

國立臺灣大學生物資源暨農學院園藝暨景觀學系

碩士論文

Department of Horticulture and Landscape Architecture

College of Bioresources and Agriculture

National Taiwan University

Master Thesis

照明方式、阻礙物類型與空間因子

對空間感知及擁擠感之影響

The Effects of Lighting, Obstacle Types and Spatial Factors  
on Spatial Perceptions and Perceived Crowding.

康聿萱

Yu-Hsuan Kang

指導教授：鄭佳昆 博士

Advisor : Chia-Kuen Cheng, Ph.D.

中華民國 111 年 6 月

June, 2022



## 誌謝

「因為需要感謝的人太多了，就感謝天罷。」—引自陳之藩文集《謝天》。

雖然誌謝很想這樣簡單寫，但想到在研究所期間那些幫助我很多很多人，在此獻上我滿懷於心的謝意。首先感謝我的指導教授兼 CK201 教主—鄭佳昆老師，老師對學術有滿腔的熱情，埋頭於學術中卻也堅持將這些學識理論分享予學生，不論授課或討論研究，在面對學生的問題時總是耐心解答，注重邏輯思考並經常以舉例的方式讓學生更易領略，老師也對研究室的事物(例如：學生、草、一堆樹)更是盡心盡力、傾力而為，即使研究室充斥著骷髏及都市傳說，卻也被打理的溫馨可愛，謝謝老師這兩年的照顧與教導。還要感謝研究所課堂的授課師長，以及輔導委員蘇愛嬪老師、口試委員林晏州老師、顏宏旭老師、林建堯老師，謝謝老師們的提點與建議，使我的論文更加完整。另外還要感謝沈立老師，如同方丈點燈將我引入景觀及唸研究所的領域，也在我徬徨無助時伸出援手，給予我真切的建議與協助，Rlab 心靈諮商室的定心丸總是有效且使人溫暖。

感謝 CK201 教派的成員們：身為博士班的怡君總是在學術大海中衝鋒陷陣，謝謝怡君在我研究卡住時給予聆聽與提點。謝謝佳葦、于庭的陪伴與幫助，毫不吝嗇地分享過往壯烈犧牲的經驗，然後一起在研究苦海中瘋鬧，謝謝您們讓我的碩一有了很多歡笑。謝謝姜雲、彥儒，謝謝您們堅持下來幫忙分攤研究室的工作，並且為研究室添加許多驚喜及笑料。最感謝一起奮戰兩年的同胞—鈺絜與皓揚，謝謝您們沒有中途落跑，一起經歷可怕的水逆、一起當造園館守門人，就這樣一起併肩、互相半推半拉之下也走到了研究所的終點，謝謝您們的扶持與相伴。

感謝在造園館相遇到的同學們，是我研究修課生涯中一起努力的好夥伴，也謝謝您們不厭其煩、義不容辭地多次答應當我實驗的受測者。謝謝何潤學弟一起在造園館熬夜崩潰做模型。還要感謝願意認真幫我填答問卷的受測者們，謝謝您們的耐心參與，協助我完成各個實驗，祝福您們上廁所都有衛生紙、遇到困難得

人相助。最後要感謝我的家人，謝謝您們支持我辭掉工作來就讀研究所，願意讓我在研究所期間回家時當個沒有生產力的廢人，謝謝您們的照顧讓我可以專注於研究所的學業上。

期許自己保持初衷，能反饋給所有值得感謝的您們及未來相遇的人們，在此獻上我由衷的祝福。

聿萱 謹誌

民國 一一一年 九月

## 摘要



擁擠感是景觀遊憩相關領域中長期被研究的議題之一，經常作為戶外遊憩環境品質的重要指標。而在環境心理學、商業及行銷領域領域的研究將擁擠區分為「人」及「空間」兩種概念，認為除了「人」會造成擁擠之外，還有「空間」的特徵、因素會造成影響。商業領域研究明確定義「人群擁擠(human crowding)」及「空間擁擠(spatial crowding)」兩種不同的擁擠概念，同時將空間感知視為擁擠的一部分(Harrell et al., 1980)；然而在景觀遊憩相關領域則是將空間感知及擁擠感作區分。各種空間感知中，寬敞感(spacious)及封閉感(enclosure)兩者為最常被討論的概念，很多學者認為兩者空間感知彼此相關，雖然有研究表明此兩種空間感知會各自受到不同因子影響，仍有學者會將此兩種概念混用。

另外隨著科技的進步，人們生活型態改變，夜間活動時間增加，提高照明設施的使用，照明不僅能營造氛圍也能使人體驗空間，已有許多研究在探討照明對於室內及戶外空間的影響與運用，其中最常討論光亮度及光分布對於空間感知的影響。已知照明可以影響封閉感、寬敞感等空間感知，還有研究指出照明也會影響個人空間，Adams & Zuckerman (1991)研究結果發現照明的減少會導致個體增加個人空間的需求；還有學者認為照明降低會導致受試者盡量減少社交互動(Adams & Zuckerman, 1991; Wänström Lindh et al., 2020)。因此推論照明可能也會影響擁擠感，因此，照明、空間感知及擁擠感三者之間的關係及影響機制仍需要更深入探討。

在許多研究中已確認沉浸式虛擬體驗(IVR)技術可以提高研究的生態有效性，特別是在擁擠相關的研究上可以更真實地傳達空間感受，故本篇論文三個研究均於校園招募受測者至實驗室以 IVR 技術展示虛擬場景，針對實驗場景評估其封閉感、寬敞感與擁擠感並進行分析比較。

研究一將已知邊界為重要空間因子作為研究操作，透過將人體及柱體作為不

同的空間組成元素，形成空間邊界以引發其空間感知及擁擠感，結果發現不同類型的空間組成元素，會使個體感受到顯著不同的空間感知及擁擠感，而且封閉感正向影響擁擠感，寬敞感負向影響擁擠感。

研究二將人體與柱體作為空間中的阻礙物，於阻礙物最外圍的是三個不同距離級別的邊界，結果發現不同類型的阻礙物，也會對空間感知及擁擠感造成顯著差異，且與研究一結果一樣，封閉感正向影響擁擠感，寬敞感負向影響擁擠感；除此之外，還發現即使沒有阻礙物的存在，只有牆體形成的空間邊界，底面積不同仍會引起不同程度的擁擠感。

研究三將實體邊界改為由高對比的光分布來界定空間，納入光亮度、光分布等自變項，並放置同樣數量的阻礙物(人體/柱體)，及確認有無實際邊界的影響，而應變項除了空間感知及擁擠感外，還加入了可及性的概念來測量。研究結果顯示照明的確會影響可及性、空間感知及擁擠感，當光亮度越高、光分布越大，視覺與移動可及性會上升、寬敞感上升、封閉感及擁擠感下降；但是當有阻礙物時，則會抵消照明前述的影響，甚至呈現相反的趨勢：當光分布越大，移動可及性、寬敞感及擁擠感皆會下降。整體研究結果確認了空間感知與擁擠感之關係，以及人與非人因素以及照明對於空間感知及擁擠感的影響，可為未來戶外遊憩空間設計作為一個參考，在應用上可更了解使用者行為。

**關鍵字：**封閉感、寬敞感、空間感知、擁擠感

## Abstract



Crowding constitutes a long-standing issue in the field of outdoor recreation, which often be used as an important indicator of recreational environment quality. While most of the studies in recreation/landscape field considered crowding mainly from social/human perspective, researchers in the field of psychology and retail had divided crowding into social/human and space dimensions. Social/human crowding are elicited from the density of people and social conditions; and spatial crowding is mainly affected by the physical and spatial conditions of a space. It is important to understand the differences of crowding that elicited by human and other objects.

Among various spatial perceptions, spaciousness and enclosure are the most frequently discussed concepts. Although studies had indicated that spaciousness and enclosure were affected by different factors, many scholars believed those two concepts relate to each other, and even use them interchangeably. Thus, this study attempts to understand how crowding influenced by different types of obstacle (human avatar/column) and the perception of enclosure and spaciousness.

In addition, with the advancement of science and technology, people's lifestyles have changed, the time spend on nocturnal activities has increased, and the use of lighting facilities has been improved. Lighting can not only enhance environmental atmosphere but also enable people to experience the space. There are many studies on the impact of lighting on indoor and outdoor spaces and its applications, of which the influence of luminance and light distribution on spatial perception is most often discussed. It is known that lighting can affect the perception of space such as enclosure and spaciousness, and some studies have pointed out that lighting can also affect personal space. Adams & Zuckerman (1991) found that the reduction of luminance will

lead to an increase in the individual's demand for personal space; and some scholars believe that lighting can also affect personal space. Lower luminance causes individuals to minimize social interactions (Adams & Zuckerman, 1991; Wänström Lindh et al., 2020). Therefore, it is inferred that lighting may also affect the perception of crowding. For the reasons aforementioned, the relationships between lighting, spatial perception and crowding and the influencing mechanism still need to be further explored.

Three studies that applied IVR (immersive virtual reality) technique was conducted for the purposes of this thesis. Computer generated IVEs (immersive virtual environment) was used to simulate different crowding conditions. The stimuli scenes were a cylinder room with different areas, and respondents were set at the center of the room, surrounded by different numbers of obstacles (avatars/columns). Respondents were asked to evaluate their perception of crowding, enclosure, and spaciousness toward the simulated scenes with randomized order.

Study 1 used the avatars and columns as different types of spatial components to form spatial boundaries to induce different spatial perception and crowdedness. It is found that different types of spatial components will significantly influence individuals' spatial perceptions and perceived crowding. Moreover, enclosure would positively affect perceived crowding, and spaciousness negatively affects perceived crowding.

Study 2 used the avatars and columns as different types of obstacles in space, and the outermost of the obstacles was the boundary of three different distance levels. It was found that different types of obstacles also had significant effects on spatial perception and perceived crowding, which was consistent with previous studies. The results are similar to Study 1: enclosure positively affects crowding, and spaciousness negatively affects crowding. In addition, it is also found that simply walled empty spaces of different areas would have significant effects on perceived crowding, even



without any obstacle inside.

In Study 3, the physical boundary was defined by a high-contrast light distribution, and independent variables such as luminance and light distribution were included, and the same number of obstacles(human avatar/column) were placed, and the influence of the actual boundary was confirmed. In addition to spatial perception and perceived crowding, the dependent variables also adds the concept of accessibility to measure. The results of the study show that lighting does affect accessibility, spatial perception and perceived crowding. When the luminance is higher and the light distribution is larger, the visual and mobile accessibility will increase, spaciousness will increase, but enclosure and perceived crowding will decrease. When In the presence of obstacles, the aforementioned effects of lighting are counteracted, and even the opposite trend occurs: as the light distribution increases, mobile accessibility, spaciousness, and crowding all decrease. The results would contribute to the design of outdoor recreational spaces, as well as the understanding of user behavior.

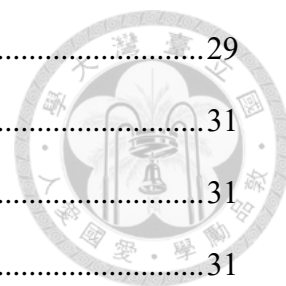
**KEYWORDS :** Enclosure, Spaciousness, Spatial perceptions, Crowding

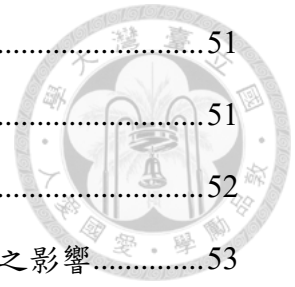
# 目錄



誌謝.....	I
摘要.....	III
Abstract.....	V
目錄.....	VIII
表目錄.....	XI
圖目錄.....	XIII
第一章 緒論.....	1
第一節、研究緣起.....	1
第二節、研究目的.....	4
第三節、研究流程.....	5
第二章 文獻回顧.....	7
第一節、擁擠感.....	7
一、定義.....	7
二、擁擠感發生機制.....	8
三、人群擁擠與空間擁擠.....	9
四、擁擠感之影響因子.....	12
第二節、空間感知 - 封閉感與寬敞感.....	20
一、封閉感之影響因子.....	21
二、寬敞感之影響因子.....	22
三、封閉感與寬敞感之影響因子.....	23
第三節、照明對空間感知及擁擠感之影響.....	27
一、照明對空間感知的影響.....	27
二、照明對擁擠感的影響.....	28

第四節、小結.....	29
第三章 不同空間組成元素對空間感知及擁擠感之影響.....	31
第一節、研究背景.....	31
一、研究緣起.....	31
二、研究問題與架構.....	31
第二節、研究方法.....	32
一、研究設計.....	32
二、實驗流程.....	38
三、資料處理與分析方法.....	39
第三節、研究結果.....	39
樣本敘述與信度分析.....	39
一、不同空間組成與空間感知之關係.....	39
二、不同空間組成及空間感知對於擁擠感之影響.....	40
第四節、小結.....	41
一、不同的空間組成對空間感知及擁擠感之影響.....	41
二、空間感知對擁擠感之影響.....	41
第四章 封閉感、寬敞感與不同阻礙類型對擁擠感之影響.....	43
第一節、研究背景.....	43
一、研究緣起.....	43
二、研究問題.....	44
第二節、研究方法.....	45
一、研究設計.....	45
二、實驗流程.....	50
三、資料處理與分析方法.....	51
第三節、研究結果.....	51





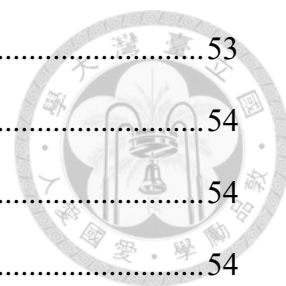
一、樣本敘述與信度分析.....	51
二、不同類型阻礙物對空間感知之影響.....	51
三、不同類型阻礙物對擁擠感之影響.....	52
四、沒有阻礙物時，不同大小的面積所造成的擁擠感之影響.....	53
五、封閉感、寬敞感與擁擠感之關係.....	54
第四節、小結.....	55
第五章 阻礙物類型與照明方式對封閉感、寬敞感及擁擠感的影響.....	57
第一節、研究背景.....	57
一、研究緣起.....	57
二、研究問題.....	59
第二節、研究方法.....	59
一、研究設計.....	59
二、實驗流程.....	64
三、資料處理與分析方法.....	65
第三節、研究結果.....	65
一、樣本敘述與信度分析.....	65
二、不同照明方式對可及性、空間感知及擁擠感之影響.....	65
三、照明方式與阻礙物類型對可及性、空間感知及擁擠感之影響.....	67
四、光亮度與邊界對可及性、空間感知及擁擠感之影響.....	70
五、.....	72
光亮度、阻礙物、邊界對可及性、空間感知及擁擠感之影響.....	72
第四節、小結.....	75
一、照明方式與阻礙物類型對可及性、空間感知及擁擠感之影響.....	75
二、光亮度、阻礙物、邊界對可及性、空間感知及擁擠感之影響.....	76
第六章 結論與建議.....	79

第一節、結論與討論.....	79
一、不同類型的空間組成元素及阻礙物對空間感知之影響.....	80
二、不同空間組成元素、阻礙物對擁擠感之影響.....	81
三、照明與阻礙物對可及性之影響.....	83
四、照明與阻礙物對空間感知之影響.....	84
五、照明與阻礙物對擁擠感之影響.....	85
第二節、未來研究建議與應用.....	87
一、研究限制與未來研究建議.....	87
二、研究應用.....	88
引用文獻.....	89

## 表目錄

表 2-1 Harrell et al.(1980)分類人群擁擠及空間擁擠之問項列表 .....	12
表 2-2 擁擠感影響因子統整列表 .....	19
表 2-3 Hall (1966)分類之人際距離列表.....	19
表 3-1 穿透性及距離場景列表 .....	34
表 3-2 不同空間組成元素場景示意 .....	35
表 3-3 空間感知及擁擠感問項量表 .....	38
表 3-4 不同空間組成與空間感知之關係 .....	40
表 3-5 不同空間組成及空間感知對於擁擠感之影響 .....	40
表 4-1 不同級別的密度及面積場景列表 .....	48
表 4-2 實驗場景列表 .....	50
表 4-3 不同阻礙物對封閉感之影響 .....	52
表 4-4 不同阻礙物對寬敞感之影響 .....	52

表 4-5 不同阻礙對象對於擁擠感之影響 .....	53
表 4-6 空間底面積大小對擁擠感之影響 .....	54
表 4-7 底面積大小對擁擠感變異數分析之事後分析同質群 .....	54
表 4-8 封閉感、寬敞感與擁擠感之關係 .....	54
表 4-9 空間感知對擁擠感之影響 .....	55
表 5-1 模擬場景設計示意 .....	61
表 5-2 場景組合列表 .....	62
表 5-3 空間感知及擁擠感問項量表 .....	64
表 5-4 不同光亮度與可及性、空間感知及擁擠感之關係 .....	66
表 5-5 不同光分布與可及性、空間感知及擁擠感之關係 .....	67
表 5-6 不同光亮度與可及性、空間感知及擁擠感之關係 .....	68
表 5-7 不同光分布與可及性、空間感知及擁擠感之關係 .....	69
表 5-8 照明方式與阻礙物類型對視覺可及性變異數分析之同質群 .....	70
表 5-9 不同光亮度與可及性、空間感知及擁擠感之關係 .....	71
表 5-10 不同光亮度與可及性、空間感知及擁擠感之關係 .....	72
表 5-11 照明方式與阻礙物類型對視覺可及性變異數分析之同質群 .....	73
表 5-12 不實體邊界存在與否可及性、空間感知及擁擠感之關係 .....	74
表 5-13 照明方式與阻礙物類型對視覺可及性變異數分析之同質群 .....	75



## 圖目錄



圖 1-1 研究流程圖 .....	6
圖 3-1 研究架構 .....	32
圖 3-2 個人空間範圍定義平面圖 .....	33
圖 3-3 穿透性示意圖 .....	34
圖 3-4 不同空間組成元素示意圖 .....	35
圖 3-5 HTC VIVE 設備圖 .....	36
圖 4-1 模擬人群性別及面向示意圖 .....	45
圖 4-2 柱體示意圖 .....	46
圖 4-3 阻礙物 100%頂視示意圖 .....	47
圖 4-4 模擬場景示意圖 .....	48
圖 4-5 半徑 3m、密度 50%場景示意 .....	49
圖 4-6 半徑 1m、密度 100%場景示意 .....	49

# 第一章 緒論




## 第一節、研究緣起

早期戶外遊憩動機主要為享受荒野的孤獨感及自由感，因此擁擠的感受通常被認為負面影響，戶外遊憩領域的學者為保護其生態系統完整性及確保遊憩品質，以擁擠作為評估標準，例如：擁擠感受、擁擠知覺、遇到的團體次數、可接受人數等研究之評估指標(Andereck & Becker, 1993; Bultena, Field, Womble, & Albrecht, 1981b; Ditton, Fedler, & Graefe, 1983; Manning, Valliere, & Wang, 1999; 吳家穎, 2012; 吳婉瑄, 2019; 吳婉瑄、鄭佳昆, 2018; 顏宏旭、吳家穎, 2018)。擁擠感也是景觀及戶外遊憩等相關領域中長期被研究的研究議題之一 (Bultena, Albrecht, & Womble, 1981a; Ditton et al., 1983; Hammitt, 1983; Hou, Zhang, & Li, 2021; Manning, 1999; 吳紫宸、李英弘, 2009)。

目前研究發現已指出空間中相同程度的密度或感知密度不一定會對所有個體造成相同的不適感(Mehta, 2013)。由於擁擠是一種體驗狀態，主觀的價值判斷，由於社會、心理和情境因素的變化，因此個體之間會發生差異(Ditton et al., 1983; Elbachir & Chenini, 2017; Machleit, Eroglu, & Mantel, 2000; Stokols, 1972b; 羅啟峰、張韶靖, 2018)。當他人的存在違反了個體對於空間的使用期望，造成個體感受到個人空間被他人入侵也是產生擁擠感的主因(Evans & Wener, 2007)。


而在環境心理學、商業及行銷領域的研究將擁擠區分為「人」及「空間」兩種概念(Bailenson, Blascovich, Beall, & Loomis, 2001; Hall, 1966; Iachini, Coello, Frassinetti, & Ruggiero, 2014; Iachini, Coello, Frassinetti, Senese, Galante, & Ruggiero, 2016; Maxwell, 2003; McGrew, 1970; Teneggi, Canzoneri, Di pellegrino, & Serino, 2013; Van Oosterhout & Visser, 2008)。環境心理學領域研究指出擁擠感當中，「人」之所以不同於「空間」的概念，是因為人被視為具有社交性質的對象(Baum & Davis, 1976; Loo, 1975; Maxwell, 2003; McGrew, 1970)，個體會因他人的「身分」





不同而有不同大小的個人空間，對於越具有親密關係身分的他人，個體的個人空間會越小(Hall, 1966; Loo, 1975; Maxwell, 2003; McGrew, 1970; Novelli, Drury, & Reicher, 2010)；另外包含面部方向、表情等非語言的過程(Bailenson et al., 2001; Evans & Wener, 2007; Teneggi et al., 2013)皆會影響擁擠感；而「空間」的特徵及相關因素也會對擁擠感造成影響，高密度的物理條件會導致擁擠，而物理環境的性質，如空間布置、房間顏色等則會中介密度的特定影響，也就是說這些性質可能會使空間顯得更大，或是轉移對空間不足的注意力(Baum & Davis, 1976; Desor, 1972; Ditton et al., 1983)。商業領域的研究中則明確定義出「人群擁擠(human crowding)」及「空間擁擠(spatial crowding)」兩種不同的擁擠概念(Machleit et al., 2000; Machleit, Kellaris, & Eroglu, 1994)，其中對於空間擁擠的操作性定義卻以「封閉感」、「寬敞感」等空間感知作為測量構面，並且將空間感知視為擁擠的一部分(Harrell, Hutt, & Anderson, 1980)；然而在景觀及戶外遊憩領域的研究中，將空間感知與擁擠感視為不同的概念，雖然過往也有些研究指出空間特性會影響空間感知，也會影響擁擠感(Baum & Davis, 1976; Desor, 1972; Ditton et al., 1983; Harrell et al., 1980; Machleit et al., 2000; Machleit et al., 1994; Mehta, 2013)，卻鮮少有研究探討空間感知及擁擠感之間的關係。

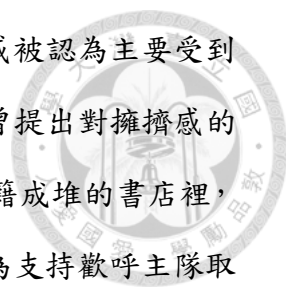
在各種空間感知中，又以「封閉感(enclosure)」與「寬敞感(spaciousness)」兩者為最常被討論的概念。Thiel, Harrison, and Alden (1986)表明封閉感被認為是人們確認空間的首要因子，通常是指在一空間中被包圍，由圍牆、圍籬或其他障礙物防止自由進出的感受(Stamps, 2005b)；而寬敞感多被定義為感知空間的大小，或在一空間中能夠水平移動的範圍(Nasar & Bokharaei, 2017; Stamps, 2010)。已有許多研究發現兩種空間感知皆會受到水平區域面積(Stamps, 2003, 2005a, 2009)、形狀(Stamps, 2005a, 2009)、邊界高度(Stamps, 2003, 2005a, 2011, 2013; 歐聖榮, 2000)、穿透性(Herzog & Kutzli, 2002; Stamps, 2003, 2005b; Stamps Iii, 2005, 2008a, 2008b)等不同因子所影響，但各自也有不同的影響因子。很多學者認為封閉感與



寬敞感彼此相關(Gärbling, 1969; Palmer & Roos-Klein Lankhorst, 1998; Stamps, 2010), 也會以相同因子同時探討對封閉感及寬敞感的影響(Stamps, 2010, 2013); 部份學者也將此兩種概念混用, 例如 Stamps and Krishnan (2006)在研究中原是要測量寬敞感, 但在文獻回顧中卻夾雜著封閉感的研究。還有研究將空間感知及擁擠感一起討論, 例如 Stamps (2009)在討論寬敞感研究的文獻回顧中加入大量篇幅關於空間密度與擁擠的研究與討論; 歐聖榮 (2000)研究結果則發現當一空間之密度提高, 封閉感及擁擠感都會增加, 且兩者為正相關。因此此兩種空間感知之間的關係、以及對擁擠感的影響有必要再做進一步的探討。

另外, 隨著科技的進步, 人們生活型態改變, 在夜間的活動時間增加, 提高了照明設施的使用, 照明不僅能營造氛圍也能使人體驗空間, 已有許多研究在探討照明對於室內及戶外空間的影響與運用, 其中最常討論光亮度及光分布對於空間感知的影響, 光亮度會影響距離的判斷及對於空間深度的感知, 進而影響到空間感知(e.g.:Chiang, Nasar, & Ko, 2014; Coules, 1955; Flynn, 1988; Nasar & Bokharaei, 2017; Oberfeld, Hecht, & Gamer, 2010; Wänström Lindh, Billger, & Aries, 2020); 後來研究表明影響空間感知的關鍵變量不是亮度本身, 而是亮度對比, 高對比的光分布會使空間界定更明顯(Wänström Lindh, 2012; Wänström Lindh & Billger, 2021; Wänström Lindh et al., 2020), 當空間表面之間的邊界有對比強烈的亮度時, 觀察者能夠更好地評估空間的實際大小(Matusiak, 2006; Wänström Lindh et al., 2020)。

由上述可知照明確實可以影響封閉感、寬敞感等空間感知。還有研究指出照明也會影響個人空間, Adams and Zuckerman (1991)研究結果發現照明的減少會導致個體增加個人空間的需求; 還有學者認為照明降低會導致受試者盡量減少社交互動(Adams & Zuckerman, 1991; Wänström Lindh et al., 2020)。前述已有提到當個人空間被他人入侵時是產生擁擠感的主因(Evans & Wener, 2007), 因此個人空間擴大時, 越容易感到擁擠, 由此推論照明可能也會影響擁擠感; 因此, 照明、空間感知及擁擠感三者之間的關係及影響機制仍需要更深入探討。



綜上所述，可得知在景觀及戶外遊憩領域的研究中，擁擠感被認為主要受到個人特性、遭遇團體及情境因子所影響，雖然 Hammitt (1983)曾提出對擁擠感的探討相關影響因子包含空間及其功能的影響，例如：在雜亂、書籍成堆的書店裡，即使沒有人也會覺得擁擠；或是球賽上座無虛席，因有都是為支持歡呼主隊取得勝利的相同主要功能，那人數多可能就不會被解釋為擁擠；但之後的研究也較少提出空間環境的相關因子，其相關討論也僅止於空間形態(地形或分隔等)對於感知人數的影響(Manning, 2011)，並且將空間感知與擁擠感視為不同的概念。而 Stokols (1972b)在提出擁擠模型時，認為擁擠的基本要素為空間的局限性；在戶外遊憩的領域中，擁擠的基本組成為人，但是在處理擁擠時，通常是在空間上的規劃及設計，許多學者認為設計師可以操弄空間密度的方式來間接影響擁擠感(Desor, 1972; Rompay et al., 2008; Stokols, 1972b)，因此瞭解空間對擁擠感的影響對於景觀環境規劃及設計上確有其必要性。本研究為進一步了解戶外遊憩空間之擁擠感影響，將比較人群與空間擁擠兩者之差異，並探討空間感知中封閉感、寬敞感及擁擠感之關係；以及照明對空間感知與擁擠感之影響。

## 第二節、研究目的

依前節所述，可知先前研究將擁擠區分為「人」與「空間」兩種概念，而空間擁擠又受空間特性及其誘發的空間感知所影響，因此欲了解當不同的空間組成元素建立形成一空間邊界，誘發其空間感知及擁擠感是否有差異？空間感知與擁擠感之關係又為何？而當同一空間中有不同類型的阻礙物所形成的人群與空間擁擠之差異為何？若是以不同的照明建立空間界線，其引發的空間感知是否有差異？對擁擠感之影響又是如何？

