

原子力発電電報

四季報

NO.42
春号/2008

私はこう思う

北欧に学ぶ冷静な判断力

伊藤聡子（キャスター）

特集

**プルサーマルの実施は
大きな意義があります**





電気の
リサイクル

電気事業連合会 広報部
<http://www.fepec.or.jp>

私はこう思う

北欧に学ぶ冷静な判断力

伊藤聡子(キャスター) 3

特集

プルサーマルの実施は 大きな意義があります

4

トピックス

- 国際原子力機関 中越沖地震による
柏崎刈羽原子力発電所の重要機器の損傷認めず
- 「温暖化対策として原子力利用の拡大を」
原子力委員会が報告書 10

お知らせ

- 電気事業連合会のホームページをご覧ください
- 「原子力データ」の掲載終了について 11

はじめに

貴重な資源の リサイクル プルサーマル

「21世紀は環境の時代」と言われ、10年近くが経過し、省エネやリサイクルなどの環境にやさしいライフスタイルを実践されている方も増えてきました。

さて、原子力発電の世界においても、資源のリサイクルがあることをご存知ですか？

原子力発電所で使い終わった燃料は、使えるものと使えないものに分別し、「再処理」をすることで再び燃料としてリサイクルできます。

今回の特集では、この原子力発電所でのリサイクル「プルサーマル」をわかりやすく説明します。



九州電力(株)玄海原子力発電所

私こう思う



北欧に学ぶ冷静な判断力

伊藤聡子（フリーキャスター）

1月末、高レベル放射性廃棄物の処分研究施設の視察で、スウェーデンとフィンランドを訪ねました。フィンランドではすでに処分予定地が決定し、スウェーデンでは現在2箇所に絞られている処分候補地が来年にも決定します。

日本はというと、処分にむけて一刻も早い調査が必要でありながら、未だ調査候補地として手をあげる自治体はなく、まだまだ原子力発電や高レベル放射性廃棄物に対する理解が進んでいるとは言えません。環境大国・北欧の人々はこれらの存在をどのように理解し、受け止めているのでしょうか？

今回まず驚いたのは、厳寒の地であるはずの北欧の街に雪も氷も全くない事。この異例の暖冬はマスコミでも連日取り上げられ、温暖化の影響を肌で感じる両国の人々の間では、具体的なCO₂の排出削減にむけた意識が高まっているといいます。さらに福祉国家として高い社会保障を維持するためには、安定した電力の供給が必要不可欠であることから、CO₂を出さず、少ない燃料で大量発電が可能な原子力発電への理解がますます進んでいるのです。

スウェーデンでは、米国・スリーマイル島の事故をきっかけに、1980年の国民投票で段階的な原子力発電所の廃止が決定しています。しかし、最新の世論調査では原子力発電への支持は8割に達し、政府も閉鎖期限を数回延期。フィンランドでも5基目となる新たな原子力発電所を建設中です。実はこの高い支持には、「自立」への決意も手伝っています。長年隣接するロシアの脅威と戦い、電力も輸入先のロシアから度々供給を停止されることがあったフィンランドでは、自前の電力を確保することが国にとっての重要課題であり、そのために何が必要なのかを国民がきちんと認識しています。だから原子力発電を選択した時点で、出てくる廃棄物も当然のこととして受け入れているのです。もちろん、彼らにも安全面への不安はあります。しかし感情だけで拒絶するのではなく、施設に訪れ、正しく知って判断しようとしているのです。

私は昨年、地震後の柏崎刈羽原子力発電所を見学しましたが、周囲の被害の大きさにも関わらず原子炉の建物がびくともしてないことに技術力の高さを実感できました。また、六ヶ所村の原子燃料サイクル施設でも、核物質防護の徹底ぶりをみることで、かつての不安や誤解は払拭された経験があります。

日本のエネルギー自給率はわずかに4%。食料自給率よりはるかに低く、さらに来るべき高齢化社会、福祉の充実のためにはますます電力が必要になります。決して北欧2カ国と環境は変わりません。私達は、現実をしっかりと見つめ、国にとって生活にとって何が必要で、それによって生じる責任は何か、冷静に判断し選択する目を持つべきだと感じます。

