

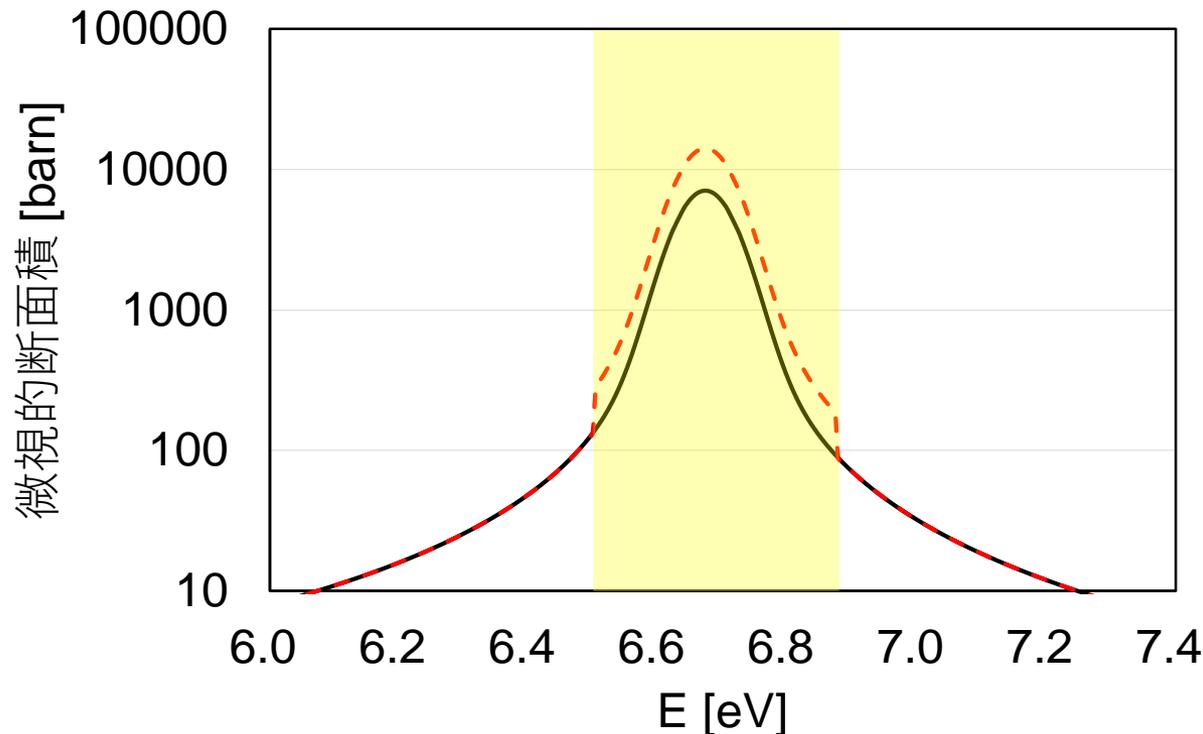
ACE形式断面積ファイルの 摂動機能ツール概要説明

Ref: K. Tada, R. Kondo, T. Endo, A. Yamamoto, "Development of ACE file perturbation tool using FRENDY," *J. Nucl. Sci. Technol.*, **60**, pp.624-631 (2023).

