



113年建構智慧化氣候友善校園先導型計畫 第一階段規劃改造構想申請書

(示範計畫)

申請學校名稱：新竹縣立自強國民中學

學校地址：新竹縣竹東鎮自強路169號

送件日期：113年4月29日

校長執行相關計畫經驗：

105年精華國中教育部永續校園改造計畫

107年博愛國中教育部永續校園探索計畫

111年自強國中教育部永續校園探索計畫

112年自強國中智慧化氣候友善永續循環
校園先導型計畫

學校歷年執行專案計畫：(填寫年份與補助金額)

100年950,000元

102年800,000元

111年150,000元

112年200,000元

113 年建構智慧化氣候友善校園先導型計畫 參與計畫同意書

立同意書人 朱啟香 (以下簡稱本人)，代表申請學校新竹縣立自強國民中學 (以下簡稱本校)，願積極配合並參與教育部資科司 113 年建構智慧化氣候友善校園先導型計畫，申請『智慧化氣候友善校園先導型示範學校探究改造與實踐』之工作項目，同時配合教育部資科司相關委辦任務中，示範學校需要擔任之統整引領及推廣分享等事宜。另需在不影響校園教學前提之下提供校園場地作為鄰近學校參訪學習之場域，其他約定相關項目如下：

- 一、彙整歷年執行教育部及相關單位補助本校相關永續校園計畫之項目與金額，並提出相關說明改造前後之效益。
- 二、提出示範學校執行推動之主題實踐項目，包含硬體設備與設施以及核心教學方案，並配合辦理效益評估與數據資料分享。
- 三、應設計相關課程培訓校內教師作為可擔任相關項目之講解導師，並搭配教育部資科司本計畫協助推動之委員或導師，陪伴學校同步執行相關智慧化氣候友善校園之推動。
- 四、將相關執行過程紀錄與成果呈現，透過分享平台與教育部相關計畫參與之夥伴學校進行分享、溝通與交流。

立同意書人

姓 名：朱啟香

服務單位：新竹縣立自強國民中學

職 稱：校長

中 華 民 國 1 1 3 年 4 月 2 9 日

一、計畫說明

計畫名稱	新竹縣立自強國民中學113年建構智慧化氣候友善校園先導型計畫-示範計畫第一階段	
1.主要聯絡人(獲補助後供輔導團聯繫溝通用，請確實填報)：		
主要聯絡人 (一校填寫兩人)	辦公室電話 (含分機)	e-mail (計畫訊息將以 mail 通知為主，請確實填寫)
蔡淑慧	[REDACTED]	[REDACTED]
朱紋秀	[REDACTED]	[REDACTED]
2.學校特色 (請說明學校之地理位置、特色、與改造項目的關連性...等)		
<p>自強國中位於新竹縣竹東鎮，在68快速道路旁，成立於民國90年，學校建物分五期建置至民國99年7月完成，共有五棟：勤學樓、科學樓、游藝館、廚房及文化館(銅級綠建築標章)，分為教學區、運動場兩大區塊，教學區為校園高程，運動區為校園低程，沒有淹水紀錄，校園大約方位：座西北向東南。</p>		
<p>環境困境：學校整體為4樓鋼筋混泥土RC建築，龐大的水泥叢林，教室有東西曬情形，夏季悶熱，自93年起建置班級空調設備，每年所需電費約200萬元，屬於高耗能校園；目前學校有管線漏水情形，還在找尋漏水點。</p>		
<p>改善校園環境訂定本校永續校園計畫：從節能、減碳及能源供應方式改變三方面進行節能減碳。自99年~103年陸續爭取永續校園局部改造計畫：設置雨水回收系統、游藝館教室通風改善、教室電線迴路改善及冷氣空調電力監控系統；100年爭取建國百年植樹計畫，改善前廣場水泥鋪面悶熱情形；100~102年參與中小學能源科技教育推動中心計畫，103~107年參與中小學能源科技教育推動學校計畫：在學校建置太陽光電停車棚、風光互補路燈系統、發展能源教育課程，建置相關能源轉換體驗操作教具，將學校園建置為能源教育場域，做為新竹縣市各國中小學能源教育遊學場域。109.02~110.01年參與潔能系整整合與應用人才培育中小學推動學校計畫，持續發展研發能源教育課程。</p>		
<p>如何有效透過教育引導，落實能資源永續運用與環境永續發展議題扎根，是學校教育應有思維；本校多年前參與永續校園改造計畫，現在想重新配合108課綱與SDGS，由親師生共同參與建構智慧化氣候友善校園先導計畫盤點學校環境現況並發展 SDGS 校本課程(如能源、水資源、生態等)，提升課程精緻化，以課程教學深化永續精神，以生活習慣改善為永續實踐，建構出完善的永續校園。這個行動方案，將培育出具有永續觀念與行動力的公民，讓學子、社區民眾發現自己都有創造改變環境的力量，整個竹東鎮也將因為大家的熱情與努力而美夢成真。</p>		
<p>希望孩子能在老師引導下，主動發現周遭的問題，有解決問題的能力，改善教室熱的問題，如利用室內感應器得知大數據，了解同排教室有做了綠化、通風、遮陽等措施，有明顯的改善，知道並非開冷氣是唯一的解決方案。並能轉化成實踐永續的素養，不僅關心在地議題，也能關注國際時事變化之「全人永續新世紀公民」。</p>		
<p>從去年校園環境的探索、能資源的盤點進行質性評估，但缺乏實際數據的驗證，究竟學校的碳排放量有多少?相關的節能減碳措施能減少的碳排放量有多少?我們沒有數據可以論證。</p>		
<p>因此，有必要將學校用電、用水及瓦斯轉換為碳排放量，估算校園喬木、太陽光電等負碳設施所減少的碳排放量，評估學校節能減碳措施是否有成效。學校將成立自強碳排探索社群，將由總務主任(校園環境管理者)、輔導主任(資深環境教育工作者)及資訊組長、相關領域或有意願的老師組成自強碳排探索社群，指導學生收集相關數據，並研討節能減碳方法，企圖營造一個低碳或淨零碳排的校園。</p>		
<p>擬運用智慧電(水)表監測本校勤學樓四樓教室空調用電(水)情形，及依據蒐集教室內健康環境數據，進行氣候行動。並取相近方位的教室做室內通風改善(開窗、循環電扇等運用)，比較其空調使用情形是否能減少，做為校園節能減碳措施修正依據，以及打造健康友善的學習環境。</p>		
3.校方執行相關永續校園履歷概述 (至少滿足其中一項)		

<p>■1.曾經執行過教育部永續校園相關計畫三年以上者，且不得有放棄或重大延誤者。</p>
<p>□2. 有執行過永續校園相關的工程改造經驗一年以上。</p>
<p>■. 執行過教育部探索計畫二年以上並完成結案，或執行氣候友善校園計畫基礎校一年並經教育部資料司相關符合永續校園業務之輔導計畫推薦者。</p>
<p>□4.經縣市政府推薦並承諾作為該縣市永續智慧校園的帶領校。(需檢附縣市政府證明文件)</p>
<p>說明：</p> <ol style="list-style-type: none"> 99年~103年陸續爭取永續校園局部改造計畫：設置雨水回收系統、游藝館教室通風改善、教室電線迴路改善及冷氣空調電力監控系統 100年爭取建國百年植樹計畫，改善前廣場水泥鋪面悶熱情 100~102年參與中小學能源科技教育推動中心計畫， 103~107年參與中小學能源科技教育推動學校計畫：在學校建置太陽光電停車棚、風光互補路燈系統、發展能源教育課程，建置相關能源轉換體驗操作教具，將學校園建置為能源教育場域，做為新竹縣市各國中小學能源教育遊學場域。 109.02~110.01年參與潔能系整整合與應用人才培育中小學推動學校計畫，持續發展研發能源教育課程，自101年起在新竹縣各國中小學開始推展能源教育，每年至少服務10所學校或團體。 111年永續校園自主永續探索計畫：盤點學校環境現況並發展 SDGS 校本課程（如能源、水資源、生態等），提升課程精緻化，以課程教學深化永續精神，以生活習慣改善為永續實踐，建構出完善的永續校園。 112年智慧化氣候友善校園基礎計畫：執行碳盤查，建立智慧化氣候友善示範教室並持續發展 SDGs 特色課程。
<p>4.預期成果(請以條列式說明，內容包含：校園實質環境改造預期成果、教案開發與分享...等)</p>
<p>4-1與社區鄰里之互動成果：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.提升社區民眾(竹東社大)關懷在地的共識 <ol style="list-style-type: none"> (1)不定期舉辦社區各項動、靜態活動，鼓勵社區居民了解參與，並與社區內國中、小學緊密交流，達到區域內脈脈相傳、教學互長之成效。 (2)招募校友、社區居民及民間團體成員，擴大環教志工群，提供社區人士更多進修、學習新知的機會，並透過校園服務學習機制之經驗交流，讓社區志工與師生社群共同成長。 (3)以本校執行建構永續校園之經驗歷程，協助社區推動朝向「綠建築、綠色能源、循環資源」之永續生活環境典範。 2.促進社區民眾(竹東社大)終生學習的熱情 <ol style="list-style-type: none"> (1)協同社區人士代表、教師代表及專家學者共同討論出規劃方向。 (2)推動校園為社區資源能源中心、生態環境中心、休閒文化中心、教育及產業中心，藉由其環境與教育的象徵意義，使校園發展成與社區共存的校園，提供附近社區永續發展之機會。 3.挖掘社區永續發展資源與議題 <ol style="list-style-type: none"> (1)引領社區朝向兼顧生態平衡、省能省資源、新能源開發、健康舒適以及居民生活與教育並行的理想，以校園來帶動社區的永續發展運用社區社會資源。 (2)將學校環境改造成功經驗作法及技術傳承至社區鄰里，共同成長、促進社區環境營造。
<p>4-2 校內預期成果：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.提升本校學生永續發展的認知 <ol style="list-style-type: none"> (1)提高本校學生對社區事務的參與，學習社區環境營造相關知識的機會。 (2)增加本校學生對自己社區環境的認識及環境價值的肯定。 (3)活化校園環境，提倡資源回收再利用部分以取之、用之、惜之、轉化再利用為目的。

(4)貫徹實施能源環境教育，教導學生力行環保生活，使校園成為再生能源戶外學習場域。

2. 落實課程融入SDGs 指標議題

(1)教師設計課程，將環境教育議題融入教學活動中，有效提升學生環保素養。

(2)在課程融入實作的專題製作上，對永續教育多所著墨，讓「永續即生活、生活即永續」的信念落實於校園中。

(3)藉由系統化的整合，傳遞綠色資訊及執行成效，安排課程不必侷限在固定的課堂，活潑又具彈性，期建立新的環境學習機制，潛移默化中播下綠色之種子。

3. 建構教育、健康、宜居、生態的永續循環校園

(1)校園環境以綠化美化的永續營造為目標，發揮潛移默化之功效。

(2)校園內植物數量多樣化，種類多元化，營造豐富生態，成為學生的最佳教材。

(3)活化水資源多元循環，提升再生能源利用率；智慧化綠建築導入校內建築，開創節能新紀元。

4-3 示範學校推廣預期成果：

1. 辦理5場次示範點教育推廣，供新竹縣國中小到校參訪。

2. 辦理3場次碳盤查或SDGs課程建構分享研習講座

3. 研發SDGs跨領域課程及教材並透過環境教育輔導團進行分享推廣

二、計畫團隊人事資料

校內推動委員會組織架構與成員(欄位不足時請自行增列)：

	服務單位	姓名	職稱	負責工作
召集人	自強國中	朱紋秀	校長	綜覽永續校園計畫相關事宜
執行秘書	自強國中	蔡淑慧	總務主任	後續規畫與工程案採購執行
顧問	台中科技大學	何昕家	教授	永續循環校園指導與諮詢
	台東專科學校	陳星皓	教授	永續循環校園指導與諮詢
	新北市聘督	林建棕	校長	智慧化課程指導與諮詢
工作小組	自強國中	林利真	教務主任	永續校園及校訂環境教育計畫與課程推動執行
	自強國中	何慧香	學務主任	永續校園及校訂環境教育計畫與課程推動執行
	自強國中	黃友倫	輔導主任	永續校園及校訂環境教育計畫與課程推動執行
	自強國中	王志婷	教學組長	永續校園及校訂環境教育計畫與課程推動執行
	自強國中	黃仁奕	資訊組長	永續校園及校訂環境教育計畫與課程推動執行
	自強國中	陳震齊	衛生組長	永續校園及校訂環境教育計畫與課程推動執行
	自強國中	邱義峰	訓育組長	永續校園及校訂環境教育
	自強國中	鄭芬如	資優教師	永續校園及校訂環境教育計畫與課程推動執行
	自強國中	蔡鈴珍	資優教師	永續校園及校訂環境教育計畫與課程推動執行
	自強國中	劉玉婷	特教組長	永續校園及校訂環境教育計畫與課程推動執行
	自強國中	張云綺	特教教師	永續校園及校訂環境教育計畫與課程推動執行
	自強國中	黃明雪	庶務組長	永續校園改造案物件維護
	自強國中	陳振毅	工友	校園環境整理維護
社區委員	自強國中家長會	彭烈靖	會長	在地生態與人文環境諮詢
	濕地教育協會	劉家祥	理事長	在地生態與人文環境諮詢

	台灣原生植物協會	陳世揚	理事長	在地生態與人文環境諮詢
--	----------	-----	-----	-------------

計畫負責人任期說明(欄位不足時請自行增列)：

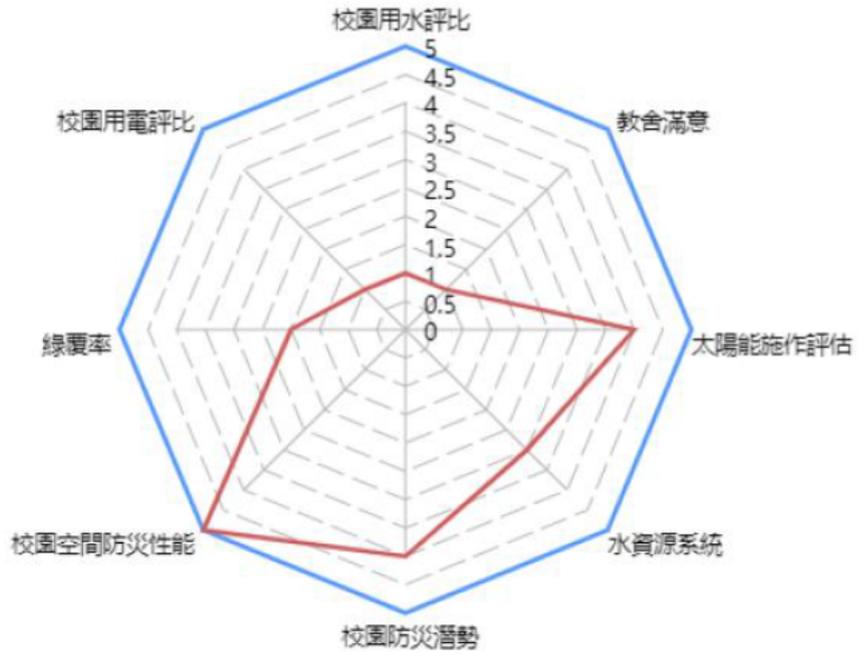
職稱	姓名	任期 (年/月-年/月)	計畫期間內 會調動者打勾(v) (113年2月-114年12月)
校 長	朱紋秀	109/8-113/7	
總務主任	蔡淑慧	112/8-113/7	
教務主任	林利真	112/8-113/7	
學務主任	何慧香	112/8-113/7	
輔導主任	黃友倫	112/8-113/7	

備註：各校校園推動委員會成員 / 校長、主任任期 / 推動委員會組織架構及成員：應確實成立「智慧化氣候友善校園推動委員會」，並由校長擔任召集人，統合顧問、家長會、教師會、民間團體及社區...等地方人才加入，本案鼓勵鄰近或相關聯之大專校院提供專業協助。

三、學校基本資料

校名：新竹縣立自強國民中學		地址：新竹縣竹東鎮自強路169號	
學校網址： https://jcjh.hcc.edu.tw		師生人數：800 班級數：31	
(以下填報資料以非建築體面積計算為主) 1.校地總面積： 26,143 (m ²) 2.校園綠地覆蓋總面積：約 3827.49 (m ²) 3.校園非綠地透水面積：約 1,083 (m ²) 4.學校樓地板總面積： 30,227.58 (m ²) 5.校園草地覆蓋面積： 1607.7 (m ²)		(以下填報資料以非建築體面積計算為主) 1.校園喬木數量： 2199.59 (m ²) 2.校園灌木(蕨類)數量： 0 (m ²) 3.原生樹種數量： 100 (m ²) 4.卵石面積： 0 (m ²) - 泛指校內有地表鋪設卵石鋪面的面積。 5.卵石深度： 0 (m) - 若學校有運用卵石作為地下儲水設計，煩請提供埋設深度。	
實質環境資料 以校園氣象站資料為主 【請查詢「中央氣象局」網站： http://www.cwb.gov.tw/V7/climate/monthlyMean/Taiwan_tx.htm 】 路徑：首頁→氣候統計→月平均/每月氣象→選定學校所在位置之鄰近氣象站 或採用 https://tw.weatherspark.com/ 以及 https://www.meteoblue.com/en/weather/historyclimate/climatemodelled/ 採取學校地點城市或區域搜尋			
日照時數	夏季6月：3.92 小時 冬季12月：5.9 小時	年雨量	平均：1716mm
校園能源基本使用現況資料 以校園實質資料填報為主			
月平均用電	平均 24257 度/月	筏式基礎儲水量	20.7 (m ³)
月平均用水	平均 2436 度/月	水撲滿儲水量	0 (m ³)
校園防災性能 校舍主要面向	座西北向東南	教室不舒適間數：12間	
其他有助於說明學校現況之補充說明(請條列式)			
<p>針對學校建物與環境現況需改善如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 教室的自然通風礙於東西曬，因需使用窗簾，結果導致室內通風效果遞減，需依賴通風設施，不僅降低教室空間使用上舒適度，隨著”班班有冷氣”的空調設備數量增加，也間接提高用電需求。希望藉由綠化及遮陽，改善教室悶熱的狀況，並藉由物聯網收集相關數據，使得數據說話，綠屋頂蔬菜由特教及資優負責照顧，希望學生除了知識外，更能互相合作。 2. 節水資源方面，雖學校鋪面大多設計具有透水性，有設計雨水儲集槽(152.24 立方公尺)，其設備、管線老舊不堪使用，因此自來水的替代率規劃，有極大努力空間。 3. 在土壤生態上，如何藉由落葉堆肥進而對校園表土保護發揮一定效能，是本校持續努力推動的課題。 			

學校自評指標圖示



四、智慧化氣候友善校園主題構想說明 (重要檢核要點)

(一)、校方對於學校推動智慧化氣候友善校園的重點示範主題說明

1. 室內外環境品質

(1)游藝館因建築座落方位關係，想要針對環境品質進行戶外空氣盒子、未改善(一間)教室，有改善(1-2間)教室進行對照及九合一空氣品質監測器(Temp/RH/CO₂/PM_{2.5}/HCHO/CO/TVOC/O₃/PM₁₀)、智慧電表。其改善方式~施作綠牆、綠屋頂、隔熱、遮陽、通風、…等措施，並藉由智慧化數據引導學生進行物聯網的設定及行動(如開窗,通風換氣…等)

(2)勤學樓4樓位居頂樓，且因空間關係未裝設太陽能板，造成教室溫度高，需要一大早就開冷氣，想對改善與未改善的教室分別進行實驗比對，讓學生明瞭我們可以暫緩開空調，只要進行些許外在環境的改善，就有明顯的成效，並進而影響學生家庭及想法。

(3)中庭中走廊的電燈經常過暗(未開燈)，其安全上有疑慮；過亮(未關燈)造成能源的浪費，希望藉由照度感測是否要開燈，節能並顧慮到安全。

(4)改善學校美化綠化環境~增加美感，以及減碳。提倡讓特教身障學生與資優生共同合作種植蔬菜，透過簡易的雨水回收(可判別效益如何?)及藉由土壤的感測器，物聯網程式設定進行自動澆灌或人工澆灌。

2. 節能減碳

減緩地球暖化的速度是每個人的責任:

(1)美化綠化(2)種植蔬菜(3)減塑(4)資源回收(5)節能(6)落葉堆肥(7)雨水回收

(二)、校方對於學校推動智慧化氣候友善校園的重點示範主題項目說明表

主要示範內容			
面向	示範主題	示範項目 (請條列式說明或輔以量化呈現)	預期成效
能源與微氣候 (必要面向)	■電能	<input type="checkbox"/> 節電設施與設備	
		<input checked="" type="checkbox"/> 勤學樓30間教室安裝智慧電錶	<input checked="" type="checkbox"/> 有效管理教室及辦公室冷氣用電
		<input type="checkbox"/> 創能設施與設備	
		<input type="checkbox"/> 其他	
	■溫熱外環境	<input checked="" type="checkbox"/> 勤學樓頂樓東側屋頂鋪設隔熱毯，組閣日照高溫。	<input checked="" type="checkbox"/> 預估四樓教室降溫3度
		<input type="checkbox"/> 陰影與降溫鋪面	
		<input type="checkbox"/> 其他	
	<input type="checkbox"/> 校園通風	<input type="checkbox"/> 無風區域避免	
		<input type="checkbox"/> 穿越型通風路徑確保	
		<input type="checkbox"/> 其他	
	<input type="checkbox"/> 被動式系統整合 (同步整合監測)	<input checked="" type="checkbox"/> 設置EMS能源管理平台	<input checked="" type="checkbox"/> 強化能源使用管理
		<input checked="" type="checkbox"/> 設計研發遠端能源管理排程軟體	<input checked="" type="checkbox"/> 預估節電10%
<input type="checkbox"/> 季節對應策略			
		<input type="checkbox"/> 災害對應策略	
次要示範內容			
面向	示範主題	示範項目 (請條列式說明或輔以量化呈現)	預期成效
環境與健康	■室內環境品質	<input type="checkbox"/> 舒適光環境(採光、照明)	
		<input checked="" type="checkbox"/> 勤學樓30間教室裝設室內空氣品質偵測器	<input checked="" type="checkbox"/> 改善室內空氣品質
		<input checked="" type="checkbox"/> 會議室、圖書館裝設室內空氣品質偵測器	
	<input type="checkbox"/> 建築外殼開口	<input type="checkbox"/> 對應通風開窗模式	
		<input type="checkbox"/> 遮陽與導光	
		<input checked="" type="checkbox"/> 勤學樓4樓807班示範教室安裝一組智能新風系統	<input checked="" type="checkbox"/> 改善室內通風狀態
	■校園健康維護管理 (同步整合監測)	<input checked="" type="checkbox"/> 勤學樓807班做為示範教室安裝一組智能新風系統	<input checked="" type="checkbox"/> 改善室內空氣品質
<input checked="" type="checkbox"/> 會議室、圖書館裝設室內空氣品質偵測器			

		<input type="checkbox"/> 季節對應措施	
		<input type="checkbox"/> 空污災害感知與應變	
		<input checked="" type="checkbox"/> 搭配EMS能源管理平台 <input checked="" type="checkbox"/> 整合IOT物聯網系統 <input checked="" type="checkbox"/> 控制新風系統啟動運作	<input checked="" type="checkbox"/> 設置智慧化管理系統 <input checked="" type="checkbox"/> 有效管理各教室空氣品質 <input checked="" type="checkbox"/> 具體改善教室內通風不良情形
水與綠系統	■ 水循環	<input checked="" type="checkbox"/> 全校民生用稅水塔安裝夾管式水流量計 <input checked="" type="checkbox"/> RO回收水安裝水流量計 <input checked="" type="checkbox"/> 雨水回收水管線安裝水流量計	<input checked="" type="checkbox"/> 有效監控管理用水量
		<input type="checkbox"/> 滲透保水	
		<input type="checkbox"/> 滯洪與貯留	
		<input type="checkbox"/> 水淨化與降溫	
		<input checked="" type="checkbox"/> 水再生利用	<input checked="" type="checkbox"/> 利用雨水回收澆灌植物
		<input type="checkbox"/> 自然滲透與澆灌	
	■ 綠基盤	<input type="checkbox"/> 在地原生大喬木綠化	
<input type="checkbox"/> 環境友善鋪面與親和性圍籬			
<input checked="" type="checkbox"/> 前廣場花園樹木為生物棲地		<input checked="" type="checkbox"/> 貓頭鷹、松鼠 <input checked="" type="checkbox"/> 各式鳥類	
<input checked="" type="checkbox"/> 科學樓花園營造生態廊道		<input checked="" type="checkbox"/> 濕地教育、原生植物栽種等	
資源與碳循環	■ 可回收資源	<input checked="" type="checkbox"/> 定期執行一般性資源回收	<input checked="" type="checkbox"/> 落實一般性資源回收
	■ 可再生利用資源	<input checked="" type="checkbox"/> 結合社區大學進行園藝材料再生轉用	<input checked="" type="checkbox"/> 具體實施SDGs課程
		<input checked="" type="checkbox"/> 科技領域閒置設施進行再生轉用	<input checked="" type="checkbox"/> 具體實施SDGs課程
		<input checked="" type="checkbox"/> 閒置設備移撥他校再生轉用	<input checked="" type="checkbox"/> 幫助他校發展特色社團
	■ 有機碳循環資源	<input checked="" type="checkbox"/> 科學樓花園進行落葉堆肥	<input checked="" type="checkbox"/> 推廣循環經濟課程
		<input type="checkbox"/> 表層土壤改善	
<input checked="" type="checkbox"/> 資源班進行食農教育		<input checked="" type="checkbox"/> 具體實施SDGs課程	

五、本年度申請項目與經費說明

面向	示範主題	示範項目	申請金額	項目施作 規劃 (本年度申請 項目請打√/已 實施項目請打 o)	備註 (已實施年度-計畫 名稱/ 本年度申請項目與 已實施項目若有關 連性，請附註說明)
能源與 微氣候	□電能	□節電設施與設備			
		<input checked="" type="checkbox"/> 最佳化調控節電作為	1,663,200	✓	
		□創能設施與設備			
		□其他			
	□溫熱外環境	□日照與除濕鋪面			
		□陰影與降溫鋪面			
		□其他			
	□校園通風	□無風區域避免			
		□穿越型通風路徑確保			
		□其他			
	□被動式系統整合	<input checked="" type="checkbox"/> 可感知與紀錄	1,079,400	✓	
		□季節對應策略			
□災害對應策略					
環境與 健康	□室內環境品質	□舒適光環境（採光、 照明）			
		<input checked="" type="checkbox"/> 隔熱降溫與調濕	278,906	✓	
		<input checked="" type="checkbox"/> 通風換氣排熱排污	204,750	✓	
		<input checked="" type="checkbox"/> 室內二氧化碳濃度	201,600	✓	
	□建築外殼開口	□對應通風開窗模式			
		□遮陽與導光			
		□防空污作為			
		<input type="checkbox"/> 室內潔淨作為			

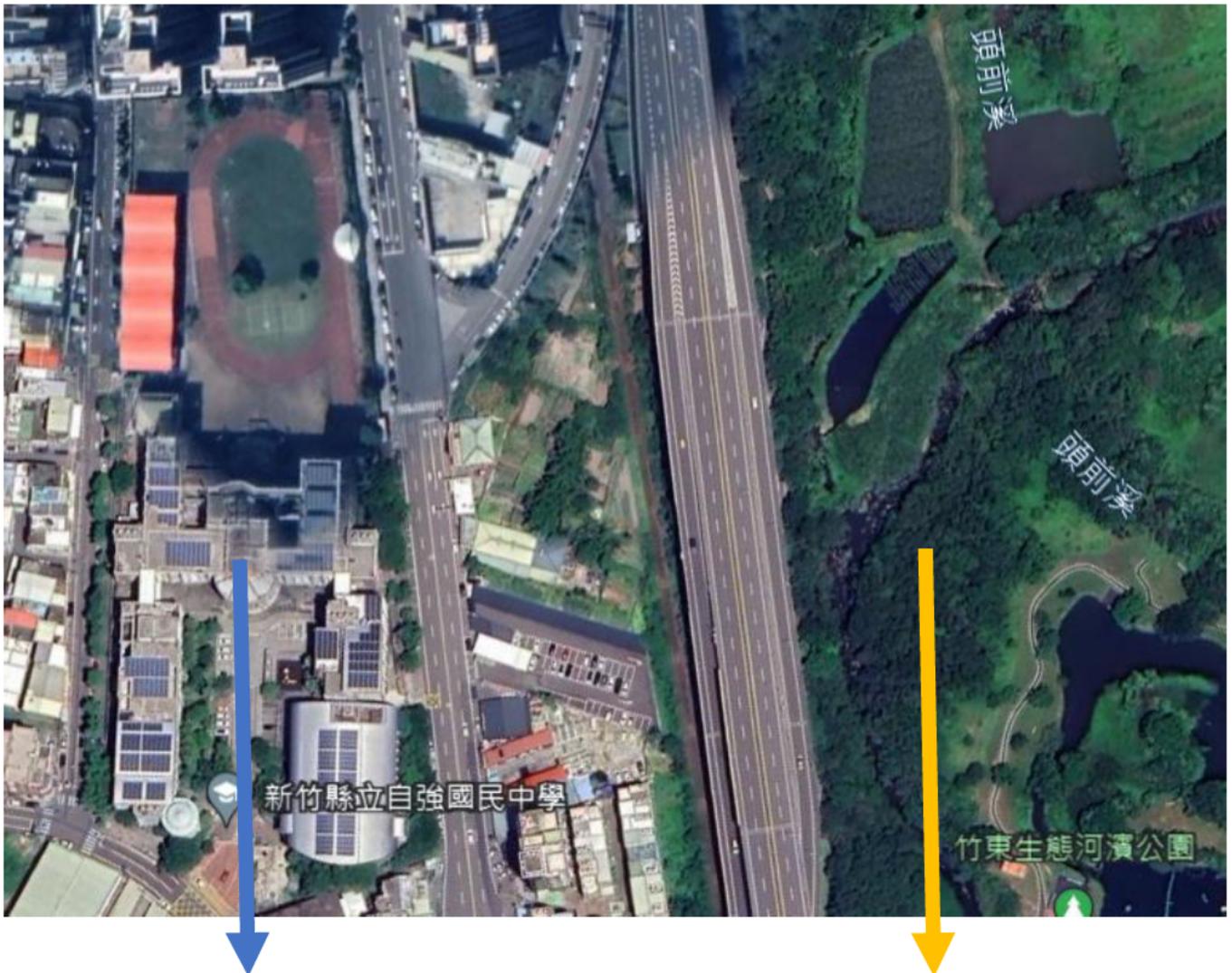
	<input checked="" type="checkbox"/> 校園健康維護管理 (必要考量項)	<input type="checkbox"/> 季節對應措施 <input type="checkbox"/> 空污災害感知與應變 <input checked="" type="checkbox"/> 可感知與紀錄	420,000	✓	
資源與 碳循環	<input type="checkbox"/> 可回收資源	<input type="checkbox"/> 一般性資源回收			
	<input type="checkbox"/> 可再生利用資源	<input type="checkbox"/> 材料再生轉用			
		<input type="checkbox"/> 設施再生轉用			
		<input type="checkbox"/> 設備再生轉用			
	<input type="checkbox"/> 有機碳循環資源	<input type="checkbox"/> 落葉與廚餘堆肥			
		<input type="checkbox"/> 表層土壤改善			
<input type="checkbox"/> 食農作為					
水與綠 系統	<input checked="" type="checkbox"/> 水循環	<input checked="" type="checkbox"/> 節水措施	795,900	✓	
		<input type="checkbox"/> 滲透保水			
		<input type="checkbox"/> 滯洪與貯留			
		<input type="checkbox"/> 水淨化與降溫			
		<input type="checkbox"/> 水再生利用			
		<input type="checkbox"/> 自然滲透與澆灌			
	<input type="checkbox"/> 綠基盤	<input type="checkbox"/> 在地原生大喬木綠化			
		<input type="checkbox"/> 環境友善鋪面與親和性圍籬			
		<input type="checkbox"/> 生物多樣性棲地			
		<input type="checkbox"/> 生態廊道			
經常門	教學用經常門 (含雜支)	210,000			
資本門	設備及投資	4,643,756			
申請補助總金額	新台幣 肆佰捌拾伍萬叁仟柒佰伍拾陸元整				
所在縣市是否有環境教育相關輔導組織				<input checked="" type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無	若有，請填組織名稱 新竹縣環境教育輔導團

