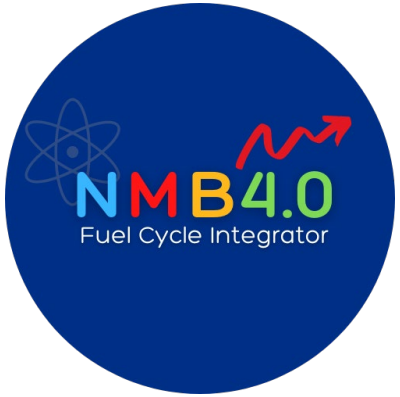
白紙のシートから始めるNMB

阿部拓海

Team NMB



自己紹介



名前：阿部拓海(26歳)

所属：JAEA 核変換システム開発グループ

出身：秋田県 由利本荘市

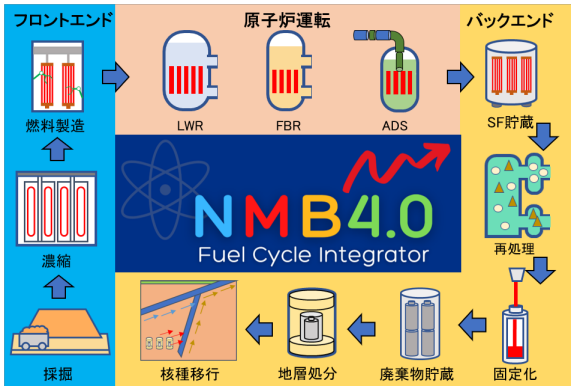
趣味：サイクリング

JAEA入所までの歩み	
大学生以前	中学生の時に東日本大震災で被災。世間では原発事故がとり沙汰される一方、自らの頭で原子炉の是非を考えるべく調べているうちに核エネルギーに強い興味をもつ。
2016年~2019年 学部生	東北大学に入学。原子炉の中心である核反応について修めたいと思い、炉物理系の研究室を選択(旧岩崎研)。放射性廃棄物を大きく減容しつつ発電できるADSに強く惹かれる。
2020年~2021年 修士課程	M1時にJAEA核変換システム開発グループで夏季実習を経験。JAEAの職場としての雰囲気を気に入る。M2では余剰Puを核変換するADSの核設計をテーマとし、特別研究生として3か月お世話になる。
2022年~	JAEAに入所。西原GLのもとで核燃料サイクルについて学びつつNMBの高度化に従事。 まだまだ未熟ですが、責任感を持って取り組みます！

目次

番号	内容
Intro	今回の講習会について
Task 0	解析に必要なタグ
Task 1	PWRを導入する(原子炉の導入)
Task 2	SFを直接処分する(処分方法の指定1)
Task 3	SFを再処理する(処分方法の指定2)
Task 4	Puを利用する(MOX燃料の導入)
Task 5	冷却期間を延ばす(オーバーライド機能の使用)
Task 6	高速炉を導入する(簡単な核燃料サイクルの検討)

