

福島事故検証課題別ディスカッションの議論の状況について

課題 1 地震動による重要機器の影響

● 議論のポイント

- I. 非常用復水器(IC)等の重要配管に小破口冷却材喪失事故(LOCA)は起きなかったのか
- II. 津波はいつ発電所に到達したか。地震動による循環水系の損傷の可能性はあるのか

● 平成 26 年度に検証を行った事項等

- I. 非常用復水器(IC)等の重要配管に小破口冷却材喪失事故(LOCA)は起きなかったのか

○現場の状況、水素爆発の状況はどうなっているのか。

- ・4月 28 日に東京電力から田中委員宛に質問があり、8月 20 日に田中委員が説明。

[整理表 I.1. ①、I.3. ②-a、I.10. ③]

- 1. 現場の状況、水素爆発の状況はどうなっているのか。

⑥ 原子炉建屋 4 階のビデオ映像をよく見ると、IC タンクの保温材ジャケット(金属製カバー)表面に多数の水蒸気凝縮痕のようなものが見られる。これをどのように説明するか。

→ (回答) IC 本体に付着している液体のような痕は、原因については不明だが、写真、映像を見る限り、本体全面ではなく一部に付着しているように見受けられることから、水蒸気凝縮痕よりは開口部からの雨水侵入や結露水の発生(事故前後に限らず)の可能性が高いと考えているが再度検討して回答する。

- 3. 1号機原子炉建屋4階の現場調査はどうなっているのか。

②-c 1号機原子炉建屋5階のフロアの内側からは2~2.5mのところは、炉の真上でトップフランジから漏れてくるところなのに線量が 60 と少ない。10 cmも厚みがないスレートで、一桁もガンマ線が下がってしまうのは不自然である。

→ (回答) 天井が爆発で落ちて、屋根が介在をしているため低くなった可能性がある。これから撤去作業があるので、それに合わせて測定して確認していく。

- 5. 東京電力は、1号機原子炉建屋5階の大物搬入口の蓋と水素爆発の関係をどう考えているのか。

②-a 「5階の爆発で蓋が吹き飛び爆風が4階に影響を及ぼすことは十分あり得る」とのことだが、その機序を具体的に説明されたい。

→ (回答) 5階で爆発が開始し、側壁の破損又は爆風に伴い蓋が移動することによって、4階に影響を及ぼすことは十分にあり得ると考えるが、その機序については再度検討して提示する。

II. 津波はいつ発電所に到達したか。地震動による循環水系の損傷の可能性はあるのか

2. 津波の敷地到達（遡上）時刻はいつか。（4/28 第3回 東京電力資料報告書形式P 1）

○（指摘A）東京電力の見解によると、第1波は46秒程度で沖合の波高計から敷地まで到達（約1.5キロ）し、第2波（第1段）は2分20秒程度で到達していることになるが、理論的に矛盾しているのでは。

→（回答）第1波は、波の周期が比較的長いことから、重複波が形成されており、重複波が見かけ短時間で伝搬したものと考えられる。一方第2波（第1段）は、波の周期が比較的短いことから、重複波は伝搬波は進行波とほぼ同程度の時間で伝搬したものと考えられるため（波高計位置での波がそのままの形で伝搬されていない）。

【整理表Ⅱ.2. ①-a、b】

○（指摘B）10mの防波堤を越流する波は、10m以上の波高が想定される。よって、約5mの波高である第2波（第1段）がそれに該当するとの説明は矛盾しているのでは。

→（回答）東京電力の波源モデルによる計算結果では、波高計位置において約5mの第2波（第1段）は、港外側位置では波高は10mを超える。段波状の第2波（1段目）は、運動エネルギーが大きく、そのエネルギーが防波堤部分で位置エネルギーに変換され、越流するからである。

【整理表Ⅱ.2. ④】

課題2 海水注入等の重大事項の意思決定

● 議論のポイント

- I. 海水注入の意思決定に問題はなかったのか。
- II. ベントの意思決定に問題はなかったのか。
- III. 非常用復水器（IC）の操作等に問題はなかったのか。
- IV. 公表データに関して確認が必要ではないか。

