

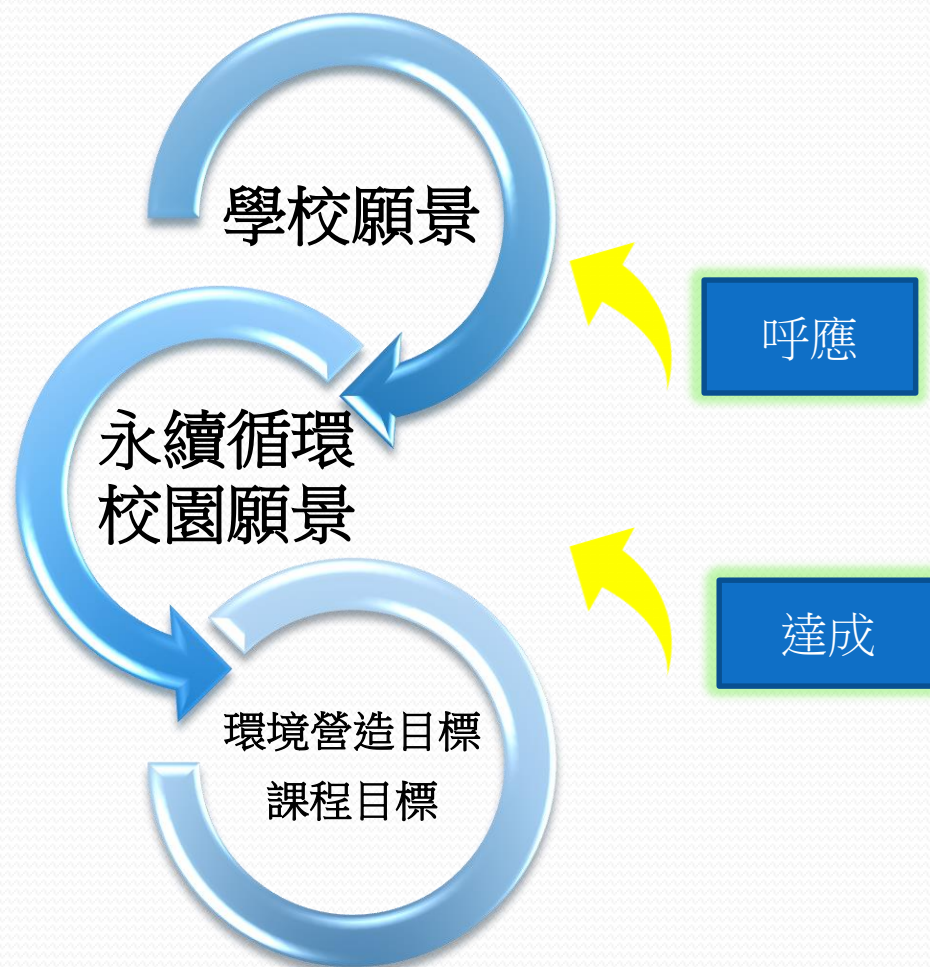
永續校園營造實務

新北市新店區青潭國小
林愛玲校長

學校環境營造思維 必須隨時代改變



形塑永續在學校的文化和價值



我們當前及未來所必須面對的環境挑戰

```
graph TD; A[我們當前及未來所必須面對的環境挑戰] --> B(全球氣候變遷); B --> C[生活模式必須調整]; C --> D[教學內容必須調整]; D --> E[改善校園成為可操作永續循環教育的教具]; E --> F(符合永續發展的行為模式與決策); F --> G[培養對應環境調控的能力];
```