六、校園盤點成果(優勢、劣勢、問題及災害)-表格不足填寫請自行增加

校名	新竹縣立自強國民中學																																																																																						
<p>優勢</p> <p><input type="checkbox"/>未盤點，尚不清楚 <input type="checkbox"/>已盤點，無具體優勢 <input checked="" type="checkbox"/>已盤點，具體優勢</p>		<p>說明</p> <p>1. 周邊生活機能便利、文化資產豐富、水資源豐沛、社區對學校支持度高。 2. 老師專業、熱忱、無私奉獻 3. 學校植栽及生態環境良好</p>  <p>校園植物盤查</p> <table border="1"> <tr> <td>操場</td> <td>4.樟樹</td> <td>文化館、游藝館</td> <td>9.宜梧</td> <td>17.細葉欖仁</td> </tr> <tr> <td>1.茄冬</td> <td>5.山櫻花</td> <td>10.黑松</td> <td>11.山桂花</td> <td>18.樟木</td> </tr> <tr> <td>2.小葉欖仁</td> <td>6.羅漢松</td> <td>11.山桂花</td> <td>12.阿勃勒</td> <td>19.台灣欖樹</td> </tr> <tr> <td>3.毛柿</td> <td></td> <td>12.阿勃勒</td> <td>13.蓬萊石斑木</td> <td>20.華盛頓椰子</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>13.蓬萊石斑木</td> <td>14.美國紅杉</td> <td>21.印度樟樹</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>14.美國紅杉</td> <td>15.台灣月橘</td> <td>22.台灣赤楠</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>15.台灣月橘</td> <td>16.楓香</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>16.楓香</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>勤學樓</p> <table border="1"> <tr> <td>1.榕樹</td> <td>7.大王椰子</td> <td>科學樓</td> <td>9.椰子花</td> <td>17.羅漢松</td> </tr> <tr> <td>2.樟樹</td> <td>8.南洋含笑</td> <td>1.阿勃勒</td> <td>10.羅漢松</td> <td>18.李樹</td> </tr> <tr> <td>3.台灣欖樹</td> <td>9.緬甸欖樹</td> <td>2.台灣欖樹</td> <td>11.宜梧</td> <td>19.山櫻花</td> </tr> <tr> <td>4.茄冬</td> <td>10.羅漢松</td> <td>3.酒椰</td> <td>12.珊瑚樹</td> <td>20.華盛頓椰子</td> </tr> <tr> <td>5.山欖樹</td> <td>11.羅柏</td> <td>4.南天竹</td> <td>13.大頭茶</td> <td>21.馬櫻丹</td> </tr> <tr> <td>6.檳香</td> <td>12.馬櫻丹</td> <td>5.刺柏</td> <td>14.海桐</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>6.九里香</td> <td>15.流蘇</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>7.立錫花</td> <td>16.小葉欖仁</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>8.寶鏡</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	操場	4.樟樹	文化館、游藝館	9.宜梧	17.細葉欖仁	1.茄冬	5.山櫻花	10.黑松	11.山桂花	18.樟木	2.小葉欖仁	6.羅漢松	11.山桂花	12.阿勃勒	19.台灣欖樹	3.毛柿		12.阿勃勒	13.蓬萊石斑木	20.華盛頓椰子			13.蓬萊石斑木	14.美國紅杉	21.印度樟樹			14.美國紅杉	15.台灣月橘	22.台灣赤楠			15.台灣月橘	16.楓香				16.楓香			1.榕樹	7.大王椰子	科學樓	9.椰子花	17.羅漢松	2.樟樹	8.南洋含笑	1.阿勃勒	10.羅漢松	18.李樹	3.台灣欖樹	9.緬甸欖樹	2.台灣欖樹	11.宜梧	19.山櫻花	4.茄冬	10.羅漢松	3.酒椰	12.珊瑚樹	20.華盛頓椰子	5.山欖樹	11.羅柏	4.南天竹	13.大頭茶	21.馬櫻丹	6.檳香	12.馬櫻丹	5.刺柏	14.海桐				6.九里香	15.流蘇				7.立錫花	16.小葉欖仁				8.寶鏡		
操場	4.樟樹	文化館、游藝館	9.宜梧	17.細葉欖仁																																																																																			
1.茄冬	5.山櫻花	10.黑松	11.山桂花	18.樟木																																																																																			
2.小葉欖仁	6.羅漢松	11.山桂花	12.阿勃勒	19.台灣欖樹																																																																																			
3.毛柿		12.阿勃勒	13.蓬萊石斑木	20.華盛頓椰子																																																																																			
		13.蓬萊石斑木	14.美國紅杉	21.印度樟樹																																																																																			
		14.美國紅杉	15.台灣月橘	22.台灣赤楠																																																																																			
		15.台灣月橘	16.楓香																																																																																				
		16.楓香																																																																																					
1.榕樹	7.大王椰子	科學樓	9.椰子花	17.羅漢松																																																																																			
2.樟樹	8.南洋含笑	1.阿勃勒	10.羅漢松	18.李樹																																																																																			
3.台灣欖樹	9.緬甸欖樹	2.台灣欖樹	11.宜梧	19.山櫻花																																																																																			
4.茄冬	10.羅漢松	3.酒椰	12.珊瑚樹	20.華盛頓椰子																																																																																			
5.山欖樹	11.羅柏	4.南天竹	13.大頭茶	21.馬櫻丹																																																																																			
6.檳香	12.馬櫻丹	5.刺柏	14.海桐																																																																																				
		6.九里香	15.流蘇																																																																																				
		7.立錫花	16.小葉欖仁																																																																																				
		8.寶鏡																																																																																					
<p>劣勢</p> <p><input type="checkbox"/>未調查，尚不清楚 <input type="checkbox"/>已調查，無具體劣勢 <input checked="" type="checkbox"/>已調查，具具體劣勢</p>		<p>說明</p> <p>1. 風向與建築物開口不一致造成通風不良悶熱問題，此外，東曬西曬問題造成四樓教室炎熱 2. 12間教室悶熱難受得靠空調，希望透過外在環境改善，產生比較對照組，讓學生了解除了開設空調前，仍有改善的可能。</p>  <p>冬北季風</p> <p>西南季風</p>																																																																																					
<p>問題</p> <p><input type="checkbox"/>未調查，尚不清楚 <input type="checkbox"/>已調查，無校園問題 <input checked="" type="checkbox"/>已調查，校園問題</p>		<p>說明</p> <p>1. 勤學樓為本校學生及教師教學活動主要大樓 2. 30間教室、16間辦公室均裝設冷氣，但無EMS能源管理系統 3. 東側四個樓層廁所，設施老舊，無節能節水裝置，亦無中水回收設施。 4. 遇強降雨，無法進行有效雨水回收。 5. 冷氣水無法有效回收再運用。 6. 未有隔熱及遮陽處理。</p>																																																																																					

七、校園基本配置圖與標示歷年度施作範圍、項目說明

(需標示校區方位，如：指北針、南北向方位，並且檢討是否有效串連歷年執行成果)



1. 參考111年度永續校園探索計畫以及112年度智慧化氣候友善基礎計畫，盤點校園用電情形，得知勤學樓30間教室及16間辦公室冷氣使用，占每日用電最大量之處。
2. 本校在113年度智慧化氣候友善示範計畫，規劃在上述教室與辦公室裝設智慧電表以及EMS能源管理系統，用於管理用電情形。
3. 過去探索校園建築物特性，本校勤學樓教室無法發揮開窗通風效益，故本計畫預計在807班安裝新風系統並以IIoT物聯網進行管理控制做為示範教室。
4. 807班教室屋頂，規劃鋪設防水隔熱毯用於阻隔熱源，做為減少冷氣使用之示範點。
5. 全校主用水塔裝設水流量計管理用水量。

1. 經過111年度永續校園探索計畫以及112年度智慧化氣候友善基礎計畫進行SDGs課程發展，本校已初步完成全校性永續議題探索課程。
2. 建構807班示範教室做為示範點
3. 運用竹東生態河濱公園進行溼地踏查、生態解說、水資源循環再利用等探索課程。
4. 帶領全校師生參與社區大學在地客家文史課程、濕地生態課程、林業園區文史課程、河濱公園水資源循環利用課程以及食農教育課程。

八、示範項目歷年監測數據紀錄作為基礎比較值

(例如:室內空間用電量、用水量、溫度、濕度、風速、照度、二氧化碳等；室外空間綠化面積、外部溫度、濕度、風速、風向、空氣污染、雨中水儲水量等)

項目	111年度永續校園 探索計畫數據(2022)	112年度智慧化氣候友善 校園調查數據(2023)	備註
用電量	5-10月：37,883度 11-4月：25,875度	5-10月：27,433度 11-4月：21,080度	11-4月為跨年度統計
用水量	年平均：2,157度	年平均：2,346度	
外部溫度	夏季平均：29°C 冬季平均：17.8°C	夏季平均：28.9°C 冬季平均：17.4°C	以日均溫計算 平均溫度
濕度	夏季平均：86.4% 冬季平均：84.8%	夏季平均：85.8% 冬季平均：77%	
空氣品質 (pm2.5)	夏季平均：12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 冬季平均：14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	夏季平均：11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 冬季平均：18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
室內二氧化碳 (門窗緊閉情形)	1,100~1,300ppm	1,100~1,300ppm	
風速	夏季平均：1m/s 冬季平均：2.2m/s	夏季平均：1.1m/s 冬季平均：2.5m/s	

九、預計當年度執行示範校完成可衍生效益

(質化說明或量化說明均可)

(一)學生對環境產生科學探究：

1. 讓學生透過觀察了解自己及周遭環境的現象和事件，激發學生對環境的思辨能力，並珍惜我們的環境。
2. 以環境教育為中心議題，以行動科技為輔助工具，以科學探究為學習核心，以跨領域課程為發展策略，結合學校環境教育及行動智慧既有的優勢資源與發展成果，期能達到「增進學生環保素養，發揮生活創意，運用科學方法解決問題。

(三)學生對綠建築有概念：

對環境的保護首先應從建築做起，在建築方面強調節能、低污染、低耗能、低環境衝擊，即是所謂「綠建築」的基本概念。我們應積極地藉由綠建築的使用，教導學生尊重生命及順應自然運作的規律，而非僅以技術層面來處理污染，或只來約束人們的行為問題，嘗試著以生態價值及人的謙卑作為人與自然和諧相處的基礎，才能真正建立永續發展及共生共榮的未來社會。

(三)學生對美化綠化環境有明顯的認識:

從事校園綠化美化活動，讓校園充滿蝴蝶飛舞的美麗景象，不僅校園變美麗了，學生也更有認同感。鼓勵學生認識校園植物，在綠化的環境中學習，親近自然而喜愛自然。

(四)學生對感應器及物聯網有深切的體驗:

感測器能夠探測、感受外界信號的裝置，外界信號包含光、熱、濕度、聲音、震動、壓力等等，生活中許多裝置都有感測器的存在，如倒車雷達利用超音波技術感測距離，避免碰撞。這技術讓學生習得未來生活的科技力。

(五)學生對雨水回收有基本的認識，並可評估其效益。

了解到雨水回收再利用的好處之後，隨即指導學童如何珍惜水資源，雨撲滿（水塔）的設置便是響應環保的一環，讓水資源做到充分的利用，不僅節約了能源，也帶來生活中的方便，所以在本次的活動設計上，帶學子到校園尋找雨撲滿的蹤跡，以建構「永續節能」的環保概念。回收雨水為降溫，營造乾淨、無污、低碳校園環境。

(六)學生可以實踐節能減碳:

節能減碳意指藉由節約能源、減少碳排放的方式保護地球資源，進而降低對地球的傷害。近幾年全球暖化造成的氣候變遷，不僅改變了生態環境，造成生物多樣性的保存不易，也影響到人類的日常生活，例如乾旱與水災發生的頻率增加，導致民生用水供應不穩定，若繼續忽視氣候變遷帶來的影響，毫無節制地浪費資源，只會加重全球暖化問題，最後面臨不可挽回的生態浩劫，為了延緩氣候變遷，每個人都應注重節能減碳，一起照顧地球的健康！

十、示範校特色示範內容說明與效益



十一、歷年成果說明

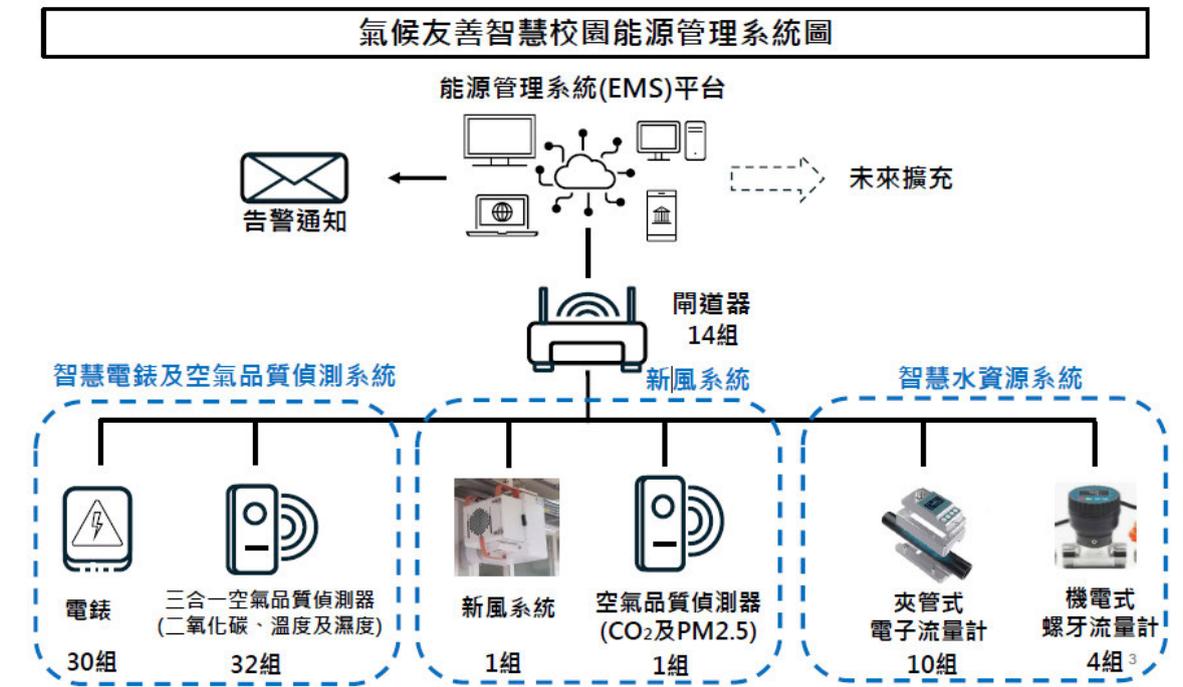
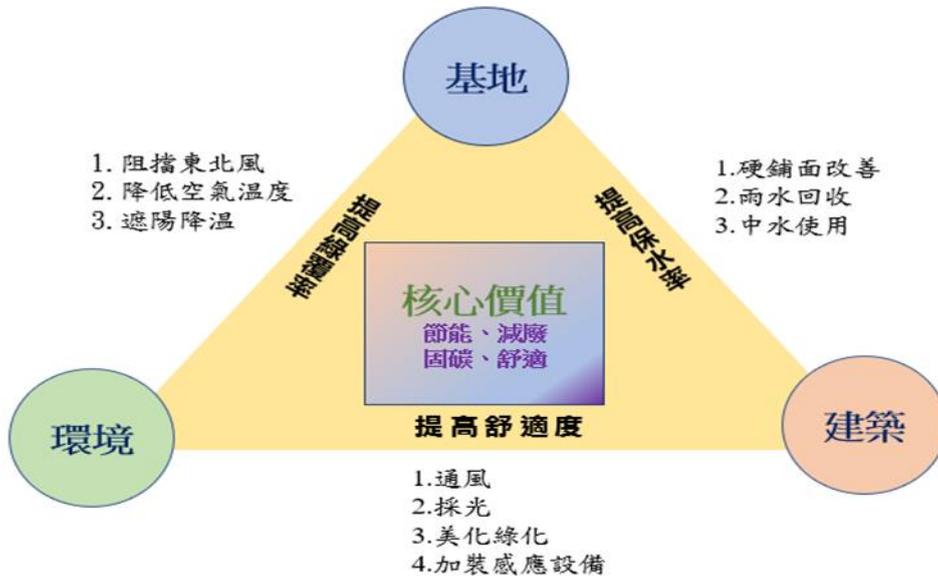
歷年獲得教育部補助項目補助之使用現況說明 (請附註圖片，並描述現況運作情形)			
年度	項目名稱	教學使用描述 (是否持續配合教學)	現況運作情形 (請以圖片呈現)
100年	永續校園局部改造雨水回收補助個別案95萬元	配合本校雨水回收系統，將永續校園的概念融入本校生活科技課程實施。但量無法控管其數據。	 <p>目前雨水回收，仍可以使用於澆灌。</p>
102年	永續校園局部改造完成電力監控系統80萬元	目前已無法使用	了解學校用電情形，並搭配全校空調自動卸復載，將全校用電量控制在330Kw以內，達到節能減碳目的。但校內重新換冷氣設備無法使用。

歷年獲獎/榮譽紀錄(欄位不足時請自行增加)

年度	獲獎名稱/名次
103	經濟部、教育部推廣能源教育優等獎
104	教育部推動學校能源教育競賽特優獎
104	教育部推動學校能源教育競賽最佳團隊合作獎
105	教育部推動學校能源教育競賽最佳能源活動設計獎
106	教育部推動學校能源教育競賽最佳能源活動推廣獎
106	經濟部、教育部推廣能源教育標竿學校銀獎
109	新竹縣機關學校節電優良特優獎
109	經濟部暨教育部推動能源教育標竿學校優選獎

十二、示範校園發展藍圖(軟、硬體)

(一)、教學部分軟體及課程：可透過心智圖呈現



(二)、校園改造項目與硬體設施：請以校園圖說為基礎，並需要提供完整圖說資料呈現，利於審查進程推動。

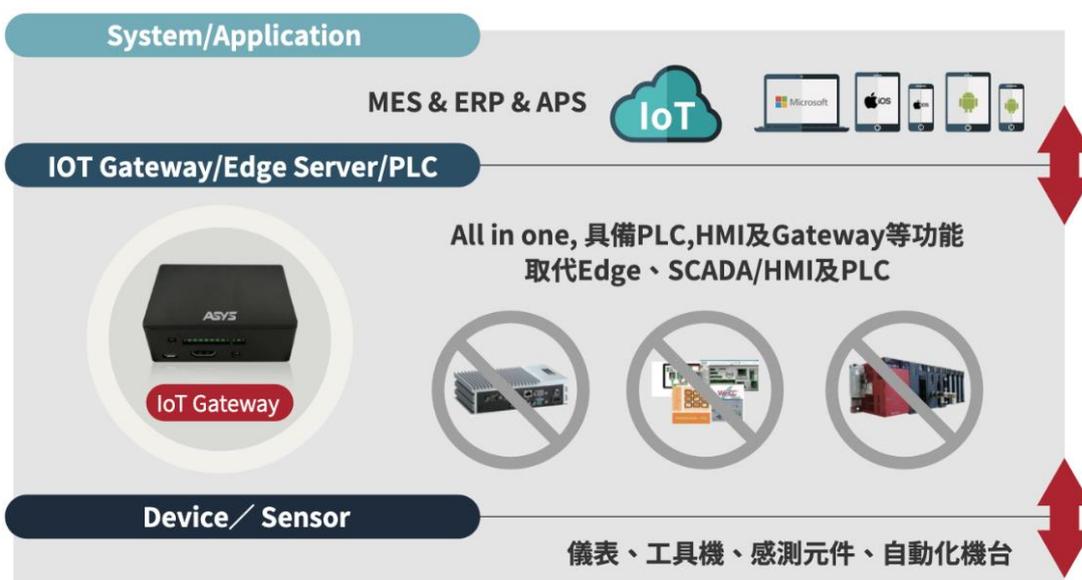
(一)預計改造項目

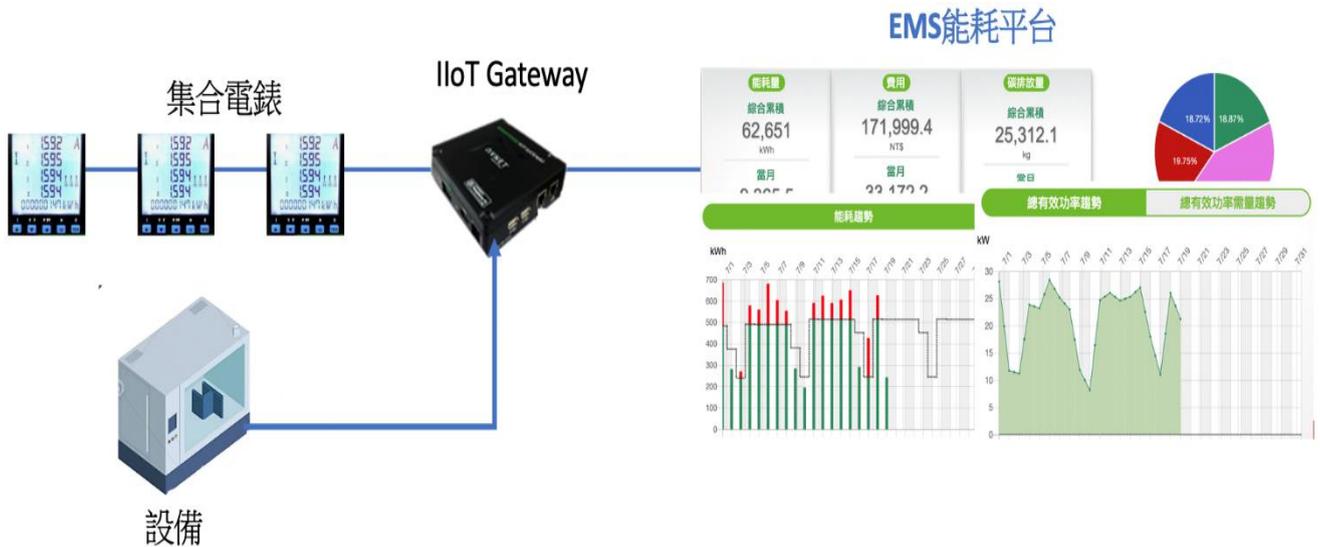
1. 規劃重點：

工作項目	具體作法	實施項目
A 冷氣設備能耗監測與節能優化	使用 IIoT 串聯擷取記錄冷氣設備用電資訊，透過 EMS 能耗平台，與智慧電表分析其用電資訊，使決策管理可視化	設備耗電資訊顯示，用電趨勢可視化，碳排放量計算，用電設備排程，遠端控制
B 室內通風、空氣環境品質改善及系統整合	1. 教室新增二氧化碳感測器，與智慧能管系統聯動(可搭配開啟排風扇控制)，以達到通風換氣排熱…等效益 2. 807班裝設新風系統，做為改善室內通風不良悶熱之示範教室。	二氧化碳資訊顯示，智慧化聯動，遠端控制
C 水資源使用及系統整合	於民生用水水塔管線、與水回收裝置管線、及 RO 製水廢水回收管線等安裝智慧水流量計，連結至智慧管理平台，可視化統計全校師生用水情形。	全校各水塔裝設，用水量資訊顯示，智慧化聯動。
D 屋頂隔熱裝置工程	本校已於勤學樓屋頂設置太陽能光電板，對於部分教室已有初步遮陽隔熱的效果，為進一步改善溫熱品質，降低屋頂無太陽能光電板覆蓋之教室及辦公室之室內溫度。	預計於勤學樓屋頂增設防水隔熱毯，預計設置位置如圖1-4所示，防水隔熱毯預計設置範圍約12.5m2x12.5m2

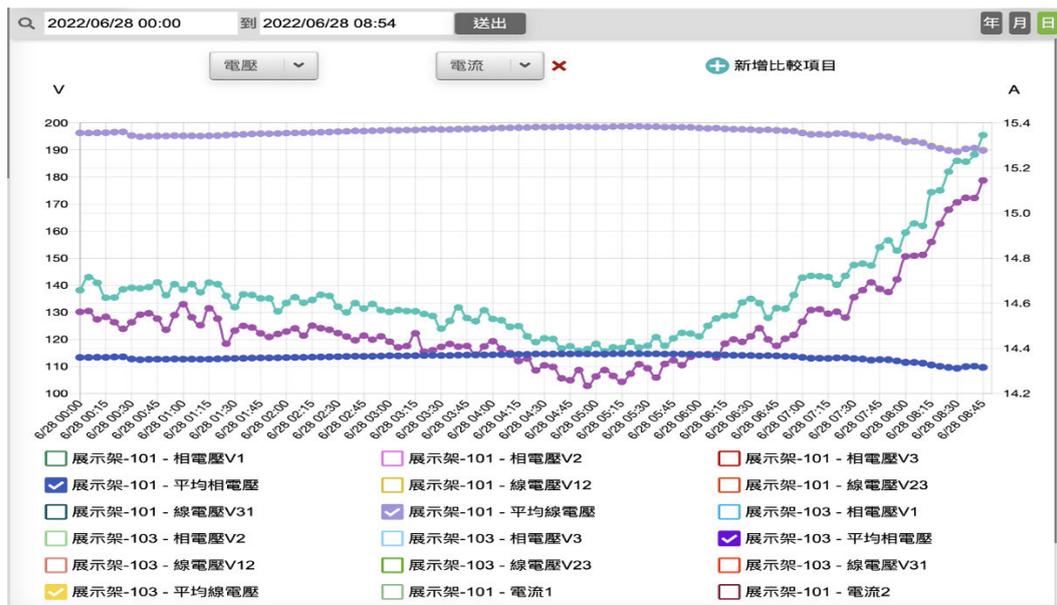
(二)對照上表進行分項說明

A. 冷氣設備能耗監測與節能優化





說明：透過對用電系統與高能耗設備進行數據採集、以大數據做系統分析，發現異常能源耗損與節能空間，持續提出優化設備運轉效率設計、改善生產流程及制定能源管理策略，提高能源使用效率。



說明：透過圖表及趨勢圖顯示電力系統的總用電量、電費、碳排放量、用電佔比與功率需量等重要用電數據。借由電壓、電流、電能、功率與頻率趨勢分析及能耗改善之空調設備。

B室內環境品質改善與系統整合



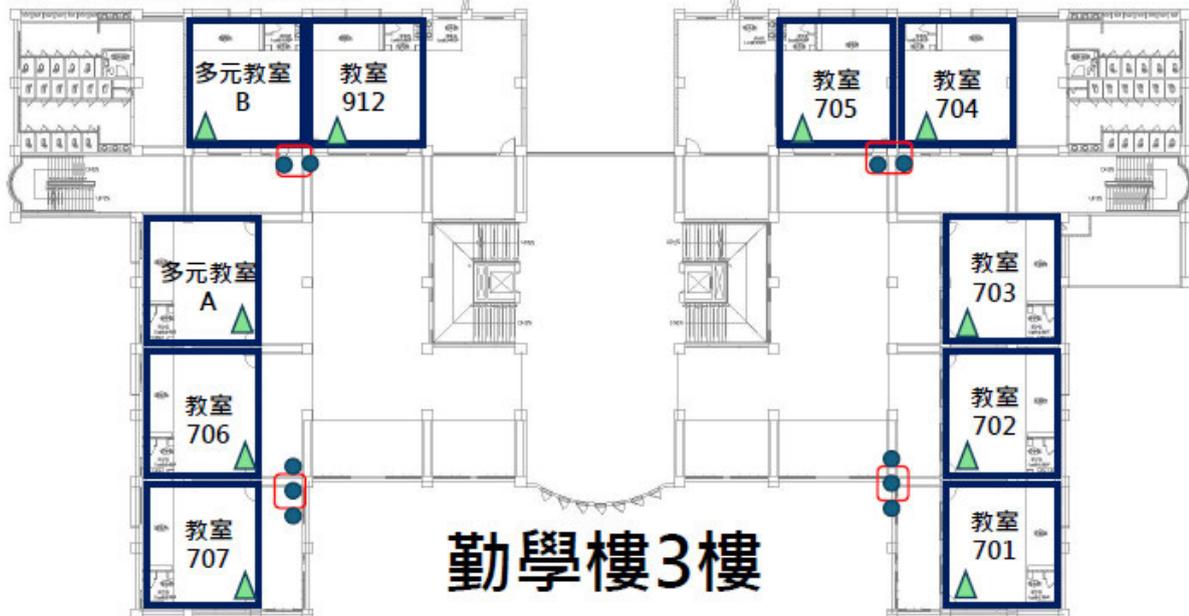
說明：每間教室新增一組二氧化碳感測器，與智慧能管系統聯動，於系統中可圖視化以及數據化監控，若室內二氧化碳濃度超標，可以IIoT聯網技術遠端控制排風扇啟停，或於系統中發出告警提醒用戶人為排除，以達到通風換氣排熱等效益。

