

1 はじめに

「ものづくり」における製造工程は、整備された4M(人、設備、材料、方法)の基に、設計品質(狙いの品質)に適合し、安定的に高い品質レベルと品質のバラツキが少ない製品を継続的に生産し続けることが使命(ミッション)です。そのために、新製品の生産開始までの生産準備段階で作業者の配置と作業者の担当作業に関わる力量の確保、工程能力^(注1)を備えた設備導入、作業標準類の整備、購入品の品質確保などの一連の活動を生産準備部門あるいは生産部門が中心となって実施します。

生産準備活動が完了して販売を前提とした生産への移行が許可されると、日常管理活動がスタートします。生産準備段階で整備が確実にできていたとしても、毎日の生産活動の中では品質に関わるいろいろな事件が発生します。作業者の計画外の欠勤で交代要員が突然に必要な場合があります。交通事故で調達品の到着が予定時間に間に合わなくなることがあります。また、設計変更により部品の寸法や材質が変更されることもあります。このようなことは生産現場では日常茶飯事に発生します。そして、これらの変更はいずれも製品の品質に何らかの影響を及ぼします。“安定的に高い品質レベルとバラツキが少ない製品を継続的に生産する”という、生産部門の使命から考えても、品質に影響する事態を放置しておくわけにはいきません。品質に影響する事態が発生することを、ここでは“変化点”と呼びます。そして、変化点が発生したことを把握して、それが製品の品質に与える影響をゼロにするか、極小化する活動を生産部門における“変化点管理”と呼びます。

一般的に、4Mが定常状態で生産された製品の不良率と比較して、変化点があった後に生産された製品の不良率は格段に高いとされています。それゆえに、変化点管理を確実に実施して、納入先、更にはお客様にご迷惑をかけないことが、生産部門としての「ものづくり」における大変重要な活動です。

なお、“変化点管理”の考え方は、生産部門のみならず、設計部門、調達部門、更には、ものづくり企業以外におけるあらゆる活動にも適用できるものと思われます。



(注1) 工程能力 [Process Capability]

製造工程を安定状態にした場合、その工程がつくり出す品質の達成能力を工程能力と言います。品質にばらつきを与える要因が正しく管理され、管理図が安定状態になったときの品質のヒストグラムをつくり、その平均値 (\bar{X}) と標準偏差 (S) を計算し、 $\bar{X} \pm 3S$ で工程能力を表す場合が多く、平均値 (\bar{X}) が自由に設定できる場合は、 $6S$ だけで表すこともあります。品質に規格値が与えられている場合は、品質の達成能力は規格値と比較することによって評価されます。規格値との比較を数値的に表すものとして、工程能力指数 (C_p 、 C_{pk}) が用いられます。

2 変化点管理が不適切であったために品質問題を発生した事例

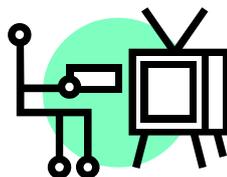
2.1 食品加工メーカー A 社

2000年6月原乳処理工場の停電のため、原乳がパイプライン中で滞留したため変質したが、そのまま B 工場へ搬送され、加工後に商品として販売され、多数の中毒患者を発生させた。この事件における“停電”が変化点になります。(注2)

2.2 デジカメメーカー X 社、Y 社

撮像素子 CCD の装填用ケースとガラスを密着する接着剤を、凝固時間短縮のためヨウ素を含んだ接着剤に変更した。このヨウ素が引き金となって金属配線を腐食させ、やがては溶断して撮影ができなくなるという問題を発生。この事件において、“接着剤変更”が変化点になります。

変化点管理のまずさによって品質問題を発生した事例は、新聞、雑誌、テレビなどで時々報道されます。このような事例の中には自社の生産部門の変化点管理に活用できるものもあります。多くの事例を参考にして、自社のクオリティ・マネジメントシステムのレベルアップにつなげることが、ものづくり企業にとって大切なことです。



(注2) 当事件は、パイプラインの清掃頻度は毎日実施すると定められていたが、問題が発生しないので、次第に週1回、月1回というように、清掃頻度のインターバルを長くしたのが原因だとの報道もあります。この場合、抜取頻度、チェック頻度、確認頻度を変更することが、変化点となります。

3 変化点管理の必要性

図6.1は、ある企業において、ある製品の製造責任問題の発生要因を解析した結果です(数値は省略)。新製品の投入やモデルチェンジに伴うものが全体の1/3を占めていますが、残りの2/3は生産部門の日常作業において、変化点管理を実施していなかったか、変化点管理のまずさによって発生したものです。新製品の投入やモデルチェンジも、変化点となります。

