

低碳雲端機房 選址方法與節能技術關鍵



遠傳電信 智能設施暨永續處 呂毓欣

chrisl@fareastone.com.tw



- 遠傳環境永續暨資財部 經理
- 環境暨能源管理委員會 執行秘書
- 環境永續策略推動、環境能源技術研發



- 能源局服務業能源管理 輔導委員
- 連鎖業節能應用手冊 主筆
- 電信機房節能技術手冊 審議委員
- ISO50001/14001內部稽核員



- 國立台灣大學 土木工程研究所 營建工程與管理組
- 國立台北科技大學 能源與冷凍空調工程系

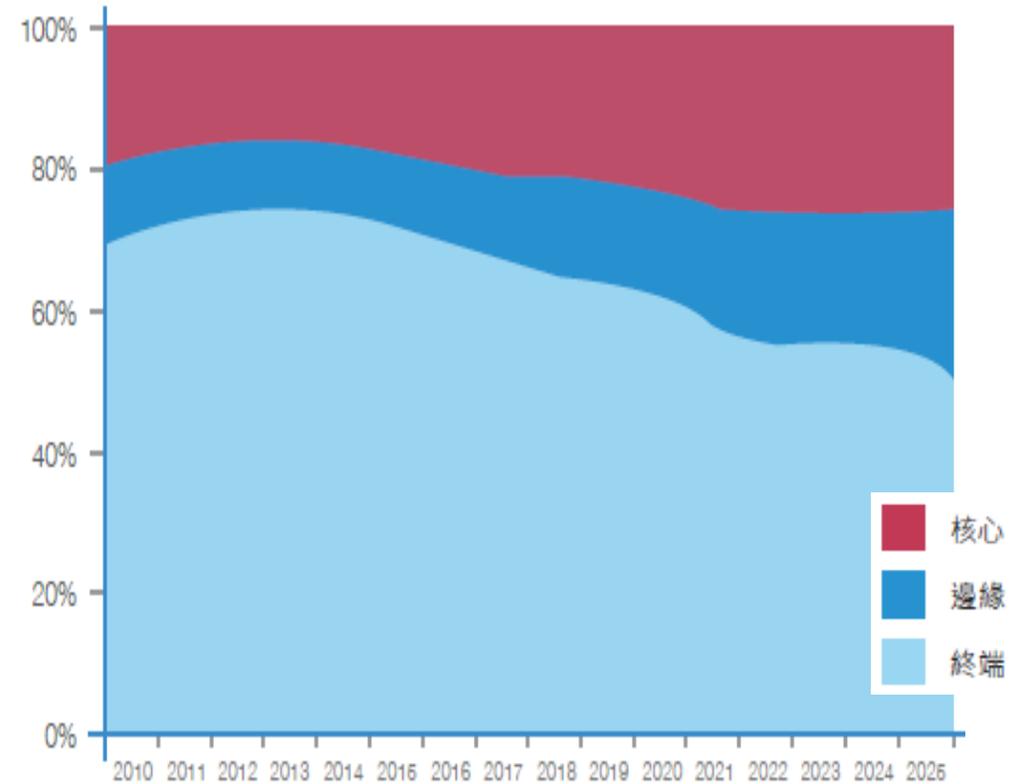
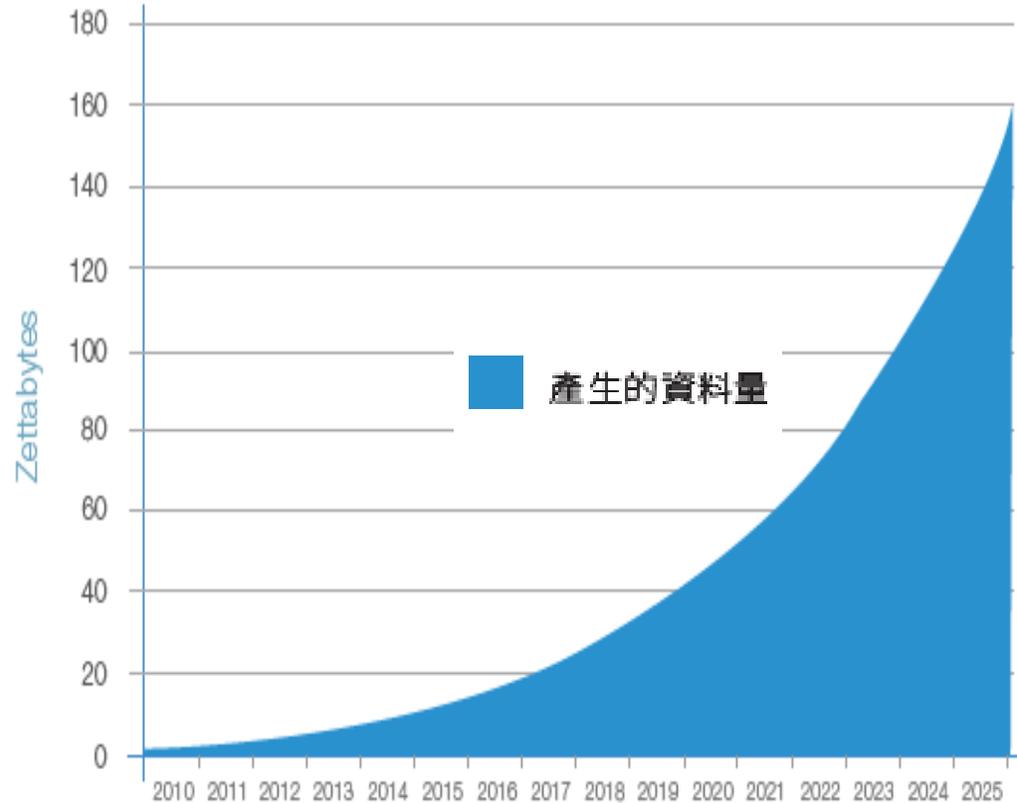
簡報大綱 Report Outline

- ✓ 全球雲端運算中心的崛起
- ✓ 雲端運算中心的減碳壓力
- ✓ 低碳機房選址方法
- ✓ 能源效率提升關鍵
- ✓ 智慧能源管理



全球雲端運算中心的崛起

現在每天有超過 50 億人透過雲端存取資料，人們每天上傳至雲端，多達一億張相片、十億份文件，每天全球所創造的資料量高達 2.5 艾位元組 (Exabyte= 10^{18} 百萬兆位元)



全球雲端運算中心的崛起

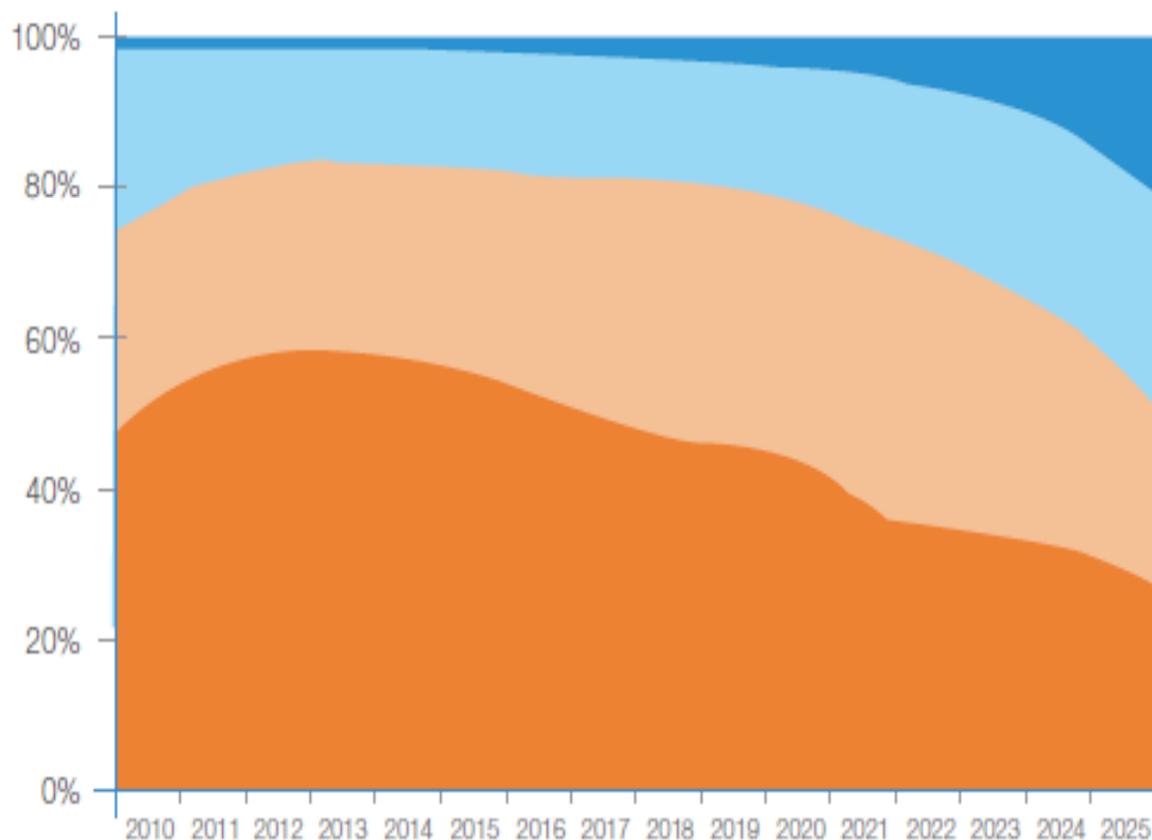
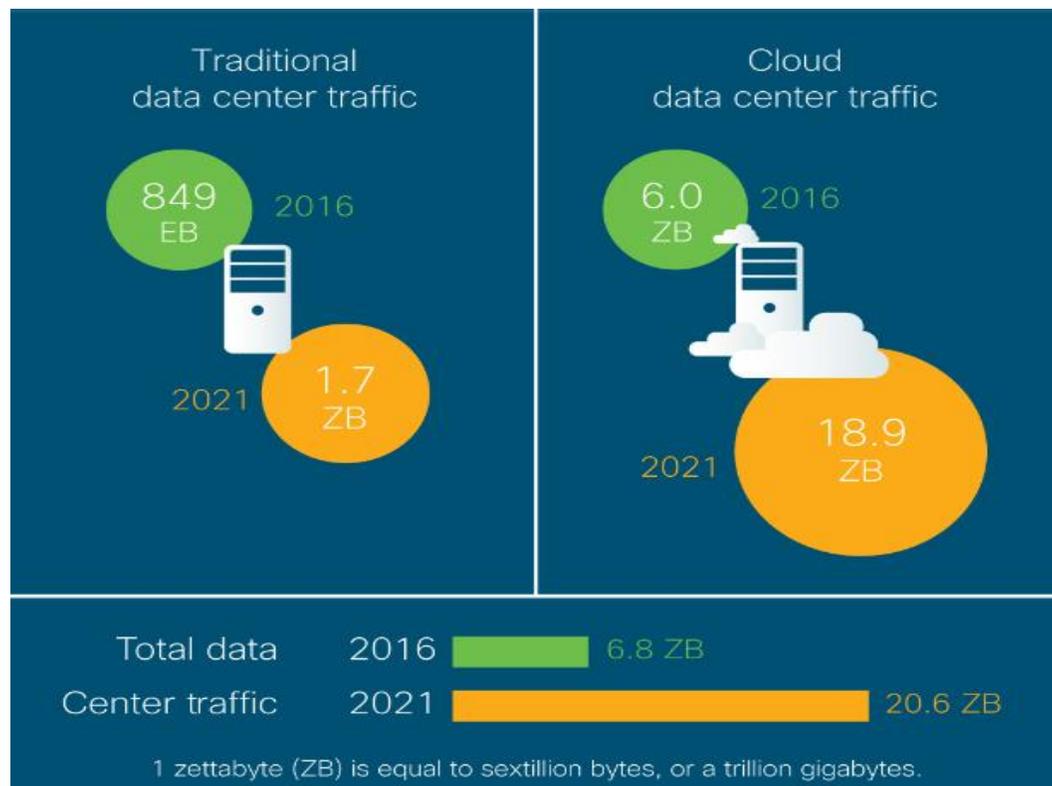
到了 2025 年，會成長到 60 億， (75% 的世界人口)。到了 2025 年，每個上網的人至少 18 秒就會和資料互動一次

5G大規模商用在即，流量將數十倍級爆發，全世界有將146億台 IoT (Y2022)裝置連網



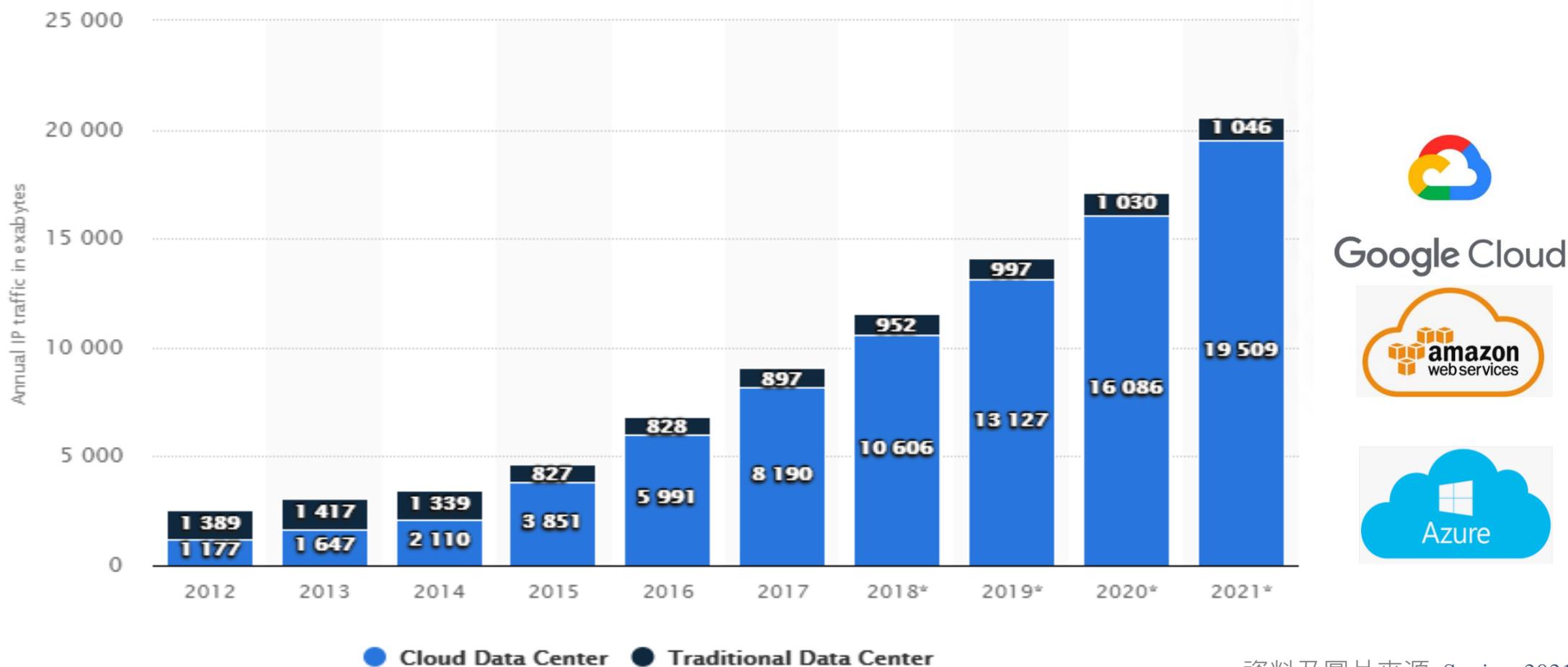
全球雲端運算中心的崛起

全球雲端數據中心流量到2021年將達到20.5 ZB/年，相較於2016年成長3.7倍
2021年全球雲端數據中心流量將佔資料中心總流量的 95%



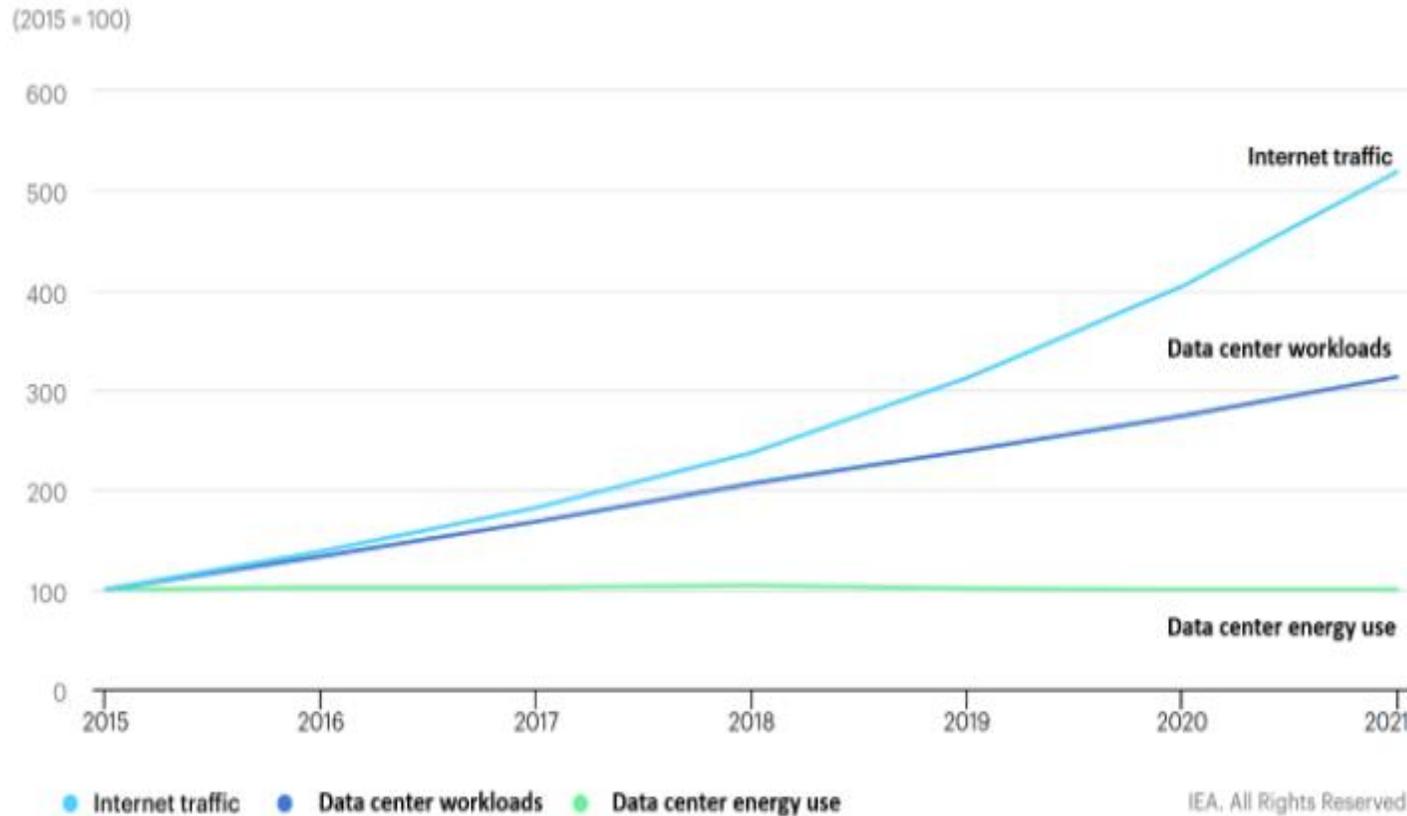
全球雲端運算中心的崛起

傳統資料中心已經越來越沒有角色，取而代之的是連結全球的超大型(hyperscale)雲資料中心



雲端運算中心的減碳壓力

2018年數據中心約佔全球總用電量的1%，2010年至2018年間，資料中心的計算量已增長了五倍多



- 到2050年，所有歐盟國家必須實現100%的碳中和
- 資料中心到2030年需實現這一目標

雲端運算中心的減碳壓力



雲端運算中心的減碳壓力

如果你的競爭對手紛紛承諾淨零碳排，你會選擇維持現況？

- 現在全球共有504座超大規模資料中心，還會有150座左右的超大規模資料中心陸續上線
- 過去一年有一半的資料中心是AWS、Google貢獻



2030

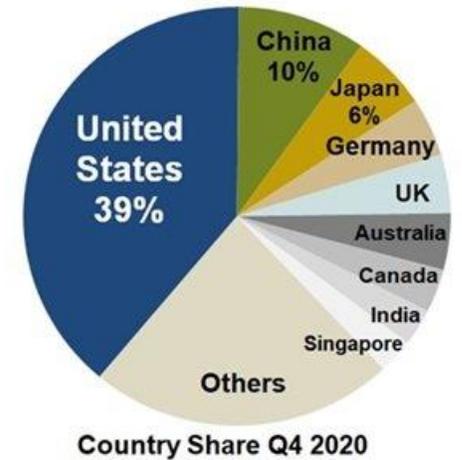
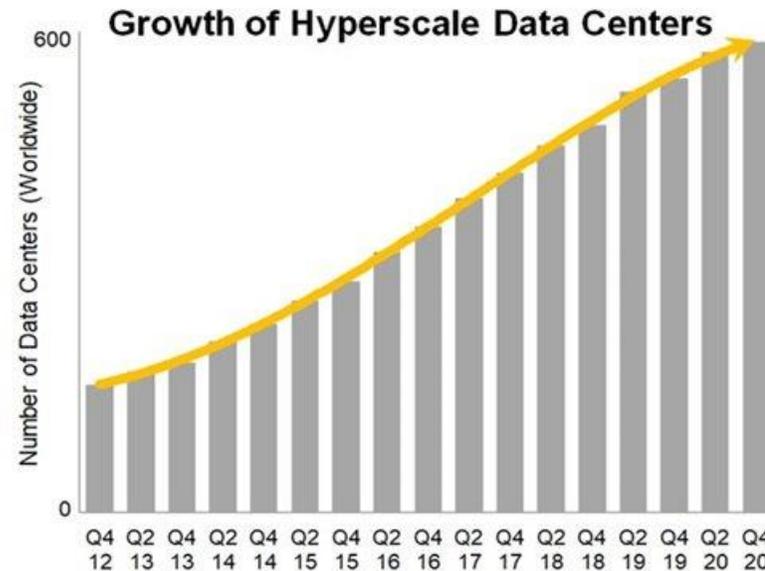
2040

