

いかた げんぱつ

5 回伊方原発再稼働を止めよう

2013年3月16日(土曜日)15:00~16:00

◆場所:広島平和公園 元安橋東詰 出発 ◆主催:伊方原発の再稼働を許さない市民ネットワーク・広島 ◆連絡先:原田二三子 (crew\_office@hiroshima-net.org)

# 厄険な伊万原発が再 プルトニウムやトリチウム 厖大に貯めこまれた放射性物質



たら…原子力規制委員 会は「原発は苛酷事故 を起こす」ことを前提 にしています。

たったひとつだけ、「伊方」を止める 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。

# 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

19年

四国電力 伊方原子力発電所(加圧水型軽水炉) 認可出力 燃料 経過年数 施工 1号機 56.6 万 k W 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 ァン・ブルトニ! 混合酸化物燃料

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

中国電力 島根原発 (沸騰水型軽水炉)

号 機	認可出力	燃料	主契約者	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

# 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

中国電力 看工準備中の原発 上関原子力発電所					
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	

# 伊方3号機はプルサーマル炉ですープルトニウムを使う危険な原子炉ー

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。こうした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、ウラン238が96%の核燃料を使っています。

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を入れます。ただし比率が違います。核分裂しにくいウラン238を全体の91%にしています。残り9%のうち6%がプルトニウム239、最後の3%はやはりプルトニウムの同位体であるプルトニウム241です。

ところでプルトニウム239の核分裂の熱エネルギーはウラン235に比べて40倍も大きいのです。その分効率がいい、とい

うことは言えますが、長所はまた欠点でもあります。つまりそれだけ危険が大きいともいえます。また、プルトニウムとウランを入れた混合燃料 (MOX) ペレットはその化学的性質からして、ウラン燃料より溶融点が70℃も低く2720℃程度です。ですからウラン燃料よりも燃料をできます。もともとウラン燃料に設計された軽水炉にプルトニウム燃料を使うことに無理があるのです。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(2006年11月。下記年表参照のこと)、3 号炉内で40体までのMOX燃料集合体の格納を許可され、その後フランスのメロックス社から21体の核燃料集合体を仕入れていますが、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のことでしょう。3号炉は福島原発事故の影響で2012年1月以来、「定期点検」に入って稼働を停止し、原子炉内は冷温停止状態ですが、二度と再稼働させるべきではありません。危険すぎます。

#### 四国電力 3号機プルサーマル炉の経緯

2004年11月1日	四国電力 3号機プルサーマル炉への原子炉設置変更許可申請
2006年3月28日	経済産業大臣より許可
	MOX 集合体 40 体以下の許可
	プルトニウム 239 の割合約 6%
2006年11月28日	3 号機プルサーマル使用の MOX 燃料加工に関する契約を三菱重工業と締結
	三菱重工業はフランス・メロックス社(MOX 燃料製造会社)に製造委託。
	なおメロックス社はアレヴァ社 100% 子会社
2008年4月	メロックス社で MOX 燃料の製造開始
2009年3月6日	MOX 燃料集合体輸送開始。フランス・シェルブール港を日本に向けて出発
2009年5月27日	MOX 燃料集合体伊方原発へ搬入完了。21 体搬入。
	なお、この時同時に中部電力浜岡原発分 28 体(沸騰水型用)と九州電力玄
	海原発分 16 体(加圧水型用)も入荷。
2010年3月	3号機プルサーマル炉運転開始
2011年3月7日	通常運転中 3 号機中央制御室室内放射線量を測定するモニタの指示が一時的
	に約 60µS v / h (警報設定値 2.6µS v / h ) に上昇し、これに応じて中央
	制御室の換気系隔離信号が発信され、当該系統が隔離。その後、モニタ指示
	は低下。通常の値である 0.2μS v / h に戻る。
2012年1月13日	福島原発事故の影響で「定期点検」による運転・送電停止。現在に至る

# 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 能核種です。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Bg(1100万兆Bg)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

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a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のには十分な大きさです。

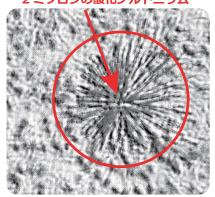
人間の細胞の平均的な大きさは1個5-6ミクロン(100万分の5-6m)しかありませんから、2ミクロンのプルトニウム酸化物がたったの1個付着しただけで、周辺の細胞群は、ほぼ永久的に電離放射線の攻撃にさらされることになります。(慢性被曝状況)また新生児ラットの動物実験では、プルトニウム238を1万2000Bq/kgを単体強制経口投与したところ投与2週間以内に45%の新生児ラットが死亡した、という実験もあります。(Fritsch et al.1987)

