

中華民國第 61 屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

佳作

探究精神獎

052709

高中生下課時間從事的活動比例與場地利用分配

學校名稱：臺北市立永春高級中學

作者： 高二 楊絜詒 高二 林妍希 高二 黃敬雯	指導老師： 蔡春風
-----------------------------------	--------------

關鍵詞：波達計數法、轉移矩陣、穩定狀態

## 摘要

本研究從校園生活中觀察到的現象出發，利用波達計數法、轉移矩陣作為工具，分析高中生下課時間從事的活動比例與場地利用情形。本研究實施兩次預試，分別進行問卷選項增刪、模型建立檢測，並對志願序及距離進行加權，使施測空間與時間等價。正式研究針對本校412位學生進行調查，結果顯示：學生下課時最常從事的活動分別為使用手機、聊天、睡覺；而最常使用的場地則為自己班教室與廁所；許多原本基於美意而設的公共空間並未被善用，場地不敷使用及分配不均的情況明顯。有基於此，研究者分別就重塑公共空間、新增公共設備、廣納師生需求三方面提出具體建議，期待校方未來在增設或重劃場地時，能使學生從事的活動與場地互相配合，發揮更大效益。

## 壹、研究動機

每當下課鐘聲一響，就能看到合作社瞬間湧入大量人潮，在這狹小的空間裡，常發生推擠造成同學受傷；冗長的結帳隊伍更引發煩躁情緒，導致同儕間的口角衝突；少數班級甚至因地理位置離合作社較遠，同學常來不及在鐘響前趕回教室上課。相較之下，學校近期設立的無人商店，因為結帳手續複雜且有開放時間限制，即便地點較靠近高一、二同學所在的位置，也鮮少人會到此處消費，使得此場地看似是閒置無用的。

事實上不僅是合作社，學校各場地、設施的實際利用人數往往與預期不符。有些場地不敷使用、有些場地空無一人。要使一個場地能發揮最大效益，就必須從探討多數使用者的行為與流動狀況著手。我們希望能透過研究，探討本校學生在下課時間從事的活動及利用的場地，分析目前的現況，並提出具體改善建議，供學校進行重劃或未來規劃參考，使得各場地對學生而言發揮較大的效益。

## 貳、研究目的

- 一、探討本校學生下課時間從事的活動比例，建立長期達穩定狀態時的模型。
- 二、探討本校學生下課時間的場地利用分配，建立長期達穩定狀態時的模型。
- 三、針對研究結果進一步討論，並提出具體建議，供學校作為改善校園場地規畫之參考。

## 參、理論背景

### 一、研究理論定位

行為科學是一種研究人類行為的科學，包括了解行為的本質、預測行為的發生、導正行為的方向、設計改良的情境，都算是研究的範圍（李長貴，2017）。學校是一個由師生群體組成的單位，當我們看待的是不可切割的群體動向時，就屬於社會學的範疇（余伯泉、李茂興，2003）。由於本研究旨在探討高中生下課從事的活動以及使用的場地，並建立起大樣本的數據模型，所以本研究屬於「行為與社會科學」的範圍。

無論是行為科學或社會科學，都可以引入適當的數學模型加以分析，增加數據的客觀性與可信度。因為學生活動（行為）連帶影響場地選擇，所以我們必須先調查學生下課時的活動；又由於學生人數眾多，量化的問卷比起質性的觀察，更有助於我們收集資料。接著我們思考可能遇到的困難，以及適當的解決方法；其中較值得一提的思考點有兩個。首先，若要提升學生填答意願與真實性，問卷設計一定不能太過勞師動眾。但如果在校園中發放一次性問卷，傳統的問題設計經常使受試者對於從事的活動只有「是」或「否」的兩極化答案，難以考量志願序或比重。為了解決這個問題，我們想到公民課學過的議會與選舉制度中的決策法，進而找到了「波達計數法」這個我們要的答案（環遊數界，2020）。其次，傳統一次性問卷僅能得到某個特定時間點的靜態結果，難以長期動態追蹤，這讓我們想到數學課中學到

的「馬可夫鏈」(許志農, 2020)。我們認為這種矩陣轉移的型態近似於高中生每節下課時, 有範圍地隨機選擇從事活動與場地的行為。以下分別針對兩個理論原理進行探討。

## 二、波達計數法

波達計數法為一種綜合型投票制度, 由法國數學家波達所提出(環遊數界, 2020)。其概念是每位投票者並非只圈選一或多位候選人, 而是投票者在所有候選人中, 依照喜好排出志願序。計票時, 獲得第一志願的候選人得到一個最高的分數, 獲得第二志願的候選人得到一個低一些的分數, 獲得第三志願的候選人再得到一個更低一些的分數, 依此類推, 最後累所有選票的分數, 積分最高的候選人獲勝。此計數法曾為羅馬會議投票制度的其中之一, 而後來也廣泛運用在政治政壇的選舉上、運動賽事的MVP獲得者及多種比賽。一個有名的例子是美國職棒大聯盟的「賽揚獎(Cy Young Award)」, 每位投票者分別在眾多選手中選出他們心目中的第1到5志願, 而獲得這些志願序的選手分別可得到7,4,3,2,1分, 最終以總得分最高的選手為當年賽揚獎的贏家(Wikipedia, 2021)。除了賽揚獎外, 2015年香港的小姐競選比賽、諾魯議會的選舉, 也都運用這類方式, 第一志願得1分, 第二志願 $\frac{1}{2} = 0.5$ 分, 第三志願得 $\frac{1}{3} = 0.33$ 分, 依此類推(環遊數界, 2020; 鏈文CHAINNEWS, 2019)。

波達計數法不單單只取決於人民的第一選擇, 還涵蓋了所有人民其他的選擇意向, 因此較不易出現有爭議的結果(環遊數界, 2020)。我們舉一個例子, 假設甲、乙、丙三位候選人競選議員, 投票者共有20位, 其中有10張選票上的志願序是: 1. 丙 2. 甲 3. 乙; 有6張選票上的志願序是: 1. 甲 2. 乙 3. 丙; 有4張選票上的志願序是: 1. 乙 2. 甲 3. 丙。若根據傳統多數決, 則得到10票的丙將會當選。但若採用波達計數法, 並規定第1至3志願的得分分別為3,2,1分, 則最終甲得分為 $3 \times 6 + 2 \times 14 + 1 \times 0 = 46$ ; 乙得分為 $3 \times 4 + 2 \times 6 + 1 \times 10 = 34$ 。丙得分為 $3 \times 10 + 2 \times 0 + 1 \times 10 = 40$ , 故甲將會贏得這場選舉。在本研究中, 波達計數法被用來進行學生活動與場地利用志願序的加權, 而加權方式在後面提到時詳述。

### 三、轉移矩陣與馬可夫鏈

在數學上，一個矩陣由許多元所構成。舉例來說，矩陣 $M = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{bmatrix}$ ，是由9個元，也

就是矩陣中列出來的每個數所組成。矩陣中同一水平線的所有元稱為「列」，而同一鉛直線的所有元則稱為「行」。從這舉例中可看出它有三列三行，我們稱它為 $3 \times 3$ 階的矩陣，或稱為3階方陣。矩陣可以進行加減法與乘法運算，其中矩陣的乘法在純數學上的意義是兩個向量的內積，但作為轉移矩陣來運算時，則可代表現實生活中，事件的兩個狀態彼此交互影響或交互作用下的結果（許志農，2020）。

轉移矩陣是一個每個元皆為大於或等於0的實數、且每一行各元的總和皆為1的方陣，亦

即矩陣中的各元均為可能的機率值。舉例來說， $\begin{bmatrix} 0.4 & 0.8 \\ 0.6 & 0.2 \end{bmatrix}$ 、 $\begin{bmatrix} 0.2 & 0.4 & 0.7 \\ 0.5 & 0.1 & 0.2 \\ 0.3 & 0.5 & 0.1 \end{bmatrix}$ 、單位方陣等都

算是轉移矩陣。如果我們利用轉移矩陣求出一事件的穩定狀態，則最後求出的穩定狀態模型與一開始的分布無關。首先將轉移矩陣乘上初始狀態，可以得出轉移後的行矩陣（稱為第一行矩陣），接著再將轉移矩陣乘上第一行矩陣可以得出一個新的第二行矩陣。重複以上動作多次，會發現其數值的差距極小甚至相同，即達到穩定狀態，而這系列過程稱為馬可夫鏈。

那麼，穩定狀態如何套用到行為社會科學上的研究呢？在某些問題中，機率不是一成不變的，而是會依照前一次試驗的結果隨之改變（姜祖恕，2002）。一系列的馬可夫鏈是在狀態空間中，由一個狀態轉換成下一個狀態所經歷的隨機過程。由於可用來推估長期下來的狀況，馬可夫鏈經常被應用於人們進行選擇時的穩定狀態估計。舉凡手機電信業者的選擇、教科書或報章雜誌版本的市場佔有率、甚至公共自行車的租賃等行為與社會科學的研究，都可以透過轉移矩陣與馬可夫鏈準確預測未來穩定狀態（左宏昌、歐崇明，2016）。在本研究中，馬可夫鏈被用來計算出學生行為、使用場地的穩定狀態，並建立長期以後的模型。

## 肆、研究設計

### 一、研究流程

1. 觀察校園現狀，發現研究動機所提及之場地利用不符預期的事實。
2. 訂定研究方向，決定以「高中生下課時間從事的活動比例與場地利用分配」為研究題目，期望能夠反映現狀並提出改善方案。
3. 搜尋並分析文獻，思考可能的分析方式與可能遇到挑戰，進而學習研究方法，如波達計數法、矩陣的性質（含加減法、乘法、反矩陣、轉移矩陣、馬可夫鏈等）。
4. 與老師討論後，設計第一次預試，包含線上問卷的題目及選項。
5. 進行第一次預試（109年12月25日星期三）。
6. 分析預試結果，對原有的選項進行增刪，並設計第二次預試。
7. 進行第二次預試（110年01月06日星期三至110年01月12日星期二）。
8. 統整第二次預試資料，並將各種學生行為、全校各個場地進行編碼。
9. 將原始資料轉化成數據，並觀察學生行為及場地利用的趨勢。
10. 以Excel模擬矩陣，試算出學生行為及場地利用的穩定狀態。
11. 分析各行為及場地被利用的情況，將必要性場所（如圖書館、籃球場等）的選項進行增刪，與「學生從事的活動」相互比對，並與老師討論結果。
12. 與專家進行討論，再次改良及優化研究方法，將問卷題目及選項進行調整（增加詢問受試者班級、刪減生理需求選項、提高受試者數量），以利進行距離加權。
13. 使用測距儀量測各班至各場地距離，討論並擬定出最合理的加權方式。
14. 進行正式研究（110年05月17日星期一至110年05月23日星期日）。
15. 將資料轉化成數據，並觀察學生行為及場地利用的趨勢。
16. 以Excel模擬矩陣，求出學生從事的活動比例及場地利用的穩定狀態模型。
17. 製作圖表分析各種學生行為及場地被利用的情況，討論改善校園環境的方法。
18. 撰寫報告，將最終研究結果提供給學校進行參考。

## 二、研究設備

電腦、文書軟體（Excel 2016及Word 2016）、線上問卷平台（Google表單）、iphone12手機內建測距儀程式、繪圖紙、筆、教科書（普通型高級中等學校數學第四冊A）。

## 三、第一次預試與問卷優化

第一次預試的主要目的是增刪選項，因為我們擔心自己討論出來的選項有所缺漏，所以採用開放式填答的做法，讓受試者可以自由填寫。預試結束後，再從受試者的回應中對我們原本的選項進行增刪及優化，並與老師討論。第一次預試的對象是本校高一、二各一個班的同學，回收問卷57份。在預試的開放式問答題中，我們蒐集到了先前未考慮到的選項，進而新增於第二次預試的表單中。活動行為的部分增加了打理個人事務、散步兩個選項；場地利用的部分則新增了操場、司令台及兩側看台、滾球場等三個選項。此外，我們原有意把完全沒人使用到的場地從選項中移除，但因預試的樣本數較少，而且利用轉移矩陣分析並不會因為有多餘的場地而影響結果，所以最終選擇將它們保留，畢竟這些沒人選擇的選項也都屬於學校的場地。

## 四、第二次預試與模式修正

增刪選項後，我們進行第二次預試。第二次預試的主要目的是嘗試分析，以確保我們的加權方式合理可行、可以順利在Excel操作矩陣運算、以及可以成功建立穩定狀態的模型。這次預試針對高一、二同學隨機發放，回收問卷118份（含105份有效問卷，所謂有效問卷指的是經由研究者與老師共同討論，刪除漏填、所有問題均填相同答案、以及答非所問者之後所剩餘的問卷）。本問卷活動及場地部分皆將相同問題重複四次，受試者內心排序會受到意願強度上的差別，導致結果會因受試者個別的志願序而不等價，因此我們利用波達計數法分別將

志願排序進行加權，如此可將意願程度透過量化的方式使其等價。

因下課時間從事活動的場地皆是從受試者各班教室到各場地，距離會因路程及樓層有所不同，導致身體上的疲憊程度不一樣，進而影響到下課願意花費時間去這個場所的意願。於是我們在第二次正式問卷中增加詢問受試者的班級，並且透過測距儀程式量測各班到各個場地的實際距離，而樓梯部分相較於平地更容易使人疲憊，減少去各場地的意願。我們透過文獻得知，爬一層樓梯的疲憊度約為走平地的4倍（Williford, 2016），我們以此作為加權依據，以公里為單位，對距離進行加權計算，使行走距離透過量化的方式達到等價。

