

# 人間の時間尺度を超えた半減期のプルトニウム

プルトニウムの同位体核種は、その多くがなかなか毒性が消えてくれない長寿命核種であることが大きな特徴です。下表は2年間運転した電気出力100万kWの軽水炉(ウラン燃料の場合)の使用済核燃料に含まれるプルトニウム同位体の組成表です。(使用済核燃料1kgあたり)全体の半分以上をしめるプルトニウム239の半減期(その物理的放射エネルギーが半分となる期間)は2.41万年、プルトニウム239を高速中性子で照射すると生成される238の半減期はもっと短くそれでも87.7年、またプルトニウム239が中性子1個を吸収して生成される240が6560年、240がさらに中性子1個を吸収して生成されるプルトニウム241が14.4年。こうしたプルトニウム核種のほんのわずかな量(たとえば10億分の1g)でも体の中に取り込まれたと想像してみてください。たとえば同位体239の酸化物である酸化プルトニウムは不溶性です。呼吸で体の中に入った肺臓に付着して体の外に排出されません。また同じ酸化プルトニウムでも同位体238であれば、臓器や器官に付着後、臓器や器官から極めて迅速に吸収され、肝臓や骨、骨髄へ蓄積し慢性の内部被曝状態となることが知られています。肝臓や骨、骨髄への被曝線量は、最初に付着した肺への被曝線量よりはるかに大きくなるのです。事故を起こしたことがあるイギリスのセラフィード・プルトニウム核施設ややはり事故を起こした旧ソ連のマヤック・プルトニウム核施設で働いていた労働者への調査では、内部被曝線量に関連した染色体異常増加が報告されています。特にマヤックの調査では、被曝を休止した後も染色体異常

が報告されています。(Whitehouse et al.1998 及び Hande et al.2003,2005 など) またプルトニウム核種などの危険性はこうしたICRP系の学者の研究ばかりでなく、特に低線量内部被曝の危険性については、アメリカの兵器級プルトニウム製造工場だったワシントン州ハンフォード工場労働者の公衆衛生の観点からの疫学調査(ワシントン州健康・社会サービス局のサムエル・ミラムの研究)や放射線被曝の観点からの大掛かりかつ長期にわたる疫学研究(アメリカの疫学者トーマス・マンキューソの研究。のちイギリスの医科学者、アリス・スチュアートが参加)などによっても立証されています。四国電力・伊方原発が再稼働し、福島第一原発なみの苛酷事故を起こしたと想像してみてください。そして炉内からプルトニウムを含む大量の放射能が溢れだした、と想像してみてください。ゼニ、カネの問題ではありません。私たちの『生存権』、『いのち』の問題です。

使用済核燃料1kg中に含まれるプルトニウム同位体組成

放射能(半減期)	重量比(%)	放射能強度(兆ベクレル/kg)
プルトニウム-238(87.7年)	1.8	11.3
プルトニウム-239(2.41万年)	59.3	1.4
プルトニウム-240(6560年)	24.0	2.0
プルトニウム-241(14.4年)	11.1	425
プルトニウム-242(37.3万年)	3.8	0.0056

※2年間運転した電気出力100万kWの軽水炉の中にあるプルトニウム1kgに対する値  
【資料出典】原子力資料情報室「放射能ミニ知識」22. プルトニウム-239

