

國立臺灣大學生物資源暨農學院森林環境暨資源學系

碩士論文

School of Forestry and Resource Conservation

College of Bioresources and Agriculture

National Taiwan University

Master Thesis



虛擬實境自然與都市環境恢復效益

—以中高齡與高齡者為對象

Restorative Effects of Virtual Reality Natural and Urban
Environments on Middle-aged and Elderly Individuals

呂文馨

Wen-Hsin Lu

指導教授：余家斌 博士

Advisor: Chia-Pin Yu, Ph.D.

中華民國 108 年 7 月

July 2019

國立臺灣大學碩士學位論文
口試委員會審訂書



虛擬實境自然與都市環境恢復效益
—以中高齡與高齡者為對象

Restorative Effects of Virtual Reality Natural and
Urban Environments on Middle-aged and Elderly
Individuals

本論文係呂文馨君（學號：R04625033）在國立臺灣大學
森林環境暨資源學系完成之碩士學位論文，於民國 108 年 6 月
25 日承下列考試委員審查通過及口試及格，特此證明

口試委員：

周家斌

（指導教授）

蔡明哲

張淑芬

吳志達

系主任、所長

柯淳涵

謝誌



歷經良久，終於抵達碩士論文完成之日，這一路上也是受到了許多人的幫助才能走到今天。

首先要感謝指導教授余家斌老師，在我學習做研究和撰寫論文的過程中提供諸多指導，同時卻也留給我很大的自由空間，讓我能以自己的步調完成學業。也感謝口試委員蔡明哲處長、張俊彥老師與吳治達老師為論文提出修改意見，使這篇論文的內容能更加完善。

感謝心輔中心的連玉如老師，在我低潮時陪伴我梳理情緒，也協助我調整生活與工作的步調。

謝謝研究室的奐存學長，在熱心指導的同時也總是幫忙處理研究相關的大小事，是讓大家感到安心的後盾。謝謝研究室諸位同學們，從入學起到畢業前，時時提供具體協助與精神支持。因為有你們的相互提攜，碩士生涯不會讓人感到寂寞。另外感謝彥均替大家拿到可用的測驗軟體，也在實驗期間幫我接待受試者，使實驗能順利進行。也感謝較少直接接觸的其他學長姐前輩們，各位遺留下來的文獻整理與研究資料，給予我非常多的幫助。

感謝男友嵩穆，在實驗準備和執行階段陪我到處奔走，平時除了提供情緒上的支持外，也總是叮嚀我注意飲食和作息。

感謝我的家人，一直以來在背後默默支持我，讓我能沒有後顧之憂，安心待在學校完成學業。

這一路上需要感謝的對象與事項事實上多如繁星，難以一一寫明。期許藉他人恩惠習得的學識與完成的這篇論文，能在未來也對他人產生貢獻。

文馨 謹誌

中華民國 108 年 7 月



摘要

隨著國際性的人口高齡化，高齡者身心健康的議題漸受重視。時下興起的森林療癒及園藝、景觀治療等學說，倡導接觸自然可提升人類福祉。然而，像是行動不便的人士或是長者們，這些不方便舟車勞頓的族群是否就無法享受這樣的好處？目前日漸普及的虛擬實境技術又提供了在室內重現自然環境的新方式，或許對於這樣的族群有幫助。但目前關於影音 / 虛擬自然環境提升生心理效益的研究中，受試者經常是以年輕人為主，分析結果是否能應用到年長者族群尚未見相關研究。有鑒於年長者生理與心理功能與年輕族群不同，又虛擬實境科技對於身體不便之長者應用層面最廣，因此本研究選擇 45 至 64 歲的中高齡族群與 65 歲以上高齡族群（以下合稱中高齡族群）作為研究對象，以虛擬實境呈現自然與都市環境，調查兩種虛擬環境對中高齡族群的生心理恢復效益之影響。

本研究的主要目的為調查虛擬實境之自然與都市環境，對中高齡族群之生理、情緒及注意力表現有何影響，並比較不同虛擬環境下測量值變化的差異。次要目的則是初步探查中高齡以上族群對虛擬實境體驗的感受，瞭解目前高沉浸度之虛擬實境設備，對於提供自然環境恢復效益給該族群是否適宜。

實驗之有效樣本受試者為 34 人，每人參與二次實驗，分別進行虛擬自然環境或虛擬都市環境的體驗，兩次實驗間隔約一週。兩次實驗中，都會在虛擬實境體驗前後進行生理、情緒、注意力表現的測量。生理測量項目包含心跳速率、血壓、心率變異度 (HRV)，情緒部分使用盤斯心情量表 (POMS)，注意力表現部份則使用 SART 注意力測驗作為測量工具。為檢驗選用的兩種虛擬環境具恢復性環境特質的程度是否在受試者主觀判斷中有所差異，也使用恢復性組成量表 (RCS) 對虛擬環境進行評分。

研究結果顯示，生理部分之心跳速率、血壓及心率變異度中，僅心跳速率在兩組前後測間有隨時間降低，其餘皆沒有顯著變化，且兩種虛擬環境對生理數值的影



響在任一項目上皆未具有顯著差異。情緒方面，POMS 量表整體結果符合虛擬自然環境較有益於情緒改善的預想。受試者在暴露於虛擬自然環境後，困惑、疲勞、緊張、沮喪等構面及 TMD 指數皆顯著降低，表現出情緒改善；暴露於虛擬都市環境後，活力構面顯著下降，疲勞構面顯著上升，表現出情緒惡化、較感到疲憊。兩種環境對困惑、活力、疲勞、憤怒構面與 TMD 指數的影響有顯著的不同，虛擬自然環境對情緒有較正向的影響。注意力表現部份，SART 錯誤次數在前後測間僅有未達顯著水準的微幅降低，且變化量在兩虛擬環境組間沒有顯著差異。在恢復性組成量表的分數上，虛擬自然環境的遠離性、延展性、魅力性與相容性評分皆顯著高於虛擬都市環境。

參與本研究之有效樣本受試者皆有至少一項視覺問題，例如老花或近視，但仍能正常使用虛擬實境。然而值得注意的是，有 26.5% 的受試者曾在虛擬實境體驗中感到身體不適，不適症狀以頭暈為主。

本研究證實虛擬自然環境對於年長族群確實能在情緒上提供效益，但虛擬實境使用中的舒適性等問題仍需要留意。

關鍵詞：虛擬實境、自然環境、中高齡、高齡族群、盤斯心情量表、SART 注意力測驗、心率變異度

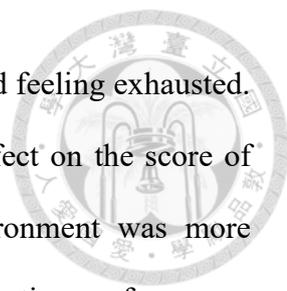
Abstract



The main purpose of this study is to investigate how the natural and urban virtual environment affects the physiological state, emotional state, and attention performance of middle-aged and elderly people. The secondary objective is to investigate how the middle-aged and elderly people feel about their virtual reality experience, and confirm that the current equipment of virtual reality is suitable for providing the restorative benefits of natural environment to them.

Thirty-four participants were recruited to the study. Each of them participated the experiment twice, the second time was about one week later than first visit. Each time they experienced one of two different virtual environments (nature and urban) . The measurements of physiological state, emotional state, and attention performance were taken before and after the virtual reality experience. There were heart rate, blood pressure, and heart rate variability (HRV) for physiological indicators, and the Profile of Mood State (POMS) for emotion, and the Sustained Attention to Response Test (SART) for attention performance as the measurement tools. In order to examine whether the quantity of restorative components in two virtual environments was different or not in the participants' opinion, Restorative Components Scale (RCS) was also been used.

The results showed that there was no difference between two virtual environments in their effect on physiological states. In terms of emotions, the overall results of the POMS scale are in line with the expectation that the virtual natural environment is more conducive to emotional improvement. After the exposure to virtual natural environment, the scores of confusion, fatigue, tension, depression, and TMD were significantly lower than before, showing the improvement in mood. After the exposure to virtual urban environment, the score of vigor was significantly lower, and the score of fatigue was



significantly higher than before, showing emotional deterioration and feeling exhausted. There was difference between two virtual environments in their effect on the score of confusion, vigor, fatigue, anger, and TMD. Virtual natural environment was more beneficial to people's emotions than the urban one. In terms of attention performance, there was no significant difference on number of SART errors between pre and post-test, even though the number had decreased slightly in both teams, and there was no difference between two environments in the declining quantity too. The scores of four restorative components in RCS, contained being away, fascination, extent, and compatibility, were all significant higher in virtual nature than the urban.

All of participants in the study had at least one visual problem, such as presbyopia or myopia, but most of them still can use VR normally. Despite this, 26.5% of the participants used to experience physical discomfort when they were using virtual reality. Dizziness was the most common problem that they suffered from.

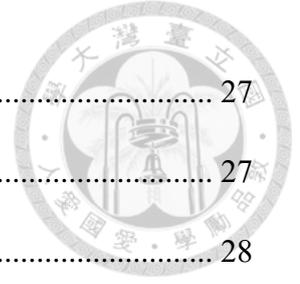
Overall, this study confirmed that virtual natural environment can provide emotional benefits for middle-aged and elderly individuals, but the issues of comfort are still need to be aware.

Keywords: Virtual Reality, Nature Environment, Middle-aged, Elderly, Profile of Mood State, Sustained Attention to Response Test, Heart Rate Variability

目錄



口試委員會審訂書	i
謝誌	ii
摘要	iii
Abstract.....	v
目錄	vii
圖目錄	x
表目錄	xii
第一章 緒論	1
第一節 研究背景與動機	1
第二節 研究目的	3
第三節 研究流程	4
第二章 文獻回顧	5
第一節 自然環境恢復效益	5
一、自然環境與都市環境定義	5
二、影音自然環境恢復效益相關研究與指標	6
三、自然環境恢復效益理論基礎	17
第二節 虛擬實境	21
一、虛擬實境介紹	21
二、虛擬實境與健康照護	22
三、虛擬實境與自然環境恢復效益	24
第三節 中高齡與高齡族群	27



一、中高齡與高齡者之定義	27
二、中高齡及高齡族群日常生活與健康	27
三、社會現況	28
四、中高齡、高齡族群與自然環境恢復效益	28
第三章 研究方法	31
第一節 研究架構與假設	31
第二節 實驗設計	34
一、影片製作	34
二、測量項目設計	41
三、施測對象	46
四、施測時間	47
五、施測地點	47
六、受試者報酬	47
第三節 實驗流程	47
第四節 資料處理與分析	50
第四章 結果與討論	51
第一節 樣本特性與結果分析	51
一、受試者背景描述性統計結果	51
二、生理測量結果分析	57
三、盤斯心情量表 (POMS) 結果分析	65
四、恢復性組成量表 (RCS) 結果分析	72
五、SART 注意力測驗結果分析	74
六、受試者對虛擬環境之主觀感受	76



第二節 研究假設驗證	78
第三節 結果討論	88
一、描述性統計結果討論	88
二、生理測量結果討論	89
三、情緒測量結果討論	90
四、注意力測量結果討論	91
五、恢復性環境特性測量結果討論	92
第五章 結論與建議	93
第一節 結論	93
第二節 研究限制與後續研究建議	94
一、研究限制	94
二、後續研究建議	95
參考文獻	97
附錄一 研究參與者知情同意書	105
附錄二 受試者個人基本資料	108
附錄三 盤斯心情量表	110
附錄四 恢復性組成量表	112
附錄五 其他問項	114

圖目錄



圖 1-3-1	研究流程圖	4
圖 2-1-1	內克立方體	14
圖 3-2-1	虛擬自然環境-片段一	35
圖 3-2-2	虛擬自然環境-片段二	35
圖 3-2-3	虛擬自然環境-片段三	35
圖 3-2-4	虛擬自然環境-片段四	36
圖 3-2-5	虛擬自然環境-片段五	36
圖 3-2-6	虛擬都市環境-片段一	36
圖 3-2-7	虛擬都市環境-片段二	37
圖 3-2-8	虛擬都市環境-片段三	37
圖 3-2-9	虛擬都市環境-片段四	37
圖 3-2-10	虛擬都市環境-片段五	38
圖 3-2-11	GoPro Fusion	39
圖 3-2-12	Samsung Gear VR 頭戴式顯示器	40
圖 3-2-13	頭戴式顯示器使用示意圖	41
圖 3-2-14	QHRV 便捷健康評估系統之主要配件	42
圖 3-2-15	生理指標量測示意圖	43
圖 3-2-16	SART 測驗畫面之數字與遮罩示意圖	44
圖 3-3-1	實驗流程圖	49
圖 4-1-1	兩組別前後測心跳速率	57
圖 4-1-2	兩組別前後測收縮壓	58



圖 4-1-3	兩組別前後測舒張壓	59
圖 4-1-4	兩組別前後測心率變異度 LF 值.....	60
圖 4-1-5	兩組別前後測心率變異度 HF 值	61
圖 4-1-6	兩組別前後測心率變異度 LF/HF	62
圖 4-1-7	自然組前後測 POMS 分數.....	68
圖 4-1-8	都市組前後測 POMS 分數.....	68
圖 4-1-9	兩組別 POMS 前後測分數變化比較.....	69
圖 4-1-10	虛擬自然與都市環境 RCS 各構面分數.....	73
圖 4-1-11	兩組別前後測 SART 錯誤次數.....	74

表目錄



表 2-1-1	影音自然環境恢復效益相關研究整理表	15
表 2-2-1	虛擬自然環境恢復效益相關研究整理表	26
表 4-1-1	受試者背景資料統整摘要表	54
表 4-1-2	生理敘述性統計與前後測差異檢定結果	63
表 4-1-3	不同虛擬環境之生理變化差異檢定結果	64
表 4-1-4	POMS 敘述性統計與前後測差異檢定結果.....	70
表 4-1-5	不同虛擬環境之 POMS 情緒變化差異檢定結果.....	71
表 4-1-6	RCS 分數與成對樣本 t 檢定結果.....	73
表 4-1-7	SART 錯誤次數敘述性統計與前後測差異檢定結果.....	75
表 4-1-8	不同虛擬環境之 SART 注意力表現變化差異檢定結果	75
表 4-1-9	受試者對虛擬環境感受之摘要表	76
表 4-2-1	研究假設驗證統整表	86



第一章 緒論

第一節 研究背景與動機

研究顯示與自然環境接觸對人類健康有正面影響 (e.g. Hartig, Mitchell, De Vries, & Frumkin, 2014)。自然環境除了能將噪音、汙染等傷害來源隔離開外，也能促進人類身心恢復，甚至還能提升運動意願及促進社會凝聚 (Markevych *et al.*, 2017)。在促進恢復的部分，其效益遍及舒緩緊張、改善情緒、提高注意力表現、提振免疫力等各種層面。無論是在自然環境中活動身體，或是單純在其中以五感享受四周的自然成分，甚至僅是從室內眺望窗外的綠意，都能確認到自然環境之於人類心理狀態的效益 (Berman, Jonides, & Kaplan, 2008; Hartig, Evans, Jamner, Davis, & Gärling, 2003; Lee *et al.*, 2011; Li, 2010; Tennessen & Cimprich, 1995; Tsunetsugu *et al.*, 2010)。

除了與自然環境進行實際接觸外，賴當代科技所賜，我們也能利用攝影、收音與放映設備將部分自然成分移動到原始環境以外，在某種程度上以模擬環境的形式重現。此方式已被利用在許多討論自然環境恢復效益的研究中，且與模擬自然環境的接觸也被證實能引發生理、情緒與注意力表現上的恢復效益 (Berto, 2005; Ulrich, 1979; Ulrich *et al.*, 1991; van den Berg *et al.*, 2003)。而近年來虛擬實境技術日漸普及，提供更新穎的環境模擬方式。虛擬實境呈現之環境具有可對使用者的行動產生反饋的特性，且時常具備多種感官訊息的模擬，因此比起觀看傳統的相片或影片，虛擬實境更能營造出逼真的環境讓使用者投入其中，使人以更接近現實的方式在生心理或行為上發生反應 (Higuera-Trujillo *et al.*, 2017)，同時又具有可人為操縱各種變因的人工模擬環境特性，因此，透過虛擬實境進行實驗，具有可同時達到高度可控制性與生態效度的優勢 (Bohil, Alicea, & Biocca, 2011)。而無論是傳統影音媒體或虛擬實境，這些模擬的自然環境除了提供研究上的方便以外，還有一項重



要價值，那就是對於不便在實際環境間移動的人們，例如老年人、身心障礙者、病患、忙於工作的勞動人口等，又或是不熟悉、不喜歡自然環境而尚有抗拒的人，能提供他們接觸虛擬自然而促進健康的可能性；並對於因天候或安全等因素需要在室內進行活動的一般人，亦可有增添效益的效果。

根據行政院下轄各部會公布之資訊，中華民國 65 歲以上高齡人口占總人口比率在 2018 年已超過 14%，成為「高齡社會」，並推估將於 2026 年邁入高齡人口占 20% 以上的「超高齡社會」(內政部戶政司，2018；國家發展委員會，2018)，因此高齡人口健康與照護議題的重要性逐年提升。若高齡者能透過與自然環境接觸提升身心福祉，社會整體的照護負擔亦能減輕。但高齡族群又往往因健康、體能上的限制難以長途旅行，對於接觸真實自然環境有較大的障礙。要提供高齡者自然成分帶來的效益，除了住家環境及周邊鄰里綠化外，傳統自然影音或虛擬實境也是能嘗試的方向。但關於虛擬實境自然環境之於使用者的生心理及認知功能效益，雖在國內外已有相關研究，然而受試者群體主要仍是年輕的大學生，針對中高齡族群進行的研究是缺乏的。有鑒於年長者生理與心理功能與年輕族群不同，又虛擬實境科技對於身體不便之長者應用層面最廣，在難以實際招募行動不便之長者參與研究之情況下，本研究將 65 歲以上的高齡族群與 45 至 64 歲的中高齡族群，也就是年齡段較高且各項背景與身心狀態與行動不便之長者可能較為相似的群體，作為受試者，檢驗虛擬實境之自然與都市環境對於生心理恢復效益及認知功能的影響，並瞭解此一方式對於中高齡長者的適用性。

第二節 研究目的



本研究的主要目的是，調查虛擬實境技術展示之自然環境與都市環境，對中高齡以上族群之生心理及認知功能有何影響。次要目的則是初步探查中高齡以上族群對虛擬實境體驗的感受，瞭解虛擬實境技術應用於該族群的效益。針對上述目的，本研究提出以下三項目標：

- 一、探討虛擬實境自然與都市環境對中高齡與高齡族群之生心理恢復效益及注意力表現有何影響。
- 二、比較虛擬實境自然與都市環境對中高齡與高齡族群提供之恢復效益的差異。
- 三、調查中高齡與高齡族群對虛擬實境體驗之感受，包括是否會身體不適、開放式感想等。



第三節 研究流程

本研究以說明研究背景與動機，並確立研究目的開始。之後透過文獻回顧，探討自然環境影音作為實際環境的代替，對於人類生心理、情緒及注意力可能有何影響，並了解中高齡以上族群的特性，也蒐集以他們為對象的自然環境恢復效益相關研究。接著歸納文獻中的前人研究方法與結果，建立本研究之架構與假設，並進行實驗設計，實驗流程與測量項目皆有參考既有文獻。之後完成實驗所需之準備工作，並招募受試者進行施測。最後將所得資料進行處理分析，並由分析結果提出結論與建議。

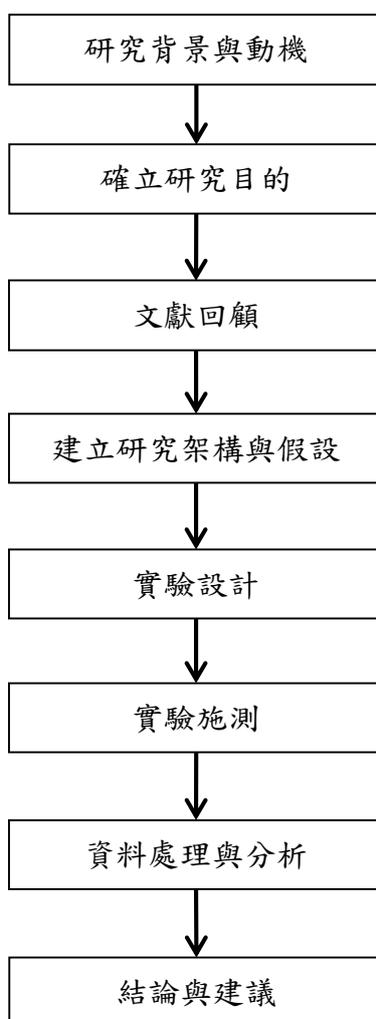


圖 1-3-1 研究流程圖



第二章 文獻回顧

第一節 自然環境恢復效益

一、自然環境與都市環境定義

在自然環境恢復效益相關領域的研究中，自然環境指的是以植物、水體、砂土或岩石等非人造物件為主體，且其中沒有或少有人工構造物的環境，以陸域的森林、山岳、田園，及水域的湖泊、海濱等為典型，且常用人工化程度高的建築環境、都市環境來與之進行對照比較（e.g. Herzog, Maguire, & Nebel, 2003; Laumann, Gärling, & Stormark, 2001; Purcell, Peron, & Berto, 2001）。前述的自然環境中，田野雖然有大量植物存在，卻是由人之手刻意創造出的結果，以生態角度視之，或許會認為並不那麼「自然」，但站在討論自然環境恢復效益的立場，田野、公園等受人為介入的環境，同樣能給予人類接觸自然元素並獲得效益的機會，因而在此領域中所指之自然環境不應僅限於全然只有自然元素且無人為介入之處所（Kaplan & Kaplan, 1989）。Ulrich（1983）也以美國樣本群體的調查結果整理出民眾對自然視覺環境的定義，指出自然視覺環境不僅限於荒野（wilderness），也包含田園、多樹的公園、高爾夫球場等人造環境。一般而言，只要當中包含大量植被或水，且不存在突出的建築、車輛或人為建設特徵，大眾就傾向回報該環境是自然的。

參照前述概念，本研究使用的「自然環境」一詞所指涉之對象包括但不限於極少人為干涉之野外環境，也囊括以自然風光為主體但有建築步道、圍欄等類型，以及人為建立之高度綠化公園、庭園植樹、草坪等。而文獻回顧部分之「影音自然環境」指的是透過影音工具於室內模擬之自然環境，除前述以土地利用區分之自然環境分類外，也包括鳥鳴、水聲等自然音，及都市環境中的樹木、植栽等自然元素。

與之相對，都市環境則是指以人造建物為主體的環境，植物、天然水體等自然成分較少或幾乎不存在，其視覺環境主要由建築物及道路所填滿，有時也包括大量



人、車，聽覺環境則常有人聲、行車噪音、各式人造聲音等 (Ulrich *et al.*, 1991)。

二、影音自然環境恢復效益相關研究與指標

本章節所謂自然環境影音，指的是為模擬自然環境或其中自然成分，而透過攝影、錄音等人工方式在室內重現之自然影像或聲音等刺激。許多研究者將自然環境影音應用在恢復效益相關研究上，以下依生理、心理、注意力三大恢復效益類型分類進行前人研究結果彙整，並解釋常用指標代表之意義。

(一) 生理效益相關研究

自然環境影音之於人類生理上的效益主要是降低生理喚起 (arousal)。Ulrich (1981) 讓受試者觀看風景幻燈片，發現在觀看以水體或植物為主的自然景觀時，與觀看都市景觀相比，大腦 α 波振幅較大，表示大腦處在清醒但放鬆的狀態。Ulrich *et al.* (1991) 也發現觀看包含樹林、溪流等自然風景的有聲影片，比觀看都市影片更有助於讓皮膚電導、前額肌電值及脈搏傳導時間等生理指標從壓力中恢復到較放鬆的狀態。江彥政與張俊彥 (2009) 播放錄像影片的研究結果也指出，受試者在面對森林景觀時，大腦 α 波振幅較大，心跳較慢，表現出比面對人工地盤時放鬆的生理狀態。Alvarsson、Wiens 與 Nilsson (2010) 研究環境音的影響，發現在進行壓力性的心算任務使皮膚電導值升高後，相對暴露於大音量的交通噪音，聆聽噴泉加上鳥鳴的中等音量自然音可讓皮膚電導數值較快恢復。van den Berg *et al.* (2015) 讓受試者在激發壓力前後觀看綠地或建築環境的照片，並以自律神經活動作為衡量壓力與恢復情況的指標。其結果中，綠地影像雖未被證明對壓力反應有緩衝作用，但被發現有助於促進副交感神經活動強度在經歷壓力後的上升恢復。但在 Song、Ikei 與 Miyazaki (2018) 讓受試者在大螢幕上觀看森林與都市圖片的研究中，則未發現影像種類對受試者自律神經指標有影響，雖然右前額葉的氧合血紅蛋白濃度在觀看森林影像時較低，顯示森林影像較讓人放鬆平靜。



(二) 生理指標

1. 心跳速率 (Heart Rate, HR)

部分研究者使用心跳速率作為自然環境效益的測量指標，例如 Ulrich (1981)、Ottoosson 與 Grahn (2005)。心跳速率為單位時間內心臟跳動之次數，一般以每分鐘為單位計算。它可作為心理生理喚起程度的客觀指標，同時，較高的心跳速率往往與焦慮或恐懼等強烈情緒有關 (Ulrich, 1981)，在給予壓力刺激的情況下可代表較大的心理壓力 (Meehan, Insko, Whitton, & Brooks, 2002)；但愉悅或恐懼等兩極化的狀態都可能導致心跳增快，在刺激性質不明確的情況下，宜藉受試者心理面向主觀報告來判斷心跳速率所顯示的意涵 (江彥政、張俊彥，2009)。

2. 血壓 (Blood Pressure, BP)

Parsons、Tassinary、Ulrich、Hebl 與 Grossman-Alexander (1998)、Kjellgren 與 Buhrkall (2010) 等研究者使用血壓作為自然環境效益的測量指標。血壓是血液由心臟送出時在動脈血管內產生之壓力，單位為毫米汞柱 (mmHg)，可分為收縮壓 (systolic blood pressure, SBP) 與舒張壓 (diastolic blood pressure, DBP) ——收縮壓為心臟收縮時產生之壓力，舒張壓則為心臟舒張時產生之壓力。當人產生強烈情緒，例如焦慮、恐懼時，血壓會受交感神經影響而上升 (林一真、申永順、廖天賜、許晏琦，2010；Ulrich, 1981)。因血壓過高會導致罹患心血管疾病的機率增加，因此自然環境恢復效益研究中常把血壓因壓力而上升後的降低回復視為重要的效益指標。部分研究 (e.g. Ulrich *et al.*, 1991) 選擇使用脈搏傳輸時間 (pulse transit time, PTT) 作為與血壓相關的量測指標，它量測的是血液自心臟到達測量部位的傳輸時間長度，數值與收縮壓具高度相關性，血壓愈高則所需傳輸時間愈短。與傳統血壓量測方式相比，它具有可連續測量，以及無須以壓脈帶綁縛手臂因此對人體的侵入較小等優點 (Ulrich *et al.*, 1991)。



3. 肌電圖 (Electromyography, EMG)

肌電圖在部分自然環境恢復效益研究中作為生理指標使用 (e.g. Ulrich *et al.*, 1991; Parsons *et al.*, 1998)。肌肉活動時會產生微弱的電流，儀器測得的肌電訊號強弱反應肌肉活動程度的大小。許多研究者選擇測量前額肌電值，該處受中樞神經系統控制的骨骼肌，會在負面情感刺激出現時增加活動，產生皺眉的表情，因而該處測得之肌電值會因面對挑戰、壓力或放鬆而產生變化，通常在經歷壓力時增加，並在恢復期間減少 (嚴婉甄，2007；Korpela, Klemettilä, & Hietanen, 2002; Ulrich *et al.*, 1991)。亦有從臉頰兩側顴骨肌肉量測者，因該處肌肉活動會產生微笑的表情，其肌電值大小與正面情感刺激正向關聯，與前額肌電值相反 (Korpela *et al.*, 2002)。

4. 皮膚電導反應 (Skin Conductance Response, SCR)

又稱膚電反應 (galvanic skin response, GSR)，在部分自然環境恢復效益研究中被作為生理指標 (e.g. Ulrich *et al.*, 1991; Valtchanov, Barton & Ellard, 2010)。皮膚電導反映了由自主神經系統控制的汗腺活動狀況——當人需要面對挑戰、感到緊張時，交感神經活動上升，使汗腺分泌較多的汗水，從而使皮膚表層的電阻降低、導電性提升，貼於皮膚上的兩電極間能傳導的電流量亦隨之提升；因此，膚電值通常在經歷壓力時增加，在恢復期間減少 (林一真等，2010；Ulrich *et al.*, 1991)。

5. 腦電圖 (Electroencephalogram, EEG)

Ulrich (1981)、江彥政與張俊彥 (2009)、廖健富 (2014) 將腦電圖中的 α 波作為一項生理測量指標。人類腦神經細胞傳遞電訊號時會產生電位變化，透過儀器偵測這些微小的電位變化並將之放大，以圖面記錄下來，即呈現波形的腦電圖，腦部的電位變化也因此稱為腦波。腦波可依頻率分類，自然環境恢復效益的研究中最常比較的是約 8-12 Hz 的 α 波及約 13-30 Hz 的 β 波。 α 波通常代表清醒且放鬆的狀態， β 波通常代表清醒而緊張的狀態。腦波檢測結果的個體差異大，並無固定的常態值可參考，僅能透過比較組間或前後測各頻率腦波的振幅強度差異，來推測受測

者的意識狀態變化（林一真等，2010；洪聰敏，1998）。



6. 心率變異度 (Heart rate variability, HRV)

