



JAEA-Data/Code

2025-019

DOI:10.11484/jaea-data-code-2025-019

JENDL-5のAMPXライブラリ作成

Production of JENDL-5 AMPX Libraries

今野 力

Chikara KONNO

原子力科学研究所

原子力基礎工学研究センター

Nuclear Science and Engineering Center

Nuclear Science Research Institute

March 2026

Japan Atomic Energy Agency

日本原子力研究開発機構

JAEA-Data/Code

本レポートは国立研究開発法人日本原子力研究開発機構が不定期に発行する成果報告書です。本レポートはクリエイティブ・コモンズ表示 4.0 国際 ライセンスの下に提供されています。本レポートの成果（データを含む）に著作権が発生しない場合でも、同ライセンスと同様の条件で利用してください。（<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ja>）
なお、本レポートの全文は日本原子力研究開発機構ウェブサイト（<https://www.jaea.go.jp>）より発信されています。本レポートに関しては下記までお問合せください。

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 研究開発推進部 科学技術情報課
〒 319-1112 茨城県那珂郡東海村大字村松 4 番地 49
E-mail: ird-support@jaea.go.jp

This report is issued irregularly by Japan Atomic Energy Agency.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.en>).

Even if the results of this report (including data) are not copyrighted, they must be used under the same terms and conditions as CC-BY.

For inquiries regarding this report, please contact Library, Institutional Repository and INIS Section, Research and Development Promotion Department, Japan Atomic Energy Agency.

4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-1112, Japan

E-mail: ird-support@jaea.go.jp

JENDL-5 の AMPX ライブラリ作成

日本原子力研究開発機構 原子力科学研究所
原子力基礎工学研究センター
今野 力

(2025 年 12 月 1 日受理)

日本でも広く使われている米国の臨界安全解析コードシステム SCALE6.2 と SCALE6.3 で評価済み核データライブラリ JENDL-5 を使えるようにするため、SCALE で使うことができる AMPX 形式ライブラリを JENDL-5 から作成した。作成した AMPX 形式ライブラリは、AMPX 連続エネルギーライブラリ、AMPX 多群ライブラリ、AMPX 共分散ライブラリの 3 つである。本報告書では、これらのライブラリの作成方法を詳述する。また、作成したライブラリを検証するために行ったテスト計算についても述べる。

Production of JENDL-5 AMPX Libraries

Chikara KONNO

Nuclear Science and Engineering Center
Nuclear Science Research Institute
Japan Atomic Energy Agency
Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken

(Received December 1, 2025)

AMPX format libraries were produced from the evaluated nuclear data library JENDL-5 to make JENDL-5 usable in the US nuclear safety analysis code systems SCALE6.2 and SCALE6.3, which are widely used in Japan. The produced libraries are an AMPX continuous energy library, AMPX multigroup libraries and AMPX covariance libraries. This report explains in detail how to produce the libraries and describes test calculation results for verification of the AMPX libraries.

Keywords: JENDL-5, AMPX Library, AMPX-6, SCALE6.2, SCALE6.3

目 次

1. 序論	1
2. AMPX CE ライブラリ作成	2
2.1 中性子反応サブライブラリの処理	2
2.2 TSL サブライブラリの処理	3
2.3 光子-原子サブライブラリの処理	6
2.4 作成した AMPX CE ライブラリの断面積確認	7
2.5 AMPX CE ライブラリ使用方法	12
3. AMPX MG ライブラリ作成	13
3.1 処理条件	13
3.2 処理上の注意点	14
3.3 AMPX CE ライブラリの断面積との比較	15
3.4 AMPX MG ライブラリ使用方法	16
4. AMPX COV ライブラリ作成	17
5. AMPX ライブラリのテスト計算	20
6. 結論	25
謝辞	26
参考文献	26
付録 1 U-235 の中性子 AMPX CE ファイルを作成するための入力例	28
付録 2 JENDL-5 の HinH2O を処理するための AMPX-6 修正	32
付録 3 JENDL-5 のベリリウム金属の TSL ファイル修正	34
付録 4 軽水の H-1 の中性子 AMPX CE ファイルを作成するための入力例	37
付録 5 Pb の光子 AMPX CE ファイルを作成するための入力例	42
付録 6 中性子 48 群、光子 20 群の群構造	43
付録 7 U-235 の中性子 252 群+光子 47 群の AMPX MG マスターファイルを作成するための入力例	45
付録 8 軽水の H-1 の中性子 252 群+光子 47 群の AMPX MG マスターファイルを作成するための入力例	52
付録 9 中性子 252 群+光子 47 群の AMPX MG ライブラリへ線量換算係数等を追加するための入力例	64
付録 10 U-235 の中性子 252 群の AMPX COV ファイルを作成するための入力例	68

Contents

1. Introduction	1
2. Production of AMPX CE Library	2
2.1 Processing of Neutron Reaction Sub-library	2
2.2 Processing of TSL Sub-library	3
2.3 Processing of Photo-atomic Sub-library	6
2.4 Check of Cross Sections in Produced AMPX CE Library	7
2.5 How to Use AMPX CE Library	12
3. Production of AMPX MG Libraries	13
3.1 Processing Condition	13
3.2 Remarks in Processing	14
3.3 Comparison with Cross Sections in AMPX CE Library	15
3.4 How to Use AMPX MG Libraries	16
4. Production of AMPX COV Libraries	17
5. Test Calculation of AMPX Libraries	20
6. Conclusion	25
Acknowledgements	26
References	26
Appendix 1 Sample Input to Produce U-235 Neutron AMPX CE File	28
Appendix 2 AMPX-6 Modification for JENDL-5 HinH2O	32
Appendix 3 JENDL-5 Beryllium Metal TSL File Modification	34
Appendix 4 Sample Input to Produce Neutron AMPX CE File of H-1 in Light Water	37
Appendix 5 Sample Input to Produce Pb Photon AMPX CE File	42
Appendix 6 Group Structures of Neutron 48 Groups and Photon 20 Groups	43
Appendix 7 Sample Input to Produce U-235 Neutron 252 Group + Photon 47 Group AMPX MG Master File	45
Appendix 8 Sample Input to Produce Neutron 252 Group + Photon 47 Group AMPX MG Master File of H-1 in Light Water	52
Appendix 9 Sample Input to Add Dose Conversion Factors to Neutron 252 Group + Photon 47 Group AMPX MG Library	64
Appendix 10 Sample Input to Produce U-235 Neutron 252 Group AMPX COV File	68

表リスト

Table 5.1 JENDL-5 を用いた実効増倍率計算結果 ----- 22
 Table A6.1 中性子 48 群の群構造 ----- 43
 Table A6.2 光子 20 群の群構造 ----- 44

図リスト

Fig. 2.1 AMPX CE ライブラリ作成処理フロー図 -----2
 Fig. 2.2 重水の H-2 の全断面積(温度 293.6 K) -----4
 Fig. 2.3 軽水の H-1 の全断面積(温度 293.6 K) -----4
 Fig. 2.4 ベリリウム金属の Be-9 の全断面積(温度 293.6 K) -----5
 Fig. 2.5 ポリエチレンの H-1 の全断面積 -----6
 Fig. 2.6 emax を変えた時のポリエチレンの H-1 の全断面積(77 K) -----7
 Fig. 2.7 U-235 の全断面積 -----8
 Fig. 2.8 軽水の H-1 の非干渉性非弾性散乱断面積(温度 293.6 K) -----8
 Fig. 2.9 JENDL-5 のポリエチレンの H-1 の非干渉性弾性散乱断面積(温度 293.6 K) -----9
 Fig. 2.10 JEFF-3.3 のポリエチレンの H-1 の非干渉性弾性散乱断面積(温度 293.6 K) -----9
 Fig. 2.11 ENDF/B-VIII.0 のポリエチレンの H-1 の非干渉性弾性散乱断面積(温度 293.6 K)
 ----- 10
 Fig. 2.12 ENDF/B-VIII.0 のポリエチレンの H-1 の非干渉性弾性散乱断面積(温度 77 K) -10
 Fig. 2.13 JENDL-5 のポリエチレンの H-1 の非干渉性弾性散乱断面積(温度 293.6 K、修正後)
 ----- 11
 Fig. 2.14 Pb の全光子-原子相互作用断面積 ----- 12
 Fig. 3.1 AMPX MG ライブラリ作成処理フロー図 ----- 13
 Fig. 3.2 JENDL-5 の Fe-57 における FILE6、MT=51 の最初の 6 行のデータ ----- 15
 Fig. 3.3 U-235 の全断面積 ----- 15
 Fig. 4.1 AMPX COV ライブラリ作成処理フロー図 ----- 17
 Fig. 4.2 U-235 の核分裂反応断面積の標準偏差(中性子 252 群) ----- 18
 Fig. 4.3 U-235 の核分裂反応断面積間の相関係数(中性子 252 群) ----- 18
 Fig. 5.1 Mosteller suite 解析結果-1 ----- 21
 Fig. 5.2 Mosteller suite 解析結果-2 ----- 21
 Fig. 5.3 Mosteller suite 解析結果-3 ----- 21
 Fig. A2-1 ベリリウム金属の Be-9 の全断面積(温度 293.6 K) ----- 34
 Fig. A2-2 B(4)を変えたベリリウム金属の Be-9 の全断面積(温度 293.6 K) ----- 35
 Fig. A2-3 ベリリウム金属の Be-9 の干渉性弾性散乱断面積(温度 293.6 K) ----- 35
 Fig. A2-4 ベリリウム金属の Be-9 の全断面積(温度 293.6 K、修正前後) ----- 36

This is a blank page.

1. 序論

米国の臨界安全解析コードシステム SCALE6.2¹⁾と SCALE6.3²⁾は日本でも使われているが、SCALE には米国の核データライブラリ ENDF/B-VII.0³⁾、ENDF/B-VII.1⁴⁾あるいは ENDF/B-VIII.0⁵⁾から作られた AMPX 形式のライブラリ^{1,2)}しか付属していない。そこで、日本の核データライブラリ JENDL-5⁶⁾の普及のため、SCALE6.2 と SCALE6.3 で使うことができる以下の3つの AMPX 形式ライブラリを JENDL-5 から作成した。

- ① AMPX 連続エネルギーライブラリ(以下「AMPX CE ライブラリ」という。)
- ② AMPX 多群ライブラリ(以下「AMPX MG ライブラリ」という。)
- ③ AMPX 共分散ライブラリ(以下「AMPX COV ライブラリ」という。)

この報告書では、これらのライブラリの作成方法を詳述するとともに、作成した AMPX 形式ライブラリを検証するために行った SCALE6.3.1 の計算結果についても報告する。

2. AMPX CE ライブラリ作成

JENDL-5 の AMPX CE ライブラリは、SCALE6.3.1 付属の核データ処理コード AMPX-6⁷⁾ を用いて、JENDL-5 の中性子反応サブライブラリのうち入射エネルギーが 20 MeV 以下のデータのみ取り出した u20 データ、熱中性子散乱則(以下「TSL」という。)サブライブラリ、光子-原子サブライブラリ (upd-16⁸⁾まで) から作成した。JENDL-5 の中性子反応サブライブラリには入射エネルギーが 150 MeV までの核種もあるが、その中性子反応サブライブラリを AMPX-6 で処理すると MT=5 の処理で無限ループに入ることが判明したため、u20 データを用いた。SCALE では 20 MeV 以下の中性子エネルギーしか扱わないので u20 データを用いても問題ない。Fig. 2.1 に JENDL-5 の AMPX CE ライブラリ AMPX_CE_J50 を作成する AMPX-6 における処理のフローを示す。

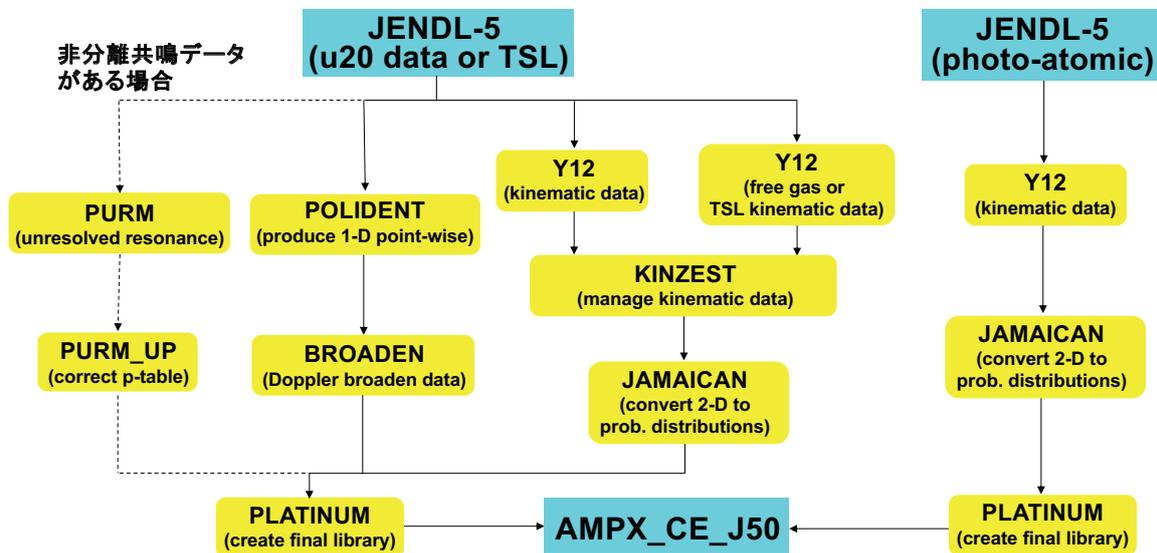


Fig. 2.1 AMPX CE ライブラリ作成処理フロー図

2.1 中性子反応サブライブラリの処理

JENDL-5 の中性子反応サブライブラリ u20 データの処理のために SCALE6.3.1 付属の AMPX-6 コードを用いた。AMPX-6 の入力データは複雑でわかりにくいいため、SCALE6.3.1 付属の入力データ作成補助コード ExSite⁷⁾を用いて基本的な入力データを作成し、それを適宜修正して AMPX-6 の入力データとした。特に、platinum モジュール入力データの vers=5 の修正は必須である。JENDL-5 の場合、ExSite で作成した platinum の入力データでは JENDL-5 のバージョンが 5 であるため vers=5 になる。AMPX-6 では ENDF/B しか想定していないため、vers=5 であると AMPX-6 は処理する核データライブラリを ENDF/B-V と見なし、ENDF/B-V の ENDF-5 フォーマット⁹⁾として JENDL-5 の AMPX CE ファイルを作成してしまう。その結果、作成した JENDL-5 の AMPX CE ファイルを SCALE で読み込む際に不整合が生じ、エラーになる。vers が 6 以上であれば、AMPX-6 は ENDF-6 フォーマット¹⁰⁾として AMPX CE ファイルを作成するので、JENDL-5 の処理では全て vers=5 を vers=50 に修正した。

中性子反応サブライブラリの処理条件は SCALE 付属の AMPX CE ライブラリを参考に以下のように設定した。

- 温度 : 293, 565, 600, 900, 1200, 2400 K
- 非分離共鳴の背景断面積
 - ✓ 10^8 , 10^6 , 10^5 , 10^4 , 10^3 , 10^2 , 10, 1, 10^{-6} (Y-90 を含み、Y-90 より軽い核種)
 - ✓ 10^8 , 10^6 , 10^5 , 2×10^4 , 10^4 , 5×10^3 , 2×10^3 , 10^3 , 640, 320, 160, 120, 80, 60, 40, 30, 20, 15, 10, 8, 6, 4, 2, 1, 0.01, 10^{-6} (Zr-90 を含み、Zr-90 より重い核種)
- 熱中性子の上限エネルギー : 10 eV

なお、JENDL-5 の中性子反応サブライブラリには m2 核種が入っているが、SCALE では m2 核種を取り扱うことができないため、Tb-156-m2、Ir191-m2 は処理しなかった。重核種の熱振動による中性子の上方散乱を扱うための Doppler Broadening Rejection Correction (DBRC) データは SCALE 付属ライブラリと同様、質量数が 200 以上の核種について作成した。JENDL-5 の中性子反応サブライブラリを処理するための入力例を付録 1 に示す。

JENDL-5 の中性子反応サブライブラリは全核種処理することができたが、後述のテスト計算で、AMPX MG ライブラリの自己遮蔽補正のために作成した C-13 と C-14 の AMPX CE ファイルを読み込む際にエラーが発生した。調査の結果、JENDL-5 の C-13 と C-14 ファイルでは、非弾性散乱の FILE6 で通常使われる law=2 (Discrete Two-Body Scattering) の代わりに law=1 (Continuum Energy-Angle Distributions) を使っている反応があり (C-13 では MT=54-72、C-14 では MT=57, 59-69)、その反応のデータを読み込む際にエラーが発生していることがわかった。JENDL-5 の他の核種や他の主要核データライブラリでは、非弾性散乱の FILE6 に law=1 を採用していない。そのため、AMPX-6 は law=1 のデータを適切に処理できていないと思われる。そこで、日本原子力研究開発機構 核データ研究グループが新たに作成した、非弾性散乱の FILE6 で law=1 を使っている MT にあった law=1 のデータを law=2 のデータへ変えた C-13 と C-14 のファイル¹¹⁾から AMPX CE ファイルを作成した(後述の AMPX MG ライブラリ作成でもこの C-13 と C-14 のファイルを用いた)。

2.2 TSL サブライブラリの処理

中性子反応サブライブラリと同様、TSL サブライブラリの処理のために SCALE6.3.1 付属の AMPX-6 コードを用いた。TSL サブライブラリを処理するための AMPX-6 の入力データも、中性子反応サブライブラリと同様に、入力データ作成補助コード ExSite を用いて作成した。中性子反応サブライブラリでは 6 個の温度点のみの AMPX CE ファイルを作成したが、TSL サブライブラリではファイルに入っている全ての温度に対する AMPX ファイルを作成した (AMPX-6 は TSL サブライブラリのファイルに入っている全ての温度に対するデータを処理、作成してしまうため)。当初、熱中性子の上限エネルギー e_{max} を 10 eV にしていたが、作成した重水の H-2 の AMPX CE ファイルの全断面積をプロットしたところ、ちょうど 10 eV のところに小さいピークが現れたため、熱中性子の上限エネルギー e_{max} を 10 eV から 9.999 eV に変更して、この問題を回避した (Fig. 2.2 参照)。

この他にも、JENDL-5 の TSL サブライブラリを AMPX-6 コードで処理する際にいくつか問題が発生した。問題の一つは、軽水の H-1 の全断面積が 1 eV 以上で極端に大きくなることである(Fig. 2.3 の Original JENDL-5 参照)。詳細な検討の結果、軽水の H-1 ファイルでは、 $S(\alpha,\beta)$ データそのままではなく、 $S(\alpha,\beta)$ の対数データが入っていて、linear-linear の線形内挿を

