

逢甲大學學生報告 ePaper

逢甲大學廁所與資源回收區滿意度調查

Satisfaction survey on toilets and recycling areas of Fengjia University

作者：黃品瑜、潘昱伶

系級：統計三甲

學號：D1142787、D1142981

開課老師：吳榮彬

課程名稱：多變量分析

開課系所：統計系

開課學年：113 學年度 第 2 學期

摘要

本研究使用線上發放問卷蒐集而得的資料進行逢甲大學廁所與資源回收區滿意度之研究，並以逢甲大學六棟主要教學與活動大樓（商學大樓、資電大樓、人言大樓、圖書館、語文大樓與忠勤大樓）為研究對象，針對「廁所」與「資源回收區」兩項公共設施進行滿意度調查。問卷初始透過 R 語言建置之 Shinyapp 平台發放，後續再以 Google 表單補充蒐集，調查面向涵蓋整潔度、設施完備性、隱私與安全性、異味程度等，以量化學生的使用感受，掌握校園公共空間之實際現況。研究方法包含資料處理與變數縮減，並以性別作為分群基準，透過 R 程式進行描述性統計及多變量分析，包含主成分分析、群集分析與親緣樹圖，藉以探討各變項間的相關性、變異性以及學生群體的異質性。分析結果顯示，人言大樓在廁所與資源回收區的綜合評價表現最佳，忠勤大樓則為最低；此外，商學大樓的資源回收區在各大樓分區比較中得分最低，甚至低於忠勤大樓，顯示學生對該設施的不滿意情形尤為突出。本研究不僅反映不同大樓公共設施在學生體驗上的差異，更揭示使用 R 程式進行多變量分析、問卷設計、資料處理與視覺化圖表的可行性。研究成果可提供校方作為後續修繕與優化的重要依據，期望進一步提升校園生活品質並營造更友善的學習環境。

關鍵字：主成分分析、多變量分析、相似矩陣、問卷設計、資料處理、親緣樹

Abstract

This study investigates student satisfaction with restrooms and recycling areas at Feng Chia University, focusing on six major academic and activity buildings: the Business Building, the Information and Electrical Engineering Building, the Humanities Building, the Library, the Language Building, and the Zhongqin Building. An online questionnaire was initially distributed through a Shinyapp platform built in R, followed by additional data collection via Google Forms. The survey covered multiple dimensions, including cleanliness, facility completeness, privacy and safety, and odor levels, in order to quantify students' perceptions and capture the actual conditions of campus public spaces. The research methodology involved data processing and variable reduction, with gender used as the basis for grouping. Statistical analyses were conducted in R, including descriptive statistics and multivariate techniques such as principal component analysis, cluster analysis, and phylogenetic tree visualization, to explore correlations, variability, and heterogeneity among students. The results showed that the Humanities Building received the highest overall satisfaction ratings for both restrooms and recycling areas, while the Zhongqin Building scored the lowest. Moreover, the recycling area of the Business Building was rated the lowest among all facilities, even below that of the Zhongqin Building, indicating particularly notable dissatisfaction. This study not only reflects the differences in student experiences across buildings but also demonstrates the feasibility of applying R for multivariate analysis, questionnaire design, data processing, and visualization. The findings provide valuable insights for the university to guide facility renovations and optimization, with the ultimate goal of improving campus life quality and fostering a more student-friendly learning environment.

Keywords: Principal Component Analysis, Multivariate Analysis, Similarity Matrix, Questionnaire Design, Data Processing, Phylogenetic Tree

目錄

摘要.....	2
第壹章 緒論.....	6
第一節 前言.....	6
第二節 研究動機.....	6
第三節 研究目的.....	7
第四節 研究方法.....	7
第貳章 問卷設計.....	9
第一節 海報附圖.....	9
第二節 研究對象.....	10
第三節 問卷設計內容.....	10
一、填答者基本資料表.....	10
二、各大樓廁所滿意度、熟悉度量表.....	10
三、各大樓資源回收區滿意度、熟悉度量表.....	10
第參章 資料處理.....	12
第一節 海報附圖.....	12
第二節 敘述性統計.....	13
一、基本統計數據.....	13
二、進階統計數據.....	21
第三節 問卷資料長條圖分析.....	32
第四節 綜合分析結果.....	33
第肆章 主成分分析.....	35
第一節 海報附圖.....	35
第二節 主成分分析.....	36
第三節 綜合結果.....	38
第伍章 群集分析.....	43
第一節 海報附圖.....	43
第二節 相似矩陣.....	44

第三節 親緣樹.....	46
第陸章 結論與未來展望.....	51
參考文獻.....	52
附錄.....	52
附錄一 數據.....	52
附錄二 Shinyapp 程式碼.....	54



第壹章 緒論

第一節 前言

在高等教育校園中，除了教學設施與學習資源外，公共空間的規劃與維護亦扮演著不可忽視的重要角色。其中，廁所與資源回收區作為學生日常生活中高頻率使用的設施，其整潔度、設備完備性與使用便利性，對學生的學習情緒、生活品質乃至於對學校整體環境的滿意度，皆具有直接影響。近年來，隨著永續發展與環境教育觀念的推進，學校不僅重視教學成效與硬體建設，更逐漸將資源管理與環境衛生納入校務規劃的重要範疇。然而，公共設施的規劃與改善若僅依賴行政視角，往往難以完全貼近學生的實際需求。因此，從使用者出發、蒐集學生對於公共空間的主觀感受與具體建議，將有助於更貼近實際的優化方向。

本研究以逢甲大學校園中學生使用頻率較高的六棟教學與活動大樓為對象，分別為：商學大樓、資電大樓、人言大樓、圖書館、語文大樓與忠勤大樓。針對這些大樓中的廁所與資源回收區進行問卷調查，從多項面向探討學生對其使用情形的滿意度與體驗，進而透過統計方法分析各項因素間的關聯與差異。

第二節 研究動機

廁所與資源回收區是學生在校園中最頻繁使用的公共空間，且每棟大樓皆設有這兩個區域，其整潔度、設備完整性與使用便捷性，將會直接影響學生的學習效率與日常生活品質。王惠珠、黃國惠、傅安弘（2015）提及校園廁所因設備不足、環境髒亂，導致學生在校有憋尿的行為，也有資料分析指出在個人因素方面，影響女學生上廁所頻率的最主要原因為「忘記帶衛生紙」。若是廁所設備不足、環境陰暗潮濕、充滿異味，減少學生在校園如廁意願，都會對學生的身心健康、學習成效有很大的影響，另外，廁所的安全及隱私也是必須非常注重的部分，校園的不安全通常會直接地反映在廁所區域，若如廁帶給學生壓迫及不安，甚至是對學生安全產生危害，則會直接或間接地造成學生心身靈的不適，反之，如果校園提供乾淨、舒適且安全的廁所環境，不僅促進學生的身體健康，也能提升其學習效率，營造良好的校園學習氛圍。因此，我們以這兩個空間作為問卷設計與分析的主軸，探討其在不同教學大樓中的使用情形與滿意程度。

本研究特別聚焦於逢甲大學六棟主要教學與活動大樓，分別為：商學大樓、忠勤大樓、語文大樓、人言大樓、圖書館與資電大樓。這些大樓是本系所學生最常上課、閱讀或參與活動的空間，使用頻率高，與本系學生的實際校園生活經驗

密切相關，因此具有代表性。透過針對這六棟大樓公共設施的深入調查與分析，能更具體反映出學生在日常使用公共設施時的真實感受與需求。因此，我們選擇以這六棟大樓的「廁所」與「資源回收區」作為本次問卷設計的主要核心，問卷內容分為兩大部分：一為廁所滿意度，二為資源回收區滿意度，分別從整潔狀況、設施完備性、隱私安全性、異味程度等面向切入，系統性蒐集學生對各棟大樓公共空間的使用體感與回饋，進一步掌握其優劣表現與評估需改進的空間。為了更全面了解各變項（如整潔度、設施完備性、隱私性、異味等）對整體滿意度的影響，本研究運用多變量分析方法，深入探討影響使用體驗的關鍵因子，並藉此掌握各棟大樓在此兩區域的實際現況與潛藏問題。

最終，我們期望透過這份研究，為校方提供具體的改善建議，不僅提升廁所與資源回收區的整體使用品質，也能作為學校未來在資源再分配與空間規劃設計上的重要依據，實現以學生需求為導向的公共空間設計，進而優化校園整體公共環境品質與提升學生滿意度。

第三節 研究目的

本研究旨在透過實證調查與多變量分析方法，探討逢甲大學六棟教學大樓中廁所與資源回收區的使用現況與學生滿意程度，具體目標包括：

1. 瞭解學生對於廁所與資源回收區各項使用面向（如整潔度、設施完備性、隱私性、異味程度等）的評價；
2. 比較不同教學大樓在廁所與資源回收區滿意度上的差異，辨識潛在優勢與問題區域；
3. 運用多變量統計方法，找出影響整體滿意度的關鍵因子，並分析各變項間的關聯性；
4. 提出具體建議，供校方作為後續改善公共設施品質、提升學生使用體驗與滿意度之參考依據；
5. 強化使用者參與公共空間評估之價值，促進校園環境規劃更貼近實際需求與永續目標。

第四節 研究方法

本研究之研究方法採用問卷填答方式，首次發放使用 R 程式語言中所建 shinyapp 進行不記名填答，此問卷滿意度部分採用數字滑桿呈現，數字刻度代表分別為以下：1 非常不滿意，2 不滿意，3 普通，4 滿意，5 非常滿意。

4. 廁所內設備滿意度:

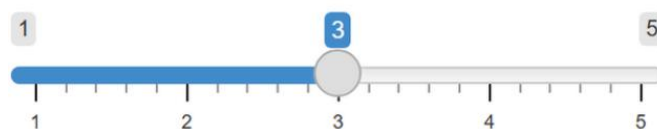


圖 1-4-1 shinyapp 問卷數字滑桿示意圖

後續為追蹤班上填答情形，選擇透過 Google 線上表單進行記名填答，問卷題目形式選用李克特量表(Likert scale)，將問題分為 5 等級之線性刻度，後續再將等級依序轉換 1 至 5 分，代表非常不滿意至非常滿意，由此量化填答者的主觀感受。

2.對於該棟大樓的「廁所內設備滿意度」
(例如:洗手乳、沖水設備、水龍頭出水量等等)



圖 1-4-1 Google 問卷李克特量表示意圖

將蒐集到的填答資料轉換為分數型態後，在第參章會進行資料處理，將可以合併的題目以取兩者間平均分數之方式縮減題數，為後續分析減少變數，再使用 R 語言進行描述性統計、主成分分析、群集分析及親緣樹等資料分析，並適時使用圖表呈現。

第貳章 問卷設計

第一節 海報附圖

逢甲大學廁所、資源回收區滿意度問卷設計

組別名稱：弱大數法則
組員：統計三甲 D1142981 潘昱伶、D1142787 黃品瑜

問卷題目設計：

根據我們所選的題幹方向「廁所、衛生紙、垃圾桶」發想問卷題目，將題目分為廁所滿意度、資源回收區滿意度，詳細題目如下：

- 1.廁所整潔滿意度
- 2.廁所內設備滿意度
- 3.衛生紙提供量滿意度
- 4.學校在廁所提供衛生紙的方便程度
- 5.蹲坐式馬桶/小便斗間數滿意程度
- 6.廁所安全程度 (包含照明度)
- 7.廁所隱私程度
- 8.平均多久會使用到學校的廁所一次
- 9.廁所內異味嚴重程度
- 10.根據你的印象，該大樓廁所的衛生紙是否有設置在廁間內
- 11.資源回收分類區整潔滿意程度
- 12.資源回收分類區異味嚴重程度
- 13.改善建議

滿意度問題以「數字滑桿」呈現
改進建議以「詳答框」呈現

填答完畢後，可以匯出成 excel 檔案，並利用收集到的數據分析結果

逢甲大學廁所、資源回收區滿意度調查

請選擇大樓：
忠勤

1. 姓名：
請輸入您的姓名

2. 性別：
男

請注意：每填完一樓大廳後，請務必點擊「提交問卷」按鈕！

提交問卷 下載 Excel

廁所滿意度 資源回收區滿意度 問卷改進建議

3. 廁所整潔滿意度：
1 2 3 4 5

4. 廁所內設備滿意度：
1 2 3 4 5

5. 衛生紙提供量滿意度：
1 2 3 4 5

動機與目的：

廁所和資源回收區是我們在校園最常使用的區域，而這些區域的整潔度、設備完整度以及便捷性，都會影響到我們的體驗。因此，我們想以此為問卷設計的主軸，收集同學的意見、建議，為改善、優化這些公共區域提供有價值的參考資料，進而提升校園環境的品質。



圖 2-1-1 問卷設計海報附圖

第二節 研究對象

本問卷之研究對象是修習 113 學年度第二學期「多變量分析」課程的同學們。問卷開放填答時間於 2025 年 4 月 5 日至 2025 年 4 月 10 日止，發放形式採用 Google 表單線上連結方式供學生填答，問卷調查的內容是針對同學對於校園內廁所、資源回收區之使用情況、滿意度調查，共回收有效問卷共 40 份。

第三節 問卷設計內容

一、填答者基本資料表

項目	題目內容	問卷形式
個人資料表	1. 姓名 2. 學號 3. 生理性別 4. 目前年級	簡答/選擇

表 2-4-1 問卷內容檢索表 1

二、各大樓廁所滿意度、熟悉度量表

項目	題目內容	問卷形式
各大樓廁所滿意度	5. 整潔（包含異味程度） 6. 設備（例如：洗手乳、沖水設備、水龍頭出水量等） 7. 衛生紙提供量、方便程度 8. 蹲坐式馬桶/小便斗間數 9. 安全（包含照明度） 10. 隱私	線性刻度
各大樓廁所熟悉度	11. 多久會使用一次學校廁所 12. 哪些大樓有在廁間內設置衛生紙	單選/複選

表 2-4-2 問卷內容檢索表 2

三、各大樓資源回收區滿意度、熟悉度量表

項目	題目內容	問卷形式
各大樓資源回收區滿意度	13. 整潔 14. 異味嚴重	線性刻度

表 2-4-3 問卷內容檢索表 3

依表 2-4-1 所示，設置填答者基本資料表，共有四題題目，姓名及學號僅供清查填答狀況，生理性別為後續多變量分析中分群之依據，其目的是為探討性別間對不同大樓之廁所及資源回收區區域的滿意度有何不同，以及各群平均滿意度與總體滿意度之間的差異。需特別說明的是，雖然年級也是可以進行分群的依據，不過在參考此問卷的填答情形後，發現若以年級進行分群，群體間的個數差異較大，可能會使總體滿意度的呈現受個數較大之群體影響，而讓較小群體的填答結果無法完整且具體的表現出來；另外，因本研究僅侷限於各大樓之廁所與資源回收區這兩個區域，若以年級做為分群可見對於我們的研究目的並無明顯的幫助，故我們選擇使用性別做為分群之依據，可藉此看出男、女之間是否會對這兩個區域有迥異的結果產生，更可依此做延伸分析與探討。

依表 2-4-2 所示，此份問卷中關於各棟大樓的廁所滿意度共有六題題目，其中包括整潔、設備、衛生紙、廁間間數、安全與照明及隱私六個部分，其中，衛生紙提供量與學校提供衛生紙之方便程度原先在海報上的呈現分屬兩題，但後續更改為以 google 表單做問卷發放時，有部分題目進行些微調整，將衛生紙的提供量及方便程度合併為一題供填答者作答，減少題目間的重疊性及減少後續分析變數之數目。在廁所熟悉度部分僅有兩個問題，其原因在於本研究著重於同學在兩區域間的使用情形及滿意度，雖然同學對該兩區域的熟悉度有可能會影響到滿意程度，但並無直接地線性關係，故後續分析內容並無加入熟悉度量表部分。

另外，在各大樓廁所熟悉度的題目中標號為 11 的題目：多久會使用一次學校廁所，其題目並無限制在哪棟大樓，選項設有 1. 每天 2. 每週幾次(小於每天) 3. 偶爾使用及 4. 幾乎不使用。而標號 12 的題目，其設計初衷為我們希望藉由填答此問卷，同學們能夠思考其答案，並呼籲同學們多注意生活中的小細節以及學校用心的小巧思。

表 2-4-3 則表示各大樓資源回收區滿意度分為整潔部分以及異味嚴重程度，其中異味嚴重程度依然是利用 5 等級做為分級，以 1 分代表很嚴重(非常不滿意)至 5 分不嚴重(非常滿意)。

第參章 資料處理

第一節 海報附圖

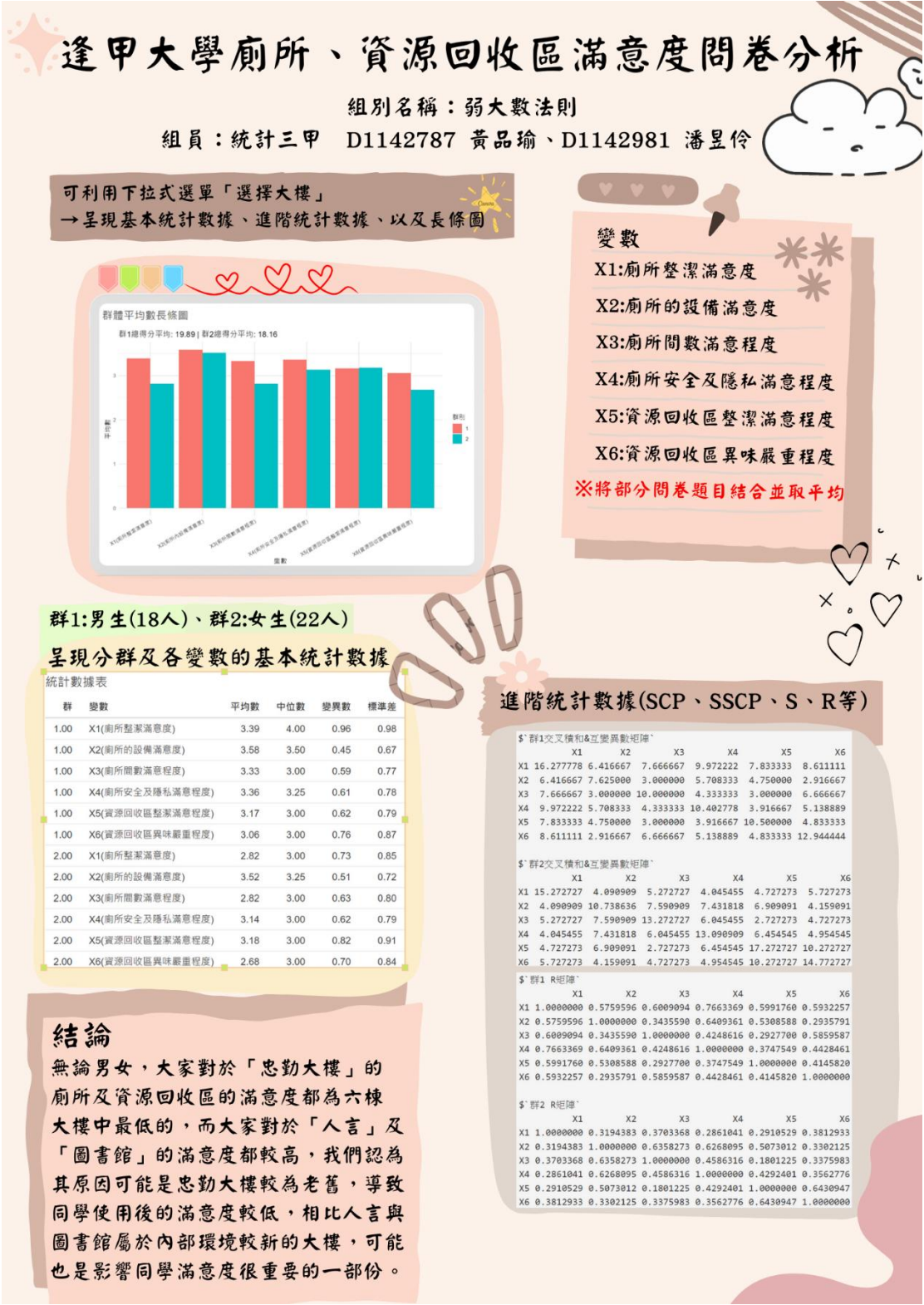


圖 3-1-1 資料處理海報附圖

第二節 敘述性統計

一、基本統計數據

本研究回收的有效樣本為 40 份，其中分為群一設為生理性別為男性之填答者、群二設為女性填答者，在 shinyapp 操作界面的下拉式選單中，待使用者選取大樓後，可顯示出各棟大樓之基本統計數據（平均數、平方和、中位數、變異數及標準差），可藉此查看數據的分散程度；在本章第三節問卷資料分析處設置長條圖，可透過各大樓六個變數所繪製而成的圖表清楚看出各項數據的分布，綜合本章所有內容，將在本章第三節進行問卷結果分析，可從中得出在廁所及資源回收區域平均得分最高的大樓，以及分析其原因，同時也會對得分較低的大樓進行深入探討並為其提出改善建議。

性別	人數	百分比	累積百分比
女性	22 人	55%	55%
男性	18 人	45%	100%
總計	40 人	100%	

表 3-2-1 問卷填答性別比

年級	人數	百分比	累積百分比
大一	0 人	0%	0%
大二	0 人	0%	0%
大三	31 人	77.5%	77.5%
大四	9 人	22.5%	100%
總計	40 人	100%	

表 3-2-2 問卷填答年級比

依表 3-2-1 所示，可看出群一(男性)填答人數為 18 人，群二(女性)填答人數為 22 人，因總樣本數較少，且兩者填答人數間差距不大，故此填答問卷並無產生因性別差距過大而影響整體回饋結果之情形。表 3-2-2 則可得出此問卷多數是由大三學生所填寫的，大四生教為少數，此情況是因開課班級為大三，故填答者多數為大三生屬合理情況。

大樓	分類	題目內容	非常 不滿意	不 滿意	普 通	滿 意	非常 滿意	總 計	各 項 均 分	各 類 均 分
商學	廁所滿意度	整潔	2	8	17	11	2	40	3.075	3.283333
		設備	0	5	20	11	4	40	3.350	
		衛生紙提供量	0	2	13	18	7	40	3.750	
		廁所間數	1	8	20	10	1	40	3.050	
		安全性	0	9	18	11	2	40	3.150	
		隱私程度	1	5	17	14	3	40	3.325	
	資源回收區 滿意度	整潔	2	4	20	13	1	40	3.175	3.037500
		異味嚴重	2	11	19	7	1	40	2.900	
忠勤	廁所滿意度	整潔	2	16	18	4	0	40	2.600	2.879167
		設備	1	10	23	6	0	40	2.850	
		衛生紙提供量	2	5	20	10	3	40	3.175	
		廁所間數	2	9	24	4	1	40	2.825	
		安全性	2	8	23	7	0	40	2.875	
		隱私程度	2	6	24	8	0	40	2.950	
	資源回收區 滿意度	整潔	0	3	27	9	1	40	3.200	3.175000
		異味嚴重	0	6	24	8	2	40	3.150	
語文	廁所滿意度	整潔	2	10	22	6	0	40	2.800	3.141667
		設備	0	7	21	10	2	40	3.175	
		衛生紙提供量	0	12	16	9	3	40	3.075	
		廁所間數	0	7	20	7	6	40	3.300	
		安全性	0	3	26	8	3	40	3.275	
		隱私程度	0	5	24	8	3	40	3.225	
	資源回收區 滿意度	整潔	3	5	19	12	1	40	3.075	3.125000
		異味嚴重	2	3	24	8	3	40	3.175	
人言	廁所滿意度	整潔	0	1	15	17	7	40	3.750	3.687500
		設備	0	1	15	20	4	40	3.675	
		衛生紙提供量	0	1	16	17	6	40	3.625	
		廁所間數	0	0	13	23	4	40	3.775	
		安全性	0	2	14	20	4	40	3.650	
		隱私程度	0	3	13	19	5	40	3.650	

