

104-90-3429
MOTC-IOT-103-SDA108

高齡者之駕駛模擬儀學習效果與 作業負荷



交通部運輸研究所

中華民國 104 年 8 月

104-90-3429
MOTC-IOT-103-SDA108

高齡者之駕駛模擬儀學習效果與 作業負荷

著者：張開國、石裕川、葉祖宏、洪憲忠、
賴靜慧、鄭志展、陳宜寧

交通部運輸研究所

中華民國 104 年 8 月

國家圖書館出版品預行編目資料

高齡者之駕駛模擬儀學習效果與作業負荷 / 張
開國等著. -- 初版. -- 臺北市 : 交通部運
研所, 民 104.08
面 ; 公分
ISBN 978-986-04-5690-5(平裝)

1.交通管理 2.汽車駕駛

557

104016435

高齡者之駕駛模擬儀學習效果與作業負荷

著 者：張開國、石裕川、葉祖宏、洪憲忠、賴靜慧、鄭志展、陳宜寧

出版機關：交通部運輸研究所

地 址：10548 臺北市敦化北路 240 號

網 址：www.iot.gov.tw (中文版>圖書服務>本所出版品)

電 話：(02)23496789

出版年月：中華民國 104 年 8 月

印 刷 者：全凱數位資訊有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 90 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

定 價：50 元

展 售 處：

交通部運輸研究所運輸資訊組・電話：(02)23496880

五南文化廣場：40042 臺中市中山路 6 號・電話：(04)22260330

國家書店松江門市：10485 臺北市中山區松江路 209 號・電話：(02)25180207

GPN：1010401396

ISBN：978-986-04-5690-5（平裝）

著作財產權人：中華民國（代表機關：交通部運輸研究所）

本著作保留所有權利，欲利用本著作全部或部分內容者，須徵求交通部運輸研究所書面授權。

交通部運輸研究所合作研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：高齡者之駕駛模擬儀學習效果與作業負荷			
國際標準書號（或叢刊號） ISBN: 978-986-04-5690-5(平裝)	政府出版品統一編號 1010401396	運輸研究所出版品編號 104-90-3429	計畫編號 103-SDA108
本所主辦單位：運輸安全組 主管：張開國 計畫主持人：張開國 研究人員：葉祖宏、洪憲忠 聯絡電話：02-23496854 傳真號碼：02-25450429	合作研究單位：國防大學人因工程研究中心 計畫主持人：石裕川 研究人員：鄭志展、陳宜寧 地址：112 臺北市北投區中央北路二段 70 號 聯絡電話：02-2898-6600#604641		研究期間 自 103 年 6 月 至 103 年 9 月
關鍵詞：學習曲線、NASA-TLX 作業負荷、駕駛模擬儀、高齡駕駛			
<p>摘要：</p> <p>本研究目的為探討高齡者操作駕駛模擬儀之學習成效及作業負荷。實驗共招募 20 位受試者，其中 10 位高齡者（5 男 5 女，平均年齡 60.9 歲）及 10 位年輕人（5 男 5 女，平均年齡 33.7 歲），皆擁有小客車駕照，所有受試者操作模擬儀並駕駛相同路線十回合，並紀錄每次的完成時間並於完成第一、五、十回合後填寫美國太空總署 NASA-TLX 量表。每位受試者的 10 筆完成時間以迴歸公式計算學習率（ϕ）與第一次完成理論時間（T_1）。變異數分析結果顯示高齡者之 T_1 顯著較年輕人長（258 秒 vs. 183 秒），但年輕人與高齡者間的學習率（約 0.87）與工作負荷（NASA-TLX）則無顯著差異。值得注意的是，工作負荷隨練習次數而顯著降低。透過對學習效果的了解，將其運用於訓練的規劃設計，以提升訓練成效。另外高齡者有較長的駕駛操作完成時間，建議於交通法規、汽車設計及任何駕駛安全的議題上皆須納入考量。</p> <p>本計畫之研究成果可供交通部改善相關交通法規，並提供相關業者強化車內儀錶及導航裝置之規劃設計，降低高齡者駕駛作業負荷，減少高齡者交通事故之傷害。</p>			
出版日期	頁數	定價	本 出 版 品 取 得 方 式
104 年 8 月	62	50	凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按定價價購。
<p>機密等級：</p> <p><input type="checkbox"/> 密 <input type="checkbox"/> 機密 <input type="checkbox"/> 極機密 <input type="checkbox"/> 絕對機密</p> <p>（解密條件：<input type="checkbox"/> 年 月 日解密，<input type="checkbox"/> 公布後解密，<input type="checkbox"/> 附件抽存後解密， <input type="checkbox"/> 工作完成或會議終了時解密，<input type="checkbox"/> 另行檢討後辦理解密）</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 普通</p>			
備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。			

PUBLICATION ABSTRACTS OF RESEARCH PROJECTS
INSTITUTE OF TRANSPORTATION
MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS

TITLE: The Learning Effect and Workload of Older Drivers in a Driving Simulator			
ISBN (OR ISSN) ISBN 978-986-04-5690-5 (pbk.)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1010401396	IOT SERIAL NUMBER 104-90-3429	PROJECT NUMBER 103-SDA108
DIVISION: Safety Division DIVISION DIRECTOR: Chang, Kai-Kuo PRINCIPAL INVESTIGATOR: Chang, Kai-Kuo PROJECT STAFF: Yeh, Tsu-Hurng; Horng, Shiann-Jorng PHONE: (02) 23496854 FAX: (02) 25450429			PROJECT PERIOD FROM June 2013 TO September 2013
RESEARCH AGENCY: NDU Human Factor Research Center PRINCIPAL INVESTIGATOR: Shih, Yuh-Chuan PROJECT STAFF: Cheng, Chih-Chan; Chen, Yi-Ning ADDRESS: No.70, Sec. 2, Zhongyang N. Rd., Beitou Dist., Taipei City 112, Taiwan (R.O.C.) PHONE: 886-2-2898-6600#604641			
KEY WORDS: Learning Curve, NASA-TLX workload, driving simulator, older drivers			
ABSTRACT: <p>The present study aimed to examine the learning effect and workload of older drivers using a driving simulator. Twenty licensed drivers participated in the present study, comprising ten older adults (five men and five women with an average age of 60.9 years) and ten younger adults (five men and five women with an average age of 33.7 years). All participants operated the simulator, where they were instructed to repeatedly complete a single route ten times. The finishing time for each round was recorded, and participants were instructed to complete the NASA-TLX scale following Rounds 1, 5 and 10. Each participant's finish times were incorporated into a regression equation to calculate the learning rate (ϕ) and theoretical first finishing time (T_1). An ANOVA analysis indicated that older adults manifested a significantly longer T_1 (258 sec vs. 183 sec) than the young drivers, but presented no significant differences in learning rate (ϕ; approx. 0.87) and workload (NASA-TLX). Interestingly, workload decreased concurrently with an increase in the number of attempts. Understanding the learning effect could be helpful to trainers in determining how to allocate training resources and/or schedule practices to optimize training effectiveness. In addition, the older drivers required a longer time to complete their simulations. These results should be considered when formulating transportation legislature, designing vehicles, and other driving safety issues.</p> <p>The results of the present study can be provided to the Ministry of Transportation as a reference for improving relevant transportation laws and regulations, and to relevant operators for reinforcing vehicle dash board and navigation designs, reducing older drivers' workloads, and alleviating the harm inflicted on older drivers during traffic accidents.</p>			
DATE OF PUBLICATION August 2015	NUMBER OF PAGES 62	PRICE 50	CLASSIFICATION <input type="checkbox"/> RESTRICTED <input type="checkbox"/> CONFIDENTIAL <input type="checkbox"/> SECRET <input type="checkbox"/> TOP SECRET <input checked="" type="checkbox"/> UNCLASSIFIED
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

目錄

目錄	III
圖目錄	V
表目錄	VI
第一章 緒論	1
1.1 研究背景	1
1.2 研究目的	1
1.3 研究範圍	2
1.4 研究內容與流程	2
第二章 文獻回顧	5
2.1 高齡與駕駛	5
2.2 學習曲線	6
2.3 作業負荷	8
2.4 文獻小結	9
第三章 研究方法	11
3.1 受試者	11
3.2 實驗場地	11
3.3 實驗儀器設備	12
3.4 實驗流程與路線場景	13
3.5 資料處理與分析	16
3.5.1 資料處理	16
3.5.2 分析方法	16
3.6 實驗設計	17
3.6.1 自變項(或稱因子)	17
3.6.2 依變項	17
第四章 資料分析與討論	19
4.1 原始資料與迴歸分析	19
4.2 第一次理論完成時間及學習率	20
4.3 NASA-TLX 作業負荷	23
第五章 結論與建議	27
5.1 結論	27
5.2 建議及未來研究方向	28
參考文獻	29
附錄 1	31

附錄 2	35
附錄 3	37
附錄 4	39
附錄 5	49

圖目錄

圖 1.1 研究流程圖	3
圖 3.1 實驗室位置配置圖	12
圖 3.2 駕駛模擬儀	13
圖 3.3 駕駛路線場景圖	15
圖 4.1 高齡者與年輕人之完成時間（觀察值）及對應之學習曲線.....	22
圖 4.2 回合數對 NASA-TLX 作業負荷的影響.....	24
圖 4.3 不同年齡層之性別對 NASA-TLX 作業負荷的影響.....	25

表目錄

表 3.1 受試者基本資料統計表	11
表 4.1 全體受試者 10 回合完成時間的觀察值、理論值 (T1) 及學習率 (ϕ)	19
表 4.2 第一次完成理論時間 (T1) 變異數分析結果 ($\alpha=0.05$)	21
表 4.3 學習率 (ϕ) 變異數分析結果	21
表 4.5 NASA-TLX 變異數分析結果	23
表 4.6 NASA-TLX 敘述性統計表	24

第一章 緒論

1.1 研究背景

人類壽命的延長是人類追求的目標，人口的老化更是一個先進國家必然會發生的現象。根據聯合國世界衛生組織的定義，高齡者人口比例達 7%時，稱為「高齡化社會 (ageing society)」，達到 14%時稱為「高齡社會 (aged society)」，倘若高齡者人口比例達到 21%時，則稱為「超高齡社會 (super-aged society)」。臺灣自民國 82 年高齡者人口突破 7%後，開始進入高齡化國家。根據內政部戶政司 102 年統計資料顯示，臺灣 65 歲以上人口已達 275 萬人 (約佔 11.8%)，預估在 107 年時，臺灣就會正式成為高齡國家 (高齡者比例達 14%)，至 114 年高齡人口比例將達到 20%，邁入超高齡社會 (super aged society)，人口老化加劇趨勢非常明顯。

隨年齡增長、身體老化，視聽覺、資訊處理之認知功能及運動反應能力自然退化，勢必影響開車時的靈敏度。根據交通部統計，民國 99 年 65 歲以上高齡人口僅 17.1%會開車、37.2%會騎機車，但 45 至未滿 65 歲則有 52.1%會開車、76.4%會騎機車，預估未來 10 年，高齡駕駛汽、機車的人口將呈現倍數增加。交通部運輸研究所研究顯示，70 歲以上高齡者開車時的反應時間，比一般青壯年駕駛多 50~70%，美國疾病控制和預防中心統計數據顯示，65 歲以上高齡駕駛每年死於車禍的人數，約是青少年車禍致死數的兩倍，因此進行高齡者駕駛管理，有其必要性，絕非歧視高齡者、剝奪其開車權利。

1.2 研究目的

自 102 年起，各類普通駕駛執照不用再定期換發，駕照終身有效，交通部正研議高齡駕駛人駕照管理制度，現行採用柔性勸導鼓勵繳回註銷，由駕駛依「自我健康評估駕駛適性」自行來評估；而職業駕駛人高齡化則涉及公共運輸安全及工作權問題，但隨著全球高齡人口延後退休年齡的趨勢，交通部已針對職業小型車駕駛執業年齡延長至 68 歲，並採用嚴謹的醫療體檢作為審查標準。

上述自我評估表可能因長者不願放棄駕照或不服老的情緒而易流於形式；而客觀的體檢指標或醫師建議等，可能使高齡長輩無法信服或接受聽勸，亦無法反映出高齡駕駛判斷反應之駕駛能力與心理素質。

本所已建置具本土化特色之駕駛模擬儀，並融入臺灣道路圖資路況特性，用以進行觀察駕駛績效與訓練等研究，亦證實駕駛模擬具有評估駕駛能力之應用參考，故駕駛模擬儀之操作應可作為高齡駕駛能力檢測或訓練之工具，並能避免實車上路之風險。

過去雖有多篇研究運用駕駛模擬儀探討高齡者駕駛能力，然駕駛模擬儀操作的學習適應性如何，或是多次操作學習之訓練成果及作業負荷等課題，仍未有此方面之研究，本研究針對高齡者模擬駕駛之學習成效及作業負荷進行探討。

1.3 研究範圍

本研究採立意抽樣，選擇擁有駕照與成熟駕駛經驗之駕駛，排除駕駛新手及有影響駕駛績效生理因素之駕駛，共選定 10 位年輕人（年齡約 30-45 歲）與 10 位高齡者（年齡約 60-65 歲）進行駕駛模擬儀的操作實驗。

1.4 研究內容與流程

本研究應用學習曲線來評估高齡者於使用駕駛模擬儀的學習成效，以了解年齡層對駕駛完成時間及學習率的影響，同時以 NASA-TLX 主觀負荷來評估不同年齡族群間作業負荷之差異，探討年輕與高齡族群於使用駕駛模擬儀進行訓練時，對完成第一次所需時間與學習率及主觀作業負荷評估之影響，研究流程如圖 1.1 所示。

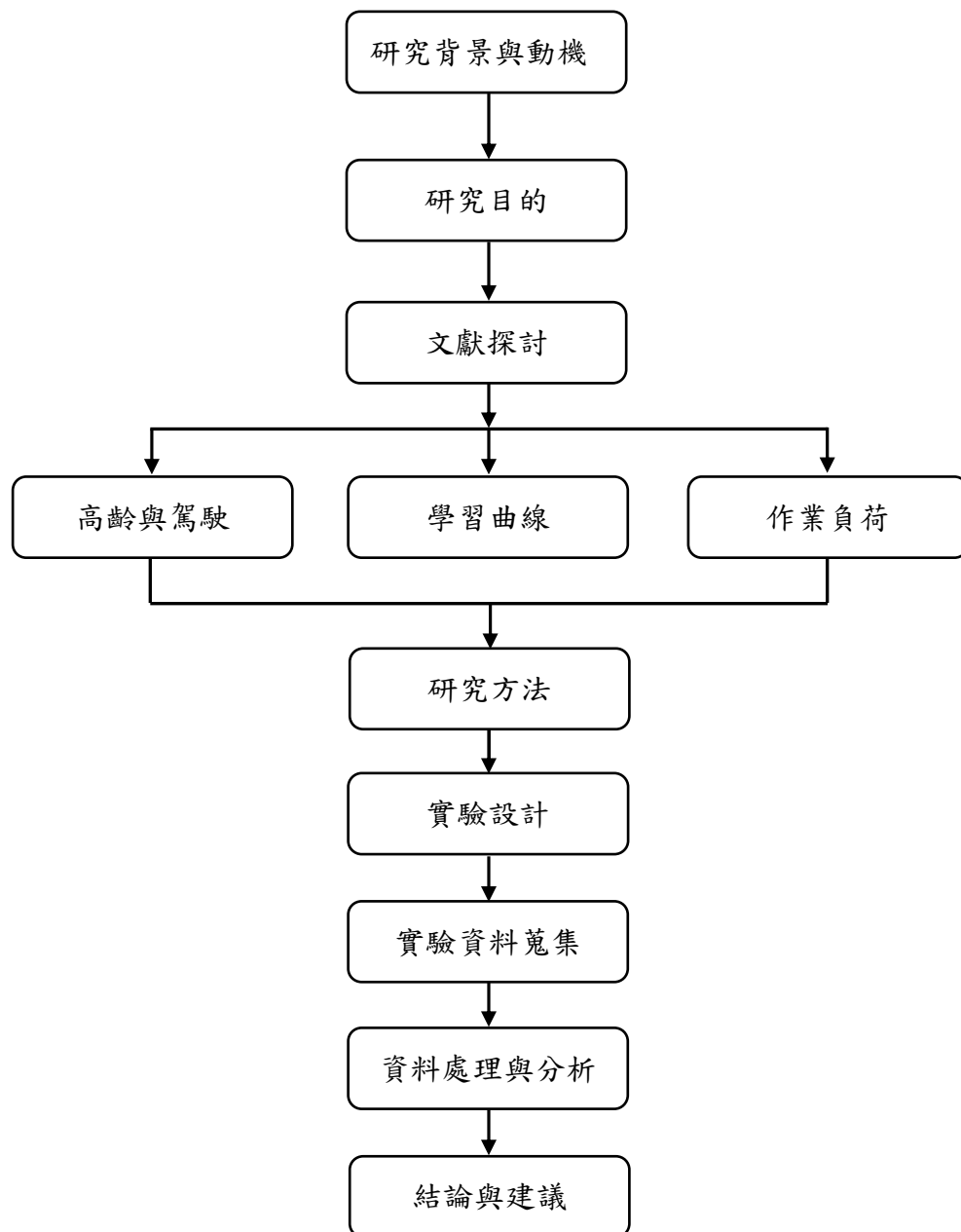


圖 1.1 研究流程圖

第二章 文獻回顧

2.1 高齡與駕駛

因應國內人口結構變化，高齡交通事故日趨嚴重。據調查，我國 65 歲以上高齡者習慣每日固定外出運動或工作者中，有一成以上的人是駕駛汽車到目的地，這種現象相信會再增加（陳子儀、陳雅珍，1993）。由此可見，我國 65 歲以上高齡者中，有約一成的人每天都會駕駛汽車外出運動，另有約二成的人每天須駕駛汽車外出工作。所以汽車對高齡者生活而言，仍是很重要的。

