

添付資料

丹東濾料近代化報告書添付資料

生産管理

—グラフの作り方—

1994年10月

ユニコ インターナショナル株式会社

まえがき

本添付資料は、本報告書中の「第6章 6.3 生産管理の近代化」において各種のグラフを使用して生産管理の実施要領を説明しているものを補足するために作成したものです。

グラフを作る目的は、データを図形に表して、数量の大きさを比較したり、数量の変化する状態を分かりやすくするためのものです。数字を並べた表を見るよりも図形化されたグラフを見る方が分かりやすく興味がわき記憶に残りやすい。即ちデータ全体の姿がはっきりと分かり、実態をしっかりとつかむことができます。

丹東フィルター工場の全従業員が、このグラフの作り方を熟読して、各自がグラフを作成できるようになることが大切です。

この資料が、丹東フィルター工場における生産管理の近代化にお役に立つものと確信しております。

1994年10月

ユニコ インターナショナル株式会社
佐藤 健一

目次

	ページ
I グラフ	1
1 グラフの種類	1
2 グラフ活用のための注意事項	2
3 グラフの作り方	2
(1) 棒グラフ (棒図、柱状図表とも呼ぶ)	2
(1.1) 作り方の注意	3
(2) 折れ線グラフ (線図、経過図表とも呼ぶ)	4
(2.1) 作り方の注意 (図1-4)	4
(3) 円グラフ (パイ図、円図表も呼ぶ)	5
(3.1) 作り方の注意	5
(4) 帯グラフ (矩形面積図表とも呼ぶ)	6
(4.1) 作り方の注意	6
4 組み合わせたグラフの使い方	7
(2) 折れ線グラフの注意事項	9
(3) 円グラフ	9
(4) 帯グラフ	10
II パレート図の作り方	11
1 パレート図を作成するには、次の手順によって行えばよい。	11
2 パレート図の見方	13
3 パレート図の使い方	14
(1) 真の問題点をつかむために使います。	14
(2) 改善の効果を確認するために使います。	14
(3) 不良や故障の原因を調べるときに使います。	15
(4) 報告とか記録用に使います。	15
4 パレート図のあれこれ	16
(1) 縦軸、横軸にはどのようなものを取り上げたらよいのですか?	16
5 パレート図活用のポイント	16
III 特性要因図	18
1 特性要因図とは	18
(1) 特性と要因	18
(2) 特性要因図を作る目的	18

目次

	ページ
(3) 特性要因図とは	19
(4) 特性要因図の各部の名称について	20
2 特性要因図の作り方	20
(1) 特性要因図の作り方の手順	20
(2) 特性要因図作成の進め方	23
(3) いろいろな特性要因図	23
3 特性要因図の使い方	25
(1) 特性要因図を話し合いの道具として生かす	25
(2) 特性要因図を作ることが勉強です	25
(3) ブレーンストーミングを効果的に使う	25
(4) 事実をよく見て考える	26
(5) 原因を徹底的に追及する	26
IV チェックシート	27
1 チェックシートとはどんなものか	27
2 チェックシート適用の場	27
3 チェックシートとは	28
4 チェックシートの目的と種類	29
5 チェックシートの作り方	29
(1) チェックシートをだれが作るか	30
(2) チェックシートを作るときの注意事項	30
V ヒストグラム	35
1 ヒストグラムとは	35
2 ヒストグラムの作り方	35
3 ヒストグラムの見方	40
(1) 分布の形	40
(2) 規格値との比較	43
4 平均値と標準偏差	43
(1) 分布の数量的な表し方	43
(2) 平均値と標準偏差の計算	44
VI 層別	49

目次

	ページ
2 層別のやり方	49
3 層別の実施例	50
(1) 層別したグラフ	50
(2) 層別したパレート図	51
(3) 層別した特性要因図	53
(4) 層別したヒストグラム	53
4 層別に当たっての注意	53
(1) データの性格や履歴を明らかにしておく	55
(2) いろいろな項目で層別してみる	55
(3) 層別で得られた情報はアクションに結びつける	55
VII 散布図	56
1 散布図とは	56
2 対応する2種類のデータにはどんなものがあるか	57
3 散布図の作り方	58
4 散布図の見方	61
(1) 相関関係について	61
(2) 散布図の見方	61
(3) 散布図を見るときに注意事項	62
VIII 管理図	64
1 管理図の考え方	64
2 管理図とは	64
(1) 管理図の構造	64
(2) 管理図の特長	64
(3) 管理図の目的	66
(4) 管理図の働き	66
(5) 管理図の種類	67
(5.1) データの種類と管理図の種類	67
3 管理図の作り方	68
(1) 管理図の作り方の一般的手順	68
(2) -R管理図の作り方	68
(2.1) -R管理図とは	68

目次

	ページ
(2.2) -R管理図の作り方	68
(2.3) -R管理図の作り方の例	71
(3) p管理図の作り方	74
(3.1) p管理図の作り方の手順	75
4 管理図の見方	78

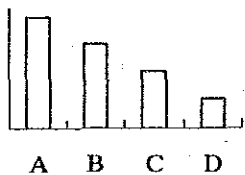
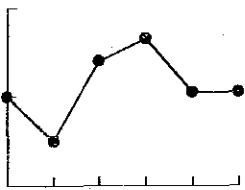
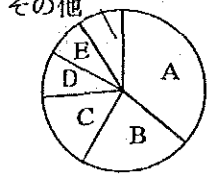
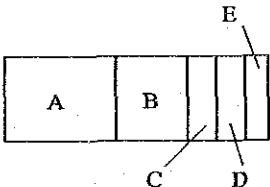
1 グラフ

グラフを作る目的は、データを図形に表して、数量の大きさを比較したり、数量が変化している状態を分かりやすくするためのものである。

数字を並べた表を見るよりも図形化されたグラフを見る方が分かりやすく興味がわき記憶に残りやすい。則ちデータ全体の姿がはっきりと分かり、実態をしっかりとつかむことができる。

1 グラフの種類

表1-1 よく使われるグラフの種類と特徴

種類	かたち	目的	特徴
1 棒 グラフ		数量の大きさを比較するグラフ	一定の幅の棒を並べ、その棒の長短によって数値の大小が比較できる
2 折れ線グラフ		数量の変化の状態を見るグラフ	線の高低により、数値の大小が比較できるとともに、時間の経過による変化が分かりやすい。
3 円 グラフ		内訳の割合を見るグラフ	全体を円で表し、内訳の部分に相当する割合で、扇形に区切ったもの。全体と部分、部分と部分の割合が分かりやすい。
4 帯 グラフ		内訳の割合を見るグラフ	全体を細長い長方形の帯の長さで表し、それを内訳の部分に相当する割合で区切ったもの。全体と部分、部分と部分の割合が分かるのは円グラフと同じであるが、作成に分度器がいらない。

2 グラフ活用のための注意事項

グラフは自分1人で考えるために作ることもありますが、たいていは職場の仲間と一緒に考えたり、他の人に説明するために作るのです。グラフを見てもらうお客さんがあるわけです。したがって、お客さんが満足できるものであることが必要です。そのため、出来上がったグラフは、

- ① 注意を引くこと
- ② 興味をそそること
- ③ 分かりやすいこと
- ④ グラフからある1つの決心が得られること

が、必要になります。

グラフを作る場合の一般的注意事項は次の通りです。

- ① グラフで表せる数値には限界がある。表すことができる有効数字は普通3桁までで、4桁目は表すことができません。
- ② 表題を必ずつける。簡単明瞭で分かりやすく、興味を引くように配慮し、グラフの上部に書く。
- ③ データの履歴や解説をグラフの下部に書く。
- ④ 目盛、目盛数字、単位、項目、説明文字を忘れずに書き込む。
- ⑤ データの数字は原則として書き込まない。
- ⑥ 小さい数が多いとき、これを全部グラフに入れると見にくくなる。小さい数はまとめて“その他”とする。

3 グラフの作り方

(1) 棒グラフ（棒図、柱状図表とも呼ぶ）

棒を垂直に並べた縦棒グラフ（図1-1）と棒を水平に並べた横棒グラフ（図1-2）とがあります。どちらを書いても結構です。

(1.1) 作り方の注意

- (a) 棒の幅 すべて同じ幅にする。
- (b) 棒の間隔 棒の幅より広くすると間延びした感じになるので、棒の幅か、それ以下にする。しかし、あまり狭くすると見にくくなる。

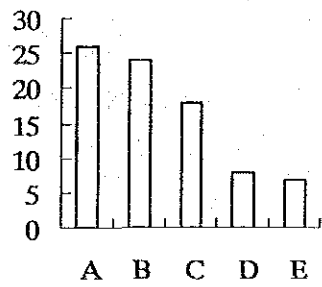


図1-1 縦棒グラフ

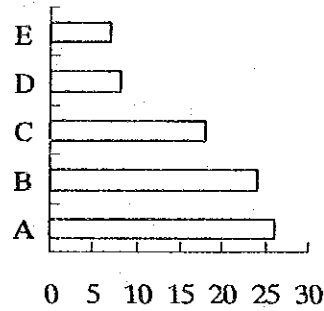


図1-2 横棒グラフ

- (c) 棒の並べ方 時間的変化や場所的変化はその順に並べるが、それ以外は大きな数から順に並べる。

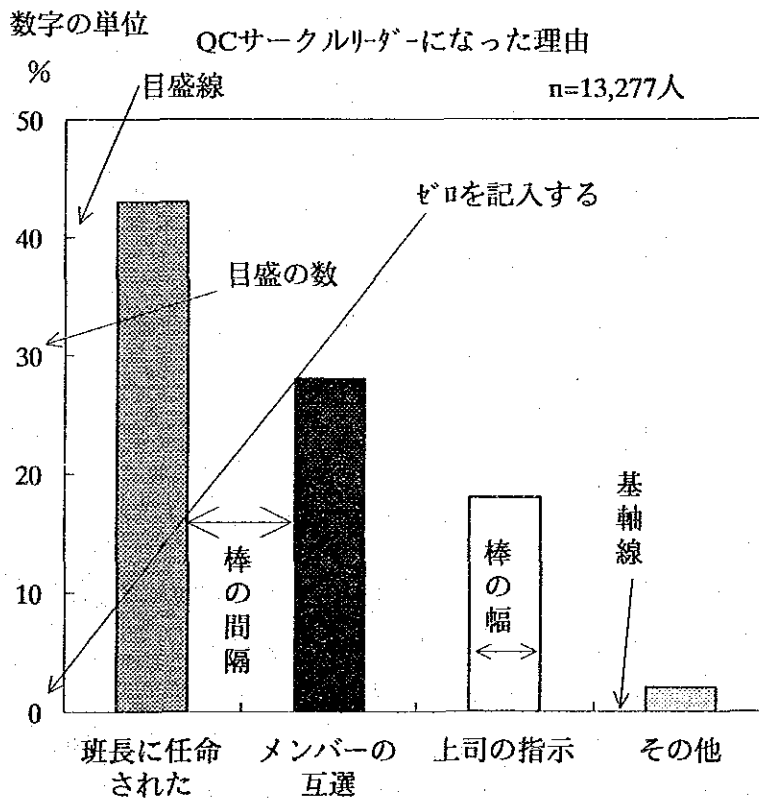


図1-3

- (d) **基軸線** 棒の底辺の基軸は必ず直線にし、常にゼロにとる。
- (e) **目盛線** 等間隔に細かい目盛線を入れる。間隔は目盛が読みやすい程度にする。
- (f) **目盛の数字** 縦棒グラフは左外側に（図1-1、1-3）横棒グラフは下側に書く（図1-2）。基軸線の位置はゼロを記入する。
- (g) **数字の単位** 縦棒グラフは目盛の数字の外側の下部か最上部に記入する（図1-3）。横棒グラフは基軸線のゼロの数字の左上に記入する。
- (h) **グラフの縦と横の釣り合い** グラフの縦と横の比率は調和がとれていることが望ましいが、特に基準はない。用紙の大きさや棒の数を考えて自由にとってよい。

(2) 折れ線グラフ（線図、経過図表とも呼ぶ）

(2.1) 作り方の注意（図1-4）

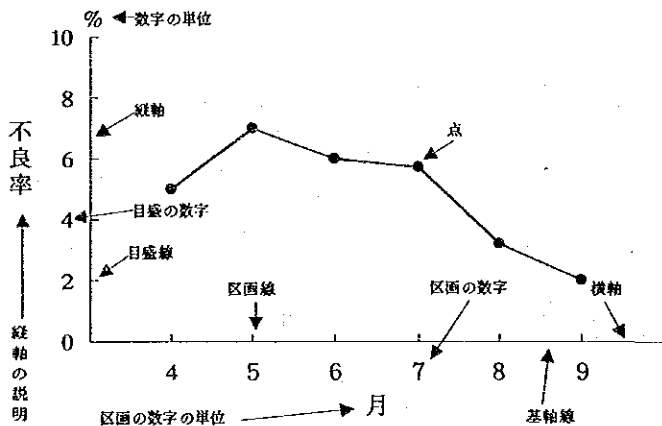


図1-4 月別不良率の推移

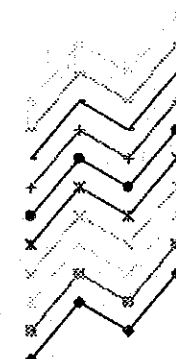


図1-5 点と線の記入例

- (a) **横軸と縦軸** 横軸に時間的経過、縦軸に数値をとる。
- (b) **基軸線** 実線で水平に引く。基軸線をゼロにとるのが普通であるが、変化の傾向を見るときには任意の値をとってもよい。
- (c) **目盛線** 縦軸に等間隔に目盛を入れる。
- (d) **区画線** 横軸に等間隔に目盛線と同じ太さで目盛を入れる。
- (e) **数値を示す点** できるだけ小さい点を打ち、直線をつなぐ。点と線の記入例を図1-5に示す。

- (f) 目盛の数字 左外側に目盛線の位置に書く。
- (g) 数字の単位 目盛の数字の外側に縦書きまたは最上部に横書きする。
- (h) 区画の数字 点を打ち区画線に合わせて基準線の下に書く。
- (i) 区画の数字の単位 左の数字の下に書く。
- (j) 縦軸・横軸それぞれの説明 数字の外側・下側の中央に書く。

(3) 円グラフ (パイ図、円図表も呼ぶ)

図1-6のように円を中心線で区切ったものと、図1-7のようにドーナツ型にもう1つ円をはめ込み、この円の中心に表題や注を書き込んだものがよく使われています。いずれもきれいに書いて分かりやすく、多く使われています。

(3.1) 作り方の注意

(a) 作図の仕方

- ① 適当な大きさの円を書く。
- ② 各部分の全体に対する百分比を計算する。
- ③ 360度とその割合をかけて角度を出す。
- ④ 分度器を使い、各部分の中心角で区切る。
- ⑤ 円周で36度ずつに区切った10等分の印をつけておき、目見当で区切ってもよい。

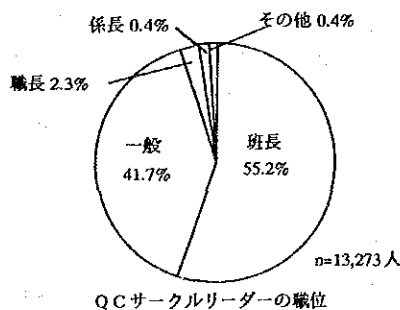


図1-6

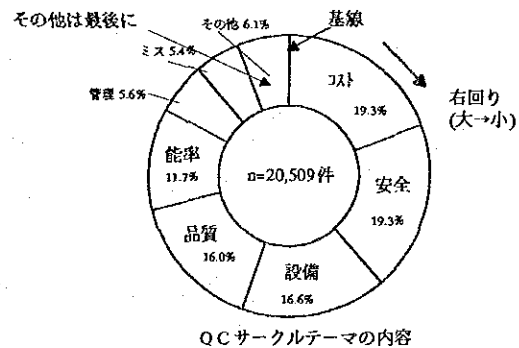


図1-7

(b) 作図の注意点

- ① 区画の基線は円の中心から真上に引いた直線（時計の12時の点）とし、それから右回り（時計の回る方向）にとっていく。
- ② 区分は大きい数値から小さい数値へと順次とり、“その他”を最後におく。
- ③ 各区分は必要によりハッチングまたは色で区別し、その他は白地のままにしておく。
- ④ 内訳割合の表示 内訳割合はこの長さで見当がつくが、扇の中にその部分の名称とともに数字を示してもよい。

(c) 文字の書き込み方 文字を書き込むとき、円の中心に頭をそろえると逆立ちする文字ができ読みにくい。幅の狭い扇形は指示の線をつけて円の外に文字を書く。

(4) 帯グラフ（矩形面積図表とも呼ぶ）

円グラフと同じく、全体と部分、部分と部分の割合が分かるグラフです。横型帯（図1-8）と縦型帯の2種類もありますが、一般に横型帯が多く使われています。分度器が不用なので円グラフより手軽に書けます。しかし、見た感じは円グラフの方が優れているようです。

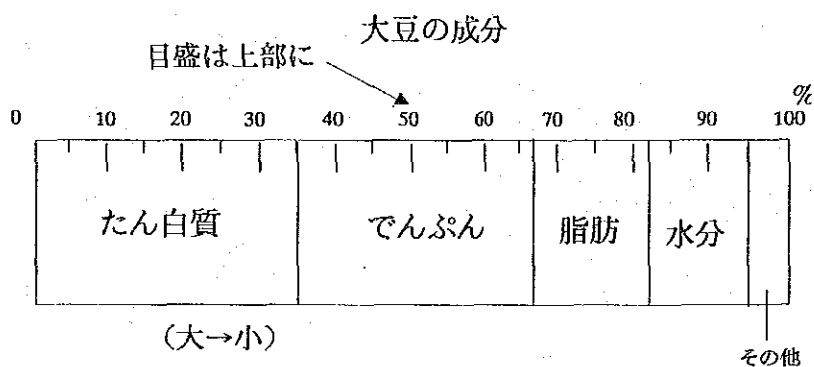


図1-8

(4.1) 作り方の注意

(a) 作図の仕方

- ① 全体の帯の長さを決める。
- ② 各部分の全体に対する百分比を計算する。

- ③ 各部分の割合は矩形の長さに比例するから、長辺の長さを100として百分比によって区切る。

(b) 作図の注意点

- ① 数値の大きさの順にしたがって、左から右または下から上（縦型帯のとき）にとり、“その他”は最右端または最上端（縦型帯のとき）に置く。
- ② 各部分は必要によりハッチングまたは色で区別し、その他は白地としておく。
- ③ 帯の上部または左側（縦型帯のとき）にパーセント目盛または実数の目盛をつける。
- ④ 各部分の文字および標題の記入は忘れずにする。

4 組み合わせたグラフの使い方

前項では各グラフの基本的な書き方を説明しましたが、使い方の応用として、同じグラフを2つ以上あるいは違ったグラフの組み合わせで効果を上げている例が多くあります。そのいくつかを紹介します。