そのためにも不安を煽るだけの報道は見直す必要があるし、食育同様にエネルギー教育も充実させ、国としての自立の大切さを教えていくことも急務なのではないでしょうか。

プルサーマルとは？

現在、運転中の原子力発電所は、燃料にウランを使用しています。

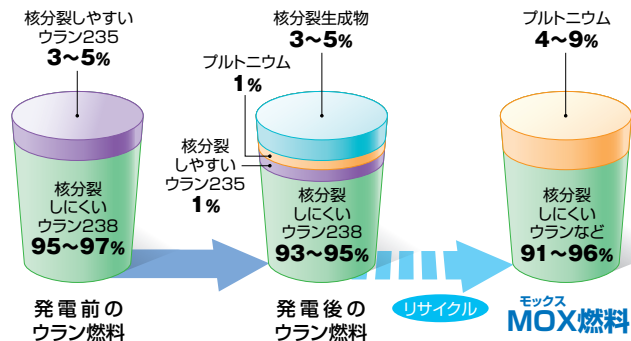
原子力発電所で使い終わったウラン（使用済燃料）の中には、再利用できるプルトニウムとウランが95～97%も含まれています。

使用済燃料は再処理工場に運ばれ、プルトニウムやウランといった資源と、再利用できない高レベル放射性廃棄物に分別されます。分別したプルトニウムとウランは、新しい燃料（MOX燃料：Mixed Oxide Fuelの略称）として、燃料工場（MOX燃料工場）で加工され、原子力発電所で再利用されます。これがプルサーマルです。

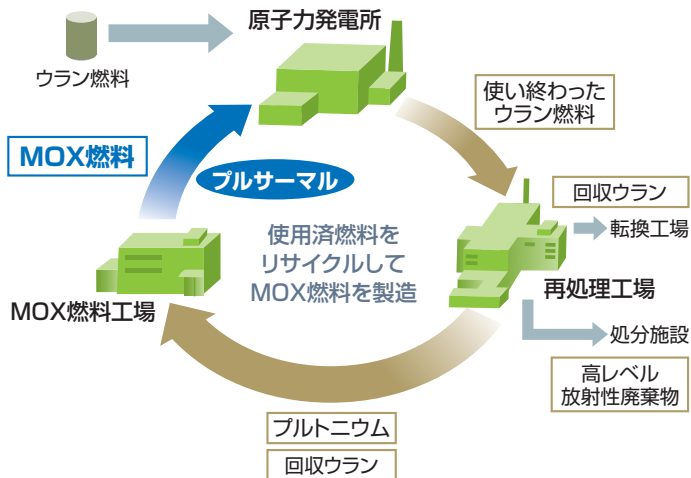
日本は、このプルサーマルを原子力発電の開発当初から計画しており、2007年3月に閣議決定された「エネルギー基本計画」の中でもプルサーマルの早期確立が目標として掲げられています。

こうしたことから、電力会社では、2010年度までに全国で16～18基の原子力発電所でプルサーマルの実施を目指しています。

発電前後でのウラン燃料の変化とMOX燃料の成分



原子燃料サイクルの流れ



お役立ちコラム 用語解説

プルサーマルの語源は？

プルサーマルとは、プルトニウムとサーマルリアクター（通常の原子力発電所）を組み合わせた造語です。

大きな意義があります

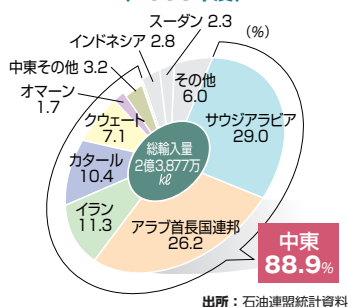
プルサーマルの必要性について

石油や天然ガス、ウラン等のエネルギー資源には限りがあり、しかも、日本はこれらの資源の大部分を輸入に頼っています。日本のエネルギー自給率はわずか4%（2004年実績）と、主要国の中では極めて低い水準です。言い換えれば、世界のエネルギー需要や国際情勢の変化が、日本のエネルギー価格や供給量に非常に大きな影響を及ぼします。政情が不安定な中東に依存せざるを得ない石油とは異なり、ウランは主に先進国から分散して輸入していますが、近い将来、アジアをはじめとした世界的なエネルギー需要の増大により価格が上昇することが予想されています。