Google

aws

facebook

Microsoft



Source: Synergy Research Group

低碳機房選址方法

雲端運算中心(cloud computing center)是為了因應網路**即時服務**與**虛擬共享**而生的新形態資訊機房

隨著數位匯流的快速發展，促使網路流量激增，需要更高效率的設備處理短時間匯集的大量資訊，這些設備的集中處就是「雲端運算中心」它將扮演**智慧城市運作**中，**最重要核心基礎設施**。

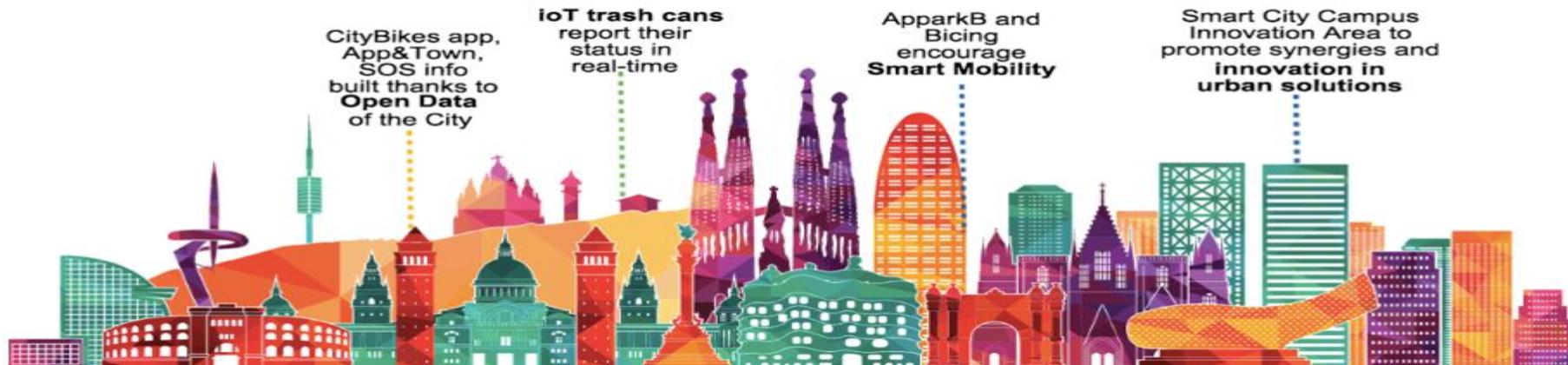


低碳機房選址方法

雲端運算中心的選址是營運商的重大決策之一，雲端運算中心建置與營運成本極高，其設置的地理位置、環境條件、建築工法、購入價格等；皆是影響日後雲端運算中心維運成本、**能源效率表現及是否能達成零碳排的重要關鍵**

坐落位置與原始設計，決定這個機房在其生命週期的能源效率表現

科學量化的選址架構為決策者提供有效工具



低碳機房選址方法

雲端運算中心的低碳定義、風險考量、選址標準與步驟

1. 雲端運算中心的低碳定義(for 傳統冷卻設計)

目前台灣平均為1.63~1.9，符合低碳雲端運算中心之標準，位置在

台中以南應該設定在PUE=1.61(含)以下

台中以北則應設定在1.49(含)以下

Benchmark ^ρ	PUE ^ρ
Platinum ^ρ	<1.25 ^ρ
Gold ^ρ	1.25~1.43 ^ρ
Silver ^ρ	1.43~1.67 ^ρ
Bronze ^ρ	1.67~2 ^ρ
Recognized ^ρ	2~2.5 ^ρ
Not recognized ^ρ	>2.5 ^ρ

Climate Zone	PUE	Climate Zone (Taiwan)
0A	1.64	Extremely Hot – Humid(0A)
0B	1.62	Extremely Hot – Dry (0B)
1A	1.61	台中以南氣候區(Very Hot – Humid (1A))
1B	1.53	(Very Hot – Dry (1B))
2A	1.49	台中以北氣候區(Hot – Humid (2A))
2B	1.45	(Hot – Dry (2B))

低碳機房選址方法

2. 新雲端運算中心的低碳定義(for New Server type+新型態冷卻)

1. 1989年至2005年: PUE 2.0
2. 2000年至2009年 PUE 1.5~1.8
3. 2009~2011: PUE 1.4~1.6
4. 2012~2014 PUE 1.3~1.4
5. 2015~2016 PUE 1.17~1.25
6. 2017 PUE 降為 1.17~1.19
7. 2018 ~ PUE 為 1.15~1.18



Locations	每季 PUE	過去 12 個月 (TTM) 的 PUE
Changhua County, Georgia	1.09	1.11
Lenoir, North Carolina	1.08	1.10
Berkeley County, South Carolina	1.09	1.11
Council Bluffs, Iowa	1.10	1.11
Council Bluffs, Iowa (2nd facility)	1.08	1.09
Mayes County, Oklahoma	1.10	1.11
The Dalles, Oregon	1.11	1.11
The Dalles, Oregon (2nd facility)	1.08	1.07
Dublin, Ireland	1.09	1.11
St. Ghislain, Belgium	1.08	1.08
Eemshaven, Netherlands	1.09	1.09
Hamina, Finland	1.09	1.09
Changhua County, Taiwan	1.11	1.13
Singapore	1.14	1.15
Quilicura, Chile	1.09	1.09

低碳機房選址方法

3. 雲端運算中心的選址步驟

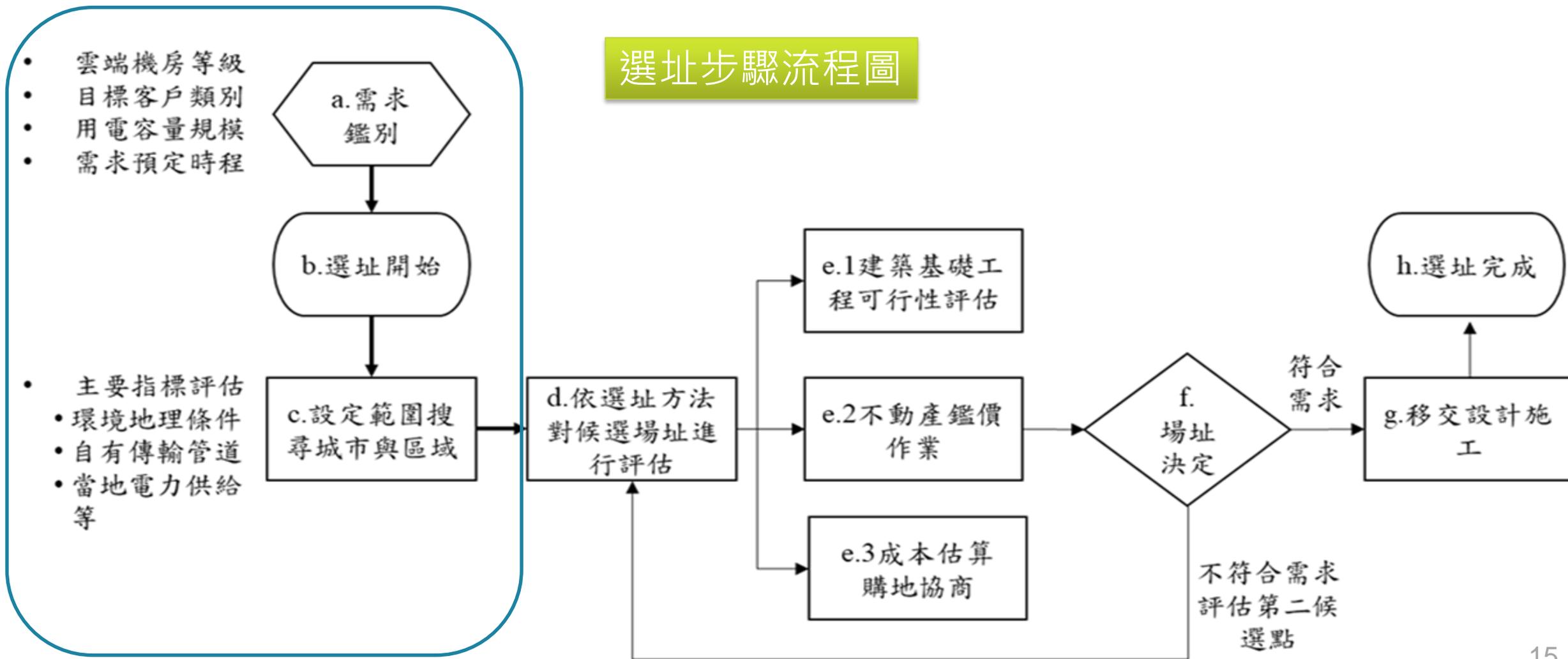
主要可參考Intel white paper Data center Site selection及美國電信產業協會ANSI/TIA-942編撰之資料中心電信基礎設施標準Telecommunications Industry Association (TIA)，附錄E及附錄F，包含建築結構，空間需求、水電供應、通信傳輸、土地價格、安全考量等。

座落位置與淨零碳排為新興項目需同步列入考量



低碳機房選址方法

3. 雲端運算中心的選址步驟



低碳機房選址方法

3. 雲端運算中心的選址步驟

評估指標會因機房性質需求而調整，本次設定為雲端資料中心

網路核心機房

01 既有骨幹傳輸管道

02 基礎設施供應能力

03 土地建築成本

資料中心機房

01 地理位置與安全

02 基礎設施供應能力

03 土地建築成本

低碳機房選址方法

3. 雲端運算中心的選址步驟

低碳雲端運算中心之選址主要指標共五項，各指標合計32項評估準則

天然地理資源

- 天然氣候(平均溫濕度、空氣品質、熱島效應區域)
- 自然災害(洪水、地震、颱風、土石流、火山、海嘯)
- 地質條件(土壤條件、接地阻值)
- 自然資源(可引進自然冷卻天數、鄰近可利用之河川或再生能源直供區域)
- 再生能源直接供應能力(鄰近再生能源)

基礎設施

- 電力供應能力
- 自來水供應能力
- 交通便利程度
- 專用管道鋪設距離
- 骨幹網路與海纜距離
- 後勤支援能力(餐飲、通勤距離、消防治安單位距離、緊急運油補水距離等)

鄰近人為環境 風險

- 高風險設施(加油站、石化工廠、核電廠、火藥爆竹廠等)鄰近距離
- 汙染程度(粉塵、酸雨、鹽害、噪音等)
- 抗爭區域(鄰近住宅區、學校、安養院、圖書館等)

成本因素

- 土地取得成本
- 整地改良成本
- 結構加強成本
- 污染防制(噪音)防制成本

地方政策及人力資源

- 土地優惠措施
- 產業減稅方案
- 資通訊或高科技產業聚集
- 鄰近都會區

低碳機房選址方法

3.1 天然地理資源 節能減碳的關鍵因素

現代化雲端運算中心(cloud computing center) 能源耗用密度遠高於傳統機房，傳統電力支出約占營收的30%，不重視節能的IDC電力佔營運成本更可高達50%

低碳機房選址方法

指標1.天然地理資源

地利資源為困難改變的既有條件，在選址上分為風險與機會

- 風險:物理性危害，包含天災(含氣候變遷致發災害)
- 機會: 台灣地區，缺乏低溫氣候條件為冷卻使用，完全倚靠機械通風冷卻下，能源使用效率有其極限，**結合季節時段與天然地理條件，充分利用為冷卻或選用再生能源作為低碳機會**

指標1.天然地理資源

低碳機房選址方法

風險:物理性危害

自然災害種類	低度危害情境	中度危害情境	高度危害情境
洪水	通勤輪值及補給障礙 人力巡檢成本增加	交通受阻、補給困難 防洪設施費用增加	交通中斷、無法補給 洪水直接衝擊關鍵設備造成機房服務中斷
颱風	通勤輪值及補給障礙 人力巡檢成本增加	屋外設備受損 建築物局部進水 電力供應不穩定	颱風直接衝擊屋外關鍵設備造成機房服務中斷
地震	物品掉落位移 人力巡檢成本增加	電力供應不穩 設備固定脫落 建築表面建材脫落	主要管路受損斷裂、重要設備傾倒破壞、建築物嚴重受損造成服務中斷
土石流	聯外道路阻礙 人力監控成本增加	周遭道路受阻、補給困難、坡面侵蝕滑動基地局部受損	直接衝擊機房關鍵設施造成服務中斷
火山	防蝕成本增加 汰換週期縮短	硫磺氣體如二氧化硫 (SO ₂) 硫化腐蝕設備造成故障	火山活動造成地震噴發服務全面中斷
海嘯	溢淹造成排水失效 人力監控成本增加	衝擊海岸局部護堤受損 交通受阻補給困難	直接破壞，造成機房受損服務中斷

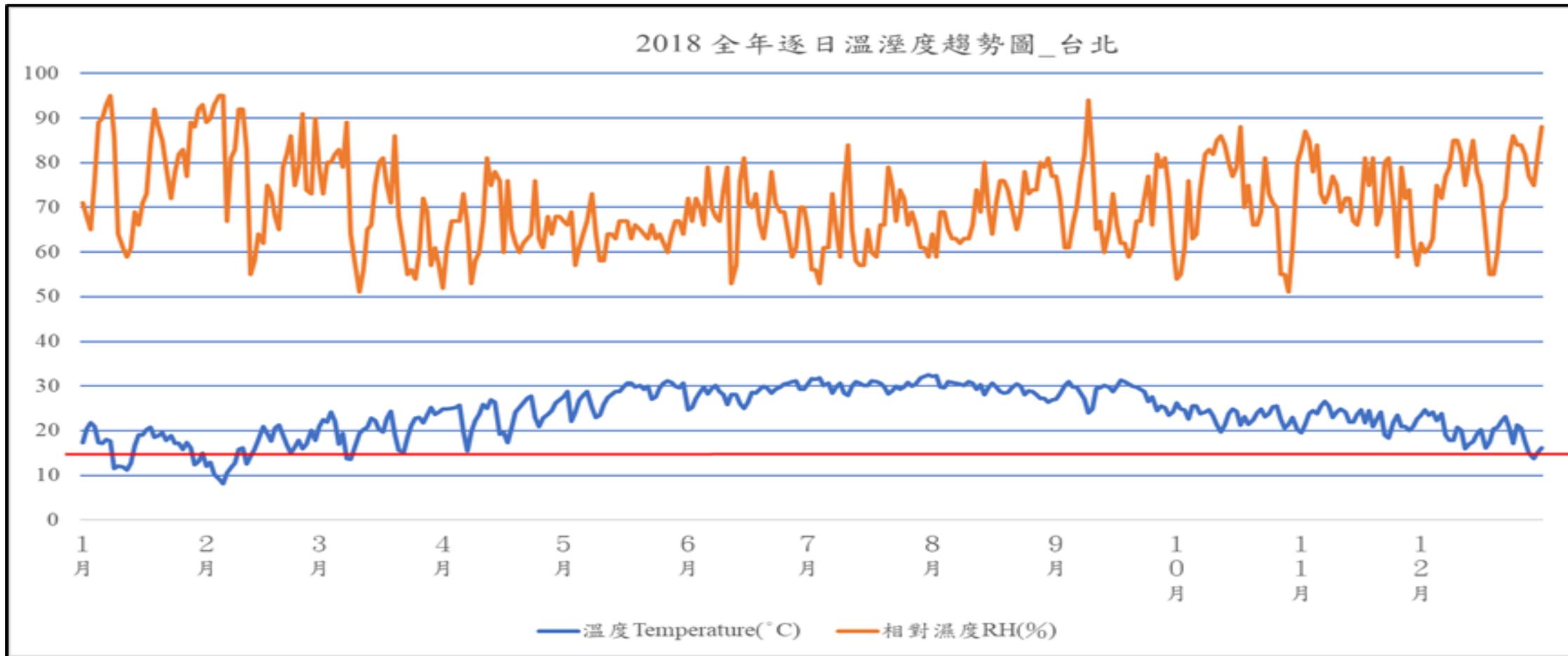
指標1.天然地理資源 機會

低碳機房選址方法

天然地理資源機會	利用方法	產生之效益
平均溫溼度	<ol style="list-style-type: none">1.合適之低溫外氣可直接降低冷卻水塔 及泵浦動力2.透過管路或直接使用經處理過濾之低溫空氣可預冷迴風或直接冷卻	提升能源使用效率，減少電力使用並降低溫室氣體排放
空氣品質	<ol style="list-style-type: none">1.低懸浮微粒之外氣可降低濾網更換次數並維持冷卻水塔效能良好2.無(或經處理)VOCs及鹽份之外氣引進	<ol style="list-style-type: none">1.減少初置成本，降低維護頻率2.低溫無汙染之外氣作為冷卻及預冷，可減少生鏽腐蝕，延長設備使用壽年
再生能源直接供應區域	<ol style="list-style-type: none">1.併入雲端運算中心電力系統，提供持續營運備援2.減少對石化燃料供電之依賴，減少碳排量	作為設施持續營運有效備援，符合再生能源發展條例法規及滿足利害關係人之期望
土壤條件	<ol style="list-style-type: none">1.選擇地質條件相對優良區域，避免地質敏感地帶2.挑選合適區域鋪間接地網作為電信接地使用	避免施工災害及日後營運風險、提供電力系統參零電位