1万2000Bq/kgのプルトニウム238を 実効線量に換算してみると、わずか105.6 μSv (0.1056mSv) にしか過ぎません。 (238Puの換算値を1Bq=8.8×10-6mSv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。(239Puの換算値を1Bq=2.5×10-4mSv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

# 典型的な慢性内部被曝

2 ミクロンの酸化プルトニウム



**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おり、その 飛跡の撮影に成功したもの。放射している線の中心 にあるのが、2 ミクロンの酸化ブルトニウム粒子。 プルトニウムの半減期は 1 万年を超える。循環器系 以外の肺などの組織についたものは、体外に排出されにくい。

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 年勧告 (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)

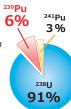
# 伊方3号機プルサーマル燃料に含まれる 危険なプルトニウム 239 の量

### 燃料ペレット(重さ約5グラム)



約 4m

成分はウラン 238 91%、プルトニウム 6% 241 3%、燃料であり 核分裂するプルトニウ ム 239 6% (粉末状) 約8mm が焼き固めてある。



#### 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

「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



一体伊方原発にはどのくらいの放射性 物質がため込まれているのでしょうか?

高レベル放射性物質(核燃料を含む)は 別として、現在伊方原発には20以缶に換 算して約3万本の低レベル放射性廃棄物 が蓄積されています。本来は青森県の 六ヶ所村にある『六ヶ所再処理施設』 (日本原燃) の低レベル放射性廃棄物埋 設センターに送ってここで埋設処分され るはずですが、すでに同センターは能力 一杯でこれ以上受け入れられません。 従って伊方原発敷地内に溜まりつづける 一方です。

肝心の高レベル放射性物質はどうで しょうか?まず伊方原発1~3号機の原子 炉内には、合計383体のウラン燃料集合 体が格納されており、その合計のトン数 は約172トンになります。これはウラン 235とウラン238の合計です。ウラン燃 料はすでに一定部分は燃やされてプルト ニウムなど「死の灰」に変化しています が、ウラン燃料にして約172トン分の放 射性物質があることには変わりません。 「ウランが172トン」、といわれてもピ ンときませんが、広島原爆と比較してみ ましょう。広島原爆で使われた放射性物 質は約75kgでした。 (濃縮度約80%のウラ ン235が60kgだったとして)原爆と原発は その危険の因子が全く違うため同じもの ではありませんが、放射性物質の危険、

死の灰の危険と言う意味では全く同じで す。そうすると広島原爆の約2300発分の 高濃度放射性物質が、伊方原発1-3号炉 内にある、ということになります。実は これだけではありません。これまで使用 してきた燃料集合体は、3-4年に一度新 燃料と入れ替えになります。こうして出 てくるのが使用済み核燃料です。本来は これも六カ所再処理施設に送るのです が、現地に受け入れ能力がありません。 仕方なしに、伊方原発敷地内に保管して います。これが現在1408体。1体あたり の放射性物質の量を約400kgと計算して みれば、使用済み核燃料は563トンの放 射性物質を抱えているという計算になり ます。広島型原爆の約7500発分です。 従って使用済み核燃料と炉内の核燃料だ けで広島原爆の約1万発分の放射性物質 を伊方原発敷地内にため込んでいること になります。なおこれには、新燃料やプ ルトニウム混合燃料の集合体は計算に入 れていません。こうしてみると原発は原爆 よりはるかに危険ということになります。

もし、大地震(大いに可能性があります) やその他の自然災害あるいは人災による 事故が発生することを想像して見て下さ い。これらの大量の放射性物質は、一斉 に・・・いや、恐ろしい想像をするのはやめ ましょう。その替わりに伊方原発を廃炉 にしましょう。

#### 四国電力・伊方原発が保有する核燃料

	1号機	2号機	3号機
電気出力	56.6 万 kW	56.7 万 kW	89 万 kW
原子炉型式	加圧水型	加圧水型	加圧水型
	2 ループ	2 ループ	3 ループ
燃料集合体数	121 体	121 体	157 体
(うち MOX)	_	_	(16 体)
全ウラン装荷量	約 49 トン	約 49 トン	約 74 トン
状況	定期点検中	定期点検中	定期点検中

