

日本原子力学会安全部会「福島第一原子力発電所事故に関するセミナー第7回」 議事メモ

本議事メモは発言者の承認を得ておりませんので、講演者及び事務局以外の参加者から頂いた発言については個人名を記載せずに「参加者」と致します。

1. 日時：平成 24 年 11 月 2 日（金） 13：30 ～ 17:45

2. 場所：東京大学 本郷キャンパス 工学部 11 号館 講堂

3. 座長・発表者・参加者

座長： 関村直人（副部会長，東大）

発表者：長澤和幸（東京電力）、宮田浩一（東京電力）、川本敦史（東京電力）、阿部清治（部会長，JNES）

その他の参加者： 88 名（計 92 名）

4. 議事項目

- (1) 開会挨拶及び趣旨説明（関村直人、副部会長 東京大学）
- (2) 第 6 回セミナーの概要報告（松井幹事、中部電力株式会社）
- (3) 福島第二原子力発電所の状況について
(長澤和幸、東京電力株式会社)
- (4) 福島第一原子力発電所事故について（5、6号機）
(宮田浩一、東京電力株式会社)
- (5) 福島第一原子力発電所における資機材物流の状況並びに今後の改善点について
(川本敦史、東京電力株式会社)
- (6) 討論 論点整理（阿部清治、部会長 JNES）
- (7) 次回以降のセミナー案内及び閉会挨拶（新田隆司、副部会長 日本原子力発電株式会社）

5. 配布資料

資料 1 頭紙、セミナー趣旨、本日のプログラム

資料 2 第 6 回セミナーの概要

資料 3 福島第二原子力発電所の状況について

資料 4 福島第一原子力発電所事故について（5、6号機）

資料 5 福島第一原子力発電所における資機材物流の状況並びに今後の改善点について

資料 6 安全部会 第 7 回福島事故セミナー論点整理

資料 7 第 8 回以降のセミナー開催予定とテーマ

6. 議事概要

6.1. 開会挨拶及び趣旨説明

関村副部長より、下記の開会挨拶及び趣旨説明があった。

このセミナーは原子力安全部会が、福島第一原子力発電所事故の当事者として、何が悪かったかを深く分析すると同時に、今後我々がなすべきことを発信することを目的に進めてきた。第6回のセミナーでは、福島第一以外の原子力発電所でどのような事態が起こったかを、女川、東海第二発電所についてお話いただいたが、今回、第7回ではさらに福島第二および福島第一の五号機、六号機についてお話いただく。このことで、シビアアクシデントに至らなかったプラントはどのような対策がなされていたからか、あるいはどのような偶然事象が重なったからか、それらの違いを把握することで、事故の体系的な理解と今後のアクションをまとめたいと考えている。

6.2. 第6回セミナー概要報告

中部電力の松井幹事より、以下のとおり第6回セミナーの概要報告があった。

(1) 東北地方太平洋沖地震発生後の女川原子力発電所の状況および安全対策について

- 地震時のプラント状況、被害状況を説明の後、発電所の安全機能が確保された要因を分析。また、更なる安全向上への取り組みを紹介
- ・ 地震により、外部電源全5回線のうち4回線停止（1回線は正常）。また津波来襲までは、安全設備は正常に機能。（常用系電源盤で火災）
- ・ 津波により、2号機潮位計設置場所から建屋内に浸水し、2号非常用 D/G の一部が使用不可（その他の安全系設備は使用可能）
- ・ 襲来した津波は、OP 約+13m であり、敷地高さ(OP+13.8m)以下
- ・ 運転中の1, 3号機とも、12日1時前後に冷温停止に移行
- ✓ 1号建設時に3m程度の想定津波高さに対し、敷地高さを14.8mに決定。
- ✓ 2号増設時に、想定津波高さを9.1mとし、法面防護工事実施
- ✓ 1～3号機に対し、耐震裕度向上工事を実施（～H22年 約6,600箇所）
- ✓ 取水路形状、法面防護工事においては、引き波の影響を考慮
- 更に、建屋浸水防止向上、防潮堤設置、電源強化等を実施又は計画

(2) 東北地方太平洋沖地震発生後の東海第二原子力発電所の状況について

- 地震時のプラント状況、地震観測記録と地震による影響、津波観測記録と津波対策を報告
- ・ 地震により、全ての外部電源（3回線）を喪失。津波来襲までは、安全設備は正常に機能。（耐震 B₂ C クラスのタービン設備等では一部損傷）
- ・ 津波により、3台の D/G 冷却用海水ポンプのうち1台が浸水により停止し、非常用電源系1系統が停電したが、他の安全機能は維持された。非常用蓄電池（RCIC 電源）の充電は別電源系から融通し、機能維持。

- ・ 15日0:40に、冷温停止移行。(外部電源復旧状況とリスクを検討し、外部電源の復旧を待って、冷温停止に移行。)
- ・ 観測された最大加速度は、基準地震動 S_s による加速度を下回っていた。
- ・ 襲来した津波は、 $H.P+6.2m$ で、建設時の想定津波高さ($H.P+2.35m$)を超えたが、耐震 BC の想定津波高さ ($H.P+6.61m$) の範囲内。
- ✓ ポンプエリアは、 $H.P+7.0m$ を想定し対策実施中。工事途中のエリアが浸水したが、対策完了のエリアのポンプは浸水を逃れた。
(茨城県が行った津波想定を受けた耐震 BC 評価による追加対策)

(3)総合討論 (司会：関村副部会長)

総合討論では以下のような議論があった。(主な議論を議事録から抜粋したもので、安全部会の見解を示すものではない。)

(パネラー)

- ・ 複数波源からの津波の重畳を考えれば、今の単一波源の想定に比べ大きくなることは間違いないが、どこまで考慮する必要があるかは、知見等の整理が必要。
- ・ これまでの耐震裕度向上工事は、被害の低減に寄与したのではないか。
- ・ 女川2号機は、常用系の潮位計を、非常用系エリアに設置したことで、常用系が非常用系に影響を与えることになった。(1、3号機も同じ設備を設置しているが、設置場所が2号機と異なり影響無し)
- ・ 非常用 D/G が機能していても、長期的に考えれば静的な外部電源の復旧は信頼性の観点からプラントにとって重要

(会場参加者)

- ・ 女川の敷地高さが、想定津波に対しかなり高く設定されたことは重要
- ・ 津波想定をどこまで上げるかの検討とは別に、安全確保に必要な最低限の設備は必ず守れるような検討も必要ではないか。
- ・ 継続的な改善に取り組んで来たことが、対策に配慮等が一部不足していても、SAを回避することにつながった。真摯な対応が重要である。

6.3. 福島第二原子力発電所の状況について

東京電力の長澤氏から、資料3をもとに以下の説明があった。

(1) 東北地方太平洋沖地震及び津波の概況

- 震災の時、福島第二の保全部にいた。その時の経験も含めて説明する。
- 福島第二原子力発電所は双葉郡楡葉町と富岡町に立地し、出力 110 万 kW の BWR-5 が 4 基ある。地震の規模は、福島県楡葉町と富岡町で震度 6 強であった。福島第二では、水平方向の最大加速度が 3 号機での 277Gal、鉛直方向の最大加速度が 1 号機での

