

國立臺灣大學社會科學院經濟學系

碩士論文

Department of Economics

College of Social Sciences

National Taiwan University

Master's Thesis



虛擬實境中之跨期選擇：天氣的影響

Intertemporal Choices in Virtual Reality: The Effect of
Weather

劉彥均

Yen-Chun Liu

指導教授：黃貞穎 博士

Advisor: Chen-Ying Huang Ph.D.

中華民國 114 年 1 月

January, 2025

國立臺灣大學碩(博)士學位論文

口試委員會審定書

**MASTER'S THESIS(DOCTORAL DISSERTATION) ACCEPTANCE
CERTIFICATE
NATIONAL TAIWAN UNIVERSITY**

虛擬實境中之跨期選擇：天氣的影響

Intertemporal Choices in Virtual Reality: The Effect of Weather

本論文係劉彥均(R10323069)在國立臺灣大學經濟學系完成之碩(博)士學位論文，於民國 114 年 1 月 14 日承下列考試委員審查通過及口試及格，特此證明。

The undersigned, appointed by the Department / Graduate Institute of Economics on 14 January 2025 have examined a **Master's Thesis** (Doctoral Dissertation) entitled above presented by Liu, Yen-Chun (R10323069) candidate and hereby certify that it is worthy of acceptance.

口試委員 Oral examination committee:

黃貞穎

王通一

陳喜沁

(指導教授 Advisor)

朱建達





致謝

首先，我要感謝我的指導老師：黃貞穎老師。從什麼研究題目都還沒有的時候，老師不僅總是有耐心的聽我講一些不甚成熟的想法，還和我一起腦力激盪、分享文獻，引導我走向一個完整的題目。謝謝老師幫我打開了一扇通往有趣的VR研究的門，儘管這扇門真的超重超難打開，像是VR頭盔從哪裡來、VR場景該怎麼建、渲染場景的算力不夠怎麼辦，還有各種實驗設計上的細節等等。沒有老師的穿針引線以及建議，這個實驗連起頭都困難。實驗起步之後，無論是跑實驗的階段或是資料分析的階段，我都感受到老師對我的支持與鼓勵。每當發現完了，出大事了（複數次），老師第一個反應總是先讓我安心，再一起想想看要怎麼解決，還總是用正面的態度鼓勵我。除此之外，在申請博士班的過程中，也不吝提出建議，甚至還找了其他老師一起來幫我。我運氣何其好，能在讀碩班時拜入老師門下。

我還要感謝朱建達老師，雖然名目上老師不是我的指導老師，但實際上就是。自從開始分析資料之後，老師就給予了我許多幫助，不僅僅是分享程式碼還有統計上的觀念而已，我絕不會忘記分析資料結果分析出大事的那天，老師在已經聽我報告了數小時之後，還與我連線一起找出問題在哪裡。在老師的指導之下，我還學了一些酷東西，像是 dynamic time wrapping 等等。雖然這些酷東西最後沒有做出來成果，看到自己能夠用程式碼用酷酷的方法做出酷酷的圖，實在是很療癒。在資料分析的前期，尤其是資料量還不大的時候，真的很擔心會看不到成果，

老師總是能在分析的方向上給出建議。直到最後輸出論文的階段，我還在持續從老師的建議中獲得養分。能夠受到黃貞穎老師跟朱建達老師的雙重薰陶，簡直賺翻了。



再來，我還想感謝眾多老師們。謝謝百忙之中抽空來擔任口試委員並給我建議的王道一老師與陳慶池老師，而且其實不僅是口試當天，平時在路上遇到或是課堂上，王道一老師跟陳慶池老師都會跟我聊聊我的研究近況。我想特別感謝王道一老師，其一是在我擔任老師的研究助理時讓我學習如何執行經濟學實驗，奠定了我日後執行碩論實驗時的各種管理能力；其二是在一整年的實驗經濟學課程裡頭訓練我報告、提案與分析的能力；最後是在算力上鼎力相助。感謝賴建宇老師在 journal club 的場合給我建議，還介紹我跟 Michael Price 老師聊我的實驗。我也要感謝陳儀老師開設的實驗經濟學課程啟蒙了我對經濟學實驗的興趣。

再來，我還要感謝這份研究的大功臣們：大再工作室、數位學習中心、TASSEL 團隊、所有實驗助手以及受試者。謝謝大再幫我們開發整體 VR 的環境。謝謝數位發展中心提供我們設備。謝謝 TASSEL 團隊提供場地以及設備上的支持。謝謝所有實驗參與受試者以及協助實驗的小幫手們，沒有你們的參與或協助，是不可能有了這篇文章的誕生的。

最後，謝謝家人的栽培還有同儕的陪伴。因為有你們同行，才有我無悔的遠行。



中文摘要

本研究利用虛擬實境（Virtual Reality, VR）頭戴裝置，探討天氣的視覺及聽覺刺激對跨期選擇的影響。我們進行了一項隨機對照試驗（Randomized Controlled Trial, RCT），讓受試者隨機暴露於虛擬晴天和雨天的環境中，並要求其在較早獲得較少報酬，與較晚獲得較多報酬之間進行選擇。本研究發現，晴天條件下的受試者選擇較早獲得較少報酬選項的比例，比在雨天條件下高出 7.4%，且此結果由資訊搜集行為中介。儘管晴天條件提升了情緒效價，但情緒效價並未顯著地中介天氣對跨期選擇的影響。此外，我們發現天氣條件的順序對情緒效價具有重要影響，從晴天轉為雨天導致情緒顯著下降，而反之則未發生。此研究不僅突顯了環境因素對決策行為的重要性，還挑戰了將天氣作為工具變數來研究可能與時間偏好有關的變數之間因果關係的方法。

關鍵字：虛擬實境、天氣、跨期選擇、資訊處理、情緒效價

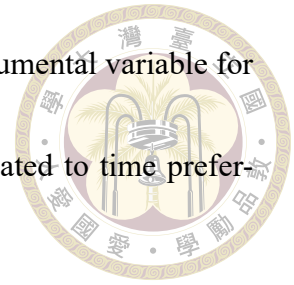




英文摘要

This study investigates the impact of highly realistic, visually simulated weather conditions, along with auditory stimuli, on intertemporal choices using a Virtual Reality (VR) headset. We conducted a randomized controlled trial (RCT) in which subjects were randomly assigned to virtual environments simulating sunny or rainy weather and were asked to choose between receiving smaller, sooner rewards or larger, later rewards. The results show that subjects exposed to sunny conditions were 7.4% more likely to choose the smaller, sooner rewards compared to those in rainy conditions, and this effect was mediated by information-gathering behavior. Although sunny conditions increased emotional valence, emotional valence did not significantly mediate the effect of weather on intertemporal choices. Furthermore, we found that the sequence of weather conditions significantly influenced emotional valence: transitioning from sunny to rainy weather led to a marked decline in emotional valence, whereas the reverse transition did not have a significant effect. This study not only highlights the importance of environmental factors

in decision-making but also challenges the use of weather as an instrumental variable for investigating causal relationships between variables that may be related to time preferences.



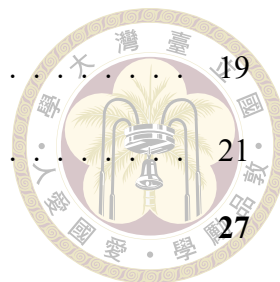
Keywords: Virtual Reality, Weather, Intertemporal Choices, Information Processing, Emotion Valence



目次

	Page
口試委員會審定書	i
致謝	iii
中文摘要	v
英文摘要	vii
目次	ix
圖次	xi
表次	xiii
第一章 緒論	1
第二章 文獻回顧與假說	3
第三章 實驗設計與材料	7
3.1 參與受試者	7
3.2 實驗程序	7
3.3 跨期選擇	8
3.3.1 資訊搜集過程	10
3.4 其餘問卷材料	11
第四章 結果	13
4.1 受試者內的比較	15

4.2 受試者間的比較	19
4.2.1 中介分析	21
第五章 結論與討論	27
參考文獻	29
附錄 A — 實驗說明	33
A.1 實驗說明簡報	33
附錄 B — 實驗材料	41
B.1 跨期選擇題	41
B.2 Paas 認知負荷主觀評價量表	41
B.3 國際積極消極情感量表縮減版	44
B.4 實驗後問券	46
B.4.1 個人資訊	46
B.4.2 決策方式與利率相關問題	47
B.4.3 天氣喜好評估	48
B.4.4 Revised Life Orientation Test	48
附錄 C — 敘述統計	51
附錄 D — 遞移性的違反	53
D.1 簡介	53
D.2 結果	54





圖次

3.1 實驗程序及場景	9
4.1 跨期選擇與情緒	15
4.2 反應時間與屬性指數隨著答題數的變化	17
A.1 實驗說明	34
A.2 實驗說明 (續一)	35
A.3 實驗說明 (續二)	36
A.4 實驗說明 (續三)	37
A.5 實驗說明 (續四)	38
A.6 實驗說明 (續五)	39
B.7 Paas 認知負荷主觀評價量表問題面板	43
B.8 I-PANAS-SF 問題面板	45
D.9 題號 13 與題號 15	55





表次

4.1	敘述統計（電腦問卷）	14
4.2	受試者內比較	16
4.3	受試者間的比較	20
4.4	受試者間的比較：天氣對潛在中介變數的影響	22
4.5	受試者間的比較：天氣對 Paas 認知負荷主觀評價量表項目的影響	24
4.6	受試者間的比較：中介分析	25
B.1	跨期選擇題	42
B.2	Likert Scale 19 涵意對照表	44
B.3	I-PANAS-SF 正負向情緒詞中英對照	45
C.4	敘述統計（結果變數）	51
D.5	第一階段中各組別違背遞移性統計	54
D.6	受試者間的比較：遞移性違反	56





第一章 緒論

時間偏好 (time preference) 被認為與儲蓄行為，以及健康導向的行為有關，例如：越無法延遲享受的人，儲蓄行為較低，也花費較多的金額在對健康有害的消費上 [Sutter et al., 2013]。因此，研究影響時間偏好的因素，在這些相關領域中的政策制定面具有實際意義。本文利用跨期選擇——在能較早獲得較少的報酬 (Sooner, Smaller reward, 此後稱之為 *SS*) 與較晚獲得較多的報酬 (Later, Larger reward, 此後稱之為 *LL*) 之間擇一——來衡量時間偏好，並研究環境因素是否影響跨期選擇。

在眾多環境因素當中，「天氣」無處不在，是我們每日日常生活中必定會經歷的生活體驗。晴天時，我們感到開闊且心情愉悅；而相對的，雨天，則使我們較為壓抑。天氣甚至會改變我們對事物的判斷 [Sinclair et al., 1994]，以及工作時的生產力 [Lee et al., 2014]。儘管已有諸多文獻探討天氣對風險行為的影響 [Saunders, 1993; Hirshleifer and Shumway, 2003; Kamstra et al., 2003; Bassi et al., 2013]，天氣對跨期選擇的影響尚有待探索。

天氣有許多面向，包括氣溫、降水、風、濕度和氣壓。過去已有文獻發現溫度對於跨期選擇沒有影響 [Almås et al., 2019]，而本文則專注在天氣的視覺及聽覺刺激，用 VR 來模擬晴天及雨天的狀況，並進行隨機對照試驗 (RCT)，以研究天氣對跨期選擇的因果關係。同時，因為受試者是在虛擬實境中回答跨期選擇，我

們亦能搜集受試者於回答時搜集資訊的過程，以及透過心理問卷詢問其於體驗虛擬實境時的感受，進一步探討天氣是透過何種渠道來影響跨期選擇。

本文發現，天氣不僅影響了跨期選擇，還影響了決策過程中的資訊搜集。在晴天條件下，受試者選擇 *SS* 選項的比例比起雨天條件下多了 7.4% ($p < 0.1$)。進一步的中介分析 (mediation analysis) 表明，這一結果由受試者揭露資訊的次數所驅動。相較於雨天，晴天下的受試者傾向花費更多心力，查看更多次資訊，且越偏好 *SS* 選項。此外，我們也發現由晴天轉換到雨天時，受試者的情緒顯著的下降，但由雨天轉換到晴天時，情緒則沒有顯著的變化。

本研究有兩個主要貢獻。首先，我們證明僅僅在 VR 中天氣的視覺及聽覺刺激就可以影響跨期選擇，突顯了此類決策在不同環境下的不穩定性。這表明，個人在做出如退休儲蓄計劃等關鍵決策時，應審慎選擇適當的環境。其次，我們的研究挑戰了天氣作為因果推斷研究中工具變數 (instrument variable) 的普遍使用 [參見 Mellon, 2023]，此乃因本文發現天氣可以影響跨期選擇，進而潛在地導致排除性限制假設 (exclusion restriction) 遭到違反。

