

データを活用した品質向上のための仕組み構築

System Construction for Quality Improvement Using Manufacturing Data

近藤 晴彦

■ KONDO Haruhiko

モノづくりにおける深層の競争力の一つである品質力を強化するためには、品質情報をフィードバックして製造工程や製品設計の適正化を継続的に実施し、品質のつくり込みを進めることが必要である。

そこで東芝は、そのような活動を着実に推進するため、QC (Quality Control) システムとして、製造現場で発生している現象をデータの活用により明らかにし、品質を向上させる仕組みの構築を進めている。これにより、半導体やフラットパネル ディスプレイなどのプロセス系製造ライン、HDD (ハードディスク装置) やパソコン (PC) などの組立て系製造ラインで成果を上げている。

To enhance production quality, which is one of the key aspects of manufacturing competitiveness, it is necessary to implement quality improvement activities by providing feedback of manufacturing quality information in order to continuously optimize the manufacturing process and the product design.

To promote quality improvement activities, Toshiba has been constructing a quality control (QC) system using manufacturing data. We have confirmed the effectiveness of this system by applying it to processing production lines for products such as semiconductors and flat-panel displays, and to assembly lines for products such as hard disk drives and PCs.

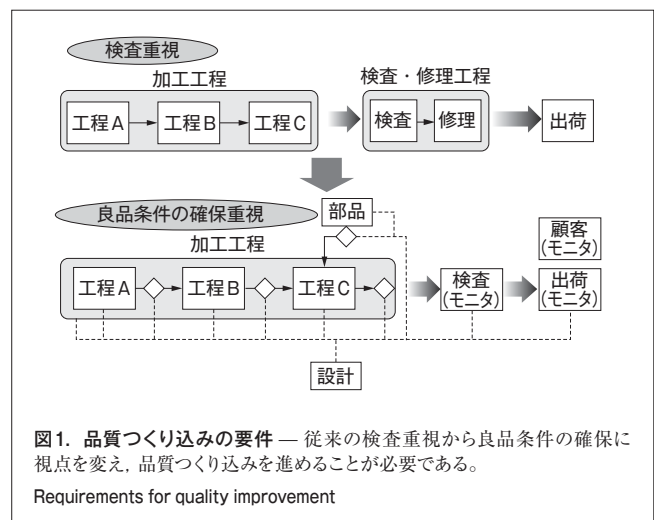
1 まえがき

品質は企業の利益の源泉であり、また、品質の欠陥は時には企業の存続をも揺るがす。品質力の強化はモノづくりの深層の競争力を担う根幹であるといっても過言ではない。製造における品質力の強化には、現場で発生している現象を観測し、データとして蓄え、様々な処理により改善のための情報を引き出し、その結果を工程の管理あるいは工程及び製品の設計に反映する活動を、継続的に続けることが必要である。

そこで東芝は、そのような活動を着実に推進するため、QC システムとして、データを活用した品質向上のための仕組みの構築を進めている。以下に、そのコンセプトと適用事例、及び今後の展望について述べる。

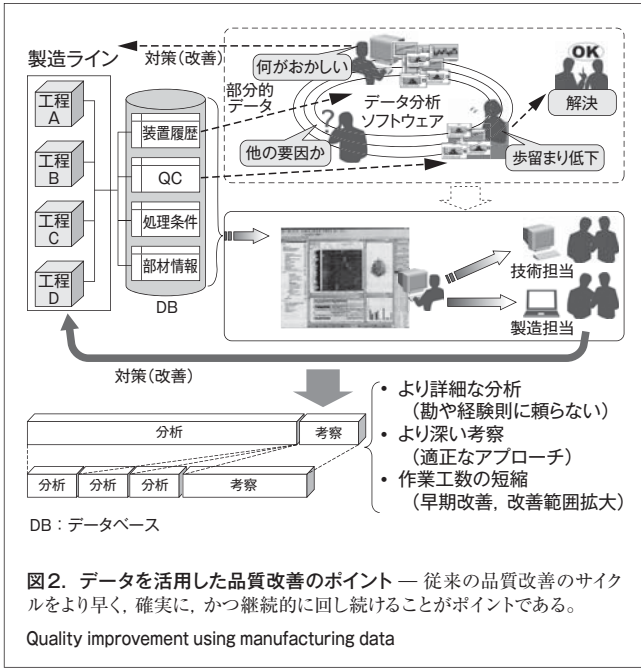
2 データを活用した品質向上のための仕組み

従来、大量生産製造ラインのデータは、主に製品の良否を判定するための“検査情報”として使用されてきた。このような検査重視の取組みでは、不良品の流出は防ぐことはできても、製品の根本的な品質は改善されない。これからは、製造過程で得られる加工履歴データや中間できばえデータ、更には出荷時や出荷後の情報もできばえを計るモニタリングと位置づけて収集し、これらのデータを最大限に活用して“良品条件を確保するための情報”を引き出し、その情報を工程、部品、及び設計にフィードバックしていくことが求められる (図1)。



