

特集 (その [ )

J ANDL-1 について

原研 中川 庸雄

かねてからの念願であった日本独自の評価済みデータライブラリー (JENDL-Japanese Evaluated Nuclear Data Library) の一次版 JENDL-1 ができて、現在、積分データによるベンチマークテストを行なっている。JENDL-1 は高速炉の設計計算を主目的として作られ、格納されている核種は表 1 の通りである。扱った中性子エネルギーの範囲は  $10^{-5}$  eV から 15 MeV で、上限はいくつかの核種について 20 MeV までとった。このエネルギー領域で有意な反応に対して断面積等のデータが与えられた。以下にファイルの概要および編集作業について述べる。

1. JENDL-1 のフォーマットと格納核種

一般的に言って、評価済みデータを一貫したライブラリーとしてまとめ上げる際はそのフォーマットとして既存のフォーマットを使うのが得策である。それはデータの処理が既存のそして使用経験のあるコードを使ってできるからである。JENDL のフォーマットとしては ENDF/B のフォーマットが採用された。我々にとってこのフォーマットが最もなじみ深いものだったからである。ライブラリーを作る上で必要なコードも、ライブラリー完成後のデータ処理コードもかなり日本国内で整備されている。また、ENDF/B ライブラリーに格納されている評価データ自体、現在使われている第 4 版では既存の評価済みデータライブラリーの中では最も核種数も多く、データの質も良いと考えられ、JENDL-1 との比較などにおいても最も適したライブラリーと言える。

ENDF/B フォーマットでは、MAT 番号、MF 番号、MT 番号と呼ばれる 3 つの数でデータを定義している。MAT 番号は核種を決め、MF 番号はそのデータが断面積のデータか角度分布のデータかと言ったデータの質を示めすのに使われ、MT 番号は反応の種類を表わすのに使われている。

格納された核種の MAT 番号を表 1 に示した。JENDL-1 はその目的を高速炉の設計計算においてるので、そのために重要な核種と、日本の中で独自にデータの評価がすすめられていたいくつかの核種がその中に含まれている。MAT 番号の最初の数字「1」は JENDL の第 1 次版の意味を示し、次の 2 桁は原子番号を表わしている。最後の 1 桁は同じ原子番号の核種の中での通し番号になっており、天然の元素に対しては「0」を与えた。

各核種に対して次に示す MF 番号に沿ってデータを与えた。

MF 番号

- 1 コメント, fission yield,  $\nu$
- 2 共鳴パラメータ
- 3 断面積,  $\mu_L$
- 4 二次中性子の角度分布

## 5 二次中性子のスペクトル

ENDF/B フォーマットではこれ以外のデータも定義されている。たとえば、Photon関係のデータあるいは断面積や角度分布データの誤差などである。JENDL-2以降にそれらのデータを取り上げていくかどうかは今後の課題として残っている。特に断面積の誤差を与えて欲しいという希望が高いためJENDL-2を編集するときはその辺を十分検討する必要がある。

### 2. JENDL-1の編集

JENDL-1作成に先立って「JENDL-1編集グループ<sup>\*</sup>（以下CGと略す）」が編成され、このグループがデータの取りまとめ、一部のデータの評価およびライブラリー編集までを受け持った。以下、CGの行った作業の概略を述べよう。

まず、CGがJENDL-1の素材として考えたデータは次のように分類できる。

- (1) シグマ委員会の中で評価されたデータ
- (2) 原子核データ室からいくつかの機関に委託して、収集された既存の評価データ（ENDF/Bなどのようにすでにライブラリーになっているものは除く）
- (3) (2)の委託により、各レビューアーが評価あるいはリコメンドしたデータ
- (4) ENDF/Bなどの既存のライブラリー中のデータ

これらのデータをどのようにして編集したかを示したのが図1である。図の中に示した計算コードの機能を述る。

- (イ) TOTAL total cross sectionの実験値を与え、それを再現する光学ポテンシャルパラメータを決めるコード
- (ロ) CASTHY 光学模型と統計模型を使って断面積および角度分布を計算するコード
- (ハ) CTOB CASTHYのアウトプットをENDF/Bのフォーマットに直おすコード
- (ニ) RESENDまたはRESENDI  
共鳴パラメータから断面積を計算するコード
- (ホ) ASREP 非分離共鳴領域の断面積を与え、それを再現する非分離共鳴パラメータを決定するコード
- (ヘ) CRECTJ 編集すべきデータを与え、それらからENDF/Bフォーマットの完全なデータを作成するコード
- (ト) CRECT 簡単なデータミスの修正を行なうコード
- (チ) CHECK データのエラーを見つけるコード。このコードでフォーマットエラーやデータのパンチミスなどをある程度見つけることができる。
- (リ) SPLINT グラフ作成用コード。ENDF/Bフォーマットの他、UKNDL、KEDAKと