智慧電錶及空氣品質偵測系統

◻ 閘道器 x 4

● 智慧電錶 x 10

▲ 三合一空氣品質偵測器 x 10



新風系統：

自強國中勤學樓因建築物開窗設計及方位座向的特性，導致班級教室環境通風不良，加上夏季開冷氣以及冬季東北季風盛行，學生常常在門窗密閉的室內上課。學校師生總以為開了冷氣，就能做到空氣循環，實際上，冷氣只有內循環，沒有外排氣，所以室內的穢空氣始終無法排出。

智慧新風換氣系統原則上應設置於走廊側窗戶邊，設備固定架可設置於走廊天花板，進風口則設置於走廊側窗戶，室內側應有送風口及空氣品質二氧化碳(CO₂)及空氣懸浮微粒(PM_{2.5})濃度感測模組，以此向裝置探討室內引進戶外新鮮空氣，排出室內汙濁，以達改善室內空氣品質效果並做為示範點。



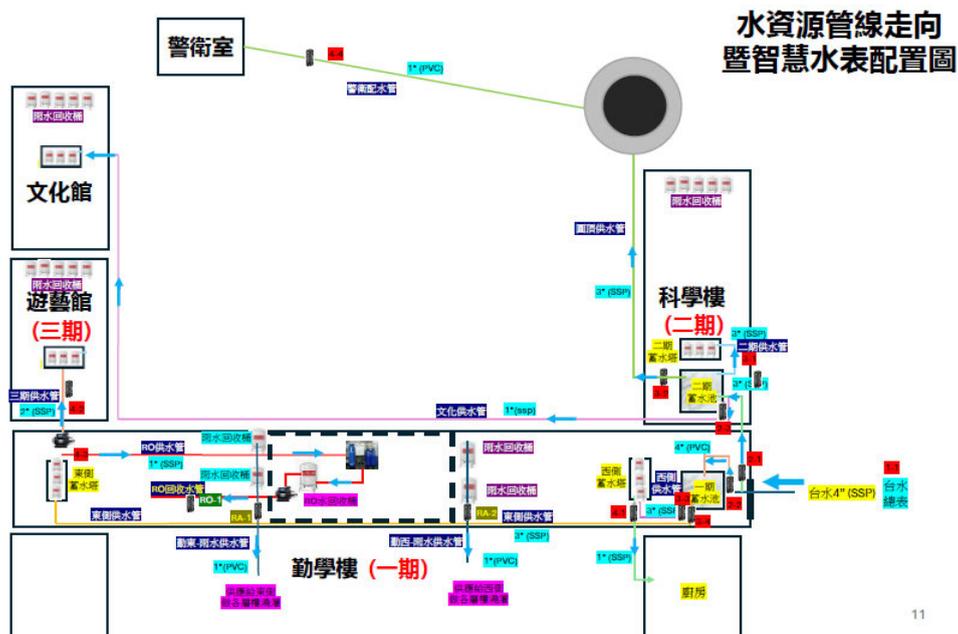
C水資源使用及系統整合

說明：全校用水之水塔未裝設水流量計以及建置IIoT系統,因此未能管理各棟建築物之用水量，甚至過去發生漏水狀況也無從查知管線漏水之處，造成水資源浪費。

智慧水資源系統

項次	智慧水表安裝位置	流量計型式
1	第一期勤學樓蓄水池	全電子式流量計
2	第一期勤學樓東水塔	全電子式流量計
3	第一期勤學樓西水塔	全電子式流量計
4	第二期科學大樓地下室蓄水池	全電子式流量計
5	第二期科學大樓頂樓蓄水池	全電子式流量計
6	第二期科學大樓圓樓	全電子式流量計
7	第三期家政大樓	全電子式流量計
8	第四期自強文化館	機電式螺牙流量計
9	廚房	機電式螺牙流量計
10	警衛室	機電式螺牙流量計
11	RO飲用水	機電式螺牙流量計
12	RO回收水	全電子式流量計
13	雨水回收系統一	全電子式流量計
14	雨水回收系統二	全電子式流量計

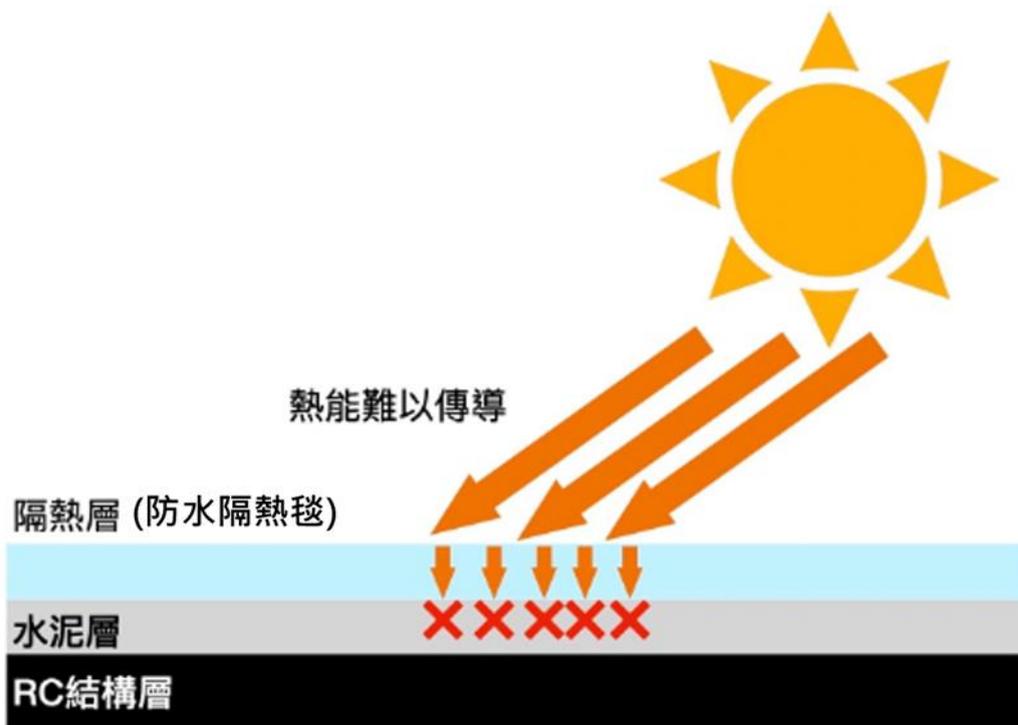
說明：在各主用水塔出水管線裝設水流量計，與智慧能管系統聯動，可視化統計各水塔用水量。



說明：經由IIoT Gateway與水流量計串聯，擷取水塔用水量參數，透過IIoT Gateway資料處理。將及時資訊上傳至能耗平台記錄及呈現。以達成水資源利用與系統整合。

D. 屋頂隔熱裝置工程

本校已於勤學樓屋頂設置太陽能光電板，對於部分教室已有初步遮陽隔熱的效果，為進一步改善溫熱品質，降低屋頂無太陽能光電板覆蓋之教室及辦公室之室內溫度，預計於勤學樓屋頂增設防水隔熱毯，預計設置位置如圖1-4所示，防水隔熱毯預計設置範圍約 $12.5\text{m}^2 \times 12.5\text{m}^2$ 。



勤學樓屋頂防水隔熱毯安裝原則示意圖

十三、申請項目執行策略說明

(本階段申請尚不需附建築圖說，各申請項目請分表填寫，表格或欄位不足請自行增列)

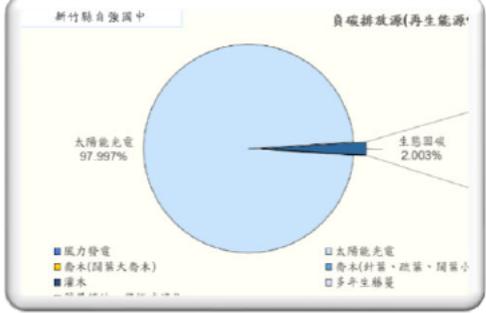
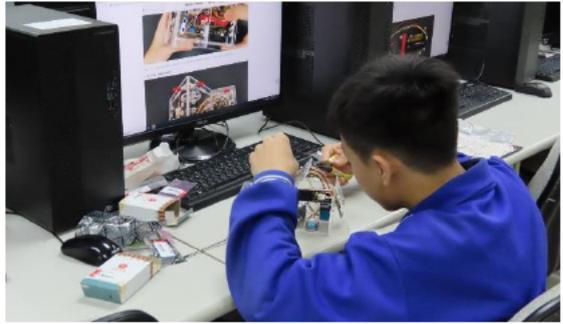
類別	<input checked="" type="checkbox"/> 能源與微氣候 <input type="checkbox"/> 環境與健康 <input type="checkbox"/> 水與綠系統 <input type="checkbox"/> 資源與碳循環 <input type="checkbox"/> 其他：_____		
項目名稱	冷氣設備能耗監測與節能優化		
問題說明	1. 勤學樓30間班級教室以及16間辦公室為冷氣最大量使用所在場域，舊有冷氣設備無法連接現有EMS能源管理平台進行耗能管理，無法確實掌握學校各班級使用冷氣及耗電情形。 2. 屋頂未裝設太陽能屋頂部分，無法阻隔日曬熱源。		
解決策略	1. 勤學樓全面裝設智慧電錶及新設EMS平台，並整合原有EMS平台資訊。 2. 使用IIoT串聯擷取記錄冷氣設備用電資訊，透過EMS能耗平台，與智慧電表分析其用電資訊，便於管理能源使用情形。 3. 示範點807班屋頂，鋪設防水隔熱毯，阻隔日曬熱源。		
現況照片			
說明	原有EMS系統無法整合全校用電	舊有冷氣能源管理系統已無法使用	勤學樓僅裝樓層電盤無教室電盤
拍攝日期	2022/11/10	2023/11/9	2023/3/14
現況照片			
說明	勤學樓僅能在總高壓電站裝設冷氣電錶，無法進行冷氣用電管理。	勤學樓舊有冷氣無法整合至新設EMS能源管理系統。	頂樓無太陽能屋頂處，無法阻隔日照熱源。
拍攝日期	2022/9/13	2023/4/13	2023/4/13
1. 是否有搭配廢棄物再利用及廢棄物規劃： <input type="checkbox"/> 有，說明：_____ <input checked="" type="checkbox"/> 無，說明：_____			
2. 後續維護管理機制規劃與維護成本說明： 過保固期一年之後，軟體服務更新維護，依照軟體系統合約設備價格15%承作，硬體設備故障更新，依照採購合約金額以30%折扣更換，相關維護成本可用校內經費支應。			
教學規劃	詳見教學規劃表		

類別	<input type="checkbox"/> 能源與微氣候 <input checked="" type="checkbox"/> 環境與健康 <input type="checkbox"/> 水與綠系統 <input type="checkbox"/> 資源與碳循環 <input type="checkbox"/> 其他：_____		
項目名稱	室內通風、空氣環境品質改善及系統整合		
問題說明	1. 勤學樓建物採內走廊設計，不利各教室及辦公室通風。 2. 勤學樓教室窗戶尺寸小且為對開設計，故無法有效通風。 3. 勤學樓建物無開口且座向與風向不符。		
解決策略	1. 班班裝設二氧化碳顯示器 2. 示範點807班教室裝設新風系統，探討改善室內通風不良問題之成效。 3. 利用IIoT物聯網串接設備改善空氣品質		
現況照片			
說明	勤學樓建物座向及內走廊設計，不利教室通風。	勤學樓建物窗戶小不利教室通風	科學樓外走廊設計有利教室開窗通風
拍攝日期	2023/5/17	2023/5/17	2023/5/17
現況照片			
說明	校舍緊鄰北興路及68快速道路，為防制噪音做內走廊設計且無法開啟窗戶	勤學樓建築內走廊特性，與風向相反，不利通風。	勤學樓教室均為窗戶尺寸小且為對開設計，故無法有效通風。
拍攝日期	2023/5/17	2023/9/21	2023/9/21
1. 是否有搭配廢棄物再利用及廢棄物規劃： <input type="checkbox"/> 有，說明：_____ <input checked="" type="checkbox"/> 無，說明：_____			
2. 後續維護管理機制規劃與維護成本說明： 過保固期一年之後，軟體服務更新維護，依照軟體系統合約設備價格15%承作，硬體設備故障更新，依照採購合約金額以30%折扣更換，相關維護成本可用校內經費支應。			
教學規劃	詳見教學規劃表		

類別	<input type="checkbox"/> 能源與微氣候 <input type="checkbox"/> 環境與健康 <input checked="" type="checkbox"/> 水與綠系統 <input type="checkbox"/> 資源與碳循環 <input type="checkbox"/> 其他：_____																				
項目名稱	水資源使用及系統整合																				
問題說明	全校用水之水塔未裝設水流量計以及建置IIoT系統,因此未能管理各棟建築物之用水量，甚至過去發生漏水狀況也無從查知管線漏水之處，造成水資源浪費。																				
解決策略	1. 全校各水塔裝設水流量計。 2. 雨水回收系統、RO製水廢水回收等裝設水流量計 3. 各水塔用水量資訊同步顯示，以IIoT物聯網進行智慧化管理。																				
現況照片																					
說明	自強國中主要用水水塔。	自強國中勤學樓水塔東西側各三個，共六個水塔。	未安裝水流量計，使得管線漏水情形無法及時發現，造成水資源浪費。																		
拍攝日期	2023/3/11	2023/3/11	2022/4/20																		
現況照片	 <table border="1" data-bbox="304 1256 1066 1301"> <thead> <tr> <th>1-2月(度)</th> <th>3-4月(度)</th> <th>5-6月(度)</th> <th>7-8月(度)</th> <th>9-10月(度)</th> <th>11-12月(度)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2199</td> <td>2480</td> <td>2314</td> <td>2506</td> <td>7072</td> <td>9311</td> </tr> <tr> <td>4314</td> <td>4314</td> <td>4314</td> <td>4314</td> <td>4314</td> <td>4314</td> </tr> </tbody> </table>		1-2月(度)	3-4月(度)	5-6月(度)	7-8月(度)	9-10月(度)	11-12月(度)	2199	2480	2314	2506	7072	9311	4314	4314	4314	4314	4314	4314	
1-2月(度)	3-4月(度)	5-6月(度)	7-8月(度)	9-10月(度)	11-12月(度)																
2199	2480	2314	2506	7072	9311																
4314	4314	4314	4314	4314	4314																
說明	112年度碳盤查，年平均用水4314度。		結合Globe Taiwan計畫，調查降雨量，並結合雨水回收示範場域進行教學。																		
拍攝日期	2023/12/12		2023/10/3																		
教學規劃	1. 是否有搭配廢棄物再利用及廢棄物規劃： <input type="checkbox"/> 有，說明：_____ <input checked="" type="checkbox"/> 無，說明：_____ 2. 後續維護管理機制規劃與維護成本說明： 過保固期一年之後，軟體服務更新維護，依照軟體系統合約設備價格15%承作，硬體設備故障更新，依照採購合約金額以30%折扣更換，相關維護成本可用校內經費支應。																				
教學規劃	詳見教學規劃表																				

十四、配合申請項目填寫智慧化氣候友善校園相關議題實施成果

(請列出近兩年執行項目成果，表格不足請自行增列)

類別	<input checked="" type="checkbox"/> 能源與微氣候 <input type="checkbox"/> 環境與健康 <input type="checkbox"/> 水與綠系統 <input type="checkbox"/> 資源與碳循環 <input type="checkbox"/> 其他：_____	照片：	
類別	<input checked="" type="checkbox"/> 能源與微氣候 <input type="checkbox"/> 環境與健康 <input type="checkbox"/> 水與綠系統 <input type="checkbox"/> 資源與碳循環 <input type="checkbox"/> 其他：_____	照片	
類別	<input type="checkbox"/> 能源與微氣候 <input checked="" type="checkbox"/> 環境與健康 <input type="checkbox"/> 水與綠系統 <input type="checkbox"/> 資源與碳循環 <input type="checkbox"/> 其他：_____	照片：	

說明：
 1. 解說太陽能鍋功效，並可進行簡易烹調。
 2. 引進外部資源(教育部能源科技教育計畫、潔能系統整合及人才培育計畫、**工研院**)形塑學校成為能源科技教育、節電示範場域。提升教師教學知能、增加學生體驗學習機會，活化教學內涵。

說明：
 1. 學校全面裝設太陽能屋頂
 2. 包含兩套檢視太陽能發電量系統
 3. 112年度碳盤查相關數據：
 ✓ 實際發電度數：455,557kWh
 ✓ 減碳量：225.5007 公噸CO₂e/年

說明：
 1. 實施micro:bit空氣小屋課程帶領學生體驗運用物聯網觀測室內空氣品質(溫度、濕度、CO₂濃度)。
 2. 勤學樓四樓其中一間教室安裝二氧化碳顯示器，使學生能感知教室內空氣品質變化。
 3. 教師社群進行micro:bit空氣小屋課程共備。



類別	<input type="checkbox"/> 能源與微氣候	<input type="checkbox"/> 環境與健康	<input checked="" type="checkbox"/> 水與綠系統	<input type="checkbox"/> 資源與碳循環
	<input type="checkbox"/> 其他：_____			

說明：

1. 112年度碳盤查-生態固碳面積

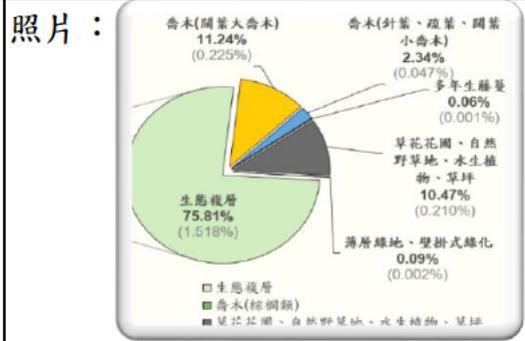
#生態複層：1746.59m² #闊葉大喬木：345.4 m²

#闊葉小喬木：107.6 m² #多年生藤蔓：6.7 m²

#草花花圃、水生植物、草坪：1607.7 m²

#薄層綠化：13.5 m²

2. 生態固碳當量：4.6079公噸CO₂e



類別	<input type="checkbox"/> 能源與微氣候	<input type="checkbox"/> 環境與健康	<input checked="" type="checkbox"/> 水與綠系統	<input type="checkbox"/> 資源與碳循環
	<input type="checkbox"/> 其他：_____			

說明：

1. 營造雨水回收再利用教學示範場域。

2. 融入SDG6淨水及衛生議題課程教學。



類別	<input type="checkbox"/> 能源與微氣候	<input type="checkbox"/> 環境與健康	<input type="checkbox"/> 水與綠系統	<input checked="" type="checkbox"/> 資源與碳循環
	<input type="checkbox"/> 其他：_____			

說明：

1. 結合社區大學與資源式中途班園藝課程。

2. 利用廢棄課桌椅做為園藝植物展示架。



類別	<input type="checkbox"/> 能源與微氣候	<input type="checkbox"/> 環境與健康	<input type="checkbox"/> 水與綠系統	<input type="checkbox"/> 資源與碳循環
	<input checked="" type="checkbox"/> 其他：SDGs課程			

說明：

1. 進行SDG15 保護陸域生態議題課程，帶領學生探究生物多樣性。



十五、合作之民間團體及社區伙伴(欄位不足請自行增加)

團體/社區 (村里)名稱	原生植物協會	負責人	陳世揚
<p>提供與支援活動內容說明：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 志工定期到校查看原生植物種植情形，並給予補種。 2. 校內有教師專責照顧原生植物並成為協會種子教師 3. 種子教師開設社團及招募志工，帶領學生照顧原生植物。 			
			
團體/社區 (村里)名稱	竹東社區大學	負責人	彭彥儒秘書
<p>提供與支援活動內容說明：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 與竹東社大合作十二年國教計畫： <ol style="list-style-type: none"> (1) 竹東在地的文史 (2) 共築綠色校園與生態教育(台灣濕地復育協會秘書長劉正祥)~本校水生池生態環境、竹東河濱公園濕地及水資源中心進行相關教學 (3) 有機農(溫彩垣)協助特教生種植蔬菜 			
			
楊秘書談論客家文化	水生植物解說	整理生態池	
			
社區民眾與學生一起上課	竹東生態河濱公園	特教生播種	

- 〔1〕 民間團體及社區伙伴：社區(鄉鎮村里)提供與支援活動說明，團隊組織及實績：應敘明協助本計畫之建築、生態、都市、景觀、教育等各類專業人員與團體之基本資料，簡述其過去執行相關計畫之具體成果。
- 〔2〕 亦鼓勵與各縣市政府既有永續校園夥伴學校或環境教育相關輔導組織整合，以協助學校執行本案。

表一

教育部補(捐)助計畫項目經費表

申請表
核定表

申請單位：新竹縣立自強國民中學		計畫名稱：建構智慧化氣候友善校園先導型計畫(示範計畫)		
計畫期限：自本部核定公文日起至113年12月31日				
計畫經費總額： 4,853,756元，向本部申請補助金額： 4,853,756 元， 自籌款： 0 元。				
擬向其他機關與民間團體申請補助： <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有				
補(捐)助項目	申請金額(元)	核定計畫金額(教育部填列)(元)	核定補助金額(教育部填列)(元)	說明
業務費	210,000			本案經費項目為： 差旅費、膳費、雜支、租車費、外聘講師鐘點費、外聘助教鐘點費、內聘講師鐘點費、內聘助教鐘點費、二代健保補充保費、印刷費、教材費、場地布置費、住宿費、材料費、工作費、資料蒐集費、出席費、圖片使用費、交通費、教材教具費、設計規劃費、校園盤查費等，共_項(範例參考，請自行刪減無須編列項目，所列項目需與經費配置表一致，如需新增上述未列項目，請洽教育部承辦人，避免會計單位無法核定)
設備及投資	4,643,756			
合計	4,853,756			
承辦單位	主(會)計單位	首長		
補(捐)助方式： 部分補(捐)助 指定項目補(捐)助 <input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否 【補(捐)助比率 ___%】 地方政府經費辦理式：			餘款繳回方式： <input type="checkbox"/> 繳回 <input type="checkbox"/> 依本部補(捐)助及委辦經費核撥結報作業要點辦理 彈性經費額度： 無彈性經費	

教育部補(捐)助計畫項目經費表

申請表
核定表

申請單位：新竹縣立自強國民中學	計畫名稱：建構智慧化氣候友善校園先導型計畫(示範計畫)
計畫期限：自本部核定公文日起至 113年12月31日	
計畫經費總額：4,853,756元，向本部申請補助金額：4,853,756元，自籌款：0元	
備註：	
<p>一、本表適用政府機關（構）、公私立學校、特種基金及行政法人。</p> <p>二、各計畫執行單位應事先擬訂經費支用項目，並於本表說明欄詳實敘明。</p> <p>三、各執行單位經費動支應依中央政府項用規定、本部計畫補（捐）助要點及本經費編列基準表規定辦理。</p> <p>四、上述中央政府經費支用規定，得逕於「行政院主計總處網站-友善經費報支專區-內審規定」查詢參考。</p> <p>五、非指定項目補（捐）助，說明欄位新增支用項目，得由執行單位循內部行政程序自行辦理。</p> <p>六、同一計畫向本部及其他機關申請補（捐）助時，應於計畫項目經費申請表內，詳列向本部及其他機關申請補助之項目及金額，如有隱匿不實或造假情事，本部應撤銷該補（捐）助案件，並收回已撥付款項。</p> <p>七、補（捐）助計畫除依本要點第4點規定之情形外，以不補（捐）助人事費、加班費、內部場地使用費及行政管理費為原則。</p> <p>八、申請補（捐）助經費，其計畫執行涉及須依「政府機關政策文宣規劃執行注意事項」、預算法第62條之1及其執行原則等相關規定辦理者，應明確標示其為「廣告」，且揭示贊助機關（教育部）名稱，並不得以置入性行銷方式進行。</p>	

※依公職人員利益衝突迴避法第14條第2項前段規定，公職人員或其關係人申請補助或交易行為前，應主動據實表明身分關係。又依同法第18條第3項規定，違者處新臺幣5萬元以上50萬元以下罰鍰，並得按次處罰。

※申請補助者如符須表明身分者，請至本部政風處網站(<https://pse.is/EYW3R>)下載「公職人員及關係人身分關係揭露表」填列，相關規定如有疑義，請洽本部各計畫主政單位或政風處。

新竹縣立自強國中 計畫經費配置表_示範計畫第二階段

業務費經費項目(請依經費表說明列所列項目一致)		單價(元)	數量	總價(元)	說明
經常門	專家出席費	2,500	4	10,000	外聘專家出席諮詢
	外聘鐘點費	2,000	6	12,000	辦理3場示範教育研習 外聘講師鐘點費
	內聘鐘點費	1,000	10	10,000	辦理5場示範教育推廣 內聘講師鐘點費
	交通費	10,000	1	10,000	外聘專家及講師交通 費，核實支付
	膳費	100	200	20,000	辦理研習、工作坊或 參訪等誤餐費，核實 支付。
	參訪車資	6,000	5	30,000	縣內學校到校參訪車 資，一校6000元
	參訪車資	38,000	1	38,000	參訪縣外示範學校車 資，核實支付。
	教材教具費	50,000	1	50,000	永續校園課程、示範 學校課程等相關教材 費，實支實銷
	印刷費	20,000	1	20,000	辦理計畫相關講座、 示範教育等課程教學 資料印刷，核實支付
	雜支	10,000	1	10,000	辦理計畫相關文具行 政用品
	小計			210,000	
設備及投資	能源管理系統	1,079,400	1	1,079,400	詳如設計圖說
	智慧電表及空氣品質偵測系統	1,864,800	1	1,864,800	詳如設計圖說
	智慧水表	795,900	1	795,900	詳如設計圖說
	新風系統	204,750	1	204,750	詳如設計圖說
	屋頂隔熱方案	278,906	1	278,906	詳如設計圖說
	設計施工品管竣工圖說等	420,000	1	420,000	詳如設計圖說
		小計			4,643,756
合計				4,853,756	

十六、配合款/計畫說明表(非本案申請之必要條件，若無者須填無)

計畫名稱：	
配合單位	<input type="checkbox"/> 中央_____部會 <input type="checkbox"/> 地方政府 <input type="checkbox"/> 學校
配合內容	<input type="checkbox"/> 配合款 配合款經費項目劃分及金額說明：
	<input type="checkbox"/> 配合計畫 配合計畫名稱及方式說明：

顧問聘任同意書

本人同意擔任 新竹縣立自強國民中學 (學校全銜)於申請及執行教育部「113年建構智慧化氣候友善校園先導型計畫」期間之諮詢顧問。

此致

新竹縣立自強國民中學 (學校名)

何昕彖

同意人：_____ (簽名)

中華民國113年01月10日

顧問聘任同意書

本人同意擔任 新竹縣立自強國民中學 於申請及執行教育部「113年建構智慧化氣候友善校園先導型計畫」期間之諮詢顧問。

此致

新竹縣立自強國民中學 (學校名)

同意人：陳星皓 (簽名)

中 華 民 國 1 1 3 年 1 月 9 日

顧問聘任同意書

本人同意擔任新竹縣立自強國民中學(學校全銜)於申請及執行教育部「113年建構智慧化氣候友善校園先導型計畫」期間之諮詢顧問。

此致

新竹縣立自強國民中學(學校名)

同意人：陳建霖

中華民國113年1月9日

附件：申請學校、校長或主任曾執行教育部或永續校園計畫相關證明

- (三)博愛國中校長(105-109年)，
1. 107年推動教育部永續校園探索計畫
 2. 105、106年教育部國中小行動學習優良學校、
 3. 105年校長獲得全國「行動學習領導卓越獎」
 4. 107、108、109年推動數位學習深耕學校
 5. 博愛國中自造教育及科技中心之建置
 6. 教育部106學年榮獲教育部閱讀磐石獎暨亮點方案學校。
 7. 107年度教育部友善校園卓越學校獎
 8. 108年教育部氣候變遷示範點學校。
 9. 108-109年公立國民中小學老舊廁所整修工程
 10. 校長榮獲新竹縣108年社會體育推動有功獎
 11. 107-109新竹縣環境教育績優學校
- (四)自強國中校長(109-迄今)
1. 109年教育部潔能系統整合與應用人才培育計畫中小學推動學校
 2. 109-110年推動新竹縣環境教育推廣「能源教育議題主題」活動

5

111年教育部永續循環校園探索及示範計畫(探索計畫)專用表格

3. 110年公立國民中小學老舊廁所整修工程
4. 109年新竹縣機關學校節電優良「特優獎」
5. 109年度經濟局暨教育部推動能源教育標竿學校「優選獎」
6. 109年新竹縣科展獲團體甲組第二名、110年團體甲組第三名
7. 109年度新竹縣低碳家園推動計畫-一般性低碳改造
8. 109-110新竹縣環境教育績優學校

校長簽署： 朱敬香 (須親簽)
簽署日期：111年 1 月 5 日

112年建構智慧化氣候友善校園先導型計畫(基礎計畫)專用表格

- (四)自強國中校長(109-迄今)
1. 109年教育部潔能系統整合與應用人才培育計畫中小學推動學校
 2. 109-110年推動新竹縣環境教育推廣「能源教育議題主題」活動
 3. 110年公立國民中小學老舊廁所整修工程
 4. 109年新竹縣機關學校節電優良「特優獎」
 5. 109年度經濟局暨教育部推動能源教育標竿學校「優選獎」
 6. 109年新竹縣科展獲團體甲組第二名、110年團體甲組第三名
 7. 109、111年度新竹縣低碳家園推動計畫-一般性低碳改造
 8. 109-110新竹縣環境教育績優學校
 9. 111年度教育部永續循環校園探索及示範計畫-校園自主永續探索計畫

校長簽署： 朱敬香 (須親簽)
簽署日期：112年 2 月 24 日

基本資料

校址：新竹縣竹東鎮榮華里自強路169號
電話：03-5103291
網址：https://jcjh.hcc.edu.tw/
規模：全校32班，學生820人
面積：26,000平方公尺

年度用水用電盤查

自強國中用電盤查		自強國中用水盤查	
年度	用電度數	年度	用水量
107	405440	107	14485
108	398640	108	9353
109	429200	109	14510
110	387840	110	12097
111	405078	111	25882

排水圖說



永續循環校園環境探索四大循環面向

面向	主題	項目	作法
資源循環	A-1 可回收資源	一般性資源回收	1. 舉辦通帶環保袋小尖兵紀錄回收種類與數量。 2. 將回收資源分類回收，研訂分類設施再加工使用方式。
	A-2 可再生利用資源	生態設施再加工使用	
水與綠系統	B-1 水循環	淨化後可儲存水	1. 將過濾設置洗滌計，監控用水量及水費金額分析。 2. 建置校園綠地灌溉系統。
	B-2 綠基礎	綠化環境微氣候導風	校園特種樹種設置
能源與碳管理	C-1 電能	供電電網與設備節能再生能源	1. 數節帶備科學研究社學生能源數位電表以及調查校園用電耗能統計。 2. 了解再生能源，並能節能減碳。 3. 改善燈具。
	D-3 環境與碳管理	對應通風隔聲模式高樓層導光	1. 聘請外部專家分析校園建築通風隔聲模式。 2. 邀請科學研究社學生，探討與氣候氣象有關數據，分析校園生活環境各項資料。

