

(様式 3)

論 文 内 容 の 要 旨

氏 名 吉澤 厚文

複雑かつ進化の著しい社会技術システムは、リスク低減対策後も「残余のリスク」が存在する。そのため、残余のリスクが顕在化した「不測の事態」の備えとして、緊急時対応力が必要となる。本研究は、このような認識に基づき、緊急時対応力の向上を図るために、事故の「回復等に寄与した行為群」から教訓を導出し、それらを形式知化できる新たな「学習システム」を提案するものである。

本論文は、「Safety-II の概念を用いた緊急時対応力向上のための学習システムの提案—福島第一原子力発電所事故対応への適用による実証研究—」と題し、全 6 章で構成される。

第 1 章では、研究の背景として、2011 年 3 月に発生した東京電力福島第一原子力発電所事故（以下、1F 事故）後に、複数の機関によって指摘されている残余のリスクに対する取り組みの必要性について概説した上で、回復等に寄与した行為群から学ぶ重要性を述べた。

第 2 章では、原子力発電における安全確保の道筋を紹介するとともに、原子力発電以外の分野も俯瞰しながら、リスク低減を目標とした既往の学習システムの課題を抽出し整理した。その結果、課題は「データソースの収集と着目する行為群の全体の把握」、「因果律の仮説」、「人の位置づけ」、「現場の環境に合わせた評価」、「学習のあり方」の 5 点に集約された。これらの課題を踏まえ、本研究の目的および概要を述べた。

第 3 章では、第 2 章にて集約した課題を解決する学習システムを提案することを目的とする本研究が適用する Hollnagel の提唱する安全概念 Safety-II について、現行の安全概念 (Safety-I) とどのように違うのかを明確にした。また、Safety-II を実装するための方法論であるレジリエンスエンジニアリングの考え方について解説した。これらの考え方を参照し、Safety-II の概念に基づく新たな学習システムの構築のために必要となる事象の推移の時間的・環境的状况を考慮した評価手法として、①レジリエンスエンジニアリングのコア 4 能力 (学習, 対処, 監視, 予見) を用いた評価, ②ワークロード時間推移評価手法, ③Responding の背後要因モデル, 並びに④m-SHEL モデルを援用した評価手法を開発整備した。また、これらの手法を実証する事例に、1F 事故における 3 号機の原子炉を冷やす機能の回復過程を選定し、当該事例における回復等に寄与した行為群を分析するために必要となる事例全体の行為群のデータソースを収集し、それらに基づき事例の全体像を示すとともに、分析対象となる行為群の抽出を行った。

第 4 章では、第 3 章で提案した学習システムを用いて、実証事例における回復等に寄与した行為群の評価を行った。評価にあたっては、評価手法として整備したテンプレートにデータソースを落とし込む形でデータベースを作成し、教訓の導出を行った。その結果から、緊急時対応は、回復等に寄与した行為群と上手くいかなかった行為群の複合であると同時に、いずれの選択肢もリスクを伴う中で判断が行われていることが明らかになった。また、回復等に寄与した行為群に着目して緊急時対応力の向上を目指す学習をするには、実際の緊急時対応の事例の評価において、ヒューマンファクターのポジティブな面 (人の

能力)への着目が重要であること、「時間」と「リソース」の活用が有効な指標となることが明らかになった。さらに、より高い緊急時対応力を実現するためには、ワークロードの観点から見た外部組織の現場支援のための要求機能の明確化やストレス管理の必要性、人材として必要な Attitude の構成要素の明確化、環境変化に応じたシステム変更を可能とする体制の確立や、目標の提示とこの達成に向けたマネジメントの仕組み構築等が必要であることが明らかとなった。これらは、既往の事故調査では得られなかった新たな教訓の導出であり、Safety-II の概念を適用した学習システムが、回復等に寄与した行為群から不測の事態における緊急時対応力を高めるための教訓の導出・形式知化を可能にするための実証である。

第 5 章では、第 4 章での実証結果を踏まえ、残余のリスクが顕在化した不測の事態における Safety-II の概念に基づく学習システムの有効性について、第 2 章で集約した課題に基づき考察した。この考察により、提案した学習システムによって、集約した課題が解決されたことを確認するとともに、提案した学習システムを適用する際に留意すべき点についても明示した。また、複数の評価手法を用いることにより、同一行為群から様々な教訓が導出できること、並びに 3 種類の他の事例への適用を含めて本学習システムの汎用性を確認した。さらに、第 4 章で導出された教訓のうち、Attitude を高める実装プロセスについて試行することで、導出された教訓の実践可能性を試行し、今後の課題について取りまとめた。

第 6 章では、本論文を総括し、Safety-II の概念を用いて本研究で提案した緊急時対応力向上のための学習システムが、「残余のリスク」の低減に繋がる「不測の事態」への緊急時対応力の中で、「回復等に寄与した行為群」からの教訓を実践的に導出・形式知化することが可能であるとの結論を得た。