305Gal であり、いずれも基準地震動 S_s より小さい。

- 津波の大きさについて、免震重要棟付近で、遡上高さ約 15m を記録した。これを記録した 15:30 頃は、ちょうど地震が収まり、ヤードの状況を確認するためにウォークダウンを開始しようとしたところであり、津波を目の前で目撃した。後の解析結果によると、2F の沖合で津波高さは約 9m と推定された。図（資料 3 p.6）の青い箇所は敷地高さが約 4m で、痕跡などから浸水は約 7m まで達した模様。その水が遡上して 1号機から 4号機の方へ流れた。（敷地高さは約 12m）ただし 4号機の原子炉建屋周りのヤードでは津波が到達した痕跡はなく、2, 3, 4号機での浸水は限定的であった。
- 波源モデル（資料 3 p.7）を作成して最大津波高さを推定した結果、福島第一では、図の①、②、③から出た波のピークが偶々重なり、福島第二に比べて津波高さが大きくなった（福島第一が約 13m、福島第二が約 9m）。
- 福島第一・第二の設置許可申請を出した当時は、チリ地震津波を想定していた。その後、2002年に土木学会で津波高さの計算手法が開発され、その手法に基づいた計算の結果、福島第一で 5.7m、福島第二で 5.2m と推定された。これを受け、この津波高さ以下にあった海水ポンプや建屋について、嵩上げや扉の水密化等の対策を実施した。2007年には茨城県と福島県から想定津波高さの公表があったが、いずれも前記の推定高さ以下であり、対策は実施しなかった。その後、海底地形及び潮位条件の見直しがあり、想定津波高さが福島第一で 5.7m から 6.1m に引き上げられ、海水ポンプ嵩上げを再度実施した。
- 設計津波高さ以外にも、知見を取り込むべく自社で努力をしていた。一つは地震調査研究推進本部の見解（2002年）。今回の地震を引き起こした太平洋プレートは、福島県沖では、プレート境界の摩擦があまりなく歪みが蓄積しにくいいため、大きな地震は引き起こさないとされていたが、それが福島県沖でも起こりうるとする見解である。ただしこの見解では、今回のような複数領域が連動した地震は想定されず、波源モデルも未確定であった。そこで、津波 PSA 手法の開発、波源モデルを仮定しての試算（三陸沖の想定波を福島県沖に置き換えて計算）、その波源モデルの適切性の土木学会への審議要請の準備等を進めていた。貞観津波については、産総研から論文提供を受け、貞観津波の有無を調べるために試算及び堆積物調査を実施した。堆積物調査は津波の有無に対し 100%信頼のおける調査ではないが、発電所北側の南相馬市では痕跡が確認され、発電所敷地の近傍である富岡町、広野町及びいわき市で痕跡は発見されなかった。試算では、パラメータを最大に振っても、津波高さは 8m から 9m、すなわち今回の福島第二のような遡上が想像される程度の津波と推定された。

(2) 地震及び津波の影響

- 地震による影響を調査するため、地震直後に、安全上重要な設備についてウォークダウンを実施した。その結果、外観上の異常は認められず、耐震 B, C クラスの機器の一

部に損傷がある程度であった。また、耐震性解析でも、シミュレーションによる荷重が Ss を下回った。配管系の解析でも、床応答スペクトルが一部 Ss を上回ったものの、評価基準値よりは下回った。

- 建屋内部への浸水について、海水熱交換器建屋では 3 号機南側を除いて、大物搬入口が破られ浸水した。廃棄物処理建屋、免震重要棟及び 1 号機原子炉建屋では、遡上した水が浸入した。1 号機と 3 号機のタービン建屋は、海水熱交換器建屋からコンクリートダクトを通じて浸水した。1 号機原子炉建屋では、換気用の給気ルーバから浸水し、非常用ディーゼル発電機の送風機を通じてディーゼル発電機に到達した。熱交換器建屋では、本来外開きの大物搬入口の扉が内向きに破られ浸水し、1 階の RHRC（残留熱除去冷却系）ポンプ、EECW（非常用ディーゼル発電設備冷却系）ポンプ、RHRS（残留熱除去海水系）ポンプが水に浸かった。さらにダクトを通じて 1 階から、あるいは機器ハッチから直接、地下階に浸水した。写真（資料 3 p.17）のとおり、大物搬入口付近は瓦礫が散乱し、地下のポンプが機能を喪失した。また配管貫通部が破られ、ポンプが水没する様子も見られた。
- 津波の設備への影響として特筆すべきは、3 号機の B 系熱交換器建屋内の設備が健全に保たれたことである。また、2 号機及び 4 号機の EECW ポンプは、A 系が 1 階に、B 系が 2 階に配置され、B 系のみが必然的に生き残ったのに対し、2 号機及び 4 号機の B 系 RHRS ポンプの 2 台は、隣り合って配置されていたが、偶々一方のみが機能を喪失した。原子炉建屋の電源盤は、浸水した 1 号機を除き、被害を受けなかった。外部電源は、富岡線 1 号のみが生き残り、機能喪失には至らなかった。また、浸水を免れた 3 号の B 系及び HPCS の D/G、並びに 4 号 HPCS の D/G が当時運転可能な状態であった。
- まとめると、福島第二は、津波によって、1, 2 号の非常用発電機、及び 1, 2, 4 号の海水ポンプ（ヒートシンク）が機能を喪失した。

(3) 津波到達以降の対応状況

- 地震・津波後のプラントの進展として、4 号機を例に説明する。津波襲来後、海水系が機能喪失したため、S/R 弁による減圧と原子炉隔離時冷却系を機能させた。非常用機器冷却系ポンプの起動が確認できなかったため、11 日 18:33 に原災法 10 条の宣言をした。翌日明け方には圧力抑制室温度が 100°C を超えたため、原災法 15 条の判断をした。最終的に海水系ポンプが復旧し、非常用補機冷却系及び残留熱除去系が機能し、10 条及び 15 条状態を順次解除した。
- 免震重要棟は、平成 22 年 7 月（震災の約 8 か月前）に運用を開始したばかりであった。ここに発電所原子力防災組織を立ち上げ、情報提供や支援要請、事故収束への対応などを行った。当時、約 400 人の所員が 10 日間ほど外出禁止の缶詰状態となった。
- 3.11 直後、津波警報が続く中、ウォークダウンを実施して情報を収集した。翌日、復

旧計画を立案し、本店の防災組織へ資材調達を要請し、電源車等を確保した。13日から14日にかけて、RHR系補機のポンプ取替えや仮設ケーブル敷設等を実施し、15日の7:15に冷温停止を達成した。

- 原子炉水位は、RHRポンプが使えないため、S/R弁と原子炉隔離時冷却系で減圧と注水をし、その後アクシデントマネジメント策である低圧系のMUWC（復水補給水系）ポンプに切り替えて注水した。（フィード&ブリードのフィードだけが確立している状態）一方、S/Cの圧力と温度はかなり厳しく、設計圧の310kPa[G]付近まで圧力が上昇した。圧力・温度上昇を少しでも遅らせるべく、手順にあるMUWCによるD/Wスプレイのほか、運転員の機転で、通常は使わないFCS（可燃性ガス濃度制御系）による注水も実施した。格納容器ベント（耐圧ベント）も、ライン構成までは終えていたが、RHRが復旧したため結局使用しなかった。
- アクセスルートは、重機で壊れたアスファルトを除去し、砂利を引いて確保した。重機は、偶々ほかの作業で使用していたものがあつた。
- 電源復旧について、電源盤が生き残った廃棄物処理建屋と3号熱交換器建屋から、電源車を使い給電した。仮設ケーブルは総延長が9000mあり、延べ200人で1日がかかりで敷設した。調達品については、電動機は東芝三重工場から福島まで自衛隊の空輸で、ケーブルや変圧器等は自社ないし協力企業から調達した。自衛隊による運搬はスムーズであったが、一般トラックは、警戒区域前の警察による検問で別の方向に誘導されてしまって、行方不明になったりした。
- 現在は、ほぼ震災前の状態に復旧している。一部、1号機でD/Gが復旧中。
- 緊急安全対策も順次整備している。ガスタービン発電機車、電源車、消防車等。また、余震・余津波に備え、15.4mの防潮堤を設置した。（土嚢を積んだ仮設の状態。福島第二は南北に断崖があり、タービン建屋を防潮堤で繋いで、タービン建屋ごと防潮堤として機能させている）
- 震災後から、出来ることは自分たちでやろうというモチベーションから、地域協力活動を積極的に実施している。地域サーベイ活動や一時帰宅の支援等を行ってきた。