- (a) 2種類のデータを比較する棒グラフ 図1-9のように2種類の棒を並べて書くことにより、それぞれの比較ができるとともに全体の様子がよく分かります。また図1-10のように横棒グラフを左右に組み合わせることにより、改善効果をはっきりと分かります。
- (b) 棒グラフと帯グラフを組み合わせる 図1-11のように各棒の内訳を入れ、ハッチングや色で識別するようにします。

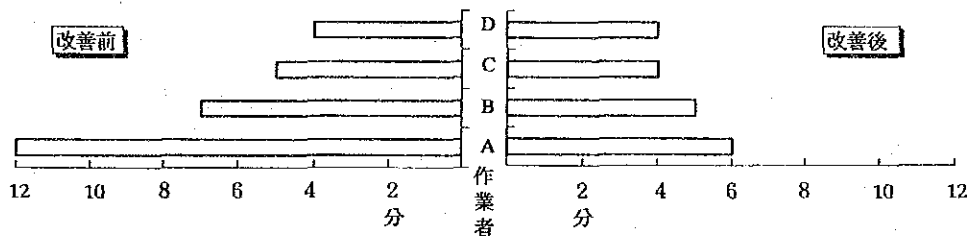


図1-10 作業時間の改善前・後の比較

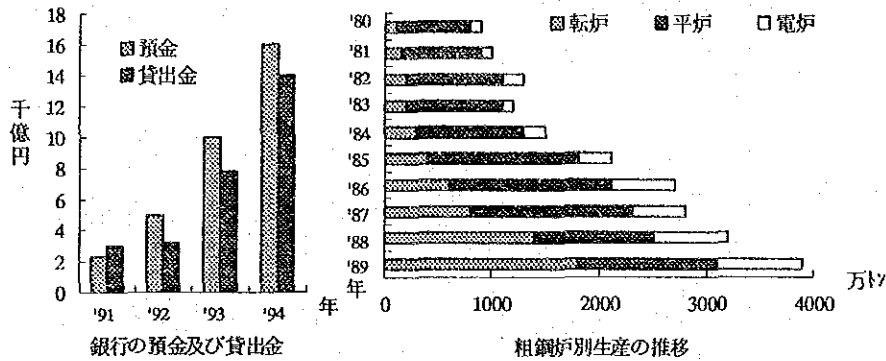


図1-9

図1-11

(c) 2つ以上の折れ線を記入する。または2つ以上の折れ線グラフを並べる 図1-12を見て下さい。各データの関連がよく分かります。データの単位が違って1つのグラフで書きにくいときは、図1-13のように並べると3つのデータの相関がはっきりします。何をすれば原価が下がるかがよく分かります。

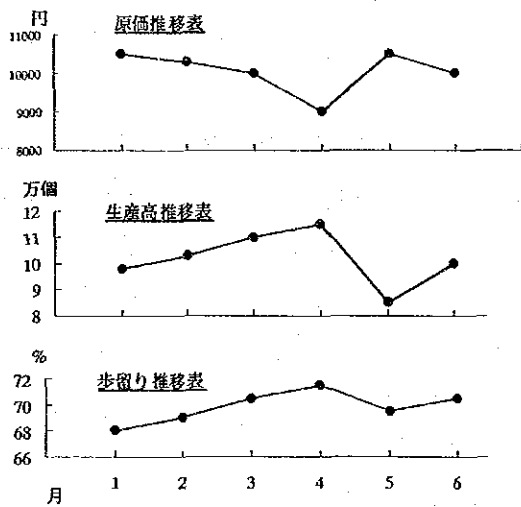


図1-13

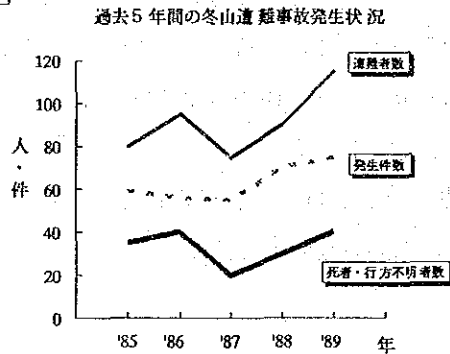


図1-12

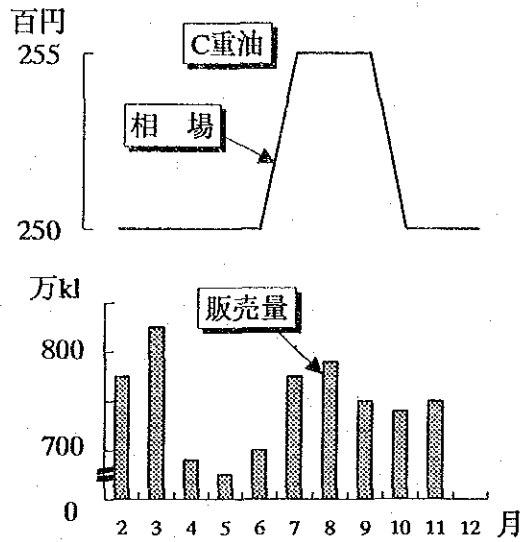


図1-14

(d) 棒グラフと折れ線グラフの組み合わせ 図1-14では、相場は上がり下がりの変化を見たいので折れ線グラフを作っています。また、販売量は数量の比較をしたいので棒グラフを作っています。この2つをうまく組み合わせています。

(2) 折れ線グラフの注意事項

(a) 目盛を省略しない 折れ線グラフは数値の変化の状態を見るものです。特に大きな値があるからといって、その目盛を省略すると変化の状態が正しくつかめません(図1-15)。

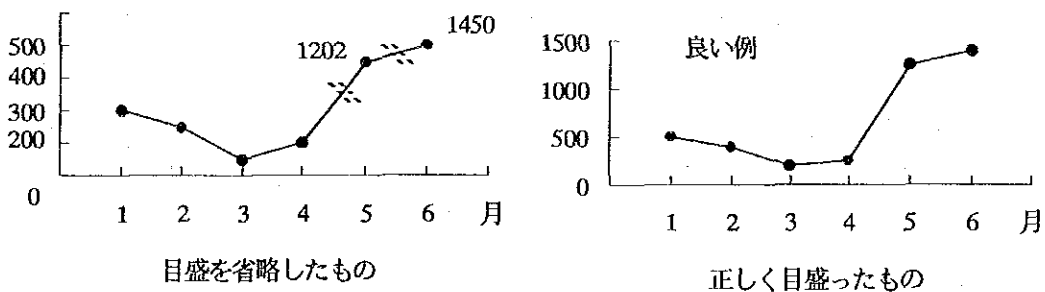


図1-15

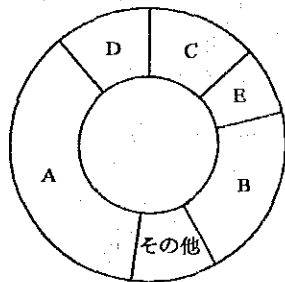
(3) 円グラフ

(a) 作り方のルールを正しく守る

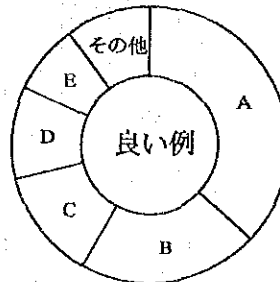
区分は、

- ① 円の真上から始める
- ② 大きな数値から小さい数値へと順に右回りをとり、
- ③ “その他”を最後におきます。

この3点が守られないと見にくいグラフになります(図1-16)。



ルールが守られていない



ルールが守られている

図1-16

(4) 帯グラフ

円グラフと同じく、

- ① 数値の大きさの順に
- ② 左から右へとり、
- ③ “その他”は最後におきます。

II パレート図の作り方

1 パレート図を作成するには、次の手順によって行えばよい。

手順1 調査事項を決め、データを集めます。

データをとる方法や期間を決め、内容や原因によって分類したデータを集めます。データは、できるだけアクションを起こしやすいように分類します。

- ・原因別分類：材料、機械、作業員、作業方法別など。
- ・内容別分類：不良項目、場所、工程、時間別など。

データをとる期間は、問題の発生状況を考慮して、1週間とか1か月などのように区切りのよい期間とします。

手順2 データを整理し、累積数を計算します。

データ数の多い順に項目を並び替え、それぞれの項目のデータ数を記入します。“その他”の項目は一番最後に書きます。

“累積数”は、データ数の多い項目から次々に加えていって求めます。

表2-1 データの整理

No.	不良項目	データの数	累積数
1	つや消え	56	56
2	異物	38	56 + 38 = 94
3	気泡	15	94 + 15 = 109
4	すりきず	10	109 + 10 = 119
5	ふくれ	8	119 + 8 = 127
6	汚れ	4	127 + 4 = 131
7	その他	6	131 + 6 = 137
	合計	137	137

手順3 グラフ用紙に横軸と縦軸を記入し、棒グラフを作図します。

横軸にデータ数の多い項目から順に左から右へ項目の名称を記入します。縦軸には特性（この例では不良個数）をとります。横軸の長さで縦軸の長さは、1 : 1 ~ 1 : 2（出来上がったパレート図がほぼ正方形）になるように、目盛の間隔を決めます。棒グラフは、幅を等しくとり、間をあけずに書きます。

手順4 累積曲線を記入します。

累積数を各棒グラフの右肩上に打点し、この点を結んで折れ線を引きます。
この線を“累積曲線”と呼んでいます（図2-1）。

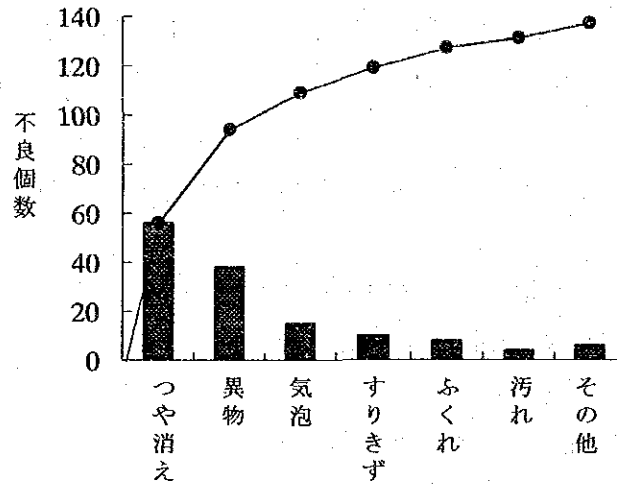


図2-1 棒グラフと累積曲線の記入

手順5 右端に縦軸を入れ、目盛を記入します。

折れ線グラフの始点を0(%)、終点を100(%)とし、0~100(%)の長さを5等分して目盛を入れ、これに0、20、40、60、80、100(%)の数値を記入します。

手順6 必要事項を記入します。

表題、期間、データ数の合計(n)、工程名、作成者名などを記入します（図2-2）。

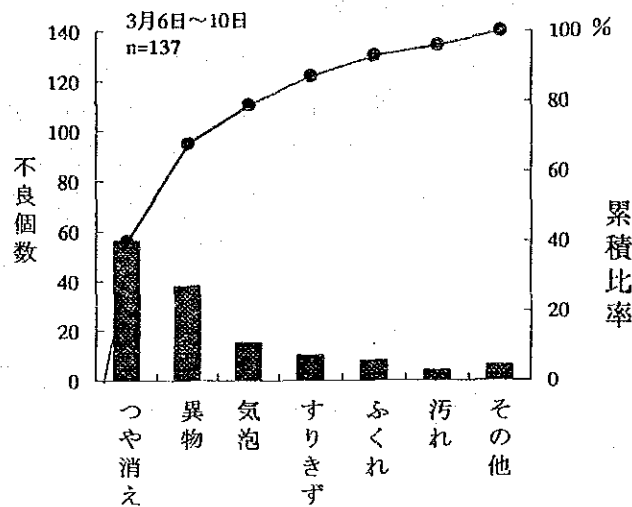


図2-2 外観不良パレート図

2 パレート図の見方

パレート図は、不良損失金額、不良件数、欠点数などを、要因別、現象別、工程別、品種別などに分類して大きさの順に並べた図ですから、パレート図から次のようなことが分かります。

- ① どの項目が最も問題かを見つけることができる。
- ② 問題の大きさの順位がひと目で分かる。
- ③ その項目が全体のどの程度を占めているかを知ることができる。
- ④ どの項目とどの項目を減らすことができれば、全体としての効果はいくらになるかを予測することができる。
- ⑤ 不良対策や改善策がどれだけの効果をもたらしたかを知ることができる。
- ⑥ 不良項目などの内容がどのように変わったかが分かる。

図2-2のパレート図から、次のような情報が得られます。

- ① 不良項目のうち一番問題なのは、つや消え不良で、これは全不良の約40%を占めている。
- ② 不良項目の第2位は異物不良で、これは全体の約30%を占めている。
- ③ つや消え不良と異物不良の2つで、全体の約70%を占めている。よって、この2

つを退治すると、不良個数は70%低減できる。

- ④ 不良項目の第3位は気泡不良で、これは全体の約10%を占め、つや消え不良、異物不良、気泡不良の上位3項目を退治すると、不良個数は約80%低減できる。
- ⑤ すりきず不良、ふくれ不良、汚れ不良およびその他の不良は各項目ごとの不良個数が少ないため、これら全部で全不良の約20%しか占めていない。

3 パレート図の使い方

職場の中では、パレート図の特徴を生かして、次のような使い方が考えられます。

(1) 真の問題点をつかむために使います。

工場内に山積みしている問題の中から本当に重要な問題を抽出して、改善のための攻撃的をしぼるために使います。

Aさんたちは、課の実行計画として出された“外観不良品を退治しよう”という方針をうけて、以前から問題となっていた外観不良の退治に取り組むことになりました。前節で得られた情報から、Aさんたちは、不良個数を減らすために、つや消え不良、異物不良および気泡不良の3項目に重点をしぼり、この原因究明と対策に乗り出すことにしました。このようにパレート図から真の問題点をつかむことができます。

(2) 改善の効果を確認するために使います。

Aさんたちは、不良の現物をよく観察し、データを収集し、QC手法を活用してデータを分析する中から真の原因をつかみ、次のような対策を打ちました。

① つや消え不良

原因：酢酸エチルでの拭きすぎのためつやが消える。

対策：手拭き作業を廃止し、ドブ付け方式に変える。

② 異物不良

原因：成形後の焼きかすが混入する。

対策：エアーフラッシュの時間を現行の1.2倍に延長する。

③ 気泡不良

原因：加熱のしすぎによる。

対策：リミットスイッチを新設し、規定時間に管理する。

これらの対策の結果、図2-3の改善後に示すように、外観不良は半減し、外観不良を減らすことに成功しました。図2-3の左側の縦軸は不良個数となっていますが、これを不良の損失金額にしておくと、このパレート図から改善効果を金額でとらえることができ有効です。

このように、パレート図は改善前・後の効果を比較したり、先月と今月の変化をつかみ、次の改善に役立てたりすることができます。

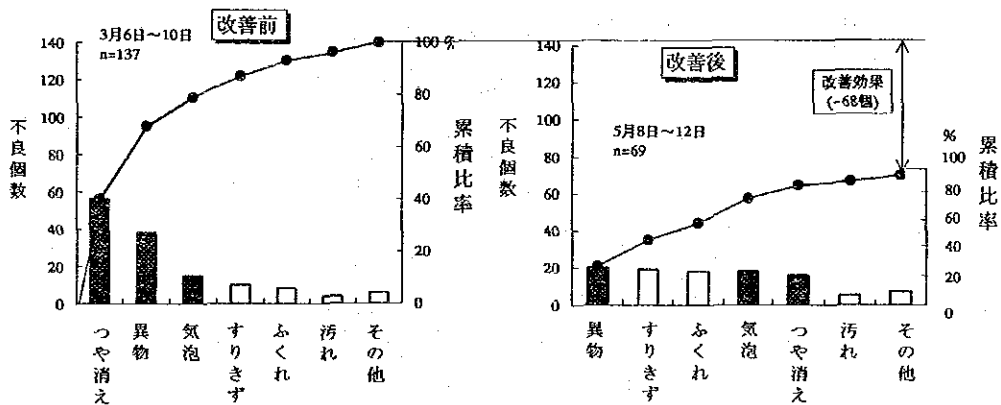


図2-3 改善前・後のパレート図

(3) 不良や故障の原因を調べるときに使います。

工程を管理していて問題が発生した場合、不良や故障の原因を調べなければなりません。このときにパレート図を活用すると効果的です。

(4) 報告とか記録用に使います。

パレート図は図解法ですから、報告とか記録のときにデータを並べおくよりも、パレート図にした方が相手に理解されやすく、また説得力もあります。

4 パレート図のあれこれ

ここではパレート図の活用上のいろいろな問題点や注意事項について述べておきます。

(1) 縦軸、横軸にはどのようなものを取り上げたらよいのですか？

パレート図を生かすためには、縦軸や横軸には次のようなものを取り上げるとよいでしょう。

(a) 縦軸に取り上げたらよいもの

- ① 金額……損失金額、販売金額、人件費、諸経費。
- ② 品質……不良件数、手直し数、欠点数、返品数。
- ③ 時間……作業時間、稼働時間、故障時間。
- ④ 安全……事故件数、災害件数、故障件数。
- ⑤ モラル……出勤率、欠勤率、参加率、提案件数。

(b) 横軸に取り上げたらよいもの

- ① 現象……不良項目別、欠点内容別、位置別。
- ② 機械・設備……機械別、治具別、設備別、計器別。
- ③ 作業者……人別、係別、男女別、年齢別。
- ④ 作業方法……サイズ別、圧力・速度などの条件別。
- ⑤ 原材料……ロット別、メーカー別、成分別。
- ⑥ 時間……月別、週別、季節別、時間別。

5 パレート図活用のポイント

パレート図をうまく活用していくためには、次の“10ポイント”をよく守って下さい。

- ① パレート図を書いたら、“各項目ごとの大きさや順序は”、“どの項目を減したら、効果はいくらになるのか”など、できるだけ多くの情報を得ること。
- ② 改善の手段と結び付くよう、現象別でなく原因別のパレート図を書くこと。
- ③ 真の問題を見失わないため、縦軸はなるべく金額で表すこと。
- ④ いろいろな角度から不具合を眺め、分類方法を変えてみること。
- ⑤ “その他”の項目が大きすぎる場合には、層別や分類方法再検討してみること。

- ⑥ 重点項目を見つけたり、改善効果を予測するため、累積曲線および累積比率を記入しておくこと。
- ⑦ 改善前・後のパレート図は、改善効果がチェックできるように、縦軸の目盛を合わせておくこと。
- ⑧ 順位は低くても、手の打てるものはすぐに取り上げること。
- ⑨ パレート図の形は縦長でも、横長でもなく、ほぼ正方形になっていること。
- ⑩ 成果報告や後で解析結果を検討する際に役立つようパレート図の履歴を明記しておくこと。