根據調查，近 5 年來全臺死亡車禍事故分析結果，65 歲以上駕駛人死亡人數維持在 25%到 27%之間，比例逐年升高。賴建丞、白璐、蔡行瀚、簡戊鑑、張瑋庭、林佳欣及洪宇箴 (2009)分析臺灣 1986-2007 年事故傷害死亡趨勢發現，臺灣地區非蓄意性傷害死亡人數第一名為「運輸事故」，佔 56.18%，而依據 102 年度警政署統計資料，全國因為車禍死亡的共有 1928 人，65 歲以上高齡者因交通事故死亡者有 555 人，佔總死亡人數 28.8%。也就是說，平均 4 人因交通事故死亡者就有 1 位是 65 歲以上的高齡者。

因此高齡者的交通安全駕駛更是我們需要注意的，尤其是視力及反應能力較差，部分器官退化情形下，在駕駛上需要格外小心，特別是高齡者在駕駛汽車時因視力、警覺性、注意力與反應能力降低，行駛於夜間、天候不良、交通環境複雜路段與時段、高快速公路或大型交叉路口等環境之困難度將明顯增加。

與駕駛能力相關的生理功能主要包括感覺（sensory）、認知（cognitive）與心理性運動（psychomotor）技巧。感覺功能如視力、聽力會隨老化而衰退；認知功能包括注意力、記憶力與學習能力，也會隨著老化過程而退化(Eby, Trombley, Molnar, & Shope, 1998)。運動功能如反應時間會隨老化變慢，但高齡駕駛人也常利用經驗來補償其在功能上退化所帶來之影響（Meng & Siren, 2012）。故高齡者於駕駛汽車因視力、警覺性、注意力與反應能力降低之同時，若能進一步了解高齡者在駕駛動作或技能的「學習效應」與駕駛訓練過程的學習負荷，評估學習成效所能減少交通事故之傷害，將能有助於相關交通法規、設施，及車輛科技之應用。

2.2 學習曲線

學習效應 (Learning Effect) 又稱為經驗效應 (Experience effect) 或學習現象 (Learning Phenomenon)。是指人類在進行重複性作業時，作業所需時間或成本會隨循環次數增加而逐漸減少的現象，後來被歸納成「學習曲線」理論 (Learning curves)。此理論最早於 1936 年由 Wright 以 Straight-Line 模型提出，Wright 觀察發現在飛機製造生產線上，每當產量增加 1 倍時，所需要的作業時間就相對減少 20%，而完成第 2 個產品所需要的作業時間是第 1 次的 80%，第 4 次所需要的工時是第 2 次的 80% 依此類推，此情形稱為有 80% 的學習率，或稱為有 20% 的進步率 (Wright, 1936; Yelle, 1979)，故學習曲線是表示單位產品生產時間與所生產的產品總數量之間的一條關係曲線。

從早期 Wright (1936) 發表第一篇學習曲線模式之後，數十年來不斷發展出很多不同的模式，這些後來所發展出來的模式考量更多學習因素，並且根據不同的環境狀況延伸出更適合的模式。而被視為最佳學習曲線代表模式且應用最廣的模式對數線性模式 (log-linear model)，根據 Blancett (2002) 指出，此對數線性模式最被常使用來預測重複作業 (repetitive operations) 之生產效率。其他學者也認為這個模式不但數學式簡單，對描述以人工作業型態為主的成本或時間而言，其準確度也可接受 (Vits & Gelders, 2002)。其學習曲線公式如下：

$$T_n = T_1 n^b \quad \text{公式 (1)}$$

其中

n : 重複次數

T_n : 重複第 n 次作業所耗時間

T_1 : 第一次作業所耗時間

b : 估計參數 ($-1 < b < 0$)

而 $\phi = 2^b$ 則定義為學習率 (learning rate)，代表作業完成所需時間隨著練習而進步的速率。若將公式 (1) 取對數，則得線性學習曲線公式 (2)，並可以線性迴歸 (linear regression) 計算得到上述參數值。

$$T'_n = Ln(T_n) = Ln(T_1) + bLn(n) = T'_1 + bn' \quad \text{公式 (2)}$$

學習曲線有時又稱練習曲線 (practice curves)，也被視為評估人員學習新工作績效的有效工具；因此被用來估計完成作業不同重複次數時所需時間或成本。而其應用範圍非常的廣泛，諸如工時標準設定、獎工制度的訂定、自製及外購選擇標準、損益平衡分析、人力資源規劃、行銷規劃、意外事件次數評估、售後服務、標準成本制訂、存貨設定、物料日程量規劃、品質管制、作業績效制訂等，而現在學習曲線發展重心已經逐漸轉移至廣義的應用層面。

值得注意的是，學習可以分為認知 (cognitive) 和動作技巧 (motor) 學習兩部分，大部分的作業或任務通常涉及認知和動作學習兩部分，很少僅為單純的認知學習或動作學習而已。Dar-el, Ayas, & Gilad (1995) 指出，就一純粹的認知學習任務而言，其學習率約 0.7 左右；若就純粹的動作學習來說，則在 0.9 左右；且學習率的值愈小，代表認知學習的成分愈高，且也學習愈快，一般的任務通常會包含認知和動作技能兩部分，故學習率通常會介於 0.7~0.9。例如，Konz & Johnson (2000) 研究指出，加工和裝配小型鑄件之學習率為 0.74，裝配電子管 0.83；和操作沖床 0.89。Reid & Mirka (2007) 使用學習曲線評估患者使用搬運輔助裝置，他們發現學習率為 0.83。

國內外研究指出，學習曲線能確實有效評估出手部協調性運動 (廖庭儀、劉有德，2003) 及複雜運動系統的手部靈活與協調性之學習效率 (陳秀惠、劉有德，2007)，以及應用手部工作績效方面，如人因工程和弦鍵鼠之研究與設計 (王映嵐，2006)。至於學習曲線於駕駛模擬儀的應用方面，有應用於踏板 (Sahami, Jenkins, & Sayed, 2009) 和方向盤 (Sahami & Sayed, 2010) 的適應性上，這兩個研究顯示了以冪函數來描述類似的學習曲線是不錯的數學模型。而近來 Sahami & Sayed (2013) 延續研究探討了操作駕駛模擬儀實驗前的練習是否會影響所欲量測的績效表現等議題，然學習曲線應用於模擬駕駛及學習率方面，尤其針對高齡者部分，仍未有相關研究探討。關於操作駕駛模擬儀的學習率，及高齡與年輕族群差異；高齡退化的影響，或高齡者所需的練習次數等問題，仍值得深入了解。

學習曲線公式的 T_n 代表重複第 n 次作業所耗時間，其亦隱喻著完成作業時間 (動作速度) 的長短， T_1 即是第一次作業所耗時間，也是未經過學習影響的完成時間。因此，當高齡者感覺功能 (視力、聽力)、認知功能 (注意力、記憶

力與學習能力)與運動功能隨著老化而退化時, T_1 應會隨之變大; 而高齡者的學習過程, 從初期學習率較小的認知學習(學習較快), 很快地轉由動作技能(motor skill) 部分掌控(學習率的值較高, 進步較緩), 此高齡所影響的學習成效仍是值得探討的議題。

2.3 作業負荷

人類處理信息(如從顯示器, 報警, 記錄和通信)、記憶項目、決策和執行任務的能力都有其限制, 過多的作業負荷可能會對人員績效造成影響, 如較慢的工作績效和人為錯誤; 而過低的作業負荷亦可能會對人員績效造成影響, 如無聊, 失去情境知覺能力或降低警覺性等。操作人員是一個人機系統的核心部分, 操作人員作業負荷的評估對新的人機系統的設計有著至關重要的影響, 我們可以透過作業負荷評估來了解系統的瓶頸和過載部分, 以讓系統安全和有效的運作。

駕駛者的作業負荷不僅會影響反應靈敏度, 亦會影響到駕駛績效, 在作業負荷的測量上, 主觀測量法(Subjective Measures) 公認是最能被接受、最容易實施、也是被最廣泛使用的方法, 比其他測量法更能擷取心智負荷的本質(Sheridan, 1980)。Hart and Staveland (1988) 提出一套量測方法為 NASA-TLX (National Aeronautics and Space Administration-Task Load Index) 量表, 主要將作業負荷量分成六個因子, 分別為心智負荷(Mental Demand)、體力負荷(Physical Demand)、時間負荷(Temporal Demand)、難易程度(Effort)、挫折程度(Frustration)、績效與滿意度(Performance)。

許多運用 NASA-TLX 量表量測車輛駕駛作業負荷議題, 如施善羸與吳志富(2005) 量測車用螢幕與座椅調整的配置模式, 對於不同的身高族群與性別在各項作業負荷種類以及疲勞度之間的差異, 以提供汽車設計師在座椅與汽車內裝配置的設計參考, 以及駕駛者在車用導航系統中, 座椅人因尺寸調整上的建議參考, 結果顯示「座椅前後移動距離」對於心智負荷是有顯著差異的; 而「座椅前後移動距離」、「座墊前緣高度調整」對於動作負荷有顯著差異, 對於精力耗費則有顯著影響; 其餘時間壓力、挫折感、表現績效與滿意度均無顯著影響。

王珣琦與吳志富（2004）以 NASA-TLX 量表量測駕駛者操作改良後車用導航系統介面選單之主觀感受，並與現有車用導航系統選單之方式作分析比較，評估新的介面使用方式及應用於車用導航選單之可能性，結果顯示心智負荷、精神負荷、績效與滿意度、挫折程度於兩者間沒有顯著差異存在；身體負荷、時間負荷於兩者間有顯著差異存在。董基良、陳一昌與黃俊仁（2007）研究報告指出有關評估心智負荷國外大都以 NASA-TLX 量表來衡量，並建議在進行 NASA-TLX 主觀評量問卷時，需將項目說明清楚，且使用受試者可以理解的方式說明內容，方可確實看出哪一指標影響較大，實驗數據才有比較基礎。近來劉伯祥、石裕川與孫益生（2010）亦以 NASA-TLX 評估大貨車五項駕訓科目之作業負荷及訓練成效。

以上顯示 NASA-TLX 在進行主觀作業負荷評估時之可行性與普遍性；因此，本研究以 NASA-TLX 進行模擬儀駕駛時之主觀作業負荷，藉以了解高齡者在駕駛模擬儀時的總體與各構面的作業負荷情況，以利未來應用於駕駛訓練及車內裝置設計，以輔助或降低高齡者之駕駛作業負荷。

2.4 文獻小結

綜合上述文獻可知，人口老化加劇趨勢非常明顯，且汽車對高齡者仍是生活所需，但隨高齡者身體老化與生理機能衰退而帶來的駕駛危安管理問題，若能進一步以駕駛模擬儀探討高齡者的駕駛動作或技能的學習成效，或藉以評估駕駛行為能力，將能有助於減少高齡者交通事故之傷害。過去許多學者運用學習曲線評估人員工作學習的績效，估計完成作業不同重複次數時所需時間或成本，如運用於生產作業或產品設計等，但對於駕駛模擬儀的學習效果，尤其針對高齡者的駕駛學習曲線，關於年齡老化與生理機能衰退對認知（cognitive）和動作（motor）學習所造成的影響仍未有探討。

根據以往研究，高齡者因生理機能與認知功能退化，因此在動作與訊息處理能力上會較慢，但整個學習過程中，包含認知學習及動作技能學習之轉變，此轉變對高齡者與年輕人學習成效之差異影響，即高齡者需多少訓練次數才能達到與年輕者相同績效或同要求標準。據此，我們推論高齡者的 T_1 （第一次完成所需時間）會較年輕者為長；另一方面，則會因高齡者動作退化導致動作技巧學習慢，使他們投入較多的資源進行駕駛認知作業處理，而導致學習率（ $\phi = 2^b$ ）

較年輕人為小，可能造成高齡者也會有較高的工作負荷（NASA-TLX）。故本研究將探討年輕與高齡族群於使用駕駛模擬儀進行訓練時，對完成第一次所需時間與學習率，及對主觀作業負荷評估之影響。

第三章 研究方法

3.1 受試者

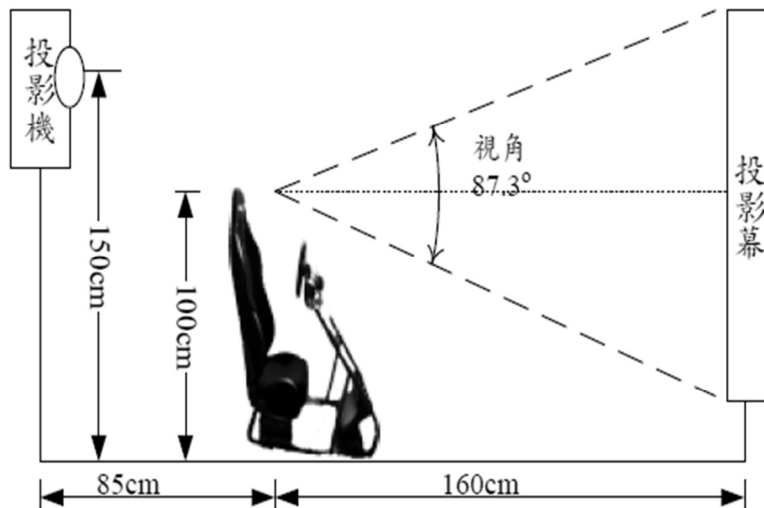
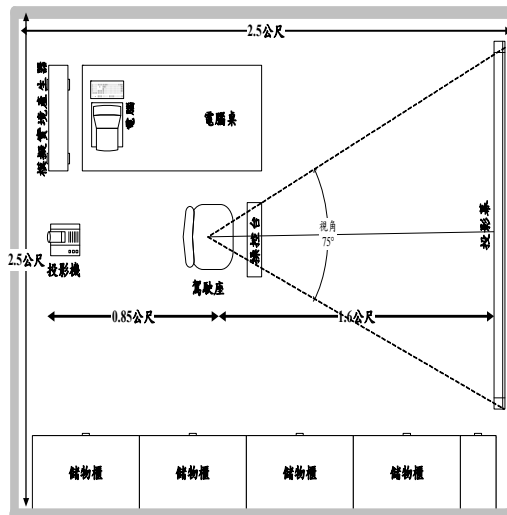
本研究招募受試者共 20 人，受試者均需已取得自用小客車駕照且排除駕駛新手，其中包括年輕（約 30~45 歲）與高齡（約 60~65 歲）各 10 人。視力經矯正後可達 0.8 以上且無色盲，無精神耗弱、癲癇、心臟病或其它足以影響汽車駕駛之疾病者，受試者基本資料統計表如表 3.1 所示。

