

# 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 莊書瑀	
小六 何采嬪	
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（CO<sub>2</sub>）和細小的懸浮微粒（PM2.5），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

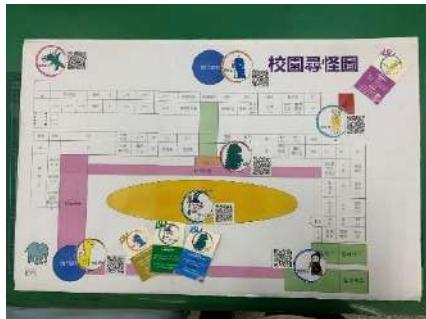
圖三：google 試算表匯出

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)

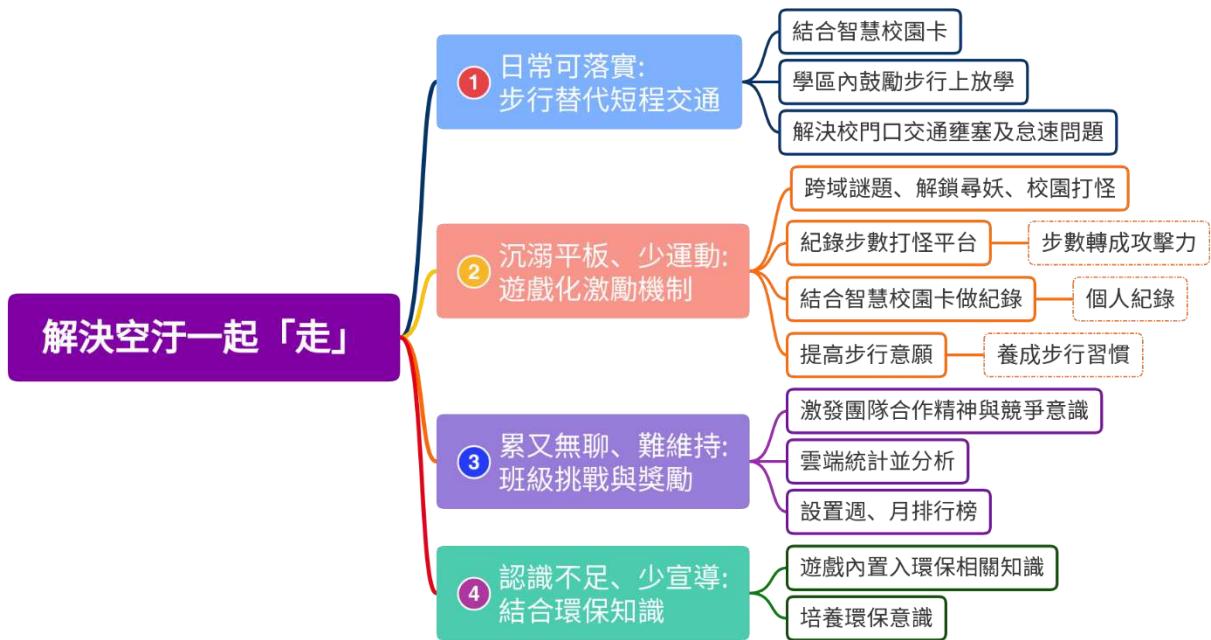
二、 設計問卷如附表 1-1，進行學生走道到校意願調查。

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：

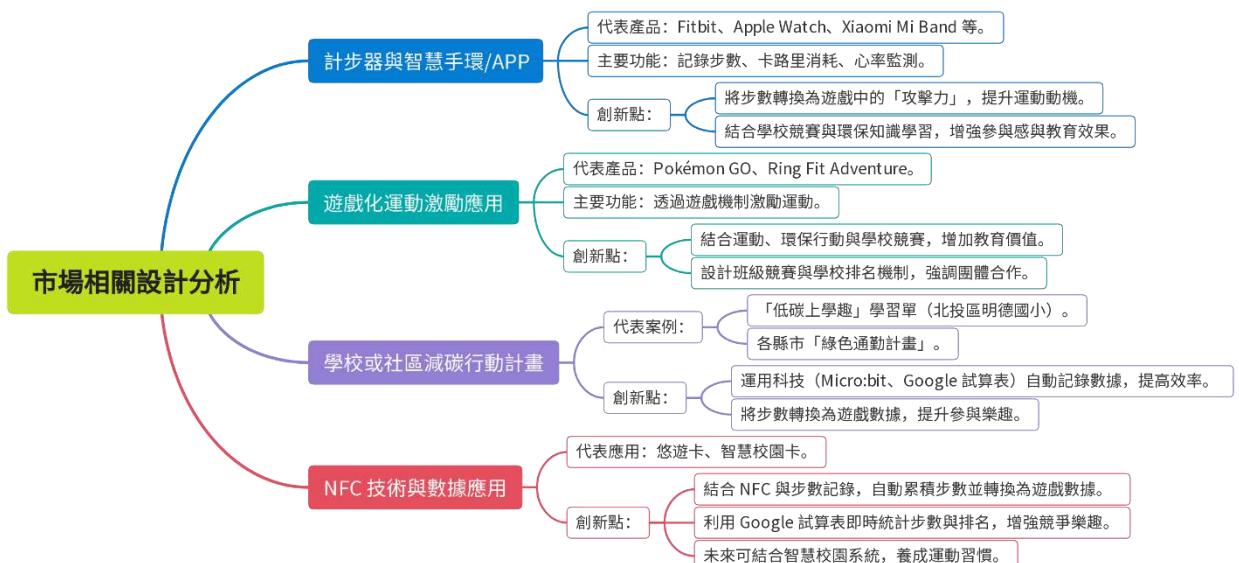
為提升同學的環保意識，遊戲內嵌入碳排放相關知識問答，同學在步行過程中

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。

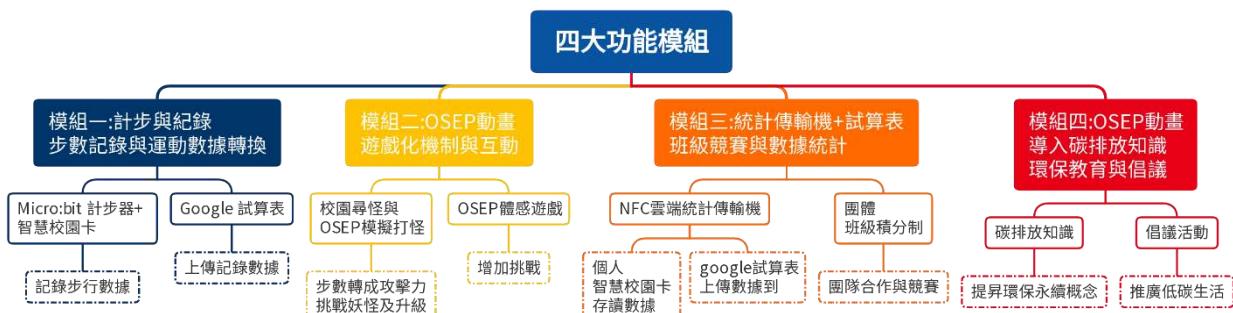
## 2. 延伸設計

- (1) 遊戲化步數轉換減少碳排量：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



圖十七：指導老師拍攝

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



圖十九：OSEP 產出

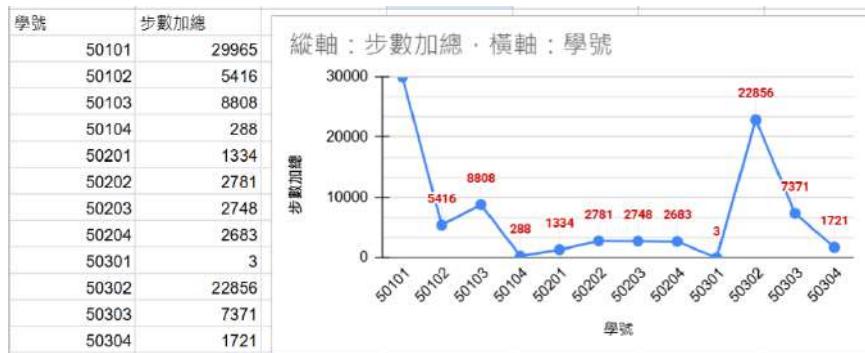


擷取 GOOGLE 試算表統計步數最為打怪能量，在校園找怪打擊。

### 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。





圖二十四：google 試算表匯出

#### 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

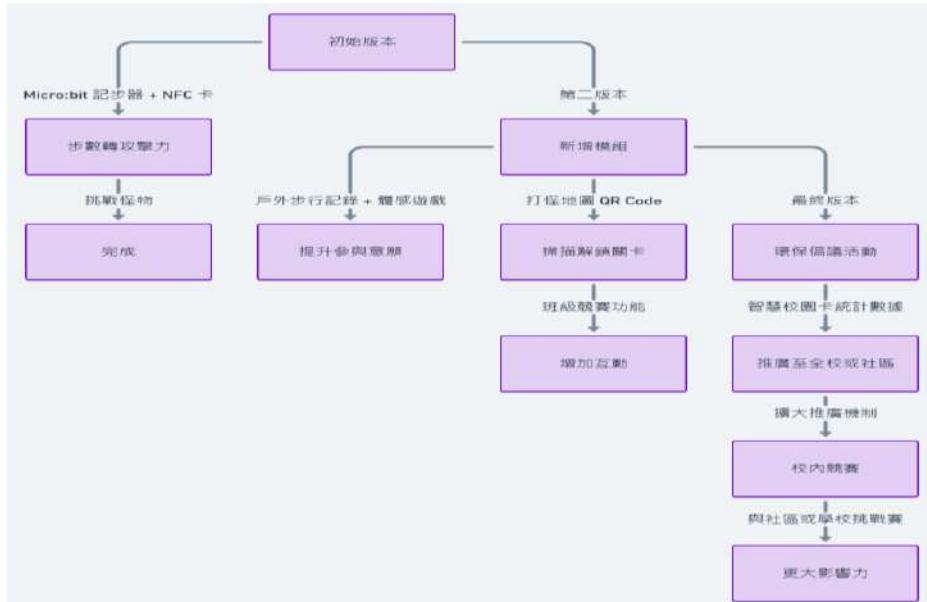
1. 結構：運用 Micro:bit、NFC 技術、Google 試算表形成數據處理與遊戲平台。