校園植物盤查



日照與風向圖說



校園待改善設施盤查



冬季溫差大，時常發生地磚龜裂現象

動學樓座向及建築特性，夏季通風效果不良

廁所老舊，廁所沖水無省水裝置

教師增能研習



多元教育課程



自強國中校外參訪



111學年度永續課程研發





新竹縣立博愛國中

107年永續校園探索階段成果

一、學校基本資料

- (一)民國85年奉准設立『新竹縣立博愛國民中學』。
- (二)民國87年9月1日，位於新竹縣治區內校舍竣工，全體師生進入現址，校舍已達20年，學校佔地25819.29m²。
- (三)全校共30班(普通班27班、藝才班3班)；教師編制人數66人，學生793人。

◎盤查學校基礎物理環境

- 日照-年平均日照量介於1.8-2.4 KWH/M²/DAY區間，各棟樓層日照與溫度測量
- 降雨-年雨量3000-4000mm區間
- 風向-夏季(4-10月)吹西南風(220度)，冬季吹東北風(10度)
- 高程-校區排水良好，僅中庭略為積水

◎能資源使用

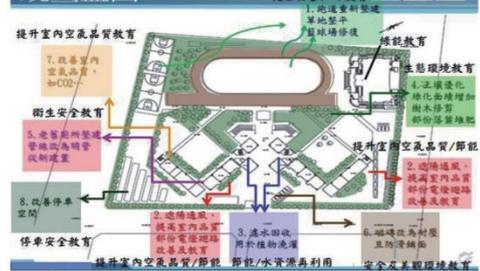
	102年	103年	104年	105年	106年
用水度數	9198	9351	9752	9574	10520
用電度數	321640	331240	328040	334000	344720
師生人數	1001	1035	1005	970	918

二、問題盤點彙整表

類別	項目說明	現存狀況與設施		改善管理與維護策略		環境維護及條件分析		額外所需設備與解決方案		如何達成目標、可持續發展、永續發展與學習	
		盤點、分析與現狀	現狀應用、維護管理方式	盤點管理與維護策略	多元方法改善	如何改善與增加	如何達成目標、可持續發展、永續發展與學習	如何達成目標、可持續發展、永續發展與學習	如何達成目標、可持續發展、永續發展與學習	如何達成目標、可持續發展、永續發展與學習	
能源(電)	太陽光、太陽能板、風力發電機	1. 太陽能板 2. 太陽能熱水器 3. 風力發電機									
資源(水、土、空氣)	雨水回收系統、綠屋頂、垂直綠化	1. 雨水回收系統 2. 綠屋頂 3. 垂直綠化									
衛生	廁所、洗手間、浴室	1. 廁所 2. 洗手間 3. 浴室									
安全	防火、防盜、防範	1. 防火 2. 防盜 3. 防範									
其他(如教育、管理、人力、制度、等)	1. 教育 2. 管理 3. 人力 4. 制度										

三、短中長期規劃

規畫藍圖



(一)短期計畫-打造環境永續與課程發展,改善學生運動環境及節能的探討。

配合108課綱環境議題,融入各科教學,盼學生能實踐環境永續的願景。

1. 發展博中綠奇蹟校訂課程,並隨時滾動式修正。
2. 籃球場、操場跑道及草地整平。(目前準備施作)
3. 飲水機廢水回收。
4. 強化電燈回路使用教育及部份改善。

(二)中期計畫-改造生態環境及綠色的教學環境

1. 土壤優化,生態維護
2. 遮陽遮風,改善教室內空氣品質。
3. 老舊廁所改善,強化衛生安全。

(三)長期計畫-營造校園安全,邁向友善、健康、安全、永續校園

1. 透水鋪面改善。
2. 停車空間改善。



四、課程架構



五、活動照片



(三)24節領域課程



(四)博中綠奇蹟成果發表



資源永續·環境永續·世代永續

示範性永續循環校園改造計畫

整體教學規劃表

一、學校教育願景、核心價值、目標與永續概念連結相關闡釋

闡釋學校教育願景、核心價值、理念、目標與永續概念關聯性。

(一)學校教育願景~立足新竹縣竹東鎮的自強國中，將以在地的豐富文史資源與尖端資訊科技，培育學生學貫中西，放眼國際。

(二)學校教育核心價值~學生對所處時地皆能自發理解與認同多元文化，增進社會參與；並具備和環境互動的科學探究與多元思考力；並實踐綠能環保、公平正義、多元包容及國際視野且樂於終身學習的健康生活。

(三)學校教育目標~連結生活情境，尋找竹東記憶、扎根在地情感、建立故鄉認同、探巡大地生機、探索生命生態。啟動素養教學、開展素養五力培養孩子「認同力」、「科學力」、「守護力」、「自造力」、「公民力」之五力的素養目標，成為具備「國際視野，在地實踐」能力，改善社會勇氣和熱情的公民實踐家。

(四)永續概念連結關連性~建立富有特色的校本課程，涵育師生環教素養，營造低碳永續校園環境，實踐環境教育課程教學，布建環教網絡地圖。讓學校獨特的豐富資源分享於社區，讓學校與社區共同成為一個學習型組織，不斷地透過共同學習，注入活力，使學生家長及地方人士對學校有信心，凝聚社區的向心力。鼓勵家長參與學校教育活動，關懷學生，而發揮支援學校之功能。充分運用社區人力、財力資源，協助學校推展教學活動與校務發展，落實社區營造與學校永續的經營。

近來環保的意識日益抬頭，環境教育的議題漸形共識，如何有效透過教育引導，落實能源永續運用與環境永續發展議題扎根，是學校教育應有思維；本校多年前參與永續校園改造計畫，現在想重新配合108課綱與SDGS，由親師生共同參與探索計畫盤點111年教育部永續循環校園探索計畫學校環境現況並發展SDGS校本課程（如能源、水資源、生態等），提升課程精緻化，以課程教學深化永續精神，以生活習慣改善為永續實踐，建構出完善的永續校園。112年參與教育部智慧化氣候友善校園先導型計畫(基礎案)，透過檢視學校碳盤查，了解還有減碳行為，朝向「淨零排碳」目標。同時透過環境的大數據及外在環境的改善，讓學生環境有所感的行動方案，將培育出具有永續觀念與行動力的公民，讓學子、社區民眾發現自己都有創造改變環境的力量，整個竹東鎮也將因為大家的熱情與努力而美夢成真。希望孩子能在老師引導下，主動發現周遭的問題，有解決問題的能力，並能轉化成實踐永續的素養，不僅關心在地議題，也能關注國際時事變化之「全人永續新世紀公民」。

二、學校推動永續校園基礎盤點

從既有（已經執行過的）環境教育課程或活動中，發現校園需改善之處，最後延伸出預申請改善項目，請提出詳細相關說明與佐證資料。

1. **水資源節節樂**~原先校內的器材老舊，若能有雨水回收數據，清楚了解水資源利用的成效，可活化水資源多元循環。並想在綠屋頂設置簡易的智慧化自動澆灌系統，讓學生了解雨水回收情形並與AI接軌。
2. **全球暖化與氣候變遷**~參加 global program school，能了解全世界的氣候變遷情形。
3. **校園節能**~舊冷氣未裝設智慧電表，對於學生習慣開冷氣，更希望學生透過環境的改善，討論有效氣候行動改善周遭環境(如 CO2濃度…)，讓生活更加友善及健康，進而成為永續實踐家。
4. **綠能傳永續，科技氫生活**~藉由能源科技體驗活動，明瞭能源的產生及轉換，並了解再生能源的重要，透過實際碳排數據，思考學校減碳的行動。
5. **緣溪行~走讀頭前溪**：竹東河濱公園位於頭前溪旁，設有籃球、槌球、棒球、足球、溜冰5座場地及步道，還規劃頭前溪流域汙染自然淨化、竹林大橋上段河川環境改善工程、人工溼地生態治理、頭前溪游泳池到竹林大橋段的景觀生態區工程，兼負休憩與環保教育意義，思考如何去維護在地得來不易的美好環境。
6. **智能小屋**~為讓學生從遊戲中學習與落實節能生活實踐，使學生瞭解節能減碳可從生活做起，因此設計此主題「智能小屋」，學生多花點心思看生活，可創造更多的潛能並藉由遊戲，將節能減碳之理念更深植於日常生活。
7. **減碳大作戰**~鼓勵孩子透過簡單的日常習慣，將減碳落實生活，將保護環境的理念深植孩子心中，一同努力改善共同面臨的環境難題。
8. **竹東鎮地方創生**~透過竹東社大講師在地文化傳承之實踐，挖掘與保存，能再現竹東地區文史采風，同時、透過在地經驗，讓在地傳統的文史能和現代的思維整合，使在地文化得以生根發展，發展自強學子多元知能，從中培養在地文化保存、創新思維與因應社會變遷的能力。
9. **「綠色餐桌」點亮孩子的希望課程**：透過簡易友善農耕培養學障學生處理日常生活瑣事及自我照顧的能力。在社會適應：動手種菜，師生互動，增強人際關係。
10. **原生植物復育**：讓學生瞭解原生植物與生物棲地環境的重要，有機會在我們生活周遭環境中成長茁壯，使這塊土地生生不息，營造豐富生態，成為學生的最佳教材。
11. **落葉堆肥**~在土壤生態上，如何藉由落葉堆肥進而對校園表土保護發揮特定效能，是本校持續努力推動的課題。
12. **課程融入SDGs指標議題**—在課程融入實作的專題製作上，對永續教育多所著墨，讓「永續即生活、生活即永續」的信念落實於校園中。

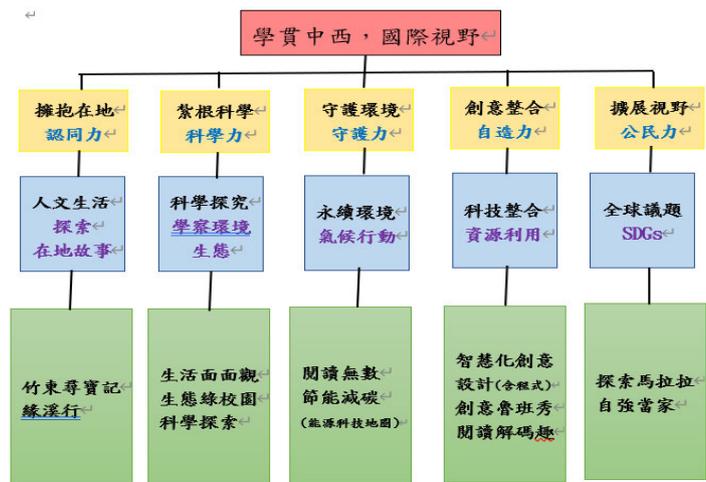
三、預計永續校園示範項目設計

簡要說明校園硬體改造規劃

1. 遮陽~教室的自然通風礙於東西曬，因需使用窗簾，結果導致室內通風效果遞減，需依賴通風設施，不僅降低教室空間使用上舒適度，隨著”班班有冷氣”的空調設備數量增加，也間接提高用電需求。
2. 綠屋頂~強化頂樓隔熱效果，並增加綠色面積。
3. 簡易雨水回收、自動澆灌系統~節水資源方面，雖學校鋪面大多設計具有透水性，有設計雨水儲集槽，其設備、管線老舊不堪使用，因此自來水的替代率規劃，有極大努力空間。
4. 智慧電表、智能感應器、智慧水表設置~讓學生探討實際數據，在維護環境永續發展及改善生活前提下，進行智慧型創新之研究，以建構「生產」、「生活」、「生態」三生一體的優質居住環境。
5. 綠牆、美化綠化~提升其校內的空氣品質、隔熱及提升其環境美感，發揮潛移默化之功效。
6. 中庭照度感應~避免忘了隨手關燈，提升節能效果並增加行的安全。
7. 風的故事主題課程，導入 CFD 軟體，結合生活科技、自然探究課程，促進師生共同探索東北季風與校園的故事。

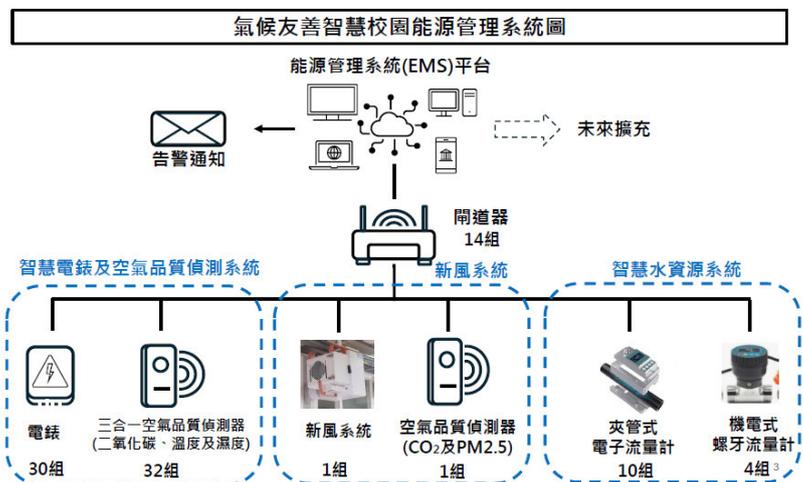
四、全校示範點整體規劃與架構圖

(一)校本課程規畫



需詳細在編註校園中有幾處適合進行呼應改善項目所延伸出來的課程或是交流分享課程，以改善項目作為重要的分享素材，並敘如何與學校特色的硬體改善。

(二)校園改善項目



需詳細在編註校園中有幾處適合進行呼應改善項目所延伸出來的課程或是交流分享課程，以改善項目作為重要的分享素材，並敘如何與學校特色的硬體改善。

1. 水資源系統規劃

學校目前水資源提供再利用有雨水及中水兩部分，雨水為天然資源僅能盡量保留儲存非能掌控的資源，但學校既有120公噸的雨水儲水量是其優勢。中水為學校飲水機產生的廢水進行回收用於澆灌。

2. 屋頂隔熱改善

鋪設隔熱毯，增加屋頂隔熱，並透過「AIot蒐集相關數據」，驗證減少空調使用率。

屋頂隔熱改善方法：鋪設隔熱毯。

3. 節能規劃建築物遮陽板設置

學校具有不同較度的建築物規劃，面對不同的坐向與建物造型、開口部條件，裝設不同的遮陽板亦可作為示範比較之教材，並透過「AIot蒐集相關數據」，驗證減少空調使用率。

4. 節能規劃風環境改善

分析本校建築物座向與長期風向有以下五種模式，針對風環境的規劃最理想情況為自然風、其次為機械引風、最差為空調方式(最耗電且室內換氣不佳)。目前校舍室內空間皆有吊扇與空調機，本案著重於檢討引導自然風及機械引風之可行性。學校教室目前有五種狀況(1)有東北風、無西南風，(2)有西南風、無東北風，(3)無北風、無西南風，(4)有東北風但冷風風勢強勁，導致窗戶關閉室內無法換氣，(5)夏天開空調，關窗無換氣。利用既有窗戶形式(有氣窗)與設備(吊扇)，規劃加入活動遮陽導風擋風板、引風機的方式，配合使用調節來增加舒適度，減少開空調的機會(節能與健康維持)，並透過「IIot蒐集相關數據」，驗證減少空調使用率。

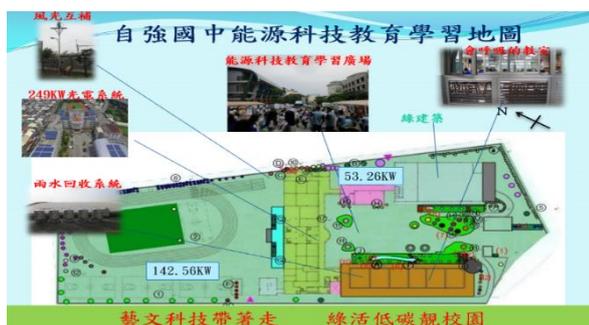
5. 整合操作項目

依據永續校園藍圖以產生更佳的效益，其中的效益為水資源再利用(減廢)來有利於土壤保水滋養樹木，則可以多植原生種樹木以達到固碳，並透過樹木營造遮蔭降溫配合遮陽板裝設可以節約風扇、冷氣的電能使用，良好的遮陽板規劃可以控制適當的光線進入室內，避免不必要的開燈節約電燈的電能，創造舒適的學習環境(人體感受的舒適性)，並且獲致良好的環境教育教材，讓學生(更廣義到家長、居民、其他學習者)能從這些事物上學習到對環境更友善的作為。

五、交流解說規劃構想

全校內設置若干的示範解說點，結合環境教育、歷年執行成果彙整，需以完整實施期程思考，也需考慮施工前、中、後之完整思考。

(一)能源科技學習地圖



主題架構	實施領域/科目	單元名稱	年級
綠色風潮	綜合	綠色生活	七年級
	美術	拼貼低碳生活密碼	八年級
	英語	綠色城市	九年級
能源科技	生物	人造光合作用	七年級
	理化	油有止境 再生無窮	八年級
	生科	能源科技	九年級
節能之旅	數學	節能小奇兵	七年級
	生科	節水節電秀創意	八年級
	理化	電從哪裡來	九年級
「氫」淨生活	綜合	加了氫再上路 (燃料電動車)	七年級
	理化	氫從哪裡來?	八年級
	理化	認識氫燃料電池	九年級

(二)生態綠校園解說

2. 依本校永續校園及環境教育計畫進行生態綠校園規劃



教學主題/節數	融入之教學領域	實施年級	課程時間	資源運用	其他特色(內容介紹)
水資源 節節樂 /2-節	自然與生活 科技領域	八年級	6月	校園、資訊融入教室	配合本校雨水回收系統，將永續校園的概念融入本校生活科技課程實施。
校園植物分類 尋寶遊戲/1節		七年級	11~12月	校園、自然文學相關書籍	利用校園中豐富的植物資源，介紹校園植物的特徵及種類。

(三)室內環境品質解說

包含遮陽、綠屋頂、簡易雨水回收、自動澆灌系統、智慧電表、智能感應器、智慧水表、綠牆、美化綠化



教學主題/節數	融入之教學領域	實施年級	課程時間	資源運用	其他特色(內容介紹)
你悶不悶, 如何解悶 /1 節	自然與生活科技領域	七九年級	9 月	校園資訊融入教室	說明空氣流動原理, 再配合本校教室現況討論如何增加教室空氣流量, 減少悶熱感, 融入本校自然與生活科技課程實施。
光合作用與溫室效應 /1 節	自然與生活科技領域	七九年級	10-11 月	校園資訊融入教室	將溫室效應、氣候變遷等議題融入在光合作用這個章節, 讓學生更能了解人類的作為對地球環境所帶來的改變, 而造成氣候變遷及其對人類可能帶來的衝擊、如何去因應。

(四)建構「永續循環校園教育園區」:為桃竹苗地區多元示範基地,除已建置學校之環保改善措施(如省電、節水、減碳、減廢、資源回收與綠色交通等),本計畫示範重點為:

1. 永續能源示範:

- (1)太陽能、風力智慧監控建置工程,屋頂設太陽能集熱板達到節能減碳。
- (2)擴充目前水智慧監控系統,提供遠端監控功能透過智慧型監控系統,檢視學校節水情形,強化設備使用效率。

2. 循環水資源示範:

- (1)設計大樓雨水回收,利用設計大樓屋頂面積1,774平方公尺,將雨水導流至儲存桶,進行澆灌,降低自來水用量。
- (2)擴充校園水資源監控系統-水塔水位監控,即時監視水塔水位,當供水控制異常馬達該停而未停,觸動高水位警報預警,可立即於遠端關閉馬達,防止水位過高造成溢流,避免浪費水資源。

3. 永續教育示範:

綜整本校綠色永續作為與成效,規劃展示基地,來連結校園因地制宜之節能、節水、綠色學校等展示點,建構完整之永續循環教育園區。藉由導覽的講解、觀察、實作體驗及對話過程,突破學生的思考侷限,理解欲追求舒適的生活環境及確保資源永續,嘗試不同角度及追根究底態度去檢視在生活中有那些節能觀念或行為是否和永續精神相抵觸,並希望習得的正確觀念帶回家實踐,也願意為營造環境永續付出責任。

六、永續經營構想

需說明改善項目所延伸教育意義與內涵，轉化課程或活動後，未來如何永續經營，讓教育意義能持續發揮效益。

一、校內預期成果：

(1)永續課程建構：

透過永續校園探索計畫與課程的規劃，盤整校內現有的空氣品質、節水保水、美化綠化及節電的環境教育發展面向，以現有的環境教育課程為基礎，檢核課程推展的成效，整合性並建構更為完整的教學模組，提升教師多元教學知能，強化孩子學習成效。

(2)真實情境中學習：

藉由課程規劃搭配改善工程的施作期程，讓孩子在真實情的教學活動中，經由討論、思考、創作的歷程，參與工程案施作的前期規劃。工程完工後，成為實境教學的場域，讓孩子得以從理論到實踐及驗證，加深學習的效應。

(3)深化互動模式：

應用多媒體互動，將教育普及與娛樂休閒充分結合，以生動的場景、藝術的構思、高科技的手段，全方位、多視角展示本校在永續循環校園建置之作為，以提高示範的參與性、趣味性；寓教於樂，為示範基地活力與生機之永續根源。

(4)永續校園環境營造：

透過計畫的建構，學生有感的參與、課程的整合與環境的改善。藉以提高本校學生對社區事務的參與，學習社區環境營造相關知識的機會。增加本校學生對自己社區環境的認識及環境價值的肯定。活化校園環境，提倡資源回收再利用部分以取之、用之、惜之、轉化再利為目的。貫徹實施能源環境教育，教導學生力行環保生活，使校園成為再生能源戶外學習場域。培養學生成為具備「肯學、肯做、肯付出、肯負責」四肯特質自強人，成為涵養綠色素養之公民。

二、與社區互動共好：

(1)教育效益延伸：

永續校園的改造，除了將尊重自然與愛護環境的知識概念深耕孩子心中，更想藉與社區互動共好，擴大教育成效，讓永續的種子散播於社區，共同為在地環境盡一分心力。

(2)資源共享共好：

透過理念的對話與實踐，將校舍環境加以改善，並提供給社區進行教育延伸活動，參與觀摩研習及體驗，推廣低碳永續社區強調綠色能源、節能節電、資源再生與環境保護之營造理念達到資源共享，經費效應倍增。

專家學者訪視紀錄回覆

執行單位：國立臺中科技大學

計畫主持人：何昕家 教授

出席日期：2024/03/07

專家學者：陳星皓教授、李孟杰教授、黃正翰委員、林建棕委員

議題內容：113 年氣候友善校園示範計畫現地訪視-新竹縣自強國中

委員意見	學校回覆
1. 請思考如何以氣候友善校園為目的，以智慧化為工具（方法或策略），建構具示範性、系統性之項目內容。	本校採用智慧化工具，利用數據分析管理學校用電、用水、空氣品質，將大量數據轉化為有用的資訊，以制定相關決策(如簡訊、平台的預警或環境改造，藉此達到氣候友善目的，優化能源使用，並建立示範教室進行示範推廣。
2. 未來校方擬新建建築之部分，建議應綜合考量納入整體規劃。	本校將與建築師密切討論整體規劃符合通風、採光及智慧化系統的規劃，更符合綠建築及氣候友善的目標。
3. 112 年參與智慧化氣候友善校園基礎校及歷年參與永續循環校園探索計畫之累積效益及成果應具體呈現並融入示範之內容	以科學為基礎，強化本校因應氣候變遷相關環境、災害、設施、能資源調適能力，提升氣候韌性。如計畫書第 10 頁所示。
4. 改善勤學樓教室通風與建置能源管理系統為學校主要項目，提案方向可行，但須進階提出系統性規劃與設計，並以「氣候友善」為目標，建議邀請具熱忱的建築師參與提案。	系統性規劃如設計圖說所示
5. 過去自強國中為能源示範學校，但目前看起來仍陷在能源監控的泥沼，本計畫希望提出的降低溫室氣體排放的方法，以學校為場域，提出一個示範之效益。	示範教室屋頂鋪設隔熱毯及裝設新風系統，降低室內溫度，透過此項規劃，用數據呈現其成效，減少冷氣使用時間，藉此達到減少溫室氣體排放之示範效益。

6. 改善勤學樓教室通風問題，建議將低維護、隔熱、遮陽、節能的概念列為核心思維，並將未來興建高中部教室的位置與影響一併納入檢討。	系統性規劃如設計圖說所示
7. 勤學樓班級教室建置能源管理系統，教學上確有實質意義，建議先以部分教室作為示範點，但設計上需保留後續全面擴充的可行性。	本校計畫以勤學樓四樓 806 教室做為示範點，逐年擴增。
8. 能源管理系統設計涉及監測，反饋、通訊、資料蒐集等專業技術，建議善用本計畫輔導團節能系統專家協助研擬管理需求、確認設計、後續維護機制等。	後續維護機制，待完成標案後，將與得標廠商進行最適合維運方式協商。
9. 對於學生的舒適性，健康性與學習效益，應該從熱舒適、視覺舒適、聽學舒適與室內與室內環境品質進行探討，再去談藉由設計教育成設備來進行改善而感測的目的為何?進而提出調校之策略，達到節能效益。	系統性規劃如設計圖說所示
10. 此次新增水資源的議題，對於只探討節電得議題是更有效益的。	水資源管理系統規劃，如設計圖說所示。藉由回收再利用的水費計算，更具有說服力。
11. 再生能源自用或輸出的評估，效益是不同的，因此在論述上可以夠明確談負碳的實質效益。	本年度計畫以減少冷氣使用時間，以及太陽能板(本校有自用及輸出兩種)，透用數據分析，藉此達到負碳實質效益。
12. 建議執行重點聚焦於：(1)能源管理系統整合應用(2)水資源循環再利用(3)室內環境空氣品質及溫熱品質改善之示範性做法。	詳如設計圖說所示
13. 通風路徑的盤查，建議導入 CFD 軟體，並配合國中科技課程帶領師生一起探索問題成因與可能改善方式，學習智慧化工具在氣候友善校園營造的應用。	如教學規畫表所示
14. 課程設計上，建議增加國際性淨零議題、台灣能源政策、日常節能行動，並連結工研院資源整體規劃，並納入校訂課程教學	如教學規畫表所示，促進教職員生節約能源及提高能源使用效率，並推動低碳飲食、選擇在地食材及減少剩食。



「新竹縣立自強國民中學氣候友善智慧校園建置規劃」

報告書

中華民國 113 年 4 月

目錄

壹、氣候友善智慧校園系統建置規劃.....	3
一、工作概述.....	3
二、建置規劃.....	5
三、規格數量及說明.....	12
四、氣候友善智慧校園系統建置、安裝及說明.....	16
貳、編制採購預算書及研擬需求說明書.....	26
一、編制採購預算書.....	26
二、研擬需求說明書.....	27

附件 需求說明書

附圖冊

表目錄

表 1-1 智慧水表量測用水單元及數量彙整表	9
表 1-2 能源管理系統硬體設備規格及數量彙整表	12
表 1-3 勤學樓室內空間使用之硬體設備規格及數量彙整表	13
表 1-4 智慧水表硬體設備規格及數量彙整表	14
表 1-5 屋頂防水隔熱毯規格及數量彙整表	15
表 1-6 能源管理系統(EMS)平台應具備功能彙整表	21
表 2-1 智慧能源管理系統軟硬體建置經費估算表	26

圖目錄

圖 1-1 新竹縣立自強國民中學校園建築物名稱及位置示意圖	4
圖 1-2 能源管理系統(EMS)之系統架構示意圖	6
圖 1-3 智慧電錶及空氣品質偵測系統安裝位置示意圖(勤學樓 2 樓).....	6
圖 1-4 智慧電錶及空氣品質偵測系統安裝位置示意圖(勤學樓 3 樓).....	7
圖 1-5 智慧電錶及空氣品質偵測系統安裝位置示意圖(勤學樓 4 樓).....	7
圖 1-6 智慧電錶及空氣品質偵測系統安裝位置示意圖(勤學樓 1 樓會議室).....	8
圖 1-7 智慧電錶及空氣品質偵測系統安裝位置示意圖(科學樓 3 樓圖書館).....	8
圖 1-8 智慧水表安裝位置示意圖	10
圖 1-9 勤學樓 807 教室增設 1 組智慧新風換氣系統示意圖	11
圖 1-10 勤學樓屋頂增設防水隔熱毯預計設置位置示意圖	11
圖 1-11 智慧電錶用防水開關箱設置示意圖.....	17
圖 1-12 智慧新風換氣系統安裝原則(走廊側)示意圖.....	19
圖 1-13 智慧新風換氣系統安裝原則(教室側)示意圖.....	19
圖 1-14 勤學樓屋頂防水隔熱毯安裝原則示意圖	20
圖 1-15 能源管理系統(EMS)主控台展示方式示意圖	22
圖 1-16 能源管理系統(EMS)即時數據展示方式示意圖	23
圖 1-17 能源管理系統(EMS)趨勢圖展示方式示意圖	24

壹、氣候友善智慧校園系統建置規劃

一、工作概述

(一) 工作概要及範圍

1. 工作位置：新竹縣立自強國民中學。
2. 氣候友善智慧校園建置規劃重點：(1)新設能源管理系統、(2)水資源循環再利用及(3)室內環境空氣品質及溫熱品質改善。
3. 能源管理系統及水資源循環再利用之系統架構。
4. 能源管理系統需新設能源管理系統(Energy Management System, EMS)，能源管理系統包含雲端管理平台、智慧電錶、室內空氣品質偵測器、資訊看板螢幕顯示器、伺服器及物聯網閘道器，須能接收智慧水表之數據，並須預留預留未來擴充的能力。
5. 智慧水資源循環再利用系統包含智慧水表及傳訊設備，智慧水表優先安裝於第一期行政及教學大樓(勤學樓)(位置如圖 1-1 所示)之蓄水池及蓄水塔的出水端，各安裝地點可依現場條件調整，若有需要可能安裝於第二期科學大樓、圓樓、第三期家政大樓、自強文化館及警衛室。
6. 室內環境空氣品質改善，選擇 1 間教室設置智慧新風換氣系統(以 807 教室優先)，系統需包含二氧化碳(CO₂)及 PM_{2.5} 偵測功能，偵測數據及用電數據需能傳送至能源管理系統。
7. 溫熱品質改善，於勤學樓屋頂增設防水隔熱毯，降低屋頂無太陽能光電板覆蓋之教室及辦公室之室內溫度。