表 3.1 受試者基本資料統計表

項目（單位）	高齡者（10 人）		年輕人（10 人）	
	平均值	標準差	平均值	標準差
年齡（歲）	60.9	2.85	33.7	3.23
持有駕照時間（年）	26.5	8.46	11.2	3.85
項目（單位）	男性（5 人）		女性（5 人）	
	平均值	標準差	平均值	標準差
年齡（歲）	62.4	2.7	59.4	2.3
持有駕照時間（年）	29.6	7.44	23.4	9.04

3.2 實驗場地

本實驗場地為長 2.5 公尺，寬 2.5 公尺的方形實驗室，實驗時空調開啟設定溫度於攝氏 $26\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，使受試者能在舒適的環境下進行實驗，避免因環境因素而導致表現誤差。實驗室內主要放置支援駕駛模擬儀之各項硬體設備，各項設備配置圖如圖 3.1 所示。



(a) 上視圖

(b) 側視圖

圖 3.1 實驗室位置配置圖

3.3 實驗儀器設備

本實驗所使用的駕駛模擬儀及虛擬實境為皮托科技公司所建置設計，組成主要分為三大部分：

一、電腦主機（含銀幕）乙台：

主機型號為 Dell Precision T3400，作為模擬駕駛環境的系統控制台，其它配備有 Intel (R) Core (TM) Duo CPU E8400 3.00GHz，作業系統使用 WINDOWS XP SP3，顯示卡為 NVIDIA Quadro FX 570，記憶體 2.0 GB。

二、投影機乙台（含投影幕乙幅）：

型號為 HITACHI CP-X400，擁有 220W UHB 燈泡，並達到 3000ANSI 流明的高亮度；投影幕材質為蓆白（Matte）之白塑布幕，尺寸（不含黑邊）為寬 162.6 公分×高 121.9 公分。

三、駕駛模擬座乙座：（如圖 3.2 所示）

（一）座椅背高 90 公分、椅背寬 52 公分，方向盤直徑為 24 公分。

（二）人員坐墊座高 25 公分、深 45 公分，其中座椅高度無法調整，但可前後調整 15 公分，模擬座踏板可前後調整 4 公分，所以受試者在進行實驗時可依本身體型調整座椅前緣至踏板頂部的距離，其最長距離為 65 公分，最短距離為 46 公分，使受試者能在舒適的情形下進行實驗。

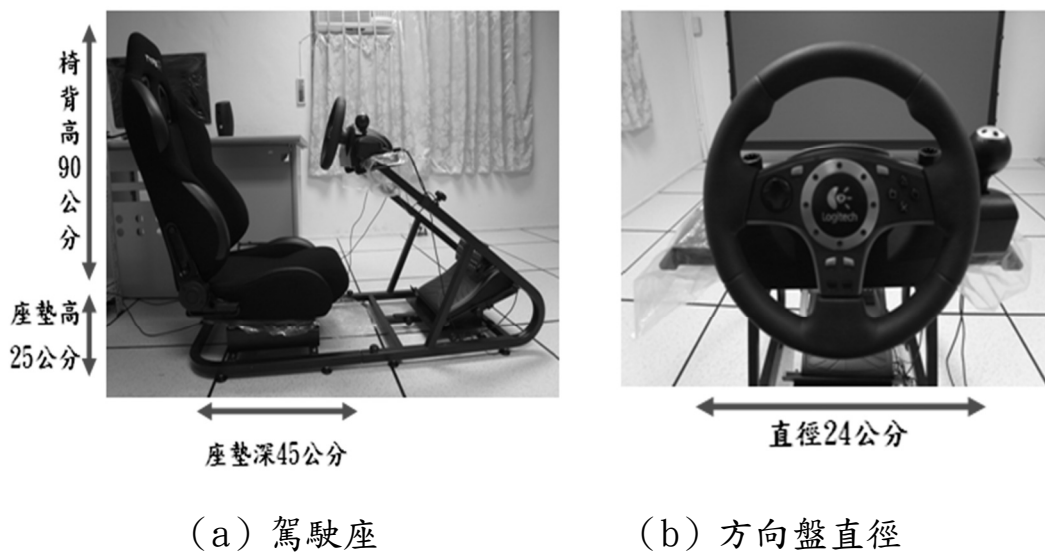


圖 3.2 駕駛模擬儀

3.4 實驗流程與路線場景

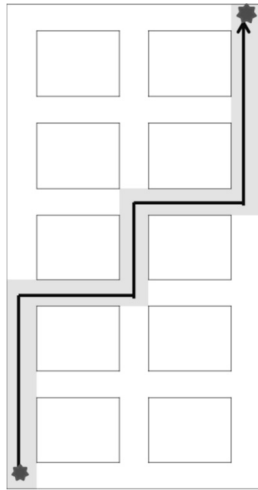
本研究為觀察高齡者操作駕駛模擬儀，從生疏至熟練之學習過程及操作負荷，要求高齡者學習適應模擬儀之油門控制（加速煞車）及轉彎順暢（不跨越車道線，均保持在內線車道），在不違反交通規則（無速度限制，視個人能力增

減速度)，觀察連續完成 10 回合任務的時間進步情形及作業負荷，實驗流程如下：

- 一、路況場景首先講解實驗流程與實驗目的，並簽署實驗同意書。
- 二、填寫個人基本資料：年齡、性別、身高、體重、駕駛經驗等。
- 三、依據模擬儀場景進行駕駛，並記錄完成時間，共連續重複 10 回合，每回合完成後給予 2 分鐘休息時間，以避免動暈症以及眼睛疲勞。
- 四、於完成第 1 回合、第 5 回合與第 10 回合時填寫 NASA-TLX 量表。
- 五、根據 Wright 學習曲線數學模式 ($T_n = T_1 n^b$) 進行迴歸分析，推估出第一次完成理論時間 (T_1) 及學習率 (Learning rate, $\phi = 2^b$)。
- 六、將計算所得之 T_1 、 ϕ 及 NASA-TLX 作業負荷進行統計分析。

實驗路況場景為皮托科技公司所設計之駕駛模擬儀內建場景，場景為一般市區街道，路寬為雙向 4 線道，駕駛路線共經過 5 個縱向街區及 2 個橫向街區，縱向街區總長為 840 公尺，橫向街區總長為 540 公尺，總實驗路線距離約 1380 公尺，起點為左下角街區，終點為右上角街區，道路行駛路線設計為 2 個右轉彎及 2 個左轉彎。

駕駛實驗過程中，由駕駛者自行控制速度（無速度限制），要求駕駛者轉彎過程中，均保持於內線車道線內，不得跨越至對向車道及慢車道，駕駛學習實驗共連續進行 10 回合，讓受試者逐步學習適應，觀察其完成時間學習進步情形，另駕駛場景為避免影響駕駛等干擾因素，將天候設定為晴（白）天，並關閉電腦模擬車流及道路突發狀況（如施工及行人穿越），場景如圖 3.3 所示。



(a) 路線圖



(b) 場景圖

圖 3.3 駕駛路線場景圖

3.5 資料處理與分析

3.5.1 資料處理

- 一、 將每位受試者之實驗完成時間，帶入學習曲線公式(2)，再以簡單線性回歸 (simple linear regression) 計算推估第一次完成理論時間 (T_1) 及學習率 (Learning rate, ϕ)。並將上述所得之 T_1 及 ϕ 進行敘述性統計說明與變異數分析(ANOVA)。
- 二、 將 NASA-TLX 作業負荷進行敘述性統計說明與變異數分析(ANOVA)
- 三、 以統計軟體 STATISTICA 8.0 進行上述資料處理。

3.5.2 分析方法

- 一、 敘述性統計 (Descriptive Statistics Analysis)

呈現實驗值、第一次完成理論時間 (T_1)、學習率 (Learning rate, ϕ)，與 NASA-TLX 作業負荷評量等資料之平均數、標準差等資料。

- 二、 簡單線性回歸 (simple linear regression)

計算推估第一次完成理論時間 (T_1) 及學習率 (Learning rate, ϕ)。

- 三、 變異數分析

變異數分析用以檢定依變項第一次完成理論時間 (T_1)、學習率 (ϕ)、NASA-TLX 作業負荷是否因自變項(或稱因子；年齡 (高齡者、年輕人)、性別(男性、女性)、駕駛回合數(1, 5, 10 回合))內之組別不同而有所顯著差異。

3.6 實驗設計

本研究以巢狀-因子設計(Nested-factorial design)進行實驗資料分析。自變項分別為年齡、性別及回合數，依變項為第一次完成理論時間 (T_1)、學習率 (ϕ) 及 NASA-TLX 主觀作業負荷評量，各變項詳細定義分述如下。

3.6.1 自變項(或稱因子)

- 一、 年齡：高齡者、年輕人共兩種水準 (Levels)。
- 二、 性別：伏集 (nested) 於年齡之下，高齡者、年輕人男女各 10 員
- 三、 回合數：區分第 1 回合、第 5 回合及第 10 回合，共三種水準 (Levels)，只用於 NASA-TLX 作業負荷評量。

3.6.2 依變項

- 一、第一次完成理論時間 (T_1)：採用駕駛 10 回合完成時間，由學習曲線公式算出之 T_1 ，代表學習理論所推估之第一次完成任務的時間。
- 二、學習率 (Learning rate)：採用駕駛 10 回合完成時間，由學習曲線公式算出之 $\phi = 2^b$ ，代表作業完成所需時間隨著練習而進步的速率。
- 三、NASA-TLX 作業負荷評量：在駕駛完成第 1、5 及 10 回合駕駛後，針對受試者的心智負荷 (mental demand)、體力負荷 (physical demand)、時間負荷 (temporal demand)、績效與滿意度 (performance)、難易程度 (effort) 及挫折程度 (frustration) 來實施評量，獲得各單項 (未加權) 加總的分數，藉以了解受試者逐次學習過程中，作業負荷的差異情形 (量表如附錄 1)。

針對第一次完成理論時間 (T_1) 及學習率 (Learning rate) 採巢狀-因子變異數分析 (Nested ANOVA)，實驗因子為年齡層 (年輕與高齡，2 Levels) 及性別 (伏集於年齡之下，高齡及年輕男女各 10 員)；而針對 NASA-TLX 作業負荷採用巢狀-因子變異數分析 (Nested-Factorial ANOVA)，實驗因子為年齡層 (年輕

與高齡，2 Levels）與回合數（第 1、5、10 回合，3 Levels）及性別（伏集於年齡之下，高齡及年輕男女各 10 員），統計顯著水準（ α ）為 0.05。

第四章 資料分析與討論

4.1 原始資料與迴歸分析

表 4.1 為全體受試者駕駛模擬儀 10 回合所觀測之實際作業完成時間，將各受試者 10 回合的觀察時間套入學習曲線公式計算，可得出各受試者之第一次完成理論時間(T_1)及學習率(ϕ)，包含學習理論所預測之學習曲線圖(如附錄 4)。

表 4.1 全體受試者 10 回合完成時間的觀察值、理論值 (T_1) 及學習率 (ϕ)

編號	性別	組別	各回合 (單位：秒)										T_1	ϕ
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	男	年輕	173	128	128	122	157	162	119	137	121	132	163	0.92
2	男	年輕	199	162	152	120	116	118	119	113	126	106	196	0.83
3	男	年輕	171	180	186	168	132	124	138	127	112	150	198	0.87
4	男	年輕	215	190	194	165	160	182	151	151	163	137	235	0.85
5	男	年輕	151	145	141	124	130	122	121	130	117	127	150	0.94
6	女	年輕	176	147	150	144	151	154	144	132	124	121	189	0.87
7	女	年輕	150	114	110	105	119	102	116	109	109	105	133	0.93
8	女	年輕	247	168	151	149	149	154	148	144	145	155	204	0.90
9	女	年輕	208	155	132	145	148	155	128	127	129	134	193	0.87
10	女	年輕	175	161	155	157	193	147	146	165	166	175	170	0.96
11	男	高齡	277	242	187	166	174	160	177	195	152	158	260	0.86
12	男	高齡	289	243	194	187	175	185	198	207	182	185	263	0.89
13	男	高齡	185	196	169	175	160	161	137	132	136	121	208	0.88
14	男	高齡	295	226	208	237	201	221	155	150	156	138	303	0.81
15	男	高齡	283	222	179	156	164	163	149	136	141	145	267	0.81
16	女	高齡	323	289	258	234	216	189	190	193	181	165	341	0.82
17	女	高齡	243	237	201	201	175	157	152	128	125	140	273	0.81
18	女	高齡	240	228	224	215	210	198	215	206	190	180	246	0.92
19	女	高齡	149	184	161	143	138	139	115	114	123	128	174	0.90
20	女	高齡	232	258	193	190	159	197	165	163	164	169	248	0.88

註：各受試者之觀測值及對應之學習曲線圖請參閱附錄 4。

4.2 第一次理論完成時間及學習率

將各受試者 10 回合的觀察時間套入學習曲線公式(2)計算，可得出各受試者學習理論所預測之學習曲線，包含第一次完成理論時間 (T_1) 及學習率 (ϕ)，每位受試者資料請參見表 4.1。另將上述學習曲線所推估 T_1 及 ϕ ，以巢狀變異數分析進行分析，其結果及敘述性統計分如表 4.2、4.3 及 4.4 所示。

從表 4.2 及 4.3 第一次完成理論時間 (T_1) 及學習率 (ϕ) 的變異數分析結果得知，年齡(高齡、年輕)對第一次完成理論時間(T_1)有顯著影響($p=0.0032$)，但對學習率則無。此符合我們預期高齡者因生理機能及認知功能退化而造成第一次完成時間 (T_1) 之延長，由表 4.4 知高齡者第一次完成時間明顯較年輕人久(高齡者：258.2 秒；年輕人：182.9 秒)，此完成時間之差距，代表高齡的反應變慢，處理訊息能力及適應力下降，所需操作時間變長，故相較於年輕人，高齡者採用較低的駕駛速度(完成時間較長)以補償個人能力之退化，此與之前文獻相同。

因此，根據上述變異數分析結果，我們將區分高齡與年輕兩組，將各組內受試者每回合時間進行平均後，依據公式(2)進行迴歸分析獲知高齡者與年輕者的學習曲線如下所示。

$$\text{高齡者： } T_n = 258n^{-0.2176} \quad \text{.....公式(3)}$$

$$\text{年輕者： } T_n = 183n^{-0.1681} \quad \text{.....公式(4)}$$

從上述公式可知，高齡者之 $T_1=258$ 秒， $b=-0.2176$ ， $\phi=0.86$ ；年輕者之 $T_1=183$ 秒， $b=-0.1681$ ， $\phi=0.89$ 。圖 4.1 所呈現的是高齡者與年輕者每回合完成時間 T_n 的平均觀察值與其對應之學習曲線。

表 4.2 第一次完成理論時間 (T1) 變異數分析結果 ($\alpha=0.05$)

