

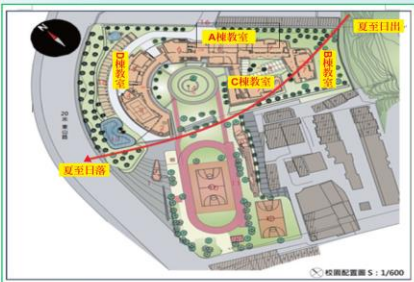
臺中市北屯區大坑國民小學109年度 永續循環校園探索計畫成果報告(1)

壹、學校在地基礎物理環境定時調查資料

一、日照

(一)本校夏季日照方向由東北升起西北落下，B棟教室受東照及西照之苦，教室經常全日拉上捲簾遮陽，加上緊鄰後山，通風對流不佳，形成室內夏季溫度平均溫度約為33-35度，嚴重影響學習品質。改善方式，東西兩側裝設抽排風扇，提升其空氣之對流。

(二)B棟二樓教室有裝設天窗，但由於教室受東照問題，陽光在夏季經常會透過天窗直接射入教室座位、黑板等，可能影響學生視力，且影響學生學習品質。建議天窗面南北向，一方面在日曬方面較不影響學生學習，另一方面能夠引入南北向的風，提升室內空氣流通。



(三)C棟教室西曬情況因教室南側種植喬木有遮陽效果而減緩，D棟教室朝西北外側加裝外遮陽板降低其西曬的問題。

二、建築體與室內學習環境

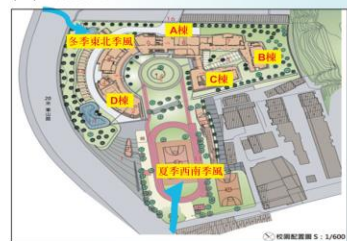
(一)室內照度分析

根據教室室內測光數據顯示，A棟光照最高的是會議室的南面，最低的事是試聽教室的北面；而B棟光照最高的是自然教室的東面，最低的是金頭廟教室的西面；C棟光照最高的是三年甲班的南面，最低的是二年甲班的北面。在進一步分析發現，A棟教室臨北側、B棟東側及C棟南側，在未開燈情況下，桌面照度皆能達到500LUX以上，因此為能達到不浪費電源的情況下，改善照明開關迴路為本校營造永續校園的首要工作項目之一。



地點	東側	南側	西側	北側	中
A棟					
辦公室	93		144	84	
電腦教室	24	14	11		
英語教室	23	92	55		
五年乙班	75	45	65		
會議室	202	2090	555		
四年甲班	184	148	169		
四年乙班	418	384	127		
校長室	1124	125	202		
觀禮教室	12	5	15		
圖書館	149	125	130		
健康中心	85	780	139		
一年甲班	23	283	42		
一年乙班	20	42	23		
平均照度	189.384		315.153	124.384	
B棟					
六年甲班	33		20	20	
五年甲班	125		20	91	
金頭廟	65	17	28		
自然教室	270	66	44		
平均照度	123.25		30.75	45.75	
C棟					
三年甲班	134		67	88	
三年乙班	59		70	55	
二年甲班	131		19	32	
二年乙班	58		73	123	
平均照度	105.5		57.25	74.5	
D棟					
幼兒園	60		57	98	

(二)風向調查



地點/二樓	風向	風速
辦公室樓梯	東南	3.9
英語教室走廊	南	0.3
天空之橋	北	1.4
五年乙班教室走廊	東南	1.3
四年級教室走廊	西北	1.9
五年甲班教室走廊	南	0.4
三年級教室走廊	東南	0.5

改善方法如下幾點建議:

- 1.大坑地區隸屬山區夏季較多午後雷陣雨因此濕度偏高，造成教室內溫度偏高悶濕的情形，形成夏季教室內普遍溫度達30度以上嚴重影響學生學習品質，因此目前已於A棟B棟裝設抽排風扇外，更加強師生養成早上進入教室打開窗戶和所有的窗戶，增加教室內空氣的流通以降低室內溫度。
- 2.C棟的教室打開所有的窗戶，將有助於風的貫穿及導引，因此本校全校實施「引風達人行動」，早上第一位進教室的學生或教師，均要動手將所有的窗戶打開的減熱行動。
- 3.為了有效的導風入教室內，未來部分教室的窗戶將依巷道風向改為外推式，將有效的將風引導入教室內。