# 核兵器体系(システム)としての第5空母航空団

2006年5月日米両政府の間で合意された『再編実施のための日米のロードマップ』が予定どおり実施に移されれば、現在米軍厚木基地を母基地としているアメリカ海軍太平洋艦隊第5空母航空団が来年2014年にその母基地を厚木から私たちのお隣岩国のアメリカ海兵隊岩国基地に移します。第5空母航空団とはそもそもいったいなんなのでしょう？新聞などでは「空母艦載機厚木から岩国へ移駐」などと書かれています。これは第5空母航空団を随分過小評価したいいかたです。第一「日米再編ロードマップ」の英語正文にはちゃんと“Relocation of Carrier Air Wing from Atsugi Air Facility to Marine Corps Air Station (MCAS) Iwakuni”(空母航空団の岩国海兵隊基地への移設)と書いてあり、「艦載機」などという曖昧な方はどこにもありません。それもそのはず。第5空母航空団はアメリカ海軍が国外に唯一常駐させる核攻撃・戦闘実戦部隊なのです。その中核を担うのが3つの攻撃戦闘飛行大隊の37機のFA/18スーパーホーネットです。核爆弾そのものではありませんが、核兵器体系(システム)の一翼を長距離ミサイル、核攻撃原子力潜水艦と並んで担っています。第5空母航空団のその他の飛行大隊は、スーパーホーネット部隊の実戦攻撃・戦闘を支援する部隊と考えて差し支えありません。ましてや横須賀を母基地とする航空母艦「ジョージ・ワシントン」は第5空母航空団を戦域に送り届け、前線基地としての役割をもつ単なる「運び屋」に過ぎません。アメリカの戦域における核攻撃の主役はあくまで「スーパーホーネット」部隊です。この役割の本質を覆い隠すいい方が「空母艦載機」というい方です。もし第5空母航空団というアメリカの核兵器体系の一角が岩国を母基地にすると、皮肉にも被爆都市「ヒロシマ」は、島根原子力発電所(中国電力)、伊方原子力発電所(四国電力)、今計画準備中の上関原子力発電所(中国電力)そして岩国基地とそのまわりを核(ニュークリア)に包囲されることとなります。

# 第5空母航空団(CVW-5)の構成

直属飛行大隊名	性格	主な装備	数量
VFA-27	攻撃戦闘機飛行大隊	F/A18E スーパーホーネット	12機
VFA-102	攻撃戦闘機飛行大隊	F/A18F スーパーホーネット	13機
VFA-115	攻撃戦闘機飛行大隊	F/A18E スーパーホーネット	12機
VFA-195	攻撃戦闘機飛行大隊	F/A18C ホーネット	12機
VAQ-136	電子戦闘飛行大隊	EA-6B ブラウアー	4機
VAW-115	艦載早期警戒飛行大隊	E-2C ホークアイ	4機
VS-21	海上制圧飛行大隊	S-3B バイキング	8機
HELASRON	対潜水艦ヘリコプター飛行大隊	SH-60F シーホーク	4機
HS-14	飛行大隊	HH-60H シーホーク	2機
VRC-30	艦隊兵站支援飛行大隊	C-2A グレイハウンド	12機
		UC-12 スーパーキングエア	3機

【参照資料】再編実施のための日米のロードマップ  
http://www.mofa.go.jp/mofaj/kaidan/g\_aso/ubl\_06/2plus2\_map.html  
CVW-5の戦歴  
http://www.globalsecurity.org/military/agency/navy/cvw5.htm  
アメリカ海軍 第5空母航空団の構成と主要装備  
http://www.inaco.co.jp/isaac/shiryo/US\_JP\_ST/CVW-5.htm



