

A large, stylized orange arrow pointing to the right, composed of two parallel lines that converge at the tip. The text "ハイパフォーマンスの実現へ" is centered within the arrow's path.

## ハイパフォーマンスの実現へ

月刊「化学経済」2016年8月号

日系素材・化学企業における「Digital Transformation」連載5

### Digital Plant

#### ～デジタル技術がもたらすプラントオペレーション変革～

アクセンチュア株式会社 素材・エネルギー本部  
マネジメントコンサルティンググループ  
シニア・マネジャー 秦 央彦  
コンサルタント 太幡 竜

#### はじめに

構造的な環境変化が、化学プラントに変革を求めている。運転員の高齢化と大量退職による技術継承の断絶、海外でのプラントオペレーションの増加、設備老朽化と複雑化による必要技術の高度化、海外・新興メーカーとの競争激化や周期的に起こる経済環境の急変により訪れる一層のコスト削減の波などが、これまでのやり方での化学プラントの生き残りを難しくしている。

生産現場に本質的に求められるものが、これからも「安全・安定操業」と「運転・保全コストの最適化」であることは論を待たない。一方で、従来の現場積み上げ型の改善活動での安全性向上、コスト最適化には限界がきており、既存施策の延長線上にない、抜本的な変革が求められている。

現在、日本の「現場」が進退をかけて取り組まなければならない変革は、2つあると考えられる。まず、第一に安全・安定操業の継続のために、長年蓄積してきた技術・ノウハウを明示的に

伝承する仕組みを確立すること。第二に、運転・保全コストをより削減するためにこれまで使用してこなかった、または獲得していなかったデータを活用して運転・保全オペレーションを革新すること。

本稿のテーマである「Digital Plant」とは、デジタル技術を使って上記の課題を解決することを指す。既に、欧米系の化学をはじめとする装置産業では、革命的な技術進歩を遂げつつあるデジタル技術を活用し、一足先に課題を解決しようとする取り組みが成果を出しつつある。当然ながら日本においても、モバイルやセンサーデータ活用の実証実験に早期着手した企業は多い。しかしその多くが、ノウハウを持った専門家がいらない、ROIの基準をクリアできないといった海外企業にも共通する課題に加え、現場ミドル層の納得感が得られない、通信規制、防爆規制が厳しいといった日本固有の「壁」に直面し、限られた範囲の試験的な取組に終始している。

組立産業に目を向けると、製造現場でのデジタル技術の導入は加速度的に進んでおり、スマートファクトリーやIndustry4.0などの言葉がバズワードとなっている。新たなデジタル技術は、生産の効率化や品質の向上に大きく寄与するだけでなく、未来感を感じる工場それ自体がブランディングやCSRにおける強みの1つにまで昇華されようとしている。そして、デジタル技術の導入範囲は、組立産業の生産工程から装置産業の生産工程へと移行してきた。本稿第1章では、海外の化学・他産業メーカーで行われている先進的な取り組みと課題解決方法についての学びを基に、日系化学メーカーの変革に資するデジタル技術の導入方法について論じたい。加えて第2章で、上述した日本固有の「壁」をいかに乗り越えていくべきかについて考察していく。

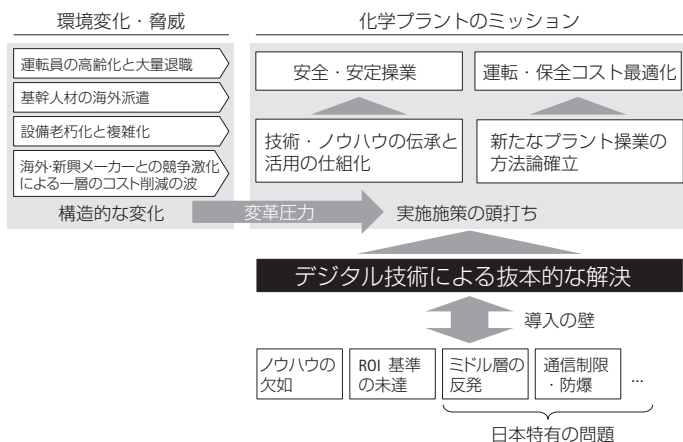


図1 デジタル技術活用による変革と壁

## 1. デジタル技術活用の先進事例と課題解決の姿

### 1-1 予知保全（バルブの異常停止の削減）

海外ガス会社A社では、センサーから獲得した稼働情報を活用した予知保全を行っている。まず、A社のプラント内にあるバルブにセンサーを敷設する。ここから、通常稼働時と異常発生時の両パターンにおける振動などの情報を獲得し、ヒストリアンに蓄積する。それら基礎情報を基に、異常発生時の目視不可能なレベルでの挙動を捉え、設備故障予知分析モデルを構築、事前に故障を検知することでトラブル発生前にメンテナンスを行うことができるようになった。本取組により、A社でのバルブに起因する異常停止は導入後2年で4分の1にまで減少し、設備稼働率の向上と保全コスト低減に成功している。