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

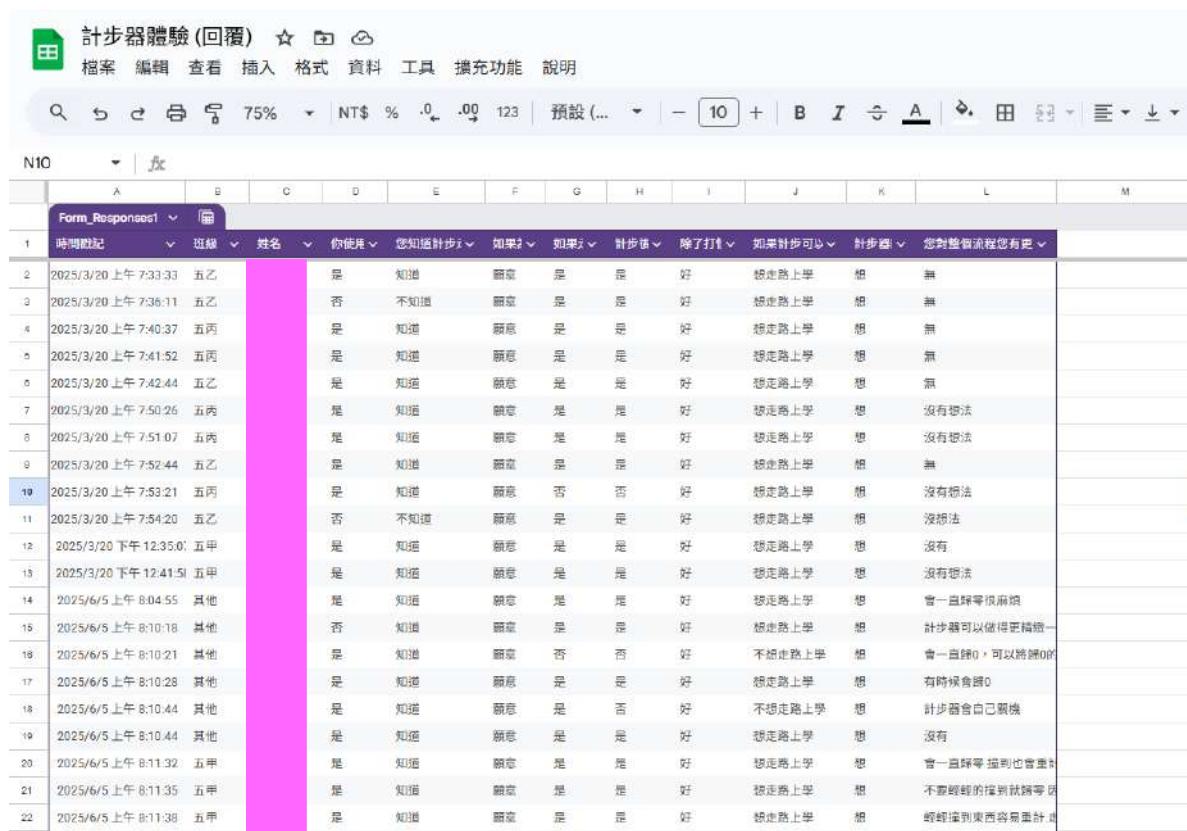
體感遊戲結合計步器，當天候不佳或空氣品質不佳時亦能進行累積

### (三) 最終版本

- 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。
- 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。



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
	Form Responses 1												
1	時間數記	班級	姓名	你使用	您知道計步	如果	如果	計步	除了	如果	如果	計步	您對整個流程您有更
2	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	
3	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	
4	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	
5	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	
6	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	
7	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	
8	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	
9	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	
10	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	
11	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	沒有想法	
12	2025/3/20 下午 12:35:07	五甲		是	知道	願意	是	是	好	想走路上學	想	沒有	
13	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	
14	2025/6/5 上午 8:04:55	其他		是	知道	願意	是	是	好	想走路上學	想	會一直嫌很麻煩	
15	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	
16	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	會一直嫌0，可以走路0的	
17	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0	
18	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	計步器會自己亂燒	
19	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	
20	2025/6/5 上午 8:11:32	五甲		是	知道	願意	是	是	好	想走路上學	想	會一直嫌0，拖到也會重	
21	2025/6/5 上午 8:11:35	五甲		是	知道	願意	是	是	好	想走路上學	想	不要經常的撞到試銷零	
22	2025/6/5 上午 8:11:38	五甲		是	知道	願意	是	是	好	想走路上學	想	輕輕撞到東西容易重計步	

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、汽車產生二氣化碳數據結果

#### (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氣化碳數據如

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	產生二氣化碳量(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氣化碳(公斤)	上下學可節省之二氣化碳(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

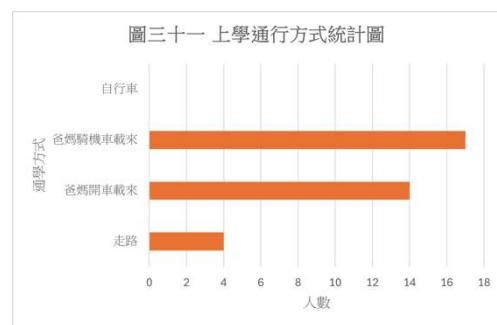
里名	學生人數(A)	距離學校步行20分鐘內的學生數(B)	可步行學生比例(B/A)	騎乘機、汽車產生二氧化碳量(C)	步行節省二氧化碳量(D)	兩者之比例(D/C)
○中里	196	196	100%	27.96	27.96	100%
○南里	121	40	約 30%	20.71	6	29%
○北里	39	15	約 38%	6.31	2.25	35.6%
其他	69	0	0%	39.68	0	
總計	425	251	59%	94.66	36.21	38.3%

## 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)

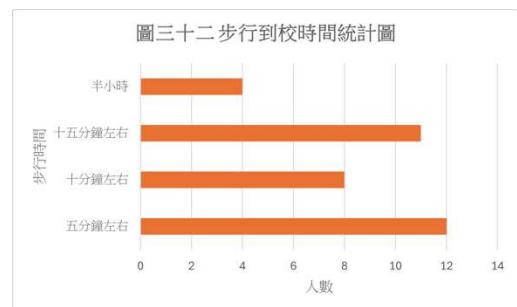
#### 1. 分析：

- (1) 只有 4 位學生走路來上學 (11.4%)。
- (2) 絝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)

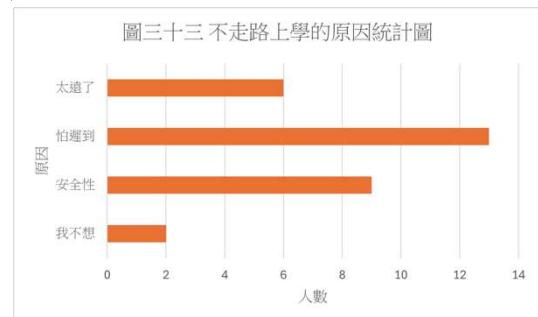
### 1. 分析：

(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)

