

製造現場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 —

木 内 正 光

要 旨

現在、製造業は製品の開発期間の短縮と製品の永続的な品質保証という二つの課題を抱えている。このような状況の中、製造現場における工程設計及び作業設計は、対象製品の品質確保を前提に行われる。「品質は工程で作り込む」という言葉が示す通り、製造現場においては検査による不適合品の排除より、工程（プロセス）において適合品を継続して生産できることを重要視している。

本研究では生産管理と品質管理の発展の歴史を考察し、具体的にどのように品質確保を前提とした作業設計を行えばよいかを現存する手法を基に考える。

キーワード：生産管理、品質管理、IE 手法、QC 手法

1. はじめに

現在、日本の製造業はグローバル生産の影響を受け、世界的な競争にさらされている。戦後の高度経済成長期を築いた製造業は、日本の経済力の源であった。品質が良く価格の安い製品は、市場において絶大な競争力を誇ったといえる。しかしながら、製造業のグローバル化は加速の一途を辿り、中国やタイ等のアジア諸国が台頭した。この結果、価格競争ではすでに太刀打ちできない状況となっている。さらに日本の強みであった品質面においてもアジア諸国の猛追を受けている。

日本の製造業を取り巻く環境の変化の歴史は、日本の一般的な家庭の変化に見て取れる。時代の要望については、物がなかった時代は“大量生産”，物が一通り行き渡った時代は“多品種”，さらに現在のような物が溢れてしまった時代は“短サイクル”，というキーワードが挙げられる。

大量生産から多品種へと環境が変化する際には、プロダクトアウトからマーケットインへというキーワードも使われた。これは企業が作りたいものを作り市場に投入するという時代から、市場の要求に合致したものを作り投入するという時代への変化を表している。多品種から短サイクルへの変化は、情報通信技術の急速な進歩が影響している。情報通信技術の発達は、多様な価値観を生み市場の変化スピードが増し、一つの製品のライフサイクルを短くした。その結果、企業は短いサイクルで新しい製品を開発し市場に投入するという新製品開発競争時代に入った。また、情報通信技術の発達は世界の連動性を強め、グローバル生産という言葉も急速に広まったといえる。

日本の製造業における管理技術の研究は、科学的管理法の導入を始めとして、多方面に渡っている。経営工学の学問領域においては、製品の管理特性である QCD (Q: Quality, C: Cost, D: Delivery) を中心に研究が行われてきた。即ち、品質管理、原価管理、生産管理である。これらの研究領域は、相互補完性は認めるものの、QCD を総合的に取り扱う研究は少数に限られる。本研究は Q と D に焦点を当て、それぞれの研究の過程で生み出された手法を中心に、新しい枠組みを提案することを目的とする。具体的には第一に生産管理と品質管理の発展の経緯を考察する。大局的且つ私見も含まれるが、両研究領域の概略を捉え転換期を明らかにする。第二に品質を考慮した作業設計の考え方を、現存する手法を基に提案する。ここでは品質と生産は同時に考えるものであり、品質を工程で作り込むためには、直接製品を生み出している作業にアプローチをするという考えに基づき枠組みを設計する。

価格競争で勝てなくなった今、高度な技術力に価値を求め、高付加価値製品の生産に日本はシフトしている。しかしながら、企業にとって開発期間の短縮が求められる一方、投入した製品の長期間におよぶ品質の保証という厳しい状況は今後も続く。このため、どのように品質を工程で作り込めが良いかを今一度検討することは極めて重要である。

2. 生産管理研究の発展経緯

資源のない日本において、高度経済成長を実現したのは、製造業の貢献によるところが大きい。作れば売れる時代において、工場の生産性向上は企業の利益に直結したといえる。ここでは科学的管理法の導入を起点に、生産管理に関する研究がどのように発展していったかを考える。

2.1 科学的管理法の導入

科学的管理法の導入は、日本の製造業において革新的なことであった。稼働分析、工程分析、時間研究、動作研究等の伝統的な IE 手法から、人体の動きを基に作業時間を見積もる PTS 法

(MTM, WF) まで、多くの研究が行われた。日本の製造業の最盛期であり、日本の至る所に工場が建設され、生産性を向上させる IE 手法は企業の成長に大きく貢献したといえる。

大量生産から多品種への移行期には、工場のなかに多様な生産形態が出てきた。これを生産時期（見込生産、受注生産）、生産指示（押出型、引張型）、加工品の流れ（フロー型、ジョブショップ型）、生産方式（個別生産、ロット生産、連続生産）等で分類を行い、工程編成やスケジューリングの研究が行われた。