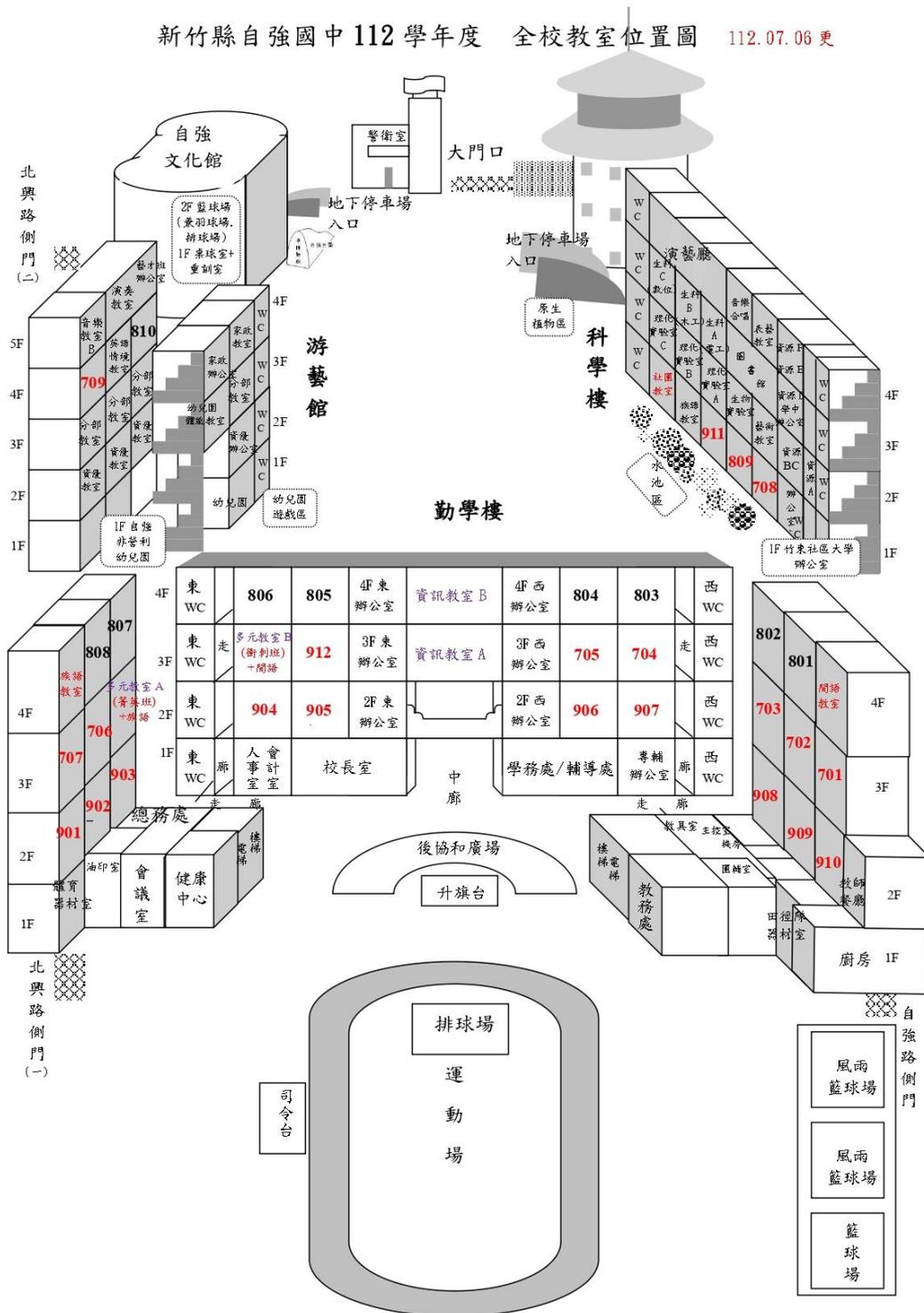


圖 1-1 新竹縣立自強國民中學校園建築物名稱及位置示意圖

二、建置規劃

(一) 建置工作內容

氣候友善智慧校園建置重點包括：(1)新設能源管理系統、(2)水資源循環再利用及(3)室內環境空氣品質及溫熱品質改善。相關設備設置主要位於第一期行政及教學大樓(勤學樓)(位置如圖 1-1 所示)，水資源系統智慧水表優先安裝於勤學樓，若有需要可能安裝於第二期科學大樓、圓樓、第三期家政大樓、自強文化館及警衛室，相關建置工作內容依各重點分別說明如下：

(1) 新設能源管理系統(Energy Management System, EMS)

氣候友善智慧校園能源管理系統系統如圖 1-2 所示，其中智慧電錶規劃於勤學樓 30 間教室內，每間設置 1 組，共 30 組。另外，三合一空氣品質偵測器(二氧化碳、溫度及濕度)除了勤學樓 30 間教室之外，再加勤學樓會議室 1 間及科學樓圖書館 1 間，共 32 組，設置位置如圖 1-3~圖 1-7 所示。新設之能源管理系統(Energy Management System, EMS)包含一雲端管理平台，此平台需具備蒐集、整理並能以數字及圖形展示電壓、電流、功率、水流量、室內空氣品質、碳排、電量及電費等資訊，並於本校指定之資訊看板公共區域，設置 2 組中央營幕顯示器。

為傳輸及儲存所蒐集之資料，需設置 1 組伺服器(server)及物聯網閘道器(IoT Gateway)14 組(含物聯網閘道器參數設定)，物聯網閘道器勤學樓每層樓 4 組，3 層樓合計 12 組，加上勤學樓會議室 1 組及科學樓圖書館 1 組，共計 14 組。另外，須配合本案能源管理系統、伺服及物聯網閘道器，開發 1 套合適之遠端控制排程軟體。

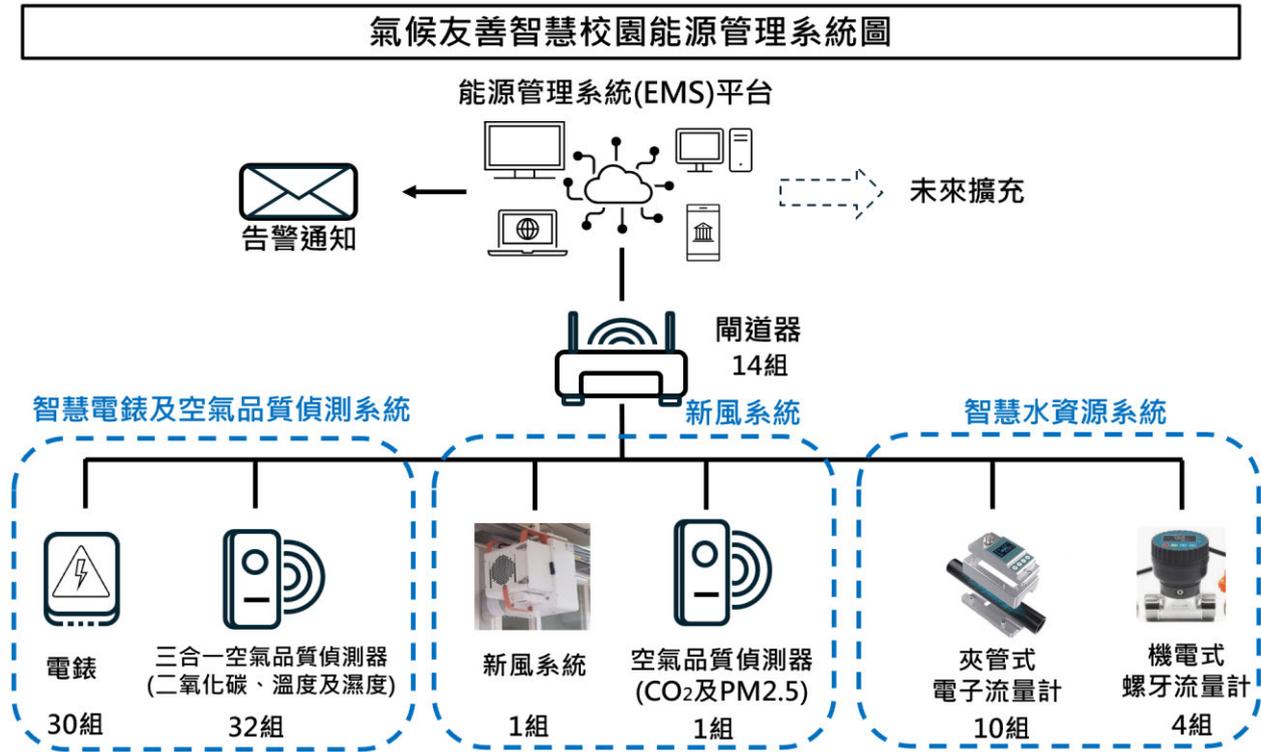


圖 1-2 能源管理系統(EMS)之系統架構示意圖

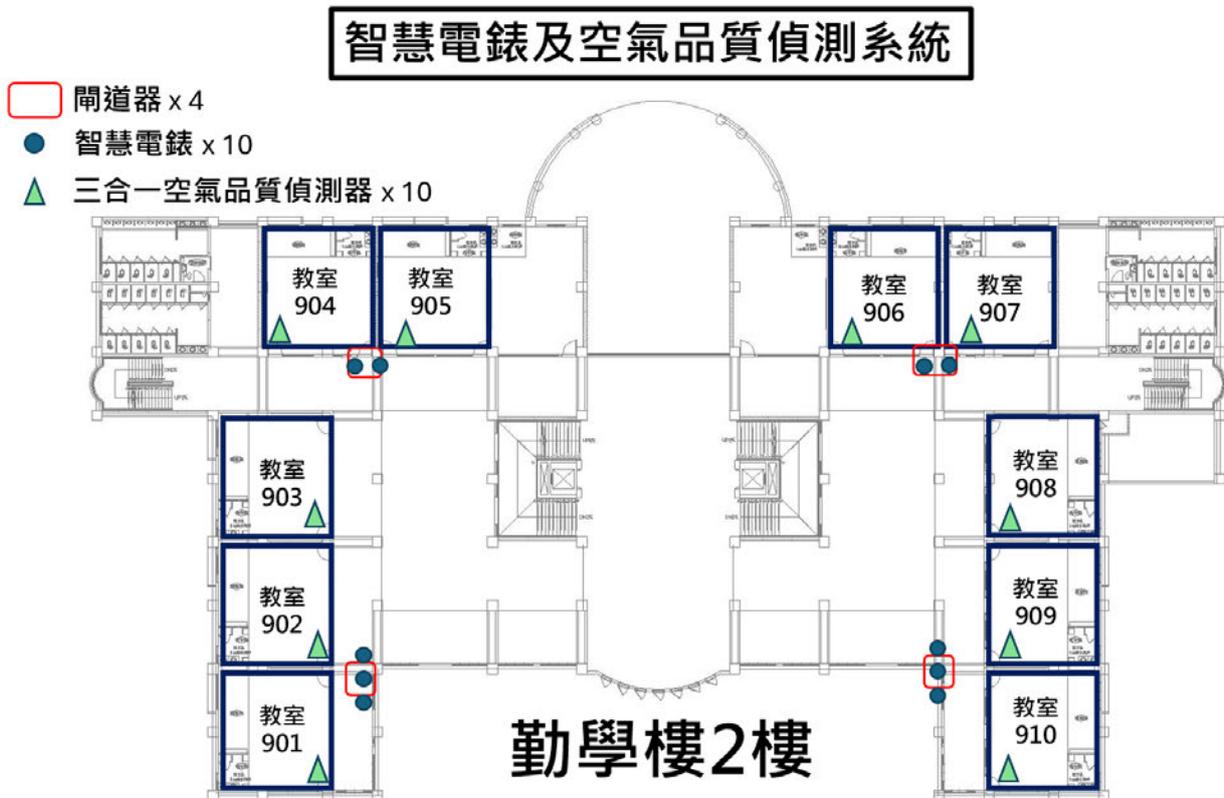


圖 1-3 智慧電錶及空氣品質偵測系統安裝位置示意圖(勤學樓2樓)

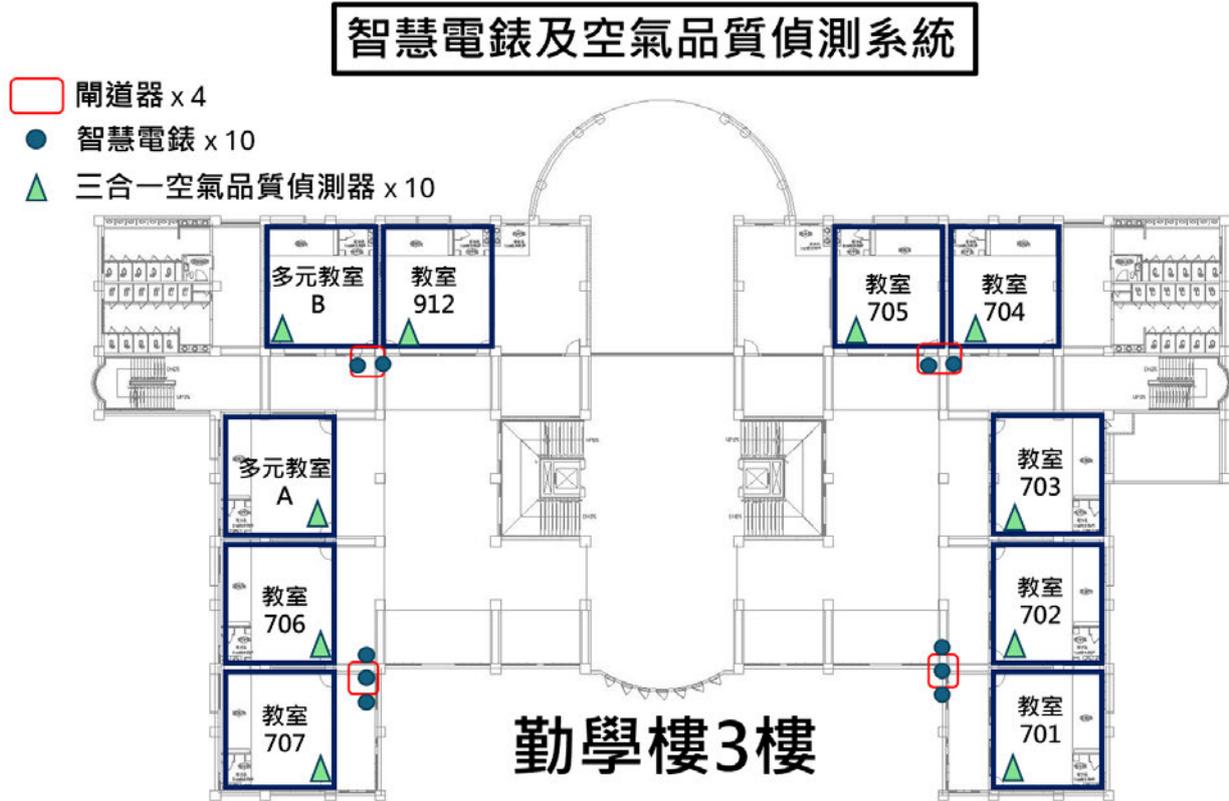


圖 1-4 智慧電錶及空氣品質偵測系統安裝位置示意圖(勤學樓3樓)

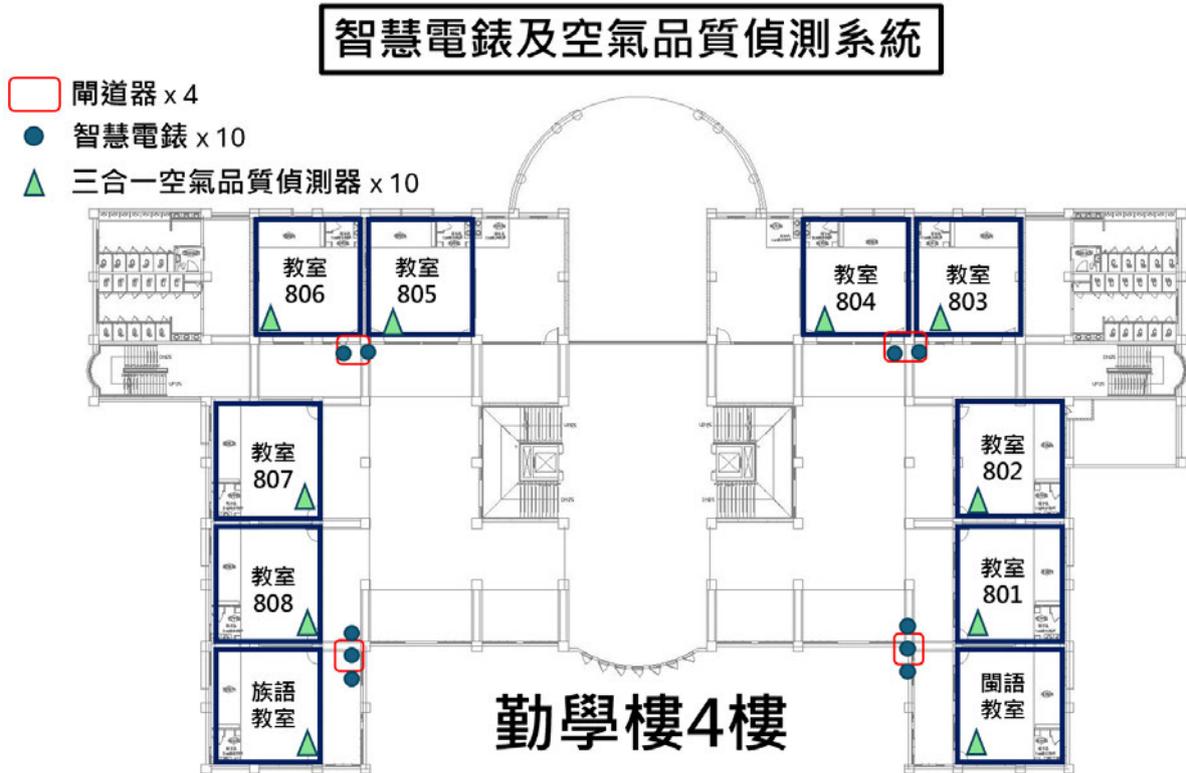


圖 1-5 智慧電錶及空氣品質偵測系統安裝位置示意圖(勤學樓4樓)

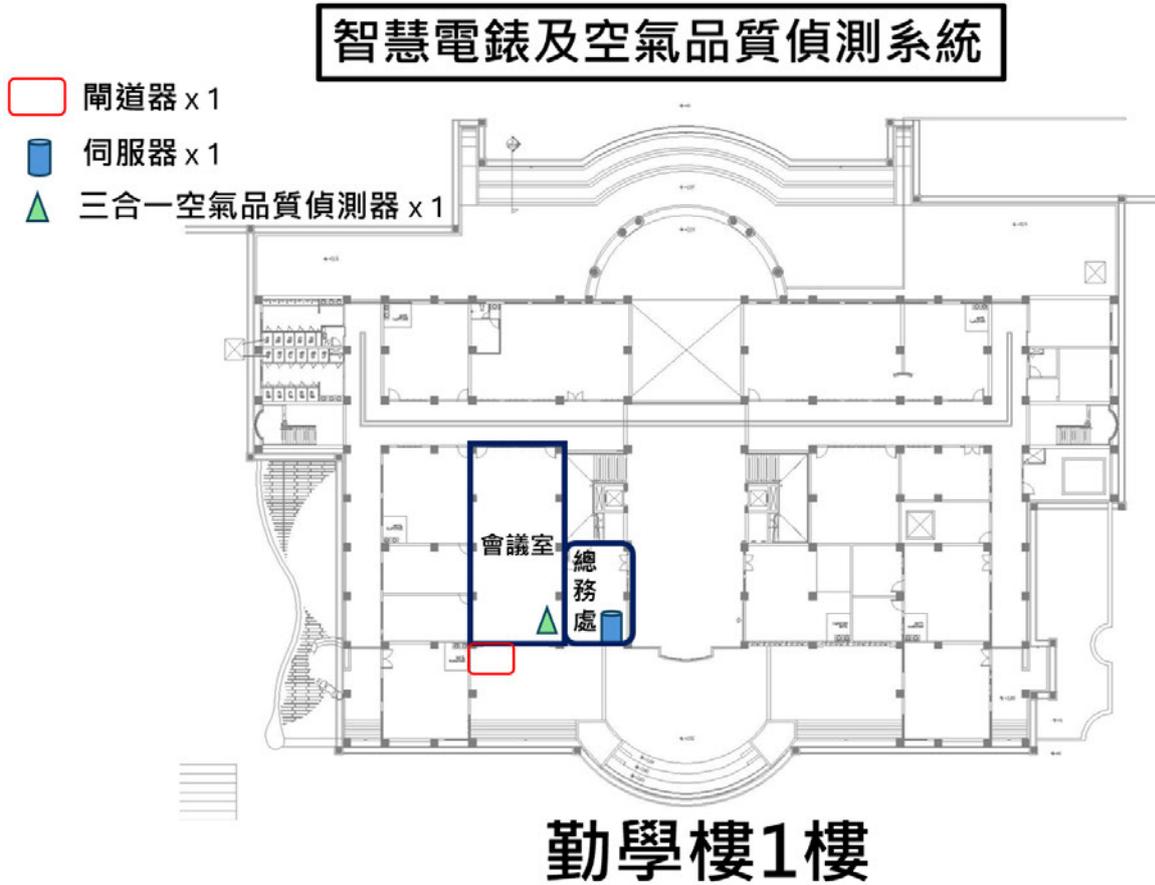


圖 1-6 智慧電錶及空氣品質偵測系統安裝位置示意圖(勤學樓 1 樓會議室)

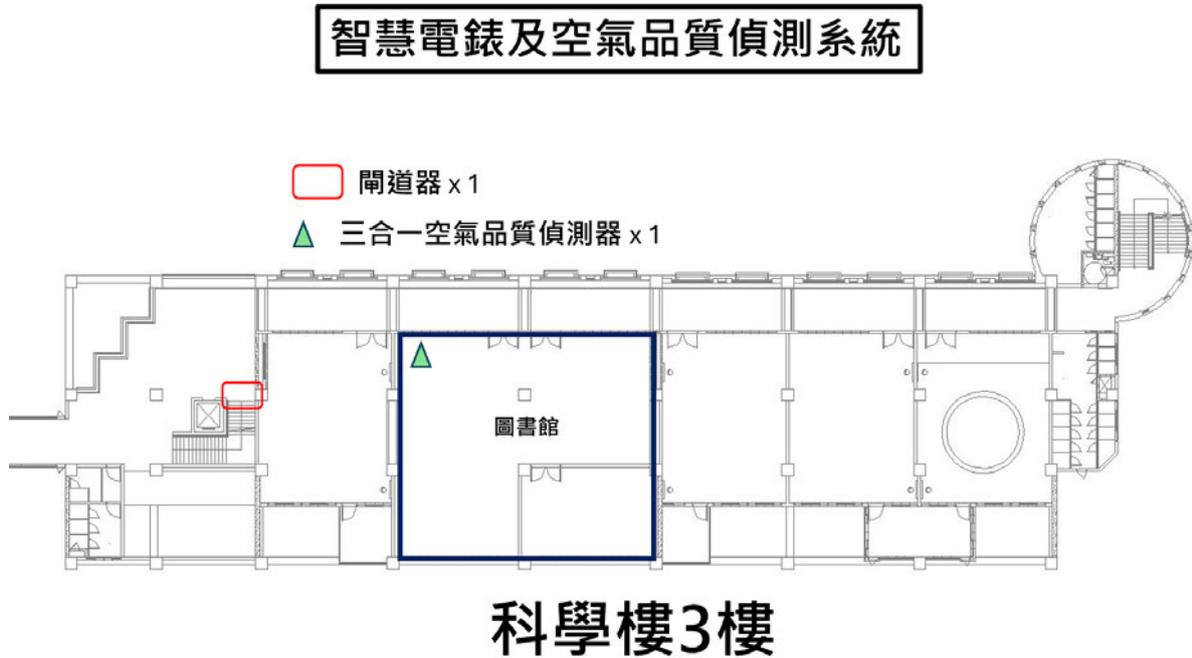


圖 1-7 智慧電錶及空氣品質偵測系統安裝位置示意圖(科學樓 3 樓圖書館)

(2)水資源循環再利用

本案建立智慧水資源循環再利用系統，裝設智慧水表及傳訊設備，達到遠端即時監測並統計各水資源利用情形，透過雲端智慧管理系統，有效管理水資源。本校須建置智慧水表量測自來水及雨水回收系統之用水量，智慧水表數量預計 14 組(如表 1-1 所示)，智慧水表設置完成後，可進行自來水系統之水質量平衡分析，並偵測可能之漏水點，雨水回收系統則可分析雨水資再利用及節水量。

水資源系統示意圖如圖 1-8 所示，智慧水表優先安裝於勤學樓之蓄水池及蓄水塔的出水端，各安裝地點可依現場條件調整，若有需要可能安裝於第二期科學大樓、圓樓、第三期家政大樓、自強文化館及警衛室。

表 1-1 智慧水表量測用水單元及數量彙整表

項次	量測以下單元之用水量	水質條件	流量計型式
1	第一期勤學樓蓄水池	自來水	夾管式全電子式流量計
2	第一期勤學樓東水塔	自來水	夾管式全電子式流量計
3	第一期勤學樓西水塔	自來水	夾管式全電子式流量計
4	第二期科學大樓地下室蓄水池	自來水	夾管式全電子式流量計
5	第二期科學大樓頂樓蓄水池	自來水	夾管式全電子式流量計
6	第二期科學大樓圓樓	自來水	夾管式全電子式流量計
7	第三期家政大樓	自來水	夾管式全電子式流量計
8	第四期自強文化館	自來水	機電式螺牙流量計
9	廚房	自來水	機電式螺牙流量計
10	警衛室	自來水	機電式螺牙流量計
11	RO 飲用水	自來水	機電式螺牙流量計
12	RO 回收水	RO 回收水	夾管式全電子式流量計
13	雨水回收系統一	雨水回收水	夾管式全電子式流量計
14	雨水回收系統二	雨水回收水	夾管式全電子式流量計

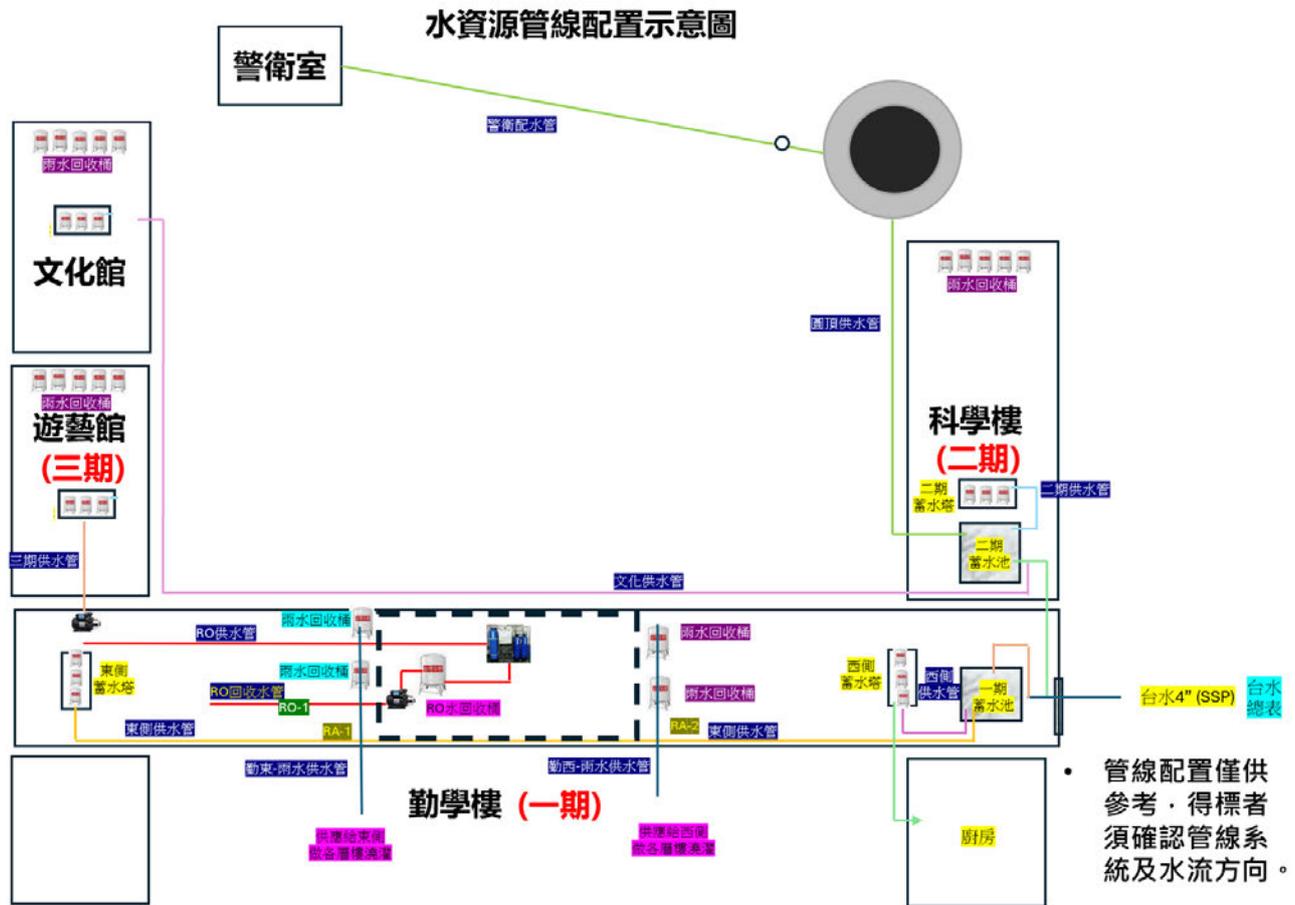


圖 1-8 水資源管線配置示意圖

(3) 室內環境空氣品質及溫熱品質改善

選擇 1 間教室設置智慧新風換氣系統(以 807 教室優先)(如圖 1-9 所示)，系統需包含空氣品質偵測器，偵測器需包含二氧化碳(CO₂)及 PM2.5 偵測功能，偵測數據及用電數據需能傳送至能源管理系統。

本校已於勤學樓屋頂設置太陽能光電板，對於部分教室已有初步遮陽隔熱的效果，為進一步改善溫熱品質，降低屋頂無太陽能光電板覆蓋之教室及辦公室之室內溫度，預計於勤學樓屋頂增設防水隔熱毯，預計設置位置如圖 1-10 所示，防水隔熱毯預計設置範圍約 12.5m²×12.5m²。此處大約位在勤學樓 4 樓 807 教室上方，因目前此處無太陽能光電板，隔熱效果較差，預計透過增設防水隔熱毯及新風換氣系統，可有效降低 807 教室之室內溫度及提昇空氣品質。

