

●○○ 第166回あすか倶楽部 定例会 ●○○

テーマ：核燃料サイクルの基礎的な知識と課題について学ぶ

講師：東海大学工学部原子力工学科専任准教授 浅沼 徳子氏

日時：2014年10月18日（土）14:00～17:00

場所：トヨタ自動車（株）池袋アマラックスビル7階706会議室

【概要】

原子力発電の燃料となる天然ウランは、製錬・転換・濃縮・再転換・成型加工という一連の工程を経て燃料集合体に加工された後、原子力発電所で使用されます。使用済燃料の中にはまだ使えるウランや新たに生成されたプルトニウムがあり、これを再処理して繰り返し使う『原子燃料サイクル』により、エネルギーの長期的な安定確保が可能になります。

エネルギー自給率が4%と少ない日本では、原子力発電所の使用済燃料を青森県六ヶ所村の再処理工場で再処理し、使用可能なウランとプルトニウムを取り出すことで、新たに準国産エネルギー燃料として使用する「核燃料サイクル政策」をとっており、現在、運用開始に向けて準備を進めています。

今回は、消費生活アドバイザーとして知っておきたい核燃料サイクル施設の概要や安全性、核燃料サイクルの必要性や課題等についてお話いただきました。

1. 核燃料サイクルの歴史・経緯

- ・1940年代 米国マンハッタン計画（核兵器開発） *技術開発の発端
- ・1953年 アイゼンハワー米大統領”Atoms for Peace”
→原子力平和利用推進
- ・1955年 原子力基本法制定
- ・1957年～ 国内初の原子炉が臨界、動力試験炉が発電開始、東海第一
- ・1970年頃 原子力発電所（ガス炉）運転開始、敦賀発電所1号機運転開始
- ・1977年 東海再処理工場運転開始
- ・1992年 ウラン濃縮工場運転開始、低レベル放射性廃棄物埋設センター
1号埋設施設受入開始
- ・1993年～ 六ヶ所再処理工場建設ほぼ完了
- ・1995年 高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センター操業開始
- ・2010年～ MOX燃料工場建設開始、リサイクル燃料備蓄センター建設開始