### 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

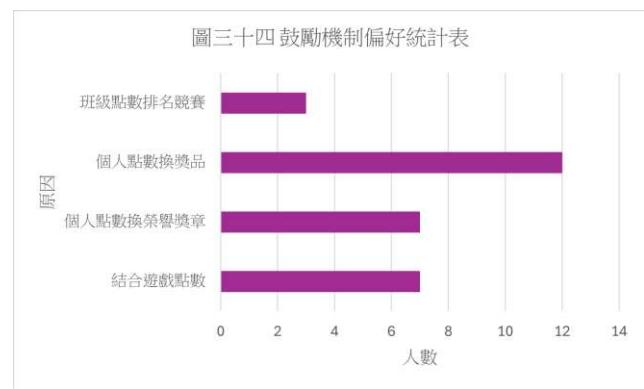
### 1. 分析：

(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：

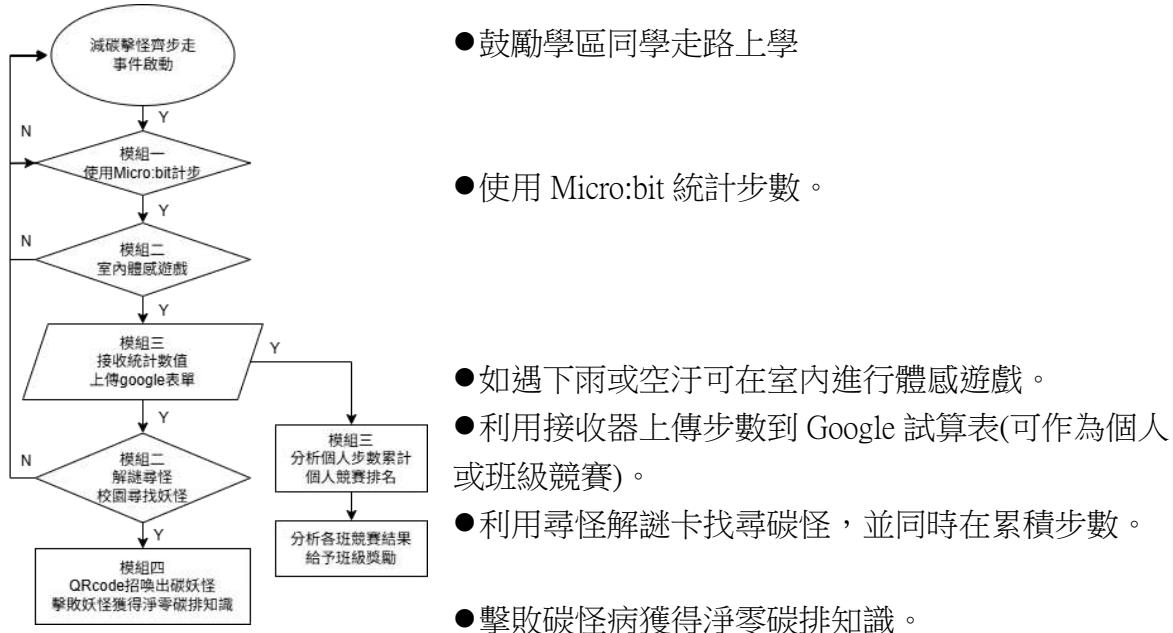
- (1) 安全問題：怕車子、家裡在高速公路旁、沒人陪走。
- (2) 社交因素：不想一個人走、會孤單。
- (3) 健康導向：有學生說可以「當做運動」。

##### 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



圖三十五：運用 drawio 繪製

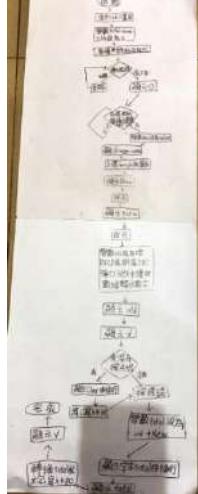
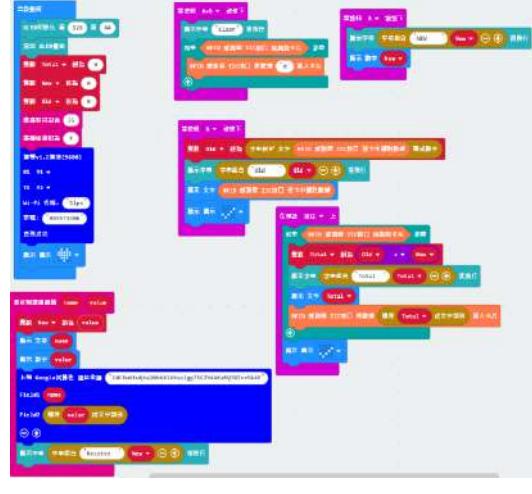
## (二) 程式碼

程式流程圖	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	
<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>		
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)		
<th>角色</th> <th>物品</th>	角色	物品
圖三十八：運用 drawio 繪製	圖三十九：由 makecode 產出	
<th>角色</th> <th>物品</th>	角色	物品
圖四十：運用 drawio 繪製	圖四十一：由 makecode 產出	

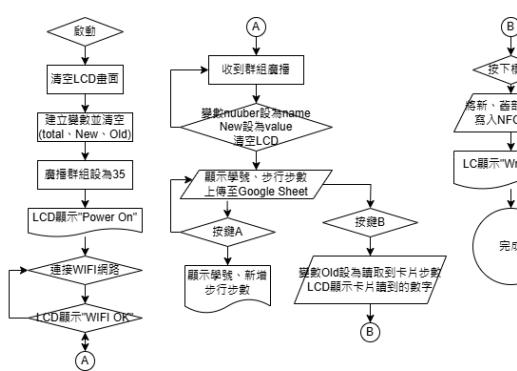
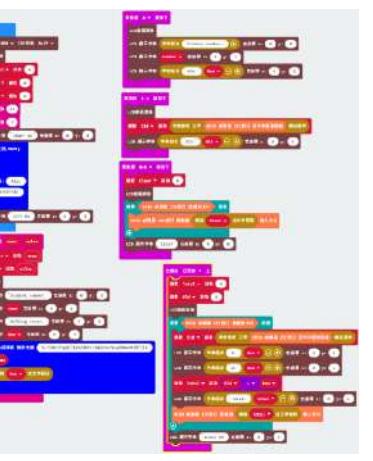
<p>a. 程式開始</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 宣告變數:時間，並設為 120</li> <li>● 角色尺寸設為 40%</li> <li>● 開啟鏡頭</li> </ul> <p>b. 重複執行直到時間=0</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 每一秒時間 -1</li> </ul> <p>c. 變數時間=0，遊戲結束。</p>	<p>a. 程式開始</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 宣告變數:分數，並設為 120</li>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

### 3. 統計傳輸機

#### 一代機

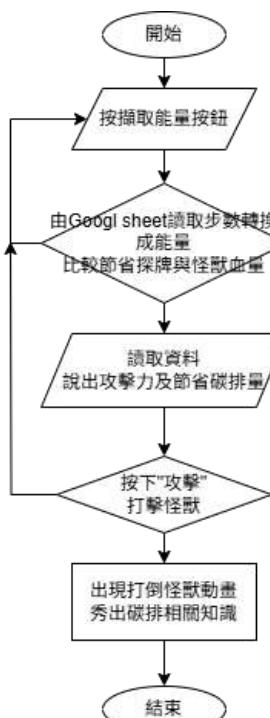
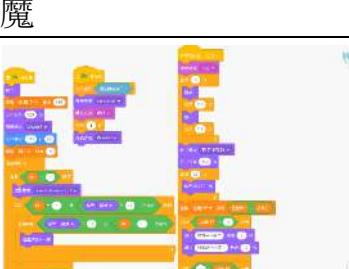
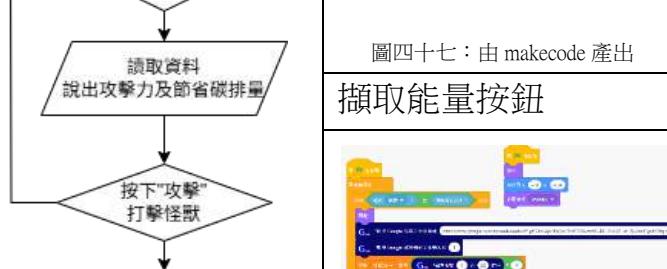
	
<p>圖四十二：由學生自製</p>	

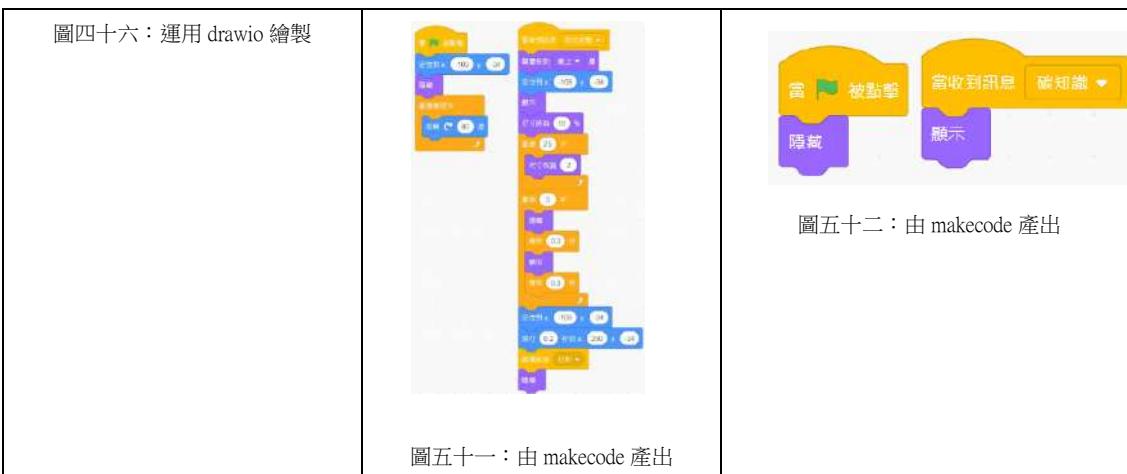
#### 二代機

	
<p>圖四十四：運用 drawio 繪製</p>	

- 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

	角色	 圖四十七：由 makecode 產出
	碳魔	 圖四十八：由 makecode 產出
 圖四十九：由 makecode 產出	擷取能量按鈕	攻擊按鈕
		 圖五十：由 makecode 產出
	招式攻擊	淨零碳排知識宣導



- a. **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。
- b. **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 試算表數據”轉換成”攻擊力”，廣播主角說出「請按下招式攻擊」。
- c. **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。
- d. **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。
- e. **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：

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

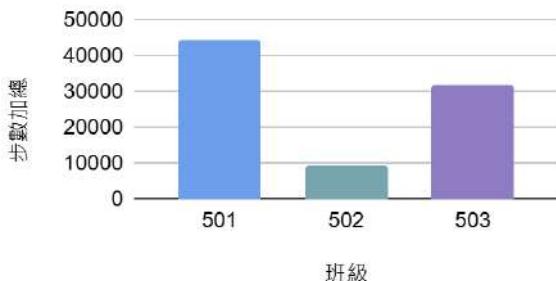


圖五十三：google 試算表匯出

## (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](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](https://event.cathayholdings.com/CTBC_CO2_Calculator)

