

製造業における生産性と品質を考慮した 業務改善に関する一考察

— 方法研究の活用 —

木 内 正 光*

要 旨

現在、製造業は熾烈な新製品開発競争下にある。製造業はグローバルな顧客ニーズに対応するため、リードタイムの短縮と永続的な品質保証が求められている。即ち、生産性と品質という、相反する尺度を追及していくことが求められている。日本の生産現場は、伝統的に継続的な改善活動を繰り返し、生産性と品質を向上させている。改善活動において、方法研究は生産性向上に適用され効果を発揮する。本研究は品質を考慮した方法研究の活用について考察する。

キーワード：生産性、品質、改善、方法研究

1. はじめに

現在、日本の製造業はグローバルな環境下で競争を行っている。情報通信技術の発達により、世界中の情報が繋がり顧客の有する情報量は格段に増加した。そしてその発達は1人1人の価値観の変化を促し、顧客ニーズの変化に大きく影響を与えている。製造業は顧客ニーズを迅速に把握し対応していくことが求められるため、製品を産み出すための開発、設計、製造におけるすべてのリードタイムを短縮しなければならない。その一方、現在の製造業は製品に対する永続的な品質保証も課せられている。従来においても、品質不良は企業イメージに甚大な損失を与え企業の存続を脅かすものであった。現在では上述の情報通信技術の発展により、すぐさま世界中に情報が知れ渡ることになるため、より厳格に品質確保をしていくことが臨まれる。以上のことより、現在の製造業はリードタイム短縮と永続的な品質保証の同時達成が求められている。

日本の製造業には伝統的な日常業務として改善活動がある[1][2]。現状の業務から問題を見つけ、それを少しでも良くしていく活動である。改善は世界では“KAIZEN”と表され、日本の製造業の強みの一つとして認知されている。現状の業務の中から問題を見つけるためには、的確な現状把握が欠かせない。改善活動の最も基本となる考え方は、詳細な現状の把握である。そのため現状把握においては、手法と呼ばれる現状把握のための道具が活用されることがある。手法を効果的に活用することにより、現状の姿をより明確にし、問題を発見する手掛かりとなる。

* Josai University, Japan

本研究は上述の製造業の置かれている状況を踏まえ、生産性と品質向上を目的とし、改善活動に用いられる手法活用について考察をする。生産性向上に活用される手法としてIE（Industrial Engineering）手法⁽¹⁾、品質向上に活用される手法としてQC（Quality Control）手法⁽²⁾がある。本研究の対象はIE手法であり、その中で作業方法の改善に位置付く方法研究に着目している[3][4][5][6]。そして上述の背景を踏まえ、生産性の追求だけでなく、品質についても考慮した方法研究手法の活用を考察する。

2. 改善活動

日本の製造業において改善活動がどのように位置付くのか。ここでは改善の伝統的な意味合い及び解釈、そして経営活動の中での位置付けを明確にする。

2.1 改善と5S

今井正明氏によると、改善とは継続的な活動であり、日本人の生き方の哲学にも基づく文化的な行動規範であると述べている[1]。同氏は、日本の製造業の成功は改善なしには成し得ないとし、すべての従業員の現場改善に取り組む姿勢こそが、日本の競争力の源泉となっていると考えている。

哲学的な改善をよく表している用語の一つに5S（整理、整頓、清掃、清潔、躰）⁽³⁾がある。一従業員の遵守すべき標語であると同時に現状把握の大切さも含まれている。5つの用語には順番があり、まず必要なものと不必要なものを分け、不必要なものを排除する整理、残った必要なものを配置する整頓、整頓された状況をきれいにする清掃、整理、整頓、清掃を周期的に実施し、維持する清潔、一連の活動を自律的に行う躰となる。後述する手法との関係においては、始めの整理において必要なものと不必要なものを分けるが、手法はそのための支援をしてくれることになる。

2.2 日常管理とQCストーリー

図1は製造業における日常管理⁽⁴⁾を示したものである。日常管理は改善活動と維持活動から構成され、それぞれの活動は、PDCA（Plan：計画，Do：実施，Check：チェック，Act：処置）とSDCA