Ⅲ 特性要因図

1 特性要因図とは

(1) 特性と要因

日常生活ではあまり使われない用語ですから、表3-1にその意味を説明します。用語本来の意味で使われてはいるのですが、QCで使われる場合どういうことを指すのか理解していただきたいと思います。

表3-1

用語	本来の意味	QCにおける意味
特性	他と異なった特有の性質	仕事の結果現れてくるもの。例えば、製品の品質、製品のコスト、生産量、安全の状況などです。したがって、“（仕事の）結果”と考えることができます。また、職場では“問題点”という形で出てくることが多いようです。
要因	主要な原因	仕事の結果に対し、影響を与える原因となるもの。例えば、製品の品質についていえば、減速歯車歯切加工の事故原因となる歯合せミス、クラウニング調査ミス、ホブの欠損、歯厚切込ミス、歯筋誤差、操作ミスなどです。これは、例えば歯合せミスの場合、製品の縮付忘れ、ホブの下げ過ぎなどと、さらにさかのぼって小さなのに分けていくことができます。

(2) 特性要因図を作る目的

職場で仕事をしていると、私たちは数多くの問題点にぶつかります。例えば“不良品が発生した”、“生産量が達成できない”、“納期遅れが出た”、“原価が高くつく”、“人間関係が悪い”、“災害が発生した”などです。これらの問題点は、必ずそれぞれに原因があって起こるのです。そして、一般にその原因として考えられるものは非常に数が多く、また、それらが互いにかからみ合って複雑になっています。

職場で管理・改善を進めていくとき、取り上げた1つの問題点について、それが起こる原因をしっかりとつかみ、この原因を解決するための対策の手を打たなければなりません。この“問題が起こる原因と考えられるものは何か”をはっきり

させ、“重要と思われる原因に対し、対策の手を打っていく”ために使うものが、特性要因図なのです。

(3) 特性要因図とは

例えば、減速歯車歯切加工による事故が発生したとき、その原因として考えられるものは大きく分けると、歯合せミス、クラウニング調整ミス、ホブの欠損、歯厚切込ミス、歯筋誤差、操作ミスの6つになります。これを、次のように書いてみましょう（図3-1）。

減速歯車歯切加工事故品という結果を起こす原因は歯合せミス、クラウニング調整ミス、ホブの欠損、歯厚切込ミス、歯筋誤差、操作ミスの6つだということが、一目で分かりますね。

次に歯合せミスについて、不良の原因となるものにホブの下げ過ぎ、割出歯車逆回転、製品の締付忘れ、リミットスイッチ調整忘れの4つが考えられるとしますと、歯合せミスについては、さらに図3-2のように書けます。

さらに、ホブの下げ過ぎ、割出歯車逆回転、製品の締付忘れ、リミットスイッチ調整忘れのそれぞれについて、減速歯車歯切加工事故を起こす原因がさらに細かく図3-4のように考えられます。

これと同じようにクラウニング調整ミス、ホブの欠損、歯厚切込ミス、歯筋誤差、操作ミスと書いていけば図3-4のようなものが出来上がります。これを見れば、減速歯車歯切加工事故品という結果を起こす原因は何かということが分かる上、その原因が系統的に整理されているので、それら相互の関係が明確に分かります。

このように、仕事の結果である特性とそれを起こす原因なる要因との関係を矢印を使って書き表した図を“特性要因図”といいます。

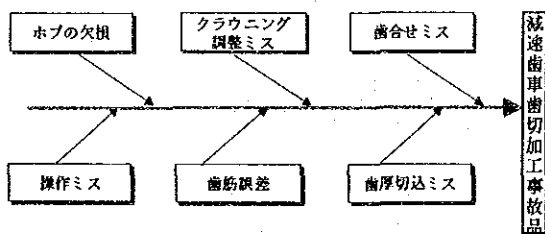


図3-1

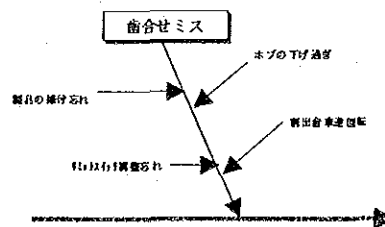


図3-2

手順2 背骨を記入する。

特性を右に書き、左から右に向けて太い矢印（背骨）を記入します。



図3-5

手順3 大骨を記入します。

特性が起こる原因と考えられるものを大きく分類したとき何があるかを考え、それを大骨として矢印で記入します（図3-6）。大骨は4～8個位が適当です。

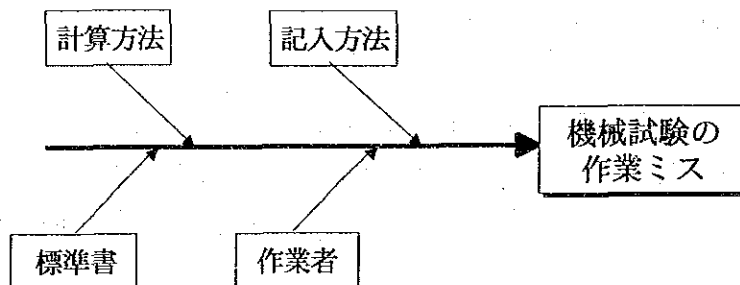


図3-6

手順4 中骨、小骨を記入する。

大骨の1つずつについて特性の起こる原因となるものを考え、中骨として矢印で記入します（図3-7）。さらに、中骨についてその原因となるものを考え、小骨として矢印で記入します。例えば、機械試験の作業ミスを起こすのは作業者の何が原因なのかと考えると、意欲、性格、健康などが上がってきます。これを中骨とします。

次に中骨のうち、意欲について何が原因か、性格については何が原因かなどという具合に考え、図3-8のように小骨として記入します。

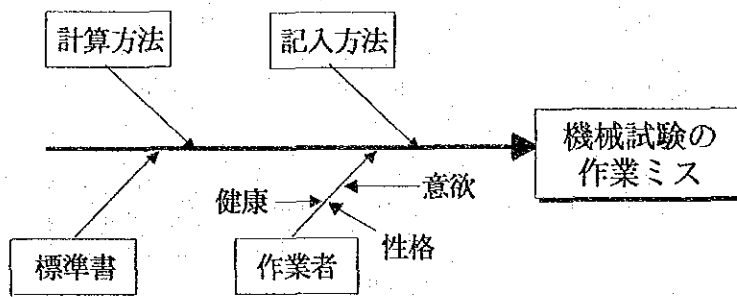


図3-7

手順5 記入もれがないかをチェックする。

大骨のすべてについて、中骨、小骨の記入が終わったとき、全体についてこれで原因と考えられるものがすべて入っているかをチェックし、記入もれがあれば追加記入します(図3-8)。

手順6 影響の大きいものについて印をつける。

記入される各要因の中で、特性に最も大きく影響していると考えられるもの、あるいは最も重要なものは何かを考え、いくつかを選び丸で囲みます(図3-8)。

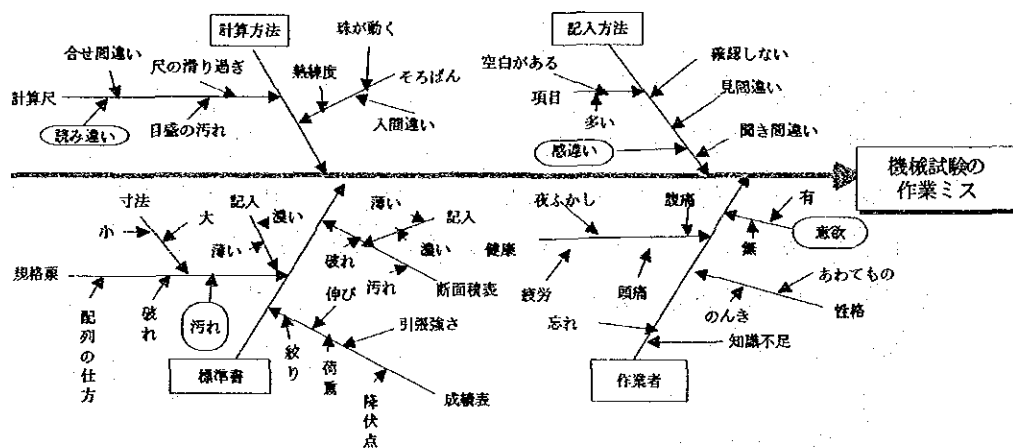


図3-8

選び方については、次のような方法で決めて下さい。

- ① 経験・技術などをもとに全員で決める。
- ② データを調べ直して確認して決める。
- ③ パレート図に書いてみて、影響の大きなものを選ぶ。

(2) 特性要因図作成の進め方

特性要因図は1人でも作ることができます。しかし、1人の考えには限界があります。多くの人が集まっていると考えを出し合うことにより、問題点に対する原因がしっかりつかめ、的確な対策を行うことができます。従って、特性要因図を作るときには、QCサークルのメンバー全員あるいは職場全員が集まって、衆知を集めて作ります。

多くの人が集まって話し合う場合、特性要因図を使えば効果的に討議を進めることができます。進め方は、ブレインストーミングによって下さい。そして、メンバーの中から議長と書記を選びます。

特性要因図を作るときは、黒板もしくは新聞全紙大の模造紙、速乾性筆記具を用意して下さい。黒板を使う場合は、後で写しかえる必要がありますが、模造紙であればそのまま保管できます。

(a) 大骨、中骨、小骨と順に作っていく方法

- ① まず、大骨に相当するいくつかの要因をメンバーに考えてもらい、討議して大骨を決定します。
- ② 各大骨ごとに、中骨、小骨の要因を全員から出してもらい、意見が出るごとに記入していきます。
- ③ 取り上げている要因には入らない意見が出たときは、それを批判したりせず、“この大骨には入らないので、後で別の大骨に入れます”と行って、その意見を取り上げます。そして、黒板や模造紙の片隅にメモし、後でそれに該当する討議のときにこれを加えます。
- ④ 特性要因図が出来上がったら、最後にもう一度全員で要因の抜けがにかを十分に検討します。
- ⑤ 特に重要と思われる要因に印をつけます。

はじめに大骨を決めることが難しい場合、あるいは、大骨、中骨、小骨と順次整理して意見を出させることが難しい場合もあります。

(3) いろいろな特性要因図

以上で説明したのが、普通かかされている特性要因図ですが、必要な原因をもらすことなく引き出すために、いろいろと工夫された作り方が行われます。

- (a) 工程順による作り方 工程の順を追って書き出し、これを大骨として特性要因図を作ります。普通、図3-9の(a)と(b)の2つの書き方が使われていますが、他にもいろいろと工夫ができます。
- (b) 設備順による作り方 これもいろいろな作り方が工夫されますが、一例をしますと図3-10の通りです。

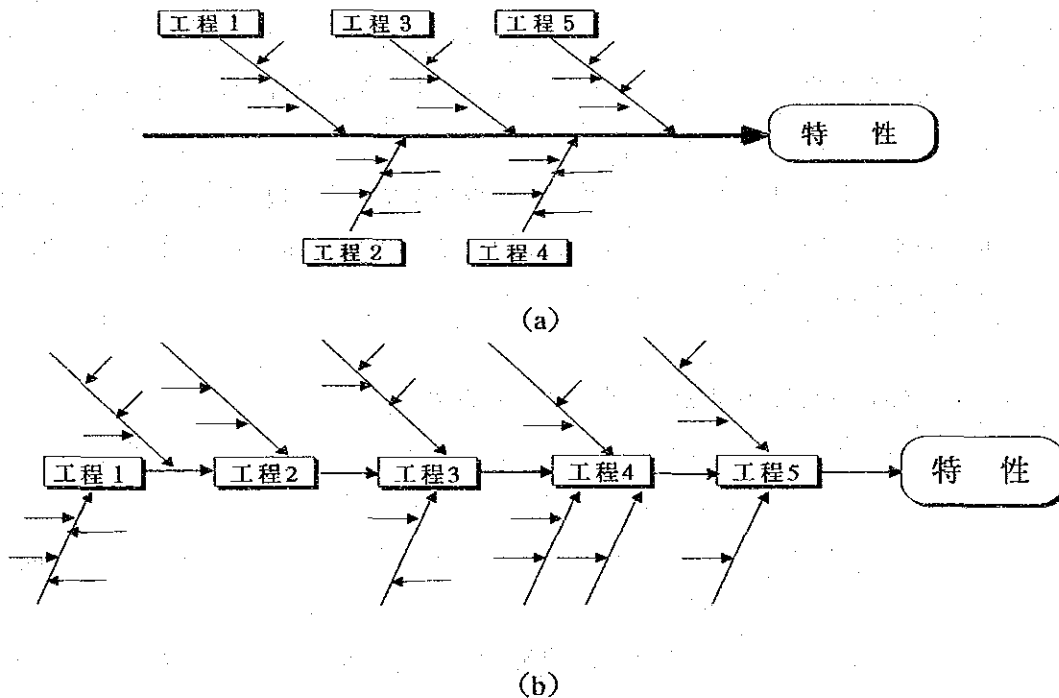


図3-9

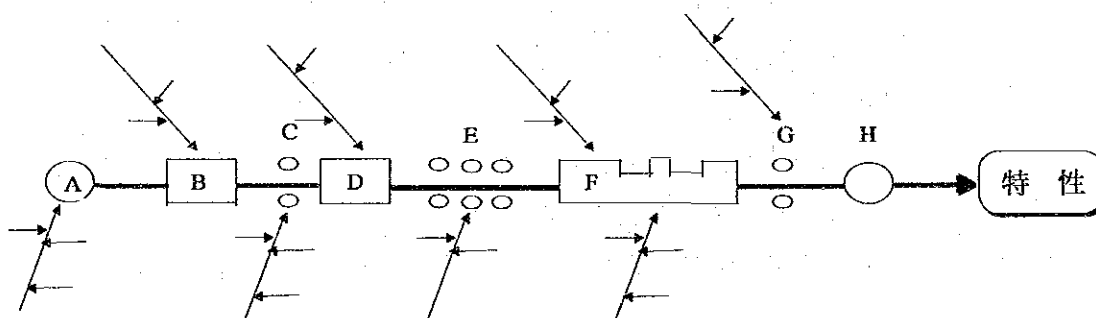


図3-10

3 特性要因図の使い方

特性要因図は、結果と原因との関係を整理し、関連づけて、分かりやすく表したものです。ですから、この目的にあったものであればよいわけで、このようにしなければならないという規則はありません。しかし、特に使う上での気をつけたいことがらを次に上げてみます。

(1) 特性要因図を話し合いの道具として生かす

サークル会合などで、みんなで話し合いをするときには、話題がわきにそれてなかなかまとまらないことが多いものです。しかし、特性要因図を中心にして話し合えば、討議の方向を1つに集中させることができるし、みんなの知恵を集めることがうまくでき、1人1人の出した意見を全員によく徹底させることもできます。従って、特性要因図は“話し合いの道具”といえます。

(2) 特性要因図を作ることが勉強です

“不良の原因は何か”、“災害が起こる原因は何か”などについて、みんなで話し合っって特性要因図を作ることにより、今まで自分が気づかなかったことを知り、新しい知識が得られます。

(3) ブレーンストーミングを効果的に使う

ブレーンストーミングにより、効果的に全員の意見が引き出せます。ブレーンストーミングでは、次のオズボーンの4つの原則を確実に守って進めて下さい。

- ① 発言を批判しない—批判された人は以後発言しなくなります。また、他の人も素直な発言をしなくなります。
- ② どんな発言でも取り上げる—自由奔放な発言を歓迎します。また、どんな発言でも必ず取り上げます。
- ③ 発言は多いほどよい—発言が多いほどよいアイデアの出る可能性が多いのです。量は質を呼びます。
- ④ 他人のアイデアに便乗する—他人のアイデアから連想できることを遠慮なく発言します。1つのアイデアが数多くの新しいアイデアを生みます。

(4) 事実をよく見て考える

私たちは、ややもすると事実をしっかりとつかまずに自分の勝手な判断だけで決めてしまいがちです。原因を考えるとき、現場をよく見て、そしてデータをもとに考えるようにして下さい。

(5) 原因を徹底的に追及する

特性要因図を書くときは、“なぜ”、“なぜ”と、徹底的に追及して下さい。例えば、不良の発生という特性に対して、“なぜ発生するのか”と考え、“材料がばらつくから”ということで大骨ができます。次に“なぜ材料がばらつくのか”ということについては、“部品の寸法がばらつくから”ということで中骨ができます。さらに、“なぜ部品の寸法がばらつくのか”ということについての小骨を作ります。

このように、大骨→中骨→小骨とつっこんでいくことにより、真の原因がつかめるようになります。

IV チェックシート

1 チェックシートとはどんなものか

いろいろなQC手法の根本にある大切な考え方、“事実に基づく”ということです。“……だろう”、“……のはずだ”、“……にきまっている”というような想像や推測で行動を起こすのではなく、“事実をデータで語らせる”、“事実に基づいて改善・管理する”ということがQC手法活用の大切な要素です。

そして、その源になるのは、事実をよく確かめる・事実をよく分析するということです。そのために、現場・現物をよく観察する、実際の状態（作業状態・機械の作動状態など）をよく観察することが必要ですそれらの観察した結果をどのように誤りなく客観的に表現するか、データ・記録に表すか、ということも大切です。

QC手法を勉強すると、データが大切なことが理解できます。事実を正しく表す正確な客観的なデータをとるためには、その前の適切なチェックと正確な計測が必要です。そのためには、誤りやれをなくし、データ・記録をとりやすくするためのチェックシートが活用されます。いわば事実調査の第1歩にチェックシートが活用されます。

QC体験談の発表事例の中で、“データをもとによく話し合う”ことの重要性を説明していることが多いのですが、そのデータを集めるためにチェックシートをうまく工夫して活用しています。チェックシートは、パレート図や特性要因図についてよく使われています。チェックシートの中には、“データシート”と呼ばれるものもあります。

この章ではチェックシートについて勉強しますが、まずはじめに“チェックとはどうすることか”をしっかりと理解しておきましょう。当たり前のことを問題にするようですが、このことが十分に理解されていなければ、いくらチェックシートの勉強をしてもあまり役に立てることはできません。

2 チェックシート適用の場

われわれの日常生活においても、また職場でも、調査・チェックをし、記録をとらなければならないことはたくさんあります。そして

- ① チェックをしなかったために
- ② チェックをするのが遅れたために
- ③ チェックのやり方まずかったために

- ④ チェックの責任がきまっていなかったために
- ⑤ チェックをしてもその後の処置がまずかったために

災害が発生する、機械が故障する、不良品が発生する、ロスが増加する、納期遅れる……というような、まずいことをたくさん経験しています。

われわれは、生産要素の4M（材料・人・機械・方法）などの必要な対象をチェックし、また測定し、記録しデータをまとめて検討し、改善や管理に役立てるためにチェックシートを活用しますので、どのような職場でもどのような仕事でも、チェックシートを工夫して使うことができます。チェックシートを、どのような場合に、どのように使えばよいかというようなきまったものはありません。仕事や問題または目的に応じて各個にチェックシートを作り活用していくように工夫しなければなりません。

