

論 説

中堅・中小企業の現場能力構築とFA・IT

— 改善支援プラットフォーム導入のトライアル —

善 本 哲 夫

目 次

はじめに

1 地域経済を支える現場の自発的改善活動の必要性

1-1 インストラクターを触媒とした改善定着化

1-2 マンパワー問題

2 FA・ITの活用と改善

2-1 FA・IT導入のターゲット

2-2 流れづくりとIT

2-3 改善を支援するIT

3 IT導入とものづくりインストラクター指導によるミックスアップ

4 実証実験

4-1 実験協力先：関西の現場Bの現状

4-2 改善リードタイムの考え方

4-3 「安くて軽い」ITプラットフォームの開発

4-4 液状レジスト工程における実証実験の準備

4-5 実証実験：IT・FAプラットフォームのプロトタイプ構築

おわりに

は じ め に

本稿は中堅・中小企業の生産現場育成をサポートするFA (Factory Automation) ・IT (Information Technology) 活用の考え方について論じていく¹⁾。長期的な現場育成には、自発的・継続的改善活動の定着が不可欠である。我々はこの課題に取り組む現場と協働し、活動の活性化および定着に役立つFA・ITツールの開発と導入にチャレンジしている。

我が国製造業は、Q (品質), C (コスト), T (時間: リードタイム) のパフォーマンスを向上させるべく粘り強い現場育成に取り組んでいる。過去、数多くの現場育成手法や具体的な改善事例などが紹介され、また、各現場でも他社の取り組みを研究、分析し、その導入に向けたチャレンジを日々行っている。しかしながら、現場育成手法の研究や導入がどの現場でも実施されているわけでもない。特に中堅・中小企業では人的リソースが不足がちで、現場は日々の業務に追われる結果、能力構築に向けた問題発見・解決サイクルを確立するだけの時間的・人的余

1) 本稿は一般財団法人製造科学技術センターアイデアファクトリー事業 (2010年度～2011年度) 「テーマ5: IT活用による能力構築支援プラットフォーム」(代表者: 善本哲夫) の活動成果をもとにしている。本稿の調査及び実証実験に協力いただいたIHI, 川崎重工業, クオリカ, 三菱電機, オムロンに、感謝申し上げます。

裕がないケースも多い。また、長年の経験と現場感覚から不良問題等の発生要因をつかんでいる作業者もいるが、客観的データによる現状分析が行われていない結果、作業者が作業改善や工程改善を提案できず、その実施に踏み切れないでいるという声も聞く。他方、改善手法や方法論を外部からの指導によって学び、科学的な手法による現場診断や改善に対する理解を深めつつ、それらを現場で活用しようと試みる中堅・中小企業も多く、またそうした取り組みを支援する動きも活発化してきている。しかしながら、人的リソース不足から改善活動自体が根付かず、外部からの指導成果を生かし切れない場合も出ている。その結果、外部コンサルタントによる指導期間中だけは改善が進むが、その終了後は動きが中断してしまい、現場の自発的・継続的な活動が出来ないまま、パフォーマンスの「現状維持」が現場の基本スタンスとなってしまうケースも散見される。

短期間の指導による各種パフォーマンス向上の「結果」は、問題を抱える現場にとって魅力的ではある。しかし、一時的な「結果」は過去のもので、能力構築は長期的な取り組み無くしてなしえない。長期的な能力向上を目指し、現状を打破したいと考える中堅・中小企業にとっての課題は、自発的で、かつ継続的な活動を現場に定着させることにある。しかしながら、他方で中堅・中小企業現場のありようを鑑みると、自発的・継続的活動の定着は容易ではない。本稿で主張したい FA・IT 活用のコンセプトは、現場育成に向けた改善活動定着の支援をターゲットにしている²⁾。さらに対象を絞り込めば、我々がトライしている FA・IT の活用は、改善活動支援一般ではなく、むしろマンパワー問題を抱え、改善活動を本格的に定着させたい現場の「初動」を支援するコンセプトであり、この意味では、「改善定着エントリーモデル」の創造を目指しているといえる。

FA・IT は著しい発展を見せている。現代のものづくりにとって、こうした技術進歩成果の使いこなし方が現場の競争力に大きな影響力を与え始めているのも現実である。しかしながら、FA・IT の活用は、競争優位のための「必要条件」かもしれないが、「十分条件」ではない。FA・IT は、それを使いこなし改良する組織能力が伴うとき、はじめて他社に対する競争優位に結びつく。進歩するハード導入は、極端に言えば誰にでもできる。総勢が FA・IT 武装できる時代こそ、組織能力で差のつく時代と考えるべきである。

しかしながら、こうした議論は組織能力が先か、能力構築ツールが先かの論点に陥りやすい。筆者は組織能力育成とその支援ツールづくりを組み合わせ、同時並行的に取り組む仕組みの実証実験を展開した。前者は改善知識・手法に関するソフト面の指導であり、後者は指導成果をサポートするハード面での改善環境の整備だと位置づけている。改善に意欲を見せる中堅・中小企業でも、活動をどのように定着させるかは悩みのタネである。特に改善活動があまり定着

2) 本稿でいう FA は、産業用ロボットなどワークに対して組立や加工を行う直接機械作業系を含まず、シーケンサ・PLC やセンサなど現場の情報化体系を構成するハード機器類を対象を限定している。

していない、また、マンパワー問題からその活性化に制約があるような現場では、どちらが先かではなく、指導と支援ツールを同時に組み合わせるような支援が必要だと筆者は考えている。改善指導については、ものづくりベテラン人材をインストラクターとして現場に派遣する仕組みを確立しつつある³⁾。

改善支援ツールがターゲットとする領域は多様である。そうした中で本稿が注目するのは、改善の入り口であるデータの「測定」作業である。測定なくして、改善はない（Imai [1986]）。改善活動の定着度が弱い、あるいは科学的な手法による改善の知識が不十分な現場では、現状分析や現場診断、問題特定を行うためのデータ収集や測定作業が大きな負荷となっている、あるいはムダが多い、また、データ管理ができていないといった状況のようである。特にマンパワーが不足しがちな現場では測定作業のありようが課題となる。現実には、本稿が取り上げる事例でも、こうした傾向が垣間見られる。

マンパワー不足の現場では、QCT パフォーマンス向上につながる活動にいかにかリソースと時間を配分できるかが課題となる。この課題に対する一つの考え方が、測定作業の効率化であり、これによって改善が生み出す付加価値生産性を高めることができればよい。本稿は以上のような着眼点をもって、中堅・中小企業の現場育成支援ツールに関する筆者の考え方を述べる。また、本稿は開発したツールの実証実験を実施した。その概要についても紹介する。

