



綠色校園 2.0

重新校驗

運作數據應用簡介



議程

1 回顧

2 數據收集和運用

- a) 數據記錄儀和便攜式儀器
- b) 我們想知道什麼？
- c) 數據在性能測量中的運用
- d) 2個例子

3 數據分析

- a) 數據分析方法
- b) 系統表現
- c) 潛在節能機會
- d) 操作和設計條件之間的偏差
- e) 投資價值

4 願景

- ☐ 制定時間表
- ☐ 訂立目標
- ☐ 開放透明
- ☐ 共同參與

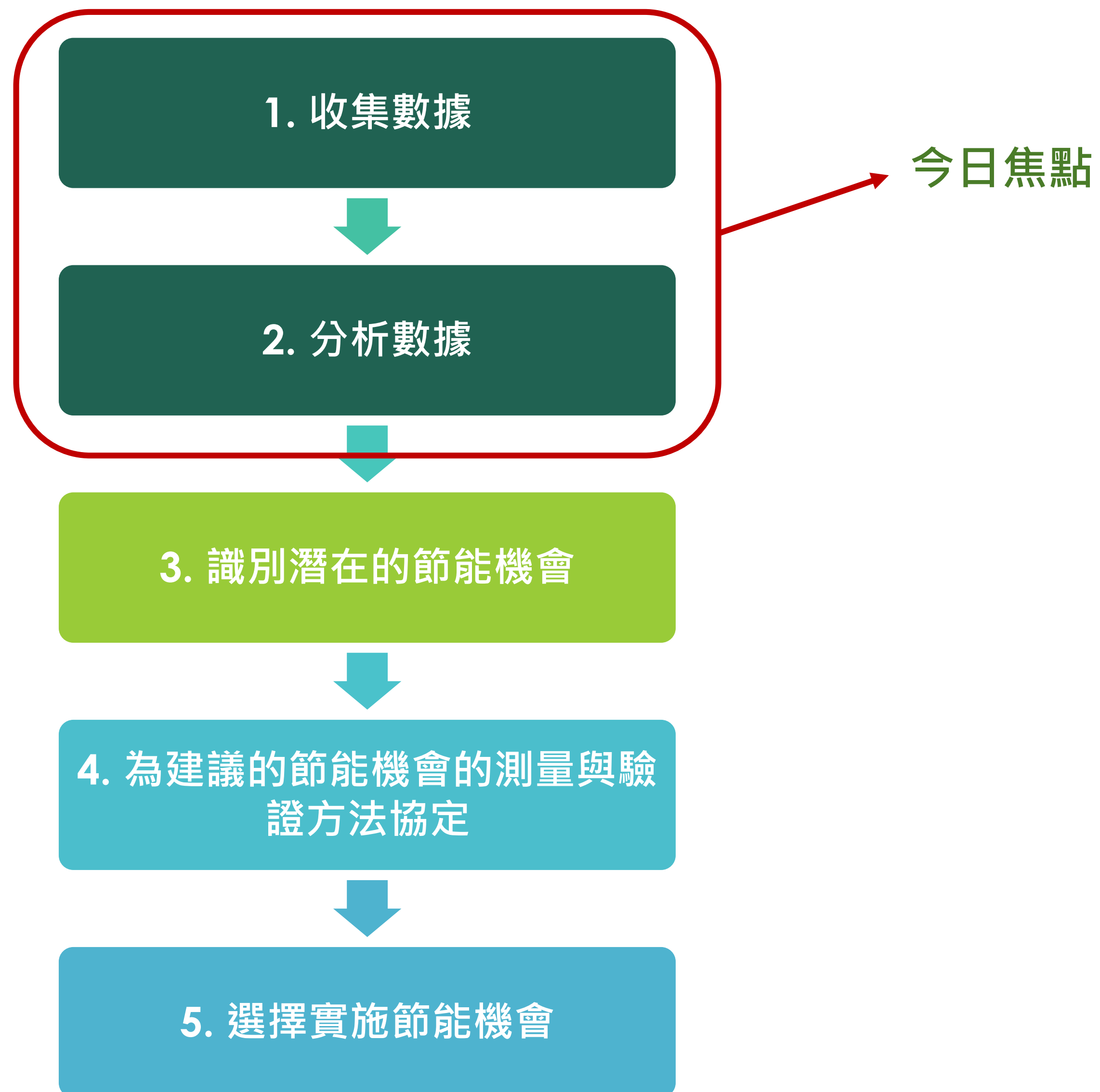




回顧

回顧

調查階段





數據收集和運用

數據記錄儀

冷水機組



平衡閥轉數

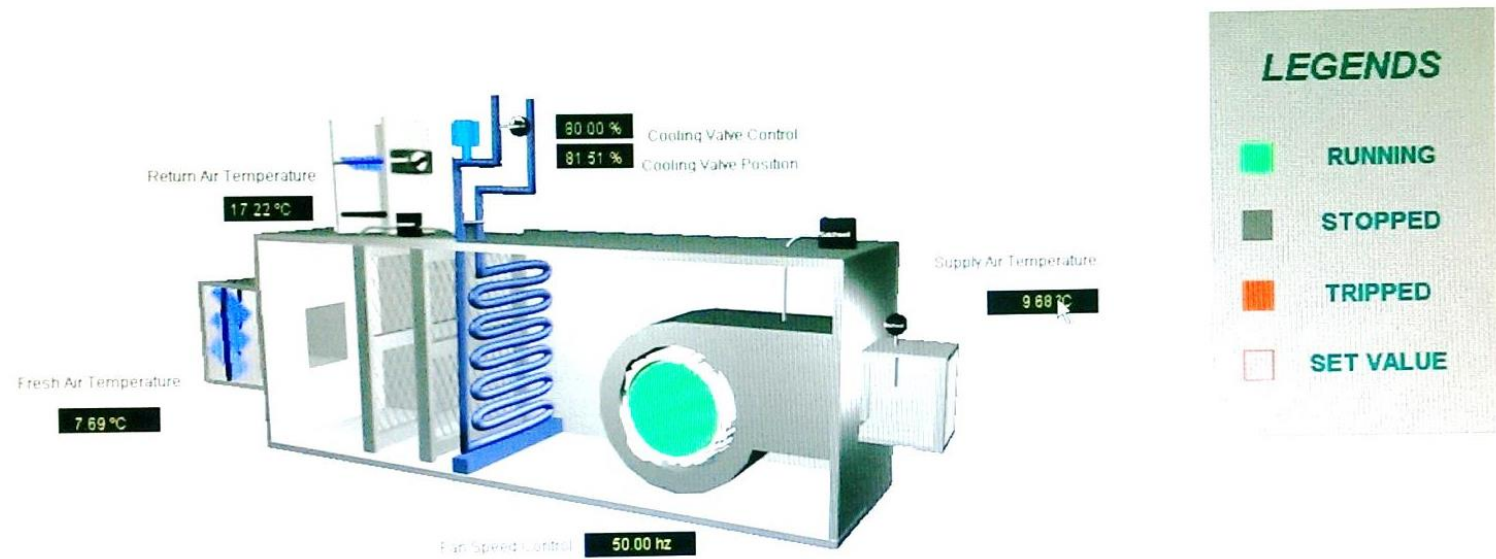


壓力閥



建築管理系統面板

配風系統



AHU Control		AHU Status			
Time Schedule		AHU Auto/Manual Status:	Auto	SA Flow Status:	0.88 l/s
RAT Setpoint	24.00 °C	AHU Trip Status:	Normal	RA Flow Status:	1.75 l/s
AHU Manual Override	On	VSD Status:	49.27 Hz	FA Flow Status:	23.29 l/s
Valve Override Enable	Enable	Smoke Status:	Normal	Supply Water Temp:	11.90 °C
Valve Override	80.00 %	Filter Clog Status:	Clean	Return Water Temp:	41.42 °C
VSD Override Enable	Enable				
VSD Override	50.00				

建築管理系統面板

電氣



功率分析儀

便攜式儀器

冷水機組



紅外線溫度計

照明



照度計

配風系統



溫度和相對濕度記錄儀



熱像儀

電氣



功率分析儀

我們想知道什麼？

CHILLER 1 LOG SHEET																											
Date : 1-九月-09																											
CHILLER NO.1	HOURS		00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
	Chiller Water Outlet Temp. Spt.	°C	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	
	Chiller Water Outlet Temp.	°C	13.5	12.9	12.3	11.6	11.3	11.0	11.0	10.8	11.4	11.8	11.4	11.2	11.0	11.0	10.9	11.0	11.3	11.3	11.5	11.6	12.0	11.3	11.8	11.3	
	Chiller Water Inlet Temp.	°C	11.7	12.2	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	10.3	12.2	12.4	12.5	12.5	12.5	12.4	12.5	12.8	12.7	12.7	12.8	12.9	12.4	11.7	12.1	12.2	
	Chiller Water Flow Rate	L/S	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	1	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	2	7	-4	-4		
	Evaporator Ref. Temp.	°C	13.8	14.2	14.5	14.6	14.7	14.8	14.8	11.6	11.8	12.5	13.0	13.4	13.7	13.9	14.2	14.3	14.5	14.6	14.8	14.9	12.5	12.0	12.3	12.9	
	Evaporator Ref. Pressure	kPa	669																684	687	690	692	639	628	634	647	
	Cond. Water Outlet Temp.	°C	25.1	冷水機記錄表															25.1	25.2	25.3	25.4	25.3	25.3	25.2		
	Cond. Water Inlet Temp.	°C	24.6																24.6	24.6	24.6	24.7	24.7	24.7	24.7		
	Cond. Water Flow Rate	L/S	4																3	4	3	3	3	4	4	3	
	Condenser Ref. Temp.	°C	13.8	14.2	14.4	14.6	14.7	14.7	14.7	11.6	11.8	12.5	12.9	13.3	13.7	13.9	14.2	14.3	14.5	14.6	14.7	14.8	12.5	11.9	12.3	12.8	
	Condenser Ref. Pressure	kPa	669	677	684	687	687	689	689	619	623	639	649	657	664	669	677	679	684	687	689	692	637	626	634	646	
	Oil Sump Temperature	°C	46.5	46.3	46.2	46.2	46.2	46.2	46.2	46.3	46.1	46.1	46.3	46.3	46.3	46.5	46.5	46.5	46.5	46.5	46.5	46.5	46.4	46.4	46.5	46.5	
	Discharge Temperature	°C	25.2	25.0	25.0	24.8	24.8	24.8	24.7	24.7	24.6	25.0	25.2	25.3	25.6	25.6	25.7	25.7	25.9	25.9	26.1	26.1	25.9	25.9	25.4	25.2	
	Oil Diff. Pressure	kPa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Chiller On/Off Status		Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off	Off								TP/DSH/ AC/003/A HU-	TP/DSH/ AC/003/A HU-	TP/DSH/ AC/003/A HU-	TP/DSH/ AC/003/A HU-	TP/DSH/ AC/005/A HU-	TP/DSH/ AC/005/A HU-	TP/DSH/ AC/005/A HU-		
	Voltage	kV	-4.3	-4.3	-4.3	-4.3	-4.3	-4.3	-4.3	-4.3	-4.3																
	Current	A	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1																
	Motor Current	%	0	0	0	0	0	0	0	0	0																
	Power Factor	Cos	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Time	25/1/2010 10:00	25/1/2010 18:00											64.875		
	Power Input	kW											26/1/2010 1:00	26/1/2010 9:00												59.469	
	Cooling Load	Ton											26/1/2010 1:15	26/1/2010 9:15												56	
	COP												26/1/2010 1:30	26/1/2010 9:30												57.25	
	Efficiency (kW/Ton)												26/1/2010 1:45	26/1/2010 9:45												57.406	
	Condenser Approach	°C											26/1/2010 2:00	26/1/2010 10:00				0	0		0	0				58.406	
												26/1/2010 2:15	26/1/2010 10:15				0	0		0	0				57.969		
												26/1/2010 2:30	26/1/2010 10:30				0	0		0	0				59.156		
												26/1/2010 2:45	26/1/2010 10:45				0	0		0	0				58.688		
												26/1/2010 3:00	26/1/2010 11:00				0	0		0	0				56.781		
Remark :																											

Local	Time	6198097	6298476	6302968	6346938	6679009	6347974	6679008	6347082	6303000	6303019
27/11/2010	1:30:00	34606	27200	210507	998865	764747	176007	4749246	942611	1285224	3410839
27/11/2010	2:00:00	34606	27200	210517	998865	764757	176010	4749258	942612	1285232	3410908
27/11/2010	2:30:00	34606	27200	210528	998865	764766	176013	4749269	942613	1285241	3410976
27/11/2010	3:00:00	34606	27200	210539	998865	764776	176016	4749281	942613	1285250	3411045
27/11/2010	3:30:00	34606	27200	210540	998865	764786	176020	4749292	942614	1285259	3411113
27/11/2010	4:00:00	34606	27200	210540	998865	764796	176023	4749304	942615	1285267	3411181
27/11/2010	4:30:00	34606	27200	210540	998865	764806	176026	4749315	942616	1285276	3411250
27/11/2010	5:00:00	34606	27200	210540	998865	764816	176029	4749327	942617	1285285	3411317
27/11/2010	5:30:00	3460								285294	3411386
27/11/2010	6:00:00	3460								285303	3411454
27/11/2010	6:30:00	3460								285311	3411521
27/11/2010	7:00:00	34606	27200	210540	998865	764856	176042	4749373	942620	1285320	3411589
27/11/2010	7:30:00	34606	27200	210540	998878	764870	176045	4749385	942621	1285331	3411659
27/11/2010	8:00:00	34607	27201	210540	998896	764884	176048	4749436	942652	1285363	3411742
27/11/2010	8:30:00	34608	27202	210540	998914	764899	176051	4749479	942673	1285391	3411755
27/11/2010	9:00:00	34609	27202	210540	998931	764913	176055	4749521	942692	1285418	3411760
27/11/2010	9:30:00	34610	27203	210545	998949	764928	176058	4749561	942711	1285445	3411769
27/11/2010	10:00:00	34611	27204	210550	998967	764942	176061	4749600	942731	1285472	3411778
27/11/2010	10:30:00	34612	27205	210555	998984	764956	176064	4749640	942751	1285499	3411786
27/11/2010	11:00:00	34613	27206	210560	998999	764970	176067	4749681	942772	1285526	3411795
27/11/2010	11:30:00	34614	27207	210565	999014	764984	176071	4749730	942793	1285552	3411805
27/11/2010	12:00:00	34615	27208	210570	999029	764998	176074	4749782	942813	1285579	3411812
27/11/2010	12:30:00	34616	27209	210575	999044	765012	176077	4749834	942833	1285605	3411818
27/11/2010	13:00:00	34617	27210	210580	999059	765026	176080	4749885	942853	1285632	3411825
27/11/2010	13:30:00	34618	27211	210585	999074	765040	176084	4749937	942872	1285659	3411831
27/11/2010	14:00:00	34619	27212	210590	999089	765054	176087	4749989	942891	1285686	3411837
27/11/2010	14:30:00	34620	27213	210595	999104	765068	176090	4750035	942901	1285701	3411843
27/11/2010	15:00:00	34621	27214	210600	999119	765082	176093	4750077	942906	1285713	3411849
27/11/2010	15:30:00	34622	27215	210605	999134	765095	176097	4750119	942912	1285725	3411855
27/11/2010	16:00:00	34623	27216	210610	999149	765106	176100	4750162	942917	1285737	3411861
27/11/2010	16:30:00	34624	27217	210615	999164	765118	176103	4750205	942923	1285749	3411867
27/11/2010	17:00:00	34625	27218	210620	999179	765129	176106	4750247	942928	1285761	3411873

建築管理系統運作數據

Time		TP/DSH/ AC/003/A HU- 01.CVL- /OPN-.CL	TP/DSH/ AC/003/A HU- 02.CVL- /OPN-.CL	TP/DSH/ AC/003/A HU- 03.CVL- /OPN-.CL	TP/DSH/ AC/003/A HU- 04.CVL- /OPN-.CL	TP/DSH/ AC/005/A HU-.CVL- /OPN-.CL	TP/DSH/ AC/006/A HU-.CVL- /OPN-.CL	TP/DSH/ AC/007/A HU-.CVL- /OPN-.CL	TP/DSH/ AC/008/A HU-.CVL- /OPN-.CL	TP/DSH/ AC/009/A HU-.CVL- /OPN-.CL	TP/DSH/ AC/010/A HU-.CVL- /OPN-.CL	TP/DSH/ AC/011/A HU-.CVL- /OPN-.CL	TP/DSH/ AC/012/A HU-.CVL- /OPN-.CL	TP/DSH/ AC/013/A HU-.CVL- /OPN-.CL	TP/DSH/ AC/014/A HU-.CVL- /OPN-.CL
25/1/2010 10:00	25/1/2010 18:00					64.875	43.25	57.688	60.344	44.5	63.844	67.5	54.063	57.719	54.875
26/1/2010 1:00	26/1/2010 9:00					59.469	39	48.594	60.719	43	62.281	56.156	47.563	48.219	52.156
26/1/2010 1:15	26/1/2010 9:15					56	40.031	49.781	55.75	43.625	64.625	58.156	48.75	48.75	54.5
26/1/2010 1:30	26/1/2010 9:30					57.25	39.563	50.75	54.75	48	62.25	58.125	50.781	51.594	55.063
26/1/2010 1:45	26/1/2010 9:45					57.406	40.375	53.656	56.938	43.063	63.406	58.938	48.688	54.625	55.625
26/1/2010 2:00	26/1/2010 10:00	0	0	0	0	58.406	41.031	52.438	57.594	47.938	66.25	60.531	47.906	52.688	51.938
26/1/2010 2:15	26/1/2010 10:15	0	0	0	0	57.969	40.594	54.031	58.594	43.438	67.188	61.906	50.125	53.281	52.719
26/1/2010 2:30	26/1/2010 10:30	0	0	0	0	59.156	40.781	54.219	55.5	43.281	64.125	66.625	51.969	53.188	52.813
26/1/2010 2:45	26/1/2010 10:45	0	0	0	0	58.688	40.656	52.25	60.656	46.844	66.75	64.938	48.313	56.375	54.406
26/1/2010 3:00	26/1/2010 11:00	0	0	0	0	56.781	39.813	53.688	63.781	45.938	64.563	65.563	49.594	52.844	56.469
26/1/2010 3:15	26/1/2010 11:15	0	0	0	0	57.406	39.875	52.219	62.469	48.625	65.313	66	53.563	52.969	55.094
26/1/2010 3:30	26/1/2010 11:30	0	0	0	0	59.219	40.438	54.281	57.188	47.156	63.469	67.375	48.875	55.438	54.5
26/1/2010 3:45	26/1/2010 11:45	0	0	0	0	60.344	38.969	52.25	63.469	45.75	67	66.375	49.406	53.188	56.875
26/1/2010 4:00	26/1/2010 12:00	0	0	0	0	60.375	39.875	54.938	59.344	44.469	66.25	66	51	53.281	56.5
26/1/2010 4:15	26/1/2010 12:15	0	0	0	0	61.063	39.75	53.688	62.219	43.469	65.188	66.5	50.469	56.781	56.813
26/1/2010 4:30	26/1/2010 12:30	0	0	0	0	54.969	39.938	52.563	54.969	42.594	64.188	67.563	48.844	57.625	56.531
26/1/2010 4:45	26/1/2010 12:45											5.75	50.469	55.125	55.313
26/1/2010 5:00	26/1/2010 13:00											813	50.25	54.25	54.188
26/1/2010 5:15	26/1/2010 13:15											813	49.688	54.594	52.063
26/1/2010 5:30	26/1/2010 13:30											719	51.438	51.906	53.25
26/1/2010 5:45	26/1/2010 13:45	0	0	0	0	59.5	40.438	51.938	54.188	43.344	62.813	62.344	51.75	56.938	52
26/1/2010 6:00	26/1/2010 14:00	0	0	0	0	58.875	39.125	52.75	54	48.188	65.625	61.344	52.594	56.375	52.844
26/1/2010 6:15	26/1/2010 14:15	0	0	0	0	59.531	39.094	53.094	55.188	44.688	62.813	62.438	50.031	53.688	54.813
26/1/2010 6:30	26/1/2010 14:30	0	0	0	0	61.063	40.906	56.188	57.313	46.563	64.625	65.5	51.969	54.031	55.063
26/1/2010 6:45	26/1/2010 14:45	0	0	0	0	60.75	41.594	54.688	56.844	42.219	65.688	64.313	52.531	56.531	52.906
26/1/2010 7:00	26/1/2010 15:00	0	0	0	0	62.344	40.469	53.875	58.594	43.813	64.313	64.125	52.5	57.594	54.719
26/1/2010 7:15	26/1/2010 15:15	0	0	0	0	60	43	56.344	58.156	47.344	64.5	66.188	55.406	57.063	54.719
26/1/2010 7:30	26/1/2010 15:30	0	0	0	0	61.938	43.406	57.469	56.656	47.375	67.625	65.188	53.656	53.281	55.844
26/1/2010 7:45	26/1/2010 15:45	0	0	0	0	59.313	43.125	56.844	54.969	48.281	67.688	67.188	53.031	53.688	53.75
26/1/2010 8:00	26/1/2010 16:00	0	0	0	0	57.75	43.125	57.781	61.5	45.406	65.25	68.063	53.813	55.938	53.781
26/1/2010 8:15	26/1/2010 16:15	0	0	0	0	58.719	41.625	55.719	52.281	46.156	65.375	64.563	53.156	55.094	53.469
26/1/2010 8:30	26/1/2010 16:30	0	0	0	0	59.656	40.406	57.5	53.875	44.938	65.313	67.5	53.25	56.781	53.75
26/1/2010 8:45	26/1/2010 16:45	0	0	0	0	59.25	41.188	55	55.469	43.719	65.313	66.688	54.125	54.688	53.813