除上述修正外，第二次預試結果支持了我們的設計是合理的，因為初步推估後得到的穩定狀態，跟我們在進行研究前所觀察到的現象幾乎一模一樣。此外，我們也再度修正問卷選項：選擇從事「上廁所」及「裝水」活動的同學，大多是基於生理需求的考量，而非有意將整節下課時間耗費在這兩種行為上，因此在正式研究中，我們將它移除。至於場地利用的部分，我們觀察到有部分學生願意在下課時間陪伴同學至廁所如廁，或是聚集在廁所前聊天等等，雖然最主要目的並非解決生理需求，而是聊天、嬉鬧等社交行為，但卻會將大部分的下課時間都耗在此場域，因此我們仍保留場地中的「廁所」這個選項。

## 五、正式問卷設計

經過兩次嚴謹預試後，我們利用Google表單設計以下的正式問卷，調查本校高一、二學生在下課時間最常從事的活動及校園場地利用。本問卷由兩大部分組成，分別從活動行為與場地利用進行調查。以下是我們正式施測的問卷內容，為了提高可讀性，並讓受試者更容易依照我們提供的選項回答，我們將下方表一、表二與圖一放在問卷當中，供受試者以代碼的形式填答。活動代碼與場地代碼的編碼規則將於研究結果中說明。

### （一）第一部分：活動行為調查



表一：下課時間從事的各項活動編碼（資料來源：研究者繪製）

活動代碼	從事的活動
A01	使用手機（如傳訊聊天、逛社群媒體、玩遊戲、查資料等）
A02	睡覺（含趴著休息）
A03	學習（如背單字、趕作業、準備下節考試、做專題等）
A04	發呆（如看別人打球、聽音樂、遠眺天空、低頭沉思等）
B01	聊天（如口頭聊天、嬉笑打鬧等）
B02	買東西（如早午餐、零食飲料等）
B03	找老師（如聊天、問問題、被約談）
B04	運動（如打球、跑步等）
B05	借還書或列印資料
B06	社團活動（如練舞、交社費、聯絡事情等）
B07	班級幹部、小老師的例行性工作（如交點名表、拿麥克風、擦黑板等）
B08	打理個人事務（如整理妝容、收拾座位、書包、化妝、拿書、綁鞋帶等）
B09	散步（含漫無目的地走逛校園）

問題1－1：請問你下課時最常從事的活動1為何？（請填代碼）

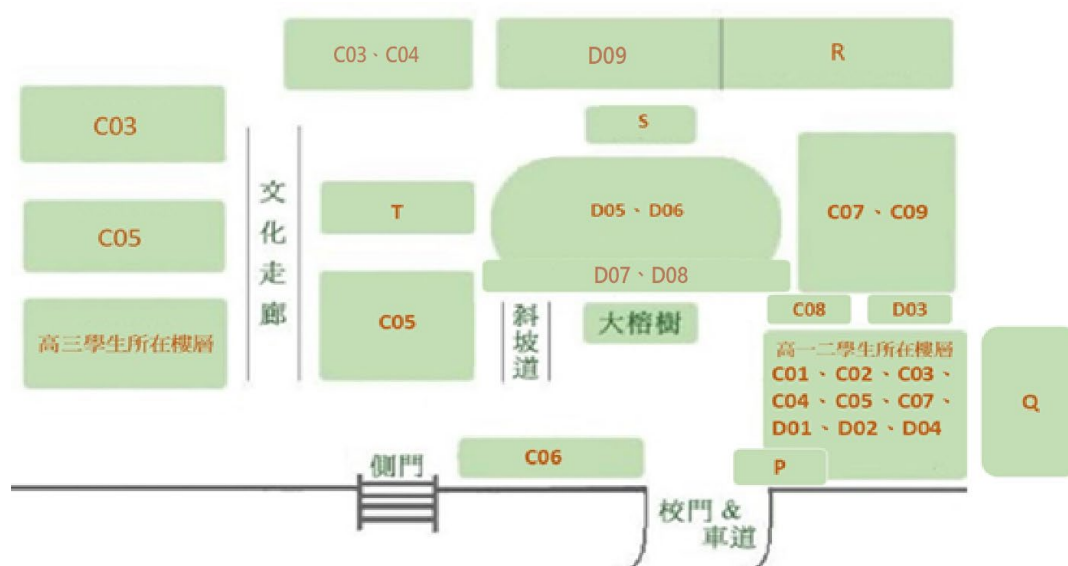
問題1－2：承上題，若你這節下課從事了活動1，則下節下課最有可能從事哪個活動？  
（請填代碼）

接著再重複以上兩個問題三次，使受試者排出他們心中理想的優先順序。

## （二）第二部分：場地利用調查

表二：下課時間從事活動的場地編碼（資料來源：研究者繪製）

場地代碼	校園內的場地
C01	自己班教室
C02	別班教室
C03	專科教室（如資訊教室、地科教室等）
C04	辦公室（如導師辦公室、專任辦公室等）
C05	行政處室（如教務處、學務處、教官室、保健室等）
C06	合作社
C07	廁所
C08	圖書館
C09	活動中心
P	無人商店
D01	走廊
D02	A棟4樓連接平台（104與107教室之間）
D03	A棟1樓國際會議廳旁空地
D04	A棟1樓紅舞台（202與203教室前）
D05	操場籃球場
D06	操場排球場
D07	操場跑道
D08	操場旁景觀台
D09	空中籃球場
Q	小田園
R	其餘室外公共空間（如樓梯間、中庭廣場、花園等）
S	操場司令台及兩側看台
T	滾球場



圖一：本校校園平面圖（資料來源：本校網站及研究者自行繪製）

問題5 – 1：請問你下課時最常從事的活動之場地1為何？（請填代碼）

問題5 – 2：承上題，若你這節下課去了場地1，則下節下課最有可能去哪個場地？（請填代碼）

接著再重複以上兩個問題三次，使受試者排出他們心中理想的優先順序。

## 六、研究假定與限制

在進行研究前，我們必須作以下假定。由於每位學生都有屬於自己的行程、交友圈、興趣嗜好、生活模式，因此長期而言，每位學生主要從事的活動並不會毫無限制地發散，而應該會趨於穩定（都是從某些活動、場地中做選擇），何況學校這個場所非常制式，學生能選擇的選項是有限且固定的。由於這種情況相當符合轉移矩陣的情境限制，因此，本研究假定高中生在從事活動與場地選擇上具有轉移現象與穩定狀態，可以仿照先前所探討之文獻中的模式，透過數學模型進行預估。

在發放預試問卷時，我們考慮到本校的校園場域分佈特殊：高三學生與高一、二學生分別位於校園不同區塊，繁重的升學壓力使高三學生幾乎處於與世隔絕的狀態，也因此他們平時下課時間的從事的活動較為單調，使用的場地也較不具全面性（甚至足不出戶坐在教室一整天），這與高一、二同學大為不同。基於此原因，我們決定研究對象僅限高一、二學生，也因此並未向高三學生發放問卷，因此本研究結果並不適合推論到準備升學的高三生身上。當然，因為各校場地配置不盡相同，所以研究結果也僅作為校內行政師長規畫與修正參考，不適合推論至其他學校使用。

## 伍、研究結果

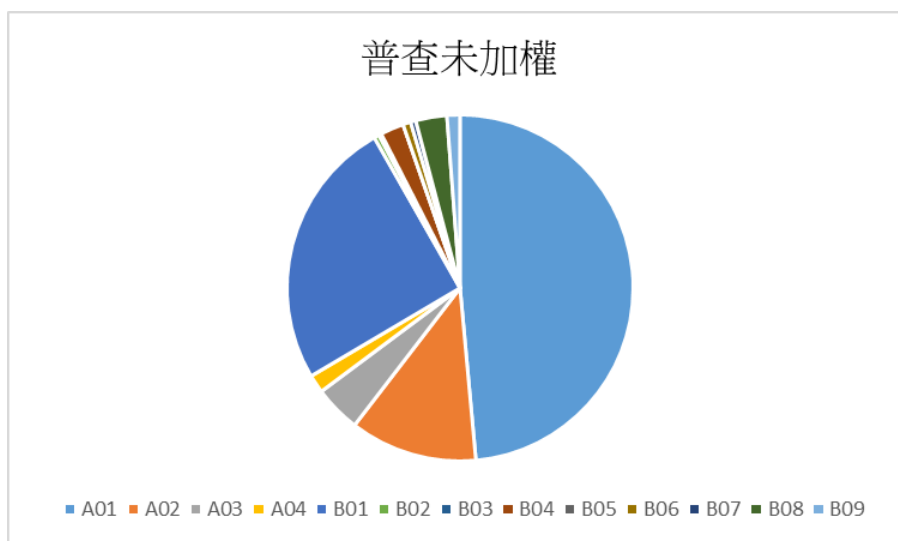
我們透過老師與校方的協助，使用學校對所有學生綁定的google帳號，在線上對本校高

一、二全體學生隨機發放問卷（由於帳號綁定的關係，受試者均需登入，因此每人只可填答一次）。正式研究共回收問卷421份（含412份有效問卷，篩選方式同前所述）。在有效問卷中男生佔204人（49.5%），女生佔208人（50.5%）；高一學生佔123人（29.9%），高二學生佔289人（70.1%）。造成高一、二受試人數差異較大的原因，可能是因為進行研究的當下適逢疫情停課，高一較難透過導師宣導所致（研究者皆為高二學生），但我們認為年級與本研究想探討的變因互相獨立，所以對研究結果不會有顯著的影響。

### 一、學生下課時間從事的活動比例

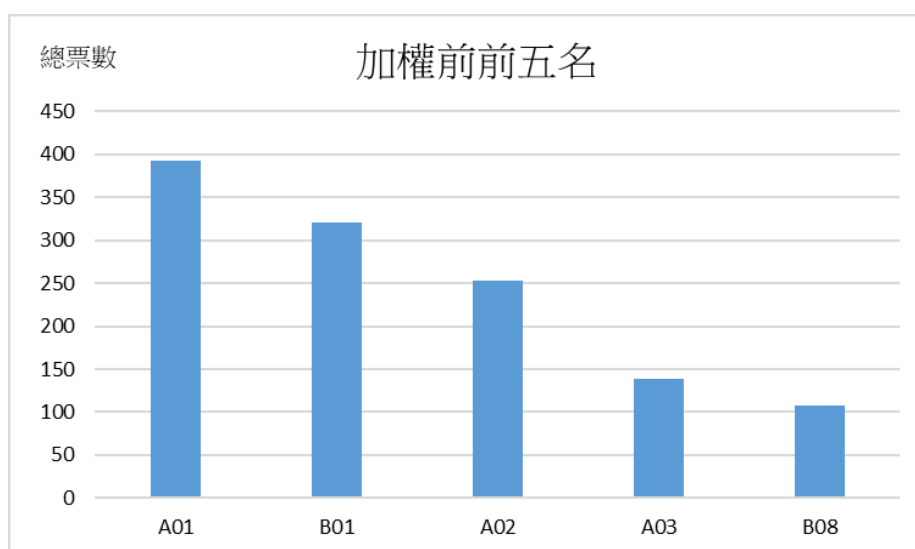
為了方便後續的探討，我們將學生從事的活進行編碼。我們將「學生從事的活動」中，按照「大部分的人都是獨立完成的個人活動」、「大部分的人都是兩人以上進行的活動」兩大原則分為A、B兩大類。舉例來說，使用手機、睡覺等行為皆為大部分學生可獨力完成的活動；而聊天、找老師等行為，大部分的人都是需與他人共同從事才能達成。區分兩大類後，我們再將該類別下的各種項目依序編號。

接下來，我們分別呈現加權前與加權後的研究結果。如圖二所示，我們將學生選擇從事活動的第一志願（加權前）製作成圓餅圖。



圖二：下課時間學生選擇從事活動的第一志願（資料來源：研究者繪製）

接著將受試者填寫的所有活動志願序加總（問題1 – 1加至4 – 2）並以學生從事活動的前五名呈現製作成長條圖，如下圖三所示。



圖三：下課時間學生從事活動的前五名加總（資料來源：研究者繪製）

接下來，我們將受試者填寫的四題回覆以矩陣的形式進行相加。由於在轉移矩陣中，每行的總和皆需等於1，因此我們將每個元除上總和，使每個元皆為比率，得到轉移矩陣。接著再將此轉移矩陣乘上受試者填寫的第一志願（初始狀態），重複數次即得出穩定狀態，如表三與表四所示，其中表四的最後一欄即為各種活動行為的穩定狀態模型。

