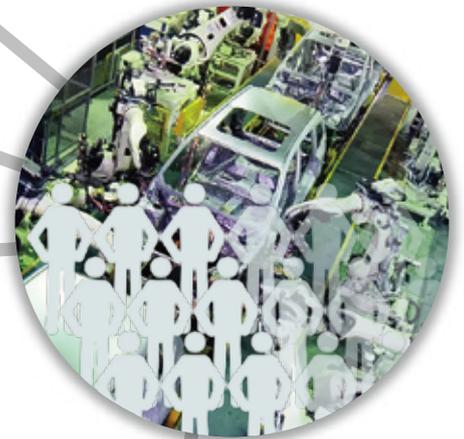


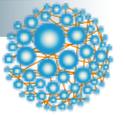
## ものづくり×デジタルのウソ



化学・素材業界で勝ち残るものづくり戦略②

# ~強い工場を作るための 見える化の要諦~





# 環境変化が激しい今こそ、アナログで地味な部分が大切

経営共創基盤パートナー 取締役マネージングディレクター ものづくり戦略カンパニー長 沼田 俊介



## 課題は人材？

昨今、幹部育成や研修のご相談が多くあります。「AIなどのデジタル知見が無い」「戦略的思考も無い」・・・アナログなものづくり一筋、安定的な事業環境で経験を積んだ中堅や管理職が、戦略的な思考やデジタル化に向けた

検討が出来ないといった課題認識でしょうか？経営も現場も、最後はヒトづくり。その点では正しい課題認識でしょう。しかし、本当に今やるべきことは、戦略やデジタル化の研修でしょうか？

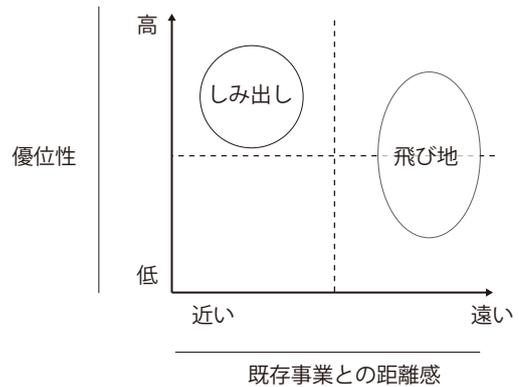
グローバルでは、米中貿易摩擦や英国のEU離脱、サウジアラビアでの石油施設攻撃などがあり、地政学リスクの事業環境への影響が常態化しました。また市場として、中国は、より身近になる一方、今や競合企業がひしめき、特にデータ利活用分野では先進的であり、ものづくり分野も着実にキャッチアップを進め、脅威を体感されているのではないのでしょうか？今日、社会・業界環境の変化が激しく、そして早く、「自社において、これまでの延長線上の戦い方では対応出来ない」というのが、皆様の共通の理解だと思えます。

## 変化への対応

では、このような環境変化に対し、何をなすべきでしょうか？

教科書的に言えば、既存事業については外部環境をきちんと見据え、10年後、20年後の業界の最終局面（エンドゲーム）を描き、そこでどのようなポジションを獲るのか、そして、それを実現する条件を抽出します。各企業内部の観点においては、必要なケイパビリティは何か、という見方になります。しかし、必要なケイパビリティと現状とのギャップがあるため、その解消施策が必要です。設計や生産でのAIやデータ活用は当然ながら主要テーマとなります。

図1: 新事業領域探索の意味合い



一方で、既存事業の深化だけではなく、新事業領域の探索も必要です。これには、既存事業に近い「しみ出し」と、全くの新しい分野開拓となる「飛び地」があります（図1）。いずれにせよ、新事業創出を組織として廻していきます。CVC といった取り組みも定着化し、AI、IoT 分野のスタートアップ探索も良くある光景です。既存事業の深化と新事業の探索、この両利きを廻すという、“経営作業”が必要です。

本稿では、“既存事業深化”と“しみ出しの探索”について考察しますが、上記のような取り組みは、ある程度はこの会社もやっていて、上手く進んで無いというのが実際ではないでしょうか？

