

## 4. 確認した事故検証報告書（参考）

### 【 技術委員会と各機関の検証の関係等 】

#### （4つの事故調査委員会）

技術委員会の原発事故の検証は、前述のとおり、4つの事故調査委員会（民間事故調・国会事故調・政府事故調・東電事故調）の報告書について、各委員会の委員などから説明を受けて開始した。

民間事故調・国会事故調・政府事故調については、地震動による重要機器の影響等の一部問題を除き、内容に共通する点も多く、設備や発電所内外の事故対応の状況、シビアアクシデント等への事前の備えが不足していたこと等を取り上げ、事業者の問題を厳しく指摘した上で、教訓や提言を示している。一方、東電事故調については、事故を起こした事業者の報告書ということもあり、事故の状況を淡々と記載しているとの印象を受けるものであった。

これらの説明を受け、技術委員会は平成24年度に「福島第一原発事故を踏まえた課題」をとりまとめた。また、平成25年度からは課題別ディスカッションを開始したが、4つの事故調査委員会の報告書が議論の基礎資料となった。

#### （地震動による重要機器の影響の問題）

4つの事故調査委員会の報告書の大きな相違点は、冷却配管や非常用電源設備などの重要機器が地震動により損傷を受けた可能性があるか否かという点にある。

民間事故調・政府事故調・東電事故調は、報告書を取りまとめた時点において損傷は確認されておらず、事故の直接的原因は津波で電源が喪失したためとしている。一方で、国会事故調は損傷の可能性は否定できないとしている。ただし、いずれの事故調委員会も今後も継続した調査や検証が必要としている点では一致しており、これは注目すべき重要なポイントと考える。

これらの状況が背景となり、技術委員会では、平成25年度から課題別ディスカッションにおいて、地震動による重要機器の影響について議論してきた。

また、この問題に関しては、4つの事故調査委員会後も、原子力規制委員会や東京電力等の関係機関が検討を進め、平成30年1月には、日本原子力学会がこれらの公開文献を幅広く調査して、各機関の検討状況をとりまとめている。技術委員会ではこれらの報告書についても説明を受けたが、いずれも地震動による重要機器への影響は確認されていない旨の説明であった。

一方で、技術委員会の議論では、前述のとおり、損傷はなかったとする決定的な証拠はなく損傷した可能性は完全には否定することはできない等との見解に至っている。

#### （情報発信の在り方等、その他の問題）

地震動による重要機器の影響以外の問題としては、東京電力の事故対応、メルトダウン等の情報発信の在り方、高線量下の作業やシビアアクシデント対策に関する事項の課題が多いと考え、技術委員会の課題別ディスカッションにおいて議論した。

これらの議論においても、各事故調査委員会等の報告書の内容を確認しており、技術委員会の検証と関連が深い事項について、その記載や説明の内容を抜粋し、次ページ以降に記載した。

特に、メルトダウン等の情報発信の在り方の問題については、当初、技術委員会の課題別ディスカッションにおいて議論していたが、炉心溶融の判断基準が明記されていたことや、炉心溶融などの言葉を使わないようにする指示があったことが判明したため、東京電力と新潟県が合同で委員会を設置して検証を行った。このため、合同検証委員会がとりまとめた報告書の教訓については、今後、柏崎刈羽原発の安全対策の確認に生かすべきと考え、本文に記載することとした。

#### **(検証の継続と原子力安全への取り組み)**

原発事故の検証の継続と、原子力安全への継続的な取組の必要性については、各事故調査委員会の共通の認識と思われる。

平成 30 年 1 月の日本原子力学会の報告書は、国内 52 編、国外 17 編の原発事故の検証に係る報告書を踏まえてとりまとめたものであるが、日本原子力学会として、「今後、廃炉作業を進めることにより、格納容器内及び圧力容器内の状態が徐々に明らかになるが、事故進展の理解という観点から極めて重要であると考えられる、廃炉作業時に広範な知見が得られることが期待され、これらの知見を未説明事項の検討及び原子力安全の向上に活用することが重要である。」との見解を示している。