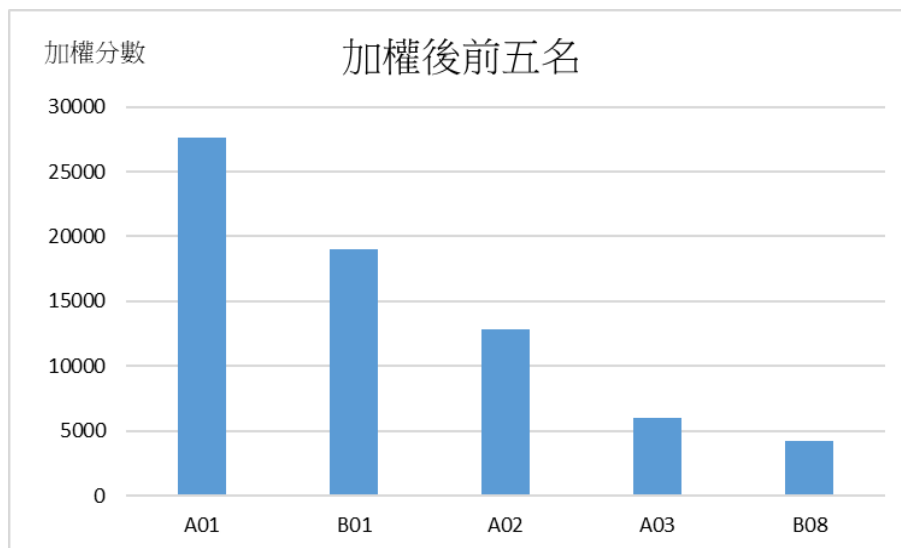
表三：加權前計算學生活動的轉移矩陣之過程（資料來源：研究者繪製）

加權前	A01	A02	A03	A04	B01	B02	B03	B04	B05	B06	B07	B08	B09	第一志願	轉移狀態
A01	0.3546	0.2817	0.2174	0.2708	0.3427	0.2632	0.2656	0.2333	0.0000	0.1429	0.2000	0.2991	0.3182	0.3055	0.3055
A02	0.2143	0.2381	0.2609	0.2292	0.1277	0.1368	0.0938	0.0667	0.0000	0.1071	0.1111	0.1121	0.0227	0.1839	0.1839
A03	0.0689	0.1190	0.1812	0.0521	0.0467	0.0421	0.1094	0.0000	0.0000	0.1071	0.0889	0.0561	0.1136	0.0820	0.0820
A04	0.0357	0.0238	0.0797	0.1146	0.0156	0.0632	0.0781	0.0500	0.2500	0.0357	0.0667	0.1121	0.0227	0.0430	0.0430
B01	0.2347	0.1706	0.1232	0.1979	0.2492	0.2000	0.1406	0.0833	0.0000	0.0714	0.2000	0.1121	0.1818	0.1984	0.1984
B02	0.0281	0.0278	0.0145	0.0104	0.0654	0.1053	0.0000	0.1500	0.0000	0.0357	0.0667	0.0654	0.0682	0.0418	0.0418
B03	0.0102	0.0238	0.0362	0.0208	0.0249	0.0211	0.1094	0.0000	0.2500	0.0357	0.0889	0.0280	0.0227	x	0.0245 = 0.0245
B04	0.0153	0.0159	0.0000	0.0208	0.0093	0.0211	0.0781	0.3167	0.0000	0.0000	0.0222	0.0000	0.0000	0.0198	0.0198
B05	0.0000	0.0000	0.0072	0.0000	0.0000	0.0000	0.0156	0.0000	0.2500	0.0357	0.0222	0.0093	0.0000	0.0030	0.0030
B06	0.0051	0.0119	0.0145	0.0104	0.0218	0.0000	0.0156	0.0000	0.2500	0.1071	0.0000	0.0187	0.0227	0.0136	0.0136
B07	0.0077	0.0278	0.0145	0.0104	0.0187	0.0421	0.0156	0.0167	0.0000	0.1071	0.0222	0.0280	0.0227	0.0188	0.0188
B08	0.0102	0.0357	0.0435	0.0208	0.0561	0.0842	0.0625	0.0333	0.0000	0.1786	0.1111	0.1121	0.0227	0.0406	0.0406
B09	0.0153	0.0238	0.0072	0.0417	0.0218	0.0211	0.0156	0.0500	0.0000	0.0357	0.0000	0.0467	0.1818	0.0249	0.0249

表四：加權前從事活動各階段的轉移矩陣及其穩定狀態（資料來源：研究者繪製）

轉移次數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	穩定狀態
A01	0.3278	0.3099	0.3066	0.3058	0.3056	0.3056	0.3056	0.3055	0.3055	0.3055	30.55%
A02	0.1871	0.1852	0.1842	0.1840	0.1839	0.1839	0.1839	0.1839	0.1839	0.1839	18.39%
A03	0.0729	0.0806	0.0818	0.0820	0.0820	0.0820	0.0820	0.0820	0.0820	0.0820	8.20%
A04	0.0352	0.0402	0.0423	0.0428	0.0430	0.0430	0.0430	0.0430	0.0430	0.0430	4.30%
B01	0.2160	0.2025	0.1994	0.1987	0.1985	0.1985	0.1984	0.1984	0.1984	0.1984	19.84%
B02	0.0414	0.0422	0.0420	0.0418	0.0418	0.0418	0.0418	0.0418	0.0418	0.0418	4.18%
B03	0.0182	0.0228	0.0241	0.0244	0.0245	0.0245	0.0245	0.0245	0.0245	0.0245	2.45%
B04	0.0193	0.0195	0.0197	0.0198	0.0198	0.0198	0.0198	0.0198	0.0198	0.0198	1.98%
B05	0.0010	0.0021	0.0027	0.0029	0.0030	0.0030	0.0030	0.0030	0.0030	0.0030	0.30%
B06	0.0118	0.0129	0.0133	0.0135	0.0136	0.0136	0.0136	0.0136	0.0136	0.0136	1.36%
B07	0.0151	0.0185	0.0188	0.0188	0.0188	0.0188	0.0188	0.0188	0.0188	0.0188	1.88%
B08	0.0323	0.0392	0.0404	0.0406	0.0406	0.0406	0.0406	0.0406	0.0406	0.0406	4.06%
B09	0.0219	0.0242	0.0247	0.0249	0.0249	0.0249	0.0249	0.0249	0.0249	0.0249	2.49%
	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	100%

接著看加權後的結果。因為志願序會有意願強度的差別，並且為了確認志願序是否會影響轉移矩陣之穩定狀態的比率排序結果，我們以波達計數法的方式加權。其方式為：第一志願乘上 $\frac{100}{1} = 100$ ，第二志願乘上 $\frac{100}{2} = 50$ ，第三志願乘上 $\frac{100}{3} = 33$ ，依此類推。將受試者填寫的所有活動志願序進行加權及加總，並以前五種學生最常從事的活動來呈現。



圖四：下課時間學生從事的活動的前五名加權加總（資料來源：研究者繪製）

仿照前述方法，我們將四個加權後志願序的矩陣相加，使此轉移矩陣以比率的形式做矩

陣的運算。接著我們以此轉移矩陣乘上學生從事活動的第一志願（初始狀態），求出各階段轉移後的行矩陣（轉移後的狀態），如表五。

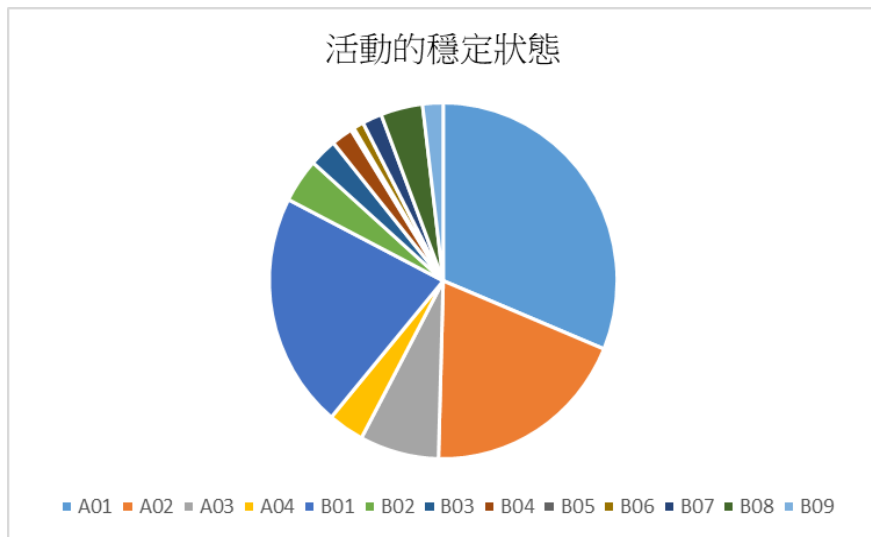
表五：加權後計算學生活動的轉移矩陣之過程（資料來源：研究者繪製）

加權後	A01	A02	A03	A04	B01	B02	B03	B04	B05	B06	B07	B08	B09		第一志願	轉移狀態
A01	0.3589	0.2796	0.2214	0.3090	0.3557	0.2600	0.2581	0.2232	0.0000	0.1552	0.2137	0.3047	0.2744		0.3126	0.3126
A02	0.2191	0.2828	0.2590	0.2463	0.1208	0.1426	0.0717	0.0692	0.0000	0.0840	0.1147	0.0995	0.0147		0.1918	0.1918
A03	0.0599	0.1071	0.1799	0.0429	0.0428	0.0349	0.1114	0.0000	0.0000	0.1128	0.0727	0.0558	0.0830		0.0735	0.0735
A04	0.0230	0.0196	0.0570	0.1100	0.0136	0.0451	0.0789	0.0503	0.2845	0.0212	0.0520	0.1076	0.0294		0.0333	0.0333
B01	0.2487	0.1744	0.1197	0.1650	0.2770	0.2073	0.1310	0.0912	0.0000	0.1272	0.2713	0.1335	0.2356		0.2142	0.2142
B02	0.0318	0.0287	0.0126	0.0072	0.0569	0.0999	0.0000	0.1415	0.0000	0.0848	0.0520	0.0477	0.0442		0.0401	0.0401
B03	0.0121	0.0203	0.0320	0.0167	0.0219	0.0400	0.1472	0.0000	0.2845	0.0424	0.0833	0.0300	0.0589	x	0.0257	= 0.0257
B04	0.0173	0.0118	0.0000	0.0239	0.0061	0.0226	0.0750	0.3492	0.0000	0.0000	0.0207	0.0000	0.0000		0.0199	0.0199
B05	0.0000	0.0000	0.0168	0.0000	0.0000	0.0000	0.0120	0.0000	0.2155	0.0280	0.0157	0.0060	0.0000		0.0030	0.0030
B06	0.0036	0.0071	0.0111	0.0072	0.0157	0.0000	0.0158	0.0000	0.2155	0.0916	0.0000	0.0139	0.0147		0.0097	0.0097
B07	0.0085	0.0254	0.0251	0.0095	0.0179	0.0349	0.0158	0.0125	0.0000	0.0772	0.0157	0.0259	0.0294		0.0182	0.0182
B08	0.0082	0.0281	0.0613	0.0167	0.0551	0.0951	0.0674	0.0219	0.0000	0.1332	0.0883	0.1275	0.0147		0.0389	0.0389
B09	0.0090	0.0150	0.0042	0.0455	0.0166	0.0175	0.0158	0.0409	0.0000	0.0424	0.0000	0.0479	0.2008		0.0191	0.0191

接著重複上述步驟數次，得出穩定狀態，並以百分比的形式呈現，如表六。其中表六的最後一欄即為各種活動行為的穩定狀態模型。將表六繪製成圓餅圖如圖五，可清楚發現：學生下課時從事的活動行為前三名依序為A01使用手機、B01聊天、A02睡覺，接著才是A03學習。換句話說，長期而言，每節下課約會有31.26%的學生在使用手機，其餘依此類推。

表六：加權後從事活動的各階段轉移矩陣及其最後的穩定狀態（資料來源：研究者繪製）

轉移次數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		穩定狀態
A01	0.3333	0.3166	0.3135	0.3128	0.3126	0.3126	0.3126	0.3126	0.3126	0.3126		31.26%
A02	0.1926	0.1932	0.1923	0.1920	0.1919	0.1919	0.1918	0.1918	0.1918	0.1918		19.18%
A03	0.0654	0.0720	0.0733	0.0735	0.0735	0.0735	0.0735	0.0735	0.0735	0.0735		7.35%
A04	0.0267	0.0306	0.0325	0.0331	0.0332	0.0333	0.0333	0.0333	0.0333	0.0333		3.33%
B01	0.2317	0.2186	0.2153	0.2145	0.2143	0.2142	0.2142	0.2142	0.2142	0.2142		21.42%
B02	0.0402	0.0408	0.0403	0.0401	0.0401	0.0401	0.0401	0.0401	0.0401	0.0401		4.01%
B03	0.0183	0.0237	0.0252	0.0256	0.0257	0.0257	0.0257	0.0257	0.0257	0.0257		2.57%
B04	0.0197	0.0196	0.0197	0.0198	0.0199	0.0199	0.0199	0.0199	0.0199	0.0199		1.99%
B05	0.0012	0.0022	0.0027	0.0029	0.0029	0.0030	0.0030	0.0030	0.0030	0.0030		0.30%
B06	0.0085	0.0091	0.0095	0.0096	0.0097	0.0097	0.0097	0.0097	0.0097	0.0097		0.97%
B07	0.0151	0.0179	0.0181	0.0182	0.0182	0.0182	0.0182	0.0182	0.0182	0.0182		1.82%
B08	0.0306	0.0375	0.0388	0.0389	0.0389	0.0389	0.0389	0.0389	0.0389	0.0389		3.89%
B09	0.0165	0.0182	0.0188	0.0190	0.0191	0.0191	0.0191	0.0191	0.0191	0.0191		1.91%