留意すべきは、このような取り組みを短期間で成功させるためには、化学生産設備へのエンジニアリング知識に加え、信頼性モデルやマルコフモデルといった統計学への知見、最新のアナリティクス技術やIT機器への造詣といった、広範囲かつ高レベルな専門知識を欠くことができないことである。また、専門家達が共通言語で会話するための潤滑油とも言うべき業務コンサルティングの知見を持った人材も必要となろう。

当然ながら、一ガス会社であるA社において、これら必要知識を持つ人材が全て揃っていたわけではなかった。エンジニアリング知識は自社人材で賄う一方、企画段階から外部専門企業のケイパビリティを取り込みつつ、彼らの安価な分析プラットフォームをas-a-service型で活用することで、短期間の成果創出につながった。

|           | 必要なスキル  | A社における人材の確保 |
|-----------|---|-------------|
| プラントエンジニア | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 化学工学的知見</li> <li>✓ 特定生産設備の知識</li> </ul>      | 自社          |
| 統計学者      | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 予測モデル等の統計学の知見</li> </ul>                     | 外部調達        |
| ITスペシャリスト | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ アナリティクスの知見</li> <li>✓ IT機器への造詣</li> </ul>    | 外部調達        |
| 業務コンサルタント | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 幅広い領域に対する理解</li> <li>✓ 専門家の知見の統合力</li> </ul> | 外部調達        |

図2 故障予知モデル構築に求められる専門スキル

### 1-2 予知保全（腐食予測の全拠点での活用）

海外石油メジャーB社では、パイプ構成材料、流体の基礎データとプロセスパラメータ（温度・圧力・pH・流量など）、環境・外部要因をインプットとした配管の腐食予測モデルの構築、製油所計画保全への活用に取り組んでいる。

特筆すべきは、グローバル十数プラントの腐食予測・保全レコメンドを、1カ所に集約されたアナリティクスセンターにて一括で実施する点である。全製油所の腐食ケースにおけるインプットと結果を統合的に管理することによって、統計の精度を高め、予測モデルを継続的に進化させ、横展開により規模のメリットを最大限に活かすことが可能となる。

また、本取り組みはサードパーティベンダーと組んで遂行しており、将来的には企業横断型の分析プラットフォーム構築を目指している。Big Data、統計を活用したアナリティクスでは、インプットデータ数、及び検証サイクル数が精度向上のスピードを既定するため、ベンダーの顧客に蓄積された情報も活用し母集団を劇的に増加させることにより、更なる高精度化を可能としている。

化学企業においては、このような取り組みは、ファインケミカル系の製品ラインから単発で開始する例が多い。しかし、工場毎に製品や基幹製造技術が異なるため、ある製品ライン・プラントの分析モデルの他プラントへの応用が難しく、費用対効果が取り組みの壁となる。経済的効果を出すという点において、他企業との差異の少ない川上製品を対象とした企業横断型のプラットフォーム構築が、国内・海外問わず1つの解となるのではなかろうか。

例えば、エチレンに関しては、三井化学と出光興産、三菱化学と旭化成での統合運営や、住友化学の京葉エチレンに対する実質的な生産移譲など生産体制の再編が図られてきた。このように、製造技術の共通性が高い製品は、オールジャパンの視点で大きな絵を描くのに適した材料になるはずだ。ひいてはそれが、高い費用対効果や安定操業の底上げというメリットを生み出すだけでなく、業界内における戦略的協働の一例となることを期待したい。

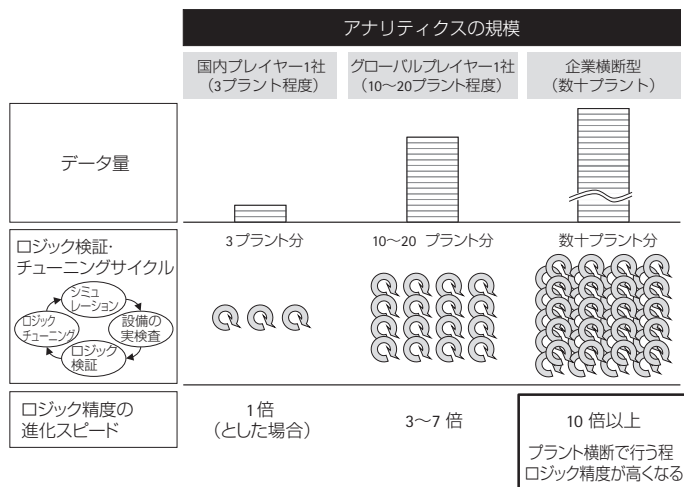


図3 データモデリングの精度向上のメカニズム

### 1-3 タブレットとトラッキングデバイスを活用した運転・保全の効率化・高度化

管理者とワーカーの技術レベル差の大きい海外プラントにおいては、現場の運転・保全作業品質の底上げに対してより大きな注意が払われてきた。これまで現場の高い技術レベルや職業意識に支えられてきた国内プラント操業においても、ベテラン層の大量退職や海外進出による現地人員の管理機会増加に伴い、対策は避けて通れないものになってきている。

