

中華民國第 65 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 生活與應用科學科(一)

082818

解決空汙一起「走」

學校名稱：雲林縣斗六市石榴國民小學

作者：	指導老師：
小五 許書僑	沈士勛
小五 王思涵	林昭君
小六 賴奕潔	
小六 莊書瑤	
小六 何采婷	
小五 蔡雨芯	

關鍵詞： 遊戲化互動學習、環境永續應用、智慧感測
裝置

作品名稱： 解決空汙一起「走」

摘要

我們發現學校附近上下學時間車輛很多，造成空氣污染。為了解決這個問題，我們設計了一套「遊戲化學習系統」，鼓勵同學用走路來上學。我們利用 Micro:bit 和 NFC 技術來記錄每天的步數，再把步數變成遊戲裡的攻擊力，讓同學打怪升級、比賽得分。這樣不但好玩，還能減少二氧化碳的排放。研究發現，三天內大家一起走了超過八萬五千步，總共減少了大約 68 公斤的碳排放。問卷調查也顯示，大部分同學願意為了保護地球多走路，對這個遊戲系統也很感興趣。這個計畫成功讓大家更有動力走路上學，也學到了環保知識，還能當作其他學校的參考。

壹、前言(含研究動機、目的、文獻回顧)

一、研究動機

近年來，學校周邊的交通擁擠與空氣污染問題日益嚴重。我們原本嘗試透過改良校門口的設施，例如重新規劃接送區、增加空氣過濾設備等，希望能降低校園周邊的空污數據。然而，經過測試與觀察，這些改善措施雖然有幫助，但對於整體空氣品質的影響有限，仍無法有效降低學校周邊的碳排放量。

因此，我們決定從根本問題著手，改變學生的上學方式，以「鼓勵步行」作為新的研究方向。我們發現，如果同學們能夠減少使用汽機車接送，改用步行或自行車上學，不僅能降低碳排放，還能提升身體健康。我們希望透過這項研究，設計一個有趣的遊戲化學習系統，讓學生自發性地增加步行量，同時提升環保意識。

二、研究目的

(一)設計遊戲化學習系統，讓學生透過有趣的方式累積步數，增加步行動機。

(二)分析步行對減碳的影響，透過數據紀錄與比較，計算學生步行減少的碳排放量。

(三)提升學生的環保意識，讓他們了解減碳對於環境的益處。

(四)驗證遊戲機制是否能夠有效改變學生的通勤習慣，提供未來可行的擴展方案。

三、文獻回顧



圖一 由 gitmind 製作產出

(一)學校附近的空氣污染對我們有什麼影響？

根據台灣環保署（2021）的資料，學校附近上下學時間的短程交通，大約佔整個城市碳排放的 15%到 20%。很多家長會開車或騎機車來接送我們，這是其中一個主要原因。但是這些車子會排放二氧化碳（CO₂）和細小的懸浮微粒（PM_{2.5}），這些東西會讓空氣變差。根據 IPCC（2021）的研究，如果我們長期吸到這些污染的空氣，可能會讓我們比較容易得呼吸道的疾病，比如氣喘或咳嗽。

(二)用遊戲讓我們更願意改變行為

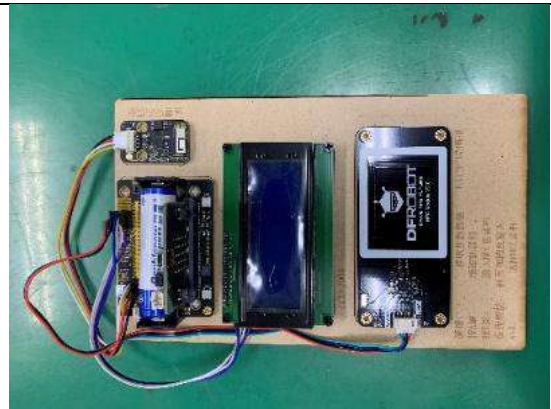
學者在 2021 年發現，把學習變成像遊戲一樣，能讓學生更有興趣參加學習活動。這種做法叫做「遊戲化學習」（Gamification）。另外，Althoff 等人（2016）研究一款叫 Pokémon GO 的遊戲時發現，玩家在玩這款遊戲後，每天走路的步數平均增加了 25%。這說明，如果設計得好，遊戲真的可以讓人改變平常的行為，比如更常走路或運動。

(三)科技怎麼幫我們記錄走路的數據？

根據國外的研究，像 Micro:bit 這樣的小工具可以記錄我們每天走的步數，而且還能把這些資料存到雲端，讓我們用手機或電腦就能看到自己走了多少步。Wang 等人（2019）也指出，透過 NFC（近距離無線通訊）技術，學生可以快速又準確地上傳自己的步數，這樣一來不但公平，也能讓大家更有動力參加走路活動。

貳、 研究設備及器材

1. Micro:bit 板子*13
2. 連雲 ESP8266、
3. DFRobot NFC Module
4. Mbitbot Lite 擴充板
5. Circus Pi



圖二：指導老師拍攝

google sheet

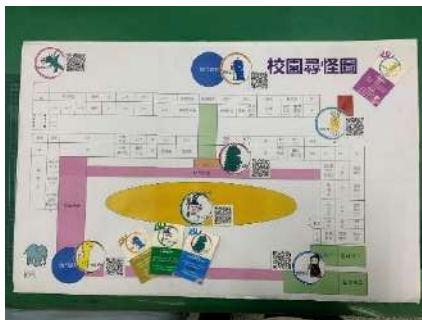
圖三：google 試算表匯出

I PAD



圖四：指導老師拍攝

自製尋寶圖



圖五：指導老師拍攝

OSEP scratch3



圖六：OSEP 產出

參、研究過程或方法

一、透過數據分析，了解學生上學家長接送路徑產生二氧化碳情況。

(一)蒐集全校學生居住地方與學校距離數據

我們從學校學務系統中查詢到學校學生居住地址，依居住的里別進行統計人數。

(二)利用國泰生活碳足跡計算機計算汽車、機車載送學生碳排放量。



(三)分析資料，找出學生 20 分鐘內可以走到學校之地點，並進行數據統計。

圖七 學校可步行到學校範圍地圖
(截圖自國泰碳足跡網站)



圖八 學校可步行到學校範圍地圖(截圖自 google 地圖)

二、設計問卷如附表 1-1，進行學生走道到校意願調查。

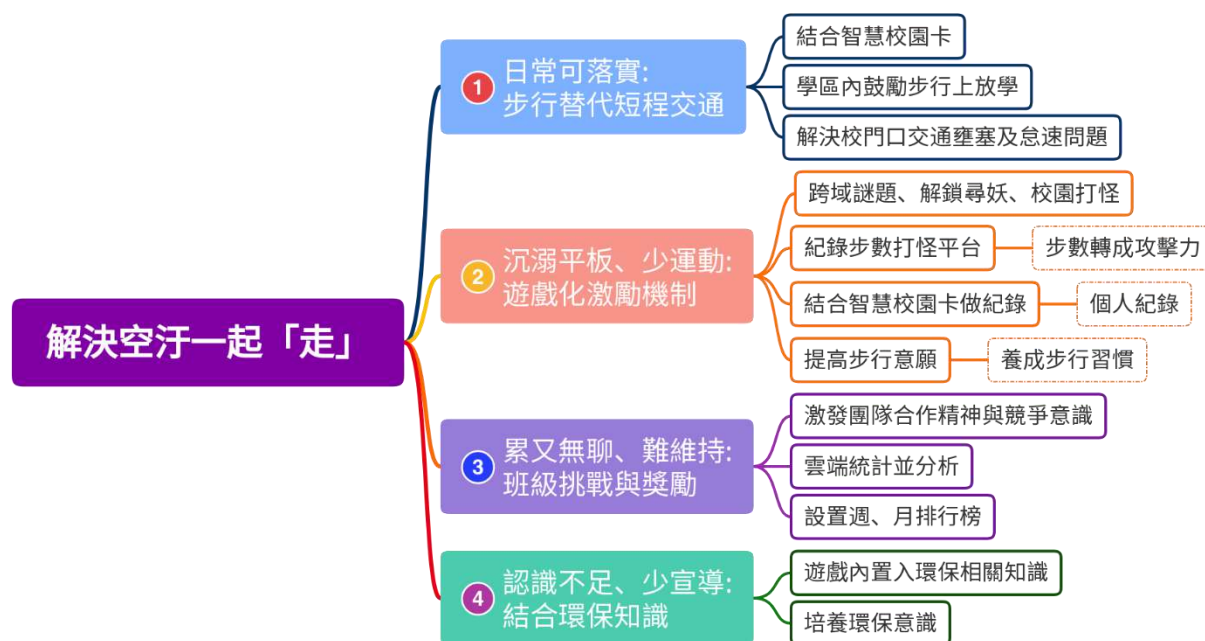
學號	性別	年級	是否願意步行上學	步行上學的原因	步行上學的困難	步行上學的安全性	步行上學的時間	步行上學的環境	步行上學的交通	步行上學的健康	步行上學的心理	步行上學的社會	步行上學的經濟	步行上學的總體
1	男	五年級	是	可以節省時間	沒有	安全	10分鐘	環境好	交通方便	健康	心理好	社會好	經濟好	總體好
2	男	五年級	是	可以節省時間	沒有	安全	10分鐘	環境好	交通方便	健康	心理好	社會好	經濟好	總體好
3	男	五年級	是	可以節省時間	沒有	安全	10分鐘	環境好	交通方便	健康	心理好	社會好	經濟好	總體好
4	男	五年級	是	可以節省時間	沒有	安全	10分鐘	環境好	交通方便	健康	心理好	社會好	經濟好	總體好
5	男	五年級	是	可以節省時間	沒有	安全	10分鐘	環境好	交通方便	健康	心理好	社會好	經濟好	總體好
6	男	五年級	是	可以節省時間	沒有	安全	10分鐘	環境好	交通方便	健康	心理好	社會好	經濟好	總體好
7	男	五年級	是	可以節省時間	沒有	安全	10分鐘	環境好	交通方便	健康	心理好	社會好	經濟好	總體好
8	男	五年級	是	可以節省時間	沒有	安全	10分鐘	環境好	交通方便	健康	心理好	社會好	經濟好	總體好
9	男	五年級	是	可以節省時間	沒有	安全	10分鐘	環境好	交通方便	健康	心理好	社會好	經濟好	總體好
10	男	五年級	是	可以節省時間	沒有	安全	10分鐘	環境好	交通方便	健康	心理好	社會好	經濟好	總體好
11	男	五年級	是	可以節省時間	沒有	安全	10分鐘	環境好	交通方便	健康	心理好	社會好	經濟好	總體好
12	男	五年級	是	可以節省時間	沒有	安全	10分鐘	環境好	交通方便	健康	心理好	社會好	經濟好	總體好
13	男	五年級	是	可以節省時間	沒有	安全	10分鐘	環境好	交通方便	健康	心理好	社會好	經濟好	總體好
14	男	五年級	是	可以節省時間	沒有	安全	10分鐘	環境好	交通方便	健康	心理好	社會好	經濟好	總體好
15	男	五年級	是	可以節省時間	沒有	安全	10分鐘	環境好	交通方便	健康	心理好	社會好	經濟好	總體好

圖九 利用 GOOGLE 表單蒐集資料圖(google 表單匯出)

三、 參考相關研究，設計鼓勵學生步行上學之方式。

(一)策略分析

為了鼓勵學生步行上學，我們分析了問題及市面上有的設計，延伸了一系列策略，以提升同學步行習慣並減少碳排放。



圖十 解決策略圖(由 gitmind 製作產出)

1. 戲化激勵機制：

針對同學對遊戲的高度依賴，本研究設計遊戲機制，將步行數據轉換為遊戲攻擊力，同學步行越多，角色能力越強。這種方式能夠將運動與遊戲結合，提高同學的參與動機，讓運動變得有趣且具挑戰性，進而改善手機遊戲沉迷問題。

2. 班級挑戰與獎勵：

透過 NFC 技術記錄步數，建立班級內競賽機制，激發同學團隊合作精神與競爭意識。學校可設置週、月排行榜，讓步行表現優異的班級與個人獲得獎勵，進一步提高同學的步行意願，減少短程交通工具使用。

3. 結合環保知識：

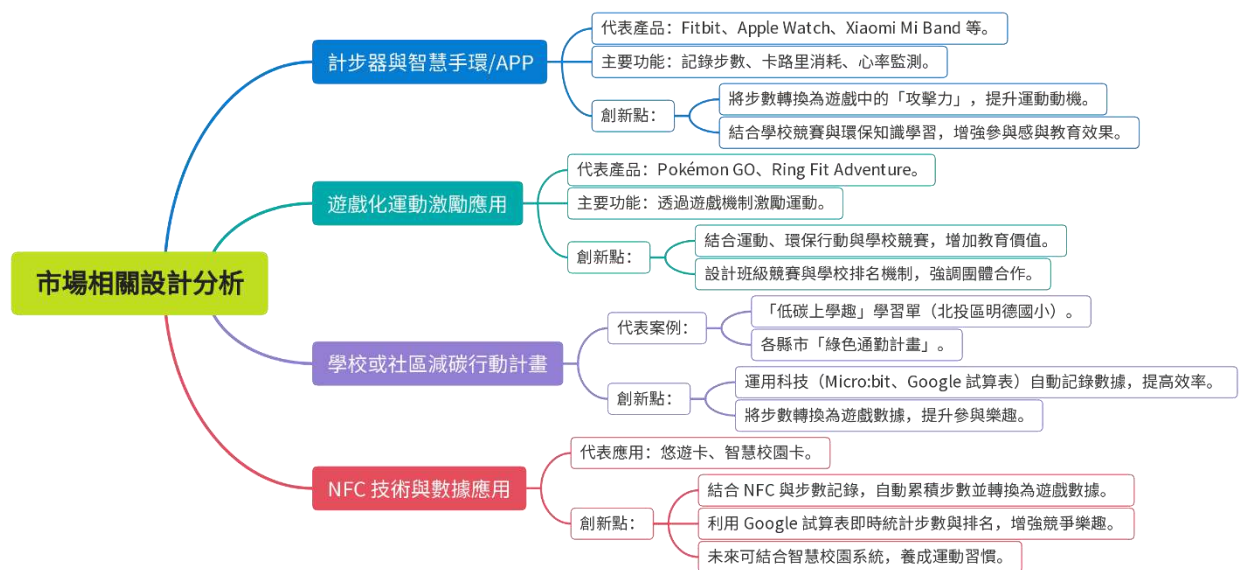
為提升同學的環保意識，遊戲內嵌入碳排放相關知識問答，同學在步行過程中

完成知識挑戰，可獲得額外獎勵。這樣的設計不僅能增強同學的學習興趣，還能讓他們了解步行對於減碳的重要性，從而培養環保意識。

4. 步行替代短程交通：

學校可設立「步行上學日」或「減碳行動挑戰」，提供達標獎勵，讓同學更樂於參與，減少家長使用汽機車接送。

(二)市面產品分析及本設計延伸



圖十一 市場分析與應用樹狀圖(由 gitmind 製作產出)

1. 市面作品分析

(1) 計步器與智慧手環/APP

- 代表產品：Fitbit、Apple Watch、Garmin、Xiaomi Mi Band、Google Fit、Sweatcoin、Samsung Health 等。
- 主要功能：記錄步數、卡路里消耗、心率監測，並提供健康報告與運動建議。

(2) 遊戲化運動激勵應用

- 代表產品：Pokémon GO、Ring Fit Adventure、Zombies, Run!
- 主要功能：透過遊戲機制激勵使用者運動，如寶可夢尋找、體感運動、喪屍追逐情境。

(3) 學校或社區減碳行動計畫

- 代表案例：

- 「低碳上學趣」學習單（北投區明德國小）：鼓勵同學步行或騎自行車上學，並記錄減碳行動。
- 各縣市「綠色通勤計畫」：地方政府提供獎勵，鼓勵市民採用步行、騎腳踏車或大眾運輸來減少碳排放。

(4) NFC 技術與數據應用

- 代表應用：悠遊卡、Apple Pay、Google Pay、智慧校園卡（門禁管理、同學考勤等）。
- 全台目前有許多縣市運用智慧校園卡作為同學們卡，但功能多數僅作為身分證明、出勤紀錄、消費支付、書籍借閱。