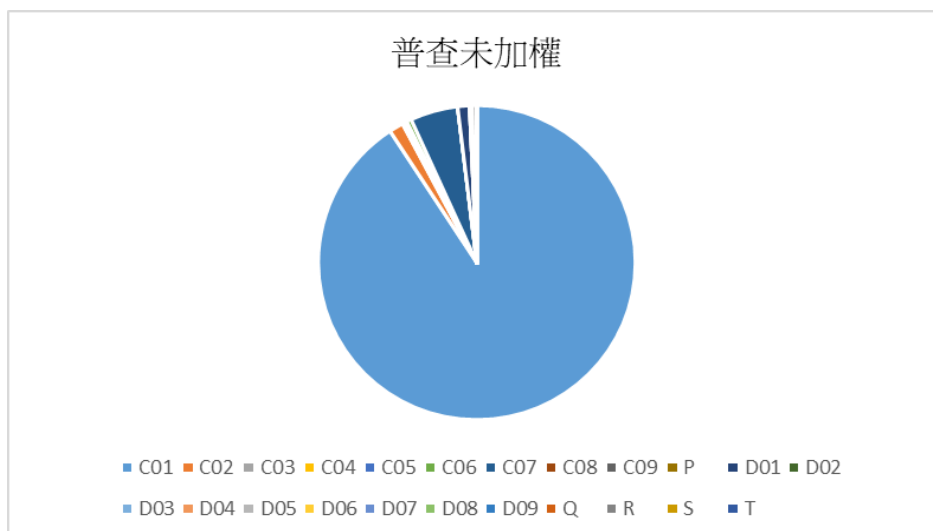
圖五：加權後從事活動的最後穩定狀態圓餅圖（資料來源：研究者繪製）

## 二、學生下課時間的場地利用分配

學生從事活動的場地編碼原理與上述從事活動的編碼分配方式相似，我們分為C、D兩大類，其分類依據為「室內空間」如：自己班教室、合作社、廁所等；「室外公共空間」，如走廊、球場、司令台等。至於會有P、Q、R、S、T的出現，則完全是技術考量。因為這幾個碼號原先為C10、D10、D11、D12、D13，但礙於後續在Excel的取代計算中電腦會判別錯誤，因此改編為其他代碼。

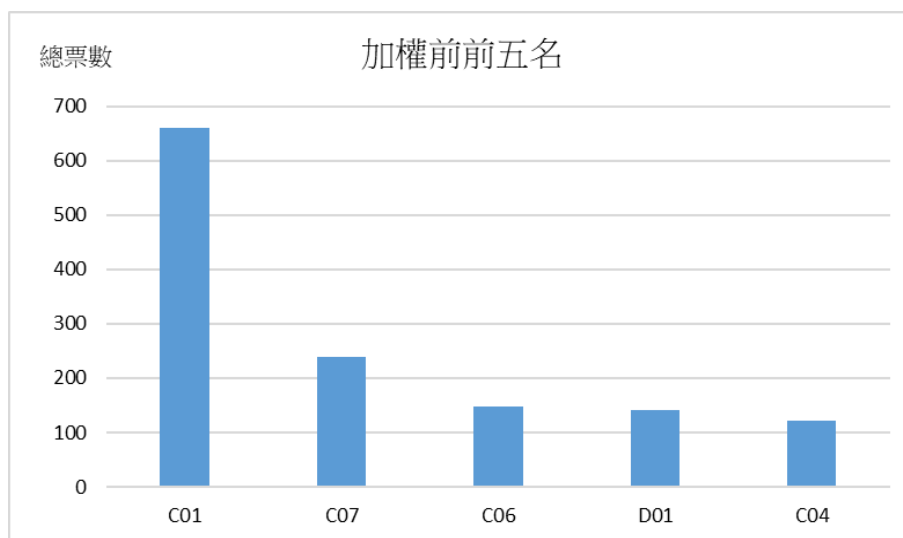
接下來，我們同樣分別呈現加權前與加權後的研究結果。如圖六所示，我們將學生選擇從事活動的場地第一志願（未加權）製作成圓餅圖。





圖六：下課時間學生選擇從事活動的場地之第一志願（資料來源：研究者繪製）

接著我們將受試者填寫的活動之場地志願序加總（問題5 – 1至8 – 2），並列出最常被使用的場地前五名製成長條圖，如圖七。



圖七：下課時間學生從事活動的場地前五名加總（資料來源：研究者繪製）

我們將四題回覆轉換成矩陣並相加，使此轉移矩陣以比率的形式做矩陣的運算。在使用 Excel 計算場地使用狀況的轉移矩陣時，我們發現：在回收的問卷數據中，本校學生沒有人在他們的志願序中填上司令台和兩側看台（S），為了不使轉移矩陣的計算受影響，我們將含有 S

的整列、整行直接刪除再進行計算，如表七與表八所示，其中表八的最後一欄即為各種場地利用的穩定狀態模型。

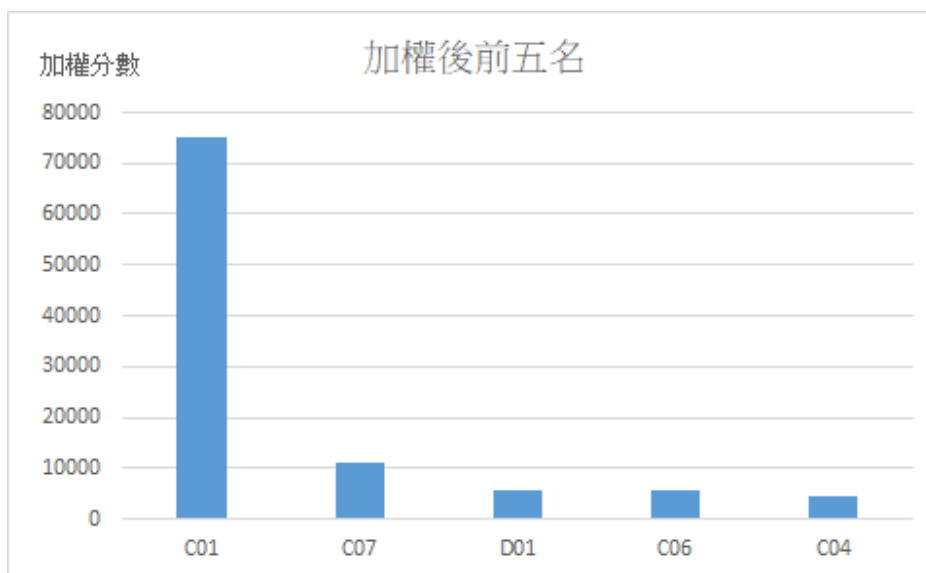
表七：計算加權前場地的轉移後狀態之過程（資料來源：研究者繪製）

前	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	P	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	Q	R	T	第一志願	穩定狀態	
C01	0.6339	0.6145	0.6000	0.6033	0.4000	0.5578	0.6183	0.0769	0.3636	0.0000	0.5423	0.4706	0.5000	0.3333	0.4706	0.3158	0.3333	0.2500	1.0000	1.0000	0.3333	0.0000	0.6049	0.6049	
C02	0.0696	0.0723	0.0000	0.0413	0.0200	0.0272	0.0124	0.0769	0.1818	0.0000	0.0252	0.1176	0.0000	0.1667	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0417	0.0000	0.0542	0.0542	
C03	0.0151	0.0000	0.1000	0.0165	0.0400	0.0068	0.0083	0.0769	0.0000	0.0000	0.0211	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1111	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0150	0.0150	
C04	0.0182	0.0120	0.1600	0.0561	0.0400	0.0272	0.0249	0.0769	0.0909	0.0000	0.0423	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1111	0.0000	0.0000	0.0000	0.0417	0.0000	0.0246	0.0246	
C05	0.0000	0.0120	0.0200	0.0909	0.1200	0.0340	0.0124	0.0000	0.0000	0.0000	0.0141	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000	0.0093	0.0093	
C06	0.0348	0.0723	0.0000	0.0413	0.1400	0.1088	0.0747	0.0000	0.0909	0.0000	0.0282	0.0588	0.0000	0.0000	0.0588	0.0526	0.1111	0.0000	0.0000	0.0000	0.0417	0.0000	0.0472	0.0472	
C07	0.1770	0.1084	0.0400	0.0496	0.1000	0.0894	0.1037	0.2308	0.0909	0.0000	0.0845	0.0588	0.5000	0.0000	0.0294	0.0000	0.1111	0.0000	0.0000	0.0000	0.1667	0.0000	0.1441	0.1441	
C08	0.0000	0.0000	0.0200	0.0000	0.0000	0.0204	0.0207	0.0769	0.0909	0.0000	0.0070	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0417	0.0000	0.0057	0.0057	
C09	0.0000	0.0000	0.0000	0.0083	0.0000	0.0068	0.0083	0.1538	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1250	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0027	0.0027	
P	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0002	
D01	0.0303	0.0482	0.0400	0.0744	0.0400	0.0544	0.0788	0.2308	0.0000	0.0000	0.1127	0.1176	0.0000	0.0000	0.0000	0.1053	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.6417	0.0000	X	=	0.0457
D02	0.0045	0.0120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0068	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0141	0.0000	0.0000	0.1667	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0047	0.0047	
D03	0.0000	0.0000	0.0200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0070	0.0000	0.0000	0.1667	0.0000	0.0526	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0012	0.0012	
D04	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0136	0.0041	0.0000	0.0000	0.0000	0.0141	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0019	0.0019	
D05	0.0121	0.0120	0.0000	0.0000	0.0200	0.0204	0.0083	0.0000	0.0000	0.0000	0.0141	0.0588	0.0000	0.0000	0.2353	0.0526	0.0000	0.1250	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0151	0.0151	
D06	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0041	0.0000	0.0000	0.0000	0.0141	0.0000	0.0000	0.0000	0.1765	0.1579	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0046	0.0046	
D07	0.0000	0.0120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0136	0.0041	0.0000	0.0000	0.0000	0.0211	0.1176	0.0000	0.1667	0.0000	0.1579	0.0000	0.1250	0.0000	0.0000	0.0833	0.0000	0.0055	0.0055	
D08	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1053	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.0005	
D09	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0909	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0294	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0007	0.0007	
Q	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1250	0.0000	0.0000	0.0000	0.5000	0.0004	0.0004	
R	0.0045	0.0241	0.0000	0.0083	0.0400	0.0136	0.0166	0.0000	0.0000	0.0000	0.0282	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2222	0.2500	0.0000	0.1250	0.0000	0.0000	0.0118	0.0118	
T	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.5000	0.0000	0.0000	0.0000	

表八：加權前場地各個階段的轉移後狀態及最終的穩定狀態（資料來源：研究者繪製）

轉移次數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	穩定狀態
C01	0.6292	0.6162	0.6076	0.6056	0.6051	0.6050	0.6049	0.6049	0.6049	0.6049	60.49%
C02	0.0659	0.0548	0.0546	0.0543	0.0542	0.0542	0.0542	0.0542	0.0542	0.0542	5.42%
C03	0.0146	0.0139	0.0147	0.0149	0.0149	0.0150	0.0150	0.0150	0.0150	0.0150	1.50%
C04	0.0188	0.0230	0.0241	0.0245	0.0246	0.0246	0.0246	0.0246	0.0246	0.0246	2.46%
C05	0.0016	0.0073	0.0088	0.0092	0.0093	0.0093	0.0093	0.0093	0.0093	0.0093	0.93%
C06	0.0379	0.0469	0.0470	0.0472	0.0472	0.0472	0.0472	0.0472	0.0472	0.0472	4.72%
C07	0.1693	0.1463	0.1450	0.1444	0.1442	0.1442	0.1441	0.1441	0.1441	0.1441	14.41%
C08	0.0012	0.0052	0.0056	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.0057	0.57%
C09	0.0005	0.0020	0.0025	0.0026	0.0027	0.0027	0.0027	0.0027	0.0027	0.0027	0.27%
P	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.02%
D01	0.0339	0.0447	0.0455	0.0456	0.0456	0.0457	0.0457	0.0457	0.0457	0.0457	4.57%
D02	0.0049	0.0045	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.0047	0.47%
D03	0.0005	0.0007	0.0011	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.12%
D04	0.0004	0.0017	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	0.0019	0.19%
D05	0.0130	0.0145	0.0150	0.0151	0.0151	0.0151	0.0151	0.0151	0.0151	0.0151	1.51%
D06	0.0012	0.0037	0.0044	0.0046	0.0046	0.0046	0.0046	0.0046	0.0046	0.0046	0.46%
D07	0.0011	0.0041	0.0051	0.0054	0.0055	0.0055	0.0055	0.0055	0.0055	0.0055	0.55%
D08	0.0000	0.0001	0.0004	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.05%
D09	0.0001	0.0004	0.0006	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.07%
Q	0.0000	0.0001	0.0002	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.04%
R	0.0058	0.0099	0.0111	0.0116	0.0117	0.0117	0.0118	0.0118	0.0118	0.0118	1.18%
T	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00%

然而上述模型並未考慮到空間因素。由於各班到各場地的距離及樓層不同，導致身體上的疲憊程度不同，進而影響到下課願意花費時間去這個場所的意願，為了使空間等價，我們實際量測了每班至各場地的距離（如圖八與表九所示），並以公里為單位進行加權。