○ 質疑応答

（参加者）資料3 p.8, 9について、津波想定として貞観津波の調査を実施したとあるが、ほかに1611年の慶長大津波と、昭和三陸津波というものが古文書にあり、女川ではそれらも調査していた。福島第一・第二では貞観のほかに慶長の方も評価したのか？

（長澤氏）地震調査研究推進本部見解に基づく検討の中で、慶長津波の波源を発電所沖合に仮定して試算をした。

（参加者）それで痕跡は見つかったのか？

（長澤氏）見つかっていない。

（阿部部長）津波想定の説明で、「パラメータを最大限に振っても8mから9m」とあつ

たが、これは連動を考慮しない場合でのことか？
(長澤氏) おっしゃるとおり。

6.4. 福島第一原子力発電所事故について（5、6号機）

東京電力の宮田氏から、資料4をもとに以下の説明があった。

(1) 5、6号機の説明について

- これまでに1～4号機について説明してきた。5、6号機は停止中であり、説明の必要はないと思っていたが、女川や東海第二などの炉心損傷を回避したプラントが炉心損傷したプラントとどのように違うのかが論点になってきたため、今回説明することとした。

(2) 地震・津波の影響

- 地震については、福島第一5号機の東西方向で2割ほどSsを上回っているが、地震による影響はほとんどなかった。
- 津波については、1～4号機の敷地高さが10mであるのに対し、5、6号機は13mで、浸水経路は比較的少なかった。
- 地震により外部電源が喪失したのは1～4号と同じ。また、津波後は、6号機の非常用D/G-Bのみが健全だった。1990年代以前の福島第一では2プラントでD/Gを共用していたが、この共用を排除するために、2、4、6号機にD/Gを追設した。追設にあたり、海水系配管の引き回しが大変だったことから、6号機では空冷D/Gを追設した。これが高い位置にあったこともあり、津波でも機能を喪失しなかった。一方、5号機は電源盤が損傷していたため、電源融通のマネージメントを実施した。直流電源はいずれも健全で、海水系はいずれも機能を喪失した。

(3) 事象進展

- 5号機はRPV耐圧試験中で、隔離弁を全て閉めて、CRD（制御棒駆動系）ポンプで昇圧していたため、減圧しにくい状況にあった。一方、起動直前の状態なので燃料が取替え済みで、崩壊熱が小さかった。地震後、外電喪失の影響でCRDポンプがトリップし、津波で全交流電源喪失になった。12日から徐々にRPV圧力が上がってきたので、いわゆるRPVトップベントやS/R弁操作の復旧を行い減圧した。14日にはMUWCによる代替注水を開始。MUWC使用にあたって、電源を6号機から引いた。また、アクシデントマネジメントで整備した低压電源融通ラインを使い、直流電源を生かしていた。14日9時にSFP（使用済み燃料プール）への注水を開始した。注水した水をS/Cに落とし、代わりにMUWCから注水することで、温度抑制を図った。19日には仮設の水中ポンプ（RHRSポンプの代替）が起動できたので、RHRを使ってSFPの冷却を開始した。この後は、原子炉とSFPの冷却を交互に実施した。

- 6号機は冷温停止中であつた。6号機はトラブルで長期停止していたため、崩壊熱が小さかつた。地震後に3つの非常用D/Gが起動し、津波でB系を残して機能喪失した。13日にはMUWCによる代替注水、S/R弁での減圧を実施した。14日にはSFPへの注水を開始し、循環運転等によって温度抑制を図つた。19日には海水系、非常用D/G-6Aが復旧し、仮設水中ポンプが起動した。

(4) ウォークダウン結果

- Ssを超える地震があつた5号機でのウォークダウンの結果、タービン建屋の湿分分離器周りのドレン配管など、一部に損傷があつた以外、地震による損傷はなかつた。

(5) 参考資料について

- 福島第一と第二との状況比較をしたもの。津波の再現解析では、福島第一の方で、波の重なりが比較的強い。外部電源設備では、遮断器が地震に弱い機器ではあるが、それ以外の機器にも損傷が見られた。

6.5. 福島第一原子力発電所における資機材物流の状況並びに今後の改善点について

東京電力の川本氏から、資料5をもとに以下の説明があつた。

(1) 物流の置かれた環境

- 福島第一に限らず全てのサイトで、資機材確保の基本的な考えとして、長期的な災害対応、過酷な原子力災害を想定しておらず、バッテリー、電源、注水用資機材、燃料、放射線管理・防護用品、飲食料、その他の生活用品等、様々な物資が不足した。
- 地震による道路の陥没や津波による道路被害、津波による中継局被害や通話の集中等による携帯電話接続性の極端な悪化、福島第一の水素爆発による屋外汚染もあり、連絡も取れない状況下、東京から発電所までの移動には非常に時間を要した。
- 資機材物流の拠点を、最初はJ ヴィレッジ（福島第一から南に20kmほど）にしていたが、12日の福島第一の水素爆発で線量上昇が懸念され、同日、いわき市にある小名浜コールセンターに移した。受払・在庫管理も、要員が足りず、手順・体制も事前に検討されておらず、混迷を極めた。
- 運転手の方々は、道路事情に精通しておらず、また放射線の知識がなく防護用品もなため、発電所への輸送を拒まれた。このため、当社社員が自ら運転することで対応したが、通信の不通による道路情報の不足（国道でも大規模に陥没していた箇所もあつた）、不慣れな大型車をマスクを着用しての運転、受渡場所の変更、荷下ろし重機がなく荷物を積んだまま戻る等、輸送に関しても当初は十分に機能しないケースが多かつた。

