

# 工業技術研究院

Industrial Technology  
Research Institute

## 醫院設施能源效率監控與能耗 情境模擬分析

陸忠憲

工業技術研究院  
綠能與環境研究所



- 醫院能耗分布概況
- 能源管理系統建置
- 能源效率指標建立
- 改善情境模擬分析
- Q&A



# 非生產性質行業能源查核年報

## 2013年能源消費（依據建築物用途分類）

建築物用途	大用戶 家數	電力	燃料油	液化 石油氣	天然氣	汽油	柴油	合計	占比
		(千度)	(公秉)	(公噸)	(千立方公尺)	(公秉)	(公秉)	(千公秉 油當量)	(%)
學校	250	2,227,863	5,298	178	7,838	708	4,158	572	14.9
辦公大樓	204	1,345,931	-	18	1,560	57	40	336	8.8
醫院	143	2,135,511	15,368	157	14,497	169	6,760	569	14.8
量販店	110	791,607	-	153	1,662	2	16	199	5.2
百貨公司	94	1,517,485	-	387	7,629	-	13	386	10.0
旅館	91	699,633	11,632	1,616	18,872	61	1,747	210	5.5
政府機關	94	399,979	549	22	560	517	752	102	2.6

醫院為高能源用戶，其中以電力為主要能源消費!!

醫院能耗分布概況



# 非生產性質行業能源查核年報

## 2013年電力流向（依據建築物用途分類）

建築物用途分類	空調設備	照明設備	冷凍冷藏設備	插座用電(事務設備)	送排風設備	給水污水設備	電梯設備	其它設備
學校	42.70	27.04	3.37	10.10	2.99	4.09	4.38	5.33
辦公大樓	45.17	23.01	0.31	12.71	3.51	3.23	6.43	5.63
醫院	50.09	19.15	3.03	10.67	4.51	3.33	4.91	4.31
量販店	38.73	24.33	16.21	4.77	3.85	2.18	5.64	4.30
百貨公司	41.19	28.98	3.86	7.61	4.30	3.16	6.14	4.76
旅館	44.89	24.26	6.30	5.06	4.50	4.80	5.35	4.84

醫院能耗以空調、照明、醫療設備、動力設備為主!!

醫院能耗分布概況

# 非生產性質行業能源查核年報

## 醫院類建物歷年電力流向(2007-2013年)

單位：%

年份	空調設備 ↑	照明設備 ↓	冷凍冷藏 設備	插座用電 (事務設備)	送排風 設備	給水污水 設備	電梯設備	其它設備
2007	48.66	20.57	2.40	10.14	4.11	3.84	4.81	5.46
2008	48.30	20.91	2.39	10.74	4.23	3.62	4.93	4.61
2009	48.52	20.43	2.56	10.86	4.49	3.63	5.11	4.39
2010	48.35	20.00	2.62	11.51	4.36	3.61	5.07	4.09
2011	49.57	19.21	2.79	10.68	4.35	3.36	4.82	4.42
2012	50.06	19.01	3.01	10.63	4.30	3.47	4.97	4.53
2013	50.09	19.15	3.03	10.67	4.51	3.33	4.91	4.31

醫院能耗佔比變化不大，仍以空調、照明、醫療設備、動力設備為主!!

醫院能耗分布概況

# 非生產性質行業能源查核年報

## 2013年醫院之單位面積年耗電量密度 ( EUI )

建築物用途分類		統計 樣本	單位面積年耗電量密度 <sup>3</sup>				單位面積年耗電量密度 <sup>4</sup>			
			平均值	最小值	最大值	標準差	平均值	最小值	最大值	標準差
主類別	次類別	( 家 )	(kWh/ m <sup>2</sup> ·yr)	(kWh/ m <sup>2</sup> ·yr)	(kWh/ m <sup>2</sup> ·yr)		(kWh/ m <sup>2</sup> ·yr)	(kWh/ m <sup>2</sup> ·yr)	(kWh/ m <sup>2</sup> ·yr)	
醫院類	醫學中心	21	239.8	177.8	298.9	31.6	281.2	193.3	448.2	60.0
	區域醫院	68	209.4	130.7	291.3	40.8	235.1	151.7	560.2	60.2
	地區醫院	29	144.4	49.8	246.1	51.6	155.2	62.3	316.0	59.8

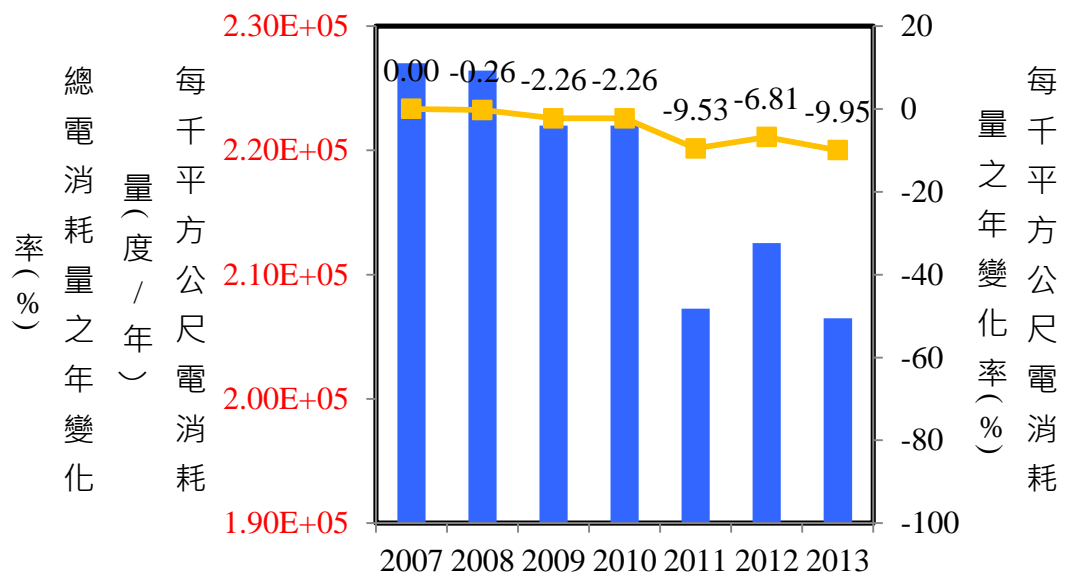
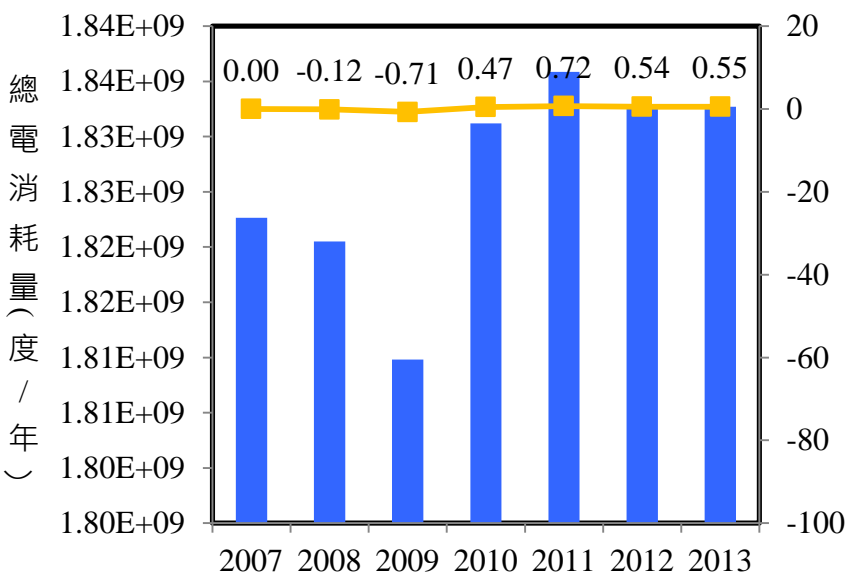
## 2013年醫院之單位面積耗電需量密度( DUI )

建築物用途分類		統計 樣本	單位面積耗電需量密度 <sup>3</sup>				單位面積耗電需量密度 <sup>4</sup>			
			平均值	最小值	最大值	標準差	平均值	最小值	最大值	標準差
主類別	次類別	( 家 )	(W/ m <sup>2</sup> )	(W/ m <sup>2</sup> )	(W/ m <sup>2</sup> )		(W/ m <sup>2</sup> )	(W/ m <sup>2</sup> )	(W/ m <sup>2</sup> )	
醫院類	醫學中心	21	43.0	32.6	61.9	7.0	50.4	35.4	87.5	11.7
	區域醫院	68	39.9	21.9	54.8	7.7	44.7	29.8	100.4	10.7
	地區醫院	29	30.9	11.6	52.0	8.5	33.0	14.5	53.1	9.3