圖八：下課時間學生從事活動之場地的加權前五名（資料來源：研究者繪製）

表九：各班至各場地距離加權資料來源：研究者繪製）

	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	P	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	Q	R	S	T
103	1	1.010	1.139	1.224	1.174	1.343	1.021	1.290	1.139	1.280	1.003	1.044	1.260	1.243	1.154	1.132	1.098	1.131	1.339	1.270	1.016	1.315	1.348
104	1	1.010	1.128	1.214	1.184	1.353	1.011	1.300	1.149	1.291	1.003	1.034	1.249	1.253	1.144	1.142	1.108	1.121	1.349	1.260	1.006	1.325	1.358
105	1	1.010	1.117	1.202	1.129	1.340	1.028	1.245	1.093	1.232	1.003	1.054	1.348	1.308	1.089	1.086	1.053	1.066	1.293	1.359	1.018	1.113	1.146
106	1	1.010	1.106	1.192	1.139	1.350	1.018	1.255	1.103	1.242	1.003	1.044	1.338	1.298	1.100	1.096	1.063	1.076	1.303	1.349	1.018	1.123	1.156
109	1	1.010	1.195	1.280	1.218	1.448	1.028	1.333	1.172	1.320	1.003	1.132	1.426	1.386	1.178	1.165	1.131	1.179	1.372	1.437	1.018	1.191	1.235
110	1	1.010	1.185	1.270	1.228	1.458	1.018	1.343	1.182	1.330	1.003	1.122	1.416	1.376	1.188	1.175	1.141	1.189	1.382	1.427	1.018	1.201	1.245
111	1	1.010	1.175	1.260	1.238	1.468	1.008	1.354	1.192	1.330	1.003	1.112	1.406	1.366	1.198	1.185	1.151	1.199	1.392	1.417	1.008	1.211	1.255
112	1	1.010	1.283	1.368	1.296	1.537	1.038	1.402	1.250	1.399	1.003	1.220	1.515	1.475	1.246	1.233	1.199	1.247	1.450	1.525	1.008	1.269	1.303
113	1	1.010	1.273	1.358	1.306	1.547	1.028	1.412	1.260	1.409	1.003	1.210	1.505	1.465	1.256	1.243	1.210	1.258	1.460	1.515	1.018	1.279	1.313
114	1	1.010	1.263	1.348	1.316	1.557	1.018	1.422	1.270	1.419	1.003	1.200	1.494	1.455	1.266	1.253	1.220	1.268	1.470	1.505	1.018	1.290	1.323
115	1	1.010	1.253	1.338	1.326	1.567	1.008	1.432	1.280	1.429	1.003	1.190	1.484	1.445	1.276	1.263	1.230	1.278	1.480	1.495	1.008	1.300	1.333
201	1	1.010	1.237	1.166	1.389	1.084	1.041	1.035	1.363	1.025	1.003	1.299	1.044	1.018	1.339	1.346	1.313	1.326	1.563	1.056	1.006	1.341	1.406
202	1	1.010	1.227	1.155	1.399	1.094	1.031	1.045	1.374	1.035	1.003	1.289	1.034	1.008	1.349	1.356	1.323	1.336	1.574	1.046	1.016	1.351	1.416
203	1	1.010	1.217	1.145	1.409	1.104	1.021	1.055	1.384	1.045	1.003	1.279	1.024	1.008	1.360	1.367	1.333	1.346	1.584	1.036	1.016	1.361	1.426
204	1	1.010	1.207	1.135	1.419	1.114	1.011	1.065	1.394	1.056	1.003	1.269	1.014	1.018	1.370	1.376	1.343	1.356	1.594	1.025	1.006	1.371	1.437
205	1	1.010	1.116	1.087	1.311	1.166	1.041	1.113	1.275	1.104	1.003	1.220	1.123	1.096	1.261	1.268	1.235	1.250	1.475	1.134	1.006	1.284	1.328
206	1	1.010	1.106	1.077	1.321	1.176	1.031	1.123	1.285	1.114	1.003	1.210	1.113	1.086	1.271	1.278	1.245	1.260	1.485	1.124	1.016	1.294	1.338
207	1	1.010	1.139	1.067	1.331	1.186	1.021	1.134	1.295	1.124	1.003	1.200	1.103	1.086	1.281	1.288	1.255	1.270	1.495	1.114	1.016	1.305	1.348
208	1	1.010	1.128	1.057	1.341	1.196	1.011	1.144	1.305	1.134	1.003	1.190	1.093	1.096	1.291	1.298	1.265	1.434	1.505	1.104	1.006	1.315	1.358
209	1	1.010	1.116	1.045	1.355	1.208	1.014	1.156	1.299	1.146	1.003	1.201	1.105	1.108	1.303	1.310	1.277	1.271	1.499	1.116	1.008	1.318	1.352
210	1	1.010	1.106	1.035	1.324	1.218	1.024	1.166	1.289	1.156	1.003	1.211	1.115	1.118	1.313	1.320	1.287	1.261	1.489	1.126	1.018	1.308	1.342
211	1	1.010	1.080	1.166	1.232	1.244	1.041	1.305	1.197	1.182	1.003	1.142	1.201	1.096	1.183	1.190	1.156	1.169	1.397	1.212	1.006	1.216	1.250
212	1	1.010	1.070	1.155	1.243	1.254	1.031	1.315	1.207	1.192	1.003	1.132	1.191	1.164	1.193	1.200	1.166	1.179	1.207	1.202	1.016	1.226	1.260
213	1	1.010	1.060	1.145	1.253	1.264	1.021	1.325	1.217	1.202	1.003	1.122	1.181	1.164	1.203	1.210	1.176	1.189	1.417	1.192	1.016	1.236	1.270
214	1	1.010	1.050	1.135	1.263	1.274	1.011	1.335	1.227	1.212	1.003	1.112	1.171	1.175	1.213	1.220	1.186	1.199	1.427	1.182	1.006	1.246	1.280
215	1	1.010	1.038	1.123	1.256	1.286	1.014	1.347	1.220	1.224	1.003	1.122	1.183	1.187	1.225	1.232	1.198	1.193	1.420	1.194	1.008	1.240	1.273
216	1	1.010	1.028	1.113	1.246	1.296	1.024	1.357	1.210	1.234	1.003	1.133	1.193	1.197	1.235	1.242	1.209	1.183	1.410	1.204	1.018	1.230	1.263

我們將每位受試者的回覆乘上距離加權，並再次分析，以確認距離是否會影響穩定狀態模型。而我們沒有只乘上志願序的加權，是因為透過活動部分加權前後的穩定狀態結果，可以得出志願序對排序的影響不大。換句話說，距離加權對研究的重要性勝過志願序加權對研究的重要性。

接著我們將乘上距離加權的四題回覆轉換成矩陣的形式並相加，使此轉移矩陣以比率的形式做矩陣的運算，接著我們以此轉移矩陣乘上學生從事活動的第一志願（初始狀態），求出

各階段轉移後的行矩陣（轉移後的狀態），如表十。重複上述步驟，可以得出最終穩定狀態模型，並以百分比形式呈現，如表十一。表十一的最後一欄即為距離加權後的場地利用情況。

表十：計算距離加權後場地的轉移後狀態之過程（資料來源：研究者繪製）

只乘距離	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	P	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	Q	R	T	第一志願	穩定狀態		
C01	0.6079	0.6031	0.5722	0.5785	0.3601	0.5252	0.6097	0.0714	0.3268	0.0000	0.5296	0.4531	0.4955	0.3031	0.4183	0.2878	0.3139	0.1840	1.0000	1.0000	0.3085	0.0000	0.5782	0.5782		
C02	0.0777	0.0717	0.0000	0.0400	0.0182	0.0259	0.0125	0.0721	0.1650	0.0000	0.0343	0.1144	0.0000	0.1531	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0390	0.0000	0.0575	0.0575		
C03	0.0168	0.0000	0.1074	0.0177	0.0420	0.0066	0.0046	0.0790	0.0000	0.0000	0.0237	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1086	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0158	0.0158		
C04	0.0195	0.0127	0.1754	0.0703	0.0395	0.0272	0.0279	0.0739	0.0918	0.0000	0.0464	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1187	0.0000	0.0000	0.0000	0.0408	0.0000	0.0269	0.0269		
C05	0.0000	0.0149	0.0256	0.1122	0.1398	0.0462	0.0162	0.0000	0.0000	0.0000	0.0166	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1023	0.0000	0.0130	0.0130		
C06	0.0422	0.0861	0.0000	0.0508	0.1519	0.1265	0.0803	0.0000	0.1097	0.0000	0.0326	0.0625	0.0000	0.0000	0.0670	0.0584	0.1416	0.0000	0.0000	0.0000	0.0426	0.0000	0.0567	0.0567		
C07	0.1839	0.1088	0.0393	0.0486	0.0925	0.0854	0.1009	0.2190	0.0851	0.0000	0.0831	0.0577	0.5045	0.0000	0.0267	0.0000	0.1065	0.0000	0.0000	0.0000	0.1574	0.0000	0.1446	0.1446		
C08	0.0000	0.0000	0.0222	0.0000	0.0000	0.0244	0.0233	0.0939	0.1074	0.0000	0.0079	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0433	0.0000	0.0070	0.0070		
C09	0.0000	0.0000	0.0000	0.0101	0.0000	0.0070	0.0098	0.1757	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1264	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0034	0.0034		
P	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0186	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	x	0.0002	=	0.0002
D01	0.0291	0.0356	0.0383	0.0636	0.0361	0.0514	0.0744	0.2149	0.0000	0.0000	0.1022	0.1136	0.0000	0.0000	0.0000	0.0481	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0387	0.0000	0.0425	0.0425		
D02	0.0045	0.0134	0.0000	0.0000	0.0230	0.0067	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0153	0.0000	0.0000	0.1850	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0051	0.0051		
D03	0.0000	0.0000	0.0195	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0076	0.0000	0.0000	0.1567	0.0000	0.0717	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0014	0.0014		
D04	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0135	0.0041	0.0000	0.0000	0.0000	0.0149	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0020	0.0020		
D05	0.0140	0.0140	0.0000	0.0000	0.0214	0.0239	0.0099	0.0000	0.0000	0.0000	0.0168	0.0694	0.0000	0.0000	0.2518	0.0612	0.0000	0.1169	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0180	0.0180		
D06	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0049	0.0000	0.0000	0.0000	0.0167	0.0000	0.0000	0.0000	0.1948	0.1722	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0060	0.0060		
D07	0.0000	0.0159	0.0000	0.0000	0.0000	0.0171	0.0048	0.0000	0.0000	0.0000	0.0248	0.1293	0.0000	0.2020	0.0000	0.1789	0.0000	0.2530	0.0000	0.0000	0.0977	0.0000	0.0071	0.0071		
D08	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1218	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0007	0.0007	0.0007		
D09	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1141	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0414	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0011	0.0011		
Q	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0203	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1034	0.0000	0.0000	0.4327	0.0000	0.0006	0.0006		
R	0.0044	0.0239	0.0000	0.0081	0.0366	0.0130	0.0168	0.0000	0.0000	0.0275	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2107	0.2163	0.0000	0.0000	0.1299	0.0000	0.0122	0.0122		
T	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.5673	0.0000	0.0000		

表十一：距離加權後場地各階段的轉移後狀態及穩定狀態（資料來源：研究者繪製）

轉移次數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	穩定狀態
C01	0.6043	0.5928	0.5818	0.5792	0.5785	0.5783	0.5782	0.5782	0.5782	0.5782	57.82%
C02	0.0732	0.0585	0.0582	0.0577	0.0576	0.0575	0.0575	0.0575	0.0575	0.0575	5.75%
C03	0.0159	0.0144	0.0155	0.0157	0.0158	0.0158	0.0158	0.0158	0.0158	0.0158	1.58%
C04	0.0202	0.0252	0.0263	0.0267	0.0269	0.0269	0.0269	0.0269	0.0269	0.0269	2.69%
C05	0.0020	0.0101	0.0122	0.0127	0.0129	0.0130	0.0130	0.0130	0.0130	0.0130	1.30%
C06	0.0453	0.0559	0.0563	0.0566	0.0566	0.0567	0.0567	0.0567	0.0567	0.0567	5.67%
C07	0.1753	0.1474	0.1460	0.1450	0.1447	0.1447	0.1446	0.1446	0.1446	0.1446	14.46%
C08	0.0013	0.0062	0.0067	0.0069	0.0070	0.0070	0.0070	0.0070	0.0070	0.0070	0.70%
C09	0.0005	0.0025	0.0032	0.0033	0.0034	0.0034	0.0034	0.0034	0.0034	0.0034	0.34%
P	0.0000	0.0000	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.02%
D01	0.0323	0.0420	0.0425	0.0425	0.0425	0.0425	0.0425	0.0425	0.0425	0.0425	4.25%
D02	0.0050	0.0046	0.0051	0.0051	0.0051	0.0051	0.0051	0.0051	0.0051	0.0051	0.51%
D03	0.0005	0.0007	0.0012	0.0013	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.14%
D04	0.0004	0.0018	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.20%
D05	0.0150	0.0171	0.0177	0.0179	0.0180	0.0180	0.0180	0.0180	0.0180	0.0180	1.80%
D06	0.0014	0.0046	0.0055	0.0058	0.0059	0.0059	0.0060	0.0060	0.0060	0.0060	0.60%
D07	0.0013	0.0051	0.0065	0.0069	0.0071	0.0071	0.0071	0.0071	0.0071	0.0071	0.71%
D08	0.0000	0.0002	0.0006	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.0007	0.07%
D09	0.0002	0.0007	0.0010	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.11%
Q	0.0000	0.0001	0.0003	0.0005	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.06%
R	0.0057	0.0101	0.0114	0.0119	0.0121	0.0122	0.0122	0.0122	0.0122	0.0122	1.22%
T	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00%

最後，我們嘗試同時引入志願序與距離兩種加權方式。重複的步驟不再贅述，我們將受試者的回覆皆乘上距離加權及志願序加權，並重複相同步驟，得到各階段的轉移後狀態，如表十二所示。重複上述步驟，可以得出最終穩定狀態，並以百分比形式呈現，如表十三所示。表十三的最後一欄即為志願序與距離皆加權之後的場地利用情況。