海外化学メーカーC社では、タブレット端末とトラッキングデバイスを組み合わせ、プラント操業オペレーションの**高精度化**を実現している。保全・運転員が現場でタブレット端末を用いることで、図面や過去の記録、法令などの資料が必要になった際に、建屋に戻る、あるいは大量の資料を持参することなく参照することができる。また、上司への報告・連絡・相談をTV電話や写真を添付したメールを使用してタイムリーに行うことも可能となった。製造担当者は、タブレットに表示されたDCS情報の確認と一部操作を現場で行うことができる。また、保全担当者は、別地点（場合によっては他国）にいる有識者に、故障原因や適切な保全方法についての相談を、現場の画像を見ながらリアルタイムに行うことができるようになった。これらにより、効率的な業務遂行と保全品質の向上により高度な安全・安定操業が可能となった。また、トラッキングデバイスを利用した協力会社員の動きの把握により、危険地域への進入の監視、緊急事態発生時の救出時間の短縮、無資格者の作業防止など作業員の安全性向上に多大な効果を発揮している。

さらに、中期的な取り組みとして、ロケーション情報を活用したSDMのコスト・期間短縮にも取り組んでいる。海外の大規模プラントでは、1回の定修で数千人規模の業者の出入りがあるが、これまではその全員が効率的に動いているか否かを測ることができなかった。トラッキング情報を活用した行動分析により、SVミーティングなどによる保全員の待ち状態や、休憩タイミングの差による待ち時間の発生をデータで捉え、改善に活用することが可能となる。契約時の想定人数と入講人数実績の比較による契約交渉にも着手している。

現場作業への先進機器の導入においては、その真価は安全性向上や作業品質向上によるリスク回避において現れ、直接的に利益を生み出しにくい点に難しさがある。プラント操業における安全確保は経営層にとっても大きな関心事であるため、まずは当該取り組みがプラントの安全性の維持・向上に如何に寄与するかを丁寧に発信する必要がある。その上で、現場が求めるソリューションを取り入れる上で、社内外に説明可能な投資対効果を出すためには真水でキャッシュを生み出す施策とセットで実施することが必要となる。上記C社の事例では、SDM期間・費用の適正化がそれに当たるが、他にも製品・原料・予備品在庫削減などの業務改革とセットで1つのプロジェクトとして実行することで、ROI基準をクリアすることも一手である。

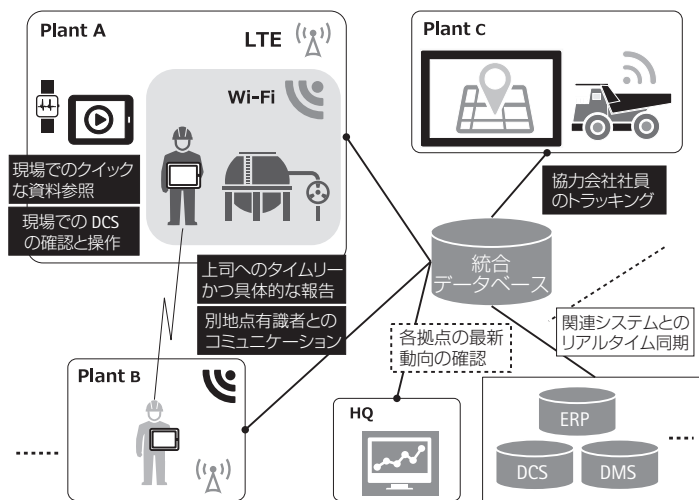


図4 デジタル技術により変化する現場業務

## 2. 日本での導入における要諦

既出の通り、日本においてもデジタル技術の導入は長い間注目されてきた。しかし、日本特有の壁が検討や導入を難しくしている。これからデジタル技術を最大限に活用していくための必要な対策として、ここでは、その「壁」の実態と乗り越え方について概説する。

