

確率紙の使い方

目次

| | |
|--------------------|---|
| 1.ワイブル確率紙の演習 | 1 |
| 2.正規確率紙の演習 | 2 |
| 3. ハザード確率紙の演習 | 3 |
| 4.実用ワイブル分布の求め方 | 3 |
| 5.温度加速試験と評価方法 | 4 |
| 6. 温・湿度 同時加速係数の求め方 | 5 |

付録

| | |
|-----------------------|----|
| 付録 1. 瞬間故障率と各パラメータの関係 | 6 |
| 付録 2. ワイブル確率紙 | 省略 |
| 付録 3. 正規確率紙 | 省略 |
| 付録 4. ハザード確率紙 | 省略 |
| 付録 5. 飽和蒸気圧と温度の関係 | 7 |

付表

| | |
|-------------------|----|
| 付表 1. 市場の故障発生事例 | 8 |
| 付表 2. ハザードの計算用紙 | 9 |
| 付表 3. 実用ワイブルの計算用紙 | 10 |

ワタナベ企画

川崎市宮前区

044-977-9766

e-mail : comsogg@nifty.com

信 頼 性 技 術 演 習 問 題

電子部品や電子機器の品質や信頼性を定量的に把握するために、最も実用的な部分を短期間にマスターできるように工夫した問題集である。

1. ワイブル確率紙の演習

ここで紹介する例題は、ワイブル確率紙の基礎を理解するためのものですから、既に基礎を理解されている方は、4章の実用ワイブル分布の求め方へ進んでもよい。

* 例題

ある部品が 500 個使用されているシステムがある。このシステムは、15000 時間以前から稼動している。この稼動時間に対する故障発生の様子は、次表のとおりです。

| 時 間(hr) | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | 15000 |
|---------|-----|------|------|------|------|-------|
| 故障数 | 6 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 |
| 累積故障数 | | | | | | |
| 故障率(%) | | | | | | |

質問 1. ワイブル確率紙を使用して、今から 1 年間に発生するであろう不良数は、何個と推定されるか。

質問 2. シェイプパラメータ(形状パラメータ) m の値を求めよ。

質問 3. スケールパラメータ(特性寿命) の値を求めよ。

質問 4. 時間 t における瞬間故障率の値を求めよ。

$$\text{付録 1. 参照} : f(t) = (m / t_0) \cdot (t / t_0)^{m-1}$$

$$\text{ここで} : t_0 = t \cdot f(t)^{1/m}$$

質問 5. 瞬間故障率を fit で示しなさい。(1fit は 10^9 時間で 1 個の故障)

質問 6. 時間 t と瞬間故障率の関係を両対数グラフにプロットしなさい。

質問 7. シェイプパラメータ m の値と故障モードの関係について調べよ。

参考

$m < 1.0$: 故障率が時間と共に減少するモード。(IC, Trs 等)

$m = 1.0$: 故障率一定(ランダム故障)

$m > 1.0$: 故障率が時間と共に増加するモード。(電子管、ファン、電球 等)

2.正規確率紙の演習

少数の抜き取り検査で、ロット全体の品質を推定する手法として、実用されています。

* 例題

小型の電子部品がプリント板にハンダ付けしてある。この中から 15 個についてピーリング(剥がし)テストを行った。その結果は次のとおりである。

550, 580, 400, 470, 610, 540, 570, 630, 410, 580, 500, 470, 600, 490, 520, (gr)

次の表を埋めよ。

| 強度 (gr) | ピーリング数 | n | $\frac{n}{15+1}$ |
|-----------|--------|---|------------------|
| 351 ~ 400 | | | |
| 401 ~ 450 | | | |
| 451 ~ 500 | | | |
| 501 ~ 550 | | | |
| 551 ~ 600 | | | |
| 601 ~ 650 | | | |

質問 1. 正規確率紙に、 $N / (15 + 1) (\%)$ とピーリング強度の関係をプロットしなさい。

質問 2. 平均値を求めよ。

質問 3. 標準偏差 を求めよ。

質問 4. ピーリング強度が 300gr 以下のものは、何%あると推定されるか。

3.ハザード確率紙の演習

市場における故障率の推移や信頼性試験における信頼度の予測を行うために使われるが、次項で説明するワイブル確立紙でも同様の結果を得ることができる。ワイブル確立紙の方がポピュラーである。