3. 耗能指標計算納入室內停車場面積。
4. 耗能指標計算不納入室內停車場面積。

醫院能耗分布概況

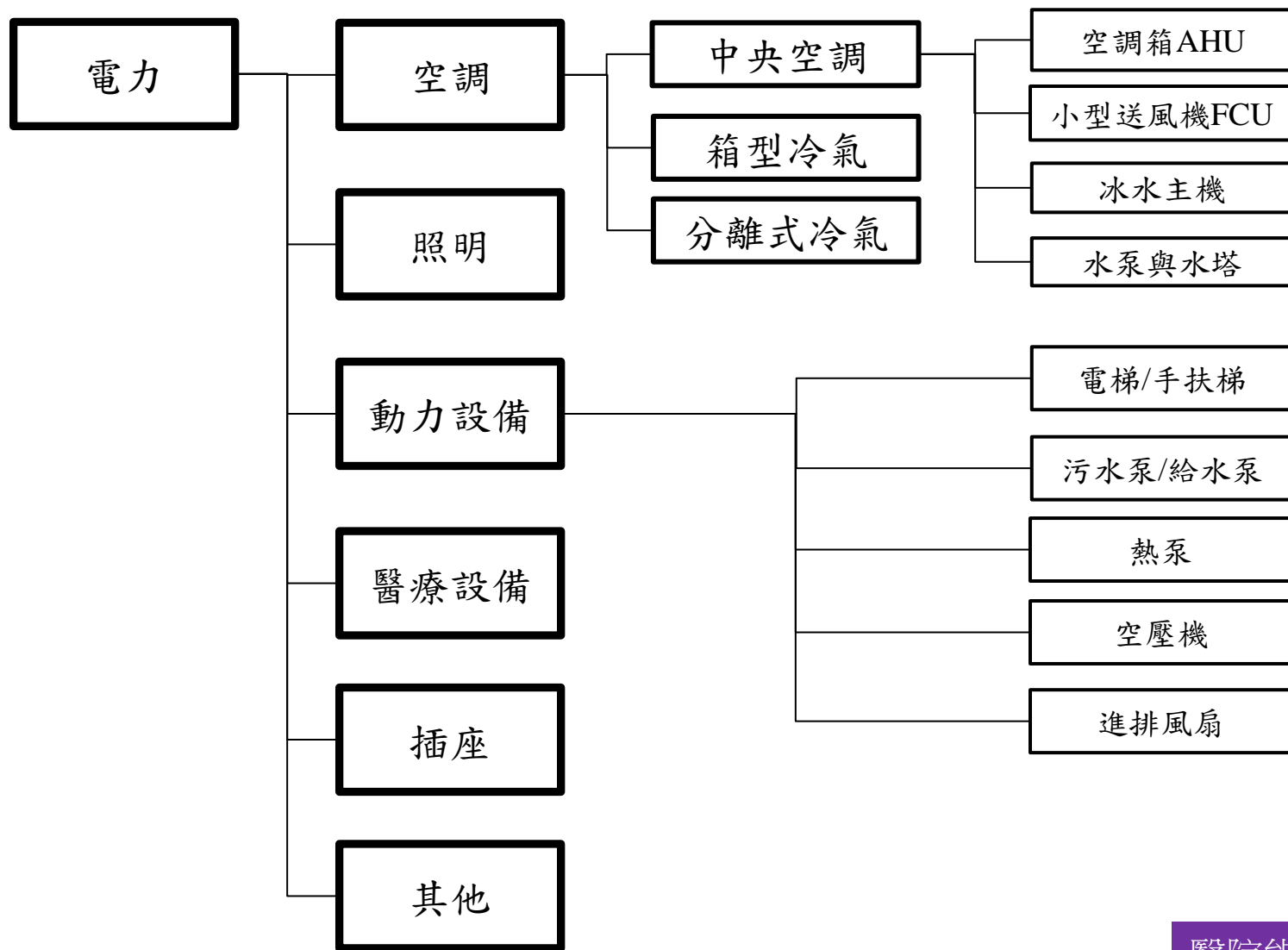
# 國內低碳醫院用電變化



- 2007年至2013年間，總電消耗量高低起伏不一，2010年用電量有明顯的增長，整體年變化率大約為正負0.44%，原因為國內低碳醫院醫療服務能量的增長，所帶隨的必要能源。
- 若以樓地板面積每千平方公尺校正，電消耗量呈現逐年下降之趨勢，2010年至2013年，年平均降幅在2.56%。



# 醫院建物中設施用電分布

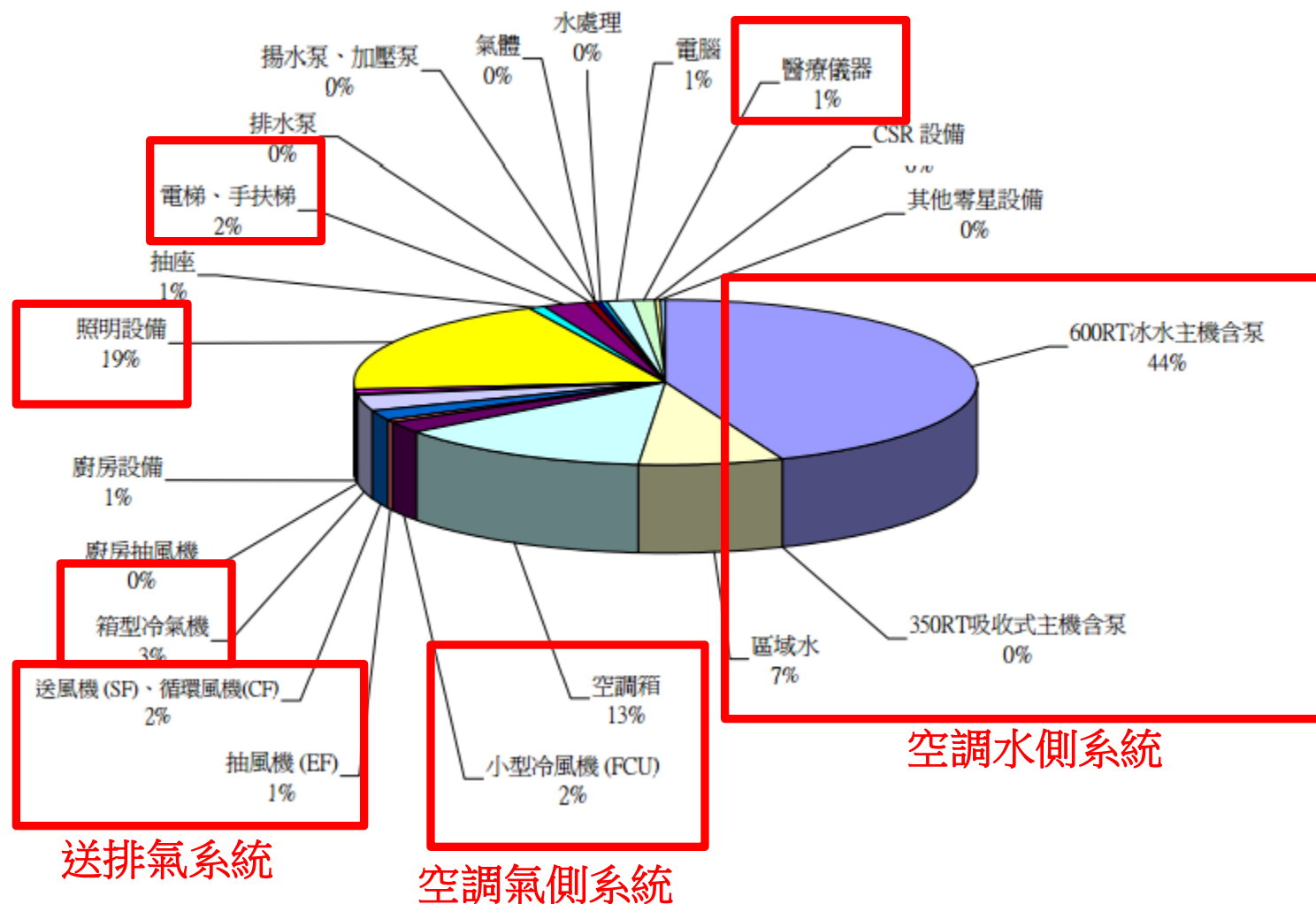


醫院能耗分布概況



# 醫院建物中設施用電分布

台北某醫學中心為例



資料來源：台北市建管處，醫院類建築節能技術手冊

醫院能耗分布概況

# 建物能源管理系統

- 建物能源管理系統內涵

- 以電力監控系統為基礎
- 以其他設施智慧控制作延伸

- 電力監控系統

- 是一種基礎建設，未必會有節能效益
- 主要是讓電力使用資訊透明化，方便管理
- 可建立能耗基線，作為節能改善驗證參考
- 應依據目的需求，進行適當的設計與佈建

