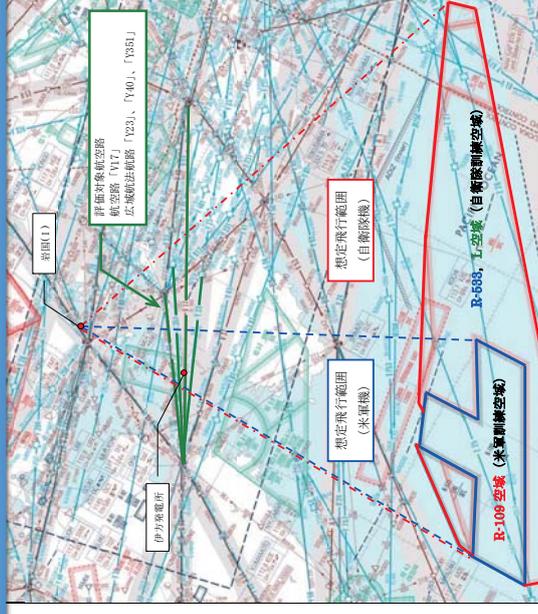




1988年6月、米軍普天間基地所属のヘリコプター（CH53D型）が、伊方原発からわずか800mのみかん畑に墜落衝突。

伊方原発は岩国基地と訓練空域の往来途上に位置する



より大きく高速な航空機の墜落衝突が起こりうる

伊方3号炉の審査資料より作成：AIP JAPAN エンルートチャート ENR6.2 (7 MAR 2013) (一部加筆)

伊方原発（付近）の上空を航空機が飛行（規制庁に報告があったケース）

1. 2012.10.04 16:07 ヘリコプター
2. 2013.03.22 10:44 ヘリコプター
3. 2013.03.22 16:35 ヘリコプター
4. 2014.03.14 04:05 ヘリコプター
5. 2014.03.14 04:15 ヘリコプター
6. 2014.03.31 10:25 ヘリコプター
7. 2014.04.07 11:15 ヘリコプター
8. 2014.04.09 14:40 ヘリコプター
9. 2015.05.17 14:25 ヘリコプター
10. 2015.05.17 14:55 ヘリコプター



平成24年10月4日
四国電力株式会社

施設付近上空の航空機飛行確認連絡簿

発電所名	伊方発電所	天候	晴
確認日時	平成24年10月4日	16時07分頃	
確認場所	伊方発電所 敷地付近上空		
飛行状況・飛行方向			
飛行機種別	航空機・回転翼機(コブタ)		
飛行発給	上図参照(一方向)		
機体番号・機体色(機体の色)	黒もしくはグレー		
備考	<ul style="list-style-type: none"> ・発電所敷地付近上空を南から北東へ飛行した。 ・飛行機は見えなかった。 		



平成25年 3月22日
四国電力株式会社
施設付近上空の航空機飛行確認記録票

発電所名	伊方発電所	天候	晴れ
確認日時	平成25年 3月22日 10時44分頃		
確認場所	伊方発電所 敷地付近上空		
飛行状況・飛行方向			
備考	発電所東方向から西方向へ飛行した。 北へリフトがはじまった。		

平成25年 3月22日
四国電力株式会社
施設付近上空の航空機飛行確認記録票

発電所名	伊方発電所	天候	雨
確認日時	平成25年 3月22日 16時15分頃		
確認場所	伊方発電所 敷地付近上空		
飛行状況・飛行方向			
備考	発電所東方向から東方向へ飛行した。 ノースリフトがはじまった。 運風が弱かったため、写真撮影は実施できなかった。		

平成26年 3月14日
四国電力株式会社
施設付近上空の航空機飛行確認記録票

発電所名	伊方発電所	天候	曇り
確認日時	平成26年 3月14日 4時05分頃		
確認場所	伊方発電所 敷地付近上空		
飛行状況・飛行方向			
備考	発電所上空からリフトアップして機影から消失し、飛行方向が不明となった。 なおパワントははじまった。 (夜間飛行のため、機影の撮影は出来ず)		

平成26年 3月14日
四国電力株式会社
施設付近上空の航空機飛行確認記録票

発電所名	伊方発電所	天候	曇り
確認日時	平成26年 3月14日 4時15分頃		
確認場所	伊方発電所 敷地付近上空		
飛行状況・飛行方向			
備考	発電所上空からリフトアップして機影から消失し、飛行方向が不明となった。 なおパワントははじまった。 (夜間飛行のため、機影の撮影は出来ず)		



平成26年 3月31日
四国電力株式会社

施設付近上空の航空機飛行確認記録票

発電所名	伊方発電所	実施	繰り返し
確認日時	平成26年 3月31日 10時25分頃		
確認場所	伊方発電所 敷地付近上空		
飛行状況・飛行方向			
飛行機種別	航空機上陸距離機 (C172)		
飛行経路	上陸参照 (→方向)		
機体番号・機体色 (確認時のみ)	機体番号：不明 機体色：白/ブルー		
備考	発電所西方向から東方向へ飛行した。 カメラ撮影はしなかった。		



平成26年 4月7日
四国電力株式会社

施設付近上空の航空機飛行確認記録票

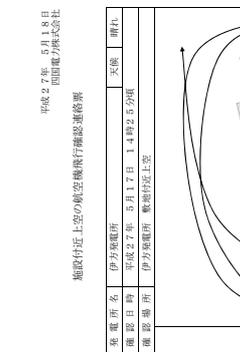
発電所名	伊方発電所	実施	繰り返し
確認日時	平成26年 4月7日 11時15分頃		
確認場所	伊方発電所 敷地付近上空		
飛行状況・飛行方向			
飛行機種別	航空機上陸距離機 (C172)		
飛行経路	上陸参照 (→方向)		
機体番号・機体色 (確認時のみ)	機体番号：不明 機体色：白/藍色		
備考	・発電所上空をヘリコプターが東から飛来し、北東方向へ飛去った。 カメラ撮影はしなかった。		



平成26年 4月9日
四国電力株式会社

施設付近上空の航空機飛行確認記録票

発電所名	伊方発電所	実施	繰り返し
確認日時	平成26年 4月9日 14時40分頃		
確認場所	伊方発電所 敷地付近上空		
飛行状況・飛行方向			
飛行機種別	航空機上陸距離機 (C172)		
飛行経路	上陸参照 (→方向)		
機体番号・機体色 (確認時のみ)	機体番号：不明 機体色：白		
備考	・発電所上空をヘリコプターが東から飛来し、三周飛行した後、南方向へ飛去った。 カメラ撮影はしなかった。		



