

1. 福島原子力発電所で何が起こったか

2011年3月11日14時49分宮城県三陸沖、地下24kmを震源地とするM9.0という、史上4番目、未曾有の巨大地震が発生し、それに伴う大規模な津波は東日本500kmに及ぶ沿岸を襲い、すべてを舐め尽くし、東京電力(株)の福島第1原子力発電所に甚大な事故を引き起こした。

地震を検知したセンサーの感知により炉内の制御棒が挿入され、原子炉は緊急停止したが、1時間後には全交流電源が喪失し、1号炉ではバッテリー動作により、冷却水が循環したが、約1時間後には冷却水の注入がストップし、炉内温度は急速に増加した。運転中の2号炉、3号炉も少しの時間遅れで同様な経過を辿った。その後しばらくして、1000~2000℃という高温水蒸気と核燃料被覆材のジルコニウムが反応して水素が発生し、原子炉建屋の天井部に漏れ出した水素が何らかの引火により爆発した。この時点で2号炉以下の原子炉においても同様の爆発が十分予想されたことであるが、迅速な対応がないまま、他の原子炉建屋においても水素爆発が相継いで起こり、大量の放射性物質が大気中に放出された。

さらに原子炉内に冷却水がなくなり、空焚き状態となった炉内では、燃料棒が溶け(メルトダウン)、圧力容器内からも溶融した燃料棒が漏出したものと思われる。

原子炉事故の本当の恐ろしさはこれから続くのである。このことを理解するために原子力発電のしくみを記述しよう。

2. 原子力発電のしくみ

2.1 核分裂とエネルギーの放出

核燃料であるU-235が1個の中性子を吸収すると2つの原子核(核分裂生成物質)に分裂すると同時に2~3個の中性子と質量損失による強いエネルギーが放出される。放出された中性子の動きを制御して

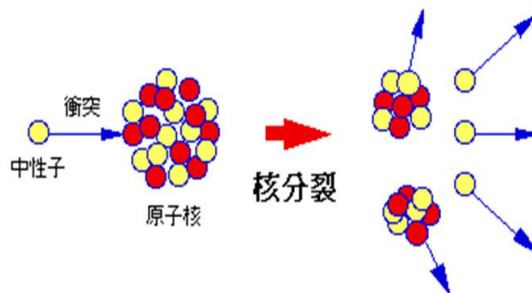
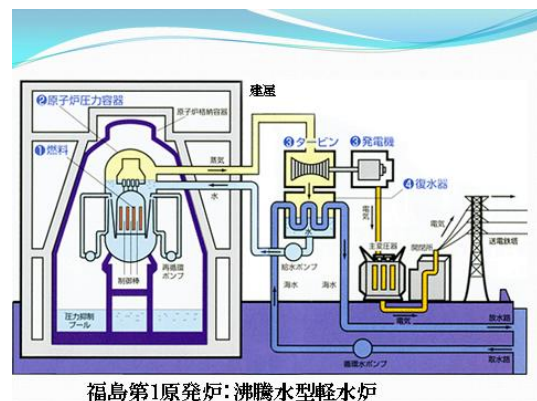


図-1 U-235の核分裂

そのうちの1個だけを他のU-235に吸収させ、同様の反応を連鎖的に起こさせて、発生するエネルギーを継続的に利用するのが原子炉である。

2.2 原子炉の構造と発電のしくみ

福島第1原子力発電所の原子炉は40年前にアメリカから導入された沸騰水型軽水炉である。これを図-2に示す。原子力発電と火力発電は共に熱エネルギーで水蒸気を発生させ、その水蒸気でタービンを回転させて発電する。両者の違いは熱源として前者は原子力を、後者は石炭、石油を使用する点である。



福島第1原発炉:沸騰水型軽水炉

沸騰水型軽水炉では、外側から原子炉建屋、原子炉格納容器、原子炉圧力容器があり、この圧力容器の中で、U-235の核分裂を制御しながら

ら、核分裂時に生じる熱で水蒸気を発生させて、タービンを回転させて発電する。水蒸気は熱交換機で海水によって冷却され、再び水として炉内に運ばれ循環される。それ故水循環ポンプはきわめて重要な役割を果たす。

