

■
講師：東北大学名誉教授 東北大学サイエンス・ラジオアイソトープセンター研究教授

長谷川雅幸（はせがわまさゆき）氏

演題：「宮城県のプルサーマルに関する最近の動き」
■

長谷川でございます。

去年、宮城県の女川原子力発電所 3 号機におけるプルサーマルの安全性に係る検討会議（略称：安全性検討会議）の座長を務めました関係で、最近の動きを説明しなさいという指名をいただきましたので、簡単に紹介させて頂きたいと思います。

この安全性検討会議のメンバーは、私の他、若林先生、関根先生、岩崎先生、山村先生、それから源栄（もとさか）先生、栗田先生でした。先の 5 名は宮城県の女川原子力発電所環境保全監視協議会（協議会）や、女川原子力発電所環境調査測定技術会（測定技術会）の委員です。また地震に係る問題を扱うということで、地震工学の専門家である源栄先生、耐震工学の専門家である栗田先生にも参加頂いて、議論を進め、今年の 2 月に最終報告を出した次第です。

安全性検討会議での論点は 15 ありましたが、時間の関係でこれら 15 点全部のことを紹介するわけにはいきません。それで今回は、最近進展のあった項目、あるいは皆さんが非常に興味を持って、「これどうなっているのだろうか」と思われる項目について簡単に紹介させて頂きたいと思います。

まず、進展があったとか、少し動きがあったとかいうもののなかでは、先ず 3 番の海外における MOX（混合酸化物）燃料の製造です。製造予定の会社の監査が行われました。次いで、東北電力の安全管理体制についてです。数年前、東北電力で色々細かいトラブルや不具合がありまして、保安院から一時期 C 評価を受けたこともありました。それらに対して地元からは、“東北電力では安全管理体制、ヒューマンエラー対策・改善をどうしているのだ”との懸念も寄せられました。これも地元にとっては非常に関心の高い事です。この安全管理体制というのは、何もプルサーマルに限ったことではなくて、通常のウラン燃料でも共通の問題です。それから、6 番（使用済 MOX 燃料の処分）、7 番（地震によるプルサーマルへの影響）については、あまり進展がないのですけれども、検討会議に関連した勉強会などで、地元の皆さんから強く懸念を示された点でございますので、その後どうなっているかを紹介させて頂きたいと思います。

■MOX燃料の製造と検査工程

この論点 3 の海外における MOX 燃料の製造に関しては、依頼候補会社が品質管理や製造能力などを十分な能力と設備を持っているかどうかの監査が必要です。現在、東北電力さんがほぼそれらを終えられた段階です。その監査について少し紹介させて頂きます。ご存

じのとおり、原子炉でウラン燃料を燃やし（核分裂反応を起こさせ）た後、その使用済燃料を再処理して、プルトニウムを回収し、MOX 燃料を作ってまた原子炉に入れようとして、今この段階に来ています。燃料集合体について考えてみますと、これはウラン燃料の例ですが、先ずこういう燃料ペレット、直径が 10mm、長さが 10mm、これをたくさん並べ、ジルコニウム合金で出来たさや（燃料被覆管）に詰め密封します。これは、全体では約 4m の長さで燃料棒と呼ばれます。これは、9×9 燃料（燃料棒が縦 9 本、横も同じく 9 本並んだ構成）の例ですが、このように燃料棒を束ねたものが燃料集合体です。

MOX 燃料になるとどうなるかと申しますと、MOX 燃料集合体では、この白丸がウラン燃料、黒丸が MOX 燃料となります。この場合ですと、全体で 60 本ある燃料棒の内の 48 本が MOX 燃料棒となります。さてこれは、普通のウラン燃料の場合の例の図で、日本の原子燃料工業(株)で最終的な外観検査をしている様子です。もちろん MOX 燃料の場合、ウラン燃料に比べ少し放射線がありますので。このように簡単にはいきませんが、行う作業自身はこれとほぼ同じになります。

