

目錄

一、研究背景及動機	2
二、研究目的	2
三、變數介紹	2
四、各變數線性回歸	8
五、應變數(Y)與自變數(X1)-簡單線性回歸分析	18
六、應變數(Y)與自變數(X1)轉換	22

一、研究背景及動機

經濟成長需要以能源為動力，而能源的來源一直以來都備受討論。核能電廠的存廢，除了對環境的影響，也牽動的經濟與政治的考量。火力發電產生的碳排放量也一直以來是環保注意的焦點。而環保人士所推薦的再生能源是否可以真的可以成為電力的主要來源？

二、研究目的

承接研究動機，透過目前台灣電力公司過去一年以來的電力備轉用量率及計算各電廠發電影響備轉容量率，來討論各項能源對於每日用電量的供需狀況，在不考慮其他因素影響(如購電成本、維護費用等條件)，探討核能電力的存廢可能，及其他來源的替代及發展性。

三、變數介紹

1. 應變數(Y)：電力備轉用量率(%)

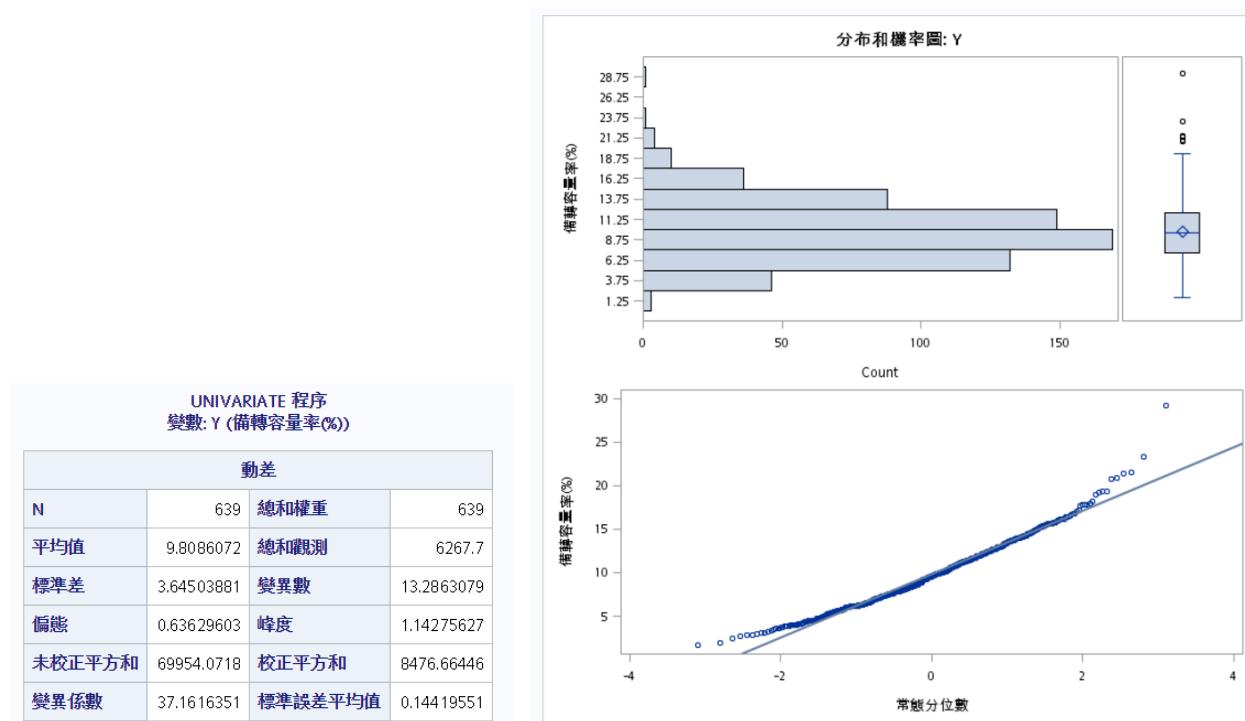
備用容量：用來應付機組大修、小修、故障、減載、機組老化、水力變動、負載預測變動及工程計畫延宕等電力供需變化，適用於電源開發規劃之用。

備用容量：系統規劃淨尖峰能力 - 系統尖峰負載

備用容量率：是衡量電力系統發電端供電可靠度之指標。

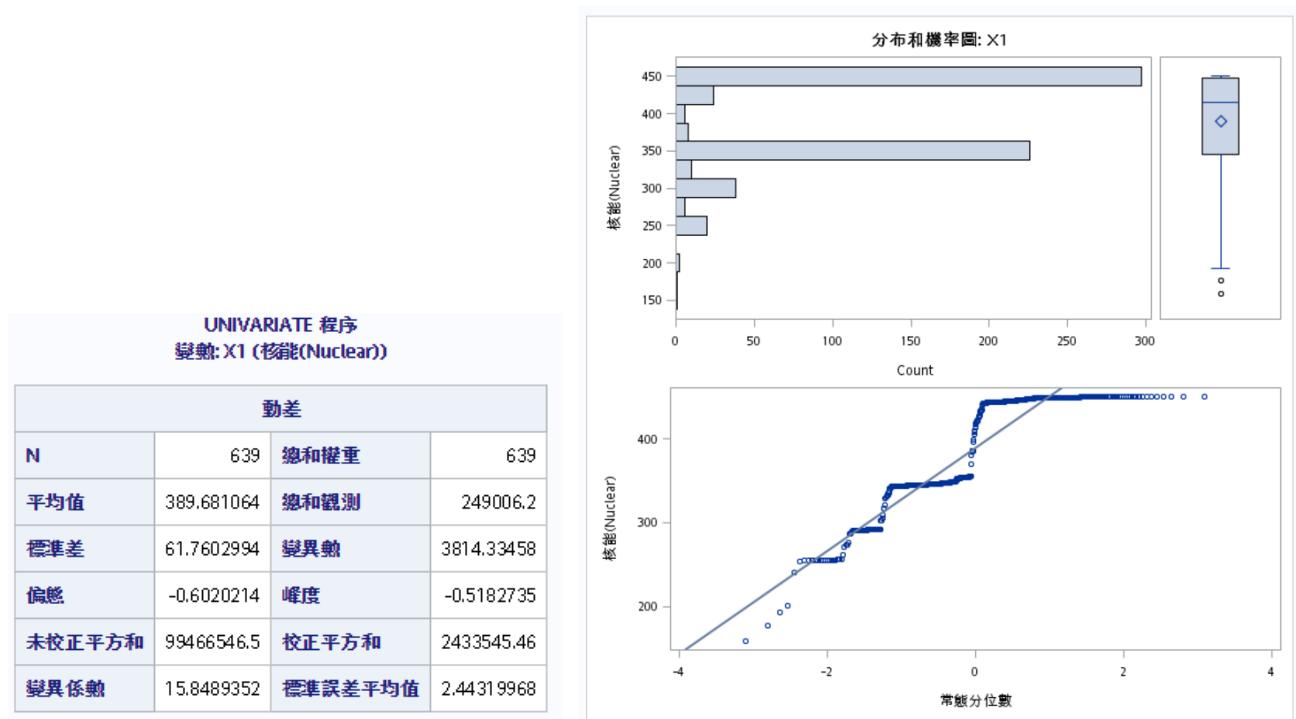
備用容量率：備用容量 ÷ 系統尖峰負載 × 100%

最大值：1.64% 最小值：29.23%



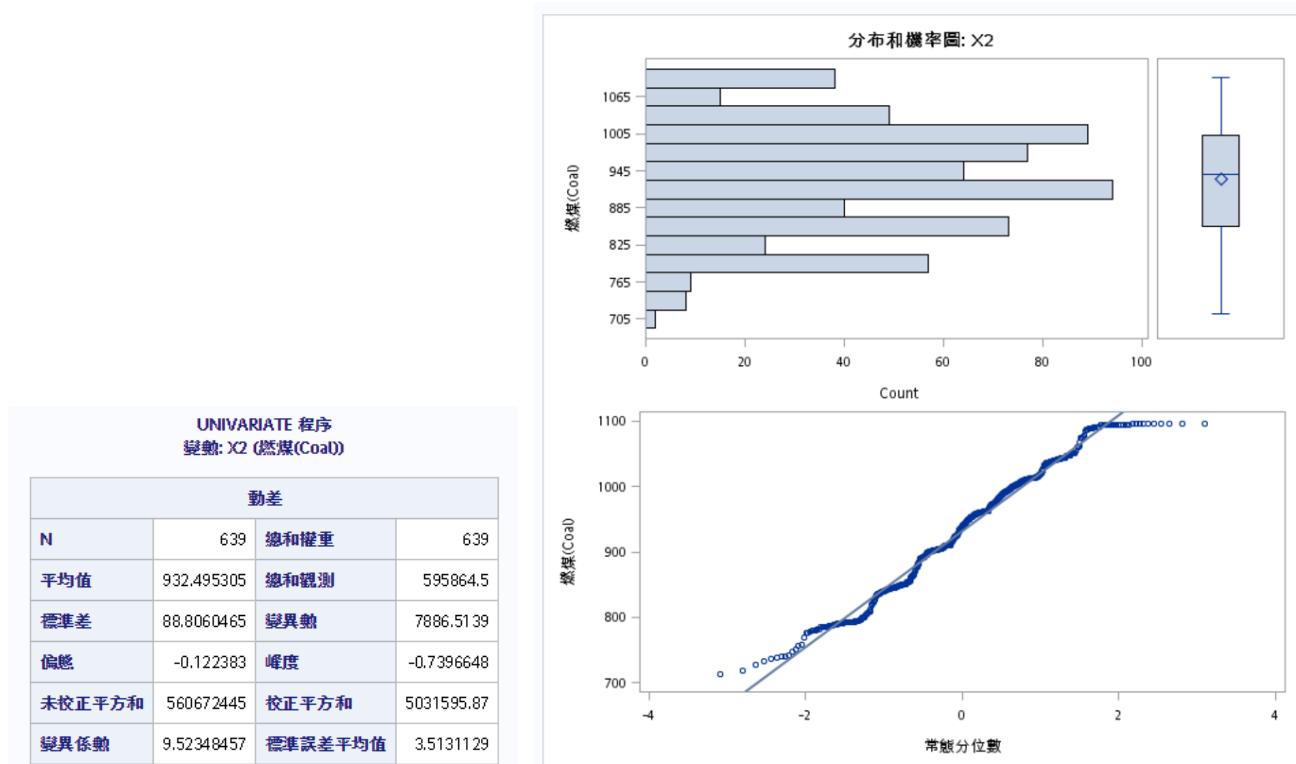
2. 自變數(X1)：核能(Nuclear)

最大值：450.7 最小值：158.2(單位：萬瓩)



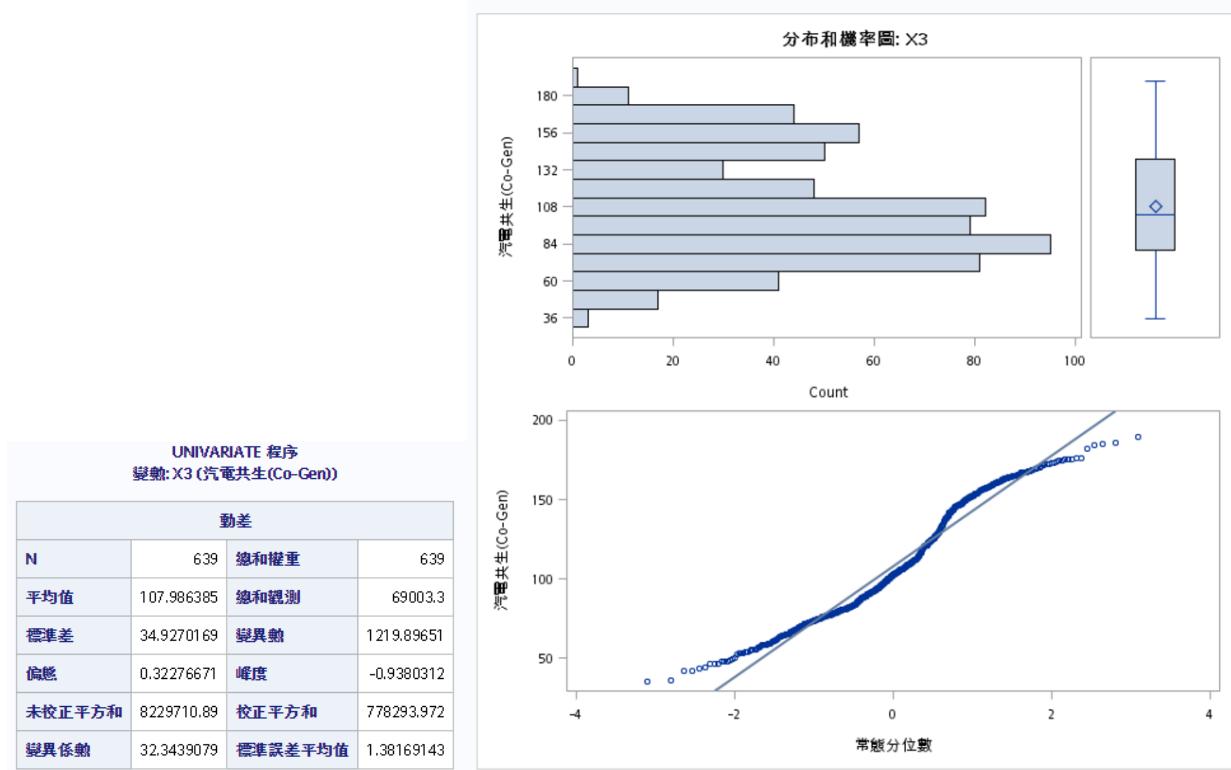
3. 自變數(X2)：燃煤(Coal) [含民營電廠]

最大值：1096.5 最小值：713.7(單位：萬瓩)