# 電力監控系統類型

- 大型系統

- 多建物，使用數百顆電表以上
- 工業園區、院區、校園

- 中型系統

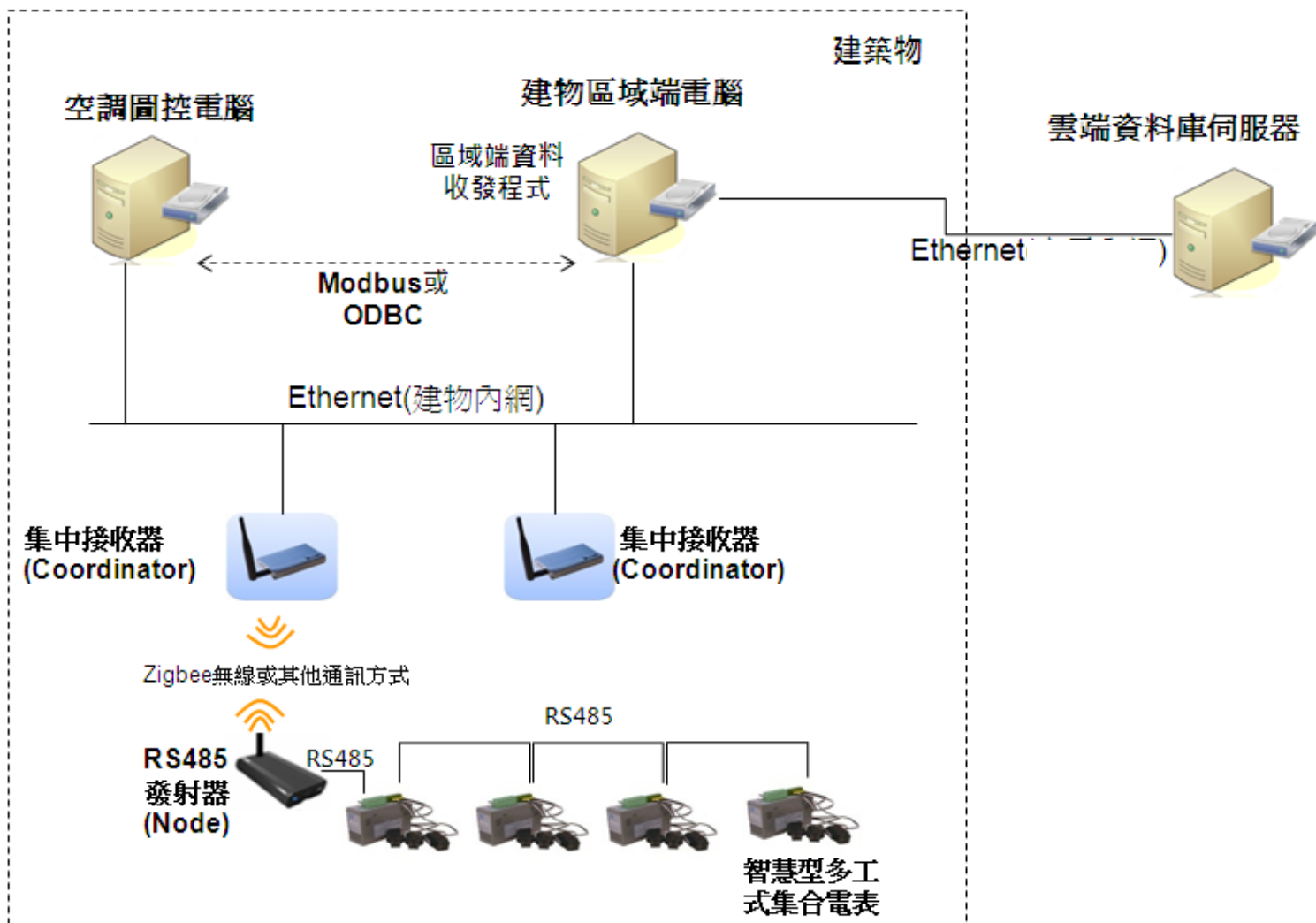
- 單一建物，使用數十顆電表以上
- 商辦大樓、賣場、醫院、工廠

- 小型系統

- 使用數顆電表
- 住宅、社區、小型商店

# 電力監控系統架構

以 某棟 大樓為例



能源管理系統建置

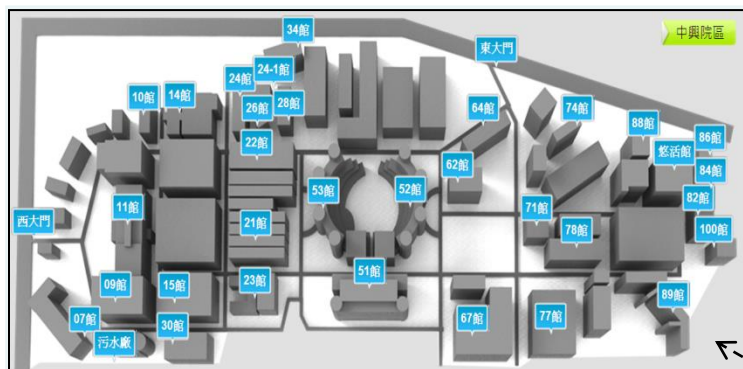


# 電力監控系統功能

		小型系統	中型系統	大型系統
資料分析	用電統計分析	V	V	V
	挖掘異常用電	V	V	V
	能源效率指標		V	V
	多建物比較分析			V
	契約容量最佳化	V	V	V
	電力品質分析	V	V	V
	能源基線建立		V	V
節能控制	卸載控制		V	V
	排程控制	V	V	V
	條件控制		V	V

# 能源監控管理系統建置-本院為例

- 全院中興/光復/六甲/南創共82棟建物之電力監控整合平台與大型資料庫，電表安裝3000顆以上，每3分鐘可收集3萬筆資料，Zigbee無線傳輸。
- 具有電力資訊顯示、查詢、統計、分析、預測、警報、報表等管理功能。
- 採分散式資料平行處理架構，資料庫具有備份與手動修復等功能。

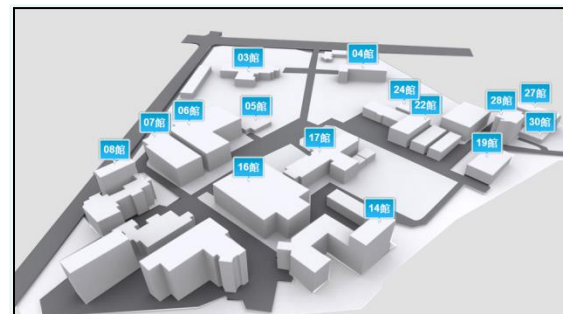


中興院區(約50棟建物)

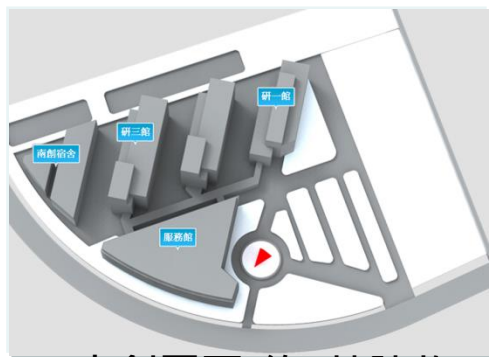


iPOWER平台

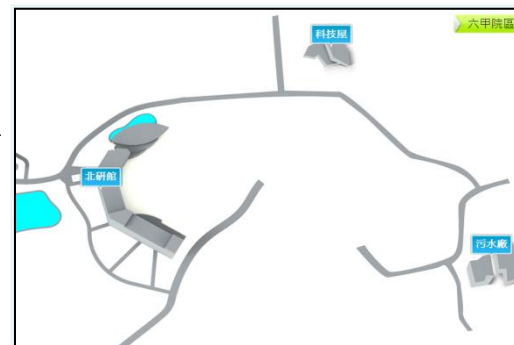
- 查詢、統計
- 分析、預測
- 警報、報表



光復院區(約25棟建物)



南創園區(約4棟建物)