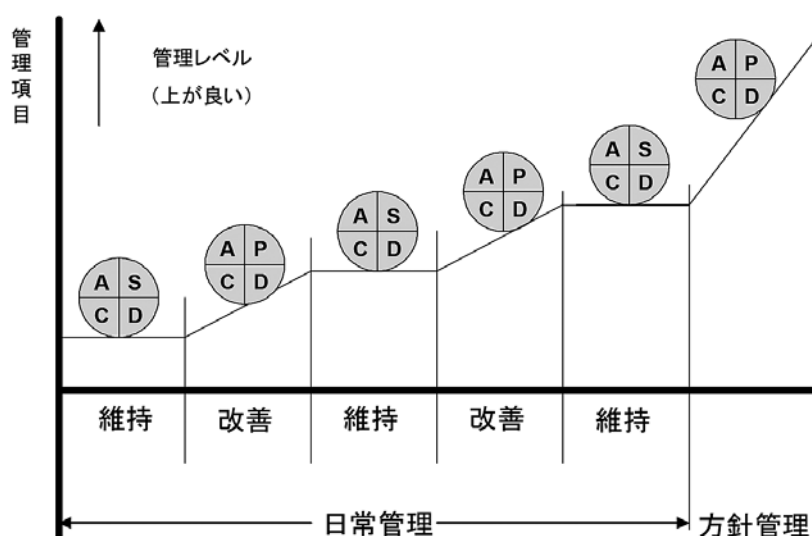


図1 日常管理のサイクル[7]



図2 問題解決型 QC ストーリー[8]

(Standardize：標準化，Do：実施，Check：チェック，Act：処置) という管理サイクルにより実施される。改善を実施するために計画を立て、実施していく活動と、改善された業務を標準化し、それを実施していく活動サイクルである。日常管理はこの二つのサイクルをまわすことにより実施され、日常的な管理レベルを上げていくことになる。環境の変化が激しい現在の企業環境においては、この両輪を迅速にまわすことが必要となる。従業員は新たな種類の業務に対応するため、日常的に繰り返し性の高い業務を改善し、業務時間を短縮していく習慣が求められる。

改善活動においては、品質管理分野で古くから QC サークルという活動を推進している。QC サークルは品質向上を中心とした改善活動のための活動母体であり、自主的な活動により個々の従業員のレベルアップを促すものである。ここで主として用いている QC ストーリーは、改善を系統的に実施する手順である (図2 参照)。後述する手法との関係においては、手法は現状の把握や要因解析の時に実施されることとなる。

3. 方法研究手法

本研究は改善に活用される手法として、方法研究手法に焦点を当てている。方法研究手法はギルブレス⁽⁵⁾の動作研究に端を発するといわれている[9]。ギルブレスは作業方法に対する唯一最良の方法の追及、“one best way” という考え方にに基づき、人間の仕事に対する見方を構築している。一方、同じような時期に科学的管理法を提唱するテイラー⁽⁶⁾は、一日の公平な仕事量の設定、“a fair day’s work” という考え方にに基づき、人間の仕事量の設定のため時間研究を中心とした作業測定手法を実施した[8]。方法研究手法と作業測定手法は、製造業の生産性を向上させるための IE 手法を構成する二つの要素である。これは作業管理⁽⁷⁾とも結び付きが強く、方法研究手法は標準作業を、作業測定手法は標準時間を設定することになる。さらに生産管理の発展という観点でみると、標準作業と標準時間は作業に対して時間が結び付く、「作業＝時間」という概念を産み出し、生産管理における生産計画策定に領域を拡

