

「これからの原子力安全研究の取り組み」フォローアップセミナー 議事メモ
主催 日本原子力学会 原子力安全部会
日時 平成 26 年 11 月 29 日 (土) 13:30~17:50
場所 東京大学 武田ホール (東京大学浅野キャンパス武田先端知ビル 5 階)
出席者数 総勢 149 名

開会挨拶

関村直人部会長より開会挨拶があった。

原子力学会秋の大会で「これからの原子力安全研究の取り組み」と題する企画セッションを行ったが、90 分という短い時間であったため更なる議論を行うことができるよう、本日フォローアップセミナーを開催する運びとなった。安全部会としてこれからの原子力安全を牽引していくような知見や人材にどのような投資をするべきかの議論は十分ではなかった。今回、いくつかの講演のなかでこれからのロードマップの構築をどうしていくか議論を深めたい。ロードマップに関しては資源エネルギー庁の原子力小委員会のもとに設けた自主的安全性向上・技術・人材ワーキンググループと学会の安全対策高度化技術特別専門委員会がキャッチボールして議論を進めている。ロードマップと規制に係わる安全研究がどのようになるのか、情報発信・人材の育成をどのようにしていくかを本日総合討論も含めて議論していきたい。本日の司会は 30 歳台の方をお願いしており、このように次の世代を育成していくのも学会の使命でもある。

原子力規制における安全研究の考え方

更田豊志 (原子力規制委員) より資料「安全研究について」に基づき講演がなされた。

軽水炉安全技術・人材ロードマップの策定について

香山弘文 (資エ庁原子力戦略企画調整官) より資料「軽水炉安全技術・人材ロードマップの策定について」に基づき講演がなされた。主な質疑応答は以下の通り。

会場：安全性が確保されない限り、福島第一事故以降の原子力の活用はあり得ないという講演に強く賛同し感銘を受けた。この様な動きが資エ庁内で継続するようにして頂きたい。

香山：ご指摘の通り政策の柱として継続するように体制を組んでいる。また規制からも信頼されるよう仕組みを考えたい。

会場：ロードマップ策定の基本方針のなかで、譲れないポイントに関して提示があったが、方針の設定は学会に委ねるべきではないか。

香山：ワーキンググループと学会とでキャッチボールをする際のワーキンググループからの発信内容について譲れない部分があると言ったつもり。こちらから投げたタマに対し、学会から意見をいただくこと、すなわち、学会からの意見をしっかりと投げ返してもらうことで議論を活性化していきたいと考えている。

JAEA 安全研究センターにおける研究

中村秀夫（JAEA 安全研究センター）より資料「継続的改善に貢献する安全研究とは？ 規制支援の研究組織の視点で考える」に基づき講演がなされた。主な質疑応答は以下の通り。

会場：SSG-25（IAEA の定期安全レビューガイド）の 14 の安全上考慮すべきファクターを踏まえた安全研究のテーマ選定に当たって、それらのテーマ選定やチューニングはどのように行っているのか。

中村：客観的に何が必要か、IAEA や OECD などの情報や様々な議論の中から課題を選定している。誰かが言ったからではなく、リスト化し優先順位をランキング化してコスト等を勘案して選定している。

原子力リスク研究センターにおけるリスク評価研究および自然外部事象評価研究への取組

座間俊行・酒井俊朗（電中研原子力リスク研究センター）より資料「原子力リスク研究センターにおける研究への取組み」に基づき講演がなされた。

技術戦略マップ・ロードマップの考え方

関村直人（東京大学）より資料「原子力システムの安全に関する技術戦略マップ・ロードマップの考え方」に基づき講演がなされた。

総合討論

司会：阿部清治（原子力安全部会幹事）、パネリスト：関村、更田、香山、中村、座間、酒井でパネルセッションが行われた。議論に先立ち、阿部より資料「背景説明と今日議論したいこと」の説明が行われた。

●「1. 福島第一事故の反省に立ち、高い原子力安全を達成するためにどんな安全研究が必要か、特に、何が欠けているか、あるいは脆弱かをどういう仕組みで同定するか？」と「6. その他 研究における欠落をなくすだけではなく、研究者と事業者・規制者の間の欠落をなくすには？」に関し、議論した。