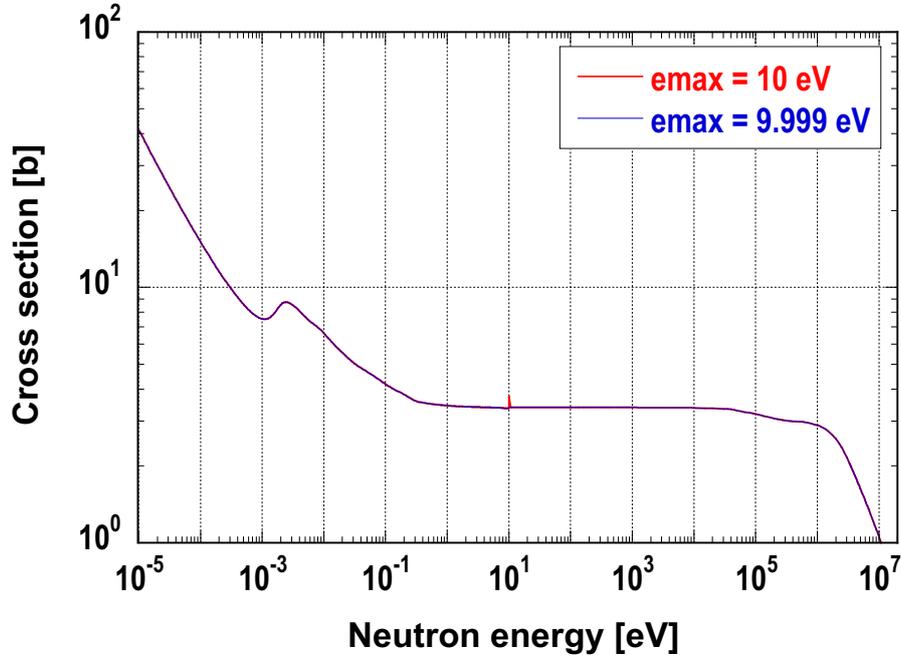


Fig. 2.2 重水の H-2 の全断面積(温度 293.6 K)

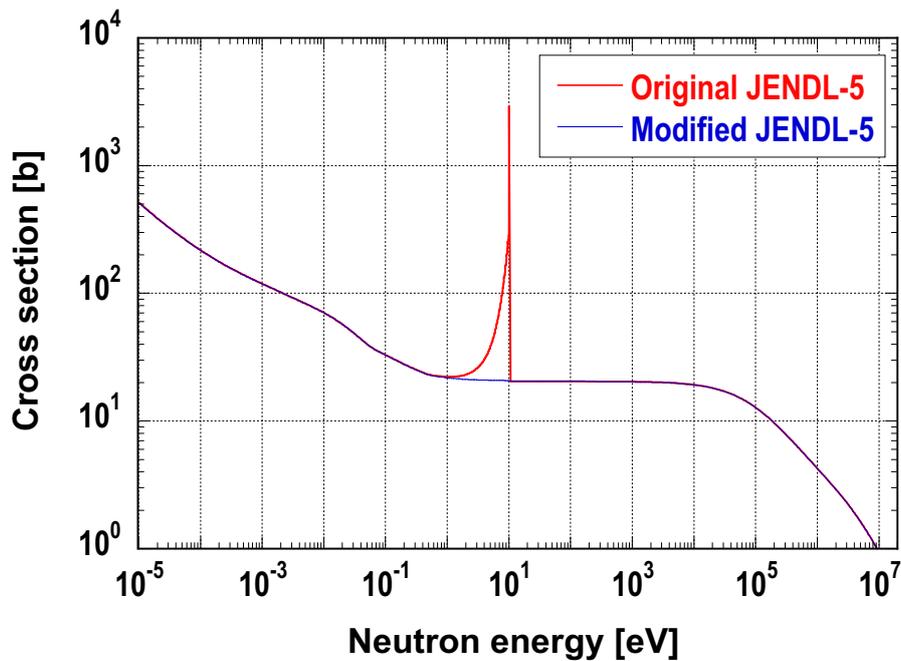


Fig. 2.3 軽水の H-1 の全断面積(温度 293.6 K)

使うよう指定されているが、AMPX-6 は、 $S(\alpha,\beta)$ の対数データを $S(\alpha,\beta)$ データに戻した後で、log-linear の対数内挿で処理すべきところを linear-linear の線形内挿のままで処理していたことが原因であった。この問題には 2 つの対処方法がある。一つは、AMPX-6 を修正することで、これについては付録 2 に記載した。もう一つの方法は、軽水の H-1 ファイルを修正することである。AMPX-6 を修正し、コンパイルすることは、誰にでもできるわけではないので、今回、オリジナルの AMPX-6 で適切に処理できるよう、後者を採用した。既に述べたように、この問題は、AMPX-6 が $S(\alpha,\beta)$ の対数データを $S(\alpha,\beta)$ データへ戻した後に内挿形式を変更しなかったことが原因であったので、軽水の H-1 ファイルで指定されている linear-linear の線形内挿の 2(ENDF-6 フォーマットでは INT=2 に対応) を全て log-linear の対数内挿の 4(INT=4 に対応) に変更したファイル¹¹⁾ (このファイルは AMPX-6 用で、他の目的で使ってはならない) を作成し、それを処理することにした。このファイルを使うと断面積が 1 eV 以上で極端に大きくなる問題は解決した(Fig. 2.3 の Modified JENDL-5 参照)。

JENDL-5 における軽水の H-1 ファイルの AMPX-6 処理ではもう一つ問題が出てきた。H-1 ファイルの温度点は 56 個もあり、AMPX-6 は 56 個の全ての温度を処理するが、FORTRAN の出力番号の関係で 39 個の温度点しか AMPX CE ファイルを出力することができない。そこで、H-1 のファイルの 56 個の温度点を以下の 30 個の温度点に減らしたファイル¹¹⁾ を作成し、それを使うことでこの問題を回避した。

270.0, 290.0, 293.6, 296.0, 300.0, 320.0, 340.0, 360.0, 380.0, 400.0, 420.0, 440.0, 460.0, 480.0, 500.0, 520.0, 540.0, 560.0, 580.0, 600.0, 620.0, 640.0, 660.0, 680.0, 700.0, 720.0, 740.0, 760.0, 780.0, 800.0

軽水の H-1 以外にも AMPX-6 で作成したベリリウム金属の Be-9 の AMPX CE ファイルで問題が見つかった(Fig. 2.4 の Original JENDL-5 で、0.65 eV 以上で全断面積が不自然になっ

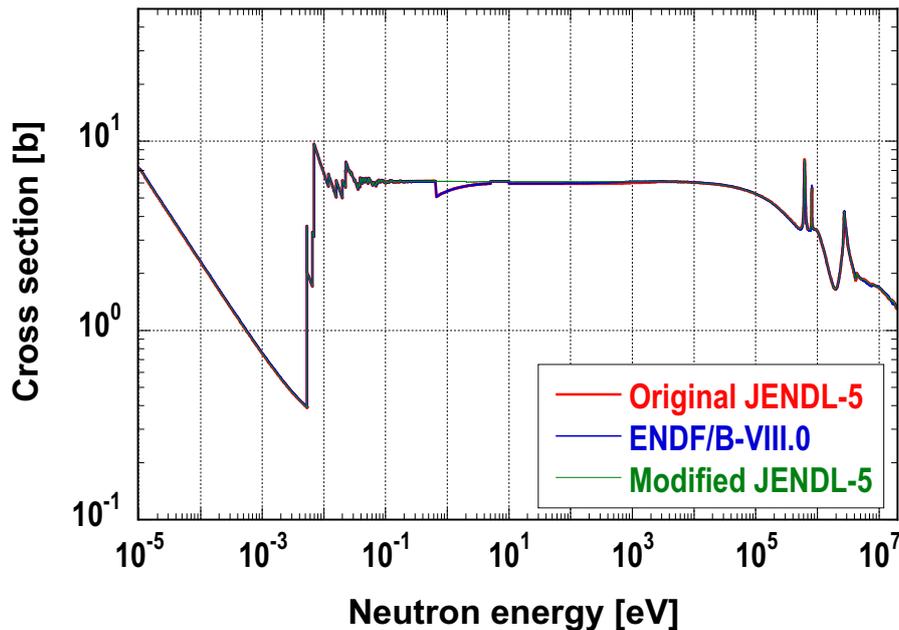


Fig. 2.4 ベリリウム金属の Be-9 の全断面積(温度 293.6 K)

ている)。JENDL-5におけるベリリウム金属の Be-9 の TSL ファイルは ENDF/B-VIII.0 と同じであるため、SCALE6.3.1 付属の ENDF/B-VIII.0 におけるベリリウム金属の Be-9 の AMPX CE ファイルでも同じ問題が起こっており (Fig. 2.4 の ENDF/B-VIII.0 参照)、ENDF/B-VIII.0 におけるベリリウム金属の Be-9 の TSL ファイルも AMPX-6 では適切に処理できていないと考えられる。この問題を検討した結果、JENDL-5 におけるベリリウム金属の Be-9 のファイルを修正する¹⁴⁾(修正内容は付録 3 参照)ことで、この問題に対処した (Fig. 2.4 の Modified JENDL-5 参照)。

JENDL-5 の TSL サブライブラリには多数の物質があり、軽水の H-1、ベリリウム金属の Be-9 以外にも AMPX-6 の処理で問題が見つかったため、今回は、軽水の H-1、重水の H-2、ポリエチレンの H-1、ベリリウム金属の Be-9、酸化ベリリウムの Be-9、グラファイトの C-12 (SCALE6.3 用、但し、SCALE6.2 用ではグラファイトの C とした)、グラファイトの C-13 (SCALE6.3 用)、酸化ベリリウムの O-16 のみ作成した。

作成したポリエチレンの H-1 の AMPX CE ファイルの全断面積をプロットしたところ、Fig. 2.5 に示すように、77 K の断面積に不自然なディップが現れた。この問題を回避するため、ポリエチレンの H-1 のみ熱中性子の上限エネルギー e_{max} を 8 eV に変更した (Fig. 2.6 の $e_{max} = 8$ eV 参照)。

TSL サブライブラリを処理するための入力例を付録 4 に示す。

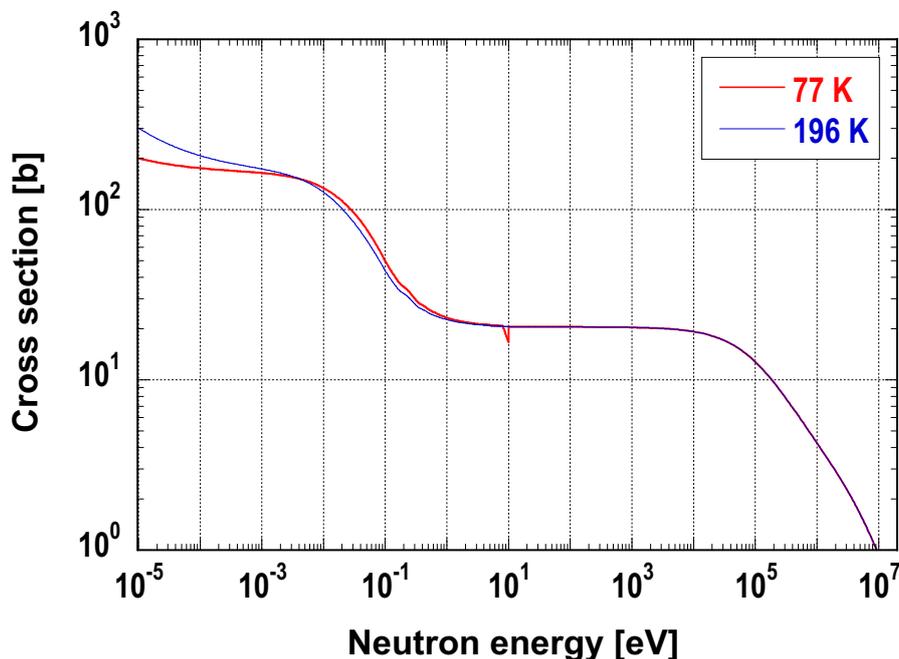


Fig. 2.5 ポリエチレンの H-1 の全断面積

2.3 光子-原子サブライブラリの処理

光子-原子サブライブラリの処理も SCALE6.3.1 付属の AMPX-6 コードで行った。AMPX-6 の入力ファイルも、入力ファイル作成補助コード ExSite を用いて作成した。特に明記すべき

処理条件はない。光子-原子サブライブラリを処理するための入力例を付録 5 に示す。

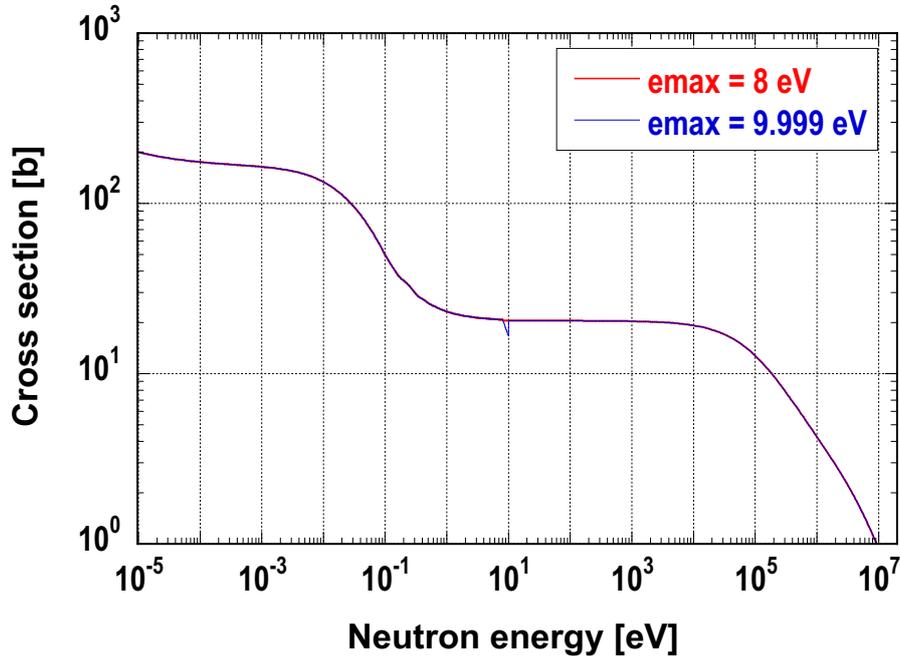


Fig. 2.6 e_{\max} を変えた時のポリエチレンの H-1 の全断面積(77 K)

2.4 作成した AMPX CE ライブラリの断面積確認

上記で作成した AMPX CE ファイルはバイナリファイルであるため、入っているデータを直接見ることはできないが、SCALE 付属の Fulcrum^{1,2)}コードを利用すると、断面積をプロットしたり、断面積データを抽出したりできるので、断面積データに問題がないか調べた。

上記で作成した JENDL-5 の中性子反応サブライブラリの AMPX CE ファイルに入っている断面積データ確認の一例として、293 K での U-235 の全断面積を Fig. 2.7 に示す。この図には JENDL-5 の ACE¹²⁾ファイルから抽出した 300 K での U-235 の全断面積も一緒にプロットしているが、AMPX CE ファイルのデータと ACE ファイルのデータの差は実用上ないことがわかる。

次に、JENDL-5 の TSL サブライブラリの AMPX CE ファイルの断面積データ確認を行った。その一例として、293.6 K での軽水の H-1 の非干渉性非弾性散乱断面積を Fig. 2.8 に示す。この図にも JENDL-5 の ACE ファイルから抽出した 293.6 K でのデータを一緒にプロットしている。AMPX CE ファイルのデータと ACE ファイルのデータの差は実用上ない。

この確認で、ポリエチレンの H-1 で新たな問題が見つかった。Fig. 2.9 に JENDL-5 の 293.6 K でのポリエチレンの H-1 の AMPX CE ファイルと ACE ファイルの非干渉性弾性散乱断面積を示す。本来、一致すべき両者の断面積は大きく異なり、前者は後者の 2 倍になっている。また、AMPX-6 で作られた JEFF-3.3 におけるポリエチレンの H-1 の AMPX CE ファイル¹³⁾と

† Fulcrum でプロットした図はあまり見映えが良くないので、Fulcrum で断面積データを抽出し、そのデータを使って他のソフトウェアで作図することをお勧めする。

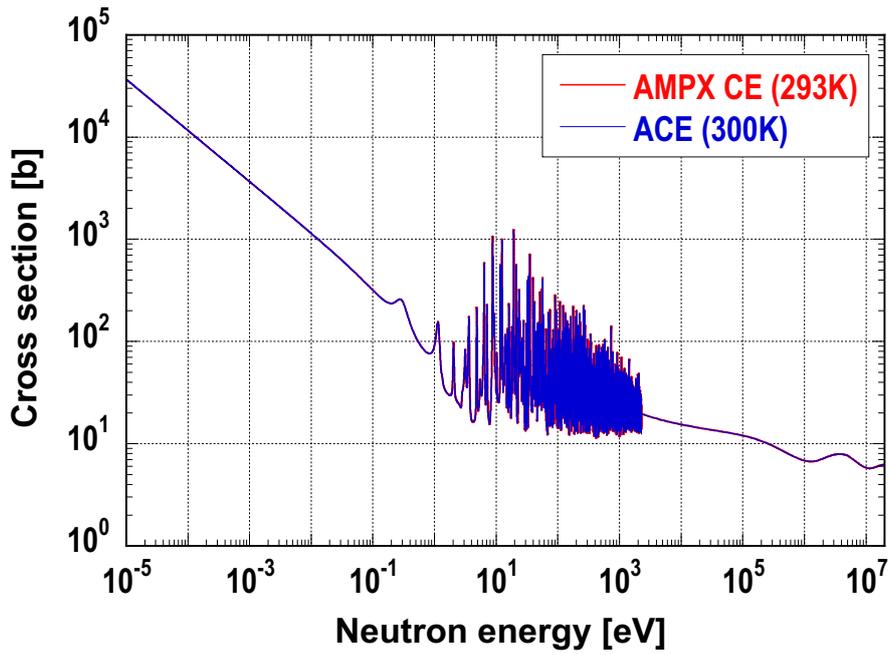


Fig. 2.7 U-235 の全断面積

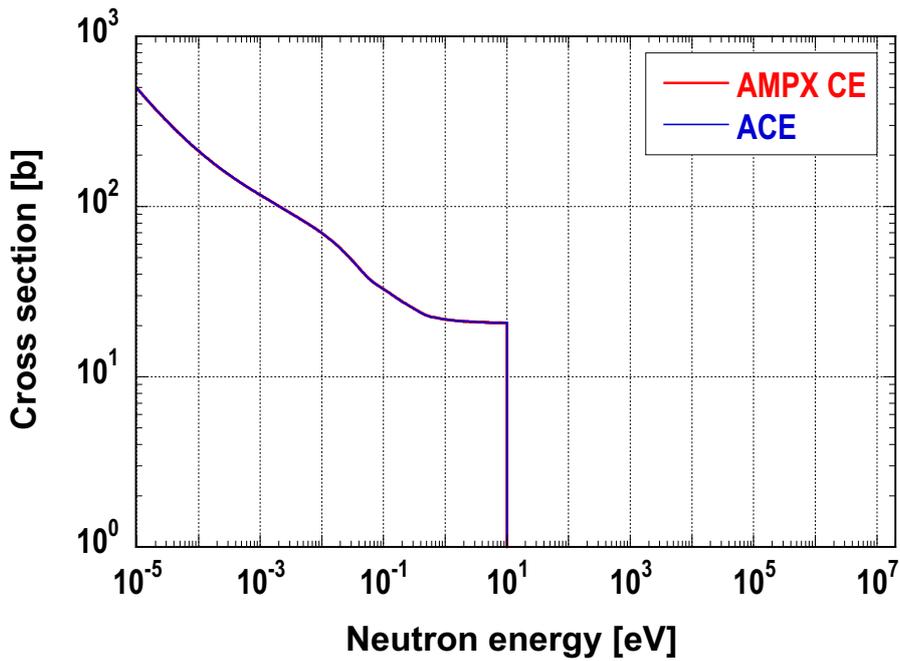


Fig. 2.8 軽水の H-1 の非干渉性非弾性散乱断面積(温度 293.6 K)

ACE ファイル¹⁴⁾でも非干渉性弾性散乱断面積は大きく異なり、前者は後者の 2 倍になっている(Fig. 2.10 参照)。一方、SCALE6.3.1 付属の ENDF/B-VIII.0 におけるポリエチレンの H-1 の AMPX CE ファイルとロスアラモス国立研究所が作成した ENDF/B-VIII.0 の ACE ファイル¹⁵⁾では、Fig. 2.11 に示すように非干渉性弾性散乱断面積は同じになっている。