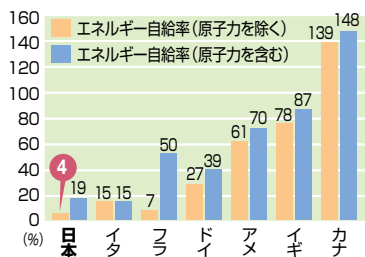
このようなことから、日本が使用済燃料をリサイクルしてプルサーマルを進めることは、「資源の有効利用」と「エネルギーの安定供給」の両面で有効な手段です。プルサーマルを行うと、原子力発電にウランだけを使い続ける場合に比べ、ウラン資源を1～2割ほど節約できます。

また、プルトニウムは核兵器になりうることから、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国際社会との約束を守ることになるのです。

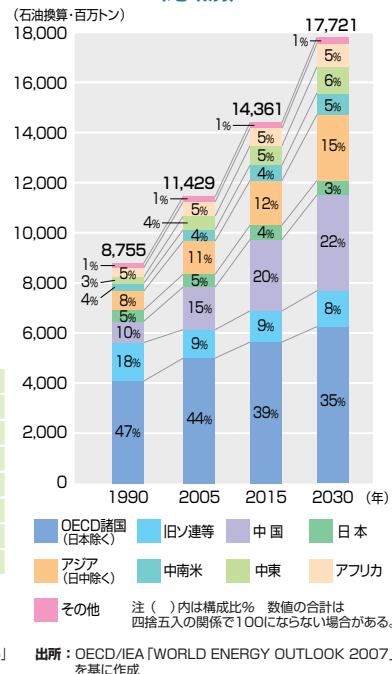
日本が輸入する原油の相手国比率
(2006年度)



主要国のエネルギー自給率



世界のエネルギー消費の推移と見通し
(地域別)



再処理により放射性廃棄物の発生量も放射能の影響量も減ります

原子力発電所で発生する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、使用済燃料を再処理した場合、再利用できるプルトニウムやウランが回収され、高レベル放射性廃棄物の体積が約60%も削減(注)できると同時に、1000年後には放射能の影響も8分の1に減ります。

(注) 1キャニスタ当たりの使用済燃料が4体のケース。1キャニスタ当たりの使用済燃料が2体のケースであれば、約70%削減されます。(原子力委員会新計画策定会議第9回資料より抜粋)

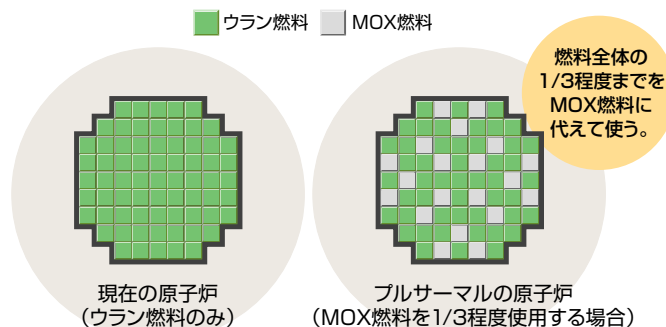
プルサーマルと現在の原子力発電との安全性の違い

現在の原子力発電はウラン燃料のみを使っていますが、一般的なプルサーマルでは燃料全体のうち3分の1程度をMOX燃料にします。MOX燃料の比率がこの程度であれば、原子炉を改造する必要がないことが、国の原子力安全委員会によって確認されています。

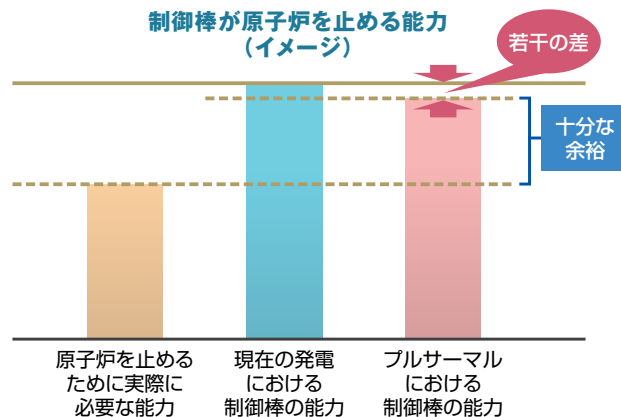
また、MOX燃料の特性により、原子炉内で核分裂を停止・制御する制御棒の効きがウランのみの場合よりも若干落ちます。しかし、もともと十分な余裕を持った設計を行っているため、制御棒をそのままプルサーマルで使用しても安全上問題になることはありません。