## 失敗事例

ここで、いくつかの失敗事例をご紹介します。（それぞれ複数の会社の事象を融合しています）

部品メーカーA社は、自社で開発、設計から量産、顧客メーカーへ納入する一貫したプロセスを持ちます。製品特性上、製造局面における精密加工と組み込みのすり合わせがコア技術でした。しかし、リーマンショック以降は投資抑制、人員も減少。やがて、ノウハウが断絶、自社で製造ラインの設計が出来なくなりました。こうなると、コスト試算やその低減能力にも問題が生じ、営業における提案力も弱体化。収益力が弱まり、投資も出来ない、という負のスパイラルに陥りました。

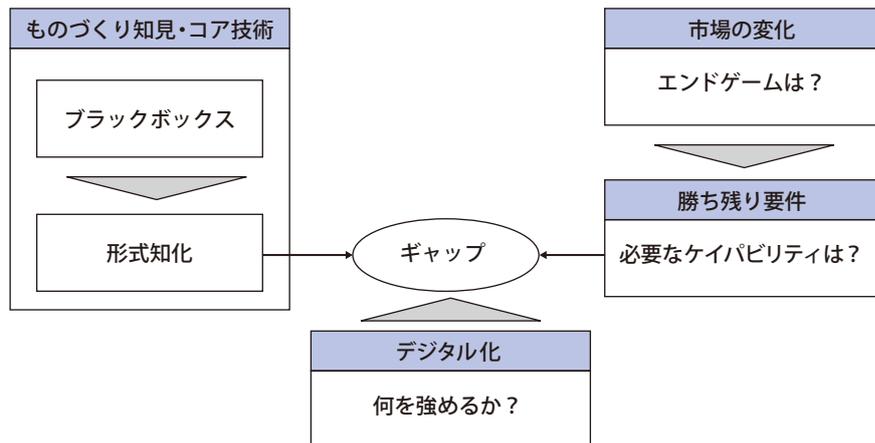
素材メーカーの B 社は、製品の品質を強みに、欧州・米国のグローバル大手企業の開発部門に認められ、高収益を確保してきました。経営陣も「ウチは品質では負けない」と自負していましたが、なぜその品質が実現出来ているのか、誰も把握していませんでした。根幹となる、とある製造工程の生産技術が属人化し、ブラックボックス化していたのです。そして、新領域への“しみ出し”の過程で品質問題を頻発しました。現場の特定のベテラン担当者がこなせる量には限界があります。つまり、その特定の方々が対応出来る生産量（キャパシティ）が実質、事業規模でした。自社の何がコア技術であり、その技術がどういうメカニズムで実現できているのか、形式知化を怠っていたため、そのコア技術の展開が出来ないのです。

別の素材メーカー C 社は、グローバルに競合大手がひしめく中、きらりと光る製造技術で存在感を示していました。そこに米国企業からの相談。「協業したい。製造技術を教えて欲しい」。モノ売り以外の新しいビジネスを模索していた C 社の経営陣は、これによるライセンス収入を優先、Yes と回答。直前でやめましたが、根幹たる製造技術の全てを開示しそうになりました。また、部品メーカーの D 社では、業界動向から今後、ソフトウェアでの制御が肝となるのは明白な中、コスト効率のみを考えてソフト設計部門を縮小、外注化。良く言えば外部活用です。しかし数年後、自社は制御に関する設計レベルが低下しました。こうなると外注企業にソフト仕様を提示出来ない、外注企業の成果物の品質を検証できない、新製品の企画が出来ない・・・当然ながら収益力悪化。この 2 社は、培ってきた競争力の源泉を、ある意味、自身の手で葬り去る事をしています。

### 地味でアナログな“本質”

これら企業に共通するのは、業界構造の変化において、“自社の何が強いのか”を理解していなかった、ということです。その強みは、実は地味で、アナログなことが多いものです。既

図 2: 既存事業の深化としみ出しのための知見形式知化



存事業を強めるための、設計や生産でのデジタル化、または“しみ出し”としてサービスビジネスモデルを構築するための、AI や IoT の活用も有効でしょう。しかし、この自社の何がコア技術で、今後、何を強めないといけないのか? の問いに答えることが先です。