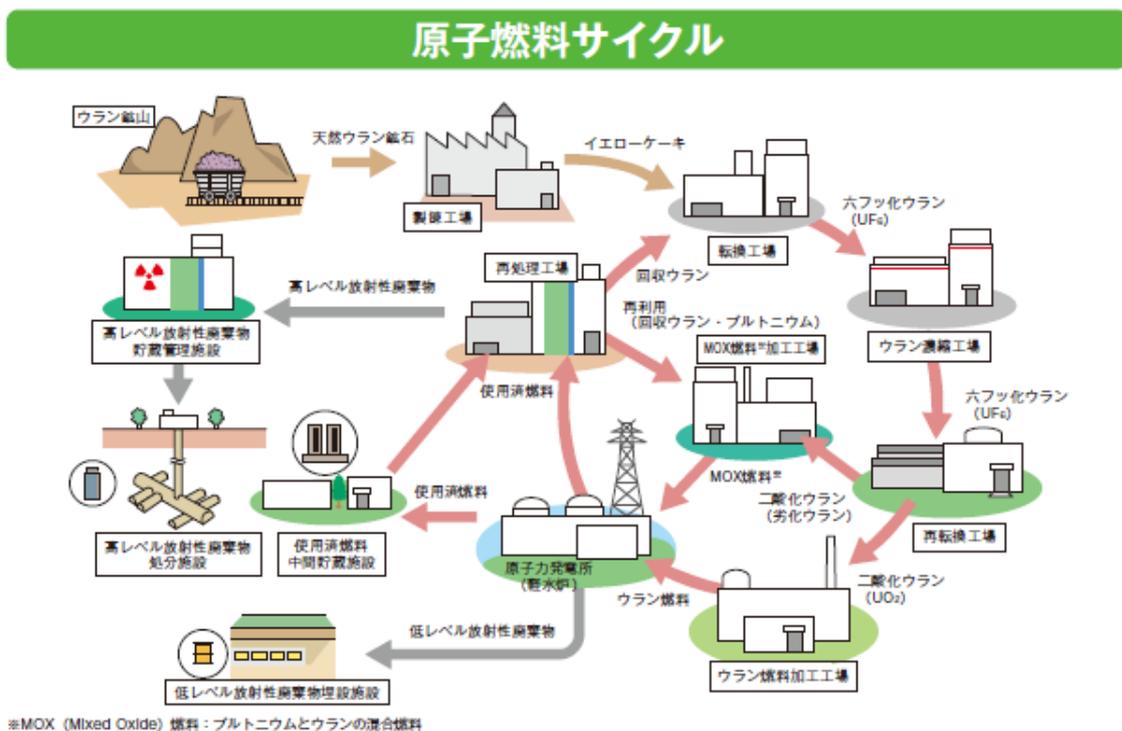
2. 原子燃料サイクルについて

青森県六ヶ所村の再処理工場では、「ウラン濃縮工場」「高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センター」「低レベル放射性廃棄物埋設センター」の三施設を操業し、さらに原子燃料サイクルの要となる「再処理工場」の試験運転と「MOX 燃料工場」が建設されています。

再処理工場が竣工し、MOX 燃料工場が完成すると、ウラン濃縮から再処理、MOX 燃料加工、廃棄物管理までの環（サイクル）が完結し、『準国産エネルギー』の安定供給に大きく近づくことになります。

さらに放射性廃棄物を徹底管理する設備があって初めて、一つにつながった環（サイクル）が完結します。

原子燃料サイクルは以下のとおりです。



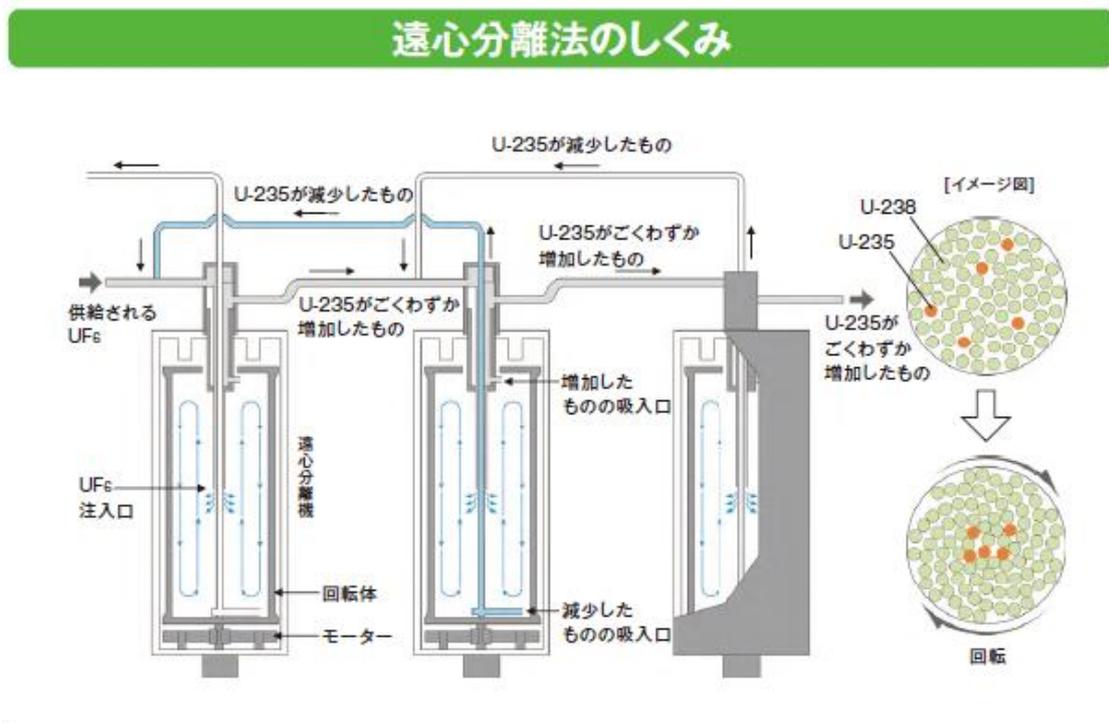
3. 遠心分離法のしくみについて

重さの違う中性子 ($^{238}\text{U} > ^{235}\text{U}$) の重さの違いを利用し、遠心分離機を使用して分離させる（重たい分子 $^{238}\text{U}\text{F}_6$ は外側へ、軽い分子 $^{235}\text{U}\text{F}_6$ は内側へ）。