表十二：計算距離及志願序加權後，場地的轉移後狀態之過程（資料來源：研究者繪製）

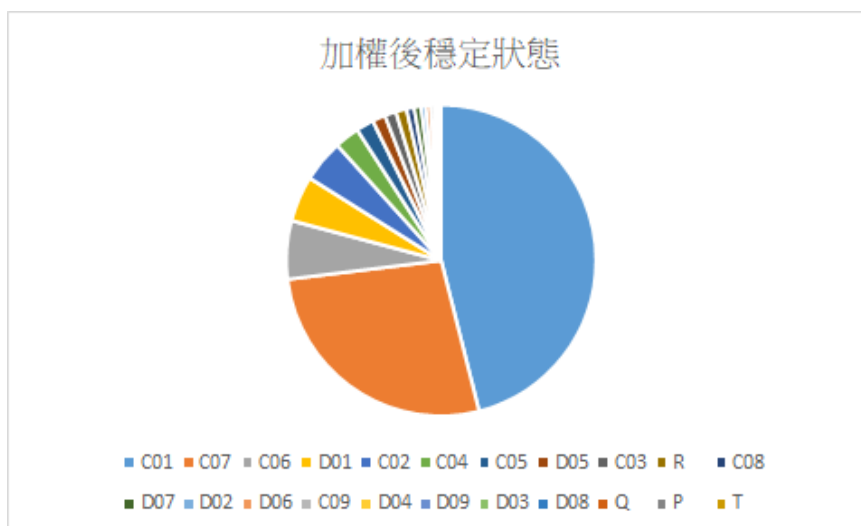
部系	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	P	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	Q	R	T	第一志願	穩定狀態		
C01	0.3655	0.6094	0.5535	0.5597	0.3230	0.5137	0.5941	0.0818	0.3385	0.0000	0.5300	0.4067	0.5981	0.2788	0.4801	0.3013	0.3713	0.2215	1.0000	1.0000	0.2883	0.0000	0.4606	0.4606		
C02	0.0649	0.0779	0.0000	0.0415	0.0136	0.0185	0.0166	0.0626	0.1285	0.0000	0.0320	0.1499	0.0000	0.0848	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0302	0.0000	0.0441	0.0441		
C03	0.0130	0.0000	0.1147	0.0188	0.0415	0.0047	0.0025	0.0905	0.0000	0.0000	0.0193	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0892	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0118	0.0118		
C04	0.0145	0.0147	0.2085	0.0636	0.0482	0.0258	0.0276	0.1283	0.0714	0.0000	0.0427	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0976	0.0000	0.0000	0.0000	0.0417	0.0000	0.0258	0.0258		
C05	0.0000	0.0171	0.0177	0.1222	0.1921	0.0455	0.0215	0.0000	0.0000	0.0000	0.0147	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1315	0.0000	0.0184	0.0184		
C06	0.0330	0.0880	0.0000	0.0514	0.1400	0.1357	0.0909	0.0000	0.1128	0.0000	0.0269	0.0819	0.0000	0.0000	0.0555	0.0886	0.1535	0.0000	0.0000	0.0000	0.0436	0.0000	0.0607	0.0607		
C07	0.4727	0.1138	0.0316	0.0457	0.1013	0.0920	0.1067	0.1901	0.0874	0.0000	0.0877	0.0499	0.4019	0.0000	0.0335	0.0000	0.0875	0.0000	0.0000	0.0000	0.1416	0.0000	0.2700	0.2700		
C08	0.0000	0.0000	0.0204	0.0000	0.0000	0.0272	0.0142	0.1076	0.0837	0.0000	0.0106	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0443	0.0000	0.0079	0.0079		
C09	0.0000	0.0000	0.0000	0.0072	0.0000	0.0050	0.0090	0.1525	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1153	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0042	0.0042		
P	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	x	0.0003	=	0.0003
D01	0.0027	0.0270	0.0265	0.0786	0.0406	0.0442	0.0794	0.1865	0.0000	0.0000	0.1162	0.1236	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0482	0.0000	0.0000	0.0000	0.0600	0.0000	0.0474	0.0474		
D02	0.0042	0.0102	0.0000	0.0000	0.0228	0.0095	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0149	0.0000	0.0000	0.4099	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0051	0.0051		
D03	0.0000	0.0000	0.0271	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0051	0.0000	0.0000	0.1146	0.0000	0.0544	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0011	0.0011		
D04	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0112	0.0045	0.0000	0.0000	0.0000	0.0131	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0025	0.0025		
D05	0.0075	0.0161	0.0000	0.0000	0.0160	0.0393	0.0080	0.0000	0.0000	0.0000	0.0148	0.0909	0.0000	0.0000	0.2295	0.0464	0.0000	0.1408	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0137	0.0137		
D06	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0054	0.0000	0.0000	0.0000	0.0147	0.0000	0.0000	0.0000	0.1496	0.1743	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0051	0.0051		
D07	0.0000	0.0121	0.0004	0.0000	0.0000	0.0122	0.0053	0.0000	0.0000	0.0000	0.0360	0.0972	0.0000	0.1119	0.0000	0.1649	0.0000	0.2308	0.0000	0.0000	0.0876	0.0000	0.0072	0.0072		
D08	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1219	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0006	0.0006		
D09	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1777	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0519	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0015	0.0015		
Q	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0152	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0943	0.0000	0.0000	0.0000	0.3348	0.0000	0.0006	0.0006		
R	0.0020	0.0138	0.0000	0.0114	0.0318	0.0154	0.0144	0.0000	0.0000	0.0000	0.0213	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2008	0.1973	0.0000	0.0000	0.1311	0.0000	0.0113	0.0113		
T	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.6652	0.0000	0.0000		

表十三：加權後活動場地各階段的轉移後狀態及穩定狀態（資料來源：研究者繪製）

轉移次數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	穩定狀態
C01	0.3836	0.4967	0.4536	0.4635	0.4600	0.4609	0.4606	0.4607	0.4606	0.4606	0.4606	0.4606	46.06%
C02	0.0616	0.0402	0.0456	0.0438	0.0443	0.0441	0.0441	0.0441	0.0441	0.0441	0.0441	0.0441	4.41%
C03	0.0123	0.0088	0.0117	0.0116	0.0118	0.0118	0.0118	0.0118	0.0118	0.0118	0.0118	0.0118	1.18%
C04	0.0156	0.0247	0.0249	0.0258	0.0258	0.0258	0.0258	0.0258	0.0258	0.0258	0.0258	0.0258	2.58%
C05	0.0025	0.0156	0.0172	0.0182	0.0183	0.0184	0.0184	0.0184	0.0184	0.0184	0.0184	0.0184	1.84%
C06	0.0374	0.0662	0.0590	0.0612	0.0606	0.0608	0.0607	0.0607	0.0607	0.0607	0.0607	0.0607	6.07%
C07	0.4379	0.2436	0.2836	0.2676	0.2710	0.2698	0.2701	0.2700	0.2700	0.2700	0.2700	0.2700	27.00%
C08	0.0009	0.0080	0.0077	0.0080	0.0079	0.0079	0.0079	0.0079	0.0079	0.0079	0.0079	0.0079	0.79%
C09	0.0005	0.0044	0.0039	0.0042	0.0042	0.0042	0.0042	0.0042	0.0042	0.0042	0.0042	0.0042	0.42%
P	0.0000	0.0000	0.0002	0.0002	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.03%
D01	0.0268	0.0526	0.0463	0.0480	0.0473	0.0475	0.0474	0.0474	0.0474	0.0474	0.0474	0.0474	4.74%
D02	0.0052	0.0032	0.0054	0.0050	0.0051	0.0051	0.0051	0.0051	0.0051	0.0051	0.0051	0.0051	0.51%
D03	0.0003	0.0006	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.0011	0.11%
D04	0.0004	0.0027	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.0025	0.25%
D05	0.0090	0.0119	0.0132	0.0135	0.0136	0.0137	0.0137	0.0137	0.0137	0.0137	0.0137	0.0137	1.37%
D06	0.0012	0.0043	0.0046	0.0050	0.0050	0.0051	0.0051	0.0051	0.0051	0.0051	0.0051	0.0051	0.51%
D07	0.0012	0.0055	0.0067	0.0070	0.0071	0.0071	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.0072	0.72%
D08	0.0000	0.0001	0.0005	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.06%
D09	0.0003	0.0006	0.0014	0.0014	0.0015	0.0014	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.15%
Q	0.0000	0.0001	0.0003	0.0005	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.06%
R	0.0032	0.0100	0.0104	0.0112	0.0112	0.0113	0.0113	0.0113	0.0113	0.0113	0.0113	0.0113	1.13%
T	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.00%

我們同樣將表十三繪製成圓餅圖以利觀察，如圖九所示。從圖九中可以發現，學生在下課時間最常使用的場地前兩名分別為C01教室、C07廁所，接下來才是C06合作社。換句話說，長期而言，每節下課約會有46.06%的學生在自己班上的教室，其餘依此類推。





圖九：活動場地的穩定狀態圓餅圖（資料來源：研究者繪製）

### 三、研究結果小結

我們利用Excel統計全部（共412份）有效問卷結果，並將每題的每個選項整理並加總，再以「波達計數法」的方式加權計算，依據上述方式做加權，而為了計算方便，將志願序的加權依序乘上100、50、33、25，為了使後續轉移矩陣的計算準確性更高，我們將五個加權後志願序的矩陣相加，再轉換成比率形式，得到一個轉移矩陣，再以此矩陣轉移，求出長期下來的穩定狀態。場地的部分還增加了距離的加權，使每個場地等價，解決因距離較遠的因素進而導致學生在下課時抵達該場地的意願。

圖二及圖三為本校學生下課時間最常從事活動比例的圓餅圖及長條圖，可明顯看出A01使用手機、B01聊天所佔的比例較高；而所佔比例最低的活動為B05借還書或列印資料。經由加權計算後，由圖六可得知，加權結果與普查未加權的排名結果相同，只是差距明顯擴大。

由圖六圓餅圖我們得知本校學生下課時間最常從事活動的場地為C01自己班教室和C07廁所，其距離及志願序加權後與普查未加權的排名結果是有差別的。我們推測可能的原因是因為將各個場地的距離加權，使各場地等價，讓我們最後所計算出的數據更貼近實際情況，場地使用的排名也更加合理。

我們分別針對活動行為與場地利用，將加權前、加權後經由馬可夫鏈求出的穩定狀態結果，以百分比做比較，如表十四、表十五所示。從學生從事的活動數據可以發現：不論是在加權前、加權後的穩定狀態中，比率大小的排序皆沒有改變，只是名次間的前後差距擴大，數值明顯較分散。另外，從學生活動的場地數據可以發現：因為經由距離的加權使得場地等價，距離與志願序加權後與普查未加權的排名結果有所差別的，名次間的前後差距也因為加權的關係而有所擴大。

表十四：學生從事活動的加權前及志願序加權後穩定狀態比較（資料來源：研究者自製）

	加權前穩定狀態	志願序加權後穩定狀態
A01（使用手機）	30.55%	31.26%
A02（睡覺）	18.39%	19.18%
A03（學習）	8.20%	7.35%
A04（發呆）	4.30%	3.33%
B01（聊天）	19.84%	21.42%
B02（買東西）	4.18%	4.01%
B03（找老師）	2.45%	2.57%
B04（運動）	1.98%	1.99%
B05（借還書或列印資料）	0.30%	0.30%
B06（社團活動）	1.36%	0.97%
B07（班級幹部、小老師的例行性工作）	1.88%	1.82%
B08（打理個人事務）	4.06%	3.89%
B09（散步）	2.49%	1.91%

表十五：學生從事活動之場地的加權前、距離加權後及距離與志願序加權後穩定狀態比較（資料來源：研究者繪製）

	加權前穩定狀態	距離加權後穩定狀態	距離及志願序加權後穩定狀態
C01 (自己班教室)	60.49%	57.82%	46.06%
C02 (別班教室)	5.42%	5.75%	4.41%
C03 (專科教室)	1.50%	1.58%	1.18%
C04 (辦公室)	2.46%	2.69%	2.58%
C05 (行政處室)	0.93%	1.30%	1.84%
C06 (合作社)	4.72%	5.67%	6.07%
C07 (廁所)	14.41%	14.46%	27.00%
C08 (圖書館)	0.57%	0.70%	0.79%
C09 (活動中心)	0.27%	0.34%	0.42%
P (無人商店)	0.02%	0.02%	0.03%
D01 (走廊)	4.57%	4.25%	4.74%
D02 (A棟4樓連接平台)	0.47%	0.51%	0.51%
D03 (A棟1樓國際會議廳旁空地)	0.12%	0.14%	0.11%
D04 (A棟1樓紅舞台)	0.19%	0.20%	0.25%
D05 (操場籃球場)	1.51%	1.80%	1.37%
D06 (操場排球場)	0.46%	0.60%	0.51%
D07 (操場跑道)	0.55%	0.71%	0.72%
D08 (操場旁景觀台)	0.05%	0.07%	0.06%
D09 (空中籃球場)	0.07%	0.11%	0.15%
Q (小田園)	0.04%	0.06%	0.06%
R (其餘室外公共空間)	1.18%	1.22%	1.13%
S(操場司令台及兩側看台)	0.00%	0.00%	0.00%
T (滾球場)	0.00%	0.00%	0.00%

表十四與表十五即為本研究最初所打算提出的穩定狀態模型，我們從表中的數據就可以知道，長久以後，每節下課從事各種活動的比率、使用各場地的比率分別會趨近多少。以表十四來說，高一、二共1048人，因此我們可推估每節下課，這兩個年級大約會有 $1048 \times 31.26\% = 328$ 位同學在使用手機。以表十五來說，不論哪一節下課，高一、二大約會有 $1048 \times 46.06\% = 483$ 位同學在自己班教室活動，其餘依此類推。

## 陸、討論

### 一、研究結果與實際觀察的比較

經由上述研究我們發現，大部分的學生在下課時選擇使用手機來度過下課時間，其次則是聊天（每節下課平均約有31.26%的人在使用手機，21.42%的人在聊天）；而大部分的學生在下課時選擇待在自己班教室，其次則是去廁所（每節下課平均約有46.06%的人在教室中，27.00%的人在廁所）。經由研究者於下課時間非正式的觀察下，校園內場地的實際利用情況