しかし、このような取組みは、データを処理するインフラを整備し、改善サイクルを運用する体制を確立しさえすれば、容易に効果が得られるというものではない。従来も、多くの現場の作業員や技術者がたゆまぬ努力によって品質向上に取り組んできており、それを越える品質向上を図るのであるから、至極当然のことである。すなわち、図2に示すように、従来の品質改善のサイクルをより早く、確実に、かつ継続的に回し続けることがポイントとなる。これによって、従来の取組みでは追求できなかった不良要因や現象メカニズムを解明して、根本改善に結びつけるのである。

この“より早く、確実に、かつ継続的に”という三つのポイン



組み構築が必要となる(図3)。

3 適用事例

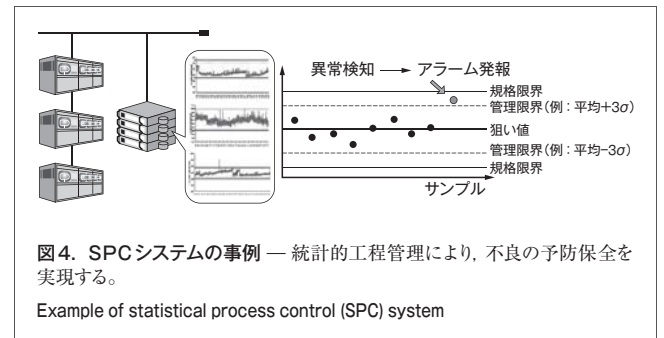
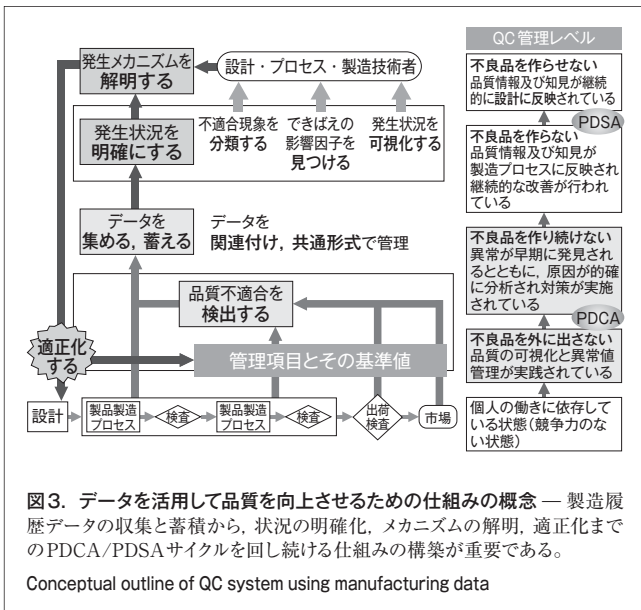
2章で述べた仕組みの適用事例を、プロセス系製造製品と組立て系製造製品のそれぞれについて述べる。

3.1 SPCによる不良予防保全の仕組み

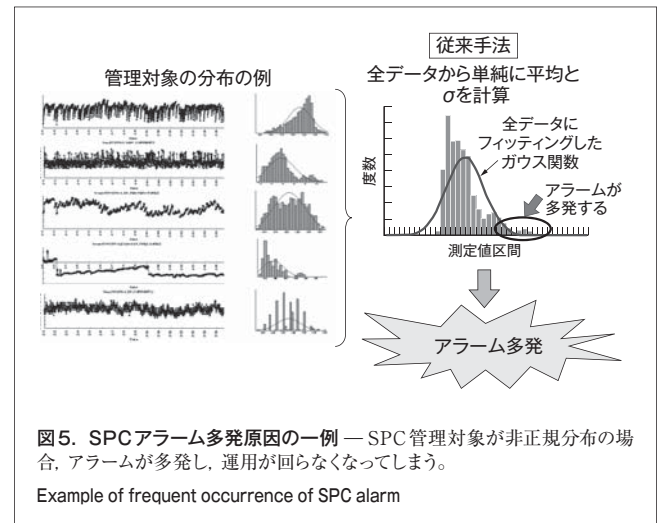
半導体やフラットパネルディスプレイなどのプロセス系製造ラインでは、プロセスの変動ができればの変動に現れるまでにタイムラグがあること、工程数が多いためにプロセスの変動とできればの因果関係の明確化が困難であるなどの理由により、できれば自体ではなく装置やプロセスの状態を監視して、不良発生を未然に防ぐSPC (Statistical Process Control) の取組みがなされている(図4)。