	資源回收區 滿意度	整潔 異味嚴重	0 0	0 0	14 13	17 18	9 9	40 40	3.875 3.900	3.887500
圖書館	廁所滿意度	整潔	0	6	17	10	7	40	3.450	3.408333
		設備	0	0	22	14	4	40	3.550	
		衛生紙提供量	0	3	21	12	4	40	3.425	
		廁所間數	2	7	18	11	2	40	3.100	
		安全性	0	2	20	15	3	40	3.425	
		隱私程度	0	2	20	14	4	40	3.500	
	資源回收區 滿意度	整潔	0	5	18	13	4	40	3.400	3.350000
		異味嚴重	1	3	23	9	4	40	3.300	
資電	廁所滿意度	整潔	1	6	26	7	0	40	2.975	3.037500
		設備	0	7	26	7	0	40	3.000	
		衛生紙提供量	0	5	24	7	4	40	3.250	
		廁所間數	1	8	26	5	0	40	2.875	
		安全性	0	6	26	7	1	40	3.075	
		隱私程度	0	8	23	8	1	40	3.050	
	資源回收區 滿意度	整潔	1	5	27	6	1	40	3.025	3.062500
		異味嚴重	1	3	28	7	1	40	3.100	

表 3-2-3 問卷填答結果(依各大樓)

※藍色表示該分類中均分最低，紅色為該分類中均分最高

依表 3-2-3 所示，可看出填答者對各棟大樓的廁所與資源回收區於表單中的真實反饋，列出每棟大樓的各項問題分別各在 5 等級中的有效問卷數量分布。各項均分的結果是以加權分數作為計算，將該題所回收的非常不滿意份數乘以 1、不滿意份數乘以 2，以此類推至所有回收問卷都已進行加權，最後除以總回收份數 40 份，即為該題目之各項均分；各類均分則以一般平均作為計算方式，並無以該分類的特定題目作為著重評分之標準，故各類均分之計算方法是以該分類之各項均分取平均而得出的結果。

另可從表 3-2-3 所標註顏色之表格得知以下結果：

「人言大樓」為廁所區域滿意度最高；「忠勤大樓」為廁所區域滿意度最低

「人言大樓」為資源回收區域滿意度最高；「商學大樓」該區域滿意度最低

仔細觀察問卷反饋結果就可以看出，填答者對於人言大樓不論是廁所或是資源回收區域，得分幾乎都在 3 至 4 分，顯示出填答者對該大樓這兩個區域的使用反饋是感到較滿意的，而特別關注到人言大樓資源回收區域的填答情形，

可以看到有將近 25% 的填答者對於該區域的評價為「非常滿意」，可以看出人言大樓的資源回收區相比他棟大樓而言更為完善，我們初步分析認為其原因是該棟大樓的資源回收區除了標示清楚明確外，每個一般垃圾桶或回收桶甚至是廚餘桶都有上蓋，可以抑制異味，更使環境整潔美觀，雖也有他棟資源回收區有設置上蓋(例如:語文大樓)，但整體來說，人言大樓人流量較大，尤其是午間用餐時，在此情況下還能做到整潔與異味不嚴重等雙項俱全，除了區域設計方面較佔優勢外，人潮多的情況下，學校必定會多安排打掃人員在用餐高峰時期後即時進行打掃與清理，以此維持環境的規整與潔淨，這也是其他大樓需多加強改善之處，以提供學生、教職員等更加完善的空間及品質。

而忠勤大樓在廁所部分為滿意度最低的大樓，多數填答者分數落在 2 至 4 分不等，但在分類為廁所部分各項問題的「非常滿意」數量可謂寥寥無幾，也有部分填答者將分數給至「非常不滿意」之選項，我們認為可能是因該棟大樓屬於校園中較為老舊的，因此不論是廁所的環境、空間的設置及設備部分或許都差強人意，加上主要教學大樓位於忠勤的科系佔極少數且該大樓並不是以單純地以「上課」作為使用，有部分區域是供會議廳、做模型、討論空間等做為空間的規劃，純粹的「課程教室」並不佔多數，人流量相較於人言大樓更是少了許多，因此更可能會是學校較為疏於清理的大樓，建議學校可多著重在該棟大樓部分樓層的清掃上，相信會使同學們的使用體驗更加良好。

商學大樓為本系同學在使用上最為活躍的大樓，有多數的系上必修、甚至是通識課程都設置於此，因此本系同學們對於此大樓的熟悉度必定較其它大樓高。而在資源回收區此分類的滿意度為最低的可能原因是，商學大樓除了教室數量多、人流量大以及多處設置用餐休息區，這必定會使該區域較為髒亂且異味嚴重，對比前述人言大樓資源回收區的設計，商學大樓除了一樓的回收區有上蓋，其他樓層不論一般垃圾、資源回收或是廚餘等皆屬開放式，雖然在使用者丟棄垃圾時較為方便，但也顯得環境會更加髒亂不堪。再加上資源回收區的設置僅分布於該棟大樓的 1 至 4 樓，雖其他樓層非供教學使用，但亦有教職員工辦公於此，人流量是相當可觀的。有鑑於資源回收區設置的數量不足以及標誌已有少數模糊，我們建議學校擴展資源回收區設置的樓層，並對部分樓層的資源回收區進行標誌的修繕，更重要的是加強清掃頻率，相信會對於環境的整潔、氣味的改善起到一定作用，也可以進行分類宣導，讓清掃人員能更有效率的完成清潔工作，同時也能讓許多同學在使用的體感上有所不同。

接下來，我們就以群一(男性)、群二(女性)對於各棟大樓的廁所及資源回收區域各項題目的使用反饋做敘述性統計分析，其中分為基本統計數據及進階統計數據，基本統計包括均值(mean)、變異數(variance)、標準差(standard deviation, SD)等，進階統計則有交叉積和(sum of the cross product, SCP)、平方和與交叉積和共寫的矩陣(SSCP)等，後續在個別節次會有更詳盡的解釋。

下表 3-2-4 為問卷填答結果的基本統計數據，各大樓皆有兩群(以性別之分)，且各群都有六個變數，為表單中廁所與資源回收區域共八題題目(題目內容可於表 2-4-1 至表 2-4-3 檢索，題目填答結果匯總可於表 3-2-3 查閱)，將八題題目合併並縮減至六題，即為以下 X1 至 X6，共六個變數，變數內的詳細內容及合併原因於下：

X1: 廁所整潔滿意度

X2: 廁所設備滿意度，將廁所的衛生紙供應量滿意度合併於此，因衛生紙屬廁所內所提供之設備之一，其供應量之滿意程度也會影響設備的滿意度，因此將該題目合併至廁所之設備，該題由原廁所設備滿意度與衛生紙供應量兩題原始填答結果轉換的分數取其平均作為該題分數，並進行後續分析與計算。

X3: 廁所間數滿意度

X4: 廁所安全及隱私滿意度，將原題目的安全(包含照明度)及隱私兩題合併，因這兩個題目雖在意的面相或許會有些許不同，一個是為使用者的安全作為出發點，另一則是以使用者之隱私作為考量，但本研究是以能否讓使用者有安心且舒適的如廁空間作為研究目的之核心之一，故將這兩題進行合併，並在安全與隱私兩者間取平均，同時關注此兩個層面的合併結果。

X5: 資源回收區整潔滿意度

X6: 資源回收區異味嚴重程度

以下是本研究在基本統計數據所使用的名詞，以下包括其解釋與計算公式：

均值(Mean)：又稱算術平均數，為一組數值加總後，再除以總個數所得的值。

平均數又分為樣本平均數 $\bar{x}$ ，母群體平均數 μ ，在統計公式中，通常會以 x_1 表示第一筆觀測值， x_2 為第二筆，以此類推至第 i 筆觀測值(x_i)，對於共有 n 筆

觀測值的樣本，本研究使用均值公式為： $\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$ 。

變異數(Variance)：用於測量我們所蒐集的資料彼此之間的離散程度，是計算每筆觀測值(x_i)與平均值(樣本為 $\bar{x}$ ，母體為 μ) 的差異，取其平方後加總，若為母體變異數(σ^2)則將加總後的值除以數值個數(N)，樣本變異數(s^2)則除以數

值個數減去一($n-1$)，本研究使用變異數公式為： $s^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$ 。

平方和(Sum of squares,SS):用於計算出該組母體或樣本的總變異量，此處平方和為離均差平方和之簡稱，即為前述各觀察值(x_i)與均值(樣本為 $\bar{x}$ ，母體為 μ)間差異的平方總和，本研究使用平方和公式為： $SS = \sum(x_i - \bar{x})^2$ ，值得一提的是，我們可利用基本數學運算技巧化簡此公式，為後續手動分析運算在計算速度方面提供相當大的幫助，以下提供化簡後公式(以下 x_i 以 x_1 代替)：

※若需查看詳細化簡與推導過程請至進階統計數據 SCP 之化簡過程

$$SS1 = \sum (x_1 - \bar{x}_1)^2 = \sum x_1^2 - \frac{(\sum x_1)^2}{n}$$

標準差(Standard deviation,SD):為變異數的平方根，同樣用於測量資料間的離散

程度，本研究使用標準差公式為： $s = \sqrt{s^2} = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$

大樓	群別		X1	X2	X3	X4	X5	X6
商學	群一	均值	3.38889	3.58333	3.33333	3.36111	3.16667	3.05556
		變異數	0.95752	0.44853	0.58824	0.61193	0.61765	0.76144
		平方和	16.27778	7.62500	10.00000	10.40278	10.50000	12.94444
		標準差	0.97853	0.66972	0.76697	0.78226	0.78591	0.87260
		總得分平均：19.88889						
	群二	均值	2.81818	3.52273	2.81818	3.13636	3.18182	2.68182
		變異數	0.72727	0.51136	0.63203	0.62338	0.82251	0.70346
		平方和	15.2723	10.73864	13.27273	13.09091	17.27273	14.77273
		標準差	0.85280	0.71510	0.79501	0.78954	0.90692	0.83873
		總得分平均：18.15909						
忠勤	群一	均值	2.55556	3.02778	3.11111	3.02778	3.16667	3.33333
		變異數	0.73203	0.60212	0.81046	0.45507	0.50000	0.58824
		平方和	12.44444	10.23611	13.77778	7.73611	8.50000	10.00000
		標準差	0.85559	0.77597	0.90025	0.67459	0.70711	0.76697
		總得分平均：18.22222						
	群二	均值	2.63636	3.00000	2.59091	2.81818	3.22727	3.00000
		變異數	0.43290	0.45238	0.34848	0.51299	0.27922	0.47619
		平方和	9.09091	9.50000	7.31818	10.77273	5.86364	10.00000
		標準差	0.65795	0.67259	0.59033	0.71623	0.52841	0.69007
		總得分平均：17.27273						
	群一	均值	2.88889	3.30556	3.33333	3.25000	3.00000	3.27778
		變異數	0.69281	0.32761	0.94118	0.44853	0.70588	0.44771
		平方和	11.77778	5.56944	16.00000	7.62500	12.00000	7.61111
		標準差	0.83235	0.57238	0.97014	0.66972	0.84017	0.66911

語文	群二	均值	2.72727	2.97727	3.27273	3.25000	3.13636	3.09091
		變異數	0.49351	0.53517	0.87446	0.58929	0.98052	1.03896
		平方和	10.36364	11.23864	18.36364	12.37500	20.59091	21.81818
		標準差	0.70250	0.73156	0.93513	0.76765	0.99021	1.01929
		總得分平均：19.05556						
人言	群一	均值	3.77778	3.66667	3.83333	3.66667	3.88889	4.00000
		變異數	0.77124	0.26471	0.26471	0.41176	0.45752	0.47059
		平方和	13.11111	4.50000	4.50000	7.00000	7.77778	8.00000
		標準差	0.87820	0.51450	0.51450	0.64169	0.67640	0.68599
		總得分平均：22.83333						
	群二	均值	3.72727	3.70455	3.72727	3.63636	3.86364	3.81818
		變異數	0.49351	0.49188	0.49351	0.64719	0.69481	0.63203
		平方和	10.36364	10.32955	10.36364	13.59091	14.59091	13.27273
		標準差	0.70250	0.70134	0.70250	0.80448	0.83355	0.79501
		總得分平均：22.47727						
圖書館	群一	均值	3.50000	3.41667	3.16667	3.41667	3.33333	3.05556
		變異數	0.97059	0.30147	0.85294	0.38971	0.58824	0.64379
		平方和	16.50000	5.12500	14.50000	6.62500	10.00000	10.94444
		標準差	0.98518	0.54906	0.92355	0.62426	0.76697	0.80237
		總得分平均：19.88889						
	群二	均值	3.40909	3.54546	3.04546	3.54546	3.45455	3.50000
		變異數	0.91991	0.59307	0.90260	0.52165	0.83117	0.73810
		平方和	19.31818	12.45455	18.95455	10.95455	17.45455	15.50000
		標準差	0.95912	0.77011	0.95005	0.72225	0.91168	0.85912
		總得分平均：20.50000						
資電	群一	均值	2.94444	3.19444	2.94444	3.02778	3.05556	3.22222
		變異數	0.64379	0.38644	0.29085	0.24918	0.52614	0.41830
		平方和	10.94444	6.56944	4.94444	4.23611	8.94444	7.11111
		標準差	0.80237	0.62164	0.53930	0.49918	0.72536	0.64676
		總得分平均：18.38889						
	群二	均值	3.00000	3.06818	2.81818	3.09091	3.00000	3.00000
		變異數	0.28571	0.43561	0.53680	0.53896	0.47619	0.47619
		平方和	6.00000	9.14773	11.27273	11.31818	10.00000	10.00000
		標準差	0.53452	0.66000	0.73266	0.73414	0.69007	0.69007
		總得分平均：17.97727						

表 3-2-4 問卷填答結果數據分析－基本統計數據(依各大樓)

※藍色表示該群別中均分最低，紅色為該群別中均分最高

依表 3-2-4 所示，可以看出各群別分別對於每棟大樓的廁所(變數 X1 至 X4)、資源回收區(X5、X6)滿意程度的基本統計數據及該大樓之總得分平均，以下將各群別對於各棟大樓的滿意度進行排名(由高到低):

群一: 人言 > 商學 = 圖書館 > 語文 > 資電 > 忠勤

群二: 人言 > 圖書館 > 語文 > 商學 > 資電 > 忠勤

可依照排名看出無論是群一或群二，對於各大樓的這兩區域整體滿意度最高的大樓都為「人言大樓」，且整體滿意度最低的大樓為「忠勤大樓」，與前表 3-2-3 問卷填答結果大致相同。不過在表 3-2-3 可以看出單比較各大樓的這兩個區域的滿意度時，商學大樓在資源回收區部分的滿意度得分相較忠勤大樓來說是相對低的，但在整體以分群為核心調查各群對各項變數的滿意度時，忠勤大樓卻為整體滿意度最低的。接下來將針對表 3-2-4 的基本統計數據作分析與討論，首先將探討人言大樓，透過在群一表格中標註綠色的 X6(資源回收區異味程度)變項之均值欄位，可看出群一(男性)對於人言大樓資源回收區域的異味程度平均給分至 4 分，為表 3-2-4 所有變數中均值分數最高的，再與表 3-2-3 填答結果所述進行對照，可發現有 9 位同學在人言大樓資源回收區滿意度該分類中填答非常滿意，可代表著填答者對人言大樓資源回收區的肯定，尤其是男性；而在女性填答者部分，雖然各項變數平均分數略低於男性，但與他棟大樓相比，人言大樓群二欄位的均值分數都高於其他大樓，可見女性對於人言大樓的該兩區域亦為所有大樓中最滿意的。

接著將探討前述商學大樓與忠勤大樓滿意度得分之問題，以商學與忠勤大樓群一與群二的橘色表格為關注點，可看出雖忠勤大樓在兩群間皆為滿意度最低，但細看橘色表格可發現忠勤大樓的資源回收區滿意度(X5、X6)相較於商學大樓的均值分數是相對高的，這同時也反映了造成忠勤大樓在群一與群二間都為整體滿意度最低的原因著重在廁所區域的滿意程度，可從兩群剩下未標註顏色的表格中對比看出在廁所區域所有相關的變數(X1 至 X4)均值分數都低於商學大樓的各項變數，明顯說明忠勤大樓廁所部分的修繕及翻新與清掃都更需加強，而也不能忽視商學大樓在資源回收區方面的不足，須更頻繁的清理打掃。

此外，想額外進行探討的是群二(女性)在 X3 變數(廁所間數滿意度)之比較，可以看到在商學、忠勤及資電三棟大樓所標註的紫色表格，我們認為廁所間數的滿意程度將直接反映”女性排隊上廁所的等候時間”，若需等待許久，最直接的原因必定是人數眾多加上廁間數量不足，而這三棟大樓在平均分數上都偏低，其中以忠勤大樓為最低，這代表著填答者女性在這三棟大樓如廁時須等候較長時間，因此建議若學校有足夠預算，需提高特定大樓之廁間比例，可針對 $|r(x,1)|$ 學校各系所常活躍之大樓之女性比例作為修繕參考及依據，如廁的同學可減輕後面有人排隊的壓力，也提升使用環境的良好體驗與感受。

二、進階統計數據

為了更進一步的探討各變數間的關聯性以及整體資料結構，本研究額外計算進階統計數據，其包括以下：交叉積和（sum of the cross product, SCP）、平方和(SS)與交叉積和(SCP)所合寫之矩陣(SSCP)、互變異矩陣（covariance matrix, S）、相關矩陣（correlation matrix, R）。

以下是本研究在進階統計數據所使用的名詞，以下包括其解釋與計算公式：

交叉積和(SCP): 為兩變數間均值修正後資料之乘積總和，可以此看出兩變數間的相近程度，在此用於求出 SSCP 及互變異數 S，各大樓及各群間的交叉積和可於 SSCP 矩陣看出，本研究使用交叉積和公式為: $\sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)(x_{ik} - \bar{x}_k)$ ，此處 i 為觀察值，j 與 k 分別代表兩變數。在前述平方和公式有提到 SCP 的化簡過程，以下提供化簡過程(此過程不探討觀察值為何， x_{ij} 與 x_k 分別以 x_1 、 x_2 表示):

$$\begin{aligned} SCP &= \sum_{i=1}^n (x_1 - \bar{x}_1)(x_2 - \bar{x}_2) = \sum_{i=1}^n (x_1 x_2 - \bar{x}_1 x_2 - x_1 \bar{x}_2 + \bar{x}_1 \bar{x}_2) \\ &= \sum_{i=1}^n (x_1 x_2) - \bar{x}_1 \sum_{i=1}^n x_2 - \bar{x}_2 \sum_{i=1}^n x_1 + n \bar{x}_1 \bar{x}_2 \\ &= \sum_{i=1}^n (x_1 x_2) - \bar{x}_1 (n \bar{x}_2) - \bar{x}_2 (n \bar{x}_1) + n \bar{x}_1 \bar{x}_2 \\ &= \sum_{i=1}^n (x_1 x_2) - n \bar{x}_1 \bar{x}_2 = \sum_{i=1}^n x_1 x_2 - \frac{\sum x_1 \sum x_2}{n} \end{aligned}$$

平方和與交叉積和匯成之矩陣(SSCP): 此矩陣為基本統計數據中的平方和與上述的交叉積和所共繪之矩陣，可從兩者的公式看出，平方和為各觀察值與該平均值間的差異，進行平方並加總，可看出該變數(共有 i 筆觀察值)的總變異量，而交叉積和則是兩變數間各自進行均值修正後的成績總和，故兩者可共繪出主對角線為各變數平方和及兩兩變數間交叉積和的 SSCP 矩陣。

互變異矩陣(S): 互變異數矩陣為變異數(variance)與互變異數(covariance)合寫出的矩陣，其對角線代表著各變數的變異數，其他主要元素為變數間的互變異數，互變異數又稱共變異數，其可量測出兩變數間的變異程度以及相互關係，其值有正有負，代表著變數間的線性關係與強度。

本研究使用互變異數公式為(df 為自由度): $s_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)(x_{ik} - \bar{x}_k)}{n-1} = \frac{SCP}{df}$ ，

j、k 表示兩變數，且因互變異數代表著兩變數間的變異程度，故兩變數之交換不影響其結果，即為 j、k 可交換，其值 $s_{jk} = s_{kj}$ 。

而互變異數矩陣亦可由前述 SSCP 矩陣除以自由度而得，即為 $s = \frac{SSCP}{df}$ ，可由此代換公式看出兩矩陣主對角線之關聯，SSCP 矩陣之對角線為平方和(SS)除以自由度(df)可得 S 矩陣之對角線變異數。

相關矩陣(R): 又稱皮爾森積動差相關係數(Pearson product-moment correlation coefficient)，為標準化後的互變異數矩陣，而相關矩陣主要元素即為相關係數，相關係數為互變異數之標準化後資料，資料標準化是將原始資料進行均值修正後除以其對應之標準差(變異數的平方根)，而資料進行標準化後，其變異數永遠為 1，平均數為 0，相關係數(標準化後之互變異數)則介於-1 至 1 之間，其值出現負數代表兩變數間關聯性為負相關，當值等於-1 時即代表兩變數呈現完全負相關，正數亦然，但若其值為 0 時則代表兩變數間無線性相關。

相關係數之公式為：

$$r(x, y) = \frac{cov(x, y)}{s_x s_y}$$

，此處 $cov(x, y)$ 為 x 、 y 變數間的共變異數， s_x 與 s_y 在此分別代

表著 x 、 y 變數各自的標準差，又因標準差為變異數之平方根，故相關矩陣可用互變異數矩陣代換，可省去將每個互變異數進行標準化的過程，相關矩陣的主對角線都為 1，其原因是主對角線分別為各變數對自己之相關係數，即代表著自己與自己之間的關聯性，其值必為 1，而變數與其他變數間的相關係數則要利用互變異數矩陣推倒，可由上述相關係數之公式得出，兩變數間的相關係數就是由兩者間的互變異數除以各自變數之標準差，即為除以各自變數之變異數平方根，故代換公式即為互變異數矩陣中該兩變數的互變異數除以各自變異數的平方根(主對角線為變異數)；此外，依互變異矩陣所述，互變異數可由 SSCP 矩陣除以自由度而得其矩陣結果，所以前述所說之代換公式依舊適用於 SSCP 矩陣，即為兩變數之交叉積和除以各自變數之平方和的平方根，此兩種代換方法不僅省去許多運算互變異數標準化的時間，更利用相關係數之基本定義與公式去推導出此快速運算相關係數矩陣之方式。