- 1.因為A棟建築物密集，英語教室、五乙因受到校長室的阻擋，導致風速小。辦公室外樓梯、風雨操場、幼兒園前走廊等地點，因為在戶外無遮物阻擋，且容易受到季風影響，所以風速較大。
- 3.五甲、六甲、閱讀方庭和後山因太陽曝曬和C棟阻擋的緣故，再加上是東西走向，季風吹不進去，所以校舍的中心處和B棟，風速較小。而在B棟南面處，風速非常微弱甚至沒風。
- 4.C棟二年級、三年級教室屬於悶熱型：通風不夠、採光差，民宅也擋住季風。
- 5.整體而言，風速的大小如下：D棟>A棟>C棟>B棟

(三)室內外溫度分析

時間	各種校舍6-9月早上中午下午的平均溫度		
	8:30	12:00	3:00
A棟一樓			
一年甲班	32.1度	30.5度	31.3度
音樂教室	29.5度	30.9度	31.3度
觀禮教室	29.6度	31.5度	32.5度
圖書館	30.1度	31.9度	32.1度
均溫	30.325	31.2	31.8
A棟二樓			
辦公室	29.4度	31.5度	31.9度
五年乙班	30.5度	31.5度	32.5度
校長室	30.5度	32.1度	31.5度
四年甲班	30.9度	31.8度	31.3度
均溫	30.325	31.725	31.8
B棟一樓			
金頭廟	30.9度	30.5度	31.9度
B棟二樓			
五年甲班	32.1度	32.1度	32.1度
C棟一樓			
二年甲班	30.7度	30.7度	30.7度
C棟二樓			
三年乙班	30.9度	30.9度	30.9度
D棟			
幼兒園	31.1度	31.1度	31.1度
室外均溫			
操場	36.1度	38.4度	36.6度
閱讀方亭	38.4度	32.3度	32.5度
停車場	32.4度	38.9度	34.7度
後山	33.3度	34.6度	34.3度
圓形廣場	36.8度	38.2度	37.6度
北川堂	30.8度	31.7度	31.3度
風雨操場	30.9度	33.5度	32.1度
美善基地	31.5度	32.9度	32.9度
校門	38.9度	35.1度	33.8度
民宅旁	32.3度	37.2度	35.3度
正校門	38.9度	39.2度	34.9度

- 1.綜合以上資料分析所得，B棟乃是全校平均溫度較高的區域，推論其原因可能因為B棟為東西走向，所以無法受到季風的吹拂；再加上位於校舍最內部，風都被其他建築物所遮擋，因此最不通風。所以裝設對流改善設施，及東側裝設室外遮陽板，乃是目前所能積極作為的有效改善措施。
- 2.而像是B棟的二樓，雖然有種種牛皮以降溫，但是可以看出效果不太顯著，反倒是像A棟的五乙和辦公室，頂樓加裝太陽能板較能吸熱，室溫相對來得較低一些。
- 3.其他棟遮陽的窗簾也有缺失，為了拉開窗簾而抑制了空氣對流，進而導致溫度提升，應逐年以室外遮陽板，取代目前窗簾設施，以增進室內的空氣流通，進而達到降低室內溫度的效果。
- 4.室外的部分，可以明顯看出像是風雨操場、美善基地等都有加蓋建築遮陽，所以溫度相對較低；而後山雖然有樹木環境，但溫度還是突破33度高溫，更別提操場或是籃球場，一旦過十點後，連在籃球場上體育課都是對學生的傷害。

時間	各種校舍6-9月早上中午下午的平均溫度		
	8:30	12:00	3:00
A棟一樓			
一年甲班	72%	80%	74%
音樂教室	70%	76%	76%
觀禮教室	71%	70%	72%
圖書館	68%	71%	72%
溫度平均	70.25%	74.25%	73%
A棟二樓			
辦公室	70%	72%	75%
五年乙班	71%	70%	70%
校長室	76%	76%	63%
四年甲班	65%	71%	65%
溫度平均	70.5%	72.25%	68.25%
B棟一樓			
金頭廟	82%	78%	72%
B棟二樓			
五年甲班	69%	71%	64%
C棟一樓			
二年甲班	70%	81%	73%
C棟二樓			
三年乙班	69%	74%	70%
D棟			
幼兒園	73%	70%	71%
室外均溫			
操場	42%	54%	52%
閱讀方亭	43%	73%	66%
停車場	61%	48%	52%
後山	61%	65%	53%
圓形廣場	59%	54%	49%
北川堂	73%	73%	71%
風雨操場	70%	62%	65%
美善基地	66%	56%	55%
校門	38%	68%	60%
民宅旁	63%	69%	52%
正校門	51%	46%	50%

