

カイゼンとIT・IoTを活用した生産性向上

青山学院大学経営システム工学科教授 松本 俊之

1 はじめに

日本全国のものづくり企業は中小企業がほとんどの割合を占めており、日本のものづくりを支えてきた。これらの企業は個だけでは存続および発展は困難であり、お互いの協力や産官学の一体となった支援が重要である。

著者が所属する大学のキャンパスがある相模原市では、市の職員と産業創造センターの方々が、中小企業を対象としてITやロボットに関する助成金の案内やセミナーの開催などの支援活動を実施している。そこでは熱量の高い職員が中心となって、市内のものづくり企業の現状を把握し、その未来をデザインして活動しており、著者もセミナーの実施など楽しく支援させていただいている。

上記のご縁により神奈川県内の各市、岩手県、石川県、広島県、群馬県の地域産学官連携のものづくり研究機構などでも改善に関する講演を実施させていただいた。同様に2019年から継続して地方自治体の職員の方々を対象として、改善（カイゼン）とIT・IoT（情報技術）を活用した生産性向上に関する講義を実施させていただいている。

講義のエッセンスは、改善活動によって生産性を向上させて余裕を作り、それを業務・製造・改善レベルの向上の時間にあてること。それには、全社が健全なる危機感をもって楽しく改善活動をやって、問題解決能力を向上させることである。

本稿ではこの講義内容をもとに、IE（Industrial Engineering）と改善マインド、IT/ロボットと改善、改善活動の事例、改善のすすめ、改善マネジメントについて述べる。

2 IEと改善マインド

1900年頃のアメリカで誕生した経営工学、その管理技術のIEや品質管理などは、1960年頃の日本の高度経済成長期および1980年頃の日本独自の生産方式の確立など世界No. 1のものづくり力を誇る現場に貢献してきた。

IEの哲学として一般的に知られている言葉に、“There is always a better way. (ものごとには必ずよりよいやり方がある)”^[1]があり、改善には終わりが無い。著者は、IEとは人・もの・お金・情報を含むシステムの仕事の生産性を向上させる改善活動および問題解決活動のことであり、人が改善マインドを身につけて育つことだと考えている。その改善マインドは4つのマインドからなる（図1）。人間の身体になぞらえると、動き系にはモーションマインド、ものマインド、設備マインドがあり、神経系には情報マインドがある。

モーションマインドとは、作業者の動きに注目することであり、その手法として工程分析、マンマシン（マン）分析、およびサーブリグ分析がある^[2]。現場の作業者による仕事をチャートで表現してモデル化し、いくつかの状態に層別してムダをとって分析的にアプローチして改善する。

ものマインドとは、対象の変化に注目することであり、その手法としてももの・こと分析^[3]と流動数分析^[4]がある。ものに変化が加えられている瞬間のみが価値を生んでいるのであり、それ以外はムダであると認識して設計的にアプローチして改善する。また、ものの流れに注目してマクロの視点でとらえて、同期化がとれたスムーズな流れにしてリードタイムや在庫を削減するように改善する。



松本 俊之 (まつもと としゆき)

慶應義塾大学にて学士号、修士号、博士号を、それぞれ1985年、1987年、2001年に取得。2003年、青山学院大学 理工学部 経営システム工学科の助教授に就任。2011年、同大学教授となり現在に至る。2011年、米国ペンシルバニア州立大学 理工学部 IME学科にて在外研究。専門はIE (Industrial Engineering) と生産管理であり、企業の現場改善の教育・支援を通して日本流のIE確立を目指して、改善技術と教育システムの研究・教育にあたっている。

設備マインドとは、対象に価値を生む変化を設備化することであり、その手法としてステップワイズ・マイクロオートメーションがある^[5]。これは、作業の中で価値を生む変化を1要素ごとに分割し、それぞれの要素ごとに知恵を使って必要最小限のメカニズムで簡単なつくりの治具や設備を作製して改善し、最終的には自動化する。

情報マインドとは、情報の流れに注目してスムーズにすることであり、その手法としてシステムチャート分析や自作による生産管理などの業務システムの開発がある^[4]。業務の流れを分析して、それをシンプルになるように改善して、その後コンピュータで段階的にシステム化していく。これらのシステムは業務をよく理解している現場自身によって開発されるべきである。情報がうまく流れると、その逆方向にものがスムーズに流れる。