阿部：原子力の安全を確保する上で何が脆弱か、どこに欠落があるか、研究者と研究を使う側でどういう欠落が起きているか、共有したい。

座間：産業界的にはやることは見えているが、スケジュールや体制、特に人材が間に合っていない。

阿部：今の話は、酒井さんの発表と関係があるが。

酒井：私が言いたかったのは理想を描けばきりが無いがやれることには限界がある中で最善を尽くすにはどうすればよいかに尽きる。プラントに致命的欠点があるかを把握するために、事業者として世界の情報のキャッチが必要だし、人材も必要となる。

更田：酒井氏のプレゼンでは、津波評価の高度化よりも、まずはその他の自然現象を第一

近似で評価する手法を整備することの方が将来の危機を回避する点で重要と考える。また、少数意見に信憑性があるかどうかの判断は難しいが、規制者はそれに対しセンサーを働かせる必要がある。規制庁では事故後の今は少数意見に敏感になっているが、どのようにすれば 10～15 年後に今と同じ気分で敏感でいられるか、仕組みが必要と考えている。

阿部：少数の専門家が強い津波の可能性があると云っても規制は動けない。学会がコンセンサスを発信することが役目である。また、原子力学会が他学会の判断を検証することも重要である。学会間のコミュニケーションに欠落があった。

中村：評価は第一近似でというのは出発点としてはよいが、それは安全研究ではないのでは？腰を据えて基盤を確立し、それに基づいてものを言うのが安全研究と考える。

阿部：欠落については研究だけの問題ではないのでそこも含めて議論したい。

香山：酒井氏のご発言に関連して、必要な分野全てに人をはりつけて実施するのは限界がある点は同感。私自身、資エ庁では国際協力も担当している立場であるが、IAEA/NE 局と OECD/NEA まで、IAEA の NS 局等他部局や NRC 等にアプローチすることは難しい。その意味で、学会（AESJ）の場で俯瞰的にニーズとシーズを把握し、国際的な議論に通用するような課題を示す有効なロードマップを構築していただくことが必要であると考えている。それが海外を含めた様々なステークホルダーとの効率的なコミュニケーションツールとなり、脆弱な部分や欠落をなくすことにもなると考える。

関村：先ほど、深掘りがあったうえで安全研究という考えが提示されたが、世界の大学で議論を見ると本当の課題は領域間にあると考えるべきである。それを実践しているのは原子力だけでなく、他分野でも同様の実践をしている。ロードマップは、その一歩手前で、国際的な場で我々が持っている課題を国際的に示すためにも使える。

阿部：ここでの議論など学会における議論そのものが拘束力を持つものではないが、記憶に残ることが大事である。会場からも意見をいただきたい。

会場：①「脆弱」というわけではないが、福島事故でシビアアクシデントのマニュアルというのがあり、ベントの操作に関し、格納容器の圧力が最高使用圧力を超えるまでベントしないで除熱しないことなのか。②原子力学会誌の記事の中に炉心が熔融する事故では積極的にやるべきとある。ヒートシンクを水から大気に変えてもいいのではと思うがいかがか。

座間：①に関し、格納容器は最高使用圧力の 3 倍まで健全との評価がある。最高使用圧力以下では、それ以外のやるべきリカバリアクションを行う。②に関しては、クローズグループで除熱することが原則で、水が有限であれば循環冷却を行わざるを得ない。

阿部：①の補足。それまでは規制の対象にシビアアクシデントはなかったもので、規制対象である格納容器の閉止を確実に守るため、誤操作によってベントが開かないことを優先している。

更田：ベントを開くのはできるだけ遅い方がよい。希ガスは減衰が早いので、ベントが遅い方が被ばくへの寄与が大きく下がる。そこで、設計圧力を超えるまではという判断にな

る。

会場：多くのことの中から何を心配すべきか見出す知恵が一番大事。数多ある少数意見からの情報を採用することになるのか。事故前は 100%の答えになるまで考えることを求められていたが、今後、完全ではないが当座出来ることを考えていく文化(リスクの文化)をどう創っていくのか。

阿部：示唆に富む意見である。今の質問は 2 つの論点からなる。ひとつは全部は分かっている段階で重要な部分を判断するためにどういうプロセスが必要なのかということ、もうひとつは立地審査指針が典型だが、100 点を目指して何回も検討をやって、100 点のものができないからと先延ばしになり、不十分なものがそのまま残るという問題。