つまり、生産部門の製造問題を発生させる引き金は、変化点が発生するところに殆どが隠されていると言っても過言ではありません。

変化点を的確に把握して、適切な対応をすることが如何に大切かということが理解できると思います。

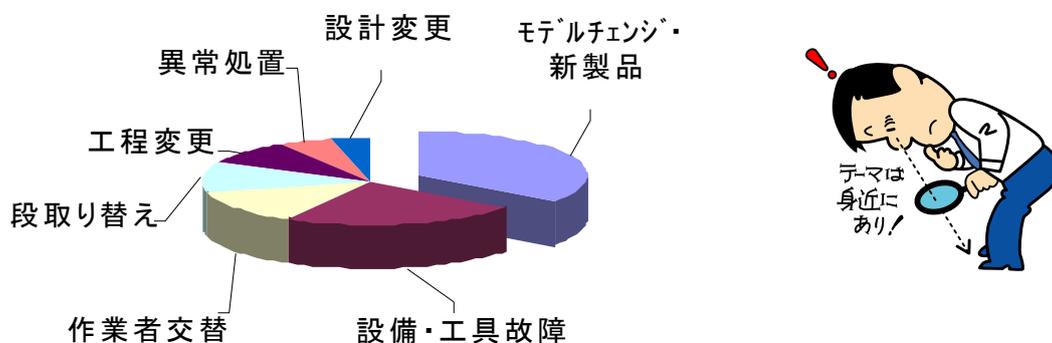


図6.1 製造責任問題の発生要因

4 変化点管理の手順

4.1 変化点の洗い出し (抽出)

変化点管理を実施するに当たって、まず、どのような場面、状態、時点が品質に影響を与える変化点となりうるかを明らかにする必要があります。

変化点の抽出法として、以下のような方法が考えられます。洗い出す人は個人ではなく、QCサークルや職場別など、グループ活動で実施すると、多くの項目が抽出されます。

(1) 過去に発生した製造問題（市場クレーム、納入先クレーム、工程内不良）の解析

(2) ヒヤリ・ハット問題（不良予備軍）の解析

(3) 他社事例の解析

(4) 工程内観察

4M（人、設備、材料、方法）に関係するものを変更する場面は数多くあります。また、2項の事例で取り上げたような停電や、天変地異、更には交通渋滞による部品・材料の納期遅延といった、工場内ではコントロールできないものもあります。

抽出方法としては、工場単位、製品単位、ライン単位、工程単位、ショップ単位などで洗い出す方法もあります。

一度洗い出し作業をしておくことで、変化点には共通項目が多いので、多くの業種、製品、工程などで利用できます。



4M（人、設備、材料、方法）に関する変化点としては次のようなものが考えられます。

表6 製造工程における変化点項目例

	人	設備	方法	材料
日常変動項目	<ul style="list-style-type: none"> ・ 作業者変更 ・ 検査員変更 ・ タクト変更 ・ 工程変更 ・ ローテーション ・ 作業者受援 ・ 職制変更 ・ 年休・離業 ・ 休日/連休明け ・ 始業/終業時 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 工具/治具/歯具 変更・交換 ・ 設備/計測器 変更 ・ 修理/改造 ・ 設備移設 ・ 型変更 ・ 定期点検/保全 ・ ポカヨケ装置変更 /移設 ・ 電圧変動 	<ul style="list-style-type: none"> ・ ソフトウェア/ プログラム変 更 ・ 作業手順書変更 ・ 荷姿/運搬方法 変更 ・ 工程配置/レイア ウト変更 ・ 工程条件変更 ・ 抜取頻度/チェッ ク頻度/確認頻 度変更 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 設計変更 ・ 原材料変更 ・ 素材変更 ・ 補助材変更 ・ 材料メーカ ー変更 ・ 外注先/仕入 先変更
突発項目	<ul style="list-style-type: none"> ・ 突発年休 ・ 事故 ・ 急病 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 設備故障/設備異 常 ・ 工具/治具/歯具 の故障/破損/劣 化 ・ 停電/落雷 	<ul style="list-style-type: none"> ・ ソフトウェア/ プログラム破 損 ・ 停電/落雷 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 部品/材料の 納期遅延 ・ 誤品/異品の 混入