因此，本研究將以三個實驗來探討封閉感、寬敞感對擁擠感之影響，為進一步了解戶外遊憩空間之擁擠感，依先前研究將擁擠區分為「人」與「空間」兩種概念並比較兩者擁擠之差異，以及探討對於所處空間下的空間感知對擁擠感之影

響。



### 第三節、研究流程

本研究首先對擁擠感、封閉感及寬敞感等概念進行文獻回顧，釐清各概念之定義及相關理論模型，整理目前對其相關影響因子之研究迄今發展，再針對空間感知、擁擠感及照明進行更深入的研讀，列出其之間的關係和混淆之處。接著透過參考先前研究的研究方法與實驗設計，研擬本研究的實驗設計，本研究將透過三個研究來瞭解空間感知與擁擠感之間的關係。研究一欲比較不同空間組成元素所造成的空間感知與擁擠感差異；研究二則是比較不同類型的阻礙物對於空間感知與擁擠感之影響；研究三則是以不同的照明方式下，不同類型的阻礙物對於空間感知及擁擠感的影響。研究流程如下圖所示。

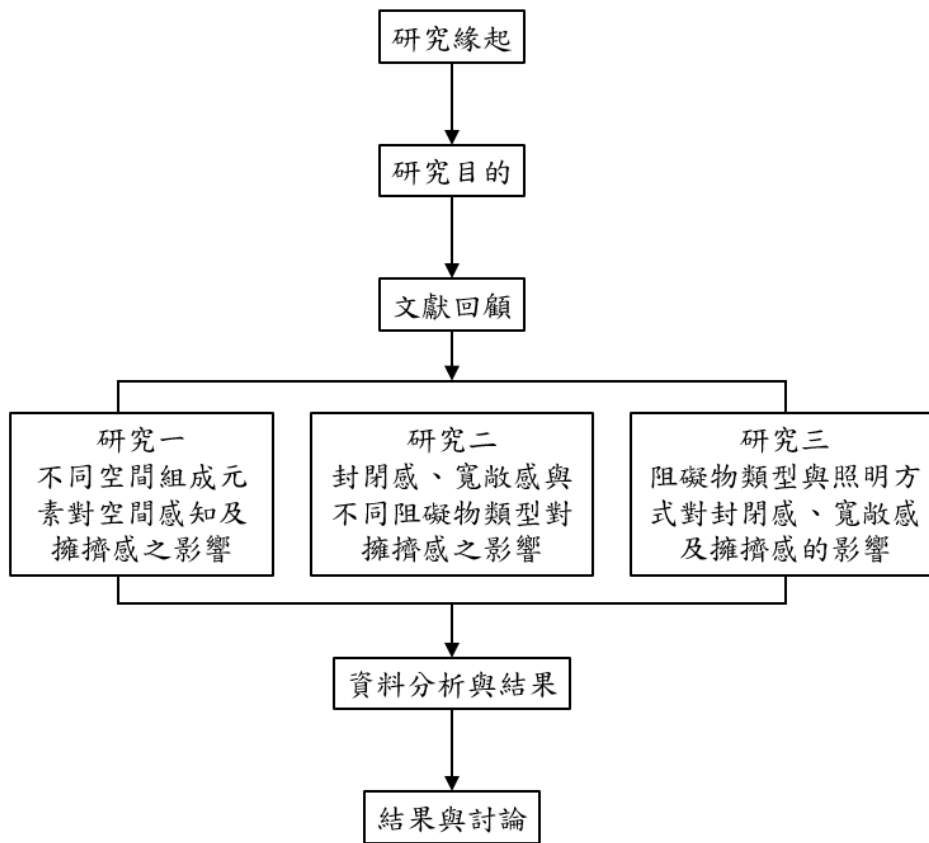


圖 1-1 研究流程圖

## 第二章 文獻回顧



### 第一節、擁擠感

#### 一、定義

擁擠感是景觀及戶外遊憩等相關領域中長期被研究的研究議題之一 (Bultena et al., 1981a; Ditton et al., 1983; Hammitt, 1983; Hou et al., 2021; Manning, 1999; Vaske & Shelby, 2008; 吳紫宸、李英弘, 2009)。早期戶外遊憩動機主要為享受荒野的孤獨感及自由感，許多學者認為擁擠感的關鍵因子之一是使用者的密度；如果與其他遊客相遇的次數太多，導致超出遊客的目標受到限制或不符合預期，就會對密度產生負面評價，而產生擁擠感受，因此擁擠感通常被列為負面影響 (Bultena et al., 1981a; Bultena et al., 1981b; Desor, 1972; Ditton et al., 1983; Elbachir & Chenini, 2017; Manning, 1999; Manning et al., 1999; Stokols, 1972b)。戶外遊憩領域的擁擠感基礎為源於一個地區的承載量，如以生物學為基礎的野生生物範圍管理，將概念擴展為包含社會成分，成為對於荒野地區遊客乘載量的管理 (Manning, 1999; Vaske & Shelby, 2008)。然而擁擠並不同於密度及使用程度為一個物理概念，密度被視為物理環境的客觀衡量標準，即每單位空間的人數；擁擠具有心理意義，為對使用程度的主觀和負面評估 (Baum & Davis, 1976; Ditton et al., 1983; Elbachir & Chenini, 2017; Loo, 1975; Machleit et al., 2000; Manning, 1999; McGrew, 1970; Stokols, 1972b)，並且個體對於擁擠的評估會受正在從事的活動及其發生的環境所影響 (Desor, 1972; Hammitt, 1983; Manning et al., 1999)；擁擠在戶外遊憩領域中被視為一種規範性的概念，以擁擠作為評估標準，提供了一種可預測性的共同行為標準，若是當密度違反了適合情境的社會或空間規範時，密度就會導致對環境有擁擠的評估 (Schmidt & Keating, 1979)。而對擁擠研究的測量通常是會詢問參與者的擁擠感受、擁擠知覺、遇到的人數/團體次數、可接受的人數等主觀的判斷作

為評估指標(Andereck & Becker, 1993; Bultena et al., 1981a; Ditton et al., 1983; Manning et al., 1999)。

擁擠感被定義為一種體驗或心理狀態，主觀的價值判斷，指的是個體感知到有限空間中的限制性性質，由於社會、心理和情境因素的變化，個體之間會發生差異(Ditton et al., 1983; Elbachir & Chenini, 2017; Machleit et al., 2000; Stokols, 1972b)，因此空間中相同程度的密度或感知密度不一定會對所有個體造成相同的不適感(Mehta, 2013)。

## 二、擁擠感發生機制

擁擠的特點是人數眾多、空間不足、缺乏隱私，以及缺乏個人空間(Baum, 1987)，很多學者皆試圖提出一個全面的擁擠理論來盡可能解釋包含造成擁擠的原因及其結果。而綜觀過往研究主要有三個造成擁擠的相關理論，分別是刺激超載理論、社會干擾理論及控制理論：

### (一)刺激超載理論(Stimulus overload theory)

刺激超載理論主張當所處環境有過多的刺激導致個體無法承受或負荷時，就會產生擁擠感。對刺激超載的環境，先前研究列出許多產生擁擠的相關條件，大部分都強調在高密度環境下的認知需求，密度增加就會有更多的潛在接觸，而產生更多的潛在刺激，擁擠感取決於對於感知到的刺激程度，認為是不需要或是超過適當的程度(Baum, Paulus, Stokols, & Altman, 1987)。高密度環境可分為物理及社會兩部分：在物理部分，個體會因所需要的空間不足，或當他人存在且數量之龐大時(Manning, 1999; Schmidt & Keating, 1979)，而感到擁擠；在社會部分，Schmidt and Keating (1979) 依據 Altman 的模型，說明當實際社交接觸的數量超過所需的程度時，有太多不想要的互動或不友善的社會接觸(Andereck & Becker, 1993; Baum et al., 1987)，致使擁擠感產生；還有一種情況是環境中的物理條件增加社會密度的顯著性時(Desor, 1972; Schmidt & Keating, 1979)，也會導致擁擠，

就是當物理空間減少或是一些空間特性導致凸顯出其他人的存在，個體會因其他人的存在而感到不知所措，這樣的環境也會被評估為擁擠。若無法透過應對行為來減少社交刺激，體驗到的擁擠感會增強(Andereck & Becker, 1993)。

## (二)社會干擾理論(Social interference theory)

社會干擾理論為當密度在特定環境下限制或干擾個體的活動和目標時，情況將被評估為擁擠(Andereck & Becker, 1993)。個體會因無法執行活動或追求目標而產生的挫敗感，可能是實際物理干擾的結果，例如特定活動所需的空間需求超過可用的供應(Andereck & Becker, 1993; Schmidt & Keating, 1979)，也可能是其他人在場導致干擾的結果，兩者都被解釋為行為選擇的限制(Schmidt & Keating, 1979; Stokols, 1972b)；另外商業領域指出在有限空間中，包含人、物體或兩者的數量，皆可導致限制或干擾個人活動和目標的達成(Elbachir & Chenini, 2017; Machleit et al., 2000; Machleit et al., 1994; Mehta, 2013)。

## (三)控制理論(Control theory)


若是個體在某些特定環境下覺得無法控制或控制受到威脅，就會出現擁擠感，例如個體對於與他人互動感到無力或無法控制(Loo, 1975)。而個人控制被定義為“在個人行為的意圖和環境後果之間建立對應關係的能力”。依據先前研究表明控制概念可以解釋刺激超載和社會干擾模型，表示控制是擁擠壓力的重要決定因素(Baum et al., 1987; Schmidt & Keating, 1979)。

## 三、人群擁擠與空間擁擠

回顧過往擁擠相關文獻，可發現在環境心理學、商業及行銷領域的研究經常將擁擠區分為「人」及「空間」兩種概念，認為除了「人」會造成擁擠之外，還有「空間」的特徵、因素會造成影響。

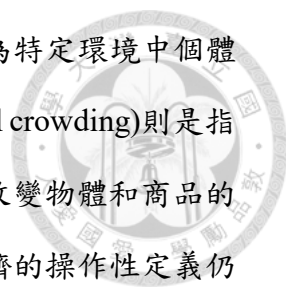
從早期環境心理學領域的研究，大部分是採增加所處空間的密度(Baum & Davis, 1976; Loo, 1975; Maxwell, 2003; McGrew, 1970)達到擁擠的情況，而增加所





處空間的密度有增加人數及減少可用的空間量兩種方法，環境心理學領域的研究在方法論上區分為社會密度及空間密度：以增加人數的方法來提升密度為增加社會密度；減少可用的空間量來增加密度為增加空間密度。然而密度本身為客觀數值，若藉由提高人數或縮減空間增加密度等兩種方法，達到空間中每位使用者都有一樣的空間量，那麼照理說社會密度及空間密度應是沒有差別的；但相關研究卻指出此兩種提高密度的方法會引起不同的擁擠感，原因在於同樣的空間增加人數，除了導致每個人可用空間的減少，也會增加更多的社交互動，需要社交的人變多，同時也提高社會干擾的機會(Baum & Davis, 1976; Loo, 1975; Maxwell, 2003; McGrew, 1970)；而且增加的人會涉及到「身分」，若是陌生人，擁擠感會上升的更高(Loo, 1975; Proshansky, Ittelson, & Rivlin, 1972)。而相對地，在同樣的人數，所處空間減少時，雖然同樣會導致每個人可用空間的減少，但是需要社交的人沒有增加，然而還是會有物理上的空間約束(Baum & Davis, 1976; Stokols, 1972b; Sundstrom, 1975)。綜合上述研究結果表明，由人數所造成的擁擠感可能比空間還嚴重，而唯有造成擁擠的主要原因與人數較無關時，才會出現空間限制的影響。而 Stokols (1972b) 在提出擁擠模型時，認為擁擠的基本要素為空間的局限性，再引入個人和社會變量，包含個體對空間限制的感知以及對於限制的調適。對於空間限制所造成的擁擠，學者提出高密度的物理條件會導致擁擠，而像是空間布置、房間大小等物理環境的性質也會影響擁擠感(Baum & Davis, 1976; Desor, 1972)；Hammit (1983) 也提出在雜亂、書籍成堆的書店裡，即使沒有人也在也會覺得擁擠。

在商業及行銷領域，Harrell et al. (1980) 首先將擁擠感分別為「封閉(closed)、局限(confined)的感覺」及「移動受限的感覺」兩個構面，其提出模型中的感知擁擠(perceived crowding) 包含寬敞(spaciousness)、侷限的(confined)、封閉的感受(closed feeling) 等空間感知，將空間感知視為擁擠的一部分；Machleit et al. (1994) 檢視其操作量表，並改以完整的句子（非形容詞或短語）來傳達更明確的含義，發現量表內容所反映的兩個構面為更符合「空間」跟「人」兩種概念。Machleit



et al. (2000)明確定義社會/人群擁擠(Social/Human Crowding) 為特定環境中個體(顧客)數量及人與人之間互動的程度與頻率；而空間擁擠(spatial crowding)則是指環境中物品、非人類元素的數量及其相互之間的關係，如透過改變物體和商品的數量及位置來改變可用的空間(Mehta, 2013)。然而對於空間擁擠的操作性定義仍同 Harrell et al. (1980)，將「封閉感」、「寬敞感」等空間感知作為其問項構面。(參見表 2-1)

由上述可知，各領域研究對於「空間擁擠」的定義及操作不盡相同：一是從物理上的所處空間減少，導致個體可用空間的減少而引起擁擠感；二是因空間感知(封閉感、寬敞感)而形成的擁擠感；到後來大多已不單純只是討論所處空間的大小，而是包含所處空間中的物品、非人類元素的數量及配置。然而，在戶外遊憩領域的相關研究，卻極少提到「空間擁擠」，對於擁擠大多是以「人」為主要探討的擁擠因素，因此本研究想了解空間感知及擁擠感之間的關係，及以不同的實驗操作來比較人與非人元素對於空間感知及擁擠感的影響。

表 2-1 Harrell et al.(1980)分類人群擁擠及空間擁擠之問項列表

人群擁擠

1. This store seemed very crowded to me.  
這間店對我來說似乎很擁擠
2. This store was a little too busy.  
這間店有點忙碌(熱鬧)
3. There wasn't much traffic in this store during my shopping trip.  
當我在購物時，店裡並不會很壅塞
4. There were a lot of shoppers in this store.  
店裡有很多購物者
5. I could move at my own pace in this store.  
我可以按照我自己的步調移動

空間擁擠

1. The store seemed very spacious.  
這間店似乎很寬敞
2. I would feel cramped shopping in this store.  
我在這間店購物時感到狹窄
3. The store had an open feeling to it.  
這間店讓人感覺開放
4. This store would feel confining to shoppers.  
這間店讓購物者感到拘束

#### 四、擁擠感之影響因子

從擁擠的定義來看，擁擠感會因個體當下的心理狀態、主觀的價值判斷及過去經驗或熟悉度而有所不同；並且也會受到外在環境影響，包含所處空間的大小、所遇到的他人的特徵等，因此影響擁擠感之因子主要可分為個人及環境兩部分來說明。個人因素為個人的特質差異，如性別、年齡、文化、動機、期望、偏好等。而環境因素包含環境的空間特性及社會特性，空間特性為特定環境的空間大小、每個人的空間量，或是空間的顏色變化、形狀；社會特性是指特定環境中他人的存在及情境的影響，可能是他人的數量、身分、互動的程度與頻率等。另外，除了個人因素及環境因素之外，在戶外遊憩領域的研究會以「擁擠規範」作為擁擠

的測量標準，當特定環境違反對空間使用的規範時，就會被認定為擁擠(Manning, 1999)；而環境心理學領域的研究則是會以「個人空間」作為擁擠的指標，當個體的個人空間受到侵犯時，就會感到擁擠(Evans & Wener, 2007)；同時，「擁擠規範」及「個人空間」都會受到個人因素及環境因素的影響。本研究統整影響擁擠感之因子如下(亦可參見表 2-2)：

### (一)個人因素

#### 1. 人口特性

已有許多研究指出個體的性別、年齡、文化不同，感知到的擁擠感會有差異(Bandini, Crociani, Gorrini, Nishinari, & Vizzari, 2020; Elbachir & Chenini, 2017; Leichtmann & Nitsch, 2020; Manning, 1999; Mehta, 2013; Schmidt & Keating, 1979)，例如女性比男性與他人之間保持的空間小，身體佔據的物理空間較小，且比男性更容易在空間被侵占時退出(Bailenson et al., 2001)。

#### 2. 個人心理特質

個人心理特質如動機、偏好、預期或態度等也都被認為會影響擁擠感。於動機部分，如在戶外遊憩的遊客，其旅遊動機若是為「想要遠離他人、享受孤寂感」，則會比認為「旅遊樂趣是想跟他人接觸、想成為團體中的一分子」的遊客的擁擠感還要高(Ditton et al., 1983)；或是在商店購物的顧客，若是有明確購物動機，其擁擠感也會較高(Eroglu, Machleit, & Barr, 2005)。

於偏好與期望部分，若是當個體對於接觸的人數超過自己本身的預期或偏好時，就會感到擁擠(Ditton et al., 1983)；或是發現空間少於預期或偏好(Andereck & Becker, 1993)。

於經驗及熟悉度部分，已有研究發現較有經驗的遊客對於活動人數會較敏感，因此會較容易感受到擁擠(Ditton et al., 1983; Manning, 1999)；(Dion, 1999)的研究則是指出，對商店有較高的熟悉度時，因得知的資訊較多，所以擁擠感相對較低。

於態度部分，Manning (1999)的研究中有提到「荒野純粹主義」的遊客對於

荒野的態度，與當時《荒野法》所建議的價值觀相符，認為荒野越少人越符合荒野，因此較易感受到擁擠感，在同一個與其他人/團體相遇的次數級別下，對於荒野態度越「純粹」的遊客，其擁擠感會較其他遊客更高。

於地方認知/依附部分，情感關係可能影響擁擠感，若遊客在特定場所構成的象徵性和情感的依戀較高，其感知的擁擠程度更高(Manning, 1999)。

## (二)環境因素

環境因素包含環境的空間特性及社會特性，空間特性為特定環境的空間大小、每個人的空間量，或是空間的顏色變化、形狀；社會特性是指特定環境中他人的存在及情境的影響，可能是他人的數量、身分、互動的程度與頻率等。

### 1. 空間特性

#### (1)空間大小、密度

許多研究以在相同人數的情況下，改變空間大小來檢測擁擠感，也確實發現會因密度變高，而擁擠感變高(Andereck & Becker, 1993; Baum & Davis, 1976; Blut & Iyer, 2019; Desor, 1972; Ditton et al., 1983; Elbachir & Chenini, 2017; Hammitt, 1983; Harrell et al., 1980; Loo, 1975; Machleit et al., 2000; Machleit et al., 1994; Manning et al., 1999; Maxwell, 2003; Mehta, 2013; Proshansky et al., 1972; Rompay, Galetzka, Pruyn, & Garcia, 2008; Schmidt & Keating, 1979; Stokols, 1972b; Vaske & Shelby, 2008)。但如 Stokols (1972b)所指出對空間的限制或不足視為“引起擁擠壓力的必要先決條件，但不是充分條件”，有些研究發現在人數較少(低密度)的情況下，空間大小才會顯著影響擁擠感(Baum & Davis, 1976; Baum et al., 1987; Loo, 1975)。

#### (2)區域的位置或類型

擁擠規範會因地點不同而有所改變，因此對於不同的地區類型或位置，感受到的擁擠感也會不同，例如以荒野跟露營地兩種不同類型的地區相比，在露營地

的擁擠感閾值較高，同樣的人數對於在露營地的遊客來說，其擁擠感可能就沒有荒野的遊客高(Manning, 1999)；又或是戶外遊憩活動可能在同一條河川，但是不同活動地點，接觸的人數對擁擠感的解釋變異量也會有所不同(Ditton et al., 1983)。

### (3) 視覺複雜性

環境提供替代的行為(轉移注意力)，因為使個體參與了非社會因素，轉移注意力在複雜的環境背景上，而減少對於社會刺激(人群)的注意力；因此增加視覺複雜性可以有效地抑制社交環境中個體對於人群的擁擠感(Desor, 1972)。

### (4) 隔板、開口

對一個封閉的空間(室內)進行分區會降低該空間中人們的擁擠程度，而在室內隔板開口(窗、門)越多則會越擁擠，因為會看到更多的人(Desor, 1972)。

### (5) 空間配置

在一空間中的物體，其擺放的位置會影響擁擠感，例如在商學領域的研究對於空間擁擠的定義及操作中可以看出，商品貨架擺放的位置會影響到擁擠感。(Dion, 1999; Elbachir & Chenini, 2017; Eroglu et al., 2005; Harrell et al., 1980; Machleit et al., 2000; Machleit et al., 1994)。

### (6) 分布模式

個體周圍的人分佈方式不同會有不同的擁擠感：當個體面對相同的人數，但當使用者以平均圍繞在個體周圍時，擁擠感受比一群使用者集中成團感到更加擁擠；且當個人空間內充滿人時，擁擠感已經近似達到最擁擠的程度，所以對於外圍人數增加所造成的擁擠感也可能較不敏感(Wang, Wu, Shen, & Cheng, 2021; 吳婉瑄, 2019; 吳婉瑄、鄭佳昆, 2018)。

### (7) 空間感知

空間感知為人對空間量體的主觀感受。Stokols (1972a)指出人對空間的評估是產生擁擠感的因素之一，在其研究中也發現人在小房間裡會感到較為焦慮

(Stokols, Rall, Pinner, & Schopler, 1973)，顯示空間邊界會影響人的感知擁擠。當感知到的空間變小時，同樣人數的情況下會覺得比較擁擠(Baum & Davis, 1976; Desor, 1972)。Stamps (2007)提出任何影響寬敞感的設計也應該影響擁擠感，歐聖榮、李美芬 (2001)研究結果亦確認封閉感與寬敞感等空間感知與擁擠感有顯著相關，其中封閉感與擁擠感呈正相關，寬敞感與擁擠感呈負相關，證明了空間感知對擁擠感的影響。當個體感受到空間為狹窄而行動不便時，通常會透過保持更遠的距離、尋求更大的個人空間來彌補這種對情況的控制力下降(Leichtmann & Nitsch, 2020)。

## 2. 社會特性

### (1) 遭遇到的團體人數或規模

過去已有很多研究表明當人數較多或遇到的團體規模較大時，擁擠感會上升(Blut & Iyer, 2019; Bultena et al., 1981a; Bultena et al., 1981b; Ditton et al., 1983; Manning, 1999; Manning et al., 1999; Mcgrew, 1970; Rompay et al., 2008; Vaske & Shelby, 2008; 顏宏旭、吳家穎, 2018)，例如 Manning (1999)的研究結果發現大多數荒野遊客較偏好遇到五個小團體，而不是一個大團體。

### (2) 遭遇團體的特性

過去研究發現他人的外貌對於個體擁擠感也會有影響，在性別部分，大部份研究指出個體對於女性的個人空間會較男性小(Bailenson et al., 2001; Iachini et al., 2014; Iachini et al., 2016)；他人的體型則是越接近個體或是外貌與個體越相似者，個體對於其個人空間會越小(Hou et al., 2021; Novelli et al., 2010; Serino, 2019; Serino, Noel, Mange, Canzoneri, Pellencin, Ruiz, Bernasconi, Blanke, & Herbelin, 2018; Teneggi et al., 2013; Van Oosterhout & Visser, 2008)。例如在 Iachini et al. (2014)的研究中，結果顯示受測者對於虛擬刺激的距離分別為：圓柱體 (64.55 cm) > 機器人(46.09 cm) > 男性(45.15 cm) > 女性(35.80 cm)。



### (3) 遭遇者的身分

他人的身分會影響個體的個人空間擴展或收縮，若對方具有與個體較親密的身分，個人空間會縮小，反之，若是遇到陌生人，個人空間擴大，因此對方會較易入侵到個人空間使個體感到擁擠和失去隱私(Hall, 1966; Loo, 1975; Maxwell, 2003; McGrew, 1970; Novelli et al., 2010)。

### (4) 遭遇者的非語言行為

親密的非語言表達（例如相互注視），會使個人空間擴展或收縮；非語言的互相注視會增加親密感，但如果是對於不適合互動關係的對象，則會因為個人空間的增加而降低親密感(Bailenson et al., 2001)；在 Sundstrom (1975)的研究中，「注視」被視為是一種入侵行為，會增加擁擠感。就算是微小的面部表情變化也會對人與人互動中的人際距離產生影響(Leichtmann & Nitsch, 2020)。

### (5) 與遭遇者的互動

個體在主動靠近對方的狀態下的控制感(中介)比被動狀態更高。與被動條件相比，參與者在主動條件下保持與對方的距離顯著較短(Iachini et al., 2014; Iachini et al., 2016)。當人們互動的程度與頻率超出個體所需要的程度時，就感到擁擠(Dion, 1999; Elbachir & Chenini, 2017; Harrell et al., 1980; Machleit et al., 2000; Machleit et al., 1994; Schmidt & Keating, 1979)。

### (6) 情境

在不同的場所和事件中，擁擠感有所不同(Kim, Lee, & Sirgy, 2016)。相同的空間量、相同的人數會因情境不同，個體所感知到的擁擠感會有差異。例如：在球賽中，為支持歡呼主隊取得勝利，那人的數量即使很多也可能不會被解釋為擁擠；然而如果是在球賽中途前往洗手間，即使人不一定比較多，但整體情況也可能突然變得很擁擠(Hammitt, 1983)。Hammitt (1983)以生態方法解釋情境影響擁擠感的情況，當空間屬性符合功能時，不會造成干擾，就不會引起擁擠感。

### (三) 擁擠的判定標準



除了上述的個人因素及環境因素之外，在戶外遊憩領域的研究會以「擁擠規範」作為擁擠的判定標準，當特定環境違反對空間使用的規範時，就會被認定為擁擠(Manning, 1999)；而環境心理學領域的研究則是會以「個人空間」作為擁擠的標準，當個體的個人空間受到侵犯時，就會感到擁擠(Evans & Wener, 2007)；同時，「擁擠規範」及「個人空間」都會受到個人因素及環境因素的影響。

### 1. 擁擠規範

Manning et al. (1999)提出擁擠是一個規範性的概念，取決於各種情況，當違反對空間使用期望而對產生目標的挫敗感時，就會引起擁擠感。在戶外休閒中，規範通常被定義為個人和團體用來評估行為以及社會和環境條件的標準(Bultena et al., 1981a; Vaske & Shelby, 2008)，與擁擠相關標準的研究也越來越集中在個人和社會規範上(Manning et al., 1999)。由於規範規定了共同的行為標準，提供了可預測性，舉例來說，若是當密度違反了適合情境的社會或空間規範時，密度就會導致對擁擠的評估(Schmidt & Keating, 1979)。

### 2. 個人空間

隨著密度增加，個體與個體之間的距離縮短，當個人對於社交互動的預期超過實際的社交互動量時，就會產生擁擠的感覺(Desor, 1972; Stokols, 1972b)，而這與個人空間(personal space)有密切的關係，個人空間通常以人們選擇保持自己與他人之間的距離來測量(Bailenson et al., 2001; Bandini et al., 2020; Evans & Wener, 2007; Hall, 1966; Novelli et al., 2010; Serino, 2019; Serino et al., 2018; Sundstrom, 1975; Teneggi et al., 2013; Van Oosterhout & Visser, 2008)。Evans and Wener (2007)指出當個體感受到個人空間被他人入侵時，是產生擁擠感的主要原因。

個人空間通常被形容為身體表面與外界之間的第一個邊界，是圍繞身體的保護性緩衝區，會隨個體移動，沒有固定位置、領域與範圍，因情境的不同而擴大或縮小(Novelli et al., 2010; Teneggi et al., 2013)。Hall (1966)依個人空間制訂出四種人際距離(Interpersonal space)，分別為親密距離(Intimate Distance)：0-46cm、個