● 平成26年度に検証を行った事項等

- I. 海水注入の意思決定に問題はなかったのか。
 3. 全電源喪失時などには、緊急事態宣言の時点で直ぐに海水注入すべきだったのではないのか。
 - ②. 手順書の前提を超えている状況下において、判断に迷う時はどうしたのか。
→(回答) 手順書の前提を超えている状況下においては、当直長は発電所対策本部の助言・指示を仰ぐことになっている。
 - ④. 手順書の内容に関して、中央操作室、発電所対策本部、東電本店対策本部との認識はどうだったのか。
→(回答) 手順書については、中央制御室、発電所対策本部、本店対策本部ともに同じものを配備しており、事故の状況から手順書に記載のない臨機対応が必要なことについては、共通の認識だった。
 - ④-b. アメリカ、フランスなどはTMIのあとで制御室に安全専用のスタッフ、セーフティエンジニアやシフトテクニカルアドバイザーといったシステムを入れている。中国、韓国でも。なぜ日本ではやってこなかったのか。
→(回答) 知っていたが採用には至らなかった。発電所対策本部に当直長経験者や炉主任を置きバックアップするという体制だった。
- II. ベントの意思決定に問題はなかったのか。
 1. ベントは誰が決定したのか。政府がベントを遅らせた事実はあるのか。
 - ④-a. 高い放射線、暗闇での作業により時間を要したとのことであるが、政府のベント実施に関するプレスや避難指示の発出が遅れたため、ベントが遅れていったのではないのか。
→(回答) ベントに時間を要したのは、ベント実施のための現場作業が困難を極めたことからであり、政府の発表によりベントが遅れたわけではない。
 2. 避難確認はどのようにしたのか。確認が終わらないとベントはできないのか。
 - ①-a. 手順書で、住民の避難を確認することになっていたということは、避難が完了しないとベントできないということなのか
→(回答) 格納容器ベントの際には、周辺住民の避難情報を確認することとなっているが、避難の完了はベント実施の要件にはなっていない。

①-c. 「大熊町(熊地区)の避難完了を確認した」とあるが、熊地区はいつどのように、どんな指示があり、どこへ避難したと確認していたのか。

→(回答)大熊町が都路方面への移動を検討中との情報がありました。最終的に大熊町(熊地区)の住民がどこに避難したかについては当社は把握していませんが、避難完了は大熊町役場からの情報で役場に派遣していた当社社員が確認した。

3. 直ちにベントしていれば水素爆発は防ぐことができたのではないか。

①-a. 3号機について、HPCIが効いている際に手順書どおり急速減圧・低圧注水に移行すれば、3号機は助かったのではないか。

→(回答)計器も機器も使える状況であれば、そのような判断を下すべきだったかもしれない。

②-c. 水素の建屋への漏えいを本当に認識していなかったのか。

→(回答)格納容器内で水素が充満することは把握しており、窒素ガスで不活性化するなどして対策を実施していたが、そこで思考が止まっていた。

⑦直ちにベントしていれば水素爆発は防ぐことができたのではないか。

→(回答)早い段階でベントができれば格納容器から原子炉建屋に水素が漏えいすることはなかったのではないかと考えている。

Ⅲ. 非常用復水器(IC)の操作等に問題はなかったのか。

1. 非常用復水器(IC)のフェイルクローズの設計思想は正しかったのか。

④-a. 非常用復水器(IC)の冷却機能の確認を、なぜしていなかったのか。

→(回答)定期検査時の機能試験で隔離弁の自動「開」試験を行えば、実際に蒸気を通さなくても運転することの確認ができると考えていた。

2. 非常用復水器(IC)の動作を確認しなかったのは何故か。

③-a. 運転員は訓練していたとのことだがICの使用経験もなく、シミュレータによる訓練も、IC操作のメニューが入っていなかったのはなぜか。また、なぜ問題にしなかったのか。

→(回答)BWR訓練センターには福島第一1号機の設備を完全に模擬したシミュレータはないため、ICに関する操作訓練はBWR訓練センターのメニューにはなかった。

Ⅳ. 公表データに関して確認が必要ではないか。

→(回答)事故に関する重要事項の意志決定の確認に資すると考えられる映像は公開していると考えているが、個別のご要望については相談。

課題3 東京電力の事故対応マネジメント

● 議論のポイント

- I. 注水系統の切替(RCIC→HPCI→DDFP→消防車)の判断は正しかったのか
- II. 判断や指示の指揮系統は、機能していたのか
- III. 東京電力から外部(国、自治体、OFC等)への連絡はどのような状況だったのか
- IV. 免震重要棟は機能していたのか
- V. 1号機の経験があったのになぜ水素爆発を防ぐことができなかったのか
- VI. 想定外事象への対応は考慮されていたのか

