

福島第一原発事故

炉心溶融、格納容器破損の真相 後藤貞雄 2012. 10. 10 Rev. 130227

1. 地震発生と津波

2011年3月11日14時46分、日本の歴史上最大の地震が発生、福島第一原発を襲った。直後、稼働中の1～3号原子炉には制御棒が挿入され、緊急運転停止し（スクラム）した。

同時に外部電源6回線は送電鉄塔の倒壊などですべて失われたが、直ちに予備のDE（ディーゼルエンジン）発電機が起動し炉心冷却装置が稼働を始めた。核燃料は稼働停止後も大量の熱を発生し続けるので冷却を継続する必要があるのである。原発は未曾有の大地震のあとでも適切に制御されているように見えた。

地震発生約40分後の15時36分、防波堤の2倍を超える最大の津波（波高約15mと言われる）が原発を襲った。原発は浸水し、地下に設置されていた、各原子炉につき2基ずつのDE発電機は水没してすべて機能を失い、原子炉の全交流電源を喪失（SBO：Station Black Out）した。

2. 原子炉冷却機能の喪失とメルトダウン

原子炉は稼働停止後も核燃料が莫大な熱を発生するため、常に冷却を継続する必要がある。電源が失われ冷却が停止すると、冷却水は次第に蒸発し燃料棒が露出する。そして温度が数千度に達すると核燃料は溶融し（メルトダウン）、ひいては圧力容器（核燃料を保持する容器、炉心）、格納容器（圧力容器を防護）を溶融破壊し、放射性物質が周囲に飛散し広域に汚染させる。

その通り、冷却機能を失った1～3号機は炉心溶融（メルトダウン）を起こした。さらに2号機は炉心を囲む格納容器が破損した

以下に炉心溶融を起こした時間を示す（政府原発事故調シミュレーション）。

- ・1号機 3月11日 20時07分～12日2時45分
- ・2号機 3月14日 18時22分～21時18分（格納容器破損15日6時）
- ・3号機 3月13日 6時30分～9時30分

ここでは、政府事故調査報告書（政府事故調）を中心とする公表情報から、どのようにしてメルトダウンは起こったのか、それはなぜか、防止する手ではなかったのか、などの視点からその経過と真相を考察する

参考資料

- ① 政府事故調中間報告 (2011. 12. 26) 最終報告 (2012. 7. 23)
- ② 原発危機メルトダウン NHK (2011. 12. 28)
- ③ メルトダウン連鎖の真相 NHK (2012. 7. 21)
- ④ 原発事故調最終報告
－解決された謎、残された課題－ NHK (2012. 7. 24)
- ⑤ 原発事故「私の最終報告書」
その 1、2 柳田邦男 文芸春秋 (2012. 9、10)

3. 1号機のメルトダウンと格納容器爆発回避

- (1) 原子炉には各種の予備冷却装置が設けられているが、全電源喪失によりすべての機能を失った。
- (2) 1号機には、イソコン (Isolation Condenser) と呼ばれる、炉心圧力により、炉内ガスを循環して冷却する無電源冷却装置が備えられていた (1号機のみ)。この装置は停電すると安全のため一旦停止し、手動で再起動をする必要があった。しかし運転員もスタッフもこれを認識せず、漠然と動いているものと考えていた。さらに途中で停止に気付き起動させたが、空焚きによる故障を懸念し運転員は手動停止してしまった。この情報は東電吉田原発所長まで届かなかった。その時代替の冷却装置を確保することも考えられなかった。
- (3) 津波の後、吉田原発所長は、消防車による注水の検討を部下に指示したが、あらかじめマニュアルに定められていなかったため、誰も準備を進めなかった。消防車注水が開始されたのは、12日夕方でメルトダウン後であった。
- (4) メルトダウンにより圧力容器は損傷し原子炉建屋内に放射性物質が漏れ出した。
- (5) 11日深夜にはメルトダウンのため格納容器の圧力が上がり、その爆発を防ぐためのベント操作 (格納容器内部の気体を外部に放出し減圧する。放射性物質を外部に放出するものであり緊急措置) を行い、翌12日の午後、14時半に成功した。
その後同日 15時半には漏れた水素により水素爆発した。
- (6) しかし、メルトダウンによる格納容器爆発は、12日夕方からの消防車注水により回避されたものであり、最悪事態の回避は消防車による注水が決め手であった。
- (7) 運転員の非常時の運転技術の習熟不足と、常に冷却することという原発の本質を理解していなかったこと、マニュアルにない事態にも対応

するための日頃の学習と訓練不足が、メルトダウンを回避できなかった原因と思われる。

4. 2号機のメルトダウンと格納容器破損

(1) 全電源喪失直後の15時39分ごろ、運転員がRCIC（原子炉隔離時冷却系）を起動させた。バッテリーの一部が生き残り、制御は出来なくても奇蹟的に動き続けた。その後2日間にわたって動き続けたが、運転員もスタッフも東電対策本部も、稼働を楽観視して危機を適切に評価する意識が希薄でその後の対応を考えることがなかった。