東北電力さんの今回のプルサーマル計画では、女川原子力発電所からの使用済燃料をフランスに持ち出し、再処理をして、既にフランスに保管されているプルトニウムを原料として MOX 燃料を製造します。MOX 燃料製造の元請け候補会社は、横須賀にあるグローバル・ニュークリア・フュエル社（GNF-J）です。実際の製造にあたるのはフランスのメロックス社です。先ほど山名先生のお話にも出てまいりましたメロックス社です。東北電力さんで行われたのは、海外 MOX 燃料調達に関する契約前監査です。細かいところは省略しますが、GNF-J の契約前の監査を 7 月に終え、次いでメロックス社の燃料製造に関する監査を 9 月の 8、9 日に行われました。

MOX 燃料製造工程を簡単に紹介します。先ず MOX 燃料の設計を行います。それからプルトニウム酸化物の粉末に、ウラン酸化物の粉末を混ぜた MOX 粉末をプレスし焼き固めて、燃料ペレットとします。上にも述べましたように、多数のペレットを燃料被覆管に詰めて燃料棒とし、さらにそれらを組み立てて燃料集合体とします。ここで使われる燃料被覆管としては日本の製品が、ピンホールが無いなどの品質の点で一番すぐれております。この分野では、日本製品は世界一の品質を誇っています。燃料集合体の部品については GNF-J が日本国内調達して、それをフランスに持ち込んで使うことになっています。

東北電力さんは、GNF-J、メロックスそれぞれについて品質管理、製造能力の監査を行いました。このスライドは、先ほど何回も出てきました平成 20 年の 11 月の申し入れから、地元了解が今年の 3 月 18 日に行われ、それ以後契約前監査が終わった段階までに至っていることを示しています。これから東北電力さんは、MOX 燃料製造の契約、製造や輸送の許認可、各種の検査を受けられ、約 5 年後までに MOX 燃料を女川 3 号機に装荷する予定です。

今後どのような検査をするかと申しますと、製造過程では燃料ペレットや関連部品などの寸法検査や X 線検査などがあります。その際の検査のデータ管理も厳重かつ改ざんなど

がないように行われます。昔イギリスの BNFL 社で MOX 燃料の検査データ改ざんがありました。そのようなことが行われないように、自動的に検査データを取り込み、そのデータをきちんと管理、保存するとともに、GNF-J、東北電力が常に立ち会ったりして検査・監査するような体制になっています。

■使用済みMOX燃料の処理

論点 6 は、「使用済み MOX 燃料の処分」についてです。これについてはあまり進展がありません。使用済み MOX 燃料をどうするのだということは、いわゆる第二再処理工場をどうするのだということで、原子力政策大綱には 2010 年ころから検討を開始すると明記されています。

率直に申し上げますと現段階で建設地など具体的な内容はまだ決まっていません。今年 7 月 20 日に、5 者協議会がこの問題について協議しました。5 者とは、文部科学省、経済産業省、電気事業連合会、日本電気工業会、それから日本原子力研究開発機構 (JAEA) です。5 者の協議結果については、原子力委員会がやりなさいということを行ったという段階で、本格的な計画は未だです。今後計画検討を進める方向に乗り出した段階で、具体的なことはこれからです。

なお、日本の MOX 燃料の製造はフランスやイギリスで行われてきましたが、実はようやく日本で MOX 燃料工場の建設 (日本原燃、六ヶ所村) が本年 10 月から開始された段階です。

■地震によるプルサーマルの影響

懸念される点が多かった項目として「地震によるプルサーマルへの影響」がありました (論点 7)。これは、新しい耐震設計審査指針 (2006 年) に対して、どのようにして耐震安全性を確認 (これをバックチェックと呼んでいる) するかということです。これもその後あまり進んでおりません。今年の 4 月、1 号機についての中間報告書が原子力安全委員会で承認済みになりました。3 号機の中間報告書は、実質的には 1 号機とほぼ同等な事なのですが、原子力安全・保安院へ提出されている段階です。これから、両方とも最終報告書に向かって進んでいくと思われれます。

■安全管理体制

最後は、論点 15 の「安全管理体制」です。これも毎回、例えば協議会などでも問題になるところです。これに対して、東北電力さんがどのような対策を行っておられるかについて私見を交えながら紹介します。