因子	自由度	平方和	均方和	F 值	p 值	顯著性
年齡	1	28402.2	28402.2	17.21	0.0032	**
性別 (年齡)	1	63.8	63.8	0.04	0.8491	N.S.
受試者 (性別)	8	13390.5	1673.8	1.01	0.4923	N.S.
誤差項	8	13203.8	1650.5			
合計	19	55318.0				

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$, N.S. 不顯著

表 4.3 學習率 (ϕ) 變異數分析結果

因子	自由度	平方和	均方和	F 值	p 值	顯著性
年齡	1	0.01	0.0	3.64	0.0928	N.S.
性別 (年齡)	1	0.00	0.00	0.10	0.7635	N.S.
受試者 (性別)	8	0.02	0.00	1.10	0.4485	N.S.
誤差項	8	0.01	0.00			
合計	19	0.04				

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$, N.S. 不顯著

表 4.4 T_1 與 ϕ 敘述性統計表

因子	水準	T1		ϕ		
		平均值	標準差	平均值	標準差	
全體		220.6	54.0	0.87	0.05	
年齡	年輕(n=10)	182.9	29.5	0.89	0.04	
	高齡(n=10)	258.2	46.0	0.86	0.04	
年齡* 性別	年輕	女性(n=5)	177.5	27.8	0.91	0.04
		男性(n=5)	188.2	33.4	0.88	0.05
	高齡	女性(n=5)	256.4	60.1	0.86	0.05
		男性(n=5)	260.0	34.0	0.85	0.03

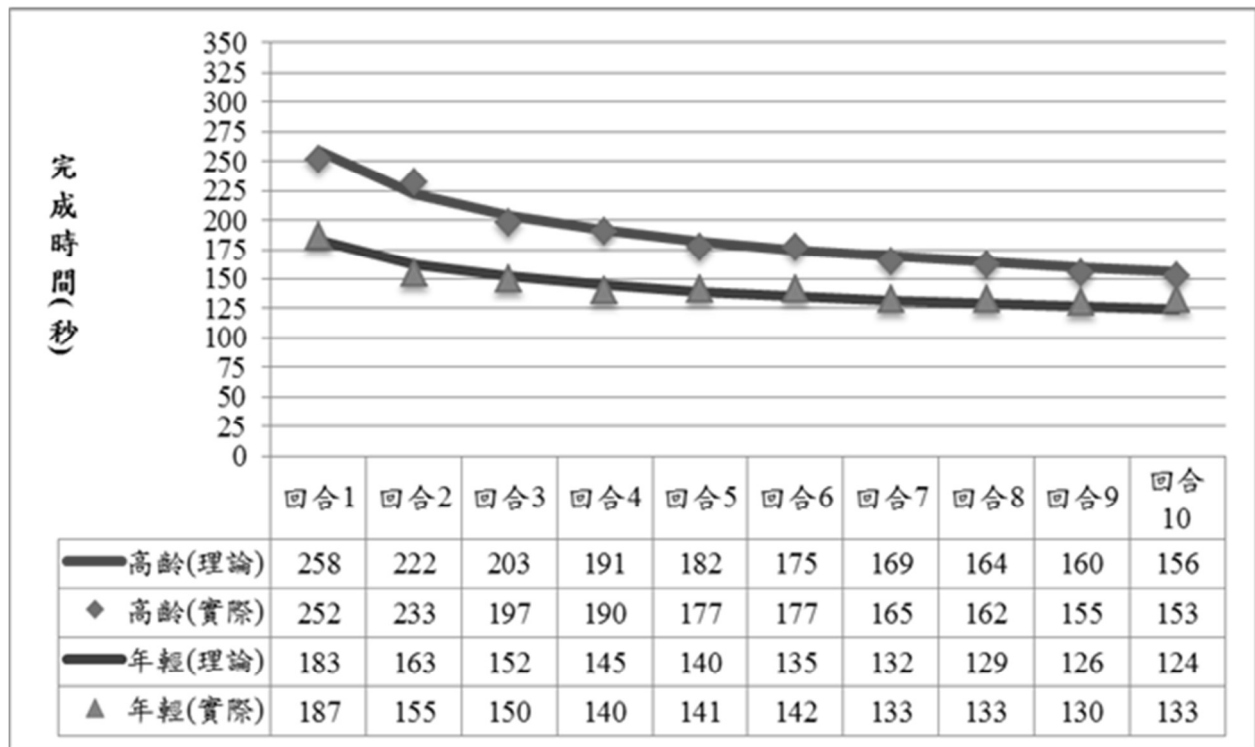


圖 4.1 高齡者與年輕人之完成時間（觀察值） T_n 及對應之學習曲線

4.3 NASA-TLX 作業負荷

表 4.5 顯示 NASA-TLX 作業負荷變異數分析之結果，從表得知年齡（高齡者、年輕人）對作業負荷沒有顯著的影響，而回合數（第 1、5、10 回合）及各年齡層之性別則有顯著差異。相關敘述性統計表如表 4.6。

駕駛模擬儀操作過程中，高齡者與年輕人的作業負荷沒有顯著差異（高齡者：55.38；年輕人：56.97），但隨著連續 10 回合的學習操作過程，兩受試群之作業負荷有顯著的降低趨勢（回合 1：61.17，回合 5：55.28 及回合 10：52.08），如圖 4.2 所示。

在性別方面（見圖 4.3），發現在各年齡層裡，女性作業負荷均有顯著高於男性之現象，尤其高齡者男、女性差異更明顯（高齡者男/女：51/60；年輕人男/女：56/58）。代表在駕駛模擬儀操作上，女性可能因須付出更多努力調整適應模擬儀，導致女性較男性感受較多的負荷，此可能與兩性之駕駛經驗、頻率或儀器科技接受度有關，故對於女性之駕駛模擬儀操作，可能更須多留意操作負荷等問題；即使性別對 T_1 與 ϕ 並無顯著影響。

表 4.5 NASA-TLX 變異數分析結果

因子	自由度	平方和	均方和	F 值	p 值	顯著性
年齡	1	37.6	37.6	0.35	0.5613	N.S.
回合數	2	850.2	425.1	3.90	0.0305	*
性別（年齡）	2	720.2	360.1	3.30	0.0496	*
回合數*年齡	2	650.4	325.2	2.98	0.0648	N.S.
回合數（年齡）*性別	4	150.4	37.6	0.35	0.8456	N.S.
受試者（年齡*性別）	16	3349.4	209.3	1.92	0.0568	
誤差項	32	3487.9	109.0			
合計	59	9245.9				

* $p < 0.05$ ，** $p < 0.01$ ，*** $p < 0.001$ ，N.S. 不顯著

表 4.6 NASA-TLX 敘述性統計表

因子	水準	平均值	標準差
全體		56.18	12.52
年齡	年輕	56.97	9.46
	高齡	55.38	15.10
回合數	1	61.17	14.27
	5	55.28	9.35
	10	52.08	12.28
年齡*性別	年輕	女性	58.02
		男性	55.91
	高齡	女性	60.17
		男性	50.60
年齡*回合數	年輕	1	58.03
		5	55.87
		10	57.00
	高齡	1	64.30
		5	54.70
		10	47.15

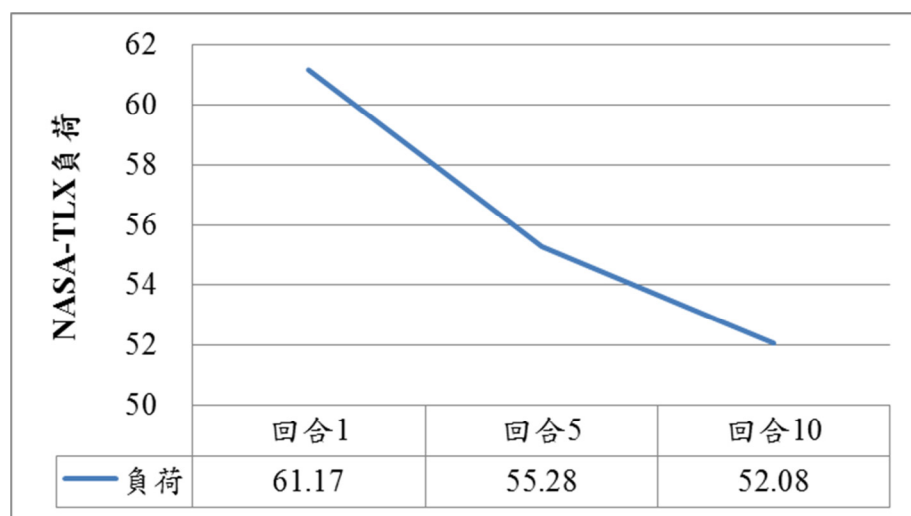


圖 4.2 回合數對 NASA-TLX 作業負荷的影響

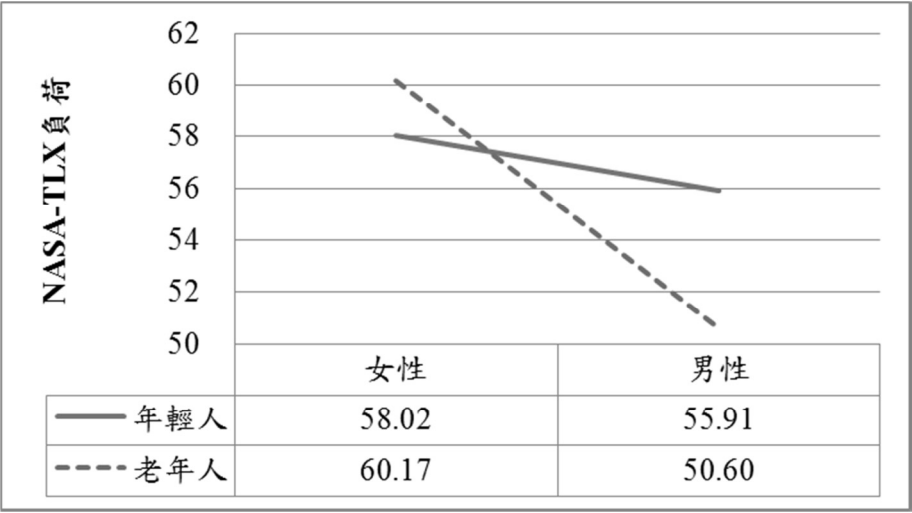


圖 4.3 不同年齡層之性別對 NASA-TLX 作業負荷的影響

第五章 結論與建議

根據內政部戶政司 102 年統計資料顯示，臺灣 65 歲以上人口已達 257 萬人(約佔 11.1%)，內政部預估在 107 年時，臺灣就會正式成為高齡國家(高齡者比例達 14%)。高齡者的交通安全駕駛更是我們需要注意的，尤其是視力及反應能力較差，部分器官退化情形下，在駕駛上需要格外小心。特別是高齡者在駕駛汽車時因視力、警覺性、注意力與反應能力降低，行駛於夜間、天候不良、交通環境複雜路段與時段、高快速公路或大型交叉路口等環境之困難度將明顯增加。

本計畫為減少高齡者交通事故及衍生之傷害，藉助本所駕駛模擬儀實驗，探討高齡者在駕駛動作或技能的學習效應。另藉美國太空總署 NASA-TLX 量表以了解高齡者在進行模擬儀駕駛時的總體與各構面的作業負荷情況。

本研究成果可提供交通部、交通部道路交通安全督導委員會、交通部公路總局及縣市政府參採，以提升我國交通安全績效。

5.1 結論

實驗結果發現高齡者第一次完成時間(T_1)明顯較年輕人久，此時間之差距，代表高齡的反應變慢，處理訊息能力及適應力下降，所需操作時間變長，故相較於年輕人，高齡者採用較低的駕駛速度以補償個人能力之退化。但年齡對學習率則無顯著影響。我們可透過學習曲線公式(3)與(4)來推算高齡者與年輕人練習次數所對應之個別作業所耗時間。

在駕駛模擬儀操作的 NASA-TLX 作業負荷方面，隨著連續 10 回合的學習操作過程，作業負荷有顯著的降低趨勢，尤其高齡者較年輕人有更明顯的負荷降低情形，代表高齡者初始調適至後期熟練的學習過程，負荷感受明顯減少，即年輕人負荷變化情形不如高齡者明顯，此與上述高齡者有較年輕高的認知適應問題一致。

在駕駛模擬儀操作的 NASA-TLX 作業負荷方面，我們發現作業負荷隨著練習次數增加而顯著降低。而在 NASA-TLX 作業負荷的性別方面，發現各年齡層女性作業負荷均顯著高於男性之現象，尤其高齡者男、女性差異更明顯，此代

表駕駛模擬儀操作學習上，女性須付出更多努力調整適應，尤其高齡女性感受最深，故對於女性之駕駛模擬儀操作，可能更須多留意操作負荷等問題。

5.2 建議及未來研究方向

駕駛模擬儀已證實具有評估駕駛能力之功能，本研究目的為探討高齡者操作模擬駕訓之學習成效及作業負荷，以做為未來運用駕駛模擬儀檢測或訓練駕駛能力之參考，並藉此強化高齡駕駛管理，評估高齡駕駛能力及學習力。

本研究證實高齡者採用降速以補償駕駛能力不足，故初期操作時間較長，即駕駛所需反應時間或距離須增加，此潛在因素對於對交通號誌之設計或法規之規定都必須納入考量，或對於車輛科技之高齡應用亦能納入加以評估。

另對於駕駛模擬儀用以訓練高齡者駕駛能力部分，亦得到正向肯定結果，未來可納入高齡駕駛訓練之考量，而本實驗受限於設備及場景限制，後續可針對不同難易程度之路況或特殊道路場景設計，探討不同環境下之訓練成效。

參考文獻

1. Blancett, R. S. (2002). Learning from productivity learning curves. *Research-Technology Management*, 45(3), 54-58.
2. Dar-el, E. M., Ayas, K., & Gilad, I. (1995). A dual-phase model for the individual learning process in industrial tasks. *IIE transactions*, 27(3), 265-271.
3. Eby, D. W., Trombley, D., Molnar, L. J., & Shope, J. T. (1998). The Assessment of Older Driver's Capabilities: A Review of the Literature. *Ann Arbor*, 1001, 48109.
4. Hart, S. G., & Staveland, L. E. (1988). Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. *Advances in psychology*, 52, 139-183.
5. Konz, S. A., & Johnson, S. (2000). *Work design: industrial ergonomics: Holcomb Hathaway*.
6. Meng, A., & Siren, A. (2012). Cognitive problems, self-rated changes in driving skills, driving-related discomfort and self-regulation of driving in old drivers. *Accident Analysis & Prevention*, 49, 322-329.
7. Reid, S. A., & Mirka, G. A. (2007). Learning curve analysis of a patient lift-assist device. *Applied ergonomics*, 38(6), 765-771.
8. Sahami, S., Jenkins, J. M., & Sayed, T. (2009). Methodology to analyze adaptation in driving simulators. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2138(1), 94-101.
9. Sahami, S., & Sayed, T. (2010). Insight into steering adaptation patterns in a driving simulator. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2185(1), 33-39.
10. Sahami, S., & Sayed, T. (2013). How drivers adapt to drive in driving simulator, and what is the impact of practice scenario on the research?.