圖八引用來源：google 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. 父媽開車載來 3. 父媽騎機車載來 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

解决空手道一起练

# 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 CO<sub>2</sub> 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 (由gitmind 製作產出)

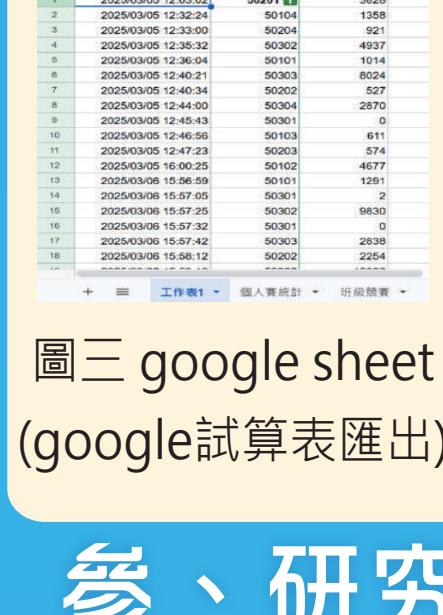
## 貳、研究設備及器材

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

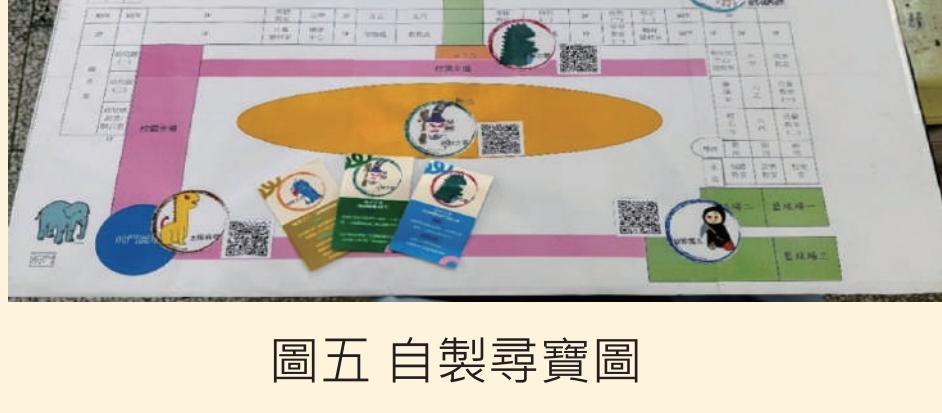


圖二 (指導老師拍攝)

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碳情況。

#### (一) 蔑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。

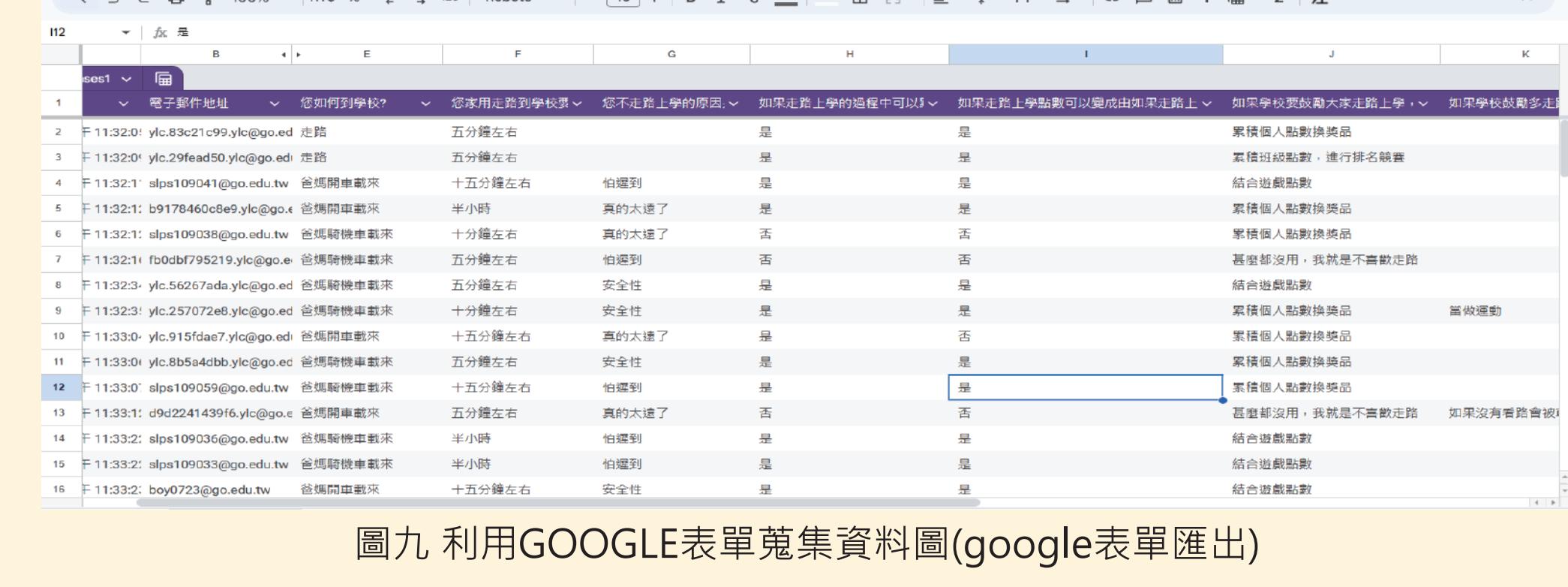


圖七 學校可步行到學校範圍地圖  
(截圖自國泰碳足跡網站)



圖八 學校可步行到學校範圍地圖(截圖自google地圖)

### 二、設計問卷附表1-1，進行學生走道到校意願調查。



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. 運動變遊戲，越走越強大

本研究設計「遊戲化激勵機制」，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！

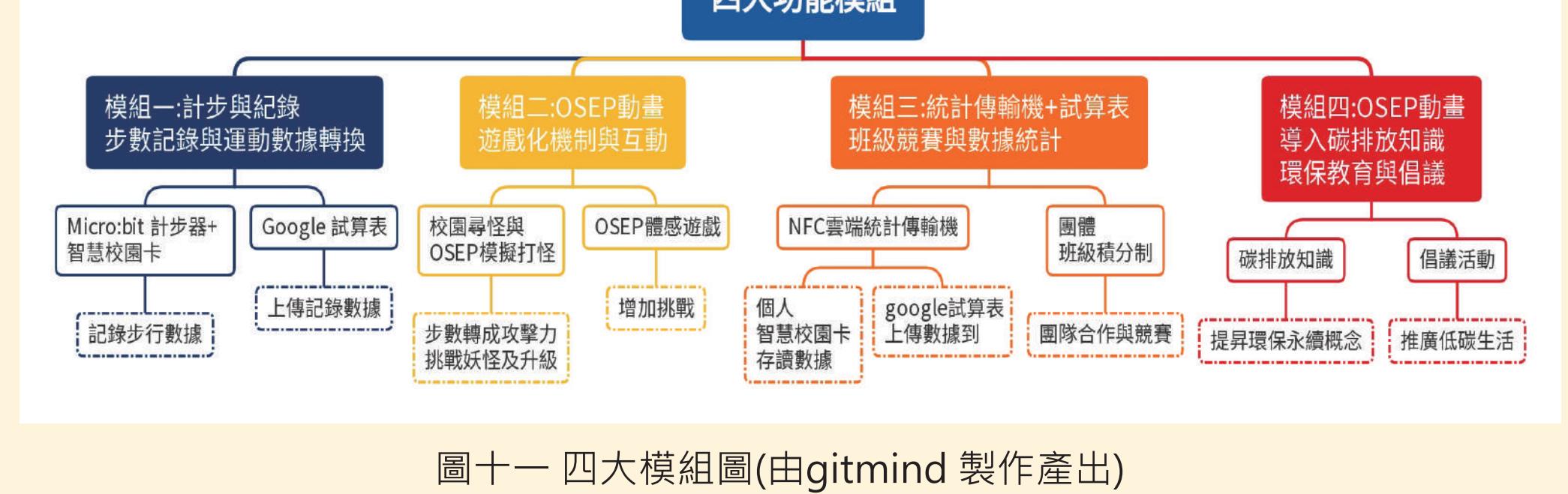
##### (4)科技讓運動更聰明

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 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 以 micro:bit 作為計步器



