

## E214

## SDGs を支える生産革新の取り組み

(ダイセル) (法)三好史浩\*

## 1. 緒言

1990年代半ば、弊社の主力工場である姫路製造所網干工場において、「安定生産」「技術技能伝承の新たな仕組み」を基盤とし、「生産性を2倍に向上させる仕組み」を構築する将来構想を立案し、2000年に第一期知的生産統合を実現している。

これまでの生産統合は、個別改善やオペレータのスキルに依存したものであり、オペレータ負荷を増大して実現させてきた。しかし、2007年問題に代表されたように世代交代が目前に迫っていた状況下において、従来の取り組みでは製造技術の低下に繋がりがかねない恐れがあり、安全・安定操業を脅かすものであった。

そのため、「人組織の革新」「生産システムの革新」「情報システムの革新」を同時に実現することを目指した。特に「人組織の革新」を実現する上で、全体最適解を求める中で、人の役割は何か、そのために何を達成することが必要なかを追求した。

製造業においては、すべての取り組みに必然性があり、それらを個別の取り組みにせず連鎖させる必要がある。

本講演では、特に運転標準化とその成果を中心に解説し、SDGs への課題対応との関連性についても考察する。

## 2. 業務の再整理

知的統合生産を実現するためには、現状の組織とそれを構成する人の役割分担を全て明らかにし、ムダ・ロス・ヌケを抽出すると共に、人とシステムの役割分担を見直す必要がある。

弊社では独自に考案した「業務総点検」手法により、全ての作業を洗い出しながら指示系統と役割分担を整理することで、

- ・業務フローが途絶えている  
(PDCA、報告・連絡・相談、指示命令など)
- ・部門間のインターフェイスがうまくいかない
- ・役割分担と責任権限が合致していない

などの問題点を浮き彫りにして、業務と組織のミスマッチを明確化し、安定化の阻害要因や作業負荷増大の元凶を発掘し、徹底してメスを入れた。

意思決定に必要な情報も多岐に渡る帳票（作業日誌、製造日報、トラブル記録など）に依存しており、タイムリーさや的確さに欠けていた。またシステムと手作業のリンクがうまく設計されていないため、帳票作成において、転記手入力など、日勤者やオペレータに負荷をかけているケースが散見された。

多能化という観点においては、工室統合などで、「水平的多能化」すなわち、より広い範囲のプラントを運転する方向に対する施策は比較的取られるが、「垂直的多能化」すなわち、より広範囲の意思決定が必要となることに対する対策は見落としがちである。

(図1)

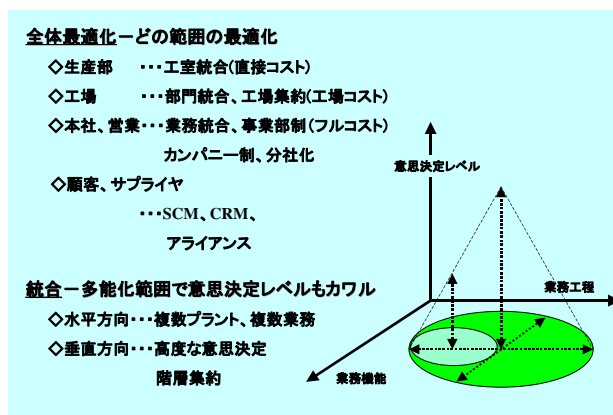


図1 最適化と意思決定レベル

業務総点検により、現状の業務分担を解析し、人、組織、マネジメントの再構築を行うことで、業務をシンプルな姿に見直すことが出来た。これにより運転標準化（意思決定）する範囲を決定する。

## 3. 運転標準化の取り組み

## (1) 化学プラントにおける運転標準化の特徴

化学プロセスは、組立加工型と異なり、化学的、物理的、機械的な操作で生産され、原料から製品までプロセス（配管、塔槽類）の中で形状が変化するため視認性が低く、製造の過程を代替変数でオペレータが管理している特徴がある。そのため、運転標準化においては、オペレータ(人)に着目する必要がある。すなわち、組立加工型が要素作業に分解するのに対し、熟練オペレータの意思決定方法の顕在化、すなわち「頭の中のミエル化・標準化」に取り組む必要がある。

## (2) 運転標準化の前提

運転標準化を行う上で留意すべき点として、

- ・オペレータの意思決定方法を引出す
- ・網羅的に実施する
- ・原因系と結果系を混在させない

等があるが、基盤整備・安定化が不十分な状態で実施すると、過去発生したトラブルや変調の対処方法が中心に整理され、熟練オペレータが培ったそれらを未然に防ぐノウハウを顕在化できない。そのため、用語・言語の統一（機番統一、P&ID整備等）から着手し、工場内でのコミュニケーション（生産と設備管理、生産とスタッフ等）を円滑にするとともに、原理原則に基づく議論を促進させる必要がある。さらに徹底した安定化（オペレータ負荷低減の取り組み）を実施し、ゆとりを作り出すとともに、伝承が必要なノウハウを選別することが肝要である。