低碳機房選址方法

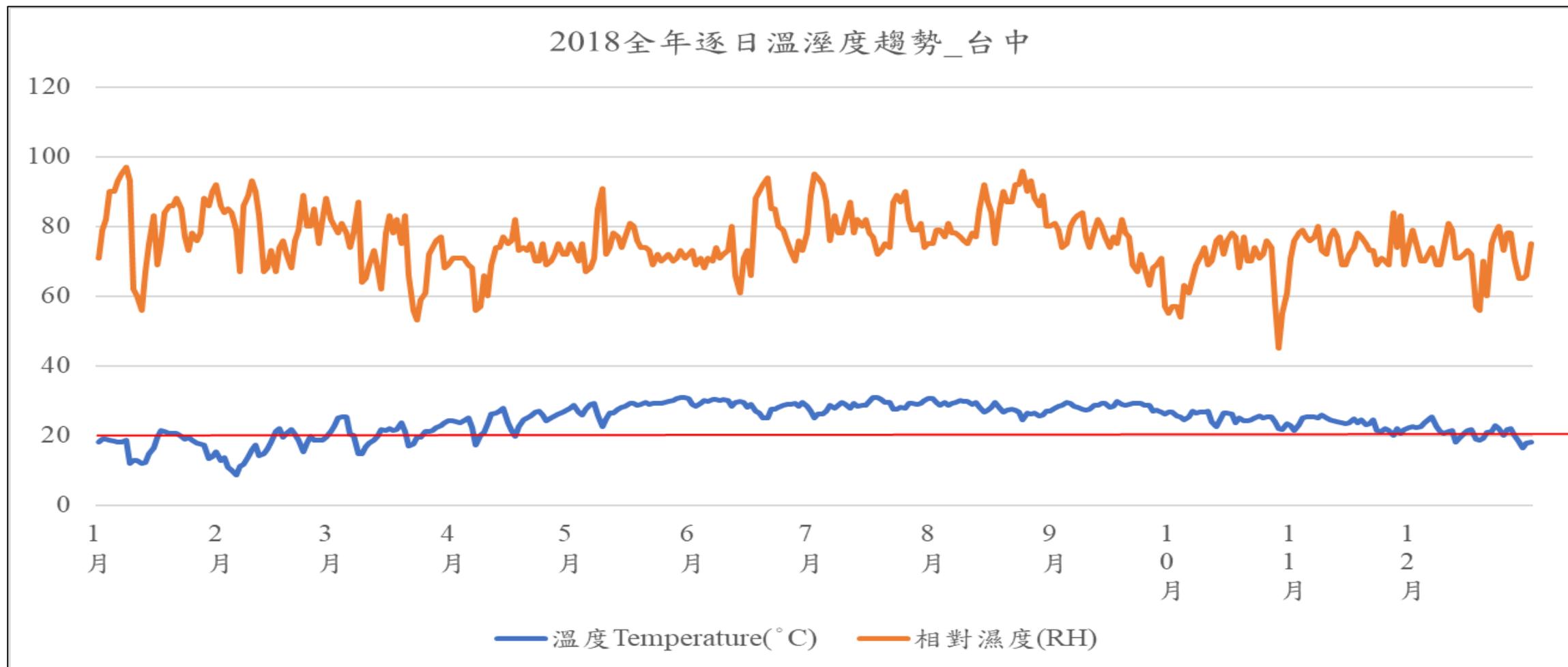
台北地區全年逐日溫溼度，低於(含)20°C之天數為86天，占全年23.43%



台北地區全年逐日溫溼度趨勢(2018,中央氣象局資料)

低碳機房選址方法

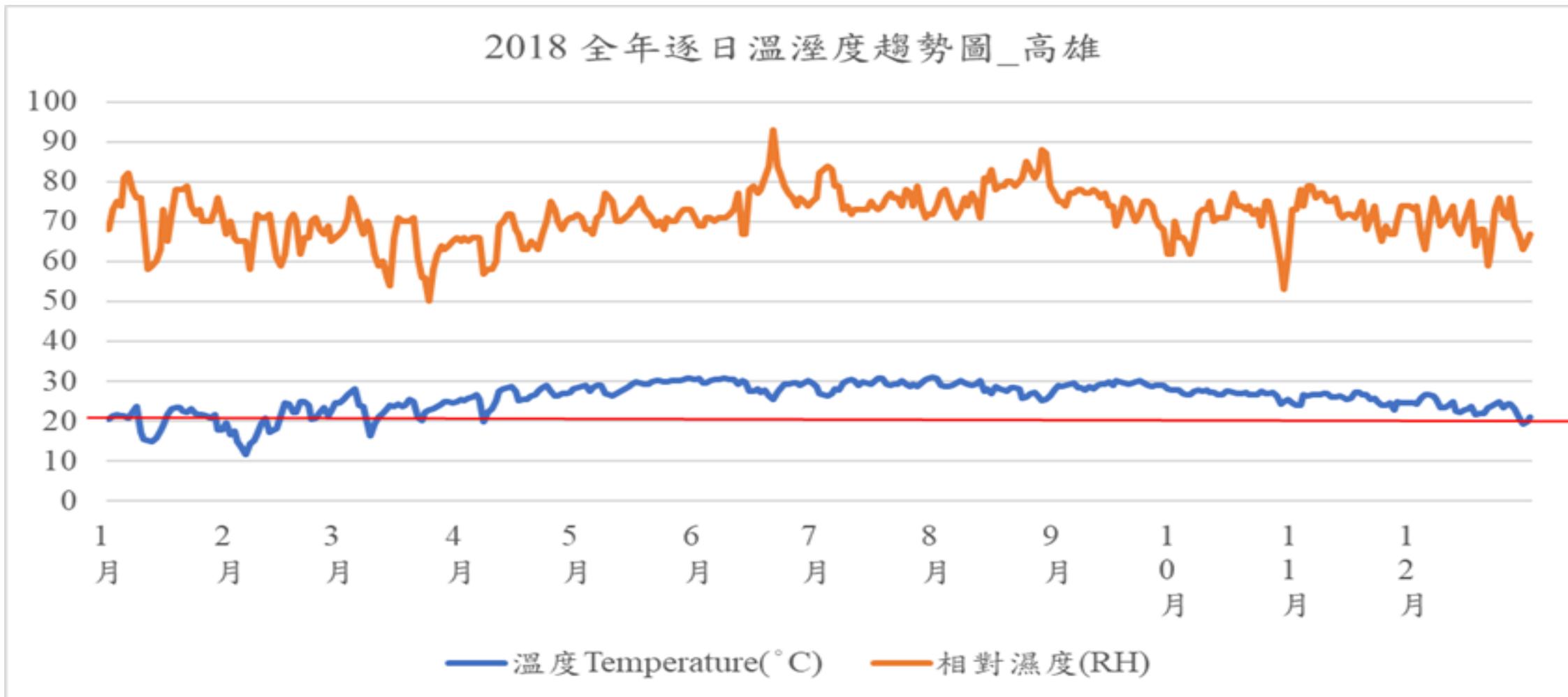
中部地區外氣溫度記錄，低於(含)20°C之天數為70天，占全年20.07%



中部地區全年逐日溫濕度趨勢(2018,中央氣象局資料)

低碳機房選址方法

南部地區外氣溫度，低於(含)20°C之天數為27天，占全年7.36%



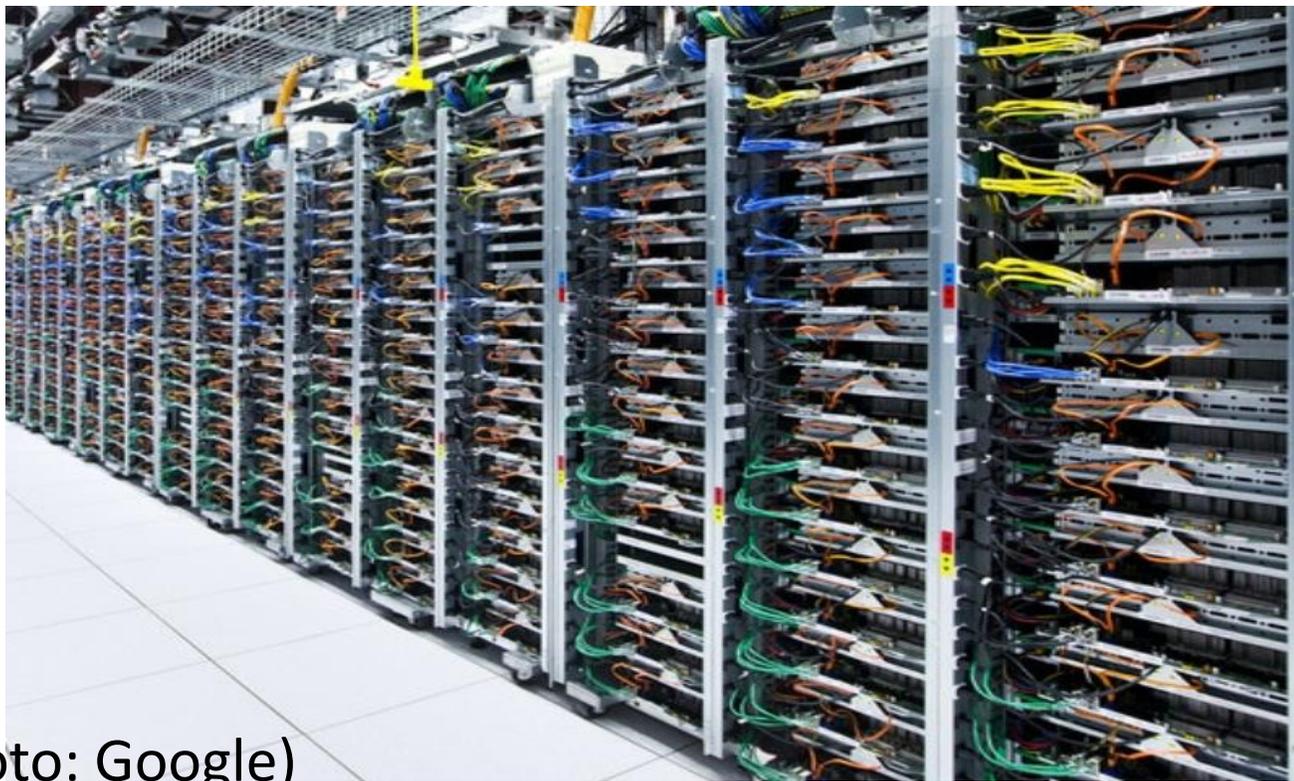
高雄地區全年逐日溫濕度趨勢(2018,中央氣象局資料)

指標1.天然地理資源

自然冷卻(free cooling)

低碳機房選址方法

過去資訊設備對運作環境的要求非常高，主要因為散熱技術問題，容易造成電子零件損壞或使用壽年減損，但近年資訊設備散熱技術及設備耐溫的演進讓雲端運算中心資訊設備對環境的要求可以降低



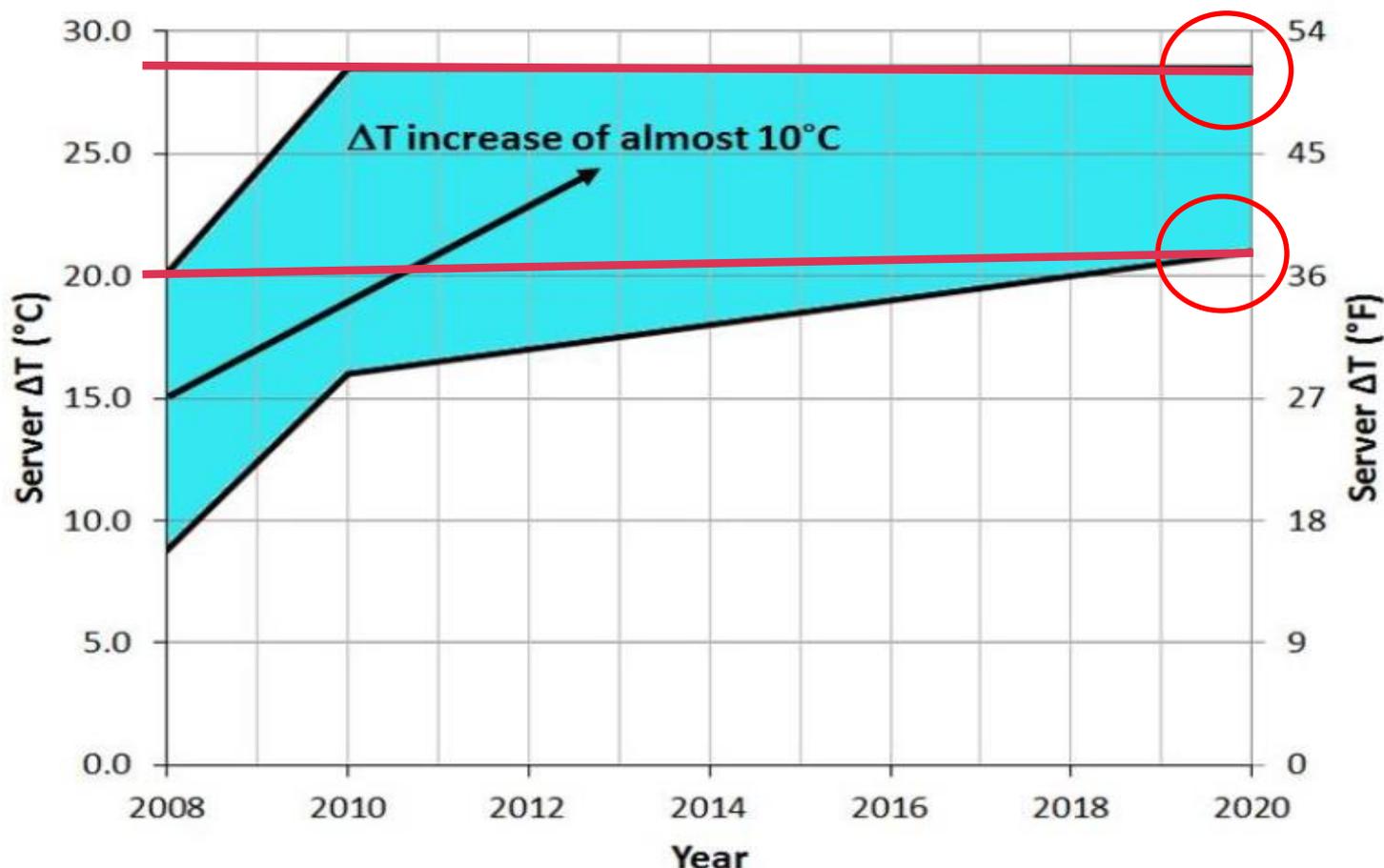
(Photo: Google)

指標1.天然地理資源

自然冷卻(free cooling)

低碳機房選址方法

ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) 的研究在過去的8年中，機房裡面資訊設備的排風溫度幾乎升高了10°C (18°F)



$q=mc\Delta t$ ，冷熱集中分流
與風量決定帶走的熱量

自然冷卻的技術主要有

- 空氣側自然冷卻節能系統

利用溫溼度或焓值偵測，在外氣條件符合雲端運算中心環控條件時將低溫空氣直接引入機房以提供部分或全負載之機房冷卻

- 水側自然冷卻節能系統

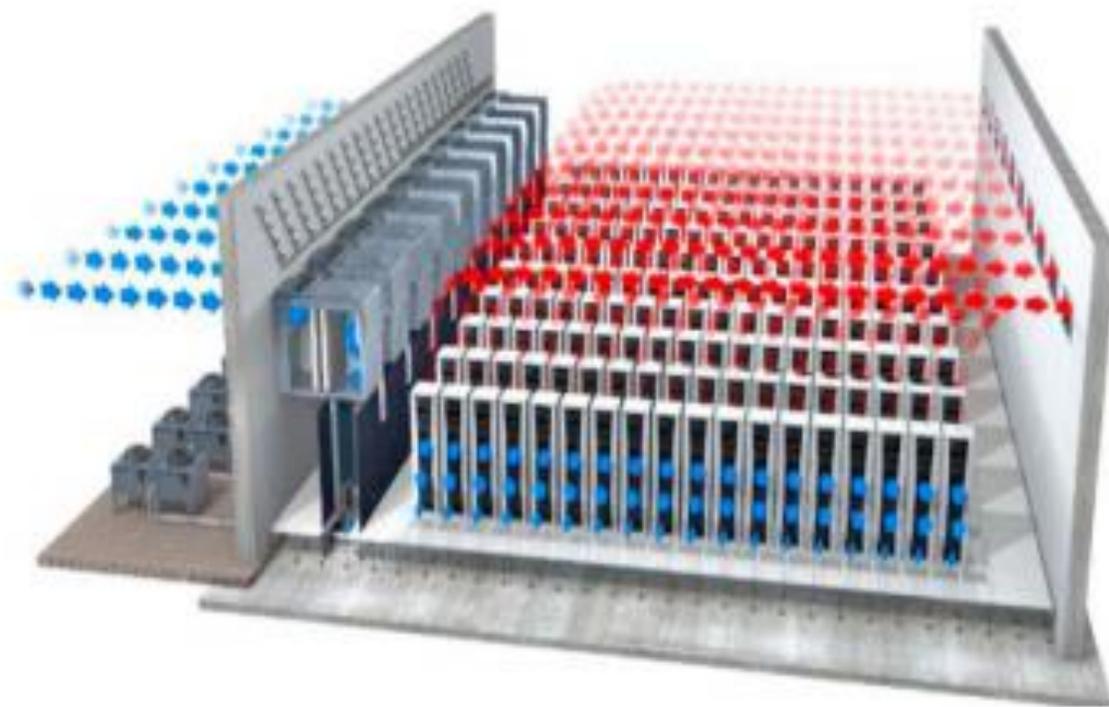
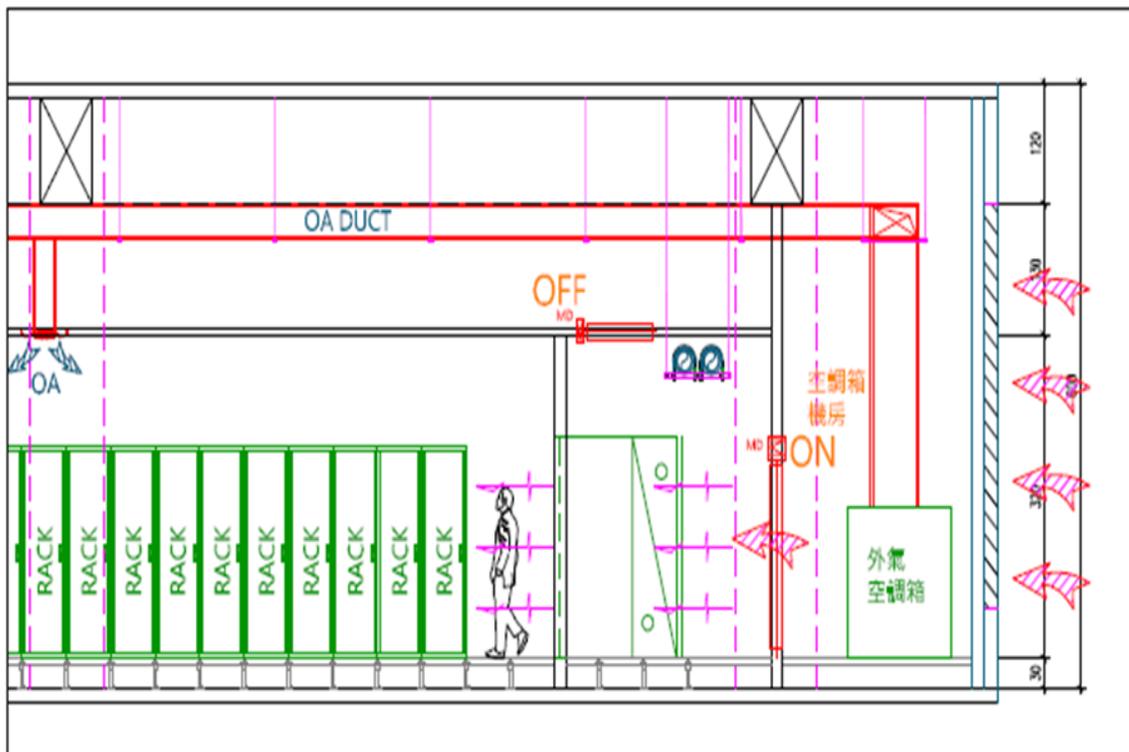
利用低乾球溫度或低濕球溫度之外氣，透過冷卻水將其降溫，並使用於冷卻機房用途，視季節條件不同可以部分取代或全部取代空調主機之冷卻量，而達到節省空調主機耗能，提升能源使用效率

指標1.天然地理資源

自然冷卻(free cooling)