心率變異度反映自律神經系統活動，在部分自然環境恢復效益研究中被作為生理指標使用 (e.g. Song *et al.*, 2018; Tsunetsugu *et al.*, 2013)。人體自律神經系統有調節生理應激反應的作用 (van den Berg *et al.*, 2015)，並可下分為交感神經系統與副交感神經系統。交感神經系統的功能包括使人清醒而警覺、心跳與呼吸加速等，以資應付緊急情況；反之副交感神經系統的功能則是使人進入較放鬆、舒緩的休息狀態，可調控讓心跳及呼吸減緩、肌肉張力降低 (黃勝宏、林榮輝、黃崇儒、洪聰敏，2008)。自律神經的調控是各種影響心跳速率的因素中最重要的一種，也因此可反過來透過心跳的變化推算出自律神經活性，心率變異度即屬於這樣非侵入性的測量方式 (Camm *et al.*, 1996；陳淑如、蔡月霞、羅映琪、蔡宜珊、鄭綺，2005)。其測量方式包括適用於長時間的「時域分析」與適用於短時間的「頻域分析」，後者被使用於部分自然環境恢復效益的研究中。在頻域分析中，一段時間（通常是5分鐘）內的心跳間期被轉換為頻譜，供心率變異分析使用。其中高頻 (HF) 頻域約 0.15-0.4 Hz，反應副交感神經活動，HF 愈高副交感神經調控強度愈高；低頻 (LF) 部分約 0.05-0.15 Hz，其代表之意義較有爭議，被認為主要正向反應交感神經活動，或同時與交感與副交感神經兩者的活動有關，而低頻除以高頻之比值 (LF / HF) 被作為交感 / 副交感神經平衡的指標，或交感神經活動程度的指標 (Annerstedt *et al.*, 2013; Camm *et al.*, 1996；陳淑如等，2005)。壓力、焦慮與恐慌的情緒常伴隨著較低的 HF 功率與較高的 LF 功率或 LF / HF 比值 (Friedman & Thayer, 1998；黃勝宏等，2008)。

除心率變異度外，亦有其他由心臟動作推估自律神經活動的指標，例如與副交感神經活動正相關的呼吸性竇性心律不整 (respiratory sinus arrhythmia, RSA)、與交感神經活動負相關的左心室射出前時間 (pre-ejection period, PEP) 等 (van den Berg *et al.*, 2015)。



(三) 心理效益相關研究

自然環境影音在情緒狀態改善上能提供助益。Ulrich (1979) 發現觀看植物等自然景觀彩色幻燈片可降低恐懼喚起並提升無憂、溫馨等正面情緒，都市景觀則使人悲傷。隨後 Ulrich (1981) 也在另一場觀看幻燈片的實驗中，發現相較於都市景觀，觀看自然景觀可得到較佳的情緒，較不悲傷、恐懼，且較容易維持對景觀的注意，其中以水體為主的自然景觀與城市景觀的差異尤其明顯。游菟瑋與林晏州 (1999)、游菟瑋、林晏州與張育森 (2000) 則發現都市景觀幻燈片中，植物所占面積愈大，愈能降低受試者的狀態焦慮評分。也就是說，公園綠地等都市中的綠化景觀有助於調節焦慮情緒。Ulrich *et al.* (1991) 使用有聲影片進行實驗，發現在經歷壓力後，觀看自然影片者的恐懼、憤怒侵略、無憂和溫馨等情緒評價顯著好於觀看城市影片者。van den Berg、Koole 與 van der Wulp (2003) 的有聲影片實驗則發現，受試者在產生壓力後，觀看森林影片並想像在其中行走，比城市影片更能帶來情緒上的恢復與改善，包括較高的幸福感，較低的壓力、憤怒、抑鬱、緊張。自然音亦對情緒有正面效益。部分實驗受試者在觀看無聲的森林景觀影片時內心會感到不安 (江彥政、張俊彥，2009；Annerstedt *et al.*, 2013)，添加自然音是可能的改善方式。陳怡婷與林晏州 (2007) 發現親山步道的無聲影片，在加上鳥鳴、水聲、蟬鳴等環境音後，受試者可感受到較多正向情緒。蕭任峰 (2014) 發現與城市的交通噪音相較，受試者聆聽鳥鳴、水聲、蟬鳴等三種自然音景後，狀態焦慮感受顯著較低。將自然音加上交通噪音一同播放後，狀態焦慮感受也仍比只有交通噪音的情況來得低。廖健富 (2014) 也發現在有都市交通噪音存在的情況下，若並列加上包含鳥、蛙、蟲鳴與水流、風動樹葉等自然聲，受試者情緒評價較好。Benfield、Taff、Newman 與 Smyth (2014) 發現在觀看令人不安的外科手術影片後，於三分鐘期間聆聽自然音的受試者情緒恢復程度較好，聆聽人聲、自然聲加上車輛噪音或無聲控制的組別則沒有顯著的恢復。



(四) 心理指標

1. ZIPERS 情緒量表 (Zuckerman Inventory of Personal Reactions, ZIPERS)

Ulrich(1979; 1981)、Ulrich *et al.*(1991)與 Valtchanov *et al.*(2010)使用 ZIPERS 量表作為心理指標。此量表由 Zuckerman (1977) 所建構，用以測量當下時間個體的情緒及焦慮狀態 (Ulrich, 1979)。其評估項目可分為五種因子——恐懼喚起 (fear arousal)、正面情感 (positive affect)、憤怒侵略 (anger and aggression)、專注應對 (attentive coping)、悲傷 (sad)。共有 12 或 13 個問項，填答者以 5 點量尺評估當下感受來填寫 (Ulrich, 1979; Fiorito & Simons, 1994)。問項內容諸如「我感到悲傷」、「我感到無憂無慮」等，亦包含有涉及主觀生理反應的問項二題，內容為「我呼吸急促」、「我心跳快速」，Ulrich *et al.* (1991) 在另外進行生理測量的情況下將此二項刪去不用。

2. 盤斯心情量表 (Profile of Mood State, POMS)

POMS 量表又稱為情緒狀態量表，在自然環境恢復效益研究中被作為情緒指標使用 (e.g. van den Berg *et al.*, 2003)，在森林益康研究中使用尤為普遍 (e.g. Lee *et al.*, 2011; Tsunetsugu *et al.*, 2013)。此量表原為 McNair、Lorr 與 Doppelman(1971) 所編制，用來測量精神病患的治療進步情形以及門診病患諮商狀況，具緊張—焦慮、沮喪—失意、疲勞—懶惰、活力—好動、困擾—迷惑、憤怒—敵意等六構面共 65 題項，是心理學領域用以評量暫時性情緒的量表之一。而後為縮短患者填答所需時間，Shacham (1983) 將量表修訂為 37 題項，包含沮喪、活力、憤怒、緊張、困惑、疲勞等六構面。

3. 狀態—特質焦慮量表 (State-Trait Anxiety Inventory, STAI)

焦慮可概分為狀態焦慮 (state anxiety) 及特質焦慮 (trait anxiety) 兩種類型。前者是一種由情境引發的短期性情緒反應，其產生和強度與個體對情境刺激的主觀知覺有關。後者則是長期的心理傾向，不受情境刺激的影響。兩種焦慮無必然的



關聯性，低度特質焦慮的人可能在特定情況下產生高度狀態焦慮，具高度特質焦慮者亦可能在特定情境下表現出低度狀態焦慮（葛樹人，1988）。狀態—特質焦慮量表由 Spielberger、Gorsuch 與 Lushene（1970）共同編定，分狀態焦慮與情境焦慮二部份，各有 20 題簡短的自陳式語句，例如「我覺得很平靜」、「我覺得緊張不自在」等，填答者依其敘述符合自身當下狀態或長期特質的程度選擇 1 到 4 的評分（游菀瑋、林晏州，1999）。狀態焦慮量表與情境焦慮量表可依研究目的選擇同時使用或分開單獨使用。游菀瑋等人（1999; 2000）、Annerstedt *et al.*（2013）與蕭任峰（2014）使用狀態焦慮量表衡量自然成分對焦慮程度的影響。

（五）客觀注意力效益相關研究

自然環境影音之於人類有維持或改善注意力的效益。van den Berg *et al.*（2003）發現產生壓力後觀看有聲森林影片的受試者，相較於觀看都市影片者，d2 注意力測驗（d2 Mental Concentration Test）的部分表現結果較好。Berto（2005）使用自然和都市景觀照片進行實驗，結果顯示觀看自然景觀後 SART 注意力測驗的表現進步較多。樂婉玉（2007）發現在觀看人工景觀投影片後，受試者的 NCPC 注意力測驗表現下降，但觀看自然景觀投影片後表現則未下降甚至有所提升，而其中含水景的自然景觀對注意力維持的效益最大。Berman、Jonides 與 Kaplan（2008）讓受試者觀看景觀照片並進行測驗，發現受試者三種注意力網絡中的執行功能表現，在觀看自然照片後比觀看都市照片後好，且 DSBT 測驗表現在觀看自然照片後顯著提升，觀看都市照片後則未有顯著改變。蔡至展（2012）使用影像編輯軟體將樹木影像疊上都市街道景觀，並以播放投影片的方式進行實驗，發現受試者的 DSBT 測驗表現在觀看無樹木的原始街景後顯著下降，而在觀看有樹木的街景後，無論樹木是一直存在於畫面中或僅一閃而逝、受試者是否有特別注意樹木，受試者的 DSBT 表現都有顯著提升且優於無樹木組，顯示只要視覺環境中有自然元素存在，不論經由的是闕下知覺、低度覺察或高度覺察，都有恢復受試者注意力的效果。



(六) 客觀注意力指標

1. 數字廣度測驗 (Digit Span test, DS)

數字廣度測驗是一種臨床注意力測驗，又分為順序數字廣度測驗 (digit span forward, DSF) 與反序數字廣度測驗 (digit span backward, DSB)。Taylor、Kuo 與 Sullivan (2002)、Berman *et al.* (2008) 與蔡至展 (2012) 皆曾使用 DSB 衡量自然成分對注意力之影響。測驗方式為施測人員誦讀數字序列，受測者隨後以順序或倒序的方式覆誦，序列會逐漸增長，同長度有兩題，評分以受測者兩次都能正確覆誦的序列長度來決定 (Kuo, 2001; Tennessen & Cimprich, 1995)。亦有採用紙筆測驗進行者，以螢幕撥放數字序列後，受測者填寫數字於答案紙中，適用於團體測驗 (蔡至展, 2012)。數字廣度測驗衡量受測者的注意力、短期聽覺及 / 或視覺記憶等綜合能力，而自然環境恢復效益領域中較常被使用的 DSB，需要受測者主動對收到的數字訊息做進一步操弄整理，較多地涉及到視覺記憶、主動的訊息處理、計畫組織等能力 (陳心怡、洪麗瑜, 2004)。

2. 內克立方體 (Necker Cube Pattern Control, NCPC)

Taylor *et al.* (2002)、Ottoosson 與 Grahn (2005) 及樂婉玉 (2007) 皆曾使用內克立方體作為注意力指標以衡量自然成分的影響。內克立方體 (如圖 2-1-1) 是結晶學家 Louis Albert Necker 在 1832 年發表的一個視錯覺圖，它可被辨識為兩種不同方向的立體方塊。在 30 秒的測驗時間內，受測者要盡可能地維持對同一種方向的判斷，方向發生翻轉時以動作告知施測人員或自行劃記下來，之後再重複一次 30 秒的測驗並取兩回翻轉次數的平均值，翻轉次數愈少表示專注能力愈好，注意力疲勞則會導致翻轉次數上升 (樂婉玉, 2007; Hartig *et al.*, 2003)。內克立方體有施測簡單、不易讓受測者猜測施測目的、可集體測驗等優點，在前人研究中也表現出可敏感測量與自然恢復性環境有關的注意力改善 (樂婉玉, 2007; Hartig *et al.*, 2003; Tennessen & Cimprich, 1995)，但也有難以掌握受試者因分心而停止紀錄或回報翻轉次數之情形的缺點 (蔡至展, 2012)。

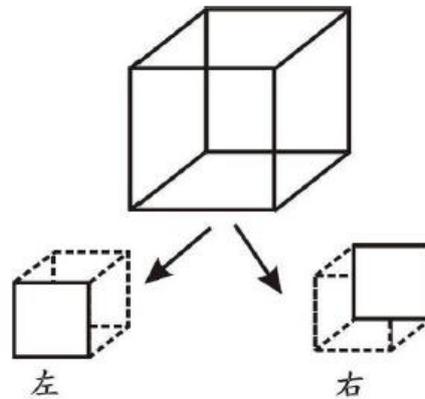


圖 2-1-1 內克立方體 (樂婉玉, 2007)

3. Sustained Attention to Response Test, SART

Berto (2005) 使用 SART 測驗作為比較自然與人造景觀對注意力影響的指標。SART 可測量受試者的持續性注意力 (Robertson, Manly, Andrade, Baddeley, & Yiend, 1997)。此測驗需使用電腦設備，測驗進行時螢幕上每隔 1 秒左右會短暫顯示一個數字，受測者看到目標數字 (例如：3) 時不做任何動作，看到非目標的數字 (假設目標為 3 時，例如：0、1、2、4...) 時則須盡快做出反應，即按下按鍵或點擊螢幕。測驗進行期間，受試者容易陷入單純對數字的出現做出重複反應的恍惚狀態，若不保持警覺就很容易出錯 (Manly & Robertson, 2005)。測驗完成後可得到測驗軟體紀錄的各項數值，可用以衡量注意力表現的項目包括目標出現時反應正確和錯誤的次數、對非目標數字錯失反應的次數及整體反應速度等。以 Berto (2005) 使用的 SART 第 10 版為例，測驗中共會出現 240 個數字，而其中 24 個是目標，這樣的測驗可在 5 分鐘內完成，且十分簡易，但對注意力有高度要求，易於造成認知疲勞。SART 沒有學習效應，且不同於數字廣度測驗，它也沒有記憶負荷的問題，因為需要記得的目標數字僅有一個 (Berto, 2005)。

4. d2 Mental Concentration Test

van den Berg *et al.* (2003) 使用該測驗衡量自然與都市環境影片注意力層面的

恢復效果。此測驗又名為 d2 Test of Attention，是一種測量選擇性注意力及持續性注意力的紙筆測驗 (Brickenkamp & Zillmer, 1998; Ross, 2005)。測驗紙上有 14 行由字母 p 和 d 隨機排列而成的長序列，每個字母上下兩側各有 0 到 2 個「|」符號標記，最多共 4 個。在每行僅 14 秒的作業時間中，受測者須在兩側共有 2 個標記的 d 上劃記，其他則不劃記。此測驗考驗受測者的視覺辨識精確度和作業速度，注意力表現由劃記的正確與遺漏數量及完成識別的數量來衡量 (Van den Berg *et al.*, 2003)。

(七) 小結

綜上所述，自然環境影音之於人類的效益在生理壓力緩和、情緒改善、注意力維持或提升等方面，有經驗證的結果。本研究將相關研究成果整理如下表：

表 2-1-1 影音自然環境恢復效益相關研究整理表

研究者(年份)	研究主題	呈現方式	呈現內容	自然環境效益
Ulrich (1979)	自然與都市景觀對心理福祉之影響	幻燈片	自然/都市景觀	改善情緒
Ulrich (1981)	自然與都市景觀對人類心理生理之影響	幻燈片	自然/都市景觀	大腦狀態較放鬆、情緒較佳
Ulrich <i>et al.</i> (1991)	自然與都市環境曝露對壓力恢復之影響	有聲影片	自然/都市景觀	有益於從壓力導致的生理喚起狀態恢復、導致較佳的情緒
游菀瑋、林晏州 (1999)	植栽量及色彩對降低焦慮效果之影響	幻燈片	植栽的量與色彩不同的都市景觀	降低焦慮
游菀瑋等 (2000)	各種變因對都市植栽降低焦慮效果之影響	幻燈片	植栽量與所在環境不同的都市景觀	降低焦慮
van den Berg <i>et al.</i> (2003)	壓力後自然環境對情緒與注意力的恢復效益	有聲影片	森林/都市景觀	改善情緒、改善注意力
Berto (2005)	恢復性(自然)環境曝露對注意力恢復之影響	螢幕照片	自然/都市景觀	改善注意力
陳怡婷、林晏州 (2007)	環境音對情緒體驗的影響	無聲影片 外加聲音	自然景觀、自然環境音	添加聲音後情緒體驗改善



樂婉玉 (2007)	不同景觀型態對注意力之影響	投影片	多種自然景觀、人工景觀	改善注意力
Berman <i>et al.</i> (2008)	自然環境曝露的認知功能效益	照片	自然/都市景觀	改善注意力
江彥政、張俊彥 (2009)	不同土地使用類型之鄉村景觀對人類生心理之影響	慢速旋轉 360°影片	農地、林地、水體、人工地盤	生理狀態放鬆
Alvarsson <i>et al.</i> (2010)	自然音與環境音對壓力恢復之影響	聲音	噴泉與鳥鳴聲、交通噪音、低程度環境噪音	有益於從壓力導致的生理喚起狀態恢復
蔡至展 (2012)	不同覺察程度之街道綠化對注意力恢復之效果	投影片	樹木顯示時間不同的都市景觀	改善注意力
廖健富 (2014)	都市聲環境中不同音量自然聲對生心理之影響	聲音	鳥、蛙、蟲、水、風聲、交通噪音	改善情緒
蕭任峰 (2014)	自然音景與交通噪音對焦慮情緒之影響	聲音	鳥鳴、蟬鳴、水聲、交通噪音	降低焦慮
Benfield <i>et al.</i> (2014)	經歷壓力後自然音對情緒恢復之影響	聲音	自然音、人聲、交通噪音、無聲	改善情緒
van den Berg <i>et al.</i> (2015)	綠地影像是否對自律神經對壓力的反應有緩衝或促進恢復效果	螢幕照片	綠地/建築景觀	促進因壓力降低的副交感神經活動強度恢復
Song <i>et al.</i> (2018)	森林影像對前額葉及自律神經活動的影響	螢幕照片	森林/都市景觀	生理狀態放鬆



三、自然環境恢復效益理論基礎

部分自然環境恢復效益之相關理論牽涉在自然環境中的身體活動，本文僅選擇較少或不牽涉身體活動，使得非現地之自然環境影音較可能適用的理論。

(一) 注意力恢復理論 (Attention Restoration Theory, ART)

注意力恢復理論由 Kaplan 與 Kaplan 所建構，該理論認為「個體對自然環境的認知和體驗使注意力得到恢復」是自然環境給予人恢復效益的根本。其背後的原始概念源自於 William James (1892) 提出的「自願性注意 (voluntary attention) 及非自願性注意 (involuntary attention)」。自願性注意指的是個體具有選擇性的專注於並不特別引人注意的事情上，是一種刻意而為的注意，對於工作等有意識的各項日常活動十分重要，卻因費力而難以持久。與之相對，非自願性注意則會在面對引人注意的目標 (例如移動的物體、光亮物體、野生動物、血液等) 時自然發生，且不須付出努力。

Kaplan 與 Kaplan (1989) 以 James 的概念為靈感，轉提出「導向性注意力 (directed attention)」(或譯：直接注意力) 這一術語代替自願性注意，它具有可能出於習慣而不一定是刻意而為，但仍然費力的特性 (Kaplan, 2001)。隨後 Kaplan (1995) 指出導向性注意力除了本身對於人類生活有重要作外，它的疲乏又與壓力存在互為因果的關係。當個體的導向性注意力或其他各種有形無形的資源不足，代表個體能用以應對任務或挑戰的資本減少，因而對個體造成壓力，而壓力也會反過來導致注意力資源被削減。且無論是注意力下降還是壓力過多，都可能是各項表現降低的原因。

承上，為了使人處在良好的狀態下，需要有讓疲勞的導向性注意力得到恢復的方法。除了睡眠能讓疲勞的導向性注意力恢復外，Kaplan (1995) 整理 James (1892) 的論述，認為自願性注意與非自願性注意具有競爭抑制、相互拮抗的性質，因此當人處在非自願性注意的狀態時，導向性注意力也能得到休息並恢復。

引起非自願性注意的性質被以「魅力 (fascination)」一詞來稱呼。魅力可來自



「剛」與「柔」兩種極端情況。剛性魅力存在於觀看賽車等緊抓人們注意，使人緊繃的場面；與之相反，柔性魅力則以柔和的形式引起人的注意。柔性魅力可以存在於許多自然元素中，例如雲朵、夕陽、被微風吹動的樹葉等，當人被它們吸引的同時也能留下思考空間，因此特別有益於心智疲勞的恢復，其中當然也包括導向性注意力的恢復 (Kaplan & Kaplan, 1989; Kaplan, 1995)。因此，具魅力的性質被他們視為有助導向性注意力恢復的環境所需之特性，而那樣的環境被稱為恢復性環境 (restorative environments)。

Kaplan 與 Kaplan 認為恢復性環境必須具有四種特質：(1) 遠離性 (being away)：能讓人從原先的精神勞動和環境中解放出來，而非指物理距離上的遠離。(2) 魅力性 (fascination)：自然地吸引人注意，令人著迷的性質。(3) 延展性 (extent)：環境的物質或精神內容足夠豐富，且具連貫性而能構成更大的整體，使環境具有感覺上的深廣度，可供人去觀察、體驗及思考，使人沉浸其中。(4) 相容性 (compatibility)：該環境可支持人的目的，人能自在地在環境中做想做的事。具有上述四項特質的環境有助於心智疲勞的改善，並藉以增進人們的福祉。而自然環境天生具有吸引人的魅力，傾向引起非自願性注意，使得導向性注意力得以恢復，且環境中的事物具有相當的深廣度、連貫協調與豐富性，並能提供人各種各樣的活動機會，因此是被推薦的恢復性環境之典型 (Kaplan & Kaplan, 1989; Kaplan, 1995)。與之相對，都市環境充滿各種強勢拉取注意力之刺激，例如汽車喇叭、廣告宣傳等，人們在其中活動時，需要消耗導向性注意力以忽視不相干的刺激，並維持對特定事項的注意，才能達成自身的目的，是以都市環境較不具恢復性 (Berman, Jonides, & Kaplan, 2008)。若以恢復性環境四項特質來檢視，都市環境中的視覺與聽覺刺激，例如廣告招牌、車輛喇叭、人聲等，強勢地抓取注意力而缺乏柔性魅力；因需要消耗導向性注意力才能專注於本身目的，因而相容性亦低；且都市環境中的各項物件是人們為各自的目的所配置，在缺乏整體規劃時往往不具連貫與協調性，因此延展性較低；而遠離性是都市環境與自然環境間差距最大的特性，或許是多數研究參與者在都市中工作、生活的緣故，都市環境被評為較不具有遠離性特質 (Herzog *et al.*, 2003)。



另一方面，除了環境本身的性質外，在較新的論文中，Kaplan (2001) 亦提醒主動參與之重要性。舉例而言，若人們身處恢復性環境中卻只專注於交談，缺乏與環境的互動，則難以得到恢復效果。他認為恢復性環境的四種特質，嚴格地說是來自於人與環境的相互作用，而非環境本身。

注意力恢復理論中的注意力分類，僅將注意力分為費力、不費力二類，不同於時下主流之分類法將注意力分為多種向度，例如選擇性注意力、持續性注意力等，是在整合注意力相關文獻時須留意的事項。

(二) 心理演化理論 (Psycho-evolutionary Theory)

Ulrich (1983) 提出的心理演化論較直接地採用偏向演化、適應性 (adaptive) 的觀點，並強調情緒的重要性，而非認知、注意。他指出人們接觸自然環境後，在極短時間內就會產生喜好、厭惡等情緒反應，這些初始情緒反應甚至先於對事物的具體認知和思考，在接觸的瞬間即產生，而這些即時、無意識觸發和啟動的情緒會導致之後對環境的趨近 / 避開行為，同時也對注意力、後續有意識的認知處理、行為和生理反應有重大影響。舉例而言，懸崖峭壁、遮蔽視線的茂密樹叢等隱含威脅的環境或景觀，又或是蜘蛛、蛇等原始的威脅形象，會快速激發人類的壓力等負面情緒，並導致退避的衝動；組織成分豐富但安全、易於掌握狀況的景觀，則引起正面情緒，導致壓力性的意念被阻礙或減少，並吸引人持續親近。瞬間的情緒反應和即時激發的趨避衝動對於威脅或有益的事物能迅速反應，具有生物上的適應性價值，意即有利於人類在數百萬年間於自然環境中的生存、健康與福祉 (Ulrich, 1983; Ulrich *et al.*, 1991)。

在恢復效益的應用上，整體而言，Ulrich *et al.* (1991) 指出含有威脅性的景觀會導致觀察者產生壓力，而無害的自然成分能讓人在面臨壓力之後快速減壓，並促進身體能量恢復。都市環境提供恢復效果的可能性則未被討論。對於許多指出自然環境恢復效益優於都市環境的前人研究結果，他們引用 Biological Preparedness 的概念，認為人類在自然環境經歷中數百萬年的演化，因而形成較適應自然的狀態，

對自然環境的恢復潛能天生有所準備，對都市、人造建物則無。Ulrich (1983) 透過前人研究整理出較受大眾偏好的自然景觀特性，或可做為恢復潛力較佳的參考：

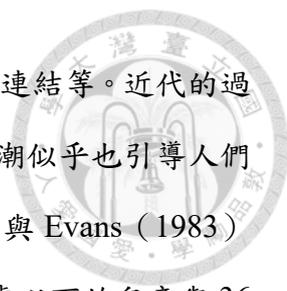
(1) 中等到偏高的複雜度、(2) 容易掌握視線焦點且有秩序或模式可循、(3) 中到高的視線可穿透度、(4) 地表質地均勻平滑、(5) 存在偏轉的遠景吸引人探索(正相關的前提是被判斷無威脅)、(6) 威脅不存在或可忽略、(7) 有水體存在(惡劣天候下的海洋和受污染之水體等少數特例除外)。

(三) 擁擠 (Crowding) 與隱私 (Privacy) 理論

擁擠與隱私的理論模型由 Hammitt 與 Brown (1984) 提出。在他們的理論中，「隱私」的意涵廣泛，包括 Westin (1967) 整理的孤獨、親密、匿名、保留等四種基本層面。孤獨指的是個體的孤立，個人與群體分離且不受他人觀察。親密是指個人對所屬小群體內的一或多個成員，尋求建立密切、私人的關係。匿名指的是個人處在公共場合時，追求不受身分識別、他人監看和社會角色影響的自由。保留指的是維持與他人的心理距離，保留不揭露某些部分的權力。這四種隱私層面分別提供維持個人自主、釋放情緒、整合外在事件與私人經驗以自我評估、建立有界限的人際連結等功能。為了個人的心理福祉，人們會透過各種機制去調節自身需要的隱私程度，若隱私程度低於自身期望，會感到心理上的「擁擠」而產生壓力，若高於期望則可能產生孤立感。野外自然環境相較於都市環境，因為人的密度低而較可能獨處或僅與選擇的對象共處，有更多機會提供隱私而減少擁擠。Hamitt 與 Brown 整理研究結果後，指出野外環境的隱私的功能包括允許情緒釋放、避免自我受他人干涉，個人能擺脫日常角色並得到安寧，也可能因此得以將注意力放在反思性思考上，使壓力得到釋放。

(四) 文化 (Culture) 與學習 (Learning) 理論

Ulrich *et al.* (1983; 1991) 提及此類觀點：認為人們對自然環境的偏愛，即部分正向情緒反應，相當程度地受後天學習影響。理由來自於美感教育，以及自然環



境與假期、休閒體驗的連結，都市環境則可能反而與苦悶的工作連結等。近代的過度開發與環境汙染事件，以及隨之而起的環境保護、環境教育浪潮似乎也引導人們更加喜愛自然而厭斥人工環境，尤其是工廠等景觀。Zube、Pitt 與 Evans (1983) 調查各年齡層的景觀偏好，發現雖然年幼兒童偏好水體，但 11 歲以下的兒童與 36 歲以上中、老年人同樣對自然度不同的景觀沒有明顯好惡，12-35 歲的受試者則明顯偏好自然程度較高者。據推測，原因可能是中老年人社會化的時間段先於 1960-70 年代的環保思潮興起，而青年、青少年受環保思潮影響較大。此研究結果對學習理論提供部分支持。

第二節 虛擬實境

一、虛擬實境介紹

虛擬實境 (virtual reality) 是一種為了追求場景或事件的生動性而被發展的技術，大致上可被描述為：由電腦實時運算而呈現出與使用者行為有聯動性的虛擬環境，提供一至多種感官刺激，在訊號輸入與反饋裝置的配合使用下，可供人與虛擬環境互動的人機介面形式 (Burdea & Coiffet, 2003; Gutiérrez, Vexo, & Thalmann, 2008)。當代的虛擬實境可分為兩大類型式。其一是全程使用電腦，以 3D 建模與渲染的方式從零開始建構虛擬環境，實際使用虛擬實境的同時也需要電腦投入大量運算來展現即時的空間變化，屬於較傳統的類型。在此類型的虛擬實境中，使用者可被允許較高程度地與虛擬環境互動是其優點，但具有前置作業較複雜與設備需求較高的缺點，且環境與現實的貼近程度會受電腦運算能力限制。另一類則是影像式虛擬實境 (image-based VR)，透過攝影機拍攝實際場景，隨後以電腦軟體進行影像拼接來建構虛擬環境，屬於較新興的方式。在此類型的虛擬實境中，使用者與虛擬環境的互動性相對有限，也無法在環境中靈活地移動位置，但具有環境影像非常接近現實，且建立成本與設備需求較低的優點 (Chen, 1995; 吳世光、陳建和，2002)。



