わる場合はFile 6を用いる必要がある。核融合核データのように可なりエネルギーの高い中性子の反応が重要な場合は非平衡過程の寄与が大きくFile 6による記述が必要である。実際にFile 6にデータが収録されている核種をtable 2に示した。構造材の核種File 6が重点的に収録されている他は若干の軽核と重核にFile 6が収録されている。特に注目すべき核種はBe-9で、MT=600（残留核を基底状態に残す陽子生成断面積）、MT=650（残留核を基底状態に残す重陽子生成断面積）、MT=700（残留核を基底状態に残すトリトン生成断面積）、MT=701（残留核を第一励起状態に残すトリトン生成断面積）、MT=800（残留核を基底状態に残す α 粒子生成断面積）に対するFile 6が収録されている。

もう一つの特徴は、共鳴公式としてReich-Mooreの公式が復活したことである。実際に共鳴パラメータがReich-Mooreの公式で収納されている核種はU-235, Pu-239と構造材核種である。Reich-Mooreの公式の採用によりこれらの核種の分離共鳴領域の断面積が共鳴パラメータだけできれいに記述できるようになった。（Breit-Wignerの多準位公式ではバックグラウンドを含める必要があった。）

4. おわりに

予定より可なり遅れて、結局はJENDL-3の公開にも遅れ（ENDF/B関係者はこの点を可なり意識したと推測される。）ENDF/B-VIが公開された。JENDL-3の関係者としては、JENDL-3とENDF/B-VIのどちらが優れているか大変気になるところである。幸か不幸かENDF/B-VIはENDF-6 formatでデータが収録されており、ENDF-6 formatから炉定数を作る処理コードが今のところ国内になく、両者の比較が出来ないとのことである。近い時点でENDF-6 formatの処理コードが整備され、両者の比較が行われることを希望したい。

Table 1 ENDF/B-VIに収納されている核種

Nucl.	MAT	Nucl.	MAT	Nucl.	MAT
1-H - 1*	125	21-Sc- 45	2125	32-Ge- 76	3243
1-H - 2*	128	22-Ti- 0	2200	33-As- 75	3325
1-H - 3	131	22-Ti- 46	2225	34-Se- 74	3425
2-He- 3*	225	22-Ti- 47	2228	34-Se- 76	3431
2-He- 4	228	22-Ti- 48	2231	34-Se- 77	3434
3-Li- 6*	325	22-Ti- 50	2237	34-Se- 78	3437
3-Li- 7*	328	23-V - 0*	2300	34-Se- 80	3443
4-Be- 9*	425	24-Cr- 50*	2425	34-Se- 82	3449
5-B - 10*	525	24-Cr- 52*	2431	35-Br- 79	3525
5-B - 11*	528	24-Cr- 53*	2434	35-Br- 81	3531
6-C - 0*	600	24-Cr- 54*	2437	36-Kr- 78	3625
7-N - 14*	725	25-Mn- 55*	2525	36-Kr- 80	3631
7-N - 15*	728	26-Fe- 54*	2625	36-Kr- 82	3637
8-O - 16*	825	26-Fe- 56*	2631	36-Kr- 83	3640
8-O - 17	828	26-Fe- 57*	2634	36-Kr- 84	3643
9-F - 19*	925	26-Fe- 58*	2637	36-Kr- 85	3646
11-Na- 23	1125	27-Co- 59*	2725	36-Kr- 86	3649
12-Mg- 0	1200	28-Ni- 58*	2825	37-Rb- 85	3725
12-Mg- 24	1225	28-Ni- 59*	2828	37-Rb- 86	3728
13-Al- 27	1325	28-Ni- 60*	2831	37-Rb- 87	3731
14-Si- 0	1400	28-Ni- 61*	2834	38-Sr- 84	3825
15-P - 31	1525	28-Ni- 62*	2837	38-Sr- 86	3831
16-S - 0	1600	28-Ni- 64*	2843	38-Sr- 87	3834
16-S - 32	1625	29-Cu- 63*	2925	38-Sr- 88	3837
17-Cl- 0	1700	29-Cu- 65*	2931	38-Sr- 89	3840
18-Ar- 40	1837	31-Ga- 0	3100	38-Sr- 90	3843
19-K - 0	1900	32-Ge- 72	3231	39-Y - 89*	3925
19-K - 41	1931	32-Ge- 73	3234	39-Y - 90	3928
20-Ca- 0	2000	32-Ge- 74	3237	39-Y - 91	3931