* 例題

1984年から1986年までの期間に、5,302台のシステムが、市場へ出荷された。

このシステム 1台に1個のソリッドスイッチが使用されていた。

最初の10ヶ月は、故障発生ゼロであったが、2年目からは次第に故障が増加していることが付表1から分かる。

この故障の原因は、スイッチ内に使用した絶縁材料が、銀マイグレーションによって、劣化するものである。

質問1. 付表2を埋めよ。

質問2. ハザード確率紙上に累積ハザード値 ($H(t)\%$) を稼動月数に対してプロットせよ。

質問3. 最初の10ヶ月は、故障が無かったから、 $\lambda = 10$ として 質問2.で求めたカーブを回帰せよ。

質問4. シェイプパラメータ m は、幾らか。

スケールパラメータ (特性寿命) λ は幾らか。

質問5. 次の式を使って瞬間故障率を求めよ。

$$f(t) = (m / \lambda) \left((t - \lambda) / \lambda \right)^{m-1}$$

質問6. 今から1年間に発生するであろう故障数を求めよ。(38ヶ月目を今とする)

4.実用ワイブル分布の求め方

この演習の最初に、ワイブルの基本的なモデルを学んだが、実際には、3項の事例のように市場で稼動している部品の母数は経過時間と共に変化 (一般には増加) する場合が多い。このような場合でも、ワイブル確率紙を使って推定できる。

質問1. 3項の市場データ (付表1) を使って付表3を埋めよ。

質問2. $F(t)$ を稼動月数に対してワイブル確率紙上にプロットせよ。

質問3. シェイプパラメータ m 、スケールパラメータ (特性寿命) λ を求めよ。

質問4. 瞬間故障率を求め、前項の質問5の結果と比較せよ。

5. 温度加速試験と評価方法

温度加速試験によって、加速係数を求め、常温時の市場における故障率やMTBFを推定します。

* 例題

各 100 個ある電子部品に対して、65、85、105、の温度で加速試験を行った。

その結果、故障発生数を次表に示す。

| 時間 (Hr) | 24 | 48 | 96 | 192 | 500 | 1000 |
|--------------------------|----|----|----|-----|-----|------|
| 温度 = 65 サンプル n = 100 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 3 |
| 温度 = 85 サンプル n = 100 | 0 | 0 | 2 | 4 | 9 | 13 |
| 温度 = 105 サンプル n = 100 | 0 | 5 | 6 | 10 | 16 | 19 |

質問 1. 各温度条件での累積故障率をワイブル確率紙にプロットせよ。

質問 2. 3つの温度条件のカーブが、累積故障率 3% を切る点の時間を温度に対して、片対数グラフにプロットせよ。

質問 3. 常温動作 (25) に対する 85 動作時の加速係数を求めよ。

質問 4. 25 動作時の故障率を fit 単位で求めよ。

6. 温度・湿度同時加速係数の求め方

* 例題

実際には、温度と湿度の加速を同時に受ける場合が多い、温度×湿度が、85 × 95RH, 65 × 95%RH, 40 × 95%RH, の3条件での加速試験結果を次表に示す。

| 時間(Hr) | 1 | 3 | 5 | 10 | 30 | 50 | 100 | 300 | 500 | 1000 |
|---------------------|---|---|---|----|----|----|-----|-----|-----|------|
| 85 × 95% n = 100 | 0 | 0 | 2 | 14 | 83 | 中止 | | | | |
| 65 × 95% n = 300 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 11 | 56 | 中止 | | |
| 45 × 95% n = 800 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 11 | 65 |

質問 1. 温度×湿度の3条件のデータから、累積故障率(%)をワイブル確率紙にプロットせよ。

質問 2. 付録 5. と次の式から、蒸気圧と相対湿度の関係を調べよ。

$$\text{蒸気圧 } e = E_w \times H \quad (\text{mmHg})$$

ここで E_w : 温度 t 時の飽和蒸気圧 (mmHg)

H : 温度 t 時の相対湿度 (%RH)

質問 3. 3条件のカーブから 累積故障率 1%の時間を読み蒸気圧 e との関係を両対数グラフにプロットせよ。

質問 4. 25 × 80%RH, と 85 × 95%RH の間での加速係数を求めよ。

付録1. 瞬間故障率と各パラメータの関係

故障分布関数 $F(t)$ と信頼度 $R(t)$ の間には、次の関係がある。

$$F(t) + R(t) = 1 \quad \dots\dots\dots (1)$$

一方、ワイブル分布は

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{\eta}\right)^m} \quad \dots\dots\dots (2)$$

(1)式と(2)式から

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\eta}\right)^m} \quad \dots\dots\dots (3)$$

瞬間故障率 $\lambda(t)$ は次の式で定義される

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)}$$

故に

$$\begin{aligned} \lambda(t) &= \frac{f(t)}{R(t)} = \frac{dF(t)/dt}{R(t)} = \frac{-dR(t)/dt}{R(t)} \\ &= \frac{d \log R(t)}{dt} \quad \dots\dots\dots (4) \end{aligned}$$