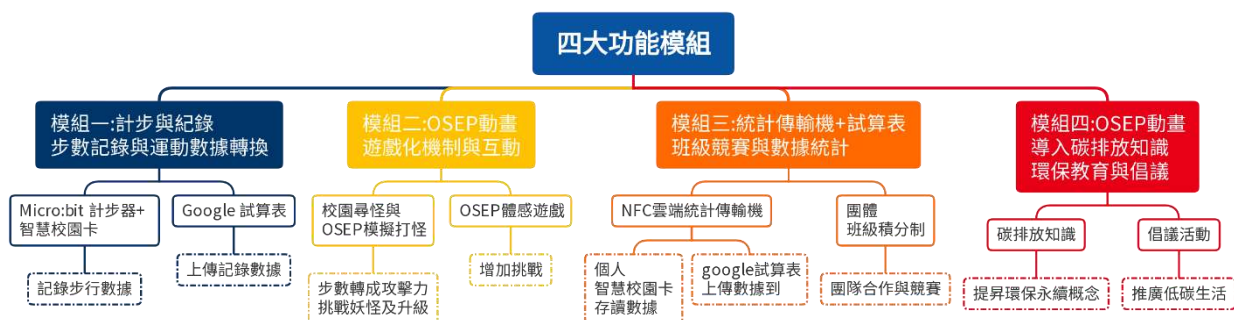
2. 延伸設計

- (1) 遊戲化步數轉換減少碳排放：將步數轉換為攻擊力，透過打怪升級提升運動動機。
- (2) 班級競賽與數據分析：透過智慧校園卡(NFC)記錄步數，並利用 Google 試算表進行即時統計，增加競爭樂趣。
- (3) 結合環保教育：遊戲內建環保知識，同學可在遊戲過程中學習減碳概念，將環保行動與娛樂結合。
- (4) 科技應用創新：運用 Micro:bit、NFC、Google 試算表、利用 OSEP scratch3 等技術，讓步數記錄與管理更智能化，並提升同學的數據分析能力。

四、 依據蒐集資料進行規劃各模組功能。

我們依據上面的規劃及分析結果設計了以下模組進行研究：

(一) 四大功能模組



圖十一 四大模組圖(由 gitmind 製作產出)

1. 模組一：步數記錄與運動數據轉換

- (1) 透過 Micro:bit 記步器與 NFC 卡扣記錄同學們步行數據。
- (2) 利用 Google 試算表統計個人與班級步數，形成數據分析。

● 計步器



圖十二：指導老師拍攝



圖十三：指導老師拍攝



圖十四：指導老師拍攝

以 micro:bit 作為計步器

● 體感遊戲



圖十五：OSEP 產出

如果遇到天候不佳或空汙嚴重在室內也可逕行體感遊戲持續步行

● 統計傳輸機



圖十六：指導老師拍攝

第一代統計傳輸機
(OLED12864、磁扣)



圖十七：指導老師拍攝

第二代統計傳輸機
(LCD2004、NFC 智慧校園卡)

2. 模組二：遊戲化機制與互動

- (1) 同學們的步數轉換為遊戲攻擊力，挑戰怪物並升級角色。
- (2) 透過 OSEP scratch3 打怪動畫，讓同學們參與更多遊戲挑戰。

● 校園解謎尋怪、打怪



圖十八：指導老師拍攝

透過尋怪提示卡在校園裡找怪，利用 QRcode 召喚出怪獸並打擊

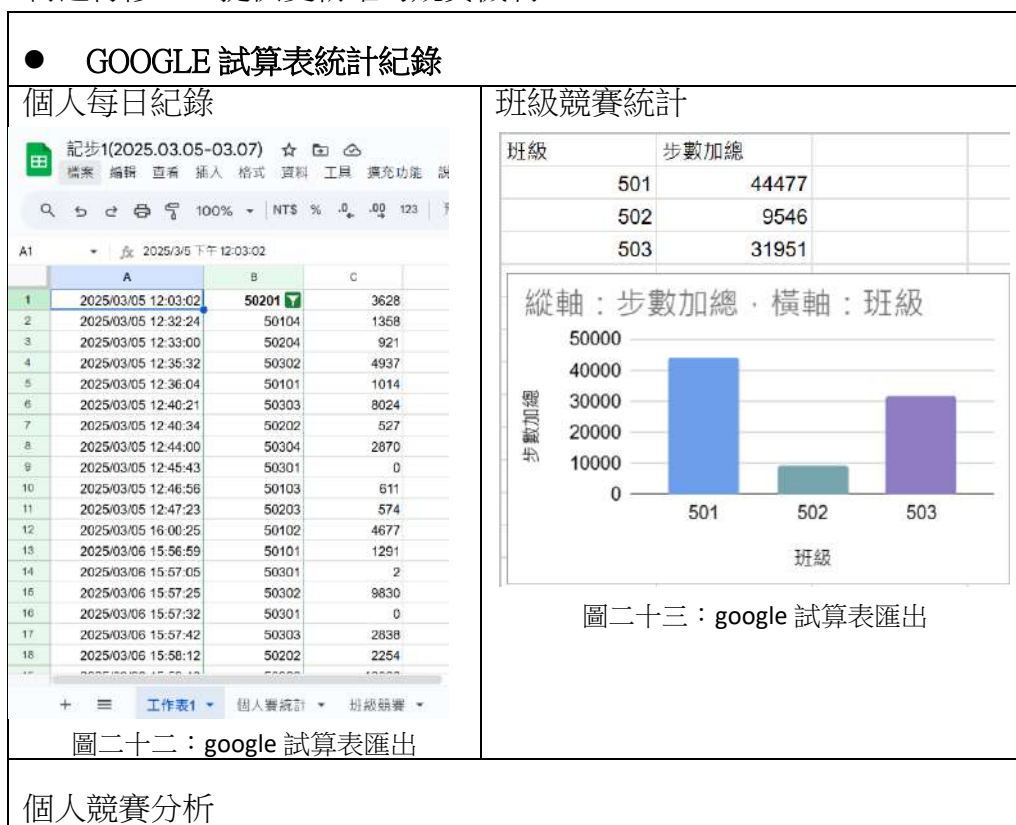


圖十九：OSEP 產出



3. 模組三：班級競賽與數據統計

- (1) 設計班級積分機制，鼓勵團隊合作與競賽。
- (2) 我們先在五年級實施，透過智慧校園卡與 Google 試算表進行班級競賽，再進行修正，提供更精確的競賽機制。





4. 模組四：環保教育與倡議

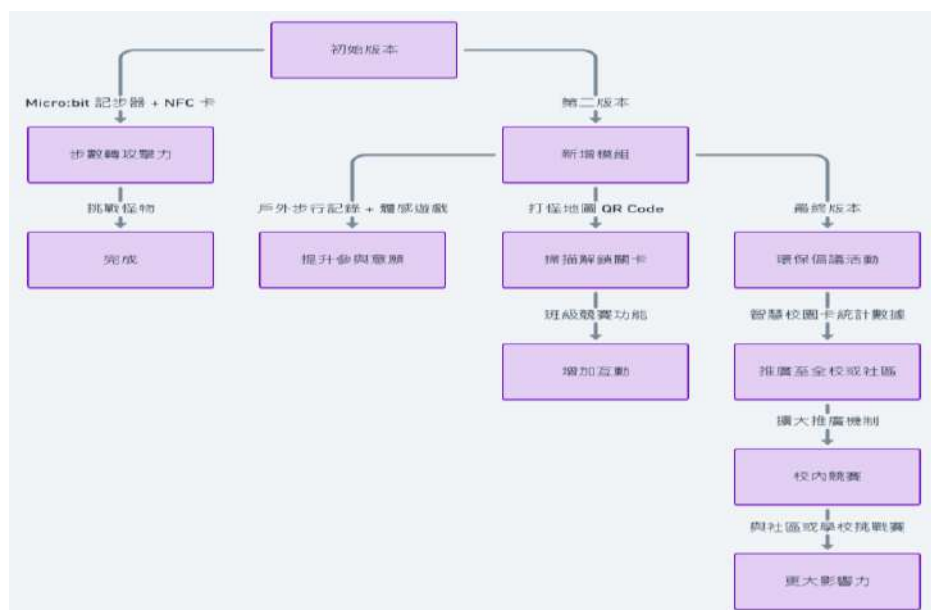
- (1) 用 OSEP scratch3 製作打怪遊戲並導入碳排知識，讓同學學習環保概念。
- (2) 設計倡議活動，推廣低碳生活習慣，提升同學們環保意識。

(二) 結構、造型與程控

1. 結構：運用 Micro:bit、NFC 技術、Google 試算表形成數據處理與遊戲平台。
2. 造型：Micro:bit 記步器可穿戴於腳部，遊戲角色可自訂外觀與升級裝備。
3. 程控：Micro:bit 記錄步數，透過藍牙/NFC 傳輸至 Google 試算表，遊戲端運用 OSEP scratch3 進行打怪動畫與互動。

五、實測及改進模組功能

一開始從發想，開始研究，漸漸增加模組，最後完成研究，發展歷程如下圖：



圖二十五 發展歷程圖(由 Whimsical Diagrams 製作產出)

(一)初始版本

1. 以 Micro:bit 記步器 + NFC 卡扣記錄步數。
2. 步數轉換為遊戲攻擊力，單純透過遊戲挑戰怪物。

(二) 第二版本

1. 模組一新增：戶外步行記錄(刪除 A+B 歸零) + 室內體感遊戲，提升同學們參與意願。
2. 模組三新增：加入「打怪地圖 QR Code」，同學們可掃描地圖解鎖關卡，並增加個人與班級競賽功能。

● 體感遊戲



圖二十六：OSEP 產出



圖二十七：指導老師拍攝



圖二十八：指導老師拍攝



圖二十九：指導老師拍攝

體感遊戲結合計步器，當天候不佳或空氣品質不佳時亦能進行累積

(三) 最終版本

- 1. 加入環保倡議活動：同學們可利用智慧校園卡進行數據統計，並進一步推廣至全校或社區。
- 2. 擴大推廣機制：開發學校內競賽制度，未來可結合社區或其他學校進行挑戰賽。

(四) 學生實測後問卷調查

我們找到一起完成這個研究的同學進行後測，想了解同學們進行這個研究的感想，以當作後續研究的參考。

計步器體驗(回覆) ☆ 圖 圖												
檔案 編輯 查看 插入 格式 資料 工具 擴充功能 說明												
75% NT\$ % 0.00 123 預設 (...) - 10 + B I A 田 5.3 三 下												
N10												
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Form Responses1 圖											
2	時間戳記	班級	姓名	你使用	您知道計步器	如果1	如果2	計步器	除了打1	如果計步器可以	計步器	您對整個流程您有更
3	2025/3/20 上午 7:33:33	五乙		是	知道	願意	是	是	好	想走路上學	想	無
4	2025/3/20 上午 7:36:11	五乙		否	不知道	願意	是	是	好	想走路上學	想	無
5	2025/3/20 上午 7:40:37	五丙		是	知道	願意	是	是	好	想走路上學	想	無
6	2025/3/20 上午 7:41:52	五丙		是	知道	願意	是	是	好	想走路上學	想	無
7	2025/3/20 上午 7:42:44	五乙		是	知道	願意	是	是	好	想走路上學	想	無
8	2025/3/20 上午 7:50:26	五丙		是	知道	願意	是	是	好	想走路上學	想	沒有想法
9	2025/3/20 上午 7:51:07	五丙		是	知道	願意	是	是	好	想走路上學	想	沒有想法
10	2025/3/20 上午 7:52:44	五乙		是	知道	願意	是	是	好	想走路上學	想	無
11	2025/3/20 上午 7:53:21	五丙		是	知道	願意	否	否	好	想走路上學	想	沒有想法
12	2025/3/20 上午 7:54:20	五乙		否	不知道	願意	是	是	好	想走路上學	想	沒想法
13	2025/3/20 下午 12:35:01	五甲		是	知道	願意	是	是	好	想走路上學	想	沒有
14	2025/3/20 下午 12:41:51	五甲		是	知道	願意	是	是	好	想走路上學	想	沒有想法
15	2025/6/5 上午 8:04:55	其他		是	知道	願意	是	是	好	想走路上學	想	會一直歸零很麻煩
16	2025/6/5 上午 8:10:18	其他		否	知道	願意	是	是	好	想走路上學	想	計步器可以做得更精緻
17	2025/6/5 上午 8:10:21	其他		是	知道	願意	否	否	好	不想走路上學	想	會一直歸0，可以將歸0的
18	2025/6/5 上午 8:10:28	其他		是	知道	願意	是	是	好	想走路上學	想	有時候會歸0
19	2025/6/5 上午 8:10:44	其他		是	知道	願意	是	否	好	不想走路上學	想	計步器會自己關機
20	2025/6/5 上午 8:10:44	其他		是	知道	願意	是	是	好	想走路上學	想	沒有
21	2025/6/5 上午 8:11:32	五甲		是	知道	願意	是	是	好	想走路上學	想	會一直歸零 碰到也會重計
22	2025/6/5 上午 8:11:35	五甲		是	知道	願意	是	是	好	想走路上學	想	不要輕輕的碰到就歸零 因
23	2025/6/5 上午 8:11:38	五甲		是	知道	願意	是	是	好	想走路上學	想	輕輕碰到東西容易重計步

圖三十 後測統計資料圖(由 google 表單產出)

肆、 研究結果

一、 調查全校學生上下學因騎乘機車、汽車產生二氧化碳數據結果

(一)全校學區學生數及距離數統計

我們調查全校學生的地址，進行行距離、搭乘交通工具及產生二氧化碳數據如下表：

里名	學生人數	每生平均到校距離(公里)	總距離(公里)	搭乘交通工具	產生二氧化碳量(公斤)	參考點
○中里	196	1.5	294	機車	27.96	以媽祖廟到學校距離為基準
○南里	121	1.8	217.8	機車	20.71	以工業區服務站到學校距離為基準
○北里	39	1.7	66.3	機車	6.31	以火車站到學校距離為基準
其他	69	5	345	汽車	39.68	以鄰近學校到本校距離為基準
總計	425				94.66	

(二)距離學校步行 20 分鐘內之學生節省碳排數量結果

從 102 年道路交通安全與執法研討會中資料<<國小學童走路通學態度與影響因素之分析>>中顯示，國小高年級學生的步行速度可能因個人差異、體能狀況和環境因素而有所不同。一般而言，成人的平均步行速度約為每分鐘 75 公尺。假設國小高年級學生的步行速度接近此平均值，則在 20 分鐘內可行走的距離約為：75 公尺/分鐘 × 20 分鐘 = 1,500 公尺。

我們以距離本校 1.5 公里內之學生人數計算，每人每日可節省研究結果如下：

各里學生人數及節省碳排數量統計表

里名	學生人數	距離學校步行 20 分鐘內的學生數	若步行上學可節省之二氧化碳(公斤)	上下學可節省之二氧化碳(公斤)
○中里	196	196	27.96	55.92
○南里	121	40	6	12
○北里	39	15	2.25	4.5
其他	69	0	0	0
總計	425	251	36.21	72.42

(三)實施本研究可節省之碳排放量比例

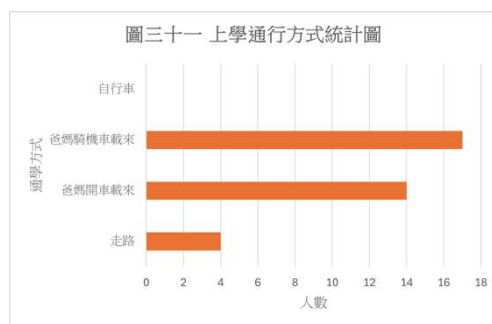
里名	學生人數(A)	距離學校步行20分鐘內的學生數(B)	可步行學生比例(B/A)	騎乘機、汽車產生二氧化碳量(C)	步行節省二氧化碳量(D)	兩者之比例(D/C)
○中里	196	196	100%	27.96	27.96	100%
○南里	121	40	約 30%	20.71	6	29%
○北里	39	15	約 38%	6.31	2.25	35.6%
其他	69	0	0%	39.68	0	
總計	425	251	59%	94.66	36.21	38.3%

二、 學生走路上學意願調查

我們使用 GOGOOLE 表單對學校 35 位學生進行上學走路意願調查，並進行分析，得到附表 1-2 問卷結果，以下是結果分析：

(一)通學方式分析

題目	通學方式	人數
您家用走路到學校要花多少時間	走路	4
	爸媽開車載來	14
	爸媽騎機車載來	17
	自行車	0



圖三十：上學通行方式統計圖
(由 Excel 繪製產出)

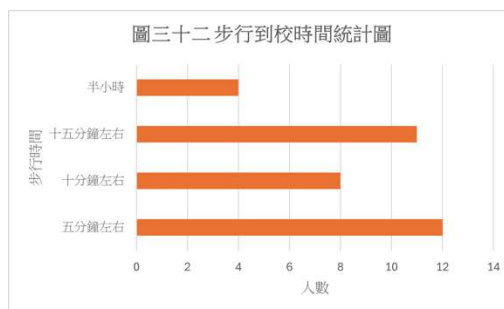
1.分析：

- (1) 只有 4 位學生走路來上學（11.4%）。
- (2) 絕大多數學生是由家長開車或騎機車載送（88.6%）。
- (3) 沒有學生騎自行車。

2. 可能原因：安全性考量、距離遠、交通習慣。

(二)步行時間分析

題目	步行時間	人數
您家用走路到學校要花多少時間？	五分鐘左右	12
	十分鐘左右	8
	十五分鐘左右	11
	半小時	4



圖三十二：步行到校時間統計圖
(由 Excel 繪製產出)