令和元年 10 月、原子力規制委員会が原発事故の検証を再開したが、今後も廃炉作業の進捗等にあわせた継続的な検証が望まれる。技術委員会としては、今後、原発事故の検証の中で新たな知見が得られた際には、そこから得られる課題や教訓への事業者等の対応状況を確認することが重要と考える。

技術委員会で確認した報告書の内容の一部を抜粋して記載した。

## (1) 福島原発事故独立検証委員会調査・検証報告書（民間事故調）

### （非常用復水器（IC）に関する記載）

- ・1/2号機の当直は、11日18時18分以降、1号機ICの隔離弁がフェイルセーフの機能によって閉止し、制御できないことを懸念していた。しかし、この懸念を正しく、かつ迅速に、発電所対策本部へと共有することができなかった。従って、発電所対策本部は、2号機の危険度の方が高く、1号機ではICが動作し続けているとの誤った期待のもと復旧作業を行うことになった。

### （全交流電源喪失原因に関する記載）

- ・1～5号機においては、全交流電源が喪失した。ほとんどの非常用ディーゼル発電機が被水し、被水を免れた2、4号機のディーゼル発電機も、送電先の非常用電源盤（M/C）が浸水したことから交流電源を供給できなかった。

### （格納容器ベントに関する記載）

- ・吉田所長の指示から14時間以上、作業開始から5時間以上を経て、ようやく1号機のベントが成功した。
- ・ドライウェルからラプチャーディスクに至るラインを構成し、ベントを実施することが決断され、ラインの構成が行われた。しかしながら、2号機のベントが結局実施されたか否かについては、今のところ明らかになっていない。

### （海水注入に関する記載）

- ・夕方に官邸内で海水注入について議論が行われ、17時55分に海江田経産相から海水注入の措置命令が出されたが、これを聞いた菅首相は再臨界の可能性を疑い、すぐには納得しなかった。
- ・官邸の議論は結果的に影響を及ぼさなかったが、官邸の中断要請に従っていれば、作業が遅延していた可能性がある危険な状況であった。また、今回は結果的に大事に至らなかったものの、官邸及び東京電力本店の意向に明確に反する対応を現場が行ったことは、危機管理上の重大なリスクを含む問題である。

### （メルトダウン等の情報発信に関する記載）

- ・複数の証言によれば、当時12日の炉心溶融に関する中村審議官の発言に対しては官邸内で強い異論・不快感が表明されており、直後の同氏の交代を中村審議官の自発的な意志によるものと単純に評価することはできない。（中略）官邸における不快感の表明と会見担当者の交代のタイミングが近接していることや、1号機の水素爆発発生等の非常時に会見担当者という重要なポジションの担当者を変更する理由が他に見当たらないことなどに照らせば、中村審議官の交代が官邸の不快感の表明と関連するものと考えるのが自然である。

## (2) 東京電力福島原子力発電所事故調査委員会報告書（国会事故調）

### (非常用復水器（IC）に関する記載)

- ・格納容器の中に入って詳細に検査することができない現段階では、地震動により IC 配管に細長いひび割れが生じ、そこから冷却材が噴出するような小破口 LOCA は起きなかった、と断言する客観的根拠は何もない。
- ・IC や過酷事故に関する事前の備えがなく、すなわち、運転員に対する教育・訓練が十分に整備・運用されておらず、プラント運転や定期検査等でも IC を作動させたことがなかったことなど、その背景には東電の安全に対する組織的な問題点があると考えられる。

### (全交流電源喪失原因に関する記載)

- ・津波第 2 波を連続的に撮影した写真を見ると、(中略) 第 2 波が 4 号機海側エリアに到達した時刻は 15 時 37 分ごろと考えられる。津波が 10m 盤に遡上浸水し非常用電源機器に達するのはさらに少し後になる。(中略) 当委員会のヒアリングで 15 時 35 分か 36 分停止と認められる 1 号機 A 系の電源喪失の原因は津波ではないと考えられる。

### (格納容器ベントに関する記載)

- ・普段は全く利用することがなく、使う訓練もしていない格納容器ベントラインの見難い図面を、時間に追われ、照明が消え、懐中電灯を使いながら解読する作業は困難を極めた。