全球氣候變遷

生活模式必須調整

教學內容必須調整

改善校園成為可操作永續循環教育的教具

符合永續發展的行為模式與決策

培養對應環境調控的能力

永續校園的內涵



推動永續校園的目標



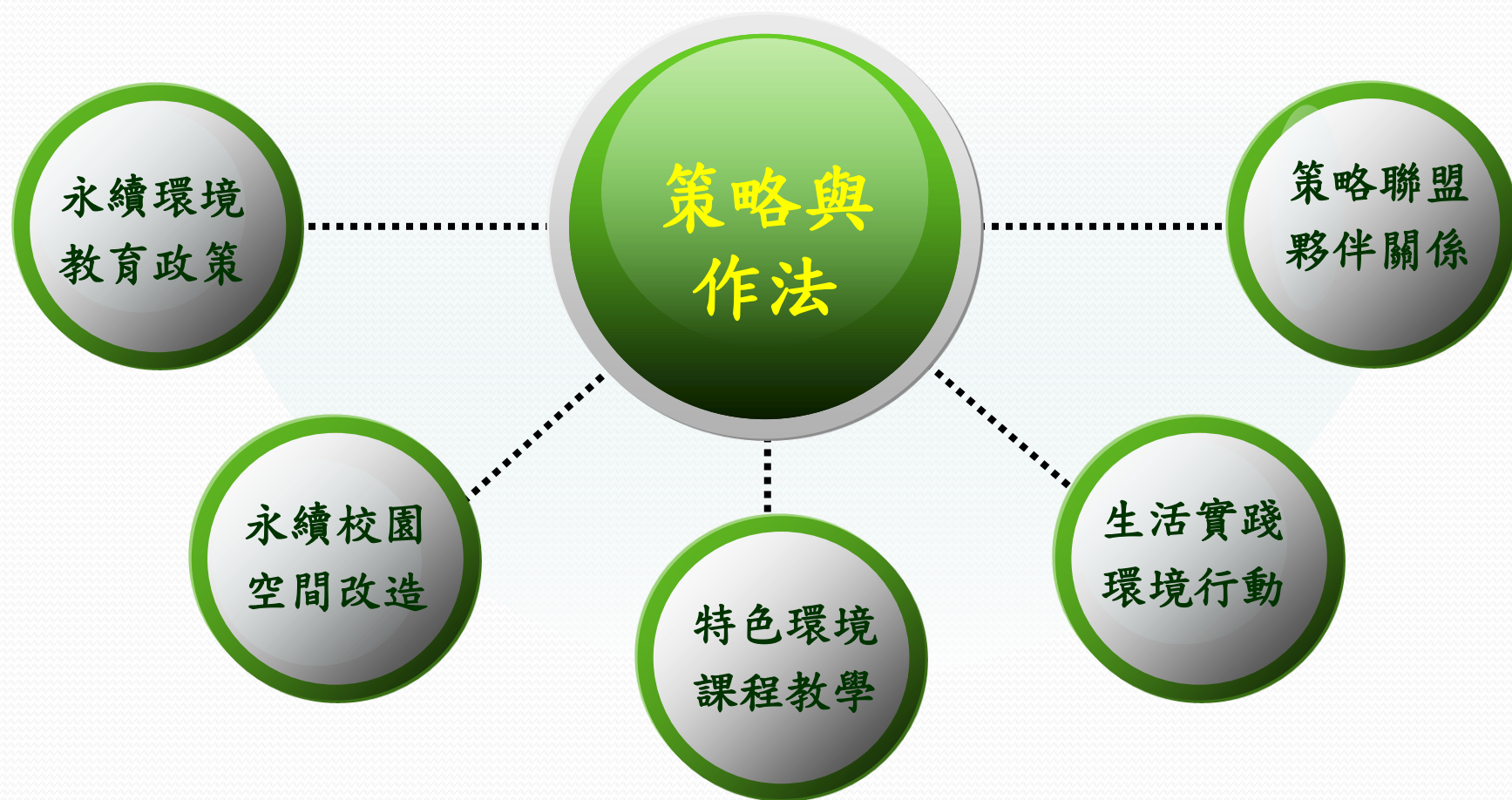
世代永續

資源永續

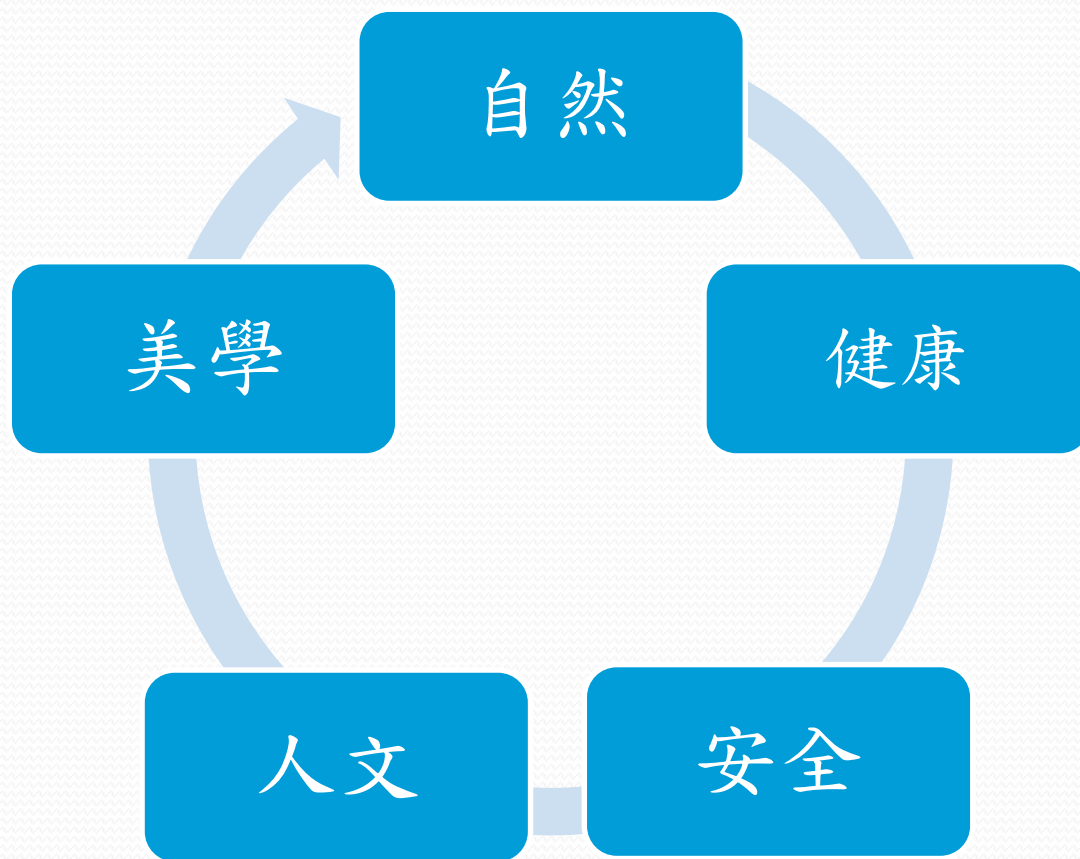
環境永續



推動永續環境教育的策略和作法



校園空間營造的面向



永續校園是學校校務中長期計劃

學校基礎盤點



學校遭遇課題



提出行動方案



校園整體規劃藍圖

列出
已完成
新申請
未來計畫

定期
盤點
修正

環境營造的永續思維



因地制宜

能資源循環
再利用

防災韌性
復原

全球永續發展目標SDGs

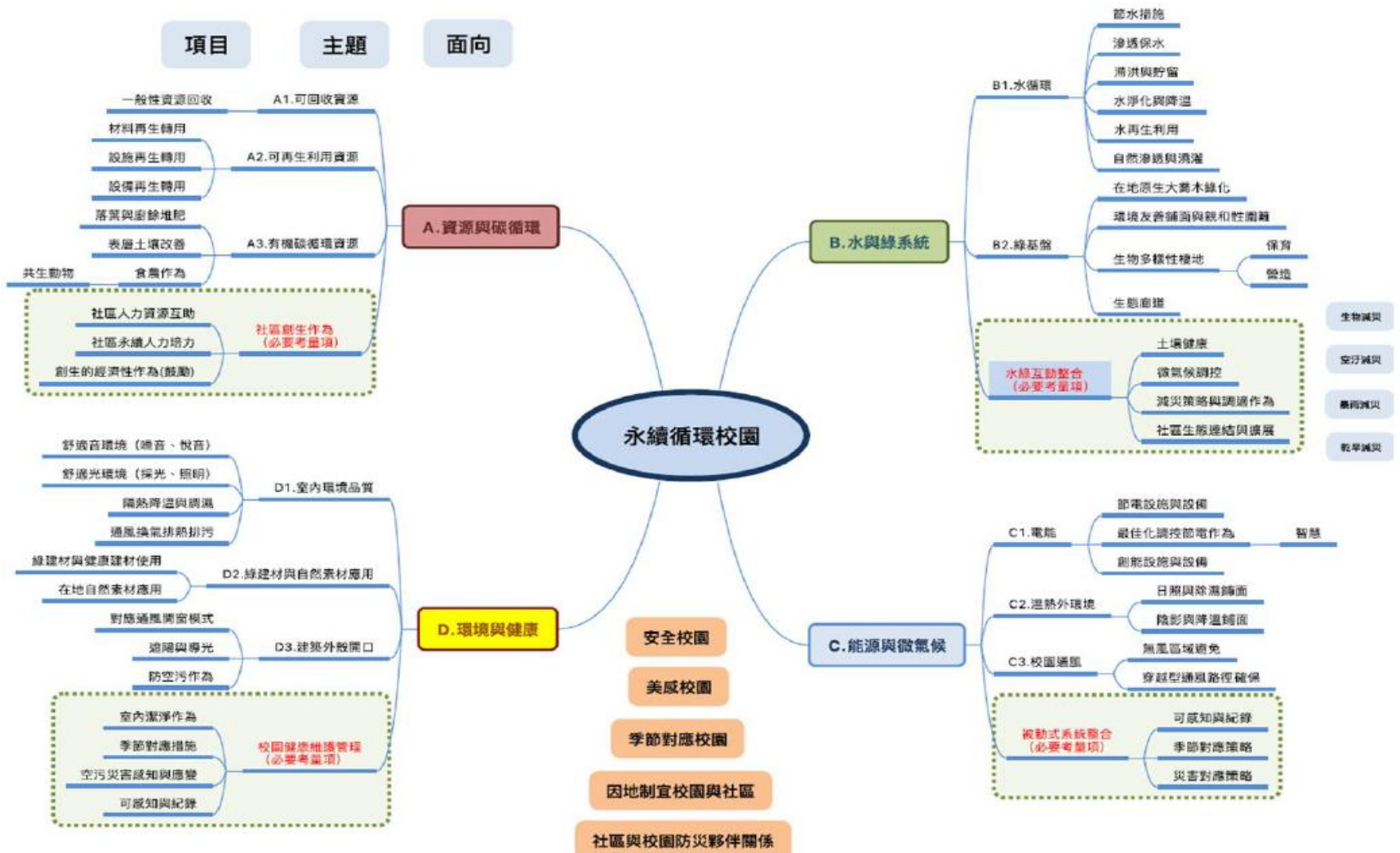