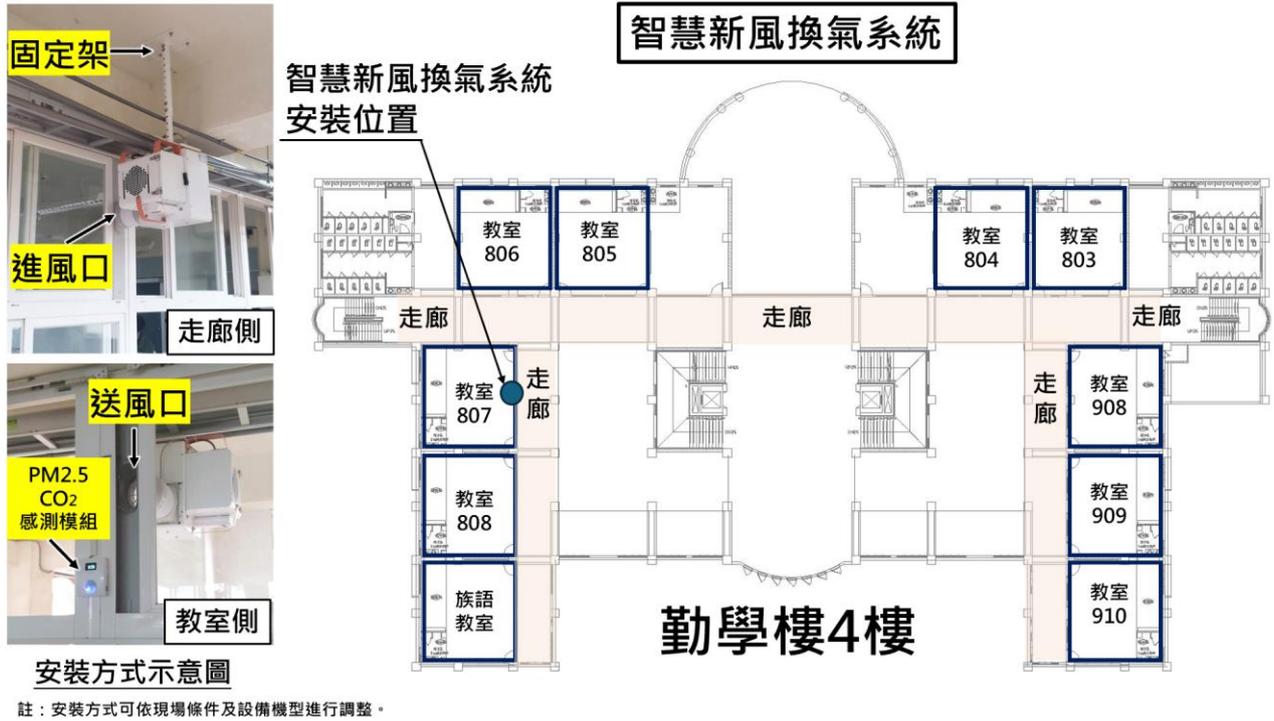


圖 1-9 勤學樓 807 教室增設 1 組智慧新風換氣系統示意圖

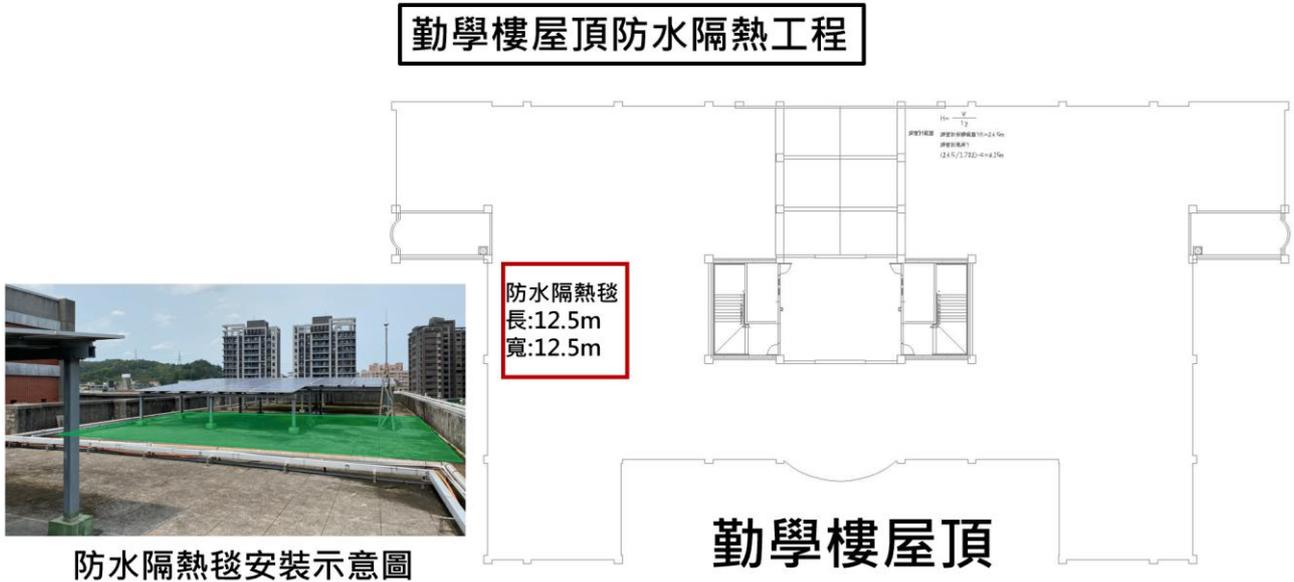


圖 1-10 勤學樓屋頂增設防水隔熱毯預計設置位置示意圖

三、規格數量及說明

(1)能源管理系統(Energy Management System, EMS)

表 1-2 能源管理系統硬體設備規格及數量彙整表

項次	項目	規格及說明	單位	數量
1	能源管理系統(EMS)平台	規格：主控台/電力配置/即時數據/趨勢分析/電費分析/電力報告/異常告警 說明：透過能源偵測及管理，掌握各教室電力的使用習慣，經累積的監測數據，可提供做為能源管理及應用的重要指標。	組	1
2	物聯網閘道器 (IoT Gateway)	規格： 尺寸不大於 200mm × 150mm × 450mm 數位介面：GPIO, RS485/Mod Bus 類比介面：ADC 通訊介面：WiFi, Ethernet 內建 Webserver 及 data logger，Web 化 Excel 格式輸出 設備連線設定管理 資料擷取管理 數據斷線續傳 網路傳輸(JSON/MQTT/OPC UA) 訊號處理 RS232/485/乙太/ASCII 0°C/+60°C，-20°C/+70°C，5 to10Hz，+12 db/oct 10 to 50Hz，0,02 m2/s3 - ASD，50 to 100Hz，-12 dB/oc 說明：每層樓 4 組，3 層樓合計 12 組，加上會議室 1 組及圖書館 1 組，共計 14 組。	組	14
3	閘道器用電控箱	規格：尺寸不大於 300mm × 200mm × 200mm 說明：每層樓 4 組，3 層樓合計 12 組，加上會議室 1 組及圖書館 1 組，共計 14 組。	組	14
4	物聯網閘道器設定	規格：設定 MQTT 通訊與上位機連線，資訊加密後傳輸 說明：每層樓 4 組，3 層樓合計 12 組，加上會議室 1 組及圖書館 1 組，共計 14 組。	式	14
5	伺服器(Server)	規格：Intel i7-9700E 2.6GHz LGA1151 16GB DRAM*1PCS 1T HDD 3.5"*1PCS 500 W Power Supply Win 10 Pro 64-bit-CHT/鍵盤滑鼠組/組裝燒機測試	組	1

		說明：建置於總務處辦公室內,用於儲存智慧電錶及電子流量計收集之資訊		
6	遠端控制排程軟體開發	規格：控制數位輸入/輸出模組 說明：EMS 內有排程模組，可以以周排程設定特定星期特定時間打開或關閉數位輸入/輸出模組的點位	式	1
7	資訊看板螢幕顯示器	規格：55"吋多媒體播放器 說明：學校指定 2 處地點	組	2

(2)勤學樓室內空間使用之硬體設備(教室 30 間、會議室 1 間及圖書館 1 間)

表 1-3 勤學樓室內空間使用之硬體設備規格及數量彙整表

項次	項目	規格及說明	單位	數量
1	智慧電錶(多迴路一對二)	規格：333mVac(C1p CT) *5 1P2W 500Vac, 50/60Hz, 1P2W, RS485(Modbus RTU) 說明：教室 30 間；智慧電錶用防水開關箱依現場條件設置，其規格及數量經細部設計審查通過後施作。	組	30
2	CT 比流器	規格：US-CTV-16-060-2 60A, 16Φ, 333mVac(Wire: 2M) 說明：教室 30 間×4 迴/間+(會議室 1 間及圖書館 1 間)×3 迴/間	迴	126
3	室內空氣品質偵測器	規格：二氧化碳/溫度/濕度 室內三合一偵測器：非色散紅外線 NDIR 感測原理支援 RS485 Modbus RTU 二氧化碳量測範圍 0 ~ 20000ppm 溫度量測範圍 0 ~ 50℃ 相對濕度量測範圍 0 ~ 100%RH 說明：教室 30 間、會議室 1 間及圖書館 1 間	組	32
4	智慧新風換氣系統	規格： (1) 包含外氣引入設備(新風換氣機)及室內 CO2 及 PM2.5 感測聯動新風機 (2) 新風機出風口風量≥550CMH，同時 PM2.5 去除率≥90%以上，並出具 TAF 認可機構或學術研究機構之測試報告。 (3) 新風機運轉噪音非入風及出風側，全速運轉噪音，距離 1.5 公尺需≤55 分貝	組	1

		<p>(4) 可設定排程，自動啟停。</p> <p>(5) 可自由設定 CO2 及 PM2.5 高值，自動啟動新風機，達到設定低值，自動停止。</p> <p>(6) CO2 感測器，範圍為 0~10,000ppm，精度±70ppm ±3%of Reading，需有校正報告及追溯報告。</p> <p>(7) PM2.5 感測器，範圍 0~600 μg / m3，精度，±10 μg/ m3±5% of Reading，需有校正報告及追溯報告。</p> <p>(8) 具有手/自動模式，自動為 CO2 及 PM2.5 數值聯動，手動為強制啟/停。現場可手/自動模式切換，雲端亦可手/自動切換，連到中央集成的管理目標。</p> <p>(9) 具有風速/手自動模式/中文更換初效/高效濾網顯示功能。</p> <p>(10) 新風系統操作狀態及量測數值，可傳至雲端平台。</p> <p>(11) 智能控制:數值高低，智慧變頻控速。</p> <p>(12) 具有開門版安全斷電功能。</p> <p>(13) 具有 CE 認證證書。</p> <p>說明：806 教室優先</p>		
--	--	---	--	--

(3)智慧水表

表 1-4 智慧水表硬體設備規格及數量彙整表

智慧水表 流量計型式	安裝 方式	規格	數量	備註
全電子式流量計	夾管	<p>(1) 流速範圍：0+/-5 m/s</p> <p>(2) 準確度：+/-1.0%</p> <p>(3) 探頭防護等級：IP68</p> <p>(4) 管徑溫度：0~50°C</p> <p>(5) 安裝環境溫度：-10°C ~+50°C</p> <p>(6) 故障錯誤代碼提醒</p> <p>(7) 符合 CE 認證</p> <p>(8) 需提供原廠在台生產製造或在台灣代理商之證明文件</p>	10	自來水 7 處 RO 回收水 1 處 雨水回收水 2 處

機電式螺牙流量計	螺牙口	<ol style="list-style-type: none"> 1. 符合水量計型式認證技術規範 CNPA49 第 4 版之 C 級計量等級。 2. 準確度範圍±2%。 3. 使用電源：可採用外接電源，亦可用內建式長效電池，長效電池壽命應不小於6年。 	4	自來水 4 處
----------	-----	---	---	---------

註：應提供智慧水表/流量計通過出廠檢驗合格證明。

(4)勤學樓屋頂增設防水隔熱毯

表 1-5 屋頂防水隔熱毯規格及數量彙整表

項次	項目	規格及說明	單位	數量
1	屋頂防水隔熱毯	規格：丙烯 / 厚度不小於 1cm 說明：勤學樓屋頂	m ²	156.25

四、氣候友善智慧校園系統建置、安裝及說明

(一) 智慧電錶設備裝設說明

1. 智慧電錶(多迴路一對二)設備安裝原則說明

須符合 CE 標準規範適合 Cat II 使用環境，具備標準 RS-485 Modbus RTU 通訊、輸入、輸出介面、LCD 顯示器、需量、分時計費(TOU) 功能與足夠的 Flash 的記憶體容量。安裝於各樓層教室外走廊電控箱內，將各教室分有兩台冷氣之迴路用 RS485 通訊線拉至多迴路智慧電錶，將收集之用電資訊透過 RS485 接回物聯網閘道器(IoT Gateway)，共有 30 間教室預計安裝智慧電錶。多迴路一對二可採用 2 個迴路量測設計，1 組電流輸入量測主迴路 (MB) 與 12 個電流輸入量測分迴路 (Branch)，可任意設定量測相線，一組三個電流端子接入，可依負載狀況任意設定為 1P2W / 1P3W / 3P3W / 3P4W 的負載量測(需搭配主迴路相線狀況)，分迴路若設定為 1P2W，則每個電流端子接入，可任意設定對應任何一相電壓，以方便配合負載平衡設計(若主迴路為三相四線)。

2. 智慧電錶(CT 比流器)設備安裝原則說明

針對每間教室兩台冷氣之電盤內迴路(單相三)安裝 CT 比流器各 2 組，以及在電盤旁可加裝防水開關箱，並將智慧電錶安裝在此開關箱內，與 CT 比流器之間透過 RS485 通訊線連接，將電錶蒐集資訊傳回智慧電錶之中。

3. 智慧電錶用防水開關箱設備安裝原則說明

將防水開關箱固定於學校冷氣電盤旁，在其中嵌入智慧電錶，安裝方式如圖 1-11 所示。



圖 1-11 智慧電錶用防水開關箱設置示意圖

4. 室內空氣品質偵測及顯示器設備安裝原則說明

在每間教室安裝一台室內空氣品質偵測顯示器，須安裝於室內，將資訊透過 Modbus 通訊協定傳回 Gateway 閘道器儲存／處理，並將這些空氣品質資訊傳輸至伺服器(Server)，透過能源管理系統(EMS)呈現並監控，共有 30 間教室、1 間會議室及 1 間圖書館，總計 32 間。

(二) 智慧水表設備裝設說明

1. 智慧水表設備安裝原則說明

- (1) 準備工作：確保所選位置附近的管道是直的，無彎曲或其他干擾物。清理管道表面，確保其平整、乾淨，以確保感測器的緊密貼合。
 - (2) 安裝感測器：將超音波感測器（通常是一對）安裝在管道外表面。通常感測器之間會有一定的距離，具體間距取決於流速和管道尺寸等因素。感測器之間的距離通常應根據廠商提供的指南進行調整，以確保準確測量。
 - (3) 固定感測器：使用提供的夾具或固定裝置將感測器牢固地固定在管道上。這確保了感測器在運行期間不會移動或鬆動。
 - (4) 連接設備：將感測器連接到流量計主機或顯示器。通常，感測器會透過電纜與主機連接。
 - (5) 校準和配置：根據廠商提供的說明書，對流量計進行校準和配置。這通常包括輸入管道的相關資訊（例如，尺寸、材料）、流體類型以及其他必要參數。
 - (6) 確保校準過程嚴格按照廠商的指南進行，以確保準確的流量測量。
- 測試：在正式運行之前，進行測試以確保流量計的準確性和穩定性。對流速進行多個點的測試，以驗證流量計在不同條件下的表現。

2. 智慧水表用儀表箱安裝原則說明

智慧水表需搭配供電及數據傳輸之儀表箱，可能設置的單元包含：斷路器、保險絲、插座、線槽/軌道、電源避雷器等，並依現場實際需求進行調整。

(三) 智慧新風換氣系統安裝原則說明

智慧新風換氣系統原則上應設置於走廊側窗戶邊，設備固定架可設置於走廊天花板，進風口則設置於走廊側窗戶(安裝原則如圖 1-12 所示)，室內側應有送風口及空氣品質二氧化碳(CO₂)及空氣懸浮微粒(PM_{2.5})濃度感測模組，由教室往走廊方向看安裝原則如圖 1-13 所示。

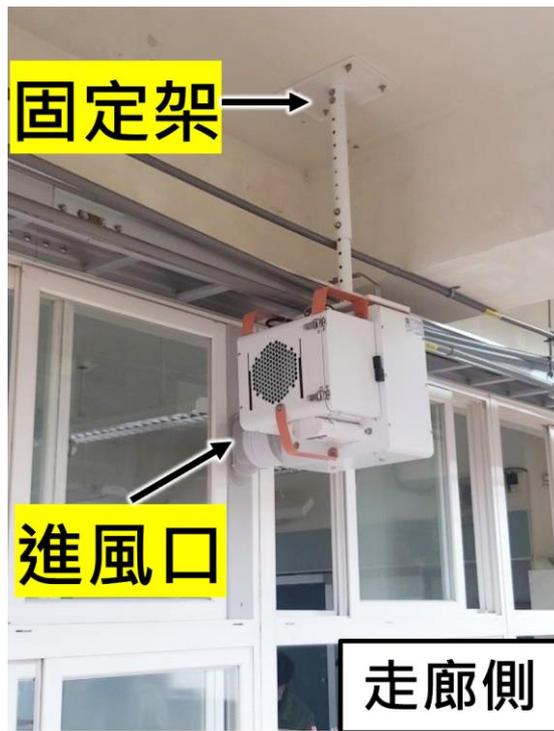


圖 1-12 智慧新風換氣系統安裝原則(走廊側)示意圖



圖 1-13 智慧新風換氣系統安裝原則(教室側)示意圖

(四) 勤學樓屋頂防水隔熱毯安裝原則說明

防水隔熱毯安裝原則如圖 1-14 所示，在勤學樓建築物屋頂 RC 結構層及水泥層外，增設防水隔熱毯，以較低的熱傳導率以及較高的熱阻材料，建立隔熱層以達到降低教室及辦公室之室內溫度的目標，同時具備有防水功能。

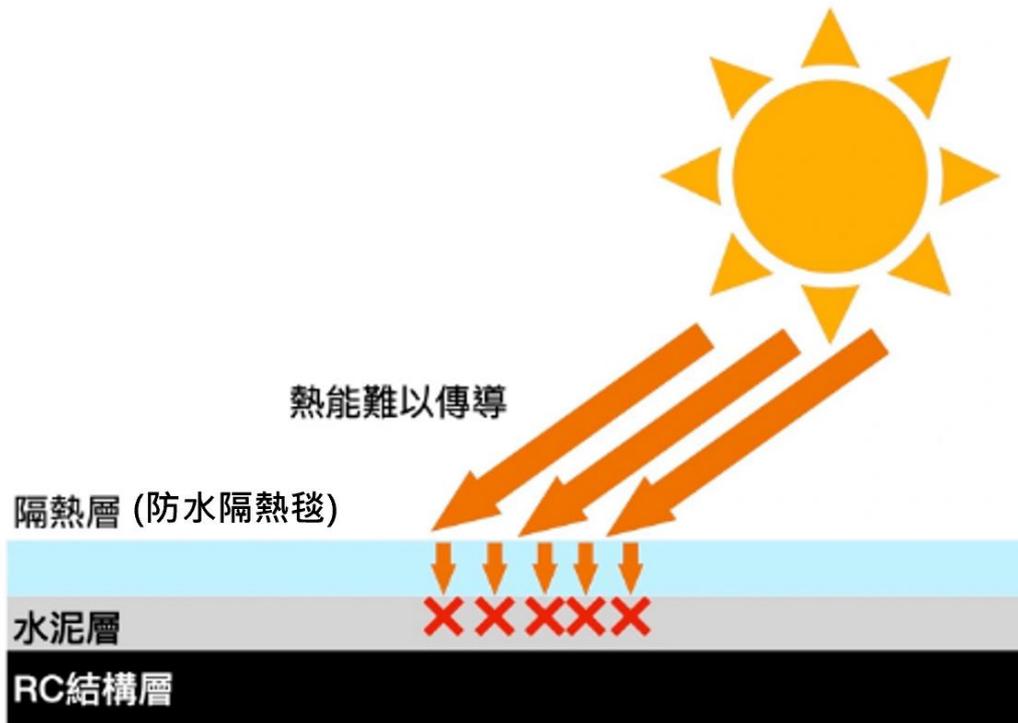


圖 1-14 勤學樓屋頂防水隔熱毯安裝原則示意圖

(五) 能源管理系統(EMS)建置原則

1. 能源管理系統(EMS)平台

能源管理系統(EMS)平台的功能架構如表 1-6 所示，功能應盡量完整，系統架構中之功能位置各家廠商可能不同，在此系統功能平台架構的運作之下，每項功能均可以達到用電管理系統的建置目標。操作介面應以網頁方式(Web-based) 為主，採用視覺化的多視窗架構，使用者可以在 PC 上使用多種瀏覽器 (Microsoft Edge、Google Chrome、FireFox 等) 操作本系統，多個使用者亦可同時開啟多個獨立視窗顯示不同的資訊內容。能源管理系統(EMS)平台應具備以下功能：(1)主控台、(2)即時數據功能、(3)電力配置、(4)趨勢分析、(5)電費分析、(6)電力報告、(7)異常告警、(8)控制排程介面、(9)用戶管理(系統權限設定)、(10)資料管理，各資料之呈現或分析結果之展示，應提供儀表板、圓餅圖、趨勢圖、表格等方式展示，平台應具備以下功能分別說明如下

表 1-6 能源管理系統(EMS)平台應具備功能彙整表

項次	功能項目	參考內容
1	主控台	能耗量、能耗趨勢、用電佔比、總有效功率趨勢、碳排放量、參考電費等。
2	即時數據功能	各電錶即時資訊、電流、電壓、功率因素、碳排放量等。
3	電力配置	電錶位置圖、設備清單等。
4	趨勢分析	趨勢、設備清單、時間區間等。
5	電費分析	選擇設備、電費方案設置、同期比較、費用佔比等。
6	電力報告	可印表輸出總體或個別電錶的電能與電費報表，可選擇月報表或年報表。
7	異常告警	系統告警設定、修改系統告警、異常告警、設定回路/項目、預警參數、告警參數、設備

		/群組/聯絡人、告警發送對象/內容等。
8	控制排程介面	控制排程、手動控制開啟/關閉等。
9	用戶管理(系統權限設定)	系統權限設定、登入辨識、權限控管、帳號管理、帳號日誌等。
10	資料管理	選擇迴路/設備、時間區間、基本數據、電力數據報告匯出、分時計費電能數據、分時計費報告匯出等。

1.1 主控台：

能源管理系統(EMS)主控平台應是可用儀表板、趨勢圖展示為主的監控平台(如圖 1-15)，首頁即重點呈現使用者最關注的項目，需能以圖表及趨勢圖顯示電力系統的總能耗量、電費、CO2 排放量、用電佔比與功率需求等重要用電數據。並以不同顏色表以正常、超出限制線及告警訊息，醒目且引人注意的用電資訊顯示畫面，需可在大型的壁掛式顯示器上顯示。各家廠商展示儀表板、趨勢圖、表格呈現方式或許不同，但均應具備使用者最關注的項目展示能力如：電力系統的總能耗量、電費、CO2 排放量等。



圖 1-15 能源管理系統(EMS)主控台展示方式示意圖

1.2 即時數據：

能源管理系統(EMS)平台應具備時數據(real time raw data)展示功能，每個電錶應有一個獨立之數據框，方便觀察數據，並可快速即時比較連線的多個電錶，數據框內容應可自行排序數據參數，數據框也應可直接進入該電錶的趨勢分析圖表。



圖 1-16 能源管理系統(EMS)即時數據展示方式示意圖

1.3 電力配置：

能源管理系統(EMS)平台應具備電錶位置示意圖，圖中應可見所有設備清單，並可呈現於大型顯示器上做為監控示意圖使用。

1.4 趨勢分析：

能源管理系統(EMS)平台應具備顯示電壓、電流、電能、功率與頻率等參數的趨勢分析功能，趨勢圖的統計區間應可選年、月、日或是自選區間，並具備可繪製同期比較趨勢圖的功能。

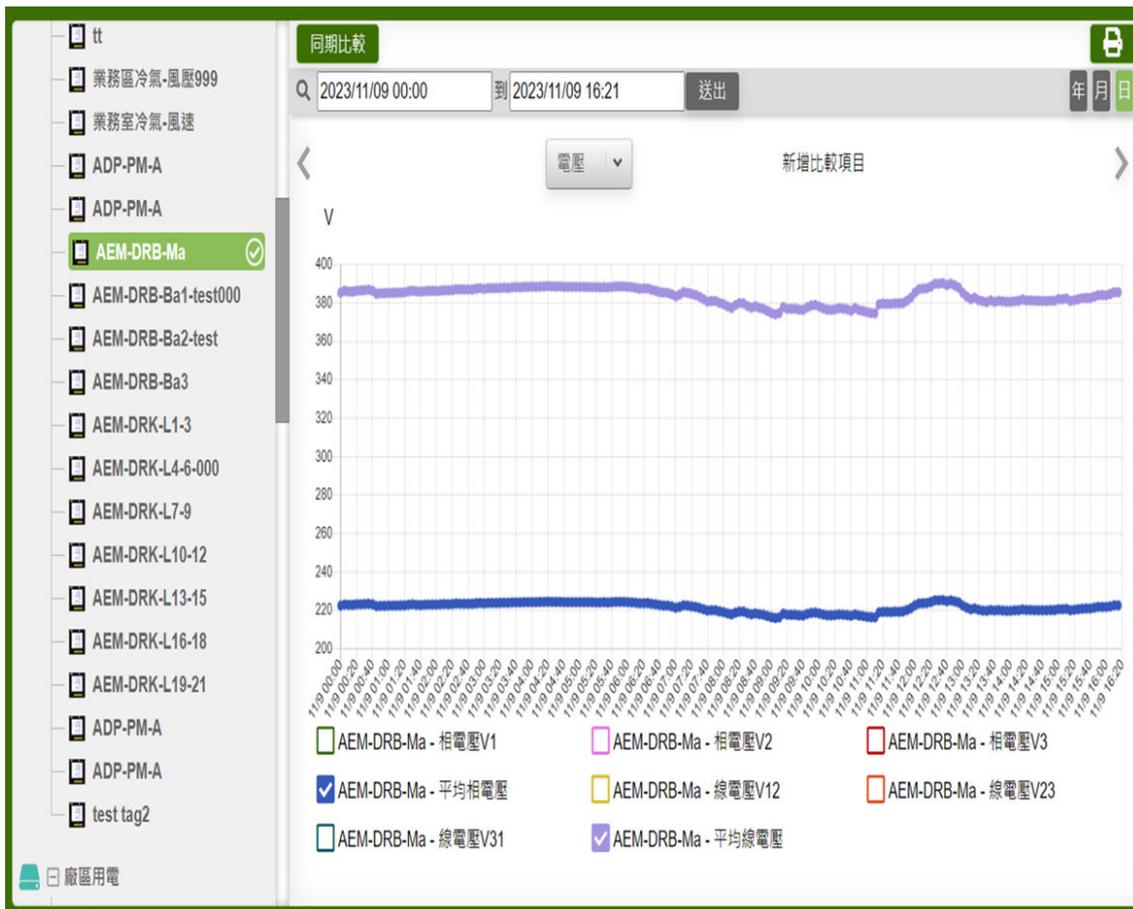


圖 1-17 能源管理系統(EMS)趨勢圖展示方式示意圖

1.5 電費/能耗分析：

能源管理系統(EMS)平台應具備計算電費之功能，電費設定應有累進計價與時間計價 (TOU) 兩種方式，電費趨勢圖的統計區間應可選年、月、日或是自選區間。電費設定應具備台電計費標準及用戶與台電簽立的合約內容(一段式、二段式電價)調整計價方式。

1.6 電力報告：

能源管理系統(EMS)平台應具備可印表輸出總體或個別電錶的電能與電費報表，可選擇月報表或年報表。

1.7 異常告警：

能源管理系統(EMS)平台應具備每個電錶或參數均可設置為告警條件，主畫面具備告警圖示與告警數量，可應查詢歷史告警事件，告警發生後除畫面提示外，也應提供發送 E-Mail 或其他電子方式之通知功能。

1.8 I/O 控制排程介面:控制開啟/關閉

能源管理系統(EMS)平台應具備可設定觸發點之條件，條件達成之後會啟動或關閉的相關動作，即可設定排程或條件式的開啟/關閉控制。除事先設定排程或條件式的控制之外，亦需具備手動控制開啟/關閉之功能。

1.9 用戶管理：

能源管理系統(EMS)平台應具備登入辨識及權限控管等兩個功能，其中「登入辨識」需符合「可知道何人」及「何時登入系統」；「權限控管」需符合「不同人可設置對模組不同權限」，權限應至少分成隱藏、檢視及編輯。

1.10 資料管理：

能源管理系統(EMS)平台應具備可外接其他資料庫(MySQL)，若 EMS 收到資料，則會同步抄收到此資料庫中，資料時間應採用協調世界時間(UTC)，故轉換成台灣時間需要+8 小時，同時資料需可匯出成 CSV 檔。