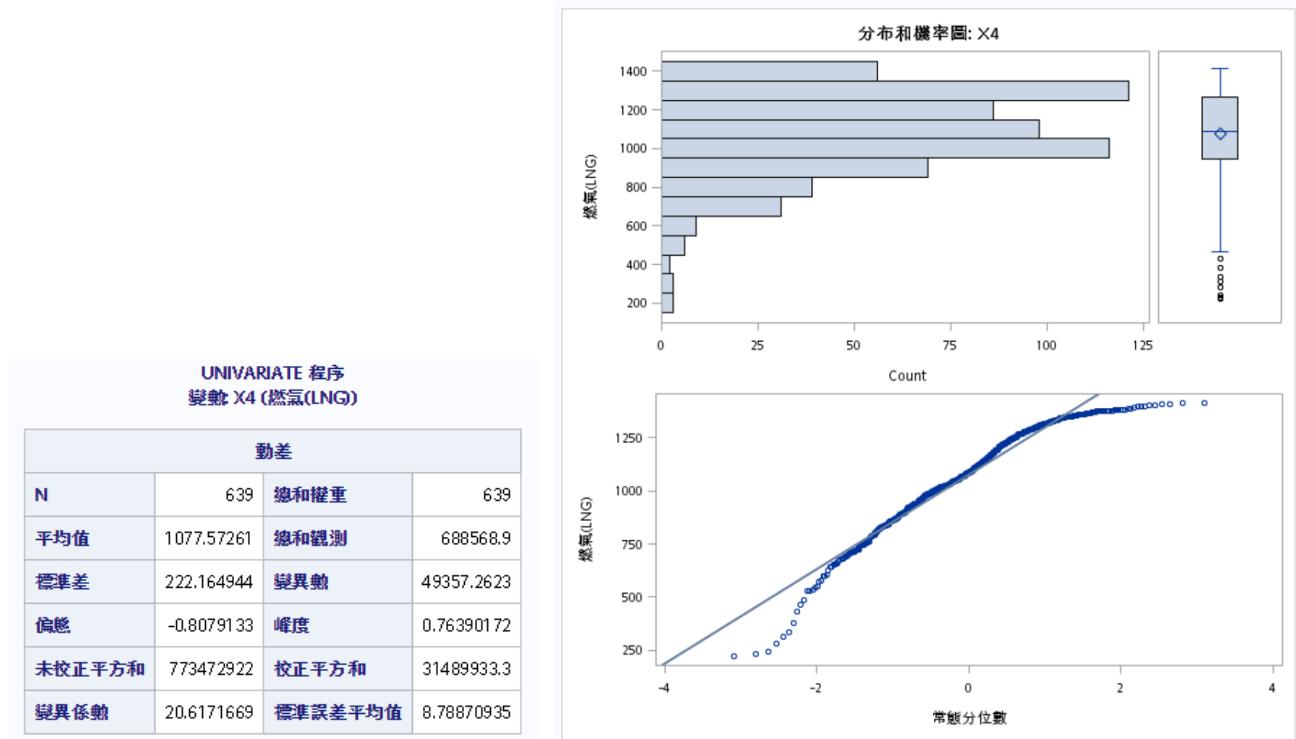
4. 自變數(X3)：汽電共生(Co-Gen)

最大值：189.3 最小值：35.3(單位：萬瓩)



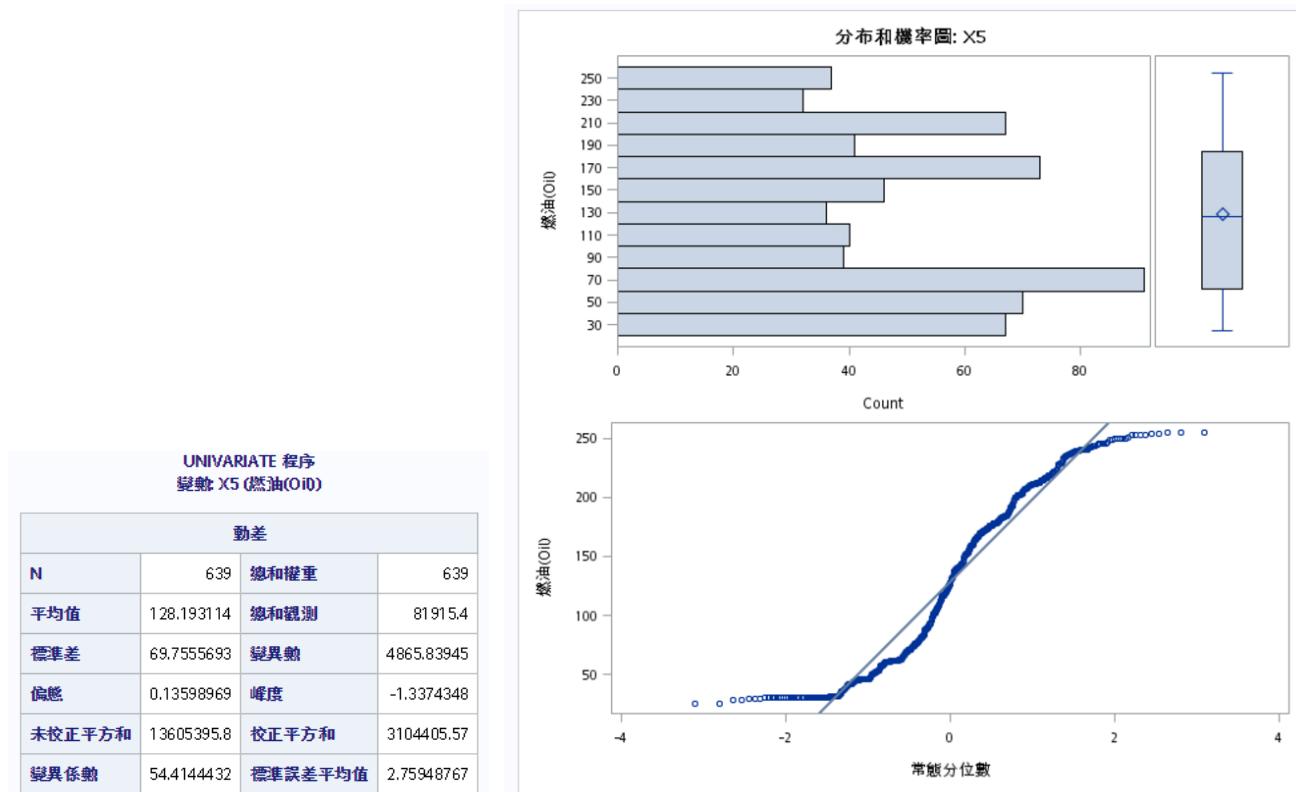
5. 自變數(X4)：燃氣(LNG)含民營電廠

最大值：1413.1 最小值：220.8(單位：萬瓩)



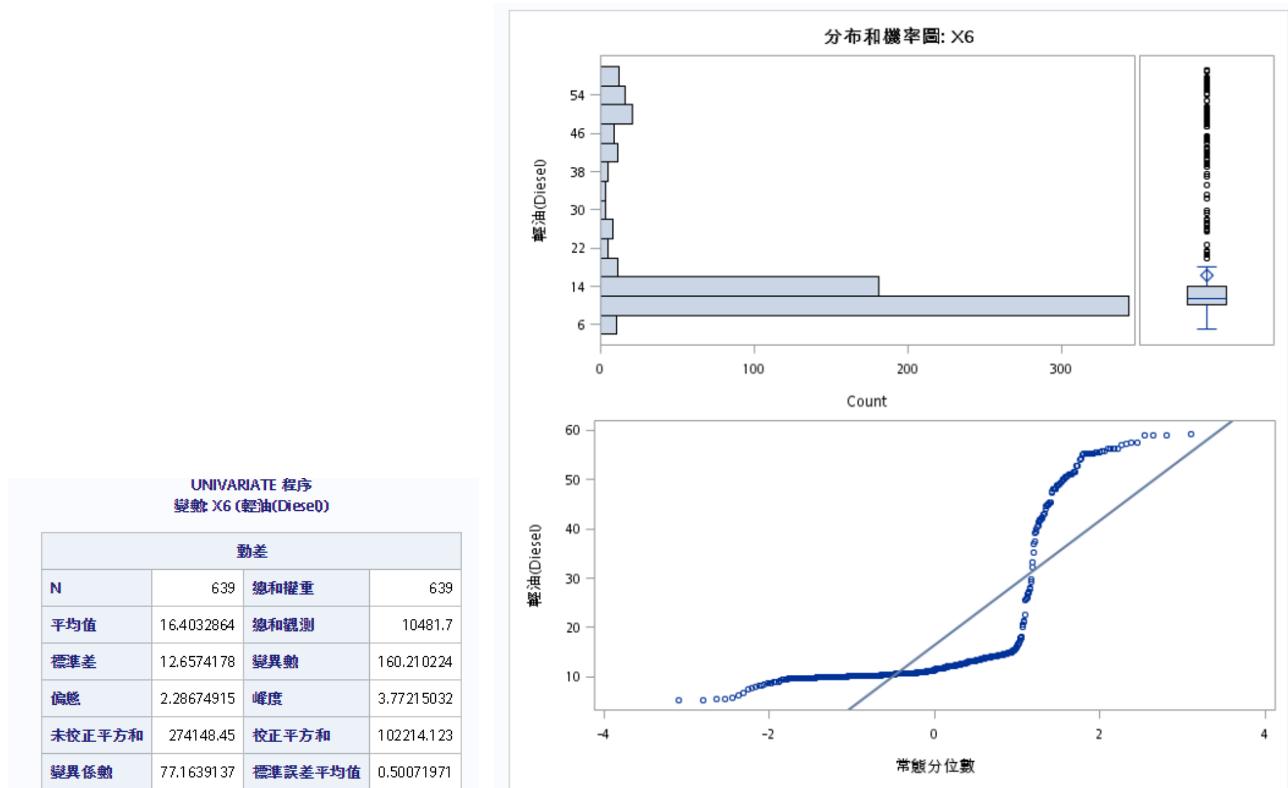
6. 自變數(X5)：燃油(Oil)

最大值：254.7 最小值：25.1(單位：萬噸)



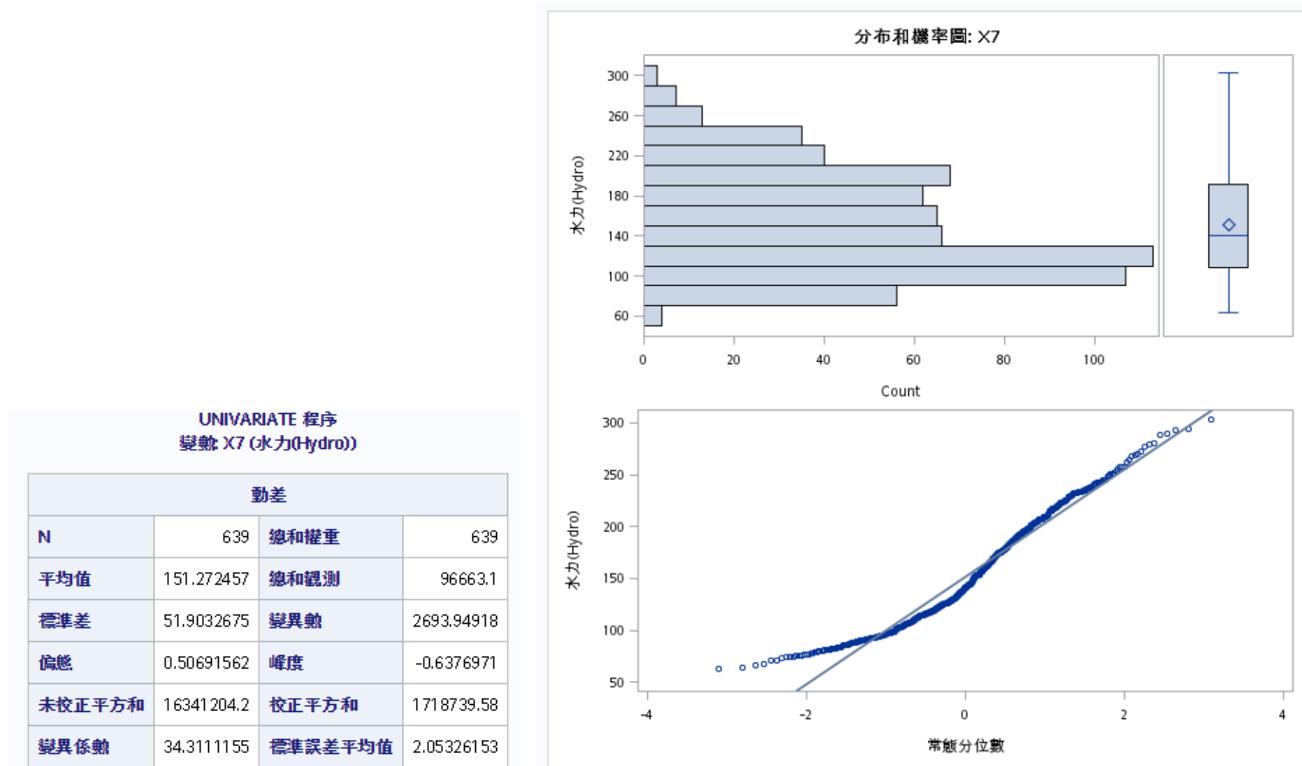
7. 自變數(X6)：輕油(Diesel)

最大值：59.3 最小值：5.2(單位：萬噸)



