

現しながら、生徒たちの言語活動の充実を図ってきた。

【実践3】 土壌の遮へい効果を確認する除染モデル実験を行い、校庭に埋めてある表土の放射線量が低く安全であることを確かめた。

【実践4】 養護教諭とTeam Teaching授業を行い、放射線による人体への影響と防御について理解を深めた。

【実践5】 放射線教育推進委員会を立ち上げ、共に手を取り合いながら放射線授業を協議して、毎年公開研究授業を行ってきた。

4. 今後の『放射線教育』へ向けて

(1) 福島県版放射線に関する学習指導案・関係資料等をDVD化して、理科教員へ配布する。

(2) 小・中学校が連携した「科学的に探究する放射線教育カリキュラム」を立案する。

(3) ウクライナ・ロシア視察を基に、心のケア支援に向けた「ぎすなスクエア」構想を具現化する。

今後、全国の皆様からの声援をいただきながら、放射線教育を推進していきたいと考えている。

第30回

みんなのくらしと放射線展 開催

今年で第30回目を迎えた「みんなのくらしと放射線展」。大阪府立大学、関西原子力懇談会等 9団体にて構成する「みんなのくらしと放射線」知識普及実行委員会の主催により、平成25年8月23日(金)～25日(日)の3日間、大阪科学技術センターにて開催しました。

「くらしの放射線サマースクール2013」をテーマに、次世代層をメインターゲットとして、展示やイベントを開催しました。

1日目には「第2回ハイスクール放射線サマークラス」を開催。高校6校対抗で放射線に関するプレゼンテーションを行い、活発な討論が繰り広げられました。

2、3日目に開催した「親子セミナー」では、定員を大きく上回る応募の中、抽選で選ばれた各日20組の親子に、霧箱工作や放射線測定器を用いたフィールドワークなど、楽しく学んでい

ただきました。

展示コーナーではパネル展示のほか、各種放射線測定器などの展示や体験が行われ、箱の中のクリップや鍵を放射線で透視するクイズや、近畿大学からお借りした食品モニターで、にんじんや乾燥しいたけなどに含まれるカリウム等を測定するコーナーなどが来場者の人気を集めました。

また、特別展示『関西の原子力・放射線研究施設』を併催。大阪府大のほか、京大、近畿大、福井大、理化学研究所(Spring-8)からスタッフ協力を頂き、各施設の取り組みをパネル、映像で紹介しました。

3日間で約1300名のご来場があり、来年に向けてさらに内容の充実と集客増を図っていきたくて考えています。ご来場、ご協力いただいたみなさま、ありがとうございました。



ハイスクール放射線サマークラス



「放射線親子セミナー」での霧箱工作教室



放射線に関する展示等



食品の放射能モニタリング



東海第二発電所・福島第二原子力発電所 訪問記

このたび、関西原子力懇談会では、東日本大震災で被害を受けた原子力発電所を現地視察することにより、次世代を担う若手の研究者が原子力安全や、日本の原子力の将来についてより一層見識を高めて頂くことを目的とし、(株)原子力安全システム研究所技術システム研究所長の三島嘉一郎先生を団長として、総勢17名で東海第二発電所および福島第二発電所の視察を行いました。

三島先生をはじめ参加された先生方から寄稿頂いた感想や所見をご紹介します。

●見学先

1日目(9/11)

日本原子力発電
・げんでん東海テラパーク
・東海発電所

2日目(9/12)

東京電力
・福島第二発電所

最新知見を謙虚に取り入れ、 安全対策を速やかに施すことが重要

●原子力安全システム研究所 三島 嘉一郎

平成25年9月11、12日の2日間に実施された標記見学会に参加した。当初、1日目に日本原電東海第二発電所(東海第二)、2日目に東京電力福島第一原子力発電所(福島第一)の見学を予定していたが、直前になって、2日目の福島第一に国会の経済産業委員会の視察が入ることになり、急遽、福島第二原子力発電所(福島第二)に変更された。こども東海第二も、福島第一と同じように地震・津波に襲われながらも何とか危機を脱することができた。その当時の経験を聞き、現場を見ることは、過酷事故の現場を見ることと同じように意味のあることだ。失敗に学ぶことも大切だが、どうすれば良いのかを知ることも大切だ。

1日目は東海発電所と東海第二発電所の見学。東海発電所は我が国初の商業用原子力発電所で、改良コールダーホール型ガス冷却炉の営業運転を1998年3月に終了した。現在、我が国初めての商業用原子炉の廃止措置を進めている。発電所全域を管理区域に設定し、放射能レベルに応じて建屋内を区分、最も放射能レベルの高い原子炉領域を安全貯蔵し、原子炉領域以外の区分の機器を順次撤去してい