その結果、軽水炉燃料として ^{235}U の同位体濃縮度が 3～5% に濃縮される。

また、遠心分離法は、高強度材料や高速回転技術など極めて高度な技術が必要ですが、ガス拡散法に比べ電力の消費が少なく、比較的小規模の工場でも経済性が得られるなど利点が多いです。

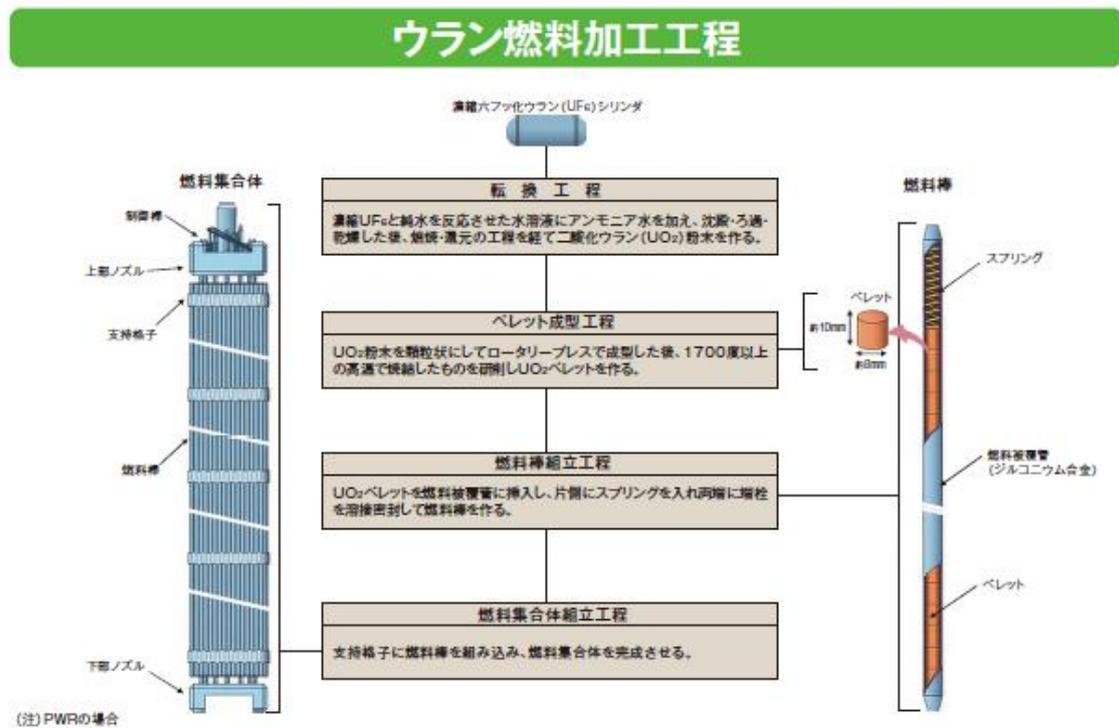
遠心分離法については、以下のとおりです。



4. ウラン燃料加工工程について

ウラン燃料加工工場では、濃縮ウランの酸化物粉末（ UO_2 ）を小さな円柱状のペレットに焼き固め、それを細長い被覆管の中に詰めて燃料棒を造り、これを束ねて原子力発電所で使用する燃料集合体としています。