虛擬實境與其他傳統影音工具的相同之處在於：當它們被用於模擬真實環境時，雖然能再現的環境成分與真實度有限，但有易於控制各種變因的優勢。例如可將各種感官訊息拆解開，自由組合呈現，從而能獨立檢視各個感覺項目之影響 (Depledge, Stone, & Bird, 2011; Sanchez-Vives & Slater, 2005)。另外也能選擇要重現出環境中的哪些部分，避開真實世界中可能存在的不必要干擾 (Fox, Arena, & Bailenson, 2009)，例如前往特定場所的移動過程影響、天候條件變化等。而它們的相異之處則在於：虛擬實境同時可能提供的感官刺激更豐富多樣，且不同感官訊息間有可能達到較高的協調，使得使用者對虛擬環境的反應貼近真實世界，因而在實驗利用上可能達到較高的生態有效性 (Bohil *et al.*, 2011)；同時，虛擬實境系統的使用者並非完全被動地接受刺激，而是被給予較多的主動操作權，使用者的動作可直接對媒體的呈現內容產生影響，也因此更吸引人投入到媒體內容中 (Fox *et al.*, 2009)，產生較大的臨場感，意即感到自身存在於電腦建構之虛擬環境，而非身體所在之真實世界 (Kalawsky, 2000; Sanchez-Vives & Slater, 2005)；若在呈現虛擬環境時選用完全沉浸式設備，例如完整包覆 360° 視覺空間的頭戴式顯示器 (head-mounted display, HMD) (Gutiérrez *et al.*, 2008; Kalawsky, 2000)，亦有隔離周邊真實世界影響的效果。

另一方面，虛擬實境在各種優勢外也有缺點存在，那就是因為前庭覺與視覺訊息不一致而引發虛擬動暈症 (cybersickness) 的可能性，虛擬動暈症會導致頭暈和噁心等不適症狀 (Bohil *et al.*, 2011; Fox *et al.*, 2009)。雖然非虛擬實境的傳統影片也可能造成這類症狀，但虛擬實境影像往往使用動態性較高的內容，因此不適情況較易在使用虛擬實境時出現。未來透過技術上的改善，例如減少人體動作與虛擬影像反饋間的延遲，可望能減少虛擬動暈症的發生 (Bohil *et al.*, 2001; Fox *et al.*, 2009)。

二、虛擬實境與健康照護

因為虛擬實境能喚起類似於現實的大腦與行為反應，其環境也具有能人為決定內容，同時安全且易於控制的特性，許多人嘗試將其應用在醫療領域 (Bohil *et*



al., 2011; Carlin, Hoffman, & Weghorst, 1997; Hoffman, Garcia-Palacios, Carlin, Furness III, & Botella-Arbona, 2003)。

虛擬實境在治療上的應用以治療焦慮、恐懼相關的問題為主 (Riva, 2005; Sanchez-Vives & Slater, 2005)，例如懼高症 (Emmelkamp *et al.*, 2002; Hodges *et al.*, 1995)、飛行恐懼 (Rothbaum, Hodges, Smith, Lee, & Price, 2000; Rothbaum, Hodges, Anderson, Price, & Smith, 2002)、蜘蛛恐懼症 (Carlin *et al.*, 1997; Hoffman *et al.*, 2003)、創傷後壓力症候群 (PTSD) (Difede & Hoffman, 2002; Rothbaum *et al.*, 1999; Rothbaum, Hodges, Ready, Graap, & Alarcon, 2001)。對於有上述症狀的患者，虛擬實境在階段性的暴露療法中被用來模擬令他們焦慮的情境，虛擬情境的逼真或艱鉅程度則在醫療人員監督下依患者的適應程度漸次提升，使患者得以逐步克服障礙，降低特定情境引發焦慮的程度。至今已有多筆個案報告及實證研究的初步證據，指出這些使用虛擬環境進行的治療對患者是有助益的。一項典型的例子是 Carlin *et al.* (1997) 關於利用虛擬實境治療蜘蛛恐懼症的個案報告：案主是一位蜘蛛恐懼症患者，她在面對蜘蛛或蛛網時會出現恐慌、焦慮、哭泣等反應，同時也為自身對蜘蛛的反應感到羞恥，因此在開始接受恐懼症治療前，以避免接觸蜘蛛為目的所展開的各種行動佔據了她的生活，具體行為包括每日在睡前用膠帶或毛巾完全堵住臥房門窗、將所有衣物密封裝袋、頻繁洗車並使用殺蟲劑燻蒸車內等，甚至也會因為害怕與蜘蛛接觸而對出門感到猶豫。對蜘蛛的強烈恐懼對她的生活造成困擾，因而開始尋求治療。在治療的早期階段，患者依序透過對蜘蛛的照片、塑膠模型等「沒那麼真實」的蜘蛛相關物品逐漸適應，降低自身對蜘蛛的恐懼程度，之後才進入到虛擬實境治療的階段。在虛擬實境療程中，患者穿戴頭戴式顯示器及手套，在虛擬環境中觀察蜘蛛，並透過手套與虛擬蜘蛛或蛛網進行接觸。一個月後，則加入實體的蜘蛛玩偶來為虛擬蜘蛛提供觸覺訊息。在虛擬實境治療期間，研究人員透過螢幕從旁查看虛擬實境中的情況，並時而改變虛擬蜘蛛的位置或操控牠的動作，治療師則給予患者行動上的建議。虛擬蜘蛛的視覺訊息及玩偶提供的觸覺訊息都能激起患者的焦慮情緒，且引發顫抖、大量出汗等身體症狀，但在經過二個月



的療程後，同樣的虛擬蜘蛛不再引發強烈情緒反應及身體症狀。第三個月後，患者對蜘蛛的恐懼程度已大幅下降，到了跟一般人接近的水準，並且不再讓對蜘蛛的恐懼影響到日常生活，也就是無須再為了避開蜘蛛而做任何特殊的行動。這項治療案例中充分發揮了虛擬實境治療的兩項優勢，一是能激起使用者與真實環境中相仿的反應，二是能妥善控制現場情況以確保安全性（虛擬蜘蛛隨時能被移動或消失，無須擔心會對患者產生過大的身心危害）。

另一方面，並非使人焦慮而是有趣、吸引人的虛擬實境則被應用在燒燙傷患者的轉移注意力與緩解疼痛（Hoffman *et al.*, 2004），以及中風患者的復健輔助或動力提升上（Laver *et al.*, 2017; Merians, Poizner, Boian, Burdea, & Adamovich, 2006）。在 Hoffman *et al.*（2004）的研究中，燒燙傷患者在治療期間操作一款以冰雪為背景的虛擬實境雪球射擊遊戲。從患者的疼痛評分結果來看，虛擬實境成功降低了患者在傷口護理期間的疼痛感及情感上的不愉快。同時，患者會想到自己的疼痛的時間在使用虛擬實境中明顯的較少，也就是說，虛擬實境成功使患者從疼痛中分心。在中風患者的復健中，虛擬實境遊戲則被用來提高復健活動的趣味性，從而使患者能忍受更長的練習時間。同時，虛擬實境也能用以讓患者練習在醫院中難以實際從事的活動，例如球類運動等（Laver *et al.*, 2017）。

三、虛擬實境與自然環境恢復效益

關於本研究的主題，將虛擬實境應用於提供自然環境恢復效益的相關研究在近幾年內才明顯增加。嚴婉甄（2007）使用 3D 建模的生態池畔虛擬場景與現地觀看做比較，發現虛擬實境使用者中臨場感較高（較感到自己身處虛擬環境內）者前額肌肉較放鬆，肌電值較低，環境恢復性知覺和環境偏好程度也較高，且愈認為虛擬場景與現地相似者臨場感愈高。虛擬實境經驗程度與環境恢復性知覺則有負相關，顯示較多經驗者可能對虛擬場景的恢復性有較嚴苛的評價。Valtchanov、Barton 與 Ellard（2010）使用電玩遊戲內建模組製作 3D 虛擬自然環境，受試者透過 HMD 體驗的同時可利用滑鼠與轉身來在環境中移動，並收到來自腳下的震動反饋與森



林氣味的嗅覺刺激，以此與利用 HMD 觀看抽象繪畫的控制組做比較。結果發現經歷壓力後，探索虛擬自然環境的受試者皮膚電導下降，正面情緒提升，控制組則無變化。Annerstedt *et al.* (2013) 使用 CAVE™ 投影系統呈現有視覺立體感的虛擬森林環境，分成有聲、無聲模式與非自然控制組做比較，發現自然環境音的存在可促進壓力恢復，而無聲的虛擬森林環境可能引發恐懼，但最終除了有聲虛擬森林環境的副交感神經活動強度指標上升較多以外，三組在壓力恢復上沒有明顯差異。Anderson *et al.* (2017) 則使用 HMD 呈現 360° 全景虛擬實境，以無生物的教室與戶外自然環境進行比較，結果顯示虛擬自然環境使負面情緒與膚電值下降較多，教室場景則使正面情緒降低。經歷實驗後，受試者對 VR 可促進放鬆、能提供效益的認同度上升。Schutte、Bhullar、Stilinović 與 Richardson (2017) 同樣使用 HMD 呈現 360° 全景虛擬實境，但以自然環境與都市環境做比較，結果顯示虛擬環境類型對正面情緒有顯著影響。這主要歸因於虛擬都市環境導致正面情緒減少，尤其是與自然連結程度較高的受試者傾向有此情況。虛擬自然環境則使正面情緒微幅上升，但未達顯著。Yu、Lee 與 Luo (2018) 也使用 HMD 進行虛擬自然與都市環境的比較，隨後確認到虛擬自然環境對情緒的影響比虛擬都市環境更正面，虛擬自然環境使負面情緒降低、正面情緒上升，虛擬都市環境則有反效果。Yin、Zhu、MacNaughton、Allen 與 Spengler (2018) 使用 HMD 和實際觀看兩種方式進行有 / 無自然元素之室內環境間的比較，發現含自然元素的親生命環境，無論是實際觀看還是透過 VR，都使血壓與皮膚電導值下降得較多，尤其 VR 部分在兩種環境間的差異更大。認知功能指標的 DSB 表現在暴露於 VR 親生命環境後比非親生命環境來得好，但差異不顯著，實際環境間則有相同趨勢的顯著差異。

上述將虛擬實境應用於提供自然環境恢復效益之研究，內容摘要整理於下表 2-2-1，其結果大致類似於傳統利用照片或平面影片進行的實驗，顯示虛擬自然環境有益於生理與情緒狀態改善，但未有虛擬自然環境促進注意力或其他認知功能的確切報告。虛擬實境在自然環境恢復效益上的應用，已有一些值得參考的研究結果被提出，但各種層面上仍有待更多探討與驗證。



表 2-2-1 虛擬自然環境恢復效益相關研究整理表

研究者 (年份)	研究主題	呈現方式	呈現內容	虛擬自然環境效益
嚴婉甄 (2007)	虛擬與實際自然環境之生理影響與環境恢復性，及臨場感因素	實際環境 /投影機	生態池畔現場/3D 建模虛擬環境-	不明確，但臨場感較高者較易在虛擬環境中放鬆下來
Valtchanov <i>et al.</i> (2010)	虛擬自然環境是否提供恢復效益	HMD、氣味、震動平台	3D 建模自然環境/ 抽象畫控制組	生理狀態放鬆、情緒改善
Annerstedt <i>et al.</i> (2013)	自然音對虛擬森林環境下生理壓力恢復的影響	環繞式投影	森林與溪流影像、 鳥鳴與流水聲	不明確，但為虛擬森林環境添加自然音有益於生理恢復
Anderson <i>et al.</i> (2017)	虛擬自然環境是否提供恢復效益，以及偏好因素的影響	HMD；海灘環境以躺椅及加熱燈製造效果	教室/自然環境-愛爾蘭、澳洲海灘	生理狀態放鬆、改善情緒
Schutte <i>et al.</i> (2017)	虛擬自然與都市環境情緒效益比較、知覺恢復性及自然連結度之影響	HMD	自然/都市環境	相對有益於情緒改善
Yu <i>et al.</i> (2018)	虛擬自然與都市環境對生心理之影響	HMD	森林/都市環境	情緒改善
Yin <i>et al.</i> (2018)	現實/虛擬的親生命/非親生命室內環境生理與認知影響比較	實際環境 /HMD	有/無自然元素之 室內環境	生理狀態放鬆



第三節 中高齡與高齡族群

一、中高齡與高齡者之定義

在國際上，世界衛生組織以 65 歲以上人口比率做為一個社會高齡化程度的判斷依據。健康相關研究報告中則常將 45 歲至 64 歲定義為中年人 (middle-aged)，年滿 65 歲以上為老人 (Folkman & Lazarus, 1980; Verbrugge, 1984)，亦有在探討年長者消費市場上以 55 歲為界者 (Shoemaker, 1989)。在國內，依中華民國現行之老人福利法，年滿 65 歲以上為老人，意即高齡者。就業服務法則定義年滿 45 歲至 65 歲之國民為中高齡者。本研究參考以上定義並去除重疊而矛盾部分，將年滿 45 歲至 64 歲界定為中高齡者，年滿 65 歲以上界定為高齡者。

二、中高齡及高齡族群日常生活與健康

據統計，2017 年國內 45 到 64 歲的中高齡族群有六成多在就業中，65 歲以上高齡者則約九成已沒有在外工作 (中華民國統計資訊網，2019；勞動部統計處，2018)。居住上則皆以兩代或三代家庭為主 (衛生福利部，2018)。

在休閒興趣方面，衛服部 (2018) 統計 55 歲以上人口休閒活動以「看電視」占八成左右最多，其次為「戶外健身、運動」占五成多。洪崇彬與王慧媚 (2012) 調查 55 歲以上銀髮族的旅遊動機，前兩名為「為了獲得休息和放鬆」、「為了接近大自然，尋求精神上的提升」。資料顯示中高齡以上族群對接觸戶外自然環境應抱有相當程度的興趣。

中高齡以上族群生理健康方面的問題較多。55 至 64 歲者有 40.7% 自述患有慢性疾病，至 65 歲以上增加為 64.9% (衛生福利部，2018)。其中心血管疾病為大宗。根據衛福部 2005 至 2008 期間的抽樣調查，國人在 45 歲至 64 歲中高齡族群中，男性有 28.9%、女性有 17.6% 有高血壓或有服用降血壓藥物，在 65 歲以上高齡族群中，男性有 55.9%、女性有 52.3% 有高血壓或有服用降血壓藥物 (衛生福利部統計處，2016)。行動困難的情況則主要出現於 65 歲以上的高齡者。據衛服部 2017



至 2018 期間的抽樣調查，高齡族群相對易因健康問題導致日常活動受限。有 16.4% 的高齡者下肢功能衰退，無法在不用手支撐的情況下從椅子站起。對於參與休閒活動的障礙上，亦以擔心跌倒為最高比例的原因。雖有 50.5% 的高齡者在過去一年內曾在外搭乘大眾交通工具，但 21.4% 的高齡者因各種因素對獨自搭車外出有困難，10.1% 連在室內走動都有困難（衛生福利部，2018）。

在日常生活感受上，高齡者有 51.8% 常常覺得很快樂，44.0% 常常覺得日子過得很好，但也有 49.58% 有時或常常睡不安穩，且各項情緒低落的感受都比年齡較低的 55 至 64 歲族群來得嚴重（衛生福利部，2018）。張耀文、高東煒、黃宗正（2006）亦指出高齡者憂鬱症盛行率高於年輕族群，且憂鬱症會導致高齡者生心理及社會功能下降，使自身與周圍照護者的生活品質受到損害，但往往因症狀不典型，易與其他慢性病混淆而不被發現，需要投入更多心力去注意。

三、社會現況

根據行政院下轄各部會公布之資訊，我國老年人口比率偏高，在亞洲僅次於日本，而與南韓相當。在 2018 年，國內 65 歲以上老年人口占總人口比率已超過 14%，成為「高齡社會」，並推估將於 2026 年邁入老年人口占 20% 以上的「超高齡社會」（內政部戶政司，2018；國家發展委員會，2018），因此高齡人口健康與照護議題的重要性逐年提升。

四、中高齡、高齡族群與自然環境恢復效益

因應高齡人口逐年增加，已有學者為提升中高齡以上族群的身心福祉而展開以中高齡或高齡者為對象的自然恢復效益研究，以綠色室外空間與室內、森林與都市的實地試驗比較為主。Rodiek（2002）以園藝療法概念為背景，招募年長者住宅區的高齡受試者進行實驗，比較在室外花園與室內空間活動導致的生心理變化。雖未發現情緒變化上的顯著差異，但待在室外花園環境的受試者唾液皮質醇含量降低較多，表示有較好的紓壓效果。Ottoosson 與 Grahn（2005）的研究與前者類似，



他們為老人養護社區中的高齡住戶進行研究測量，發現比起各人最喜愛的室內房間，待在室外綠色環境對受試者的注意力測驗表現有顯著較好的影響，儘管心跳、血壓等各生理項目皆無顯著差異。Song *et al.* (2017) 讓沒有每日服用慢性病藥物的中至高齡高血壓患者（40 至 72 歲，平均 58 歲）分別搭車移動到森林或都市環境，並坐著觀看當地景觀。結果顯示觀看森林者平均 HF（副交感神經活動指標）顯著較高、平均心跳速率顯著較低，表示相較於都市景觀，觀看森林景觀導致更高的生理放鬆程度，而語義差異問卷結果亦顯示觀看森林景觀較讓人感到舒適、放鬆。

上述研究對受試者身體活動或者沒有特別要求，或者限制不進行，有些研究則明確包含步行等身體活動的參與。Mao *et al.* (2012) 招募 60 到 75 歲的原發性高血壓患者，分組後一組前往森林公園，一組留在市區，7 天期間中兩組每日行程安排相同，僅每天 2 次散步的環境不同。結果發現前往森林的受試者收縮壓、舒張壓降低較多，血清中的發炎細胞激素、POMS 中負向情緒部分亦明顯降低，市區組則沒有顯著降低。國內研究方面，林家民 (2017) 招募 45 歲以上受試者，在溪頭參與時長 2 小時的森林療癒導覽健行活動，發現活動後受試者生理方面平均心跳速率、血壓及反映壓力的唾液澱粉酶活性皆降低，心跳變異率之 HF 及 LF/HF 則無顯著差異，心理方面平均而言狀態焦慮降低，POMS 量表之負向情緒分數皆降低，正向的精神-活力構面分數提升，顯示該森林療癒行程有明顯的情緒改善及相當程度的降低生理喚起效果。其中又以 65 歲以上受試者唾液澱粉酶活性及交感神經活動指標下降較多。

在主觀意見方面，Ottosson 與 Grahn (2005) 研究中的高齡參與者表示喜歡造訪戶外綠色環境，主要原因有空氣新鮮、可進行活動、能觀賞植物、動物等，且待在那裡讓他們感到平靜和快樂，但其中一半的人因為有受看護、協助的需求，而無法如願達到希望的造訪頻率。另外，某些學者指出戶外綠地有提供社交機會、提高社區凝聚力的功能 (Hartig *et al.* 2014)，但在 Ottosson 與 Grahn (2005) 的調查中，高齡者對於社交功能的意見分歧成相反的兩派，有些人喜愛在戶外進行社交活動，

有些人則認為到戶外就是要享受寧靜不受他人打擾的時間。

綜合上述研究，可以看出中高齡以上族群對自然與都市環境的反應、自然恢復效益的取得可能與年輕族群沒有過大的差異。但部分高齡者因有受照護需求而未能如願與戶外的綠色環境有更多接觸，這或許提示了人為模擬的自然環境具有可發揮用途的地方。而關於虛擬自然環境是否需提供社交機能，參照 Hammitt 與 Brown 擁擠與隱私的理論，隱私低於期望會感到心理上的擁擠，高於期望可能感到孤立，長者們的相反意見可能源於各人對隱私和社會互動需求上的差異。對於期望從自然環境得到安寧的長者，單人體驗的虛擬自然環境即可能滿足需求；對於期望在自然環境中享受社交的長者，可期待未來虛擬實境多人會議室等技術更進一步的開發。雖然當下的虛擬實境技術還難以提供比實際環境要好的體驗，但做為健康狀態、天候等因素不許可造訪實際環境時的替代方案，應有其可取之處。





第三章 研究方法

第一節 研究架構與假設

本研究探討以虛擬實境呈現之自然環境與都市環境，對人類生理、心理恢復效益及注意力表現之影響是否有差異。在本研究之研究架構中，自然與都市的虛擬環境影片被作為自變項，前後測之受試者生理、情緒與注意力表現被作為依變項，受試對象則為中高齡與高齡者。

經過相關文獻的回顧後 (e.g. Ulrich *et al.*, 1991; van den Berg *et al.*, 2003)，得知影音模擬之非現地自然環境，相較於日常之都市環境，有在生理層面上降低喚起、在心理層面上改善情緒、在認知功能上能提升注意力表現的效果，因而建立以下假設：

研究假設一 (H₁)：虛擬自然環境對受試者之生理有顯著影響。

H_{1a}：虛擬自然環境對受試者心跳速率有顯著影響。

H_{1b}：虛擬自然環境對受試者血壓有顯著影響。

H_{1c}：虛擬自然環境對受試者自律神經功能有顯著影響。

研究假設二 (H₂)：虛擬都市環境對受試者之生理有顯著影響。

H_{2a}：虛擬都市環境對受試者心跳速率有顯著影響。

H_{2b}：虛擬都市環境對受試者血壓有顯著影響。

H_{2c}：虛擬都市環境對受試者自律神經功能有顯著影響。



研究假設三 (H₃): 虛擬自然環境對受試者之情緒有顯著影響。

H_{3a}: 虛擬自然環境對受試者 POMS 量表困惑構面分數有顯著影響。

H_{3b}: 虛擬自然環境對受試者 POMS 量表活力構面分數有顯著影響。

H_{3c}: 虛擬自然環境對受試者 POMS 量表疲勞構面分數有顯著影響。

H_{3d}: 虛擬自然環境對受試者 POMS 量表憤怒構面分數有顯著影響。

H_{3e}: 虛擬自然環境對受試者 POMS 量表緊張構面分數有顯著影響。

H_{3f}: 虛擬自然環境對受試者 POMS 量表沮喪構面分數有顯著影響。

H_{3g}: 虛擬自然環境對受試者 POMS 量表 TMD 指數有顯著影響。

研究假設四 (H₄): 虛擬都市環境對受試者之情緒有顯著影響。

H_{4a}: 虛擬都市環境對受試者 POMS 量表困惑構面分數有顯著影響。

H_{4b}: 虛擬都市環境對受試者 POMS 量表活力構面分數有顯著影響。

H_{4c}: 虛擬都市環境對受試者 POMS 量表疲勞構面分數有顯著影響。

H_{4d}: 虛擬都市環境對受試者 POMS 量表憤怒構面分數有顯著影響。

H_{4e}: 虛擬都市環境對受試者 POMS 量表緊張構面分數有顯著影響。

H_{4f}: 虛擬都市環境對受試者 POMS 量表沮喪構面分數有顯著影響。

H_{4g}: 虛擬都市環境對受試者 POMS 量表 TMD 指數有顯著影響。

研究假設五 (H₅): 虛擬自然環境對受試者之注意力有顯著影響。

H_{5a}: 虛擬自然環境對受試者 SART 測驗錯誤次數有顯著影響。

研究假設六 (H₆): 虛擬都市環境對受試者之注意力有顯著影響。

H_{6a}: 虛擬都市環境對受試者 SART 測驗錯誤次數有顯著影響。



研究假設七 (H₇): 不同虛擬環境對受試者之生理影響有顯著差異。

H_{7a}: 不同虛擬環境對受試者之心跳速率影響有顯著差異。

H_{7b}: 不同虛擬環境對受試者之血壓影響有顯著差異。

H_{7c}: 不同虛擬環境對受試者之自律神經功能影響有顯著差異。

研究假設八 (H₈): 不同虛擬環境對受試者之情緒影響有顯著差異。

H_{8a}: 不同虛擬環境對受試者之 POMS 量表困惑構面分數影響有顯著差異。

H_{8b}: 不同虛擬環境對受試者之 POMS 量表活力構面分數影響有顯著差異。

H_{8c}: 不同虛擬環境對受試者之 POMS 量表疲勞構面分數影響有顯著差異。

H_{8d}: 不同虛擬環境對受試者之 POMS 量表憤怒構面分數影響有顯著差異。

H_{8e}: 不同虛擬環境對受試者之 POMS 量表緊張構面分數影響有顯著差異。

H_{8f}: 不同虛擬環境對受試者之 POMS 量表沮喪構面分數影響有顯著差異。

H_{8g}: 不同虛擬環境對受試者之 POMS 量表 TMD 指數影響有顯著差異。

研究假設九 (H₉): 不同虛擬環境對受試者之注意力影響有顯著差異。

H_{9a}: 不同虛擬環境對受試者之 SART 測驗錯誤次數影響有顯著差異。

為檢驗兩種虛擬環境具恢復性環境特質的程度是否在受試者主觀判斷中也有所差異，建立以下假設：

研究假設十 (H₁₀): 虛擬自然與都市環境具恢復性環境特性之程度有顯著差異。

H_{10a}: 虛擬自然與都市環境之遠離性評分有顯著差異。

H_{10b}: 虛擬自然與都市環境之延展性評分有顯著差異。

H_{10c}: 虛擬自然與都市環境之魅力性評分有顯著差異。

H_{10d}: 虛擬自然與都市環境之相容性評分有顯著差異。



第二節 實驗設計

本研究透過生理、情緒與注意力的重複施測，比較虛擬實境之自然環境與都市環境對受試者之影響。每位受試者會前後參與兩次實驗，兩次實驗流程同樣是虛擬實境體驗及前後的生理、情緒及注意力測量，但虛擬實境內容不同。一次是體驗虛擬自然環境，另一次則體驗虛擬都市環境，順序在事前以電腦亂數方式平均分配至已報名之受試者編號，因此順序是均勻的。本研究之內容通過國立臺灣大學行為與社會科學研究倫理委員會審查，符合研究倫理規範。倫委會案號：201607HS008。實驗的詳細規劃方式如下：

一、影片製作

(一) 錄製地點與場景

自然環境部分參照自然環境恢復效益之相關理論，選擇具備以植物、水體等自然元素為主，視覺上不過度封閉，地面平坦易於行走，且周遭對於高齡族群也有足夠安全性等條件之區域，最終選擇內洞森林遊樂區作為拍攝場地，拍攝以瀑布、溪流、闊葉林與蕨類植物等自然成分為主景之 360° 全景影片。影片內容包含有步道與護欄等局部人工設施，且未排除其他遊客。聲音以水聲及風吹樹葉聲為主，部分片段有鳥鳴聲，少許部分有遊客交談聲。

都市環境部分選擇西門町商圈作為拍攝場地。西門町商圈具有大面積的行人可步行範圍，多數道路足夠寬闊而允許架設攝影機，並且沒有被高度綠化。該處場景以各式建築、商店、廣告招牌、行人與車輛為主，未排除少部分行道樹等植物。聲音則包含人聲、商店樂聲、交通工具聲響、施工聲與風聲等。



圖 3-2-1 虛擬自然環境-片段一



圖 3-2-2 虛擬自然環境-片段二



圖 3-2-3 虛擬自然環境-片段三



圖 3-2-4 虛擬自然環境-片段四



圖 3-2-5 虛擬自然環境-片段五

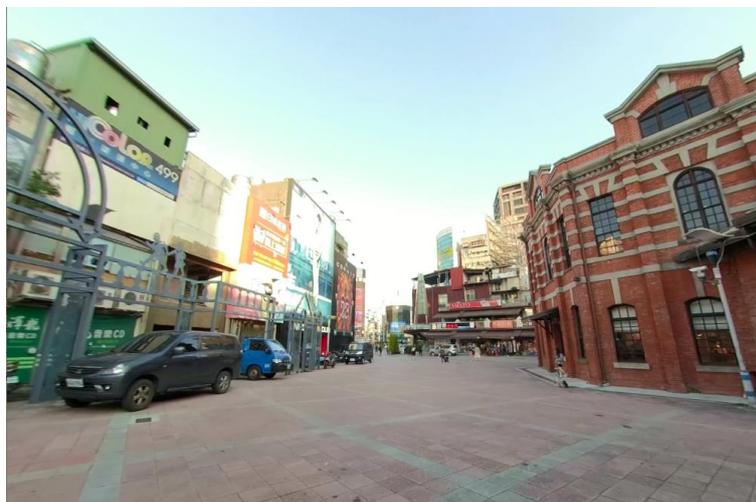


圖 3-2-6 虛擬都市環境-片段一



圖 3-2-7 虛擬都市環境-片段二



圖 3-2-8 虛擬都市環境-片段三



圖 3-2-9 虛擬都市環境-片段四



圖 3-2-10 虛擬都市環境-片段五

(二) 錄影設備

本研究使用 GoPro Fusion 搭配常見之中大型腳架錄製影片。此攝影機具有前後雙鏡頭，兩鏡頭拍攝範圍在邊緣有重疊，因此透過軟體運算縫合前後影像後，可輸出 360° 全景影片。該機體最高支援 5.2K 畫質，但受限於 5.2K 解析度之輸出檔案格式與本研究使用之放映設備 Samsung Gear VR 不相容 (Samsung Gear VR 僅能直接讀取最高輸出畫質為 4K 的 mp4 格式)，在現有之放映設備容量恐怕難以容納兩個 5.2K 虛擬實境影片檔，及缺乏嘗試透過影像剪輯軟體進行格式轉換重新輸出之時間的情況下，本研究最終使用的是 4K 解析度，幀率 30 之影片。事實上，因後端虛擬實境呈現設備之解析度未達 4K，故實際觀看品質可能再被壓縮。



圖 3-2-11 GoPro Fusion (取自 GoPro 官網)

(三) 錄製與編輯方式

錄製期間為 2018 年 12 月中旬至 2019 年 2 月下旬，選擇光線充足之時間與天氣。雖然實驗中考量到舒適程度而採用坐姿觀看影片，但考量到低角度拍攝之影片視野較差，且可能因周邊景物顯得異常高大而有壓迫感，錄製高度仍選擇介於坐姿與站姿之間的高度，約 136 公分。

完成錄影後，使用影片剪輯軟體 Premiere Pro，將每段約 2 分鐘的各場景串接成單一環境的主題影片，並在開頭、結尾處加上短暫的黑白畫面與播音，使受試者能校正焦距與得到指示。本研究有在編輯時微調影片畫面之亮度、對比、顏色等數值，使其較接近現場觀看之狀態，聲音部分則未作更動。