(2) 資機材の確保

- プラントは津波により直流・交流ともにほぼ全電源が喪失し、プラント状況の確認も操作もできない状況にあった。まずはプラント状況の確認に必要なバッテリーについて、東京方面等からの調達・輸送を要請したがタイムリーには届かず、当初はやむを得ず構内の車両（個人所有のものを含む）からの取外し等により対応した。
- 本店には11日未明から12日に車両用12Vバッテリーを1020個発注したが、小名浜コールセンターに到着したのは14日であった。そのうちの約300個については当日中に発電所に運搬できたが、同日の3号機の水素爆発により、残りについては16日以降の運搬となった。また、火力発電所等の施設からは2Vの大型バッテリーを334個調達したが、荷下ろし重機がないため、一部しか使用できなかった。下ろせたバッテリーは1号機ディーゼル駆動消火ポンプや3号機原子炉水位計等に利用された。また、早急なプラント計器復旧のため、現地では、構内バスや社員自家用車からの車両用12Vバッテリーの取外し、いわき市での買出し等で調達するよう努力した。なお、買出しでは（当初は、事務本館に残してきた金庫にアクセス出来ず）現金が足りず、社員から募って対応せざるを得なかった。
- 電源車については、社内及び自衛隊等に支援を要請し、計23台を確保した。ちなみに、福島第二では53台を確保した。当初は自衛隊にヘリでの輸送を依頼したが、重量オーバーで止む無く陸上輸送に切り替え、12日の1:00過ぎ以降に順次到着した。その後、準備中に水素爆発が発生する等、結果的に自社の電源車のみを使用した。
- 消防車を使った原子炉注水は、当初想定していなかった最終手段であり、当然マニュアルもなかった。福島第一配属の3台は、当初1台しか使用出来ず、13日に1台が使用可能であることが確認出来た（もう1台は故障で使用出来ず）。その後、自社で7台、自衛隊等から5台、計12台を追加確保し、注水や水の移送に使用した。
- 燃料も逼迫し支援を要請したが、当初は十分には届かず、また届いても、取扱いや治具（給油ポンプ等）がない等の理由から利用出来ないような場合もあった。放射線の測定器、放射線防護用品であるマスクやシューズカバー（靴の汚染防止用）等も不足した。飲食料も備蓄が少なく、500mlの水だけで1日を凌いだこともあった。その他の生活用品では、コンタクトレンズ（洗浄液）、衣類（汚染された衣類の替えがなかった）、寝具（免震重要棟では汚染防止のためビニールシートを敷いて寝たが、それも不足）、トイレなどで不便を強いられた。
- 今後の輸送中継地点の選定について、例えば柏崎刈羽発電所では、発電所からの距離や道路事情等を踏まえて、地点の選定について検討している。また、輸送体制の強化についても、今回の教訓を踏まえ、輸送情報の明確化・共有、運転手への事前放射線教育・防護用品の準備、荷下ろし重機の配備と資格者の配置、発電所の備蓄量の最適化等を検討している。

6.6. 総合討論

討論に先立ち、阿部部会長から論点整理の資料6の説明がなされた。その後、発表者の長澤氏、宮田氏、川本氏及び守屋氏にも登壇いただき、会場との質疑応答による討論を、関村副部会長の司会により実施。

(阿部部会長) 第6回、第7回は、二回で一つのテーマを扱っている。従って、論点整理で用いるデータも大部分前回と重複するところがあるが了承いただきたい。

(以下資料6の説明)

- ・ なぜ女川や東海第二、福島第二で起きた事象を分析するのかについて、P.2に沿って説明
- ・ 分析の視点について P.3、P.4に沿って説明
- ・ 福島第二での事象の確認について、P.5に沿って説明
- ・ 福島第一 5、6号機での事象の確認について、P.6に沿って説明
- ・ 第6回セミナーでの説明内容における特記事項として、まず、女川について P.7に沿って説明 (以下は資料への補足)
 - 2号機の潮位計については、よかれと思って実施したことで問題が生じたわけであるが、後から追加で向上する際には、最初から考える時以上に注意が必要との教訓が得られたと思っている。
- ・ 第6回セミナーでの東海第二に係る特記事項について、P.8に沿って説明。
- ・ 第6回セミナーからの教訓について、P.9に沿って説明

(阿部部会長) これまで事故の直接的な原因について扱ってきたので、規制に関わる問題についてあまり議論しないうえきた。第三者的に話すわけにはいかないの、どこが悪かったか色々考えてまとめてみた。

- ・ 規制に関わる問題について P.10に沿って説明 (プレゼン資料が最終版になっていなかったため配布資料により説明) (以下は資料への補足)
 - 津波に関して、土木学会の式に基づいての議論が前回からなされているが、事業者が自主保安の観点でやったものであり、規制が指導したものではない。
 - 安全委員会が指針を整備し、保安院が後段規制を中心に整備するということで、詳細な設計についての指針・ビジョンの整備が必ずしも進んでいなかった。
 - 事故後の状況に関して、昨年6月のIAEAの報告以後新たな知見が沢山得られており、それを反映した報告者が出されるべきであるが、出ていない。安全部会でそのようなところを補完していきたい。

(阿部部会長) ここまでは前回のセミナーにかかる議論であり、特に質問等あったら伺いたい。

(関村副部会長) 前回と同様、論点整理いただいたところであるが、前回の話も含めてご質問あるいはご意見あれば伺いたい。

(特に質問なく、引き続き論点整理説明)

(阿部部会長) 前回と今回のセミナーを中心に、かつそれ以前のセミナーも踏まえて整理してみた。福島第一に限らず、全サイトについて、もう一度考えてみようということで、まず外的誘因事象についての設計基準ハザードの問題である。

- (1)外的誘因事象についての設計基準ハザードに関して、P.11 に沿って説明 (以下は資料への補足)
 - 「①少なくともこれを下回らない」は下限を、「②統計的に妥当とみなされるもの」は、上限を与えていた。②の結果として、あのような大きな津波が来ることに対して考察に欠ける結果になったと考える。
 - 耐震設計についても、今回①を超えてしまっており、あまり重大とは考えないが、「①少なくともこれを下回らない」ことを考えれば、やはり速やかに基準の見直しが必要である。
 - (2)外的誘因事象に対する安全設計のあり方に関して、p.12 に沿って説明 (以下は資料への補足)
 - 「遡上」に関しては、滑らかな斜面があると相当上がってくることが明らかになっており、これを防ぐための手だても必要である。
 - 施設内部での誘因事象としては、火災や浸水が考えられる。
 - (3)電源に係る設計及びその評価について、P.13 に沿って説明。
 - 一部の機器類の耐震性向上を図ることで、系統全体の信頼性が向上することは考えられないかについては、本日の説明によるとこの部分を強化すればという話にはならなかったようである。
 - 多様性に関しては、一昨日の基準委員会で位置的分散という言葉に置き換えられている。モバイルの電源の在り方についての議論も必要。
 - (4) 設計と運転に関するその他の問題について、P.14 に沿って説明
 - (5) 事故時の情報伝達と人員・資機材補充について、P.5 に沿って説明
 - 事故時の資機材物流に関して、本日の説明では極めて具体的に問題が指摘されていた。
 - (6) 深層防護と多様性について、P.16 に沿って説明
- (阿部部会長) いったんここで切って、ディスカッションに入りたい。

ここで、発表者の長澤氏、宮田氏、川本氏及び守屋氏が登壇し、会場との質疑応答による討論が、関村副部会長の司会により開始された。

(関村副部会長) フロアからご意見をいただく前に、ご提起いただいた内容についてサマライズしながらご意見を伺いたい。前回、今日とお話いただいたシビアアクシデント (SA) に至らなかったプラントにおいてどのようなことが起こったのかをベースにしながら、これは対策、機器等により必然的にそうなったのか、あるいはたまたま色々

なことが偶然重なった結果としてそうなったのか、整理をした上で議論できればと考えている。この観点から長澤さんから個々の事例について丁寧に説明いただいたが、もう少し全体をまとめていただく意味で偶然だったのか、必然だったのか、サマライズいただければと思う。

