

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 久保田龍治

原子力発電所の中央操作室に駐在する運転員チームは、全体の指揮をとる当直長と複数の機器操作員から構成されており、発電所に異常事象が発生した場合、操作員は担当機器に係る警報及びこれに関連する状態をあらわすパラメータの挙動を当直長に報告し、当直長はそれらに基づいて適切な措置を指示する。したがって、中央操作室のマンマシンインターフェイスは、運転員が的確に状況を把握し、これに関する情報を共有して相互協力し、当直長が知識ベースを十分に活用して的確な措置を指示できるように設計されねばならず、情報技術の進歩を踏まえて、そのような観点から逐次改良がなされてきている。「原子力発電所の運転員支援システムに関する研究」と題する本論文は、運転員の過誤の発生可能性を現すためには認知負荷の軽減が有効であるとの観点から情報技術を活用して運転員の認知活動を支援する新しい提案を行い、その有効性を検討してきた著者の長年にわたる研究成果を取りまとめたものであり、全体は5章から構成されている。

第1章は序章で、研究の背景と動機、従来の研究と課題、研究の目的について述べている。

第2章は、情報技術によって運転員の認知活動を支援するいくつかのアイデアについて実験的な考察を行った結果をとりまとめているもので、第1に、機器の状態表示に大型表示システムを採用した場合の効果を運転クルーの発話頻度や内容の比較分析から検討したところ、運転クルーのコミュニケーションが活性化し、発話の有効伝達率が増加すると共に、CRTから得られる情報も増加することがわかったこと、第2に、警報音の中心周波数を運転員の発話の周波数帯から高・低周波数側に移行させたところ、運転クルーのコミュニケーションを阻害しない警報音を実現できることがわかったこと、第3に警報音に音楽的要素を取り入れる場合、長さは1～2小節の2音程度で構成し、アタック音のある音色を用いるのが記憶の持続の観点から適切であるとわかったこと、そして第4に、プラント状態表示方式を変えて行った異常事象同定実験の解析から、CRT画面は分散型よりも集約型表示方式を採用するほうが監視に有効であると確認できたとしている。

第3章は、運転クルー間の情報共有化手段を提案して、その有用性を検討しているもので、主要系統のミミック表示にプロセス量と機器状態の付加したものを大型表示システムに提示したところ、運転員の状況把握が的確になり、当

直長の状況確認のための発話が減少したこと、警報音を状態毎に変えてこれを音声告知を組み合わせる方式や、これにヘッドセットを組合せた警報システムを試験をしたところ、音声告知が運転員の注意を引きつける効果を強化し、状況理解の迅速化をもたらすことが確認されたとしている。

第4章は、CRTを用いた2種類の運転員判断支援システムを開発し、その有用性を検証した結果を述べているもので、ナビゲーション機能がヒューマンエラーの防止に効果があることに着目して、炉心損傷を防止するための運転手順書をフローチャート表現を用いて提示することにより、手順の抜け落ちを防止できること、炉心損傷が発生した場合にプラント状態を把握し、事故進展の可能性とそれに伴う被害状況、その状況に適切なアクシデントマネジメントガイドを提示できる支援システムを用意したところ、運転員はとくに状態把握メニューやガイドを多用し、このシステムの有用性を表明したとしている。

第5章は、本研究の結論を、大型表示システムによる情報共有化の効果の考察やその結果明らかにされた課題を中心に述べているものである。

以上を要するに、本研究は、原子力発電所の中央操作室のヒューマンインターフェイス設計を運転員の認知負荷を軽減する観点から改善するために情報技術の効果的な活用策を提案し、その有用性と課題を実験的に検討して、応用して有用な知見と研究課題を見出しており、原子炉システム工学及びヒューマンインターフェイス工学の進展に寄与するところが少なくない。よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。