本研究使用相關係數去評估各變數之間的相關性強度，強度共分為三個等級，分為別低度相關、中度相關及高度相關，評判標準由將由以下表格呈現。

相關性強度	相關係數
低度相關	$ r(x, y) < 0.3$
中度相關	$0.3 \leq r(x, y) < 0.7$
高度相關	$0.7 \leq r(x, y) \leq 1$

表 3-2-5 相關係數評判標準

以下將以表 3-2-6 呈現各大樓以及各群別的進階統計數據，其中包含各群別 X1 至 X6 共六個變數所匯成之 SSCP、S 以及 R 矩陣，由於 SSCP 矩陣是由 SCP 與 SS 共寫而成之矩陣，故兩變數之間的交叉積和以及該變數之平方和可從 SSCP 矩陣中查看。

大樓	群別	矩陣						
商學	群一	SSCP	x1	x2	x3	x4	x5	x6
		x1	16.277778	6.416667	7.666667	9.972222	7.833333	8.611111
		x2	6.416667	7.625000	3.000000	5.708333	4.750000	2.916667
		x3	7.666667	3.000000	10.000000	4.333333	3.000000	6.666667
		x4	9.972222	5.708333	4.333333	10.402778	3.916667	5.138889
		x5	7.833333	4.750000	3.000000	3.916667	10.500000	4.833333
		x6	8.611111	2.916667	6.666667	5.138889	4.833333	12.944444
		S	x1	x2	x3	x4	x5	x6
		x1	0.957516	0.377451	0.450980	0.586601	0.460784	0.506536
		x2	0.377451	0.448529	0.176471	0.335784	0.279412	0.171569
		x3	0.450980	0.176471	0.588235	0.254902	0.176471	0.392157
		x4	0.586601	0.335784	0.254902	0.611928	0.230392	0.302288
		x5	0.460784	0.279412	0.176471	0.230392	0.617647	0.284314
		x6	0.506536	0.171569	0.392157	0.302288	0.284314	0.761438
		R	x1	x2	x3	x4	x5	x6
		x1	1.000000	0.575960	0.600909	0.766337	0.599176	0.593226
		x2	0.575960	1.000000	0.343559	0.640936	0.530859	0.293579
		x3	0.600909	0.343559	1.000000	0.424862	0.292770	0.585959
	x4	0.766337	0.640936	0.424862	1.000000	0.374755	0.442846	
	x5	0.599176	0.530859	0.292770	0.374755	1.000000	0.414582	
	x6	0.593226	0.293579	0.585959	0.442846	0.414582	1.000000	
	群二	SSCP	x1	x2	x3	x4	x5	x6
		x1	15.272727	4.090909	5.272727	4.045455	4.727273	5.727273
		x2	4.090909	10.738636	7.590909	7.431818	6.909091	4.159091
		x3	5.272727	7.590909	13.272727	6.045455	2.727273	4.727273
		x4	4.045455	7.431818	6.045455	13.090909	6.454545	4.954545
		x5	4.727273	6.909091	2.727273	6.454545	17.272727	10.272727
		x6	5.727273	4.159091	4.727273	4.954545	10.272727	14.772727
		S	x1	x2	x3	x4	x5	x6
		x1	0.727273	0.194805	0.251082	0.192641	0.225108	0.272727
		x2	0.194805	0.511364	0.361472	0.353896	0.329004	0.198052
		x3	0.251082	0.361472	0.632035	0.287879	0.129870	0.225108
		x4	0.192641	0.353896	0.287879	0.623377	0.307359	0.235931
		x5	0.225108	0.329004	0.129870	0.307359	0.822511	0.489178
		x6	0.272727	0.198052	0.225108	0.235931	0.489178	0.703463
		R	x1	x2	x3	x4	x5	x6
x1		1.000000	0.319438	0.370337	0.286104	0.291053	0.381293	
x2		0.319438	1.000000	0.635827	0.626810	0.507301	0.330213	
x3		0.370337	0.635827	1.000000	0.458632	0.180123	0.337598	
x4	0.286104	0.626810	0.458632	1.000000	0.429240	0.356278		
x5	0.291053	0.507301	0.180123	0.429240	1.000000	0.643095		
x6	0.381293	0.330213	0.337598	0.356278	0.643095	1.000000		

忠勤	群一	<i>SSCP</i>	<i>x1</i>	<i>x2</i>	<i>x3</i>	<i>x4</i>	<i>x5</i>	<i>x6</i>
		<i>x1</i>	12.444444	5.222222	6.888889	4.222222	3.333333	2.666667
		<i>x2</i>	5.222222	10.236111	7.444444	6.736111	3.916667	3.833333
		<i>x3</i>	6.888889	7.444444	13.777778	7.944444	1.666667	2.333333
		<i>x4</i>	4.222222	6.736111	7.944444	7.736111	1.416667	1.833333
		<i>x5</i>	3.333333	3.916667	1.666667	1.416667	8.500000	6.000000
		<i>x6</i>	2.666667	3.833333	2.333333	1.833333	6.000000	10.000000
		<i>S</i>	<i>x1</i>	<i>x2</i>	<i>x3</i>	<i>x4</i>	<i>x5</i>	<i>x6</i>
		<i>x1</i>	0.732026	0.307190	0.405229	0.248366	0.196078	0.156863
		<i>x2</i>	0.307190	0.602124	0.437909	0.396242	0.230392	0.225490
		<i>x3</i>	0.405229	0.437909	0.810458	0.467320	0.098039	0.137255
		<i>x4</i>	0.248366	0.396242	0.467320	0.455065	0.083333	0.107843
		<i>x5</i>	0.196078	0.230392	0.098039	0.083333	0.500000	0.352941
		<i>x6</i>	0.156863	0.225490	0.137255	0.107843	0.352941	0.588235
		<i>R</i>	<i>x1</i>	<i>x2</i>	<i>x3</i>	<i>x4</i>	<i>x5</i>	<i>x6</i>
		<i>x1</i>	1.000000	0.462701	0.526104	0.430320	0.324102	0.239046
		<i>x2</i>	0.462701	1.000000	0.626867	0.756973	0.419894	0.378887
		<i>x3</i>	0.526104	0.626867	1.000000	0.769507	0.154010	0.198787
		<i>x4</i>	0.430320	0.756973	0.769507	1.000000	0.174702	0.208440
		<i>x5</i>	0.324102	0.419894	0.154010	0.174702	1.000000	0.650791
		<i>x6</i>	0.239046	0.378887	0.198787	0.208440	0.650791	1.000000
	群二	<i>SSCP</i>	<i>x1</i>	<i>x2</i>	<i>x3</i>	<i>x4</i>	<i>x5</i>	<i>x6</i>
		<i>x1</i>	9.090909	4.500000	2.727273	3.545455	2.818182	4.000000
		<i>x2</i>	4.500000	9.500000	5.500000	4.750000	2.000000	1.000000
		<i>x3</i>	2.727273	5.500000	7.318182	5.363636	1.045455	2.000000
		<i>x4</i>	3.545455	4.750000	5.363636	10.772727	1.409091	1.000000
		<i>x5</i>	2.818182	2.000000	1.045455	1.409091	5.863636	5.000000
		<i>x6</i>	4.000000	1.000000	2.000000	1.000000	5.000000	10.000000
		<i>S</i>	<i>x1</i>	<i>x2</i>	<i>x3</i>	<i>x4</i>	<i>x5</i>	<i>x6</i>
		<i>x1</i>	0.432900	0.214286	0.129870	0.168831	0.134199	0.190476
		<i>x2</i>	0.214286	0.452381	0.261905	0.226190	0.095238	0.047619
		<i>x3</i>	0.129870	0.261905	0.348485	0.255411	0.049784	0.095238
		<i>x4</i>	0.168831	0.226190	0.255411	0.512987	0.067100	0.047619
		<i>x5</i>	0.134199	0.095238	0.049784	0.067100	0.279221	0.238095
		<i>x6</i>	0.190476	0.047619	0.095238	0.047619	0.238095	0.476190
		<i>R</i>	<i>x1</i>	<i>x2</i>	<i>x3</i>	<i>x4</i>	<i>x5</i>	<i>x6</i>
		<i>x1</i>	1.000000	0.484225	0.334367	0.358266	0.385995	0.419524
		<i>x2</i>	0.484225	1.000000	0.659628	0.469536	0.267969	0.102598
		<i>x3</i>	0.334367	0.659628	1.000000	0.604081	0.159595	0.233791
		<i>x4</i>	0.358266	0.469536	0.604081	1.000000	0.177293	0.096347
		<i>x5</i>	0.385995	0.267969	0.159595	0.177293	1.000000	0.652960
		<i>x6</i>	0.419524	0.102598	0.233791	0.096347	0.652960	1.000000

語文	群一	SSCP	x1	x2	x3	x4	x5	x6
		x1	11.777778	2.111111	-0.333333	2.000000	2.000000	-0.444444
		x2	2.111111	5.569444	5.666667	3.125000	2.000000	1.972222
		x3	-0.333333	5.666667	16.000000	4.500000	2.000000	3.333333
		x4	2.000000	3.125000	4.500000	7.625000	3.500000	0.250000
		x5	2.000000	2.000000	2.000000	3.500000	12.000000	5.000000
		x6	-0.444444	1.972222	3.333333	0.250000	5.000000	7.611111
		S	x1	x2	x3	x4	x5	x6
		x1	0.692810	0.124183	-0.019608	0.117647	0.117647	-0.026144
		x2	0.124183	0.327614	0.333333	0.183824	0.117647	0.116013
		x3	-0.019608	0.333333	0.941176	0.264706	0.117647	0.196078
		x4	0.117647	0.183824	0.264706	0.448529	0.205882	0.014706
		x5	0.117647	0.117647	0.117647	0.205882	0.705882	0.294118
		x6	-0.026144	0.116013	0.196078	0.014706	0.294118	0.447712
		R	x1	x2	x3	x4	x5	x6
		x1	1.000000	0.260660	-0.024282	0.211047	0.168232	-0.046942
		x2	0.260659	1.000000	0.600291	0.479539	0.244643	0.302919
		x3	-0.024282	0.600291	1.000000	0.407411	0.144338	0.302061
		x4	0.211047	0.479539	0.407411	1.000000	0.365896	0.032817
		x5	0.168232	0.244643	0.144338	0.365896	1.000000	0.523185
		x6	-0.046942	0.302919	0.302061	0.032817	0.523185	1.000000
語文	群二	SSCP	x1	x2	x3	x4	x5	x6
		x1	10.363636	5.363636	6.636364	5.000000	6.818182	6.545455
		x2	5.363636	11.238636	10.136364	7.375000	5.068182	6.045455
		x3	6.636364	10.136364	18.363636	11.000000	3.181818	4.454545
		x4	5.000000	7.375000	11.000000	12.375000	2.250000	3.000000
		x5	6.818182	5.068182	3.181818	2.250000	20.590909	18.727273
		x6	6.545455	6.045455	4.454545	3.000000	18.727273	21.818182
		S	x1	x2	x3	x4	x5	x6
		x1	0.493507	0.255411	0.316017	0.238095	0.324675	0.311688
		x2	0.255411	0.535173	0.482684	0.351191	0.241342	0.287879
		x3	0.316017	0.482684	0.874459	0.523810	0.151515	0.212121
		x4	0.238095	0.351191	0.523810	0.589286	0.107143	0.142857
		x5	0.324675	0.241342	0.151515	0.107143	0.980520	0.891775
		x6	0.311688	0.287879	0.212121	0.142857	0.891775	1.038961
		R	x1	x2	x3	x4	x5	x6
		x1	1.000000	0.496989	0.481055	0.441511	0.466740	0.435286
		x2	0.496989	1.000000	0.705580	0.625364	0.333164	0.386067
		x3	0.481055	0.705580	1.000000	0.729694	0.163628	0.222543
		x4	0.441511	0.625364	0.729694	1.000000	0.140952	0.182574
		x5	0.466740	0.333164	0.163628	0.140952	1.000000	0.883543
		x6	0.435286	0.386067	0.222543	0.182574	0.883543	1.000000

人 言	群 一	SSCP	x1	x2	x3	x4	x5	x6
		x1	13.111111	2.666667	4.333333	2.166667	5.555556	3.000000
		x2	2.666667	4.500000	1.500000	3.000000	3.833333	2.500000
		x3	4.333333	1.500000	4.500000	1.500000	2.666667	3.000000
		x4	2.166667	3.000000	1.500000	7.000000	1.333333	1.500000
		x5	5.555556	3.833333	2.666667	1.333333	7.777778	6.000000
		x6	3.000000	2.500000	3.000000	1.500000	6.000000	8.000000
		S	x1	x2	x3	x4	x5	x6
		x1	0.771242	0.156863	0.254902	0.127451	0.326797	0.176471
		x2	0.156863	0.264706	0.088235	0.176471	0.225490	0.147059
		x3	0.254902	0.088235	0.264706	0.088235	0.156863	0.176471
		x4	0.127451	0.176471	0.088235	0.411765	0.078431	0.088235
		x5	0.326797	0.225490	0.156863	0.078431	0.457516	0.352941
		x6	0.176471	0.147059	0.176471	0.088235	0.352941	0.470588
		R	x1	x2	x3	x4	x5	x6
		x1	1.000000	0.347170	0.564152	0.226164	0.550149	0.292925
		x2	0.347170	1.000000	0.333333	0.534523	0.647952	0.416667
		x3	0.564152	0.333333	1.000000	0.267261	0.450749	0.500000
		x4	0.226164	0.534523	0.267261	1.000000	0.180702	0.200446
		x5	0.550149	0.647952	0.450749	0.180702	1.000000	0.760639
		x6	0.292925	0.416667	0.500000	0.200446	0.760639	1.000000
	群 二	SSCP	x1	x2	x3	x4	x5	x6
		x1	10.363636	8.227273	7.363636	9.318182	8.181818	8.909091
		x2	8.227273	10.329545	8.227273	8.886364	9.113636	8.318182
		x3	7.363636	8.227273	10.363636	6.818182	10.181818	8.909091
		x4	9.318182	8.886364	6.818182	13.590909	6.409091	6.545455
		x5	8.181818	9.113636	10.181818	6.409091	14.590909	12.454545
		x6	8.909091	8.318182	8.909091	6.545455	12.454545	13.272727
		S	x1	x2	x3	x4	x5	x6
		x1	0.493507	0.391775	0.350649	0.443723	0.389610	0.424242
		x2	0.391775	0.491883	0.391775	0.423160	0.433983	0.396104
		x3	0.350649	0.391775	0.493507	0.324675	0.484849	0.424242
		x4	0.443723	0.423160	0.324675	0.647186	0.305195	0.311688
		x5	0.389610	0.433983	0.484849	0.305195	0.694805	0.593074
		x6	0.424242	0.396104	0.424242	0.311688	0.593074	0.632035
		R	x1	x2	x3	x4	x5	x6
		x1	1.000000	0.795169	0.710526	0.785147	0.665354	0.759622
		x2	0.795169	1.000000	0.795169	0.749997	0.742352	0.710408
		x3	0.710526	0.795169	1.000000	0.574498	0.827996	0.759622
		x4	0.785147	0.749997	0.574498	1.000000	0.455125	0.487344
		x5	0.665354	0.742352	0.827996	0.455125	1.000000	0.894966
		x6	0.759622	0.710408	0.759622	0.487344	0.894966	1.000000

圖書館	群一	SSCP	x1	x2	x3	x4	x5	x6
		x1	16.500000	6.250000	0.500000	6.250000	9.000000	1.500000
		x2	6.250000	5.125000	-2.750000	3.375000	4.500000	-1.916667
		x3	0.500000	-2.750000	14.500000	-0.750000	-1.000000	4.833333
		x4	6.250000	3.375000	-0.750000	6.625000	3.500000	-1.416667
		x5	9.000000	4.500000	-1.000000	3.500000	10.000000	2.666667
		x6	1.500000	-1.916667	4.833333	-1.416667	2.666667	10.944444
		S	x1	x2	x3	x4	x5	x6
		x1	0.970588	0.367647	0.029412	0.367647	0.529412	0.088235
		x2	0.367647	0.301471	-0.161765	0.198529	0.264706	-0.112745
		x3	0.029412	-0.161765	0.852941	-0.044118	-0.058824	0.284314
		x4	0.367647	0.198529	-0.044118	0.389706	0.205882	-0.083333
		x5	0.529412	0.264706	-0.058824	0.205882	0.588235	0.156863
		x6	0.088235	-0.112745	0.284314	-0.083333	0.156863	0.643791
		R	x1	x2	x3	x4	x5	x6
		x1	1.000000	0.679659	0.032325	0.597785	0.700649	0.111623
		x2	0.679659	1.000000	-0.319008	0.579207	0.628587	-0.255919
		x3	0.032325	-0.319008	1.000000	-0.076522	-0.083045	0.383677
		x4	0.597785	0.579207	-0.076522	1.000000	0.430007	-0.166371
		x5	0.700649	0.628587	-0.083045	0.430007	1.000000	0.254901
		x6	0.111623	-0.255919	0.383677	-0.166371	0.254901	1.000000
圖書館	群二	SSCP	x1	x2	x3	x4	x5	x6
		x1	19.318182	14.590909	12.590909	10.090909	8.909091	9.500000
		x2	14.590909	12.454545	10.454545	8.704545	8.545455	9.000000
		x3	12.590909	10.454545	18.954545	8.454545	13.545455	12.500000
		x4	10.090909	8.704545	8.454545	10.954545	4.545455	5.000000
		x5	8.909091	8.545455	13.545455	4.545455	17.454545	16.000000
		x6	9.500000	9.000000	12.500000	5.000000	16.000000	15.500000
		S	x1	x2	x3	x4	x5	x6
		x1	0.919913	0.694805	0.599567	0.480520	0.424242	0.452381
		x2	0.694805	0.593074	0.497836	0.414502	0.406926	0.428571
		x3	0.599567	0.497836	0.902597	0.402597	0.645022	0.595238
		x4	0.480520	0.414502	0.402597	0.521645	0.216450	0.238095
		x5	0.424242	0.406926	0.645022	0.216450	0.831169	0.761905
		x6	0.452381	0.428571	0.595238	0.238095	0.761905	0.738095
		R	x1	x2	x3	x4	x5	x6
		x1	1.000000	0.940666	0.657987	0.693665	0.485172	0.549003
		x2	0.940666	1.000000	0.680432	0.745221	0.579585	0.647758
		x3	0.657987	0.680432	1.000000	0.586727	0.744702	0.729269
		x4	0.693665	0.745221	0.586727	1.000000	0.328720	0.383713
		x5	0.485172	0.579585	0.744702	0.328720	1.000000	0.972747
		x6	0.549003	0.647758	0.729269	0.383713	0.972747	1.000000

資 電	群 一	<i>SSCP</i>	<i>x1</i>	<i>x2</i>	<i>x3</i>	<i>x4</i>	<i>x5</i>	<i>x6</i>
		<i>x1</i>	10.944444	4.194444	0.944444	0.027778	4.055556	4.222222
		<i>x2</i>	4.194444	6.569444	-1.305556	0.152778	6.305556	4.722222
		<i>x3</i>	0.944444	-1.305556	4.944444	-1.972222	0.055556	0.222222
		<i>x4</i>	0.027778	0.152778	-1.972222	4.236111	-0.027778	-0.611111
		<i>x5</i>	4.055556	6.305556	0.055556	-0.027778	8.944444	4.777778
		<i>x6</i>	4.222222	4.722222	0.222222	-0.611111	4.777778	7.111111
		<i>S</i>	<i>x1</i>	<i>x2</i>	<i>x3</i>	<i>x4</i>	<i>x5</i>	<i>x6</i>
		<i>x1</i>	0.643791	0.246732	0.055556	0.001634	0.238562	0.248366
		<i>x2</i>	0.246732	0.386438	-0.076797	0.008987	0.370915	0.277778
		<i>x3</i>	0.055556	-0.076797	0.290850	-0.116013	0.003268	0.013072
		<i>x4</i>	0.001634	0.008987	-0.116013	0.249183	-0.001634	-0.035948
		<i>x5</i>	0.238562	0.370915	0.003268	-0.001634	0.526144	0.281046
		<i>x6</i>	0.248366	0.277778	0.013072	-0.035948	0.281046	0.418301
		<i>R</i>	<i>x1</i>	<i>x2</i>	<i>x3</i>	<i>x4</i>	<i>x5</i>	<i>x6</i>
		<i>x1</i>	1.000000	0.494667	0.128387	0.004080	0.409899	0.478603
		<i>x2</i>	0.494667	1.000000	-0.229072	0.028961	0.822588	0.690897
		<i>x3</i>	0.128387	-0.229072	1.000000	-0.430937	0.008354	0.037477
		<i>x4</i>	0.004080	0.028961	-0.430937	1.000000	-0.004513	-0.111344
		<i>x5</i>	0.409899	0.822588	0.008354	-0.004513	1.000000	0.599074
		<i>x6</i>	0.478603	0.690897	0.037477	-0.111344	0.599074	1.000000
	群 二	<i>SSCP</i>	<i>x1</i>	<i>x2</i>	<i>x3</i>	<i>x4</i>	<i>x5</i>	<i>x6</i>
		<i>x1</i>	6.000000	3.500000	6.000000	3.000000	4.000000	4.000000
		<i>x2</i>	3.500000	9.147727	3.272727	6.113636	2.500000	2.500000
		<i>x3</i>	6.000000	3.272727	11.272727	3.863636	5.000000	6.000000
		<i>x4</i>	3.000000	6.113636	3.863636	11.318182	6.500000	5.500000
		<i>x5</i>	4.000000	2.500000	5.000000	6.500000	10.000000	9.000000
		<i>x6</i>	4.000000	2.500000	6.000000	5.500000	9.000000	10.000000
		<i>S</i>	<i>x1</i>	<i>x2</i>	<i>x3</i>	<i>x4</i>	<i>x5</i>	<i>x6</i>
		<i>x1</i>	0.285714	0.166667	0.285714	0.142857	0.190476	0.190476
		<i>x2</i>	0.166667	0.435606	0.155844	0.291126	0.119048	0.119048
		<i>x3</i>	0.285714	0.155844	0.536797	0.183983	0.238095	0.285714
		<i>x4</i>	0.142857	0.291126	0.183983	0.538961	0.309524	0.261905
		<i>x5</i>	0.190476	0.119048	0.238095	0.309524	0.476191	0.428571
		<i>x6</i>	0.190476	0.119048	0.285714	0.261905	0.428571	0.476191
		<i>R</i>	<i>x1</i>	<i>x2</i>	<i>x3</i>	<i>x4</i>	<i>x5</i>	<i>x6</i>
		<i>x1</i>	1.000000	0.472428	0.729560	0.364047	0.516398	0.516398
		<i>x2</i>	0.472428	1.000000	0.322284	0.600834	0.261387	0.261387
		<i>x3</i>	0.729560	0.322284	1.000000	0.342053	0.470929	0.565115
		<i>x4</i>	0.364047	0.600834	0.342053	1.000000	0.610977	0.516981
		<i>x5</i>	0.516398	0.261387	0.470929	0.610977	1.000000	0.900000
		<i>x6</i>	0.516398	0.261387	0.565115	0.516981	0.900000	1.000000