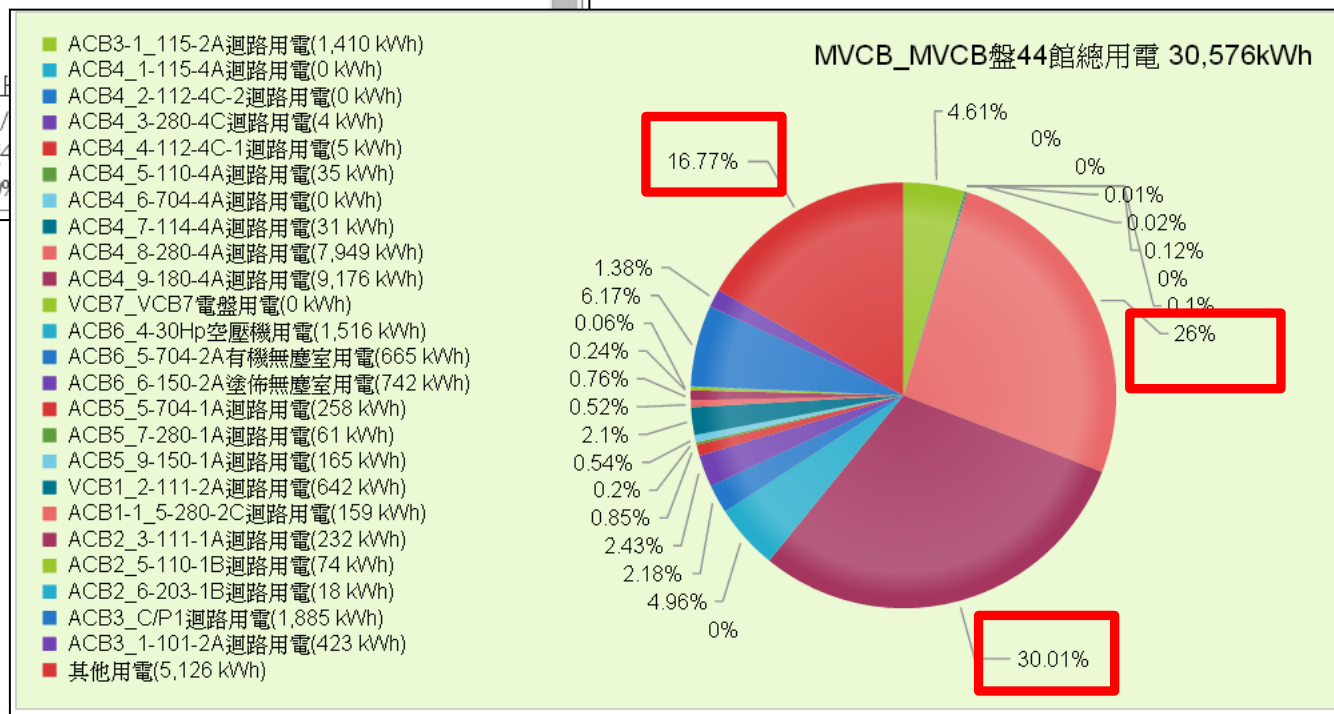
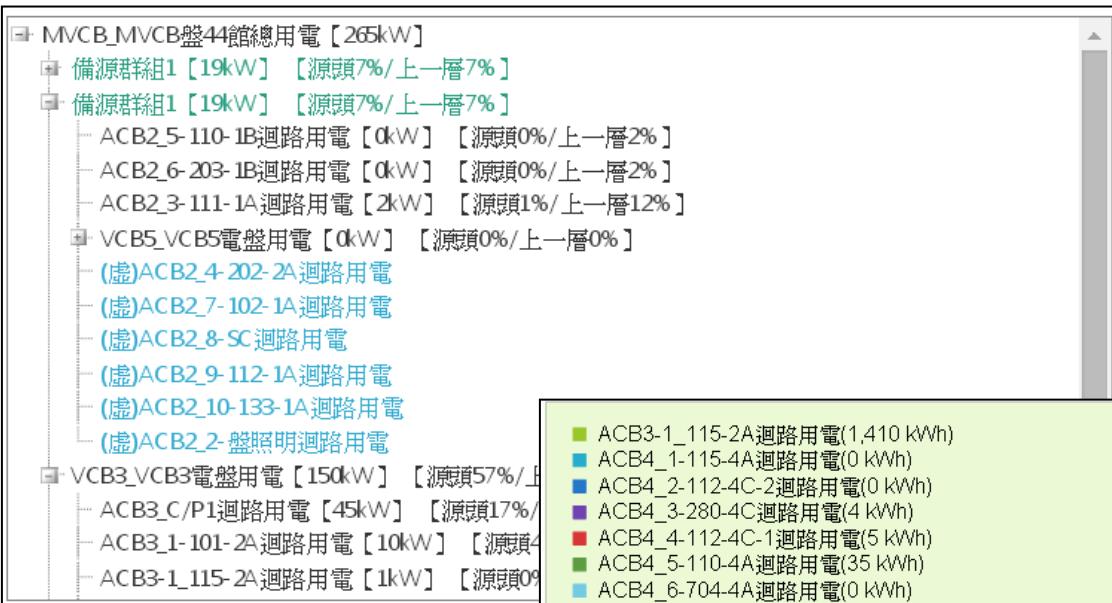
六甲院區(約3棟建物)

能源管理系統建置

# 用電分析1

各迴路用電量分析，找出高耗電迴路

能源管理系統建置

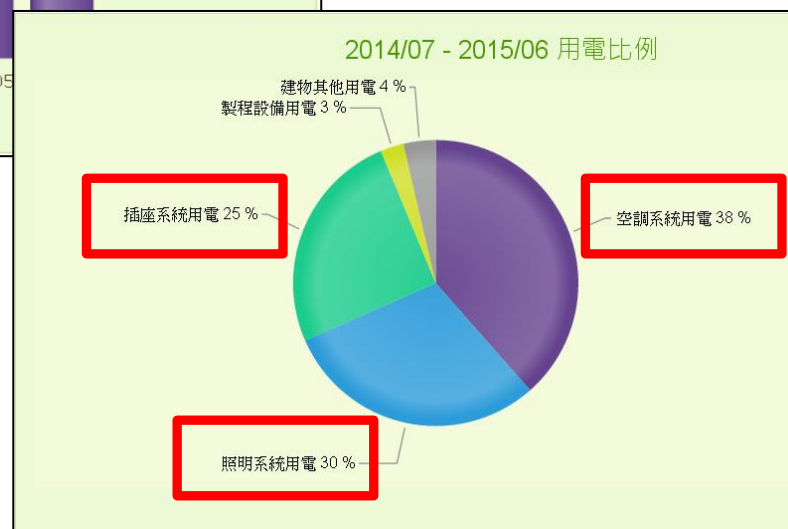
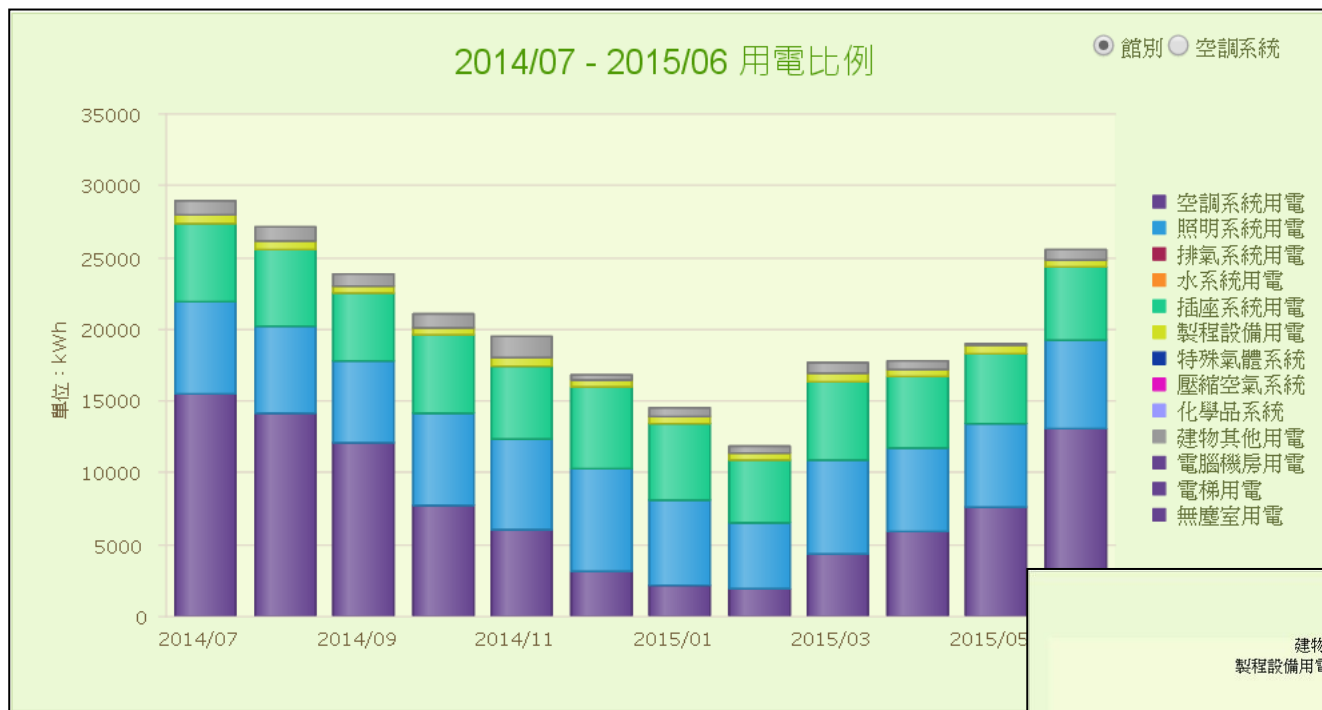