る。放射性廃棄物でないものやクリアランス制度に従って放射性物質として取り扱う必要のないものは、鉄筋・鉄骨、遮蔽材、ベンチ・テーブル等に加工して再利用している。大型機器の熱交換器の解体作業では、ジャッキダウン工法という方法で、モノレールとよばれる切断機を据付けて遠隔で熱交換器の下部から順に輪切りに切り離していく。このような廃止措置に関する技術のノウハウは、将来、他の発電用原子炉の廃炉作業でも役立てられることになる。

東海第二は、電気出力110万kWの沸騰水型原子炉1基を有する発電所だ。津波対策として、過去2度の津波高さの評価と、平成19年に茨城県が公表した津波高さの評価結果を踏まえ、ポンプエリアの浸水防止のために側壁の嵩上げをし、貫通部の封止工事を進めていた。地震発生時、原子炉は定格熱出力で運転中だったが、タービントリップにより自動停止、その後襲った津波により、封止工事の途中だったポンプエリアのケーブルダクトから浸水し、非常用発電機冷却用海水ポンプ1台が被水して使用不能になった。幸い工事が終わっていたエリアの海水ポンプ2台は無事だったので、これらを使って原子炉の冷却を継続することができ、4日後に原子炉の冷温停止に成功した。この間の状況を一部のマスコミは「綱渡りの3日半」と報じたが、記録を見る限り、プラント状態はよく制御されていたと思う。免震構造の緊急

時対策室建屋に緊急用自家発電機があり、それと中部電力から融通してもらった電源車とを合わせ3台の予備電源が待機していたので、仮に海水ポンプ3台が使用不能になっていたとしても原子炉の冷却は可能だったという。大震災後、地震対策、津波・浸水防止対策、電源確保対策、注水冷却機能対策、過酷事故対策など、ハード面での対策を鋭意進めているほか、緊急時を想定した各種訓練、運転手順書の見直しなど、ソフト面の強化策も講じている。新規制基準への対応はこれからということだ。

2日目は福島第二の見学。ここには電気出力110万kWの沸騰水型原子炉4基があり、地震発生時にはすべて定格熱出力で運転中だった。地震発生とともに全号機が自動停止、外部電源は4回線のうち500kVA母線1回線のみ生き



原子炉容器直下

残った。その後、津波に襲われて1、2号機の非常用発電機が使用不能になり、1、2、4号機の冷却機能が失われた。一時は緊急事態宣言が出されるほど危機的状況に陥ったが、関係者の懸命の努力で危機を脱した。現場では、外部電源が1系統生きていたので何とかできると踏んでいたという。緊急時対応は、津波警報が継続する中での被害状況の確認から始まり、復旧資機材の緊急調達、現場での機器・電源の復旧、そして、残留熱除去系による冷却機能の回復により冷温停止を達成した。1号機から4号機まで同時に発災し、人員や物資が限られた状況で一度に対応できないので、被害状況の調査結果を踏まえ、所長、原子炉主任技術者、そして現場の意見を集約し、復旧作業の優先順位を決めた。特に人員配置に苦労したという。作業員は、全面マスクを装着していて作業性が悪く、皆、疲労困憊していた。また、資機材の輸送で、瓦礫に埋まった道路を復旧する重機の操作員の手配も苦労したという。3号機では原子炉容器直下を見せてもらった。天井に制御棒駆動系などの貫通部があり、福島第一ではここから溶け落ちた炉心が流出し



電源車 (ガスタービン発電機車)

たと推測されている。それを思い、事故のすさまじさにゾッとした。以前、どこかのPWRで上蓋を開けた状態で原子炉容器を覗かせてもらったことがある。そのとき、限界熱流束の実験で模擬燃料棒が溶けたときのことを思い浮かべ、もしも実際の炉心で冷却に失敗したらと想像し、ゾッとしたことがあるが、そのときの怖さをさらに現実味を帯びて強くした感覚だった。やはり、崩壊熱は、何としても圧倒的な水量で冷やし続け、最終ヒートシンクまで運ばなければならない。大震災後、福島第二では、高台への電源車の配置など種々の緊急安全対策が施されているが、その多くは、崩壊熱を最終ヒートシンクまで運ぶルートと手段の確保、そして、それを脅かすハザードへの備えにつながっている。福島第一の事故を受けて、過酷事故の影響緩和対策の重要性が叫ばれている。それはもちろんプラントのレジリエンスと公衆防護の最後の砦として欠かせないが、やはり、炉心溶融を防ぐための冷却の確保が基本でなければならない。トラは、暴れださないうちに檻に閉じ込めなければならない。

