

「ソースターム評価に関わる諸課題と今後の取り組み」フォローアップセミナー
議事録

1. 主催：日本原子力学会 原子力安全部会
2. 日時：2020年1月14日（火）13:30～17:40
3. 会場：東京大学 山上会館 大会議室（2階）
4. 議事：

■「開会の挨拶と趣旨説明」：関村直人（東京大学、部会長）

原子力安全は個別の技術分野ではカバーしきれない課題に横串を通して検討する必要があり、原子力安全部会はこのような検討をする役割を担っている。合理的な安全規制、体系的な法制度、実効的な防災等の原子力安全の課題について個別の議論に集中せず、国民を含めた広いステークホルダーで議論していくべきであり、その場を提供すること、及び知識を集約し、普及させていくことが学会の役割であろうと考えている。

原子力安全部会は春の年会と秋の大会で企画セッションを実施し、そこでの議論を補うフォローアップセミナーを継続して実施している。さまざまなステークホルダーの方が集まり、真摯に議論していただくことをお願いしている。また、皆さまからどういうことをやってほしいかが届くようになった。

昨年秋の富山で行われた企画セッションでは、「ソースターム評価に関わる諸課題と今後の取り組み」というテーマを掲げた。学会の事故調査委員会(事故調)の報告書にある未解明事項が規制を含めいろいろな立場からの議論について山本先生、現行規制基準の中でどのようなシビアアクシデント対策をとるべきか考える上で重要なソースターム評価について規制庁の梶本さん、国内外のソースターム評価のさまざまな研究課題について JAEA の中村さんからご講演をいただく。重要なステークホルダーとして事業者の方々、あるいは研究を進めている方々からの議論は必要と判断し、安全性向上に資する PRA、ソースターム研究について電中研の西さん、事業者の立場から東京電力、四国電力から講演して頂き、議論を深める。ソースターム評価は放出される放射性物質の種類、化学形態を含む性状、放出量、放出時期、継続時間、それ以外のさまざまな要素を考える非常に大きな意味があり、我々はどうのように捉えていくか皆さんの関心は大きい。それからレベル 3PRA に代表される環境とのインタラクション、あるいは健康被害をどのように防いでいくかという観点からも広がりをもつものである。ぜひ今日は限られた時間ですが、議論を深めていただき、今後とも原子力安全部会の活動を活性化していく場にさせて頂ければと思っています。

■講演

講演内容は、原子力安全部会ホームページに掲載した講演資料を参照ください。

以下、各講演であった質疑応答をまとめます。

(1)「ソースタームに関連する福島第一事故の未解明点」：山本副部会長

<質疑>：なし

(2)「過酷事故解析とソースターム」：梶本光廣（原子力規制庁）

<質疑応答>

Q. 資料 16 ページに記載されている格納容器破損防止のところ、格納容器破損すると Cs-137 の大気放出量が 100TBq を超過することが今までの評価上わかっていることだと思う。格納容器の破損頻度は 10^{-5} /炉年でみるというのが原子力安全委員会の安全目標である一方、Cs-137 の 100TBq 超過は 10^{-6} /炉年でみるというのが原子力規制委員会の考え方であり、1桁違う。同じ格納容器破損であるのに頻度が1桁違うのはどのような考え方に基づいているのか。

A. 格納容器が壊れる前に空気中の放射性物質が除去される場合、格納容器が壊れても 100TBq を超えないことがある。それを考慮した結果、1桁違う。これが適切なのかどうかは安全部会も含めて今後議論をしっかりと行っていく必要がある。

(3)「ソースタームに関連する安全研究の課題」：中村秀夫（JAEA、副部会長）

<質疑応答>：なし

(4)「原子力リスク研究センターにおけるソースターム評価に向けた研究の取り組み」：西義久（電力中央研究所）

<質疑応答>

Q. 開発した成果を安全性向上評価へ反映していくとのことであるが、どのように反映していくことを意図しているのか？

A. まず一つは、高度化された MAAP を使っていただきたい、ということがある。また、先ほどの議論でもあったが、 $100\text{TBq} \cdot 10^{-6}/\text{ry}$ という基準があるが、レベル 2PRA の高度化をしていく中で、それを活用して評価をしていくことで、基準についての議論もしていけるのではないかと考えている。