對於虛擬實境體驗時長的規劃，參照前人研究，受試者對模擬環境產生生理上顯著反應的所需時間約是 4 分鐘左右，至 10 分鐘仍有效果殘留(Ulrich *et al.*, 1991)；情緒反應則難以得知即時情況，但 6 至 10 分鐘以上皆有得到顯著差異的事例 (Schutte *et al.*, 2017; Ulrich, 1979; van den Berg *et al.*, 2003)；注意力表現 2 分鐘以上到 10 分鐘都可能看出自然與都市環境的影響差異 (Berto, 2005; van den Berg *et al.*, 2003；蔡志展，2012；樂婉玉，2007)，但 10 分鐘可能有比較短時間更明顯的差異 (樂婉玉，2007)；其他虛擬實境自然恢復效益相關研究則使用 5 到 15 分鐘作為虛擬實境時間長度 (e.g. Anderson *et al.*, 2017; Yin *et al.*, 2018)。本研究參考上述

資訊，並衡量使用頭戴式顯示器對受試者的負擔，以及與實驗設計相近之研究（e.g. Valtchanov *et al.*, 2010; Yu *et al.*, 2018）進行比較的需求，選擇 10 分鐘作為虛擬實境影片長度。



(四) 呈現設備

使用 Samsung Gear VR 頭戴式顯示器連結 Samsung Galaxy S8 展示虛擬環境。具 101° 視角，解析度 2960 x 1440，配戴時總重約 500g。本設備有可調節觀看焦距的特點，近視的使用者也無需配戴眼鏡即可正常觀看。另一項特點則是無須有傳輸線與電腦連結，使用者轉身不受限。透過陀螺儀等感測器運作，受試者觀看方向可隨頭部動作移動。實驗中同時也以連結之耳機播放環境音。因 S8 原附之耳機為入耳式，不同受試者可能因耳道寬度不同而有戴起來太緊或太鬆的問題，且材質上較不易清潔，經試用也發現動作時易有耳機線碰撞衣物發出的噪音，是以本研究在實驗中使用較無上述問題的 iPhone EarPods 耳機。



圖 3-2-12 Samsung Gear VR 頭戴式顯示器



圖 3-2-13 頭戴式顯示器使用示意圖

二、測量項目設計

本研究之測量項目參考相關研究之恢復效益衡量指標做挑選，最終選擇能以單套系統同時進行測量的心跳速率、血壓、心率變異度作為生理指標，在自然環境恢復效益領域中使用廣泛的盤斯心情量表、恢復性組成量表作為心理指標，操作單純且較不牽涉記憶力的 SART 測驗作為注意力指標，另外也收集受試者背景資料，以及對虛擬實境之感想等少數質化資料。

(一) 生理指標

1. 心跳速率

使用 QHRV 便捷健康評估系統，透過連接於受試者軀幹部位的三個心電圖貼片，將心臟運動之訊號傳遞至儀器中，最終配合心率變異度所需之測量時間，可得到 5 分鐘內的每分鐘心跳次數平均值。測量注意事項同心跳變異率。



2. 血壓

使用 QHRV 便捷健康評估系統，將光體積描記器 (PPG) 裝設在非慣用手的食指末端，透過手指血流量變化推算出壓力。配合心率變異度所需之測量時間，最終得到收縮壓與舒張壓在 5 分鐘內的平均值。測量注意事項大致同心跳變異率，須留意 PPG 訊號是否清晰穩定，另須特別注意受試者手部須保持放鬆。

3. 心率變異度 (自律神經功能)

使用 QHRV 便捷健康評估系統，透過連接於受試者軀幹部位的三個心電圖貼片，將心臟運動之訊號傳遞至儀器中，最終依據 5 分鐘測量期間心跳之變化，可由儀器計算得出交感、副交感神經系統活動強度之數值。在心率變異度各項數值中，本研究選擇以正向反映副交感神經活動的 HF 值、正向反映交感神經活動的 LF 值、交感 / 副交感神經平衡指標 LF / HF 比值等三者作為結果呈現。測量注意事項：受試者須維持放鬆但穩定的坐姿，保持安靜不動並睜開雙眼。開始測量時須留意監測畫面之訊息，包括訊號是否良好，以及心電圖形狀是否正常、穩定，若否則可能是貼片位置不對，需調整貼片位置再測量。測量中途若心電圖形狀出現強烈變化，可能是受試者姿勢改變或精神狀態不良 (例如打瞌睡)，須提醒受試者調整姿勢。



圖 3-2-14 QHRV 便捷健康評估系統之主要配件



圖 3-2-15 生理指標量測示意圖

(二) 心理指標

1. 盤斯心情量表 (Profile of Mood State, POMS)

此量表採用 Likert 5 點量表測量受試者當下情緒狀態 (0 代表完全不符合 — 4 代表非常符合)。使用國際上常用的 Shacham (1983) 之版本並翻譯為中文版，具沮喪、活力、憤怒、緊張、困惑、疲勞等 6 構面共 37 題。除各構面分數外，也採計整體情緒困擾指數 (Total Mood Disturbance, TMD)，即負面構面分數減去正面構面 (活力) 所得之分數，TMD 分數愈高表示情緒困擾愈嚴重。

2. 恢復性組成量表 (Restorative Components Scale, RCS)

此量表以注意力恢復理論為基礎，用以評估受試者是否認為環境符合恢復性環境要件。本研究採用 Laumann *et al.* (2001) 所修訂之版本。22 個問項調查恢復



性環境的四種特性：遠離性 (being away)、延展性 (extent)、魅力性 (fascination) 與相容性 (compatibility)。以 Likert 7 點量表測量 (0 代表非常不同意 — 6 代表非常同意)。

(三) 客觀注意力指標

1. Sustained Attention to Response Test, SART

SART 可測量受試者的持續性注意力 (Robertson *et al.*, 1997)，也就是能保持留意、有意識的處理重複刺激的能力，同時它也有造成認知疲勞的效果 (Berto, 2005)。本實驗採用 Robertson *et al.* (1997) 的原版測驗，以電腦進行操作。在測驗開始前受試者被告知數字 3 為目標數字，測驗中螢幕上會短暫顯示一個數字 250 毫秒，數字為 1 到 9 之中隨機一個，接著出現 900 毫秒的遮罩圖案，之後再出現下一個數字，如此重複。受試者看到施測者指定之目標數字 3 後應不做任何動作，看到非目標的數字後則須盡快按下空白鍵。受試者被要求對反應正確與反應速度給予同等重視。正式測驗中共出現 225 個數字，目標數字出現 25 次，需時 4 分 20 秒。本實驗會採計 SART 中，反應錯誤的次數 (包括目標數字出現時點擊與非目標數字出現時未點擊的次數) 作為注意力表現指標。正式施測前會有 18 題練習以讓受試者熟悉操作方式。

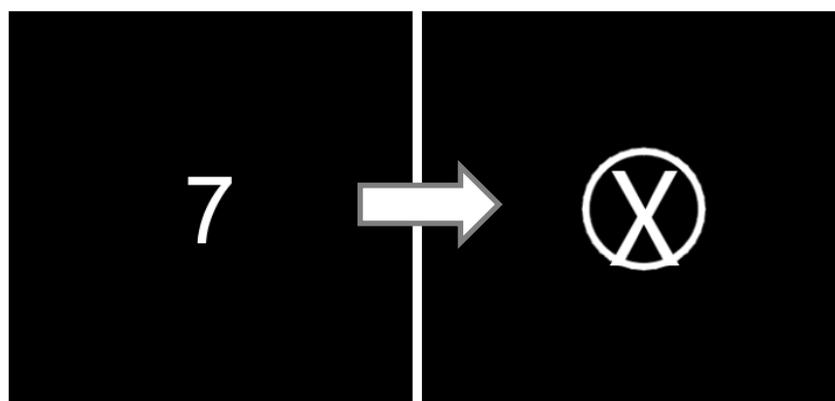


圖 3-2-16 SART 測驗畫面之數字與遮罩示意圖



(四) 受試者背景資料及其他資訊

實驗開始前先行填寫：性別、出生年月日、身高體重、身體活動強度、慣用手、視覺健康情形、特殊疾病、服用藥物、教育程度、成長地區、偏好環境類型、自然環境接觸頻率、虛擬實境使用經驗。各問項詳細內容如下：

1. 性別：勾選受試者生理性別，選項為男性、女性。
2. 出生年月日：除年齡會被應用於受試族群與實驗結果分析外，應 QHRV 便捷健康評估系統軟體需求，亦需填寫受試者出生之月份及日期。
3. 身高體重：應 QHRV 便捷健康評估系統推算血壓之需求，需填寫受試者身高公分數及體重公斤數。
4. 身體活動強度：應 QHRV 便捷健康評估系統之軟體需求，需填寫受試者日常身體活動強度，選項包含久坐不動（幾乎沒有運動）、輕度活動（每週一到二天進行輕度運動，例如走路）、中等活動（每週二到三天進行中強度運動，例如快走、大面積打掃）、高度活動（每週三到四天進行高強度運動，例如跑步、打球）、超高度活動（每天進行高強度運動或體力勞動工作）、極高度活動（每天進行非常高強度的運動或體力勞動工作），六種選項擇一勾選。
5. 慣用手：勾選右手或左手，測量血壓時統一使用非慣用手。
6. 視覺健康情形：勾選當下存在的視覺問題，選項包含無明顯問題、近視、老花、散光、白內障及其他，並填寫度數或簡述情況。
7. 是否患有特殊疾病：勾選無表示沒有特殊疾病，或勾選高血壓、心血管疾病、糖尿病、其他，並簡述情況。
8. 是否有服用藥物：勾選無或有，有的話簡述。
9. 教育程度：勾選受試者最高或目前修業中之教育程度，選項包含國小、國中、高中職、專科、大學、研究所以上。
10. 成長地區：目的為了解受試者成長環境之自然程度，選項區分為都市中心、市郊區、平地農 / 漁村、山區或其他人口稀少地帶、其他（受試者自



填)。

11. 偏好環境類型：詢問在不考慮工作或生活上方便的情況下，較偏好哪一種環境類型，選項為自然環境或都市環境二選一。
12. 自然環境接觸頻率：詢問過去一年中造訪郊外自然環境的次數，選項包含完全沒有、整年中有 1 次、整年中有 2~5 次、整年中有 6~9 次、大約每月 1 次、大約每月 2 次、大約每月 3 次、大約每週 1 次或更多。
13. 虛擬實境使用經驗：詢問受試者在先前曾使用過虛擬實境的次數，選項包括從來沒有、用過 1 次、用過 2~3 次、用過 4~6 次、用過 7~9 次、超過 10 次。

本研究之各項問卷資料皆不記錄受試者姓名，而以施測者註記編碼作為替代。

實驗結尾填寫：觀看過程中身體狀況、對影片感想、其他建議等。各問項詳細內容如下：

1. 觀看過程中身體狀況：主要關心受試者在觀看 VR 影片過程中是否有暈眩、想吐等虛擬動暈症的不適現象，選項分為沒有、有、不確定，選擇後兩種選項者再簡述情況。
2. 對影片的感想：請受試者填寫對影片內容或觀看過程之任何想法。若無特殊想法則建議填寫特別喜歡或不喜歡的地方。
3. 其他建議：受試者參與本實驗之任何階段之建議或想法皆可提出，可填可不填。若受試者僅願意口頭提出，會由施測者代填。

三、施測對象

採便利取樣，主要由社群網站 (Facebook)、通訊軟體 (LINE)、網路論壇 (批踢踢實業坊) 招募，對象為年滿 45 歲以上國民。無精神疾病、腦神經疾病，認知功能正常，無特殊視覺問題 (一般常見之近視、遠視、老花、散光、輕微白內障等不在此限)，沒有需日常使用助聽器程度的聽覺問題，沒有皮膚或眼部傳染病，未



裝有心律調節器，不在懷孕中，不會頻繁咳嗽、打噴嚏，且沒有其他會導致身體不自主地出力的問題。受測前 12 小時內需避免刺激性食物，如酒精飲料、含咖啡因之飲品。其他建議事項則包含：受試者需處在不過度疲憊的狀態，並且受測時避免化妝以免與接觸面部之設備發生沾染，避免穿著連身或緊繃的衣物以方便黏貼心電圖貼片。

四、施測時間

施測期間為 2019 年 3 月 6 日至 3 月 26 日。時段最早從上午 9 點整開始，最晚至夜間 9 點 40 分。兩次實驗時段由受試者自行選擇，兩次之間隔以 7 天為準，但實際多有間隔天數不一的情況。

五、施測地點

國立臺灣大學校總區內，展書樓前棟 304 室。為減少室外景觀干擾及維護受試者隱私，實驗期間以大面積的白紙遮蔽窗戶，只留下靠近頂端的部分。除在各實驗程序間移動位置的時間外，受試者不會直接看到窗外景物。

六、受試者報酬

完成兩次實驗後，給予受試者能消費等值商品的兩百元便利商店商品卡及生理量測結果表做為報酬。

第三節 實驗流程

首次實驗時，先進行實驗說明，並讓受試者簽署知情同意書並填寫個人背景資料。接著在坐下休息時間達 15 分鐘後，讓受試者移動至面向受遮蔽窗戶的座位(背對其他人員及雜物)，進行 SART 注意力測驗的教學、練習與實際測量，需時約 6 分鐘。若受試者初次經歷 18 題練習後，仍完全無法掌握測驗答題方式，會再給予



一次 18 題的練習機會。完成後在座位上填寫 POMS 情緒量表，所需時間約 3 分鐘。之後將座椅移動至 QHRV 便捷健康評估系統旁，替受試者上半身黏貼以導線連結至測量設備的心電圖貼片後，提醒受試者放鬆不動，以進行心跳、血壓、心率變異度等 5 分鐘期間的生理數值測量，完成後將導線取下，但貼片暫時留在身體上不撕下。前測之測量順序是以希望在情緒及生理上給與受試者壓力的方向來安排的。接下來，受試者移動到實驗室中間空曠處，準備進行虛擬實境體驗，若有配戴眼鏡則先取下放置旁邊。開始前會簡單說明影片內容，告知受試者在體驗期間可旋轉座椅觀察四周環境，並請想像自己身處在該環境中。同時以酒精替耳機消毒，並給予 VR 專用衛生隔離面罩讓受試者配戴。之後戴上耳機與頭戴式顯示器，並調節好焦距後，開始進行 10 分鐘的虛擬實境體驗，虛擬實境內容為「自然環境—內洞」或「都市環境—西門町」二者之一，順序在事前以亂數平均分配。結束虛擬實境，並確認受試者未有無法繼續進行實驗的不適狀況後，再次測量心跳、血壓、心率變異度，填寫 POMS 情緒量表，加上填寫 RCS 恢復性組成量表及其他感受問項，最後再進行一次 SART 測驗。為避免較易造成疲勞的 SART 測驗對其他測量項目發生干擾，後測之測量順序與前測不同，由最易受影響的心率變異度等生理數值測量先開始。至此實驗結束，約 70 分鐘。若受試者有意願，則實驗結束後再提供額外建議或想法給施測人員。

受試者參與第二次實驗時，流程與第一次實驗相仿，僅虛擬實境內容替換為上次沒體驗過的另一種環境。另外也無須再次進行實驗說明、簽署同意書與填寫基本資料等流程。

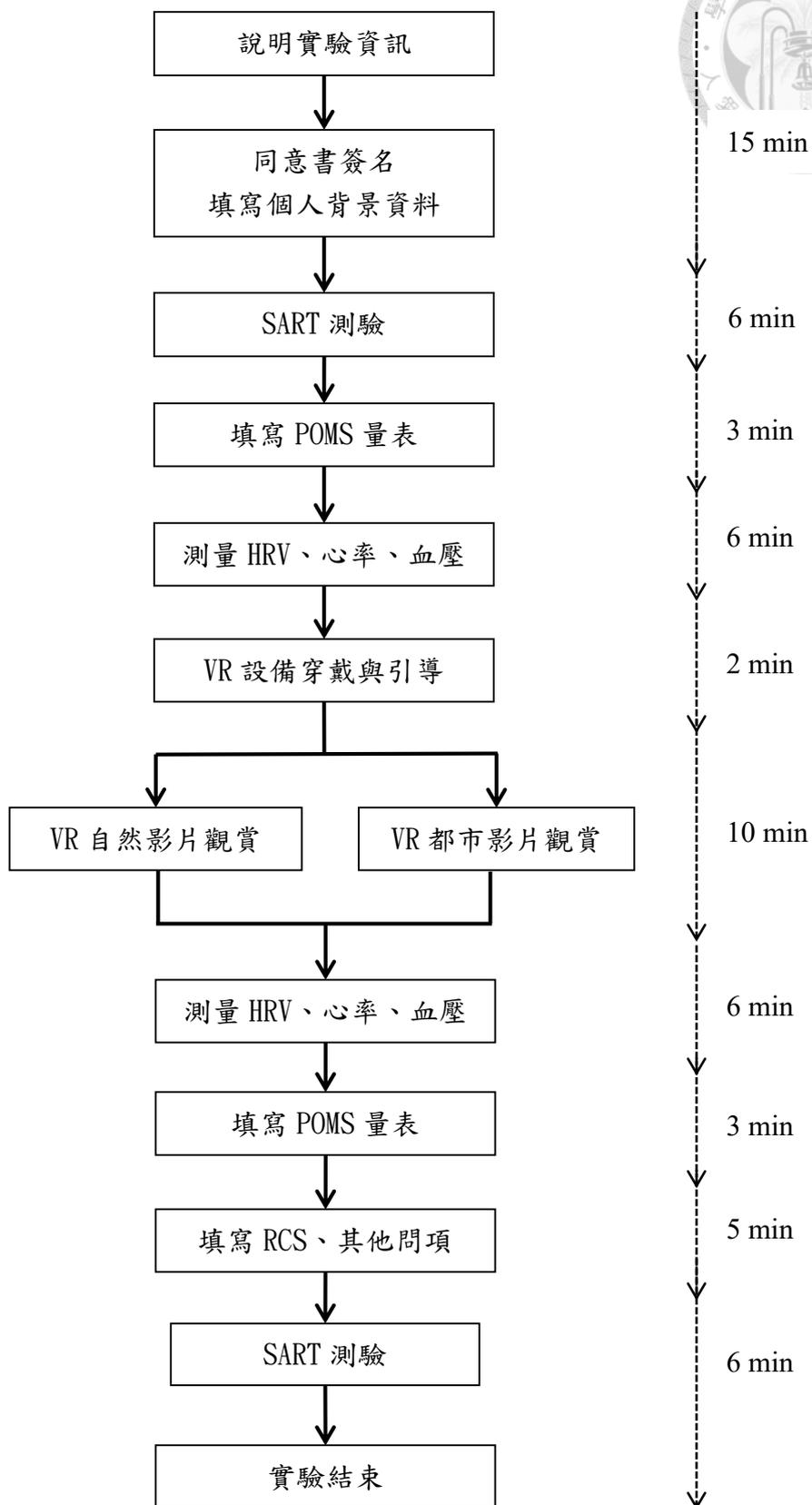


圖 3-3-1 實驗流程圖

第四節 資料處理與分析



本研究收集之問卷與生理資料，以編碼的無記名方式儲存，經數據化建檔後，利用統計軟體 PSAS Statistics 18.0 對問卷及生理資料進行分析。

分析方式包括描述性統計、成對樣本 t 檢定。各項結果皆採用 0.05 的顯著水準來比較組間差異及驗證假說。



第四章 結果與討論

本研究共收取 44 人，每人參與 2 次實驗之原始數據。其中 3 人因患有心律不整或焦慮症，不符合本研究之受試者招募條件而在分析前被篩除。7 人因實驗期間外部干擾過大，或無法正確配合實驗中的指示，在分析前被篩除。最終有效受試者數目為 34 人。34 人中接觸虛擬自然及都市環境的先後次序均勻，各有 17 人分別先進行兩種之一的虛擬環境體驗。

SART 注意力測驗中，有 3 人之數據因存在離群值或連續多題未有作答紀錄而被篩除，剩餘 31 人份數據。出現離群值的可能原因是受試者首次參與時未完全理解操作方式，連續多題未有作答紀錄的可能原因則包括操作錯誤（例如按錯鍵）、完全分心或放棄作答等。血壓之收縮壓與舒張壓數據中，有 1 人因部分資料遭覆蓋遺失而篩除，剩餘 33 人份。其餘未做篩除的資料項目皆為 34 人份。各項數據皆齊全的樣本共有 30 人份。

經成對樣本 t 檢定，本研究之受試者整體在暴露於虛擬自然或都市環境前，除 LF / HF 比值前測數值在自然與都市兩組間有顯著差異之外，其他各項生理、心理及注意力表現之前測數值在自然與都市兩組間皆無顯著差異，以下不再說明不顯著之前測組間差異情形。

第一節 樣本特性與結果分析

一、受試者背景描述性統計結果

(一) 年齡

受試者平均年齡為 58.76，標準差 8.36。最年輕者 45 歲，最高齡者 77 歲。其中 45 至 64 歲的中高齡受試者有 25 人，佔 73.5%，65 歲以上的高齡受試者有 9 人，佔 26.5%。



(二) 性別

受試者中男性有 6 人，佔總受試人數的 17.6%。女性有 28 人，佔 82.4%。女性受試者數量偏高。

(三) 身體活動強度 (運動量)

受試者中有中等活動量者最多，有 21 人，佔 61.8%。其次為輕度活動，有 11 人，佔 32.4%。其餘有高度活動或幾乎沒有運動者各 1 人，各佔 2.9%。本研究參與之受試者雖少有進行激烈運動，但過半數有適量運動的習慣。

(四) 視覺健康情形

全體有效樣本受試者皆有或多或少的視覺問題。其中 22 人有近視，佔受試人數 64.7%。27 人有老花，佔 79.4%。16 人有散光，佔 47.1%。1 人有白內障，佔 2.9%。選擇有其他視覺問題者有 1 人，佔 2.9%，該受試者有動過白內障手術，不清楚是否有殘留問題。

(五) 特殊疾病

受試者中健康無特殊疾病者有 22 人，佔受試人數 64.7%。有疾病問題者 12 人，佔 35.3%。其中高血壓患者有 5 人，佔 14.7%。糖尿病患者有 3 人，佔 8.8%。心血管疾病患者有 1 人，佔 2.9%。其他疾病患者有 4 人，佔 11.8%。

(六) 服用藥物

受試者中未服用藥物者有 22 人，佔受試人數 64.7%。有服用藥物者 12 人，佔 35.3%。服用藥物內容多為針對前項特殊疾病之慢性病用藥，有 1 人是正在短期服用消炎藥。



(七) 教育程度

受試者最高學歷為高中職者有 6 人，佔受試人數 17.6%。專科有 4 人，佔 11.8%。大學有 15 人，佔 44.1%。研究所有 9 人，佔 26.5%。

(八) 成長地區

受試者成長地區以都市中心佔多數，有 19 人，佔受試人數 55.9%。市郊區有 7 人，佔 20.6%。鄉村也有 7 人，同佔 20.6%。山區或其他人口稀少地帶有 1 人，佔 2.9%。本研究受試者多來自人工程度較高的都市或市郊環境。

(九) 環境偏好

在環境偏好上，較偏好自然環境的受試者有 31 人，佔受試人數 91.2%。較偏好都市環境者有 3 人，佔 8.8%。偏好自然環境者佔大多數。

(十) 自然環境接觸頻率

本研究以「過去一年中前往郊外自然環境的次數」來衡量自然環境接觸頻率。受試者中，整年中僅前往 1 次的有 2 人，佔受試人數 5.9%。整年中前往 2 到 5 次者有 11 人，佔 32.4%。整年中前往 6 到 9 次者有 5 人，佔 14.7%。大約每月 1 次（即一年約 12 次）者有 3 人，佔 8.8%。大約每月 2 次者亦為 3 人，佔 8.8%。大約每月 3 次者有 2 人，佔 5.9%。大約每週 1 次或更多者有 8 人，佔 23.5%。本項目的分布較特別，人數最高者為整年中 2 到 5 次，人數次高者卻是極端的每週 1 次或更多。部分勾選每週 1 次或更多選項的受試者，表明自身有特定自然場域的解說員身分，因解說活動而頻繁前往自然環境。

(十一) 虛擬實境使用經驗

沒有體驗過虛擬實境的受試者佔多數，有 26 人，佔受試人數 76.5%。曾用過 1 次者有 3 人，佔 8.8%。用過 2 到 3 次者亦為 3 人，佔 8.8%。用過 4 到 6 次者有



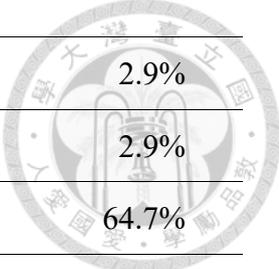
2 人，佔 5.9%。

(十二) 虛擬實境體驗中的生理不適

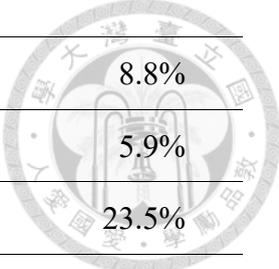
34 名受試者中，有 4 人在自然環境的虛擬實境體驗期間感到身體不適，佔受試人數 11.8%。在都市環境的虛擬實境體驗期間，有 5 人感到身體不適，有 1 人不確定是否有不適，共 6 人佔 17.6%。兩次體驗中共有 9 人曾感到不適，佔受試人數 26.5%。不適狀況主要為頭暈，少數為頭脹、頭戴式顯示器壓迫造成不適。有數名受試者雖口頭表示頭戴式顯示器壓在臉上不舒服，但在此項目回答沒有不適，可能是判斷臉上的不舒服尚在一般可接受範圍內。然而上述有感到不適的受試者均未表達中止實驗的意願，因此本研究還是將其資料納入分析中。

表 4-1-1 受試者背景資料統整摘要表

問項	類別	人數	百分比
年齡	中高齡	25	73.5%
	高齡	9	26.5%
性別	男	6	17.6%
	女	28	82.4%
運動量	幾乎沒有運動	1	2.9%
	輕度活動	11	32.4%
	中等活動	21	61.8%
	高度活動	1	2.9%
視覺健康	無視覺問題	0	0.0%
	近視	22	64.7%
	老花	27	79.4%
	散光	16	47.1%



	白內障	1	2.9%
	其他視覺問題	1	2.9%
特殊疾病	無特殊疾病	22	64.7%
	高血壓	5	14.7%
	糖尿病	3	8.8%
	心血管疾病	1	2.9%
	其他疾病	4	11.8%
服用藥物	未服用藥物	22	64.7%
	有服用藥物	12	35.3%
教育程度	小學	0	0.0%
	國中	0	0.0%
	高中職	6	17.6%
	專科	4	11.8%
	大學	15	44.1%
	研究所	9	26.5%
成長地區	都市中心	19	55.9%
	市郊區	7	20.6%
	鄉村	7	20.6%
	山區或其他人口稀少地帶	1	2.9%
偏好環境	自然環境	31	91.2%
	都市環境	3	8.8%
自然環境接觸頻率	整年中僅 1 次	2	5.9%
	整年中 2 到 5 次	11	32.4%
	整年中 6 到 9 次	5	14.7%
	大約每月 1 次	3	8.8%



	大約每月 2 次	3	8.8%
	大約每月 3 次	2	5.9%
	大約每週 1 次或更多	8	23.5%
	沒有使用過	26	76.5%
虛擬實境使用經驗	用過 1 次	3	8.8%
	用過 2 到 3 次	3	8.8%
	用過 4 到 6 次	2	5.9%
	兩次皆無	25	73.5%
虛擬實境生理不適	兩次中至少 1 次感到不適	9	26.5%



二、生理測量結果分析

本研究收集 34 名受試者暴露於虛擬自然 / 都市環境之前（前測）及之後（後測）各 1 次之生理數據資料，每位受試者最終共有 4 組生理測量數據。有 1 名中高齡受試者的血壓數據因部分數據遺失而在分析前篩除。測量值與檢定結果統整表請見章節末尾。

(一) 心跳速率 (bpm)

虛擬自然環境方面，心跳速率前測平均為 72.32，標準差為 7.57；後測平均為 70.74，標準差為 7.26。虛擬都市環境方面，心跳速率前測平均為 73.65，標準差為 9.90；後測平均為 71.21，標準差為 9.56。

為確認心跳速率在實驗中的變化情形，進行成對樣本 t 檢定。暴露於虛擬自然環境前後之心跳速率平均值有顯著差異， $t(33) = 4.37$ ， $p < .001$ ， $d = 0.21$ ，後測心跳速率顯著小於前測心跳速率。暴露於虛擬都市環境前後之心跳速率平均值有顯著差異， $t(33) = 6.71$ ， $p < .001$ ， $d = 0.25$ ，後測心跳速率顯著小於前測心跳速率。心跳速率前後測差值在自然與都市兩組間無顯著差異， $t(33) = 2.00$ ， $p = .054$ ， $d = 0.40$ 。

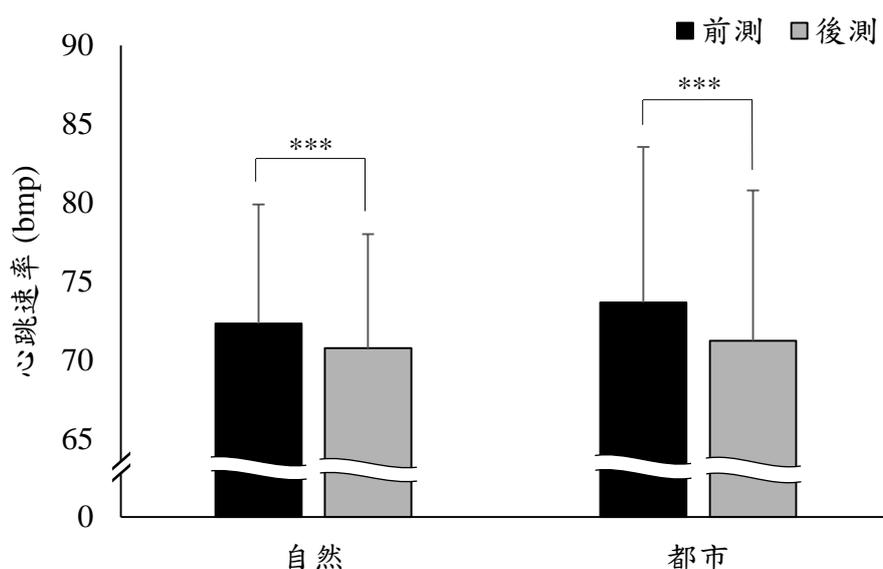


圖 4-1-1 兩組別前後測心跳速率

平均值 \pm 標準差。n = 34。成對樣本 t 檢定；*** $p < .001$ 。



(二) 血壓

有 1 名中高齡受試者的血壓數據因部分數據遺失而篩除，剩餘 33 人份之血壓數據。

1. 收縮壓 (mmHg)

