

リスク評価、原子力防災に関する研究

安全研究センター
原子力エネルギー関連施設安全評価研究ユニット
リスク評価・防災研究グループ

本間 俊充

研究の位置付け

- 確率論的安全評価(PSA)手法の開発整備では、PSA手法の高度化とリスク情報の活用の研究を通じて、リスク情報を活用した規制(RIR)の導入の検討に資する。また、発生した事故の事例を分析し、規制上の対応判断に資する。
- 原子力防災に関する研究では、PSA手法や環境影響の詳細評価手法を活用して、緊急時の対応戦略の検討に役立つ情報を整備し、国の防災指針や自治体の地域防災計画の一層の充実化に資する。

設定目標

- 確率論的安全評価(PSA)手法の開発整備では、核燃料施設のPSA手法を整備するとともに、軽水炉性能目標の検討(H17)及び核燃料施設性能目標の検討(H18以降)等、RIRの方針検討に供するためリスク情報適用上の課題を抽出する。
- 原子力防災に関する研究では、防災指針見直しのために防護対策指標等の整備を行うとともに、専門家支援のための緊急時意思決定支援手法等を整備する。

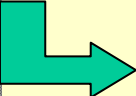
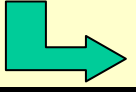
研究の進め方

実施体制

確率論的安全評価 (PSA) 手法の高度化・開発整備：安全研究センター

原子力防災等に対する技術的支援：安全研究センター、緊急時支援研修センター

手順、手法

	2005(H17)	2006(H18)	2007(H19)	2008(H20)	2009(H21)
確率論的安全評価 (PSA) 手法の高度化・開発整備	PSA手法の開発整備				
	[保安院特会・JNES受託][学会等の民間規格整備]				
	リスク情報の活用に関する研究				
	レベル3PSAの適用				
	核燃料施設に関するPSA適用とリスク情報活用に関する研究 [JNES受託]				
	事故・故障の分析評価に関する研究				
	[JNES受託]	[JNES受託]			
		 軽水炉性能目標、JMOX安全審査、リスク情報を参考とした規制・安全管理に貢献			
原子力防災等に対する技術的支援	緊急時の判断指標等の技術的課題の検討				
	[内閣府受託]	短期防護対策の検討		長期防護対策の検討	
	緊急時意思決定支援手法の検討				
	技術マニュアルの作成		意思決定支援手法の整備		
	[JNES受託]	[JNES受託]			
		 防災指針の見直し、地域防災計画の実効性向上に貢献			

成果

MOX燃料加工施設のPSA手法を整備し、PSA手順書を作成

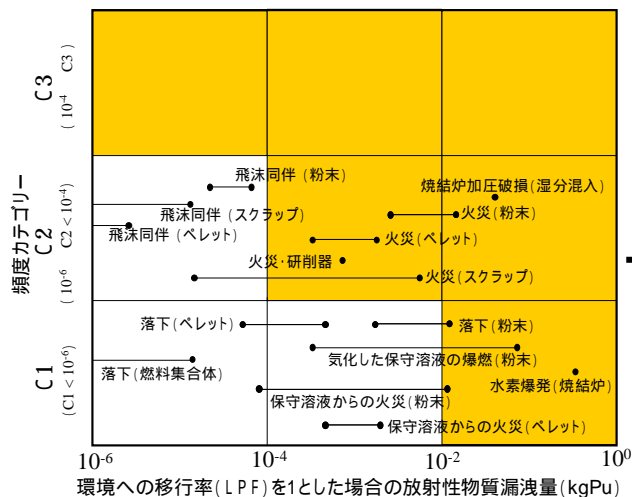
軽水炉性能目標の目標値案を提示し、安全目標が対象とする個人の範囲等の技術的課題を検討

