

原子力発電所の安全性

Safety of Nuclear Power Plant

内山 洋司 (うちやま ようじ) 一般社団法人 日本エレクトロヒートセンター会長 (筑波大学名誉教授)

原子力発電所の安全性は、大地震などが発生した際に、まず第一に原子炉を「止める」、次にウラン燃料の溶融を防ぐために「冷やす」、そして外部に放射性物質を放出させないように「閉じ込める」ことが基本になる。ここでは、原子力発電所についての安全対策を新規規制基準を含めて説明する。

1. はじめに

火力発電所では、ボイラへの燃料供給を停止すれば、ボイラ温度は急速に低下する。それに対して、原子力発電所では原子炉内で核分裂が停止しても、分裂によって発生した核分裂生成物は安定した核種に変換するまで放射線を放出し続ける。特に、分裂直後の放射線量は高く、核分裂生成物の崩壊によって極めて大きな熱エネルギーが発生する。原子炉の核分裂が停止しても炉心を冷却し続けていないと 30 分から 1 時間程度で核燃料が溶融してしまう。そして、最も恐れられているのは、炉心に閉じ込められている放射性物質が原子力施設から外部環境に放出される事態が発生することである。

2011 年 3 月に発生した福島第一原子力発電所の事故は、原子力災害の大きな教訓となった。地震と津波によって全電源が喪失し、炉心を冷却するすべての機能が停止した。炉心の燃料は溶融し、その後の水素爆発によって放射性物質が外部に放出されてしまった。その被害は甚大で、多くの住民らが避難を余儀されただけでなく、放射性物質によって汚染された地域の農作物や水産物の出荷が停止された。家屋や土壤等に散らばった放射性物質の除染作業は長期間に及び、その間、住民の多くが帰宅困難者として元の家に戻ることができなかった。また、風評被害の影響は福島県全体の農作物や魚介類にまで及び、食品の安全が確認されても製品の多くが売れず、その影響は都心を含めた周辺地域だけでなく海外にまで広がった。事故炉から発生する汚染水を処理した水、また各地から集積された

汚染土壌の処分も未解決で、長期化する廃炉作業に対して、住民だけでなく国民の間に不安が広がっている。

こういった原子炉事故は、二度と起こしてはならない。国は、福島第一事故の反省を踏まえて、厳格な新規規制基準を設定した。その基準は、全国のすべての原子力発電所や関連施設に適用され、その基準が満たされるまで施設の稼働は許可されない。本稿では、最初に、原子力プラントの安全性についてリスク面から定量的に評価する確率論的安全評価の概念を説明する。そして、わが国で取られている原子力発電所の基本的な安全対策と新規規制基準について紹介する。

2. 確率論的安全評価 (PSA) の概要

システムの安全とは、そのシステムが人と環境に被害を与える恐れがない状態をいう。システムの安全性を調べるには、システムがもたらす被害の大きさとその発生確率の関係を明らかにすることが必要になる。そのためには、当該システムが被害をもたらすに至るシステム構成要素の故障、誤操作の組み合わせ (事故シーケンス) とその発生頻度、及びその事故シーケンスがもたらす被害の大きさを体系的に評価しなければならない。この目的で行なわれる作業を確率論的安全評価 (PSA: Probabilistic Safety Assessment) という。

PSA は、理論的に考え得るすべての事故シーケンスを対象とし、異常・故障などの起因事象の発生頻度、事象の及ぼす影響を緩和する安全機能の喪失確率および事象の進展・影響を定量的に分析・評価することに