

プルサーマル



電気事業連合会

〒100-8118 東京都千代田区大手町 1-3-2
TEL. 03-5221-1440
<http://www.fepec.or.jp/>

北海道電力 <http://www.hepco.co.jp/>
東北電力 <http://www.tohoku-epco.co.jp/>
東京電力 <http://www.tepco.co.jp/>
中部電力 <http://www.chuden.co.jp/>
北陸電力 <http://www.rikuden.co.jp/>
関西電力 <http://www.kepco.co.jp/>
中国電力 <http://www.energia.co.jp/>
四国電力 <http://www.yonden.co.jp/>
九州電力 <http://www.kyuden.co.jp/>

日本原子力発電 <http://www.japc.co.jp/>
日本原燃 <http://www.jnfl.co.jp/>
電源開発 <http://www.jppower.co.jp/>

「プルサーマル」ってなに？

プルサーマルはいままでの発電と何が違うの？

プルサーマルのリスクと安全対策は？ いままでと違うの？

なぜプルサーマルを進めるの？

プルサーマルについて、もっと知りたい！



植物油インキを使用しています。



古紙配合率100%再生紙を使用しています。

Q 「プルサーマル」ってなに？

使用済燃料をリサイクルして原子力発電所で再び使うことです。

原子力発電所で使い終わったウラン燃料(使用済燃料)には、まだ再利用できる**プルトニウム**とウランが95~97%も残っています。そこで、使用済燃料を使えるものと使えないものに分別(再処理)して取り出したプルトニウムを利用し、新しい燃料(**MOX燃料**)を作ります。このリサイクルして作ったMOX燃料を、現在の原子力発電所で再び使うことを「**プルサーマル**」と呼びます。



九州電力(株)玄海原子力発電所

| | | |
|--|---|--|
| <p>プルサーマル プルトニウムとサーマルリアクター(現在の原子力発電所)の二つの言葉を合わせた造語。</p> | <p>MOX燃料 プルトニウムとウランを混合して作った混合酸化物燃料「Mixed Oxide Fuel」の略語。</p> | <p>プルトニウム 天然には存在しない人工の放射性元素。原子力発電所では運転中に、ウラン燃料の中の一部が中性子を吸収して生まれる。ウラン同様に核分裂するため、原子力発電所の燃料として使える。</p> |
|--|---|--|

2015年度までに、全国の16~18基で導入を目指しています。

日本の原子力発電所では、現在54基の原子炉が運転しており、さらに14基が建設中または建設準備中です(2010年3月末現在)。電力会社11社は、このうちの16~18基で2015年度までにプルサーマルを導入することを目指しており、九州電力(株)玄海原子力発電所3号機では2009

年12月に、国内で初めてプルサーマルによる営業運転を開始しました。さらに四国電力(株)伊方発電所3号機では2010年3月、東京電力(株)福島第一原子力発電所3号機では2010年10月にプルサーマルによる営業運転を開始しました。

■プルサーマル計画一覧

| 電力会社 | 発電所名 |
|---------|------------------------------------|
| 北海道電力 | ① 泊発電所3号機 |
| 東北電力 | ② 女川原子力発電所3号機 |
| 東京電力 | ③ 福島第一原子力発電所3号機を含む東京電力の原子力発電所の3~4基 |
| 中部電力 | ④ 浜岡原子力発電所4号機 |
| 北陸電力 | ⑤ 志賀原子力発電所1号機 |
| 関西電力 | ⑥ 高浜発電所3、4号機 ⑦ 大飯発電所1~2基 |
| 中国電力 | ⑧ 島根原子力発電所2号機 |
| 四国電力 | ⑨ 伊方発電所3号機 |
| 九州電力 | ⑩ 玄海原子力発電所3号機 |
| 日本原子力発電 | ⑪ 敦賀発電所2号機 ⑫ 東海第二発電所 |
| 電源開発 | ⑬ 大間原子力発電所(建設中) |
| 11社 | 合計 16~18基 |



Q プルサーマルはいままでの発電と何が違うの？

燃料全体のうちの3分の1程度までをMOX燃料に替えて使います。

現在の原子力発電所はウラン燃料のみを使っていますが、プルトニウムが発電の途中で生まれ、発電量の約3~4割はプルトニウムによるものです。プルサーマルでは、燃料全体のうちの3分の1程度*1を、最初からプルトニウ

ムを含むMOX燃料に替えて使うことで、プルトニウムの発電量の割合は約5~6割になります。また、プルサーマルを行うために原子力発電所は特別な設備変更などを行うことなく、現在の設備をそのまま利用できます*2。