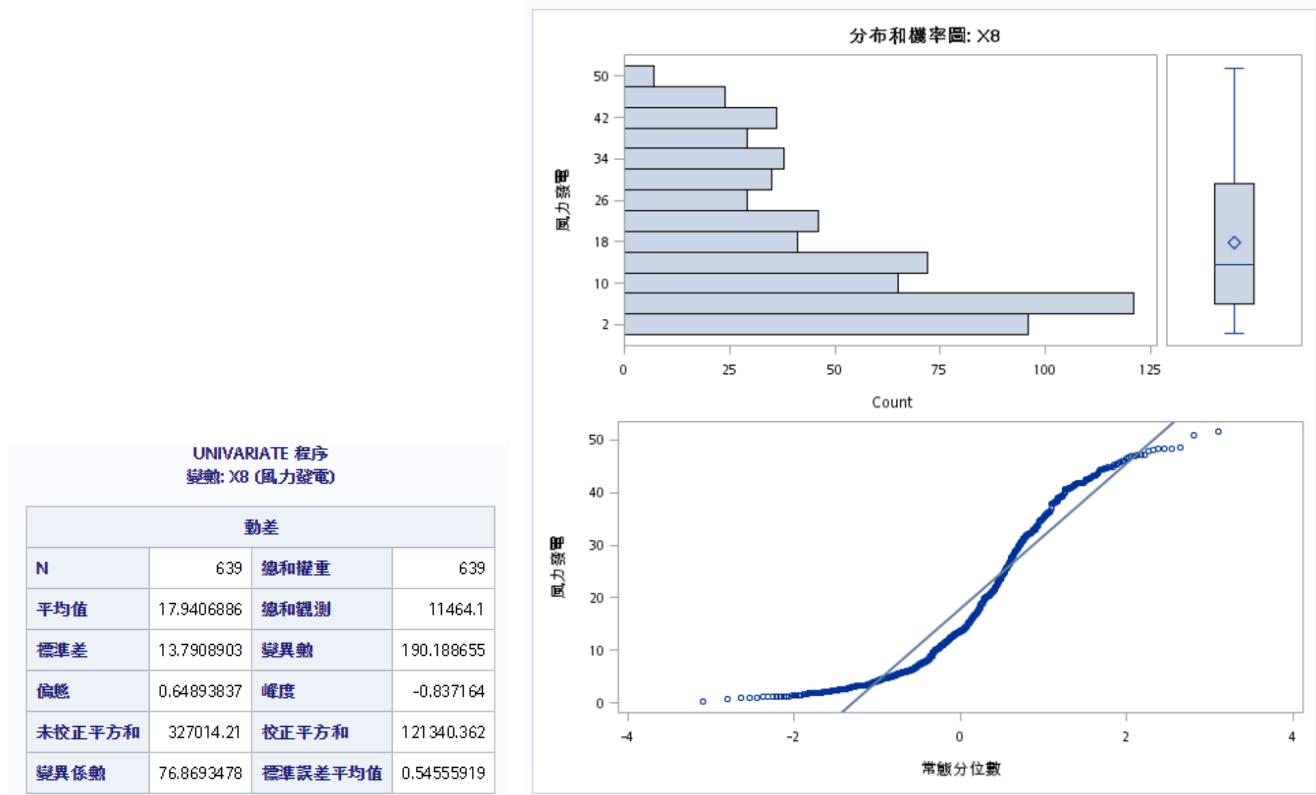
8. 自變數(X7)：水力(Hydro) [含抽蓄水力(Pumping Gen)]

最大值：303.4 最小值：63.1(單位：萬瓩)



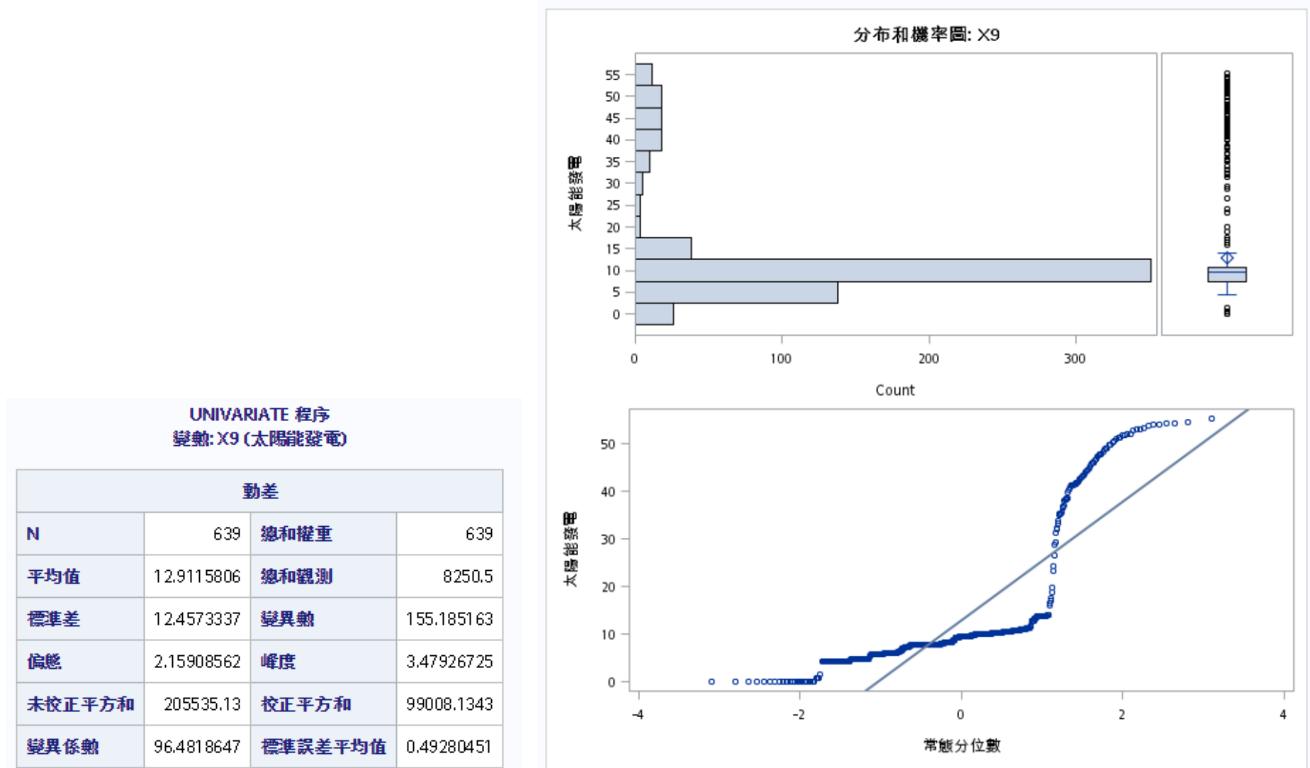
9. 自變數(X8)：風力(Wind)

最大值：51.6 最小值：0.3(單位：萬瓩)



10. 自變數(X9)：太陽能(Solar)

最大值：55.3 最小值：0(單位：萬瓩)



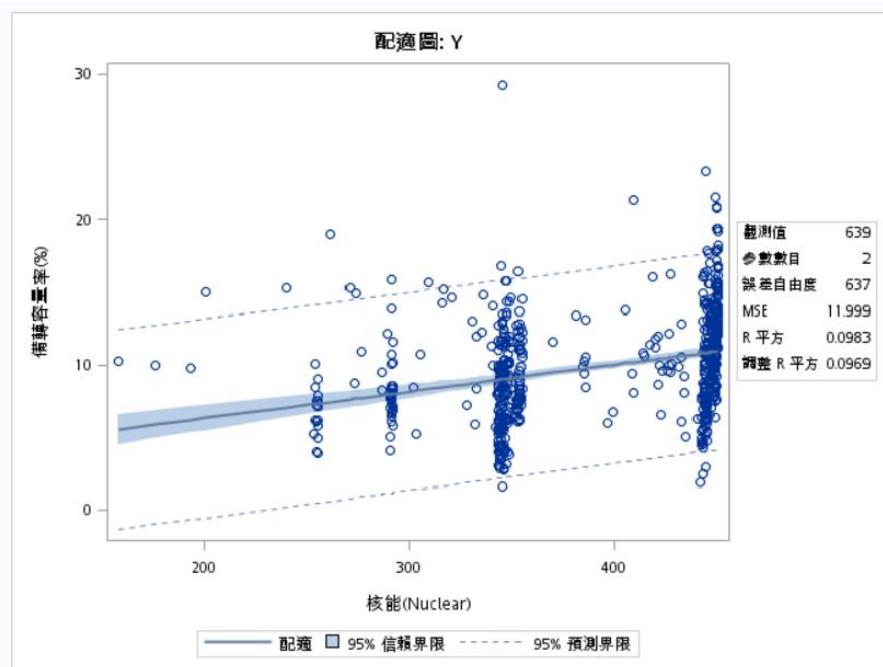
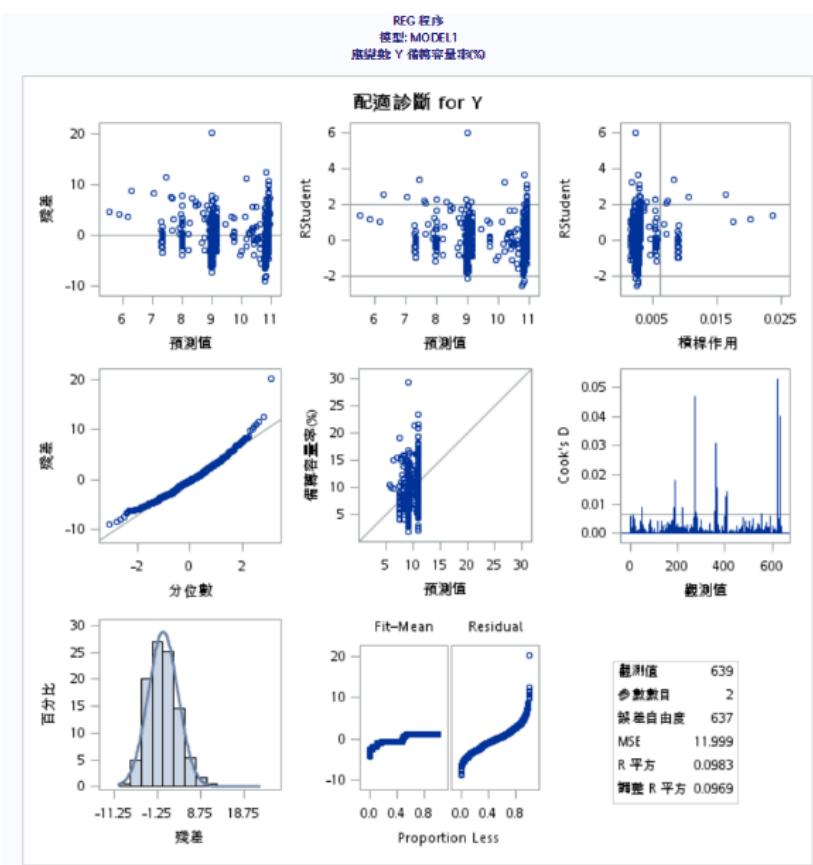
以變數來觀察可以得到：

1. 以自變數(X1-X9)來看，我國電力的發展以火力發電與水力發電的產電量最為平穩，其中以火力發電(燃煤、汽電共生、燃氣、燃油)的電量為主力。
2. 核能電廠在核一、核二、核三廠輪流歲修情況下會有很明顯不同級距的發電量。
3. 太陽能發電廠發電量不夠穩定且發電量小

四、各變數線性回歸

1. Y-電力備轉用量率(%)與 X1 核能(Nuclear)

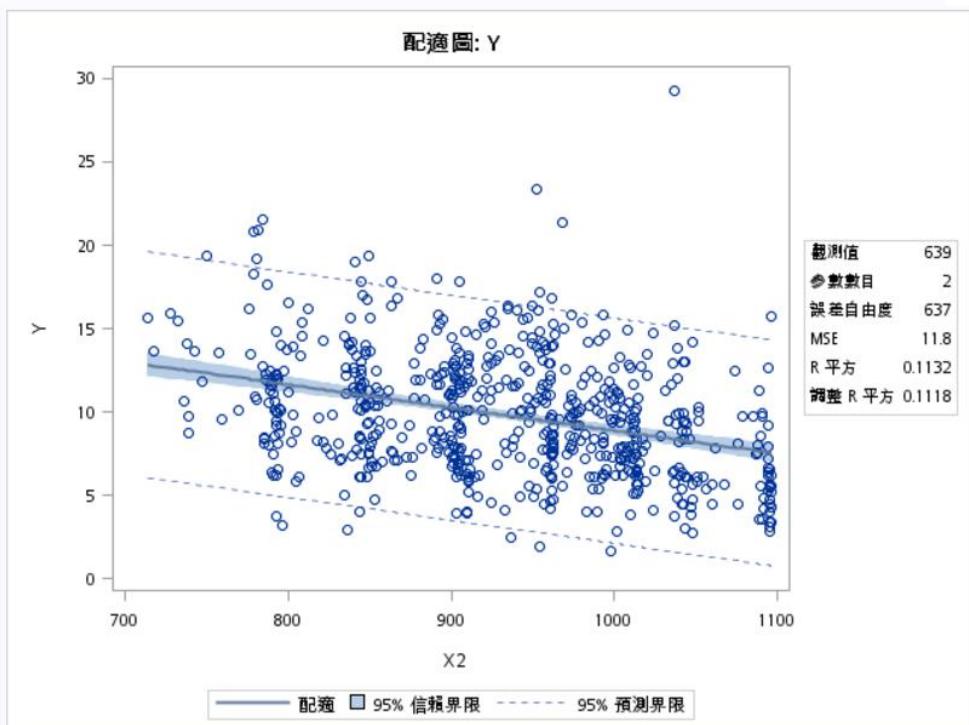
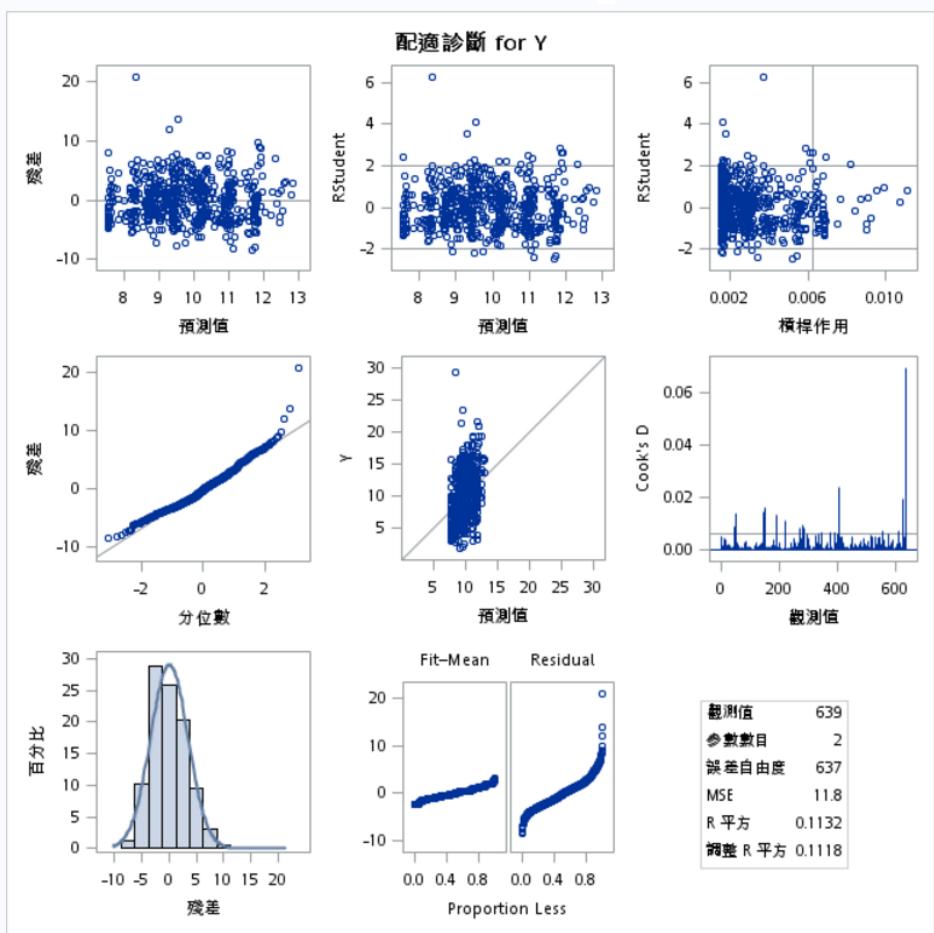
變異數分析						參數估計值						
來源	自由度	平方和	平均值 平方	F 值	Pr > F	變動	標籤	自由度	參數 估計值	標準 誤差	t 值	Pr > t
模型	1	833.25487	833.25487	69.44	<.0001	Intercept	Intercept	1	2.59789	0.87608	2.97	0.0031
誤差	637	7643.40959	11.99907			X1	核能(Nuclear)	1	0.01850	0.00222	8.33	<.0001
已校正的總計	638	8476.66446										



