

MMRC
DISCUSSION PAPER SERIES

MMRC-J-147

アルプス電気の技術革新活動
—品質概念改革による
「次世代ものづくり革新にむけて」—

アルプス電気株式会社
谷本 勲

東京大学大学院経済学研究科
増田 陽介

東京大学ものづくり経営研究センター
稲垣 雄史
立本 博文
糸久 正人

2007年2月



東京大学21世紀COE [整備型]
ものづくり経営研究センター

アルプス電気の技術革新活動

—品質概念改革による「次世代ものづくり革新に向けて」—

アルプス電気株式会社

谷本 勲

東京大学大学院経済学研究科

増田 陽介¹

東京大学ものづくり経営研究センター

稲垣 雄史

立本 博文

糸久 正人

2007年 2月

¹本稿は2007年1月24日(10:00~13:00)にMMRC会議室内において開催された、MMRC品質工学研究会において谷本氏が口頭で報告した内容をもとに、東京大学MMRC品質工学研究会が記録し、本文掲載のために報告者及び岩根氏(アルプス電気(株)技術革新推進室室長)の加筆修正を経て整理したものである。文責はMMRC品質工学研究会に、著作権は報告者にある。また、本稿内の図表資料は全て発表に用いられた資料で、著作権はアルプス電気にある。

要旨

中国企業が台頭する中で、競争力を発揮するには素早い製品開発サイクルと品質問題の解決が必要とされている。その中で、アルプス電気では、品質の概念を変革することで、開発から生産までのプロセスにおいて一貫したものづくりシステムの確立を目指している。本報告では品質工学の各種手法と QFD 展開、また 3D CAD や CAE などのデジタルツールとを組み合わせながらアルプス電気が取り組んでいる 5 つのプロジェクトに焦点をあて、取り組みの内容と開発リードタイムの削減や品質問題の減少効果について説明を行う。

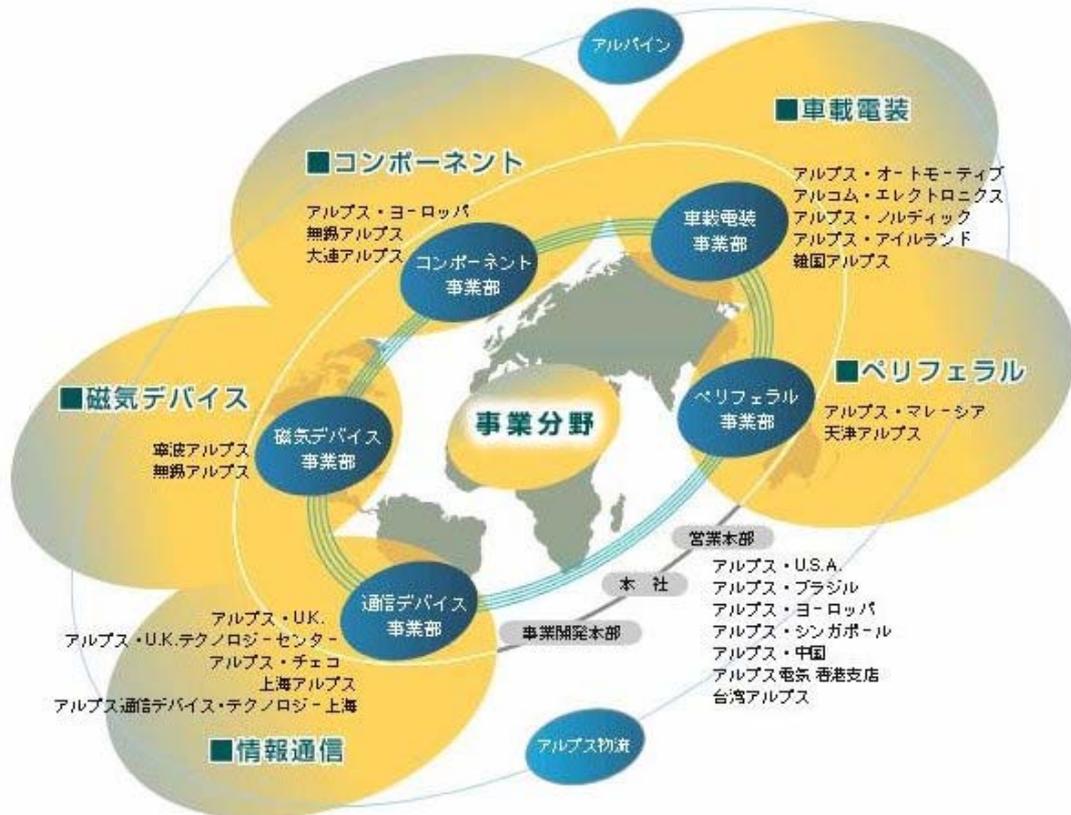
アルプス電気の技術革新活動

目次

1.	はじめに.....	4
2.	品質工学導入のねらい.....	8
3.	革新活動の事例と展開状況.....	9
4.	おわりに.....	13
5.	ディスカッション.....	14
6.	考察.....	23

1. はじめに

本報告ではアルプス電気の品質概念改革による次世代のものづくり革新に向けた取り組みについて説明する。アルプス電気では社外に向けて、一年ほど前までは品質工学の適用事例などどれかひとつの事例に絞ったテーマで報告をしていたが昨年に入ってからシステム全体についての報告を行うようにした。そもそも、アルプス電気のような部品メーカーはセットメーカーから生産プロセスに関する説明を求められる。プロセスや作り方を説明した後、その取り組みをセットメーカーに評価してもらう必要があるが、その評価を上げるための取り組みとして自分たちのやっていることが広く世間に認められることも重要である。そのためのアクションとして様々な場所でこうした講演をおこなっている。