*は新評価値

Table 1 (続き)

Nucl.	MAT	Nucl.	MAT	Nucl.	MAT
40-Zr- 0	4000	44-Ru-105	4452	50-Sn-115	5034
40-Zr- 90	4025	44-Ru-106	4455	50-Sn-116	5037
40-Zr- 91	4028	45-Rh-103	4525	50-Sn-117	5040
40-Zr- 92	4031	45-Rh-105	4531	50-Sn-118	5043
40-Zr- 93	4034	46-Pd-102	4625	50-Sn-119	5046
40-Zr- 94	4037	46-Pd-104	4631	50-Sn-120	5049
40-Zr- 95	4040	46-Pd-105*	4634	50-Sn-122	5055
40-Zr- 96	4043	46-Pd-106	4637	50-Sn-123	5058
41-Nb- 93*	4125	46-Pd-107	4640	50-Sn-124	5061
41-Nb- 94	4128	46-Pd-108	4643	50-Sn-125	5064
41-Nb- 95	4131	46-Pd-110	4649	50-Sn-126	5067
42-Mo- 0	4200	47-Ag-107	4725	51-Sb-121	5125
42-Mo- 92	4225	47-Ag-109	4731	51-Sb-123	5131
42-Mo- 94	4231	47-Ag-111	4737	51-Sb-124	5134
42-Mo- 95	4234	48-Cd- 0	4800	51-Sb-125	5137
42-Mo- 96	4237	48-Cd-106	4825	51-Sb-126	5140
42-Mo- 97	4240	48-Cd-108	4831	52-Te-120	5225
42-Mo- 98	4243	48-Cd-110	4837	52-Te-122	5231
42-Mo- 99	4246	48-Cd-111	4840	52-Te-123	5234
42-Mo-100	4249	48-Cd-112	4843	52-Te-124	5237
43-Tc- 99	4325	48-Cd-113	4846	52-Te-125	5240
44-Ru- 96	4425	48-Cd-114	4849	52-Te-126	5243
44-Ru- 98	4431	48-Cd-115M	4853	52-Te-127M	5247
44-Ru- 99	4434	48-Cd-116	4855	52-Te-128	5249
44-Ru-100	4437	49-In- 0*	4900	52-Te-129M	5253
44-Ru-101	4440	49-In-113	4925	52-Te-130	5255
44-Ru-102	4443	49-In-115*	4931	52-Te-132	5261
44-Ru-103	4446	50-Sn-112	5025	53-I -127	5325
44-Ru-104	4449	50-Sn-114	5031	53-I -129	5331

*は新評価値

Table 1 (続き)

Nucl.	MAT	Nucl.	MAT	Nucl.	MAT
53-I -130	5334	58-Ce-142	5843	63-Eu-152*	6328
53-I -131	5337	58-Ce-143	5846	63-Eu-153*	6331
53-I -135	5349	58-Ce-144	5849	63-Eu-154*	6334
54-Xe-124	5425	59-Pr-141	5925	63-Eu-155*	6337
54-Xe-126	5431	59-Pr-142	5928	63-Eu-156	6340
54-Xe-128	5437	59-Pr-143	5931	63-Eu-157	6343
54-Xe-129	5440	60-Nd-142	6025	64-Gd-152	6425
54-Xe-130	5443	60-Nd-143	6028	64-Gd-154	6431
54-Xe-131	5446	60-Nd-144	6031	64-Gd-155	6434
54-Xe-132	5449	60-Nd-145	6034	64-Gd-156	6437
54-Xe-133	5452	60-Nd-146	6037	64-Gd-157	6440
54-Xe-134	5455	60-Nd-147*	6040	64-Gd-158	6443
54-Xe-135	5458	60-Nd-148	6043	64-Gd-160	6449
54-Xe-136	5461	60-Nd-150	6049	65-Tb-159	6525
55-Cs-133	5525	61-Pm-147*	6149	65-Tb-160	6528
55-Cs-134*	5528	61-Pm-148	6152	66-Dy-160	6637
55-Cs-135	5531	61-Pm-148M	6153	66-Dy-161	6640
55-Cs-136	5534	61-Pm-149	6155	66-Dy-162	6643
55-Cs-137	5537	61-Pm-151	6161	66-Dy-163	6646
56-Ba-134*	5637	62-Sm-144	6225	66-Dy-164	6649
56-Ba-135*	5640	62-Sm-147*	6234	67-Ho-165*	6725
56-Ba-136*	5643	62-Sm-148	6237	68-Er-166*	6837
56-Ba-137*	5646	62-Sm-149	6240	68-Er-167*	6840
56-Ba-138	5649	62-Sm-150	6243	71-Lu-175	7125
56-Ba-140	5655	62-Sm-151*	6246	71-Lu-176	7128
57-La-139	5728	62-Sm-152	6249	72-Hf- 0	7200
57-La-140	5731	62-Sm-153	6252	72-Hf-174	7225
58-Ce-140	5837	62-Sm-154	6255	72-Hf-176	7231
58-Ce-141	5840	63-Eu-151*	6325	72-Hf-177	7234

