

氏名	松原 貴史
授与した学位	博士
専攻分野の名称	工学
学位授与番号	博甲第5350号
学位授与の日付	平成28年 3月25日
学位授与の要件	自然科学研究科 産業創成工学専攻 (学位規則第5条第1項該当)
学位論文の題目	ヒューマンエラーを防止するプラントの手順書生成・運用に関する研究
論文審査委員	教授 五福 明夫 教授 鈴木 和彦 教授 村田 厚生

学位論文内容の要旨

原子力プラントや石油精製プラントでは、運転や作業を行う際に手順書が使用されている。しかしながら、手順書の不備を原因とするトラブルも多く発生している。発生しているトラブルの問題点は、手順書の不備だけでなく手順書の作成者や操作者（以下、関与者）のヒューマンエラーも含まれている。これまでの関連研究では、トラブルの問題点に対して手順書の不備に関する対策は検討されているが、手順書の生成から運用の過程（以下、生成過程）と関与者を関連づけた形での対策については検討されていない。

本研究では、原子力プラントや石油精製プラントの運転や作業などで使用されている手順書の不備を原因とするトラブルの問題点を、これまでの筆者の経験にも基づいて、手順書の生成過程とその関与者別に関連づける形で整理する分析方法を提案している。本分析手法を用いることにより、トラブルの問題点を手順書の生成過程とその関与者相互の関連性を同時に分析することで、手順書の生成過程と関与者を特定する事、及び問題点が複数ある場合、それらの関連性を明らかにすることが可能となった。

次に、提案した分析手法の有効性、適用性確認のため、Web上で公開されている原子力関係のNUCIA、及び石油精製関係のPEC-Saferの二つのデータベースより、手順書の不備を原因とするトラブルを抜き出して分析した。そして、両方で発生しているトラブルを比較可能な形で分析できた。これらの分析結果を比較することにより、トラブルの問題点は手順書の生成過程全般で発生している事、及び発生している問題点と関与者の関係もよく似た傾向である事を明らかにした。

分析結果において特に多く発生している問題点に対して、具体的な対策を検討し、一覧表とフロー図に整理した。この中から、本論文では「手順書の内容と関与者のスキルの関係」について実験により検討した。まず、トラブルの問題点と手順書を構成している情報の関係を分析した。その結果、10種類の情報に分類され、中でも備考欄の記載情報の抜けによるトラブルが多く発生している事がわかった。次に、備考欄の記載情報の内容と、手順書を使用する関与者のスキルの関係を分析した。その結果、関与者のスキルが初級者と中級者以上の場合で、7種類に分類された備考欄の情報の必要性が異なる可能性を明らかにした。実験にはセミスケールの模擬火力発電プラントを用いる事とし、2つのタスクを準備した。実験で確認する備考欄の情報は、操作者のスキルの違いにより操作パフォーマンスが異なる可能性を考慮し、タスクの各手順の操作を間違えた際に発生すると想定されるトラブルと、その影響との関連性を筆者が考案したリスク評価表とトラブルインパクトマップを用いて評価した。

実験では初級者に必要とされる備考欄の情報を明らかにする事とし、4つの作業仮説を立てた。スキルレベル確認のため、協力者全てに対して実験前に知識レベルテストを実施した。実験では、備考欄の情報の種類と記載量によって3種類の操作手順書を用意した。また、協力者の操作の理解度や実験中に感じた事を確認するため、実験後の確認テスト、及びアンケートを作成した。

知識レベルテストでは、全ての実験協力者が初級者と判定された。操作実験の結果、初級操作者に必要な情報は備考欄に記載する方が、操作時間は長くなるが、操作ステップの抜け率やトラブル発生率は減少した。実験結果から、備考欄の情報の手順書への記載方法では、以下の①～③について明らかにした。

- ① 数値情報は初級者の記憶に正確に残る事が少なく、容易に理解させる工夫が必要である。
- ② 操作の参考となる詳細情報のうち、重要機器の操作やトラブルの対応は備考欄に記載すると同時に、プラントの概要説明や操作教育において、重要な操作であることを初級者に理解させる必要がある。
- ③ 手順書の中に類似する操作ステップとそれらを補足する備考欄の情報がある場合、備考欄の情報は類似する操作ステップの最初に記載すれば、その後の操作ステップに備考欄の情報が記載されていなくても、初級者は思い出し操作する可能性が高くなる。

論文審査結果の要旨

本学位論文は、原子力プラントや石油精製プラントなどの大規模な工学プラントの運転や保守において、手順書の問題に起因するヒューマンエラー（HE）を防止するための手順書の生成や運用の方法について研究している。

大規模な工学プラントの運転や保守作業においては、確実性やHEを防止するために、手順書が使用されている。しかしながら、手順書の不備を原因とするトラブルも多く発生している。この研究では、まず手順書の不備を原因とするトラブルの問題点を、生成過程とその関与者に関連づけて分析する方法を提案している。本分析手法は、手順書の問題点に関連する生成過程と関与者を特定でき、また問題点が複数ある場合にそれらの関連性を明らかにできる特長がある。

提案した分析手法を適用して、Web上で公開されている原子力関係と石油精製関係の2種類のデータベースに報告されている手順書の不備を原因とするトラブルを分析している。この結果、両分野でのトラブルの問題点の共通点（生成過程全般で発生していること、発生問題点と関与者の関係が類似していること）と相違点を明らかにしている。

また、特に多く発生している問題点に関連して、本論文では「手順書の内容と関与者のスキルの関係」について検討し、手順書を構成する10種類の情報の中で、備考欄の記載情報の抜けによるトラブルが多く発生していることを明らかにしている。そして、備考欄の記載情報の内容と、手順書を使用する関与者のスキルの関係を分析し、関与者のスキルによって7種類に分類された備考欄の情報の必要性が異なることを明らかにしている。

さらに、初級者に必要とされる備考欄の情報を検討し、セミスケールの模擬火力発電プラントを用いた操作実験により、初級操作者に必要な情報は備考欄に記載する方が、操作時間は長くなるが、操作ステップの抜け率やトラブル発生率は減少することを明らかにしている。そして、実験結果を踏まえて、手順書の記載方法に関するガイドラインをいくつか導いている。

以上の学術的研究成果は、大規模工学プラントの運転や保守におけるヒューマンエラーを低減して安全性を高めることに貢献すると判断され、学位授与に値するものと判定される。