

1 目的と概要

全ての **ノウハウ** を活用して最適解を

「自律型生産システム」は、2000年に完成したダイセル式生産革新の知的統合生産システムが基盤になっています。化学製品を製造する化学プラントでは、装置に原料を仕込み、反応工程、抽出工程、蒸留工程、乾燥工程などの工程を経て製品が生み出されます。その多くの工程では、装置の中を直接に見ることができません。そこが、製造中の製品を直接に見て、状況判断ができる組立型や加工型の生産形態と、化学プラントのようなプロセス型の生産形態との大きな違いです。

このため、化学プラントでは生産設備内の各装置に設置された様々なセンサーで取得したデータを見ながら運転管理をしていきますが、品質を保ちながら生産設備を安定稼働させるためのノウハウは、プラントの運転を担うオペレータの頭の中に蓄積されていました。ダイセル式生産革新によって作られた知的統合生産システムは、熟練オペレータが培ってきた運転管理の暗黙知を形式知化し、適切なオペレーションの意思決定を誰もができるようにした仕組みです。

組立型



材料を加工して部品を作り、その部品を組み合わせて、1つの製品を完成させる生産形態

自動車 / 家電 / 電気機器 / 精密機器 / 工作機械

プロセス型



化学反応などで物質の性質を変化させ、製品を製造する生産形態

石油精製 / 鉄鋼 / 化学 / エネルギー

ダイセル式生産革新は、安定運転を可能にし、重大な品質トラブルを減少させましたが、熟練オペレータから抽出したノウハウの全てを活用することはできませんでした。品質をよくするとコストアップを招くなど、品質とコストの判断はトレードオフになることが一般的です。両者の指標を最適に制御しようとする、多くの要素を考慮しなければなりません。このため、なかなかシステム化して実装まではできていませんでした。これまでのノウハウをもとに、高品質を追求しながらさらなる省エネルギー、省資源、コストダウンを実現する最適な運転を目指すには、複雑かつ膨大な演算をタイムリーに処理する必要があったからです。2000年当時のコンピュータでは、その処理能力には限界がありました。

しかし、ダイセルには約20年以上蓄積されたデータがありました。プラント運転のオペレーションを「安全・安定・品質・コスト」の切り口で体系的に整理する総合オペラビリティスタディ(総合OBS)によって、熟練オペレータのノウハウはすべて可視化され、その数はダイセル網干工場に関するものだけで840万件に及びました。

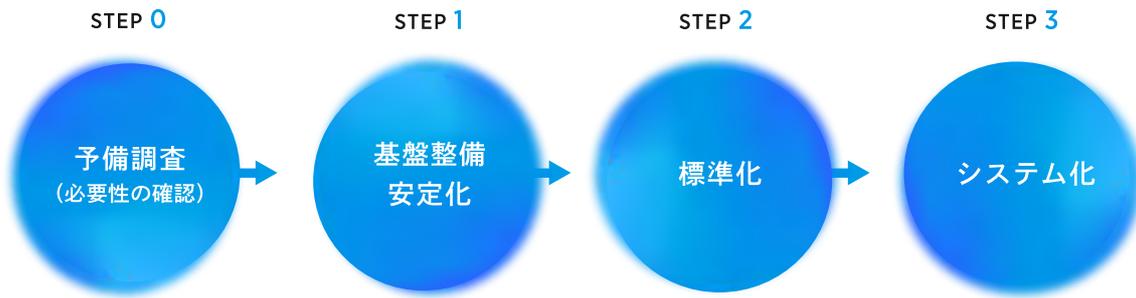
こうしてデータとして整理・蓄積してきた長年のノウハウを、最先端のAIで最大限に活用するという発想から生まれたのが「自律型生産システム」です。

モノづくりの現場で育った若手社員を中心とするチームが、東京大学と共同で独自のAIアプリケーションを開発し、2020年8月にダイセル式生産革新の知的統合生産システムを進化させた、「自律型生産システム」が完成しました。熟練オペレータから抽出した840万件にも及ぶノウハウをもとに、モノづくりにおける因果関係を可視化し、独自のAIで予測して最適解を算出するシステムです。