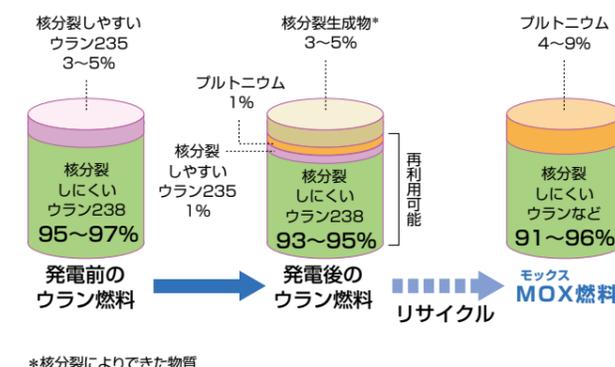
*1 国の原子力安全委員会において、MOX燃料の割合が3分の1程度までであれば、ウラン燃料のみを使用した場合と同様に扱えることが確認されています。
*2 建設中の大間原子力発電所では、MOX燃料のみで発電できるように当初から設計しています。

■MOX燃料の形と成分

MOX燃料は現在使っているウラン燃料と比べて、含まれるプルトニウムとウランの濃度は異なりますが、ペレットや燃料集合体の大きさ・形は同じです。

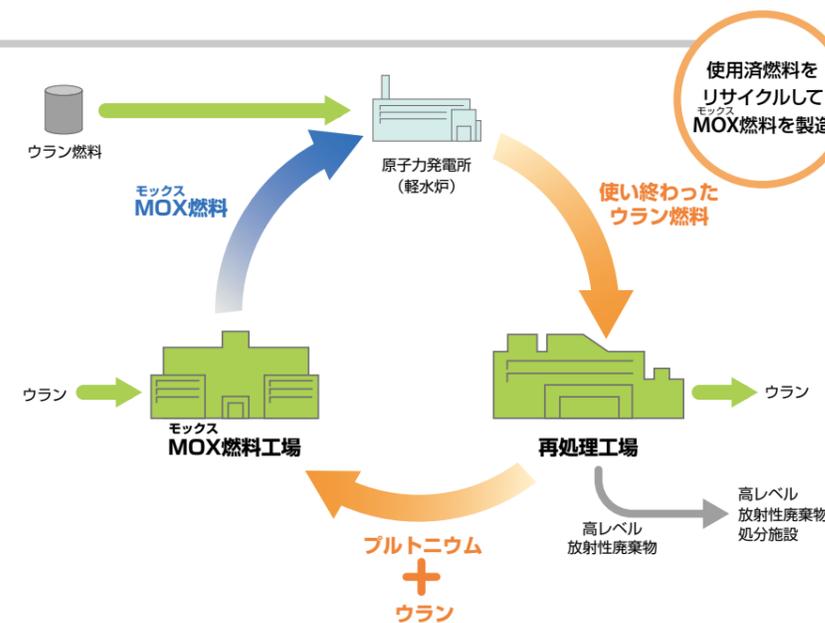


MOX燃料ペレット(例)
(直径約1cm×高さ約1cm)



■MOX燃料製造の流れ

原子力発電所で使い終わったウラン燃料(使用済燃料)は再処理工場に送り、再利用できるプルトニウムとウラン、使えない高レベル放射性廃棄物に分別します。次に、取り出したプルトニウムとウランなどを使って、MOX燃料工場で作ります。当面はイギリスやフランスに製造を委託しますが、2016年3月から日本国内(青森県六ヶ所村)でMOX燃料を作る予定です。



Q プルサーマルのリスクと安全対策は？ いままでと違うの？

MOX燃料を取り扱う時には、従業員はもとより周辺環境に放射線の影響が及ばないように、安全対策を行います。

MOX燃料は、ウラン燃料に比べて放射線を出す能力(放射能)が強いので、原子力発電所でMOX燃料を取り扱う時には、従業員はもとより周辺環境に放射線の影響が及ばないように安全対策を行います。

① MOX燃料を輸送する時は、遮へい対策をした専用容器を使う。

- ② 原子力発電所内では、従業員がMOX燃料を取り扱う場合に、遮へい対策をした専用装置で遠隔操作を行うことや、放射線を通しにくい水中にMOX燃料を入れて保管するなどの対策を行う。
- ③ 使用済MOX燃料は、使用済ウラン燃料と同様に水中で保管する。

