

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 5 月 23 日現在

機関番号：82629

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26350469

研究課題名(和文) 化学プロセス産業における事故・災害防止のための変更管理支援システムの開発

研究課題名(英文) Development of Software System for Supporting Management of Change to Prevent Process Accident in Process Industries

研究代表者

島田 行恭 (SHIMADA, YUKIYASU)

独立行政法人労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所・リスク管理研究センター・センター長代理

研究者番号：10253006

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、プラントライフサイクルの業務プロセスモデルを基に、より具体的な変更管理手続きを定義し、この手続きに従って変更管理に係る業務を的確に進めていくことを支援するシステム(プロトタイプ)を開発した。支援システムは変更管理に関するエンジニアリング業務を実施するための業務遷移情報を入力するインターフェースを有し、以下の3つの支援機能が組み込まれている。(1)起案された変更が同種置き換えであるかどうかを判定すること。(2)次に実施すべき業務の候補をシステムユーザーに提示すること。(3)業務実施記録を保持すること。

研究成果の概要(英文)：In this study, procedure for management of change (MOC) has been defined more concretely based on business process model of plant lifecycle engineering. A MOC support system (prototype) has been developed to execute the MOC procedure appropriately. The system has user interfaces to input information on activity transition to perform MOC-related engineering activities and has support functions to judge whether or not originated change is RIK (Replacement In Kind), to propose candidate of next engineering activity to user, and to keep the MOC log.

研究分野：プロセス安全管理

キーワード：変更管理 プロセス安全管理 プロセス災害防止 業務プロセスモデル

1. 研究開始当初の背景

2011年3月以降、大手化学工場における大規模な事故・災害が相次いで発生している。それぞれの事故調査報告書や災害事例を紹介した講演会や研究会などでは、次のような共通の課題(事故発生の背景要因)が指摘され、行政からも通達等が出されている。

- 1) 非常作業におけるリスクアセスメントが不十分であった。
- 2) 変更管理(Management of Change, 以下MOC)が適切に行われていなかった。
- 3) 基本的なルール(マニュアル)が整備されていない、または遵守されていなかった。
- 4) 現場作業員のリスク認知度が低く、危険を伴う作業に関する情報が伝達されていなかった。

本研究では、2)のMOCの適切な進め方と4)の現場作業員への危険性情報の伝達に着目する。化学プロセス産業ではここ数年の事故以外にもMOCの不具合を背景要因とする数多くの事故が発生しており、大手、中小規模事業場に限らず、産業界全体での対応が急がれている。

MOCに対する従来の取り組みとして以下のようなものがある。

米国化学工学会(AIChE)化学プロセス安全センター(CCPs)では、MOCのガイドラインを出版している^{引用文献}。このガイドラインではMOCシステムの定義、変更の手続き、MOC記録フォーマット、現場で問題となる同種置き換え(RIK; Replacement in Kind)の取り扱いなどについてまとめている。しかしながら、このMOCシステムは作業員の経験的判断に任せず、論理的な安全管理を徹底している欧米企業では適用できるが、熟練作業員の経験と判断に依存する日本の製造現場での適用は難しいとされる。

国内の化学プロセス産業においてもMOCは大きな課題とされてきたが、具体的なガイドラインなどは示されていない。化学工学会安全部会では、大手化学会社、大学、研究機関のメンバーからなるWGを設立し、MOCに関する様々な調査や議論を行った結果をテクニカルレポートにまとめている^{引用文献}。このレポートには、RIKの具体的な事例がまとめられている。また、MOCを含めたリスク管理の模式図とプラントライフサイクル業務プロセスモデルに基づくMOC手続きのあるべき姿を示している。

2. 研究の目的

本研究では化学プロセス産業における事故・災害(労働災害及びプロセス災害)の防止を目的とし、日常業務の中で頻繁に行われる“変更”への適切な対応(MOC)について論理的で実用的な進め方を確立・提案するとともに、MOC支援システムを開発する。次の3点をMOCの実務上の課題として取り上げ、支援システムの機能として組み込む。