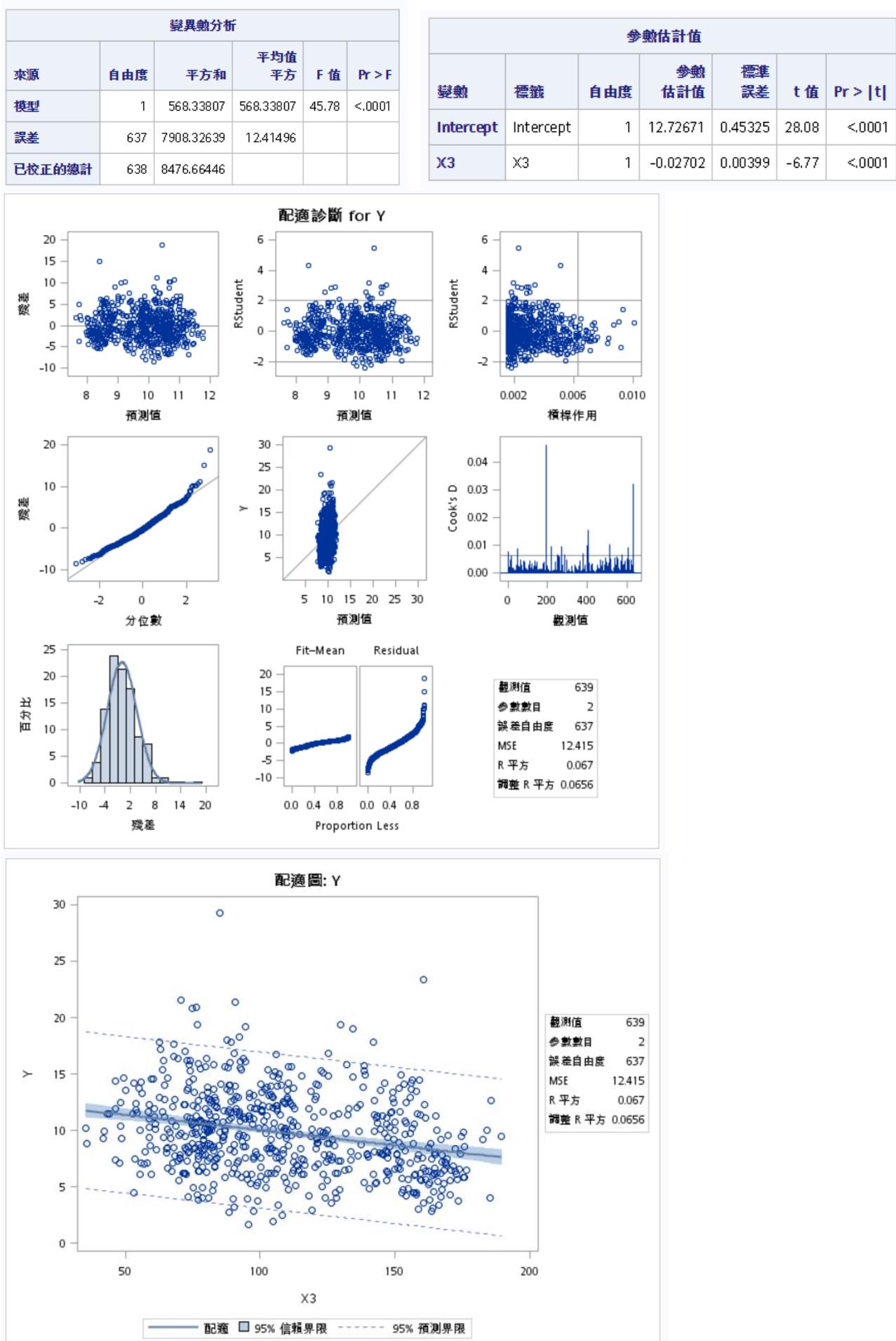
2. Y-電力備轉用量率(%)與 X2 燃煤(Coal)

變異數分析					
來源	自由度	平方和	平均值 平方	F 值	Pr > F
模型	1	959.84218	959.84218	81.34	<.0001
誤差	637	7516.82228	11.80035		
已校正的總計	638	8476.66446			

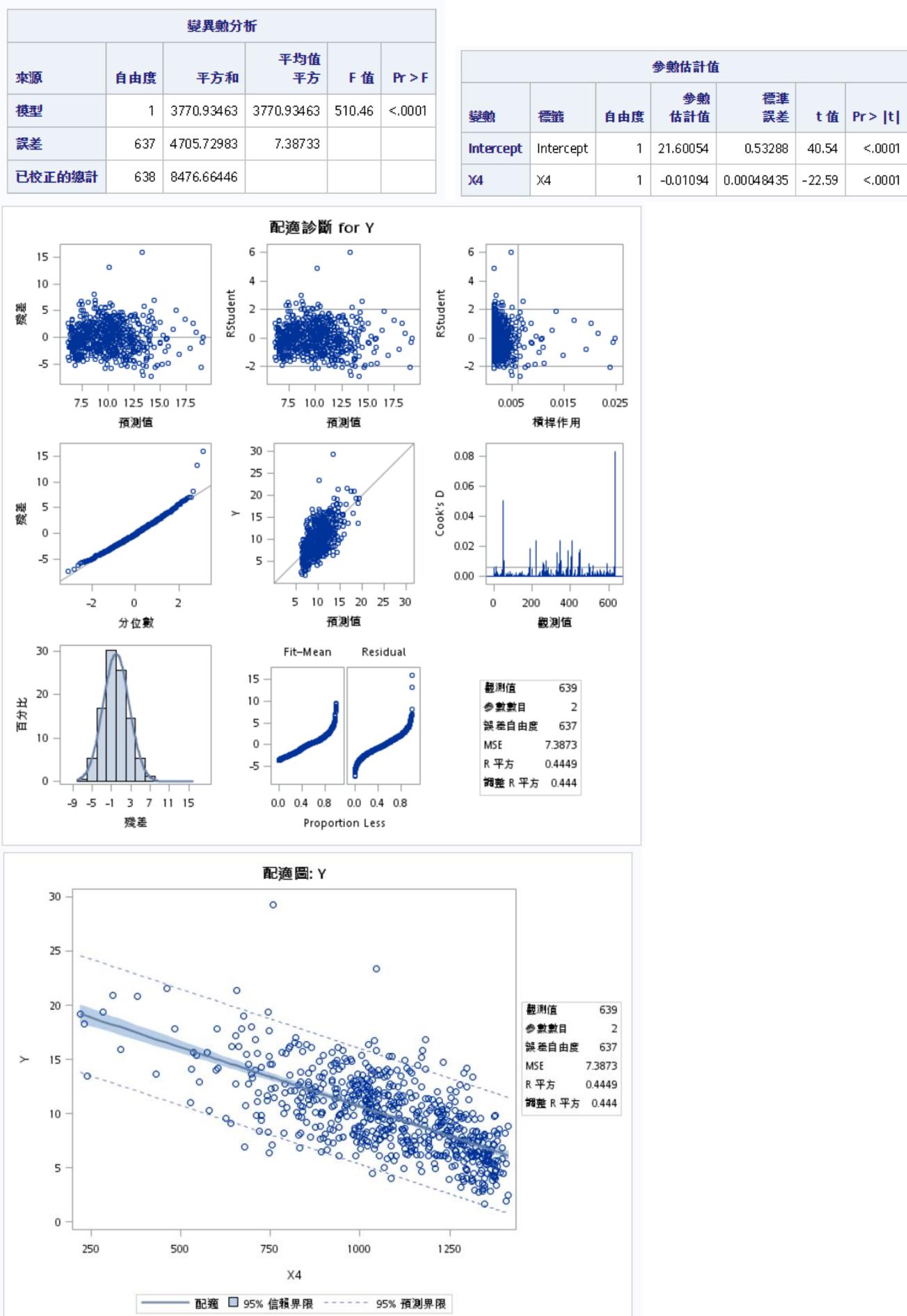
參數估計值						
變動	標籤	自由度	參數 估計值	標準 誤差	t 值	Pr > t
Intercept	Intercept	1	22.68795	1.43449	15.82	<.0001
X2	X2	1	-0.01381	0.00153	-9.02	<.0001



3. Y-電力備轉用量率(%)與 X3 汽電共生(Co-Gen)



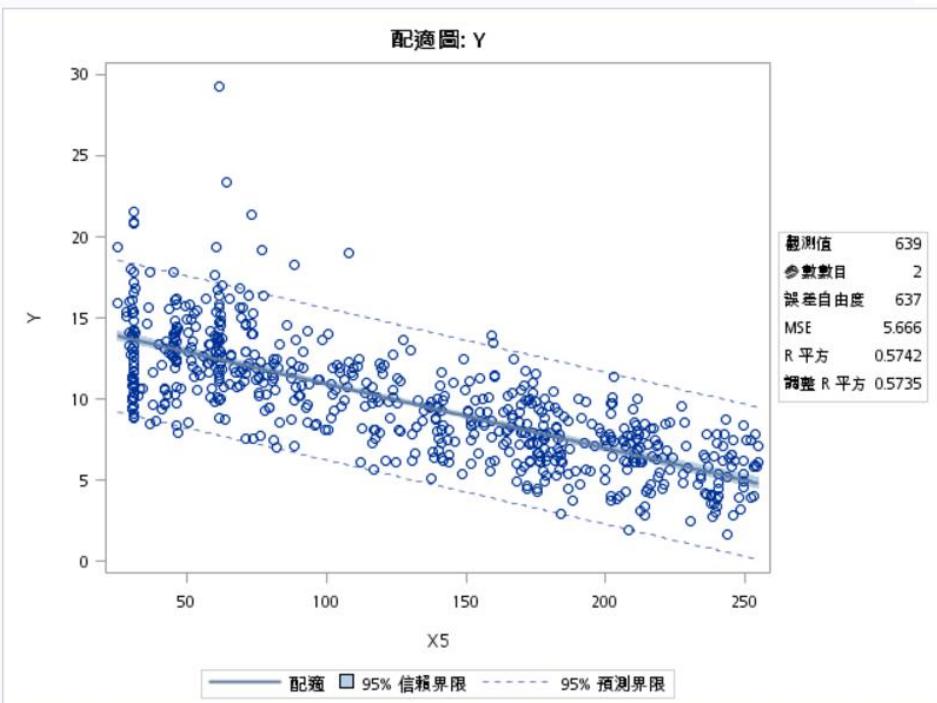
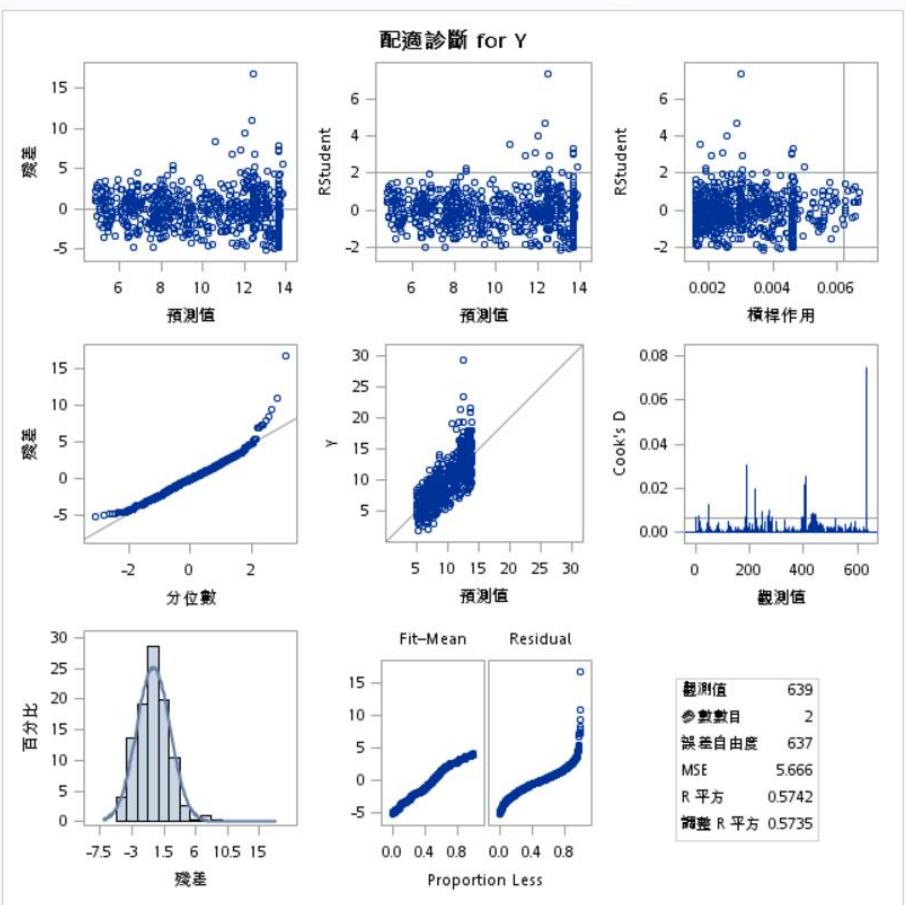
4. Y-電力備轉用量率(%)與 X4 燃氣(LNG)