核攻撃機です。私たちヒロシマは身近に核を置くどころかさらに核攻撃の訓練を頭上でさせているのです。

# こうして広島は核に取り囲まれることになるのです

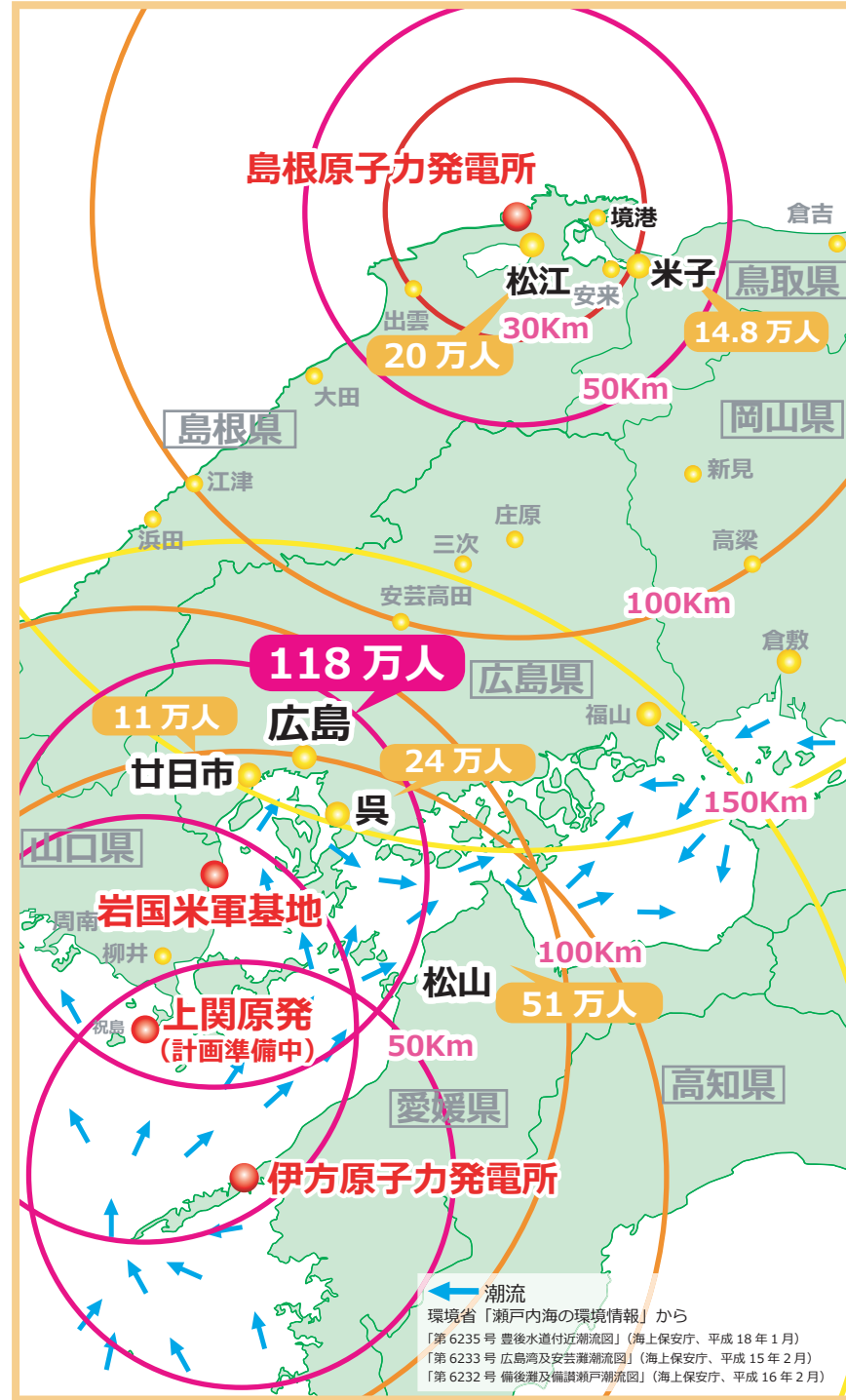
# 四電

いかたげんぱつ

# 第14回伊方原発再稼働を止めよう!

# 危険なプルトニウムを燃料とする伊方原発3号機が再稼働します(7/18以降)

たったひとつだけ、止める手立てがあります。それは100万広島市民が50万松山市民とともに、伊方原発再稼働を認めない、とはっきり政治意思表示をすることです。



# Nuclear 核に包囲される被爆都市ヒロシマ

## 伊方原発★広島から100km

3号機プルサーマル炉 再稼働最有力候補 プルトニウム

号機	認可出力	燃料	施工	経過年数
1号機	56.6万kW	二酸化ウラン	三菱重工業	36年
2号機	56.6万kW	二酸化ウラン	三菱重工業	31年
3号機	89万kW	ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料	ウエスティングハウス三菱重工業	19年

四国電力 伊方原子力発電所 (加圧水型軽水炉)

## 島根原発★広島から135km

1号機廃炉間近 2号機プルサーマル炉 3号機建設中もうすぐ完成 プルトニウム

号機	認可出力	燃料	主要契約者	経過年数
1号機	46万kW	二酸化ウラン	日立製作所	40年
2号機	82万kW	ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料(計画中)	日立製作所	25年
3号機	137.3万kW	二酸化ウラン	日立GE	建設中

中国電力 島根原発 (沸騰水型軽水炉)

## 上関原発★広島から80km

計画準備中。原子炉設置許可が下りる危険

号機	認可出力	燃料	原子炉設置許可	着工
1号機	137.3万kW	二酸化ウラン	申請準備中	未定
2号機	137.3万kW	二酸化ウラン	申請準備中	未定

中国電力 着工準備中の原発 上関原子力発電所

## 米軍岩国基地★広島から40km

2014年厚木から移駐・「岩国」を母基地化 米海軍唯一の国外実戦配備空母航空団

米海軍太平洋艦隊第5空母航空団(CVW-5) F/A18スーパーホーネット ミサイル台座最大11門 37機 核攻撃機・F/A18 12機 核爆弾搭載可能、その他電子戦闘飛行大隊、艦載早期警戒飛行大隊、海上制圧飛行大隊等

