

# 現場組織の緊急時対応力向上を目指した福島第一原子力発電所事故分析

## (2) 時間的要素とレジリエンス

Enhancing Emergency Response on the Field Based on Analysis of Fukushima Daiichi Nuclear Accident

(2) Resilience Considering Time-Depending Factors

吉澤 厚文<sup>1</sup>, \*大場 恭子<sup>2,3</sup>, 北村 正晴<sup>4</sup>

<sup>1</sup>IRID, <sup>2</sup>JAEA, <sup>3</sup>長岡技大, <sup>4</sup>テムス研究所

発電所の現場における事故対応の達成度に大きな影響を与える要素のひとつに、「時間」がある。本研究は、時間依存の人間工学モデルを用いて、福島第一原子力発電所事故（以下、1F事故）の3号機及び5号機の現場対応を比較し、時間的要素に着目した緊急時対応に関する教訓導出手法について検討を行う。

**キーワード:** 福島第一原子力発電所, 緊急時対応, レジリエンスエンジニアリング, 時間的要素

### 1. 緒言

事故等の現場における緊急時対応は、時間的制約の中で、判断や行為の実施が求められる。しかし、事故後に行われる原因究明の調査や事故時の対応等をまとめた既存の主要調査報告書からは、実際に緊急時対応を行った現場の時間的要素の影響を読み取ることは難しい。本研究は、1F事故で全交流電源喪失に至った3号機と5号機の原子炉の冷却回復までの事象を比較し、緊急時対応における時間的要素が与える影響を明らかにする。さらに、このような視点に立つことで、従来の事故調査報告書の範囲を超えた教訓の導出を試みるものである。

### 2. 方法及び結果

1F事故時、同型式（BWR4）である3号機および5号機は、共に外部電源および非常用電源が使用不能となり、全交流電源喪失となった。3号機は、震災直後、蒸気駆動の高圧注水系が作動可能であり、これによる原子炉注水が実施された。その後、当該系統は停止し、原子炉の減圧操作と共に低圧代替注水の確立を行ったものの、過酷事故を防ぐことはできなかった[1]。一方、5号機は、安全弁による除熱が実施されている間に、代替注水ラインを確立し、減圧を実施して原子炉への低圧注水を回復した。更に、注水を継続している間に、非常用電源の復旧や仮設のポンプの準備等残留熱除去システムの復旧を行っており、これらの対応の結果として過酷事故に至らずに冷温停止を達成できた[2]。

本研究では、3号機と5号機の様々な差異の中から、崩壊熱レベルの差がもたらした現場対応への時間的要素に着目し、分析を行った。具体的には、システムの回復力を高めるための方法論であるレジリエンスエンジニアリングが提唱する4つのコア能力（Learning; 学習, Responding; 対応, Monitoring; 監視, Anticipating; 予見）を用いて、原子炉への注水回復に寄与した重要な対応を整理した。この結果から、主観的利用可能時間と制御モードの関係性を説明する概念モデルであるHollnagelのCOCOM(the Contextual Control Model)を参照し、現場の制御モードを分析した[3]。COCOMは、制御モードを主観的利用可能時間の長さによる行為選択等の実施状況によって、混乱状態、機会主義的、戦術的、戦略的制御と分類するモデルであり、モードは後者に行くほど高いパフォーマンスが期待できる。本研究の分析の結果、主観的利用可能時間の多かった5号機は戦術的制御モード、少なかった3号機では機会主義的制御モードが主であった。

### 3. 結論

1F事故における3、5号機の復旧・回復を目指して行われた対応について、COCOMを参照した評価を実施し、緊急時における時間的要素の影響を明らかにした。緊急時対応のパフォーマンスを高めるためには、COCOMのより高いモードの主観的利用可能時間を確保することが重要である。また、号機間の時間と制御モードの比較分析から、予防対策のあり方や機器の目的外利活用に関する柔軟な着眼、トレードオフを伴う判断の状況適応性など、手順書的に整理できない意思決定ができる能力が重要であると言えよう。これらの分析により、本手法が、緊急時対応に重要な時間要素を含めた具体的な教訓導出に有効であることも確認ができた。

### 参考文献

- [1] 東京電力福島原子力発電所における事故調査・検証委員会, 最終報告書, 2012  
 [2] 吉澤厚文他, 福島第一原子力発電所事故をふまえた組織レジリエンスの向上 (III) (時間フロー-Responding 構造モデルによる5号機の事例分析と評価), 日本機械学会 2015 年度年次大会予稿集, G1700105, 2015  
 [3] Hollnagel, E. :Cognitive Reliability and Error Analysis Method CREAM, ELSEVIER, 1998

Atsumi Yoshizawa<sup>1</sup>, \*Kyoko Oba<sup>2,3</sup> and Masaharu Kitamura<sup>4</sup>

<sup>1</sup>International Research Institute for Nuclear Decommissioning, <sup>2</sup>Japan Atomic Energy Agency, <sup>3</sup>Nagaoka University of Technology, <sup>4</sup>Research Institute for Technology Management Strategy