ある職場の例で、QC活動をやらなければならないということで、身近な問題点をとらえて改善しようと思いました。まず、活動のテーマと目標を決めて、いざ実情調査・解析をしようとして、すぐ行きづまってしまいました。実情調査・解析をするには、データをもとにやらなければならないといわれるものの、“どのようにしてデータをとればよいか”、“第一、データをとるのに手間がかかってやれない”というような意見が出てきたからです。

しかし、その職場では、QC手法の勉強が足りなかったということに気がついて、パレート図・特性要因図などと合わせて“チェックシート”の作り方を勉強しました。そして、やはり工夫をすれば、比較的手間をかけずに便利にデータを集めることができるやり方が分かってきました。その後いろいろ続けてやっているうちに、ごく当たり前に仕事の一部としてしっかりチェックをし、データを集めることができるようになりました。後の“チェックシートのあれこれ”の中にその工夫の例が出ていますので、注意して見て下さい。

3 チェックシートとは

チェックシートは、うまいチェックを効果的にしやすいように、次の表4-1のような項目を前もって記入しておき、チェックした結果をすぐに記入し、データの集計・整理をやすくした記録用紙です。チェックシートの見本は“チェックシートのあれこれ”に出てきますので、内容項目・書き方などについていろいろ工夫されているところをよく注意してみてください。

表4-1 チェックシート記載項目

①	チェックする目的	…	チェックシートのタイトル・表題
②	チェックする対象と項目	…	何の、どこをチェックするか。
③	チェックする方法	…	何を用いて、どのようなやり方でチェックするか。
④	チェックする日時・期間	…	いつチェックするか。 どれくらいの間隔でチェックするか。 いつからいつまでの期間チェックするか。
⑤	チェックする人	…	だれがチェックするか。
⑥	チェックする場所・工程	…	どこでチェックするか。
⑦	チェックした結果のまとめ	…	合計・平均・割合などの集計と計算式。
⑧	チェックシートの回覧ルート	…	チェック結果をどこへ知らせるか。

4 チェックシートの目的と種類

チェックシートは、目的によって、また、それぞれの職場・仕事によって、いろいろ工夫して作りますので、非常に数多くの種類があります。次ページの表4-2にいくつかの例を上げてみましょう。

表4-2 チェックシートの目的と種類

〈目 的〉	〈種 類〉
(a) 日常管理用 日常の職場・仕事の管理のため、チェックをする日・週・月など、定期・定時に行う。	<ul style="list-style-type: none"> ・設備点検用 ・安全作業点検用 ・整理整頓点検用 ・検査用(材料・仕掛品・製品)など
(b) 特別調査用 特別に何かの目的のため、必要なときに調査・解析する。	<ul style="list-style-type: none"> ・不良項目調査用 ・不良要因調査用 ・不良発生位置調査用 ・分布調査用 ・ムダ・ムリ・ムラ調査用 ・QCサークル発表評価用

5 チェックシートの作り方

さて、実際にチェックシートを作るにはどのようにすればよいのか、その作り方を検討してみましょう。チェックシートの作り方として、特に定まったやり方はありませんが、これまでに述べてきたことをもとに、チェックシートの作り方の基本的手順を表4-3に示しました。この手順に注意すると同時に、チェックシートの例をたくさん集めてき

て、まねをして作ってみるのが一番勉強になります。

最初から完全なチェックシートができるとは限りません。作ってみて、使ってみて、必要なところはどんどん改善していくというやり方も必要です。

(1) チェックシートをだれが作るか

チェックシートは、市販のものがそのまま使える場合があります（例えばヒストグラム用紙）。しかし、通常は、“自分たちで”チェックする目的に合わせ、また仕事・製品・工程・設備など、それぞれに合わせて作成しなければなりません。うまくチェックをするためには、良いチェックシートが必要です。良いチェックシートを作るために、みんなでよく勉強し、いろいろな例を集めて研究し、知恵を出し合って工夫をしなければなりません。

(2) チェックシートを作るときの注意事項

自分たちでチェックシートを作る場合に、気をつけなければならない注意事項をいくつか上げておきます（表4-4）。良いチェックシートを作るために、よく考えて下さい。

表4-3 チェックシートの作り方の基本手順

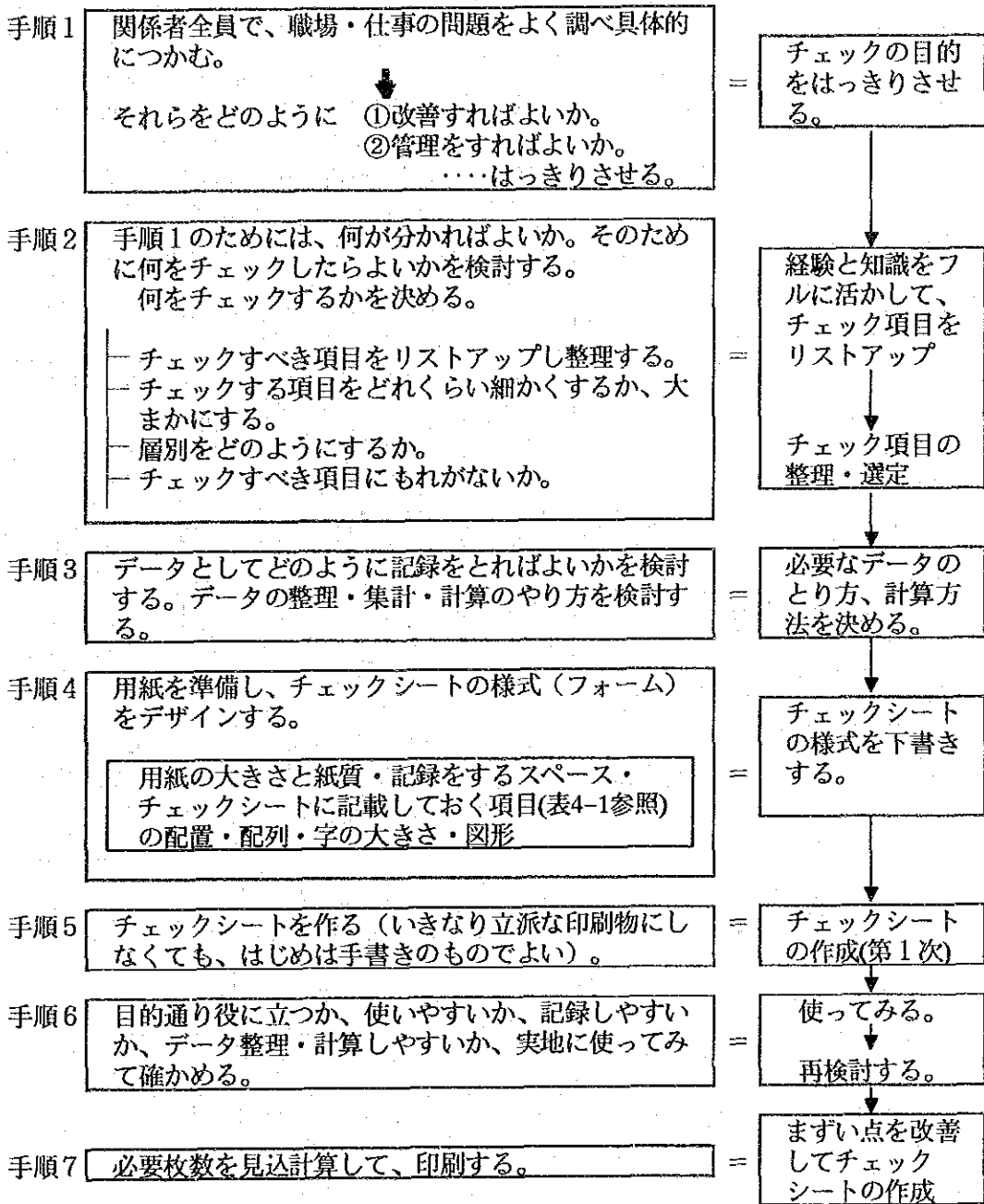


表4-4 チェックシートを作るときの注意事項

注意事項	解説
① チェック項目の層別・層別の組み合わせをうまく工夫すること。	品種別・材料別・工程別・機械別・直別・曜日別・月別・季節別・午前午後別・年齢別・勤続年数別・男女別・人別・現象別・発生場所別・位置別・原因別などの層別を工夫して解析しやすくする。
② 一目見てよく分かるように簡単にすること、分かりやすくすることが大切。	込み入ったものは見にくいし、書きにくい。記録を即座にぱっとやれ、読み取りもすぐにやれるように、表の形や項目の配列を工夫する。
③ 記録をする項目などの順序を考え、記入しやすくすること。	工程順・作業順・時間順など、順序に合わせて書くようにしないと手間をくう。
④ 記録する項目のもれがないようにすること。	みんなの意見を良く合わせ、過去の問題なども良く検討して、チェックする項目のもれがないように細かく工夫する。
⑤ 記録誤りを起こさないように工夫する。	一度記入誤りをしてしまうと、後からそれを見つけることはほとんどできない。
⑥ あとからの計算をしやすいように、合計・平均・割合(率)などの計算の欄を作っておくこと。	チェックシートは、チェックをすることと計算をすることの2つの役目がある。計算をしやすく便利にしておくことは計算間違いを防ぐ。
⑦ チェックシートは一度作ったら終わりではない。何度も見直し作りなおして、より良くしていくこと。	同じチェックシートをいつまでも使っていてよいとは限らない。状況が変われば、使いにくいところ、不便なところ、目的に合わないところを再検討し、改善することが必要。

表4-5 うまくチェックをする作戦をたてる

① チェックしてどうするのか? 何のためにチェックをするのか? ということを職場の関係者がよく知っていること …どのように知らせるか。
② チェックをすることについて、必要な責任分担がお互いに納得の上で定められること…どのようにきめるか。
③ いつからチェックを始め、どれくらいの頻度で、いつまで続けるのか、どのようなやり方をするのか、またチェック結果の検討をいつやるのか、等のスケジュールをはっきりさせ関係者がよく知っていること。
④ チェック結果を職場関係者が公正に知らされ、みんなが検討に参加できること…検討のやり方をどうするか。
⑤ チェックしやすい、記録をとりやすい、データの集計・まとめ・整理をしやすい、データを公正・客観的にとれる、記録用紙・チェックシートを作成し、チェックのやり方を決め、関係者全員によく知らせること。

課・係名:	化粧品(成型品)不良項目チェックシート								日: 年 月 日	
ライン名:									曜 日:	
(個数を//マークで記入) 検査者:										
品名	品番	仕様	型くずれ	肉 厚	肉 薄	気泡入り	異物入り	硬すぎ	変 色	合 計
A/B	1003									
C/P	8105									
U/B	9902									
S/B	6003									
G/B	5112									
合 計										

	成型個数	不良個数	不良率%
A/B			
C/P			
U/B			
S/B			
G/B			

(回付先)
 検査員 → 検査部長 → 検査係長
 (印) (印) (印)
 → (写)生産課係長
 (注) 検査結果で管理図に記入

図4-1 不良発生状況チェックシート

ゴム・コンベヤーベルトの外観欠点チェック (工程名)

(検査者)

(エアーだまり跡外観欠点)

(断面)

ベルト サイズ	位置	*	月 日 曜	月 日 曜	月 日 曜	月 日 曜	月 日 曜	月 日 曜	合 計
			時~時	時~時	時~時	時~時	時~時	時~時	
幅 厚み 配合 No.	上	A							
		B							
	側面	左							
		右							
	下	左							
		右							
合 計									

* 欠点の大きさ 小:Aで区別する。
 中:B
 大:C

図4-2 製品欠点チェックシート

縹付帆布幅(長さ)チェックシート												
(工程名)	(特性) 幅		単位mm	(期間)	月	日	月	日				
(品種・品番)	(測定箇所)		(測定者)									
(試料間隔)	(管理値) 上限()		(測定具)									
(試料の大きさ)	下限()		(管理者)									
月												(計)
1310-1314												
1305-1309												
1300-1304												
1295-1299												
1290-1294												
1285-1289												
1280-1284												
1275-1279												
1270-1274												
1265-1269												
1260-1264												
(特記事項)												

図4-3 特性値調査チェックシート

(工程: ゴム圧延シート出し工程) シートゴム温度変化チェックシート										測定日		
										測定者		
										測定器		
測定対象(品番)										n	\bar{x}	\sqrt{V}
◇ 落下ゴム温度												
◇ 浴槽通過前温度												
◇ " 後温度												
◇ 冷却槽内始め温度												
◇ " 中間温度												
◇ " 終り温度												
◇ 積み込み温度												
◇												
温度 ℃												
	1	2	3	4	5	6	7					

図4-4 工程管理特性調査チェックシート

V ヒストグラム

1 ヒストグラムとは

“ヒストグラム”とは、データの存在する範囲をいくつかの区間に分け、各区間に入るデータの出現度数を数えて度数表を作り、これを図にしたものです。図は、方眼紙または適当な用紙の横軸に特性値、縦軸に度数を目盛り、各区間に属する度数を柱の高さで表します。ヒストグラムは“柱状図”とも言われ、現場のQC手法の中でもよく使われています。

品質管理の基本は、品質にばらつきを与える原因をとらえ、これを改善し管理することです。そのためには、まず品質を表す特性値についてその変動の状態を目に見える形にすることができれば便利ですが、その手法として“ヒストグラム”があります。

ヒストグラムの役割は、次の通りです。

- ① 分布の状態を見やすくし、分布の姿を目で見ることができます。
- ② データがどんな値を中心に、どんなばらつきをもっているかを知ることができます。
- ③ 分布がどのような形をしているかを知ることができます。

2 ヒストグラムの作り方

理屈を並べるより、まずヒストグラムを作ってみることにしましょう。ヒストグラムを作成するには、次の手順に従って行えばよいでしょう。

手順1 データを集めます。

私たちが改善や管理のために調査や研究の対象とする工程や品物、人などの集団からランダムにサンプルを取り、これを測定し、データを得てデータ表にまとめます。集めるデータの数は、得たい情報の精度やデータのばらつきの大きさにもよりますが、一般に50～200が必要です。

表5-1 ヒストグラムに関する用語

用語	意味
品質特性	品質評価の対象となる目印。品物の特有の性質。
特性値	品質特性の値。
分布	測定値が散らばっているようす。
区間	測定値をある大きさに区切った間。級と呼ばれることもある。
区間の数	測定値の存在する範囲を区切った間の数。ヒストグラムに立てる柱の数。
区間の幅	1つの区間の幅(大きさ)。
区間の境界値	区間と区間の境目の値。
区間の中心値	区間の中心(中央)の値。
度数表	測定値の存在する範囲をいくつかの区間に分け、各区間の属する測定値の出現度数を記入した表。

ある日のロットからランダムに100個のサンプルを選び、動作時間 (ms) を測定し、表5-2のデータを得ました。なお、この部品Hの動作時間の製品規格は、 81.00 ± 2.55 (ms) (78.45~83.55) (ms) です。

表5-2 動作時間のデータ

単位：ms										
79.2	79.9	82.3	80.5	81.2	○ 81.2	80.2	80.4	80.6	79.9	
79.8	× 78.4	81.1	79.9	79.7	81.2	80.4	80.0	80.1	80.0	
79.6	79.0	80.1	80.8	80.4	79.9	80.1	○ 82.1	79.9	80.2	
× 77.8	80.0	79.7	81.0	80.9	80.1	80.8	79.5	79.4	78.8	
79.9	○ 81.6	81.3	○ 82.0	× 79.1	79.9	78.8	79.7	81.6	○ 81.5	
80.1	80.8	80.8	81.1	○ 81.6	80.9	80.1	79.8	○ 81.7	79.7	
80.0	80.7	× 78.4	81.9	79.4	80.3	80.6	× 78.5	× 78.8	× 78.0	
80.3	80.0	◎ 82.8	79.4	80.0	80.4	× 77.5	80.1	79.3	78.6	
○ 81.5	80.5	80.3	× 78.9	81.2	80.5	○ 80.9	79.8	81.4	80.6	
79.0	80.6	79.0	79.1	80.8	× 79.4	79.9	79.5	79.7	80.7	

手順2 データの最大値と最小値を求めます。

全部のデータの中から最大値と最小値を求めることは困難ですから、データ表の格列ごとの最大値に○印、最小値に×印をつけてあり、これらの○印のうちの最大値、×印のうちの最小値を求めると、次の値が得られます。

最大値=82.8

最小値=77.5

手順3 区間の数を決めます。

次式により求めます。

$$\text{区間の数} = \sqrt{\text{データの数}} \quad (\text{答は整数値に丸めます})$$

この例の場合、データ数は100個なので

$$\text{区間の数} = \sqrt{100} = 10$$

となります。

手順4 区間の幅を決めます。

$$\text{区間の幅} = \frac{(\text{最大値}) - (\text{最小値})}{(\text{区間の数})}$$

とし、この値を測定のきざみの正数倍になるように丸めます。この例の場合

$$\text{区間の幅} = \frac{8.2.8 - 77.5}{10} = \frac{5.3}{10} = 0.53$$

測定のきざみ（測定器から読みとった目盛の間隔）は0.1なので、これの正数倍で0.53に一番近い値は

$$0.1 \times 5 = 0.5$$

ですから、これを“区間の幅”と決めます。

手順5 区間の境界線を決めます。

区間の境界値は、測定のきざみの1/2のところに来るように決めます。このためには、次の式により第1区間の下側境界値を求めます。

$$\begin{aligned} \text{第1区間の下側境界値} &= \text{最少値} - \frac{\text{測定のきざみ}}{2} \\ &= 77.5 - \frac{0.1}{2} = 77.45 \end{aligned}$$

区間の幅は0.5ですから

$$\begin{aligned} \text{第1区間の上側境界値} &= \text{第1区間の下側境界値} + \text{区間の幅} \\ &= 77.45 + 0.5 = 77.95 \end{aligned}$$