今回の講習会は



NMBの基本的な使い方を簡単な実習形式で講義

→白紙のシートから実際に手を動かして、NMBの使用感を実感していただきたいと思います

Excelの設定1：プロパティ



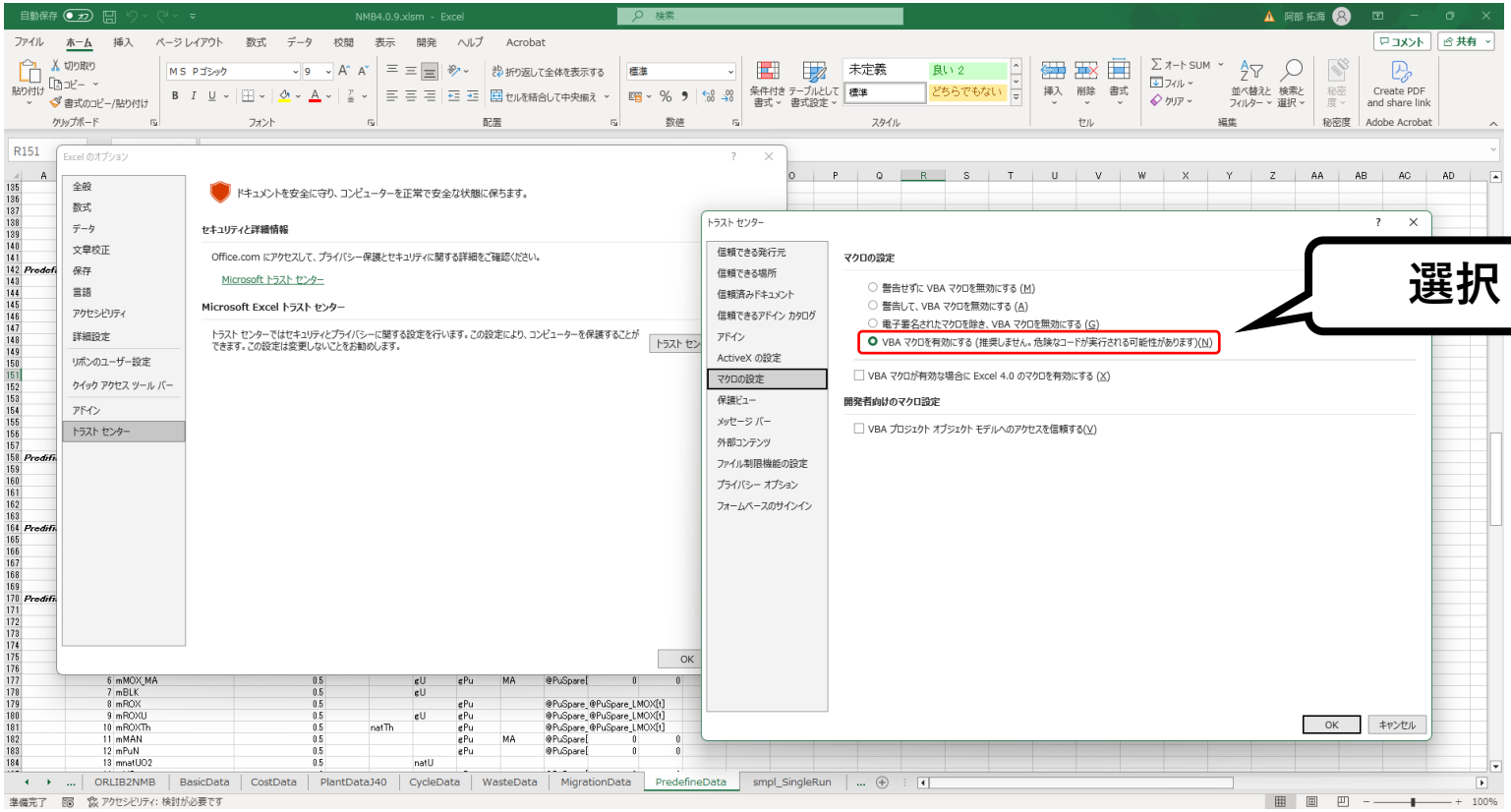


1. NMB4.0.9.xlsmを右クリックし、プロパティを開く
2. 全般タブで、「セキュリティ:このファイルは~」の「許可する」にチェックを入れる

上記の項目がなければ操作は不要

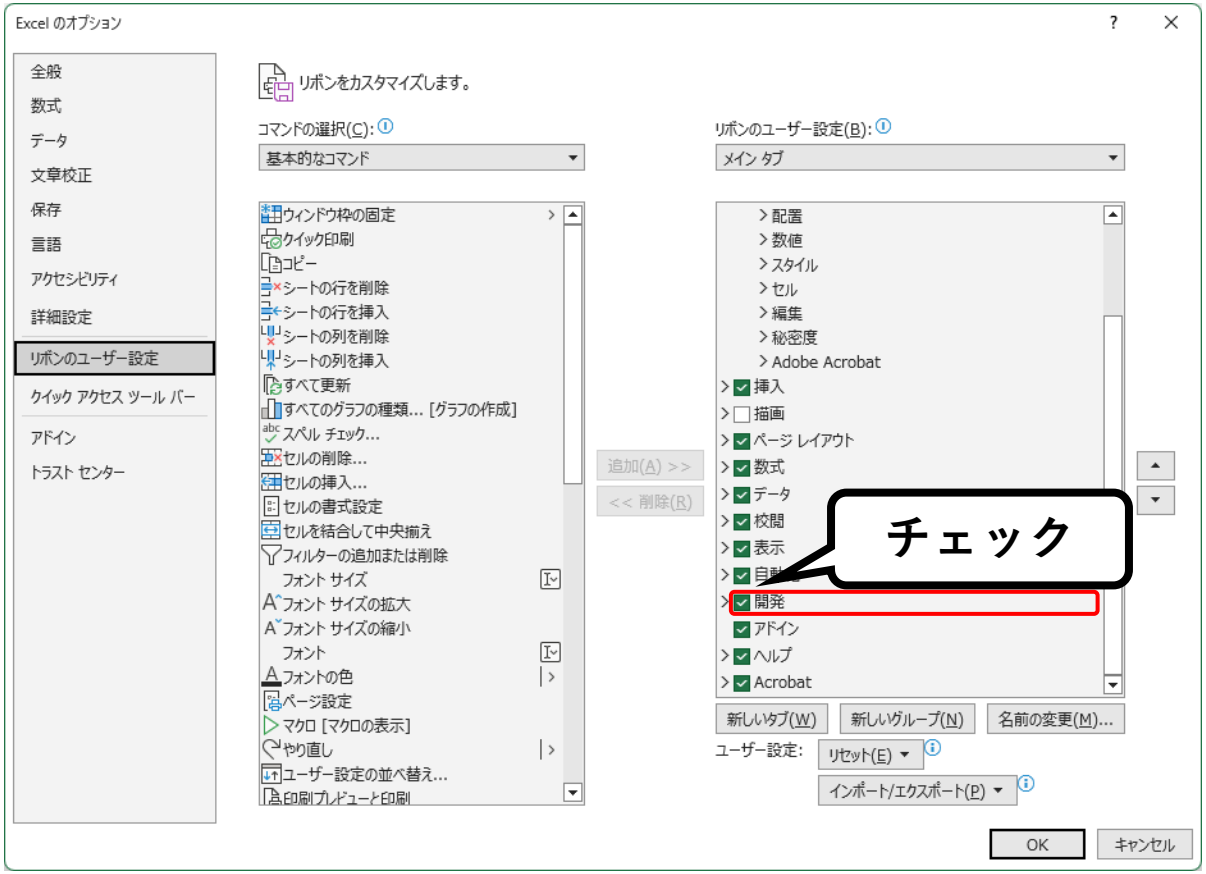
Excelの設定2:トラストセンター

ファイル→オプション→トラストセンターと進み、
「マクロの設定」から「VBAマクロを有効にする」を選ぶ



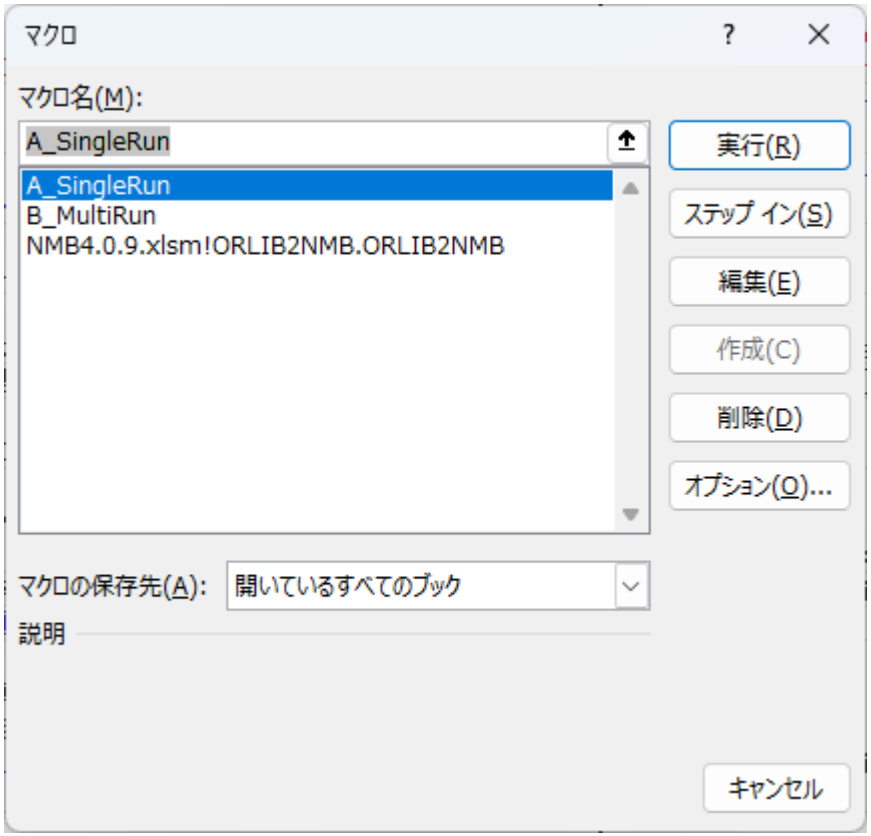
Excelの設定3：開発タブ

ファイル→オプション→リボンのユーザー設定と進み、
「開発」にチェックを入れる



NMBを実行する

1. NMB4.0.9.xlsm と入力ファイルを開く。
   - NMB4.0.9.xlsm と MatrixCal64.dll は同じフォルダに置く。
