

東京電力福島第一・第二原子力発電所の地震・津波による事故についての
私見をまじえての解説速報

2011. 3. 19

宅間正夫

同級生諸兄がご心配されていることと思いますので、小生も未だ詳しいことが分からず、新聞やテレビの情報だけですが、昔の記憶を辿りつつこの事故の本質的な点と思われることのみ、私見ですが整理してお伝えしたいと思います。勘違いしているところもあろうかと思いますがご容赦ください。ごく大雑把でまた必ずしも正確な学術的な用語に従っていない解説調になって恐縮ですが、ご参考になれば幸いです。

原子力発電所の周辺の人々への安全確保の大前提は、端的に言って人々に放射線や放射性物質（放射能と略称されることもある）による健康障害を与えないことにあります。原子炉から放射性物質が多量に漏れ出ることを防ぐには、炉内のウラン燃料の被覆管が壊れないように、①如何なるときでも核分裂を「止める」こと、②如何なるときでも燃料を空焚きにしないで「冷やす」こと、そして③万一燃料が壊れて放射性物質がもれ出てもそれが周辺環境に放出されないように「閉じ込める」こと、であり、これを「安全の3原則」とも言われます。

この3原則を確実に実現するために、原子力の設計製造や運転保守における安全思想として技術の面での「多重防護（深層防護とも言う）」思想があります。これは、①事故の引き金になるような故障・トラブルの発生を出来るだけなくす「発生防止」（人間のミスも前提にして）、②さらに万一故障・トラブルが起こってもそれが広がらないように「拡大防止」、③万が一それが拡大して事故に至っても放射性物質が周辺環境に漏れ出ないように「放出防止」、の3段階のレベルに応じて、ソフト面・ハード面の対策をとっていて、これによって究極的に上記の「止める、冷やす、閉じ込める」機能を達成することになります。安全系に係るそれぞれの設備は多重性や多様性を持たせています。

たとえば、「止める」は地震時などに急速に多数の制御棒を挿入（スクラム）するなど、「冷やす」は多重の非常用冷却系（電気駆動や蒸気駆動、また炉の圧力が高いときに注水できる高圧系と圧力が低いときに大量に注水できる低圧系）など、「閉じ込める」は、放射線・放射能の閉じ込め策としてよく言われるように「5重の防壁」（①セラミック状で放射能を閉じ込めるウランペレット、②燃料ペレットを覆うジルコニウム合金製の被覆管、③鉄製の原子炉圧力容器、④鉄製の原子炉格納容器、⑤コンクリート製の原子炉建屋[今回の事故で破損した最上部は必ずしも閉じ込め機能は期待されていない]

こうした安全思想にしたがって設備をつくるにあたっては、過去の自然災害などから合理的に考えられる最大の事故を想定して、それを「設計基本事故」として設計製造し、運転保守を行います。また、設計基本事故を超える事故（規則違反などに起因するチェルノ

ブイル事故や想定した自然力を超える自然事象など) に対しても、技術者など関係者の知識・知恵・経験を総動員して、使えるあらゆる資機材を使って「止める、冷やす、閉じ込める」目的に向かって事態の収束に当たることが出来るように「苛酷事故」対応のアクシデント・マネジメントの手順や設備なども用意されていて運転員達も訓練されているということです。

上記のような安全確保設備の駆動や安全活動のためには、エネルギー源が必須です。「止める」ための制御棒は、信号を検知してあらかじめ窒素ガスで蓄圧された水圧で急速に自動挿入されます。今回の地震でもそのようにして核分裂は止まりました。バックアップとして中性子を吸収するホウ酸水注入設備もあります。

しかし、「冷やす」については、原子炉内に大量の水を注入して燃料を冷やす多重の非常用炉心冷却系のポンプや、核分裂を止めても燃料から出続ける残留熱を取り去るための冷却用海水ポンプ類を動かすために電源が必要です。また原子炉建屋の上部（壁が水素爆発で無くなったあの床）にある使用済み燃料を水中で保管しているプール（使用済みでも熱を出し続けているので冷却と放射線遮蔽のため大量の水が必要）の水を補給・冷却するポンプの電源も必要です。

このために発電所では、発電が止まった非常時のために、非常用の外部電源を多重に設けています。しかし今回、大地震によってこれらの外部電源がすべて停止し、復旧に長時間かかってしまうことになりました。

非常用外部電源について言うと、福島第一・第二から発電した電気は通常は27万5000ボルトや50万ボルト送電線で10キロほど（だったと思いますが）内陸の新福島変電所に送られ、そこから首都圏方面に50万ボルト2ルート4回線で送られます。そして発電所の非常時には、逆にこの送電線で発電所のほうに電気が送られてくるのが期待されていましたが、電気が来ませんでした。詳細が分かりませんので勝手な推測ですが、地震で変電所がやられてしまったのではないかと思います。また違う電力系統の東北電力さんから6万ボルト2回線の非常用線もありますが、これも東北系統の停電のため使えませんでした。3月19日現在、東北電力さんの6万ボルトからケーブルを新設して、関係者の皆様のご協力で外部電源が次第に復旧できてくるようでようやくほっと出来る感じです。