(5)「原子力発電所事故に備えた進展予測ツールの活用例」：今井英隆（東京電力）

<質疑応答>

Q 1. このツールは事故進展に関して知見を持った人が使うと思うが、実際の事故に際しては対応に追われて十分使いこなせなくなる恐れがあるのではないか？

A 1. 東京電力の緊急時体制には、電源車等を扱い復旧活動に従事する機能班の他に事象進展を予測し、本部へ進言する計画班という機能班があり、メンバーはツールの使用方法の訓練はもちろん、数か月に1回程度の頻度で MAAP を使って事象進展について理解を深める教育を受けている。

Q 2. ツールの入力条件の中で「LOCA の有無」というのがある。事故に際してこの状況判断に至るまでのプロセスはどうなっているのか？

A 2. LOCA は破断位置や面積によって変わってくるので難しく、入力に際して一番悩んでいるところ。LOCA の場合とそうでない場合で原子炉格納容器圧力の上昇トレンドがどう違うのか読み解くことが必要。事象進展に対する理解に根ざした判断のスキルが要

るので課題だと認識している。

Q 3. 関西電力美浜 2 号機の蒸気発生器伝熱管損傷事象の時、復水器抽出器ガスモニタの警報がでるという前兆事象があった。サンプリングをして調査しているうちに間に合わず破断に至ったのだが、この様にいくつかの段階を経て事象が進展していくことに対して一括りにして MAAP への条件設定をすることはできなかった。どんどん変化していく事象に対してどのように条件を適用していくのか？

A 3. 実現象がどのようにになっているのか想像して対応することが重要。ただ、緊迫した状況でどこまでできるかということはある。我々がこのツールで達成したいのは、例えばその後の圧力の進展について実測値で補正しても良いが、放射性物質を放出する時刻を概算でも良いので見積もること。

C. 事故解析ソフトを実際の事故に当てはめるのはかなり難しい。それをこの様なデータベース型にして高速に動く様にするというやり方はあると思う。この様なやり方はアメリカでも用いられていて、経過時間、崩壊熱から必要な注水量を求めるといったもの。それから先の指摘にもあった通り状態把握が難しい。EAL で判断するというのも有りだと思うが、格納容器のイベントツリーにおいて、いろんな信号、系統の状況等から事象のブール代数によって、どこがヒットしているのかという判断をするという工夫をしないとなかなか難しいと思う。そういう工夫をしながらツールを育てていけばよいと思う。

(6) 「ソースターム評価の発電所運用への活用事例」：中川俊一（四国電力）

<質疑応答>

Q(規制庁梶本様) : P.12 についての、技術的な内容の確認である。事故時の放出量が 100TBq を超えるような事故の発生頻度についての評価がある。私の発表の際の質問にもあったが、格納容器が破損すれば 100TBq を超えるという非常に割り切った評価をしている。そうではなくて、実際の安全性向上としては、プラントの安全性を継続的に向上していくことが重要。今回は初回の評価なのでこれで構わないが、格納容器の破損頻度が 10^{-6} を下回れば、なにもしなくても良いという解釈になってしまうと、安全性向上には結びつかない。格納容器が破損するケースであっても、途中部分的であってもスプレイが作動すれば、100TBq を超えないというケースも多数出てくる。そうすると、安全性向上に向けた対策の中で、マネジメントとして格納容器スプレイをなんとかして作動させるという、手順の改善に結びつく。ただ、事業者だけに改善を求めるのではなくて、規制等の段階も含めた議論を通じて、改善を図っていく姿勢が必要だと考える。

A : 表を示したのは、値として満たしているから安全性向上活動をしなないという意図はまったくなく、あくまで初回の申請として評価ができたものをお示ししたもの。例えば、伊方プロジェクトでは、レベル 2 に関しても海外の PRA 専門家のレビューを受けていて、「もっと成功するシナリオもあるのではないか」「放出カテゴリーでももう少しタイミングを考えて分類すべきではないか」といったコメントを受けている。そういったことを受けて、レベル 2PRA も実施していく予定である。

■ 総合討論議

関村：安全部会の幹事会では、総合討論の議題として何を扱うか、議論を重ねてきた。中村さんからご説明頂く。

中村：秋の大会の企画セッションおよび本セミナーでソースタームについて取り扱うとなったときに、出発点として、ソースタームの含意が広く定義が困難だという議論があった。つまり、放射性物質放出の下流にいらっしゃる一般公衆の方々が放出後にどういった影響を受け、どういった対応をすべきか、いわゆるオフサイトの話が重要ではあるが、これにはたくさんの議論があるはずなので、まず敷地境界内のソースタームに話を絞り、その中でどうやって放出を抑えていくかなどを含め議論をしていくことになった。この背景を踏まえ、以下の内容について議論を進めていく。なお、本討論中に全てを丁寧に取り扱うのは困難であるため、関村先生に取捨選択して頂きながら議論を進めていく。

