

Minitab壽命試驗統計分析

授課老師：童超塵 博士

<http://140.125.88.116/QRE/index.htm>

第一版 李佩喜 編輯 2005/7/15

壽命試驗的數據型態

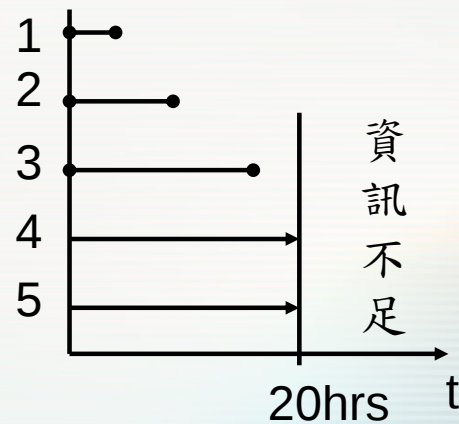
- 完整資料：詳細紀錄每個試驗樣本的失效時機點。
- 例如：10個測試樣本，在250°C的環境測試
- 優點：所有的資料型態中，分析結果最準確。
- 缺點：花費時間、人力成本太大

1	10hrs
2	15hrs
3	18hrs
4	20hrs
5	22hrs
6	23hrs
7	25hrs
8	27hrs
9	30hrs
10	35hrs

壽命試驗的數據型態

- 右尾中斷試驗資料 (Right-Censored Data)：為了節省試驗時間和成本，會先設定一試驗中斷的條件，此稱作右尾中斷試驗資料。
- 試驗中斷的條件設定可分成定時中斷資料 (Type I - Censored Data)，和定數中斷資料 (Type II - Censored Data)。
- 優點：節省時間和成本。
- 缺點：資料分析結果比較不準確。

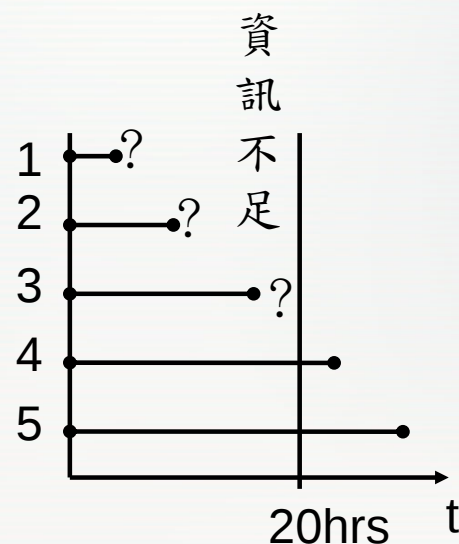
1	5hrs
2	12hrs
3	18hrs
4	20hrs+
5	20hrs+



國立雲林科技大學 工業工程與管理所

壽命試驗的數據型態

- 左尾試驗資料 (Left-Censored Data)：由於實驗失誤，導致樣本失效卻沒有及時記錄下樣本的失效時間，只知道在某一特定時間之前樣本就失效了。
- 較常發生在過去試驗的歷史數據。或者失效時間遠比預期的時間還短，導致來不及觀察。



國立雲林科技大學 工業工程與管理所

壽命試驗的數據型態

- 多重中斷試驗資料 (Multiply-Censored Data)：在試驗過程中，某些特殊原因，使得樣本提早退出試驗。
- 較常發生在樣本失效，但失效模式不同。或者試驗樣本受到不正常破壞。

1	10hrs
2	15hrs+
3	18hrs
4	20hrs
5	22hrs+
6	23hrs+
7	25hrs
8	27hrs
9	30hrs+
10	35hrs

壽命試驗的數據型態

- 區間時間資料 (Interval Censored Data)：決定一觀察樣本的區間時間，也就是每固定時間觀察樣本是否失效。
- 優點：節省人員觀察樣本的時間，和檢測成本。
- 缺點：資料分析結果比較不準確。

觀察區間	紀錄	失效數
0~10hrs	5hrs	1
10~20hrs	15hrs	4
20~30hrs	25hrs	3
30~40hrs	35hrs	2

1	5hrs
2	15hrs
3	15hrs
4	15hrs
5	15hrs
6	25hrs
7	25hrs
8	25hrs
9	35hrs
10	35hrs

各資料型態Minitab功能選擇

- 開啟Minitab，Stat→Reliability/Survival→

資料型態	功能選擇
完整資料、右尾中斷試驗資料、多重中斷試驗資料、區間時間展開資料	Right Censored Data
區間時間資料、右尾中斷試驗資料、左尾試驗資料、混合型式的資料	Arbitrarily Censored Data
加速壽命試驗	Accelerated Life Testing

國立雲林科技大學 工業工程與管理所

失效數據的壽命分配判斷

- 為收集到的失效資料找到適合的機率分配。
- 開啟Reliable.MTW檔案。
- Stat→Reliability/Survival→Distribution ID Plot – Right Cen...

國立雲林科技大學 工業工程與管理所

MINITAB - Untitled - [Reliable.MTW ***]

File Edit Manip Calc Stat Graph Editor Window Help

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16
Temp80	Cens80	Temp100	Cens100												
50	1	101	0												
60	1	11	1												
53	1	48	1												
40	1	32	1												
51	1	36	1												
99	0	22	1												
35	1	72	1												
55	1	69	1												
74	1	35	1												
101	0	29	1												
56	1	18	1												
45	1	38	1												
61	1	39	1												
92	0	68	1												
73	0	36	1												
51	1	18	1												
49	1	25	1												
24	1	14	1												
37	1	77	0												
31	1	47	1												
67	1	27	1												
62	1	62	0												
100	0	54	1												
58	1	84	0												
46	1	45	1												
51	1	10	1												
27	1	97	0												

at Worksheet: Reliable.MTW 2:44 AM

失效數據的壽命分配判斷

Distribution ID Plot-Right Censoring

Variables: Temp80 Temp100

Frequency columns (optional):

☐ By variable:

☒ Distribution 1: Weibull

☒ Distribution 2: Lognormal base e

☒ Distribution 3: Exponential

☒ Distribution 4: Normal

失效時間欄位

失效個數欄位 (選填)

為失效數據假設四種機率分配

OK Cancel

失效數據的壽命分配判斷

Distribution ID Plot-Right Censoring

C1	Temp80
C2	Cens80
C3	Temp100
C4	Cens100

Variables: Temp80 Temp100

Censor...

Options...

Distribution ID Plot - Censor

C1	Temp80
C2	Cens80
C3	Temp100
C4	Cens100

Censoring Options

☒ Use censoring columns:

Cens80 Cens100

Censoring value: 0

☐ Time censor at:

☐ Failure censor at:

Select

Help

OK

Cancel

設定中斷資料

設定中斷資料欄位

在資料欄位中0表示中斷試驗的樣本

大學工業工程與管理所

失效數據的壽命分配判斷

Distribution ID Plot-Right Censoring

C1	Temp80
C2	Cens80
C3	Temp100
C4	Cens100

Variables: Temp80 Temp100

Censor...

Options...

Distribution ID Plot - Options

Estimation Method

☒ Maximum Likelihood

☐ Least Squares [failure time[X] on rank[Y]]

Estimate percentiles for these percents: 1 5 10 50

Obtain plot points using

☒ Default method

☐ Modified Kaplan-Meier method

☐ Herd-Johnson method

☐ Kaplan-Meier method

Handle tied failure times by plotting

☒ All points

☐ Maximum of tied points

☐ Average (median) of tied points

Minimum and Maximum X Scale

☒ Use default values

☐ Use: Minimum X scale: Maximum X scale:

Title:

Help

OK

Cancel

分析設定

參數估計方法：MLE或機率紙

相同失效時間，失效機率選擇方式

機率紙失效機率估計方法
完整資料選第一個
中斷試驗資料選第四個

大學工業工程與管理所

- Variable: Temp80
- Goodness of Fit
- Distribution Anderson-Darling (adj)

Weibull 67.64

Lognormal base e **67.22**

Exponential 70.33

Normal 67.73

值越小表示失效數據與假設的機率分配越接近

Variable: Temp100

Goodness of Fit

Distribution Anderson-Darling (adj)

Weibull 16.60

Lognormal base e **16.50**

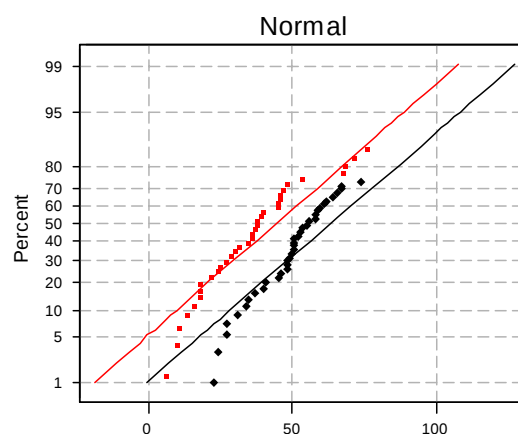
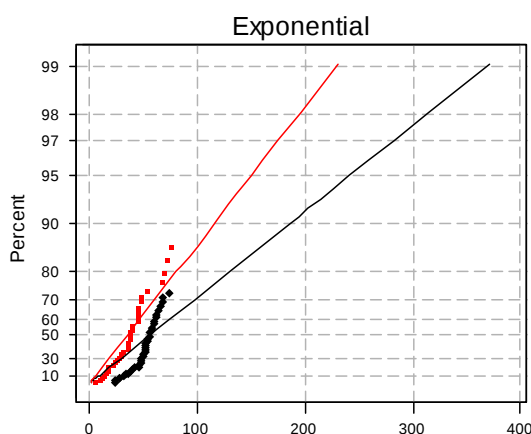
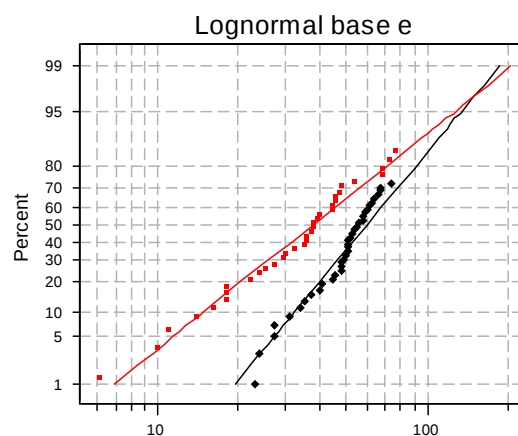
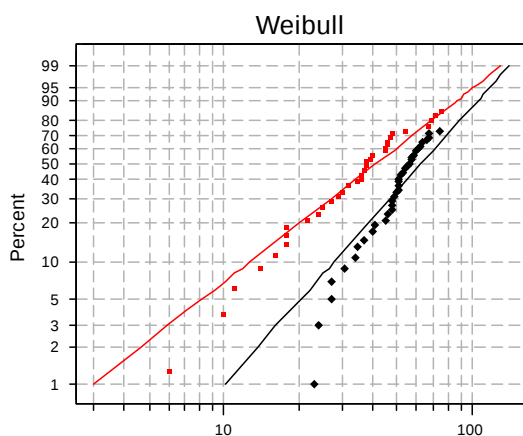
Exponential 18.19

Normal 17.03

國立雲林科技大學 工業工程與管理所

Four-way Probability Plot for Temp80-Temp100

ML Estimates - Censoring Column in Cens80...Cens100



◆ Temp80
■ Temp100

Anderson-Darling (adj)

Weibull
67.64, 16.60

Lognormal base e
67.22, 16.50

Exponential
70.33, 18.19

Normal
67.73, 17.03

國立雲林科技大學 工業工程與管理所

•Temp80 Table of MTTF

Standard 95% Normal CI				
Distribution	Mean	Error	Lower	Upper
Weibull	64.9829	4.6102	56.5472	74.677
Lognormal base e	67.4153	5.5525	57.3656	79.225
Exponential	80.5676	13.2452	58.3746	111.198
Normal	63.5518	4.0694	55.5759	71.528

Temp100 Table of MTTF

Standard 95% Normal CI				
Distribution	Mean	Error	Lower	Upper
Weibull	45.9448	4.87525	37.3177	56.5663
Lognormal base e	49.1969	6.91761	37.3465	64.8076
Exponential	50.0000	8.57493	35.7265	69.9761
Normal	44.4516	4.37371	35.8793	53.0240

國立雲林科技大學 工業工程與管理系

失效數據的壽命分配判斷

- 為混合型態失效資料找到適合的機率分配。
- 開啟Tirewear.MTW檔案。
- Stat→Reliability/Survival→Distribution ID Plot – Arbitrary Cen...