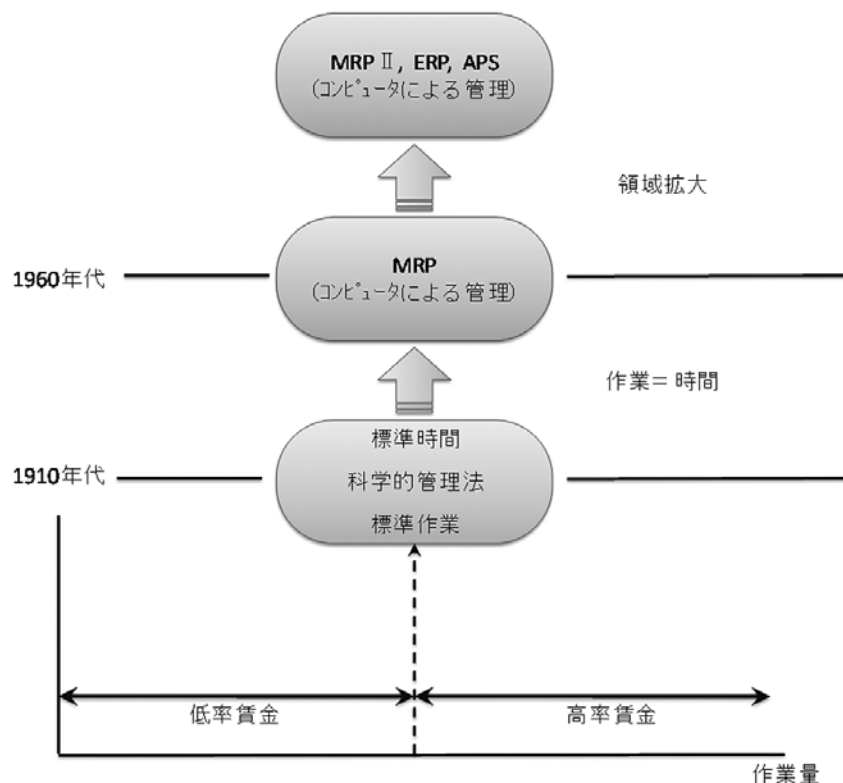


図3 生産管理の発展[10]

げていったと考える（図3参照）。現在における生産管理はコンピュータによる管理が一般的であるが、作業に時間が結び付いていることが前提条件である。従って、土台となる標準作業と標準時間の設定が的確でないと、信頼性の低い生産計画となる危険がある。

方法研究手法の特徴は、動いている対象を直接的に観測することである。そして対象について「工程」、「作業」、「動作」という3つの視点で把握する。3つの視点の受け持つ領域はそれぞれ異なり、「工程」は仕事の流れについて考え、「作業」は仕事の構成要素の関係について考え、「動作」は人間の動きについて考える。方法研究手法は現場に対して“何を視るか”を明確にし、その対象を持って現状を把握する。現場について対象を軸に観察することになるので、適用する手法を通して現場の理解を深めることにも繋がる。

4. 品質を考慮した方法研究手法の活用

方法研究手法の各視点に紐づく分析手法を挙げ、品質という観点を加えて考察をする。品質管理においては伝統的に“品質は工程で造り込む”，“次工程はお客様”という標語を掲げ、職場及び工場全体で品質の意識向上に務めている。本研究では生産性を向上させるための方法研究手法を基に、品質について考察する。

4.1 品質を考慮した動作の視点

はじめに方法研究において最もミクロな動作の視点について検討する。動作分析を代表する手法とし

分類	名称	略字	記号
第一類	①空手(手をのばす)	TE(transport empty)	
	②つかむ	G(grasp)	
	③運ぶ	TL(transport loaded)	
	④組立	A(assemble)	
	⑤分解	DA(disassemble)	
	⑥使う	U(use)	
	⑦手を放す	RL(release load)	
	⑧調べる	I(inspect)	
	⑨位置を正す	P(position)	9

分類	名称	略字	記号
第二類	⑩探す	SH(search)	
	⑪見出す	F(find)	
	⑫選ぶ	ST(select)	
	⑬考える	PN(plan)	
	⑭用意	PP(pre-position)	
第三類	⑮保持	H(hold)	
	⑯避け得ない遅れ	UD(unavoidable delay)	
	⑰避け得る遅れ	AD(avoidable delay)	
	⑱休む	R(rest)	

図4 サブブリック記号[7]

てサブブリック分析がある。これは人間の動作を18の動作に分類し、さらにそれを3つのグループに分け、作業に必要な動作(第一類)、作業に必要な動作(第一類)を遅らせる動作(第二類)、作業に不必要な動作(第三類)に分類する(図4参照)。具体的には、対象作業者について、両手及び目という軸で作業者の動作を記号化していく。そして第一類のみの動作で作業を実施できるようにすることが改善の方向性となる。