人距離(Personal Distance)：46 - 120 cm、社交距離(Social Distance)：120 - 370 cm、公眾距離(Public Distance)：370 cm 以上，可詳表 2。後續相關研究也指出性別、個人特徵或是面對不同的情境特徵(如個體所面對的性別、真人、虛擬人和圓柱體等)，人際距離也有所不同(Bailenson et al., 2001; Iachini et al., 2014; Iachini et al., 2016; Teneggi et al., 2013)；尤其在高密度情況下，較高的密度會增加身體和社交接觸以及伴隨不希望的和不可預測的互動的可能性，而感官和身體接觸為正面或負面影響，取決於社會互動的背景(Evans & Wener, 2007)。

表 2-2 擁擠感影響因子統整列表

個人因素	環境因素		其他- 擁擠的判斷標準
	社會特性	空間特性	
1. 人口特性-性別、年齡、文化	1. 遭遇到的團體人數或規模	1. 空間大小、空間量、密度	1. 擁擠規範 2. 個人空間
2. 動機、偏好、預期、經驗、熟悉度	2. 遭遇團體的特性	2. 地區類型、區域內的位置	
3. 態度、對挫折的容忍度	3. 遭遇者的身分	3. 顏色	
4. 地方認知/依附	4. 遭遇者的非語言行為	4. 視覺複雜性	
	5. 與遭遇者的互動	5. 隔板、開口	
	6. 情境	6. 物體數量與空間配置	
		7. 分布模式	
		8. 空間感知	

表 2-3 Hall (1966)分類之人際距離列表

人際距離	範圍	行為及對象
親密距離 Intimate distance	0 - 45 cm	可以擁抱、觸摸、低語，只允許最親密的人(愛人、至親)進入。
個人距離 Personal distance	45 - 120 cm	伸手就可以觸碰到對方，是與朋友交談或是夫妻在公共場合的普通距離。
社交距離 Social distance	1.2 - 3.6 m	伸手無法觸碰到對方，通常是顧客之間或是同學、同事之間的距離。
公眾距離 Public distance	> 3.6 m	通常在公眾場合下，人們可以輕易的採取逃走或離開的行動，是最遠的一種人際距離。

## 第二節、空間感知－封閉感與寬敞感



封閉感是指對於因被包圍（圍牆、圍籬或其他障礙物）而防止自由進出的感受（《牛津英語詞典》(Stamps, 2005b)；包含空間邊界，以及被包圍在一空間單元內並感受其延伸(Wänström Lindh, 2012)；或是空間與其週邊狀況隔離的程度及人們認為自己可以穿越邊界的難易程度(Stamps, 2005b, 2010; Stamps & Krishnan, 2004)。空間是由邊界所組成的(Stamps, 2010)，而 Thiel et al. (1986)表明封閉感是確認空間的首要因子，並且當空間逐次由一、二、三面的垂直面構成時，封閉感會增加，若再加上蓬蓋(canopy)，則所構成的空間將逐漸從外部空間轉為內部空間(歐聖榮、李美, 2001)。一些神經學領域及環境心理學領域(Epstein & Kanwisher, 1998; Gärling, 1969; Stamps, 2003, 2005a, 2005b, 2006; Thiel et al., 1986)的研究都表明封閉感是環境的重要屬性，指出大腦具有特定區域(PPA, 海馬迴旁位置區域)來檢測封閉感。

另外一個常被相提並論的概念是寬敞感(spaciousness)。寬敞感被定義為感知空間的大小(Gärling, 1969)，或是在邊界內可以水平移動的範圍(Stamps, 2010a)，還有學者提出寬敞度是取決於人在場景中是否受到限制或視覺自由(Asgarzadeh, Koga, Hirate, Farvid, & Lusk, 2014)。很多學者認為封閉感與寬敞感(spaciousness)相關(Gärling, 1969; Palmer & Roos-Klein Lankhorst, 1998; Stamps, 2010)，也會以相同因子同時探討對封閉感及寬敞感的影響(Stamps, 2010, 2013)，或甚至在研究中將兩種概念混用，封閉有時會被視為寬敞的反義詞(Stamps, 2009; Stamps & Krishnan, 2006)，但像是封閉的房間並不總是和小房間相關的，寬敞的房間也不一定就是開放的(Wänström Lindh et al., 2020)。

而影響封閉感及寬敞感的因子有很多，已有許多研究指出人們對於空間大小的判斷與空間的實際物理大小並沒有絕對關係(Coules, 1955; Dosen & Ostwald, 2017; Gärling, 1969; Hayward & Franklin, 1974; Matusiak, 2006; Thiel et al., 1986; Vartanian, Navarrete, Chatterjee, Fich, Gonzalez-Mora, Leder, Modrono, Nadal,

Rostrup, & Skov, 2015; Wänström Lindh & Billger, 2021; Wänström Lindh et al., 2020) ,除了實際物理空間的大小,從過去研究發現兩種空間感知皆會受到水平區域面積(Stamps, 2003, 2005a, 2009)、形狀(Stamps, 2005a, 2009)、邊界高度(Stamps, 2003, 2005a, 2011, 2013; 歐聖榮, 2000)、穿透性(Herzog & Kutzli, 2002; Stamps, 2003, 2005b; Stamps Iii, 2005, 2008a, 2008b)等不同因子所影響,但各自也有不同的影響因子,目前過去研究迄今只探討影響封閉感之因子包含與邊界的距離(The distance from boundary)、觀看者與邊界的相對位置(Location with respect to observer);而在寬敞感影響因子方面,過去研究探討至今則是包含邊界粗糙度(Boundary roughness)、阻礙(Occlusion)。本研究整理出影響封閉感、寬敞感的相關因子如下:

### 一、封閉感之影響因子

目前過去研究探討只有影響封閉感之因子包含與邊界的距離(The distance from boundary)及觀看者與邊界的相對位置(Location with respect to observer),各影響因子說明如下:

#### (一)與邊界的距離(The distance from boundary)

封閉感與觀察者到邊界的距離為負相關(Stamps, 2005a, 2005b; Stamps & Krishnan, 2004),也就是說當觀察者距離邊界越近時,封閉感越高。且當有多個邊界時,近端邊界比遠端邊界對封閉感的影響更大(Stamps, 2013)。

有學者指出感知封閉的主要決定因素是邊界高度(H)與邊界距離(D),不僅是邊界高度或本身的距離(Hayward & Franklin, 1974)。後續也有研究針對H/D比例(1:1、1:2、1:3、1:4)對於封閉感的影響,有學者指出H/D比例越小時,則空間的封閉感越來越小,H/D=1:1時,則此空間為一極封閉的空間;H/D=1:4時空間的封閉感消失(Motloch, 2000)。在歐聖榮、李美芬(2001)的文獻回顧中,有提及過往研究結果發現當建物間距與建物高度之比(D/H)值介於1與2時為最

適的比例，若比值小於 1 時，則有垂直向上之勢；以及還有學者指出對於 H/D 比例為 1:3 之空間最為舒適。歐聖榮 (2000) 的研究則是將垂直面高度/與受測者之距離比例(H/D)對於封閉感之影響程度與擁擠感一併討論，其結果發現封閉感與擁擠感呈高度正相關；在垂直面材質為磚牆、H/D 比率較大、空間中出現人數較多時，受測者感受到較強的封閉感。Stamps and Krishnan (2004) 也指出角度與距離之間存在很強的交互作用，說明 H/D 比例對於封閉感的影響很大，封閉感受觀察者上方角度的影響大於邊界高度。

## (二) 觀看者與邊界的相對位置(Location with respect to observer)

邊界對於觀看者的所在位置也會造成封閉感上的差異；Thiel et al. (1986) 的研究發現當邊界為頂面時所造成的封閉感最強、正前方次之、側面為第三，而底面最弱；而 Stamps (2006) 的研究結果則是指側面位置的邊界對封閉感的影響較頂面高。

## 二、寬敞感之影響因子

為目前過去研究至今只探討影響寬敞感之因子。目前過去研究探討只有影響封閉感之因子包含與邊界粗糙度 (Boundary roughness) 及阻礙(Occlusion)，各影響因子說明如下：

### (一) 邊界粗糙度 (Boundary roughness)

邊界粗糙度越高使人感受越寬敞，粗糙凹凸不平的牆面比光滑的牆面會讓人感覺空間更寬敞(Stamps & Krishnan, 2006)。在 Stamps & Krishnan (2006) 的研究文獻回顧中，有提到根據美國大學詞典的定義，粗糙度是“由於投影、不規則或表面破裂而導致的不均勻、不光滑”。Stamps & Krishnan (2006) 以客觀測量粗糙度的方法使用分形維數(fractal dimension)和分形遞歸深度(fractal recursion depth)的屬性。

## (二)阻礙(Occlusion)

Stamps (2007)提出建物隔板(Occlusion)會降低寬敞感，Bokharaei and Nasar (2016)也表明房間中有傢俱時，感覺空間會較小。



## 三、封閉感與寬敞感之影響因子

同時影響封閉感及寬敞感因子包含水平區域面積(Horizontal Area)、邊界高度(Boundary Height)、形狀(Shape)、空間明暗度、穿透性(permeability)等不同因子，各影響因子說明如下：

### (一)水平區域面積(Horizontal Area)

對於封閉感，當一空間中水平面積越大封閉感越低(Stamps, 2003, 2005b)，呈負相關；但 Hayward and Franklin (1974)則發現當在一空間中，邊界高度與距離邊界的長度比例保持固定時，不同面積的空間會對封閉感造成顯著差異；認為面積很容易與邊界高度或距離等因子共變。

對於寬敞感，Stamps (2009)指出影響寬敞感的最重要因子就是水平區域面積，空間面積較大被認為更寬敞，呈正相關(Bokharaei & Nasar, 2016; Herzog & Kutzli, 2002; Palmer & Roos-Klein Lankhorst, 1998; Stamps, 2007, 2009, 2011; Stamps & Krishnan, 2006)；寬敞感與可以行走的水平區域密切相關，步行區域對感覺到的寬敞度的影響比遠端邊界高度的影響大(Stamps, 2013)。而另一個類似的概念則是考量了視角，當可見到的地面越大時感覺越寬敞(Asgarzadeh et al., 2014; Zarghami, Karimimoshaver, Ghanbaran, & Saadativaghar, 2019)。

由上述可知，雖然水平區域面積都會同時影響封閉感跟寬敞感，但對於封閉感還要考量邊界高度及與邊界的距離發生的共變影響。

### (二)邊界高度(Boundary Height)

對於封閉感，邊界高度越高空間感覺越封閉(Stamps, 2003, 2005b; 歐聖榮, 2000)，呈正相關；被認為是影響封閉感最主要的因子(Stamps, 2013)。對於寬敞

感，邊界越高時感覺空間越狹小(Stamps, 2011)，呈負相關。

### (三)形狀(Shape)

在固定的水平面積下，長寬比不同皆會影響封閉感及寬敞感。對於封閉感，有固定的水平面積，短而胖的空間比長又窄的空間顯得更開放(Stamps, 2005a)。

對於寬敞感，在 Stamps (2009)的研究中，發現街道中建築退縮地較淺而長的街道被認為比退縮地較深而短的街道更寬敞，即使空間的面積實際大小是固定的，也可以透過修改空間的形狀來增加寬敞感。

### (四)空間明暗度

過去有許多研究指出空間越亮封閉感越低(Stamps Iii, 2005) 空間明暗度對於封閉感呈負相關；而較亮的房間則感覺較寬敞(Manav & Yener, 1999; Matusiak, 2006; Nasar & Bokharaei, 2017)，而且房間表面的反射率、照明和採光對房間尺寸有很大的影響(Matusiak, 2006)，不同的照明佈置也會影響寬敞感(Manav & Yener, 1999)。

還有在一些室內設計中會提到顏色會影響空間大小，雖然像是 Anderson (1933); Baum and Davis (1976)有提到顏色會改變感知空間的大小，但實際討論的卻是顯色度及表面亮度，Oberfeld et al. (2010)也指出其影響的並不是色調而是房間內不同表面亮度；Stamps (2011)表明若是房間內沒有足夠的光線，則色彩對寬敞感的影響就會很小。

以現今來說，空間明暗度主要來自於照明，本研究將照明獨立於下一節說明，整理出照明是如何影響空間感知及擁擠感的相關文獻。

### (五)穿透性(permeability)

在空間感知中，穿透性為封閉感及寬敞感一重要影響因子，可分為視覺穿透性及行動穿透性。視覺穿透性為可以越過邊界或透過邊界看出去的程度；行動穿透性取決於邊界中間隙(gap)的大小，是否足夠允許穿越程度(Stamps, 2005b)；而探討穿透性之研究領域多為建築環境，著重圍構成一空間之邊界影響。此外也有



幾個概念與穿透性非常相似，如在景觀環境中，可及性(accessibility)也分為視覺及移動兩種，為描述某周邊的空間區域使得個體看到或移動的容易程度(Herzog & Kutzli, 2002)，因其所探討的空間較側重戶外，而戶外空間與空間之間連續存在，雖沒有明確邊界但仍有可能會有隱晦的空間界定。

從穿透性的定義中明顯指出其概念為著重感知或穿越事物的能力(Stamps, 2013)；而可及性還涵蓋了在整體空間以視覺或移動可及(access)的容易程度，若觀察者周圍有一空間區域，可以透過該區域進行視覺或移動，則有可及性(Stamps Iii, 2008a, 2008b)；由此可知可及性所涵蓋的範圍較穿透性廣泛。

以封閉感來說，穿透性越高封閉感越低(Stamps, 2005b, 2010)，穿透性負向影響封閉感，而且視覺穿透性會比行動穿透性影響更大 Stamps(2005)；在陳映均、林晏州 (2014)的研究中，結果表明視線和行動可移動性兩向度對空間封閉度之相關性為正向相關，即視覺上視線移動感受越容易，以及行動上行走移動感受越容易，則空間給予人的感受會是越開放，反之則越封閉，且視線可移動性對空間封閉度之影響較行動可移動性高。對於室內來說，窗戶為牆面的開口，其完整度、大小、距離與位於視線的位置，都會影響人類感知空間封閉感的大小 (陳澤融,2006)。

對於寬敞感，穿透性與寬敞感呈正相關(Stamps, 2010)；並且與可以行走的水平區域密切相關，步行區域對感覺到的寬敞度的影響比遠端邊界高度的影響大(Stamps, 2013)。而牆上的窗戶數量越多視覺越穿透時，感覺越寬敞(Nasar & Bokharaei, 2017; Stamps, 2010)。

綜上所述，可以看到封閉感與寬敞感的影響因子重疊性很高，包含水平區域面積、形狀、邊界高度、穿透性等，在兩者空間感知重複的影響因子當中，很多研究會以同一因子同時探討對於封閉感及寬敞感的影響，其大部分呈現對兩者空間感知的結果為相反方向，例如穿透性高，封閉感下降、寬敞感上升。另外在各



自不同的影響因子中，可以看到封閉感以與邊界的關係為主要影響因子，而寬敞感已經有討論到在空間中阻礙物的影響。本研究為探討封閉感、寬敞感對擁擠感的影響，因此，在後續的實驗中會納入同時影響封閉感及寬敞感的因子為操縱變項。



### 第三節、照明對空間感知及擁擠感之影響




在環境心理學中討論的照明主要指環境反射到眼睛裡的光，意即人可視的光，而非光線本身的物理特徵(Wänström Lindh, 2012)。照明有許多特質，包含照度、演色性、色溫等，對於不同的打光方式也會呈現出不同的光分布。照明不僅能營造氛圍也能使人體驗空間，已有許多研究在探討照明對於室內及戶外空間的影響與運用，強調照明的變化和組成對於人對空間體驗的影響，其中最常討論光亮度及光分布對於空間感知的影響(Bokharaei & Nasar, 2016; Coules, 1955; Manav & Yener, 1999; Matusiak, 2006; Nasar & Bokharaei, 2017; Oberfeld et al., 2010; Stamps, 2010; Stamps & Krishnan, 2006; Stamps Iii, 2005; Wänström Lindh & Billger, 2021; Wänström Lindh et al., 2020)；還有研究指出照明也會影響個人空間，以及照明和社交互動之間可能存在關係(Adams & Zuckerman, 1991; Wänström Lindh et al., 2020)。本研究將整理照明特質中的光亮度及光分布，來說明照明對空間感知及擁擠感的影響。

#### 一、照明對空間感知的影響

早期已有研究指出亮度會影響距離判斷，亮度較高會使人低估與物體的距離；在相同視角及距離下，與較暗的物體相比，較亮的物體看起來更近，當物體表面亮度越高，個體會感覺與物體的距離較近(Ashley, 1898; Coules, 1955; Oberfeld et al., 2010)。

而在一空間中亮度會影響個體對空間的感知深度，也會影響空間感知，對於因光線分佈而造成的感知房間大小和封閉感並不同於房間實際的物理邊界(Wänström Lindh et al., 2020)；在室內空間，牆壁周邊的照明亮度越高，其感受到的空間越寬敞(Nasar & Bokharaei, 2017)，較亮的天花板也會增加判斷的高度(Oberfeld et al., 2010; Wänström Lindh et al., 2020)；過去大多數研究都指出亮度提高會增加寬敞感(Coules, 1955; Flynn, 1988; Manav & Yener, 1999; Matusiak, 2006;



Nasar & Bokharaei, 2017; Stamps, 2010; Stamps Iii, 2005)。然而，也有研究結果指出明亮的牆壁因顯得突出而導致感知空間減少(Wänström Lindh et al., 2020)，後來研究認為影響空間感知的關鍵變量不是亮度本身，而可能是亮度對比(Oberfeld et al., 2010)；此外，當空間表面之間的邊界有對比強烈的亮度時，觀察者能夠更正確地評估空間的實際大小(Matusiak, 2006; Wänström Lindh et al., 2020)。而亮度對比屬光分布的一種，當強烈對比的光分布突顯出邊界的存在，界定出一個空間時，個體會因感受到被包圍在一空間中而有封閉感(Wänström Lindh et al., 2020)；因此當照明程度較低，使空間邊界變得不清晰時，暗室反而會顯得較寬敞(Wänström Lindh, 2012; Wänström Lindh et al., 2020)，或是當照度到達一定程度時封閉感便會消失，這可能與太強烈的照明將模糊邊界有關(Wänström Lindh & Billger, 2021)。研究也發現在室內的寬敞感會隨著明亮且均勻分布的照明而增加(Nasar & Bokharaei, 2017)。Manav and Yener (1999)指出天花板及牆壁連接處的照明(海灣照明)會增加寬敞感，使房間看起來較大且天花板較高；Wänström Lindh et al. (2020)認為有更多的壁燈強調空間邊界，側面感覺較開放，使場景給人感覺更寬敞。Oberfeld et al. (2010)認為在黑暗的背景，較亮的物體看起來更近，而在明亮的背景下，較暗的物體看起來更近，換句話說，與背景具有更高亮度對比度的物體看起來距離更小。

由上述可知，照明確實可以影響封閉感、寬敞感等空間感知。而光亮度對於空間感知的影響還需考慮觀看的物體與環境的亮度對比，或是整體環境的光分布情形。


## 二、照明對擁擠感的影響

過去少有研究將照明與擁擠感一起討論，而在環境心理學領域的研究則指出照明會影響個人空間，Adams and Zuckerman (1991)認為照明的減少和房間大小的減少對個人空間需求具有相似的影響，都會導致個體增加個人空間的需求；但

同時提到個人空間的增加可能與安全感有關，其機制與空間縮減或許不同，因為在黑暗中可獲得的環境資訊較少，環境未知提高，可能更容易感到威脅和脆弱。還有學者認為照明和社交互動之間可能存在關係，照明程度低可能會讓人產生不適當的親密感，導致受試者盡量減少社交互動(Adams & Zuckerman, 1991; Wänström Lindh et al., 2020)。而增加個人空間的需求及減少社交互動皆為個體感到擁擠時，所做出的調適反應，因此藉由上述文獻推論照明可能會影響擁擠感，或是由空間感知中介，只是仍需要更深入探討其影響機制。

#### 第四節、小結

從前述文獻回顧可見在擁擠感的研究中，已有許多研究將擁擠感區分為「人」及「空間」兩種概念(Bailenson et al., 2001; Hall, 1966; Iachini et al., 2014; Iachini et al., 2016; Maxwell, 2003; McGrew, 1970; Teneggi et al., 2013; Van Oosterhout & Visser, 2008)，不論是從「人群擁擠」及「空間擁擠」的定義，或是從整理擁擠感的影響因子中，可以發現對於導致擁擠感的環境中能分為社會因子及非社會因子，也就是說對個體而言，在環境中的人群可視為與環境的其他物理條件為不同的因子，除了「人」會造成擁擠之外，還有「空間」的特徵、因素會造成影響，物理環境的性質如空間布置、房間大小或是造成高密度的物理條件等都會導致擁擠(Baum & Davis, 1976; Desor, 1972; Ditton et al., 1983)。然而各領域研究對於「空間擁擠」的定義及操作不盡相同：一是從物理上的所處空間減少，導致個體可用空間的減少而引起擁擠感；二是因空間感知(封閉感、寬敞感)而形成的擁擠感；到後來大多已不單純只是討論所處空間的大小，而是包含所處空間中的物品、非人類元素的數量及配置。但在戶外遊憩領域的相關研究，卻極少提到「空間擁擠」，對於擁擠大多是以「人」為主要探討的擁擠因素，因此本研究想了解空間感知及擁擠感之間的關係，並以不同的實驗操作來比較人與非人元素對於空間感知及擁擠感的影響。



而從空間感知的文獻回顧中，本研究為探討封閉感及寬敞感的關係，因此後續研究操作會以同時影響封閉感、寬敞感的因子為主，其中照明為一重要影響因子，已知照明可以界定出一個明確的空間邊界並影響空間感知，然而照明對擁擠感影響的研究卻是甚少，已有研究發現照明降低會導致個體增加個人空間的需求及減少社交互動(Adams & Zuckerman, 1991; Wänström Lindh et al., 2020)，而照明、空間感知及擁擠感三者之間的關係及影響機制仍需再釐清。綜上所述，本研究為進一步了解戶外遊憩空間之擁擠感影響，將比較人群與空間擁擠兩者之差異，並探討空間感知中封閉感、寬敞感及擁擠感之關係；以及照明對空間感知與擁擠感之影響。

### 第三章 不同空間組成元素對空間感知及擁擠感之影響



#### 第一節、研究背景

##### 一、研究緣起

從文獻回顧中可整理出各領域研究對於「空間擁擠」的定義及操作不盡相同：一是從物理上的所處空間減少，導致個體可用空間的減少(Loo, 1975; Maxwell, 2003; McGrew, 1970; Schmidt & Keating, 1979; Stokols, 1972b)以及由物理環境的性質(空間布置、房間大小)(Baum & Davis, 1976; Brengman, Willems, & Joye, 2012; Desor, 1972)而引起擁擠感；二是因空間感知(封閉感、寬敞感)而形成的擁擠感(Harrell et al., 1980; Machleit et al., 2000; Machleit et al., 1994)；到後來大多已不單純只是討論所處空間的大小，而是包含所處空間中的物品、非人類元素的數量及配置(Blut & Iyer, 2019; Elbachir & Chenini, 2017; Kottasz, 2006; Mehta, 2013)。不論是哪種的定義及操作，空間擁擠會受到空間性質及其誘發的空間感知所影響，空間感知中又以「封閉感」及「寬敞感」為最常討論的概念。Thiel et al. (1986)表明封閉感是確認空間的首要因子；而空間是由邊界所組成(Stamps, 2011)，當空間逐次由一、二、三面的垂直面構成時，封閉感就會增加(歐聖榮，2000)。在前述空間感知的影響因子中，包含水平區域面積(Horizontal Area)、邊界高度(Boundary Height)、形狀(Shape)、穿透性(permeability)等性質都與邊界有關，可得知邊界是一個重要的空間因子，因此本研究欲藉由不同的空間組成元素，形成一空間邊界，誘發其空間感知及擁擠感，比較人群與空間擁擠兩者之差異，並且探討空間感知與擁擠感之關係。

##### 二、研究問題與架構

依據本研究目的為藉由不同的空間組成元素，誘發其空間感知及擁擠感，比較不同空間組成元素造成的空間感知及擁擠感之差異，並且探討空間感知與擁擠

感之關係。基於此研究目的提出以下研究問題：

- 1.不同的空間組成元素是否會造成不同的空間感知及擁擠感?
- 2.空間感知與擁擠感之間的關係為何?