*は新評価値

Table 1 (続き)

Nucl.	MAT	Nucl.	MAT	Nucl.	MAT
72-Hf-178	7237	93-Np-238	9349	99-Es-253	9913
72-Hf-179	7240	93-Np-239*	9352		
72-Hf-180	7243	94-Pu-236	9428		
73-Ta-181	7328	94-Pu-237	9431		
73-Ta-182	7331	94-Pu-238	9434		
74-W - 0	7400	94-Pu-239*	9437		
74-W -182	7431	94-Pu-240*	9440		
74-W -183	7434	94-Pu-241*	9443		
74-W -184	7437	94-Pu-242	9446		
74-W -186	7443	94-Pu-243	9449		
75-Re-185*	7525	94-Pu-244	9452		
75-Re-187*	7531	95-Am-241*	9543		
79-Au-197*	7925	95-Am-242	9546		
82-Pb-206*	8231	95-Am-242M	9547		
82-Pb-207*	8234	95-Am-243*	9549		
82-Pb-208*	8237	96-Cm-241	9628		
83-Bi-209*	8325	96-Cm-242	9631		
90-Th-230	9034	96-Cm-243	9634		
90-Th-232	9040	96-Cm-244	9637		
91-Pa-231	9131	96-Cm-245	9640		
91-Pa-233	9137	96-Cm-246	9643		
92-U -232	9219	96-Cm-247	9646		
92-U -233	9222	96-Cm-248	9649		
92-U -234	9225	97-Bk-249*	9752		
92-U -235*	9228	98-Cf-249*	9852		
92-U -236*	9231	98-Cf-250	9855		
92-U -237	9234	98-Cf-251	9858		
92-U -238*	9237	98-Cf-252	9861		
93-Np-237*	9346	98-Cf-253	9864		

*は新評価値

Table 2 File 6(MF=6)にデータが収納されている核種

Nucl.	MAT	データのあるMT NO.
1-H - 2	128	16
4-Be- 9	425	16, 600, 650, 700, 701, 800
5-B - 11	528	16, 22, 28, 91, 103, 107
9-F - 19	925	16, 22, 28, 91, 102, 103, 107
24-Cr- 50	2425	16, 22, 28, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 91, 103, 107
24-Cr- 52	2431	16, 22, 28, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 91, 103, 107
24-Cr- 53	2434	16, 22, 28, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 91, 103, 107
24-Cr- 54	2437	16, 51, 52, 53, 54, 91, 103, 107
25-Mn- 55	2525	16, 22, 28, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 91, 103, 107
26-Fe- 54	2625	16, 22, 28, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 91, 103, 107
26-Fe- 56	2631	16, 22, 28, 91, 103, 107
26-Fe- 57	2634	16, 22, 28, 51, 52, 53, 54, 55, 91, 103, 107
26-Fe- 58	2637	16, 22, 28, 51, 52, 91, 103, 107

Table 2 (続き)

Nucl.	MAT	データのあるMT NO.
28-Ni- 58	2825	16, 22, 28, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 91, 103, 107
28-Ni- 60	2831	16, 22, 28, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 91, 103, 107
28-Ni- 61	2834	16, 28, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 91, 103, 107
28-Ni- 62	2837	16, 22, 28, 51, 52, 53, 54, 91, 103, 107
28-Ni- 64	2843	16, 22, 28, 51, 52, 91, 103, 107
29-Cu- 63	2925	16, 22, 28, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 91, 103, 107
29-Cu- 65	2931	16, 22, 28, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 91, 103, 107
82-Pb-206	8231	16, 17, 91
82-Pb-207	8234	16, 17, 91
82-Pb-208	8237	16, 17, 91
92-U -235	9228	16, 17, 37, 91
92-U -238	9237	16, 17, 37
93-Np-237	9346	16, 17, 37, 91
94-Pu-239	9437	16, 17, 37, 91