

工程能力

V



工程能力確認教本

まえがき

品質問題には、要求条件との違いが有ることと、差が有ることの2つに大別される。ここでは、後者の評価を行うための「工程能力」の確認方法を説明する。

集団の製品完成特性は、材料や部品および加工方法により厳密には一個として同じものは無い。原因分析方法は後の課題として、この「バラツキ」の規格との適合の評価の方法について学ぶ。その評価の方法を「工程能力」と呼ぶ。

要求規格巾とバラツキ巾(標準偏差を指す)との対比を「CP」と呼んでいる。またバラツキ中心の規格中心との偏りを含めて計算した「工程能力」を「CP_K」と呼んでいる。「比」を表わすので単位は無い。では、これら2つの工程能力を確認するための統計方法と関係するグラフについて以下に説明する。

目次

1. ヒストグラム
2. 平均
3. バラツキ
4. 平方和
5. 分散
6. 標準偏差
7. 標準偏差内に含まれる確率
8. 工程能力指数
9. 工程能力指数と望まれる対応
10. 工程能力指数と推定不良率
11. むすび

1. ヒストグラム

要求条件に対して、品質特性を集計した集団のバラツキ状態を表わす方法にヒストグラムがある。要求条件の値を幾つかの範囲に分割して、その一範囲の中に含まれる製品の数に「度数」と呼び、分割した範囲を軸にして度数を柱状のグラフに表わしたグラフを「ヒストグラム」と呼んでいる。バラツキの中央値と平均値が同じ場合には「正規分布」の曲線に重なるが、実際には「正規分布」の曲線に重なるとは限らない。「ヒストグラム」と「正規分布」の名前を混同してはならない。

1-1. ヒストグラムの作り方

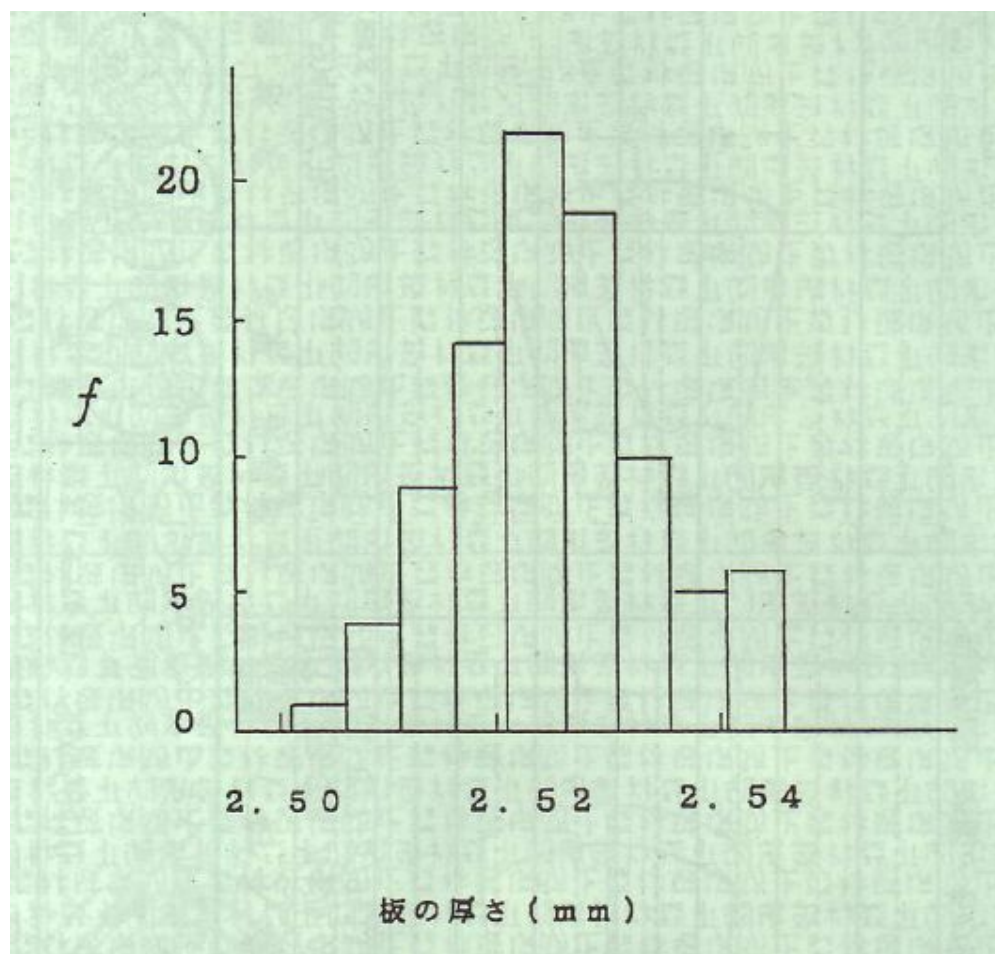
- 1) 特性データの最大から最少の間を、値を幾つかに等分してグループに分ける。
データ数が少なく、分けた後のグループ数が多いと、グラフは歯抜け状態になる。
- 2) 各区間の度数(台数)をカウントして度数表の例を以下に作成して見た。