東北電力では、最近、安全管理への取り組みの改善・拡充ということで安全管理体制そのものについて、社長をトップとする体制のトップマネジメントの採用、安全推進会議の設置などを行っています。また、本店と発電所間や電力と協力企業・下請け企業間の連携・

コミュニケーションを強化すること、安全管理技術力の向上も目指しています。

ヒューマンエラーを減らすため、安全設計の拡充やヒューマンエラーをなるべく少なくするための種々の取り組みがなされてきています。またトラブルの再発を防止するため、不適合事象の管理とか、根本原因分析、PDCA（計画、実行、検証、改善）という、今流行りの取り組みなどを積極的に取り入れ来ています。後でも紹介しますが、最近では、保安院からも東北電力の安全管理への取り組みはこれでよろしいとの評価も頂いているとのことです。

さてこのような一般論だけでは分かりにくいので、東北電力さんに対して、最近取り掛かったこと、あるいは取り組もうとしている具体例は何かないかとたずねました。「何々を行っています、行っています」だけでは、地元の方に取り組みの現状がどうも伝わらないということでした。具体例として以下の三点があるとのことでした。

まず「号機担当制導入」。1号機、2号機と合計2基の段階はまだ良かったんですが、3号機となってくると、例えば、ある課が3基全てを担当するとなかなか目が届かないようになりがちです。課長さんの目も届かないようなこともあるので、号機毎の責任体制を敷いたとのこと。また人員不足を改善するために、外部技術者を投入することも行われとのこと。これらは、今年の2月頃から実行しているとのこと。

それから技術主任の配置や組織整備があります。技術主任の配置は今年の7月から、発電所の組織整備は来年の7月からとのこと。またいろいろな小グループ毎にコミュニケーションを向上するための取り組みもなされてきています。

コミュニケーション能力の向上対策としては、リスク想定訓練、予防・安全の共有や、その際には例えばいろいろなケーススタディ、ケースを考えて模擬シミュレーションすることなどの取り組みがなされてきています。また職場単位でそれらを議論することも行われています。

予防・安全の共有ということでは、いわゆる「ヒヤリ」、「ハッと」のちょっと「ヒヤリ」したことがあった、「ハッ」としたことがあったとことを振り返って、それを安全性向上に向けて利用していくというようなこと、それら知識・情報を共有することも行われてきています。

また最近では、これも流行りと言えれば流行なのですが、航空会社（日本航空やアメリカの航空会社など）で採用されている“保全資源管理”（MRM トレーニングと呼ばれます）も導入されてきています。これは、いろいろな技術の資格（国の規格、社会の資格、会社内の資格）の拡充と同時にそれぞれコミュニケーションする能力などを総合的に訓練していくというものです。このような取り組みは、航空機業界でもっとも進んでいます。東北電力でもそれらを原子力発電所の安全管理に取り入れつつあると聞いております。

■最近の不具合事象の概要

さて、これも東北電力さんにお問い合わせしたことです。そのような取り組みは良いのだ

が、一方、最近でも、いろいろなトラブルがある。今述べたように名前のついた PDCA や MRM などと、実際に起こって新聞に載るようなトラブル・不具合の間には、相当ギャップがある。そこをどう説明するのか具体例で説明してくださいとお願いしました。最近の主な不具合、いずれも 1 号機についてのもので、3 号機ではないのですが、同じ女川原子力発電所ということで、3 例（10 月以降）を示して戴きました。これらは、いずれも保安規定で定める運転上の制限を超えたものです。運転上の制限を越えたというとなにか大変なことが起こったようにもとられかねない表現ですが、“何か不具合があったら、この不具合をそのまま放っておくと大変なことになる可能性があるから、ある時間以内に改善しなさい” という意味なのです。すなわち、運転上の制限の逸脱などと言っても、何か大きなトラブルがすぐ起こりそうなど言うことではなくて、そのまま放置しておいたら大変なことになりかねないこともありうるということなのです。

1 号機では、2 月に中性子計装系、中性子を測るシステムで不具合がありました。7 月には高圧注水系の主蒸気弁から水滴が落ちてきたことがありました。3 例目として、10 月に格納容器内の放射線モニターの一時的な測定不能がありました。この最後の 10 月のものを例にとって紹介したいと思います。