- Transportation research part F: traffic psychology and behaviour, 16, 41-52.
11. Sheridan, T. (1980). Mental workload-What is it? Why bother with it. Human Factors Society Bulletin, 23(2), 1-2.
 12. Vits, J., & Gelders, L. (2002). Performance improvement theory. International journal of production economics, 77(3), 285-298.
 13. Wright, T. P. (1936). Factors affecting the cost of airplanes. Journal of the Aeronautical Sciences, 3(2), 122-128.
 14. Yelle, L. E. (1979). The learning curve: Historical review and comprehensive survey. Decision Sciences, 10(2), 302-328.
 15. 王珮琦、吳志富 (2004) 車用導航系統之使用者介面選單設計研究。
 16. 王映嵐 (2006) 人因工程和弦鍵鼠之研究與設計，大同大學，碩士論文。
 17. 施善羸、吳志富 (2005) 車用導航系統對於駕駛績效之影響研究。
 18. 陳子儀、陳雅珍 (1993) 高齡者交通安全問題對策之研究，臺北市交通部道路交通。
 19. 陳秀惠、劉有德 (2007) 複雜運動系統的學習曲線。體育學報，40(2)，39-50。安全督導委員會。
 20. 廖庭儀、劉有德 (2003) 以學習曲線描述協調型態轉移。臺東大學體育學報，1，73-87。
 21. 董基良、陳一昌、黃俊仁 (2007) 駕駛人生理功能，心理因素，行為特質與交通安全之關聯性研究，交通部運輸研究所。
 22. 劉伯祥、石裕川、孫益生 (2010) 大貨車五項駕訓科目之工作負荷及訓練成效評估研究。運輸計劃季刊，39(3)，251-276。
 23. 賴建丞、白璐、蔡行瀚、簡戊鑑、張瑋庭、林佳欣、洪宇箴等人 (2009) 臺灣 1986-2007 年事故傷害死亡趨勢分析。北市醫學雜誌，6(3)，174-184。

附錄 1

NASA TLX (Task Loading Index) 量表

編號：_____

日期：____年____月____日

填表說明：

請依照剛才所進行實驗情境的整體感受來進行填寫，由心智負荷、體力負荷、時間負荷、績效與滿意度、難易程度及挫折程度等六個因素來評估本次任務的心智負荷，全表共有兩個部份：

第一部份：任務各因素評比，針對六個心智負荷的因素來實施單項評分。

範例：量表共有 20 格，每格 5 分，若您評估任務中的心智負荷為普通且偏高（約 60%），則圈選如下。

向	度	說	明	及	評	量
心智負荷 (mental demand)		本次的駕駛任務，需運用多少心智及知覺的活動（例如：思考、決定、記憶、觀察、搜索，等等）？				
		<p>0 25 50 75 100</p> <p>很低 低 普通 高 很高</p>				

第二部份：兩兩因素相比較，針對所列出的 15 對因素，兩兩實施相互比較，選出在任務中最顯著的心智負荷變項。

範例：

難易程度與心智負荷相比，若心智負荷大於難易程度，則勾選心智負荷。

☐ 難易程度 (effort)

☒ 心智負荷 (mental demand)

依據您的感受請評估執行該項任務所產生的作業負荷。



第一部份：

向	度	說	明	及	評	量
心智負荷 (mental demand)		本次的駕駛任務，需運用多少心智及知覺的活動（例如：思考、決定、記憶、觀察、搜索，等等）？				
體力負荷 (physical demand)		本次的駕駛任務，需運用多少體力負荷的活動（例如：轉動、控制、行動，等等）？				
時間負荷 (temporal demand)		本次的駕駛任務，任務進行的步調讓您感覺到多少時間壓力？本任務步調是緩慢還是急速？是從容還是忙亂？步伐緩慢的或是急促的、從容的或是緊急的？				
績效與滿意度 (performance)		本次的駕駛任務，您對自己完成路線時間及駕駛過程滿意？				
難易程度 (effort)		本次的駕駛任務讓您感受到的難易程度為何？				
挫折程度 (frustration)		本次的駕駛任務，您感到挫折、失敗、緊張、氣餒、無把握？				

第二部分：兩兩因素相互比較

1	<input type="checkbox"/> 體力負荷 (physical demand)	<input type="checkbox"/> 心智負荷 (mental demand)
2	<input type="checkbox"/> 時間負荷 (temporal demand)	<input type="checkbox"/> 心智負荷 (mental demand)
3	<input type="checkbox"/> 績效與滿意度 (performance)	<input type="checkbox"/> 心智負荷 (mental demand)
4	<input type="checkbox"/> 難易程度 (effort)	<input type="checkbox"/> 心智負荷 (mental demand)
5	<input type="checkbox"/> 挫折程度 (frustration)	<input type="checkbox"/> 心智負荷 (mental demand)
6	<input type="checkbox"/> 時間負荷 (temporal demand)	<input type="checkbox"/> 體力負荷 (physical demand)
7	<input type="checkbox"/> 績效與滿意度 (performance)	<input type="checkbox"/> 體力負荷 (physical demand)
8	<input type="checkbox"/> 難易程度 (effort)	<input type="checkbox"/> 體力負荷 (physical demand)
9	<input type="checkbox"/> 挫折程度 (frustration)	<input type="checkbox"/> 體力負荷 (physical demand)
10	<input type="checkbox"/> 績效與滿意度 (performance)	<input type="checkbox"/> 時間負荷 (temporal demand)
11	<input type="checkbox"/> 難易程度 (effort)	<input type="checkbox"/> 時間負荷 (temporal demand)
12	<input type="checkbox"/> 挫折程度 (frustration)	<input type="checkbox"/> 時間負荷 (temporal demand)
13	<input type="checkbox"/> 難易程度 (effort)	<input type="checkbox"/> 績效與滿意度 (performance)
14	<input type="checkbox"/> 挫折程度 (frustration)	<input type="checkbox"/> 績效與滿意度 (performance)
15	<input type="checkbox"/> 挫折程度 (frustration)	<input type="checkbox"/> 難易程度 (effort)

招募海報



實 驗 招 募

實驗名稱

高齡者之駕駛模擬儀學習效果與作業負荷


實驗內容

練習開駕駛模擬儀，並填寫問卷

條件限制

- ☒ 年齡：60～65 歲
- ☒ 視力經矯正後為0.8以上且無色盲
- ☒ 需有小客車駕照且仍有開車習慣


無以下疾病：
精神耗弱、癲癇、心臟病或足以影響
汽車駕駛之疾病



本次實驗約
2.5～3 小時

實驗當天請攜帶駕照
完成實驗：壹仟元新台幣

國防大學管理學院 運籌管理學系
指導教授：石裕川 博士
聯絡人：鄭志展
聯絡電話：0918523410 (預約實驗)



附錄 3

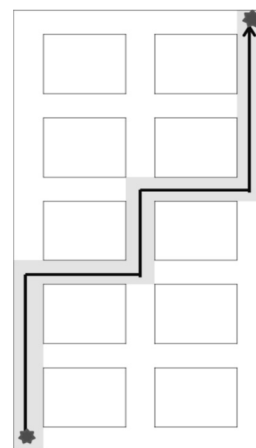
實驗同意書

- 一、計畫名稱：高齡者之駕駛模擬儀學習效果與作業負荷
- 二、研究機構：國防大學管理學院 運籌管理學系
- 三、實驗目的：觀察高齡者操作駕駛模擬儀，從生疏至熟練之學習過程及操作負荷
- 四、實驗說明：請您學習適應模擬儀之轉彎順暢及煞車加速，在不違反交通規則(無限速，視您個人能力增減速度)，及轉彎不跨越車道線條件下，以最快時間完成駕駛任務。(路線圖如右下)
- 五、潛在風險：駕駛過程中可能造成動暈症或眼睛疲勞等症狀，為避免受試者不適及影響實驗，實驗中會間隔休息 2 分鐘，即可恢復

實驗主持人：石裕川 教授

實驗執行人：鄭志展、陳宜寧

聯絡電話：0918523410 (鄭)、0989259144 (陳)



參與研究之條件與限制

- ☒ 視力經矯正後可達 0.8 以上且無色盲
- ☒ 無以下疾病：精神耗弱、癲癇、心臟病、或其他足以影響汽車駕駛之疾病
- ☒ 有小客車駕照

-----實驗同意簽署-----

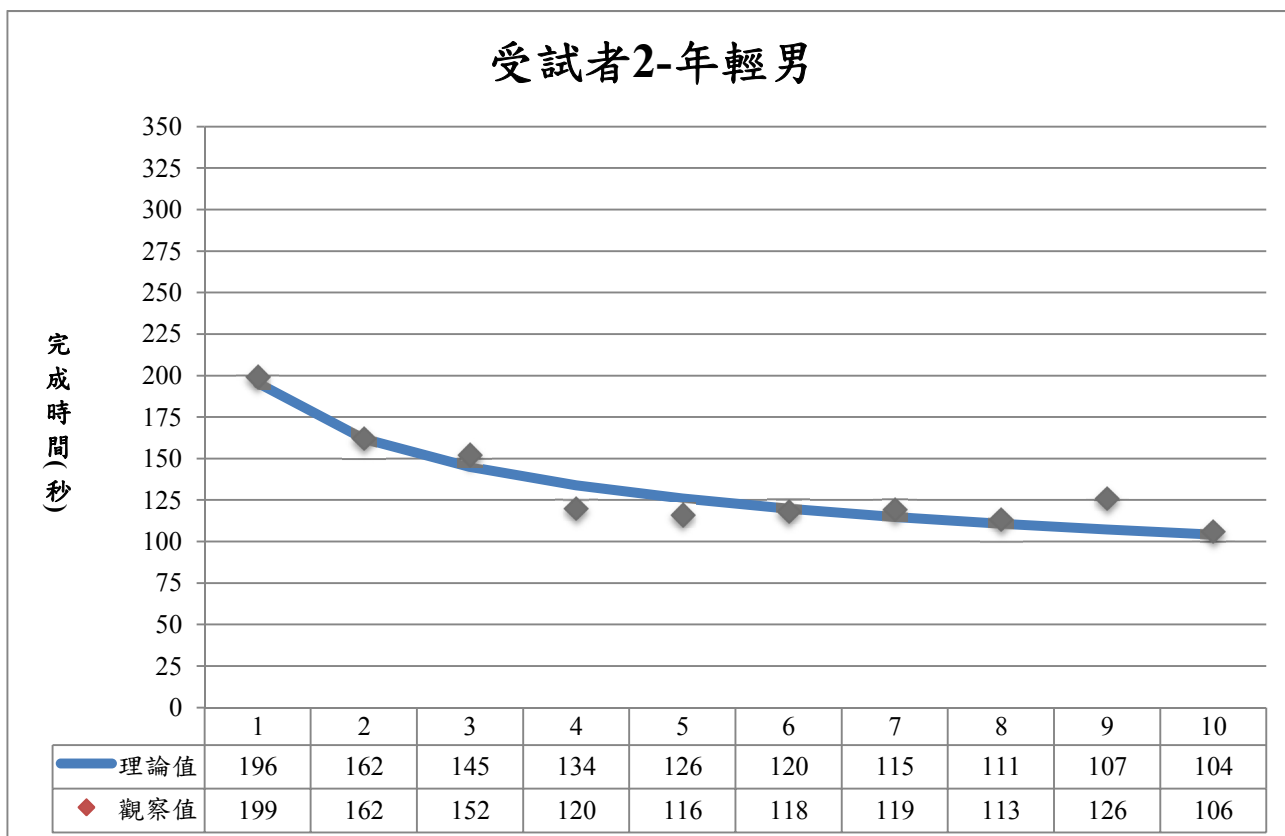
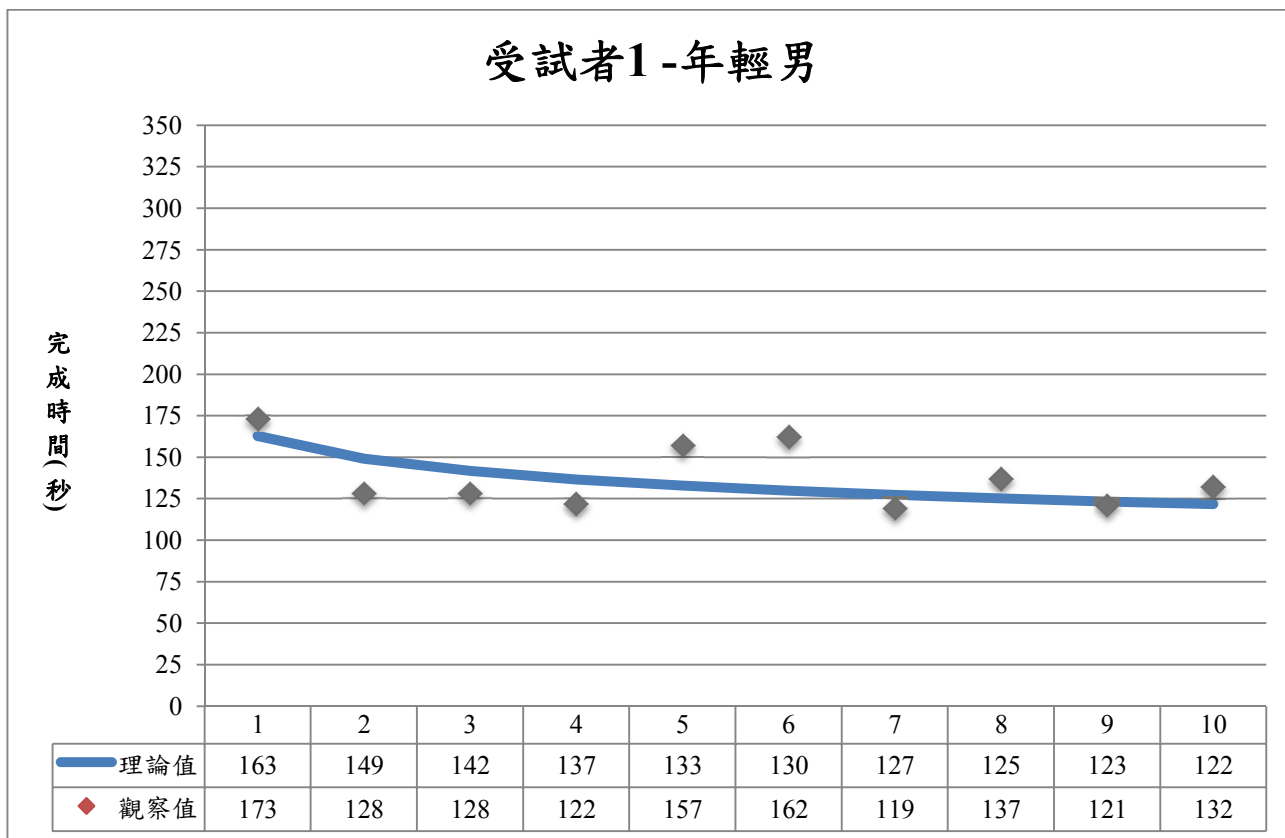
本人已詳細瞭解上述研究方法，有關本研究計畫的疑問，已獲得詳細說明與解釋。本人同意成為本研究計畫的自願研究參與者。