度数表

N o	区間	区間の中心値 $\bar{x}$	度数マーク	度数 f
1	2.500 ~ 2.505	2.503	/	1
2	2.505 ~ 2.510	2.508	///	4
3	2.510 ~ 2.515	2.513	///	9
4	2.515 ~ 2.520	2.518	///	14
5	2.520 ~ 2.525	2.523	///	22
6	2.525 ~ 2.530	2.528	///	19
7	2.530 ~ 2.535	2.533	///	10
8	2.535 ~ 2.540	2.538	///	5
9	2.540 ~ 2.545	2.543	/// /	6

度数表に従い横軸に製品完成特性を表わし、縦軸に度数(台数)を表わし柱状グラフを作成する。

ヒストグラム



2. 平均

「平均値」とは、集団の個々の製品完成特性値を合計した数値を、合計した製品の台数で割った特性値を呼ぶ。

平均値	$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$
-----	--

3. バラツキ

バラツキとは集団にある製品完成特性値の最大と最小の差の大小を呼ぶ。その範囲は下記に示す計算で行う。

範囲	$R = x_{max} - x_{min}$
----	-------------------------

4. 平方和

「平方和」とは、平均から各製品の完成特性値のズレ(偏差)を二乗した数値を合計した値を呼ぶ。大文字の「S」で表わす。

平方和	$S = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$ $= \sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n}$
-----	--

5. 分散

「分散」とは、「平方和(S)」を全度数(台数n)の一個少ない「 $n - 1$ 」数の「自由度」と呼ぶ数で除した値を呼ぶ。つまり「平均二乗誤差」とも呼び「 V 」で表わす。

分散	$V = \frac{S}{n-1} = \frac{1}{n-1} \left[\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n} \right]$
----	--

6. 標準偏差

「標準偏差」とは、分散を開平した値を呼ぶ。その値を小さい「 s 」、または「 σ 」で表わす。

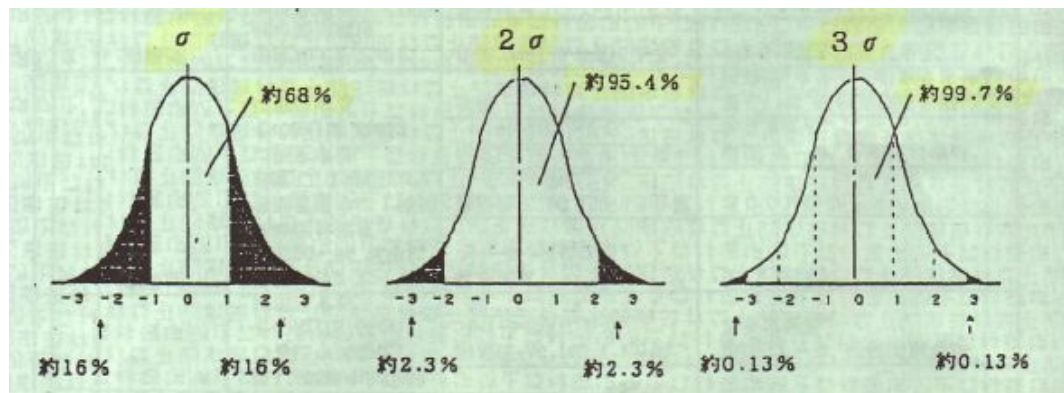
標準偏差	$s = \sqrt{V}$
------	----------------

7. 標準偏差内に含まれる確率

あくまで標準偏差を正規分布に当てはめた確率であって、バラツキの状態によって、その限りではないが、不良率の推定に使う。

すでに、正規分布から固定された値であって、標準偏差「 s 」との関係は下記のようになっている。

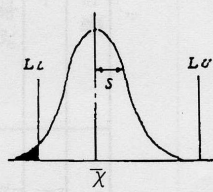
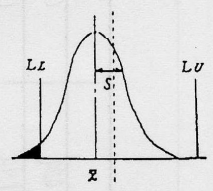
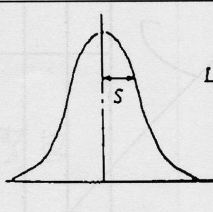
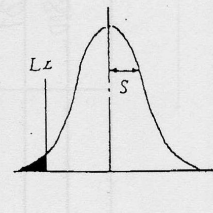
($\pm \sigma$ 、 $\pm 2\sigma$ 、 $\pm 3\sigma$)



