

## 論文内容の要旨

博士論文題目 プラント運転における技術伝承に関する研究

氏名 鈴木 剛

### (論文内容の要旨)

石油精製・化学プラントの安定運転や安全確保は、中央操作室のボードオペレータの監視操作と現場作業を行なうフィールドオペレータの日常的な保守・点検によって維持されている。特に熟練オペレータはプラントの過去の履歴、運転状況、現場環境等を総合的に判断し、マニュアルにはない経験に裏付けられたノウハウによって、プロセスや装置・機器の異常兆候を発見し、安定操業と事故の未然防止に大きく貢献している。これらのオペレータの教育・訓練については従来から OJT (On the Job Training) がその大きな役割を担ってきたが、少人化により OJT の機会が減り、熟練者のもつノウハウの非熟練者への伝達が困難になりつつある。中でもフィールド作業については支援ツールも少なく技術伝承が困難な状況となっている。本研究では、フィールド作業の指針となる手順書などの資料を見直し、技術・技能伝承の観点から課題を抽出するとともに、OJT で活用できる教材の開発方法と OJT の実施方法について考察した。また、OJT を基本とするオペレータ育成の効率化を目的として、交代制で勤務するプラントオペレータの中期的な配置計画問題について考察した。

まず、実際のフィールドオペレーション業務をヒアリングした結果、手順書などの関係資料が、操作手順学習用、作業リスク評価用、作業スキル診断用、作業理解度チェック用、作業時確認用などの目的毎に作成されていて、それらが相互に整合性が取れていない部分があり、これが統一的な理解を妨げる一因になっていることがわかった。この解決方法として、時系列的にオペレーションに関するすべての情報を記述するための拡大時系列表を考案した。表計算ソフトを利用することによって、共通の時間軸に沿って、操作の背景や理由（ノウホワイ）、安全確保のための注意点、操作対象である装置や機器の詳しい説明を関連づけて記述できるようになった。

整合性のある教育・訓練資料を整備することは重要であるが、資料作成のみではノウハウの伝承にはならない。オペレータの育成には人を介しての OJT が不可欠である。24 時間連続で運転されるプラントでは、複数の班を編成して交代勤務をする形態を取っている。このような勤務形態の中で OJT を行なうには、熟練者と非熟練者をうまくペアリングする必要がある。すなわち、ヒューマンリソースを有効に使ったマンツーマン教育の効率化が課題になる。本研究では、日常業務である安定・安全運転の確保と OJT によるオペレータの育成の両者を考慮した 10 年程度の中期的なオペレータの配置計画について、ケーススタディを使って考察した。すなわち、安定・安全運転に必要な班員構成を制約条件として、担当プラントに対する平均通算 OJT 期間の最大化を目的とする問題を定式化した。OJT による教育とスキルレベル向上との関係を考察し定式化したことで、定量的な評価指標に基づくオペレータ最適配置計画の立案が可能になった。プラントオペレータの OJT に基づく育成は、今後の持続的なプラントの安定・安全運転を支える最重要課題であり、提案したアプローチはこの課題解決のために役立つと考えられる。

氏名	鈴木 剛
----	------

### ( 論文審査結果の要旨 )

プラント運転現場では従来から、On-the-Job Training (OJT) が熟練者のもつノウハウの非熟練者への大きな伝達機会となっている。しかし、その実施方法や内容についての研究はほとんどない。特にフィールド作業については技術伝承が困難な状況になっている。OJT を効果的に行うためにオペレータのスキルレベルに合わせた教材の作成が必要になる。また OJT に基づくオペレータの計画的な育成は、今後の持続的なプラントの安定・安全運転を支える重要課題である。このような認識のもとで、本研究では、OJT の教材開発と OJT の実施計画について詳細な考察を行うとともにそれらを支援する具体的方法を提案している。

まず、OJT 教材の開発については、フィールド作業の指針となる手順書などの関連資料を見直し、技術伝承の観点から課題を抽出し、OJT で使える教材の開発方法について考察している。ケーススタディから考案した、時系列表をベースにした OJT 教材開発プロセスでは、共通の時間軸に沿って、操作の背景や理由、安全確保のための注意点、操作対象である装置や機器の詳しい説明を関連づけて記述するものである。これによって情報を統一的に管理でき、必要な項目を抜き出して目的に合った教材を作成できることを示している。今後、プラント運転の基本となる標準作業手順書 (Standard Operational Procedure) の管理方法の一つとして有望である。

次に、OJT の実施計画については、OJT を基本とするオペレータ育成の効率化を目的としている。複数の班を編成して交替勤務をする形態をとるプラントオペレータの中期的な配置計画問題について考察している。OJT に依存する現場での教育を効率よく行うため、ヒューマンリソースを有効に使う必要がある。班ではオペレータの入れ替わりがあり、かつ、OJT 経験年数によって段階的にスキルレベルがあがり、班での役割が変化する。このように構成メンバーの特性が経時的に変化するタイプの配置計画問題はこれまで取り上げられていない。本論文では、定量的な評価指標に基づくオペレータ最適配置計画の立案を提案している。更に、個々の企業や事業所の教育方針を反映した新たな制約を加えることができること、担当プラントに対する平均通算 OJT 期間の最大化以外にも非担当プラントまでを含めた平均通算 OJT 期間の最大化や、OJT 機会の最大化などについても、比較的容易に解が得られることを示した。実務でより複雑な制約が存在するとき、本研究で提案された数理計画にもとづく方法は、課題解決のために役立つと考えられる。

本研究は OJT によるオペレータ育成の重要性に鑑み、その支援として OJT 教材作成と配置計画手法を提案している。提案された手法は、今後、現場での試用によって改良されていくことが期待できる。オペレータをはじめ各現場従業者の組織形態や業務所掌と意識は国によって異なるが、本研究で提案された OJT 教材作成や OJT の効果的な実施計画については、今後海外でも利用されることが考えられる。

以上のように、本論文は、プラントオペレータを育成する OJT を有効に実施するための教材開発および実施計画を立てるための具体的手法を示したものとして、システム制御およびシステム工学の分野において、学術上、実用上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。