本文的其餘部分組織如下：第二章回顧相關文獻並提出假說；第三章介紹了實驗設計與材料；第四章展示了實驗結果；第五章則總結了本文發現並討論未來研究方向。



第二章 文獻回顧與假說

過去的研究已揭示真實天氣狀況與風險行為的關聯，其中又以研究天氣與股市活動為大宗。例如，相比於其他天氣，晴天時股市出現正報酬的機會較大 [參見 Saunders, 1993; Hirshleifer and Shumway, 2003]，且季節交替引起的日照變化亦與股市報酬有關 [Kamstra et al., 2003]。Bassi et al. [2013] 透過將受試者隨機分派到晴天與雨天的日子中，並量測他們的風險偏好發現，晴天時受試者展現出較多愛好風險的行為 (risk-taking behavior)。儘管有許多研究專注在天氣與風險行為的關聯，過往僅有少數研究嘗試回答天氣狀況與跨期選擇的關係。據我所知，Güven and Hoxha [2015] 是唯一一篇探討真實天氣狀況與時間偏好 (time preference) 的研究：透過發放問券的方式，他們發現日照時數越長，人更傾向於關心未來的報酬而非當下的報酬。根據他們的發現，我們提出假說 1。

假說 1 (跨期選擇). 平均而言，相較於在雨天的環境之下，暴露在晴天環境中的受試者傾向選擇較少 *SS* (較多 *LL*) 的選項。

文獻亦載明了天氣狀況對心理層面變數的影響。例如，晴朗的天氣被發現與正向的情緒、工作記憶 (working memory) 增強以及更廣闊的思維模式 (broader mindset) 有關 [Keller et al., 2005]，儘管每個個體對天氣的情緒反應具有異質性 [Klimstra et al., 2011]。根據這些線索，晴天之下的受試者除了應呈現出較正向的情緒之外 (假說 2)，得益於增強的工作記憶，他們回答跨期選擇時應較有效率，



回答所需的時間較短（假說3）。

假說2 (情緒). 相比於處於雨天環境下的受試者，處於晴天環境下的受試者具有較正向的情緒。

假說3 (反應時間). 相較於在雨天的環境之下，暴露在晴天環境中的受試者平均而言回答跨期選擇所需的時間比較短。

若假說1為真，我們欲進一步探討天氣狀況是透過何種渠道來影響跨期選擇。其中一種可能的渠道即為受試者的情緒。晴天通常會帶來好心情，而正向情緒與未來導向的行為有關 [Güven and Hoxha, 2015]。Lerner et al. [2013] 發現處於悲傷情緒的受試者比起處於中立情緒的受試者更容易呈現出短視近利的行為。同時，正向情感可能透過提高認知靈活性 (cognitive flexibility, 見 Isen [2008]) 來促進對 *LL* 選項的偏好 [Ifcher and Zarghamee, 2011; Lane, 2017]。因此，我們提出假說4。

假說4 (情緒作為中介變數). 天氣對跨期選擇的影響是透過天氣對情緒的影響傳遞的。相較於雨天，晴天透過使受試者有較正向的情緒，進而增強對 *LL* 選項的偏好（減少對 *SS* 選項的偏好）。

除了情緒之外，資訊搜集的模式，以及受試者將其注意力放在哪些資訊之上，也可能可以解釋假說1。Reeck et al. [2017] 發現在進行跨期選擇時，先搜集兩個選項的金額資訊，再搜集兩個選項的等待時間資訊的人 (comparator)，比起先整合各個選項內金額與等待時間的資訊，再進行選項間比較的人 (integrator)，更偏好選擇 *LL* 選項。據此，我們欲先驗證假說5，確認天氣會影響受試者的資訊搜集模式後，再驗證假說6，檢驗天氣是否透過「資訊搜集模式」來影響跨期選擇。此外，[Lempert and Phelps, 2016] 整理了不同框架效應 (framing) 對跨期選擇的影響，其中也包括當受試者將注意力放在不同屬性的資訊上時對跨期選擇的影響：當受試者將較多注意力放在報酬屬性的資訊時，受試者傾向選擇較多 *LL*

選項；當受試者的注意力被吸引至等待時間的資訊上時，受試者傾向選擇較多 SS 選項。同時，Amasino et al. [2019] 發現不同屬性（報酬與等待時間）可能是獨立影響跨期選擇的，暗示受試者對不同屬性資訊的重視程度可能可以解釋其做出之跨期選擇。據此，我們亦欲檢驗天氣是否使受試者在不同屬性的資訊上投注不同程度的注意力（假說 7），以及其是否解釋天氣對跨期選擇的影響（假說 8）。

假說 5 (資訊搜集模式). 在不同天氣條件之下，受試者以不同的模式來搜集資訊。具體而言，控制器射線在選項之內游移 (*option-wise transitions*，意即連續揭露同個選項內不同屬性的資訊)，以及在屬性之內游移 (*attribute-wise transitions*，意即連續揭露同個屬性但不同選項的資訊) 的相對次數比例可能在不同天氣狀態下有所不同。

假說 6 (資訊搜集模式作為中介變數). 天氣對跨期選擇的影響是透過天氣對資訊搜集模式的影響傳遞的。相較於雨天，晴天之下的受試者傾向先搜集兩個選項各自的報酬資訊，再搜集兩個選項的等待時間資訊，進而減少對 SS 選項之偏好。

假說 7 (注意力). 在不同天氣條件之下，受試者對不同屬性（報酬與等待時間兩種屬性）資訊投注之相對時間的比例可能不同。

假說 8 (注意力作為中介變數). 天氣對跨期選擇的影響是透過天氣對注意力的影響傳遞的。相較於雨天，晴天之下的受試者傾向將較多注意力放在報酬屬性的資訊上，進而減少對 SS 選項之偏好。





第三章 實驗設計與材料

3.1 參與受試者

我們透過台灣社會科學實驗室 (TASSEL) 以及台大交流版 (學生臉書社團) 招募了 231 位受試者 (男性 122 人, 女性 109 人; 18 - 45 歲, 平均為 22.16 歲, 標準差為 3.78 歲)。參與者在實驗前皆已閱讀及簽署知情同意書, 並於實驗後獲得定額車馬費新台幣 150 元以及額外報酬。所有的實驗程序及材料 (experiment procedures and materials) 已通過國立臺灣大學的行為與社會科學研究倫理委員會 (Research Ethics Committee, REC) 審查。

3.2 實驗程序

受試者被要求在穿戴 VR 頭戴裝置的情況下, 於虛擬實境中的虛擬公園完成兩階段的實驗, 並在取下 VR 頭戴裝置後填寫實驗後問卷。每階段的實驗中, 受試者需完成 25 回合之跨期選擇問題 (見第 B.1 節)、Paas 認知負荷主觀評價量表 (Paas Cognitive Load Scale, 見第 B.2 節) 以及國際積極消極情感量表縮減版 (International Positive and Negative Affect Schedule Short-Form, I-PANAS-SF, 見第 B.3 節)。第一階段實驗結束之後, 實驗者會要求受試者脫下頭盔, 並在休息三分鐘之後再戴上頭盔進行第二階段的實驗。完成第二階段的實驗之後, 實驗者

會協助受試者脫下頭盔，並引導受試者至電腦前接續填寫人口學調查以及其他問券。完成所有環節之後，我們會與受試者約定何時將定額車馬費以及額外報酬匯至受試者的郵局帳戶。



在每個階段，虛擬公園的環境呈現不同的天氣狀況——晴天或是雨天。本文的實驗操弄為兩階段虛擬實境中天氣狀況的順序，亦即受試者被雙盲地隨機分配到兩個條件之一：第一階段為晴天且第二階段為雨天 (*SunnyFirst* 組)，或第一階段為雨天且第二階段為晴天 (*RainyFirst* 組)。此設計允許我們進行受試者間和受試者內的比較。

3.3 跨期選擇

在每道跨期選擇題中，受試者需在一個 *SS* 選項與一個 *LL* 之間擇一。第一階段的 *SS* 獲得報酬的時間範圍為 0 至 19 天，報酬範圍為 202 至 249 新台幣；而 *LL* 獲得報酬的時間範圍為 3 至 51 天，金額範圍為 211 至 276 新台幣。第二階段跨期選擇題中，獲得報酬的時間和報酬範圍與第一階段類似（參見第 B.1 節）。每階段中的題目順序由電腦隨機排列。題目之間的時間間隔（ITI, Intertrial interval）為 8 至 11 秒。

在回答每道跨期選擇問題之前，受試者需使用手把控制器點擊位於視野正中心的紅色按鈕，確保控制器於每題開始前重置到相同的起始位置。按下按鈕之後，跨期選擇問題的面板會在受試者眼前以紅色按鈕為正中心擴展開來，其中包括四個灰色區域和兩個橙色確認按鈕。灰色區域隱藏著選項的資訊，受試者需將控制器射線指向灰色區域以揭露資訊，且當控制器射線未觸碰到灰色區域時，這些資訊將維持，或回復為遮蔽狀態。受試者在回答每道跨期選擇題時面板的變化如圖 3.1 (a) 所示。面板的左、右側各代表一個選項，每一側的灰色區域內包含

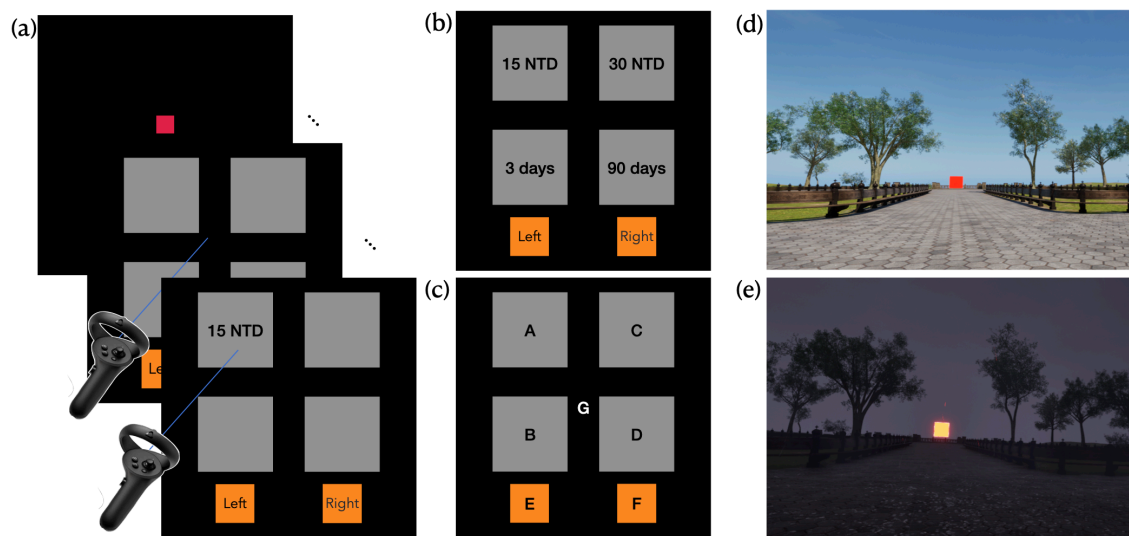


Figure 3.1: (a) 在每道跨期選擇題之前，受試者面前會出現一個紅色按鈕。按下按鈕後，跨期選擇面板會顯現在正前方，受試者此時可使用手把控制器揭露資訊並進行選擇。當控制器光束進入指定區域時，該區域資訊會顯現出來。黑色背景代表虛擬公園。(b) 每個選項（左側和右側選項）各含一個報酬與時間的資訊。在示例中，左側為 *SS* 選項，右側為 *LL* 選項。(c) 我們將跨期選擇面板分為區域 A、B、C、D、E、F 和 G。其中區域 A、B、C 和 D 為本研究定義的「感興趣區域 (region of interests, ROIs)」。報酬資訊始終顯示於區域 A 和 C (報酬 ROIs)，等待時間資訊始終顯示於區域 B 和 D (時間 ROIs)，區域 E 和 F 分別為左側和右側選項的確認按鈕，區域 G 則為背景 (虛擬公園)。(d) 和 (e): 分別為晴天與雨天的虛擬公園畫面截圖。

該選項的等待時間與報酬資訊。電腦隨機分配 *SS* 和 *LL* 到左側或右側。例如，圖 3.1 (b) 中左側的選項代表在三天後獲得新台幣 15 元，而右側的選項代表在三個月後獲得新台幣 30 元。受試者可持續搜集資訊直至願意做出選擇。當受試者欲進行決策時，他們需點擊標有「Left」或是「Right」的橘色確認按鈕來選擇其偏好的選項。