低碳機房選址方法

利用風門擋板，進行外氣與回風之混合比例調整。系統可根據外氣及回風的溫度及相對濕度之感測值進行焓值之計算結果，以決定空氣側自然冷卻之啟動時機



空氣側自然冷卻節能系統

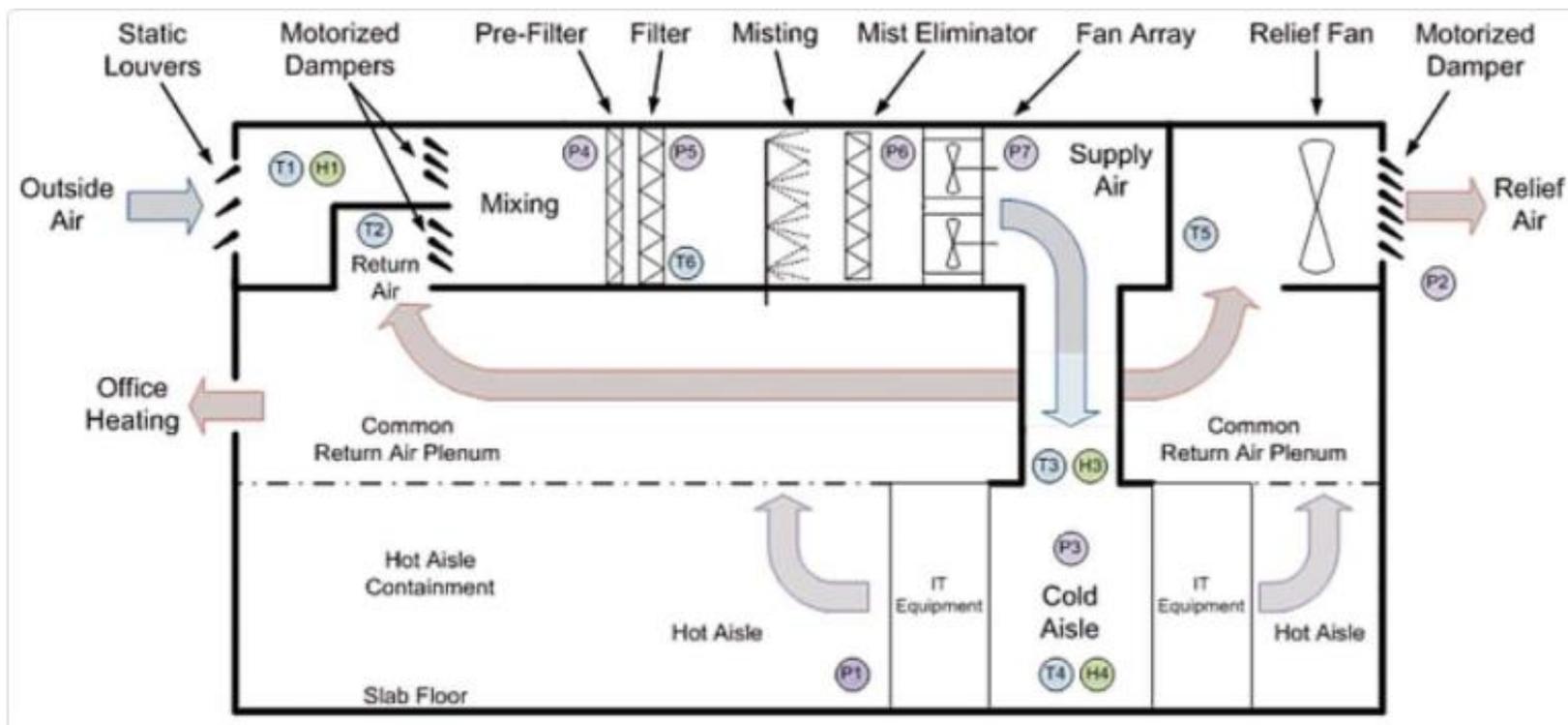
指標1.天然地理資源

自然冷卻(free cooling)

低碳機房選址方法

優點: 引進自然資源，相較於間接的預冷有比較高的效率

缺點: 建築物必須預留足夠進風空間，同時引進的外氣必須確保空氣品質除了溫度濕度以外，是否含有鹽份、揮發性有機氣體等及高速反映偵煙系統

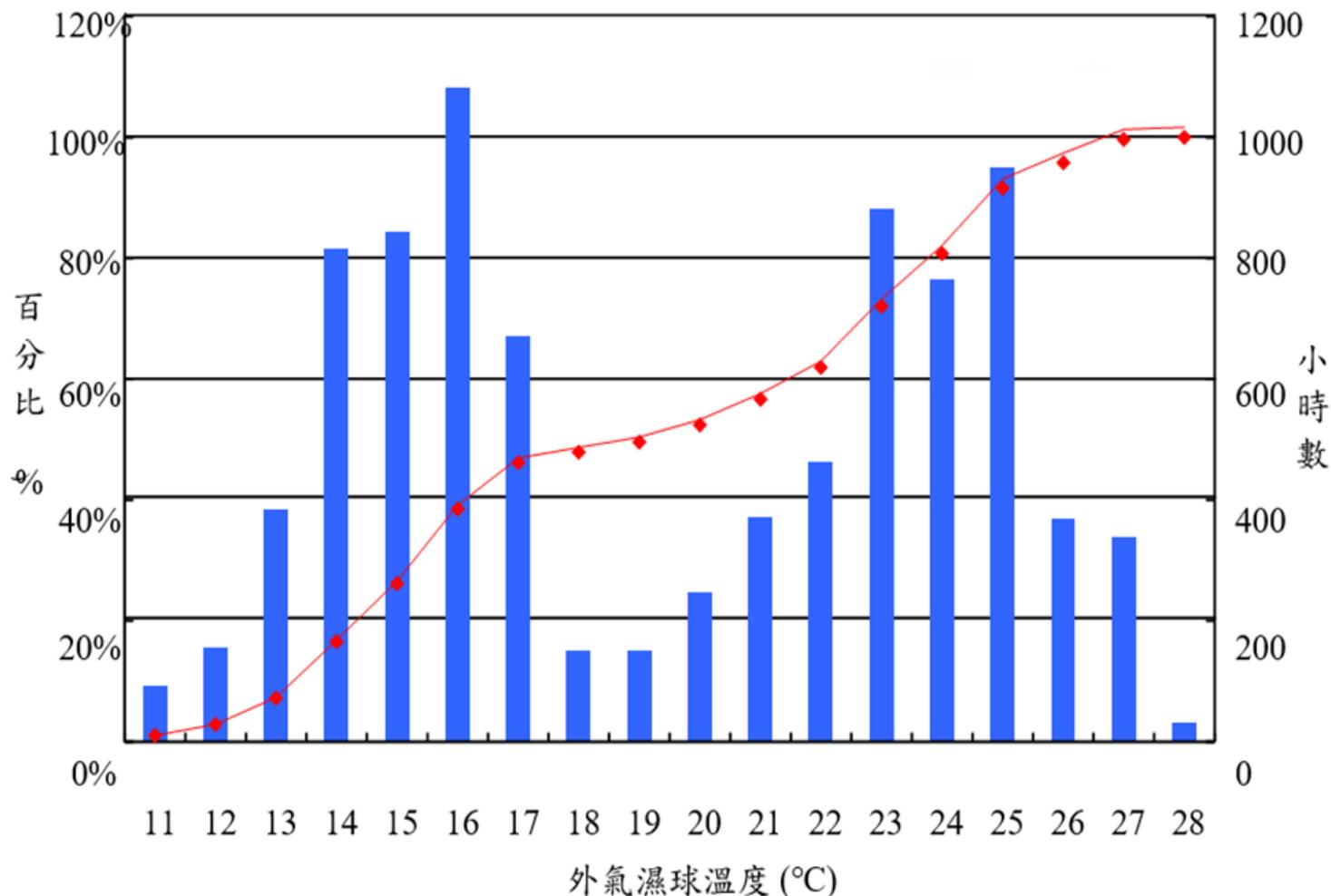


指標1.天然地理資源

自然冷卻(free cooling)

低碳機房選址方法

- 台灣地區可引進空氣側自然冷卻的天數依地區不同分別佔全年的 7%~23%，相對濕度高是另一個決定外氣引進量的變數
- 使用焓值作為判斷決定因子是比較合適的方式，以台北地區氣象條件為例，全年外氣低於乾球溫度 26°C、相對濕度 50%之焓值的時間約有40%，

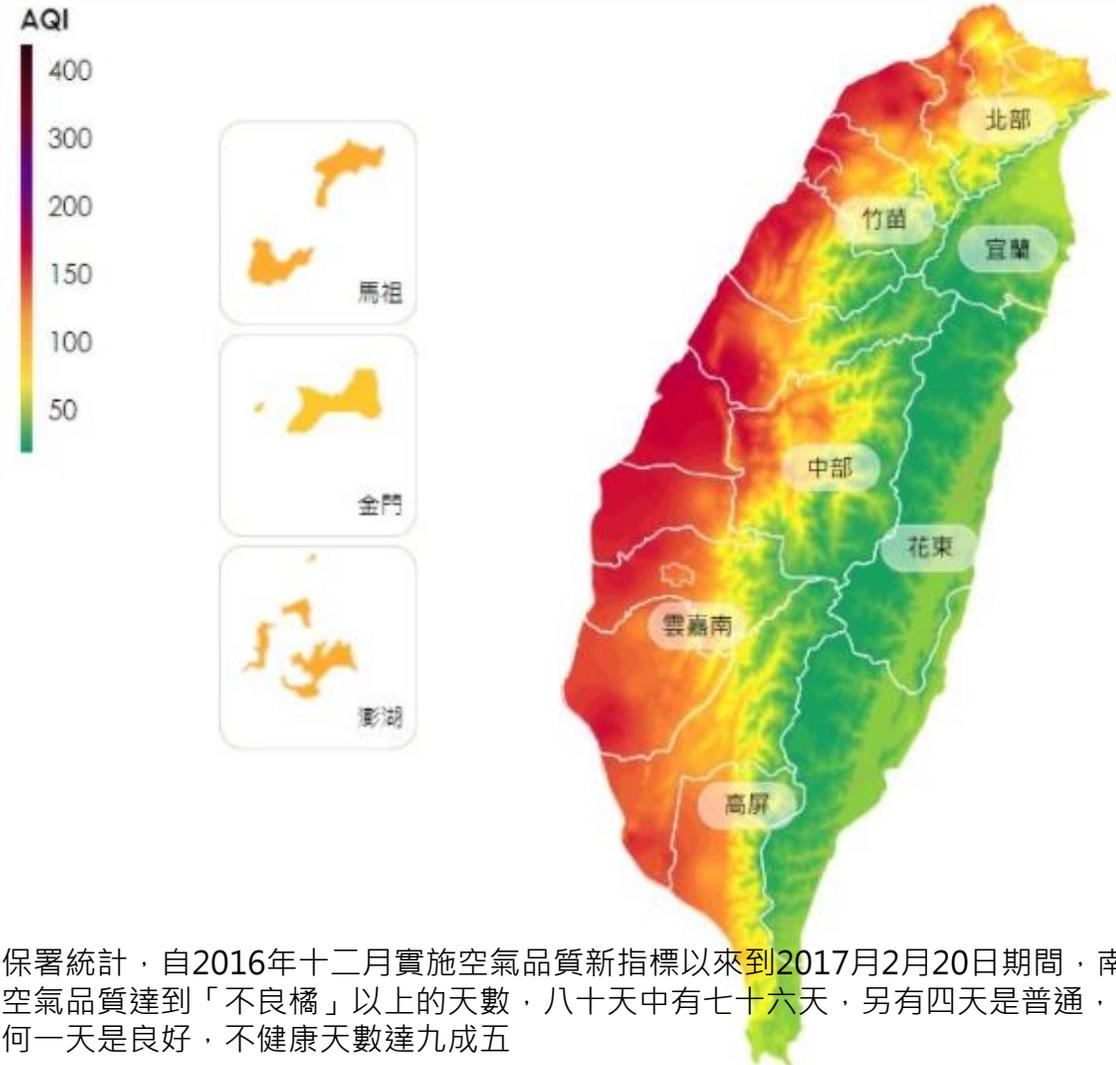


指標1.天然地理資源

自然冷卻(free cooling)

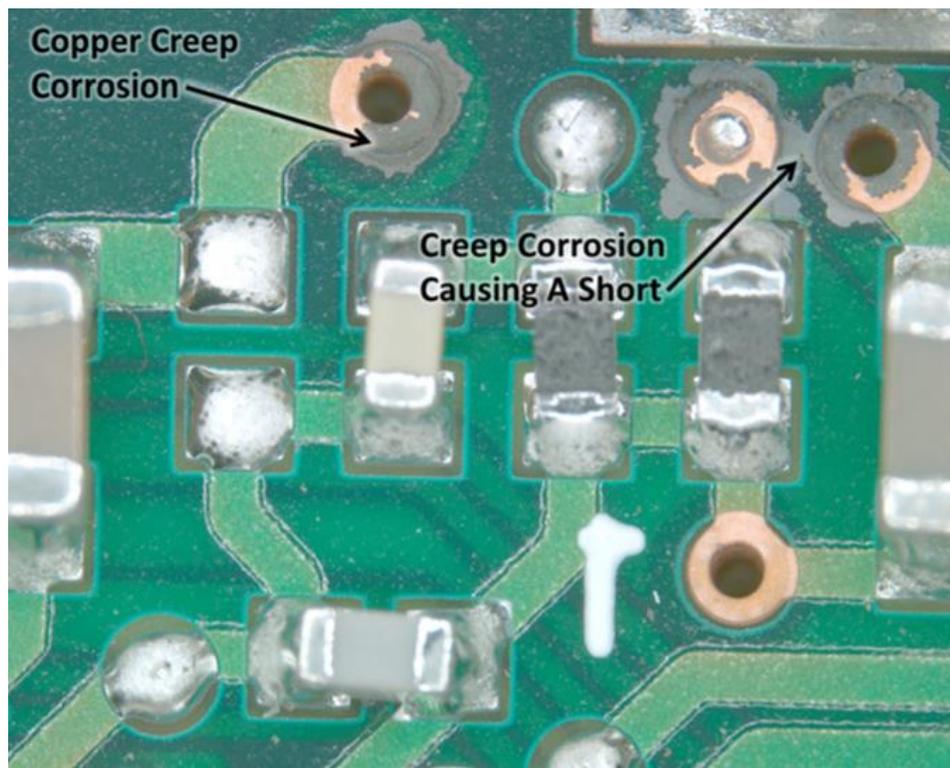
低碳機房選址方法

- 空氣側自然冷卻 空氣品質要求
- 傳統的資料中心對於換氣的需求不高，基本上為了維持嚴格的溫溼度環境要求，一般不會特別引進大量外氣或監測空氣汙染物
- 隨著使用外氣自然冷卻作為降低能源成本的方式已經逐漸成為主流，有越來越多的案例顯示，位於空氣汙染程度高的地區，電子資訊設備的故障率隨著自然冷卻的使用擴大而增加



根據環保署統計，自2016年十二月實施空氣品質新指標以來到2017月2月20日期間，南部地區空氣品質達到「不良橘」以上的天數，八十天中有七十六天，另有四天是普通，沒有任何一天是良好，不健康天數達九成五

- 空氣側自然冷卻 空氣品質要求



基於環保考量，自2006年起，歐盟開始在危害性物質限制指令RoHS(Restriction of Hazardous Substances Directive)限制使用含鉛的焊料，導致印刷電路板PCB (Printed circuit board) 增加了接點氧化及腐蝕而導致電子零件與通訊基板的重要組件故障率。

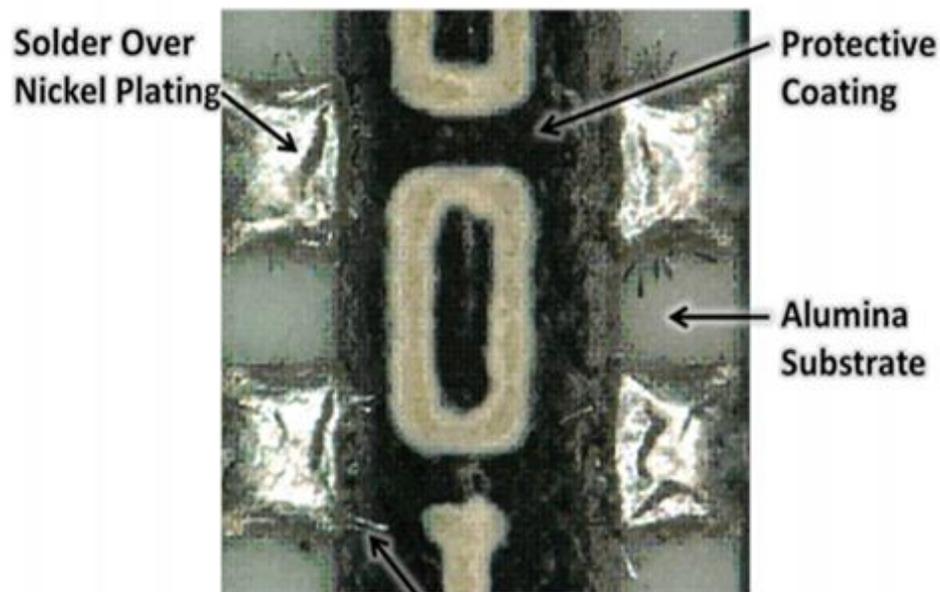
無鉛印刷電路板表面腐蝕(圖片來源ASHRAE 2011 Gaseous and Particulate Contamination Guidelines For Data Centers)

指標1.天然地理資源

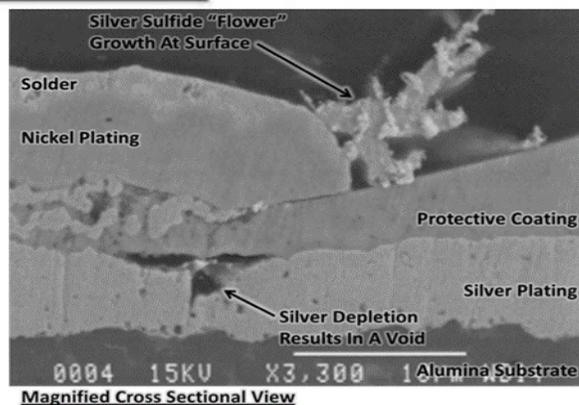
自然冷卻(free cooling)

低碳機房選址方法

- 空氣側自然冷卻 空氣品質要求



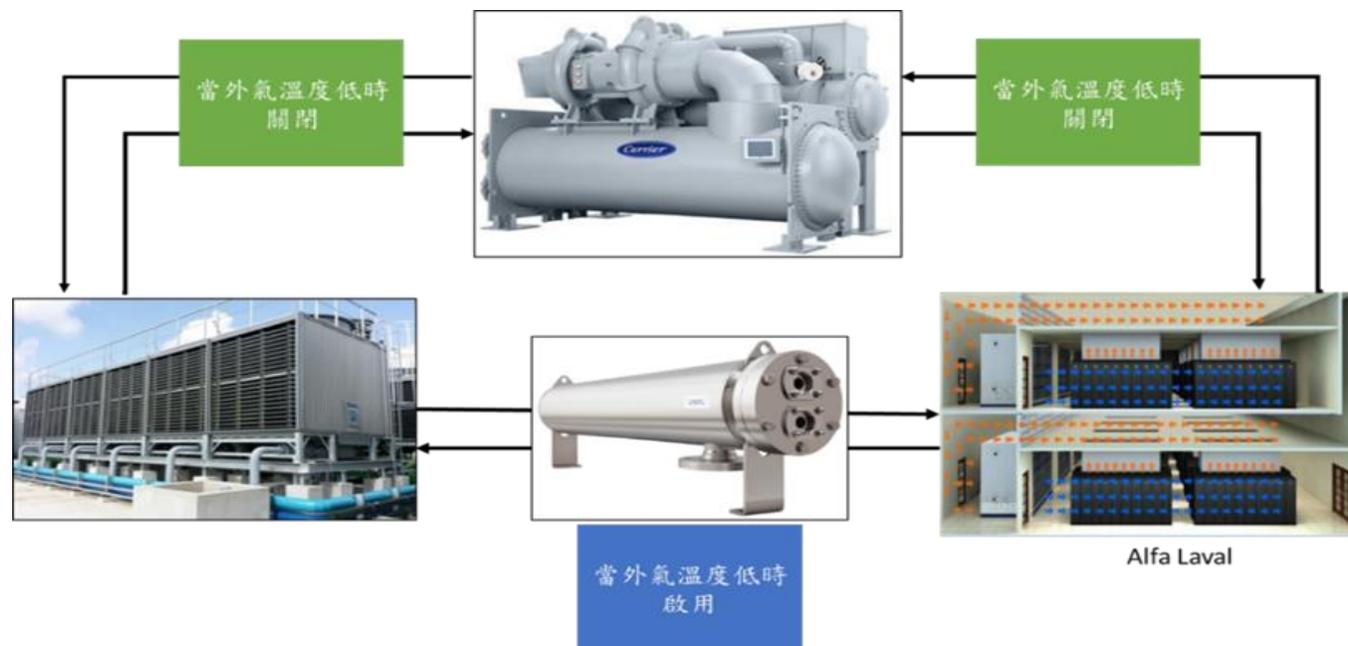
Plan View (Resistor Pack) Silver Sulfide "Flower" Growth