4.2 変化点の優先順位付け（評価）

変化点は明確になりました。しかし、洗い出された変化点の全てに対応することは時間的、経済的に非効率です。そのために、変化点を評価して、どの変化点を最優先に対応すべきかを決めます。つまり、メリハリがついた管理をすることが効果的です。

優先順位付けの評価方法としては、変化点の発生頻度、製品の品質特性に与える影響度合、社会的影響度合、損失推定金額などを評価項目として、それぞれの組合せによって総合得点を算出して順位付けするという方法があります。

例えば変化点の発生頻度の評価項目としては、10年に1回程度の場合は1点、1年に1回の場合は2点、6ヶ月に1回の場合は3点、1ヶ月に1回の場合は4点、1週間に1回の場合は5点、そして、製品の品質特性の評価項目としては、人命

に関わる不良 5点、機能不良 4点、性能・機能の低下 3点、軽微不良 2点、などとします。

4.3 変化点の把握

さて、優先順位付けされた変化点が決まったとしても、その変化点が現在起きつつある、あるいは今起きたということを何らかの形で知る必要があります。問題が発生してから、あの時のあの現象が変化点だったのだと、後悔しても後の祭りです。また、誰かがたまたま変化点を知ったと言うのも困ります。マネジメントシステムを決められた人が決められた通りに忠実に展開していれば、変化点が自ずと検知できるようになっていないといけません。

具体的な例で紹介します。

工程の異常原因によるばらつきを発見するためのQC手法として管理図があります。 $\bar{X}-R$ 管理図は、測定値の平均値(\bar{X})と範囲(R)が管理限界線(UCL、LCL)を越えた場合、あるいは点の並び方や散らばり方にくせがある場合には、工程に何か異常があったことを教えてくれる管理手法です。

図6.2(次ページ)を参照してください。

異常があった場合は、原因追究し対策を実施して管理状態に引き戻す行動を起こすこととなります。工程管理のために $\bar{X}-R$ 管理図を使用する場合は、工程管理のために作成されるQC工程表の品質確認欄に、加工寸法は $\bar{X}-R$ 管理図で管理すると定め、管理図の作成と使用方法、管理図の見方と異常を検出した場合の活動手順の訓練を受けた人を担当者として割り当てます。

また、設備が正常に稼働できるように、日常点検、定期保全、予防保全を実施しています。これも品質に影響を与える設備異常を、早期に発見して、あるいは事前に処置して品質不良の発生を防止することを目的としたPM(Preventive Maintenance)というマネジメント手法です。更には、クレーム情報、工程内不良情報などを収集し、QC7つ道具を使用して整理・分析することにより、“見える化”することにより、異常や変化点が誰にも見えてきます。

見える化とは、職場の全員が、目で見えて仕事の進み具合が正常か異常かの判断が素早くできて、次のアクションにつなげていくものです。見える化はツールの一つです。次のアクションにつながらなければ、見える化の意味がありません。