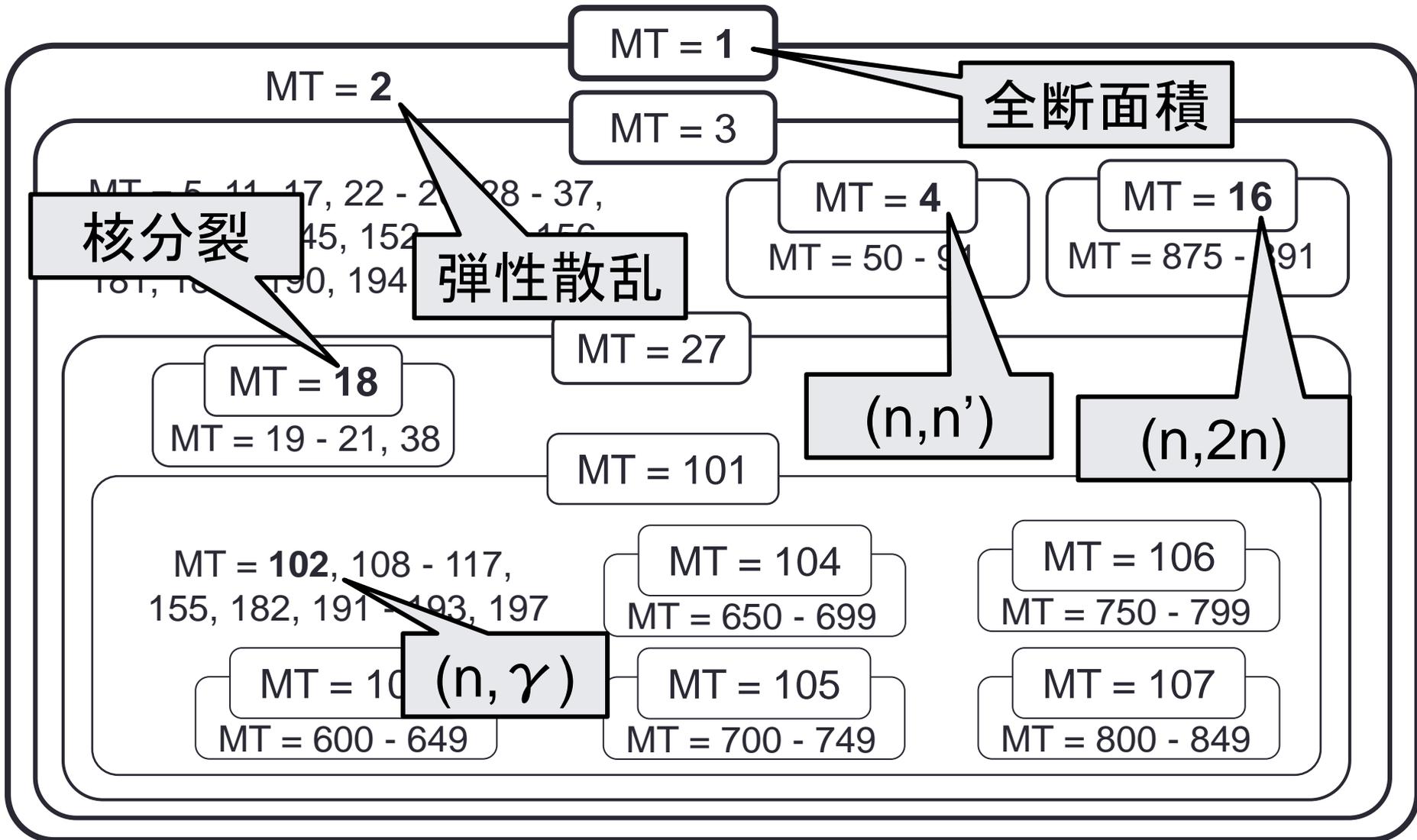
<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00223131.2022.2130463>

ACE形式ファイル摂動機能: 連続エネルギー断面積の摂動イメージ

- ある核反応を、あるエネルギー範囲内において一定割合(摂動因子 f)だけ増減させる機能
 - 用途1: 直接摂動法による核特性の感度解析
 - 用途2: ランダムサンプリング法による不確かさ評価



復習) 断面積とMT番号対応関係



核分裂断面積の摂動例

(例) 核分裂(MT18)を摂動させる $\rightarrow \sigma_{18}' = f \times \sigma_{18}$ (摂動量 f)

MT=19, 20, 21, 38 (MT18に含まれる)