を得、第1区間は77.45～77.95となります。

以下、順に区間の幅を加えて第2、第3、……の区間を求め、最大値(82.8)を含む区間まで計算します。よって表5-3のようになります。

手順6 区間の中心値を求めます。

次の式により区間の中心値を求めます。

表5-3 動作時間の度数表

No.	区間	中心値	度数マーク	度数
1	77.45 ~ 77.95	77.7	//	2
2	77.95 ~ 78.45	78.2	///	3
3	78.45 ~ 78.95	78.7	/// /	6
4	78.95 ~ 79.45	79.2	/// /// /	11
5	79.45 ~ 79.95	79.7	/// /// ///	19
6	79.95 ~ 80.45	80.2	/// /// /// /// //	22
7	80.45 ~ 80.95	80.7	/// /// /// //	17
8	80.95 ~ 81.45	81.2	/// ///	9
9	81.45 ~ 81.95	81.7	/// //	7
10	81.95 ~ 82.45	82.2	///	3
11	82.45 ~ 82.95	82.7	/	1
計				100

$$\text{区間の中心値} = \frac{(\text{区間の下側境界値}) + (\text{区間の上側境界値})}{2}$$

第一区間の場合

$$\text{区間の中心値} = \frac{77.45 + 77.95}{2} = \frac{155.4}{2} = 77.7$$

となります。同様にして第2、第3、……の区間の中心値を求め、表5-3の中心の欄に記入します。

手順7 データの度数を数えます。

端のデータから1つずつ、データがどの区間に入るかを見ながら度数マーク欄にマークをつけていきます。度数マークは /、//、///、///、///、……（または 一、丁、下、正、正）とします。

全データについてマークが終わったら、表5-3の度数欄の各区間の度数を記入し、その総計が全データ数と一致することを確認します。

以上で、表5-3が完成します。この表のことを“度数表”と呼んでいます。いよいよ、ヒストグラムの作図にかかります。

手順8 用紙を用意します。

一般に、グラフ用紙（1mm方眼紙）がよく使われます。

手順9 横軸を決めます。

横軸に特性値を、左から右にいくに従って大きくなるように目盛ります。この目盛の付け方には、次の2つの方法がありますが、ここでは①の方法を使います。

①区間の中心値を目盛る方法。

②0とか5のきりのよい値を目盛る方法。

なお、左縦軸と第1区間の下側境界値との間は、1つの区間の幅程度にあけておきます。

手順10 縦軸を決めます。

縦軸に度数を目盛ります。出来上がったヒストグラムがほぼ正方形の中に入るように、すなわち度数が最大となる区間の高さが横軸の第1区間と最終区間の長さとも一致するように、縦軸の目盛を決めます。

手順11 柱を立てます。

横軸に区間の境界値をとり、そこから横軸に垂線を立てます。そして、その区間の度数に応じた高さの柱を書きます。

手順12 平均値や規格値の位置を記入します。

平均値や規格値を図の中に記入します。すなわち、横軸に対して平均値や規格値の位置に垂線を引きます。

手順13 必要事項を記入します。

図の余白にデータの履歴（製品名、工程名、データのとられた期間、場所など）、データ数 n 、平均値 \bar{x} 、標準偏差値 s など、必要事項を記入します。

以上で、ヒストグラムが完成します（図5-1）。

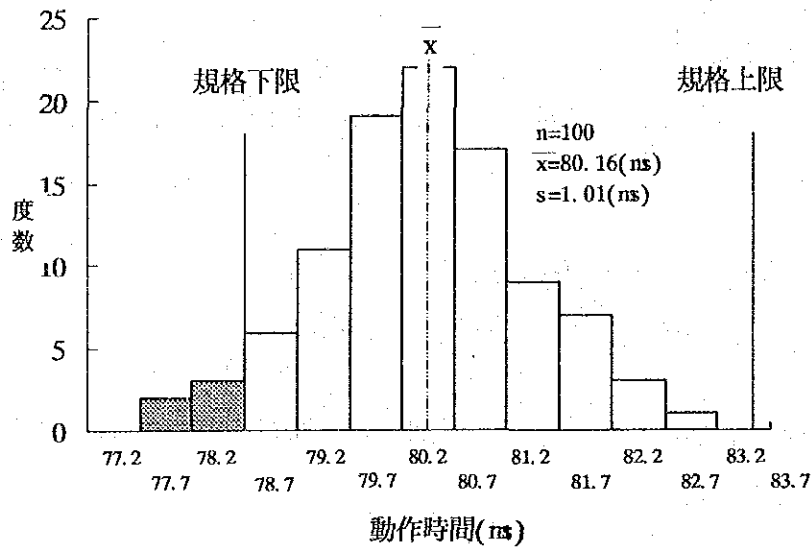


図5-1 動作時間のヒストグラム

3 ヒストグラムの見方

(1) 分布の形

ヒストグラムから、データの集団としての情報を得るためには、多少の凹凸を無視して、全体の姿に着目するようにします。

普通、次のことについて調べます。

- ① 分布の中心位置はどこか。
- ② データのばらつきはどうか。
- ③ 分布の形はどうか。
 - ・右か左にひずんでいないか。
 - ・分布は平らか、とがっていないか。
 - ・飛び離れたデータはないか。
 - ・途中に歯のかけたようなところはないか。
 - ・ふた山になっていないか。
 - ・分布の右か左が絶壁型になっていないか。
 - ・層別にするとどうなるか。その必要性はないか。

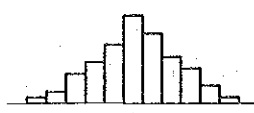
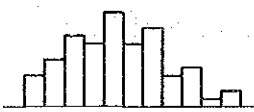
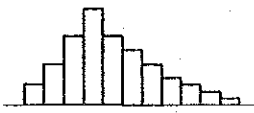
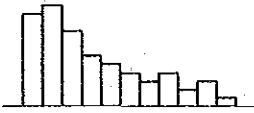
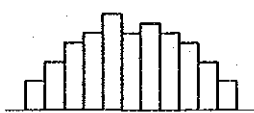
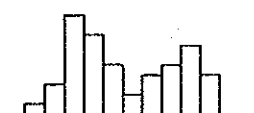
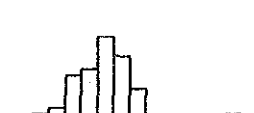
④ 規格に対してどうか。

- ・規格からはみ出しているデータはないか。
- ・分布の中心は規格の真中にあるか。
- ・規格幅に対して、分布はゆとりを持っておさまっているか。

以上の各項目は、“ヒストグラムのチェックポイント”とも言えます。

一般的には、計量値のヒストグラムは中心付近が最も高く、左右に離れるほど低くなる左右対称の形を示すことが多いのですが、実際には表5-4に示すようないろいろなものがあります。形の説明とチェックポイントを表5-4に示しておきます。

表5-4 ヒストグラムの形と見方

名称・形	形の説明	チェックポイント
(a) 一般型 	度数は中心付近が最も多く中心から離れるに従って徐々に少なくなります。左右対称です。	一般に現れる形です。
(b) 歯抜け型またはくしの歯型 	区間の1つ置きに度数が少なくなっており、歯抜けやくしの歯の形になっています。	区間の幅を測定のきざみの正数倍にしたかどうか、測定者の目盛の読み方にくせがないかどうかなどの検討が必要です。
(c) 右すそ引き型 (左すそ引き型) 	ヒストグラムの平均値が分布の中心より左にあり度数は左側がやや急に、右側はなだらかに少なくなっています。左右非対称です。	理論的に、また規格値などで下限が押さえられており、ある値以下の値をとらない場合に現れます。不純物の成分が0%に近い場合、不良品数や欠点数が0に近い場合などに起こります。
(d) 左絶壁型(右絶壁型) 	ヒストグラムの平均値が分布の中心より極端に左寄りであり、度数は左側が急に右側はなだらかに少なくなっています。左右非対称です。	規格以下のもの全数選別して取り除いた場合などに現れます。測定のごまかし、検査ミス、測定誤差などがなくどうかをチェックしてみます。
(e) 高原型 	各区間に含まれる度数があまり変わらず、高原状になっています。	平均値が多少異なるいくつかの分布が混じり合った場合に現れる形です。層別したヒストグラムを作って、比較してみます。
(f) ふた山型 	分布の中心付近の度数が少なく、左右に山があります。	平均値の異なる2つの分布が混じり合っている場合に現れます。例えば、2台の機械間、2種類の原料間に差がある場合など、層別したヒストグラム作ってみるとその違いが分かります。
(g) 離れ小島型 	普通のヒストグラムの右端または左端に離れ小島があります。	異なった分布からのデータがわずかに混入した場合に現れる形で、データの履歴を調べ工程に異常がないか、測定に誤りがないか、他の工程のデータが入っていないかどうかなどを調べます。

(2) 規格値との比較

ヒストグラムと規格と比較することにによって、現在の製造工程の実力が要求する規格値を満足しているかどうかを知ることができます。また、このときには規格が製造工程の実力を無視して、必要以上に厳しく決めてあることもあります。こうした不合理を発見することもできます。

規格が決まっている場合、ヒストグラムの規格値のところに線を記入して比較します。ヒストグラムが規格の上限と下限の中に十分なゆとりを持っておさまっているかどうかを見ます。規格が決まっていない場合は、目標値のところに線を記入して目標値と比較します。

4 平均値と標準偏差

(1) 分布の数量的な表し方

測定値が散らばっているようすを“分布”といいます。測定値をヒストグラムにすると分布の姿を目で眺めることができます。しかし、分布を図形化するだけでなく、集団としての測定値の性質を数量的に表すことができれば、データの処理上何かと便利です。

測定値の性質を数量的に表すには、普通

- ① 分布の中心
- ② 分布のばらつき

の2つを考えればよいのです。分布のひずみやとがりを問題にしなければならないのは特別な場合だけで、たいいてい場合は分布の中心とばらつきの2つが定まると、分布の姿はほとんど決まってしまう。

この分布の中心を表すものさしとしては、平均値、メジアン（中央値）、ミッドレンジ（中点値）、モード（最多値）などがありますが、中で最も広く使われているのが平均値です。

平均値とは、“データを全部加えて、それをデータの個数で割った値”を言い、記号は \bar{x} （エックスバーと読む）で表します。

一方、分布のばらつきを表すものさしとしては、平方和、分散、標準偏差、範

囲などがありますが、一般的によく使われているのが標準偏差値です。

標準偏差値とは、“個々の測定値の平均値からの差（偏差）の2乗和を、（データ数）-1で割り、これを平方根で開いた値”で、記号は s_x 、または \sqrt{V} で表します。標準偏差とは、標準的な偏差という意味で、“標準偏差が小さい”ということは全体のばらつきが小さいということ、つまり、分布の範囲が平均値の周りに集まっているということです。逆に、“標準偏差が大きい”ということは、平均値から遠く離れているものが多くあるということを意味しています。

(2) 平均値と標準偏差の計算

度数表を用いて平均値と標準偏差を計算する方法についてお話ししましょう。

手順1 度数表を作成します。

ある新製品の駆動機構である部品Hの重要な品質特性である動作時間を測定し、表5-1のデータを得たので、これから表5-5の度数表を作成しました。

表5-5 動作時間の度数表

No.	区間	中心値	度数マーク	度数
1	77.45 ~ 77.95	77.7	//	2
2	77.95 ~ 78.45	78.2	///	3
3	78.45 ~ 78.95	78.7	/// /	6
4	78.95 ~ 79.45	79.2	/// /// /	11
5	79.45 ~ 79.95	79.7	/// /// ///	19
6	79.95 ~ 80.45	80.2	/// /// /// /// //	22
7	80.45 ~ 80.95	80.7	/// /// /// //	17
8	80.95 ~ 81.45	81.2	/// ///	9
9	81.45 ~ 81.95	81.7	/// //	7
10	81.95 ~ 82.45	82.2	///	3
11	82.45 ~ 82.95	82.7	/	1
計				100

手順2 uの欄を決めます。

度数 f が大きく、分布の中心と思われる区間の u の欄を 0 とし、中心値の小さい方へ順に -1、-2、……、大きい方へ順に 1、2、…… と記入します。

表5-5において、No.6の区間の度数が22で一番大きいので、この区間に対応

する u の欄を 0 とおき、この区間の中心値 80.2 (これが後で述べる x_0 の値となります) から小さい方に -1、-2、……、大きい方に 1、2、…… と記入します。

手順3 uf の合計を求めます。

u と f を掛けた値を uf の欄に入れ、 uf の合計 Σuf (Σ はシグマと読み、
“合計する” という記号) を求めます。

すなわち、 No.1 $uf = (-5) \times 2 = -10$

No.2 $uf = (-4) \times 3 = -12$

……

No.11 $uf = 5 \times 1 = 5$

$$\Sigma uf = (-10) + (-12) + \dots + 5 = -8$$

手順4 $u^2 f$ の合計を求めます。

u と uf を掛けた値を $u^2 f$ の欄に入れ、 $u^2 f$ の合計 $\Sigma u^2 f$ を求めます。

すなわち、 No.1 $u^2 f = (-5) \times (-10) = 50$

No.2 $u^2 f = (-4) \times (-12) = 48$

……

No.11 $u^2 f = 5 \times 5 = 25$

$$\Sigma u^2 f = 50 + 48 + \dots + 25 = 404$$

表5-6 xとsの計算表

No.	区間		中心値	度数f	u	uf	u ² f
			x	①	②	③=②×①	④=③×②
1	77.45	~ 77.95	77.7	2	-5	-10	50
2	77.95	~ 78.45	78.2	3	-4	-12	48
3	78.45	~ 78.95	78.7	6	-3	-18	54
4	78.95	~ 79.45	79.2	11	-2	-22	44
5	79.45	~ 79.95	79.7	19	-1	-19	19
6	79.95	~ 80.45	80.2	22	0	0	0
7	80.45	~ 80.95	80.7	17	1	17	17
8	80.95	~ 81.45	81.2	9	2	18	36
9	81.45	~ 81.95	81.7	7	3	21	63
10	81.95	~ 82.45	82.2	3	4	12	48
11	82.45	~ 82.95	82.7	1	5	5	25
計				100		-8	404

手順5 平均値xを計算します。

平均値xは、次式によって求めることができます。

$$\begin{aligned} \bar{x} &= x_0 + \frac{\sum uf}{n} \times h \\ &= (\text{uを0とおいた区間の中心値}) + \frac{(\text{ufの合計})}{n} \\ &\quad \times (\text{区間の幅}) \end{aligned}$$

上の公式を用いて計算すると、次のようになります。

$$x = 80.2 + \frac{-8}{100} \times 0.5 = 80.2 - 0.04 = 80.16$$

手順6 標準偏差値sを計算します。

$$\begin{aligned} s &= h \times \sqrt{\frac{\sum u^2 f - \{(\sum uf)^2 / n\}}{n-1}} \\ &= (\text{区間の幅}) \times \sqrt{\frac{(\text{u}^2 \text{ f の合計}) - \{(\text{ufの合計})^2 / (\text{データの数})\}}{(\text{データの数}) - 1}} \end{aligned}$$

この例の場合、

$$\begin{aligned}
 s &= 0.5 \times \sqrt{\frac{404 - \{(\text{ufの合計})^2 / (\text{データの数})\}}{100 - 1}} = 0.5 \times \sqrt{\frac{404 - 0.64}{99}} \\
 &= 0.5 \times \sqrt{\frac{403.36}{99}} = 0.5 \times 2.018 = 1.01
 \end{aligned}$$

となります。

[注] 標準偏差 s の計算に当たって $(n-1)$ で割らないで n で割る公式、つまり

$$\begin{aligned}
 s &= h \times \sqrt{\frac{\sum u^2 f - \{(\sum uf)^2 / n\}}{n}} \\
 &= (\text{区間の幅}) \times \sqrt{\frac{(u^2 f \text{ の合計}) - \{(\text{ufの合計})^2 / (\text{データの数})\}}{(\text{データの数})}}
 \end{aligned}$$

で示してある書物もありますが、ここでは母集団の標準偏差 σ や分散 σ^2 をかたよりなく推定できる前者の方法、つまり、 $(n-1)$ で割るやり方を述べておきます。

手順7 ヒストグラムに x と s の値を記入します。

ヒストグラムの余白にデータ数 n 、平均値 x 、標準偏差 s の値を書き入れます。また、横軸に対して平均値や規格値の位置に垂線を引きます。

これで図5-4のヒストグラムが出来上がります。

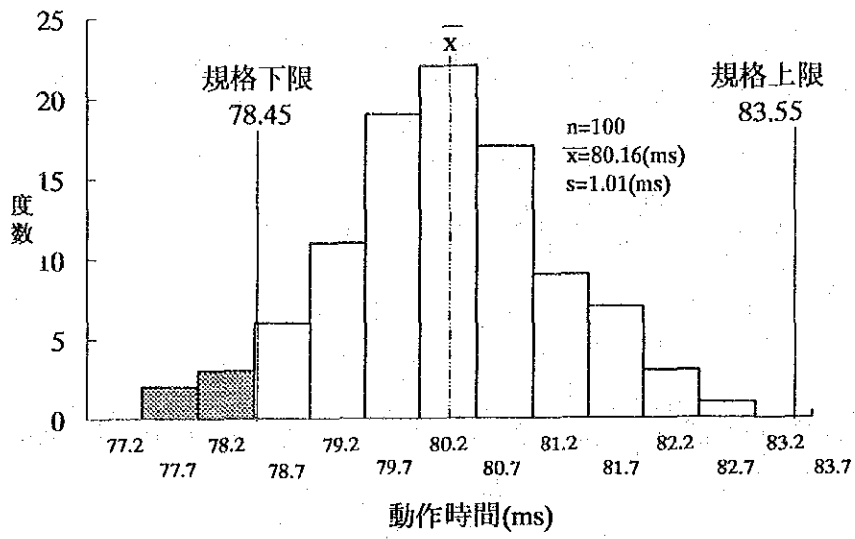


図5-4 動作時間のヒストグラム

VI 層別

1 層別とは

クレームや不良品の発生原因とか、部品寸法のばらつきを検討する場合、機械によってクレームの発生状況に差がないか、原材料によって不良品の出方に差がないか、作業員によって部品寸法に差がないかなどと考え、機械別に、原材料別に、作業方法別に、あるいは作業員別にデータをグループ分けして比較することをよく行います。

層別とは、このように“機械別、原材料別、作業方法別または作業員別などのようにデータの共通点やくせ、特長に着目して、同じ共通点や特長をもついくつかのグループ（層という）に分けること”を言います。データの共通点や特長とは、データが生まれてくるまでの歴史、例えば、どの原料を使い、どの機械、設備で、だれが、どのような方法で加工・製造したのかということです。すなわち、データがとられた状態、つまり、いつ、誰が、どこで、何を、どのような方法でデータを取ったかということです。

層別は非常に重要な考え方で、パレート図、ヒストグラム、グラフなどを書くときは、層別して作ることが大切です。層別の仕方いかんでアクションの良し悪しが決まってしまうので、前もって製品の流し方、サンプリング方法やデータの取り方に注意し、作業日誌なども製品の経歴が分かるようにしておく必要があります。

2 層別のやり方

品質のばらつきや不良の発生原因はいろいろあって、どの要因がどの程度影響しているかを知るには、原料別・機械別・作業員別・時間別など、重要と思われる要因別にデータを層別し比較する必要があります。データを層別してとるには、その製品や製造工程の技術的な知識や経験を活用し、特性要因図の中骨や小骨でデータをグループ分けすると良いでしょう。