為評估實際報酬的影響，實驗結束後，實驗者用電腦從 50 道跨期選擇中隨機抽取一道來實現。受試者在實驗前即被告知，其新台幣 150 元之定額車馬費將根據被隨機抽取題目中獲得報酬的時間分為兩次支付。例如，若抽取中圖 3.1 (b) 所示的題目，受試者將在三天後及三個月後各獲得新台幣 75 元之定額車馬費。此舉確保受試者在進行跨期選擇之前，無論選擇哪個選項，在兩個時間點查詢帳戶的成本均相同。若受試者在此道跨期選擇中選擇右側 (*LL*) 的選項，則三個月之後，受試者將於車馬費之外獲得額外新台幣 30 元。

3.3.1 資訊搜集過程

為了捕捉資訊搜集過程，我們追蹤了控制器射線的位置與時間戳記。如圖 3.1 (c) 所示，跨期選擇面板被劃分為七個區域，包含兩個顯示報酬資訊的區域、兩個顯示等待時間資訊的區域、「左側選項」和「右側選項」的確認按鈕，以及剩下的其他區域。每當射線移動到一個新的區域時，電腦便自動記錄當下的時間戳記及其區域。本文中 VR 設備的運行速率為每秒 30 至 40 幀，這使我們能夠每 25 至 33 毫秒檢測一次射線的位置。根據這些時間戳記，我們得以計算出受試者揭露各區域資訊的順序以及每次停留在該區域的時間。



3.4 其餘問卷材料

受試者透過點擊問卷面板上的數字，依序於虛擬實境中完成 Paas 認知負荷主觀評價量表以及國際積極消極情感量表縮減版。以下是這些問券的說明：

- Paas 認知負荷主觀評價量表：在每個階段結束後，受試者使用 9 點李克特量表 (Likert scale) 評估其主觀答題難度與耗費的心智能量，1 表示「低」，9 表示「高」。根據此量表，我們衍生出兩個變數，分別為受試者 i 在階段 p 所耗費的「心智能量」($MentalEffort_{ip}$) 與答題的「困難感」($Difficulty_{ip}$)，此二變數的範圍均介於 1 至 9。
- 國際積極消極情感量表縮減版：這份包含 10 項情緒的問卷，用於評估受試者在 VR 實驗中經歷的正向與負向情緒。受試者使用 5 點李克特量表 (Likert scale) 作答 (1 表示「低」，5 表示「高」)。根據此問券的回應，我們計算出 $EmotionValence_{ip}$ (情緒效價)，即受試者 i 在階段 p 的正向情緒得分總和減去負向情緒得分總和。 $EmotionValence_{ip}$ 的值介於 -20 至 20 之間，若該值為正，代表受試者的正向情緒大於負向情緒；反之，若該值為負，代表受試者的負向情緒大於正向情緒。若該值為 0，則代表受試者的情緒處於中立狀態。

我們還使用 Qualtric 平台建置電腦問卷，收集人口統計資訊、樂觀水平 (採用 Revised Life Orientation Test, Scheier et al., 1994)、進行決策時是否考慮郵局利率，以及對真實天氣現象的偏好。人口統計變數包括性別、年齡、收入及學術主修 (問卷詳見第 B.4 節)。



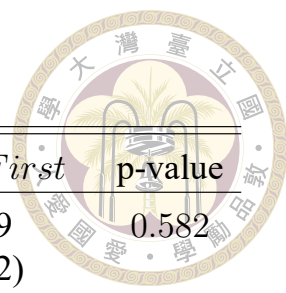


第四章 結果

在實驗中，121 位受試者在第一階段經歷了雨天條件，在第二階段經歷了晴天條件（*RainyFirst* 組）；另有 110 位受試者的順序則相反（*SunnyFirst* 組）。首先，我們透過比較這兩組人於電腦問卷的回答（包括人口學統計特徵）來檢驗隨機分組的有效性。表 4.1 顯示，*RainyFirst* 與 *SunnyFirst* 組之間，性別、年齡、薪資、樂觀程度、主修科目以及是否考慮郵局利率等變數的差異均未達統計顯著性（兩組變數的雙樣本 *t* 檢定所對應的 *p*-value 均大於 0.05，最小的 *p*-value 為 0.389）。

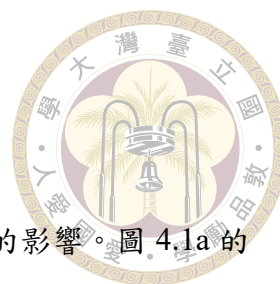
接著，通過受試者內的比較，雖然我們未觀察到天氣條件顯著的影響跨期選擇，但此陰性結果可能受到學習效應（learning effect）和順序效應（order effect）的影響。為了解決這一問題，我們進行了跨受試者的比較，發現處於晴天條件下的受試者，選擇 *SS* 選項的比例比在雨天條件下高出 7.4% ($p < 0.1$)。進一步的中介分析發現，「揭露資訊的次數」是導致此結果的關鍵機制；有趣的是，儘管晴天條件下的受試者在資訊處理上表現出更高的耐心，他們的跨期選擇決策卻顯得急躁、短視近利。

Table 4.1: 敘述統計（電腦問卷）



變數	ALL	<i>RainyFirst</i>	<i>SunnyFirst</i>	p-value
Male	0.528 (0.5)	0.545 (0.5)	0.509 (0.502)	0.582
Age	22.165 (3.782)	22.215 (3.534)	22.109 (4.053)	0.833
Income(K)	12.668 (6.309)	12.676 (6.257)	12.66 (6.394)	0.984
Optimism	14.355 (4.301)	14.207 (4.242)	14.518 (4.378)	0.584
Econ Major	0.126 (0.332)	0.107 (0.311)	0.145 (0.354)	0.389
Consider Interest Rate	0.221 (0.416)	0.223 (0.418)	0.218 (0.415)	0.928
Observations	231	121	110	

全部受試者以及各組受試者於電腦問卷之答覆的平均與標準差呈現於此。括號內為標準差。Male 是受試者性別的虛擬變數，若受試者回答自己的生理性別為男性則此值為 1，反之則為 0；Age 為受試者的年齡，以年為單位；Income(K) 為受試者的薪資，以新台幣千元為單位；Optimism 為受試者在 Revised Life Orientation Test 的得分，該分數介於 0 - 24 分，越高分代表該受試者越樂觀；Econ Major 為受試者主修科目的虛擬變數，若受試者主修或雙主修經濟學，則此值為 1，反之則為 0；Consider Interest Rate 則是受試者是否在決策過程中有考量郵局利率的虛擬變數，若受試者自評在回答跨期選擇時有參考郵局利率，則該值為 1，反之則為 0。Observations 則為各個組別的人數。兩組受試者資料的兩樣本 t 檢定所對應的 p-value 呈現於最後一欄。



4.1 受試者內的比較

我們首先透過受試者內的比較，探討天氣條件對跨期選擇的影響。圖 4.1a 的前兩欄展示了 *RainyFirst* 組中受試者在兩個階段選擇 *SS* 選項的比例，而第三和第四欄則呈現 *SunnyFirst* 組的數據。結果顯示，*RainyFirst* 組的受試者在晴天條件下選擇 *SS* 選項的比例為 32.8%，而雨天條件下選擇 *SS* 的比例較低，為 39.7%（兩樣本 *t* 檢定所對應的 *p*-value 為 0.08，參見表 C.4）；而 *SunnyFirst* 組則顯示相反的趨勢，晴天條件下選擇 *SS* 選項的比例高於雨天條件（晴天：47.1%，雨天：40.6%，兩樣本 *t* 檢定的 *p*-value 為 0.12，參見表 C.4）。因此，並未出現一致的模式顯示天氣條件導致更有耐心或更急躁的選擇。

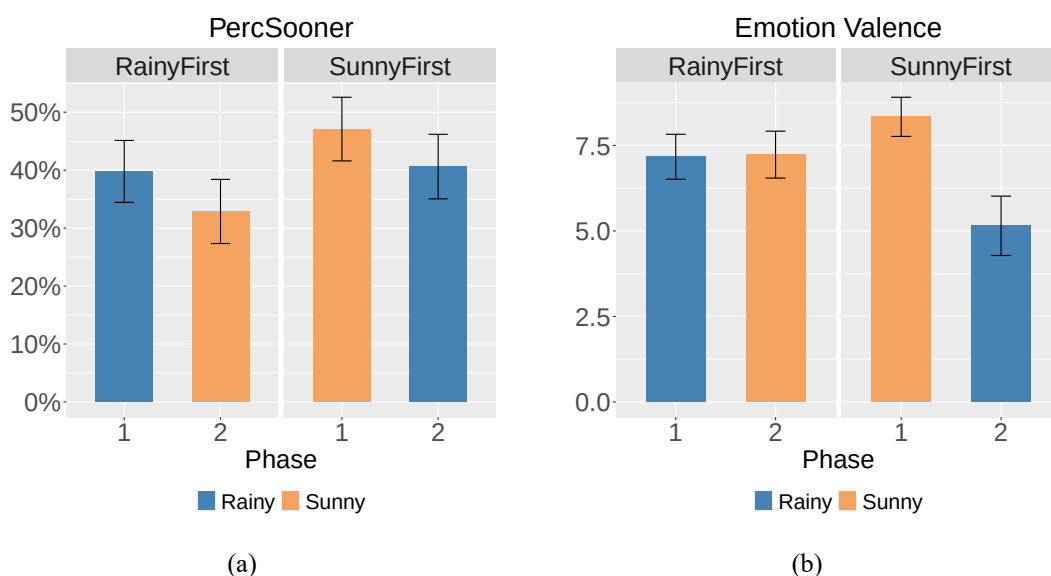
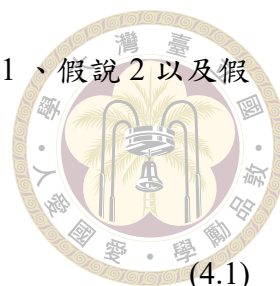


Figure 4.1: 前兩個欄位代表 *RainyFirst* 組受試者在第一、二階段的回答，而第三和第四個欄位則代表 *SunnyFirst* 組受試者在第一、二階段的回答。藍色代表晴天，而橘色則代表雨天。誤差線為 95% 的信賴區間。(a) 此圖展示了不同組別和階段中選擇 *SS* 選項的平均百分比 (*PercSooner*)。若 *PercSooner* 為 100%，則代表該組受試者在該階段中均選擇 *SS* 選項；反之，若 *PercSooner* 為 0%，則代表該組受試者在該階段中均選擇 *LL* 選項。(b) 此圖顯示了實驗中不同組別受試者在不同階段的情緒效價 (*EmotionValence*) 之平均值。*EmotionValence* 的可能範圍為介於 20 至 -20 之間。此圖顯示兩組受試者的 *EmotionValence* 在各個階段中平均而言皆是正的，代表正向情緒皆大於負向情緒。

回歸分析進一步確認了此陰性結果。我們利用回歸模型（式 4.1）估計天氣條



件對跨期選擇、情緒效價以及反應時間的影響（分別對應假說 1、假說 2 以及假說 3）：

$$Y_{ip} = \beta_0 + \beta_1 Sunny_{ip} + Sub_i + \epsilon_{ip}. \quad (4.1)$$

其中， Y_{ip} 為感興趣的變數，包括受試者 i 在階段 p 中，選擇 SS 的比例 ($PercSooner_{ip}$)，情緒效價 ($EmotionValence_{ip}$) 以及反應時間 ($ResponseTime_{ip}$)； $Sunny_{ip}$ 為晴天條件的虛擬變數 (dummy variable)； Sub_i 為受試者固定效應 (subject fixed effects)。結果顯示，天氣條件對 $PercSooner_{ip}$ 以及 $ResponseTime_{ip}$ 的影響在統計上不顯著（見表 4.2 第 (1)、(2) 欄），因而不支持假說 1 以及假說 3。然而，如表 4.2 第 (3) 欄所示， $Sunny$ 的係數為 1.552 ($p < 0.01$)，代表在控制受試者固定效應之後，晴天之下受試者的情緒效價顯著的高於雨天條件之下，支持假說 2。

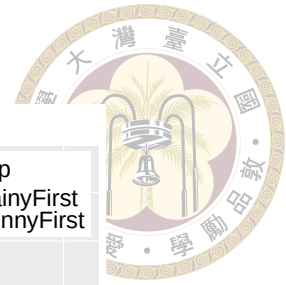
Table 4.2: 受試者內的比較

	Dependent variable:		
	<i>PercSooner</i>	<i>ResponseTime</i>	<i>EmotionValence</i>
	(1)	(2)	(3)
Sunny	-0.005 (0.008)	0.023 (0.183)	1.552*** (0.264)
Constant	0.263*** (0.061)	5.116*** (1.395)	11.724*** (2.008)
Subject fixed effects	Yes	Yes	Yes
Observations	462	461	462

