

リスク部会セッション

将来にわたる確率論的リスク評価の活用のために

-リスク活用研究専門委員会からの提案、並びに今後の研究動向について-

For continuous application of PRA to future

- Suggestions from Research committee of Risk application and research trend in future -

(1) ASRAM2020 の動向報告

(1) Report on ASRAM2020

*成宮 祥介¹¹原子力安全推進協会

1. はじめに

リスク評価・管理に関するアジアシンポジウム(ASRAM: Asian Symposium on Risk Assessment and Management)は、中国、韓国、日本、そしてアジアの原子力新興国からの参加者を得たアジア地域のシンポジウムである。ASRAM2020は、オンライン開催であったが127名の参加を得て議論が展開された。3か国の原子力にかかる状況は異なるが、原子力安全向上のためにリスク情報活用、PRA手法の高度化に向けた研究、実適用の活動について、研究発表がなされた。本稿では、その研究発表からアジア地域における最近のPRAの取り組み動向を分析する。

2. ASRAMの概観

2-1. 経緯

2017年に横浜(ASRAM2017)、2018年に中国廈門(ASRAM2018)、2019年に韓国慶州(ASRAM2019)と毎年開催を重ねてきており、2020年は二巡目として、日本で開催することがASRAM2019にて決定された。国内では、原子力学会が主催となり担当部会がリスク部会となった。当初は会議場での開催を予定していたが、COVID-19の感染拡大から、オンライン開催に変更した。

2-2. 会議の概要

会期は、2020年11月30日、12月1日、2日の2日半で、WebexによるWebinarとした。参加者は総数127名となり、国別の内訳は、日本78名、韓国36名、中国10名、タイ3名であった。学生セッションを設けたので学生参加者は26名にも及んだ。

論文発表は49件で、うち学生セッションは7件であった。内訳は、日本21件(うち学生5件)、韓国18件(うち学生1件)、中国7件(うち学生1件)、タイ3件であった。また招待講演が1件、キーノート講演が3件、行われた。

2-3. プログラム

(1) 招待講演

第一日目(11月30日)の午前に、リテラジャパンの西澤氏から「科学者・技術者のためのリスクコミュニケーション」と題した招待講演があった。これは我が国のリスク情報活用においてリスクコミュニケーションの重要性が増していることからお願いした。数字を並べて説明するよりもイメージを伝えることが重要である、との意見は我が国におけるリスクコミュニケーションの発展に重要なことであった。

(2) キーノート講演

第二日目(12月1日)の午前に3件の講演が行われた。いずれもリスク情報活用に関する講演であった。

- ・ JAEA 高田毅士氏「New Initiative of Risk-informed Applications in JAEA」
- ・ 韓国 KAERI Joon-Eon Yang 氏「A Way toward RIDM: Korean Experiences and Future Plan」
- ・ 中国 Nuclear Power Engineering Company Deng 氏「Some Practices and Considerations in Risk-informed application in China」

2021年秋の大会

日中韓とも PRA 手法開発を経てその成果を活用する時代に入っていることがうかがえる。

表1 ASRAM2020 プログラム

Day	Time	Room1	Room2	Room3
Nov.30 (Mon.)	09:00~09:30	Opening Remark		
	09:30~10:15	Invited Lecture		
	10:15~10:30	Break		
	10:30~12:00	Advanced PRA Technologies 1	Severe Accidents	Emergency Preparedness & Response and Resilience
	12:00~13:00	Lunch		
	13:00~15:00	Advanced PRA Technologies 2	Risk Assessment for External Events	Risk Management and Risk-informed Decision Making
	15:00~15:15	Break		
	15:15~16:45	Advanced PRA Technologies 3	Offsite Consequence Analysis	Risk Assessment for Nuclear Fuel Facilities & Risk Communication
Dec.1 (Tue.)	09:15~10:00	Keynote Lecture 1		
	10:00~10:45	Keynote Lecture 2		
	10:45~11:00	Break		
	11:00~11:45	Keynote Lecture 3		
	11:45~13:00	Lunch		
	13:00~14:50	Student Session 1		
	14:50~15:00	Break		
	15:00~16:50	Student Session 2		
Dec.2 (Wed.)	09:00~11:00	Risk Assessment for Internal Events	PRA Applications and Insights	Human Reliability Analysis & Human and Organizational Factors
	11:00~11:10	Break		
	11:10~12:00	Closing Remark		

(3) 一般セッション

第一日目の午前、午後と第三日目（最終日）の午前に3つのバーチャルルームに分かれて並行セッションで、合計12のセッションが行われた。セッションテーマは、改良PRA技術、RIDM、SA（シビアアクシデント）、内的事象、外的事象、人間信頼性解析などで、各テーマの主な発表論文の特徴は次のとおりである。