■新燃料から出る放射線の量(例)

| 燃料の種類 | 表面線量率 |
|-------|--------------|
| MOX燃料 | 約2.2(mSv/h) |
| ウラン燃料 | 約0.03(mSv/h) |

mSv/h(ミリシーベルト毎時)：放射線により、身体が受けた影響を表す単位

MOX燃料の方が放射線の量が多い

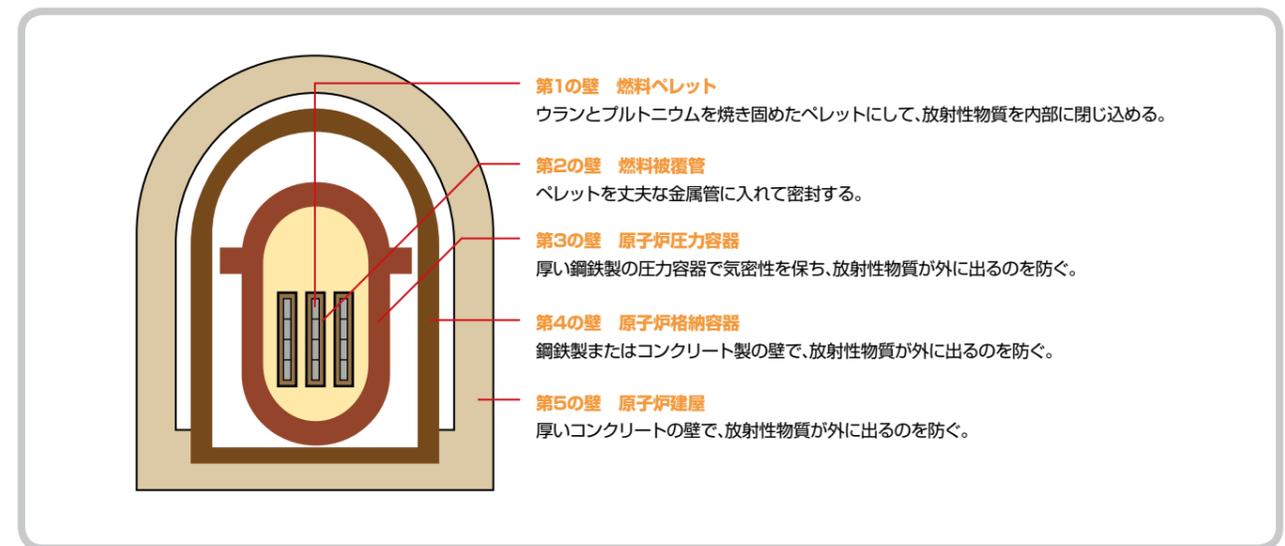
プルトニウムによる、がんの危険性について
プルトニウムの粒子を肺に吸い込んだ場合には、放射線の影響でがんになる危険性があります。しかし原子力発電所で使用するMOX燃料は、プルトニウムとウランを混ぜて焼き固め、燃料被覆管に密閉してあるので、いままでのウラン燃料と同様に、粒子になって施設の外に飛散するリスクはほとんどありません。

