

## 放射能隔離に向けて（暫定版）

東北大学 流体科学研究所 圓山重直

2011/04/24 作成

### 概要

一日も早い原発放射能の閉じ込めが望まれる。炉内の放射線強度や周囲の放射能強度は落ちているが、これはヨウ素の崩壊で減少しているため、セシウムは以前と変わらず出ている。これが、環境に蓄積し我々は膨大な付けを払うことになる。3ヶ月も待つことは許されない。セシウムは原発敷地内の放射線量を長期にわたって増大させ、今後の作業をより困難にする。原子炉の一つからでも放出蒸気が止まれば、国際・国内に向けての大きなアピールとなる。

原発は巨大で不気味な怪物である。我々はこれを納めなければならないが、気まぐれな人間が起こす戦争や未知の現象が複雑に作用する自然災害と異なり、相手は物理法則に基づいて反応する。また、原発は我々が作り出した物である。戦争や自然災害より制圧は容易なはずである。これまで、原子炉は物理法則に従って「素直に」事故を起こしている。あえて言えば、それに立ち向かうのが我々人間であり、組織としての思惑や種々の打算が働く可能性があることであろう。

このレポートでは、公開されているデータを基にした現状分析と格納容器水葬計画の長所・短所分析、第6の壁の中で放射能を封じ込める可能性について言及する。

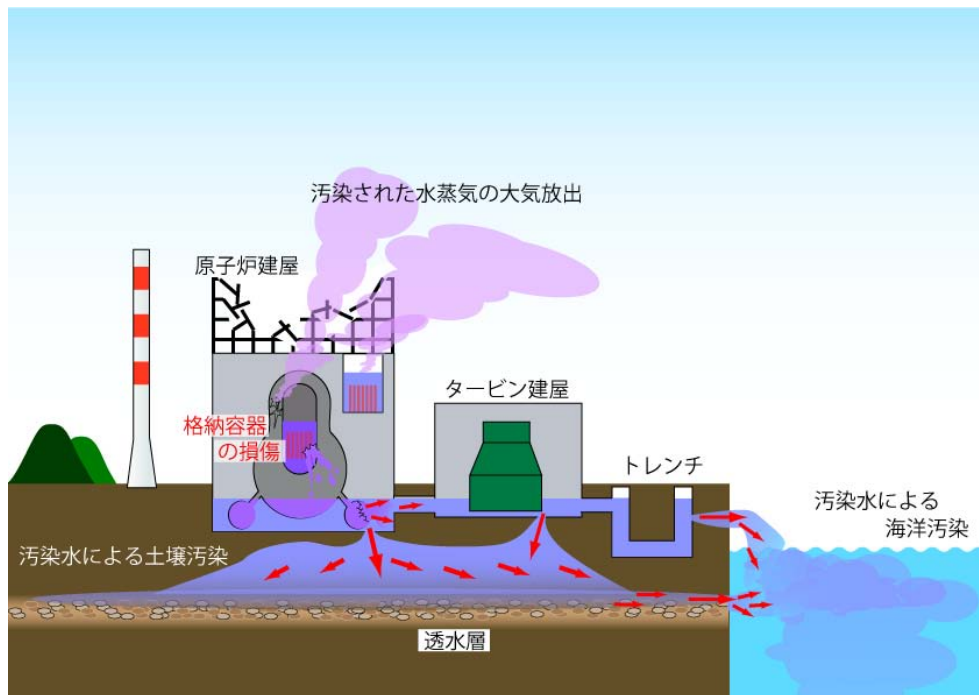


図1 放射能放出の現状

## これまで 1-3 号機で起きている現象の推定

3つの圧力容器は破損している可能性が大きい。内部圧力が高いことから、1号機の穴は2、3号機に比べて小さいと予想される。1、3号機の格納容器は水素爆発の爆圧で外部から破壊していると予想される。2号機は内部が高圧になったときに圧力抑制室と他の場所で破壊されている。

4月22日の報道では、(少なくとも)1号機の蒸気は格納容器内で水に戻していると考えているようだが、これは**エネルギーバランスを考えると間違いである**。詳しくは HTCRep.10.1 参照。炉心の蒸気は凝縮することなく放射性蒸気として環境に放出され続けている。可能性としては、1、3号機は破損した格納容器上部から蒸気が出ている。

原子炉建屋は岩着で建設されていると予想されるので、原子炉建屋真下から地下への漏れは考えにくい。側壁を通した漏れは考えられる。タービン建屋は岩盤に杭打ちをして、その上に建設していると考えられる。タービン建屋地下は亀裂が入っており、建築時に敷き詰めた砂利(クラッシャー)が透水層となり地中に拡散していると予想される。その水がトレンチや縦坑に溜まっていると予想される。トレンチからの水をかい出してもタービン建屋からどんどん漏れるので意味がない。この漏れ率は、ダルシー則とこれまでのくみ出しデータで計算できる。このことは土木関係では常識だが、下請け業者が施主にコメントすることはしにくい状況であると推察される。