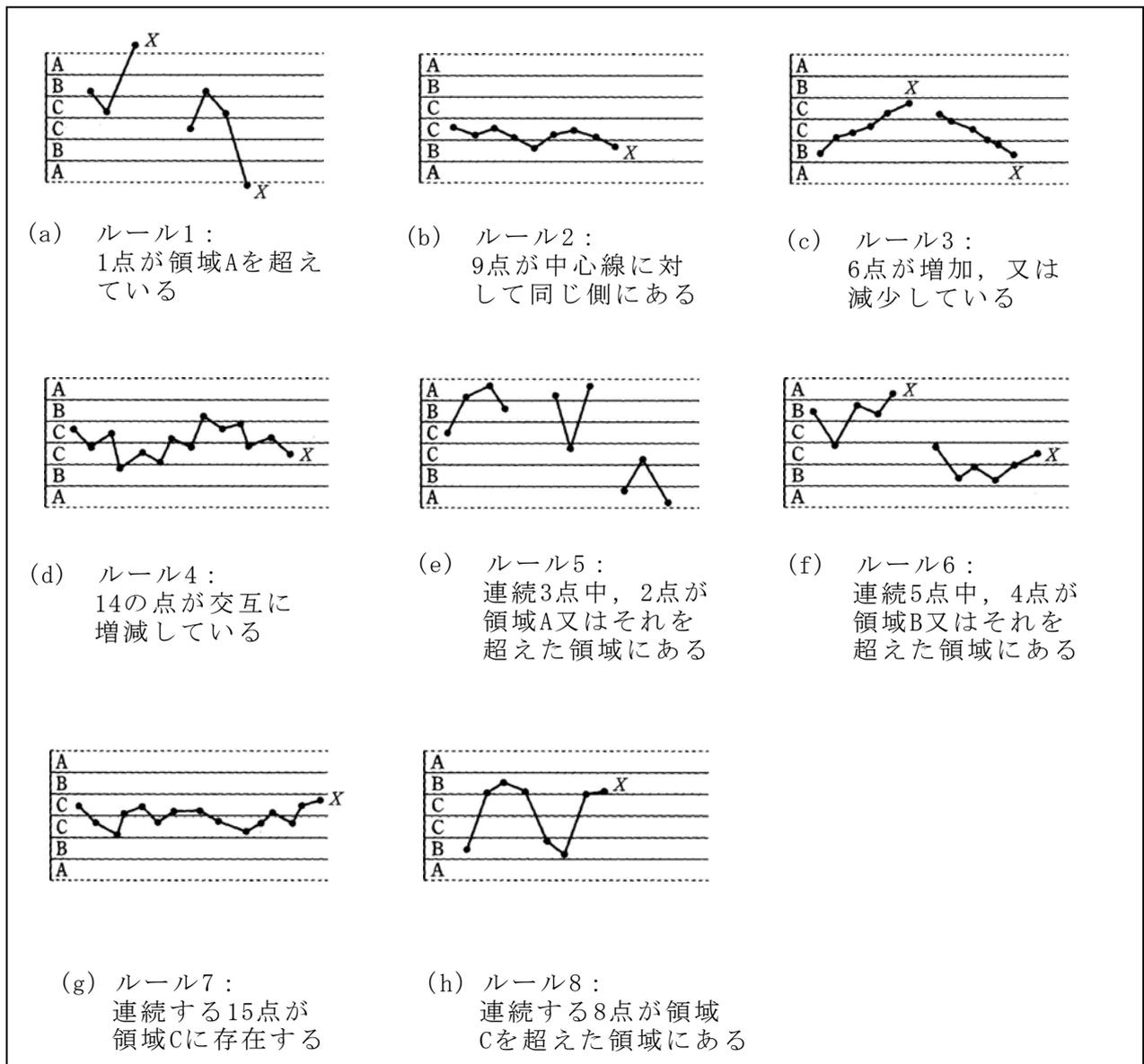


図6.2 見逃せない原因による変動の判定ルール（日本規格協会 JIS Z 9021:1998）



4.4 変化点発生に伴う品質確認

さて、材質・寸法変更などの設計変更や作業者変更があったら、すぐに生産を再開しても良いのでしょうか。あるいは、停電が復旧した場合はどうしますか。設計変更の場合は、まず、設計部門が変更された製品の性能・機能や信頼性などの確認を行い、更には変更製品を含むシステムとしての性能・機能や信頼性などの確認をした後、設計変更を実施します。生産部門は設計変更によって生産を阻害する要因がないかを確認し、問題があれば生産工程内で解決方法を考えるか、場合によっては再度設計変更してから生産を再開する必要があります。その際、次の事項が問題ないことを確認してから生産を再開することが必要です。

- (1) 今まで成立していた自工程保証要件(現在の状況下で最も良い品質の製品を製造するための要件)が崩れていないか、あるいは確保できているか。
- (2) その変更内容が影響する管理ポイントは何か。新規に管理すべきポイントはないか。
- (3) 工程能力に変化はないか。影響があった場合は、所定の工程能力を確保する活動が必要となります。

作業者変更の場合は、変更後しばらくの間は、監督者が作業者の作業手順や生産された製品の“できばえ”を確認した後、問題がなければ、独り立ちさせます。作業者教育の教育期間を一律に〇〇時間とか、△△日と定めている企業が多くありますが、個人によってキャリアや、習熟能力が異なります。対象の作業内容に応じて、必要な力量を定めておき、それに到達できるまでは、独り立ちはさせないということが必要です。

また、作業者変更後の製品を初品として、日常生産品より検査のための抜取り頻度を増加したり、測定個所を多くして、より厳しい管理を実施します。また、作業者名を記録して、後日、市場で問題が発生した時に追跡が出来るような備え(トレーサビリティ)をする場合もあります。

しかし、多くの企業では作業者が変更するたびに監督者が確認作業をすることは効率的ではないとか、作業者のモラルアップなどの理由により、複数の作業ができる作業者を養成して、多能工化を図っています。変化点発生に伴う品質確認の規模は前述の「4.2 変化点の優先順位付け(評価)」と同様な考え方によって、差別化する必要があります。