次世代のものづくりをどう考えるかという上でアルプス電気のキーワードは品質であった。その点について説明する前にまず、アルプス電気の概要を説明する。アルプス電気の位置づけは電気・電子部品メーカーで、その中でも機構部品を中心に扱っているメーカーである。もともとはスイッチ・ボリューム関連の製品を取り扱っていたが、現在ではスイッチなどを取り扱うコンポーネント事業部の他に、5つのジャンルにわたって事業を展開して

アルプス電気の技術革新活動

いる。高周波の部品を取り扱う通信デバイス事業部や、パソコンなどの周辺機器を取り扱うペリフェラル事業部などがあが、このうち磁気デバイス事業部が若干メカ系の事業部と毛色が違うのは、磁気デバイス事業を買収によって獲得したからである。このほかにもアルプス電気本体とは別に音響製品を取り扱うアルパインや、アルプス物流などがある。

では、表題にもなっている次世代ものづくり革新についてであるが、何故アルプス電気のものづくりを革新させる必要があるのだろうか。

第一にあげられるのは製品がどんどん新しくなっていくという問題である。アルプスの例で言えば1年のうちに取り扱っている製品のおよそ20%が寿命を終えてしまうため20%は新製品を投入しないと売上を維持できないということがある。製品寿命が短くなっているためにそれにあわせて設計・開発の生産性をあげなければ売上がどんどん縮小してしまうという問題がある。第二の問題は生産現場においてSCM対応、在庫レスなど余裕の無い高速生産を強いられている点であろう。第三の問題は中国発デフレといわれるほどに台頭してきた中国系企業が引き起こす激しい価格競争の波である。そして最後が品質の問題である。様々な企業にとって品質は大きな問題となっている。開発のスピードを上げ、開発期間を短縮することは、出来の悪い設計を生む要素になる。また、アルプス電気のような部品メーカーの場合、製品在庫はセットメーカーからの発注次第になるので生産は細切れで一貫したものににくい。こうした不規則の需要にあわせるため、パートや請負などの非熟練労働者に作らせざるを得ない状況である。そしてこのような状況にもかかわらず良い品質を求められているのが現状である。こういった状況で品質などの問題を改善するには生産現場の改革だけでなくもっと大きな範囲で改善活動が必要になるだろう。そうすると、アルプス電気においてもものづくりを革新させる必要性は明らかになってくる。

ではどのような範囲で改革を行うべきだろうか。今までの議論では量産部分に目が向けられてきた。1940年代以降、日本ではテーラーの科学的管理法に基づき、量産プロセスにおける作業の単純化・分業化などを行うことで人の効率化を目指していた。やがて1970年代に入ると量産プロセスだけでなく調達・量産・出荷という生産プロセス全体に目が向けられるようになった。トヨタ生産方式をはじめとする生産革新は在庫やリードタイム(LT)の削減などをキーワードにして「金の効率化」を図ることを目指した。さらなる市場からの要求、新たなるプレーヤーが出現している中でもものづくり改革に求められる次のステップは生産だけでなく開発も含めた範囲での改革であると考えられる。

現在、多くのメーカーにとってコストプッシュの重要な要素を品質が占めはじめている。品質がコストプッシュの原因となっているのは検査工程の増設、また事故によっておきる対処コスト、そして非常にシビアで精度の高い検査に必要な高価な検査機と工程内に配置する作

業者の人件費などである。これらコストの面に加えて検査工程は時間もかかり、全く良いことがないといってしまうでもいい。かつては品質要求の部分が曖昧でゆるやかなものだったが、今ではセットメーカーが品質責任などを部品メーカーに求めてきている。しかし、アルプスのようなメーカーはその下の部品メーカーに同様の品質要求をしようとすれば、対象となる中小メーカーなどはたちまち倒産してしまうので不可能である。そのためどうにかしてアルプス内で品質問題をクリアする必要があった。

価値を生み出すためのものづくり革新には開発・生産プロセス全体で仕事のやり方を変えてやる必要がある。そもそも開発・生産プロセスでの仕事は品質とコストを作りこむことである。アルプス電気ではこの開発・生産プロセスにおいて品質とコストの合理化・最適化をはかっていくための様々なプロジェクトを立ち上げた。現在のところ DM (Digital Manufacturing) プロジェクト、資材 QE (Quality Engineering) プロジェクト、流撲プロジェクト、部品流撲プロジェクト、オンライン QE プロジェクトという5つのプロジェクトが、主に QE(品質工学)、QFD (品質機能展開)、CAE、3D CAD の4つのツールを使いながら動いている。そしてこれらのプロジェクトが全体として新しいものをどんどん作るために開発 LT の削減を目指し、中国に勝てるようなコスト競争力を手に入れるための製造コスト革新を行おうとしている。

5つのプロジェクトが目指すのは開発 LT と製造コストの革新であるが、ものづくりに関連するあらゆる仕事は品質とコストを作りこんでいる。そのうちコストというのは大体計算できて数字としてみる事が出来るが、品質というものは分かりにくい。やってみて駄目なら直す。製品を試作して試験を行い評価する、実際に作って検査を行う、そして出荷してクレームを受けたら対応する、こういう風に常に品質というものの良し悪しは事後的にしかわからないものであった。ここの部分をどうにか変えないと品質問題はどうやっても起きてしまう。そして品質問題が起きたら事件・事故として処理せねばならず、対応のための時間とコストがかさんでしまっていた。構造的に良くないのは開発・設計の人がコストをベースに製品設計をおこない、生産プロセスに移ってから品質のことを意識し検査していくやりかたをするからである。アルプス電気でも今まではこういう仕事のやり方をとっていた。

たしかに、試作の段階で品質の改善を図ってはいは、いざ納期が迫ってきいとうとありあわせの修正しかきかずにいししてしまうなどのケースも考えられる。そこで、品質を改善しながら作り込むという考え方ではなく品質を基準にしてコストを最適化していく方向に変えてやることにした。そしてもし、試作・試験・検査のプロセスを経ずに製品を出荷できるようなことになれば大変凄いいということ、アルプス電気では「一発完動」のキーワードのもと高速設計・高速管理の技術と組織の確立を革新の具体的な方向性として位置づけた。