2.2 管理システムの発展

IE 手法を含む生産システムの研究領域は、作業研究等、製造現場に直接アプローチする物的システムから、生産計画等の管理システムにシフトされる。これは科学的管理法の導入により、作業を時間としてコントロールすることが可能になったことと、情報通信技術が進歩したことが原因であると考えられる。生産管理システムとして当時脚光を浴びたのは、MRP（Material Requirements Planning）システムである。これは製品の需要量をもとに、製品の生産に必要な資材の所要量を、コンピュータにより算出するといったものである。このシステムのロジックが基となり、コンピュータを用いた基幹システムは MRP から MRP II（Manufacturing Resources Planning）、ERP（Enterprise Resource Planning）へと対象業務領域を拡大させることとなった。

また、情報通信技術の発展とともに注目されたのが、生産スケジューラーの開発であった。生産スケジューリングの分野は、理論ベースでの研究は盛んに行われていたが、実用化にはなかなか至らなかった。しかしながら情報通信技術の発展とともに様々なソフトウェアが開発され、現在では APS（Advanced Planning and Scheduling）と呼ばれるスケジューリングソフトウェアが注目を集めている。これらのコンピュータによる生産管理を後押ししたのは、バブル経済の崩壊による企業の意識変化であると考えられる。大量生産から多品種への環境の変化は既に始まっていたが、バブル経済崩壊による大幅な需要の減退は、日本の在庫に関する考え方を大きく変えた。即ち、可能な限り在庫を持ちたくないという発想である。この結果、工場内の部品在庫、仕掛品在庫、完成品在庫をコントロールし、効率的な生産スケジュールを作成する研究が脚光を浴びたと考える。

バブル経済の崩壊は、プロダクトアウトからマーケットインへの概念の転換を一層早めた。生産管理の研究においては、プッシュ・プルという概念で整理が行われた。これは予め定められた計画に従い生産を行うプッシュシステム（押出方式）と、後工程から引き取られた量だけ生産を行うプルシステム（引張方式）のことである。このプルシステムを実現する仕組みとして、最も注目されたのがかんばん方式である。また同様の時期に、TOC（Theory Of Constraints）の普

及により、全体最適という言葉が確立された。そして、ある一つの企業の利益だけを追求する（部分最適）のではなく、顧客に製品を供給するすべての企業、即ちサプライヤー全体の利益を追求する（全体最適）という発想から、SCM（Supply Chain Management）という概念が生まれた。SCMは、見込生産と受注生産が切り替わるデカップリングポイントや、サプライチェーンの上流に情報が流れるにつれ真の需要の情報がバラツキを増していくというブルウィップ効果等、多くの研究がなされている。

2.3 考 察

科学的管理法の導入から現在まで、生産管理の研究を見ていくと、幾つか転換期があるように考える（図1参照）。第一は科学的管理法の導入により、標準時間という概念が確立されたことである。標準時間の確立により、作業を時間としてコントロールできるようになった。これにより第二の管理システムの発展を迎えることとなる。日程計画、負荷計画等、管理システムは標準時間が基礎となる。第三は顧客の視点の導入である。これにより、全体最適ということが盛んにいわれ、SCMの概念が生まれたと考える。この点について、トヨタ自動車が従来からこのような視点に立ち、サプライチェーンという用語があまり聞き慣れない頃から、かんぱんという仕組みで自社の所属するサプライチェーンを結び、顧客の注文でそのしくみが駆動するプルシステムを構築したのは、革新的であったといえる。