概要は、原子炉格納容器内の放射線量を 10 月 4 日 10:01 から 10:03 の間測定できなかったことです。結果として、この 2 分間だけ保安規定の運転上の制限を超えた状態になっていたこととなります。今述べましたように、保安規定ではこういうことが起こっても、ある時間以内に改善すればよろしいということで、問題無いのですが、そういう対象となる状態になったことを重く受け止め、再発を防ぐようにしなければなりません。もちろん本事象による発電所周辺による放射能の影響も全くありません。

さて、この事象はどういうことを述べます。これが原子炉圧力容器（お釜）、これが格納容器です。この格納容器の中に、放射線を測るシステムと、酸素および水素ガスの濃度を測るシステムがあります。こちらを A 系統、こちらを B 系統と独立の 2 系統あります。たまたま B 系統は、放射線を測るところに少し不具合がありました。従ってもう一方の A 系統が正常に動いてなければいけない状態にありました。A 系統の酸素と水素ガス濃度を測るシステムの点検を行っていたのですが、たまたま間違えて、放射線を測る系統に繋いでしまい、数分の間、そのようなミスの状態（放射線を測れない状態）が続きました。

このミスを考えてみますと、ひとつは、この作業を行った人が、B 系統が不完全な状態にあるという認識が足りなかったのではないかと。それから、作業員自身も作業内容を必ずチェックすること、また協力企業の作業員が行ったとすれば、東北電力の人が立ちあうなり確認しなければいけないのに、それを怠ったと思われまふ。このように、ミスが幾重にも重なった事象だという意味で大変なことだと思ひます。

そこで、東北電力さんにどういふことであつたのかと問ひ合わせました。東北電力の答えは、作業手順書の個々の操作の確認不足があつたこと、それから作業手順書に記載されていることと実際の操作内容の対比を良く確認されなかつたとのことです。これらに対し

て、先ず、指差しながら作業手順に基づいて、ひとつずつ作業を確実に実行すること、それから作業員ごとに役割分担を明確にするという対策をとられたということです。ついで作業手順書の記載内容に関わる原因対策として、複数の作業手順が一項目にすることで、一項目は本来ひとつの作業なのですが、それをいくつもまとめてあったため、ついうっかりした残りの作業を見逃したとのことでした。それから作業・操作の実施結果を記載する確認欄が無かったとも挙げられます。このような問題点を再確認、再チェックして改善されたと聞いております。それからもうひとつは、運転上の制限というある意味で保安規定で重要だと言っていることを作業員に対しての注意喚起すること、作業手順書への注意書きで再確認させることも欠けていたこともあげられますが、それらの改善もなされたとのことでした。

■地域住民との共生のための安全、安心のための方向性

さて、皆さん良くお聞きかとも思いますが、労働災害の分野では古典となっているハインリッヒの法則があります。これは、生命保険会社の事故解析の統計を担当していたハインリッヒさんが1930年頃に言い出したことで、「人命にかかわるようなひとつの大事故の背景には、あわやというケースが平均29件、ごく些細なケースが300件ある」です。この些細な300件なり、あわやという29件の段階できちんと災害を押さえるような注意深い解析と対策が必要だと思われます。それから、1、29、300という数字は別として、この法則の精神に戻って災害を防ぐようにして戴きたいと思っております。

これもやはり多くの方が聞かれた事があると思うのですが、「虫の目、鳥の目、魚の目」という言葉があります。それぞれ、場合、立場によって解釈の仕方が若干違うと思われませんが、虫の目というのは、細部まできちんと見極める事です。いろいろな不具合がある、トラブルがある。それを深く探求することが大切です。それから、私、歳とっているためか良く言うことは、「パソコンの前でばっかり考えないでくれ」、「現場へ行って、現場を良く見て考えてくれ」です。それからもうひとつは、科学技術で徹底的に分析しなさい、科学、技術は結構進歩してきていますので、単に良く見たという直感に頼るだけじゃなくて、いろんな機器もできていますし、それから分析手段もありますからそういうものを徹底的に利用・応用していただけたらと思っております。それらを通じて、予期せぬことの予兆を察知するようなどころまで持って行って頂きたいと願っております。