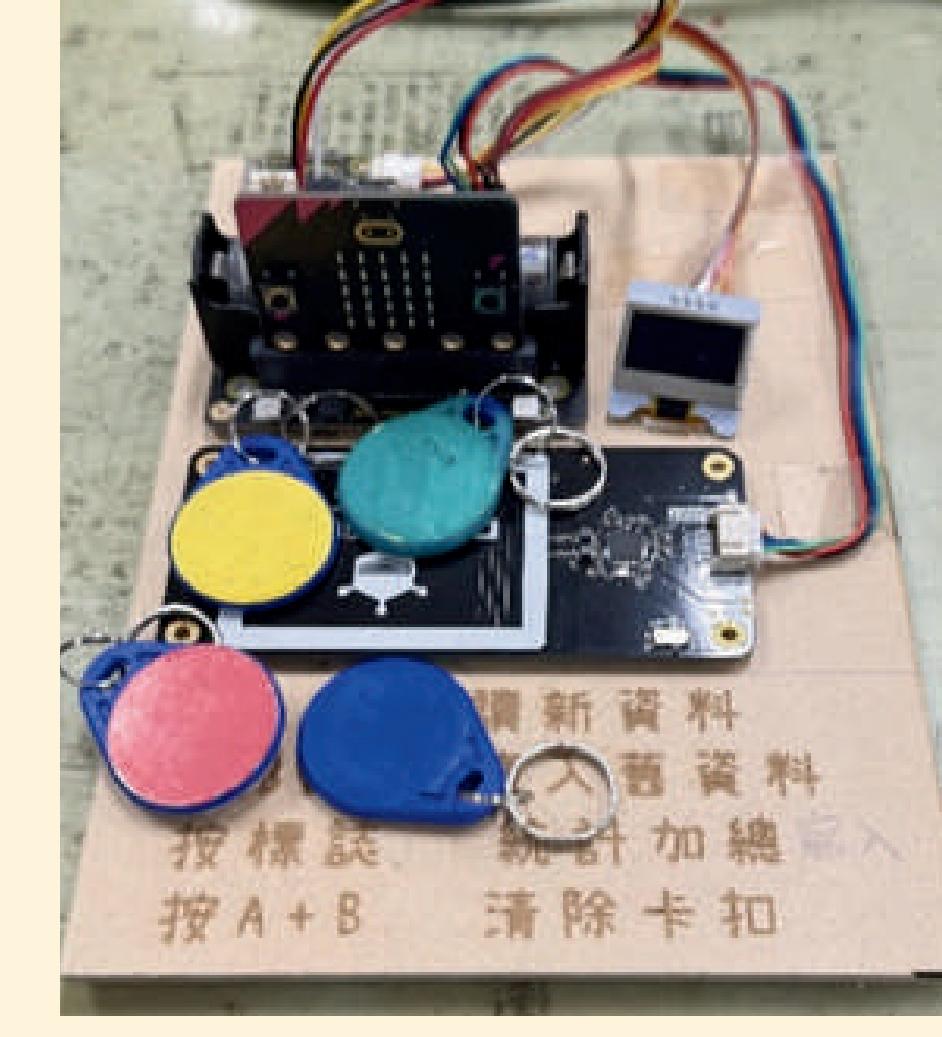
圖十二、十三、十四 (指導老師拍攝)

#### 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



圖十六 (指導老師拍攝)

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。

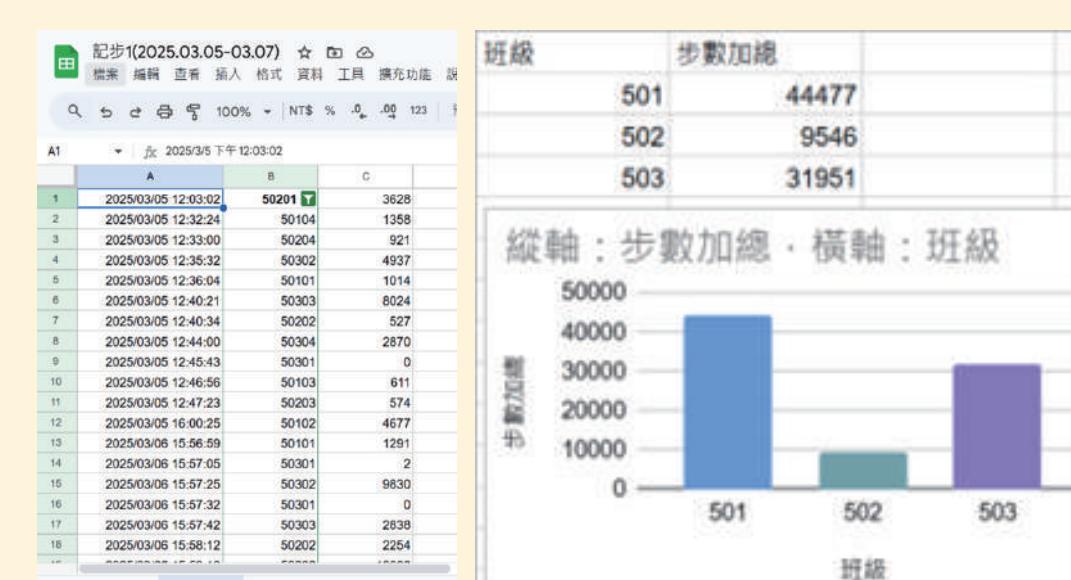
圖十九、二十、二十一 (OSEP 產出)

### 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



個人每日紀錄

班級競賽統計

圖二十二、二十三、二十四 (google試算表匯出)



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

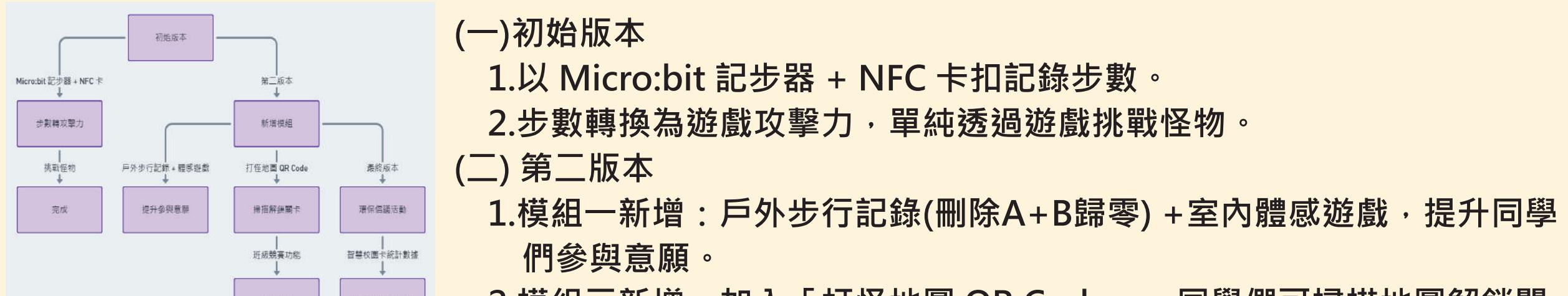
1.結構：運用 Micro:bit、NFC 技術、Google 試算表形成數據處理與遊戲平台。

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。

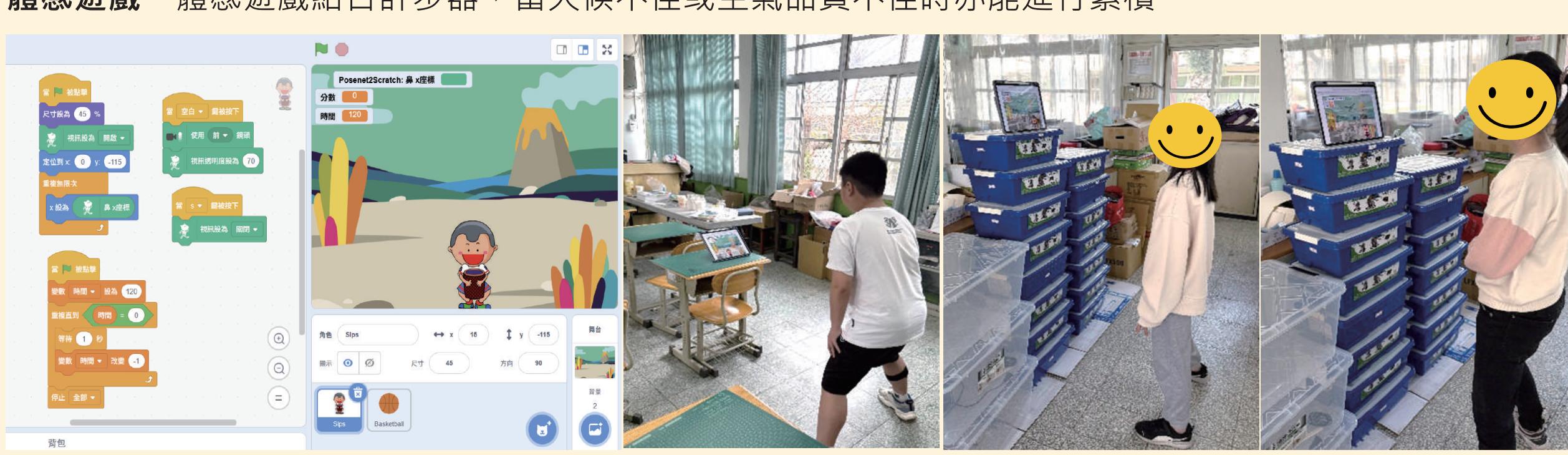
#### 五、實測及改進模組功能

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：



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)