2. 3 核燃料の溶融（メルトダウン）と水素爆発

地震と津波によって全電源を喪失した原子炉は、炉内の熱を水蒸気として外部に取り出し、炉内の熱を冷却する水の循環機能を失った原子炉は水蒸気が炉内に充満し、空焚き状態となり、2000℃以上の高温・高圧状態になる。高温・高圧の水蒸気は燃料棒の被覆材であるジルコニウムと反応して水素が発生し、原子炉建屋の上部に集まり、何らかの衝撃か火花によって爆発した。この段階で、2号炉、3号炉等と同じ事が起こると予想されたはずであるが、十分な対策も行われないうちに、相次いで水素爆発を起こすことになった。更に冷却機能を失った原子炉の炉内温度が上がり、メルトダウンが起こり、圧力容器から外部への漏出が起こったと予想される。核燃料のメルトダウンは原子炉事故の中でも最大クラスの事故である。

3. 原子炉事故を大事に至らさないためには

原子炉事故を大事に至らさないための3原則は①止める、②冷やす、③閉じ込める である。①は制御棒を燃料棒の間に挿入して核分裂反応を止める事である。福島原子力発電所では、地震が発生した段階で、自動的に制御棒が挿入され核反応は停止された。原子炉内では核分裂反応は終わっても核分裂生成物質自身が放射線を放出して、同時に崩壊熱が発生するので、冷却を続けなければならない。しかし発電所でありながら電源を失った福島第1原発では、冷却水を循環できずに、淡水を供給できないまま時を過ごし、遅れて海水を冷却水として使用することとなった。海水注入の遅れが後の大惨事を引き起こすこととなった。東電が海水の注入をためらったのは、炉内に海水を注入すると原子炉が使用できなくなり、廃炉にしなければならないからである。これが人災と言われる所以である。結局、②の炉の冷却ができず、放射性物質を炉内に閉じ込めること（③）もできなくなり、後の大惨事につながるようになった。

4. 放射能と放射線

本節では放射性物質に関わる言葉の定義について記述する。

- ① 放射性物質とは、不安定な物質で、安定な物質に変化する際に、エネルギー（放射線）を放出する物質のこと。
- ② 放射線とは、原子が安定になるときに放出されるもので、 α 線、 β 線、 γ 線、中性子線などがある。物質の透過力は、 $\alpha < \beta < \gamma < \text{中性子}$ の順で強くなる。
- ③ 放射能とは、放射性物質の原子から放射線を出す能力のこと。放射性物質は放射線を放出して安定な物質になる。放射能が半分の強さになる時間を半減期という。
- ④ 放射能の強さを表す単位ベクレル（Bq）とは、放射性物質の改変（崩壊）の起こりやすさを表す単位で、1 Bqは1秒間に1個の放射性改変が起こることで、放射性物質の量を表している。
- ⑤ シーベルト（Sv）とは、放射線が人体に及ぼす影響の大きさ表す。

5. 放射線被曝と放射線障害

人体が放射線被曝したとき、全身被曝と、局所被曝とに分類され、また放射線の体外からの外部

被曝と、放射性物質を体内に取り込んだときの被曝を内部被曝と言い、人体に及ぼす影響（放射線障害）は内部被曝の方が大きい。放射線障害の現れ方には急性障害と晩発性障害がある。急性障害と晩発性障害は、障害の発症時期による表現で、一般的に急性症状は被曝して1、2週間後程度から数カ月以内に発症し、さらにやや遅れて発症する亜急性などもある。晩発性障害は数年以後に発症する。また、一定線量の被曝をすれば誰でも必ず発症する症状を「確定的」と言う一方、被曝しても必ずしも発症しないが、発症率が被曝線量とともに増加するという障害を「確率的」と言う。一般的に急性症状は確定的に発症し、癌などの晩発性障害は確率的に発症するが、白内障のように、どちらに属するかを議論している障害もある。被曝には、①レントゲン写真を撮るときのX線やがん治療で受ける医療被曝、②医療従事者や原子力施設で働く労働者の職業被曝と、③医療と関係なく一般公衆が自然界から受ける公衆被曝があり、それぞれ許容被曝線量が法律部定められている。いずれにせよ原則的には放射線は浴びない方がよいと考えるのが普通である。

全身外部被曝の場合の被曝線量と急性症状の関係を図-3に示す。他の被曝限度は、年間業務費曝の上限は50mSvと定められている。胸部X線CTを1回浴びると6.9mSv、年間自然放射線被曝量は2.4mSv、一般市民の線量限度は1.0mSv、1回の胃のX線検診は0.6mSv、1回の胸のX線検診は0.05mSvとされている。新聞報道によると福島第1原発の北西31kmに位置する浪江町赤宇木における3月23日から6月26日までの積算放射

