

環境研ニニ百科

第85号

原子燃料サイクルと再処理

現在、日本の発電電力量の約35%は原子力発電でまかなわれています。この原子力発電の原料は低濃縮ウランと呼ばれるウランの化合物です。地球上に存在するウラン（天然ウラン）は、2種類の同位体（注）から成り立っていて、その組成割合は、約99.3%のウラン（U）-238と約0.7%のウラン（U）-235となっています。

低濃縮ウランはこの濃度0.7%のU-235を3~5%にまで濃度を高めたものです。

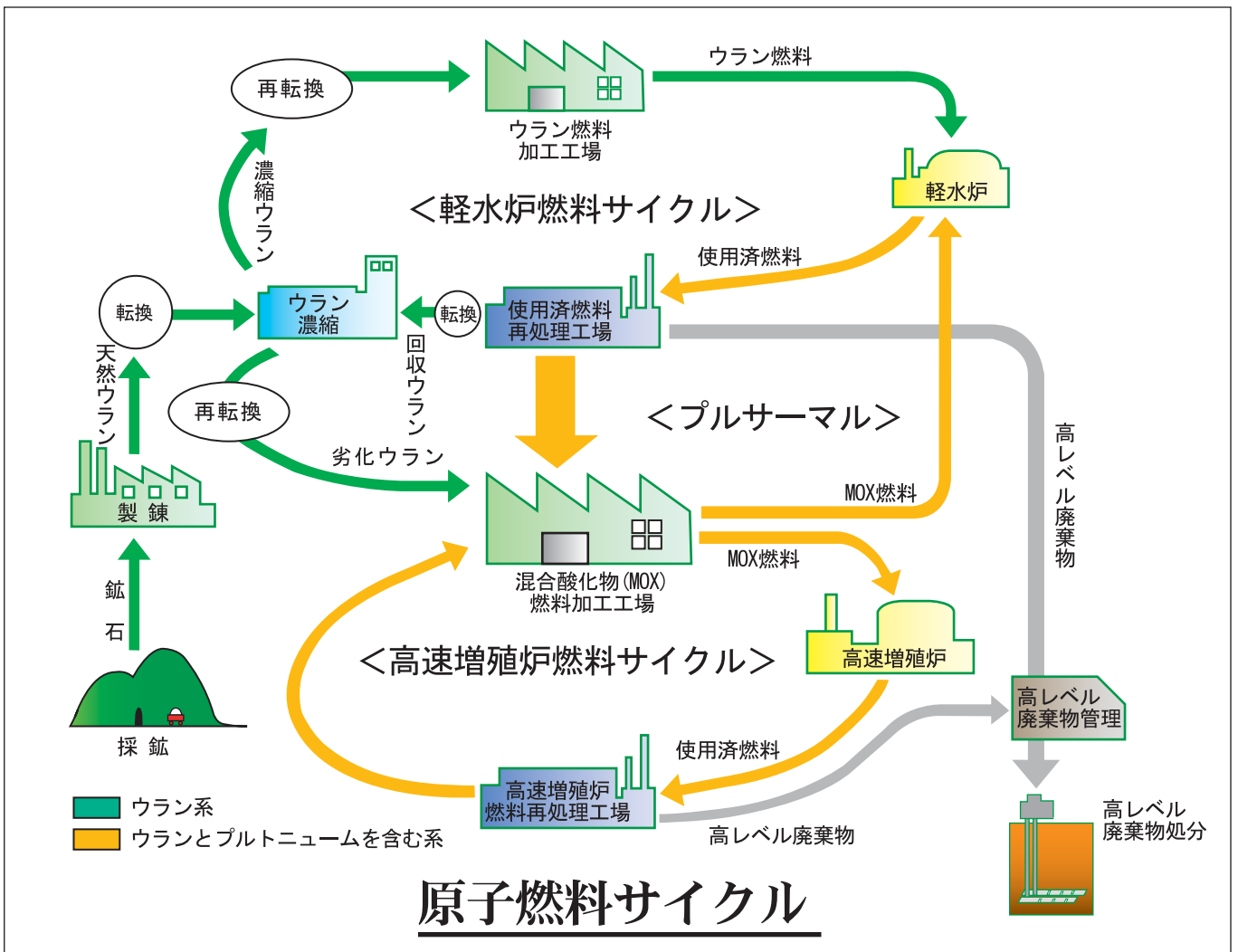
（U-235濃度が数10%以上のものを、高濃縮ウランと呼ぶのに対してU-235濃度が数%以下のものを、低濃縮ウランと呼びます。）