虛擬自然環境方面，收縮壓前測平均為 115.70，標準差為 10.54；後測平均為 117.21，標準差為 11.74。虛擬都市環境方面，收縮壓前測平均為 118.79，標準差為 13.16；後測平均為 120.06，標準差為 10.95。

為確認收縮壓在實驗中的變化情形，進行成對樣本 t 檢定。暴露於虛擬自然環境前後之收縮壓平均值無顯著差異， $t(32) = -0.94$ ， $p = .354$ ， $d = 0.14$ 。暴露於虛擬都市環境前後之收縮壓平均值亦無顯著差異， $t(32) = -0.93$ ， $p = .361$ ， $d = 0.11$ 。收縮壓前後測差值在自然與都市兩組間無顯著差異， $t(32) = 0.10$ ， $p = .920$ ， $d = 0.03$ 。

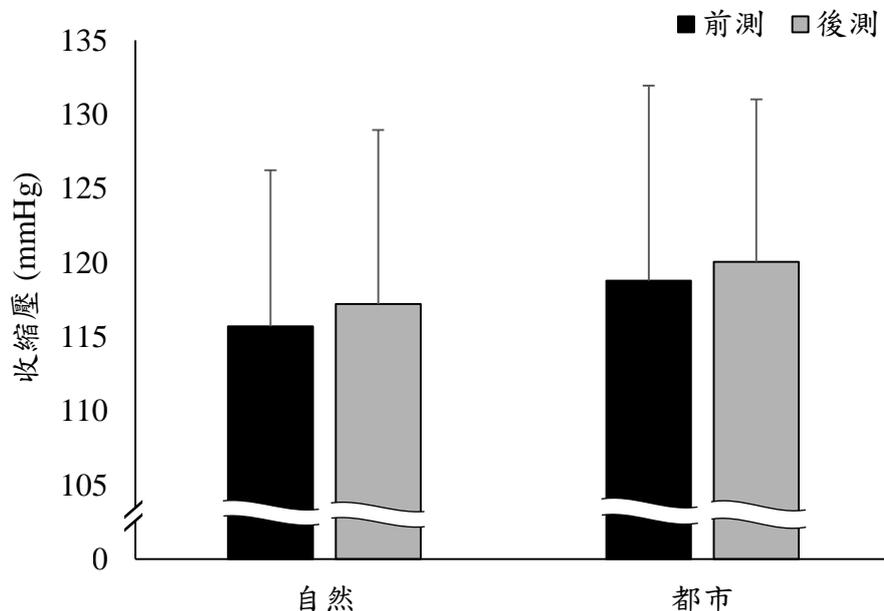


圖 4-1-2 兩組別前後測收縮壓
平均值 ± 標準差。n = 33。成對樣本 t 檢定。



2. 舒張壓 (mmHg)

虛擬自然環境方面，舒張壓前測平均為 71.79，標準差為 5.36；後測平均為 72.52，標準差為 6.15。虛擬都市環境方面，舒張壓前測平均為 71.94，標準差為 5.66；後測平均為 72.70，標準差為 5.17。

為確認舒張壓在實驗中的變化情形，進行成對樣本 t 檢定。暴露於虛擬自然環境前後之舒張壓平均值無顯著差異， $t(32) = -1.03$ ， $p = .312$ ， $d = 0.13$ 。暴露於虛擬都市環境前後之舒張壓平均值亦無顯著差異， $t(32) = -1.19$ ， $p = .244$ ， $d = 0.14$ 。舒張壓前後測差值在自然與都市兩組間無顯著差異， $t(32) = -0.03$ ， $p = .976$ ， $d = 0.01$ 。

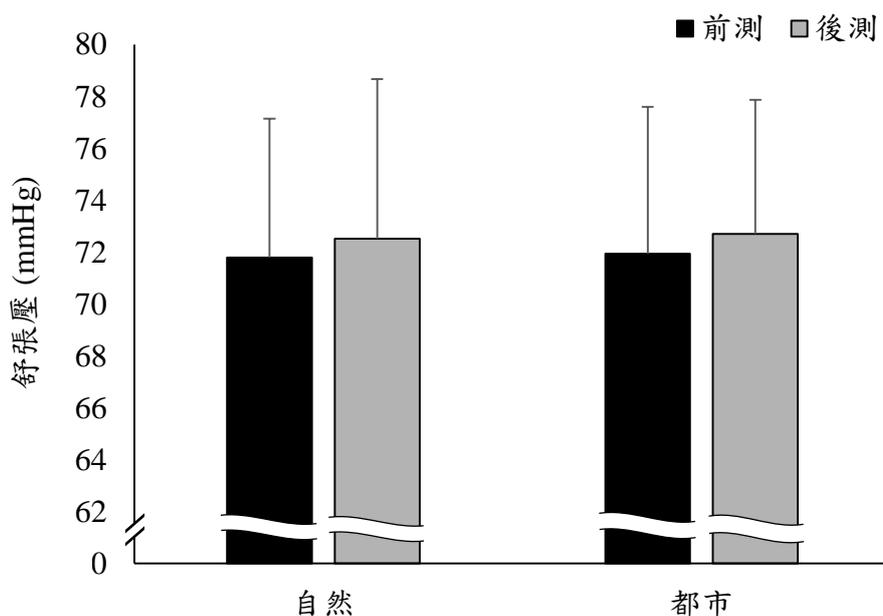


圖 4-1-3 兩組別前後測舒張壓

平均值 ± 標準差。n = 33。成對樣本 t 檢定。



(三) 心率變異度

1. LF (ms^2) (交感神經活性指標)

虛擬自然環境方面，LF 前測平均為 90.15，標準差為 43.11；後測平均為 97.15，標準差為 39.52。虛擬都市環境方面，LF 前測平均為 104.03，標準差為 70.82；後測平均為 105.50，標準差為 68.20。

為確認 LF 在實驗中的變化情形，進行成對樣本 t 檢定。暴露於虛擬自然環境前後之 LF 平均值無顯著差異， $t(33) = -0.92$ ， $p = .367$ ， $d = 0.17$ 。暴露於虛擬都市環境前後之 LF 平均值亦無顯著差異， $t(33) = -0.30$ ， $p = .767$ ， $d = 0.02$ 。LF 前後測差值在自然與都市兩組間無顯著差異， $t(33) = 0.60$ ， $p = .554$ ， $d = 0.25$ 。

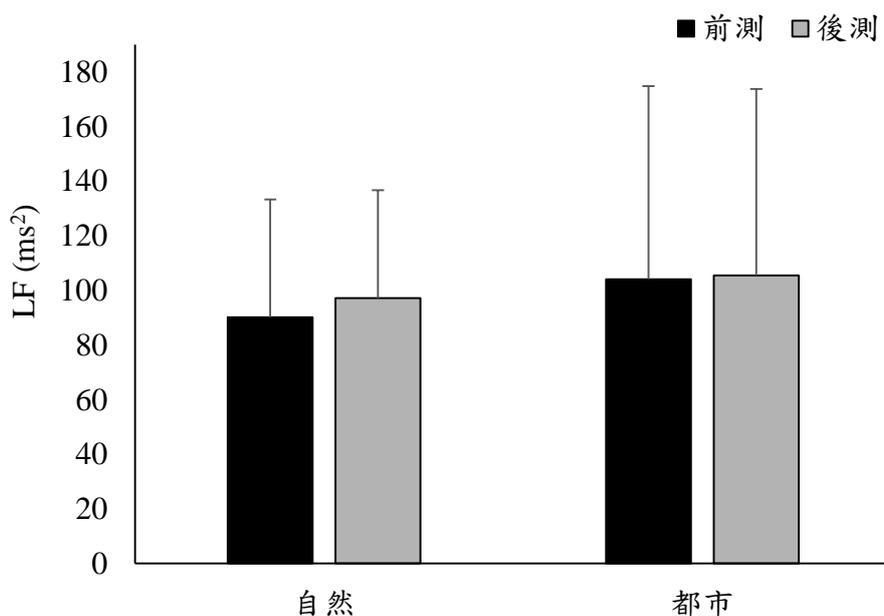


圖 4-1-4 兩組別前後測心率變異度 LF 值

平均值 \pm 標準差。n = 34。成對樣本 t 檢定。



2. HF (ms^2) (副交感神經活性指標)

虛擬自然環境方面，HF 前測平均為 97.08，標準差為 39.79；後測平均為 98.02，標準差為 34.47。虛擬都市環境方面，HF 前測平均為 95.34，標準差為 43.18；後測平均為 96.63，標準差為 42.59。

為確認 HF 在實驗中的變化情形，進行成對樣本 t 檢定。暴露於虛擬自然環境前後之 HF 平均值無顯著差異， $t(33) = -0.20$ ， $p = .843$ ， $d = 0.03$ 。暴露於虛擬都市環境前後之 HF 平均值亦無顯著差異， $t(33) = -0.38$ ， $p = .709$ ， $d = 0.03$ 。HF 前後測差值在自然與都市兩組間無顯著差異， $t(33) = -0.06$ ， $p = .955$ ， $d = 0.02$ 。

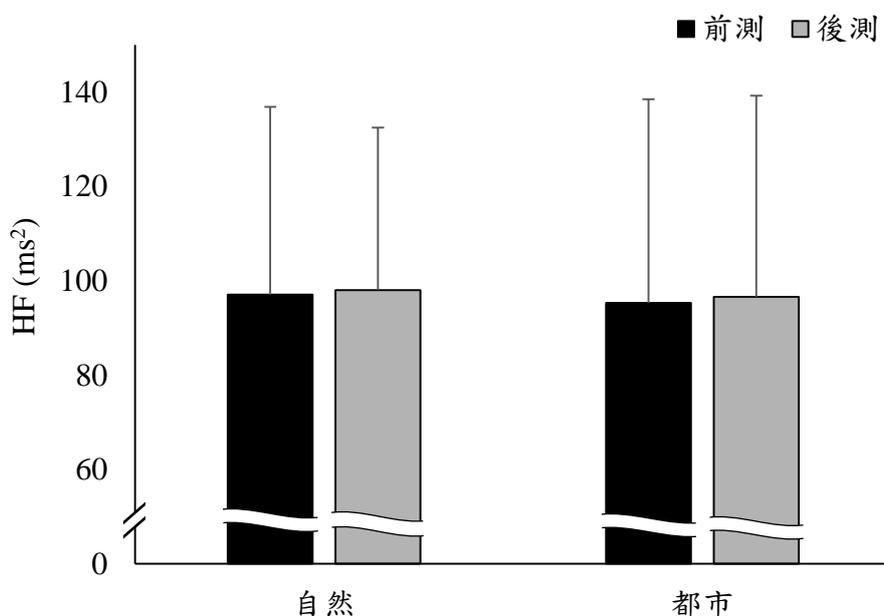


圖 4-1-5 兩組別前後測心率變異度 HF 值

平均值 \pm 標準差。n = 34。成對樣本 t 檢定。



3. LF / HF 比值 (交感與副交感神經活性比值)

虛擬自然環境方面, LF / HF 前測平均為 0.96, 標準差為 0.41; 後測平均為 1.02, 標準差為 0.38。虛擬都市環境方面, LF / HF 前測平均為 1.09, 標準差為 0.45; 後測平均為 1.13, 標準差為 0.54。

受試者在暴露於虛擬自然 / 都市環境之前的 LF / HF 前測平均值, 經成對樣本 t 檢定發現有顯著差異, $t(33) = -2.05$, $p = 0.048$, $d = 0.30$, 自然組 LF / HF 前測平均值顯著小於都市組 LF / HF 前測平均值, 此為唯一在兩組前測間有顯著差異的項目。

為確認 LF / HF 在實驗中的變化情形, 進行成對樣本 t 檢定。暴露於虛擬自然環境前後之 LF / HF 平均值無顯著差異, $t(33) = -1.40$, $p = .171$, $d = 0.15$ 。暴露於虛擬都市環境前後之 LF / HF 平均值亦無顯著差異, $t(33) = -0.70$, $p = .490$, $d = 0.08$ 。LF / HF 前後測差值在自然與都市兩組間無顯著差異, $t(33) = 0.41$, $p = .685$, $d = 0.11$ 。

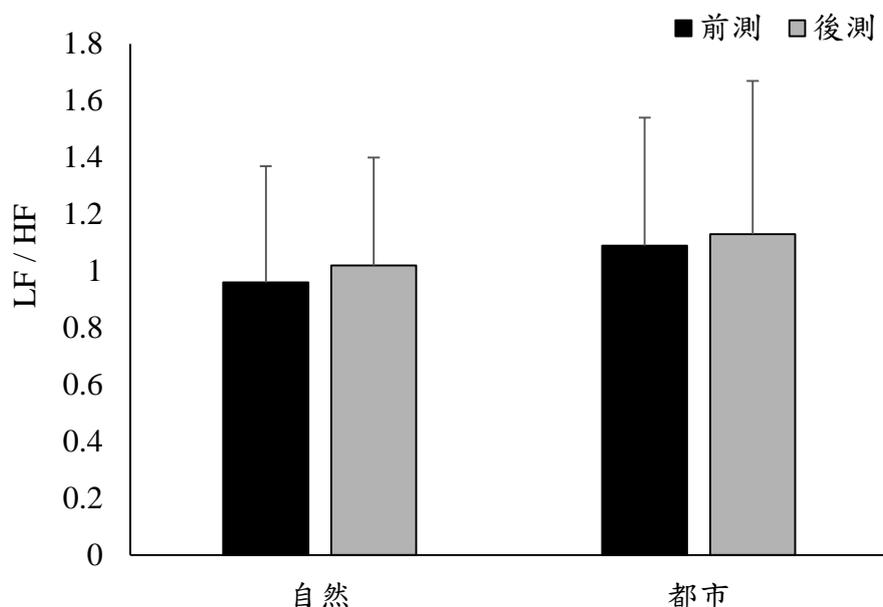
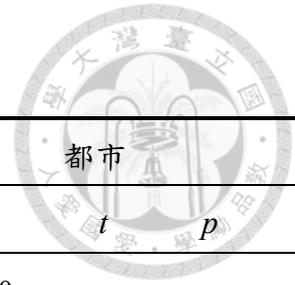


圖 4-1-6 兩組別前後測心率變異度 LF / HF

平均值 \pm 標準差。n = 34。成對樣本 t 檢定。

表 4-1-2 生理敘述性統計與前後測差異檢定結果



		自然				都市			
		$M \pm SD$	t	p	d	$M \pm SD$	t	p	d
心跳速率	前測	72.32 ± 7.57	4.37	< .001	0.21	73.65 ± 9.90	6.71	< .001	0.25
	後測	70.74 ± 7.26				71.21 ± 9.56			
收縮壓	前測	115.70 ± 10.54	-0.94	.354	0.14	118.79 ± 13.16	-0.93	.361	0.11
	後測	117.21 ± 11.74				120.06 ± 10.95			
舒張壓	前測	71.79 ± 5.36	-1.03	.312	0.13	71.94 ± 5.66	-1.19	.244	0.14
	後測	72.52 ± 6.15				72.70 ± 5.17			
LF	前測	90.15 ± 43.11	-0.92	.367	0.17	104.03 ± 70.82	-0.30	.767	0.02
	後測	97.15 ± 39.52				105.50 ± 68.20			
HF	前測	97.08 ± 39.79	-0.20	.843	0.03	95.34 ± 43.18	-0.38	.709	0.03
	後測	98.02 ± 34.47				96.63 ± 42.59			
LF/HF	前測	0.96 ± 0.41	-1.40	.171	0.15	1.09 ± 0.45	-0.70	.490	0.08
	後測	1.02 ± 0.38				1.13 ± 0.54			

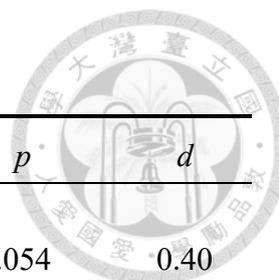


表 4-1-3 不同虛擬環境之生理變化差異檢定結果

測量項目	虛擬環境	$M \pm SD$	t	p	d
Δ 心跳速率	自然	-1.59 ± 2.12	2.00	.054	0.40
	都市	-2.44 ± 2.12			
Δ 收縮壓	自然	1.52 ± 9.26	0.10	.920	0.03
	都市	1.27 ± 7.89			
Δ 舒張壓	自然	0.73 ± 4.06	-0.03	.976	0.01
	都市	0.76 ± 3.67			
Δ LF	自然	7.00 ± 44.66	0.60	.554	0.25
	都市	1.47 ± 28.79			
Δ HF	自然	0.94 ± 27.43	-0.06	.955	0.02
	都市	1.29 ± 19.89			
Δ LF/HF	自然	0.06 ± 0.26	0.41	.685	0.11
	都市	0.03 ± 0.29			

Δ ：前後測差值（後測數值減前測數值）



三、盤斯心情量表 (POMS) 結果分析

本章節呈現情緒指標之 POMS 六項構面及 TMD 指數之測量與分析結果。TMD 指數為整體情緒困擾指數之簡稱，計算方式為困惑、疲勞、憤怒、緊張、沮喪等五個負面情緒構面分數相加後減去正面情緒之活力構面分數。測量值與檢定結果統整表請見章節末尾。

(一) 困惑構面

虛擬自然環境方面，困惑分數前測平均為 3.44，標準差為 3.67；後測平均為 1.53，標準差為 2.46。虛擬都市環境方面，POMS 之困惑分數前測平均為 3.38，標準差為 3.74；後測平均為 3.44，標準差為 4.36。

為確認困惑分數在實驗中的變化情形，進行成對樣本 t 檢定。暴露於虛擬自然環境前後之困惑分數平均值有顯著差異， $t(33) = 4.93$ ， $p < .001$ ， $d = 0.61$ ，後測困惑分數顯著小於前測。暴露於虛擬都市環境前後之困惑分數平均值無顯著差異， $t(33) = -0.10$ ， $p = .924$ ， $d = 0.02$ 。困惑分數前後測差值在自然與都市兩組間有顯著差異， $t(33) = -2.77$ ， $p = .009$ ， $d = 0.66$ ，自然組差值小於都市組。

(二) 活力構面

虛擬自然環境方面，活力分數前測平均為 13.38，標準差為 6.38；後測平均為 14.32，標準差為 6.21。虛擬都市環境方面，活力分數前測平均為 13.59，標準差為 6.16；後測平均為 9.44，標準差為 6.71。

為確認活力分數在實驗中的變化情形，進行成對樣本 t 檢定。暴露於虛擬自然環境前後之活力分數平均值無顯著差異， $t(33) = -1.08$ ， $p = .290$ ， $d = 0.15$ 。暴露於虛擬都市環境前後之活力分數平均值有顯著差異， $t(33) = 4.61$ ， $p < .001$ ， $d = 0.64$ ，後測活力分數顯著小於前測。活力分數前後測差值在自然與都市兩組間有顯著差異， $t(33) = 5.10$ ， $p < .001$ ， $d = 0.98$ ，自然組差值大於都市組。



(三) 疲勞構面

虛擬自然環境方面，疲勞分數前測平均為 2.76，標準差為 3.87；後測平均為 1.71，標準差為 2.80。虛擬都市環境方面，疲勞分數前測平均為 3.18，標準差為 4.34；後測平均為 5.06，標準差為 5.73。

為確認疲勞分數在實驗中的變化情形，進行成對樣本 t 檢定。暴露於虛擬自然環境前後之疲勞分數平均值有顯著差異， $t(33) = 2.51$ ， $p = .017$ ， $d = 0.31$ ，後測疲勞分數顯著小於前測。暴露於虛擬都市環境前後之疲勞分數平均值有顯著差異， $t(33) = -2.71$ ， $p = .011$ ， $d = 0.37$ ，後測疲勞分數顯著大於前測。疲勞分數前後測差值在自然與都市兩組間有顯著差異， $t(33) = -3.48$ ， $p = .001$ ， $d = 0.88$ ，自然組差值小於都市組。

(四) 憤怒構面

虛擬自然環境方面，憤怒分數前測平均為 1.59，標準差為 4.26；後測平均為 0.65，標準差為 2.01。虛擬都市環境方面，憤怒分數前測平均為 1.68，標準差為 4.31；後測平均為 2.00，標準差為 4.58。

為確認憤怒分數在實驗中的變化情形，進行成對樣本 t 檢定。暴露於虛擬自然環境前後之憤怒分數平均值無顯著差異， $t(33) = 1.93$ ， $p = .062$ ， $d = 0.28$ 。暴露於虛擬都市環境前後之憤怒分數平均值無顯著差異， $t(33) = -0.63$ ， $p = .530$ ， $d = 0.07$ 。憤怒分數前後測差值在自然與都市兩組間有顯著差異， $t(33) = -2.05$ ， $p = .049$ ， $d = 0.43$ ，自然組差值小於都市組。

(五) 緊張構面

虛擬自然環境方面，緊張分數前測平均為 3.29，標準差為 4.87；後測平均為 0.85，標準差為 2.05。虛擬都市環境方面，緊張分數前測平均為 3.85，標準差為 4.45；後測平均為 3.26，標準差為 5.22。

為確認緊張分數在實驗中的變化情形，進行成對樣本 t 檢定。暴露於虛擬自然



環境前後之緊張分數平均值有顯著差異， $t(33) = 3.97$ ， $p < .001$ ， $d = 0.65$ ，後測緊張分數顯著小於前測。暴露於虛擬都市環境前後之緊張分數平均值無顯著差異， $t(33) = 0.83$ ， $p = .414$ ， $d = 0.12$ 。緊張分數前後測差值在自然與都市兩組間無顯著差異， $t(33) = -1.70$ ， $p = 0.098$ ， $d = 0.48$ 。

(六) 沮喪構面

虛擬自然環境方面，沮喪分數前測平均為 1.82，標準差為 3.96；後測平均為 0.97，標準差為 2.68。虛擬都市環境方面，沮喪分數前測平均為 2.24，標準差為 5.18；後測平均為 2.97，標準差為 6.12。

為確認沮喪分數在實驗中的變化情形，進行成對樣本 t 檢定。暴露於虛擬自然環境前後之沮喪分數平均值有顯著差異， $t(33) = 2.20$ ， $p = .035$ ， $d = 0.25$ ，後測沮喪分數顯著小於前測。暴露於虛擬都市環境前後之沮喪分數平均值無顯著差異， $t(33) = -0.92$ ， $p = .363$ ， $d = 0.13$ 。沮喪分數前後測差值在自然與都市兩組間無顯著差異， $t(33) = -1.93$ ， $p = .062$ ， $d = 0.44$ 。

(七) TMD 指數

虛擬自然環境方面，TMD 指數前測平均為 -0.47，標準差為 21.58；後測平均為 -8.62，標準差為 13.42。虛擬都市環境方面，TMD 指數前測平均為 0.74，標準差為 22.79；後測平均為 7.29，標準差為 27.70。

為確認 TMD 指數在實驗中的變化情形，進行成對樣本 t 檢定。暴露於虛擬自然環境前後之 TMD 指數平均值有顯著差異， $t(33) = 3.66$ ， $p < .001$ ， $d = 0.45$ ，後測 TMD 指數顯著小於前測。暴露於虛擬都市環境前後之 TMD 指數平均值無顯著差異， $t(33) = -1.85$ ， $p = .073$ ， $d = 0.26$ 。TMD 指數前後測差值在自然與都市兩組間有顯著差異， $t(33) = -3.56$ ， $p = .001$ ， $d = 0.85$ ，自然組差值小於都市組。

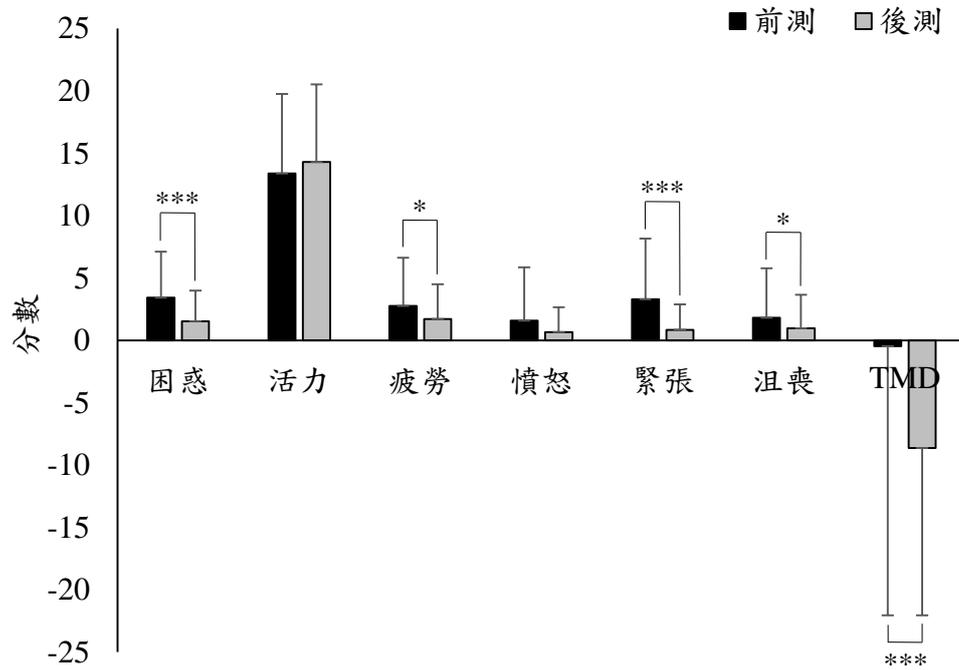


圖 4-1-7 自然組前後測 POMS 分數

平均值 ± 標準差。n = 34。成對樣本 t 檢定；* $p < .05$ ；*** $p < .001$ 。

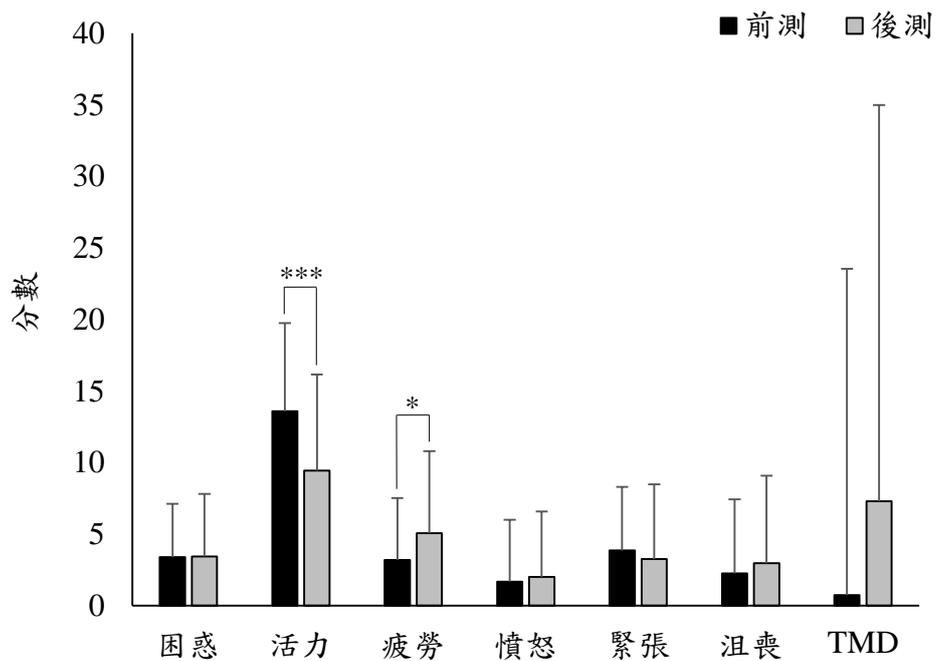


圖 4-1-8 都市組前後測 POMS 分數

平均值 ± 標準差。n = 34。成對樣本 t 檢定；* $p < .05$ ；*** $p < .001$ 。

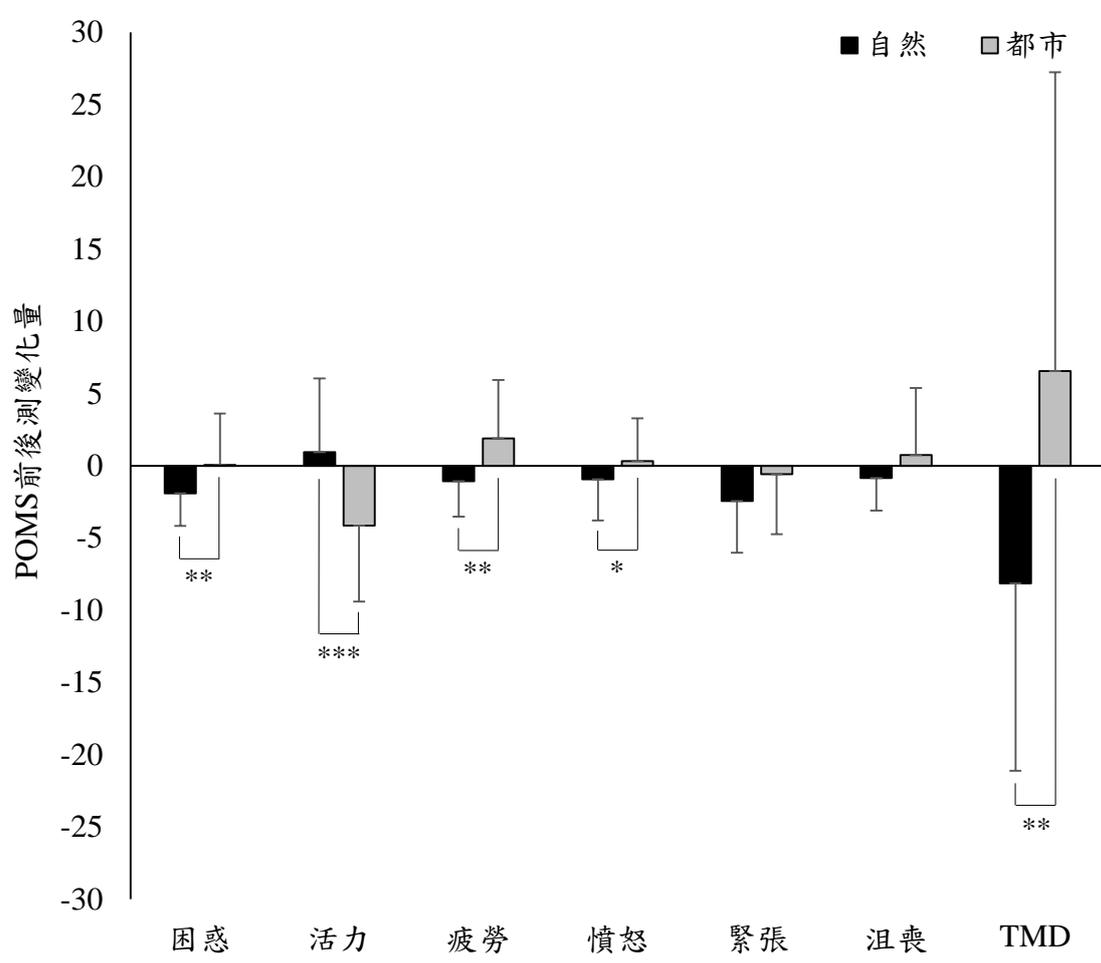


圖 4-1-9 兩組別 POMS 前後測分數變化比較

平均值 ± 標準差。n = 34。成對樣本 t 檢定；* $p < .05$ ；** $p < .01$ ；*** $p < .001$ 。

表 4-1-4 POMS 敘述性統計與前後測差異檢定結果

		自然				都市			
		<i>M</i> ± <i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>d</i>	<i>M</i> ± <i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>d</i>
困惑	前測	3.44 ± 3.67	4.93	< .001	0.61	3.38 ± 3.74	-0.10	.924	0.02
	後測	1.53 ± 2.46				3.44 ± 4.36			
活力	前測	13.38 ± 6.38	-1.08	.290	0.15	13.59 ± 6.16	4.61	< .001	0.64
	後測	14.32 ± 6.21				9.44 ± 6.71			
疲勞	前測	2.76 ± 3.87	2.51	.017	0.31	3.18 ± 4.34	-2.71	.011	0.37
	後測	1.71 ± 2.80				5.06 ± 5.73			
憤怒	前測	1.59 ± 4.26	1.93	.062	0.28	1.68 ± 4.31	-0.63	.530	0.07
	後測	0.65 ± 2.01				2.00 ± 4.58			
緊張	前測	3.29 ± 4.87	3.97	< .001	0.65	3.85 ± 4.45	0.83	.414	0.12
	後測	0.85 ± 2.05				3.26 ± 5.22			
沮喪	前測	1.82 ± 3.96	2.20	.035	0.25	2.24 ± 5.18	-0.92	.363	0.13
	後測	0.97 ± 2.68				2.97 ± 6.12			
TMD	前測	-0.47 ± 21.58	3.66	< .001	0.45	0.74 ± 22.79	-1.85	.073	0.26
	後測	-8.62 ± 13.42				7.29 ± 27.70			