## 原子力規制委員会の新基準 再稼働最有力候補の伊方原発 3号機

広島から最も近い四国電力・伊方原発が、今年の7月以降再稼働となる第一候補です。現在原子力規制委員会は再稼働のための『新安全基準』作りを進めていますが、新基準はこの7月18日までの施行・実施は確実です。**新基準は『苛酷事故発生は防ぎようがない』ことを前提**として、もし発生したらいかにその被害の最小化を図るかを中心に組み立てられています。すなわち①「深層防護の徹底」、②「被害最小化のためのシステム信頼性の強化」、③「事故原因となる自然現象(地震・津波など)への防護対策強化」を方針としています。

新基準の骨子を、日本全国の既存原発に当てはめてみると、四国電力の伊方原発がほぼ現在の体制のまま再稼働申請ができる条件を備えていることがわかります。苛酷事故発生時には原子炉格納容器が壊れにくい原子炉を採用していることが条件となります。この点では、東電や中国電力が採用している沸騰水型原子炉は現在の設備に相当な安全装置を追加しなくてはなりません。しばらく時間がかりかかります。四国電力の採用している加圧水型原子炉もベント装置などをつけなくてはなりません、これには猶予期間

が与えられます。従って**加圧水型原子炉を採用している原発**が圧倒的に有利です。また事故発生時、重要な施設は地震にも津波にも耐えられる建物でなくてはなりません。また通信などの連絡が途絶えないようにしてはなりません。すなわち『**免震重要棟**』を完備していることが絶対条件となります。伊方原発は免震重要棟をすでに整備しています。こうして条件を当てはめていくと伊方原発はほぼ今のままで申請条件を満たしていることがわかります。

伊方原発では恐らく一番新しい**3号機が最有力候補となるでしょう**。1号機や2号機は稼働開始以来30年以上経過しており、器機や装置の劣化状況が懸念されます。1号・2号とも出力56.6万kWで現在の標準(100万kW)からすると経済効率が悪いのが難点です。ですから3号機が稼働となるでしょう。ところが、**3号機は危険極まりないプルサーマル機**なのです。プルサーマル機では燃料にプルトニウムを使います。それだけ事故の危険性が高くなります。さらに事故が起これば、ウラン燃料より、一層危険な核物質プルトニウムが漏れ出します。

## 伊方3号機はプルサーマル炉です -プルトニウムを使う危険な原子炉-

伊方原発3号機のようなもともとウラン燃料用の原子炉(加圧水型原子炉)にプルトニウム燃料を使うというのはいったいどういうことでしょうか？

日本で使われている原発用原子炉には大きく分けて沸騰水型原子炉(BWR)と加圧水型原子炉(PWR)の2種類があります。原子炉では燃料に中性子をあてて核分裂を人為的に起こし、核分裂から生ずる熱を使って蒸気を作り、タービン(原動機)を回し発電します。「原発とは巨大な湯沸かし装置だ」という学者がいますが、その通りなのです。原子炉内では、常に核燃料の温度を一定以下に保ち核燃料の崩壊を防ぎます。また中性子による核分裂の連鎖反応を一定に制御する必要がありますから、『**減速材**』や中性子による核分裂反応を制御する『**減速材**』を使います。ところが沸騰水型原子炉も加圧水型原子炉も『**冷却材**』や『**減速材**』に水を使います。そう、あのだの水です。普通の水です。これとは別に『**減速材**』に重水を使う原子炉(重水炉)もあります。こうした重水炉に対して水を使う原子炉を軽水炉と呼びます。ですから日本の発電用原子炉は全て軽水炉なのです。**軽水炉はもともとウラン燃料を使用することを前提にして設計されています。**

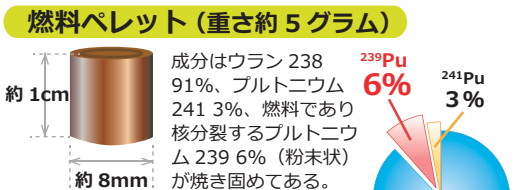
ウラン燃料とは最も核分裂しやすいウランの同位体ウラン235(<sup>235</sup>U)が3.5%~5%、残りが核分裂しにくいウラン238の核燃料のことです。実際には粉末にしてペレットと呼ばれる固形物に焼き固めています。(右ページのイラスト参照のこと)