2. 入力シートを表示する。
3. 開発タブの「マクロ」から“A_singleRun”を実行する。



実行時の典型的なエラー（デバッグで確認できる）

- “Call CalInitialize”で止まる場合、エクセルが32-bit版。“32bit”フォルダの中にあるNMB4.0.9.xlsm と MatrixCal32.dllを用いる。.
- “Set shBasic = ….” で止まる場合 [BasicData] の指定が正しいxlsmファイルになっていない。
- “ChDrive ThisWorkbook.Path”や “ChDir ThisWorkbook.Path”で止まる場合、クラウド環境を用いている。ローカルで実行する。

Task 0　解析に必要なタグ

NMBはinputシート中から検索タグを探す。
→そこから、右方向または下方向へ読み込み/書き込みを行う
・シート上におけるタグの位置は自由

[Input for NMB4.0]
・NMB4.0の入力シートであることを指定。

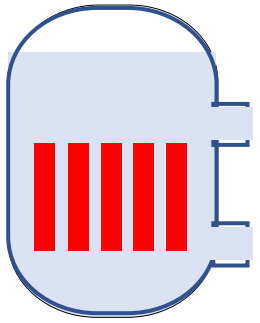
[BasicData]、[WasteData]、[PlantData]、[CycleData]、[PredefineData] 、[CostData]
・NMBのデータベースが記されたExcelブック/シートを指定する。
・ブック名、シート名の順で下2つのセルを読み込む。

[Messages]
・解析状況を表示。
・1つ右下のセルに書き込みを行う。

[A.D.]
・解析を行う年を指定する。
・2つ下のセルから空白セルまで1列分を読み込む。

Task 1　PWRを導入する(原子炉の導入)

条件
- 出力1 GWe、燃焼度45 GWd/tのPWRを2000年～2020年の期間で動かす。
- [NewPlant1]にPWR-UO2-MB
  [PlantPower1]に 1 を指定。
  [PlantLife1]に20を指定。



出力
- 天然ウランの年間消費量(採掘量)→[prtMining[t/y]]
- U235濃縮度→[prtU235EnrInNewFuel]
- 年間発電量→[prtPowerGeneration[GWeY]]
- 年間新燃料製造量→[prtNewFuel[t/y]]
- 年間使用済み燃料発生量→[prtSpentfuel[t/y]]
- 使用済燃料貯蔵量→[prtInterimStorage[t]]