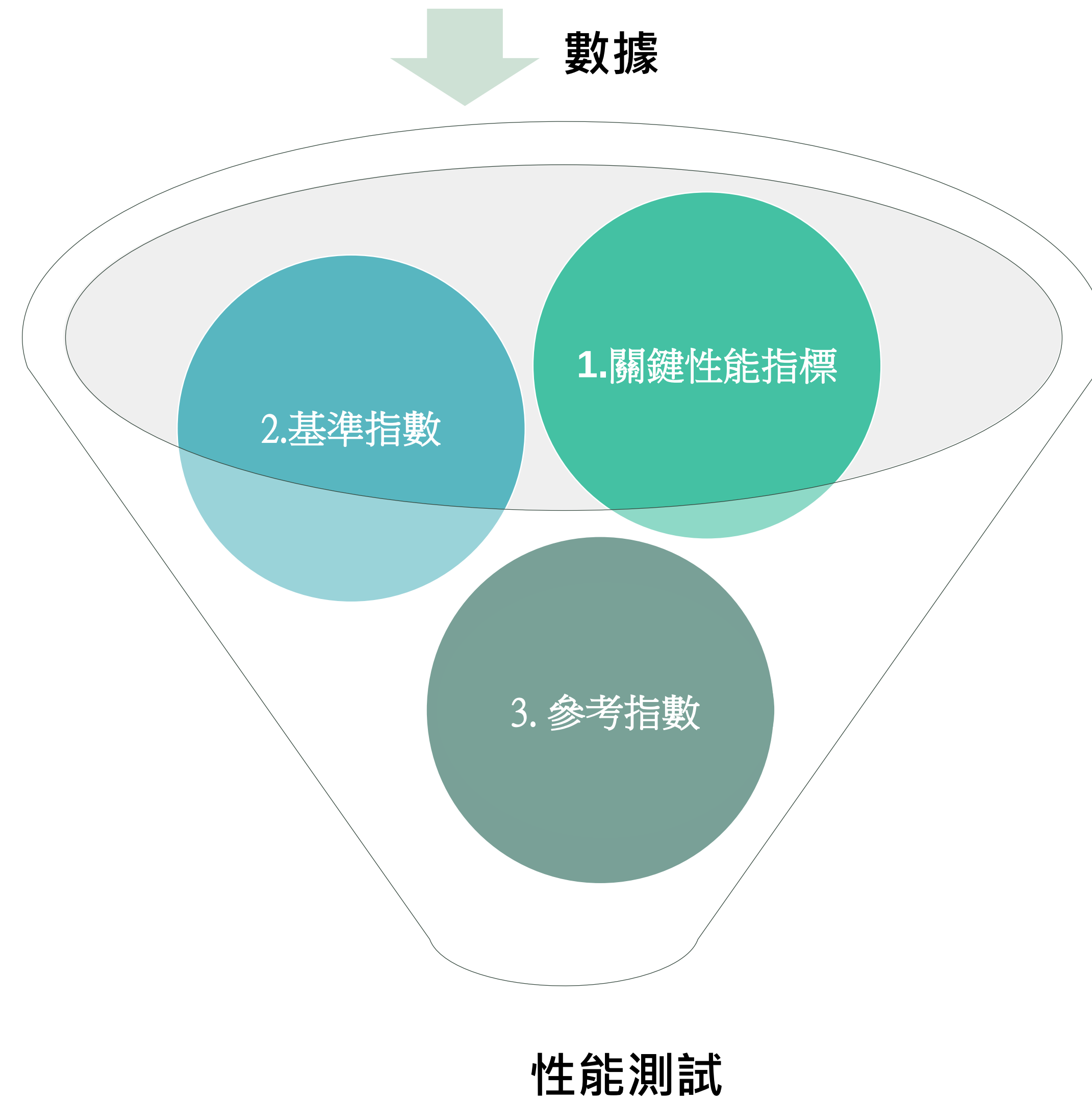
我們想知道什麼？



我們想知道什麼？



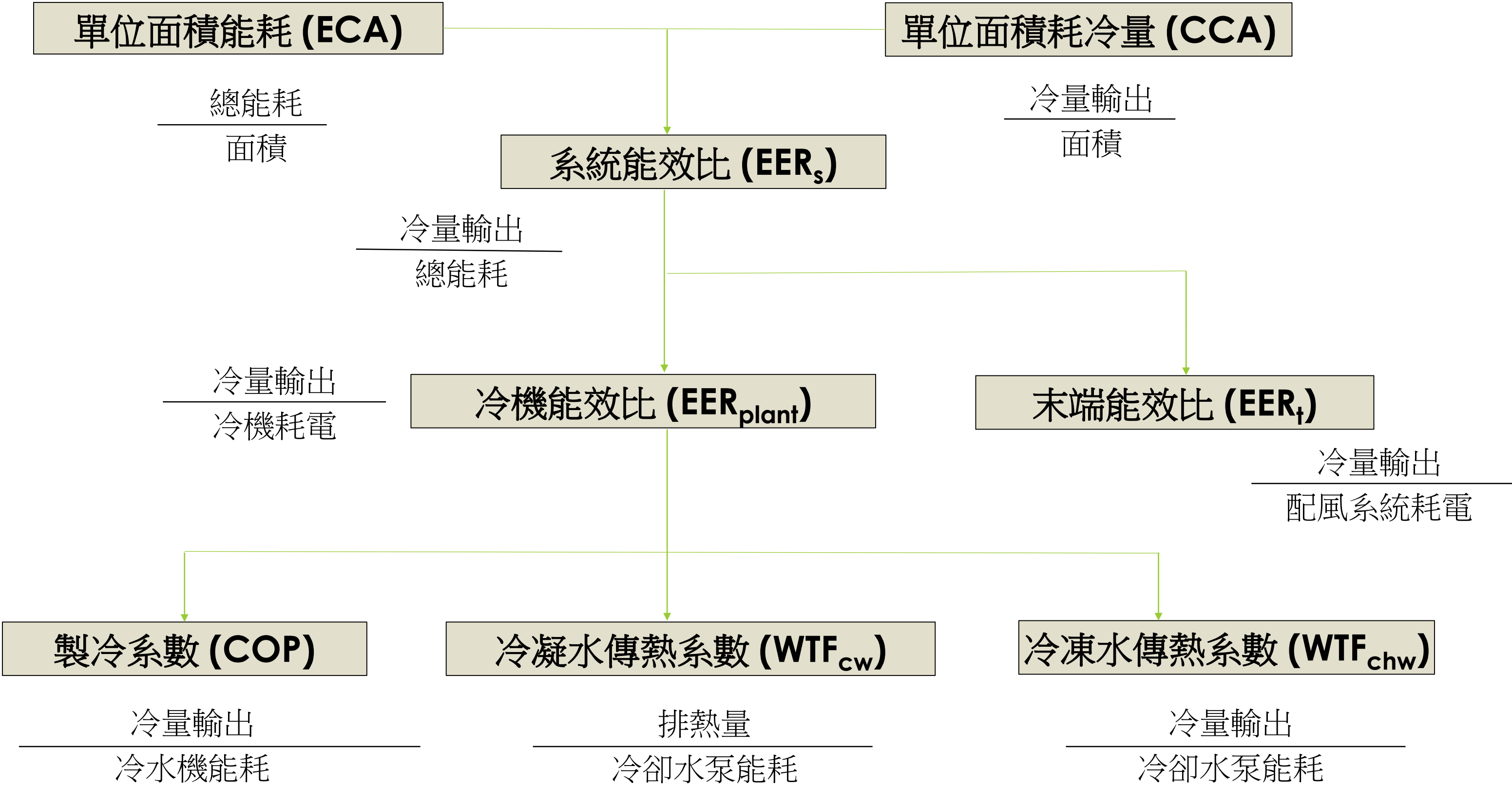
數據在性能測量中的運用



1. 關鍵性能指標



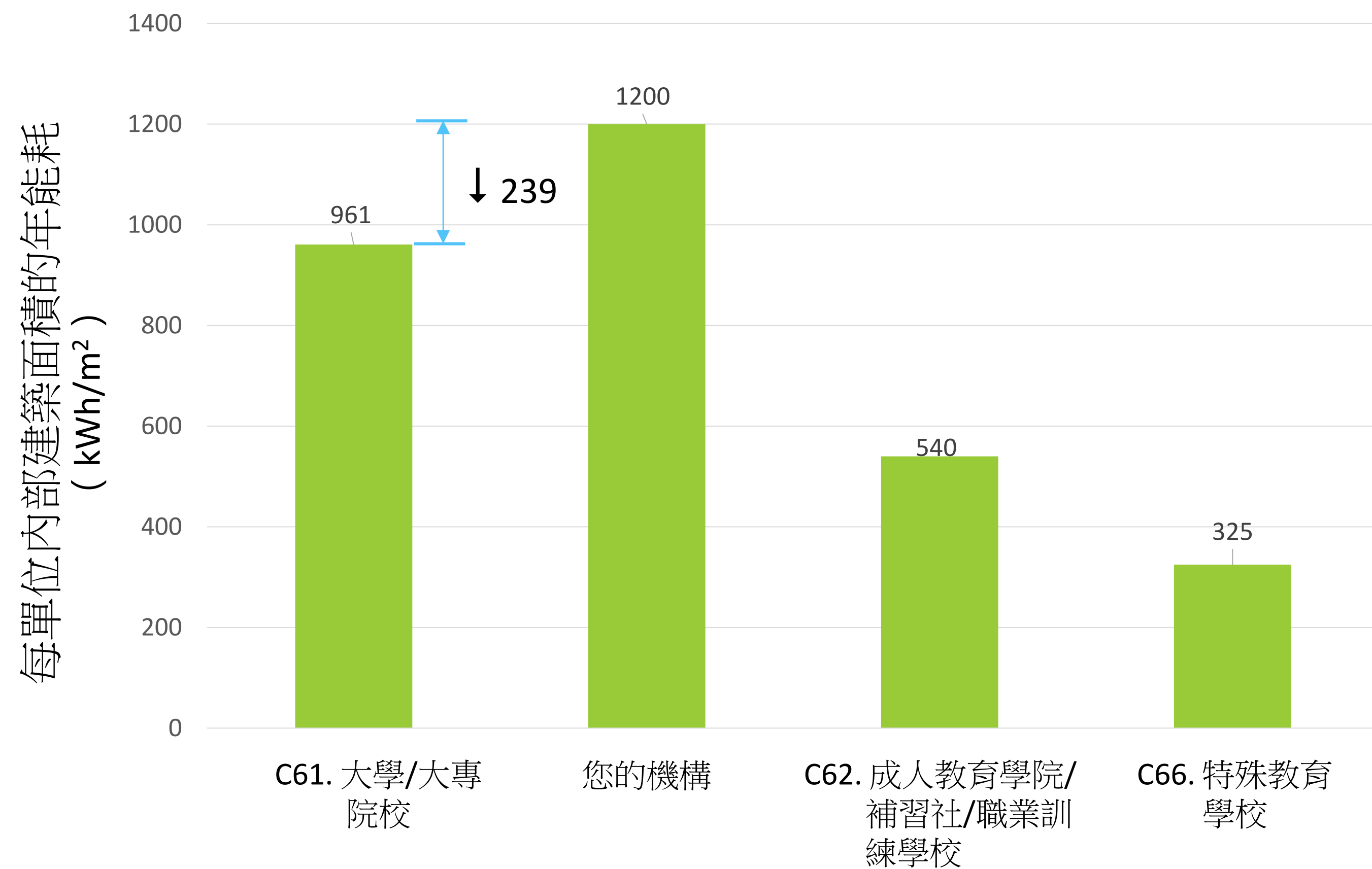
公司或行業用來比較性能以實現其戰略和運營目標的一組可量化度量。



2. 基準指數



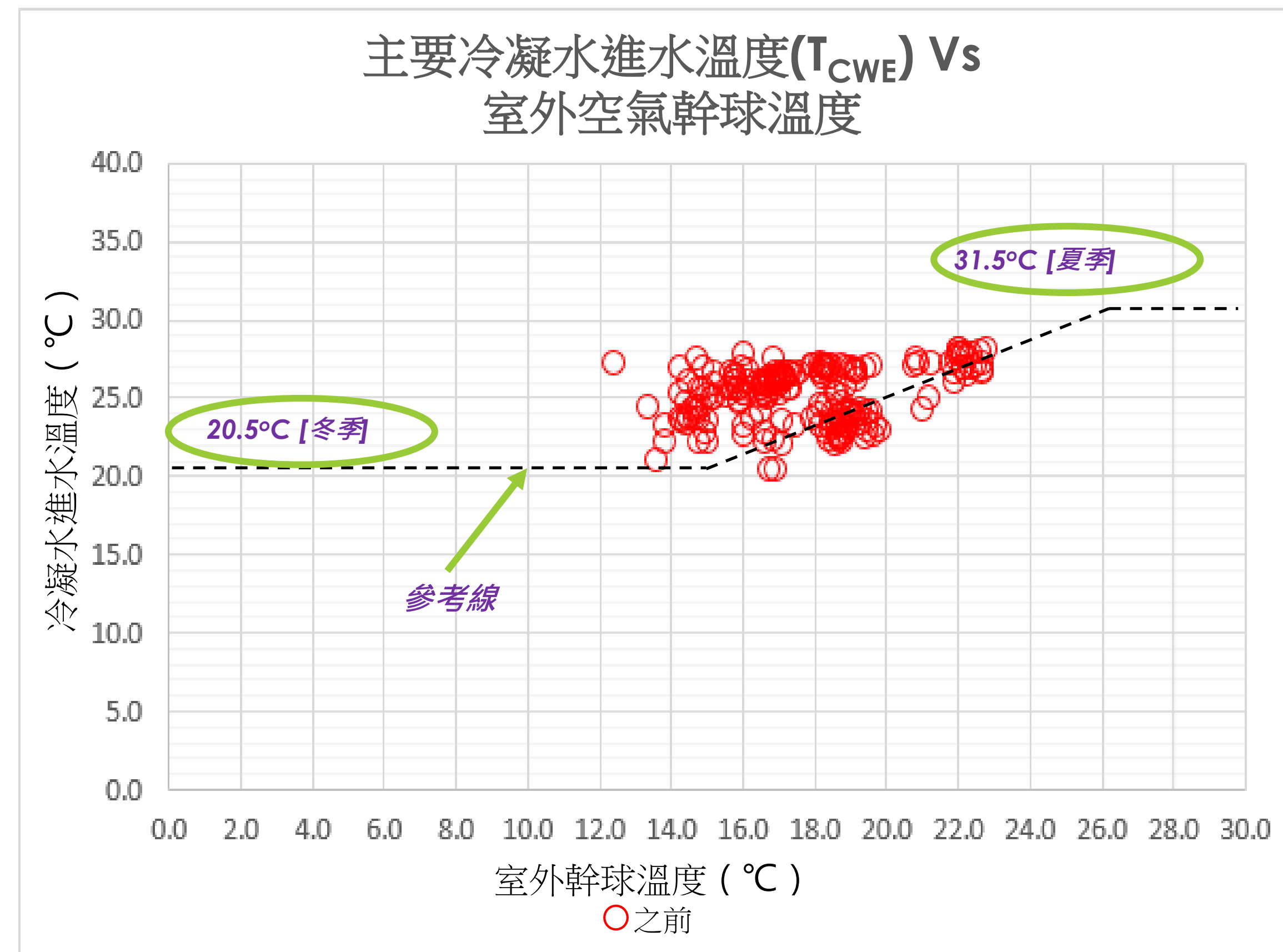
一個可量化的值或確定的比率，可以被用來做建築、整套設備或系統之間整體性能的比較並以此來評估其效率。