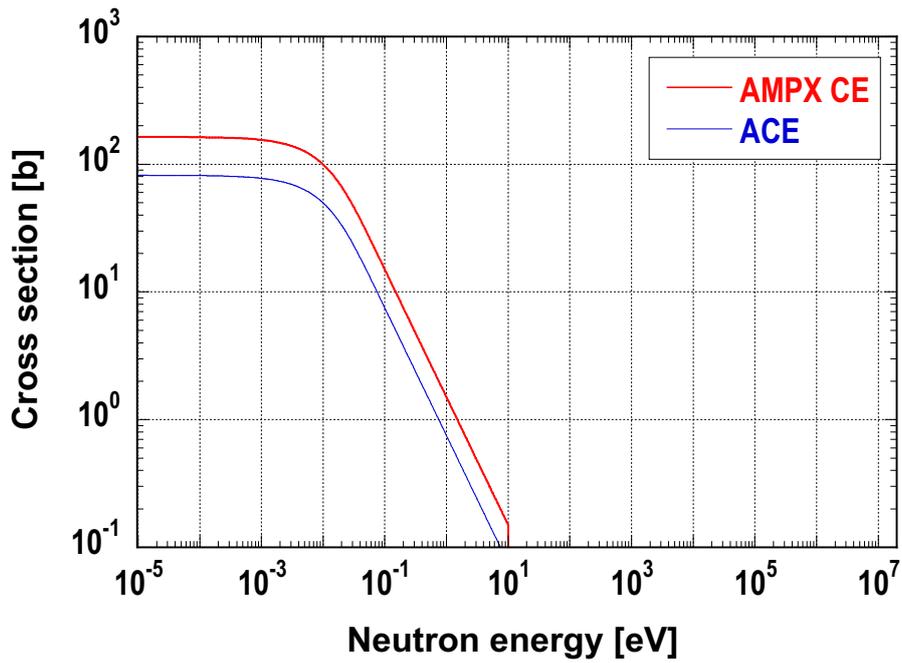


Fig. 2.9 JENDL-5 のポリエチレンの H-1 の非干渉性弾性散乱断面積(温度 293.6 K)

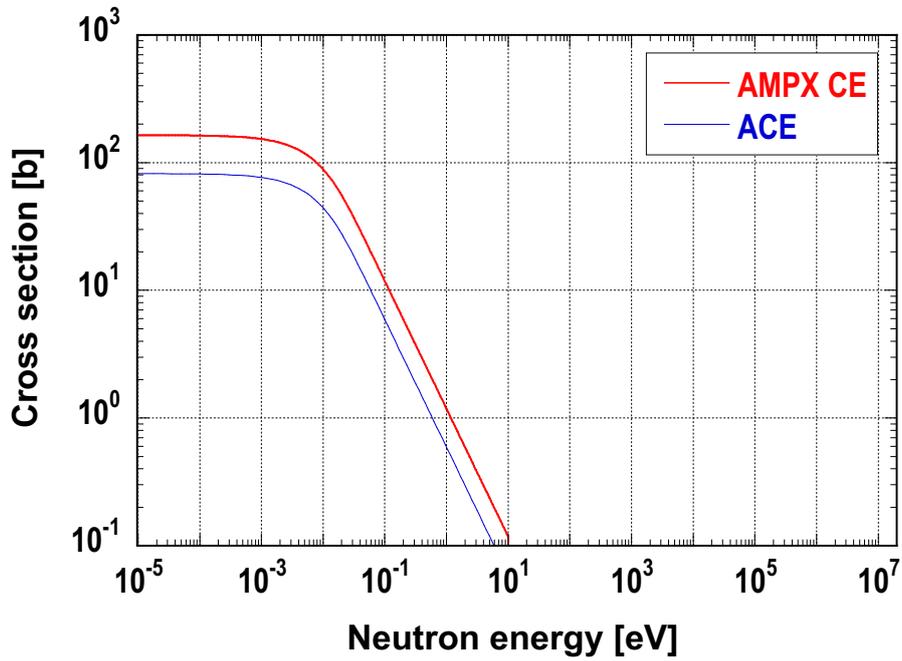


Fig. 2.10 JEFF-3.3 のポリエチレンの H-1 の非干渉性弾性散乱断面積(温度 293.6 K)

ポリエチレン CH_2 には構成する水素原子が 2 個あるので、ACE ファイルを作成する核データ処理コード NJOY2016¹⁶⁾等では非干渉性弾性散乱断面積や非干渉性非弾性散乱断面積は TSL データから算出したそれぞれの断面積を水素原子の個数 2 で割っている。一方で、AMPX-6 では、非干渉性非弾性散乱断面積は TSL データから算出した断面積を水素原子の個数 2 で割

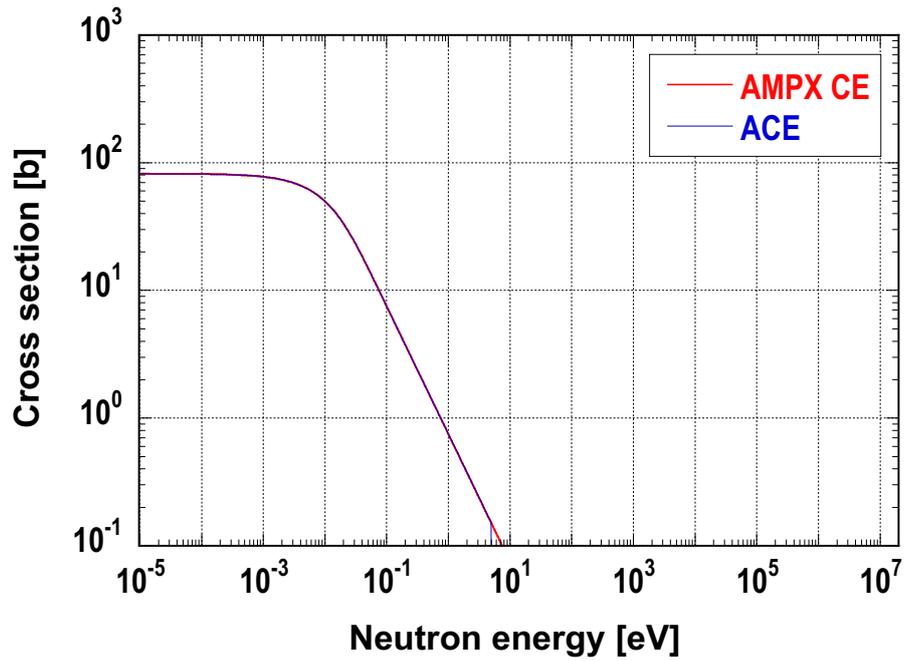


Fig. 2.11 ENDF/B-VIII.0 のポリエチレンの H-1 の非干渉性弾性散乱断面積(温度 293.6 K)

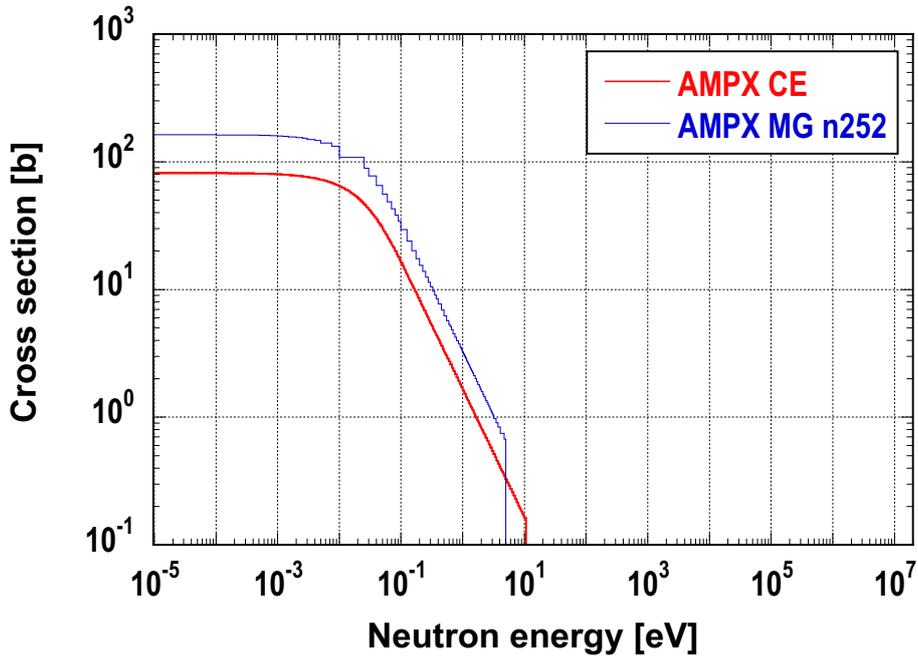


Fig. 2.12 ENDF/B-VIII.0 のポリエチレンの H-1 の非干渉性弾性散乱断面積(温度 77 K)

っているが、非干渉性弾性散乱断面積は TSL データから算出した断面積をそのままにしているようで、その結果、ACE ファイルの非干渉性弾性散乱断面積と比べて、2 倍大きくなったと考えられる。SCALE6.3.1 付属の ENDF/B-VIII.0 の AMPX CE ライブラリも AMPX-6 を使って作成されているが、何らかの修正をしてこの問題に対処したのかもしれない。しかし、

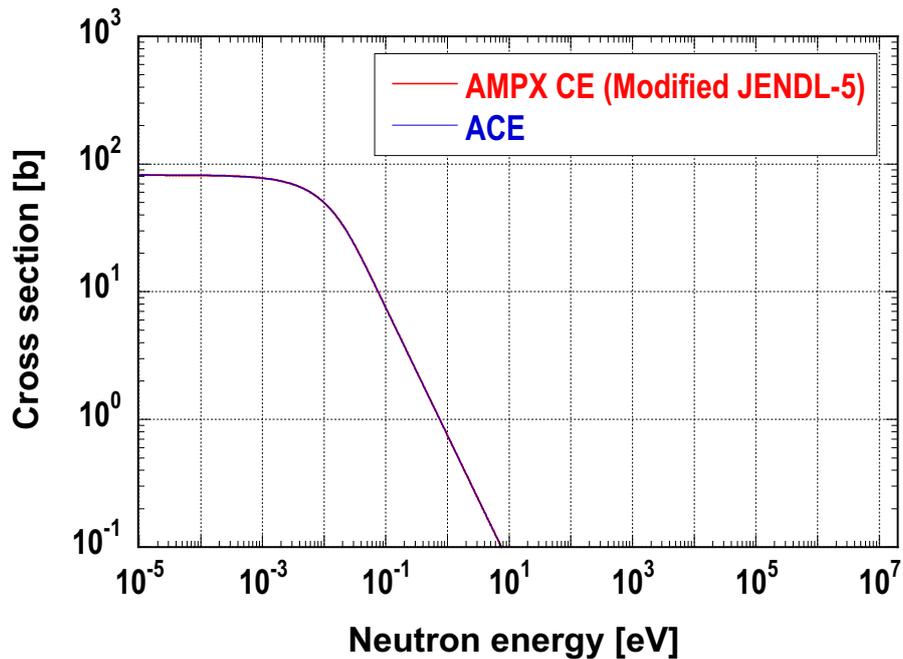


Fig. 2.13 JENDL-5 のポリエチレンの H-1 の非干渉性弾性散乱断面積(温度 293.6 K、修正後)

SCALE6.3.1 付属の ENDF/B-VIII.0 のポリエチレンの H-1 の AMPX MG ライブラリではその対処をしておらず、Fig. 2.12 に示すように非干渉性弾性散乱断面積は AMPX CE ライブラリより大きくなっている。

日本原子力研究開発機構原子力基礎工学研究センター核データ研究グループに問い合わせたところ、JENDL-5 におけるポリエチレンの H-1 の場合、NJOY2016 等のように非干渉性弾性散乱断面積や非干渉性非弾性散乱断面積は TSL データから算出した断面積を水素原子の個数 2 で割る必要があるので、AMPX-6 の処理は正しくないとの回答を得た。そこで、AMPX-6 を修正せずにこの問題に対処するため、非干渉性弾性散乱断面積のベースになる、JENDL-5 におけるポリエチレンの H-1 ファイルの FILE7、MT=2 データの SB (characteristic bound cross section) の数値 $1.636270+2$ を半分の $8.186350+1$ に変更したファイル¹⁾を作成した(このファイルは AMPX-6 用で、他の目的で使用してはならない)。このファイルを AMPX-6 で処理することで、この問題を解決することができた(Fig. 2.13 参照)。

最後に、JENDL-5 の光子・原子サブライブラリの AMPX CE ファイルの断面積データ確認の一例として、Pb の全光子・原子相互作用断面積を Fig. 2.14 に示す。この図にも JENDL-5 の ACE ライブラリから抽出したデータを一緒にプロットしている。ACE ライブラリのデータがある 1 keV 以上で、AMPX CE ライブラリのデータと ACE ライブラリのデータに差がないことを確認した。

以上のことから、作成した JENDL-5 の AMPX CE ライブラリに大きな問題はないと判断した。

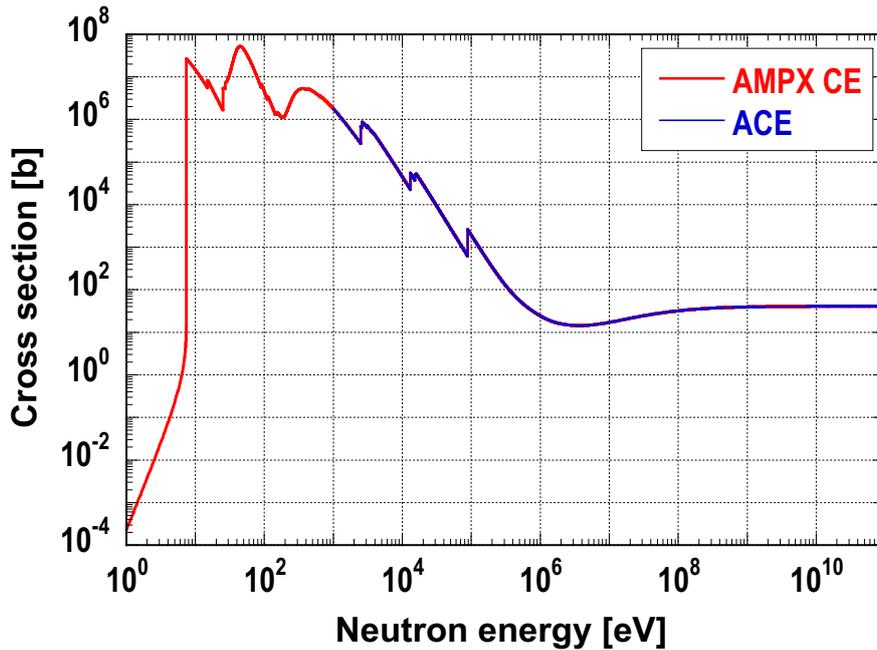


Fig. 2.14 Pb の全光子-原子相互作用断面積

2.5 AMPX CE ライブラリ使用方法

上記で作成した JENDL-5 の AMPX CE ライブラリを使用する方法について述べる。最初に、SCALE が保存されているディレクトリにある data ディレクトリの下に cekenolib_j5 というディレクトリを作成し、今回作成した AMPX CE ファイルを全て cekenolib_j5 ディレクトリに保存する。今回作成した DBRC データは、cekenolib_j5 ディレクトリの下に dbrc ディレクトリを作成し、そこに保存する。次に、入力ファイル作成補助コード ExSite で AMPX CE ファイルのインデックスファイル ce_v5.0_jendl.xml を作成し、SCALE が保存されているディレクトリにある data ディレクトリに保存する。SCALE の入力ファイルで「ce_v5.0_jendl」と指定すれば、JENDL-5 の AMPX CE ファイルを使うことができる。但し、SCALE の MAVRIC 等では、ce_v5.0_jendl.xml ではなく ce_v5.0_jend.xml を使うこともあるので、SCALE が保存されているディレクトリにある data ディレクトリで、

```
ln -s ce_v5.0_jendl.xml ce_v5.0_jend.xml
```

としてシンボリックリンクを作成しておく必要がある。なお、ce_v5.0_jendl.xml は SCALE6.2 用と SCALE6.3 用があり、両者の違いはグラフィットの TSL を使った AMPX CE ファイルのみである。SCALE6.3 用では c12-graphite と c13-graphite の 2 つがあり、emax 以上のデータはそれぞれ C-12 ファイルと C-13 ファイルのデータになっている。一方、SCALE6.2 用では c-graphite の一つしか扱うことができず、emax 以上のデータは C-12 ファイルのデータになっている。

3. AMPX MG ライブラリ作成

SCALE 付属の AMPX MG ライブラリには中性子のみのライブラリと中性子・光子結合のライブラリの 2 つがあり、群構造も種々ある^{1,2)}。これらを参考に、upd16 までの JENDL-5 の中性子反応サブライブラリ u20 データ、TSL サブライブラリ、光子・原子サブライブラリから以下の AMPX MG ライブラリを AMPX-6 で作成した(①～⑤の群構造は SCALE 付属のライブラリと同じ。⑥の中性子 48 群、光子 20 群の群構造は付録 6 参照)。①～③は主に臨界計算用で、④～⑥は主に遮蔽計算用である。

- ① 中性子 252 群
- ② 中性子 252 群+光子 47 群
- ③ 中性子 56 群
- ④ 中性子 200 群+光子 47 群
- ⑤ 中性子 28 群+光子 19 群
- ⑥ 中性子 48 群+光子 20 群

Fig. 3.1 に JENDL-5 の AMPX MG ライブラリ AMPX_MG_J50 を作成する AMPX-6 処理のフローを示す。

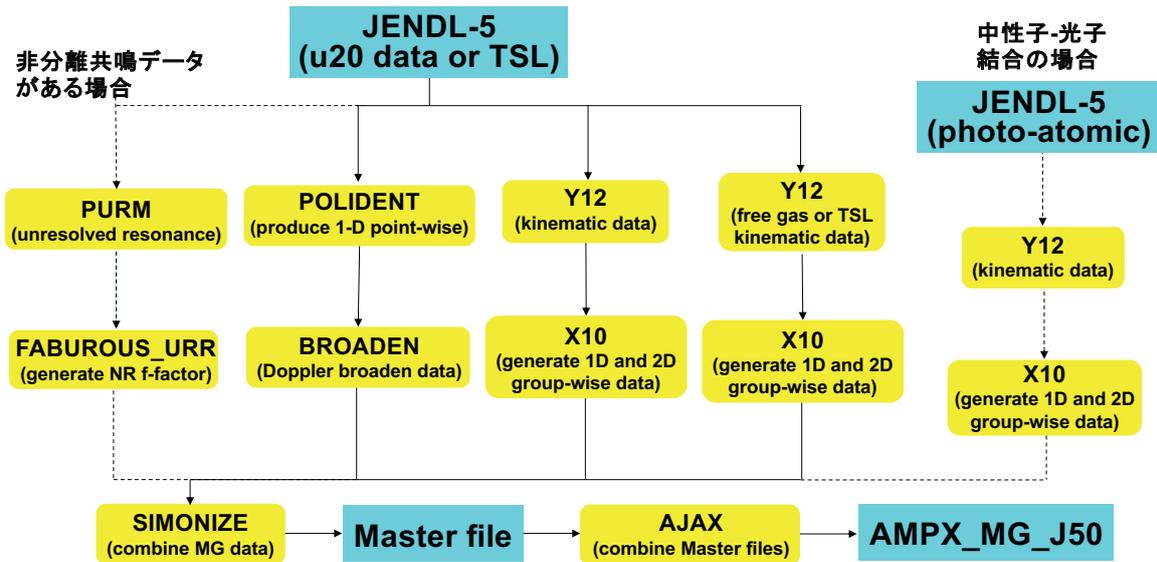


Fig. 3.1 AMPX MG ライブラリ作成処理フロー図

3.1 処理条件

AMPX MG ライブラリの作成も SCALE6.3.1 付属の AMPX-6 コードで行った。AMPX-6 の入力ファイルも、AMPX CE ライブラリ作成と同様に、入力ファイル作成補助コード ExSite を用いて作成した。JENDL-5 の AMPX MG ライブラリの処理条件は SCALE 付属の AMPX MG ライブラリ、VITAMIN-B6¹⁷⁾ライブラリを参考に以下のように設定した。