- ・改良PRA技術：新しい方法の開発にかかる発表がなされた。L2PRAとL3PRAのデータインターフェイス開発、連続マルコフ過程モンテカルロ・ベイジアンネットワークを用いたマルチサイト/ユニットリスク評価法の開発、連続マルコフ過程モンテカルロ法と簡易プラント応答評価モデルを使い、SFP（使用済み燃料プール）を含む2ユニットシステムについて、環境変化による影響を考慮したリスク評価に関する発表、サロゲートモデルを用いた計算負荷低減手法に関する研究、ユニットの状態（単独ユニット事故、両ユニット事故、両ユニット健全）における支配的な起因事象の可視化手法に関するマルチユニットPRA研究などが発表された。

- ・シビアアクシデントに関しては、SA 時の事前水張り戦略の効果・不確かさ評価や、ISLOCA（インターフェイス冷却材喪失事故）時の環境影響抑制のための SA 対策案の定量的な比較評価といった実務への活用に応じた研究が発表された。
- ・外的事象に関しては、地震 PRA における人前信頼性解析、サイバーテロのリスク評価、自然条件を考慮した FLEX（Diverse and Flexible Coping Strategies, 多様性かつ柔軟性を有する影響緩和戦略）の効果、などが発表された。
- ・エネルギーレジリエンスに関する発表、デジタル I&C（計装制御）のリスク評価として人的過誤も含めた STPA（System-theoretic process analysis）に関する発表があった。
- ・RIDM（リスク情報を活用した意思決定）に関しては、PRA からの情報を積極的に実務に活用する研究が紹介された。より合理的な方法を模索している研究として、RISMC (Risk Informed Safety Margin Characterization、PRA と BEPU (Best Estimate Plus Uncertainty) を融合したもの)と PRA との比較研究が発表された。

(4) 学生セッション

発表のテーマとしては、事故時のオフサイト活動にかかる研究評価が 3 件、外的事象のリスク評価が 2 件、停止中プラントの PRA における人的過誤の影響評価が 1 件、再処理施設リスク評価が 1 件、と多様であった。

オフサイト関係では、支援センターの能力向上・拡大に向けた対策提言を、活動のバランス、ハードと手順の適切な組み合わせから SA（シビアアクシデント）管理能力向上につながる研究、オフサイトからの人的支援が格納容器破損確率低下に寄与することから外部支援の様々なアプローチのモデル改善を示した研究、そして 3 つ目は、地震発生時の原子力発電所の緊急時対応の性能向上を目的とし、地震動の位相特性、振幅、遅延時間により、局所的な地震動の分類を示した研究であった。

外的事象に関しては、地震事象と火山活動の組み合わせについてモンテカルロシミュレーションを用いた DQFM(Direct Quantification of Fault Tree using Monte Carlo Simulation)により、様々な故障シナリオの不確かさへの対応を可能にした研究、2 つ目は、地震 PRA における部分相関に関する研究であった。

PWR の停止時 PRA における POS5（前半のミッドループ運転）の成功基準の解析結果から、停止時リスクとマルチユニットリスクの両方において、ヒューマンファクターが重要であることを示した研究、使用済燃料再処理施設に確率的リスク評価と決定論的安全評価の組み合わせた合理的なアプローチを行った研究発表があった。

3. ASRAM2020 の発表傾向

日中韓の 3 か国においては、PRA の手法開発、実務適用がこの 20 年あまりで進んでおり、ASRAM2020 においても、従来手法の実プラント適用に留まる発表ではなく、今後の課題解決を目指した研究が目立った。マルチユニット PRA のための手法の改良、決定論的手法との組み合わせ、発電炉以外の原子力施設のリスク評価などに及んでいる。サイトに複数のプラントが設置されている韓国ではマルチユニット PRA が、多くの新規プラントが運転を開始している中国では新しい方法論の開発、外的事象によるリスクが支配的な日本では地震 PRA の改良など、各国の事情も反映されている傾向がみられた。

4. おわりに

初めての WEB 会議で質疑が活発とは残念ながら言えなかったが、最新のアプローチの研究が多く、将来に向けたリスク評価手法の高度化、リスク情報活用の拡大に期待が持てた。ASRAM は前身の日韓 PSA ワークショップの精神を受け継いで、新規の挑戦的な研究、若手の研究を歓迎する国際会議に育っている。2021 年 10 月 24 日～27 日に、オンラインによる ASRAM2021 が中国主催で開催される。多くの参加者が集い活発な意見交換が行われることを期待したい。

*Yoshiyuki Narumiya¹

¹Japan Nuclear Safety Institute