1. 地域経済を支える現場の自発的改善活動の必要性

1-1 インストラクターを触媒とした改善定着化

我が国の地域経済も中堅・中小企業も平均すると業績は厳しい状況にある。しかしながら、現場の気力や活力は衰えておらず、厳しい経済状況下でも地道に生産性向上に勤しむケースも多い。そうではあるが、他方では改善に意欲を見せ、気力も活力もあるものの、日常オペレーションへの対応やマンパワー問題から改善にリソースを配分する余裕がない、また改善の方法論等指導を受けるチャンスがない、といった理由から現場の質的強化に向かう道が閉ざされている現場もある。

藤本 [2010] は我が国経済の復活の諸策として、『『良い現場』を国内に残す』ことを唱え、現場発の成長戦略の必要性を論じている。我が国を見渡せば、優良な固有技術・技能を持つ中堅・中小企業の現場が数多くあり、地域経済に根付くこうした現場の付加価値生産性を高めることが経済産業政策の大きな柱になってくると主張する。

こうした主張の具体的な実践として、長年現場で戦い、経験を積んできたものづくりベテラン人材を多方面の現場で改善指導ができるインストラクター（以下、ものづくりインストラクター）

3) 当該仕組みについては、善本・藤本 [2010]、善本 [2011]、藤本・柴田 [2013] で具体的に述べているので、そちらを参照していただきたい。

にする取り組みがはじまっている。藤本・柴田〔2013〕では、インストラクターによる各地方都市における現場改善のありようや、現地に定住しているベテラン OB にインストラクターになっていただく機会提供としての人材養成スクールの展開を詳細に述べている。この展開は、「やるべきことは、まだまだある」との考えのもと、安易な海外生産移管や工場閉鎖を避け、国内に良い現場を維持するとともに、数多くの現場を「優良化」する取り組みである。すでに、ものづくりインストラクターが地域に根を下ろす中堅・中小企業の現場改善指導・支援を実施し、成果を上げつつある。

ものづくりインストラクターは学習意欲の高い現場を支援すべく、改善手法・方法論の手ほどきを行う一方、彼らは改善文化・意識の定着に取り組む。直接指導による各種パフォーマンス向上など、インストラクターに期待される役割は多々あるが、より重要なインストラクター派遣の意味は、現場スタッフから自発的な改善活動を引き出すことにあると、筆者は考えている。

野洲市に設立された「野洲市ものづくり経営交流センター」におけるインストラクターの具体的な活動を簡単に紹介しよう⁴⁾。同市は現地在住のベテラン OB 向けの人材養成スクールにて、地域インストラクターの輩出をはじめている。地域インストラクターは何とか現場を良くしたいと考えている中堅・中小企業に対して改善の具体的な手法や方法論を指導しつつ、現場スタッフが主体となって取り組むよう心がけ、協働で問題発見とその解決に乗り出している⁵⁾。つまり、彼らは自らの取り組みによって成果を出すことに重心を置くわけではなく、あくまで現場スタッフによる活動の活性化に焦点を当て、指導も「自発性」を引き出すような工夫を心がけている。あくまで、地域インストラクターは現場スタッフよる改善のサポート役に徹する。スクールの講義でも受講生のベテラン OB に対して、インストラクターの役割について、あくまで現場の自発的な改善活動を促す「触媒」であることを理解していただくよう、理解を求めている。

この発想はきわめて重要である。中堅・中小企業の現場に限らず、どの現場でも同じだが、自発的な改善活動を引き出すことなくして、現場優良化の道は閉ざされてしまいかねない。地域インストラクターの指導期間が終了した後、指導先現場の質的強化運動が止まってしまうようであれば、その現場は外部からの手ほどきがなければ現場能力の向上を目指せなくなる。特定の現場に特定のインストラクターが常時指導に入ることは不可能であり、また、それは彼らが目的とする活動ではない。

4) 野洲市ものづくり経営交流センター設立の経緯や具体的な活動については、善本〔2013〕を参照されたい。

5) ものづくりインストラクターは改善指導の初動に際し、現場スタッフと十分なコミュニケーションを取り、様々な工夫を凝らし、信頼関係を気づくとともに、主体となって動いてくれるよう働きかける。

1-2 マンパワー問題

こうしたインストラクターの触媒的立ち回りの成果もあって、改善定着の動きが各現場で活発化している一方で、受け入れ先現場の持続的な改善活動を引き出すための課題も顕在化してきた。それは、中堅・中小企業が抱える現場のマンパワー問題である。現場は日々の業務追われているため、改善活動の土台づくりに必要な人的リソースが不足しがちである。この不足を補い、科学的アプローチから問題に対処し、改善体質を強化するための環境整備に役立つ仕組みやツールの必要性がここに存在する。つまり、インストラクターによる改善手法・方法論の指導やその活性化触媒としての機能がソフト的支援だとすれば、そのソフトが駆動するための現場環境整備の必要性が改めて顕在化しているわけである。

マンパワー問題は深刻である。改善活動に懐疑的な意見が多数派を占める、また、過去に取り組んだ改善でうまく成果を出せなかった、あるいは改善経験が乏しい現場では、日常オペレーションに加えて増加する改善の作業負荷を敬遠もするだろう。過去に改善定着が不発に終わり、さらにマンパワー問題を抱える現場では、この傾向が顕著になっているかもしれない。改善定着や改善活性化に向けた意欲はあるが、「改善活動」へのリソース配分に困っている現場が、現実に存在する。

日本企業はボトムアップによる改善を重視してきた。改善専用部隊の雇用は現実的でもない。優良現場は、日常オペレーションに従事する現場スタッフによる積極的な活動によって、現場育成を実現し、また、現在もチャレンジしている。そうではあるが、より慢性的なマンパワー不足に悩む中堅・中小企業では、既存リソースによるボトムアップ型の改善展開に悩んでいるのも実態である。つまり、人的リソースが不足している中で、その配分を改善活動に振り分けるための工夫が、中堅・中小企業の課題になっている。

繰り返しになるが、外部のインストラクターに頼る「改善活動」だけでは、スポット的・断続的な短期的成果を期待するしかない。内部の既存リソースを改善に配分する一番手っ取り早い方策が、現場の「改善負荷」を軽減するための支援である。

そもそも、既存リソースによる改善こそ、成果を効果的に生み出す重要な手段である。例えば、「生産性をアップさせるアイデア」や「不良予備軍を迎え撃つための知識」を持っているスタッフが現場にいればよい。彼は納期に追われ、また、日々の異常対応で忙しい。そのため、アイデアや知識は持っているが、それを披露する時間も機会もない。また、工程で悪さをする原因に当たりはついているものの、それを裏付けるデータもない。彼は、この現場の改善トリガーとなるポテンシャルを持っているものの、それを引き出せる環境が現場にない場合、彼は「現場優良化資源」として、遊休化しているといえる。アイデアや知識を形にする方法論や手法とともに、活躍の場を与える環境整備が、彼から新たな改善サービスを引き出すために必要となってくる。