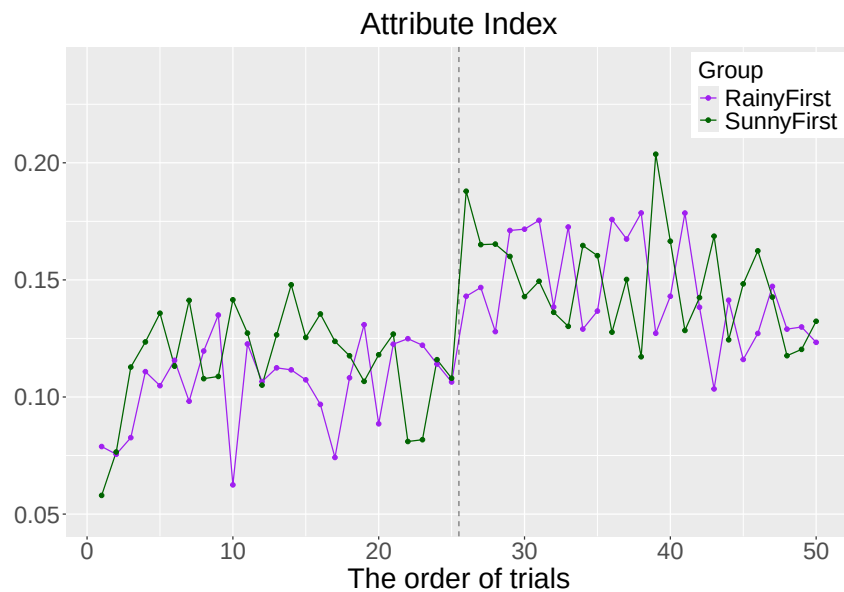
註：

* $p < 0.1$; ** $p < 0.05$; *** $p < 0.01$
括號內為標準誤差 (standard errors)

然而，我們發現顯著的順序效應 (order effect) 和學習效應 (learning effect)，促使我們轉向受試者間的比較。首先，圖 4.1b 顯示了情緒效價上的順序效應。*RainyFirst* 組的受試者在兩個階段之間，情緒效價沒有顯著變化（晴天：7.242，



(a)



(b)

Figure 4.2: 紫色線代表 *SunnyFirst* 組受試者的資料，而綠色線則是 *RainyFirst* 組的，虛線代表實驗中三分鐘的休息時間，分隔了第一階段與第二階段的資料。X 軸為受試者的答題次序，Y 軸則代表反應時間或屬性指數的值。(a) 此圖為兩組受試者在各個答題次序時，反應時間 (*ResponseTime*) 的平均值。Y 軸的單位為秒。(b) 此圖為兩組受試者在各個答題次序中，平均的屬性指數 (*AttributeIndex*) 之值。每個受試者 i 在答題次序為 t 時， $AttributeIndex_{it}$ 的定義為該答題次序中 $\frac{\text{報酬 ROIs 中總花費時間} - \text{時間 ROIs 中總花費時間}}{\text{報酬 ROIs 中總花費時間} + \text{時間 ROIs 中總花費時間}}$ 之值 (時間及報酬 ROIs 之定義請參見圖 3.1)。 $AttributeIndex$ 介於 -1 至 1 之間。若 $AttributeIndex$ 為正，代表相對於時間 ROIs，受試者在報酬 ROIs 中花費較多時間；反之亦然。

雨天：7.174，兩樣本 t 檢定的 p-value 為 0.89，參見表 C.4)；但 *SunnyFirst* 組的受試者在從第一階段的晴天過渡到第二階段的雨天時，情緒效價顯著下降（晴天：8.336，雨天：5.155，兩樣本 t 檢定的 p-value 小於 0.01，詳見表 C.4）。這表明，先前觀察到的天氣條件對情緒的影響（表 4.2 第 (3) 欄）主要由 *SunnyFirst* 組的受試者貢獻，且受試者在第二階段時的情緒除了受到該階段天氣狀況的影響之外，可能也與在第一階段時經歷的天氣狀況有關。於本文的實驗設計中，我們並未設置良好的控制組將階段間天氣變化的效果（第一階段為雨天轉至第二階段為晴天，或是第一階段為晴天轉至第二階段為雨天）納入考量，因此我們無法將此二者（該階段的天氣狀況與階段間的天氣變化）效果分離（詳見第五章）。

其次，受試者搜集資料時側重的資訊屬性以及決策時間，在階段間有系統性的改變，這可能是由於學習效應所導致。若學習效應主導了受試者在第二階段時進行跨期選擇的行為，則該階段中天氣狀況對跨期選擇的影響就可能受到抑制，進而導致了我們進行受試者內的分析時所觀察到天氣對跨期選擇的陰性結果。圖 4.2a 顯示，兩組受試者在第二階段做出決策所花的時間皆較第一階段較少（*RainyFirst* 組第一階段反應時間平均為 6.849 秒，第二階段為 4.909 秒，兩樣本 t 檢定的 p-value 小於 0.01；*SunnyFirst* 組第一階段反應時間平均為 7.648 秒，第二階段為 5.466 秒，兩樣本 t 檢定的 p-value 小於 0.01，參見表 C.4）。此外，圖 4.2b 顯示屬性指數（*AttributeIndex*）從第一階段到第二階段有所提升。受試者 i 在答題次序為 t 時的屬性指數定義如下：

$$AttributeIndex_{it} := \frac{\text{報酬 ROIs 中總花費時間} - \text{時間 ROIs 中總花費時間}}{\text{報酬 ROIs 中總花費時間} + \text{時間 ROIs 中總花費時間}}$$

$AttributeIndex_{it}$ 介於 -1、1 之間，當此值越大，代表比起等待時間的資訊，受試者更在意報酬大小的資訊。結果顯示，儘管受試者在兩個階段中皆比較在意報酬大小的資訊，第二階段時這種傾向趨於（強烈 *RainyFirst* 組

第一階段 $AttributeIndex_i = \sum_{t=1}^{25} AttributeIndex_{it}$ 的平均為 0.106，第二階段 $AttributeIndex_i = \sum_{t=26}^{50} AttributeIndex_{it}$ 的為 0.145，兩樣本 t 檢定的 p-value 為 0.09；*SunnyFirst* 組第一階段 $AttributeIndex_i$ 的平均為 0.115，第二階段的平均為 0.149，兩樣本 t 檢定的 p-value 為 0.07，參見表 C.4）。這些結果顯示無論是 *SunnyFirst* 或 *RainyFirst* 組別中的受試者，皆在第二階段時採用不同於第一階段時的決策策略，並以較少的時間回答跨期選擇，展示了潛在的學習效應並可能進而削弱了天氣在第二階段的影響。有鑑於潛在的順序效應與學習效應，我們將分析資料的重點轉向受試者間的比較。

4.2 受試者間的比較

為了解決受試者內比較的局限性，我們轉往進行受試者間的比較。圖 4.1a 的第一和第三欄顯示，晴天條件下的受試者選擇 *SS* 選項的比例高於雨天條件（晴天：47.1%，雨天：39.7%，參見表 C.4）。我們使用以下回歸模型（式 4.2）來檢驗此效果的顯著性：

$$Y_i = \beta_0^0 + \beta_1^0 Sunny_i + X_i \gamma^0 + \epsilon_i. \quad (4.2)$$

其中， Y_i 為感興趣的變數，包括受試者 i 在第一階段中，選擇 *SS* 的比例（ $PercSooner_i$ ），情緒效價（ $EmotionValence_i$ ）以及反應時間（ $ResponseTime_i$ ）； $Sunny_i$ 代表晴天條件的虛擬變數； X_i 則包括年齡、性別和收入等控制變數。表 4.3 第 (1)、(2) 欄顯示，晴天下受試者選擇 *SS* 選項的比例比起雨天條件之下的受試者顯著地多出 7.4%（ $p < 0.1$ ），且控制 X_i 後，此效果依然穩定。此一結果與假說 1 相反：比起經歷雨天條件的受試者，經歷晴天條件的受試者更加偏好 *SS*



選項。儘管與預期不同，我接下來將於第 4.2.1 子節中以中介分析來探討此現象可能的成因。

此外，表 4.3 第 (3)、(4) 欄的結果支持假說 2：經歷晴天的受試者平均而言比起經歷雨天條件的受試者情緒效價顯著的高出 1.163 ($p < 0.05$ ，晴天：8.336，雨天：7.174，參見表 C.4)，且控制 X_i 後，此效果依然穩定。然而，如表 4.3 第 (5)、(6) 欄所示，儘管我們發現天氣對回答跨期選擇所需的時間有所影響：經歷晴天的受試者的反應時間平均而言比起經歷雨天的受試者長 0.799 秒 ($p < 0.05$ ，晴天：7.648 秒，雨天：6.849 秒，參見表 C.4)，且控制 X_i 後，此效果依然穩定，這個結果與假說 3 的預想相反。

Table 4.3: 受試者間的比較

	<i>Dependent variable:</i>					
	<i>PercSooner</i>		<i>ResponseTime</i>		<i>EmotionValence</i>	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Sunny	0.074* (0.040)	0.072* (0.039)	0.799** (0.372)	0.772** (0.371)	1.163** (0.455)	1.154** (0.458)
Age		0.005 (0.006)		-0.058 (0.053)		-0.010 (0.065)
Male		-0.055 (0.040)		-0.581 (0.372)		-0.213 (0.459)
Income(K)		0.005 (0.003)		-0.006 (0.032)		-0.002 (0.039)
Constant	0.397*** (0.027)	0.255** (0.121)	6.849*** (0.256)	8.541*** (1.140)	7.174*** (0.314)	7.539*** (1.406)
Observations	231	231	231	231	231	231

註：

* $p < 0.1$; ** $p < 0.05$; *** $p < 0.01$
括號內為標準誤差 (standard errors)



4.2.1 中介分析

為探討天氣影響跨期選擇背後的機制，我們進行了中介分析。潛在的中介變數包括資訊搜集模式、注意力和情緒效價。首先，我們使用以下回歸模型（式 4.3）估計天氣條件對這些中介變數的影響：

$$M_i^{(\cdot)} = \beta_0^{1(\cdot)} + \beta_1^{1(\cdot)} Sunny_i + \gamma^{1(\cdot)} X_i + \epsilon_i^{1(\cdot)}. \quad (4.3)$$

其中中介變數 $M_i^{(\cdot)}$ 包括：

- $M_i^{LUT} := \frac{1}{25} \sum_{t=1}^{25} LookUpTimes_{it}$ ，其中 $LookUpTimes_{it}$ 表示受試者 i 在答題次序為 t 時的掀開資訊的次數。晴天條件下受試者的 M_i^{LUT} 平均為 10.779 次，雨天條件下平均為 9.443 次（詳見表 C.4）。

- $M_i^P := \frac{1}{25} \sum_{t=1}^{25} Payne_{it}$ ，其中受試者 i 在答題次序為 t 時的 $Payne_{it}$ 定義為

$$Payne_{it} := \frac{\text{選項之內游移的次數} - \text{屬性之內游移的次數}}{\text{選項之內游移的次數} + \text{屬性之內游移的次數}}$$

。 $Payne_{it}$ 介於 -1 至 1 之間。若受試者傾向連續揭露同個選項（option-wise）的資訊，而非連續揭露同個屬性（attribute-wise）的資訊，則 $Payne_{it}$ 越大；反之，則 $Payne_{it}$ 越小。我們將 $Payne_{it}$ 作為衡量受試者資訊搜集模式的變數，用以驗證假說 5。晴天條件下受試者的 M_i^P 平均為 -0.215，雨天條件下平均為 -0.225（詳見表 C.4），代表兩組受試者平均而言皆傾向連續揭露同個屬性的資訊。

- $M_i^{AI} := \frac{1}{25} \sum_{t=1}^{25} AttributeIndex_{it}$ 。 $AttributeIndex_{it}$ 的定義請參見第 4.1 節。

如果受試者花更多時間查看報酬資訊而非等待時間的資訊，則 $AttributeIndex_{it}$ 為正，反之則為負。我們用 $AttributeIndex_{it}$ 作為衡量受試者注意力的變數，以驗證假說 7。晴天條件下受試者的 M_i^{AI} 平均為 0.115，雨天條件下為 0.106（詳見表 C.4），代表兩組受試者平均而言皆花較多時間查看報酬的資訊而非等待時間的資訊。

- $M_i^{EV} := EmotionValence_i$ ，詳細定義請參見第 3.4 節。晴天條件下受試者的 M_i^{EV} 平均為 8.336，雨天條件下為 7.174（參見表 C.4），代表兩組受試者的正向情緒皆高於負向情緒。