ここで品質という観点で分析結果(図5参照)を考察する。はじめに品質を造り込んでいる動作、製品の品質形成に直接的に寄与する動作を把握する。第一類の動作が多頻度に発生しても、それが品質形成に直接的に影響する動作かはわからない。例えば曲げ加工のための工具を取るという動作において、第一類の手を伸ばすという動作が発生するが、伸ばした先が工具のため、これは品質形成に間接的に寄与する動作となる。従って、品質形成に直接影響する動作を判断するためには、動作を的確に記述することに留意しなければならない。

直接的に寄与する動作を把握した上で必要となるのは、その動作が品質を造り込むという意識で実施しているかどうかである。即ち、品質を形成する動作を実施しているという自覚である。ここでの見方としては対象作業者の目の動きがある。品質を形成する第一類の動作を実施しているとき、目の動きに第二類の動作が発生しているかどうかを確認する。ここで、もし目の動きが発生している場合は、対象作業者の頭の中は次の動作に移っている可能性がある。これでは最も大切な品質を形成する動作が的確に行われぬ。両手の動作が品質形成に寄与する第一類と目の動作に第二類が発生する場合、作業標準書等でしっかりと是正する必要がある。これは生産性を追求するがあまり、品質が疎かになる瞬間を意味している[11][12]。

左手		目		右手	
内容	記号	記号	記号	内容	記号
袋に手を伸ばす	∪		∪	製品に手を伸ばす	
袋の端を掴む	g ∪		∪	製品を掴む	
袋を作業スペースに運ぶ	∪		∪	製品を袋に運ぶ	
袋を開いたまま保持する	∪		∪	製品を袋にいれる	
袋を開いたまま保持する	∪		∪	取扱説明書に手を伸ばす	
袋を開いたまま保持する	∪		∪	取扱説明書を掴む	
袋を開いたまま保持する	∪		∪	取扱説明書を運ぶ	
袋を開いたまま保持する	∪		∪	取扱説明書を袋にいれる	
袋を完成品置き場に運ぶ	∪		∪	手待ち	
袋を完成品置き場に置く	∪		∪	手待ち	

図5 サーブリック分析結果[13]

4.2 品質を考慮した作業の視点

仕事を実施するための構成要素に焦点を当てる作業の視点を考える。作業分析としてここでは人・機械分析を取り上げる。この分析は人と機械の共同で仕事を実施するとき、作業の効率及び能率を考慮した作業編成を考案する際に活用される。手法の特徴として、人と機械の関係性を見るため分析対象が複数となる。最終的に人と機械の作業内容を一望できるマン・マシンチャート（図6参照）の作成となるが、その作成に向けては対象を絞り、一つ一つの対象における作業内容及び作業時間を把握していく。そして各々を組み合わせる1サイクルのチャートを完成させ、独立で作業をしている部分と共同で作業をしている部分を明確にし、効率及び能率を考慮した作業編成の考案に繋げる。

作成されるチャートから作業編成を考案する際、人と機械のどちらを軸に作業の組み合わせを考えていけばよいのであろうか。生産性の尺度の一つ、稼働率の観点においては機械の稼働率100%、人の稼働率100%というのが理想ではあるが、仕事の量と種類、保有する人員と機械台数等を考えると現実的に難しい。従って最終的にどちらを優先するかという問題に行き着く。極端に表現すると機械の稼働率100%、人の稼働率10%がよいのか、人の稼働率100%、機械の稼働率10%がよいのかということである。

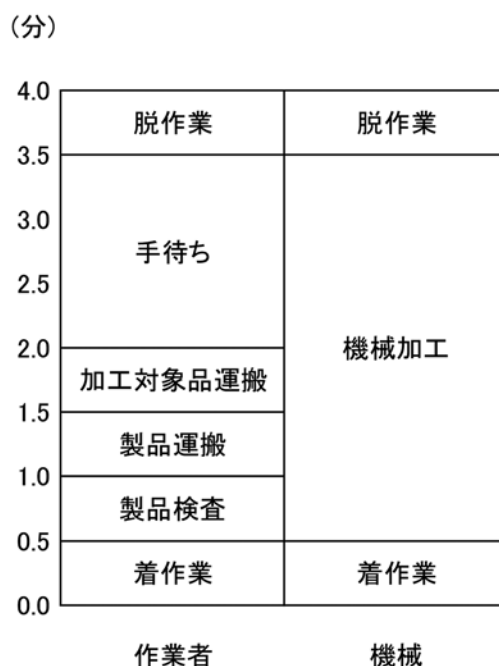


図6 マン・マシンチャート[13]