- 1) 変更に関する起案事項を漏れなくMOCの

組上に載せること。

- 2) MOC等実施責任者による業務実施判断を支援すること。
- 3) 変更に伴い新たに生ずる危険性情報を現場作業員を含む関係者間で共有すること。

3. 研究の方法

米国CSB(U.S. Chemical Safety Board)で公開されている事故事例報告書などを参考に、MOCの不具合による事故発生を防止するためのポイント(起案された修正事項に対して実施すべき業務)について調査する。従来の研究で提案されているプラントライフサイクルの業務プロセスモデルを基に、より具体的なMOC手続きを定義し、MOC実施を支援するシステムを開発する。研究目的で述べた課題に対して、以下に示す支援システムの機能の組み込みについて検討する。

- 1) 起案事項がMOCの対象となるかどうか(RIKに該当するかどうか)を判定する。判定には、化学工学会安全部会のテクニカルレポートに示されたRIK事例一覧をチェックリストとして活用する。
- 2) プラントライフサイクルの業務プロセスモデルに表されている業務遷移の候補(部門内への業務実施指示または業務実施結果の承認)をシステムユーザー(MOCに関わる各業務の責任者を想定)に提示する。
- 3) MOCに関連する業務実施記録を保持する。構築された支援システムについては、企業での実事例への適用を通して検証を行う。MOCの進め方や支援システムなどに不具合があれば、方法の再検討、支援システムの機能再設計、見直しを繰り返す。

4. 研究成果

(1) 変更管理支援システム(プロトタイプ)の開発

プラントライフサイクルの業務プロセスモデルを基に、より具体的な変更管理手続きを定義した。IDEFO形式(KBSI社製ソフトで作成)で表現されたプラントライフサイクル業務プロセスモデルのXML形式のファイルからエンジニアリング業務の遷移経路を取得した。業務の遷移毎に以下に示す機能を組み込んだインターフェースを設けることで、エンジニアリング業務の流れに従ってMOCを的確に進めることができるMOC支援システム(プロトタイプ)を開発した。図1にMOCの基本的な流れを示す。図2に提案する支援システムの構成を示す。ユーザー(MOCに関わる各業務の責任者を想定。図2中、Operator(s)と記載)は支援システムが示す業務選択などの指示に従ってMOCを進めていく。同時に業務実施記録が保持される。

- 1) 起案された変更がプラントライフサイクル業務のいずれに該当するかを入力する。

図 3 に MOC 開始業務選択の画面を示す。ユーザーは起案された変更がプラントライフサイクル業務のいずれに該当するかを選択することで、MOC 業務を開始し、以降の手続きは、支援システムの指示に従って、MOC の手続きを進めていく。(本来は設計、運転、保全などの業務の責任者が起案(入力)した際に自動的に選択されるものであるが、プロトタイプとして、システム上で選択することとしている)。

- 2) RIK に該当するかどうかを判定する。化学工学会安全部会が提供している RIK の事例一覧を参照することを想定している。

図 4 に RIK 判定の画面を示す。RIK であると判定された場合には、7)へ進む。本機能により、通常業務で起案された修正事項が MOC の対象であるのにも関わらず検討漏れとなり、予想外の事故・災害が発生することなどを防ぐことが期待できる。

- 3) MOC を実施する。関連業務の実施指示あるいは実施結果の承認作業を行う。通常のエンジニアリング業務を実施することと同じである。

本機能により、各業務の責任者による MOC の手続き確認と、部門内あるいは他部門により起案された変更案件への対応が指示され、対応漏れなどを防ぐことが期待できる。

- 4) MOC の実施記録を保持する。

本機能により、変更への対応業務実施内容を記録として残すとともに、安全設計情報や運転マニュアルなどの更新を促す。さらに、他の管理システムとの情報共有環境を構築することで関係者全員がいつでも関連情報を参照することができる環境の構築につなげることを想定している。

- 5) 次に行うべき業務の候補(部門内への業務実施指示または業務実施結果の承認)をユーザーに提示する。

MOC の手続き(通常のエンジニアリング業務の流れと同じ)に沿って、次の業務に遷移する。全ての検討事項への対応が終了したら、6)へ進む。

- 6) MOC に関係するすべての業務(手続き)について承認されると、MOC を完了し、実施記録を保持する。必要に応じて関連するプロセス安全情報の更新を指示する(情報更新指示機能は未実装)。