アルプス電気の技術革新活動

ではコストを最適化してやるために基準としてとる品質とはそもそも何なのだろうか。企業内では普通、寸法や性能で出来上がった製品の評価を行っているが、出荷後に顧客が評価するのは寸法や性能でなく製品の機能であり、製品の機能部分で問題があった場合、クレームが発生してしまう。企業内での性能検査についてみても、全数検査を行えばコストはかかるし、仮に全ての製品に寿命検査をおこなおうものなら出荷する製品はなくなってしまうだろう。また、企業内での検査において、製品はスペックで評価するのが一般的であるがスペックを決めるのは設計である。そのため製品設計そのものの良し悪しを評価しにくいというジレンマが存在する。品質を考えていく上ではスペック評価をするということから脱却しないとならないのだ。ではスペックを評価せずに製品の品質をどう捉えるのか。その答えは市場にある。市場顧客が求めるのは製品がきちんと動くことなのである。つまり製品の機能性を評価すればスペックで評価しなくてすむし設計の段階から一貫して製品を評価できる。ここで、機能性とは、機能の安定性という意味である。スペック評価が自己評価であるのに対して、機能性による評価は顧客側からの評価であり、クレームを出す顧客側の評価基準に合わせることができるのだ。²

以上の議論から導かれる、新しい品質概念は「クレームのないものは良品である」というものであり、この概念の変革がアルプスの次世代ものづくり革新にむけたスタートであった。では、クレームが無ければ良品であるとは言ってもそれを具体的にどう実現するのだろうか。評価する対象はスペックでなく機能性であるといっても機能性とは一体どんなものであり、それをどうやって測るのだろうか。顧客の評価を探るためにとっていた従来のやり方は、過去のトラブル集や設計マニュアルといったドキュメントの蓄積と参照であった。しかし、絶え間ない新製品開発の流れが高速化し、流れに追いつけずシステムは形骸化してしまっていた。設計者は他の設計者の作成したドキュメントを読んでいないし、読む暇すらない状況であった。そこでアルプス電気では QFD を導入した。顧客の求める製品の機能が何なのかを導くためにアルプス電気ではマーケットの要求・顧客の要求・過去のトラブルなどを取りまとめ、どういうシーン（環境）で製品が使用されているかをイメージしながら、その状況下で重要になる製品の機能を探り、設計の「肝」となるべき部分を探り出している。また、シーンを考えることで製品が機能を発揮する際にどういったノイズ（環境条件）が作用しているのかを割り出す。そして、製品が十分な機能を発揮するための妨げになるノイズを想定し

² 性能と機能の評価に関して…性能とはその製品が標準の条件で示す機能である。機能性とは顧客の使用環境での製品機能のばらつきをいう。前者はその製品に予定している目的とする機能であり、スペック性能も含む。機能のばらつきは社内の公差内におとしこめば、顧客は文句言わないと思っていたが顧客の使用環境までいれるとそれでは対応できなくなってきた。

ながら機能の評価する方法を編み出していく。この評価の方法として導入したのが品質工学である。

2. 品質工学導入の狙い

品質工学導入の狙いは、まず品質工学の持つ機能性評価の側面にあった。機能性評価とは、評価の対象となるシステムに対して信号(入力)を入れてノイズをかけた状態で計測特性(出力)を出しそれをもとに機能の安定性を測るというものである。このシステムをいれたのは、前述したように製品が市場に出回ってからの評価が品質であるとして考えたからである。市場の評価基準に基づいて製品の作りこみをしてやることで従来のような評価基準の違いから来るプロセスの後もどりは減少し、また機能性という点で相対的な評価をおこなうことにより、1つのスペックを満足させるために行う何千時間もの試験が必要でなくなることもあり、設計・開発サイクルの短縮も可能にする。

もうひとつの狙いは MT 法と呼ばれる品質工学が適用している別の評価手段である。MT 法はパターン認識の一種で、MD (マハラノビス距離) による評価からある対象となる物体の良否を評価するシステムである。先ほどの機能性評価は主に設計プロセスに導入したのに対して MT 法は生産プロセスに導入をおこなった。具体的には市場に出した製品のうちトラブルが起きなかったものと同じものを作れば良品であるという考え方に基づいてこの MT 法を展開している。従来は生産プロセス内で生まれる不良品を探し出すためにいくつものスペックをいくつもの工程で検査していたが、良品の特徴値をつかむことで良品のパターンを定義しそこから外れるような不良品を探し出していくというやり方を目指しており、この方法が上手くいけば従来からあるいくつもの検査工程がなくなり、一度の検査で良品か不良品かを判断できるようになる。

品質工学を導入した最後の狙いは損失関数評価による経済性の追及である。もともと、品質に関する考え方は結果論で、現場ではやってみて駄目なら手直しをしていて、マネジメント側は現場のモチベーションをあげて品質を改善する動きを促進させる手助けしかできなかった。しかし機能性で評価する品質をものづくりの基準にしようとするれば、必ず品質とコストを天秤にかける必要がでてくる。当然、品質を無視しても品質第一でも最適な経済性は成り立たない。品質工学における損失関数によれば品質を金額であらわすことができる。具体的には目的となる機能から実際の製品の機能が離れば離れるほど製品を手にする顧客が感じる損失が増大するという考え方に基づいた評価手法で、この損失関数を使うことでコストと機能性で捉えた品質を同じ土台で議論してやることができる。これで合理的に品質と