### (海水注入に関する記載)

- ・原子力事故の専門家ではない官邸 5 階から、現状を把握せずにあれこれと命令や指示がなされ、東電本店もこれに抗することをしない現状に対し、不満と危機感を覚えていた。そこで、事態の進展を食い止めるためには、ようやく開始に至った海水注入を中断すべきでないと考え、やむを得ず、東電本店に対しては海水注入を中断しているように見せつつ、実際には海水注入を続行した。

### (メルトダウン等の情報発信に関する記載)

- ・官邸が懸念を示し、以後、保安院の記者発表において、「炉心溶融」という表現は使用されず、「炉心あるいは燃料の損傷」といった表現に変更された。その後、同審議官は会見担当を交代した。  
(中略) こうした経緯の中で、保安院の公表姿勢にはある種の萎縮が見られるようになり、より慎重になったことは否めない。

### (原発作業員の被ばくに関する記載)

- ・福島第一原発で緊急作業をする原発作業員の被ばく線量の上限を、100mSv から 250mSv に引き上げた。同月 16 日以降、内閣官房の助言チームが官邸に対して更に緊急作業の線量上限を 500mSv に引き上げるよう助言したが、結局官邸での議論にとどまり、厚労省内部での検討はなされなかった。

### (3) 東京電力福島原子力発電所における事故調査・検証委員会報告書（政府事故調）

#### (非常用復水器（IC）に関する記載)

- ・ IC について、地震発生から津波到達までの間、その配管及び復水器タンクに、その冷却機能を喪失させるような損傷が生じていたとは認められない。
- ・ 当直のみならず、発電所対策本部ひいては本店対策本部に至るまで、IC の機能等が十分に理解されていたとは思われず、また社員がその運転操作について習熟していたともいえない。（中略）そうした重要な役割を果たすことが期待される IC の機能や取扱方法に関する社内の現状がこのような状況にあったことは、原子力発電所を運営する原子力事業者として極めて不適切であったというしかない。

#### (全交流電源喪失原因に関する記載)

- ・ 福島第一原発では、外部電源喪失とほぼ同時に、かかる事態に備えて設置されていた非常用 DG が全号機で起動し、原子炉施設を安全に停止するために必要な交流電源が供給されていたものの、津波到達後間もなく、非常用 DG や電源盤の多くが津波により被水し、それらの機能を喪失するに至った。

#### (格納容器ベントに関する記載)

- ・ あらかじめ定められた AM 用の事故時運転操作手順書には制御盤上の操作手順しか記載がなかったことから、開操作を必要とする弁の特定、弁の設置場所、手動開操作が可能な構造か否か等について、一つ一つ確認する必要があった。

#### (海水注入に関する記載)

- ・ 現場の状況を最も把握し、専門的・技術的知識も持ち合わせている事業者がその責任で判断すべきものであり、政府・官邸は、その対応を把握し適否についても吟味しつつも、事業者として適切な対応をとっているのであれば事業者任せ、対応が不適切・不十分と認められる場合に限り必要な措置を講じることを命ずるべきである。当初から政府や官邸が陣頭指揮をとるような形で現場の対応に介入することは適切ではないと言えよう。

#### (メルトダウン等の情報発信に関する記載)

- ・ 保安院は、中村保安院審議官の「炉心溶融」発言を契機として、プレス発表前に官邸の了解を得ることとした。その後、保安院広報官の一部には、「炉心溶融」に言及するのを避けるため、前記IV 8（2）に詳述しているように、かなり無理のある広報をした形跡が認められる。

#### (原発作業員の被ばくに関する記載)

- ・ 官邸に詰めていた東京電力幹部は、東京電力本店から現場の線量が高くなってきたとの報告を受け、法令の定める線量限度を遵守しては、事故収束に必要な作業の継続が難しくなると判断し、安全委員会及び保安院に相談した。これを受け、3月14日午後、官邸において、緊急作業時の線量限度を100mSv から250mSv に引き上げることが決められた。