17 Goals, 169 Targets, 230 Indicators = Huge Data Needs

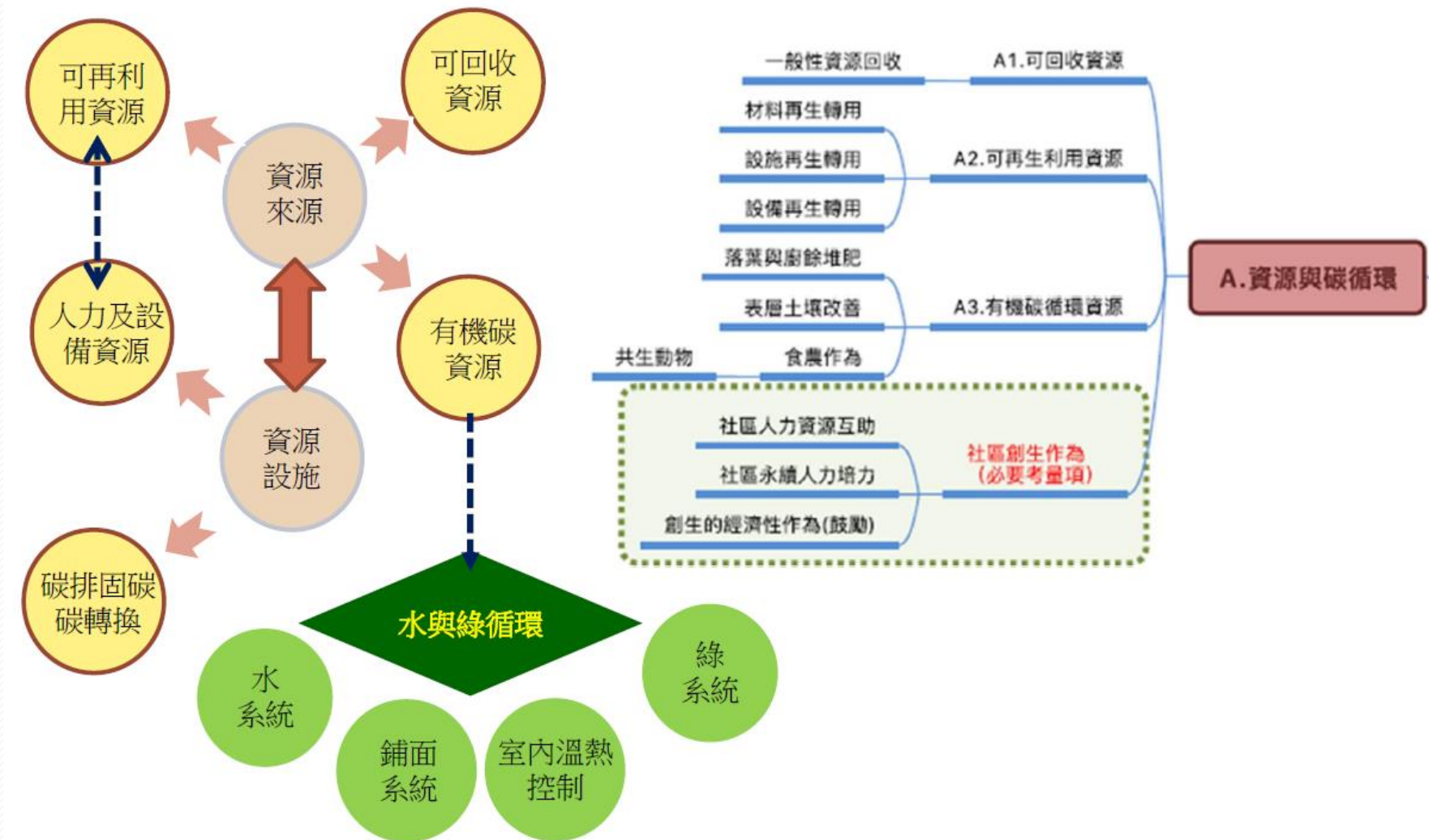
永續循環校園的四大循環



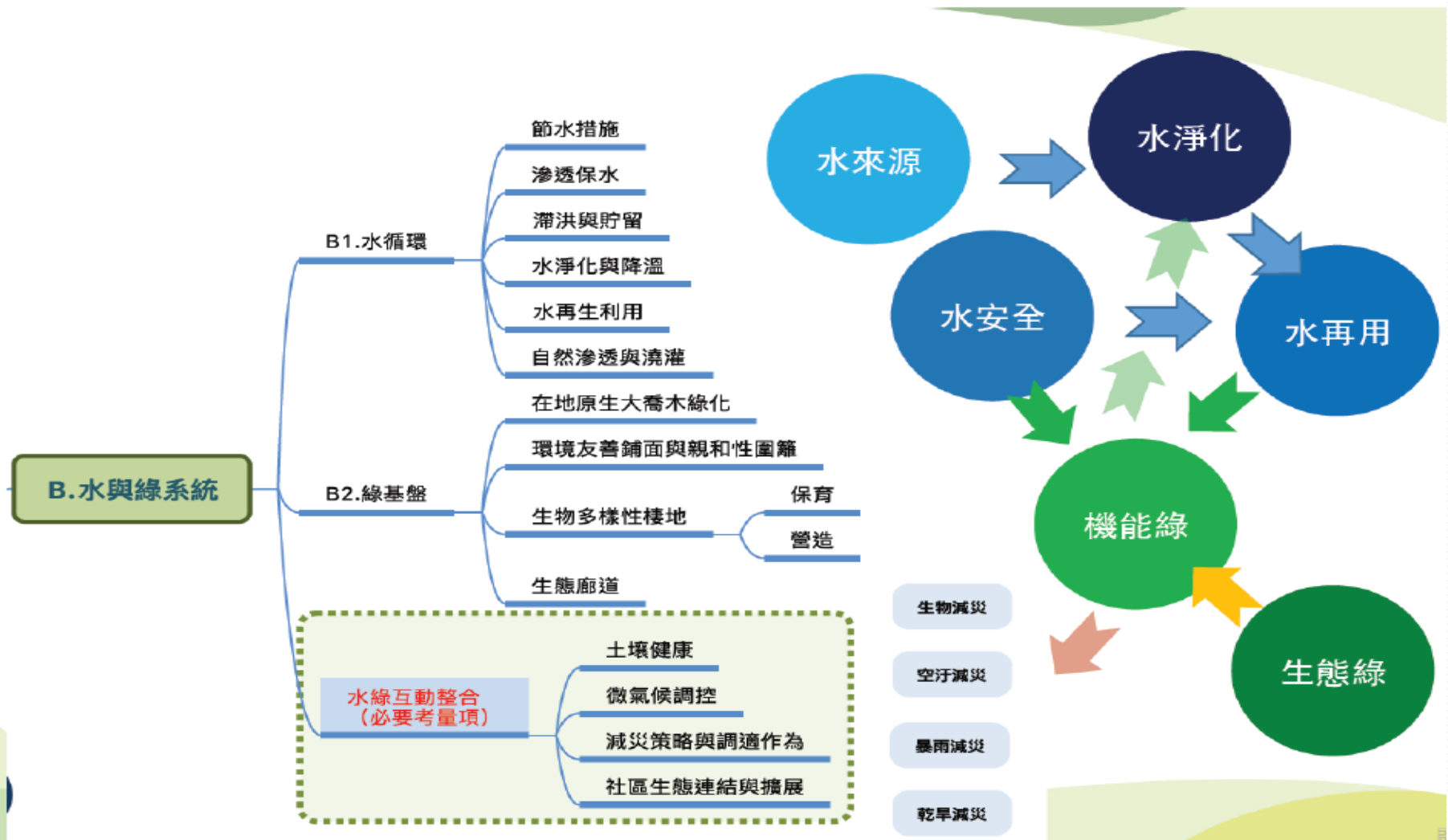
永續循環校園的四大循環系統



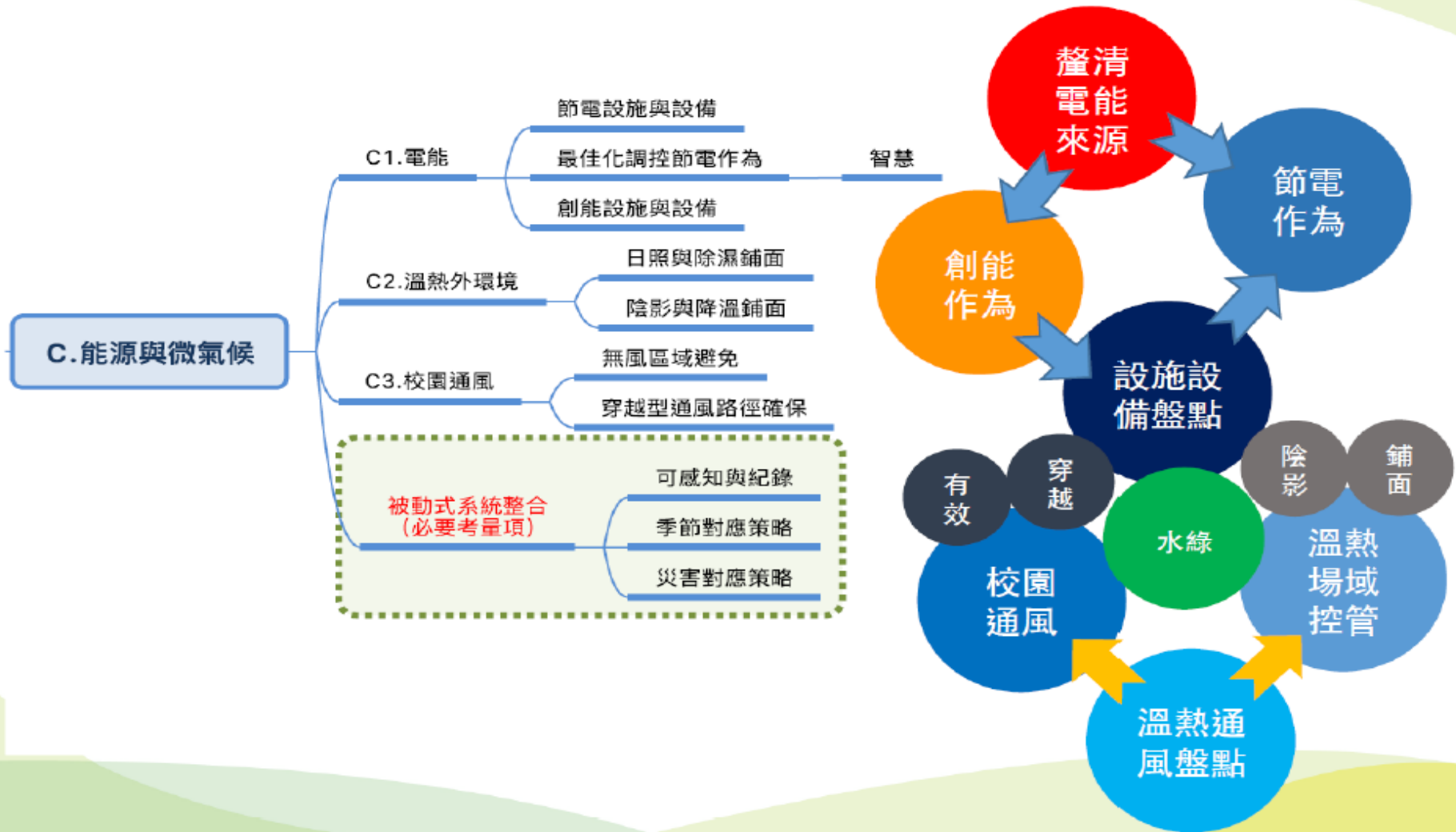
資源與碳循環



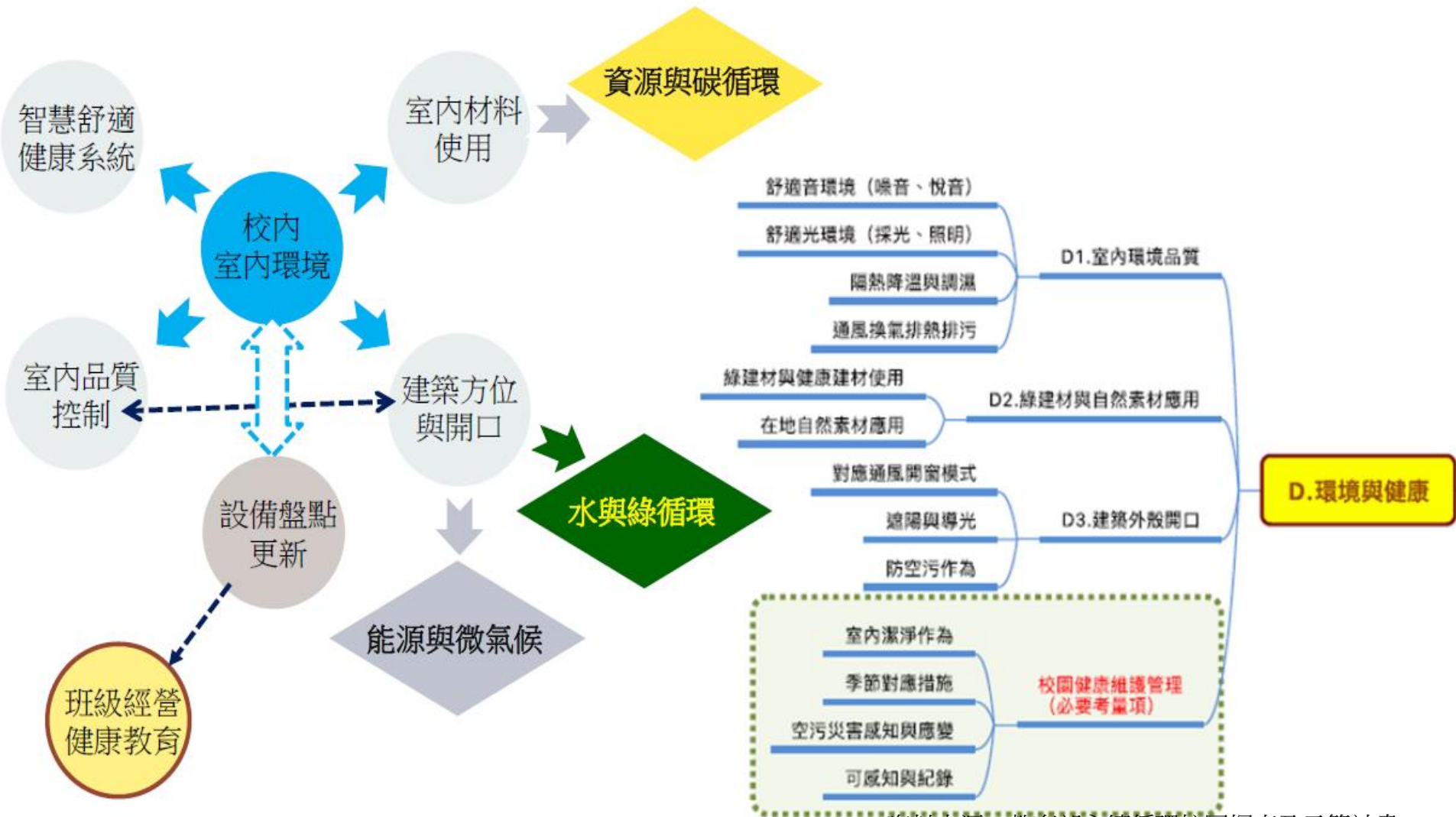
水與綠循環系統



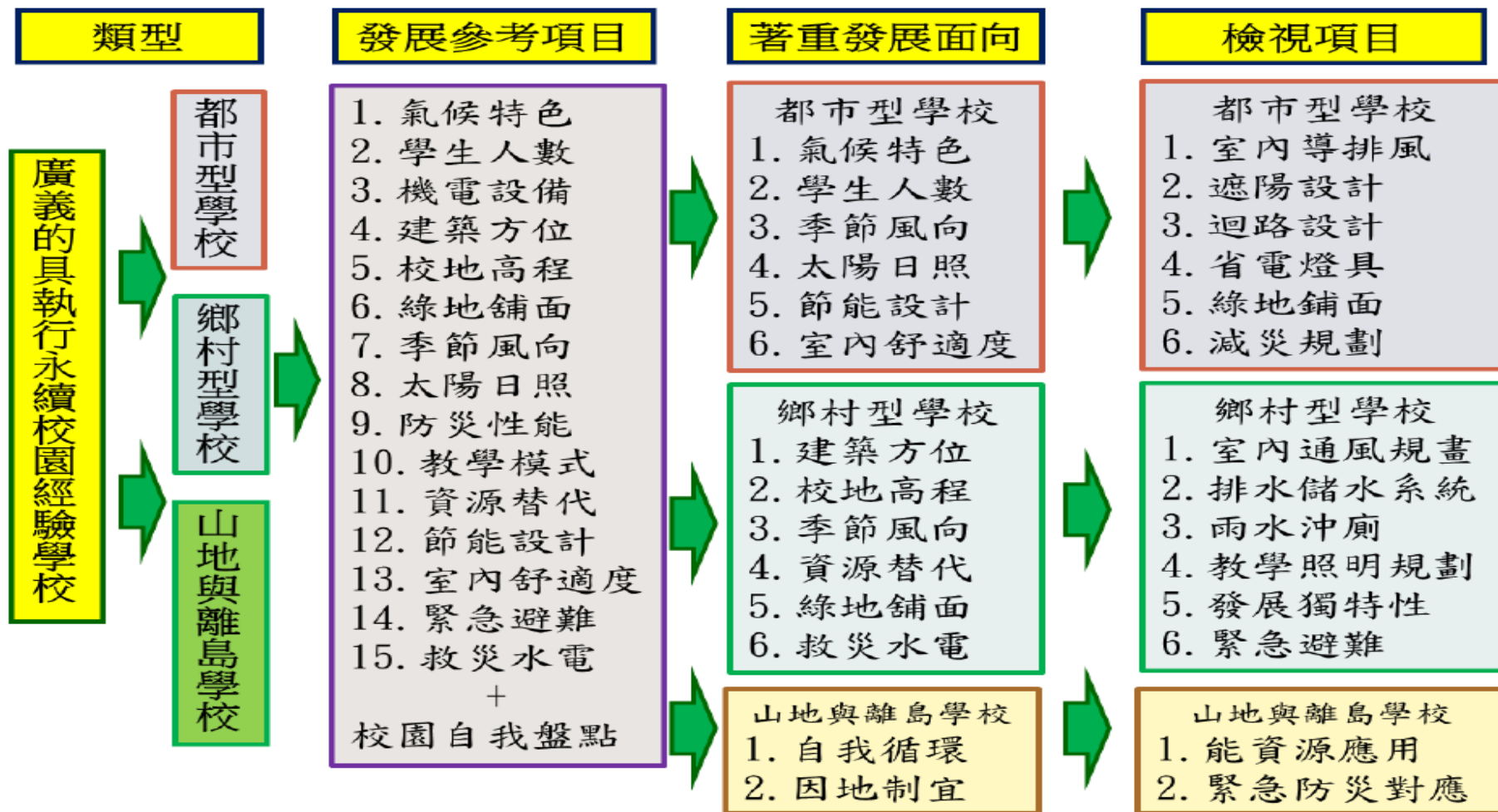
能源與微氣候循環



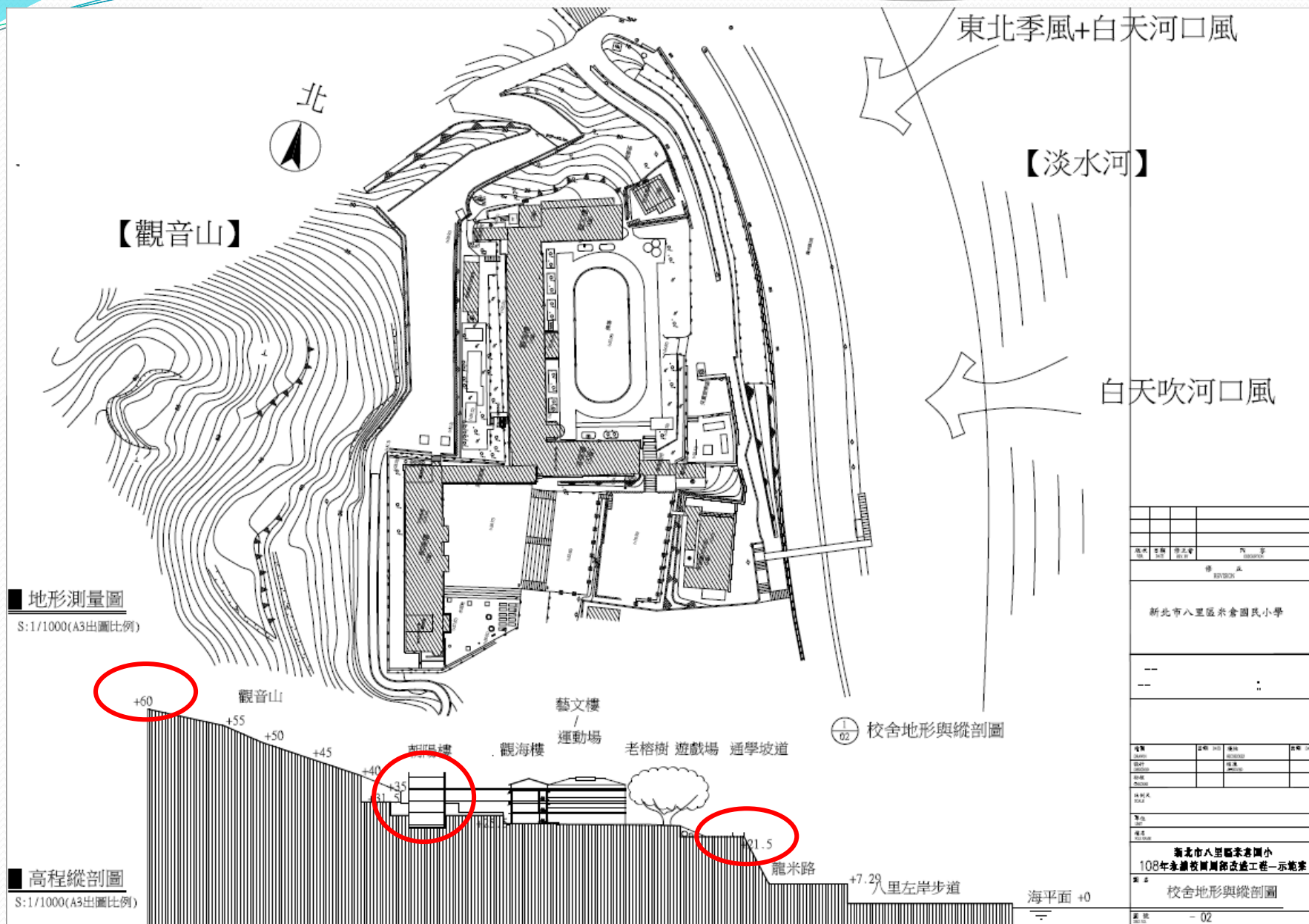
環境與健康循環



校園基礎盤點



基礎盤點-空間與環境特色



108永續循環校園示範個案報告

水水米倉 綠風校園



校園基礎盤點

短距離可見山河海