表 4-1-5 不同虛擬環境之 POMS 情緒變化差異檢定結果

項目	虛擬環境	$M \pm SD$	t	p	d
Δ 困惑	自然	-1.91 ± 2.26	-2.77	.009	0.66
	都市	0.06 ± 3.56			
Δ 活力	自然	0.94 ± 5.10	5.10	< .001	0.98
	都市	-4.15 ± 5.24			
Δ 疲勞	自然	-1.06 ± 2.46	-3.48	.001	0.88
	都市	1.88 ± 4.05			
Δ 憤怒	自然	-0.94 ± 2.84	-2.05	.049	0.43
	都市	0.32 ± 2.97			
Δ 緊張	自然	-2.44 ± 3.59	-1.70	.098	0.48
	都市	-0.59 ± 4.15			
Δ 沮喪	自然	-0.85 ± 2.26	-1.93	.062	0.44
	都市	0.74 ± 4.65			
Δ TMD	自然	-8.15 ± 12.97	-3.56	.001	0.85
	都市	6.56 ± 20.67			

Δ ：前後測差值（後測數值減前測數值）



四、恢復性組成量表 (RCS) 結果分析

在遠離性構面上，虛擬自然環境之遠離性分數平均為 33.44，標準差為 6.11；虛擬都市環境之遠離性分數平均為 18.68，標準差為 8.51。成對樣本 t 檢定結果顯示，虛擬自然環境與虛擬都市環境之遠離性分數平均值有顯著差異， $t(33)=8.53$ ， $p<.001$ ， $d=1.99$ ，虛擬自然環境之分數顯著大於虛擬都市環境。

在延展性構面上，虛擬自然環境之延展性分數平均為 21.32，標準差為 3.28；虛擬都市環境之延展性分數平均為 11.12，標準差為 6.22。成對樣本 t 檢定結果顯示，虛擬自然環境與虛擬都市環境之延展性分數平均值有顯著差異， $t(33)=8.48$ ， $p<.001$ ， $d=3.11$ ，虛擬自然環境之延展性分數顯著大於虛擬都市環境。

在魅力性構面上，虛擬自然環境之魅力性分數平均為 31.65，標準差為 3.84；虛擬都市環境之魅力性分數平均為 15.85，標準差為 7.23。成對樣本 t 檢定結果顯示，虛擬自然環境與虛擬都市環境之魅力性分數平均值有顯著差異， $t(33)=9.89$ ， $p<.001$ ， $d=2.73$ ，虛擬自然環境之魅力性分數顯著大於虛擬都市環境。

在相容性構面上，虛擬自然環境之相容性分數平均為 24.26，標準差為 3.61；虛擬都市環境之相容性分數平均為 14.29，標準差為 5.41。成對樣本 t 檢定結果顯示，虛擬自然環境與虛擬都市環境之相容性分數平均值有顯著差異， $t(33)=8.77$ ， $p<.001$ ， $d=2.17$ ，虛擬自然環境之相容性分數顯著大於虛擬都市環境。

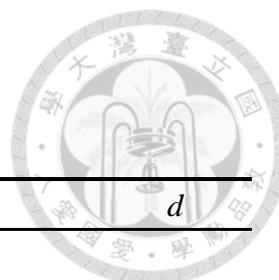


表 4-1-6 RCS 分數與成對樣本 t 檢定結果

項目	虛擬環境	$M \pm SD$	t	p	d
遠離性	自然	33.44 ± 6.11	8.53	< .001	1.99
	都市	18.68 ± 8.51			
延展性	自然	21.32 ± 3.28	8.48	< .001	3.11
	都市	11.12 ± 6.22			
魅力性	自然	31.65 ± 3.84	9.89	< .001	2.73
	都市	15.85 ± 7.23			
相容性	自然	24.26 ± 3.61	8.77	< .001	2.17
	都市	14.29 ± 5.41			

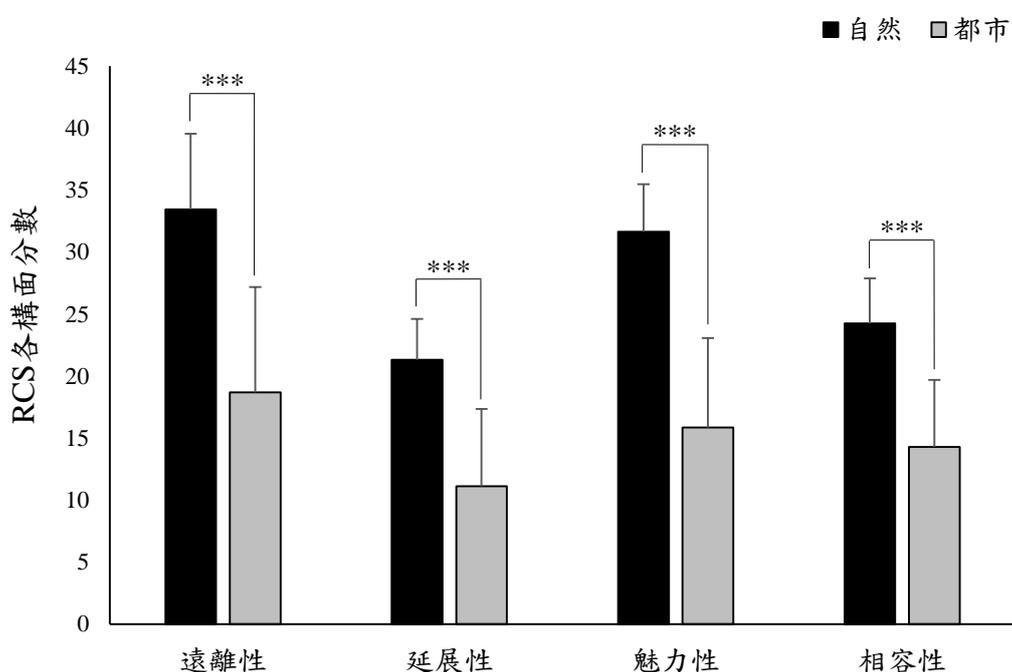


圖 4-1-10 虛擬自然與都市環境 RCS 各構面分數

平均值 ± 標準差。n = 34；成對樣本 t 檢定；*** $p < .001$ 。



五、SART 注意力測驗結果分析

SART 注意力測驗中，有 3 人之數據因存在離群值或連續多題未有作答紀錄而被篩除，剩餘 31 人份數據。受試者注意力表現採計 SART 測驗中的錯誤次數。

虛擬自然環境方面，SART 前測錯誤次數平均為 9.03，標準差為 6.62；後測錯誤次數平均為 7.45，標準差為 5.01。虛擬都市環境方面，SART 前測錯誤次數平均為 8.65，標準差為 6.39；後測錯誤次數平均為 7.32，標準差為 6.03。

為確認 SART 錯誤次數在實驗中的變化情形，進行成對樣本 t 檢定。暴露於虛擬自然環境前後之 SART 錯誤次數平均值無顯著差異， $t(30) = 1.65$ ， $p = .109$ ， $d = 0.27$ 。暴露於虛擬都市環境前後之 SART 錯誤次數平均值亦無顯著差異， $t(30) = 1.92$ ， $p = .065$ ， $d = 0.21$ 。SART 錯誤次數前後測差值在自然與都市兩組間無顯著差異， $t(30) = -0.21$ ， $p = .833$ ， $d = 0.06$ 。

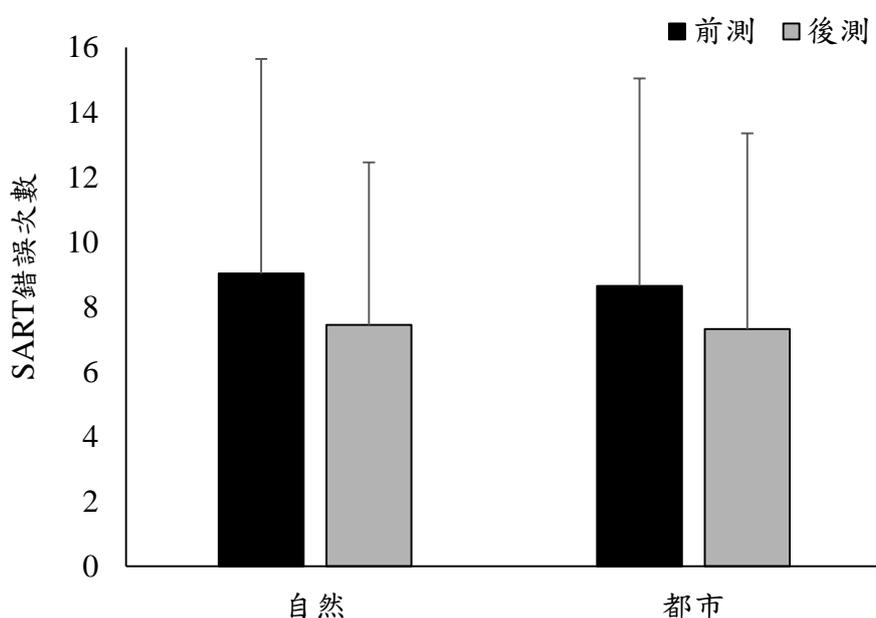


圖 4-1-11 兩組別前後測 SART 錯誤次數
平均值 ± 標準差。n = 31。成對樣本 t 檢定。



表 4-1-7 SART 錯誤次數敘述性統計與前後測差異檢定結果

	自然				都市			
	$M \pm SD$	t	p	d	$M \pm SD$	t	p	d
前測	9.03 ± 6.62	1.65	.109	0.27	8.65 ± 6.39	1.92	.065	0.21
後測	7.45 ± 5.01				7.32 ± 6.03			

表 4-1-8 不同虛擬環境之 SART 注意力表現變化差異檢定結果

項目	虛擬環境	$M \pm SD$	t	p	d
Δ SART 錯誤次數	自然	-1.58 ± 5.33	-0.21	.833	0.06
	都市	-1.32 ± 3.84			

Δ：前後測差值（後測數值減前測數值）



六、受試者對虛擬環境之主觀感受

因完整內容過於繁雜，本處僅挑選部分受試者針對自然與都市兩虛擬環境的評論，節錄具代表性之敘述重點。

表 4-1-9 受試者對虛擬環境感受之摘要表

受試者編號	虛擬自然環境	虛擬都市環境
01	感覺自己置身自然環境中，會很想活動筋骨，很想真的去走走。喜歡自然環境的大空間，感覺自由自在。	都市的交通車水馬龍，人來人往比較吵雜，讓人神經會感到比較緊繃、壓抑。
02	喜歡置身於大自然環境中，有山有水，心境平靜。	環境吵雜，較易令人感到無奈。
7	喜歡瀑布流水聲。森林環境令人心曠神怡。	與平時在西門町觀察周遭人事物的感覺接近，但少了與路人四目交接的機會，更令人有機會思考，以及能觀察平常不會看太久的人事物。
16	特別喜歡瀑布及流水聲。	與平日環境類似，但畢竟有逛街的感覺，因此還是比工作時讓人放鬆。
22	看到綠色景物感覺放鬆，聽到水聲感覺寧靜。	覺得無聊。偶爾看到行道樹感覺放鬆。
23	瀑布和流水特別讓人感到平靜，但突然看到旁邊有一群人有點嚇一跳。	這些街景都很醜陋，人、車亂七八糟，沒有秩序。畫面很有壓迫感，尤其是有人走近時。



27	能體會到大自然中的奧妙感覺，也似乎能療癒自我身心靈。	看著繁忙的城市使我覺得無法一時專心在某一事物中，但當我在城市中看見綠色植物，或看到人之間的溫馨畫面，會使我的心情能變得較穩定。
30	大自然的美，都市無法比，觀後會想去內洞玩。	環境缺乏整體規劃，無太大好感。
31	很喜歡在瀑布旁聆聽水流聲，帶走煩擾及擔憂。更喜愛環身在樹林中，感覺與大自然合而為一。	觀光景點喧嘩而吵雜。人物直接迎面向鏡頭而來時，感到壓迫與被威脅感。
37	喜歡山林溪流的感觉，是舒適的環境。很希望能大口呼吸到新鮮的空氣、感受到水的清涼。	有點無聊，不知道要看什麼。



第二節 研究假設驗證

假設驗證統整表格請見章節末尾表 4-2-1。

研究假設一 (H₁): 虛擬自然環境對受試者之生理有顯著影響。

H_{1a}: 虛擬自然環境對受試者心跳速率有顯著影響。

成對樣本 t 檢定結果顯示，暴露於虛擬自然環境前後之心跳速率平均值有顯著差異， $t(33) = 4.37$ ， $p < .001$ ， $d = 0.21$ ，後測心跳速率 ($M = 70.74$, $SD = 7.26$) 顯著小於前測心跳速率 ($M = 72.32$, $SD = 7.57$)，假設 H_{1a} 成立。

H_{1b}: 虛擬自然環境對受試者血壓有顯著影響。

成對樣本 t 檢定結果顯示，暴露於虛擬自然環境前後之收縮壓平均值無顯著差異， $t(32) = -0.94$ ， $p = .354$ ， $d = 0.14$ ；舒張壓平均值亦無顯著差異， $t(32) = -1.03$ ， $p = .312$ ， $d = 0.13$ 。假設 H_{1b} 不成立。

H_{1c}: 虛擬自然環境對受試者自律神經功能有顯著影響。

成對樣本 t 檢定結果顯示，暴露於虛擬自然環境前後之 LF 平均值無顯著差異， $t(33) = -0.92$ ， $p = .367$ ， $d = 0.17$ ；HF 平均值無顯著差異， $t(33) = -0.20$ ， $p = .843$ ， $d = 0.03$ ；LF / HF 平均值亦無顯著差異， $t(33) = -1.40$ ， $p = .171$ ， $d = 0.15$ 。自律神經功能指標之心率變異度各項數值在暴露於虛擬自然環境前後皆無顯著差異，假設 H_{1c} 不成立。

研究假設二 (H₂): 虛擬都市環境對受試者之生理有顯著影響。

H_{2a}: 虛擬都市環境對受試者心跳速率有顯著影響。

成對樣本 t 檢定結果顯示，暴露於虛擬都市環境前後之心跳速率平均值有顯著差異， $t(33) = 6.71$ ， $p < .001$ ， $d = 0.25$ ，後測心跳速率 ($M = 71.21$, $SD = 9.56$) 顯



著小於前測心跳速率 ($M = 73.65, SD = 9.90$), 假設 H_{2a} 成立。

H_{2b} : 虛擬都市環境對受試者血壓有顯著影響。

成對樣本 t 檢定結果顯示, 暴露於虛擬都市環境前後之收縮壓平均值無顯著差異, $t(32) = -0.93, p = .361, d = 0.11$; 舒張壓平均值亦無顯著差異, $t(32) = -1.19, p = .244, d = 0.14$ 。假設 H_{2b} 不成立。

H_{2c} : 虛擬都市環境對受試者自律神經功能有顯著影響。

成對樣本 t 檢定結果顯示, 暴露於虛擬自然環境前後之 LF 平均值無顯著差異, $t(33) = -0.30, p = .767, d = 0.02$; HF 平均值無顯著差異, $t(33) = -0.38, p = .709, d = 0.03$; LF / HF 平均值亦無顯著差異, $t(33) = -0.70, p = .490, d = 0.08$ 。自律神經功能指標之心率變異度各項數值在暴露於虛擬自然環境前後皆無顯著差異, 假設 H_{2c} 不成立。

研究假設三 (H_3): 虛擬自然環境對受試者之情緒有顯著影響。

H_{3a} : 虛擬自然環境對受試者 POMS 量表困惑構面分數有顯著影響。

成對樣本 t 檢定結果顯示, 暴露於虛擬自然環境前後之困惑分數平均值有顯著差異, $t(33) = 4.93, p < .001, d = 0.61$, 後測困惑分數 ($M = 1.53, SD = 2.46$) 顯著小於前測 ($M = 3.44, SD = 3.67$), 假設 H_{3a} 成立。

H_{3b} : 虛擬自然環境對受試者 POMS 量表活力構面分數有顯著影響。

成對樣本 t 檢定結果顯示, 暴露於虛擬自然環境前後之活力分數平均值無顯著差異, $t(33) = -1.08, p = .290, d = 0.15$, 假設 H_{3b} 不成立。

H_{3c} : 虛擬自然環境對受試者 POMS 量表疲勞構面分數有顯著影響。

成對樣本 t 檢定結果顯示, 暴露於虛擬自然環境前後之疲勞分數平均值有顯著



差異， $t(33) = 2.51$ ， $p = .017$ ， $d = 0.31$ ，後測疲勞分數 ($M = 1.71$, $SD = 2.80$) 顯著小於前測 ($M = 2.76$, $SD = 3.87$)，假設 H_{3c} 成立。

H_{3d} ：虛擬自然環境對受試者 POMS 量表憤怒構面分數有顯著影響。

成對樣本 t 檢定結果顯示，暴露於虛擬自然環境前後之憤怒分數平均值無顯著差異， $t(33) = 1.93$ ， $p = .062$ ， $d = 0.28$ ，假設 H_{3d} 不成立。

H_{3e} ：虛擬自然環境對受試者 POMS 量表緊張構面分數有顯著影響。

成對樣本 t 檢定結果顯示，暴露於虛擬自然環境前後之緊張分數平均值有顯著差異， $t(33) = 3.97$ ， $p < .001$ ， $d = 0.65$ ，後測緊張分數 ($M = 0.85$, $SD = 2.05$) 顯著小於前測 ($M = 3.29$, $SD = 4.87$)，假設 H_{3e} 成立。

H_{3f} ：虛擬自然環境對受試者 POMS 量表沮喪構面分數有顯著影響。

成對樣本 t 檢定結果顯示，暴露於虛擬自然環境前後之沮喪分數平均值有顯著差異， $t(33) = 2.20$ ， $p = .035$ ， $d = 0.25$ ，後測沮喪分數 ($M = 0.97$, $SD = 2.68$) 顯著小於前測 ($M = 1.82$, $SD = 3.96$)，假設 H_{3f} 成立。

H_{3g} ：虛擬自然環境對受試者 POMS 量表 TMD 指數有顯著影響。

成對樣本 t 檢定結果顯示，暴露於虛擬自然環境前後之 TMD 指數平均值有顯著差異， $t(33) = 3.66$ ， $p < .001$ ， $d = 0.45$ ，後測 TMD 指數 ($M = -8.62$, $SD = 13.42$) 顯著小於前測 ($M = -0.47$, $SD = 21.58$)，假設 H_{3g} 成立。

研究假設四 (H_4)：虛擬都市環境對受試者之情緒有顯著影響。

H_{4a} ：虛擬都市環境對受試者 POMS 量表困惑構面分數有顯著影響。

成對樣本 t 檢定結果顯示，暴露於虛擬都市環境前後之困惑分數平均值無顯著差異， $t(33) = -0.10$ ， $p = .924$ ， $d = 0.02$ ，假設 H_{4a} 不成立。



H_{4b}：虛擬都市環境對受試者 POMS 量表活力構面分數有顯著影響。

成對樣本 *t* 檢定結果顯示，暴露於虛擬都市環境前後之活力分數平均值有顯著差異， $t(33) = 4.61$ ， $p < .001$ ， $d = 0.64$ ，後測活力分數 ($M = 9.44$, $SD = 6.71$) 顯著小於前測 ($M = 13.59$, $SD = 6.16$)，假設 H_{4b} 成立。

H_{4c}：虛擬都市環境對受試者 POMS 量表疲勞構面分數有顯著影響。

成對樣本 *t* 檢定結果顯示，暴露於虛擬都市環境前後之疲勞分數平均值有顯著差異， $t(33) = -2.71$ ， $p = .011$ ， $d = 0.37$ ，後測疲勞分數 ($M = 5.06$, $SD = 5.73$) 顯著大於前測 ($M = 3.18$, $SD = 4.34$)，假設 H_{4c} 成立。

H_{4d}：虛擬都市環境對受試者 POMS 量表憤怒構面分數有顯著影響。

成對樣本 *t* 檢定結果顯示，暴露於虛擬都市環境前後之憤怒分數平均值無顯著差異， $t(33) = -0.63$ ， $p = .530$ ， $d = 0.07$ ，假設 H_{4d} 不成立。

H_{4e}：虛擬都市環境對受試者 POMS 量表緊張構面分數有顯著影響。

成對樣本 *t* 檢定結果顯示，暴露於虛擬都市環境前後之緊張分數平均值無顯著差異， $t(33) = 0.83$ ， $p = .414$ ， $d = 0.12$ ，假設 H_{4e} 不成立。

H_{4f}：虛擬都市環境對受試者 POMS 量表沮喪構面分數有顯著影響。

成對樣本 *t* 檢定結果顯示，暴露於虛擬都市環境前後之沮喪分數平均值無顯著差異， $t(33) = -0.92$ ， $p = .363$ ， $d = 0.13$ ，假設 H_{4f} 不成立。

H_{4g}：虛擬都市環境對受試者 POMS 量表 TMD 指數有顯著影響。

成對樣本 *t* 檢定結果顯示，暴露於虛擬都市環境前後之 TMD 指數平均值無顯著差異， $t(33) = -1.85$ ， $p = .073$ ， $d = 0.26$ ，假設 H_{4g} 不成立。



研究假設五 (H₅): 虛擬自然環境對受試者之注意力有顯著影響。

H_{5a}: 虛擬自然環境對受試者 SART 測驗錯誤次數有顯著影響。

成對樣本 *t* 檢定結果顯示, 暴露於虛擬自然環境前後之 SART 錯誤次數平均值無顯著差異, $t(30) = 1.65$, $p = .109$, $d = 0.27$, 假設 H_{5a} 不成立。

研究假設六 (H₆): 虛擬都市環境對受試者之注意力有顯著影響。

H_{6a}: 虛擬都市環境對受試者 SART 測驗錯誤次數有顯著影響。

成對樣本 *t* 檢定結果顯示, 暴露於虛擬都市環境前後之 SART 錯誤次數平均值無顯著差異, $t(30) = 1.92$, $p = .065$, $d = 0.21$, 假設 H_{6a} 不成立。

研究假設七 (H₇): 不同虛擬環境對受試者之生理影響有顯著差異。

H_{7a}: 不同虛擬環境對受試者之心跳速率影響有顯著差異。

成對樣本 *t* 檢定結果顯示, 心跳速率前後測差值在自然與都市兩組間無顯著差異, $t(33) = 2.00$, $p = .054$, $d = 0.40$, 假設 H_{7a} 不成立。

H_{7b}: 不同虛擬環境對受試者之血壓影響有顯著差異。

成對樣本 *t* 檢定結果顯示, 收縮壓前後測差值在自然與都市兩組間無顯著差異, $t(32) = 0.10$, $p = .920$, $d = 0.03$; 舒張壓前後測差值在自然與都市兩組間無顯著差異, $t(32) = -0.03$, $p = .976$, $d = 0.01$ 。假設 H_{7b} 不成立。

H_{7c}: 不同虛擬環境對受試者之自律神經功能影響有顯著差異。

成對樣本 *t* 檢定結果顯示, LF 前後測差值在自然與都市兩組間無顯著差異, $t(33) = 0.60$, $p = .554$, $d = 0.25$; HF 前後測差值在自然與都市兩組間無顯著差異, $t(33) = -0.06$, $p = .955$, $d = 0.02$; LF / HF 前後測差值在自然與都市兩組間無顯著差異, $t(33) = 0.41$, $p = .685$, $d = 0.11$ 。假設 H_{7c} 不成立。



研究假設八 (H₈): 不同虛擬環境對受試者之情緒影響有顯著差異。

H_{8a}: 不同虛擬環境對受試者之 POMS 量表困惑構面分數影響有顯著差異。

成對樣本 t 檢定結果顯示, 困惑分數前後測差值在自然與都市兩組間有顯著差異, $t(33) = -2.77, p = .009, d = 0.66$, 自然組差值 ($M = -1.91, SD = 2.26$) 小於都市組 ($M = 0.06, SD = 3.56$), 假設 H_{8a} 成立。

H_{8b}: 不同虛擬環境對受試者之 POMS 量表活力構面分數影響有顯著差異。

成對樣本 t 檢定結果顯示, 活力分數前後測差值在自然與都市兩組間有顯著差異, $t(33) = 5.10, p < .001, d = 0.98$, 自然組差值 ($M = 0.94, SD = 5.10$) 大於都市組 ($M = -4.15, SD = 5.24$), 假設 H_{8b} 成立。

H_{8c}: 不同虛擬環境對受試者之 POMS 量表疲勞構面分數影響有顯著差異。

成對樣本 t 檢定結果顯示, 疲勞分數前後測差值在自然與都市兩組間有顯著差異, $t(33) = -3.48, p = .001, d = 0.88$, 自然組差值 ($M = -1.06, SD = 2.46$) 小於都市組 ($M = 1.88, SD = 4.05$), 假設 H_{8c} 成立。

H_{8d}: 不同虛擬環境對受試者之 POMS 量表憤怒構面分數影響有顯著差異。

成對樣本 t 檢定結果顯示, 憤怒分數前後測差值在自然與都市兩組間有顯著差異, $t(33) = -2.05, p = .049, d = 0.43$, 自然組差值 ($M = -0.94, SD = 2.84$) 小於都市組 ($M = 0.32, SD = 2.97$), 假設 H_{8d} 成立。

H_{8e}: 不同虛擬環境對受試者之 POMS 量表緊張構面分數影響有顯著差異。

成對樣本 t 檢定結果顯示, 緊張分數前後測差值在自然與都市兩組間無顯著差異, $t(33) = -1.70, p = 0.098, d = 0.48$, 假設 H_{8e} 不成立。



H_{8f}：不同虛擬環境對受試者之 POMS 量表沮喪構面分數影響有顯著差異。

成對樣本 t 檢定結果顯示，沮喪分數前後測差值在自然與都市兩組間無顯著差異， $t(33) = -1.93$ ， $p = .062$ ， $d = 0.44$ ，假設 H_{8f} 不成立。

H_{8g}：不同虛擬環境對受試者之 POMS 量表 TMD 指數影響有顯著差異。

成對樣本 t 檢定結果顯示，TMD 指數前後測差值在自然與都市兩組間有顯著差異， $t(33) = -3.56$ ， $p = .001$ ， $d = 0.85$ ，自然組差值 ($M = -8.15$, $SD = 12.97$) 小於都市組 ($M = 6.56$, $SD = 20.67$)，假設 H_{8g} 成立。