# 用電分析2

各系統用電量分析，找出高耗電系統

能源管理系統建置

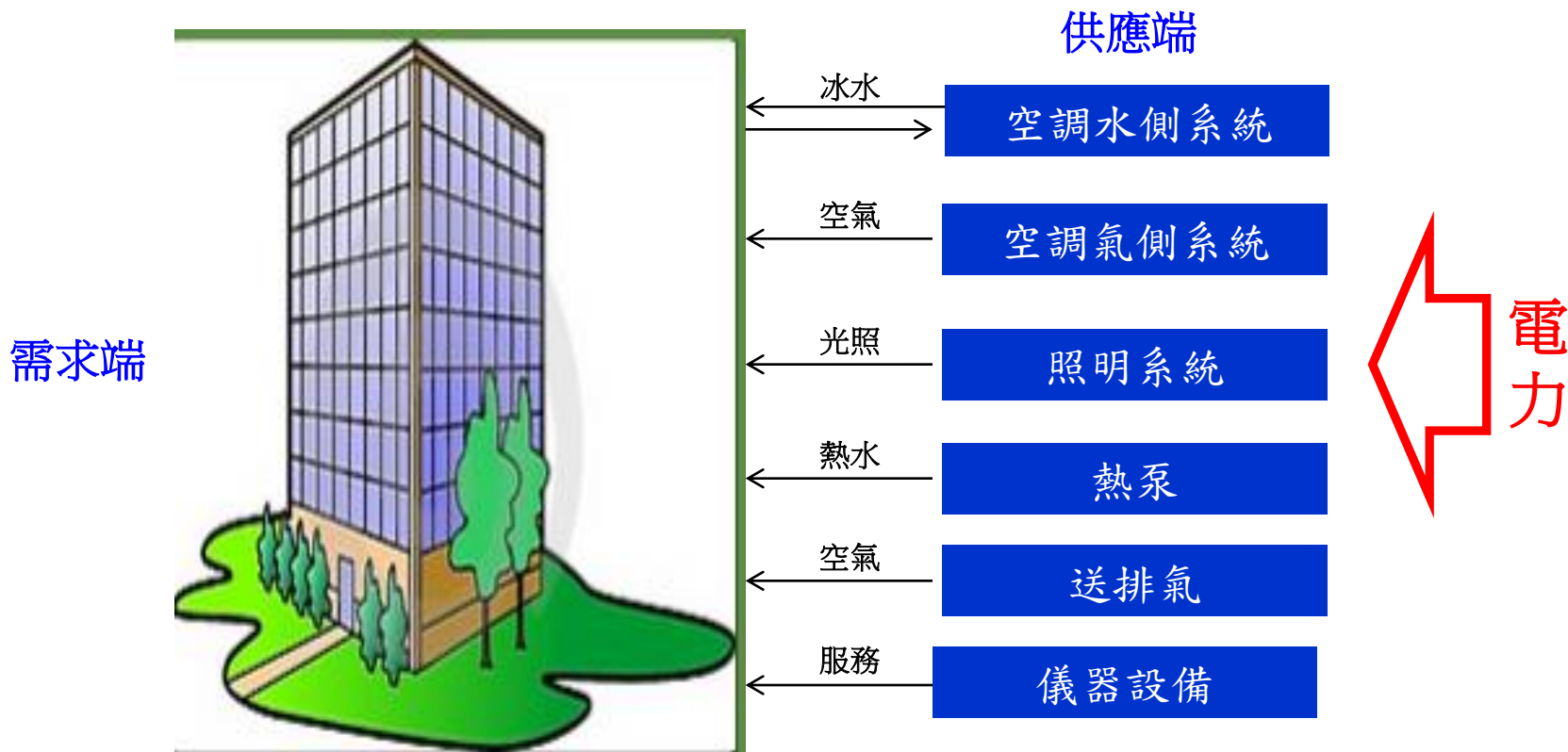




# 醫院設施之水電氣供需

## ● 建物中，由電力提供建物各項環境設施與儀器設備

□ 例如包括空調、照明、水、儀器設備、...等



**降低需求:** 減少冰水RT冷凍噸/ m<sup>2</sup>  
或RT冷凍噸/人

**提高效率:** 減少kW/RT冷凍噸

能源效率指標建立

# 單位使用量指標與能源效率指標

## 建物中常見之單位使用量指標與能源效率指標

系統	類別	單位使用量指標	能源效率指標
空調	冰水系統，含冰機、水泵、水塔等	RT/m <sup>2</sup> 或 RT/人	kW/RT (RT為冷凍噸)
空調	空氣側系統，如FCU、AHU	CMH/m <sup>2</sup> 或 CMH/人	W/CMH (CMH為風量)
排氣	動力風機	CMH/m <sup>2</sup> 或 CMH/人	W/CMH (CMH為風量)
空壓	空壓機	CMM/m <sup>2</sup> 或 CMM/人	W/CMM (CMM為風量)
照明	人工照明	Lux/m <sup>2</sup> (Lux為照度)	W/m <sup>2</sup> (m <sup>2</sup> 為樓板面積)
水	生活用水、熱水、蒸汽	CMD/m <sup>2</sup> 或CMD/人	W/CMD (CMD為流量)
廢棄物	廢水	CMD/m <sup>2</sup> 或CMD/人	W/CMD (CMD為流量)
設備	儀器設備、辦公設備	次數/人	kW/次數

# 相關能源儀表

- 熱量計(BTU meter)>>主要
  - 由液體流量計\*1與溫度計\*2所組成，量測冷凍噸RT用
  - 冷凍噸RT=流量Q (lpm)\*出入水溫差 $\Delta T(^{\circ}\text{C})$ \*0.0198
  - 以空調水系統監測為主
- 風速計/風量計>>次要
  - 量測空氣風速或風量用
  - 以空調箱監測為主
- 液體流量計
  - 量測液體流速或流量用
- 照度計
  - 量測照度Lux用

# 新加坡 Green Mark 能源效率指標

## 既有建物之空調水系統能源效能指標

### 2. MINIMUM SYSTEMS' EFFICIENCY

Minimum Design System Efficiency/Operating System Efficiency (DSE/OSE)

(i) For buildings using Water-Cooled Chilled-Water Plant

Green Mark Rating	Building Cooling Load (RT)	
	< 500	≥ 500
	Efficiency (kW/RT)	
Certified	0.85	0.75
Gold	0.80	0.70
Gold <sup>Plus</sup>	0.75	0.68
Platinum	0.70	0.65

(ii) For Buildings using Air Cooled Chilled-water Plant or Unitary Air-Conditioner

Green Mark Rating	Building Cooling Load (RT)	
	< 500	≥ 500
	Efficiency (kW/RT)	
Certified	1.1	1.0
Gold	1.0	Not applicable
Gold <sup>Plus</sup>	0.85	
Platinum	0.78	

For building with building cooling load of more than 500 RT, the use of air cooled central chilled-water plant or other unitary air-conditioners are not applicable for Gold and higher ratings.

Note: The performance of the overall air-conditioning system for the building is based on the Operating System Efficiency (OSE) of the system during the normal building operating hours as defined below:

<u>Office Building:</u> Monday to Friday: 9am to 6pm <u>Retail Mall:</u> Monday to Sunday: 10am to 9pm <u>Institutional:</u> Monday to Friday: 9am to 5pm	<u>Hotel and Hospital:</u> 24-hour <u>Industrial and Other Building Types:</u> To be determined based on the operating hours
--	---

# 新加坡 Green Mark 能源效率指標

## 既有建物之空調空氣側設備能源效能指標

### (c) Air Distribution system:

- Air Handling Units (AHUs)
- Fan Coil Units (FCUs)

Baseline – Fan power limitation in air conditioning system

Allowable nameplate motor power	
Constant volume	Variable volume
0.47 W/CMH	0.74 W/CMH

Note: For buildings using district cooling system, there is no need to compute the plant efficiency under Part 1-2 (a) and (b). The points obtained will be pro-rated based on the air distribution system efficiency under Part 1-2(c)

## 既有建物之通風設備能源效能指標

### (b) Mechanical Ventilation

Encourage energy efficient mechanical ventilation system as the preferred ventilation mode to air-conditioning in buildings.

Baseline: Fan power limitation I mechanical ventilation systems:

Allowable nameplate motor power	
Constant volume	Variable volume
0.47 W/CMH	0.74 W/CMH

Note : Where there is a combination of naturally ventilated and mechanical ventilated spaces, the points scored will only be based on the predominant ventilation modes of normally occupied spaces.