Table 4.4: 受試者間的比較：天氣對潛在中介變數的影響

	<i>Dependent variable:</i>			
	M^{LUT}	M^P	M^{AI}	M^{EV}
	(1)	(2)	(3)	(4)
Sunny	1.329*** (0.486)	0.009 (0.038)	0.009 (0.019)	1.154** (0.458)
Age	-0.129* (0.069)	-0.0004 (0.005)	0.005* (0.003)	-0.010 (0.065)
Male	0.170 (0.487)	-0.026 (0.038)	-0.013 (0.019)	-0.213 (0.459)
Income(K)	0.007 (0.042)	-0.001 (0.003)	-0.003** (0.002)	-0.002 (0.039)
Constant	12.128*** (1.494)	-0.194* (0.116)	0.047 (0.058)	7.539*** (1.406)
Observations	231	231	231	231

註：

*p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

括號內為標準誤差（standard errors）

表 4.4 顯示，在控制 X_i 之後，晴天條件下的受試者比起在雨天條件下受試者的 M^{EV} 顯著的高出 1.154（ $p < 0.05$ ）。然而，我們並未發現天氣對於 M^P 和

M^{AI} 有顯著的影響，因而不支持假說 5、假說 6、假說 7 以及假說 8。此外，我們發現沒有列於我們原先假說中的現象：控制 X_i 之後，晴天條件下的受試者平均而言比起雨天條件下的受試者多掀開了 1.329 次資訊 ($p < 0.01$)。



為何相較於雨天條件，晴天條件之下受試者揭露資訊的次數較多，且反應時間較長？有以下兩種可能的解釋。其一，晴天條件之下受試者的認知能力下滑，因而需要更長的時間以及多次的複習資訊才能進行決策。其二，相較於雨天條件下的受試者，晴天時受試者願意進行更仔細的思量，以做出品質更好的決策。在第一種說法之下，晴天條件下的受試者除了應感受到回答跨期選擇時付出的心智能量 (mental effort) 較多之外，回答時感受到的難度 (difficulty) 也應較高，所做出的跨期選擇也更可能違反遞移性 (transitivity)；在第二種說法之下，儘管晴天下的受試者也會認為回答跨期選擇時付出的心智能量較高 (mental effort)，他們主觀的答題難度 (difficulty) 應與雨天條件下的受試者相同，且做出的跨期選擇品質應較高，較不容易違背遞移性 (transitivity)。

我透過以下回歸模型 (式 4.4) 以分析天氣條件是否影響受試者付出的「心智能量」或是主觀「問題難度」：

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 Sunny_i + X_i\gamma + \epsilon_i. \quad (4.4)$$

其中， Y_i 為感興趣的變數，包括受試者 i 在第一階段中回答跨期選擇時付出的「心智能量」($MentalEffort_i$) 以及主觀「問題難度」($Difficulty_i$)； $Sunny_i$ 代表晴天條件的虛擬變數； X_i 則包括年齡、性別和收入等控制變數。結果如表 4.5 第 (1)、(2) 欄所示，相較於雨天，晴天條件下的受試者自評在回答跨期選擇時付出了較多心力 ($p < 0.1$ ，在晴天條件下的受試者 $MentalEffort$ 平均分數為 3.609，雨天條件下為 3.19，詳見表 C.4)；然如表 4.5 第 (3)、(4) 欄所示，兩種天氣條件下，

受試者感受到的題目難度並無顯著不同，因而較支持第二種說法。至於有關遞移性的違反，因本文所設計之跨期選擇並非針對遞移性，我們僅能進行初步的分析（參見第 D.2 節）。結果顯示，晴天條件與雨天條件中，違反遞移性的人數僅皆為四人，各占晴天條件中人數的 3.3% 與雨天條件中的 3.6%，因此尚不能得知天氣條件是否影響遞移性的違反。此部分留待未來研究進行探討。

Table 4.5: 受試者間的比較：天氣對 Paas 認知負荷主觀評價量表項目的影響

	<i>Dependent variable:</i>			
	<i>Mental Effort</i>		<i>Difficulty</i>	
	(1)	(2)	(3)	(4)
Sunny	0.419* (0.237)	0.434* (0.237)	0.302 (0.219)	0.292 (0.219)
Age		-0.007 (0.034)		-0.017 (0.031)
Male		0.440* (0.237)		-0.194 (0.220)
Income(K)		0.001 (0.020)		-0.019 (0.019)
Constant	3.190*** (0.163)	3.092*** (0.727)	2.926*** (0.151)	3.648*** (0.674)
Observations	231	231	231	231

註：

*p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01
括號內為標準誤差（standard errors）

接著，我透過以下回歸模型（式 4.5）檢驗情緒效價以及揭露資訊的次數是否解釋了天氣對跨期選擇的影響：

$$PercSooner_i = \beta_0^{2(\cdot)} + \beta_1^{2(\cdot)} Sunny_i + \beta_2^{2(\cdot)} M_i^{(\cdot)} + \gamma^{2(\cdot)} X_i + \epsilon_i. \quad (4.5)$$

表 4.6 (2) 欄顯示，情緒效價與跨期選擇並無關聯，並非天氣影響跨期選擇的



Table 4.6: 受試者間的比較：中介分析

	<i>Dependent variable:</i>	
	<i>PercSooner</i>	
	(1)	(2)
M^{LUT}	0.012** (0.005)	
M^{EV}		0.002 (0.006)
Sunny	0.056 (0.040)	0.070* (0.040)
Constant	0.103 (0.136)	0.240* (0.129)
Control variables	Yes	Yes
Observations	231	231

註： *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

括號內為標準誤差 (standard errors)

控制變數 (control variables) 包括年齡 (Age)、性別 (Male) 以及薪資 (Income(K))。

中介變數（不支持假說4）。而第(1)欄則顯示，控制 M^{LUT} 後，天氣的效果變得不顯著，表明「掀開資訊的次數」可以完全解釋天氣對跨期選擇的影響。這暗示比起雨天條件下的受試者，晴天條件下的受試者在回答跨期選擇時揭露了較多次的資訊（可能是因為受試者在晴天條件下更願意仔細思量後再做出決策），並做出了較沒有耐心（選擇更多的 SS 選項）的決策。天氣條件乃透過「掀開資訊的次數」這條途徑來影響跨期選擇（間接效果），而非直接影響跨期選擇。

給定晴天時受試者願意進行更仔細的思量，為何此現象會導致受試者傾向選擇較短視近利的選擇呢？Kessler et al. [2017] 發現，受試者的最適選擇在 1 分鐘的尺度內並非是固定不變的，意即受試者較早期、直覺的選擇可能與晚期、仔細思量過的選擇不同。於本文中，天氣是透過「揭露資訊的次數」來影響跨期選擇，據此，我們猜測當進行跨期選擇時，思量的時間越長，受試者對 SS 選項的偏好增加，因而出現了本文中觀察到的現象。然此猜測仍待未來研究驗證。



第五章 結論與討論

本研究利用虛擬實境（VR）頭戴式裝置，探討天氣的視聽刺激對跨期選擇的因果關係。雖然以往研究表明晴天與未來導向行為之間存在正相關，但本文透過受試者間的比較發現，在晴天條件下，受試者花費更多心力，更有耐心地檢視較多次的資訊，卻做出比在雨天條件下的受試者更短視近利的跨期選擇。此外，儘管天氣條件以預期的方式影響了情緒效價（無論是受試者間的比較還是受試者內的比較均顯示相同結果：晴天條件下受試者的情緒效價顯著高於雨天條件下），我們並未發現支持情緒效價中介天氣對跨期選擇影響的證據，這與先前文獻的結果有所不同。

本研究還發現天氣條件的順序對情緒效價的變化具有影響。具體而言，從晴天轉為雨天會導致情緒效價顯著下降，而從雨天轉為晴天則不會，這表明天氣對情緒的影響可能取決於先前經歷的天氣。我們還觀察到，天氣條件對於 *RainyFirst* 和 *SunnyFirst* 組別的跨期選擇有不同影響：*RainyFirst* 組的受試者在晴天條件下傾向於選擇更少 *SS* 選項，而 *SunnyFirst* 組則相反。然而，此一效應可能受到與天氣條件無關的因素所驅動。例如，如果兩組受試者隨時間推移普遍傾向於選擇較少的 *SS* 選項，那麼我們也可能觀察到上述現象。以區分受試者隨時間推移而更不偏好 *SS* 選項的趨勢與天氣對跨期選擇的影響，以及控制先前階段的天氣狀態對當前階段天氣狀態的情緒的影響，未來研究應奠基於本文的實驗架構，並額外設置兩組實驗組：一組受試者經歷相同的兩階段實驗，但始終處

於雨天條件；另一組則在兩階段實驗中始終處於晴天。這兩組受試者進行之跨期選擇以及情緒效價的回應將作為更好的控制組，使我們能進一步探索天氣變化、情緒與跨期選擇之間的關係。



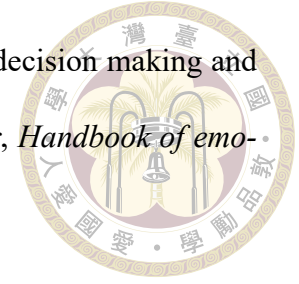
儘管本文重點在於探討天氣是否以及如何影響跨期選擇，但所使用的天氣刺激仍與實際天氣狀況有所不同。具體而言，為了隨機分配天氣條件給受試者，本文使用虛擬實境（VR）模擬視聽刺激，主要涵蓋三個方面：聲音、動畫和亮度。在晴天條件下，受試者不會聽到任何聲音，眼前也沒有動畫，因為沒有雲朵遮蔽，整體環境亮度較高；而在雨天條件下，受試者會聽到雨聲並看到不斷落下的雨滴動畫，天空烏雲密佈，因此整體環境亮度較暗。除了上述視聽刺激外，我們並未考慮晴雨天其他方面。因此，當同時考慮其他因素（例如：溫度及濕度）時，本文所觀察到的結果可能會有所變動。此外，由於晴、雨天條件在聲音、動畫和亮度三個方面皆存在差異，我無法將天氣對跨期選擇的影響歸因於任何單一變數。



參考文獻

- Almås, I., Auffhammer, M., Bold, T., Bolliger, I., Dembo, A., Hsiang, S. M., Kitamura, S., Miguel, E., and Pickmans, R. (2019). Destructive behavior, judgment, and economic decision-making under thermal stress. Technical report, National Bureau of Economic Research.
- Amasino, D. R., Sullivan, N. J., Kranton, R. E., and Huettel, S. A. (2019). Amount and time exert independent influences on intertemporal choice. *Nature human behaviour*, 3(4):383–392.
- Bassi, A., Colacito, R., and Fulghieri, P. (2013). ' o sole mio: An experimental analysis of weather and risk attitudes in financial decisions. *The Review of Financial Studies*, 26(7):1824–1852.
- Guven, C. and Hoxha, I. (2015). Rain or shine: Happiness and risk-taking. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 57:1–10.
- Hirshleifer, D. and Shumway, T. (2003). Good day sunshine: Stock returns and the weather. *The journal of Finance*, 58(3):1009–1032.
- Ifcher, J. and Zarghamee, H. (2011). Happiness and time preference: The effect of positive affect in a random-assignment experiment. *American Economic Review*, 101(7):3109–3129.

Isen, A. M. (2008). Some ways in which positive affect influences decision making and problem solving. In M. Lewis, J.M. Haviland-Jones, L. B., editor, *Handbook of emotions, 3rd edition*, pages 548–573. The Guilford Press, New York.



Kamstra, M. J., Kramer, L. A., and Levi, M. D. (2003). Winter blues: A sad stock market cycle. *American economic review*, 93(1):324–343.

Keller, M. C., Fredrickson, B. L., Ybarra, O., Côté, S., Johnson, K., Mikels, J., Conway, A., and Wager, T. (2005). A warm heart and a clear head: The contingent effects of weather on mood and cognition. *Psychological science*, 16(9):724–731.

Kessler, J., Kivimaki, H., and Niederle, M. (2017). Thinking fast and slow: generosity over time. *Preprint at http://assets.wharton.upenn.edu/~juddk/papers/KesslerKivimakiNiederle_GenerosityOverTime.pdf*.

Klimstra, T. A., Frijns, T., Keijsers, L., Denissen, J. J., Raaijmakers, Q. A., Van Aken, M. A., Koot, H. M., Van Lier, P. A., and Meeus, W. H. (2011). Come rain or come shine: individual differences in how weather affects mood. *Emotion*, 11(6):1495.

Lane, T. (2017). How does happiness relate to economic behaviour? a review of the literature. *Journal of behavioral and experimental economics*, 68:62–78.