平成27年 5月18日
四国電力株式会社

施設付近上空の航空機飛行確認記録票

発電所名	伊方発電所	実施	繰り返し
確認日時	平成27年 5月17日 14時25分頃		
確認場所	伊方発電所 敷地付近上空		
飛行状況・飛行方向			
飛行機種別	航空機上陸距離機 (C172)		
飛行経路	上陸参照 (→方向)		
機体番号・機体色 (確認時のみ)	機体番号：不明 機体色：白 目撃者のコメントあり		
備考	・ヘリコプターが東から飛来し、発電所上空を一回周回した後、北東方向へ飛去った。 カメラ撮影はしなかった。		

【図 II - 2 - 6】 フィンランドの航空機衝突対策 (Olkiluoto 3 号機)

フィンランドの安全目標

炉心損傷頻度 (CDF) の平均値: 10^{-6}/年
 放射性物質の大規模放出頻度 (LRF) の平均値: 5×10^{-7}/年
 (大規模放出の定義: 100TBq, Cs-137)

発電所概要

出力: 160万kW
 炉型: EPR
 建設開始: 2005年
 運転開始: 2013年(予定)
 場所: Olkiluoto原子力発電所

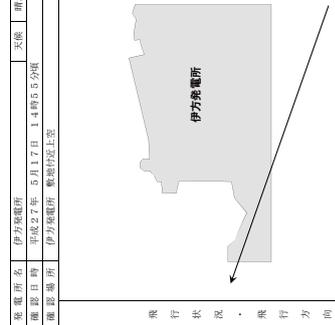
航空機衝突対策の特徴

- 航空機衝突対策
 - 原子炉建屋、燃料建屋、及び2つのセーブガード建屋は大型航空機衝突に耐える設計
- 除熱システムの強化
 - 安全系を物理的に分離された4区画の建屋に設置
 - 各区画に中圧・低圧安全注入系、蓄圧注入系を設置
- 閉じ込め機能の強化
 - 2重格納容器
 - 内側格納容器: 金属ライナー+プレストレストコンクリート
 - 外側格納容器: 鉄防コンクリート
- 電源の強化
 - 専用の建屋に設置された4セットの非常用ディーゼル発電機(10kV)
 - SBOディーゼル発電機2基(690V)

「発電機型原子炉施設におけるシビアアクシデント対策規制の基本的考え方」(原子力安全・保安院, 2012.8)

航空機名	伊方発電所
運送日時	平成27年・5月17日 14時15分頃
運送場所	伊方発電所 緊急待避上空
飛行機種別	航空機(回転翼機 (ヘリコプター))
飛行経路	上回参照 (←方向)
機体番号・機体色 (機体識別のみ)	機体番号: JA5377 機体色: 白上青
備考	・発電機上空をヘリコプターが横断から飛来し、前方へ飛去った。 ・このヘリコプターは、見失われた。

平成27年・5月18日
 四国電力株式会社
 施設付近上空の航空機飛行確認画像



EPRの二重格納容器

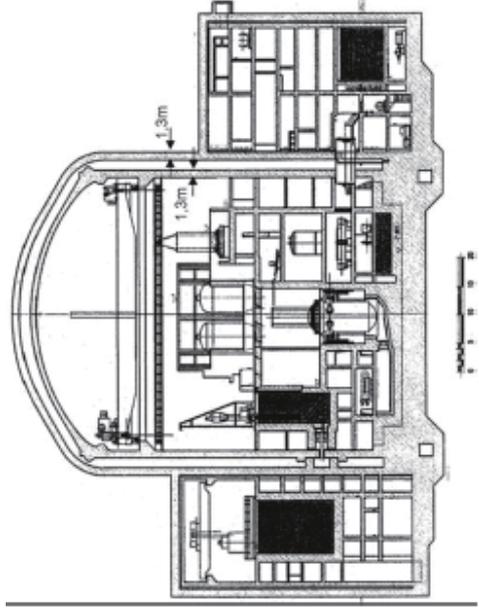
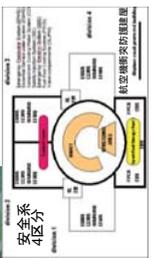


Fig. 7.13 Wall thickness of AP1000 and of EPR as described in Chap. 3 [41]

G. Kessler ほか, The Risks of Nuclear Energy Technology より



- 放射線原子力安全本部(STUK)の規制指針(VVL)
- ① 原子力発電所は、事故の際には、事故の間に危険な状態を安定及び制御可能な状態まで、リスクを軽減することを要求
 - ② VVL 2.0「原子力発電所のシステム設計」(2002年7月付)では、航空機衝突対策について、2.2項及び2.3項で以下のとおりに規定
 - ・設計基準上、外部の人為的現象として、航空機の衝突や産業事故を含めること
 - ・安全系の分離を検討する際、航空機衝突等の外部現象も検討に含めること
- 原子力発電所の安全性に関する指令(73/32008)により
 大型航空機衝突の設計での考慮を要求

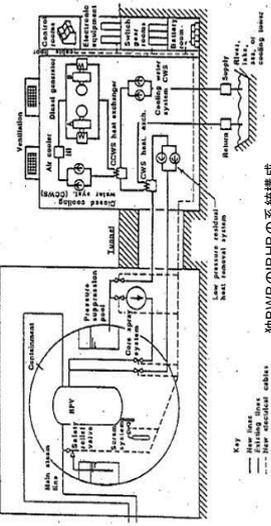
- A) 原子炉建屋
- B) セーブガード建屋1
- C) セーブガード建屋2
- D) セーブガード建屋3
- E) セーブガード建屋4
- F) 燃料建屋
- G) 除熱システム建屋
- H) 除熱システム建屋
- I) 非常用発電機建屋
- J) アクセシブル建屋
- K) 事務建屋
- L) 燃料貯蔵建屋
- M) 貯蔵タンク建屋
- N) 貯蔵タンク建屋
- O) 必須サービス水 本庁屋
- P) 水供給ポンプ
- Q) 補助水 本庁屋

重量20トン、 速度215m/s(774km/h)の 衝突条件

ドイツでは、1970年代末における原子炉の緊急事故を受けて、揮舞物面に關係なく、車両級の航空機衝突事故を設計基準事故として評価。
 1970年代中頃から建設されたプラントには独立RHR系が設置されている。それ以前のプラントには独立RHR系設置のバックアップが実施された。