● 平成26年度に検証を行った事項等

- I. 注水系統の切替(RCIC→HPCI→DDFP→消防車)の判断は正しかったのか
 1. 各責任者の判断は正しかったのか。
 - ③-c. DDFPの炉心注水ラインの切替完了をなぜ事前に確認しなかったのか。
→(回答)現場との通信手段がない中で運転員が現場に向かった後切り替えに必要な時間が経過していることをもって切り替えが完了していると思込んだもの。
 - ④-d. HPCI停止の情報共有が1時間遅れたことによってその後の対応に影響を与えたのではないか。
→(回答)情報共有の遅れがその後の対応自体に影響を与えたことはないと考えているが、重要な情報がタイムリーに共有されなかった点は反省点である。
- II. 判断や指示の指揮系統は、機能していたのか
 1. 現場の指揮命令系統は機能していたのか
 - ②-b. 事故対応が長期化した中で、人員体制は十分だったと考えるのか。
→(回答)人数よりも消防車、重機、GTGの操作など、能力に問題があったと考えている。
 - ⑧-d. 復旧作業においては協力企業との関係が非常に重要になるのではないか。
→(回答)放射性物質が放出される状況となると、覚書があっても協力企業に作業を強制できないため、ある程度の復旧作業は直営で行うことを考えている。
- III. 東京電力から外部(国、自治体、OFC等)への連絡はどのような状況だったのか
 1. 発電所対策本部から外部への連絡はどのように行われていたか
 - ②. 外部への連絡が取れない場合は、どのような対応をしていたのか。
→(回答)電話連絡が取れない場合、社員が訪問、帯同して状況の説明を実施した。混乱した状況の中で行き違いなどもあり、受け手側からは必ずしも伝わっていないという指摘もある。
- IV. 免震重要棟は機能していたのか
 1. 発電所対策本部はどのような状況であったか
 - ②. 免震重要棟がなかったら事故対応にどのような支障があったか。
→(回答)緊対本部としての活動がほとんど出来なかったと考えられる。

V. 1号機の経験があったのになぜ水素爆発を防ぐことができなかったのか

1. 各責任者の判断は正しかったのか。

①. 1号機で水素爆発した経験があったのに何故3号機の水素爆発を防ぐことができなかったのか。

→(回答)3号機における水素爆発の可能性について十分認識していたが、ウォータージェットによる建屋壁の穴開けの準備を進めているところで水素爆発が発生した。

VI. 想定外事象への対応は考慮されていたのか

1. 想定外事象への対応は事前に考慮されていたのか

①. 徴候ベースの運転手順書は、どこまで対応できたと評価しているのか。

→(回答)交流、直流電源が失われた後は、パラメータ自体がほとんど把握できず、プラント状況が手順書の対象範囲を超えたこと等から徴候ベース手順書の活用は限定的だった。

③-b. 福島原発事故では、事故対応は主に発電所長が判断していたが、当直長と発電所長では実質事故対応能力はどちらが上になるのか。

→(回答)事故時も含めてプラントの運転操作は当直長の責任であり、運転操作の点では当直長の方がより高いスキルと多くの経験を有している。

課題4 メルトダウン等の情報発信の在り方

● 議論のポイント

- I. メルトダウン等の情報発信が遅かったのではないか
- II. 情報発信に問題があったのではないか

● 平成26年度に検証を行った事項等

- I. メルトダウン等の情報発信が遅かったのではないか
 - 1. 東京電力の対応は正しかったのか。
 - ①-a. 清水社長と小森常務は、保安院など国からの指示はなかったと言っているのか。
→(回答)清水も小森も誰からも指示された記憶はないと言っている。指示があったかなかったかもわからないと言っている。
- II. 情報発信に問題があったのではないか
 - 1. 東京電力から外部(国, 自治体, OFC等)への連絡はどんな状況だったか
 - ②-a. 一体的な広報への指示があったのではないか。
→(回答)一体的な広報の指示ではなく、国より事業者が先に公表するなという指示であった。統合本部ができた後に一体的な広報が打ち出された。
 - ③-c. 一次情報はいいけれどリスク情報はダメだという政府の問題点は、東京電力も同様ではないか。
客観的な事実を持って説明が困難であるというリスクは避けたいという状況が見受けられる。
→(回答)まだ東京電力にはそういう体質が残っていると考えられ、引き続き改善を図っているところ。
 - ④浪江町の役場にも情報が伝わらないのに、住民が避難していくと警察や文科省の職員は、既に防護服を着ていた。警察と文科省にはどのようにして情報を伝えたのか。地域住民に災害の状況が伝わらないような情報発信のやり方には問題があるのではないか。
→(回答)事故発生当初は、FAXと電話によって官邸及び原子力安全・保安院に報告していたが、そこから国の関係機関にどのように伝達されていたかは当社では分からない。
 - 2. 国等の対応は正しかったのか。
 - ①原子力安全・保安院等、国から情報を止めるような圧力があったのではないか。
→(回答)3号機格納容器圧力上昇のように、国から公表を待てという指示があったものはある。
 - ①-b. 官房長官と官邸が保安院と東電に圧力をかけたことが空気を醸成した原因ではないのか。
→(回答)明確に国から指示を受けていないが、公表は全部官邸の了解なしでは出せないということがあった。