# 新加坡 Green Mark 能源效率指標

## 既有建物之空調空氣側設備能源效能指標

### (c) Air Distribution system:

- Air Handling Units (AHUs)
- Fan Coil Units (FCUs)

Baseline – Fan power limitation in air conditioning system

Allowable nameplate motor power	
Constant volume	Variable volume
0.47 W/CMH	0.74 W/CMH

Note: For buildings using district cooling system, there is no need to compute the plant efficiency under Part 1-2 (a) and (b). The points obtained will be pro-rated based on the air distribution system efficiency under Part 1-2(c)

## 既有建物之通風設備能源效能指標

### (b) Mechanical Ventilation

Encourage energy efficient mechanical ventilation system as the preferred ventilation mode to air-conditioning in buildings.

Baseline: Fan power limitation I mechanical ventilation systems:

Allowable nameplate motor power	
Constant volume	Variable volume
0.47 W/CMH	0.74 W/CMH

Note : Where there is a combination of naturally ventilated and mechanical ventilated spaces, the points scored will only be based on the predominant ventilation modes of normally occupied spaces.





# 新加坡 Green Mark 能源效率指標

## 既有建物之人工照明系統能源效能指標

Annex 1: Maximum lighting power budget (including ballast loss)

Type of usage	Maximum lighting power budget (W/m <sup>2</sup> )
Offices	15
Classrooms	15
Hotel guest room	15
Lecture theatres	15
Auditoriums / Concert halls	10
Shops / Supermarkets / Departmental stores (including general, accent & display lighting)	25
Restaurants	15
Lobbies / Atriums / Concourse	10
Stairs	10
Corridors	10
Car parks	5
Electronic manufacturing and fine detail / Assembly industries	20
Medium and heavy industries	15
Warehouses / Storage areas	10

# CNS 12112標準-醫院場所需照度

照度 Lux	場 所	作 業
10000		
7500	視機能檢查室（眼科明室）(4)	—
5000		
1500		
1000	開刀房(5)	
750	診療室、治療室、急救室、產房、院長室、辦公室、研究室、會議室、護士室、藥局、製藥室、配藥室、解剖室、病理細菌檢查室、事務室、圖書室、正門	○繃帶更換（病房）、 ○裝卸石膏模
500		
300	餐廳、調理室、一般檢查室（血液、尿、便）、生理檢查室（腦波、心電圖、視力）、技術加工室、中央供應室、同位素室	
200	嬰兒房、記錄室、候診室、會客室、門診部走廊	○病床上看書
150		
100	麻醉室、回復室、太平間、更衣室、浴室、化粧室、洗手間、污物處理室、洗衣場、病歷室、值夜室、樓梯	
75		
50	內視鏡室(6)、x光透視室(6)、眼科暗室、乘車處、病房走廊	
30	動物室、暗室（照片），安全梯	
20		

註：(4)最好能調光至50Lux。

(5)開刀房之照度應以無影燈將手術台上直徑30cm範圍內維持20000 Lux以上。

(6)能調至○ Lux。

(7)使用照腳燈等。

備考：1.有“○”記號之場所，可用局部照明取得該照度。

能源效率指標建立





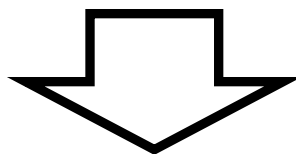
# ASHRAE/IES 90.1 lighting power allowances

Type	Maximum Lighting Power Density (W/sq.ft.) Allowed Per Version of the ASHRAE/IES 90.1 Standard				2013
	1989	1999/2001	2004/2007	2010	
Automotive Facility	0.96	1.5	0.9	0.982	2013
Convention Center	2.07	1.4	1.2	1.08	
Court House	1.44	1.4	1.2	1.05	
Dining: Bar Lounge/Leisure	1.37	1.5	1.3	0.99	
Dining: Cafeteria/Fast Food	1.37	1.8	1.4	0.90	
Dining: Family	1.37	1.9	1.6	0.89	
Dormitory	1.15	1.5	1.0	0.61	
Exercise Center	2.07	1.4	1.0	0.88	
Gymnasium	2.07	1.7	1.1	1.00	
Healthcare Clinic	1.44	1.6	1.0	0.87	
Hospital	1.44	1.6	1.2	1.21	1.05
Hotel	1.15	1.7	1.0	1.00	
Library	1.29	1.5	1.3	1.18	1.01
Manufacturing Facility	0.96	2.2	1.3	1.11	
Motel	1.15	2.0	1.0	0.88	
Motion Picture Theater	2.07	1.6	1.2	0.83	
Multi-Family	1.15	1.0	0.7	0.60	
Museum	2.07	1.6	1.1	1.06	
Office	1.26	1.3	1.0	0.90	
Parking Garage	1.03	0.3	0.3	0.25	
Penitentiary	1.44	1.2	1.0	0.97	
Performing Arts Theatre	2.07	1.5	1.6	1.39	
Police/Fire Station	1.44	1.3	1.0	0.96	0.90
Post Office	1.44	1.6	1.1	0.87	
Religious Building	2.07	2.2	1.3	1.05	
Retail	2.25	1.9	1.5	1.40	
School/University	1.29	1.5	1.2	0.99	
Sports Arena	2.07	1.5	1.1	0.78	0.90
Town Hall	1.44	1.4	1.1	0.92	



# 醫院設施能源效率提升步驟

利用能源監控系統  
建立各項能源效率指標與  
能耗基線(baseline)