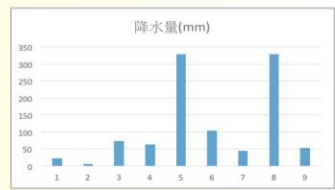
(四)室內外濕度分析

- 1.經由資料分析所得，建築物的濕度比起室外來得高出許多，推測原因可能為室外陽光直曬，導致水氣不易停留，進而濕度將低；而室內因為有學生在，加上陽光不易直射，所以濕度偏高。
- 2.至於室內的溫度普遍來看，一樓要高於二樓，其原因可能為一樓種植許多植物，導致水氣較容易聚集在一樓，也有可能因為校舍環境的關係，所以水氣較集中於一樓不易散去。
- 3.至於室外的部分，有遮蔽物的美感基地和風雨操場都不會受到陽光的照射，所以濕度較高；而操場和校門口等地點濕度就來得較低。
- 4.至於有些地點濕度出現明顯變化，因為某些時段有遮蔽物擋住陽光，產生陰影，所以濕度會有不同。

三、降雨

109年01月-08月大坑月平均雨量

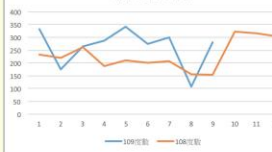
月份	降水量(mm)	降雨天數	最大降雨量(mm)
1	22.5	1	22.5
2	6.0	3	4.0
3	73.0	6	31.5
4	63.5	9	15.0
5	329.0	11	64.0
6	104.5	6	31.5
7	44.5	10	10.5
8	329.5	15	97.0
9	52.5	3	42.5



從上表109年1-9月大坑月平均雨量及相關數據資料得知，大坑地區降雨集中在5至8月這四個月，其中又以5、6及8這三個月的降雨量為最高。在經過校內外高程測量後，發現本校校內的高程均高於校外的車道和社區的高程，因此一般的降雨不太會造成校內淹水，但近年來因為氣候的變遷，強降雨瞬間雨量暴升的頻率提高了，造成校園較低窪的校門因為暴雨而短時間積水的情形。

四、水費省-108、109年水費的分析

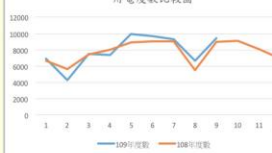
用水次數比較圖



- (一)109年受到疫情影響，自3月開學後相當呼籲勤洗手，所以用水量比起去年高出許多，但是在入秋後天氣轉涼，可能學生洗手的頻率下降，用水次數開始往下降。
- (二)本校建置雨水回收系統，每年約330m3回收量，回收方法是將頂樓雨水透過水管引流至地下儲水筏中，集中儲存後再作為屋頂草皮及一樓植物之澆灌。透過回收水再利用，建立學生珍惜水資源習慣養成，落實不浪費的行動。
- (三)經調查發現今年9月份用水量遽增，於是開始找尋問題根源，在全校師生努力下，終於發現在校內衛生室附近有一條水管破裂，大規模漏水，所幸及早發現，已請師傅到場進行維修。

五、108、109年電費的分析

用電次數比較圖



- (一)綜合以上電費分析發現，由於全球溫室議題，溫度節節攀升，一年比一年熱，而7-8月份仍然是用電最高月份。今年也因為疫情影響，延後放假兩周，所以7月還在上課，還因為7月是最炎熱月份，教室電腦必須全開，使得電費居高不下。
- (二)室內照明開關迴路尚未改善，預計於明年度進行更改，對用電量的降低將有積極的貢獻力。目前本校架設太陽能板容量約54.9kwpp的發電量，除了有發電的功能外，也因為裝設太陽能板具有遮陽的功效，間接促成裝設太陽能板的二樓教室降溫約有2度左右。

臺中市北屯區大坑國民小學109年度 永續循環校園探索計畫成果報告(2)