(長澤氏) まずは、津波の高さであるが、設計を上回ったわけであるが、特に福島第一については更に波の重ね合わせという不幸な状況が起こった。想定しきれなかったことが反省点ではあるが、ある意味、波の重ね合わせは偶然という様相もあるのかと考える。設備の状況については、一つは外電の状況がある。外電は耐震 S クラスの設計はしておらず、大きな地震が生じた場合は所内のディーゼル発電機で電源を供給するという考えである。福島第一において長期間外電が使えず、更に非常用ディーゼル発電機も使えなかった、交流・直流の電源が喪失したのは、津波高さに起因するものではあるが、復旧に対して対応すべきことがあったかもしれない。一方で、冷却設備であるが、福島第二では非常用海水ポンプが建屋の中に収められており、また平成 14 年に土木学会の手法で津波の高さを見直した際に、建屋内外の水密化を実施しており、それが一定の効果をもたらしたと考えている。以上のような状況が重なり合って福島第一と第二の違いが生じたと認識している。

(関村部会長) 設備がうまく働いたことは、ある意味当たり前で、駄目だったところだけが議論されるわけであるが、やはりこの対策によりこの程度の被害で済んだといったことが、福島第一についてもあったのではないかと思う。このあたり、補足いただければと思う。

(宮田氏) 前回に必然、偶然の話が出たが、定義に悩んでいる。偶然はふつう想定されるものと違う状態が観測されることだとすると、津波が設計想定を超えたことも偶然とも思える。波の重なりについても、偶然と理解されるかもしれないが、これは一番大きな問題と考えている。

号機別に偶然、必然と考えられるところを思いつくままに述べると、1号機については、非常用復水器 (IC) が直流電源がなくなってフェイルセーフ動作で隔離弁が閉止し機能喪失したが、これはおそらく偶然と考える。直流電源だけが喪失し、駆動用電源が残ることは、ほとんど考えられないことである。電源が全部なくなった状況では、弁はその前の状態を維持していると運転員は考えるはずであるが、実はそうではなかったことは、大きな偶然だったと考えている。

2号機に関しては、隔離時冷却系 (RCIC) を手動で起動して水位が上がったら止める操作をしていたが、津波が来るタイミングとほぼ同時期に再起動をかけていた。再起動をかけていなかったら、どうなっていたかと考えると、あれはタイミングの点で偶然に近いところがあったのかもしれない。RCIC がその後直流電源なしで回り続けたのも偶然と思っている。それがいつか止まるのは必然かもしれないが。

3号機に関しては、直流電源が生きていたので RCIC は必然に近い状態で動いていた

と考える。HPCIの手動停止については偶然必然で論じるのは難しいと考える。

4号機に関しては、3号機のベント流があのような状態になるのはよくよく検討すれば分かったかもしれず、偶然というには、少し(検討が)足りなかったと考える。

5,6号については、たまたまDGを追設し、設計の要素で空冷を選んだのは偶然の要素があると考え。

全体的には、中越沖地震が起こったことへの対策として免震重要棟、消防車を置いたのは経験をもとにして必然的に実施したことでいい方向に働いたと考える。免震重要棟が無かったらどうなったかは、大変大きな問題である。

(関村副部長) 必然偶然を分けながら、あり得る偶然に対してどのように対策してゆくかを安全部会として議論したいが、結局それを設計に生かすということで、後半では設計について部会長から提示いただき議論したい。その前に、今の偶然事象が生じた、あるいは救われたところと、このような考えで物を作ってきた、あるいはマネジメントシステムを作ってきた結果、よかったあるいは悪かったところのポイントについて、設計の観点で守屋氏からコメントをいただきたい。

(守屋氏) 起こったことを偶然と必然に仕分けをすることはできると思うが、偶然であっても起こってしまったことは、重大なことであればそれを偶然と仕分けしても意味はないと考える。大事なことは、偶然が重なってもそれなりに対応できるようにしてゆかねばならないということが、今回の事故を踏まえて考えなければならないことと思う。とはいうものの、設計設備もアクシデントマネジメント(AM)設備も、設備である以上は、それを設計するための想定、条件がなければ物が作れない。従って、それを超えてしまうような、偶然、万が一のリスクが残ってくることがジレンマとして出てくる。しかし、被害の大きさを考えると、それが起きた時のリスクをどうすれば最小限にできるのか考える努力をしなければならない。これが一番大きな教訓と考える。ハードの設計だけではこのジレンマから脱出できないため、やはり最終的には柔軟なマネジメントにおいて、それに対して柔軟な対応ができるように物を準備しておかねばならない。また、川本さんから話があったが、輸送といったことも日ごろから考えておかないと、このようなことが起こった時に実質機能しないといったことも考えられる。平時の備え、訓練が重要と考える。

(関村副部長) 種々ご意見が出てきたので、ここで、阿部部会長に整理いただく前に会場からご質問・ご意見を賜りたい。

(参加者) プラント間の比較を聞いて疑問に思うのは、1Fでは電源は沢山あったこと、電源車は沢山来たし、6号ではDGも作動したし、2号、4号でも増設分は傷んでいなかった。何が違っていたかを考えると、それを配分するグリッドがダメになってしまった。電源があってもグリッドが死んでいたら供給ができず、このような状態が仮に2F、女川、東海で発生していたらどうだったか。それが1Fで起きたことが決定的だったと考えるが如何か。

→ (長澤氏) ご指摘の通りかと思う。1Fでは建屋の中まで水が入ってきたため電源盤が機能を失った。2Fでは熱交換器建屋内の電源盤は機能喪失したが、原子炉建屋内の安全上重要な電源盤は、1号機以外は被害を免れた。DGのみならず、電源盤の健全性も必要と考える。1Fでは被災した電源盤に代わって仮設ケーブルを引いてポンプを回したという事実があり、全部セットの話と考える。

(参加者) 被水して水没したからには設備に電源が供給できないが、それが長期に起こりえるかどうか、水が引くかどうかが大きく影響しているのではと感じる。1Fの方は水が溜まってしまってアクセス性が悪くなったのではないか。水が引いていれば、またそこに新たなケーブルを引いて作業を進めることも容易だったが。グリッドの設計の在り方がプラントによって大きく異なっているのではないかと感じている。

→ (宮田氏) 基本的にはそれほど大きく設計が異なるとは考えていない。よく福島第一で指摘されるのは非常用電源盤がタービン建屋にあることがおかしいということであるが、それは本質とは異なっており、タービン建屋にあることよりも、水が入るような状態にあることが問題と考えている。その意味で、2F1は電源盤が被水したが、それは電源盤が原子炉建屋内といっても外からの気密性がない、いわゆるアウターという領域にあって、そこはルーバーから水が入りうる。原子炉建屋といってもどこも同じではなく、アウターとインナーのようなところがあり、アウターは水に対してはタービン建屋とさほど変わりはない。あとは、電源盤も非常用については耐震性能が要求され低いところに設置される傾向にあり、逆に水に対しては入ってくれば弱いという面はどうしてもある。

→ (守屋氏) 電源盤をリカバーできなかった反省として、単に電源を持ってくるだけではなく電源盤のバックアップを考えなければならないことは、今回の教訓の一つであるが、もう一つ併せて指摘しておきたいのは、仮に電源があっても水源がなければ注水ができないこと。福島の経験では水源ですら確保に相当苦労した。結局は注水を最低限できればリカバーできたわけで、そのために必要な電源盤も含めた電源、水源等のファンクションを万遍なく対策してゆくことに尽きると考える。