2. FA・IT の活用と改善

2-1 FA・IT 導入のターゲット

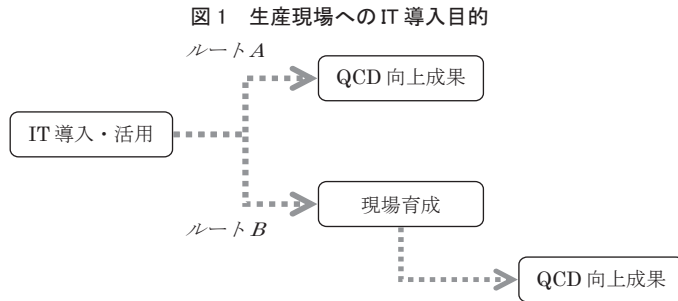
昨今の FA・IT の発展は著しい。生産管理をはじめ、多様なシステムが現場に導入され、それを用いた効率化や合理化、改善活動のありようが紹介されている（例えば、日本 IE 協会『IE レビュー』や日刊工業新聞社『現場管理』の各事例等を参照されたい）。

FA・IT をうまく活用し、成果を上げた事例も数多く存在する一方で、FA・IT を導入するも、それが現場育成に結びつかない、あるいは使いこなせない、といった話もよく耳にする。例えば、ある中堅・中小企業の情報システム導入の実態について簡単に紹介してみよう。岐阜県の食品メーカー A 社の社長から次のような談話を聞いた。「高いコンサル料を支払い、現場に生産管理系の情報システムを導入したが、誰も使わない」。情報システム導入の意図は経営効率化や生産現場合理化にあり、金額的にも大きな投資であったという。社長はこの投資を振り返り、高い導入コストに見合うだけの効果は目に見えず、我が社にとっても、現場にとっても結果は無用の長物にすぎなかったと述べた。

FA・IT に大きな期待を寄せるメーカーも多い。しかしながら、先に述べた食品メーカーのように投資自体がムダになったというケースもちらほら聞く。食品メーカー社長はシステム導入それ自体の直接効果として、ものづくりパフォーマンス (Q, C, T) の向上を期待した。しかしながら、現実には FA や IT を使ったシステム導入による効果を測定することは難しい。効果の測定が難しいため、「景気が良くなれば情報系システムの導入は進み、他方、不景気になれば真っ先に情報系分野の予算が削られる」といったように、現場に限らず、組織全体でシステム活用の一貫したスタンスが持てず、景気の波や時勢で断続的な投資が繰り返される。結果として、過去に導入したシステムを見渡せば、異なるアプリケーションが同時併存し、複数のシステムの接続に高いカスタマイズコストを必要としてしまうケースも散見される。この FA・IT を巡る製造業の揺れ動きは、短期的・直接的な「費用対効果」への過度の期待感と失望感の交錯が生み出すものである。

FA・IT 活用の効果や実効性は、「現場育成の後からついてくる」と本稿は考える。FA・IT 導入の最終目的は、ものづくりパフォーマンスの向上に繋がることであるが、改善・現場育成が伴わなければ、両者が結びつく可能性は低くなる。図 1 は模式的に FA・IT 活用と目的の関係を表している。ルート A は、FA・IT 導入とパフォーマンスを直接結びつけようとする発想である。ルート B は、改善・現場育成を経てパフォーマンス向上を導く発想である。ルート A は短期に直接効果を導きたいという願望と思惑から、現場の情報化を支える FA・IT への過度の期待感を生みだし、やがてそれが失望感に変わっていくと、本稿は考える。

我が国製造企業の組織能力は、多能工・チームワーク・改善をベースに統合型のものづくり



を形作り、それを強みとして世界的な現場競争力を生み出してきた。生産現場での FA・IT 活用は、こうした強みをさらに強化・育成する発想と繋がっていないなければならない。

FA・IT 導入そのものが現場の強化を自然に導くかと言え、そうではない。問題は FA・IT を「どう使うか」にある。例えば、昨今では生産現場から吸い上げた情報の活用や見える化、情報統合化が活発になっている。情報収集は現場育成に必要な見取り図を描くことには役立つが、それで直接効果があがるわけではない。

図1のルートAをもとに、FA・ITによる「見える化」効果を考えてみよう。見える化は、それ自体がパフォーマンス向上に繋がるわけではない。情報・データをもとに、ものづくりパフォーマンス向上に向けた改善活動の結果、何らかの成果が生まれる。つまり、FA・IT 導入によって直接的なパフォーマンス向上の成果が生まれるわけではない。「見える化」は現場の現状や実態を把握し、そこから見いだす事実の共有から問題発見・解決へとアクションを起こす手段である。FA・IT 導入後すぐに成果が生まれるかどうかは、ツールの使いこなし方や改善活動のありようによって多様であり、また、「見える化」は改善を喚起するための現場診断の手法でしかない。

FA・ITを使った「見える化」導入が失敗する現場は、現場に改善そのものが根付いていない場合が多い。また、データを活用する方法がわからない、あるいはデータ収集を改善活動と勘違いしている、といったケースもあるだろう。「現場の優良化」に向けた FA・IT 活用のターゲットの一つは、あくまでそれらはツールであるとの認識のもと、それらを長期的な改善活性化の手段と位置づけることにある。

2-2 流れづくりとIT

藤本 [2007] は「ものづくり」とは、設計情報をもの（媒体）に作り込み、それを「良い流れ」で顧客まで届けることであり、その基本は「設計」であるとの解釈を提示している。この「流れ」とは、モノの流れのように見えるがその本質はモノを媒体とする「顧客へ向かう設計情報（付加価値）」のフローを意味している。ムダをなくすとは、流れをスムーズにすることで

ある。先述のベテラン OB 人材のインストラクター化において、養成スクールのカリキュラムを貫くバックボーンは、「流れづくり」にある。

「良い流れ」の設計情報フロー構築には、個別工程の作業設計・改善よりも、工程改善を先行させるのが有益であると考え。仕掛品在庫時間は設計情報が滞留する時間の大半を占める。リードタイム短縮は仕掛品在庫の削減に向けた改善を要求する。これを通じて、手待ちのムダが顕在化する。つまり、「流れの悪さ」から問題を顕在化させ、その問題をつぶしていけば、リードタイム改善後に Q, C のパフォーマンスもおのずと向上していく。ジャスト・イン・タイム方式 (JIT) による在庫削減の意図は、問題の顕在化・視角化機能が本質にあり、IT 活用の方角性は、その支援にあるといつてよい。例えば、RFID を使った仕掛品在庫の把握などが挙げられる。