ウラン燃料加工工程については以下のとおりです。



原子力・エネルギー図面集2014より

5. 再処理の工程について

使用済燃料の中には、燃え残りのウランや新たに生まれたプルトニウムがあります。これらを燃料として再利用するため、回収するのが再処理です。

再処理工程については、以下のとおりです。

(1) 受入・貯蔵

各発電所から運ばれてきた使用済燃料は、燃料貯蔵プールで冷却貯蔵します。

(2) せん断・溶解

使用済燃料を長さ約3~4cmの大きさに切ります。このとき、被覆管の中の燃料は砕かれ、硝酸により溶かされます。

(3) 分離

使用済燃料をリサイクルできるウランとプルトニウム、核分裂生成物に分離します。核分裂生成物はガラス固化し、高レベル放射性廃棄物として安全に保管します。

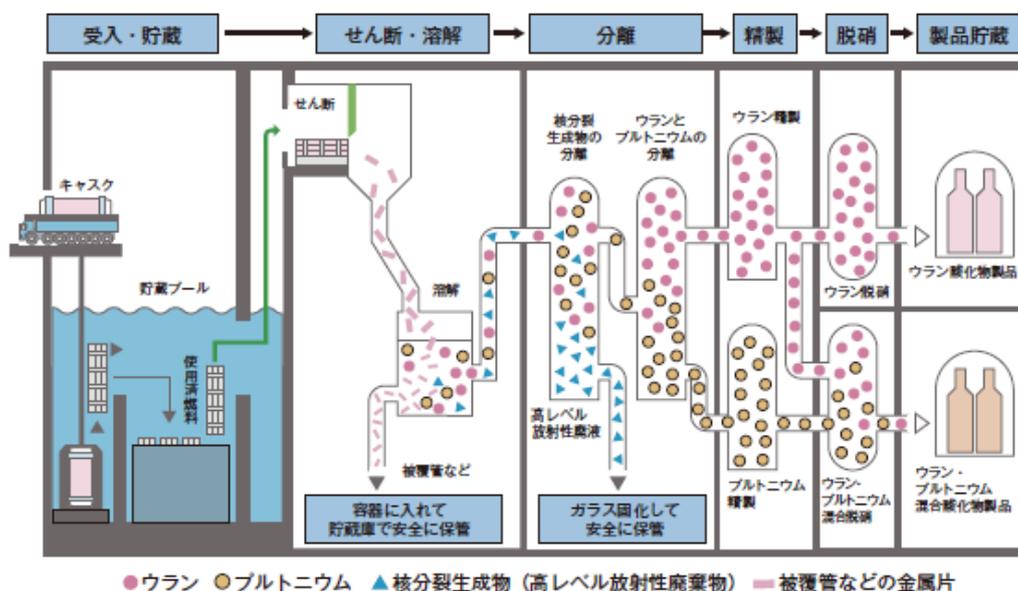
(4) 精製・脱硝酸

分離されたウランは硝酸ウラン溶液に、プルトニウムは硝酸プルトニウム溶液に精製されます。その後、硝酸プルトニウムに硝酸ウラン溶液の一部を加えたのち、それぞれから硝酸を取り除いて酸化物にします。