酒井：少数意見をどう採用したらよいかは永遠の課題である。確率論的外部事象ハザードは、多くの専門家を集めて不確実さを投票し、数学的なハザードカーブとなる。通常はその平均値を用いるわけだが、たとえば 0.95 フラクタイルの結果についてどの程度悲観的なのかを全員で議論してフィードバックを掛けることが最も実務的には現実的と考える。

阿部：今の話は、集まった方の専門性がほぼ同じであることが前提。

酒井：専門家から出てこない意見はハザード評価に反映されない。専門家の集め方によって結果が異なることも当然である。日本だけでなく世界の意見を吸い上げることが大事である。ただ、世界の誰も言っていないことをどうするかは非常に厳しい命題である。

更田：どこまでの情報を信憑性があるとするかは非常に難しい。単に少数意見を採用すればよいというわけではなく、採用すれば多数派は非科学的と反対するだろう。採用する際にはその抵抗に打ち克つ必要がある。社会的な成熟が必要。2 点目の指摘は重要。原子力の安全対策は 20 点、30 点でもやらないよりずっとましと考える。一方、安全研究というのは 70 点とかでないと成果が公表されないというかい離がある。

香山：トライアンドエラーで 60~70 点であっても出来ることを実施していく文化、リスクガバナンスをつくっていくことが重要。実際に安全性が向上するかという点では 70 点でも意味がある。会社で投資判断する際、90 点のコスト&ベネフィットの説明ができないとリソースは出せないとなるとデッドロックになり、トライアンドエラーが出来ない。規制との関係でも設置許可申請や工事認可申請、訴訟というトライアンドエラーの実践への制約もある。ただ、少なくとも産業界は、各社内でのコスト&ベネフィットの説明が難しくても、安全に関しては産業界側のイニシアチブで一步踏み込んだ対策を取っていかないと、日本社会全体に受け入れられる根付いた取組にならない。リスクリテラシーが低い社会を作ったのは政府の責任であり、できる限りのことをするので、産業界側も積極的に取り組んで欲しい。

●続いて、「2. 研究を実施する主体をどうすれば探せるか? -脆弱な分野に十分な研究者がいるのか? -事業者・産業界と規制当局・国の研究機関の分担 -国内研究と国際共同研究の分担」と「3. したい研究からすべき研究に転換できるか? -遅れている分野に興

味を持ってもらうためには？ -チャレンジングな研究を面白いと思ってもらうためには？」
に関し、議論した。

阿部：人がいない、やれる人がいないという点について、どうしたらやるべき研究をやっ
てもらえる人を見つけられるか、また、その人に喜んでもらえるかといった観点で議論し
たい。

座間：地震や内的事象 PRA は進んだが、火災や溢水は進んでいなかったというのは現状で
も変わっていない。後者の研究を実施するにはプラントの知識が必要であるためである。
ECCS の研究などはプラント情報が少なくてもできる。研究者にプラントの情報を還元す
ることが必要。研究テーマに還元する前処理が重要である。

中村：人という観点で話す。事故後 JAEA の安全研究センターでは採用を増やして若手が
増えたが、原子力工学出身の人は少ない。研究者を探すうえでその人の特性を限定的にみ
ずに、仕事を与えると意外とうまくいく。ただ、現場を知らないことは決定的であるので、
是非現場とコミュニケーションをしたい。そのため、若手を連れて全国の現場を回ったり
している。

阿部：旧原研のリスク評価研究室では、同様な問題意識から、東電に依頼して、2名を次々
に長期間現場に派遣した。

更田：すべき研究に特化することはできないし、それで良いとも考えていない。するべ
き研究かどうかという点についても不確かな点がある。無駄と思われる研究にも役立つも
のはある。するべきでも面白くなければ研究者はやらない。研究者は規制機関に褒められ
るために研究をやるわけではなく、むしろ海外で発表して認められたいと思っている。規
制研究は規制機関がやるべきと考えている研究に限定せず、基本的分野については、相手
を信用してやりたい研究もやってもらうことも重要であるし、無駄も必要。するべき研究
にもう少し寄って欲しいが、やるべき研究に転換しきってしまうのは困る。