使用済核燃料集合体数:1408体(2011年度末)

【参照資料】四国電力公式 Web サイト『伊方発電所・設備概要』など。 http://www.yonden.co.jp/energy/atom/ikata/page\_02.html

#### 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 (239Pu)。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 ので、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。



# 原子炉格納容器(加圧水型)

伊方原発 3 号機原子炉格納容器には 157 体の燃料集合体が一時に収納する ことができます。このうち、MOX 燃 料集合体は、16体。経産省からの設 置許可では40体以下となっているが、 現在は16体しか収納していない。残 り141体は通常のウラン燃料集合体。 (いきなり、40体ではリスクが高いと いう判断だと考えられる。なお、同原 子炉はもともとウラン燃料用に設計さ れているが、MOX ペレットの溶融点 はウラン燃料よりも70度も低い摂氏 約 2720 度などウラン燃料に比べてリ スクが大きくなる。)

3号機原子炉格納容器内の MOX 燃料集合体数は 16 体 格納容器内のペレット重量 約 7600kg

#### 再稼働最有力候補の伊方原発 3 号機 原子力規制委員会の新基準

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で再稼働申請 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 くてはなりませんが、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 えないようにしていなくてはなりませ 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。



# トリチウム(三重水素)の危険

四国電力・伊方原発の危険は、一つに は大量のトリチウム発生と瀬戸内海への 放出の問題があります。これは事故を起 こさなくても通常運転でも液体の形(つ まり水の中に混ざった状態) で放出してい るわけです。それにしても伊方原発の放 出するトリチウムの量は商業用原子炉と しては異常に多いのが特徴です。(関西電 力の美浜・高浜・大飯の 3 原発も液体トリチ ウム放出が多いので有名)

トリチウムとはいったい何でしょう か?水素の同位体には3種類あります。 軽水素(1H)、重水素(2H)、三重水素 (3H) です。元素としての水素は陽子 1 個と電子 1 個でできあがっており、中性 子を持ちません。これが軽水素です。し かし軽水素は中性子 1 個を吸収して重水 素に変わります。また重水素は中性子 1 個を吸収して三重水素に変わります。こ れがトリチウムです。軽水素も重水素も

安定した同位体で、自然の核壊変をしま せん。ところがトリチウムは自然の核壊 変をして、ヘリウム(He)に元素転換し ます。3 つの同位体は自然にも存在しま すので、自然の状態での比率であればな んの問題もおこりません。ところが原子 炉の中で大量に生成されるトリチウムと なると話はごろっと変わります。濃度が 違うからです。例えていえば 100 万個 の水素原子のうち 1 個が三重水素 (トリ チウム) であれば問題は全くおこりませ ん。しかし 10 個の水素原子のうち 1 個 がトリチウムならば、そしてこれが体の 中に取り込まれれば大きな問題が起こり ます。

水素は体の細胞を形成するのに欠かせ ない元素です。何しろ体の成分のうち約 70% は "水" です。 平均的な細胞も 70%は"水"です。水素はH2O(水の分子式) の重要構成元素です。私たちの体も大量 の水素を常時必要としています。こうして体 に取り込まれた水素は重要な高分子(たんぱ く質など)を作る元素として働きます。とこ ろが普通の水素だと思って高分子の材料にし たら、それがトリチウムならば、そのトリチ ウムは時間の経過と共にヘリウムに元素転換 してしまいます。ヘリウムには分子を結合さ せる能力はありませんから、その分子は結合 を破壊されます。そうした分子でできた細胞 もまた、損傷し破壊されます。これが 100 万個に 1 個程度発生すれば問題はありませ ん。細胞には修復能力があるからです。しか し 10 個に 1 個これが発生すれば、細胞は異 常を起こすか死滅します。(下記のイラスト参 照のこと) だからトリチウムを大量に含んだ 水はもう普通の水ではなく、危険な内部被曝 をおこす放射性物質となるのです。電力業界 は「トリチウムはエネルギーが弱く人体に害 がない」と宣伝し、ほぼ規制なしに環境に放 出していますが、以上見たように大量で濃度 の高いトリチウムは危険です。

## 伊方原子力発電所が10年間で 放出した液体の形でのトリチウム

単位:ベクレル 2010年 51兆 2005年 53兆 57兆 2004年 68兆 2009年 58兆 54兆 2008年 2003年 66兆 52兆 2007年 2002年 2006年 46兆 2001年 47兆 552兆

合計