コストの両面を議論することが可能になる。

3. 革新活動展開

2000 年の上期に事業部長をやっていたころ、本社の担当役員が言うことに対して疎ましく思うこともあったが、本社にもどって企業全体をみろと指示された時、さてどうしたものか、どういうことが出来るのだろうかと考えた。そこで考える暇をもらって中国視察にいき、今後脅威になるかもしれない中国の各メーカーがどんな仕事をしているのかと調査を行った。調査をしていた中で、発足してからまだ 3 年なのに 3000 人規模の金型工場があると聞いて驚き、見学をした。そこでは、3 次元ツールで設計して NC に落として自動で金型をつくっていく製造プロセスが展開されていて、人間はツールの交換、ワークの交換などを行うだけであった。それを見て当時の自社の状況をふりかえってみると CAD に関していうなら 3D と 2D が錯綜していて、データの変換に手間がかかっておりまずこの部分をどうにかする必要があると感じデジタルマニュファクチャリングの構築を考えた。

しかし設計データが NC に入れられるだけでは衝撃を受けた台湾系の中国企業の真似をしているだけであって、競争優位にはならない。ここに QE をベースにして勝つためのロジックをくみだてようとした。そこで、この計画を理解できる人間を育成するために、管轄化にあった技能研修所で 3D の研修と QE の研修をおこなった。非常に少なかったが QE に乗り気だった人間を中心にして研修ははじまり、通信教育をベースにして普及させた。

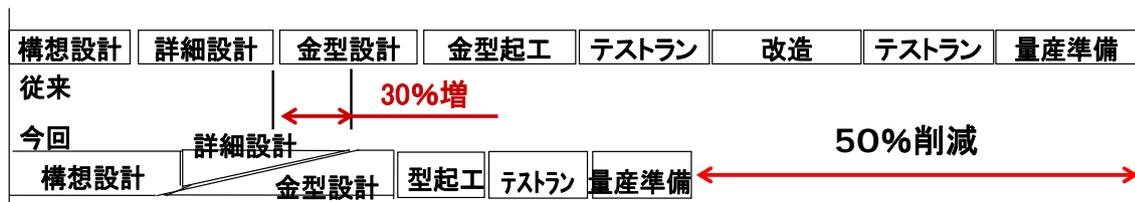
2002 年下期にある程度成功の感触をつかんだ上で品質概念の変革宣言を行った。具体的な状況は 3D データを設計プロセス間でつなぎながら QE や QFD、CAE などのツールを連携させることが出来た段階である。この段階でさらに生産プロセスの入口と出口にもプロジェクトをおくことにした。まず異常品の流出を撲滅するためのプロジェクト（流撲プロ）を開始し、次に部品や資材など調達に関するプロジェクト（資材 QE プロ）をはじめた。このプロジェクトの後に、量産工程での部品不良を撲滅するプロジェクト（部品流撲プロ）や工程内にパラメータ設計などを導入するプロジェクト（オンライン QE プロ）をはじめ、現在では 5 つのプロジェクトが走っている。

第一に始まった DM プロジェクトの狙いは一発完動・高速設計の実践による開発 LT 削減である。開発プロセスではロバスト性を目指しながら品質とコストを両立させているが、DM の仕組みは QFD・QE・CAE・3D CAD の連携にある。基本はとにかく設計データどおりに流し、後で修正をしないということである。プロセスとしては、まず QFD によって企

画の重点化、技術・課題の重点化を行うことでQEを使う上で必要になる基本機能やシーンの導出をめざす。これによって提案型ビジネスの可能性もみえ、また管理ポイントの重点化を図ることもできる。このQFDによって割り出された基本機能、目的機能に向けて設計を行う際に使用されるのがQEとCAEである。この二つは設計の素早い評価を行うためのツールであり、機能と機能性の作りこみを可能にする。またコンピュータ上で十分な機能や機能性の作りこみが可能になれば試作レスも達成できる。3D CADはCAE実践のベースであると同時に部門間の連携のために必要なものである。このような活動により手配時の3D CADによるモデルの完成度をできるだけ高くし、手配後は設計データどおりにつくることを後工程に求めていくのである。

DM活動における重要なポイントはとにかく設計のところで流動解析のデータや後工程（製造要件・金型）の要件を放り込めということである。後で変更をおこなうと不用意な問題を招きやすい。例えばわずかに抜き勾配を変化させただけでも強度が落ちたりするため後で直すような体制でいると手戻りのサイクルから抜け出せないのである。

DMプロジェクトによって開発プロセスにおけるパフォーマンスの変化がみられた。早い段階から金型要件や流動解析データを設計に盛り込むためや詳細設計の段階でパラメータ設計などを行うため、詳細設計が終わるまでのLTは30%増加した。しかし、後戻りのないプロセスをつくりあげたことで、型起工後の設計の手直しが激減し型起工からのLTは50%ほど削減することができた。



第二のプロジェクトは流撲プロである。そもそも、今までの検査はスペックごとに行い、公差からはずれたものをそれぞれ不良としてはじいていたが、流撲プロではスペック検査とはことなる流撲工程において、正常品と異常品のより分けをおこなっている。製品に対してMT法による判定をおこない、判定を通り抜けた正常品をロット単位で機能性評価してやりドカ不良の防止をはかっている。またアルプス内ではスペックごとの検査をしないで流撲工程と機能性評価のみで品質評価を行えるような工程を完動検査と呼んでいる。

このプロジェクトを導入した効果としては、初期の事例になるが、同じような製品、生産数のものを比べると、社内では是正課題とよんでいるいわゆる製品不良に関する問題が減少し

アルプス電気の技術革新活動

た。もう一方で顧客の使用法によって生まれる不具合を予防課題として別にカウントしていたが、予防課題件数も減少する効果がみられた。これは、DM プロジェクトの活動によってロバスト性の高い設計をした製品を正常に出荷できるようになったことや、流撲プロによってスペック検査ではわからない異常品を止めることができたからだろう。具体的な数値としては従来にくらべて 1/17 の不良率を達成できた。

