

2024年 9月 3日

大学: 〇〇工業高等専門学校  
名前: \_\_\_\_\_

## 1. 福島第一原子力発電所全般

(1) 福島第一原子力発電所について、2011年3月11日からどんな流れで事故が発生したか簡単に要点を纏め説明しなさい。

平成23年3月11日14時46分に東北地方太平洋沖地震が発生した。福島第一原子力発電所が位置する、大熊町、双葉町では震度6強を観測した。地震発生後、1～3号機は全制御棒が自動的に挿入され、緊急停止(原子炉スクラム)に成功したことにより、地震による直接的な被害は確認されなかった。4～6号機は定期検査の為、停止中だった。また、外部電源が喪失したが、その後非常用ディーゼル発電機(D/G)が自動起動し、電源を確保することができた為、原子炉停止後にも燃料から発生する崩壊熱(残留熱)を冷却することができた。しかし地震発生からおよそ50分後、最大15mにも達する津波が発電所を襲来した。非常用ディーゼル発電機などの設備が浸水したことにより所内電源喪失、冷却源である海水と熱交換をする為の残留熱除去系ポンプなどの冷却系が使用できなくなった。その後、消防車等による代替注水(冷却)を行った。しかしながら冷却が間に合わず、冷却水が蒸発し、大量の水素が発生。原子炉建屋に漏洩、炉心熔融に至った。それにより翌3月12日15時36分、1号機水素爆発。3月14日11時1分、3号機水素爆発。その後、3号機の格納容器ベントに伴って放出された水素が4号機に流入した事が原因で4号機も水素爆発を起こした。2号機は1号機の水素爆発の衝撃で原子炉建屋上部側面のパネルが開き、水素が外部へ放出され、水素爆発を免れた。

(2) 福島第一原子力発電の現状の課題と対応について簡単に纏め説明しなさい。

福島第一原子力発電所の課題と対応は大きく分けて6点ある。1点目は「汚染水対策」である。発電所の下には地下水が流れており、原子炉建屋などに流入するなどにより汚染水となる。3つの基本方針「取り除く」「近づけない」「漏らさない」に沿い、多核種除去設備(ALPS)による浄化や地盤改良・敷地舗装(フェーシング)、陸側遮水壁、地下水バイパスによる地下水くみ上げなど、2028年度末までに汚染水発生量を50～70 m<sup>3</sup>に抑制することを目標に、地下水を安定的に制御するための様々な重層的な汚染水対策を進めている。2点目は「燃料取り出し」である。3号機及び4号機は使用済燃料の取り出しが完了しているが、1号機と2号機は未実施である。原子炉建屋の使用済燃料プールにある燃料取り出しに向けて、内部調査や瓦礫撤去、大型カバー設置、設備建設など2031年内の燃料取り出し完了に向け準備が進められている。3点目は「燃料デブリ取り出し」である。溶けた燃料などが冷えて固まった燃料デブリであるが、1～3号機は安定的に冷却され、冷温停止状態を維持している。原子炉内に熔融した燃料(燃料デブリ)の取り出しに向けて、炉内は人が近づけないことから、過去の内部調査で使用実績のあるテレスコピ式装置での試験的な取り出しや、システム設計及び装置の基本設計及び関連する建築物の設計や工事管理、研究、遠隔での操作訓練、人材育成、ロボットの開発や格納容器の内部調査など幅広い分野、数多い企業・人員で廃炉に向け準備を進めている。4点目は「廃棄物対策」である。廃炉作業に伴い発生する、廃棄物であるが、放射線量に応じて分別に発電所構内で保管している。2028年度内までには処理設備の完成、処理の実施、保管庫の増設などガレキ等の屋外一時保管解消に向けて準備を進めている。5点目は「作業・労働環境」である。地域住民はもとより、作業員や社員、周辺環境の安全確保を最優先に、放射性物質などによるリスク低減や労働環境の改善に取り組んでいる。放射線防護装備の適正化では発電所内96%が一般作業服で作業ができるようになり負担軽減、作業効率化を図っている。また、大型休憩所や食堂、コンビニの整備がされ、労働環境が改善されている。6点目は「処理水対策」である。多核種除去設備(ALPS)で処理を行ったALPS処理水の海洋放出であるが、国内法令による安全基準や国際法・国際慣行などに基づき人や環境への影響を評価・測定し、その安全性を確認するとともに、公衆や周辺環境、農林水産品の安全を確保する。また、海洋放出を行う際はトリチウム以外の放射性物質の濃度が国の基準を満たすまで再浄化処理(二次処理)を行い、トリチウムの規制基準を十分に満たすよう海水で希釈している。風評被害を最小化するために年間約22兆ベクレルの範囲内での放出量の調整や万一の際の設備などの整備がされている。