## (3) 総合オペラビリティスタディ手法

定常運転時のオペレータの意思決定方法を標準化する方法として HAZOP 法を応用した総合オペラビリティ

スタディ手法を独自に考案している。この手法は、オペレータの意思決定プロセスを「安全」「安定」「品質」「コスト」の要素毎に監視-判断-操作の流れで網羅的に顕在化する方法である。これにより工場全体で、数百万のケーススタディが顕在化できた。

また、総合オペラビリティスタディの過程では、多くの技術的な改善課題として安全性強化や品質改善や省エネ・省資源といった新たなコストダウンアイテムを抽出ができる。従来の取り組みでは、やり切り感があつた改善活動であるが、本手法により新たな切り口で従来認識していなかった多くの課題が抽出でき、オペレータのノウハウを紐解くことが解決の糸口となり、大きな改善効果をもたらすことが可能である。

#### (4) 製造技術の集大成に向けた取り組み

総合オペラビリティスタディは、オペレーションを体系的に整理する手法である。その結果を、従来実施してきた固有要素技術（原理原則）の観点からも解析、評価する必要がある。

化学プラントは、重厚長大なイメージがあるが、整理すると数十の単位機能を持った機器（蒸留塔、ポンプ、熱交換器等）でプラントの大半が構成されることがわかる。そこで、標準的な機器についてチェックリストを設け、設備や運転、品質等、原理原則の観点から現状のプラントを評価し、総合オペラビリティスタディの結果を検証したことで、従来属人的であつたオペレーションを技術まで昇華させ、知的財産化するにまで至つた。そして、IT技術を駆使し、この集大成された製造技術をシステムに搭載し、後戻りしない仕組みとして知的生産システムが完成した。

#### (5) 運転標準化のシステム化への活用

知的生産システムのコンセプトは、「必要な時に、必要な人に、必要な加工度の情報がミエル仕組み」であり、オペレータの意思決定を支援するための仕組みづくりである。この意思決定ロジックは、先の運転標準化により顕在化した運転方法であり、技術・技能・ノウハウ・ノウハウを「標準書のオンライン化」という視点で集約する。また、運転標準化の結果からシステム設計、そしてシステム構築・教育・検証の手法も体系化している。

### 4. 得られた効果とさらなる展開

これらの結果、安定生産や品質改善、コストダウンを実現し、人生産性が3倍、原価20%低減が達成できた。また、オペレーションにおいても運転標準化し知的生産システムを導入することで、監視範囲を2倍～3倍に拡大することができている。

知的統合生産が2000年から開始し、20年が経過しているが、継続して効果が発揮できている。これは、知的統合生産を陳腐化させないために

- ・集大成した製造技術を日々の運転の中で常にブラッシュアップさせていく仕組み
  - ・標準化した運転方法を教育する仕組み
  - ・新規プロセス設計に活用する仕組み
- を構築し、さらなるノウハウの顕在化・標準化に努め

ている成果である。主な事例は以下の通りであり当社のSDGsの取り組みの一助となっている。

#### (1) 人材育成への展開

これまでの教育は、現場と教育で一致しない場合が多かった。生産革新によって全社で標準化した内容を教育カリキュラムに落とし込むことによって、その不具合を解消するとともに、ベテランと若手の差を埋めることが可能となる。

#### (2) 省エネ・環境負荷低減の実現

全体統合を図り、工場全プラントに知的生産システムを導入することで、情報化工場を推進している。これにより、リアルタイムに全工場のエネルギー収支をとることが可能となり、大幅な設備改造なく省エネが実現できている。また、知的生産システムを全工場に展開することで、工場間で生産計画を同期させエネルギー最適化を図るバーチャルファクトリーを構築している。

#### (3) 技術革新への展開

運転標準化を実施することでボトルネック工程が顕在化することができる。この工程に対して改善もしくは最新の革新的技術を導入することで省エネ・省資源を実施することができる。

#### (4) AIを活用した知的生産システムの進化

運転標準化で抽出した意思方法とAIを活用し、異常変動の早期検知と最適運転条件を導出するアプリケーションを搭載した自律型生産システムを開発した。2021年から兵庫県姫路市の網干工場への実装を開始、現場オペレータは作業負荷が高い事後作業からより負荷が軽い予防作業中心へ働き方変革につながっている。

### 5. 結言

2015年9月に国連にて国際合意、採択された「持続可能な開発目標(SDGs)」は壮大な目標であり、我々の取り組みだけで達成できるものではない。しかし、日々の小さな取り組みの積み重ね、目標に少しでも貢献できるよう国内外の企業、政府や大学、市民団体などと連携した改革により、SDGsに基づいた新しい価値の創出を目指す所存である。

### 参考文献

- 1) 生産革新研究会：化学／プロセス産業における革新的生産システムの構築～新たな生産方式の胎動～平成20年3月  
<http://www.meti.go.jp/policy/chemistry/index.html>
- 2) 小河義美：生産革新—ダイセル方式とは何か、化学経済 2008・9月号, pp.26-36