(5) 製品貯蔵

再処理されたウラン酸化物とウラン・プルトニウム酸化物は、それぞれ専用の容器で貯蔵されます。

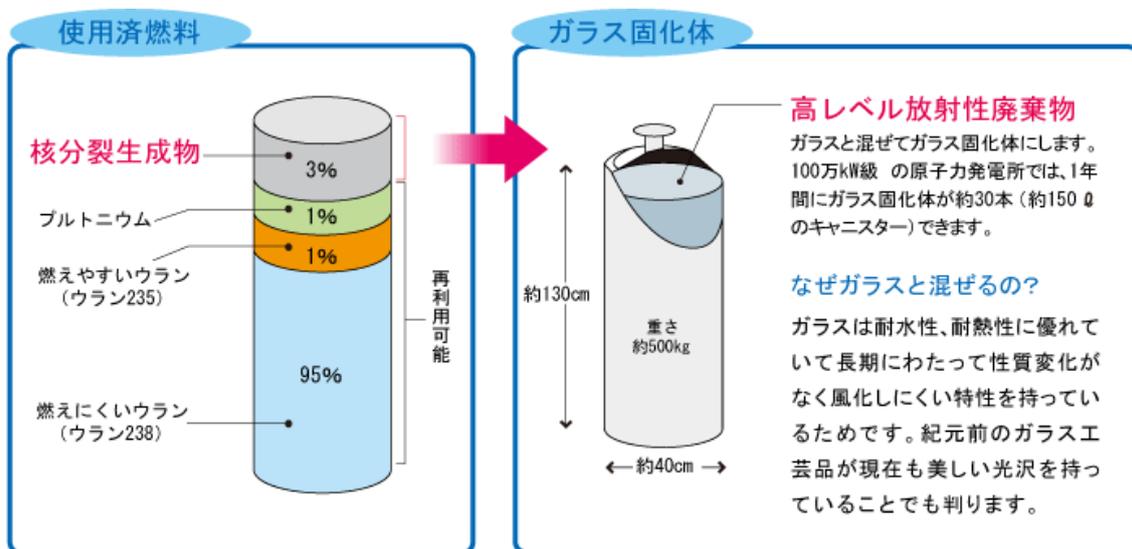
再処理の工程



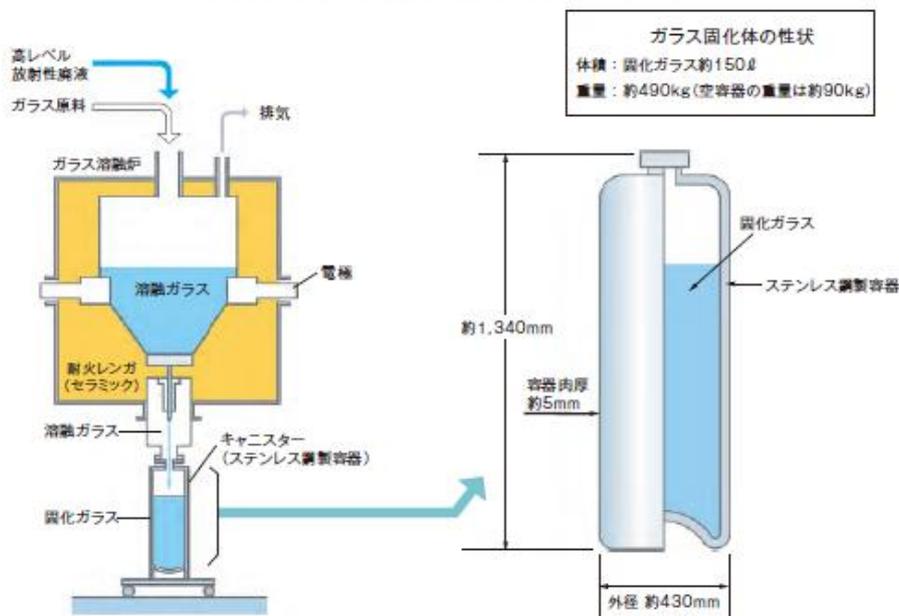
6. ガラス固化体について（最終処分）

高レベル放射性廃棄物をガラスとともに融解し、ステンレス製のキャニスター（容器）へ注入・固化させたものである。核燃料サイクルの最終工程である地層処分の為の最終梱包・処理形態であり、高レベル放射性廃棄物に対するこれ以降の加工処理はありません。

ガラス固化体については、以下のとおりです。



ガラス固化体ができるまで



7. 核燃料サイクルの課題について

核燃料サイクルについては課題が山積しています。課題については、以下の点があげられます。

(1) 放射性廃棄物の対策

○高レベル廃棄物の処分

○分離・核変換の可能性

→長半減期核種の核破砕反応による短寿命化

(2) プルトニウムの利用

MOX燃料としての利用（プルサーマル）

8. 所感

「核燃料」という言葉を聞いただけで、「難しそう」「わからない」「怖い」と思ってしまう方が多いと思います。私もその1人です。

私も含め初心者でもわかりやすい絵付き資料での説明でしたので、とても理解しやすかったです。

また、エネルギー自給率4%の日本にとって、エネルギー調達は課題のひとつであり、行き場を失いつつある使用済みの燃料の処分方法も課題です。

それらを解決できるひとつの方法として、再処理を取り入れた「原子燃料サイクル」であることも理解できました。

今後、これらの施策について注視しながら、正しい情報を入手し、発信していくことも、消費生活アドバイザーとしての役目であることを改めて実感しました。

以上

報告者 26期 市川 栄子