



## 炉心を調べる

### どうやって内部を調べるのか

事故を起こした東京電力福島第一原子力発電所の炉心の状況はどうなっているのか。放射線量が高いため、人間はおろかロボットさえなかなか近づけない内部の状況を知るためにはまず、どんな技術開発をしなければならないのか。

政府と東京電力は「東京電力(株)福島第一原子力発電所1～4号機の廃止措置等に向けた中長期ロードマップ」を定め、使用済燃料プールから燃料を取り出すことと、最終的には炉内から燃料デブリを取り出し安定な状態に持っていくことにより、敷地内外の安全を図ることを目標とした取組みを進めています。

このうちここでは、原子力機構が取り組んでいる格納容器や圧力容器の内部調査の技術開発について紹介します。

福島第一原子力発電所 1～3 号機の原子炉建屋内は今も放射線量が高く、人が容易に内部に立入ることはできません。そこで、まずは原子炉建屋内の除染を遠隔操作で行って放射線量を下げ人が立入れるようにした上で、遠隔操作により格納容器内部の燃料デブリ等の様子を観察し、それらの結果等を基にして燃料デブリの分布を含む炉内状況を推定することにより、燃料デブリの取出しを効率的かつ確実にを行う必要があります。

ではまず、どのような方法で、格納容器や圧力容器の内部を調べるのでしょうか。そのためには、どのような技術を開発しなければならないのでしょうか。

格納容器や圧力容器の内部を調べる方法として現在は、次の三つのものが考えられています。

① ファイバースコープによる観察技術と、レーザー光を利用した元素分析方法との組み合わせたもの。

② 宇宙線ミュオンを用いた非破壊検査技術を応用したもの

③ 自己出力型ガンマ線検出器を利用するもの

これらについて、順に説明しましょう。

ファイバースコープとは光ファイバを束にして、先端部分にレンズをつけたものです。私たちにとっては胃カメラが、その最も身近な存在でしょう。

炉心を調べる装置の場合、それは強い放射線に耐える性能と、水中でも 3 次元でくっきりと映像を映し出すことができること、そして映し出された映像の物質の元素が何であるかを判別できること、さらにはその場所の放射線がどのくらいのレベルかを調べることができる性能が必要になります。

このうち、胃カメラで言えば先端のカメラにあたる部分を、プローブ（写真 1）と呼びます。

現在、開発中のプローブは防水で、視野角は 140 度、2 万画素の解像度と、100 万 Gy までの放射線に耐える性能を持っています。また、このプローブからは、パルス YAG レーザーによる特殊なレーザー光が発射され、対象物に当たると発光します。その発光データから、対象物の元素を調べることができます。

（写真 2 は燃料デブリを模擬したステンレス鋼鉄、写真 3 はその切断面を水中観察したもの）



二つ目の方法は宇宙線ミュオンを利用して、原子炉建屋外から燃料デブリの位置や状況を把握するという方法です。X線は私たちの人体の内部を映しだしてくれますが、ミュオンはさらに、厚いコンクリート壁を貫通することができるため、革新的な非破壊検査技術と言えます。

このミュオンは、物質の密度が高いものは透過しにくいいため、格納容器を透視することにより、高密度のデブリの形を調べることができる可能性があります。

原子力機構では高温工学試験研究炉 HTTR を対象に、このミュオンを利用して内部構造を見えるようにするための予備試験を実施しました。

図4はその模式図で、図5はその時に得られたデータです。現在は、そこで得られたデータを解析し、この方法が本当に適用できるのかどうか、適用する場合にはどのような課題を解決しなければならないかを評価している段階にあります。

三つ目の方法は、炉内のガンマ線がどの程度のレベルにあるかを調べる装置を開発するものです。炉心の中は放射線量が多いため、従来の検出器ではその量を正確に測定することができませんでした。

このため原子力機構では、自己出力型ガンマ線検出器と呼ばれる装置を試作し、検出器の要となるエミッタ材(写真6)の感度を向上させる開発に取り組んでいます。なお、そのエミッタにはガンマ線を吸収して電子を放出しやすい物質を採用することにより、外部から高い電圧をかけなくても作動できるようにすることで、小型化することができます。また、近い将来に、事故を起こした炉心での線量率計測として試用することを検討しています。

原子力機構では今後、政府や東京電力が実施する格納容器や圧力容器内部調査技術開発において、本研究開発の成果に基づく提案を行い、技術の適用をめざします。