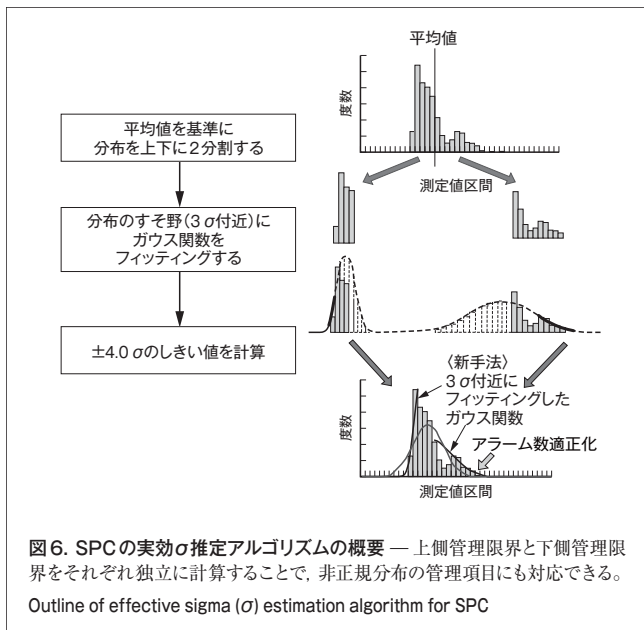
プロセス系製造工程では、SPCの対象となる管理項目数は非常に膨大であるため、管理値は一般的な標準偏差(σ)値基準で設定されることが多い。しかし、実際に収集されるデータは、 σ 値基準の前提となっている正規分布をしている項目ばかりではないため、管理値を逸脱するアラームが多発してしまい、現場で十分な対応アクションをとりきれないという問題が発生していることがわかった(図5)。

この課題を解決するために、“実効 σ 推定アルゴリズム”を



トを十分に満たすためには、昨今のIT(情報技術)を使ったシステムと、それを確実に運用する仕組みを構築することが有効である。具体的には、製造履歴データを電子化して収集・蓄積し、更に、そのデータをわかりやすく可視化や統計処理などを行うことにより、不良の発生状況を明確にする。その情報をタイムリーに関係者で共有することにより、根本的な不良発生メカニズムの解明を進める。その結果を基に、工程管理基準の見直しや、工程あるいは製品設計の変更、新たなデータ項目の追加収集といった対策に落とし込み、決定した対策を速やかに実行する。このような、品質情報のフィードバックによるPDCA (Plan-Do-Check-Act) 及びPDSA (Plan-Do-Study-Act) の改善サイクルを、継続的に回し続けるための仕