IEに関する人財育成には上記の改善マインドを中心として、心系の「改善のすすめ」^[6]があり、また血液系のIEに関する体系的基礎教育や改善プロ

ジェクトの実践があり、さらにIEの哲学として『IE問題の基礎』^[1]の著書がある。これらの改善マインドの習得がIEr (IEを実践する人) には素養として求められる。

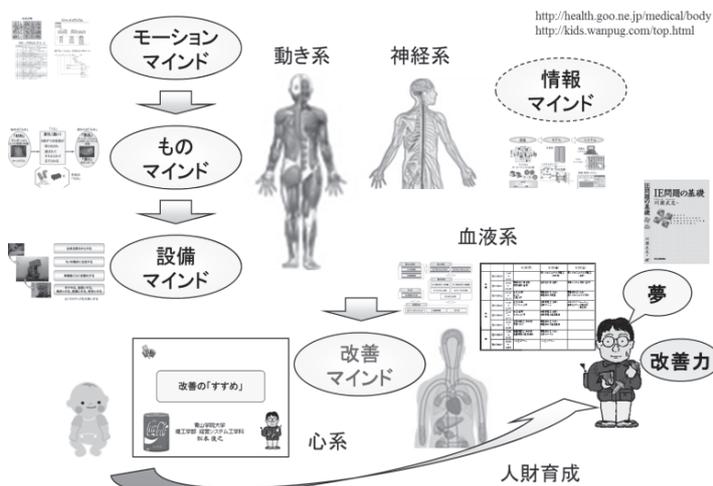
3 IT/ロボットと改善

近年のコンピュータや設備のハードウェアとソフトウェアの目覚ましい技術進歩によって、多くの生産現場で情報システムやロボットの導入が可能になっている。しかし、複雑な業務や作業をそのまま改善しないで外部にすべて委託して情報システムやロボットを導入すると、初期コストのみならず維持管理にも多大なコストと労力が必要になってしまい、期待した効果が得られないケースもある。このような一足飛びの情報システムやロボットの導入の前にIEを主体とする改善を実施すべきであり、その改善力を身につけるための長期的な人財育成が必要である。

生産現場における情報システムでは、業務改善力→分析力→開発力の順に身につけて、最後にIT・IoTを導入していくのが良い。ロボット(設備)では、改善力を身につけて、からくり改善[®]→自動化→ロボットの順に導入していくのが良い。いずれも段階的に人財育成を伴った改善活動によって実践・導入することが重要である。生産活動では、生産システムに材料をInputして製品をOutputする。その影として、情報システムにデータをInputして意思決定できる情報をOutputする。

影としての情報システムにおける原則として、手段である情報システムが目的になってはならない、情報システムが主

図1 IEと改善マインド



役であってはならない、情報システムが一人歩きをしてはならない、と考えることが大切である。さらに、目的とそれを達成するために意思決定できる情報を明確にする、中身がわかる（Black Boxではない）システムを構築する、例外処理を排除した必要最低限のデータにすることが大切である。これらの原則はロボットの導入においても適用できる。

仕事においてその本来の目的を達成できるならば、システムや仕組みは「Simple is best!」または「No System is better than No System!（ないシステムほど良いシステムはない）」と考えている。

ITの中のIoT（Internet of Things）とは、対象の状態をセンサーによりデータを収集し、見える化/仮説をもとに分析し、意思決定のための情報をフィードバックして、対象の状態を改善する仕組みのことである。IoTの効果的な導入のポイントは、目的の明確化、対象の限定、適切な仮説の立案、意思決定できる情報の抽出、および実態の改善である。