#### (4) 福島原子力事故調査報告書（東電事故調）

##### (非常用復水器（IC）に関する記載）

- ・ 1号機は、地震後に非常用復水器が自動起動し、非常用復水器による原子炉圧力制御を行っている最中に津波が襲来し、(中略)、津波に起因する電源喪失によって自動隔離インターロックが作動し、その機能を喪失したと考えられ、結果として炉心の損傷に至った。
- ・ 手順書で原子炉圧力容器保護の観点から原子炉冷却材温度低下率が55℃/hを超えないよう調整することとしており、また、手順書に基づき手動で適切な圧力制御を行っていることから、設備・操作ともに問題はなかったと考える。

##### (全交流電源喪失原因に関する記載)

- ・ 今回の津波襲来により、1号機から5号機までは常用系、非常用系の高圧電源盤（M/C）がすべて被水しており、仮に外部電源や非常用D/Gが機能していたとしても電力を必要とする機器に供給することができない状況であった。

##### (格納容器ベントに関する記載)

- ・ 国内で初となるベント実施にあたり、国や自治体との調整、住民避難状況の確認を行い、被ばくを可能な限り少なくするよう努めていた。一方、中央制御室では、非常灯のみの中で具体的な手順を確認し体制を整えるなど、予めの手順がない中で、かつ、その他の作業も並行して行いながら準備を進めていた。

##### (海水注入に関する記載)

- ・ 短時間とは言え注水を停止するという技術的な判断を後回しにした当社本店側の問題や社内の情報伝達の問題も多分にあると判断されるが、訓練された国の緊急時対応態勢や発電所から乖離した場所にある官邸から、当社から派遣された社員を経由した情報が主体ではあるが、官邸内の雰囲気や言動等が発信され、「官邸の判断」として理解され、直接的に事故対応に入り込むような不安定な対応態勢になったことが、混乱を招いた原因と考える。

##### (マルチダウン等の情報発信に関する記載)

- ・ 当社は把握している事実を正確に伝えることを重視し、憶測や推測に基づく説明を記者会見で行うことは極力控えていた。(中略)、当社は限られたデータからできるだけ正確に分かっていること、すなわち格納容器雰囲気モニタ（CAMS）の計測データにより燃料棒被覆管に損傷が生じていることはほぼ間違いのない事実と認められるので、その状態を「燃料損傷」の用語で説明したり、「ペレット等が一部溶けて被覆管からむき出しになっていることはあると思う」等の具体的表現を用いるよう心掛けていた。

## **(5) 東京電力福島第一原子力発電所事故の分析 中間報告書（原子力規制委員会）**

国会、政府等において事故調報告書がまとめられ、基本的な事象進展等について整理がされている。一方で、現地調査が困難であること等により、引き続き確認すべき技術的な論点も残されていることから、平成 25 年 3 月、原子力規制庁が、事故の分析に係る検討会を設置し、これらの論点等について検討を開始した。以下に、平成 26 年 10 月に原子力規制庁がとりまとめた中間報告書の概要について記載した。

### **(1号機での小規模漏洩の発生)**

- ・津波到達までは、漏洩が発生したデータは見いだせない。仮に漏洩が発生した場合でも、保安規定上何らかの措置が要求される漏洩率を超えるものではない。

### **(1号機 A 系非常用交流電源システムの機能喪失)**

- ・A 系非常用交流電源システムが機能喪失したのは、A 系ディーゼルの受電遮断器が開放したためである。原因は地震の影響とは考え難く、津波による浸水で遮断器を開放する回路が動作したためであると考えられる。

