

製造業における品質管理について

2013SE126 村上裕一

指導教員：小藤俊幸

1 はじめに

品質管理とは何であるのか。[2] によれば、「品質管理とは、買手の要求に合った品質の品物又はサービスを経済的に作り出すための手段の体系。また、近代的な品質管理は、統計的な手段を採用しているの、特に統計的品質管理といふことがある。」と定義している。本研究では品質管理における統計学の有用性を製造業における不良率という観点から考えてみたいと思う。

2 確率分布の選択

不良品の確率分布を考える。完成した n 個の中から 1 個取り出して調べたとする。このとき良品なら元に戻せるが、不良品に戻すのは現実的ではない。なので、 n 個の標本から x 個の不良品が含まれる確率は非復元抽出として考えなければならない。このときの確率分布は超幾何分布として考えるのだが、 n の値が大きくなると超幾何分布は 2 項分布で近似でき、さらに、発生率の値が小さければ 2 項分布はポアソン分布で近似できる。ポアソン分布は扱う変数が 1 つとなり分析がしやすいという利点がある。そして、この章では身近なデータを例にポアソン分布が不良品を考える上でいかに有効か検証してみる。

2.1 身近に潜むポアソン分布

以下の表は大通り沿いに隣接する商業施設の内訳である。(表のデータは実際の調査に基づく)

表 1

調査場所	施設数	コンビニ数
国道 221 号沿い	91	7
環状線沿い	104	5
名古屋高速 3 号線沿い	92	6

そして、以下のグラフはコンビニの店舗数を平均と考えたときのポアソン分布である。

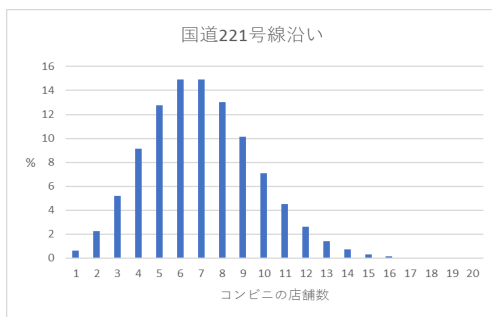


図 1

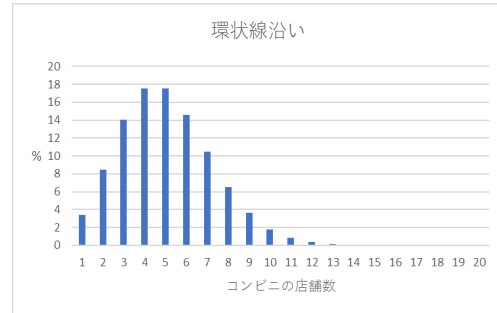


図 2

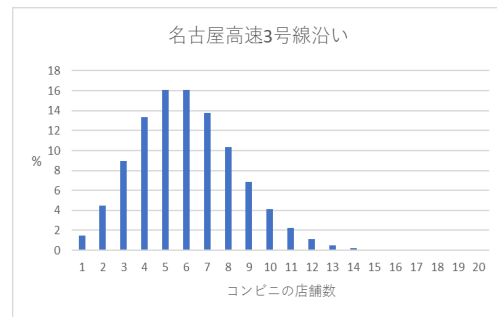


図 3

上記のグラフを見ても分かるように、商業施設の合計に対するコンビニの店舗数にはある程度の規則性があるのが理解してもらえらると思う。母集団の数が大きく、特定の事象の発生確率が小さいときはさらに高い精度でポアソン分布に従うはずである。

3 定義とグラフ

3.1 2 項分布の定義

[1] によれば確率変数 X が $0, 1, 2, 3, \dots, n$ の値をとるとき、その確率が

$$P(X = x) = {}_n C_x p^x (1-p)^{n-x} \quad (0 < p < 1)$$

で与えられる確率分布を 2 項分布 $B(n, p)$ という。

このとき平均は

$$E(X) = \sum_{k=0}^n x {}_n C_x p^x (1-p)^{n-x} = np$$

であり、さらに、 $np = \lambda =$ 一定としたまま $n \rightarrow \infty, p \rightarrow 0$ としたときの極限分布がポアソン分布である。