その他、MOX燃料は、ウラン燃料に比べ、溶け出す温度（融点）が低いという特性があります。しかし、通常運転時でも融点に対し約1,000℃と十分な余裕が確保されているほか、異常時においても約400℃と十分な余裕があると評価されています。つまり、燃料が溶けて漏れるリスクはほとんどないため、安全上問題になることはありません。

原子炉内の燃料構成の比較（イメージ）



制御棒が原子炉を止める能力（イメージ）



加圧水型軽水炉（PWR）における燃料中心最高温度の評価例

	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

出所：平成13年版 原子力安全白書

お役立ちコラム 用語解説

燃料を全てMOX燃料とした原子力発電

電源開発（株）大間原子力発電所（青森県大間町、改良型沸騰水型軽水炉、出力138万3000キロワット）は、全燃料をMOX燃料にすることを目指したフルMOX型の軽水炉として当初から設計され、建設の準備が進んでいます。原子力安全委員会は、原子炉に入れる燃料をすべてMOX燃料にすることについても、その基本仕様の変更を伴うことなく実施可能との技術的見通しを明らかにしています。

国内外で豊富な実績

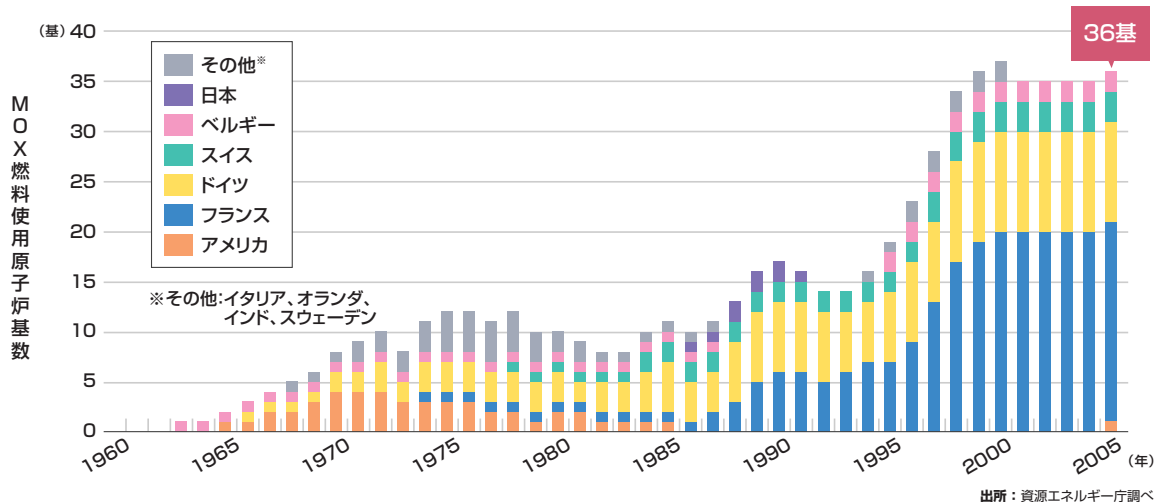
プルサーマルの歴史は古く、1963年にベルギーで始められました。2005年12月末までに、ヨーロッパを中心とする各国で、5,290体のMOX燃料が使われています。フランス、ドイツ、スイスでは、日本と同じく、炉心の約3割にMOX燃料を使った実績があります。アメリカでは長年中断していましたが、2005年6月、カトーバ発電所でプルサーマルを再開しました。

なお、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(福井県敦賀市、

沸騰水型軽水炉、出力3万7000キロワット)と関西電力(株)美浜発電所1号機(福井県美浜町、加圧水型軽水炉、出力34万キロワット)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。

また、商業用の原子力発電所ではありませんが、研究開発用の新型転換炉「ふげん」(福井県敦賀市、16万5000キロワット、2005年運転終了)では、MOX燃料が700体以上も使われた実績があります。多くのMOX燃料を使用しましたが、燃料によるトラブル、不具合は発生していません。