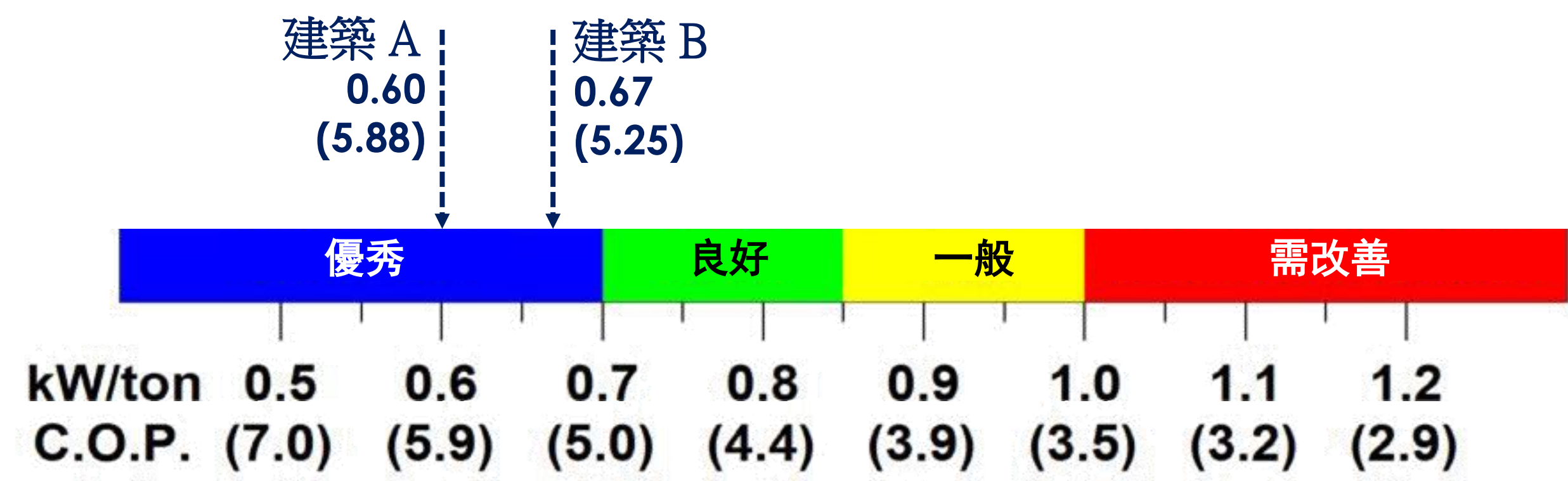
3. 參考指數



一組測量值或者可量化比率可以被用作擬合出一條用來指導在建築、整套設備或系統適當運行效率範圍內的運作參數應該所處的“參考線”。

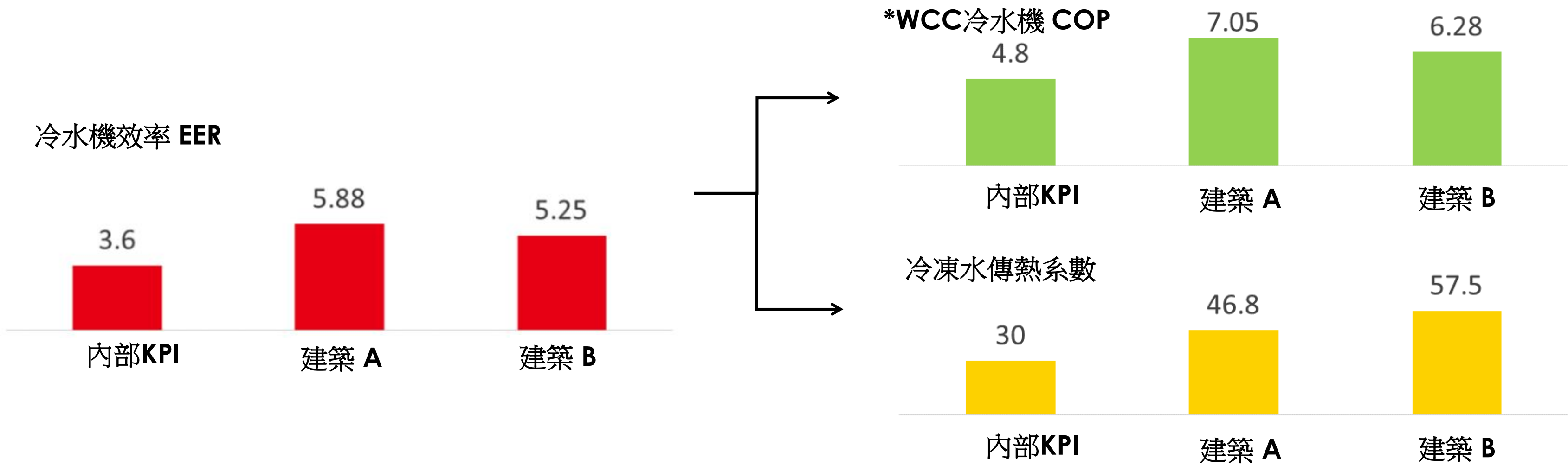


例子：評價冷水機組效率



來源: THU

冷水機效率 EER = $\frac{\text{冷量輸出}}{\text{冷水機能耗}}$

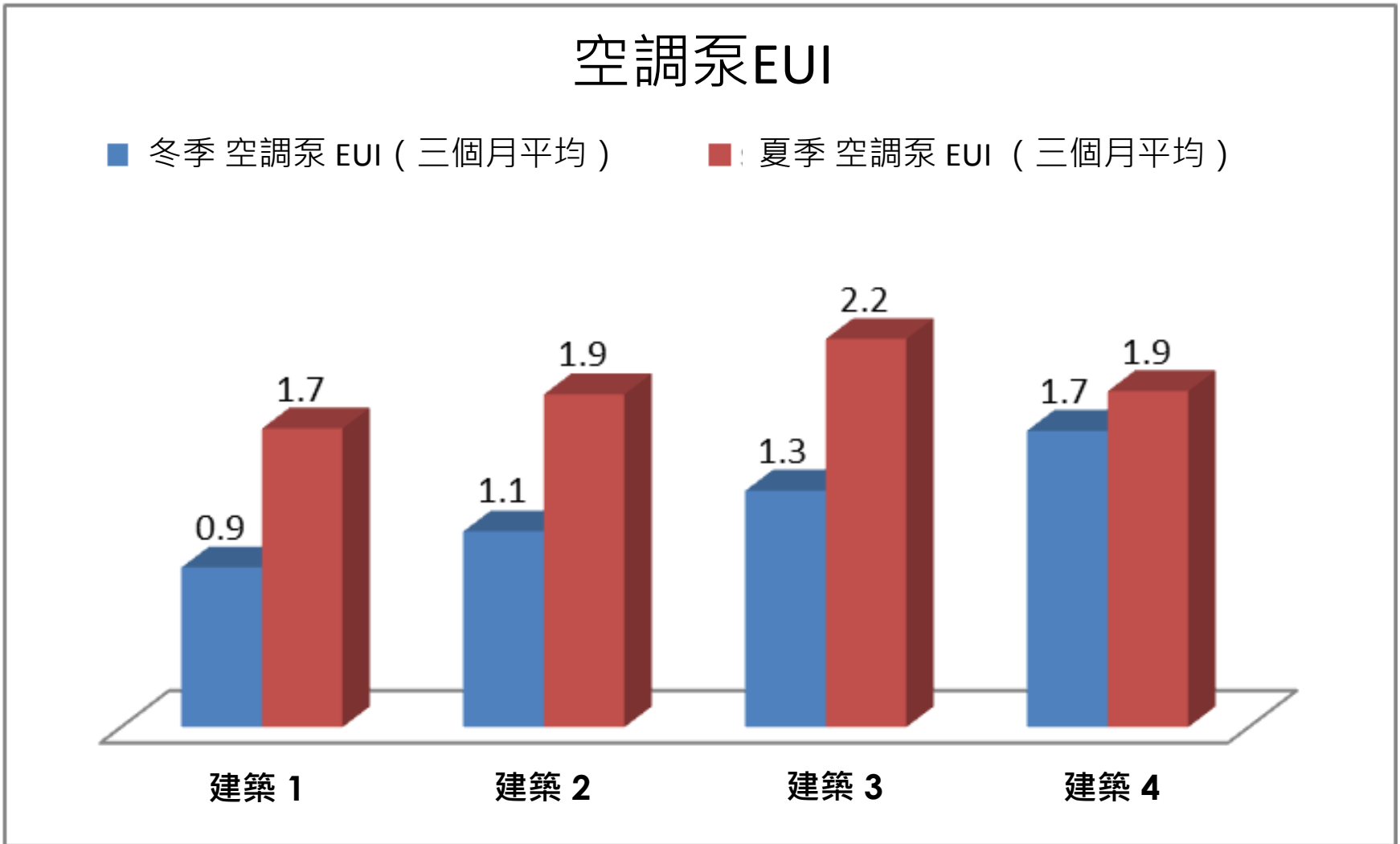
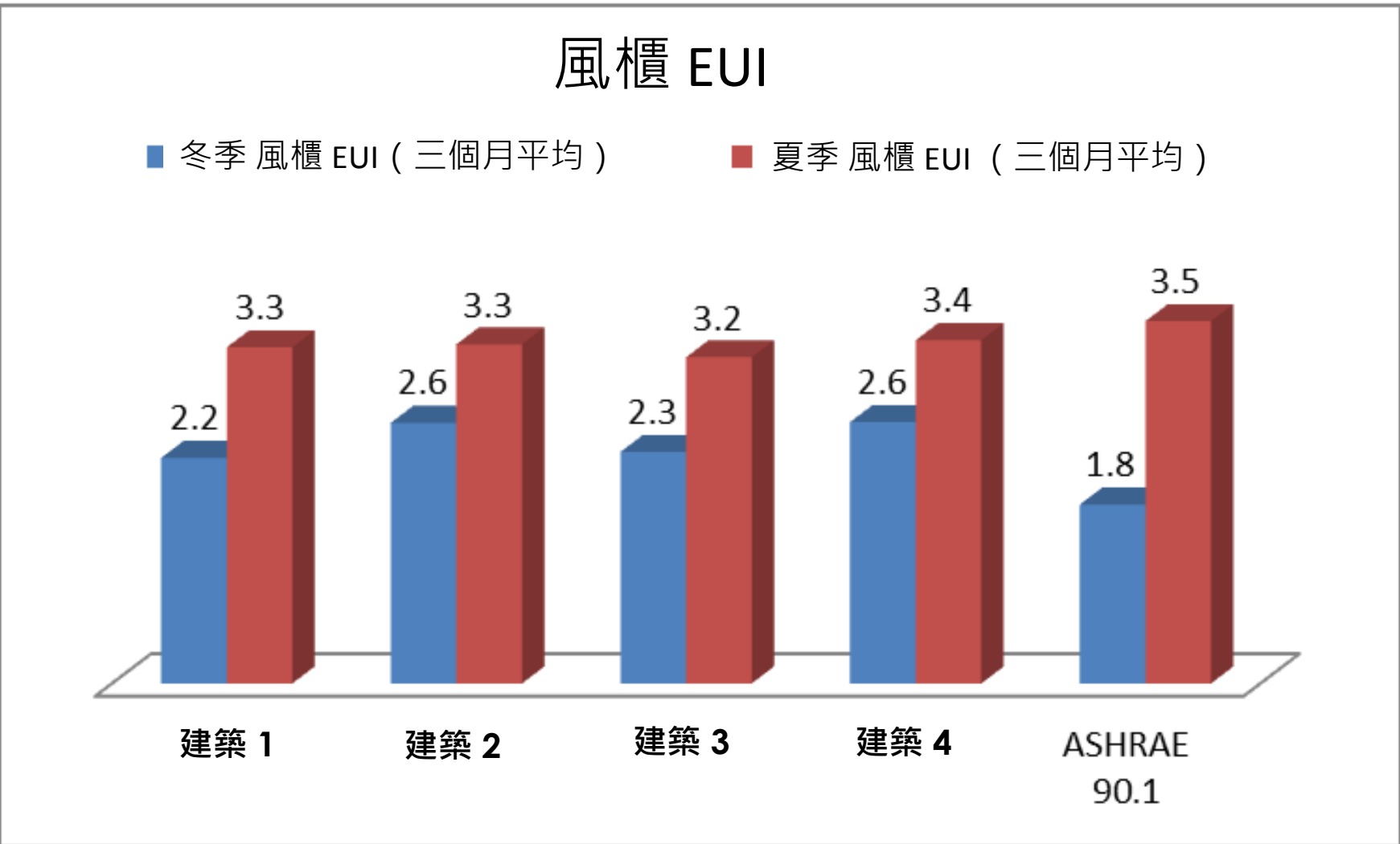
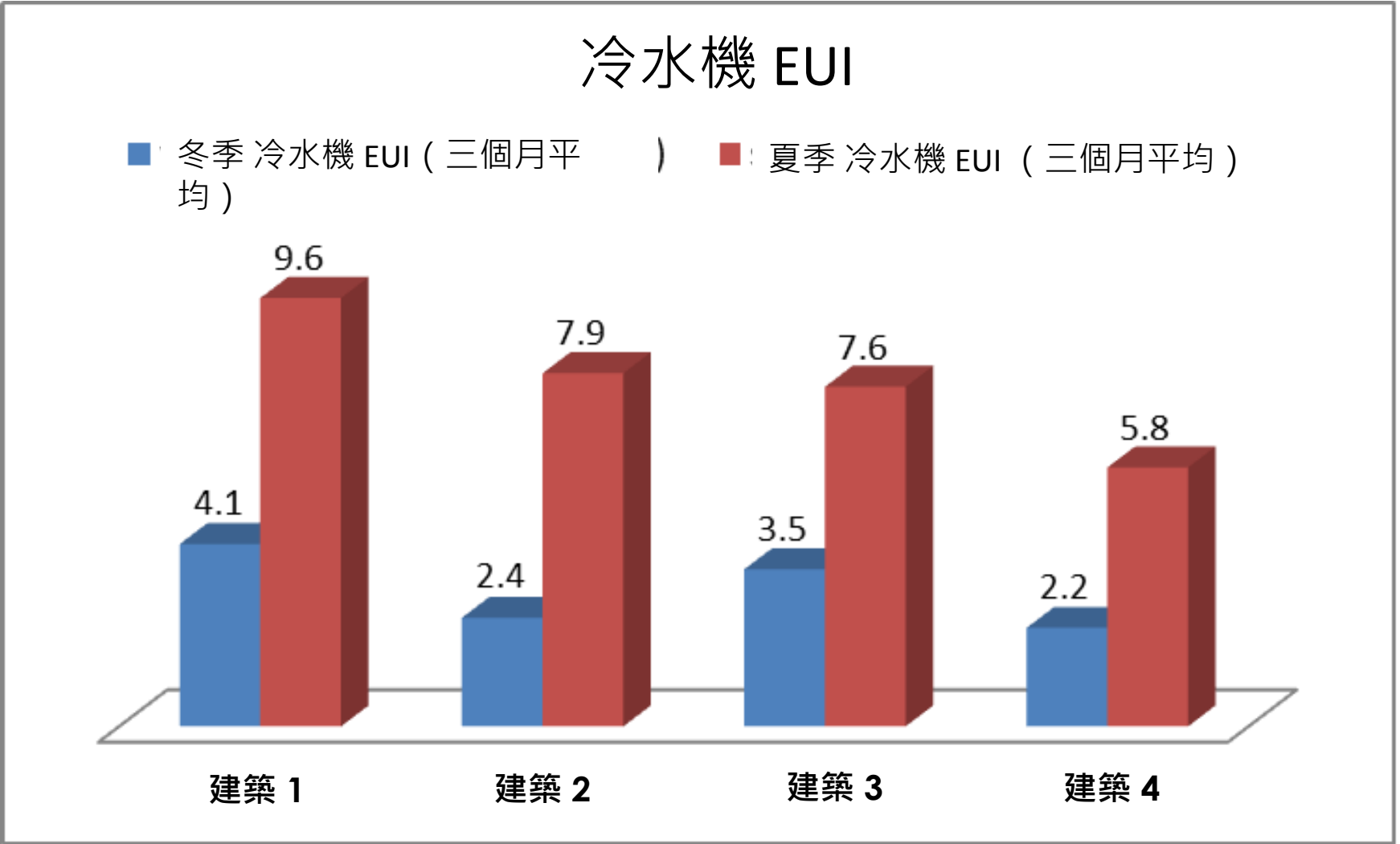
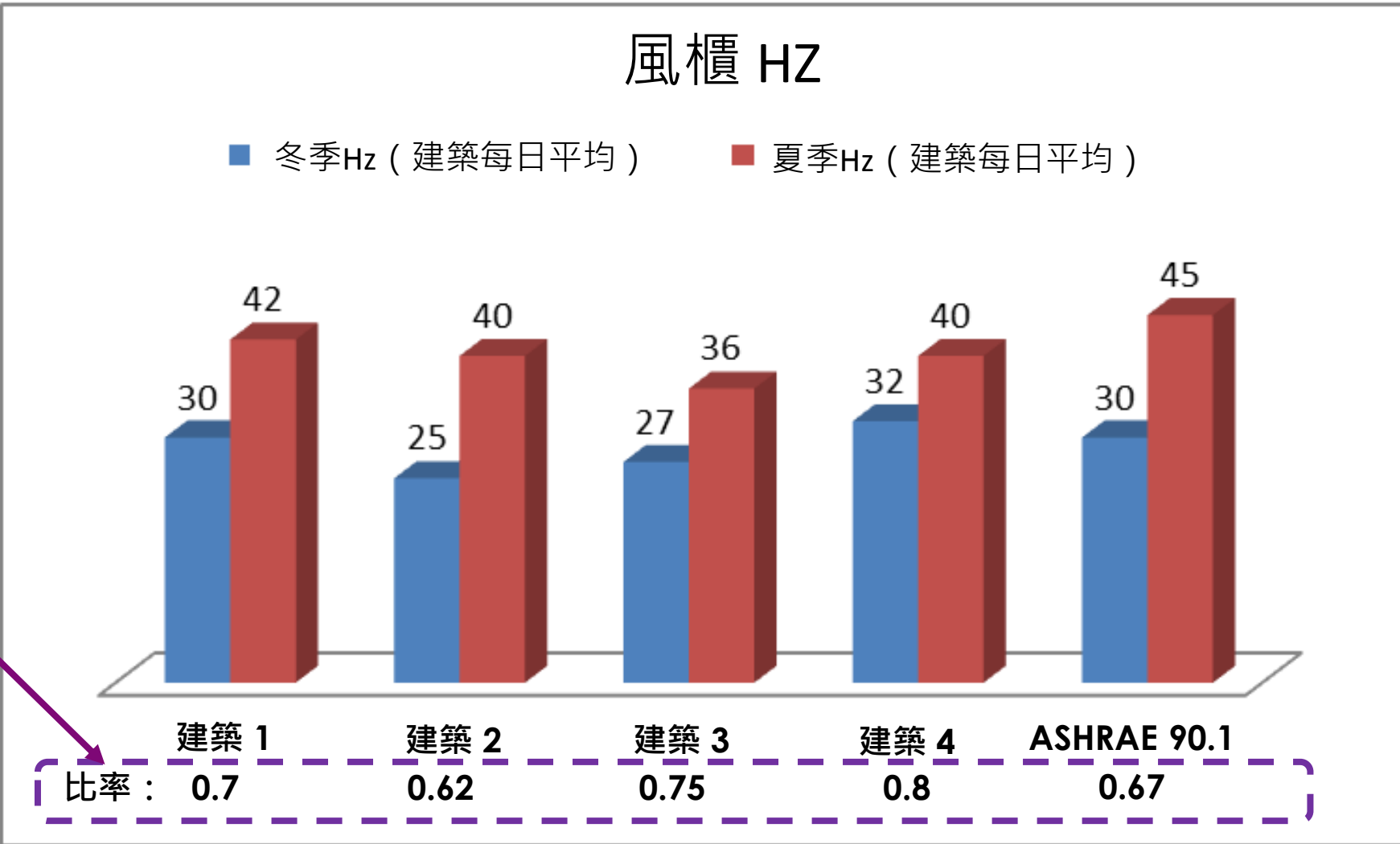