8. 工程能力指数

『工程能力指数』を求める目的は、品質維持・改善のための工程の設定や変更が、正しいかを評価するためのものである。

『工程能力指数』とは、完成品特性のバラツキの、規格との適合性を表すもので、従来は完成特性のバラツキ状態の表示を標準偏差 σ や平均値 $\pm 3\sigma$ で表示していたが、特性規格との適合性を数値で観られるようにしたものである。以下の表の計算式で求める。

工程能力指数			
規格値	規格と分布の関係	規格と特性分布	C _p 計算式
両側規格 Lu: 上側規格 Ll: 下側規格	偏りを考えない場合		C _p : 工程能力指数 S: 分布の標準偏差 $CP = \frac{LU - LL}{6S}$
	偏りを考える場合	 $\bar{x}$ 規格値の中	K: 規格対平均値のズレ $K = \frac{ (LU + LL)/2 - \bar{x} }{(LU - LL)/2}$ $CPK = (1 - K) \frac{LU - LL}{6S}$ $LL \geq \bar{x} \geq LU \Rightarrow CPK = 0$
片側規格	上限規格だけLu		$\bar{x}$: 分布の平均値 S: 分布の標準偏差 $CP = \frac{LU - \bar{x}}{3S}$ $\bar{x} \geq LU \Rightarrow CP = 0$
	下限規格だけLl		$\bar{x}$: 分布の平均値 S: 分布の標準偏差 $CP = \frac{\bar{x} - LL}{3S}$ $\bar{x} \leq LL \Rightarrow CP = 0$

9. 工程能力指数と望まれる対応

『工程能力指数』とは、規格にいれるべき工程の生産能力が安定した状況になっているかによって、その対応を示唆する指標である。よって、以下の表のように CP ないし CPK 値に応じた対応が良い。CP が良くて CPK 値が悪い場合、規格中央値とバラツキの平均値の間にズレがあるので平均のズレをオフセット修正する対策が必要になる。そして、CP 値が良くなければ、精度、つまりバラツキを小さくする対策が必要になる。

工程能力指数と対応判断の基準

工程能力値	規格値と分布の状態	対応の判断
$1.67 \leq C_p$ 5δ 以上 $C_p \geq 2$ (6δ) (特級)		工程能力が特段に高い時 要素規格の緩和が可能で、 検査頻度の緩和が可能
$1.33 \leq C_p < 1.67$ $4\delta \sim 5\delta$ (一級)		工程能力が十分 理想の状態であり、要素の 変動がないように努めること (X管理図で管理)
$1.00 \leq C_p < 1.33$ $3\delta \sim 4\delta$ (二級)		工程能力がやや不足 C_p 値が1.33以上に成るように バラツキの対策が必要
$0.67 \leq C_p < 1.00$ $2\delta \sim 3\delta$ (三級)		工程能力が不足 全数の選別検査が必要 バラツキの対策が必要
$C_p < 0.67$ 2δ 以下 (四級)		工程能力が非常に不足 選別をしても漏れる 生産を止めてバラツキの対 策が必要

10. 工程能力指数と推定不良率

t分布に基づくと、以下の表のごとくなる

工程能力指数 (CP)	規格の中心から片側のσ値	上側規格を超える分布率	片側規格時の不良率 (%) PPm)	両側規格時の不良率 (%) PPm)
0.33	1σ	0.15865500	15.87%	31.73%
0.50	1.5σ	0.08680700	8.68%	13.36%
0.67	2σ	0.02275000	2.28%	4.55%
0.83	2.5σ	0.00620970	0.62%	1.24%
1.00	3σ	0.00134990	0.13%	0.27%
1.17	3.6σ	0.00023263	233PPm	465PPm
1.24	3.72σ	0.000099611	100PPm	199PPm
1.30	3.89σ	0.000050122	50PPm	100PPm
1.33	4σ	0.000031671	32PPm	63PPm
1.42	4.26σ	0.000010221	10PPm	20PPm
1.47	4.42σ	0.000004935	5PPm	10PPm
1.50	4.5σ	0.0000033977	3PPm	7PPm
1.58	4.75σ	0.0000010171	1PPm	2PPm
1.63	4.89σ	0.00000050418	0.5PPm	1PPm
1.67	5σ	0.0000002867	0.3PPm	0.6PPm
1.83	5.5σ	0.00000001899	0.02PPm	0.04PPm
2.00	6σ	0.000000000		

11. むすび

指数「CP」は規格範囲と「バラツキ」範囲との比数であり、上記の表のごとくに高ければ高いほど、不良が少なく品質が良いことを示す。

「CP_K」値は規格中心とデータの平均とのズレ(偏り)を含めて、「CP」値を計算したもので、生産品質の程度、つまり、推定不良率を読むことに好都合である。



Copyright (c) 2006 Tatehoko-Jp. All rights reserved.