詳細は略すが、設備・機器の整備とともに様々な緊急時対



緊急時対応訓練

応訓練も行われている。その一環として、シミュレータを使って福島第一の状況を再現した訓練の様子を見学した。全電源喪失までの訓練だったが、緊迫した雰囲気の中できびきびと手順を進めていた。MAAPコードを使ったシビアアクセシブル対応訓練も考えているという。このような訓練を通じて、緊迫した状況での対応操作を体で覚え、また、操作手順の改善に努めることが重要だ。福島第二を取り巻く状況は極めて厳しいが、安全対策は粛々と進められていた。

福島第一と福島第二、東海第二、そして今回訪問しなかったが東北電力女川原子力発電所の状況を比べれば、崩壊熱を最終ヒートシンクまで運ぶためのルートと手段の確保と、それを脅かすハザードへの事前の備えが重要であることが明らかだ。大津波を想定して敷地を高くしていた女川、新しい津波高さの評価を踏まえて海水ポンプエリア貫通部の封止工事を進めていた東海第二、津波の被害があったが、幸いにも外部電源が生き残った福島第二、そして全電源喪失を起こしてしまった福島第一。大雑把に言えば、その順に影響の度合いが増しており、炉心溶融を防ぐために何が足りなかったのか、どうすれば防げるのかの判断材料になる。東海第二の担当者も言っていたように、最新知見を謙虚に取り入れ、安全対策を速やかに施すことの重要性は、結果から見ても明らかだ。そして、これは安全確保の基本的な考え方の一つではなかったか。現場を見て、当事者の話を聞き、そのことを確認できたのは大きな収穫だった。さらに付け加えるならば、安全設計には首尾一貫性が必要なため、屋上屋を重ねるような安全対策の追加が安全というわけではなく、全体としてバランスよくリスクを低減していくという合理的な観点も必要ではなかろうか。

平成23年11月に(福島第一には入れなかったが)人気のない警戒区域と津波の爪跡が生々しい女川を訪れた。その当時に比べるとずいぶん車の往来が増え、雰囲気が変わり、被災地は徐々に回復している。しかし、被災地の人々には、復興は遅々として進まないと思っているに違いない。特に、放射能汚染の深刻な影響を受けた被災地の人々はそうだろう。合理的で現実的な除染を進め、希望する人々の帰還を果たし、一日も早く復興しなければならない、と同時に、原子力に携わる者として、二度とこのような事故を起こしてはならないと思う。

終わりに、多忙の中、丁寧に対応して下さった東海第二発電所と福島第二原子力発電所の皆様に感謝したい。そして、一日も早く再稼働を果たし、関係者の努力が報いられる日が来るように祈る。最後に、このような貴重な機会を与えてくださった関西原子力懇談会に感謝し、今後も若手研究者を対象としたこのような有意義な企画をお願いしたい。想像力を働かせて事故に備えるためには、現場を見ることが大切だ。

最新の知見をフィードバックし、継続して整備することが重要

●京都大学原子炉実験所 佐野 忠史

平成25年9月11日、12日に関西原子力懇談会主催による日本原子力発電東海発電所及び東京電力福島第二発電所の見学会が催された。本見学会の趣旨は、東北地方太平洋沖地震による津波の被害を受けた原子力発電所を見学し、被災時における対応や設備の動作を学ぶことにある。更に、個人的には原子炉の運転管理に携わる者として本見学会で得た知見を研究及び管理業務に生かすことを目的とした。

福島第二発電所でのシミュレータによるSBOを想定した訓練の見学では、地震発生による原子炉自動停止から津波被害によるSBOに至る経緯を経験することができた。この訓練において当直運転員、当直主任、当直長の役割分担について詳細に見学することができた。特に指揮、報告経路や機器の状況のメモ取り、状況の透明シートへの書き込み等、非常に参考となった。

今回の見学会をまとめると、日本原子力発電東海第二発電所の場合、設備の充実(ハード)が重要であることを示唆している。特に、震災以前に設置された海水防護壁により非常用ディーゼル発電機冷却用海水ポンプの全損を免れたことがそれを証明している。一方、東京電力福島第二発電所の場合は、設備の柔軟な運用(ソフト)と、復旧の優先順位を早期に決定し、所内の全員がそれを把握していたことが事象進展の緩和に大きく寄与した。また、両発電所とも新潟県中越沖地震の知見がフィードバックされており、特に免震重要棟の設置が今回の事態に大きく貢献している。但し、最新の知見をフィードバックさせることは重要だがそれらを継続して整備させることも重要である。また、緊急時に対する訓練が重要で有り、その中で発電所所属員のスキルアップが求められている。