工程に潜む問題が顕在化すれば、おのずと作業改善に進む。IT 導入による生産現場での目に見える成果として、習熟度の低い作業者の支援がある。習熟レスでも 3D-CAD と連動した作業指示ビューア (3 次元仕様書) の導入によって、習熟レスでも作業ができる。こうした 3D-CAD データを使った設計と製造のパイプライン化や、バーチャル空間でのライン事前検証や組立作業評価、工数分析などは「デジタルものづくり」や「デジタルセル」などと呼ばれることも多く、現場での導入が進んでいる。「デジタルものづくり」に見られる工程設計・作業設計への IT 導入事例は、ライン立ち上げや新製品導入時には効果的であり、また、作業ミス・不良予防にも威力を発揮する。しかしながら、問題はこうした IT 活用が継続的なものづくり体質強化と連動するかどうかにある。事前の工数分析や習熟レスへの取り組みは、あくまで現場の「初期設定値」であり、この取り組みが改善活動サイクルと密接に結びつければ、現場の競争力は高まっていく。昨今、作業単位でラインバランスを計測する場合や実績データや作業タクト状況から生産性評価を行う場合、センサや計測器を使ってデータを取るケースが増えている。こうした稼働分析で付加価値を生んでいる正味作業時間とムダを計測する。設計情報フローの視点では、ムダは設計情報が滞留している時間と考える。作業再配分による省人化等は、工程内の作業改善によって設計情報の滞留時間が削減され、良い流れへと近づいていく。

インストラクター養成は「流れづくり」を土台に各種の考え方をシステム化するデザインとなっている。「優良現場化」に向けて、ものづくり及び地域インストラクターには、「流れづくり」の理解と意識を指導先現場に吹き込むことが期待され、またその活動の基軸にしたいだいでいる。

2-3 改善を支援する IT

IT 活用により、リアルタイムかつ継続的に計測が可能になる。「良い流れ」を目指す視点からすると、IT は設計情報が滞留する「ムダ」を効率よく把握することを可能とする、流れ改

善支援ツールとなる。しかし、現状を把握するが、IT 導入が直接パフォーマンス向上へと繋がっているわけでない。IT をうまく使いこなす能力が伴うことで、スピード感のある現場育成に繋がり、改善が活潑な現場である時に、IT がはじめて他社に対する競争優位に結びつく。改善のためには、正確な現状認識を必要とする。データに基づく目標設定のためには、データのリアルタイム性が求められる。RFID など新たな IT ツールや、フィールドバス、PLC、センサなどの性能向上による FA ネットワークの進歩で、リアルタイム・データの収集容易性は高まっている。このデータを改善に繋げることが必要であり、「見える化」の意味はここにある。さらに、改善を触発するためには、データを誰でも使えるような仕組みが必要となる。特定の職制だけに限ったのでは、全員参加型の IE は見込めない。

筆者は改善を支援する IT 活用のコンセプトとして、ブリジストンの FOA (Flow Oriented Approach) に注目している⁶⁾。FOA は加工されていない「生データ」をリアルタイムにネットワーク上に吸い上げ、誰でも利用できる「共有フロー」を基礎とするコンセプトである。ものづくりに関わる全員が情報共有でき、データの集計・加工は利用者が必要な都度に行い、生データだけを簡単に取り扱えるようにする。

現場の状況把握と改善に活用するデータのありようについて考えてみよう。ある自動車用電池メーカーでは、現場データを活用し、改善活動に繋げようとした。データは生データ(マスター)ではなく、利用時にはすでに加工されている状態であった。しかし、現場の経験則と加工データを担当者がうまくマッチングできず、実態把握に手間取ったという。

一見すると、加工データは人手による加工の手間を省き、使い勝手がよいように思われるが、顕在化した問題に対する改善活動に必要なデータや情報粒度は、その時々で多種多様である。必要な加工や処理を事前設計することは難しい。FOA は生データによる正確な現状認識をもとに、改善を必要とする現場が、必要な時に、必要な加工を自律的に行うことを前提にする。言い換えると、日々進化を目指す現場でなければ、FOA は機能せず、IT は無用の長物となる。FOA にみる IT 活用の発想は、あくまで改善を支援するものであり、IT による直接的なパフォーマンス向上を目指すものではない。QCD パフォーマンス向上は、図 1 のルート B のように、後からついてくる。

3. IT 導入とものづくりインストラクター指導によるミックスアップ

善本・藤本〔2009〕では、我が国製造業の生産現場で揺れ動く IT への評価を整理すべく、「生産現場育成」の視点から IT 活用の方向性を探り、検討した。IT 導入そのものが現場の強化を

6) 製造科学技術センターアイデアファクトリー事業として、2012 年度～2013 年度に「FOA」による生産現場改善支援をターゲットにした「過渡期のマネジメントを支える動的 IT ソリューションの適用調査」(代表：善本哲夫)を展開している。FOA については、奥他〔2010〕を参照されたい。

導くかと言え、そうではない。問題は、ITを「どう使うか」にある。例えば、生産現場から吸い上げた情報を活用すべく、「見える化」に取り組む現場は多いが、先述したように、情報収集は現場育成に必要な見取り図を描くことには役立つが、それで直接効果があるわけではない。POPを使った「進捗の見える化」など、多様なIT活用のケース報告があるなか、我々が注視しなければならないのは、見える化した情報を改善や現場管理にどのようにして活かしたか、にある。

競争優位の文脈で考えると、ツールとして精緻化された生産管理・現場管理手法やITを上手く使いこなす組織能力や生産マネジメントのありようが、特定の企業・現場の競争力をもたらすといえる。競争優位獲得に向けて導入される現場ツールは、組織能力を鍛える、育てること無くして意味を持たない。IT導入の最終目的は、ものづくりパフォーマンス(Q・C・D)の向上に繋がることであるが、そのパフォーマンスは改善・現場育成を経て得られる結果である。先述した食品メーカーの「誰も導入したシステムを使わない」ケースは、それらを使って「何がしたいか」が見えない、あるいは現場も「何をして良いかわからない」状態にあり、また、パフォーマンス向上を実現するための「現場育成」や「改善」の意識が希薄なままシステムを導入したことが根本の問題である。

先述したように、我々はものづくりインストラクターによる現場改善指導によって、組織能力を鍛える取り組みを進めている。しかしながら、他方では自発的な改善活動定着に向けたネックが中堅・中小企業の現場に存在していることも明らかになってきた。例えば、ある中堅・中小の現場では、作業者の勘に頼り、標準作業すら存在しないケースもあった。標準を確立するためには、測定が不可欠である。測定無くして、標準はなく、また、標準無くして、改善はない。現場診断は問題発見・解決の入り口である。ものづくりインストラクターによる指導終了後、自発的な測定やデータ収集による現場診断が滞る、あるいは中断するようでは、継続的・持続的な能力構築は見込めない。中堅・中小企業の現場では、日常のオペレーション対応以外、改善に取り組むための時間的余裕、また人的な余裕がない結果、問題を特定化や現場診断のための測定が極めて困難である実態がある。つまり、物理的に「改善のための時間を作り出せない」状況が横たわっている。

現実として、改善文化・意識の定着は容易ではない。改善文化や意識の定着に向けたものづくりインストラクターによるソフト面の指導とともに、中堅・中小企業現場の実態に見合ったハード面からのサポートがあることで、両者による能力構築のミックスアップ効果が期待される。我々はインストラクターが指導に入った現場の協力を得て、中堅・中小企業現場の改善をサポートするFA・ITの導入実験をはじめた。下記で、協力現場の概要と測定の実態に焦点を当てて、そのありようを述べてみよう。実証実験に協力いただいたのは、中堅のプリント配線基板メーカーA社である。