議論の対象となるのは、敷地境界内のソースターム（境界外への放出評価まで）である。

■ ソースターム評価に関わる課題の整理

● 評価結果の信頼性について

事故シーケンスの網羅性は十分か、放出量の確度は十分か

● 評価結果の適用性

解析結果が意図した用途に使えるか、利用の妥当性はあるか、規制評価とその根拠は適切か

● 外的事象（自然事象、人的事象）の考慮

具体的な検討の例、対策の有効性評価とは

■ 今後の課題

● 現場での安全性向上の取り組みの在り方

現場での安全マネジメントの範囲をどこまでに設定するのか、規制の方向性をどうするか

● シビアアクシデント（SA）現象を「知る」と、現場とのプロトコル

個々の現象を知ることと、それを原子力発電所に当てはめていったときにどういう風に使えるのか、産業界と規制支援の視点から安全研究の方向性をどのように定めるべきか

● 新型炉の設計におけるソースターム評価

安全性の飛躍的向上が期待されるが、ソースタームをどのように考えていけば良いか。このテーマは3月の安全部会企画セッションでも取り扱う予定である。

● 原子力利用と人材育成

若い人たちにどのようにこれまでの議論を伝えていくか、スキルを受け継ぐか

関村：それでは、総合討論の視点に関し、各パネリストの方々にご自身の発表では触れられなかった点も含めコメント頂きたい。

山本：講演では学会事故調の報告書と未解明事項のレポートをベースに話をした。未解明事項レポートを見ているとソースタームの放出経路、DF、化学形態などがまだわかっていないので、更に取り組んでいく必要がある。特に、ソースタームに関する既知/未知の事項を整理して重要なところに重点的に取り組んでいくことが今後必要だと思われる。

梶本：ソースタームの評価には、確率論的リスク評価（PRA）とSA研究のいずれかが欠けてもいけない。これらが補完的に融合し合うことで、未解明な部分が解決していくと思う。網羅性に限って言うと、SAの細かい研究とPRAの成熟を進めていくことで見透しの良い系統的な解決ができると考えている。放出量の確度に関しては、解析モデルの検証の話と実機適用のためのスケーリングの話があるがこの2つをどう解決するかは難しい。スケーリングに関しては、原子力学会あるいは安全部会が横断的に課題をまとめることができるのではないかと考えている。繰り返しになるが、事故シーケンスの見落としを防ぐためには最新知見に目を向ける必要がある。そのための具体的方策としては規制基準・技術開発・防災・安全研究などの分野ごとにPRAとSA研究を密接にリンクさせることが挙げられる。安全部会にはそのような場を作る役割を期待する。

中村：安全研究は基本的には安全評価の方法を提供するということだと思っている。得られるデータをモデルに縮約していき、最終的には解析コードの性能が実機に適合していることを確認していく作業になるが、これが非常に難しいと考えている。解析コードでマクロに出てきた結果が信用できるかを一つ一つの実験で追い込んでいくなかで、原子力人材の育成につなげていく。

西：適正なリスクプロファイルを把握することによって、合理的な安全対策ができるのではないかと考えている。そのための評価ツールの一つに解析モデルがあるが、熱流動部会ではモデルに入っていない知識は要らないのではないかと議論があった。つまり、あらゆることを知らないとリスク評価はできないのか、SA現象は語れないのかというところではないと思う。感度解析などを活用して、一番重要な項目、キーポイントを押さえたモデルを作成し、それを基に議論を重ねて役立てていければと考えている。

今井：福島事故の対応をしていた時期に、想定外の場所で線量が高くなっているといった情報が入ってきていたが、これらは未解明問題を解決していく中で理由がわかってきた。これらの経験から、事業者としては、想像力をもって放射性物質の移行経路などを抑えておくことが重要だと考えている。

中川：講演では安全性向上評価についてお話したが、事業者としては合理的効率的に安全性を高めるとするのは永遠のテーマであると考えている。安全性向上評価では炉心損傷頻度や格納容器破損頻度に基づく安全性向上対策を立てて今後実施していくという計画を届け出ている。そういう意味ではソースタームという観点は抜けているというのは事実。将来的に