条件を満たしたinputを作り、
出力データを確認しよう。

Task1の出力

[prtMining[t/y]], [prtNewFuel[t/y]]

- 原子炉建設時に約80tと値が大きい (A.D. 2000)。
- 翌年以降は2000年の1/3の27tになる。炉心燃料を1/3ずつ交換するため。

[prtU235EnrInNewFuel]

- およそ4.1%で一定。

[prtPowerGeneration[GWeY]]

- 発電量(GWe x 年) は 1 GWeY はなく、 0.85 GWeYである。
  これは設備利用率が85%と“PlantDataJ40”シートで指定されているため。

[prtSpentfuel[t/y]]

- 使用済み燃料の取り出し量は27 t/y である。廃止措置時には全燃料を取り出すため、 3 倍の値となる。

[prtInterimStorage[t]]

- 中間貯蔵量は最終的に485t程度で一定。これは処分方式の指定をしていないため。

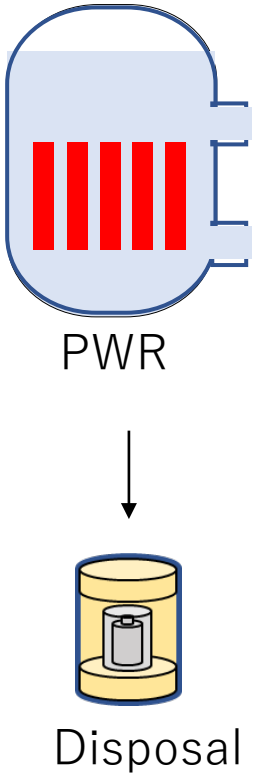
EXCEL tips:**「表示」タブから、ウィンドウ枠の固定を行うとデータが見やすい**

Task 2　使用済燃料(SF)を直接処分する (処分方法の指定1)

条件
- SFを直接処分する。
- [ReprocessingCapacity[t/y]]に DD-PWRを指定。

出力
Task 1 に加えて
- 廃棄体貯蔵量　→[WasteStorage]
- 廃棄した本数　→[prtCummulativeCanisterDisposal]
- 処分場面積　　→[prtCummulativeDisplsalArea]

Task1をコピーしたシートを作り、
そこに追記して出力データを比較しよう。
・使用済燃料貯蔵量　[prtInterimStorage[t]]



Task2の出力

[prtInterimStorage[t]]]
- 中間貯蔵量は30t程度で推移する。使用済み燃料はすぐに廃棄体貯蔵へ移されるためである。

[WasteStorage]
- 廃棄体貯蔵量は最大で861体。これは使用済み燃料の発熱量をもとに、1つの廃棄体に収納できる使用済み燃料の数を考慮して決定される。
- 50年の冷却ののちに廃棄されるため、最終的に0になる。

[prtCummulativeCanisterDisposal]
- 最終的に[WasteStorage] とおなじ861となる。

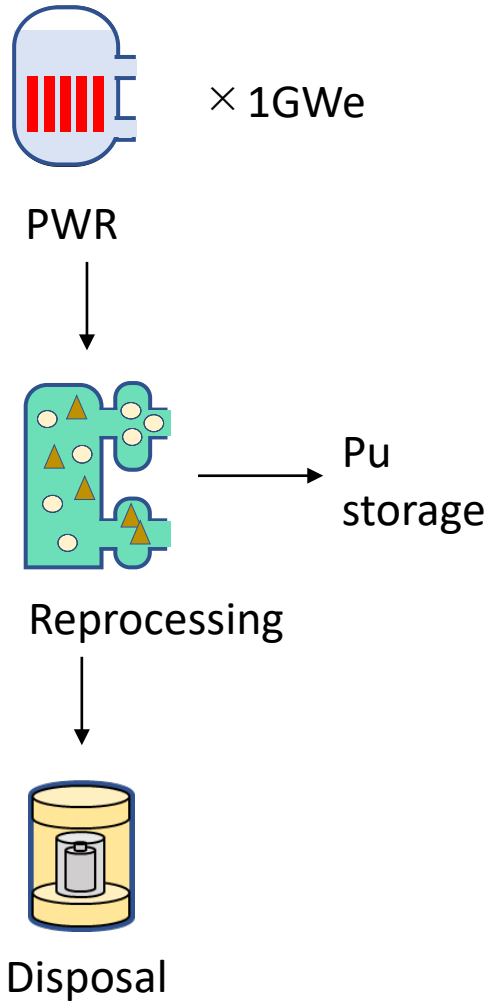
[prtCummulativeDisplsalArea]
- 最終的に106,421m^2となる。
- Wastedataシートで廃棄体当たりの専有面積が123.6m^2と指定されている、123.6*861のように計算される。