- 荷重関数：Maxwellian-1/E-fission-1/E spectrum(中性子[SCALE 付属の AMPX MG

ライブラリでは原子炉のスペクトルを使用している核種もあるが、原子炉のスペクトルについては詳細が不明のため、原子炉のスペクトルは使用していない)、1/E spectrum (光子)

- ルジャンドル展開次数: P_7
- 背景断面積 :
 - ✓ 核種 $\leq Y-90$: $10^8, 10^6, 10^5, 10^4, 10^3, 10^2, 10, 1, 10^{-6}$
 - ✓ 核種 $\geq Zr-90$: $10^8, 10^6, 10^5, 2 \times 10^4, 10^4, 5 \times 10^3, 2 \times 10^3, 10^3, 640, 320, 160, 120, 80, 60, 40, 30, 29, 15, 10, 8, 6, 4, 2, 1, 0.01, 10^{-6}$
- 温度 : 293, 575, 600, 900, 1200, 2400 K
- 熱中性子の上限エネルギー e_{max} : 5.0 eV(中性子 252 群、56 群、28 群)、5.0435 eV(中性子 200 群)、1.8554 eV(中性子 48 群)[SCALE の多群計算では e_{max} を 5.05 eV 以下にしないとエラーになるので注意が必要である]

JENDL-5 の中性子反応サブライブラリの u20 データと光子-原子サブライブラリから AMPX MG マスターファイルを作成するための入力例を付録 7 に示す。また、JENDL-5 の TSL サブライブラリ、中性子反応サブライブラリの u20 データ、光子-原子サブライブラリから AMPX MG マスターファイルを作成するための入力例を付録 8 に示す。作成した核種毎の AMPX MG マスターファイルを AMPX-6 の AJAX モジュールで一つの AMPX MG ライブラリにまとめた。また、SCALE 付属の AMPX MG ライブラリには線量換算係数等のデータも入っている^{1,2)} ので、一つにまとめた AMPX MG ライブラリへ SCALE 付属の AMPX MG ライブラリに入っている線量換算係数等のデータを追加した。JENDL-5 の AMPX MG ライブラリへ線量換算係数等のデータを追加するための入力例を付録 9 に示す。

3.2 処理上の注意点

SCALE では m2 核種を取り扱うことができないため、AMPX CE ライブラリと同様に、Tb-156-m2、Ir-191-m2 は処理しなかった。TSL のグラフィットで、SCALE6.3 では e_{max} 以上のデータを C-12 と C-13 として AMPX MG ファイルを区別しているが、SCALE6.2 では TSL のグラフィットは C にしか対応していないため、グラフィットの C-12 をグラフィットの C にした。SCALE6.2 用と SCALE6.3 用の AMPX MG ライブラリの違いはこれだけである。

JENDL-5 の全核種を処理したところ、C-14、Fe-57 の処理でエラーが発生した。C-14 でのエラーの原因は、AMPX-6 の POLIDENT モジュールでの配列不足で、POLIDENT モジュール入力ブロックの 6** の IPOINTS データを 15000 から 200000 に増やすことで解決した。Fe-57 でのエラーは、Fig.3.2 に示すように、FILE6 の MT=51 の最初の 2 つのエネルギーの multiplicity が 0 になっていたことが原因(FILE6 で最初の 2 つのエネルギーの multiplicity が 0 になるケースに AMPX-6 は対応していないと推測される)であった。

2.605700+4	5.644629+1	0	2	2	02634	6	51	1
1.000000+0	1.000000+0	0	2	1	42634	6	51	2
4	2				2634	6	51	3
1.466834+4	0.000000+0	1.900000+5	0.000000+0	1.900000+5	1.000000+0	2634	6	51
2.000000+7	1.000000+0				2634	6	51	5
0.000000+0	0.000000+0	0	0	1	1022634	6	51	6

Fig. 3.2 JENDL-5 の Fe-57 における FILE6、MT=51 の最初の 6 行のデータ

そこで、MT=51 で 14.66834keV のデータを削除して対処した¹¹⁾。なお、当初、Na-23 でも同じエラーが発生したが、JENDL-5 の upd14⁸⁾でこの箇所が修正されたので、upd14 の Na-23 ファイルを使った。

SCALE で AMPX MG ライブラリを使う場合、AMPX CE ライブラリを使って自己遮蔽補正を行うことがある。SCALE のマニュアルには書かれていないが、AMPX CE ライブラリを使って自己遮蔽補正を行う際に、TSL サブライブラリから AMPX MG ライブラリを作成した時に作られる熱散乱 kernel データ(1-0 ファイル等)が AMPX CE ライブラリのあるディレクトリにないと、「Wrong format in binary Y12 format」エラーになる。そこで、TSL ファイルの AMPX MG ライブラリ作成時に作られた熱散乱 kernel データを SCALE が保存されているディレクトリにある data ディレクトリの下に作成し、JENDL-5 の AMPX CE ライブラリの入っている cekenolib_j5 ディレクトリに格納する必要がある。

3.3 AMPX CE ライブラリの断面積との比較

上記で作成した JENDL-5 の AMPX MG ライブラリもバイナリファイルであるため、SCALE

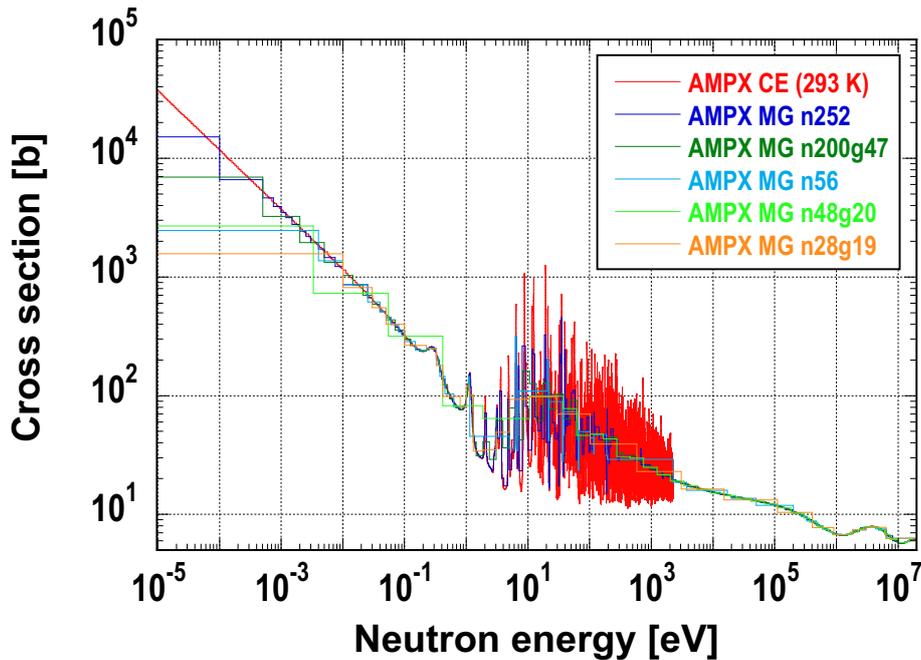


Fig. 3.3 U-235 の全断面積

付属の Fulcrum コードを利用して、断面積データを抽出し、2章で作成した 293 K での AMPX CE ライブラリと一緒にプロットし、AMPX MG ライブラリに問題ないことを確認した。その一例として、293K での U-235 の全断面積を Fig. 3.3 に示す。

3.4 AMPX MG ライブラリ使用方法

作成した JENDL-5 の AMPX MG ライブラリの名称は以下のとおりである。3.2 節でも述べたが、SCALE6.2 用と SCALE6.3 用の違いは TSL を使ったグラフィットファイルのみである。SCALE6.3 用では c12-graphite と c13-graphite の 2 つがあり、emax 以上のデータはそれぞれ C-12 ファイルと C-13 ファイルのデータになっている。一方、SCALE6.2 用では c-graphite 一つしか扱うことができず、emax 以上のデータは C-12 ファイルのデータになっている。

SCALE6.2 用

scale.rev12.xn252v5 : 中性子 252 群
 scale.rev12.xn252g47v5 : 中性子 252 群+光子 47 群
 scale.rev12.xn56v5 : 中性子 56 群
 scale.rev12.xn200g47v5 : 中性子 200 群+光子 47 群
 scale.rev12.xn48g20v5 : 中性子 48 群+光子 20 群
 scale.rev12.xn28g19v5 : 中性子 28 群+光子 19 群

SCALE6.3 用

scale.rev13.xn252v5 : 中性子 252 群
 scale.rev13.xn252g47v5 : 中性子 252 群+光子 47 群
 scale.rev13.xn56v5 : 中性子 56 群
 scale.rev13.xn200g47v5 : 中性子 200 群+光子 47 群
 scale.rev13.xn48g20v5 : 中性子 48 群+光子 20 群
 scale.rev13.xn28g19v5 : 中性子 28 群+光子 19 群

上記 AMPX MG ライブラリを SCALE が保存されているディレクトリにある data ディレクトリに保存し、上記ファイル名から scale.rev12.あるいは scale.rev13.を削除した「n252v5.0」等という名称を SCALE の入力ファイルで指定すれば、その AMPX MG ライブラリを使うことができる。

4. AMPX COV ライブラリ作成

AMPX COV ライブラリも JENDL-5 の中性子反応サブライブラリ u20 データから AMPX-6 で作成した。JENDL-5 の中性子反応サブライブラリ u20 データで共分散データが入っている核種は少なく、以下の核種のみである。すべての核種の不確かさを考慮できていないので、使用の際には注意が必要である。

H-1, B-10, B-11, C-13, N-14, N-15, O-16, Na-23, Ti-48, Cr-52, Cr-53, Mn-55, Fe-56, Fe-58, Co-59, Ni-58, Ni-60, Zr-90, Pb-204, Pb-206~208, Bi-209, Ac-225~227, Th-227~234, Pa-229~233, U-230~238, Np-234~239, Pu-236~242, Pu-244, Pu-246, Am-240~244, Am-242m1, Am-244m1, Cm-240~250, Bk-245~250, Cf-246, Cf-248~254, Es-251~255, Es-254m1, Fm-255

SCALE 付属の AMPX COV ライブラリには中性子 252 群と 56 群があるので、JENDL-5 の AMPX COV ライブラリも中性子 252 群と 56 群の 2 つを作成した。SCALE 付属の AMPX COV ライブラリと同様に、TSL の AMPX COV ライブラリはフリーガスの AMPX COV ライブラリと同じにした(軽水の H-1 とポリエチレンの H-1)。Fig. 4.1 に JENDL-5 の AMPX COV ライブラリ AMPX_COV_J50 を作成する AMPX-6 処理のフローを示す。AMPX_COV_J50 ライブラリを作成するための入力例を付録 10 に示す。

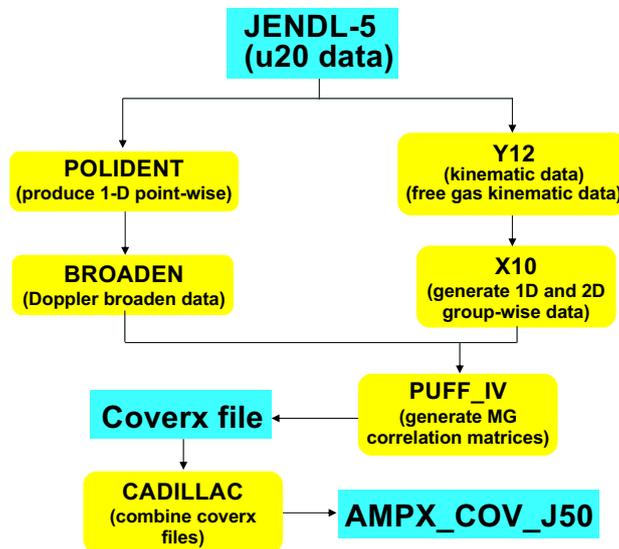


Fig. 4.1 AMPX COV ライブラリ作成処理フロー図

作成した AMPX COV ライブラリもバイナリファイルであるため、SCALE 付属の Fulcrum コードを利用して、標準偏差と相関係数を抽出し、NJOY2016.65¹⁴⁾で作成した JENDL-5 の標準偏差と相関係数と比べて、作成した AMPX COV ライブラリに問題がないことを確認した。その一例として、中性子 252 群の U-235 の核分裂断面積の標準偏差と相関係数をそれぞれ Fig.

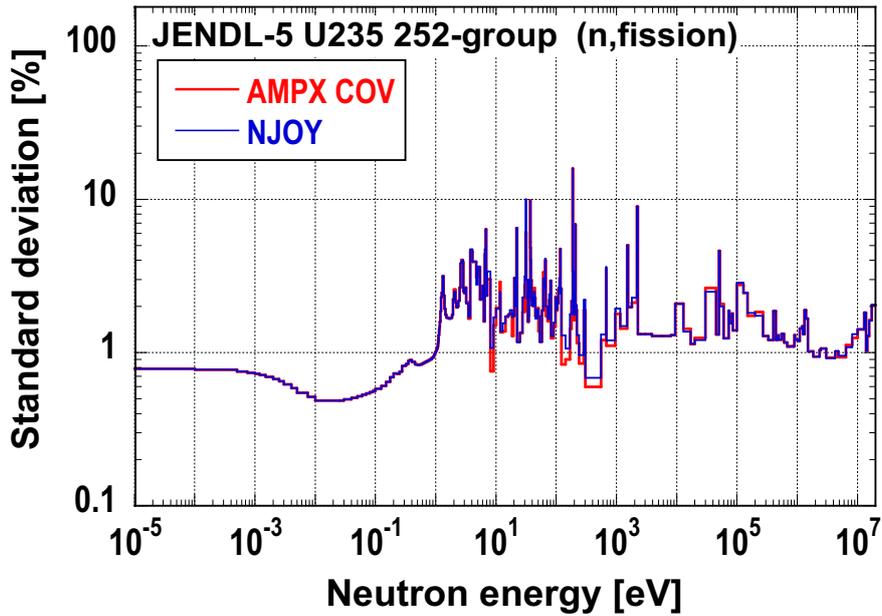
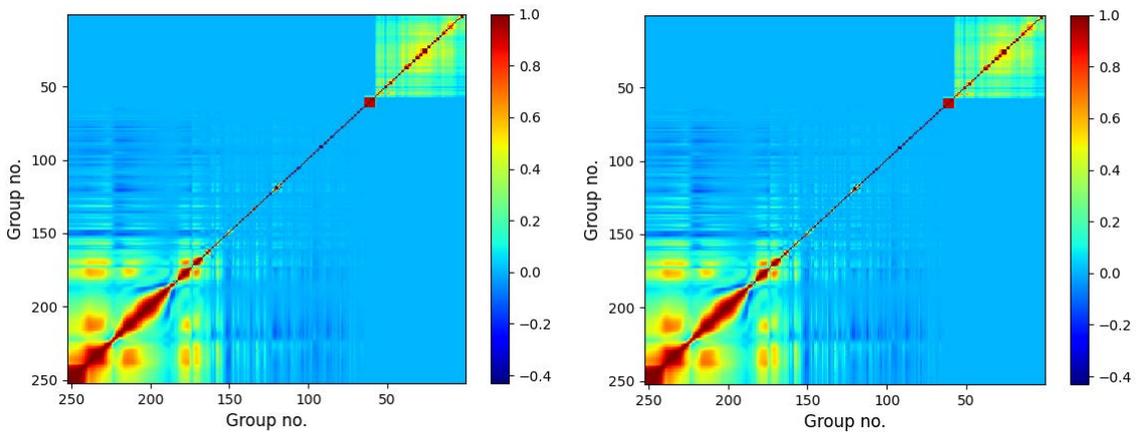


Fig. 4.2 U-235 の核分裂反応断面積の標準偏差（中性子 252 群）



(a) AMPX-6 で作成

(b) NJOY2016 で作成

Fig. 4.3 U-235 の核分裂反応断面積間の相関係数（中性子 252 群）

4.2 と Fig. 4.3 に示す。処理の違いにより、NJOY で作成したものと少し異なっているが、実用上問題ない。

作成した JENDL-5 の AMPX COV ライブラリの名称は以下のとおりである。

scale.rev08.252groupcov5.0 : 中性子 252 群

scale.rev08.56groupcov5.0 : 中性子 56 群

これらのライブラリを SCALE が保存されているディレクトリにある data ディレクトリに入れて、上記ファイル名から scale.rev08.を削除した「252groupcov5.0」等という名称を SCALE

の入力ファイルで指定すれば、JENDL-5 の AMPX COV ライブラリを使うことができる。

AMPX COV ライブラリは AMPX CE ライブラリあるいは AMPX MG ライブラリと一緒に使う必要がある。AMPX MG ライブラリと一緒に使う場合、中性子のみの AMPX MG ライブラリと一緒に使うのであれば問題ないが、中性子・光子結合の AMPX MG ライブラリと一緒に使うとエラーになるので注意が必要である。

5. AMPX ライブラリのテスト計算

JENDL-5 から作成した AMPX ライブラリのテストとして以下の計算を行った。

- ① Mosteller suite¹⁸⁾に収録されている 120 の臨界実験に対する実効増倍率計算
- ② SCALE 付属のサンプル入力ファイル¹⁾²⁾のうち TRITON を使った計算
- ③ SCALE 付属のサンプル入力ファイルのうち TSUNAMI を使った計算
- ④ SCALE 付属のサンプル入力ファイルのうち MAVRIC を使った計算
- ⑤ SCALE 付属のサンプル入力ファイルのうち MONACO を使った計算

計算は SCALE6.2.4 と SCALE6.3.1 を用いて行ったが、①の SCALE6.2.4 計算ではバグに起因すると思われる問題が見つかったため、ここでは SCALE6.3.1 の計算結果のみを示す。

SCALE 付属のサンプル入力ファイルを使った②～⑤の計算は、主に、作成した AMPX ライブラリを使った SCALE6.3.1 計算が正常に流れるかどうか確認するために行った。詳細は割愛するが、エラーなく SCALE 計算は終了し、計算結果も SCALE 付属のサンプル計算結果と確認した限りでは同じであったので、作成した AMPX ライブラリに問題はないと判断した。

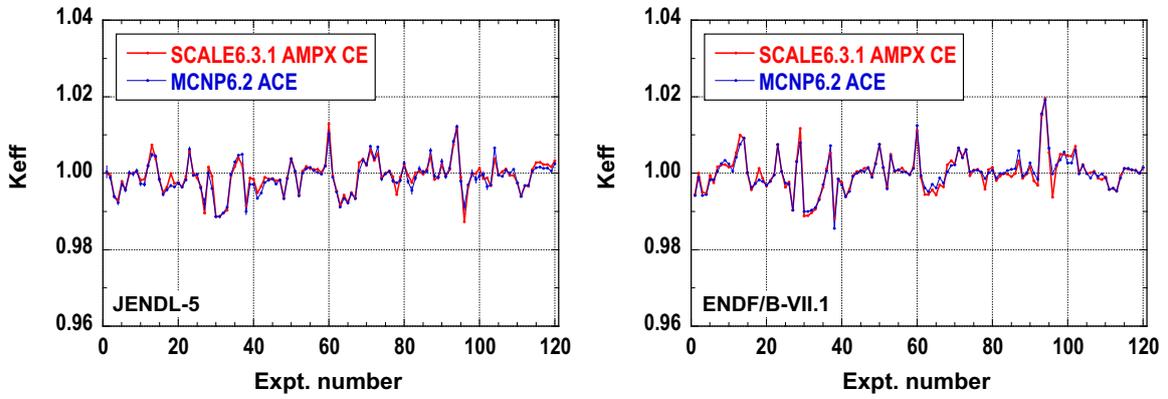
ここでは、JENDL-5 から作成した AMPX CE ライブラリ、AMPX MG ライブラリの検証のために行った、①の Mosteller suite に収録されている 120 の臨界実験に対する計算結果について詳しく述べる。SCALE の入力ファイルは JEFF-3.3 の AMPX CE ライブラリをテストするために使われたもの¹³⁾を採用し、JENDL-5 から作成した AMPX CE ライブラリ、炉心解析に適した中性子 252 群、中性子 56 群の AMPX MG ライブラリを用いた。また、比較のために、SCALE6.3.1 付属の ENDF/B-VII.1 の AMPX CE ライブラリ、中性子 252 群、中性子 56 群の AMPX MG ライブラリを用いた SCALE6.3.1 計算、JENDL-5 及び ENDF/B-VII.1 の ACE ファイル¹⁹⁾を用いた MCNP6.2²⁰⁾計算も行った。