PWRに関する原子力安全委員会(RSK)指針19章

- ① 設計ベースで考慮すべき航空機衝突条件
 - ・重量: 時間換算 7m2
 - ・RF-4ファントムベースのデータ
 - ・RF-4ファントムベースのデータ
- ② その他の記載事項
 - ・安全期通過設備は、航空機衝突及び火災に備えて空間的・物理的に丸洗い分離すべし
 - ・高放射線物質を貯蔵する燃えやすい機器は、火災等を特に考慮した構造設計とすべし
 - ・衝突時の建屋安定性を目的に、周波数~16Hz、水平・垂直方向450Gに耐えること
 - ・車一故障に対する考慮(同時発生を考慮不要)、自動対空(30分)に対する考慮等も記載



独立非常用RHR系(Unabhängiges Notrührsystem)

「発電機型原子炉施設におけるシビアアクシデント対策規制の基本的考え方」(原子力安全・保安院, 2012.8)

EU-ストレステストにおける航空機問題

ドイツの原子炉安全委員会(RSK)は、電力会社がおこなった原子炉ごとのストレステストに対する評価を実施し、2011年5月に公表。

人為的災害として、航空機衝突について、機械的衝撃と燃料飛散による大規模火災について検証。

小型の戦闘機や中型の民間航空機の機械的衝撃に耐えられるものはあるが、大型機に対してはどれも耐えられない。

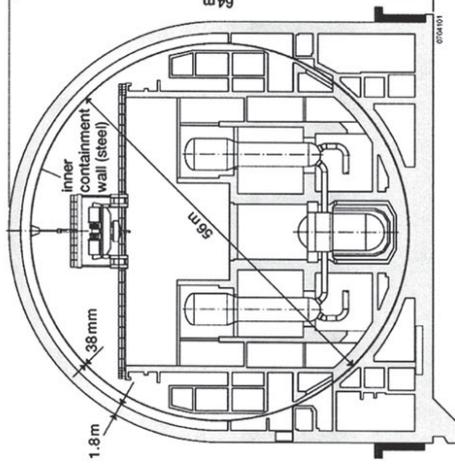
大規模火災に対しては、中型機以上に対して耐えられそうにない。

伊方原発3号炉が航空機衝突に耐えられることを要件として評価を実施すべき

日本の原発に対しても、航空機衝突に対して、すくなくともドイツのストレステストで実施されているような、機械的衝撃に対する強度の確認、燃料飛散による大規模な爆発をともなう火災に対して、原子炉格納容器および原子炉建屋などが壊れないことを要件とすべき。

小型戦闘機、中型旅客機、大型旅客機に対して、ジェットエンジンなど、推進力がはたしている状態、および、巡航速度に近い状態で、最大離陸重量のケースを条件とし、原子炉側の強度と機能の維持状態がどうなるか、確認すべき。

中型機衝突の機械衝撃に耐えられるが
大型機では耐えられないと評価されたドイツのPWR



Double wall PWR-containment of a German NPP, type „KONVOI“

G. Kessler ほか, The Risks of Nuclear Energy Technology より

伊方原発3号炉

MOX使用の危険性

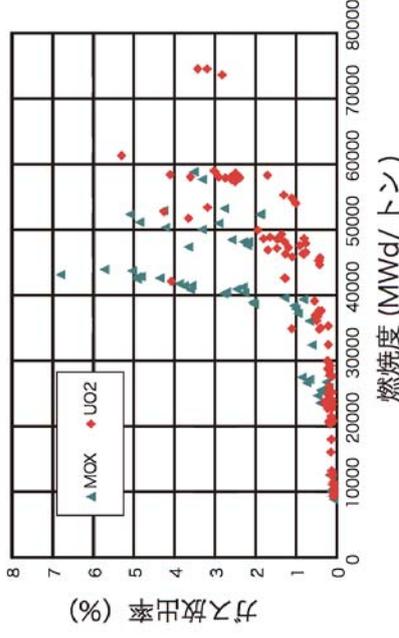
プルサーマルにおける事故の
進展想定や被害想定が甘い

MOX燃料の物理的・化学的性質

酸溶解性 事故時	硝酸に溶けやすい	溶解が容易になるため核拡散につながる
融点	40℃～60℃低下	燃料が破損しやすくなる
熱伝導度	下がる	燃料が破損しやすくなる
放射性希ガス放出率	高くなる	被曝の危険性を増す

通常時

放射性ガスの放出

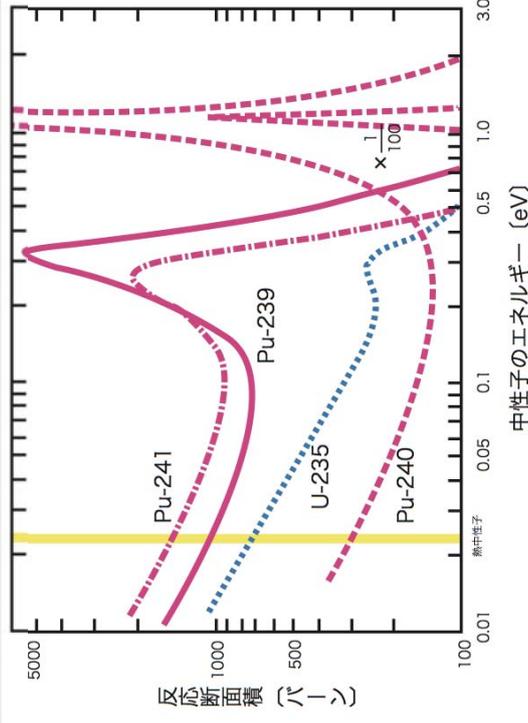


通常運転時の放射性ガスの放出量が増えるため、被曝量が増える。

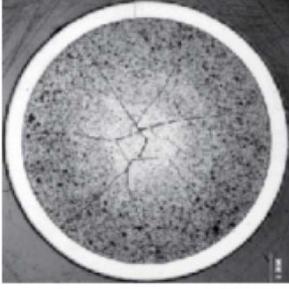
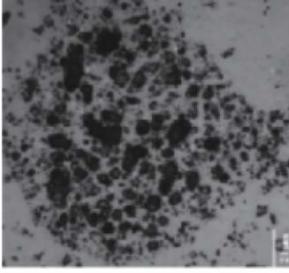
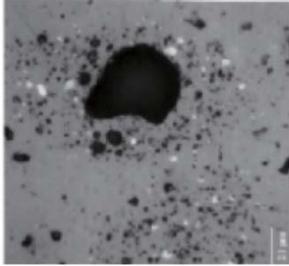
MOX燃料の核的特性