(参加者) 最後に言われたことが対策のキーポイントと考える。船の場合は、昔からそのようにやっている。例えば、船で最も危機的なのは穴が開いて水が入ることで、その時には排水ポンプを回す必要がある。ふつう船ではエンジンルームは後部、船底にあるが、排水ポンプの電源盤は船首のアップーデッキに配電盤付きで空冷のエンジンによっており、昔からである。船は昔から浸水で何度も痛い目にあっており、その結果として予備発電機は空冷、アップーデッキ、前側、配電盤付きとされている。原子炉もこれと同じことをこれからやらなければならない。独立に発電機を高いところに置く、ケーブルはすべて水密にする、ポンプもできれば水中ポンプあるいは水密構造にする、また水源の問題等、ミニマムのことは最後の命綱として準備する。1Fの場合も高台であれば20m以上はあると思うが、そこに空冷の予備発電機があつて、水源があ

って、水中ポンプだったら今回のことは起こっていない。もう一つは計器で、難しい正確な計器ではなく、原子炉のアウトラインがわかる程度のものを別系統で備える。これがミニマムの要求と思う。是非、専門家の方にご検討いただきたい。

(関村副部長) ありがとうございます。

(宮野氏) 先ほど阿部部会長から話があった深層防護の問題であるが、後段否定が重要とのことであるが、基本的に設計はみな後段否定であり、今までメーカーは後段否定で絶対に事故を起こさないよう設計してきた。欠けていたのは深層防護で、前段否定であり、これまで1層から3層までしか考えていなかった。起きたらどうするか、4層、5層(防災)まで考えなければならないことが、今回の大きな教訓と考える。

(関村副部長) その点も含めて阿部部会長にお話しいただきたい。

→ (阿部部会長) 必然とか偶然とかについても話していただいたが、言葉自体は重要ではないと考える。大事なことは、

① 起きえる可能性のあるものをどれくらいきちんと潰すかが重要で、その具体例は、宮田さんから、色々話をいただいた。一つ一つの起きえる可能性のあることを十分に考えたうえで安全対策を考えることが必要で、守屋氏の指摘と同じである。これが一番目。

② 二番目としては、継続的な改善が大事である。この中には10年ほど前に整備したアクシデントマネジメント(AM)も含まれる。AMがなかったらもっとひどい状態になったと思っている。津波対策にしても、継続的な対策を打ってきた結果が間に合っただけでシビアアクシデント(SA)に至らずに済んだことと、間に合わずにSAに至ったことがあった。一つ一つの教訓を考えて継続的により良いものにしてゆくことが重要。

③ 三番目は、対策を考える際には、具体性を持った対策でなければならないことで、例えば、何かを動かそうとする時に、そのために必要なものが全部そろっているのか、それが直ちに手に入るのかといった、もう一段深いところまで考えて準備をしなければならなかったと思う。

これで大体のご指摘には、応えたのではないと思う。ご指摘あった計測系についてはSA発生後に計測系が正しい値を表示しなくなるという問題については既に認識されており、SAを設計の中でも考えることになれば当然考慮すべきである。その時に、通常時とは別に、緊急時に使えるもの、ラフでよいからある程度の状態がわかるものが必要と考える。

また、ご指摘あった設置場所については、津波対策のみを考えると安全上重要なものは高いところが良いに決まっているが、その他の外部要因、例えば航空機落下を考えると、位置的に異なる場所に設置するといったことを含めて、多様性を考える必要がある。

宮野氏のご指摘に対しては、先ほど述べたより具体的な対策をすることに尽きると思っている。確かに設計の1層から3層に関してはご指摘のとおりと思う。第4層の

AM を考えると、本来は次の段階に進まないように、フェーズ 1 でもフェーズ 2 でもきちんと対応すべきであった。それができなかったことを後から見ると、具体性に欠けている所が幾つかあって結果として後ろまで行ってしまったという感じを持っており、それで AM のレベルで後段に決して行かないような覚悟が必要ということである（後段否定の表現をとった）。

（関村副部会長）最後の具体的に考える必要があることと、起きうる可能性をきちんと考えること、すなわち経験ではなく可能性をどのように頭の中で構築して、具体的なものにつなげてゆくか、それは深層防護としての防災もあるし、設計の問題に展開すべきものもある。起きうることを考えてゆくことと具体的に考えることが重要と思うが、そのあたりの関係をもう少し補足いただけるとわかり易いのではと思う。

（阿部部会長）昔の上司の話をさせていただくと、佐藤一男氏は安全は想像力だとよく言っていた。どんなことが起き得るかをどのくらい広く考えるかが大変大事だとしばしばおっしゃっていた。しかし、一方で考え落としはどうしてもあり、それを埋めるのが運転経験と思う。原子力のみでの経験ではなく、船の運転の経験も有用である。起きたことの本質を把握して、水平展開してゆくことが、想像力で欠けているところを補うのではないかと考える。

（関村副部会長）運転経験、継続的改善といったところの主体となるべき事業者からもコメントをいただきたいと思う。

（宮田氏）起きうることを徹底的に考えることは、ご指摘の通りと思うが、これはいわゆる DBE、デザインベースを徹底的に突き詰めることと考える。例えば、電源喪失時にベントすることは、従来は考えられていなかったが、そういったところで無理な部分があった。しかし、今後はこれを踏まえて設計基準を検討することになる。DBE をどうとらえるか、それを超えることに対してどう取り組むかをしっかり議論する必要がある。DBE と beyond DBE を一緒にすると無茶苦茶な世界になってしまうと思う。

（長澤氏）深層防護の 3 層、4 層は、これまでは主に内的事象に対して考えられてきたが、特に地震や津波といった外的事象を考えた時の 4 層の在り方が、4 層でどれくらいの地震の大きさを考えるかといったことにも行き着くこともあり、重要と考える。AM は今ある設備をうまく利用しようという考え方であったが、基準を超える地震、津波に耐えなければ使えないわけであり、そういった設計を考える際にどこにラインを引くかが特に重要になってくると考える。

（関村副部会長）では、全体として次に移り、もう一度考えてみようの(1)(2)の外的誘因事象、それから深層防護の問題に移っていききたい。

（阿部部会長）後で説明しようと思ったが P.19 をご覧いただきたい。「事故の発生には天災の要素が大きい、事故後の対応には人災の要素が大きいと思われる」と記載がある。多くの方が今回の事故は人災だと叫んでいるが本当にそうだったのか。例えば、私自身は日本の東側の地震で連動ということをして 3.11 の前に聞いたことが一度もないが、如

何か。南海沖、東南海沖地震では、連動を以前も聞いていると思うが、東側では連動は発想になかったのではと思う。

地震動の設定でどこまで考慮するかという問題が、当然のことながら津波に対しても生ずる。津波については、最初は2～3mの設計であったが、今は土木学会の手法がどうであったかが議論されている。土木学会の手法が提示された時に、どの程度の地震動をカバーしているか、それを上回るような地震動の発生があったか無かったかを本来は考えるべきであった。そうしたことに関して順序よく考えてゆくプロセスが欠けていたと思う。

これから規制委員会が、一貫した体制であるべき指針・基準の形を考えてゆかねばならないが、どうやって網羅的に潰してゆくのかと、地震、津波等の設計基準を検討した時にどこまでの範囲を考えたことになるのかといった形で見えていただければと考える。

(関村副部長) 一つ戻って設計と安全の考え方の関係、そして設計とマネジメントの観点からの議論をさせていただければと思う。守屋氏からは、これまで設計にかかる議論をまとめていただいているので、今の議論を踏まえて論点を提示いただければと思う。その後でご質問をお受けすることとしたい。