生産現場でIT/ロボットの導入に多く見られる意識に関する著者の考えは下記の通りである。

- ① 「導入の目的がはっきりしない」ならば、目的を明確にすべきであり、生産性の向上が目的ならば他の手段もあることを考慮すべきである。
- ② 「ITがすべてを解決してくれる」のではなく、ITから得られるデータおよび見える化と適切な仮説によって意思決定できる情報が得られ、それに基づいた実態の改善が大切である。
- ③ 「ロボットは万能」ではなく、自社の技術レベルに合わせて段階的に改善力の向上とともに導入すべきであり、道具としては可能性大である。
- ④ 「ITやロボットの開発を外部依頼する」と、初期投資は安い場合もあるが、維持管理に多額の費用や多大な労力が発生する場合がある。
- ⑤ 「世の中の流行に遅れてはならない」と焦るのではなく、理想に向かって着実に改善力をつけて進化することが大切である。

4 改善活動の事例

[改善事例①]：精密板金加工企業（図2）^{[6][7]}

中小企業である精密板金加工企業において、改善の第一歩として現場の現象をいろいろな角度から見る、視る、観ることによって問題点を列挙した。全社員で各チーム4～5名で5チームに分かれて、各チームで200個の問題点の列挙を目標にして、みんなで工場を歩き回りながら問題点をポストイット®に書いて集めた。この時、制約や前提をもうけずに気づいたことは何でもよいことにした。大切なことは社員自身で問題点を網羅的にできるだけ多く列挙することである。列挙した問題点の中から身近ですぐ解決できそうな問題点からひとつずつ取り上げて改善を実施してきた。これを「1日1改善」として改善検討会で報告してきた。実施済改善の報告件数は3年間で863件になり、生産性は1.5倍に向上した。

このように全社員が基礎体力としての継続的で身近な改善はできるようになったが、改善が行き詰る場合があったり、マンネリ感が漂い始めてきたので、これらを打破するために、従来の製造技術の向上と新たな製造技術の習得をねらいとして、ひとつの作品を開発するプロジェクトにチャレンジした。プロジェクトでは、コンテストに出品できるような作品の金属製のバイオリンを製作した。その製作過程において、曲面をもつ表板と裏板の独自金型の考案と製作、鏡のような仕上げのための研磨方法の探究と習得、滑らかな形状をもつ多くの部品の検討と製作、複雑な形状の部品の細部

図2 改善活動の事例①

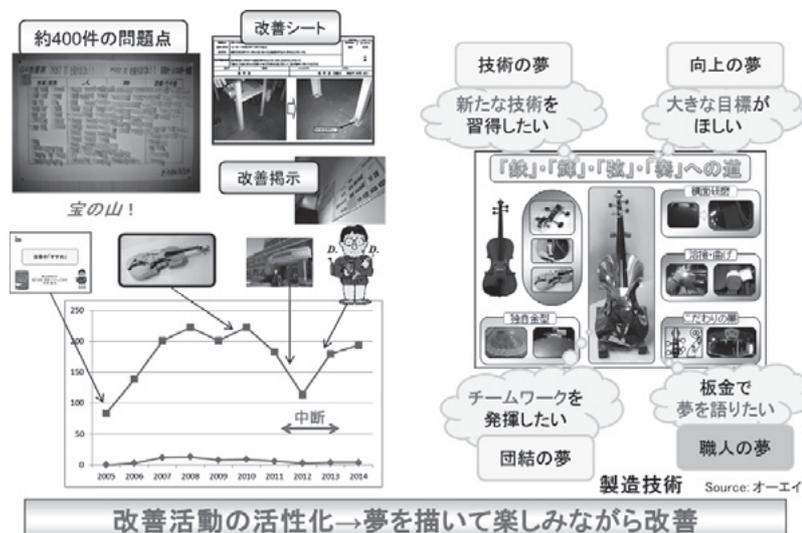
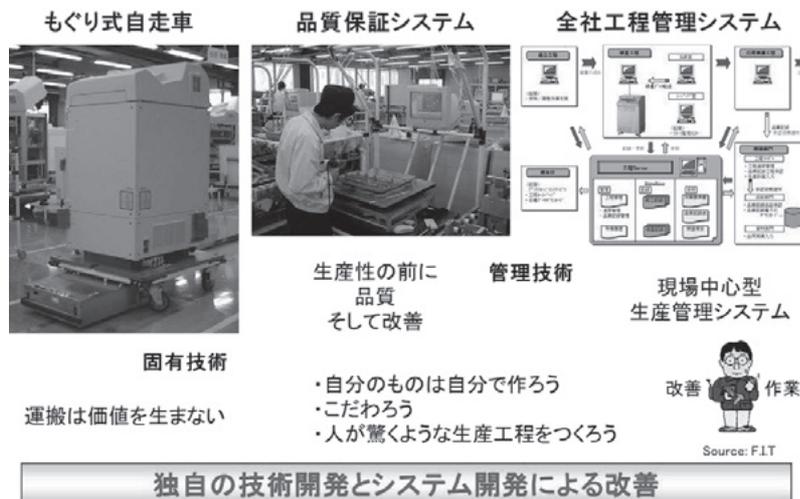