Lee, J. J., Gino, F., and Staats, B. R. (2014). Rainmakers: Why bad weather means good productivity. *Journal of Applied Psychology*, 99(3):504.

Lempert, K. M. and Phelps, E. A. (2016). The malleability of intertemporal choice. *Trends in cognitive sciences*, 20(1):64–74.

Lerner, J. S., Li, Y., and Weber, E. U. (2013). The financial costs of sadness. *Psychological science*, 24(1):72–79.

Mellon, J. (2023). Rain, rain, go away: 195 potential exclusion-restriction violations for studies using weather as an instrumental variable. *Available at SSRN 3715610*.

Paas, F. G. (1992). Training strategies for attaining transfer of problem-solving skill in statistics: a cognitive-load approach. *Journal of educational psychology*, 84(4):429.

Reeck, C., Wall, D., and Johnson, E. J. (2017). Search predicts and changes patience in intertemporal choice. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(45):11890–11895.

Saunders, E. M. (1993). Stock prices and wall street weather. *The American Economic Review*, 83(5):1337–1345.

Scheier, M. F., Carver, C. S., and Bridges, M. W. (1994). Distinguishing optimism from neuroticism (and trait anxiety, self-mastery, and self-esteem): a reevaluation of the life orientation test. *Journal of personality and social psychology*, 67(6):1063.

Sinclair, R. C., Mark, M. M., and Clore, G. L. (1994). Mood-related persuasion depends on (mis) attributions. *Social Cognition*, 12(4):309–326.

Sutter, M., Kocher, M. G., Glätzle-Rützler, D., and Trautmann, S. T. (2013). Impatience and uncertainty: Experimental decisions predict adolescents' field behavior. *American Economic Review*, 103(1):510–531.

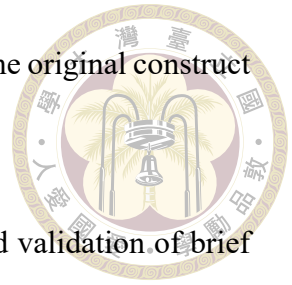
Sweller, J., Van Merriënboer, J. J., and Paas, F. (2019). Cognitive architecture and instructional design: 20 years later. *Educational psychology review*, 31:261–292.

Thompson, E. R. (2007). Development and validation of an internationally reliable short-form of the positive and negative affect schedule (panas). *Journal of cross-cultural psychology*, 38(2):227–242.

Van Gog, T. and Paas, F. (2008). Instructional efficiency: Revisiting the original construct in educational research. *Educational psychologist*, 43(1):16–26.

Watson, D., Clark, L. A., and Tellegen, A. (1988). Development and validation of brief measures of positive and negative affect: the panas scales. *Journal of personality and social psychology*, 54(6):1063.

郭佳倫 (2009). 旅遊環境與體驗影響遊客心理效益之探討. Master's thesis, 國立臺灣大學.





附錄 A — 實驗說明

A.1 實驗說明簡報

於本節中，我們附上了實驗說明簡報。受試者需聆聽實驗者進行簡報、確保理解實驗內容，以及閱讀並簽署知情同意後方能進行實驗。



歡迎蒞臨本場實驗

- 請翻開桌上的研究參與者知情同意書，並閱讀：
 - 第一點：研究目的
 - 第二點：參與研究的條件與限制
 - 第五點：研究潛在風險、發生率、及救濟措施
 - 第九點：損害補償或保險
 - 第十點：研究之退出方式及處理
- 實驗進行中，請勿使用手機或上網

實驗說明

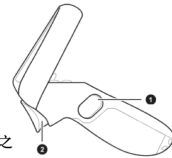
(a) 第一頁

- 本實驗遵守無記名原則，您的決策數據僅會連結至您的受試者編號
 - 本場實驗共兩階段，加上實驗後問券的填寫，所需時間約為 90 分鐘
 - 每階段包括於 VR 頭盔中進行之跨期選擇問題，以及問券填寫
 - 兩階段之間有約 3 分鐘的休息時間
 - 您將在完成實驗後獲得定額車馬費 150 元，加上決策實驗中獲得的額外報酬
- 實驗說明 | 第一階段 | 休息 | 第二階段 | 填寫實驗後問券
- 於頭盔內進行 | 於頭盔內進行

(b) 第二頁

實驗說明

- 實驗將在實驗者為您戴上 VR 頭盔後開始，實驗中，請利用手把控制器的食指按鈕進行決策
- 手把控制器食指按鈕位於圖中的 ❶
- 本場實驗中，您僅會使用到食指按鈕，請勿按壓其他按鈕
- 在戴上頭盔之前，實驗人員將會請您試握手把控制器
- 請您於戴上頭盔之後，在實驗人員的協助之下握住您的手把控制器

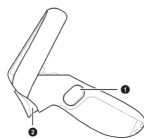


(c) 第三頁

- 於每個階段中戴上頭盔之後，您的前方會出現 Start



- 請您：
 - 用手把射線對準 Start
 - 並按壓手把控制器食指位置的確認鈕 ❶
 - 隨後開始回答跨期選擇問題



(d) 第四頁

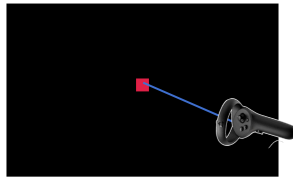


- 按下 Start 之後，您的視野前方將出現一個紅色正方形，請您：

(e) 第五頁

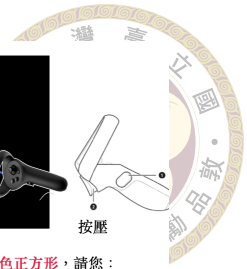
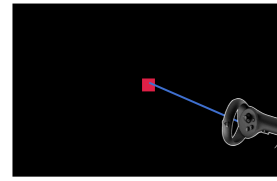
(f) 第六頁

Figure A.1: 實驗說明



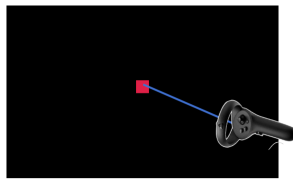
- 按下 Start 之後，您的視野前方將出現一個紅色正方形，請您：
- 用手把控制器的射線對準該紅色正方形

(a) 第七頁



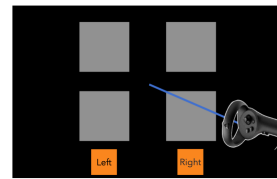
- 按下 Start 之後，您的視野前方將出現一個紅色正方形，請您：
- 用手把控制器的射線對準該紅色正方形
- 按壓手把控制器食指位置的確認鈕

(b) 第八頁



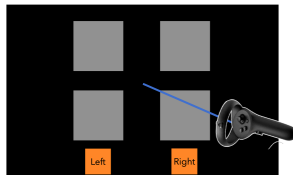
- 按下 Start 之後，您的視野前方將出現一個紅色正方形，請您：
- 用手把控制器的射線對準該紅色正方形
- 按壓手把控制器食指位置的確認鈕

(c) 第九頁

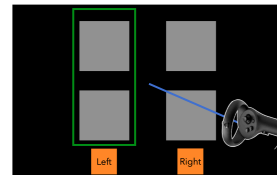


- 按下 Start 之後，您的視野前方將出現一個紅色正方形，請您：
- 用手把控制器的射線對準該紅色正方形
- 按壓手把控制器食指位置的確認鈕
- 隨後畫面上將會彈出四個灰色區域，以及兩個橘色確認框

(d) 第十頁



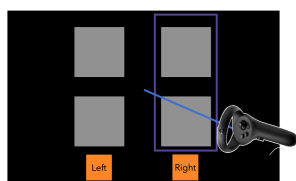
(e) 第十一頁



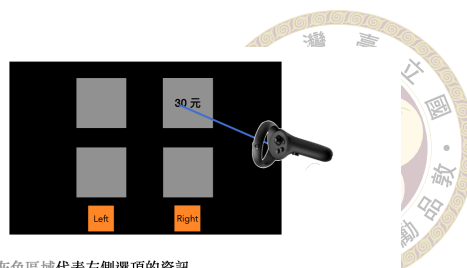
- 左側兩個灰色區域代表左側選項的資訊

(f) 第十二頁

Figure A.2: 實驗說明 (續一)



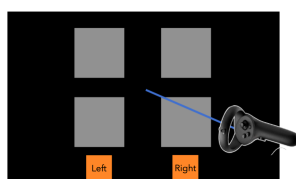
- 左側兩個灰色區域代表左側選項的資訊
- 右側兩個灰色區域代表右側選項的資訊



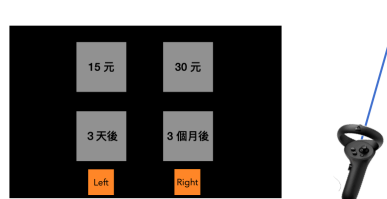
- 左側兩個灰色區域代表左側選項的資訊
- 右側兩個灰色區域代表右側選項的資訊
- 您可以移動手把控制器的射線至任意灰色區域以揭露該資訊

(a) 第十三頁

(b) 第十四頁



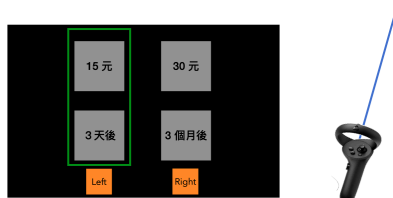
- 左側兩個灰色區域代表左側選項的資訊
- 右側兩個灰色區域代表右側選項的資訊
- 您可以移動手把控制器的射線至任意灰色區域以揭露該資訊
 - 當您將手把移開灰色區域時，該資訊將恢復遮蔽狀態



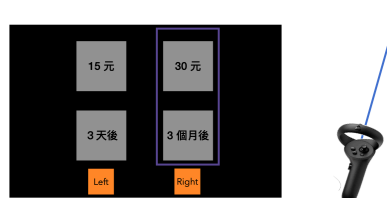
- 每個左或右側選項必然包括一個額外報酬以及一個時間的資訊，例圖中：

(c) 第十五頁

(d) 第十六頁



- 每個左或右側選項必然包括一個額外報酬以及一個時間的資訊，例圖中：
- 左側的選項代表 3 天後獲得額外報酬 15 元

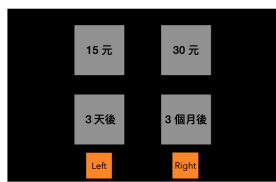


- 每個左或右側選項必然包括一個額外報酬以及一個時間的資訊，例圖中：
- 左側的選項代表 3 天後獲得額外報酬 15 元
- 右側的選項代表 3 個月後獲得額外報酬 30 元
- 請根據這些資訊來進行決策

(e) 第十七頁

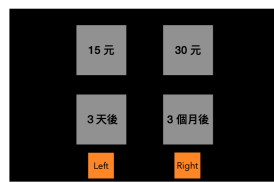
(f) 第十八頁

Figure A.3: 實驗說明 (續二)



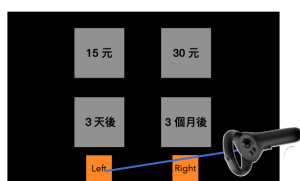
- 每個左或右側選項必然包括一個額外報酬以及一個時間的資訊，例圖中：
- 左側的選項代表3天後獲得額外報酬15元
- 右側的選項代表3個月後獲得額外報酬30元
- 請根據這些資訊來進行決策

(a) 第十九頁



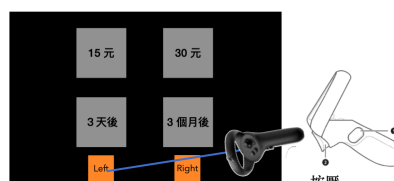
- 若您偏好3天後獲得15元，而非3個月後獲得30元

(b) 第二十頁



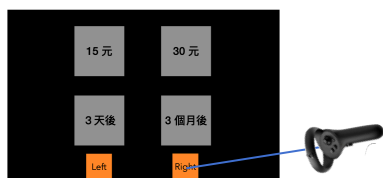
- 若您偏好3天後獲得15元，而非3個月後獲得30元
- 請您用射線對準 Left

(c) 第二十一頁



- 若您偏好3天後獲得15元，而非3個月後獲得30元
- 請您用射線對準 Left
- 並按壓食指位置的確認鈕

(d) 第二十二頁



- 若您偏好3天後獲得15元，而非3個月後獲得30元
- 請您用射線對準 Left
- 並按壓食指位置的確認鈕
- 反之，若您偏好3個月後獲得30元，而非3天後獲得15元，請您用射線對準 Right 並按壓食指位置的確認鈕