### **(1号機原子炉建屋 4 階での出水)**

- ・出水事象は、使用済燃料プールにおいてスロッシングが発生し、溢水防止チャンバに流れ込んだ水の水圧により同チャンバに隙間が生じて起こったためと考えられる。

### **(1号機で小規模漏えいの発生により逃し安全弁が不動作となった可能性)**

- ・原子炉圧力容器の圧力挙動の解析結果などから、津波到達以降は、逃し安全弁が作動したと考えることが妥当である。

### **(1号機非常用復水器の作動状況)**

- ・理論的には、IC 配管の破断検出回路の直流電源喪失後も交流電源が働き続け、交流駆動弁が閉止するシナリオはありうる。

### **(3号機使用済燃料プール内の臨界の可能性及び白煙の発生)**

- ・使用済燃料プール内の臨界の可能性はないと判断できる。

### **(4号機原子炉建屋における水素爆発)**

- ・3号機で発生した水素が格納容器ベントの際、4号機非常用ガス処理系配管を經由して4号機原子炉建屋内に流入したと考えることが合理的である。

## (6) 福島原子力事故における未確認・未解明事項の調査・検討結果（東京電力）

東京電力は、事故発生後の詳細な進展メカニズムの未確認・未解明事項をさらに追求することは「燃料デブリの状態等を推定し、廃炉に向けた知見を蓄積すること」、「原子力発電の安全技術を継続的に改善すること」などの観点から重要であり事故の当事者としての責務として、52件の未確認・未解明事項について、調査・検討を進めている。以下に、平成29年12月までに東京電力がとりまとめた結果のうち、技術委員会で説明を受けた項目の概要について記載した。

### (2号機・3号機、炉心損傷後の逃し安全弁の動作)

- ・不動作の原因として、2号機は、直流電源の不足、逃し安全弁の駆動圧の不足、窒素ガスの漏洩、原子炉圧力容器内での気体発生が考えられる。3号機は、直流電源の不足が原因と考えられる。

### (2号機ラプチャーディスクの作動の有無)

- ・ラプチャーディスクは作動しなかった可能性が高いが、作動の有無を判断できるほどの情報は得られていない。

### (3号機RCICの停止原因)

- ・電気式トリップのインターロック条件のうち「タービン排気圧力高」により停止した可能性が高い。

### (3号機13日9時頃の原子炉圧力の急速減圧挙動)

- ・非常用炉心冷却系の自動減圧装置の作動による減圧であった可能性が高い。

### (3号機ベント操作時の格納容器圧力の挙動)

- ・3月13日9時頃の1回目、12時頃の2回目のみが明確に成功。21時頃の3回目ベント操作はベントによる格納容器圧力の減少とは考えにくい。

### (3号機格納容器の気相漏洩)

- ・3月13日21時頃の3回目ベント操作時には、ドライウェルから原子炉建屋への漏洩が発生していたとすると水素爆発と整合。少なくとも、3月15日の朝には格納容器からの漏洩により、環境に直接的に水蒸気・放射性物質を放出する状態になっていた。

### (3号機原子炉建屋上部からの大量の蒸気発生)

- ・3月15日の朝には格納容器は漏洩により、環境に直接的に水蒸気・放射性物質を放出する状態になっていた。

### (炉心損傷状況とデブリの位置)

- ・格納容器内部調査、ミュオン測定などを踏まえた1～3号機の燃料デブリ分布の推定について説明があったが、詳細は不明である。

### (放射性物質の大気放出タイミングとモニタリングデータの関係)

- ・空間線量率の変動挙動から推定した事故進展シナリオは既往の事故進展シナリオと整合する。



## (7) 福島第一原子力発電所事故：未解明事項の調査と評価（原子力学会）

平成 26 年 3 月、原子力学会は学会事故調最終報告書を出版し、その中で将来にわたる原子力災害防止にむけた提言をとりまとめた。その後、事故が発生してから約 7 年が経過し、学会事故調報告書で取りまとめられた未解明事項に関して、多くの知見が得られてきたことから、原子力学会が公開文献を幅広く調査し、未解明事項の検討状況を取りまとめた。以下に、平成 30 年 1 月に原子力学会がとりまとめた報告書の概要について記載した。

### (調査の概要)

- ・調査対象は 52 編の国内の報告書及び 17 編の国外の報告書
- ・文献調査の結果、抽出された 73 項目の課題（未解明事項）について、A「合理的な説明がなされているもの」、B「重要でないと考えられるもの」、C「これ以上の調査が困難であると考えられるもの」、D「重要であり、今後も継続した検討が望まれるもの」に分類するとともに、これまでに得られた知見と評価結果を整理表の形に取りまとめた。