その問いに答えるために必要な事は、ものづくり知見の形式知化です。設計局面でどのパラメータが製品のスペックの何に影響するのか、製造局面でコントロールしているどの要素が、その製品スペックの実現にどう効いているのか・・・この地味ですが、本質的な取り組みが出来ていない組織が、やみくもにデジタル化しても、多少の生産性改善は出来ても、独自性や差異性といった競争優位性の構築には貢献しません。

この知見の形式知化、そしてその深化が、まずアナログでも出来ること。デジタル技術が当たり前になる今日、このアナログな形式知化が無いと、差異性は創れません。そして、事業の競争力となる知見は何か分かっているならば、デジタルで何をすべきか、自ずと導出されます (図2)。こういった検討が出来ない会社に限って、現場や中堅が育ってないと、人材育成や研修を企画する傾向があります。事業として欠如している組織ケイパビリティを人の問題にして研修でごまかさず、本質的なものづくり競争力の源泉であるアナログで地味な部分に向き合うべきではないでしょうか。



# 化学・素材業界で勝ち残るものづくり戦略②

## ～強い工場を作るための見える化の要諦～

IGPIものづくり戦略カンパニー アソシエイトマネージャー 那須 弘明

本レポート前号では「化学・素材業界で勝ち残るものづくり戦略」シリーズの総論として、先進国における化学産業において、川上領域（基礎化学品）から川中領域（機能性化学品）へと業界構造がシフトしていること、化学産業における川中領域の特徴及び、その環境変化に触れた後、化学・素材メーカーが陥りがちな罠、その罠を回避するための実践事項についてお話させて頂きました。今回はシリーズ第2回として、機能性化学品を主として取り扱う企業を想定し、全社レベル・事業レベル・工場レベルでの取り組みのうち、工場レベルにスポットを当て、稼ぐ力を身につけるための要諦について述べていきたいと思います。

### 1. 環境変化に対する取り組み事項は？

始めに質問です。自社、または読者の皆様が所属する部署にて取り扱う品番数は、過去から現在にかけてどのように推移しているでしょうか？取り扱い品番数を縦軸に、年度を横軸にとってグラフを描くと、ここ数年で取り扱い品番数が大きく増加しているケースが多いものと推察します。

本レポート前号で言及した通り、川中領域に位置する化学・素材メーカーは、川下領域に位置する顧客の環境変化を受け、多様化するニーズへの対応・ニーズ充足スピードの向上が求められています。構造上、多品種少量化が進行しやすい傾向にある中で、品番数増加に伴う、製造プロセスのバリエーション増加を完全に避けることは困難です。一度設備を導入してしまうとスケールが決まってしまうという特徴も相まって、必然的に、工場ではものづくりプロセスの複雑化、小ロット生産の増加等により、生産性が低下しやすい状況に陥ります。

一方、内部環境に目を向けると、多くの工場で人材不足の問題が進行している様子が伺えます。経済産業省がまとめた2019年版ものづくり白書によると、人材確保の状況について「特に課題はない」と回答した企業は僅か5.2%に留まります。同書の2018年版には確保に課題のある人材に関する調査結果が報告されていますが、「技能人材」を挙げた企業が単一回答で59.1%、複数回答で83.8%と突出しており、化学工業を含む全ての業種で1

位となっている状況です。複雑化するものづくりを支えてきた熟練工の退職問題に直面している企業も多いと想定され、設備ではなく、人がネックとなって、生産性の低下を招いている事例も多いのではないのでしょうか。