- 電氣短路造成的原因主要是由於電路導電材質「銅」的氧化腐蝕、內層微短路現象 (Conductive Anodic Filament)或濕性顆粒物質污染沉積，降低表面絕緣電阻。
- 電路板電路開路可能原因也和空氣汙染相關，例如表面貼裝的銀端子的腐蝕脫離或是焊有電阻器元件的接腳鬆脫

- 水側自然冷卻

間接自然冷卻方法是當外氣焓值條件符合使用條件時，將冰水主機系統之冷卻水經過冷卻水塔進行散熱降溫，再利用熱交換器間接冷卻冰水迴路，降低製冷主機之冷卻負載，以達到節能之目的，若冷卻水水溫足夠低，則有可能停止製冷主機之運作



低碳機房選址方法

在雲端運算中心的冷卻散熱中，最關鍵的耗能設備是空調主機，在一個電力使用效率為1.7(Power Usage Effectiveness)=1.7的一般資料中心，空調主機所佔的耗能比例可以高達百分之二十以上，如表.7中央空調主機對國際資料中心(IDC)PUE之影響，當空調主機每節能百分之五時，整體電力使用效率(PUE)則至少提升百分之一

中央空調主機節能率	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%
IDC PUE變化率	1.7	1.68	1.67	1.65	1.63	1.62	1.60	1.58	1.57	1.55	1.54

低碳機房選址方法

- 靠近再生能源區域設址，有較高機會直接供應，台灣法規(再生能源發展條例)採電證合一，採用轉供則需要另一筆費用
- 台灣地區常用再生能源為風力、太陽能及水力，風力座落區域為西部 彰化沿岸
太陽能則以彰化、雲林、嘉義、台南發電效率最佳



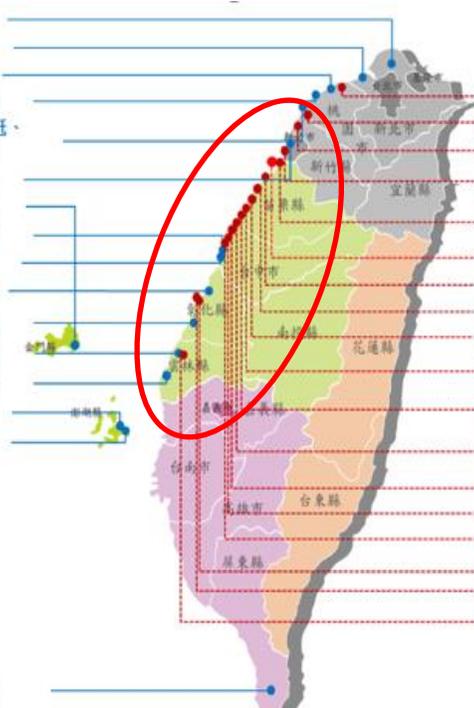
指標1.天然地理資源

自然冷卻(free cooling)

低碳機房選址方法

風力

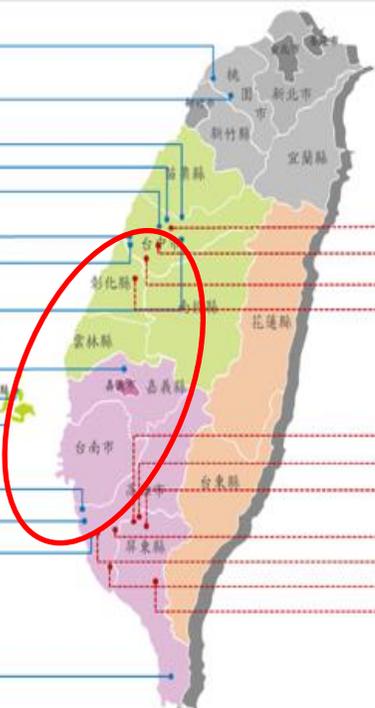
- 石門風力(6部 660瓩: 3960瓩)
- 林口風力(3部 2000瓩: 6000瓩)
- 蘆竹風力(8部 900瓩: 7200瓩)
- 觀音風力(20部 1500瓩: 30000瓩)
- 大潭風力(3部 1500瓩、2部2300瓩、3部 2000瓩: 15100瓩)
- 香山風力(6部 2000瓩: 12000瓩)
- 金沙風力(2部 2000瓩: 4000瓩)
- 中港風力(18部 2000瓩: 36000瓩)
- 中火風力(3部 2000瓩: 6000瓩)
- 彰工風力(35部 2000瓩: 71200瓩)
- 王功風力(10部 2300瓩: 23000瓩)
- 雲寮風力(23部 2000瓩: 46000瓩)
- 四湖風力(14部 2000瓩: 28000瓩)
- 中屯風力(8部 600瓩: 4800瓩)
- 湖西風力(6部 900瓩: 5400瓩)
- 恆春風力(3部 1500瓩: 4500瓩)



- 觀威觀
- 桃威新
- 豐威後
- 豐威新
- 苗栗竹
- 海洋竹
- 崎威崎
- 苗栗大
- 苗栗通
- 龍威後
- 東鎮後
- 安威大
- 中威大
- 安威大
- 清風清
- 鹿威鹿
- 鹿威彰
- 禾風寮

太陽能

- 大潭光電(651瓩)
- 中大光電(40瓩)
- 卓蘭光電(42瓩)
- 中儲光電(92瓩)
- 后里光電(91瓩)
- 中火光電(2123瓩)
- 龍井光電(6486瓩)
- 新伯公光電(116瓩)
- 金沙光電(528瓩)
- 民雄光電(60瓩)
- 尖山光電(71瓩)
- 七美光電(155瓩)
- 興達光電(1627瓩)
- 永安光電(4637瓩)
- 路北光電(60瓩)
- 核三光電(1458瓩)



- 森勁電力三期(3)
- 森勁電力一二期
- 昱鼎電業高錳扁
- 摩特電力一廠(8)
- 高屏砂能豐盛里
- 台灣砂能(384瓩)
- 高屏砂能鹽埔(7)
- 昱鼎電業高錳扁
- 昱鼎電業高錳北
- 昱鼎電業高捷大
- 廣進砂能(688瓩)

水力

- 桂山發電廠(分廠: 桂山、烏來、粗坑、軟橋)
- 蘭陽發電廠(分廠包括: 圓山、天埤)
- 卓蘭發電廠
- 大甲溪發電廠(分廠包括: 德基、青山、谷關、天輪、馬鞍、后里、社寮)
- 萬大發電廠(分廠包括: 萬大、霧社)
- 大觀發電廠(分廠包括: 大觀一廠)
- 明潭發電廠(分廠包括: 鉅工、水里、濁水、北山)
- 東部發電廠(分廠包括: 碧海、龍澗、龍溪、水篋、銅門、榕樹、初英、溪口、清水、清流、立霧)
- 名間發電廠
- 西口發電廠
- 烏山頭發電廠
- 曾文發電廠
- 卑南發電廠
- 高屏發電廠(分廠包括: 竹門、六龜)



低碳機房選址方法

可靠穩定且充足的外部電力供應是雲端運算中心營運的命脈

依美國電信產業協會ANSI/TIA-942資料中心電信基礎設施標準，資料中心的電力要求如下，區域電力供應商應該能提供足夠的電力給資料中心，並且滿足所有的初始和將來的電力需求。

選址上可以供電充裕之工業區及科學工業園區及各主要超高壓變電站可靠餘裕容量為依據

指標2.基礎設施

電力供應能力

低碳機房選址方法

自電源側特高壓或高壓變電站、發電機，管道間都必須考量規劃一倍以上的機電空間，代表建置成本與空間需求倍增

企業級雲端運算中心，無中斷維修的可能，Tier3的設計可容許線上維修，所以此等級為雲端運算中心的基本需求。

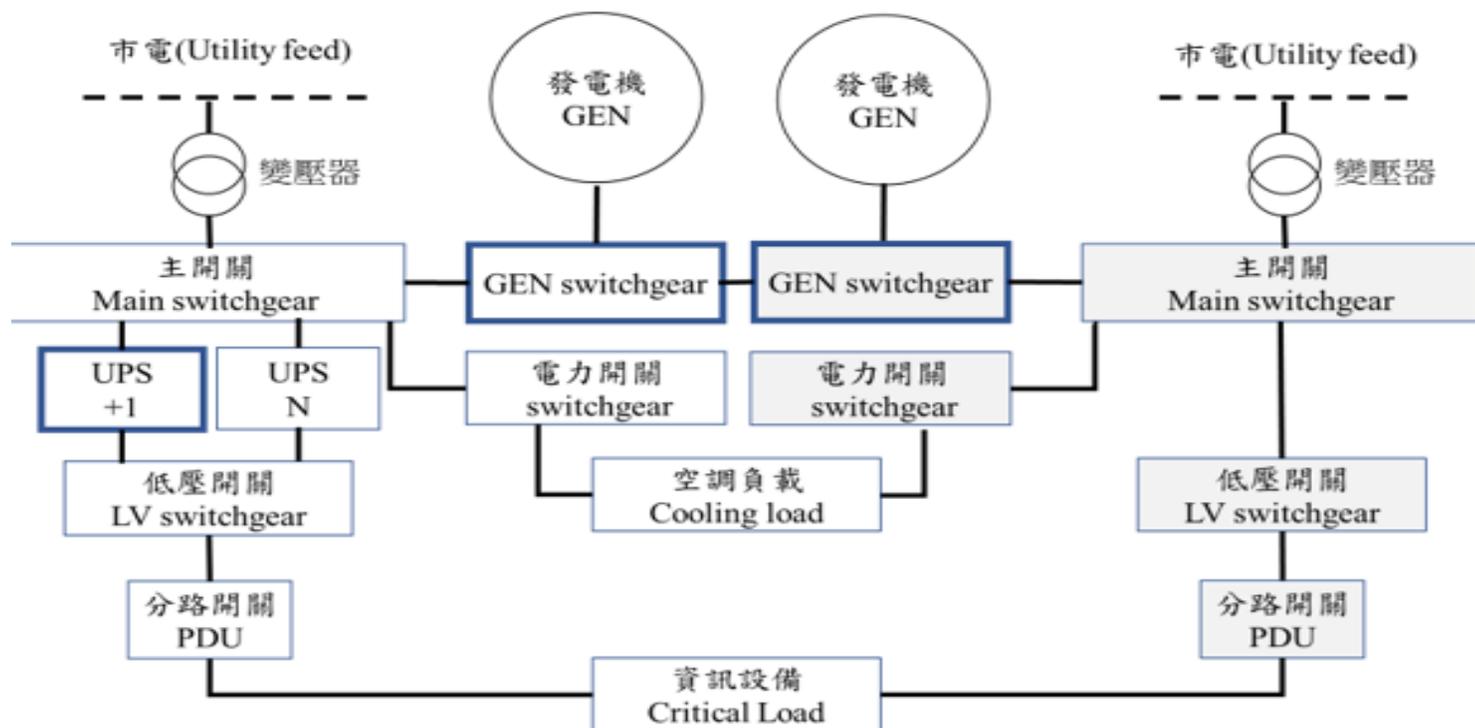


圖 6 tier3 等級 電力配置示意圖(參考 TIA-942 標準自行繪製)

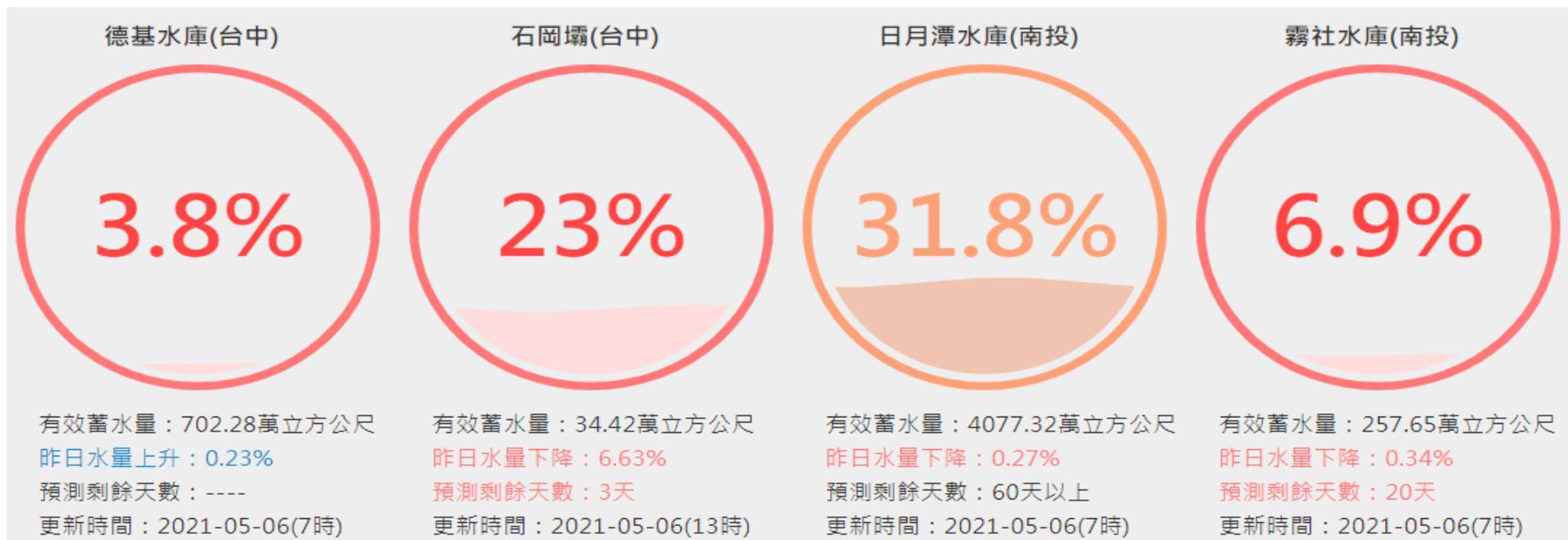
低碳機房選址方法

契約容量	供電電壓原則	
未滿 100 瓩	應以低壓供電	
100 瓩以上、未滿 1,000 瓩 (22.8 千伏特線路供電地區未 滿 2,000 瓩)	1.應以高壓供電。 2.契約容量未滿 500 瓩者，得以 220/380 伏特供電。	380V/220V
1,000 瓩以上(22.8 千伏特線 路供電地區 2,000 瓩以上)、未 滿 30,000 瓩	除下列情形外，應以 69 千伏特供電： 1.11.4 千伏線路供電地區契約容量未滿 5,000 瓩或 22.8 千伏 特線路供電地區契約容量未滿 10,000 瓩，用戶申請以高壓供 電者，如技術無困難得以高壓供電。 2.用電整體規劃地區採 11.4 千伏特配電，契約容量未滿 7,500 瓩，用戶申請以高壓供電者，如技術無困難得以 11.4 千伏 供電。契約容量 5,000 瓩以上者，並應同時提出經常用電備 用電力申請，以兩回線經常供電。 3.用電整體規劃地區採 22.8 千伏配電，契約容量未滿 15,000 瓩，用戶申請以高壓供電者，如技術無困難得以 22.8 千伏供 電。契約容量 10,000 瓩以上者，並應同時提出經常用電備用 電力申請，以兩回線經常供電。	22.8KV
30,000 瓩以上、未滿 225,000 瓩	1.應以 161 千伏特供電。 2.契約容量未滿 60,000 瓩者，如技術無困難者或以 69 千伏 特供電為宜，得以 69 千伏特供電。 3.契約容量 40,000 瓩以上採 69 千伏特供電者，並應同時提 出經常用電備用電力申請，以兩回線經常供電。	69KV
225,000 瓩以上	1.應以 345 千伏特供電。 2.契約容量未滿 450,000 瓩者，如技術無困難者或以 161 千 伏特供電為宜，得以 161 千伏特供電。 3.契約容量 225,000 瓩以上採用 161 千伏特供電者，並應同 時提出經常用電備用電力申請，以兩回線經常供電。	161KV
		345KV

低碳機房選址方法

充足的水源對雲端算中心持續營運非常重要，因為水主要作為雲端運算中心的冷卻使用

台灣的原水供應來源主要從地面、地下水源與水庫蓄水量聯合調配運用，以「台灣自來水公司」為例，2017年各種水源的取水量約30.89億噸，其中地下水4.24億噸佔13.73%，地面水9.93億噸佔32.14%，水庫水16.72億噸佔54.13%