30-40公尺內有12米的高低差

風雨是資源也可能釀災

陽光、日照與遮陽

風和通風、導風、空汙

植物和濱海特色、生活應用

基礎盤點—學校遭遇課題

日照、東西曬

迴路、用電行為

風向

電費

雨量、水費

積水、淹水

水的路線與流向

陰暗、不通風

氣候

酷熱

校園植物分布

管理維護

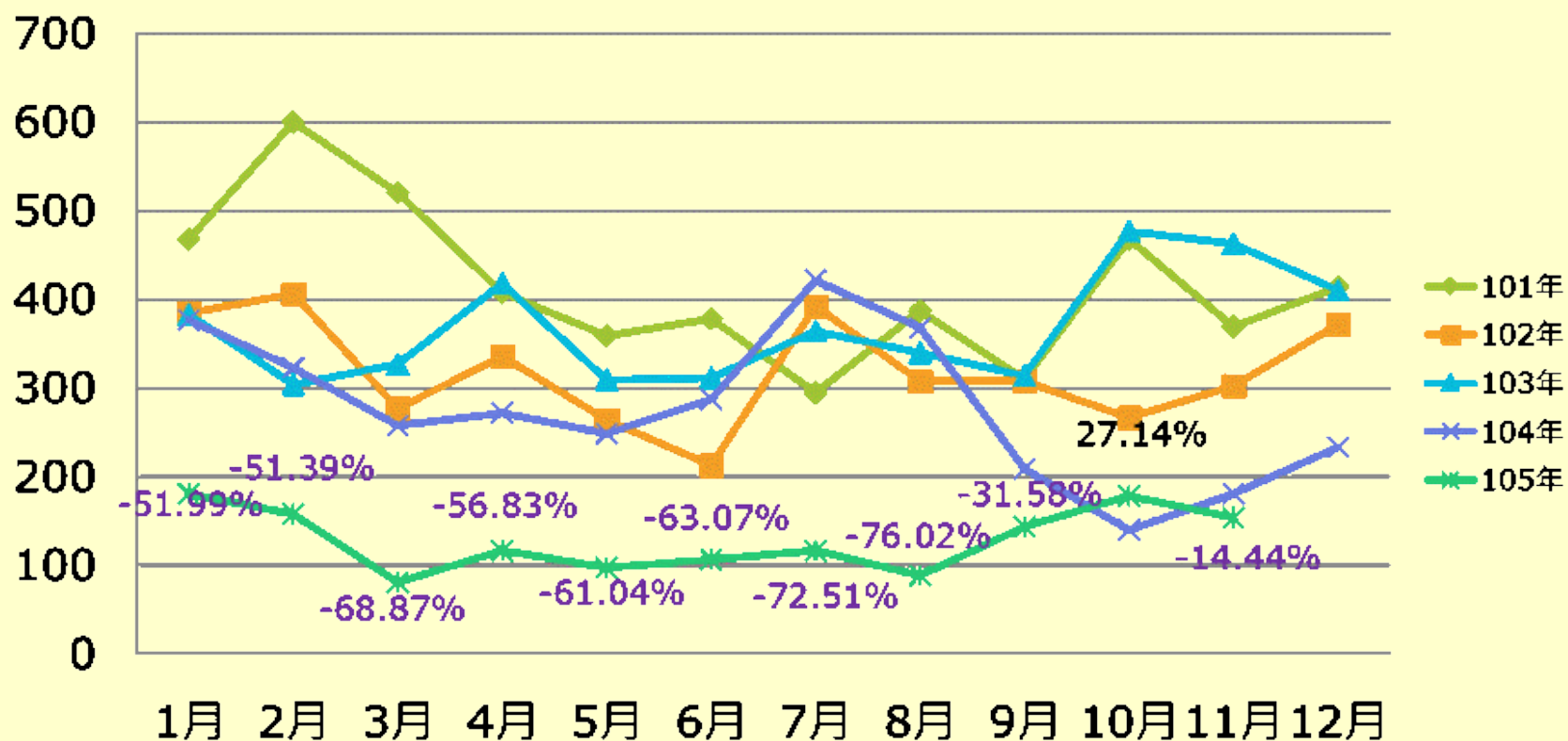
用水統計

	1月	與前期比較	2月	與前期比較	3月	與前期比較	4月	與前期比較	5月	與前期比較	6月	與前期比較
101年	468	-57%	599	20%	520	21%	407	-6%	359	-21%	378	-13%
102年	384	-18%	406	-32%	277	-47%	335	-18%	264	-26%	212	-44%
103年	383	0%	304	-25%	327	18%	417	24%	309	17%	311	47%
104年	377	-2%	323	6%	257	-21%	271	-35%	249	-19%	287	-8%
105年	181	-52%	157	-51%	80	-69%	117	-57%	97	-61%	106	-63%
	7月	與前期比較	8月	與前期比較	8月	與前期比較	10月	與前期比較	11月	與前期比較	12月	與前期比較
101年	294	-35%	387	-10%	310	-45%	468	-26%	369	14%	414	-11%
102年	392	33%	307	-21%	308	-1%	267	-43%	302	-18%	371	-10%
103年	364	-7%	339	10%	314	2%	477	79%	463	53%	410	11%
104年	422	16%	367	8%	209	-33%	140	-71%	180	-61%	233	-43%
105年	116	-73%	88	-76%	143	-32%	178	27%	154	-14%		0%