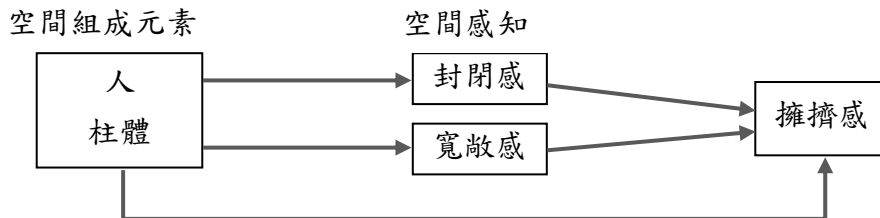


圖 3-1 研究架構

## 第二節、研究方法

本研究採用實驗法，首先以 3D 軟體建立場景，再運用 IVR 沉浸式虛擬實境技術讓受測者觀看 360 度的模擬場景，並請受測者針對各個模擬的場景進行評估。應變項為封閉感、寬敞感及擁擠感，而自變項為不同的空間組成元素。

### 一、研究設計

#### (一)刺激物

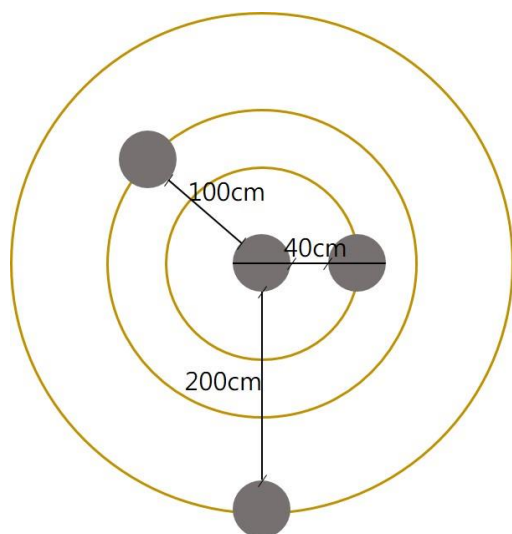
##### 1. 刺激物場景設計

本研究欲藉由不同的空間組成元素，形成一空間邊界，誘發其空間感知及擁擠感，比較人群與空間擁擠兩者之差異，並且探討空間感知與擁擠感之關係。而在空間感知中，穿透性為封閉感及寬敞感一重要影響因子，從定義可以知道封閉感是透過某物（包圍屏障或邊界）可以自由進出的移動程度，而 Stamps (2005b) 就有指出透過某物的移動程度是穿透性，建議從封閉性到穿透性做概念上的轉變；另外在擁擠感當中，過往文獻也常以距離作為判斷標準(Hall, 1966; Novelli et al., 2010; Serino, 2019; Serino et al., 2018; Sundstrom, 1975; Teneggi et al., 2013; Van

Oosterhout & Visser, 2008), 並且指出當個體感受到個人空間被他人入侵時, 是產生擁擠感的主要原因(Evans & Wener, 2007), 大部分研究都表明個人空間皆落在約 1m 的距離(Bailenson et al., 2001; Evans & Wener, 2007; Hall, 1966; Novelli et al., 2010; Serino, 2019; Serino et al., 2018; Teneggi et al., 2013; Van Oosterhout & Visser, 2008)。

因此本研究為了解擁擠感與空間感知之關係, 以不同尺度之距離及不同比例之穿透性作為控制影響因子。在距離的部分為三個級別: 小於個人空間且較為親密的間距 40cm、個人空間間距 100cm 及大於個人空間 200cm(參見圖 3-2); 而穿透性為依據 Stamp(2005)提出視覺穿透性為看出去視野的百分比量, 分別設計 0%、40%及 80%, 其中當場景穿透性為 0%時, 代表無法透過人或柱子所圍成的邊界看出去。空間組成元素以人體尺度肩寬平均 60cm 為基準, 在頂視圖上使用直徑 60cm 圓代表人的範圍, 因此當穿透性 0%時, 為邊界半徑 40cm、100cm 及 200cm 的圓周長可以放置最多直徑 60cm 的圓, 但是考量到人體及柱體為扁身非正圓, 當其以隨機角度旋轉時, 每個人體或柱體間仍有空隙使受測者可以看出去導致穿透性不為 0, 因此穿透性為 0 的狀況時將孔間組成元素圍成 2 圈(參見圖 3-3)。

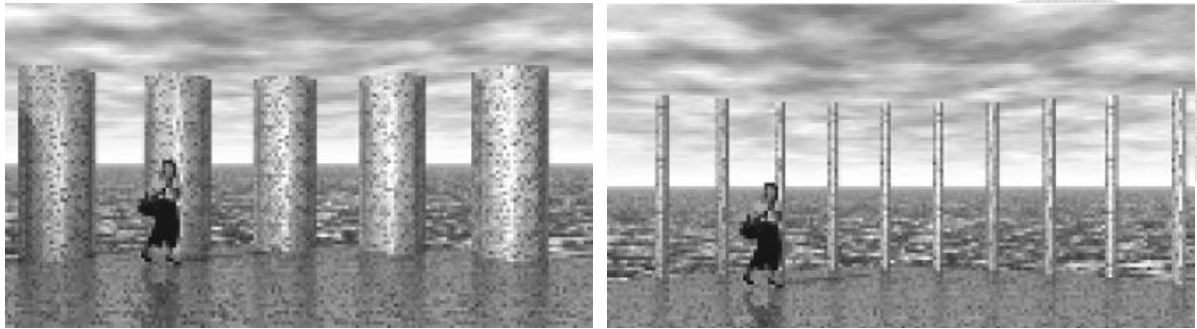
因此本研究設計以 IVR 技術展示共計 18 種模擬場景: 2 種空間組成元素×3 種尺度之距離×3 種比例之穿透性(參見表 3-1)。



(個人空間距離參照 Hall,1966; Iachini et al.,2016)

圖 3-2 個人空間範圍定義平面圖





(左圖為穿透性 40%，右圖為穿透性 80%。參照 Stamp,2005b)

圖 3-3 穿透性示意圖

表 3-1 穿透性及距離場景列表

穿透性 距離	80%	40%	0%
40cm			
100cm			
200cm			

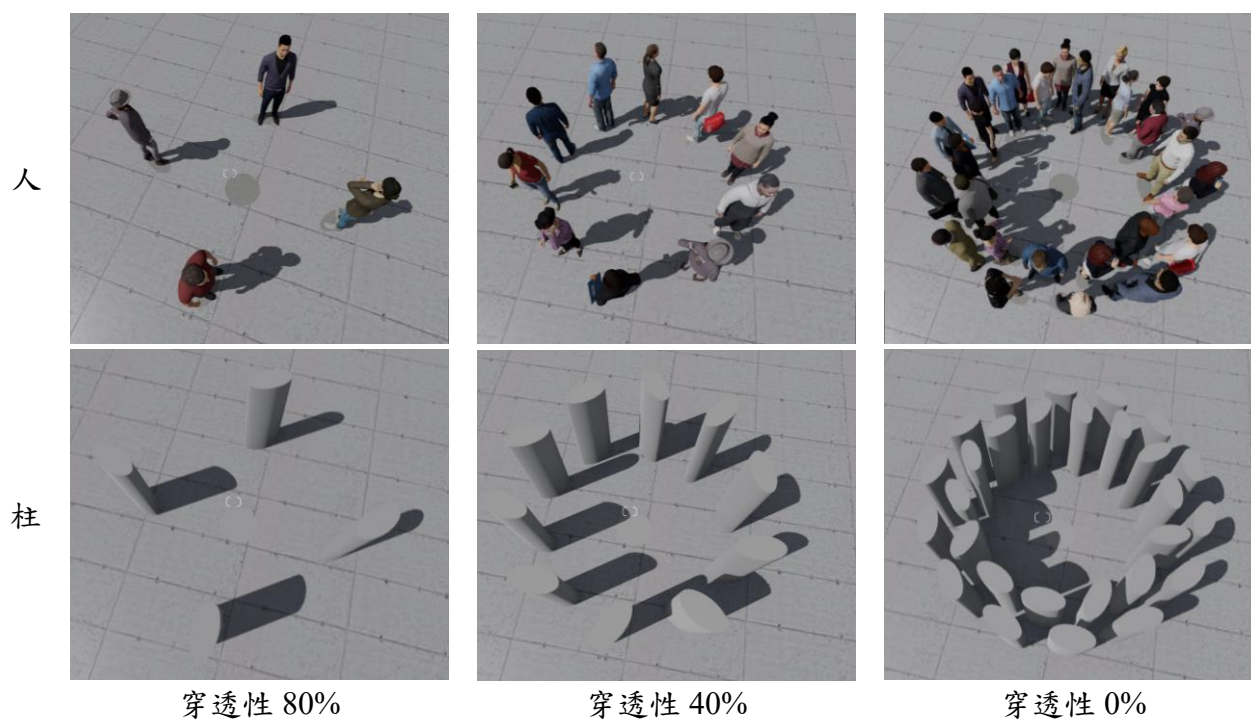
## 2. 刺激場景空間組成

為比較不同空間組成元素所造成的感知差異，以 3D 軟體模擬人及相同量體的柱體作為受測者所處空間的邊界，柱體為符合近人體之量體，變形為橢圓柱體，在橢圓面積部份長為 60cm(人體之平均肩寬)(Wang et al., 2021)、寬為 30cm(人體之平均身體厚度)、高為 170cm(人體之平均身高)(參見圖 3-4)。且為避免性別及面向之影響，因此模擬人群之性別比例相同，且面向角度隨機轉向，而柱體的擺放位置及角度皆同於人群 (參見表 3-2)。



圖 3-4 不同空間組成元素示意圖

表 3-2 不同空間組成元素場景示意



## (二)展示工具

已經有很多研究指出沈浸式虛擬實境技術(Immersive Virtual Reality, IVR)的出現，可以有效地克服受到嚴格控制的實驗室設置及提高生態有效性(Kisker, Gruber, & Schöne, 2019)(Kisker, Gruber, & Schöne, 2019)。並且在身臨其境的虛擬體驗中能夠識別出空間特徵多方面之間的差異(Cha, Koo, Kim, & Hong, 2019)(Cha, Koo, Kim, & Hong, 2019)，對虛擬模型的總體空間感更好(Paes, Arantes, & Irizarry, 2017)(Paes, Arantes, & Irizarry, 2017)。由於高水準的生動性和互動性，沈浸式虛擬體驗可應被視為無中介和真實的，人們可將虛擬人類視為近似真實的人類(Iachini et al., 2014; Iachini et al., 2016)(Iachini et al., 2014; Iachini et al., 2016)。吳婉瑄(2019)以 IVR 作為研究工具，並與照片和現地比較擁擠感，發現 IVR 與照片會有差異而與現地沒有，此結果說明 IVR 可能比照片更能充份反應環境的現況，而傳統的照片評估則有可能低估實際的擁擠衝擊。

IVR 所使用的硬體設備為 HTC VIVE，是一款具有 Cosmos Elite 頭戴式顯示器、無線控制器、HMD、追蹤基地台等配備，螢幕為直徑 3.4 吋雙 LCD 顯示器(參見圖 3-5)，且雙眼解析度高達 2880\*1700 像素，此裝置還設有眼睛焦距調整，可以依照受測者的眼距進行瞳距與鏡片距離之調整，以達到最清楚且最舒適的觀看畫面，韌體部分則使用 Virtual Desktop，此軟體是可以將實驗資訊放映給受測者觀看且研究者可操控觀看時間與內容，同時可看到受測者在 IVR 裡所看到的畫面，以方便研究者控制實驗進行。



圖 3-5 HTC VIVE 設備圖

### (三)研究變項與測量

#### 1. 封閉感

封閉感的測量為參考過去研究對於封閉的測量問項(Stamps, 2003, 2005a, 2005b; Stamps & Krishnan, 2004)，包含「封閉程度」及「開放至封閉程度」，因此以「你是否覺得現在所處的空間很封閉？」及「你是否覺得現在所處的空間很開放？」量測，並以七等級 Likert 量表進行評分，評值從 1(非常不同意)至 7分(非常同意)。(參見表 3-3)

#### 2. 寬敞感

根據過去研究對於寬敞的測量問項包含「寬敞程度」(Stamps, 2007, 2009, 2011; Stamps & Krishnan, 2006)及「大小程度：極小、很小、有些小、都不是、有些大、大、非常大」(Nasar & Bokharaei, 2017)，因此以「你覺得現在所處的空間大小為何?由小到大，很小是 1 分至很大 7 分。」及「你是否覺得現在所處的空間很寬敞？」來測量，並以七等級 Likert 量表進行評分，評值從 1(非常不同意)至 7分(非常同意)。(參見表 3-3)

#### 3. 擁擠感

擁擠程度問項以「你是否覺得現在所處的空間很擁擠？」(Andereck & Becker, 1993; Baum & Davis, 1976; Bultena et al., 1981; Desor, 1972; Manning et al., 1999)來測量，並以七等級 Likert 量表進行評分，評值從 1(非常不同意)至 7分(非常同意)。(參見表 3-3)

表 3-3 空間感知及擁擠感問項量表

構面	問項	評值
封閉感	你是否覺得現在所處的空間很開放?	1(非常不認同)~7(非常認同)
	你是否覺得現在所處的空間很封閉?	1(非常不認同)~7(非常認同)
寬敞感	你覺得現在所處的空間大小為何?由小到大,很小是1分至很大7分。	1(非常不認同)~7(非常認同)
	你是否覺得現在所處的空間很寬敞?	1(非常不認同)~7(非常認同)
擁擠感	你是否覺得現在所處的空間很擁擠?	1(非常不認同)~7(非常認同)

## 二、實驗流程

受測者經招募後會被邀請到 IVR 實驗室。首先向每位受測者說明研究流程，再請受測者在實驗室中戴上 IVR 儀器以評估模擬之場景(如圖 3-6)。每個場景播放 10 秒鐘(Wang et al., 2021; 吳婉瑄, 2019)以控制受測者所接受之資訊。受測者可於受測時 360 度環顧場景四周，並針對各個模擬的場景評估其封閉感及擁擠感，10 秒後研究者會以口頭詢問測量問項請受測者口頭回答評值，之後再切換到下一場景重複前述流程，共 18 個場景。同時為避免次序效應，每一位受測者觀看每個場景的次序都不同。



圖 3-6 受測者在實驗室使用 IVR 評估之受測照片



### 三、資料處理與分析方法

將問卷數據回收以後，使用 SPSS 軟體進行資料分析。使用的統計方法包含描述性統計、可靠性分析、Pearson 相關性分析、t 檢定分析及迴歸分析等。分析內容包含三個部分。第一部分，先以描述性統計了解問卷回收概況，並以信度分析檢驗封閉感及寬敞感問項的信度；第二部分以相關分析、迴歸分析探討各變項之間的相關性；最後以迴歸檢測操縱變量是否有交互作用。

## 第三節、研究結果

### 一、樣本敘述與信度分析

本研究共有 60 名受測者，由於本實驗以場景評值為分析單位，而每位受測者會觀看 18 個場景，因此實際上共得到 1080 筆資料。樣本之性別分布為男性 15 名 (25%)、女性 45 名 (75%)；年齡皆落在 19 至 35 歲之間。

本研究於測量空間感知中，寬敞感及封閉感皆非單一問項，信度分析結果顯示封閉感(Cronbach 's  $\alpha=0.911$ )、寬敞感(Cronbach' s  $\alpha=0.943$ )的信度都十分良好；為簡化分析將以各問項之平均值，做為每個場景寬敞感及封閉感之指標。

### 二、不同空間組成與空間感知之關係

經由 t 檢定檢測不同的空間組成所造成的空間感知是否有差異，結果顯示人體與柱體兩種不同空間組成所造成的封閉感 ( $t=4.804$ )、寬敞感( $t=-3.805$ )皆有顯著差異：柱體所造成的封閉感 ( $M=4.11$ ) 高於人體( $M=3.54$ )、寬敞感(4.11)則低於人體(4.42)。(參見表 3-4)

表 3-4 不同空間組成與空間感知之關係

空間感知	空間組成	M	SD	t	Sig(2-tailed)
封閉感	柱體	4.11	2.02	-4.804	<.001
	人	3.54	1.85		
寬敞感	柱體	4.00	1.82	-3.805	<.000
	人	4.42	1.77		

### 三、不同空間組成及空間感知對於擁擠感之影響

經由迴歸分析檢測當空間組成為人或是柱體時，對擁擠感之影響；以及封閉感、寬敞感與擁擠感之關係。虛擬變項以柱體為基準，結果顯示人(B=0.939)造成的擁擠感顯著大於柱體。而空間感知中，封閉感與擁擠感呈正相關(B=0.495)、寬敞感與擁擠感呈負相關(B=-0.346)；由此可知，當所感受到的封閉感越高，擁擠感也會越高；而感受到的寬敞感越高，擁擠感則越低。(參見表 3-5)

表 3-5 不同空間組成及空間感知對於擁擠感之影響

	B	Std. Error	Beta	t	Sig
常數	2.381	.312		7.635	<.001
空間組成	柱體*	-	-	-	-
	人	.939	.077	.237	12.144
封閉感	.495	.035	.488	14.061	<.001
寬敞感	-.346	.038	-.316	-9.149	<.001

R Squared=0.600

\*虛擬變項以柱體為基準

應變數：擁擠感

## 第四節、小結



### 一、不同的空間組成對空間感知及擁擠感之影響

過去研究將擁擠分為「人」與「空間」兩種構面，其操作多以一特定環境/空間，將人或非人元素分布於其中。而本研究將人與相同量體的柱體以不同級別的穿透性及距離在周邊形成邊界，並圍塑出一個空間，因此與過去研究不同的是，本研究由人或非人元素作為空間組成元素，並且將「人」與「空間」兩種構面同時探討擁擠感及空間感知。從研究結果可得知，人與柱體所構成的空間，會使人感受到顯著不同的擁擠感及空間感知，而由人所構成的空間與柱體相比，其擁擠感較高、封閉感較低、寬敞感較高；另外，在研究一的結果可以知道同一空間組成元素有可能不會因形體上有些微差異而使空間感知及擁擠感有差異。值得深入探討的是，擁擠感與封閉感呈正相關，也就是當擁擠感或封閉感其中一個增加時，另一個也會隨之上升，然而由人所構成的空間，其擁擠感較高、封閉感卻較低，因此後續相關研究應分為「人」與「空間」兩種構面探討。

### 二、空間感知對擁擠感之影響

從研究結果可得知，封閉感顯著正向影響擁擠感，也就是當封閉感上升時，擁擠感也會隨之增加；而寬敞感顯著負向影響擁擠感，當寬敞感增加時，擁擠感下降；且本研究結果顯示封閉感之影響高於寬敞感，後續研究可針對兩種空間感知對於擁擠感之影響力進行探討。





## 第四章 封閉感、寬敞感與不同阻礙類型對擁擠感之影響




### 第一節、研究背景

#### 一、研究緣起

從對擁擠感發生機制的文獻中，可以得知之所以會發生擁擠感，主要是因為所處環境有過多的刺激導致個體無法承受或負荷，或是當密度在特定環境下限制或干擾個體的活動和目標時，就會發生擁擠。先前研究列出許多產生擁擠的相關條件，大部分都強調在高密度環境下的認知需求，密度增加就會有更多的潛在接觸，而產生更多的潛在刺激(Andereck & Becker, 1993; Manning et al., 1999; Schmidt & Keating, 1979); 另外密度增加也會使特定活動所需的空間需求較易超過可用的供應，導致實際物理干擾的結果(Andereck & Becker, 1993; Schmidt & Keating, 1979)，但也可能是其他人在場導致干擾的結果(Schmidt & Keating, 1979; Stokols, 1972)，導致個體會因無法執行活動或追求目標而產生挫敗感。因此可知，同樣的擁擠感可能來自於不同的原因。

在第三章研究一中將人與相同量體的柱體以不同級別的穿透性及距離在周邊形成邊界，並圍塑出一個空間，藉此誘發其空間感知及擁擠感，比較人群與空間擁擠兩者之差異，並且探討空間感知與擁擠感之關係。而從過去對於擁擠感的研究中，可以發現對於「人群擁擠」及「空間擁擠」的操作，大部分為改變空間中的人數或是改變空間中的物品、非人類元素的數量及配置(Blut & Iyer, 2019; Machleit et al., 2000; Mehta, 2013)。因此本研究將人與相同量體的柱體從空間組成元素轉變為空間中的阻礙物，試圖比較以不同類型的阻礙物(人群/柱體)對於擁擠感的差異來探討人群與空間擁擠兩者之差異，並且探討封閉感和寬敞感對擁擠感之影響。

擁擠感也與個人空間(personal space)有密切的關係，個人空間通常以人們選



擇保持自己與他人之間的距離來測量(Bailenson et al., 2001; Iachini et al., 2014; Iachini et al., 2016; Teneggi et al., 2013)。Evans and Wener (2007)指出當個體感受到個人空間被他人入侵時，是產生擁擠感的主要原因；Hall (1966)依個人空間制訂出四種人際距離(Interpersonal space)，分別為親密距離(Intimate Distance)：0-46cm、個人距離(Personal Distance)：46 - 120 cm、社交距離(Social Distance)：120 - 370 cm、公眾距離(Public Distance)：370 cm 以上；過往大部分研究也都表明個人空間大約是在 1m 左右的距離(Bailenson et al., 2001; Novelli et al., 2010; Serino, 2019; Serino et al., 2018; Teneggi et al., 2013; Van Oosterhout & Visser, 2008)。因此本研究欲另外再探討沒有阻礙物的情況下，空間邊界若是侵入了個人空間，其擁擠感是否有差異？空間感知與擁擠感的關係又是如何？在第三章研究一中，將人體與柱體做為不同的空間組成元素，形成空間邊界；而本研究不同的是，將人體與柱體作為空間中的阻礙物，於阻礙物最外圍的是三個不同距離級別的邊界。因此本研究除了比較以不同類型的阻礙物（人群/柱體）對空間感知及擁擠感的差異，還想了解沒有阻礙物的情況下，空間大小對擁擠感的差異。

## 二、研究問題

本研究為比較不同類型的阻礙物造成的空間感知及擁擠感之差異；及當空間中沒有任何阻礙物的存在、只有牆體形成的空間邊界，其底面積大小不同對擁擠感之差異。以藉由不同類型的阻礙物、不同尺寸的底面積及不同程度的密度，誘發其空間感知及擁擠感，並且探討空間感知與擁擠感之關係。基於此研究目的提出以下研究問題：

- 1.不同類型的阻礙物是否會造成不同的空間感知及擁擠感？
2. 當空間中沒有任何阻礙物的存在、只有牆體形成的空間邊界，其底面積大小不同是否會造成不同的擁擠感？
- 3.空間感知(封閉感、寬敞感)與擁擠感之關係如何？

## 第二節、研究方法

本研究採用實驗法，首先以 3D 軟體建立場景，再運用 IVR 沉浸式虛擬實境技術讓受測者觀看 360 度的模擬場景，並請受測者針對各個模擬的場景進行評值。應變項為封閉感、寬敞感及擁擠感，而自變項為不同類型的阻礙物。

### 一、研究設計

#### (一)刺激物

##### 1. 刺激場景阻礙物

為比較不同阻礙物所造成的感知差異，實驗也以 3D 軟體模擬人及柱體作為受測者所處空間當中的阻礙物，且為避免性別及面向之影響，因此模擬人群之性別比例相同，且面向角度隨機轉向(如圖 4-1 所示)，而柱體的擺放位置及角度皆同於人群。



圖 4-1 模擬人群性別及面向示意圖

在前一研究中空間組成元素之柱體長寬取人體之平均寬厚，但考量到人體的頭部、四肢與軀幹並不同柱體是相同寬度而是較為狹窄，依照人體肩寬之柱體尺寸之立面截面積會大於人體，若因截面積較大而有較低的穿透性，可能會影響到空間感知及擁擠感。因此本研究以人體平均正立面、側立面面積為基準，將橢圓柱體尺寸縮小；以維持與人體有較接近的穿透性(如圖 4-2 所示)。

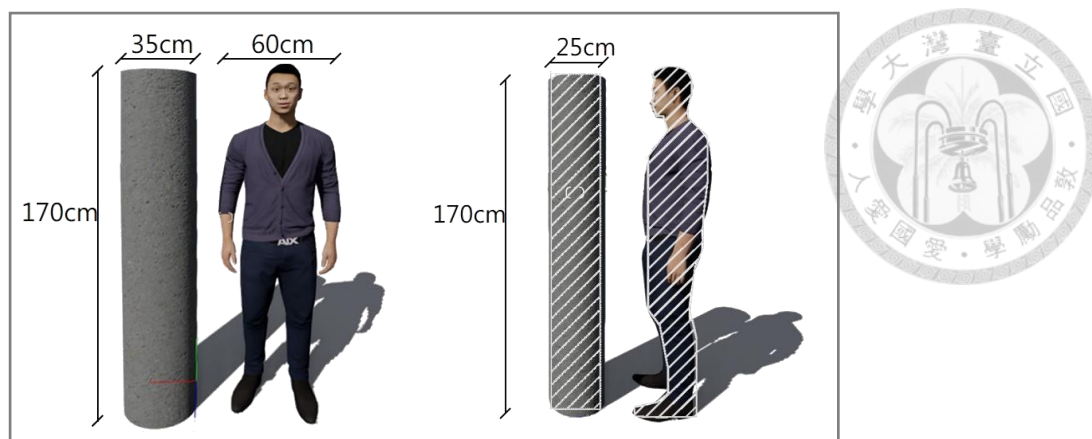


圖 4-2 柱體示意圖

## 2. 刺激物場景設計

本研究為探討不同類型的阻礙物(人群/柱體)對於空間感知及擁擠感是否有差異，藉由改變空間中的人體及柱體的密度(e.g.,Blut & Iyer, 2019; Machleit et al., 2000; Mehta, 2013)作為本研究的操作。另外欲同時探討在沒有阻礙物的情況下，空間邊界若是侵入個人空間，其擁擠感是否有差異；已知過往大部分研究指出個人空間大約是在 1m 左右的距離(Bailenson et al., 2001; Novelli et al., 2010; Serino, 2019; Serino et al., 2018; Teneggi et al., 2013; Van Oosterhout & Visser, 2008)。因此本研究以不同程度之阻礙物密度及不同底面積尺寸之圓柱體房間作為控制影響因子，模擬場景為受測者被設置於不同底面積大小的圓柱體房間中央，並且被不同數量的阻礙物(人群/柱體)包圍。

於圓柱體房間中，為避免地板形狀及材質影響空間感知(Stamps, 2005a, 2007, 2009, 2011; Stamps & Krishnan, 2006)，故所有場景皆控制為底面積為圓形且材質一樣的圓柱體房間，其底面積以半徑分為三個級別，為空間邊界與受測者的距離，分別半徑為 1 公尺、1.5 公尺及 3 公尺。不同程度之阻礙物密度以 0 至 100%的範圍為基準，分別為 30%、50%、100%，也參照過去研究增加了無阻礙物的 0% 的場景(Manning et al., 1999; Maxwell, 2003; McGrew, 1970; Vaske & Shelby, 2008; 吳孟娟, 2002; 吳紫宸、李英弘, 2009)，

在阻礙物密度部分考量人體尺度肩寬平均為 60cm，因此在頂視圖上使用直徑 60cm 圓代表人的範圍，以各房間中可以放置最多的阻礙物數量定為 100%(如圖 4-3 所示)，再依照阻礙物數量比例計算出不同密度。

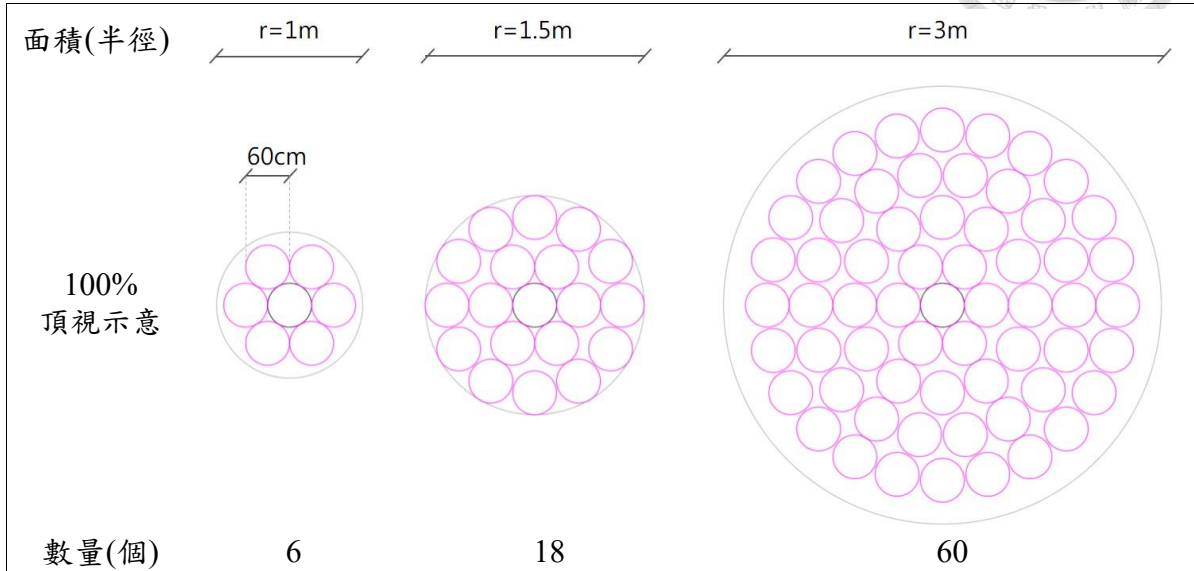


圖 4-3 阻礙物 100%頂視示意圖

本研究設計以 IVR 技術展示共計模擬 21 個場景。2 種阻礙類型\*3 種尺寸的房間底面積\*4 種程度的密度，原本應該為 24 種組合，但當密度為 0%時實際上沒有任何阻礙物，阻礙類型並無差別，因此會再減掉重複的 3 個成為 21 個場景(參見表 4-1)，其模擬場景示意詳圖 4-4~圖 4-6。

表 4-1 不同級別的密度及面積場景列表

面積(半徑)	密度	0%	30%	50%	100%
r=1m					
r=1.5m					
r=3m					

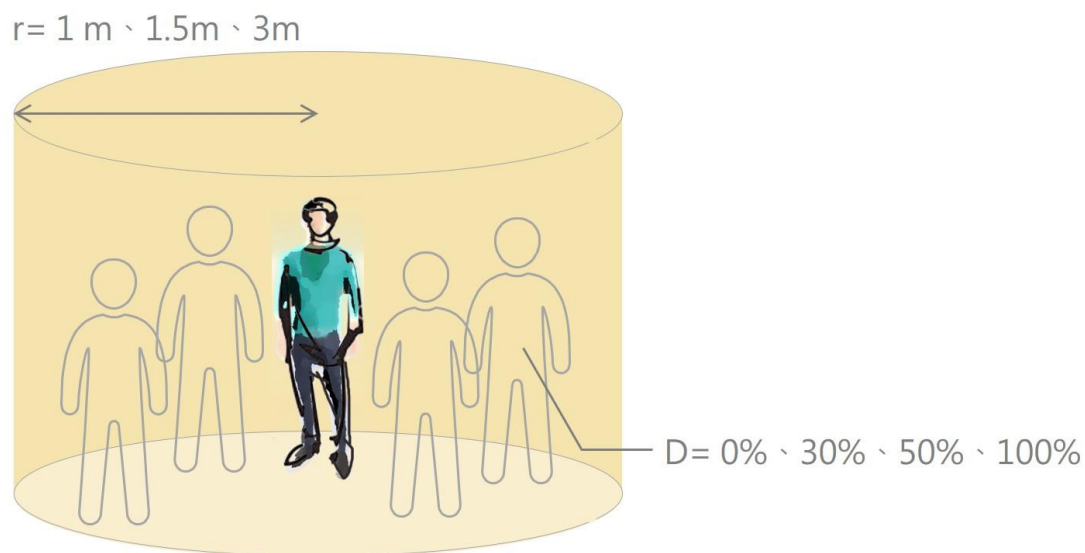


圖 4-4 模擬場景示意圖





圖 4-5 半徑 3m、密度 50%場景示意



圖 4-6 半徑 1m、密度 100%場景示意

## (二)展示工具

本研究使用沉浸式虛擬實境技術(Immersive Virtual Reality, IVR)操作實驗，其硬體設備說明及相關研究，可參照第三章第二節。

## (三)研究變項與測量

量表以封閉感、寬敞感及擁擠感三個構面測量，皆以七等級 Likert 等距尺度進行評分，評值從 1(非常不同意)至 7 分(非常同意)，其定義及問項，可參照第三章第二節。