研究假設九 (H₉)：不同虛擬環境對受試者之注意力影響有顯著差異。

H_{9a}：不同虛擬環境對受試者之 SART 測驗錯誤次數影響有顯著差異。

成對樣本 t 檢定結果顯示，SART 錯誤次數前後測差值在自然與都市兩組間無顯著差異， $t(30) = -0.21$ ， $p = .833$ ， $d = 0.06$ ，假設 H_{9a} 不成立。

研究假設十 (H₁₀)：虛擬自然與都市環境具恢復性環境特性之程度有顯著差異。

H_{10a}：虛擬自然與都市環境之遠離性評分有顯著差異。

成對樣本 t 檢定結果顯示，遠離性評分在虛擬自然與都市環境間有顯著差異， $t(33) = 8.53$ ， $p < .001$ ， $d = 1.99$ ，虛擬自然環境之遠離性分數 ($M = 33.44$, $SD = 6.11$) 顯著大於虛擬都市環境 ($M = 18.68$, $SD = 8.51$)，假設 H_{10a} 成立。

H_{10b}：虛擬自然與都市環境之延展性評分有顯著差異。

成對樣本 t 檢定結果顯示，延展性評分在虛擬自然與都市環境間有顯著差異， $t(33) = 8.48$ ， $p < .001$ ， $d = 3.11$ ，虛擬自然環境之延展性分數 ($M = 21.32$, $SD = 3.28$) 顯著大於虛擬都市環境 ($M = 11.12$, $SD = 6.22$)，假設 H_{10b} 成立。



H_{10c}：虛擬自然與都市環境之魅力性評分有顯著差異。

成對樣本 t 檢定結果顯示，魅力性評分在虛擬自然與都市環境間有顯著差異， $t(33) = 9.89$ ， $p < .001$ ， $d = 2.73$ ，虛擬自然環境之魅力性分數 ($M = 31.65$, $SD = 3.84$) 顯著大於虛擬都市環境 ($M = 15.85$, $SD = 7.23$)，假設 H_{10c} 成立。

H_{10d}：虛擬自然與都市環境之相容性評分有顯著差異。

成對樣本 t 檢定結果顯示，相容性評分在虛擬自然與都市環境間有顯著差異， $t(33) = 8.77$ ， $p < .001$ ， $d = 2.17$ ，虛擬自然環境之相容性分數 ($M = 24.26$, $SD = 3.61$) 顯著大於虛擬都市環境 ($M = 14.29$, $SD = 5.41$)，假設 H_{10d} 成立。

表 4-2-1 研究假設驗證統整表



研究假說	檢驗結果
H₁ 虛擬自然環境對受試者之生理有顯著影響。	部分成立
H _{1a} 虛擬自然環境對受試者心跳速率有顯著影響。	成立
H _{1b} 虛擬自然環境對受試者血壓有顯著影響。	不成立
H _{1c} 虛擬自然環境對受試者自律神經功能有顯著影響。	不成立
H₂ 虛擬都市環境對受試者之生理有顯著影響。	部分成立
H _{2a} 虛擬都市環境對受試者心跳速率有顯著影響。	成立
H _{2b} 虛擬都市環境對受試者血壓有顯著影響。	不成立
H _{2c} 虛擬都市環境對受試者自律神經功能有顯著影響。	不成立
H₃ 虛擬自然環境對受試者之情緒有顯著影響。	部分成立
H _{3a} 虛擬自然環境對受試者 POMS 量表困惑構面分數有顯著影響。	成立
H _{3b} 虛擬自然環境對受試者 POMS 量表活力構面分數有顯著影響。	不成立
H _{3c} 虛擬自然環境對受試者 POMS 量表疲勞構面分數有顯著影響。	成立
H _{3d} 虛擬自然環境對受試者 POMS 量表憤怒構面分數有顯著影響。	不成立
H _{3e} 虛擬自然環境對受試者 POMS 量表緊張構面分數有顯著影響。	成立
H _{3f} 虛擬自然環境對受試者 POMS 量表沮喪構面分數有顯著影響。	成立
H _{3g} 虛擬自然環境對受試者 POMS 量表 TMD 指數有顯著影響。	成立
H₄ 虛擬都市環境對受試者之情緒有顯著影響。	部分成立
H _{4a} 虛擬都市環境對受試者 POMS 量表困惑構面分數有顯著影響。	不成立
H _{4b} 虛擬都市環境對受試者 POMS 量表活力構面分數有顯著影響。	成立
H _{4c} 虛擬都市環境對受試者 POMS 量表疲勞構面分數有顯著影響。	成立
H _{4d} 虛擬都市環境對受試者 POMS 量表憤怒構面分數有顯著影響。	不成立
H _{4e} 虛擬都市環境對受試者 POMS 量表緊張構面分數有顯著影響。	不成立
H _{4f} 虛擬都市環境對受試者 POMS 量表沮喪構面分數有顯著影響。	不成立



H4g	虛擬都市環境對受試者 POMS 量表 TMD 指數有顯著影響。	不成立
H5	虛擬自然環境對受試者之注意力有顯著影響。	不成立
H5a	虛擬自然環境對受試者 SART 測驗錯誤次數有顯著影響。	不成立
H6	虛擬都市環境對受試者之注意力有顯著影響。	不成立
H6a	虛擬都市環境對受試者 SART 測驗錯誤次數有顯著影響。	不成立
H7	不同虛擬環境對受試者之生理影響有顯著差異。	不成立
H7a	不同虛擬環境對受試者之心跳速率影響有顯著差異。	不成立
H7b	不同虛擬環境對受試者之血壓影響有顯著差異。	不成立
H7c	不同虛擬環境對受試者之自律神經功能影響有顯著差異。	不成立
H8	不同虛擬環境對受試者之情緒影響有顯著差異。	部分成立
H8a	不同虛擬環境對受試者之 POMS 量表困惑構面分數影響有顯著差異。	成立
H8b	不同虛擬環境對受試者之 POMS 量表活力構面分數影響有顯著差異。	成立
H8c	不同虛擬環境對受試者之 POMS 量表疲勞構面分數影響有顯著差異。	成立
H8d	不同虛擬環境對受試者之 POMS 量表憤怒構面分數影響有顯著差異。	成立
H8e	不同虛擬環境對受試者之 POMS 量表緊張構面分數影響有顯著差異。	不成立
H8f	不同虛擬環境對受試者之 POMS 量表沮喪構面分數影響有顯著差異。	不成立
H8g	不同虛擬環境對受試者之 POMS 量表 TMD 指數影響有顯著差異。	成立
H9	不同虛擬環境對受試者之注意力影響有顯著差異。	不成立
H9a	不同虛擬環境對受試者之 SART 測驗錯誤次數影響有顯著差異。	不成立
H10	虛擬自然與都市環境具恢復性環境特性之程度有顯著差異。	成立
H10a	虛擬自然與都市環境之遠離性評分有顯著差異。	成立
H10b	虛擬自然與都市環境之延展性評分有顯著差異。	成立
H10c	虛擬自然與都市環境之魅力性評分有顯著差異。	成立
H10d	虛擬自然與都市環境之相容性評分有顯著差異。	成立



第三節 結果討論

一、描述性統計結果討論

受試者背景描述性統計結果部分，比較特殊的是取樣方式採受試者自願報名的本研究中，受試者 82.4% 為女性，女性佔多數的情況比林家民 (2017) 以中高齡以上族群為對象的森林療癒研究 (女性佔 66.4%) 更為極端，這可能與受試者招募消息在同性親友間傳播較快有關，但扣除關係較近之受試者後，女性比例仍然較高。這也同樣呼應曾宇良、佐藤宣子 (2012) 關於參與日本森林療癒活動者以女性為多的報告，或許女性族群對森林療癒、自然益康等活動，不論是採用戶外活動或室內虛擬實境，都更有參與意願。日後相關活動的推廣可多加考量女性族群的需求，或反過來檢視男性族群參與率較低的理由為何。在女性族群的需求上，本研究使用的虛擬實境頭戴式顯示器較難固定於非短髮者頭上，頭部後側被較長頭髮覆蓋會使顯示器固定帶相對容易滑動，因而需將固定帶拉得較緊，可能因此對非短髮的受試者 (本研究中皆為女性) 造成較大的面部負擔。未來希望能有技術上的更新能改善設備固定的方式，以增加使用者舒適度。

另一項值得注意的受試者背景資訊是視覺問題的部分。本研究 34 名有效樣本受試者，全數都有多少的視覺問題，尤其老花問題最明顯，共 79.4% 受試者有老花，這是一般年輕受試族群所沒有的問題。但值得慶幸的，最後僅有 2 人曾特別表示看不清整體虛擬實境影像，其中 1 名有特別嚴重的老花問題，另 1 名則是雙眼近視度數有差距。

關於虛擬實境在實用上最令人擔心的頭暈、噁心等不適問題，經統計在本研究的實驗期間，最終共有 9 人曾因虛擬實境感到身體不適或不確定是否有不適，佔受試人數 26.5%，略低於羅祥宜 (2017) 以 20 至 35 歲為受試對象時 36.6% 的比率。雖本研究之虛擬實境體驗偏向靜態，且以坐姿方式進行，仍有相當人數曾感到不適，未來若要推廣虛擬實境作為戶外自然環境的替代，應特別關照使用者的身體狀態，或透過提升虛擬設備感官協調品質及穿戴舒適度，來降低造成不適的機會。



二、生理測量結果討論

生理結果部分，測量值在暴露於虛擬自然或都市環境前後少有顯著差異，僅心跳速率有所下降，兩種虛擬環境對生理數值的影響也未具有明顯差異。本研究之生理結果部分無法為自然環境較有益於生理上放鬆的理論提供支持。

心跳速率雖在兩組都有後測低於前測的情況，但變化量在兩組間無顯著差異，表示實驗中的心跳速率變化無關乎虛擬環境類型，僅是隨時間經過出現降低的現象，與羅祥宜（2017）之實驗結果相同，因此推測心跳速率降低可能是久坐休息帶來的效果。

生理測量值缺乏變化的可能原因是實驗中沒有強烈的壓力刺激。本研究在生理前測之前，僅進行 SART 測驗與問卷填寫，沒有透過諸如觀看恐怖影片（e.g. Ulrich *et al.*, 1991; van den Berg *et al.*, 2003）或進行更令人緊張、煩躁的任務（e.g. Anderson *et al.*, 2017; van den Berg *et al.*, 2015）等方式來驅使受試者生理狀態偏離常態，可能因此使得本研究的前測生理數值與平時的休息狀態相近，因而與後測結果缺乏差異，看不出恢復效果。

而生理數值變化在兩環境間沒有差異的原因，則可能是因為研究中的虛擬都市環境未排除綠化植栽等自然成分，使自然與都市兩虛擬環境對生理的影響差異被縮小。Yin *et al.*（2018）的研究結果顯示，能接觸到自然成分的室內環境與無自然成分的室內環境相較，前者更能讓血壓與皮膚電導值降低，因此存有植栽的都市環境可能比完全沒有自然成分的都市環境來得更有生理舒緩效益。從主觀感想資料來看，本研究之虛擬都市環境中的植物確實有讓部分受試者感到放鬆，這種情緒反應也可能進一步影響到生理狀態。

另一方面，虛擬自然環境除了讓人在生理上放鬆外，或許也有使人振奮的效果。Wilcoxon 符號排序檢定結果顯示，本研究之 65 以上高齡受試者群體，在暴露於虛擬自然環境後收縮壓顯著上升， $z = -2.13$ ， $p = 0.033$ ， $r = 0.71$ ，且 Pearson 相關分析發現在全體受試者中，年齡與自然組收縮壓前後測變化量有顯著的中度正



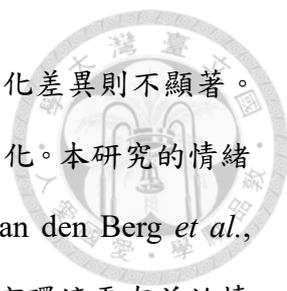
相關， $r(31) = .495$ ， $p = .003$ ，也就是說，受試者年齡愈大，收縮壓愈傾向在暴露於虛擬自然環境後上升。然而以心情量表及主觀感想資料進行對照，可判斷受試者在接觸虛擬自然環境後收縮壓上升的原因並非感到壓力或恐懼。與前人研究結果比較，收縮壓在接觸自然環境後上升是很奇異的結果。高齡族群是否因日常生活型態或身心狀況與較年輕的族群有別，導致接觸虛擬自然環境後生理測量值變化方向與眾不同，有待其他研究進一步驗證。同時我們也可以思考：在缺乏事前壓力刺激的情況下，追求生理數值上的放鬆緩和是否真有必要？事實上，除了心搏過速 / 過慢或高 / 低血壓等確實可能造成不適或健康損害的極端狀況外，我們很難判斷心率、血壓、心率變異度數值往何種方向改變對受試者較有益。根據受試者的個別情況與需求設定生理數值的目標，可能是較為適切的做法。

三、情緒測量結果討論

根據 POMS 量表之結果，接觸虛擬自然環境使困惑、疲勞、緊張、沮喪構面與 TMD 指數等負面情緒指標顯著降低，接觸虛擬都市環境則使得活力顯著降低、疲勞顯著上升。也就是說，受試者情緒在接觸虛擬自然環境後有得到恢復，但虛擬都市環境則反過來造成情緒惡化。此部分結果為自然環境有益情緒恢復的理論提供支持。

憤怒構面分數在自然與都市兩組的前後測間都沒有顯著差異，顯著差異僅出現在兩組後測分數間，自然組後測憤怒分數小於都市組，這顯示虛擬自然環境對憤怒情緒的影響上仍略優於虛擬都市環境。另外，前測時過半受試者的憤怒評分為 0，平均憤怒分數也僅有 1.59（自然） / 1.68（都市），因此憤怒構面分數在自然組前後測間差異不顯著的原因，很可能是因為前測平均分數極低導致後測沒有下降空間。但另一方面，都市組的後測憤怒分數卻也沒有顯著上升。綜合自然與都市兩組的憤怒分數來看，受試者的憤怒情緒可能在初始就很稀薄，且本研究的實驗過程傾向不激發受試者的憤怒情緒，因而憤怒構面分數變化較少。

在情緒指標的前後測變化量上，虛擬環境類型對困惑、活力、疲勞、憤怒等構



面及 TMD 指數的分數變化有不同的影響，緊張與沮喪構面的變化差異則不顯著。虛擬自然環境有改善情緒的效果，虛擬都市環境則相對讓情緒惡化。本研究的情緒測量值變化大體上與前人研究結果相仿 (e.g. Yu *et al.*, 2018; van den Berg *et al.*, 2003)，證實對中高齡與高齡族群而言，虛擬自然環境比虛擬都市環境更有益於情緒恢復。

四、注意力測量結果討論

本研究中使用 SART 測驗的錯誤次數作為注意力指標。自然與都市兩組後測的 SART 錯誤次數與前測相比都有小幅的進步，但差異未達顯著水準，進步量也在兩組間沒有差異，這樣的結果未能替自然環境比都市環境更有助於注意力恢復的理論提供支持。

某些自然成分——例如行道樹與灌木等植栽——存在於本研究使用的虛擬都市環境中，這或許能用以解釋為何環境類型在本研究中對注意力表現缺乏影響。都市環境中的自然成分被認為有益於注意力恢復。蔡至展 (2012) 在景觀恢復性效益的研究中，發現觀看有行道樹之街景投影片的受試者，注意力表現比觀看無行道樹之街景的受試者來得好。Taylor、Kuo 與 Sullivan (2002) 則發現市內公共住宅的窗外景觀自然度愈高 (植物和水體較多而人造物較少)，兒童住戶的注意力表現愈好。另一方面，Kaplan (1995) 在理論中提出壓力會造成專注能力減損，而本研究中有受試者表示虛擬都市環境中的綠色植物讓他感到放鬆，此放鬆感可能也會導致注意力表現改善。目前台北市的主要街道與徒步區多有進行植栽綠化，可能因此使注意力恢復效益有所提升，未來可再嘗試與無綠化之都市景觀進行比較。

反過來也有一些原因可能導致自然環境恢復注意力的功能受到減損，例如「虛擬實境體驗造成出乎預料的注意力消耗」。受試者們多半缺乏虛擬實境經驗，對虛擬實境感到新奇，且在虛擬實境體驗時是非自主的突然被移動到各虛擬場景中，缺乏能慢慢理解、適應環境的時間，因此會比平時投入更多心力在觀察周圍環境，造成較多的注意力資源消耗。解析度有限，比真實環境模糊的視覺畫面可能也加劇了



這樣的效果，因為受試者會花費較多力氣試圖看得更清楚。雖然兩種虛擬環境類型的影片同時受這些因素影響，但虛擬自然環境與日常生活場域較為不同，且受試者報告其相對美麗而引發較大觀看興趣，因而受影響的程度可能更大。延長受試者用來適應虛擬環境的時間、提高虛擬環境呈現品質都可能提升虛擬自然環境的注意力恢復效益。另一方面，利用指導語引導受試者在虛擬環境中與環境互動或進行反思 (reflection)，也可能有益於恢復效益的展現。

或者，日後可嘗試以不同種類的注意力測驗表現作為注意力指標。本研究使用的 SART 測驗測量的是持續性注意力，或許測量其他注意力類型會有不同的結果。

另外，關於不同年齡的 SART 表現差異，Pearson 相關分析結果顯示年齡與 SART 錯誤次數無顯著相關，年齡較高者 SART 表現並沒有較差。這代表只要正式測驗前的練習足夠，SART 測驗同樣可用於年長族群。但有趣的是，透過 Pearson 相關分析，發現受試者年齡與都市組的 SART 錯誤次數前後測差值存在顯著的低度負相關， $r(29) = -.377, p = .037$ 。也就是說，受試者年齡愈大，注意力表現愈不受虛擬都市環境削減。關於這個現象的存在理由，可以猜想是年長者因為日常生活型態、壓力來源、對都市環境的適應程度等方面與年輕人不同所導致，但目前沒有足夠的證據可供判斷，也不能排除只是巧合的可能性。

五、恢復性環境特性測量結果討論

本研究使用之虛擬自然環境與虛擬都市環境，確實在 RSC 量表分數上有差異，虛擬自然環境較具有恢復性環境的四種特性，符合注意力恢復理論的描述。但綜合 RSC 量表與其他測量項目的結果，可瞭解到並非只要有暴露於主觀恢復性較高之環境就一定能得到較大的生理與注意力恢復效益。環境中是否存在自然成分、虛擬實境的體驗品質與體驗方式、實驗中是否事先在生理上給予壓力等，都是可能對恢復效益大小造成影響的因素。



第五章 結論與建議

第一節 結論

本研究藉由家用型虛擬實境設備呈現虛擬自然與都市環境，測量受試者暴露於虛擬環境前後之生理、情緒與注意力變化，也收集受試者反饋之開放式意見，以驗證前人關於自然環境恢復效益的假說，並調查虛擬實境體驗是否適用於中高齡以上族群。

本研究招募之受試者雖全數具有視覺問題，但絕大多數仍能順利使用虛擬實境設備，唯曾在實驗中因虛擬實境感到身體不適的受試者有 9 人，佔受試人數 26.5%，顯示虛擬實境之舒適度有待改善。

在生理測量結果上，本研究在心率變異度、血壓、心跳速率三部分都未得到符合自然環境恢復效益理論的結果。心跳速率雖在暴露於虛擬自然環境體驗後有下降，但與虛擬都市環境並無差異，推測變化應是來自於久坐的休息效果。筆者認為從生理結果看不出恢復效益的可能原因包含：(1) 本研究沒有在實驗開頭給予強烈的壓力刺激（部分研究採用恐怖影片或惱人的任務等外部刺激增加受試者壓力以利實驗進行），前測之生理數值非處在高壓力狀態，因此不容易在後測時比較出生理上的恢復效果；(2) 行道樹等自然成分的存在使都市環境的生理恢復效益提升，縮小自然與都市兩虛擬環境的效益差距。

情緒部份之 POMS 量表結果，大致符合虛擬自然環境較有益於情緒改善的假設。受試者在暴露於虛擬自然環境後，困惑、疲勞、緊張、沮喪等構面及 TMD 指數皆顯著降低，表現出情緒改善；暴露於虛擬都市環境後，活力構面顯著下降，疲勞構面顯著上升，表現出情緒惡化、較感到疲憊。兩種環境對困惑、活力、疲勞、憤怒構面與 TMD 指數的影響有顯著的不同。本研究中的 POMS 量表分數變化，為虛擬自然環境比虛擬都市環境更有益於情緒改善的假設提供佐證。



注意力表現部份，SART 錯誤次數在自然與都市兩組都有小幅降低，但未達顯著水準，降低量則在兩組間沒有差異，這樣的結果未能替自然環境比都市環境更有助於注意力恢復的理論提供支持，即使受試者認為虛擬自然與都市環境在恢復性環境特質上有明顯差異，且虛擬自然環境較具有恢復性環境特質，應該更有益於注意力恢復。兩種虛擬環境對注意力表現的影響沒有顯著差異的原因可能是行道樹等自然成分提升了虛擬都市環境的注意力恢復效益，以及虛擬實境體驗因呈現方式不同於日常環境，且清晰度等品質方面未臻完善，對注意力有超乎預期的消耗。

本研究證實虛擬自然環境有益於情緒恢復，且對情緒之影響優於虛擬都市環境。生理與注意力的效益則未能被證實。由虛擬實境呈現之自然環境，對於年長族群確實能提供部分效益，但若要將虛擬實境確實應用於改善年長者身心狀態，使用中的舒適性、虛擬環境內容與呈現品質仍是需要留意的問題。

第二節 研究限制與後續研究建議

一、研究限制

- (一) 本研究錄製之虛擬實境影片，雖解析度已達 4K，但在 360°空間中放映時，解析度仍無法達到如同直接觀看實際環境的水平，聲音部分大致符合真實環境但較難表現出細微的聲響，加之頭戴式顯示器對受試者頭部有一定負擔，因此本研究中受試者體驗的虛擬自然與都市環境，與對真實環境的體驗會有差距。
- (二) 為顧及受試者進行虛擬實境體驗時之舒適與安全度，實驗中採用坐姿進行體驗。但錄製影片時攝影機必須高於一定高度才較不易被障礙物遮蔽或被路人撞倒，且攝影機拍攝角度偏低會造成近處物體過度放大、變高造成壓迫感，故採用高於坐姿的高度拍攝。實驗中受試者實際視線高度不符合影片錄製時的拍攝高度，偶爾（主要是向下看時）會讓受試者感到違和感。
- (三) 受限於實驗地點，實驗進行中即使門窗保持關閉，也時有受外界聲音干擾的情況。其中又因實驗地點比鄰銘傳國小附幼，幼兒哭鬧或嘻鬧聲是相對常出現的



聲音干擾，受試者可能因此受到影響。雖然受干擾特別嚴重的樣本已在分析前被篩除，但仍未能完全排除外界聲音之影響。

- (四) 因前後兩次實驗時間為受試者自行選擇，雖盡量以間隔 7 日為準，但受限於受試者個人行程安排，以及研究室內器材使用時間上的協調，造成實際間隔日數不等，使得實驗控制的精確度有所減損。
- (五) 本研究因為測量項目較多且耗時，為避免實驗時間過長造成受試者嚴重疲勞，並未測量受試者首次進行 SART 注意力測驗前的初始生理與情緒數值，因此難以判斷 SART 測驗對受試者是否有生理和情緒上的影響。
- (六) 部分受試者對不同環境間的效益差異有先入為主的想法，認為自然環境理當較有益於人類身心，可能因此影響實驗結果。
- (七) 受試者性別比例不均，男性偏少，要外推研究結果會有較大限制。

二、後續研究建議

- (一) 因招募階段發現願意參與相關研究的中高齡以上潛在受試者不少，建議可提高實驗樣本數，並對於實驗間隔天數等可能影響實驗結果的因素加強限制，以增加結果說服力。
- (二) 建議可以特定疾病的有無，以及日常壓力量及工作量（或未 / 已退休）來分組比較，釐清受試者個人背景型態的影響。
- (三) 若實驗中未給予足以明顯影響受試者身心狀態的刺激，可考慮使用其他更能反映細微、多面向情緒的情緒量表。
- (四) 建議可增加受實驗過程影響前的初始值測量，以釐清注意力測驗或其他壓力刺激的影響。但為避免實驗時間拉長使受試者過度疲憊，可能需減少測量項目。
- (五) 若未來虛擬實境相關設備品質有所提升，或經費上較無限制，可提升虛擬實境的體驗品質，包括影像畫質、收音品質、耳機隔音性、穿戴舒適度等。若受試者能接收到嗅覺、觸覺刺激，甚至能在虛擬場景中自主移動，也能提高虛擬環境的臨場感。本研究中受試者視線高度與影像未完全配合的問題，建議或許能

透過選用較高但安全的座椅、或僅拍攝遠景、或使用影像編輯技巧來克服。同時，一個較不受外界干擾的實驗空間也能大大提升體驗品質。

- (六) 本研究使用之 SART 測驗，主要考驗受試者的持續性注意力，未來亦可使用其他測量方法來測驗其他注意力項目。且建議在正式測驗前給予足量之練習，以確保受試者完全掌握測驗方式，並減少練習效果的影響。
- (七) 本研究使用的虛擬環境內容分別為含有局部人造建物的森林、林間瀑布與溪流環境，以及含有少部分植栽的商業購物區都市環境，未來可嘗試使用不同內容的虛擬環境進行比較，例如不同自然程度的虛擬環境，可比較它們對恢復效益的影響是否有差異。
- (八) 可進行不同年齡層間的比較，看看不同年齡層在接觸恢復性環境後反應是否相同，或者能提供最大恢復效益的環境類型是否相同。



參考文獻

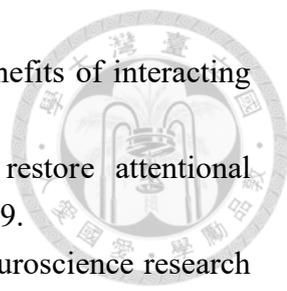
一、中文文獻

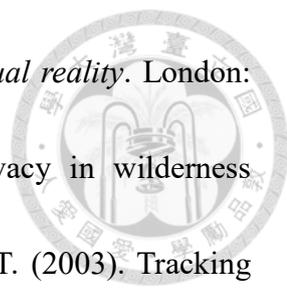
- 內政部戶政司 (2018)。老年人口突破 14% 內政部：臺灣正式邁入高齡社會。民國 107 年 4 月 10 日 14:00 新聞稿。取自 https://www.moi.gov.tw/chi/chi_news/news_detail.aspx?type_code=02&sn=13723
- 江彥政、張俊彥 (2009)。鄉村環境景觀生態結構對生心理反應之影響。建築學報，67，131-148。
- 行政院主計總處 (2019)。勞參率及失業率按年齡分-年。取自中華民國統計資訊網 <https://statdb.dgbas.gov.tw/pxweb/Dialog/varval.asp?ma=LM0109A1A&ti=%B3%D2%B0%D1%B2v%A4%CE%A5%A2%B7%7E%B2v%AB%F6%A6%7E%C4%D6%A4%C0%A6%7E&path=../PXfile/LaborForce/&lang=9&strList=L>
- 吳世光、陳建和 (2002)。影像式虛擬實境之發展及其在觀光產業應用之研究。觀光研究學報，8 (1)，109-125。
- 林一真、申永順、廖天賜、許晏琦 (2010)。森林治療評估準則之建立與示範推動工作之研析與規劃。行政院農業委員會林務局委託研究。計畫編號：99-01-5-02。
- 林家民 (2017)。森林療癒對中高齡與高齡者健康效益之研究 (碩士論文)。國立臺灣大學，臺北市。
- 林展翔 (2007)。現地與非現地自然情境之偏好、注意力恢復力及心理生理反應之比較 (碩士論文)。國立臺灣大學，臺北市。
- 洪崇彬、王慧媚 (2012)。銀髮族休閒旅遊動機之分析-以彰化市老人會為例。南開學報，9 (2)，57-68。
- 洪聰敏 (1998)。腦波：探討運動及身體活動心理學的另一扇窗。中華體育季刊，11 (4)，63-74。
- 陳心怡；洪儷瑜 (2004)。WISC-III 順序與逆序記憶廣度指標之建構分析與應用。師大學報：教育類，49 (2)，19-42。
- 陳怡婷、林彥州 (2007)。聲音對民眾環境情緒體驗之影響。臺灣園藝，53 (3)，333-344。
- 陳淑如、蔡月霞、羅映琪、蔡宜珊、鄭綺 (2005)。心率變異度的簡介及護理上的應用。新臺北護理期刊，7 (1)，1-11。
- 國家發展委員會 (2018)。中華民國人口推估 (2018 至 2065 年)。臺北市：國家發展委員會。
- 張耀文、高東煒、黃宗正 (2006)。老年憂鬱症。長期照護雜誌，10 (3)，207-215。
- 勞動部統計處 (2018)。106 年中高齡 (45~64 歲) 勞動參與狀況。取自 <https://www.mol.gov.tw/statistics/2462/2466/>

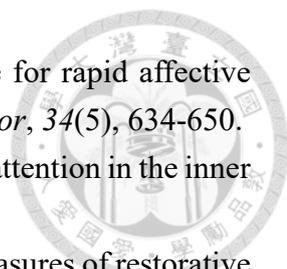
- 
- 黃勝宏、林榮輝、黃崇儒、洪聰敏 (2008)。心率變異度與焦慮之關係。中華體育季刊, 22 (1), 72-79。
- 游苑瑋、林晏州 (1999)。植栽量體及色彩對降低焦慮情緒效果之研究。中國園藝, 45 (4), 387-394。
- 游苑瑋、林晏州、張育森 (2000)。影響都市植栽減輕焦慮情緒效果之研究。中國園藝, 46 (3), 305-312。
- 葛樹人 (1988)。心理測驗學。台北市：桂冠。
- 廖健富 (2014)。都市聲環境中不同音量自然聲對人體生心理反應之影響 (碩士論文)。國立臺灣大學，臺北市。
- 衛生福利部 (2018)。中華民國 106 年老人狀況調查。取自 <https://dep.mohw.gov.tw/DOS/cp-1767-38429-113.html>
- 衛生福利部統計處 (2016)。國人高血壓之現況案性別及年齡。取自 <https://dep.mohw.gov.tw/DOS/cp-1720-7324-113.html>
- 蔡至展 (2012)。視覺注意力與視覺覺察對景觀恢復性效益之影響 (碩士論文)。國立臺灣大學，臺北市。
- 蕭任峰 (2014)。都市中自然音景與交通噪音對焦慮情緒之影響 (碩士論文)。國立勤益科技大學，臺中市。
- 羅祥宜 (2017)。虛擬實境之森林與都市環境對生心理影響之研究 (碩士論文)。國立臺灣大學，臺北市。
- 嚴婉甄 (2007)。虛擬及現地自然情境之注意力恢復力、臨場感及心理生理反應 (碩士論文)。國立臺灣大學，臺北市。
- 樂婉玉 (2007)。不同景觀型態對注意力之影響 (碩士論文)。國立臺灣大學，臺北市。

二、英文文獻

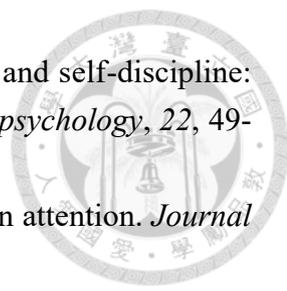
- Alvarsson, J. J., Wiens, S., & Nilsson, M. E. (2010). Stress recovery during exposure to nature sound and environmental noise. *International journal of environmental research and public health*, 7(3), 1036-1046.
- Anderson, A. P., Mayer, M. D., Fellows, A. M., Cowan, D. R., Hegel, M. T., & Buckey, J. C. (2017). Relaxation with immersive natural scenes presented using virtual reality. *Aerospace medicine and human performance*, 88(6), 520-526.
- Annerstedt, M., Jönsson, P., Wallergård, M., Johansson, G., Karlsson, B., Grahn, P., ... & Währborg, P. (2013). Inducing physiological stress recovery with sounds of nature in a virtual reality forest—Results from a pilot study. *Physiology & behavior*, 118, 240-250.
- Benfield, J. A., Taff, B. D., Newman, P., & Smyth, J. (2014). Natural sound facilitates mood recovery. *Ecopsychology*, 6(3), 183-188.