*根據參考資料BEC2018，小於500kW的冷水機最小COP值：

- 螺旋式: 4.8
- 變頻控制螺旋式: 4.7
- 離心式: 5.4
- 變頻控制離心式: 5.3

例子：評價設備效率

計算比率





數據分析

3

數據分析

1. 時間序列分析

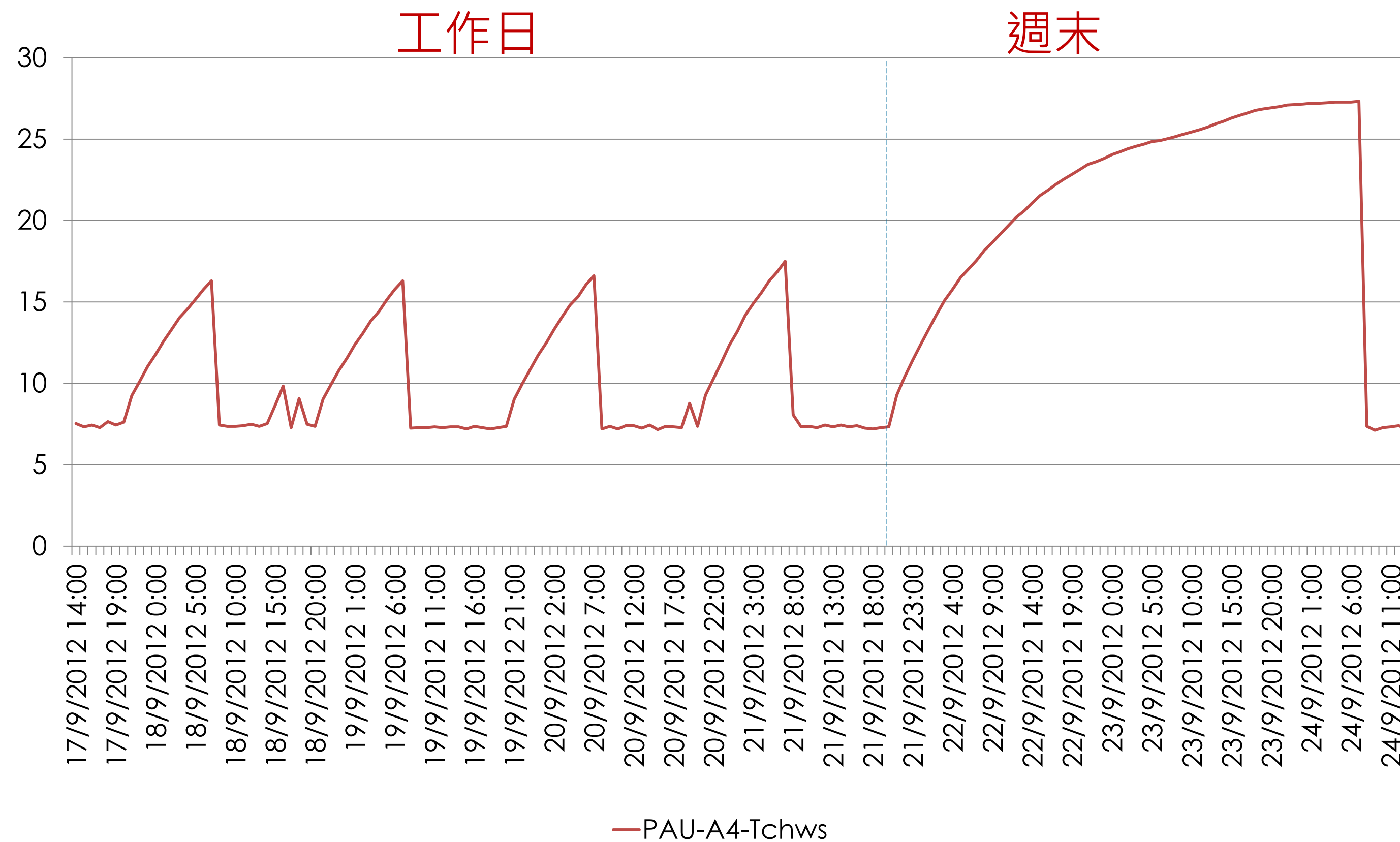
2. 散點圖

3. 回歸分析

5. 溫頻數(**BIN**)法

6. 專家規則

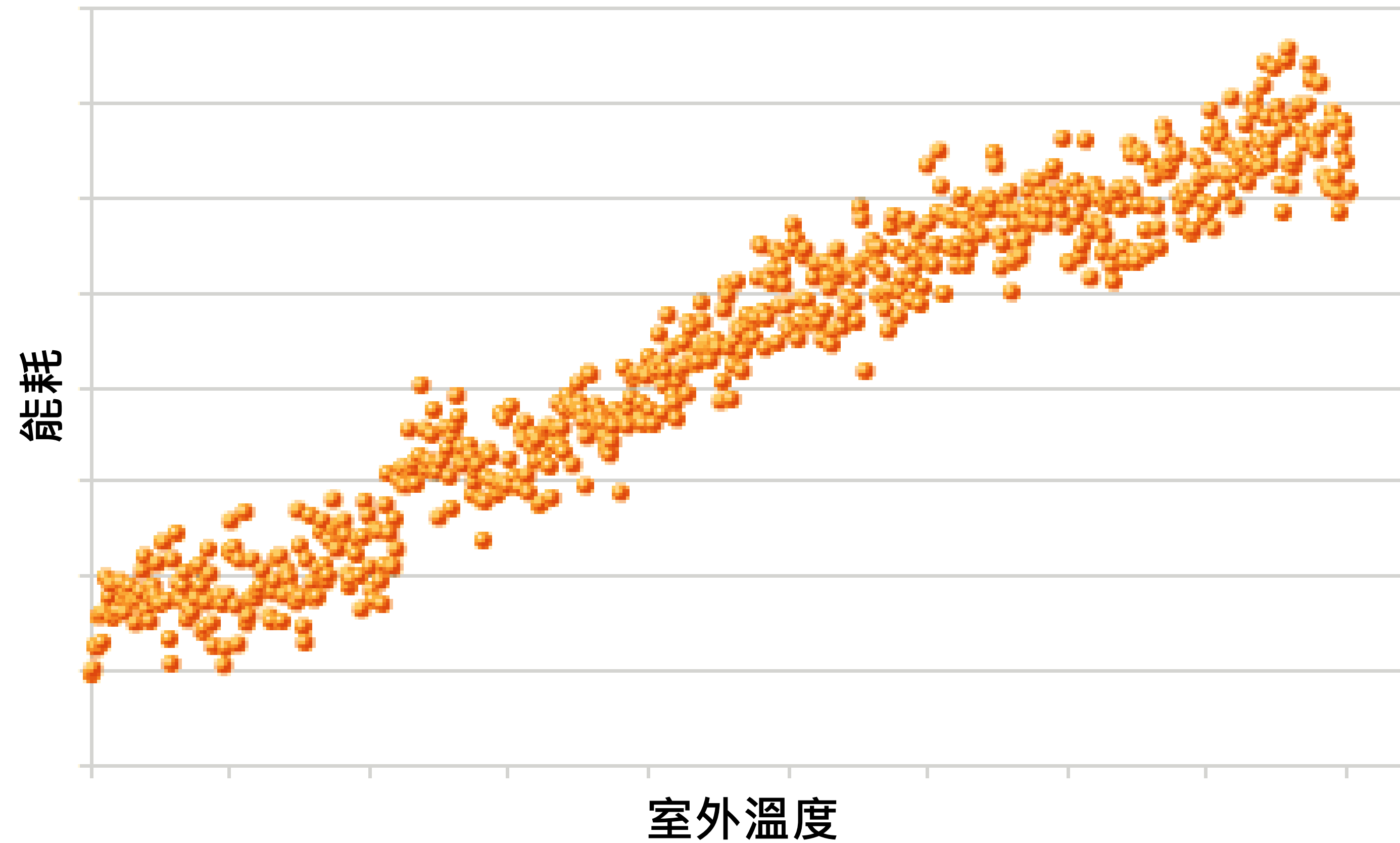
冷凍水供水溫度



散點圖



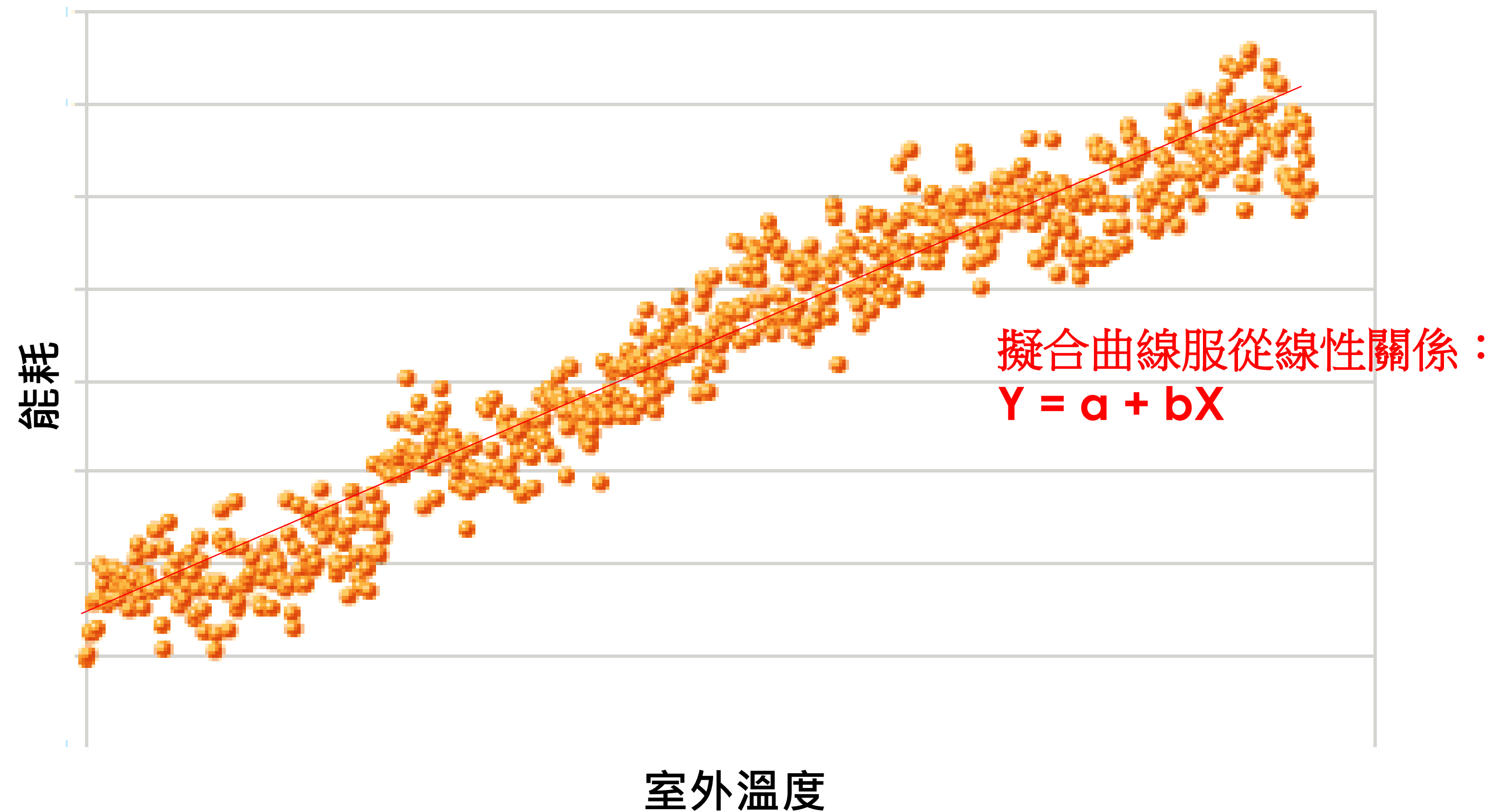
一張散點圖可以顯示獨立變項和應變項之間的關係



回歸分析



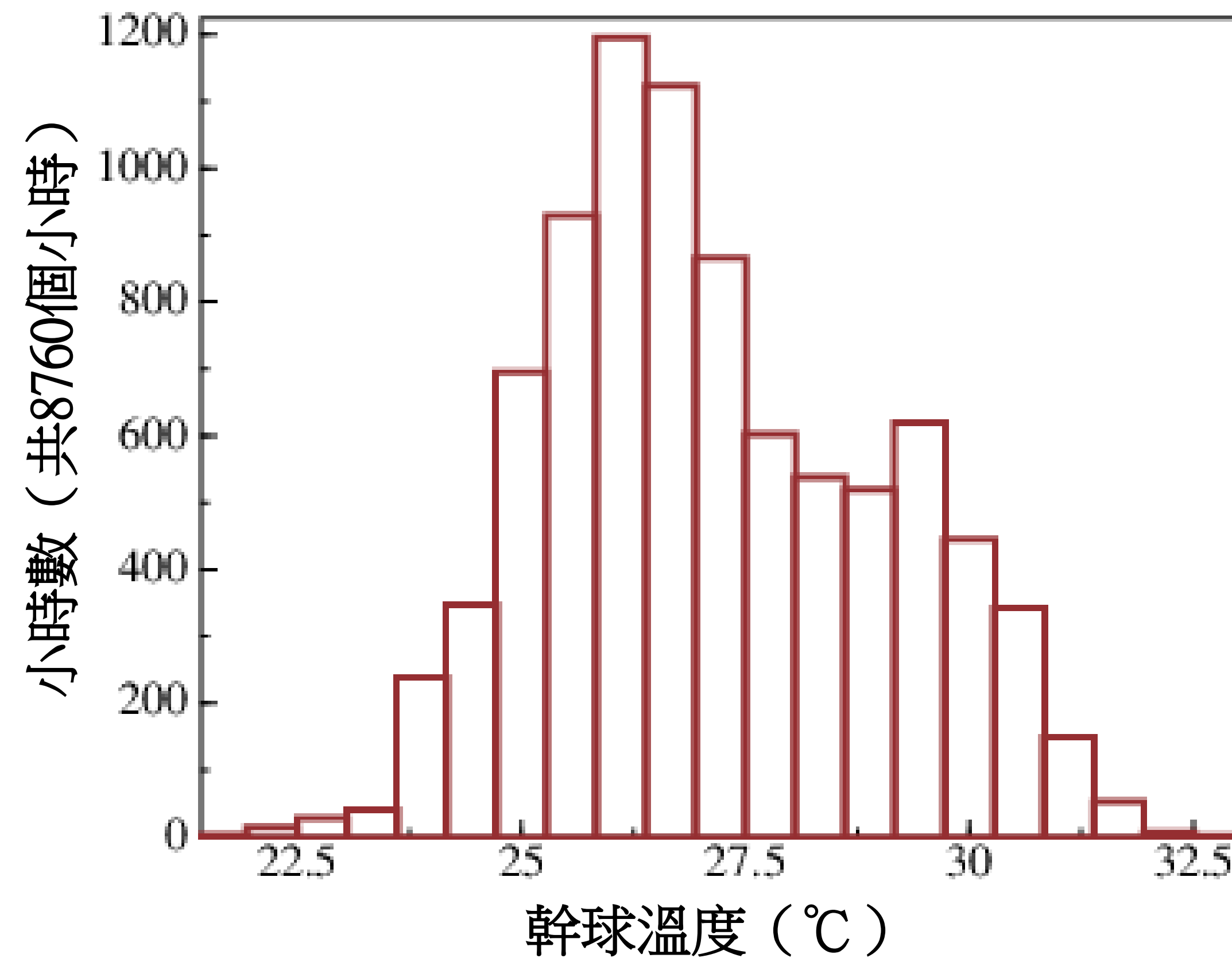
這種統計學測量可以嘗試判定應變項（由Y表示）與獨立變項（由X表示）之間關係的緊密度。



溫頻數(BIN)法



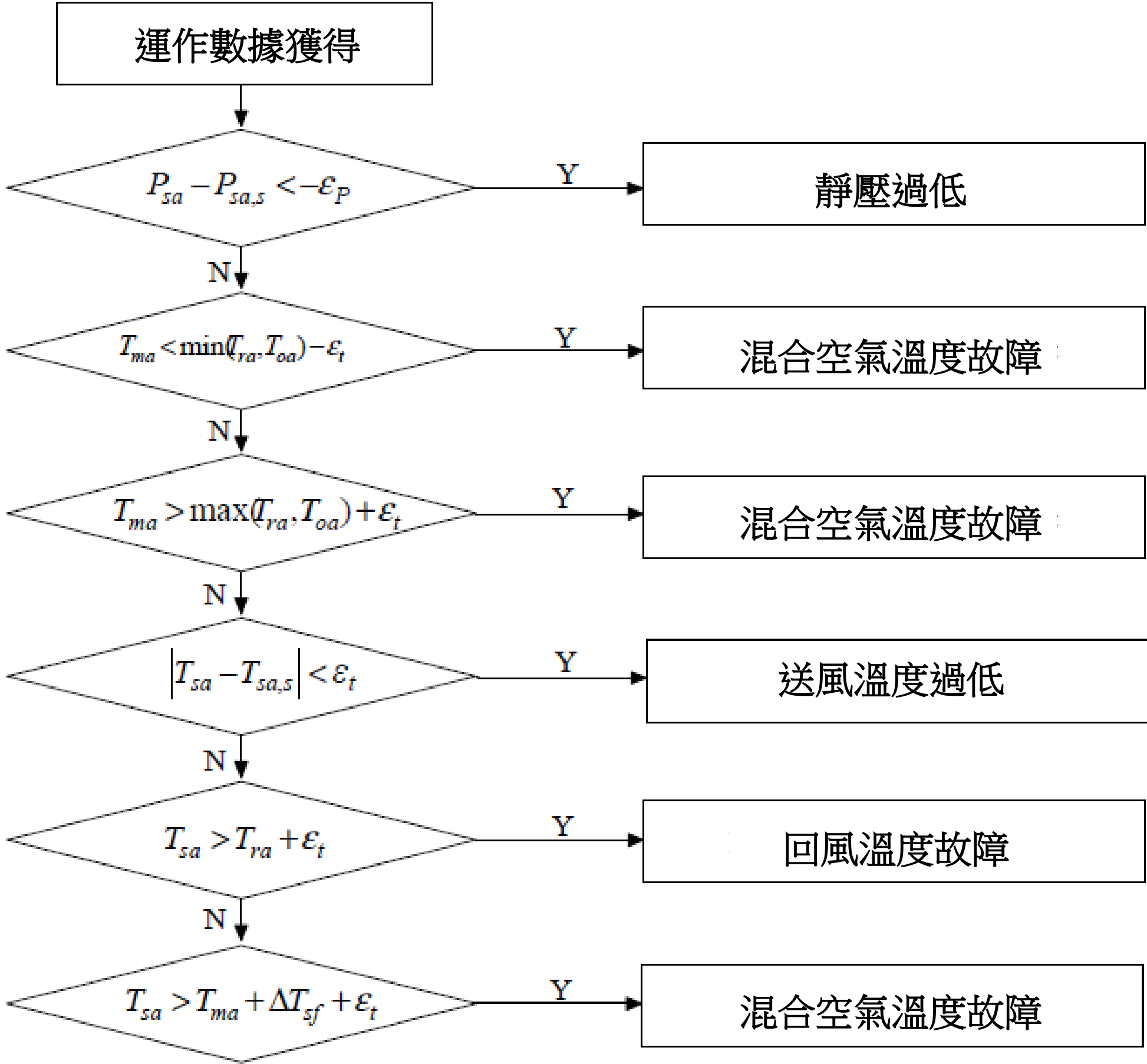
這種方法可以用瞬時負荷計算，通過統計不同室外幹球溫度下的瞬時負荷，並乘以該溫度出現的小時數來預測冷/熱負荷。