核反応	反応しやすい、中性子を吸収しやすい	制御棒やホウ素の効果が減少する、反応度係数をより負とするなど、総じて安全面に悪影響
核分裂生成物のでき方	ヨウ素、トリチウムが増える	ヨウ素の増大は被覆管を損傷しやすくし、トリチウムの増大は放出率を高める
アクチニド(超ウラン元素)	Np-237, Pu-240, 242, Am-241, Cm-242, 243, 244などが大きく増加する	使用済み燃料や放射性廃棄物の管理を難しくする 事故被害の増大 中性子線やアルファ線の問題

UとPuの中性子反応断面積



プルトニウムスポット (塊)



燃料製造段階でできたプルトニウムの塊は、
 運転中に早く核分裂がすすみ高温になるた
 め、被覆管を変質させ脆くする

MOX燃料の放射線問題

中性子線 増える	原子炉容器の脆化を早める 労働者被曝を増大させる
アルファ線 増える	使用済み燃料の発熱を増やす 放射能毒性を増大させる 内部被曝はきわめて深刻で、事 故の結果をより重大にする 使用済み燃料や放射性廃棄物の 管理をいっそう困難にする

3. HIWASE INVESTIGATION OF THE NUCLEAR INVENTORIES OF HIGH-EXPOSURE PWR MIXED-OXIDE FUELS WITH MULTIPLE RECYCLING OF SELF-GENERATED PLUTONIUM, NUCLEAR TECHNOLOGY, APRIL 1993より

冷却期間3年時点での使用済み燃料の比較 (g/IHM)

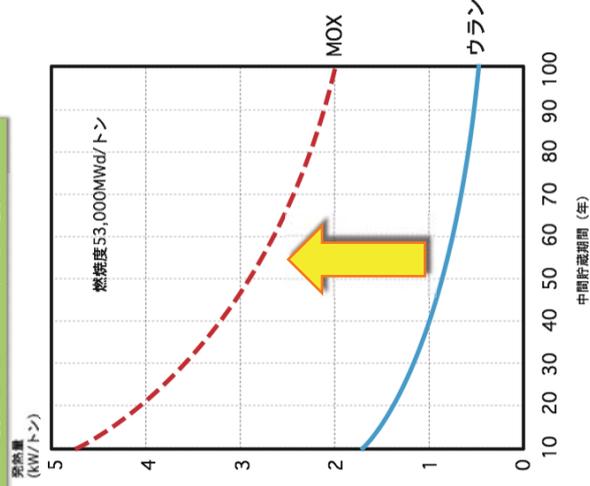
燃料種	燃焼度 (MWd/t)	UO	MOX	MT
U-232	6.2E+03	50000	40000	50000
U-233	5.4E+03	1.0E+03	1.3E+03	1.8E+03
U-234	1.6E+02	2.0E+03	2.0E+03	2.1E+03
U-235	6.2E+03	7.0E+01	7.1E+01	7.1E+01
U-236	5.4E+03	3.2E+03	2.9E+03	2.6E+03
U-238	9.2E+05	7.2E+02	7.7E+02	8.2E+02
Np-237	7.2E+02	9.2E+05	9.1E+05	9.1E+05
Pu-238	3.9E+03	2.3E+02	2.5E+02	2.8E+02
Pu-239	3.5E+02	9.1E+04	1.2E+03	1.4E+03
Pu-240	5.7E+03	9.6E+02	1.0E+03	1.0E+03
Pu-241	2.7E+03	1.5E+04	1.4E+04	1.3E+04
Pu-242	1.4E+03	1.1E+04	1.1E+04	1.1E+04
Am-241	9.0E+02	5.9E+03	5.7E+03	5.5E+03
Am-242m	2.8E+02	3.7E+03	4.0E+03	4.2E+03
Am-243	7.8E+01	1.4E+03	1.3E+03	1.3E+03
Am-244	9.3E+06	8.8E+00	8.8E+00	8.6E+00
Am-245	2.1E+02	1.0E+04	1.1E+04	1.0E+04
Am-246	2.4E+01	1.2E+03	1.2E+03	1.2E+03
Am-247	6.1E+01	3.3E+00	3.9E+00	4.5E+00
Am-248	8.2E+01	4.7E+02	5.8E+02	7.0E+02
Am-249	3.4E+00	4.6E+01	6.1E+01	7.7E+01
Am-250	9.4E+05	9.2E+05	9.2E+05	9.1E+05
Am-251	7.2E+02	2.3E+02	2.5E+02	2.8E+02
Am-252	1.1E+04	3.7E+04	3.5E+04	3.4E+04
Am-253	5.0E+02	2.4E+03	2.5E+03	2.5E+03
Am-254	9.1E+01	5.3E+02	6.5E+02	8.0E+02
合計	9.5E+05	9.6E+05	9.5E+05	9.5E+05