起始時間	結束時間	失效數	起始時間	結束時間	失效數
10000	20000	10	50000	60000	87
20000	30000	14	60000	70000	145
30000	40000	25	70000	80000	231
40000	50000	37	80000	90000	145

10000小時之前失效8個（左尾試驗資料）

9000小時之後還有71個未失效（右尾中斷試驗資料）

國立雲林科技大學 工業工程與管理系

INITAB - Untitled - [Tirewear.MTW ***]

File Edit Manip Calc Stat Graph Editor Window Help

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16
Start	End	Freq													
*	10000	8													
10000	20000	10													
20000	30000	14													
30000	40000	25													
40000	50000	37													
50000	60000	87													
60000	70000	145													
70000	80000	231													
80000	90000	145													
90000	*	71													

Worksheet: Tirewear.MTW 4:02 AM

如果是左尾或右尾試驗資料，以*號表示

失效數據的壽命分配判斷

Distribution ID Plot-Arbitrary Censoring

C1 Start
 C2 End
 C3 Freq

Start variables:
 Start

End variables:
 End

Frequency columns (optional):
 Freq

☐ By variable:

☒ Distribution 1: Weibull
☒ Distribution 2: Lognormal base e
☒ Distribution 3: Exponential
☒ Distribution 4: Extreme value

Options...

Select

Help

OK

Cancel

給定起始時間欄位

給定結束時間欄位

給定失效數欄位

失效數據的壽命分配判斷

Distribution ID Plot - Options

Estimation Method

- ☒ Maximum Likelihood
- ☐ Least Squares (failure time[X] on rank[Y])

Estimate percentiles for these percents: 1 5 10 50

Obtain plot points using

- ☒ Turnbull method
- ☐ Actuarial method

Minimum and Maximum X Scale

- ☒ Use default values
- ☐ Use: Minimum X scale: Maximum X scale:

Title:

Help OK Cancel

參數估計方法：MLE或機率紙

機率紙失效機率估計方法

國立雲林科技大學 工業工程與管理系

Goodness of Fit

Distribution Anderson-Darling (adj)

Weibull 2.534

Lognormal base e 2.685

Exponential 3.903

Extreme value **2.426**

Table of MTTF

Standard 95% Normal CI

Distribution Mean Error Lower Upper

Weibull **69545.4** 629.34 68322.8 70789.9

Lognormal base e **72248.6** 1066.42 70188.4 74369.3

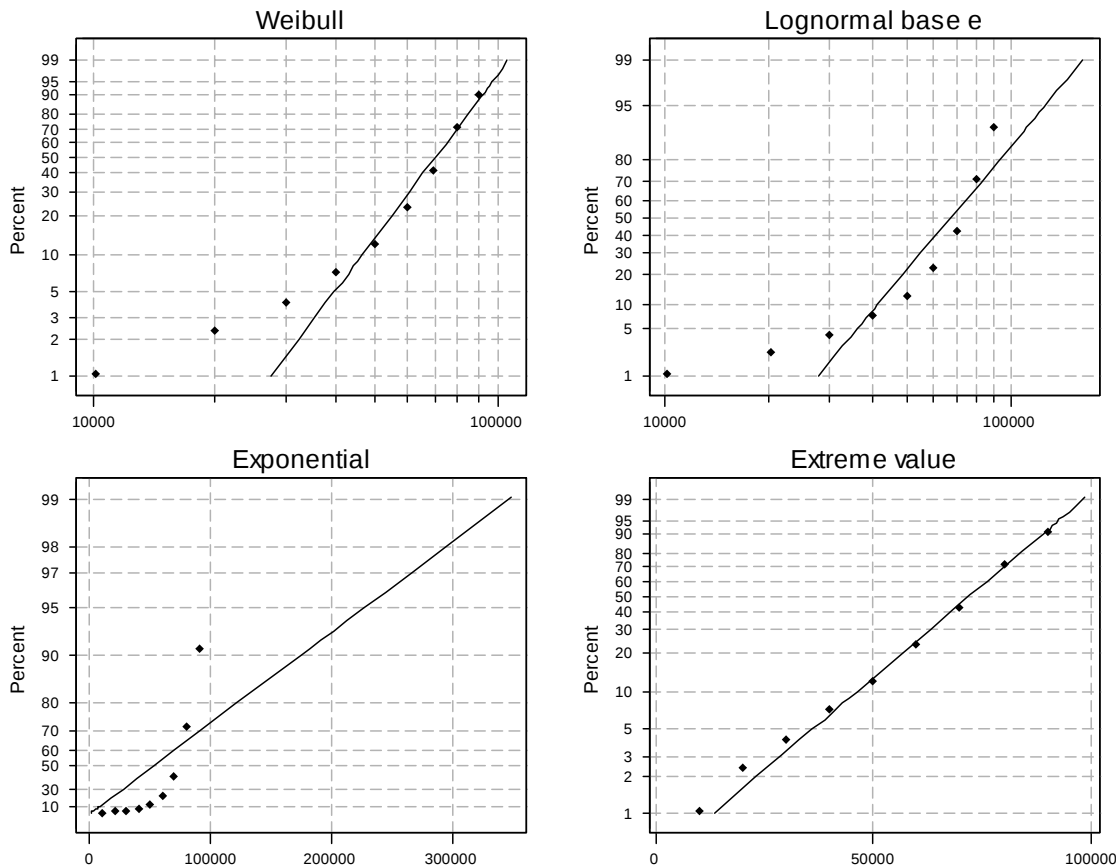
Exponential **75858.8** 2865.18 70446.0 81687.6

Extreme value **69473.3** 646.64 68205.9 70740.7

國立雲林科技大學 工業工程與管理系

Four-way Probability Plot for Start

ML Estimates - Arbitrary Censoring



Anderson-Darling (adj)

Weibull

2.534

Lognormal base e

2.685

Exponential

3.903

Extreme value

2.426

國立雲林科技大學 工業工程與管理系

壽命分配概述與機率圖

- 找出失效數據的最適當機率分配後，要了解此機率分配的相關資訊。可靠度函數、失效率函數、機率密度函數…等
- 開啟Reliable.MTW檔案。
- Stat→Reliability/Survival→Distribution Overview Plot – Right Cen...

國立雲林科技大學 工業工程與管理系

壽命分配概述與機率圖

Distribution Overview Plot-Right Censoring

C1	Temp80
C2	Cens80
C3	Temp100
C4	Cens100

Variables:
Temp80 Temp100

Frequency columns (optional):

☐ By variable:

☒ **Parametric analysis**
Distribution: Lognormal base e

☐ Nonparametric analysis

Select Help OK Cancel

Censor... Options...

失效時間欄位

失效個數欄位 (選填)

先前的分析得知，失效數據的壽命分配是對數常態分配

國立雲林科技大學 工業工程與管理所

壽命分配概述與機率圖

Distribution Overview Plot-Right Censoring

C1	Temp80
C2	Cens80
C3	Temp100
C4	Cens100

Variables:

Distribution Overview Plot - Censor

Censoring Options

☒ Use censoring columns:
Cens80 Cens100

Censoring value: 0

☐ Time censor at:

☐ Failure censor at:

Select Help OK Cancel

Censor... ..

設定中斷資料欄位

在資料欄位中0表示中斷試驗的樣本

工程與管理所

壽命分配概述與機率圖

Distribution Overview Plot-Right Censoring

Distribution Overview Plot - Options

參數估計方法：MLE或 機率紙

Parametric Estimation Method

- ☒ Maximum Likelihood
- ☐ Least Squares (failure time[X] on rank[Y])

For the probability plot portion of the overview

Obtain plot points using

- ☒ Default method
- ☐ Modified Kaplan-Meier method
- ☐ Herd-Johnson method
- ☐ Kaplan-Meier method

Handle tied failure times by plotting

- ☒ All points
- ☐ Maximum of tied points
- ☐ Average (median) of tied points

Nonparametric Estimation Method

- ☒ Kaplan-Meier
- ☐ Actuarial Specify time intervals as: 0 to [] by []

Minimum and Maximum X Scale

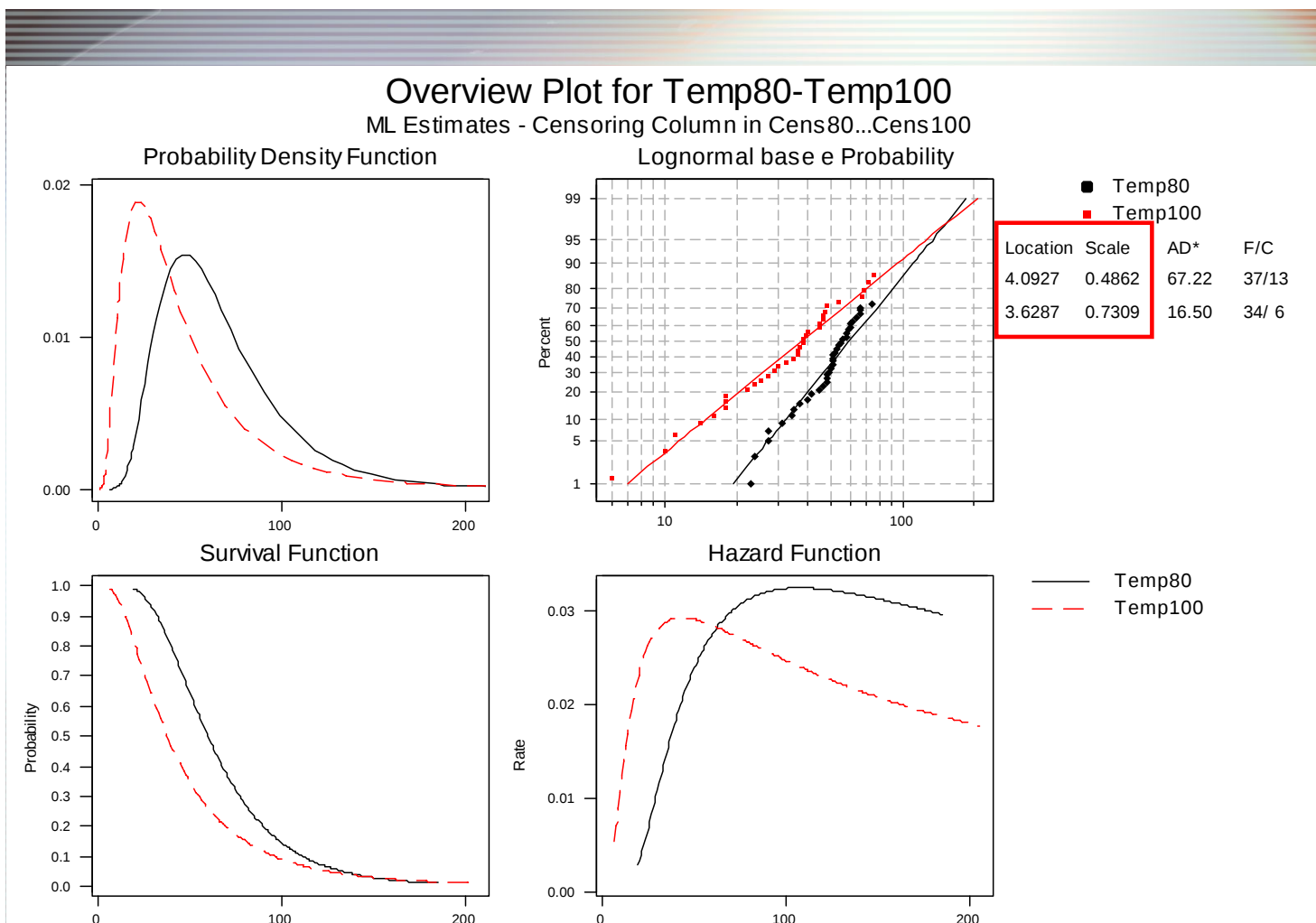
- ☒ Use default values
- ☐ Use: Minimum X scale: [] Maximum X scale: []

Title: []

OK Cancel

Help OK Cancel

工業工程與管理所



壽命分配概述與機率圖

Distribution Overview Plot - Options

Parametric Estimation Method

- ☒ Maximum Likelihood
☐ Least Squares (failure time[X] on rank[Y])

For the probability plot portion of the overview

Obtain plot points using

- ☒ Default method
☐ Modified Kaplan-Meier method
☐ Herd-Johnson method
☐ Kaplan-Meier method

Handle tied failure times by plotting

- ☒ All points
☐ Maximum of tied points
☐ Average [median] of tied points

Nonparametric Estimation Method

- ☒ Kaplan-Meier
☐ Actuarial Specify time intervals as: 0 to by

無母數估計方式
習慣上選第一項

Minimum and Maximum X Scale

- ☒ Use default values
☐ Use: Minimum X scale: Maximum X scale:

Title:

Help

OK

Cancel

Censor...