5. Y-電力備轉用量率(%)與 X5 燃油(011)

變異數分析					
來源	自由度	平方和	平均值 平方	F 值	Pr > F
模型	1	4867.40907	4867.40907	859.05	<.0001
誤差	637	3609.25539	5.66602		
已校正的總計	638	8476.66446			

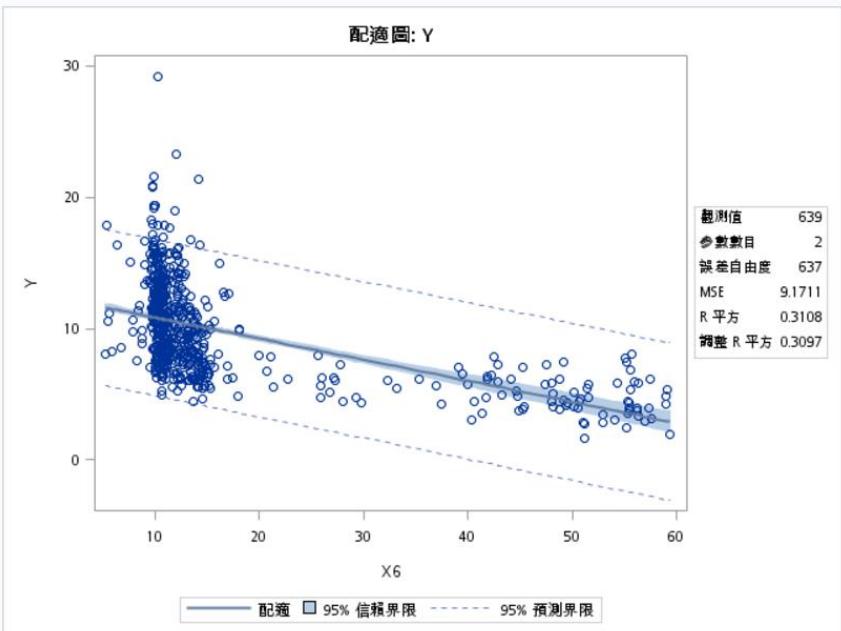
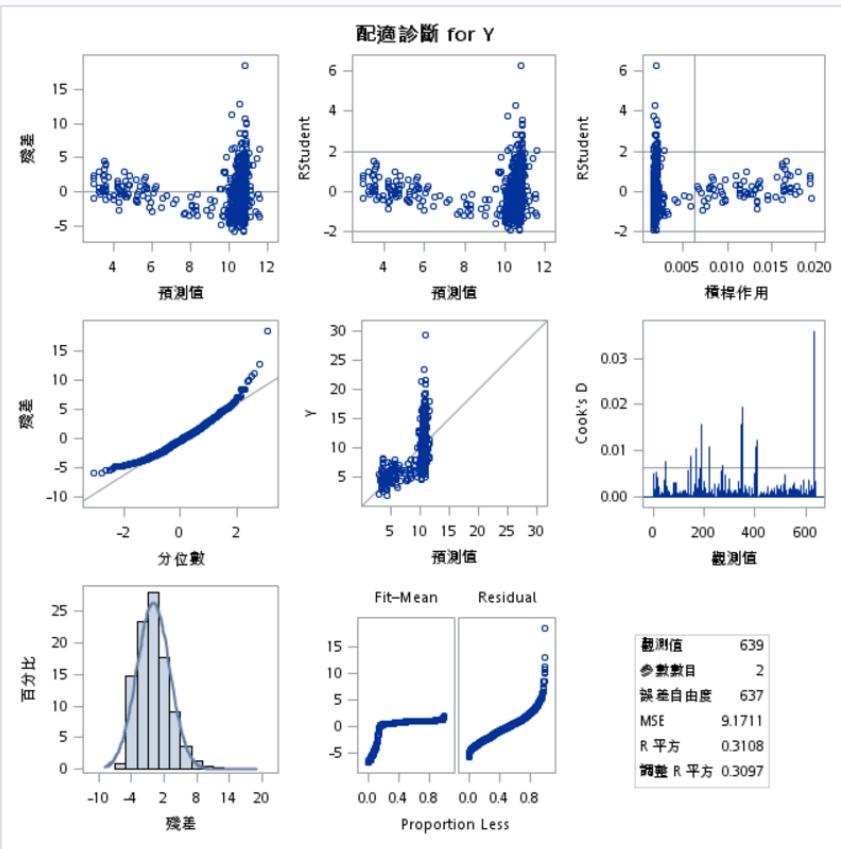
參數估計值						
變動	標識	自由度	參數 估計值	標準 誤差	t 值	Pr > t
Intercept	Intercept	1	14.88464	0.19713	75.51	<.0001
X5	X5	1	-0.03960	0.00135	-29.31	<.0001



6. Y-電力備轉用量率(%)與 X6 輕油(Diesel)

變異數分析					
來源	自由度	平方和	平均值 平方	F 值	Pr > F
模型	1	2634.66800	2634.66800	287.28	<.0001
誤差	637	5841.99646	9.17111		
已校正的總計	638	8476.66446			

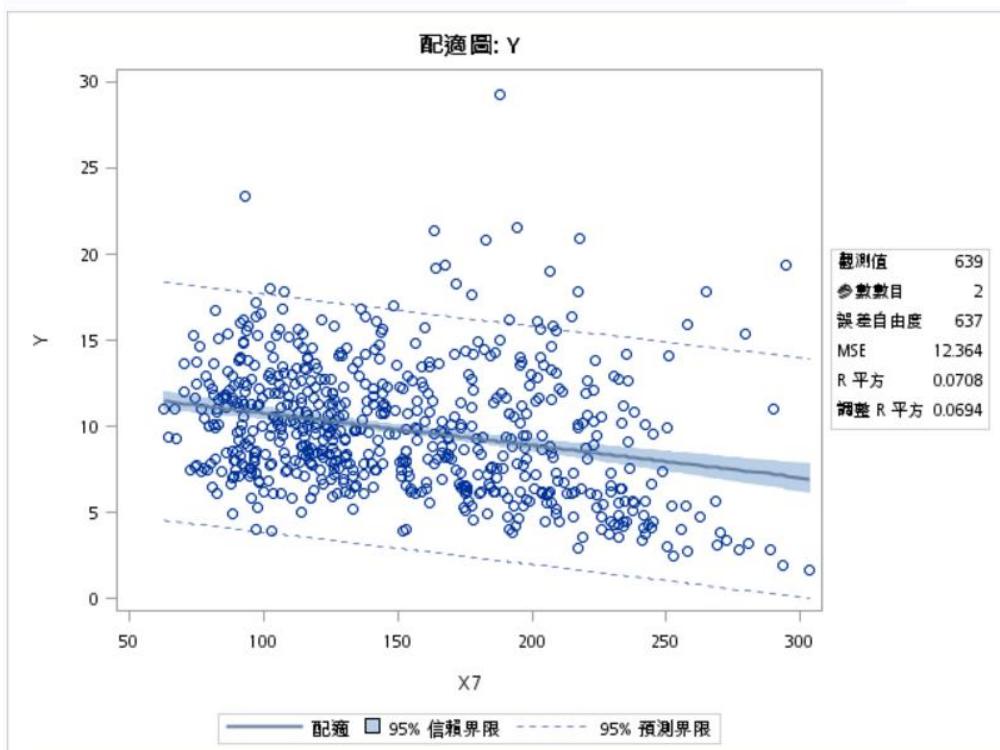
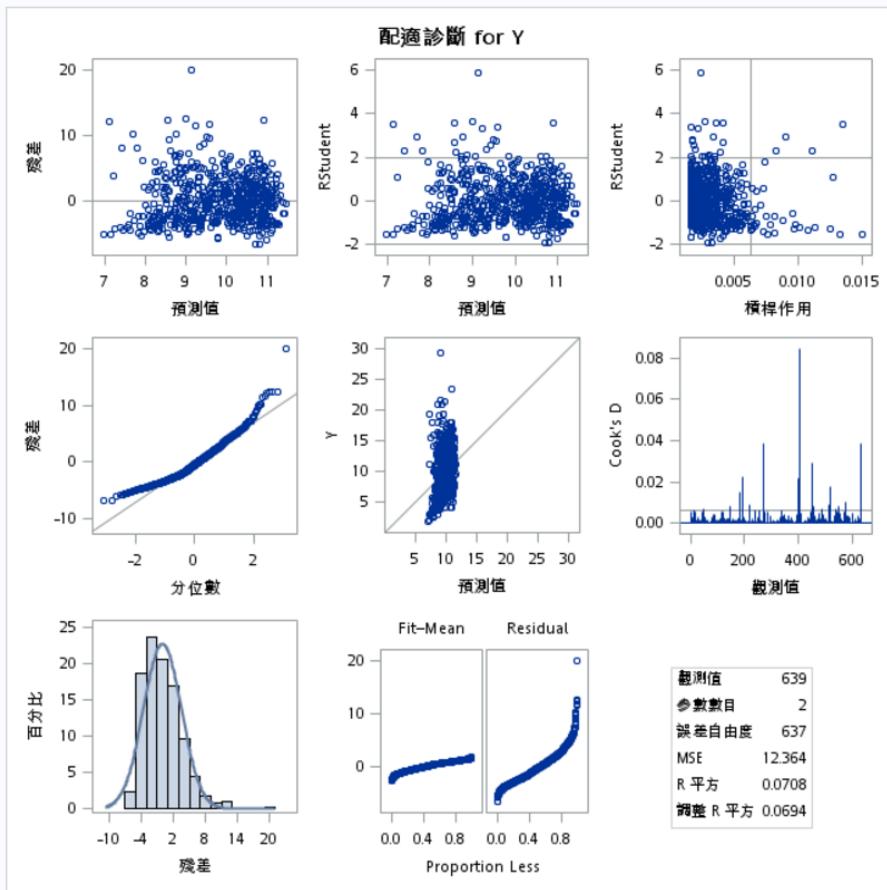
參數估計值						
變動	標識	自由度	參數 估計值	標準 誤差	t 值	Pr > t
Intercept	Intercept	1	12.44214	0.19620	63.42	<.0001
X6	X6	1	-0.16055	0.00947	-16.95	<.0001



7. Y-電力備轉用量率(%)與 X7 水力(Hydro)

變異數分析					
來源	自由度	平方和	平均值 平方	F 值	Pr > F
模型	1	600.56530	600.56530	48.57	<.0001
誤差	637	7876.09916	12.36436		
已校正的總計	638	8476.66446			

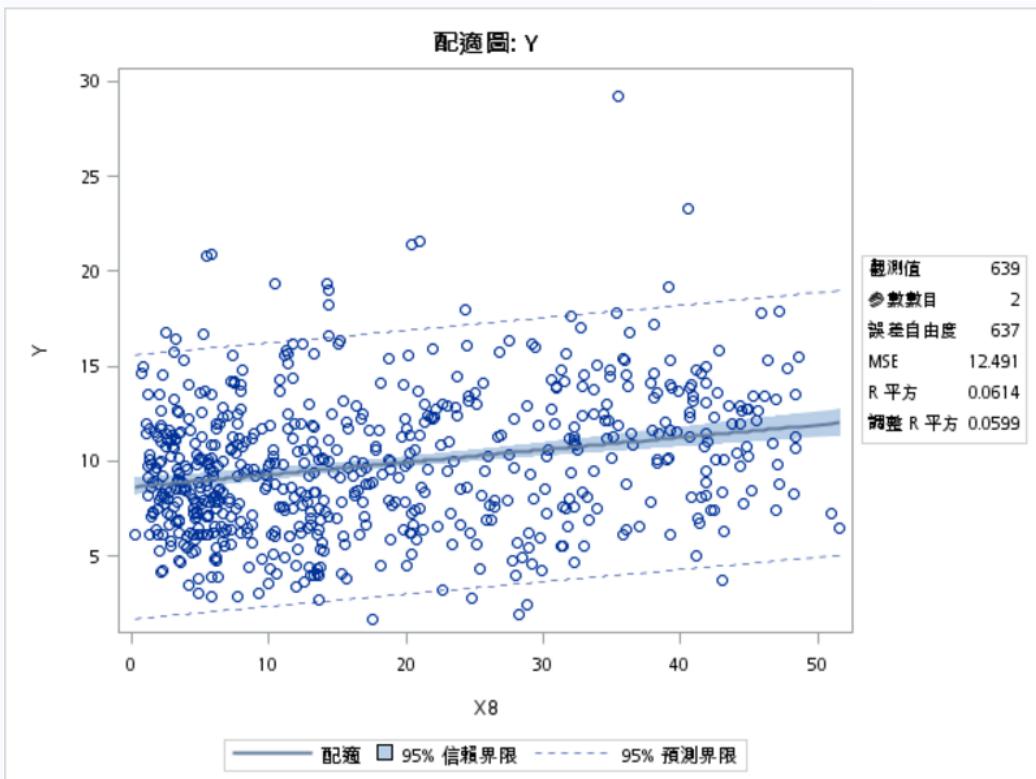
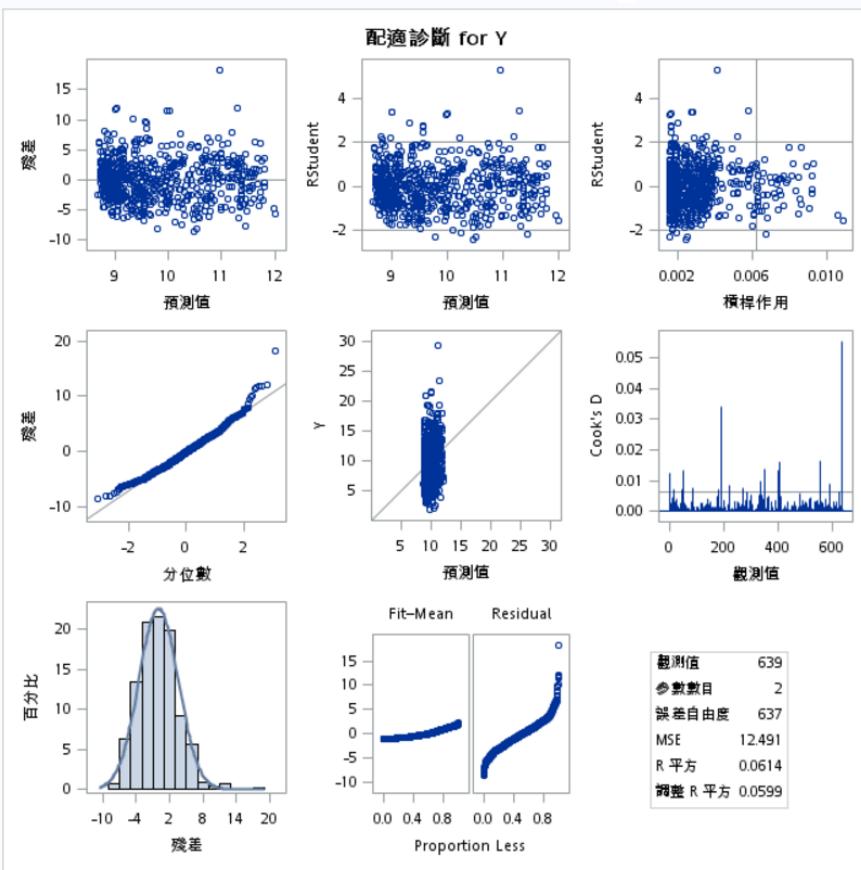
參數估計值						
變動	標誌	自由度	參數 估計值	標準 誤差	t 值	Pr > t
Intercept	Intercept	1	12.63632	0.42892	29.46	<.0001
X7	X7	1	-0.01869	0.00268	-6.97	<.0001