はソースタームを考慮した安全性向上対策を行っていかねばと個人的には思っている。肝になるのは、確からしい現実的な情報による分析である。SA 事象というのは複雑・不確実さが大きいので、不確実さの低減を安全研究に期待している。

関村：それでは討論に入る。まず、1F の事故においてソースタームに関連する不明点の話があるが、これを安全性向上にどう役立てていくべきかについて、山本先生と今井さんに意見を伺いたい。

山本：2つある。一点目は、ソースタームの放出経路を考えたときは、低減率 DF がどれくらいになるかが重要だと理解している。現在の評価では DF に不確かさを見込んでかなり保守的に設定しており、実現象よりかなり過大に見積もっていると考えている。そうなると、オフサイトの計画などに何らかの影響を及ぼす可能性があるので、不確かさを減らすことは重要。もう一点は別の観点だが、東電さんのお話でも触れられていたが、1F の現場では、意外な場所で線量が高くなっており、現場作業に支障をきたすことがあり得るため今後の確認が必要。

今井：先ほどもお話ししたが、現状、移行経路をきちんと把握できていないと考えている。発電所では津波対策、溢水対策が進んでおり、移行経路を把握しつつあるが、大きな外部事象があるとバウンダリが崩れることもあるので、そういうところをケアしないとイケないと考えている。例えば特徴的なところでいうとブローアウトパネルは原子炉建屋のバウンダリが完全に崩れる。想像力を豊かにしておかないと、いざとなったときに自分たちの考えと全く異なった状況になってしまうことがあるというのは低減しておきたい。

関村：1F のソースタームの観点からは放出経路・移行経路に課題があるということだが、これに関し梶本さん、西さん、中川さんからコメントを頂きたい。

梶本：放射性物質の移行経路は非常に重要。格納容器の破損個所によって大気中への放出量は大きく変わるが、破損個所は設計上の条件を細かく見ていかないと見つけにくい。現状のレベル 2PRA では、ソースタームをカテゴリーに分けるためのパラメータが不足しており、放出経路の分離が出来ていない。しかし、これは技術的に解決できる問題であり、手法整備に向かって安全部会で意見を交わしながら最適なものを見つけていくことが重要。

西：OECD/NEA の BSAF あるいは BSAF-II では、シビアアクシデントコードの世界の専門家が集まって 1F のベンチマークの議論をしてきた。後継のプロジェクトとして ARC-F がスタートしており、それぞれ異なるコードでのアプローチで議論していく場があるので、そういったところの知見も増えていくと思われる。

関村：中川さんに質問だが、放出経路がわかったら実際の対策につながっていく、というの

は検討スコープに入っているのか。

中川：現在は建屋の放出経路での評価はしていないが、再稼働申請の際に規制側と議論したことはある。格納容器が機能喪失し大量の放射性物質が放出されるときにどこから出るか、そこがわかれば、大型放水砲でたたく手順・設備を準備しているの、効率的にたたけるのではないかという議論をした。そういうところが明らかになれば、今後の対策に役立つのではないかと考えている。

関村：中村さんにも移行経路に関するコメントを頂きたい。

中村：移行経路の詳細は永久にわからないかもしれない。放射線レベルが高くて入れないので確認できないところがある。1F 事故の際の注水の漏洩経路については、プラント状態や得られる少数の計測から推定していた。これは液相の話だが、移行経路の調査については、ひとつひとつ解析も使いながら地道に追い込みながらやっていけば、今後、現場調査する際に役立つ知見が得られると考えられる。

関村：では、梶本さん（コメントを）お願いします。

梶本：1F の事故に限って放出経路を議論するのであれば、10 年経ち、完全な解明は難しい中で、どこまで分かれば放出経路の知見が得られたことにするのが非常に重要。TMI 事故の報告書では、なぜ 15Ci という小さい放出量にしかならなかったのかということが、放出経路と共に分析されている。完全に定量的な分析は難しいが、そういうことが分かることが非常に大きな成果であって、今回 1F で分かる放出経路の情報は、これからのレベル 2PRA あるいはシビアアクシデント解析のベースになる。

中村：1F と TMI が決定的に違うのは、直流電源の有無である。事故時の計測機器による情報が全て有る TMI と、失われている 1F には差があって、今後も福島現場に入って見ていくことは非常に重要である。