この天然ウランが原子炉の燃料になるためには、鉱

山で採掘された後、製錬工程（鉱石から不純物を取り除いて、ウランを精製して酸化ウランにする。）、転換工程（酸化ウランを六フッ化ウランに転換する。）濃縮工程（U-235の濃度を0.7%から3~5%に高くする。）さらに再転換工程（六フッ化ウランを酸化ウランに戻す。）を経て燃料加工工場に送られ、原子炉に合わせた燃料に加工されます（図）。

現在、世界の天然ウランの資源量は、およそ440万トンと推定されています*。

将来予測される世界人口の増加と、生活水準の向上に必要なエネルギー使用量の増加から、原子力発電の果たす役割が今後とも増大する事が予測されます。その結果、ウランの消費量が増大し、数10年の内に、ウ



ラン資源は枯渇するのではないかとされています。

他方、原子力発電所で燃料として役目を終えた使用済燃料の中には、約1%の濃度の燃え残ったU-235と核分裂を起こすことのできるプルトニウムが約1%の重量で含まれています。これは原子炉の燃料として使うことができます。従って、この残り物のウランやプルトニウムを回収して、再び燃料に加工して原子炉に供給することができれば、ウラン資源を節約することができます。このプルトニウムを、現在稼働中の原子炉で利用することをプルサーマルと呼んでいます（図中の軽水炉燃料サイクルの一部）。また、プルトニウムを高速増殖炉と呼ばれる原子炉（現在研究開発中で、実験炉「常陽」や原型炉「もんじゅ」がある。）に利用できれば、天然ウランの大部分（99.3%）を占めるU-238をプルトニウムに変える比率が大きいので、現在の原子炉でのウラン使用量の約60倍にまで拡大することが、可能とされています（図中の高速増殖炉燃料サイクル）。

石油を始めとするエネルギー資源の大部分を輸入に頼っている日本では、原子炉から取り出されたウランやプルトニウムは準国産のエネルギー資源と位置付けられることから、一度、原子炉で使用したウラン燃料を取り出し、そこからウランとプルトニウムを回収し、再び燃料として利用すること（リサイクル）を原子燃料サイクルと呼んで、これを国の方針としています。

使用済燃料を再処理する再処理工場は、この使用済の燃料から、ウランとプルトニウムを回収することを目的とする工場で、原子燃料サイクルの要の施設とされています。

再処理工場では、使用済燃料を受け入れ、一旦、プールに貯蔵した後、細かく切断し、硝酸に溶解します。この溶解液には、ウラン、プルトニウムと共に、ウランが燃えたことによって生じた、強い放射能を持つ核分裂生成物が含まれています。ウラン、プルトニウムと核分裂生成物とを化学的な方法を用いて分離し、ウラン、プルトニウムを製品として回収すると共に、この核分裂生成物を高レベル放射性廃棄物として回収し、安定なガラス固化体にして保管管理します。（将来、深地層に処分する計画となっています。）

回収されたウランとプルトニウムは、それぞれまたは混合された後、酸化物に転換されて貯蔵されます。

プルトニウム酸化物または混合酸化物は、次の原子炉の燃料とする為に、別のウランと混合され、所定のプルトニウム濃度に調整された後、燃料に加工されます。他方、回収されたウランは、U-235の濃度が約1%ありますので、次の原子炉の燃料にする為、再び六フッ化ウランに転換された後、U-235濃度を3~5%に再度濃縮され、燃料に加工されます。

このように、ウランとプルトニウムをリサイクルして有効に利用する、原子燃料サイクルが順調に機能すれば、資源の乏しい日本にとって、将来のエネルギー確保に明るい展望が開けることとなります。

（小山 兼二）

（注）同位体 原子核の中の陽子の数が同じ（化学的性質が同じ）で質量が違う原子核

* 「原子力」図面集 2000年改訂 P-46 （財）原子力文化振興財団より引用