

# 論文要旨 Dissertation Abstract

令和 2年 1月 8日

Date (YY/MM/DD): 2020/1/8

専攻 Major 環境リスクマネジメント	学籍番号 Student ID d 1 7 t f 0 0 3	氏 名 Name 佐野 和彦
論文題目 Dissertation Title	モノマー製造プラントへの安全投資の有効性判断に資する設備投資の費用対効果に関する研究	
<p>石油化学プラントは、運転、設備及び多様な人間要素が結合した複雑な技術システムと言え、蓄積されてきた技術のノウハウが実際に適用される場所である。このプラントにおいて、事故が継続的に発生している。事故防止には、人、時間及び資金の投入が必要とされ、生産と安全のバランスの中で投資を配分する企業にとっては、安全投資のあり方が課題となる。石油化学プラントにおける投資先には、1)新規・増設、2)合理化、3)品質改良、4)保全、5)研究開発、6)安全・保安がある。生産活動に対する投資は、採算性や投資対象の事業の成長性、当該投資の事業への貢献度等事業判断から決断がなされ、比較的明確な判断基準がある。一方、安全投資の優先性判断及び意思決定については、生産活動に対する投資基準をそのまま用いることはできず、安全投資の実施判断基準は曖昧であり、研究の余地がある。</p> <p>本研究は、石油化学プラントの火災・爆発防止を最終目標としている。石油化学プラントとしては、モノマー製造プラントを選んだ。本研究が石油化学プラントの火災・爆発リスクを対象とした理由として、複雑な技術システムであり、事故を生じさせる原因は該技術システムに深く関係していること、事故発生時は大規模な人的及び物的損失を伴い、事故に対する人の関心が高いと言う石油化学プラントの特徴から、火災・爆発リスク防止の観点からプライオリティが高い対象と考えたからである。さらに、石油化学プラントとして、事故の大きさ、多さに影響を及ぼすプラントサイズ、装置数の観点、本研究成果の水平展開の観点からプロセスの汎用性等を考慮し、モノマー製造プラントを選択した。</p> <p>本研究の目的は、モノマー製造プラントのリスクアセスメントを適正に実施すること、安全投資の費用対効果を算定して優先順位を示すこと、及び安全投資を効果的に行うための意思決定プロセスを構築すること、である。本研究の内容構成としては、大別すると、研究の具体例を示す目的で選定したモノマー製造プラントの説明、安全投資を行うための検討 STEP の構築、前記検討 STEP を使った各機器への設備投資の費用対効果の算定、各機器の改善を補完するシステムとしての緊急停止システムの構築、安全投資実施の意思決定プロセスの5つの部分からなる。本研究の特徴として、モノマー製造プラントに適合した安全投資実施の検討 STEP に使用する評価法の選択と組合せを構築し、費用対効果から安全投資の優先性を示したこと、モノマー製造プラントへの適応</p>		

として、実プラント事例を検討したこと、安全投資の意思決定方法を検討したことをあげることができる。

各章において、次のような検討を行った。

第1章においては、本研究の背景として、石油化学プラントにおける火災・爆発事故が継続的に発生している現実から、既存リスクアセスメントの課題を述べた。本研究の対象はモノマー製造プラントとし、本研究の目的を、リスクアセスメントを適正に実施すること、安全投資の費用対効果を算定して優先順位を示すこと、及び安全投資を効果的に行うための意思決定プロセスを構築すること、とした。

第2章においては、モノマー製造プラントとして、アクリロニトリル (AN)、メタクリル酸メチル (MMA)、スチレン (SM)、2,6-キシレノール (XY) について概説し、プロセスの複雑さ及び事故による被害規模を考慮することでANプラントを選択することを述べた。その後、ANプラント、AN物性について概説した。

第3章においては、本研究の目的である安全を目的とした設備投資を効果的に行うための検討を行った。まず検討STEPを構築した。前記検討STEPをANプラントに適応し、反応装置を対象にして具体的に説明を行った。これにより、以下を明きからとした。

- ✧ リスク基準としての被害の大きさは、CCPS が提唱している Process Safety Metrics に間接費（機会損失による損害金額）を考慮する実用的方法が良いことを提案した。
- ✧ FT 図に事故防止のための技術システム改良点を示した。AN 反応系における固有機器の故障率を算定し、事故の発生確率を推定した。
- ✧ 技術システム改良方法を検討した。前記設備投資額及び改良メリット金額を算定した。投資効果の指標として、投資回収年を用いて、安全投資の優先性を示した。

第4章においては、第3章で示した各機器の改善では満足できる効果が得られなかった事態に対応することを志向し、装置の被害を最小限にするシステムとしての緊急停止システム (ESD) の構築とその費用対効果について検討した。これにより、以下を明きからとした。

- ✧ ESD には、不作動や誤作動の問題があり、流動層反応システムに ESD を導入するにあたり、流動層反応システムの固有性を反映した適切なパラメーターのモニタリングとトリガーレベルの設定方法が必要である。
- ✧ モニタリングするパラメーターは、事故を引き起こすシナリオを分析して特定する手法を提案した。
- ✧ トリガーレベルの設定は、ESD の有無による損害の期待値の比較で評価し、ESD 有りの効果が現れる点とすることを提案した。
- ✧ プロピレンのアンモ酸化プロセスへの適応例を示した。同例では、ESD 投資費 2 億円に対し、事故による損害期待値 2～5 億円を防止できるとした。

第5章においては、第3及び4章で示した設備投資の優先性に係る知見を基に、効果的な安全投資選択と実施の判断基準について考察し、投資の意思決定を行うにあたって考慮すべき事項について述べた。これにより、以下を明きからとした。

- ✧ 意思決定はそのプロセスが重要であることを既往研究から確認し、本研究の安全投資の遂行プロセスを示した。
- ✧ 意思決定者が意思決定を行うに際して、技術者として提供する分析データ及びその判断基準を示した。

第6章においては、本研究の横展開について考察し、本論文のまとめを行った。