また、こうしたときのために非常用内部電源として、各号機は複数（100%容量の2台だったかと思いますが）の最高レベルの耐震設計を施したディーゼル発電機を持っており、少なくとも1週間は運転できる耐震燃料タンクも備えてあります。これらは津波でやられたもの以外は地震直後に急速起動しましたが、発電機の冷却用の海水ポンプが津波でやられてしまったために短時間しか運転できなかつたということのようです。こうなると発電所内の電源は、すぐに尽きてしまうバッテリーしかなくなつてしまいました。その後、各方面から電源車を多数送っていただき、これが大活躍をして何とか急場を一時しのいだようです。本当にありがたいことでした。

非常用ディーゼル発電機や海水ポンプは、設計想定を超える津波でやられたように思われます。発電機の燃料タンクも津波で流されたようです。発電所の敷地高さは5メートルだったと記憶していますが、これは勝手な推測ですが1960年のチリ津波のときの潮位が基本になっているのではないかと思います。しかし今回は10メートルを超える津波だったようで、敷地上面を洗っていったのではないかと思います。

燃料を冷やす水源も次第に乏しくなり、海水を使わざるを得なくなりました。使用済み燃料プールの水も次第に蒸発していったため、自衛隊、警察、消防の皆様のおかげで冷却水補給が進んでいます。これも大変ありがたいことです。

残念ながら「冷やす」については多重防護（深層防護）が破られてしまった、といえると思います。

「閉じ込める」については、上記のように有効な冷却機能が失われたため、燃料が過熱して原子炉圧力容器内と格納容器内の圧力が上がったため、放射性物質をとり除ける非常用フィルターを通して格納容器内の圧力を外部に逃がさざるを得ませんでした。また燃料が過熱するとその被覆管の材料のジルコニウムと水が反応して水素が発生し、軽い気体なので建屋内に漏れ出て滞留して水素爆発に到ったようです。

今回のような設計想定を上回る事故に対して、上記のように苛酷事故対応のアクシデント・マネジメントレベルの対応が行われています。これは人間の知識・知恵・経験を総動員して、また人間同志の相互協力によって、使える設備・資機材をすべて使って燃料の冷却や放射性物質の閉じ込めに全力を尽くさなければならない段階であり、事故の収束に向けて原子力関係者のみならず国、行政、自治体、諸団体さらには現場で直接収束への活動に携わられている自衛隊、警察、消防、米軍などのあらゆる方々が一致協力して全力を投入してくださっていることは、いくら感謝してもしきれません。

次に、小生は広い意味での「深層防護」の安全確保の思想が原子力安全に係るすべてを通じて貫かれていると思います。それは原子力発電など原子力施設の有する潜在的な放射線・放射性物質の危険性を、①まずは「技術」によって封じ込めること。それが前述の「発生防止・拡大防止・放出防止」といってよいでしょう。②施設と周辺の方々との「距離」をとること。ここには風向きや風速など拡散に係る要素も含まれます。③危険を避けるために計画的に避難行動が行えるように「防災計画」をあらかじめ定めること、です。「技術、距離、防災計画」という性質の違ったものを組み合わせて、最終的に放射線・放射性物質による人々に健康障害を与えないようにすることが「広義の深層防護」です。今回、残念ながら技術による多重（深層）防護は破られましたが、「距離」と「防災計画」の発動によって、放射性物質による汚染があるかもしれませんが健康障害にまでは至らないと思っております。その意味で退避・避難された大勢の皆様方にはご不便・ご心配・ご不安をおかけして心から申し訳ありませんが、早めに防災計画を発動された政府のご決断は高く評価

されるものと思います。また皆様が一日も早くお宅に戻れるよう念じております。

人間が技術を使うときに、自然界の力を予測してそれを克服できるように技術によって対処しますが、考えてみれば自然界の底知れない力を予測できる、あるいは上限を掴める、と思うところに、自然に対する人間の思い上がりがあるのかもしれない。

今後原子炉が冷温停止の安定状態に達した後、さまざまな後始末があり、これも多くの人々の協力無しにはできません。また今後の原子力発電についてはこの事故の経験・教訓を踏まえてソフト・ハード両面での大きな改革が予想されます。関係者の皆様のご努力を期待しております。いずれにせよエネルギー資源に乏しいわが国では1つのしかし重要な選択肢として原子力を安全に、国民の皆様の信頼を得ながら使っていかなければならないと思います。諸兄のご支援をよろしくお願いいたします。