(守屋氏) 想定される地震や津波については、新知見が出るたびに直視して対策をしてゆくのは確かに必要なことであるが、今回福島で目の当たりにしたのは、人が想定したことは超えることがあるということであり、事実として認識しなければならないと思う。その時に奈落の底に行ってしまうリスクを最小限にするための準備をしておくことが重要。具体的には、外部ハザードが想定を超えると、物をいかに強固に何重にしても機能喪失してしまうことが今回はっきり見えているので、場所の多様化とか、プラント自体が機能喪失しても別のところから最低限回復できる手立てを準備することが必要。更には、今回はサイト全体がやられているので、オフサイトから最低限の回復操作をどのように実施するか具体的に検討しておくことも重要と考える。

→ (阿部部長) 今のご意見と私が申し上げたことに全く食い違いはない。前のセミナーで、具体的に考えられることについては徹底して具体的に考えましょう、しかしそれを超えて考えられないことが起きる可能性があり、それに対してはより柔軟な対応を考えましょう、ということを上げた。私が先ほど強調したのは前段の方で、地震、あるいは津波による被害に対して、具体的に考えられることがあれば、誘因毎に具体的に考えましょうということである。これからの安全対策は、この二つを軸にしてやっていくことが必要と考えている。

(関村副部長) 川本さんのほうから広い意味でのマネジメント、考えるべき要因について生々しく伝えていただいております、ここで今の点についてコメントいただければと思う。

(川本氏) 当然サイトの方でも備えるべきものを備えて外部から手を差し伸べるための準

備をしている状況である。

(関村副部長) 設計、マネジメント及び具体的に考えるべき資材、情報伝達に関して、深層防護、多様性といった考え方と併せて、どうやって幅広く議論してゆくのかといった問題に帰結してゆくと考える。こういった観点からご意見をいただければと思う。

(参加者) 阿部部会長がおっしゃられた具体的なことという点と(4) 設計と運転に関するその他の問題(資料 p.14)に関連して、1号機において消火系でコアスプレイ(CS)を働かせる要件づくり、方向性があっても良かったかなと思うが如何か。

→ (宮田氏) 1号機での消防車による注水は消火系のラインを経由して MUWC(復水補給水系)のライン、その先で CS により注水をしている。

→ (守屋氏) 2000年時点の AM 整備の際に既に消火系を用いる対策が検討された。結果として、1号機ではそこから注水することを実際に実行している。しかし、消化系・MUWC-CS のシステムによる注水を実行した結果、最初は所々でバイパスが生じて炉心まで水が到達しなかった。それに気が付いて、注入ラインを変えて給水ラインに直接つなぎこむようにして初めて炉心に水が入った。従って、消火系ラインを用いることは良いことであるが、さらに実効性のあるところまでバルブ操作等の手順をしっかりと作らないとうまくいかないというのが今回の経験である。

(参加者) 2号、3号も同様と考えてよいか。

→ (守屋氏) 同様である。

(渡辺氏) CS のラインを使おうとしても、圧力を下げないと使えない。AM 設備は用意されていても、状況に応じた形になっていないのが実態で、減圧できることを前提にしており、減圧できない場合の対応が欠けている。

→ (守屋氏) ご指摘どおりであるが、基本的に BWR は直接サイクルで炉心への注水が容易なシステム構成になっているため、減圧して注水に持ち込むのが戦略である。今後の BWR の対策強化は、あくまでも減圧系をしっかりとやって低压注水に持ち込めるようにすることで、もちろん高压注水も考えられるが、決して安全・安心な状態ではないので、早く減圧して水を入れ続けることができる状態に持ち込むことが重要。

(参加者) 今日はロジスティックの話聞いて、本当に身につまされる思いがした。東電さんは苦労されて大変だったと思うが、こうしたことは事業者に一義的責任があるにしても、政府がもう少しバックアップをやらなければならない点を是非提案すべきである。例えば、通信でいえば CS、通信衛星用のパラボラアンテナを持ち込むとか、輸送でいえば、ヘリコプタ、重量オーバーでだめなら輸送機、空がだめなら船を使えばよい。今日説明いただいた方から、例えばこのようなことをやって欲しかったという希望があって、今後、検討してバックアップしてほしい項目があれば、是非政府にリクエストしてほしいと思う。

→ (川本氏) 食糧とか燃料とかで苦労したのは事実である。燃料が尽きるとより厳しい状況になるのは見えていたので、本店に自衛隊に依頼してもらおうよう伝えたりした。今

後どうするべきかであるが、我々としては、第一義的には事業者が単独で対応できるように準備したうえで、それでも不足する場合にはお願いしたいと思う。しかし、自衛隊に直接依頼できるようにはなっておらず、総理大臣とか被災地の県知事からの依頼が必要と認識しているので、会社からどのように依頼できるか検討を深めるべきと考えている。

(阿部部会長) 先月の国際会議でそのようなことが問題になった。深層防護といってもレベル1～3はほとんどは事業者が責任を持って実行するわけであり、規制の役割はOversight—監視—である。しかし、レベル4以上になると、国あるいは規制当局が自ら行動しなければならないはずであるが、役割をきちんと把握したうえで行動すべきであると話をした。国の方に、是非よく考えていただきたい。

(関村副部会長) 2回前のセミナーで防災をテーマにして、その中で事業者、規制の関係の話もあった。いろいろなステークホルダーがあって、国、地方自治体も含めて、事故が起こった時の予め計画しておくことについて、あるべき姿について本間さんの方からご提示いただいたが、こういったことも踏まえて何をすべきかを議論、発信してゆく必要があると感じる。

(更田氏：原子力規制委員会) それぞれの機関が何をすべきかとの議論を深めることも重要であるが、非常に重要なのは何をすべきでないか、余計な介入をしないこと。例えば、サイト対応は事業者がやってほしい支援をすることが重要で、事業者の要請に応えるのが基本になる。今回は、支援を要請される前に国が介入した、これは各事故調の報告にも色々あると思うが。それぞれの機関が正しい役割を果たすことが大事であるという視点の中に、常に余計な介入をしないことも同時に考える必要がある。

(関本副部会長) 具体的なご指摘があればお願いしたい。

→ (川本氏) 基本的には事業者がクローズしてすべてをできるように、前もって準備しておくことが基本と考えている。それでもダメだった場合に国の方にお願いできるのが個人的には望ましいと感じる。

(関本副部会長) 予め決めておけることと、その場に応じて判断しながらコミュニケーションをとってゆく場合があるが、そのあたりは如何か。

→ (川本氏) 具体的なことではなく、困ったときにどのようなシステムでお願いすればよいかといったことである。

(小作氏：原子力規制庁) 現状をご説明させていただきたい。規制委員会、規制庁が立ち上がり、防災体制も検討が進んでいる。事業者からの要望把握については、各事業者で体制を整えたところに規制庁が入り、そこをセンターとし、一体となって議論させていただく。このため事業者のニーズを素早く把握できると考えている。センターからは官邸に直接状況を連絡できるようなかたちをとっており、そのラインを通じて総理まで話があげられる。特に自衛隊などの多省庁にわたる対応については官邸で意思疎通を図り速やかに動けるように体制強化している。事前の準備としては、原子力防

災会議で各省庁の協力を得られるような体制を整えることになっている。立ち上がったばかりでどれだけ動けるかといった問題はあるが、体制整備している状況はご理解いただければと思う。

(関村副部長) それをいかに実効的なものにするか学会でも検討してゆきたい。

(渡辺氏) 更田委員からの余計なことをしないと指摘についてであるが、徴集されるメンバーが何人かいれば、必ずありがた迷惑をする人が出てくるのではないかと思う。徴集する仕組みを作った上で、やるべき仕事を明確にして、メンバーを選ぶ必要があると考える。