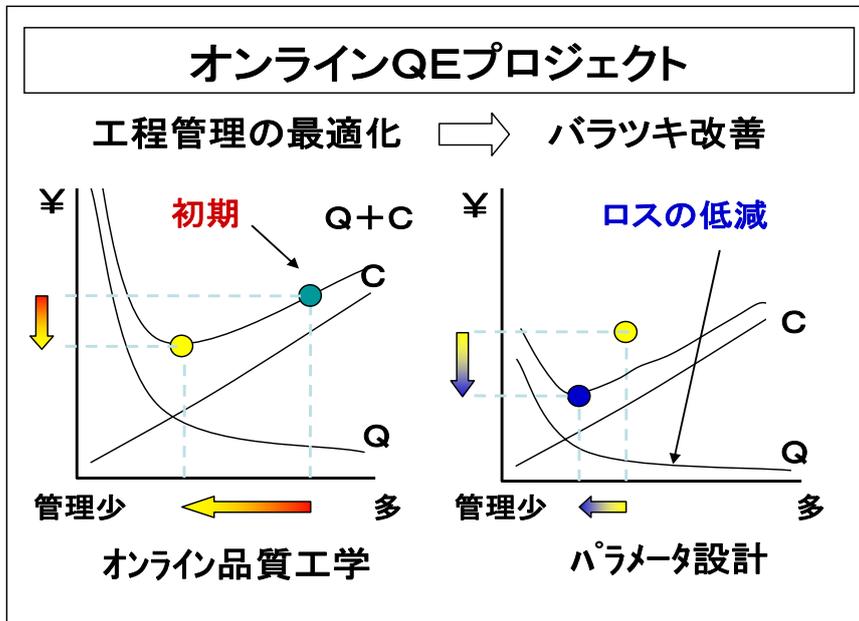
第三のプロジェクトは部品流撲プロである。このプロジェクトでは加工工程を経た部品のスペックを直接測らないで部品の良否を推定することを目的としているが、加工機から算出されたデータを用いて MT 法を適用し、加工品の良否だけでなく設備メンテナンスのタイミングも計ろうというものである。

適用した事例にはスパッタ装置の異常放電予測がある。それまでスパッタ設備からフィードバックされた異常放電に関するデータは蓄積されていたが、設備のメンテナンス時期は人が判断しており月に十数回異常放電をおこし設備がとまっていた。

設備が蓄積したデータをもとに MT 法を適用してやることで、加工品の良否判定だけでなく加工機そのものの状態を判断できるようになり放電落ちを防ぐことで年間推定一億円以上の損失を回避できるようになった。

また、超音波溶着の工程における適用例では正常品が示したエネルギーの波形で良品を定義し、従来の破壊検査を取り除くことができた。また、設備自身の状態判断も行ってやることで、それまで溶着端子の交換は溶接 1 万回につき 1 回交換と決められていたが適切な交換のタイミングをみきわめ 1 ヶ月あたり 90 万円の経済効果をもたらした。

第四のプロジェクトであるオンライン QE プロは生産工程内に品質工学手法を導入するもので目的は Q と C の最適化を測ることにある。製造品質をあげるための管理工数が増えればコストはかかってしまうが一方で管理工数を削減すると品質問題の発生率が高まり結果として対応コストが増加してしまうという。第一ステップはオンライン QE 手法により、工程内における品質とコストの最適化をはかることで、その後、最適化を図っても損失 (Q + C) の大きい工程を課題として捉え、第二ステップとして発生している製造品質のばらつきを改善してやる。それにより品質問題の発生そのものを押さえ込みながら管理工数を減らしやり最適点そのものをシフトさせてやる。



オンライン QE プロではこの目的のもと、工程の最適化実施を行った。工程により管理を緩くする場合と、厳しくする場合が出てくるが、管理工数を落とすと同時に工程内不良率も下げることができた。第2ステップのバラツキ改善も含めると、数字ベースでは工程不良率を初期状態を1とすると10月目で0.06まで減少した。さらに現場の工程内における加工要件などをパラメータ設計に盛り込んでやることで工程内のばらつきを改善している。

最後にあげるのは資材プロジェクトである。このプロジェクトの狙いはQ(品質)とC(コスト)を両立させた購買の達成である。受け入れ部材の品質保証を機能性評価、損失関数を用いることを行い、品質とコストを統一した状態で取引企業の比較をしてやることで、どこから資材を購入するのがベストなのかを導き出そうとしている。この取り組みには川上企業の協力も必要不可欠であり、また日々の受け入れ品質保証のために受け入れオンライン検査を川上にも適用しようとしている。

下の図は各プロジェクトの活動状況をまとめたものである。資材 QE はどちらで購買を行うかという VA 活動の段階に適用されているレベルにとどまり、まだ受け入れ品質に関する求めるレベルには到達していない。オンライン QE は去年ようやく各事業部で本格的に取り組みが始まった。

これら5つのプロジェクトは国内拠点で主に展開してきていたが、現在では国内に留まらず

アルプス電気の技術革新活動

流撲プロやオンライン QE プロなどのプロジェクトでは海外展開もはじめている。

DMプロジェクト	02上	02下	03上	03下	04上	04下	05上	05下
モデル機種数	3	11	22	50	64	73	98	98
(括弧内終了数)		(0)	(2)	(6)	(14)	(23)	(32)	(32)

流撲プロジェクト	02下	03上	03下	04上	04下	05上	05下
流撲適用ライン数	11	23	33	74	125	168	237
機能性評価機種数			4	4	11	15	28

資材QEプロジェクト	03下	04上	04下	05上	05下
実施テーマ	5	9	10	10	15
(括弧内終了数)	(5)	(7)	(7)	(8)	(10)

オンラインQEプロジェクト	04下	05上	05下
実施テーマ	1	2	7
(括弧内終了数)	(0)	(0)	5事業部の活動へ

海外現法でも活動開始

4. おわりに

設計・開発技術者への教育とはなんだろうか。技術者は独力で仕事をやる必要など決して無く、先輩、先生あるいは書物などから知識を入れてもらって仕事をしていても良い。技術者が、上手に仕事ができるように役に立つ知識教育はどこの企業でも熱心にやっているが、「知識を扱う技術」の面に関してはどうだろうか。