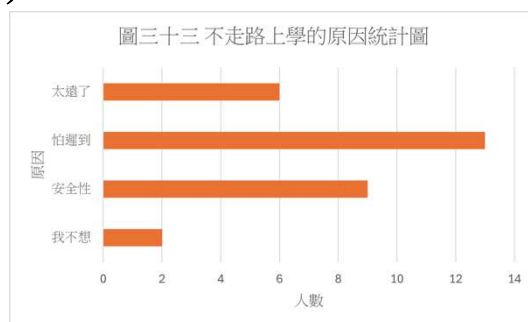
1. 分析：

(1) 有 35 位學生知道步行時間（可能是步行過或試算過），其中有 31 位學生的步行時間在 15 分鐘以內。

(2) 只有 4 位需步行 30 分鐘，真正「太遠」的比例相對不高。

(三)不走路原因分析題目：（僅限未走路者）

題目	原因	人數
您不走上學的原因是？	我不想	2
	安全性	9
	怕遲到	13
	太遠了	6



圖三十三：不走上學原因統計表
(由 Excel 繪製產出)

1. 分析：

(1) 最多人擔心「遲到」與「距離太遠」。

(2) 安全也是一項顧慮，尤其是學生獨自步行的情況。

(四)點數激勵機制接受度

題目	回答	人數
走路可以累積點數，是否願意？	是	27
	否	8
點數可以變成遊戲點數，是否願意？	是	23
	否	12

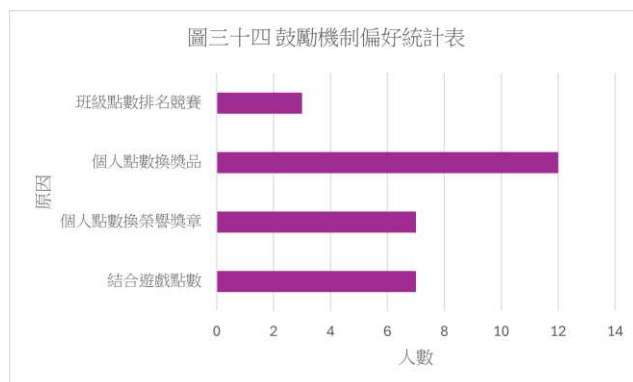
1. 分析：

(1) 整體來看，點數制度有正面影響力。

(2) 當點數轉換為「遊戲點數」時，接受度略下降，可能因為不是每個人都玩遊戲，或覺得遊戲點數不夠實用。

(五)鼓勵機制偏好

題目	方法	人數
您比較想加入的鼓勵方式？	結合遊戲點數	7
	個人點數換榮譽獎章	7
	個人點數換獎品	12
	班級點數排名競賽	3
	我就是愛地球	2
	甚麼都沒用，我就是不想走	4



圖三十四：鼓勵機制偏好統計表
(由 Excel 繪製產出)

分析：

- (1) 「遊戲或實體獎勵」>「榮譽感」，學生較重視實體獎勵的鼓勵方式。
- (2) 少部分學生不需激勵方式就會主動愛地球。
- (3) 也有少數學生表達了「就是不想走」的明確立場。

(六)開放式回答摘要

1. 學生想法重點：

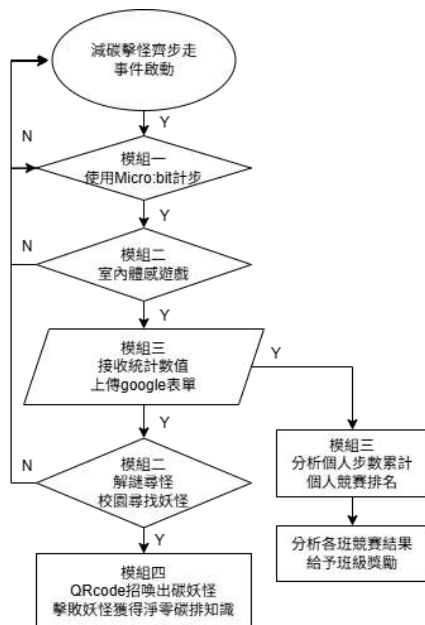
- (1) 安全問題：怕車子、家裡在高速公路旁、沒人陪走。
- (2) 社交因素：不想一個人走、會孤單。
- (3) 健康導向：有學生說可以「當做運動」。

2. 分析：

- (1) 「安全」與「孤單」是兩大非實體障礙。
- (2) 若能解決這些問題（如安排結伴行走、安全路線），有潛力提高步行率。

三、 根據系統各模組功能，設計事件流程圖、驅動程式及其相關功能說明如下：

(一)模組事件流程圖



●鼓勵學區同學走路上學

●使用 Micro:bit 統計步數。

●如遇下雨或空汙可在室內進行體感遊戲。

●利用接收器上傳步數到 Google 試算表(可作為個人或班級競賽)。

●利用尋怪解謎卡找尋碳怪，並同時在累積步數。

●擊敗碳怪物獲得淨零碳排知識。

圖三十五：運用 drawio 繪製

(二)程式碼

程式流程圖	程式碼
<h3>1.計步器</h3> <p>圖三十六：運用 drawio 繪製</p>	<p>圖三十七：由 makecode 製作產生</p>
<p>a. 宣告變數 steps1來計算步數。</p> <p>b. 設定廣播群組為35，作為傳輸數據時使用。</p> <p>c. 圖示是為了確定有完成開機。</p> <p>d. 利用 Micro:bit 本身內建陀螺儀。當3G 改變或晃動時計為走一步，使變數+1。</p> <p>e. 按 A 鍵 統計當日目前累計步數。</p> <p>f. 按 B 鍵 將步數廣播給接受器，完成廣播顯示圖示確認傳輸完成。</p> <p>g. 按 A+B 鍵 清空累計步數後重新計算。</p>	
<p>修正:測試期間因發現同學容易誤觸 A+B，因此第二代機器取消此功能，直接以開關機取代。</p>	
<h3>2.室內體感遊戲(OSEP)</h3>	
<h4>角色</h4> <p>圖三十八：運用 drawio 繪製</p>	<h4>物品</h4> <p>圖三十九：由 makecode 產生</p> <p>圖四十：運用 drawio 繪製</p> <p>圖四十一：由 makecode 產生</p>

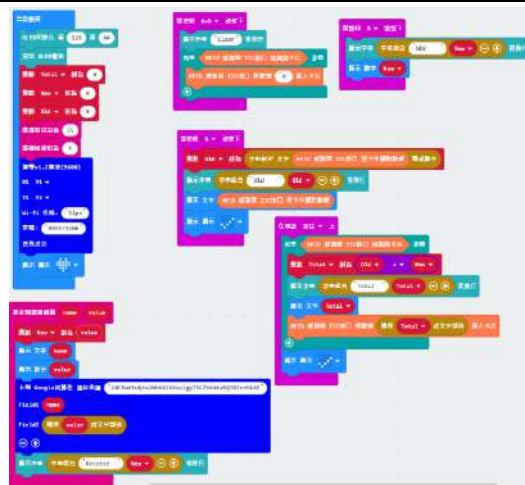
<p>a. 程式開始</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 宣告變數:時間，並設為 120 ● 角色尺寸設為 40% ● 開啟鏡頭 <p>b. 重複執行直到時間=0</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 每一秒時間 -1 <p>c. 變數時間=0，遊戲結束。</p>	<p>a. 程式開始</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 宣告變數:分數，並設為 120 ● 隨機 1~4 秒建立分身 ● 開啟鏡頭 <p>b. 建立分身分身執行</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 隨機定位 X 座標 ● 重複執行 Y 座標-10 ● 如果分身碰到角色，分數+1 ● 如果分身碰到邊緣分身刪除
---	--

3. 統計傳輸機

一代機

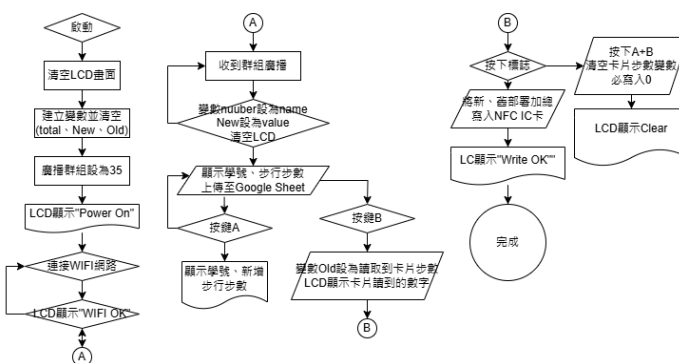


圖四十二：由學生自製

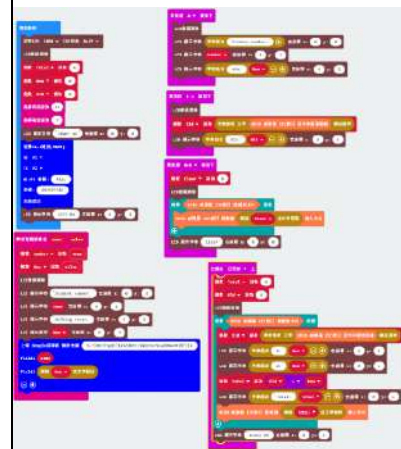


圖四十三：由 makecode 產出

二代機



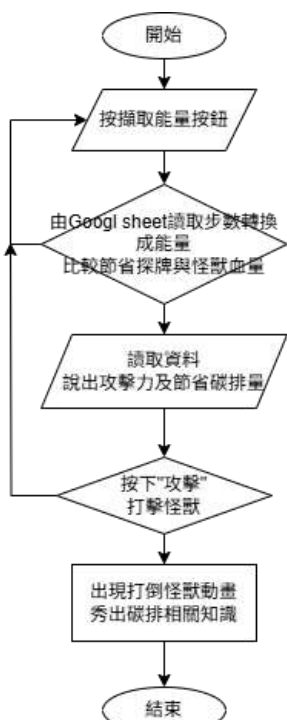




圖四十四：運用 drawio 繪製



圖四十五：由 makecode 產出

- a. 程式開始
宣告變數 Total、New、Old 為 0，設定廣播群組，
LCD 顯示開機並連接 WIFI，直到 WIFI 接通顯示 Wifi OK。
 - b. 收到廣播群組
收到廣播後”學生學號”、” 累積步數” 存入變數中，LCD 顯示，並上傳到
GOOGLE 試算表。
 - c. 按下按鈕 A
顯示學生學號及新增加步數
 - d. 按下按鈕 B
如果 NFC 讀取讀到” 智慧校園卡” ，將數值以儲存到 Old 變數中，並顯示
已累積的步數
 - e. 長按下” 標誌” 按鈕
清空變數 Total、Old，讀取” 智慧校園卡” 中的步數存入 Old 變數，
顯示” 新增” 及” 已累積” 步數，並加總後回存到” 智慧校園卡” ，並顯
示” 總計” ，顯示” 寫入成功” 。
 - f. 按下按鈕 A+按鈕 B
將智慧校園卡中累計步數歸 0
- 二代修正:原本使用 OLED12864 搭配 micro:bit 的 LED，但因 LED 每次只能一個
字元，跑燈時又會錯過，因此搭配 OLED12864 但 OLED 缺點字體太小。

4. OSEP scratch3 模擬打怪遊戲介面

 <pre> graph TD Start([開始]) --> ButtonA[按下擷取能量按鈕] ButtonA --> ReadSheet[由Google sheet讀取步數轉換成能量] ReadSheet --> Compare[比較節省探牌與怪獸血量] Compare --> ReadData[/讀取資料 說出攻擊力及節省碳排量/] ReadData --> ButtonB{按下"攻擊" 打擊怪獸} ButtonB --> ShowAnim[出現打倒怪獸動畫 秀出碳排相關知識] ShowAnim --> End([結束]) </pre>	<p>角色</p>  <p>圖四十七：由 makecode 產出</p>	<p>碳魔</p>  <p>圖四十八：由 makecode 產出</p>
	<p>擷取能量按鈕</p>  <p>圖四十九：由 makecode 產出</p>	<p>攻擊按鈕</p>  <p>圖五十：由 makecode 產出</p>
	<p>招式攻擊</p>	<p>淨零碳排知識宣導</p>

<p>圖四十六：運用 drawio 繪製</p>	 <p>圖五十一：由 makecode 產出</p>	 <p>圖五十二：由 makecode 產出</p>
<p>a. 程式開始</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 角色:說出「請按下擷取能量」。 ● 按鈕”擷取能量”。 ● 按鈕”招式攻擊”。 ● 敵人”碳魔怪”，變化造型動畫。 <p>b. 按下”擷取能量”</p> <p>如果「按鈕」碰到”鼠標”且”滑鼠鍵被按下”，執行擷取”Google 試算表數據”轉換成”攻擊力”，廣播主角說出「請按下招式攻擊」。</p> <p>c. 按下”招式攻擊”</p> <p>如果「按鈕」碰到”鼠標”且”滑鼠鍵被按下”，廣播”攻擊招式”，招式顯現並出現動畫。</p> <p>d. 攻擊碳魔怪</p> <p>當攻擊招式碰到碳魔怪播放被攻擊的動畫，如果”攻擊力”大於”惡魔 HP”，顯示勝利；如果”攻擊力”小於”惡魔 HP”，顯示輸了。</p> <p>e. 顯示淨零碳排宣導</p> <p>當勝利時顯示宣導內容。</p>		

四、計步器實際記錄數據結果

(一)個人賽結果

我們請五年級每班 4 位學生當實驗組，進行 3 天的步行競賽，實驗結果如下：

學號	步數加總	學號	步數加總
50101	29965	50203	2748
50102	5416	50204	2683
50103	8808	50301	3
50104	288	50302	22856
50201	1334	50303	7371
50202	2781	50304	1721
總計	85974		

縱軸：步數加總，橫軸：學號

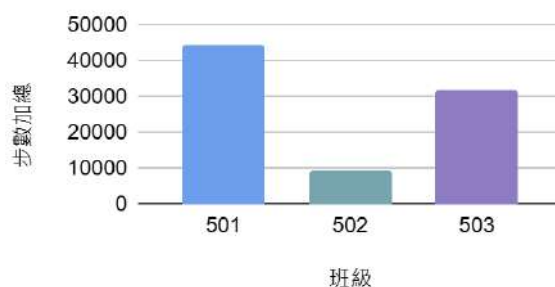


圖五十三：google 試算表匯出

(二)班級競賽結果

班級	步數加總
501	44477
502	9546
503	31951
總共	85974

縱軸：步數加總，橫軸：班級



(三)總共減少碳排放量

圖五十四：google 試算表匯出

以騎乘機車每公里排放 0.1 公斤二氧化碳計算，高年級學童每步約 60-100 公分，取平均數大約 80 公分計算，每步可減少碳排 0.0008 公斤二氧化碳。

計算公式如下：

$$0.1 \text{ 公斤/公里} \div 1000 \text{ 公分/公里} \times 80 \text{ 公分} = 0.0008 \text{ 公斤}$$

班級	步數加總	減少碳排(公斤)
501	44477	35.5816
502	9546	7.6384
503	31951	25.5608
總共	85974	68.7808

3 天共減碳 68.7808 公斤

五、後測問卷結果

(一)問卷統計總結

題目	選項	人數	百分比
你使用完計步器後，是否知道會統計成競賽資料？	是	20	87%
	否	3	13%
您知道計步走路背後是要推動淨零碳排？	知道	21	91.3%
	不知道	2	8.7%
你願意為了讓環境更好走路上學嗎？	願意	23	100%
	不願意	0	0%
走路結合尋寶打怪遊戲，你有興趣嗎？	有興趣	21	91.3%
	沒興趣	2	8.7%
計步可轉為攻擊力，會期待遊戲嗎？	會期待	21	91.3%
	不會期待	2	8.7%
班級集點競賽你覺得好嗎？	好	23	100%
	不好	0	0%
若計步與智慧校園卡連結，會想走路上學嗎？	想	21	91.3%
	不想	2	8.7%

若未來有更好計步工具（如手錶），會想使用嗎？	想使用	23	100%
	不想使用	0	0%
您對流程有更好想法嗎？	有回應(希望計步器可以改善)	10	43.4%
	有回應(沒有想法)	4	17.4%
	無回應	9	39.2%

(二)分析

1. 參與意願高，遊戲化設計受歡迎

從問卷中可見，100% 的學生（23 人）願意走路上學，而 91.3%（21 人）對結合尋寶打怪遊戲感興趣，也有相同比例的人期待「步數轉攻擊力」的遊戲設計。這代表只要活動設計有趣，學生的參與度會非常高，遊戲化是推動的重要策略。

2. 環保意識良好，但仍需加強教育說明

有 91.3%（21 人）知道走路與淨零碳排有關，但仍有 8.7%（2 人）不清楚目的。這顯示學生已有基礎環保概念，但應透過更多實例、圖片或課堂活動進行補充說明，讓環保意義更貼近生活。