一、邁向永續環境問題分類敘述

透過一、學校在地基礎物理環境定時調查資料以及二、校內整體環境一次性及特殊資料分析，從中挖掘學校面臨的困境與問題，透過以下分類進行量化的敘述。

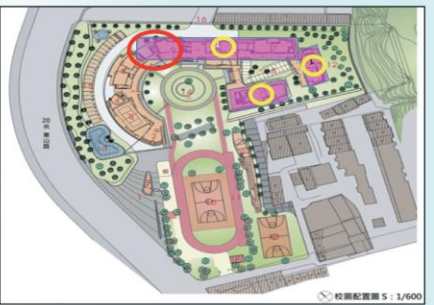
類別	項目說明	現有狀況與設施		問題根源及延伸分析		對於所面臨問題的解決方法與對策	
		重點、分析與功能	經營管理問題與障礙	問題根源及延伸分析	解決方法與對策	如何透過課程、活動讓師生在校園生活中瞭解	如何引發師生覺知
能源(電)	1.重點校發現 6-8 月用電量是一年中用電量最高的月份 2.教室開關開關迴路改善等問題	1.7-8 月 2 個月皆管理全日的暑期除，因高溫造成用電量暴增。 2.照明迴路未能配合教室內日照而做開關迴路之使用造成用電浪費。	1.因 7-8 月是全年氣溫最高的月份加上大坑為山區溫度偏高，造成感溫度更高更不舒服。 2.受限於本預算的不足將逐年編列照明迴路更改的經費進行改善。	1.增設教室對流窗簾熱空氣盡快排出，不滯留於室內中可有效降低室溫。 2.受限於本預算的不足將逐年編列照明迴路更改的經費進行改善。	1.讓師生養成進教室應先開窗或窗戶而非先開起電風扇的習慣養成。 2.引導學生在整修過程中瞭解問題的根源以適當不影響學習的阻礙行為。	1.讓師生養成進教室應先開窗或窗戶而非先開起電風扇的習慣養成。 2.引導學生在整修過程中瞭解問題的根源以適當不影響學習的阻礙行為。	
資源(水、土、生)物	回收水的使用效能低	因為地下儲水與之在當初建築時並未做埋設，造成每節節水抽水自來水自動打水的對地有些水年久失修，易造成漏水。	地下儲水無法抽除之後的雨水也無法進入儲水視中。	預計編列經費進行儲水視的打掃	透過進行大坑年降雨量統計與本校可回收水的面積的調查後可更詳盡的了解雨水回收的可行性及對節水的貢獻性	透過進行大坑年降雨量統計與本校可回收水的面積的調查後可更詳盡的了解雨水回收的可行性及對節水的貢獻性	
衛生(室內外學習環境)	屋頂植草部分因年久有滲水的情況	屋頂植草部分因年久有滲水的情況	造成滲水教室內牆壁腐蝕	只能由室內做防漏的局部處理	滲水形成腐蝕造成牆壁腐蝕室內環境衛生重要性	透過進行大坑年降雨量統計與本校可回收水的面積的調查後可更詳盡的了解雨水回收的可行性及對節水的貢獻性	
安全(災害)	因氣候變遷造成回潮強降雨易造成校園淹水災害	校內水溝的寬度和深度無法滿足強降雨的排水	因為氣候的變遷造成回潮強降雨易造成校園淹水災害	1.減少不必要的用電 2.善用節能用品 3.推廣使用再生能源的設備	透過溫室效應課程讓師生瞭解溫室效應並從自己的生活中做起	透過溫室效應課程讓師生瞭解溫室效應並從自己的生活中做起	
其他：如教育、管理、人力、制度...	每學期定期辦理永續環境探究的課程設計並成立社群進行課程的設計	大坑生活環境實施融入領域的方式進行	部分課程仍可能造成排擠的情形須視上課時間的調整	未來課程的進行彈性時間實施較不會造成排擠的情形	透過溫室效應課程讓師生瞭解溫室效應並從自己的生活中做起	透過溫室效應課程讓師生瞭解溫室效應並從自己的生活中做起	

二、永續環境規劃藍圖

陳述問題點、改善先後順序以及所有可能策略陳述問題點及改善先後順序如下

- 迴路改善-全校教室照明開關迴路改善，並建立減少不必要的開燈習慣養成。
- 教室裝置對流窗-增加空氣對流降低室內溫度及濕度；A棟北側B棟東側C棟南側，裝置室外遮陽板降低室內溫度
- 地下儲水後打孔連通-收集雨水澆灌草皮，將回收水的使用率達到最高效能，並且達到降低用水量的目標。