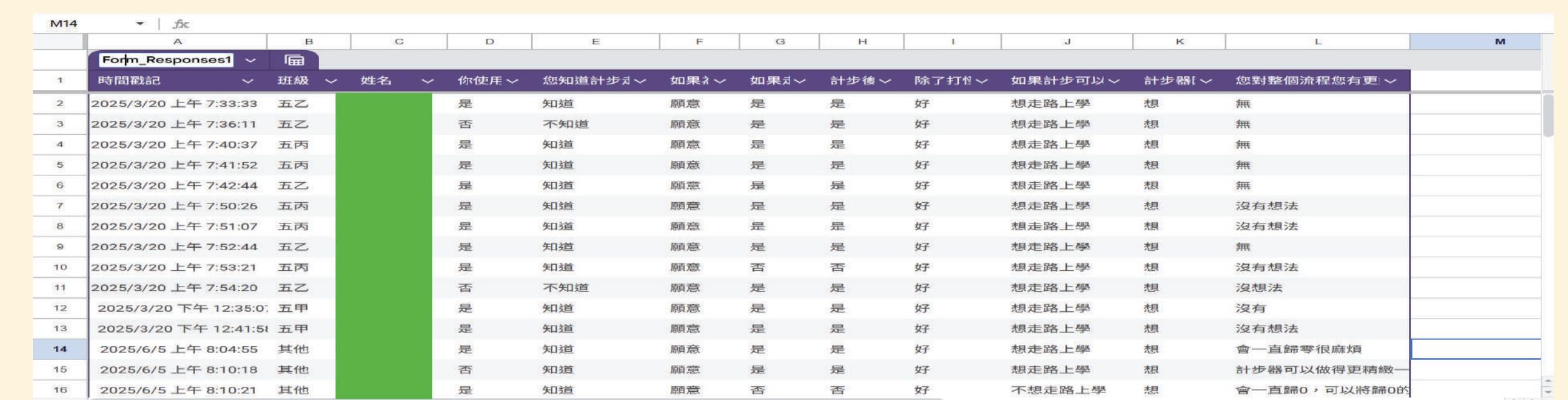
#### (三)最終版本

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。



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量(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	4
走路到	爸媽開車載來	14
學校要	爸媽騎機車載來	17
花多少 時間	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	五分鐘左右	12
路到學校	十分鐘左右	8
要花多少 時間？	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

圖三十四：鼓勵機制偏好統計表

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

圖三十五：鼓勵機制偏好統計表

#### (六)開放式回答摘要

##### 1.學生想法重點：

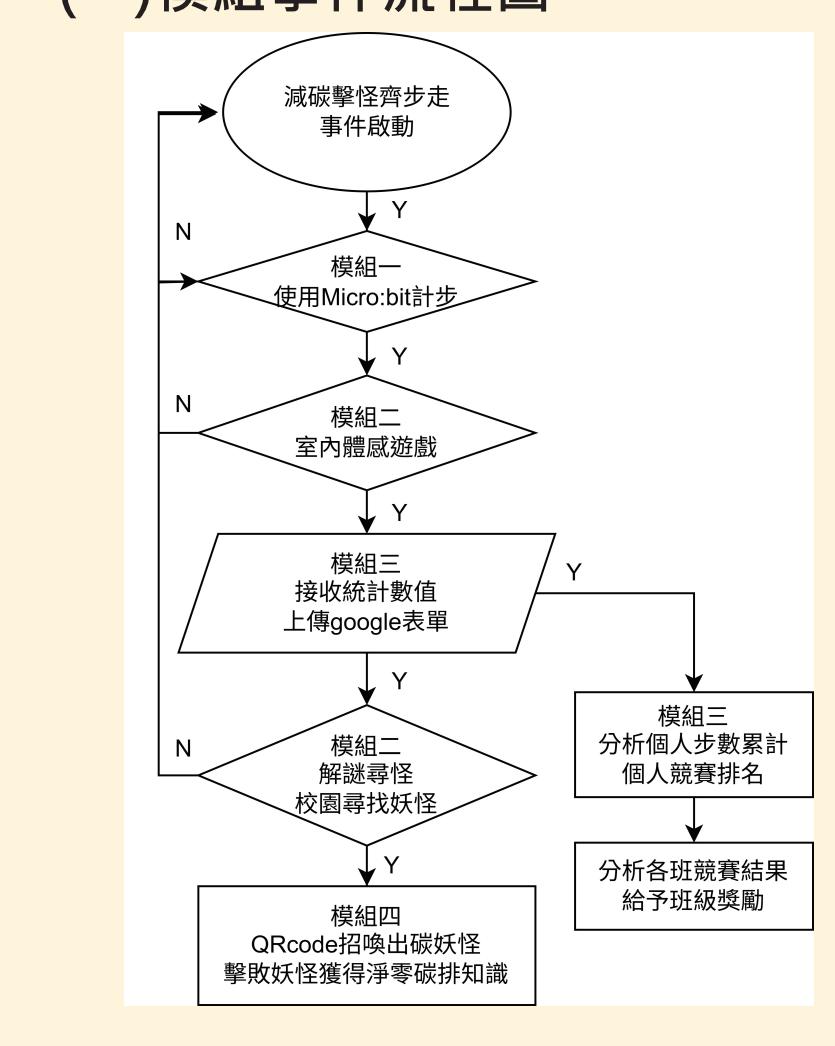
- (1)安全問題：怕車子、家裡在高速公路旁、沒人陪走。
- (2)社交因素：不想一個人走、會孤單。
- (3)健康導向：有學生說可以「當做運動」。