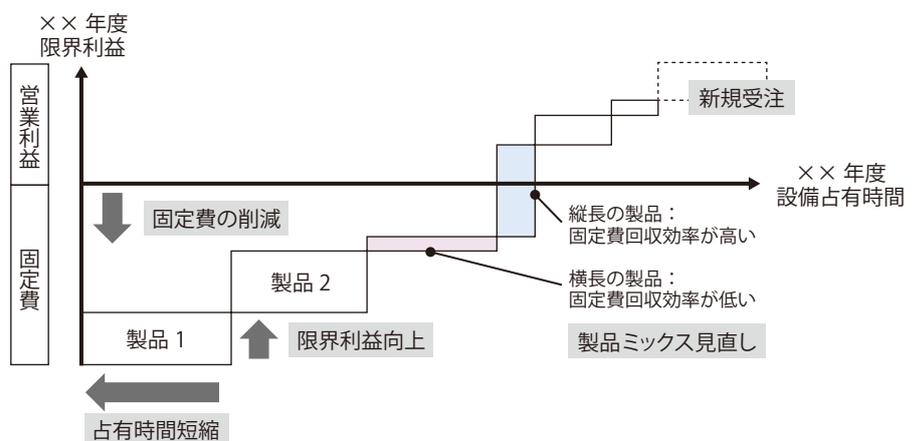
このような中、工場レベルでは人・設備の制約を踏まえつつ生産性を維持・向上させる取り組みが必要となり、事業レベルでは盲目的に顧客要求を受けるのではなく、収益性・生産性への影響を考慮して受注可否判断を行うことが必要となります。陥りがちな罠に陥り、工場の忙しさは増える一方で、収益は減る一方…という事態は回避しなくてはなりません。では、どうすれば良いのでしょうか？

### 2. 原価及び、ものづくりの実力値見える化

初めに実施すべきことは、我々が過去のレポートや書籍「見える化4.0」等で言及してきた通り、「原価の見える化」です。詳細についてはこれらをご参照頂くこととして、ここでは概略のみお伝えします。

「どの製品がどれだけ儲かっているか」という情報は非常に基礎的ですが、ものづくりの複雑化が進行する中で、これを即座に把握できる企業は少ないと想定されます。実際に見える化に

図1: 製品別収益 × 設備占有時間の見える化



取り組むと、「全体の10%に満たない製品で収益の8～9割を占めていた」「収益の柱と思っていた製品が、実は赤字であった」ということが往々にして発生します。

原価の見える化の実行局面においては、原価を算出するにあたり「各製品を作るのに、どれだけのリソースを投入したか？」

という、ものづくりの実力値についても見える化していきます。具体的には、歩留まり・投入工数・稼働時間等の実績について、工程・製品単位で集計・把握を進めることとなります。一連の作業は地味かつ時間を要するため、粘り強く取り組むことが要求されますが、これらは稼ぐ力を身に付ける上で起点となる、大変重要なステップとなります。

### 3. 製品別収益 × 設備占有時間の見える化

原価の見える化を行い、ものづくりの実力値も見える化した後は、製品別収益と設備占有時間の関係性を整理します（図1）。製造ライン毎に、縦軸を限界利益、横軸を設備占有時間に設定し、各製造ラインの固定費の高さに横軸を置きます。続いて製品単位で、縦幅＝限界利益、横幅＝設備占有時間として、四角形を描いていきます。

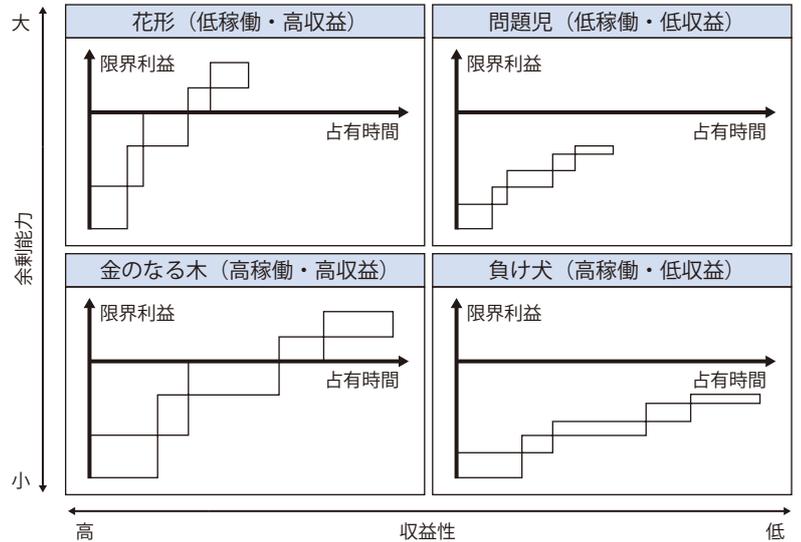
その際、四角形が縦長となる製品は、短い設備占有時間で多くの限界利益を創出していることから、固定費回収効率が高い製品と言えます。逆に、四角形が横長となる製品は、設備を長時間占有しているにも関わらず、限界利益の創出は少ないことから、固定費回収効率が低い製品と言えます。四角形の高さから、収益の絶対額が大きい製品を、四角形の形状から、収益を効率よく上げている製品を把握することができるのです。