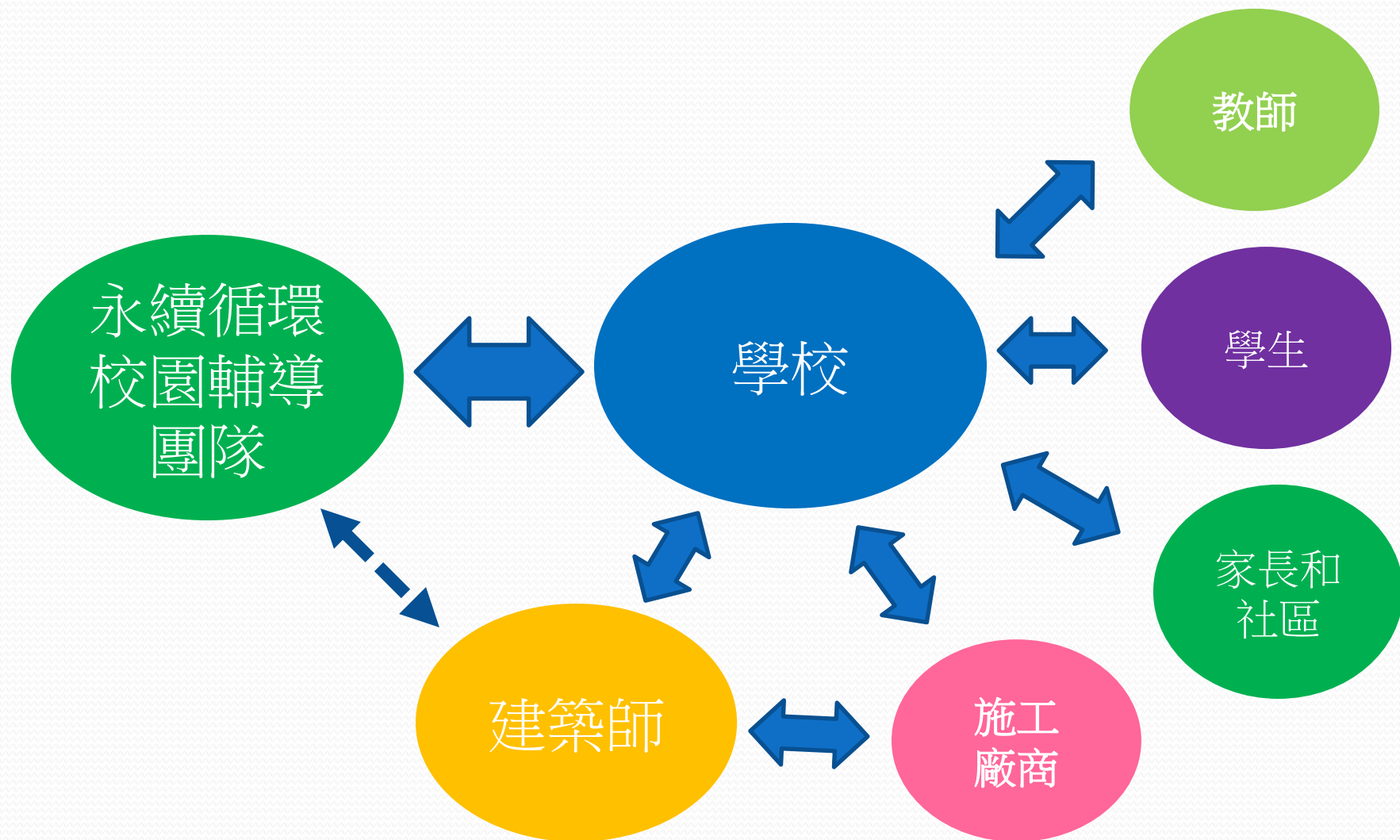
使用回收雨水沖廁與澆灌後，比較同期節省**54.02%(1665度)**

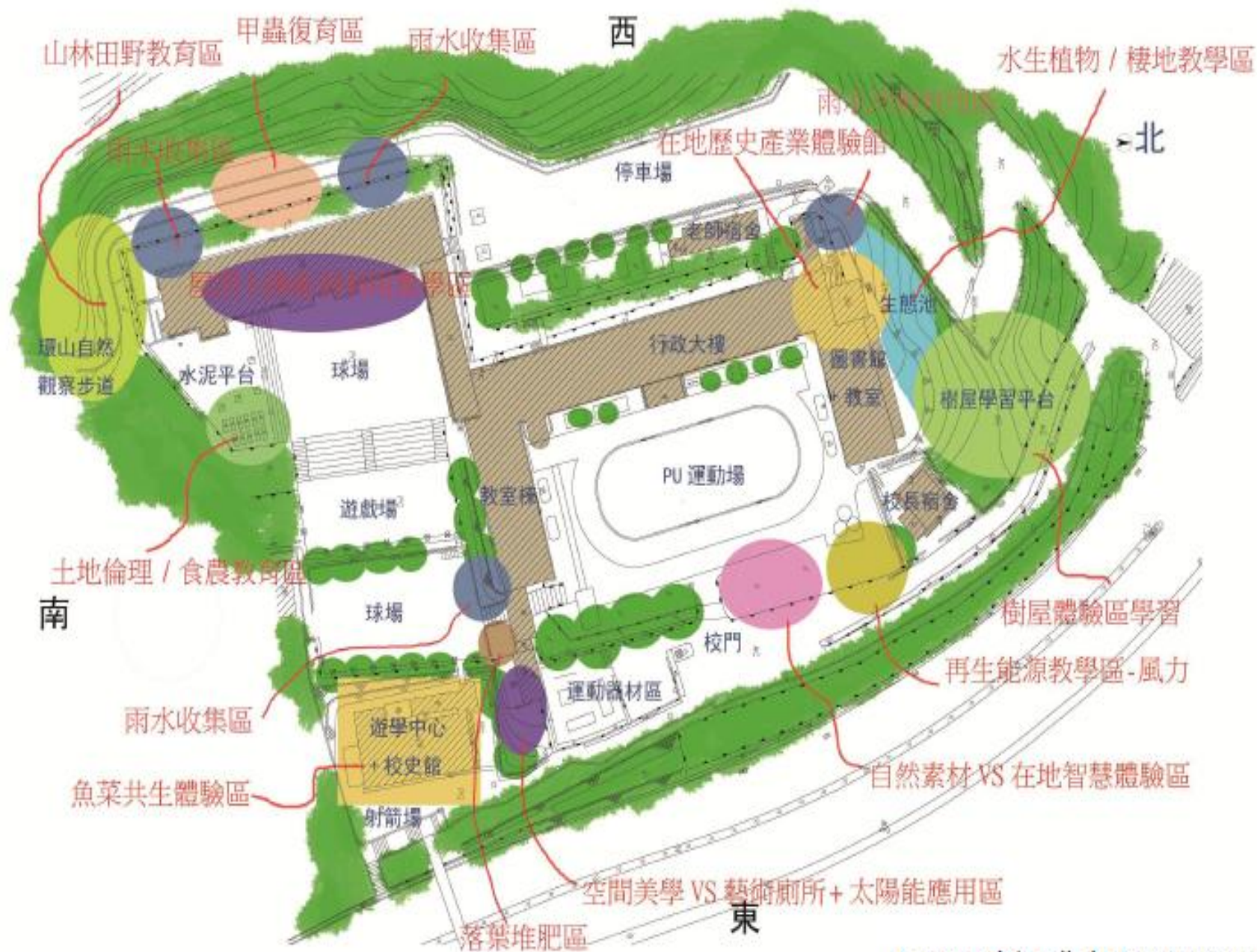
用水統計

101-105年度用水統計



與不同群體之間對話、碰撞→尋求平衡





校園整體規劃藍圖

雨水回收系統施作現況照片



斜屋頂內部高度低矮，無法設置高位雨水貯槽



現有雨水貯槽產生漏水現象，導致自來水需持續補水，卻又陸續流失



地面層雨水貯槽容量不，暴雨時常淹入1F教室

鋪面現況照片



校地開放空間多為水泥鋪面、硬鋪面及不透水鋪面，雨後溼滑，學生在此活動易滑倒受傷。



將校園圍牆旁的部分水泥鋪面打除，改造為保水綠地，敲除後產生之廢棄物，可適度回填作為土地保水的滲透區域。

改造位置圖

- ◎ 第一階段獲補助金額：90,000元
- ◎ 本校曾於92年獲得永續校園補助



雨水收集設施漏水處修復

【問題】校園既有混凝土雨水貯槽產生漏水狀況，導致自來水持續補助後卻又繼續流失。

【對策】重新重新改善槽體防水功能，減少自來水補充，並可供應鄰近生態池用水、沖廁用水。

雨水收集再利用

【問題】未利用高低差設計，雨水貯槽容量小，溢流後淹水。

【對策】運用高低差調整雨水桶位置及容量，增設管路供給下層沖廁及澆灌。

雨水收集再利用

【問題】未充分利用校地山坡地形創造重要分層供水的節能設計。

【對策】雨水收集後，利用本校山坡地的高低差將雨水貯槽雨水供應下一層的沖廁、澆灌等使用。

局部透水性鋪面

【問題】水泥地坪易生青苔，致學生受傷；下季蓄熱。

【對策】敲除部分水泥鋪面，改造為保水綠地，廢棄物可回填作為土地保水的滲透區域。

雨水收集再利用

【問題】雨水貯存容量小，未能供給鄰近廁所沖廁用。

【對策】增設雨水貯存桶，改善管路，供給鄰近廁所沖廁及魚菜共生系統使用。

104年雨水回收 再利用工程



雨水過濾器



雨水回收區



收集雨水用於沖廁與澆灌

雨水回收教學區



105年生活雜排水再利用

收集一樓的洗手台雜排水，引導師生將進入洗手台的水分級處理，對環境有害的清潔劑與物質不進入花圃而直接排放，次級水質的雜排水經過簡易攔汙礫石將水分散導入花圃，就近澆灌成為供走廊生態綠化遮陽植栽的灌溉水源。



收集飲水機餘水用來澆灌

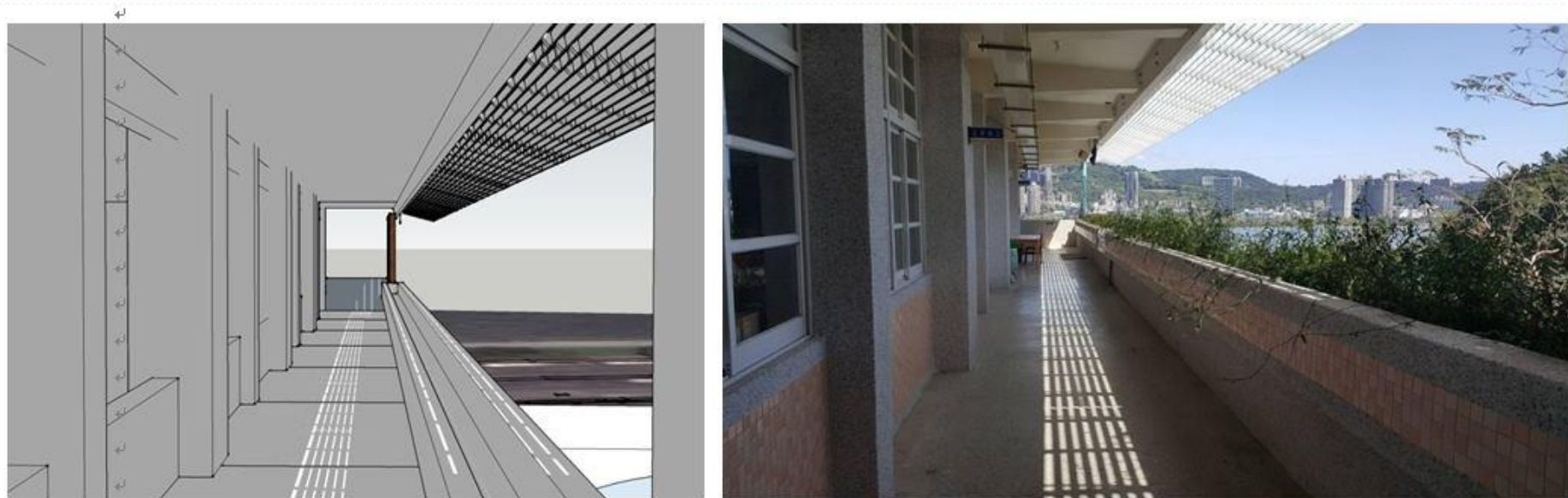


生活雜排水回收用來澆灌



立面遮陽

106年遮陽板



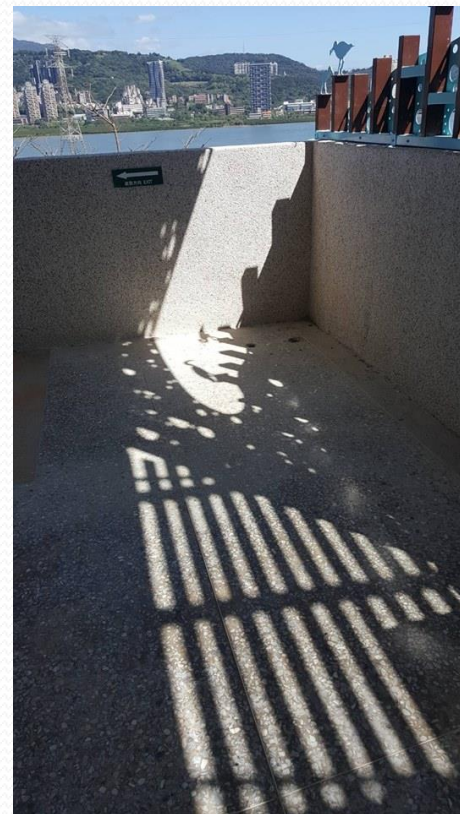
結合資訊科技進行環境的探索



藝文樓垂直遮陽板



藝文樓水平遮陽板



106通風改善(永續校園+結構補強)



下小上大，可開氣窗

加窗通風百葉，節和通風
門進行夜間通風

掌握風向
，改為外
推窗



其他改善(非永續校園補助：環保局+慈暉文教基金會+教育局)



太陽綠能藝術廁所



慈暉園生態池



草溝型生態池



濱海植物區



濱海植物區



濱海植物區

其他改善(非永續校園補助：教育部+教育局)