各国のMOX燃料使用実績の推移(2005年12月末現在)



すでにプルトニウムは発電に使われています

ウラン燃料を使う現在の原子力発電所でも、すでにプルトニウムによる発電が行われています。運転中の原子炉の中ではプルトニウムが生まれ、同時に燃料となってエネルギーを生み出しています。原子力発電による電力のうち約30%はプルトニウムによってつくられた電力です。

プルサーマルの経済性について

プルサーマルを実施すると、通常の原子力発電に比べ、発電コストは多少高くなります。

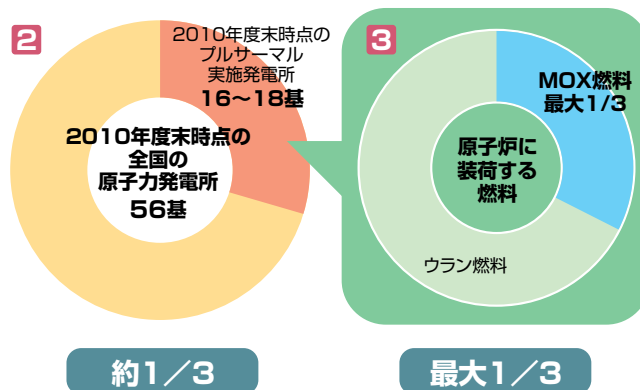
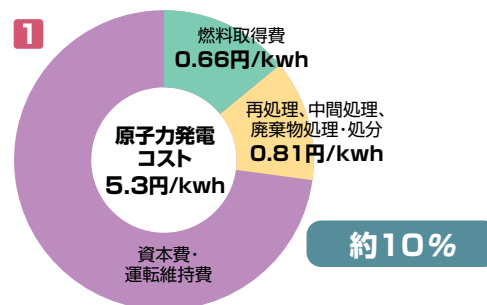
一般に、MOX燃料の燃料取得費は、ウラン燃料と比較して1.5～2倍になると言われていますが、

- 1 原子力発電のコストに占める燃料取得費の割合が他の発電方法に比べ、約10%と比較的小さい
- 2 全国の原子力発電所でプルサーマルを実施する原子炉の割合は約3分の1である
- 3 原子炉あたりのMOX燃料の使用割合が約3分の1である

という条件から、仮に燃料取得費が2倍であった場合の影響は、下の式で表され、その原子力発電コストへの影響は約1%程度です。

$$(2倍 - 1倍) \times \text{1 10\%} \times \text{2 1/3} \times \text{3 1/3} = \text{約1\%}$$

電気料金は原子力発電のコストだけでなく、他の発電方法による発電コスト、お客さまへ電気をお届けするための送電・配電コスト、営業コストなどの全体で決まるため、電気料金の影響はさらに小さくなります。



お役立ちコラム 用語解説

MOX燃料の燃料取得費

プルサーマルで利用するMOX燃料は、ウラン燃料と比べて加工費は多少高くなりますが、一方で天然ウランを採掘し、精錬し、濃縮する費用は不要となります。これらを合わせたものがMOX燃料の燃料取得費として算出されているのです。

実現に向け一歩ずつ確実に

全国の電力会社は現在、プルサーマルの実施準備を進めています。プルサーマルの実施にあたっては、事前に国の安全審査を受けて許可を取得し、さらに地元の方の意見を聞きながら、準備を進めているところ です。

九州電力(株)玄海原子力発電所3号機(佐賀県玄海町、加圧水型軽水炉、出力118万キロワット)では、2006年3月にプルサーマル計画について県と町が事前了解し、2007年10月よりフランスのメロックス工場にてMOX燃料の製造が開始されています。

四国電力(株)伊方発電所3号機(愛媛県伊方町、加圧水型軽水炉、89万キロワット)では2006年10月に県と町が了解し、同年11月に国内加工メーカーとMOX燃料の加工契約が締結されました。

