

審 査 の 結 果 の 要 旨

氏 名 廣川 直機

東京電力福島第一原子力発電所の事故以降、国内の原子力発電所では、深層防護の第 4 レベルにあたるシビアアクシデント (Severe Accident, SA) の発生防止と影響緩和策が拡充されてきている。また、第 5 レベルにあたる敷地外の緊急時対応についても、ハード、ソフト両面での整備が進められてきているものの、第 4 レベルと第 5 レベルを統合的に扱ったリスク対策の検討はこれまで十分になされていない。特に、第 4 レベルの対策の一つである格納容器ベントは、SA 時に格納容器圧力を緩和させる目的で実施されるが、実施に伴い発電所外へ核分裂生成物質を放出することになる。従って、格納容器ベント実施時における公衆の被ばくリスク低減のためには、第 5 レベルの緊急時対応との連携が不可欠である。これらを踏まえ、格納容器ベント実施時に着目して第 4 レベルと第 5 レベルを統合的に扱うリスク評価手法の構築を目的としている。本論文は 6 章にて構成されている。

第 1 章では、深層防護における第 4 レベルと第 5 レベルにおいて、確率論的リスク評価や故障モード影響解析といった従来手法における課題を述べている。特に第 4, 5 レベルでの評価に重要となる組織的関係性を踏まえた要因分析手法として、近年他分野で適用が進められている STAMP/STPA (System Theoretic Accident Model and Processes/System-Theoretic Process Analysis) の利点、原子力分野への適用性についてまとめたうえで、本論文の目的を述べている。

第 2 章では、統合的なリスク評価として、STAMP/STPA を用いたハザードシナリオ抽出に、意思決定の定量化のためのファジィ推論の適用を加えた独自の手法開発について述べている。また開発手法を用いた評価として第 3 章以降で利用する SOARCA (State-Of-the-Art Reactor Consequence Analysis) プロジェクトにおける短期全交流電源喪失事象について説明している。

第 3 章では、SA 事故時の組織体制について、原子力発電所内部体制も含め、全交流電源喪失事象発生時のリスク要因分析について述べている。要因分析では、構築した STAMP/STPA を適用し、事故に繋がりうるシナリオ (ハザードシナリオ) の抽出過程でのスクリーニング、抽出後のグループ化に加え、定性的な

観点での重要度評価を行い、格納容器ベント時の判断基準、及び避難遅れに繋がるシナリオが重要度は高くなることを明らかにしている。

第 4 章では、格納容器ベント時の判断をファジィ推論により定量化した結果について述べている。ファジィ推論では、従来の原子炉压力容器圧力での判断（ケース 1）に加え、避難割合が低い場合には実施しないルール（ケース 2）、ケース 2 に対し更に避難割合が高い場合には積極的に実施するルール（ケース 3）について、実施判断を数値化し、SOARCA の短期全交流電源喪失シナリオにおける住民避難割合との比較を行うとともに、評価で設定した関数（メンバーシップ関数）の不確かさの影響について検討し、関数の不確かさの影響が小さいことを明らかにしている。

第 5 章では、公衆リスク評価および防護措置の検討として、原子力防災対策を重点的に充実すべき地域（Emergency Planning Zone, EPZ）を対象とし、ベント実施時間をパラメータとした、7 日間の積算被ばくリスクに関する評価、防護措置としての屋内避難の効果について述べている。積算被ばくの観点では、避難がほぼ終了する時刻でのベント実施がリスクは最も小さく、第 4 章で検討したケース 3 のルールを用いた実施判断が適切となる結論を得ている。また、屋内避難のモデルを組み込むことで、よりリスクを低減させる対策が定量的に議論できる見通しを得ている。

第 6 章は結論であり、本論文の成果をまとめている。

以上、本論文は、深層防護第 4 レベルと第 5 レベルにおいて、これまで体系的な検討が必ずしも十分ではなかった組織的要因や意思決定が与える影響について、定量化を含めた統合的なリスク評価手法を構築しており、本論文が原子力安全学に寄与するところは大きいと考えられる。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。