関村：シビアアクシデントという我々が想定しきれないということを前提として、ソースターム評価をどのように活かしていくかについては、単純に用意をしておけば役に立つだろうということとは違う側面がある。評価結果の適用性・利用の観点から、もう少し具体的な形でコメントがあれば頂きたい。西さん、今井さん、中川さんから、どうやってこのソースターム評価を解析の制約も含めて使いこなしていくかという観点からコメントを頂きたい。

今井：事故シーケンス毎のソースターム移行量、すなわちフィルターベント装置における発熱量の評価をフィルターベント装置の水位制御の設計へフィードバックする、というのが発電所で使っている一つの例である。

関村：水位制御の話は、想像力という言葉は今井さんが使われているが、もう少し補足頂きたい。メーカーさんからのご提案なのか、事業者自身のものなのか、あるいはそういったことは当然やるということなのか。

今井：正確には経緯が追えていないが、東京電力の柏崎では自社開発しようということで、海外からフィルターベント装置についてそういったことをしなければいけないということを知り、それが今の設計に織り込まれている。

中川：AMを整備したときからシビアアクシデント対策を実際に行う要員の方々へのAMの教育は当然やっているが、JANSIさんからの安全性向上に関する提言を受けて、要員の力量向上におけるシビアアクシデントの事象進展や物理現象の不確実さに対する理解促進を今検討している。

関村：従前のAMをちゃんと取り入れているということに感動しながらお聞きしたが、それも含めて西さんからコメントを頂きたいと思います。

西：電中研は現場を持っておらず、ソースタームの知見の活用というところでは、具体例は申し上げにくいですが、事業者が使われているMAAPの不確かさの議論とか、先ほど申し上げたフィルターベントの動的な活用法とか、そうことについての共同開発をさせて頂くといった、サポートをしている。

関村：一番目のテーマについて中村さん、山本さんからコメントを頂いて、最後に規制の立場から規制強化と根拠というところがあがっておりますので、梶本さんからお話を頂ければと思います。まずは中村さんから、次の総合討論の2にも同じようなことがありますけれども、あえてここで評価結果の適用性という観点からお話を頂ければ。

中村：シビアアクシデントで生じる現象は、3次元的になるものが多く、それを1次元あるいは点で模擬した解析手法の限界を理解した上で解析結果を評価する必要がある。ひとつのシビアアクシデント事象の推移に対してPRAでは同じような多数の解析ケースが実行できるが、その全ての解析結果が本当に正しく現象を表現した結果なのか、ということの一つずつ問い質していくという作業をやはり一度はやってみた方が良く、それで初めて梶本さんから見せて頂いたグラフに信頼性が出てくる。これをPRAの不確かさ評価にどうやって乗せていくのか、もう少し学会での議論が必要。

関村：中村さんが言われるところは、設備を付加的に設けるための正当化としては現在の評価手法に限界があるのは確かで、だから訓練があり、運転のしかたにどのように保守性を入れていくのかということにバランスが必要だ、との理解でよいか。

中村：防災に関与する人々は炉の細かい動きよりも、現地の人たちへの対応の準備のために何時間後に放射性物質が放出されるのかを考え始める。そうすると、何時間後にこうなるということの不確かさを正確に表現することが私どもが担う責任ということになる。

関村：いまの気象予報の警報の出し方で、日本は受け止める人がだんだん慣れてきていて、コンサバに言っているんだぞということの意味は理解出来るようになってきている。それを原子力に対してどう考えていけば良いのかということは大きな課題である。

山本：別の切り口から話したい。学生の頃の授業では被ばくは希ガスとヨウ素ですと習った。今回の1Fの事故では、ヨウ素は確かに事故直後に非常に問題になったが、希ガスはあまりクローズアップされていない。敷地境界内の作業員の被ばくには非常に関係するので、たまたま風向きなどの影響で幸いにも希ガスによる被ばくは大きくなかったのか、きちんと検証した方が良く、そのところがあまり明確になっていないまま先に進んでいる。

関村：ここで、梶本さんに全体を通じて一番目の総合討論の締めをお願いしたい。

梶本：シビアアクシデント現象については、解析上非常に困難を伴う（不確かさが大きい）ということと、現象そのものが全く分かっていないということを区別する必要がある。許認可の審査では、解析の不確かさが非常に大きく、解析で全て判断するわけにはいかないのので、実験と合わせて、しかも保守性を見込んで審査を行う。ところが、安全性向上評価は、新しい知見を入れ、解析も精力的にトライしていろいろな効果について確認してみるとか、シビアアクシデント解析も積極的にやってみるというアプローチになる。従って、規制の評価における根拠も、対象によって技術的な根拠の持ち方が変わってくる。