Options...

☒ Nonparametric analysis

Select

Help

無母數估計

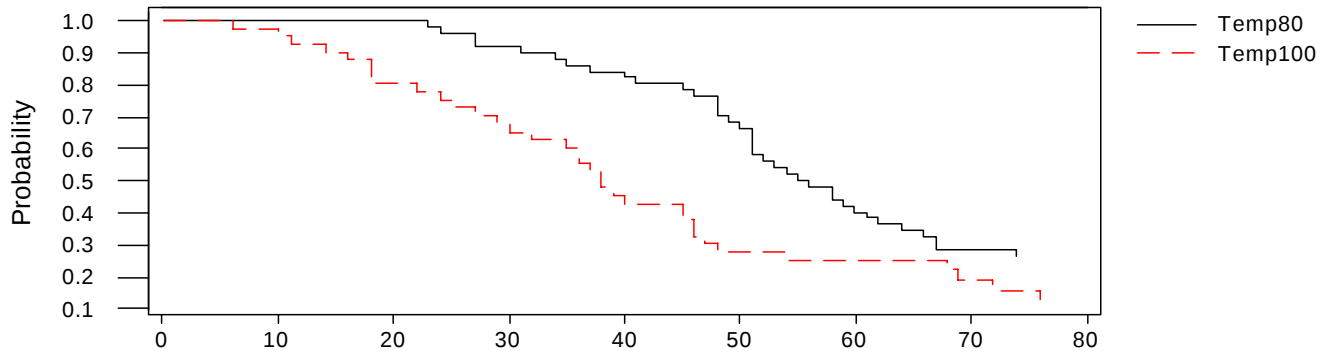
OK

Cancel

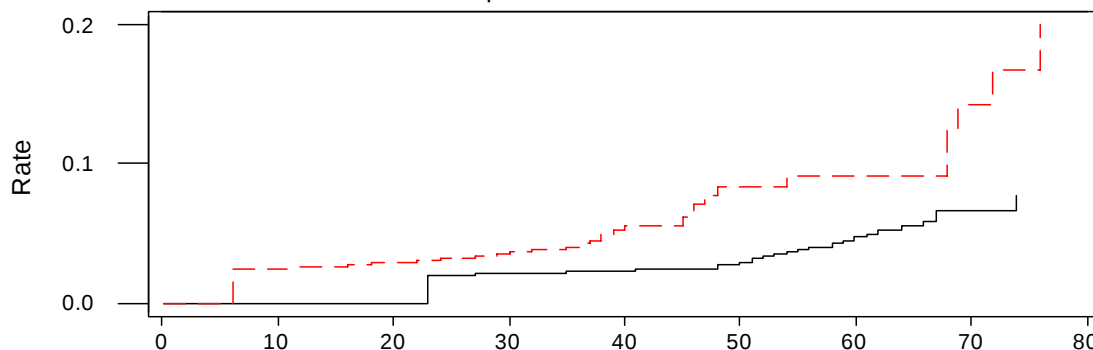
Overview Plot for Temp80-Temp100

Kaplan-Meier Method - Censoring Column in Cens80...Cens100

Kaplan-Meier Survival Function



Nonparametric Hazard Function



壽命分配概述與機率圖

- 混合型式資料
- 開啟Tirewear.MTW檔案。
- Stat→Reliability/Survival→Distribution Overview Plot – Arbitrary Cen...

國立雲林科技大學 工業工程與管理所

壽命分配概述與機率圖

The screenshot shows the 'Distribution Overview Plot-Arbitrary Censoring' dialog box in Minitab. The 'Start variables' field contains 'Start', the 'End variables' field contains 'End', and the 'Frequency columns (optional)' field contains 'Freq'. The 'By variable' checkbox is unchecked. The 'Parametric analysis' radio button is selected, and the 'Distribution' dropdown menu is set to 'Extreme value'. The 'Nonparametric analysis' radio button is unselected. The 'Options...' button is located at the top right. The 'Select' and 'Help' buttons are at the bottom left. The 'OK' and 'Cancel' buttons are at the bottom right.

Annotations in red text:

- 給定起始時間欄位 (Given start time column)
- 給定結束時間欄位 (Given end time column)
- 給定失效數欄位 (Given failure count column)
- 先前的分析得知，失效數據的壽命分配是極值分配 (Previous analysis found that the life distribution of failure data is extreme value distribution)

國立雲林科技大學 工業工程與管理所

壽命分配概述與機率圖

機率紙失效機率估計方法

參數估計方法：MLE或 機率紙

Distribution Overview Plot - Options

Parametric Estimation Method

- ☒ Maximum Likelihood
- ☐ Least Squares (failure time[X] on rank[Y])

Plot Points for Probability Plot

- ☒ Turnbull method
- ☐ Actuarial method

Nonparametric Estimation Method

- ☒ Turnbull method
- ☐ Actuarial method

Minimum and Maximum X Scale

- ☒ Use default values
- ☐ Use: Minimum X scale: Maximum X scale:

Title:

Help OK Cancel

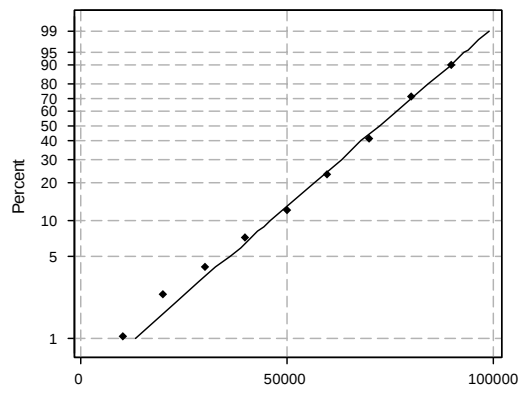
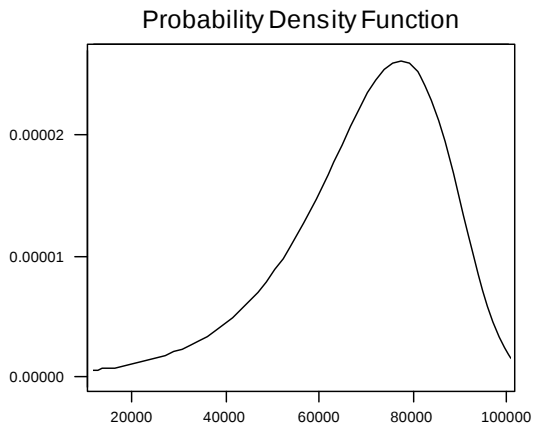
無母數估計方法

國立雲林科技大學 工業工程與管理系

Overview Plot for Start

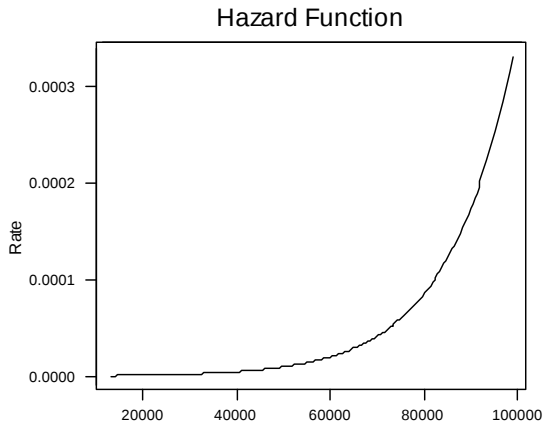
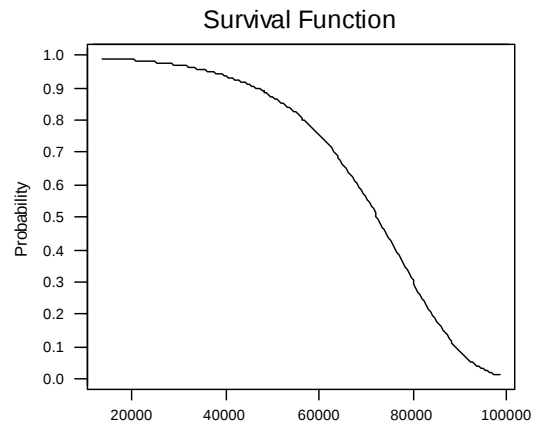
ML Estimates - Arbitrary Censoring

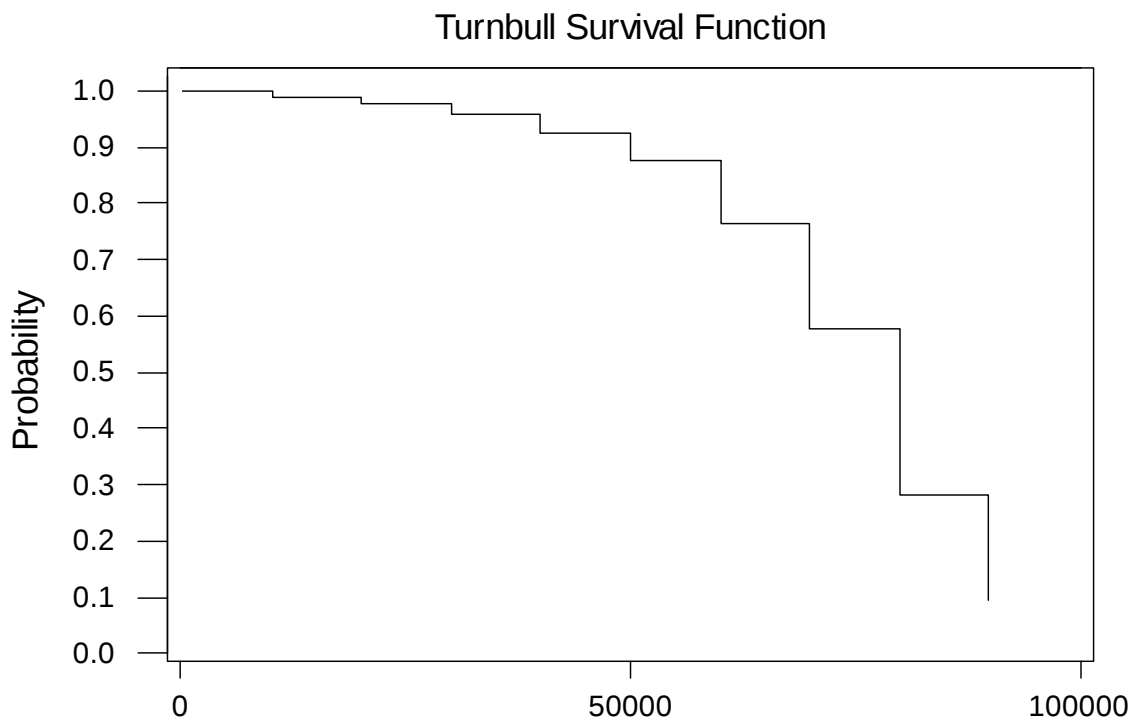
Extreme Value Probability



Location 77538
Scale 13972
MTTF 69473

Goodness of Fit
AD* 2.426





參數估計與修正

- 為失效數據找到適當的壽命分配後，要開始估計壽命分配的參數值，和修正參數值。
- 開啟Reliable.MTW檔案。
- Stat→Reliability/Survival→Parametric Dist Analysis – Right Cen...