表 3-2-6 問卷填答結果數據分析 - 進階統計數據(依各大樓)

依表 3-2-6 所示，可由表看出填答者對於各大樓的廁所及資源回收區域的填答情形，將問卷題目組成六個變數，並依該表看出各大樓中各群別對於該六項變數之間的關係，因表中呈現的三種矩陣(SSCP、S、R)彼此之間都具有代換性，故僅對做有標記之表格做分析及延伸探討。

在語文大樓群二表格中做橘色標記之表格為 SSCP 矩陣的主對角線，除了可以對應至表 3-2-4 該大樓之群二的平方和欄位，顯示其與 SSCP 主對角線之結果相符外，可看出該群的六個變數之平方和都偏高，而其中又以 X5、X6 之平方和為最高，依前述平方和公式可了解到語文大樓的群二(女性)在對於該大樓資源回收區域的評分是相對較有分歧的，此情況說明了女性填答者在填寫語文大樓之資源回收區整潔及異味嚴重程度的題目時會有較多相對平均值而言較為極端的反饋出現，參照表 3-2-4 的語文大樓群二的 X5、X6 欄位之平均值，可看出該兩變數的平均填答分數接近於 3 分(普通)，而平方和較為凸顯的情況更說明了女性在填答語文大樓之資源回收區相關問題較少 3 分的情況出現，取而代之的是更多明顯滿意與不滿意的反饋，因此造成此平方和較其他大樓之變數更高的原因；而 S 矩陣是由 SSCP 矩陣除以自由度代換而至，該矩陣之主對角線為變異數，所以在 SSCP 矩陣中 X5、X6 變數平方和較大的同時，也會使 S 矩陣之變異數較其他變數而言更為顯著，說明填答結果的分散程度較大。

接著，看到圖書館大樓群一標註綠色之表格，標記部分皆為 SSCP、S 以及 R 矩陣在變數 X2 與 X3 之間的關係，在 SSCP 矩陣部分可看出 X2(廁所設備滿意度)以及 X3(廁所間數滿意度)之間的交叉積和結果為負，由前述 SCP 之公式得交叉積和計算方法為兩變數各自均值修正後的資料乘積之總和，而此結果為負數之情況可看出群一(男性)對於圖書館大樓的廁所設備滿意度以及間數滿意度是存在不同意見的，代表著有部分男性填答者對於廁所設備滿意度高於平均值時，對廁所間數的滿意程度可能存在低於平均的情況，反之，也可能是男性對於廁所設備滿意度低於平均值而對間數滿意度高於平均，而依照表 3-2-4 的問卷填答情形之基本統計數據顯示出語文大樓之群一男性的 X2 變數的平均值是略高於 X3 變數的，因此可以推斷有部分男性填答者對於圖書館廁所設備滿意度較高的同時對廁間數量的滿意程度較低，而因為其互變異數結果是由交叉積和結果除以自由度而得，故兩者間相互變異程度必定為負數，相關係數也是，不過，根據兩變數間相關係數之結果可看到，兩者之間接近低度負相關 (-0.319008)，因此上述提到有部分男性填答廁所設備滿意度較高的同時，對廁所間數滿意程度較低，但兩者皆並無直接負向關係，因此並不會是因對設備滿意度較高而導致其對廁所間數較不滿意的結果。

而我們可以從資電大樓群一在 X3 及 X4 的相關係數中(標註綠色之處)看出，男性填答者對於該大樓之 X3(廁所間數滿意度)及 X4(廁所安全及隱私滿意度)存在負向關係，在此會特別提出是因為該負向關係為六棟大樓及各群別中最為嚴重的變數，思考廁所間數多寡所牽涉之填答者對於安全與隱私上的感受滿

意程度是具有必要性的，依 William Beckwith(2024)所述，多數男性在使用小便斗時，會以留下至少一空位及預留下位使用者也能再留一空位為守則進行男性如廁選擇位置之實驗，結果顯示第一位使用者通常會選擇最角落的位置，而中間位置是會被避免使用的，除非在其他位置都正被使用的情況下才會使用中央位置，這說明了男性會因隱私程度而去選擇如廁的位置，在同篇文章中也有提到測驗者指出若與他人距離越遠，開始排尿速度會更快且持續更久，代表如廁時的心理舒適度提升，而如廁時心理舒適程度與隔板設置與否及其高度也有著很大的關連性，在 The UK Paruresist Test(2008)所發表的公共廁所設計指南 (Public Toilet Design Guidelines)中提到若將小便斗的間距提升至 80 公分以及加裝至肩膀高度的隔板可使隱私度提高，使用體感更好，更能提升使用率，完全反映出廁所間數及隔板的重要性，也可從表 3-2-4 看出群一(男性)對於資電大樓的 X3(廁所間數滿意度)的均值為六棟大樓中最低的，其原因可能包括資電大樓為電子電機相關科系，這些系所除了是逢甲大學較多人數的系所外，也是較多男性的系所，故應該要多增加資電大樓的男性廁間，同時改善隔板高度，讓使用者有更好的體驗，看到資電大樓表中綠色表格所表示的負向關係，以上述研究討論及參考文獻做為依據，廁間數量的滿意程度應要與隱私滿意程度有著正相關才符合以上邏輯，而觀察其他五棟大樓男性填答者在 X3 與 X4 變數的相關係數結果可看出除了圖書館大樓有極度輕微的負相關以外，其他四棟大樓在這兩個變數間的相關係數都為正數，呈現出兩者之間的正向相關，反觀資電大樓的在這兩個變數之間存在中度負相關性，可能原因在於廁所設置的地理位置較為隱蔽之處，雖廁所間數滿意程度不高，但隱私性反而較高，代表著雖廁間數量不多會使如廁時感到較無隱私，但地理位置的隱蔽增加了整體使用上的安全感及隱私性，而會產生中度負相關的原因可能是群一男性填答資電大樓時對於 X3 及 X4 變數的分散程度不高，即為平方和不高，相同地，互變異數也一定不會高，所以相較於其他較大平方和的變數中，相關係數會變小，因相關係數是由互變異數除以兩者變異數之平方根，變異數較小的情況下，平方根結果亦小，故相關係數結果就會反應的較為明顯。

再看到表 3-2-6 圖書館大樓群二所標記之紫色表格，可看出在該棟大樓的 X1(廁所整潔滿意度)及 X2(廁所設備滿意度)兩變數呈現高度正相關，但對比其他五棟大樓群二在 X1、X2 變數的相關係數來看，除了人言大樓外並無存在明顯相關性，因此一無法證明這兩變數具有絕對相關性，這意指填答者對 X1 變數的給分變動並不是直接影響 X2 結果的主要條件。人言大樓群二的 X1、X2 變數之間存在中高度正相關性(依表中人言大樓群二所標記之紫色表格)，而人言大樓與圖書館對於女性填答者來說是最滿意的前兩名大樓，仔細查看表 3-2-4，可看到群二對於兩大樓 X1、X2 變數的給的平均分數也為最高，可明顯看出女性填答者對於該兩棟大樓的滿意程度。因此，可由上述推斷雖然 X1、X2 變數間沒有明確相關性，而造成其表中相關係數出現中高度正相關的情形很可能

是因為女性填答者對於該兩棟大樓都較為滿意，故給出較高的分數，滿意程度也可能會較為相近，而造成相關係數較高的結果。

最後，是針對圖書館及資電大樓群二的 X5(資源回收區整潔滿意度)、X6(資源回收區異味程度)變數做分析與探討。我們可從上表中查看每棟大樓各群別對於該兩變數的相關係數為何。依邏輯推斷，資源回收區如果保持整潔，應該能大幅度降低因垃圾堆積而產生出的異味，因此兩者或許具有一定正向關係，而圖書館及資電大樓在 X5 及 X6 變數的回饋結果正好反映這樣的趨勢。雖然其他棟大樓的呈現不盡我們所假設最理想之狀態，但幾乎都有達到中度正相關性，而會導致整潔滿意度與異味程度有較低度正向相關的可能性包含使用者丟棄的垃圾的方式或是前述所提之資源回收區的分類垃圾桶沒有設置掀蓋而導致異味擴散等。需注意的是，兩變數的相關係數取決於填答者個人的使用體感，故我們只能先針對表象問題進行分析，不過若能有效改善資源回收區域的整潔問題，便可直接或間接地抑制異味的產生，落實垃圾分類更是重要的一環，若能落實垃圾分類則可有效降低清潔人員清理資源回收區的時間，同時提升環境整潔程度。



第三節 問卷資料長條圖分析



圖 3-3-1 至圖 3-3-6 為各大樓 X1 至 X6 各個變數在各群別的均值分數長條圖，縱軸為該項變數的平均得分，橫軸從左到右依序為 X1(廁所整潔滿意度)、X2(廁所設備滿意度)、X3(廁所間數滿意度)、X4(廁所安全及隱私滿意度)、X5(資源回收區整潔滿意度)及 X6(資源回收區異味嚴重程度)，群一(男性)以亮藍色表示，群二(女性)則以桃紅色做為表示，而要特別注意的是，因各棟大樓平均分數的差異，長條圖呈現結果會依該棟大樓平均得分而調整比例，故查看繪圖結果時需特別留意縱軸平均分數。

利用圖像的視覺化呈現，能在較短的時間內看出在各大樓中六個變數的平均分數為何，更可以進一步從各變數評分結果反映出該棟大樓須加強管理的部分，例如在前面的表 3-2-4 中已經有特別分析過的忠勤大樓，可以從圖 3-3-2 看出該棟大樓在 X1 變數部分兩群所給出的平均分數都較低，說明了忠勤大樓在該兩大區域整體上有待加強外，更該著重廁所的整潔程度；再看到圖 3-3-4 的人言大樓平均分長條圖，該棟大樓是為綜合分數排名第一的大樓，針對六個變數的給分來看並無明顯差異，此外，特別看到縱軸平均數的比例與其他五棟大樓不同，其原因在於該棟大樓所有變數之平均分數都高於 3(分)，利用圖表顯現出其為填答者最滿意之大樓。

此外，兩群所代表的顏色具有鮮明對比，使得不同性別在不同大樓及變數上的平均分數在長條圖中一目了然。從六張圖中可以看出，在大多數情況下，群一(男性)給予的平均分數高於群二(女性)；尤其在圖 3-3-1 中，商學大樓的 X1 變數顯示出男性與女性之間的平均得分差距相當明顯，說明男性對於商學大樓廁所的整潔度較為滿意，而女性則相對不滿意。進一步觀察該圖的 X3 變數，雖然兩群之間僅有些微差距，但綜合來看，商學大樓在女廁部分仍有改善空間。建議未來可加強女廁的清掃頻率，並在可能情況下增設廁所間數，不僅能提升如廁環境品質，也能減少女性使用者的等候壓力。延續上述在廁所整潔滿意程度較低的忠勤大樓，我們可以看到在 X3 變數部分，男、女性的滿意程度相差甚遠，說明忠勤大樓除了應加強廁所整潔度外，女廁間數不足也是該棟大樓經常被反映的問題之一。

第四節 綜合分析結果

由於本章篇幅較長，且有許多對於各大樓及特定變數的分析與探討，故特別設置此節統整第貳章的分析內容，從原始問卷填答結果的分析開始，接著是基本統計數據與進階統計數據，最後是第三節的依各群別平均分所繪製的長條圖，根據以上順序在本節進行本章內容統整並以表格形式條列呈現，做為本研究在資料處理的小結語，下一章將會使用本章內容做主成分分析。

大樓	群一排名	群二排名	章節	分析內容
商學	2	4	原始問卷填答結果	資源回收區域平均分數最低
			基本統計數據	群二(女性)對廁所間數(X3)較不滿意
			平均分長條圖	兩群評價廁所整潔滿意度(X1)相差甚遠
忠勤	6	6	原始問卷填答結果	廁所區域平均分數最低
			基本統計數據	群二(女性)對廁所間數(X3)較不滿意
			平均分長條圖	兩群評價廁所整潔滿意度(X1)都較差；兩群評價廁所間數滿意度(X3)相差甚遠
語文	4	3	進階統計數據	群二(女性)意見較為分歧，資源回收區域分歧狀況尤為明顯
人言	1	1	原始問卷填答結果	廁所、資源回收區域平均分數最高
			平均分長條圖	兩群評價六個變數並無明顯差異
圖書館	2	2	進階統計數據	群一(男性)針對廁所設備(X2)及間數(X3)的滿意度出現負相關；群二(女性)資源回收區域之變數 X5 及 X6 具有強烈正相關性
資電	5	5	基本統計數據	群二(女性)對廁所間數(X3)較不滿意
			進階統計數據	群一(男性)針對廁所間數(X3)及安全隱私(X4)的滿意度存在負相關；群二(女性)資源回收區域之變數 X5 及 X6 具有強烈正相關性

表 4-4-1 綜合分析結果統整表

根據表 4-4-1 統整結果表來看，可以看到各群對於各棟大樓的評比平均分數的排名，忠勤大樓排名墊底，在長條圖分析中可以看到兩群對於該棟大樓的廁所整潔度為六棟大樓中滿意度最低的，說明該棟大樓須格外加強廁所整潔部分；資電大樓排名為倒數第二，也須重視該棟大樓在廁所及資源回收區部分的問題；而商學大樓雖兩群排名有一定落差，綜合排名屬於中段，但不可忽視該棟大樓在資源回收區域的不滿意程度為六棟大樓之最，值得一提的是，女性填答者在上述三棟大樓都出現對於廁所間數較不滿意的情形，表示以上三棟大樓也需注意廁間不足影響使用者滿意程度的問題；語文大樓在這兩區域平均表現中規中矩，但可從進階統計數據群二的 SSCP 及 S 矩陣中發現女性填答者對於該棟大樓這兩區域的評價較為分歧；圖書館的表現也在六棟大樓排名中較為突出，雖有提出群一在 X2 及 X3 變數出現的負相關性，但經分析過後屬於個案，兩變數間並無直接關係；最後是在六棟大樓排名之首的人言大樓，除了在廁所及資源回收區域的平均分數都非常出色外，也可從長條圖關注到該棟大樓各群在六項變數的反饋分數中並無明顯差異，說明各項變數都同時獲得高反饋，更成為未來可以促進學校修繕的目標大樓，屬於所有大樓中的模範大樓。

第肆章 主成分分析

第一節 海報附圖



圖 4-1-1 主成分分析海報附圖

第二節 主成分分析

主成分分析(Principal Component Analysis, PCA)是 Karl Pearson 在 1901 年所發明，而後在 1930 年左右由 Harold Hotelling 獨立發展並命名。主成分分析是將擁有多個變數的資料利用分析資料中的主要成分進行降低維度的分析方法，透過正交轉換使原先可能有相關的觀測值進行線性轉換，使其變為線性不相關變量的值，該不相關變量即為「主成分」。主成分分為第一主成分(PC1)、第二主成分(PC2)...至我們資料所擁有的變數個數，意即本研究在各大樓及各群別之間至多會有六個主成分。過程中使用的流程是將原來的座標軸中心改為變數所蒐集之數據的中心，再利用旋轉座標軸，產生一新軸，使坐標軸與新軸間產生夾角(θ)，而我們所蒐集的原先觀察值會投影至新軸上並擁有新的座標，又稱為主成分計分，新座標的產生為原變數線性組合而得，接著將介紹主成分之排序，再進行新座標產生之公式介紹。

主成分之排序會依照對資料的解釋比例分為第一主成分(PC1)至第六主成分(PC6)，第一主成分找出在新軸上所得之最大變異程度，透過前面第參章第二節基本統計數據所提之變異數的概念，變異程度越大代表著所有觀測值投影地最為分散，區辨能力也最強，能有效保留最大程度之資訊，故新軸與原先資料的中心座標軸的最佳夾角是能讓觀察值投影至新軸的新座標(主成分計分)有著最大變異程度的夾角角度，此新軸就會被稱為第一主成分；而第二、第三...至第六主成分則會補充解釋前者主成分未能解釋的變異部分，且下一主成分會找出與前項主成分相關係數為 0(即為不相關)的軸，避免與前項主成分得到重疊之資訊，使數據中最為重要的資訊能被保留下來，在減少資料變數之維度的同時，亦能保留數據中貢獻最大的特徵。而產生新座標的線性組合公式在我們的資料集是六維的情況下僅透過 R 程式找出各大樓與各群別分別在 PC1 至 PC6 的特徵向量(Eigenvectors)，該向量為單位向量，是作為線性組合公式中原變數 X_i 在各主成分之軸上的投影係數，以下為本研究所使用之主成分產生新座標的線性組合公式(以第一主成分為例)：

$$PC_1 = a_1 \times X_1 + a_2 \times X_2 + \cdots + a_6 \times X_6$$

其中 a_1 至 a_6 為第一主成分利用 R 程式找出最佳夾角角度的特徵向量，而 a_1 至 a_6 為單位向量，故平方總和須等於 1，意即

$$a_1^2 + a_2^2 + a_3^2 + a_4^2 + a_5^2 + a_6^2 = 1$$

接著，將列出各大樓中各個群別的主成分分析結果，其中包括在第參章出現過的變異數、共變異數矩陣，以及各變數的變異數個別占比與加總後的總變異數，還有進行主成分分析後，第一主成分至第六主成分的變異數，又稱為特徵值(Eigenvalues)，可由此看出進行主成分分析後變異數在每個主成分的解釋了多少程度的資料特徵，更列出 PC1 至 PC6 各個主成分的解釋比例以及累積解釋比例，累積解釋比例可讓使用者看出累積至哪個主成分其實已經可以將資料集

所擁有的重要資訊解釋完善，也能幫助使用者決定保留多少個主成分。而總變異數乘以各主成分的解釋比例，即為前述 PC1 至 PC6 的特徵值，而值得一提的是，因主成分是依解釋能力所排序的，且後者主成分為解釋前者主成分未能解釋到的資訊，故 PC1 至 PC6 的變異數(特徵值)與解釋比例必定會因主成分之排序而遞減；此外，也將 PC1 至 PC6 在每個變數的投影係數(特徵向量)列出，供使用者查看每個主成分中各變數的貢獻程度。

以下是本研究在主成分分析中所使用之名詞解釋或用途：

變異數各自占比：若以不同形態進行主成分分析會使計算結果不同，本研究採用原始資料進行主成分分析，有些研究會使用均值修正後或是標準化資料進行主成分分析，避免有單一變數的變異數明顯大於其他變數之變異數而導致計算出的主成分結果會因該變數影響整體權重，造成主成分分析之結果會嚴重受到該變數牽動及影響整體線性組合的係數。因此，若出現某變數之變異數明顯大於其他變數的變異數時，會將資料進行標準化處理，使各變數之標準化後的標準差均為 1，意味著將重新分配主成分構成的線性組合權重。承上述，本研究新增變異數各自占比欄位，計算方法為各變數之變異數除以總變異數所得之結果，可看出單一變數的變異程度占總變異數之比例為何，透過此欄位觀察是否有任一變數之變異數過大，如同上述說明之結果表示，本研究所蒐集之六個變數並無出現變異數過大之情形，故採用原始資料進行主成分分析結果。

特徵值(Eigenvalues)：特徵值代表著各個主成分計分結果的變異程度，即為主成分分析所產生之新軸上的變異數，故所有主成分的特徵值加總後為該資料的總變異數，在本節中有提到各個主成分是從新軸中找到最大的變異程度，變異數越大區辨能力越好，故特徵值同時也代表著該主成分的重要性，意即總變異數不變的情況下，透過主成分分析產生新軸並從中找出最大變異程度，同時更顯現最多資訊，特徵值會隨著主成分的總數而遞減，代表著靠後的主成分補足前者主成分的資訊量越少。

解釋比例：解釋比例代表著各主成分對資料變異的貢獻程度(解釋程度)，解釋比例越高代表著該主成分對資料的解釋力越強，計算方法為單一主成分之特徵值除以總變異數，即可描述出該主成分解釋了該資料多少比例的總變異程度。

特徵向量(Eigenvectors)：在本節前段部分已說明特徵向量是作為線性組合公式的投影係數，且各主成分的特徵向量平方總和必須為 1，另外，特徵向量的正負值並不會對解釋變異有所影響，正負號在此表示著該主成分的方向；我們可從特徵向量看出各變數在該主成分的占比為何，若有單一變數因變異數過大對整體線性組合產生重大影響，即可依前述所提改用標準化後資料解決此一問題。

第三節 綜合結果

此節將列出各大樓及各群別主成分分析後的結果總表，其中包括各變數的變異數值、占比以及總變異數，另外，還有進行主成分分析後的各變數特徵值、解釋比例等，更詳盡列出各個主成分所建構的線性組合投影係數，即為特徵向量。

大樓	群別		X1	X2	X3	X4	X5	X6
商學	群一	總變異數	3.985294					
		變異數	0.9575163	0.4485294	0.5882353	0.6119281	0.6176471	0.7614379
		變異數各自占比 (總和為 100%)	24.02624	11.25461	14.76015	15.35465	15.49815	19.10619
		特徵值 (eigenvalues)	2.4433575	0.5530885	0.4097196	0.2673684	0.2142487	0.0975114
		解釋比例	0.6131	0.1388	0.1028	0.0671	0.0538	0.0245
		累積解釋比例	0.6131	0.7519	0.8547	0.9218	0.9755	1.0000
		特徵向量 (eigenvectors)	[1] [2] [3] [4] [5] [6] [1,] [2,] [3,] [4,] [5,] [6,] -0.585816 0.122789 0.1401619 -0.0057698 0.5994481 -0.5125677 -0.292693 0.423260 0.0712459 -0.1355324 -0.7388729 -0.4071901 -0.345996 -0.473856 0.1922909 -0.7472358 -0.1020116 0.2236162 -0.401231 0.277111 0.5149564 0.3330802 -0.0356309 0.6203477 -0.341633 0.341251 -0.7760228 -0.1612254 0.0859088 0.3622838 -0.416819 -0.622890 -0.2662919 0.5350703 -0.2750865 -0.0733866					
	群二	總變異數	4.020022					
		變異數	0.7272727	0.5113636	0.6320346	0.6233766	0.8225108	0.7034632
		變異數各自占比 (總和為 100%)	18.09126	12.72042	15.72217	15.50680	20.46036	17.49899
		特徵值 (eigenvalues)	2.0384213	0.7008363	0.5611541	0.3478755	0.2609418	0.1107927
		解釋比例	0.5071	0.1743	0.1396	0.0865	0.0649	0.0276
		累積解釋比例	0.5071	0.6814	0.8210	0.9075	0.9724	1.0000
		特徵向量 (eigenvectors)	[1] [2] [3] [4] [5] [6] [1,] [2,] [3,] [4,] [5,] [6,] -0.3604064 -0.1871838 0.8319667 0.3755489 -0.0414276 0.0121481 -0.3859646 -0.2655457 -0.3062878 0.1063089 -0.4231044 0.7045465 -0.3607086 -0.5734900 -0.0408644 -0.5464771 -0.1792281 -0.4566932 -0.3984291 -0.2285371 -0.3832094 0.4301474 0.6617968 -0.1384697 -0.4877686 0.5837698 -0.1870295 0.2042594 -0.4191222 -0.4110101 -0.4408672 0.4153801 0.1746992 -0.5676932 0.4165397 0.3267948					
忠勤	群一	總變異數	3.687908					
		變異數	0.7320261	0.6021242	0.8104575	0.4550654	0.5000000	0.5882353
		變異數各自占比 (總和為 100%)	19.84936	16.32698	21.97607	12.33939	13.55782	15.95038