(2) 14日11時1分ごろの3号機の水素爆発の影響とも言われるが、12時30分ごろRCICが停止、消防車による注水にとりかかった。ところが圧力容器の減圧に手間取り注水は19時57分ごろになり、約6時間半冷却水が途絶えた（その間、18時22分ごろに燃料棒が露出、21時18分ごろまでに炉心溶融が生じていた）。

(3) その後圧力容器の圧力をSR弁で抜きながら、消防車による注水を続けたが、23時頃よりSR弁が開かなくなり、圧力容器の圧力が上がり、注水不能、炉心冷却不能となった。同時にベント弁も開かず、格納容器の圧力は、設計値の5.3気圧の1.5倍以上の8気圧を越えた（SR弁とベント弁はともに空気弁である。これらを開くための空気の圧力よりも、炉心側の圧力が高いと弁が開かなくなる、という機能上の問題があるとの情報もある 参考資料③）。

(5) 現場は打つ手がなくなり、格納容器の圧力が上昇し、本当に破壊して膨大な核燃料が漏れ出すと、誰も近づくことが出来なくなり、自分たちも死ぬのではないかと感じた。

現場対策本部の免震棟の中は、格納容器の圧力の値を読み上げる声だけが響き、悲壮感が漂っていた。さしもの吉田所長も精根尽き果てて虚ろな表情をしていた。（参考資料③）

(6) 翌3月15日6時頃、大きな衝撃音とともに、格納容器圧力がゼロとなった。格納容器が破損し最悪の事態を迎えたと誰もが思った。

この時放射能が大量に放出されたが、現場の人の生命を脅かす程ではなかった。核燃料は飛散しなかったのであろう。しかしこの後1年以上たった現在も、高い放射線のため現場には近づけず、何が起こったかは正確には把握できない。

(7) 格納容器の圧力が下がったので、消防車注水炉心冷却を再開し、本事故で最も厳しい状況にあった2号機の最悪の事態、危機を脱した。7時半には700人の人員の内70人を残して福島第二発電所へ退避した。

5. 3号機のメルトダウン、格納容器爆発回避

(1) 津波の後全電源を喪失したが、バッテリー（125V）の一部が地下中層にあり、かろうじて生き残った。これにより全電源喪失後26分でRCIC（原子炉隔離時冷却系）が手動操作で稼働した。

(2) 翌12日11時36分ごろ、RCICが故障で停止すると別のHPCI（高圧注水系）が自動起動した。

13日2時46分ごろバッテリーが枯渇し、HPCIを手動で止めざるを得なくなった。代替の消防車による注水を計ったが、事前に準備していなかったため6時間も注水が中断、炉心溶融、圧力容器破損にいたった。間断なく原子炉に注水を実施するために必要な措置をとるための準備をしていなかった。

(3) バッテリーは125Vであり、12Vのものがあれば10個つなげて使用できた。しかし事故後の手配でも2Vのものしか入らなかった。

12Vのバッテリーは13日現在、1,000個余りが、50km離れた備蓄基地にとどまっていた。備蓄基地も、原発から20kmの物流拠点（Jビレッジ）でも、混乱のため必要物資の優先順位がつかず、また放射線に汚染された原発に、ものを運ぶ仕組みがなかったのである。

(4) 13日9時10分ごろ消防車による注水開始、それ以後炉心の溶融はとまり、ベントも実施されて格納容器の破壊も回避された。

(5) ついで14日11時1分ごろ、漏えいした水素が爆発した。1号機より爆発の規模は大きく原子炉建屋の上層部が大きく破壊された。

(6) 津波到達後約1日半の時間があつたが、その間有効な措置をすることなくメルトダウンを起こしてしまった。原子炉が危機状態に陥った時何を優先するかという判断力が備わっていなかった（政府事故調）。

6. 事故を深刻化させた背景

政府事故調と国会事故調は、「東京電力の危機対応能力の脆弱性」があつたと論じている。そして、本事故では運転員の試行錯誤の連続に抛らざるを得なかった。深刻なシビアインシデント（過酷事故）は起こり得ないという安全神話にとらわれ、危機を現実のものにとらえられなくなつていくことに根源的な問題があると論じている。

結局、安全神話が、津波軽視、防波堤や装置の不備、電源車利用不可、消防車による注水準備ナシ、装置の地下への設置、関係者の原発の本質不理解、運転技術の習熟不足と炉心冷却の重要性への不理解、責任者の不適切な判断等に繋がり、危機を逃れるチャンスがありながら逃して、3機の原子炉のメルトダウンという事態を招いたということであろう。