4. 実証実験

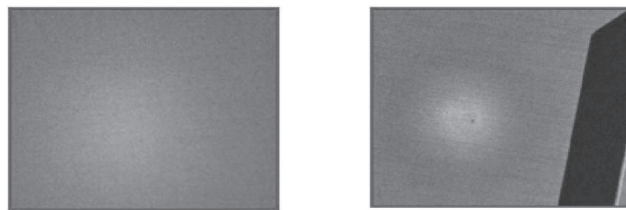
4-1 実験協力先：関西の現場 B の現状

現場 B はプリント配線板並びにプリント配線板・外観検査の設計・製造・販売を主たる業務とする京都に本社を持つ中堅企業 A 社の関西立地工場である。受注先は自動車・電装品分野を主体とする。企業全体の従業員数（2010 年）は連結で約 1900 名、単体で約 400 名である。

現場 B は自らの進化に意欲的で、当該現場に東京大学経営教育研究センターでトレーニングを受けたものづくりインストラクターの指導を受けながら、自らで改善活動をさらに活発化させようと多様な取り組みにチャレンジしている。

ものづくりインストラクターは現場スタッフと協議の上、改善指導のターゲットを内部不良とした。同現場では、内部不良がコスト競争力に非常に影響を与えていた。具体的には、液状レジストのムラ不良である（図 2）。ムラ不良によって、廃棄金額、再塗布インク金額に加え、不良による時間的な生産ロスの金額換算を考えると当該問題の解決と工程改善は同工場にとってきわめて大きな課題であった。ムラ不良の原因を迫及するため、様々な角度から現状分析を行った。チームは設備の清掃状況の確認をはじめ、ダミー板をワークとしてレジスト工程に投入し、ムラ発生の傾向調査などを実施した。ムラ不良の問題特定にあたって、ものづくりインストラクターは現場スタッフとともに多様なデータ収集を行った。

図 2 ムラ不良：異物の混入



良品

ムラ不良

写真出所) A 社提供

現場 B はものづくりインストラクターによる改善指導とともに、自発的な改善活動を活性化させる仕組みを考えている。このターゲットの一つとして、データ測定のありようについて我々と協働し、仕組み作りについて実証実験を進めることになった。現場 A では、作業者が人作業によってデータを集めていた。しかし他方で、そのデータを改善のために使っていなかった現状がある。こうしたデータを活用する手法や発想をインストラクターの指導によって組織的な活動として定着させようとしている。

現場 B では、問題が起きた時のデータを記録として残しておく意識が希薄であったという。その結果、変動が詳細にわからず、問題の特定が難しいといったことも存在していた。例えば、

今回我々の実証実験では不良発生率の高い工程に焦点をあて、ものづくりインストラクターと現場作業者が協力して問題解決にあたった。改善に向けたデータ収集と分析を実施する以前において、作業者は直感で不良発生要因についての当たりをつけていた。改善に結びつけるためのデータとしての根拠や証拠が不十分であった結果、指導開始以前には問題解決に手がつけられていなかった。

データ収集はある程度行われているものの、それが改善活動に活用されていない、あるいは活用方法についての学習機会が無かったことについては、ものづくりインストラクターによるソフト面の指導がはじまっている。また同時に、現場育成や問題発見・解決のためには、どのようなデータが必要かについても議論が行われた。

他方では、データ収集、測定のあるりようについての課題も議論が進んでいる。現場作業者による手入力で記録を取る方法が現場の大きな負担になっているのも事実である。現場では人作業にかなりムダな作業があることを把握している。日常オペレーションにマンパワーのほとんどが投入される現状で、手入作業による工数を減らすだけでも非常に大きな効果があるという。またデータのバックアップできる仕組みも存在せず、かつ問題発見のためのデータは多様であり、手入力作業である以上、マンパワー問題を考慮すると限られたデータしか記録できない。そのため、過去のデータにさかのぼり、問題を特定しようにも過去の状況把握や傾向を読み取りに限界が存在している。

また、不良発生が目に見え、顕在化する工程の結果だけをみても問題が特定されないケースもある。つまり、前工程が発生要因である可能性を検討する際、現場での測定が作業負担として大きくなる。日常オペレーションに追われる現場 B では、データ測定にマンパワーを十分に配分する余裕はあまりない。

現場 B の自発的な改善活動の定着に向けた重要なポイントは、外部からの指導を伴わなくとも、効果的な現場診断が常時可能となる環境を作り出すことであり、できる限りの測定作業の「負担増」を避けることが必要になってくる。現場 B の人的リソースを考えたデータ収集・測定負荷を考えなければならない。

4-2 改善リードタイムの考え方

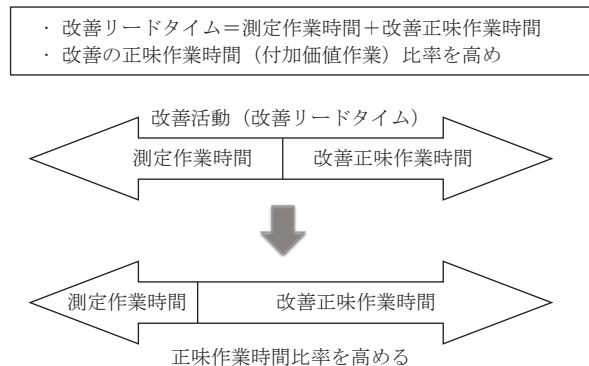
問題の特定と対処や不良予備軍を迎え撃つ諸方策の検討には、日常オペレーションとは違う作業工数を必要とする。改善にはデータの測定が不可欠である。しかしながら、測定そのものは、問題解決の必要条件ではあっても、それだけではパフォーマンス向上は見込めない。具体的な改善策と問題解決にとって、測定は手段であって目的ではない。

ある問題に対処するために要する時間を「改善リードタイム」と呼ぶことにしよう。改善リードタイムは測定作業と実際の改善案作成・適用の二つに大別して考えることができる。パフォー

マンス向上に結びつくのは后者であり、ここが質的強化の正味作業である。これを「改善正味作業」と呼ぼう。生産現場の情報化による「見える化」作業は改善リードタイムを構成する要素であるが、その作業は改善正味作業に含まれない。図3は改善リードタイムの構成を示しており、測定作業時間と改善正味作業時間の区分している。改善リードタイムを構成する測定作業が効率的であればあるほど、同じリードタイム内であれば具体的なパフォーマンス向上に結びつける作業に配分できる時間は多くなる。また、改善が急務な現場では改善サイクルをいかに早く回すかが大事であり、そのサイクルが早ければ早いほど解決できる問題の数が増え、また、能力構築スピードは速くなる。同程度の問題レベルで考えてみよう。測定の効率化によって改善リードタイムの短縮が実現すれば、サイクル回転は速くなる。つまり、リードタイム中における改善正味作業時間比率を高めることが現場進化のありようにとって重要となってくる。

