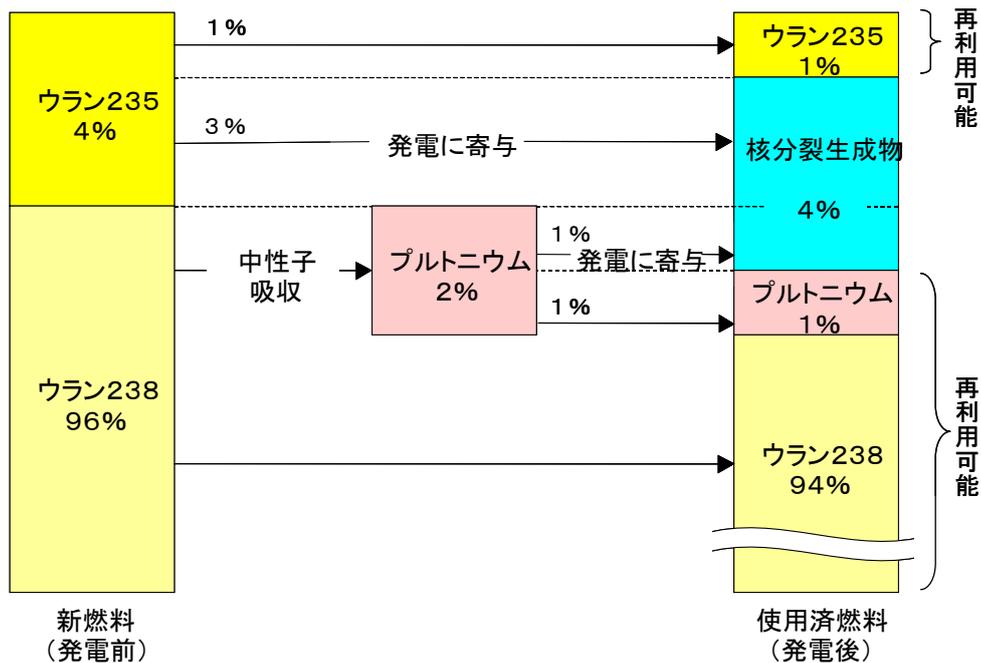


問⑩ プルトニウムはウランと比べて危険とされていますが、プルトニウムを燃料として使うプルサーマル運転は安全なのですか。

- ・発電後のウラン燃料（使用済燃料）には、核分裂に使われなかったウランおよび新しく生まれたプルトニウムがあわせて95～97%含まれており、これらは再利用できます。この再利用できる部分を回収し、再び原子力発電所で利用することを「原子燃料サイクル」と言います。使用済燃料を再処理し、ウラン・プルトニウム混合酸化物燃料（MOX燃料）にして再び軽水炉（熱中性子炉：サーマルリアクター）で利用することを「プルサーマル」と言います。



[四国電力（株）提供資料]

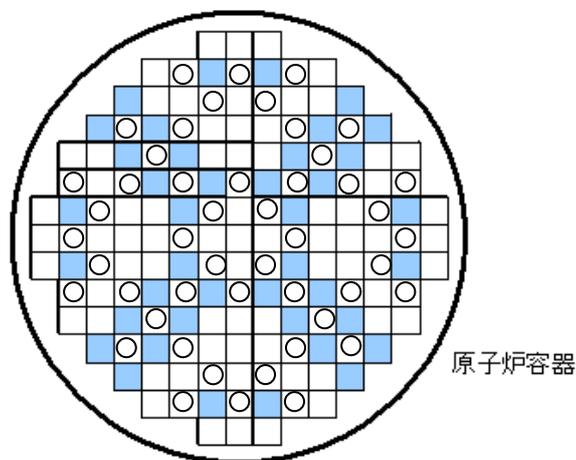
- ・ウラン燃料のみを使用した原子力発電所でも、運転に伴って生成されたプルトニウム（約4年間使用したウラン燃料で約1%が残存）の一部はウランと同様に核分裂して、全体の約30%の発電に寄与しており、炉心でのプルトニウムの燃え方（核分裂）については把握され、既に炉心設計技術に取り込まれています。
- ・プルサーマルで用いるMOX燃料には最初からプルトニウム（約9%）が含まれていますが、MOX燃料も通常のウラン燃料とほとんど同じ燃え方（核分裂）をするように作られており、平成7年に当時の原子力安全委員会において、軽水炉においては炉心の1/3以下であれば安全に利用できることが確認されています。伊方発電所3号機のプルサーマルは、この範囲内（約1/4：炉心燃料157体のうち40体まで）で計画され、国の安全審査を受け、平成18年3月に許可されています。