関村：どこが脆弱なのかをどう探すのかと結びつけて考えると、知識がなければできない
部分と基盤的な形でやっていく研究のバランスをどの持つのか。酒井氏の第一近似が終わ
ったら、第二近似、詳細近似と進むだけでなく、第一近似だけで十分な分野をどうやって
探すかと組み合わせを適切にすることが大事。大きな研究を実施することと並行して、
10%くらいは基盤的研究、脆弱を探す研究へ投資すべきであるかという点をここでしっか
り議論するべきである。

阿部：ずっと同じ研究をしていた人に急に別の研究をさせる場合もあったが、そういうの
は間違いだ。しかし、研究者の方も少しずつ研究分野を広げることが大事。それが研究者
自身の能力アップにもつながる。

香山：基礎研究あるいは地に足のついた研究を行うべきであることは事実だが、国民の視
点で意味のあるロードマップにするためには短期的に安全性向上の成果を出せる研究も
必要。また、基礎研究と短期的成果が必要な研究とで資金ソースの性格も変わってくる。

その比率を電力、経産省、文科省でそれぞれどの程度にするかは政府として考えるべき大きな論点で、つっこんだ議論が必要である。他方、短期的な研究でも国内に適切な人がいないと資金を投入しても成果は出ない。例えば、リスク評価等の分野において、産業界（電力、メーカ）で人材の流動性を高める必要がある。国際的にも日本で研究をすることを選んでもらえるような流動性をどう確保するのもも並行して議論が必要。そうしないと、国民にとって意味ある安全研究が実現しない。

酒井：NRRC のアポストラキス氏は、研究のための研究ではなく、実務に生かせる意思決定につながる研究をしていきたいと言っている。ただ、研究のための研究を行っている研究者の研究テーマを急激に全員転換するとモチベーションが落ちる。徐々にメンタリティを変えることが必要。そのために基礎的な研究と原子力の安全とのつながりを見せ、面白いと食いついてくる人から徐々に転換していくことが重要。

阿部：サッカーのトルシエジャパンでは、2つのポジションをこなせなければチームができないと言われた。安全研究も同じ。研究成果を使う側から研究所に行くと、なおさらそのような考えが強いと思うが、そのような立場である座間氏はどう考えるか。

座間：別の視点で、研究所では個人的研究や少数の研究という現状。安全研究ではプロジェクトで成果を出すという形式が必要だが、あまり行われていない。

更田：今後目指したいのは、事故前も安全研究計画の評価があったが、批判も評価もしなかった。規制ありがたい研究だと感じたらそのように発信すべき。研究のファンドの性質に関わらず、規制に役立つ研究には感謝をして、それを発信していくのが大事と感じた。

中村：欲しい理想的な人材はすべての事故、境界領域がわかる人、たとえば、熱水力の研究者で起因事象がわかる人で、燃料と材料と構造もがわかる人が本当は欲しい。どういう起因事象が決定的かを考えられる人、そういう人は研究テーマの泉である。このような人は、事故、故障を検証している人の中にいる。アクシデントマネジメントは2002年にすでに整備されており、それらのほとんど全てに電源が必要だったが、電源がなくなる可能性を見抜けなかった。発想の前提から疑ってみることをやる人がいると研究所としては助かる。そのような人を研究としてどのような評価軸で評価するか。そのような仕事の意味を理解する、そういう仕組みがあることがよい。

阿部：今問題なのは自然現象など、外的衝撃から始まる事故である。そのこととプラントの中をしっかりと知っていることはずいぶん違う。外の分野とプラント分野のインタラクションが重要になるのではないか。そこはどう考えるか。

中村：先ほど紹介した学会の熱水力ロードマップで津波や竜巻などを考える必要があり、同じような問題意識をもった。外的事象には多くの専門家がいらっしやるので、その成果をプラントへの影響の検討に取り入れると良いと議論し、情報収集している。

会場：福島事故の前にこのような議論は無かったと思う。ただ、議論を聞いていると次に同じことがないという前提で話をしているように思う。私はもう一度自然災害が起こる可能性が高いと思った上で議論をしないとよいアイデアは生まれえないと思う。

●次に、「4. 研究成果や中間成果の共有のあり方は？ -国や産業界の研究成果, OECD/NEA等の国際プロジェクトの成果は、いつ、どのように共有できるか？」と「5. 国産計算コードの開発, 海外計算コードの導入は？ -計算コードが「各国の資産」となりつつあるところ、国内でのコード開発や海外との協力のあり方は？」に関し、議論した。