2. 物聯網閘道器(IoT Gateway)安裝原則說明

使用串列通訊模組與機台感應器通訊端口並聯，將網域設定與上位機相同

3. 閘道器用電控箱安裝原則說明

需搭配供電及數據傳輸之儀表箱，可能設置的單元包含：斷路器、保險絲、插座、線槽/軌道、電源避雷器等，並依現場實際需求進行調整。

4. 物聯網閘道器設定原則說明

設定 MQTT 通訊與上位機連線，資訊加密後傳輸。

5. 伺服器(Server)安裝原則說明

與業主協調擺放位置，選擇適當的機箱，確保其安全。

6. 遠端控制排程軟體開發原則說明

依本案需求開發能源管理系統(EMS)排程軟體，新增排程模組，使用者可以採用周排程設定、特定星期及特定時間打開或關閉數位輸入/輸出模組的點位。

7. 資訊看板螢幕顯示器安裝原則說明

需要瀏覽器 APP，電視將網域設定與上位機相同。

貳、編制採購預算書及研擬需求說明書

一、編制採購預算書

智慧能源管理系統軟硬體建置內容、項目及經費估算如表 2-1 所示，總經費約新臺幣 465 萬元（含稅）。

表 2-1 智慧能源管理系統軟硬體建置經費估算表

項次 Item	項目及說明 Item and Description	單位 Unit	數量 Qty	單價 Unit Price	複價 Sub-Total	備註 Remarks
1	能源管理系統(Energy Management System, EMS)					
1.1	能源管理系統(EMS)平台	組	1	367,500	367,500	
1.2	物聯網閘道器(IoT Gateway)	組	14	15,750	220,500	
1.3	物聯網閘道器設定	式	14	5,250	73,500	
1.4	閘道器用之電控箱	組	14	2,100	29,400	
1.5	伺服器(Server)	組	1	84,000	84,000	
1.6	遠端控制排程軟體開發	式	1	262,500	262,500	
1.7	資訊看板用之螢幕顯示器	式	2	21,000	42,000	
2	智慧電錶及空氣品質偵測系統					
2.1	智慧電錶(多迴路一對二)	組	30	18,900	567,000	費用已含智慧電錶用之防水開關箱，防水開關箱規格及數量依現場條件設計，經審核同意後施作，不得另外要求增加費用。
2.2	CT比流器	迴	126	2,100	264,600	
2.3	三合一空氣偵測器(二氧化碳/溫度/濕度)	組	32	6,300	201,600	
2.4	物聯網閘道器用之電控箱	組	14	2,100	29,400	
2.5	管線材料/五金另料/利管 (15m)	組	62	2,100	130,200	註1
2.6	佈管線施工/拉電/箱體/CO2顯示器安裝固定/螢幕顯示器安裝固定	式	32	21,000	672,000	
3	智慧水表					
3.1	夾管式電子式流量計	只	10	36,750	367,500	
3.2	機電式螺牙25mm流量計	只	4	26,250	105,000	
3.3	智慧水表用壁掛式儀表箱	組	14	10,500	147,000	
3.4	流量計安裝以及設定	處	14	12,600	176,400	
4	新風系統					
4.1	智慧新風換氣系統主機設備 含空氣品質二氧化碳(CO ₂)及懸浮微粒(PM2.5)偵測模組	組	1	94,500	94,500	807教室, 含安裝
4.1	智慧新風換氣系統用閘道器	只	1	63,000	63,000	
4.1	智慧新風換氣系統安裝工程	式	1	47,250	47,250	
5	屋頂隔熱方案					
5.1	防水隔熱毯	m ²	156.25	1,785	278,906	含安裝
6	設計、施工計畫、品管、職安、系統及竣工圖說					
6.1	細部設計、施工計畫、品質管理計畫及職安全衛生管理計畫	式	1	210,000	210,000	
6.2	智慧電表竣工圖與配線及系統圖	式	1	105,000	105,000	
6.3	智慧水表竣工圖及水質量平衡系統圖	式	1	105,000	105,000	
7	合計(含稅)				4,643,756	

註1:15m線材(RS485通訊線+AWG22電纜線+Cat5網路線+鋁浪管)=2000元，每間教室工程需30m，須要2組，共30間教室共60組，會議室及圖書館只需15m(各1組)，總計62組。

二、研擬需求說明書

詳附件需求說明書。

附件
需求說明書

新竹縣立自強國民中學

「113 年度氣候友善智慧校園增設智慧用電、用水、空氣品質等監測設備、系統整合及管理平台統包工程」

需求說明書

『需求書』(以下簡稱本需求)規範本採購之採購目的、範圍、設計、工程、維護及其他應遵循之技術準則。承包商辦理設計、施工及維護工作均應遵守本需求相關規定，其成果應符合本需求所訂定之效能標準。

一、本案概述：

由於全球對環境的課題與節能永續的意識抬頭，本校亦對於環境保護與節能減碳持續努力，本校已於前期完成屋頂太陽能光電板設置、雨水資源回收再利用系統設置及2間示範教室之智慧電表安裝工程，成效良好，為建置氣候友善智慧校園，本年度建置重點：(1)新設能源管理系統、(2)水資源循環再利用及(3)室內環境空氣品質及溫熱品質改善。為達成氣候友善智慧校園的目標，本計畫增設(1)能源管理系統(Energy Management System, EMS)一套、及時資訊展示螢幕2組、智慧電表30組、空質品質偵測器32組、智慧水表14組、新風系統1組及屋頂隔熱工程1式，與校內既有網路系統整合，完整全校用電、用水、排碳、空氣品質、室內溫度及濕度網路監控及管理系統，並提供2處地點設置展示螢幕，及時顯示各項偵測及分析資訊，除有效推動全校水資源、用電及空氣品質管理，杜絕資源浪費外，未來配合課程，增加水資源循環利用、日常節能、ESG永續議題、國際性淨零碳排議題、台灣能源政策等議題，增加教學方式，學習智慧化工具在氣候友善校園營造的應用。

二、工作範圍：

本案主要項目為氣候友善智慧校園建置，本年度建置重點：(1)新設能源管理系統、(2)水資源循環再利用及(3)室內環境空氣品質及溫熱品質改善。相關設備設置主要位於第一期行政及教學大樓(勤學樓)(位置如圖1所示)，水資源系統智慧水表優先安裝於勤學樓，若有需要可能安裝於第二期科學大樓、圓樓、第三期家政大樓、自強文化館及警衛室。

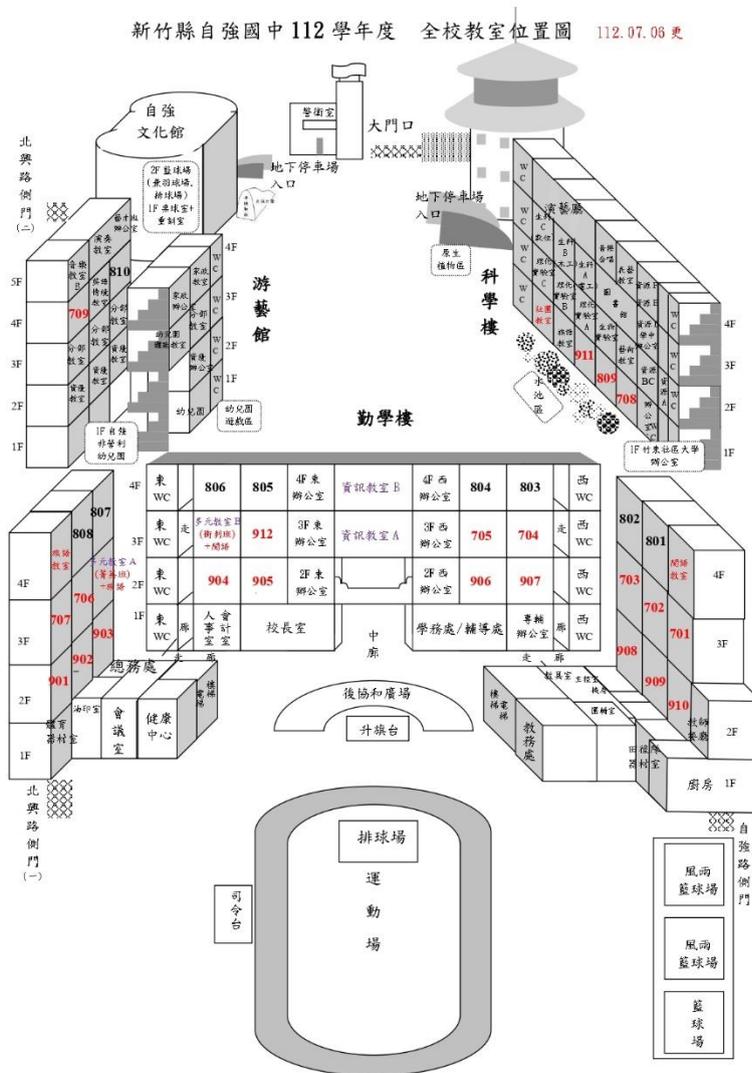


圖1 新竹縣立自強國民中學校園建築物名稱及位置示意圖

三、服務內容：

(一). 設計部份：

1. 新建置能源管理系統(EMS)架構及整合既有系統(如線路或其他硬體設備)，包括系統功能、圖形操作介面、系統資料庫格式、資料分析功能、伺服器硬體需求等(含系統架構示意圖、設備配置示意圖)。
2. 應就本次新增用電、用水管理資訊設備、空氣品質改善及偵測設備之建物，設計設備安裝位置及設備規格與設備數量(含流程圖、網路線圖、配置圖)。
3. 若涉及相關法令應申請許可，另設備設施部分有涉及法定專業技師簽證範圍統包商亦應委請相關技師辦理。

(二). 施工部份：

1. 提供能源管理系統(EMS)架構、智慧電表、智慧水表、空氣品質偵測器、新風系統、屋頂隔熱材料等各項設備規格、廠牌型號清單，送交學校審核。
2. 應負責工程品質、施工期程、施工工法、施工階段進度管理計畫、測試運轉計畫、教育訓練與竣工圖說。
3. 本案建物現有供水設備、週邊設施、含閥件、管路、路徑、網路通訊等，因工程所需必要調整或變更及整合，須經本校審查

通過方可執行。

4. 發現設計錯誤而無法施工時，應藉由施工檢討修正，以發揮統包整合設計、施工之最大功效。

四、採購需求：

(一)設計原則：

本案之設計應符合本建物現況（第一期行政及教學大樓勤學樓、第二期科學大樓、圓樓、第三期家政大樓、自強文化館及警衛室），廠商須實地現場勘查，依實際狀況製作、組立，軟體設計需符合本案用電管理、用水管理、空氣品質管理、相關數據清楚展示、可用於未來教學等需求，整合本校現有用電、用水及網路系統，建置之智慧能源管理系統整合平台及蒐集之資料，整合於同一資料庫進行備份與管理。設備尺寸、型式、位置、安裝方式僅提供參考，廠商請依現場條件及環境狀況做設計規劃與評估安裝方式，並視實際情況確實檢核設備與規格及數量估算製設計書圖，不得因本需求書所列之系統配置及資料規格提供不全，做為規避其系統功能與數量未能符合要求之藉口。

(二). 需求說明：

本案預計採購之系統、設備及數量彙整於表1，相關規劃詳附圖冊。

表1 預估採購之管理系統、設備及數量表

項次	項目	數量	說明
1	能源管理系統(EMS)	1	能源管理系統(EMS)平台1組 物聯網閘道器(IoT Gateway)14組 閘道器用電控箱14組 物聯網閘道器設定14式 伺服器(Server) 1組 遠端控制排程軟體開發1式 資訊看板營幕顯示器2組
2	智慧電表	30	智慧電表(多迴路一對二) 30組 CT比流器126迴
3	空氣品質偵測器	32	室內空氣品質三合一偵測器(二氧化碳/溫度/濕度)32組
4	智慧新風換氣系統	1	智慧新風換氣系統含空氣品質感測器(二氧化碳及PM2.5)1組
5	智慧水表	14	智慧水表(含夾管式超音波電子式流量計及機電式螺牙流量計)共14組
6	屋頂防水隔熱工程	1	屋頂防水隔熱材料及施工1式

(三). 主要採購系統及設備基本規格：

本案各採購項目詳細規格及數量詳表2至表7，其中表2為能源管理(EMS)系統規格及數量(能源管理系統(EMS)之系統架構示意圖如圖1所示)；表3為智慧電表與室內空氣品質偵測器之設備規格及數量；表4為智慧新風換氣系統設備規格及數量；表5為智慧水表設備規格及數量；表6為智慧水表建議安裝位置及水質；表7為屋頂隔熱工程規格及數量。

氣候友善智慧校園能源管理系統圖

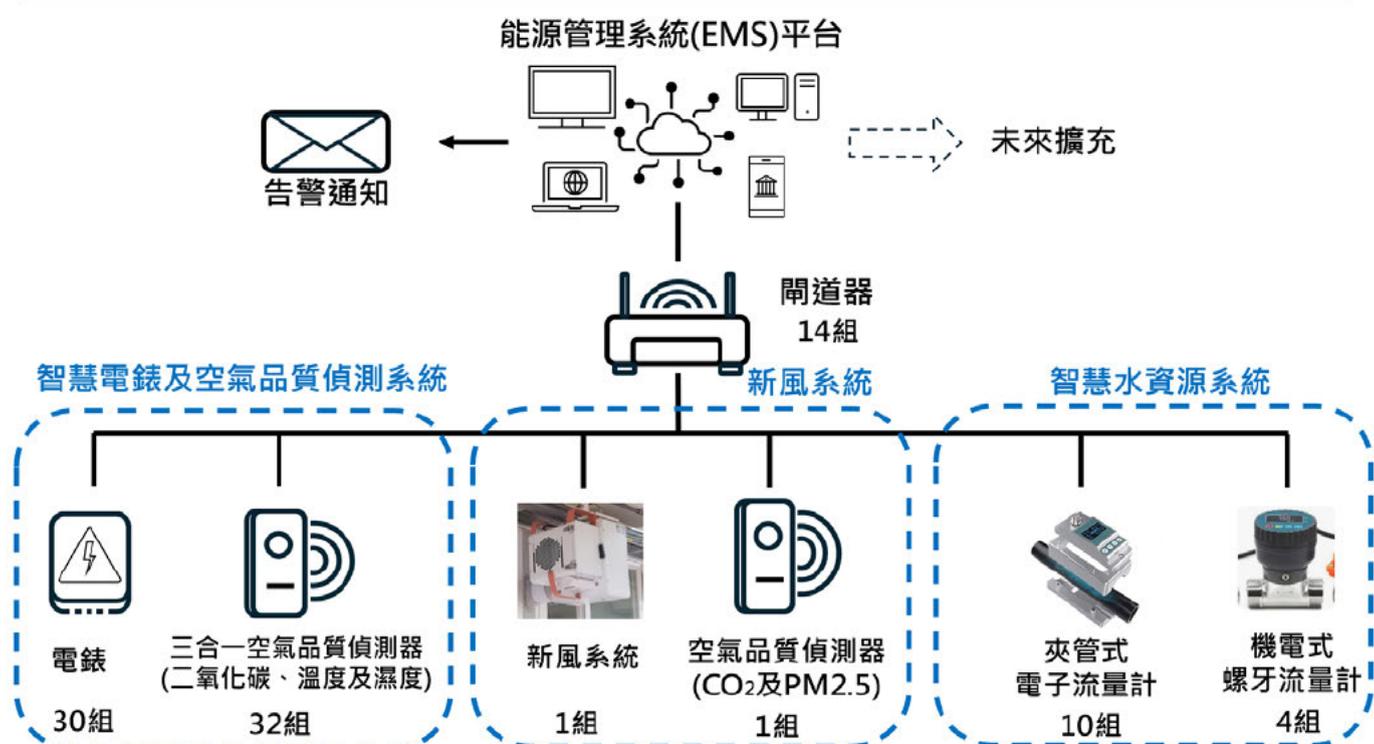


圖 1 能源管理系統(EMS)之系統架構示意圖

表2 能源管理(EMS)系統規格及數量表

項次	項目	規格及說明	單位	數量
1	能源管理系統(EMS)平台	規格：主控台/電力配置/即時數據/趨勢分析/電費分析/電力報告/異常告警 說明：透過能源偵測及管理，掌握各教室電力的使用習慣，經累積的監測數據，可提供做為能源管理及應用的重要指標。	組	1
2	物聯網閘道器 (IoT Gateway)	規格： 尺寸不大於200mm × 150mm × 450mm 數位介面：GPIO, RS485/Mod Bus 類比介面：ADC 通訊介面：WiFi, Ethernet 內建Webserver及data logger，Web化Excel格式輸出 設備連線設定管理	組	14

		<p>資料擷取管理 數據斷線續傳 網路傳輸(JSON/MQTT/OPC UA) 訊號處理RS232/485/乙太/ASCII 0°C/+60°C, -20°C/+70°C, 5 to10Hz, +12 db/oct 10 to 50Hz, 0,02 m2/s3 - ASD, 50 to 100Hz, -12 dB/oc 說明：每層樓3組, 5層樓合計15組, 加上圖書館1組及活動中心1組, 共計 17組</p>		
3	閘道器用電控箱	<p>規格：尺寸不大於300mm × 200mm × 200mm 說明：每層樓3組, 5層樓合計15組, 加上圖書館1組及活動中心1組, 共計 17組</p>	組	14
4	物聯網閘道器設定	<p>規格：設定MQTT通訊與上位機連線, 資訊加密後傳輸 說明：每層樓3組, 5層樓合計15組, 加上圖書館1組及活動中心1組, 共計 17組</p>	式	14
5	伺服器(Server)	<p>規格：Intel i7-9700E 2.6GHz LGA1151 16GB DRAM*1PCS 1T HDD 3.5"*1PCS 500 W Power Supply Win 10 Pro 64-bit-CHT/鍵盤滑鼠組/ 組裝燒機測試 說明：建置於總務處辦公室內, 用於儲 存智慧電錶及電子流量計收集之資訊</p>	組	1
6	遠端控制排程軟體開發	<p>規格：控制數位輸入/輸出模組 說明：EMS內有排程模組, 可以以周排 程設定特定星期特定時間打開或關閉 數位輸入/輸出模組的點位</p>	式	1
7	資訊看板營幕顯示器	<p>規格：55"吋多媒體播放器 說明：學校指定2處地點</p>	組	2

表3 智慧電表、室內空氣品質偵測器設備規格及數量表

項次	項目	規格及說明	單位	數量
1	智慧電表 (多迴路一對二)	規格：333mVac(C1p CT) *5 1P2W 500Vac, 50/60Hz, 1P2W, RS485(Modbus RTU) 說明：教室 30 間、圖書館 1 間及活 動中心 1 間	組	30
2	CT 比流器	規格：US-CTV-16-060-2 60A, 16Φ, 333mVac(Wire: 2M) 說明：教室 30 間×4 迴/間+(圖書館 1 間及活動中心 1 間)×3 迴/間	迴	126
3	室內空氣品質偵測器	規格：二氧化碳/溫度/濕度 室內三 合一偵測器：非色散紅外線 NDIR 感 測原理支援 RS485 Modbus RTU 二氧化碳量測範圍 0 ~ 20000ppm 溫度量測範圍 0 ~ 50℃ 相對濕度量測範圍 0 ~ 100%RH 說明：教室 30 間、圖書館 1 間及活 動中心 1 間	組	32

註：設備尺寸/型式/位置/安裝僅提供參考，廠商請依現場條件及環境狀況做設計規劃與評估安裝方式。

表4 智慧新風換氣系統設備規格及數量表

項次	項目	規格及說明	單位	數量
1	智慧新風換氣系統	<p>規格：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 包含外氣引入設備(新風換氣機)及室內CO2及PM2.5感測聯動新風機。 2. 新風機出風口風量≥550CMH，同時PM2.5去除率≥90%以上，並出具TAF認可機構或學術研究機構之測試報告。 3. 新風機運轉噪音非入風及出風側，全速運轉噪音，距離1.5公尺需≤55分貝。 4. 可設定排程，自動啟停。 5. 可自由設定CO2及PM2.5高值，自動啟動新風機，達到設定低值，自動停止。 6. CO2感測器，範圍為0~10,000ppm，精度±70ppm ±3%of Reading，需有校正報告及追朔報告。 7. PM2.5感測器，範圍0~600μg/m³，精度，±10μg/m³±5% of Reading，需有校正報告及追朔報告。 8. 具有手/自動模式，自動為CO2及PM2.5數值聯動，手動為強制啟/停。現場可手/自動模式切換，雲端亦可手/自動切換，連到中央集成的管理目標。 9. 具有風速/手自動模式/中文更換初效/高效濾網顯示功能。 10. 新風系統操作狀態及量測數值，可傳至雲端平台。 11. 智能控制:數值高低，智慧變頻控速。 12. 具有開門版安全斷電功能。 13. 具有CE認證證書。 <p>說明：807教室優先</p>	組	1

表5 智慧水表設備規格及數量表

智慧水表 流量計型式	安裝 方式	規格	數量	備註
全電子式流量計	夾管	<ol style="list-style-type: none"> 1. 流速範圍：0+/-5 m/s 2. 準確度：+/-1.0% 3. 探頭防護等級：IP68 4. 管徑溫度：0~50°C 5. 安裝環境溫度：-10°C~+50°C 6. 故障錯誤代碼提醒 7. 符合 CE 認證 8. 需提供原廠在台生產製造或在台灣代理商之證明文件 	14	自來水 7 處 RO 回收水 1 處 雨水回收水 2 處
機電式螺牙流量計	螺牙口	<ol style="list-style-type: none"> 1. 符合水量計型式認證技術規範 CNPA49 第 4 版之 C 級計量等級。 2. 準確度範圍±2%。 3. 使用電源：可採用外接電源，亦可用內建式長效電池，長效電池壽命應不小於6年。 	4	自來水 4 處

表6 智慧水表建議安裝位置及水質彙整表

項次	智慧水表量測以下單元之用水量	水質	流量計型式
1	第一期勤學樓蓄水池	自來水	全電子式流量計
2	第一期勤學樓東水塔	自來水	全電子式流量計
3	第一期勤學樓西水塔	自來水	全電子式流量計
4	第二期科學大樓地下室蓄水池	自來水	全電子式流量計
5	第二期科學大樓頂樓蓄水池	自來水	全電子式流量計
6	第二期科學大樓圓樓	自來水	全電子式流量計
7	第三期家政大樓	自來水	全電子式流量計
8	第四期自強文化館	自來水	機電式螺牙流量計

9	廚房	自來水	機電式螺牙流量計
10	警衛室	自來水	機電式螺牙流量計
11	RO 飲用水	自來水	機電式螺牙流量計
12	RO 回收水	RO 回收水	全電子式流量計
13	雨水回收系統一	雨水回收水	全電子式流量計
14	雨水回收系統二	雨水回收水	全電子式流量計

註：設備尺寸/型式/位置/安裝僅提供參考，廠商請依現場條件及環境狀況做設計規劃與評估安裝方式。

表7 屋頂防水隔熱工程規格及數量彙整表

項次	項目	規格及說明	單位	數量
1	屋頂隔熱工程	屋頂防水隔熱毯 規格：丙烯 / 厚度不小於1cm 說明：勤學樓屋頂，範圍約 12.5m ² ×12.5m ² 。	m ²	156.25

(四). 預留擴充功能：

新建置之能源管理系統需預留擴充功能，預留未來增加用電、用水、控溫、空氣品質管理數量及數據量增加時之擴充功能。

(五). 系統整合部分：

新建置之系統及設備需與校內既有用電、用水及網路系統整合，不能影響現有系統及設備之正常使用。

(六). 履約事項期程要求：

配合本校經費執行期程要求，契約各應辦事項要求配合如下：

1. 細部設計成果:至少包含平面圖、設備系統圖、配線圖、材料設備及廠牌型錄、施工預定期程表，應於決標日次日起21日內完成，並提送審查。
2. 施工計畫、品質管理計畫與職業安全衛生管理計畫：細部設計核定後14日內提送審查。
3. 工程應於113年11月30日以前全部完成。

五、設計及施工注意事項

- (一) 廠商需於履約期限前（預計於暑假 7~8 月現場施工及需停或電停水作業，9 月底前完成測試、調整，10月底前完成教育訓練、平台系統資料整合等）完成本案，並應考量停水對本校衝擊最低方式施工並與本校協調可施工(停電、停水)時段方可進行。
- (二) 本工程之所有設備、基礎、電源線佈設路線、穿牆位置，廠商應參照電工法規及確認現場實際情形規劃，如有特殊情況須經由校方審核同意後，始得據以施作。
- (三) 在施工前、中、後需提供相同角度與位置的照片存查。
- (四) 上述採購設備之供應，廠商完成履約所需工資、材料、加工、收邊、損耗及必要另件等等，均已含括於契約價金中。取得得標資格後，投標時設計圖說仍需配合校方意見修正或補足。
- (五) 本案自驗收合格次日起，由廠商提供保固服務一年。

(六) 如有投標及規劃問題請洽：本校總務處庶務組黃小姐，電話：03-

5103291分機131

「新竹縣立自強國民中學氣候友善智慧校園建置規劃」

附圖冊

新竹縣立自強國民中學

新竹縣立自強國民中學氣候友善智慧校園建置規劃

附圖冊



中華民國一一三年四月

新竹縣立自強國民中學 氣候友善智慧校園建置規劃

圖號	圖名
1	計畫內容說明
2	新竹縣立自強國民中學校園建築物名稱及位置示意圖
3	能源管理系統(EMS)之系統架構示意圖
4	氣候友善智慧校園能源管理系統設備彙整表
5	智慧電錶及空氣品質偵測系統安裝位置示意圖(勤學樓2樓)
6	智慧電錶及空氣品質偵測系統安裝位置示意圖(勤學樓3樓)
7	智慧電錶及空氣品質偵測系統安裝位置示意圖(勤學樓4樓)
8	智慧電錶及空氣品質偵測系統安裝位置示意圖(勤學樓1樓會議室)
9	智慧電錶及空氣品質偵測系統安裝位置示意圖(科學樓3樓圖書館)
10	智慧水資源系統安裝位置與形式
11	水資源管線配置示意圖
12	勤學樓807教室增設1組智慧新風換氣系統示意圖
13	勤學樓屋頂增設防水隔熱毯預計設置位置示意圖

計畫內容說明

一、本案概述：

由於全球對環境的課題與節能永續的意識抬頭，本校亦對於環境保護與節能減碳持續努力，本校已於前期完成屋頂太陽能光電板設置、雨水資源回收再利用系勤設置及2間示範教室之智慧電表安裝工程，成效良好，為建置氣候友善智慧校園，本年度建置重點：(1)新設能源管理系統、(2)水資源循環再利用及(3)室內環境空氣品質及溫熱品質改善。為達成氣候友善智慧校園的目標，本計畫增設(1)能源管理系統(Energy Management System, EMS)一套、及時資訊展示螢幕2組、智慧電表30組、空質品質偵測器32組、智慧水表14組、新風系統1組及屋頂隔熱工程1式，與校內既有網路系統整合，完整全校用電、用水、排碳、空氣品質、室內溫度及濕度網路監控及管理系統，並提供2處地點設置展示螢幕，及時顯示各項偵測及分析資訊，除有效推動全校水資源、用電及空氣品質管理，杜絕資源浪費外，未來配合課程，增加水資源循環利用、日常節能、ESG永續議題、國際性淨零碳排議題、台灣能源政策等議題，增加教學方式，學習智慧化工具在氣候友善校園營造的應用。

二、服務內容：

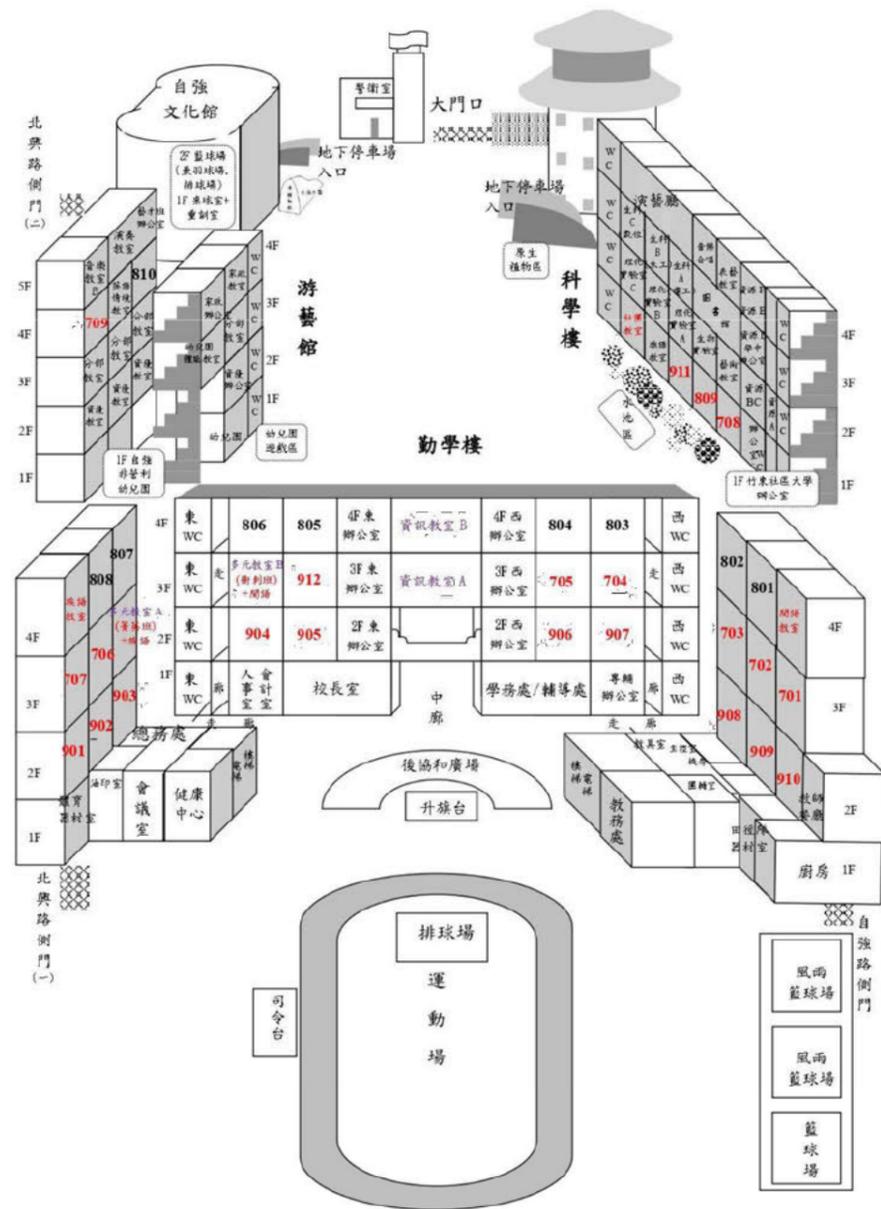
(一). 設計部份：

1. 新建置能源管理系統(EMS)架構及整合既有系統(如線路或其他硬體設備)，包括系統功能、圖形操作介面、系統資料庫格式、資料分析功能、伺服器硬體需求等(含系統架構示意圖、設備配置示意圖)。
2. 應就本次新增用電、用水管理資訊設備、空氣品質改善及偵測設備之建物，設計設備安裝位置及設備規格與設備數量(含流程圖、網路線圖、配置圖)。
3. 若涉及相關法令應申請許可，另設備設施部分有涉及法定專業技師簽證範圍統包商亦應委請相關技師辦理。