### (調査結果の概要)

- ・A「合理的な説明がなされているもの」と判断される課題が相当数に上る。
  - (例) ・1号機 DG の停止原因については、新たに明らかとなった過渡現象記録装置のデータや現地調査などにより、津波によるものと考えることが最も合理的である。
  - ・地震動が安全上重要な機能に深刻な影響を与えておらず、冷却材圧力バウンダリに深刻な影響を及ぼしていない。
- ・D「重要であり、今後も継続した検討が望まれるもの」は、現時点においても項目数は多い。
  - (例) ・圧力容器内/格納容器内の詳細な事故進展に関しては、部分的な格納容器内の調査が実施されているものの、得られている情報は限定的であり、その全貌は明らかとなっていない。

### (まとめ)

- ・現在までの検討により、事故進展の概要に関する主要な未解明事項の多くは、おおむね明らかになりつつあるものと考えられる。
- ・一方、圧力容器内/格納容器内の熔融燃料の挙動を中心として、事故進展の詳細に関する未解明事項については、まだ今後の検討を要するものが多い。
- ・今後、廃炉作業を進めることにより、格納容器内及び圧力容器内の状態が徐々に明らかになり、その過程で解明されていくものと期待されるが、事故進展の理解という観点から極めて重要であると考えられる。
- ・廃炉作業時に広範な知見が得られることが期待され、これらの知見を未解明事項の検討及び原子力安全の向上に活用することが重要である。

## **(8) 東京電力HD・新潟県合同検証委員会検証結果報告書（合同検証委員会）**

平成28年8月、メルトダウンの公表等に関する事項について、東京電力から新潟県に検証の協力依頼があったこと等から、東京電力と新潟県の合同検証委員会を設置して検証を開始した。

東京電力の原子力部門等の社員約4,200人に対するアンケート調査、メルトダウンの公表に関する関係者14名に対するヒアリング調査、書類調査等を行うことにより検証を実施し、報告書を取りまとめた。以下に、平成30年5月に合同検証委員会が取りまとめた報告書の概要について記載した。

### **(「炉心溶融」等を使わないようにする指示)**

- ・清水社長は官邸から情報を共有するよう強く指示を受けており、自らの判断で武藤副社長に『炉心溶融』などの言葉を使わないよう指示。この指示は武藤副社長以外には伝わっていなかった。(この考えの根拠となった清水社長の証言については疑義を指摘する委員の意見もある。)
- ・東京電力社内で、対外的に『炉心溶融』などの言葉を使わないようにする指示は一部に存在したが、組織的な指示ではなかった。官邸や原子力安全・保安院の意向を忖度して、対外的に『炉心溶融』などの言葉を使用することについて慎重となった。

### **(原子力災害対策特別措置法に基づく対応)**

- ・東京電力は、官邸や原子力安全・保安院の指示、または、東京電力社内の指示によって、意図的に『炉心溶融』の通報を避けたものではない。原災法第15条の判定基準を知っており、測定値等がその判定基準を上回っていることを認識していた社員が少なかったこと等から、幾つかの原災法第15条事象が通報されなかった。

### **(「炉心溶融」の根拠)**

- ・東京電力が電力会社間で情報共有しながら原災法第15条『炉心溶融』の判定基準を定めており、その判定基準は米国における考え方も概ね一致しており、技術的な面では特段問題はなかった。

### **(新潟県技術委員会に対する東京電力の対応)**

- ・東京電力は、新潟県技術委員会からの質問に対して、新たな調査を積極的にすることなく、既存の各種事故調査報告書の内容に沿って説明しており、東京電力社内の関連部署や関係者への調査が十分ではなかった。

### **(「炉心溶融」の定義が明らかにならなかった原因)**

- ・原災法第15条『炉心溶融』の判定基準が約5年間も明らかにならなかった主な原因は、新潟県技術委員会の対応に関わっていた者と、判定基準を知っていた者との間で情報共有が十分ではなかったためである。

### **(事故時運転操作手順書に基づく対応)**

- ・津波襲来後は、全電源喪失により事象ベースの手順書(AOP)と徴候ベースの手順書(EOP)をそのまま適用できる状況ではなくなり、現場にて、EOPやシビアアクシデントの手順書(SOP)にある内容の応用も含め、模索、提案、検討、判断を経て随時、操作可能な設備・手順を活用した対応を行っていた。