參數估計與修正

Parametric Distribution Analysis-Right Censoring

C1	Temp80
C2	Cens80
C3	Temp100
C4	Cens100

Variables:
Temp80 Temp100

Frequency columns (optional):

☐ By variable:
Enter number of levels:

Assumed distribution: Lognormal base e

Select Help

Censor...
Estimate...
Test...
Graphs...
Results...
Options...
Storage...
OK
Cancel

失效時間欄位

失效個數欄位 (選填)

先前的分析得知，失效數據的壽命分配是對數常態分配

國立雲林科技大學 工業工程與管理所

參數估計與修正

Parametric Distribution Analysis - Censor

C1	Temp80
C2	Cens80
C3	Temp100
C4	Cens100

Censoring Options

☒ Use censoring columns:
Temp80 Temp100

Censoring value: 0

☐ Time censor at:
☐ Failure censor at:

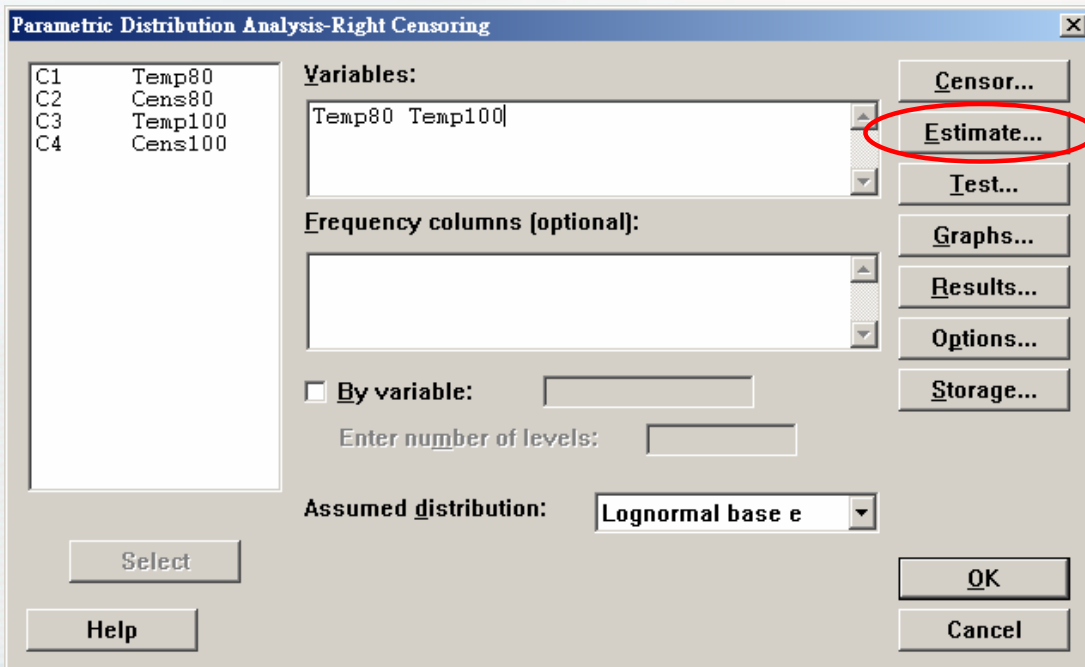
Select Help

OK Cancel

Censor...
Estimate...
Test...
Graphs...
Results...
Options...
Storage...
OK
Cancel

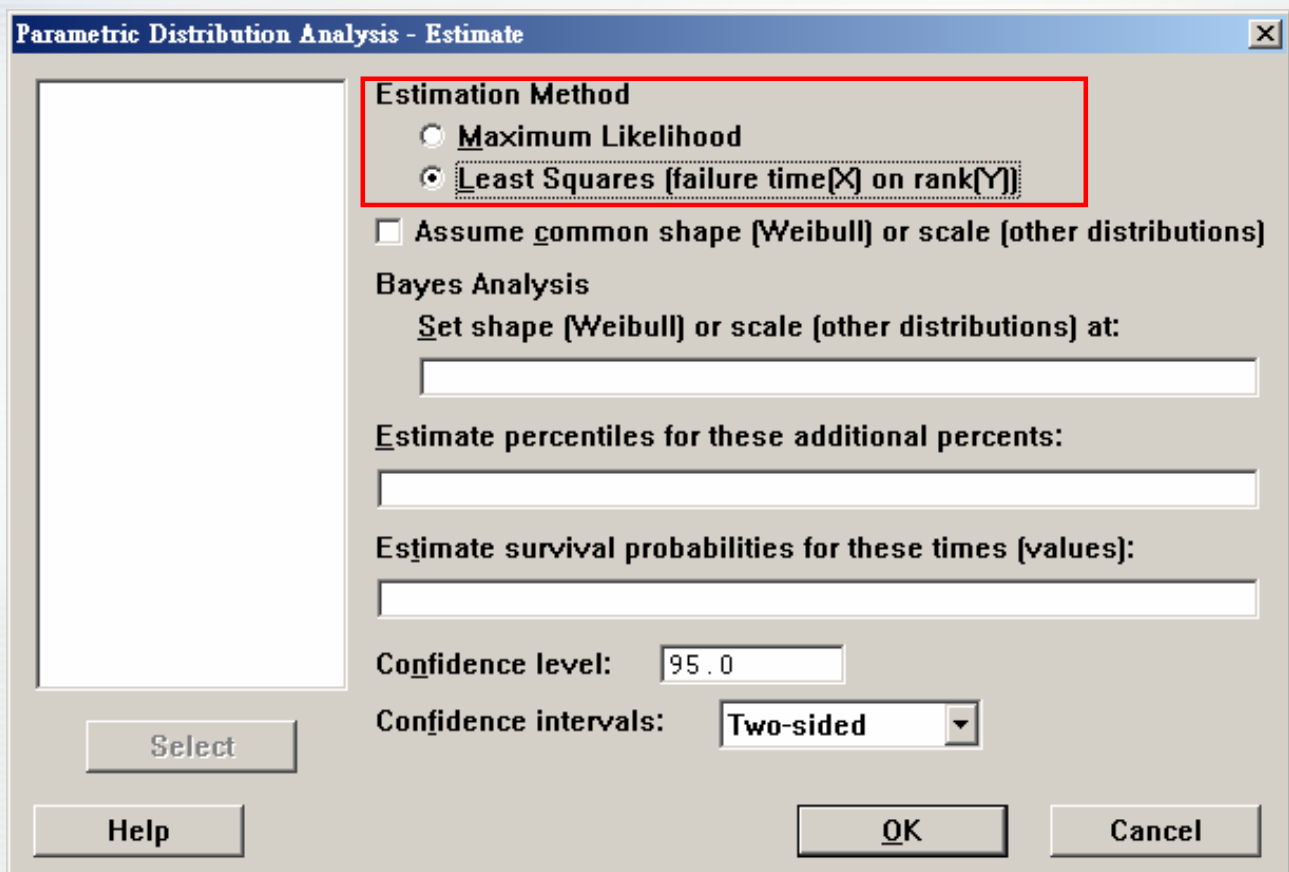
參數估計與修正

- Estimate 是此分析最關鍵的功能，用來估計參數和修正參數。參數估計方法主要分MLE和機率紙方法。



科技大學 工業工程與管理所

參數估計與修正

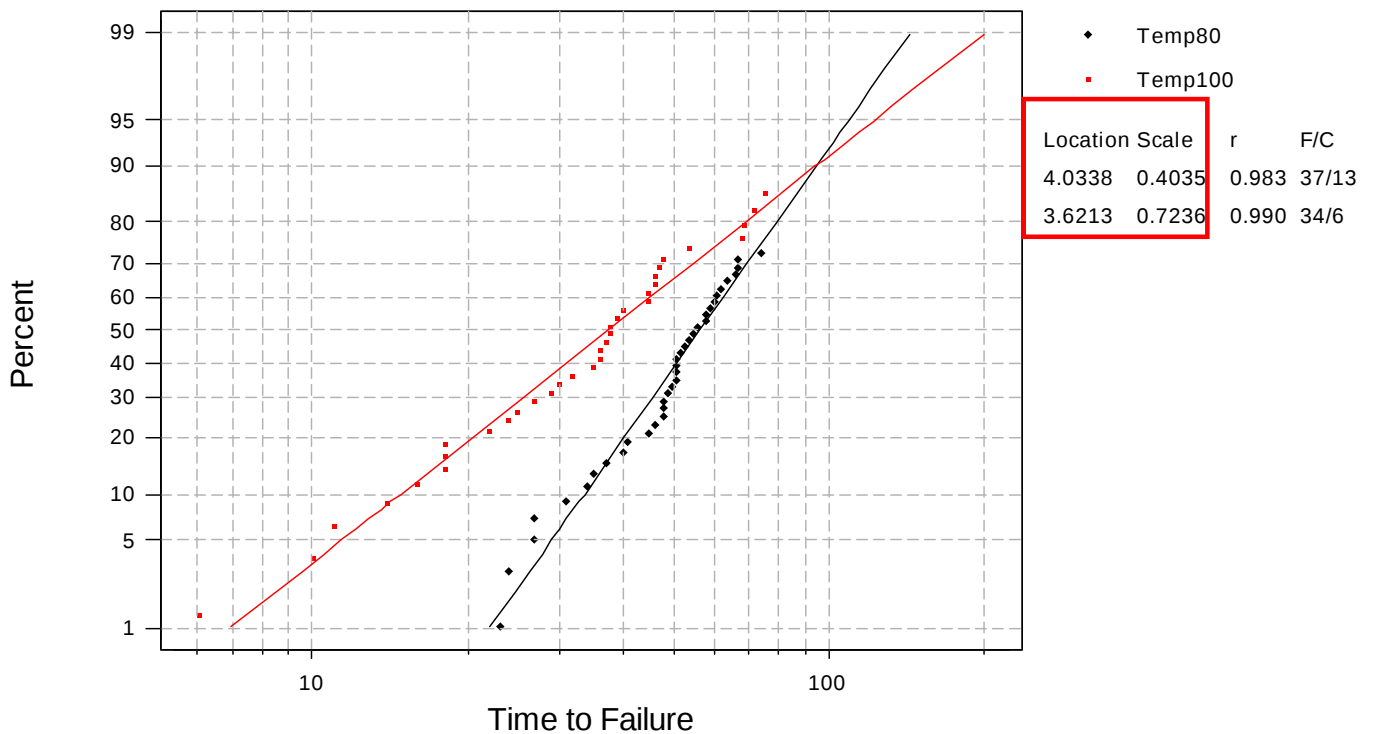


國立雲林科技大學 工業工程與管理所

Probability Plot for Temp80-Temp100

Lognormal base e Distribution - LSXY Estimates

Censoring Column in Cens80-Cens100



國立雲林科技大學 工業工程與管理所

參數估計與修正

Parametric Distribution Analysis - Estimate

Estimation Method

- ☐ Maximum Likelihood
- ☒ Least Squares (failure time[X] on rank[Y])

☒ Assume common shape (Weibull) or scale (other distributions)

Bayes Analysis

Set shape (Weibull) or scale (other distributions) at:

Estimate percentiles for these additional percents:

Estimate survival probabilities for these times (values):