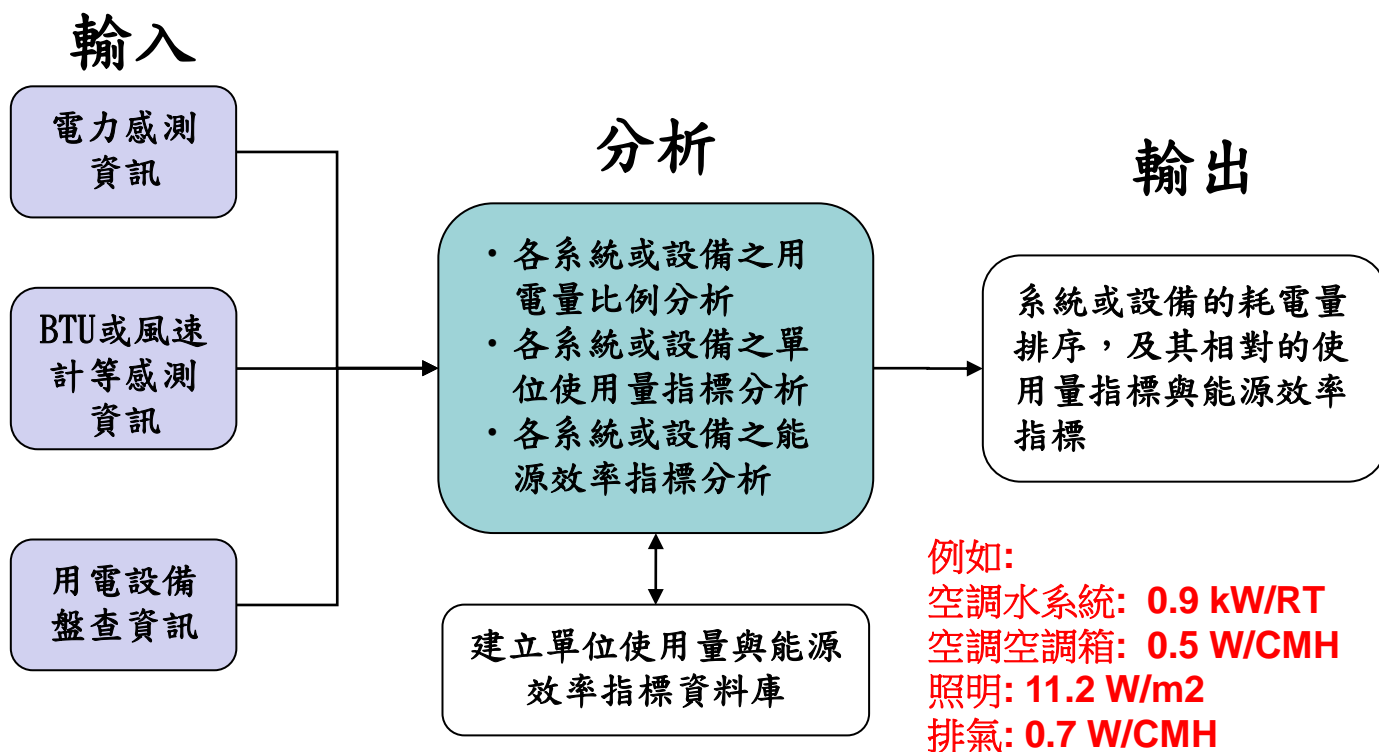
針對低能源效率指標項目  
進行改善與量測驗證

改善情境模擬分析

# 醫院設施能源效率指標建立

## ● 醫院能源使用模型建立

本軟體工具可進行建物中各系統或設備之用電量比例分析、單位使用量指標分析、能源效率指標分析，並建立相關資料庫。



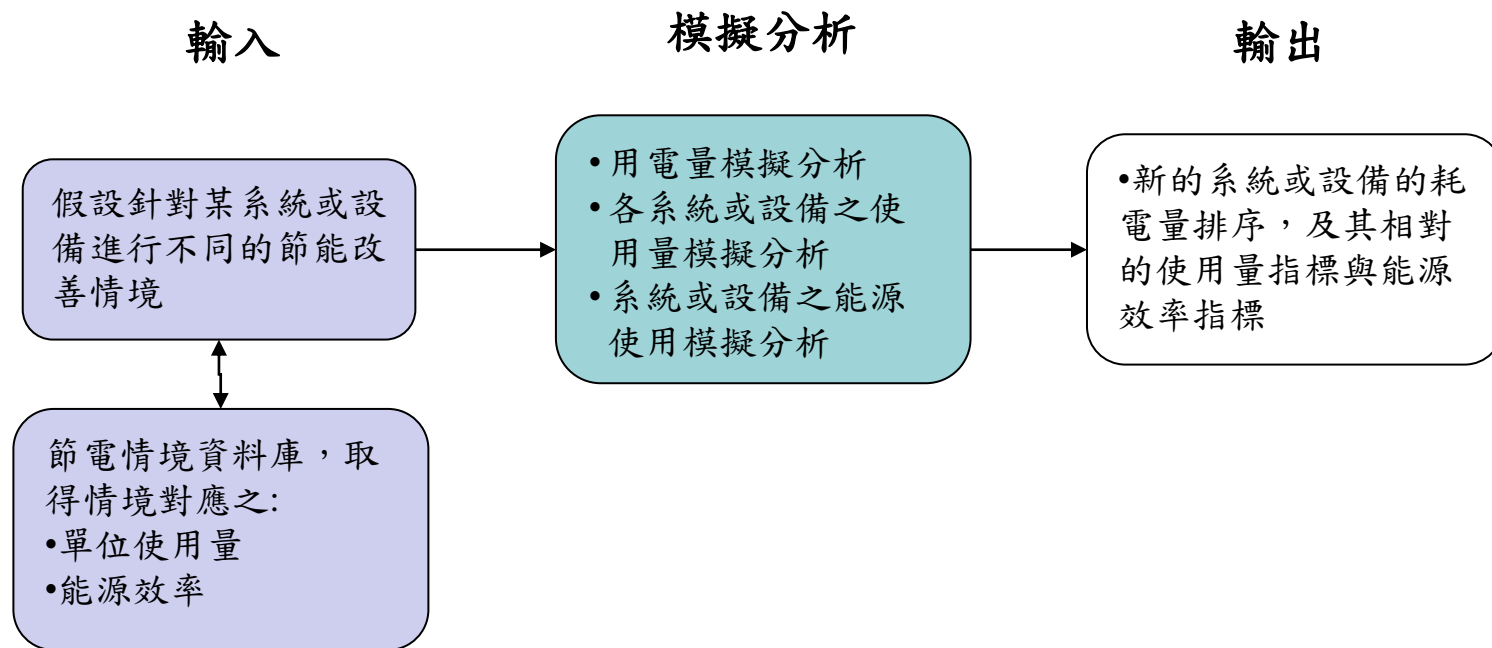
能源使用情境模擬E-Simu工具

改善情境模擬分析

# 醫院設施能耗情境模擬分析

## ● 醫院節能情境模擬分析

本軟體工具可針對某系統或設備進行不同節能情境假設下的模擬分析，得到模擬後新的耗電量排序及其相對的使用量指標與能源效率。



能源使用情境模擬E-Simu工具

改善情境模擬分析

# 節電情境資料庫-空調水系統為例

指標分析		效率低落可能原因	建議解決方案	kW/RT變化
空調水系統 kW/RT過高	冰機 kW/RT過高 (COP或EER過低)	冰機設計容量過高，造成負載率PLR過低	1.更換新冰機 2.共構其他系統增加負載量	-30% to -50%
		冰機無變頻設計，非夏季低負載時效率差	1.更換新冰機 2.外加變頻器	-10% to -30%
		多冰機下，開啟台數量過多	1.多冰機啟停優化控制策略	-5% to -15%
		冰水出水溫因特殊需求(例開刀房)過低	1.特殊需求給予單獨之冰水系統	-10% to -20%
		冰水出水溫未隨負載量改變	1.冰水出水溫優化控制	-3% to -10%
		冷卻水入水溫過高，造成冰機熱不易帶走	1.檢查冷卻水塔能力或控制是否有問題?	-3% to -10%
		冰水出水溫因混合回水而溫度過高	1.進行水路平衡調整	-2% to -5%
		系統缺少最佳化控制	1.系統最佳化控制	-3% to -8%
	水泵 kW/RT過高 (包括冰水泵、冷卻水泵、區域冰水泵)	無安裝變頻器	1.變頻優化與系統最佳化控制	-20% to -50%
		有變頻，採手動定頻控制	1.變頻優化與系統最佳化控制	-5% to -15%
		有變頻，採固定目標(溫差、壓差)自動控制	1.變頻優化與系統最佳化控制	-3% to -10%
	冷卻水塔 kW/RT過高	無安裝變頻器或無並聯控制	1.變頻(或台數)優化與系統最佳化控制	-20% to -40%
		有變頻，採手動定頻控制	1.變頻(或台數)優化與系統最佳化控制	-10% to -25%
		有變頻，採固定目標(出水溫)自動控制	1.變頻(或台數)優化與系統最佳化控制	-3% to -10%
		有並聯，採手動台數控制	1.變頻(或台數)優化與系統最佳化控制	-10% to -25%
		有並聯，採固定目標(出水溫)自動控制	1.變頻(或台數)優化與系統最佳化控制	-3% to -10%

能源使用情境模擬E-Simu工具

改善情境模擬分析

# 利用模擬分析進行節電效益評估

- 模擬分析節電計算

- 假設節省功率:3kW，運轉時間:4小時/天\* 365天/年
- 節電量= 3kW\* 4小時/天\* 365天/年 = 4,380 kWh(度)/年
- 節電費= 4,380 kWh(度)/年\* 3.0元/度 = 13,140元/年

- 投資計算

- 投資項目：包括材料、施工、驗證等費用
- 若是此改善工程投資為 50,000元

- 回收年限計算

- 回收年限 = 投資費用/節電費用
- 回收年限 = 50,000元/(13,140元/年) = 3.8年

# 利用模擬分析進行節電效益評估

- 注意事項

- 有時節省功率、運轉時間等並非一定值，例如冰機
- 可用每月、每周等方式來估算

- 改善驗證

- 可參考ISO 50001中 M&V驗證方式來進行驗證
- 先利用電表建立能耗基線(baseline)
- 再進行量測與計算



# 空調水系統改善效益評估範例

		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	備註
1	冰機運轉台數	2	2	3	4	5	5	6	6	6	5	4	3	
2	冰機運轉總噸數(RT)	400	400	600	800	1000	1000	1200	1200	1200	1000	800	600	冰機共7台
3	冰機運轉總功率(kW)	350	350	525	700	875	875	1050	1050	1050	875	700	525	
4	一次冰水泵運轉台數	2	2	3	4	5	5	6	6	6	5	4	3	共7台，每台25hp
5	一次冰水泵總功率(kW)	36	36	54	72	90	90	108	108	108	90	72	54	
6	冷卻水泵運轉台數	2	2	3	4	5	5	6	6	6	5	4	3	共7台，每台20hp
7	冷卻水泵總功率(kW)	30	30	45	60	75	75	90	90	90	75	60	45	
8	每日使用時數(HR)	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	
9	每月使用天數(DAY)	31	28	26	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
10	每月冰機耗電量(kWh)	234,360	211,680	294,840	453,600	585,900	567,000	703,080	703,080	680,400	585,900	453,600	351,540	耗電量=(3)*(8)*(9)
11	冰機節電率(%)	7%	7%	6%	5%	4%	3%	2%	2%	3%	4%	5%	7%	
12	每月冰機節電量(kWh)	16,405	14,818	17,690	22,680	23,436	17,010	14,062	14,062	20,412	23,436	22,680	24,608	節電量=(10)*(11)
13	每月一次冰水泵耗電量(kWh)	26,784	24,192	33,696	51,840	66,960	64,800	80,352	80,352	77,760	66,960	51,840	40,176	耗電量=(5)*(8)*(9)
14	一次冰水泵節電率(%)	35.2%	32.9%	31.6%	28.9%	23.8%	20.8%	23.1%	26.1%	28.8%	31.2%	31.7%	31.6%	
15	每月一次冰水泵節電量(kWh)	9,425	7,947	10,648	14,987	15,936	13,504	18,585	20,972	22,356	20,865	16,444	12,696	節電量=(13)*(14)
16	每月冷卻水泵耗電量(kWh)	22,320	20,160	28,080	43,200	55,800	54,000	66,960	66,960	64,800	55,800	43,200	33,480	耗電量=(7)*(8)*(9)
17	冷卻水泵節電率(%)	35.2%	32.9%	31.6%	28.9%	22.0%	21.0%	22.5%	19.7%	24.7%	29.8%	31.4%	31.6%	
18	每月冷卻水泵節電量(kWh)	7,854	6,623	8,873	12,489	12,282	11,329	15,066	13,171	15,986	16,612	13,573	10,580	節電量=(16)*(17)
19	每月節電量(kWh)	33,685	29,387	37,212	50,156	51,654	41,844	47,713	48,205	58,754	60,912	52,697	47,883	節電量 =(12)+(15)+(17)
20	每年節電量(kWh)												560,102	
21	每年節電電費(元)												1,680,305	電費=(20)*3.0