図3 改善活動の事例②



図4 改善活動の事例③



における再現性の追求と実現など、主に4つの製造技術の課題に分割し、これらを様々な調査・検討・実験・試行錯誤を繰り返して克服した。プロジェクトを実施した結果、従来からある金型加工、曲げ加工、溶接加工に関するより高度な技術を習得でき、新たに研磨技術を習得できた。

〔改善事例②〕：リサイクル企業&現像機製造企業(図3)^[5]

中小企業であるリサイクル企業において、リサイクルカメラの分解工程を対象として、IE分析を適用して工程改善を実施した。従来は48個入りのトレーを使用したバッチ処理であり、作業時間は90秒/個であった。そこで、1年後の損益が黒字となる60秒/個を目標とし、工程分析、マンマシン分析、ラインバランス、独自の治具開発を実施し、「1個流し」を基本として改善した。その結果、

作業時間が48秒/個となり、生産性が1.9倍に向上、スペースも1/3に削減できた。

現像機製造企業において、熟練技能者以外の人でも工程を治具化・設備化することを可能にしたいと考え、ものごと分析とローコスト・マイクロ・オートメーション手法をもとにして、“ものごとオートメーション手法”を考案した。その特徴は、治具完成までを細かく段階分けすることができ、改善に対する意識とスキルの向上を図ることができる、などである。実際のヒーター加工工程を対象にして、まず改善方針を決定し、次に考案した改善手法を適用し、さらに工程設計を実施した。改善の効果として、人の動きに関しては、移動距離を2581cm/個から923cm/個に削減することができた。作業時間に関しては、2171秒/個から1049秒/個に削減し、生産性は2.1倍に向上した。

〔改善事例③〕：医療機器製造企業(図4)^[8]

親会社からの注文に応じた設計・営業を除く少量生産を担う医療機器製造企業は、社員採用時に「作業することはもちろんのこととして、作業自体を改善することを業務とする」ことを伝えて素人集団からスタートし、大規模な生産技術スタッフなしに、レベルの高い改善を実施してきた。

部品や製品を運搬しているのは人間でなく、自社開発した背の低いもぐり式自走車である。これはパソコンで管理されており、製品と空台車の運搬のためにタイムリーに各工程へ出発していく。組立工程の仕掛品1台ごとに自走車を用意すると、その工程数分の自走車が必要になり、費用が莫大になる。そこで、最小限の自走車で最大の効果を出す方法を考えた結果、製品のフレームの払出から組立、検査、梱包まで製品を乗せる・降ろすことなくパイプ台車ごと流す方法を考案した。

全工程には作業者の正面に自社開発した工程支援システムのためのパソコンが配置されている。作

業者は作業名をマウスで選択し、自分の名札と取付部品の入ったピッキング箱に貼ってあるバーコードを読みこませて作業が開始される。足元のフットスイッチを踏むと、部品や使用工具や取付位置などの作業内容と、点検内容がパソコンの画面上に表示される。この作業指示に基づいて組立が行われる。組立が終了すると、作業時間などが表示され、確認のクリックを押すと作業が終了する。組立に関するすべての行動が記録されているので、時間管理と時間のかかる作業の抽出が可能である。

5 改善のすすめ

改善のすすめは、現場が主体となって改善活動を実現するために、改善は難しいと考えている、もしくは何からどうやって始めたらよいか迷っている現場の方々に、気づきを与えて意識を変えるひとつの方法として、著者がいくつかの製造企業で改善活動を支援している中で、改善の必要性和やり方に関するキーワードを集めて、図5に示す3つのステップと24個の改善のためのキーワードとしてまとめたものである^[6]。