## (四)正交實驗設計 Orthogonal design

由於本實驗若採完全實驗設計(full design)將會有 24 種組合，為了避免測驗場景太多且時間過長而影響受測者的評值，以正交實驗設計法挑選出 16 個場景，其中場景 5、6、7、8、13、14、15、16 為重複場景，重複場景為正交實驗設計的加權計算(參見表 4-3)。正交實驗設計 Orthogonal design of experiments(ODOE)是多因子實驗設計 factorial design of experiments (FDOE) 的一個分支，目的是可以從一小部分原始實驗中得到測驗結果(Yang, Zhou, Wang, & Li, 2020)；從各因



子的組合中被選擇的較少組合具代表整體，且在測試範圍內均勻分佈(Deng, Feng, & Zhang, 2018)，並且可以透過統計計算進行加權比較，包含非量化的因子也可以進行加權(Yang et al., 2020)。因為正交實驗設計可以從各因子的較少組合中得到其所引起的影響（包含交互作用），具有高效率的優點而在很多領域的研究都已廣泛使用(Deng et al., 2018; Yang et al., 2020)。

表 4-2 實驗場景列表

場景	類型	底面積	密度(%)
1	柱	r=1.5m	30
2	柱	r=3m	100
3	柱	r=1.5m	100
4	柱	r=3m	30
5	柱	r=1m	0
6	柱	r=1m	0
7	柱	r=1m	50
8	柱	r=1m	50
9	人	r=1.5m	0
10	人	r=1.5m	50
11	人	r=3m	50
12	人	r=3m	0
13	人	r=1m	30
14	人	r=1m	30
15	人	r=1m	100
16	人	r=1m	100

## 二、實驗流程

受測者經招募後會被邀請到 IVR 實驗室。首先向每位受測者說明研究流程，再請受測者在實驗室中戴上 IVR 儀器以評估模擬之場景。每個場景播放 10 秒鐘(Wang et al., 2021; 吳婉瑄, 2019)以控制受測者所接受之資訊。受測者可於受測時 360 度環顧場景四周，並針對各個模擬的場景評估其封閉感及擁擠感，10 秒後研

究者會以口頭詢問測量問項請受測者口頭回答評值，之後再切換到下一場景重複前述流程，共 16 個場景。同時為避免次序效應，每一位受測者觀看每個場景的次序都不同。



### 三、資料處理與分析方法

數據回收以後，使用 SPSS 軟體進行資料分析。使用的統計方法包含描述性統計、可靠性分析、Pearson 相關性分析、迴歸分析及變異數分析等。分析內容包含三個部分。第一部分，先以描述性統計了解受測者背景概況，並以信度分析檢驗封閉感及寬敞感問項的信度；第二部分以相關分析、迴歸分析探討各變項之間的相關性；最後以迴歸檢測操縱變量是否有交互作用。

## 第三節、研究結果

### 一、樣本敘述與信度分析

本研究共有 50 名受測者，由於本實驗以場景評值為分析單位，而每位受測者會觀看 16 個場景，因此實際上共得到 800 筆資料。樣本之性別分布為男性 12 名 (24%)、女性 38 名 (76%)；年齡皆落在 20 至 30 歲之間。

寬敞感及封閉感皆不為單一問項，為整合指標將其問項進行信度分析，結果顯示封閉感(Cronbach's  $\alpha=0.931$ )、寬敞感(Cronbach's  $\alpha=0.905$ )的信度都十分高；為簡化分析將以各問項之平均值，做為每個場景寬敞感及封閉感之指標。

### 二、不同類型阻礙物對空間感知之影響

以迴歸分析檢測不同的阻礙物類型對於封閉感及寬敞感之影響，同時控制面積與密度之效果。結果顯示阻礙物類型會影響封閉感，柱體所引起的封閉感( $B=0.298$ )顯著大於人體；另外阻礙物類型與面積、密度對於封閉感都沒有交互作用。(參見表 4-3)。

分析結果也顯示阻礙物類型會顯著影響寬敞感，柱體所引起的寬敞感(B=-0.581, p<0.001)顯著小於人體。另外分析也發現阻礙物類型和面積對寬敞感沒有交互作用(表格未附)，但是和密度對於寬敞感則有顯著的相互作用(B=0.212, p=0.015)，表示相對於人、柱子會減弱密度對寬敞感的負向影響(參見表 4-4)。

表 4-3 不同阻礙物對封閉感之影響

	B	Std. Error	t	Sig	
常數	4.708	.101	46.464	<.001	
阻礙物	柱體	.298	.094	3.155	.002
	人*	-	-	-	-
面積	-.819	.057	-14.405	<.001	
密度	.437	.042	10.363	<.001	
R Squared=0.287					

應變項：封閉感

表 4-4 不同阻礙物對寬敞感之影響

	B	Std. Error	t	Sig	
常數	3.710	.127	29.218	<.001	
阻礙物	柱體	-.581	.158	-3.670	<.001
	人*	-	-	-	-
面積	.780	.059	13.258	<.001	
密度	-.603	.059	-10.202	<.001	
阻礙物(柱體)*密度	.212	.087	2.426	.015	
R Squared=0.338					

應變項：寬敞感

### 三、不同類型阻礙物對擁擠感之影響

再以迴歸分析控制面積與密度之效果，檢測不同的阻礙物類型對於擁擠感之影響。結果顯示不同的阻礙物類型會影響擁擠感，柱體所引起的擁擠感(B=0.895,

$p < 0.001$ ) 顯著大於人體；另外可以觀察到阻礙物類型和密度對擁擠感有顯著的相互作用( $B = -0.645, p < 0.001$ )，表示相對於人體、柱體會減弱密度對擁擠感的正向影響(參見表 4-5)。雖然柱體之主效果為正值，在不考慮其他因子時柱體造成之擁擠感較人體高；但柱體與密度的負向交互作用顯示相對於人體、柱體仍有減緩擁擠感的效果，且會隨著密度增加而放大。此交互作用之效果遠大於其主效果，因此整體而言柱體造成的擁擠感受仍會比人體小，而且隨阻礙物密度增加，兩者之差異越大。

表 4-5 不同阻礙對象對於擁擠感之影響

		B	Std. Error	t	Sig.
常數		2.257	.135	16.780	<.001
阻礙物	柱體	.895	.168	5.335	<.001
	人*	-	-	-	-
面積		.060	.062	.963	<.001
密度		1.467	.063	23.427	<.001
阻礙物(柱體)*密度		-.645	.060	.062	<.001
R Squared=0.495					

應變項：擁擠感

#### 四、沒有阻礙物時，不同大小的面積所造成的擁擠感之影響

以單因子變異數分析檢測，並使用 Student-Newman-Keuls 事後檢定，底面積大小為自變項，擁擠感為應變項，結果顯示在沒有阻礙物的情況下，不同大小的底面積會對擁擠感造成顯著差異( $F = 26.559, p < .001$ ，參見表 4-6)。進一步進行 Student-Newman-Keuls 事後檢定確認組別之間之差異，三個底面積大小： $r = 1\text{m}$ ( $M = 3.27$ )、 $r = 1.5\text{m}$ ( $M = 2.26$ )、 $r = 3\text{m}$ ( $M = 1.5$ )彼此間的擁擠感均有顯著差異(參見表 4-7)，表示雖然沒有人或柱體等阻礙物的存在時但當空間的底面積越小仍會造成較高的擁擠感。

表 4-6 空間底面積大小對擁擠感之影響

	底面積			F	p
	r=1m	r=1.5m	r=3m		
擁擠感	3.27	2.26	1.5	26.559	<.001

註：One-way ANOVA；評值為七點尺度，表格內顯示其平均值

表 4-7 底面積大小對擁擠感變異數分析之事後分析同質群

底面積	1	2	3
r=3m	1.5000		
r=1.5m		2.2600	
r=1m			3.2700
顯著性	1.000	1.000	1.000

註：post hoc = Student-Newman-Keuls

## 五、封閉感、寬敞感與擁擠感之關係

經由相關分析檢測空間感知及擁擠感之關係，結果顯示封閉感與擁擠感呈正相關，寬敞感與擁擠感呈負相關，封閉感與寬敞感也呈負相關。由此可知，當封閉感越高時，擁擠感也越高，而寬敞感越低；當寬敞感越高時，擁擠感越低(參見表 4-8)。之後再經由迴歸分析檢測封閉感及寬敞感對擁擠感之影響，結果顯示封閉感與寬敞感皆顯著影響(參見表 4-9)。

表 4-8 封閉感、寬敞感與擁擠感之關係

		擁擠感	封閉感	寬敞感
擁擠感	Pearson Correlation	-	.483**	-.533**
	Sig. (2-tailed)	-	.000	.000
封閉感	Pearson Correlation	.483**	-	-.812**
	Sig. (2-tailed)	.000	-	.000
寬敞感	Pearson Correlation	-.533**	-.812**	-
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	-

表 4-9 空間感知對擁擠感之影響

	B	Std. Error	t	Sig
常數	5.241	.479	10.937	<.001
封閉感	.176	.061	2.890	.004
寬敞感	-.502	.062	-8.108	<.001
R Squared=0.290				

應變數：擁擠感

#### 第四節、小結

過去研究將擁擠分為「人」與「空間」兩種構面，其操作多以一特定環境/空間中，將人或非人元素分布於其中。而本研究將人與相同量體的柱體以不同程度密度圍繞在周邊，且於阻礙物最外圍還有三個不同距離級別的邊界，分別以「人」與「空間(柱體)」兩種構面的阻礙物同時探討擁擠感及空間感知。從研究結果可得知，阻礙物類型皆會影響空間感知及擁擠感，以及調節密度對寬敞感及擁擠感的影響。也就是說，相較於人群、當阻礙物為柱體時，密度的改變對寬敞感及擁擠感的影響更小。另外，寬敞感及封閉感皆顯著影響擁擠感，當封閉感越高時，擁擠感也越高；而感受到的寬敞感越高時，擁擠感則下降。

而在沒有阻礙物的情況下，不同面積的大小會顯著影響擁擠感，當面積越小，空間邊界距離個體越近時，雖然沒有人或柱體等阻礙物的存在，擁擠感仍會顯著上升；回顧過往對於空間感知的研究，主要是讓受測者對於空無一物的空間作評值，相對地擁擠感研究通常是讓受測者在有阻礙物(人群或物體)的情況下做評值。而本研究的結果更能證明空間感知與擁擠感的關係。後續相關研究應分為「人」與「空間」兩種構面，可針對兩種空間感知(封閉感、寬敞感)對於擁擠感之影響力進行探討。



# 第五章 阻礙物類型與照明方式對封閉感、寬敞感及擁擠感 的影響



## 第一節、研究背景

### 一、研究緣起

在研究一(第三章)中，將人體與相同量體的柱體以不同級別的穿透性及距離在周圍形成邊界，並圍塑出一個空間，藉此誘發其空間感知及擁擠感，並得知人體與柱體皆會對空間感知與擁擠感造成顯著影響。接著在研究二(第四章)中，則是將人體與柱體作為空間中的阻礙物，其對於空間感知及擁擠感皆造成顯著差異；而在沒有阻礙物的情況下，不同距離的空間邊界對擁擠感造成顯著差異。

從過往照明相關文獻中，可以得知照明會影響空間感知：高對比的光分布會使空間界定更明顯(Wänström Lindh, 2012; Wänström Lindh & Billger, 2021; Wänström Lindh et al., 2020)，強烈對比的光分布會突顯出邊界的存在，並界定出一個空間，個體會因感受到被包圍在一空間中而有封閉感(Wänström Lindh et al., 2020)。因此對於光分布所界定出的空間是否會影響空間感知需再進一步確認。

而在 Nasar and Bokharaei (2017)的研究中，結果發現在模擬的戶外廣場，明亮且周圍的照明不一定會增加寬敞感，與 Flynn (1988)在辦公室中明亮且周圍的照明會增加寬敞感的結果不同；Nasar and Bokharaei (2017)推測其差異來自與環境之間的差異（辦公室和天黑後的公共廣場）。從上述研究中，可以看到頭頂及周圍的照明分布可能會因有無邊界而有不同的寬敞感知：有邊界(辦公室、展演室)是增加寬敞感，無邊界(公共廣場)是降低寬敞感。因此除了照明分布，空間有無邊界及與照明的交互作用是否可能也會影響空間感知並影響擁擠感，需要進一步的探討。

研究也指出照明也會影響個人空間，例如 Adams and Zuckerman (1991)研究



結果便發現照明的減少會導致個體增加個人空間的需求；還有研究也發現照明降低會導致受試者盡量減少社交互動(Adams & Zuckerman, 1991; Wänström Lindh et al., 2020)。由過去研究已知當個人空間被他人入侵時是產生擁擠感的主因(Evans & Wener, 2007)，因此個人空間擴大時越容易感到擁擠。因此不同類型的阻礙物在不同光亮度的高低、光分布下，對空間感知與擁擠感的影響也需要有進一步的研究。

另外在空間感知中，穿透性為封閉感及寬敞感一重要影響因子，從定義可以知道封閉感是透過某物(包圍屏障或邊界)可以自由進出的移動程度，而 Stamps (2005b)就有指出透過某物的移動程度就是穿透性，因此建議可以將空間封閉性以穿透性的概念來測量。穿透性可分為視覺穿透性及行動穿透性；視覺穿透性為可以越過邊界或透過邊界看出去的程度；行動穿透性則取決於邊界中間隙(gap)的大小，是否足夠允許穿越程度(Stamps, 2005b)。而探討穿透性之研究領域多為建築環境，著重圍構成一空間之邊界影響；然而在景觀環境中，可及性(accessibility)的概念與穿透性非常相似，也分為視覺及移動兩種，為描述某周邊的空間區域使得個體看到或移動的容易程度(Herzog & Kutzli, 2002)，因其所探討的空間較側重戶外，而戶外空間與空間之間連續存在，雖沒有明確邊界但仍有可能會有隱晦的空間界定。從穿透性的定義中明顯指出其概念為著重感知或穿越事物的能力(Stamps, 2013)；而可及性還涵蓋了在整體空間以視覺或移動可及(access)的容易程度，若觀察者周圍有一空間區域，可以透過該區域進行視覺或移動，則有可及性(Stamps Iii, 2008a, 2008b)；由此可知可及性所涵蓋的範圍較穿透性廣泛。而由光分布界定出的空間並沒有一個實際的邊界存在，因此若欲探討由光分布界定的空間對於空間感知的影響，應將可及性納入量測。

綜上所述，本研究欲藉由不同級別的光亮度、不同範圍大小的光分布、不同類型的阻礙物及邊界的存在與否，誘發其空間感知及擁擠感，同時納入可及性測量並且探討空間感知與擁擠感之關係。

## 二、研究問題

本研究為比較不同照明方式與阻礙物類型所造成的空間感知及擁擠感之差異。以藉由不同級別的光亮度、不同範圍大小的光分布、不同類型的阻礙物及邊界的存在與否，誘發其空間感知及擁擠感，並且探討空間感知與擁擠感之關係。

基於此研究目的提出以下研究問題：

1. 不同的照明光線分佈、亮度是否會造成不同的空間可及性、空間感知及擁擠感？
2. 不同照明光線分佈、亮度的情況下，阻礙物類型是否會造成不同的可及性、空間感知及擁擠感？
3. 在相同光分布的狀況下，有無實際邊界對於空間感知及擁擠感是否有差異？

## 第二節、研究方法

### 一、研究設計

本研究採用實驗法，首先以 3D 軟體建立不同的光亮度、光分布、阻礙物類型、及有無實際邊界之虛擬場景，再運用 IVR 沉浸式虛擬實境技術讓受測者觀看 360 度的模擬場景，並請受測者針對各個模擬的場景之視覺可及性、移動可及性、封閉感、寬敞感及擁擠感進行評估。

#### (一)刺激物場景設計

模擬的場景中有不同級別的光亮度及不同大小的光分布之照明組合，受測者被設置於光分布中央並且被不同的阻礙物（人群/柱體）包圍。模擬場景中的照明統一採用規格為 10800 lm、102 W 的聚光燈，並且參照過去研究在 3D 渲染軟體中調整光亮度的級別(Adams & Zuckerman, 1991; Ashley, 1898; Coules, 1955; Matusiak, 2006; Oberfeld et al., 2010; Wänström Lindh & Billger, 2021; Wänström

Lindh et al., 2020)，將光亮度分為全黑、暗、亮三個級別。

在光分布的部分，則在 3D 模型中調整燈光範圍、分別設定半徑為 1m 及 5m。照明相關研究中，(Fujiyama, Childs, Boampomg, & Tyler, 2005)於文獻回顧中有提到在低亮度(約 5 lux)的情況下，可以面部識別情況約為 4 m 左右的距離；另外在擁擠感的研究中，Evans and Wener (2007)指出當個體感受到個人空間被他人入侵時，是產生擁擠感的主要原因，過往大部分研究也都表明個人空間大約是在 1m 左右的距離(Bailenson et al., 2001; Novelli et al., 2010; Serino, 2019; Serino et al., 2018; Teneggi et al., 2013; Van Oosterhout & Visser, 2008)。

在阻礙物的部分，以 3D 軟體模擬人體及柱體兩種不同的類型作為受測者所處空間當中的阻礙物；阻礙物之設計同參照研究二 (請參閱 p.45)。為確認照明之影響力，因此本研究控阻礙的密度與數量；相同數量的阻礙物平均分佈在光分布半徑 5m 的範圍內，因此每個有阻礙物的場景所放置的阻礙物數量及其密度都是相同的。。

邊界設於半徑 5M 的阻礙物分佈範圍外。因為在半徑 1m 的光分布下邊界並不可見，只有在 5m 的光分布時光線才能照到邊界。因此本研究僅在光分布 5m 的組合中討論邊界之有無。上述的場景設計示意可參見表 5-1。

綜上所述，本研究共有四個自變項：光亮度、光分布、阻礙物類型及有無邊界的存在。為保留因子個別分析之彈性，因此本研究之場景組合未採用研究二之正交設計，而是將主要因子採完全設計(Full Design)：2 個級別的亮度(亮/暗) × 2 個大小的光分布(1m/5m) × 3 種阻礙物類型(無/人/柱) × 2 個邊界的情況(有/無)-6 個光分布為 1m 且有邊界的場景+1 個全黑場景，共計 19 個場景。其中光亮度為全黑狀況下其他因子完全不會變動，因此列為單一組合；而在 1m 光分布的狀況下光線完全不會照到位於 5m 的邊界，因此只在 5m 光分布的組合中考慮有無邊界的組合。全部的場景組合及排序可參見表 5-2。

表 5-1 模擬場景設計示意







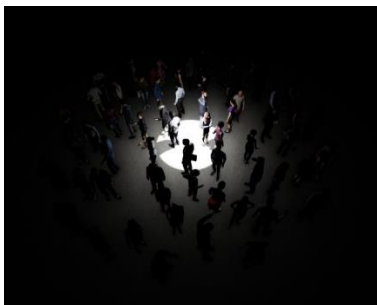
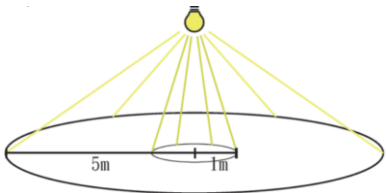
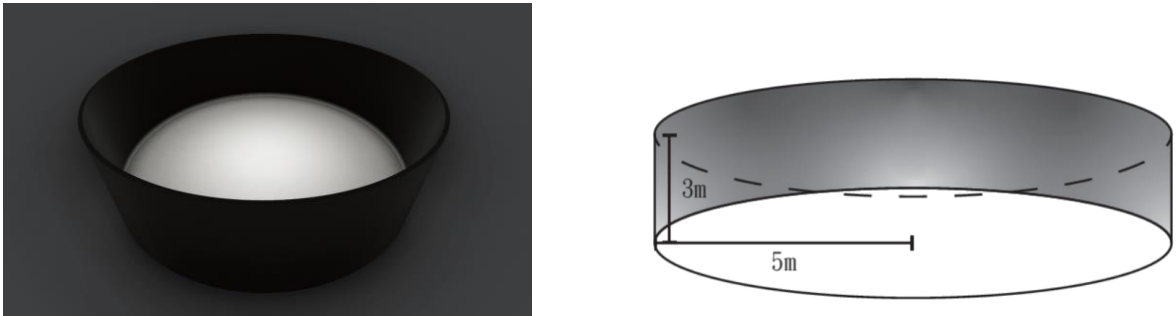

自變項	場景示意		
亮度			
	亮	暗	全黑
光分布			
	5m	1m	
邊界			
阻礙物			

表 5-2 場景組合列表

場景次序	阻礙物類型	光亮度	光分布	邊界
1	無	亮	5m	有
2	無	暗	5m	有
3	無	亮	5m	無
4	無	暗	5m	無
5	無	亮	1m	無
6	無	暗	1m	無
7	無	全黑	X	X
8	柱	亮	5m	有
9	柱	暗	5m	有
10	柱	亮	5m	無
11	柱	暗	5m	無
12	柱	亮	1m	無
13	柱	暗	1m	無
14	人	亮	5m	有
15	人	暗	5m	有
16	人	亮	5m	無
17	人	暗	5m	無
18	人	亮	1m	無
19	人	暗	1m	無

註：X 為全黑的場景下，不會有光分布及看到是否有邊界的情形。

## (二)實驗設備

本研究使用沉浸式虛擬實境技術(Immersive Virtual Reality, IVR)操作實驗，其硬體設備說明及相關研究，可參照第三章第二節。

### (三)研究變項與測量方式

#### 1. 視覺可及性

根據過往對於視覺可及性的研究，其測量問項為「看這個環境有多容易？」以及「在去掉被阻擋或干擾的部分後，您能在多大程度可以看到此環境的所有部分？」(Chiang et al., 2014; Herzog & Kutzli, 2002)。而本研究調整為「你是否覺得可以很容易地看到整個環境？」及「去除視線被阻擋或遮擋的部分，你覺得這個環境你能看到多少？」來測量，並以七等級 Likert 量表進行評分，評值從 1(非常不容易/非常少)至 7分(非常容易/非常多)。(參見表 5-3)

#### 2. 移動可及性

根據過往對於移動可及性的研究，其測量問項為「有多容易在這個環境中移動或通過這個環境？」(Chiang et al., 2014; Herzog & Kutzli, 2002)，而本研究調整為「你是否覺得現在所處的空間中，行動上可以很容易移動？」來測量，並以七等級 Likert 量表進行評分，評值從 1(非常不容易)至 7分(非常容易)。(參見表 5-3)

#### 3. 封閉感

參考過去研究對於封閉的測量問項(Stamps, 2003, 2005a, 2005b; Stamps & Krishnan, 2004)，包含「封閉程度」及「開放至封閉程度」，因此以「你是否覺得現在所處的空間很開放？」及「你是否覺得現在所處的空間很封閉？」量測，並以七等級 Likert 等距尺度進行評分，評值從 1(非常不開放/封閉)至 7分(非常開放/封閉)。(參見表 5-3)

#### 4. 寬敞感

根據過去研究對於寬敞的測量問項包含「寬敞程度」(Stamps, 2007, 2009, 2011; Stamps & Krishnan, 2006)及「大小程度：極小、很小、有些小、都不是、有些大、大、非常大」(Nasar & Bokharaei, 2017)，因此以「你覺得現在所處的空間大小為





何?由小到大,很小是1分至很大7分。」及「你是否覺得現在所處的空間很寬敞?」詢問受測者,並以七等級 Likert 等距尺度進行評分,評值從1(非常小/不寬敞)至7分(非常大/寬敞)。(參見表 5-3)

## 5. 擁擠感

擁擠程度問項以「你是否覺得現在所處的空間很擁擠?」(Andereck & Becker, 1993; Baum & Davis, 1976; Bultena et al., 1981; Desor, 1972; Manning et al., 1999)來測量,並以七等級 Likert 等距尺度進行評分,評值從1(非常不擁擠)至7分(非常擁擠)。(參見表 5-3)

表 5-3 空間感知及擁擠感問項量表

構面	問項	評值
視覺可及性	你是否覺得可以很容易地看到整個環境?	1(非常不容易)~7(非常容易)
	去除視線被阻擋或遮擋的部分,你覺得這個環境你能看到多少?	1(非常少)~7(非常多)
移動可及性	你是否覺得現在所處的空間中,行動上可以很容易移動?	1(非常不容易)~7(非常容易)
封閉感	你是否覺得現在所處的空間很開放?	1(非常不開放)~7(非常開放)
	你是否覺得現在所處的空間很封閉?	1(非常不封閉)~7(非常封閉)
寬敞感	你覺得現在所處的空間大小為何?	1(非常小)~7(非常大)
	你是否覺得現在所處的空間很寬敞?	1(非常不寬敞)~7(非常寬敞)
擁擠感	你是否覺得現在所處的空間很擁擠?	1(非常不擁擠)~7(非常擁擠)

## 二、實驗流程

受測者經招募後會被邀請到 IVR 實驗室。首先向每位受測者說明研究流程,再請受測者在實驗室中戴上 IVR 儀器以評估模擬之場景。每個場景播放 10 秒鐘(Wang et al., 2021; 吳婉瑄, 2019)以控制受測者所接受之資訊。受測者可於受測時 360 度環顧場景四周,並針對各個模擬的場景評估視覺可及性、移動可及性、封閉感、寬敞感及擁擠感,10 秒後場景會自動切換成測量問項的畫面並請受測者口頭回答評值,之後再切換到下一場景重複前述流程,共 19 個場景。本次研究

為更能比較出光亮度及光分布的差異，因此次序為按照表 5-2 場景組合列表中的場景次序播放，每位受測者測完實驗的時間約為 15 至 30 分鐘不等。



### 三、資料處理與分析方法

數據回收以後，使用 SPSS 軟體進行資料分析。使用的統計方法包含描述性統計、信度分析、Pearson 相關性分析、迴歸分析及變異數分析等。分析內容包含三個部分。第一部分，先以描述性統計了解受測者背景概況，並以信度分析檢驗視覺可及性、封閉感及寬敞感等問項的信度；第二部分以相關分析、迴歸分析探討應變項之間的相關性及交互作用；最後以變異數分析探討各照明組合之間的關係。

## 第三節、研究結果

### 一、樣本敘述與信度分析

本研究共有 60 名受測者，由於本實驗以場景評值為分析單位，而每位受測者會觀看 19 個場景，因此實際上共得到 1140 筆評值資料。樣本之性別分布為男性 19 名 (32%)、女性 41 名 (68%)；年齡皆落在 19 至 30 歲之間。

本研究於測量空間感知中，視覺可及性、寬敞感及封閉感皆非單一問項，信度分析結果顯示視覺可及性(Cronbach 's  $\alpha=0.889$ )、封閉感(Cronbach 's  $\alpha=0.862$ )、寬敞感(Cronbach' s  $\alpha=0.854$ )的信度都十分良好；為簡化分析將以各問項之平均值，做為每個場景寬敞感及封閉感之指標。

### 二、不同照明方式對可及性、空間感知及擁擠感之影響

為先確認空間特性的效果因此先排除有阻礙物的情形，進行光亮度及光分布組合之比較；另外，因在光分布半徑為 1m 時，無法看見實體邊界的牆體，不能比較實體邊界有無的影響，因此也先排除光分布半徑為 5m 且有實體邊界的場景。