5 正常と異常

異常とは、不良ではないが“いつもと違う”、“どこかが正常でない”、“おかしくなってきた”ことを言います。あくまでも、異常とは不良ではありません。不良とは、規格・基準外れのことです。

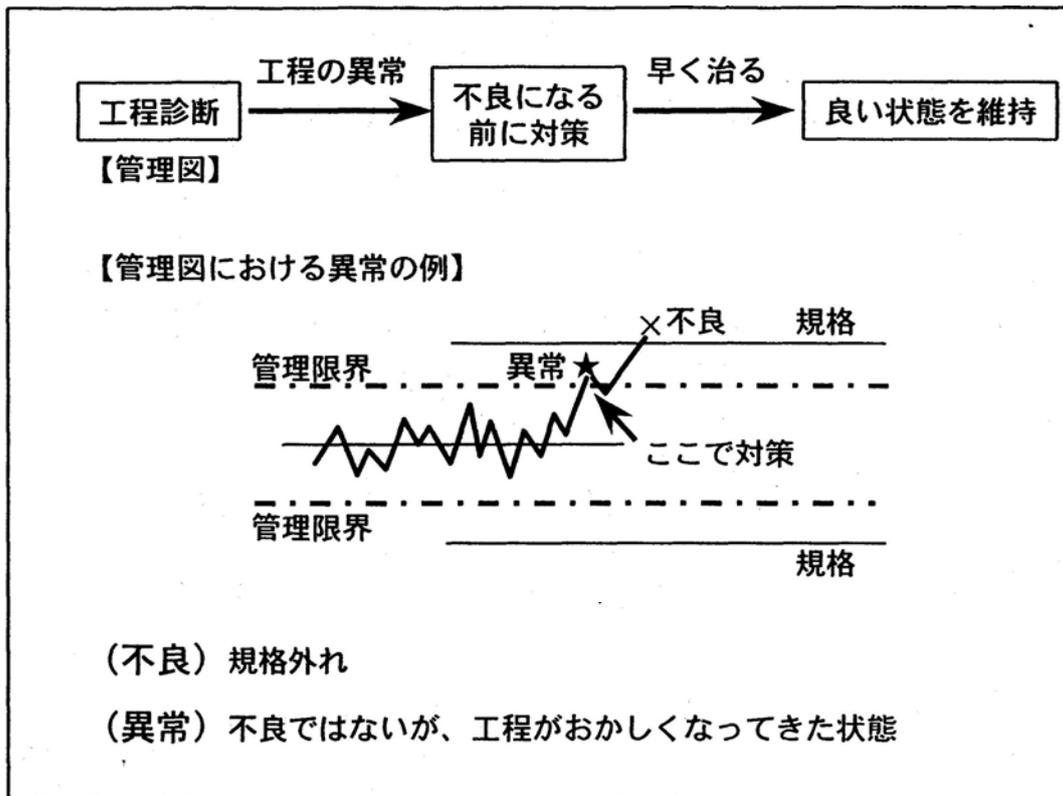


図 6.3 正常と異常

異常は以下の2種類に分類できます。

- a) 管理項目(製品特性・工程/設備条件)にある異常
- b) 管理項目(製品特性・工程/設備条件)にない異常

a)の管理項目にある異常は、検査員によって、不良品の発生件数がいつもより多いとか、今までになかった不良が発生したことなどから気づいたり、作業者が自己チェックの中で気づいたり、工程管理ツールである管理図などのQC手法により検知します。

a)は、やるべきことを忠実に実施していれば、自ずと異常を発見することがで

きるものです。

もう一つ大事な部分は、b)の“管理項目にない異常”です。

「チェックしないのに、どうやって異常を見つけるのか?」、完全に無人の場合は無理ですが、工程のどこかに人がいる場合、その人が製品に関して「おや? いつもと違うぞ!」といった感じを持つことがあります。それを異常として報告してもらうのです。つまり、人間の素晴らしい「感性」を異常検知のために活用することです。

異常とは、いつもと違うこと。それに気づくことが大切であり、異常の要因を探す一つのコツなのです。何が正常で、何が異常かを一目で分かる状態にすると共に、正常であるという“ものさし”を明確にする必要があります。