測定は問題発見・解決の入り口であり、現場診断にとって不可欠かつ改善の大前提だが、それよりも、先述の現場 B のようにマンパワーが不足気味な状況では、測定へのリソース配分以上に質的強化の改善正味作業をいかに確保するかが重要となってくる。

図3 改善リードタイム



出所) 筆者作成

4-3 「安くて軽い」ITプラットフォームの開発

現場 B のように、中堅・中小企業の現場では測定作業を充実させようにも作業者の負担や日常オペレーションのありようからマンパワー配分が難しい状況が想定される。他方で、こうした測定作業を自動化することが課題解決の一つの方策である。改善活動(改善リードタイム)内における改善正味作業時間比率を高めるためにも、測定領域に昨今の FA 技術や IT を導入するメリットは大きい。

しかしながら、他方では中堅・中小企業では FA・IT 導入に際し、その予算的な制約が大きい。本稿がターゲットとする「測定」は、すでに述べたように、その作業がパフォーマンス向

上に直結するものではない。中堅・中小企業の現状を鑑みると、改善活性化を目的とした測定作業の大がかりな FA・IT 化は、困難な状況にあると見てよい。測定において、FA・IT に頼らず、またマンパワー問題を解消するには、作業者を増やせばよい。しかしながら、増員は現実には難しい。他方で、FA・IT 導入予算が極めて大きいと、現場が要求しても決済がおりない可能性が高く、また導入コストが大きければ大きいほど、パフォーマンス向上の「結果」が強く意識され、「改善初心者」の現場では、改善よりも「FA・IT の活用」が目的化してしまうかもしれない。特に、改善文化や活動の定着が弱い傾向にある現場では、大がかりな FA・IT 化を実施しても、現場が混乱する、あるいは導入されたシステム・機器が遊休化するといった可能性もある。つまり、導入予算の制約とともに、現場の改善活動の定着度やありようと歩調を合わせることができる、問題予備軍を迎え撃つことができるように必要に応じて小刻みに導入できるシステムであるほうが、使い勝手がよく、現場に馴染みやすいと考えられる。

現場作業者は直感で標準から外れているとか、悪さをする工程・箇所を知っているケースも多い。現場の直感や声を科学的な見地から診断し、改善活動に結びつけるためにも、現場が必要とする度に導入できる小回りのきく FA・IT が求められている。実証実験では、導入コストが安く、また「いつでも運用中止」を判断できる、「安くて軽いシステム」をターゲットに開発を進めた。

極力、手動入力ではなく、自動収集できる測定の仕組みの方が中堅・中小企業現場のマンパワー問題を考えるならばマッチングするだろう。他方で、データを自動収集し、改善に活かせる FA と IT の連携となると、工場全体を貫くシステムを我々は想定しがちである。繰り返すことになるが、「これから改善活動を活性化させたい」、「改善意識が希薄だった」現場においては、大がかりなシステム活用それ自体が目的となってしまう可能性もある。現場の声に応じて、必要な箇所に、必要に応じて導入できる「FA・IT の情報連携システム」を安価に組むことができないかが、我々の改善支援 FA・IT に関する実験の目的である。

現場では、ある問題が解決されると、違う工程・箇所の問題が顕在化する。安価で導入に際し小回りのきく測定システムであれば、現場の改善活動展開のありようと歩調を合わせる形で必要な箇所に都度導入し、積み重ね的に現場診断のための測定範囲が広がっていく。小回りであることで、現場が「使わない、求めているシステム」に陥ることなく、「現場がそのときにに応じて」導入を検討することが可能になる。ただし、こうした積み重ね的な導入は予算も必要であるため、先行事例で成果を目に見える形であげられるようにすれば、改善成果をもって「費用対効果」を検証しやすくなる。

実験協力を得ている現場 B で、自動測定できるところと手入力作業の領域を整理し、自動化が可能な問題箇所やパフォーマンス向上に効果的な工程に絞り、小回りのきくシステムについて我々と FA メーカーが模索した。特に、このシステム模索は現場 B を指導したものづく

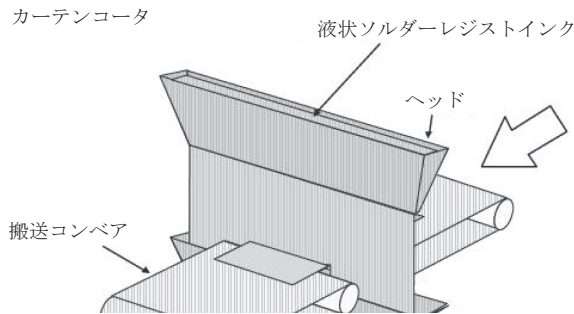
りインストラクターにその見解を求めながら進めた。その理由はシステム導入が先行、また目的化しないようにするためであった。

あくまで生産現場の情報化や手段としての測定自動化は、改善リードタイムにおける改善正味作業時間比率を高め、現場の付加価値生産性向上運動にマンパワーを配分できる環境を作り出すことが目的である。

4-4 液状レジスト工程における実証実験の準備

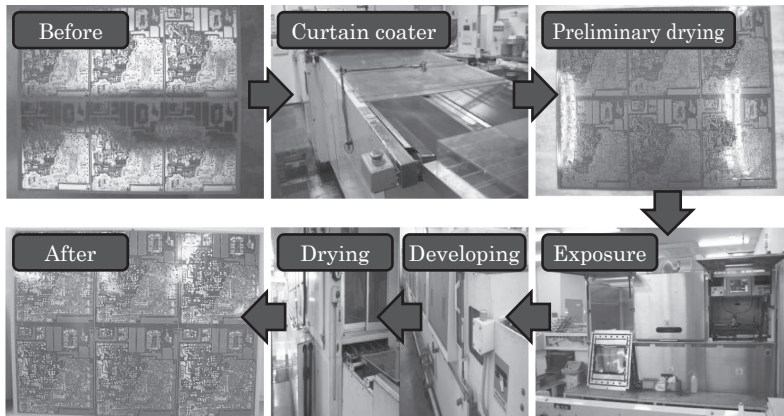
図4が、現場Bにて今回の実証実験対象とした液状レジスト工程である。従来から当該現場では、この工程がムラをはじめとする内部不良の本丸と考えられていた。つまり、同社はここが「悪さをする工程」との感触を感覚としてとらえていた。液状レジスト工程は、カーテンコーターという設備を用いて、PCB(プリント配線板)の表面と裏面に液状レジストインクを塗布する(当該工程のプロセスについては、図5を参照されたい)。