このような整理をすることで、営業の情報と製造の情報が繋がり、収益性と生産性、双方を加味した対応方針を検討することができます。製造としては固定費・変動費の削減や設備占有時間の短縮、営業としては受注拡大や製品ミックスの見直し、価格見直しによる限界利益向上といった打ち手を検討していくこととなります。

また、打ち手を検討する際、各製造ラインの利益創出パターンを見極めることが肝要です。工程の余剰能力（稼働率）と収益性から、利益創出パターンは4通りに分類されます。このパターンにBCGのプロダクト・ポートフォリオ・マネジメントの概念を当てはめると、以下のような対応関係を作ることができます（図2）。

花形：稼働率に余裕があり、製品別限界利益の合計額が固定費を上回る

図2：工程別の利益創出パターン



問題児：稼働率に余裕があり、製品別限界利益の合計額が固定費を下回る

金のなる木：稼働率は高く、製品別限界利益の合計額が固定費を上回る

負け犬：稼働率は高く、製品別限界利益の合計額が固定費を下回る

利益創出パターン別に、先に述べた打ち手の中で、注力すべきものをまとめたのが - 図3です。稼働率が低い場合、収益性の高い「花形」、収益性の低い「問題児」のいずれのパターンにおいても受注拡大を検討することになりますが、「問題児」の場合、「負け犬」に移行しないよう、限界利益向上も併せて検討することが必要です。

稼働率が高い場合、収益性に応じて、注力すべき打ち手は大きく異なります。高収益である「金のなる木」のパターンにおいては、製品ミックスを見直し、より収益性の高い製品・顧客への切替を検討すると同時に、新規受注の余地を拡大するために、設備占有時間の短縮を始めとする設備生産性の向上を検討することが必要です。一方、低収益である「負け犬」のパターンにおいては収益性の改善が急務となることから、限界利益向上・固定費の削減を優先すべきであり、改善が難しい場合には製造ライン単位での撤退可否判断を検討することが必要です。製造ライン別の利益創出パターンを見極める

図3：利益創出パターン × 注力すべき打ち手

	新規受注	限界利益向上	占有時間短縮	製品ミックス見直し	固定費の削減	撤退
検討事項	<input type="checkbox"/> 受注拡大	<input type="checkbox"/> 販売単価見直し <input type="checkbox"/> 変動費の削減	<input type="checkbox"/> 設備生産性向上	<input type="checkbox"/> 製品ミックス見直し	<input type="checkbox"/> 人生産性向上	<input type="checkbox"/> 撤退可否判断
花形 低稼働 高収益	○					
問題児 低稼働 低収益	○	○				
金のなる木 高稼働 高収益			○	○		
負け犬 高稼働 低収益		○			○	○

しては、変動費の削減、装置占有時間短縮、固定費の削減が挙げられます。本稿では、装置占有時間短縮と固定費の削減にフォーカスし、検討を進める上で有効なアプローチをご紹介します。

設備占有時間の短縮検討では①ボト

ことで、製造現場の「カイゼン」を始めとした製造のみの視点に留まらず、営業または、事業全体を俯瞰した視点での改革の方向性を検討することが可能となります。このような検討を実施するためには、収益性と生産性の情報が繋がっていること、ひいてはその手前で、原価の見える化・ものづくりの実力値見える化が実施できていなければなりません。