燃料種	UO (ウラン)	MOX	MT
燃焼度 (MWd/t)	4.0	4.0	3.7

燃料種	MOXの組成 (wt%)
Pu-238	1.8
Pu-239	59.0
Pu-240	23.0
Pu-241	12.2
Pu-242	4.0

アクチニド
 生成量
 の著しい増大

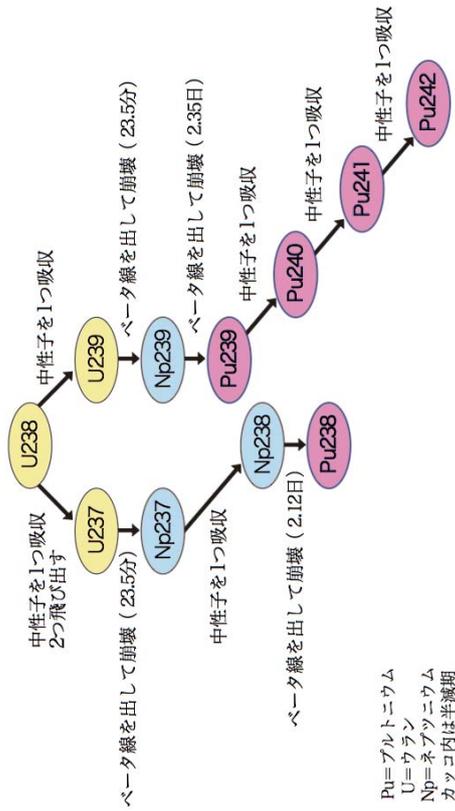
使用済み燃料の発熱



発熱量が多く
 寿命の長い放射能を
 多く含むので
 長期間にわたる
 管理が必要

プルトニウムのつくられ方と放射能毒性

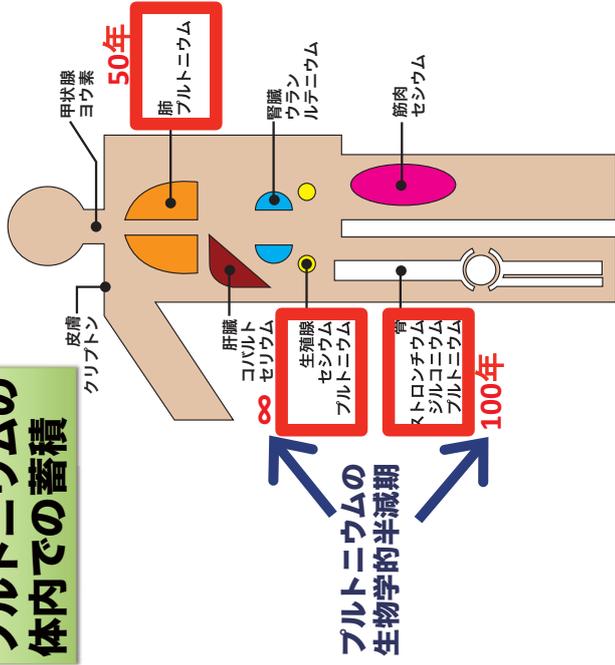
プルトニウムの作られ方



原子炉級プルトニウムの1グラムの毒性

同位体	半減期 (年)	崩壊	年摂取限度 (酸化物吸入)	組成の例	1g中の放射能 (左の組成)との比較 (同左)	年摂取限度との比較 (同左)
Pu-238	87.7	α	1800 ベクレル	2%	110億 ベクレル	610万倍
Pu-239	24100	α	2400	59%	14億	58万
Pu-240	6540	α	2400	24%	20億	83万
Pu-241	14.4	β	240000	11%	4200億	180万
Pu-242	376000	α	2700	4%	600万	2200
合計				100%	4300億	930万

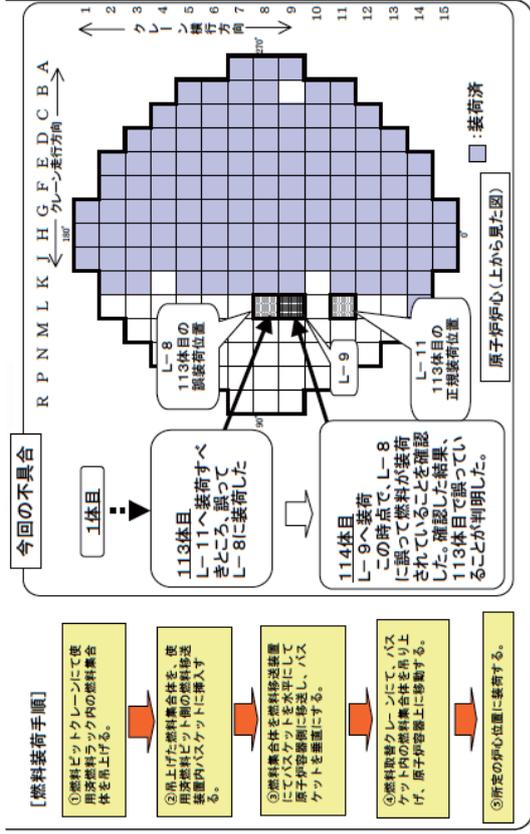
プルトニウムの体内での蓄積



MOX燃料に関わるトラブル

原発名	炉型	発生日	濃度 (MAWg/t)	損傷の状況と原因
BR3 (ベルギー)	PWR	1972	30000	燃料の溶解不良が原因の損傷 (燃料棒1本)
		1980	35000	大量のクラッド付着による燃料被覆管の局所腐食 (燃料棒6本)
ベスナウ1 (スイス)	PWR	1990	15000	原子炉内に混入した異物によるへこみ (1集合体中の2本の燃料棒)
		1997	?	燃料被覆管に損傷 (3集合体中の3体)、燃料製造工程中の問題か?
ドーナツ (オランダ)	BWR	1973	10000	燃料被覆管の水素化 (燃料棒1本)
原子炉名不明 (ドイツ)			7000~14000	原子炉内に混入した異物による損傷 (2集合体中の2本の燃料棒)
			15000~29000	原子炉内に混入した異物による損傷 (1集合体中の1本の燃料棒)
			22000~37000	原子炉内に混入した異物による損傷 (1集合体中の1本の燃料棒)
ダンゼール1 (フランス)	PWR	1993	?	原子炉内に混入した異物による損傷 (1集合体中の1本の燃料棒)
トリカスタン2 (フランス)	PWR	1997	?	不明 (集合体1体)
高浜3, BNFL MOX工場	PWR	1999	(製造時)	高浜3号炉用に製造していたMOX燃料ペレットの検査データをねつ造
ダンゼール4 (フランス)	PWR	2001	?	燃料交換中に1体の表荷位置を間違えたために、MOX燃料を含む13体の集合体をつぎと誤装荷。→ 臨界状態に!