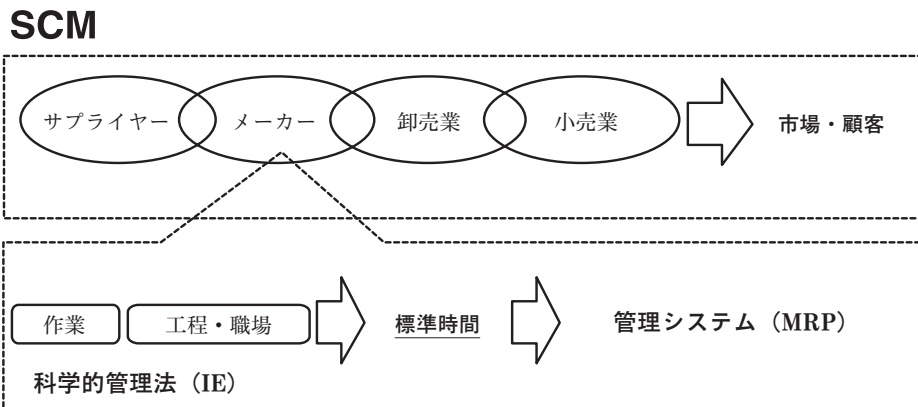


図1 生産管理研究の発展経緯

3. 品質管理研究の発展経緯

高度経済成長期における日本製品の強みの一つは、製品の品質である。安い価格の製品というだけでは競争力の低い製品となり、劣悪品質のレッテルを貼られ市場から追い出されてしまう。

現在でも日本品質は名高いが、その基礎がどのように築かれたのか歴史の変遷を考える。

3.1 統計的品質管理（SQC）の導入

品質管理の原点は、製造品質（できばえの品質）の向上を目的とした SQC（Statistical Quality Control）である。これは工程を対象に統計的な原理を応用した品質管理である。SQC の中でも「QC 7つ道具」といわれる 7つの手法は、現在でも品質管理の基本知識及び基本手法として多くの場面で用いられている。具体的には、工程を管理するための管理特性の設定（特性要因図）、設定した特性値の管理（ヒストグラム、管理図）等である。これらの手法は比較的簡単に使用できるため、多くの企業が適用し全国的な改善活動の推進に繋がり、日本の品質水準の向上に大きく貢献したといえる。SQC はその他にも、統計的検定・推定、実験計画法等があり、製造部門や生産技術部門に広く普及した。

その後、製造品質の向上を対象とした SQC は、品質管理の効果的実践のためには、製造部門だけでなく企業活動の全部門の協力が必要であるとの考えから、TQC（Total Quality Control）へ、さらには品質を経営活動の中核に据え、経営管理技術として捉える TQM（Total Quality Management）へと発展していくことになる。

3.2 製造品質から設計品質へ

SQC の普及により、日本の製造品質は世界一の地位を築いた。一定の製造品質が確保され始めた頃、品質管理の研究は設計品質（ねらいの品質）に目を向ける。製造品質は設計図面通りに実際の製造物が製造されたかどうかであるため、設計図面そのものが顧客の要求と合致していなければ、顧客の要求は満足されない。この設計図面の品質が設計品質である。設計品質を設定する方法論として考案されたのが QFD（Quality Function Deployment）である。これは顧客の世界と技術の世界を繋ぎ、顧客の要求を組み入れた設計品質設定の方法論である。設計品質の研究は、顧客の声（Voice Of Customer）をどのように把握するかという多変量解析によるアンケート分析等も対象となった。さらに時代は進み、製品開発期間の短縮と PL 法施行の影響による企業の品質保証責任という相反する状況の中で、品質工学（タグチメソッド）や信頼性工学の研究が盛んに行われた。

3.3 考 察

図 2 は品質管理研究の発展経緯を表したものである。第一の転換期として製造品質の向上が挙げられる。これは SQC の導入が大きく貢献している。SQC が広く普及したことから、企業はある一定水準の製造品質が確保され、第二の転換期として設計品質への着眼が行われる。これによ

TQC TQM

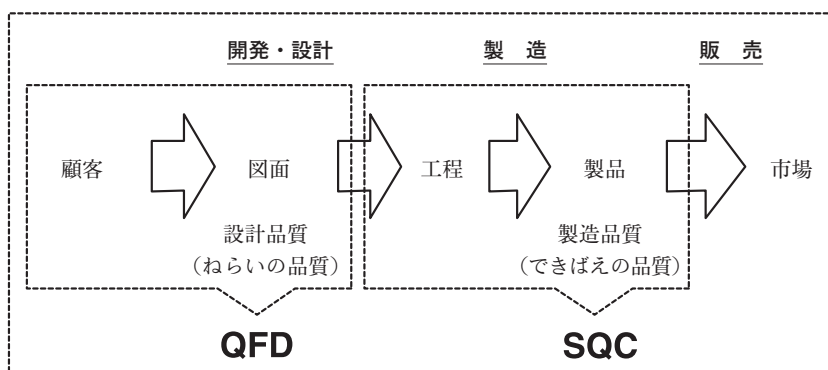


図2 品質管理研究の発展経緯

り、顧客を意識した設計が取り入れられ、製造現場における品質から、開発・設計部門に品質管理研究の対象が広がった（QFD）。さらに開発・設計期間の短縮のため、品質工学、信頼性工学が研究されるようになった。