連接操場與遊戲場的溜滑梯



有河口意象的圖書館



圖書館的入口



河口特色的溜滑梯

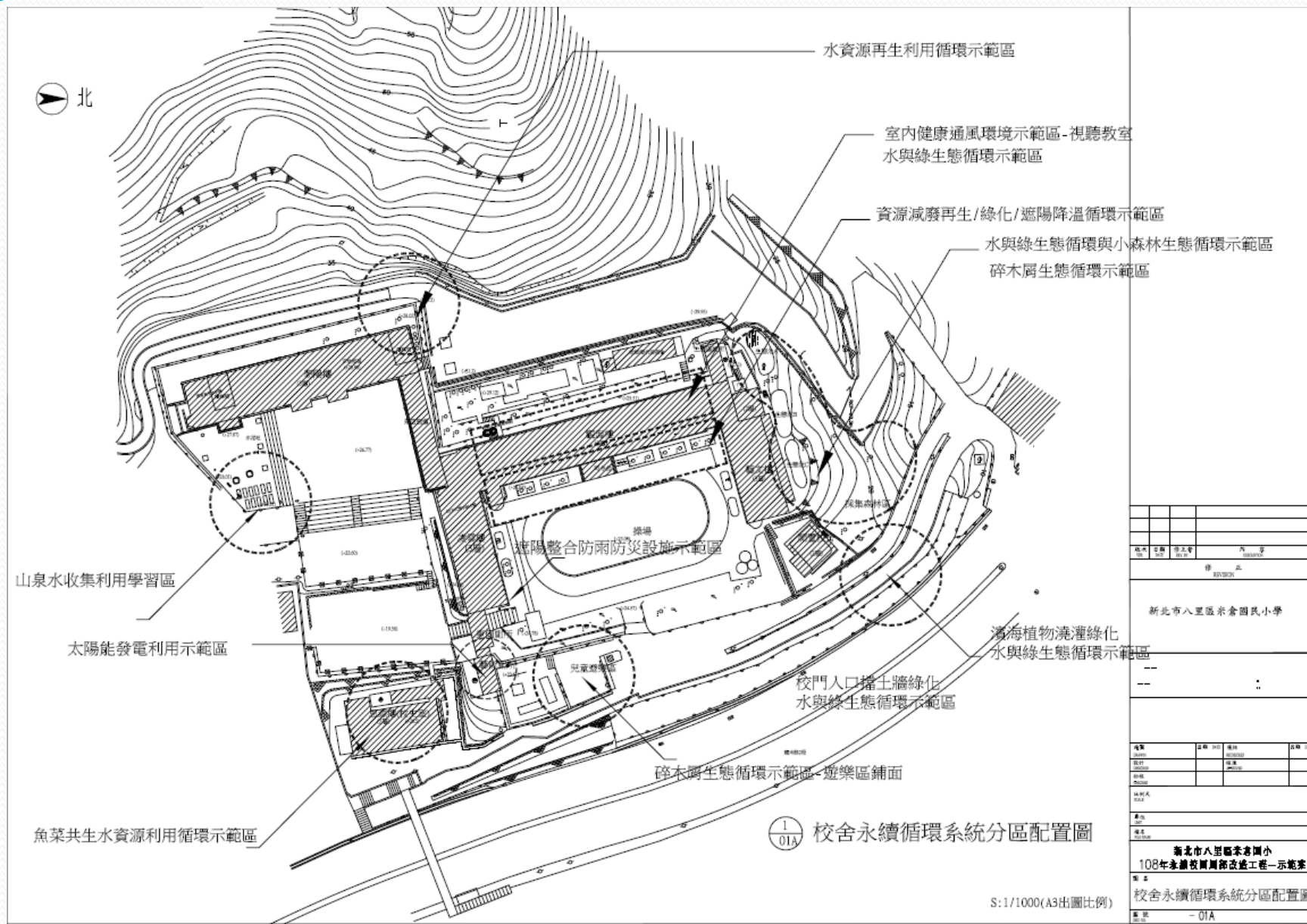


校園監控及能源學習步道

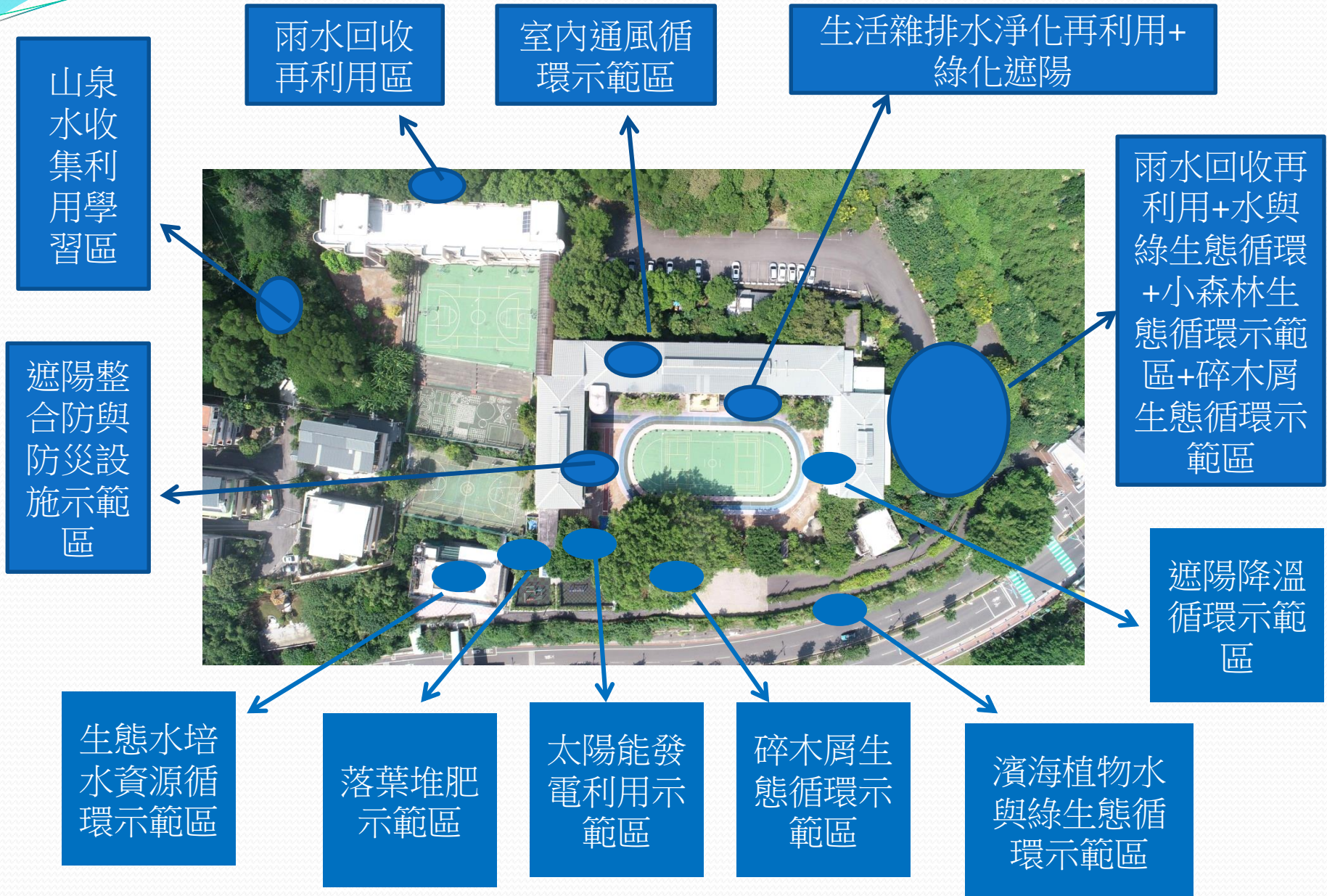


電力改善+教室迴路

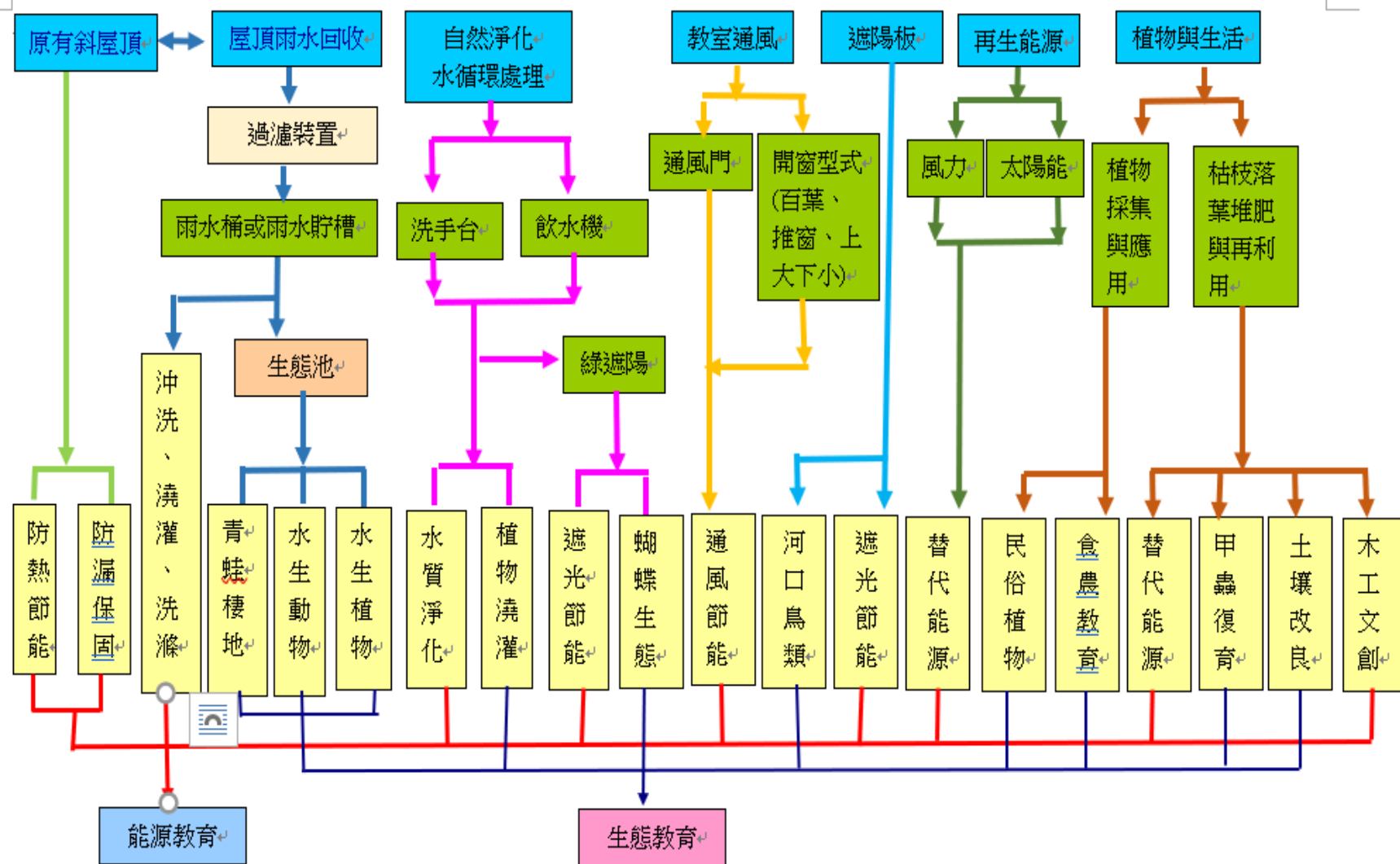
108年度米倉國小永續示範校園施作項目



108年度米倉國小永續示範校園施作項目



永續校園局部改造工程在教育上的意義



校園生態棲地營造實作案例







教育部永續循環
示範校園

水水米倉 綠風校園



新北市八里區米倉國民小學 新北市八里區龍米路二段129巷1號 連絡電話：(02) 2618-2202#200



自導式學習看板



雨水回收區



原生魚類區

落葉堆肥區



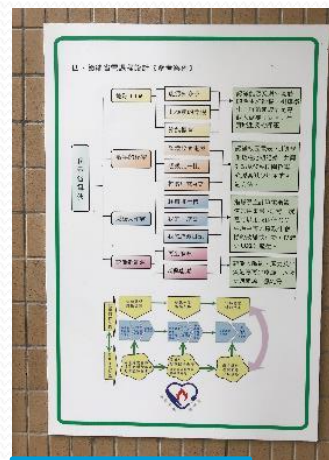
濱海植物



資源回收室



螃蟹解說看板



能源節電



自導式學習看板

水水米倉-水資源的開源節流

臺灣每年平均降雨量約2500毫米，然因山區陡峭，故大部分的雨水皆以逕流的方式流入大海，故名列全世界缺水之國家之一，除了生活用水，如果我們能將雨水回收再利用，不僅可以減少自來水的使用，也能為學校省下許多水費。

雨水貯留利用系統

雨水回收再利用系統，可分為收集及再利用兩部分系統，在收集部分：隨著在屋頂(建築物區域)的雨水一流入天溝一流入雨水管(雨水管)一經過濾器一引入雨水貯留槽(集水庫)，在利用部分：將貯留槽內的雨水，運用熱水器洗澡、沖馬桶及灌溉的用途，這樣有這套雨水回收系統可省下多少水呢？