原子力防災に関する研究では、IAEAや諸外国の緊急事態準備を調査し、緊急時対応の考え方、防護対策指標等の技術的課題を抽出

MOX燃料加工施設PSA手法の整備

詳細化モデルプラントを対象に
再評価の実施

開発したPSA実施手順



ハザード分析
FMEA手法を用いた潜在的な異常事象の同定
異常事象候補の選別 (リスクマトリックス)
- 放射性物質放出量の概略評価
- 発生頻度の概略評価

手順書の作成
・手順改良の成果を含んだ改訂版

概略的 PSA
↓
詳細な PSA

事故シナリオ分析
- 原因事象のFT解析
- 事故シーケンスのET解析

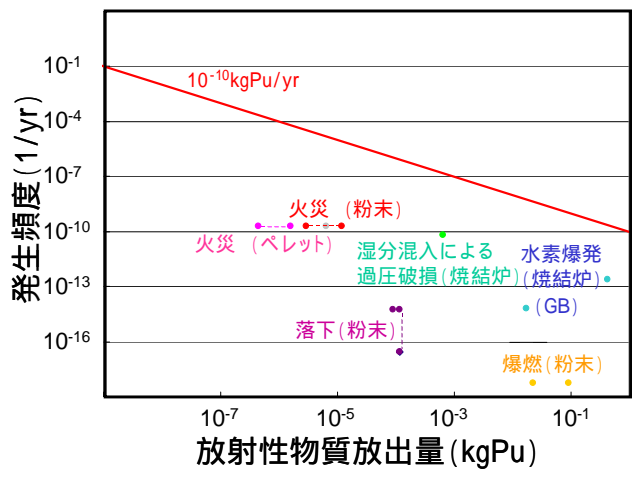
手順の改良

事故影響評価のための基礎情報の整備
・移行率の簡易評価データ
・火災コード: FIRINの改良
・爆発事象の詳細解析の実施
・MOX粉末のエアロゾル粒径を考慮できる線量換算係数