(一)不同光亮度對可及性、空間感知及擁擠感之影響

經由獨立樣本 t 檢定分析檢測，結果顯示在無阻礙物的狀況下，不同的光亮度會造成視覺( $t=-3.869, p<.001$ )與移動( $t=-2.706, p=0.007$ ) 兩種可及性有顯著差異，當光亮度較亮時，視覺與移動可及性都較高；另外，不同的光亮度也會造成空間感知中的封閉感( $t=3.189, p=0.002$ )與寬敞感( $t=-2.923, p=0.004$ ) 有顯著差異，當光亮度較亮時，封閉感會較低且寬敞感較高；而在沒有任何阻礙物的情況下，光亮度不會對擁擠感( $t=1.672, p=0.096$ )造成顯著差異。同時以 Cohen's d 計算效果量顯示差異均有實務上的意義(視覺可及性  $d=-0.50$ ；移動可及性  $d=0.35$ ；封閉感  $d=0.41$ ；寬敞感  $d=0.38$ ；擁擠感  $d=0.22$ )。(參見表 5-4)

表 5-4 不同光亮度與可及性、空間感知及擁擠感之關係

應變項	光亮度	M	SD	t	Sig(2-tailed)	Cohen's d
視覺 可及性	暗	2.57	1.65	-3.869	<.001	0.50
	亮	3.38	1.56			
移動 可及性	暗	3.56	2.04	-2.706	0.007	0.35
	亮	4.22	1.76			
封閉感	暗	4.71	1.61	3.189	0.002	0.41
	亮	4.07	1.53			
寬敞感	暗	3.32	1.75	-2.923	0.004	0.38
	亮	3.94	1.53			
擁擠感	暗	3.00	1.75	1.672	0.096	0.22
	亮	2.64	1.57			

(二) 不同光分布對可及性、空間感知及擁擠感之影響

經由獨立樣本 t 檢定分析檢測，結果顯示在無阻礙物的狀況下，不同的光分布會造成視覺( $t=-3.322, p<.001$ )與移動( $t=-7.946, p<.001$ ) 兩種可及性有顯著差異，當光分布為 1m 時，視覺與移動可及性都較低；另外，不同的光分布也會造成空間感知中的封閉感( $t=7.069, p<.001$ )與寬敞感( $t=-8.407, p<.001$ ) 有顯著差異，當光

分布為 1m 時，封閉感會較高且寬敞感較低；而在沒有任何阻礙物的情況下，不同大小的光分布所造成的擁擠感( $t=7.853, p<.001$ )也有顯著差異。同時以 Cohen's  $d$  計算效果量顯示差異均有實務上的意義(視覺可及性  $d=-0.43$ ; 移動可及性  $d=1.03$ ; 封閉感  $d=0.91$ ; 寬敞感  $d=1.09$ ; 擁擠感  $d=1.01$ )。(參見表 5-5)

表 5-5 不同光分布與可及性、空間感知及擁擠感之關係

應變項	光分布	M	SD	t	Sig(2-tailed)	Cohen's d
視覺 可及性	1m	2.63	1.68	-3.322	0.001	0.43
	5m	3.32	1.56			
移動 可及性	1m	3.01	1.65	-7.946	<.001	1.03
	5m	4.78	1.79			
封閉感	1m	5.05	1.44	7.069	<.001	0.91
	5m	3.73	1.46			
寬敞感	1m	2.83	1.48	-8.407	<.001	1.09
	5m	4.43	1.46			
擁擠感	1m	3.58	1.75	7.853	<.001	1.01
	5m	2.07	1.17			

### 三、照明方式與阻礙物類型對可及性、空間感知及擁擠感之影響

再來進行有阻礙物時，照明方式及阻礙物類型對於可及性、空間感知及擁擠感的影響分析。以無實體邊界的狀況下，光亮度、光分布、阻礙物類型的組合進行分析，因在光分布半徑為 1m 時，無法看見實體邊界的牆體，不能比較實體邊界有無的影響，因此也先排除光分布半徑為 5m 且有實體邊界的場景。

#### (一) 有阻礙物時，不同光亮度對可及性、空間感知及擁擠感之影響

經由獨立樣本  $t$  檢定分析檢測，結果顯示在有阻礙物的狀況下，不同的光亮度會造成視覺( $t=-2.657, p=0.008$ )與移動( $t=-4.284, p<.001$ )兩種可及性有顯著差異，當光亮度較亮時，視覺與移動可及性都較高；然而不同的光亮度不會對空間感知

造成顯著差異；而在有阻礙物的情況下，光亮度會對擁擠感( $t=3.093, p=0.002$ )造成顯著差異。同時以 Cohen's  $d$  計算效果量顯示差異均有實務上的意義(視覺可及性  $d=-0.24$ ；移動可及性  $d=0.39$ ；擁擠感  $d=0.28$ )。(參見表 5-6)



表 5-6 不同光亮度與可及性、空間感知及擁擠感之關係

應變項	光亮度	M	SD	t	Sig(2-tailed)	Cohen's d
視覺可及性	暗	2.65	1.23	-2.657	0.008	0.24
	亮	2.95	1.26			
移動可及性	暗	2.44	1.29	-4.284	<.001	0.39
	亮	2.98	1.45			
封閉感	暗	4.80	1.43	1.736	0.83	0.15
	亮	4.58	1.33			
寬敞感	暗	3.19	1.26	-1.786	0.75	0.16
	亮	3.39	1.20			
擁擠感	暗	5.12	1.41	3.093	0.002	0.28
	亮	4.73	1.34			

## (二) 有阻礙物時，不同光分布對可及性、空間感知及擁擠感之影響

經由獨立樣本  $t$  檢定分析檢測，結果顯示在有阻礙物的狀況下，不同的光分布會造成視覺可及性( $t=-6.800, p<.001$ )有顯著差異，當光分布為 1m 時，視覺可及性較低，而對移動可及性沒有造成顯著差異( $t=0.098, p=0.922$ )；另外，不同的光分布均會造成空間感知中的封閉感( $t=4.038, p<.001$ )與寬敞感( $t=-5.103, p<.001$ )有顯著差異，當光分布為 1m 時，封閉感會較高且寬敞感較低；而在沒有任何阻礙物的情況下，不同大小的光分布所造成的擁擠感( $t=7.853, p<.001$ )也有顯著差異。同時以 Cohen's  $d$  計算效果量顯示差異均有實務上的意義(視覺可及性  $d=-0.62$ ；封閉感  $d=0.37$ ；寬敞感  $d=1.09$ ；擁擠感  $d=1.01$ )。(參見表 5-7)

表 5-7 不同光分布與可及性、空間感知及擁擠感之關係

應變項	光分布	M	SD	t	Sig(2-tailed)	Cohen's d
視覺 可及性	1m	2.43	1.35	-6.800	<.001	0.62
	5m	3.18	1.02			
移動 可及性	1m	2.71	1.49	0.098	0.922	<0.01
	5m	2.70	1.30			
封閉感	1m	4.94	1.40	4.038	<.001	0.37
	5m	4.44	1.32			
寬敞感	1m	3.01	1.30	-5.103	<.001	0.46
	5m	3.57	1.09			
擁擠感	1m	4.69	1.49	7.853	<.001	0.33
	5m	5.15	1.23			

(三) 阻礙物類型對可及性、空間感知及擁擠感之影響

經由獨立樣本 t 檢定分析檢測，結果顯示不同的阻礙物類型會造成視覺( $t=-2.027, p=0.043$ )與移動( $t=2.062, p=0.040$ ) 兩種可及性有顯著差異，當阻礙物類型為柱體時，視覺與移動可及性都較高；在空間感知上只對封閉感造成顯著差異，柱體的封閉感較高；而不同類型的阻礙物也對擁擠感( $t=-4.261, p<.001$ )造成顯著差異，柱體的擁擠感較人體低。整體來說，當阻礙物類型為柱體時，柱體的視覺與移動可及性雖然都較高，但同時封閉感也比較高，而擁擠感較低；以 Cohen's d 計算效果量顯示差異，發現在可及性(視覺可及性  $d=0.18$ ；移動可及性  $d=0.18$ )部分，統計顯著卻無實質意義，其微小差異無討論必要性；而在封閉感及擁擠感則有實務上的意義(封閉感  $d=0.26$ ；擁擠感  $d=0.39$ )。因此在無實體邊界的狀況下，以光亮度、光分布、阻礙物類型的組合進行分析，不同的阻礙物類型只會造成封閉感與擁擠感的差異。(參見表 5-8)

表 5-8 照明方式與阻礙物類型對視覺可及性變異數分析之同質群

應變項	阻礙物	M	SD	t	Sig(2-tailed)	Cohen's d
視覺 可及性	柱體	2.92	1.28	2.027	0.043	0.18
	人體	2.69	1.22			
移動 可及性	柱體	2.84	1.43	2.062	0.040	0.18
	人體	2.58	1.35			
封閉感	柱體	4.87	1.35	2.808	0.005	0.26
	人體	4.52	1.39			
寬敞感	柱體	3.31	1.19	0.223	0.824	0.02
	人體	3.28	1.27			
擁擠感	柱體	4.66	1.41	-4.261	<.001	0.39
	人體	5.19	1.30			

#### 四、光亮度與邊界對可及性、空間感知及擁擠感之影響

接著是比較實體邊界存在與否對於可及性、空間感知及擁擠感的影響，因有邊界的情況只出現在光分布為 5m 的場景，當光分布半徑為 1m 時，無法看見實體邊界的牆體，不能比較實體邊界有無的影響，因此要比較有無邊界的差異只能以光分布為 5m 的狀況做比較，必須排除光分布半徑為 1m 的場景；除此之外，同樣為先確認空間特性的效果而排除有阻礙物的情形。

##### (一) 不同光亮度對可及性、空間感知及擁擠感之影響

經由獨立樣本 t 檢定分析檢測，結果顯示在無阻礙物且光分布都是 5m 的狀況下，不同的光亮度只會造成視覺可及性( $t=-3.345, p=0.001$ )有顯著差異，當光亮度較亮時，視覺可及性較高，同時以 Cohen's d 計算效果量顯示差異有實務上的意義( $d=-0.43$ )；然而不同的光亮度在移動可及性( $t=-1.359, p=0.175$ )、封閉感( $t=0.220, p=0.826$ )、寬敞感( $t=0.140, p=0.889$ )及擁擠感( $t=-0.989, p=0.324$ )上皆無顯著差異。(參見表 5-9)

表 5-9 不同光亮度與可及性、空間感知及擁擠感之關係

應變項	光亮度	M	SD	t	Sig(2-tailed)	Cohen's d
視覺 可及性	暗	3.49	1.65	-3.345	0.001	0.43
	亮	4.18	1.54			
移動 可及性	暗	4.80	1.79	-1.359	0.175	0.18
	亮	5.08	1.41			
封閉感	暗	3.93	1.47	0.220	0.826	0.03
	亮	3.89	1.47			
寬敞感	暗	4.33	1.47	0.140	0.889	0.02
	亮	4.30	1.29			
擁擠感	暗	2.14	1.24	-0.989	0.324	0.13
	亮	2.30	1.24			

(二) 有無實體邊界對可及性、空間感知及擁擠感之影響

經由獨立樣本 t 檢定分析檢測，結果顯示在無阻礙物且光分布都是 5m 的狀況下，實體邊界的存在與否在可及性上只會造成視覺可及性( $t=-5.207, p<.001$ )有顯著差異：當有實體邊界時，視覺可及性較高；而在空間感知上，只會對封閉感( $t=-1.992, p=0.048$ )造成顯著差異：有實體邊界時，封閉感較高。同時以 Cohen's d 計算效果量顯示差異均有實務上的意義(視覺可及性  $d=-0.67$ ；封閉感  $d=0.26$ )。然而實體邊界的存在與否對移動可及性( $t=-1.602, p=0.111$ )、寬敞感( $t=1.267, p=0.206$ )及擁擠感( $t=-1.938, p=0.054$ )皆沒造成顯著差異。(參見表 5-10)。

表 5-10 不同光亮度與可及性、空間感知及擁擠感之關係

應變項	實體邊界	M	SD	t	Sig(2-tailed)	Cohen's d
視覺 可及性	無	3.32	1.56	-5.207	<.001	0.67
	有	4.35	1.52			
移動 可及性	無	4.78	1.79	-1.602	0.111	0.21
	有	5.11	1.41			
封閉感	無	3.73	1.47	-1.992	0.048	0.26
	有	4.10	1.45			
寬敞感	無	4.43	1.46	1.267	0.206	0.16
	有	4.20	1.29			
擁擠感	無	2.07	1.17	-1.938	0.054	0.25
	有	2.38	1.29			

### 五、光亮度、阻礙物、邊界對可及性、空間感知及擁擠感之影響

再來進行有阻礙物時，光亮度、實體邊界存在與否及阻礙物類型對於可及性、空間感知及擁擠感的影響分析。以光分布半徑皆為 5m 的狀況下，光亮度、有無實體邊界、阻礙物類型的組合進行分析，因在光分布半徑為 1m 時，無法看見實體邊界的牆體，不能比較實體邊界有無的影響，因此排除光分布半徑為 1m 的場景。

#### (一) 有阻礙物時，不同光亮度對可及性、空間感知及擁擠感之影響

經由獨立樣本 t 檢定分析檢測，結果顯示在有阻礙物的狀況下，不同的光亮度會造成視覺( $t=-7.256, p<.001$ )與移動( $t=-4.056, p<.001$ ) 兩種可及性有顯著差異，當光亮度較亮時，視覺與移動可及性都較高；而在空間感知上只對封閉感( $t=-2.320, p=0.021$ )造成顯著差異，而在寬敞感( $t=-1.535, p=0.125$ )上則無任何顯著差異；也不會對擁擠感( $t=0.987, p=0.324$ )造成顯著差異。同時以 Cohen's d 計算效果量顯示差異均有實務上的意義(視覺可及性  $d=-0.60$ ; 移動可及性  $d=0.33$ ; 封閉感  $d=0.20$ )。

(參見表 5-11)

表 5-11 照明方式與阻礙物類型對視覺可及性變異數分析之同質群

應變項	光亮度	M	SD	t	Sig(2-tailed)	Cohen's d
視覺 可及性	暗	2.97	1.20	-7.256	<.001	0.60
	亮	3.82	1.62			
移動 可及性	暗	2.65	1.32	-4.056	<.001	0.33
	亮	3.11	1.46			
封閉感	暗	4.69	1.36	-2.320	0.021	0.20
	亮	4.94	1.35			
寬敞感	暗	3.38	1.16	-1.535	0.125	0.13
	亮	3.23	1.17			
擁擠感	暗	5.09	1.32	0.987	0.324	0.08
	亮	4.98	1.26			

(二) 有阻礙物時，實體邊界存在與否對可及性、空間感知及擁擠感之影響

經由獨立樣本 t 檢定分析檢測，結果顯示在無阻礙物且光分布都是 5m 的狀況下，實體邊界的存在與否會造成視覺( $t=-10.367, p<.001$ )與移動( $t=-4.224, p<.001$ )兩種可及性有顯著差異，當有實體邊界時，視覺與移動可及性都較高；而在空間感知上，只會對封閉感( $t=-4.109, p<.001$ )造成顯著差異，有實體邊界時，封閉感較高；同時以 Cohen's d 計算效果量顯示差異均有實務上的意義(視覺可及性  $d=0.84$ ；移動可及性  $d=0.35$ ；封閉感  $d=0.34$ )。然而實體邊界的存在與否對移動寬敞感( $t=1.276, p=0.197$ )及擁擠感( $t=-0.487, p=0.625$ )皆無顯著差異。(參見表 5-12)



表 5-12 不實體邊界存在與否可及性、空間感知及擁擠感之關係

應變項	實體邊界	M	SD	t	Sig(2-tailed)	Cohen's d
視覺 可及性	無	2.91	1.18	-10.367	<.001	0.84
	有	4.10	1.60			
移動 可及性	無	2.68	1.39	-4.224	<.001	0.35
	有	3.18	1.38			
封閉感	無	4.63	1.34	-4.109	<.001	0.34
	有	5.09	1.34			
寬敞感	無	3.35	1.20	1.276	0.197	0.11
	有	3.23	1.12			
擁擠感	無	5.06	1.30	-0.487	0.625	0.04
	有	5.00	1.28			

### (三) 阻礙物類型對可及性、空間感知及擁擠感之影響

經由獨立樣本 t 檢定分析檢測，結果顯示不同的阻礙物類型在視覺( $t=-0.567$ ,  $p=0.571$ )與移動( $t=1.199$ ,  $p=0.231$ ) 兩種可及性皆無顯著差異；在空間感知上只對封閉感( $t=2.062$ ,  $p=0.040$ )造成顯著差異，柱體的封閉感較人體高，而對寬敞感( $t=2.873$ ,  $p=0.004$ )無顯著差異；不同類型的阻礙物也對擁擠感( $t=-4.431$ ,  $p<.001$ )造成顯著差異，柱體的擁擠感較人體低。以 Cohen's d 計算效果量顯示差異均有實務上的意義(封閉感  $d=0.24$ ；擁擠感  $d=0.36$ )。(參見表 5-13)

表 5-13 照明方式與阻礙物類型對視覺可及性變異數分析之同質群

應變項	阻礙物	M	SD	t	Sig(2-tailed)	Cohen's d
視覺 可及性	柱體	3.36	1.42	-0.567	0.571	0.05
	人體	2.43	1.54			
移動 可及性	柱體	2.95	1.40	1.199	0.231	0.10
	人體	2.81	1.41			
封閉感	柱體	4.97	1.27	2.873	0.004	0.24
	人體	4.65	1.43			
寬敞感	柱體	3.32	1.13	0.264	0.792	0.02
	人體	3.29	1.20			
擁擠感	柱體	4.80	1.31	-4.431	<.001	0.36
	人體	5.27	1.23			

#### 第四節、小結

##### 一、照明方式與阻礙物類型對可及性、空間感知及擁擠感之影響

為無實體邊界的狀況下，光亮度、光分布、阻礙物類型的條件組合，因在光分布半徑為 1m 時無法看見實體邊界的牆體，不能比較實體邊界有無的影響，因此排除光分布半徑為 5m 且有實體邊界的場景。

##### (一) 照明方式對可及性、空間感知及擁擠感之影響

在光亮度的部分，沒有阻礙物時，光亮度會影響可及性與空間感知，但不影響擁擠感；而有阻礙物時，光亮度同樣會影響可及性，但是對空間感知就無顯著影響，反而對擁擠感有影響。由此結果推論，不論有無阻礙物，光亮度皆會影響視覺與移動可及性，可能表示光亮度越高可以看得更清楚且更容易移動；然而有阻礙物時，會抵消光亮度對於空間感知的影響；推測可能是當沒有阻礙物時，受測者對於整體空間有更好的判斷，更能分辨空間感知上的差異。沒有阻礙物時，光亮度並不會影響擁擠感，但阻礙物的出現會使不同的光亮度對擁擠感造生差異，

這可能是跟個人空間有關：當光亮度比較低時，因受測者對周圍環境的得知資訊降低，使個人空間擴大，因此當有阻礙物時，會侵入個人空間而引起擁擠感。

在光分布的部分，不論是否有阻礙物，皆會影響視覺可及性、空間感知及擁擠感；移動可及性則是在無阻礙物時，受到光分布的影響，有阻礙物的情況下，光分布範圍大小對移動可及性沒有差異，有可能是因為有阻礙物時，相同阻礙物密度的情況下，不論光分布範圍多大，在距離受測者 1m 範圍內阻礙物距離皆相同。而雖然不論是否有阻礙物，光分布大小皆會影響擁擠感，但光分布大小對擁擠感的影響卻是呈現相反趨勢：在沒有阻礙物的情況下，光分布範圍較小時會較為擁擠；而在有阻礙物的情況下，光分布範圍較大時擁擠感較高，可能是隨著光分布範圍越大的同時，看到的阻礙物也越多，因此可能會使受測者覺得密度增加了且刺激變多，因而覺得擁擠。

## (二) 阻礙物類型對可及性、空間感知及擁擠感之影響

在有阻礙物的情況下，不同類型的阻礙物對封閉感及擁擠感會造成顯著差異，而柱體造成的封閉感大於人體，但所造成的擁擠感卻小於人體。由此結果推論，阻礙物類型中，比起柱體，可能人體會被視為更需要社交互動，而社交的需要則會提高接觸、干擾的機會(Loo, 1975; Proshansky et al., 1972)，進而使個體覺得較為擁擠。

## 二、光亮度、阻礙物、邊界對可及性、空間感知及擁擠感之影響

以光分布半徑皆為 5m 的狀況下，光亮度、有無實體邊界、阻礙物類型的條件組合，因在光分布半徑為 1m 時，無法看見實體邊界的牆體，不能比較實體邊界有無的影響，因此排除光分布半徑為 1m 的場景。

### (一) 光亮度對可及性、空間感知及擁擠感之影響

光分布半徑皆為 5m 的狀況下，沒有阻礙物時，光亮度只會影響視覺可及性；而有阻礙物時，光亮度會影響視覺與移動可及性以及封閉感，當光亮度提高時，

視覺與移動可及性增加，同時封閉感也增加，但是對寬敞感及擁擠感無顯著差異。由此結果推論，當沒有阻礙物時，光亮度越高可能表示可以看得更清楚，但因光分布半徑皆為 5m，已界定可以移動的範圍，且大於一般個人空間 1m 的距離 (Bailenson et al., 2001; Novelli et al., 2010; Serino, 2019; Serino et al., 2018; Teneggi et al., 2013; Van Oosterhout & Visser, 2008)，為公眾距離(Hall, 1966)，因此不同的光亮度對移動可及性及封閉感較無影響；而有阻礙物時，光亮度越高可能表示可以看得更清楚阻礙物的位置及數量，更容易知道哪些地方沒有阻礙物可以移動，因此視覺與移動可及性提高。同時，當光亮度越高越看的清楚周圍的阻礙物，因受測者感到被阻礙物包圍而封閉感也提高。

## (二) 邊界對可及性、空間感知及擁擠感之影響

在光分布半徑皆為 5m 的狀況下，沒有阻礙物時，有無實體邊界會影響視覺可及性及封閉感；而有阻礙物時，有無實體邊界會影響視覺與移動可及性以及封閉感，有實體邊界時，可及性與封閉感都會增加。

由此結果推論，當沒有阻礙物時，受測者可能認為在實體邊界內所明確界定的範圍內都看的到，因此認為視覺可及性提高。但在移動可及性上，沒有阻礙物時，由光分布所界定的範圍與實體邊界的效果是一樣，只能在光分布的範圍內移動，因此對移動可及性沒有造成顯著差異。寬敞感是在邊界內可以水平移動的範圍(Stamps, 2010)，同理，對寬敞感也沒造成顯著差異；而封閉感是一空間中被包圍，由圍牆、圍籬或其他障礙物防止自由進出的感受(Stamps, 2005b)，因此當實體邊界存在時會使封閉感上升。

當有阻礙物時，與沒有阻礙物的情況不同的是，有無實體邊界會影響移動可及性，推論可能是當沒有實體邊界時，阻礙物的存在會使受測者認為，光分布以外的黑暗地區也有可能分布有阻礙物，增加不確定感使受測者認為可移動的範圍不只是光分布所界定的範圍，因此與有實體邊界的場景產生移動可及性的差異。

## (三) 阻礙物類型對可及性、空間感知及擁擠感之影響

在光分布半徑皆為 5m 的狀況下，阻礙物類型會影響封閉感與擁擠感，當阻礙物為柱體時會使封閉感上升而擁擠感下降。由此結果推論，在柱體與人體的截面積一樣的狀況下，穿越之容易程度會影響封閉感：受測者可能會認為人體會移動較具穿越的彈性，因此封閉感比較低；而擁擠感是受到社交因子影響，因為人體通常會涉及到「身分」(Loo, 1975; Proshansky et al., 1972)，被視為具有社交價值的社會因素(Baum & Davis, 1976; Loo, 1975; Maxwell, 2003; McGrew, 1970)，像是面部方向、表情等非語言的過程(Bailenson et al., 2001; Evans & Wener, 2007; Teneggi et al., 2013)皆會影響擁擠感，因此相較於柱體，當阻礙物為人體時會使受測者擁擠感較高。。


## 第六章 結論與建議



### 第一節、結論與討論

擁擠感是景觀及戶外遊憩等相關領域研究中重要議題之一，經常作為遊憩品質的評估標準，並且大多是以「人」為主要探討的擁擠因素；然而從過往文獻與實證研究發現擁擠感被區分為「人」及「空間」兩種概念，而且各領域研究對於「空間擁擠」的定義及操作不盡相同，有些學者甚至將空間感知視為擁擠感的一部分。故本研究欲探討空間感知與擁擠感之關係為何？以及由「人」及「空間」所引發的空間感知及擁擠感是否有差異？因此本篇論文透過三個研究來試圖釐清「人群擁擠」及「空間擁擠」。研究一是依據 Stamps (2003, 2005b, 2010) 的研究為基礎，透過將人體及柱體作為不同的空間組成元素，形成空間邊界以引發其空間感知，並且依人際距離的理論基礎(Hall, 1966)操作受測者與空間邊界的距離來誘發擁擠感；結果發現人體與柱體所構成的空間，會使個體感受到顯著不同的空間感知及擁擠感，而且封閉感正向影響擁擠感，寬敞感負向影響擁擠感。

在確知人體及柱體形成之空間邊界會造成空間感知及擁擠感的差異後，研究二則是進一步以人體或柱體作為空間中的阻礙物，並加上一般現實生活中常見的牆面為空間邊界。許多擁擠感相關研究都是採提高所處空間的密度來操控擁擠的情況(e.g.,Blut & Iyer, 2019; Machleit et al., 2000; Mehta, 2013)，故研究二亦透過提高所處空間中的密度來檢測空間感知及擁擠感。結果發現當人體及柱體作為阻礙物，密度提高確實會誘發擁擠感之外，對於空間感知及擁擠感也造成顯著差異：相較於人體，柱體封閉感及擁擠感較高、寬敞感較低，其中阻礙物類型與密度對於寬敞感、擁擠感有顯著的相互作用，表示相對於人、柱子會減弱密度對寬敞感的負向影響，以及對於擁擠感的正向影響；且與研究一結果相同，封閉感正向影響擁擠感，寬敞感負向影響擁擠感。除此之外，還發現即使空間中沒有任何阻礙物的存在，只有牆體形成的空間邊界，底面積不同仍會引起不同程度的擁擠感。



接著研究三將實體邊界改為由高對比的光分布來界定空間(Wänström Lindh, 2012; Wänström Lindh & Billger, 2021; Wänström Lindh et al., 2020)，納入光亮度、光分布等自變項，且放置同樣數量與分佈範圍的阻礙物(人體/柱體)，並確認有無實際邊界的影響；而應變項除了空間感知及擁擠感外，還加入了可及性的概念來測量。從空間感知影響因子的文獻中，可得知可及性與穿透性是類似的概念，但與穿透性不同的是，可及性的相關研究所探討的空間較側重戶外，其雖較無明確邊界但仍有可能會有隱晦的空間界定；因此，可及性所涵蓋的範圍較穿透性廣泛。研究結果顯示照明的確會影響可及性、空間感知及擁擠感：當光亮度越高、光分布越大時，會提昇視覺、移動可及性及寬敞感，並造成封閉感及擁擠感下降；但是當空間中有阻礙物時，則會抵消前述照明的影響，甚至呈現相反的趨勢：當光分布越大，移動可及性、寬敞感及擁擠感皆會下降。另外在距離受測者 5M 是否有邊界則是較影響可及性及空間感知：當有邊界的情況下，視覺可及性上升，而空間感知則是要當光亮度較高且有阻礙物時才會受到邊界的影響，即封閉感上升、寬敞感下降。根據三項研究結果可知空間感知對擁擠感的影響：封閉感正向影響擁擠感，寬敞感負向影響擁擠感；由人體及柱體作為不論是空間組成元素或是阻礙物，對於空間感知及擁擠感皆造成顯著差異，為人體擁擠感較柱體高；且即便在沒有實際邊界的情況下，照明會影響空間感知及擁擠感。