課題 5 高線量下の作業

● 議論のポイント

- I. 放射線量の上昇が発電所内外の事故対応・支援活動にどのような影響を与えたのか。
- II. 線量限度の違いにより事故対応・事故進展にどのような違いが生じるのか。

● 平成 26 年度に検証を行った事項等

- I. 放射線量の上昇が発電所内外の事故対応・支援活動にどのような影響を与えたのか。
 1. 建屋内、敷地内及び発電所周辺の放射線量はいつどの程度上昇したのか。

⑥1号機の中央制御室は3/11の深夜～翌日早朝には線量が上昇したとの情報があるが、当日の中央制御室はどの程度線量が上昇したのか。

→(回答)1号機側で約1mSv/h程度、2号機側は1号機側の半分程度の線量。扉を電源の仮設ケーブル敷設のため開けていたため、希ガスが流入した可能性がある。
 2. 放射線量の上昇により発電所内の事故対応や外部からの支援活動にどのような影響を与えたのか。

⑥放射線量の上昇等により資機材の調達・輸送等の支援活動に支障があったとの説明だが具体的にどのような資機材の調達・輸送に支障があったのか。

→(回答)1号機水素爆発以降、Jヴィレッジや小名浜コールセンターまでは資機材が届くものの、その先の発電所までは輸送されない状況となった。通常なら1時間30分～2時間程度の陸送で21時間かかったこともある。
 3. 作業員はどの程度被ばくしたのか。被ばく管理の方法に問題はなかったのか。

⑦-a. 緊急時対応で線量計アラームを80mSvにしたが、社内規定では何を緊急時対応というのか。

→(回答)緊急時の定義というのには特にない。
- II. 線量限度の違いにより事故対応・事故進展にどのような違いが生じるのか。
 1. 線量限度を含めた線量限度の検討が必要ではないか。

①-a. 被ばくの要因となった線源が何であったのか。

→(回答)建屋周辺の高線量作業の主なソースは、がれきやプルームからの沈下物等、既に地表や構造物に付着しているもので、プルームからの寄与は少ないと考えている。

課題6 シビアアクシデント対策

● 議論のポイント

- I. 格納容器ベントの作業の問題点はどこにあったのか。
- II. 消防車による代替注水は有効であったのか。
- III. 事故データについて確認が必要ではないか。
- IV. 原子炉や水素爆発の状態等はどうなっているのか。
- V. 海外のシビアアクシデント対策はどうなっているのか。
- VI. 新規制基準で住民の被ばくを防ぐことはできるのか。
- VII. シビアアクシデント時のプラントの状態を検知する計測系が不十分ではなかったのか。

● 平成26年度に検証を行った事項等

- I. 格納容器ベントの作業の問題点はどこにあったのか。
 1. 作業手順などソフト的な問題点はあったのか。
 - ④-d. 事故拡大防止の作業が不可能である場合、何時間かは事故の拡大を防止できる、いわゆる passive safety が維持されるのか。そのような評価はしているか。
→(回答)積極的に人間が関与することにより安全機能を確保する能動的な対応を採用している。
- II. 消防車による代替注水は有効であったのか。
 1. 漏洩があったのか。
 - ①-e. 原子炉圧力計の急昇を、プール注水と関連させて誤表示であったと判断するならば、その根拠を具体的に示されたい。
→(回答)原子炉圧力、PCV 圧力などのプラントデータは、どれか一つだけが独立に動くことはあり得ず、一つのパラメータの変動は多くの変動を引き起こすはず。このような物理的な検討を経た上で計器の誤指示との結論に至っている。(混線もあり)
 - ①-e-1 3月21日に3号機から多量のFPが放出され、関東地方を汚染したが、どこから出てきたと考えているのか。
→(回答)この汚染の原因と推定される時期には、1~3号機ともにFP放出の要因となる格納容器圧力低下は見られない。そのため、放出源となった号機の特異性、放出メカニズムなどについて、未解明問題のうち来年末を目処に検討する優先課題と位置づけ、幅広い可能性を検討していく。
- III. 事故データについて確認が必要ではないか。