自律型生産システムの礎である

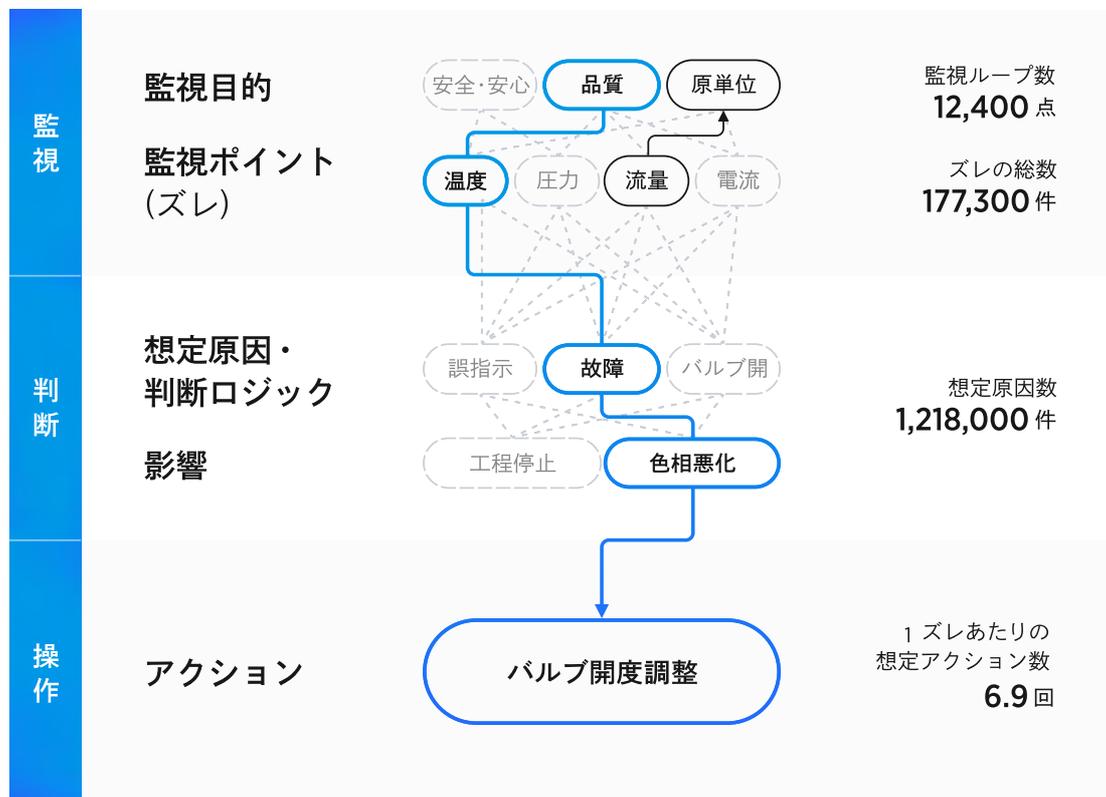
ダイセル式生産革新 について

革新の必要性を確認するための【予備調査】、調査で判明した現場の負荷を軽減して生産基盤を強化する【基盤整備・安定化】、安定化した状態を普遍化する運転の【標準化】、標準化から後戻りさせないための【システム化】という4つの段階で進めます。



その中で第2段階【標準化】は、プラント運転における熟練オペレータのノウハウやスキルを顕在化し、誰もが実行できるようにする段階です。「安全・安定・品質・コスト」の切り口から製造品種や運転負荷の観点から、連関するプラント群の運転パターンごとにセンサー情報などの運転管理ポイントをまとめ、現場のオペレータが実行していた意思決定フローを抽出して顕在化します。その際に用いるのが、オペレーションを体系的に整理する総合オペラビリティスタディ(総合OBS)です。