---

\* 「JENDL-1編集グループ」のメンバーは次の通りである。

五十嵐 信一	浅見 哲夫	菊池 康之
成田 孟	中川 庸雄	大野 善久 (原研)

実験データ格納検索システムNESTORのデータを同軸上にプロットできる。

まずCGのもとに集まったデータは作図などにより検討され、より評価が必要か、それともレビューアーの言うデータでよいか判断された。もし評価が必要であれば、CGのメンバーによってその評価が行なわれた。その辺の事情は核種によって大きく異なっている。たとえばシグマ委員会FFPワーキンググループで行なった重要28核種の評価結果はすでに完全なENDF/BフォーマットになっていたのでCGとしてはそのままJENDL-1のデータとしてあつかった。その他のデータは多かれ少なかれCGが手を加えている。

高いエネルギー領域での中性子断面積を光学模型と統計模型による理論計算で評価した場合を例にして作業の順序を記してみる。

- (1) 光学模型パラメータを決める。
- (2) レベルスキーム等のデータを決める。
- (3) 非弾性散乱、弾性散乱、捕獲断面積に対して競争過程となる反応の断面積を評価する。
- (4) (1)~(3)のデータを使って全断面積、非弾性散乱断面積、弾性散乱断面積、捕獲断面積、角度分布を計算する。
- (5) 共鳴パラメータのセットを決定する。
- (6) 共鳴パラメータから断面積を計算し、実験値などと比較し、必要ならbackgroundデータを定める。
- (7) 必要なら非分離共鳴領域のパラメータを決める。
- (8) 共鳴領域、非分離共鳴領域、高エネルギー領域間の断面積のつながり具合から各領域をつなぐエネルギーを決定する。
- (9) 以上のデータをまとめてENDF/Bフォーマットにする。

各ステップはどれもtry and errorの作業であるから実際は(1)から(9)までスムーズに流れる訳ではない。また核種によってはこれ以外の作業も必要となった。

最後にJENDL-1の内容を表2に示した。

### 3. むすび

JENDL-1のデータは編集終了後シグマ委員会の「JENDL-1積分評価ワーキンググループ」によって国際ベンチマーク炉心によるベンチマークテストが行なわれた。結果はJAERI-Fast セットやENDF/B-IVによる結果と比較され、今回の学会の席上、長谷川氏によって報告されている。結果的にはかなり良い値を示しているが、いくつかの問題点も指摘されている。それらを検討することがCGの仕事として残されたことになるが、その作業終了後予定通りJENDL-1が公開が可能になる。

