

## 2020年度 シンビオ社会研究会研究談話会 実施結果

【日時】 2020年11月26日(木)14:00-17:00

【場所】 京都大学楽友会館 2階講演室

【参加者数】 16名

【配布資料】

(1)研究談話会プログラム

(2)国内ワークショップ「先端ICT適用による原子力安全の高度化」

【プログラム】

テーマ『福島事故後の原子力-福島廃炉と高経年化』

開会の辞 14:00~14:10

吉川榮和会長

1. 講演1 14:10~15:20

司会 新田隆司 理事

標題 「福島第一原子力発電所の現状と今後」

講師: 宮野 廣 氏 (法政大学大学院デザイン工学科元客員教授(工学博士))

~~~~~休憩①(15:20~15:40)~~~~~

2. 講演2 15:40~16:50

司会 永里善彦 理事

標題 「高経年化評価と運転期間延長」

講師: 藤井有蔵 氏 (当会理事)

閉会の辞

吉田民也 副会長

【講演概要】

1. 「福島第一原子力発電所の現状と今後」

講師: 宮野廣 氏

東京電力福島第1原子力発電所(1F)の廃炉・汚染水問題の根本的な解決に向けて、国は中長期ロードマップを策定し、東京電力により廃止措置が実施されている。技術的な難易度が極めて高い課題を多く伴うため、東京電力自らによる取り組みに加え、国による補助事業や施設整備事業を通じ、現場への適用を目指した信頼性の高い技術の開発が進められている。

講演ではまず、原子力学会の活動として事故調査委員会を立ち上げ、事故の分析、教訓の取りまとめを行い種々の提言を行ってきたこと。そして長期にわたる廃炉の活動の支援をすべく廃炉検討委員会を設置し活動していること。そして2021年3月、事故後10年の節目に向けて、実績のフォローをすることとしている。との紹介があった。

国の中長期ロードマップでは、燃料デブリ取り出しを2021年12月、そこから30~40年後までに廃止措置終了としており、これに基づき、安全確保を最優先にリスク低減の姿勢を堅持しつつ中長期の取り組みが進められている。

当面のロードマップと技術的課題は、①汚染水対策として溜め込んだ水の処分、②燃料取り出しとしてハードの健全性の確認、③燃料デブリの取り出しとして、燃料デブリの把握と取り出し工法の開発、④がれき等の処理処分として大量の放射性廃棄物の処理処分、がある。

しかしながら、これら廃炉作業と廃棄物管理の上では、将来の1Fサイト及び周辺の活用を見据えた上での廃止措置・環境修復が必要であり、そのシナリオは様々な選択肢がある。

シナリオの選択により廃炉の条件が変わり廃炉工程にも大きく影響するので、この条件の選択を決めなければならない今が重要な時期である。

次に汚染水対策としては、2022年に貯蔵タンクが満杯になるが、タンク増設のスペースは限られているので保管中の汚染水の処分が必要である。保管中の汚染水のトリチウムの濃度は低く、海洋



放出が最も合理的である。また廃炉研究開発の全体像についてもまとめて説明があり、例として燃料デブリ取り出しのためのロボットの開発の紹介があった。

最後に廃炉の課題を挙げたうえで、講演を次のようにまとめられた。

- 1: 廃炉終了の姿(エンドステート)や発生する放射性廃棄物の取り扱い(行先)などについて議論を進める必要があるのではないか。
- 2: エンドステートまでの行程には異なるシナリオが存在する。様々な立場から実現可能性のあるシナリオを議論することが必要ではないか。
- 3: ステークホルダーの参加も含めて、燃料デブリの取り出しからシナリオ決定に必要な合意形成プロセスの検討が必要ではないか(公正性、公平性、透明性)。
- 4: 今の世代が実施しなくてはならない課題と次の世代に託す課題を明らかにすることが重要ではないか。

(質疑応答)

Q: 汚染水が増える原因は凍土壁から流れ込むことだが、なぜ最初からコンクリート壁にしなかったのか？

A: 地下水が大量に流れ込む箇所でコンクリート壁を造る場合は大工事になる。凍土壁自体はきちんと働いている。

Q: 凍土壁は大量に電力消費しているが、300年の間、必要になるのか？

A: 凍土壁は水処理のシステムが出来上がって水の循環ができるようになると必要なくなる。