品質という観点で考察を試みる。ここでは、人と機械のどちらが品質を形成している作業に関わっているかを把握する。人が品質を形成している作業を実施している場合は、機械は人の作業の支援をしていることになり、機械が品質を形成している作業を実施している場合は、人は機械の作業を支援していることになる。具体的には、製品に直接触れているのは人と機械のどちらであるかを把握することにより判断することができる。そして品質を形成している作業をしているのが人の場合は、人の稼働率を100%とすることを優先に作業編成をし、機械の場合はその逆の作業編成の方向性となる。以上のことから、品質という観点で人と機械の優先順位を決めることができ、それを軸とした作業編成の考案が可能となる。

4.3 品質を考慮した工程の視点

工程の視点は全体的な仕事の流れを考える。工程分析として、ここでは製品を対象とする製品工程分析を取り上げる。この分析はモノ（製品）に焦点を当て、仕事の流れを工程図記号及び補助記号を用いて可視化する（図7参照）。工程図記号は、モノの変化の過程を加工、運搬、停滞（貯蔵と滞留）、検査（数量検査と品質検査）という記号で表現し、補助記号は工程及び組織間の関係を表現している。具体的には生産現場において分析対象製品を決め、その製品が完成するまでの変化を記号化しながら把握する。そして作成された工程図を基に現状の詳細な把握をする。

ここで品質という観点で考察すると、工程図記号の中では品質の造り込みに該当するのは加工記号のみであり、それ以外は品質の造りこみに影響しない（検査は品質の保証に影響する）。従って工程でしっかりと品質が造り込まれ担保されているという条件付ではあるが、生産現場の理想的な姿としては加工記号だけが表現されている状態となる。しかしながら実際に作成される工程図にはその他の記号が多々記述されることになる（図8参照）。理由としては、企業のビジネスモデル、生産形態、工場の建

要素工程	記号の名称	記号	意味	備考
加工	加工	○	原料, 材料, 部品又は製品の形状, 性質に変化を与える過程を表す	
運搬	運搬	○	原料, 材料, 部品又は製品の位置に変化を与える過程を表す	運搬記号の直径は, 加工記号の直径の1/2~1/3とする。記号○の代わりに記号□を用いてもよい。ただし, この記号は運搬の方向を意味しない
停滞	貯蔵	▽	原料, 材料, 部品又は製品を計画より貯えている過程を表す	
	滞留	◻	原料, 材料, 部品又は製品が計画に反して滞っている状態を表す	
検査	数量検査	□	原料, 材料, 部品又は製品の量又は個数を測って, その結果を基準と比較して差異を知る過程を表す	
	品質検査	◇	原料, 材料, 部品又は製品の品質特性を試験し, その結果を基準と比較してロットの合格, 不合格又は個品の良, 不良を判定する過程を表す	

図7 工程図記号[14]