3. 學生樂於參加團體競賽與集點活動

100% 的填答者（23 人）支持班級集點競賽，也就是說，學生不只想「自己變強」，也想「班級一起努力」，建議活動中加入小組任務或班級排行榜，增進合作與凝聚力。

4. 科技結合大受歡迎，可成推動亮點

在是否希望將計步數據連結到「智慧校園卡」方面，91.3%（21 人）表示願意；對於未來若有更好設備（如計步手錶），也有 100%（10 人）表示想使用。顯示學生樂於接受科技互動，可成為學校「智慧校園＋永續發展」融合的示範項目。

5. 學生反饋有限，建議提供引導式意見收集

在「是否有更好想法」的開放題中，有 17.4%(4 人)寫「沒有想法」，另有 39.2%(9 人)未回應。另外有 43.4%(10 人)希望可以改善計步器，我們未來會朝這個方向努力。

伍、 討論

本研究設計結合遊戲化學習與科技應用，目的是提升學生的步行意願，並探討這樣的做法是否真的能減少空氣污染、提升環保意識。我們從四個角度進行討論：

一、遊戲設計讓大家更想走路

我們把步數變成「打怪的攻擊力」，還設計班級競賽與尋寶挑戰。這樣的設計讓學生走路變得更有興趣，從原本不想走，變成主動參與。三天就累積了將近 86,000 步，代表這個方法真的有提升大家走路的動力。

二、走路真的可以幫助減少空氣污染

根據調查，若有 59% 的學生改走路，就能減少約 38% 的接送所產生的碳排放。實驗中三天內共減碳 68.78 公斤，證明學生走路上學不只是健康，也能實際減少空氣中的污染物。

三、學生的環保意識有提升

透過遊戲中的碳排知識題目與活動設計，大部分學生開始理解「走路也能救地球」。問卷中 91% 的同學知道這是為了減碳，並表示願意為了環境多走路。

四、這個做法有幫助，但也有挑戰

雖然多數學生願意參與，但也有同學因為家太遠、怕遲到或不安全而無法參加。我們也發現，只有改變部分學生的通學方式，對整體空氣品質的改善還有限。如果要讓效果更明顯，未來可以結合更多學校或社區，並設計「結伴走路」、「安全路線」等方法來提升參與度。

研究中使用的設備如 Micro:bit 與接收機已具基本穩定性，但在實際操作上仍有改進空間。為確保資料傳輸順暢與學生使用便利，可朝更精緻化的計步裝置發展，例如結合計步手錶、手機 APP 或智慧校園卡整合系統等，提升操作效率與使用體驗。

陸、 結論

一、 遊戲化設計能有效提升學生步行動機

本研究開發的遊戲化學習系統，包括「步數轉攻擊力」、「打怪升級」、「班級競賽」等功能，有效提升學生參與意願。實驗組三天內累積 85,974 步，顯示學生願意透過遊戲持續增加步行行為，並在活動中主動參與挑戰。

二、 走路上學真的能減少碳排放

透過距離分析與碳排計算模型，發現三天內共減少約 68.78 公斤的二氧化碳排放。學生步行取代短程交通工具對環境有明顯幫助，證實本系統在永續發展與環保行動上的實際貢獻。

三、 學生的環保觀念變得更明確

系統中設計環保知識問答與碳怪挑戰，使學生在遊戲中學習並認同減碳的重要性。問卷結果顯示，大多數學生理解步行與淨零碳排的關聯，並表示願意為保護地球做出改變，達成環保教育目的。

四、 這個方法雖好，但還需搭配更多措施

本研究成功結合 Micro:bit、NFC、Google 試算表與 Scratch 程式設計，建立完整的記步與學習系統，展現低年級學生也能參與的智慧學習模式。但仍須結合其他方式，如安全步行路線、結伴制度、或替代方式（如室內體感遊戲），才能讓更多學生參與，真正達到改善空氣污染的長期目標。未來可整合智慧手錶或行動裝置，並推展至更多年級或社區參與，發揮更大的教育與環境影響力。

五、 從小開始改變，也能幫助地球變好

這項研究證明，解決空氣污染不一定要靠大人或工廠設備，我們國小學生也能透過每天多走幾步，為地球帶來改變！

柒、 參考文獻資料

一、參考文獻引用資料

行政院環境保護署（2021）。學校周邊交通與空氣污染分析報告。台灣：行政院環境保護署。

政府間氣候變遷專門委員會（IPCC）（2021）。《氣候變遷 2021：自然科學基礎》（Climate Change 2021: The Physical Science Basis）。台北：中央研究院譯本。

莊素貞、林孟蓉、林俊良、李信賢（2013 年 9 月）。〈國小學童走路通學態度與影響因素之分析〉，收錄於《102 年道路交通安全與執法研討會論文集》（頁 1 - 15）。交通部。

國泰金融控股股份有限公司（無年份）。《生活碳足跡計算機》。取自：

https://event.cathayholdings.com/CTBC_CO2_Calculator

國家發展委員會（無年份）。《我的每日一小步，地球減碳一大步》。取自：

<https://nsdn.epa.gov.tw>

Bonio（2023 年 5 月 31 日）。〈永續發展教育與 SDGs 教育：PaGamO 線上遊戲化學習平台的創新與實踐〉。Bonio 部落格。取自：<https://blog.bonio.io/sdgs-gamification-education/>

二、圖片資料引用

圖二引用來源：國泰金融控股股份有限公司（無年份）。《生活碳足跡計算機》。取自：https://event.cathayholdings.com/CTBC_CO2_Calculator

圖八引用來源：goole 地圖（無年份）。取自 <https://www.google.com.tw/maps/>

附表 1-1 學生上學意願調查表題目

題號	題目名稱	回答方式
1	班級	五甲、五乙、五丙
2	姓名	自由回答
3	您如何到學校?	1. 走路 2. 爸媽開車載來 3. 爸媽騎機車載來 4. 自行車
4	您家用走路到學校要花多少時間?	1. 五分鐘左右 2. 十分鐘左右 3. 十五分鐘左右 4. 半小時
5	您不走路上學的原因是?(走路來的不用寫)	1. 我不想 2. 安全性 3. 怕遲到 4. 真的太遠了
6	如果走路上學的過程中可以累積點數，您是否會想選擇走路?	1. 是 2. 否
7	如果走路上學點數可以變成由如果走路上學點數可以變成遊戲點數，你是否願意走路上學?	1. 是 2. 否
8	如果學校要鼓勵大家走路上學，您覺得下列哪個方法你比較想加入?	1. 結合遊戲點數 2. 累積個人點數換榮譽獎章 3. 累積個人點數換獎品 4. 累積班級點數，進行排名競賽 5. 都不用，我就是愛地球 6. 甚麼都沒用，我就是不喜歡走路
9	如果學校鼓勵多走路上學，您對走路上學的想法?	自由回答

附表 1-2 計步器體驗後心得調查表題目

題號	題目名稱	回答方式
1	班級	五甲、五乙、五丙
2	姓名	自由回答
3	你使用完計步器後，是否知道會統計成競賽資料?	1. 是 2. 否
4	您知道計步走路背後是要推動淨零探排，可以讓地球環境變得更好?	1. 知道 2. 不知道
5	如果為了讓環境更好，你願意走路上學嗎?	1. 願意 2. 不願意
6	如果走路結合尋寶打怪遊戲，你是否有興趣?	1. 是 2. 否
7	計步後可以轉換成「校園打怪遊戲」的攻擊力，你是否會期待遊戲的產生?	1. 是 2. 否
8	除了打怪還可以了班級集點，給予競賽獎勵，你覺得班級競賽好嗎了?	1. 好 2. 不好
9	如果計步可以結合校園運動，並傳送到智慧校園卡，你會想走路上學嗎?	1. 想走路上學 2. 不想走路上學
10	計步器因為是初代機相對問題較多，如果未來有更好的計步方法，您會想使用嗎?如:計步手錶	1. 想 2. 不想
11	您對整個流程您有更好的想法?	自由回答

【評語】 082818

利用 Micro:bit 和 NFC 技術來記錄每天的步數，計算步行減少的碳排放量，設計了一款電子遊戲，將參與遊戲的人的步行量轉換為遊戲中的虛擬人物的能力強度，嘗試將遊戲內容帶入淨零碳排的推廣。此作品具有創意，以學生會關注的遊戲作為鼓勵的步行的獎勵，很有趣。

作品海報

解決空汙一起「走到」

摘要

我們發現學校附近上下學時間車輛很多，造成空氣污染。為了解決這個問題，我們設計了一套「遊戲化學習系統」，鼓勵同學用走路來上學。我們利用 Micro:bit 和 NFC 技術來記錄每天的步數，再把步數變成遊戲裡的攻擊力，讓同學打怪升級、比賽得分。這樣不但好玩，還能減少二氧化碳的排放。研究發現，三天內大家一起走了超過八萬五千步，總共減少了大約 68 公斤的碳排放。問卷調查也顯示，大部分同學願意為了保護地球多走路，對這個遊戲系統也很感興趣。這個計畫成功讓大家更有動力走路上學，也學到了環保知識，還能當作其他學校的參考。

壹、前言(含研究動機、目的、文獻回顧)

一、研究動機

近年來，學校周邊常出現交通壅塞與空氣污染的問題，雖然我們曾試著改善接送動線並增設空氣過濾設備，但整體空氣品質並未明顯改善，碳排放也無法有效降低。為了從源頭解決問題，我們轉向探討學生的通學方式，改以「鼓勵步行上學」為研究方向，並設計一套遊戲化學習系統，期望提升學生的步行意願，在促進健康的同時，也培養減碳與環保意識。

二、研究目的

- (一)設計遊戲化學習系統，讓學生透過有趣的方式累積步數，增加步行動機。
- (二)分析步行對減碳的影響，透過數據紀錄與比較，計算學生步行減少的碳排放量。
- (三)提升學生的環保意識，讓他們了解減碳對於環境的益處。
- (四)驗證遊戲機制是否能夠有效改變學生的通勤習慣，提供未來可行的擴展方案。

三、文獻回顧

- (一)空氣污染，離我們並不遠
根據台灣環保署（2021）資料，學校上下學時段的短程接送交通，占城市碳排放的15%~20%。家長的汽機車接送排放大量CO₂和PM2.5，不僅讓空氣變差，長期吸入更可能導致氣喘、咳嗽等呼吸疾病（IPCC, 2021）。
- (二)用遊戲讓我們更願意改變行為
研究指出，將學習變得像遊戲一樣的「遊戲化學習」（Gamification）能提升學生參與意願（2021）。像Pokémon GO的研究顯示，玩家每日平均步數增加約25%（Althoff et al., 2016），證明遊戲設計得當，確實能改變日常行為。
- (三)科技幫我們記錄行動足跡

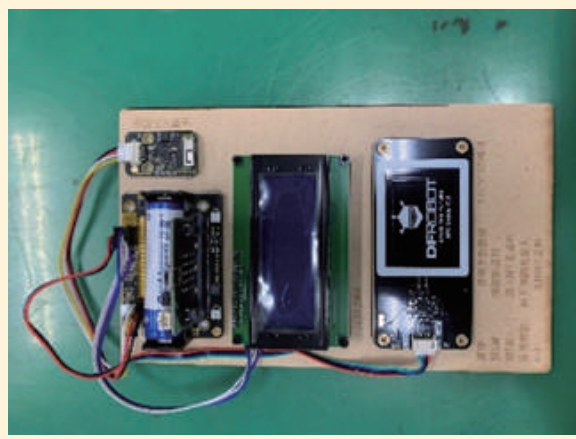
我們運用 Micro:bit 記錄每日步數，並透過雲端系統上傳資料。
Wang 等人（2019）提到，使用 NFC 技術能快速且準確收集學生的步行數據，既公平又能提升參與意願，是科技促進行為改變的好幫手。



圖一 (bygitmind 製作產出)

貳、研究設備及器材

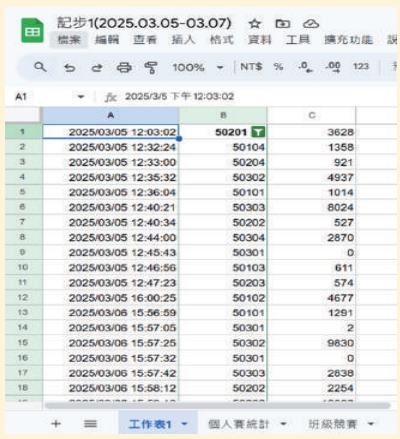
- 1.Micro:bit板子*13
- 2.連雲ESP8266、
- 3.DFRobot NFC Module
- 4.Mbitbot Lite 擴充板
- 5.Circus Pi



圖二 (指導老師拍攝)



圖四 IPAD (指導老師拍攝)



圖三 google sheet (google試算表匯出)



圖五 自製尋寶圖 (指導老師拍攝)



圖六 OSEP scratch3 (OSEP產出)

參、研究過程或方法

一、透過數據分析，了解學生上學家長接送路徑產生二氧化碳情況。

- (一) 蒐集全校學生居住地方與學校距離數據
我們從學校學務系統中查詢到學校學生居住地址，依居住的里別進行統計人數。
- (二) 利用國泰生活碳足跡計算機計算汽車、機車載送學生碳排放量。
- (三) 分析資料，找出學生20分鐘內可以走到學校之地點，並進行數據統計。



圖七 學校可步行到學校範圍地圖 (截圖自國泰碳足跡網站)



圖八 學校可步行到學校範圍地圖(截圖自google地圖)

二、設計問卷如附表1-1，進行學生走到校意願調查。

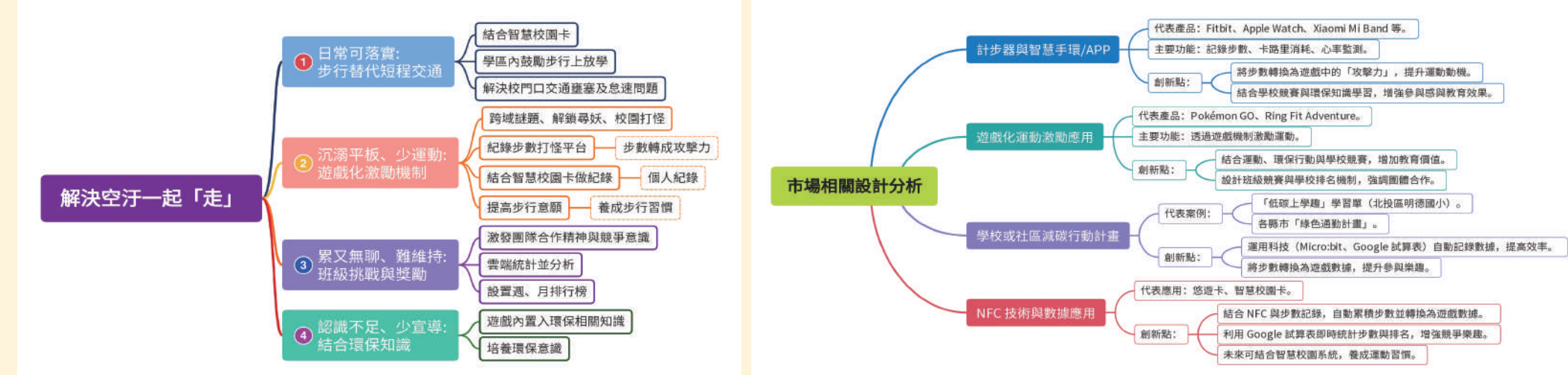
序	姓名	性別	年級	是否願意步行上學	理由	是否願意步行上學	理由
1	1113201	男	五年級	是	想多運動	是	想多運動
2	1113202	男	五年級	是	想多運動	是	想多運動
3	1113203	男	五年級	是	想多運動	是	想多運動
4	1113204	男	五年級	是	想多運動	是	想多運動
5	1113205	男	五年級	是	想多運動	是	想多運動
6	1113206	男	五年級	是	想多運動	是	想多運動
7	1113207	男	五年級	是	想多運動	是	想多運動
8	1113208	男	五年級	是	想多運動	是	想多運動
9	1113209	男	五年級	是	想多運動	是	想多運動
10	1113210	男	五年級	是	想多運動	是	想多運動
11	1113211	男	五年級	是	想多運動	是	想多運動
12	1113212	男	五年級	是	想多運動	是	想多運動
13	1113213	男	五年級	是	想多運動	是	想多運動
14	1113214	男	五年級	是	想多運動	是	想多運動
15	1113215	男	五年級	是	想多運動	是	想多運動
16	1113216	男	五年級	是	想多運動	是	想多運動

圖九 利用GOOGLE表單蒐集資料圖(google表單匯出)