專家規則



一個基於規則的方法通過事先設置一系列規則去規定是人工智能的最簡形式。它表現了知識根據一系列規則表述做什麼或者再不同情況下的推斷。



系統表現

工具

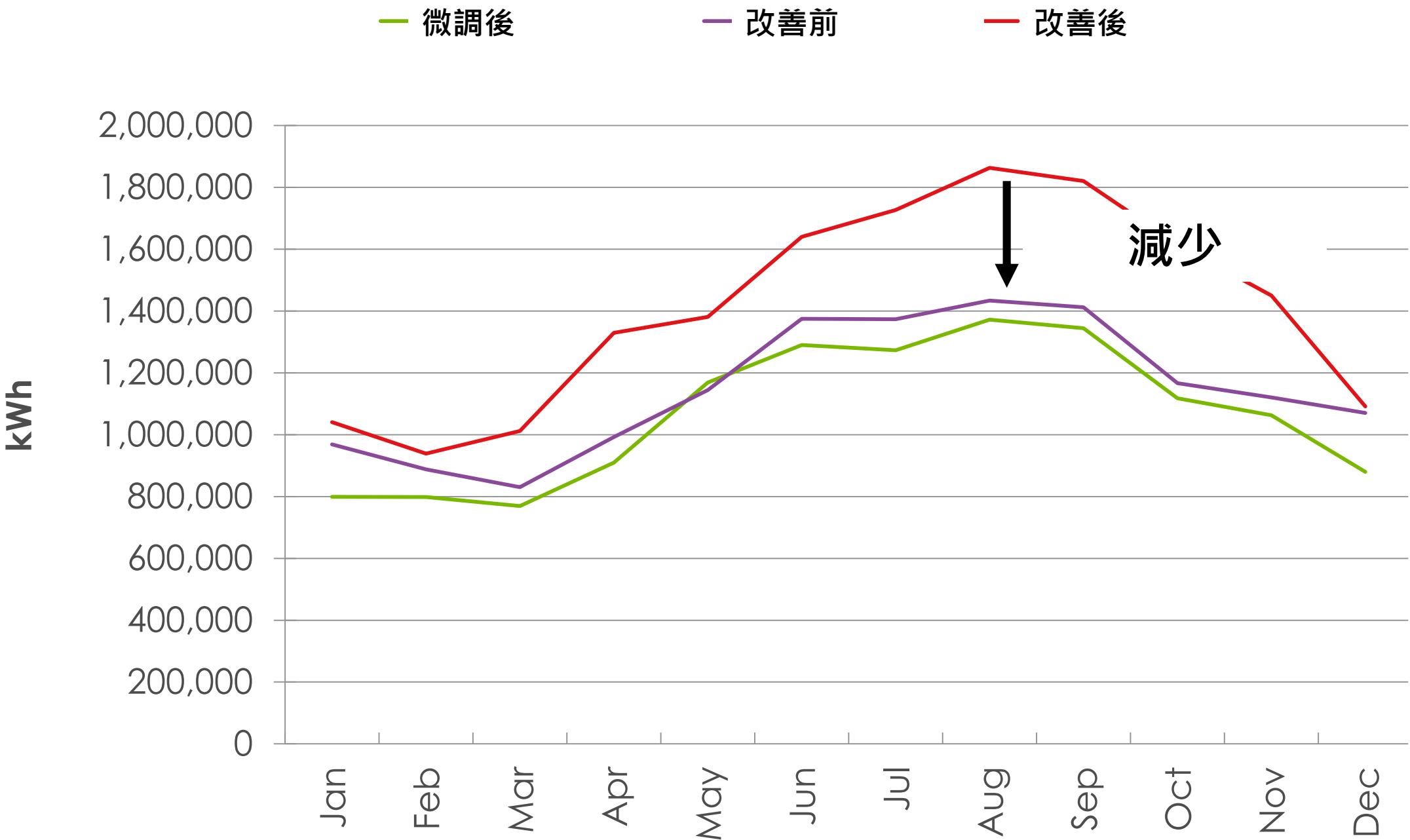
- 時間序列分析

數據如何提供幫助

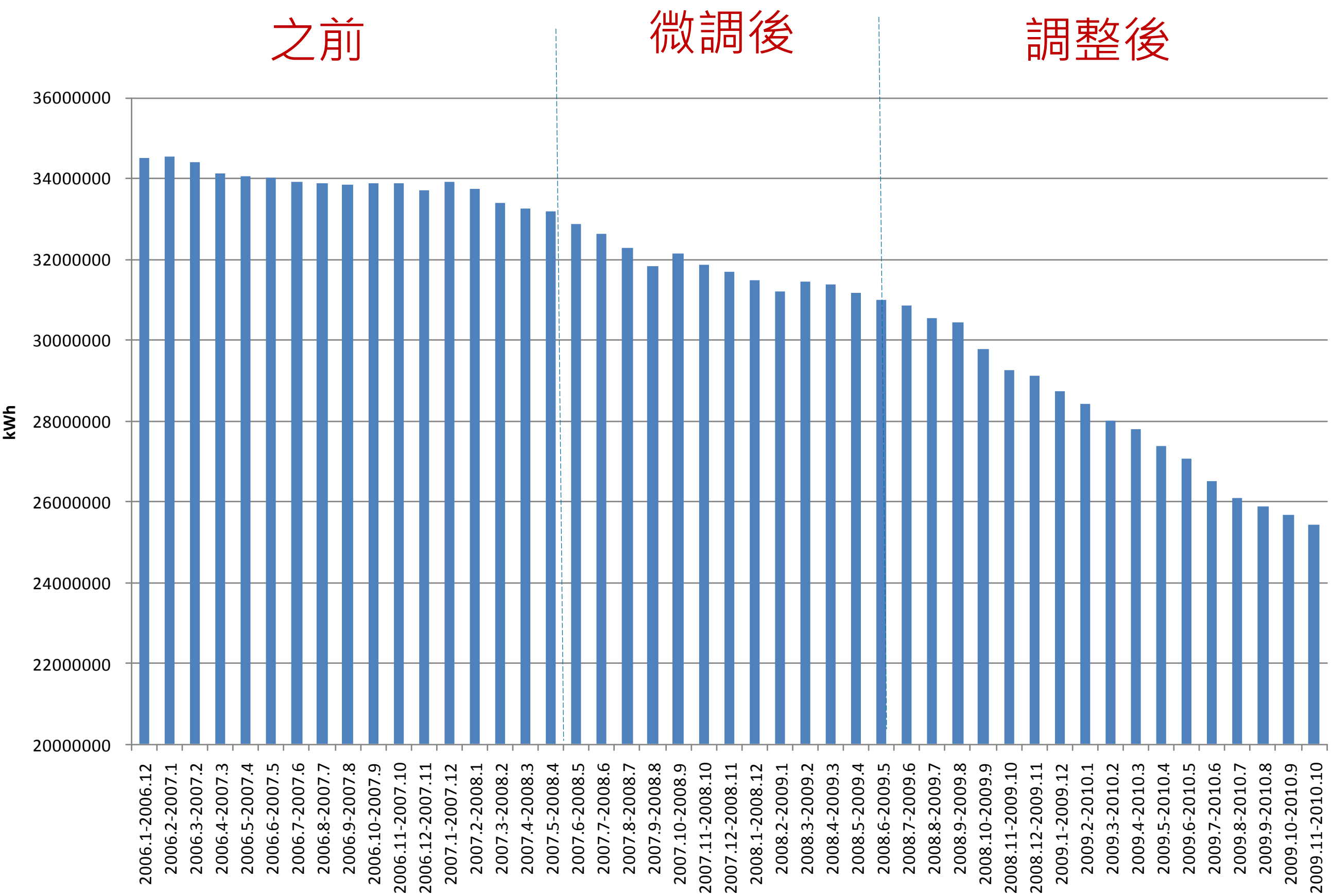
- 監控運作表現



比較過去年份和基線



案例 1



案例 2

潛在的節能機會

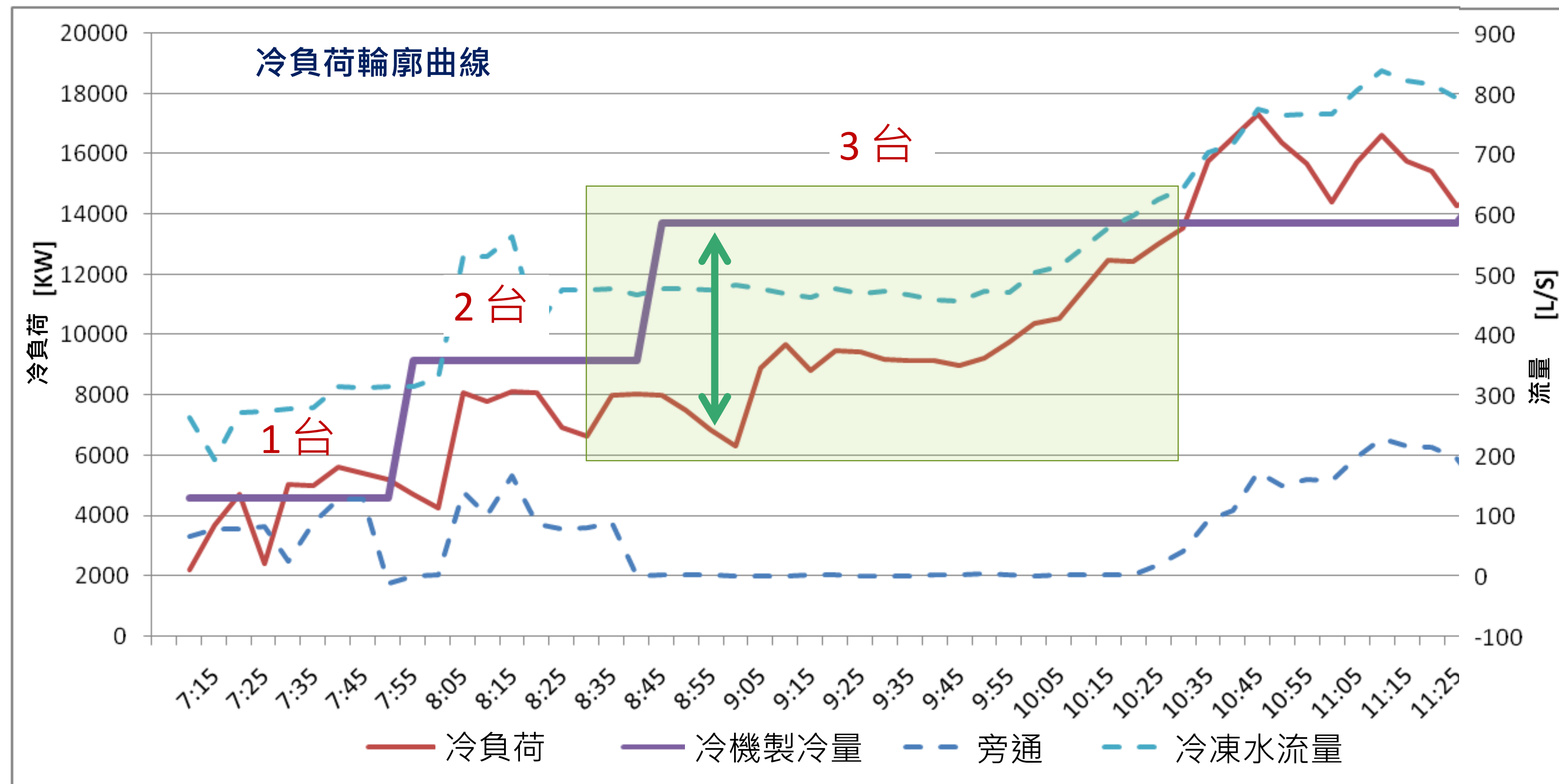
工具

- 時間序列
- 散點圖

數據如何提供幫助

- 了解運作性能

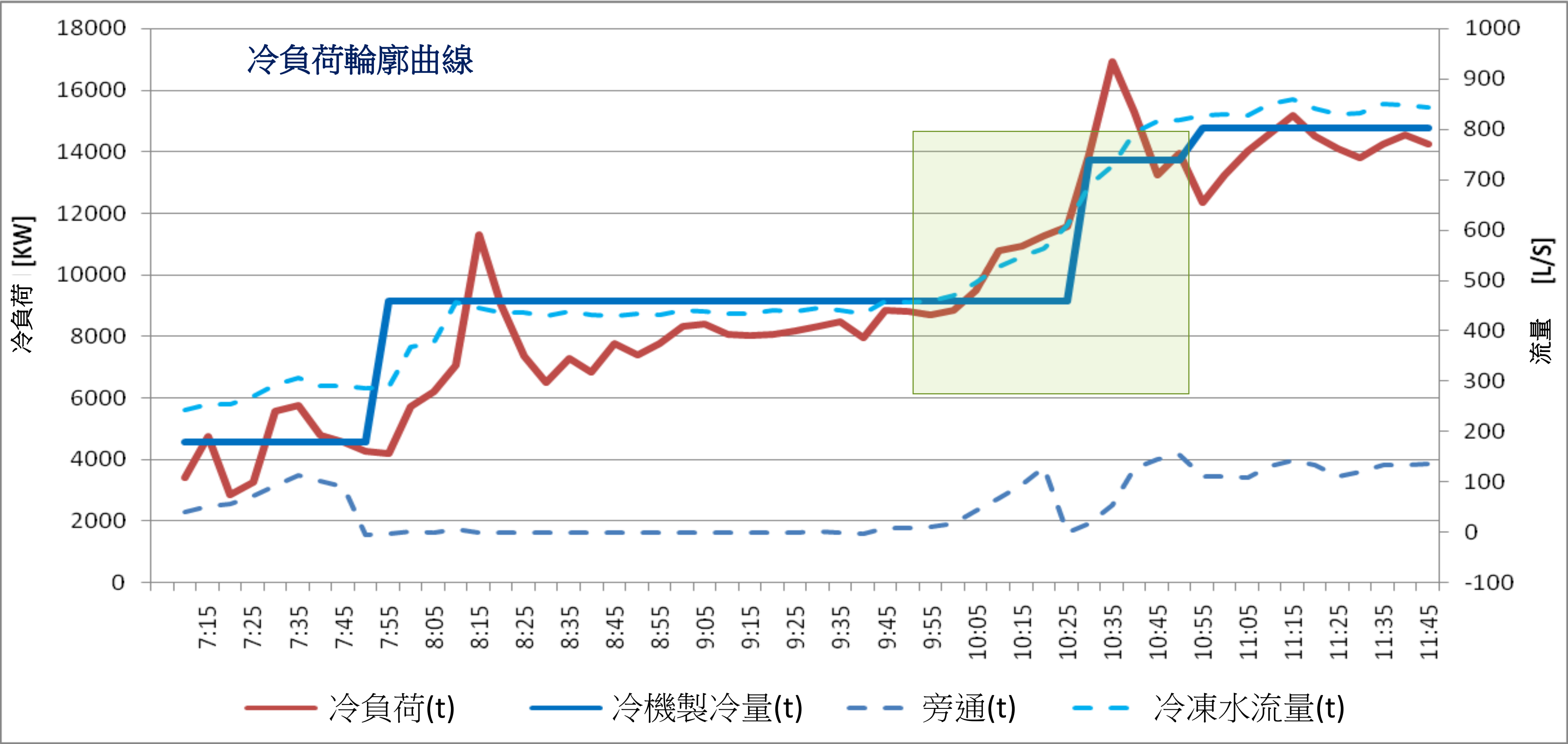
案例研究：冷水機系列控制



冷負荷與冷水機組容量之
間的差距很大

第三台冷機啟動過早？

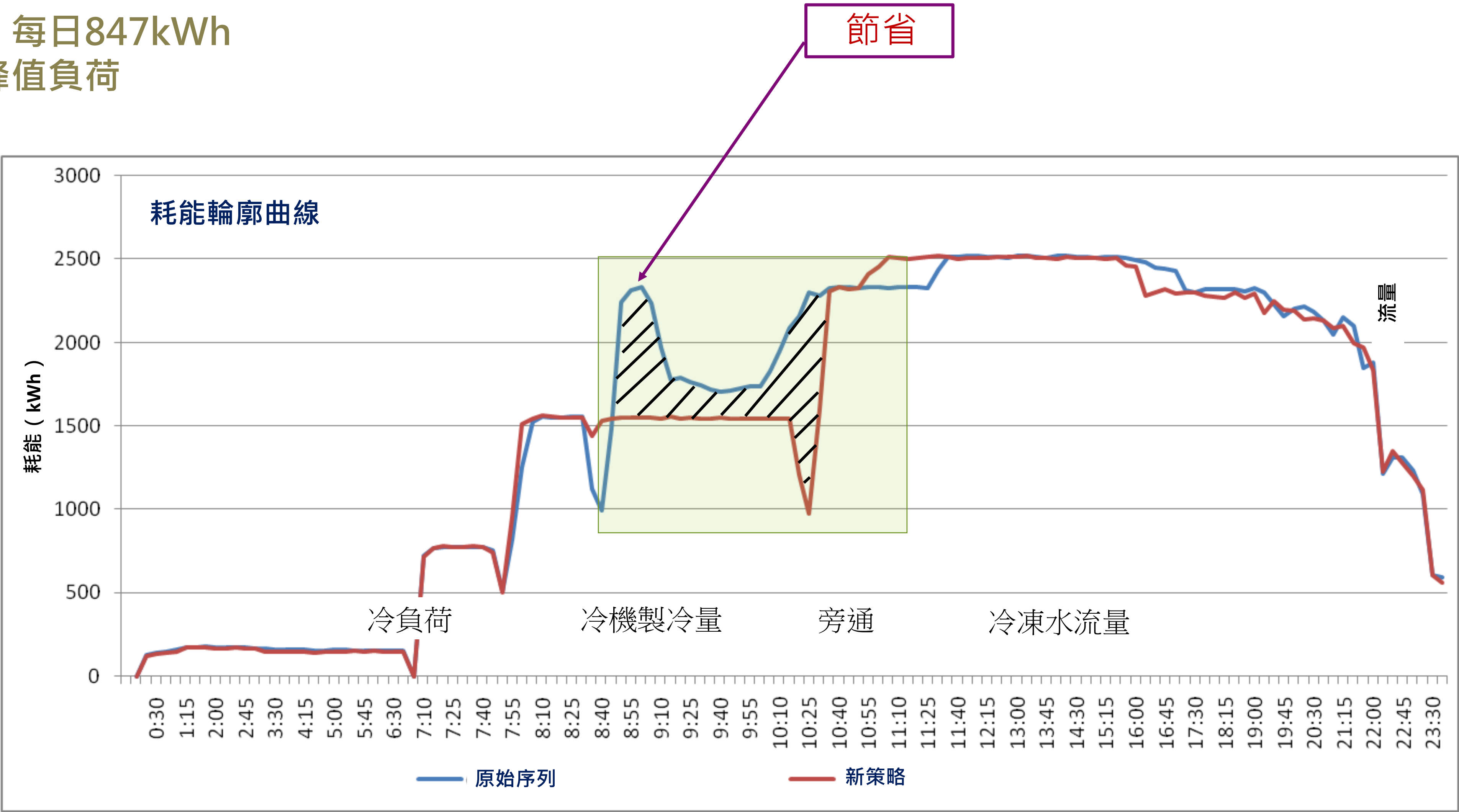
案例研究：冷水機系列控制



延遲第三台冷機的啟動時間
至上午10:30

案例研究：冷水機系列控制

- 節能：每日847kWh
- 削減峰值負荷



操作和設計條件之間的偏差

工具

- 散點圖
- 時間序列分析

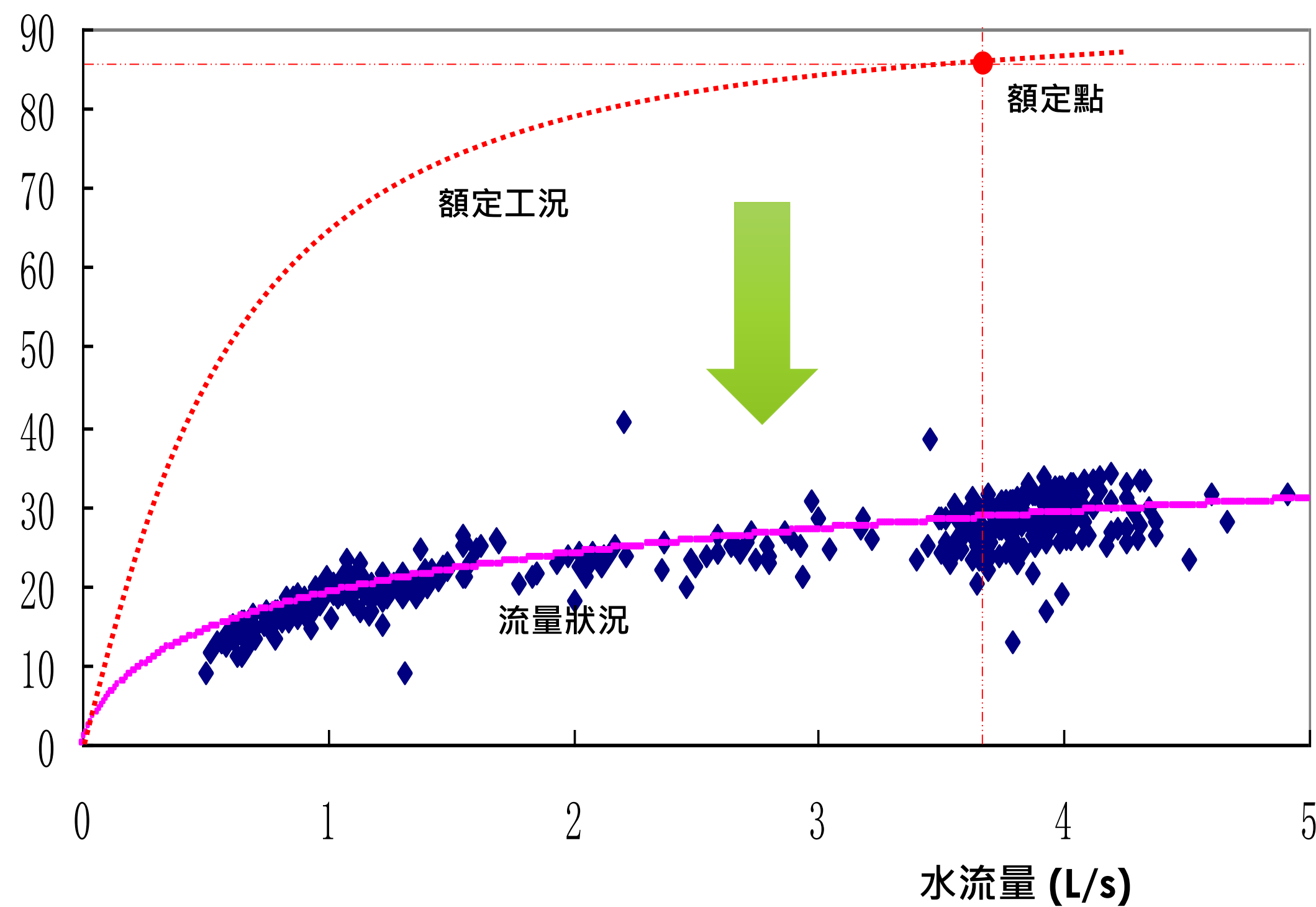
數據如何提供幫助

- 測試及調試

案例研究：單個風櫃狀態

鮮風櫃

冷負荷 (kW)