総合OBS内の意思決定フローと顕在化した総数



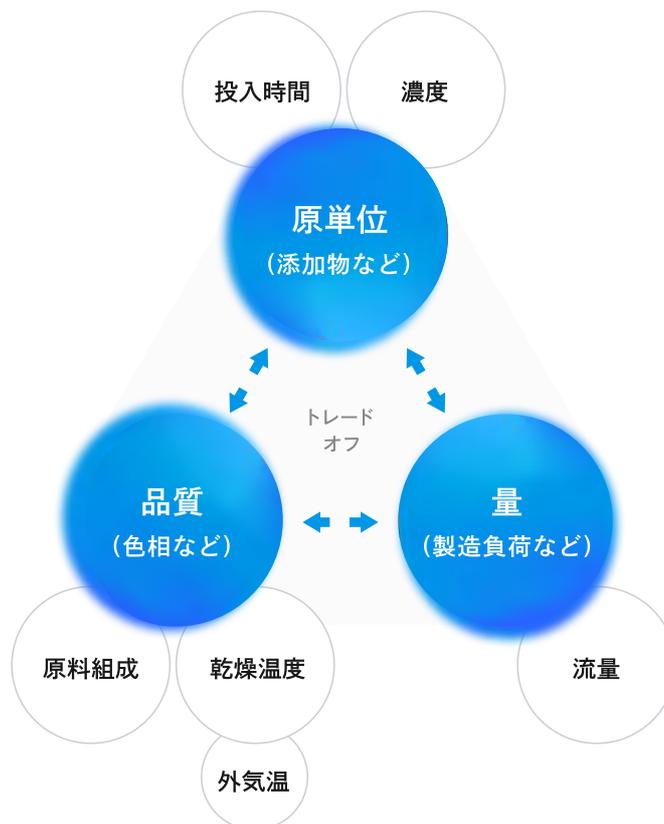
網干工場における
ケーススタディ数 **8,367,000**件

また、第3段階【システム化】では標準化した運転方法を後戻りさせないために、知的統合生産システムを構築しました。これは、オペレータの意思決定を支援する仕組みです。「必要な時に、必要な人に、必要な情報がミエル仕組み」というコンセプトのもとに、これまでのノウハウを製造技術として標準化した仕組みです。

知的統合生産システムでは、監視ポイントの重要度を3段階に分けています。安全や安定運転に関わる監視ポイントは「重要度Ⅰ」、品質やコストに関わる監視ポイントは「重要度Ⅱ」、最適運転に関わる監視ポイントは「重要度Ⅲ」とされています。

しかし、2000年当時のコンピュータ処理能力に準じて、システムからの支援の対象は「重要度Ⅰ」「重要度Ⅱ」の判断、操作までに留められていました。「重要度Ⅲ」の監視ポイントである品質や原単位、量を最適化に導くための意思決定要素には、品質を追求すると時間を要して製造量が下がるなど、それぞれがトレードオフ関係があり、当時のコンピュータの演算処理能力では全てのノウハウをフル活用するには及んでいなかったためです。

品質・原単位・量の関係性の一例



単語一覧

ダイセル式生産革新

サプライチェーン全体の最適化を目的に、化学プラントの生産現場で培われたノウハウを整理し、標準化やシステム化を進めることで、生産効率と品質の大幅向上を実現したダイセル独自の生産改革手法です。

化学プラント

原材料を化学反応など様々な工程で加工し、化学製品や素材を大量生産するための工場・設備を指します。安全・安定した運転やエネルギー効率の最適化が求められます。

抽出工程

原料や混合物から、特定の成分や物質だけを選んで取り出す工程。溶剤などを用いて目的の物質を効率よく分離します。

乾燥工程

原料や製品の水分を取り除いて乾かす工程。品質の維持や保存性向上のためにも重要なプロセスです。

プロセス型

化学反応や熱・圧力などの物理的操作で、素材や製品を大量生産する産業分野。石油精製や化学品、鉄鋼などが該当します。

知的統合生産システム

知的統合生産システムは、ダイセル式生産革新で作られたシステム。これまでのノウハウをもとに、オペレータの意思決定を支援します。

反応工程

原料同士が化学的に結合・分解し、新しい性質や物質へと変える工程。工場では目的の製品や素材を得るために様々な反応を制御します。

蒸留工程

成分の沸点差を利用して液体を分離・純化する工程。混合物を加熱して気体にし、再び冷やして液体に戻しながら、成分ごとに分離します。

組立型

加工した部品を組み合わせて完成品を作る生産方式。自動車・家電・精密機器など、多くの工業製品の製造に採用されています。

センサー

温度や圧力、流量、光、振動などの状態を感知して数値として捉える機器。工場の自動制御や品質管理に不可欠です。

ノウハウ

実際の経験や現場作業で得られた知識・スキル・工夫の総称です。作業を安全かつ効率的に進めるうえで重要な要素で、言葉やデータでまとめることで共有・継承がしやすくなります。

暗黙知

言葉やマニュアルで説明しづらい、経験や勘、直感などに基づく知識やノウハウのことです。

トレードオフ

一方を良くしようとすると、別の面が犠牲になるような関係のこと。コストと品質、安全と効率など、バランスを取る判断が求められます。

標準化

何もしなければ多様化・複雑化し、無秩序になってしまう事柄について、秩序が保たれる状態を実現するために、誰もが共通して使用できる一定の基準を定めること。作業手順やルールなどを、すべての人が同じ方法でできるように統一することで、品質の安定や効率化、後進への教育に寄与します。

オペレータ

工場や設備の運転・監視・管理を担当する現場作業者。現場で設備を巡回点検するフィールドオペレータと、操作室で稼働状況を監視・判断・操作するボードオペレータがいます。

形式知

誰にでも分かるように言葉や図、データなどで表現された知識。暗黙知の共有・継承を容易にします。

最適解

多くの選択肢や方法の中から、最も望ましいとされる答えや解決方法を指します。生産計画や問題解決で効率的な運用を志す上で重要な考え方です。

原単位

製品1つを作るために必要な材料やエネルギーの量を示す指標。効率やコスト管理、環境対策の基礎データとなります。