冒頭で申し上げた「忙しさは増加、収益性は低下」といった事態を防ぎ、稼働力を高めていくためには、まずは現状の実力値見える化に取り組むことが肝要です。

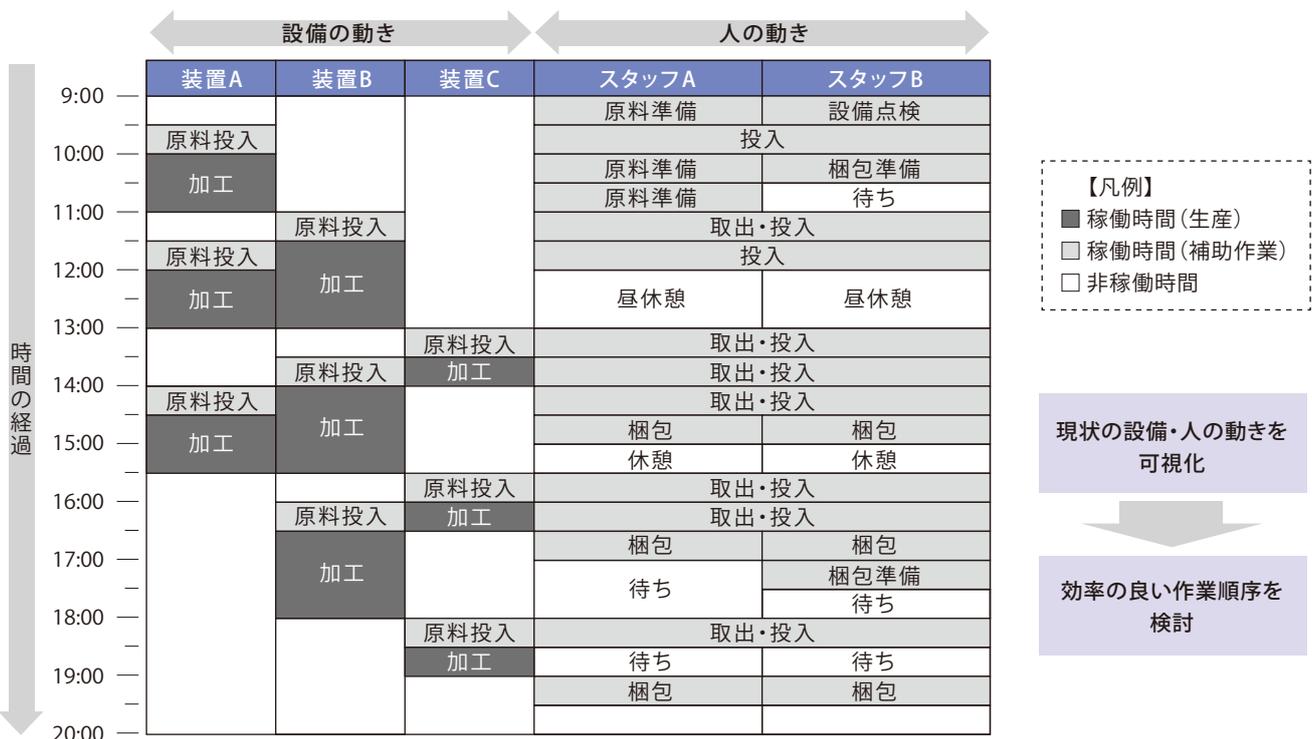
#### 4. ものづくりプロセスの見える化

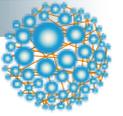
図3に掲載した打ち手のうち、工場が主導で進める検討と

ルネック工程の時間を縮めること、②ボトルネック工程を最大限回転させること、の大きく2つの方向性を考えることとなります。この時、人が作業に関わる場合は、設備ではなく、人の作業がネックとなるケースもあるため、設備と人の動き方を複合的に検討することが必要です。

検討の実施においては、Man-Machine チャート（以下、M-M チャートと表記）の作成が有効です（図4）。縦軸は時間、横軸は設備・人として、時間の経過に伴う設備・人の動きを記載していくことで、設備と人の関係を定量的に可視化していきます。一連の作業を通じ、ボトルネックとなっている設備・人を把握することが可能となり、様々な改善余地を抽出することが可能となります。このアプローチは人の生産性を向上