雨水水位高設計

小朋友，我們知道雨水貯留槽裡有多少水呢？這跟屋頂上的雨水管外圍設計有關係水位高低設計，透過這個裝置，小朋友可以用這個裝置來水位到貯留槽水位高度時，也可以知道雨水回收系統裡有多少雨水，此外，水位高設計上的裝置是來量測水位高低裝置，透過水位高低，小朋友，請到生態池找一找，看看你找不到水位高低裝置嗎？

雨水過濾取水

校園裡有許多雨水過濾取水裝置，透過這個裝置，小朋友可以用這個裝置來水位到貯留槽水位高度時，也可以知道雨水回收系統裡有多少雨水，此外，水位高設計上的裝置是來量測水位高低裝置，透過水位高低，小朋友，請到生態池找一找，看看你找不到水位高低裝置嗎？

通風改善設計

為了讓學習環境健康舒適，2018年結合觀海樓結構補強時，改善了觀海樓的門窗，2021年7月在教育部永續循環示範校園及視聽教室優化方案經費挹注下，改造原來陰暗、處處霉味的視聽教室為一明亮、通風，具現代化視聽設備，並可容納100人之室內講堂。

視聽教室臨山的窗戶下方設置有玻璃百葉，近走廊下方亦設置玻璃百葉，藉由對流原理，不論是白天或者夜晚可持續將新鮮空氣導入，將教室内熱空氣及二氧化碳透過玻璃百葉排出，提升視聽教室內的空氣品質。

玻璃百葉窗

旋轉鈕可以調整玻璃百葉的角度，24小時新空氣皆可由玻璃百葉進入室內，熱空氣與二氧化碳也能從百葉排出，讓教室變得空氣清新，溫度也能下降2-3度，減少冷氣的使用，可節省了不少電費呢。

外推窗

利用外推窗讓教室外的北風可以吹到窗戶，再導入室內，保持教室内空氣流通，降低室內溫度。

排風扇

台灣的氣候溫暖又潮濕，教室内若沒有保持良好的通風，很容易滋生細菌，或者十分悶熱，透過排風扇的安裝，可以加速室內通風，結合開窗讓新鮮空氣在室內自然流動，預防發霉，讓室內更涼爽、更舒適。

雨水回收

備用用水，也要善用雨水，米倉國小建有16座雨水貯留槽，利用16個雨水貯留槽，透過雨水貯留槽，收集雨水，將雨水回收再利用，不僅可以減少自來水的使用，也能為學校省下許多水費。

米倉水資源監測系統

2020年在水利署雨水貯留系統經費挹注下，該校設置雨水貯留系統，透過雨水貯留系統，收集雨水，將雨水回收再利用，不僅可以減少自來水的使用，也能為學校省下許多水費。

雨水過濾取水

校園裡有許多雨水過濾取水裝置，透過這個裝置，小朋友可以用這個裝置來水位到貯留槽水位高度時，也可以知道雨水回收系統裡有多少雨水，此外，水位高設計上的裝置是來量測水位高低裝置，透過水位高低，小朋友，請到生態池找一找，看看你找不到水位高低裝置嗎？

回收的雨水可以用在哪些

將降雨在觀海樓、圖書館及藝文樓屋頂上的雨水，分區收集貯存於觀海樓地方、圖書館及藝文樓的雨水貯留槽，利用雨水貯留槽，收集雨水，將雨水回收再利用，不僅可以減少自來水的使用，也能為學校省下許多水費。

遮陽降溫設施

陽光大是自然給予我們的自然能源，讓環境變得明亮可見，但過多的陽光直射，也可能造成眩光、刺眼，讓人感到不舒服，只有瞭解光的特性，最終設施的運用，才能創造舒適的生活環境。遮陽系統分為內遮陽及外遮陽，主要用來減少熱源之射入及阻熱，其中外遮陽又可分為垂直式外遮陽及水平式外遮陽，除具有阻熱功能，也具有米倉在地化生態美感。

垂直式外遮陽板

垂直式外遮陽板，主要用來減少熱源之射入及阻熱，其中外遮陽又可分為垂直式外遮陽及水平式外遮陽，除具有阻熱功能，也具有米倉在地化生態美感。

水平式外遮陽

水平式外遮陽，主要用來減少熱源之射入及阻熱，其中外遮陽又可分為垂直式外遮陽及水平式外遮陽，除具有阻熱功能，也具有米倉在地化生態美感。

窗分秋分

窗分秋分，主要用來減少熱源之射入及阻熱，其中外遮陽又可分為垂直式外遮陽及水平式外遮陽，除具有阻熱功能，也具有米倉在地化生態美感。

自導式學習看板

石光隧道改善

觀音山石是觀音山最美麗的瑰寶，它見證觀音山火山噴發，也創造八里的傳統打石業。石光隧道記錄八里傳統打石業歷史及美麗的石雕藝術，帶領大家穿越時空，從環境中尋找大自然的記憶，透過五感體驗歷史的遺痕。

但因為歷史建設，原有地面為碎石子、磨石子、水泥及瓷磚地坪所組成，高低落差大，每逢下雨，容易濕滑、淹水，行走不便。為了讓石光隧道教學環境更加舒適，在教育館永續循環示範校園經費挹注下，將原由多重介面地坪拆除，增設截水溝加速排水，鋪設防滑透水磚改善友善校園行走環境。

來到這裡，您不僅可以一覽竹文物館、石光隧道走廊的文史之美，還可前往感受觀音植物步道、生態池與小森林生態教學區的綠活生態，是不是有點迫不及待了呢！



生態步道解說



枕木步道

廢棄枕木再利用，除梯間以碎石防止土壤沖刷，兼能排水與保水功能。當您走在枕木步道上，很快地就到達了小森林平台，是否有柳暗花明又一村的感覺呢！



環保再生透水磚

由產業廢棄土等建築材料回收再生製成，具有透水效果，保持步道面不積水，避免濕滑危險。底層為碎石，不積水及超砂透水層，這水磚步道兩側鋪以透水管，於大雨降雨時，可以加速排水。走在這道，是不是特別安心呢？



花崗岩石板

由天然石材打鑿加工而成，和透水磚一樣，底層同為碎石，不積水及細砂透水層，大家有注意到身旁就是生態豐富多元的生態池嗎？停下腳步，靜下心來看一看吧！

小森林平台

「我對種子懷有大信心。讓我相信你有一顆種子，我就期待奇蹟的展現。」～亨利·梭羅

源自顛覆傳統課堂學習場域的奇想，以及懷抱孩童在小森林間遊戲穿梭，卻能探索、珍愛、傾聽與擁抱自然的念想，2021年一個人與大自然共生共榮的小森林平台誕生了！綠樹搖曳、蟲飛蝶舞，讓我們身處小森林之中，感受其中盎然生趣，並且發現森林裡無窮的寶藏。

我們每個人的心中都有一顆種子，種子象徵著生命的重生。小小種子若要成就一片美麗的森林，需要陽光、雨水、和風與溫暖的大地；一個人若想活得堅強與富饒，一定要在自己的土地上。

羅東社區大學蘭陽山川生態社、米倉國小Power公民、宜蘭社大KKF微生物自然農法結盟夥伴關係，以玩中學做水生植物纖維建構螃蟹窩，讓社區參與服務工作假期，建構節能減碳的傳統烤PIZZA窯，並取名蟹蟹烤PIZZA土窯，吸引教師帶著學生結合課程前來體驗烤比薩、麵包的樂趣。




生活雜排水回收淨化再利用

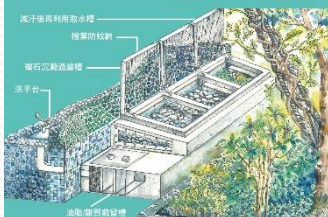
我們洗手或清洗餐盤後的污水一旦流入水溝，便可能污染河水，想一想，這些生活雜排水是不是可以回收淨化再利用呢？

生活雜排水淨化系統設計

2016年我們在這裡設計了生活雜排水淨化系統，我們可以先把這些含有清潔劑和雜質的污水排入洗手檯後方的生活雜排水淨化系統，系統的前端有一個油水分離槽，透過油比水輕的原理，將油和水分開，接著水會進入礫石槽中，因為礫石表面很粗糙，會附著很多微生物，當水流過礫石的空隙時，就會被微生物分解，處理後的水經過第三池水生植物淨化，水會更乾淨。雖然這些處理後的水仍有點髒，但可以用來澆花，不僅可減少自來水的使用，也不會污染淡水河。

管理維護

為了讓系統可以有效運作，必須定期管理維護，例如將第一池的淤渣清除；更重要的是，必須改變我們的洗滌行為，使用環保清潔劑，以及避免在這種清潔具有油污的碗盤，以免影響淨化系統的功能。



資訊看板主畫面展示

米倉國小校園環境監測站

2021/12/05 日出 06:26 日落 17:03 滿潮 11:15 / 23:06 乾潮 04:38 / 17:23 氣壓 1017 hPa

用電資訊

本日總耗電量

35

kWh 度

去年
同期 95 kWh
度

本月總耗電量

222

kWh 度

去年
同期 1586 kWh
度

本月
人均用電EPUI

0.65

kWh 度

本年耗電量 13636.85 去年同期 3162.05

■ 去年同期 ■ 今年同期



水資源資訊

本月
總用水量

87

噸 (度)

本月自來水
總用水量

70

噸 (度)

本月
雨水供給

17

噸 (度)

自來水
替代率

20

%

氣象資訊

氣溫

16.9

°C

濕度

89.7

%

日累積雨量

2.6

mm

小雨

風向

-

風速

0

m/s

風級

0

級

無風

空氣品質



73

AQI 空氣品質指標
Air Quality Index



PM^{2.5}

細懸浮微粒 22 µg/m³



PM¹⁰

懸浮微粒 28 µg/m³



O₃

臭氧 0 ppm



SO₂

二氧化硫 0 ppb



NO₂

二氧化氮 0 ppb



UVI

紫外線指數 2



CO₂

二氧化碳 0 ppm

永續循環校園示範學校 影片

https://youtu.be/_aiq97ZUQXU



簡報完畢，敬請指教！