## 2. 燃料デブリ取り出しの取り組みについて将来的にどのような取り組み・対応が必要か自由意見を述べなさい

私は燃料デブリ取り出しの取り組みについて将来的に次の点のような取り組み・対応が必要であると考えている。

1.放射性物質の拡散の防止 2.作業従事者及び環境への安全確保 3.燃料デブリの再臨界への対処 4.炉内及び建屋の状況把握 5.放射性廃棄物の保管、管理、廃棄方法の制定。

1の放射性物質の拡散防止については、燃料デブリ取り出しの際に原子炉格納容器を開口することなどから拡散する事が考え得る。拡散を防止する為に、入口を遮蔽材料で保護(シールド)する事や将来的には放射線量を可視化し遠隔ロボット等を用いて限りなく炉内及び建屋の除染を進めていき、拡散防止を図ることが重要であると考えている。2の作業従事者及び環境への安全確保については、燃料デブリ取り出しに関わる作業従事者が限りなく少ない被ばく量で済むこと、発電所周辺の環境の放射線量が現在よりも増加しない事が重要である。その為には、遠隔ロボットや最先端の技術(ICT技術や量子コンピューター、電気的技術)を駆使していく対応が必要であると考えた。3の燃料デブリの再臨界への対処であるが、現在は再臨界するリスクは限りなく低いが、水中において処理を実施した後に、取り出し及び保管をするが、この時の状態変化によって再臨界をする可能性がある。再臨界を防ぐためには科学的に解析していく必要があると考える。例えば臨界量を事前に計算したのち、再臨界のリスク評価、未然に防ぐための対策を施行することなどである。4の炉内及び建屋の状況把握は作業従事者の安全確保も含め効率的かつ容易的に作業を進行していく為に必要な対応である。人が立ち入る事が厳しいことからロボットの力を借りなければならない。廃炉ロボットでは複雑な構造である建屋内を進んでいく為の技術が必要である。例えばドローン方式で手元のコントローラーで操作し、ロボットには解像度が高い 4K60fps カメラ(GoPro 等)の装着、周りを照らす為のライトや堆積物を取得する、階段や踏み場が無いところを進む為の特殊アームなど、できる限り軽い素材で製造・研究するなどだ。5の放射性廃棄物の保管、管理、廃棄方法の制定は、燃料デブリ取り出しの前後や取り出し中、現在よりも多くの放射性廃棄物が排出される事が予想される。現在は発電所内で処理、保管する計画であるが、それを上回る廃棄物が出てきた際には、放射性物質を低減化し、一般廃棄物として処理できるようにできる対応が必要になってくると考える。例えば汚染水を多核種除去設備(ALPS)で処理するように放射性廃棄物も科学技術を用いて処理し、一般廃棄物として処理をする、世間に安全性を認知してもらえるような取り組みが必要になってくると考える。

これらは私たちの世代が積極的に研究・開発を行なっていかなければならない。人材育成を含め、現在の技術を応用し、廃炉の一步である燃料デブリ取り出し完了を目標に、これらの取り組み・対応に臨んでいくべきである。