8. Y-電力備轉用量率(%)與 X8 風力(Wind)

變異數分析					
來源	自由度	平方和	平均值 平方	F 值	Pr > F
模型	1	520.06559	520.06559	41.64	<.0001
誤差	637	7956.59887	12.49074		
已校正的總計	638	8476.66446			

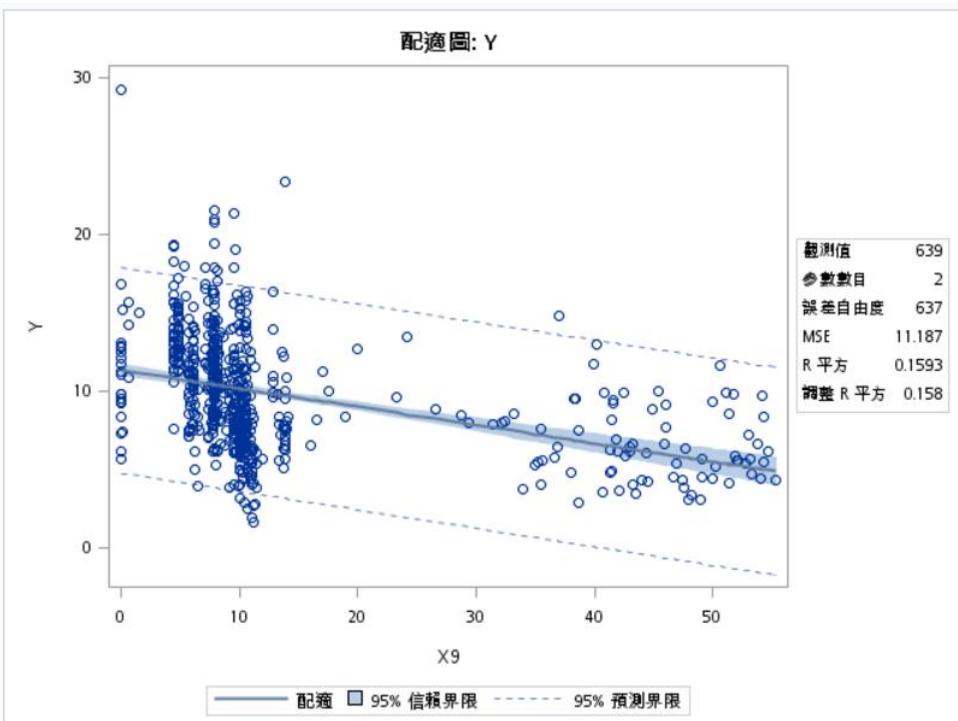
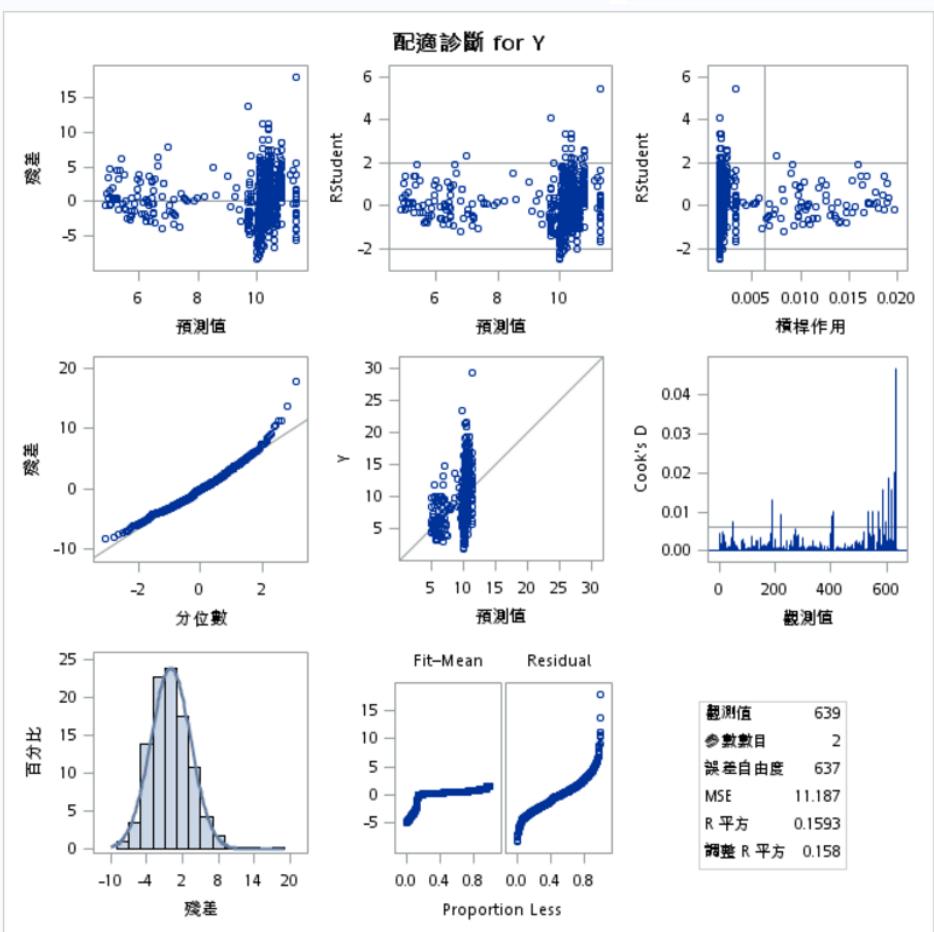
參數估計值						
變動	標識	自由度	參數 估計值	標準 誤差	t 值	Pr > t
Intercept	Intercept	1	8.63407	0.22952	37.62	<.0001
X8	X8	1	0.06547	0.01015	6.45	<.0001



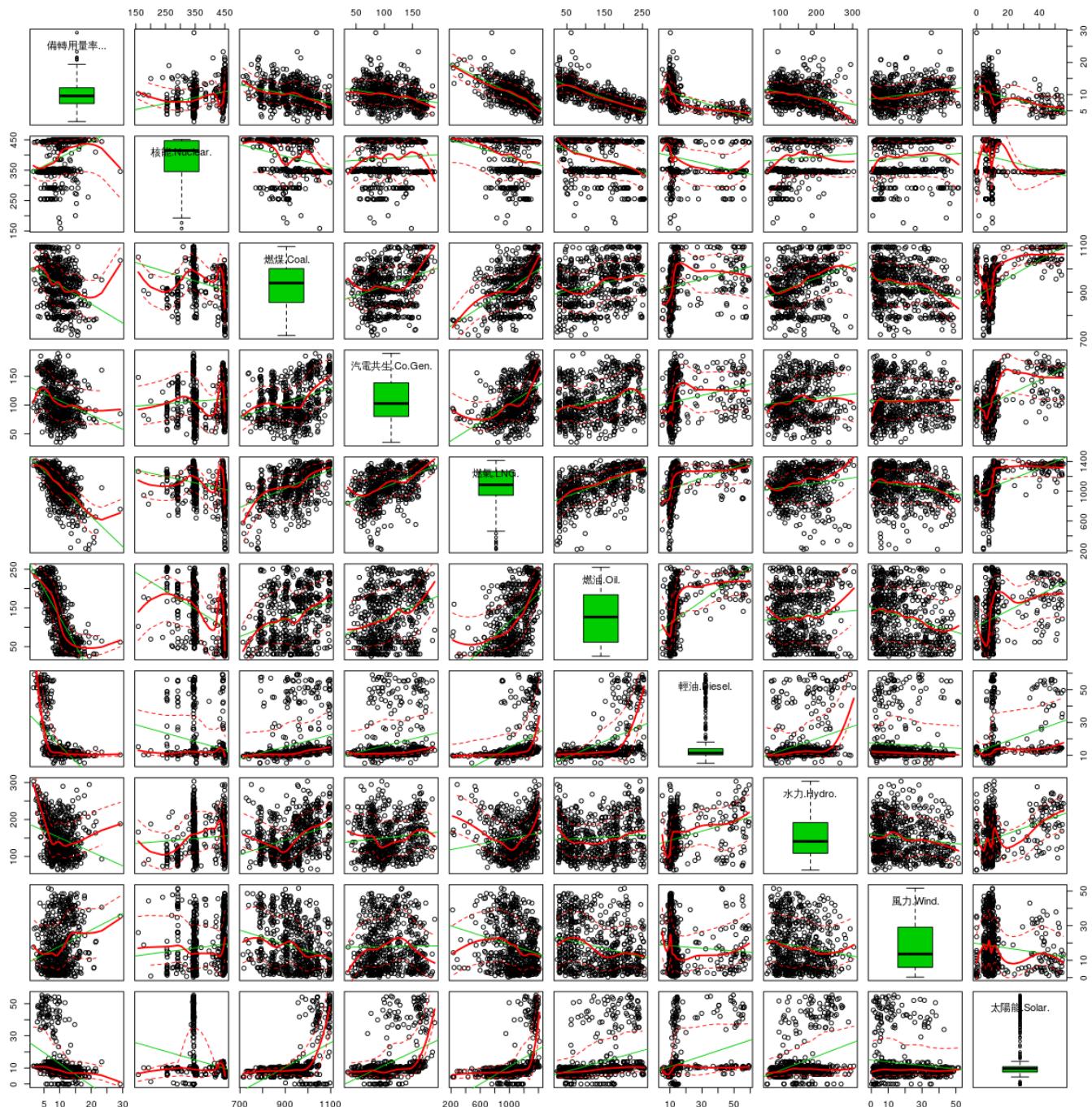
9. Y-電力備轉用量率(%)與 X9 太陽能(Solar)

變異數分析					
來源	自由度	平方和	平均值 平方	F 值	Pr > F
模型	1	1350.26822	1350.26822	120.70	<.0001
誤差	637	7126.39624	11.18744		
已校正的總計	638	8476.66446			

參數估計值						
變動	標籤	自由度	參數 估計值	標準 誤差	t 值	Pr > t
Intercept	Intercept	1	11.31644	0.19064	59.36	<.0001
X9	X9	1	-0.11678	0.01063	-10.99	<.0001

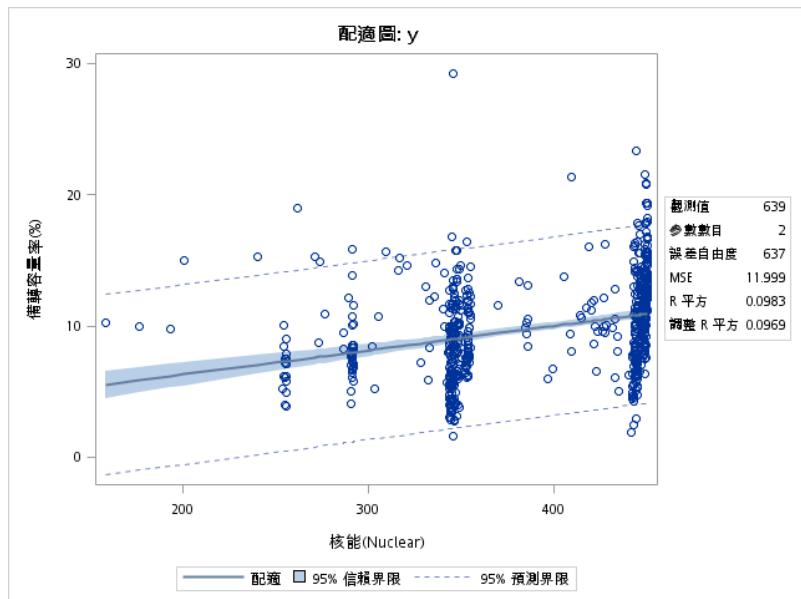


各變數散佈矩陣



五、應變數(Y)：電力備轉用量率(%)與自變數(X1)：核能(Nuclear) 簡單線性回歸分析

(1) 迴歸函數



參數估計值								
變動	標籤	自由度	參數 估計值	標準 誤差	t 值	Pr > t	95% 信賴界限	
Intercept	Intercept	1	2.59789	0.87608	2.97	0.0031	0.87754	4.31824
x	x	1	0.01850	0.00222	8.33	<.0001	0.01414	0.02286