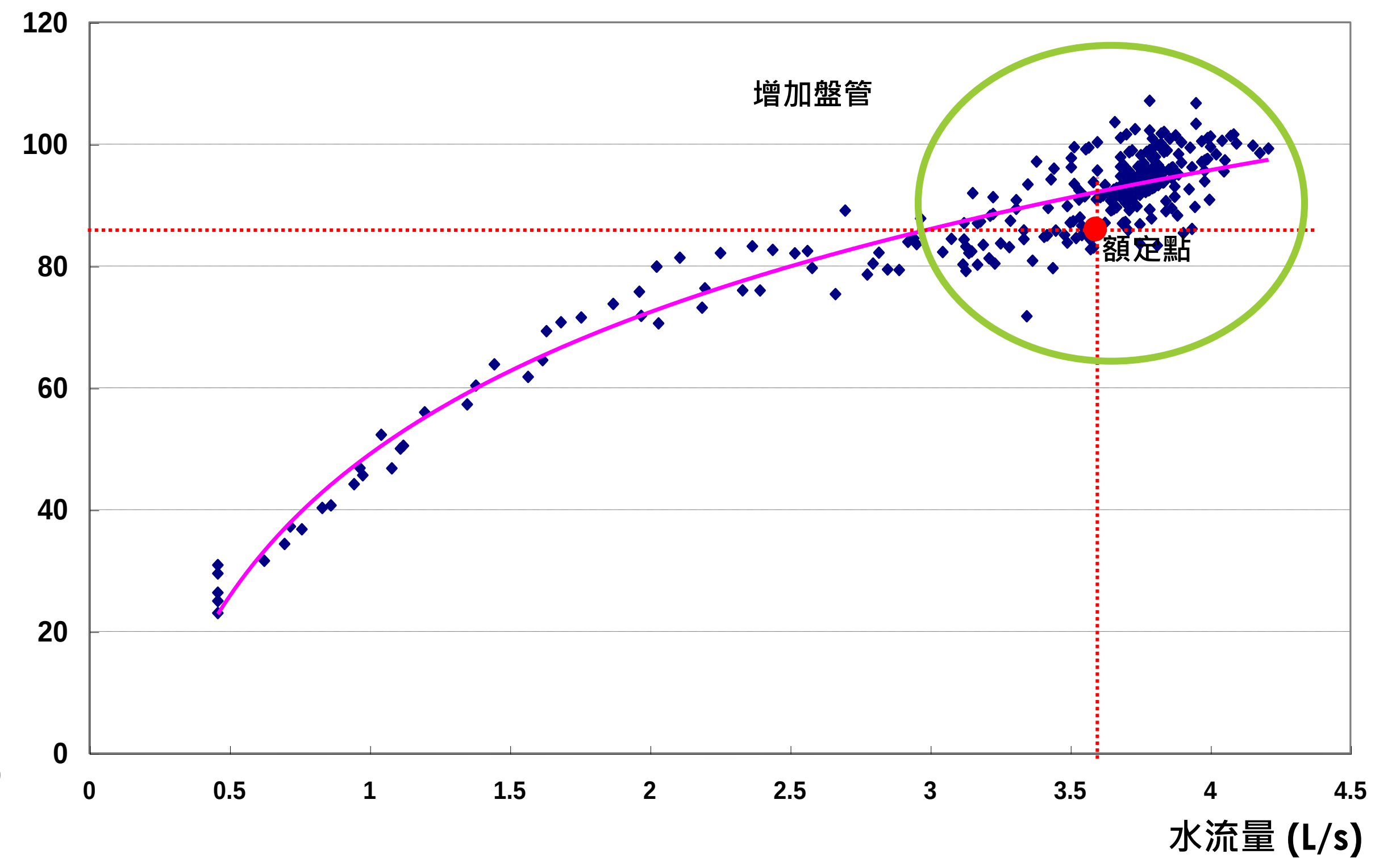


盤管惡化

風櫃

冷負荷 (kW)

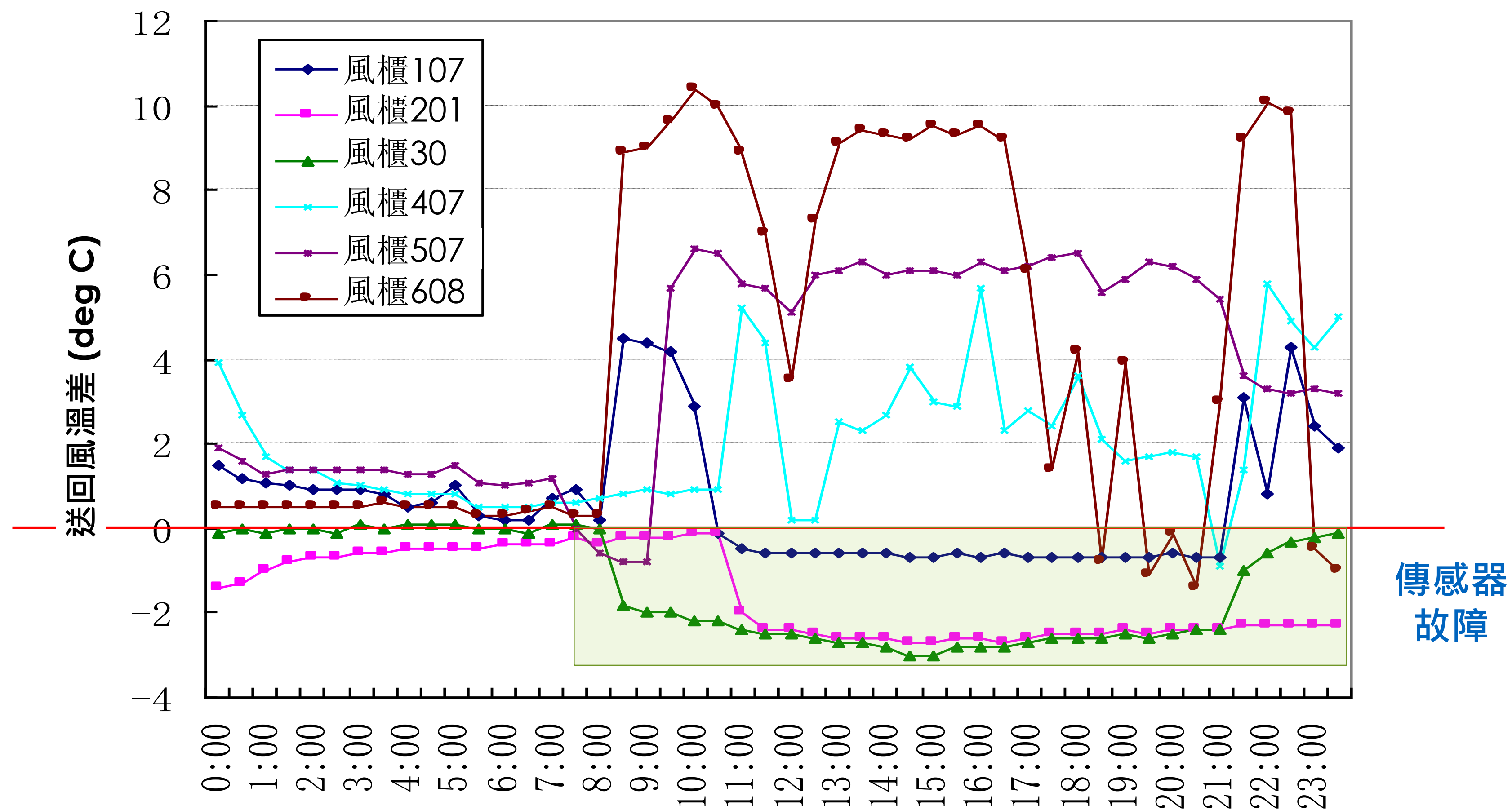
水泵超壓



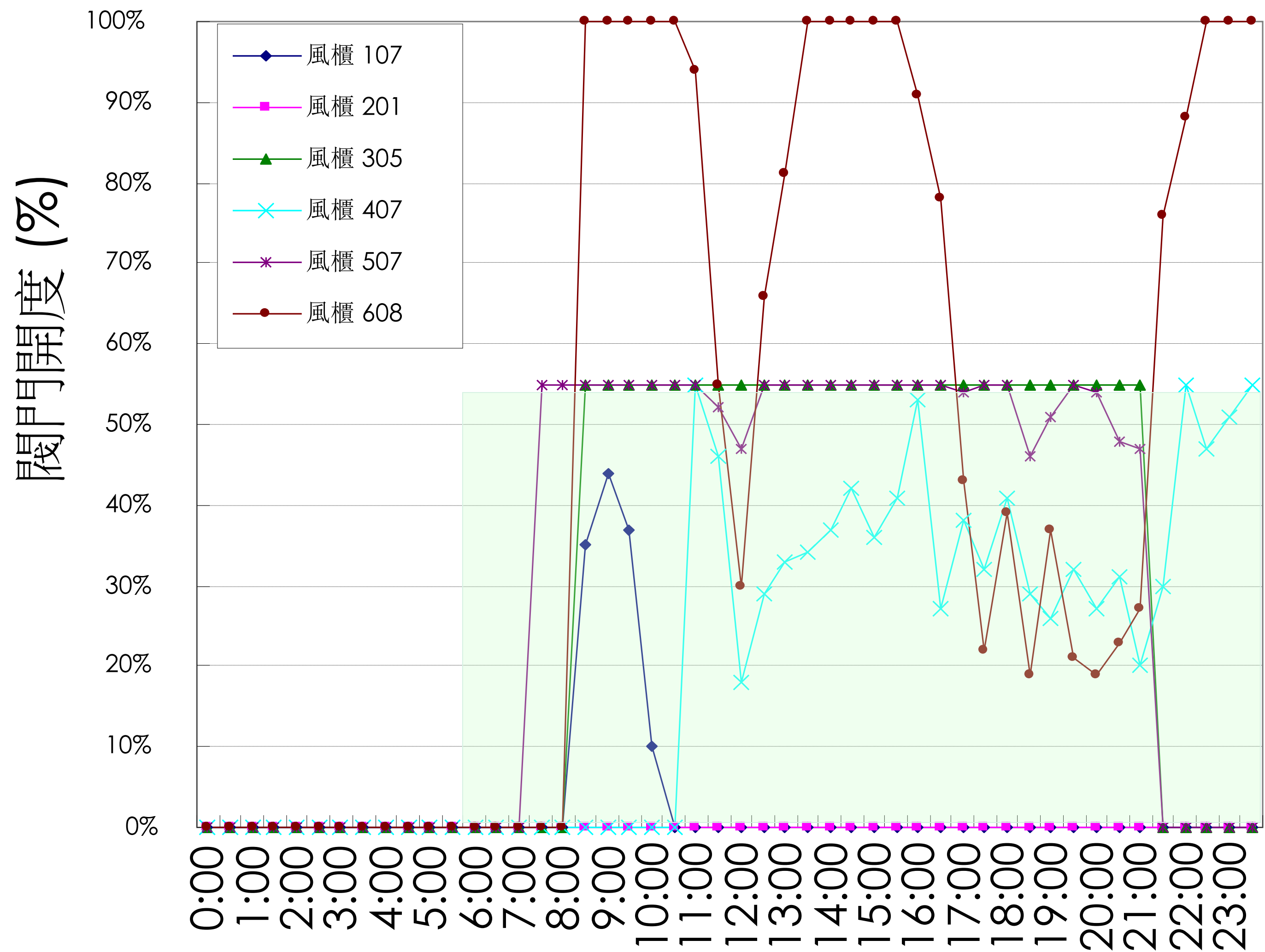
壓差設置不當

案例研究：不同風櫃的狀態

- 情況因風櫃而異
- 某些風櫃送風與回風溫度沒有溫差
- 送風溫度 > 回風溫度 (風櫃107, 風櫃201, 風櫃30)