### 一、不同類型的空間組成元素及阻礙物對空間感知之影響

雖然過往在空間感知的研究中，很多會以邊界穿透性作為測量並以柱體作為實驗操作(e.g., Stamps, 2003, 2005b, 2010)，但過去分為「人」及「空間」兩種構面的擁擠感相關研究，其操作多以將人或非人元素分布在空間中(e.g., Blut & Iyer, 2019; Elbachir & Chenini, 2017; Machleit et al., 2000; Machleit et al., 1994; Mehta, 2013)。研究一則是將人體與柱體以不同級別的穿透性及距離在周邊形成邊界，並圍塑出一個空間，作為空間組成元素，來探討「人」與「空間」兩種構面對空

間感知的影響。

在研究二中，已知過去大部分研究為提高所處空間的密度(e.g., Baum & Davis, 1976; Loo, 1975; Maxwell, 2003; McGrew, 1970)達到擁擠的情況，研究二將人體與柱體作為空間中的阻礙物，藉由數量不同的阻礙物來改變空間中的密度作為實驗操作，於阻礙物最外圍的是三個不同距離級別的邊界。

在研究三中，同研究二將人體與柱體作為空間中的阻礙物，不同的是在有阻礙物的情景中，其數量及分佈範圍都是一樣的。因為已於研究二中確認阻礙物類型與密度的影響，而研究三則是要確認阻礙物類型與照明方式的影響。

從研究一、研究二的結果中，不論是空間組成元素還是阻礙物，在對於空間感知的影響可以發現一致的結果，人體與柱體對於封閉感、寬敞感皆有造成顯著差異，且柱體的封閉感皆高於人體、而寬敞感低於人體。而從研究三的結果中，會發現當有照明的影響之下，阻礙物的類型只會造成封閉感的差異，同研究一、二為柱體的封閉感高於人體，而對於寬敞感所造成的差異不大。而這些結果也是過往研究較沒有討論的，過往研究在比較人及非人元素的差異時，多是在討論對於擁擠感的影響(e.g., Baum & Davis, 1976; Loo, 1975; Machleit et al., 2000; Machleit et al., 1994; Maxwell, 2003; McGrew, 1970; Rompay et al., 2008)，較無提及對於空間感知的影響。而此結果較有趣的是，由人體形成的邊界也會影響空間感知，這在過去討論邊界對於空間感知的文獻中是較少提到的；另外由人體形成的阻礙物也會影響空間感知，而在過去的文獻中，只有提到阻礙會影響寬敞感(Bokharai & Nasar, 2016; Stamps, 2007)，對於封閉感的影響研究甚少。

## 二、不同空間組成元素、阻礙物對擁擠感之影響

在研究一中，較過往對於擁擠感的操作較不相同，過去大部分研究採以提高所處空間的密度(e.g., Baum & Davis, 1976; Loo, 1975; Maxwell, 2003; McGrew, 1970)達到擁擠的情況，而研究一則是將人體與柱體以不同級別的穿透性及距離在周邊



形成邊界，並圍塑出一個空間，作為空間組成元素，來探討「人」與「空間」兩種構面對擁擠感的影響。在研究二中，已知過往研究將擁擠感分為「人」及「空間」兩種構面的研究，其操作多以將人或非人元素分布在空間中(e.g.,Blut & Iyer, 2019; Elbachir & Chenini, 2017; Machleit et al., 2000; Machleit et al., 1994; Mehta, 2013)；研究二同樣將人體與柱體分布在空間中，並藉由數量不同的阻礙物來改變空間中的密度作為實驗操作。在研究三中，則是相同數量的阻礙物分布在照明所界定的空間中。

研究一、研究二及研究三的結果顯示，人體與柱體對於擁擠感的影響皆會造成顯著差異，然而不同的是，在研究一、研究三會發現人體的擁擠感高於柱體，但在研究二時卻發現人體的擁擠感低於柱體，因此針對這部分再進一步做討論。從過往文獻來推論，人體與柱體會造成不同程度擁擠感的原因，可能來自於人體通常會涉及到「身分」(Loo, 1975; Proshansky et al., 1972)，被視為具有社交價值的社會因素(Baum & Davis, 1976; Loo, 1975; Maxwell, 2003; McGrew, 1970)，因此像是面部方向、表情等非語言的過程(Bailenson et al., 2001; Evans & Wener, 2007; Teneggi et al., 2013)皆會影響擁擠感；然而柱體沒有正、反面之分，也沒有面部表情的差異，因此較無前述的因子影響擁擠感，而柱體影響擁擠感的機制可能來自於實際物理空間的減少(Loo, 1975; Maxwell, 2003; McGrew, 1970; Schmidt & Keating, 1979; Stokols, 1972b)及物理干擾(Andereck & Becker, 1993; Schmidt & Keating, 1979)的結果。

綜觀上述文獻推論，人體的擁擠感應該會高於柱體，此推論與研究一及研究三結果相符，而與研究二結果不符。在研究二的場景中，研究二於阻礙物最外圍有三個不同距離級別的實體邊界，其顏色、材質皆與柱體一樣，因此懷疑有可能是外圍的邊界與柱體的阻礙效果混淆。而對研究二的結果進一步分析可以發現，阻礙物類型和密度對擁擠感有顯著的相互作用( $B=-0.645$ ,  $p<0.001$ )，表示相對於人體、柱體會減弱密度對擁擠感的正向影響(參見表 4-6)。雖然柱體之主效果為

正值，在不考慮其他因子時柱體造成之擁擠感較人體高；但柱體與密度的負向的交互作用顯示相對於人體、柱體仍有減緩擁擠感的效果，且會隨著密度增加而放大。此交互作用之效果遠大於其主效果，因此整體而言柱體造成的擁擠感受仍會比人體小，而且隨阻礙物密度增加，兩者之差異越大。由此解釋當阻礙物為柱體且密度較小時，相較於人體，個體可能因看到外圍的邊界且與柱體混淆，因此柱體擁擠感高於人體，但隨著密度增加，柱體逐漸減緩擁擠感且減緩效果顯著，因此整體來說柱體造成的擁擠感會低於人體。但此背景與阻礙物的混合效果可能還需要後續研究進一步確認。

### 三、照明與阻礙物對可及性之影響

從研究三的結果中，可得知照明會影響視覺與移動可及性。而在光分布半徑都是 5m 的情況下，沒有阻礙物時，光亮度只會影響視覺可及性。由此結果推論，對於視覺上來說所有的視覺體驗都需要由光線傳遞方能感知，故光亮度越高可能為可以看得更清楚，而沒有阻礙物時，因光分布半徑皆為 5m，已界定可以移動的範圍，且大於一般個人空間 1m 的距離(Bailenson et al., 2001; Novelli et al., 2010; Serino, 2019; Serino et al., 2018; Teneggi et al., 2013; Van Oosterhout & Visser, 2008)，為公眾距離(Hall, 1966)，因此只對視覺可及性造成顯著差異而移動可及性及沒有。

而在有阻礙物時，排除光分布半徑為 5m 且有實體邊界的場景狀況下，光分布只會影響視覺可及性，也就是說，有阻礙物的情況下，光分布範圍大小對移動可及性沒有差異。由此結果推論，有可能是因為有阻礙物時，相同阻礙物密度的情況下，不論光分布範圍多大，在距離受測者 1m 範圍內周圍阻礙物距離皆相同，因此對於判斷是否容易移動或穿越的差異不大。

另外，阻礙物的類型並不會對於視覺與移動可及性造成顯著差異，由此結果推論，有可能是因為柱體與人體截面積相同，因此在視覺遮擋或移動上的阻礙性來說是比較沒有差異的。

而以往探討可及性的相關研究中(Chiang et al., 2014; Herzog & Kutzli, 2002; Stamps Iii, 2008a, 2008b)，較少討論照明對可及性的影響，而在研究三中可以發現照明對視覺可及性的影響大於阻礙物類型的影響。




#### 四、照明與阻礙物對空間感知之影響

從研究三的結果中，在無實體邊界，光亮度、光分布、阻礙物類型組合的條件下，光亮度在沒有阻礙物時，會影響空間感知；但在有阻礙物時對空間感知就無顯著影響。由此結果推論，有阻礙物時，會抵消光亮度對於空間感知的影響：可能是當沒有阻礙物時，受測者對於整體空間有更好的判斷，更能分辨空間感知上的差異。而在光分布半徑都是 5m 的情況下，沒有阻礙物時，光亮度不會影響空間感知；有阻礙物時，只會影響封閉感。由此結果推論，有阻礙物時，當光亮度越高時就越看的清楚周圍的阻礙物，因此受測者感到被阻礙物包圍而封閉感也提高。

同樣在無實體邊界，光亮度、光分布、阻礙物類型組合的條件下，不論是否有阻礙物的存在，光分布會對空間感知造成顯著差異，當光分布越小，封閉感越高、寬敞感越低。由此結果推論，如 Wänström Lindh et al. (2020)表明光分布會突顯出邊界的存在，個體會因感受到被包圍在一空間中而有封閉感，因此在研究三中當光分布越小時，可能使個體覺得被黑暗包圍的感受更重，因此封閉感較高；同時，因光分布會突顯出邊界的存在，而界定出可以移動的範圍；如 Stamps (2010)便曾表明寬敞感是在邊界內可以水平移動的範圍，因此當光分布越小時，可能導致界定的空間範圍縮小，而使個體認為可以水平移動的範圍變小，因此寬敞感降低。

另外在全黑的場景中，可以觀察到其所造成的封閉感及寬敞感的平均值皆偏高，有可能是在極端的場景(全黑看不到)下，會使受測者對於空間感知產生混淆，因此感受到的封閉感及寬敞感都同時偏高。



而阻礙物類型對於空間感知來說，不論是在無實體邊界的狀況下，不同光亮度、光分布、阻礙物類型組合的條件下，還是以光分布半徑都是 5m 的條件下，皆只有對封閉感造成顯著差異，而對寬敞感無造成顯著影響。由此結果推論，因為封閉感較著重於是否能透過邊界或其他障礙物自由進出(Stamps, 2005b)，因此在柱體與人體的截面積一樣的狀況下，穿越的容易程度會影響封閉感：個體會認為人體會移動較具穿越的彈性，因此封閉感比較低；而寬敞感較著重於在邊界內可以水平移動的範圍(Stamps, 2010)。但阻礙物類型不論是柱體還是人體，都是以相同的距離分散在受測者周圍，在相同阻礙物密度的情況下，阻礙物之間以及與受測者之間的距離皆相同，可能使受測者認為可以移動的距離或範圍較無差異，因此阻礙物類型對寬敞感較無差異。

#### 五、照明與阻礙物對擁擠感之影響

在無實體邊界，光亮度、光分布、阻礙物類型組合的條件下，沒有阻礙物時，光亮度並不會影響擁擠感；但阻礙物的出現會使不同的光亮度對擁擠感產生差異影響。由此結果推論可能是跟個人空間有關，當光亮度比較低時，因受測者對周圍環境的得知資訊降低，使個人空間擴大；因此當有阻礙物時，會侵入個人空間而引起擁擠感。然而在光分布半徑皆為 5m，光亮度、有無實體邊界、阻礙物類型組合的條件下，無論是否有阻礙物，光亮度都不影響擁擠感，而在這樣的組合條件下，只有阻礙物類型影響到擁擠感，也就是說，比起光亮度的差異以及實體邊界是否存在，阻礙物類型可能是影響擁擠感較為重要的條件。過往擁擠感相關文獻提及人通常會涉及到「身分」(Loo, 1975; Proshansky et al., 1972)，被視為具有社交價值的社會因素(Baum & Davis, 1976; Loo, 1975; Maxwell, 2003; McGrew, 1970)，因此可以看出，相較於亮度、邊界等空間因子，阻礙物更偏向於社會因子。

而以光分布來說，在無實體邊界，光亮度、光分布、阻礙物類型組合的條件

下，不論是否有無阻礙物，光分布皆會影響擁擠感。然而是否有阻礙物會使光分布大小對擁擠感的影響呈現相反趨勢：在沒有阻礙物的情況下，擁擠感較受到的光分布之影響：即光分布範圍越大，擁擠感越低；而在有阻礙物的情況下，光分布範圍較大時擁擠感較高。由此結果推論，在沒有阻礙物的情況下，光分布範圍縮小時，可能使個體覺得所處空間變小(Loo, 1975; Maxwell, 2003; McGrew, 1970; Schmidt & Keating, 1979; Stokols, 1972b)，進而感到擁擠。而在有阻礙物的情況下，隨著光分布範圍越大，因為看到的阻礙物也越多，因此可能會使個體覺得密度增加了且刺激變多而覺得擁擠。

接著是在無實體邊界，光亮度、光分布、阻礙物類型組合的條件下，以及光分布半徑皆為 5m，光亮度、有無實體邊界、阻礙物類型組合的條件下，阻礙物類型都會對擁擠感造成顯著差異，皆為人體造成的擁擠感大於柱體。由此結果推論，過去文獻指出擁擠感是受到社交因子影響，因為人體通常會涉及到「身分」(Loo, 1975; Proshansky et al., 1972)，被視為具有社交價值的社會因素(Baum & Davis, 1976; Loo, 1975; Maxwell, 2003; McGrew, 1970)，因此像是面部方向、表情等非語言的過程(Bailenson et al., 2001; Evans & Wener, 2007; Teneggi et al., 2013)皆會影響擁擠感；而阻礙物類型中，比起柱體，可能人體會被視為更需要社交互動，而社交的需要則會提高接觸、干擾的機會(Loo, 1975; Proshansky et al., 1972)，進而使個體覺得較為擁擠。

而相比於過去照明對擁擠感影響的文獻，多為以操作光亮度來探討個人空間的變化及社交互動(Adams & Zuckerman, 1991; Wänström Lindh et al., 2020)；而在研究三中則發現，相比於光亮度，光分布、阻礙物的存在及類型對擁擠感的影響來說可能都是較為重要的條件。

## 第二節、未來研究建議與應用



### 一、研究限制與未來研究建議

本篇論文的三個研究方法皆是採用實驗法，以 3D 軟體建立場景，再運用 IVR 沉浸式虛擬實境技術讓受測者觀看 360 度的模擬場景，並請受測者針對各個模擬的場景進行評估。已經有許多實證研究表明，不論是對於空間感知還是擁擠感，利用 IVR 技術所進行環境評估比起傳統的照片評估具有更高的效度 (Abd-Alhamid, Kent, Bennett, Calautit, & Wu, 2019; Cha, Koo, Kim, & Hong, 2019; Kisker, Gruber, & Schöne, 2019; Lanier, Waddell, Elson, Tamul, Ivory, & Przybylski, 2019; Paes, Arantes, & Irizarry, 2017; Wang et al., 2021)。然而 IVR 技術具有使用人數及地點上的限制，在實驗過程中，每台 IVR 裝置僅允許一人使用，且每位受測者都必須至實驗室進行量測，因此收集樣本的時間增加導致樣本數量較少。

而且本研究比較由「人體」及「柱體」作為空間組成邊界及阻礙物對空間感知及擁擠感的差異，為避免有其他影響因子干擾應變項，在實驗中嚴格控制自變項因子，而實際環境中可能鮮少由「人體」作為空間組成邊界或是由「柱體」作為阻礙物均勻分布在空間中，然而當在本研究中確認各因子間的關係及影響力後，未來的場景設置可以加入更接近實際環境中的元素做討論。另外在本研究中的所有模擬場景皆為靜態，對於擁擠感，在實際環境中會有動態的人流 (e.g., 顏宏旭、吳家穎, 2018)、與遭遇者的互動等因子所影響，以及除了視覺外其他感官受到環境的影響，因此建議未來可以增加動態的模擬及不同環境特徵等變項去探討。

過去在探討照明對擁擠感的影響時，通常以光亮度作為影響因子，而在研究三的結果中發現，相比於光亮度，光分布、阻礙物的存在及類型可能都是較為重要的條件；因此建議未來在探討照明對擁擠感的影響時可以加入光分布的考量。另外研究三的測量問項加入了可及性，從結果中也發現可及性對於空間感知及擁擠感的影響，因此本研究建議未來在景觀及戶外遊憩領域對於空間感知及擁擠感

的影響研究時，可採用可及性問項進行量測。

## 二、研究應用

本研究在理論層面上，彙整了空間感知及擁擠感的影響因子，以及過往研究對於「空間擁擠」的定義與操作。藉由實驗操作確認人與非人因素對於空間感知及擁擠感的差異，並且發現由人體形成的邊界及阻礙物也會影響空間感知，這在過去討論空間感知的文獻中甚少提及的。除此之外，在照明對於空間感知及擁擠感的影響中，結果發現比起光亮度，光分布的影響力可能更大。因此未來在討論空間感知或擁擠感時都應該將阻礙物的類型及光線狀況做更仔細的考量。

而在實務層面上，本研究建議設計者在環境設計時，相較於在空間中允許容納更多的人，可以藉由非人元素所形成的邊界或阻隔來降低擁擠感；另外也可以提示設計者，在空間上設計欲區隔活動領域時，不一定要使用實體的分隔，也可以運用照明暗示空間上區隔。

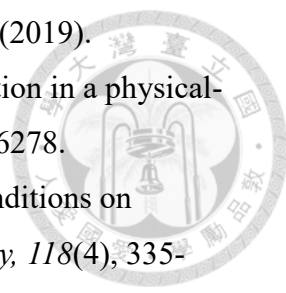


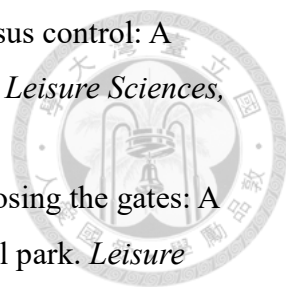
## 引用文獻



1. 呂怡君、林晏州 (2016)，步道上遊客人數對擁擠感受之影響。《戶外遊憩研究》，29(1)，57-77。
2. 林晏州 (2000)，社會遊憩容許量評估方法之比較。《戶外遊憩研究》，13(1)，1-20。
3. 吳孟娟 (2002)。步道衝擊預測模式與遊憩容許量評定之研究。國立臺灣大學園藝暨景觀研究所碩士論文，台北市。
4. 吳家穎 (2012)。應用藍幕技術探討遊客在溪頭自然教育公園中步道之動態擁擠感。國立虎尾科技大學休閒遊憩研究所碩士論文，雲林縣。
5. 吳婉瑄 (2019)。使用者的分佈模式對於擁擠感的影響。國立臺灣大學園藝暨景觀研究所碩士論文，台北市。
6. 吳婉瑄、鄭佳昆 (2018)。以沉浸式虛擬實境法測量擁擠知覺之效度研究。第20屆休閒、遊憩、觀光國際論壇暨學術研討會，國立台灣大學。
7. 吳紫宸、李英弘 (2009)。九族文化村擁擠感之研究。《造園景觀學報》，15(3)，1-21。
8. 陳映均、林晏州 (2014)。都市街道景觀封閉感之研究。《都市與計劃》，41(1)，99-115。
9. 歐聖榮、李美芬 (2001)。景觀空間封閉感及偏好知覺之研究。2001 休閒、遊憩、觀光研究成果研討會(III)，87-105。
10. 歐聖榮 (2001)。景觀空間封閉感及擁擠感之研究(Nsc89-2313-B-005-202)。國家科學委員會，台北市：行政院表CM03，44。
11. 顏宏旭、吳家穎 (2018)。應用藍幕技術探討溪頭自然教育公園中步道之動態擁擠知覺。《戶外遊憩研究》，31(4)，95-120。
12. 顏宏旭 (2013)。動態擁擠感之研究-藍幕特效後製模擬技術之應用(Nsc 100-2410-H-150-009)。行政院國家科學委員會。
13. 羅啟峰、張韶靖 (2018)。擁擠知覺、從眾行為與滿意度之關係研究。《商學學報》，26，157-182。
14. 陳庭輝, & 林裕彬. (2005). 戶外人工光源演色及色溫對視覺感知影響之研究—以模擬夜間都市公園之步道為例。《造園景觀學報》，11(2)，41-66。



- 
15. Abd-Alhamid, F., Kent, M., Bennett, C., Calautit, J., & Wu, Y. (2019). Developing an innovative method for visual perception evaluation in a physical-based virtual environment. *Building and Environment*, *162*, 106278.
  16. Adams, L., & Zuckerman, D. (1991). The effect of lighting conditions on personal space requirements. *The journal of general psychology*, *118*(4), 335-340.
  17. Andereck, K. L., & Becker, R. H. (1993). Perceptions of carry-over crowding in recreation environments. *15*(1), 25-35.
  18. Anderson, A. M. (1933). *Syllabus of design and color*: Bruce Publishing Company.
  19. Asgarzadeh, M., Koga, T., Hirate, K., Farvid, M., & Lusk, A. (2014). Investigating oppressiveness and spaciousness in relation to building, trees, sky and ground surface: A study in tokyo. *Landscape and Urban Planning*, *131*, 36-41.
  20. Ashley, M. (1898). Concerning the significance of intensity of light in visual estimates of depth. *Psychological Review*, *5*(6), 595.
  21. Bailenson, J. N., Blascovich, J., Beall, A. C., & Loomis, J. M. (2001). Equilibrium theory revisited: Mutual gaze and personal space in virtual environments. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, *10*(6), 583-598.
  22. Bandini, S., Crociani, L., Gorrini, A., Nishinari, K., & Vizzari, G. (2020). Unveiling the hidden dimension of pedestrian crowds: Introducing personal space and crowding into simulations. *Fundamenta Informaticae*, *171*(1-4), 19-38.
  23. Baum, A., & Davis, G. E. (1976). Spatial and social aspects of crowding perception. *8*(4), 527-544.
  24. Baum, A., Paulus, P., Stokols, D., & Altman, I. (1987). Handbook of environmental psychology. *Handbook of Environmental Psychology*.
  25. Blut, M., & Iyer, G. R. (2019). Consequences of perceived crowding: A meta-analytical perspective. *Journal of Retailing*.
  26. Bokharaei, S., & Nasar, J. L. (2016). Perceived spaciousness and preference in sequential experience. *Human factors*, *58*(7), 1069-1081.
  27. Brengman, M., Willems, K., & Joye, Y. (2012). The impact of in-store greenery on customers. *Psychology & Marketing*, *29*(11), 807-821.

- 
28. Bultena, G., Albrecht, D., & Womble, P. (1981a). Freedom versus control: A study of backpackers' preferences for wilderness management. *Leisure Sciences*, 4(3), 297-310.
29. Bultena, G., Field, D., Womble, P., & Albrecht, D. (1981b). Closing the gates: A study of backcountry use-limitation at mount mckinley national park. *Leisure Sciences*, 4(3), 249-267. doi: 10.1080/01490408109512966
30. Cha, S. H., Koo, C., Kim, T. W., & Hong, T. (2019). Spatial perception of ceiling height and type variation in immersive virtual environments. *Building and Environment*, 163, 106285.
31. Chiang, Y.-C., Nasar, J. L., & Ko, C.-C. (2014). Influence of visibility and situational threats on forest trail evaluations. *Landscape and Urban Planning*, 125, 166-173.
32. Coules, J. (1955). Effect of photometric brightness on judgments of distance. *Journal of experimental psychology*, 50(1), 19.
33. Desor, J. A. (1972). Toward a psychological theory of crowding. *Journal of personality and social psychology*, 21(1), 79.
34. Dion, D. (1999). A theoretical and empirical study of retail crowding. *ACR European Advances*.
35. Ditton, R. B., Fedler, A. J., & Graefe, A. R. (1983). Factors contributing to perceptions of recreational crowding. *Leisure Sciences*, 5(4), 273-288.
36. Dosen, A. S., & Ostwald, M. J. (2017). Lived space and geometric space: Comparing people's perceptions of spatial enclosure and exposure with metric room properties and isovist measures. *Architectural Science Review*, 60(1), 62-77.
37. Elbachir, S., & Chenini, A. (2017). How crowding influences emotional, perceptual and behavioural reactions in store. *Maghreb Review of Economic and Management*, 423(4167), 1-18.
38. Epstein, R., & Kanwisher, N. (1998). A cortical representation of the local visual environment. *Nature*, 392(6676), 598-601.
39. Eroglu, S. A., Machleit, K., & Barr, T. F. (2005). Perceived retail crowding and shopping satisfaction: The role of shopping values. *Journal of business research*, 58(8), 1146-1153.
40. Evans, G. W., & Wener, R. E. (2007). Crowding and personal space invasion on

the train: Please don't make me sit in the middle. *Journal of Environmental Psychology*, 27(1), 90-94.

41. Flynn, J. E. (1988). Lighting-design decisions as interventions in human visual space. *Environmental aesthetics: Theory, research, and application*, 156-172.
42. Fujiyama, T., Childs, C., Boampomg, D., & Tyler, N. (2005). *Investigation of lighting levels for pedestrians-some questions about lighting levels of current lighting standards*.
43. Gärling, T. (1969). Studies in visual perception of architectural spaces and rooms: II. Judgments of open and closed space by category rating and magnitude estimation. [<https://doi.org/10.1111/j.1467-9450.1969.tb00034.x>]. *Scandinavian Journal of Psychology*, 10(1), 257-268.
44. Hall, E. T. (1966). *The hidden dimension*. 1966: New York: Doubleday.
45. Hammitt, W. E. (1983). Toward an ecological approach to perceived crowding in outdoor recreation. *Leisure Sciences*, 5(4), 309-320.
46. Harrell, G. D., Hutt, M. D., & Anderson, J. C. (1980). Path analysis of buyer behavior under conditions of crowding. *Journal of Marketing research*, 17(1), 45-51.
47. Hayward, S. C., & Franklin, S. S. (1974). Perceived openness-enclosure of architectural space. *Environment and Behavior*, 6(1), 37-52.
48. Herzog, T. R., & Kutzli, G. E. (2002). Preference and perceived danger in field/forest settings. *Environment and behavior*, 34(6), 819-835.
49. Hou, Y., Zhang, K., & Li, G. (2021). Service robots or human staff: How social crowding shapes tourist preferences. *Tourism Management*, 83, 104242.
50. Iachini, T., Coello, Y., Frassinetti, F., & Ruggiero, G. (2014). Body space in social interactions: A comparison of reaching and comfort distance in immersive virtual reality. *PLoS ONE*, 9(11), e111511.
51. Iachini, T., Coello, Y., Frassinetti, F., Senese, V. P., Galante, F., & Ruggiero, G. (2016). Peripersonal and interpersonal space in virtual and real environments: Effects of gender and age. *Journal of Environmental Psychology*, 45, 154-164.
52. Kim, D., Lee, C.-K., & Sirgy, M. J. (2016). Examining the differential impact of human crowding versus spatial crowding on visitor satisfaction at a festival. *Journal of Travel & Tourism Marketing*, 33(3), 293-312.
53. Kisker, J., Gruber, T., & Schöne, B. (2019). Experiences in virtual reality entail

- different processes of retrieval as opposed to conventional laboratory settings: A study on human memory. *Current Psychology*.
54. Kottasz, R. (2006). Understanding the influences of atmospheric cues on the emotional responses and behaviours of museum visitors. *Journal of Nonprofit & Public Sector Marketing*, 16(1-2), 95-121.
55. Lanier, M., Waddell, T. F., Elson, M., Tamul, D. J., Ivory, J. D., & Przybylski, A. (2019). Virtual reality check: Statistical power, reported results, and the validity of research on the psychology of virtual reality and immersive environments. *Computers in Human Behavior*, 100, 70-78.
56. Leichtmann, B., & Nitsch, V. (2020). How much distance do humans keep toward robots? Literature review, meta-analysis, and theoretical considerations on personal space in human-robot interaction. *Journal of environmental Psychology*, 68, 101386.
57. Loo, C. (1975). The psychological study of crowding: Some historical roots and conceptual developments. *American behavioral scientist*, 18(6), 826-842.
58. Machleit, K., Eroglu, S., & Mantel, S. (2000). Perceived retail crowding and shopping satisfaction: What modifies this relationship? *Journal of Consumer Psychology*, 9(1), 29-42.
59. Machleit, K. A., Kellaris, J. J., & Eroglu, S. A. (1994). Human versus spatial dimensions of crowding perceptions in retail environments: A note on their measurement and effect on shopper satisfaction. *Marketing Letters*, 5(2), 183-194.
60. Manav, B., & Yener, C. (1999). Effects of different lighting arrangements on space perception. *Architectural Science Review*, 42(1), 43-47.
61. Manning, R. E. (1999). Studies in outdoor recreation: Search and research for satisfaction.
62. Manning, R. E., Valliere, W. A., & Wang, B. (1999). Crowding norms: Alternative measurement approaches. *Leisure sciences*, 21(2), 97-115.
63. Matusiak, B. (2006). The impact of window form on the size impression of the room—full-scale studies. *Architectural Science Review*, 49(1), 43-51.
64. Maxwell, L. E. (2003). Home and school density effects on elementary school children: The role of spatial density. *Environment and behavior*, 35(4), 566-578.
65. McGrew, P. L. (1970). Social and spatial density effects on spacing behaviour in

- preschool children. *Journal of child psychology and psychiatry*, 11(3), 197-205.
66. Mehta, R. (2013). Understanding perceived retail crowding: A critical review and research agenda. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 20(6), 642-649.
67. Motloch, J. L. (2000). *Introduction to landscape design*: John Wiley & Sons.
68. Nasar, J. L., & Bokharaei, S. (2017). Impressions of lighting in public squares after dark. *Environment and Behavior*, 49(3), 227-254.
69. Novelli, D., Drury, J., & Reicher, S. (2010). Come together: Two studies concerning the impact of group relations on personal space. *British Journal of Social Psychology*, 49(2), 223-236.
70. Oberfeld, D., Hecht, H., & Gamer, M. (2010). Surface lightness influences perceived room height. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 63(10), 1999-2011.
71. Paes, D., Arantes, E., & Irizarry, J. (2017). Immersive environment for improving the understanding of architectural 3d models: Comparing user spatial perception between immersive and traditional virtual reality systems. *Automation in Construction*, 84, 292-303.
72. Palmer, J. F., & Roos-Klein Lankhorst, J. (1998). Evaluating visible spatial diversity in the landscape. *Landscape and Urban Planning*, 43(1-3), 65-78.
73. Proshansky, H. M., Ittelson, W. H., & Rivlin, L. G. (1972). Freedom of choice and behavior in a physical setting.
74. Rompay, T. J. L. V., Galetzka, M., Pruyn, A. T. H., & Garcia, J. M. (2008). Human and spatial dimensions of retail density: Revisiting the role of perceived control. *Psychology and Marketing*, 25(4), 319-335.
75. Schmidt, D. E., & Keating, J. P. (1979). Human crowding and personal control: An integration of the research. *Psychological Bulletin*, 86(4), 680.
76. Serino, A. (2019). Peripersonal space (pps) as a multisensory interface between the individual and the environment, defining the space of the self. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 99, 138-159.
77. Serino, A., Noel, J.-P., Mange, R., Canzoneri, E., Pellencin, E., Ruiz, J. B., . . . Herbelin, B. (2018). Peripersonal space: An index of multisensory body–environment interactions in real, virtual, and mixed realities. [Original Research]. *Frontiers in ICT*, 4(31).
78. Stamps, A. E. (2003). Permeability and environmental enclosure. *Perceptual and*

*Motor Skills*, 96(3\_suppl), 1305-1310.