伊方原発の原子炉の場合は、ウラン235の比率が約4%です。ですからウラン235が4%、ウラン238が96%の核燃料を使っています。しかしこれでは核爆発は絶対に起こりません。燃料全体に占めるウラン235の比率が小さすぎて核爆発に必要な一瞬の核の連鎖反応(1/1000秒以内)が起こらないからです。核爆発に必要なウラン235の比率(ウラン濃縮率)は最低でも90%以上なくてはなりません。ですから「ウラン濃縮をしないと核兵器開発をしている」とか「原発をもつのは核兵器を持つと同じ」とか全く根拠のない非科学的な話がまことしやかに語られますが、十分警戒しなければなりません。意図的に核兵器と原発を混同させるデマは、核兵器特有の危険性と原発特有の危険性を曖昧にし、私たちが事態を正しく理解することを妨げます。**「放射線の危険」という意味では後でも触れますが、原発の方が核兵器よりもはるかに危険なのです。**



プルサーマルの燃料ペレットは、ウラン235のかわりにこれも核分裂しやすいプルトニウム239を詰め替えます。ただし比率が違います。核分裂しにくいウラン238は変わりませんが、伊方3号炉プルサーマル燃料の場合はその比率は全体の91%です。プルトニウム239はウラン235と入れ替えてその比率は全体の6%です。残り3%はやはりプルトニウムの同位体でプルトニウム241です。プルトニウム239の核分裂による熱エネルギーはウラン235に比べて40倍も大きい、その分効率がいい、ということはいえませんが、長所はまた欠点でもあります。つまりそれだけリスクが大きいともいえます。また、MOXペレットはその化学的性質からして、ウラン燃料より融点が70℃も低く2720℃程度です。ですから一般論としていえば、**ウラン燃料よりもリスクが大きい**、ということではできましょう。四国電力は経産省から原子炉設置変更許可(普通炉からプルサーマル炉への変更)を取得する際、**3号炉内で40体までのMOX燃料集合体の収納を許可されていますが、四国電力が16体しか原子炉内に入れていないのは、ウラン燃料に比べてリスクが大きいことを十分認識していること**でしょう。

## 伊方3号機プルサーマル燃料に含まれる危険なプルトニウム239の量



**燃料棒**

ペレット約360個が細長く燃料棒に格納されている。燃料棒はジルコニウム合金で被覆されている。従って5gのペレットが360個入っているので、ペレット自体の重量は燃料棒1本あたり約1800gになる。

**燃料棒1本あたりに含まれるペレットの重量約1.8kg**

**燃料集合体**

17×17の加圧水型燃料集合体。集合体の中に上記燃料棒が264本格納されている。MOX燃料はフランスのマルクール原子力地区にあるメロックス工場で生産している。2008年4月から製造を開始。MOX燃料の伊方原発搬入完了は2009年5月27日。この時、21体が納入された。

**燃料集合体1体あたりのペレットの重量約475kg**

【資料出典】  
「原子燃料工業株式会社」webサイト  
「原子炉(軽水炉)燃料の紹介」より

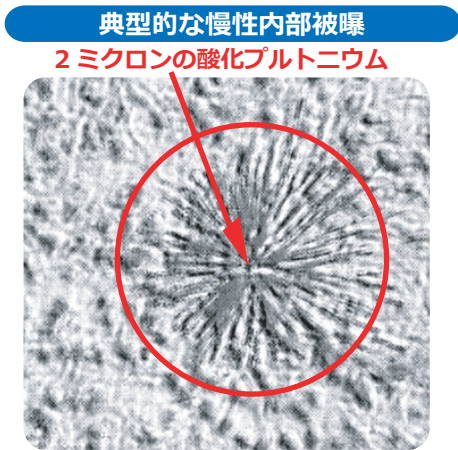


## プルトニウムの危険性

プルトニウムは自然界にはほとんど存在しません。今特に私たちが問題としているプルトニウムの同位体、プルトニウム239、240、241などの核種は全て原子炉や核兵器などから飛び出してくる人工放射性核種です。一般に**プルトニウムが危険視される大きな理由は、毒性が強いこと(細胞を破壊する力が大きい)**、また**人間の時間尺度をはるかに越えて、半減期が長いこと**があげられます。半減期が長いということは逆に時間当たりに放出する電離エネルギーが小さい、ということでもあります。たとえば福島原発事故直後、福島第一原発の1号機から3号機まで、希ガス性の放射性物質で半減期5.5日の短寿命核種キセノン133が1100京Bq(1100兆Bq)という天文学的な数字で放出されましたが、短寿命核種は逆に破壊エネルギーが大きいのです。