Task 3　SFを再処理する (処分方法の指定2)

条件
- 年間の使用済燃料発生量に一致する処理容量で、全量再処理されるまで再処理プラントを動かす。
- [ReprocessingCapacity[t/y]]をUO2(Pu)に変更。

出力
Task 2に加えて
- 年間再処理量　→[prtReprocessing[t/y]]
- プルトニウム蓄積量　→[prtPu[t]]

Task2のコピーに追記し、出力データを比較しよう。
- 使用済燃料貯蔵量　[prtInterimStorage[t]]
- 廃棄体貯蔵量　[WasteStorage]
- 廃棄した本数　[prtCummulativeCanisterDisposal]
- 処分場面積　[prtCummulativeDisplsalArea]



Task3の出力

[prtReprocessing[t/y]]
- 再処理は2004年から2025年まで行われる。

[prtInterimStorage[t]]
- 再処理前に冷却期間を要するため、task2よりも値が大きくなる。

[WasteStorage]
- 直接処分用キャニスタからガラス固化体になるため、値が異なる。

[prtCummulativeCanisterDisposal]
- 最終的に500体が廃棄される。

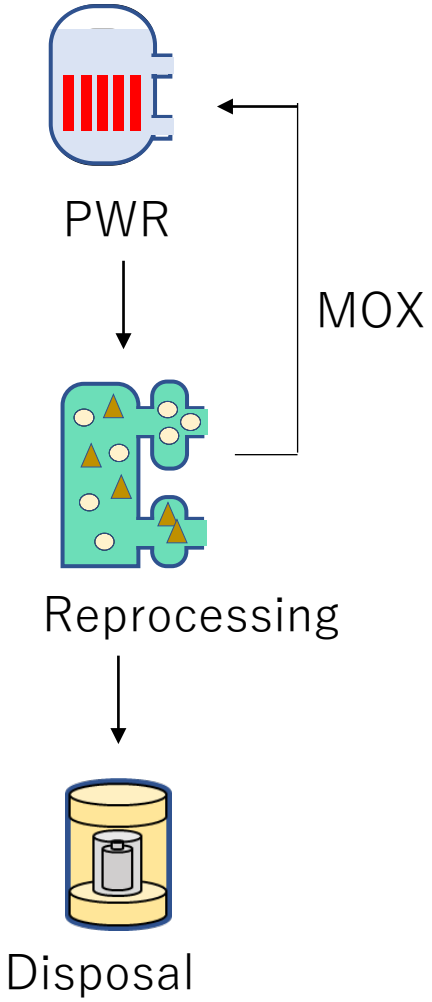
[prtCummulativeDispIsalArea]
- 最終的に22,376m^2と、直接処分時の1/5程度となる。

[prtPu[t]]
- すべてのPuが使用済み燃料から取り出され、4t強の在庫となる。
- 全量取り出されたのちは、崩壊により減少していく。

Task 4　Puを利用する
(MOX燃料の導入)

条件
- 回収されたプルトニウムをプルサーマル燃料で利用。
- [@PuThermalRatio]を使用してMOX割合を決定。

出力
Task 3に加えて
- MOX中のPu富化度 →　[prtPuRatioInNewFuel]