式(3),(4)から

$$\begin{aligned} \lambda(t) &= \frac{d\left(\frac{t}{\eta}\right)^m}{d(t)} = \frac{1}{\eta^m} \cdot \frac{dt^m}{dt} = \frac{1}{\eta^m} \cdot m \cdot t^{m-1} \\ &= \frac{m}{\eta} \cdot \left(\frac{t}{\eta}\right)^{m-1} = \frac{m}{t} \left(\frac{t}{\eta}\right)^m \quad \dots\dots\dots (5) \end{aligned}$$

次の確率紙は市販されているものですからここでは割愛。

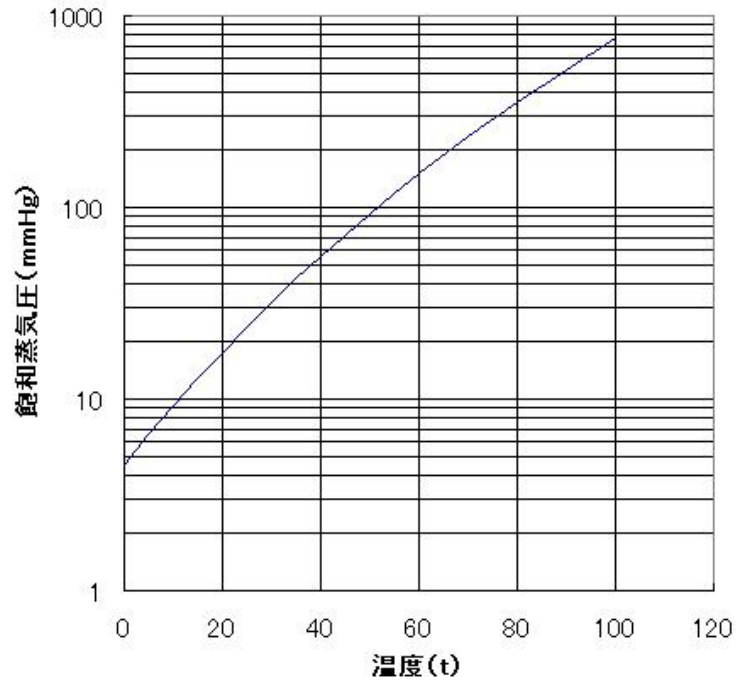
付録2. ワイブル確率紙

付録3. 正規確率紙

付録4. ハザード確率紙

| 温度 | 飽和蒸気圧 |
|-----|--------|
| 0 | 4.54 |
| 10 | 9.17 |
| 20 | 17.51 |
| 30 | 31.82 |
| 40 | 55.35 |
| 50 | 92.57 |
| 60 | 149.44 |
| 70 | 233.7 |
| 80 | 355.12 |
| 90 | 525.76 |
| 100 | 760.18 |

付録5. 水の飽和蒸気圧と温度の関係



付表 1. 市場の故障発生事例

別のファイルからダウンロードして下さい。

付表 2. ハザード計算用紙

| 稼動月数 月 | 故障発生台数 f | 経時累積台数 N | ハザード値 $h(t)=f/N(\%)$ | 累積ハザード $h(t) (\%)$ |
|-----------|-------------|-------------|-------------------------|-----------------------|
| 1 ~ 11 | | | | |
| 12 | | | | |
| 13 | | | | |
| 14 | | | | |
| 15 | | | | |
| 16 | | | | |
| 17 | | | | |
| 18 | | | | |
| 19 | | | | |
| 20 | | | | |
| 21 | | | | |
| 22 | | | | |
| 23 | | | | |
| 24 | | | | |
| 25 | | | | |
| 26 | | | | |
| 27 | | | | |
| 28 | | | | |
| 29 | | | | |
| 30 | | | | |
| 31 | | | | |
| 32 | | | | |
| 33 | | | | |
| 34 | | | | |
| 35 | | | | |
| 36 | | | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |

付表 3. 実用ワイブルの計算用紙

| A 稼働月数 月 | B 残存台数 B _n | C 故障台数 C _n | D=B _n +C _n | E=N- C _n -1 | F=D/F | G F(t) (%) |
|-------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------------|------------------------|-------|---------------|
| 1 ~ 11 | | | | | | |
| 12 | | | | | | |
| 13 | | | | | | |
| 14 | | | | | | |
| 15 | | | | | | |
| 16 | | | | | | |
| 17 | | | | | | |
| 18 | | | | | | |
| 19 | | | | | | |
| 20 | | | | | | |
| 21 | | | | | | |
| 22 | | | | | | |
| 23 | | | | | | |
| 24 | | | | | | |
| 25 | | | | | | |
| 26 | | | | | | |
| 27 | | | | | | |
| 28 | | | | | | |
| 29 | | | | | | |
| 30 | | | | | | |
| 31 | | | | | | |
| 32 | | | | | | |
| 33 | | | | | | |
| 34 | | | | | | |
| 35 | | | | | | |
| 36 | | | | | | |
| 37 | | | | | | |
| 38 | | | | | | |