表1 JENDL-1格納核種

核種	MAT	核種	MAT	核種	MAT
H	1011	Cu	1290	<sup>144</sup> Ce	1581
<sup>6</sup> Li	1031	<sup>63</sup> Cu	1291	<sup>143</sup> Nd	1601
<sup>7</sup> Li	1032	<sup>65</sup> Cu	1292	<sup>141</sup> Nd	1602
<sup>10</sup> B	1051	<sup>90</sup> Sr	1381	<sup>145</sup> Nd	1603
<sup>11</sup> B	1052	<sup>93</sup> Zr	1401	<sup>147</sup> Pm	1611
<sup>12</sup> C	1061	Mo	1420	<sup>147</sup> Sm	1621
<sup>16</sup> O	1081	<sup>92</sup> Mo	1421	<sup>149</sup> Sm	1622
<sup>23</sup> Na	1111	<sup>94</sup> Mo	1422	<sup>151</sup> Sm	1623
<sup>27</sup> Al	1131	<sup>95</sup> Mo	1423	<sup>153</sup> Eu	1631
Si	1140	<sup>96</sup> Mo	1424	<sup>155</sup> Eu	1632
Cr	1240	<sup>97</sup> Mo	1425	<sup>181</sup> Ta	1731
<sup>50</sup> Cr	1241	<sup>98</sup> Mo	1426	<sup>232</sup> Th	1901
<sup>52</sup> Cr	1242	<sup>100</sup> Mo	1427	<sup>233</sup> Pa	1911
<sup>53</sup> Cr	1243	<sup>99</sup> Tc	1431	<sup>234</sup> U	1921
<sup>54</sup> Cr	1244	<sup>101</sup> Ru	1441	<sup>235</sup> U	1922
<sup>55</sup> Mn	1251	<sup>102</sup> Ru	1442	<sup>238</sup> U	1923
Fe	1260	<sup>104</sup> Ru	1443	<sup>239</sup> Np	1931
<sup>54</sup> Fe	1261	<sup>106</sup> Ru	1444	<sup>239</sup> Pu	1941
<sup>56</sup> Fe	1262	<sup>103</sup> Rh	1451	<sup>240</sup> Pu	1942
<sup>57</sup> Fe	1263	<sup>105</sup> Pd	1461	<sup>241</sup> Pu	1943
<sup>58</sup> Fe	1264	<sup>107</sup> Pd	1462	<sup>241</sup> Am	1951
Ni	1280	<sup>109</sup> Ag	1471		
<sup>58</sup> Ni	1281	<sup>129</sup> I	1531		
<sup>60</sup> Ni	1282	<sup>131</sup> Xe	1541		
<sup>61</sup> Ni	1283	<sup>133</sup> Cs	1551		
<sup>62</sup> Ni	1284	<sup>135</sup> Cs	1552		
<sup>64</sup> Ni	1285	<sup>137</sup> Cs	1553		
					(75)