$$\sigma_{19}' = f \sigma_{19}$$

$$\sigma_{20}' = f \sigma_{20}$$

$$\sigma_{21}' = f \sigma_{21}$$

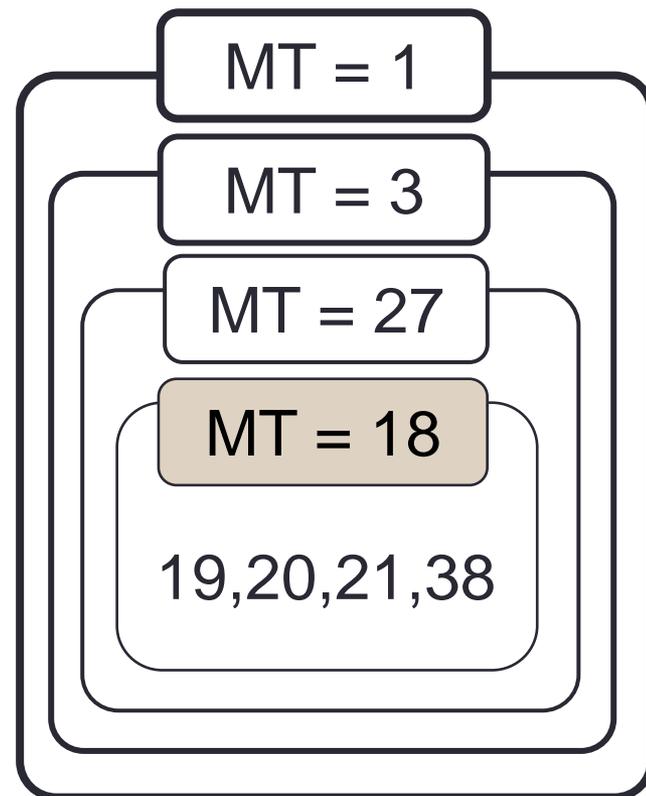
$$\sigma_{38}' = f \sigma_{38}$$

MT=1, 3, 27 (MT18を含む)

$$\Delta\sigma_{18} = \sigma_{18}' - \sigma_{18}$$

$$\sigma_1' = \sigma_1 + \Delta\sigma_{18}$$

$$\sigma_3' = \sigma_3 + \Delta\sigma_{18}$$

$$\sigma_{27}' = \sigma_{27} + \Delta\sigma_{18}$$


コンパイル・使用方法

- /frendy_20yymmdd/tools/perturbation_ace_file ディレクトリ内にてmakeを実行
 - 実行ファイル **perturbation_ace_file.exe** を作成
- 実行方法: 上記ディレクトリ内のsampleディレクトリにあるrun_perturbation_ace_file.cshを参考

```
./perturbation_ace_file.exe ace_file.ace perturbation_list.inp
```

摂動を行うACE
ファイル

摂動量を指定する入力
ファイルの**リスト**
例) inp/U235_0001
inp/U235_0002

断面積摂動ツールの入力ファイル形式

・リストファイル内で記述した各入力ファイル(例: inp/U235_0001)で以下**4項目を1行に並べて入力**

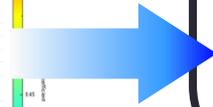
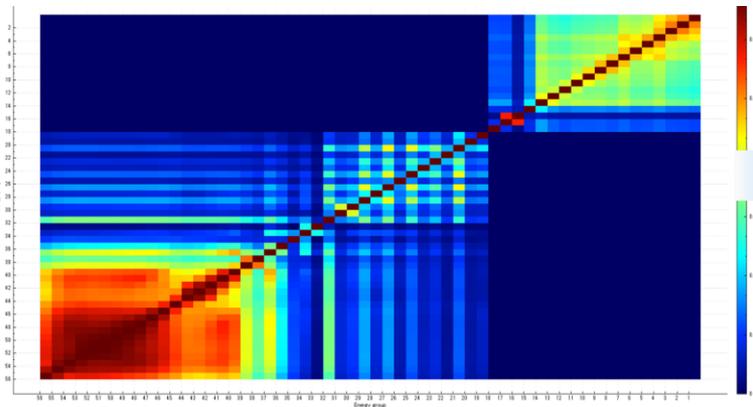
- ① 反応タイプ(MT番号)
- ② 摂動するエネルギーの下限 [MeV]
- ③ 摂動するエネルギーの上限[MeV]
- ④ 摂動因子 f (何倍断面積を増減させるか?)

Q) 以下の入力はどのような摂動?