3.2 ポアソン分布の定義

確率変数 X が $0, 1, 2, 3, \dots, n$ の値をとるとき、その確率が

$$P(X = x) = \frac{\lambda^x}{x!} e^{-\lambda}$$

与えられる確率分布をポアソン分布 $P(\lambda)$ という．
このとき平均は

$$E(X) = \sum_{x=0}^{\infty} x \frac{\lambda^x}{x!} e^{-\lambda} = \lambda$$

である．品質管理においてポアソン分布を利用する場合， $50 < n, p < 0.1$ ならポアソン分布で近似できる．

4 ポアソン分布の考察

ポアソン分布における λ は np なので，不良品が発生する平均を表す．これを製造業という観点から考えると， n は製造された物の数であり， p は不良品の発生確率である．製造業において n の値を極端に大きくするのは現実的ではない．また，品質管理という観点から考えるのであれば， λ の値が大きくなるのも望ましくない．すると，品質管理における $np = \lambda$ はどのように p の値を減らすかという問題に帰着できる．

5 p を減らすためには

p を減らすために統計学は何ができるのか考えてみる．

5.1 現在の状況を知り，起こりうる不良を予測する．

グラフに上限値と下限値を設けて折れ線グラフを作成する．このとき，点が管理限界線外に出ておらず，また，点の並び方，散らばり方に規則性がない場合は特に問題はない．

逆に図 4 のように点が管理限界線からはみ出している．または，管理限界線内に入っているが，点の並び方に規則性がある場合，第 2 種の誤りが考えられるので，原因を考える必要がある．

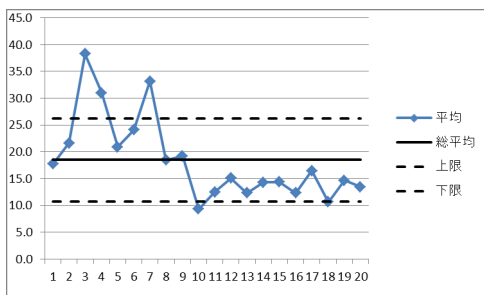


図 4

5.2 2つの要因の因果関係を探る

表 2 のような状況で 2 つの要因が独立かどうか考えてみる．

表 2

	1 級品	2 級品	3 級品	合計
1 号機	150	30	20	200
2 号機	170	25	5	200
3 号機	145	45	10	200
4 号機	135	40	25	200
合計	600	140	60	800

ただし，この表 2 では級数が上がるごとに品質が悪くなる．

独立性の検定統計量は

$$T = (f_{ij}, N) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \frac{(Nf_{ij} - f_{iB}f_{Aj})^2}{Nf_{iB}f_{Aj}}$$

であり，自由度 $(m-1)(n-1)$ カイ 2 乗分布に従う．すると，

仮定 H_0 ; 機械と製品は無関係である．

対立仮定 H_1 ; 機械と製品には因果関係がある．

表 2 の各セルの $\frac{(Nf_{ij} - f_{iB}f_{Aj})^2}{Nf_{iB}f_{Aj}}$ を求めると

表 3

	1 級品	2 級品	3 級品	合計
1 号機	0.00	0.71	1.67	2.381
2 号機	2.67	2.86	6.67	12.19
3 号機	0.17	2.86	1.67	4.690
4 号機	1.50	0.71	6.67	8.881
合計	4.33	7.14	16.67	28.143

$$T(f_{ij}, N) = 28.143 > x_0^2(6, 0.05) = 12.59$$

検定統計量 $T(f_{ij}, N)$ は棄却域に入るので，仮説 H_0 は棄却される．よって，機械と製品には因果関係がある．

このようにカイ 2 乗分布を用いれば，因果関係を調べることができる．

6 考察とおわりに

品質管理の意義は企業内においては，後工程に不良品を出さないよう管理し，企業外においては，顧客やユーザーに不良品が渡らないように管理することである．すると，品質管理における統計学の意義は統計解析による原因追求と測定値から 1 つのモデルを作り，発生するかもしれない不良品の低減を図るためにあるように思われる．今後，複数の母集団の解析方法，検定方法を研究し，品質管理における統計学の価値を見出していきます．

参考文献

- [1] 『入門はじめての統計解析』石村貞夫，東京図書 (2006)
- [2] 『技術者のための統計的品質管理入門』安藤貞一・松村嘉高・二見良治，共立出版 (1981)