語文	群二	特徵值 (eigenvalues)	1.9812587	0.7734317	0.4413747	0.2386568	0.1649664	0.0882202
		解釋比例	0.5372	0.2097	0.1197	0.0647	0.0447	0.0239
		累積解釋比例	0.5372	0.7470	0.8666	0.9313	0.9761	1.0000
		特徵向量 (eigenvectors)	[1,] -0.4425019 -0.0482249 0.8714701 -0.0583073 0.1917633 -0.0472593 [2,] -0.4695608 -0.0007786 -0.3098732 -0.6186448 0.2559277 0.4850467 [3,] -0.5387043 -0.3962823 -0.1578811 0.5454003 -0.3907129 0.2787715 [4,] -0.3921170 -0.2429924 -0.2969511 -0.1316580 0.1431356 -0.8131405 [5,] -0.2545553 0.5939138 0.0350772 -0.2382718 -0.7077356 -0.1535393 [6,] -0.2737667 0.6548703 -0.1737289 0.4922501 0.4729628 0.0033182					
		總變異數	2.502165					
		變異數	0.4329004	0.4523810	0.3484848	0.5129870	0.2792208	0.4761905
		變異數各自占比 (總和為 100%)	17.30104	18.07958	13.92734	20.50173	11.15917	19.03114
	群一	特徵值 (eigenvalues)	1.1872847	0.5911600	0.2766465	0.2277204	0.1523364	0.0670165
		解釋比例	0.4745	0.2363	0.1106	0.0910	0.0609	0.0268
		累積解釋比例	0.4745	0.7108	0.8213	0.9123	0.9732	1.0000
		特徵向量 (eigenvectors)	[1,] -0.4428618 0.1989776 -0.5023366 0.6524957 -0.2191967 0.1952986 [2,] -0.4791212 -0.2770363 -0.5099795 -0.4119269 0.2691795 -0.4375765 [3,] -0.4159890 -0.2470107 0.1367846 -0.4355670 -0.4986916 0.5557129 [4,] -0.4779176 -0.3949101 0.6169586 0.3963792 0.1969873 -0.1976926 [5,] -0.2590820 0.4138777 0.0879907 -0.1437247 0.7039698 0.4874517 [6,] -0.3251779 0.7038436 0.2837050 -0.1925454 -0.3105229 -0.4299731					
		總變異數	3.563725					
		變異數	0.6928105	0.3276144	0.9411765	0.4485294	0.7058824	0.4477124
		變異數各自占比 (總和為 100%)	19.440624	9.193031	26.409904	12.585970	19.807428	12.563044
	群二	特徵值 (eigenvalues)	1.4238534	0.8053152	0.6751681	0.3627855	0.1743804	0.1222228
		解釋比例	0.3995	0.2260	0.1895	0.1018	0.0489	0.0343
		累積解釋比例	0.3995	0.6255	0.8150	0.9168	0.9657	1.0000
	群二	特徵向量 (eigenvectors)	[1,] -0.1583127 0.6699185 0.6008062 0.3590165 -0.1236194 -0.1449264 [2,] -0.3587830 -0.0278883 0.1819286 0.0733057 0.5827644 0.7017200 [3,] -0.6664021 -0.5388202 0.2182615 0.1663746 -0.4287911 -0.0800041 [4,] -0.3613658 0.0961911 0.1906357 -0.7175001 0.3412546 -0.4388155 [5,] -0.4224988 0.4973033 -0.5424355 -0.2230513 -0.3844905 0.2869896 [6,] -0.3050074 0.0595063 -0.4771976 0.5229672 0.4437955 -0.4530593					
		總變異數	4.511905					
		變異數	0.4935065	0.5351732	0.8744589	0.5892857	0.9805195	1.0389610

人 言		變異數各自占比 (總和為 100%)	10.93787	11.86136	19.38115	13.06069	21.73183	23.02710
		特徵值 (eigenvalues)	2.4535999	1.2987146	0.2771019	0.1972847	0.1750756	0.1101281
		解釋比例	0.5438	0.2878	0.0614	0.0437	0.0388	0.0244
		累積解釋比例	0.5438	0.8316	0.8931	0.9368	0.9756	1.0000
		特徵向量 (eigenvectors)	[1] [2] [3] [4] [5] [6] [1,] [2,] [3,] [4,] [5,] [6,] -0.3118804 -0.0961213 0.9289835 0.0631312 -0.0041152 -0.1627220 -0.3360427 -0.2892316 -0.1697200 0.5266582 -0.7018642 0.0680684 -0.3815615 -0.5684955 -0.1869069 0.2468179 0.6550471 0.0792697 -0.2818755 -0.4404714 -0.0895559 -0.8043419 -0.2669917 -0.0161392 -0.5149165 0.4567637 0.0070122 -0.1014335 0.0499875 0.7165133 -0.5473792 0.4257588 -0.2553059 -0.0217239 0.0670796 -0.6700394					
	群一	總變異數	2.640523					
		變異數	0.7712418	0.2647059	0.2647059	0.4117647	0.4575163	0.4705882
		變異數各自占比 (總和為 100%)	29.20792	10.02475	10.02475	15.59406	17.32673	17.82178
		特徵值 (eigenvalues)	1.4176448	0.4704631	0.4098744	0.1917822	0.1106193	0.0401391
		解釋比例	0.5369	0.1782	0.1552	0.0726	0.0419	0.0152
		累積解釋比例	0.5369	0.7151	0.8703	0.9429	0.9848	1.0000
		特徵向量 (eigenvectors)	[1] [2] [3] [4] [5] [6] [1,] [2,] [3,] [4,] [5,] [6,] -0.5971547 0.7385301 0.0428837 -0.0696819 0.2311697 0.1945395 -0.2888036 -0.2277402 -0.2939219 -0.4810659 -0.5369180 0.5085582 -0.3024306 0.0740832 0.0138540 0.6592992 -0.6548726 -0.1982975 -0.2278586 -0.1554597 -0.8684753 0.1679488 0.3049942 -0.2200797 -0.4924763 -0.2723562 0.2596336 -0.4174206 -0.0169615 -0.6643432 -0.4172315 -0.5466935 0.2998667 0.3558058 0.3689340 0.4176291					
	群二	總變異數	3.452922					
		變異數	0.4935065	0.4918831	0.4935065	0.6471861	0.6948052	0.6320346
		變異數各自占比 (總和為 100%)	14.29243	14.24542	14.29243	18.74314	20.12224	18.30434
		特徵值 (eigenvalues)	2.6182387	0.4765091	0.1539531	0.0850830	0.0776877	0.0414505
		解釋比例	0.7583	0.1380	0.0446	0.0246	0.0225	0.0120
		累積解釋比例	0.7583	0.8963	0.9409	0.9655	0.9880	1.0000
		特徵向量 (eigenvectors)	[1] [2] [3] [4] [5] [6] [1,] [2,] [3,] [4,] [5,] [6,] -0.3869480 0.2518063 0.4564747 0.5582632 -0.2108255 -0.4715829 -0.3931286 0.1673000 -0.3769141 -0.2111273 -0.7806816 0.1461434 -0.3865589 -0.1424187 -0.5953781 0.5722738 0.3330299 0.1934113 -0.3759466 0.7255276 0.0239849 -0.3458182 0.4472845 0.1097499 -0.4598187 -0.4741969 -0.0925679 -0.4407719 0.1869568 -0.5708787 -0.4399139 -0.3702273 0.5347406 -0.0489911 0.0127976 0.6171678					
		總變異數	3.746732					

圖書館	群一	變異數	0.9705882	0.3014706	0.8529412	0.3897059	0.5882353	0.6437908
		變異數各自占比 (總和為 100%)	25.904928	8.046228	22.764937	10.401221	15.699956	17.182730
		特徵值 (eigenvalues)	1.6877418	1.1077327	0.5098163	0.1910817	0.1755699	0.0747896
		解釋比例	0.4505	0.2957	0.1361	0.0510	0.0469	0.0200
		累積解釋比例	0.4505	0.7461	0.8822	0.9332	0.9800	1.0000
		特徵向量 (eigenvectors)	[1] [2] [3] [4] [5] [6] [1,] [2,] [3,] [4,] [5,] [6,] -0.7175756 -0.1125245 -0.1512736 -0.0525132 0.6448779 -0.1758258 -0.3382895 0.1822392 -0.0786858 0.1856262 -0.1039673 0.8949253 0.0754186 -0.7758802 -0.5672104 0.2078804 -0.1467400 0.0764684 -0.3336431 0.0863577 -0.3064826 -0.7225925 -0.5086983 -0.0798698 -0.5009133 -0.0755350 0.3183620 0.5021829 -0.5403023 -0.3129085 -0.0522089 -0.5822146 0.6737294 -0.3811081 0.0330168 0.2409474					
	群二	總變異數	4.506494					
		變異數	0.9199134	0.5930736	0.9025974	0.5216450	0.8311688	0.7380952
		變異數各自占比 (總和為 100%)	20.41306	13.16042	20.02882	11.57541	18.44380	16.37848
		特徵值 (eigenvalues)	3.2402585	0.7767177	0.2698300	0.1738093	0.0296629	0.0162151
		解釋比例	0.7190	0.1724	0.0599	0.0386	0.0066	0.0036
		累積解釋比例	0.7190	0.8914	0.9513	0.9898	0.9964	1.0000
		特徵向量 (eigenvectors)	[1] [2] [3] [4] [5] [6] [1,] [2,] [3,] [4,] [5,] [6,] -0.4517557 0.4933488 0.3685080 0.3779143 -0.5228510 0.0230927 -0.3826761 0.3131742 0.2898199 -0.0247495 0.8061135 -0.1450997 -0.4682232 -0.1042999 -0.7409864 0.4497175 0.1123534 0.0771921 -0.2777368 0.4129573 -0.3738879 -0.7604450 -0.1842956 -0.0171731 -0.4256479 -0.5385753 0.1541112 -0.1554951 -0.1738370 -0.6712766 -0.4146432 -0.4324967 0.2600059 -0.2277435 0.0007068 0.7221821					
資電	群一	總變異數	2.514706					
		變異數	0.6437908	0.3864379	0.2908497	0.2491830	0.5261438	0.4183007
		變異數各自占比 (總和為 100%)	25.601040	15.367122	11.565952	9.909032	20.922677	16.634178
		特徵值 (eigenvalues)	1.3304636	0.4472305	0.3573380	0.1887771	0.1454382	0.0454585
		解釋比例	0.5291	0.1778	0.1421	0.0751	0.0578	0.0181
		累積解釋比例	0.5291	0.7069	0.8490	0.9241	0.9819	1.0000
		特徵向量 (eigenvectors)	[1] [2] [3] [4] [5] [6] [1,] [2,] [3,] [4,] [5,] [6,] -0.5236582 0.5690294 0.6013551 -0.0493302 0.1654327 0.1027530 -0.4811102 -0.3016694 -0.0630361 0.0222568 0.2381376 -0.7850797 -0.0011025 0.6120405 -0.4279761 -0.3545557 -0.4444200 -0.3449967 0.0112562 -0.3624438 0.5408856 -0.2885663 -0.6900403 -0.1285470 -0.5361031 -0.2810900 -0.3324325 -0.5608269 0.0279398 0.4558104 -0.4547314 -0.0151781 -0.2194681 0.6881600 -0.4914032 0.1725732					

群二	總變異數	2.749459						
	變異數	0.2857143	0.4356061	0.5367965	0.5389610	0.4761905	0.4761905	
	變異數各自占比 (總和為 100%)	10.39166	15.84334	19.52372	19.60244	17.31943	17.31943	
	特徵值 (eigenvalues)	1.6187135	0.4636633	0.3964463	0.1493880	0.0879922	0.0332557	
	解釋比例	0.5887	0.1686	0.1442	0.0543	0.0320	0.0121	
	累積解釋比例	0.5887	0.7574	0.9016	0.9559	0.9879	1.0000	
	特徵向量 (eigenvectors)	[1] [2] [3] [4] [5] [6]						
		[1,]	-0.3099070	-0.0948793	-0.3927475	0.2586846	0.7707831	-0.2822778
[2,]		-0.3024863	0.6627654	-0.3000530	0.5107780	-0.3090296	0.1510589	
[3,]		-0.4264197	-0.3372616	-0.6202535	-0.4272392	-0.3132660	0.1975792	
[4,]		-0.4420927	0.5268231	0.2924933	-0.6132139	0.1729065	-0.1884972	
[5,]		-0.4667029	-0.2294418	0.4349183	0.1908372	0.1919717	0.6834611	
[6,]		-0.4662279	-0.3283421	0.3103175	0.2778573	-0.3814561	-0.5965004	

表 4-2-2 各大樓主成分分析結果表

依上表 4-2-2 主成分分析表中可看出各棟大樓及各群別對於六個變數個別的變異程度以及進行主成分分析時的影響程度，更可以從表中發現六個主成分各自的解釋比例為何，表現出該主成分對整體資訊的重要性。其中，可以從各大樓反饋的累積解釋比例中發現主成分計分的解釋能力大多累積至第四主成分就可以大致掌握 90%以上的資訊，以表中標註紅色的人言大樓及圖書館之群二尤為明顯，在第一主成分就掌握了 70%以上的資訊，說明該主成分對於資料的解釋力強烈，對比標註為藍色的語文大樓群一的第一主成分解釋比例僅有不到 40%的解釋力，此一現象說明可能女性填答者對於人言及圖書館的評價較為一致，有較為明顯的共同變化趨勢，反之語文大樓男性填答者反饋出個別變數彼此之間相關性薄弱，主成分的資訊蒐集可能來自各個變數的獨立貢獻；而整體來看，解釋能力較高代表著主成分的降維是可達到一定成效的，代表著利用更低的維度就可解釋較為完整的資訊，故可由上表評估，人言大樓及圖書館的群二對於主成分計分方面表現較好，相反地，語文大樓的群一在這方面則是表現得差強人意。

此外，看到語文大樓群二標註綠色的第三及第五主成分特徵向量，根據前述介紹特徵向量之特性，可得在各主成分計分中，投影係數平方總和應為 1，同時該投影係數代表著該變數在該主成分計分中所占的比例，意即若特定變數在主成分計分中占比過度大於其他變數的占比就代表著該變數會明顯牽動整體線性組合之結果，就需要進行上述所說的資料處理，而在查看標註綠色之線性組合後，發現有單一變數之投影係數明顯大於其他變數，但與其他主成分計分對比之下可意會到該變數並不是在所有主成分中投影係數都高出許多，加上該群所列的變異數各自占比中該變數並無特別顯著，故無需對該原始資料做標準化處理。

第五章 群集分析

第一節 海報附圖

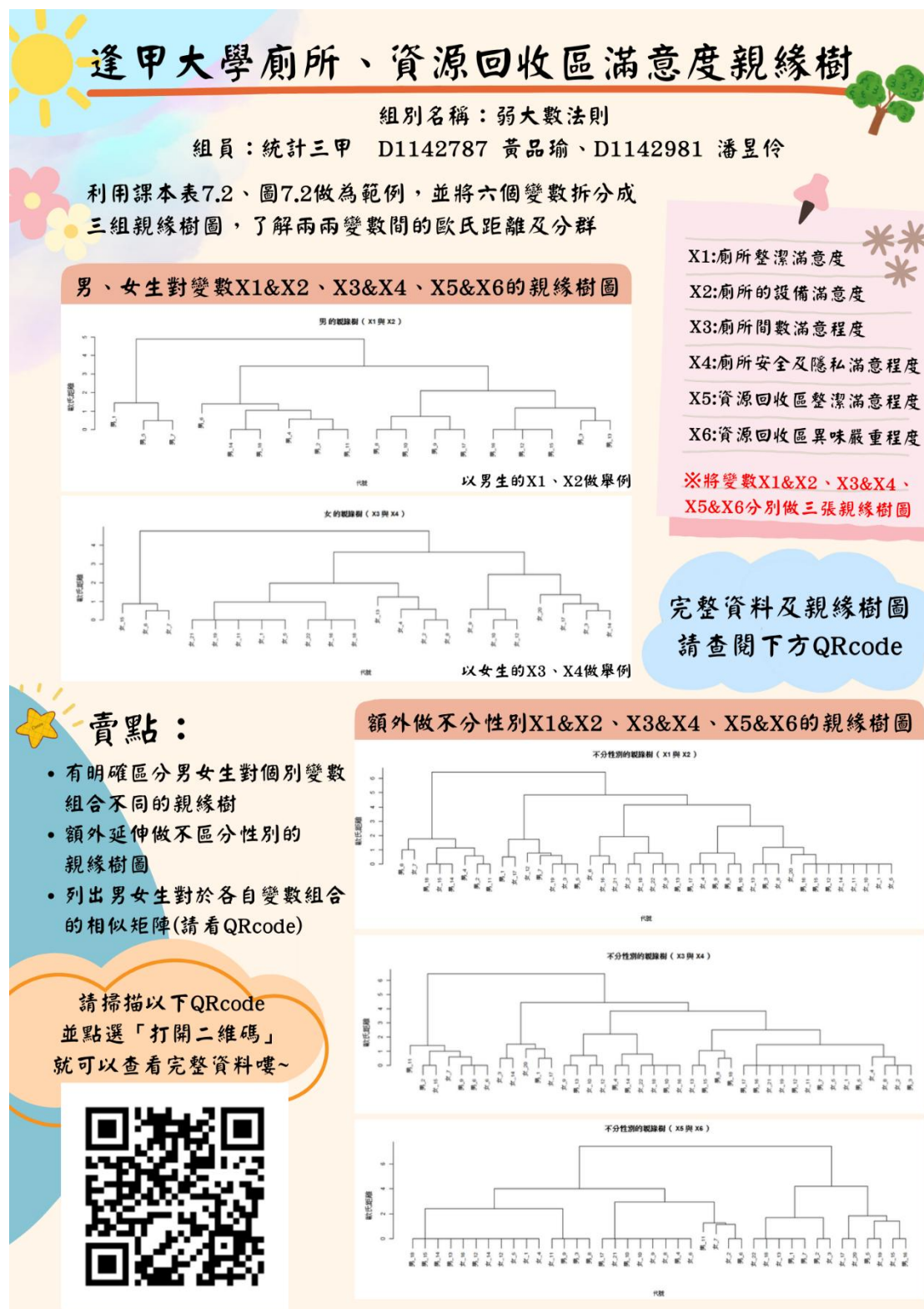


圖 5-1-1 群集分析海報附圖

第二節 相似矩陣

相似矩陣(Distance matrix)是群集分析的第一步驟，此處所指的相似矩陣並非是以相似度做為評判標準，在這裡所說的相似矩陣其實意指觀察值之間的歐氏距離平方矩陣，與相似度矩陣不同的是，距離矩陣表達兩觀察值之間的直線距離，值越小表示此兩觀察點越為相近，若兩點之間的距離矩陣為 0，那麼代表這兩觀察點為完全相同；而相似程度矩陣意表相關係數矩陣，即為前述所提第參章第二節之進階統計數據中所提的 R 矩陣。

前段所提之群集分析的目的是利用將觀察點分群，使的各群內的元素對分群變數而言有高同質性的效果，意即透過分群將許多觀察點分為數個小群，且群體間多數具有相同性質或特性，群集分析的首要步驟就是量測觀察值之間的相似性(距離)，其次會決定分群方法，也就是會依何種標準進行分群，接著會選定該標準中的分群方式，最後再決定分群的群數，並對該群集做解釋，以下將說明本研究進行群集分析過程中取得相似矩陣之進程。

本研究在進行相似矩陣計算之前，先將六個變數所構成之六個維度，切分成三組個別進行群集分析，若研究方向屬全面性，可考慮同時納入所有變數進行分析，可測量整體數據的綜合指標，但在本研究中將六個變數拆分成三組，分別為(X1,X2)、(X3,X4)、(X5,X6)，主要目的是藉由變數的拆分，詳細看出各組間不同屬性的變數所呈現出不同面向的結果，而變數的拆分依據是根據第參章有特別挑出討論變數間關係的組合。(X1,X2)為大樓廁所整潔滿意度以及廁所設備滿意度的分組，在第參章第二節之進階統計數據中人言大樓及圖書館標註紫色之群二表格有提到雖兩變數間無法證明有絕對正相關性，但前段之分析是利用女性對於該兩大樓之廁所區域較為滿意，故評價較為接近，可能導致因單純查看相關係數矩陣就認為該兩變數有強烈的正相關性，故將此兩變數分為一組，以下將會列出該兩棟大樓的群二在(X1,X2)該組的相似矩陣表現狀況。(X3,X4)則是大樓廁所間數滿意度與廁所安全及隱私滿意程度之組合，在第參章進階統計數據結果中進行過深入探討兩變數之間的關係，探討過程中發現廁所的間數與使用者之安全與隱私的體感程度會有一定的相關性，故將此兩變數分為同組探討。最後則是(X5,X6)的組合，該兩變數為大樓資源回收區的整潔滿意程度與異味嚴重程度的組合，前四項變數都為廁所區域相關之滿意程度調查，故(X5,X6)自然需分至同組進行歐氏距離矩陣之討論。此外，因相似矩陣之完整呈現會占掉本研究大埔分篇幅，故僅列出前述所提(X1,X2)的群二在人言大樓及圖書館的相似矩陣情況。

以下為人言大樓及圖書館之群二在變數(X1,X2)組別的相似矩陣(歐式距離平方)，此兩棟大樓之群二與其他大樓相比可發現在人言大樓及圖書館較少出現兩觀察值之間較遠的歐氏距離，可利用海報上的 QRcode 掃描查看其他大樓的相似矩陣，而這兩棟大樓之解釋與分析會放至第三節介紹完親緣樹後，將兩者共同進行分析討論。