Q: 電力量は何kWh 必要か？

A: その情報は持っていない(\*)。

Q: 30年間は必要か？

A: それくらいは必要になるかも知れない。当時、両工法を評価検討した結果、凍土壁を選定した。

Q: 福島事故は何をどうしていたら起きなかったのか？

A: 事故が起きることを想定し、その場合に電源が全部止まったとしても、冷却するにはどうしたらよいかを考えて手段を考えておくのが深層防護の考えである。東電は津波16mをある程度計算していた。それで3月11日には経産省に対策を相談に行っているが、そういう計算よりも何も、危ないことが分かったときに、物が壊れた場合、電源が喪失した場合、制御装置がなくなった場合などどうするのかを考えて最初から手を打っておくというのが深層防護の考え方である。当時はそれまでに至らなかった。しかし今は違う。

Q: 16mの津波の計算報告に基づき、原研では堤防を造った。完成して1週間以内に津波が来た。東電は机上の計算だとして何もしなかったということか？

A: 堤防を造ったのは原電東海発電所のことだが、津波高さを計算した結果が4mではなく7mとなった。これは国のきちんとした計算で、「知識」として出した。試算ではない。それで原電は議論し、結論として経営が判断して工事を行い、うまくいった。

東電も同じデータをもっている。ところが、福島ではそのような大きい津波が来ないという内容だった。ただ、東電社内での計算では15mまで行くとの結果が出たので、すぐに手を打つ必要はないが、それをどう評価するかレビューしてほしいと土木学会に依頼していた。その結果を受けて3月に動いた。だから東電が何もしなかったわけではない。それが事実である。

15mは東電自身による試算である。それでも、裁判で島崎先生は、そのデータでも手を打つのは当然であると言っておられる。

C: 個別データのベースですぐ対策するのか、それともデータが蓄積して確認したうえで対策するのか、何が正解だろうか？

A: 原子力ではある程度議論したうえで新知見として活用するものと思っていたが、学術会議で色々な人と議論すると、世の中では新データが出た段階で手を打たなければならないと考えている人が意外と多いことを知った。

Q:福島の廃炉にあたっては、エンドステートを考えて、発生する放射性廃棄物の議論を始めるとのことだが、(10 ページの)新知見の評価に係る4段階のレベルにおいて、誰がどう相談して合意するのがよいかは地元の人々にとっては切実な問題である。デブリ取り出しにあって、その辺の議論はどうなっているか？

A:原子力において、地元に対してはリスクコミュニケーションしようと考えている人がいまだに多い。これは、結論を出す過程で皆さんから意見をもらうという位置づけである。

Q:学術会議での新知見の評価の4段階ではリスクコミュニケーションは出てこないが？

A:学会の中ではリスクコミュニケーションはもうだめだといわれていて、そのかわり相互理解をどう進めるかの問題である。新知見を活用するにあたって、決めた結論について話し合うのではなく、最初から話し合っただけで結論を出していくのが大事。つまり決定の中に住民に入ってください、ということだ。

Q:エンドステートについて、どうしてほしいかの住民の意見を議論しておかないといけないと思う。跡地をどうするのが決まらないと廃炉の方向性が決まらない。

A:そのとおりで、エンドステートの議論が重要で、だから皆さんと一緒に考えましようと言っている。

Q:その辺は政治の問題だ。

A:住民の方々にとってリーダが必要。自分で考えよと言われても、なかなか難しい。殆どの人たちは先のことよりも、手前のこと(汚染水や風評被害など)が重要だと考える人が多い。また原子力の人たちは難しい言葉を使うと住民に思われている。

C:お話を聞いていて、エンドステートは先の話で、その前に乗り越えるべきハードルがたくさんあると感じた。

エンドステートに関連して、福島の新創生モデルというのがあって、福島を国際教育研究拠点にしようという構想である。廃炉技術、放射線安全、ロボット、第一次産業、エネルギー(水素基地やスマートシティ)が取り上げられている。エンドステートを決めておかないと、それらをどう指向するのか分からない状態が続く、そのような問題だと思う。しかしその前のハードルが多いという印象をもった。