関村：ここで、フロアからこの項目、あるいは全体を通じてご質問を頂ければと思います。特に外的事象の考慮と対策をどのように具体的に、あるいは有効性を考えていくか、どう考えるかを含めてもしご質問がありましたら。

糸井：安全研究をどうやって実務につなげていくかというときに、安全研究の成果がそのまま実務に使えるというナイーブな仮定が少し入っていないか、むしろその間の乖離をどうやって埋めるか、例えば事業者あるいはメーカーの方によってどういう形で真摯にレビューが行われているか。不確かさを実務側でどういうふうに埋めていくのかを考えていくと、比較的的安全研究と実務とがスムーズにつながるのではないか。そのあたりは外的事象のり

スクの評価と少し似ている。もう一点は、ソースタームの議論をすることで、例えば外的事象におけるフラジリティ評価において、どういったところをもっと議論する必要があるのかという議論に繋がっていくのであれば外的事象の観点からは有益であると思うが、お考えを頂ければ。

中川：建屋の DF に関しては、事業者側から電中研さんに、こういうところを事業者としては考えて欲しいというニーズを伝え、研究マネジメントという仕組みの中で軽重をつけて研究をして頂いている。外的事象に関しては、地震 PRA のうち地震ハザード評価の高度化を伊方プロジェクトの一環で取り組んでいて、フラジリティ側についても、電中研さんも含めて電事連大で議論しながらフラジリティ等の評価手法の高度化も進めている。伊方プロジェクトの中で地震 PRA は海外のレビューを受け、電事連大で高度化を進めている。

糸井：実務における地震動ハザード評価で、SSHAC (Senior Seismic Hazard Analysis Committee) 手法に基づく評価をやられていて、そこでピアレビューなどに非常に苦勞された経験をお持ちと思う。逆に(専門家の知見の取入れに関して)そういう苦勞をして、良いやり方を身につけていくと(地震リスク評価において)安全性向上評価に繋がるようなレビューや(専門家間の)ディスカッションに繋がると感じている。同じようなことがソースタームの議論でもあるのではないかという観点で、コメントした。

関村：中村さんにナイーブな関係を想定をしすぎているのではないかという質問に答えて頂きたい。これは規制の方でもそういう関係はあり得る、そういう批判はあり得るところですが、そこをどう考えるか、山本先生からもコメント頂けたら。

中村：外的事象については安全研究側では手薄なところがあり、地震の評価については起因事象として炉心が暴走するとか、構造が壊れるところまでやったが、例えばシビアアクシデントの最中に地震が来たらどうなるか、そこまでは考えていない。炉心が損傷し始める時に地震がくるとどうなるか、どこも実験していない。そういったことも含めて、これから事故の分析においてシナリオを全部見たときにここに余震が来たと、そういうことを考えるということになる。

山本：糸井先生のご主旨は、学術研究と実際に役に立つ安全研究はだいぶ開きがあるということで、取り組んでいる方のマインドセットが強力に関係する問題である。そういう意味では、JAEA の中でも安全研究センターは研究法人だが、ミッションは学術研究というよりも実際の役に立つ安全研究を主眼にしていると理解。ソースタームの話に戻すと、さきほどの化学形態の話は典型的な例で、化学形態・反応は非常に複雑だが、原子力安全の観点から見ると我々が知りたいのは化学形態ではなく、DF となる。そここのところの仕分けができるようなセンスというのが多分必要で、どう身につけるものなのか、現時点では答えを持ち合わせていない。

関本：ありがとうございました。さらに違った観点でご質問があれば。

(会場からの質問)：どちらにも不確かさがあるなか、今とっている対策をやめて、別の対策をとった方が総合的にリスクが下がるとした場合、こういったアプローチで意思決定すべきか？

梶本：ソースタームに限らせて頂くが、ソースタームは物理化学現象であり、物理化学現象の核心を捕まえれば必ず予測はできる。この分野については、地道な研究と実験、並びに解析技術の向上を着実に進めることが最適の方法であると考えている。