今年に入っ ての動きをみると、1月30日、事故などの影響で中断していた関西電力(株)高浜発電所3、

4号機(福井県高浜町、加圧水型軽水炉、出力87万キロワット)において、プルサーマルの準備作業が再開され、3月31日に国内加工メーカーとMOX燃料の加工契約が締結されました。また、2月26日には中国電力(株)島根原子力発電所2号機(島根県松江市、沸騰水型軽水炉、出力82万キロワット)において経済産業省原子力安全・保安院による安全審査が終了し、2月29日には中部電力(株)浜岡原子力発電所4号機(静岡県御前崎市、沸騰水型軽水炉、出力113万7000キロワット)においてプルサーマル計画に対して県が了承するなど、一歩ずつ確実に前進しています。



中部電力(株)浜岡原子力発電所

未来へ向けて～プルサーマルから高速増殖炉へ～

プルサーマルからさらに進んだプルトニウム利用として高速増殖炉があります。これはプルトニウムを使って発電しながら、燃えないウラン238を効率よくプルトニウムに変える原子炉で、消費した以上のプルトニウムを生み出せます。

高速増殖炉が実用化されれば、資源の利用効率が格段に高まり、ウランを2500年以上にわたって利用することができる試算※もあります。さらに、高レベル放射性廃棄物に含まれる寿命の長い放射性物質を、高速増殖炉で燃料と一緒に燃やすことにより寿命の短い放射性物質に変えることができるため、高レベル放射性廃棄物の発生量と放射能の寿命を短くする

ことができると言われています。

こうしたメリットから、2005年に閣議決定された「原子力政策大綱」では、2050年までに高速増殖炉を商用ベースで導入することが目標とされています。

日本では、独立行政法人日本原子力研究開発機構が、高速増殖炉「もんじゅ」(福井県敦賀市、出力28万キロワット)で商用化に向けた安全性や環境適合性の技術等の開発を進めています。「もんじゅ」は、1995年のナトリウム漏れ事故により、長期間停止中でしたが、2005年に県および市の事前了解を受け、早期の運転再開に向けた試験を行っています。

※出所:「Uranium2003」OECD/NEA&IAEA

1. 国際原子力機関 中越沖地震による柏崎刈羽原子力発電所の重要機器の損傷認めず

国際原子力機関（IAEA）は2月27日、新潟県中越沖地震で被害を受けた東京電力（株）柏崎刈羽原子力発電所のフォローアップ調査の結果を公表しました。安全上の重要な機器については「顕著な損傷は発見されなかった」と改めて強調し、日本の調査状況についても「質の高い作業が行われ、高い透明性も確保されている」としています。

設備健全性の確認については原子力安全・保安院の基本方針を「適切」とし、東京電力（株）による設備の点検計画も「国際社会の参考になる」と評価しています。

IAEAは5月下旬から6月上旬に柏崎・刈羽地域で国際会議を開き、調査結果を報告する予定です。

http://www.iaea.or.at/NewsCenter/News/PDF/kashiwazaki280108_vol1.pdf（英文）

2. 「温暖化対策として原子力利用の拡大を」 原子力委員会が報告書

原子力委員会の「地球環境保全・エネルギー安定供給の原子力のビジョンを考える懇談会（以下、原子力ビジョン懇談会）」は3月11日、地球温暖化対策としての原子力エネルギー利用の拡大を訴える内容の報告を取りまとめました。

原子力ビジョン懇談会は、原子力、エネルギー、環境等の有識者を委員として、昨年のG8ハイリンゲンダムサミットで日本、EU、カナダが提示した「2050年までに温室効果ガスの排出半減」という目標に向け、我が国における今取り組むべき項目等について検討することを目的に、平成19年9月に設置されました。

本報告書では、エネルギー消費の節約、エネルギー利用効率の向上、再生可能エネルギー利用と同様に、核不拡散、原子力安全、核セキュリティの確保を大前提に、原子力エネルギーの平和利用を地球規模で一層拡大させる方向性を打ち出しています。

本報告書に記載された内容が今後の原子力の基本施策となる予定です。

<http://www.aec.go.jp/jicst/NC/senmon/vision/index.htm>

電気事業連合会のホームページをご覧ください

電気事業連合会のホームページでは、今回の特集でご紹介しましたブルサーマルに関する情報をはじめ、電気事業の現状や環境への取り組みなど様々な情報をわかりやすく解説しています。
今後も、様々なトピックスやコンテンツの充実を図ってまいりますので、是非一度ご覧ください。