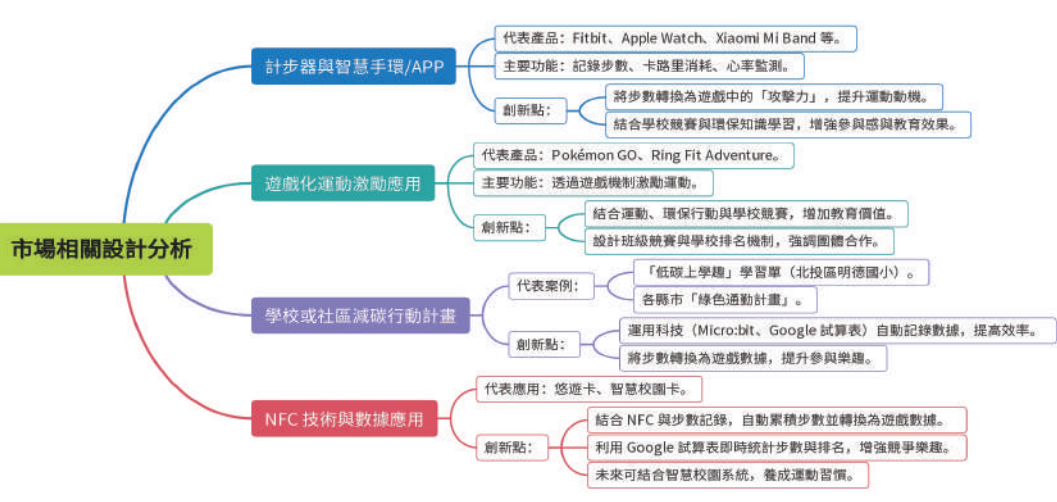
三、參考相關研究，設計鼓勵學生步行上學之方式。

(一) 策略分析

為了鼓勵學生步行上學，我們分析了問題及市面上有的設計，延伸了一系列策略，以提升同學步行習慣並減少碳排放。



圖十 解決策略圖(由gitmind 製作產出)



圖十一 市場分析與應用樹狀圖(由gitmind 製作產出)

1.運動變遊戲，越走越強大

本研究設計「戲化激勵機制」，將學生每日步數轉換為遊戲角色的攻擊力，走越多、角色越強。這樣的設計不僅讓運動變得有趣具挑戰性，也有助於改善對手機遊戲的過度依賴問題。

2.班級競賽，團隊一起走

利用 NFC 技術精準記錄步數，建立班級挑戰與排行榜制度，鼓勵團隊合作與正向競爭。透過每週與每月的獎勵制度，提升學生參與動機，進一步減少短程交通工具的使用頻率。

3.邊走邊學，學會環保

遊戲中結合碳排放與環保知識問答，學生可在步行過程中進行挑戰，獲得額外獎勵。這樣的設計強化學習興趣，並讓學生理解步行對減碳的重要性，潛移默化建立環保意識。

4.校園行動，實際減碳

學校可推動「步行上學日」或「減碳行動挑戰」，提供達標小獎勵，引導學生與家長改變通勤方式，以實際行動減少碳排放，打造更健康的校園生活環境。

(二)市面產品分析及本設計延伸

1.市面作品分析

(1)相關應用與技術介紹

●計步器與健康APP

- 代表產品：Fitbit、Apple Watch、Garmin、Xiaomi Mi Band
- 功能：記錄步數、心率、卡路里，幫助我們更健康！

●運動變遊戲，好好玩！

- 代表產品：Pokémon GO、Ring Fit Adventure、Zombies, Run!
- 功能：結合遊戲情境（抓寶、打怪、逃跑），讓人更想動起來！

(2)學校與社區的減碳行動

- 例子：
 - 明德國小「低碳上學趣」：鼓勵步行、記錄減碳成果
 - 各地「綠色通勤計畫」：用走的或騎車上學也能拿獎勵！

(3)NFC 智慧科技應用

- 應用例子：悠遊卡、Apple Pay、智慧校園卡
- 功能：點名、借書、買東西、記錄步數，學校也能變智慧！

2.延伸設計

(1)步數變攻擊力！

越走越強！把步數轉成遊戲攻擊力，增加運動動機！

(2)班級對決，數據說話

使用 NFC 校園卡記錄步數 → Google 試算表統計 → 排行榜激起競爭力！

(3)玩遊戲也能學環保

在遊戲裡回答碳排放小知識，答對有獎勵，邊玩邊學環保！

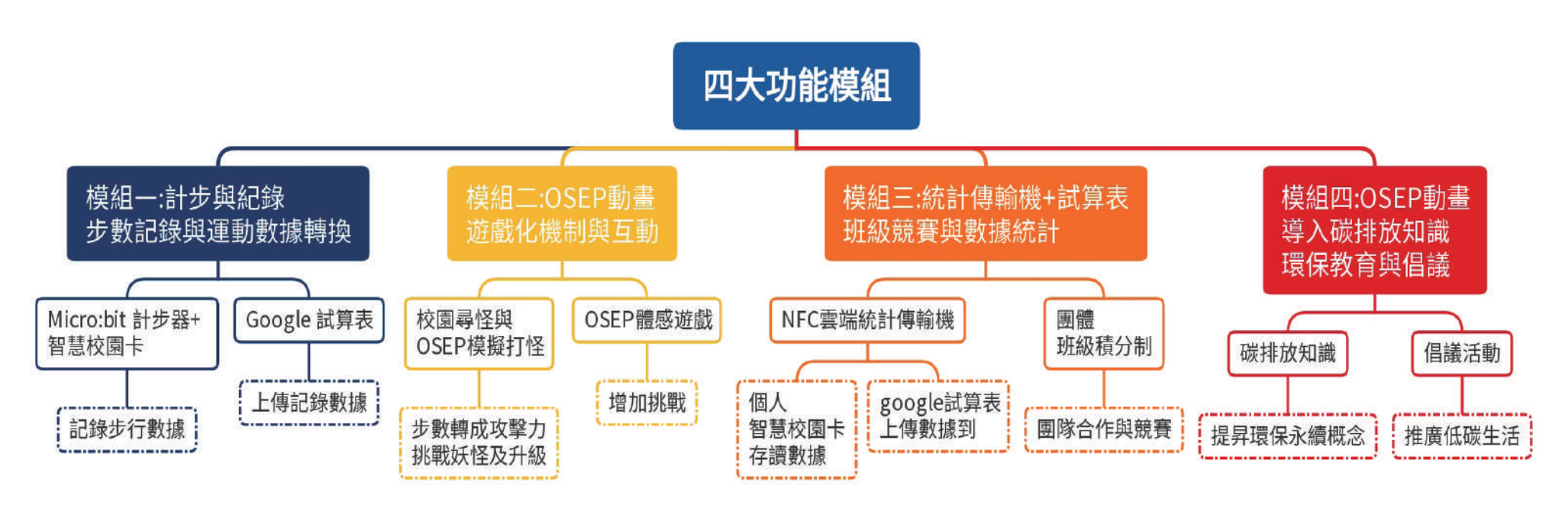
(4)科技讓運動更聰明

使用 Micro:bit + NFC + Scratch3 + 試算表，自動記錄與分析，讓同學成為小小資料高手！

四、依據蒐集資料進行規劃各模組功能。

我們依據上面的規劃及分析結果設計了以下模組進行研究：

(一) 四大功能模組



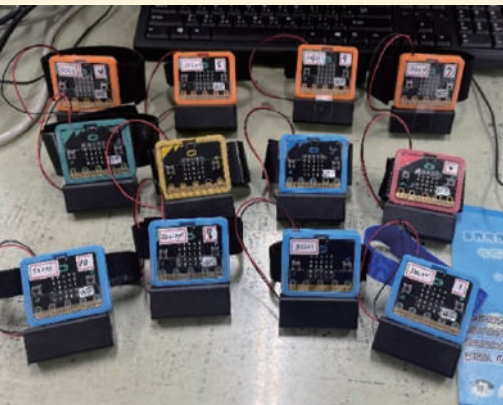
圖十一 四大模組圖(由gitmind 製作產出)

1.模組一：步數記錄與運動數據轉換

- (1)透過 Micro:bit 計步器與 NFC 卡扣記錄同學們步行數據。
- (2)利用 Google 試算表統計個人與班級步數，形成數據分析。

計步器 以micro:bit作為計步器

圖十二、十三、十四 (指導老師拍攝)

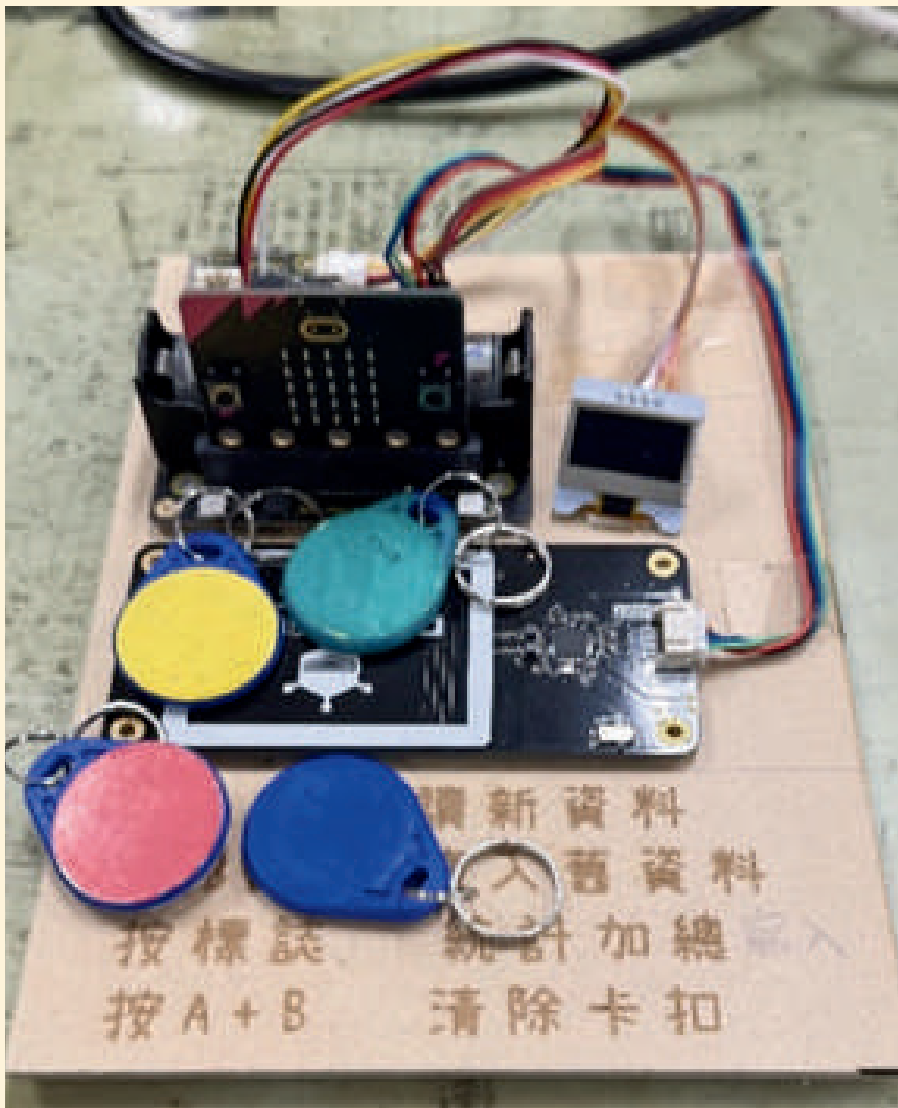


體感遊戲 如果遇到天候不佳或空汙嚴重在室內也可逕行體感遊戲持續步行



圖十五 (OSEP產出)

統計傳輸機



第一代統計傳輸機 (OLED12864、磁扣)



第二代統計傳輸機 (LCD2004、NFC智慧校園卡)

2.模組二：遊戲化機制與互動

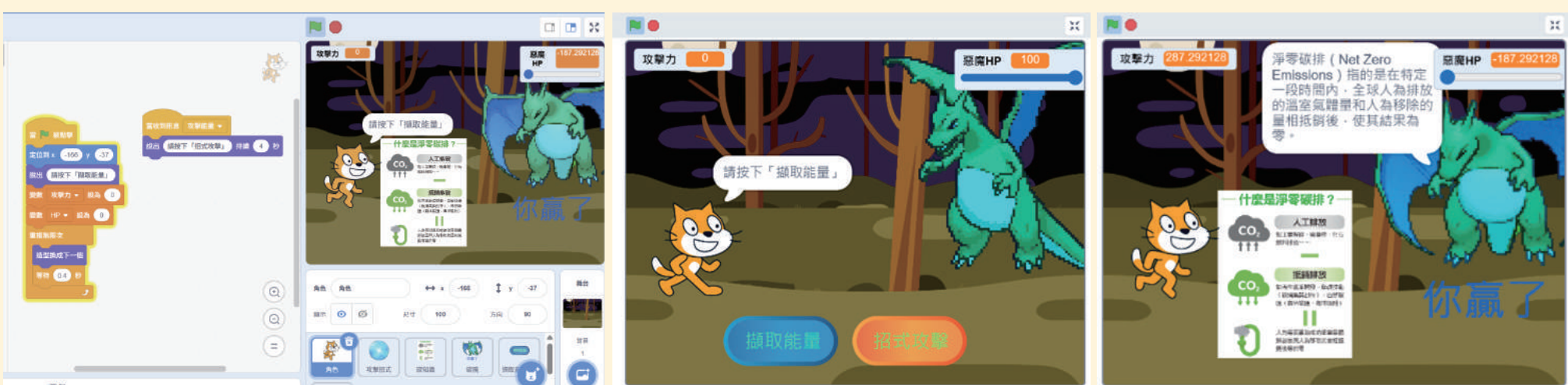
- (1)同學們的步數轉換為遊戲攻擊力，挑戰怪物並升級角色。
- (2)透過OSEP scratch3 打怪動畫，讓同學們參與更多遊戲挑戰。

校園解謎尋怪、打怪



圖十八 (指導老師拍攝)

透過尋怪提示卡在校園裡找怪，利用QRcode召喚出怪獸並打擊



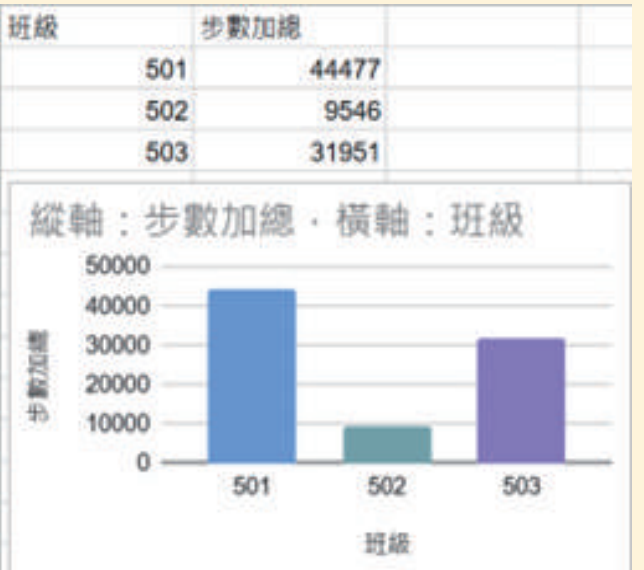
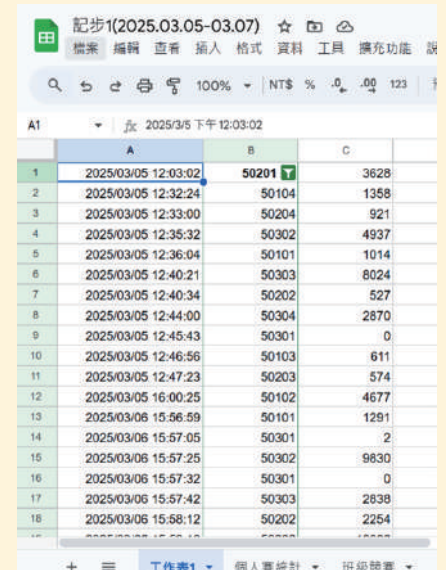
擷取GOOGLE表單統計步數最為打怪能量，在校園找怪打擊。

圖十九、二十、二十一 (OSEP產出)

3.模組三：班級競賽與數據統計

- (1)設計班級積分機制，鼓勵團隊合作與競賽。
- (2)我們先在五年級實施，透過智慧校園卡與 Google 試算表進行班級競賽，再進行修正，提供更精確的競賽機制。

GOOGLE表單統計紀錄



學號	步數加總
50101	29965
50102	5416
50103	8808
50104	288
50201	1334
50202	2781
50203	2748
50204	2683
50301	3
50302	22856
50303	7371
50304	1721