##### 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：

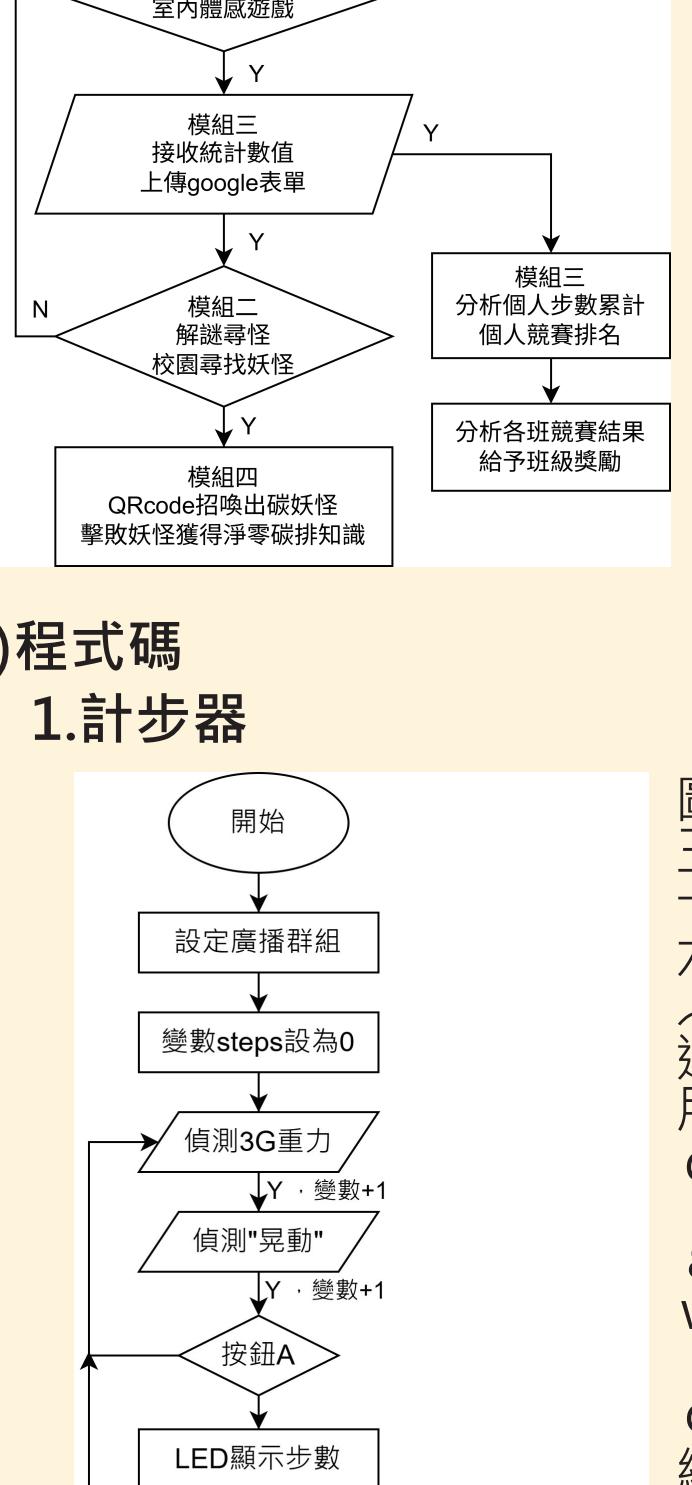
#### (一)模組事件流程圖



●鼓勵學區同學走路上學

#### (二)程式碼

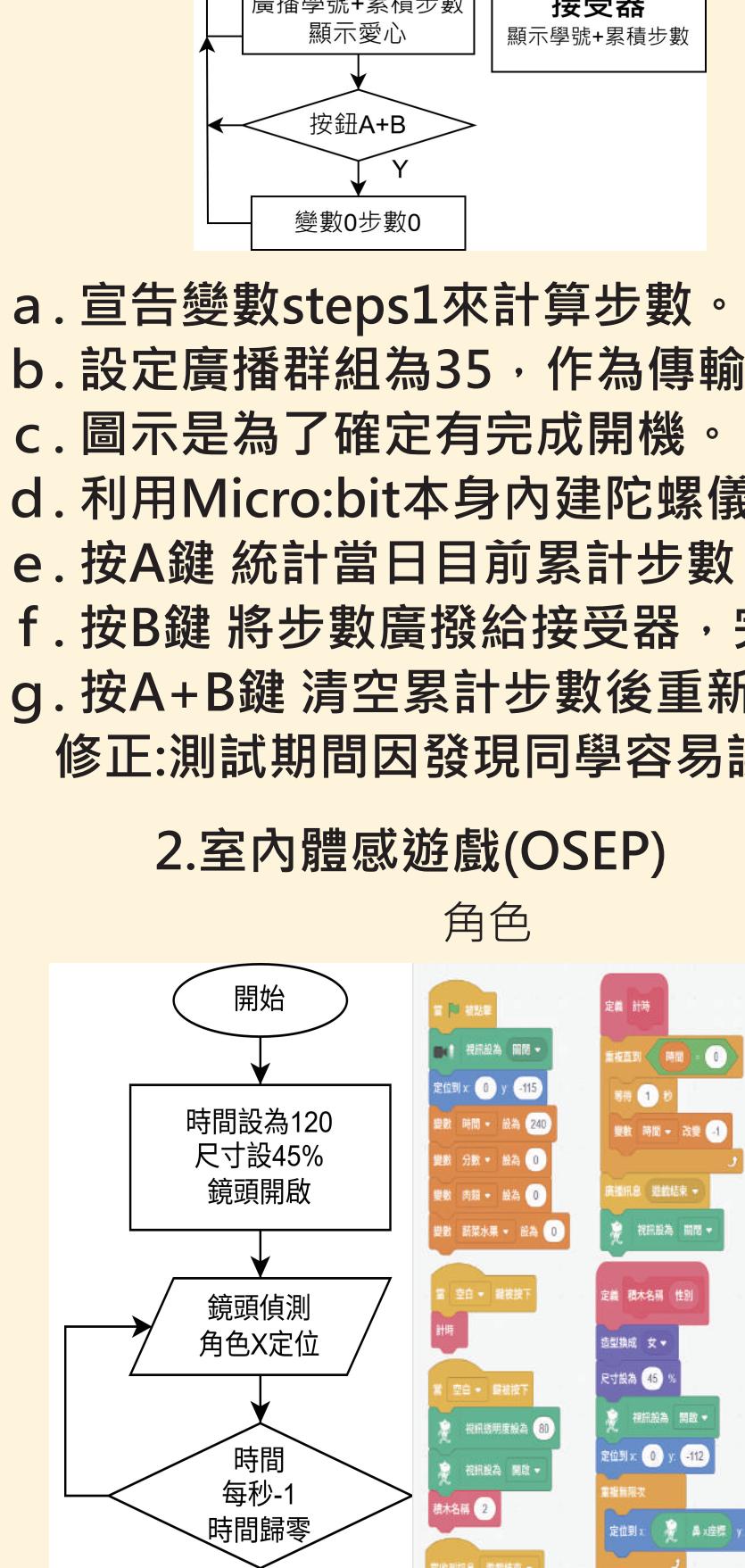
##### 1.計步器



●使用Micro:bit統計步數。

#### (三)室內體感遊戲(OSEP)

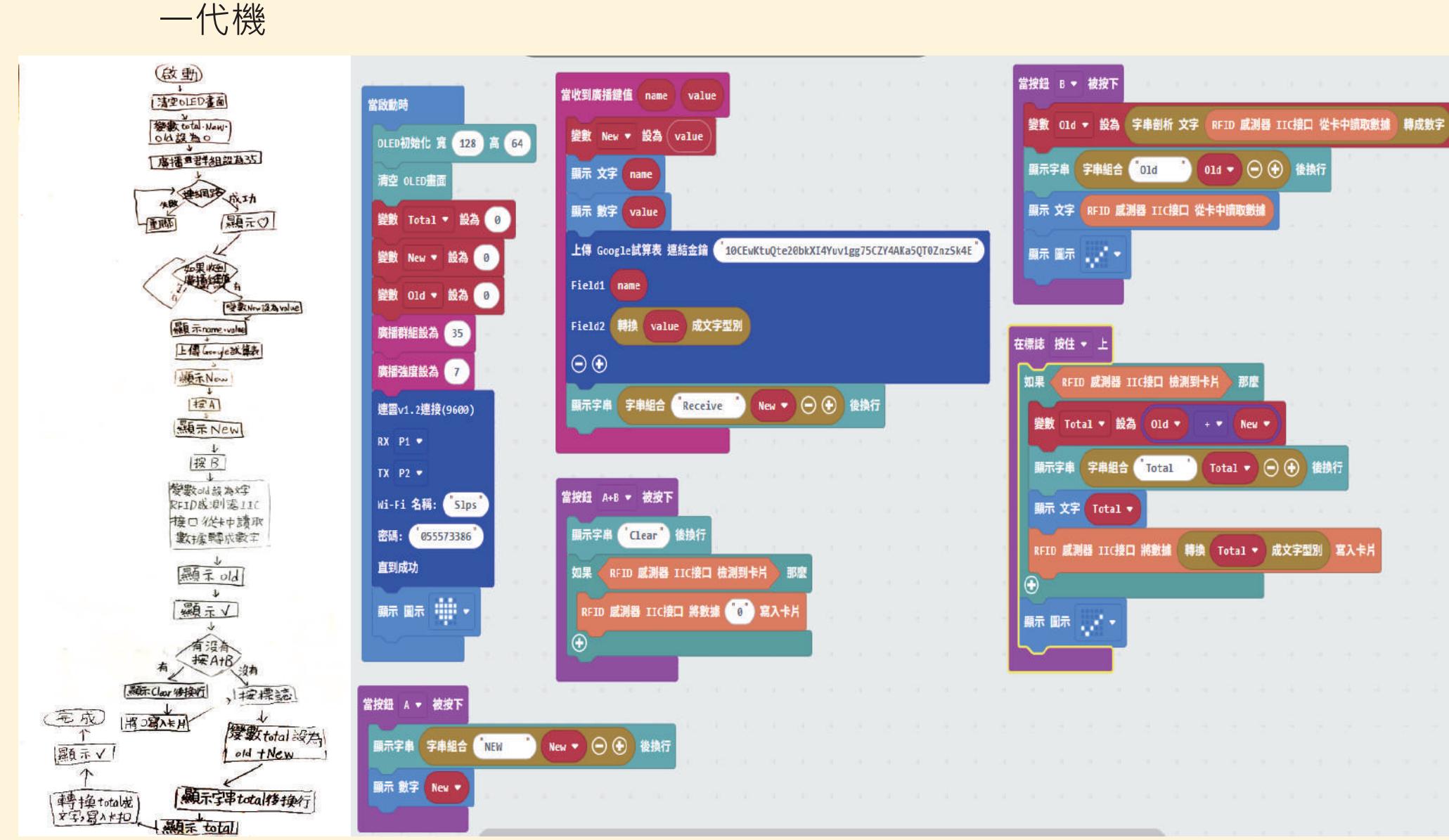
##### 角色



●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

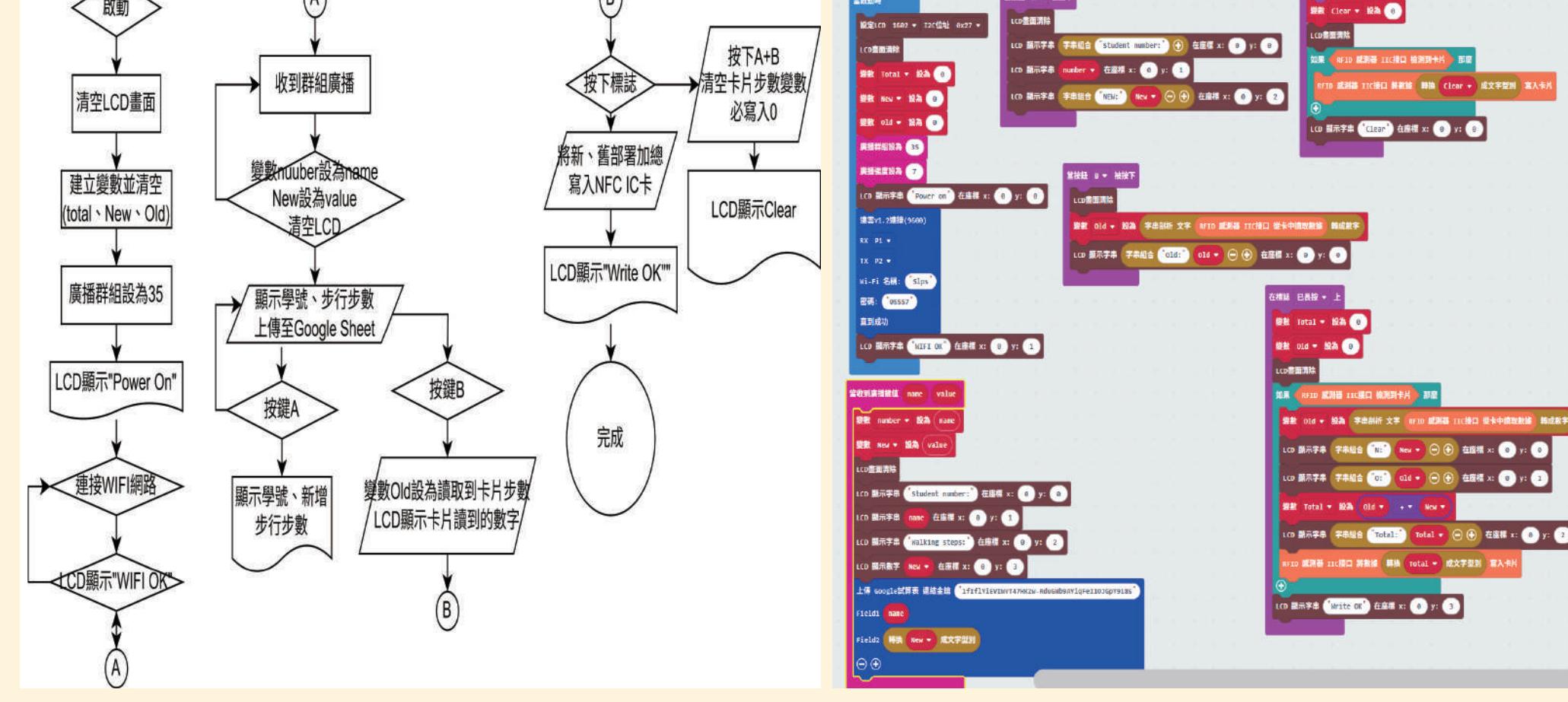
### 3. 統計傳輸機



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

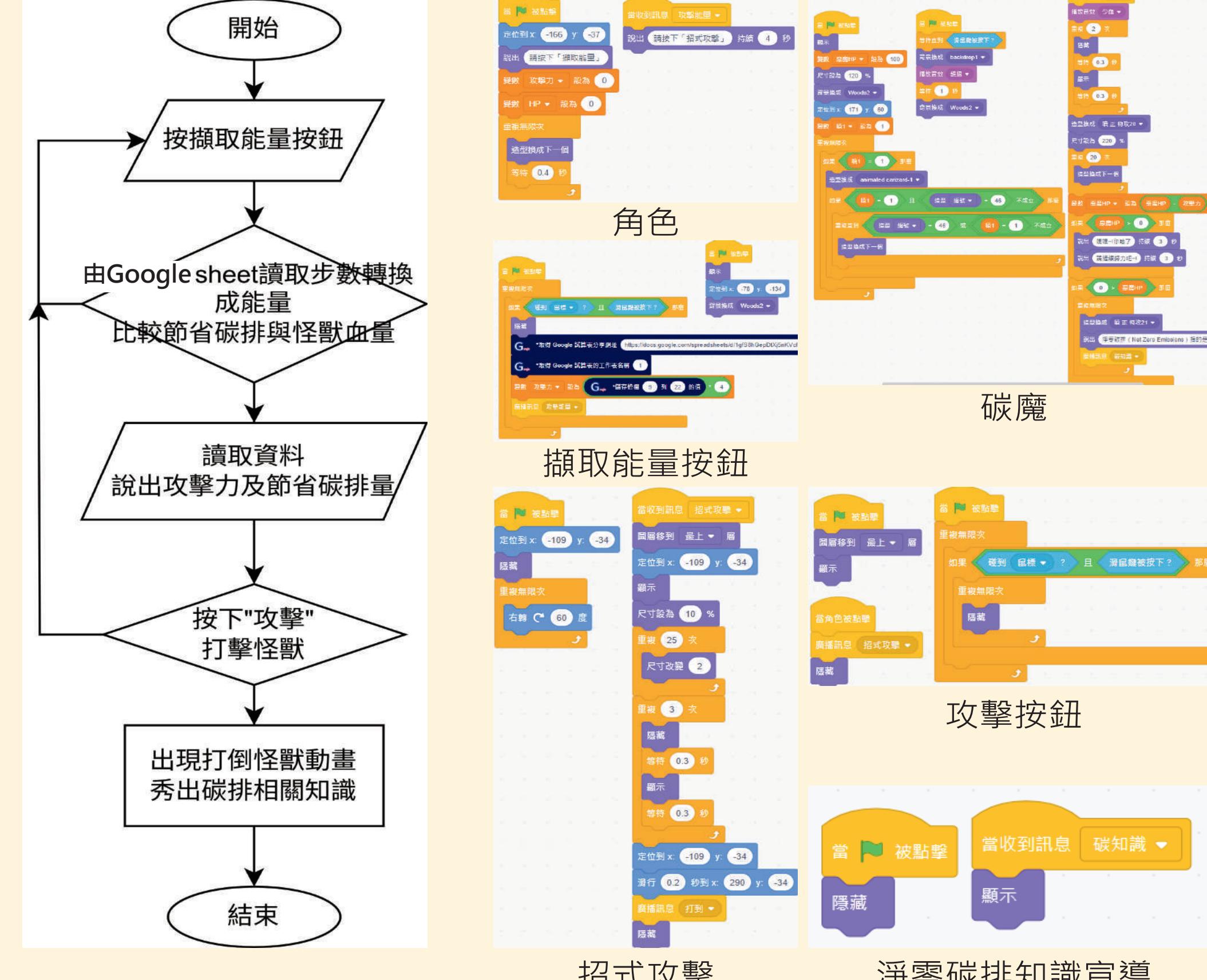
清空變數Total、Old，讀取“智慧校園卡”中的步數存入Old變數，顯示“新增”及“已累積”步數，並加總後回存到“智慧校園卡”，並顯示“總計”，顯示“寫入成功”。

#### 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



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