ところがプルトニウムは長寿命核種の上に毒性が強いという性格をもっています。右の写真はブタの肺臓に付着したプルトニウム酸化物(不溶性)の電子顕微鏡写真です。星のように見えているのはこのプルトニウム酸化物から照射されるα線の飛跡です。このプルトニウム酸化物の大きさは2ミクロン(100万分の2m)ですが、人間の細胞を損傷するには十分な大きさです。人間の細胞の平均的な大きさは1個5-6ミクロン(100万分の5-6m)しかありませんから、**2ミクロンのプルトニウム酸化物がたったの1個付着しただけで、周辺の細胞群は、ほぼ永久的に電離放射線の攻撃にさらされること**になります。(慢性被曝状況)また新生児ラットの動物実験では、プルトニウム238を1万2000Bq/kgを単体強制経口投与したところ投与2週間以内に45%の新生児ラットが死亡した、という実験もあります。(Fritsch et al.1987)

**プルトニウム238が1万2000Bq/kgは実効線量に換算してみると、わずか105.6μSv(0.1056mSv)にしか過ぎません。**



星形に見えるのは放射線の飛跡

上の写真はECRR2003の表紙を飾ったホットパーティクルの電子顕微鏡写真。肺の組織についた酸化プルトニウム粒子が放射線を出し続けている線の中心にあるのが、2ミクロンの酸化プルトニウム粒子。プルトニウムの半減期は1万年を超える。肺などの循環器系以外の組織についたものは、体外に排出されにくい。

(<sup>238</sup>Puの換算値を1Bq=8.8×10<sup>-6</sup>mSvとして) またプルトニウムは遺伝毒性が強いことでも知られています。**プルトニウム239を13Bq/kgほど注射されたマウスで骨髄細胞の染色体異常増加が確認**されています。(Svoboda et al.1987)

**プルトニウム239が13Bq/kgは実効線量に換算してみると3.5μSvにすぎません。**(<sup>239</sup>Puの換算値を1Bq=2.5×10<sup>-4</sup>mSvとして) プルトニウムの同位体がいかに毒性が強くまたその内部被曝の危険性が長時間持続するかがおわかりでしょう。人間の寿命からすると、その慢性被曝はほぼ永遠、と断言できます。**同時に内部被曝の恐ろしさを実効線量(Sv=シーベルト)の数値で判断することの誤りもおわかりいただける**と思います。核種や状況によっては1mSv以下の極低線量被曝でも十分に命にかかわるほど危険なのです。

【参照資料】  
ECRR2003年報告(2003年)、食品安全委員会「放射性物質の食品健康評価に関するワーキンググループ第3回会合」提出資料「プルトニウム知見のとりまとめ」(2011年5月12日)、『文部科学省告示第五十九号 放射線を放出する同位元素の数量等を定める件』(最終改正2012年3月28日)

## まとめ

- 伊方原発3号機原子炉格納容器内には、合計約7600kg(7.6t)のMOX燃料ペレットが存在。このうち、約6%が核分裂しやすい危険なプルトニウム239(<sup>239</sup>Pu)。したがって同格納容器内には**プルトニウム239が約456kg存在すること**になる。
- 1945年8月9日の長崎原爆はプルトニウム239が13kgほど含まれていたため、伊方原発3号機原子炉格納容器内には、**長崎原爆が約35発製造できるプルトニウム239が存在すること**になる。
- 2013年2月12日の北朝鮮3回目核実験はTNT火薬換算で約7000t(長崎原爆は2.1万t)と推定されている。ここで使用したプルトニウム239は2kgから7kgの推定幅がある。2kgだとすると相当高性能小型原爆という事になるので、多くはプルトニウム239の量は約4kgだと推定している。もしこれが正しいとすると、伊方原発3号機原子炉格納容器内には、**北朝鮮核、約114発分のプルトニウム239が存在すること**になる。
- 原発の危険と核兵器の危険は同じではない。核兵器の危険要素は1.熱線、2.爆風、3.放射能であるが、原発の危険は放射能である。しかし放射能の危険要素だけを取り上げてみると、伊方原発3号機のプルトニウムは3回目北朝鮮核よりもはるかに危険である。