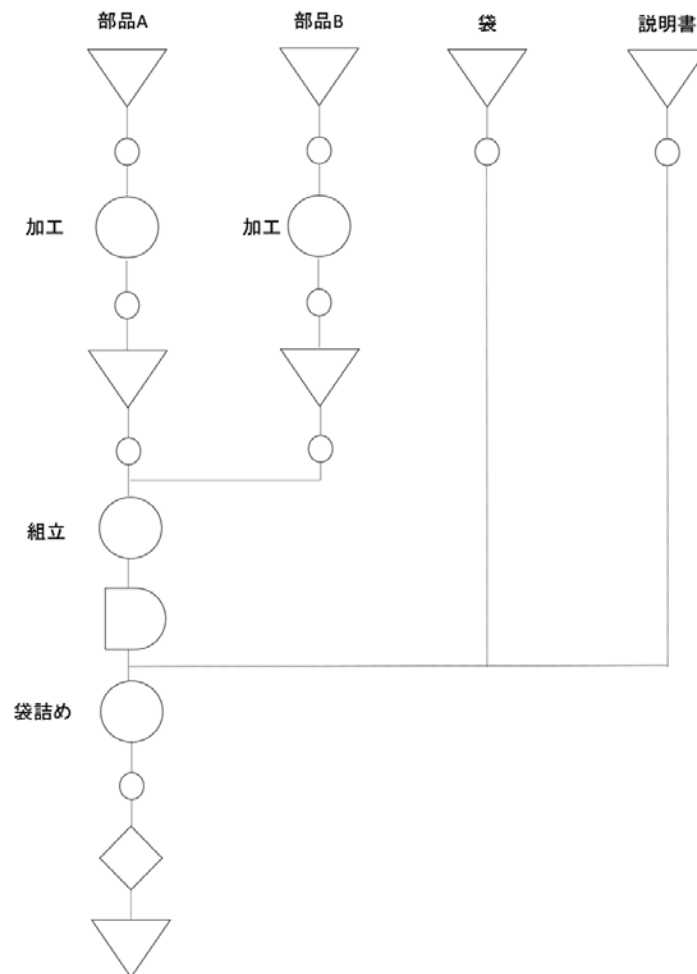


図8 製品工程分析結果[13]

屋、組織の切り方等、多岐に渡る。理想と現実との差異が加工記号以外のものとして表現されるため、その他の記号の理由を考えることで、生産現場のより詳細な理解に繋がる。さらに工程図は職場を跨いだ製品完成までの経路が表現されている。最下部に表現されているのは製品の荷姿であり、これは顧客の要求に基づくものである。同様に、一つ前の記号は最下部の要求に基づくものである。即ち、この分析は工程間の関係性について最終工程を基点に考えることができる。後工程の要求及び役割を把握した上で自身の工程を考える、“後工程はお客様”の概念を浸透させることに繋がり、自工程の品質意識を高める上で欠かせない分析である。各記号の説明表記については、例えば加工の場合、人もしくは機械のどちらで加工されているかを明確にすると、より具体的に品質を形成している工程の内容が把握できる。

4.4 品質を考慮した方法研究手法の留意点

4.1 から 4.3 まで、生産性を追求する方法研究に対して品質を基に考察をした。図 9 は本研究で取り上げた方法研究手法の各視点について、“何を視るか”を整理したものである。仕事については、品質を造り込むという意味で仕事の主体、品質を造り込まれるという意味で仕事の対象と表現した。従って、動作及び作業の視点では、仕事の主体からどこで品質を造り込んでいるかを的確に把握し、工程の視点では、仕事の対象からどこで品質が造り込まれるかを的確に把握する。さらに工程では、仕事の対象を視点にしているの、仕事の主体において“後工程はお客様”という意識に繋げることができる。このように品質意識に基づいた方法研究の活用により、生産現場においてどこでどのように品質を造り込んでいるかという意識、さらには後工程を考慮した自工程の在り方という認識を持つことが可能となる。

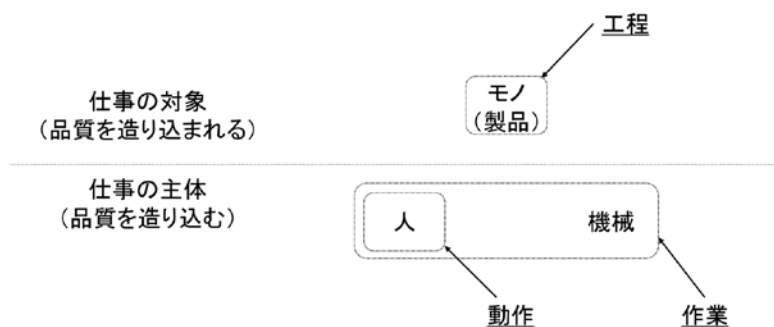


図 9 方法研究手法の視点の整理

品質を考慮した方法研究手法の留意点として、分析対象の明確化及び品質に関係する作業把握のための対象の説明がある。この点、VE (Value Engineering) では対象となる機能を、「○○を□□する(対象+作用)」という表現で定義している。方法研究においても同様の表記利用が考えられるが、動作及び作業の場合は、仕事の主体が明確なので同様の表記で問題ないが、工程の場合は仕事の主体を踏まえた表記とすべきである。