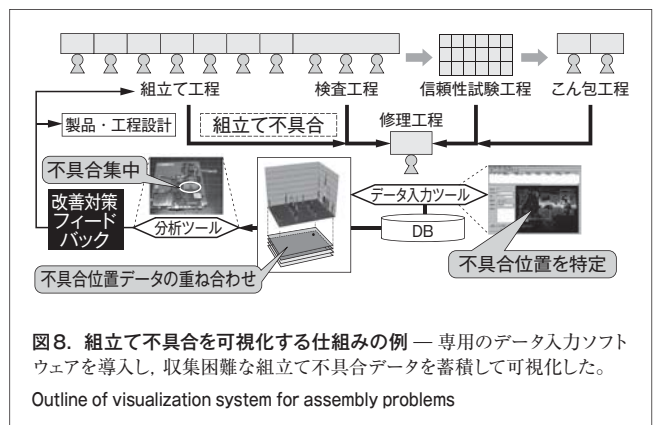
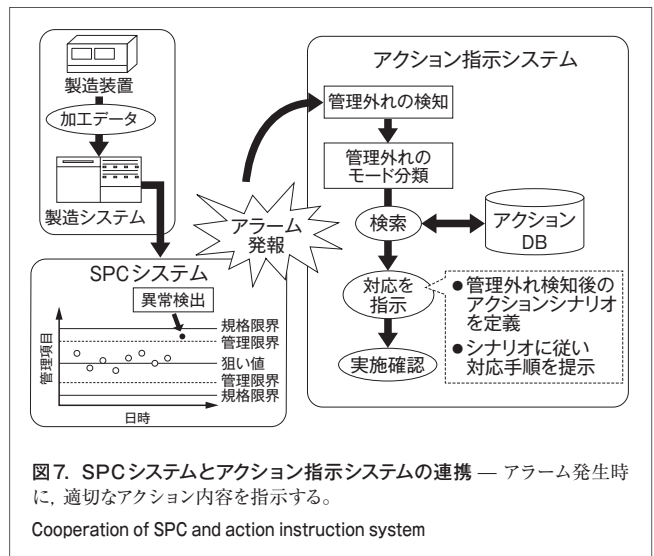
導入した。そのアルゴリズムの概略フローを図6に示す。通常の σ 値を用いた管理限界の設定方法では、平均値を基準に上側と下側の管理限界が対称の距離に設定される。しかし、この実効 σ 推定法では、上側管理限界と下側管理限界をそれぞれ独立に計算する。これにより、非正規分布のデータでも、通常の σ 値基準相当の確率でアラームが発生する値に管理限界を設定することができる。このようにすることにより、膨大な管理項目数に対して、自動的に適切な管理値を設定できるようになり、現場での運用に支障を与えないアラーム数に抑制して、実質的なSPCが可能となった。

装置管理にSPCを適用すれば、装置異常で不良品を大量発生させたり、ラインを長時間停止するような事態になる前に、未然に防止策を打つための仕組みを構築することができる。ただし、この際にポイントとなるのは、管理限界を超えてアラームが発報された場合には、必ず調査あるいは改善のアクションを取らなければならないということである。アラームが発報されても何もアクションを取らない又は取れない体制は、管理していないのと同じ、言い換えると大量の規格外製品の生産を容認していることでもあり、直ちに改善しなければならない。したがって、アラームが発生した場合に、どのような復帰又は改善のアクションを実施するべきかということが明確になっている必要がある。

このような観点から、図7に示すように、アラーム発生時のアクションフローを整備したデータベース(DB)を構築し、これと連携させて用いた事例もある。これにより、誰でも迅速に正確な改善アクションを実施できるようになった。

3.2 重ね合わせ分析と可視化による組立て不具合改善の仕組み

組立て系製造ラインでは、人による作業のばらつきが不具



合発生が大きな要因の一つであるが、このようなデータは収集が難しい。不具合が集中的に発生する部分を可視化して、改善を推進した事例を図8に示す。

組立て作業での不具合データを収集するため、各ラインの修理工程のデータ入力用PCに、データ入力ソフトウェアを導入し、修理オペレーターに不具合発生位置及び内容を入力してもらった仕組みを導入した。そして、収集した組立て不具合箇所のデータを重ね合わせて可視化することにより、不具合が集中する箇所を明確にした(図9)。

可視化した情報に基づいて不良発生メカニズムを考察し、作業改善した事例を図10に示す。基板部品組付けの際、ロックねじの締め付けが不完全という不具合が繰り返し発生していることが可視化により判明し、調査の結果、作業者が締め付けずをおそれているためであることがわかった。そこで、対策としてトルクドライバを導入して作業を標準化した。

設計改善にまで結び付いた事例を図11に示す。ある部品の取付けで粘着式のスペーサ材を使用していたが、このスペーサ材の位置ずれという不具合が繰り返し発生していることが可視化により判明した。そこで、暫定対策として位置を規定す