由迴歸分析結果顯示， $\hat{Y} = 2.5919 + 0.0185X$

其中， β_1 之點估計值為0.0185，表示當「核能發電」每增加1單位(萬瓩)，「備轉容量率」即增加0.0185%

。而 β_1 之 95% C.I. 為 (0.01414, 0.02286)。

(2) 配適檢定

變異數分析					
來源	自由度	平方和	平均值 平方	F 值	Pr > F
模型	1	833.25487	833.25487	69.44	<.0001
誤差	637	7643.40959	11.99907		
配適不足	337	5103.66165	15.14440	1.79	<.0001
純誤差	300	2539.74795	8.46583		
已校正的總計	638	8476.66446			

根 MSE	3.46397	R 平方	0.0983
應變平均值	9.80861	調整 R 平方	0.0969
變異係數	35.31559		

藉由變異數分析之方法對 β_1 檢定($H_0: \beta_1 = 0$)之結果顯示，檢定統計量 $F^* = \frac{MSR}{MSE} = 69.44$ ，p-value < 0.05。故，在顯著水準 $\alpha = 0.05$ 下，拒絕 H_0 。因此，有充分證據認為反應變數與預測變數呈線性關係。

再由判定係數 R^2 值顯示， $R^2 = 1 - \frac{SSE}{SSTO} = 0.0969$ 。表示「核能發電」與「備轉容量率」的線性配

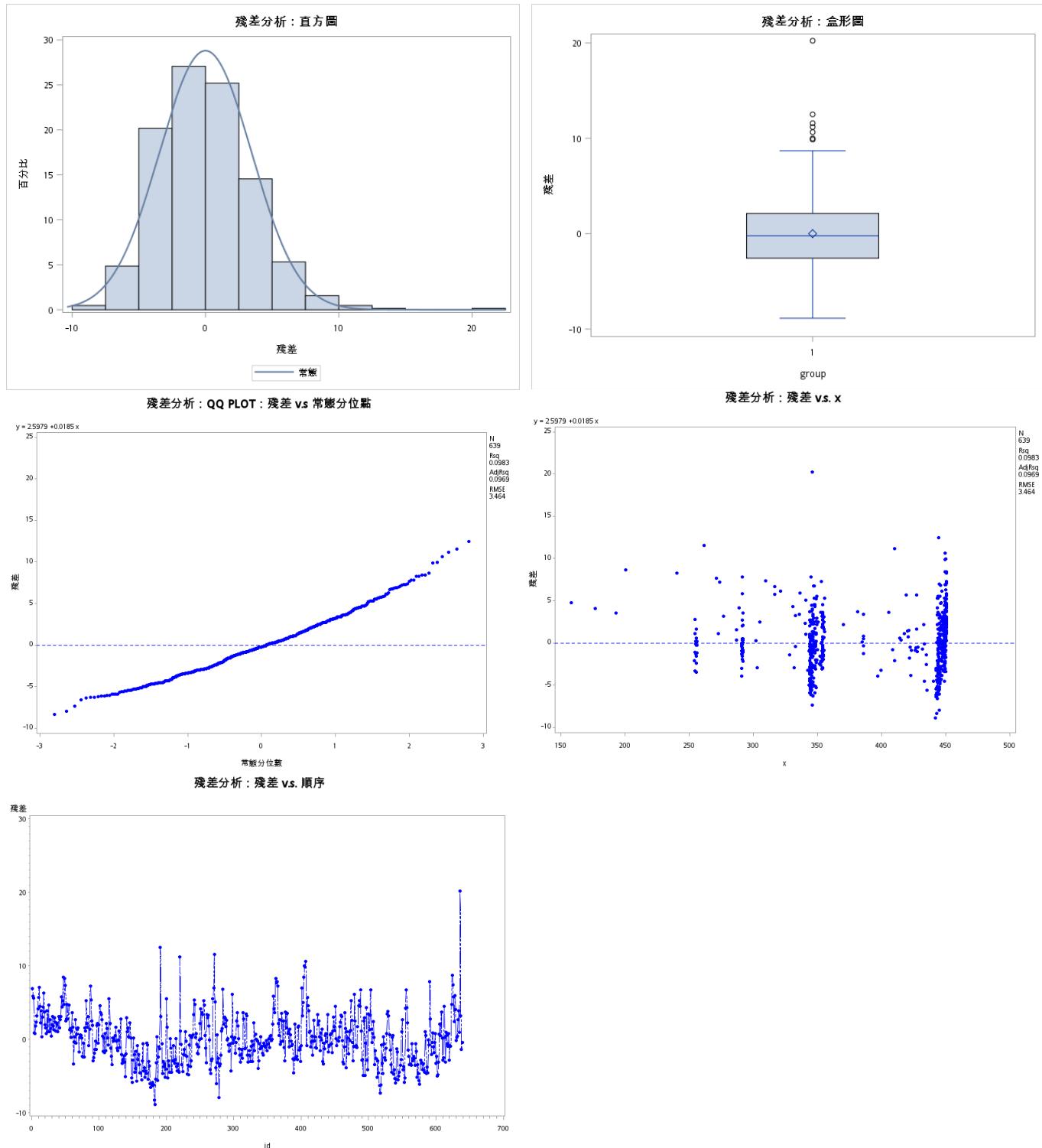
適度低。

由配適不良檢定($H_0: E[Y] = \beta_0 + \beta_1 X$)之結果顯示，檢定統計量 $F^* = \frac{MSLF}{MSPE} = 69.44$

$p\text{-value} < 0.05$ 。故，在顯著水準 $\alpha = 0.05$ 下，拒絕 H_0 。因此，有充分證據認為此迴歸模型的線性關係配適不良

(3) 殘差診斷

繪製對預測變數之殘差圖、殘差對時間之順序圖、殘差盒型圖及殘差常態機率圖



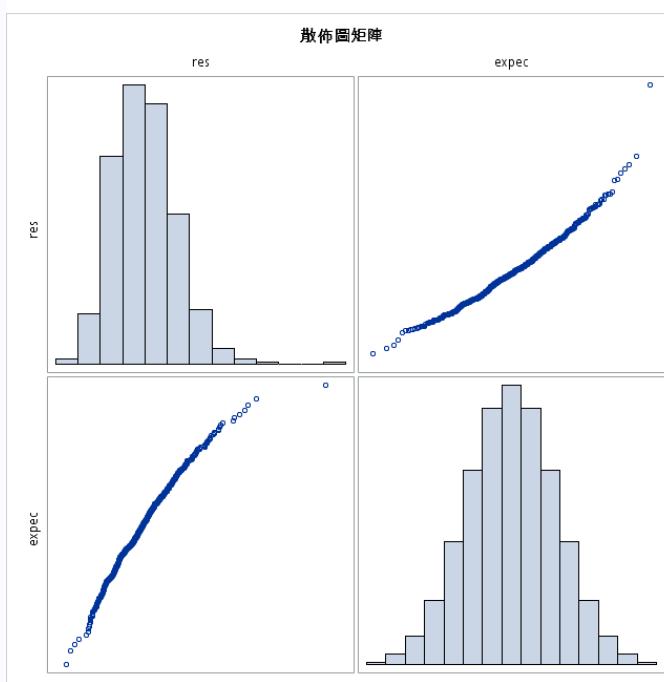
a. 殘差常態性檢定

利用殘差與其所對應常態期望值之相關係數，以檢定誤差項是否符合常態分配。

由檢定結果顯示，殘差與其所對應常態期望值之相關係數約為 0.9656。

Pearson 相關係數, N = 639		
	res	expec
res	1.00000	0.98656 <.0001
殘差		
expec	0.98656 <.0001	1.00000

Spearman 相關係數, N = 639		
	res	expec
res	1.00000	1.00000 <.0001
殘差		
expec	1.00000 <.0001	1.00000



由 Shapiro-Wilk 常態性檢定(H_0 : 殘差符合常態分配)之結果可得知，檢定統計量 $W = 0.97457$ p-value < 0.05。故，在顯著水準 $\alpha = 0.05$ 下，拒絕 H_0 。因此，有充分證據認為此迴歸模型的殘差值不合常態分配。

常態性檢定				
檢定	統計值		p 值	
Shapiro-Wilk	W	0.974757	Pr < W	<0.0001
Kolmogorov-Smirnov	D	0.048974	Pr > D	<0.0100
Cramer-von Mises	W-Sq	0.289042	Pr > W-Sq	<0.0050
Anderson-Darling	A-Sq	1.958872	Pr > A-Sq	<0.0050

b. 常數誤差變異數檢定

(3. a) Brown-Forsythe 方法

假設誤差項 ε_i 之間彼此獨立且服從變異數 σ_i^2 之常態分配，而 σ_i^2 與 X_i 之關係為

$$\log_e \sigma_i^2 = \gamma_0 + \gamma_1 X_i$$

其檢定過程是透過將殘差平方後得到 σ_i^2 對 X_i 配適一般之迴歸模型，由對 γ_1 檢定 ($H_0: \gamma_1 = 0$) 之結果顯示，檢定統計量 $X_{BP}^2 = \frac{SSR^*}{2} / \left(\frac{SSE}{n} \right)^2 = 0.02$ ，p-value = 1 - 0.11 = 0.89 > 0.05。故，在顯著水準 $\alpha = 0.05$ 下，不拒絕 H_0 。因此，此迴歸模型的誤差並為常數變異數。

Obs	ssrs	sse	nobs	tests	pv
1	5.83332	7643.41	639	0.020385	0.11353

利用變異數分析之方法亦可對 γ_1 檢定 ($H_0: \gamma_1 = 0$)，其結果顯示，檢定統計量 $F^* = 4.32$ ，

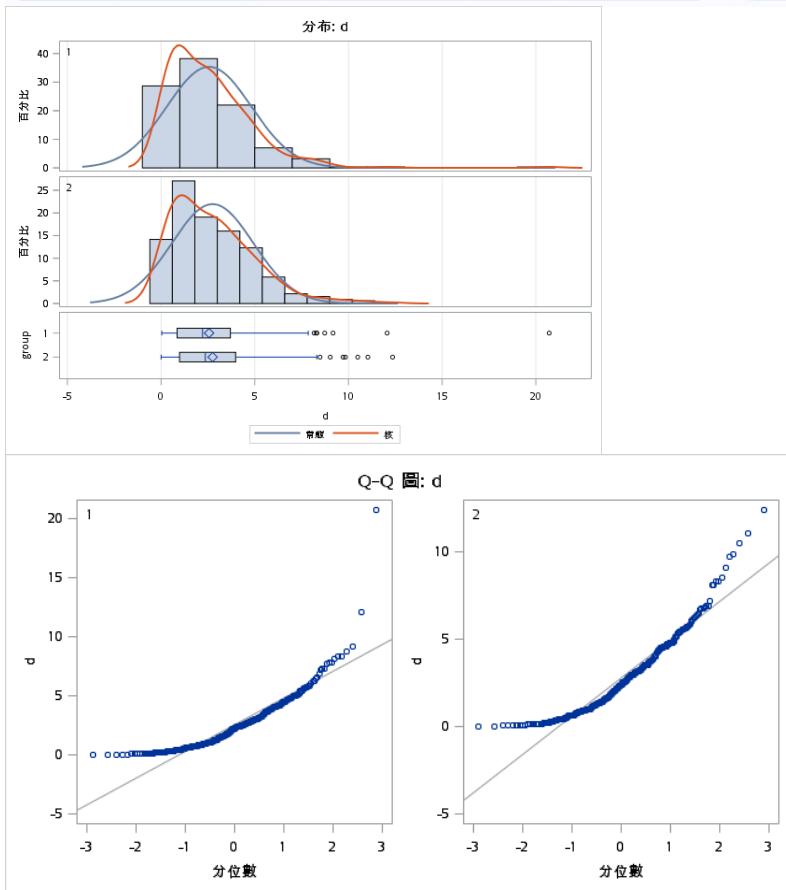
$p\text{-value} = 0.04 < 0.05$ 。故，在顯著水準 $\alpha = 0.05$ 下，拒絕 H_0 。因此，此迴歸模型的誤差並非為常數變異數。

group	N	平均值	標準差	標準誤差	最小值	最大值
1	314	2.5608	2.2569	0.1274	0.0360	20.7099
2	325	2.7491	2.1807	0.1210	0	12.3566
Diff (1-2)		-0.1882	2.2185	0.1755		

方法	變異數	自由度	t 值	Pr > t
集區	均等	637	-1.07	0.2840
Satterthwaite	不均等	634	-1.07	0.2843

group	方法	平均值	95% CL 平均值	標準差	95% CL 標準差
1		2.5608	2.3102	2.8114	2.2569
2		2.7491	2.5111	2.9871	2.1807
Diff (1-2)	集區	-0.1882	-0.5330	0.1565	2.2185
Diff (1-2)	Satterthwaite	-0.1882	-0.5332	0.1567	

變異數相等性				
方法	分子自由度	分母自由度	F 值	Pr > F
Folded F	313	324	1.07	0.5400



結論：殘差檢定，殘差非常態，但變異數為常數

六、應變數(Y)與自變數(X1)轉換

a. 對 X1 核能(Nuclear)做各項轉換

1. SQRT(X1)

Goodness-of-Fit Tests for Normal Distribution				
檢定	統計值		p 值	
Kolmogorov-Smirnov	D	0.04592719	Pr > D	<0.010
Cramer-von Mises	W-Sq	0.28994521	Pr > W-Sq	<0.005
Anderson-Darling	A-Sq	1.96756503	Pr > A-Sq	<0.005

殘差分析：變異數是否為常數檢定：BP檢定

Obs	ssrs	sse	nobs	tests	pv
1	42.5027	7691.46	639	0.14668	0.29827

2. SQU(X1)

Goodness-of-Fit Tests for Normal Distribution				
檢定	統計值		p 值	
Kolmogorov-Smirnov	D	0.04506884	Pr > D	<0.010
Cramer-von Mises	W-Sq	0.28829658	Pr > W-Sq	<0.005
Anderson-Darling	A-Sq	1.95128972	Pr > A-Sq	<0.005