技術者の技術とは、たくさんの技術・製品を世の中に送り出す力としてみることができる。将来、この仕事は自分がやったのだといえるようなものを生み出す力こそが技術者の技術であると考え。しかし、多くの技術者は不安を抱えている。例えば設計者をみても彼らは一度設計した製品が、生産現場・市場へと移っていった後にいつ不具合を起こして戻ってくるかという不安な部分を常に抱えている。どのタイミングでクレームがくるかは決してわからず、設計を終えた段階ですっぱりと手離れができるような設計を行うための技術は間違いなく望まれるものである。

設計者を例に取ったが、技術者に対しては製品を開発・設計していくためのある種確立したプロセスを教える必要があるのではないだろうか。アルプス電気では技術者の頭に知識を、心に思いを、そして QE や QFD などといったツールを腕に身につけてやり

技術者の教育をしていくことが重要であると捉えている。

5. ディスカッション

Q1)CAD に関する部分について、データやツールなど一貫していかない要因は多く、直感的には大変難しい部分だと感じるがどうやって一貫したシステムを構築し、運営させているのか？

A1)ひとつは、システムの統一である。それまで事業部・プロセスでバラバラだった CAD のソフトを Solid Works に統一した。ツール間を移転させる際にデータの変換が必要になるが変換する段階で設計思想が移転しないのは確かに問題である。パラソリッドでデータの変換することを基本としているが、形状としてこういうモデルですといったレベルのものしか出てこない。例えば車載事業部では事業部内・取引メーカーと交流をおこなない人的なコミュニケーションもとっている。

Q2)DM 活動によって設計・開発プロセスの LT はトータル 50%削減されたとしているが、調達・出荷・量産のプロセスまで含めた全体の LT は削減されていないのではないか？

A2)部品メーカーである以上、最終的な LT はセットメーカー側の都合に強く関連してくる。アルプス電気の製品は度合いの違いこそあれ殆どがカスタム製品であるため、セットメーカーが自分たちの作った製品に組み込んだ上で試作・評価を行うことで時間がかかってしまうなどの側面がある。

Q3)製品ライフサイクルの短い製品は納期に余裕がないのが一般的であるが、そういった製品に対しても品質工学を適用できるのか？例えばあるコネクタメーカーでは納期 40 日とかそういう話も聞いている。このようなケースだと品質工学を導入していたら納期に間に合うイメージが無いのだがどうなっているのか？

A3)感覚的にそういう疑念はわくのももつともだが、結果論としてはきちっと品質工学を適用し CAE・QFD・3D CAD と連携させた DM プロジェクトを実施したほうがリードタイムは短縮された。

Q4)一発完動といわれているが金型設計が 1 回で済まないのではないか。機構設計の部分に

アルプス電気の技術革新活動

金型知識を移転できずに問題がでてくるのではないだろうか？

A 4) もともと、アルプス電気でも金型設計は修正ありきの発想に基づいていた。それを「後から言わない」というルールを置き、金型・製造などの後工程要件を徹底的に盛り込むという活動をおこなった。その上で出された要件に基づいてシミュレーションを回すようにしている。例えば、最初に、丸い形の製品を作るとき丸いものをきちんと丸くつくるための設計をし、それを再現するのに必要な流動解析・金型要件などを徹底的に盛り込んでやるのが重要である。その要件を盛り込むためにコンピュータでシミュレーションを行うが、ここで必要があるのはいかに確からしさをあげるかという点である。今まではシミュレータそのものの精度を向上させるための活動を繰り返しやっていたが、シミュレータの精度をあげるにはコストもかかり、精度の高いシミュレータを回せばそのための時間は増加する。このジレンマは、品質工学をやることでSN比をとって数値の比較をしてやることによって、精度の高さを目指すのではなく比較の繰り返しによって精度をあげる方向をとれるようにしたことで解消しようとしている。

Q 5) DM 活動を行う上で後工程からのコラボレーションは必須になるのではないかと？

3Dの部分でどういうコラボレーションが起きているのか、組織能力としてどういうものが要求されたのか？

A 5) 「後から言わない」というルールの下にはあるが、DM活動の中で必要になったコラボレーション活動として、金型や解析、製造の部隊がいっぺんに集まって議論をしている。DM活動に関しては技術確立もまた重要な部分を占めている。確かに非常に難しい材料や技術にはまだ品質工学などを適用できないものもある。現在ではコアであるプラスチック部品のところでは大体適用に成功しており、金型に関してもモールド金型では成功をおさめているが、プレス金型ではまだ適用が進んでいないといった側面がある。

Q 6) MT法は大変とつきにくかったが今日の説明で腑に落ちた部分が多い。実際に現場で検査をする人たちは多次元で物事をはかり、感覚的にしっくり来ているというものをつかんで活動しているので、非常にそれと近い感じを受ける。

感応検査の専門家から品質は欠陥を見ては駄目で、全体をぱっと見る必要があるという話を伺ったことがある。視点を動かさないで、あるべき姿でないものを見ることが出来るのだろう。現場で品質管理の上手さを持っている人たちの経験的なやり口を理論的に説明できるのではないだろうかと感じた。MT法の正常空間の作り方はどうやっているのか？顧客が文句を言わなかったものを事後的に良品として判断しているのか？

A6)スイッチの事例で説明すると、ストロークと荷重、作動力と復帰力のデータを16グループに分割し、製品の特徴・形状をうまくあらわしてやれるデータにしてやる。その上で $16 \times 4 = 64$ 次元をベースにして正常空間を定義し、正常品とはなにかをコンピュータに覚えこませてやる。後は経験を蓄積して正常空間の基準を更新する。

Q7)パターン認知の罣という「不良を出すことを恐れ、基準値を不必要に厳しくとってしまう危険性があるような現象」が潜んでいるのではないか？

A7)不良品の中に良品が混ざること論じる人もいてもっともだが、議論すべき点は良品の中に不良品があることの問題であり、後者のほうが問題としてクリティカルであるため、基準値が甘いことのほうが危険だろう。