東北地方太平洋沖地震による福島第一原子炉発電所事故で思考停止することなく、この経験を貴重なものとし各発電所・施設の改良につなげる必要がある。

現場の雰囲気等を肌で感じた

●大阪大学大学院工学研究科 黒崎 健

今回、関西原子力懇談会の企画として、平成25年9月11日、12日に、それぞれ、日本原子力発電株式会社東海発電所・東海第二発電所と東京電力株式会社福島第二原子力発電所を視察した。

日本原子力発電株式会社東海発電所・東海第二発電所で

は、緊急時資機材置場、緊急時対策建屋、東海第二発電所非常用ディーゼル発電機防護壁、東海発電所熱交換器建屋・遠隔切断装置操作室、東海第二発電所使用済み燃料管式貯蔵施設、及び取水口を視察した。その中でも特に印象深かったのは、東海発電所熱交換器建屋・遠隔切断装置操作室である。原子炉建屋の3階から6階にかけて設置されている巨大な熱交換器を、ジャッキダウン工法と呼ばれる部分切断・除去を繰り返す手法で撤去する様子が確認できた。対象とする機器もその素材も、また周辺の放射線環境も全く異なるが、このような技術の一つ一つの積み重ねが、将来の福島第一原子力発電所の廃炉措置の際に役立つものになると認識している。

東京電力株式会社福島第二原子力発電所では、研修棟におけるサイトシミュレーション、4号機北西側高台の非常用発電機車、1号機の海水熱交換器建屋、1号機原子炉建屋南側道路、及び3号機原子炉建屋を視察した。その中でも特に印象深かったのは、研修棟におけるサイトシミュレーションである。そこでは、2011年3月11日の福島第一原子力発電所における事故の様子を模擬した訓練を視察した。地震とその後の津波によって様々な計器が次々と機能を失っていく様子が模擬されており、非常に緊迫感のある訓練であった。このような訓練を繰り返し行うことで、万一の場合も混乱することなく対応できるようになるものと思われる。

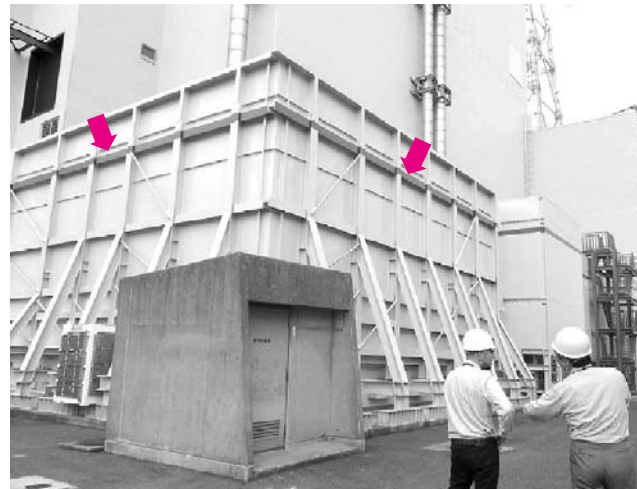
今回、実際に自分の足で現場を訪れることで、テレビや新聞等の報道からでは見えてこない現場の雰囲気やそこで働く方々の考えや願いを肌で感じることができた。唯一心残りなのは、現地の一般の方々とお会いして、当時や現在の状況並びに原子力エネルギーに対するご自身のお考え、あるいはその変化等についてお話できればよかったと思っている。今後、もし同様の企画があれば、ぜひ参加させていただきたい。

最後に、視察先の日本原子力発電株式会社と東京電力株式会社の関係する皆様及び本企画の準備・運営に携わった関西原子力懇談会の関係する皆様にこの場をお借りして謝意を表したい。

着々と実施されている安全向上のための対策

●近畿大学原子力研究所 若林 源一郎

日本原電・東海第二発電所と東京電力・福島第二原子力発電所を見学する機会を得た。福島第一原発と同じように地震・津波災害に襲われながら、過酷事故に至らずに生き残った2つの原発を連続して見学するという貴重な機会であった。



矢印のラインは、海拔15mを示している（東海第二発電所）

東海第二発電所では、津波に襲われた海沿いの施設を見学した。2007年の茨城県による津波評価を受けて、当時ここでは6.1 mの防護壁を建設中であり、工事は2011年3月末に竣工予定であったが、完成直前に津波に襲われた。津波の水位は最大5.4 mで、貫通部の封止工事だけが完了してなかったために惜しくも海水が浸入してしまったが、防護壁の建設を行っていたことが結果的に被害を大幅に軽減させたことは明らかであり、説明担当者の「最新の知見を謙虚に取り入れて速やかに対策を行うことが重要」との言葉がとても印象的であった。