A:問題を非常に多く抱えていて、それらを一つ一つ早く解決していかないといけないが、ほとんど実行されていないというのが現状だ。一方、早くやって失敗している実態もある。

Q:全体の廃炉実施体制において、司令塔はどこか？

A:国は自分で考えられないので、国の方針を実質的に決めているのは廃炉研究開発連携会議。実施は東電がやることになる。

Q:資源エネルギー庁の中で担当箇所はどこか？

A:廃炉対策室。情報をフォローし、課題の提言などしている。予算、人員などやっている。ただし、この体制が責任を持ってやれるかは難しい。住民との対話もなかなかできない。早稲田大学と一緒に東京電力を含め地元対応しているが、東電は「すみません」としか言えない状況。地元では厳しい声を上げる人がまだいる。

Q:廃炉実施の費用はいくらか？凍土壁に要する電気代はいくらでだれが出しているか？

今、情報を持っていないなら、報告書に記載してほしい。

A:研究開発だけで年間150億を10年間使っている。作業に要する費用はもっと多い。

Q:ロボットが壊れているがその原因は何か？

A:ロボットの動く機構はゴミを拾うと故障する。水中では問題ないが、気中だとゴミが噛んでしまう。

(\*)1台あたり70冷凍トンの冷凍機30台(冷却トンとは、0°Cの水70トンを24時間で氷にできる能力。出所:鹿島建設(株)HP)

## 2. 「高経年化評価と運転期間」

講師: 藤井有蔵 氏

原子力発電所機器の経年劣化対応は原子力発電運用当初から各電気事業者が様々な形で実施してきたが、初期の運転開始プラントの運転が30年に近づく中で、プラントが運転開始後30年、40年、50年を経過する前に安全上重要な機器で補修、取替が容易でなく、経年変化を考慮すべきものについて60年の使用を仮定して高経年化技術評価を行い、その結果に基づき長期保守管理方針を作成するという高経年化対応の仕組みが作られた。



その後、福島第一事故を契機に、2012年に議員立法で、運転期間延長に関する法令改正が行われた。これは基本的な運転期間は40年とし、この運転期間の満了において1回に限り20年を超えない範囲で、国の認可を受けて運転期間の延長が可能というものであった。

認可を得るためには対象機器の高経年化技術評価、特別検査の結果を踏まえ、機器が技術的な基準を満たすことが必要であり、対象機器と事象としては原子炉容器の疲労、原子炉容器の照射脆化、電気品の絶縁低下等がある。既に高浜1, 2号機をはじめとして4プラントが認可を取得している。

海外では、米国でも40年運転を超えて運転する場合、認可を受けて20年以内で期間の更新が可能であり、この期間はさらに20年以内で更新が可能である。1回目の更新では90%を超えるプラントが認可を取得しており、2回目の更新についても4プラントが認可を得ている。また、フランスではトリカスタン1号機に対し、4回目の10年毎定期安全レビューが開始され、これにクリアすれば40年からさらに10年の運転期間延長が可能となる。

### (質疑応答)

Q: 設計の要求は40年間になっているが、それ以上は使えないというわけではない。その後は改めて評価していくという考え方が、その辺のところを電力会社としてはどう整理しているか？

A: 40年は一つの設定になっている。法律に基づいて20年の延長が認められているが、延長が一回限りになっていることについてはどうなのかと考えているのではないかと。

逆に、60年を超えて運転するにあたってはどういうところで問題になるのだろうか？

Q: アメリカではすでに80年運転の認可も得ている。60年で区切る必要もないので、その辺のところは変えていっても良いと思う。そこをどのように実現していくのが課題。

A: 米国での80年運転の認可の項目は基本的に新しいものはない。60年の結果を踏まえて延長を認可するという流れである。評価手法として新しいものはないが、60年の運転を踏まえて新しいものが出てくるかもしれない。それに対応する中で80年運転が見えてくるかと考える。