Confidence level: 95.0

Confidence intervals: Two-sided

Select

Help

OK

Cancel

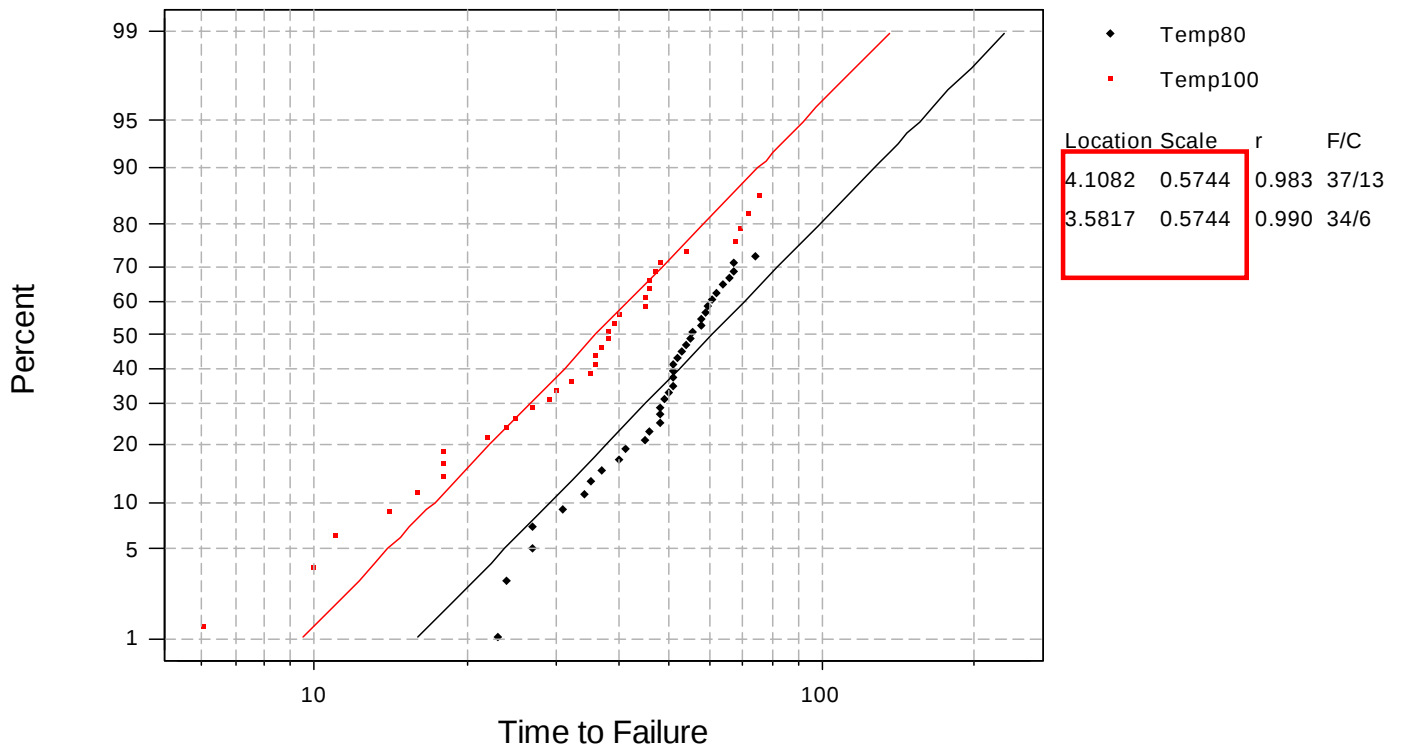
假設兩筆數據
具有相同的失
效模式參數

與管理所

Probability Plot for Temp80-Temp100

Lognormal base e Distribution - LSXY Estimates

Censoring Column in Cens80-Cens100



國立雲林科技大學 工業工程與管理所

參數估計與修正

Parametric Distribution Analysis - Estimate

Estimation Method

☐ Maximum Likelihood

☒ Least Squares (failure time[X] on rank[Y])

☐ Assume common shape (Weibull) or scale (other distributions)

Bayes Analysis

Set shape (Weibull) or scale (other distributions) at:

0.8

Estimate percentiles for these additional percents:

Estimate survival probabilities for these times (values):

Confidence level: 95.0

Confidence intervals: Two-sided

Select

Help

OK

Cancel

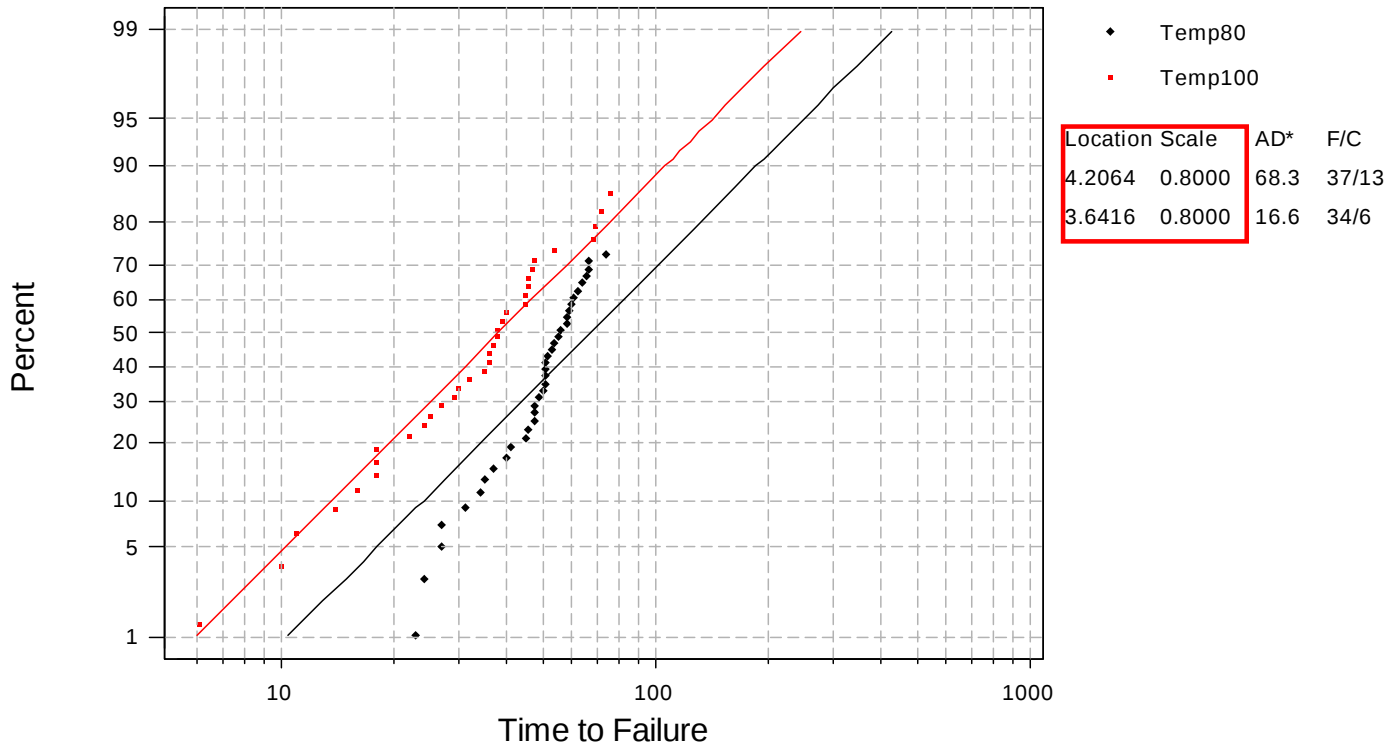
任意指定兩筆
數據相同的失
效模式參數值

與管理所

Bayes Probability Plot for Temp80-Temp100

Lognormal base e Distribution - LSXY Estimates

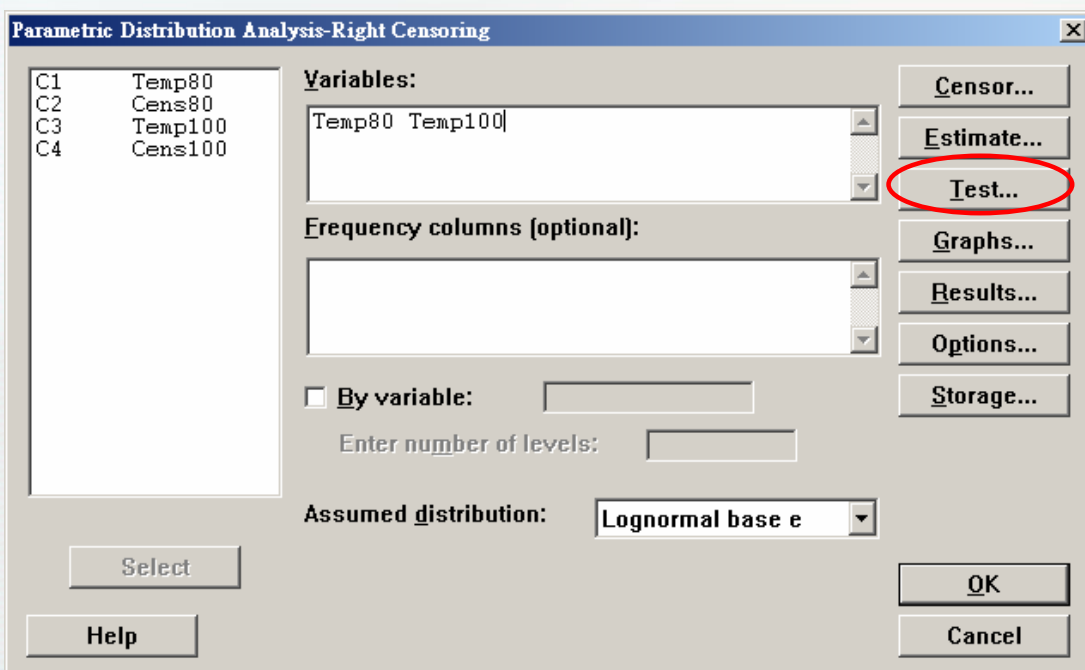
Censoring Column in Cens80-Cens100



國立雲林科技大學 工業工程與管理所

參數估計與修正

- Test 是分析修正後的參數值是否可以取代原先參數值。若不能取代原先的參數值，表示試驗樣本失效模式可能不同。



科技大學 工業工程與管理所

參數估計與修正

Parametric Distribution Analysis - Test

Consistency of Sample with Value

Test shape (Weibull) or scale (other distributions) equal to: 0.5744

Test scale (Weibull or expo) or location (other distributions) equal to:

Equality of Parameters

☐ Test for equal shape (Weibull) or scale (other distributions)

☐ Test for equal scale (Weibull or expo) or location (other distributions)

Help OK Cancel

試著判斷0.5744是否為共同的失效模式參數

Test for Scale Equal to 0.5744

Chi-Square	DF	P
0.000	1	1.000

P值若小於0.05，表示0.5744不是共同的失效模式參數

國立雲林科技大學 工業工程與管理所

參數估計與修正

- Graphs 是設定圖型的顯示種類，與圖形的設定。

Parametric Distribution Analysis-Right Censoring

Variables: Temp80 Temp100

Frequency columns (optional):

☐ By variable: Enter number of levels:

Assumed distribution: Lognormal base e

Select Help

Censor... Estimate... Test... Graphs... Results... Options... Storage... OK Cancel

科技大學 工業工程與管理所

參數估計與修正

Parametric Distribution Analysis - Graphs

☒ Probability plot

Obtain plot points using

☒ Default method

☐ Herd-Johnson method

☐ Modified Kaplan-Meier method

☐ Kaplan-Meier method

Handle tied failure times by plotting

☒ All points

☐ Maximum of tied points

☐ Average (median) of tied points

☐ Survival plot 可靠度圖

☐ Display confidence intervals on above plots 信賴區間

☐ Hazard plot 失效率圖

Minimum X scale:

Maximum X scale:

X axis label:

Help

OK

Cancel

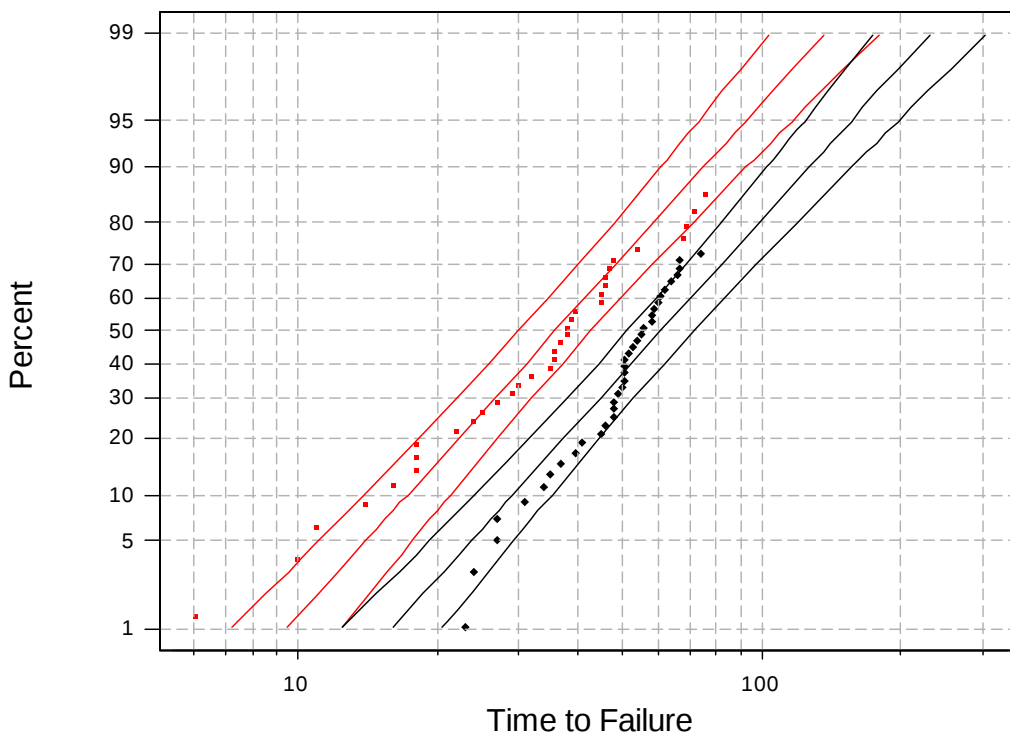
機率紙失效機率估計方法
完整資料選 第一個
中斷試驗資料選第四個

相同失效時間，
失效機選擇方式

與管理所

Probability Plot for Temp80-Temp100

Lognormal base e Distribution - LSXY Estimates - 95.0% CI
Censoring Column in Cens80-Cens100