Task3のコピーを改変し、出力データを比較しよう。
- MOXの発電量　[prtPowerGeneration[GWeY]]
- 使用済燃料貯蔵量　[prtInterimStorage[t]]
- 廃棄した本数　[prtCummulativeCanisterDisposal]
- 処分場面積　[prtCummulativeDisplsalArea]
- プルトニウム蓄積量　[prtPu[t]]

Task4の出力

[prtPowerGeneration[GWeY]]
- Pu在庫量によって変動するものの、15%程度がプルサーマルで賄われる。

[prtPuRatioInNewFuel]
- Pu富化度は5%~8%であり、再処理前の使用済み燃料組成によって変わる。

[prtInterimStorage[t]]
- UO2燃料と異なりMOX燃料は再処理の指定を行っていないため、最終的に41t程度貯蔵されたままとなる。

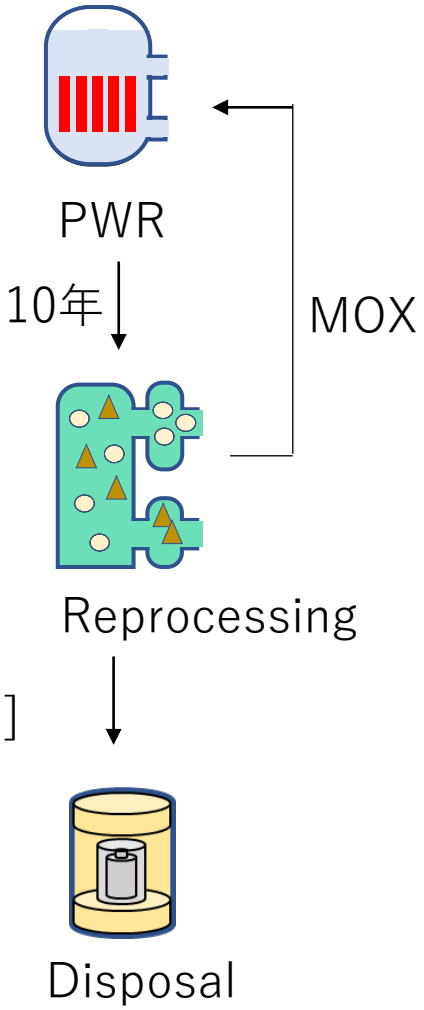
[prtCummulativeCanisterDisposal], [prtCummulativeDisplsalArea]
- UO2燃料由来の廃棄体が減るため、値はTask3より減少する。

[prtPu[t]]
- Pu在庫が使用されるため、最終的に1.3t強となる。

Task 5　冷却期間を延ばす (オーバーライド機能の使用)

条件
- 使用済み燃料の冷却期間を10年にする。
- オーバーライド機能にて設定を上書きする。

出力
追加なし



Task4のコピーを改変し、出力データを比較しよう。
- MOXの発電量　[prtPowerGeneration[GWeY]]
- 廃棄した本数　[prtCummulativeCanisterDisposal]
- 処分場面積　[prtCummulativeDisplsalArea]
- プルトニウム蓄積量　[prtPu[t]]

Task5の出力

[prtPowerGeneration[GWeY]]
- プルサーマルの開始が冷却期間の延長に伴って遅くなっている。

[prtCummulativeCanisterDisposal], [prtCummulativeDisplsalArea]
- UO2燃料由来の廃棄体が増えるため、値は大きくなる。
- 冷却期間を延長したため、使用済み燃料に含まれる発熱核種の量は崩壊により減少する。これによりガラス固化体あたりの廃棄元素含有量を大きくできるため、task4と比べた増加量は小さい。