殘差分析：變異數是否為常數檢定：BP檢定

Obs	ssrs	sse	nobs	tests	pv
1	8.23938	7569.84	639	0.029356	0.13604

3. Log(X1)

Goodness-of-Fit Tests for Normal Distribution				
檢定	統計值		p 值	
Kolmogorov-Smirnov	D	0.04685885	Pr > D	<0.010
Cramer-von Mises	W-Sq	0.29094007	Pr > W-Sq	<0.005
Anderson-Darling	A-Sq	1.97760221	Pr > A-Sq	<0.005

殘差分析：變異數是否為常數檢定：BP檢定

Obs	ssrs	sse	nobs	tests	pv
1	142.636	7748.67	639	0.48501	0.51384

4. EXP(X1)

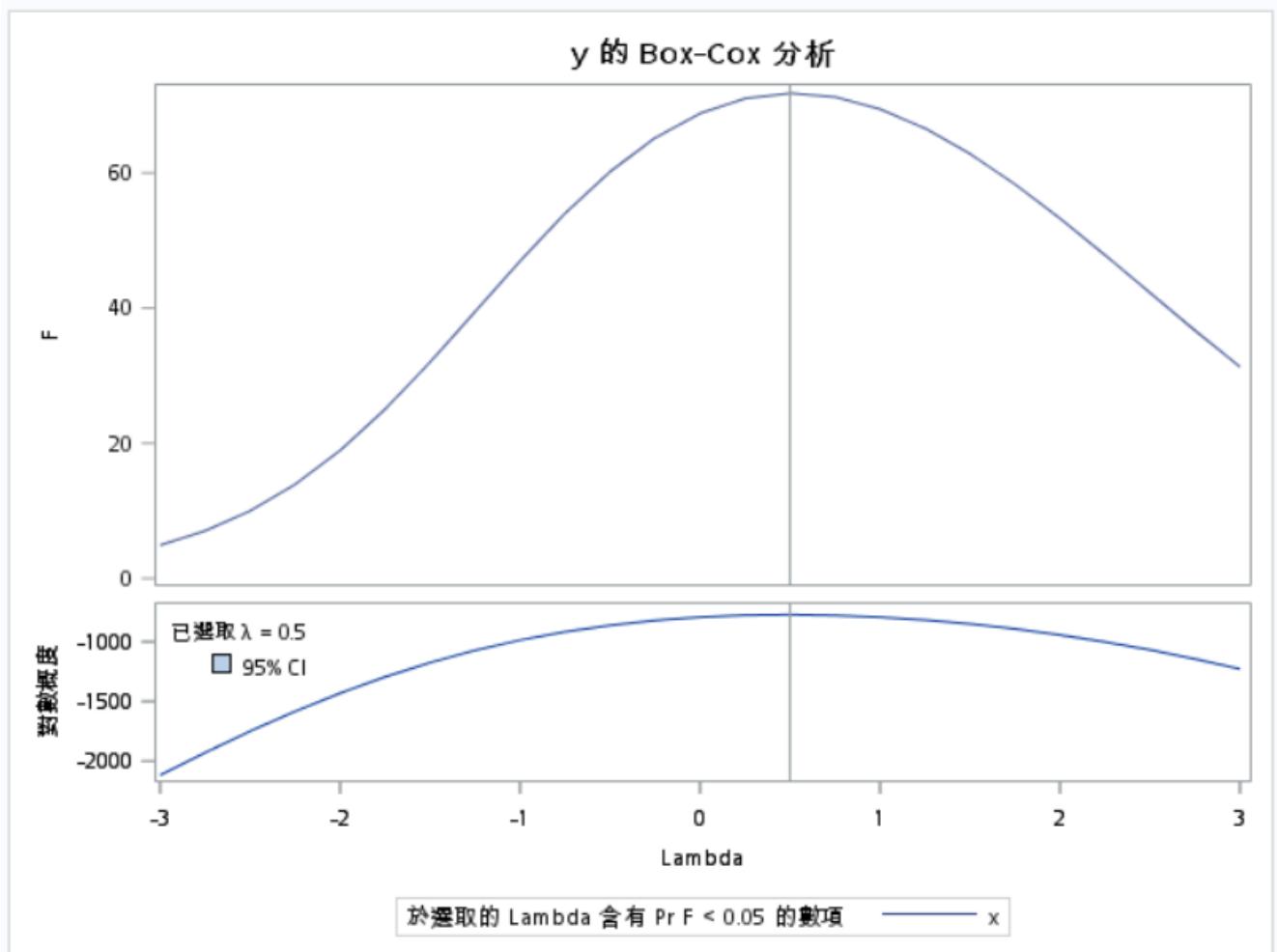
Goodness-of-Fit Tests for Normal Distribution				
檢定	統計值		p 值	
Kolmogorov-Smirnov	D	0.04685885	Pr > D	<0.010
Cramer-von Mises	W-Sq	0.29094007	Pr > W-Sq	<0.005
Anderson-Darling	A-Sq	1.97760221	Pr > A-Sq	<0.005

殘差分析：變異數是否為常數檢定：BP檢定

Obs	ssrs	sse	nobs	tests	pv
1	142.636	7748.67	639	0.48501	0.51384

結論：X1 核能(Nuclear)做各項轉換皆非常態

b. 用 Box-Cox 轉換 Y 得到 $\lambda = 0.5$



根據一般自由度的單變量 ANOVA 表格					
來源	自由度	平方和	均方	F 值	自由 p
模型	1	88.7497	88.74975	71.79	$>= <0.0001$
誤差	637	787.5175	1.23629		
已校正的總計	638	876.2673			
未針對已轉換應變數的事實調整以上統計值，因此一般足夠。					

根 MSE	1.11189	R 平方	0.1013
應變平均值	4.15330	調整 R 平	0.0999
變異係數	26.77114	Lambda	0.5000

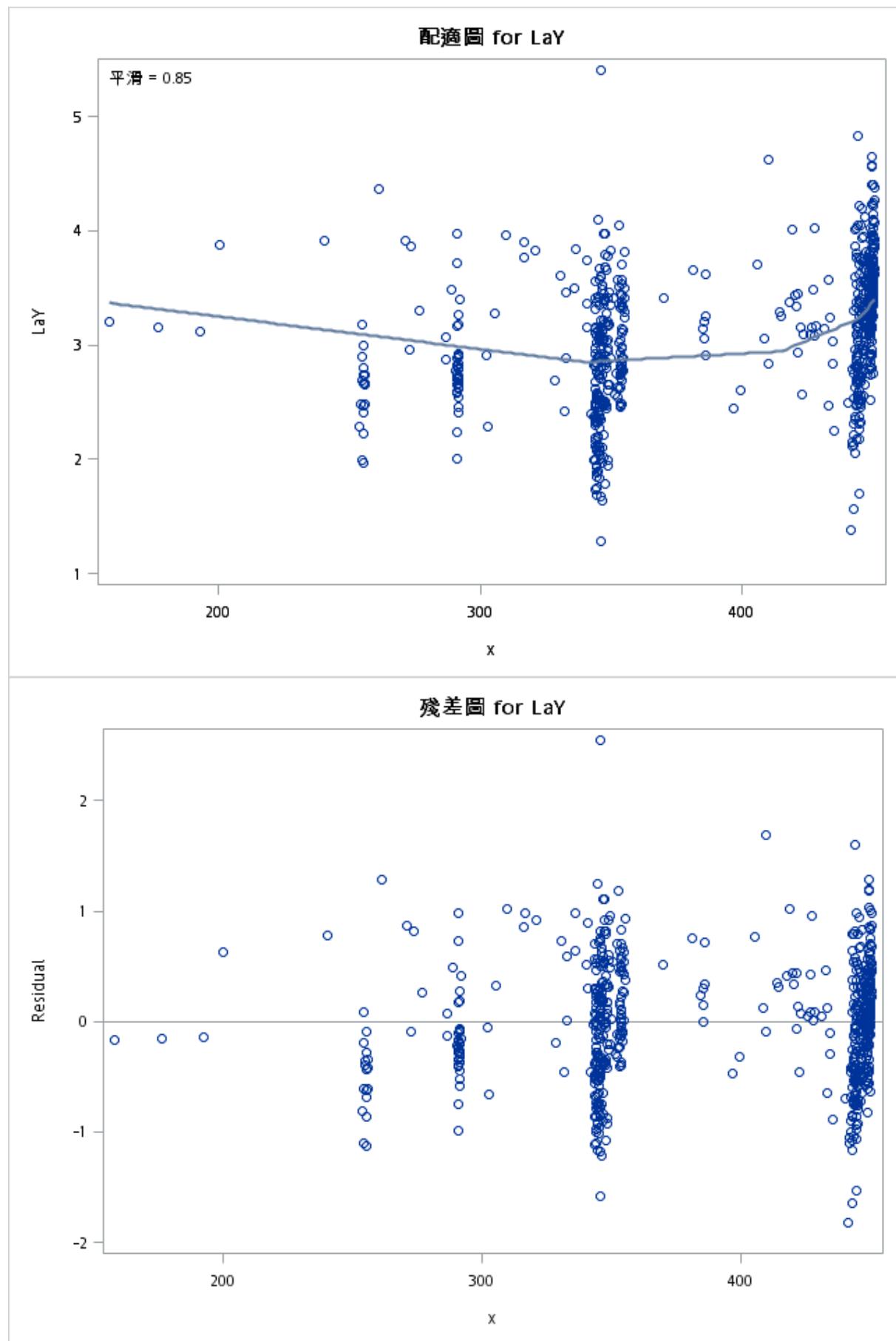
經 Y 轉換後

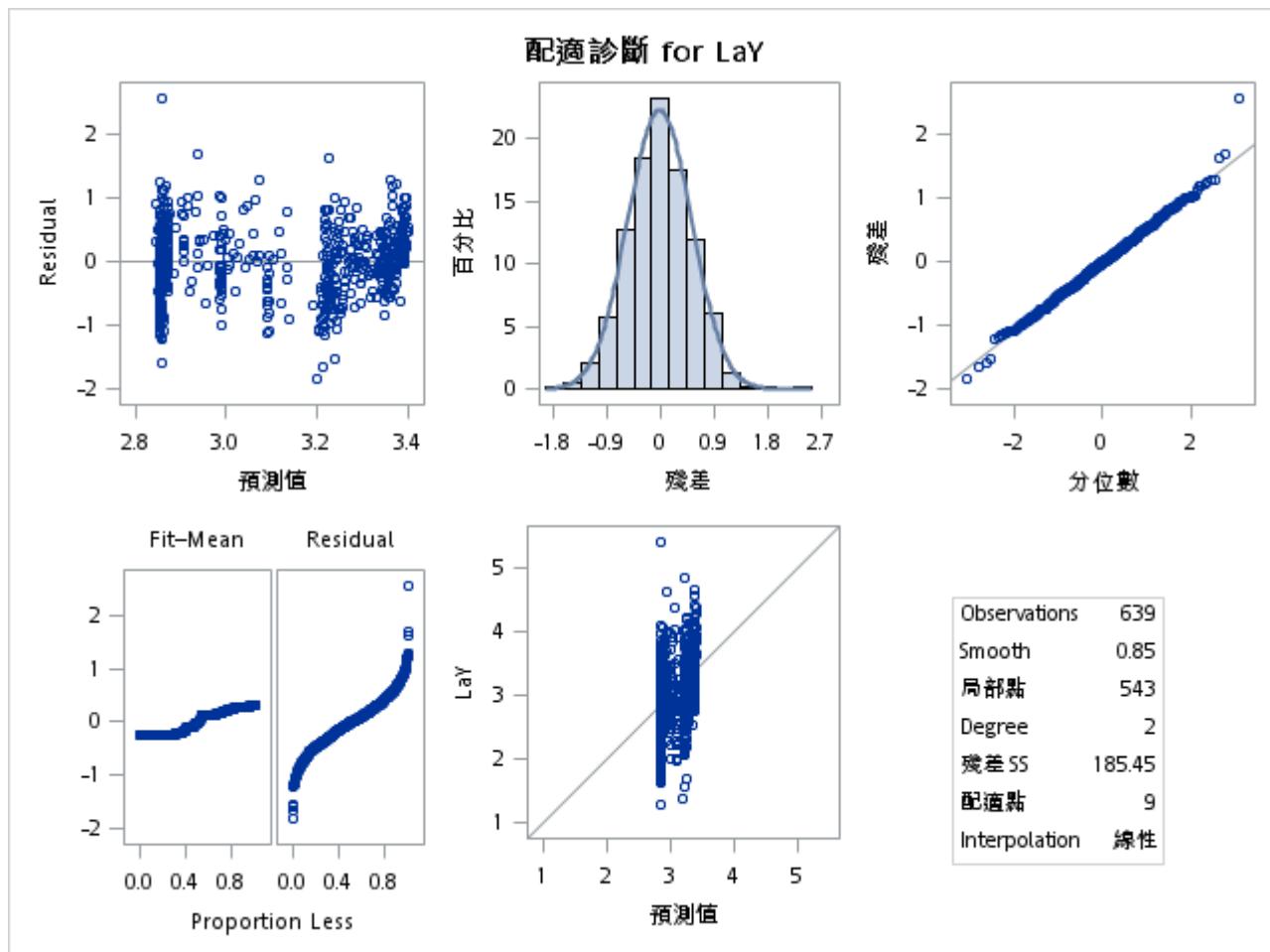
殘差為常態，變異數為常數

Goodness-of-Fit Tests for Normal Distribution				
檢定	統計值		p 值	
Kolmogorov-Smirnov	D	0.03199698	Pr > D	0.111
Cramer-von Mises	W-Sq	0.09016987	Pr > W-Sq	0.154
Anderson-Darling	A-Sq	0.48272219	Pr > A-Sq	0.235

殘差分析：變異數是否為常數檢定：BP 檢定

Obs	ssrs	sse	nobs	tests	pv
1	0.37168	196.879	639	1.95770	0.83824





觀察迴歸關係

平均值的 95% C.I. 下限