X1 與 X2

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	0.00	1.00	1.25	0.00	0.00	8.00	8.00	2.00	2.00	0.25	0.00	1.25	1.25	2.00	8.00	3.25	1.00	1.25	0.25	0.25	0.25	2.00
2	1.00	0.00	1.25	1.00	1.00	5.00	5.00	1.00	1.00	0.25	1.00	1.25	1.25	1.00	5.00	1.25	2.00	1.25	0.25	2.25	0.25	1.00
3	1.25	1.25	0.00	1.25	1.25	3.25	3.25	0.25	0.25	1.00	1.25	0.00	0.00	0.25	3.25	1.00	0.25	0.00	1.00	2.00	1.00	0.25
4	0.00	1.00	1.25	0.00	0.00	8.00	8.00	2.00	2.00	0.25	0.00	1.25	1.25	2.00	8.00	3.25	1.00	1.25	0.25	0.25	0.25	2.00
5	0.00	1.00	1.25	0.00	0.00	8.00	8.00	2.00	2.00	0.25	0.00	1.25	1.25	2.00	8.00	3.25	1.00	1.25	0.25	0.25	0.25	2.00
6	8.00	5.00	3.25	8.00	8.00	0.00	0.00	2.00	2.00	6.25	8.00	3.25	3.25	2.00	0.00	1.25	5.00	3.25	6.25	10.25	6.25	2.00
7	8.00	5.00	3.25	8.00	8.00	0.00	0.00	2.00	2.00	6.25	8.00	3.25	3.25	2.00	0.00	1.25	5.00	3.25	6.25	10.25	6.25	2.00
8	2.00	1.00	0.25	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	1.25	2.00	0.25	0.25	0.00	2.00	0.25	1.00	0.25	1.25	3.25	1.25	0.00
9	2.00	1.00	0.25	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	1.25	2.00	0.25	0.25	0.00	2.00	0.25	1.00	0.25	1.25	3.25	1.25	0.00
10	0.25	0.25	1.00	0.25	0.25	6.25	6.25	1.25	1.25	0.00	0.25	1.00	1.00	1.25	6.25	2.00	1.25	1.00	0.00	1.00	0.00	1.25
11	0.00	1.00	1.25	0.00	0.00	8.00	8.00	2.00	2.00	0.25	0.00	1.25	1.25	2.00	8.00	3.25	1.00	1.25	0.25	0.25	0.25	2.00
12	1.25	1.25	0.00	1.25	1.25	3.25	3.25	0.25	0.25	1.00	1.25	0.00	0.00	0.25	3.25	1.00	0.25	0.00	1.00	2.00	1.00	0.25
13	1.25	1.25	0.00	1.25	1.25	3.25	3.25	0.25	0.25	1.00	1.25	0.00	0.00	0.25	3.25	1.00	0.25	0.00	1.00	2.00	1.00	0.25
14	2.00	1.00	0.25	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	1.25	2.00	0.25	0.25	0.00	2.00	0.25	1.00	0.25	1.25	3.25	1.25	0.00
15	8.00	5.00	3.25	8.00	8.00	0.00	0.00	2.00	2.00	6.25	8.00	3.25	3.25	2.00	0.00	1.25	5.00	3.25	6.25	10.25	6.25	2.00
16	3.25	1.25	1.00	3.25	3.25	1.25	1.25	0.25	0.25	2.00	3.25	1.00	1.00	0.25	1.25	0.00	2.25	1.00	2.00	5.00	2.00	0.25
17	1.00	2.00	0.25	1.00	1.00	5.00	5.00	1.00	1.00	1.25	1.00	0.25	0.25	1.00	5.00	2.25	0.00	0.25	1.25	1.25	1.25	1.00
18	1.25	1.25	0.00	1.25	1.25	3.25	3.25	0.25	0.25	1.00	1.25	0.00	0.00	0.25	3.25	1.00	0.25	0.00	1.00	2.00	1.00	0.25
19	0.25	0.25	1.00	0.25	0.25	6.25	6.25	1.25	1.25	0.00	0.25	1.00	1.00	1.25	6.25	2.00	1.25	1.00	0.00	1.00	0.00	1.25
20	0.25	2.25	2.00	0.25	0.25	10.25	10.25	3.25	3.25	1.00	0.25	2.00	2.00	3.25	10.25	5.00	1.25	2.00	1.00	0.00	1.00	3.25
21	0.25	0.25	1.00	0.25	0.25	6.25	6.25	1.25	1.25	0.00	0.25	1.00	1.00	1.25	6.25	2.00	1.25	1.00	0.00	1.00	0.00	1.25
22	2.00	1.00	0.25	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	1.25	2.00	0.25	0.25	0.00	2.00	0.25	1.00	0.25	1.25	3.25	1.25	0.00

圖 5-2-1 人言大樓群二(X1,X2)相似矩陣

X1 與 X2

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	0.00	0.00	2.00	2.00	0.00	0.00	8.00	0.00	2.00	2.00	0.00	2.00	1.25	1.00	8.00	1.25	8.00	0.25	0.00	1.00	1.25	2.00
2	0.00	0.00	2.00	2.00	0.00	0.00	8.00	0.00	2.00	2.00	0.00	2.00	1.25	1.00	8.00	1.25	8.00	0.25	0.00	1.00	1.25	2.00
3	2.00	2.00	0.00	0.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	2.00	0.00	6.25	5.00	2.00	0.25	2.00	1.25	2.00	5.00	6.25	0.00
4	2.00	2.00	0.00	0.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	2.00	0.00	6.25	5.00	2.00	0.25	2.00	1.25	2.00	5.00	6.25	0.00
5	0.00	0.00	2.00	2.00	0.00	0.00	8.00	0.00	2.00	2.00	0.00	2.00	1.25	1.00	8.00	1.25	8.00	0.25	0.00	1.00	1.25	2.00
6	0.00	0.00	2.00	2.00	0.00	0.00	8.00	0.00	2.00	2.00	0.00	2.00	1.25	1.00	8.00	1.25	8.00	0.25	0.00	1.00	1.25	2.00
7	8.00	8.00	2.00	2.00	8.00	8.00	0.00	8.00	2.00	2.00	8.00	2.00	15.25	13.00	0.00	3.25	0.00	6.25	8.00	13.00	15.25	2.00
8	0.00	0.00	2.00	2.00	0.00	0.00	8.00	0.00	2.00	2.00	0.00	2.00	1.25	1.00	8.00	1.25	8.00	0.25	0.00	1.00	1.25	2.00
9	2.00	2.00	0.00	0.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	2.00	0.00	6.25	5.00	2.00	0.25	2.00	1.25	2.00	5.00	6.25	0.00
10	2.00	2.00	0.00	0.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	2.00	0.00	6.25	5.00	2.00	0.25	2.00	1.25	2.00	5.00	6.25	0.00
11	0.00	0.00	2.00	2.00	0.00	0.00	8.00	0.00	2.00	2.00	0.00	2.00	1.25	1.00	8.00	1.25	8.00	0.25	0.00	1.00	1.25	2.00
12	2.00	2.00	0.00	0.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	2.00	0.00	6.25	5.00	2.00	0.25	2.00	1.25	2.00	5.00	6.25	0.00
13	1.25	1.25	6.25	6.25	1.25	1.25	15.25	1.25	6.25	6.25	1.25	6.25	0.00	0.25	15.25	5.00	15.25	2.00	1.25	0.25	0.00	6.25
14	1.00	1.00	5.00	5.00	1.00	1.00	13.00	1.00	5.00	5.00	1.00	5.00	0.25	0.00	13.00	4.25	13.00	1.25	1.00	0.00	0.25	5.00
15	8.00	8.00	2.00	2.00	8.00	8.00	0.00	8.00	2.00	2.00	8.00	2.00	15.25	13.00	0.00	3.25	0.00	6.25	8.00	13.00	15.25	2.00
16	1.25	1.25	0.25	0.25	1.25	1.25	3.25	1.25	0.25	0.25	1.25	0.25	5.00	4.25	3.25	0.00	3.25	1.00	1.25	4.25	5.00	0.25
17	8.00	8.00	2.00	2.00	8.00	8.00	0.00	8.00	2.00	2.00	8.00	2.00	15.25	13.00	0.00	3.25	0.00	6.25	8.00	13.00	15.25	2.00
18	0.25	0.25	1.25	1.25	0.25	0.25	6.25	0.25	1.25	1.25	0.25	1.25	2.00	1.25	6.25	1.00	6.25	0.00	0.25	1.25	2.00	1.25
19	0.00	0.00	2.00	2.00	0.00	0.00	8.00	0.00	2.00	2.00	0.00	2.00	1.25	1.00	8.00	1.25	8.00	0.25	0.00	1.00	1.25	2.00
20	1.00	1.00	5.00	5.00	1.00	1.00	13.00	1.00	5.00	5.00	1.00	5.00	0.25	0.00	13.00	4.25	13.00	1.25	1.00	0.00	0.25	5.00
21	1.25	1.25	6.25	6.25	1.25	1.25	15.25	1.25	6.25	6.25	1.25	6.25	0.00	0.25	15.25	5.00	15.25	2.00	1.25	0.25	0.00	6.25
22	2.00	2.00	0.00	0.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	2.00	0.00	6.25	5.00	2.00	0.25	2.00	1.25	2.00	5.00	6.25	0.00

圖 5-2-2 圖書館群二(X1,X2)相似矩陣

第三節 親緣樹

根據前一節相似矩陣中所提，群集分析之步驟是先量測兩兩觀察點之間的距離，再決定分群方法及分群方式，在本節中將會介紹本研究所使用的分群方法，以及親緣樹在本研究所扮演的角色，同時會在本節列出人言大樓及圖書館群二(X1,X2)的親緣樹與上節最後的相似矩陣圖做共同分析討論。

本研究在群集分析所使用的分群方法為**層次群集法**，該方法採由下至上繪製樹狀圖的方法，與由上至下繪製不同的是，當繪製樹狀圖的方法為由下至上時，每個觀察點各為一群，透過逐步合併相似性最高(或稱歐氏距離最近)的小群體，直至所有樣本歸為一大群，此分群方法進行的過程及步驟為：1.計算所有樣本間的距離；2.找出距離最近的兩個樣本(群)，並合併為一群；3.利用分群方式重新計算出剩餘樣本(群)間的距離；4.重複過程2和3，直至所有樣本歸為一群，即完成親緣樹的繪製。此處特別注意的是，本研究在親緣樹的分群方法中使用兩兩觀察值之間的距離為**歐氏距離**，與前一節相似矩陣所使用的歐氏距離平方不同，原因在於相似矩陣所使用的距離平方可運用在許多多變量方法，不論是第參章所使用的變異數、平方和，或者是使用在主成分分析中，都相當仰賴平方距離，也是較為直觀的計算；而親緣樹會使用距離(無平方)，則是因為我們所依據的分群方式僅以兩觀測值之間的直線距離進行分群，若將距離進行平方，雖不會影響整體分群結果，但這樣的分群方式較不直觀，也可能會出現數值被放大，導致本就距離較遠的點貝拉得更遠，使親緣樹圖結構扭曲，因此本研究決定在親緣樹圖的繪製中，採取更具有可視性的歐氏距離(無平方)。

承上述，在進行第一次的分群合併後，接著將使用分群方式重新計算剩餘群組的距離(步驟3)，而分群的計算方式有許多種，以下將列出常見的分群計算距離方式，其中包括本研究所使用的單一聯結法(single-linkage method):

1. **單一聯結法:或稱最近聯結法(nearest-neighbor method)**，是以「群集間的最小距離」作為兩群合併的依據。其定義為：在前一步驟所形成的群集中，任取一個樣本點與另一群集中樣本點之間的歐氏距離平方，將其中的最小值視為兩群之間的距離。由於此方法是以群組中「彼此最近的樣本點」來代表群集間距離，因此被稱為最近法，而此方法也是本研究在群集分析的親緣樹繪製過程中第三步會使用的距離重新計算方式。
2. **完全聯結法(complete-linkage method):或稱最遠聯結法(farthest-neighbor method)**，其與單一聯結法恰好相反，以「群集間的最大距離」做為依據，會取前一步驟所組成之群集中任一點與其他樣本(群集)的最大歐氏距離平方做為兩群集間的距離。
3. **中心法(centroid method):**該方法是取第二步所形成的新群集中每一群內的座標平均值，做為該群中心，亦可視為該群集的新點，並重新計算該新點與其他樣本(群集)之間的歐氏距離平方，以此決定下個分群結果。

4. 平均聯結法(average-linkage method):此方法與中心法有些相像，都是以取平均的方式重新計算群集間的距離，但與中心法不同的是，平均聯結法所取的平均是依前步驟所產生之群集的任一樣本點與其他樣本或群集的距離加以平均而計算出距離，並非像中心法一樣，對新合併的群集取平均以找出該群集之中心所在。
5. 華德法(Ward's method):此方法較前面所介紹的四種方法來說較為特別，此方法並不像前述所定義的第三步驟(重新計算新群集與其他樣本或群集之間的距離)，華德法的重點並不著重於計算距離，而是強調找出與目前群內同質性最大的樣本(群集)，意即在現有的分群中找出能使目前的群內平方和(within-cluster sum of squares)或稱誤差平方和(error sum of squares, ESS)最小的分群結果，也表示此方法在每次做群集合併的選擇時，會選擇讓群內變異數增加最少的合併結果。

親緣樹的**橫軸**代表各個觀測值（即樣本），**縱軸**則表示樣本之間的歐氏距離（無平方），而親緣樹的分群結果反映了樣本間的相近程度。雖然無法完整呈現相似矩陣的所有資訊，但透過親緣樹可以將分群結果以圖像化方式清楚展現。若兩個觀測值在相似矩陣中具有較小的歐氏距離平方值，則它們在親緣樹中越有可能被歸為同一群。親緣樹的結構如同一棵擁有多個分支的大樹，從中可以觀察不同的群集數量。此外，也能透過程式設定縱軸歐氏距離的切線高度，在圖中加入一條橫向虛線，宛如橫向剪斷樹的分支，而被虛線橫切經過的分支數量，即代表劃分的群集數。

以下將列出前節所提人言大樓及圖書館群二在(X1,X2)該組的親緣樹圖，將兩節內容進行分析與比較；另外，本研究也有額外列出不分性別的親緣樹圖，以此延伸探討若我們在沒有依性別分群的情況下繪製親緣樹圖，親緣樹的分群會不會有所改變，以及哪一群為最多人的群，即可依此看出填答者對於該特定變數多數的滿意程度為何，以及其相近的真實落點。

本節會先以人言大樓及圖書館群二(女性)在(X1,X2)的親緣樹圖與上節的相似矩陣進行比較，接著將列出同為這兩棟大樓在群一(男性)的(X1,X2)以及不分性別的(X1,X2)親緣樹圖進行整體比較，並從中分析上斷最後所述若沒有依性別分群是否會影響親緣樹圖分群結果之假設是否存在，以及哪個分支具有最多觀測值，藉以看出在所有觀測值中是否有極端值的產生。

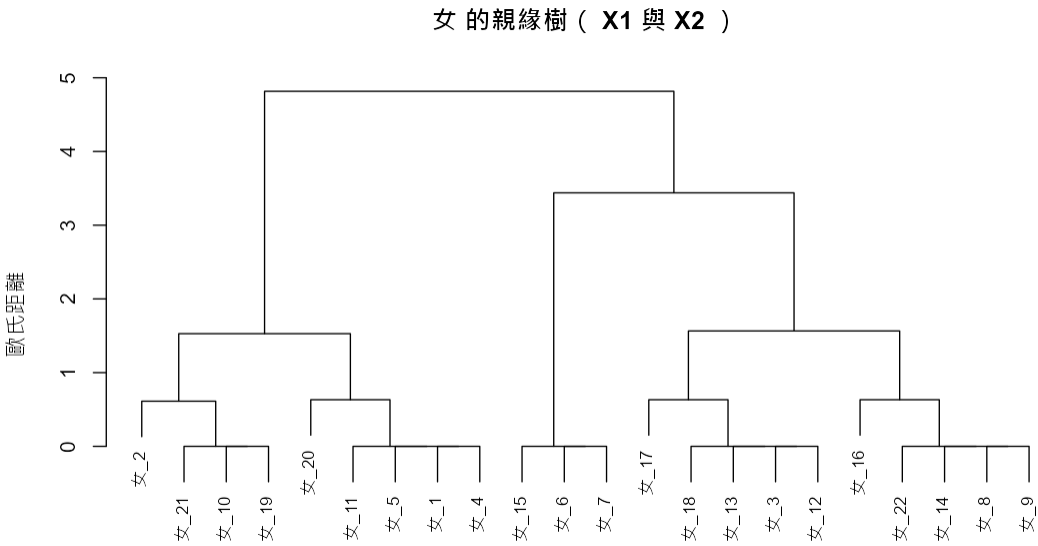


圖 5-3-1 人言大樓群二(X1,X2)親緣樹

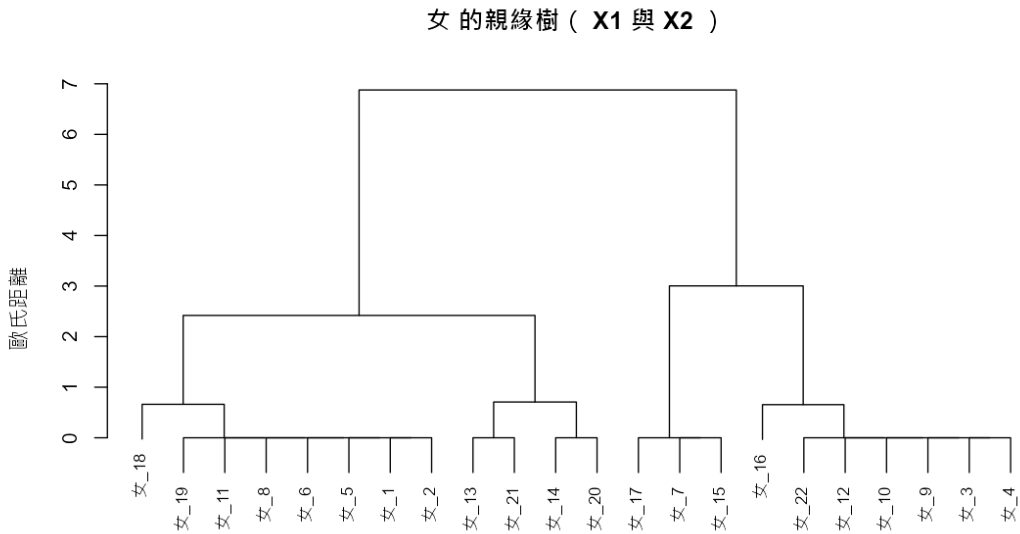


圖 5-3-2 圖書館群二(X1,X2)親緣樹

根據圖 5-2-1 的人言大樓群二(X1,X2)相似矩陣中可以看到兩兩觀察值之間若歐氏距離平方為 0 者，在圖 5-3-1 的親緣樹圖中也會如期被分為同一群，舉例來說依上圖 5-2-1 來看，觀察值 1、4、5、11 彼此之間的歐氏距離平方為 0，可以此知道這四個觀察值對於該棟大樓的 X1 及 X2 的問卷題目中有著相同的回饋，而在圖 5-3-1 中這四個觀察值也被放在同一群中，在圖 5-2-2 圖書館的群二(X1,X2)相似矩陣與圖 5-3-2 親緣樹圖中也有一樣的情形，此情況並不意外，在我們得知哪些觀察值之間的距離為 0 後，在繪製親緣樹圖時縱軸為歐氏距離，

且最低距離為 0，即為完全相同，故這些在相似矩陣中歐氏距離平方為 0 的觀察值們放到親緣樹圖中有著一樣的結果並不意外。

而特別的是，在圖 5-2-2 中，觀察值 3 對於觀察值 1、2、5、6、7、8、11、15、17 以及 19 都有著一樣為 2 的歐氏距離平方，但在圖 5-3-2 的親緣樹圖中這幾個觀察值並不屬於同一群，而是分散至各群，此原因是這些觀察值之間有部分為完全相同(相似矩陣中呈現 0)，但在進行初步分群後，這些原本與觀察值 3 有 2 的歐氏距離平方將會在分群之後使用前述的單一聯結法重新計算距離，因此有可能在分群後，這些觀察值會距離觀察值 3 較遠。