個人每日紀錄

班級競賽統計

個人競賽分析

4.模組四：環保教育與倡議

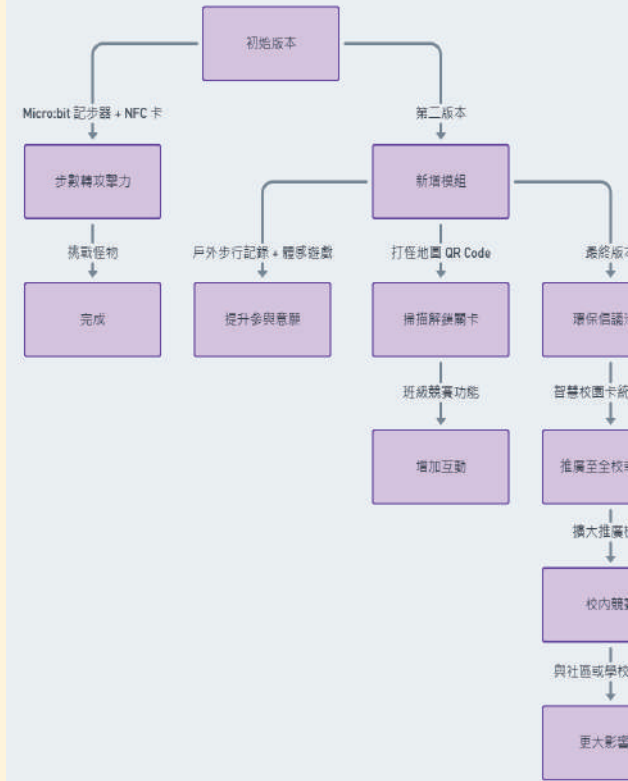
- (1)用OSEP scratch3製作打怪遊戲並導入碳排知識，讓同學學習環保概念。
- (2)設計倡議活動，推廣低碳生活習慣，提升同學們環保意識。

(二) 結構、造型與程控

- 1.結構：運用 Micro:bit、NFC 技術、Google 試算表形成數據處理與遊戲平台。
- 2.造型：Micro:bit 記步器可穿戴於腳部，遊戲角色可自訂外觀與升級裝備。
- 3.程控：Micro:bit 記錄步數，透過藍牙/NFC 傳輸至 Google 試算表，遊戲端運用OSEP scratch3 進行打怪動畫與互動。

五、實測及改進模組功能

一開始從發想，開始研究，漸漸增加模組，最後完成研究，發展歷程如下圖：



(一)初始版本

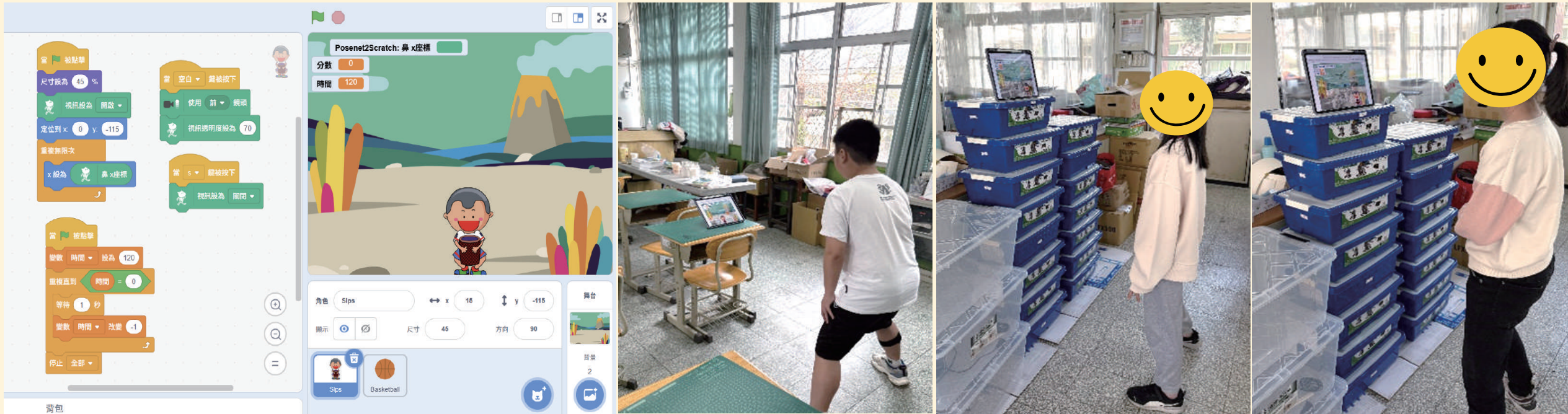
- 1.以 Micro:bit 記步器 + NFC 卡扣記錄步數。
- 2.步數轉換為遊戲攻擊力，單純透過遊戲挑戰怪物。

(二) 第二版本

- 1.模組一新增：戶外步行記錄(刪除A+B歸零) +室內體感遊戲，提升同學們參與意願。
- 2.模組三新增：加入「打怪地圖 QR Code」，同學們可掃描地圖解鎖關卡，並增加個人與班級競賽功能。

圖二十五 發展歷程圖(由Whimsical Diagrams製作產出)

體感遊戲 體感遊戲結合計步器，當天候不佳或空氣品質不佳時亦能進行累積



圖二十六 (OSEP產出)

圖二十七、圖二十八、圖二十九 (指導老師拍攝)

(三) 最終版本

- 1.加入環保倡議活動：同學們可利用智慧校園卡進行數據統計，並進一步推廣至全校或社區。
- 2.擴大推廣機制：開發學校內競賽制度，未來可結合社區或其他學校進行挑戰賽。

(一)學生實測後問卷調查

我們找到一起完成這個研究的同學進行後測，想了解同學們進行這個研究的感想，以當作後續研究的參考。

日期	姓名	你使用	如何統計步數	如果步數	如果步數	如果步數	計步器	計步器	如果步數可以	計步器	如何統計步數
2025/3/20 上午 7:33:23	張乙	是	知道	知道	是	是	好	知道	知道	知道	知道
2025/3/20 上午 7:36:11	張乙	是	知道	知道	是	是	好	知道	知道	知道	知道
2025/3/20 上午 7:40:37	張乙	是	知道	知道	是	是	好	知道	知道	知道	知道
2025/3/20 上午 7:41:52	張乙	是	知道	知道	是	是	好	知道	知道	知道	知道
2025/3/20 上午 7:42:44	張乙	是	知道	知道	是	是	好	知道	知道	知道	知道
2025/3/20 上午 7:50:26	張乙	是	知道	知道	是	是	好	知道	知道	知道	知道
2025/3/20 上午 7:51:07	張乙	是	知道	知道	是	是	好	知道	知道	知道	知道
2025/3/20 上午 7:52:44	張乙	是	知道	知道	是	是	好	知道	知道	知道	知道
2025/3/20 上午 7:53:21	張乙	是	知道	知道	是	是	好	知道	知道	知道	知道
2025/3/20 上午 7:54:20	張乙	是	知道	知道	是	是	好	知道	知道	知道	知道
2025/3/20 下午 12:36:01	張甲	是	知道	知道	是	是	好	知道	知道	知道	知道
2025/3/20 下午 12:41:51	張甲	是	知道	知道	是	是	好	知道	知道	知道	知道
2025/3/20 上午 8:04:50	其他	是	知道	知道	是	是	好	知道	知道	知道	知道
2025/3/20 上午 8:10:18	其他	是	知道	知道	是	是	好	知道	知道	知道	知道
2025/3/20 上午 8:10:21	其他	是	知道	知道	是	是	好	知道	知道	知道	知道

圖三十 後測統計資料圖(由google表單產出)

肆、研究結果

一、調查全校學生上下學因騎乘機車、汽車產生二氧化碳數據結果

(一)全校學區學生數及距離數據統計

我們調查全校學生的地址，進行行距離、搭乘交通工具及產生二氧化碳數據如下表：

里名	學生人數	每生平均到校距離(公尺)	總距離(公尺)	搭乘交通工具	產生二氧化碳量(公斤)	參考點
○中里	196	1.5	294	機車	27.96	以媽祖廟到學校距離為基準
○南里	121	1.8	217.8	機車	20.71	以工業區服務站到學校距離為基準
○北里	39	1.7	66.3	機車	6.31	以火車站到學校距離為基準
其他	69	5	345	汽車	39.68	以鄰近學校到本校距離為基準
總計	425				94.66	

(二)距離學校步行20分鐘內之學生節省碳排數量結果

從102年道路交通安全與執法研討會中資料<<國小學童走路通學態度與影響因素之分析>>中顯示，國小高年級學生的步行速度可能因個人差異、體能狀況和環境因素而有所不同。一般而言，成人的平均步行速度約為每分鐘 75 公尺。假設國小高年級學生的步行速度接近此平均值，則在 20 分鐘內可行走的距離約為：75 公尺/分鐘 × 20 分鐘 = 1,500 公尺。我們以距離本校1.5公里內之學生人數計算，每人每日可節省研究結果如下：

各里學生人數及節省碳排數量統計表

里名	學生人數	距離學校步行 20 分鐘內的學生數	若步行上學可節省之二氧化碳(公斤)	上下學可節省之二氧化碳(公斤)
○中里	196	196	27.96	55.92
○南里	121	40	6	12
○北里	39	15	2.25	4.5
其他	69	0	0	0
總計	425	251	36.21	72.42

(三)實施本研究可節省之碳排量比例

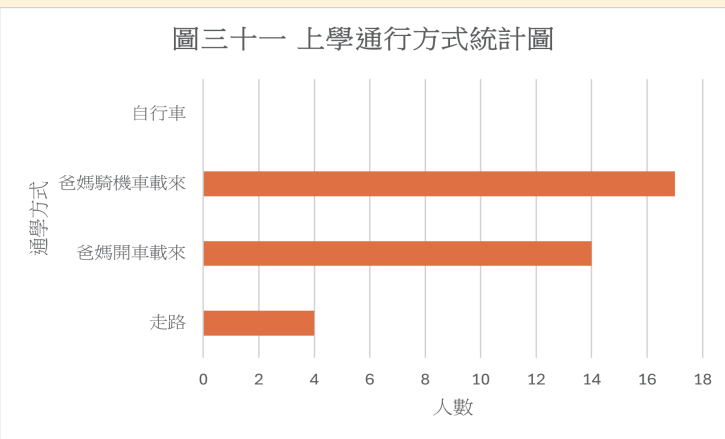
里名	學生人數(A)	距離學校步行 20 分鐘內的學生數(B)	可步行學生比例(B/A)	騎乘機車、汽車產生二氧化碳量(C)	步行節省二氧化碳量(D)	兩者之比例(D/C)
○中里	196	196	100%	27.96	27.96	100%
○南里	121	40	約 30%	20.71	6	29%
○北里	39	15	約 38%	6.31	2.25	35.6%
其他	69	0	0%	39.68	0	
總計	425	251	59%	94.66	36.21	38.3%

二、學生走路上學意願調查

我們使用GOGOOLE表單對學校35位學生進行上學走路意願調查，並進行分析，得到附表1-2問卷結果，以下是結果分析：

(一)通學方式分析

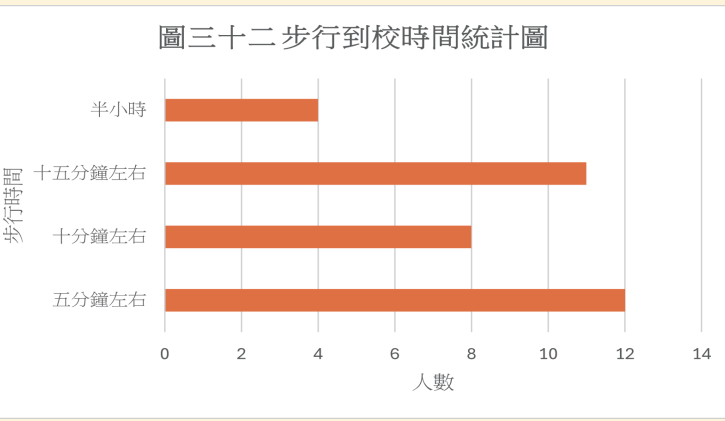
題目	通學方式	人數
您家用走路到學校要花多少時間	走路	4
	爸媽開車載來	14
	爸媽騎機車載來	17
	自行車	0



圖三十一：上學通行方式統計圖 (由Excel繪製產出)

(二)步行時間分析

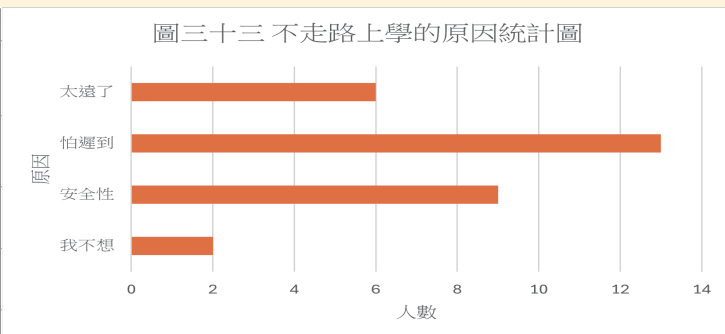
題目	步行時間	人數
您家用走路到學校要花多少時間？	五分鐘左右	12
	十分鐘左右	8
	十五分鐘左右	11
	半小時	4



圖三十二：步行到校時間統計圖 (由Excel繪製產出)

(三)不走路原因分析題目：（僅限未走路者）

題目	原因	人數
您不走路上學的原因是？	我不想	2
	安全性	9
	怕遲到	13
	太遠了	6



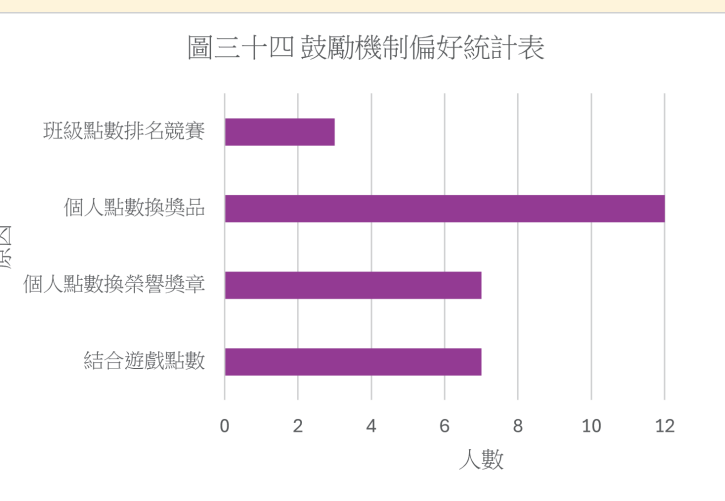
圖三十三：不走路上學原因統計表 (由Excel繪製產出)

(四)點數激勵機制接受度

題目	回答	人數
走路可以累積點數，是否願意？	是	27
	否	8
點數可以變成遊戲點數，是否願意？	是	23
	否	12

(五)鼓勵機制偏好

題目	方法	人數
您比較想加入的鼓勵方式？	結合遊戲點數	7
	個人點數換榮譽獎章	7
	個人點數換獎品	12
	班級點數排名競賽	3
	我就是愛地球	2
	甚麼都沒用，我就是不想走	4



(六)開放式回答摘要

1.學生想法重點：

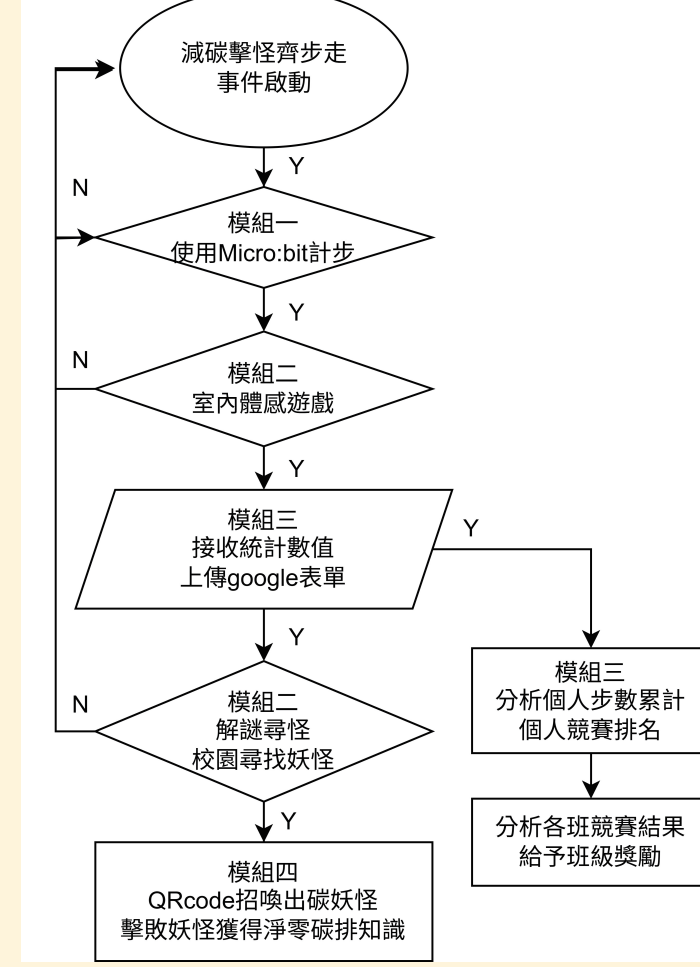
- (1)安全問題：怕車子、家裡在高速公路旁、沒人陪走。
- (2)社交因素：不想一個人走、會孤單。
- (3)健康導向：有學生說可以「當做運動」。