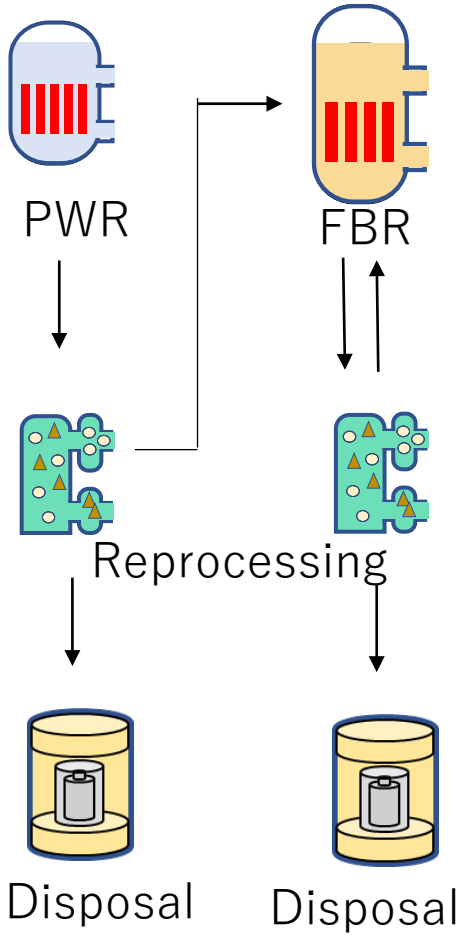
[prtPu[t]]
- Pu在庫が使用されるため、最終的に1.3t強となる。

Task 6　高速炉を導入する
(簡単な核燃料サイクルの検討)

条件
- 回収されたプルトニウムを使って、高速炉核燃料サイクルに移行する。
- [NewPlant1] にFBR_HBを追加し、UO2再処理が終わる年から導入。
- FBR_HBの[PlantPower1]はいくつにする必要がある？
- [ReprocessingCapacity[t/y]]にMOX(Pu)を追加。(27 t)

出力
Task 5に加えて
- 計算中の情報　→　[Information]

Task5のコピーを改変し、出力データをみてみよう。
- ウラン採掘量　　[prtMining[t/y]]
- プルトニウム蓄積量　　[prtPu[t]]



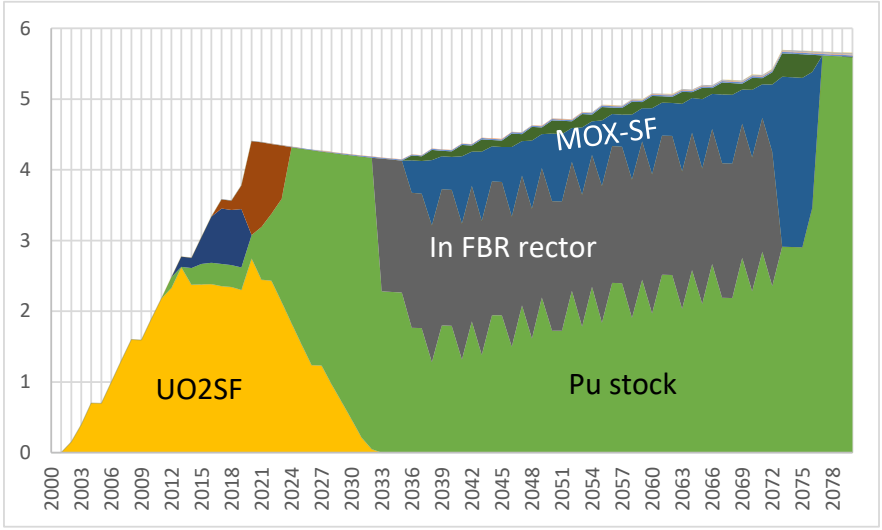
Task6の出力

[prtMining[t/y]]

- プルサーマルの開始が冷却期間の延長に伴って遅くなっている。

[prtPu[t]]

- Pu在庫量はPWR廃止措置時で4.1t (2033)
- FBRの導入直後に1.3tに減少する(2038)
- 以降は徐々に増加する。これは、FBR_HBの増殖比が1.1に設定されているため(PlantDataJ40の[BreedingRatio]を参照)



NMBコードのYoutubeチャンネルです
使い方解説の動画をご覧になれます

NMB4.0 Channel