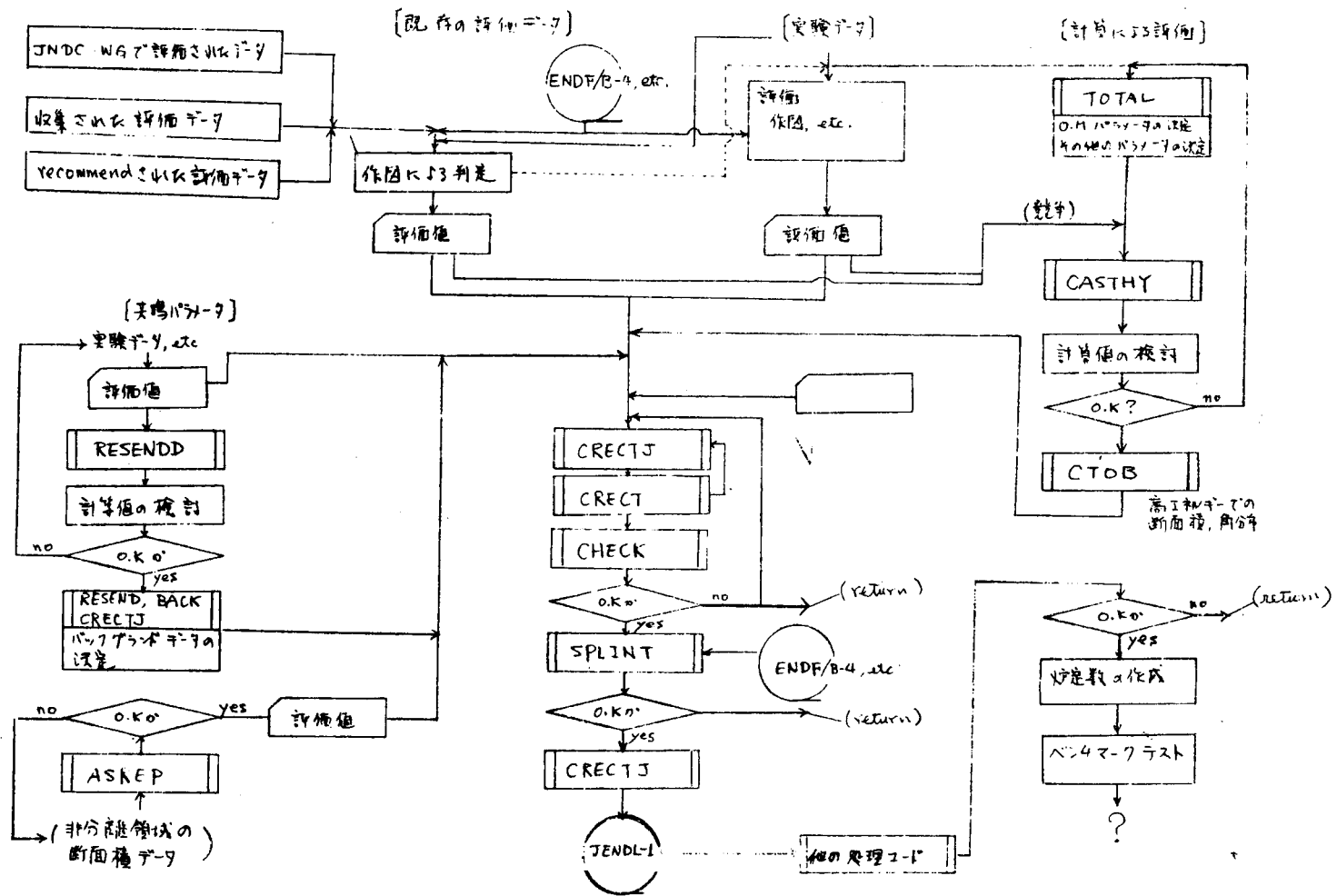


表 2 JENDL-1 の内容

核種		核種		核種	
H	R + CG	<sup>62</sup> Ni	RE + CG	<sup>131</sup> Xe	JNDC
<sup>6</sup> Li	CG + B4	<sup>64</sup> Ni	RE + CG	<sup>133</sup> Cs	JNDC
<sup>7</sup> Li	B4	Cu	RE + CG	<sup>135</sup> Cs	JNDC
<sup>10</sup> B	R + CG + B4	<sup>63</sup> Cu	RE	<sup>137</sup> Cs	JNDC
<sup>11</sup> B	R + B4	<sup>65</sup> Cu	RE	<sup>144</sup> Ce	JNDC
<sup>12</sup> C	R + CG + B4	<sup>76</sup> Se	JNDC	<sup>149</sup> Nd	JNDC
O	B4	<sup>78</sup> Zr	JNDC	<sup>150</sup> Nd	JNDC
<sup>20</sup> Ne	RE + CG	Mo	CG	<sup>151</sup> Nd	JNDC
<sup>27</sup> Al	CG	<sup>92</sup> Mo	RE	<sup>152</sup> Sm	JNDC
Si	CG	<sup>94</sup> Mo	RE	<sup>147</sup> Sm	JNDC
Ca	CG	<sup>95</sup> Mo	JNDC	<sup>149</sup> Sm	JNDC
<sup>36</sup> Cr	CG	<sup>96</sup> Mo	JNDC	<sup>151</sup> Sm	JNDC
<sup>52</sup> Cr	CG	<sup>99</sup> Mo	JNDC	<sup>152</sup> Eu	JNDC
<sup>56</sup> Cr	CG	<sup>98</sup> Mo	JNDC	<sup>154</sup> Eu	JNDC
<sup>59</sup> Cr	CG	<sup>100</sup> Mo	JNDC	<sup>157</sup> Gd	JNDC + CG
<sup>50</sup> Mn	RE + CG + B4	<sup>99</sup> Tc	JNDC	<sup>230</sup> Pu	R + CG
Fe	JNDC + CG	<sup>101</sup> Ru	JNDC	<sup>235</sup> Pu	R + CG
<sup>54</sup> Fe	JNDC + CG	<sup>102</sup> Ru	JNDC	<sup>236</sup> U	CG
<sup>56</sup> Fe	JNDC + CG	<sup>104</sup> Ru	JNDC	<sup>235</sup> U	JNDC + CG + B4
<sup>57</sup> Fe	JNDC + CG	<sup>106</sup> Ru	JNDC	<sup>237</sup> Np	RE + CG
<sup>58</sup> Fe	JNDC + CG	<sup>105</sup> Ru	JNDC	<sup>239</sup> Pu	JNDC + CG + B4
Ni	CG	<sup>107</sup> Rd	JNDC	<sup>241</sup> Pu	JNDC + CG + B4
<sup>58</sup> Ni	RE + CG	<sup>107</sup> Rd	JNDC	<sup>241</sup> Am	JNDC
<sup>60</sup> Ni	RE + CG	<sup>109</sup> Ag	JNDC		
<sup>64</sup> Ni	RE + CG	<sup>129</sup> I	JNDC		

(注) JNDC : JNDCのW.G.で評価された  
 CG : JENDL-1 compilation groupで行った評価の結果  
 RE : 原子核データからの表紙を利用した評価の結果  
 R : 評価されたデータの推薦の結果 recommendation  
 B4 : ENDF/B-4  
 NDC : 原子核データからの表紙を利用した評価の結果