

－原子力・放射能基礎論－

No. 4 核燃料サイクルの現状

河田東海夫

1. 講義の目標

福島第一原子力発電所の事故以来、我が国のエネルギー政策における原子力の位置づけは大きくゆらいできた。2014年のエネルギー基本計画で原子力は「重要なベースロード電源」と位置付けられ、新規制基準に適合した原発の再稼働が徐々に進み始めたものの、原子力発電を支える核燃料サイクルのあり方については、その要である六ヶ所再処理工場の竣工の大幅な遅れなど、様々な問題を抱えており、将来が十分見通せない状況にある。本講義では、我が国や海外における核燃料サイクルの歴史的経緯や、いくつかの選択肢の比較などを紹介し、この問題を多面的にとらえ、考えるための基本情報を提供する。

2. 講義概要

原子炉を運転するためには、ウラン鉱石の精錬で得られるウラン原料を燃料に加工して安定的に供給するとともに、燃焼後の燃料を適切に処理し、発生する放射性廃棄物を安全に処分する必要がある。こうした原子炉の燃料の全体の流れ（ゆりかごから墓場まで）を「核燃料サイクル」と呼ぶ。そのうち前半のウラン採鉱から核燃料に仕上げるまでを「フロントエンド」、また後半の使用済燃料の後始末段階全体についてを「バックエンド」と呼ぶ。

今日のわが国の実用原子力発電所ではすべてが「軽水炉」と呼ばれる型式の原子炉を使用している。そこで、本講義では、軽水炉燃料の核燃料サイクルを中心に、その技術や課題などについて紹介する。

軽水炉燃料は通常3～5%程度燃焼が進むと核分裂効率が落ちるため、新燃料と入れ替えられ、取り出された燃料は使用済燃料と呼ばれる。使用済燃料中には90%以上のウランが未使用のまま残存するとともに、副産物として核分裂性のプルトニウムが1%弱生成する。こうした使用済燃料の後始末に関しては、それをそのまま廃棄物として捨ててしまう「直接処分」という方式と、それを化学分離して残存するウランや新たに生成したプルトニウムを再利用するため回収し、その後に残る核分裂性物質（放射能レベルがきわめて高い）のみを廃棄物として処分する「再処理・リサイクル方式」（あるいは単に「再処理方式」）がある。

原子力発電を行う各国で、フロントエンドについては、国産か輸入かの違いはあるものの基本的な流れは各国共通であるが、バックエンド（使用済燃料の

後始末) については上述したような2つの形態があり、国情に応じて選択肢が異なる。そのため、特にバックエンド部分に着目して「核燃料サイクル」という言葉を使う場合もある。

将来的にはウランの利用効率を数十倍高めることができる高速増殖炉サイクルの利用が考えられ、そのための技術開発がいくつかの国で進められている。わが国でも長年その開発を続けてきたが、その中核施設である原型炉の「もんじゅ」は、さまざまな問題で長年停止を続けてきたまま、政府は昨年10月ついに廃炉を決定した。それを契機に、高速増殖炉開発のみならず、核燃料サイクルの在り方についてもその継続の是非を含め様々な議論が起こっている。

本講義では、こうした核燃料サイクルの全体像と、それを構成する各要素の国内外の技術の現状を紹介するとともに、それらの特質を、経済性、環境負荷、核不拡散性および核セキュリティ、エネルギー安全保障などいくつかの重要な視点からの評価を試みる。