

測定器の適正配置に関する一考察

吉 田 昭 二

A Consideration on Reasonable Arrangement
of the Measuring Instrument

Syoji YOSHIDA

本文は測定器の設備台数の基準を知るため、ある目的、条件を仮定したとき、その所要台数を数理統計的に推定および検定したものである。すなわち、ある機器を生産する場合に使用する測定器についてその1つをとりあげ、16人が1カ月のべ3～4日使用するとして、いつでも使用できる確率を80～90%としたとき3～4台あればよいという結論を得た。この方法および結果はこの種の問題をとり扱う場合の1つの資料を提供するものである。

1. まえがき

測定器を使用する場合においてもその質と量が、研究能率、生産能率などを大きく左右することは言うまでもない。質すなわち、測定器の性能はそれぞれ研究所、試験所においては測定値の精度を、生産工場においてはその製品の品質を左右する重要なものであり、最近の科学技術の発達に伴い日進月歩の向上を示している。一方量すなわち、ある試験目的または生産目的を遂行するために必要な設備台数を決定することは、作業能率などの人間的な問題ともからみ合っかなかむつかしい問題ではあるが、やはり研究能率、生産能率に大きく影響する。

一般に測定器の設備台数は多いにこしたことはないが、予算上の問題もあり、遊休測定器があることは測定器管理の上からも好ましいことではないし、現今のように測定器の性能が急速に向上しているときには、新品同様でありながら性能の点で使用不能化することもあり得る。また台数が少ない場合は工場等においては製品の完成期間が必要以上に長くなり、測定器がないことにより職員の作業能率が低下し、あるいは残業によって測定器の不足を補わねばならないような現象を生じることにもなる。勿論それらは運用によって相当程度カバーできるものであることは言うまでもない。

筆者は測定器の性能向上に関する研究のみならず使用上の諸問題についても関心があるので、ある生産工場における測定器の所要台数の具体的問題について検討した。

2. 所要台数の推定

いまある生産工場のある部門において主としてA, B 2種類の機器を生産しているとする。例えばその機器が標準信号発生器、電界強度測定器とするとこのような複雑な電子機器の場合は、各種電圧電流計、電子電圧計、シンクロスコープなどの測定器を必要とする。この場合例えば電子電圧計が足りないという声その部門にあったとする。一般に測定器は使用したいときにいつでも使用できる状態にないと、観念的に不足感を抱くことが多い。これが果して観念的なものであるか否かを数量化して検定してみる。

まずA, B 2機種を生産する場合に必要なP測定器の使用頻度を、過去のデータおよび各作業担当者の作業予定などから調べると表1aのようになった。すなわちA機、B機に対する使用割合は1:3で、それぞれの機器はほぼ半月で完成し、それに対するP測定器の使用頻度は半月のうちべ3日、2日であった。それらから製品別平均使用頻度を求めると、4.4/30すなわち1ヶ月4.4日

表 1 測定器の使用ひん度

a 製品別使用ひん度

名 称	割 合	ひん度
A 機器	1	3/15
B 機器	3	2/15

平均ひん度 p:

$$\frac{3/15 + 3 \times 2/15}{4} = \frac{2 \cdot 2}{1 \cdot 5} = 0.1$$

b 人員別使用ひん度

係 名 人 員	ひん度
製 造	4 3/30
調 整	7 5/30
サービス	5 3/30

平均ひん度 p:

$$\frac{4 \times 3/30 + 7 \times 5/30 + 5 \times 3/30}{16} = \frac{3 \cdot 8}{3 \cdot 0} = 0.1$$

使用することになる。

またこれらの製品を完成するために3つの係例えば製造、調整、サービス係があり、それぞれの担当者が4人、7人、5人でその使用頻度は1ヶ月のうち3日、5日、3日であった。それらから人員別平均使用頻度を求めると表1bのように、3.8/30すなわち一ヶ月平均3.8日使用することになる。以上からこの測定器は製品に着目した場合も人員に着目した場合もほぼ同じで、16人が1ヶ月4日使用すると考えてさしつかえないが、計算の都合上この測定器の使用確率 $p=0.1$ とする。

この種の事象は「ある試行をしてMの起る確率が p であるとき、試行を独立に n 回行って r 回Mの起る確率」と同じであり

$$p_r = {}_n C_r p^r (1-p)^{n-r} \quad (r=0,1,2,\dots,n) \quad \dots(1)$$

で示される二項分布にしたがう。

これはまた「不良率 p のロットから n 個抜き取ったとき、不良品がその中に r 個以上含まれる確率」と同じ扱いとなり、二項分布の部分

$$P_r = p_r + p_{r+1} + \dots + p_n = \sum_{r=0}^n {}_n C_r p^r (1-p)^{n-r}$$

$$= \frac{n!}{(r-1)!(n-r)!} \int_0^p t^{r-1} (1-t)^{n-r} dt \dots(2)$$

を計算すればよい。一般に二項分布は n が大きくなると平均値 np 、分散 $np(1-p)$ なる正規分布に近似できることが証明される。正規分布の確率密度関数、分布関数は平均値を μ 、分散を σ^2 とすればそれぞれ周知のように