放射性物質を「5重の壁」で閉じ込めます。

原子力発電所で万が一の事故が起きたら、原子炉を止め、放射性物質が外部に漏れないように「5重の壁」でしっかり閉じ込めます。この対策は原子力発電所が備えている

基本的な安全対策です。したがって、プルサーマルを行うことで被害が大きくなるということはありません。

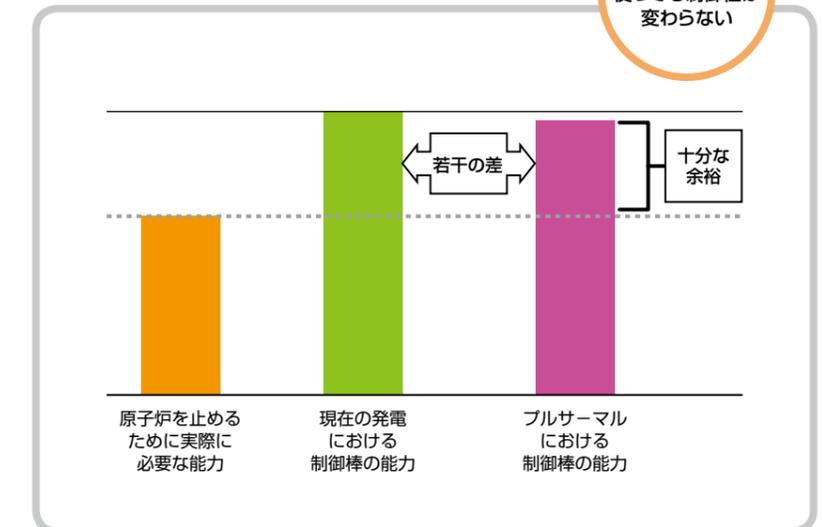
■放射性物質を閉じ込める5重の壁



制御棒の能力には十分な余裕があります。

制御棒は、原子炉内で核分裂を停止・制御するための主要な装置で、車のブレーキとアクセルのような役割を持っています。プルサーマルを行うと、MOX燃料の特性により、制御棒が原子炉を停止・制御する能力が若干落ちます。しかし、制御棒の能力はもともと十分な余裕を持った設計をしています。また、MOX燃料とウラン燃料の配置などを工夫することで、いままでと同じ程度に原子炉を停止・制御することができます。したがって、制御棒は現在使っているものをそのまま使用しても、安全上問題となることはありません。

■制御棒が原子炉を止める能力(イメージ)



平成13年版原子力安全白書より作成

MOX燃料は融点が低いという特性がありますが、いままでと同様に、安全上問題となることはありません。

下の表を例にとると、MOX燃料が溶け出す温度(融点)は約2,720℃で、ウラン燃料が溶け出す温度である約2,790℃よりも約70℃低いという特性があります。しかし、原子力発電所で運転中のMOX燃料の温度は通常時で約1,770℃で、万が一異常な運転をした場合でも、約

2,320℃と想定されています。つまり、運転中のMOX燃料の温度は融点よりも低いので、燃料が溶けるリスクはウラン燃料と同様にほとんどなく、安全上問題となることはありません。

■加圧水型軽水炉(PWR)における燃料中心温度の評価例

| | 通常時 | 異常時 | 融点 |
|-------|---------|---------|---------|
| ウラン燃料 | 約1,770℃ | 約2,320℃ | 約2,790℃ |
| MOX燃料 | 約1,770℃ | 約2,320℃ | 約2,720℃ |

燃料の成分によって、燃料中心温度や融点は若干異なる。
出典：平成13年版原子力安全白書

燃料が溶け出すまでには十分な余裕がある

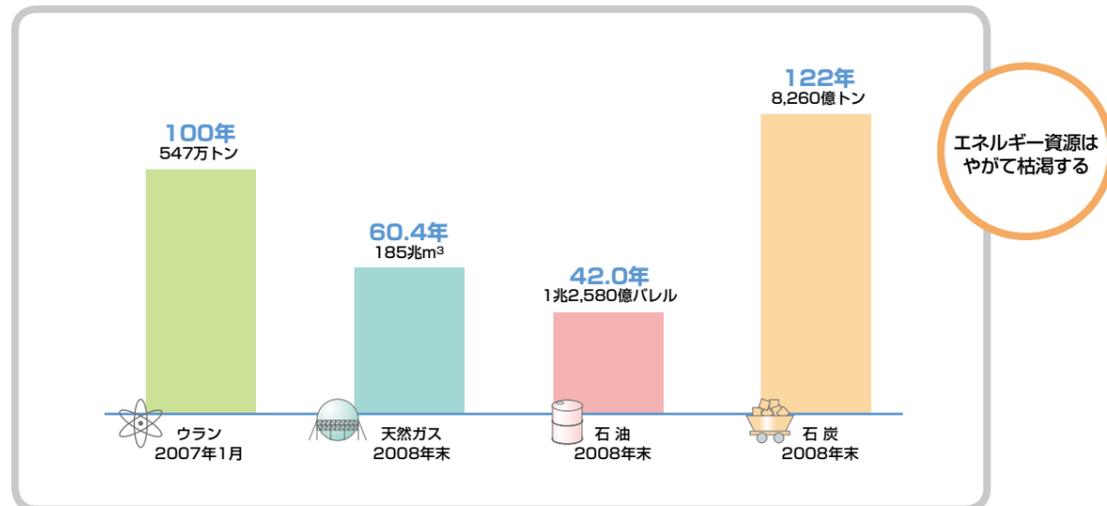
Q なぜプルサーマルを進めるの？

ウラン資源の有効活用と、エネルギーの安定供給のため

石油・天然ガス・ウランなどのエネルギー資源には限りがあります。また、日本はエネルギー資源のほとんどを海外から輸入しており、エネルギー自給率はわずか4%にすぎません(2008年実績)。このような状況で、日本にと

って使い終わったウラン燃料をリサイクルしてプルサーマルを進めることは、「ウラン資源の有効活用」と「エネルギーの安定供給」の両面で有効な手段です。プルサーマルを行うと、ウラン資源が1~2割ほど節約できます。