- 7) 2)で RIK であると判定した場合には MOC の対象とならないため、記録を保持して終了する。

化学工学会安全部会のテクニカルレポートに示されている MOC 事例に適用し、支援システムの動作を確認した。

MOC 実施記録を保持する機能から派生する追加機能として、事故発生時の根本原因分析を支援するための分析手順表示アルゴリズムについても検討中であるが、その実装は未完成であり、引き続き開発を行う。

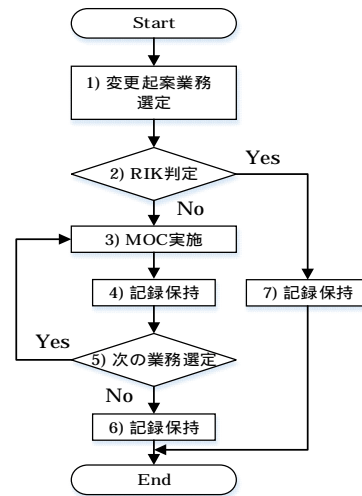


図 1 MOC の基本的な流れ

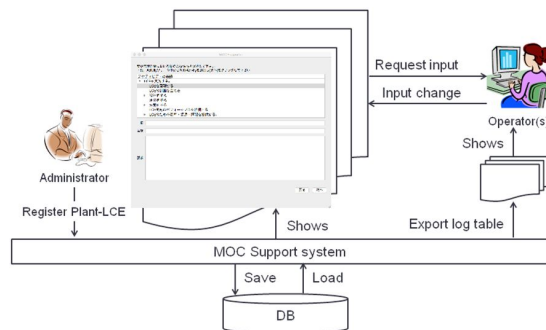


図 2 提案する MOC 支援システムの構成

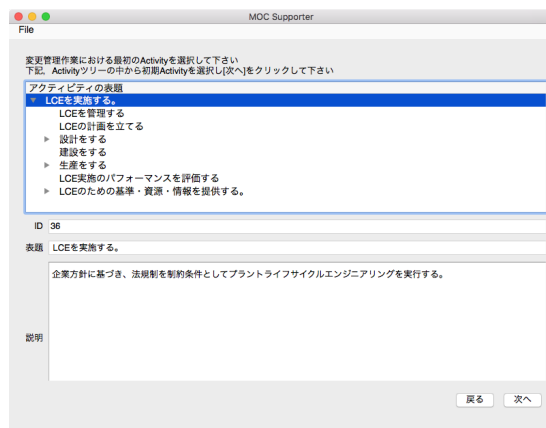


図 3 MOC 開始業務選択の画面



図4 RIK 判定の画面

(2) 業務プロセスモデルに基づくプロセス安全管理に関する提案

プラントライフサイクルの業務プロセスモデルをベースに、以下のようなプロセス安全管理 (Process Safety Management; 以下, PSM) の各要素を確実に実施する方法を提案している。

- 1) 業務プロセスモデルに基づく事故解析法
- 2) 事故解析に基づくプロセス安全先行指標 (リーディングメトリクス) の導出法
- 3) 設計業務プロセスモデルに基づくプロセスケミストリー情報の要求定義

これらの手法は業務プロセスモデルに基づくPSMの進め方について提案するものであるが、その他のPSM要素についても実施手続きを定義し、それぞれを支援システムの機能として実現することで、MOCだけでなく、PSM全体を支援する統合管理支援システムとして構築することも可能になる。

< 引用文献 >

AICHe/CCPS, Guidelines for Management of Change for Process safety, WILEY (2008).

化学工学会安全部会, 変更のあり方を探る, 化学工学テクニカルレポート, No.43 (2012).