図4：Man-Machine チャート





させることにより、固定費の削減を狙う際にも有効であり、様々な改善案を抽出した結果、必要人数の20%削減に成功した事例も存在します。

また、切替作業をM-Mチャートで可視化し、改善検討を行うことも想定されます。一般に切替前後の製品種によって、切替作業の内容は異なり、所要時間に長短が生じます。この時、全ての切替パターンに対して漏れなくM-Mチャートを作成しようとする、相応の工数が必要となり、場合によっては非効率となってしまいます。

図5：From-Toチャート

単位：時間/回

		切替後 (To)			
		製品1	製品2	製品3	製品4
切替前 (From)	製品1		5.0	7.0	4.5
	製品2	2.5		6.0	9.0
	製品3	5.0	6.0		6.0
	製品4	4.5	8.0	8.0	

■ 製品切替の標準所要時間をチャート化（仮設定でも可）

■ 切替時間の少ない生産計画の策定

■ 改善の優先順位設定（回数の多いパターンから検討）

■ 作業の標準化推進

このような場合、最初にFrom-Toチャート（図5）を作成することが有効です。切替作業のパターン別に、標準的に必要となる時間を、仮の数値でも良いので整理します。その後、各パターンの切替回数の実績を調査し、回数が多く切替時間の短縮化が見込めるパターンからM-Mチャートを作成し、改善検討を実施することで、効率よく検討を進めることが可能となります。

なお、From-Toチャート作成の効果は、作業の効率化だけに留まりません。生産計画の策定において、どのような製造順序にすれば切替時間を抑えることができるか、検討する際の基礎情報となります。また、各切替パターンに標準時間が設定されることで、標準時間を目指して作業を進める意識が高まると同時に、作業の標準化を進めるきっかけにもなるの

です。

M-MチャートもFrom-Toチャートも「現状の実力値見える化」を通じて、改善検討を促進させることに繋がっています。要するにこれも最初に見える化なのです。現状とあるべき姿のギャップが課題であり、課題に対する打ち手を検討するという一連の流れを考えれば、現状の実力値見える化は改善検討を実施するにあたり、欠かすことのできないステップであると言えるでしょう。

## 5. 最後に

今号では工場レベルで稼ぐ力を身に付けるための重要なポイントについて述べて参りました。過去からのレポートでも言及している通り、始めの一步は見える化です。その上で、各製造ライン単位の利益創出パターンを見極め、改革の方向性を検討していくことが肝要です。弊社のあるベテランコンサルが言いました。「工場の見える化がきちんと出来れば、改革の8割は終了しますよ。」組立製造業であっても、プロセス製造業であっても、見える化は工場発の改革における最重要取り組みであると考えております。

### 那須 弘明

IGPI ものづくり戦略カンパニー アソシエイトマネジャー



プロフィール

大手石油化学メーカーにて高機能素材の技術開発を担当し、組成設計から性能評価、量産立ち上げ、技術営業、技術サービスまで幅広い業務に携わる。IGPI参画後はハイテクメーカーにおける設計アーキテクチャ改革、素材メーカーにおける中期経営計画策定、工場改革支援、経営マネジメント改革等に従事。京都大学工学部卒、同大学院工学研究科分子工学専攻修了