■世界のエネルギー資源の確認可採埋蔵量と可採年数



確認可採埋蔵量は、存在が確認され経済的にも生産され得ると推定されるもの。
出典:資源エネルギー庁「原子力2010」

高レベル放射性廃棄物の体積を60%減らせるため

使用済燃料を再処理しない場合、そのまますべてが高レベル放射性廃棄物となります。一方プルサーマルなど、資源を有効に使うために使用済燃料を再処理する場合は、再利用できるプルトニウムとウラン、使えない高レベ

ル放射性廃棄物に分別します。この分別により、高レベル放射性廃棄物の体積を約60%削減できるメリットが生まれます。

プルトニウムの平和利用のため

プルトニウムは核兵器の材料にもなる物質です。したがって、日本は利用目的のない余分なプルトニウムを持たないことを国際的に公約しています。プルサーマルによる

プルトニウムの平和利用は、世界への約束を守ることにもなります。

プルサーマルについて、もっと知りたい！

電気料金は高くないの？

プルサーマルを実施しても、電気料金への影響はわずかです。

①原子力発電のコストに占める燃料取得費の割合は約10%と低いこと、②日本の原子力発電所でプルサーマルを行う原子炉は全体の約3分の1であること、③炉心に入れるMOX燃料の割合は約3分の1であることから計算すると、プルサーマルを実施することによる原子力発電コ

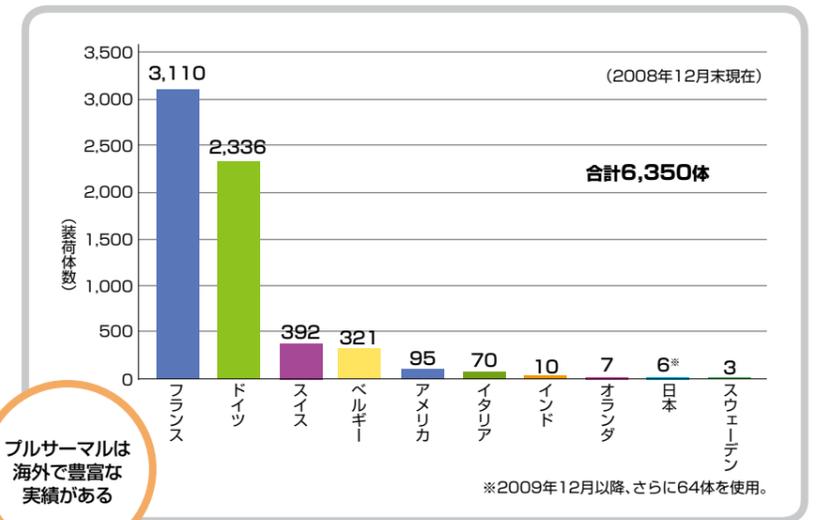
ストに与える影響は(10%×1/3×1/3=)1%程度となります。また、電気料金は原子力発電のコストだけでなく、他電源の発電コスト、送電・配電コスト、営業コストなどの全体で決まるため、電気料金への影響はさらに小さくなります。

海外では行われているの？

プルサーマルは世界10ヶ国で実績があります。

プルサーマルは1960年代から、フランス・ドイツ・スイスなど10カ国・58基の原子力発電所で行われてきました。いまでもアメリカ・フランス・ドイツ・ベルギー・スイスが継続して実施しています。日本では1986年から1991年の間に、日本原子力発電(株)敦賀発電所1号機と関西電力(株)美浜発電所1号機の2ヶ所で、合計6体のMOX燃料を使用した実績があります。2009年12月以降、九州電力(株)玄海原子力発電所3号機で16体、四国電力(株)伊方発電所3号機で16体、東京電力(株)福島第一原子力発電所3号機で32体のMOX燃料を使用しています。

■各国の軽水炉におけるMOX燃料の使用実績(装荷体数)



プルサーマルは海外で豊富な実績がある

出典:資源エネルギー庁「原子力2010」

使い終わったMOX燃料は？

これから検討が始められます。

国は「使用済MOX燃料は使用済ウラン燃料と同様に、再処理してプルトニウムとウランを回収し、有効利用すること」を基本方針として、2010年頃から使用済MOX燃料の処理の検討を始めるとしています。

なお、使用済MOX燃料は、これまでに国内では日本原子力研究開発機構の東海再処理施設で、海外ではフランスのラ・アーグ再処理工場などで再処理された実績があります。