発生頻度評価
FTおよびETの定量化

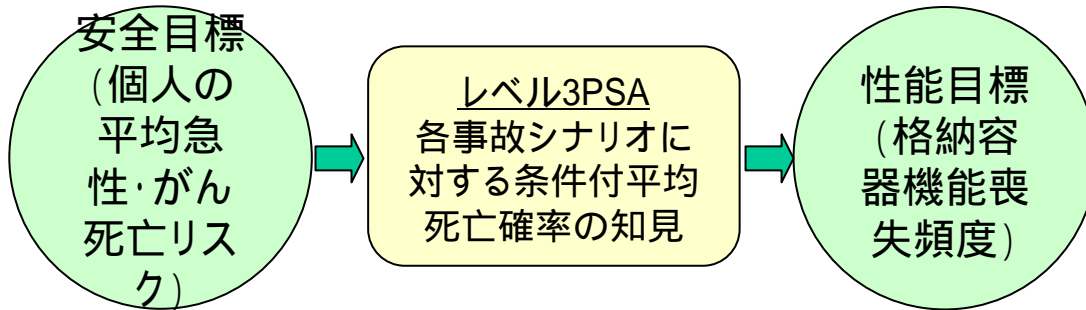
事故影響評価
五因子法による評価

重要事故シナリオの同定
リスク上重要な設備機器等を同定しリスクに及ぼす影響も検討



成果の活用
・JNESでのウラン加工施設ISA手順検討の参考情報として活用
・開発した手法を用いて新たにPSAを実施し、燃料加工施設のDBE評価の検討を行う。

軽水炉性能目標の検討



■ 格納容器機能喪失頻度(CFF)のレベル

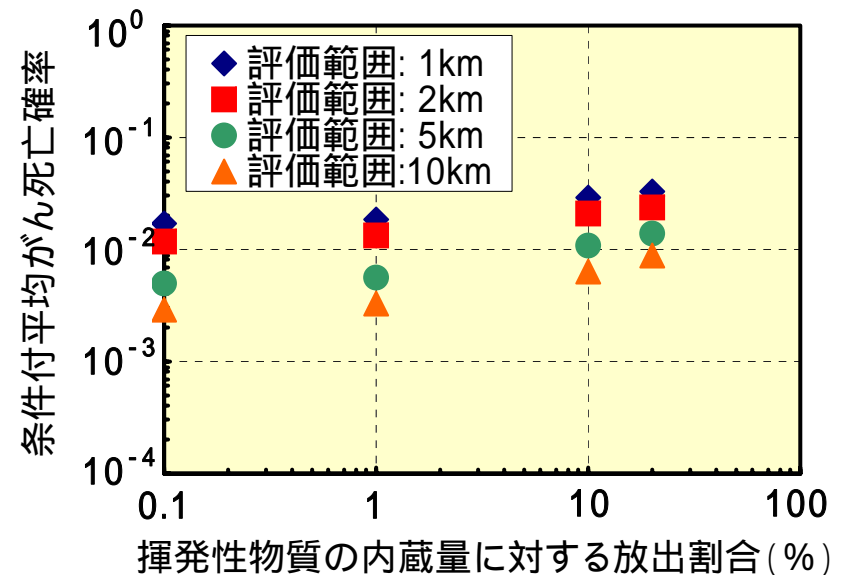
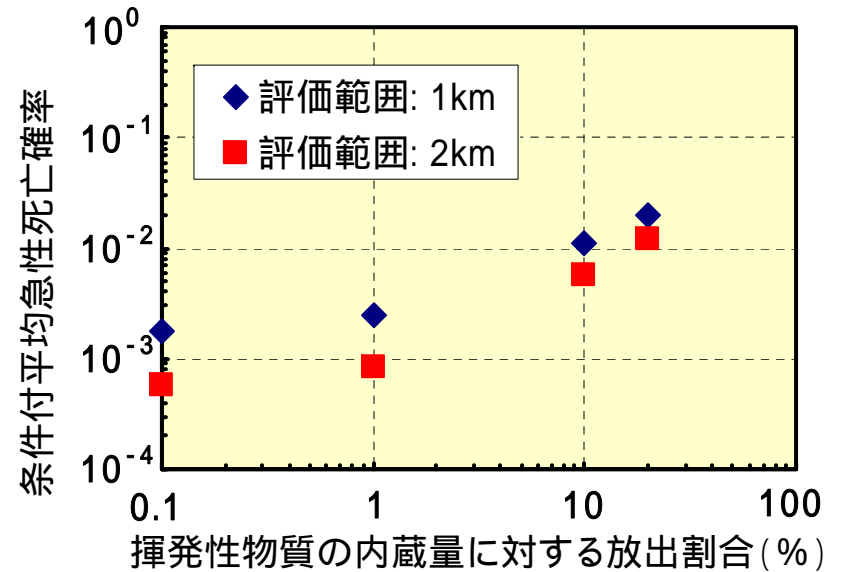
- 安全目標: 年あたり 10^{-6}
- 条件付平均個人の死亡確率
 - 急性死亡: 2×10^{-2} , がん死亡: $2 \sim 3 \times 10^{-2}$
- 1基当たりで見れば、 $CFF < 10^{-5}$ で安全目標を十分満たす。

■ 原子力防災対策の効果

- 性能目標検討に当たっては、施設の外側の防護機能は控えめな仮定(事故後1週間は留まる)

■ 対象とする個人の考え方

- 急性死亡については、敷地境界から1km程度
- がん死亡についても、距離によるリスクの低減を考慮し、敷地境界から2～5km程度
- 年齢構成と生物学的要因を考慮すれば、平均的個人は成人で代表可能



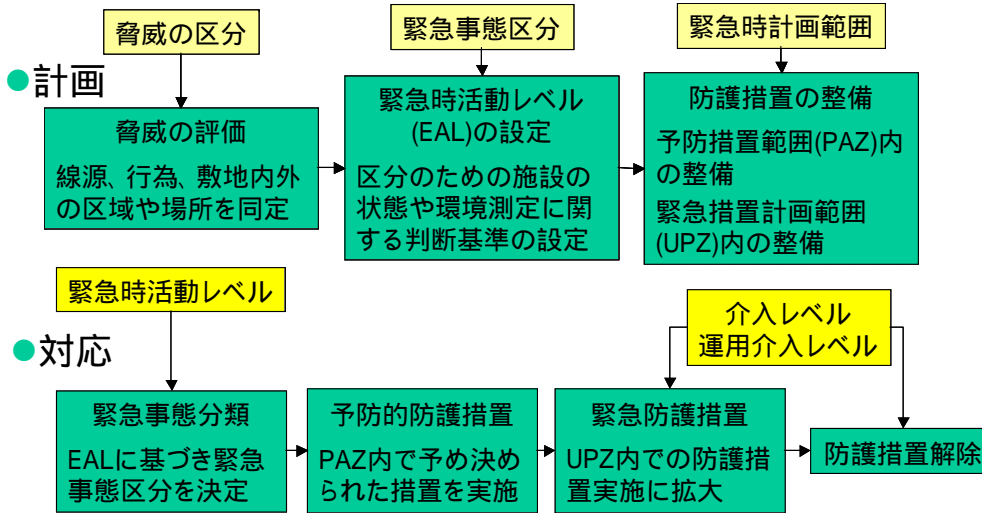
原子力防災に関する研究

IAEA安全要件と諸外国調査

PSAの知見

◎防災指針見直しの技術的課題

■ 緊急事態準備と対応の考え方 (IAEA、米国)



