



原子力発電

人間信頼性解析
(HRA : Human
Reliability Analysis)

確率論的リスク評価 (PRA)において、人間の過誤の可能性・頻度とその影響を定性的・定量的に評価すること。

バーチャルリアリティを用いた中央制御室内火災時の人間特性収集方法を開発

● 原子力発電所における火災リスク評価時の人間信頼性解析に貢献

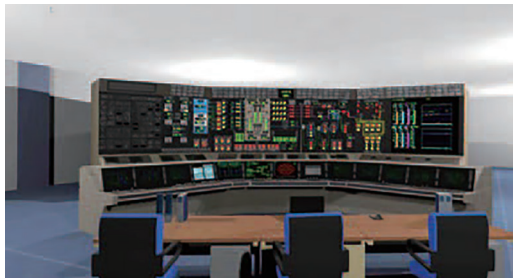
背景

原子力発電所の中央制御室(中操)における火災PRAは、リスク上の重要性から他の火災PRAとはシナリオを分けて評価することが推奨されており、実データ等の根拠に基づいた**人間信頼性解析(HRA)**が必要です。中操火災は稀有な事象であり、シミュレータ訓練もできないため、HRAに必要な火災発生から退避に至るまでの運転員の人間特性(認知や行動、ストレス状態など)に関するデータをインタビュー等で収集するのは困難です。当所では、中操火災など過酷状況下におけるHRAの高度化に向けて、近年技術革新の進むバーチャルリアリティ(VR)を活用して、人間特性データを収集する手法の開発に取り組んでいます。

成果の概要

◇VRを用いた中操火災時の人間特性収集方法を開発

改良型沸騰水型炉(ABWR)型プラントの中操をVRで模擬したシステム※に、当所開発の火災性状予測モデルBRI2-CRIEPIで予測した煙性状を組み込み、中操火災により煙が発生・拡散する状況を再現しました(図1)。本バーチャル環境を用いて、一定の技量を有する複数名の原子力発電所運転員の協力のもと実験を行い、火災発生から退避するまでの運転員の人間特性に関するデータを収集する手法を開発しました。



(A) 初期状態



(B) 火災状況(煙層 床上約2.9m)

図1 VRで模擬した中操

※「日立GEニュークリア・エナジー(株)ホームページ。原子力発電プラント運転訓練シミュレータ。
https://www.hitachi-hgne.co.jp/activities/abwr_construction/simulator/index.html

◇中操火災時の運転員の認知、判断、対応状況に関する知見を収集・分析

この手法を用いた実験により、原子炉を手動で緊急停止させる対応(手動スクラム)や退避のタイミングに関する認知や判断、さらに中操火災発生時の対応状況についての知見を収集することができました。また、実験時に収集した心理指標およびインタビュー結果により、VR環境であっても実験参加者が火災対応時にストレスや脅威を感じて対応していたことがわかりました。



野々瀬 晃平(ののせ こうへい)／廣瀬 文子(ひろせ あやこ)／武田 大介(たけだ だいすけ)
原子力リスク研究センター リスク評価研究チーム

過酷状況創出VR装置 火災等、通常の運転訓練シミュレータでは体験できない事象を疑似的に体験することが可能です。



本手法を用いた実験風景

成果の活用先・事例

本手法で得られるデータは、中操火災時のHRAにおける質問項目作成や影響要因抽出に活用が可能です。また、本手法で得られた知見を中操火災時手順書等に反映することで、中操火災時の各種リスクの低減に寄与できます。VRを用いた本手法は、データ収集のみならず、シミュレータでは再現できないような事象に対する訓練手法としての活用が可能です。

参考 廣瀬ほか、電力中央研究所 研究報告 NR22012 (2023)
Hirose et al., Proc. of PSAM16, A-50 (2022)
池ほか、電力中央研究所 研究報告 O20011 (2021)