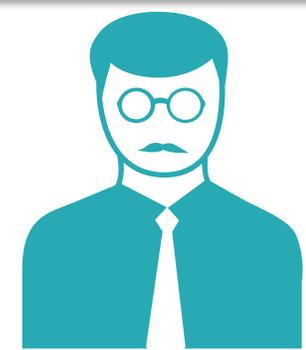


彰化縣因無水庫及河川水可供自來水水源，大部分水源取自地下水

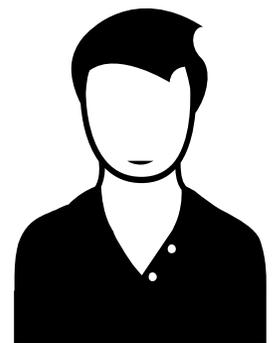
指標2.基礎設施

交通便利程度

低碳機房選址方法



客戶



設備商



機房維運

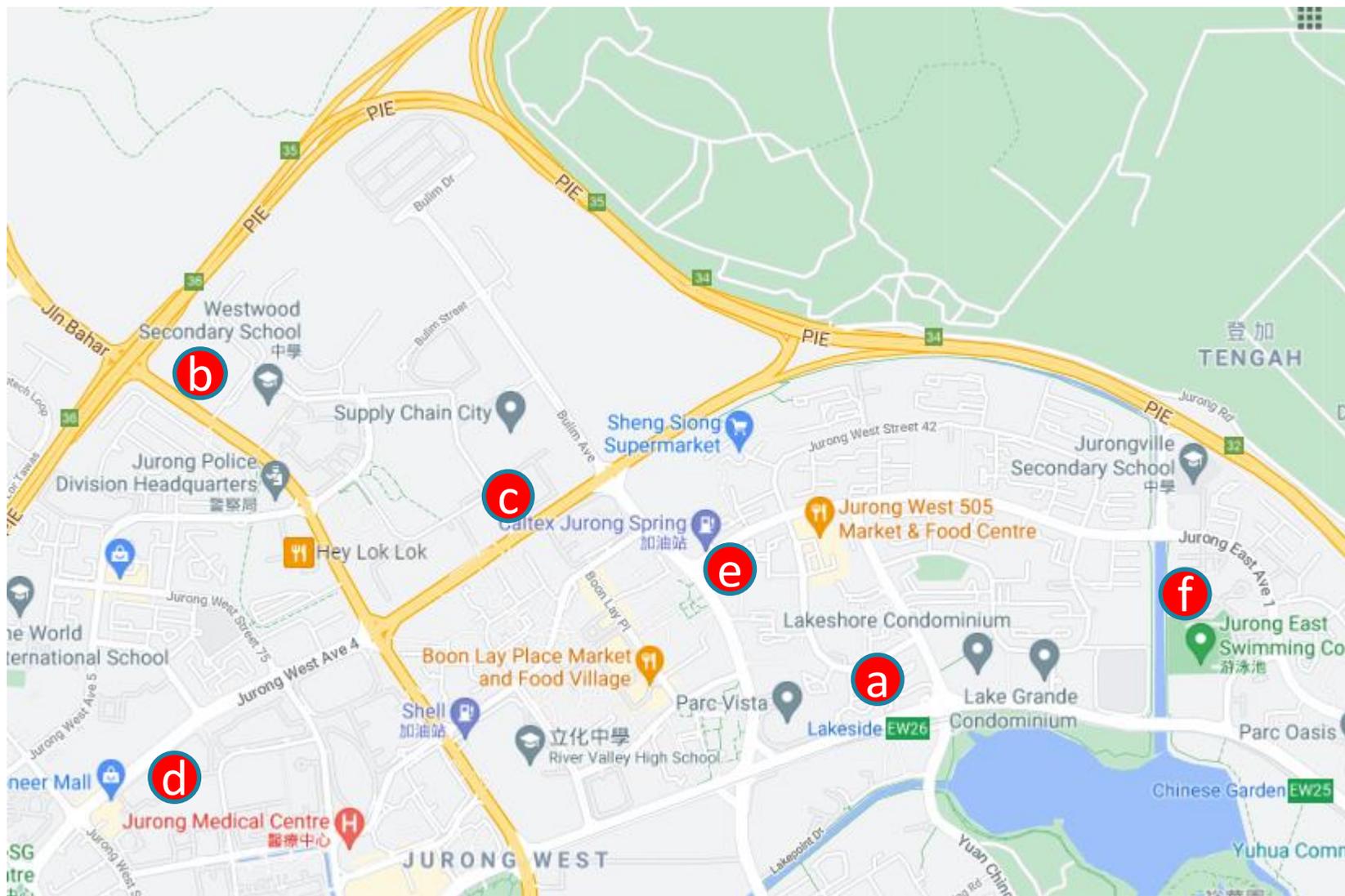


維修保養

指標2.基礎設施

交通便利程度

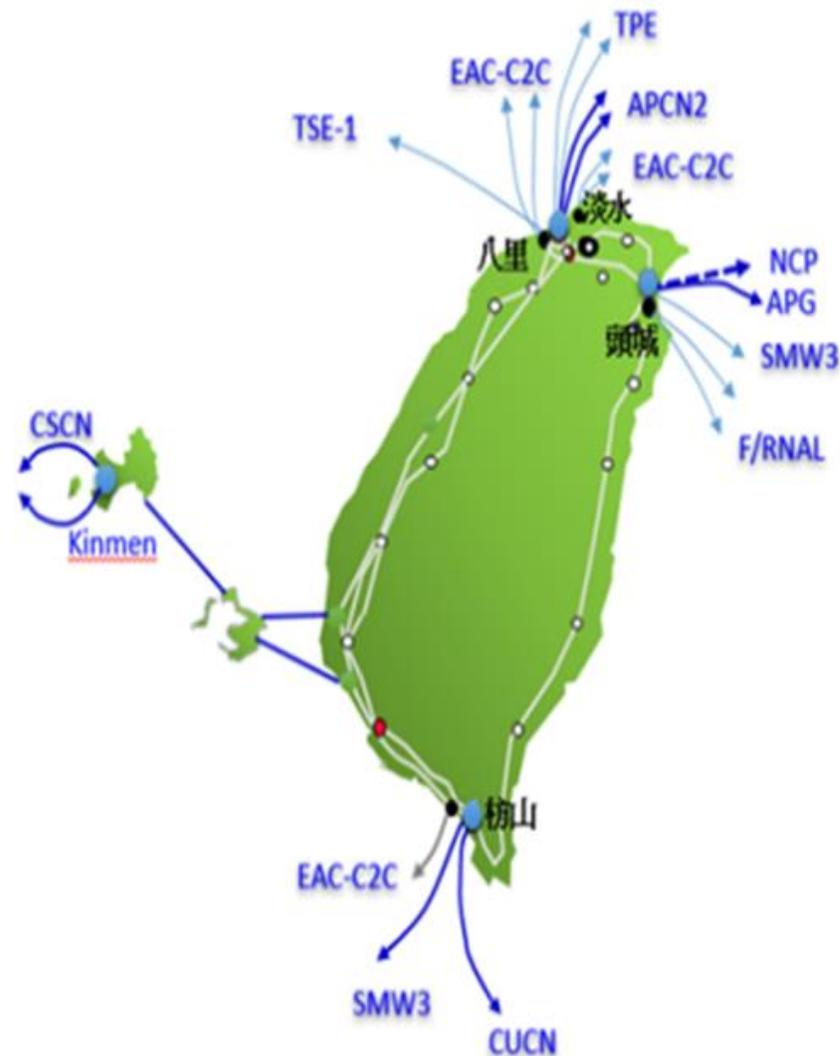
低碳機房選址方法



哪一個地方最適合設置 IDC?

大多數的數據流量都必須與國際介接，而對國際連接皆需要透過骨幹網路與網路交換中心連結，最後再傳送到國際海纜站

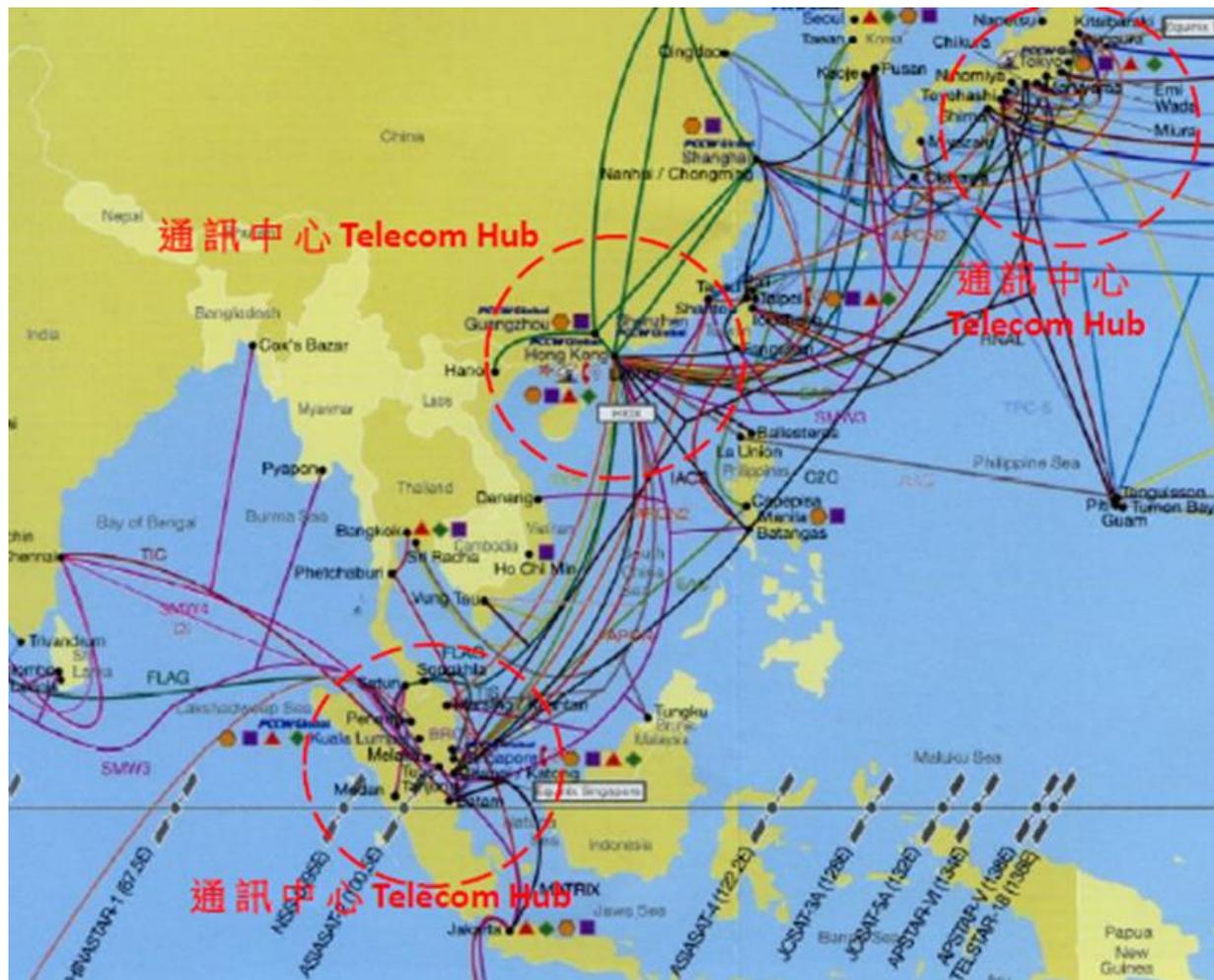
管道與傳輸的建置非常昂貴，且施工須受地方政府管制，時程上不容易控制，機房規劃時也要預留進入建築物的位置是分屬至少兩個以上不同入口



指標2.基礎設施

專用管道與骨幹網路傳輸

低碳機房選址方法



- 在鐵路或主要高速公路0.8公里（1/2英里）以內
- 距離機場、研究實驗室、化工廠、垃圾掩埋場、河流、海岸線、或大壩0.4公里（1/4英里）以內
- 距離軍事基地0.8公里（1/2英里）以內的地方
- 距離核電廠、軍火廠、或防禦工程1.6公里（1英里）以內的地方
- 相鄰有外國使館及其他高危險的區域



指標3.鄰近人為風險

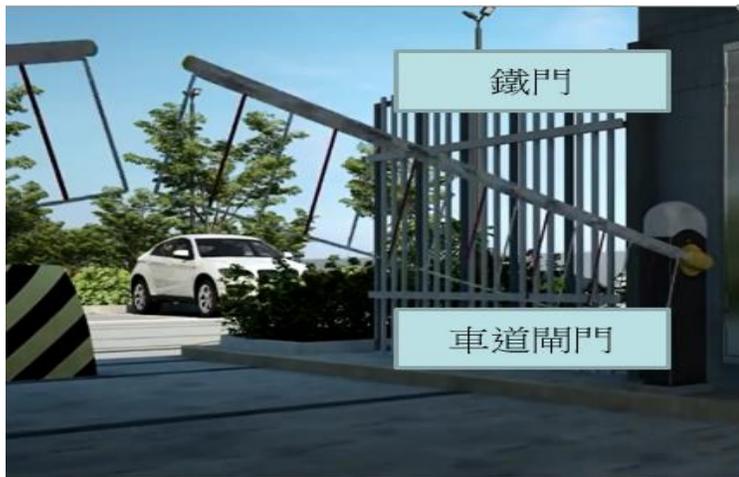
防恐阻絕

低碳機房選址方法

The United States .. thwarted a terrorist attack that targeted the Amazon data center

April 12, 2021

0



指標4.成本因素

建築法規限制

低碳機房選址方法

雲端運算中心的建設成本主要有土地購買及整地改良成本、建築成本，設備及傳輸成本，其中土地購買及整地成本與選址有絕對關係，傳輸建置成本則需依據是否自行興建來評估

	工業區類別	建蔽率	容積率	汙染程度
→	都市計畫內	科學園區及加工出口區	各別規定之	各別規定之(中、高汙染)
	都市計畫內	特種工業區	40%	最高汙染
	都市計畫內	甲種工業區	50%	高汙染
→	都市計畫內	乙種工業區	60%	中汙染
	都市計畫內	零星工業區	70%	低汙染
→	都市計畫外	乙種建築用地	70%	低汙染

低碳機房選址方法

指標5. 地方政策及人力資源

雲端產業是各國政府積極推廣的前瞻項目，各地方政府依照工商業投資招商目標，設置有各種優惠獎勵措施，

雲端運算中心的營運需要高科技人員進駐，但現代化的雲端運算中心所需人力不高，常駐人員可分為第一線與第二線人員

第一線主要屬於需要輪班並直接負責機房營運的員工，包含網管和機電設施與安全行政人員

第二線則是管理規劃管理工程師，此項因素對選址的加權比例低於其他

Google 第3座資料中心 落腳雲林縣	
地點	雲林科技工業區竹圍子區科加段169號等6筆土地
面積	6萬741坪
購地價格	每坪6萬元
購地總價	36億4450萬元
投資金額	外傳200億元

低碳機房選址方法

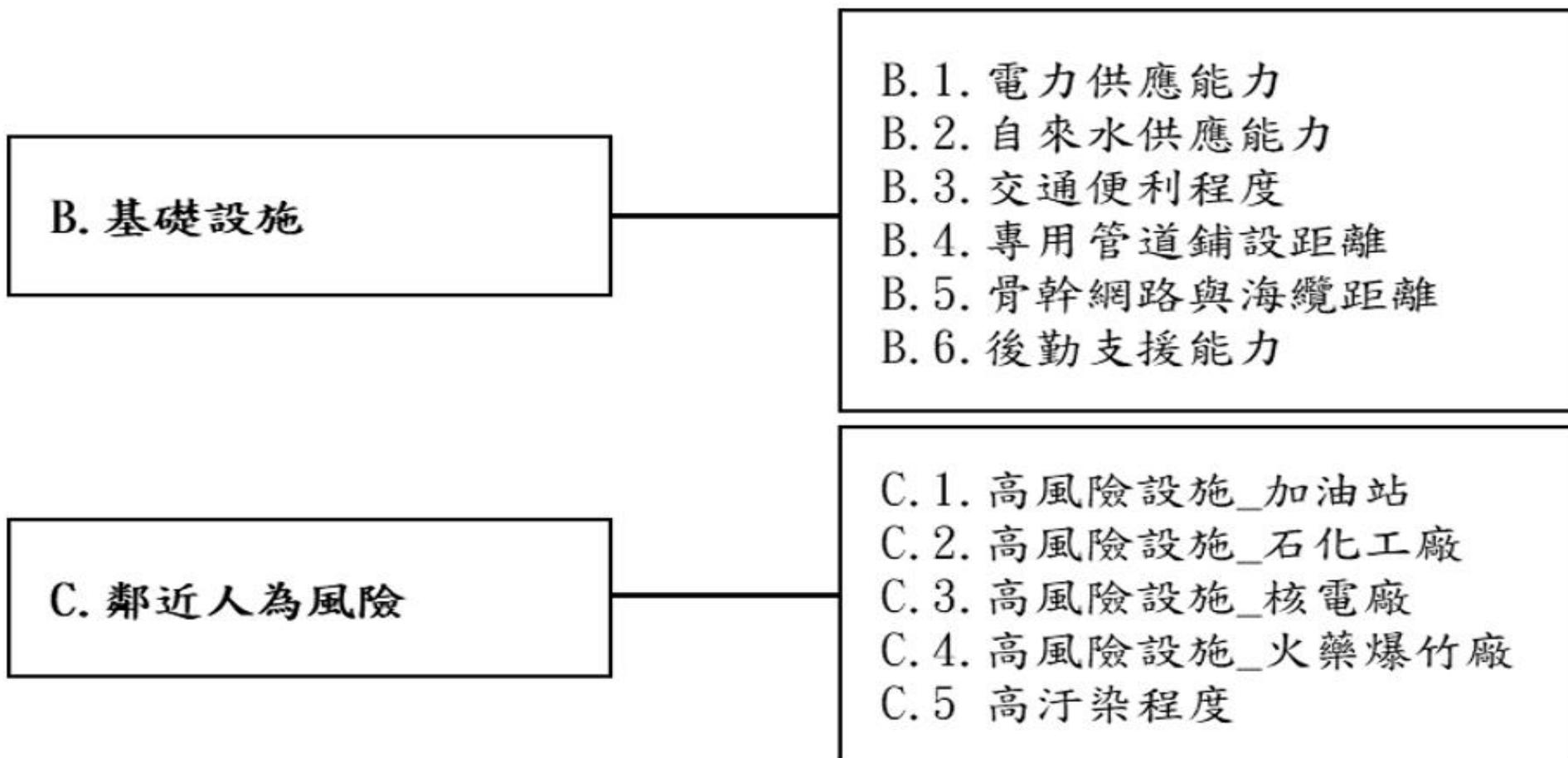
低碳雲端運算中心指標與評估準則

A. 天然地理資源

- A. 1. 1 年平均溫濕度
- A. 1. 2. 空氣品質條件
- A. 1. 3. 熱島效應區域
- A. 2. 1 洪水
- A. 2. 2 地震
- A. 2. 3 是否地處特別空曠
- A. 2. 4 土石流
- A. 2. 5 火山
- A. 2. 6 海嘯
- A. 3. 1 土壤條件
- A. 3. 2 接地阻值
- A. 4. 1 可引進自然冷卻天數
- A. 4. 2 鄰近可利用之河川
- A. 4. 3 再生能源直供區域

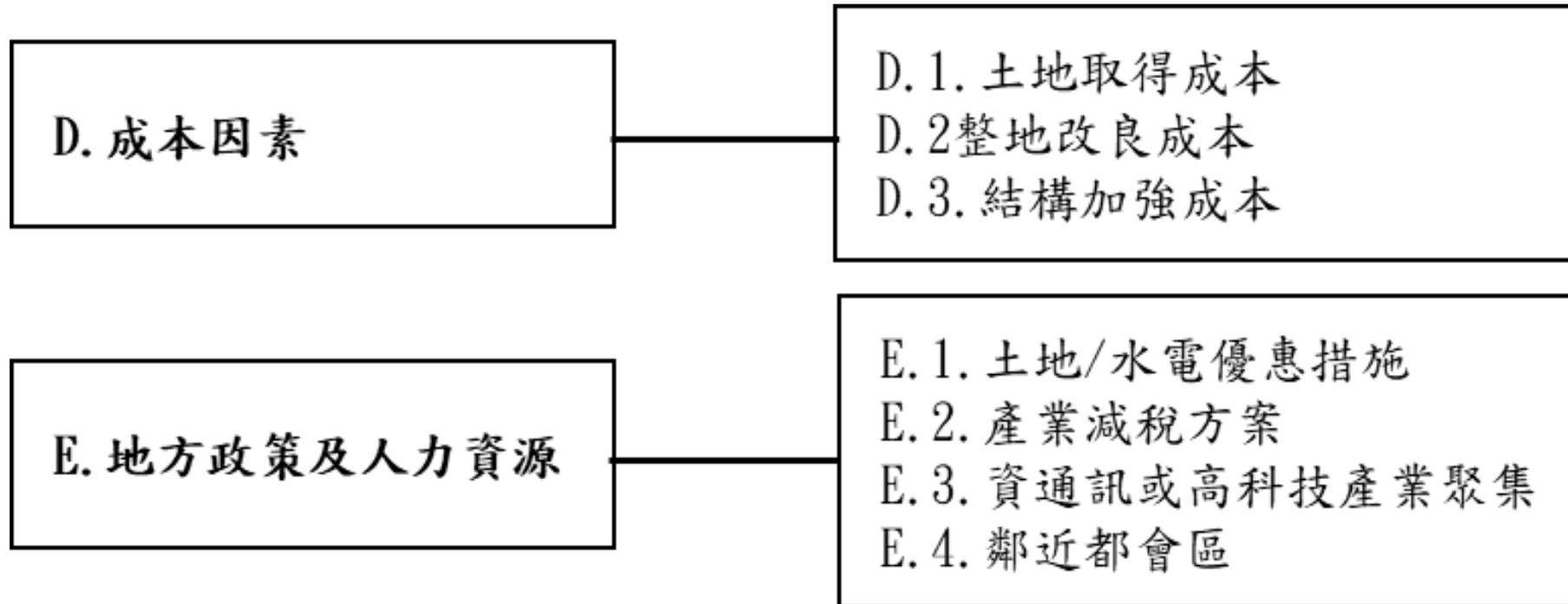
低碳機房選址方法

低碳雲端運算中心指標與評估準則



低碳機房選址方法

低碳雲端運算中心指標與評估準則



低碳機房選址方法

低碳雲端運算中心指標與評估準則

雲端運算中心的選址是營運商的重大決策，參考相關文獻及實務，全面考量低碳節能與其他重要考量，雲端運算中心之選址的指標權重如下所示：

	A	B	C	D	E
指標	天然地理資源	基礎設施	鄰近人為風險	成本因素	地方政策與人力資源
權重比例	23%	28%	16%	20%	13%

能源效率提升關鍵

轉型與挑戰

- 台灣本土資料中心規模不大，營運成本與能源耗用均高
- 地理上缺乏自然冷卻條件，空調及冷卻水耗能比例偏高
- 既有資料中心無法中斷進行大規模改善,建置成本高難以成為異地雲體系