受試者簽名：_____ 連絡電話：_____

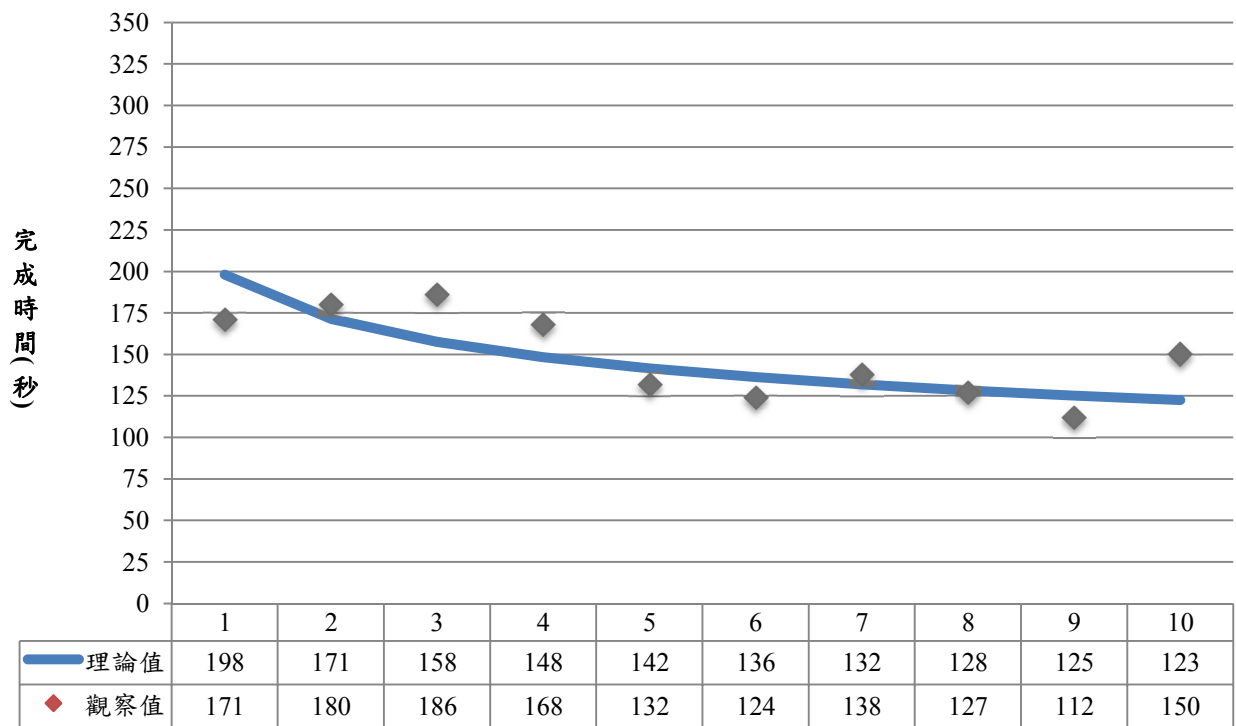
日期：中華民國_____年_____月_____日

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，或影響日後研究計畫主持人對您的評價，更不會損及您的任何權利。