問⑩-1 プルトニウムを混合したMOX燃料は、事故が起こった時の放射線被害がより深刻になるのではないですか。

- ・従来のウラン燃料を使用した運転においても、燃料中のウランが中性子を吸収してプルトニウムが生成されており、約4年間使用したウラン酸化物燃料の中には、プルトニウムが約1%含まれています。一方、プルサーマル運転で使用するウランとプルトニウムの混合酸化物燃料であるMOX燃料中には、約9%のプルトニウムが入っています。
- ・プルトニウムは、 α 線という放射線を出しますが、この α 線の透過力は弱く、空気中では数センチしか飛ばず、紙1枚で遮ることができますので、プルトニウムが体の外にある限りは、特に危険なものではないと考えられています。ただし、呼吸とともに吸い込んだ場合は肺などに沈着し、何年もの長い期間を経てガンになるなど、身体に影響を与える可能性があると言われています。
- ・原子炉の中の燃料が損傷するような重大な事故が起こった際には、キセノン等の希ガスやよう素、セシウム等の揮発しやすい放射性物質は大気中に放出されやすくなりますが、揮発しにくくガス状になりにくい金属元素であるプルトニウムは燃料から放出されにくい性質を持っています。また、仮に格納容器内にプルトニウムが放出された場合でも、格納容器のスプレイ等で洗い落とされることになっています。

問⑩-2 MOX燃料はウラン燃料と比較して制御が難しいのではないですか。

- ・プルトニウムはウランに比べ中性子を吸収しやすいため、プルサーマル運転を実施すると、制御棒が吸収する中性子の量が減少し、制御棒の「効き」が若干低下する傾向にあります。
- ・しかしながら、制御棒の挿入位置に対するウラン燃料とウラン・プルトニウム混合酸化物燃料（MOX燃料）の配置を考慮して制御棒の効きを確保するなど、MOX燃料の性質を把握した上で適切な対応を実施することにより、MOX燃料を使用した場合でも原子炉を安全に停止するための余裕を、ウラン燃料炉心と同様に確保することができます。



- : ウラン燃料
- : MOX燃料 (40体) (3号原子炉燃料157体の約1/4相当)
- : 制御棒クラスター (48体)

問⑩-3 ステップ2燃料（高燃焼度ウラン燃料）と組み合わせたプルサーマル運転は、危険ではないですか。

- ・ステップ2燃料（高燃焼度ウラン燃料）とは、燃料に含まれる核分裂しやすいウラン 235 の濃度を、従来の 4.1wt%から 4.8wt%に高めた燃料で、使用期間を従来の約3年から約4年に延長できます。このため、燃料の使用数が減るとともに、使用済燃料の発生量と、使用済燃料の再処理に伴って発生する放射性廃棄物も、約2割削減することができます。また、長期間原子炉内で使用することから、核分裂しにくいウラン 238 も有効に利用することができます※。

※ ウラン 238 は核分裂しにくいですが、中性子を受けてプルトニウム 239 に変わります。

ステップ2燃料は長期間原子炉内で使用するため、従来の燃料に比べて多くのウラン 238 がプルトニウムに変わります。よって、ステップ2燃料は従来の燃料と比べて多くのプルトニウムを燃やすことができます。

- ・核分裂しやすいウランの増加に伴い、燃料取替時や事故時に使用する燃料取替用水（タンク）のほう素濃度を3号機では2,700ppmから3,400ppmに上昇させるとともに、燃料使用期間の長期化に対応するため、燃料被覆管により耐食性の高い材料を採用するなど安全性を確保しています。
- ・伊方発電所3号機では、平成22年3月から平成23年4月にかけて、ステップ2燃料とMOX燃料を組み合わせたプルサーマル運転を実施しました。実施に当たっては、事前に四国電力において十分な安全性を確認しており、また平成18年3月には国の安全審査においても許可を受けています。その後、フランスにおけるMOX燃料21体の製造、輸入、搬入を経て、平成22年3月からプルサーマル運転を実施しました。この時には、炉心に装荷する157体の燃料集合体のうち、約10分の1に当たる16体をMOX燃料に交換して運転しましたが、従来のウラン燃料のみの場合と同等の制御棒の効きを確保するなど、安全なプルサーマル運転を実施しました。
- ・MOX燃料の導入に当たっては、燃料の配置を決める際にウラン燃料とMOX燃料の配置を考慮して制御棒の効きを確保したり、予め燃料取替時や万一の事故時に使用する燃料取替用水（タンク）のほう素濃度を変更（3,400ppm以上→4,400ppm以上）したりして、原子炉を安全に停止するために必要な能力を、従来のウラン燃料の炉心の場合と同等に確保しました。また、従来どおり、燃焼能力の高い燃料が集中しないように、適切に配置することにより、原子炉内の出力分布が平坦になるよう、配慮しました。