関村：二番目の課題だが、マネジメントも含めてソースタームをどう活かしていくか。現場での安全性向上の取り組み、規制がそれをどのようにうまくフォローしていくのか。シビアアクシデント研究としてこういった知見を集約していけば現場につながっていくのか。先ずは現場の安全マネジメントという観点からご意見を頂きたい。

今井：1F 施設の内外の汚染線量マップを作成し、作業員被ばく線量の把握と低減に努めている。また、細かい話になるが、我々がツールを作るときに、NUREG でのソースターム形態と MAAP コードで計算される化学形態をつなぐのに苦労しており、今後の検討課題に加えて頂けると有難い。

西：東電の方のご質問は自分の発表とも関係しており、リスクプロファイルをきちんと把握して、投資判断を出来るようになることが理想。そのための不確かさ低減をしっかりと行かなければいけない。

関村：現在の安全性向上評価制度は、運転していないと評価を提出できないが、これは制度上の欠陥であると理解している。梶本さんから意見を頂きたい。

梶本：これは事業者から国民へメッセージを出す制度なので、事業者が国民と真摯に向き合っている姿勢を見せることが大切。

関村：安全研究に関してさらにコメントが頂けるか、特に現場に役に立つ安全研究という観点から、中村さんからひと言お願いしたい。

中村：現場との対応でいうと、研究者が実際のものをよく知らないという課題がある。スケール(現場と実験室でのサイズや物理特性の違いに起因した歪み)の影響を十分に把握できていない。解析コード側も解析結果を実機へ適用する際の不確かさの議論に用いる Best Estimate & Uncertainty (BEPU) が重要であるがスケールリングの壁がある。実機(現場)適用性の向上を図るために不確かさを部分的なあるいは縮小した実験で確かめながら進め

ているが時間がかかる。

関村：我々には 1F という極めて重要な題材を持っていると積極的に考えるべき。

山本：中村さんはデータ同化について言及されたが、1F は直流電源が喪失したことによるデータの欠落が多く、データ同化しにくいのが課題。

(会場からの質問)：いつまでソースタームという言葉を使うのか？丁寧に細分化して検討しないと、いつも曖昧な印象を抱いてしまう。

梶本：ソースタームという言葉は曖昧。NRC や IAEA での定義も曖昧。ポリシーとして、使用する目的に応じて構成要素を定義せよと言われている。いつも使われる言葉だが、分野によって構成要素を明らかにしておけばよい。

(会場からの質問)：化学屋の立場からすると、セシウム等の元素名とともに、化学形態が重要。TMI 以降取り入れられたものと、1F 以降取り入れないといけない知見もあるはず。時間変化を議論するうえでは、平衡論ではなく速度論が重要。いたずらに事を難しくする必要はないが、これらをバランスよく取り込みたい。

山本：SA では物理系の方がほとんどであり、そこが構造的な問題。SA だけのコミュニティーだけでは解決できないので、化学系の方との連携が必要。

関村：原子力の安全は総合工学との理解。最後に登壇者からひとつ言いつ頂きたい。

中川：事業者として安全性を向上させていくが、そこでソースタームに関する安全研究を役立てていきたい。

今井：普段から継続的に自分たちでどうあるべきかを考えていきたい。

西：化学屋を取り込んで開発を継続したい。

中村：ソースタームは原子力の窓。キーワードとしてずっと使っていくものと考え。全体を見て、いかに現場に肉薄するかが重要。

梶本：規制、事業者、大学、研究機関が連携し、継続的な安全性向上の議論につながるように、安全部会が要の役割を果たすことが重要。

山本：正月休みに読んだ「21Lessons」の印象的な一節に「物事が進むためにはオープンク

エスチョンがたくさんあることが重要」とあった。今日、オープンクエスチョンがたくさんあったということは、この分野は進められるということであり今後に期待できる。

閉会挨拶：守屋（副部長）

安全性向上という一つの方向に向かって産官学の連携が重要。

梶本さんのコメント「ソースタームとして何処まで分かれば分かったことになるか」というコメントは重要と考える。現場に持っていく場合、割り切りが必要。ソースタームの割り切りとしては、閉じ込めの成功と失敗が大きな分かれ道であり、失敗の場合にどういう対策がリスク・被ばくを下げられるか。トレードオフの考えが入り、どちらがベターかの議論を規制も入り産官学で行う必要がある。それが梶本さんの言われる安全性向上評価制度の役割となる。

以 上