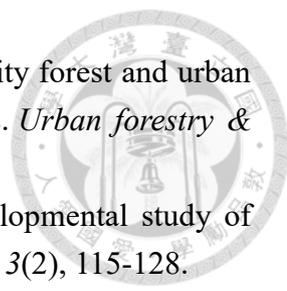
- 
- Berman, M. G., Jonides, J., & Kaplan, S. (2008). The cognitive benefits of interacting with nature. *Psychological science*, *19*(12), 1207-1212.
- Berto, R. (2005). Exposure to restorative environments helps restore attentional capacity. *Journal of environmental psychology*, *25*(3), 249-259.
- Bohil, C. J., Alicea, B., & Biocca, F. A. (2011). Virtual reality in neuroscience research and therapy. *Nature reviews neuroscience*, *12*(12), 752-762.
- Brickenkamp, R. & Zillmer, E. (1998). The d2 Test of Attention. Seattle, Washington: Hogrefe & Huber Publishers.
- Burdea, G. C., & Coiffet, P. (2003). *Virtual reality technology*. Hoboken, N.J.: John Wiley & Sons.
- Camm, A. J., Malik, M., Bigger, J. T., Breithardt, G., Cerutti, S., Cohen, R. J., ... & Lombardi, F. (1996). Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *European Heart Journal*, *17*, 354-381.
- Carlin, A. S., Hoffman, H. G., & Weghorst, S. (1997). Virtual reality and tactile augmentation in the treatment of spider phobia: a case report. *Behaviour research and therapy*, *35*(2), 153-158.
- Chen, S. E. (1995). Quicktime VR: An image-based approach to virtual environment navigation. In *Proceedings of the 22nd annual conference on Computer graphics and interactive techniques* (pp. 29-38). ACM.
- Depledge, M. H., Stone, R. J., & Bird, W. J. (2011). Can natural and virtual environments be used to promote improved human health and wellbeing? *Environmental Science & Technology*, *45*(11), 4660-4665.
- Difede, J., & Hoffman, H. G. (2002). Virtual reality exposure therapy for World Trade Center post-traumatic stress disorder: A case report. *Cyberpsychology & behavior*, *5*(6), 529-535.
- Emmelkamp, P. M., Krijn, M., Hulsbosch, A. M., De Vries, S., Schuemie, M. J., & van der Mast, C. A. (2002). Virtual reality treatment versus exposure in vivo: a comparative evaluation in acrophobia. *Behaviour research and therapy*, *40*(5), 509-516.
- Fiorito, E. R., & Simons, R. F. (1994). Emotional imagery and physical anhedonia. *Psychophysiology*, *31*(5), 513-521.
- Folkman, S., & Lazarus, R. S. (1980). An analysis of coping in a middle-aged community sample. *Journal of health and social behavior*, *21*(3), 219-239.
- Fox, J., Arena, D., & Bailenson, J. N. (2009). Virtual reality: A survival guide for the social scientist. *Journal of Media Psychology*, *21*(3), 95-113.
- Friedman, B. H., & Thayer, J. F. (1998). Autonomic balance revisited: panic anxiety and heart rate variability. *Journal of psychosomatic research*, *44*(1), 133-151.

- 
- Gutiérrez, M., Vexo, F., & Thalmann, D. (2008). *Stepping into virtual reality*. London: Springer-Verlag London Limited.
- Hammitt, W. E., & Brown Jr, G. F. (1984). Functions of privacy in wilderness environments. *Leisure Sciences*, 6(2), 151-166.
- Hartig, T., Evans, G. W., Jamner, L. D., Davis, D. S., & Gärling, T. (2003). Tracking restoration in natural and urban field settings. *Journal of environmental psychology*, 23(2), 109-123.
- Hartig, T., Mitchell, R., De Vries, S., & Frumkin, H. (2014). Nature and health. *Annual review of public health*, 35, 207-228.
- Herzog, T. R., Maguire, P., & Nebel, M. B. (2003). Assessing the restorative components of environments. *Journal of Environmental Psychology*, 23(2), 159-170.
- Higuera-Trujillo, J. L., Maldonado, J. L. T., & Millán, C. L. (2017). Psychological and physiological human responses to simulated and real environments: A comparison between Photographs, 360 Panoramas, and Virtual Reality. *Applied ergonomics*, 65, 398-409.
- Hodges, L. F., Kooper, R., Meyer, T. C., Rothbaum, B. O., Opdyke, D., De Graaff, J. J., ... & North, M. M. (1995). Virtual environments for treating the fear of heights. *Computer*, 28(7), 27-34.
- Hoffman, H. G., Garcia-Palacios, A., Carlin, A., Furness III, T. A., & Botella-Arbona, C. (2003). Interfaces that heal: Coupling real and virtual objects to treat spider phobia. *international Journal of Human-Computer interaction*, 16(2), 283-300.
- Hoffman, H. G., Patterson, D. R., Magula, J., Carrougher, G. J., Zeltzer, K., Dagadakis, S., & Sharar, S. R. (2004). Water-friendly virtual reality pain control during wound care. *Journal of clinical psychology*, 60(2), 189-195.
- James, W. (2001). *Psychology: The briefer course*. Mineola, N.Y.; Dover Publications. (Original work published 1892).
- Kalawsky, R. S. (2000). The validity of presence as a reliable human performance metric in immersive environments. *Presented at Presence 2000: 3rd International Workshop on Presence, Delft, Netherlands*.
- Kaplan, R., & Kaplan, S. (1989). *The experience of nature: A psychological perspective*. New York: Cambridge University Press.
- Kaplan, S. (1995). The restorative benefits of nature: Toward an integrative framework. *Journal of environmental psychology*, 15(3), 169-182.
- Kaplan, S. (2001). Meditation, restoration, and the management of mental fatigue. *Environment and behavior*, 33(4), 480-506.
- Kjellgren, A., & Buhrkall, H. (2010). A comparison of the restorative effect of a natural environment with that of a simulated natural environment. *Journal of environmental psychology*, 30(4), 464-472.

- 
- Korpela, K. M., Klemettilä, T., & Hietanen, J. K. (2002). Evidence for rapid affective evaluation of environmental scenes. *Environment and Behavior*, 34(5), 634-650.
- Kuo, F. E. (2001). Coping with poverty: Impacts of environment and attention in the inner city. *Environment and behavior*, 33(1), 5-34.
- Laumann, K., Gärling, T., & Stormark, K. M. (2001). Rating scale measures of restorative components of environments. *Journal of Environmental Psychology*, 21(1), 31-44.
- Laver, K. E., Lange, B., George, S., Deutsch, J. E., Saposnik, G., & Crotty, M. (2017). Virtual reality for stroke rehabilitation. *Cochrane database of systematic reviews*, (11).
- Lee, J., Park, B. J., Tsunetsugu, Y., Ohira, T., Kagawa, T., & Miyazaki, Y. (2011). Effect of forest bathing on physiological and psychological responses in young Japanese male subjects. *Public health*, 125(2), 93-100.
- Li, Q. (2010). Effect of forest bathing trips on human immune function. *Environmental health and preventive medicine*, 15(1), 9-17.
- Manly, T., & Robertson, I. H. (2005). The sustained attention to response test (SART). In *Neurobiology of attention* (pp. 337-338). Academic Press.
- Mao, G. X., Cao, Y. B., Lan, X. G., He, Z. H., Chen, Z. M., Wang, Y. Z., ... & Yan, J. (2012). Therapeutic effect of forest bathing on human hypertension in the elderly. *Journal of cardiology*, 60(6), 495-502.
- Markevych, I., Schoierer, J., Hartig, T., Chudnovsky, A., Hystad, P., Dzhambov, A. M., ... & Lupp, G. (2017). Exploring pathways linking greenspace to health: Theoretical and methodological guidance. *Environmental Research*, 158, 301-317.
- McNair, D. M., Lorr, M., & Droppleman, L. F. (1971). Manual for the profile of mood states (POMS). *San Diego: Educational and Industrial Testing Service*.
- Meehan, M., Insko, B., Whitton, M., & Brooks, F. P. Jr., (2002). Physiological measures of presence in stressful virtual environments. *Acm transactions on graphics*, 21(3), 645-652.
- Merians, A. S., Poizner, H., Boian, R., Burdea, G., & Adamovich, S. (2006). Sensorimotor training in a virtual reality environment: does it improve functional recovery poststroke? *Neurorehabilitation and neural repair*, 20(2), 252-267.
- Ottosson, J., & Grahn, P. (2005). A comparison of leisure time spent in a garden with leisure time spent indoors: on measures of restoration in residents in geriatric care. *Landscape research*, 30(1), 23-55.
- Parsons, R., Tassinary, L. G., Ulrich, R. S., Hebl, M. R., & Grossman-Alexander, M. (1998). The view from the road: Implications for stress recovery and immunization. *Journal of environmental psychology*, 18(2), 113-140.
- Purcell, T., Peron, E., & Berto, R. (2001). Why do preferences differ between scene types? *Environment and behavior*, 33(1), 93-106.

- Riva, G. (2005). Virtual reality in psychotherapy: Review. *Cyberpsychology & behavior*, 8(3), 220-230.
- Robertson, I. H., Manly, T., Andrade, J., Baddeley, B. T., & Yiend, J. (1997). Oops!: performance correlates of everyday attentional failures in traumatic brain injured and normal subjects. *Neuropsychologia*, 35(6), 747-758.
- Rodiek, S. (2002). Influence of an outdoor garden on mood and stress in older persons. *Journal of Therapeutic Horticulture*, 13(1), 13-21.
- Ross, R.M. (2005). The D2 Test of Attention: An Examination of Age, Gender and Cross-cultural Indices. Chicago: Argosy University.
- Rothbaum, B. O., Hodges, L., Alarcon, R., Ready, D., Shahar, F., Graap, K., ... & Baltzell, D. (1999). Virtual reality exposure therapy for PTSD Vietnam veterans: A case study. *Journal of Traumatic Stress: Official Publication of The International Society for Traumatic Stress Studies*, 12(2), 263-271.
- Rothbaum, B. O., Hodges, L. F., Ready, D., Graap, K., & Alarcon, R. D. (2001). Virtual reality exposure therapy for Vietnam veterans with posttraumatic stress disorder. *The Journal of clinical psychiatry*, 62(8), 617-622.
- Rothbaum, B. O., Hodges, L., Anderson, P. L., Price, L., & Smith, S. (2002). Twelve-month follow-up of virtual reality and standard exposure therapies for the fear of flying. *Journal of consulting and clinical psychology*, 70(2), 428-432.
- Rothbaum, B. O., Hodges, L., Smith, S., Lee, J. H., & Price, L. (2000). A controlled study of virtual reality exposure therapy for the fear of flying. *Journal of consulting and Clinical Psychology*, 68(6), 1020-1026.
- Sanchez-Vives, M. V., & Slater, M. (2005). From presence to consciousness through virtual reality. *Nature Reviews Neuroscience*, 6(4), 332-339.
- Schutte, N. S., Bhullar, N., Stilinović, E. J., & Richardson, K. (2017). The impact of virtual environments on restorativeness and affect. *Ecopsychology*, 9(1), 1-7.
- Shacham, S. (1983). A shortened version of the Profile of Mood States. *Journal of personality assessment*, 47(3), 305-306.
- Shoemaker, S. (1989). Segmentation of the senior pleasure travel market. *Journal of travel research*, 27(3), 14-21.
- Song, C., Ikei, H., Kobayashi, M., Miura, T., Li, Q., Kagawa, T., ... & Miyazaki, Y. (2017). Effects of viewing forest landscape on middle-aged hypertensive men. *Urban Forestry & Urban Greening*, 21, 247-252.
- Song, C., Ikei, H., & Miyazaki, Y. (2018). Physiological effects of visual stimulation with forest imagery. *International journal of environmental research and public health*, 15(2), 213.
- Spielberger, C. D., Gorsuch, R. L. & Lushene, R. E. (1970). *Manual for the State-Trait Anxiety Inventov (Self-evaluation questionnaire)*. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press.

- 
- Taylor, A. F., Kuo, F. E., & Sullivan, W. C. (2002). Views of nature and self-discipline: Evidence from inner city children. *Journal of environmental psychology*, 22, 49-63.
- Tennessen, C. M., & Cimprich, B. (1995). Views to nature: Effects on attention. *Journal of environmental psychology*, 15(1), 77-85.
- Tsunetsugu, Y., Lee, J., Park, B. J., Tyrväinen, L., Kagawa, T., & Miyazaki, Y. (2013). Physiological and psychological effects of viewing urban forest landscapes assessed by multiple measurements. *Landscape and Urban Planning*, 113, 90-93.
- Tsunetsugu, Y., Park, B. J., & Miyazaki, Y. (2010). Trends in research related to “Shinrin-yoku” (taking in the forest atmosphere or forest bathing) in Japan. *Environmental health and preventive medicine*, 15(1), 27-37.
- Ulrich, R. S. (1979). Visual landscapes and psychological well-being. *Landscape research*, 4(1), 17-23.
- Ulrich, R. S. (1981). Natural versus urban scenes: Some psychophysiological effects. *Environment and behavior*, 13(5), 523-556.
- Ulrich, R. S. (1983). Aesthetic and affective response to natural environment. In *Behavior and the natural environment* (pp. 85-125). Boston, MA: Springer.
- Ulrich, R. S., Simons, R. F., Losito, B. D., Fiorito, E., Miles, M. A., & Zelson, M. (1991). Stress recovery during exposure to natural and urban environments. *Journal of environmental psychology*, 11(3), 201-230.
- Valtchanov, D., Barton, K. R., & Ellard, C. (2010). Restorative effects of virtual nature settings. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 13(5), 503-512.
- van den Berg, A. E., Koole, S. L., & Van der Wulp, N. Y. (2003). Environmental preference and restoration: (How) are they related? *Journal of environmental psychology*, 23(2), 135-146.
- van den Berg, M., Maas, J., Muller, R., Braun, A., Kaandorp, W., van Lien, R., ... & van den Berg, A. (2015). Autonomic nervous system responses to viewing green and built settings: differentiating between sympathetic and parasympathetic activity. *International journal of environmental research and public health*, 12(12), 15860-15874.
- Verbrugge, L. M. (1984). Longer life but worsening health? Trends in health and mortality of middle-aged and older persons. *The Milbank Memorial Fund Quarterly. Health and Society*, 62(3), 475-519.
- Westin, A. F. (1967). *Privacy and Freedom*. New York: Atheneum.
- Yin, J., Zhu, S., MacNaughton, P., Allen, J. G., & Spengler, J. D. (2018). Physiological and cognitive performance of exposure to biophilic indoor environment. *Building and Environment*, 132, 255-262.

- 
- Yu, C. P., Lee, H. Y., & Luo, X. Y. (2018). The effect of virtual reality forest and urban environments on physiological and psychological responses. *Urban forestry & urban greening*, 35, 106-114.
- Zube, E. H., Pitt, D. G., & Evans, G. W. (1983). A lifespan developmental study of landscape assessment. *Journal of Environmental Psychology*, 3(2), 115-128.
- Zuckerman, M. (1977). Development of a situation-specific trait-state test for the prediction and measurement of affective responses. *Journal of Consulting and clinical psychology*, 45(4), 513-523.

附錄一 研究參與者知情同意書



歡迎您參與本研究！本知情同意書將詳述您本研究之相關資訊及您的權利。在研究開始進行及您簽署本同意書之前，研究人員會為您說明研究內容，並在不致對研究結果造成誘導的範圍內回答您的任何疑問。

研究計畫名稱：

中文：虛擬實境自然與都市環境恢復效益比較——以中高齡與高齡者為對象

英文：Restorative Effects of Virtual Reality Forest and Urban Environments on Middle-aged and Elderly People

研究機構名稱：臺大森林環境暨資源學系 自然資源遊憩研究室

研究聯絡人：呂文馨 電話：

指導教授：余家斌 博士

一、研究目的：

了解不同虛擬實境環境，對45歲以上族群生理、情緒及注意力的影響，並調查該族群對虛擬實境體驗之主觀感受。

二、參與研究之條件與限制：

參與者限制為年滿45歲以上之國民。

有下列情況者不能參與本研究：使用心律調節器、心律不整、嚴重視覺或聽覺問題、精神疾病、腦神經疾病、認知功能障礙、皮膚或眼部傳染病、懷孕、咳嗽打噴嚏等頻繁導致不自主出力之情況。

三、研究方法與程序：

受測人數：30人

實驗時間：70分鐘/次，每人進行2次，共140分鐘/人

實驗地點：臺大展書樓前棟304室

實驗目的：調查虛擬實境之自然環境與都市環境對於中年以上族群生理、心理及注意力恢復之影響。

實驗流程：此實驗每位參與者須參加2次，首次實驗結束後約7天後再參與第二次。

第一次：

1. 進行實驗說明，參與者簽署知情同意書並填寫個人背景資料。



2. 進行SART測驗作為認知功能（注意力）指標。
3. 填寫POMS情緒量表作為心理（情緒）指標
4. 使用QHRV便捷健康評估系統測得心跳、血壓、心率變異度（自律神經活性指標）等生理數值。
5. 觀看10分鐘的虛擬實境影片，虛擬實境內容為「自然環境—內洞」或「都市環境—西門町」二者之一。
6. 再次測量心跳、血壓、心率變異度，填寫POMS情緒量表，再加上RCS恢復性組成量表及其他感受問項。最後再進行一次SART測驗。

第二次：

流程與第一次實驗相仿，僅虛擬實境內容替換為上次沒用過的另一種環境，例如若首次實驗使用自然環境的虛擬實境，第二次則使用都市環境，順序採亂數抽選決定。

四、參與研究時之禁忌、限制及應以配合事項：

參與者無需負擔任何費用。

受測前 12 小時內應避免攝入含酒精、咖啡因等刺激性物質的食品。

五、研究潛在風險、發生率及救濟措施：

本研究資料收集方式與過程均為非侵入性，對參與者應無潛在之生心理風險。參與者若有不適，隨時可選擇中止實驗，研究人員也將全程監控實驗過程，以減少風險發生保留於研究室。參與者在報名階段留下的個人資料不會公開，研究完成後即銷毀刪除。問卷與測量資料則以編碼處理，妥善保存供研究與審查之用。救濟措施請見九、損害補償方式。

六、研究效益與對研究參與者之益處：

1. 研究結果將有助於理解不同虛擬環境對生心理健康及認知功能之助益。
2. 參與者完成兩次實驗後，可獲得 200 元 7-11 商品卡與自律神經活性、心率、血壓等測量結果報告（非診斷書，僅提供參考）作為報酬。
*因經費查核之需要，需簽名並填寫身分證字號及完整戶籍地址，才能領取商品卡。

七、研究可能衍生的商業利益及其拓展應用之約定：

無特定商業利益。

八、研究材料運用規劃及機密性：

研究人員將依法把任何可辨識您身分之紀錄與您個人隱私之資料視同機密

處理，絕對不會公開。將來發表研究結果時，您的身份將被充分保密。凡簽署了知情同意書，即表示您同意各項原始紀錄可直接受監測者、稽核者、研究倫理委員會及主管機關檢閱，以確保研究過程與數據，符合相關法律和各種規範要求；上述人員承諾絕對維繫您身分之機密性。

九、損害補償方式：

1. 除可預期之不良事件（如：注意力疲勞與身心不適）外，若因參與本研究而發生不良事件或損害，將由計劃主持人余家斌以禮品（或車馬費）方式作為補償。除前述之補償原因與方式外，本研究不提供其他形式之補償。
2. 您簽署本知情同意書後，在法律上的任何權利不會因此受影響。

十、研究之退出方式及處理：

您可自由決定是否參加本研究，研究過程中不需要任何理由，可隨時撤回同意或退出研究。如果您拒絕參加或退出，將不會引起任何不愉快。若您決定撤回同意或退出研究，請通知研究人員，我們會即刻讓您退出本研究。研究計畫主持人或研究計畫贊助或監督單位，也可能於必要時終止該研究之進行。

十一、研究參與者權利：

1. 研究人員已經妥善地向您說明了研究內容與相關資訊，並告知可能影響您參與研究意願的所有資訊。若您有任何疑問，可向研究人員詢問，研究人員將據實回答。
2. 研究人員會將您簽署之一式兩份同意書其中一份交給您留存。

十二、研究計畫主持人/研究人員簽名

研究計畫主持人或研究人員已詳細解釋有關本研究計畫中上述研究方法的性質與目的，以及可能產生的危險與利益。

研究人員簽名：_____

日期：_____年_____月_____日

十三、研究參與者簽名同意

本人已詳細瞭解上述研究方法及其可能的益處與風險，有關本研究計畫的疑問，已獲得詳細說明與解釋。本人同意成為本研究計畫的自願研究參與者。

研究參與者簽名：_____

日期：_____年_____月_____日

附錄二 受試者個人基本資料



1. 生理性別： 男性 女性
2. 出生於民國_____年_____月_____日
3. 體重_____公斤，身高_____公分
4. 身體活動強度（請勾選一個最符合的項目）：
 - 幾乎沒有運動
 - 輕度活動（每週一到二天進行輕度運動，例如走路）
 - 中等活動（每週二到三天進行中強度運動，例如快走、大面積打掃）
 - 高度活動（每週三到四天進行高強度運動，例如跑步、打球）
 - 超高度活動（每天進行高強度運動或體力勞動工作）
 - 極高度活動（每天進行非常高強度的運動或體力勞動工作）
5. 慣用手：
 - 右手 左手
6. 當下的視覺健康情形（可複選）：
 - 無明顯問題 近視_____度 老花_____度
 - 散光_____度 白內障
 - 有其他問題（請簡述）_____
7. 特殊疾病：
 - 無 高血壓 心血管疾病（請簡述）_____
 - 糖尿病 其他（請簡述）_____
8. 服用藥物：
 - 無 有（請簡述）_____
9. 教育程度：
 - 國小 國中 高中職 專科 大學 研究所以上



10. 成長地區：

- 都市中心 市郊區 鄉村
 山區或其他人口稀少地帶 其他 _____

11. 若不考慮工作或生活上的方便，您較偏好哪一種環境類型（二選一）：

- 自然環境 都市環境

12. 過去一年中，您造訪郊外自然環境的次數：

- 完全沒有
 整年中有 1 次
 整年中有 2~5 次
 整年中有 6~9 次
 大約每月 1 次
 大約每月 2 次
 大約每月 3 次
 大約每週 1 次或更多

13. 您先前使用過虛擬實境的次數：

- 從來沒有
 用過 1 次
 用過 2~3 次
 用過 4~6 次
 用過 7~9 次
 超過 10 次

附錄三 盤斯心情量表



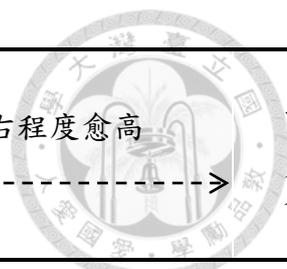
下列是各種情緒或心理狀態的描述。請您依自己目前的感受，於右側圈選出該描述符合您當下情緒狀態的程度。

完全不
符合

愈往右程度愈高

非常
符合

	0	1	2	3	4
1. 痛苦的	0	1	2	3	4
2. 累極了的	0	1	2	3	4
3. 不知所措的	0	1	2	3	4
4. 惱怒的	0	1	2	3	4
5. 愉快的	0	1	2	3	4
6. 沒希望的	0	1	2	3	4
7. 緊張的	0	1	2	3	4
8. 不確定的	0	1	2	3	4
9. 不幸的	0	1	2	3	4
10. 厭倦的	0	1	2	3	4
11. 充滿幹勁的	0	1	2	3	4
12. 發脾氣的	0	1	2	3	4
13. 無法專心的	0	1	2	3	4
14. 不愉快的	0	1	2	3	4
15. 擔憂的	0	1	2	3	4
16. 神經緊繃的	0	1	2	3	4
17. 活躍的	0	1	2	3	4
18. 困惑的	0	1	2	3	4



下列是各種情緒或心理狀態的描述。請您依自己現在的感受，於右側圈選出該描述符合您當下情緒狀態的程度。

完全不符合

愈往右程度愈高

非常符合

19. 容易忘記的	0	1	2	3	4
20. 不滿的	0	1	2	3	4
21. 精力充沛的	0	1	2	3	4
22. 充滿活力的	0	1	2	3	4
23. 憂鬱的	0	1	2	3	4
24. 生氣的	0	1	2	3	4
25. 狂怒的	0	1	2	3	4
26. 一無是處的	0	1	2	3	4
27. 疲勞的	0	1	2	3	4
28. 無助的	0	1	2	3	4
29. 精疲力竭的	0	1	2	3	4
30. 悲傷的	0	1	2	3	4
31. 疲倦的	0	1	2	3	4
32. 沮喪的	0	1	2	3	4
33. 焦躁的	0	1	2	3	4
34. 激怒的	0	1	2	3	4
35. 生氣勃勃的	0	1	2	3	4
36. 焦慮的	0	1	2	3	4
37. 不安的	0	1	2	3	4

附錄四 恢復性組成量表



請圈選您剛才身處虛擬環境中時， 對於該環境的感受。	非常 不同意	很 不同意	稍 微 不 同 意	普 通	稍 微 同 意	很 同 意	非 常 同 意
1. 我處在一個跟平時不一樣的場所	0	1	2	3	4	5	6
2. 當我在這裡時，我會做一些平常不會做的事	0	1	2	3	4	5	6
3. 我處在一個跟平常不一樣的環境中	0	1	2	3	4	5	6
4. 當我在這裡時，感到擺脫了工作和日常例行事務	0	1	2	3	4	5	6
5. 當我在這裡時，感到擺脫了他人的要求與期望	0	1	2	3	4	5	6
6. 當我在這裡時，我不用去想我的責任	0	1	2	3	4	5	6
7. 當我在這裡時，我遠離我的義務	0	1	2	3	4	5	6
8. 這裡的景物是和諧的	0	1	2	3	4	5	6
9. 這裡的景物具有連貫性	0	1	2	3	4	5	6
10. 這裡的景物組成更宏大的整體	0	1	2	3	4	5	6



請圈選您剛才身處虛擬環境中時， 對於該環境的感受。	非常 不同意	很 不同意	稍 微 不 同 意	普 通	稍 微 同 意	很 同 意	非 常 同 意
11. 這裡的景物都與所在環境適配	0	1	2	3	4	5	6
12. 這裡有許多事物可以發掘	0	1	2	3	4	5	6
13. 這裡的許多東西讓我感到美麗	0	1	2	3	4	5	6
14. 這個環境很豐盈而使我流連忘返	0	1	2	3	4	5	6
15. 這個場所有很多東西使我好奇	0	1	2	3	4	5	6
16. 這裡有很多物件吸引我的注意	0	1	2	3	4	5	6
17. 我被周遭環境吸引住了	0	1	2	3	4	5	6
18. 在這個環境中，我有機會從事我喜 歡的活動	0	1	2	3	4	5	6
19. 我可以應付在這裡發生的問題	0	1	2	3	4	5	6
20. 我很快地適應這個環境	0	1	2	3	4	5	6
21. 我喜歡做的事與這個環境相匹配	0	1	2	3	4	5	6
22. 我有能力應對這個場所中的挑戰	0	1	2	3	4	5	6



附錄五 其他問項

1. 觀看影片過程中是否有暈眩、想吐或其他不適現象：

- 沒有 有（請簡述）_____
- 不確定（請說明）_____

2. 對影片內容或觀看過程之任何想法：

（若沒有特別的想法，可寫出您特別喜歡或不喜歡的地方。）

以上題目確認填寫完畢後，請交給工作人員，謝謝！

下方題目請留待第二次注意力測驗完畢後再行填寫

3. 對參與本實驗之任何階段的建議或想法（選填）：

本問卷到此結束，確認填答完畢後請交給工作人員，謝謝！