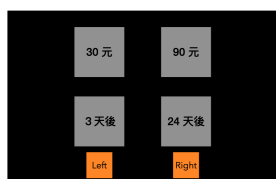
(e) 第二十三頁



- 從按壓紅點到進行決策為一個回合
- 請您按壓紅點以開始回合，用手把瞄準灰色區域以揭露資訊，並按壓 Left 或 Right 以進行決策
- 我們將從兩階段的所有回合中以均等機率隨機抽取一個回合，並根據該回合的時間資訊以及額外報酬資訊，將車馬費及額外報酬匯至您的郵局帳戶

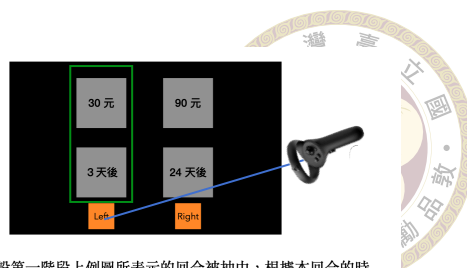
(f) 第二十四頁

Figure A.4: 實驗說明（續三）



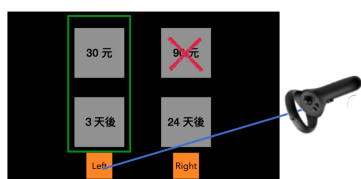
- 例如，假設第一階段上例圖所表示的回合被抽中，根據本回合的時間資訊，您將在實驗日 3 天後，以及實驗日 24 天後獲得報酬：
- 車馬費部分：實驗日 3 天後，以及實驗日 24 天後各獲得一半的車馬費，也就是 75 元

(a) 第二十五頁



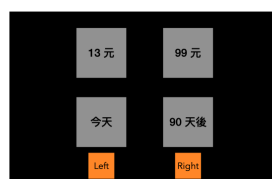
- 例如，假設第一階段上例圖所表示的回合被抽中，根據本回合的時間資訊，您將在實驗日 3 天後，以及實驗日 24 天後獲得報酬：
- 車馬費部分：實驗日 3 天後，以及實驗日 24 天後各獲得一半的車馬費，也就是 75 元
- 額外報酬部分：若您在此回合中選擇 **Left**，則您將在實驗日 3 天後獲得額外報酬 30 元，實驗日 24 天後獲得額外報酬 0 元

(b) 第二十六頁



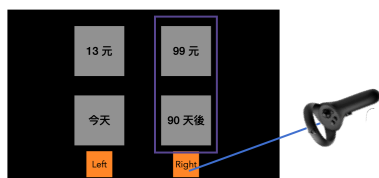
- 例如，假設第一階段上例圖所表示的回合被抽中，根據本回合的時間資訊，您將在實驗日 3 天後，以及實驗日 24 天後獲得報酬：
- 車馬費部分：實驗日 3 天後，以及實驗日 24 天後各獲得一半的車馬費，也就是 75 元
- 額外報酬部分：若您在此回合中選擇 **Left**，則您將在實驗日 3 天後獲得額外報酬 30 元，實驗日 24 天後獲得額外報酬 0 元

(c) 第二十七頁



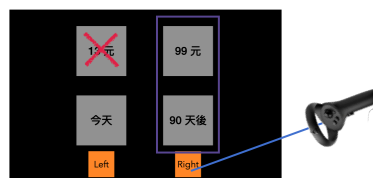
- 例如，假設第二階段上例圖所表示的回合被抽中，根據本回合的時間資訊，您將在實驗日當天，以及實驗日 90 天後獲得報酬：
- 車馬費部分：實驗日當天，以及實驗日 90 天後各獲得一半的車馬費，也就是 75 元

(d) 第二十八頁



- 例如，假設第二階段上例圖所表示的回合被抽中，根據本回合的時間資訊，您將在實驗日當天，以及實驗日 90 天後獲得報酬：
- 車馬費部分：實驗日當天，以及實驗日 90 天後各獲得一半的車馬費，也就是 75 元
- 額外報酬部分：若您在此回合中選擇 **Right**，則您將在實驗日 90 天後獲得額外報酬 99 元，實驗日當天獲得額外報酬 0 元

(e) 第二十九頁



- 例如，假設第二階段上例圖所表示的回合被抽中，根據本回合的時間資訊，您將在實驗日當天，以及實驗日 90 天後獲得報酬：
- 車馬費部分：實驗日當天，以及實驗日 90 天後各獲得一半的車馬費，也就是 75 元
- 額外報酬部分：若您在此回合中選擇 **Right**，則您將在實驗日 90 天後獲得額外報酬 99 元，實驗日當天獲得額外報酬 0 元

(f) 第三十頁

Figure A.5: 實驗說明 (續四)

報酬發放說明

- 所有的報酬，無論發放時間為何，皆由匯至您郵局戶頭的方式發放
- 實驗後，您將獲得一張明細，明細中註明報酬將在幾月幾號發放到您的郵局戶頭，請妥善保存
- 如款項未如明細中所註明日期匯至（該日台灣時間 23:59 之前），請與我們實驗團隊聯繫，我們將額外給予您 50 元補償金
- 請注意，實驗中每個階段的每個決策兼同等重要，請謹慎進行每個決策

(a) 第三十一頁

問卷

- 若題目請您以點擊數字來回答，請您：
 - 將手把射線對準數字，並按下食指確認鈕
 - 確定答案後請按下確認



(c) 第三十三頁

實驗即將開始

- 如有在實驗中有任何問題，請舉手告知實驗者，實驗者將前來為您解決
- 接下來，實驗者將為您戴上頭盔以及協助您握住手把
 - 在戴上頭盔之前，實驗人員將會請您試握手把控制器，並告知您頭盔旋鈕、焦距調整轉盤的位置
 - 請您於戴上頭盔之後，微調頭盔於面部的位置至您雙眼正前方、調整頭盔旋鈕至舒適之鬆緊度、調整焦距調整轉盤至您看得清的程度，並握住您的手把控制器
- 我們建議您坐在椅子前緣，並調整椅子高度至您可以將手自然放在桌上
- 我們也建議您於實驗中將右手放在桌子上，較不易痠。

(e) 第三十五頁

問卷

- 每個階段中，請於回答完跨期選擇問題之後接續填寫問券
- 請仔細閱讀問券題目，並依照題目敘述回答問題
 - 若題目請您以調整滑桿來回答，請您：
 - 以手把射線對準滑桿，壓住食指確認鈕以拖移滑桿，或
 - 直接點擊線段來調整答案
- 調整完成請按下確認



(b) 第三十二頁

綜合測驗

- 接下來，請您回答綜合測驗問題正反共兩面
- 若您同意參與實驗，請簽署知情同意書
- 請於完成回答與簽署後，舉手通知實驗者

(d) 第三十四頁

實驗即將開始

- 您會先看到一片星空的畫面，請戴著頭盔稍等
 - 實驗將在所有人都戴上頭盔後開始
 - 當頭盔中畫面轉離星空進到虛擬公園時，代表實驗已經開始，請您依照先前的指示開始實驗

(f) 第三十六頁

Figure A.6: 實驗說明（續五）





附錄 B — 實驗材料

B.1 跨期選擇題

每道跨期選擇題皆由兩個選項——*SS* 以及 *LL* ——組成，每個選項各有一個報酬與等待時間的資訊，因此一道跨期選擇題由四個資訊組成。為使受試者於回答每道跨期選擇題時皆仔細搜集資訊，我們盡量使每道題目中呈現的數字皆有所不同。同時，為了進行受試者內的比較，我們欲使兩階段的題目一一對應，以比較當受試者面臨相似題目時，其選擇是否受到天氣條件的影響。表 B.1 呈現了本文兩階段中之跨期選擇題。

B.2 Paas 認知負荷主觀評價量表

Paas 認知負荷主觀評價量表於 Paas [1992] 提出，旨在提供簡易且有效的方式來評估學習者的主觀認知負荷。該問券以 9 點李克特量表（Likert scale）呈現，每當受試者完成一項任務時，評估其在過程中投入的心智能量（mental effort）。亦有研究將問券中的「心智能量」字眼替換為「感受到的難度」（perceived difficulty），然其意義有些許不同。「感受到的難度」體現了任務的難度，主要焦點在任務本身的特性；投入的「心智能量」則反應受試者為完成任務而投入的努力程度，涉及受試者的動機與策略 [Van Gog and Paas, 2008; Sweller et al., 2019]。於本研究中，



Table B.1: 跨期選擇題

題號	第一階段				第二階段			
	<i>SS</i>		<i>LL</i>		<i>SS</i>		<i>LL</i>	
	等待時間	報酬	等待時間	報酬	等待時間	報酬	等待時間	報酬
1	16	249	41	251	15	246	39	249
2	2	240	43	261	3	239	43	255
3	9	212	26	213	10	211	26	216
4	19	207	39	213	17	208	35	211
5	17	210	27	211	19	211	30	215
6	18	205	45	215	16	208	44	214
7	10	224	26	225	10	221	26	224
8	17	213	32	214	17	216	31	218
9	2	231	15	233	2	228	13	229
10	2	236	13	253	2	238	14	254
11	0	217	16	234	0	218	15	238
12	0	236	8	248	0	236	6	246
13	7	246	21	276	9	248	25	276
14	0	226	5	240	0	224	4	239
15	1	206	3	215	1	203	4	212
16	1	240	13	246	0	244	12	246
17	15	248	47	263	13	248	46	259
18	3	248	35	251	3	252	33	255
19	14	223	27	227	15	228	27	236
20	3	231	43	261	1	228	41	262
21	16	230	51	251	14	230	48	249
22	20	226	49	248	21	226	51	252
23	8	202	20	229	10	206	24	235
24	19	230	24	240	20	233	25	244
25	6	248	21	266	4	250	18	265

其中等待時間的單位為「天」，報酬的單位為「新台幣」。同題號的題目代表其參數類似。

Q: 回答「跨期選擇問題」時，花費「心力」的程度為何？
請點擊 1~9 來回答。回答完成請按下確認。

您的回答：於回答跨期選擇問題時，整體而言，
我花費的心力.....

1 2 3 4 5 6 7 8 9

非常非常低 非常非常高

確認

Figure B.7: Paas 認知負荷主觀評價量表問題面板，以「心力」為例。當受試者以手把射線點選數字鈕時，相對應的答案會取代面板中「.....」的部分。例如，若受試者點選3，則「.....」會變為「低」；若受試者點選9，則「.....」會變為「非常非常高」。

於每階段回答完所有跨期選擇題之後，我們以如圖 B.7 所示之面板向受試者詢問：

回答「跨期選擇問題」時，花費「心力」程度為何？

回答「跨期選擇問題」時，「感受到的難度」程度為何？

此兩道題目會以隨機順序出現在受試者眼前（此時虛擬公園景致與回答跨期選擇題時的天氣場景一樣）。當面板出現在受試者正前方時，受試者可以用手把控制器射線點選數字，並按下確認鍵回答。每當受試者按下數字鍵時，答案會呈現在問題面板上以供受試者瀏覽目前選擇。在按下確認鍵之前，受試者均可以更改他們的答覆。數字 1-9 所對應的答覆如表 B.2 所示。



Table B.2: Likert Scale 1 9 涵意對照表

分數	涵義
1	非常非常低
2	非常低
3	低
4	稍低
5	中等
6	稍高
7	高
8	非常高
9	非常非常高

B.3 國際積極消極情感量表縮減版

為衡量受試者於體驗虛擬實境時所感受到的正向與負向情緒，本文使用Thompson [2007] 製成之國際積極消極情感量表縮減版（International Positive and Negative Affect Schedule Short-Form, I-PANAS-SF）。該量表為Watson et al. [1988] 製成之積極消極情感量表（Positive and Negative Affect Schedule, PANAS）的簡化版本，且適用於英文以外之語言。I-PANAS-SF 共包含十個個描述不同情緒與感受的形容詞，正向情緒與負向情緒各佔有五個。本文以指導語：

「在體驗此階段虛擬實境時，感到 XXX 程度為何？」，

，其中「XXX」填入 I-PANAS-SF 中的情緒形容詞，來衡量受試者於體驗虛擬實境時感受到的正負向情緒。本文使用之情緒詞中文翻譯系參考郭佳倫 [2009] 之翻譯，表 B.3 為 I-PANAS-SF 涵括之情緒詞的中文翻譯與英文原文對照表。

除了 I-PANAS-SF 中提及的十項情緒詞之外，因Guvén and Hoxha [2015] 發現天氣引發的快樂情緒與更注重未來報酬有關，我們亦向受試者詢問「在體驗此階段虛擬實境時，感到快樂的程度為何？」，與 I-PANAS-SF 中的十題合計為十一題。於虛擬實境公園中（公園景致與回答跨期選擇時的天氣場景一樣），電腦會將這十

在體驗本階段虛擬實境時，感到快樂的程度為何？
請點擊 1~5 來回答。回答完成請按下確認。
(1=非常輕微或沒有 2=有一點 3=中等 4=強烈 5=非常強烈)