4. 品質を考慮した作業設計の枠組み

2.3, 3.3 の考察より、現在では両研究領域とも顧客が最も重要視されている。生産管理では、対象が工程、職場、工場と拡大し、最終的には顧客に製品を供給するサプライチェーン全体となり、サプライチェーンの最適化（リードタイムの最小化等）が目的となった。品質管理においては、製造部門、開発・設計部門と拡大し、顧客の要求に適合した設計品質の設定に焦点が当たった。生産管理の基本的な評価尺度はD（納期）、即ち顧客が要求する納期を守るため、サプライチェーン上のリードタイムを最小化することに重きが置かれる。品質管理の基本的な評価尺度はQ（品質）、即ち顧客の要求する品質を製品に組み込むことに重きが置かれる。

本研究の目的は、QとDに焦点を当て、品質を考慮した作業設計の考え方を、現存する手法を基に提案することである。はじめに顧客の声を工程に反映させるための枠組みを提案する。

図3は、顧客の声から設計品質の設定、さらに工程及び作業への展開を表している。顧客の声を考えることにより、作業を設計する際、従来とは異なる視点に立つことができると考える。例えばある作業が顧客の声を反映した重要作業であれば、作業時間の短縮だけが目的ではなくなる。そしてこのような重要作業は製造品質向上を目的としたQC手法により、品質を常時確認することがより重要となる。即ち、QFDにより顧客の声から設計品質を定め、IEの視点で作業を分割し、統計的品質管理（SQC）により製造品質を確認し、作業にフィードバックを行う。具体的

