

審査の結果の要旨

氏名 菊池 康紀

本論文は、「Structuration of Knowledge on Process Design and Evaluation for Risk-Based Decision Making (和訳：リスクに基づく意思決定のためのプロセス設計及び評価に関する知識の構造化)」と題し、化学物質を扱うプロセスの設計において適切にリスクを評価し、意思決定を行うために重要となるプロセス設計及び評価に関する知識を論理的に構造化し、さらに実際の意思決定者が実践的に利用可能な形に変換するための方法論と支援システムの構築を目的とした研究である。全7章より構成されている。

第1章は緒言であり、本研究の背景及び目的を述べている。環境・健康・安全に関する化学物質リスクが産業活動及び消費活動において重要な項目になっていること、リスク評価を含めた意思決定を実行可能にする必要があることを説明している。その上で、ライフサイクルアセスメント(LCA)やリスクアセスメント(RA)などの評価手法やプロセス設計、意思決定における既往の研究を紹介している。これらの背景を受け、リスクに基づく意思決定を実践的にを行うことを可能にするための、プロセス設計及び評価に関する知識の構造化の方法論を構築することを本論文の目的として示している。

第2章では、知識の構造化の概念的な方法論とともに、それを実際の意思決定の主体が実践可能な形に変換するためのアクティビティモデリングと情報システムモデリングを提案している。まず、知識の構造化において必須となる知識変換の流れを、エビデンスから始まり、形式化知識、体系化知識、構造化知識、実践的知識、実践可能な知識へと流れるサイクルで提案し、それぞれの知識への変換方法を提案している。そして、知識の論理的なつながりを検討するために実際に知識を用いるアクティビティのモデル化を行う方法論を構築している。さらに、プロセス設計や評価において必要となる情報システムモデリングを提案している。本研究では機能モデリング手法 IDEF0 と統一モデリング言語 UML の併用によりこれらの知識変換が達成できることを示している。

第3章では、本研究の中でケーススタディとして取り上げられている金属洗浄プロセスを概観し、発生しているリスクに関わる意思決定における問題を解析している。その上で、問題解決のための統合的なプロセス評価手法を提案している。産業現場における状況を解析するために、33の異なる実プロセスの調査やエキスパートへのヒアリング調査を行い、調査を基に、LCA と RA、経済性評価を総合的に実施してプロセスを評価する体系化知識を構築し、実際に評価を行った結果を示している。

第4章では、第3章で提案されたプロセスの評価手法を実際に実行するための、プロセス設計及び評価に関する構造化知識が構築されている。必要となる知識を、評価すべき項

目特定の知識、評価実行の知識、代替案生成の知識、代替案評価のためのプロセスシミュレーションの知識、そして、評価結果の解釈の知識の 5 つの知識群に分割してそれぞれを体系化している。これらが互いに連携した知識になるように、それぞれの知識で必要な役割と他の知識との関係を明確化しながら構造化知識を構築している。

第 5 章では、第 4 章で構築された 5 つの体系化知識とそれらから成る構造化知識を利用するビジネスモデルと、それを支援する情報システムの要件定義を行っている。IDEF0 によってアクティビティをモデル化し、さらに UML により情報システムモデルで支援システムの要件定義を行っている。

第 6 章では、第 2 章で示された方法論をもとに、第 3 章、第 4 章、第 5 章で金属洗浄プロセスを対象にして行った知識の構造化が、一般的なリスクに基づくプロセス設計、さらには他の意思決定に対して汎用的に応用可能であることを議論している。問題解決のために必要となる知識の構造化手順を一般的に示し、さらにプロセス設計及び評価に関する知識のテンプレートとして、5 つの体系化知識で構成される構造化知識を提案し、その一般性を議論している。また、化学プロセス設計に対しての適用を行い、知識の構造化手順を実行する上で必要となるテンプレートを構築している。

第 7 章は終章であり、本論文で構築してきたリスクに基づくプロセス設計及び評価のための体系化知識や構造化知識の構築とそれらのビジネスモデルとの統合化、情報システムによる活性化により、リスクに関わる知識を効果的に結合することができるとしている。また問題の特徴にあわせ、シナリオベースに必要な知識を選択し結合することができる知識の構造化方法のフレームワークが示されたことを述べている。加えて、提案された知識の構造化に関わる今後の研究課題についても述べられている。

以上要するに本論文は、意思決定に対して、分散して存在する様々な知識を問題解決のために結合して一つの知識構造体とし、さらにそれを実際のビジネスアクティビティと統合して情報システムにより活性化することの方法論をケーススタディとともに示し、さらに一般化してシナリオベースのフレームワークとして提案している。これらの成果は、プロセス設計や評価だけでなく、科学的知識を統合的に用いて様々な目的関数のもとでリスクに基づく意思決定を行うために極めて有用なものであり、プロセスシステム工学、ライフサイクル工学および化学システム工学に大きく貢献するものと考えられる。

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。