阿部：成果の共有の在り方。成果が出てきたときに中間の段階でどう使うか。規制と産業界でどうやって共有できるか、また、計算コードの話について。

座間：JAEA や NRA は独立性を意識していると思う。一方、アメリカでは NRC の研究局は EPRI と覚書を交わして研究をジョイントできる部分はそのようにするというようにしている。最初はそれぞれが並行して研究を実施するが、うまくいかなくなるとジョイントするといった例も多い。たとえば、火災や人間信頼性など。PRA もパイロット研究である。これまでのわが国の研究は、アメリカで出来るようになってから追いかけることが多かったが、地震や津波に関しては日本がフロントランナーになって研究をしていく必要がある。そうすると研究成果の共有も必要になってくる。

更田：共通の目的があれば NRA と産業界が共同研究を行うことは全く問題ない。旧保安院もマッチングファンドで原燃と事業をやっていた。実験結果は共同で取るが評価は別、透明性も確保した。一方、協働、協力の話になるとこういう点ばかりが強調されるが、その前提として、規制側と推進側が独自に意思決定する研究がきちんとあることが重要で、最初から協調やマッチングと言うのはおかしい。今重視しているのは、規制機関と TSO (JAEA 安全研究センター) で規制研究を行うしっかりとした基盤を作って、自分たちの役割を自身でしっかり考える。まず、産学官がそれぞれ自らの役割をきっちりと考えて、そのうえで協調や役割分担がある。今は業務で忙しく必ずしもそれができていないが、まずその前提が重要。

中村：いつ、どう共有できるかについてだが、すべての研究は予算をかけてやっている。その人の目的を持って行っているので開示できない部分がある。例えば OECD/NEA の共同研究プロジェクトでは 3 年間はデータを公開しないと限定されている。是非、産業界と一緒に研究したい。ただ成果は開示する。結論は一緒に出さない。研究の独立性も持つことが原則。もっと必要なのはお互いに研究者として馴れ合わないこと。別の視点で、日本人は英語力が不足している。先日の韓国の国際会議でも感じた。教育力を厳しく見て人材の育成のあり方を根本的に考える必要がある。

阿部：OECA/NEA で 3 年間はクローズしなければならないというのは、出資国の中ではオープンにできるのではないか。

中村：データは共有するので成果を見せ合うことは問題ない。

更田：補足すると、規制当局には安全上の理由があれば開示できる。ただ、その場合でも 3 年は公表できない。

中村：スペインでは規制が参画し、得た結果を国内の大学に開示している。大学はその結果を使った研究結果を OECA/NEA に出して議論し、規制へフィードバックする。そのようにして国全体として向上させる仕組みを構築している。

阿部：ロードマップにも関係する話かと思うが、関村先生、香山氏の意見は。

関村：課題として共通のものを設定するかという問題と、役割分担せずに共同ですること深くできるかという問題がある。ロードマップで言えば、役割分担は分かれてしまう分担ではなく、協同することで何が効果的になっていくかということをやっていく。馴れ合いなく、倫理観を持ってやっていくかも明示的に示す。個々の課題については今のように考えている。

香山：更田氏のご指摘のように表層的な議論に走っていたところがあった。規制当局と共同研究を行う場合に科学的データは共有するが、解釈は別だとする基本的考え方を経済産業省の自主的安全性向上・技術・人材 WG で議論した方がよいのではと想っていた。政策当局あるいは産業界それぞれに安全研究のあり方についてのしっかりした軸があれば共同研究の実施に支障がないことを、今の議論を聞いて理解した。

阿部：前提となる能力、協調の両面とも弱くなっているのではないかと危惧している。規制側のニーズにあった研究計画について、きちんとしたスケールで展開できる研究機関も持っていることが必要。産業界も同じことが要求されている。また、これは研究だけでなく、安全について規制側と産業界がきちんと議論できる能力と場所が必要。