Fig. 5.1 に AMPX CE ライブラリを用いた SCALE6.3.1 計算結果と ACE ファイルを用いた MCNP6.2 計算結果を JENDL-5 と ENDF/B-VII.1 それぞれについて示す(実験番号は以下の Table 5.1 参照。計算の統計不確かさは十分小さい)。JENDL-5 と ENDF/B-VII.1 の結果から、今回作成した AMPX CE ライブラリに問題はないと考えられる。

次に、AMPX CE ライブラリ及び中性子 252 群、中性子 56 群の AMPX MG ライブラリを用いた計算結果を JENDL-5 と ENDF/B-VII.1 それぞれについて Fig. 5.2 に示す。中性子 252 群の AMPX MG ライブラリを用いた計算結果は AMPX CE ライブラリを用いた計算結果に近いが、中性子 56 群の AMPX MG ライブラリを用いた計算結果は、群構造が粗いため、AMPX CE ライブラリを用いた計算結果と大きく異なる実験もある。可能であれば、中性子 252 群の AMPX MG ライブラリを使うことを推奨する。

臨界計算で用いることは適当ではないが、今回作成した中性子 200 群+光子 47 群、中性子 48 群+光子 20 群、中性子 28 群+光子 19 群の AMPX MG ライブラリを用いた計算結果も、参考のために Fig. 5.3 に示す。中性子 200 群+光子 47 群の AMPX MG ライブラリを用いた計算結果は、一部のケースを除いて見えそうであるが、中性子 48 群+光子 20 群、中性子 28 群+光

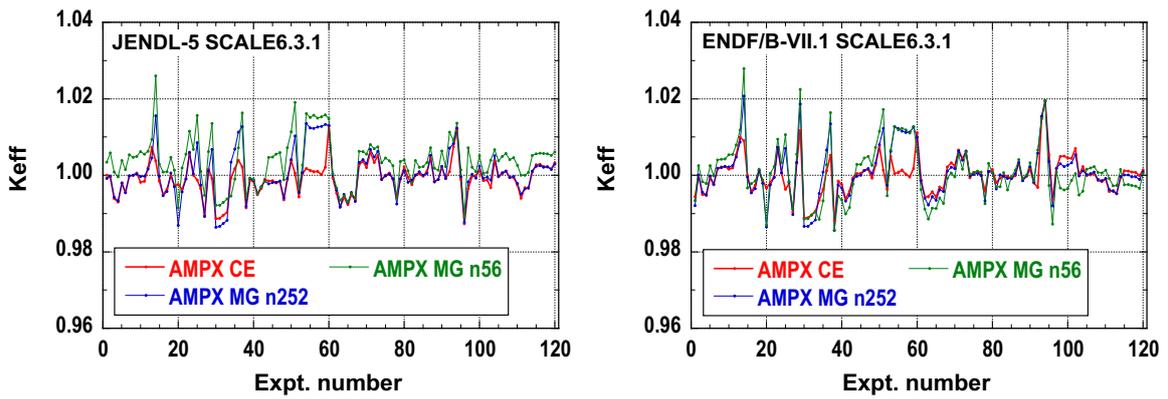
子 19 群の AMPX MG ライブラリを用いた計算結果は良くない。中性子 48 群+光子 20 群、中性子 28 群+光子 19 群の AMPX MG ライブラリは臨界計算で使うべきではないことを確認した。



(a) JENDL-5

(b) ENDF/B-VII.1

Fig. 5.1 Mosteller suite 解析結果-1



(a) JENDL-5

(b) ENDF/B-VII.1

Fig. 5.2 Mosteller suite 解析結果-2

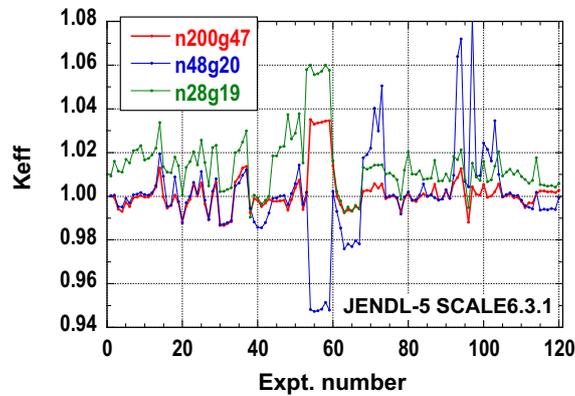


Fig. 5.3 Mosteller suite 解析結果-3

これらの計算結果のうち、JENDL-5を用いた Fig. 5.1 と Fig.5.2 のデータを Table 5.1 に示す。

Table 5.1 JENDL-5を用いた実効増倍率計算結果

No.	Experiment	MCNP	AMPX CE	n252	n56
1	HEU-COMP-INTER-003-007	1.0003	1.0000	0.9992	1.0034
2	HEU-MET-FAST-001-001	0.9988	0.9995	0.9998	1.0058
3	HEU-MET-FAST-003-001	0.9939	0.9939	0.9943	1.0008
4	HEU-MET-FAST-003-002	0.9923	0.9930	0.9934	0.9996
5	HEU-MET-FAST-003-003	0.9971	0.9979	0.9980	1.0039
6	HEU-MET-FAST-003-004	0.9957	0.9956	0.9955	1.0015
7	HEU-MET-FAST-003-005	1.0001	0.9998	0.9998	1.0054
8	HEU-MET-FAST-003-006	0.9999	1.0000	1.0000	1.0047
9	HEU-MET-FAST-003-007	1.0006	1.0006	1.0003	1.0050
10	HEU-MET-FAST-003-008	0.9973	0.9982	0.9997	1.0062
11	HEU-MET-FAST-003-009	0.9971	0.9984	0.9998	1.0055
12	HEU-MET-FAST-003-010	1.0020	1.0019	1.0016	1.0062
13	HEU-MET-FAST-003-011	1.0048	1.0074	1.0046	1.0094
14	HEU-MET-FAST-003-012	1.0044	1.0038	1.0156	1.0260
15	HEU-MET-FAST-004-001_1D_idealization	0.9984	0.9985	0.9998	1.0030
16	HEU-MET-FAST-008-001	0.9945	0.9950	0.9947	1.0008
17	HEU-MET-FAST-009-001	0.9956	0.9963	0.9957	1.0009
18	HEU-MET-FAST-011-001	0.9968	0.9999	1.0006	1.0047
19	HEU-MET-FAST-012-001	0.9965	0.9974	0.9971	1.0013
20	HEU-MET-FAST-013-001	0.9974	0.9976	0.9869	0.9915
21	HEU-MET-FAST-014-001	0.9964	0.9964	0.9957	1.0019
22	HEU-MET-FAST-018-001S	0.9983	0.9992	0.9990	1.0055
23	HEU-MET-FAST-019-001S	1.0063	1.0057	1.0060	1.0115
24	HEU-MET-FAST-020-001S	0.9994	1.0000	1.0004	1.0068
25	HEU-MET-FAST-021-001S	0.9997	0.9987	1.0085	1.0157
26	HEU-MET-FAST-022-001	0.9962	0.9965	0.9974	1.0010
27	HEU-MET-FAST-026-019	0.9920	0.9896	0.9893	0.9948
28	HEU-MET-FAST-028-001	1.0000	1.0016	1.0012	1.0062
29	HEU-MET-FAST-073-001	0.9960	0.9992	1.0068	1.0135
30	HEU-MET-FAST-086-001	0.9886	0.9886	0.9864	0.9922
31	HEU-MET-FAST-086-002	0.9886	0.9888	0.9867	0.9922
32	HEU-MET-FAST-086-003	0.9896	0.9895	0.9874	0.9930
33	HEU-MET-FAST-086-004	0.9911	0.9904	0.9883	0.9938
34	HEU-MET-INTER-006-001	0.9997	0.9994	1.0035	0.9946
35	HEU-MET-INTER-006-002	1.0029	1.0017	1.0069	0.9990
36	HEU-MET-INTER-006-003	1.0047	1.0040	1.0113	1.0072

Table 5.1 JENDL-5 を用いた実効増倍率計算結果(続き)

No.	Experiment	MCNP	AMPX CE	n252	n56
37	HEU-MET-INTER-006-004	1.0050	1.0022	1.0127	1.0163
38	HEU-SOL-INTER-001-001	0.9900	0.9915	0.9919	0.9942
39	HEU-SOL-THERM-013-001	0.9971	0.9988	0.9992	0.9993
40	HEU-SOL-THERM-013-002	0.9971	0.9984	0.9986	0.9989
41	HEU-SOL-THERM-013-003	0.9934	0.9949	0.9954	0.9953
42	HEU-SOL-THERM-013-004	0.9949	0.9966	0.9970	0.9969
43	HEU-SOL-THERM-032-001	0.9976	0.9989	0.9985	0.9984
44	IEU-MET-FAST-001-001	0.9982	0.9985	0.9978	1.0047
45	IEU-MET-FAST-001-002	0.9985	0.9986	0.9981	1.0048
46	IEU-MET-FAST-001-003	0.9972	0.9980	0.9982	1.0055
47	IEU-MET-FAST-001-004	0.9982	0.9983	0.9985	1.0060
48	IEU-MET-FAST-002-001	0.9933	0.9936	0.9941	0.9988
49	IEU-MET-FAST-003-001S	0.9986	0.9988	0.9992	1.0072
50	IEU-MET-FAST-004-001S	1.0037	1.0039	1.0041	1.0113
51	IEU-MET-FAST-005-001S	1.0005	1.0005	1.0103	1.0190
52	IEU-MET-FAST-006-001	0.9941	0.9944	0.9955	0.9965
53	IEU-MET-FAST-007-001	1.0000	1.0005	1.0007	1.0027
54	LEU-COMP-THERM-008-001	1.0012	1.0017	1.0135	1.0161
55	LEU-COMP-THERM-008-002	1.0015	1.0012	1.0124	1.0152
56	LEU-COMP-THERM-008-005	1.0007	1.0009	1.0123	1.0158
57	LEU-COMP-THERM-008-007	1.0002	1.0010	1.0126	1.0150
58	LEU-COMP-THERM-008-008	0.9998	1.0002	1.0128	1.0153
59	LEU-COMP-THERM-008-011	1.0018	1.0021	1.0133	1.0158
60	LEU-SOL-THERM-001-001	1.0103	1.0128	1.0131	1.0148
61	LEU-SOL-THERM-002-001	0.9989	0.9993	1.0000	1.0005
62	LEU-SOL-THERM-002-002	0.9951	0.9954	0.9961	0.9967
63	LEU-SOL-THERM-007-001	0.9911	0.9917	0.9917	0.9935
64	LEU-SOL-THERM-007-002	0.9934	0.9942	0.9950	0.9947
65	LEU-SOL-THERM-007-003	0.9923	0.9923	0.9928	0.9930
66	LEU-SOL-THERM-007-004	0.9946	0.9949	0.9955	0.9952
67	LEU-SOL-THERM-007-005	0.9934	0.9936	0.9931	0.9941
68	MIX-COMP-THERM-002-001S	1.0006	1.0028	1.0033	1.0063
69	MIX-COMP-THERM-002-002S	1.0034	1.0037	1.0041	1.0062
70	MIX-COMP-THERM-002-003S	1.0024	1.0020	1.0031	1.0056
71	MIX-COMP-THERM-002-004S	1.0070	1.0060	1.0068	1.0080
72	MIX-COMP-THERM-002-005S	1.0040	1.0033	1.0048	1.0069
73	MIX-COMP-THERM-002-006S	1.0069	1.0051	1.0062	1.0074
74	MIX-MET-FAST-001-001	0.9985	0.9990	0.9989	1.0033
75	MIX-MET-FAST-003-001	0.9998	1.0000	0.9998	1.0045
76	PU-MET-FAST-001-001S	1.0005	1.0006	1.0002	1.0038
77	PU-MET-FAST-002-001	0.9980	0.9991	0.9991	1.0025
78	PU-MET-FAST-003-003	0.9975	0.9944	0.9925	0.9941

Table 5.1 JENDL-5 を用いた実効増倍率計算結果(続き)

No.	Experiment	MCNP	AMPX CE	n252	n56
79	PU-MET-FAST-005-001	0.9982	0.9989	0.9991	1.0036
80	PU-MET-FAST-006-001	1.0026	1.0021	1.0012	1.0040
81	PU-MET-FAST-008-001	0.9978	0.9995	0.9982	1.0012
82	PU-MET-FAST-009-001	0.9955	0.9976	0.9987	0.9981
83	PU-MET-FAST-010-001	0.9988	1.0001	1.0000	1.0039
84	PU-MET-FAST-011-001	1.0012	1.0005	1.0009	1.0021
85	PU-MET-FAST-018-001	1.0003	0.9998	1.0000	1.0023
86	PU-MET-FAST-019-001	1.0006	1.0011	1.0005	1.0034
87	PU-MET-FAST-021-001	1.0059	1.0045	1.0052	1.0072
88	PU-MET-FAST-022-001	0.9993	0.9983	0.9983	1.0018
89	PU-MET-FAST-023-001	0.9989	0.9990	0.9990	1.0014
90	PU-MET-FAST-024-001	1.0031	1.0021	1.0024	1.0064
91	PU-MET-FAST-025-001	0.9991	0.9992	0.9992	1.0023
92	PU-MET-FAST-026-001	1.0013	1.0009	1.0071	1.0113
93	PU-SOL-THERM-009-001_A	1.0083	1.0074	1.0083	1.0092
94	PU-SOL-THERM-009-003_A	1.0123	1.0118	1.0123	1.0136
95	PU-SOL-THERM-011-005	0.9980	0.9989	0.9996	1.0014
96	PU-SOL-THERM-011-006	0.9912	0.9874	0.9877	0.9891
97	PU-SOL-THERM-018-009	0.9970	0.9965	0.9983	1.0072
98	PU-SOL-THERM-021-001	1.0000	0.9998	1.0002	1.0021
99	PU-SOL-THERM-021-002	0.9984	1.0000	0.9992	1.0009
100	PU-SOL-THERM-021-003	0.9992	1.0013	1.0023	1.0051
101	PU-SOL-THERM-021-005	0.9997	0.9986	0.9992	1.0005
102	PU-SOL-THERM-021-006	0.9965	0.9987	0.9995	1.0008
103	PU-SOL-THERM-034-001	0.9969	0.9968	0.9988	1.0039
104	U233-COMP-THERM-001-003	1.0066	1.0038	1.0051	1.0067
105	U233-MET-FAST-001-001	0.9995	0.9996	0.9998	1.0038
106	U233-MET-FAST-002-001	0.9992	1.0005	1.0007	1.0049
107	U233-MET-FAST-002-002	1.0007	1.0011	1.0011	1.0057
108	U233-MET-FAST-003-001	1.0001	0.9994	0.9994	1.0041
109	U233-MET-FAST-003-002	1.0010	0.9994	0.9997	1.0046
110	U233-MET-FAST-004-001	0.9975	0.9975	0.9978	1.0026
111	U233-MET-FAST-004-002	0.9939	0.9940	0.9951	1.0000
112	U233-MET-FAST-005-001	0.9968	0.9968	0.9965	1.0000
113	U233-MET-FAST-005-002	0.9969	0.9966	0.9968	1.0008
114	U233-MET-FAST-006-001	1.0005	1.0009	1.0011	1.0052
115	U233-SOL-THERM-001-001	1.0014	1.0028	1.0024	1.0056
116	U233-SOL-THERM-001-002	1.0016	1.0029	1.0025	1.0058
117	U233-SOL-THERM-001-003	1.0013	1.0023	1.0021	1.0057
118	U233-SOL-THERM-001-004	1.0014	1.0022	1.0022	1.0056
119	U233-SOL-THERM-001-005	1.0006	1.0017	1.0015	1.0052
120	U233-SOL-THERM-008-001	1.0025	1.0033	1.0029	1.0061

6. 結論

JENDL-5 から SCALE6.2.4 あるいは SCALE6.3.1 で使うことができる 3 つの AMPX 形式ライブラリ (AMPX CE ライブラリ、AMPX MG ライブラリ、AMPX COV ライブラリ) を SCALE6.3.1 付属の AMPX-6 コードで作成した。本レポートでは AMPX 形式ライブラリの詳細な作成方法、AMPX-6 コードと不整合があった JENDL-5 ライブラリのファイル修正を中心にまとめた。また、作成した AMPX 形式ライブラリの検証のために、SCALE6.3.1 を用いた種々の計算を行い、問題がないことも確認した。作成した AMPX 形式ライブラリはすでに公開¹⁾している。

謝 辞

本研究を進めるにあたり日本原子力研究開発機構 原子力基礎工学研究センター 炉物理・熱流動研究 Gr リーダーの長家康展氏のご指導をいただきました。また、日本原子力研究開発機構 原子力基礎工学研究センター 炉物理・熱流動研究 Gr 研究主幹の多田健一氏には多くのご協力とご助言をいただきました。ここに厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) (Ed.) Wieselquist, W. A., Lefebvre, R. A., Jessee, M. A., SCALE Code System, ORNL/TM-2005/39, Version 6.2.4, 2020, 2742p.
- 2) (Ed.) Wieselquist, W. A., Lefebvre, R. A., SCALE6.3.1 Users Manual, ORNL/TM-SCALE-6.3.1, 2023, 2397p.
- 3) Chadwick, M.B., et al., ENDF/B-VII.0: Next Generation Evaluated Nuclear Data Library for Nuclear Science and Technology, Nuclear Data Sheets, vol.107, 2006, pp.2931-3060.
- 4) Chadwick, M.B., et al., ENDF/B-VII.1 Nuclear Data for Science and Technology: Cross Sections, Covariances, Fission Product Yields and Decay Data, Nuclear Data Sheets, vol.112, 2011, pp.2887-2996.
- 5) Brown, D.A., et al., ENDF/B-VIII.0: The 8th Major Release of the Nuclear Reaction Data Library with CIELO-project Cross Sections, New Standards and Thermal Scattering Data, Nuclear Data Sheets, vol.148, 2018, pp.1-142.
- 6) Iwamoto, O., et al., Japanese evaluated nuclear data library version 5: JENDL-5, J. Nucl. Sci. Technol., vol.60, 2023, pp.1-60.
- 7) Wiarda, D., Dunn, M.E., Greene, N.M., Williams, M.L., Celik, C., Petrie, L.M., AMPX-6: A Modular Code System for Processing ENDF/B, ORNL/TM-2016/43, 2016, 246p.
- 8) 日本原子力研究開発機構, 核データセンター, Errata of JENDL-5 sublibraries, https://www.ndc.jaea.go.jp/jendl/j5/JENDL-5_Errata.html (accessed 2025-09-19).
- 9) Kinsey, R., ENDF-102 DATA FORMATS AND PROCEDURES FOR THE EVALUATED NUCLEAR DATA FILE, ENDF/B-V, BNL-NCS-50496, 1979, 496p.
- 10) (Ed.) Brown, D.A., ENDF-6 Formats Manual, BNL-224854-2023-INRE, 2023, 412p.
- 11) 日本原子力研究開発機構, 炉物理・熱流動研究グループ, AMPX-J50, <https://rpg.jaea.go.jp/main/ja/ampx-j50/> (accessed 2025-11-1).
- 12) 日本原子力研究開発機構, 炉物理・熱流動研究グループ, ACE-J50, <https://rpg.jaea.go.jp/main/ja/ACE-J50/> (accessed 2025-09-19).
- 13) OECD/NEA, Data Bank, NEA-1928 ZZ-AMPXJEFF3.3-UPM, <https://www.oecd-nea.org/tools/abstract/detail/nea-1928/> (accessed 2025-09-19).
- 14) OECD/NEA, Data Bank, JEFF-3.3, <https://www.oecd-nea.org/dbdata/jeff/jeff33/>

(accessed 2025-09-19).