2	1.0e-11	1.0e-10	1.1
18	1.0e-6	1.0e-5	0.9

応用例: ランダムサンプリング法

核データの共分散データ



inp/Nddd_000x

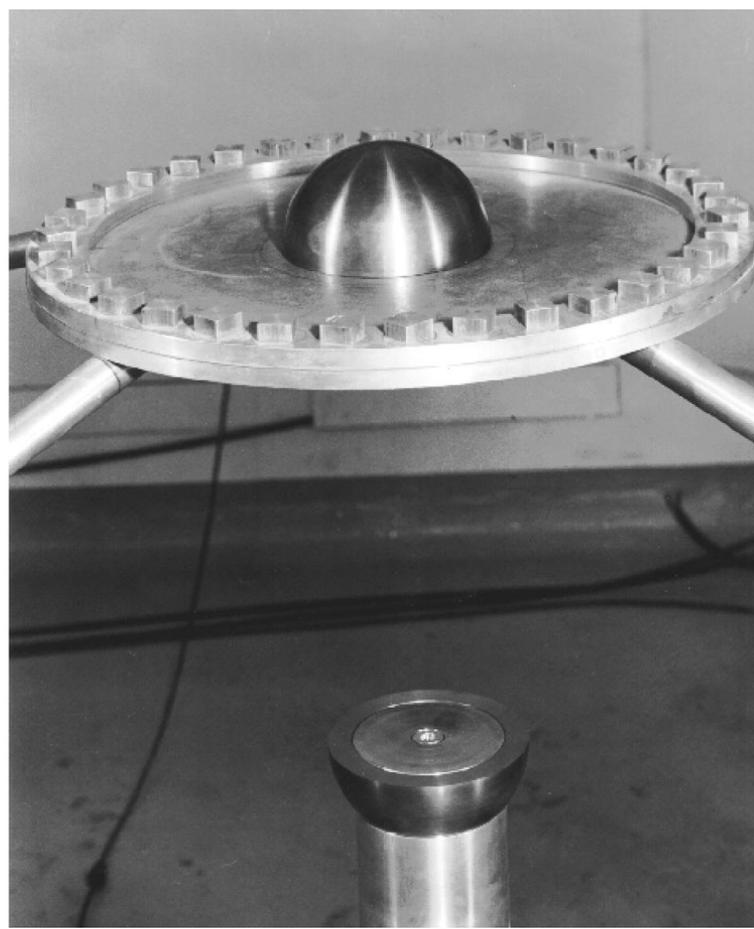
102	2.00E+01	6.43E+00	8.78E-01
102	6.43E+00	4.30E+00	8.67E-01
102	4.30E+00	3.00E+00	8.62E-01
		...	

- 核データの共分散行列をユーザーが準備
 - SCALEコード付属の共分散データ(例: 56groupcov7.1)を利用
 - NJOY/ERRORを利用して作成
- ランダムサンプリング法による摂動因子の生成例
 - /frendy_20yymmdd/tools内にあるmake_perturbation_factorディレクトリを参考

適用例: Godivaの k_{eff} 不確かさ評価

Godiva炉心

形状	半径 約 8.7 cmの球
組成	U-235: 93.71 wt. %
	U-238: 5.27 wt. %
	U-234: 1.02 wt. %
k_{eff}	1.000 ± 0.001



Godiva[1]

- ◆ MCNP6.2
- ◆ サンプルサイズ : 100
- ◆ 共分散データ: 56groupcov7.1
- ◆ MT=2,4,16,18,102,452,1018

[1] ICSBEP NEA/NSC/DOC(95)03, Organization for Economic Co-operation and Development-Nuclear Energy Agency (OECD-NEA) (September 2016).

Godivaの k_{eff} 不確かさ評価結果

全核種・全反応起因の k_{eff} 相対不確かさ $\Delta k/k$ [%]

MCNP6.2- k_{eff} 感度解析 +サンドイッチ則	摂動ツールを利用した ランダムサンプリング法
1.11	1.12 [0.98 – 1.24]

k_{eff} 相対不確かさに対する各核種-反応の寄与 $\Delta k/k$ [%]

		SA (TSUNAMI-1D)	SA (MCNP6.2)	RS
U-235	(n, γ)	0.880	0.880	0.833
U-235	(n,n')	0.615	0.617	0.664
U-235	Elastic	0.295	0.295	0.305
U-235	Fission	0.269	0.269	0.329
U-235	Fission spectrum	0.253	0.261	0.260
U-234	Fission	0.118	0.118	0.130
U-235	v_{total}	0.085	0.085	0.093

まとめ

- FRENDYのツールの1つとして「ACE形式の連続エネルギー断面積データを任意のエネルギー範囲において一定割合で増減できる」ツールが利用可能
- 応用可能性
 - ① ランダムサンプリング法による核データ起因不確かさ評価
 - 実効増倍率 k_{eff} だけでなく任意核特性(タリー)の不確かさを評価可能
 - 遮蔽計算の不確かさ、等
 - ACE形式データを利用するPHITSコードによる不確かさ評価も可能
 - ② 直接摂動法による核特性の感度解析
 - GPT-free法を活用した効率的な感度解析・不確かさ評価
 - ③ 炉定数調整法に基づいたACE形式の核データ更新