$$P(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} \exp - \frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}, \quad \dots(3)$$

$$F(x) = \int_{-\infty}^x P(x) dx$$

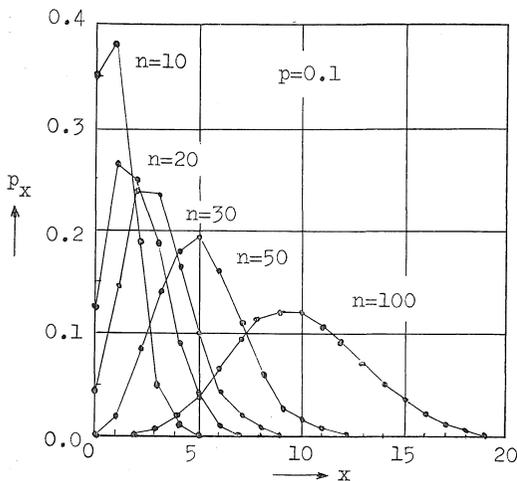


図 1 二項分布が正規分布に近づく状況

で表わされ、非常に利用範囲が広く性質も充分研究しつくされている。しかしこの例では $n=16$ と少く適合性の検定をやるまでもなく、計算結果を示すと図1のようになり $n>50$ 位でないとは正規分布を適用することが困難である。

したがってこの場合は二項分布を計算し、その部分関が所要の確率になる項数 r を求める方法を取り

$$\sum_{x=0}^r p_x = p_0 + p_1 + \dots + p_r > 0.9 \quad \dots(4)$$

または

$$\sum_{x=r}^n p_x = p_{r+1} + p_{r+2} + \dots + p_n < 0.1 \quad \dots(5)$$

によって計算した結果を表2に示す。

すなわち1ヶ月に平均3日使用するとして使用人員10人の場合、各人が使用したいときいつでも使用できる確率が93%で所要台数は表2においてアンダーラインをしたように2台となることがわかる。同様にして人数20人の場合いつでも使える確率をほぼ90%として4台、80%として3台、また30人の場合90%として5台、80%として4台となることがわかる。

表 2 二項分布による所要台数の推定

r	p=0.1 n=10		p=0.1 n=20		p=0.1 n=30	
	P_r	$\sum_{r=0}^n P_r$	P_r	$\sum_{r=0}^n P_r$	P_r	$\sum_{r=0}^n P_r$
0	0.35	0.35	1.00	0.12	0.12	0.99
1	0.39	0.74	0.65	0.28	0.40	0.81
2	0.19	0.93	0.26	0.25	0.65	0.59
3	0.06	0.99	0.07	0.19	0.84	0.34
4	0.01	1.00	0.01	0.09	0.93	0.23
5				0.04	0.97	0.15
6				0.02	0.99	0.06
7					0.02	0.10
						0.02

3. むすび

結論として以上の結果からある目的のためにある測定器を使用する場合、16人が1ヶ月のべ3~4日使用するとして各人がいつでも使用できる確率を80~90%としたとき、ほぼ3台あれば良いことになり、6台以上あっても意味がないことになる。しかし実際的には例えば電子電圧計の場合、その用途には絶対値を読む必要があるとき、相対値だけ知ればよいときがあり、周波数帯によって用途、利用度が異なる場合もある。また故障などを考えて予備器を準備しなければならない場合もあり、そうした問題はそれぞれ実状に応じてこの結果に加味すればよい。

測定器などの必要台数を知る場合、従来は各担当者にその利用度、要望を聞いて廻ってそれを集計する方法が行われている場合が多い。しかしこれを一歩進めてその使用頻度を客観的に数量化し、それを数理統計的に処理して後、その結果を利用する段階で主観的諸条件を加味して結論を出す、すなわち予算面、運用面、各測定器と

のバランスなどを考慮すべきものと考えられる。

一般に確率統計を始めとするこうした数理統計的処理の結果は、決して最終的結論を与えるものではなく示唆を与えるに過ぎないものであって、最終的結論はあくまでこれを利用する側にあるとよく言われるが、統計結果を利用する場合に充分留意しなければならない重要な態

度の1つであろう。

本考察は比較的サンプル数が少く、正規分布として扱うことが困難な1つの具体例について検討したもので、この方法および結果はこの種の問題をとり扱う場合の1つの資料を提供するものと考えられる。

参考文献

- 1) A.H. Bowker, G.J. Lieberman; *Engineering Statistics*, Prentice-Hall, Inc.
- 2) 文部省統計数理研究所編; 確率および統計入門, 推定論および検定論
- 3) 依田 浩; 技術者の統計学, 宝文館
- 4) A. Vessereau; *La Statistique*, Collection Que Sais-Je. N° 281