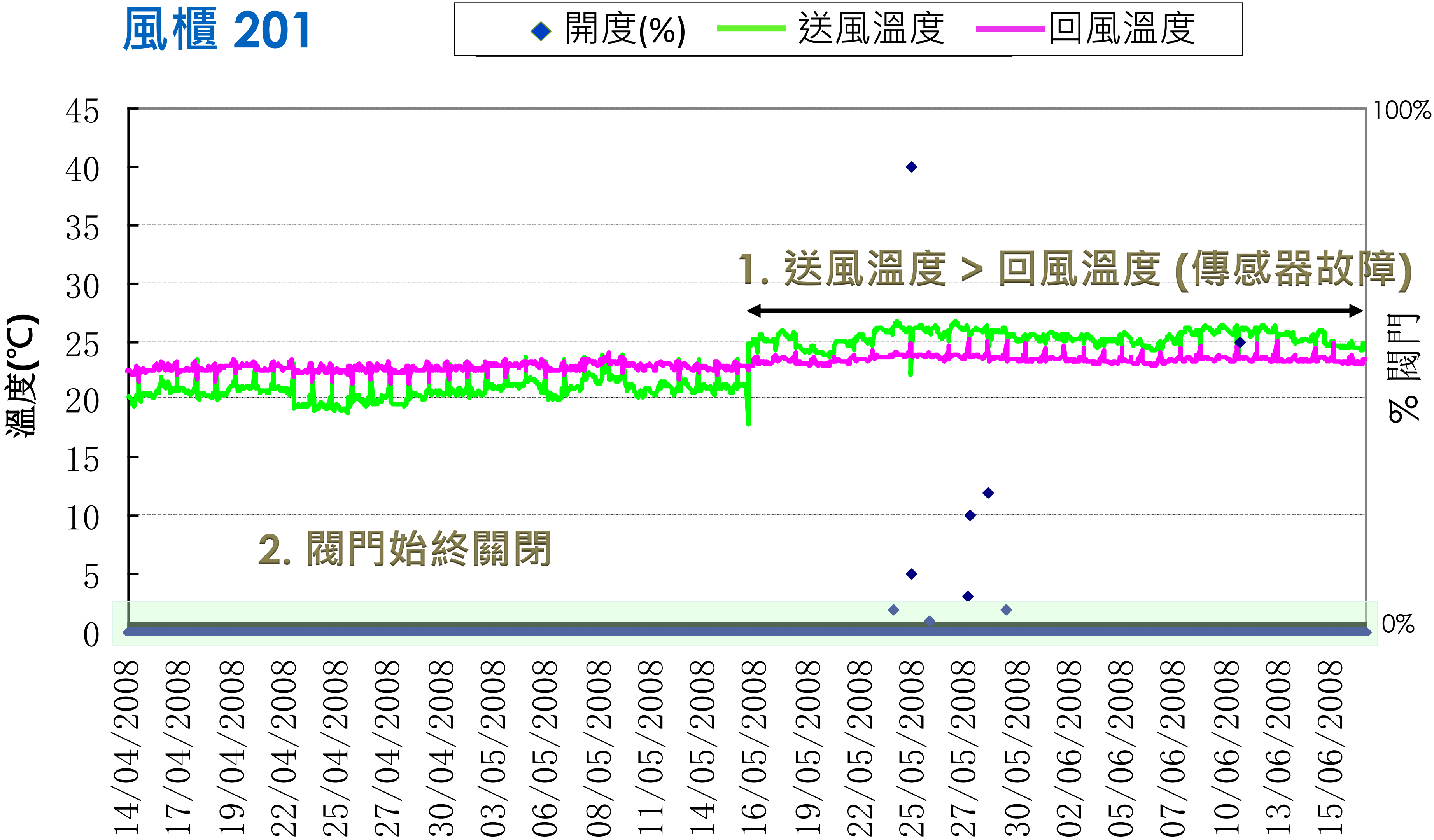
案例研究：不同風櫃的狀態



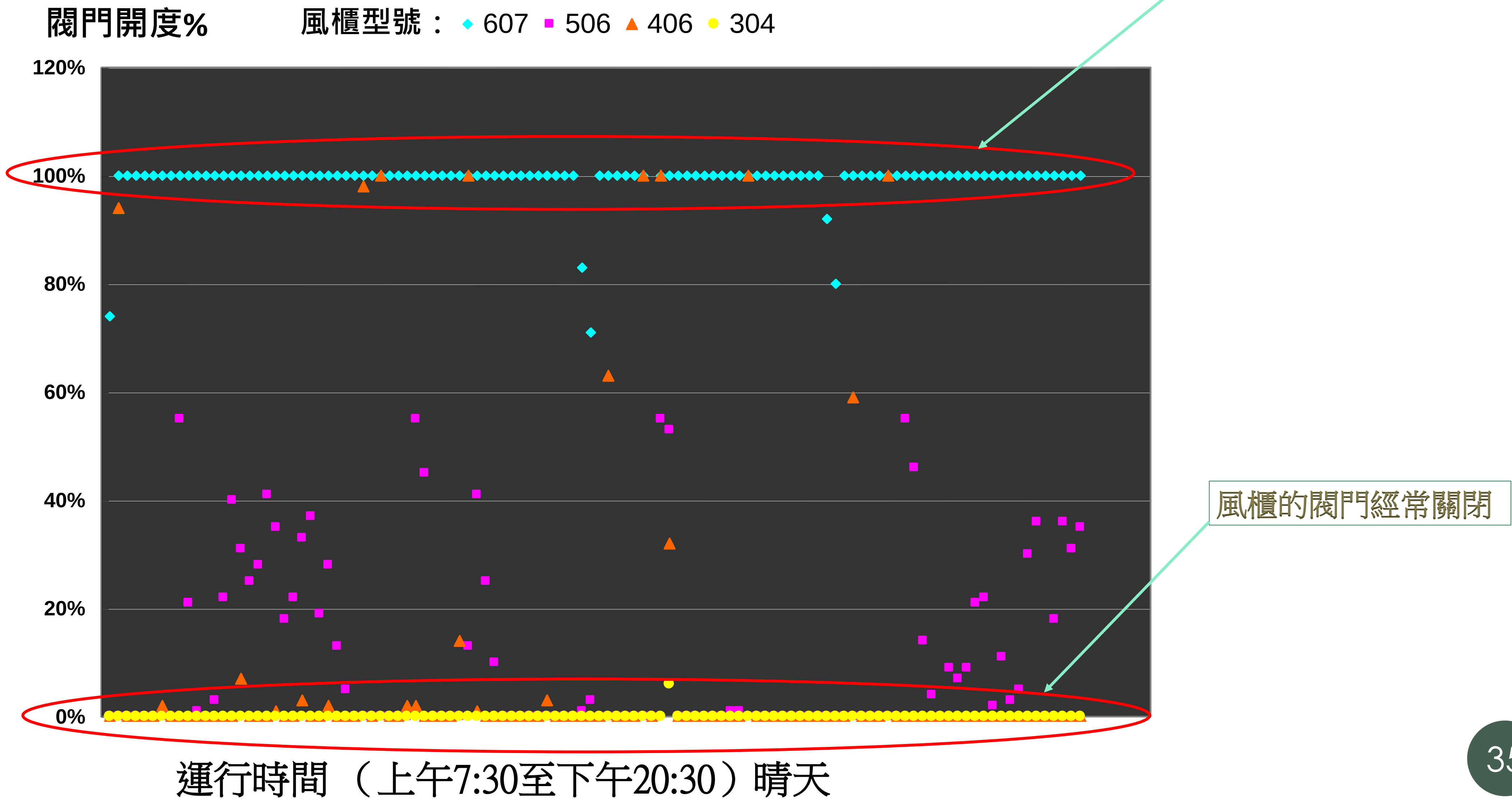
一些風櫃在超壓情況下，閥門未完全打開或始終關閉

案例研究：不同風櫃的狀態

風櫃 201

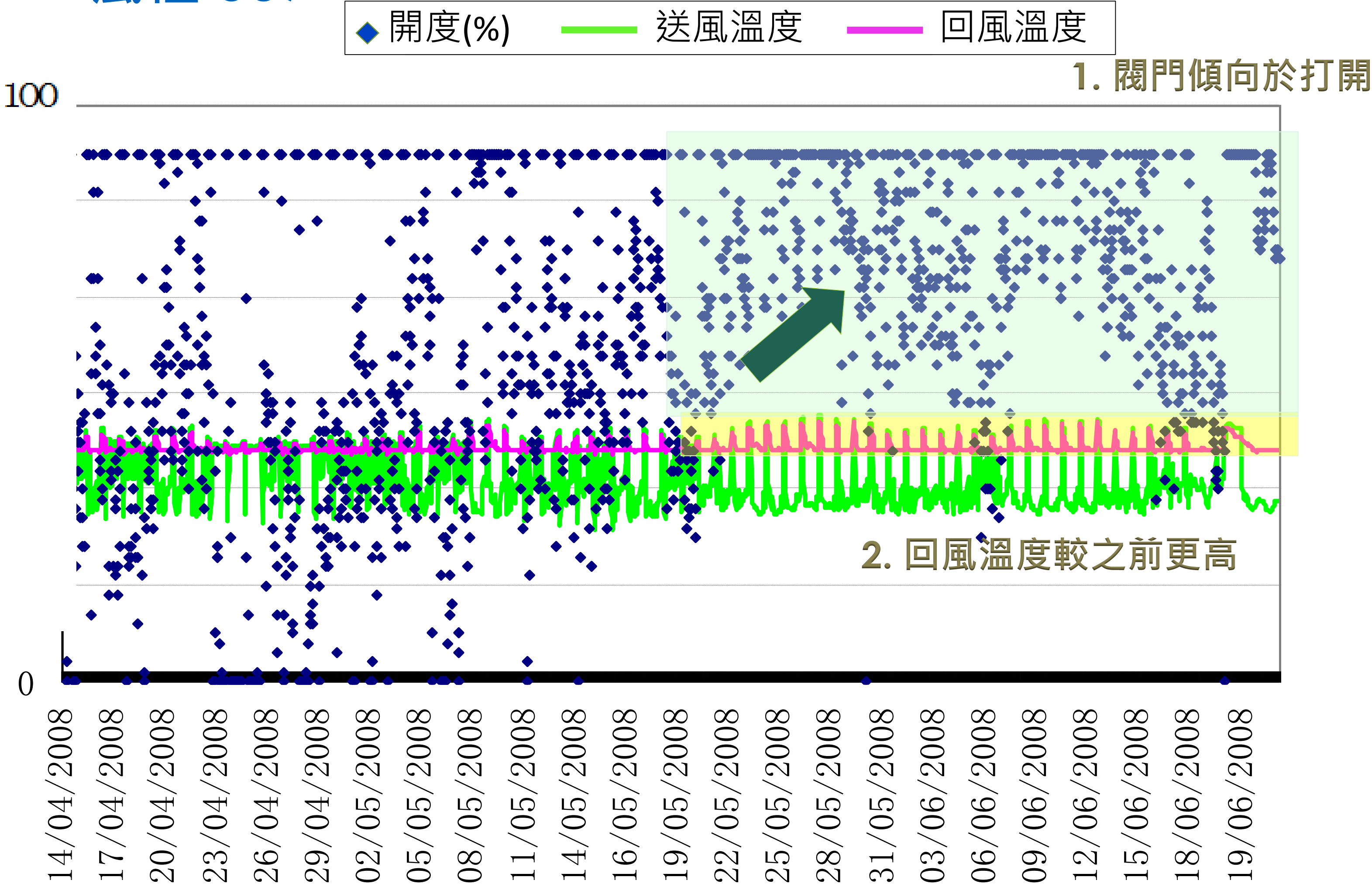


案例研究：不同風櫃的狀態

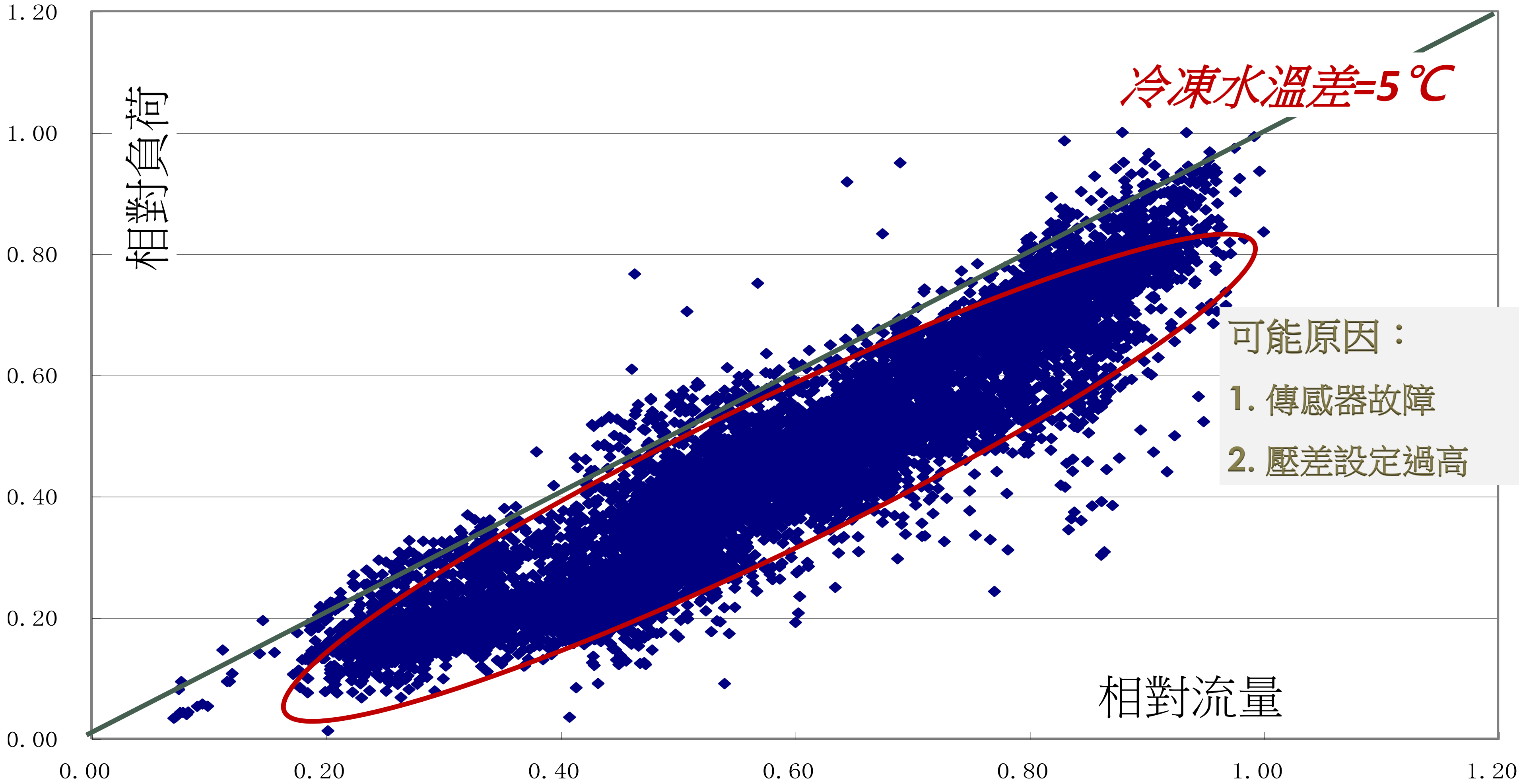


案例研究：不同風櫃的狀態

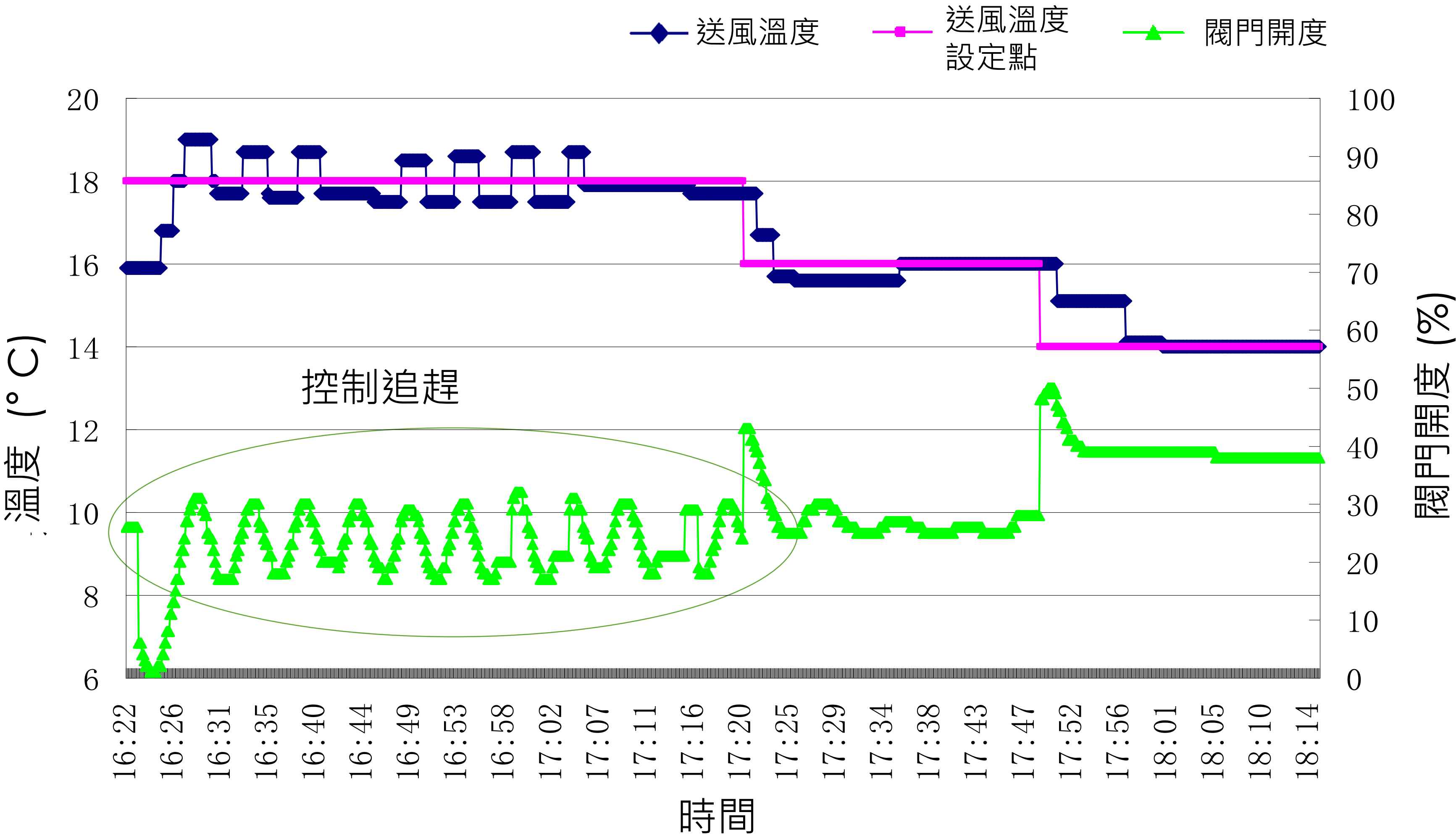
風櫃 507



案例研究：水系統側狀態



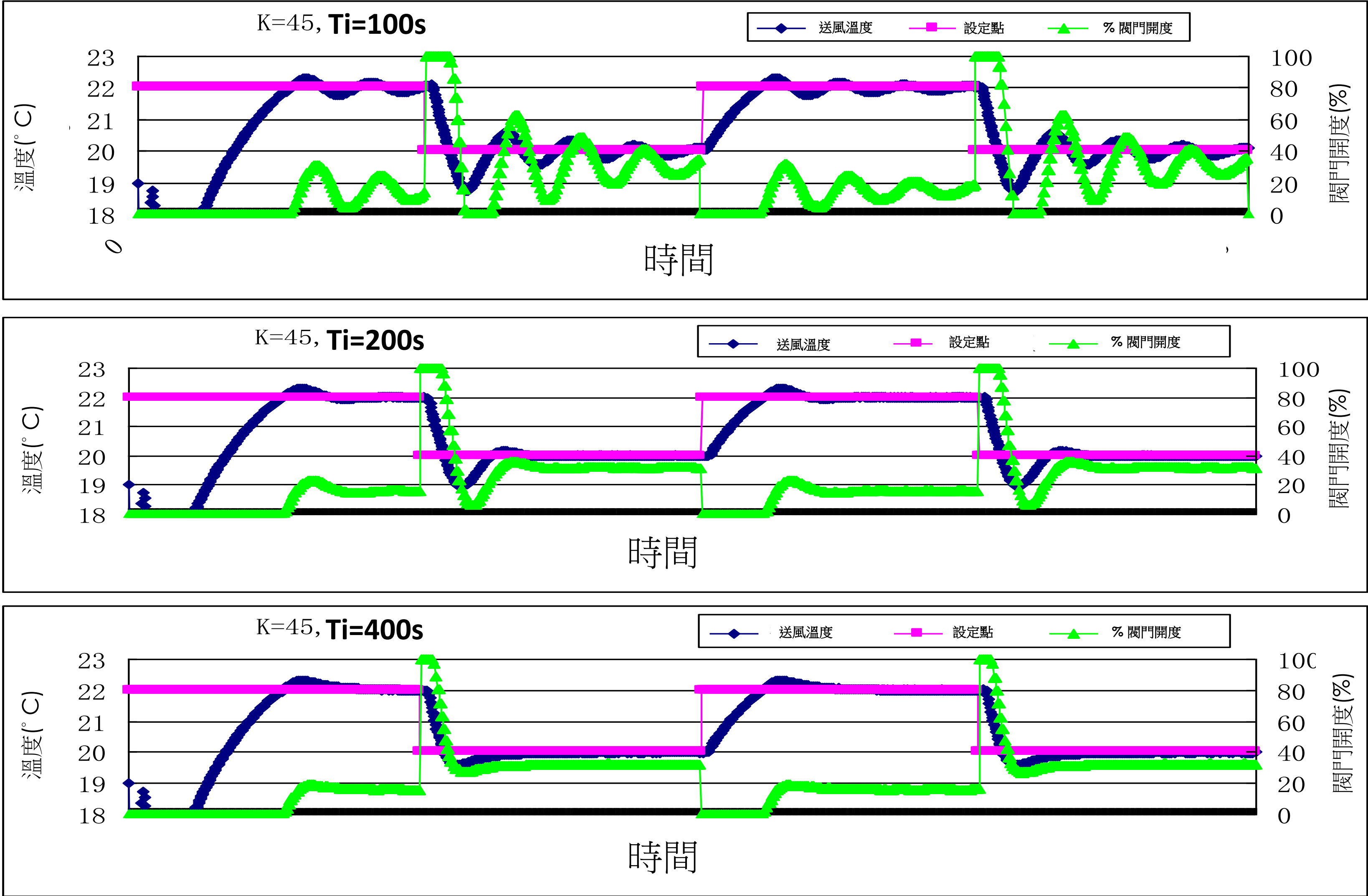
案例研究：風櫃控制設置



對於送風，比例帶 (K) =10，積分動作 (Ti) =20s

案例研究：風櫃控制設置

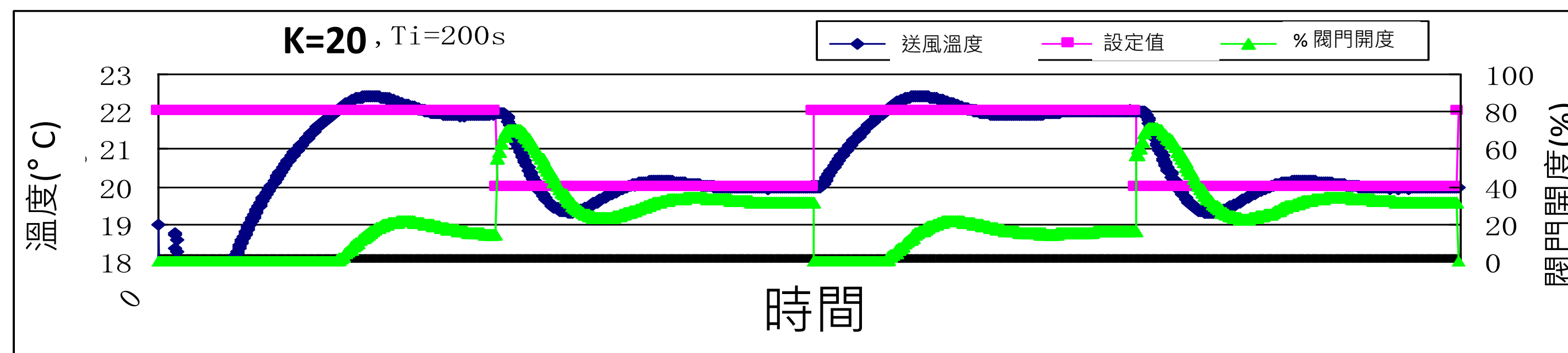
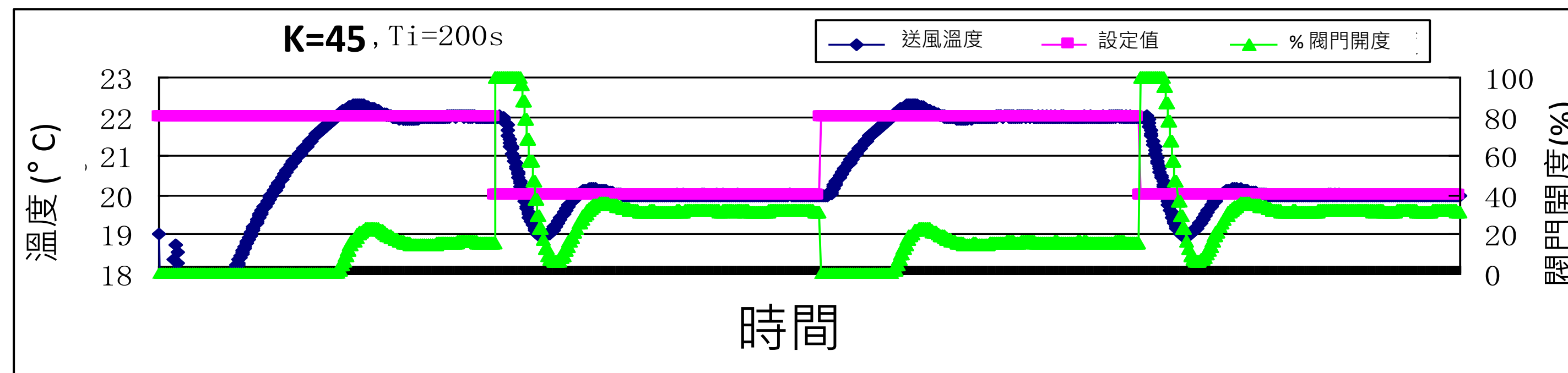
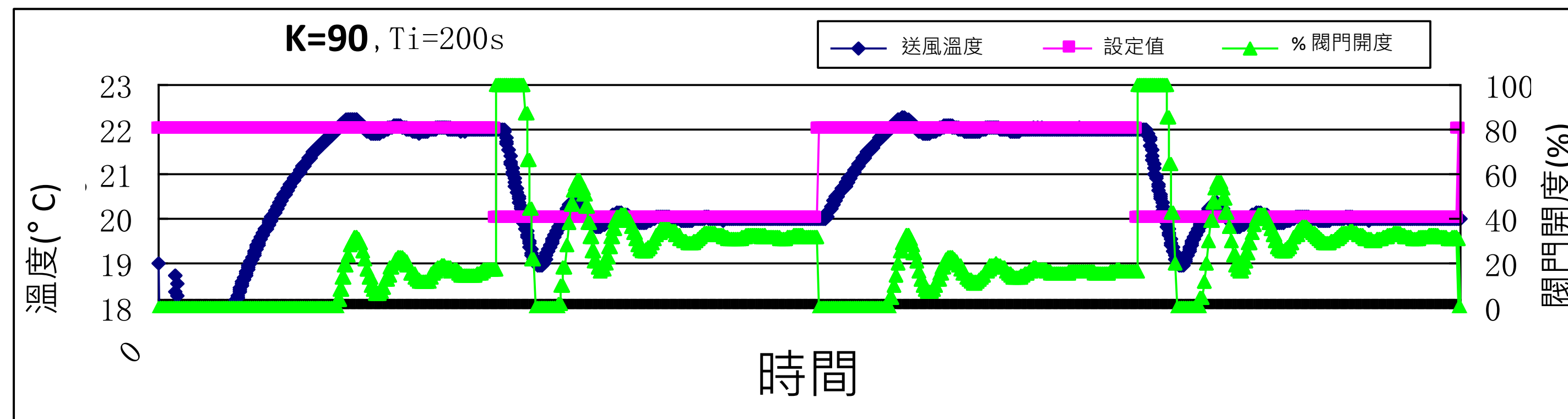