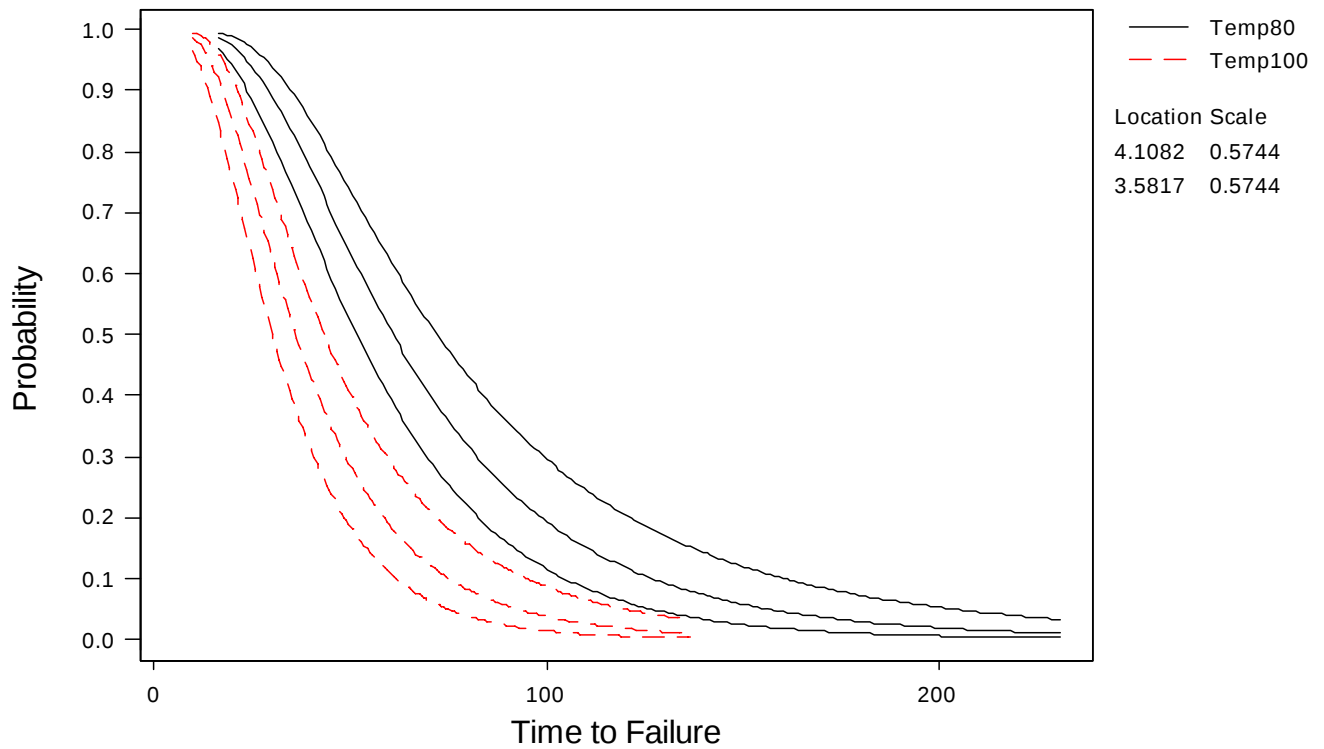
• Temp80
• Temp100

Location	Scale	r	F/C
4.1082	0.5744	0.983	37/13
3.5817	0.5744	0.990	34/6

Parametric Survival Plot for Temp80-Temp100

Lognormal base e Distribution - LSXY Estimates - 95.0% CI

Censoring Column in Cens80-Cens100

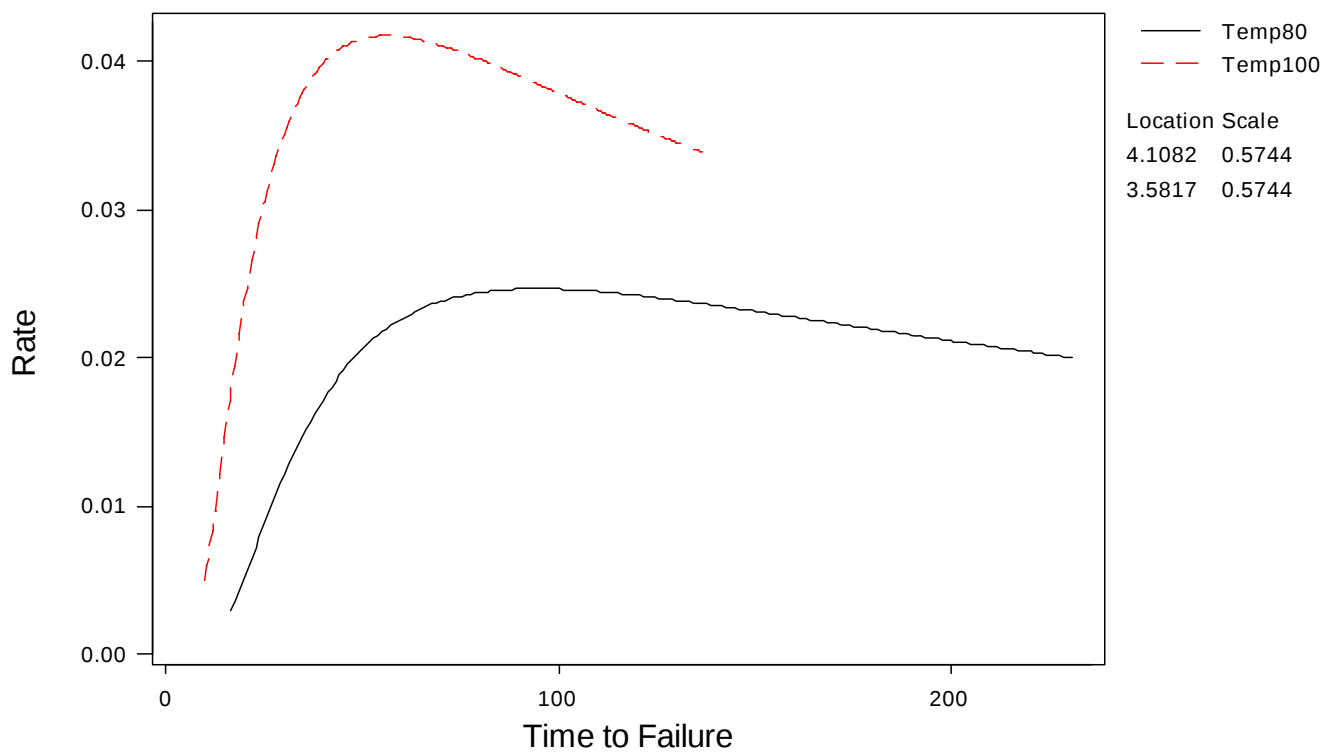


國立雲林科技大學 工業工程與管理系

Parametric Hazard Plot for Temp80-Temp100

Lognormal base e Distribution - LSXY Estimates

Censoring Column in Cens80-Cens100



國立雲林科技大學 工業工程與管理系

參數估計與修正

- Variable: Temp80
- Censoring Information
- Uncensored value
- Right censored value
- Censoring value: Cens80 = 0
- Estimation Method: Least Squares (failure time(X) on rank(Y))
- Distribution: Lognormal base e
- Parameter Estimates
- Standard 95.0% Normal CI
- Parameter Estimate Error Lower Upper
- Location 4.03379 0.05853 3.91907 4.14850
- Scale 0.40353 0.03927 0.33346 0.48832
- Log-Likelihood = -183.145
- Goodness-of-Fit
- Anderson-Darling (adjusted) = 67.0508, Correlation Coefficient = 0.9830

國立雲林科技大學 工業工程與管理所

參數估計與修正

- Characteristics of Distribution
- Standard 95.0% Normal CI
- Estimate Error Lower Upper
- Mean(MTTF) 61.2647 3.7058 54.4156 68.9759
- Standard Deviation 25.7634 3.4563 19.8066 33.5118
- Median 56.4743 3.3055 50.3535 63.3392
- First Quartile(Q1) 43.0177 2.7738 37.9107 48.8126
- Third Quartile(Q3) 74.1405 4.7455 65.3992 84.0502
- Interquartile Range(IQR) 31.1228 3.5827 24.8367 39.0000

國立雲林科技大學 工業工程與管理所

參數估計與修正

- Table of Percentiles

			Standard	95.0% Normal CI	
	Percent	Percentile	Error	Lower	Upper
•	1	22.0881	2.4070	17.8403	27.3474
•	2	24.6565	2.4683	20.2638	30.0015
•	3	26.4388	2.5033	21.9609	31.8299
•	4	27.8640	2.5278	23.3250	33.2862
•	5	29.0797	2.5470	24.4927	34.5258

此產品在**29.0797**時間單位壞的機率為**5%**，
意味著此時間點的可靠度值為**1- 5%=95%**

無母數估計

- 無母數估計是未對失效數據做機率分配假設，而進行可靠度或失效率估計的方法。
- 開啟Reliable.MTW檔案。
- Stat→Reliability/Survival→Nonparametric Dist Analysis Plot – Right Cen...

無母數估計

Nonparametric Distribution Analysis-Right Censoring

C1	Temp80
C2	Cens80
C3	Temp100
C4	Cens100

Variables:
Temp80 Temp100

Frequency columns (optional):

☐ **By variable:**
Enter number of levels:

Buttons: Select, Help, OK, Cancel, Censor..., Estimate..., Graphs..., Results..., Storage...

Annotations:

- 失效時間欄位 (Failure Time Column)
- 失效個數欄位 (選填) (Failure Count Column (Optional))

國立雲林科技大學 工業工程與管理系

無母數估計

Nonparametric Distribution Analysis-Right Censoring

C1 Temp80 Variables:

Nonparametric Distribution Analysis - Censor

C1	Temp80
C2	Cens80
C3	Temp100
C4	Cens100

Censoring Options

☒ **Use censoring columns:**
Cens80 Cens100

Censoring value: 0

☐ **Time censor at:**

☐ **Failure censor at:**

Buttons: Select, Help, OK, Cancel, Censor..., Estimate..., Graphs..., Results..., Storage...