改善情境模擬分析



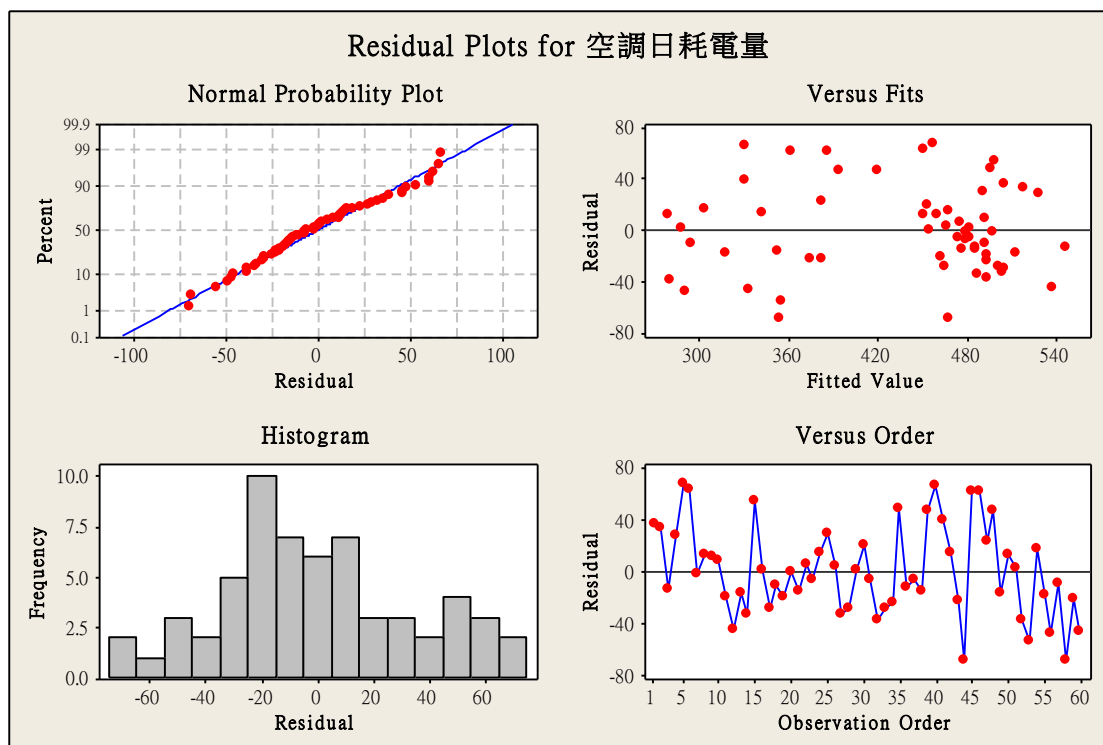
# M&V 能耗基線(baseline)建立

## 10館空調水側系統用電基線回歸

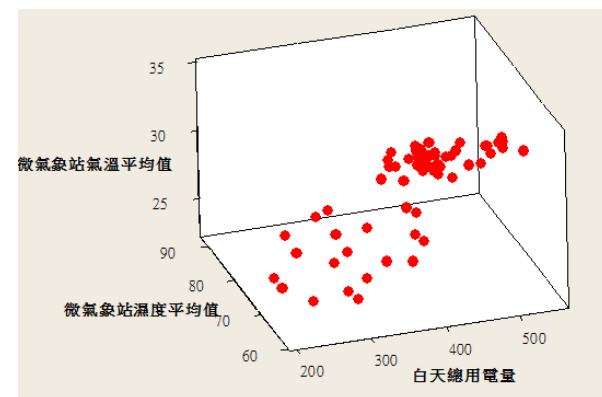
2012年07月17日 ~ 2012年10月30日 水泵、水塔採手動變頻控制

空調用電基線回歸結果

空調日用電量 = - 686 + 28.6 戶外氣溫平均值 + 4.21 戶外濕度平均值



R平方	81.4%
F檢定統計量	134.89
P值	0.000
分析樣本數	60



改善情境模擬分析

# M&V節能改善與量測驗證

## 10館空調水系統改善

基線建置(2012/07/17-2012/10/30)，水泵與水塔採手動變頻，基線如下：

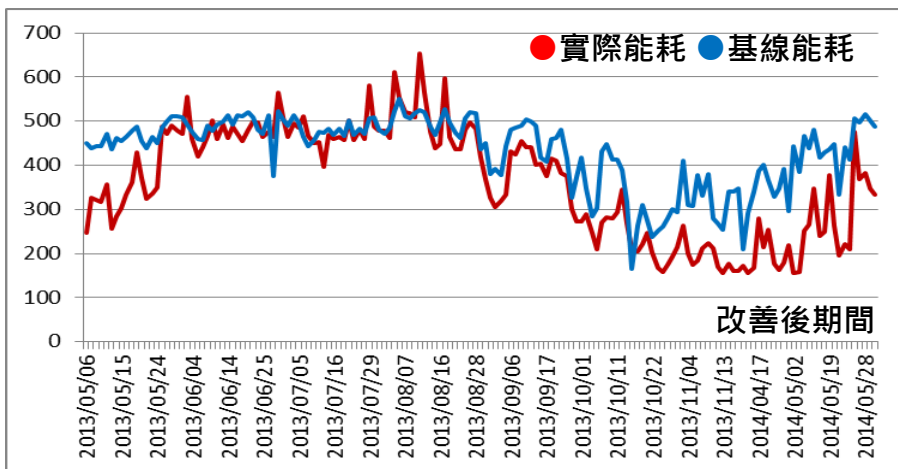
$$\text{空調日用電量}(Y) = -686 + 28.6 * \text{戶外溫度平均值}(X_1) + 4.21 * \text{戶外濕度平均值}(X_2), R^2=81.4\%$$

2013.5啟用最佳化智慧變頻控制，節能效益：

2013							2014		
May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Apr.	May.	Jun.
22%	2%	1%	3%	14%	26%	39%	43%	37%	15%

Chiller is off from Dec. to Mar.

日平均耗能kWh/day



註：冰機為可變頻，並給予冰水出水溫排程控制

## 9館空調水系統改善

基線建置(2013/06/03-2013/10/31)，水泵與水塔無變頻，基線如下：

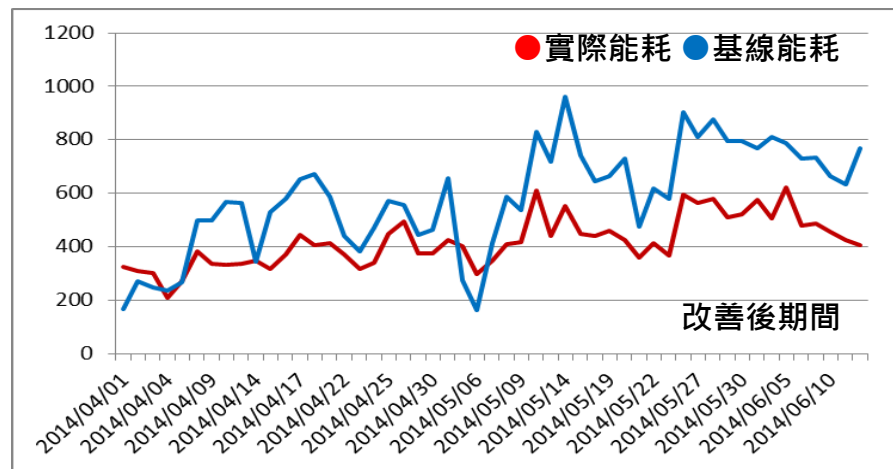
$$\text{空調日用電量}(Y) = -1175 + 66.2 * \text{戶外氣溫平均值}(X_1) + 2.46 * \text{戶外濕度平均值}(X_2), R^2=80.1\%$$

2013.11啟用最佳化智慧變頻控制，節能效益：

2013							2014		
May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Apr.	May.	Jun.
-	-	-	-	-	-	11%	20%	33%	36%

Chiller is off from Dec. to Mar.

日平均耗能kWh/day



註：冰機為無變頻，且無排程控制



# 簡報結束 謝謝聆聽

## Q&A