福島第二原子力発電所では15 mの津波による破壊の痕跡を目の当たりにした。海水熱交換器建屋では水没した部分にいまも泥がこびりついており、建物の扉を破壊して侵入した津波の力の凄まじさとともに水没して使用不能になってしまった電気設備の脆弱性を改めて実感した。

どちらの原発においても、現在は緊急時の発電車や電源車を高台に配備し、消防車等の代替注水手段を整えているほか、それらをいつでも使えるように頻りに訓練も行われている。今回の見学でこれらの対策を直接見て担当者から説明を聞いたことは大変有意義であった。

福島第一原発とその周辺地域では日々困難な作業が続いており、社会の注目もそこだけに集中しがちであるが、未曾有の災害に耐えた原発からも多くの教訓を学ぶことできる。また事故から学んだ教訓をもとに、現場では着々と安全向上のための対策が実施されていることを今回の見学で知ることができた。日々積み重ねられている安全向上のための関係者の努力が、世界の原子力施設の安全のために活かされることを期待したい。

中学校教職員対象

原子炉実験・研修会 開催

(近畿大学原子力研究所 関西原子力懇談会 共催)

昨年度から中学校において放射線教育が本格的に導入されたことを受け、原子炉・放射線について正しい知識と判断力を習得し、中学校の先生方に実際の教育現場で役立てていただくことを目的として近畿大学との共催により原子炉実験・研修会を開催しました。(7/29,30 8/2,3 8/5,6の3回、近畿大学にて開催)

近畿大学での原子炉実験・研修会は一般市民向けには平成3年から実施してきましたが、昨年度より特に対象を中学校教職員に特化して開催しており、内容は、従来の原子炉運転、放射線基礎知識の講義等に加え、現役中学校教師による放射線に関する授業の実践例発表・意見交換といった、教育現場での実践に役立つカリキュラムとしています。

今年度は福島県2校、福井県1校の中学校の先生にお話し頂き、特に福島県における事例発表は参加者の関心を集め、「感銘を受けた」「自分なりに放射線授業を組み立てる参考としたい」等の感想が寄せられました。この中から、福島県郡山市の佐々木先生の事例発表の概要をご紹介します。



原子炉の運転実習

中学校における放射線に関する授業の実践例 『生徒が主役の放射線教育2年間の歩み』



福島県郡山市立郡山第六中学校
教諭 佐々木 清

1. 放射線教育の「めざす福島の生徒像」

2011年3月11日東北地方太平洋沖巨大地震が発生し、甚大な被害を及ぼした東日本大震災から2年半が経過した。その間、ライフラインや交通網が整備され、復興へ向けて着実に前進している。しかし、東京電力福島第一原子力発電所の事故により、福島県土が放射能で汚染され、人体への影響が懸念されるとともに、除染活動は難航している。さらに原子力発電所からの汚染水問題が顕在化し、廃炉作業は思うように進展していない。

このような状況の中、福島の未来を築く目の前の子ども達のために放射線授業をどのように展開しなければならないかを真剣に考え、次のような「めざす福島の生徒像」を設定した。

【めざす福島の生徒像】

自ら放射線量を測定し、
自らデータを分析して判断し、
互いに助け合って行動する生徒

2. 生徒が主役の放射線授業をめざして

授業を展開する際に大切してきたことは、

- ①「見取る」～子どもの考えを引き出す。
- ②「褒める」～子どもの良さを見つけ出す。
- ③「思いやる」～子どもの心をケアする。

の3つである。これが「生徒が主役の授業」の礎であり、教育の原点である。そして、教師も子ども達も自己達成感を味わい、互いに優しさ・心温かさを共有し合い、信頼関係を築くコミュニケーションの土台となる。

3. 「放射線教育2年間の歩み」を通して

2011年9月を『放射線教育元年』と位置づけ、3年間を見通した中学校理科における放射線教育計画を作成した。中学1年生から各学年ごとに放射線授業を進め、「知識+観察実験+事実」の3本柱で構成し、2年間で次のような実践を積み重ねてきた。

【実践1】環境レポートを点検しながら、生徒の放射線に対する関心及び学びたい内容を把握し、授業プログラム作成に役立てた。

【実践2】思考の練り上げ(Oneself→Pair →Group→Team→All)と「学びのノート」によって、自ら考え、判断し、表