Annotation:

- Censor... (Censoring Options)

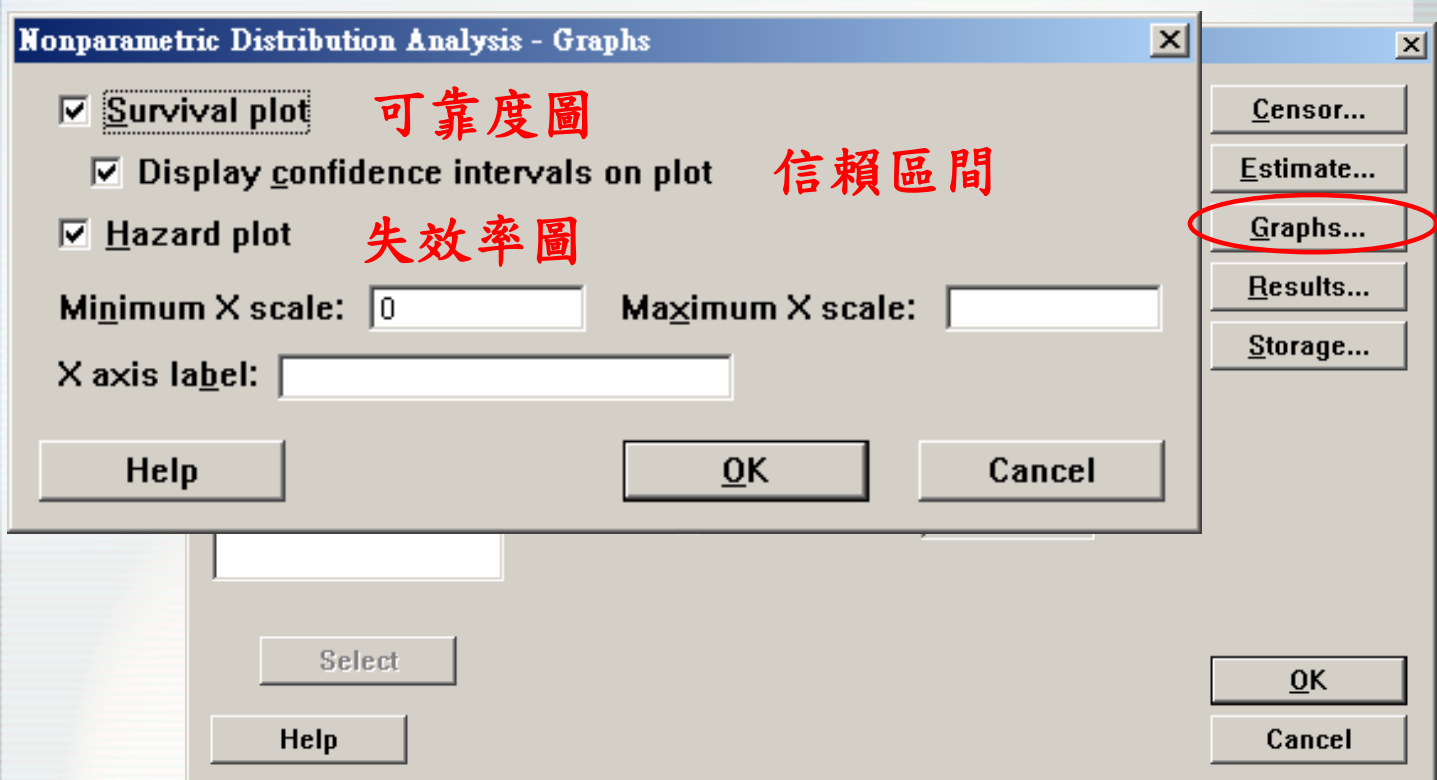
國立雲林科技大學 工業工程與管理系

無母數估計



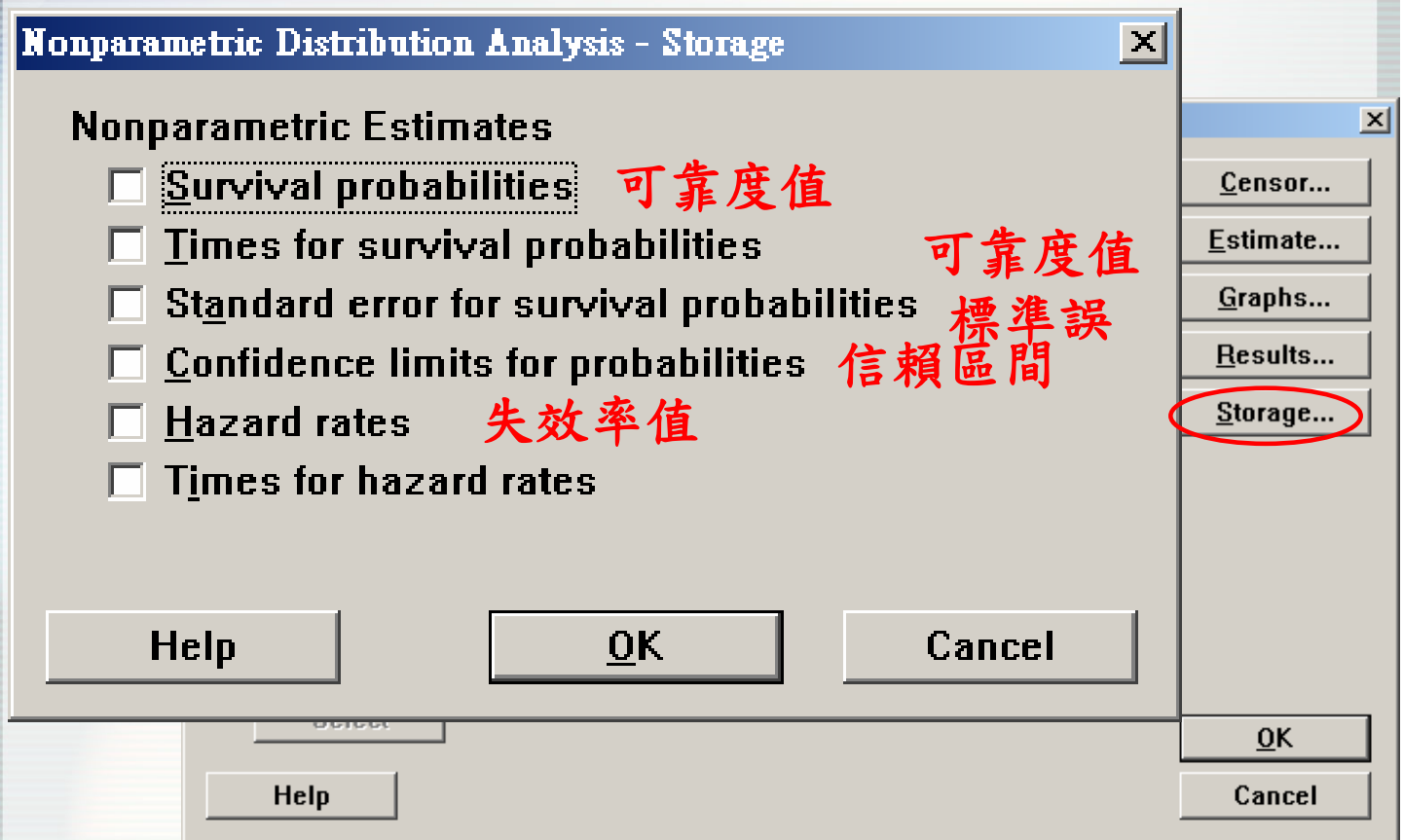
國立雲林科技大學 工業工程與管理系

無母數估計



國立雲林科技大學 工業工程與管理系

無母數估計

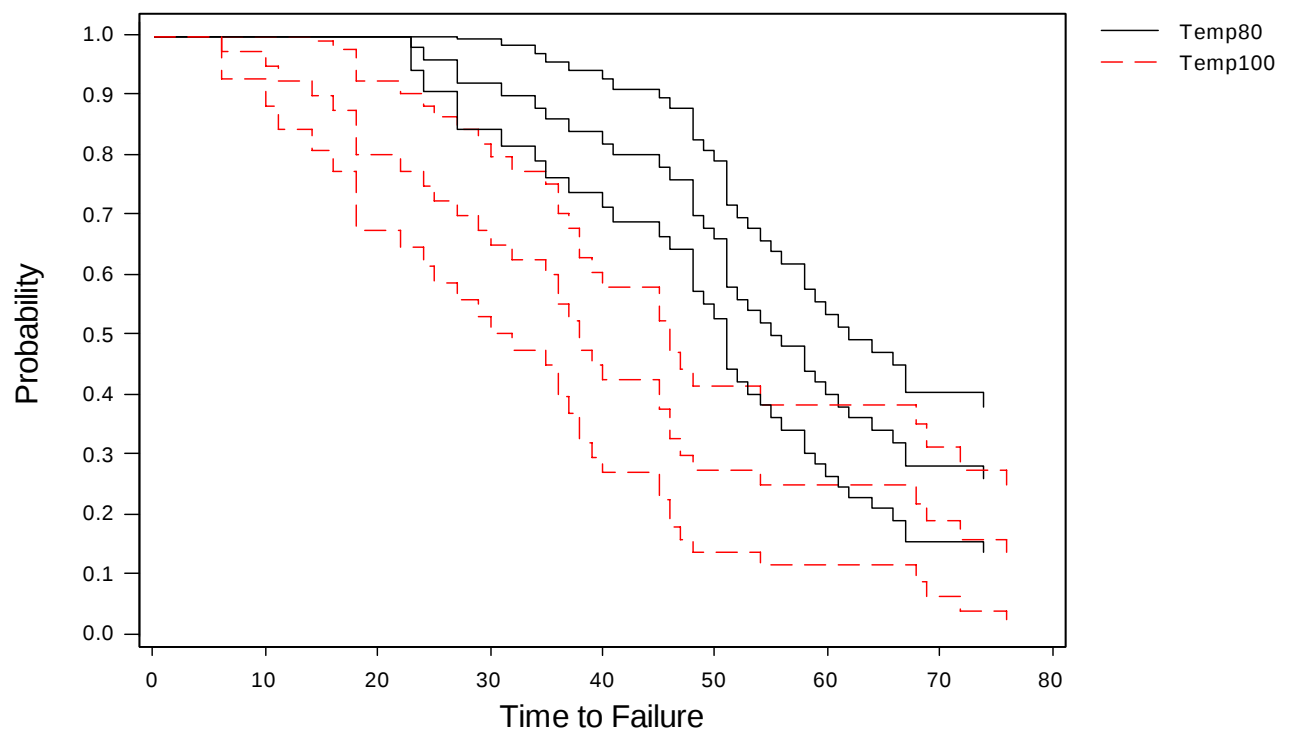


國立雲林科技大學 工業工程與管理系

Nonparametric Survival Plot for Temp80-Temp100

Kaplan-Meier Method - 95.0% CI

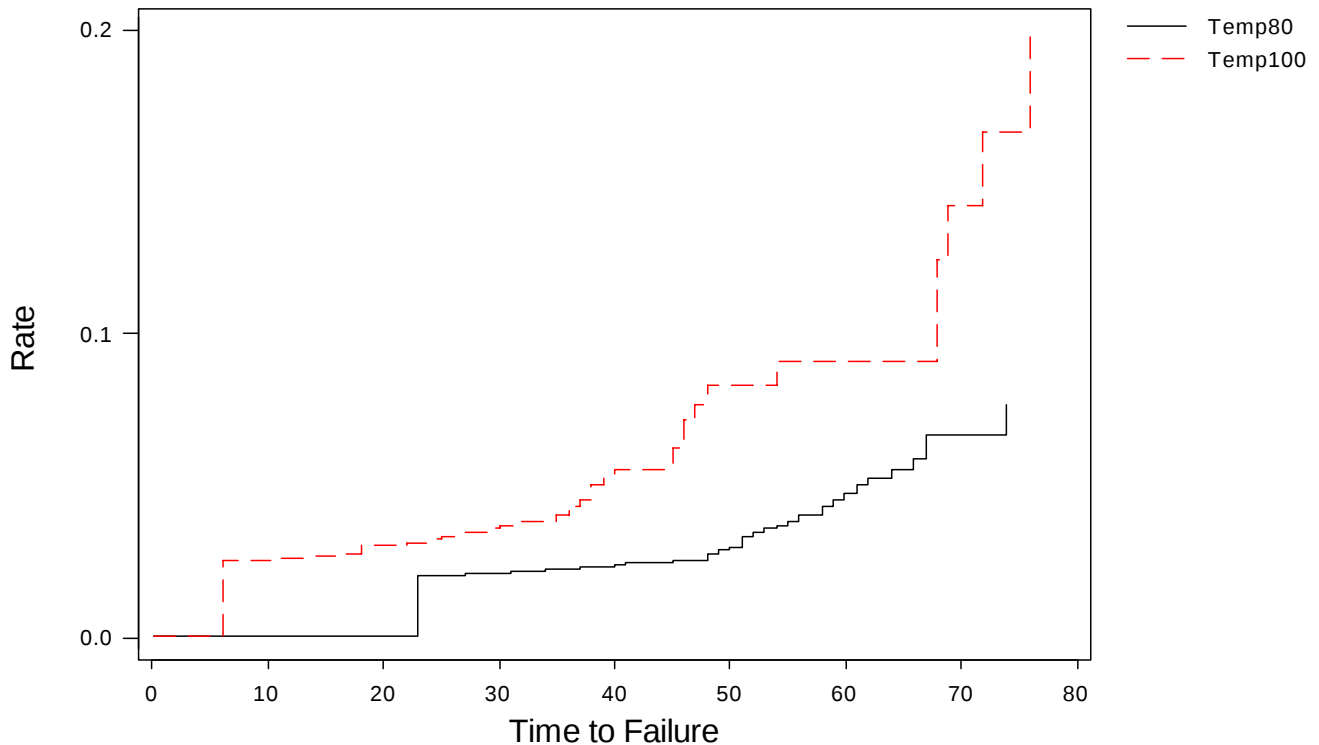
Censoring Column in Cens80-Cens100



國立雲林科技大學 工業工程與管理系

Nonparametric Hazard Plot for Temp80-Temp100

Empirical Hazard Function
Censoring Column in Cens80-Cens100



無母數估計

Variable: Temp80

- | • Censoring Information | Count |
|-------------------------------|-------|
| • Uncensored value | 37 |
| • Right censored value | 13 |
| • Censoring value: Cens80 = 0 | |