### 2-1 前提条件の未整備

デジタル技術の導入の際に最初の壁となるのは、その前提条件が整備されていないことである。例えば、現場には今も紙文化が根強く残っていることが多い。一部情報は紙面に手書きで追記され、ファイル毎にまとめられている。運転・保全関連資料の電子化が行われていない場合、せっかくデジタル技術を導入したとしても、使用できるデータがないために効果がすぐには表れない。予知保全やタブレット導入など分かりやすい施策に注目が集まっているが、事前に地道な地ならしが必要であることを忘れてはならない。その地ならし自体（例えば、資料の電子化やヒストリアンデータの整理など）が技術・ノウハウの確実な伝承や業務効率化などの効果を直接的に生むという点があることも、一度に二度おいしい施策として注目に値する。

### 2-2 ミドルアップダウンの壁

国内化学企業特有の各工場の自主独立運営の文化や、現場ミドル層の強い拒否権が新たな取り組みを阻害するケースがある。

例えば、長年にわたり高度制御技術で世界をリードしてきた歴史的背景から、常識を覆す新しい技術への懐疑的な見方や心情的な反発が起きることがある。新規性の高い取り組みであるが故にその有効性は十分に実証されておらず、反対理由は幾らでも挙げることができる。このような伝統的な阻害を回避するためには、まず社外発表などにより経営層のコミットを明確に示すとともに、まずは一部のプラントにおいてクイックに先行導入を行うなどして、現場の納得感を早期に醸成していくことが肝要だ。

また、プロジェクトを強力に推し進めていく社内キーマンの発掘もポイントとなる。例えば、製造現場に精通したベテラン社員で、全社レベルでの組織力学を理解し、デジタル技術導入という新たな施策に理解のある人材を見つけ出して、プロジェクトリーダーとする。彼らは、これまで培ってきた経営層やプラント幹部との繋がりをうまく活用するとともに、予算確保や各プラントキーマンとの調整を抜き行なうことに長けている。適任者を見つけ出し、推進本部のキーマンに据えることができれば、全社的な変革にドライブがかかるだろう。

### 2-3 プラント内通信制限と防爆対応

国内の多くの化学プラントでは製造エリアでの通信制限ルールが導入されている。化学プラントは、そのほとんどが危険区域に指定され、はるか昔に作られた通信制限ルールが現在も不可侵なルールと捉えられているケースが多い。しかし、最新技術の活用や導入の方法論化により、安全を十分に担保した上でプラント内での通信制限を極小化することは十分に可能となっている。製造現場でのワークスタイルを変革するためには、ゼロベースでルールを策定し直すことが必要である。

また、タブレット端末や無線通信ノードといった高価な防爆機器も導入の壁となる。これまで、防爆仕様のタブレットは、1台あたり70～80万円という横並びの価格設定となっていた。しかし、1台数十万円程度の防爆カバーも登場するなど価格は下落傾向にある。また、一方の通信環境構築についても、広大なプラント全体へのWi-Fiアクセスポイント敷設には多額の投資が必要となる。本来的にはWi-Fi環境の構築は、現場におけるタブレットの活用だけでなく、センサーからの情報収集などを含むデジタル化施策の基盤になるものであり、長期的な視点で判断されるべき投資案件である。しかし、まずはクイックな導入を行い早く効果を実証したい場合、通信事業者の専用回線（SIMカード）の利用が現実解となる。これにより、安価かつセキュアな無線通信環境の構築に加え、費用の変動費化が可能となる。

| 共通の要諦   | 日本特有の要諦  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>✓ 専門知識を持った人材で構成されるチーム設計（必要に応じた外部活用）</li><li>✓ 工場横断・企業横断型のプラットフォームの構築・参画により取り組みをレバレッジ（費用・時間を削減）</li><li>✓ キャッシュを生む施策との1プロジェクト化</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>✓ 情報のデジタル化など前提条件の整備</li><li>✓ 経営層のコミットの明示とキーマンの発掘</li><li>✓ 最新のデジタル技術・機器の採用による制約条件の払拭<ul style="list-style-type: none"><li>● 通信制限の見直し</li><li>● 適した通信技術の活用など</li></ul></li></ul> |

図5 デジタル技術活用の要諦

## むすびに変えて

本稿では、デジタル技術が化学プラントで実現する課題解決と、その導入の要諦について論じてきた。これまで、様々な理由から日本の化学プラントでのデジタル技術導入は進まなかったが、構造的な変化の数々は、我々に変革の時間的猶予をあまり残してくれていない。

製造現場の「安全・安定運転」が化学メーカーの事業継続の礎であることは論を待たない。一度の大事故で失われるものはあまりにも多く、不幸にも連続で事故が発生した場合、市場からの退出を迫られるのに十分な理由となるだろう。化学企業で働く社員のマジョリティは製造に関わる人材であり、彼らの安全と雇用を守ることは経営の重要な使命である。「Digital Plant」について考えることは、今後の会社の礎をいかに強固なものに築き直すかを考えることである。日本の製造現場がさらなる安全と競争力を獲得することができれば、筆者にとってこれに勝る喜びはない。