まずは改善を難しく考えないで現場の問題発見からスタートする。そして、その中から身近な小さな改善を実施したら、また次の改善を実施して、だんだん大きな改善にチャレンジしていき、その改善のエッセンスをひとつのキーワードに表現してみる。この過程で得られるキーワードによって改善のタネを見つけることができ、改善をさらに加速することができる。結果として、人が成長して改善力を身につけることができる。すなわち、現場の多くの問題発見と小さな改善から始めて、一歩一歩の改善を積み重ねることで人が改善力を身

につけて成長するのである。この改善のすすめによって、当初は改善が難しいと考えている現場の方々が、改善の必要性和その具体的な方法を理解し、改善をしたいという気持ちになることが期待できる。これは外科手術的に効くのではなく、漢方薬的にじわじわと効いて体質“改善”にもなる。最終的には、現場が改善力を身につけて全員攻撃の改善集団になることが期待できる。

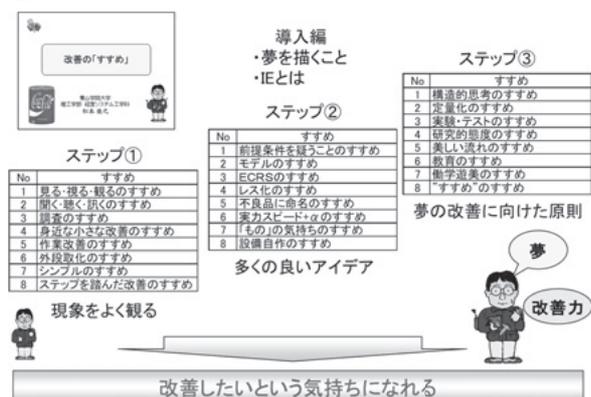
6 改善マネジメント

著者が考える理想的な改善の現場では、人はムリ・ムラ・ムダなく動いており、生き活きと仕事をしながら改善を楽しんでいる。また、ものと情報はスムーズに滞留なく流されており、それが美しい流れになっている。さらに、設備は対象に合わせた必要最小限のメカニズムで価値を加えており、そこに感動的な創意工夫がみられる。そして、これらが常に変化し続けている^[9]。これを実現するためには、組織の全員が改善マネジメントの全体像とその実践方法を理解する必要がある。

改善活動にはいろいろな改善力のレベルがあり、このレベルを教育課程になぞらえると、小学校、中学校・高校生、大学・大学院の3つのレベルがある。小学校レベルでは、現場による身近な改善が主体であり、安全衛生管理、5Sによる改善、道具の改善、一日一改善を実施する。中学校・高校生レベルでは、現場とIErを主とするスタッフによる現場での改善が主体であり、作業の標準化、作業方法や治工具の改善、作業の部分的な機械化や自動化、設備の高性能化、生産管理業務の改善、現場業務システムの開発を実施する。大学・大学院レベルでは、制約条件の排除や現状の打破などの改革的改善が主体であり、IEを取り入れた設備設計、作業の完全な機械化/自動化、TPM (Total Productive Maintenance 総合的設備管理) をベースにした加工点研究、全社情報システムの開発、営業部門との共同改善、設計技術の改善、新製品の開発を実施する。さらには、IE分析手法の自動化、新たな改善手法の開発、改善の着眼点や発想を与える考え方の構築、垣根を越えた連携による問題解決などを実施する。

改善マネジメントの視点で見ると、小学校レベルでは「変化」することであり「改善のすすめ」が有用である。次に、中学校・高校生では「分析・科学」的にとらえることであり「IE手法」が有用

図5 改善のすすめ



である。さらに、大学・大学院レベルでは「独自・創造」することであり「二極思考的アプローチ」が有用である。

思考範囲を広げて改革的改善を実現するためには、制約条件を排除し現状を打破する改善力が必要である。これにはより高い視点とより広い視野の思考力、そして、それらを実現する実行力が必要である。これらの力を育成するための考え方が、「現実と理想」、「帰納と演繹」、「ミクロとマクロ」などの「二極思考的アプローチ」である。この二極思考的アプローチによって、二極の視点で対象を全体感と網羅性をもって把握し、それを見える化して構造的に整理することで分割が可能になる。また、両極端から対象を挟むことで幅広い視点をもつことができる。その極意は、両極の視点をもつことで対象を挟み、両方を行ったり来たりすることである。また、両者にあるGAPを認識して間を刻むことである。