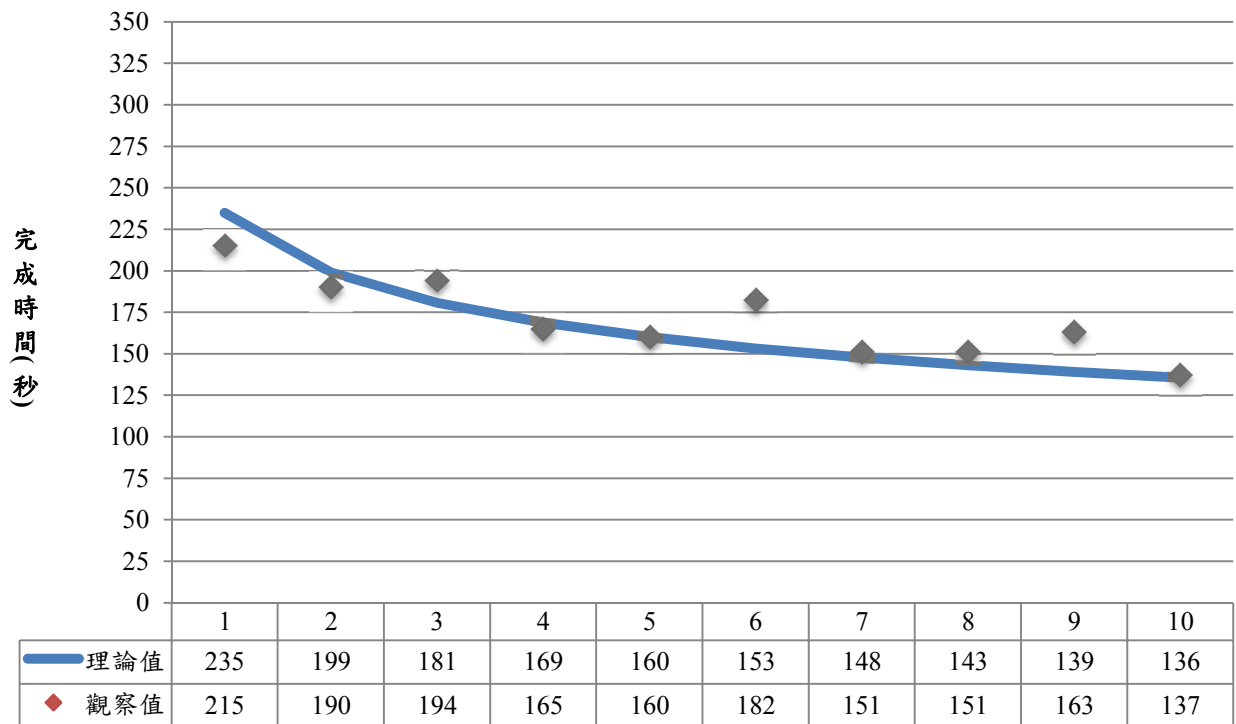
附錄 4 學習曲線圖



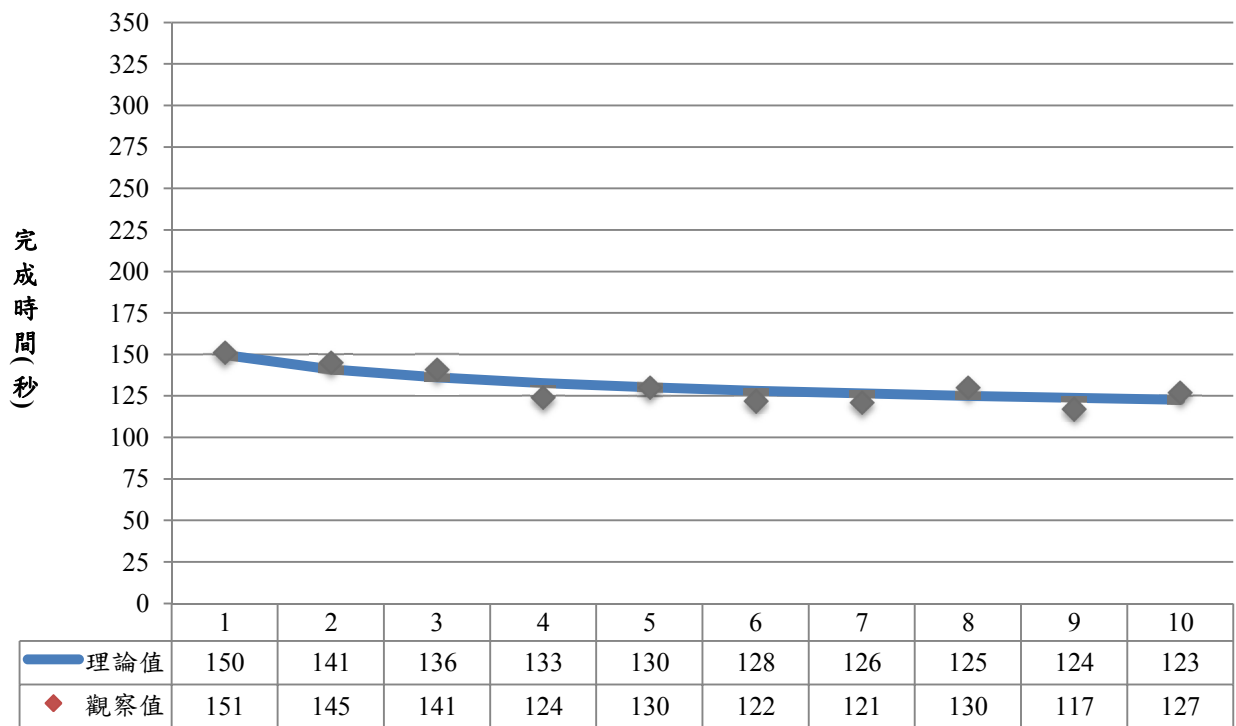
受試者3-年輕男



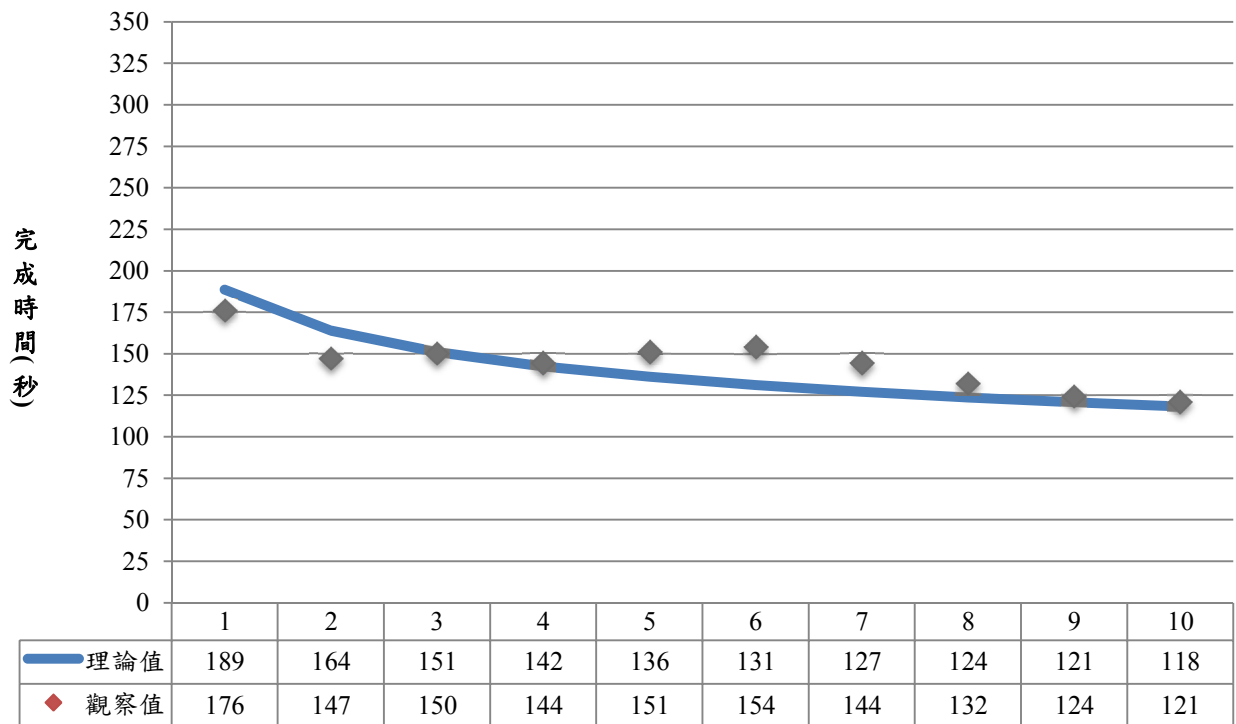
受試者4-年輕男



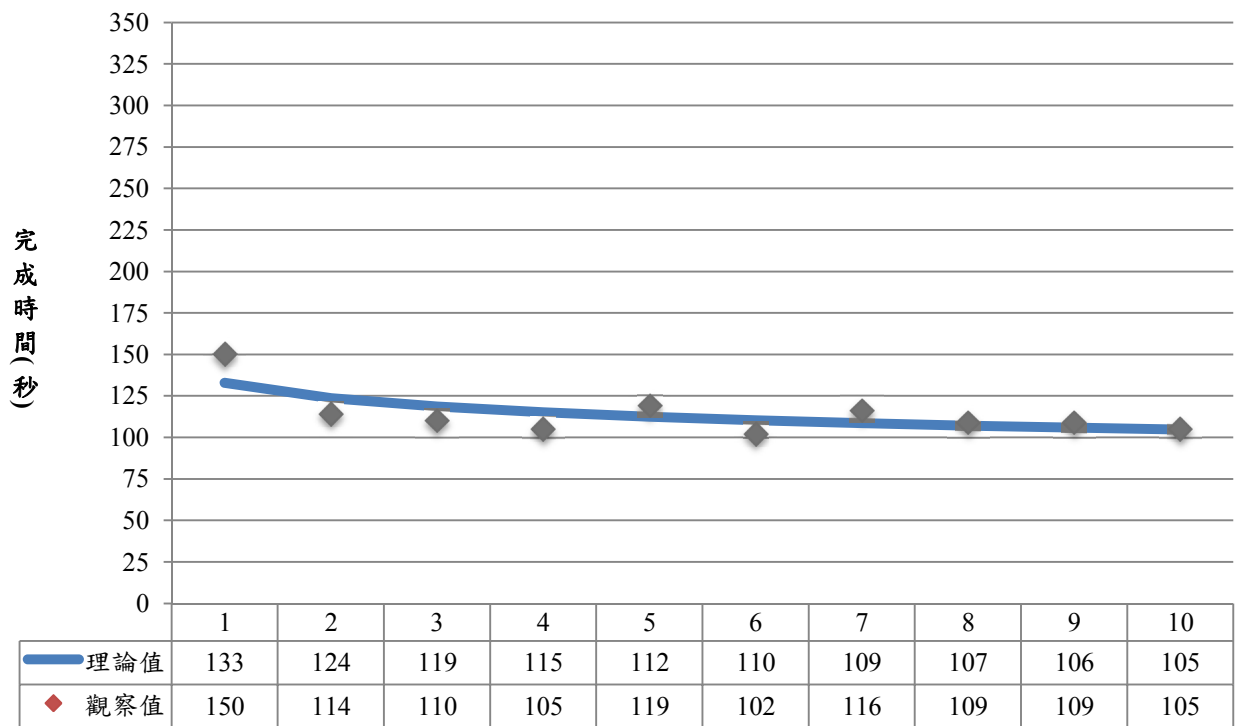
受試者5-年輕男



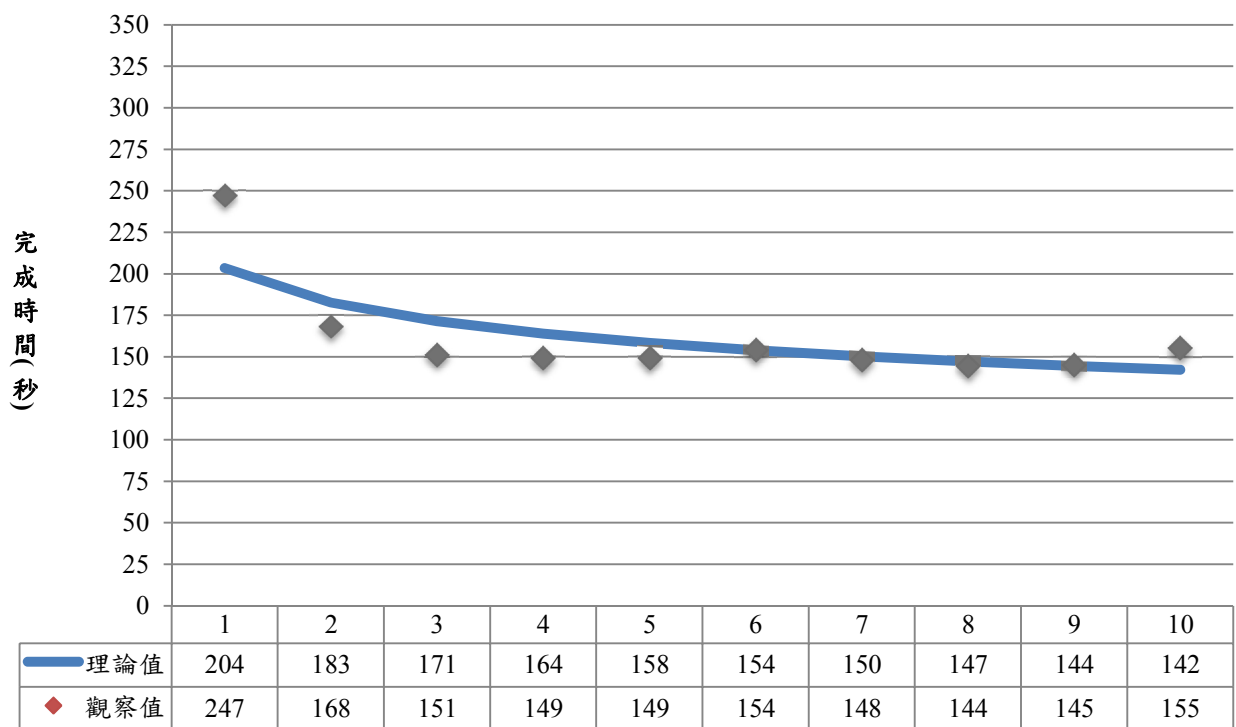
受試者6-年輕女



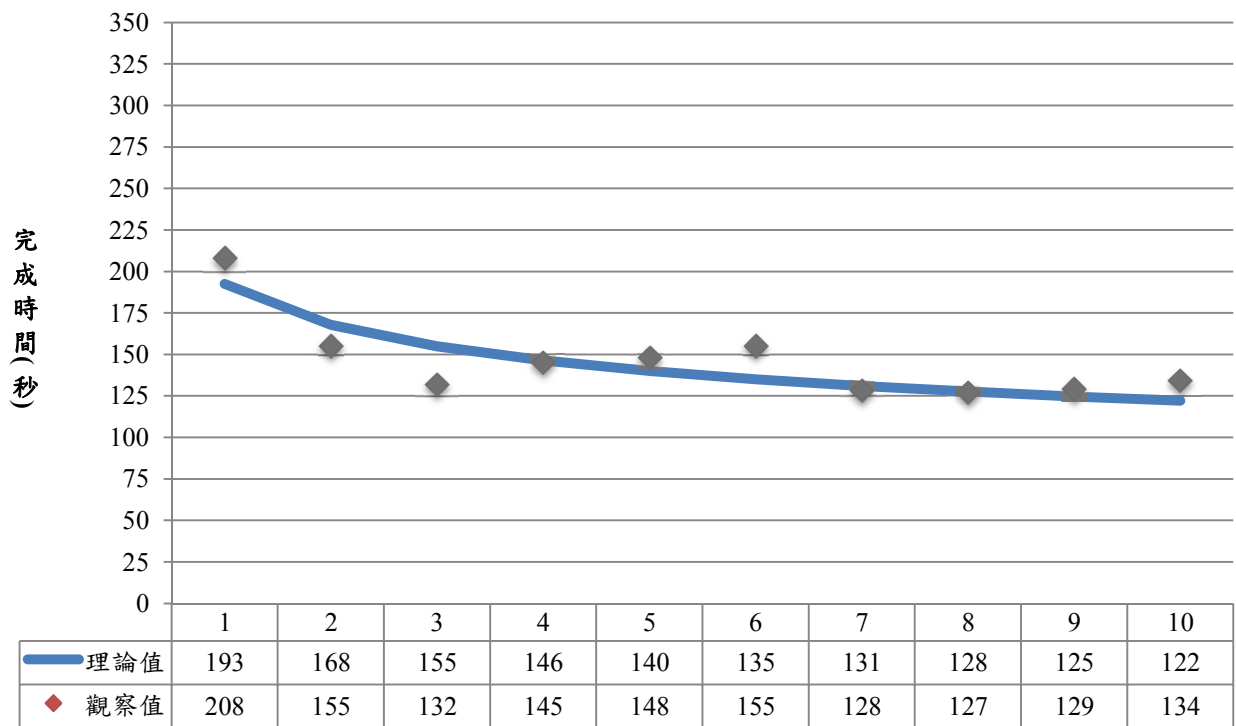
受試者7-年輕女



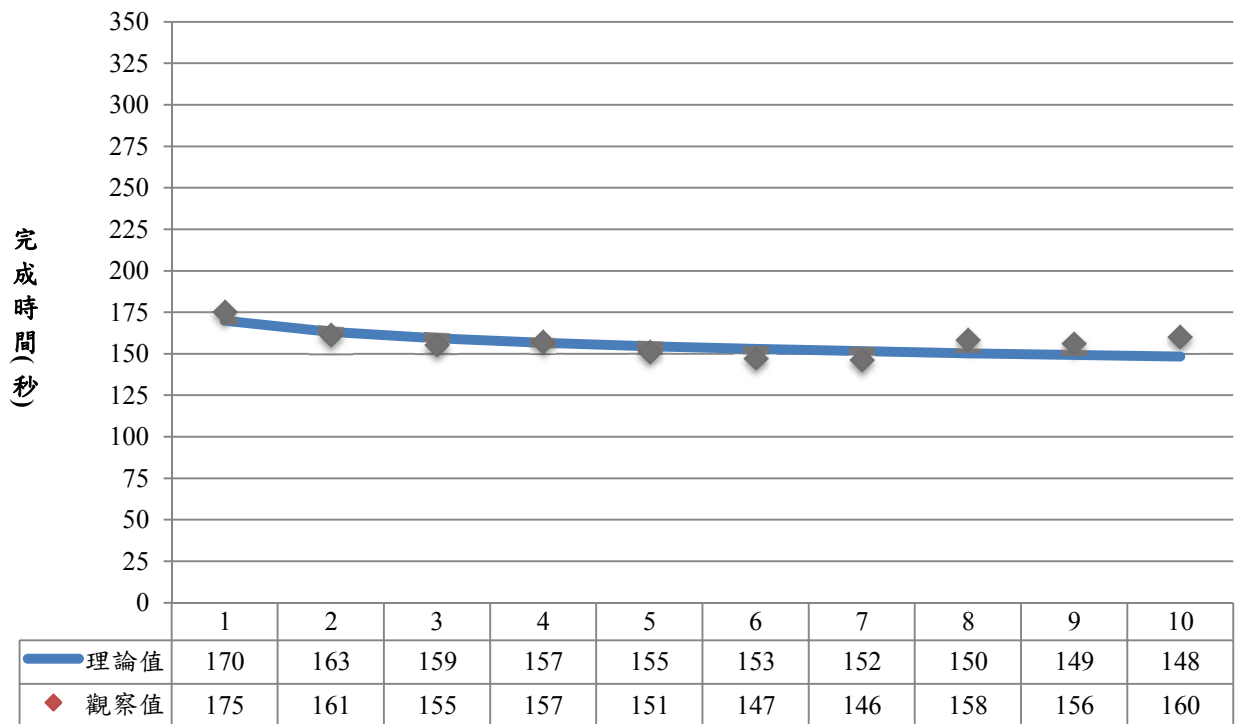
受試者8-年輕女



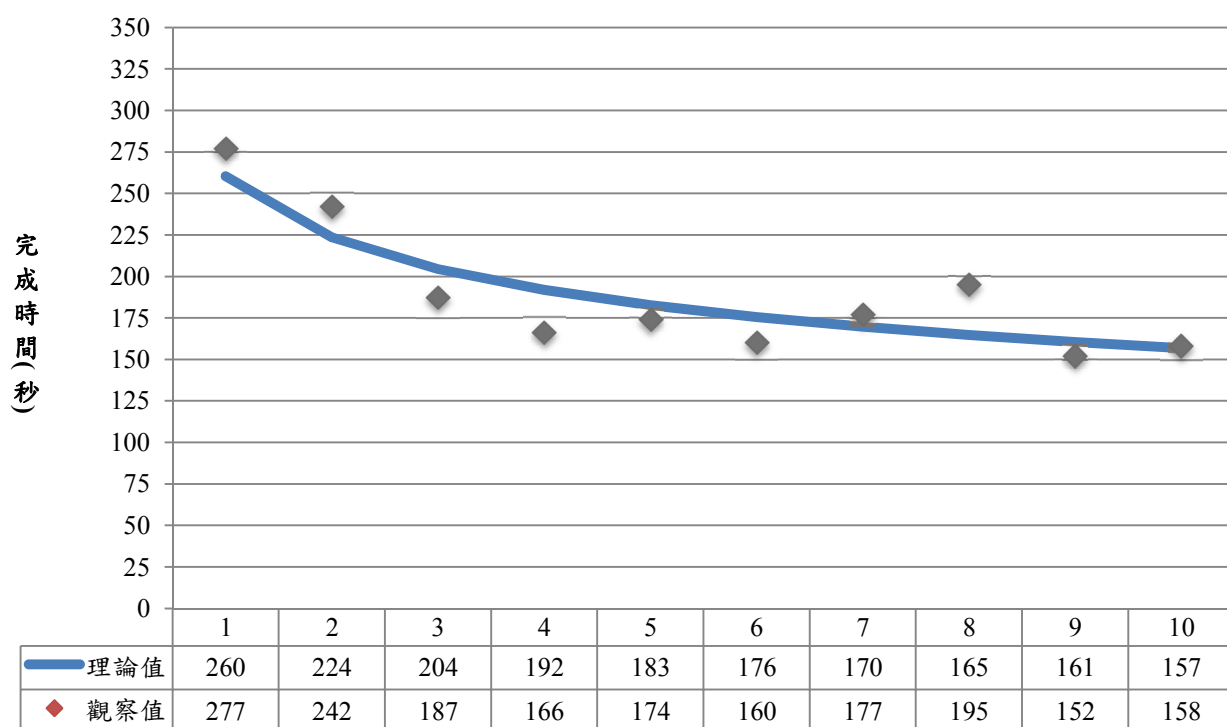
受試者9-年輕女