特性値にばらつきを与える要因の中には、計量的要因（例えば、温度、寸法、重量などのように、特性値が連続量として計って得られる要因）と計数的要因（例えば、装置、機械、原料、部品メーカーなどのように、特性値が不連続な量として数えて得られる要因）があります。工程で通常行われる層別には計数的要因についてであり、どの要因を取り上げて層別するかは、管理または解析を目的によって決めなければなりません。技術的に考えていろいろやってみることも必要です。

職場で普通に用いられる層別の項目としては、次のようなものがあります。

〈層別の対象となる項目〉

- ① 時間別…時間、日、午前・午後、昼・夜、作業開始直後・終了直前、曜日、週、旬、月、季節別。
- ② 作業員別…個人、年齢、経験年数、男・女、組、直、新・旧別。
- ③ 機械、設備別…機種、号機、型式、性能、新・旧、工場、ライン、治工具、金型、ダイス別。
- ④ 作業方法、作業条件別…ラインスピード、作業方法、作業場所、ロット、サンプリング、温度、圧力、速度、回転数、気温、湿度、天候、方式別。
- ⑤ 原材料別…メーカー、購入先、産地、銘柄、購入時機、受入ロット、製造ロット、成分、サイズ、部品、貯蔵期間、貯蔵場所別。
- ⑥ 測定別…測定器、測定者、測定方法別。
- ⑦ 検査別…検査員、検査場所、検査方法別。
- ⑧ 環境、天候別…気温、湿度、晴、曇、雨、風、雪、雨期・乾期、照明別。
- ⑨ その他…新製品・従来品、初物、良品・不良品、包装、運搬方法別。

3 層別の実施例

工程を解析する場合には、技術的、経験的によく考えて、さまざまな要因についてQC手法を用いて層別して見る必要があります。特に、グラフ、パレート図、特性要因図、ヒストグラム、そして後述の散布図及び管理図などは、層別を行って、これを比較し、層間（グループ間）の違いを明らかにすることが重要です。そして、層間にはっきりした差が表れた場合、“層別がうまくいった”と称します。

これまでに学んできた手法について、以下に層別の実施例を示しましょう。

(1) 層別したグラフ

衣類の洗濯において、その効率を上げるためには、ちょっと考えただけでも洗剤の使用量、石鹼の種類、洗濯の方法、水質、水温、生地など、いろいろな要因が考えられます。これらの要因の中でも洗剤の濃度と洗濯時間は比較的影響が大きいものと考えられます。

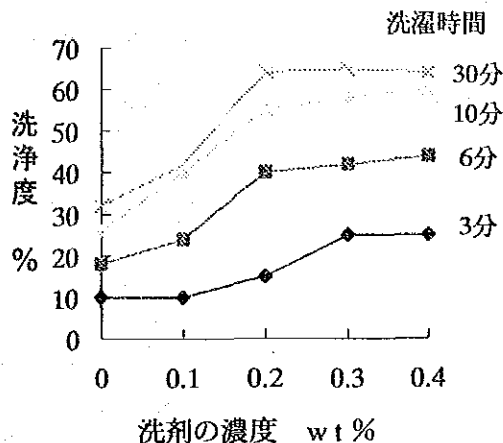


図6-1 洗濯時間で層別したグラフ

図6-1は、洗剤の濃度と洗濯時間との関係を測定し、折れ線グラフにしたものです。洗剤の濃度については、0.2~0.3%の濃度で飽和状態になるので、0.3%以上の洗剤を多く入れることはムダであることが分かります。また、洗濯時間についても10分と30分では洗浄度はあまり差がないので、10分以上洗濯機を回すことは意味がないと言えます。このグラフでは、洗濯時間という計量的要因が層別項目となっています。

(2) 層別したパレート図

マシンやタイプライタに使用されるゴムタイミングベルトの製造工程において、母型寸法（帆布を裁断し、規定の寸法にジョイントしてできた筒状の半製品を母型という）の不良が多く、手直しに工数がかかり、困っていました。そこで、現行の不良率1.53%を半減し、0.7%以下にするようQCサークル活動を始めました。

重点不良を抽出するために、母型寸法について不良項目別のパレート図を作成したものが、図6-2の(a)です。これから“裁断ゆがみ”、“ジョイント段違い”の2つで全体の70%を占めていることが分かったので、この2項目を重点項目として取り組むことにしました。

要因解析の結果、それぞれの問題点をつかむことができたので、表6-1のような対策を打ちました。その結果、図6-2の(b)に示すように、裁断ゆがみとジョイント段違いは激減し、全不良件数は111件から53件に、不良率は1.53%から0.66%に減少し、目標を達成することができました。

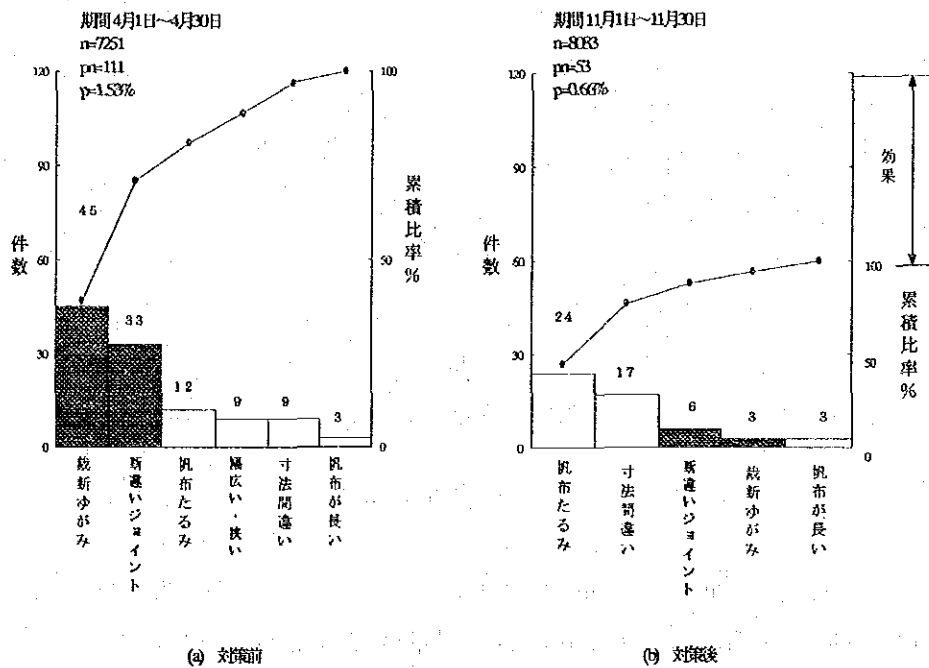


図6-2 母型寸法不良項目で層別したパレート図

図6-2の(a)及び(b)は、不良項目で層別したパレート図です。また、(a)と(b)は、対策前・後で層別したパレート図です。このように、層別を工夫するといろいろなことが分かります。

表6-1 問題点と対策

	No.	主要因	問題点	対策案	期日	担当
裁断ゆがみ	①	裁断台が固定されていない	幅の広いものを切るとき、裁断台はのける	裁断台の改善	10/15まで	メンバー全員
	②	裁断幅に決まった目印がない	毎回定規で測る			
	③	止め具が両端合っていない	直角度が出しにくい			
	④	合わせ間違い	裁断幅の種類が多い	厚いものにする(2mm)	10/11まで	リーダー
	⑤	L型定規が不安定	薄いのでゆがむ(1mm)			
	⑥	台車に乗っている帆布が不安定	帆布が左右に移動して切りにくい			
ジョイント段違い	⑦	2台のミシンを使用	帆布の種類が決まっていない	帆布の種類別に限定	9/16まで	準備作業員
	⑧	帆布の両端をクリップで止めている	スタートで上下がずれる	固定治具で止める	10/27まで	準備作業員

(3) 層別した特性要因図

エアークリーナーの組付工程を担当しているAサークルは、男子5名の他、40歳から60歳までの17名の婦人を含む22名で構成されています。工程内不良である欠品を月5件以内にする目標を掲げて活動に取り組むことにしました。欠品を部員で層別し、セクション、うめ栓、かしめピン及びガスケットの部品ごとに特性要因図を作成し、これを総合化したものが図6-3です。

特性要因図もただ1枚書いておしまいということではなく、このような層別したものを何枚も書くと有益な情報が得られます。

(4) 層別したヒストグラム

メーキャップ化粧品として使われるい固形おしろいの成型工程において、ラインの稼働率が低いので、この原因を調査中です。稼働率の阻害要因についてパレート図を作成してみたところ、段取時間に問題があることが分かったので、さっそく日報より最近1か月間のデータを抽出し、実態を調査してみることにしました。

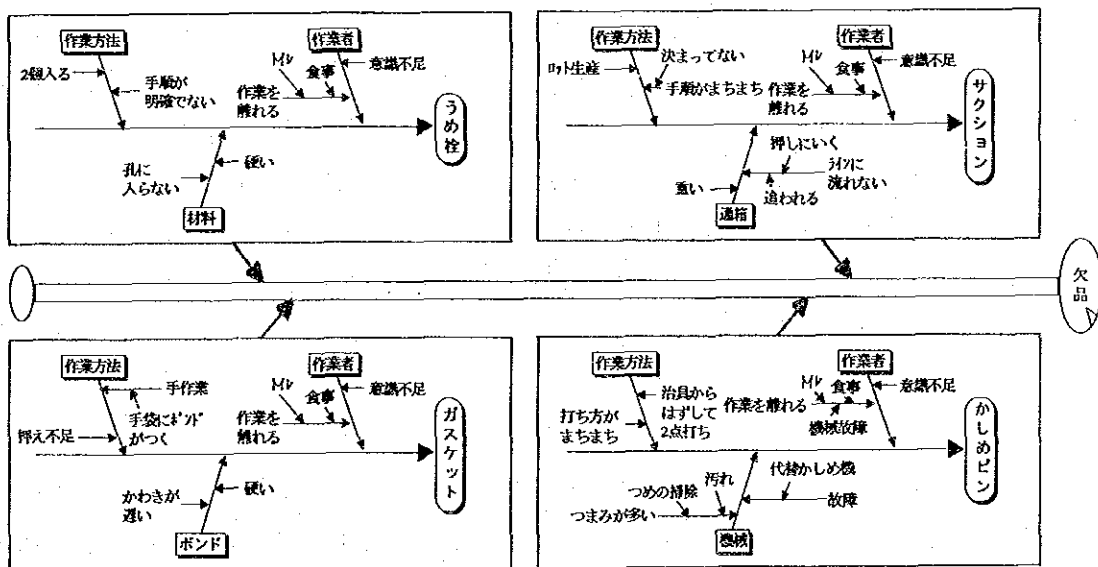


図6-3 部品で層別した特性要因図

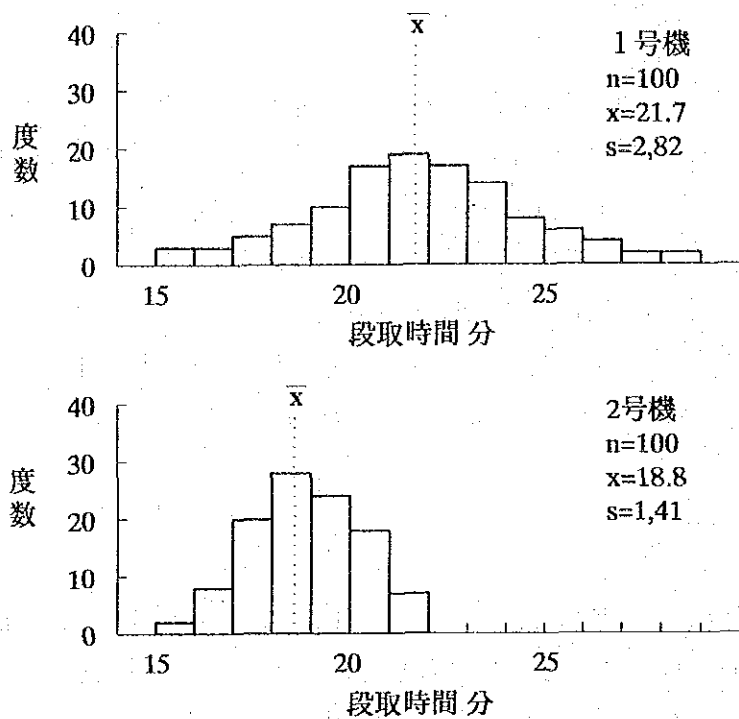


図6-4 機械で層別したヒストグラム

成型作業は1号機と2号機の2台の機械で行っているのですが、号機別のヒストグラムを作成してみたのが、図6-4のヒストグラムです。これから、1号機は、2号機に比べ、段取時間のばらつきが大きく、また平均段取時間も長いことが分かりました。この原因について調べてみたところ、1号機は攪拌棒がねじ曲がり、センターとずれていたため、調整に狂いが生じ、多くの調整時間要していることが分かり、修理しました。この結果、段取時間は、2号機と同じようになりました。

4 層別に当たっての注意

データを層別しなかったり、層別する項目を誤ると大切な情報を見失ってしまいます。一方、上手な層別をすると対策がとりやすく改善が進みます。層別に当たっては、次の注意が必要です。

(1) データの性格や履歴を明らかにしておく

データに関していろいろな層別ができるように、データの性格や履歴を明らかにしておくことが必要です。すなわち、そのデータが1号機で作ったものか、2号機で作ったものか、それとも甲さんが削ったものか、乙さんが削ったものかなど、その状況が分かるようにしておく必要があります。

そのためには、

- ① 5W1H、つまり誰が（who）、何を（what）、いつ（when）、どこで（where）、なぜ（why）、どのようにして（how）を明記しておく。
- ② 製品は、違ったものが混じらないよう細かく区分しておく。
- ③ データは、目的に合わせて設計したチェックシートを用いてとる。
- ④ 作業日誌、伝票、データ記録用紙は、層別したデータがとれるよう設計し、的確な情報がとれるような体制を作っておく。
- ⑤ 不良品や手直し品の置き場を工夫し、不良現象別に層別できるよう容器や箱、棚を用意しておく。

(2) いろいろな項目で層別してみる

特性要因図を作成して、大きな影響を及ぼしていると思われる要因で層別してみます。もし、層間に違いがなければ、層別の要因を変えてやってみます。装置による差があると思っていたものに差がなかったり、ないと思っていた作業員間に差があったりします。

いろいろな要因で層別できるようにデータを取り、解析して層間の違いを確認することによって、はじめて改善に結びつく真の原因がつかめます。

(3) 層別で得られた情報はアクションに結びつける

層別に行って層間に違いのあることが分かって、そのまま放置していたのでは、改善に結びつけることはできません。なぜ、層間に違いがあるのか、どの層が一番良いのか、平均はどうか、ばらつきはどうかなど、固有技術を駆使してその原因を追究し、良い方に近づけるようアクションを取ることが重要です。

VII 散布図

1 散布図とは

いままで、パレート図とかヒストグラムなどの手法を勉強してきましたが、これは1種類のデータを解析する方法です。例えば、動作時間について100個のデータを集め、ヒストグラムを作って、動作時間のばらつきの状態を調べています。

ところが、私たちの職場では、1種類のデータだけでなく、2種類のデータ間の関係を問題にすることが起こってきます。特性要因図を書くと、1つの特性に対して関係があると思われる数多くの要因があがってきます。そうすると、特性と要因との間に本当に関係があるのだろうかということを探ったり、要因をどのような値にすれば特性がどうなるのかなどの相関関係を知る必要が起こります。

例えば、特性要因図の作り方で取り上げた例を見ると、“機械試験の作業ミス”という特性（結果）に対する要因（原因）として“記入方法の誤り”が上がっています。そうすると、“記入方法の誤り”と“機械試験の作業ミス”とは本当に関係があるのだろうか、もしあるとすれば、記入方法の誤りがなくなれば、“機械試験の作業ミス”はどれだけ少なくなるのだろうかということを知る必要が起こります。

このようなとき、散布図を使うと難しい計算をしなくても2種類のデータの間を調べることができます。

散布図とは、対応する2種類のデータを横軸と縦軸にとって打点して、作った図を言います。

散布図を作る目的は、対応する2種類のデータについて、その散らばりの状態をみて

- ① 関係があるかどうか。
- ② 関係がある場合、ある特性値を規格値の範囲内に入れるためには、要因をどのような値に調節すればよいかを調べるのに使います。

ここで、“対応する”という言葉が出てきましたが、化学薬品の原料の純度と製品の歩留りとか、鋼材の引張強さと硬度というように、対になっていることを対応するといいます。

Aさんは身長163cm 体重54kg

Bさんは身長170cm 体重62kg

というと、Aさん、Bさんそれぞれに身長と体重とが対応したデータとしてとられていることになります。図7-1はある工場の秋季健康診断の結果から、身長と体重との関係を散布図に表したものです。なお、散布という言葉は広辞苑によれば“まき散らすこと”とあります。図7-1をもう一度見て下さい。データをまき散らされていますね。

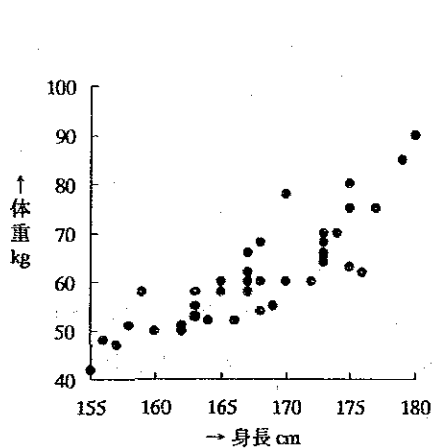


図7-1 身長と体重の散布図

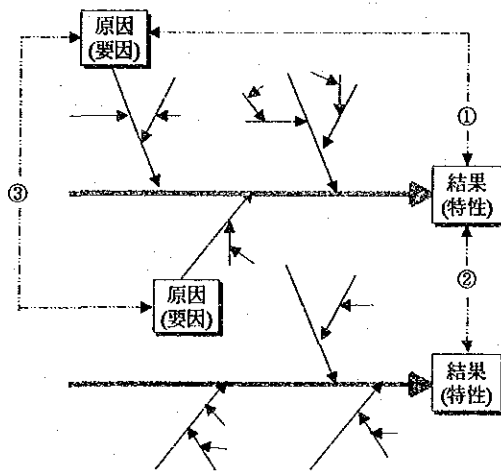


図7-2 対応する2種類のデータの関係

2 対応する2種類のデータにはどんなものがあるか

現場で関係があると思われる2種類のデータというのは非常に数多くあります。大別すると次の3つになります。それぞれについて例を上げてみます。みなさんの職場では、それぞれについてどんなデータがあるか考えて下さい。

(a) 原因(要因)と結果(特性)との関係

- ・原料の純度と製品の歩留り
- ・鑄鉄の黒鉛の量と製品の抗張力
- ・照明の明るさと仕事の能率
- ・QCサークルの会合時間と効果金額
- ・職場の経験年数と手直し件数