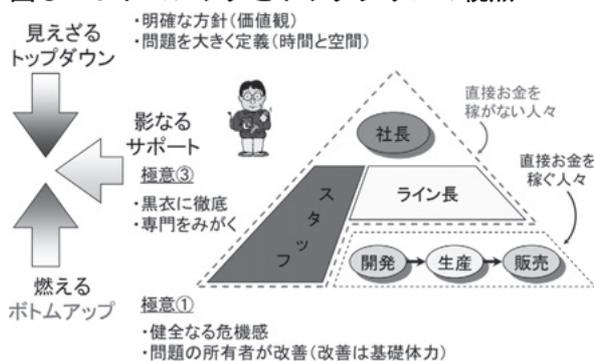
改善力のレベルをステップアップさせるためには、現場、スタッフ、およびマネジメントによる組織的および継続的な改善マネジメントが必要である。これらの三者は、図6に示すように現場による「燃えるボトムアップ」、スタッフによる「影なるサポート」、そしてマネジメントによる「見えざるトップダウン」として、個々にその役割を果たしながら全体が有機的に連携することになる。

直接的に価値を生む現場には、健全なる危機感をもって、改善に関する問題の所有者として実行し、そのためには改善の基礎体力を身につけることが必要である。その極意および行動原則としては、何でもよいから変化し続ける、みんなで考える、やっけてから考える、みんなで、楽しく、明るく、やっけて試ることである。

改善を支援するIErを主とするスタッフには、改善の主役である現場を盛り立てるために黒衣に徹して、IEに関する専門知識の習得や改善手法の開発が必要となる。その極意および行動原則としては、品質を重視したら作業性も向上すると信じる、改善のプロセスが大切であり、結果は必ずついてくると信じることである。

経営課題に対処するマネジメントには、明確な価値観に基づく方針と、時間と空間を大きくとった課題および問題の設定が必要である。その極意および行動原則としては、現場に余裕を与えて、誉めちぎり、辛抱して、予算を与えることである。

図6 ボトムアップとトップダウンの視点



7 まとめ

著者が夢みる、改善によって遊び心が満載で美しく感動的で活気ある理想郷のような現場を実現するには、IEを主体とする改善力によるものづくり力の強化が必要である。そのためには、組織の全員が理想的な改善現場を目指して、改善マネジメントを理解して、現場やIErを主とするスタッフに対して改善マインドや二極思考的アプローチなどの改善力を身につける人財教育が必要である。

【参考文献】

- [1] 川瀬武志：「IE問題の基礎」, 日刊工業新聞社 (2007)
- [2] 藤田彰久：「IEの基礎」, 建帛社 (1978)
- [3] 中村善太郎：「もの・こと分析で成功するシンプルな仕事の構想法」, 日刊工業新聞社 (2003)
- [4] 金沢孝, 松本俊之：「現場改善志向の生産情報システム」, 日刊工業新聞社 (2003)
- [5] 松本俊之, 阿部智也, 早坂弘達, 江利川秋浩, 関淳, 亀山幸次：「IE改善手法としての「ものことオートメーション」の考案と実施」, 日本設備管理学会誌, Vol.22, No.3, pp.102-108 (2010)
- [6] 松本俊之：「現場に気づきを与える「改善のすすめ」」, IEレビュー誌, Vol.56, No.2, pp.33-39 (2015)
- [7] 山田啓之, 久保誠, 栗林溪, 松本俊之：「改善活動におけるステップアップのためのチャレンジ」, IEレビュー誌, Vol.52, No.3, pp.32-39 (2011)
- [8] 松本俊之：「目指せ改善のイーハトーブ」, IEレビュー誌, Vol.43, No.4, pp.170-174 (2002)
- [9] 松本俊之：「改善マネジメントと人財教育で目指せ改善の理想郷」, IEレビュー誌, Vol.58, No.2, pp.49-54 (2017)