- 1.照明開關迴路改善 ---降低用電量
- 2.教室裝置對流窗及室外遮陽板---降低室內溫度
- 3.地下儲水後打孔連通增加回收水量-增加回收水的使用率



三、永續發展概念融入之構想

(一)在校訂課程中的脈絡

課程發展	大坑綠生活			
	議題探究	鄉土守護	公民實踐	公民實踐
永續面向	環境	生態	公民	公民
學生階段	觀察分析	行動實踐	應用探究	合作思考
課程主題	水的故事	節能綠活	大地尋寶	園藝山情
低年級生活 9節	1.尋找校園的水 2.校園水溝的旅行 3.水資源小記者	1.教室電器用水檢查 2.尋找草地的昆蟲 3.花草朋友	1.認識校園樹木 2.尋找步道的植物 3.走讀 9-1 號步道	1.親子日記 2.認識步道的植物 3.走讀 9-1 號步道
中年級自然 9節	1.繪製學校用水圖 2.節水大挑戰 3.繪製學校用水統計圖	1.風來了誰少了 2.節電小達人 3.繪製學校用水統計圖	1.校園的蝴蝶 2.蝴蝶的食草 3.蝴蝶標本製作	1.踏查 5-8 號步道 2.調查步道常見植物 3.訪訪溪邊生態
高年級自然 9節	1.校園高低程和積水的相關性 2.尋蹤報告-校園哪裡積水 3.專題報告-如何解決積水問題	1.校園太陽能源檢査 2.尋找能源的蹤跡 3.永續綠色建築	1.校園樹木的朋友 2.校園四季的訪客鳥類 3.校園鳥兒尋寶	1.換戰 1-4 號步道 2.發現步道的植物危機 3.大坑台灣獾生態探查

(二) 學校永續發展教育藍圖：永續循環校園最終極的目標在於回應聯合國SDGs 永續發展目標。透過下面表格，將探索過程發現的問題，進行對應。

SDGs	SDGs 連結 臺灣教育脈絡	與學校議題連結
4 QUALITY EDUCATION	目標 4：教育品質 學校教育的品質促進，延伸連結至新課程實施	1. 永續校園課程之訂定連結新課程實施，並強化學生素養之涵養。 2. 將課程依據學校之特性及師生之需求，擬定成為大坑專有的永續校本課程。
6 CLEAN WATER AND SEWERAGE	目標 6：淨水與衛生 水資源教育，對於水的全面了解	1. 觀察記錄學校水坑流的水流歷史。 2. 紀錄大坑溪生態並查可能面臨的危機-例如外來種的入侵。 3. 專題討論如何保護大坑溪，及探討大坑溪與學校的相關性專題。
7 AFFORDABLE AND CLEAN ENERGY	目標 7：可負擔能源 能源教育	1. 透過 5 年來電費及水費查核比對，發現能源的浪費都是在日常的生活習慣中不經意造成的。 2. 紀錄學校裝置太陽能板下的樓層其降溫的情形，發現太陽能板除了發電之外亦可作為遮陽之用，比較每個月太陽能板的發電量，進而分析大坑環境是否適合建置太陽能，並且尋找校園內有那些區域環境是適合裝置太陽能板的。
13 CLIMATE ACTION	目標 13：氣候行動 氣候變遷、環境變遷	從降溫的統計圖及水電使用量的曲線圖，學生可以很清楚地感受到氣候變遷或環境的改變及氣候的轉瞬化，加深學生參與保護地球的行動力與動機。
14 LIFE BELOW WATER	目標 14：海洋生態 海洋教育	六年級學生結合戶外教育進行海洋之旅-淨灘活動，從活動的規劃及事前的準備及淨灘的教育訓練，皆由學生及教師共同參與訂定，讓學生學習更有感。
15 LIFE ON LAND	目標 15：陸地生態 生態教育、校園內的生態環境	1. 大地尋寶-探究校園內植物及動物的生態，了解其生長的環境，也找出校園原生植物的種類。 2. 園藝山情-由校園出發走入社區，探查大坑地區的動植物的生態環境，並觀察頭山山目前面臨外來種入侵的危機及可能解決的方法。

(三) 課程及教學照片



四、結語

永續發展是近幾年迄今最熱門的議題之一，而站在國小端立場，永續校園的建置必然是首當其衝，在永續的理念下包含著我們對環境的負責，也是我們對下一代的承諾，雖然所做的一切並不是最完美的，但是聚沙可以成塔，積少可以成多，只要我們繼續努力下去，並堅持著做對的事，但凡是一點一滴的累積，都有機會能還給下一代一塊乾淨的生活環境，到那時永續校園將離我們不遠了。