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計4件)

Tetsuo FUCHINO, Kazuhiro TAKEDA, and Yukiyasu SHIMADA, Incident Investigation on the basis of Business Process Model for Plant Lifecycle Engineering, Chemical Engineering Transactions, 査読有, Vol.48, 2016, 888-894

Yukiyasu SHIMADA, Teiji KITAJIMA, Tetsuo FUCHINO, and Kazuhiro TAKEDA, Process Safety Management Based on the Business Process Model of Engineering Activities, Journal of Chemical

Engineers of Japan, 査読有, Vol.48, 2015, 609-618,

DOI: 10.1252/jcej.14we319

島田 行恭, 齊藤 日出雄, 化学プロセス産業における変更管理のあり方, 労働安全衛生研究, 査読有, 7巻, 2014, 89-99

https://www.jstage.jst.go.jp/article/josh/7/2/7_JOSH-2014-0006-SHI/_pdf

武田 和宏, 化学プラントの変更管理における課題と考え方, ケミカルエンジニアリング, 59巻, 2014, 39-43

[学会発表](計10件)

箕輪 弘嗣, 島田 行恭, 武田 和宏, 淵野 哲郎, 業務プロセスモデルに基づき変更管理の手順の変更及び原因追跡可能な変更管理システムプロトタイプ, 第49回安全工学研究発表会 2016年12月1日, 産業技術総合研究所(茨城県つくば市)

Hirotsugu MINOWA, Kazuhiro TAKEDA, Yukiyasu SHIMADA, and Tetsuo FUCHINO, A Design of a Software System Supporting to Appropriately Perform the Management of Change Procedure, The 5th Asian Conference on Innovative Energy & Environmental Chemical Engineering, 2016. 2016年11月16日, ニューグランドホテル(神奈川県横浜市)

淵野 哲郎, 北島 禎二, 島田 行恭, 岩壁 幸市, 業務プロセスモデルに基づくプロセスケミストリー要求定義, 第48回化学工学会秋季大会, 2016年9月7日, 徳島大学(徳島県徳島市)

箕輪 弘嗣, 武田 和宏, 島田 行恭, 淵野 哲郎, 設備の変更管理から逆トレースによるトレース問題の原因解析までの手順を支援するシステムの開発, 第15回情報科学技術フォーラム 2016年9月7日, 富山大学(富山県富山市)

箕輪 弘嗣, 武田 和宏, 島田 行恭, 淵野 哲郎, 変更管理の適正実施のためのソフトウェアの開発, 第48回化学工学会秋季大会, 2016年9月6日, 徳島大学(徳島県徳島市)

島田 行恭, プロセス安全情報の活用, 第47回化学工学会秋季大会, 2015年9月10日, 北海道大学(北海道札幌市)

淵野 哲郎, 島田 行恭, 岩壁 幸市, プロセス・プラント設計業務プロセスモデルに基づくプロセスケミストリー情報の要求定義, 安全工学シンポジウム 2015, 2015年7月2日, 日本学術会議(東京都港区)

淵野 哲郎, 島田 行恭, 武田 和宏, 大坂 宏, 井内 謙輔, 業務プロセスモデルによる事故解析に基づくプロセス安全リーディングメトリクス, 第46回化学工学会秋季大会, 2014年9月18日, 九州大学(福岡県福岡市)

淵野 哲郎, 島田 行恭, 武田 和宏,

大坂 宏，中川 昌樹，業務プロセスモデルに基づくプロセス安全メトリクスのための事故解析，第 46 回化学工学会秋季大会，2014 年 9 月 18 日，九州大学（福岡県福岡市）

淵野 哲郎，武田 和宏，島田 行恭，LCE 業務プロセスモデルを用いた PSM 事故の根本原因分析，日本機械学会 2014 年度年次大会，2014 年 9 月 8 日，芝浦工業大学（東京都江東区）

6. 研究組織

(1) 研究代表者

島田 行恭 (SHIMADA, Yukiyasu)

独立行政法人労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所・リスク管理研究センター・センター長代理

研究者番号：10253006

(2) 研究分担者

箕輪 弘嗣 (MINOWA, Hirotosugu)

岡山商科大学・経営学部・准教授

研究者番号：50464300

(3) 連携研究者

淵野 哲郎 (FUCHINO, Tetsuo)

東京工業大学・物質理工学院・准教授

研究者番号：30219076

武田 和宏 (TAKEDA, Kazuhiro)

静岡大学・学術院・准教授

研究者番号：60274502

佐藤 嘉彦 (SATO, Yoshihiko)

独立行政法人労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所・化学安全研究グループ・主任研究員

研究者番号：60706779