一例を根本正夫著「TQCとトップ・部課長の役割」から引用して紹介します。

樹脂部品メーカーにおける例



ある合成樹脂部品の半製品の湯口（ゲート）を切る工程がありました。

そのゲート切り作業をしていたお婆さんが、ある時、切れ方が“さくい”（注2），“いつもと違う感じ”ということに気づきました。

お婆さんは、すぐ班長を呼びました。班長は、「材料に変化があったのかな? 温度設定条件が変わったのかな?」と、生産を止め、製品を出荷保留してから調査を実施しました。調査の結果、材料以外の関連しそうな要素については異常ないことが確認できたので、材料とその材料を使用した製品は保留にして、材料ロットを変えて製造した製品をチェックして、要求特性に問題がないことを確認した後、生産を再開しました。

この後、この工程では、切れ方が「いつもと違う＝さくい」といったこともなくなりました。この保留した材料を材料メーカーで精密調査したところ、材料の製造工程に粒径の異なるものが混入していたことが判り、それが原因であったことが確認できました。この樹脂部品メーカーでは、作業要領書に“ゲート切断時、さくいと感じられたら即班長へ報告”を追記し、工程担当者全員に作業時に普段と違う事を感じたら、上司に報告することを再指導したとの事です。

このお婆さんの「いつもと違うぞ」という人間の“感性”が、異常の早期気づきをもたらして、大きな損害や不良品の流出を防止したのです。

(注2)「さくい」：さっぱりしている。粘りがない。

次に生産ラインでの異常処置について考えます。

生産現場は生産の直接部門として、生産高（P）、品質（Q）、コスト（C）、納期（D）、安全（S）の責任を負っています。生産現場のPQCD Sを達成するためには、それぞれの管理項目の正常、異常がひと目で分かる（見える化）ようになっています、かつアクションがすぐとれる体制ができていることが大切です。

生産現場で発生した異常を放置しておく、次のような問題が発生します。

- ① 生産ラインの稼働率が低下する
- ② 納期遅れにつながる
- ③ 不良品が流れ続ける
- ④ 生産性が低下してコストアップにつながる
- ⑤ 労働災害が起きる可能性がある
- ⑥ 生産ラインの問題解決、改善につながらない

そのために、生産ラインでの異常処置管理は重要です。また、異常処置はスピードが重視されます。

即ち、異常発生⇒暫定処置⇒原因分析⇒改善立案⇒改善実施⇒効果確認の1サイクルの時間を短縮する必要があります。

生産ラインでは、異常処置管理のために、次のような道具が使われています。

[アンドン]

ライン、機械設備、作業が順調に進んでいるかどうかを把握するために、目で見える管理として使われる道具です。設備や組付部品などで異常が発生したら、作業者は直ちにラインや設備を止め、異常を知らせるスイッチボタンを押して、その工程のランプを点灯させます。監督者は速やかに対策をとってラインや設備を復帰させます。

[生産管理板]

ラインや工程の生産実績を時間サイクルで把握し、異常を早めに発見し処置をとるために役立つ道具です。

生産管理板は、生産計画数対実績数とその差異がわかるようにするのがポイントであり、時間毎に把握できるようにします。計画数と実績数の差が大きければ、そこには必ず原因があるので、その場で取り除くか、後で改善につなげることができます。

[日毎生産実績推移グラフ]

生産ラインの毎日の生産実績推移をグラフに表し、見える化したものです。生産上の問題点を明らかにして対策することにより、生産性を向上させるのに役立ちます。

<参考文献>

- [1] 根本正夫：『TQCとトップ・部課長の役割』、日科技連出版社 （1983）
- [2] 日刊工業新聞社：「工場管理」2004.4臨時増刊号
『工場全部門の「目で見える管理」大事典』（2004）
- [3] (財)日本規格協会：『JIS Z 9021』（1998）

「変化点管理」演習

1 事前

下記のレポートを作成し、発表の準備をしておいてください。

“自社において、機能・性能に関わる設計変更があった場合”

- ① 設計変更の情報は、どのように（5W1H）生産工程に伝達されるか。
- ② 設計変更品の生産において、生産工程では品質確保のためにどのような活動を実施するか。
- ③ 当該品の設計変更を実施するのが調達先（仕入先）であったら、変更内容が調達先（仕入先）から、どのように（5W1H）自社の生産工程に伝達されるか。
また、自社の承認なしに調達先が勝手に設計変更しないことを保証する仕組みは何か。

2 当日

各受講者からレポート内容を発表してもらい、全員で討議をします。