- 15) Los Alamos National Laboratory, Lib80x-Library based on ENDF/B-VIII.0, <https://nucleardata.lanl.gov/ace/lib80x/> (accessed 2025-09-19).
- 16) MacFarlane, R.E., Muir, D.W., Boicourt, R.M., Kahler, A.C., Conlin, J.L., The NJOY Nuclear Data Processing System, Version 2016, LA-UR-17-20093, 2016, 796p.
- 17) White, J.E., Production and Testing of the Revised VITAMIN-B6 Fine-Group and the BUGLE-93 Broad-Group Neutron/Photon Cross-Section Libraries Derived From ENDFLB-VI.3 Nuclear Data, ORNL/TM-6795/R1, 2000, 343p.
- 18) Mosteller, R.D., Validation Suites for MCNP, LA-UR-02-0878, 2002, 9p.
- 19) Los Alamos National Laboratory, The ENDF71x Library, <https://nucleardata.lanl.gov/ace/endl71x/> (accessed 2025-09-19).
- 20) Werner, C.J. (Ed.), MCNP® USER'S MANUAL Code Version 6.2, LA-UR-17-29981, 2017, 746p.
- A1) Sukegawa, T., Sasamoto, N., Fujiki, K., ACCURACY VERIFICATION FOR CALCULATION OF INVENTORY IN JPDR DUE TO NEUTRON ACTIVATION, INDC(JPN)-164, 1993, 38p.
- A2) 小山謹二, 奥村芳弘, 古田公人, 宮坂駿一, 遮蔽材料の群定数 -中性子 100 群・ガンマ線 20 群・P₅近似-, JAERI-M 6928, 1977, 116p.

付録1 U-235 の中性子 AMPX CE ファイルを作成するための入力例

JENDL-5 の中性子反応サブライブラリ u20 データの U-235 ファイルを処理して AMPX CE ファイルを作成するための入力データを以下に示す。

```

=shell
ln -sf ${RTNDIR}/../endf/n_092-U-235_u20.dat ft11f001
end
=polident
-1$$ 0
0$$ 31 32 e 1$$ 1 t
2$$ 9228 11 2 6 e
4** a5 0.001 e
6$$ a3 0 15000 t
end
=shell
cp ft31f001 point_n_092-U-235_u20
cp ft32f001 point_n_092-U-235_u20_ft32
end
=tgel
input=31 output=33 total
end
=broaden
t= 0.0 293.0 565.0 600.0 900.0 1200.0 2400.0
logpt=33 logdp=34
end
=tgel
input=34 output=35 total
end
=shell
cp ft35f001 broaden_n_092-U-235_u20
end
=purm
logp=51 bond=61
nuc
nbatch=30 iter=2000 mat=9228
temp=293.0 565.0 600.0 900.0 1200.0 2400.0
nband=20

```

```

sig0=1.0e8 1000000.0 100000.0 20000.0 10000.0 5000.0 2000.0 1000.0
      640.0 320.0 160.0 120.0 80.0 60.0 40.0 30.0 20.0 15.0 10.0
      8.0 6.0 4.0 2.0 1.0 0.01 1.0e-6
ndfb=11 equi
enuc
end
=shell
cp ft51f001 ptable_pre_n_092-U-235_u20
cp ft61f001 ptable_pre_n_092-U-235_u20_bond
cp ptable_pre_n_092-U-235_u20 ft21f001
end
=purm_up
in=21 out=22 ndfb=11 matf=9228  matp=92235
end
=shell
cp ft22f001 ptable_n_092-U-235_u20
end
=shell
ln -fs ${RTNDIR}/../endf/n_092-U-235_u20.dat ft11f001
ln -fs point_n_092-U-235_u20_ft32 ft32f001
ln -fs broaden_n_092-U-235_u20  ft29f001
end
=pickeze
0$$ 29 34
1$$ 0 0 4 6 0 e t
4$$ -1001 -1002 -1018 -1102
5** 293.0 565.0 600.0 900.0 1200.0 2400.0
t
end
=shell
ls -altr ft*
end
=pickeze
-1$$ 5000000
0$$ 29 51
1$$ 0 0 1 1 0 e t
4$$ 2
5** 0.0

```

```
t
end
=splicer
  in1=51 out=52 el=-1 eh=250.0 option=-1
end
=shell
cp ft52f001 ${RTNDIR}/../result/dbrc/92235.dbrc
end
=tgel
input=34 output=37
total capture inelastic absorption
end
=y12
eps=1e-3 ndf=11 kin=41 mat=9228 id=92235
zap=1 awp=1.0
end
=y12
eps=1e-3 ndf=11 kin=42 mat=9228 id=92235
zap=0 awp=0.0
end
=kinzest
0$$ 43 2 e t
2$$ 41 0 e t
2$$ 42 0 e t
end
=jamaican
mon=43 out=45 format=native
end
=shell
ln -fs ptable_n_092-U-235_u20 ft46f001
end
=platinum
identifier=05009228 source=02 out=60
title=jendl-5 u20 n_092-U-235_u20
n1d=37 id=9228
info=32 id=9228
n2d_fast=45 id=92235
sigp=11.5860004
```

```
vers=50
ptable=46   id=92235
icversion=1.0
filever=1.0
ampxver=6.0
ampxdate=01/16/2024
scalever=6.2.4
scaledate=future
fileid=922350605000
filedate=05/09/2024
fixnegatives=yes
end
=shell
cp ft60f001 ${RTNDIR}/../result/92235060500_0
cp ft61f001 ${RTNDIR}/../result/92235060500_293.0
cp ft62f001 ${RTNDIR}/../result/92235060500_565.0
cp ft63f001 ${RTNDIR}/../result/92235060500_600.0
cp ft64f001 ${RTNDIR}/../result/92235060500_900.0
cp ft65f001 ${RTNDIR}/../result/92235060500_1200.0
cp ft66f001 ${RTNDIR}/../result/92235060500_2400.0
end
```

付録2 JENDL-5 の HinH2O を処理するための AMPX-6 修正

2.2 節で述べたように、JENDL-5 における軽水の H-1 ファイルには、 $S(\alpha, \beta)$ の対数データが入っていて、線形内挿を使うよう指定されているが、AMPX-6 は、 $S(\alpha, \beta)$ の対数データを $S(\alpha, \beta)$ データに戻した後に、対数内挿で処理すべきところを線形内挿のままで処理していた。これは明らかなバグである。SCALE6.3.1 は日本では実行ファイルしか通常入手できないため、日本でソースコードが入手できる SCALE6.2.4 の AMPX-6 コードでバグ修正を試みた。また、NJOY コードにおける TSL の処理を調べたところ、(1) 式の incoherent inelastic scattering の二重微分断面積のうち $e^{-\beta/2} S_n(\alpha, \beta, T)$ を、AMPX-6 ではそのまま計算しているが、NJOY ではまず対数を取り、 $-\beta/2 + \log(S_n(\alpha, \beta, T))$ を計算した後で、その指数をとっていた。

$$\frac{d^2\sigma}{d\Omega dE'}(E \rightarrow E', \mu, T) = \frac{M\sigma_b}{4\pi kT} \sqrt{\frac{E'}{E}} e^{-\beta/2} S_n(\alpha, \beta, T), \quad (1)$$

E : 入射中性子エネルギー, E' : 散乱中性子エネルギー

μ : 実験室系での散乱角の余弦, T : 温度(K), k : ボルツマン定数

M : 原子の数, σ_b : characteristic bound incoherent 断面積

S_n : n 番目の原子に対する $S(\alpha, \beta)$

$\beta = (E' - E)/kT$, $\alpha = (E' + E - 2\mu\sqrt{E2E'})/AkT$, A : 中性子質量に対する原子の質量の比

数値計算上、NJOY の方法の方が計算精度は高いので、NJOY の方法も採用することにした。併せて、2.2 節の最初に述べた 10 eV の熱中性子の上限エネルギー `emax` での問題も回避するようにした。

修正は SCALE6.2.4 の `packages/Ampx/LibraryUtils/y12/ProcessAlphaBeta.cpp` のみで、その修正箇所を以下に示す(以下の行数はオリジナルのままの行数である)。

28 行目の

```
double sabShort = 0.0;
```

を

```
double sabShort = -99999.0;
```

に修正する。

47 行目の

```
sabShort /= tmp;
```

の後に

```
sabShort = log(sabShort);
```

を追加する。

71 行目の

```
if (sab->storesAsLn()) s = exp(s);
```

を削除する。

78 行目の

```
if( sab->storesAsLn() a2 = exp(a2);
```

を削除する。

83 行目の

```
aam = amin *factor;
```

を削除する。

84 行目の

```
return getShortCollisionSab(alpha, aam, alist->getBeta());
```

を

```
return getShortCollisionSab(alpha, aam, beta);
```

に修正する。

138 行目の

```
double cross,factor;
```

の後に

```
double sabflg = -999.0e+00;
```

```
double sabmin = exp(sabflg);
```

```
if( sab->storesAsLn() == 0) {
  if (sabValue > sabmin) {
    sabValue = log(sabValue);
  }else{
    sabValue = sabflg;
  }
}
```

を追加する。

142 行目の

```
expbeta2 = exp(expbeta2);
```

を削除する。

144 行目の

```
cross = expbeta2 * sabValue;
```

を

```
cross = exp(expbeta2 + sabValue);
```

に修正する。

214 行目の

```
if( e >= emax) break;
```

を

```
if( e >= emax*0.999999 ) break;
```

に修正する。

付録3 JENDL-5 のベリリウム金属の TSL ファイル修正

JENDL-5 の TSL サブライブラリにおけるベリリウム金属の Be-9 から AMPX-6 で作成した AMPX CE ファイルの問題をここで検討する。作成したベリリウム金属の Be-9 の AMPX CE ファイルと SCALE6.3.1 に付属の ENDF/B-VII.1 におけるベリリウム金属の Be-9 の AMPX CE ファイルの全断面積を Fig. A2-1 に示す。JENDL-5 と比べると、ENDF/B-VII.1 におけるベリリウム金属の AMPX CE ファイルの全断面積は 0.65 eV~10 eV ではほぼ平坦になっていてもっともらしい(5 meV 以下での差は処理が原因ではないので、ここでは考えない)。

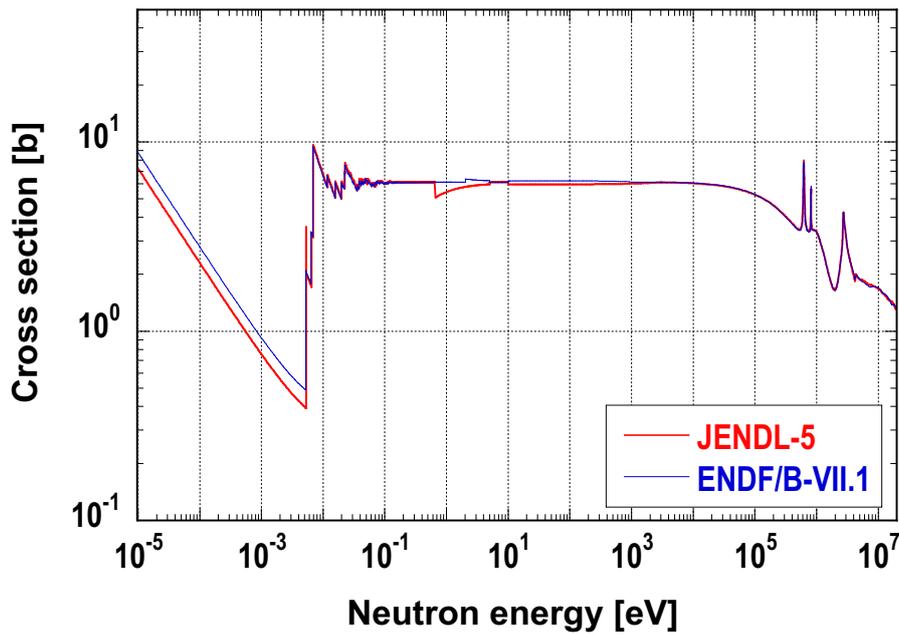


Fig. A2-1 ベリリウム金属の Be-9 の全断面積(温度 293.6 K)

JENDL-5 と ENDF/B-VII.1 におけるベリリウム金属の Be-9 の TSL ファイルを比べてみたところ、FILE7 の MT=4 にある B(4) [E_{max}, the upper energy limit for the constant s₀ (upper energy limit in which S₀(α,β,T) may be used)]が以下の赤枠で示した数値のように異なっていた。

JENDL-5

1.260000+2	8.934780+0	0	1	0	0	26	7	4
0.000000+0	0.000000+0	0	0	6	0	26	7	4
6.153875+0	1.976285+2	8.934780+0	5.000001+0	0.000000+0	1.000000+0	26	7	4
0.000000+0	0.000000+0	0	0	1	200	26	7	4

ENDF/B-VII.1

1.260000+2	8.934780+0	0	1	0	0	26	7	4
0.000000+0	0.000000+0	0	0	6	0	26	7	4
6.150000+0	8.000000+1	8.934780+0	2.024000+0	0.000000+0	1.000000+0	26	7	4
0.000000+0	0.000000+0	0	0	1	103	26	7	4

そこで、5.000001+0 になっている JENDL-5 の B(4) を ENDF/B-VII.1 の 2.024000+0 に変更してみたところ、Fig. A2-2 に示すように 2 eV 以上での断面積はほぼ平坦になり、改善することができた。

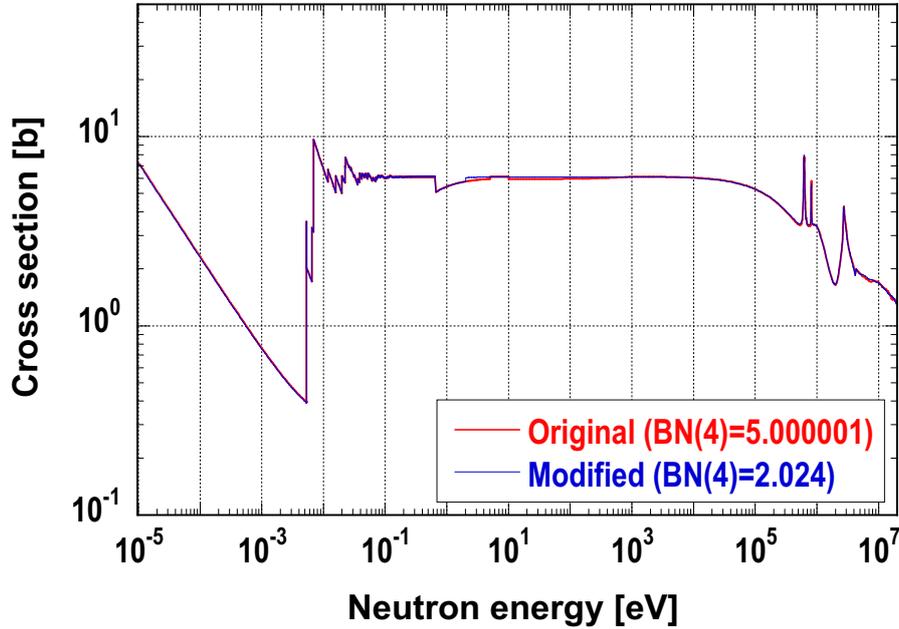


Fig. A2-2 B(4)を変えたベリリウム金属の Be-9 の全断面積(温度 293.6 K)

しかし、0.65 eV から 2 eV までの凹みは残ったままである。ENDF/B-VII.1 と JENDL-5 の干渉性弾性散乱(MT=2)断面積をプロットしたところ、Fig. A2-3 に示すように、JENDL-5 では 0.6407563 eV 以上で 0 になっているが、ENDF/B-VII.1 ではそうになっていない。干渉性弾性散

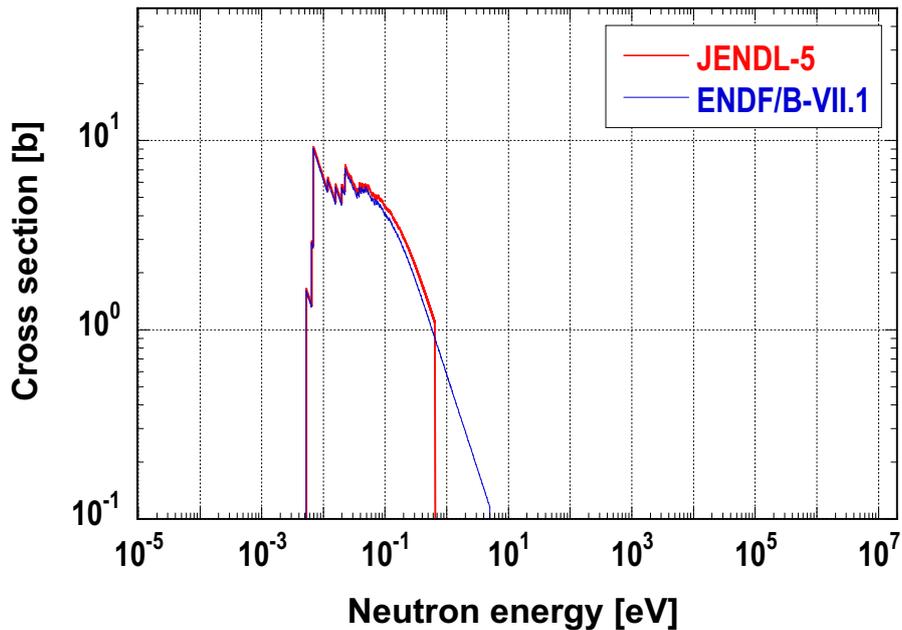


Fig. A2-3 ベリリウム金属の Be-9 の干渉性弾性散乱断面積(温度 293.6 K)

乱(MT=2)断面積を調べると、JENDL-5は0.6407563 eVまでしかデータがないが、ENDF/B-VII.1は5 eVまでデータがあった。B(4)を2.024000+0にしているので、5 eVまでのデータは必要ないが、2.024 eVまでは干渉性弾性散乱(MT=2)断面積は必要と思われる。そこで、正しい方法ではないが、次善の策として、JENDL-5におけるベリリウム金属のBe-9ファイルの干渉性弾性散乱データに2.024 eVのエネルギー点を追加し、この点の $S(\alpha,\beta)$ データとして0.6407563 eVのデータを全て採用してみたところ、Fig. A2-4に示すように、0.65 eVから2 eVまでの凹みも解消することができた(Fig. A2-4のModified JENDL-5参照)。今回、この修正したファイルを用いることにした。