• Variable: Temp100

- | • Censoring Information | Count |
|--------------------------------|-------|
| • Uncensored value | 34 |
| • Right censored value | 6 |
| • Censoring value: Cens100 = 0 | |

無母數估計

- Kaplan-Meier Estimates **TEMP80**

	Number	Number	Survival	Standard	95.0% Normal	
CI						
Time	at Risk	Failed	Probability	Error	Lower	Upper
23.0000	50	1	0.9800	0.0198	0.9412	1.0000
24.0000	49	1	0.9600	0.0277	0.9057	1.0000
27.0000	48	2	0.9200	0.0384	0.8448	0.9952
31.0000	46	1	0.9000	0.0424	0.8168	0.9832
34.0000	45	1	0.8800	0.0460	0.7899	0.9701

還有45個樣本在試驗，時間點在34時間單位，壞了1個，其可靠度值為0.88。

加速壽命試驗分析

●Stat→Reliability/Survival
→Accelerated Life Testing

時間	失效數	中斷	溫度
44	1	1	70
165	4	1	70
230	19	1	70
254	1	0	70
340	5	1	70
230	12	1	60
254	1	0	60
304	7	1	60
420	10	1	60
230	6	1	40
254	1	0	40
304	16	1	40
504	7	1	40

加速壽命試驗分析

Accelerated Life Testing

C1	time
C2	faiNO
C3	Cen
C4	Temp

☒ Responses are uncens/right censored data
☐ Responses are uncens/arbitrarily censored data

Variables/ Start variables: time

End variables:

Freq. columns: (optional) faiNO

Accelerating variable: Temp

Relationship: Arrhenius

Assumed distribution: Weibull

失效時間

失效個數

試驗變數

壽命應力關係

壽命分配

Select

Help

Censor...

Estimate...

Graphs...

Results...

Options...

Storage...

OK

Cancel

國立雲林科技大學 工業工程與管理所

加速壽命試驗分析

Accelerated Life Testing

C1	time
C2	faiNO
C3	Cen
C4	Temp

☒ Responses are uncens/right censored data
☐ Responses are uncens/arbitrarily censored data

Accelerated Life Testing - Censor

Use censoring columns: Cen

Censoring value: 0

Select

Help

OK

Cancel

Help

Cancel

國立雲林科技大學 工業工程與管理所

加速壽命試驗分析

Accelerated Life Testing

C1 time
C2 failNO
C3 Cen
C4 Temp

☒ Responses are uncens/right censored data
☐ Responses are uncens/arbitrarily censored data

Estimate...

Accelerated Life Testing - Estimate

Percentile and Probability Estimation

☒ Enter new predictor values: 50
☐ Use predictor values in data (storage only)

Estimate percentiles for percents: 50 63.2

Store percentiles:
☐ Percentiles ☐ Confidence limits
☐ Standard error

Estimate survival probabilities for times:
Store survival probabilities:
☐ Probabilities ☐ Confidence limits

Confidence level: 95.0

Select Help OK Cancel

程與管理所

加速壽命試驗分析

Response Variable: time

Frequency: failNO

Censoring Information Count

Uncensored value 90

Estimation Method: Maximum Likelihood

Distribution: Weibull

Transformation on accelerating variable: Arrhenius

Regression Table

Predictor	Standard		Z	P	95.0% Normal CI	
	Coef	Error			Lower	Upper
Intercept	2.1376	0.8101	2.64	0.008	0.5500	3.7253
Temp	0.10319	0.02299	4.49	0.000	0.05814	0.14824
Shape	3.7330	0.2977			3.1928	4.3645

Log-Likelihood = -526.618

$$\text{Log壽命} = 2.1376 + 0.10319 \times \frac{11604.833}{\text{溫度} + 273} + \frac{\varepsilon}{3.733}$$

加速壽命試驗分析

Anderson-Darling (adjusted) Goodness-of-Fit
At each accelerating level

Level	Fitted Model
40	4.346
60	5.612
70	4.031

各個應力的
適合度值

Table of Percentiles

Percent	Temp	Percentile	Standard Error	95.0% Normal CI	
				Lower	Upper
50.0	50.0000	312.6529	11.5832	290.7549	336.2003
63.2	50.0000	344.8774	11.6820	322.7247	368.5508

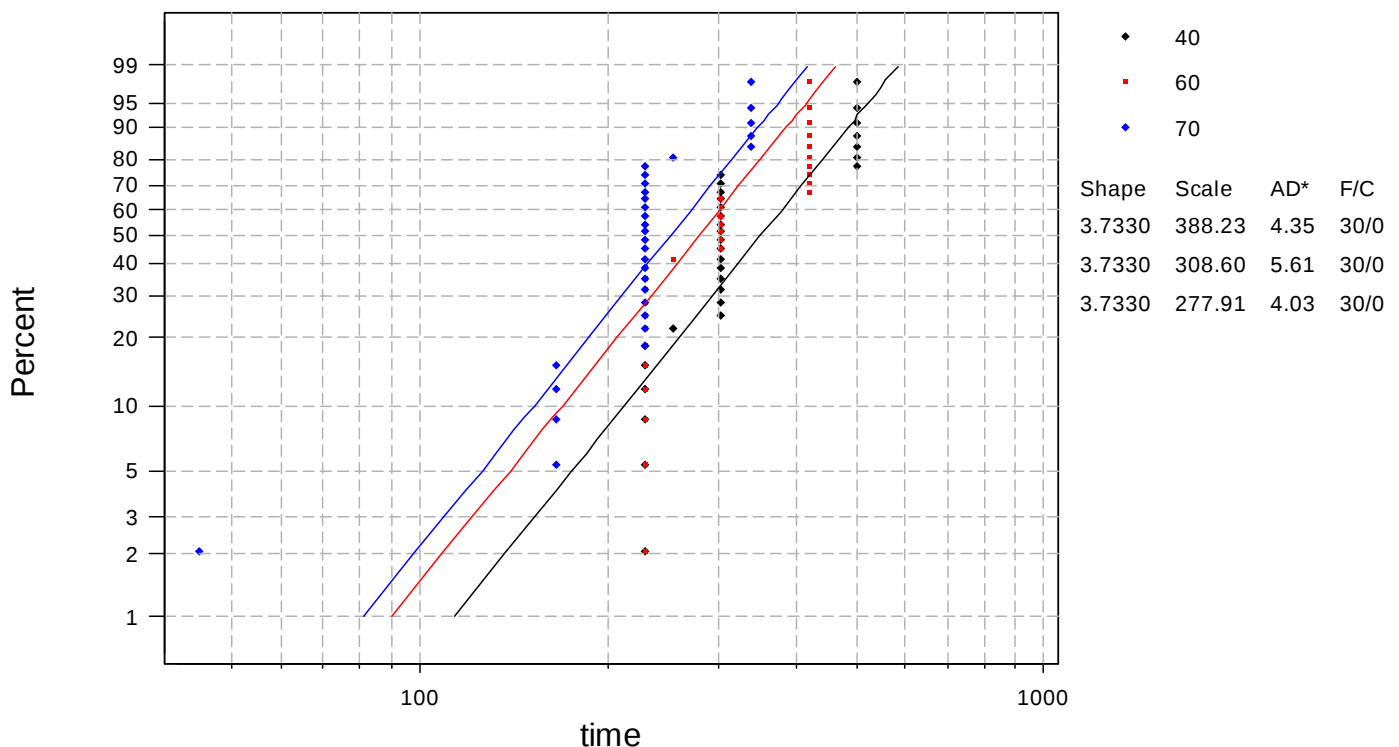
失效機率在0.5 和 0.632，且溫度在50°C，壽命值分別為312.6529和344.8774

國立雲林科技大學 工業工程與管理系

Probability Plot (Fitted Arrhenius) for time

Weibull Distribution - ML Estimates

Complete Data



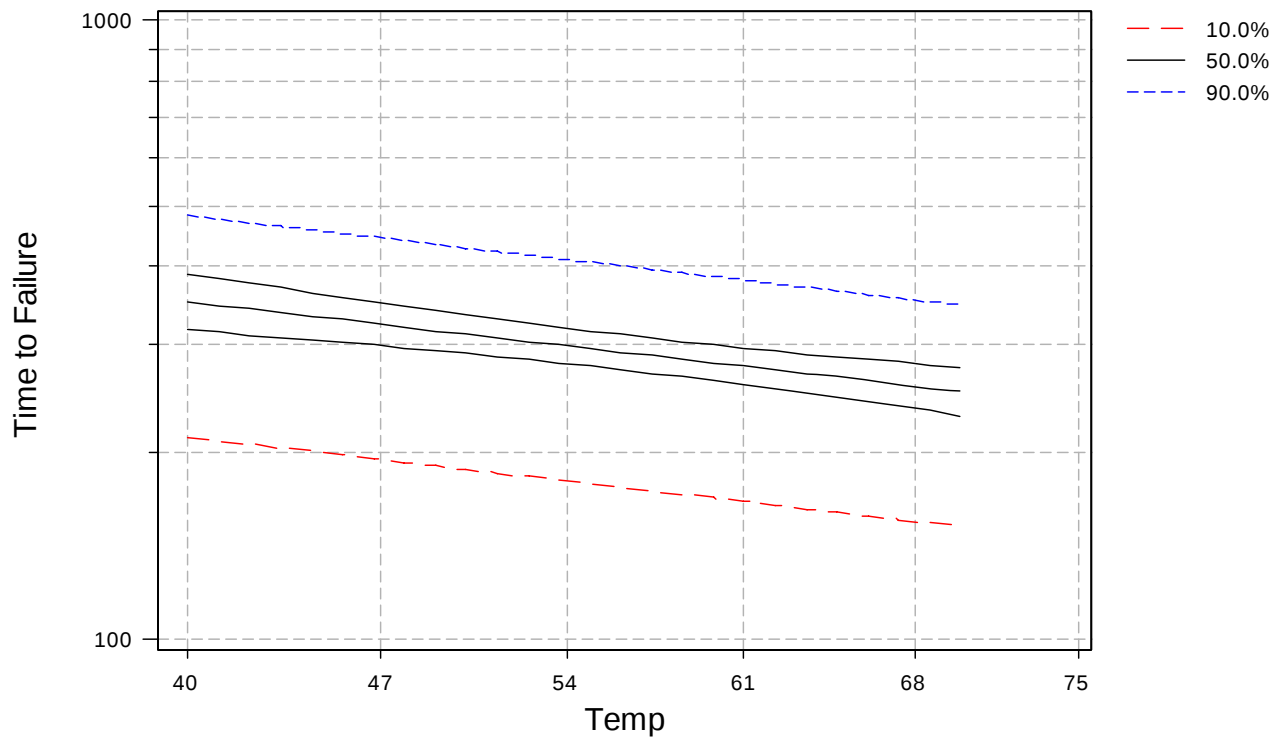
國立雲林科技大學 工業工程與管理系

Relation Plot (Fitted Arrhenius) for time

Weibull Distribution - ML Estimates - 95.0% CI

Complete Data

Log-Arrhenius 圖



國立雲林科技大學 工業工程與管理所

國立雲林科技大學 工業工程與管理所
National Yunlin University of Science & Technology Industrial Engineering and Management

品質與可靠度工程實驗室
Quality and Reliability Engineering Lab.

The End

請多指教 謝謝!!