大致與本研究結果相互呼應，數據結果也近似於現實狀態，無明顯落差。

## 二、活動行為與場地利用的不可抗力因素

在研究設計中提到：上廁所、裝水等生理需求，也算是學生下課從事的活動之一，我們嚴謹討論後決定將其移除。同樣的情況也發生在場地利用上：即使某些場地人煙稀少，僅極少數同學在下課時間會前往，該場地仍必須存在，例如：圖書館、樓梯間、司令台、行政處室等場地，我們將以上場地列為不可或缺之處，因此研究結果不建議刪除。

## 三、各場地的容量與模型比較

撇除上述場地後，我們可以將其餘的場地進行容量討論。舉本校操場籃球場為例，本校共有2個標準五對五球賽專用場地及4個三對三標準球賽的場地，在各場地都有人使用的情況下，最多可同時容納44人，而本校高一二學生人數為1048人，乘上加權前、距離加權後及距離與志願序加權後的穩定狀態可得出分別每節下課平均約有16人、19人、14人，明顯都小於44人，因此可以從數據看出這個場地是過剩的。由此計算方式可以看出校園中各場地的使用狀況，我們建議校方未來可以用此方式規劃校園中各個場地的分布及大小。

## 四、空間重劃的可行性

此外，如果我們將使用率低於0.1%的場地歸類為校園中沒有妥善被使用的場地（如無人商店、小田園、操場旁觀景台、操場兩側看台、滾球場），則上述場地並沒有達到校方當初建設該有的預期效果，因此我們希望在未來有機會向學校提出改建的項目或建議，讓此空間可以達到更大的效益。事實上，空間配置與利用是一門很熱門、被廣泛探討的學問（周天穎、簡甫任、雷祖強，2003；吳中勤，2013）。我們曾希望協助學校重新配置現有空間，但以研究者目前的知識水準，難以提出更具體的建議，故留待相關專家進行判斷。

## 五、給校方的建議

### （一）重塑公共空間

在給校方建議時，我們首先排除了自己班教室這個選項，因為此選項在穩定狀態中的數值最高但也是最難改善的場地，其空間及用途皆被限制。接著我們從其他場地的研究數據結果中發現，廁所為使用率次高的場地，我們建議校方未來在進行環境改造時，可優先將經費挹注於此處，例如聘請專業人士消毒維修、申請更多掃具、部分校區的廁所進行重建等，將設備改建得更完善，使學生與師長們能享有更好的環境。此外，盡量減少興建鮮少人從事活動的公共場地，又或者在極少人的場地投入不必要的資金與設備。

至於上面提及的不可刪除之場地，我們認為倒不一定完全是因為這個場地鮮少使用，也可能是學生不知道（或無法）如何善用。以圖書館為例，我們建議校方可以在圖書館增設討論室或提供更大的區塊供應電腦資源，讓圖書館可以更貼近學生需求，達到更好的效益，也可以避免學生下課時間因電腦資源少，較無機會使用到而不去圖書館的問題。若學生少去圖書館，也可仿照國外部分學校的作法，把圖書館搬到教室旁邊來；在走廊上增設沙發、討論桌、書櫃，營造類似「學習角」的區域，增加學生使用頻率。

### （二）新增公共設備

從研究數據結果中發現，排除前三名的場地（各班教室、廁所及合作社），走廊為學生在下課時間較常從事活動的場所。另外，我們也將數據代入實際情況中加以推測：礙於高一二學生的各班教室與合作社有一段距離，容易出現學生上課因此遲到的問題。即便如此，合作社仍然有不少同學在下課時間前往，我們推測其可能性為：校園中只有一間合作社可以整天提供學生購買商品的需求，因此同學們只能於此處消費。由上述情形來看，我們建議校方

能將學生的想法納入考量，在走廊新增如販賣機的小型商鋪，使學生有較近的購買選擇，也不易發生上述狀況。

### （三）廣納師生需求

學校近期突然在以學生教室為主的A棟大樓旁（匿名呈現）設置AI無人商店，雖然距離高一二學生的教室較合作社近，但卻沒有人到此處消費。連新穎的設備都吸引不了同學，我們推測可能是因為有限制開放時間，且結帳手續過於繁雜，加上校方並沒有對於此商店加以宣傳介紹，導致學生不了解此商店的使用方法及存在的必要性，漸漸地，此處變為真正的無人商店。我們從上述情況向校方提出建議，將無人商店改建成其他方便學生消費且學生願意去的商店，亦或是簡化無人商店的使用程序。學校也可以利用線上問卷的形式，調查本校學生及師長們對校園場所的建議，使未來進行環境改建時能夠達到更高的效益。

## 柒、結論

本研究在進行正式研究前，先後進行了兩次預試，從中不斷優化本研究的正式問卷。我們在研究法上捨棄了傳統的紙本普查，改用非追蹤性的線上問卷，搭配轉移矩陣的原理來分析學生在下課時的行為、場地利用其變遷情況。這樣的做法有效改善傳統紙本普查只能調查單一時間點的缺陷。此外，引入波達計數法也有效改良傳統問卷的選項只有是、非的二分法缺陷，讓我們能考量每位受試者，並依照其常見行為與常用場地的志願序進行分析。最終版本的問卷中，我們移除了生理需求的選項，使每個受試者在選擇下課時間從事的活動時，是以心中的意願為出發點考量做出的選擇，讓我們得出的數據更準確。另外，也利用距離加權的方式讓每個場地等價，使各個受試者不會因為距離的遠近而使選擇有所差異。如此一來在資料取得、分析方法上都會更加精確且嚴謹，參考價值也能提升。

本研究分析了高中生下課時間從事的活動比例與場地利用情形。研究結果顯示，學生下

課時最常從事的活動分別為使用手機、聊天、睡覺；而最常使用的場地則為自己班教室與廁所；許多原本基於美意而設的公共空間並沒有被善用。針對這樣的研究結果，我們分別就重塑公共空間、新增公共設備、廣納師生需求三方面提出具體建議，校方未來在選擇增設新的場地時，可以參考本研究所提出的建議及研究方法，使更多學生在下課時從事的活動與場地互相配合，發揮最大效益。

## 捌、參考文獻資料

1. Wikipedia (2021). The Cy Young Award (Major League Baseball) - Notes. Retrieved from [https://en.wikipedia.org/wiki/Cy\\_Young\\_Award](https://en.wikipedia.org/wiki/Cy_Young_Award).
2. Williford (2016). Is Climbing the Stairs Every Day Actually a Good Workout? Retrieved from <https://is.gd/jJ93ZP>.
3. 左宏昌、歐崇明（2016）。公共自行車租賃站狀態應用馬可夫鏈模型之大數據預測。取自 <https://pse.is/3etgkf>。
4. 余伯泉、李茂興譯（2003）。**社會心理學**（原作者：Aronson, Wilson, & Akert）。新北市：弘智出版。
5. 李長貴（2017）。**行為科學**。臺北市：台灣中華出版。
6. 吳中勤（2013）。幼兒園戶外遊戲場空間規劃之探析。取自 <https://pse.is/3gye7m>。
7. 周天穎、簡甫任、雷祖強（2003）。都市地區土地利用變遷量化分析之研究。取自 <https://reurl.cc/XWekZE>。
8. 姜祖恕（2002）。數學知識 Episte Math：馬可夫鏈的簡介。取自 [http://episte.math.ntu.edu.tw/articles/mm/mm\\_09\\_3\\_08/index.html](http://episte.math.ntu.edu.tw/articles/mm/mm_09_3_08/index.html)。
9. 許志農（2020）。**普通型高級中等學校數學第四冊 A**：第九章矩陣的運算、第十章矩陣的運用。新北市：龍騰出版。
10. 環遊數界（2020）。Happy Math Day！5/4（波達、波達計數法、MVP 票選、十進位時間、一天 10 小時）。取自 <https://amathing.world/happy-math-day-0504/>。

11. 鏈文 CHAINNEWS ( 2019 ) 。 BOSCore DPoS 波達計數法投票方案 。 取自 <https://www.chainnews.com/zh-hant/articles/580988001874.htm> 。

## 【評語】 052709

本研究的參與同學，透過切身的觀察，發現校園不同場地的利用情況大不同，因此透過問卷調查了解同學們下此從事活動的比例，並且利用數學模型進行模擬，以作為學校改善學校場地規劃的參考。

參與的同學展現了很棒的探索精神，在活動項目納入與否，距離加權上不斷調整，讓模型達到穩定狀態。並且希望透過模擬產生的數據，用來檢視場地是否不敷使用或過剩。

但由於調查的是下課十分鐘，不同場地是否適合在下課十分鐘內從事活動，在本質上就有不同。例如去圖書館借圖書或去籃球場打球，顯然下課十分鐘是不夠的，因此所調查的下課穩定使用率較低，未必能反映場地的必要性。但若能挑選性質類似具有可比較性場地，來進行研究比較，例如直接比較無人商店與合作社利用，或是不同位置球場或休憩場所的使用情況是否受距離加權或其他因素的影響，又甚至下課休息時間長度（下課十分鐘，午休，與放學後）如何影響場地的使用率，或許研究結果能更具應用性。

## 作品簡報

# 高中生下課時間從事的活動比例 與場地利用分配

高級中等學校組 / 行為與社會科學科



# 研究動機

- 觀察 → 擠得**水洩不通**的合作社 vs. 名副其實的「**無人**」商店
- 發現 → 校園內各場地的利用情況不均
- 推想 → 學生習慣從事的活動，會影響場地被利用的情況

# 研究目的

- 一、探討本校學生下課時間**從事的活動**比例，建立達長期穩定狀態時的模型。
- 二、探討本校學生下課時間的**場地利用**分配，建立達長期穩定狀態時的模型。
- 三、針對研究結果提出**具體建議**，供學校作為改善校園場地規畫之參考。

# 理論背景

- 在社會學中，一群人在固定場域與時間下的行為、互動，會逐漸形成一套固定模式，稱為**穩定狀態**<sup>[1]</sup>；它可被透過以下原理進行探討。
- 數學上，轉移矩陣的運算代表現實生活中，事件的兩個狀態彼此交互影響或作用下的結果。它最終會進入穩定狀態，此過程稱為**馬可夫鏈**。
- **波達計數法**為一種綜合型投票制度，它採取志願序計分，涵蓋了人們其他的選擇意向，因此較不易出現有爭議的結果<sup>[2]</sup>。
- 馬可夫鏈與波達計數法各自被使用在不同的研究中<sup>[3]</sup>。本研究充分結合兩者的優勢，並搭配研究者設計的**距離加權**進行分析，建立量化模型。