## 原子炉から放射能を隔離する方法

「原子炉の中で、ウランが核分裂してできる放射性物質は、発電所の外へ影響を与えないように、5つの壁で閉じこめられている」と言われてきた。この「神話」が今回の事故でもろくも崩れ去ったのは、承知の通りである。原子炉の炉心損傷に始まり、大量の放射能ブローオフで大気に放出、海洋にも放射能を垂れ流した。依然として漏洩水の可能性があり、さらに毎日400トン以上の放射能を含んだ水蒸気を環境に排出している。

第5の壁が崩壊してタービン建屋に汚染水が流入している現在、**第6の壁とも言える放射能の防衛ラインは原子炉建屋とタービン建屋とすべきだと考える**。つまり、タービン建屋の汚染水の処理と平行して放射能防衛ラインに汚染を封じ込める努力を早急に進めるべきである。実際には下記の手順が考えられる。

その意味では、東電が提案している格納容器を水で満たす計画は有望である。水をうまく循環させて水冷または空冷で炉心のエネルギーだけを環境に放出すれば、放出水蒸気を押さえ込む可能性がある。また、漏洩水を循環することによって、汚染水放出を防ぐことが出来る。しかし、いくつかの懸念事項がある。

- (1) 格納容器は全て破壊されていると予想されるので、その水漏れのために格納容器の水を満たすことが出来ない可能性がある。格納容器に入れた水は、圧力容器破損のため炉心とつながるので、項汚染水となる。格納容器の亀裂の大きさを推定するには、窒素を導入し、圧力の上昇を計測することによって推定できる。蒸気と導入窒素との圧力バランスで、水を入れた場合の漏れ量が推定できる。

- (2) 容器は水素爆発で破壊されているので容器を建屋で固定している首部分が破損している可能性がある。また、格納容器下部はコンクリートと接しているが、格納容器と周囲コンクリートは約 5cm の隙間が空いている。水を満たして余震に耐えるかどうかは疑問だ。構造データがないので現時点では推定である。
- (3) 第 6 の壁に放射能を閉じ込めることは、そこまで放射能が進入することを許すことである。圧力容器と格納容器はつながっており、炉心の高度汚染水が格納容器内の水を高度に汚染する。タービン建屋に炉心で汚染された高度汚染水（少なくとも 10 倍）がタービン建屋地下を満たす。これが環境に出ると收拾がつかなくなるので、地盤の透水層の処理は完全に行う必要がある。そのためのコンクリートミルクの注入は急ぐべきである。トレンチの水は透水層を処理してからくみ出しても良い。
- (4) 圧力容器内の水面モニター計が水没時でも作動する必要あり。必要に応じて炉心に水を投入する必要がある。格納容器が水で満たされ、圧力容器は水で封入されるので、空だきとなった場合は大変危険である。
- (5) 格納容器の水循環冷却が適当でないと、容器内に温度成層が形成され、冷却しても上部が高温高圧になり爆発する。また、格納容器上部は空間（蒸気に満たされる）とし、万が一高圧になったときは圧力を逃がす管路の確保が必要である。