○平成26年度は議論していない。

IV. 原子炉や水素爆発の状態等はどうなっているのか。

1. 格納容器の状況について確認が必要ではないか。

①-c 2号機がなぜ水素爆発しなかったのかを分析する必要がある。炉心におけるZr-H₂O反応の時期と水素発生量はどのようであったか。原子炉建屋ブローアウトパネルの効果をどう評価しているのか。

→(回答)2号機に於ける水素発生は約400kgと想定しており、消防車注水が始まった後、格納容器圧力が一気に上昇していく時点で発生していると考えている。3/15にはブローアウトパネルから蒸気が立ち上っていることが確認されていることから、この経路を通じて水素が大気中に放出されたものと考えている。

2. 福島第一原発4号機が水素爆発した原因は何か。

①-d 3号機の炉心損傷の進行が従来の評価より早かったとの判断について説明されたし。早かったことは、それだけコアコンクリート反応も進んでいたことになる。

→(回答)現在、3号炉の炉心損傷が早かった条件での評価を進めている。炉心損傷が大きく進むところは、Zr-水反応の進むところであるため、水位が低下していく局面で発生していると考えている。原子炉圧力容器の破損後、格納容器に落下した燃料によってコアコンクリート反応が進展すると考えられるため、この反応による水素および一酸化炭素発生の影響も水素爆発に寄与した可能性が考えられる。

①-d-2 炉心損傷に大きな役割を果たしたのはZr-水反応による反応熱であり、反応がどこで集中して起きるかということが炉心損傷のトリガーを引く非常に大きなファクターであるというご説明と理解してよいか。

→(回答)そもそも水がなくなったというところから始まっている。Zr-水反応が非常に発熱反応なので、それによって加速される。蒸気発生やZr-水反応が起ころうとも、一気に水で浸してしまえばよかったが、十分な水を一気に入れることができなかった。

①-d-5 溶融炉心は水の中に落ちたと考えていいのか。また、溶融物は横に広がるというよりは下に行く傾向があるということか。

→(回答)炉心部から下部ブレナムに落ちた時には水がある中に落ちたと考えている。その結果、圧力上昇も起こっている。溶融の方向は解析コードによって異なる。また幸いなことに大量のFP放出を伴うようなシェルアタックは起こらなかった。

V. 海外のシビアアクシデント対策はどうか。

1. 水素爆発を予測することができなかったのか。

②海外では原子炉建屋の水素爆発の可能性が認識されていたか否か把握していたのか。

→(回答)政府事故調報告書において、福島第一事故以前に原子炉建屋の水素爆発の可能性について論じた論文があるものの、国内及びIAEA等の国際機関で議論された形跡が見当たらないとの記載があり、当社でもこれらの論文については議論されていなかった。

3. コアキャッチャーは設置されているのか。

①-a. 新型なので設置はされていないが、ロシアのVVERにもコアキャッチャーがある。耐熱材設置に関して、冷却の戦略はあるか。

→(回答)冷却の方針としては原子炉格納容器下部に先行水張りを実施し、その後の注水により冷却を実施。なお、格納容器下部のコンクリート浸食防止のため、耐熱材敷設を検討中。

VI. 新規規制基準で住民の被ばくを防ぐことはできるのか。

1. 検証により明らかになった課題について確認が必要ではないか。

①検証で明らかになった問題点等が新規規制基準で考慮されているのか確認が必要ではないか。

→(回答)ご指摘の確認は、検証の進捗に伴い進めていく。

VII. シビアアクシデント時のプラントの状態を検知する計測系が不十分ではなかったのか。

1. 計測系の不備について確認が必要ではないか。

②1号機水位計の水柱が低下して、水位計が真の原子炉水位より4m以上も高い値を示した誤表示について、水柱が低下した原因についての説明が必要ではないか。

→(回答)MAAPの解析では基準水柱の水の減少による水位計の誤表示を再現できない。

水が減少するメカニズムは、減圧沸騰にこだわることなく、他の原因も含めて現在検討中