(b) ある結果(特性)と他の結果(特性)との関係

- ・鍛造工場の電力原単位と蒸気原単位
- ・鋼材の引張強さと硬度

- ・製品のクレーム率と仕損率
- ・提案の件数とQCサークルテーマ完了件数
- ・QCサークル会合の発言率と出席率

(c) ある結果（特性）に対する2つの原因（要因）どうしの関係

- ・検査工程での照明の明るさと検査員の技能
- ・鋼板酸洗時の酸洗時間と酸洗温度
- ・加熱炉の保持時間と保持温度
- ・災害防止における安全動作と安全服装
- ・人間の年齢と肺活量

〈具体例〉

鋼の焼入温度と硬さとの関係を調べるため、先週の作業日報から焼入温度（x）と硬さ（y）についてのデータを集めました。データは30組ありました。

表7-1 対応するデータ

No.	x 焼入温度 (°C)	y 硬さ (度)	No.	x 焼入温度 (°C)	y 硬さ (度)	No.	x 焼入温度 (°C)	y 硬さ (度)
1	810	47	11	840	52	21	810	44
2	890	56	12	870	53	22	850	53
3	850	48	13	830	51	23	880	54
4	840	45	14	830	45	24	880	57
5	850	54	15	820	46	25	840	50
6	890	59	16	820	48	26	880	54
7	870	50	17	860	55	27	830	46
8	860	51	18	870	55	28	860	52
9	810	42	19	830	49	29	860	50
10	820	53	20	820	44	30	840	49

xの最大値=890 yの最大値=59
 最小値=810 最小値=42

3 散布図の作り方

手順1 対応するデータを集める

関係があるかどうかを調べたい2種類のデータを対応する形で集めます。対応するデータをそれぞれ、x、yとします。要因と特性の場合は要因x、特性

yとします。

データ数が少なすぎると関係がはっきり分からない場合がありますから、30組以上を集めることが望まれます。また、データの履歴がはっきりとした、できだけ最近のものとしてします。

手順2 データ x、y、それぞれの最大値と最小値を求める。

x、y、それぞれのデータを見て、最大値と最小値を求める。

手順3 横軸と縦軸を作る

グラフ用紙を使った方が便利です。横軸に x、縦軸に y をとります。要因と特性の場合には、要因が横軸、特性が縦軸になります。

最大値と最小値の差（範囲）が x、y それぞれほぼ等しい長さになるように目盛ります。目盛は、横軸は左→右に小→大の値、縦軸は下→上に小→大の値とします。

手順4 データを打点する

横軸と縦軸のデータが交わる点を・で打点します。同じデータが2つあって打点が重なる場合は◎、3つあるときは◎とします。

手順5 必要事項を記入する

データの数、採取時期、目的、製品名、工程名、作成部署、作成者、作成月日、などを余白に記入します。

横軸を x（焼入温度）、縦軸を y（硬さ）とします。

$$x \text{ の最大値} - x \text{ の最小値} = 890 - 810 = 80$$

$$y \text{ の最大値} - y \text{ の最小値} = 59 - 42 = 17$$

x のデータの範囲80と y のデータの範囲17とがグラフ用紙上でほぼ等しい長さになるように目盛を決めます。

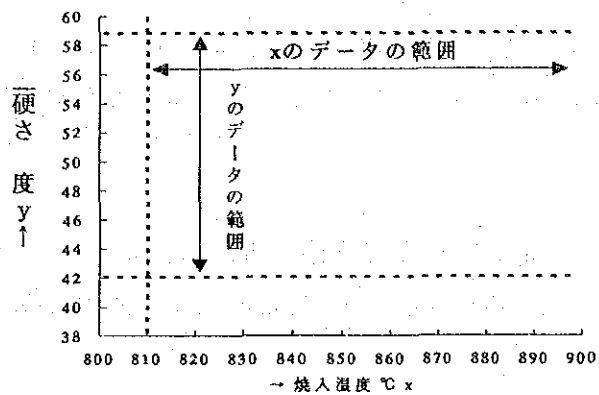


図7-3 横軸と縦軸の目盛

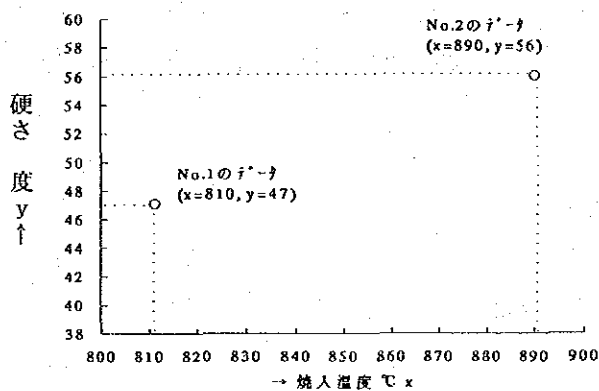


図7-4 データの打点の仕方

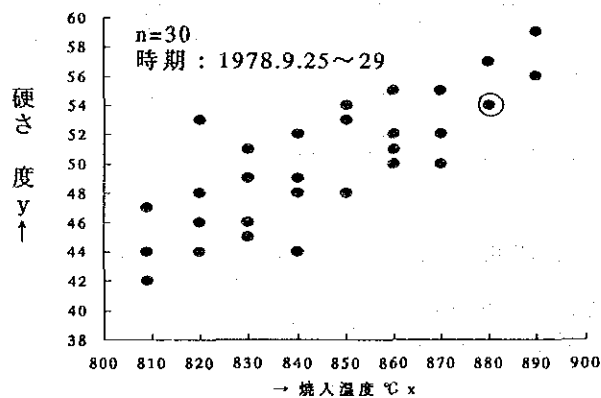


図7-5 鋼の焼入温度と硬さの散布図

4 散布図の見方

(1) 相関関係について

散布図を作るときに取り上げた対応のあるデータ、 x 、 y の間に、 x の値が変化すればそれに応じて y の値が変化するような関係があるときには“相関がある”といいます。そして x の値が増えるにつれて y の値が増える場合を“正の相関がある”といい、 x の値が増えるにつれて y の値が減っている場合を“負の相関がある”といいます。

散布図の点の散りばり方を見ることによって相関のあるなしを調べることができます。

(2) 散布図の見方

(a) 正の相関がある (図7-6(a))

x が増えると y も増えていく傾向にあるので、“正の相関がある”といいます。 x を正しく管理すれば、 y も管理することができます。

(b) 負の相関がある (図7-6(b))

x が増えると y は減っていく傾向にあるので、“負の相関がある”といいます。正の相関と同じく、 x を正しく管理すれば、 y も管理することができます。

(c) 正の相関がありそうだ (図7-6(c))

x が増えると y もだいたい増えていきそうな傾向にあるので“正の相関がありそうだ”といいます。しかし、(a)のように点の並び方が直線的になっていないのは、 y の値が x 以外の影響も受けていることが考えられます。 x 以外の要因も探して管理することが必要です。

(d) 負の相関がありそうだ (図7-6(d))

x が増えると y はだいたい減っていきそうな傾向にあるので“負の相関がありそうだ”といいます。(c)と同様に y 以外の要因も探して管理することが必要です。

(e) 相関がない (図7-6(e))

x が増えても y には影響がないので“相関がない”といいます。 x 以外の y に影響する要因を見つけることが大切です。

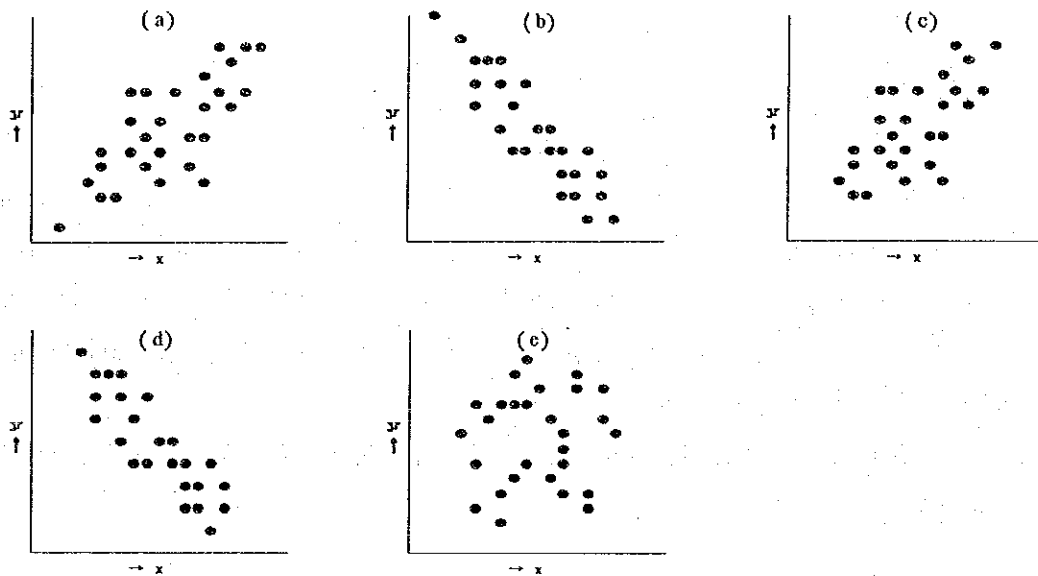


図7-6

(3) 散布図を見るときにの注意事項

(a) 異常点はないか (図7-7(a))

全体の点の並びから飛び離れた点があれば、まずその原因を調べてみることです。原因が判明すればその点を除いて判断し、もし原因が不明のときはその点も含めて判断するのが普通です。多くの場合、測定の誤りとか不良品の混入など特別な原因によることが多いようです。

(b) 層別の必要はないか (図7-7(b)及び(c))

全体として見ると相関がなさそうですが、層別してみると相関がある場合があります。また反対に、層別してみると相関がない場合もあります。従って、散布図を書く場合には、まず、層別について検討し、層別にした散布図を書くか、点の印を変えてみたり、色分けをするなどが必要です。

(c) 偽相関ではないか

技術的に見た場合に“相関がある”ことが考えられないのに、散布図に書くとたまたま“相関がある”という状態になることがあります。このようなものを“偽相関がある”といいます。

散布図は、“なぜ相関があるのか”について教えてくれません。散布図の結果をそのまま信用するのではなく、2つのデータの間を技術的に検

討して、相関があることが考えられるかどうか確認することが必要です。

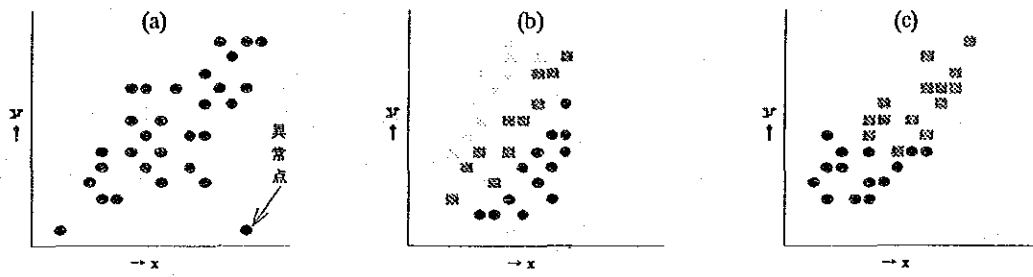


図7-7

Ⅶ 管理図

1 管理図の考え方

管理図は、管理をうまくやっていくための道具であることははじめに述べましたが、まず第一にはっきりさせておかなければならないことは、“管理とは、どうすることか？”ということです。管理とは、一言でいえば、

- ① 目標・計画の通り達成していくための活動
- ② あるものを決められた範囲内、ねらった範囲内に維持していく活動

であるといえます。

2 管理図とは

(1) 管理図の構造

管理図は、図8-1のような構造をしています。その構造とは、管理の考え方を分かりやすく示しています。管理図は、中心線（CL）と上方管理限界線（UCL）と下方管理限界線（LCL）の3つを基本に構成されています。この3つの線に対して、実際に採取したデータを順次打点していくのです。そして打点すると同時に必要な事項をどんどん記入していきます。

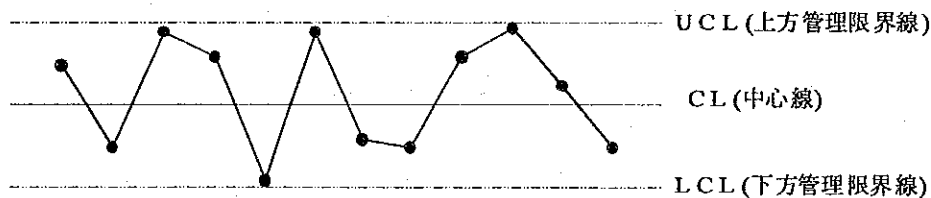


図8-1管理図の構造概念

(2) 管理図の特長

管理図が非常に有効な道具であるということは、管理図が次のような優れた特

長を持っているからです。

- (a) **見て分かりやすい**
数字の羅列ではなく、図になっているので見やすく分かりやすい。多くの人が仕事をするところで、分かりやすいということは非常に大切なことである。
- (b) **だれが見ても合理的に正常・異常の判断ができ、誤りが少ない。**
中心線(CL)と同時に上方・下方管理限界線(UCL、LCL)を持っている。
- (c) **一定のやり方を覚えて、公式に従って、計算・作図ができる。**
公式は統計的理論に基づいている。データシート等を準備しておけば簡単に計算できる。
- (d) **時系列的に、推移・動きを追って継続的に見ていける。早期に異常を見つけることができる。**

特に、管理図が上方・下方管理限界線を持っていることは大切な特長です。中心線と管理限界線をもとにして、データ(打点)の動きから、早期に、判断誤りを少なく、異常を発見することができるのです。図8-2によって、単なる推移グラフと管理図の違いをハッキリつかんで下さい。

管理図の限界線は、普通は定められた公式に従って計算し、管理限界の幅が決まります。この公式は3つのシグマ(σ)法といって、上方・下方の限界幅が、工程の実績データのばらつきを標準偏差=シグマ(σ)で表し、それを3倍した幅になります。管理限界の幅は狭すぎても広すぎてもその役目が果たせないのですが、3シグマの幅をとることは实际的・合理的です。

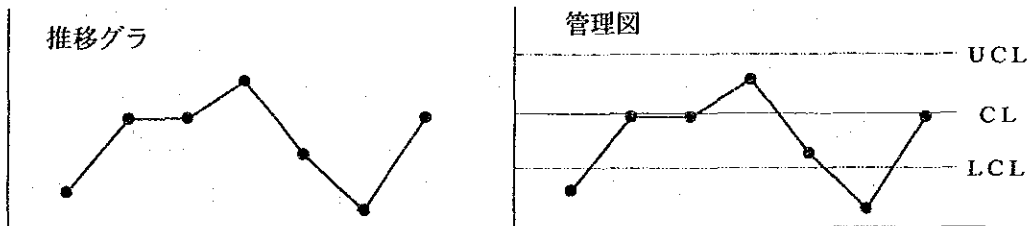


図8-2 推移グラフと管理図の違い概念

(3) 管理図の目的

管理図の目的は、あくまでも、工程、特にその原因系に当たるものをうまく管理していくことであり、そのために必要な、的確な判断・誤りのない真の原因の究明・迅速な処置について適切な情報・信号と指針を示すということです。

管理図を使っていく目的として、“解析用”、“管理用”という区別をすることがあります。どちらも管理図の働きは同じですが、

- ・工程の状態とその原因の比較的つかめていない場合、それを調査する段階で使用する……解析用
- ・ある程度解析が進み工程の状態もつかめ、改善が進んで管理のやり方も定まってきた段階、さらにその後の管理のために使用する……管理用

という区別です。

(4) 管理図の働き

品質管理で取り上げるばらつきは、次の2つに大きく区分されます。管理図の上では、この区分は非常に重要なことです。

ばらつき

- ① 見逃せない（原因究明と改善を要する）原因によるばらつき……異常
- ② 自然な状態で起きる（避けることができない）原因によるばらつき……正常

そして、異常のない工程を“安定した工程”または“管理状態にある工程”と呼びます。また、異常のない状態を“安定した状態”、“管理状態”と呼びます。逆に、異常が起きているか続いている工程を“安定していない工程”、“管理状態にない工程”と呼びます。

われわれは、管理図によって、工程が安定しているかどうかを判断し、工程を管理状態にしていく活動をするわけです。管理図の上方・下方管理限界線は、統計的理論をもとに定められるものであり、工程が管理状態であるか、安定しているか、またそうでないかを合理的に判断しやすくするものです。

管理図が異常を示していれば工程は管理状態にない（安定していない）、管理図が異常を示していなければ工程は管理状態にある（安定している）と考えます。管理図が異常を示す場合は、工程の中に見逃せない変動が起きているということです。ですから、さっそく原因を調査しなければなりません。

(5) 管理図の種類

管理図にはいろいろな種類のものがあります。基本的な考え方は同じですが、何を管理の対象として取り上げるか（何をどうするつもりか）によって適切な管理図を選定し、工夫して使っていかなければなりません。

(5.1) データの種類と管理図の種類

使用する管理図の種類は、まず用いるデータの種類によって決まります。データの種類は次の2つに大きく分けることができます。

- | | | |
|-----|-----|---|
| (a) | 計量値 | 長さ・重さ・時間・純度・歩留まり・電力kWhなどのように連続した量。いくらでも細かく区分測定できる。 |
| (b) | 計数値 | 不良個数・欠点数・件数・人数などのように1、2、3・・・と数える不連続数。1以下に細かく分けられない。不良率・単位当たり欠点数などのような（計数値/計数値）・（計数値/計量値）も計数値。 |

これらのデータの種類に応じて、比較的好く使われる管理図の種類として、次のようなものがあります。これの中でも、特に \bar{x} -R（エックスバーアール）管理図は計量値の管理図の代表的なもの、またはp（ピー）管理図は計数値の管理図の代表的なものです。

表8-1 データの種類と管理図の種類

データの種類	例	使用される管理図の種類
計算値の場合	長さ・幅・高さ・ 深さ・直径・面積 ・体積・重量・消 費電力量・時間	① \bar{x} -R管理図 (エックスバーアール) 平均値 (\bar{x}) 管理図と範囲 (R) 管理図
		② \bar{x} -R管理図 (エックスメジアンアール) 中心値 (\bar{x}) 管理図と範囲 (R) 管理図
		③ x 管理図 (エックス) 個々の測定値の管理図
		④ x -Rs管理図 (エックスアールエス) 個々の測定値 (x) 管理図と移動範囲 (Rs) 管理図
計数値の場合	不良率・手直し率	群の検査数が一定でないとき p管理図 (ピー)
	不良個数	群の検査数が一定のとき pn管理図 (ピーエヌ)
	単位 (面積・体積 ・長さ・個数等) 当たりの欠点数	欠点の現れる範囲の大きさが一 定でないとき (単位の大き さが変わる)。
	欠点数	欠点の現れる範囲の大きさが 一定のとき (単位の大きさが 変わらない)。

