



## 智慧空調 IoT 解決方案

在全球淨零碳排與永續經營趨勢下，教育產業也逐步導入 ESG 永續發展理念。補教機構作為高密度人員活動空間，其空調系統不僅影響能源消耗，更直接關係到學生健康與學習品質。透過 IoT 技術打造智慧空調管理系統，補教機構可同時達成節能減碳、優化環境品質與提升營運治理效率，實現永續發展目標。

### 一、補教機構空調管理痛點與 ESG 挑戰

補教機構普遍面臨的問題，包括教室使用時間集中但不固定、空調設備長時間運轉耗能極高、人工管理效率低且缺乏數據支持、空氣品質難以穩定控制，對應 ESG 面向：



## 二、導入智慧空調 IoT 系統架構

透過物聯網技術串聯空調、感測器與雲端平台，建構可視化管理系統。

核心採用 IAD200 工業級 4G LTE 路由器，整合 LTE、Ethernet 與 RS485 介面，並支援 MQTT、VPN (IPsec/WireGuard) 及 Modbus RTU 等通訊協議。系統能即時蒐集空調運轉狀態、故障資訊，並結合環境或人流感測數據，實現遠端精準監控與自動化節能調度。

## 三、核心功能與 ESG 效益

核心功能		ESG 效益	
1	<b>智慧排程控制</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 環境 Environmental</li> <li>● 治理 Governance</li> </ul>	<b>依據課表自動控制空調</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 上課前預冷</li> <li>- 下課後自動關閉</li> <li>- 非營業時間停止運轉</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 減少不必要耗電</li> <li>● 建立標準化管理流程</li> </ul>
2	<b>人流感測節能</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 環境 Environmental</li> </ul>	<b>透過感測器判斷教室使用狀態</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 無人時自動關機或升溫</li> <li>- 人數增加時自動調整冷房能力</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 降低能源浪費</li> <li>● 減少碳排放</li> </ul>
3	<b>空氣品質管理</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 社會 Social</li> </ul>	<b>結合 CO<sub>2</sub> 與溫濕度監測</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 自動調整空調或通風</li> <li>- 維持舒適學習環境</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 提升學生健康與專注力</li> <li>● 降低密閉空間風險</li> </ul>
4	<b>中央監控與多據點管理</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 治理 Governance</li> </ul>	<b>雲端平台隨時監控</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 即時監控所有教室空調狀態</li> <li>- 遠端控制設備</li> <li>- 統一管理策略</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 提升管理透明度</li> <li>● 強化跨據點營運能力</li> </ul>
5	<b>能源分析與碳排管理</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 環境 Environmental</li> <li>● 治理 Governance</li> </ul>	<b>系統提供數據</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 用電統計與趨勢分析</li> <li>- 教室能耗比較</li> <li>- 碳排當量估算 (CO<sub>2</sub>e)</li> <li>- 透過 RPA 機器人流程自動化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 作為節能改善依據</li> <li>● 直接轉製 ESG 報告書</li> <li>● 實現零人工、可稽核的永續管理流程</li> </ul>
6	<b>預防性維護</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 治理 Governance</li> <li>● 社會 Social</li> </ul>	<b>掌握設備狀態</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 濾網清潔提醒</li> <li>- 冷媒異常警示</li> <li>- 故障預警</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 提升設備可靠度</li> <li>● 確保學習不中斷</li> </ul>

## 四、通訊與資安設計

在通訊與資安應用方面，旨在為教育機構打造一個既高效又穩固的數位管理基石。本應用採用 MQTT 作為主通訊協定，MQTT 以其「低頻寬占用」與「高即時性」的特性，能確保在教育現場大量的 IoT 設備同步運作時，依然保持極高的數據傳輸效率與反應速度，是物聯網應用架構的首選。

為了落實全方位監控，從端點到雲端的無縫整合，將通訊層級劃分為設備端、閘道端、雲端。在本地設備端可透過 Modbus RTU 或紅外線進行基礎訊號擷取，閘道端則將底層資訊轉換為 Modbus TCP，確保本地端數據的高效交換，雲端服務運用 MQTT 與 HTTPS 進行遠端監管，確保資訊在廣域網路上能穩定傳輸。

資安是教育場域不可妥協的底線，應用導入 TLS 1.2/ 1.3 加密協定與 VPN 安全通道，構築堅實的防護網。配合嚴格的裝置身分驗證，有效防止未經授權的設備接入，確保教學與管理數據的完整性與私密性。

這樣的應用設計不只是技術升級，更符合 ESG 治理要求。透過精確的數據收集與資安管控，機構能落實節能減碳目標，同時保障資訊安全，展現對數位責任與永續經營的承諾。

## 五、應用情境



### 大型連鎖補教機構

- 總部透過雲端平台管理多分校空調，提供舒適空氣品質
- 即時掌握各據點能源使用狀況，智慧溫控提升品牌形象
- 統一節能政策，強化 ESG 永續經營
- ESG 報告整合



### 中小型才藝教室

- 利用課表自動控制空調
- 無需額外人力操作，降低忘記關機問題
- 快速導入低成本 IoT 應用
- 作為招生差異化優勢

## 六、導入效益

在不更換既有空調設備下導入 IoT 應用，可透過 IAD200 工業級 4G LTE 路由器及感測器等實現遠端監控、節能控制，較低的 CAPEX 投入，能有效節省耗電支出外，同時提升空氣品質與舒適度，並透過數據分析強化設備維護與 ESG 管理效率。

面向	核心作法	節電幅度	ROI
設備面	建置 VRF 變頻多聯式空調設備	節電 20% ~ 50%	CAPEX 導向、ROI 期長
管理面	導入監控系統、缺失查核、節能策略	節電 10% ~ 30%	CAPEX 較低、ROI 較快
行政面	用電透明化、教育訓練、KPI 制度	節電 5% ~ 15%	即時、需長期制度管理

## 數位轉型與永續發展的契機

將物聯網 IoT 應用導入教學環境，雖然科技發展快速，但其本質仍應以人為核心，不僅是技術的升級，更深刻影響了教育本質，教育的本質在於「以人為本」的薰陶與引導，不僅是知識的灌輸，也傳遞關於互動、實踐與適性化的核心價值，智慧空調 IoT 應用是為了讓教育更具效能，同時不失人文溫度與安全性。

補教機構導入智慧空調 IoT 應用，可已將自身從「被動設備使用」轉型為「主動智慧管理」，不僅能有效降低能源成本，從 ESG 三大面向全面提升營運價值，更能提升教學環境品質與品牌競爭力。本解決方案具備高度可擴展性，在環境面實現節能減碳，在社會面改善學習環境，在治理面建立數據化與透明化管理，可逐步整合至智慧校園與智慧城市架構，成為教育產業邁向永續發展與數位轉型的重要關鍵。