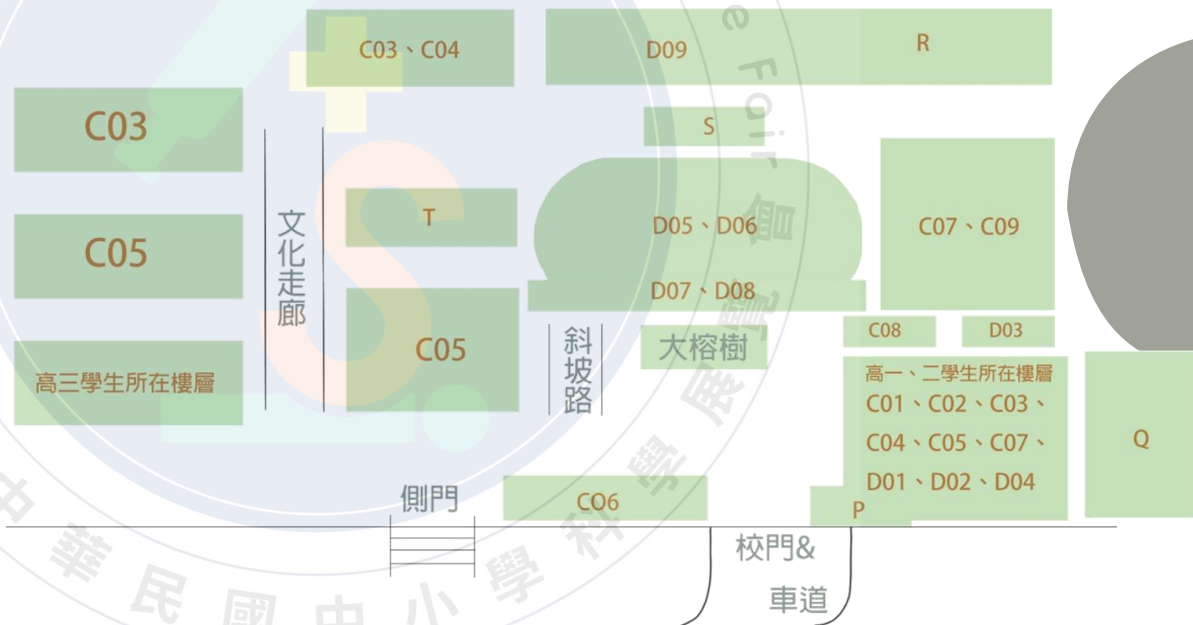
# 研究設計



# 研究設計

本研究假定本校高一、二學生在從事活動與場地選擇上具有轉移現象，可以透過數學模型進行穩定狀態的預估。為使問卷簡明易懂，我們使用下列編碼。

A類活動		B類活動	
單人 獨立完成	多人 共同完成		
C類場地		D類場地	
室內空間	室外空間		



# 研究結果

轉移矩陣

加權前	A01	A02	A03	A04	B01	B02	B03	B04	B05	B06	B07	B08	B09	某節活動 第 志願	下節活動 轉移狀態
A01	35.46%	28.17%	21.74%	27.08%	34.27%	26.32%	26.56%	23.33%	0.00%	14.29%	20.00%	29.91%	31.82%	33.33%	31.66%
A02	21.43%	23.81%	26.09%	22.92%	12.77%	13.68%	9.38%	6.67%	0.00%	10.71%	11.11%	11.21%	2.27%	19.26%	19.32%
A03	6.89%	11.90%	18.12%	5.21%	4.67%	4.21%	10.94%	0.00%	0.00%	10.71%	8.89%	5.61%	11.36%	6.54%	7.20%
A04	3.57%	2.38%	7.97%	11.46%	1.56%	6.32%	7.81%	5.00%	25.00%	3.57%	6.67%	11.21%	2.27%	2.67%	3.06%
B01	23.47%	17.06%	12.32%	19.79%	24.92%	20.00%	14.06%	8.33%	0.00%	7.14%	20.00%	11.21%	18.18%	23.17%	21.86%
B02	2.81%	2.78%	1.45%	1.04%	6.54%	10.53%	0.00%	15.00%	0.00%	3.57%	6.67%	6.54%	6.82%	4.02%	4.08%
B03	1.02%	2.38%	3.62%	2.08%	2.49%	2.11%	10.94%	0.00%	25.00%	3.57%	8.89%	2.80%	2.27%	1.83%	2.37%
B04	1.53%	1.59%	0.00%	2.08%	0.93%	2.11%	7.81%	31.67%	0.00%	0.00%	2.22%	0.00%	0.00%	1.97%	1.96%
B05	0.00%	0.00%	0.72%	0.00%	0.00%	0.00%	1.56%	0.00%	25.00%	3.57%	2.22%	0.93%	0.00%	0.12%	0.22%
B06	0.51%	1.19%	1.45%	1.04%	2.18%	0.00%	1.56%	0.00%	25.00%	10.71%	0.00%	1.87%	2.27%	0.85%	0.91%
B07	0.77%	2.78%	1.45%	1.04%	1.87%	4.21%	1.56%	1.67%	0.00%	10.71%	2.22%	2.80%	2.27%	1.51%	1.79%
B08	1.02%	3.57%	4.35%	2.08%	5.61%	8.42%	6.25%	3.33%	0.00%	17.86%	11.11%	11.21%	2.27%	3.06%	3.75%
B09	1.53%	2.38%	0.72%	4.17%	2.18%	2.11%	1.56%	5.00%	0.00%	3.57%	0.00%	4.67%	18.18%	1.65%	1.82%

轉移次數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	穩定狀態
A01	33.33%	31.66%	31.35%	31.28%	31.26%	31.26%	31.26%	31.26%	31.26%	31.26%	31.26%
A02	19.26%	19.32%	19.23%	19.20%	19.19%	19.19%	19.18%	19.18%	19.18%	19.18%	19.18%
A03	6.54%	7.20%	7.33%	7.35%	7.35%	7.35%	7.35%	7.35%	7.35%	7.35%	7.35%
A04	2.67%	3.06%	3.25%	3.31%	3.32%	3.33%	3.33%	3.33%	3.33%	3.33%	3.33%
B01	23.17%	21.86%	21.53%	21.45%	21.43%	21.42%	21.42%	21.42%	21.42%	21.42%	21.42%
B02	4.02%	4.08%	4.03%	4.01%	4.01%	4.01%	4.01%	4.01%	4.01%	4.01%	4.01%
B03	1.83%	2.37%	2.52%	2.56%	2.57%	2.57%	2.57%	2.57%	2.57%	2.57%	2.57%
B04	1.97%	1.96%	1.97%	1.98%	1.99%	1.99%	1.99%	1.99%	1.99%	1.99%	1.99%
B05	0.12%	0.22%	0.27%	0.29%	0.29%	0.30%	0.30%	0.30%	0.30%	0.30%	0.30%
B06	0.85%	0.91%	0.95%	0.96%	0.97%	0.97%	0.97%	0.97%	0.97%	0.97%	0.97%
B07	1.51%	1.79%	1.81%	1.82%	1.82%	1.82%	1.82%	1.82%	1.82%	1.82%	1.82%
B08	3.06%	3.75%	3.88%	3.89%	3.89%	3.89%	3.89%	3.89%	3.89%	3.89%	3.89%
B09	1.65%	1.82%	1.88%	1.90%	1.91%	1.91%	1.91%	1.91%	1.91%	1.91%	1.91%

已達穩定

(以上表格為節錄)

# 研究結果

刪除生理需求前

學生活動種類	未加權穩定狀態	波達計數法加權穩定狀態
使用手機	35.70%	34.74%
睡覺	18.47%	18.21%
聊天	16.47%	16.57%
上廁所	9.18%	11.38%
學習	6.49%	6.21%
裝水	3.87%	4.62%
發呆	3.57%	3.25%
打理個人事務	2.21%	1.86%
幹部小老師例行工作	1.24%	0.90%
買東西	1.06%	0.86%
散步	0.68%	0.54%
運動	0.39%	0.31%
找老師	0.39%	0.27%
社團活動	0.27%	0.27%
借還書或列印資料	0.00%	0.00%

刪除生理需求後

學生活動種類	未加權穩定狀態	波達計數法加權穩定狀態
使用手機	30.55%	31.26%
聊天	19.84%	21.42%
睡覺	18.39%	19.18%
學習	8.20%	7.35%
買東西	4.18%	4.01%
打理個人事務	4.06%	3.89%
發呆	4.30%	3.33%
找老師	2.45%	2.57%
運動	1.98%	1.99%
散步	2.49%	1.91%
幹部小老師例行工作	1.88%	1.82%
社團活動	1.36%	0.97%
借還書或列印資料	0.30%	0.30%

# 研究結果

距離加權  
(單位：公里)

	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	P	D01	D02	D03	D04
101	1	1.010	1.159	1.244	1.154	1.322	1.041	1.270	1.118	1.260	1.003	1.064	1.280	1.253
102	1	1.010	1.149	1.234	1.164	1.333	1.031	1.280	1.128	1.270	1.003	1.054	1.270	1.243
103	1	1.010	1.139	1.224	1.174	1.343	1.021	1.290	1.139	1.280	1.003	1.044	1.260	1.243
104	1	1.010	1.128	1.214	1.184	1.353	1.011	1.300	1.149	1.291	1.003	1.034	1.249	1.253
105	1	1.010	1.117	1.202	1.129	1.340	1.028	1.245	1.093	1.232	1.003	1.054	1.348	1.308
106	1	1.010	1.106	1.192	1.139	1.350	1.018	1.255	1.103	1.242	1.003	1.044	1.338	1.298
107	1	1.010	1.096	1.182	1.149	1.360	1.008	1.265	1.114	1.252	1.003	1.034	1.328	1.288
108	1	1.010	1.205	1.290	1.207	1.428	1.038	1.323	1.162	1.310	1.003	1.142	1.436	1.397

待在教室不動  
距離權數為1

(單位：%)

部乘	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	P	D01	D02	D03	D04	D05	D06	D07	D08	D09	Q	R	T	第一志願	穩定前覺
C01	36.55	60.94	55.35	55.97	32.30	51.37	59.41	8.18	33.85	0.00	53.00	40.67	59.81	27.88	48.01	30.13	37.13	22.15	100.0	100.0	28.83	0.00	46.06	46.06
C02	6.49	7.79	0.00	4.15	1.36	1.85	1.66	6.26	12.85	0.00	3.20	14.99	0.00	8.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.02	0.00	4.41	4.41
C03	1.30	0.00	11.47	1.88	4.15	0.47	0.25	9.05	0.00	0.00	1.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.18	1.18
C04	1.45	1.47	20.85	6.36	4.82	2.58	2.76	12.83	7.14	0.00	4.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.76	0.00	0.00	0.00	4.17	0.00	2.58	2.58
C05	0.00	1.71	1.77	12.22	19.21	4.55	2.15	0.00	0.00	0.00	1.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.15	0.00	1.84	1.84
C06	3.30	8.80	0.00	5.14	14.00	13.57	9.09	0.00	11.28	0.00	2.69	8.19	0.00	0.00	5.55	8.86	15.35	0.00	0.00	0.00	4.36	0.00	6.07	6.07
C07	47.27	11.38	3.16	4.57	10.13	9.20	10.67	19.01	8.74	0.00	8.77	4.99	40.19	0.00	3.35	0.00	8.75	0.00	0.00	0.00	14.16	0.00	27.00	27.00
C08	0.00	0.00	2.04	0.00	0.00	2.72	1.42	10.76	8.37	0.00	1.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.43	0.00x	0.79 =	0.79
C09	0.00	0.00	0.00	0.72	0.00	0.50	0.90	15.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.42	0.42
P	0.00	0.00	0.00	0.00	1.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03
D01	2.27	2.70	2.65	7.86	4.06	4.42	7.94	18.65	0.00	0.00	11.62	12.36	0.00	0.00	0.00	4.82	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00	0.00	4.74	4.74
D02	0.42	1.02	0.00	0.00	2.28	0.95	0.00	0.00	0.00	0.00	1.49	0.00	0.00	40.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.51	0.51

穩定狀態

(以上表格為節錄)



# 研究結果

學生使用場地	未加權穩定狀態	距離加權穩定狀態	波達計數法及距離加權穩定狀態
自己班教室	60.49%	57.82%	46.06%
廁所	14.41%	14.46%	27.00%
合作社	4.72%	5.67%	6.07%
走廊	4.57%	4.25%	4.74%
別班教室	5.42%	5.75%	4.41%
辦公室	2.46%	2.69%	2.58%
行政處室	0.93%	1.30%	1.84%
操場籃球場	1.51%	1.80%	1.37%
專科教室	1.50%	1.58%	1.18%
其餘室外公共空間	1.18%	1.22%	1.13%
圖書館	0.57%	0.70%	0.79%
操場跑道	0.55%	0.71%	0.72%
操場排球場	0.46%	0.60%	0.51%
A棟4樓連接平台	0.47%	0.51%	0.51%
活動中心	0.27%	0.34%	0.42%
A棟1樓紅舞台	0.19%	0.20%	0.25%
空中籃球場	0.07%	0.11%	0.15%
A棟1樓國際會議廳旁空地	0.12%	0.14%	0.11%
操場旁景觀台	0.05%	0.07%	0.06%
小田園	0.04%	0.06%	0.06%
無人商店	0.02%	0.02%	0.03%
操場司令台及兩側看台	0.00%	0.00%	0.00%
滾球場	0.00%	0.00%	0.00%

排名調轉

- 如何判斷場地不敷使用或過剩？
- 使用人數比低於1%的場地就是過剩嗎？
- 過剩的場地有必要存在嗎？



# 研究結果

學生使用場地	穩定利用比率	穩定利用人數	場地利用狀態	場地必要性
自己班教室	46.06%	483	適中	必要
廁所	27.00%	283	不敷使用	必要
合作社	6.07%	64	不敷使用	必要
走廊	4.74%	50	適中	必要
別班教室	4.41%	46	適中	必要
辦公室	2.58%	27	適中	必要
行政處室	1.84%	19	適中	必要
操場籃球場	1.37%	14	空間過剩	必要
專科教室	1.18%	12	空間過剩	必要
其餘室外公共空間	1.13%	12	空間過剩	選擇性
圖書館	0.79%	8	空間過剩	必要
操場跑道	0.72%	8	適中	必要
操場排球場	0.51%	5	空間過剩	必要
A棟4樓連接平台	0.51%	5	空間過剩	選擇性
活動中心	0.42%	4	空間過剩	必要
A棟1樓紅舞台	0.25%	3	適中	選擇性
空中籃球場	0.15%	2	空間過剩	選擇性
A棟1樓國際會議廳旁空地	0.11%	1	空間過剩	選擇性
操場旁景觀台	0.06%	1	空間過剩	選擇性
小田園	0.06%	1	空間過剩	選擇性
無人商店	0.03%	0	空間過剩	選擇性
操場司令台及兩側看台	0.00%	0	空間過剩	必要
滾球場	0.00%	0	空間過剩	必要

- 舉例：本校操場籃球場
- 共有2個標準五對五專用場地、4個三對三標準場地，最多可容納44人。
- 本校高一、二學生人數共1048人，換算每節下課平均約有14人使用此場地，明顯小於44人，代表此場地**空間過剩**。
- 此為**必要場地**，且舉辦運動會時，原本過剩的籃球場可能會變得不敷使用。

## 總結與討論

- 學校各場地的利用現況：受學生行為影響，場地利用分配不均勻
- 研究結果與實際觀察的比較
- 研究法的嚴謹性與創新性
- 各場地的容量、利用狀態與必要性
- 本研究的延伸：學生在一節下課內從事多項活動的穩定狀態
- 無法進行空間重劃，但可給予具體建議

# 具體建議

1. 在空間利用過剩的選擇性場地上，**重塑公共空間**：例如重新規畫A棟4樓連接平台為空中花園、協助無人商店轉型擴充。
2. 在空間利用適中的必要性場地上，**新增公共設備**：例如於走廊新增討論桌或行動販賣機、於辦公室新增等候座椅。
3. 在空間不敷使用的必要性場地上，**廣納學生需求**：例如定期疏通消毒女廁以減輕流量負荷、將閒置庫房併入合作社使用。
4. 希望本研究結果對學校未來規劃有所助益。

## 參考文獻資料 ( 節錄 )

[1] 余伯泉、李茂興譯 ( 2003 ) 。社會心理學 ( 原作者：Aronson, Wilson, & Akert ) 。新北市：弘智出版。

[2] 環遊數界 ( 2020 ) 。Happy Math Day ! ( 波達計數法、MVP票選、十進位時間、一天10小時 ) 。取自<https://reurl.cc/7rbjKD>。

[3] 左宏昌、歐崇明 ( 2016 ) 。公共自行車租賃站狀態應用馬可夫鏈模型之大數據預測。取自 <https://pse.is/3etgkf>。