主な掲載内容

- 電気事業の現状
- ブルサーマル
- 電力自由化
- 環境への取り組み
- エネルギー・環境教育 など

電気事業連合会 ホームページ
<http://www.fepc.or.jp/>

「原子力発電データ」の掲載終了について

原子力発電四半報では、第41号まで「原子力発電データ」として、原子力発電所の運転状況等について掲載しておりましたが、印刷物という特性上、掲載内容が発行時期より約3ヶ月遅れた情報を掲載しておりました。また、昨今のインターネットの普及に伴い、「原子力発電データ」の掲載内容は電力各社等により常時公開されております。

こうしたことから、原子力発電四半報では、今号より、「原子力発電データ」の掲載を終了することとしましたので何卒ご了承下さい。

《ご参考》 電気事業連合会では、日本各地の原子力発電所の運転状況や放射線モニタリング情報にリンクしたホームページを掲載しています。このページでご覧になりたい施設をクリックすると、電力各社のホームページにリンクし、リアルタイムの情報が得られます。

電気事業連合会「日本の原子力」
http://www.fepc-atomic.jp/public_info/public/index.html



原子燃料サイクル施設の運転状況

(3月末現在)

ウラン濃縮工場

●運転状況

第1期分 (600トンSWU/年) ……生産停止中
第2期分 (150トンSWU/年) ……運転中(一部停止中)

低レベル放射性廃棄物埋設センター

●廃棄体受け入れ・埋設状況

	受け入れ本数	埋設本数
1号廃棄物埋設施設	累計138,555本	累計138,555本
2号廃棄物埋設施設	累計 62,064本	累計 62,064本

高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センター

●ガラス固化体受け入れ・貯蔵状況

受け入れ本数 ……累計1,310本
収納本数 ……累計1,310本

再処理工場

●ガラス固化体受け入れ・貯蔵状況

アクティブ試験進ちょく率 ……89%
※再処理工場のみ2月末のデータ

アクティブ試験の進め方

■施設の安全機能及び機器・設備の性能確認

第1ステップ せん断・溶解施設のA系列でPWR燃料により確認

ホールドポイント1*

第2ステップ 引き続き、A系列でPWR燃料により確認後、BWR燃料についても確認

ホールドポイント2*

第3ステップ 第1、第2ステップで確認した事項を中心にB系列で確認

■工場全体の安全機能及び運転性能確認

第4ステップ 工場全体の処理性能等をPWR燃料により確認

第5ステップ 工場全体の処理性能等をBWR燃料により確認

※ホールドポイントでは、線量当量率、空気中の放射性物質濃度、溶解性能、核分裂生成物の分離性能、ウランとプルトニウムの分配性能、プルトニウム逆抽出性能、環境への放出放射エネルギーを評価

注)再処理する使用済燃料については、そこに含まれるプルトニウムや核分裂生成物が少ない低燃焼度・長期冷却燃料を用いて試験を開始し、段階的に燃焼度が高く、冷却期間が短い使用済燃料を使用する。

六ヶ所村 だより

【ろっかしょむらだより】



再処理工場のアクティブ試験、最後の第5ステップへ

原子力発電所で使い終わった燃料(使用済燃料)を再処理して、再び原子力発電に利用する原子燃料サイクル。その要となる青森県・六ヶ所村の日本原燃(株)六ヶ所再処理工場で行なわれている最終試験(アクティブ試験)が2月14日、最終の第5ステップに入りました。

2006年3月にスタートしたアクティブ試験は、実際の使用済燃料を用いて、第1ステップから第5ステップまで、5つの段階を順番にクリアしながら進められる試験です。

第1～3ステップでは、処理量を段階的に増やしながら、個々の設備の機能や施設の基本的な安全性が確認されました。

今回終了した第4ステップにおいては、工場全体を1つのシステムとしてとらえた連続的な運転確認が行われ、固体廃棄物や高レベル廃液ガラス固化施設の処理能力の確認、環境への放出放射エネルギーの確認等が行われました。

アクティブ試験の大詰めとなる第5ステップでは、引き続き高レベル廃液ガラス固化施設の処理能力の確認や環境への放出放射エネルギーの確認等を行うとともに、再処理施設全体の処理能力が確認されることになります。