Q8)MT法によって多次元で製品の良否判別をおこなうと、資料でははっきりと良否が分かるイメージになっているが、本当にそうなのか？良品と不良品の基準はもっと曖昧になるのではないのか？

A8)良品と不良品の特徴値がはっきりと分離するような技術を構築するのが大変だが、それを狙って活動している。分離するために適切な特徴量をどうやって捉えていくか、現実品物が入ってきたあとの事件・トラブルをどう分離していくかが課題になる。

Q9)顧客がパターン認知するという前提にたっているのならば顧客がしっくりくるような基準をとらえながら基準空間をつくっていくのか？

A9)現在は目的とした機能をもとに中心値に寄った製品を良品として認定している。機能のバラツキが少なければ、良品の基準空間が狭くなり、不良品が生まれる部分を確実に分離することが出来る。

Q10)内部不良（スペック落ち）と外部不良（顧客が認識する不良）の差に関するものと理解したが、製品の使用環境が複雑になっている現状で外部不良を先取りするような活動がDMプロジェクトなのだろうか？

A10)顧客がNGを出すような要件を予測して対応するという考え方が品質工学にある。しかし、予測した結果をセットメーカーなどの顧客に納得してもらうのは現実的に難しい。顧客側から見たらそれでどうして大丈夫なのかという疑問は当然でてくる。

Q11)ものづくりは設計部分で顧客を満足させる部分が大きい。

谷本専務はまるで劇場の支配人のようである。顧客の喜んでくれるものを作るために

アルプス電気の技術革新活動

様々なツールを配置してやる必要があって、元々TPMやCAD、CAEなどのツールがいたところに大物役者としてQEが入ってきたのだなという理解をした。

もともと、MITのドン・クロージンはQFD・QEだけで設計が決まると主張していたがそれだけでは済まない気がしていた。そのため主張には納得できない部分があったのだが実際当時の米国企業ではQEやQFDを使うことで効果を発揮しており、それ以降も成果をあげ続けている。日本の大手自動車メーカーの中には品質工学会とは距離を置いているところもあるが、社内の発表大会のSQC部門ではSN比や直交表などの言葉が飛び交っており品質工学が導入されているのは明らかである。効果があがるということは分かっており、品質工学は確かに効果的なツールであり重要な位置づけを担っていることは認められているが、手法そのものとのつきにくさと他のツールに対してどう接合していくのかに関する部分が今まではっきりしてなかった面があった。それに加え品質工学があればなんでも解決するという強い主張があったせいで折り合いがつかいかなかった。また、古くからあった品質管理の概念のせいで、最初の概念の部分で品質工学を導入しなければならないのに上手くいってない部分もある。経営ものづくり研究の立場としては大きなツールである品質工学のキャスティングは重要なものと捉えているがどうだろうか。

A11)品質工学そのものはただの評価技術である。製品を市場に出した段階でどうなるかの評価ツールにすぎない。例えば、品質工学はCAE技術と組み合わせの相性が良い。品質工学とCAEのつながりが重要になってきたのは、今まで人間がやって手間隙かかっていた作業をコンピュータで行うことによって大幅に効率化できるという部分である。

Q12)QFDからQEを盛り込む流れについて説明してほしい。

A12)顧客の要望で製品設計をしているが、品質工学を導入しようとする基本機能とは何か？というきわめて難しい問題が出てきてそれを避けられない。市場・顧客のニーズをスペック化し、使用シーンを導いていくプロセスにはQFDを使ってやるほうが良い。

Q13)実験計画法による実験回数の節約。LTやコストの面では良かったのだと分かった。

では、CADとCAE、バーチャルでやるか実物でやるか。体系的にやるか試行錯誤的にやるか。こういう区分けや考え方もあるが取り扱っている製品それぞれに対してどう分類しているのか？

A13)CAEでやれるものは徹底的にCAEでやれというスタンスである。シミュレータを組むのが難しいものは実物試作にして実験をおこなっているがコンピュータシミュレーシ

ョンを基本的に発展させていくという方向をめざしている。

目的はいかに早く結論にたどりつくかで、CAE に対して QE をかませることで非常にラフなシミュレーションでも結論にたどりつけるようになった。

シミュレータの精度をあげることは悪いことではないがシミュレータの精度をあげれば試行計算時間が非常にかかる。シミュレータの精度を落としてでも比較項目を入れ込みながら素早く回し、パラメータの比較をしてやったほうが正解にたどり着くのが早い。

Q14)最初の着地点の評価、確実な結論にたどり着くという特徴をもっていると理解した。

では適用できる範囲はどのようなのだろうか。

A14)メカ的な線形関係だけじゃなく曲線関係のものにも適用できる。実際、変曲点のあるものも多いのでおおまかな部分を把握し、全体のバランスを加味しながらやっている。

L108×L108 の計算を行うケースもある。1 回目のシミュレーションではあたりをつけながら計算させるので結果がでないものもある。しかし、逐次計算を行いながら SN 比の高いものを選び、何度かパラメータ設計をすることで最終的には各水準値で SN 比がほぼ均等となるくらい安定した最適条件が得られた事例もある。

Q15)設計空間の話として、パラシュートで降りて高いところに試行錯誤的に上っていくのではなく、まず何通りかを落としてその値を比較して良い位置を選べ。さらにその良い位置を選んでから CAE や繰り返しプロセスを回すのではなく、もう 1 回その近辺に何通りかの値を落として比較していく。そのプロセスを繰り返すことで比較しても変わらない点が見つかったらそれがもう最適条件になる。その何通りもの落とし方に CAE が非常に有効だということが理解できた。

A15)方角が正しいか、目的地が正しいかの問題もまた重要。

Q16)QE はある程度設計に関して知識を要求されるのがとっつきにくさにある。

品質管理に比べると位置取りが難しいのではないかな？

A16)品質工学だから全部出来るという説明をしてくる人が多い。企業にとっては品質工学だろうがなんだろうが問題にならない。重要なのはそのツールをつかって何か新しいことができるのかという部分だろう。経営・ものづくりとしての道具をどう配置したのかということが重要。品質工学も基本的にはただの数学だからいかにしてコンピュータと絡ませてやるかが問題だ。