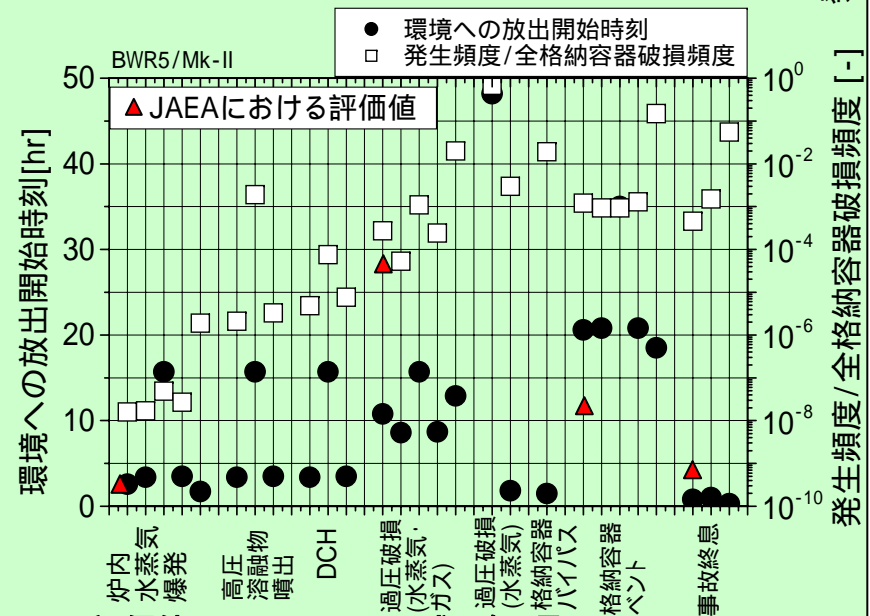
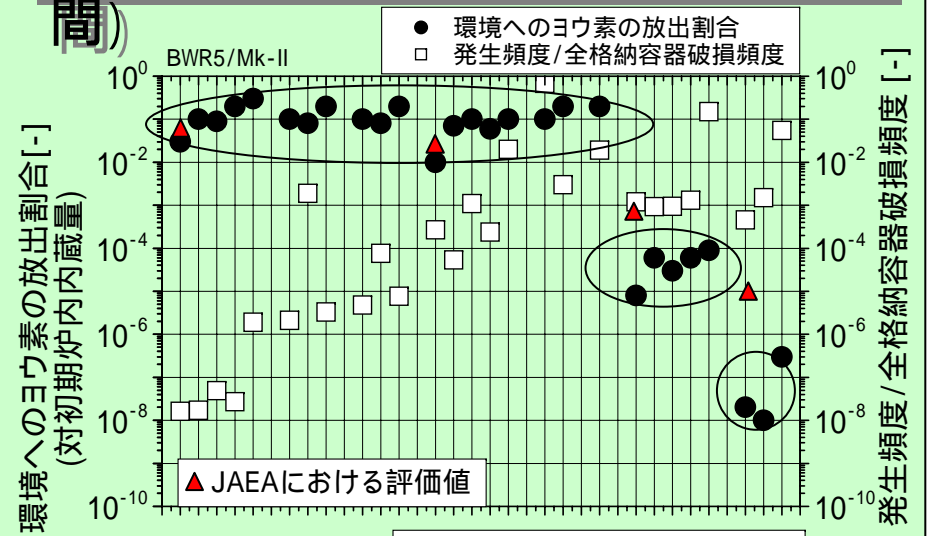
■ 緊急時計画範囲(EPZ)と防護措置戦略

- GS-R-2に示された予防的防護措置範囲(PAZ)
- 緊急事態の判断基準と予防的防護措置
- 屋内退避、避難および安定ヨウ素剤予防服用の実施時期、実施範囲等の防護措置戦略

■ 防護対策指標(介入レベルと運用介入レベル)

- 予想線量と回避線量に基づく介入レベル
- 判断のための運用介入レベルの導入

レベル2PSA結果(放出量と余裕時間)