(更田氏) ありがた迷惑を無くすのは非常に難しく、排除するにはエネルギーが裂かれるので、事業者にとって実質的に迷惑にならないことが必要であり、例えば、問い合わせ一つでも事業者にとって大きな負担になることがある。コミュニケーションが不足し、最高意思決定をする総理なりに情報が伝わらなかった反省にたつて、先ほど小作が申し上げた対応をとることとした。15条のような状態になった場合には、規制委員会では委員長は総理に付き、1名を除いて全員が官邸に入ることになっている。1名は即応センターに行くことになっているが、これは指示を出したり助言をしたりするためではなく、状態を自ら把握して総理に伝えるためである。戦場のような状態になっている所に問い合わせをするのが如何に負担になるかは想像がつく話で、事業者の邪魔をしないことが非常に重要であり、もちろん要請があった場合はそれにできるだけ応えるのが国の役割と考える。緊急時に招集する方はきちんと選びたい。

(阿部部長) 2点コメントしたい。規制当局に居た時に常々申し上げていたが、規制はやるべきことはやらなければならないが、やるべきでないことはやってはならないことと、もう1点は、本当に実効のある規制のためには、実際の事故の際には、ロジとかも含めて理解のできる人を置くことが必要であること。安全委員会の助言組織で議論した際、全くわかっていない人が多かった。

(本間氏) 適材適所は重要な視点と考える。今回の事故で、1月ほど緊急対策調査員といった形で1月ほど安全委員会の中で助言活動を行ったが、準備ができていなかった、人をアサインしただけで訓練ができていなかったと感じた。

安全委員会では2年前に独自訓練といってそうした準備を始めており、当時それを外部で評価する委員を担当したが、事故当初は安全委員会では委員の部屋をぶち抜いて対策室にして、安全委員長室が助言する人が集まって議論する場で、SPEEDIのアウトプットもそこに表示されることになっていた。しかし、本当に起こりうる前提で準備されていなかった。

防災をどこまで考えるかは議論が必要で、今、世の中では規制委員会で防災指針から始まったため、そこに重点が置かれているが、防災はマイナーであり、防災を前提とした原子力などあり得ない、正当化されないと考える。深層防護の中の5層はやはり別の次元のものであることを肝に銘じて原子力の安全を考えていただきたいと思う。

(関村副部長) ひとつおりの議論ができたと思うが、他にあればお願いしたい。

(参加者) 原研の原子力のコード開発を 30 年くらいやってきた。事故後、色々議論がなされているがすっきりしていないと感じる。工学が科学たり得ているかを学会の中だからこそ提示したいと考える。そもそも科学は、懐疑的精神、批判的精神が伴って成立している。原子力工学はきわめて最先端の機械工学の分野で、社会的に重要な位置に居る。工学は社会的な利得を得ようとして発展させてきたものであるが、利得と同時に被害ももたらすようになってきて、利得も被害も規模が大きくなってきている。佐藤一男先生が安全の問題は創造性で気がつくことが大事とおっしゃっているが、湯川秀樹先生が物理学について同じことをおっしゃっており、理論は演繹的ではなくクリエイティブに発想され、学会の中で誰かが発見して発表してゆくことが必要。そういう体質を学としての工学の中で作るようにしないと原子炉工学は人類のものになっていけないと思う。これまでのような真摯な議論を続けていただければ良いと思うが、是非、工学を科学にさせていただきたい。

(関村副部長) 正に大学の人間としてそうした感覚を持っており、例えば安全工学をどのように発展させるかについてビジョンを描いている。学会としての本質的役割と考えているが、これまでそうした役割を果たしてきたか疑問に感じている。安全に関する議論を深めてゆくことから、こうした体系がしっかり生まれてくるのではと思う。

(参加者) 土木工学を専門としているが、このような津波に対して、機器の水密性、配置を改善することのみで安全を保つことができるのか。限界があるのか。

→ (守屋氏) 自然災害の脅威、例えば津波の水撃をどこまで定義できる。定義できれば、それに対する設計は可能であるが、いかに強化しても、それを超えるような状態になれば機能喪失はあり得る。それに備えて、異なる場所にリカバーできるシステム、対策等を準備しておくのが、工学的な一つの解と思っている。

→ (参加者) 原子力は、他の構造物とは徹底的に異なっておると考えており、それを考えていただきたい。

→ (守屋氏) 原子力が特別かどうかは議論のあるところと思うが、機械システム、電気システム、そうしたものの総合的な塊でしかないので、システムに対して結果として起こることはあまり変わらないと考える。放射性物質を内蔵しており、被害の種類が異なるといった結果としての違いはあるが。

(阿部部長) 原子力発電所内の設備があらゆる環境条件下できちんと働けば事故は原則起きないというのが我々の考え。しかし、自然災害等襲ってきた時に本当に耐えられるのかとなると、例えば地震動が全部の機器にかかってくる場合や、津波が浸水してくる場合や、火災が起きた場合とか、ケースバイケースで具体的に起きることを考えなければならない。従って、物が健全であれば事故が起きないようにこれまで設計されており、そのこと自体で問題になったことはない。しかし、外的な荷重に対して物が壊れるメカニズムについては検討が欠けていたところがあったと考えている。

(参加者) 原子核からのエネルギーは、化石燃料からの物と質的に異なる。化石燃料は太陽系の安定した中で蓄積されたものであるが、核エネルギーは超新星爆発とか宇宙的規模の中で蓄えられた物で質的に異なる。人類が完全にコントロールできていないのではと考える。安定して動いている時にはかなり良くできているが、世の中で心配されているのは、放射能が放出された時にコントロール可能なのかということ。宇宙的な規模であるという視点がないと、その問題は乗り越えられないと考える。人間の活動が宇宙に出て行く時に原子力は必要になるため、原子力は必要だと思っているが、そうした視点が基本にないと核エネルギーを見誤ると思う。

(関村副部長) 非常に重要なご指摘であると思う。若い人に対して我々がどのような役割を果たすべきか、あるいは倫理的な問題をどう考えてゆくかあたり、今のようなお話は重要と考える。

(阿部部長) 今日多数の方にお集まりいただき、良いプレゼンをやっていただいたし、議論も活発にできて、新しい問題が提起され、共通の認識になったと思う。用意したスライドの最後の4枚は何も説明していないが、これまでのセミナーを纏める報告書の中で議論したいことも含めているので、ご参考にしていただきたい。本日は、ありがとうございました。

6.7. 次回以降のセミナー案内及び閉会挨拶

新田副部長より、以下の案内・挨拶があった。

- 今日、皆様には長時間にわたり参加いただき、会場から貴重な意見もいただいた。
- 個別の議論は今回で最後、次回第8回セミナーは、武田先端知ホールで開催する。これまでのセミナー、中間とりまとめを今後幹事等でドラフト報告書にまとめていく。次回は、その要点・骨子を紹介し、議論を行う予定。
- その後は、3月中旬頃までに最終報告書、3月の学会春の大会で報告会を開催予定。
- 本日は、規制の方からの話も伺えた。また、原子力工学の科学性等、セミナー趣旨でもある原子力以外の様々な専門家からも貴重な意見を聞き、今後の取組でも留意していきたい。ありがとうございました。

(関村副部長より、次回の会場である武田先端知ホールの場所について紹介あり)

以上