您的答案:

1 2 3 4 5

確認

Figure B.8: I-PANAS-SF 問題面板，以形容詞「快樂的」為例。當受試者以手把射線點選數字鈕時，相對應的答案會取代面板中「.....」的部分。例如，若受試者點選 3，則「.....」會變為「中等」；若受試者點選 1，則「.....」會變為「非常輕微或沒有」。所有情緒形容詞對應之問題面板均相同，僅有情緒詞的部分會更迭。

一題以隨機順序呈現給受試者，當受試者看到如圖 B.8 所示之問題面板出現在視野正中央時，可以用手把控制器射線點選數字，並按下確認鍵回答。每當受試者按下數字鍵時，答案會呈現在問題面板上以供受試者瀏覽目前選擇。在按下確認鍵之前，受試者均可以更改他們的答覆。

Table B.3: I-PANAS-SF 正負向情緒詞中英對照

正向情緒	負向情緒
警覺的 Alert	心煩的 Upset
啟發的 Inspired	有敵意的 Hostile
果決的 Determined	羞愧的 Ashamed
專心留意的 Attentive	緊張的 Nervous
積極的 Active	害怕的 Afraid



B.4 實驗後問券

B.4.1 個人資訊

- 您幾歲？
- 您的性別是：
 - 男性
 - 女性
 - 其他
- 您的主修（含雙主修）是什麼科系？（例如：經濟系）
- 您個人過去 12 個月的平均每月可支配所得是：
 - 低於 5000 新台幣
 - 5001 - 7500 新台幣
 - 7501 - 10000 新台幣
 - 10001 - 12500 新台幣
 - 12501 - 15000 新台幣
 - 15001 - 17500 新台幣
 - 17501 - 20000 新台幣
 - 20001 - 22500 新台幣
 - 22501 - 25000 新台幣
 - 25001 新台幣以上



B.4.2 決策方式與利率相關問題

- 您在實驗中是如何進行您的決策的？
- 您進行決策時是否有考量郵局固定或機動年利率？
 - 是
 - 否
- 您認為目前郵局「定期儲蓄存款一年期的固定年利率」最接近多少？
 - 不確定
 - 最接近 0%
 - 最接近 0.5%
 - 最接近 1%
 - 最接近 1.5%
 - 最接近 2%
 - 最接近 2.5%
 - 最接近 3%
 - 最接近 3.5%
 - 最接近 4%
 - 最接近 4.5%
 - 最接近 5%
 - 最接近 5.5%



B.4.3 天氣喜好評估

- 以下為天氣現象之描述，請您用 -50 至 50 的數值來描述對該天氣現象的喜好程度：晴天：____；陰雨天：____
- 可用答題選項為 -50 至 50 之間之整數。代表意義如下：
 - -50：非常不喜歡
 - 0：沒有特別喜歡也沒有特別不喜歡
 - 50：非常喜歡

B.4.4 Revised Life Orientation Test

- 請回答您對以下描述的同意程度：
 1. 在不確定的時候，我通常期待最好的結果。
 2. 對我來說，放鬆是很容易的事情。
 3. 如果對我來說有什麼事情可能出錯，它就會發生。
 4. 對於我的未來，我總是樂觀的。
 5. 我非常喜歡我的朋友。
 6. 對我來說，保持忙碌是很重要的。
 7. 我很少期望事情會按照我的方式發展。
 8. 我不容易生氣。
 9. 我很少指望好事會發生在我身上。
 10. 總的來說，我期待會有更多好事發生在我身上，而不是壞事。

• 可用答題選項：

- 我非常不同意
- 我稍微不同意
- 我既不同意也不贊同
- 我稍微贊同
- 我非常贊同







附錄 C — 敘述統計

Table C.4: 敘述統計（結果變數）

變數	<i>RainyFirst</i>			<i>SunnyFirst</i>		
	第一階段	第二階段	p-value	第一階段	第二階段	p-value
<i>PercSooner</i>	0.397 (0.302)	0.328 (0.308)	0.08	0.471 (0.300)	0.406 (0.305)	0.12
<i>ResponseTime</i>	6.849 (2.576)	4.909 (2.196)	<0.01	7.648 (3.066)	5.466 (1.950)	<0.01
<i>LookUpTimes</i>	9.443 (3.384)	7.553 (3.346)	<0.01	10.779 (4.008)	8.005 (2.740)	<0.01
<i>MentalEffort</i>	3.19 (1.68)	3.033 (1.777)	0.48	3.609 (1.916)	3.918 (1.959)	0.24
<i>Difficulty</i>	2.926 (1.582)	2.8 (1.521)	0.53	3.227 (1.749)	3.291 (1.869)	0.79
<i>EmotionValence</i>	7.174 (3.703)	7.242 (3.841)	0.89	8.336 (3.149)	5.155 (4.673)	<0.01
<i>AttributeIndex</i>	0.106 (0.154)	0.145 (0.203)	0.09	0.115 (0.132)	0.149 (0.143)	0.07
<i>Payne</i>	-0.225 (0.314)	-0.356 (0.314)	<0.01	-0.215 (0.248)	-0.336 (0.281)	<0.01

各組受試者在第一、二階段的各項變數平均與標準差呈現於此。括號內為標準差。各組受試者中兩個階段資料的兩樣本 t 檢定所對應的 p-value 呈現於各組資料的最後一欄。





附錄 D — 遞移性的違反

D.1 簡介

偏好的遞移性 (transitivity) 為顯示性偏好理論 (revealed preference theory) 中的公理 (axioms) 之一。遞移性要求當有三個選項 A 、 B 、 C 可供消費者選擇時，若消費者嚴格偏好 A 於 B ，且嚴格偏好 B 於 C ，則消費者應嚴格偏好 A 於 C 。若一個個體對一組消費組合中選項的偏好違反了遞移性，則其偏好是不可理性化的 (not rationalizable)，箇中緣由可能是消費者犯錯所導致的。雖本文跨期選擇題的設計並非針對檢測遞移性而設計，表 B.1 中題號第 13、25 兩題恰好可供我們檢測受試者的偏好於第一階段中是否違反了遞移性。圖 D.9 標出了第 13 題之 SS (此後稱之為 SS_{13}) 以及 LL (此後稱之為 LL_{13})，以及第 15 題之 SS (此後稱之為 SS_{15}) 以及 LL (此後稱之為 LL_{15})。於跨期選擇的選項中，若假設受試者較偏好等待時間較短或報酬金額較大的選項，則

$$SS_{25} \succ SS_{13}$$

且

$$LL_{13} \succ LL_{25}$$

。若此時受試者在第 13 題中選擇 SS_{13} 且在第 25 題選擇 LL_{25} 作為最適選項，則

$$SS_{13} \succ LL_{13}$$

且

$$LL_{25} \succ SS_{25}$$

。因 $SS_{25} \succ SS_{13} \succ LL_{13} \succ LL_{25}$ 但 $LL_{25} \succ SS_{25}$ ，故偏好的遞移性遭到違反。

D.2 結果

如表 D.5 所示，第一階段中各組別違背遞移性的人數皆為四人。我們亦透過以下模型（式 D.1）來驗證天氣條件是否影響違背遞移性的比例。

$$Violation_i = \beta_0 + \beta_1 Sunny_i + X_i\gamma + \epsilon_i, \quad (D.1)$$

其中 $Violation_i$ 為受試者 i 是否在第一階段違背遞移性的虛擬變數，若有違背則此值為 1，無違背則為 0； $Sunny_i$ 代表晴天條件的虛擬變數； X_i 則包括年齡、性別和收入等控制變數。如表 D.6 所示，天氣條件不會影響違背遞移性的比例。然此陰性結果可能是本文跨期選擇並未針對遞移性進行設計，違背人數過少所致。天氣條件是否影響遞移性的違反仍需未來研究闡明。

Table D.5: 第一階段中各組別違背遞移性統計

組別	各組別人數	違背遞移性的人數	違背人數佔各組比例
晴天	110	4	0.0364
雨天	121	4	0.0331

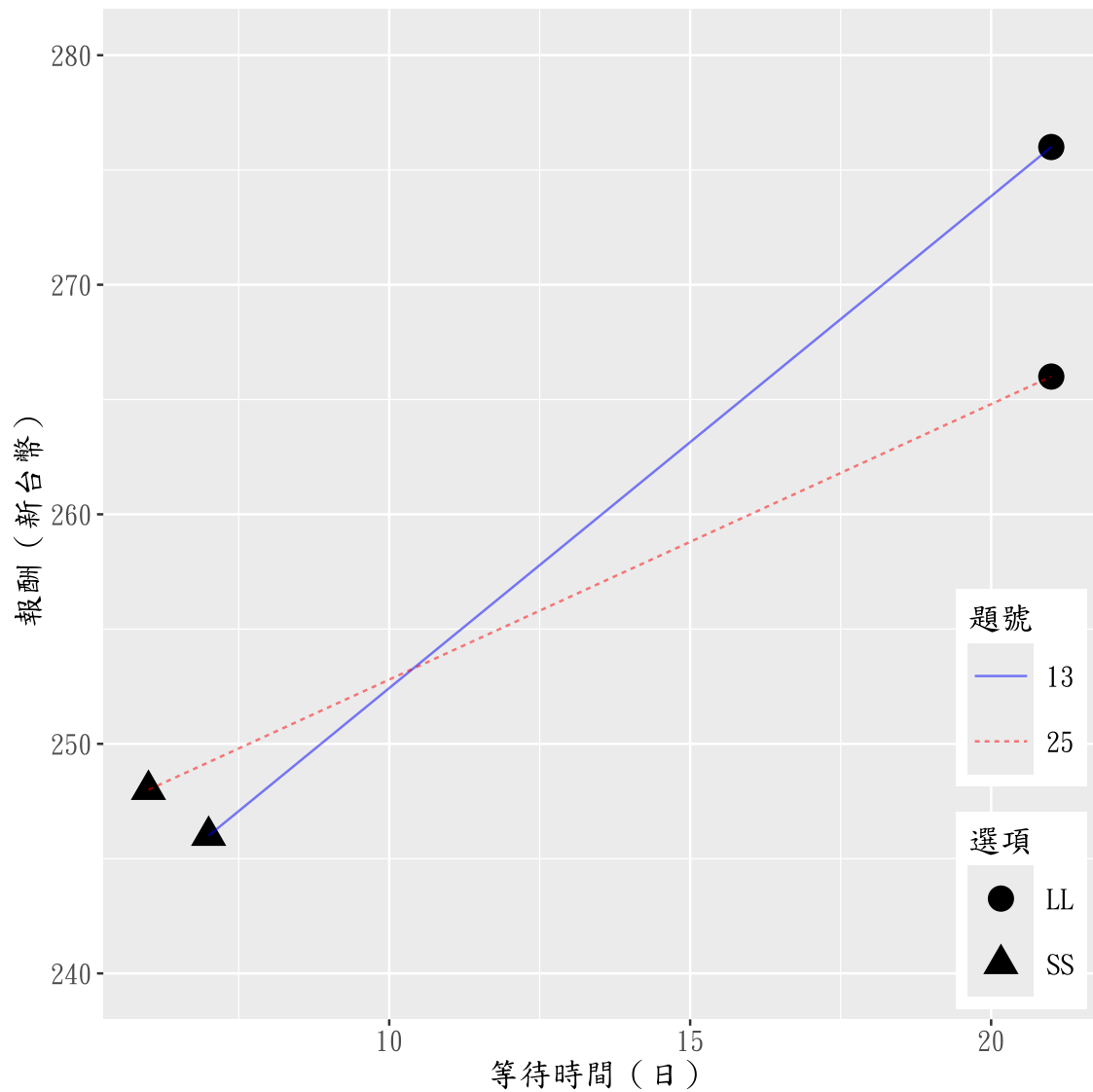


Figure D.9: 本圖將表 B.1 中第一階段題號 13、15 之跨期選擇題視覺化。第 13 題（藍色實線）中，受試者需在「7 天後獲得 246 元（三角形，SS）」或「21 天後獲得 276 元（圓形，LL）」之間擇一。第 25 題（藍色實線）中，受試者需在「6 天後獲得 248 元（圓形，SS）」或「21 天後獲得 266 元（三角形，LL）」之間擇一。



Table D.6: 受試者間的比較：遞移性違反

	<i>Dependent variable:</i>	
	<i>Violation</i>	
	(1)	(2)
Sunny	0.003 (0.024)	0.003 (0.024)
Age		0.003 (0.003)
Male		-0.020 (0.024)
Income(K)		-0.001 (0.002)
Constant	0.033** (0.017)	-0.002 (0.075)
Observations	231	231

註：

*p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01
括號內為標準誤差 (standard errors)