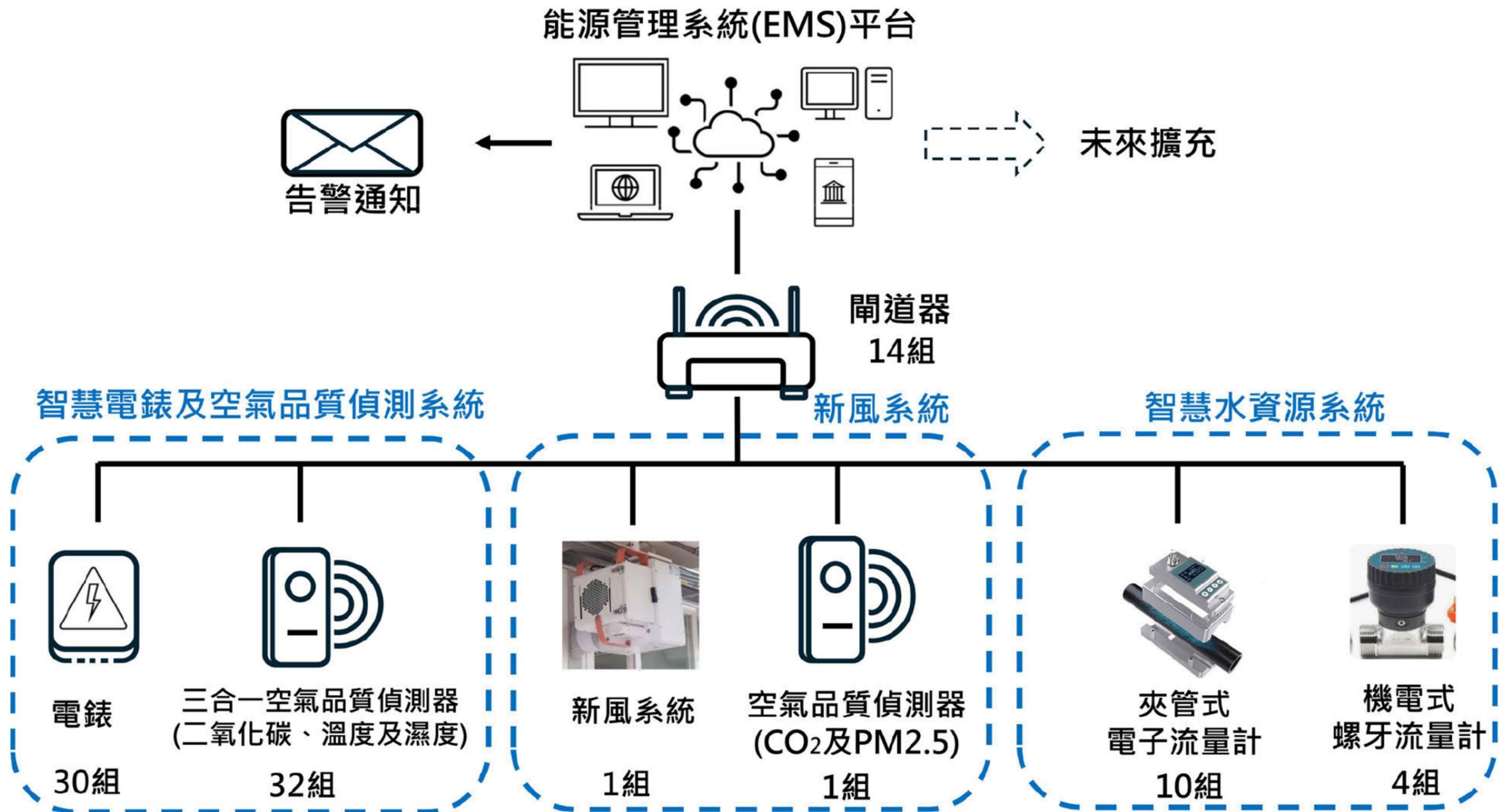
(二). 施工部份：

1. 提供能源管理系統(EMS)架構、智慧電表、智慧水表、空氣品質偵測器、新風系統、屋頂隔熱材料等各項設備規格、廠牌型號清單，送交學校審核。
2. 應負責工程品質、施工期程、施工工法、施工階段進度管理計畫、測試運轉計畫、教育訓練與竣工圖說。
3. 本案建物現有供水設備、週邊設施、含閥件、管路、路徑、網路通訊等，因工程所需必要調整或變更及整合，須經本校審查通過方可執行。
4. 發現設計錯誤而無法施工時，應藉由施工檢討修正，以發揮統包整合設計、施工之最大功效。

新竹縣自強國中全校教室位置圖



氣候友善智慧校園能源管理系統圖



氣候友善智慧校園能源管理系統設備彙整表

能源管理(EMS)系統

項次	項目	單位	數量
1	能源管理系統(EMS)平台	組	1
2	物聯網閘道器 (IoT Gateway)	組	14
3	物聯網閘道器設定	組	14
4	伺服器(Server)	組	1
5	遠端控制排程軟體開發	式	1
6	資訊看板螢幕顯示器	組	2

智慧電錶及空氣品質偵測器

項次	項目	單位	數量
1	智慧電錶 (多迴路一對二)	組	30
2	CT比流器	迴	126
3	室內空氣品質偵測器 (二氧化碳/溫度/濕度三合一)	組	32

智慧水表

項次	項目	單位	數量
1	夾管式全電子式流量計	組	30
2	機電式螺牙流量計	迴	126

智慧新風換氣系統

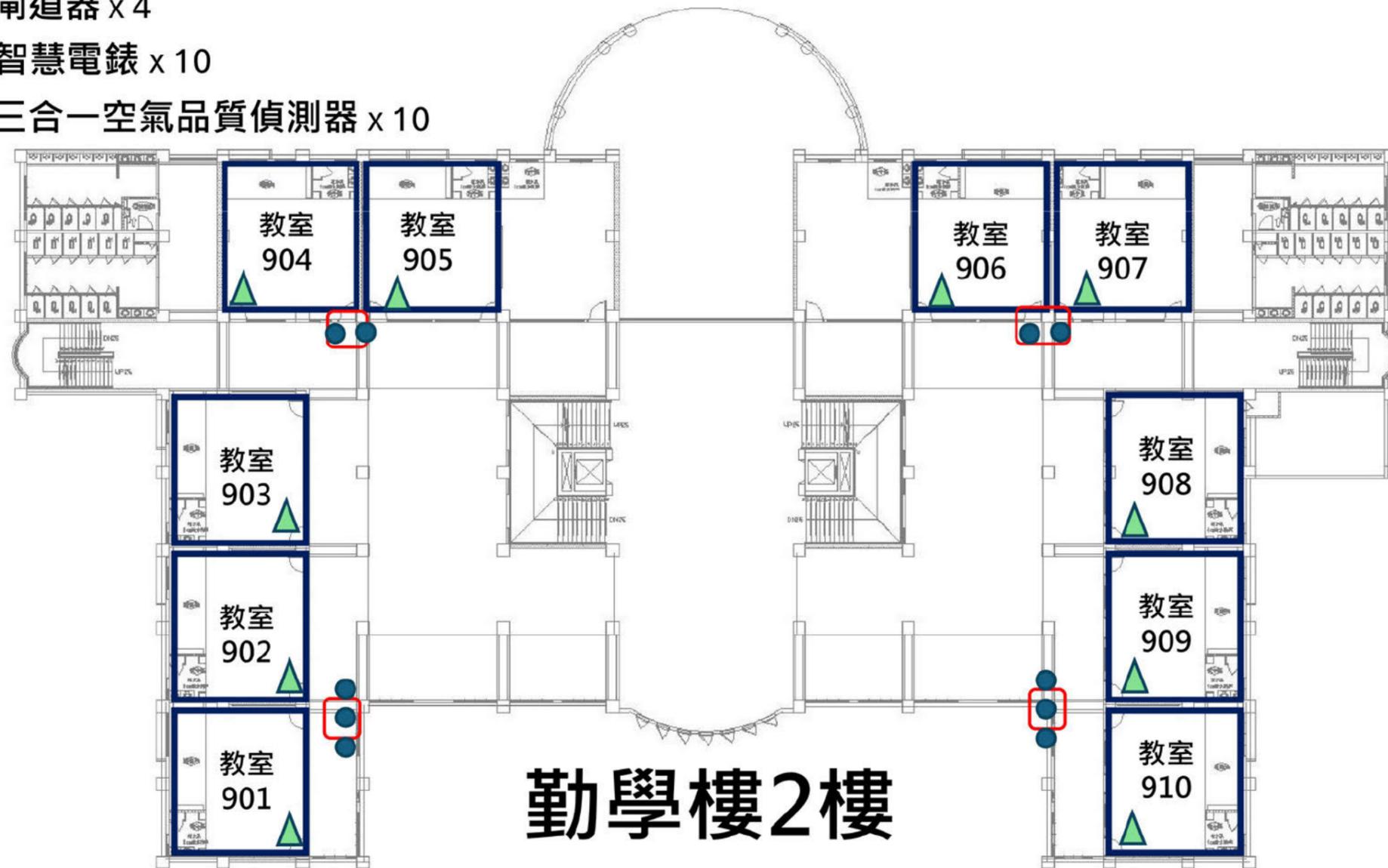
項次	項目	單位	數量
1	新風換氣系統	組	1

屋頂防水隔熱毯

項次	項目	單位	數量
1	屋頂防水隔熱毯(12.5m×12.5m)	m ²	156.25

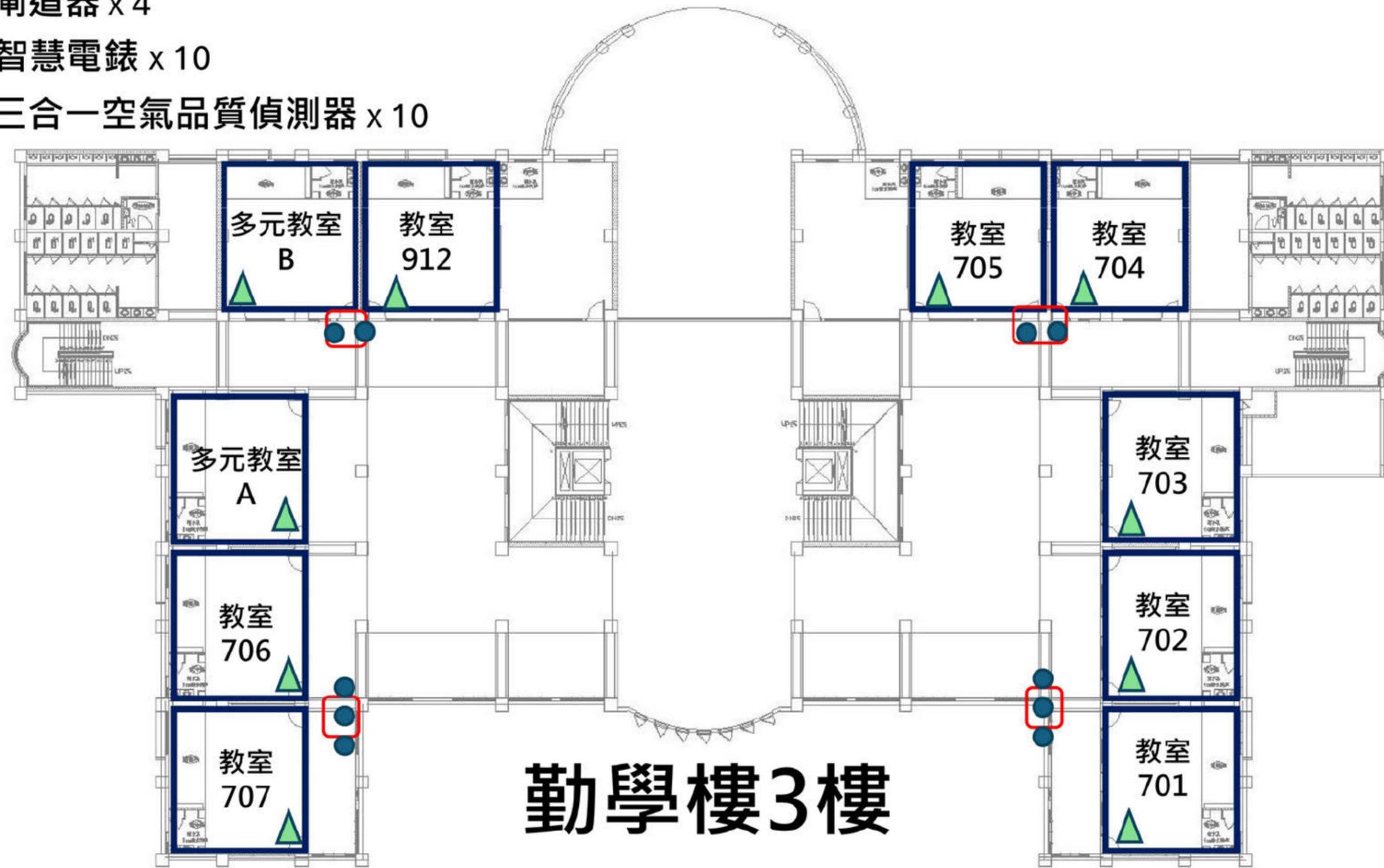
智慧電錶及空氣品質偵測系統

- 閘道器 x 4
- 智慧電錶 x 10
- ▲ 三合一空氣品質偵測器 x 10



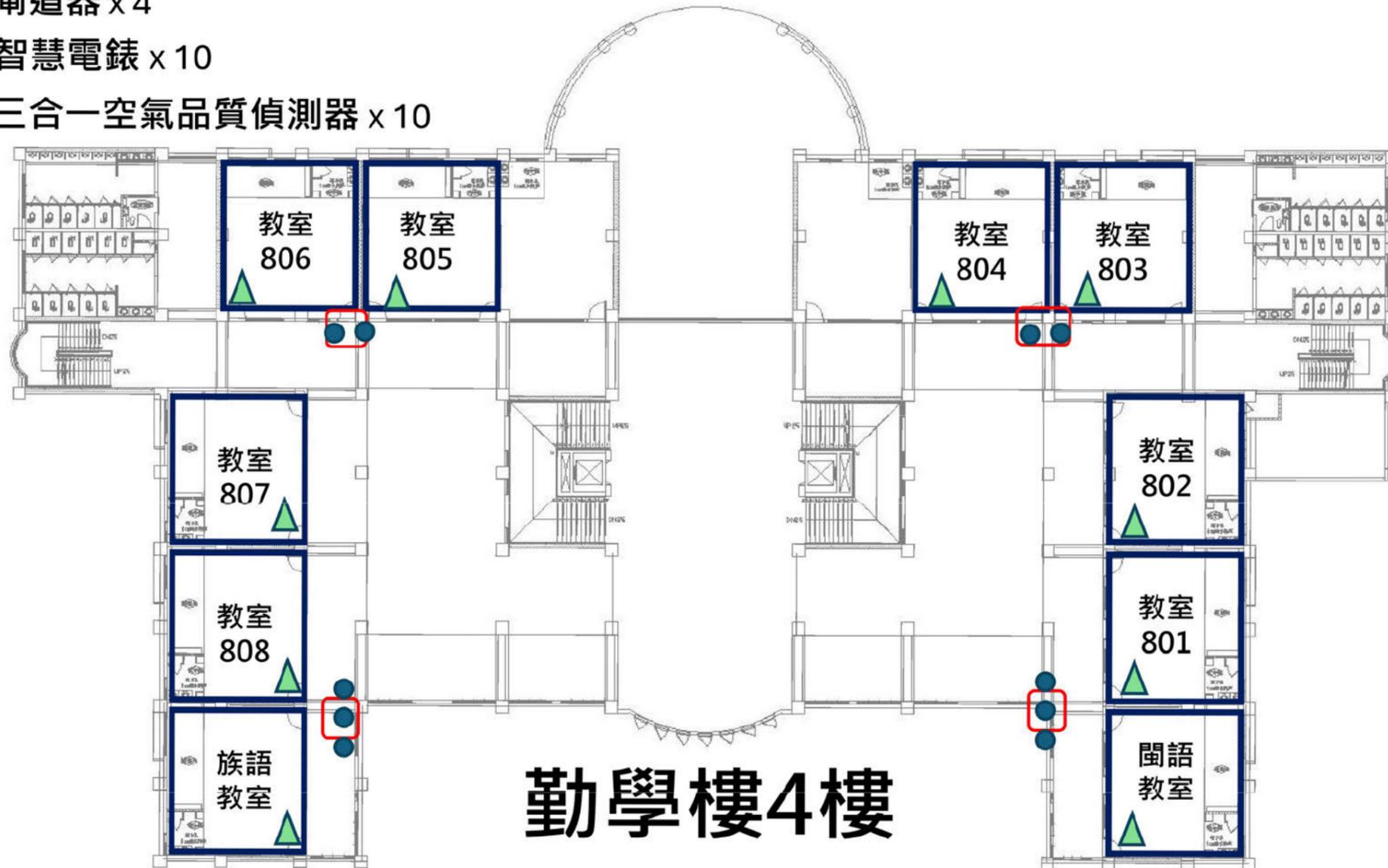
智慧電錶及空氣品質偵測系統

- 閘道器 x 4
- 智慧電錶 x 10
- ▲ 三合一空氣品質偵測器 x 10



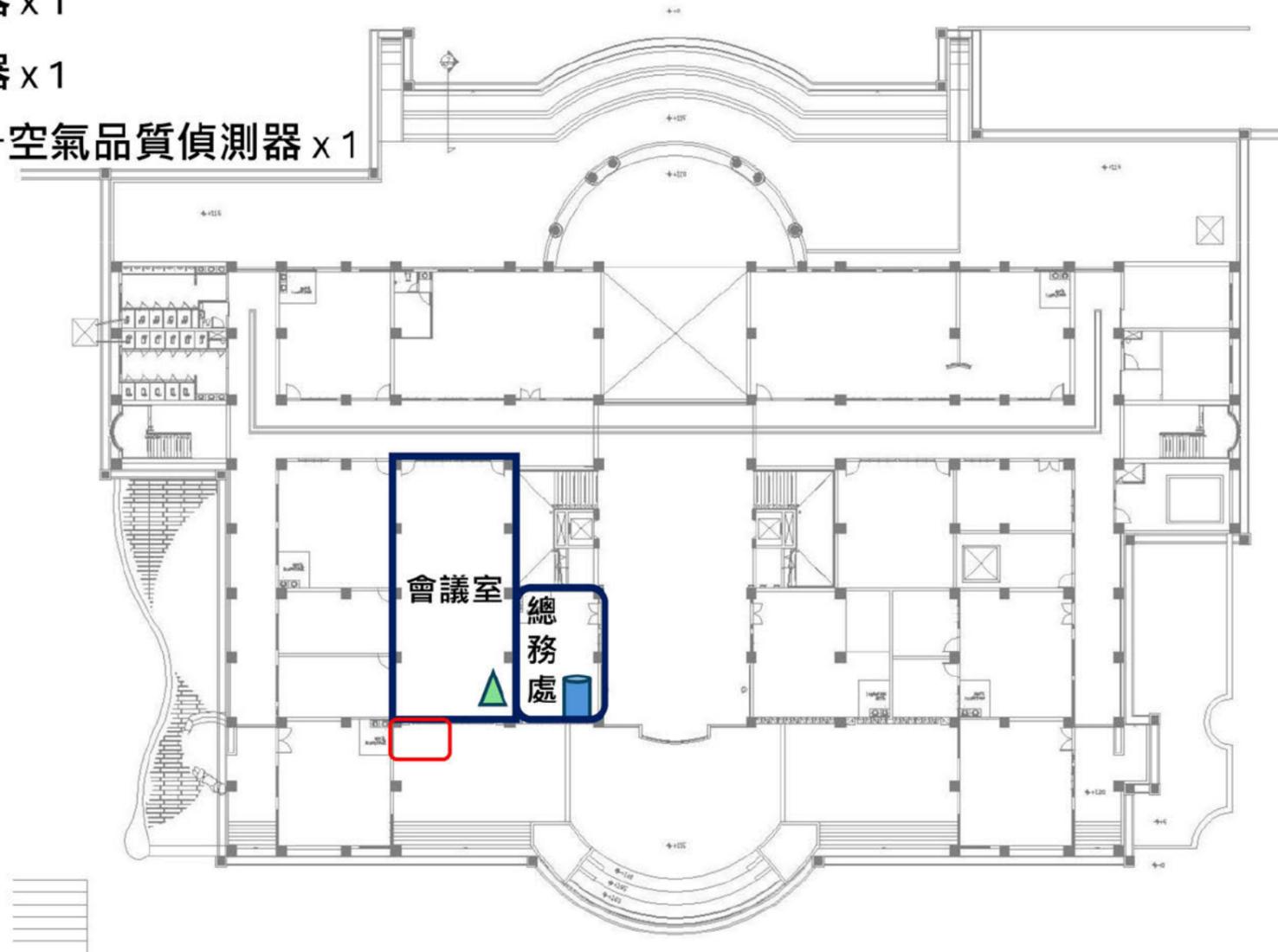
智慧電錶及空氣品質偵測系統

- 閘道器 x 4
- 智慧電錶 x 10
- ▲ 三合一空氣品質偵測器 x 10



智慧電錶及空氣品質偵測系統

- 閘道器 x 1
- 伺服器 x 1
- 三合一空氣品質偵測器 x 1



勤學樓1樓

智慧電錶及空氣品質偵測系統

□ 閘道器 x 1

▲ 三合一空氣品質偵測器 x 1

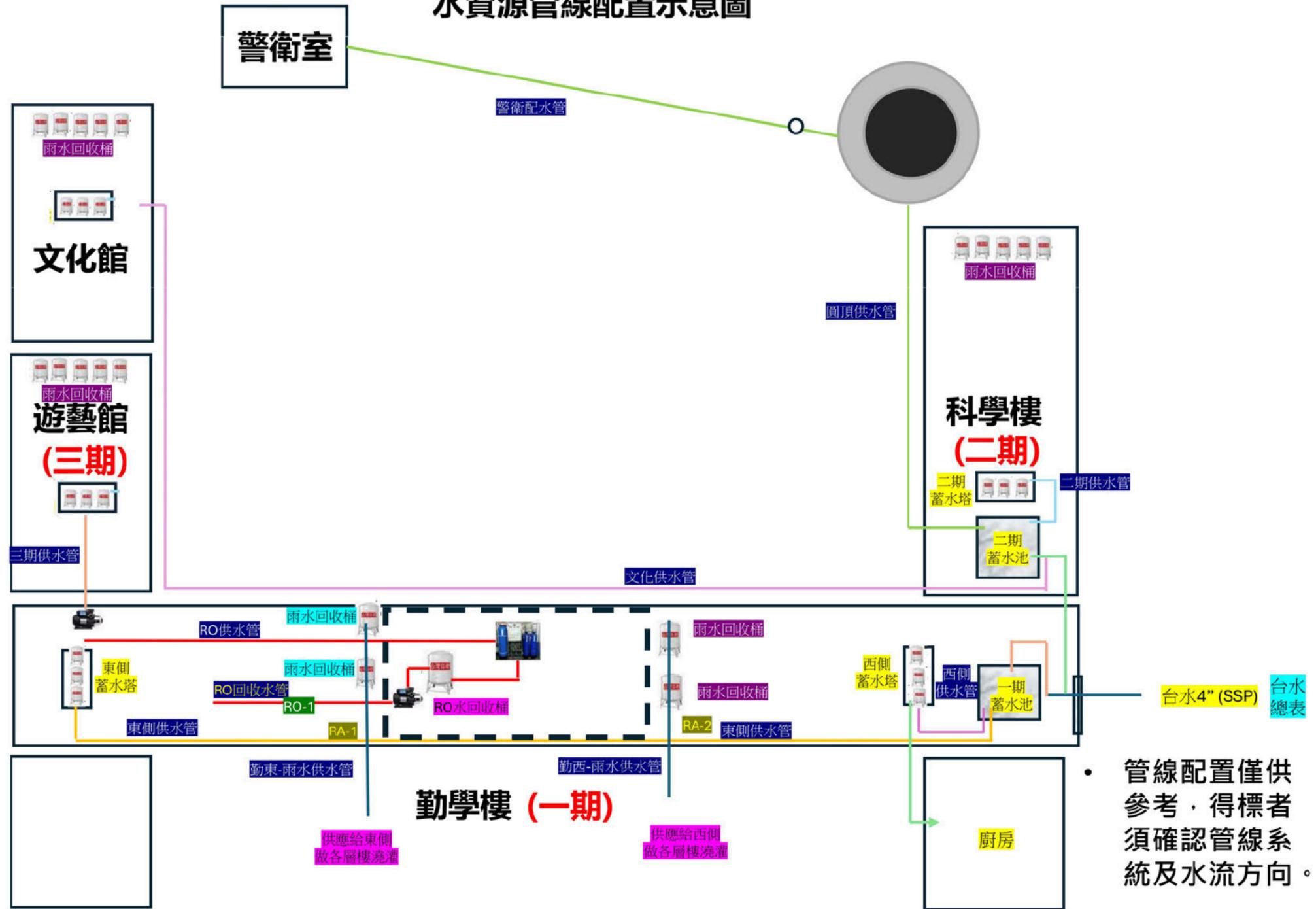


科學樓3樓

智慧水資源系統

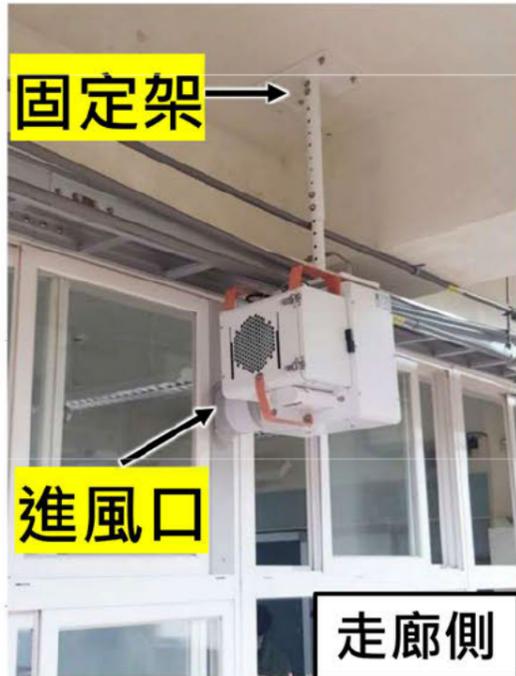
項次	智慧水表安裝位置	流量計型式
1	第一期勤學樓蓄水池	全電子式流量計
2	第一期勤學樓東水塔	全電子式流量計
3	第一期勤學樓西水塔	全電子式流量計
4	第二期科學大樓地下室蓄水池	全電子式流量計
5	第二期科學大樓頂樓蓄水池	全電子式流量計
6	第二期科學大樓圓樓	全電子式流量計
7	第三期家政大樓	全電子式流量計
8	第四期自強文化館	機電式螺牙流量計
9	廚房	機電式螺牙流量計
10	警衛室	機電式螺牙流量計
11	RO飲用水	機電式螺牙流量計
12	RO回收水	全電子式流量計
13	雨水回收系統一	全電子式流量計
14	雨水回收系統二	全電子式流量計

水資源管線配置示意圖



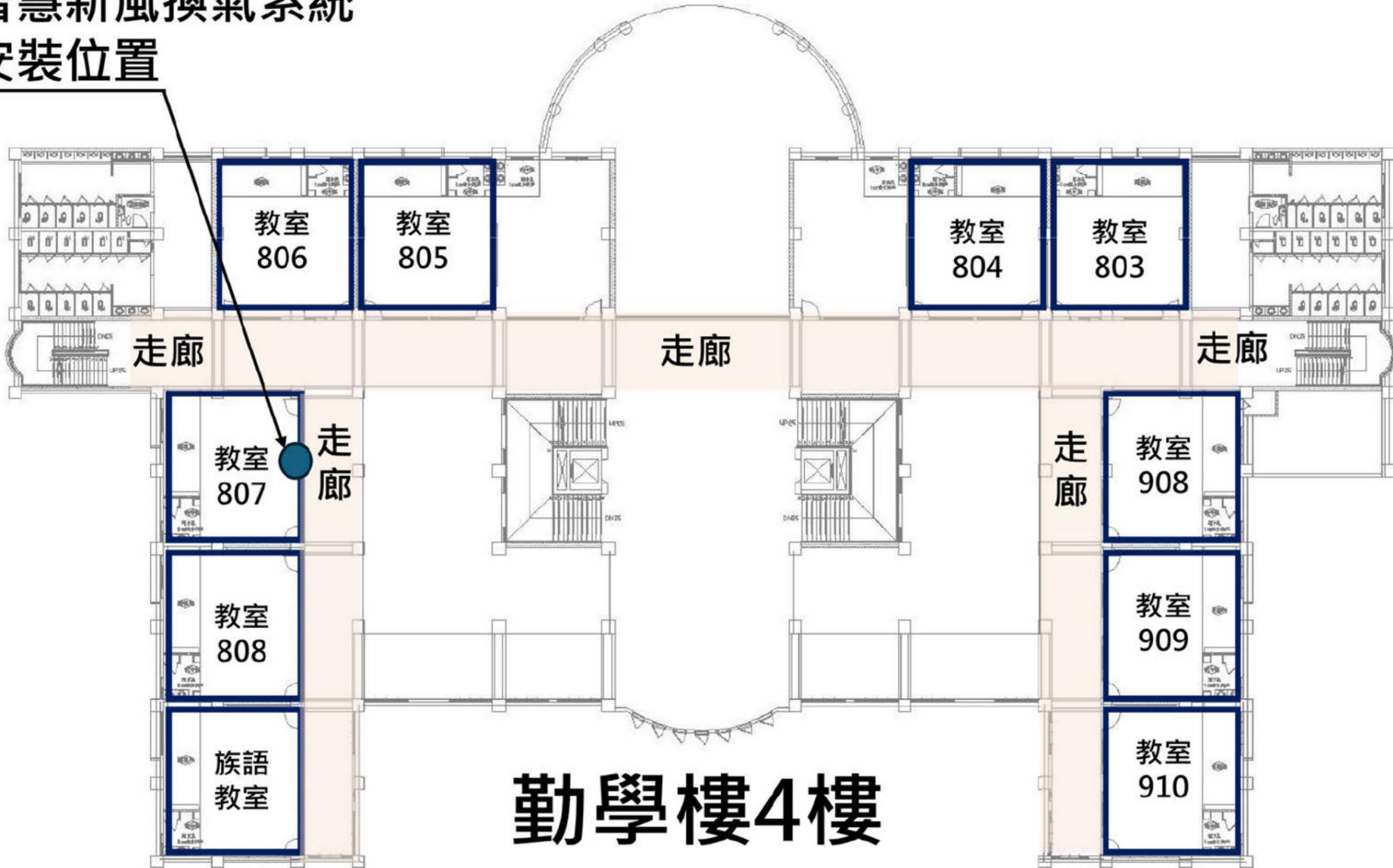
智慧新風換氣系統

智慧新風換氣系統 安裝位置



安裝方式示意圖

註：安裝方式可依現場條件及設備機型進行調整。



勤學樓屋頂防水隔熱工程



防水隔熱毯安裝示意圖

防水隔熱毯
長:12.5m
寬:12.5m



勤學樓屋頂