図4 液状レジスト工程



出所) A社提供

図5 液状レジスト工程のプロセス



出所) A社提供

ムラに代表される内部不良は、液状ソルダーレジストインクがうまく塗布できていない状態を指す。実証実験では、当該工程周辺の作業環境変化の測定に取り組むことにした。

現場 B は作業者が不良発生要因に関する「あたり」をつけており、インストラクターの指導による改善に取り組んでいた。他方で、その「あたり」を確認することができていなかった。それは、内部不良と工程周辺の作業環境の相関であった。

現場 B では作業環境を手書きにて記録していた（作業日報）。しかし、その記録を活用できていない状況にあった。液状レジスト工程は、プリント配線板を作る多数の工程の 1 つである。プロセス全体の性格上、不良判定は液状レジスト工程後に検査によって行っている。つまり、不良発生時にリアルタイムで判定できる体制ではない。また、不良の原因を考えるため、同現場では作業日報を調べるわけだが、しかし不良発生時の状況をリアルタイムで正確に記録しておく運用にはなっていなかった。つまり、不良発生時にどのようなイベントがあったのかを特定できない状態にあった。また、作業環境が変わった時、作業者が状況に応じて調整する方式をとっており、またオペレーション中に手書きにて記録を残すことが難しく、「なぜ作業環境が変わったのか」、「作業者はどのように調整したのか」を把握することが困難な状況であった。その結果、作業環境の変化と不良発生がどのようにリンクしているのかを検証することができない状況にあった。

同現場は不良と作業環境の関係を把握することから始めた。この取り組みは次のステップを経た。まず、日々の記録をデータ化させ、その分析を行った。このデータ化に際しては、ベンダーの意見と FOA 研究が役に立った。FOA は「現場のことは作業者が一番知っている」と考える。実証実験では、現場作業者が特性要因図を用いて不良の原因を分析し、それに基づいて、データ化の指標をインク温度と室温に決めた。現場 B は検査で判明した不良のロットを、環境変化のデータと照らし合わせて作業を進めた。ついで、同現場はインク温度と室温を測定する機器を導入し、データを自動的に収集することに取り組んだ。ベンダーが機器についての知識とノウハウを提供し、さらにはベンダーと共に問題の範囲を絞り込んだ。

結果は、以下の通りである。不良とインク温度、あるいは室温の変化は直接的には関係していないことが判明した。しかし、いずれにせよ、作業環境が変わることは「良い状態」とは言えない。インクと室温の上昇は彼らの作業に相当な影響を及ぼしていたため、オペレーションを安定させる観点から当該問題の解決に向けた改善を開始することになった。

インク温度及び室温との因果関係が無いことが判明した後、現場 B は電子顕微鏡によって不良品を解析し、「不良のコア」を見つけた。成分分析の結果、コアの正体は【 α 】という成分であったしかしながら、【 α 】は現場 B で用いられる資材には全く使われていない。なぜ【 α 】が基盤の表面に混入するのか、どこから持ち込まれるのか、その経路は不明であった。

現場 B は液状レジスト工程の前工程及び工程内の空気の状態を調査し始めた。さらには、

空気の状態を把握するために、彼らは「パーティクルカウンター」と呼ばれる測定器を導入し分析を行った。この機器の導入に関しても、先述のインク温度や室温と同じく、ベンダーと協力する体制をとった。この取り組みの結果、彼らは異物混入が前処理装置断熱材の劣化による発塵であったことを発見した。現場 B は断熱材を耐熱テープで覆い、また、装置のメンテナンスを行った。彼らはこれらの取り組みを 2010 年秋から 2011 年の春にかけて行った。

この取り組みによって、現場 B では、現場改善や問題解決・発見に向けて「データで語る」こと、つまり「勘」や「経験」を科学的に検証する発想が芽生えた。結果として、現場感覚としての「あたり」は外れていたわけだが、「悪さの原因をはっきりさせた」ことの意味は大きかった。

4-5 実証実験：IT・FA プラットフォームのプロトタイプ構築

現場 B は 3 つの測定器（室温、インク温度、パーティクルカウンター）を導入した後に、さらに改善を進めた。彼らは問題解決に向けて次にみる 2 つのアプローチをとった。

第 1 は環境変化の詳細な記録と検討である。現場 B は作業環境のバラツキを最小限に抑えることを狙い、湿度とインク粘度を測るために追加で機器を導入した。その結果、様々な側面から作業環境を把握することができるようになった。さらには、現場 B はすべての機器で管理幅を見直した。この顕著な事例がインク温度である。

同社の製品は、カーテンコーターの設備でプリント配線板の両方の側面-ハンダ面と部品面-にソルダーレジストインクを塗布する。機械が持つ固有の制約条件によって、ハンダ面と部品面を一緒に塗るのではなく、別々の時間帯に塗布することがしばしば起こる。一方では、時間によって作業環境は刻々と変化する。それゆえ、ハンダ面では不良が発生する反面、部品面では不良がないという事態が生じた。しかし、現場 B では部品面とハンダ面をわけて管理していなかった。この管理にメスを入れるべく、部品面とハンダ面を分けてデータを自動収集する仕組みを作り、作業環境を正確に把握することにした。

第 2 は改善視野の拡大である。実証実験チームはプロトタイプとして、各機器から収集したデータを蓄積し、共有できる仕組みの作った。我々はこのシステムを改善入門者向け能力構築プラットフォームと呼ぶ。

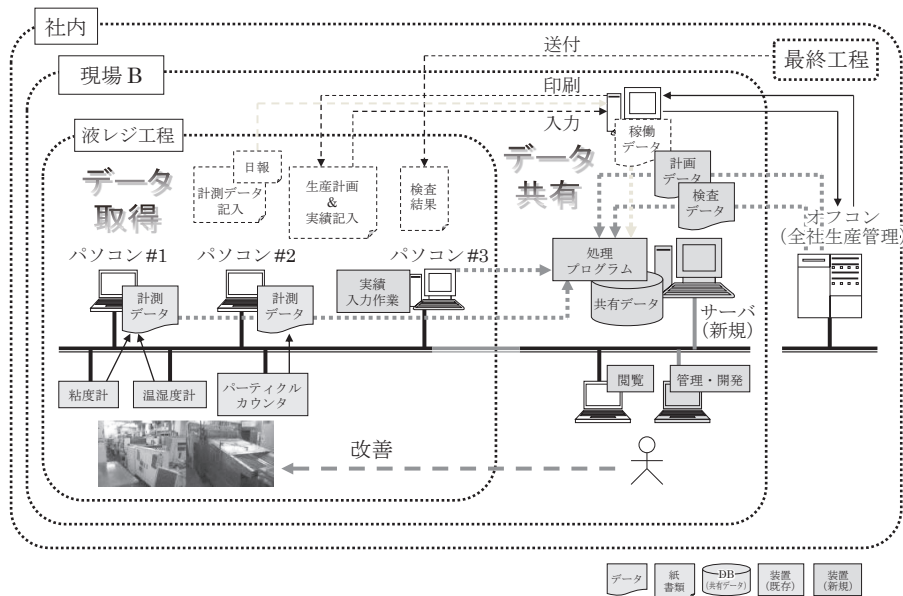
このシステムは、5 つの機器から収集したデータを、ロット単位で（バッチベースで）現場サーバーに集約させる機能を持たせた。一方で、この 5 つの機器と同様に、不良検査結果をロット単位で現場サーバー上にあげた。その結果、不良が発生したロットがどのような環境で生産されたのかがサーバー上でわかるようになった。ついで、彼らはこれらのデータを現場関係者間で共有できるようにした。問題の分析と解決のために、全てのメンバーがデータを利用し、意見をいえる環境を整備したわけである。