3 管理図の作り方

いろいろな種類の管理図の中で代表的なものは、 \bar{x} -R管理図とp管理図です。管理図の作り方については、この2つの管理図の作り方を理解すれば、他はその拡張ということになります。ここでは管理図の作り方を、 \bar{x} -R管理図とp管理図の2つについて取り上げます。その他については各自研究して下さい。

(1) 管理図の作り方の一般的手順

どの管理図を作るにも共通の手順として、基本的なことがあります。次の手順を参照して下さい。

手順1	管理する特性選定する（管理図に書く特性は何か）。	<ul style="list-style-type: none"> ・品質特性・管理特性・管理項目などという。 ・工程の状態を的確に表す特性を選ぶ。 ・次工程・製品の要求品質に合致する特性を選ぶ。 ・原因をさかのぼったところの前段階の特性を選んでもよい。 ・測定しやすい特性を選ぶ。測定しにくい場合は相関のある他の特性を選んでもよい。 ・製品品質以外、生産量・重量・工数・その他のものを取り上げてもよい。
手順2	<p>どのようなデータで表すかを定める。</p> <p>↓</p> <p>データの取り方を決める。</p> <p>↓</p> <p>管理図の種類を決める。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・計量値・計数值いずれか。 ・どれくらいのロット、どれくらいの頻度でデータがとれるか。 ・どの種類の管理図を用いれば適切か決める。 ・データの間隔はどれくらいか。 ・データの記録用紙を用意する。
手順3	<p>集めたデータ（記録用紙）を計算する。</p> <p>↓</p> <p>管理図を書く。</p> <p>↓</p> <p>所定の必要事項を記入する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・公式に従って、計算する。 ・ルールに従って、見やすく書く。 ・日付、測定者、ロット番号、群番号、機械名、材料名、……等、きちんと書く。

(2) \bar{x} -R管理図の作り方

(2.1) \bar{x} -R管理図とは

\bar{x} -R管理図は計量値のデータの場合用います。平均値（ \bar{x} ）管理図と範囲（R）＝（ばらつきを示す）管理図を2つ対照に組み合わせたものです。われわれの扱うデータは、平均値とばらつきの両方を合わせてみていかなければ適切な判断・処置がとれないので、その両方を対応づけて見やすくしたものです。

(2.2) \bar{x} -R管理図の作り方

手順1	<p>データを集める。データシートに記録する。</p> <p>日付・時間・群番号等、必要事項を記入</p>	<p>（データシート図8-3参照）</p> <p>記入誤りをしないこと。あとから誤りを発見するのは困難である。</p>
-----	---	---

手順2 群ごとに平均値 (\bar{x}) を計算する。

①群は $n=2\sim5$ にとるのが普通 (n は1つの群の中のデータの数、群の大きさという)。

②群は組と呼んでいる場合がある。

$$\bar{x} = \frac{\text{(群の中のデータの総合計)}}{\text{(群の中のデータの数)}}$$

$$= \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{\Sigma x}{n}$$

求める桁数は測定値の1桁下まで。

手順3 群ごとの範囲 (R) を計算する。

群の中のデータの最大値と最小値

$$R = \text{(群の中のデータの最大値)} - \text{(最小値)}$$

R は必ずプラスの値になる。

手順4 総平均値 ($\bar{\bar{x}}$) を計算する

①群ごとに計算した \bar{x} を全部合計する ($\Sigma \bar{x}$)。

② \bar{x} の合計を群の数 (k) で割る。

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \bar{x}_3 + \bar{x}_4 + \dots + \bar{x}_k}{k} = \frac{\Sigma \bar{x}}{k}$$

手順5 範囲 R の平均値 (\bar{R}) を計算する。

①群ごとに計算した R を全部合計する (ΣR)。

② R の合計を群の数 (k) で割る。

$$R = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_k}{k} = \frac{\Sigma R}{k}$$

手順6 管理線を計算する。

中心線 (CL)
 上方管理限界線 (UCL)
 下方管理限界線 (LCL)

〈公式〉

$$\bar{x} \text{ 管理図 } \begin{cases} CL = \bar{\bar{x}} \\ UCL = \bar{\bar{x}} + A_2 \bar{R} \\ LCL = \bar{\bar{x}} - A_2 \bar{R} \end{cases}$$

$$R \text{ 管理図 } \begin{cases} CL = \bar{R} \\ UCL = D_4 \bar{R} \\ LCL = D_3 \bar{R} \end{cases}$$

ただし、 n が6以下のとき
 LCLは考えない。

〈数値表〉

n	A ₂	D ₄	D ₃
2	1.88	3.27	—
3	1.02	2.57	—
4	0.73	2.28	—
5	0.58	2.11	—
6	0.48	2.00	—

- n=6以下のD₃は無視する。
- nは群の中のデータの数

手順7 管理線を記入する。
目盛を記入する。
UCL } を記入する。
CL }
LCL }
その値も書く。
左側にx、Rと管理図名を
書く。
左側に単位目盛を記入する

グラフ用紙または管理図用紙を用いる。
上方・下方管理限界線の間幅を20~30mmにと
るとよい。
打点の間隔は2~5mmにとるとよい。
限界線は
解析用管理図のとき (-----) 破線
管理用管理図のとき (-----) 一点鎖線

手順8 実際の測定データを打点す
る。
群の大きさnを記入する。

x管理図とR管理図は打点の記号を変えるとよ
い。例えば・と×。
管理限界外に出た点は◎のように外側を丸で
囲む。

手順9 その他の必要事項を記入す
る。

管理図用紙に所定された項目は必ず記入する

(2.3) \bar{x} -R管理図の作り方の例

さて、前記の手順に従って、 \bar{x} -R管理図を作ってみよう。

手順1	データシートに記入する。	データシート (図8-3参照) 既にデータは記入してあるが、実際は自分でデータをとらなければならない。
手順2	①群ごとに合計値を計算する。 ②群ごとに平均値 (\bar{x}) を計算する。 ③群の大きさ $n=5$ である。	データシートの合計 (Σx) 欄に記入する。 データシートの平均値 (\bar{x}) 欄に記入する。 例：群番号1の \bar{x} の計算 $\frac{10.6}{5} = 2.12$ 群番号2の \bar{x} の計算 $\frac{10.1}{5} = 2.02$
手順3	群ごとに範囲 (R) を計算する。 群内の R = 群内の (最大値) - (最小値)	データシートの範囲 (R) の欄に記入する。 例：群番号1の R の計算 $2.4 - 1.8 = 0.6$ 群番号2の R の計算 $2.3 - 1.6 = 0.7$
手順4	総平均値 ($\bar{\bar{x}}$) を計算する ①群ごとに計算した \bar{x} を全部計算する。 ②群の数25で割る。	データシート各群の平均値の欄を全部合計する。 $2.12 + 2.02 + 1.94 + \dots + 1.92 = 50.36$ $\bar{\bar{x}} = \frac{50.36}{25} = 2.014$
手順5	範囲 R の平均値 (\bar{R}) を計算する。 ①群ごとに計算した R を全部合計する。 ②群の数25で割る。	データシート各群の範囲の欄を全部合計する。 $0.6 + 0.7 + 0.3 + \dots + 0.5 = 12.0$ $\bar{R} = \frac{12}{25} = 0.48$

手順6 管理線を計算する。

①x管理線

$$CL = \bar{x}$$

$$UCL = \bar{x} + A_2\bar{R}$$

$$LCL = \bar{x} - A_2\bar{R}$$

②R管理図

$$CL = \bar{R}$$

$$UCL = D_4\bar{R}$$

$$LCL = \text{考えない}$$

(n=6以下の時)

$$CL = \bar{x} = 2.014$$

$$UCL = 2.014 + 0.58 \times 0.48 = 2.292$$

$$LCL = 2.014 - 0.58 \times 0.48 = 1.736$$

$$CL = \bar{R} = 0.48$$

$$UCL = 2.11 \times 0.48 = 1.736$$

注 A₂及びD₄はnによってきまる。数値表による。前項手順6参照。

手順7 管理線・データの打点・必要事項を管理図に記入する

図10.4参照。

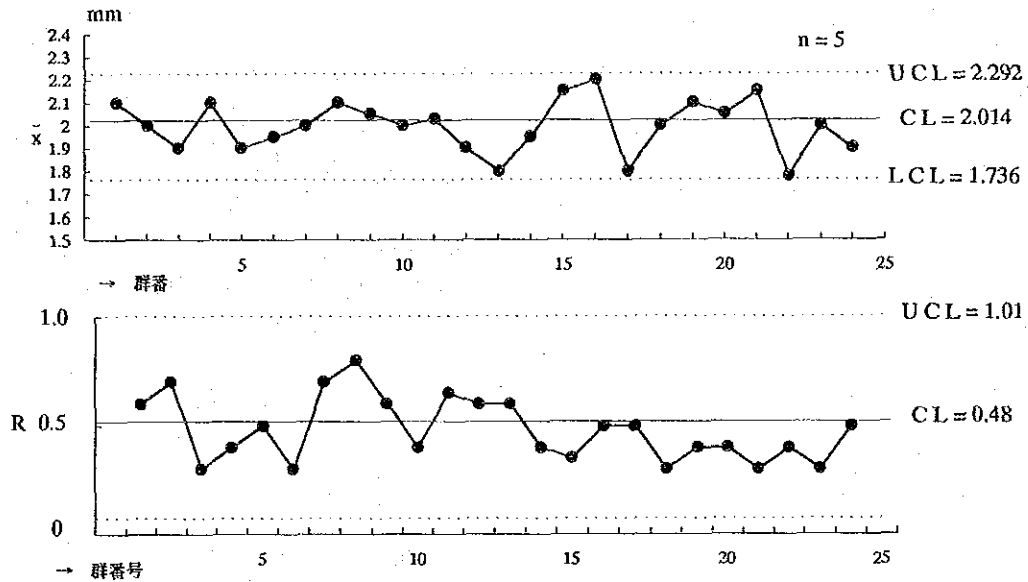


図8-4 データシートに基づく \bar{x} -R管理図

(3) p管理図の作り方

p管理図は、不良率のデータの場合に用います。不良率は次の式で計算します。

$$p = \frac{pn}{n}$$

ここで p : 不良率

pn : 不良数

n : 群の検査数

p管理図は、分母になる群の計算数 (n) が一定でなく変動する場合に使用します。分母になる群の検査数 (n) がいつも一定で同じ場所であれば、pn管理図を使用します。

ただし、不良率以外のデータについてもp管理図を使用できます。例えば、(良品数) / (製造数) などのように欠点数でない計数値の比率値 (××数) / (総数) であれば、p管理図を使用できます。

(3.1) p管理図の作り方の手順

手順1 群の大きさ(検査数)(n)と、発見した不良数(p n)を群ごとにデータシートに順を追って記入する。

データシート(図8-6参照)。
群の大きさは、n=50以上にする。nが小さいと管理図の検出力が落ちる。
群ごとのp nが1~5になるようにnをきめる(過去の発生状況などをみて)。

手順2 群ごとに不良率pを計算する。

$$p = \frac{\text{群の不良数}(pn)}{\text{群の大きさ}(n)}$$

例: 群番号1の場合

$$p = \frac{8}{835} = 1.0\%$$

群番号2の場合

$$p = \frac{12}{808} = 1.5\%$$

手順3 平均不良率p̄(ピーバー)を計算する。

①全部の群の不良数を合計する。

$$\dots\dots \Sigma pn$$

②全部の群の大きさnを合計する。

$$\dots\dots \Sigma n$$

$$\Sigma pn = 8 + 12 + 6 + \dots + 8 = 214$$

$$\Sigma n = 835 + 808 + 780 + \dots + 420 = 15,795$$

$$p = \frac{\Sigma pn}{\Sigma n} = \frac{214}{15,795} = 0.0135 = 1.35\%$$

手順4 管理線を計算する。群の大きさが異なるので、それぞれの群ごとに計算する。

中心線 CL = \bar{p}

上方管理限界線

UCL

$$= \bar{p} + \frac{3}{\sqrt{n}} \sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})}$$

下方管理限界線

LCL

$$= \bar{p} - \frac{3}{\sqrt{n}} \sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})}$$

群の大きさが変動するので管理限界線の幅も変動する

手順5 管理線を記入する。目盛りを記入する。群ごとに打点をする。

手順6 その他必要事項を記入する

$$CL = \bar{p} = 1.35 \%$$

$$UCL = \bar{p} + A\sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})}$$

例：群番号1の場合

$$UCL = 0.0135 + 0.104 \times 0.115$$

$$= 0.0255 = 2.55 \%$$

$$LCL = \bar{p} - A\sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})}$$

$$= 0.0135 - 0.104 \times 0.115$$

$$= 0.0015 = 0.15 \%$$

上記Aは、 $A = \frac{3}{\sqrt{n}}$ の値であり、数値表を利用して求められる。

$\sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})}$ の計算は、図8-6のデータシートの下部を参照。

中心線は実線、管理限界線は波線、アウトには◎。

管理図用紙に所定された項目は必ず記入する。

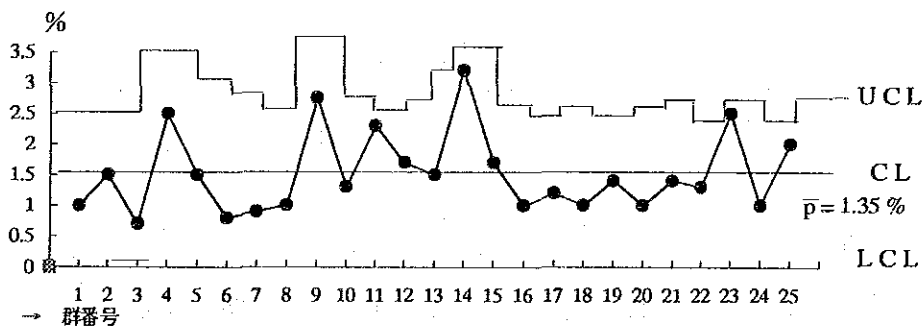


図8-5 データシートに基づく p 管理図

4 管理図の見方

管理図は、工程の状況についていろいろな上方を示します。それを早く的確に読み取り、判断を下さなければなりません。管理図がせっかく信号・警報を出してくれているのに、それを読み取らなければ工程の管理はできません。そのためには、管理図の見方についてよく勉強し、実際に当たって、即座に判断できるように、いろいろなケースについて経験する必要があります。

第一に必要なことは、管理図による“異常の見分け方”をよく知っておくことです。一般に、管理図の中に現れる異常は、

- ① アウト……上方・下方管理限界線を打点が飛び出す。
- ② クセ……打点の並び方がクセを持っている。

に大きく分けられます。“アウト”の方はすぐ気がつくのですが、“クセ”の方は、よく注意してみていく必要があります。管理図の中の点の現れ方を次に例で示しておきます。このような点が現れたら、“工程は異常である”か、“原因究明する必要がある”と判断し、さっそく活動をしなければなりません。

- (a) アウト 上方・下方管理限界線を飛び出した点。ただし限界線上オンラインはアウトとする。

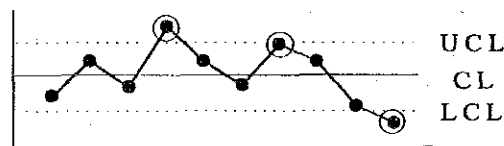


図8-7

- (b) 連(レン) メジアン線(全点の数を半分ずつ上下に分ける線)の片側に点が続く状態を連といい、その続く点の数を連の長さといいます。 \bar{x} 、 $\bar{\bar{x}}$ 、 \bar{x} の各管理図の場合は、メジアン線の代わりに、中心線を用います。長さ7つの連の異常は

連の長さが6以下のでも

- ① 連続11点中少なくとも10点が中心線の片側にあるとき
- ② 連続14点中少なくとも12点が中心線の片側にあるとき
- ③ 連続20点中少なくとも16点が中心線の片側にあるとき

は異常

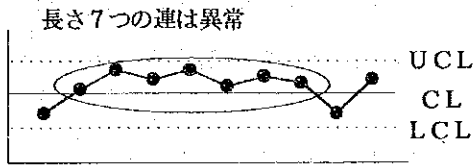


図8-8

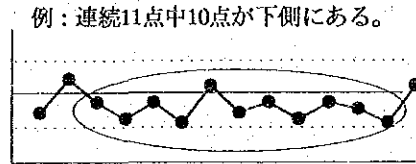


図8-9

(C) 傾向 点が連続して上昇または下降する場合、小さく上昇・下降を繰り返しながら、全体として大きく上昇・下降する場合、傾向があるという。

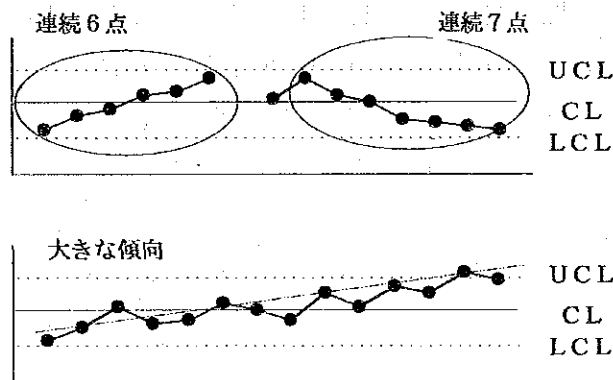


図8-10

(d) 接近

管理限界線への接近 中心線と管理限界線の幅を3等分する。管理限界線に近い部分に連続する3点中の2点が入れば異常。

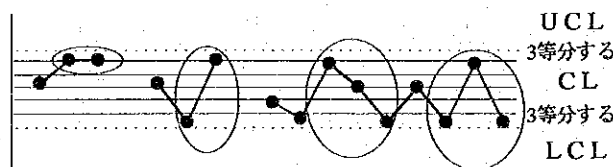


図8-11

中心線への接近 中心線と管理限界線の幅を2等分する。中心線に近い部分に大部分の点が入る場合……層別が不適當、原因の調査が必要。

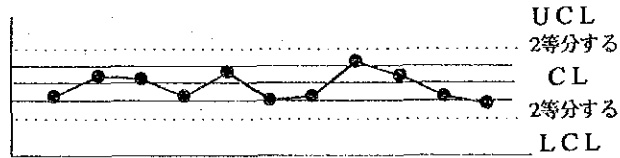


図8-12

(e) 周期性 繰り返し同じ間隔で、上昇・下降が現れる。周期を起こす原因の調査が必要。

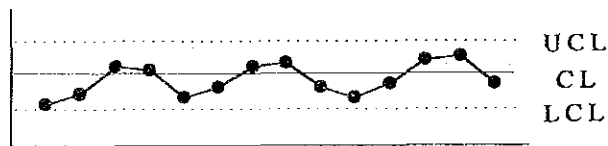


図8-13

