レベル 2PRA におけるセシウムの環境への放出量評価手法の開発
- (8) 事故緩和策の不確実さを考慮したセシウム放出量の不確実さ解析手法の研究-

Development of the evaluation method of cesium release in level 2 probabilistic risk assessment

(8) A Study on Uncertainty Analysis for Cesium Release Considering Uncertainty of Accident Management Measures

*宇井 淳[1]，三浦 弘道[1]，中村 康一[1]，村田 景悟[1]，遠藤 寛[1]　[1]電力中央研究所

レベル 2PRA において，事故緩和策が実際に機能するまでの時間のばらつきをより現実的に扱うモデルを構築した。また，不確実さ解析手法を拡張し，時間依存のプラント状態の変化を考慮したリスク評価に関する検討を行った。

キーワード：レベル 2PRA，不確実さ解析，シビアアクシデント

1. 緒言　PRA において知見が十分でないパラメータを扱う場合，保守的な条件設定とすることが多い。PRA を原子炉施設の脆弱性の特定や対策の有効性の検討等に用いる場合は，保守的条件が積み重なると実際の実力を評価しているとは限らず，場合によっては誤った優先順位を導くことが懸念される。実状に即したモデル化のため，事故緩和策が有効となるまでの時間のばらつきを現実的に扱う手法を開発するとともに，時間依存のプラント状態の変化を踏まえたリスク評価を検討した。

2. 事故緩和策の有効作動時間の不確実さを踏まえた評価

2.1. 事故緩和策の有効作動時間のモデル化　事故緩和策が実際に機能するまでに要する時間は，起因事象の発生から安全保護系による原子炉施設の異常状態の検出までの時間(t_1)，安全保護系の作動時間(t_2)，アクシデントマネジメント(AM)が必要と状況判断できるまでの時間(t_3)，AM 操作に踏み切る意思決定に要する時間(t_4)，AM 設備の作動時間(t_5)（代替電源・ポンプの起動等），及び AM 設備作動後実際に機能する（代替注水の開始等）までの時間(t_6)等について，それぞれ不確実さを踏まえて定量化していけばモデル化できる。t_1~ t_3 については，起因事象，原子炉システム・構造・機器(SSC)等の状況，及び事故シーケンスに応じて変化する。ここでは，t_4~ t_6 の時間の分布を対象としてモデル化を行い，その総和(t_{eff})を時間依存の分布として定量化した（図 1）。

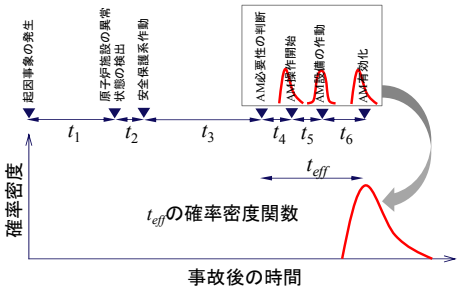

図 1　事故緩和策の有効作動時間のモデル化

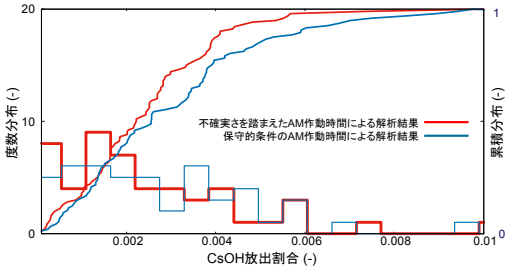

図 2　CsOH の環境放出割合の不確実さ解析結果

2.2. 不確実さ解析と結果　米国 Zion プラント（4 ループ PWR）を対象に，事故進展解析コード MAAP5.03 を用いて，代表的なプラント損傷状態について CsOH の環境放出割合の不確実さ解析を行い定量化した。その際，前報の手法[1]に，事故緩和策と，上述の有効作動時間の不確実さモデルを追加し，その感度を確認した。保守的条件の AM 作動時間に比べ，不確実さを踏まえた現実的な AM 作動時間の CsOH の放出割合は低下する傾向となった（図 2）。

2.3. 考察　上記モデルを拡張し，SSC の動作や緩和策について従来のイベントツリー(ET)の成功か失敗の分岐で扱うのではなく，作動時間や対応開始時間が早いか遅いかの時間依存の分布としてモデル化し，事故進展解析コードの条件設定に取込み，膨大なケース数の解析を実施できれば，従来の ET では表現しきれないモデル化が可能となり（ヘッダ数や順番の制約が無くなり，機器作動後の故障や復旧等を考慮できる等），炉心損傷頻度や格納容器機能喪失頻度等のリスク指標を直接導出できるようになる。水素爆発や蒸気爆発等の現象の発生の有無については，PRD 法[2]による発生確率分布を，解析コードの入力条件もしくはコード内の条件分岐として用いることにより，現象の発生の不確実さを踏まえた評価を実施できる。発表ではその検討について報告する。

3. 結言　事故緩和策の有効作動時間の不確実さを踏まえた評価手法を開発した。その手法を拡張させ，時間依存のプラント状態の変化を踏まえたリスク評価に発展させる手法を検討した。

参考文献　[1]2016 春の年会 2P09, [2]2015 秋の大会 F29~F31

*Atsushi Ui[1], Hiromichi Miura[1], Koichi Nakamura[1], Keigo Murata[1] and Hiroshi Endo[1]　[1]CRIEPI