最後に品質向上のための QC 手法との連携の手順を考えると、①対象の明確化(図 9 参照)、②品質に関係する作業把握、③ QC 手法との連携(図 10 参照)となる。例えば製品工程分析実施後、加工記号の作業内容が「部品 A を規定寸法に切削する」という場合、QC 手法によるヒストグラムにより寸法(特性)のデータを視覚化し、品質を産み出す工程の状態を把握することができる。そして工程の状態

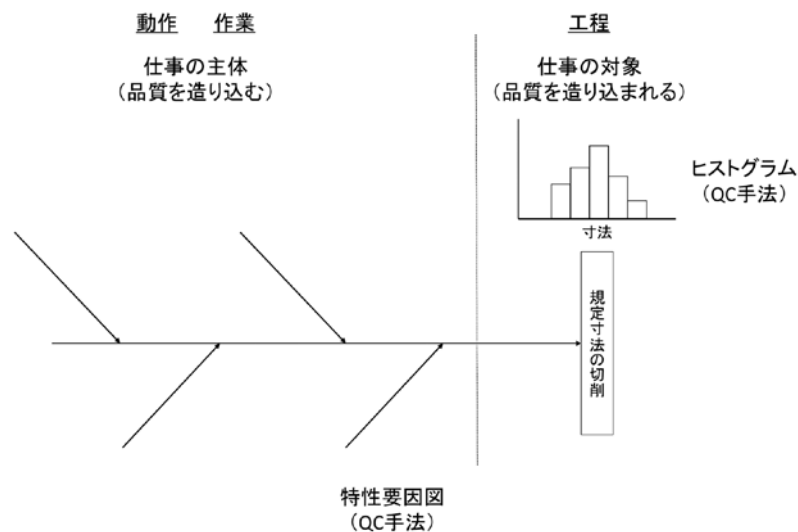


図 10 QC 手法との連携

が良い状態にないと判断した場合、特性を産み出す要因を特性要因図で把握し、原因追及に繋げていくことになる。要因の中では方法研究における作業、動作の視点を用いて確認することができる。尚、仕事の主体が機械の場合は、実験計画法の活用等を検討する。

5. おわりに

本研究では生産現場を対象に品質に基づいた方法研究活用のアプローチを示した。近年では生産管理等、管理部門における情報量の増加も指摘されている。管理部門の業務把握に対しては、仕事の対象を情報に置き換えることで工程の視点が活用できる。この場合、加工記号は会議等における情報の加工、運搬記号はメールやFAXにおける情報の移動等に該当する。また、今後は生産現場に対してロボットの導入も増加してくると考えるが、この場合は仕事の主体をロボットに置き換えることで、作業及び動作の視点が活用できると考える。今後の研究課題としては、本研究で取り上げた手法以外にも取り上げ、品質を考慮した生産性向上の手法活用について考察することである。

〈注〉

- (1) 経営工学は「経営目的を定め、それを実現するために、環境との調和を図りながら、人、物、金及び情報を最適に設計し、運用し、統制する工学的な技術・技法の体系」と定義され、その備考には、「時間研究、動作研究など伝統的なIE技法に始まり、生産の自動化、コンピュータ支援化、情報ネットワーク化の中で、制御、情報処理、ネットワークなどさまざまな工学的手法が取り入れられ、その体系自身が経営体とともに進化している。」と記されている[8]。本論文では「IE技法」の意味で用いている。
- (2) 品質管理は「買手の要求に合った品質の品物又はサービスを経済的に作り出すための手段の体系」と定義され、品質を達成するための経営活動全般をさす場合は、Quality Managementがあてられ、Quality Controlの訳語としての品質管理は品質を達成するための実施技法をさし、狭い意味で用いられる[8]。本論文では1.同様、実施技法の意味で用いている。
- (3) JISでは、「職場の管理の前提となる整理、整頓、清掃、清潔、躰について、日本語ローマ字表記で頭文