(IBNUPEC評価値:INS/M03-22,平成15年9月)

成果のまとめ

17年度計画(1) MOX燃料加工施設に対する内的事象PSA手法を整備するとともに、安全委員会で検討中の軽水炉性能目標案を提示し、技術的課題を明らかにする。また、事象報告システム(IRS)と国際原子力事象評価尺度(INES)に報告される事象について分析を進めるとともに、米国における規制関連情報を収集し分析を行って、その結果を関係機関に配布する。

成 果 : MOX燃料加工施設に対する内的事象PSA手法の整備を終了し、PSA実施ステップにおける分析内容の解説と具体的な解析事例を組み合わせた手順書を作成した。安全目標が対象とする個人の範囲や防護対策の条件等、性能目標導出の技術的課題を明らかにするとともに、軽水炉性能目標案を提示した。IRSに報告された事例約60件(非公開)についてその内容分析を実施するとともに、INESに報告された事例25件について和訳し、インターネット上に公開した。

17年度計画(2) 緊急時における判断や各種防護対策の指標等の技術的課題の検討を行い、今後の防災指針の見直しに資する項目の整理を行う。緊急時の意思決定プロセスにおける専門家支援のため、技術マニュアルの検討を開始し、線量算定に関する基礎情報を整理する。

成 果 : 緊急時対応の基本的考え方、避難や安定ヨウ素剤予防服用等の防護指標、実施範囲及び実施時期等の技術的課題を抽出した。また、専門家支援のための技術マニュアルに必要な最新の線量係数データベース等の基礎情報を整備した。

成果の活用

- 整備したMOX燃料加工施設のPSA手法は、JNESにおけるウラン加工施設ISA手順検討のための参考情報として活用された。また、開発した手法を用いPSAを実施し燃料加工施設の設計基準事象(DBE)評価の検討を行う。
- 軽水炉の性能目標導出の技術的課題及び提示された目標案は、安全目標専門部会性能目標検討分科会の審議に活用された。
- 抽出された防災に関する技術的・専門的事項に関する課題は、原子力施設等防災専門部会防災指針検討WGでの防災指針見直しに関する検討の基礎資料として活用される。
- 成果の公表（H17年度）
 - ✓ 雑誌掲載論文：6編
 - ✓ 技術報告書：4編
 - ✓ 国際会議発表：2件
 - ✓ 国内口頭発表：5件
 - ✓ 受託事業報告書：6件
 - ✓ 委員会報告：7件

用語解説

○FMEA (Failure Mode Effect Analysis)手法

ハザード分析のための手法の一つで、個々の部品の故障がシステムに及ぼす影響を調べることで潜在的な異常事象を見つけ出す。

○五因子法(Five Factor Formula Analysis)

環境中への放射性物質の放出量を簡易的に求める手法で、放射性物質移行過程を段階区分し、各段階の通過割合を試験データ等を基にある程度保守性を持った係数の積で評価する方法。

○安全目標

安全委員会の中間とりまとめでは、安全規制活動の下で事業者が達成すべき事故による危険性(リスク)の抑制水準を示す定性的目標と具体的水準を示す定量的目標が示された。定量的目標案は、

- 原子力施設の事故に起因する放射線被ばくによる、施設の敷地境界付近の公衆の個人の平均急性死亡リスクは、年あたり百万分の1程度を超えないように抑制されるべきである。
- また、原子力施設の事故に起因する放射線被ばくによって生じ得るがんによる、施設からある範囲の距離にある公衆の個人の平均死亡リスクは、年あたり百万分の1程度を超えないように抑制されるべきである。

○OGS-R-2

IAEAが2002年に刊行した「原子力又は放射線の緊急事態に対する準備と対応」と題する安全要件。本文書では、緊急事態の準備と対応のための8つの基本的目標が示され、その目標を達成するための一般要件、機能要件、支援基盤要件、全159項が示されている。特徴的なことは、以下の2つの緊急時計画範囲(EPZ)を提示していることである。

- PAZ (Precautionary Action Zone): 重篤な確定的影響のリスクを低減させる緊急防護措置を、放出開始前又は直後に実施するための整備を行っておく範囲。
- UPZ (Urgent Protective action planning Zone): 線量を回避するため、環境モニタリングやプラント状況等に基づいて、防護措置を迅速に実施するための整備を行っておく範囲。