更田：産業界の役割や姿勢について、産から直接出てこないで、学の名を借りて学会の場で学会の委員会を利用して出てくる。産業界の声として直接出て来るべき。そもそも、香山さんの今日のプレゼンの内容も不思議である。産業界の自主的取組は産業界が話すべき。官の土俵で産の活動を議論するのは間違っていないが、その前提に産での議論が見えるように産の姿勢が発信されていることが重要。それができて初めて直接議論することができる。ロードマップの議論に入る前提条件として、学は学の役割を議論して発信する機会があってもよい。規制当局自体も問題がありそこは議論していきたいが、産や学も同様にしてほしい。

座間：NRRC としても実力を付けた上でそういうチャンネルを持ちたいと思っている。産にもそういう機関があるので、安全審査だけでなく、様々な場面でコミュニケーションできるだろうと思う。

関村：原子力安全を維持発展させることを考えると、産官学だけで良いのかという問題設定と一緒に議論することが必要。国際の場を巻き込んでやっていくという認識を持てるか。日本の中の産官学で安全を考えていく体制は十分かという基本的なところを議論する必要がある。エネ庁がエネ庁としての役割を提示していることは極めてプラスになっている。産官学と言っていたものをどう違うものに発展できるのかという議論をやっていくべきである。学の物足りなさについては更田氏の指摘通りで今後議論を深めたい。

香山：資エ庁として、自主的安全性向上など産業界の人にやっていただかないといけない

部分に口出ししているのは、純粹に保安院時代の体制のもとのリスク文化の問題が事故の背景だったことへの反省からである。政府の責任がある。保安院を分離して規制庁をつくれば終わりではなく、その部分の禊として、産業界だけでは10年かかるものを加速するという思いでやっている。総括原価主義のもとで、事業者間のリスク研究などの実力の差違が隠れてきたという事情の遠因も政府にある。再稼働が進まず財務的に苦しい中で電力自由化を加速するという政策判断も政策当局の責任である。そのためにやれることを全てやる責任があると考えている。

会場：確率論的リスク評価について質問がある。福島第一事故において、地震の揺れが起き、津波が重なり、…、電池を買いに行ったがお金がなかったりした。これらすべてが重なって発生する確率は非常に小さい。確率論的評価は意味があるのか。

阿部：安全部会の報告書に今ご指摘のそれぞれのものについて記載されているので読んでいただきたい。確率については、後からみれば超過頻度が 10^{-3} /年程度と大きく、それをきちんと捉えていなかったことが事故の原因だと個人的には考えている。

会場：資エ庁が原子力安全の話をごここまでやることには敬意を表したい。その上で伺いたいのは、自主的安全性向上の取組に産業界にインセンティブを与えることが必要とあったがその意味が理解できないが。

香山：インセンティブという言葉を使ったことが誤解を生んだかもしれない。認識としてはリスクの違いをステークホルダーに見せる中でディスインセンティブが与えられるような状況も含めて自主的な取り組みをやることの促進につながる仕組みが必要ということ。米国では自主的取組が保険料へ反映されている。米国 INPO に相当する JANSI の評価と原子力発電所設備の財産保険をリンクさせてリスクの違いを見える化し、株主や地元住民からのプレッシャーで安全性向上を目指す仕組みを作ることなど、経産省が JANSI と保険プールの間で立ってこうした取組を促している。

阿部：安全部会や学会は強制力を持って何かをやる場所ではない。本日のような厳しいご意見をそれぞれの機関や安全部会の宿題とさせていただいて、総合討論を終わりにしたい。

閉会挨拶

新田隆司副部会長より閉会挨拶があった。

本日は長時間にわたり熱心な議論をしていただき御礼を申し上げます。本日の議論で思ったことを1, 2点申し上げます。

1点目は「規制機関と研究者の相互作用の必要性」、「立場の違いを超えた横断的な議論の必要性」、「原子力安全に向けて知識や経験を一層総合化する努力が必要」など、表現は違っていたが、共通していたのは、原子力の安全確保のためには異なる分野間のコミュニケーションが大切であるということであった。まさに今日はそういう場であった。

もう一点、規制基準の適合性審査や個々のプラントの検査においては規制側の独立性は重要であるが、安全研究や規格基準など共通基盤的なことは、同じ場で意見交換することが、

情報共有もできお互いの目的を達成するのに効率的なやり方ではないかと感じた。
安全部会では、春の大会での原子力の自主的安全性向上を取り上げて議論を深めたいと考えているので、多くの人のご参加をお願いします。