字をとったもの」と定義されている[14]。

- (4) 日常管理は、「組織のそれぞれの部門において、日常的に実施されなければならない分掌業務について、その業務目的を効率的に達成するために必要なすべての活動」と定義されている[2]。
- (5) F.B. ギルブレスは、作業は動作の集まりであることに着目して、動作研究を創始した[8]。
- (6) F.W. テイラーは、19世紀末から20世紀初頭にかけて科学的管理法を確立した[15]。
- (7) JISでは作業管理は「作業方法の分析・改善によって、標準作業と標準時間を設定して、この標準を維持する一連の活動体系」と定義されている[14]。

引用・参考文献

- [1] 今井正明, 「現場カイゼン」, マグロウヒル・エデュケーション, 2011
- [2] 日常管理の指針, 日本品質管理学会, 2013
- [3] Kjell B.Zandin, 「Maynard's Industrial Engineering Handbook (fifth edition)」, McGraw-Hill, 2001
- [4] George Kanawaty, 「Introduction to Work Study (fourth edition)」, International Labour Office, 1992
- [5] 千住鎮雄・川瀬武志・佐久間章行・中村善太郎・矢田博, 「作業研究」, 日本規格協会, 1980
- [6] 日本能率協会コンサルティング, 「工場マネジャー実務ハンドブック」, 日本能率協会マネジメントセンター, 2010
- [7] 永井一志・木内正光・大藤正, 「IE 技法入門」, 日科技連出版社, 2007
- [8] 吉澤正, 「クオリティマネジメント用語辞典」, 日本規格協会, 2004
- [9] 日本経営工学会, 「生産管理用語辞典」, 日本規格協会, 2002
- [10] 木内正光, 「IE の活用① 日科技連ニュース」, 日本科学技術連盟, No. 96, 2011
- [11] 遠藤勇, 「「行為保証」による現場品質向上活動」, 日科技連出版社, 2014
- [12] 遠藤勇, 「「作業の出来映え」で品質管理」, 日刊工業新聞社, 2015
- [13] 木内正光, 「生産現場構築のための生産管理と品質管理」, 日本規格協会, 2015
- [14] 「JIS ハンドブック 品質管理」, 日本規格協会, 2014
- [15] フレデリック W テイラー, 有賀裕子訳, 「新訳 科学的管理法——マネジメントの原点——」, ダイアモンド社, 2009
- [16] 木内正光, “製造業における品質を考慮した作業設計に関する研究——IE と QC の連携を考える——”, 城西大学経営紀要 7 巻 1 号, pp.85-94, 2011
- [17] 木内正光, “サプライチェーンにおける企業間接点に着目した間接業務の適正化に関する研究”, 城西大学経営紀要 10 巻 1 号, pp.105-115, 2014
- [18] Masamitsu KIUCHI・Kazushi NAGAI・Kenichi NAKASHIMA, “A study on the effects of client company information analysis on the on-site logistics and processes of the supplying company – Utilization of information organized with Quality Function Deployment –”, 1st East Asia Workshop on Industrial Engineering, 2014
- [19] 木内正光・永井一志, “サプライチェーンにおける物の流れを基点とした情報の流れの把握に関する研究” 日本経営工学会秋季大会, 2015
- [20] Masamitsu KIUCHI・Kazushi NAGAI・Kenichi NAKASHIMA, “A Study on the Effects of Client Company Information on the On-Site Logistics and Processes in a Supply Chain: A New Design Approach using Quality Function Deployment”, Expert Journal of Business and Management, 4(1), pp. 56-62, 2016

Considering the Kaizen-based approach focused on operation efficiency and quality in the manufacturing company:

Applying method study

Masamitsu Kiuchi

Abstract

Today, manufacturing companies have an increasing competition in terms of new product development for the global market. To correspond to the customer's needs in the global environment, manufacturing companies must sustainably implement the production by decreasing lead time without compromising quality assurance. Accordingly, manufacturing companies must achieve two measurements to correspond to a world standard of quality and production which are: operation efficiency and product quality. Japanese manufacturing companies have been the subject of a KAIZEN-oriented approach. With a KAIZEN-based approach method study should be applied to influence operation efficiency. This study proposes a framework for operation design focused on quality in the manufacturing company.

Keywords: Operation efficiency, Quality, Kaizen-based approach, method study.