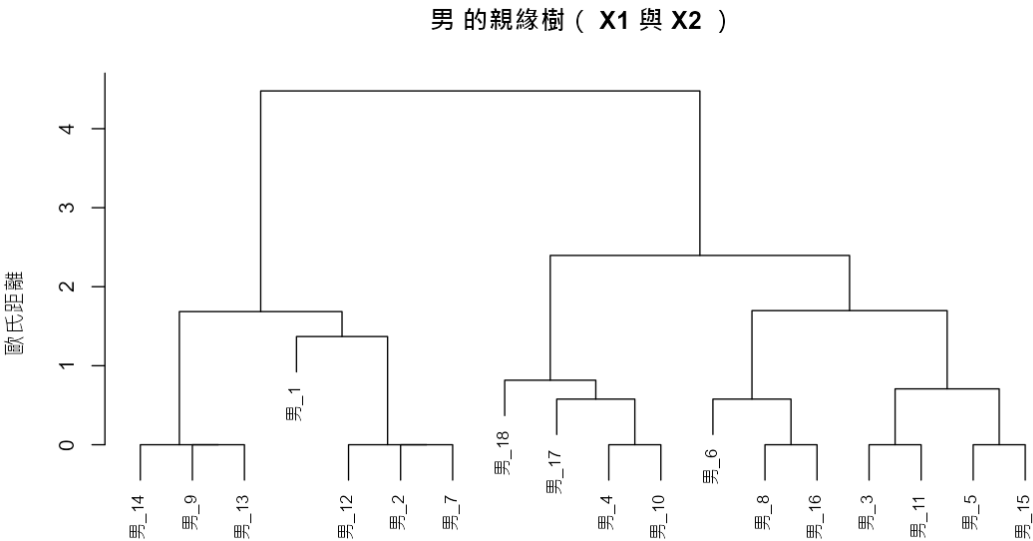


圖 5-3-3 人言大樓群一(X1,X2)親緣樹

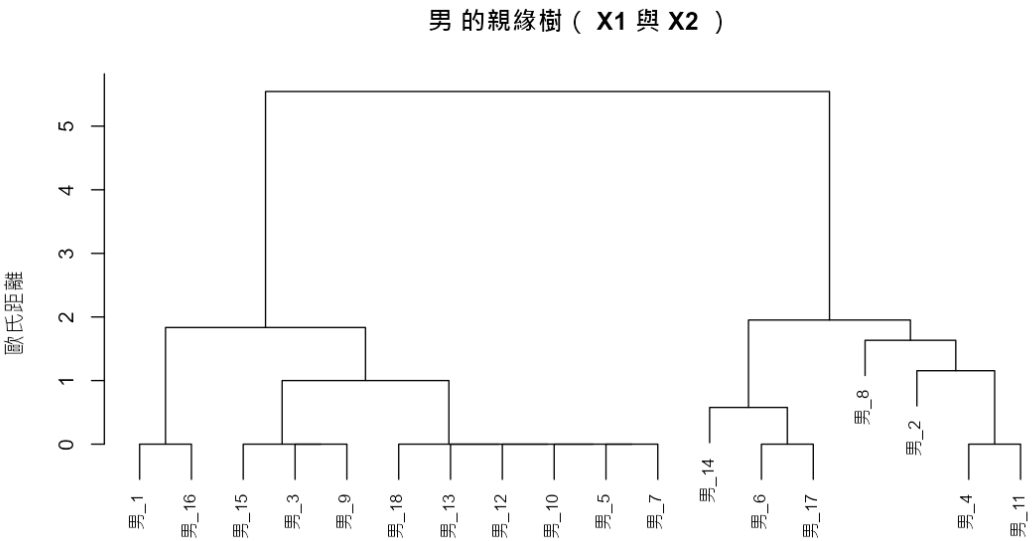


圖 5-3-4 圖書館群一(X1,X2)親緣樹

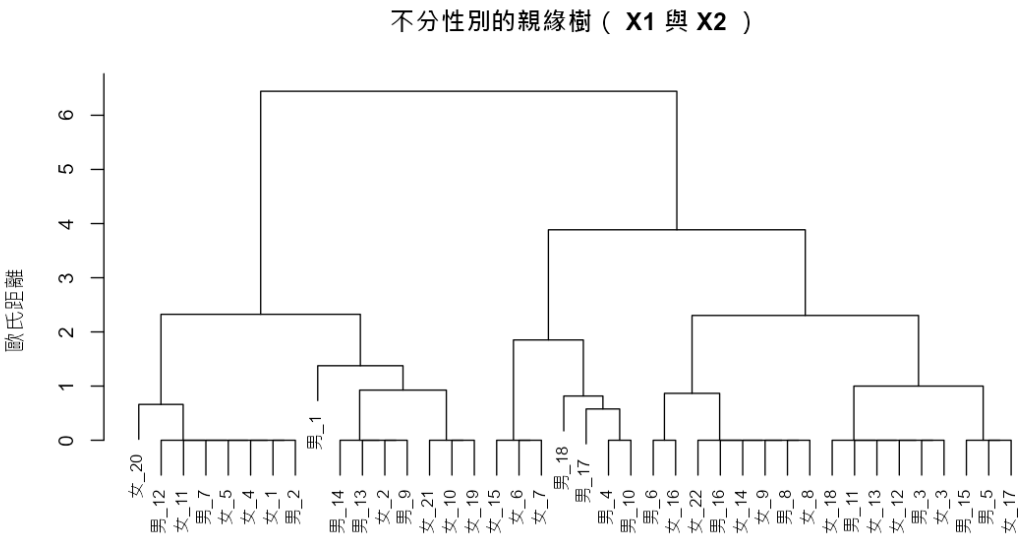


圖 5-3-5 人言大樓不分性別(X1,X2)親緣樹

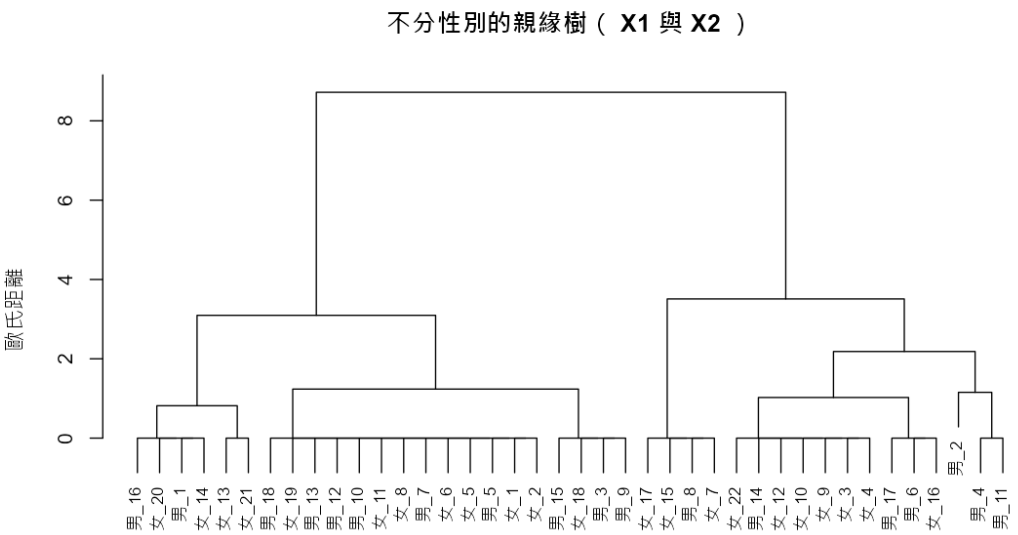


圖 5-3-6 圖書館不分性別(X1,X2)親緣樹

依據圖 5-3-3 人言大樓群一(X1,X2)的親緣樹圖與圖 5-3-5 人言大樓不分性別(X1,X2)對照來看可以發現，在男性填答者中觀察值為 1 者無論是在群一或是不分性別的親緣樹圖中都沒有距離特別相近的其他觀察值，顯現出該名填答者對於人言大樓廁所整潔度(X1)以及設備滿意度(X2)有較為獨到的見解與想法，根據附錄中的填答資料可看出僅有群一男性觀察值 1 對於人言大樓廁所的整潔滿意度給至 2 分，這個反饋是偏離群體平均值的，但這並不能代表該名填答者的反饋為極端值，要判斷該名填答者對於本研究設計的問卷是否與其他填答者的回饋大相逕庭，可透過查看該名填答者對於其他棟大樓的反饋結果如何，依圖 5-3-4 及圖 5-3-6 圖書館的(X1,X2)分別在群一及不分性別的親緣樹中的表現來看，可看到男性中觀察值 1 的填答者在圖書館大樓的反饋並無明顯偏離群體，

甚至和部分填答者有著一樣的給分，也可依此消弭該名填答者的反饋內容為極端值的想法。

此外，可從圖 5-3-4 看到男性觀察值 8 的填答者在圖書館大樓(X1,X2)的親緣樹圖中與其他群一觀察值樣本有著較遠的距離，而從圖 5-3-6 不分性別的親緣樹中可看到男性的觀察值 8 在該圖中並沒有出現偏離群體的情形，甚至與群二女性觀察值 7、15、17 有著完全相同的反饋分數，所以，利用此情形的實例說明了若單以性別分群而去評斷特定填答者的反饋是否偏離大眾視角是過於武斷的分析，由於本研究並無出現任一觀察值嚴重偏離整體群體而需進行刪除觀察值的情形，故應尊重並以多方位視角分析填答者的反饋。

第陸章 結論與未來展望

本研究從校園生活中選題，以各棟大樓經常使用到的區域做為研究主題，並依此設計問卷題目，將問卷填答結果轉為分數形式，以利後續進行分析與探討。在第參章展示各項問題的填答結果，並藉由取平均的方式濃縮題數，減少變數個數，接著進行基本統計數據以及進階統計數據的結果展示以及分析，再透過各棟大樓依群別區分的平均分長條圖做為最後一項比較，看出群別反饋之間的不同。後續進行主成分分析，在盡可能保留較完整資訊的同時減少維度，最後進行群集分析，深入探討及查看原始數據，以相似矩陣以及親緣樹了解分群結構以及各觀察點之間的距離。經過共五章的資料處理及深入分析探討，做出下述結論，針對廁所區域需特別加強忠勤大樓的整潔程度，以及重視廁所間數會因各大樓所屬院系的多寡與性質而有不同程度的需求，若提升廁所間數除了能降低排隊時間外，更有一定程度可以減少使用者的心理壓力，同時提升更好的隱密性，達到更好的隱私滿意程度；而在資源回收區方面，商學大樓需做出改善，商學大樓的流動人數明顯需要增加資源回收區的提供數，除了需要多新增數個資源回收區外，更需要參考他棟大樓在資源回收區域方面的設計，可增加上蓋，減少異味的飄散程度，更可以間接維持環境整潔；綜合比較之下，可透過本研究看出填答者對於廁所及資源回收區兩大使用區域最為滿意的大樓是「人言大樓」，提供校方後續可以依照該大樓在這兩個區域的設計進行其他大樓的修繕，達到最為舒適的校園環境，讓在校的學生、師長或行政人員都能共同享有更高品質的公共設施體驗。除此之外，本研究亦說明「忠勤大樓」與「商學大樓」在這兩區域的相對劣勢，顯示其在設備完備性與整體環境維護上仍具有明顯改善空間。未來若能針對這些不足之處提出具體修繕措施，例如增設或更新設施、改善通風與採光條件、強化清潔維護制度，相信必能有效提升使用者滿意度。

同時，本研究以 R 程式與 Shinyapp 平台結合多變量分析方法，不僅展現了資料蒐集與視覺化的應用價值，也提供了一種可持續運用於校園公共空間評估

的研究模式。若校方能將此模式納入長期監測機制，定期蒐集並分析師生對公共設施的意見回饋，將有助於更精準地掌握校園各處的優勢與不足，並逐步朝向以使用者需求為導向的永續校園發展目標。

參考文獻

王惠珠、黃國惠、傅安弘(2015)。女大學生在校憋尿行為及其相關因素之初探。《華岡農科學報》，(36)，87-98。取自

<https://www.airitilibrary.com/Article/Detail/16844335-201512-201709220011-201709220011-87-98>

Beckwith, W. (2024). *The Urinal Etiquette Simulated*. Medium.

<https://medium.com/%40williambeckwith97/the-urinal-etiquette-simulated-7abd9a56e0d3> (檢索日期：2025 年 9 月 12 日)

United Kingdom Paruresis Trust (2008). Public Toilet Design Guidelines.

<https://www.ukpt.org.uk/paruresis-information-for-professionals/public-toilets/public-toilet-design-guidelines> (檢索日期：2025 年 9 月 12 日)

Pearson, K. (1901). LIII. On lines and planes of closest fit to systems of points in space. *The London, Edinburgh, and Dublin philosophical magazine and journal of science*, 2(11), 559-572. <https://doi.org/10.1080/14786440109462720>

附錄

附錄一 數據

以下將列出本研究進行線上問卷發放所收集的 40 份有效樣本，原始數據內容包括：填答者姓名、性別、年級及對所有問卷題目的反饋分數，因原始資料含有填答者個人姓名，與本研究無直接關係，可能涉及個人填答隱私，故在以下原始數據呈現中會去除填答者的姓名。

原始資料共採集逢甲大學六棟本系學生主要教學與活動大樓，其中有：**商學大樓、忠勤大樓、語文大樓、人言大樓、圖書館及資電大樓**，以下會展列出每位填答者對於該變數的實際填答反饋資訊，填答者排列順序依據表單填答時間先後，此順序不影響本研究之分析。

商學大樓

生理性別	目前年級	群	X1	X2	X3	X4	X5	X6
女	大三	2	3	3	3	3	3	3
女	大三	2	3	4.5	3	2.5	4	4
男	大三	1	1	2.5	2	1.5	3	2
男	大四	1	4	4.5	4	4	4	2
男	大三	1	3	3.5	3	2.5	3	4
男	大三	1	4	5	3	4	4	3
女	大四	2	2	3	2	3	4	2
男	大三	1	2	3	3	3	1	2
女	大三	2	4	3	3	2	3	3
男	大三	1	5	4	4	4.5	4	4
女	大三	2	3	3	3	3	3	3
女	大三	2	2	4.5	4	4.5	4	3
男	大三	1	2	3.5	3	3	3	2
男	大三	1	4	3.5	4	3.5	3	4
女	大三	2	5	5	4	5	5	4
女	大三	2	3	3.5	3	2.5	4	3
男	大三	1	4	3	4	4.5	3	4
女	大三	2	3	4	2	4	4	3
女	大四	2	3	3	2	3.5	4	3
女	大三	2	3	3	3	3	3	4
女	大四	2	2	2.5	2	3.5	3	3
女	大三	2	3	3.5	4	2.5	3	2
男	大四	1	4	3.5	3	3.5	4	3
男	大四	1	4	4.5	5	4	4	5
女	大三	2	3	3	2	2.5	3	3
女	大三	2	4	4	4	4	2	2
男	大四	1	3	3	3	3	3	3
女	大三	2	2	4	3	3.5	3	3
女	大四	2	1	3	2	2	2	1
女	大三	2	3	4.5	3	3.5	3	2
男	大三	1	3	4	2	4	3	3
女	大三	2	2	3	3	3	1	2
女	大三	2	3	2.5	1	2	2	1
女	大三	2	2	4	3	3	4	3
男	大四	1	4	4	3	4	3	3
男	大三	1	3	3	4	2.5	3	3
男	大三	1	3	3	3	3	2	2
女	大三	2	3	4	3	3.5	3	2
男	大三	1	4	3	3	3	4	3
男	大三	1	4	4	4	3	3	3

忠勤大樓

生理性別	目前年級	群	X1	X2	X3	X4	X5	X6
女	大三	2	3	3	3	3	3	3
女	大三	2	2	3.5	3	2	2	2
男	大三	1	1	1	1	1	1	3
男	大四	1	3	2.5	3	3	3	3
男	大三	1	2	2	2	2.5	3	4
男	大三	1	3	3	3	3	3	3
女	大四	2	2	2.5	2	2.5	3	3
男	大三	1	2	3	3	2.5	3	3
女	大三	2	3	3	3	2	3	3
男	大三	1	3	3	3	3	3	3
女	大三	2	2	2.5	3	3	3	3
女	大三	2	2	3.5	3	3	4	4
男	大三	1	2	2.5	3	3	2	3
男	大三	1	1	3.5	4	3.5	4	4
女	大三	2	3	3	3	4	3	4
女	大三	2	2	2	2	2	3	3
男	大三	1	3	3.5	5	4	2	3
女	大三	2	4	4.5	3	3.5	4	3
女	大四	2	3	3	3	3.5	3	3
女	大三	2	2	2.5	2	2.5	3	3
女	大四	2	3	3.5	2	3	3	3
女	大三	2	2	2	2	3	3	2
男	大四	1	3	3.5	4	3	3	3
男	大四	1	4	4	4	4	5	5
女	大三	2	2	3.5	3	3	3	2
女	大三	2	3	3	3	3	4	4
男	大四	1	3	3	3	3	3	3
女	大三	2	4	3	3	3.5	4	4
女	大四	2	3	2	1	1	3	3
女	大三	2	3	4	3	2.5	4	4
男	大三	1	2	3.5	3	4	3	3
女	大三	2	3	3	3	3	3	3
女	大三	2	2	2.5	2	3	3	2
女	大三	2	2	2.5	2	2	4	3
男	大四	1	4	3	4	3	4	3
男	大三	1	2	3.5	2	3	3	2
男	大三	1	2	2.5	3	3	3	3
女	大三	2	3	4	3	4	3	2
男	大三	1	3	3	3	3	3	4
男	大三	1	3	4.5	3	3	4	5

語文大樓

生理性別	目前年級	群	X1	X2	X3	X4	X5	X6
女	大三	2	3	3	3	3	3	3
女	大三	2	2	3	4	3	2	2
男	大三	1	2	3.5	2	3	4	4
男	大四	1	3	3	3	3	3	3
男	大三	1	2	2	2	2	2	2
男	大三	1	4	3.5	4	2.5	3	4
女	大四	2	3	2.5	3	3	4	4
男	大三	1	3	3	3	3	3	3
女	大三	2	3	3	3	2	3	3
男	大三	1	3	3	3	3	3	3
女	大三	2	3	3	3	3	3	3
女	大三	2	2	3	5	3.5	4	4
男	大三	1	3	3	3	3	1	3
男	大三	1	2	2.5	3	4	3	4
女	大三	2	4	5	5	5	5	5
女	大三	2	2	2	2	3	3	3
男	大三	1	1	3.5	5	3	2	3
女	大三	2	3	3.5	3	3.5	4	5
女	大四	2	2	2	2	3	3	3
女	大三	2	2	3	3	3	3	4
女	大四	2	3	2.5	3	3	4	3
女	大三	2	3	2.5	3	4	4	3
男	大四	1	3	4	4	4	3	3
男	大四	1	4	4	5	5	4	3
女	大三	2	3	2.5	3	3	3	3
女	大三	2	3	4.5	5	5	3	3
男	大四	1	3	3	3	3	3	3
女	大三	2	4	3	4	3	4	4
女	大四	2	3	2.5	3	3	3	3
女	大三	2	3	3	4	4	1	1
男	大三	1	3	4	4	4	3	3
女	大三	2	3	3	3	3	3	3
女	大三	2	1	2	2	2.5	1	1
女	大三	2	2	3.5	2	2	4	3
男	大四	1	4	3	3	3	4	4
男	大三	1	3	3.5	2	3.5	3	3
男	大三	1	4	4	3	3	2	3
女	大三	2	3	3.5	4	4	2	2
男	大三	1	3	3	3	3.5	4	3
男	大三	1	2	4	5	3	4	5

人言大樓

生理性別	目前年級	群	X1	X2	X3	X4	X5	X6
女	大三	2	3	3	3	3	3	3
女	大三	2	3	4	4	2.5	5	4
男	大三	1	2	3.5	4	3.5	3	4
男	大四	1	3	3	3	3	3	3
男	大三	1	4	3.5	4	3.5	4	4
男	大三	1	5	4	4	4	4	3
女	大四	2	4	3.5	4	3.5	4	4
男	大三	1	4	3	4	4	4	4
女	大三	2	3	3	3	2	3	3
男	大三	1	4	4.5	4	4.5	4	4
女	大三	2	3	3	3	3	3	3
女	大三	2	5	5	4	5	5	5
男	大三	1	3	3	3	3	3	3
男	大三	1	4	4	4	4	4	4
女	大三	2	5	5	5	5	5	5
女	大三	2	4	4	4	4	4	4
男	大三	1	3	4	3	3	5	5
女	大三	2	4	4	5	3	5	5
女	大四	2	3	3.5	3	4	3	3
女	大三	2	3	3	3	3	3	4
女	大四	2	4	3.5	3	4	3	3
女	大三	2	4	3.5	4	4	3	3
男	大四	1	5	4	4	4	4	4
男	大四	1	4	3.5	4	5	4	5
女	大三	2	4	4	4	4	4	4
女	大三	2	5	5	5	5	5	5
男	大四	1	3	3	3	3	3	3
女	大三	2	4	4.5	4	4	4	4
女	大四	2	4	3	3	3	4	4
女	大三	2	4	3.5	4	4	5	5
男	大三	1	3	4	4	4	4	4
女	大三	2	3	3.5	3	3	3	3
女	大三	2	3	2.5	3	3	3	3
女	大三	2	3	3.5	4	4	4	3
男	大四	1	3	4	4	4	4	4
男	大三	1	4	3	4	3	3	4
男	大三	1	4	4	4	4	4	4
女	大三	2	4	4	4	4	4	4
男	大三	1	5	4.5	4	4	5	5
男	大三	1	5	3.5	5	2.5	5	5

圖書館

生理性別	目前年級	群	X1	X2	X3	X4	X5	X6
女	大三	2	3	3	3	3	3	3
女	大三	2	3	3	3	2	2	4
男	大三	1	2	3	4	4	2	3
男	大四	1	5	3	4	4	3	3
男	大三	1	3	3.5	4	2.5	2	3
男	大三	1	5	4	3	3.5	5	5
女	大四	2	4	4	3	3.5	4	4
女	大三	1	3	3	3	3	3	3
女	大三	2	4	4	4	3	4	4
男	大三	1	4	3.5	4	4	4	4
女	大三	2	3	3	3	3	3	3
女	大三	2	3	3	2	4	2	2
男	大三	1	3	3	3	3	3	3
男	大三	1	5	5	1	5	4	1
女	大三	2	5	5	5	5	5	5
女	大三	2	3	3	3	3	3	3
男	大三	1	3	3.5	1	3	3	3
女	大三	2	4	4	4	4	4	4
女	大四	2	4	4	3	4	4	4
女	大三	2	3	3	3	3	3	3
女	大四	2	4	4	2	4	2	3
女	大三	2	2	2.5	2	3	3	3
男	大四	1	3	3	3	3	3	3
男	大四	1	5	4	4	4	4	4
女	大三	2	2	3	2	3	3	3
女	大三	2	5	5	5	5	5	5
男	大四	1	3	3	3	3	3	3
女	大三	2	4	3.5	4	4	3	3
女	大四	2	5	5	4	4	5	5
女	大三	2	3	3.5	3	4	4	4
男	大三	1	3	3	3	3	3	3
女	大三	2	3	3	2	3	3	3
女	大三	2	2	3	3	3	3	3
女	大三	2	2	2.5	3	3.5	4	4
男	大四	1	4	4	4	3	4	2
男	大三	1	3	3.5	3	3.5	4	3
女	大三	1	2	3	3	3	3	3
女	大三	2	4	4	2	4	2	2
女	大三	1	4	3.5	4	4	4	3
男	大三	1	3	3	3	3	3	3

資電大樓

生理性別	目前年級	群	X1	X2	X3	X4	X5	X6
女	大三	2	3	3	3	3	3	3
女	大三	2	4	4	4	4	3	3
男	大三	1	3	2.5	4	3	2	3
男	大四	1	3	3	3	3	3	3
男	大三	1	2	2.5	3	2	2	3
男	大三	1	2	2.5	3	4	3	2
女	大四	2	3	2.5	3	3	3	4
男	大三	1	1	3	3	2.5	3	3
女	大三	2	3	3	3	2	3	3
男	大三	1	3	3.5	3	3	3	3
女	大三	2	3	3	3	3	3	3
女	大三	2	4	3	4	4	4	4
男	大三	1	3	3	3	3	3	3
男	大三	1	2	2.5	2	4	2	3
女	大三	2	3	4.5	3	5	4	4
女	大三	2	3	3	2	2	3	3
男	大三	1	3	4	2	3	3	3
女	大三	2	3	2.5	2	4	4	3
女	大四	2	2	2	3	3	3	3
女	大三	2	3	3	3	3	3	3
女	大三	2	3	3	3	3	3	3
男	大四	1	3	3	3	3	3	3
男	大四	1	4	4.5	3	3.5	4	4
女	大三	2	3	3	3	3	3	3
女	大三	2	3	3.5	2	3.5	4	4
男	大四	1	3	3	3	3	3	3
女	大三	2	3	4	3	3.5	3	3
女	大四	2	2	3.5	1	3	1	1
女	大三	2	3	3	3	3	3	3
男	大三	1	3	3	3	3	3	3
女	大三	2	3	3	3	3	3	3
女	大三	2	2	2	2	2	2	2
女	大三	2	3	2	2	2	2	2
男	大四	1	4	3	4	2.5	3	4
男	大三	1	4	3.5	2	3.5	3	4
女	大三	1	3	3	3	3	3	3
男	大三	2	4	4	4	4	3	3
女	大三	1	4	3.5	3	2.5	4	3
男	大三	1	3	4.5	3	3	5	3

