

「核データ処理から放射線輸送計算へ」 のオンライン実習資料

原子力機構
炉物理・熱流動研究Gr
今野 力



- 「核データ処理から放射線輸送計算へ」の実習内容
 - 核データライブラリ
 - ✓ JENDL-5
 - 核データ処理
 - ✓ NJOYコード
 - ✓ FRENZYコード
 - 放射線輸送計算
 - ✓ PHITSコード
- 本資料はこの実習で使った資料、演習をまとめたものである
- 原則、公開されている資料を使用
- 初学者の役に立てば幸いである



- 核データライブラリについては、FRENDYコードの講習会の以下の資料参照

https://rpg.jaea.go.jp/download/frendy/seminar/01.Overview_of_nuclear_data_and_processing_ja_ver2.4.pdf

- 核データライブラリの現時点でのフォーマットはENDF-6で、そのマニュアルは以下

<https://www.nndc.bnl.gov/endfdocs/ENDF-102-2023.pdf>

- 核データライブラリのデータはMAT番号、FILE番号、MT番号で分類されている（上記2つの資料にMAT番号、FILE番号、MT番号の説明あり）

- 日本の核データライブラリの最新版はJENDL-5で、以下から入手できる

https://wwwndc.jaea.go.jp/jendl/j5/j5_J.html



1. JENDL-5の中性子入射のH1、O16、Fe54、Fe56、Fe57、Fe58、U235、U238ファイルをダウンロードし、MAT番号、FILE番号、MT番号を確認する
2. JENDL-5の熱中性子散乱則データのHinH2Oファイルをダウンロードし、MAT番号、FILE番号、MT番号を確認する
3. JENDL-5の陽子入射のLi6、Li7、Be9、C12、Fe54、Fe56、Fe57、Fe58ファイルをダウンロードし、MAT番号、FILE番号、MT番号を確認する



- 放射線輸送計算コードは、核データライブラリをそのままの形式では使うことができない
- 核データライブラリを放射線輸送計算コードで利用できる形式に変換することを「核データ処理」と言い、その概要は前ページのFRENDYの資料参照
- 本実習では米国LANLのNJOYコードとJAEAのFRENDYコードを扱う
- FRENDYコードは核データ処理の中身を知らなくても使えるので、核データ処理の中身について、NJOYコードの入力ファイルを使って説明
- NJOYコードの最新版はNJOY2016で、ソースコード、サンプル入力、マニュアルを以下から入手可
<https://github.com/njoy/NJOY2016>



- NJOYコードの入力の説明は以下参照（古い）
https://www.ndc.jaea.go.jp/nds/tutorial/tutorial2003_2.pdf
- JENDL-5を処理するために必要なNJOY2016の修正については以下参照
https://rpg.jaea.go.jp/download/ace_lib/acej50/20221205/NJOY2016.65.modification.r2.pdf
- FRENDYコードのソースコード、マニュアル、講習会資料、サンプル入力を以下から入手可
https://rpg.jaea.go.jp/main/ja/program_frendy/
- JENDL-5を処理するために使われたFRENDYの入力ファイル（中性子入射のみ）、NJOYの入力ファイル（中性子入射以外）は以下にある
<https://rpg.jaea.go.jp/main/ja/ACE-J50/>



1. NJOYをダウンロードし、JENDL-5用の修正を行い、コンパイルする
2. FRENDYをダウンロードし、コンパイルする
3. JENDL-5の中性子入射のH1、O16、Fe54、Fe56、Fe57、Fe58、U235、U238ファイルのACEファイルを作成するためのNJOY、FRENDYの入力ファイルを作り、実行（フリーガスモデル、温度300K）
4. 上記3で作成したACEファイルに入っている全断面積、弾性散乱断面積、捕獲反応断面積データを抽出し、その断面積の図を作成
5. 温度を10K、100K、600K、900Kに変えて上記3と4を行う



6. JENDL-5の陽子入射のLi6、Li7、Be9、C12、Fe54、Fe56、Fe57、Fe58のACEファイルを作成するNJOYでの入力ファイルを作り、実行
7. 上記6で作成したACEファイルに入っている全断面積、弾性散乱断面積、弾性散乱外断面積データを抽出し、その断面積の図を作成
8. JENDL-5のH1の熱中性子散乱則データのACEファイルを作成するNJOY、FRENDYの入力ファイルを作り、実行（温度300K、600K、900K）
9. 上記8で作成したACEファイルに入っている全断面積、弾性散乱断面積データ等を抽出し、その断面積の図を作成



- 本講義では放射線輸送計算でPHITSコードを使う
- PHITSコードは利用申込書と誓約書を原子力機構に提出すれば、実行ファイル、ソースファイル、マニュアル、サンプル入力等を無償で入手できる
<https://phits.jaea.go.jp/indexj.html>
- PHITSコードでは連続エネルギーの A Compact ENDF (ACE)ファイルを使う
- ACEファイルの読み方は以下参照
https://rpg.jaea.go.jp/download/frendy/seminar/A2.How_to_read_ACE_file_ja_ver1.3.pdf
- JENDL-5のACEファイルは以下から入手可
<https://rpg.jaea.go.jp/main/ja/ACE-J50/>



- ENDF/B-VIII.0、JEFF-3.3のACEファイルも以下から入手可
<https://nucleardata.lanl.gov/ace/lib80x/>
<https://www.oecd-nea.org/dbdata/jeff/jeff33/index.html>
- PHITSコードで使用するACEファイルを変える方法は以下参照（MCNPコードと同様）
https://rpg.jaea.go.jp/download/frendy/seminar/A1.How_to_read_and_modify_XSDIR_file_ja_ver1.5.pdf
- 本実習ではJENDL-5から自分で作成したACEファイル使ってPHITSコードで放射線輸送計算を行う
- 本実習では、半径1m球の中心に20MeVの等方中性子源があるモデルのPHITS計算の入力ファイルを作成し、球の物質を変えた計算や球の核データライブラリを変えた計算をPHITSで行い、球内の中性子スペクトルを求める



1. 半径1 m球の中心に20 MeVの等方中性子源があるモデルで、PHITS計算の入力ファイルを作成する（物質は水[フリーガスと熱中性子散乱則]、鉄、U238。温度は10k、100K、300K、600K、900K。半径10cm毎に面タリーで中性子スペクトルを算出）
2. 上記1の入力とこれまでに自分で作成したACEファイル[要、xsdirファイル編集]を使い、球内の中性子スペクトルをPHITSで計算し、中心からの距離による中性子スペクトルの変化を調べる
3. 温度、物質により、中性子スペクトルがどのように変わるか調べる
4. 水については、フリーガスと熱中性子散乱則で、中性子スペクトルがどのように変わるか調べる



5. 半径10 cm球の中心に等方陽子源（エネルギーは5 MeV、10 MeV、20 MeV、30 MeV）があるモデルで、PHITS計算の入力ファイルを作成する（物質はリチウム、ベリリウム、炭素、鉄。半径1cm毎に面タリーで生成中性子スペクトルを算出）
6. 上記6の入力とこれまでに自分で作成したACEファイルを使い、球内の中性子スペクトルをPHITSで計算し、中心からの距離、また物質による中性子スペクトルの変化を調べる
7. 公式のJENDL-5、ENDF/B-VIII.0、JEFF-3.3のACEファイルをダウンロードし、それらを用いて上記2、6（上記6についてはJENDL-5のみ）の計算を行い、上記2、6の計算結果と比較する