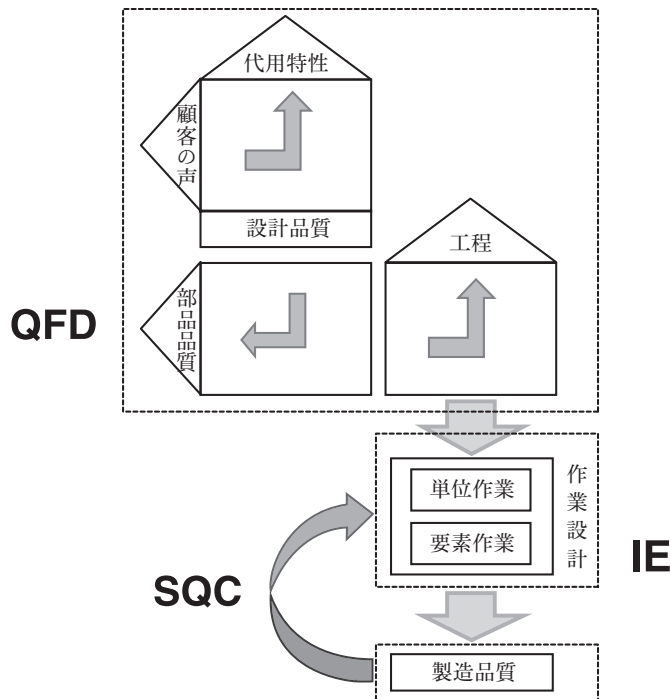


図3 品質を考慮した作業設計の考え方

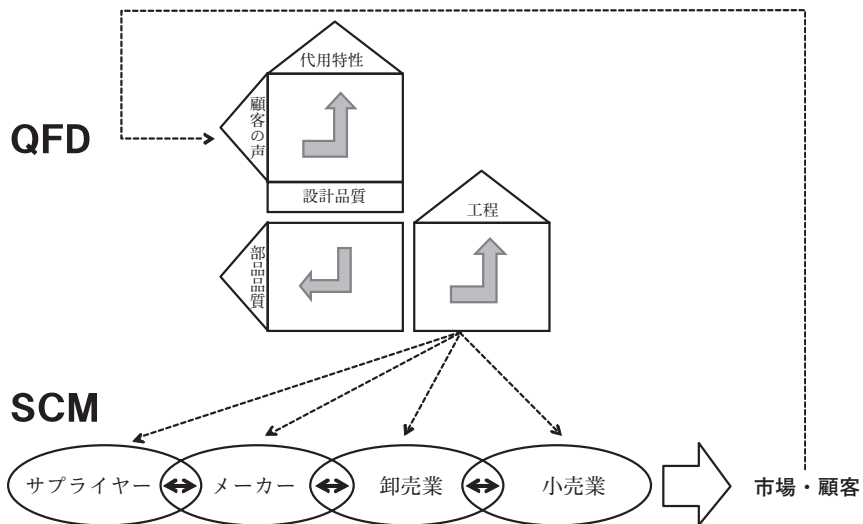


図4 SCMの情報共有化の活用

な作業設計の際には、顧客の声を反映させた重要作業は、標準作業に落とし込む必要がある。これにより標準時間が設定され、管理システムに反映されることとなる。

図4は、複数の企業に関わるサプライチェーンを対象とした場合である。SCMではサプライ

チェーン内の情報の共有化が成功には欠かせない。従来の情報の共有化のメリットは、サプライチェーン全体が需要の変化に迅速に対応できることであった。顧客の声を反映した品質を考慮すると、サプライチェーンを構成する企業全体に重要工程及び重要作業を事前に知らせ、作業ベースでの品質の作り込みが可能となる。例えば、顧客の声を反映した品質特性に変換、この品質特性に影響するのは組立メーカーの X 工程であり、さらに組立メーカーの X 工程の部品は部品メーカーの Y 工程で製造される、という情報の連鎖となる。即ち、サプライチェーンを構築するメリットが、品質面にも大きく貢献することになる。

5. おわりに

本研究で提案した IE 手法と QC 手法の連携の枠組みは、品質を作り込むためには作業に直接的に反映させる必要があるとの視点に立ち提案している。4. にも記述したが、実際に作業に反映させるためには、標準時間の基となっている標準作業として規定する必要がある。このような管理帳票への記載が行われてはじめて具現化される。しかしながらこの標準作業というのは、科学的管理法導入の源であり、生産性向上の象徴のような事項である。科学的管理法導入以前は、作業は労働者の自主性に任されており、科学的管理法の導入により、種々の意思決定が奪われたとの見方もある。即ち科学的管理法は生産性重視に偏り、人間性の考察に欠けるとの批判である。双方の対立の間を取る一つの解決策が人間工学である。この分野においては、作業参加型の改善提案の仕組み等が研究されている。

今後の研究では、顧客の声、作業者の声をどのように作業に反映させ、品質を考慮した作業設計を考えるかが課題である。

参考文献

- 日本経営工学会（1977），『経営工学とは何か』，開発社
圓川隆夫（2009）『オペレーションズ・マネジメントの基礎——現代の経営工学——』，朝倉書店
フレデリック W. テイラー，有賀裕子訳（2009）『新訳 科学的管理法——マネジメントの原点——』，ダイヤモンド社
日本経営工学会（2002），『生産管理用語辞典』，日本規格協会
村松林太郎（1979），『新版 生産管理の基礎』，国元書房
藤田彰久（1978），『IE の基礎』，建帛社
天坂格郎・黒須誠治・森田道也（2008），『ものづくり新論 JIT を超えて』，森北出版
福島和伸・木内正光・鈴木 崇（2005），『経営戦略とロジスティクス』，産業能率大学
鐵 健司（1984），『TQM とその進め方』，日本規格協会
赤尾洋二・吉澤 正・新藤久和（1998），『実践的 QFD の活用』，日科技連出版社
吉澤 正・大藤 正・永井一志（2004），『持続可能な成長のための品質機能展開』，日本規格協会

佐々木聡 (1998), 『科学的管理法の日本的展開』, 有斐閣

D. クロースン, 今井齊監訳 (1995), 『科学的管理生成史』, 森山書店

長町三生 (2002), “Participatory Ergonomics による作業改善の研究”, 日本経営工学会論文誌 Vol. 53, No. 5

木内正光 (2010), “品質を考慮した作業設計に関する研究”, 平成 22 年度秋季研究大会 日本経営工学会
予稿集

A Study on Operational Design Focused on Product Quality in the Site of Manufacturing: The Relationship Between IE (Industrial Engineering) and QC (Quality Control)

Masamitsu Kiuchi

Abstract

The manufacturing industry is currently facing two key issues: compression of product development time, and long term product quality assurance. Under these conditions, process design and operational design in manufacturing are formulated on-site with an emphasis on product quality control from the outset. As the phrase “quality begins with the manufacturing process” indicates, over the removal of nonconforming items through quality inspection, the ability to continually produce “conforming items” is being highly valued.

The current study examines the history of the development of production and quality management and specifically how operational design presupposing quality control should be developed based on existing methods.

Keywords: production management, quality management, IE (Industrial Engineering), QC (Quality Control)