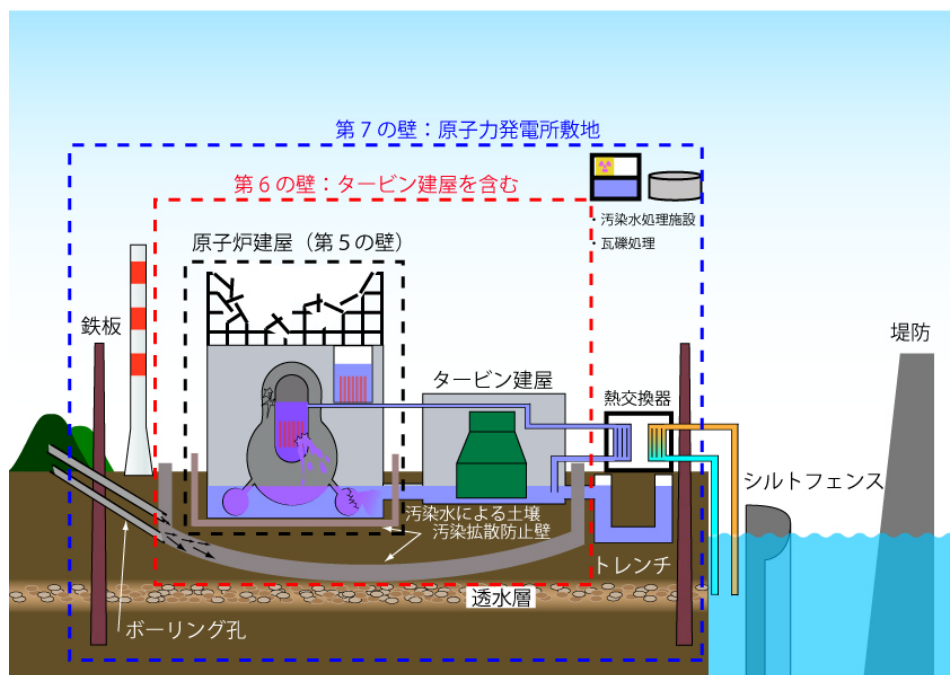


図 2 原子炉を封じ込める第 6 の壁

## 放射能を封じ込める方策案

- (1) 原子炉との戦いを制するためには、先ず敵を知ることである。放出水蒸気のガス成分分析は各炉で行うべきである。私の想像では水素の濃度は非常に小さく水素爆発は起きないと予想される。格納容器には窒素導入経路があり、これは逆流も可能だと考えられるのでここから抽気して成分分析が出来るはずである。

- (2) 窒素ガスの圧入や、冠水率を変えない程度で流入水量を変えて諸量をモニターすることによって炉心で何が起きているか推定する。
- (3) 無人ヘリや各種ロボットを投入して原子炉の温度、周囲の放射能を測定する。無人機やロボットは壊れても瓦礫になるだけなので、各種のものを導入する。ロボットにサーモビューアーを装着し各部の温度をモニターするだけでも色々な情報が得られる。
- (4) 地盤にセメントミルクを大量に投入し地盤からの汚染水漏洩を防止する。土木関係者と相談して地面が浮き上がらないように圧力と流量を調整する。この処置は、すぐ実施すべき既存技術である。
- (5) もし、格納容器に水が満たせない場合は、格納容器の水蒸気をタービン建屋に導入し外部冷却で凝縮する。2号機3号機は容器損傷が大きく、水を満たせない可能性が大きい。格納容器の蒸気凝縮によって、大気環境への放射能放出を止めることが出来る。格納容器と外部とは窒素注入管路が通じており、ここから蒸気を取り出す。タービン建屋の凝縮器とつないでも良いし、外部の凝縮器とつないでも良い。凝縮器を接続すると負圧になるのでブローは必要ないが、外部空気が入ると凝縮性能が下がるのでブローで吸引する必要があるかもしれない。
- (6) 凝縮した水の汚染度は、2号機タービン建屋地下の水に比べて低いと考えられるので、そのまま炉心に再投入しても良いし、タービン建屋地下等に一時貯留することも可能である。
- (7) とりあえず、塩抜きしたタービン建屋汚染水を炉心冷却水として使用する。これは既存の淡水化装置を使えばすぐ実施可能である。すでに多量の海水を導入しているので高度な塩抜きや除染は必要ない。これによって、余分な汚水貯蔵施設を建設しなくともすむ。
- (8) 実質的な実行が難しくなったプランAは延期して、その他の方策(複数)に努力と労力を向ける。複数の計画を同時に進め、着手できる手段から即実施する。幾つかの企業はすでにプロジェクトチームを立ち上げ、政府や東電からの指示・依頼・発注を待っている。
- (9) 4号機プールの汚染は、炉心ほどではないことが明らかとなったので、水循環して冷温停止に持って行く。詳細はHTCRep. 6.1 参照。他のプールも逐次実施する。環境に出て行く「湯気」が止まれば、国内・世界の民衆は安心する。
- (10) **原発敷地を第7の壁と考え**、海水中のフェンスや新たな堤防、敷地内の漏水箇所の補修、汚水タンクの破損などで万が一漏洩水があった場合の堤防や鋼板矢板で地中を隔離する地中フェンスなどを設置する。特に、海水に漏れ出る汚染水の防御は多重にする。今後、余震で津波が来るとも考えられる。
- (11) 敷地内に汚染水の減容処理(HTCRep. 11.1 参照)や放射性瓦礫の隔離処理などの施設も準備を開始する。
- (12) 放射能を第6の壁に封じ込めたら、時間をかけて第5の壁に隔離する方策を講じていく。しかしこれにはかなりの時間がかかると予想される。しかし、第6の壁から環境に放出する放射能が閉じ込められれば、周辺住民の帰省や産業の復旧などの目処がつくことになる。一日も早い封じ込めを期待する。