# 見える化4.0 AI×IoTで「稼ぐ力を取り戻せ！」

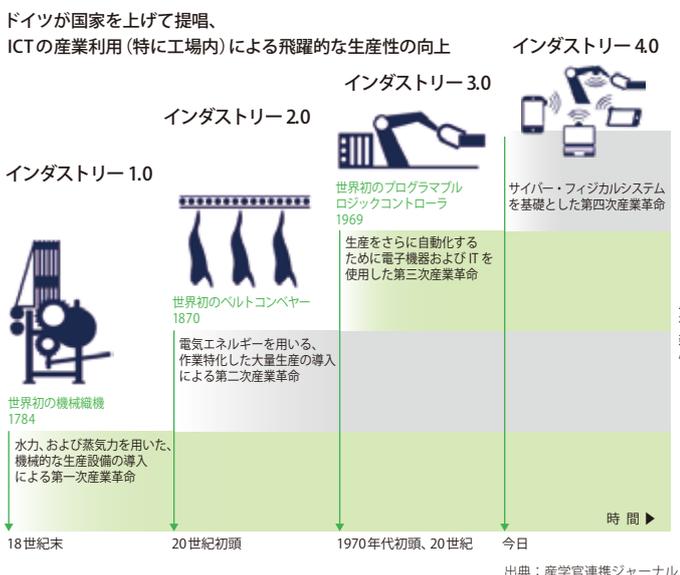
## —「スマート化」現状とあるべき取り組みのステップ—

### 1. 「インダストリー4.0」構想と現状

昨今の製造業界に関する話題では、「IoT」・「スマートファクトリー」といったキーワードが頻繁に登場しますが、この流れは2011年のハノーバーメッセにおいて初めて提唱された「インダストリー4.0」に端を発します。

「インダストリー4.0」を要約すれば、1つの工程や1つの工場や1つの会社にとどまらず、系列やレイヤーの枠を超えて、それらを全部つないだ「モノづくり全体の見える化」ととらえることができます。インターネットとモノをつなぐ「IoT」により、あらゆるモノがつながったときの「モノづくり」の新しい姿といえるでしょう。(図1)

図1：インダストリー4.0とは



では、「インダストリー4.0」の本場のドイツでは、「モノづくり全体の見える化」というオープンな世界の実現に向けて製造業全体が邁進してきたのでしょうか？ 答えは否です。

ドイツの製造業は、一部の超大企業と多数の中小企業で構成されています。中小企業にとっての生命線は、例えば「曲げる」「削る」「接合する」といった技術ですが、それをオープン化することは会社の死活問題にかかわることから、「インダストリー4.0」は反発を招きました。自分たちの技術を見極めて、ここは自社の武器だという部分は、徹底的にブラックボックス化して頑なに守る必要があるのです。

結果ドイツでは、オープン化・見える化は推し進めつつも、ブラックボックス化する部分との切り分けを行いながら取り組みを進めています。

### 2. 日本製造業の取り組みの現状

一方、日本においては、ここ数年「IoT」ソリューションが耳目を集めています。また、空前の人手不足や熟練者退職という人由来の問題により、自動化・効率化（インダストリー3.0）ニーズの高まり、熟練技術承継への取り組みが潮流となっています。こうした取り組みをひとくくりに、「スマートファクトリー」といった言葉が喧伝されています。

しかし、実際に製造業における「スマートファクトリー」の成功事例が積み重なっているわけではありません。

主たる原因には、そもそも実現すべき「スマートファクトリー」の全体像を描き切れていないことがあります。経営層は、時代の流れに取り残されてはならじと号令をかける。ミドルマネジメントは潮流といわれるソリューションに飛びつく。目的や効果が曖昧なまま現場は動かない。全体像無き取り組みは、「PoC」「トライアル」の域を出ないケースが多いのが現状ではないでしょうか。

### 3. 取り組みのステップ

製造業の大変化の中で勝ち残っていくためには、改善的アプローチではなく、トップダウンでの改革的アプローチが必要です。改革の前提となる問いは、「変えざる部分と変えるべき部分の峻烈な見極めができるか？」でしょう。必ずしもすべてをオープン化すべきでない一方、自社の強みでない部分は思い切った割り切りも必要です。この問いへの答えを落とし込んだ先に、自社固有の目指すべき「スマートファクトリー」が定義されるのです。

一方、トップダウンでの意思決定には、判断材料を提供するための「見える化」が必要です。IGPIでは、「IoT」によりあらゆるモノがつながったときの「モノづくり」の新しい姿を「見える化4.0」と定義し、4.0に至るために以下ステップを提唱しています。

- 見える化 1.0 原価の見える化
- 見える化 2.0 プロセスの見える化(≒バリューチェーンの見える化)
- 見える化 3.0 稼ぐポイントの見える化
- 見える化 4.0 リアルタイムの見える化(≒「インダストリー4.0」)

内容は『見える化4.0 AI×IoTで「稼ぐ力を取り戻せ！」』(2018年、日本経済新聞出版社発行)にて詳述しておりますが、今後のIGPIのものづくり戦略レポートで複数回にわたりエッセンスをご紹介します。 (IGPI 平戸)