2.分析：

- (1)「安全」與「孤單」是兩大非實體障礙。
- (2)若能解決這些問題（如安排結伴行走、安全路線），有潛力提高步行率。

三、根據系統各模組功能，設計事件流程圖、驅動程式及其相關功能說明如下：

(一)模組事件流程圖



●鼓勵學區同學走路上學

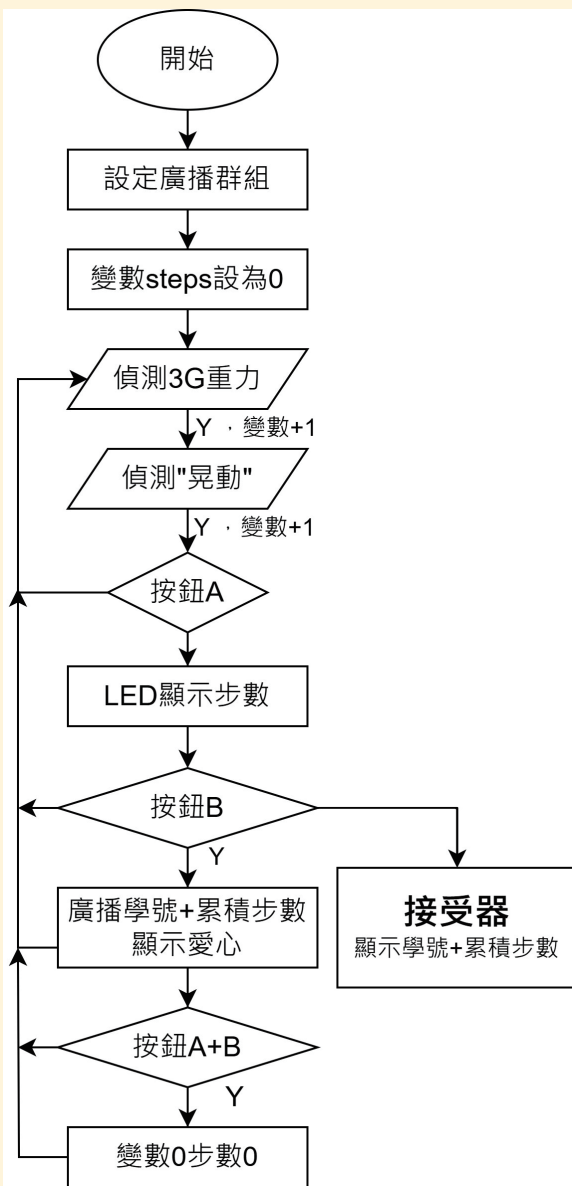
●使用Micro:bit統計步數。

- 如遇下雨或空汙可在室內進行體感遊戲。
- 利用接收器上傳步數到Google表單(可作為個人或班級競賽)。
- 利用尋怪解謎卡找尋破怪，並同時在累積步數。

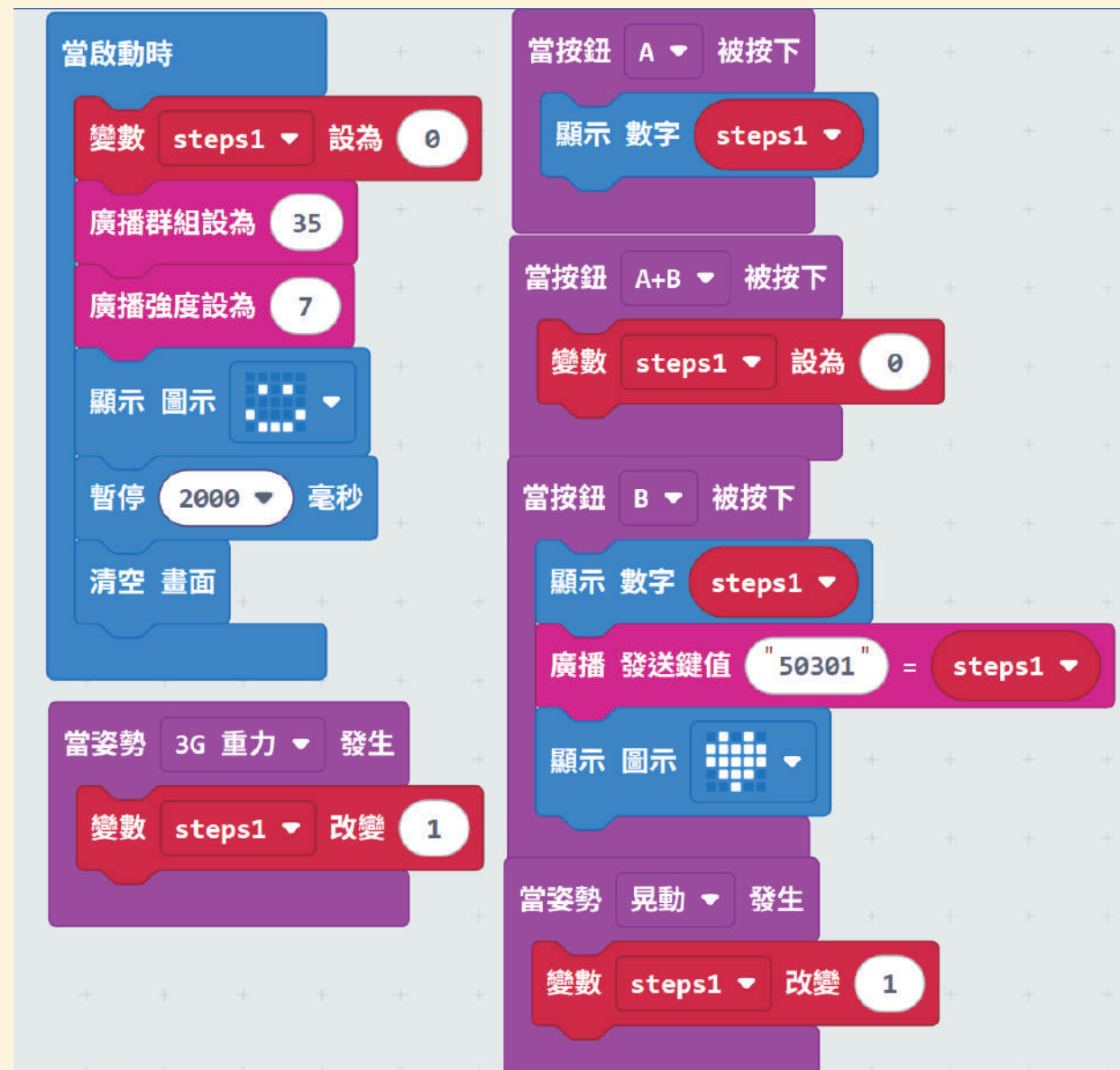
●擊敗破怪病獲得淨零碳排知識。

(二)程式碼

1.計步器



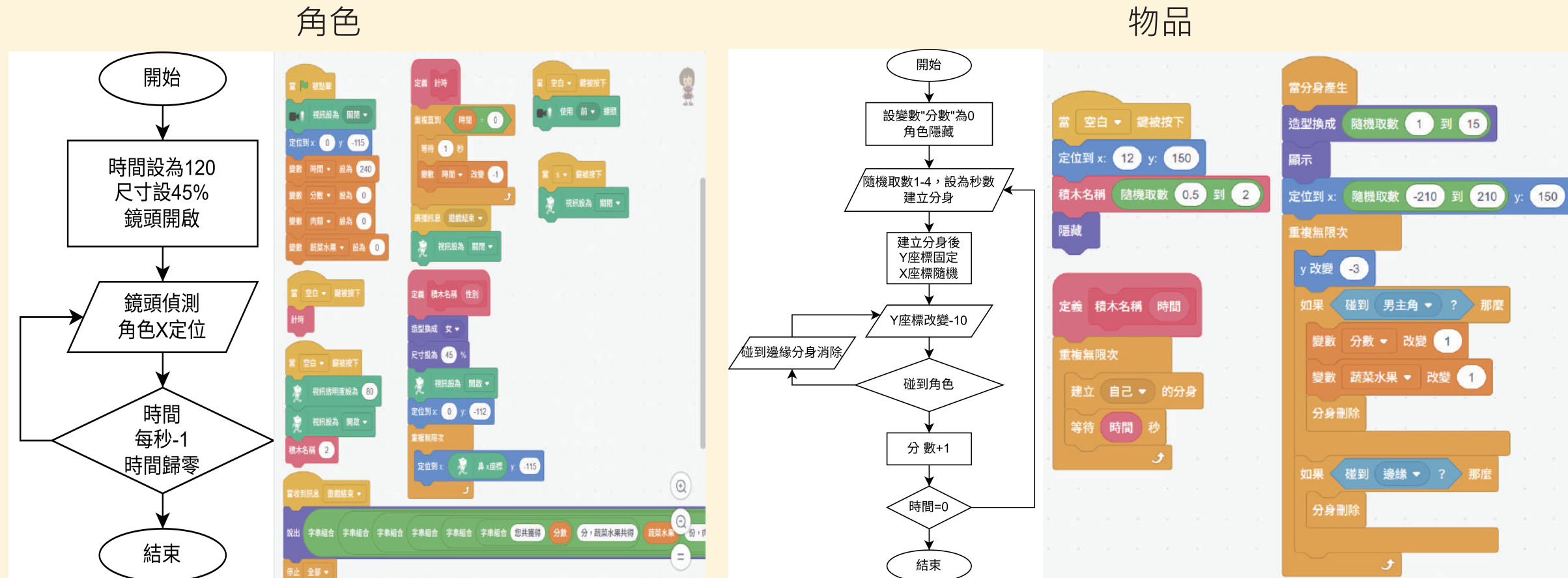
圖三十六（運用drawio繪製）



圖三十七（由makecode製作產出）

- a. 宣告變數steps1來計算步數。
- b. 設定廣播群組為35，作為傳輸數據時使用。
- c. 圖示是為了確定有完成開機。
- d. 利用Micro:bit本身內建陀螺儀。當3G改變或晃動時計為走一步，使變數+1。
- e. 按A鍵 統計當日目前累計步數。
- f. 按B鍵 將步數廣播給接受器，完成廣播顯示圖示確認傳輸完成。
- g. 按A+B鍵 清空累計步數後重新計算。
- 修正:測試期間因發現同學容易誤觸A+B，因此第二代機器取消此功能，直接以開關機取代。

2.室內體感遊戲(OSEP)



圖三十八：運用drawio繪製 圖三十九：由makecode產出 圖四十：運用drawio繪製 圖四十一：由makecode產出

a.程式開始

- 宣告變數:時間，並設為120
- 角色尺寸設為40%
- 開啟鏡頭

b.重複執行直到時間=0

- 每一秒時間 -1

c.變數時間=0，遊戲結束。

a.程式開始

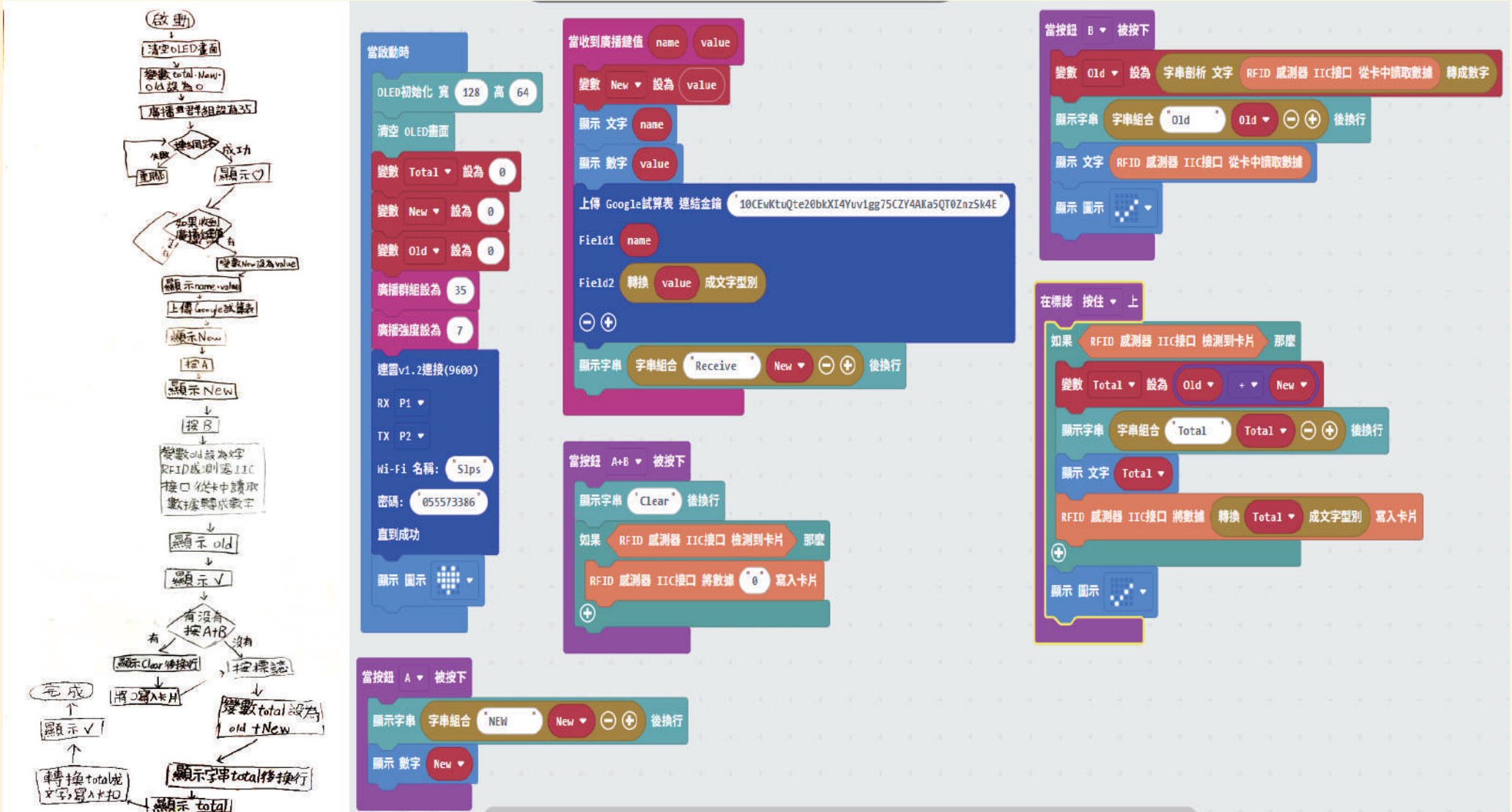
- 宣告變數:分數，並設為120
- 隨機1~4秒建立分身
- 開啟鏡頭

b.建立分身分身執行

- 隨機定位X座標
- 重複執行Y座標-10
- 如果分身碰到角色，分數+1
- 如果分身碰到邊緣分身刪除

3. 統計傳輸機

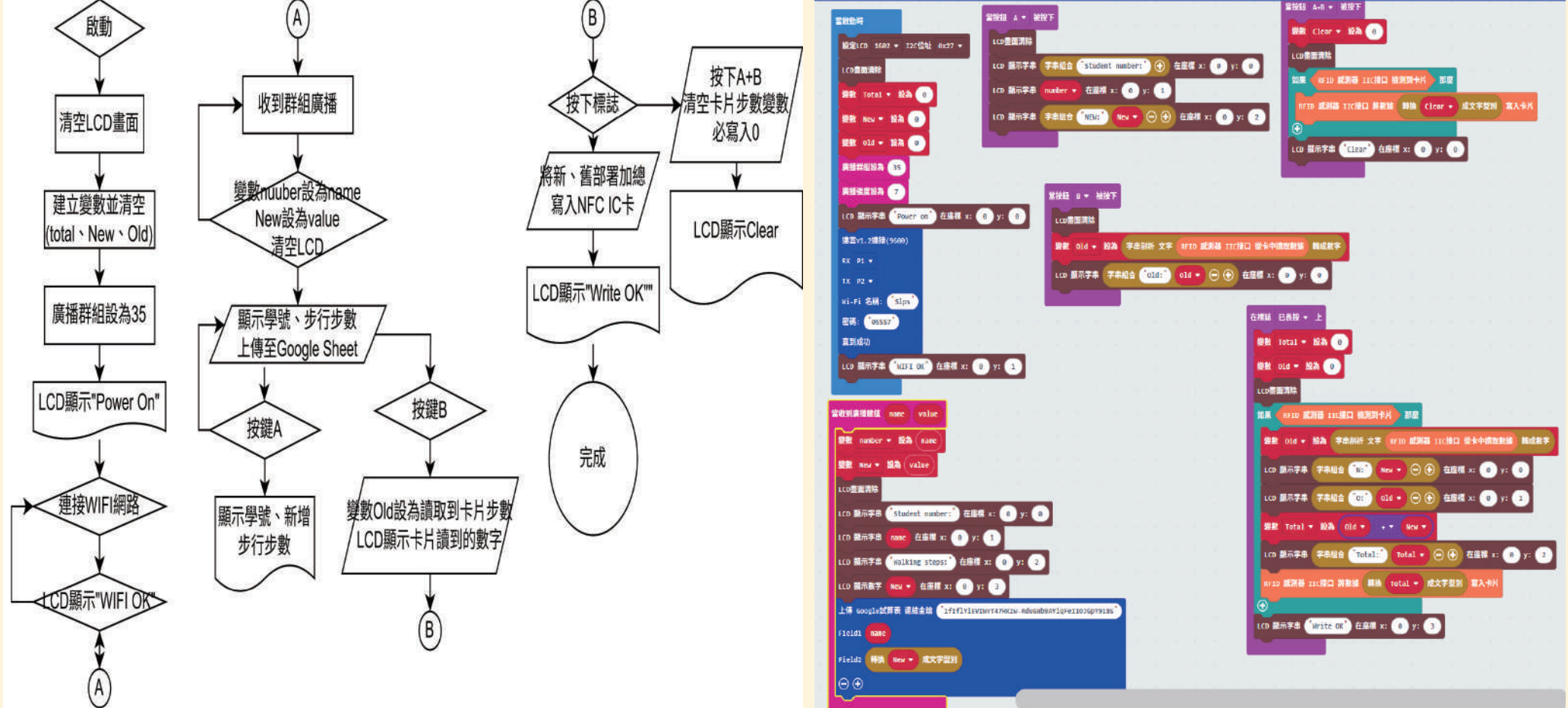
一代機



圖四十二 (由學生自製)