附錄二 Shinyapp 程式碼

第一次海報:

```
library(shiny)
library(writexl)

responses <- reactiveVal(data.frame())

ui <- fluidPage(
  titlePanel("逢甲大學廁所、資源回收區滿意度調查"),
  sidebarLayout(
    sidebarPanel(
      selectInput("building", "請選擇大樓:",
        choices = c("忠勤", "語文", "商學", "建築", "人言", "科航", "圖書館")),
      sliderInput("cleanliness", "1. 廁所整潔滿意度:", min = 1, max = 5, value = 3),
      sliderInput("facilities", "2. 廁所內設備滿意度:", min = 1, max = 5, value = 3),
      sliderInput("tissue_supply", "3. 衛生紙提供量滿意度:", min = 1, max = 5, value = 3),
      sliderInput("tissue_convenience", "4. 學校在廁所提供衛生紙的方便程度:", min = 1, max = 5, value = 3),
      sliderInput("toilet_count", "5. 蹲坐式馬桶/小便斗間數滿意度:", min = 1, max = 5, value = 3),
      sliderInput("safety", "6. 廁所安全程度 (包含照明度):", min = 1, max = 5, value = 3),
      sliderInput("privacy", "7. 廁所隱私程度:", min = 1, max = 5, value = 3),
      selectInput("usage_frequency", "8. 平均多久會使用到學校的廁所一次:",
        choices = c("每天", "每週幾次", "偶爾", "幾乎不使用")),
      sliderInput("odor", "9. 廁所內異味嚴重程度:", min = 1, max = 5, value = 3),
      checkboxGroupInput("tissue_location", "10. 知道以下哪些大樓廁所的衛生紙是設置在廁間內的:",
        choices = c("忠勤", "語文", "商學", "建築", "人言", "科航", "圖書館")),
      sliderInput("recycle_cleanliness", "11. 資源回收分類區整潔滿意度:", min = 1, max = 5, value = 3),
      sliderInput("recycle_odor", "12. 資源回收分類區異味嚴重程度:", min = 1, max = 5, value = 3),
      actionButton("submit", "提交問卷"),
      downloadButton("download", "下載 Excel")
    ),
    mainPanel(
      h3("感謝您的填寫!"),
      tableOutput("responses_table")
    )
  )
)
```

```
server <- function(input, output) {
  observeEvent(input$submit, {
    new_response <- data.frame(
      Building = input$building,
      Cleanliness = input$cleanliness,
      Facilities = input$facilities,
      Tissue_Supply = input$tissue_supply,
      Tissue_Convenience = input$tissue_convenience,
      Toilet_Count = input$toilet_count,
      Safety = input$safety,
      Privacy = input$privacy,
      Usage_Frequency = input$usage_frequency,
      Odor = input$odor,
      Tissue_Location = paste(input$tissue_location, collapse = ", "),
      Recycle_Cleanliness = input$recycle_cleanliness,
      Recycle_Odor = input$recycle_odor,
      stringsAsFactors = FALSE
    )
    responses(rbind(responses(), new_response))
    showModal(modalDialog(
      title = "提交成功",
      "感謝您的參與！您的意見對我們很重要。",
      easyClose = TRUE,
      footer = NULL
    ))
  })
})

output$responses_table <- renderTable({
  responses()
})

output$download <- downloadHandler(
  filename = function() { "survey_responses.xlsx" },
  content = function(file) {
    write_xlsx(responses(), file)
  }
)
}
```

第二、三、四次海報：

(因為將三次海報內容合併以同個 Shinyapp 呈現，僅用按鍵區分表示，故合併在此程式碼中)

```
library(smtny)
library(readxl)
library(dplyr)
library(tidy)
library(ggplot2)
library(purrr)
library(ggdendro)
library(rsconnect)

building_商學<-structure(list(姓名 = c("潘昱伶", "黃品瑜", "白家彰",
"胡樹鵬", "林信安", "陳亮宇", "殷昱", "謝振隆",
"古樂瑜", "薛權霖", "廖怡鈞", "汪芳琦", "林佳蓁",
"陳柏基", "簡孝庭", "陳紹瑋", "黃柏豪",
"楊斯淳", "吳羽雲", "賴亭雅", "呂庭儀", "程宏凱",
"高祥茂", "陳以琳", "李雯昕", "呂志昕", "劉宛琪",
"蘇鈺雯", "楊千釐", "陳冠丞", "林君怡", "徐立均",
"林宜晏", "陳奕衡", "廖楠洋", "雷世緯", "張云宣",
"劉又齊", "丁家成"), 生理性別 = c("女", "女", "男",
"男", "男", "女", "男", "女", "女", "女", "女",
"女", "男", "女", "女", "男", "女", "女", "女",
"男", "女", "女", "男", "男", "男", "男", "男",
"男"), 目前年級 = c("大三", "大三", "大三", "大四",
"大三", "大三", "大三", "大三", "大三", "大三",
"大四", "大四", "大四", "大三", "大四", "大三",
"大三", "大四", "大三", "大三", "大三",
"大三"), 群 = c(2, 2, 1, 1, 1, 1, 2, 2, 1, 2, 2, 2, 1,
2, 2, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 1, 1, 2, 2, 1, 2, 2, 2, 1,
1, 1, 2, 1, 1), X1 = c(3, 3, 1, 4, 3, 4, 2, 3, 2, 2, 1, 2, 2, 4, 5, 3, 2, 2,
4, 5, 3, 4, 3, 3, 2, 2, 3, 4, 4, 3, 4, 3, 2, 1, 3, 3,
4, 3, 3, 3, 4, 4), X2 = c(3, 4.5, 2.5, 4.5, 3.5, 5, 5, 3,
4, 3, 4.5, 3.5, 3.5, 5, 5, 3.5,
3, 4, 3, 4, 3, 4.5, 4, 3, 2,
```

[illegible][illegible]

```
building_人言<-structure(list(姓名 = c("溫世俊","黃品瑜","白家彭",  
      "胡橋胤","林信安","陳昱堯","謝振隆",  
      "古婉瑜","陳錦輝","廖怡鈞","汪芳琦","林佳蓀",  
      "陳柏麓","謝簡庭","陳紹璋","黃柏嘉",  
      "楊士淳","吳羽雲","楊亭雅","呂庭儀","程宏凱",  
      "高祥芮","陳以琳","李智志","劉宛芸",  
      "蘇鈺雯","楊于瑩","陳冠丞","徐立均",  
      "林宣晏","陳奕衡","廖椿洋","張云萱",  
      "劉又齊","丁家成"),生理性別 = c("女","女","男",  
      "男","男","男","男","男","男","男","男","男",  
      "男","男","男","男","男","男","男","男",  
      "男","男","男","男","男","男","男","男",  
      "男"),目前年級 = c("大三","大三","大三","大三",  
      "大三","大三","大三","大三","大三","大三","大三",  
      "大三","大三","大三","大三","大三","大三","大三",  
      "大三","大三","大三","大三","大三","大三",  
      "大三"),群 = c(2, 2, 1, 1, 1, 1, 2, 2, 1, 2, 2, 1, 1,  
      2, 2, 1, 2, 2, 2, 2, 2, 1, 2, 2, 1, 2, 2, 2, 1, 1,  
      1, 1, 2, 1, 1), x1 = c(3, 3, 2, 2, 4, 4, 5, 4, 4, 3, 4, 3, 5, 3,  
      4, 5, 4, 3, 4, 3, 3, 4, 4, 5, 4, 4, 5, 3, 3, 4, 4, 4, 3,  
      3, 4, 4, 4, 5, 5), x2 = c(3, 4, 3.5, 3, 3.5, 4, 3.5, 3,  
      3, 5, 3, 4, 5, 4, 4, 4, 3.5,  
      3, 3.5, 4, 3.5, 2.5, 3.5, 4,
```

逢甲大學學生報告 ePaper(2025 年)

逢甲大學廁所與資源回收區滿意度調查

[illegible]

```

calculate_advanced_stats <- function(data) {
  data <- data %>% select(群, X1:X6)

  group_means <- data %>%
    group_by(群) %>%
    summarise(across(X1:X6, mean, na.rm = TRUE), .groups = "drop")

  overall_means <- colMeans(data %>% select(X1:X6), na.rm = TRUE)

  cov_matrix <- cov(data %>% select(X1:X6), use = "complete.obs")

  grand_mean <- colMeans(data %>% select(X1:X6), na.rm = TRUE)

  SSB <- data %>%
    group_by(群) %>%
    summarise(n = n(), across(X1:X6, mean, na.rm = TRUE)) %>%
    mutate(across(X1:X6, ~ n * (. - grand_mean[names(.)])^2)) %>%
    select(X1:X6) %>%
    summarise(across(everything(), sum))

  SSW <- data %>%
    group_by(群) %>%
    summarise(across(X1:X6, ~ sum((. - mean(.))^2, na.rm = TRUE)), .groups = "drop") %>%
    summarise(across(everything(), sum))

  list(
    群體平均 = group_means,
    整體平均 = overall_means,
    協方差矩陣 = cov_matrix,
    組內平方和 = SSW,
    組間平方和 = SSB
  )
}

# UI
ui <- fluidPage(
  titlePanel("逢甲大學各大樓滿意度分析"),
  sidebarLayout(
    sidebarPanel(
      selectInput("building", "選擇大樓:", choices = names(building_data)),
      radioButtons("report_type", "選擇報告:", choices = c("第二次海報", "第三次海報", "第四次海報"))
    ),
    mainPanel(
      conditionalPanel(
        condition = "input.report_type == '第二次海報'",
        h4("統計數據表"),
        tableOutput("group_stats_table"),
        h4("群體平均數長條圖"),
        plotOutput("bar_plot"),
        h4("統計資料摘要"),
        verbatimTextOutput("advanced_summary")
      ),
      conditionalPanel(
        condition = "input.report_type == '第三次海報'",
        h4("主成分分析結果"),
        verbatimTextOutput("pca_summary")
      )
    )
  )
}

```

```

conditionalPanel(
  condition = "input.report_type == '第四次海報'",
  h4("男生親緣樹圖"),
  plotOutput("male_dend_x1_x2"),
  plotOutput("male_dend_x3_x4"),
  plotOutput("male_dend_x5_x6"),
  h4("女生親緣樹圖"),
  plotOutput("female_dend_x1_x2"),
  plotOutput("female_dend_x3_x4"),
  plotOutput("female_dend_x5_x6"),
  h4("不分性別親緣樹圖"),
  plotOutput("all_dend_x1_x2"),
  plotOutput("all_dend_x3_x4"),
  plotOutput("all_dend_x5_x6"),
  h4("男生歐氏距離矩陣"),
  tags$hr(),
  h5("x1 與 x2"),
  tableOutput("male_dist_x1_x2"),
  h5("x3 與 x4"),
  tableOutput("male_dist_x3_x4"),
  h5("x5 與 x6"),
  tableOutput("male_dist_x5_x6"),
  h4("女生歐氏距離矩陣"),
  tags$hr(),
  h5("x1 與 x2"),
  tableOutput("female_dist_x1_x2"),
  h5("x3 與 x4"),
  tableOutput("female_dist_x3_x4"),
  h5("x5 與 x6"),
  tableOutput("female_dist_x5_x6")
)
)
)
)

# Server
server <- function(input, output, session) {
  stats_data <- reactive({
    data <- building_data[[input$building]]
    calculate_group_stats(data)
  })

  output$group_stats_table <- renderTable({
    stats_data()
  })

  output$bar_plot <- renderPlot({
    df <- stats_data()
    advanced <- advanced_stats_data()

    ggplot(df, aes(x = 變數, y = 平均數, fill = as.factor(群))) +
      geom_bar(stat = "identity", position = "dodge") +
      scale_fill_manual(
        values = c("1" = "#00BFFF", "2" = "#FF4C91"), # 群1藍、群2紅
        labels = c("群1", "群2"))+
      labs(
        x = "變數",
        y = "平均數",
        fill = "群別",
        title = paste0(
          "群1總得分平均: ", round(advanced[["群1總得分平均"]], 2),
          " · 群2總得分平均: ", round(advanced[["群2總得分平均"]], 2)
        )
      ) +
      theme_minimal(base_family = "Heiti TC") +
      theme(axis.text.x = element_text(angle = 30, hjust = 1))
  })
}

```

```

advanced_stats_data <- reactive({
  data <- building_data[[input$building]]
  data_num <- data %>% select(群, X1:X6)

  group1 <- data_num %>% filter(群 == 1) %>% select(~群)
  group2 <- data_num %>% filter(群 == 2) %>% select(~群)

  # 均值
  mean_1 <- colMeans(group1, na.rm = TRUE)
  mean_2 <- colMeans(group2, na.rm = TRUE)

  # 均值修正
  group1_centered <- scale(group1, center = TRUE, scale = FALSE)
  group2_centered <- scale(group2, center = TRUE, scale = FALSE)

  # 標準化
  group1_standardized <- scale(group1)
  group2_standardized <- scale(group2)

  # 變異數
  var_1 <- apply(group1, 2, var, na.rm = TRUE)
  var_2 <- apply(group2, 2, var, na.rm = TRUE)

  # 平方和
  ss_1 <- colSums(group1_centered^2)
  ss_2 <- colSums(group2_centered^2)

  # 交叉積和
  scp_1 <- t(as.matrix(group1_centered)) %*% as.matrix(group1_centered)
  scp_2 <- t(as.matrix(group2_centered)) %*% as.matrix(group2_centered)

  # 合併資料
  pooled_data <- rbind(group1_centered, group2_centered)

  # S 矩陣 (群1與群2各自)
  s_matrix_1 <- t(group1_centered) %*% group1_centered / (nrow(group1) - 1)
  s_matrix_2 <- t(group2_centered) %*% group2_centered / (nrow(group2) - 1)

  # R 矩陣 (群1與群2各自)
  sqrt_ss1 <- sqrt(diag(s_matrix_1))
  sqrt_ss2 <- sqrt(diag(s_matrix_2))

  r_matrix_1 <- s_matrix_1 / (sqrt_ss1 %*% t(sqrt_ss1))
  r_matrix_2 <- s_matrix_2 / (sqrt_ss2 %*% t(sqrt_ss2))

  # 互變異數矩陣
  cov_matrix_1 <- scp_1 / (nrow(group1) - 1)
  cov_matrix_2 <- scp_2 / (nrow(group2) - 1)

  # 組內平方和 (SSW)
  SSW <- sum(ss_1) + sum(ss_2)

  # 組間平方和 (SSB)
  n1 <- nrow(group1)
  n2 <- nrow(group2)
  mean_t <- colMeans(rbind(group1, group2), na.rm = TRUE)
  SSB <- n1 * sum((mean_1 - mean_t)^2) + n2 * sum((mean_2 - mean_t)^2)

  # 總得分
  total_score_1 <- rowSums(group1, na.rm = TRUE)
  total_score_2 <- rowSums(group2, na.rm = TRUE)
  avg_total_1 <- mean(total_score_1, na.rm = TRUE)
  avg_total_2 <- mean(total_score_2, na.rm = TRUE)

```

```

list(
  "群1均值" = mean_1,
  "群2均值" = mean_2,
  "群1變異數" = var_1,
  "群2變異數" = var_2,
  "群1平方和" = ss_1,
  "群2平方和" = ss_2,
  "群1總得分平均" = avg_total_1,
  "群2總得分平均" = avg_total_2,
  "群1交叉積和&互變異數矩陣" = scp_1,
  "群2交叉積和&互變異數矩陣" = scp_2,
  "群1 S矩陣" = s_matrix_1,
  "群2 S矩陣" = s_matrix_2,
  "群1 R矩陣" = r_matrix_1,
  "群2 R矩陣" = r_matrix_2,
  "組內平方和 SSW" = SSW,
  "組間平方和 SSB" = SSB
)
})

output$advanced_summary <- renderPrint({
  advanced_stats_data()
})

output$pca_summary <- renderPrint({
  data <- building_data[[input$building]] %>% select(群, x1:X6)
  group1 <- filter(data, 群 == 1) %>% select(-群)
  group2 <- filter(data, 群 == 2) %>% select(-群)

  var_1 <- apply(group1, 2, var, na.rm = TRUE)
  var_2 <- apply(group2, 2, var, na.rm = TRUE)

  cov1 <- cov(group1, use = "complete.obs")
  cov2 <- cov(group2, use = "complete.obs")

  a<-(var_1/sum(var_1))*100
  b<-(var_2/sum(var_2))*100

  eig1 <- eigen(cov1)
  eig2 <- eigen(cov2)
  prop_var1 <- eig1$values / sum(eig1$values)
  cum_var1 <- cumsum(prop_var1)
  prop_var2 <- eig2$values / sum(eig2$values)
  cum_var2 <- cumsum(prop_var2)

  list(
    "群1變異數" = var_1,
    "群1共變異數矩陣" = cov1,
    "群1變異數各自占比(總和為100%)" = as.numeric(sprintf("%.8f",a)),
    "群1總變異數" = sum(diag(cov1)),
    "群1(第一主成分~第六主成分變異數 (特徵值eigenvalues))" = eig1$values,
    "群1第一主成分~第六主成分「解釋比例」" = round(prop_var1, 4),
    "群1第一主成分~第六主成分「累積解釋比例」" = round(cum_var1, 4),
    "群1第一主成分~第六主成分 (特徵向量eigenvectors)" = eig1$vectors,
    "群2變異數" = var_2,
    "群2共變異數矩陣" = cov2,
    "群2變異數各自占比(總和為100%)" = as.numeric(sprintf("%.8f", b)),
    "群2總變異數" = sum(diag(cov2)),
    "群2(第一主成分~第六主成分變異數 (特徵值eigenvalues))" = eig2$values,
    "群2第一主成分~第六主成分「解釋比例」" = round(prop_var2, 4),
    "群2第一主成分~第六主成分「累積解釋比例」" = round(cum_var2, 4),
    "群2第一主成分~第六主成分 (特徵向量eigenvectors)" = eig2$vectors
  )
})

```

```

create_dendrogram <- function(data, vars, gender_label = NULL) {
  if (is.null(gender_label)) {
    # 不分性別：保留性別標示並編號
    df <- data %>%
      select(生理性別, all_of(vars)) %>%
      drop_na()

    # 為男、女分別編號
    male_idx <- which(df$生理性別 == "男")
    female_idx <- which(df$生理性別 == "女")

    rownames_vec <- character(nrow(df))
    rownames_vec[male_idx] <- paste0("男_", seq_along(male_idx))
    rownames_vec[female_idx] <- paste0("女_", seq_along(female_idx))

    df <- df %>% select(-生理性別)
    df <- as.data.frame(df) # 先轉為 data.frame 再設 row names
    rownames(df) <- rownames_vec
  } else {
    # 指定性別：直接編號
    df <- data %>%
      filter(生理性別 == gender_label) %>%
      select(all_of(vars)) %>%
      drop_na()

    df <- as.data.frame(df) # 先轉為 data.frame 再設 row names
    rownames(df) <- paste0(gender_label, "_", seq_len(nrow(df)))
  }

  dist_matrix <- dist(df)
  hc <- hclust(dist_matrix, method = "ward.D2")

  plot_title <- ifelse(is.null(gender_label),
    paste("不分性別的親緣樹 (", vars[1], "與", vars[2], ")"),
    paste(gender_label, "的親緣樹 (", vars[1], "與", vars[2], ")")
  )

  plot(hc, main = plot_title, xlab = "代號", ylab = "歐氏距離", sub = "", cex = 0.8)
}

output$male_dend_x1_x2 <- renderPlot({
  data <- building_data[[input$building]]
  create_dendrogram(data, c("x1", "x2"), gender_label = "男")
})

output$male_dend_x3_x4 <- renderPlot({
  data <- building_data[[input$building]]
  create_dendrogram(data, c("x3", "x4"), gender_label = "男")
})

output$male_dend_x5_x6 <- renderPlot({
  data <- building_data[[input$building]]
  create_dendrogram(data, c("x5", "x6"), gender_label = "男")
})

output$female_dend_x1_x2 <- renderPlot({
  data <- building_data[[input$building]]
  create_dendrogram(data, c("x1", "x2"), gender_label = "女")
})

output$female_dend_x3_x4 <- renderPlot({
  data <- building_data[[input$building]]
  create_dendrogram(data, c("x3", "x4"), gender_label = "女")
})

output$female_dend_x5_x6 <- renderPlot({
  data <- building_data[[input$building]]
  create_dendrogram(data, c("x5", "x6"), gender_label = "女")
})

output$all_dend_x1_x2 <- renderPlot({
  data <- building_data[[input$building]]
  create_dendrogram(data, c("x1", "x2"), gender_label = NULL)
})

output$all_dend_x3_x4 <- renderPlot({
  data <- building_data[[input$building]]
  create_dendrogram(data, c("x3", "x4"), gender_label = NULL)
})

```

```

output$all_dend_X5_X6 <- renderPlot({
  data <- building_data[[input$building]]
  create_dendrogram(data, c("X5", "X6"), gender_label = NULL)
})
# 男生距離矩陣
output$male_dist_X1_X2 <- renderTable({
  df <- base::as.data.frame(building_data[[input$building]]) %>%
    filter(生理性別 == "男") %>%
    select(X1, X2) %>%
    drop_na()
  dist_mat <- round(as.matrix(dist(df))^2, 2)
  dist_mat
}, rownames = TRUE)

output$male_dist_X3_X4 <- renderTable({
  df <- base::as.data.frame(building_data[[input$building]]) %>%
    filter(生理性別 == "男") %>%
    select(X3, X4) %>%
    drop_na()
  dist_mat <- round(as.matrix(dist(df))^2, 2)
  dist_mat
}, rownames = TRUE)

output$male_dist_X5_X6 <- renderTable({
  df <- base::as.data.frame(building_data[[input$building]]) %>%
    filter(生理性別 == "男") %>%
    select(X5, X6) %>%
    drop_na()
  dist_mat <- round(as.matrix(dist(df))^2, 2)
  dist_mat
}, rownames = TRUE)

# 女生距離矩陣
output$female_dist_X1_X2 <- renderTable({
  df <- base::as.data.frame(building_data[[input$building]]) %>%
    filter(生理性別 == "女") %>%
    select(X1, X2) %>%
    drop_na()
  dist_mat <- round(as.matrix(dist(df))^2, 2)
  dist_mat
}, rownames = TRUE)

output$female_dist_X3_X4 <- renderTable({
  df <- base::as.data.frame(building_data[[input$building]]) %>%
    filter(生理性別 == "女") %>%
    select(X3, X4) %>%
    drop_na()
  dist_mat <- round(as.matrix(dist(df))^2, 2)
  dist_mat
}, rownames = TRUE)

output$female_dist_X5_X6 <- renderTable({
  df <- base::as.data.frame(building_data[[input$building]]) %>%
    filter(生理性別 == "女") %>%
    select(X5, X6) %>%
    drop_na()
  dist_mat <- round(as.matrix(dist(df))^2, 2)
  dist_mat
}, rownames = TRUE)
}
shinyApp(ui, server)

```