るための作業治具を導入した後、最終的にはこのスペーサをきょう体のリブ（構造部材の小骨）に変更することで根本対策を実施した。

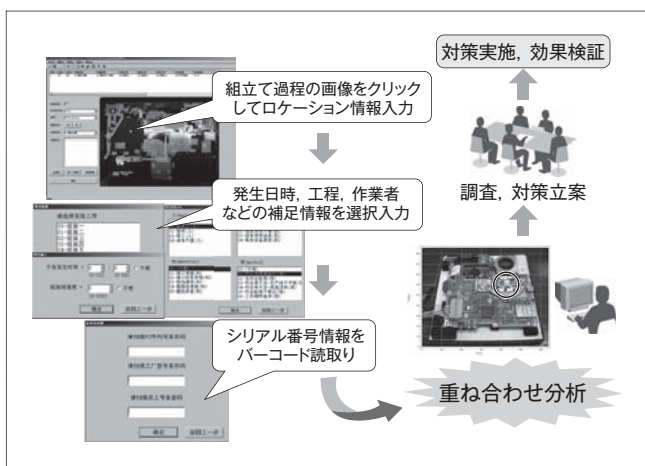


図9. 組立て不具合データの重ね合わせ分析例 — 組立て不具合箇所のデータを重ね合わせて可視化し、改善しなければならない不具合の集中箇所を明確化した。

Example of overlay analysis of assembly problem data



図10. 組立て不具合の改善事例（その1）— トルクドライバの導入により、作業者の締め付けリスク不安を軽減し、不完全な締め付けを削減した。

Practical improvement of assembly problem: Case 1

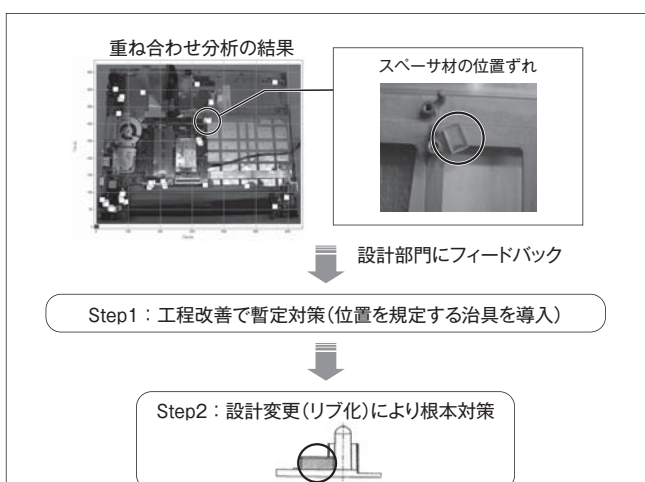


図11. 組立て不具合の改善事例（その2）— 粘着性スペーサをリブ化し、位置ずれの不良を撲滅した。

Practical improvement of assembly problem: Case 2

4 今後の展望

これまで述べたような仕組みを構築し、それを着実に運用することにより、製造品質の向上に寄与することができる。しかし、現在のフィードバックは製造工程に関するものが大半である。更に根本的な品質づくり込みを進めるためには、フィードバック先を設計や調達部品へと拡大していくことが必要となる。そのために、データ収集及びトレーサビリティ確保の範囲を拡大し、それらのデータを共通言語として、製造・設計部門や調達先が品質改善を協調して進めることができる仕組みにブラッシュアップしていく必要がある（図12）。

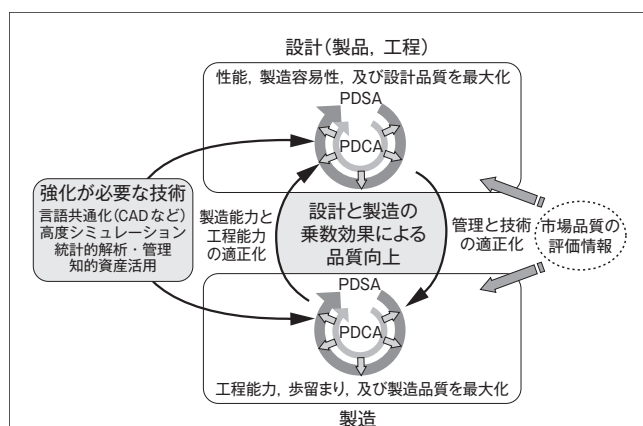


図12. 今後の取組み方針 — 製造・設計部門や調達先が品質改善を協調して進められる仕組みにブラッシュアップしていく。

Future vision of system extension

5 あとがき

モノづくりの深層の競争力を担う品質力強化のためには、品質情報のフィードバックで製造工程や製品設計の適正化を継続的に実施し、品質のつくり込みを進めることが必要である。その活動を着実に推進し品質を向上させるための、製造現場から収集したデータを活用する仕組みの構築について述べた。

今後は更に、設計や調達部品にもフィードバックが可能な仕組みに拡張していく。

文献

- (1) 近藤晴彦. データマイニングを活用した製造ラインのデジタルQCシステム. 東芝レビュー. 58, 7, 2003, p.19-22.



近藤 晴彦 KONDO Haruhiko

生産技術センター 品質技術研究センター主任研究員。
品質制御技術及びQCシステムの開発に従事。
Quality Technology Research Center