圖四十三 (由makecode產生)

二代機

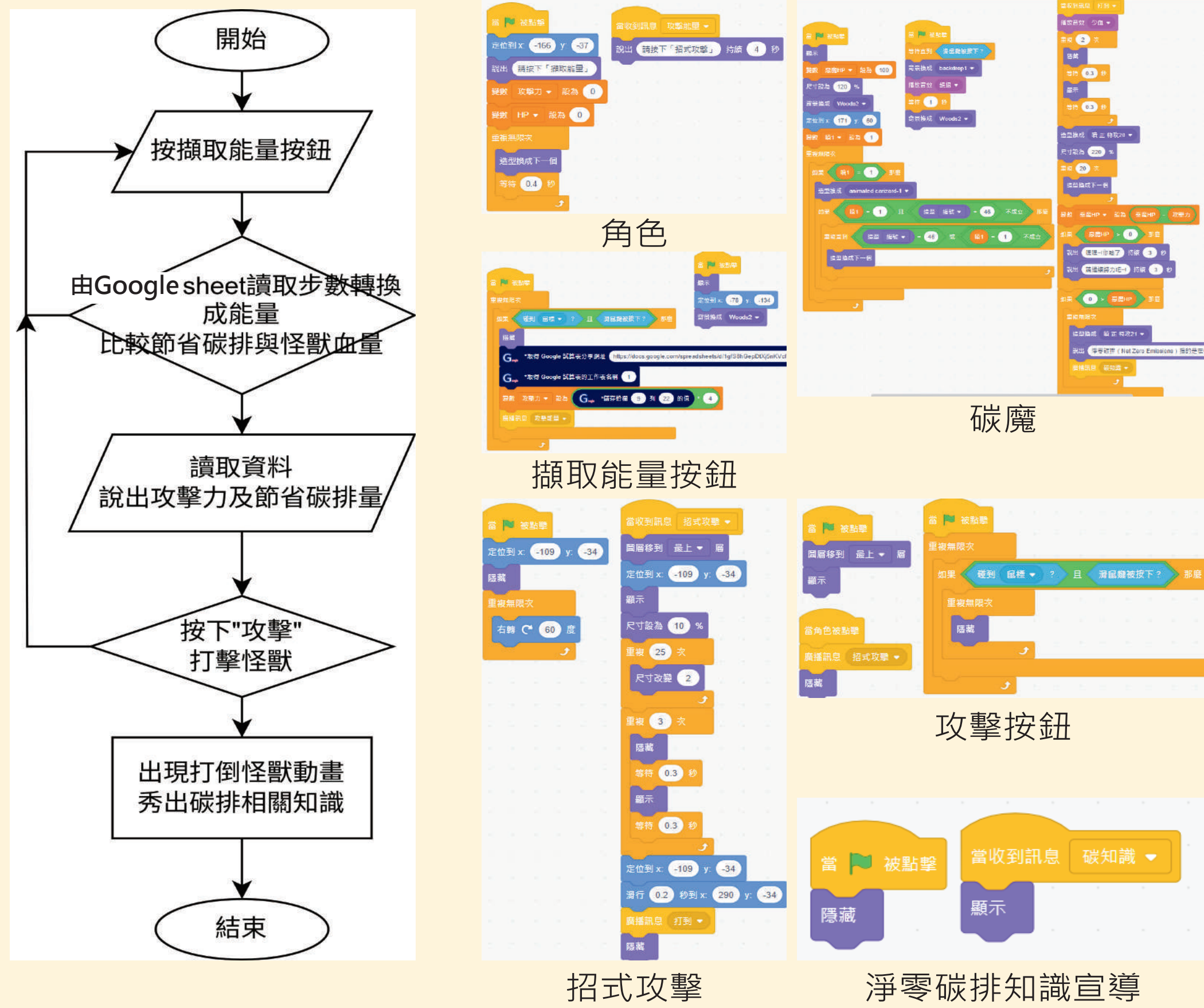


圖四十四 (運用drawio繪製)

圖四十五：由makecode產生

- 程式開始
宣告變數Total、New、Old為0，設定廣播群組，LCD顯示開機並連接WIFI，直到WIFI接通顯示Wifi OK。
 - 收到廣播群組
收到廣播後”學生學號”、“累積步數”存入變數中，LCD顯示，並上傳到GOOGLE試算表。
 - 按下按鈕A
顯示學生學號及新增加步數
 - 按下按鈕B
如果NFC讀取讀到”智慧校園卡”，將數值以儲存到Old變數中，並顯示已累積的步數
 - 長按下”標誌”按鈕
清空變數Total、Old，讀取”智慧校園卡”中的步數存入Old變數，顯示”新增”及”已累積”步數，並加總後回存到”智慧校園卡”，並顯示”總計”，顯示”寫入成功”。
 - 按下按鈕A+按鈕B
將智慧校園卡中累計步數歸0
- 二代修正：原本使用OLED12864搭配micro:bit的LED，但因LED每次只能一個字元，跑燈時又會錯過，因此搭配OLED12864但OLED缺點字體太小。

4. OSEP scratch3模擬打怪遊戲介面



圖四十六、四十七、四十八、四十九、五十、五十一、五十二 (由makecode產生)

- 程式開始
 - 角色:說出「請按下擷取能量」。
 - 按鈕”擷取能量”。
 - 按鈕”招式攻擊”。
 - 敵人”碳魔怪”，變化造型動畫。
- 按下”擷取能量”
如果「按鈕」碰到”鼠標”且”滑鼠鍵被按下”，執行擷取”Google表單數據”轉換成”攻擊力”，廣播主角說出「請按下招式攻擊」。
- 按下”招式攻擊”
如果「按鈕」碰到”鼠標”且”滑鼠鍵被按下”，廣播”攻擊招式”，招式顯現並出現動畫。
- 攻擊碳魔怪
當攻擊招式碰到碳魔怪播放被攻擊的動畫，如果”攻擊力”大於”惡魔HP”，顯示勝利；如果”攻擊力”小於”惡魔HP”，顯示輸了。
- 顯示淨零碳排宣導
當勝利時顯示宣導內容。

四、計步器實際記錄數據結果

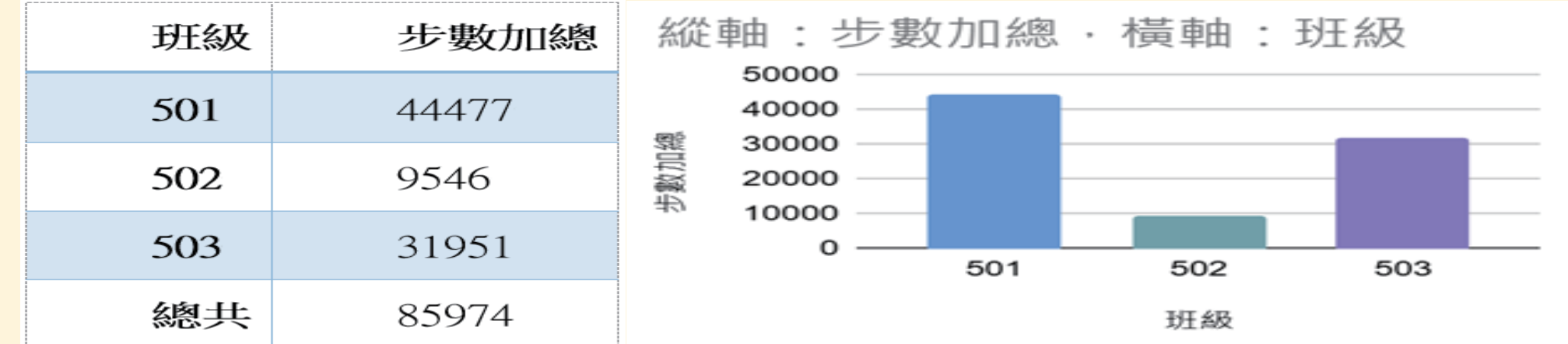
(一)個人賽結果

我們請五年級每班4位學生當實驗組，進行3天的步行競賽，實驗結果如下：



圖五十三 (google試算表匯出)

(二)班級競賽結果



圖五十四 (google試算表匯出)

(三)總共減少碳排放量

班級	步數加總	減少碳排(公斤)
501	44477	35.5816
502	9546	7.6384
503	31951	25.5608
總共	85974	68.7808

以騎乘機車每公里排放0.1公斤二氧化碳計算，高年級學童每步約60-100公分，取平均數大約80公分計算，每步可減少碳排0.0008公斤二氧化碳。計算公式如下：0.1公斤/公里÷1000公分/公里×80公分=0.0008公斤

3天共減碳68.7808公斤

五、後測問卷結果

(一)問卷統計總結

題目	選項	人數	百分比
你使用完計步器後，是否知道會統計成競賽資料？	是	20	87%
	否	3	13%
您知道計步走路背後是要推動淨零碳排？	知道	21	91.3%
	不知道	2	8.7%
你願意為了讓環境更好走路上学嗎？	願意	23	100%
	不願意	0	0%
走路結合尋寶打怪遊戲，你有興趣嗎？	有興趣	21	91.3%
	沒興趣	2	8.7%
計步可轉為攻擊力，會期待遊戲嗎？	會期待	21	91.3%
	不會期待	2	8.7%
班級集點競賽你覺得好嗎？	好	23	100%
	不好	0	0%
若計步與智慧校園卡連結，會想走路上学嗎？	想	21	91.3%
	不想	2	8.7%
若未來有更好計步工具（如手錶），會想使用嗎？	想使用	23	100%
	不想使用	0	0%
您對流程有更好想法嗎？	有回應(希望計步器可以改善)	10	43.4%
	有回應(沒有想法)	4	17.4%
	無回應	9	39.2%

(二)分析

1.參與意願高，遊戲化設計受歡迎

從問卷中可見，100%的學生（23人）願意走路上学，而91.3%（21人）對結合尋寶打怪遊戲感興趣，也有相同比例的人期待「步數轉攻擊力」的遊戲設計。這代表只要活動設計有趣，學生的參與度會非常高，遊戲化是推動的重要策略。

2.環保意識良好，但仍需加強教育說明有91.3%（21人）知道走路與淨零碳排有關，但仍有8.7%（2人）不清楚目的。這顯示學生已有基礎環保概念，但應透過更多實例、圖片或課堂活動進行補充說明，讓環保意義更貼近生活。

3.學生樂於參加團體競賽與集點活動

100%的填答者（23人）支持班級集點競賽，也就是說，學生不只想「自己變強」，也想「班級一起努力」，建議活動中加入小組任務或班級排行榜，增進合作與凝聚力。

4.科技結合大受歡迎，可成推動亮點

在是否希望將計步數據連結到「智慧校園卡」方面，91.3%（21人）表示願意；對於未來若有更好設備（如計步手錶），也有100%（10人）表示想使用。顯示學生樂於接受科技互動，可成為學校「智慧校園+永續發展」融合的示範項目。

5.學生反饋有限，建議提供引導式意見收集

在「是否有更好想法」的開放題中，有17.4%(4人)寫「沒有想法」，另有39.2%(9人)未回應。另外有43.4%(10人)希望可以改善計步器，我們未來會朝這個方向努力。

伍、討論

本研究設計結合遊戲化學習與科技應用，目的是提升學生的步行意願，並探討這樣的做法是否真的能減少空氣污染、提升環保意識。我們從四個角度進行討論：

一、遊戲設計讓大家更想走路

我們把步數變成「打怪的攻擊力」，還設計班級競賽與尋寶挑戰。這樣的設計讓學生走路變得更有興趣，從原本不想走，變成主動參與。三天就累積了將近86,000步，代表這個方法真的有效提升大家走路的動力。

二、走路真的可以幫助減少空氣污染

根據調查，若有59%的學生改走路，就能減少約38%的接送所產生的碳排放。實驗中三天內共減碳68.78公斤，證明學生走路上學不只是健康，也能實際減少空氣中的污染物。

三、學生的環保意識有提升

透過遊戲中的碳排知識題目與活動設計，大部分學生開始理解「走路也能救地球」。問卷中91%的同學知道這是為了減碳，並表示願意為了環境多走路。

四、這個做法有幫助，但也有挑戰

雖然多數學生願意參與，但也有同學因為家太遠、怕遲到或不安全而無法參加。我們也發現，只有改變部分學生的通學方式，對整體空氣品質的改善還有限。如果要讓效果更明顯，未來可以結合更多學校或社區，並設計「結伴走路」、安全路線」等方法來提升參與度。研究中使用的設備如Micro:bit與接收機已具基本穩定性，但在實際操作上仍有改進空間。為確保資料傳輸順暢與學生使用便利，可朝更精緻化的計步裝置發展，例如結合計步手錶、手機APP或智慧校園卡整合系統等，提升操作效率與使用體驗。

陸、結論

一、遊戲化設計能有效提升學生步行動機

本研究開發的遊戲化學習系統，包括「步數轉攻擊力」、「打怪升級」、「班級競賽」等功能，有效提升學生參與意願。實驗組三天內累積85,974步，顯示學生願意透過遊戲持續增加步行行為，並在活動中主動參與挑戰。

二、走路上學真的能減少碳排放

透過距離分析與碳排計算模型，發現三天內共減少約68.78公斤的二氧化碳排放。學生步行取代短程交通工具對環境有明顯幫助，證實本系統在永續發展與環保行動上的實際貢獻。

三、學生的環保觀念變得更明確

系統中設計環保知識問答與碳排挑戰，使學生在遊戲中學習並認同減碳的重要性。問卷結果顯示，大多數學生理解步行與淨零碳排的關聯，並表示願意為保護地球做出改變，達成環保教育目的。

四、這個方法雖好，但還需搭配更多措施

本研究成功結合Micro:bit、NFC、Google試算表與Scratch程式設計，建立完整的記步與學習系統，展現低年級學生也能參與的智慧學習模式。但仍須結合其他方式，如安全步行路線、結伴制度、或替代方式（如室內體感遊戲），才能讓更多學生參與，真正達到改善空氣污染的長期目標。未來可整合智慧手錶或行動裝置，並擴展至更多年級或社區參與，發揮更大的教育與環境影響力。

五、從小開始改變，也能幫助地球變好

這項研究證明，解決空氣污染不一定要靠大人或工廠設備，我們國小學生也能透過每天多走幾步，為地球帶來改變！

柒、參考文獻資料

一、參考文獻引用資料

- 行政院環境保護署（2021）。學校周邊交通與空氣污染分析報告。台灣：行政院環境保護署。
- 政府間氣候變遷專門委員會（IPCC）（2021）。《氣候變遷2021：自然科學基礎》（Climate Change 2021: The Physical Science Basis）。台北：中央研究院譯本。
- 莊素貞、林孟蓉、林俊良、李信賢（2013年9月）。〈國小學童走路通學態度與影響因素之分析〉，收錄於《102年道路交通安全與執法研討會論文集》（頁1-15）。交通部。
- 國泰金融控股股份有限公司（無年份）。《生活碳足跡計算機》。取自：https://event.cathayholdings.com/CTBC_CO2_Calculator
- 國家發展委員會（無年份）。《我的每日一小步，地球減碳一大步》。取自：<https://insdn.epa.gov.tw>
- Bonio（2023年5月31日）。〈永續發展教育與SDGs教育：PaGamO線上遊戲化學習平台的創新與實踐〉。Bonio部落格。取自：<https://blog.bonio.io/sdgs-gamification-education/>
- 圖片資料引用
- 圖二引用來源：國泰金融控股股份有限公司（無年份）。《生活碳足跡計算機》。取自：https://event.cathayholdings.com/CTBC_CO2_Calculator
- 圖八引用來源：goole地圖（無年份）。取自<https://www.google.com.tw/maps/>