IT・FA プラットフォームは 5 つの機器と不良検査結果の突き合わせに一般的なソフトウェアを使っているために、その都度改良が可能である。もしカイゼンが進んで追加機器を導入したとしても、状況に応じてサーバーへと繋ぐことができる (図 6)。

つまり、このプラットフォームは自動測定 of 仕組みによって、リアルタイムの記録を残すことができると同時に、それらを活用、共有する仕組みにまで実証実験範囲を広げ、開発したことになる。これまでマンパワー不足からデータ収集、測定に二の足を踏んでいた現場に、環境整備として「自動収集」「データの共有容易性」をもたらすことの意味は大きい。日々のオペレーションで忙しい現場では、目に見えて「良い方向への変化」がわかる活動にリソースを配分できる環境を整えることは、改善を活性化させる上で大きな効果があった。

また、同社は当該サーバーと本社の情報システムをリンクさせることにした (図 6)。この結果、本社へと迅速にデータを送ることで、「何が起きているのか」を「見せる化」し、全社的な問題解決活動へとつなげる仕掛けにしたわけである。この時点で、A 社では、「改善」は現場が扱う問題であると同時に全社として扱う問題となった。

図 6 データの蓄積と共有



出所) MSTC アイデアファクトリー事業平成23年度-24年度テーマ5 実証実験チーム作成

おわりに

現場の能力構築に意欲を持つ中堅・中小企業は多い。しかしながら、他方で「改善」を唱えるだけでも、現場は良くなる。本稿は意欲ある現場へのインストラクター派遣による方法

論・手法という「ソフトウェア」のインストールの実態から見えてきた、改善定着に向けた課題について、IT 武装によってソリューションを見いだそうという取り組みについて述べてきた。つまり、現場改善活性化に意欲を持つ企業への学習機会を提供する機会とともに、それを消化し、改善意識を高める、また定着させるための環境整備が本稿で取り上げた実証実験のターゲットである。

FA・IT は著しい発展を見せており、これら技術進歩の成果を利用することは現場の競争優位獲得や良い現場づくりにとって効果的である。しかしながら、他方で進歩する IT の導入は、極端に言えば誰にでもできる。総勢が FA・IT 武装できる時代こそ、これら「ツール」を現場進化に結びつける改善方法論・手法学習との同時展開が重要になってくる。実証実験の協力先も、改善指導を積極的に受け入れ、かつ自らも地域インストラクタースクールに受講生を派遣することになった。本稿で取り上げた「改善入門者向けツール」は、あくまで方法論・手法を現場に浸透させるためのハード的要素であり、その導入単体で改善活性化が自然に導かれるわけではない。

2013 年度現在、A 社現場 B では小回り測定システムを継続して運用している。継続結果は今後の報告となるが、現場の改善活動が軌道に乗り、活発化するにつれて、このシステムは不要になることも想定される。現場の改善意欲が高まり、活動が活性化した段階では、むしろ現場全体の各所で問題発見・解決ニーズが生まれる。この場合、測定のターゲット工程を追加的に増やすことが可能なシステムである結果、改善視野がそれらシステム導入周辺の前後工程に偏重してしまい、現場全体の勢いを停滞させかねない。改善活動が活発化し、軌道に乗ってきたときの運用課題は、今後の重要な検討を必要とする。

我々がトライアルで検討しているシステムは中堅・中小企業現場の改善活性化に向けた FA・IT 活用のエントリーモデルである。むしろ、「データで語る」意識の高まりとともに、エントリーモデルからの脱皮が期待される。ただし、我々が開発を進めたシステムは、事後的な拡張性を睨んだモジュール組み合わせ型のプラットフォームをベースにしたモデルであり、導入箇所周辺のみならず、多様な改善ターゲットの自動測定は可能である。この意味では、我々が開発したシステムを長期的に活用し続けることは可能である。

繰り返しになるが、IT 武装は日々の進化を目指す現場にとって、重要なものになってきている。しかしながら、IT 導入の評価を巡っては、その賛否が激しい。「失敗」評価の原因の一つは、IT 導入がパフォーマンス向上にダイレクトに結びつくという幻想にあり、改善活動の「ソフトウェア」の無い状況では、ハードはうまく稼働しない。本稿で言及した食品メーカーは、その象徴的なケースである。また、当該食品メーカーの現場は 1S から取り組まなければならない様相で、「FA・IT を使わない」というよりも、FA・IT を使いこなすソフトウェア自体が無かったといえる。繰り返しになるが、進化するツールの活用は競争優位のための「必要条件」

かもしれないが、「十分条件」ではない。本稿では地方の中堅企業 A 社現場 B の協力で実施しているベテラン人材による改善指導とミックスアップするような FA・IT の活用検討について、その取り組みを紹介した。そのポイントは、中堅・中小企業が抱える資金問題、マンパワー不足問題を切り口に、いかに既存のマンパワーを活用し、「改善正味作業時間」にリソース配分ができるか、この発想にある。

本稿は以上である。

参考文献・資料

- Imai, Masaaki [1986] *KAIZEN: The key to Japan's competitive success*, New York: McGraw-Hill (今井正明 [2010] 『カイゼン ―日本企業が国際競争で成功した経営ノウハウ 復刻改訂版』日本経済新聞社, 2010).
- 藤本隆宏 [2010] 『『良い現場』は日本に残せ』日本経済新聞・経済教室, 2010年2月17日付け朝刊。
- 藤本隆宏・柴田孝編 [2013] 『ものづくり成長戦略』光文社新書。
- 奥雅春・朴英元・阿部武志「統合型ものづくり IT システム事例シリーズ (1) ―現場主義による経営 (FOA コンセプト) の取組み事例―」東京大学ものづくり経営研究センター MMRC Discussion Paper Series, No.308。
- 善本哲夫・藤本隆宏 [2009] 「IT と生産現場育成」『精密工学会 IMS 専門委員会 2008 年度活動報告書』精密工学会 IMS 専門委員会。
- 善本哲夫・藤本隆宏 [2010] 「産業を超えたものづくり知識の共有: 東大インストラクタースクールの取組み」東京大学ものづくり経営研究センター MMRC Discussion Paper Series, No.305。
- 善本哲夫 [2013] 「新たな地域産業政策-滋賀県野洲市のケース」藤本隆宏・柴田孝編 [2013] 『ものづくり成長戦略』光文社新書。