燃料交換に関わるトラブル 高浜2号炉 (2005.2.1)



PWRのMOX炉心の事故解析 (R.Dondelerなどによる)

制御棒価値の低下、ホウ素価値の減少、および、減速材温度係数が大きく負になるため、二次系弁(誤)開放や蒸気系配管の破断などの炉心過冷却事故時には、原子炉の制御をより困難にし、原子炉停止余裕が小さくなる。

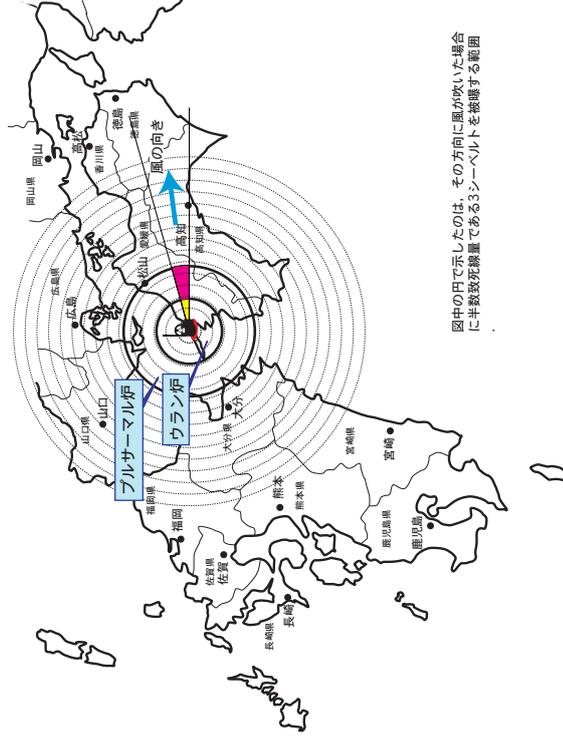
冷却材温度係数がより負に大きくなることの効果で、PWRで主蒸気配管の破断時には、再臨界になる可能性がある。

極端なケースだが、まわりに減速されたウラン燃料がある場合、単一のMOX集合体でポイドが生じるようなケースでは、正のポイド反応度係数もたらされる(FPガスの放出、漏えいなど)。

参考：「MOX総合評価」、高木仁三郎ほか、七つ森書館

伊方3号炉で巨大事故が起こると・・・

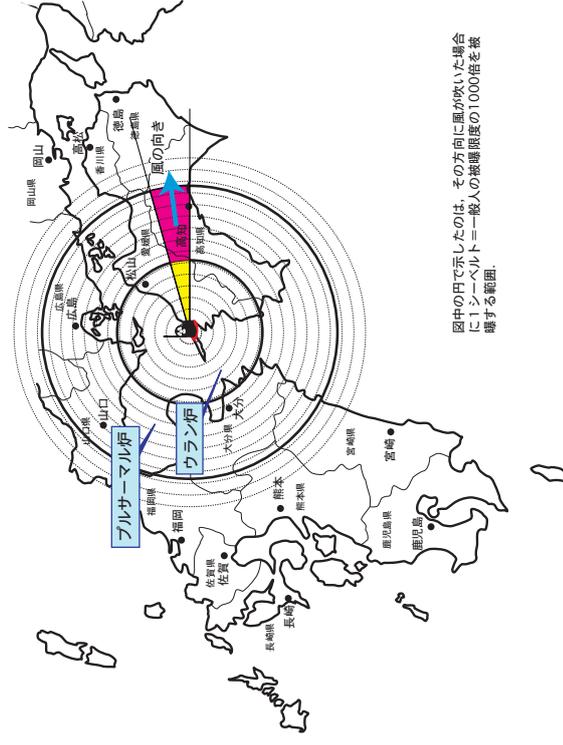
大事故による被害範囲の拡大(半数死亡)



図中の円で示したのは、その方向に風が吹いた場合に半数致死線量である3シーベルトを被曝する範囲

伊方3号炉で巨大事故が起こると・・・

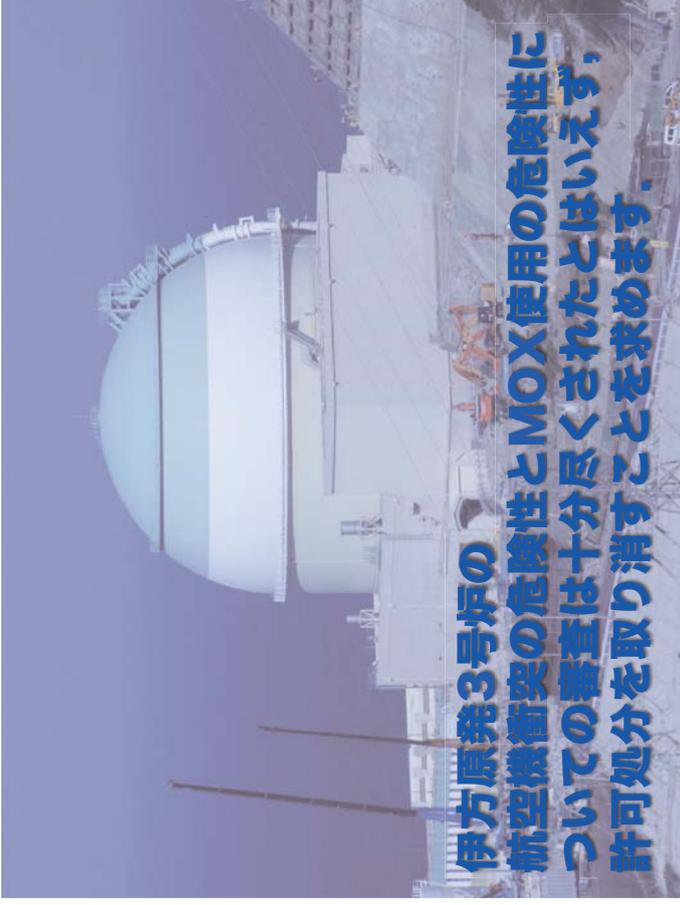
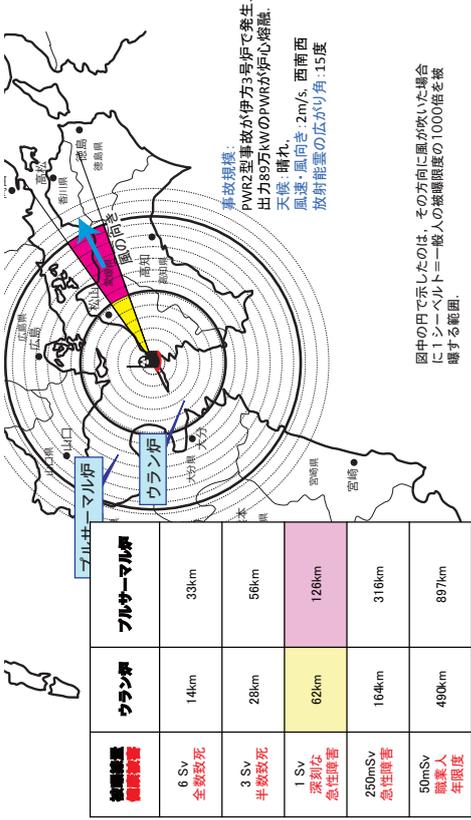
大事故による被害範囲の拡大(1シーベルト)