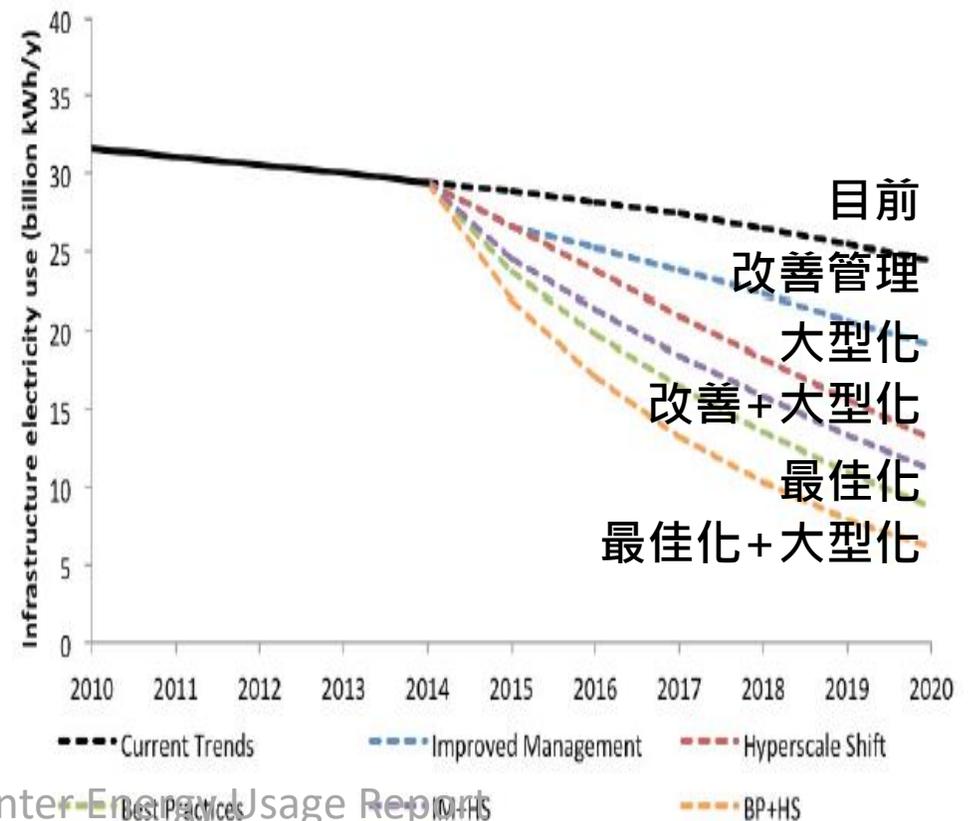
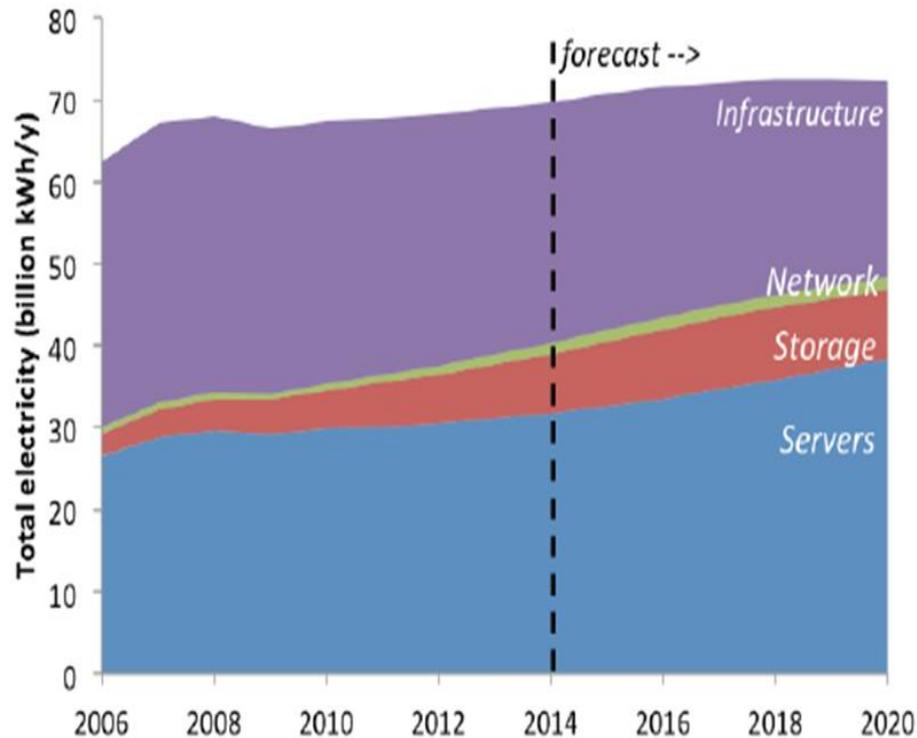
Space Type	IT	Transformer	UPS	Cooling	Lighting	Total PUE
Closet	1	0.05	-	0.93	0.02	2.0
Room	1	0.05	0.2	1.23	0.02	2.5
Localized	1	0.05	0.2	0.73	0.02	2.0
Midtier	1	0.05	0.2	0.63	0.02	1.9
High-end	1	0.03	0.1	0.55	0.02	1.7
Hyperscale	1	0.02	-	0.16	0.02	1.2

Space Type	2014 PUE	2020 PUE			Redundancy
		Current Trends	Improved Management	Best Practices	
Closet	2.0	2.00	2.00	2.00	N+0.5N
Room	2.5	2.35	1.70	1.50	N+1
Localized	2.0	1.88	1.70	1.50	N+1
Midtier	1.9	1.79	1.70	1.40	N+0.2N
High-end	1.7	1.60	1.51	1.30	N+0.5N
Hyperscale	1.2	1.13	1.13	1.10	N

能源效率提升關鍵

真的沒機會嗎?

改善現有資料中心能源使用效率、政府學校企業資料中心集中化與新建規劃能源最佳化是台灣資料中心的必行道路



能源效率提升關鍵

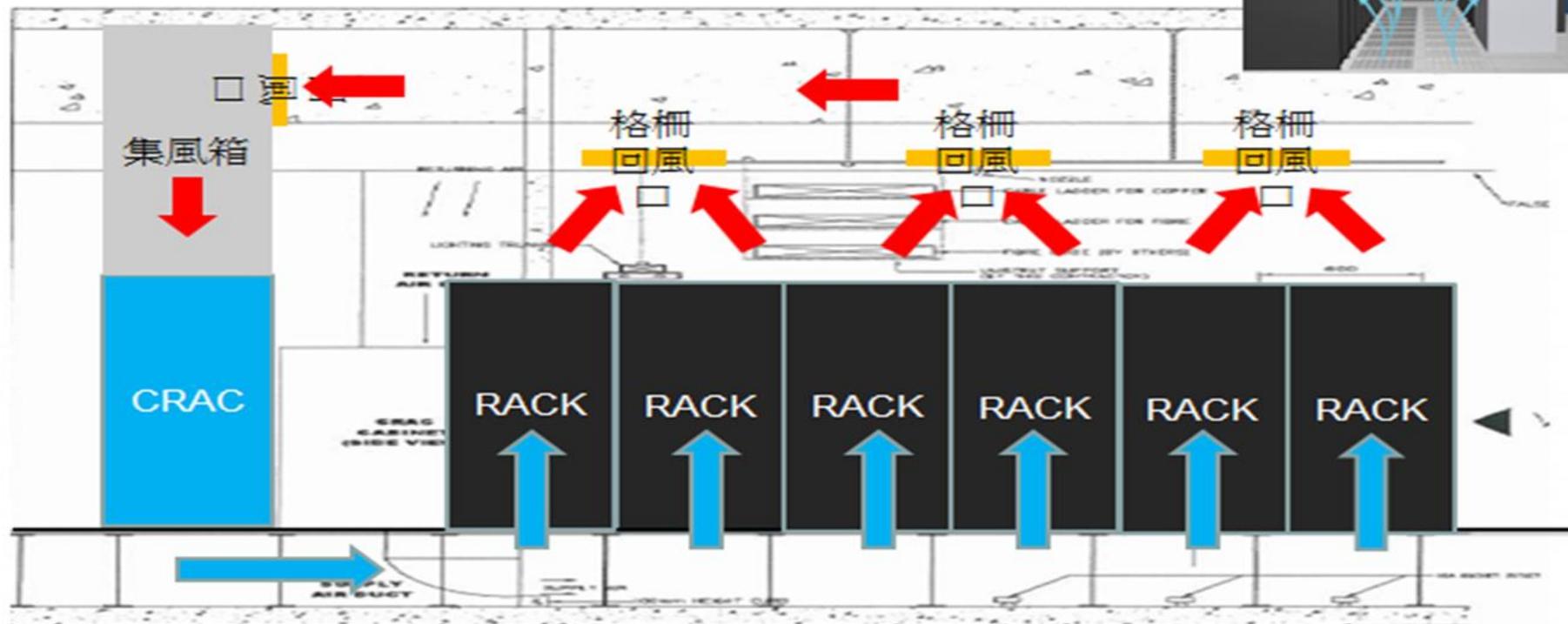
風側改善

氣流管理是風側節能的基本功，目前主流採熱通道封閉



冷卻設計

- 通用機房中以高架地板出風，天花板迴風為基本設計

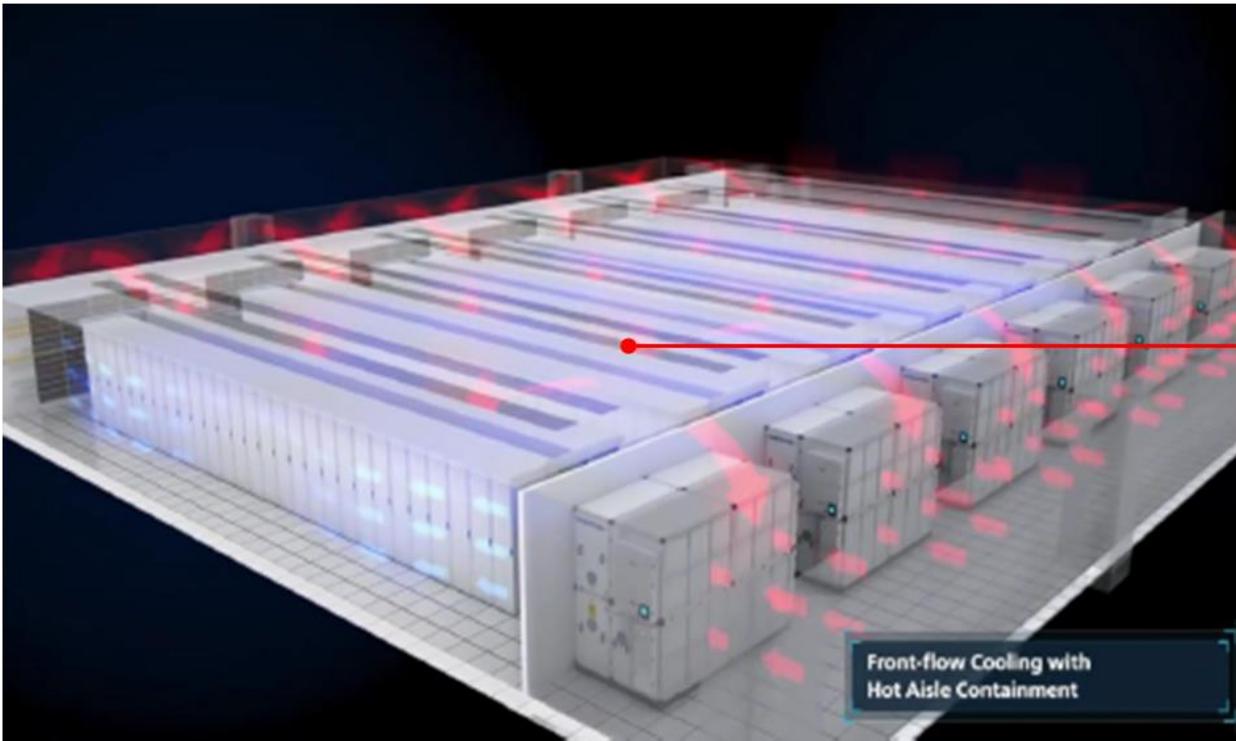


能源效率提升關鍵

風側改善 空氣側 牆冷系統

高載重需求，讓高架地板逐漸淘汰側吹牆冷系統可以避免機櫃上下溫差問題

Hot Aisle Containment(冷熱走道、熱走道封閉)

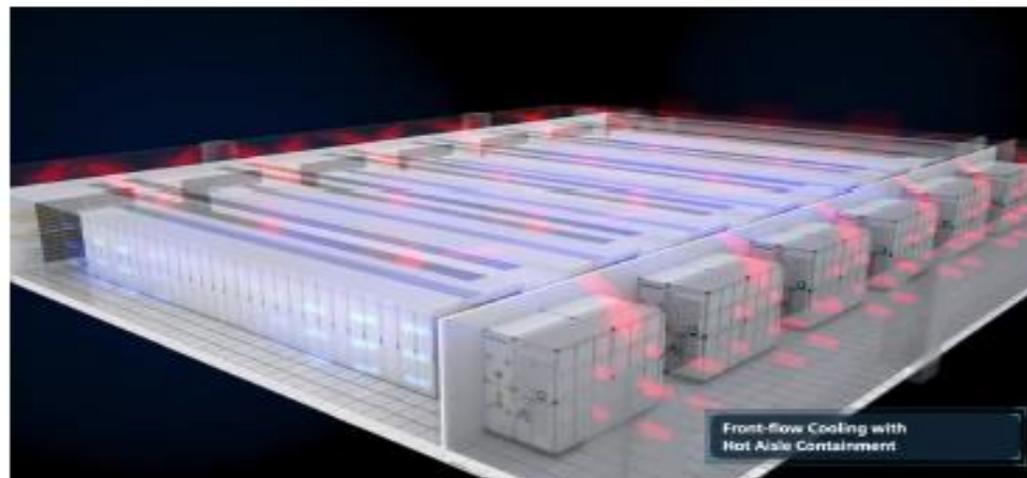
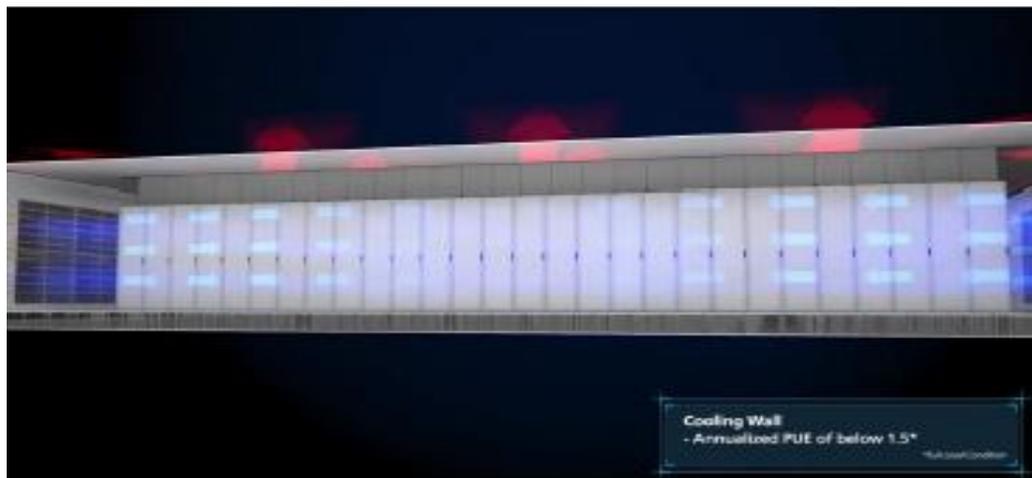
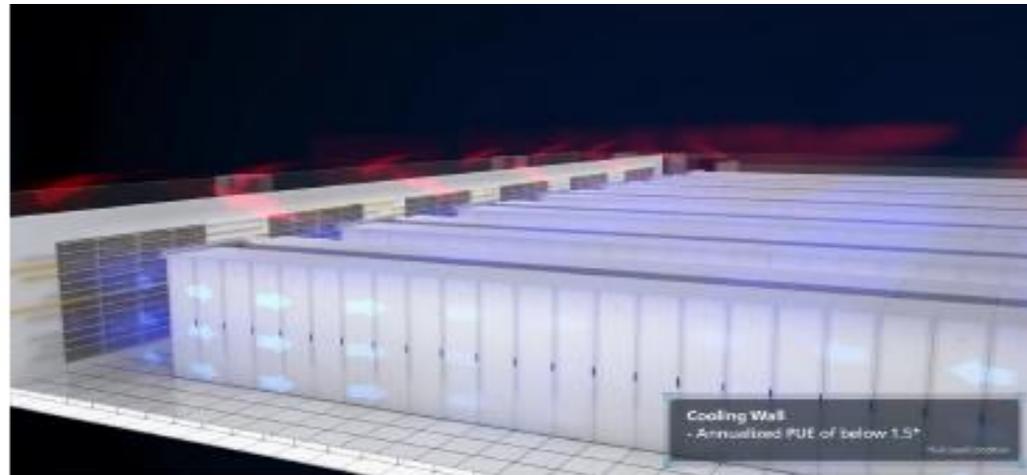
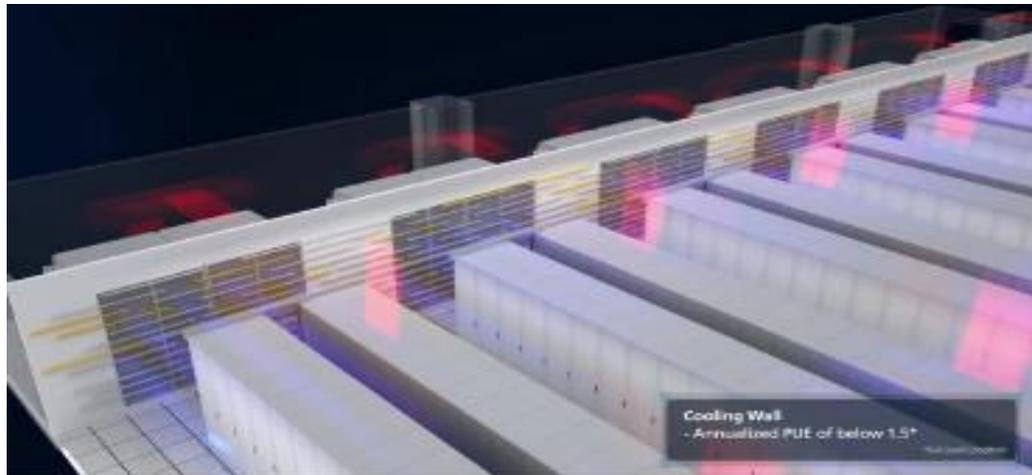


熱迴風集中避免混風損失

- ✓ Efficiency
- ✓ High-Density
- ✓ Humanity

能源效率提升關鍵

風側改善 **空氣側 牆冷系統**

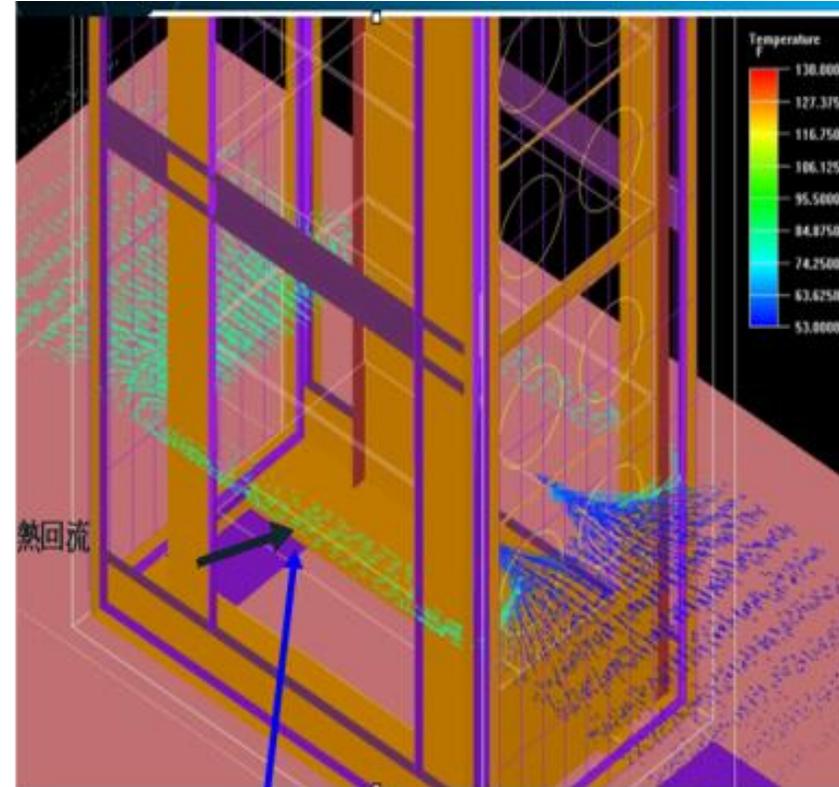


能源效率提升關鍵

風側改善 機櫃空槽檔板是基本之基本



相鄰櫃位相通短循環



同櫃熱氣回流

能源效率提升關鍵

水側改善

Chiller

- 選用基載和部分負載(partial load)不同COP表現的高效能主機
- 風側改善後可以逐步提升出水溫度
- 新型機房選用雙溫或高溫主機



Data Center
PUE=1.7

- ✓ Server=1000kW
- ✓ Transformer= 30kW
- ✓ UPS=100kW
- ✓ Cooling=550kW
- ✓ Lighting=20kw



Chiller ≈ 330kW

中央空調主機節能率	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%
IDC PUE變化率	1.7	1.68	1.67	1.65	1.63	1.62	1.60	1.58	1.57	1.55	1.54