找到廠家對P-I-D增益進行微調。



微调P-I-D增益通过改变 T_i 来优化控制的減振效果。

案例研究：風櫃控制設置

找到廠家對P-I-D增益進行微調。



微調P-I-D增益，通過改變K值來優化控制減震效果。

投資價值

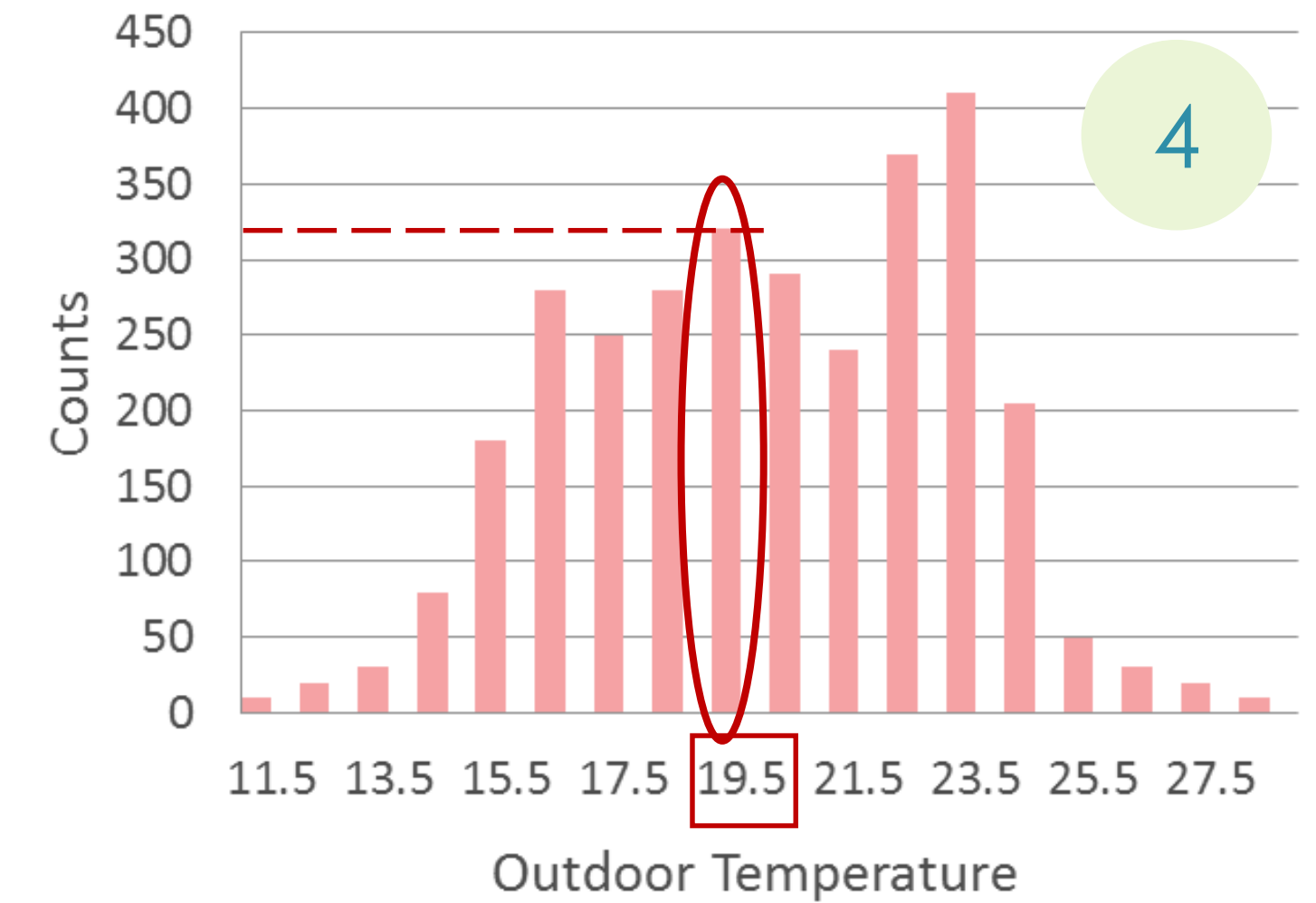
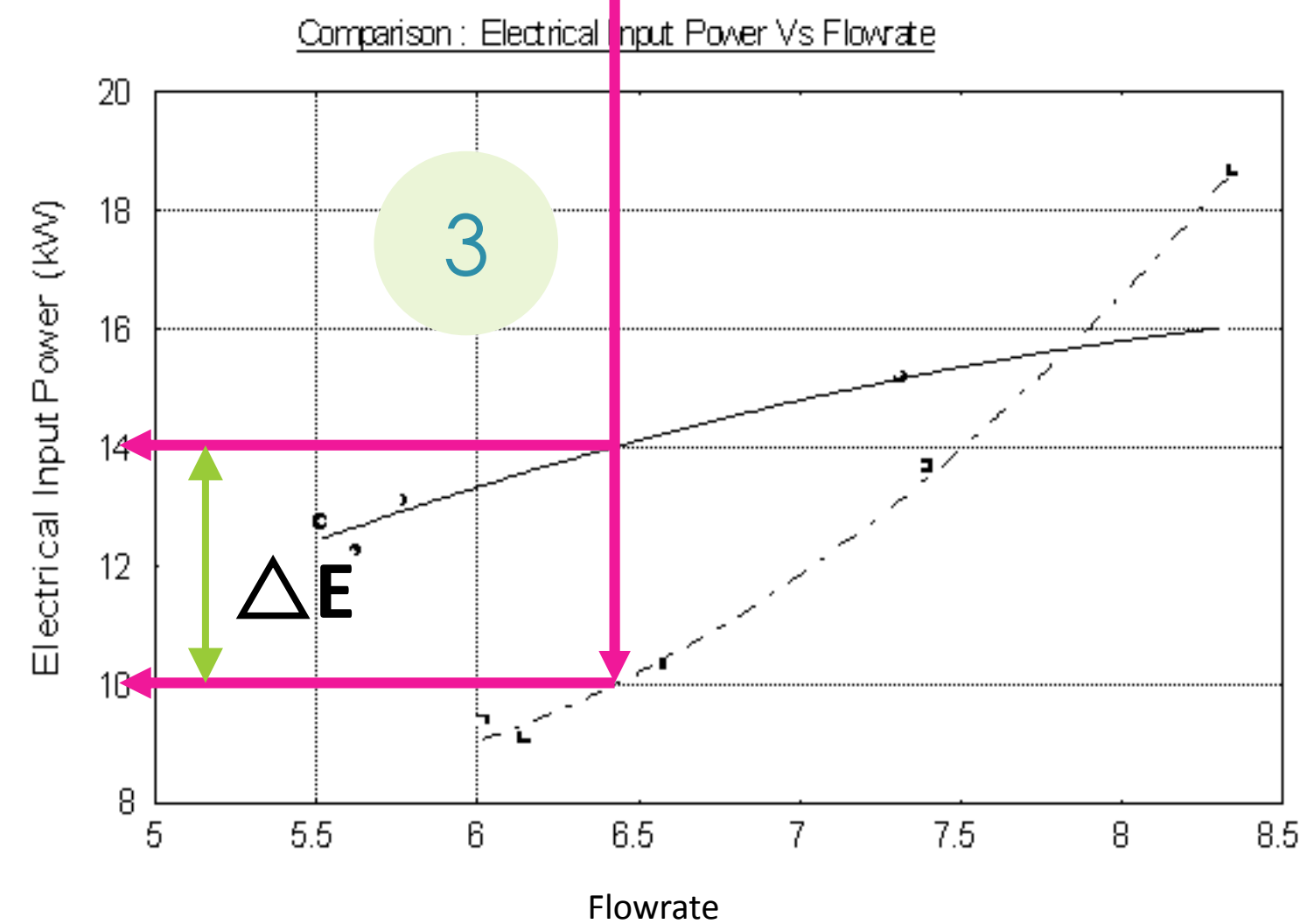
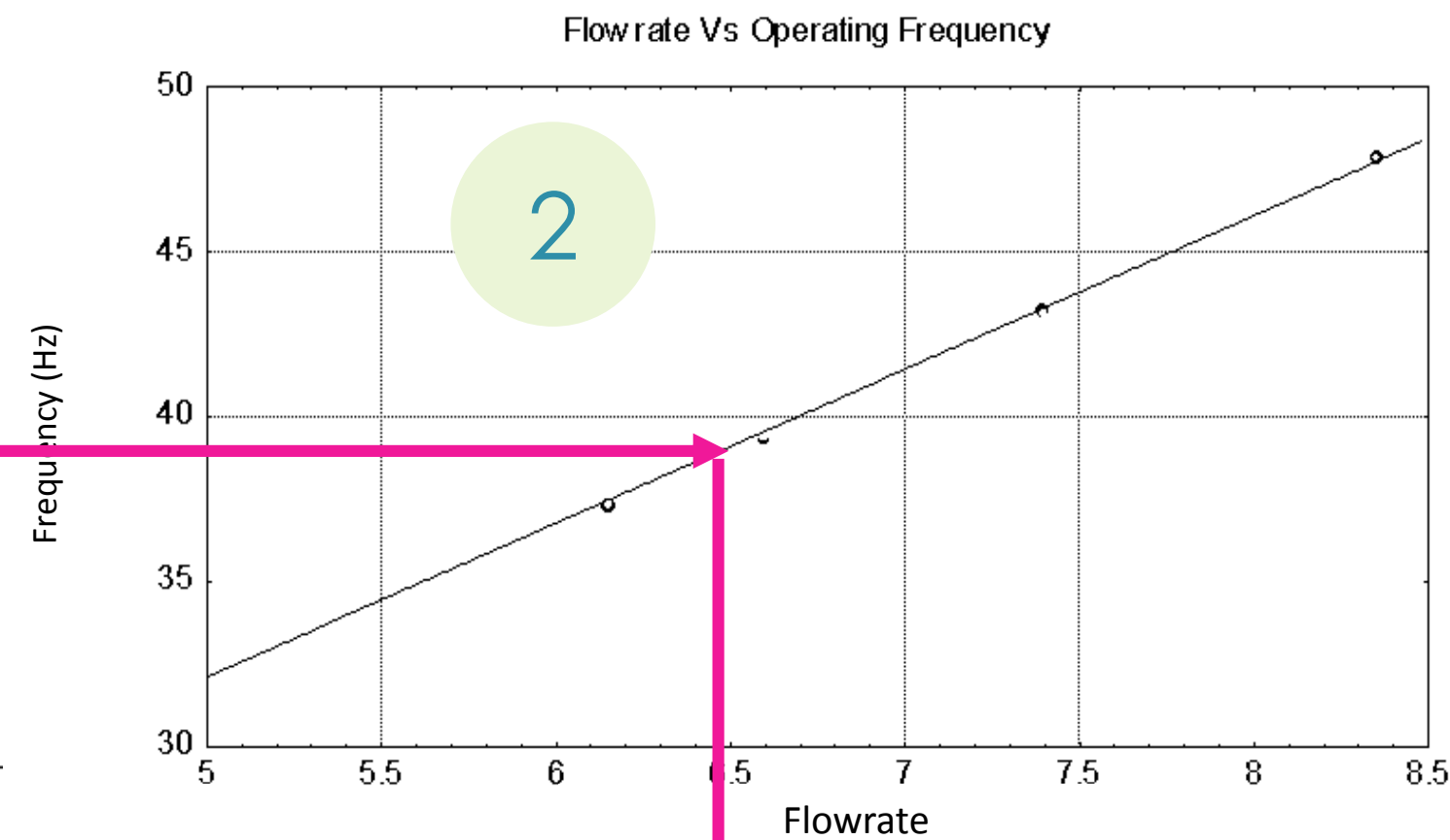
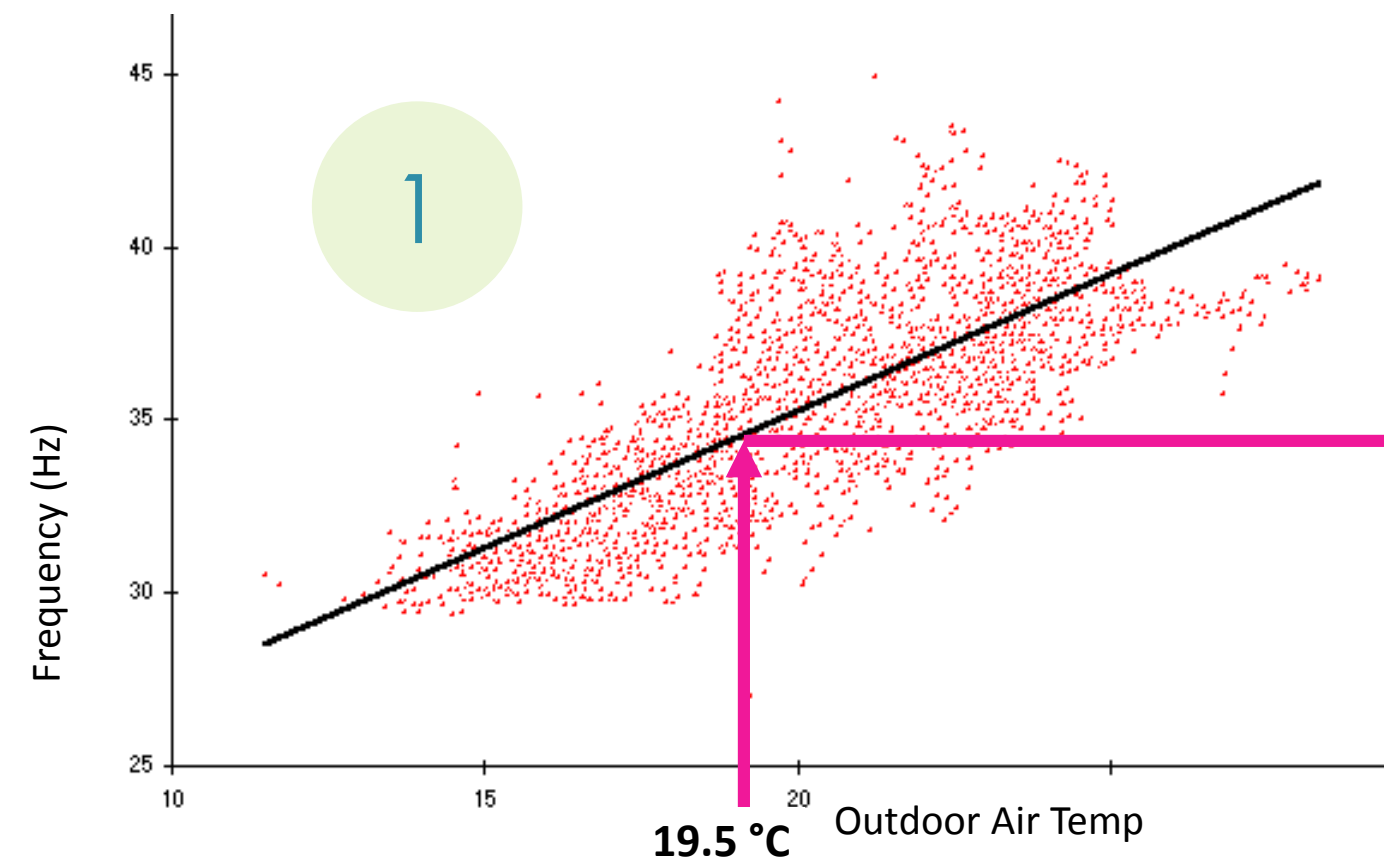
工具

- 回歸分析
- 溫頻數法

數據如何提供幫助

- 估算節能量

案例分析：用變速風扇控制代替入口導流葉片



步驟1：通過回歸曲線將室外溫度與頻率相關聯

步驟2：根據相關性找出所需的流量

步驟3：根據相關性找出輸入功率

步驟4：通過溫頻數方法找出能耗

節能_{19.5} = $\Delta E \times \text{頻次}_{19.5}$
總節省量 = 9,858kWh/年

步驟4：通過溫頻數方法找出能耗



願景

4

願景