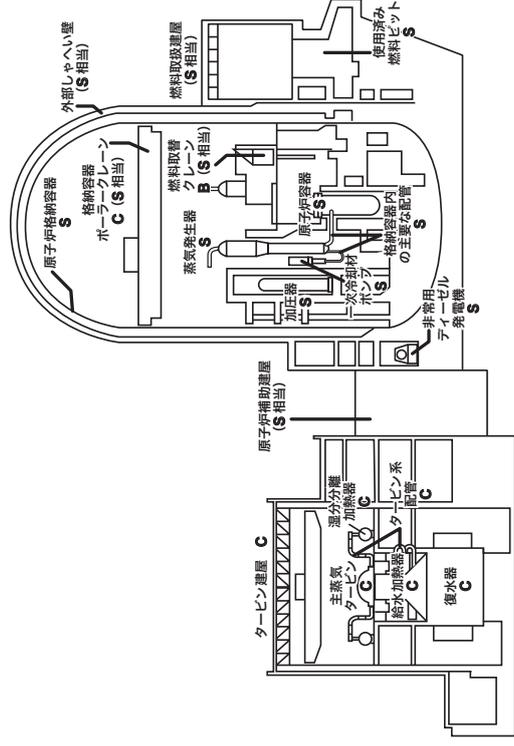
図中の円で示したのは、その方向に風が吹いた場合に1シーベルト＝一般人の被曝限度の1000倍を被曝する範囲。

伊方3号炉で巨大事故が起こると・・・

プルサーマル炉では炉心に蓄積したPu, Am, Cmの量がウラン炉に比べて5-10倍程度になり、住民の被曝に大きく影響する。

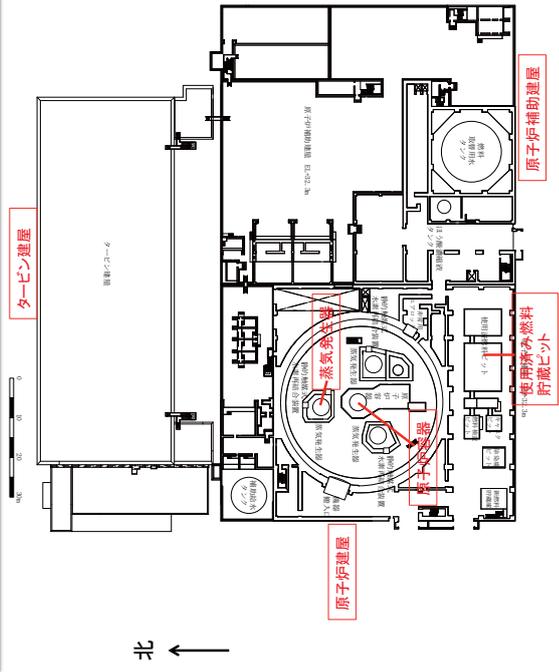


加圧水型炉の垂直断面図



予備

伊方3号炉の水平断面図 (標高32.3m, 4階)



伊方3号炉の蓄電資料より作成

【図Ⅱ-2-5】

フランスの航空機衝突対策 (Flamenville3号機)

フランスの安全目標

EPRは設計段階からPSAを用いた安全設計
全プラント本題及事象に対する全炉心損傷頻度 < 1E-05/年
インベントリの0.1%放出を超える大規模放出頻度 < 1E-06/年

発電所概要

出力: 160万kW
炉型: EPR
建設開始: 2007年
運転開始: 2016年(予定)
場所: Flamenville原子力発電所(マンジュ県)

航空機衝突対策の特徴

- 1) 航空機衝突下の評価
 - 一般航空機と軍用機衝突を考慮(設置許可政令)
 - 高速の軍用機及び南用航空機の衝突に耐える外殻厚さ (Areva社EPRガタロ)
- 2) 除熱システムの強化
 - 安全系を物理的に分離された4区画の建屋に設置
 - 各区画に中圧・低圧安全注入系、蓄圧注入系を設置
- 3) 閉じ込め機能の強化
 - 2重格納容器
 - ・内側格納容器: 金属ライナー+プレストレスコンクリート
 - ・外側格納容器: 鉄筋コンクリート
- 4) 電源の強化
 - 専用の建屋に設置された4セットの非常用ディーゼル発電機(10KV)
 - 小型ディーゼル発電機(690V)

「発電用軽水型原子炉施設におけるシビアアクシデント対策規制の基本的考え方」(原子力安全・保安院, 2012.8)

【図Ⅱ-2-4】 スイスの航空機衝突対策

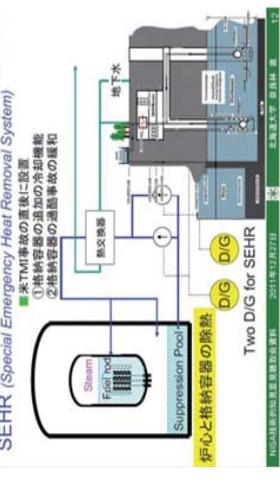
スイスの安全目標

炉心損傷頻度(CDF): < 10⁻⁵/炉年

スイス連邦原子力検査局ガイドライン(ENSI R-102)

「航空機衝突の影響から原子力発電所の安全関連装置を防護する設計基準」では、航空機衝突の影響から今後の原子力発電所を有効に防護するため、原子炉建屋の建造は面積の円形断面7mに対して74km/hで飛行する20トンの質量の軍用機(当時はNATOのF104Gスターファイター、その後はフアントムII)の衝突に耐える設計にしなければならない。さらに、その後の燃料火災も抑え、設計はその影響に対処できなければならない。冗重安全系およびまたは潜在的に大量の放射性物質を含む他の建屋は、少なくともR-102に定められた規格から防護されるなければならない。

SEHR (Special Emergency Heat Removal System)



「発電用軽水型原子炉施設におけるシビアアクシデント対策規制の基本的考え方」(原子力安全・保安院, 2012.8)

【図Ⅱ-2-7】

英国の航空機衝突・テロ対策 (サイズウェルB原子力発電所)