79. Stamps, A. E. (2005a). Elongation and enclosure. *Perceptual and motor skills*, 101, 303-308.
80. Stamps, A. E. (2005b). Visual permeability, locomotive permeability, safety, and enclosure. *Environment and Behavior*, 37(5), 587-619.
81. Stamps, A. E. (2006). Surface location and enclosure. *102(2)*, 517-528.
82. Stamps, A. E. (2007). Evaluating spaciousness in static and dynamic media. *Design Studies*, 28(5), 535-557.
83. Stamps, A. E. (2009). On shape and spaciousness. *Environment and Behavior*, 41(4), 526-548.
84. Stamps, A. E. (2010). Effects of permeability on perceived enclosure and spaciousness. *Environment and Behavior*, 42(6), 864-886.
85. Stamps, A. E. (2011). Effects of area, height, elongation, and color on perceived spaciousness. *Environment and Behavior*, 43(2), 252-273.
86. Stamps, A. E. (2013). Effects of multiple boundaries on perceived spaciousness and enclosure. *Environment and Behavior*, 45(7), 851-875.
87. Stamps, A. E., & Krishnan, V. V. (2004). Perceived enclosure of space, angle above observer, and distance to boundary. *Perceptual and Motor Skills*, 99(3\_suppl), 1187-1192.
88. Stamps, A. E., & Krishnan, V. V. (2006). Spaciousness and boundary roughness. *Environment and Behavior*, 38(6), 841-872.
89. Stamps Iii, A. E. (2005). Enclosure and safety in urbanscapes. *Environment and behavior*, 37(1), 102-133.
90. Stamps Iii, A. E. (2008a). Some findings on prospect and refuge theory: li. *Perceptual and motor skills*, 107(1), 141-158.
91. Stamps Iii, A. E. (2008b). Some findings on prospect and refuge: I. *Perceptual and motor skills*, 106(1), 147-162.
92. Stokols, D. (1972a). On the distinction between density and crowding: Some implications for future research. *Psychological Review*, 79(3), 275-277.
93. Stokols, D. (1972b). A social-psychological model of human crowding phenomena. *Journal of the American Institute of Planners*, 38(2), 72-83.
94. Stokols, D., Rall, M., Pinner, B., & Schopler, J. (1973). Physical, social, and personal determinants of the perception of crowding. *Environment and Behavior*,



- 5(1), 87.
95. Sundstrom, E. (1975). An experimental study of crowding: Effects of room size, intrusion, and goal blocking on nonverbal behavior, self-disclosure, and self-reported stress. *Journal of Personality and Social Psychology*, 32(4), 645.
96. Teneggi, C., Canzoneri, E., Di pellegrino, G., & Serino, A. (2013). Social modulation of peripersonal space boundaries. *Current Biology*, 23(5), 406-411.
97. Thiel, P., Harrison, E. D., & Alden, R. S. (1986). The perception of spatial enclosure as a function of the position of architectural surfaces. *Environment and Behavior*, 18(2), 227-245.
98. Van Oosterhout, T., & Visser, A. (2008). *A visual method for robot proxemics measurements*. Paper presented at the Proceedings of Metrics for Human-Robot Interaction: A Workshop at the Third ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI 2008). Citeseer.
99. Vartanian, O., Navarrete, G., Chatterjee, A., Fich, L. B., Gonzalez-Mora, J. L., Leder, H., . . . Skov, M. (2015). Architectural design and the brain: Effects of ceiling height and perceived enclosure on beauty judgments and approach-avoidance decisions. *Journal of Environmental psychology*, 41, 10-18.
100. Vaske, J. J., & Shelby, L. B. (2008). Crowding as a descriptive indicator and an evaluative standard: Results from 30 years of research. *Leisure Sciences*, 30(2), 111-126.
101. Wang, T.-H., Wu, W.-H., Shen, L., & Cheng, C.-K. (2021). Exploring the validity of using immersive virtual reality technique on perceived crowding of recreational environment. *Landscape and Ecological Engineering*, 17(3), 299-308.
102. Wänström Lindh, U. (2012). *Light shapes spaces: Experience of distribution of light and visual spatial boundaries*.
103. Wänström Lindh, U., & Billger, M. (2021). Light distribution and perceived spaciousness: Light patterns in scale models. *Sustainability*, 13(22), 12424.
104. Wänström Lindh, U., Billger, M., & Aries, M. (2020). Experience of spaciousness and enclosure: Distribution of light in spatial complexity. *Journal of Sustainable Design & Applied Research*, 8(1).
105. Zarghami, E., Karimimoshaver, M., Ghanbaran, A., & Saadativaghar, P. (2019). Assessing the oppressive impact of the form of tall buildings on citizens: Height,

width, and height-to-width ratio. *Environmental Impact Assessment Review*, 79, 106287.





# 附錄一 研究一之問卷



問卷介面與內容範例

## 實驗一

每個場景顯示10 秒鐘再隨機切換下一場景，評值為1-7分(1分不認同-7分非常認同)

yhkjoanne@gmail.com (未分享) [切換帳戶](#)

**\*必填**


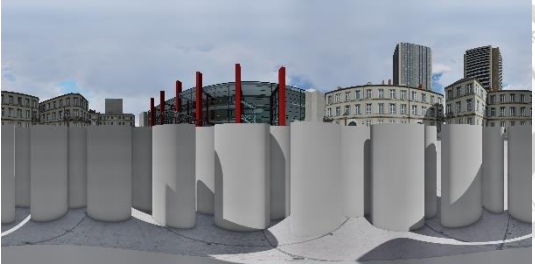
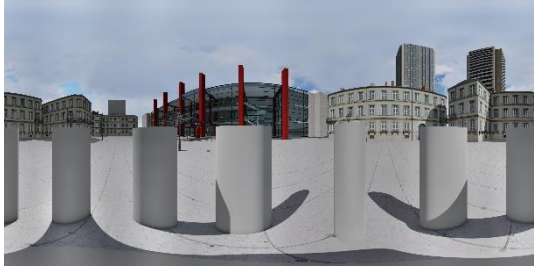
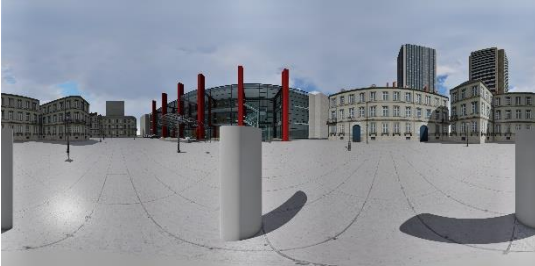



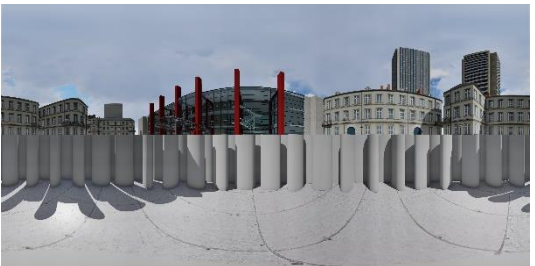


P1-0 \*

	1	2	3	4	5	6	7
你是否覺得現在所處的空間很開放?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
你是否覺得現在所處的空間很封閉?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
你是否覺得現在所處的空間很擁擠?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
你是否可以接受現在所處空間的柱子數量?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
你覺得現在所處的空間大小為何?由小到大, 很小是1分至很大7分。	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
你是否覺得現在所處的空間很寬敞?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## 附錄二 研究一之場景圖片



<p>場景 1_人體、距離 40cm、穿透性 0%</p> 	<p>場景 2_人體、距離 40cm、穿透性 40%</p> 
<p>場景 3_人體、距離 40cm、穿透性 80%</p> 	<p>場景 4_人體、距離 100cm、穿透性 0%</p> 
<p>場景 5_人體、距離 100cm、穿透性 40%</p> 	<p>場景 6_人體、距離 100cm、穿透性 80%</p> 
<p>場景 7_人體、距離 200cm、穿透性 0%</p> 	<p>場景 8_人體、距離 200cm、穿透性 40%</p> 
<p>場景 9_人體、距離 200cm、穿透性 80%</p> 	<p>場景 10_柱體、距離 40cm、穿透性 0%</p> 

	
<p>場景 11_柱體、距離 40cm、穿透性 40%</p>	<p>場景 12_柱體、距離 40cm、穿透性 80%</p>
	
<p>場景 13_柱體、距離 100cm、穿透性 0%</p>	<p>場景 14_柱體、距離 100cm、穿透性 40%</p>
	
<p>場景 15_柱體、距離 100cm、穿透性 80%</p>	<p>場景 16_柱體、距離 200cm、穿透性 0%</p>
	
<p>場景 17_柱體、距離 200cm、穿透性 40%</p>	<p>場景 18_柱體、距離 200cm、穿透性 80%</p>
	

# 附錄三 研究二之問卷



## 問卷介面與內容範例

**實驗2-1**

每個場景顯示10秒後再隨機切換下一場景，評分為1-7分(1分不同意-7分非常認同)

yhkjoanne@gmail.com (未分享) [切換帳戶](#)

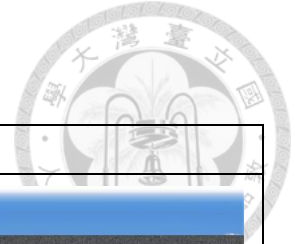
\*必填

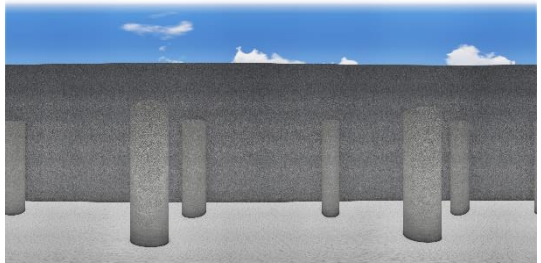
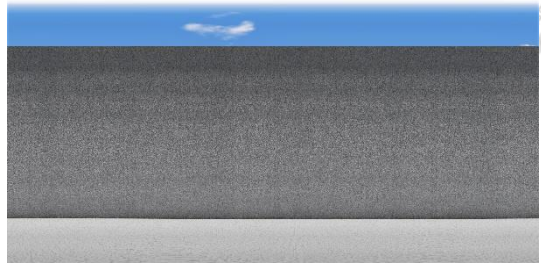


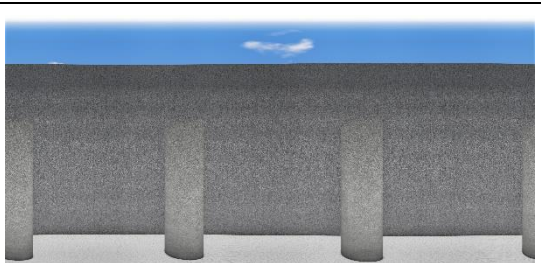
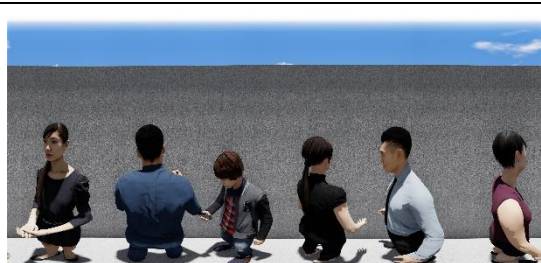
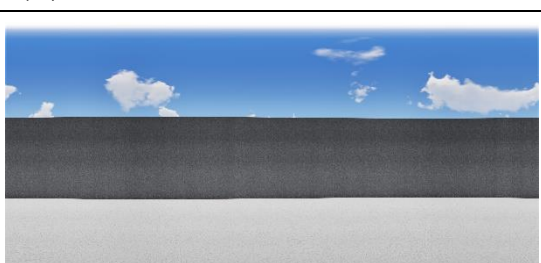
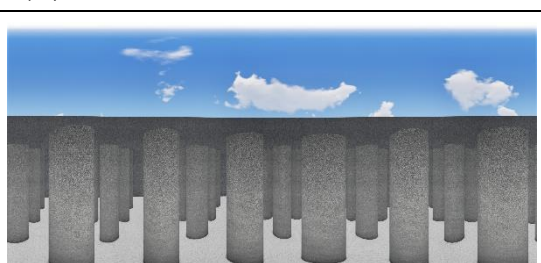
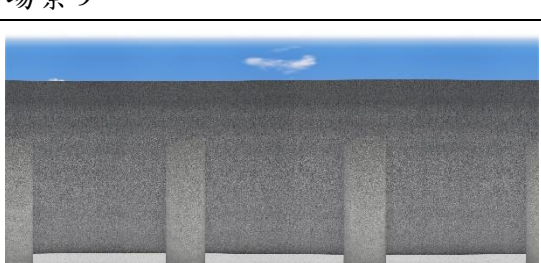
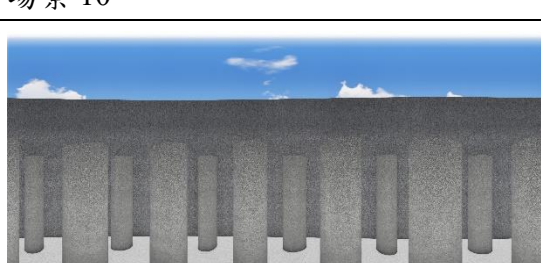
1\_P2-1 \*

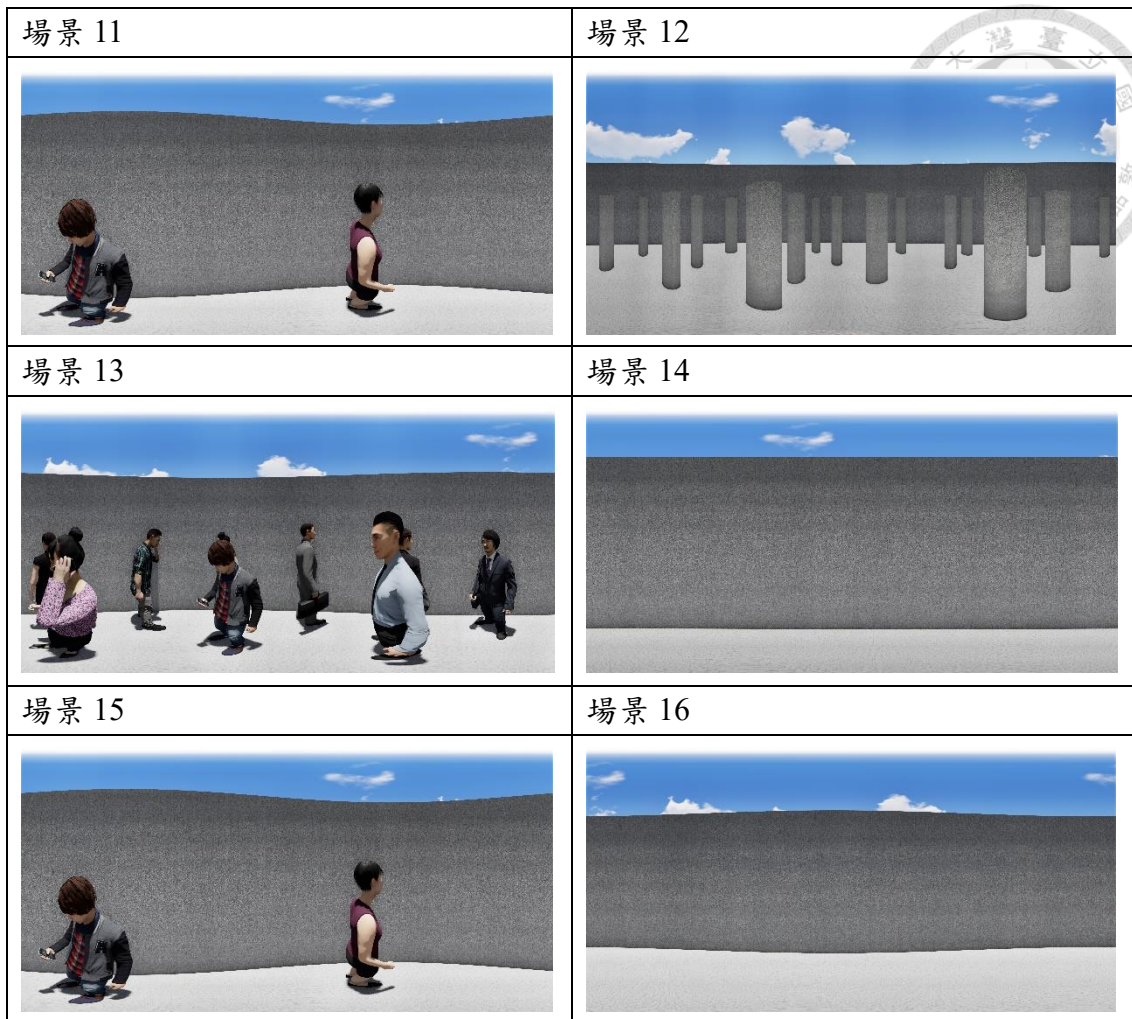
	1	2	3	4	5	6	7
你是否覺得現在所處的空間很開放?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
你是否覺得現在所處的空間很封閉?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
你是否覺得現在所處的空間很擁擠?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
你是否可以接受現在所處空間的柱子數量?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
你覺得現在所處的空間大小為何?由小到大, 很小是1分至很大7分。	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
你是否覺得現在所處的空間很寬敞?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
你是否覺得可以很容易地看到整個環境?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
去除視線被阻隔或遮擋的部分, 你覺得你能多大程度看到這個環境?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
你是否覺得現在所處的空間中, 行動上可以很容易移動?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



# 附錄四 研究二之場景圖片



<p>場景 1</p> 	<p>場景 2</p> 
<p>場景 3</p> 	<p>場景 4</p> 
<p>場景 5</p> 	<p>場景 6</p> 
<p>場景 7</p> 	<p>場景 8</p> 
<p>場景 9</p> 	<p>場景 10</p> 



## 附錄五 研究三之問卷



### 問卷說明

### 實驗三

1為此次的實驗場景環境，環境中會有牆及一些阻礙物(2,3)，還會再加上一些光的變化(4)每個場景顯示10秒後會自動跳到問項畫面，360旋轉，會問封閉、擁擠、寬敞、是否可以看到整個環境等相關問項，評分為1-7分(1分不同意-7分非常認同)  
實驗過程中若有任何頭暈或不舒服的現象都可以提出並暫停

yhkjoanne@gmail.com (未分享) [切換帳戶](#)

\*必填

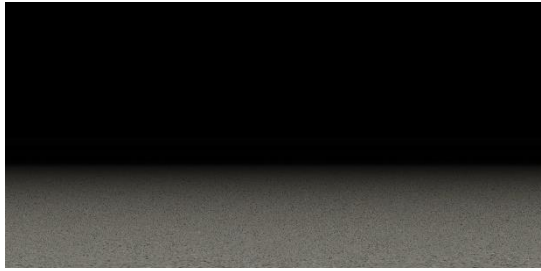
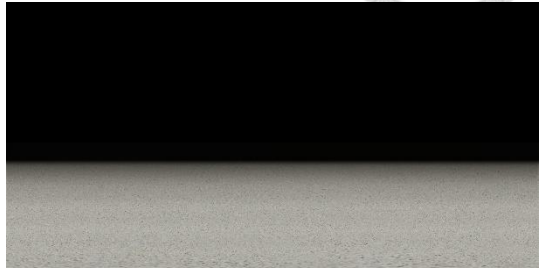
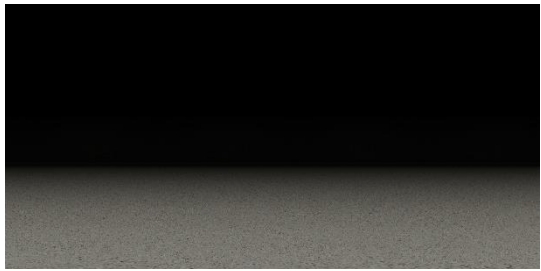

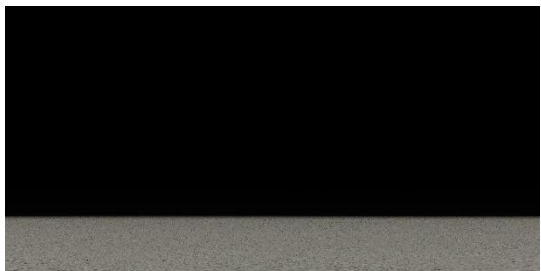

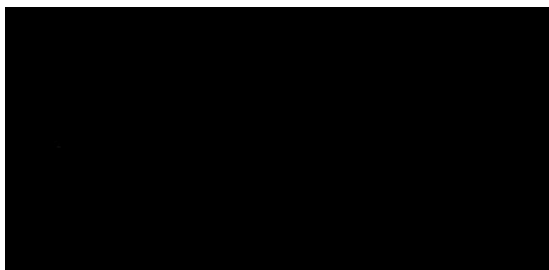
### 問卷介面與內容範例

	1	2	3	4	5	6	7
你是否覺得現在所處的空間很開放?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
你是否覺得現在所處的空間很封閉?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
你是否覺得可以很容易地看到整個環境?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
去除視線被阻擋或遮擋的部分，你覺得這個環境你能看到多少?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
你是否覺得現在所處的空間中，行動上可以很容易移動?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
你覺得現在所處的空間大小為何?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
你是否覺得現在所處的空間很寬敞?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
你是否覺得現在所處的空間很擁擠?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
你是否相對接受現在所處空間的人數?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## 附錄六 研究三之場景圖片



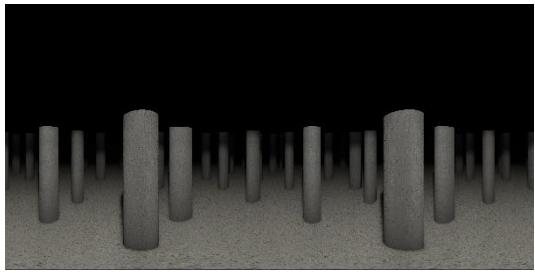
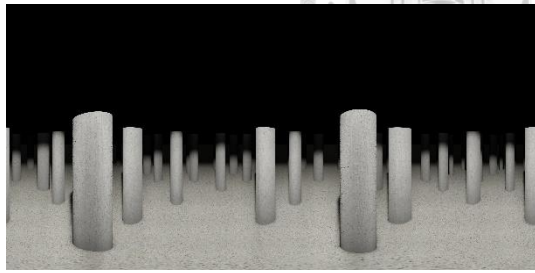
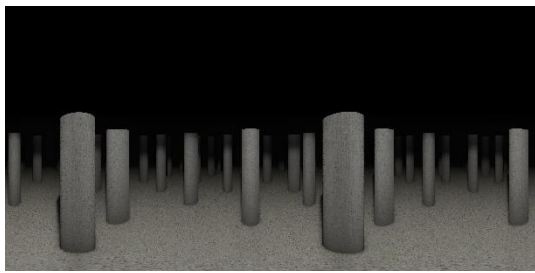
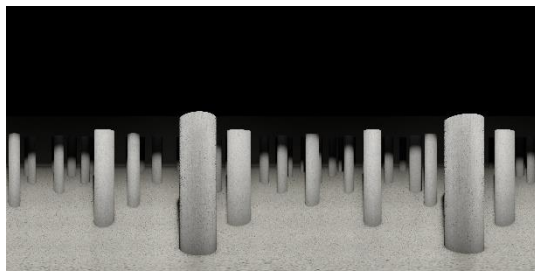
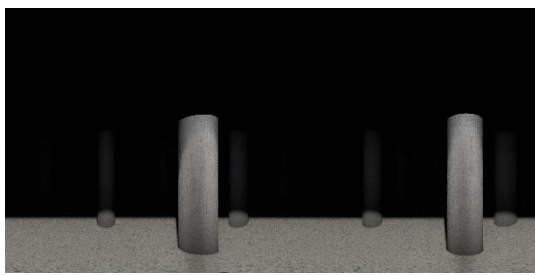
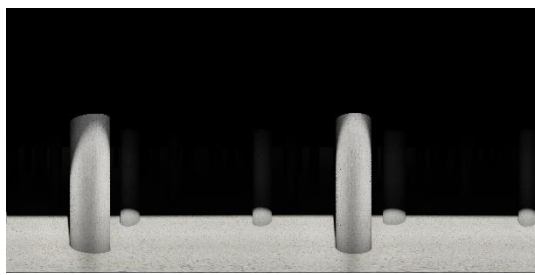
無阻礙物之場景圖片

場景 1	場景 2
	
場景 3	場景 4
	
場景 5	場景 6
	
場景 7	
	





阻礙物為柱體之場景圖片



場景 8	場景 9
	
場景 10	場景 11
	
場景 12	場景 13
	

阻礙物為人體之場景圖片



場景 14	場景 15
	
場景 16	場景 17
	
場景 18	場景 19