Q: 80年で区切る必要はなく、どれだけ伸ばせるかの考え方をきちんとすればよい。事故が起きると安全の考え方の陳腐化といったことがいわれる。そこまで踏み込めば、可能などころまで期間を伸ばすことを主張してよいと思う。

C: アメリカの法律では建設許可において40年を決めて、その後は評価して決めていけばよいというのが元々の考え方である。わが国では民主党政権下で運転期間を40年とし、その後の延長期間は20年に限るといった制限をかけた法律になっている。10年ごとの定期安全レビューを行って、新しい安全上の問題がないかを確認しながら評価をしていけば、技術的にはアメリカのように、さらなる20年の運転延長はできると思う。だからこの法律の考え方を変えていく必要があるが、そのきっかけをどうするのか課題。事業者から打ち出すのか、あるいは変えることが国益に合致するとして第三者が提言するのか、いろいろあると思う。

Q:PWRについて米国でリスクとなりうるとしているのは、原子炉容器の脆化で運転制限に達すること。そのため、米国では燃料取り換え時の燃料装荷パターンで対策を行っている。つまり事業者は原子炉容器の強度に加えて運用とセットで寿命を延ばしている。ポンプなら取り替えれば良いが、取り替えられない部品で運転制限にかかるものはどこかというポイントをよく押さえて運転管理してきた。米国の80年運転について、彼らはモノを評価してリスク要件としてどこがクリティカルになっていて、それらを十分管理しているから良いとしていることが肝要だ。そこで、米国との情報交換の結果やリスク要件を日本の制度設計の中にどういう形でフィードバックしようとしているのか、現状を教えてほしい。

A:米国で運転期間延長の認可を受けたターキーポイントや、ピーチボトムのSER(安全性評価報告書)を見ると、個別のデータの承認の積み重ねが行われている。日本でもそのような方向で行われると思う。

Q:技術の各論をしっかり踏まえておかないと制度設計へのモノの言い方が弱くなる。きちっとした評価に基づく制度設計への提言ができるようにしてほしい。

リプレースや新プラントを造るときには、システム全体の安全設計がベースになって土俵が違う議論になる可能性もあるが、60年・80年への延長になると、評価手法そのものが高度化されてきている部分があって、それらをクリアに出せるようにしてほしい。

A:最後はそこまで詰めておかないと現在の規制をクリアできないと思う。

Q:圧力容器の脆化が問題ならば、炉心と圧力容器の間隔を空けておかなかったのはなぜか？

A:脆化は当初から分かっていた、ある程度長期期間の中で問題ないという目安で設計された。ただし当初から80年運転などという具体性はなかったと思う。元々は米国の設計だったので、日本が特別にそこをみて何年運転ということの評価したわけではないと思う。

Q:PWRとBWRとで差異はないのか？

A:一般的にはPWRの方が照射脆化については厳しいといわれる。

Q:かりに福島発電所がPWRだったら事故はもっと小さく済んだのか？

A:電源がなくなったときにも冷却ができるかがポイントなので、その点では差異はない。

C:PWRとBWRで差異はある。シミュレーションがあって、初期のBWRではアイソレーション・コンデンサがあるが、これをPWRの蒸気発生器に置き換えるとアイソレーション・コンデンサが各ループにあることに相当する。事後評価では、自然循環により1ループで炉心の冷却が出来る能力を持っている。予めマニュアル化してはいないが、いざとなると冷却できるとの性能評価である。だから、自分は講演では、PWRは大丈夫だと話している。

C1:部品が劣化すれば交換する。その場合にペイするかどうかである。技術的には取り替え可能だが金が掛かる場合、どう選択するのかと米国人は考えている。そういう考え方からすると、運転期間に制限を設けるというのは不自然である。取り替えや修繕が技術的に可能かどうかはお金との関係がある。

C2:照射脆化で原子炉容器の取り替えについて検討したことがある。方法としては成立すると結論になったが、その後、最近の脆化研究の結論から、取り替えなくてもほぼ無制限に運転できるとの結論になった経緯がある。



会場風景