英国の安全目標

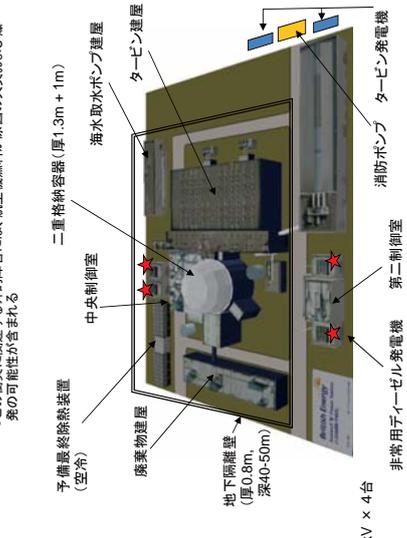
放射性物質放出事故の確率の合計値:
10⁻⁵/炉年
大規模放射性物質放出をともなう一種類の事故確率: 10⁻⁷/炉年
100mSvの公衆曝露を引き起こす事故: 10⁻⁷/炉年

発電所概要

出力: 118, 8万kW
炉型: PWR
建設開始: 1988年
運転開始: 1995年2月14日
場所: 英国ソフォーク

航空機衝突・テロ対策の特徴

- 1) 除熱システムの強化
 - 海水取水ポンプを建屋に収納
 - 海水が取水できない場合に備えた空弁式予備最終除熱装置
- 2) 閉じ込め機能の強化
 - 格納容器(鉄ライナー+1.3mプレストレスコンクリート)を半球殻(1m)で覆う(ミサイル対策でもある)
- 3) 制御システムの強化
 - 離れた位置に第二制御室
- 4) 電源の強化
 - 独立建屋に非常用ディーゼル発電機 3, 3KV × 4台
 - タービン発電機 23, 5KV × 2台



「発電用軽水型原子炉施設におけるシビアアクシデント対策規制の基本的考え方」(原子力安全・保安院, 2012.8)

【図Ⅱ-2-10】

米国の航空機衝突対策 (Vogtle3.4号機:新設炉)

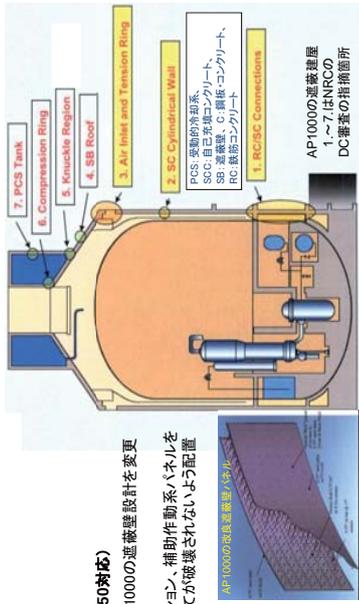
米国の安全目標
 炉心損傷頻度 (CDF): <10⁻⁶/炉年
 格納容器からの放射性物質の大規模放出頻度: <10⁻⁶/炉年

連邦規則10CFR50.150
 ● 新設炉に対する航空機衝突影響評価
 ● 炉心損傷頻度 (CDF) 及び大規模放出頻度 (LOF) 健全性確保を要求
 1. 炉心損傷頻度 (CDF) 及び大規模放出頻度 (LOF) 健全性確保を要求
 2. 格納容器からの放射性物質の大規模放出頻度を要求
 規制指針 (Reg. Guide 1.217)
 ● 商業炉指針 NUREG-1719, Rev.0 新設炉における航空機衝突評価方法を承認
 原子力発電所の標準審査指針 (SRP 3.5.1.6)
 ● 航空機衝突による線量限度を超える放射線放出につながる航空機衝突対策: 10⁻⁶/炉年

発電所概要
 出力: 100万kW
 炉型: AP1000
 建設開始: 2011/12年
 運転開始: 2016/17年(予定)
 場所: Vogtle建設サイト

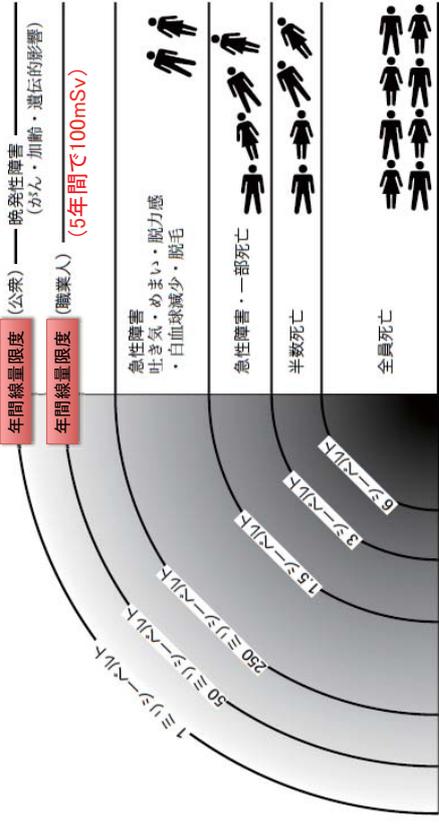
航空機衝突対策の特徴 (10CFR50.150対応)

- 航空機衝突に对应するためAP1000の運転設計を変更
- 中央制御室、遠隔停止ステーション、補助動作系ハネルを3エリアに分散/降壁により全てが破壊されないよう配置



「発電用原子炉型原子炉施設におけるシビアアクシデント対策規制の基本的考え方」(原子力安全・保安院、2012.8)

放射線の人体への影響



ウラン炉心及びMOX炉心内のアクチニドの量 (他の計算例)

サイクル終わりの時点での低濃縮ウラン炉心及びMOX炉心内のアクチニドの量

Actinides	低濃縮ウラン炉心 (単位:MCI)		原子炉級MOX炉心 (単位:MCI)		MOX/低濃縮ウラン
	低濃縮ウラン炉心 (単位:MCI)	原子炉級MOX炉心 (単位:MCI)	低濃縮ウラン炉心 (単位:MCI)	原子炉級MOX炉心 (単位:MCI)	
Np-239	1754	1443	1754	1443	0.82
Pu-238	0.215	2.667	0.215	2.667	12.4
Pu-239	0.0267	0.1368	0.0267	0.1368	5.12
Pu-240	0.0348	0.3532	0.0348	0.3532	10.1
Pu-241	10.6	86.51	10.6	86.51	8.16
Am-241	0.0097	0.26	0.0097	0.26	26.8
Cm-242	2.964	58.29	2.964	58.29	19.7
Cm-244	0.1754	3.801	0.1754	3.801	21.7

ORIGEN-Sの計算による。
 エドウィン・S・ライマン,1999,
<http://kakujoho.net/mox/mox99Lyman.html>