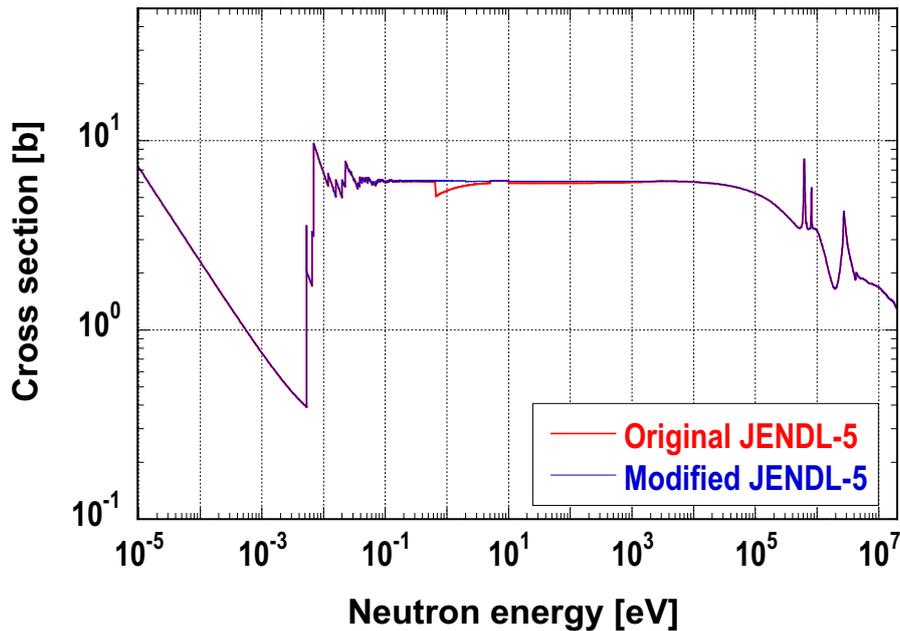


Fig. A2-4 ベリリウム金属のBe-9の全断面積(温度 293.6 K、修正前後)

付録4 軽水の H-1 の中性子 AMPX CE ファイルを作成するための入力例

JENDL-5 における TSL サブライブラリの軽水の H-1 ファイルを処理して AMPX CE ライブラリを作成するための入力データを以下に示す。

```

=shell
ln -sf ${RTNDIR}/../endf/n_001-H-001_u20.dat ft11f001
end
=polident
-1$$ 0
0$$ 31 32 e 1$$ 1 t
2$$ 125 11 2 6 e
4** a5 0.001 e
6$$ a3 0 15000 t
end
=shell
cp ft31f001 ${RTNDIR}/../result/point_h1
cp ft32f001 ${RTNDIR}/../result/point_h1_ft32
end
=tgel
input=31 output=33 total
end
=broaden
t= 0.0 293.0 565.0 600.0 900.0 1200.0 2400.0
logpt=33 logdp=34
end
=tgel
input=34 output=35 total
end
=shell
cp ft35f001 ${RTNDIR}/../result/broaden_h1
end
=shell
ln -fs ${RTNDIR}/../endf/tsl_HinH2O.t-red.30.int4.dat ft11f001
end
=y12
eps=1e-3 ndf=11 kin=44 for=tab mat=1 emax=9.999
id=1001 point=37

```

```

end
=jamaican
mon=44 out=45 format=native
end
=tgel
input=37 output=39
thermal
end
=shell
cp ft45f001 sabkinematic
end
=shell
ln -fs ${RTNDIR}/../endf/n_001-H-001_u20.dat ft12f001
ln -fs ${RTNDIR}/../result/point_h1 ft30f001
ln -fs ${RTNDIR}/../result/point_h1_ft32 ft32f001
end
=tgel
0$$ 30 31 e t
end
=broaden
logpt=31 logdp=33
t= 270.0 290.0 293.6 296.0 300.0 320.0 340.0 360.0 380.0 400.0 420.0 440.0 460.0 480.0
500.0 520.0 540.0 560.0 580.0 600.0 620.0 640.0 660.0 680.0 700.0 720.0 740.0 760.0 780.0
800.0
addmt=3
end
=tomato
0$$ 33 35
1$$ 1 e t
2$$ 125
3$$ 1001 t
end
=tomato
0$$ 39 38
1$$ 1 e t
2$$ 1001
3$$ 1001 t
end

```

```
=splicer
in1=35 in2=38 out=41
el=0 eh=5.0
end
=tgel
input=41 output=27
total capture inelastic absorption
end
=zest
0$$ 29 0 e
1$$ 2 e t
2$$ 27 0 e t
2$$ 38 -1 e t
4$$ 2 e t
end
=y12
eps=1e-3 ndf=12 kin=41 mat=125 id=1001
zap=1 awp=1.0
end
=y12
eps=1e-3 ndf=12 kin=42 mat=125 id=1001
zap=0 awp=0.0
end
=kinzest
0$$ 43 2 e t
2$$ 41 0 e t
2$$ 42 0 e t
end
=jamaican
mon=43 out=46 format=native
end
=shell
cp sabkinematic ft45f001
end
=platinum
identifier=05000001 source=06 out=60
title=h_h2o:h1 1 1001 jendl V5 REL0 REV5 MOD1 AMPX6 08/21/2025 tsl_HinH2O.t-
red.30.int4.dat
```

```

n1d=29      id=1001
info=32     id=125
n2d_fast=46 id=1001
n2d_sab=45  id=1001
sigp=2.04361E+01
centrm=1001-0-0:5000001
vers=5
icversion=2.0
filever=1.1
ampxver=6.0
ampxdate=08/21/2025
scalever=6.1
scaledate=future
fileid=10010605000
filedate=08/21/2025
fixnegatives=yes
end
=shell
cp ft60f001  ${RTNDIR}/../result/10010605000_0
cp ft61f001  ${RTNDIR}/../result/10010605000_270.0
cp ft62f001  ${RTNDIR}/../result/10010605000_290.0
cp ft63f001  ${RTNDIR}/../result/10010605000_293.6
cp ft64f001  ${RTNDIR}/../result/10010605000_296.0
cp ft65f001  ${RTNDIR}/../result/10010605000_300.0
cp ft66f001  ${RTNDIR}/../result/10010605000_320.0
cp ft67f001  ${RTNDIR}/../result/10010605000_340.0
cp ft68f001  ${RTNDIR}/../result/10010605000_360.0
cp ft69f001  ${RTNDIR}/../result/10010605000_380.0
cp ft70f001  ${RTNDIR}/../result/10010605000_400.0
cp ft71f001  ${RTNDIR}/../result/10010605000_420.0
cp ft72f001  ${RTNDIR}/../result/10010605000_440.0
cp ft73f001  ${RTNDIR}/../result/10010605000_460.0
cp ft74f001  ${RTNDIR}/../result/10010605000_480.0
cp ft75f001  ${RTNDIR}/../result/10010605000_500.0
cp ft76f001  ${RTNDIR}/../result/10010605000_520.0
cp ft77f001  ${RTNDIR}/../result/10010605000_540.0
cp ft78f001  ${RTNDIR}/../result/10010605000_560.0
cp ft79f001  ${RTNDIR}/../result/10010605000_580.0

```

```
cp ft80f001    ${RTNDIR}/../result/10010605000_600.0
cp ft81f001    ${RTNDIR}/../result/10010605000_620.0
cp ft82f001    ${RTNDIR}/../result/10010605000_640.0
cp ft83f001    ${RTNDIR}/../result/10010605000_660.0
cp ft84f001    ${RTNDIR}/../result/10010605000_680.0
cp ft85f001    ${RTNDIR}/../result/10010605000_700.0
cp ft86f001    ${RTNDIR}/../result/10010605000_720.0
cp ft87f001    ${RTNDIR}/../result/10010605000_740.0
cp ft88f001    ${RTNDIR}/../result/10010605000_760.0
cp ft89f001    ${RTNDIR}/../result/10010605000_780.0
cp ft90f001    ${RTNDIR}/../result/10010605000_800.0
end
```

付録 5 Pb の光子 AMPX CE ファイルを作成するための入力例

JENDL-5 の光子-原子サブライブラリの Pb ファイルを処理して光子の AMPX CE ファイルを作成するための入力データを以下に示す。

```
=shell
ln -sf ${RTNDIR}/../endf/pa_082-Pb.dat ft11f001
end
=y12
ndf=11 kin=32 point=31 mat=8200
end
=jamaican
mon=32 out=45 format=native
end
=platinum
gamma
identifier=05008200 source=6 out=60
title=pb 8200 82000 jendl V5 REL0 REV5 MOD1 AMPX6 08/07/2025 pa_082-Pb.dat
n1d=31 id=8200
n2d_fast=45 id=8200
vers=50
icversion=3.0
filever=3.0
ampxver=6.0
ampxdate=08/30/10
scalever=6.2
scaledate=future
fileid= 82000060500
filedate=08/07/2025
end
=shell
cp ft60f001          ${RTNDIR}/../result/082000060500_pa
end
```

付録 6 中性子 48 群、光子 20 群の群構造

(1) 中性子 48 群

中性子 48 群は日本原子力研究開発機構の JPDR 解体時の放射化計算^{A1)}で使われた群で、その群構造を Table A6.1 に示す。

Table A6.1 中性子 48 群の群構造

Group No.	Upper energy [eV]	Lower energy [eV]	Group No.	Upper energy [eV]	Lower energy [eV]
1	1.733e+07	1.492e+07	25	1.832e+05	1.111e+05
2	1.492e+07	1.419e+07	26	1.111e+05	6.738e+04
3	1.419e+07	1.350e+07	27	6.738e+04	4.087e+04
4	1.350e+07	1.000e+07	28	4.087e+04	2.479e+04
5	1.000e+07	7.408e+06	29	2.479e+04	2.358e+04
6	7.408e+06	6.065e+06	30	2.358e+04	1.503e+04
7	6.065e+06	4.966e+06	31	1.503e+04	9.119e+03
8	4.966e+06	4.066e+06	32	9.119e+03	5.531e+03
9	4.066e+06	3.679e+06	33	5.531e+03	3.355e+03
10	3.679e+06	2.725e+06	34	3.355e+03	2.035e+03
11	2.725e+06	2.365e+06	35	2.035e+03	1.234e+03
12	2.365e+06	2.307e+06	36	1.234e+03	7.485e+02
13	2.307e+06	2.231e+06	37	7.485e+02	4.540e+02
14	2.231e+06	1.653e+06	38	4.540e+02	2.754e+02
15	1.653e+06	1.353e+06	39	2.754e+02	1.670e+02
16	1.353e+06	8.629e+05	40	1.670e+02	1.013e+02
17	8.629e+05	8.208e+05	41	1.013e+02	6.144e+01
18	8.208e+05	7.427e+05	42	6.144e+01	3.727e+01
19	7.427e+05	6.081e+05	43	3.727e+01	1.068e+01
20	6.081e+05	4.979e+05	44	1.068e+01	1.855e+00
21	4.979e+05	3.688e+05	45	1.855e+00	4.140e-01
22	3.688e+05	2.985e+05	46	4.140e-01	5.452e-02
23	2.985e+05	2.972e+05	47	5.452e-02	3.341e-03
24	2.972e+05	1.832e+05	48	3.341e-03	3.310e-05

(2) 光子 20 群

光子 20 群は JAERI-M 6928^{A2)}で採用されている群で、その群構造を Table A6.2 に示す。

Table A6.2 光子 20 群の群構造

Group No.	Upper energy [eV]	Lower energy [eV]
1	1.4e+07	1.2e+07
2	1.2e+07	1.0e+07
3	1.0e+07	8.0e+06
4	8.0e+06	6.5e+06
5	6.5e+06	5.0e+06
6	5.0e+06	4.0e+06
7	4.0e+06	3.0e+06
8	3.0e+06	2.5e+06
9	2.5e+06	2.0e+06
10	2.0e+06	1.66e+06
11	1.66e+06	1.33e+06
12	1.33e+06	1.0e+06
13	1.0e+06	8.0e+05
14	8.0e+05	6.0e+05
15	6.0e+05	4.0e+05
16	4.0e+05	3.0e+05
17	3.0e+05	2.0e+05
18	2.0e+05	1.0e+05
19	1.0e+05	5.0e+04
20	5.0e+04	2.0e+04

付録7 U-235 の中性子 252 群+光子 47 群の AMPX MG マスターファイルを作成するための
入力例

JENDL-5 の U-235 ファイルを処理して中性子 252 群+光子 47 群の AMPX MG マスターフ
ァイルを作成するための入力データを以下に示す。

```
=shell
ln -sf ${RTNDIR}/../endf/n_092-U-235_u20.dat ft11f001
end
=polident
-1$$ 0
0$$ 31 32 e 1$$ 1 t
2$$ 9228 11 2 6 e
4** a5 0.001 e
6$$ a3 0 15000 t
end
=tgel
input=31 output=32 total
end
=broaden
t= 0.0 293.0 565.0 600.0 900.0 1200.0 2400.0
logpt=32 logdp=33
end
=tgel
input=33 output=34 total
end
=shell
cp ft34f001 broadenData_n_092-U-235_u20
end
=pickeze
-1$$ 3000000
0$$ 34 35
1$$ 1 1s 4 6 e t
2$$ 9228
4$$ -1001 -1002 -1018 -1102
5** 293.0 565.0 600.0 900.0 1200.0 2400.0 t
end
=jergens
```

```

-1$$ a11 3000000 e
0$$ 0 30 18 1$$ 1 e
2** 1.0e-5 2.0e7 e t
3$$ 2099 0 4
4** 300.0 4.8356 1273000.0 820850.0 e
t
end
=y12
eps=1e-3 ndf=11 kin=32 mat=9228 id=9228
zap=1 awp=1.0 for=leg nl=7
end
=x10
type=neutron igm=200 ipm=47
iftg=165 id=9228
master=21 logwt=30 matwt=99 mtwt=2099 nl=7
kin=32 tab1=35 pot=1.15860E+01
title=n_092-U-235_u20 9228
end
=shell
cp ft21f001 neutronMaster_neutron_n_092-U-235_u20
end
=shell
cp ft21f001 ft10f001
end
=y12
mat=92235 kin=42 point=45 id=92235 free
awr=233.024994 pot=1.15860E+01
nl=7 emax=5.0435 temp=293.0 565.0 600.0 900.0 1200.0 2400.0
for=cos
end
=pickeze
0$$ 34 41 e
1$$ 1 1s 1 6 e t
2$$ 9228 4$$ 2
5** 293.0 565.0 600.0 900.0 1200.0 2400.0 t
end
=zest
0$$ 46 e

```

```

1$$ 1 e t
2$$ 41 1 e t
3$$ 9228 e
4$$ 2 e
6$$ 92235 e
7$$ 1007 e t
end
=x10
type=neutron
tab1=46 logwt=30 mtwt=2099 matwt=99 master=41 kin=42
iftg=165 igm=200 id=92235
nl=7
upscatter
end
=shell
cp ft41f001 neutronMaster_freegas_n_092-U-235_u20
end
=filter
in=41 out=44 1dn mt=1007 1008
end
=simonize
Identifier=9228 master=21
title=n_092-U-235_u20 9228
fastid=9228 thermid=0 gamid=0 yieldid=0
neutron=10 id19=9228
2dn=41 id19=92235
1dn=44 id19=92235
end
=shell
cp ft21f001 ft10f001
end
=y12
eps=1e-3 ndf=11 kin=45 mat=9228 id=9228
zap=0 awp=0.0 for=leg nl=7
end
=x10
type=yield igm=200 ipm=47
iftg=165 id=9228

```

```

master=41 logwt=30 matwt=99 mtwt=2099 nl=7
kin=45 tab1=35 pot=1.15860E+01
title=n_092-U-235_u20 9228
end
=shell
cp ft41f001 neutronMaster_yield_n_092-U-235_u20
end
=simonize
Identifier=9228 master=21
title=n_092-U-235_u20 9228
fastid=9228 thermid=0 gamid=0 yieldid=9228
neutron=10 id19=9228
yield=41 id19=9228
end
=rade
1$$ 21 e t
end
=shell
cp ft21f001 neutronMaster_n_092-U-235_u20
end
=shell
ln -sf ${RTNDIR}/../endf/j5pa.dat ft11f001
end
=jergens
-1$$ a11 3000000 e
0$$ 0 30 18 1$$ 1 e
2** 10000.0 2.0e7 e t
3$$ 1599 0 11 e
4** 300.0 4.8356 1273000.0 820850.0 e
t
end
=y12
ndf=11 kin=32 point=31 mat=9200
awp=0.0 zap=0 nl=7 for=leg
end
=x10
type=gamma
ipm=47 nl=7

```

```

master=1  logwt=30 matwt=99 mtwt=1599  id=9200
tab1=31 kin=32
title=n_092-U-235_u20 9228
end
=shell
cp ft01f001 gammaMaster_n_092-U-235_u20
end
=rade
1$$ 1 e t
end
=shell
ln -sf neutronMaster_n_092-U-235_u20 ft19f001
ln -sf ${RTNDIR}/../endf/n_092-U-235_u20.dat ft11f001
ln -sf broadenData_n_092-U-235_u20 ft31f001
end
=jergens
-1$$ a11 3000000 e
0$$ 0 30 18 1$$ 1
2** 1.0e-5 2.0e7 e t
3$$ 2099 0 4
4** 300.0 4.8356 1273000.0 820850.0 e
t
end
=purm
logp=51 bond=61
nuc
nbatch=300 iter=600 mat=9228
temp=293.0 565.0 600.0 900.0 1200.0 2400.0
nband=20
sig0=1.0e8 1000000.0 100000.0 20000.0 10000.0 5000.0 2000.0 1000.0
      640.0 320.0 160.0 120.0 80.0 60.0 40.0 30.0 20.0 15.0 10.0
      8.0 6.0 4.0 2.0 1.0 0.01 1.0e-6
ndfb=11 equi
enuc
end
=purm_up
in=51 out=22 ndfb=11 matf=9228  matp=92235
end

```

```

=tomato
0$$ 22 36 e
1$$ 1 e t
2$$ 92235 e
3$$ 9228 e t
end
=tgel
input=31 output=32 total
end
=shell
cp ft32f001 ft33f001
end
=zest
0$$ 34 e
1$$ 2 e t
2$$ 33 1 e t
4$$ 2 e
7$$ 1007 e t
2$$ 32 e t
end
=y12
eps=1e-3 ndf=11 kin=41 mat=9228 id=9228
zap=1 awp=1.0 for=leg
end
=fabulous_urr
in=19 out=2
kin=41
idlib=9228 idpoint=9228
resol=34 urrprob=36
flux=30 matwt=99 mtwt=2099
sig0=[1.0e8 1000000.0 100000.0 20000.0 10000.0 5000.0 2000.0 1000.0
      640.0 320.0 160.0 120.0 80.0 60.0 40.0 30.0 20.0 15.0 10.0
      8.0 6.0 4.0 2.0 1.0 0.01 1.0e-6]
temps=[ 293.0 565.0 600.0 900.0 1200.0 2400.0]
end
=shell
cp ft02f001 bondMaster_n_092-U-235_u20
end

```

```

=shell
ln -sf neutronMaster_neutron_n_092-U-235_u20 ft01f001
ln -sf neutronMaster_yield_n_092-U-235_u20 ft09f001
ln -sf neutronMaster_freegas_n_092-U-235_u20 ft04f001
ln -sf gammaMaster_n_092-U-235_u20 ft55f001
ln -sf bondMaster_n_092-U-235_u20 ft03f001
cp ft03f001 ft33f001
end
=filter
in=4 out=44 1dn mt=1007 1008
end
=simonize
Identifier=92235 master=20
title= jendl-5 u20 n_092-U-235_u20 9228
fastid=5009228 za=922350 source=6 yieldid=5009228 gamid=5009200
neutron=1 id19=9228
2dn=4 id19=92235
1dn=44 id19=92235
yield=9 id19=9228
bondarenko=3 id19=9228
1dn=33 id19=9228
gamma=55 id19=9200
end
=ajax
0$$ 21 e 1$$ 1 t
2$$ 20 0 e t
n_092-U-235_u20 9228
end
=rade
1$$ 21 e t
end
=shell
cp ft21f001 ${RTNDIR}/../result/master_u235
end