#### a. 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。

#### b. 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」。

#### c. 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。

#### d. 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。

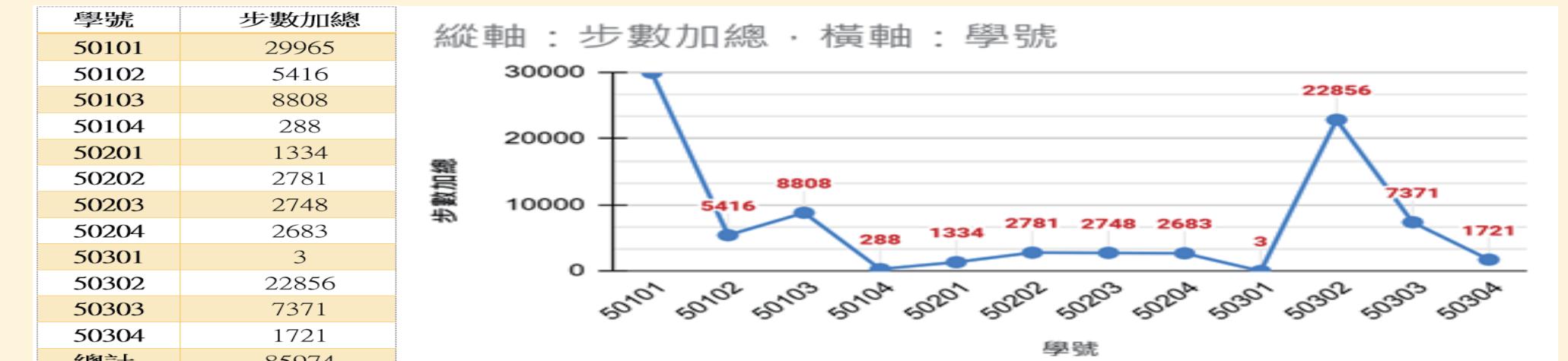
#### e. 顯示淨零碳排宣導

當勝利時顯示宣導內容。

### 四、計步器實際記錄數據結果

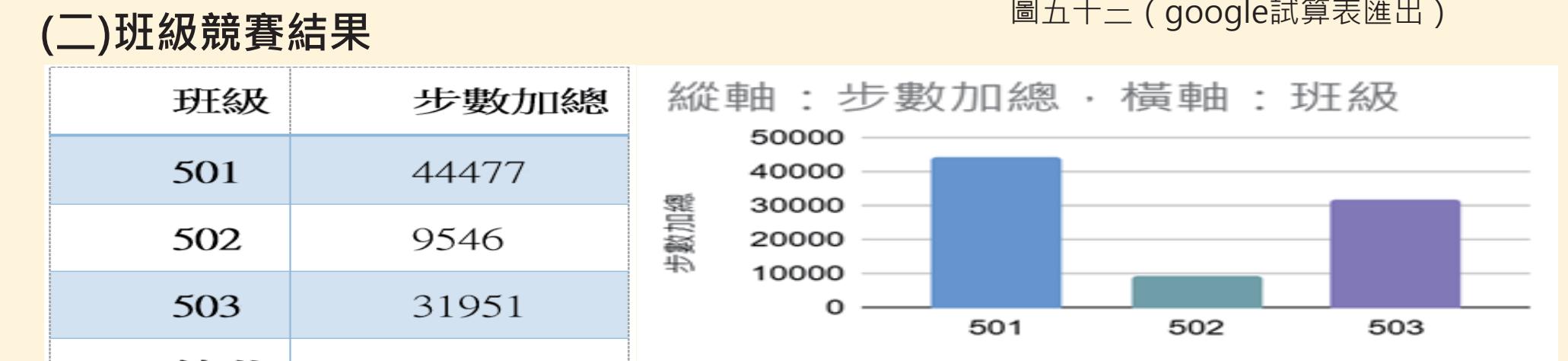
#### (一)個人賽結果

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



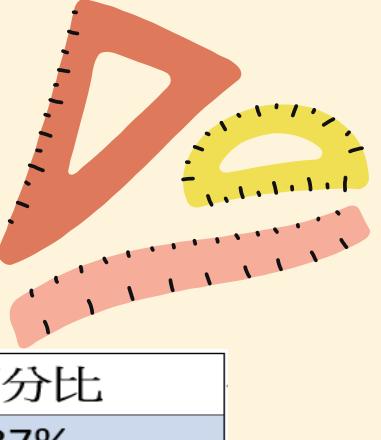
圖五十四(google試算表匯出)

### (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%
你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，讓環保意識更貼近生活。

##### 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。



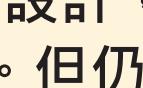
#### 二、走路上學真的能減少碳排放

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](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](https://event.cathayholdings.com/CTBC_CO2_Calculator)