それから鳥の目、これは全体像をしっかりと見渡す能力。より広い立場で多角的に評価・判断していただきたいということです。先に述べた例で言いますと、自らの作業のみならず、その意義や位置づけ、同時進行作業との関連性などを良く把握し、その作業自身よりも少し高い立場でその作業を見つめていただきたいと思っております。

それから、魚の目、ここ女川は漁業の盛んな町ですから、この言葉になじみがあるかもしれません。魚の目というのは、「魚は潮の目」で判断するという意味です。実際に魚は目で判断しているのか体温で判断しているのか知りません。原子力の安全に関して、魚の目

の観点からは、社会が求める安全、安心とは何か、地元との共生、それから安全とか安心に対する時の流れ・歴史観をしっかりと身につけて頂きたいと思います。私自身、協議会などでもよくこの観点に留意して発言してきています。

もう一つは、東北電力の立地地元に対する今後の一層の情報開示を求めたいということです。安全性検討会議の座長として、2月15日の会議でこのことを東北電力さんに特にお願いしました。ここに示すのはその内の一部です。要点は、情報公開として、不具合・トラブルなど起こったことをそのまま素直に報告してくださいということです。

不具合・トラブルの技術的、科学的原因がはっきりしている段階ですと、東北電力さんは良く情報公開をなさいます。しかしはっきりしていない段階では、良く分かってないことをそのまま伝えると、地元の方が不安に感ずるんじゃないだろうかということで、その時点での情報公開を躊躇されたりすることもあるのではと思います。しかし地元と共生しようと思ったら、不具合・トラブルの各段階で、現状を速やかに伝えるとともに、どのような対応をとっているか（とりつつあるか）を伝えていただきたいと思います。不具合・トラブルの途中経過まで速やかに報告していただくと、地元の方も「電力は一生懸命、こういう風に対処しているのだ」と理解できると思います。また次に何かあっても、「電力はきちんとやってくれるだろう」という風になると期待したいと思います。

繰り返しますが、原因や対応策が定まらない場合でも実態、現状、対処の状況をきめ細かくその事象に関することはすべて公表していただきたいと思います。すべてを公開して、地元と共に歩むという道を選んで頂きたいのです。それから、データの不確かさや弱点をも率直に示すとともに、それらに伴う最悪の事態や危険性なども示して頂きたいと座長の立場で（勿論委員の皆さんの了解を取り）東北電力さんに要望を出したわけです。

さて、エネルギーを考える場合にホジソンという人が約10年前に言われた「主要エネルギー源の5条件」というのがあります。「どのエネルギー源も以下の5つの条件を完璧に満たし、それで全部100点をとるエネルギー源はないのだ」ということが、エネルギー問題を考える根本だと私は思っています。

5条件の一部だけ満たすものではない。すなわち、①我が国のエネルギー需要全体を満たす規模でなければいけない、②適当なコストでなければいけない、③もちろん安全でなければいけない、④それから供給信頼性、明日も、5年、10年後も良い、いつでも安定に供給してくれるものでなければいけない、⑤さらに環境の面でも問題ない、これらのことすべてで、常に優れているエネルギー源は無いわけです。

原子力は、例えば安全性とか、廃棄物の長期保存・処分コストとか、重要な問題もあります。原子力は、“失敗が許されない巨大技術”であること、これが一番の課題だと思います。これは、地元の方も含めて皆さんが同意されることだと思います。この失敗が許されない巨大技術を安全に遂行して行くには、優秀な人材を確保することがもっとも大事です。原子力発電所や関連産業は、誇りをもって働ける職場にさせていただかなければいけないと思います。非難ばかり受けていて、働く気が落ちたり、士気に欠けたりする状況になって

は非常にまずいわけでは。電力会社、協力企業、それから下請け企業すべてが誇りを持って働ける職場になっていただきたい。地元との共生、友好的かつ緊張感を伴う信頼関係を築いていかなければなりません。そのためにも透明性、公開性が是非必要だと思います。