アルプス電気の技術革新活動

Q17)新技術や新方式を採用する場合未知の要素がうまれる。その場合、既存のパラメータだけでは足りない部分があり新パラメータとして入らないものがあるのではないか？

A17)アルプス電気ではものづくりを大体、3段階で考えている

形に機能性を入れる段階、形が正しく作れる段階、形を正しく作る段階の3つで、形が正しく作れる段階に入るとQEよりもCADやCAEの重要性が大きい。

成型品の解析については、自分たちで材料物性を測っている。リサイクル品でもリサイクル率をきめておけば物性値のばらつきもある程度予測できる。ただし、全く新しい領域に関する話では従来のもものでは役に立たなくなっている。

CAEを11回回したというものは新規性が高く、どうなっているかは分からないながらもやっている。従来持っている知見で予測できるところから範囲を広げている。

Q18)フリーディスカッション

A)全く新しい領域でやることは品質工学も難しい、ストライクゾーンがなんだかわからない、しかし、全く知見の無い段階で一因子実験を繰り返したらしょうがない。品質工学をつかって答えを見つけようとするのがよい。しかし、品質工学でも上手くいかなかったところがある。その失敗した技術情報を引っ張り出して蓄積し、活用するのが良い。

A)品質工学を用いて失敗のデータベースをガンガン作っている。品質工学を使うと、ある基本機能に対しどの因子が効くかということはわかるから、それは使える。

A)非常に複雑な製品・機能性をもったものの中で、一発完動という考え方は品質工学だけでなくほかのツールも総動員して、大きなあたりをつけろというものである。実験をしてもデータが出ないということも有益なデータになる。これでは駄目よという組み合わせ方を比較し検討しながら、基のパラメータの効果を疑ったりするのは実験ベースでやると時間がかかるが、コンピュータシミュレーションならそれは容易にできる。

A)アイデアの選択というのが重要な部分。品質工学の評価にトータルとしては時間がかからない。

使わない部隊は、食わず嫌いの事実があるのだろう。設計のステージとしてQEのツールをいれると確かに負荷がかかる。そこで、アルプス電気では設計プロセスの改善でなく業務プロセスの改善を志向している。

A)スタッフ部門のような脇に外れた組織が品質工学をいれようとする、受け付けず業務に入らなくなる。それをどうマネジメントさせて使わせるのかが肝要である。

A)品質工学をいっぺん勉強しろといわれても概念が難しい。社内でも品質工学という言葉を使うのには議論があったが、逆に品質工学で定義された概念を用いないと言葉から何から

位置づけから全て社内で構築する必要があった。それは難しい。

A)外部技術をモジュラーとして捉えるのではなく組織に既に存在する技術に対してすりあわせをおこなう。このインテグリティこそがマネジメントに対して重要。

A)品質工学を持ち込んできた技術者に対して、最初、このやり方はうちの会社にはあわないなど思った。品質工学を前面に持ち出してはいるが、実際は中身を工夫し、改変して使っている。

A)最終的には若い連中が中核になると思っていたが現在のところ年齢層の高いものががんばっている面もある。

6. 考察

最後に簡単ではあるが、本報告及び報告後のディスカッションから得られる重要なポイントを整理する。

第一に、本報告では表題にもあるような品質概念改革という言葉や、報告内で触れられた品質工学導入の狙いという部分から、品質工学の導入だけによってものづくり革新が達成されたと誤解してはならない。品質工学は確かに重要な外部技術であったが、決してスタンドアロンのものではなくアルプス電気にあった既存のツールや今まで使われていなかったツールと結びつくことによってより大きな効果を発揮するものなのである。報告内でも触れられているとおり、アルプス電気の取り組むDM活動にはQEのほかにQFD、CAE、3D CADとあわせて4つのツールが使われており、これらが組み合わせることでDM活動は成立する。また、形に機能性を入れる段階、形を正しく設計する段階、形を正しく作る段階の3つに分けてものづくりを考えているという話からも、いくらQEでパラメータ設計により機能性向上を盛り込み、二段階目で機能の絶対値のチューニングをおこなってもすべてがチューニングできているわけではない。CADやCAEを使って形を正しく設計し、製造する部分がある。設計・開発プロセスの中に埋め込まれQEは一つの骨格となる評価技術として存在し活用されるものだということが分かる。またQE導入によって開発・設計・金型・解析・製造など、各種の部門が早い段階において徹底的に要件を盛り込むために必要になってくるコミュニケーションやデザインレビューなどのコラボレーション効果は機能性があがることによる重要な効果として注目すべき点のひとつになる。

ただし3D CADなどのデジタルツールの習得が難しいのと同じようにQEを技術者達に習得させ、それを活用させていくためのシステム作りは容易ではない。ディスカッションでも

アルプス電気の技術革新活動

話題に上がった通り、多くの技術者は手間のかかるこの技術を積極的に習得してやろうという気にはならないだろう。そのために推進体制の確立や全社教育といったサポートシステムは必要不可欠なものになると同時に、強力なリーダーシップによって現場の人々の抵抗感を打ち消してやる必要もあるのだろう。

本報告では3D CADやCAEなどのデジタルツールがQEという評価法をえることによって製品開発の場面でより一層のパフォーマンスを発揮し、デジタルツールを製品開発に取り入れることの意義もみえてきた。これらから、デジタルツールやQEをものづくりの分野で活用し企業の競争力を構築することによる効果・意義については理解がある程度得られるのではないだろうか。しかし、本報告やディスカッションからは、この取り組みによって得られた成果をどう企業戦略に転換し、固有の利益モデルに結びつけるのかについてはあまり触れられなかった。今後、重要になってくる議論はまさしくこの部分だろう。