```

付録 8 軽水の H-1 の中性子 252 群+光子 47 群の AMPX MG マスターファイルを作成するための入力例

JENDL-5 における軽水の H-1 ファイルを処理して中性子 252 群+光子 47 群の AMPX MG マスターファイルを作成するための入力データは以下の 7 個で、順に SCALE6.3.1 の AMPX-6 で処理した。但し、bond_252_h_h2o_thermal.inp を SCALE6.3.1 の AMPX-6 で処理すると、その後の bind_252_h_h2o_thermal.inp の simonize でエラーになった（原因は特定できていない）。bond_252_h_h2o_thermal.inp を SCALE6.2.4 の AMPX-6 で処理すると bind_252_h_h2o_thermal.inp の simonize も正常に処理できたので、bond_252_h_h2o_thermal.inp のみ SCALE6.2.4 の AMPX-6 で処理した。

(1) point_h1.inp

```
=shell
ln -sf ${RTNDIR}/../endf/n_001-H-001_u20.dat ft11f001
end
=polident
-1$$ 0
0$$ 31 32 e 1$$ 1 t
2$$ 125 11 2 6 e
4** a5 0.001 e
6$$ a3 0 15000 t
end
=shell
cp ft31f001 ${RTNDIR}/../result/point_h1
cp ft32f001 ${RTNDIR}/../result/point_h1_ft32
end
=tgel
input=31 output=33 total
end
=broaden
t= 0.0 293.0 565.0 600.0 900.0 1200.0 2400.0
logpt=33 logdp=34
end
=tgel
input=34 output=35 total
end
=shell
cp ft35f001 ${RTNDIR}/../result/broaden_h1
```

end

(2) gam_mg_47_h.inp

=shell

ln -sf \${RTNDIR}/../endf/pa_001-H.dat ft11f001

end

=jergens

-1\$\$ a11 3000000 e

0\$\$ 0 30 18 1\$\$ 1 e

2** 10000.0 2.0E7 e t

3\$\$ 1599 0 11 e

4** 300.0 4.8356 1273000.0 820800.0 e

t

end

=y12

ndf=11 kin=32 point=31 mat=100 for=leg

awp=0.0 zap=0 nl=7

end

=x10

type=gamma

ipm=47 nl=7

master=1 logwt=30 matwt=99 mtwt=1599 id=100

tab1=31 kin=32

title=h 100 jendl REL0 REV5 MOD1

end

=shell

cp ft01f001 \${RTNDIR}/../result/gam_mg_47_h

end

=rade

1\$\$ 1 e t

end

(3) neut_252_h1.inp

=shell

ln -sf \${RTNDIR}/../endf/n_001-H-001_u20.dat ft11f001

ln -sf \${RTNDIR}/../result/broaden_h1 ft34f001

end

=pickeze

```

-1$$ 3000000
0$$ 34 35
1$$ 1 1s 4 6 e t
2$$ 125
4$$ -1001 -1002 -1018 -1102
5** 293.0 565.0 600.0 900.0 1200.0 2400.0 t
end
=jergens
-1$$ a11 3000000 e
0$$ 0 30 18 1$$ 1 e
2** 1.0E-5 2.0E7 e t
3$$ 2099 0 4
4** 300.0 4.8356 1273000.0 820800.0 e
t
end
=y12
eps=1e-3 ndf=11 kin=32 mat=125 id=125
zap=1 awp=1.0 for=leg nl=7
end
=x10
type=neutron igm=252 ipm=47
iftg=156 id=125
master=21 logwt=30 matwt=99 mtwt=2099 nl=7
kin=32 tab1=35 pot=2.04361E+01
title=h1 125 jendl REL0 REV5 MOD1
end
=shell
cp ft21f001 ${RTNDIR}/../result/neut_252__neutron_h1
end
=shell
cp ft21f001 ft10f001
end
=y12
mat=1001 kin=42 point=45 id=8001001 free
awr=0.9991673 pot=2.04361E+01
nl=7 emax=5.0 temp=293.0 565.0 600.0 900.0 1200.0 2400.0
for=cos
end

```

```
=pickeze
0$$ 34 41 e
1$$ 1 1s 1 6 e t
2$$ 125 4$$ 2
5** 293.0
565.0
600.0
900.0
1200.0
2400.0 t
end
=zest
0$$ 46 e
1$$ 1 e t
2$$ 41 1 e t
3$$ 125 e
4$$ 2 e
6$$ 8001001 e
7$$ 1007 e t
end
=x10
type=neutron
tab1=46 logwt=30 mtwt=2099 matwt=99 master=41 kin=42
iftg=156 igm=252 id=8001001
nl=7
upscatter
end
=shell
cp ft41f001 ${RTNDIR}/../result/neut_252__freegas_h1
end
=filter
in=41 out=44 1dn mt=1007 1008
end
=simonize
Identifier=125 master=21
title=h1 125 jendl REL0 REV5 MOD1
fastid=125 thermid=0 gamid=0 yieldid=0
neutron=10 id19=125
```

```

2dn=41 id19=8001001
1dn=44 id19=8001001
end
=shell
cp ft21f001 ft10f001
end
=y12
eps=1e-3 ndf=11 kin=45 mat=125 id=125
zap=0 awp=0.0    for=leg nl=7
end
=x10
type=yield igm=252 ipm=47
iftg=156 id=125
master=41 logwt=30 matwt=99 mtwt=2099 nl=7
kin=45 tab1=35 pot=2.04361E+01
title=h1 125 jendl REL0 REV5 MOD1
end
=shell
cp ft41f001 ${RTNDIR}/../result/neut_252__yield_h1
end
=simonize
Identifier=125 master=21
title=h1 125 jendl/5 REL0 REV5 MOD1
fastid=125 thermid=0 gamid=0  yieldid=125
neutron=10 id19=125
  yield=41 id19=125
end
=rade
1$$ 21 e t
end
=shell
cp ft21f001 ${RTNDIR}/../result/neut_252_h1
end

(4) neut_252_h_h2o_thermal.inp
=shell
ln -sf ${RTNDIR}/../endf/tsl_HinH2O.t-red.30.int4.dat ft11f001
end

```

```

=jergens
-1$$ a11 3000000 e
0$$ 0 30 18 1$$ 1 e
2** 1.0E-5 2.0E7 e t
3$$ 2099 0 4
4** 300.0 4.8356 1273000.0 820800.0 e
t
end
=y12
eps=1e-3 ndf=11 kin=33 point=31 for=cos emax=5.0
mat=1 nl=7
end
=kinzest
0$$ 32 1 e t
2$$ 33 0 e t
end
=kinkos
in=32 out=61 native to y12_s upscatter
end
=shell
mkdir ${RTNDIR}/../result/neut_252_kernels
cp ft61f001 ${RTNDIR}/../result/neut_252_kernels/1-0
end
=shell
ln -sf ${RTNDIR}/../result/broaden_h1 ft34f001
end
=pickeze
0$$ 34 35
1$$ 1 1s 4 1 e t
2$$ 125
4$$ -1001 -1002 -1018 -1102
5** 0 t
end
=broaden
logpt=35 logdp=36
t= 270.0 290.0 293.6 296.0 300.0 320.0 340.0 360.0 380.0 400.0 420.0 440.0 460.0 480.0
500.0 520.0 540.0 560.0 580.0 600.0 620.0 640.0 660.0 680.0 700.0 720.0 740.0 760.0 780.0
800.0

```

```

end
=tomato
0$$ 36 37
1$$ 1 e t
2$$ 125
3$$ 1001 t
end
=tomato
0$$ 31 40
1$$ 1 e t
2$$ 1
3$$ 1001 t
end
=tgel
input=40 output=39
thermal
end
=splicer
in1=37 in2=39 out=40
el=0 eh=5.0
end
=zest
0$$ 42 e
1$$ 2 e t
2$$ 39 2 e t
4$$ 1007 1008 e t
2$$ 40 e t
end
=tomato
0$$ 42 41
1$$ 1 e t
2$$ 1001
3$$ 125 t
end
=shell
cp ft41f001 ${RTNDIR}/../result/neut_252_h_h2o_thermal_point_1001
end
=tomato

```

```

0$$ 31 40
1$$ 1 e t
2$$ 1
3$$ 1001 t
end
=x10
tab1=40 logwt=30 matwt=99 mtwt=2099 igm=252
id=1001 master=21
kin=32 iftg=156 nl=7
upscatter
end
=shell
cp ft21f001 ${RTNDIR}/../result/neut_252_h_h2o_thermal_1001
end
=rade
1$$ 21 e t
end

```

(5) bond_252_h1.inp

```

=shell
ln -sf ${RTNDIR}/../result/neut_252_h1 ft19f001
ln -sf ${RTNDIR}/../endf/n_001-H-001_u20.dat ft11f001
ln -sf ${RTNDIR}/../result/broaden_h1 ft31f001
end
=jergens
-1$$ a11 3000000 e
0$$ 0 30 18 1$$ 1
2** 1.0E-5 2.0E7 e t
3$$ 2099 0 4
4** 300.0 4.8356 1273000.0 820800.0 e
t
end
=tgel
input=31 output=32 total
end
=shell
cp ft32f001 ft33f001
end

```

```

=zest
0$$ 34 e
1$$ 2 e t
2$$ 33 1 e t
4$$ 2 e
7$$ 1007 e t
2$$ 32 e t
end
=fabulous
Title Card for FABULOUS case
-1$$ 2500000
0$$ 2 34 30 e
1$$ 125 125 6 9 252
2$$ 99 2099
3$$ 2 0 0 0 19 e
4** 1.0E-5 2.0E7
5** 0.9991673 0.0001 t
8** 293.0
565.0
600.0
900.0
1200.0
2400.0
9** 1.0E8
1000000.0
100000.0
10000.0
1000.0
100.0
10.0
1.0
1.0E-6
10$$ 1007 1008
t
end
=shell
cp ft02f001 ${RTNDIR}/../result/bond_252_h1
end

```

```

(6) bond_252_h_h2o_thermal.inp
=shell
ln -sf ${RTNDIR}/../result/neut_252_h1 ft01f001
ln -sf ${RTNDIR}/../result/neut_252_h_h2o_thermal_1001 ft04f001
ln -sf ${RTNDIR}/../result/broaden_h1 ft31f001
end
=filter
in=4 out=3 1dn mt=1007 1008
end
=simonize
Identifier=1001 master=20
title= h_h2o (h1) 1 ENDFBV7 REL0 REV5 MOD1
fastid=5000125 thermid=5000001 gamid=0 yieldid=0
neutron=1 id19=125
2dn=4 id19=1001 MT=0 MODERATOR
1dn=3 id19=1001
end
=shell
ln -fs ${RTNDIR}/../result/neut_252_h_h2o_thermal_point_1001 ft31f001
end
=jergens
-1$$ a11 3000000 e
0$$ 0 30 18 1$$ 1 2** 1.0E-5 2.0E7 e t
3$$ 2099 0 4
4** 300.0 4.8356 1273000.0 820800.0 e
t
end
=tgel
input=31 output=32 total
end
=fabulous
Title Card for FABULOUS case
-1$$ 2500000
0$$ 2 32 30 e
1$$ 125 125 30 9 252
2$$ 99 2099
3$$ 2 0 0 0 20 1001 e

```

```

4** 1.0E-5 2.0E7
5** 0.9991673 0.0001 t
8** 270.0 290.0 293.6 296.0 300.0
    320.0 340.0 360.0 380.0 400.0
    420.0 440.0 460.0 480.0 500.0
    520.0 540.0 560.0 580.0 600.0
    620.0 640.0 660.0 680.0 700.0
    720.0 740.0 760.0 780.0 800.0
9** 1.0E8
1000000.0
100000.0
10000.0
1000.0
100.0
10.0
1.0
1.0E-6
10$$ 1007 1008
t
end
=shell
cp ft02f001 ${RTNDIR}/../result/bond_252_h_h2o_h1
end

```

(7) bind_252_h_h2o_thermal.inp

```

=shell
ln -sf ${RTNDIR}/../result/neut_252__neutron_h1 ft01f001
ln -sf ${RTNDIR}/../result/neut_252__yield_h1 ft09f001
ln -sf ${RTNDIR}/../result/gam_mg_47_h ft10f001
ln -sf ${RTNDIR}/../result/bond_252_h_h2o_h1 ft03f001
cp ft03f001 ft33f001
ln -fs ${RTNDIR}/../result/neut_252_h_h2o_thermal_1001 ft04f001
end
=filter
in=4 out=44 1dn mt=1007 1008
end
=simonize
Identifier=1001 master=20

```

```

title= h_h2o 1 fast: h1 jendl-5 REL0 REV5 MOD1
za=10010
fastid=5000125 thermid=5000001 source=6 gamid=5000100 yieldid=5000125 yield=9
id19=125
  BONDARENKO=3 id19=125
  1dn=33 id19=125
  gamma=10 id19=100
  2dn=4 id19=1001 MT=0 MODERATOR
  1dn=44 id19=1001
  neutron=1 id19=125
end
=ajax
0$$ 21 e 1$$ 1 t
2$$ 20 0 e t
h_h2o 1 fast: h1 jendl-5 REL0 REV5 MOD1
end
=rade
1$$ 21 e t
end
=shell
cp ft21f001 ${RTNDIR}/../result/master_h_h2o_h1
end

```

付録 9 中性子 252 群+光子 47 群の AMPX MG ライブラリへ線量換算係数等を追加するための入力例

JENDL-5 の中性子 252 群+光子 47 群の AMPX MG ライブラリへ線量換算係数等を追加するための入力データを以下に示す。

```
=jergens
-1$$ 2 2 100 900 3 e
0$$ 0 1 18 1$$ 15 t
3$$ 9032 0 9032 e t
3$$ 9033 0 9033 e t
3$$ 9034 0 9034 e t
3$$ 9035 0 9035 e t
3$$ 9036 0 9036 e t
3$$ 9037 0 9037 e t
3$$ 9029 0 9029 e t
3$$ 9031 0 9031 e t
3$$ 9027 0 9027 e t
3$$ 9734 0 9034 e t
3$$ 9735 0 9035 e t
3$$ 9736 0 9036 e t
3$$ 9737 0 9037 e t
3$$ 9729 0 9029 e t
3$$ 9731 0 9031 e t
end
=jergens
0$$ 0 4 18
1$$ 1 t
3$$ 1099 0 4
4** 300.0 4.8356 1273000.0 820.8e3 e t
end
=x10
tab1=1 logwt=4 matwt=99 mtwt=1099 logebdry=77 master=20 title=Dose master
kin=0 id=900 iftg=156 igm=252
end
=filter
in=20 out=21 1dn mt=-1099 3099
end
```

=jergens

-1\$\$ 2 2 100 900 3 e

0\$\$ 0 1 18 1\$\$ 15 t

3\$\$ 9503 0 9503 e t

3\$\$ 9504 0 9504 e t

3\$\$ 9505 0 9505 e t

3\$\$ 9506 0 9506 e t

3\$\$ 9507 0 9507 e t

3\$\$ 9508 0 9508 e t

3\$\$ 9509 0 9509 e t

3\$\$ 9510 0 9510 e t

3\$\$ 9511 0 9511 e t

3\$\$ 9734 0 9508 e t

3\$\$ 9735 0 9509 e t

3\$\$ 9736 0 9510 e t

3\$\$ 9737 0 9511 e t

3\$\$ 9729 0 9504 e t

3\$\$ 9731 0 9505 e t

end

=jergens

0\$\$ 0 4 18

1\$\$ 1 t

3\$\$ 1099 0 11 e t

end

=x10

type=gamma

tab1=1 logwt=4 matwt=99 mtwt=1099 logebdry=77 master=22 title=Dose master

kin=0 id=900 ipm=47

end

=filter

in=22 out=23 1dg mt=-1099 -3099 -1599 -3599

end

=jergens

-1\$\$ 2 2 100 999 3 e

0\$\$ 0 1 18 1\$\$ 4 t

3\$\$ 1 0 7 e t

3\$\$ 27 0 7 e t

3\$\$ 101 0 7 e t

```

3$$ 102 0 7 e t
end
=jergens
0$$ 0 4 18
1$$ 1 t
3$$ 1099 0 4
4** 300.0 4.8356 1273000.0 820.85e3 e t
end
=x10
tab1=1 logwt=4 matwt=99 mtwt=1099 master=2 kin=0 id=999 iftg=156 igm=252
end
=filter
in=2 out=20 1dn mt=-1099 -3099
end
=simonize
Identifier=900 master=3 source=endf
id45=900 id46=0 id47=0 id48=0 id30=0
1dn=21 id19=900
1dg=23 id19=900
title= Dose factors from ansl/ans 6.1.1 - 1977
end
=rade
1$$ 3 e t
end
=rade
1$$ 20 e t
end
=shell
mv ${RTNDIR}/../result/scale.rev13.xn252g47v5
${RTNDIR}/../result/scale.rev13.xn252g47v5.no-addDose
ln -fs ${RTNDIR}/../result/scale.rev13.xn252g47v5.no-addDose ft80f001
ls -altr ft*
end
=ajax
0$$ 91 e
1$$ 3 t
2$$ 80 0 t
2$$ 3 0 t

```

```
2$$ 20 0 t  
Coupled 200/47 library  
Generated with AMPX code system  
end  
=shell  
cp ft91f001 ${RTNDIR}/../result/scale.rev13.xn252g47v5  
end
```

付録 10 U-235 の中性子 252 群の AMPX COV ファイルを作成するための入力例

JENDL-5 の U-235 ファイルを処理して中性子 252 群の AMPX COV ファイルを作成するための入力データを以下に示す。

```

=shell
ln -sf ${RTNDIR}/../endf/n_092-U-235_u20.dat ft11f001
end
=polident
-1$$ 0
0$$ 31 32 e 1$$ 1 t
2$$ 9228 11 2 6 e
4** a5 0.001 e
6$$ a3 0 15000 t
end
=shell
cp ft31f001 ${RTNDIR}/../result.252g/point_u235
cp ft32f001 ${RTNDIR}/../result.252g/point_u235_ft32
end
=tgel
input=31 output=33 total
end
=broaden
t= 0.0 293.0
logpt=33 logdp=34
end
=tgel
input=34 output=35 total
end
=shell
cp ft35f001 ${RTNDIR}/../result.252g/broaden_u235
end
=shell
ln -fs ${RTNDIR}/../endf/n_092-U-235_u20.dat ft11f001
ln -fs ${RTNDIR}/../result.252g/broaden_u235 ft32f001
end
=jergens
-1$$ a11 3000000 e

```

```
0$$ 0 12 18 1$$ 1 e
2** 1.0E-5 2.0E7 e t
3$$ 2099 0 4
4** 300.0 4.8356 1273000.0 820800.0 e
t
end
=shell
mv ft32f001 ft31f001
end
=pickeze
-1$$ 3000000
0$$ 31 32
1$$ 1 0 0 1 0 e t
2$$ 9228
5** 293 t
end
=shell
mv ft32f001 ft31f001
end
=tgel
input=31 output=32 total capture absorption inelastic nonelastic
end
=y12
eps=1e-3 ndf=11 kin=35 mat=9228 id=9228
zap=1 awp=1.0 for=leg nl=1
end
=x10
type=neutron igm=252
iftg=0 id=9228
master=21 logwt=12 matwt=99 mtwt=2099 nl=1
kin=35 tab1=32 pot=0.0
title=Library for chi
end
=puff_iv
  point=32 master=21
out=1 uncol=16
mat=9228
ngrp=252
```

```
endf=11
flux=12 matwt=99 mtwt=2099
end
=shell
cp ft01f001 ${RTNDIR}/../result.252g/coverx_u235
cp ft16f001 ${RTNDIR}/../result.252g/coverx_u235_ft16
end
```