能源效率提升關鍵

水側改善

空調泵浦因連續運轉其節能潛力相當高，實務上因水量揚程量測不易，亦不如空調主機有面板可直接讀得數據，容易被使用者忽略

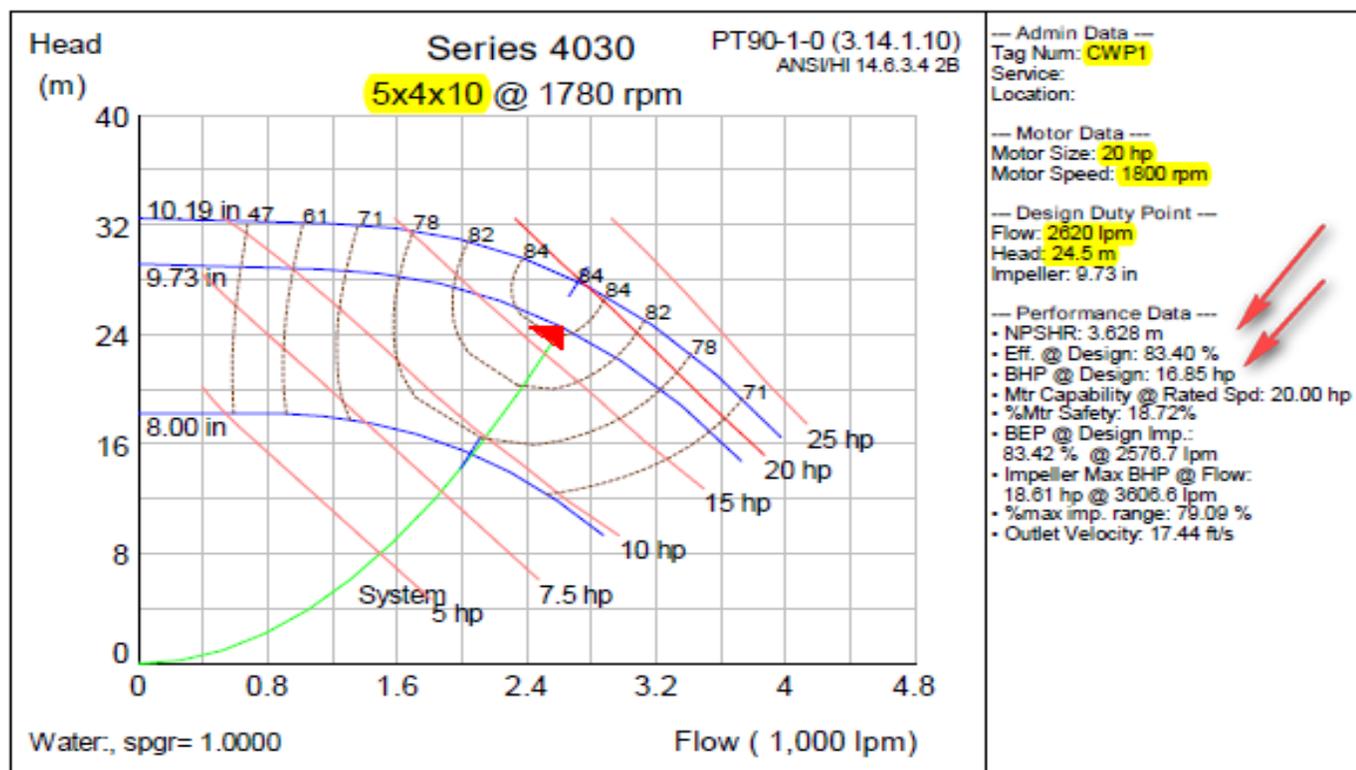


能源效率提升關鍵

水側改善

新設空調冷卻水系統通常預留10~15%安全係數以應付日後管路增加之摩擦損失，可用變頻器調節節電，冰水系統水量隨負載變動可以變頻器調變

Performance curve



能源效率提升關鍵

自有機房定期清理昏迷櫃

大部分的機房管理人員 總是以風險太大為由,反對機櫃清理 (原因有兩個)

【Uptime Institute】“是全球具權威的Data Center 營運研究機構也是機房標準和認證的單位. Uptime Institute Founder Ken Brill identified comatose servers as one of the biggest opportunities for companies to improve overall IT energy efficiency.

According to **McKinsey** and Company, utilization of servers in business and enterprise data centers **“rarely exceeds 6%”** (i.e, they deliver no more than six percent of their maximum computing output on average over the course of the year) and **up to 30% of servers are comatose— using electricity but delivering no useful information services.**(2015/6)

根據這篇報告,在全美企業的資料中心Server運算利用率 “很少超過百分之六,” 有高達百分之三十的Server是送電中, 但沒有提供服務(他們稱之為昏迷櫃), 昏迷櫃造成機房空間、空調與電力的三重浪費。

能源效率提升關鍵

自有機房定期清理昏迷櫃



清查



量測記錄



確認關閉



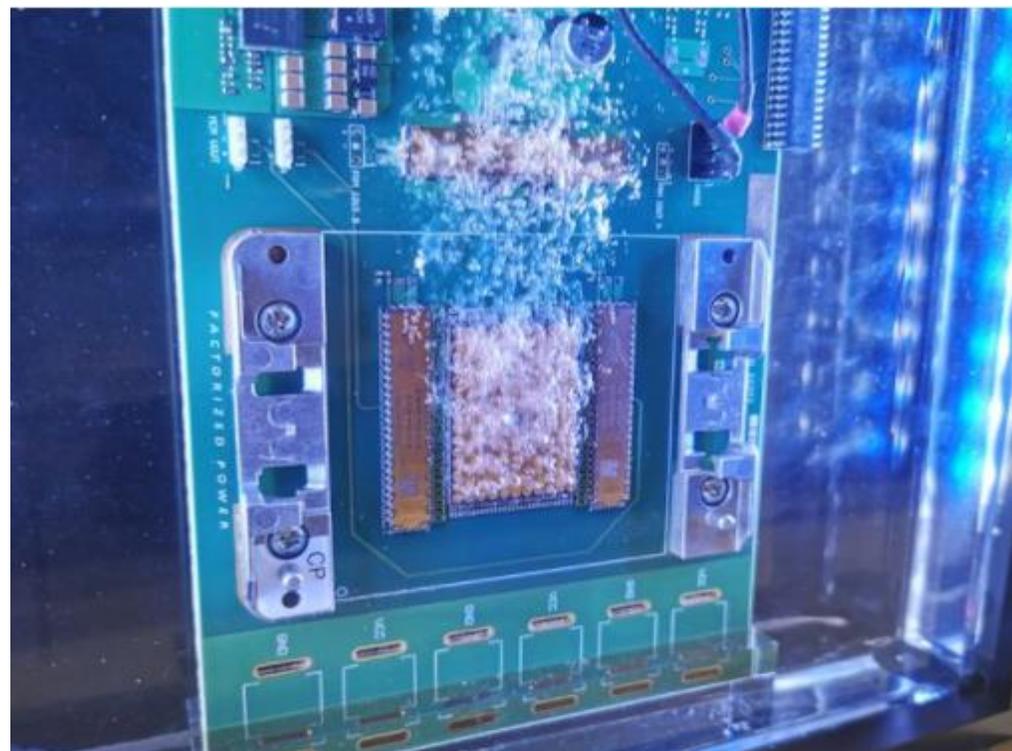
運離



設定調整

能源效率提升關鍵

浸沒冷卻 Immersion cooling



智慧能源管理

新一代節能管理

- 即時指標及趨勢預測



同步即時顯示指標數值
提前預警能源使用異常

- 預知偵測



依設施運作徵兆
自主判斷維護時機

- 動態調節能源配置



隨負載情況動態調控
能源至最佳化

智慧能源管理

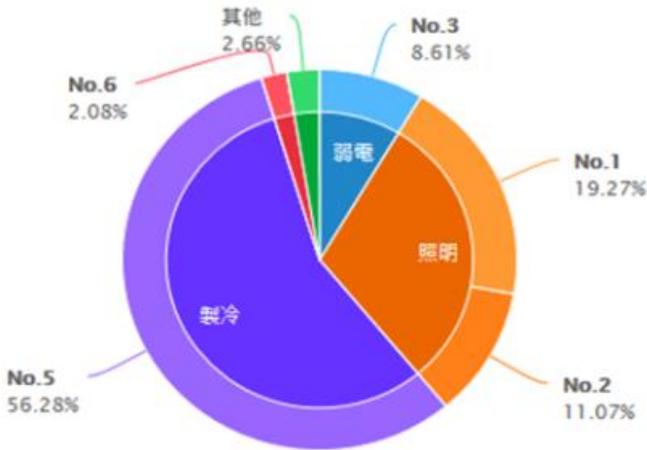
● 即時指標及趨勢預測可視化

1. Power Consumption 用電用水量與趨勢
2. EUI /EUI 指標情形
3. Power Demand Predicting and unloading control technology 電力需求預測與卸載控制技術
4. Annual Carbon Emissions 年度碳排放
5. Spatial Daylight Autonomy (sDA) 空間照明自主調控
6. Annual Power & Water fee 台電及水同步與即時水電費呈現

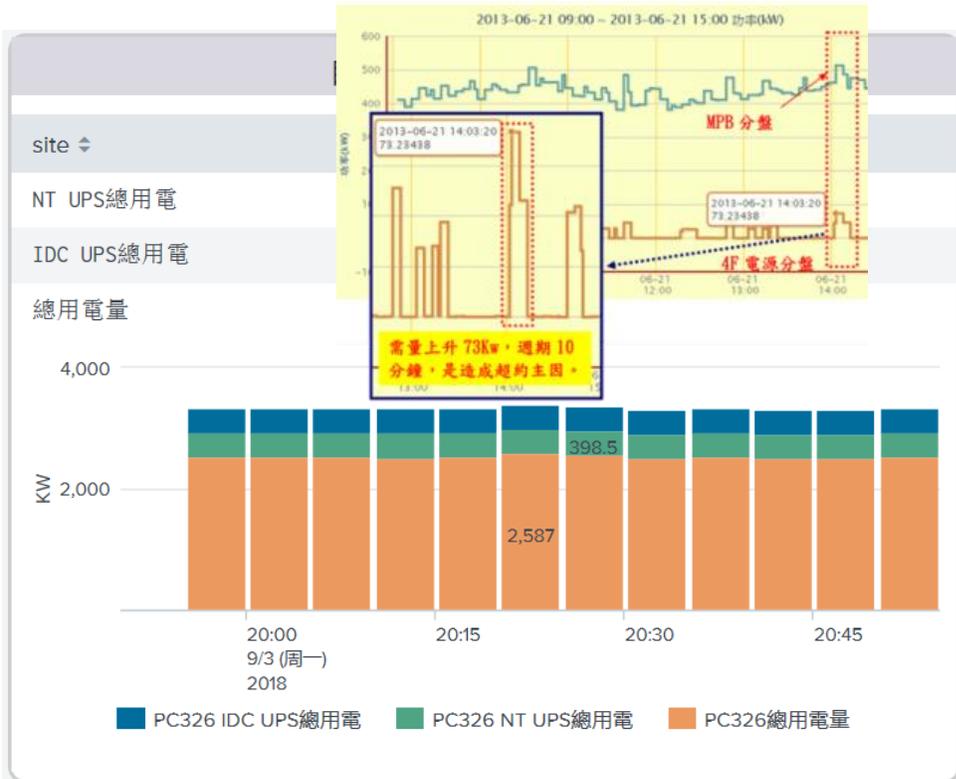
智慧能源管理

● 即時指標及趨勢預測可視化

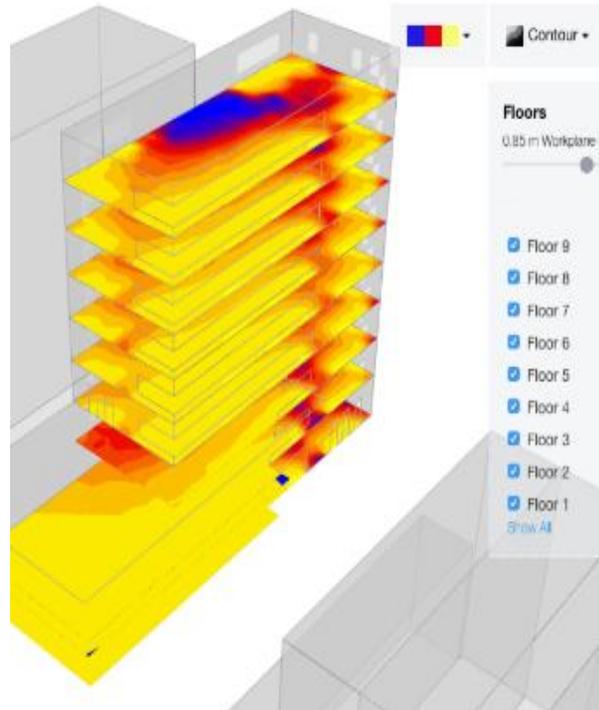
用電分佈及
同期比較



同步需量控制
及超約分析



溫濕/照度/CO2
/pm2.5分佈情形



碳排未達目標

智慧能源管理

● 預知保養

依設施運作徵兆 自主判斷維護時機

預知保養(Predictive Maintenance) 三大步驟:

1. Get connected (連接設備 蒐集數據)
2. Get Insight (依據徵兆 深入分析)
3. Get Optimized (最佳化保養 建立模型)

高低壓判斷冷卻及冷媒量
近接溫度判斷熱交換效率



震動及電壓電流
判斷馬達

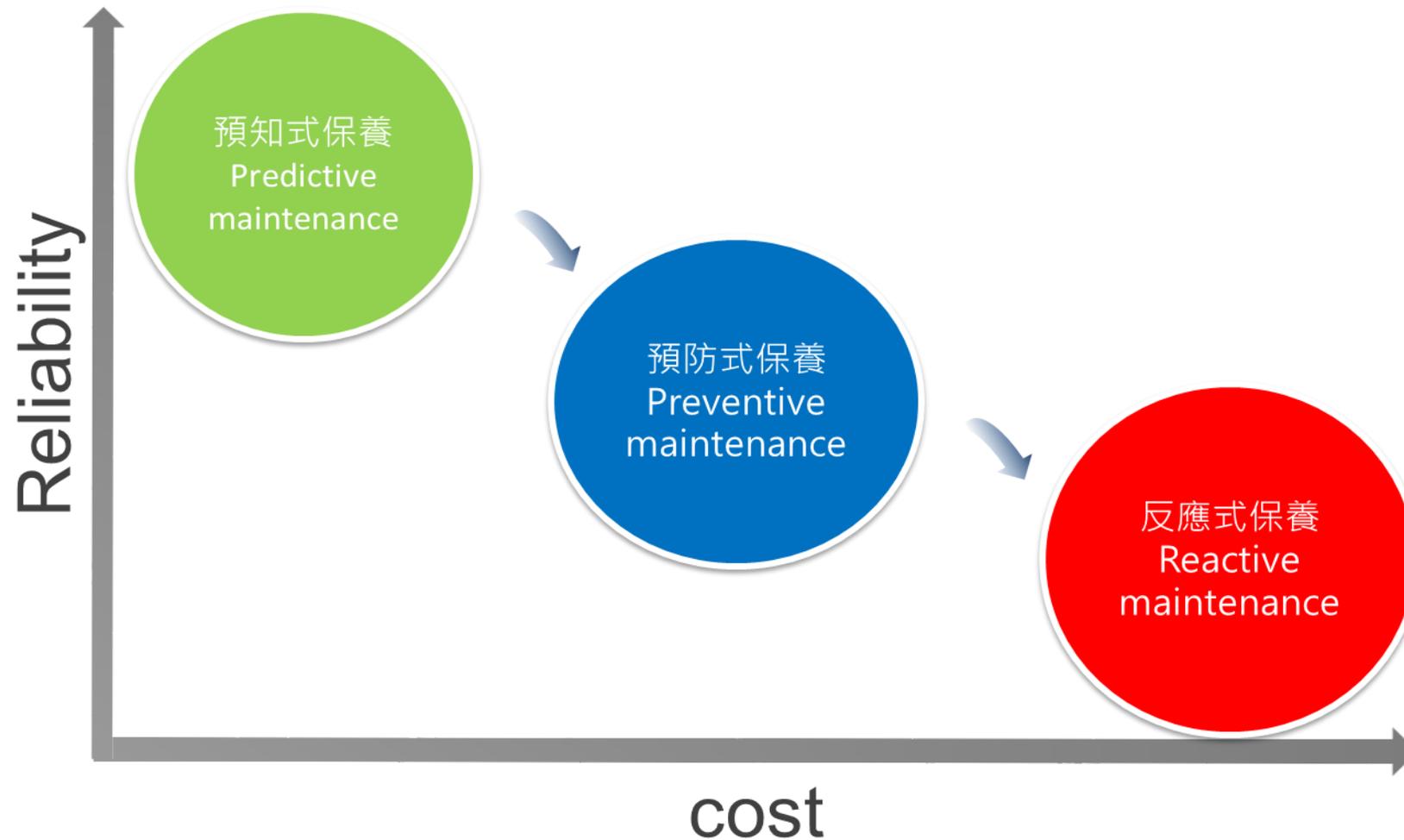


電池放電電壓判斷
電池壽年



智慧能源管理

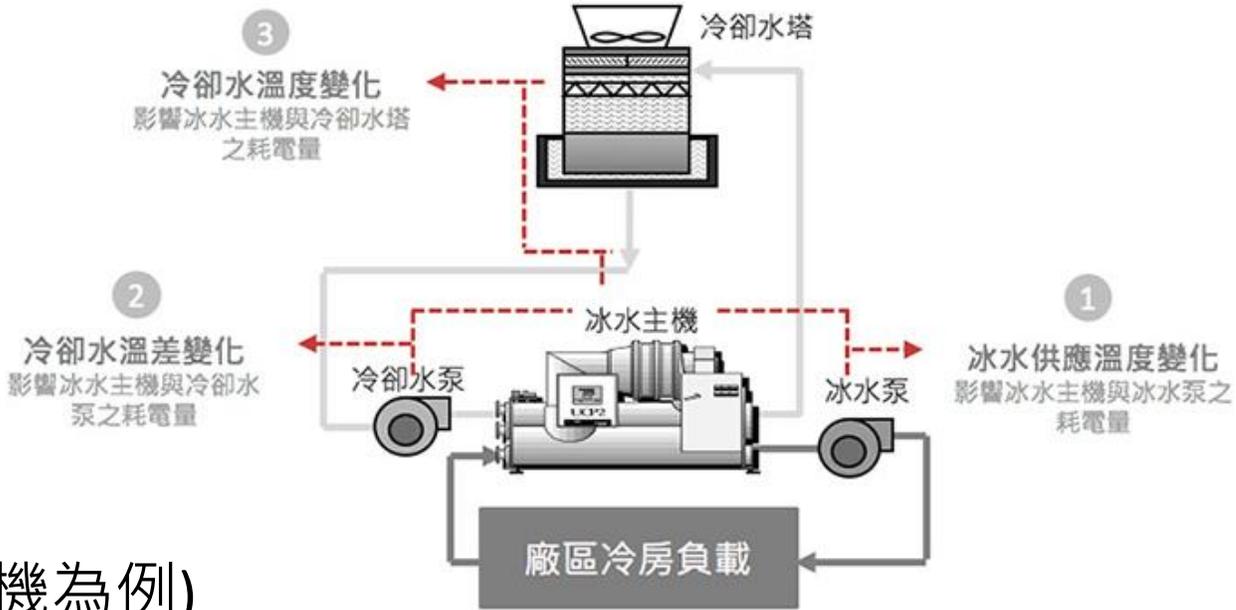
● 預知保養



智慧能源管理

● 動態調節能源配置

動態調節(Dynamic energy adjustment)
以空調主機為例



最佳節能演算法(以主機為例)

空調主機耗電和冰水溫度、冷卻水溫差、及近接溫度Approach 是相關,可以利用複迴歸分析(Multiple Regression Analysis)找出冷卻水塔風扇,泵浦,與主機之最佳控制方式

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_4 x_4 + \dots + u$$

y =主機耗電、 x_1 =冷卻水溫差、 x_2 =供應冰水溫度、 x_3 =冰水泵頻率
 β_0 為常數、 $\beta_1 \sim \beta_4$ 為迴歸係數、 u 為其他未列入自變數之因素

$$\sum_{k=1}^n kW_{base} = F[T_{CWS}, T_{CWR}, PLR]$$

y =主機耗電與冷卻水溫插枝相互影響最顯著

圖片來源:TSMC



敬請指教