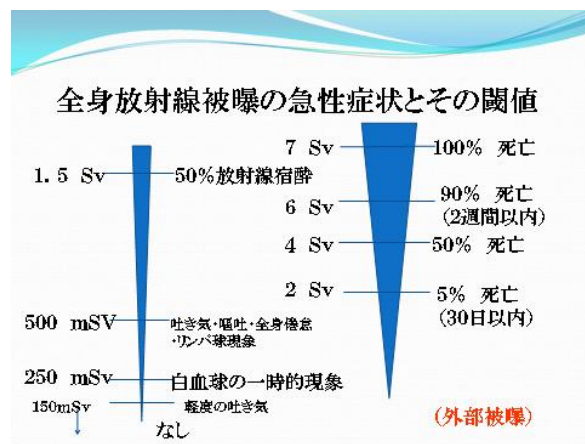


図-3 全身被曝の急性症状とその閾値

線量は45.59mSvに達していると報道されている。福島第1原発の国際原子力事故評価尺度は当初レベル5と報道されたがその後旧ソ連チェリブノイリと同じレベル7と訂正された。更に6月7日には放出された放射性物質物質の量も77万Bqに訂正された。その後も放射性物質の放出は続いており、。今後、どこまで増え続けるのか予測できない。

6. 今後の課題

紙数に制限があるので、今後の課題は箇条書きで記すにとどめる。

- ① 放射能の環境への放出量を可能な限り減らす。(海洋・地下水・土壌汚染を防ぐ)
- ② 将来の個人被曝線量予測ができるように、放射能の計測を密に行うと共に。個人の移動場所の履歴を自分で記録しておく。
- ③ 原子炉運転の経済性より安全性を最優先する。
- ④ 被災者の長期的救済策を早急に立てる。
- ⑤ 国内原子炉の安全性を再点検し、公表する。
- ⑥ 被害の予測を科学的に、正確に、分かり易く公表する。
- ⑦ 科学の話は政治家でなく、科学者が説明する。
- ⑧ データの迅速な公表を行う。
- ⑨ 「想定外」は「想定内」に。

- ⑩ 原子炉の多重防護施設の危険率はかけ算ではダメ。
- ⑪ 被災地に憲法を（基本的人権、生存権）。
- ⑫ 土壌汚染・海洋汚染、大気汚染に伴う食品の直接的及び食物連鎖による放射能汚染
- ⑬ 放射性物質によって汚染されたがれき等の安全な処理・処分
- ⑭ その他 いろいろ

7. 原子力政策のあり方

原子力政策のあり方について。もう何十年も前から論じられている。1972年に日本学術会議第1回原発問題シンポジウムにおいて安齋育郎氏がまとめられた6項目の点検基準は39年後の今日においても新しい点検基準として生きていていると思われる。

- ① 自国に根ざした自主的なエネルギー政策かどうか
- ② 経済優先か、安全性確保優先の開発か
- ③ 自主的・民主的な地域開発計画と抵触しないか
- ④ 軍事的利用への歯止めが保障されているか
- ⑤ 人の生活と生命の安全性、環境の保全が実証的に確保されているか
- ⑥ 原発開発に関する民主的な行政が保障されているか

8. 終わりにかえて

福島第1原発事故を契機に、世界中でエネルギー源として原子力に頼る事の可否について議論がなされている。いち早く原子力発電に「ノー」の答えを出したドイツ、イタリアや、今一番になすべき稼働中の原子力発電所の「想定外」をも「想定内」に入れた安全性の点検もないままに、原子力発電に依存することを決めた国など様々である。エネルギー源の約30%を原子力発電に依存している我が国のエネルギー戦略を見直すと共に、まずは安全性の確認を行い、原子力発電に代わるエネルギー源の賦存量と可能性を評価することが、今求められていると考える。

- * 原子炉も怯む 地震の原始力 (夏目 三四郎)
 - * 安全は危険（活断層）の上に立っていた (松田 英治)
 - * 地震予知 地震が来てから発表し (田中 健一郎)
 - * 「想定外」というマグネチュードに責任転嫁 (小山 安松)
 - * 一生に 二度も疎開を体験し (福島 幹圭)
 - * 大地震 人の優しさ揺り起こす (越中の助)
 - * 若者のイメージ変えたボランティア (鍵矢 久美)
- (川柳に見る大地震 — 中小企業振興新聞より — 2011年6月)