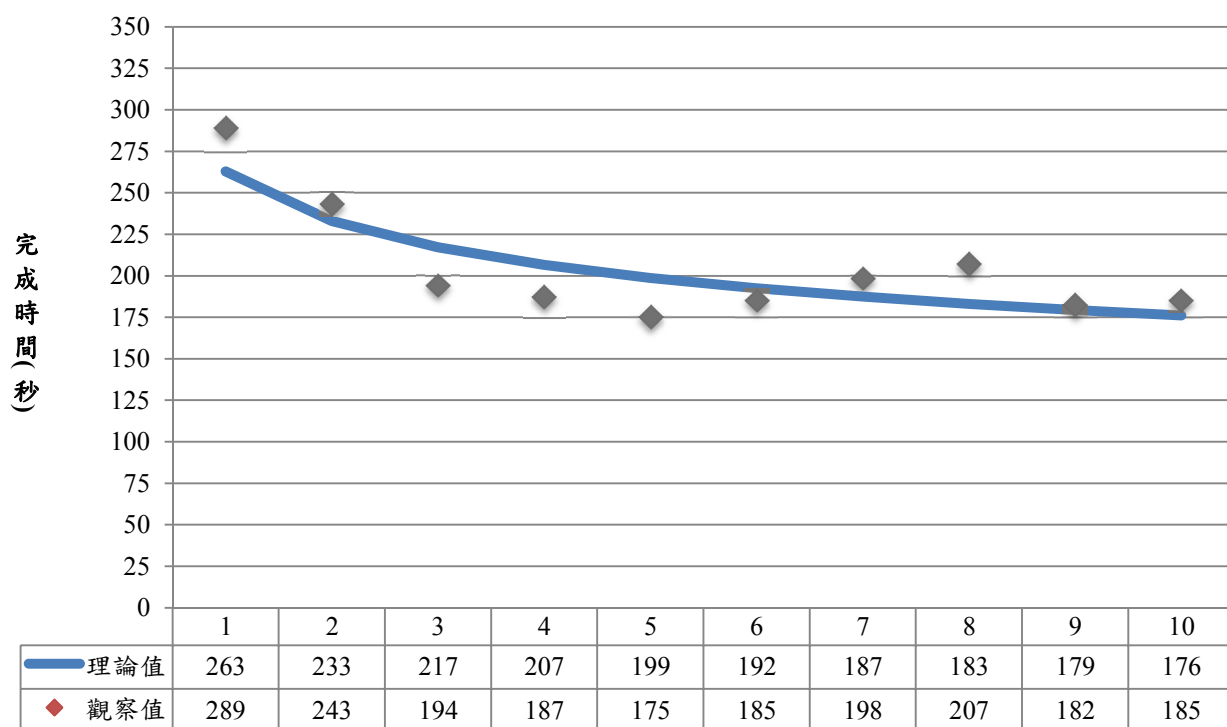
受試者10-年輕女



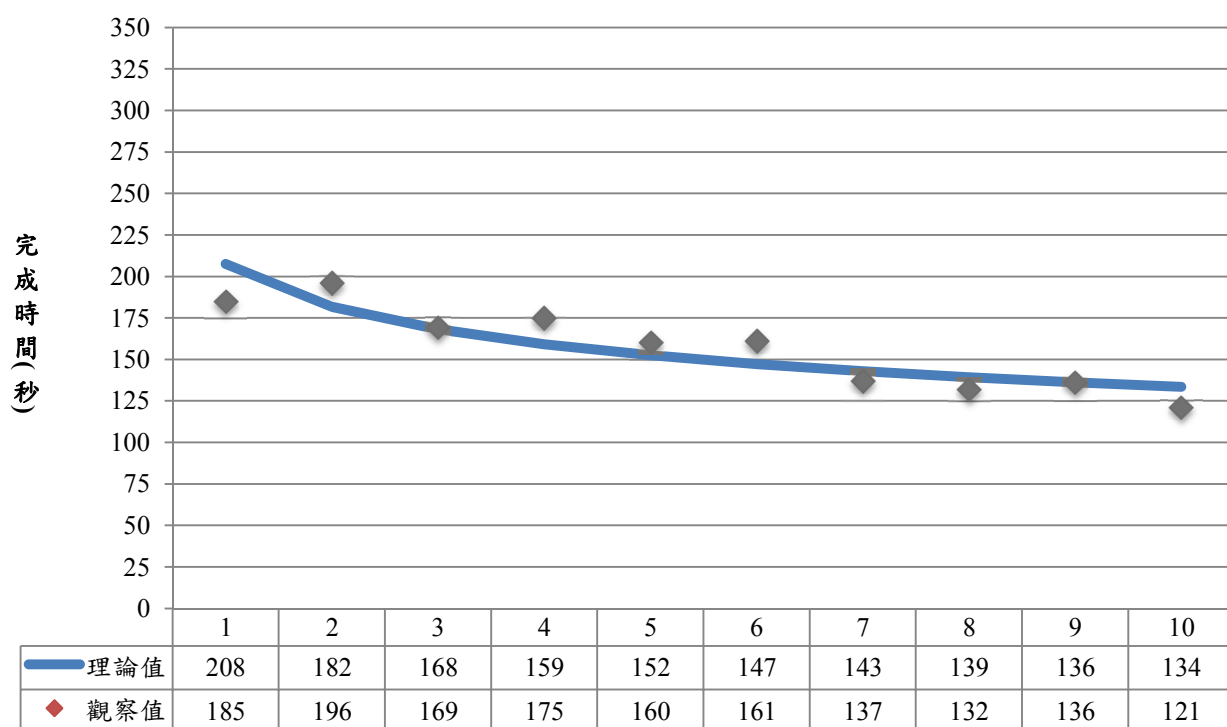
受試者11-高齡男



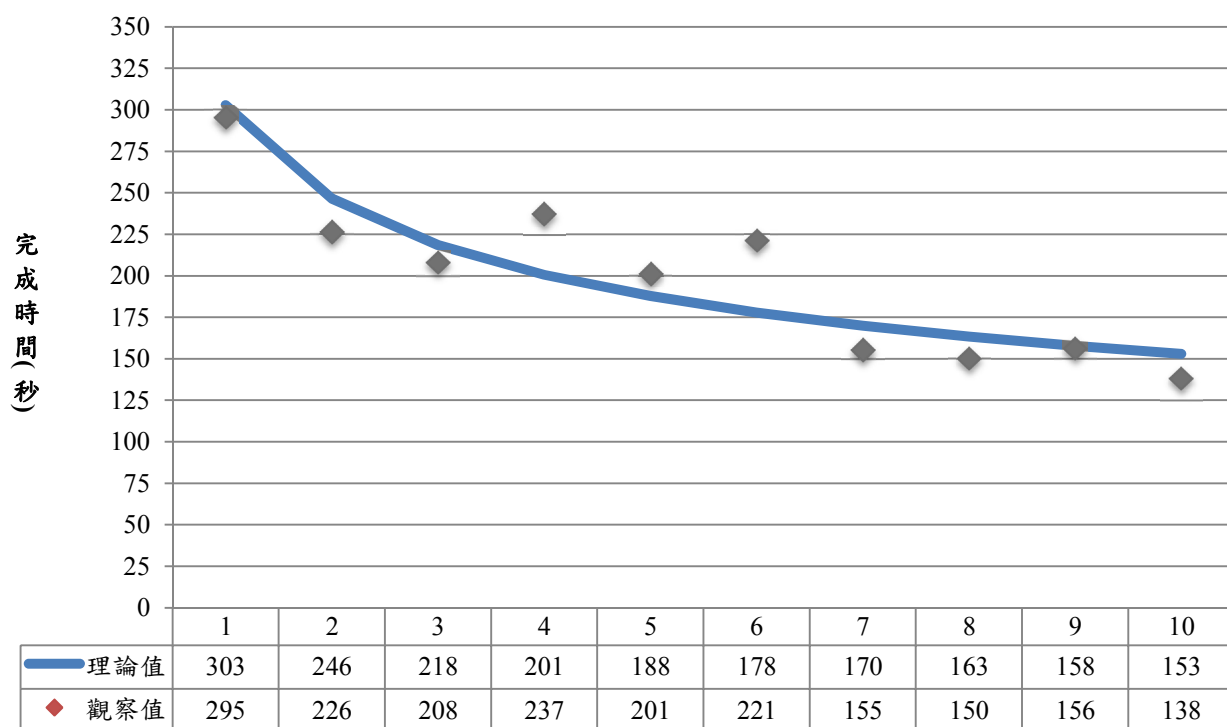
受試者12-高齡男



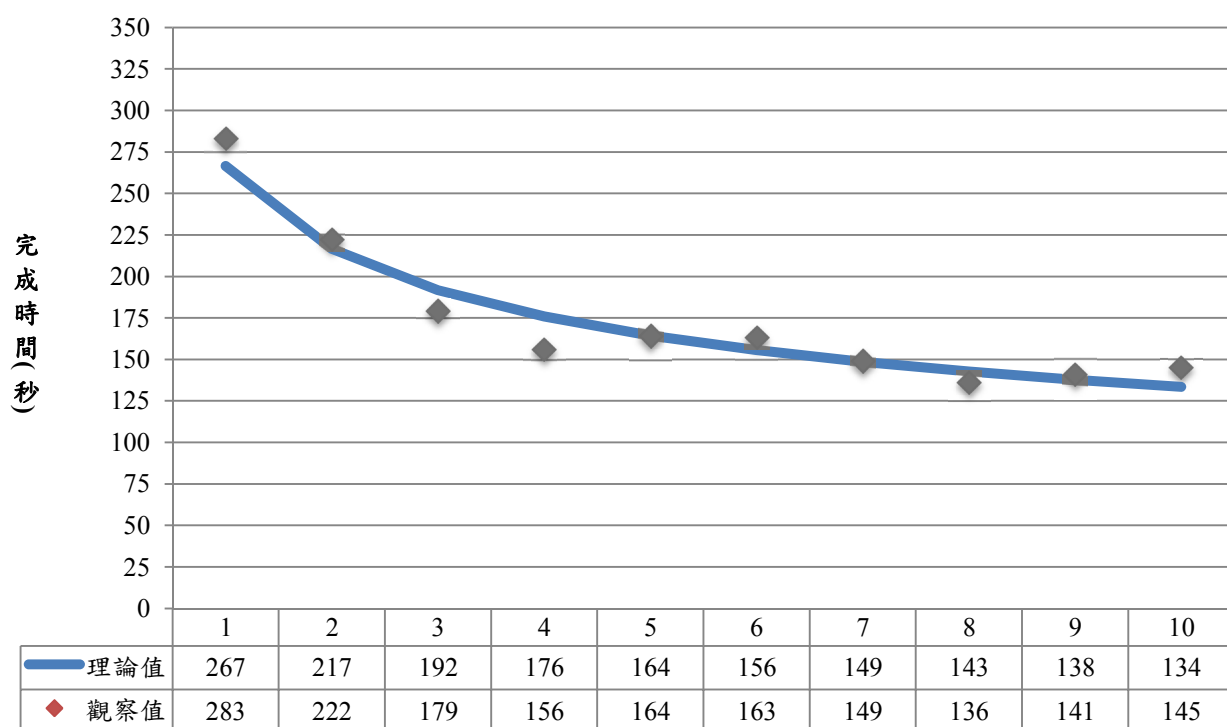
受試者13-高齡男



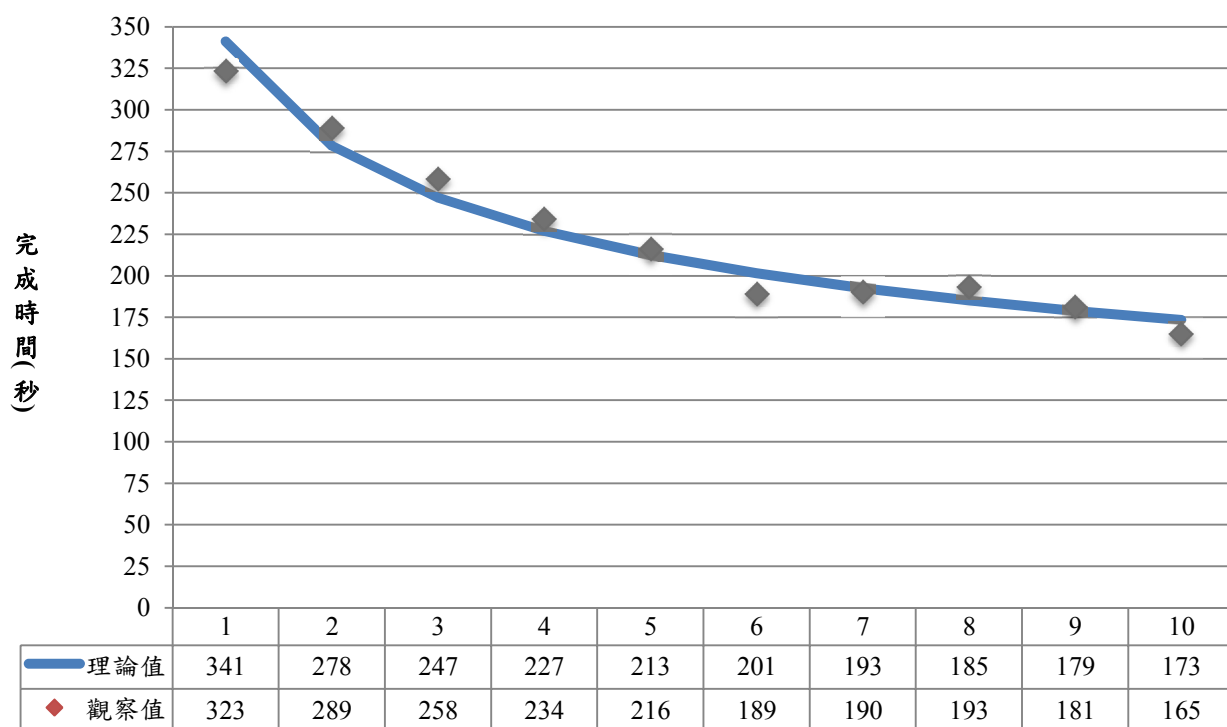
受試者14-高齡男



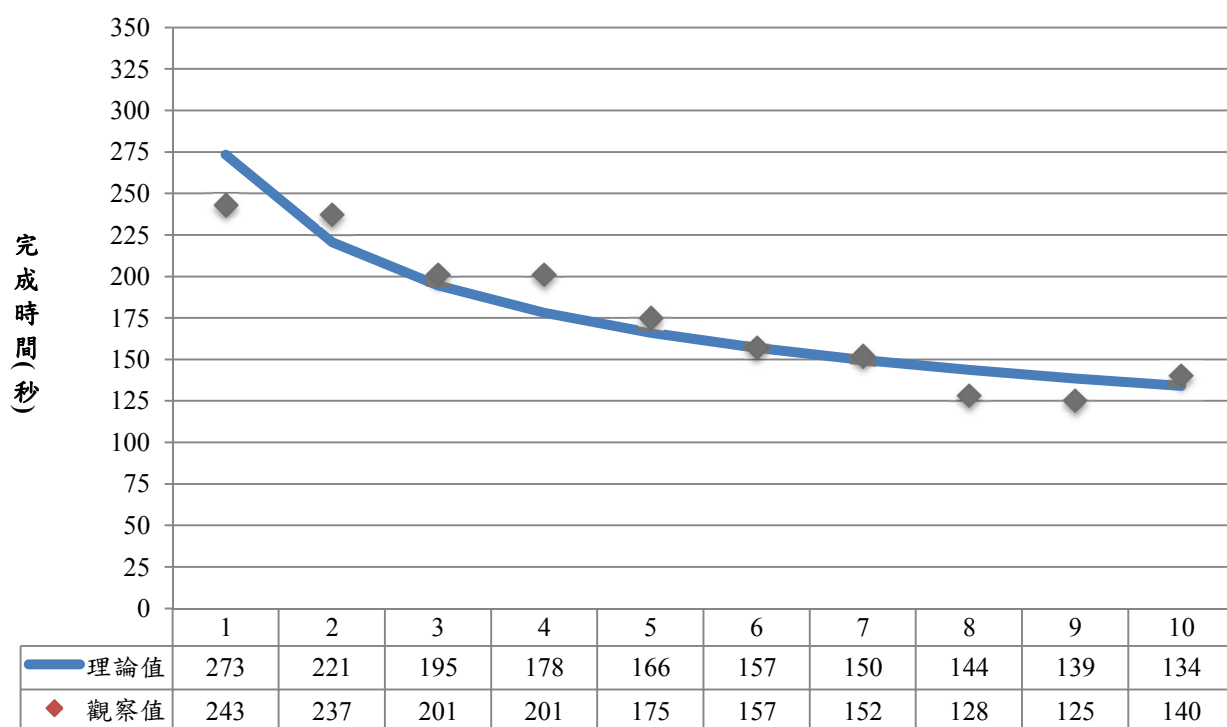
受試者15-高齡男



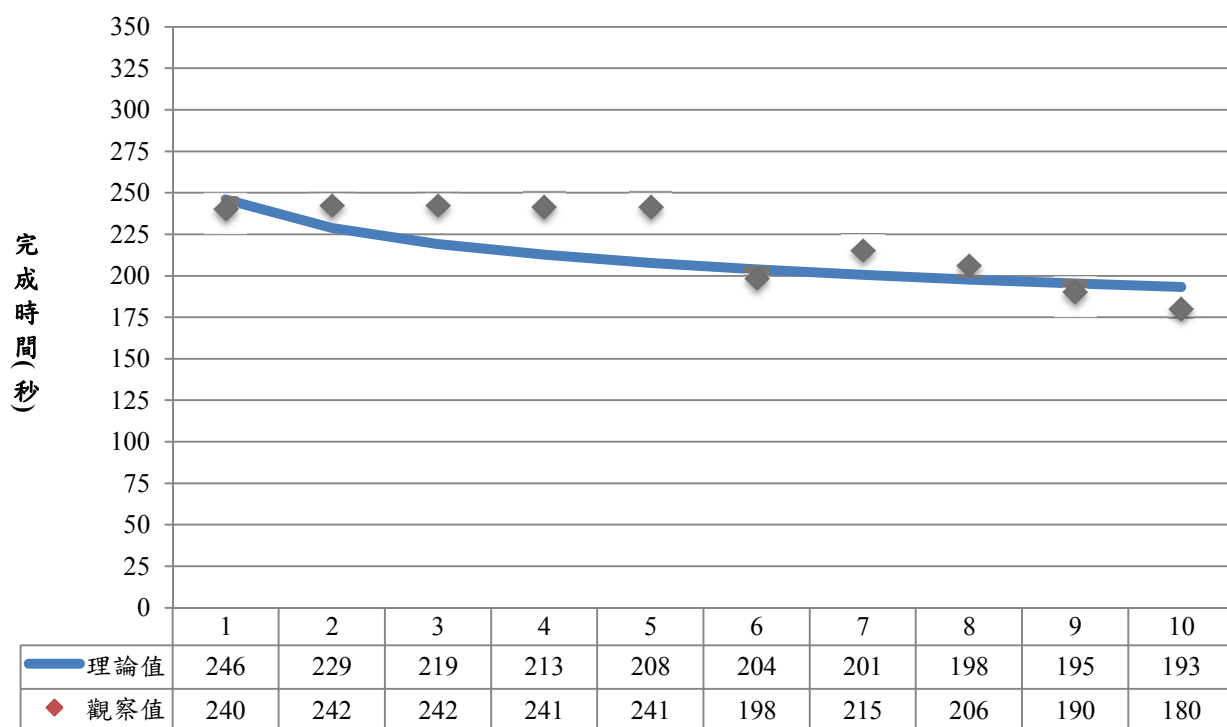
受試者16-高齡女



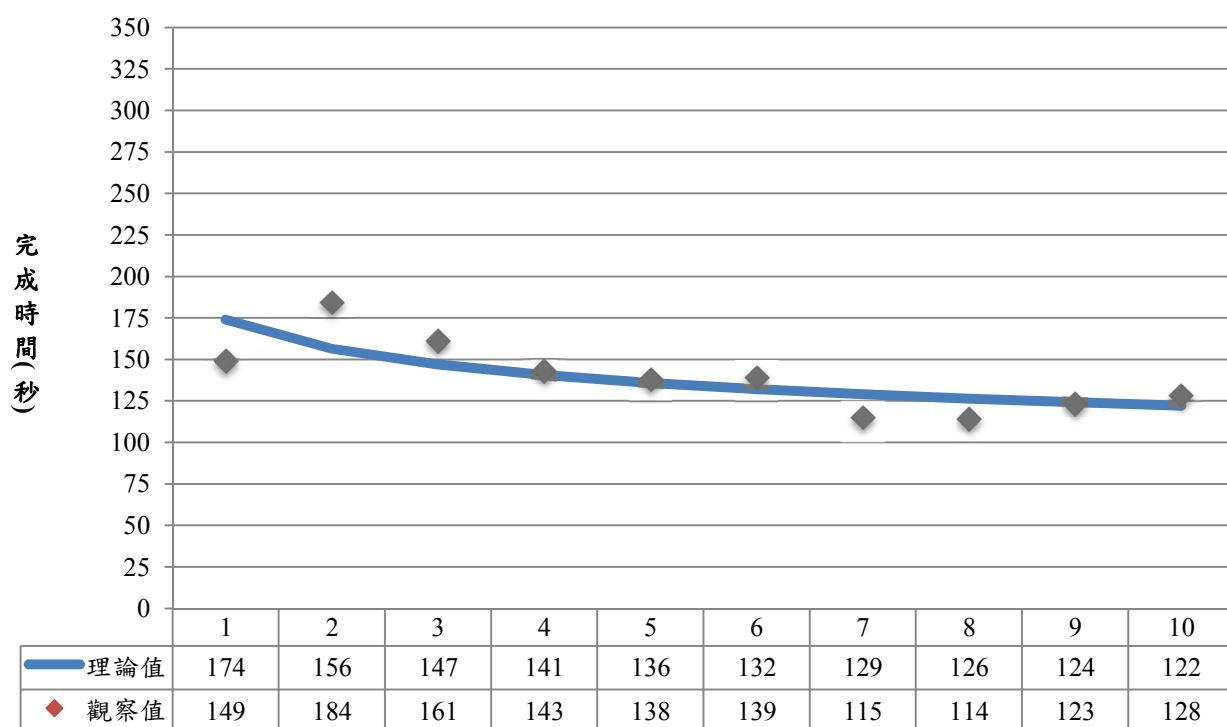
受試者17-高齡女



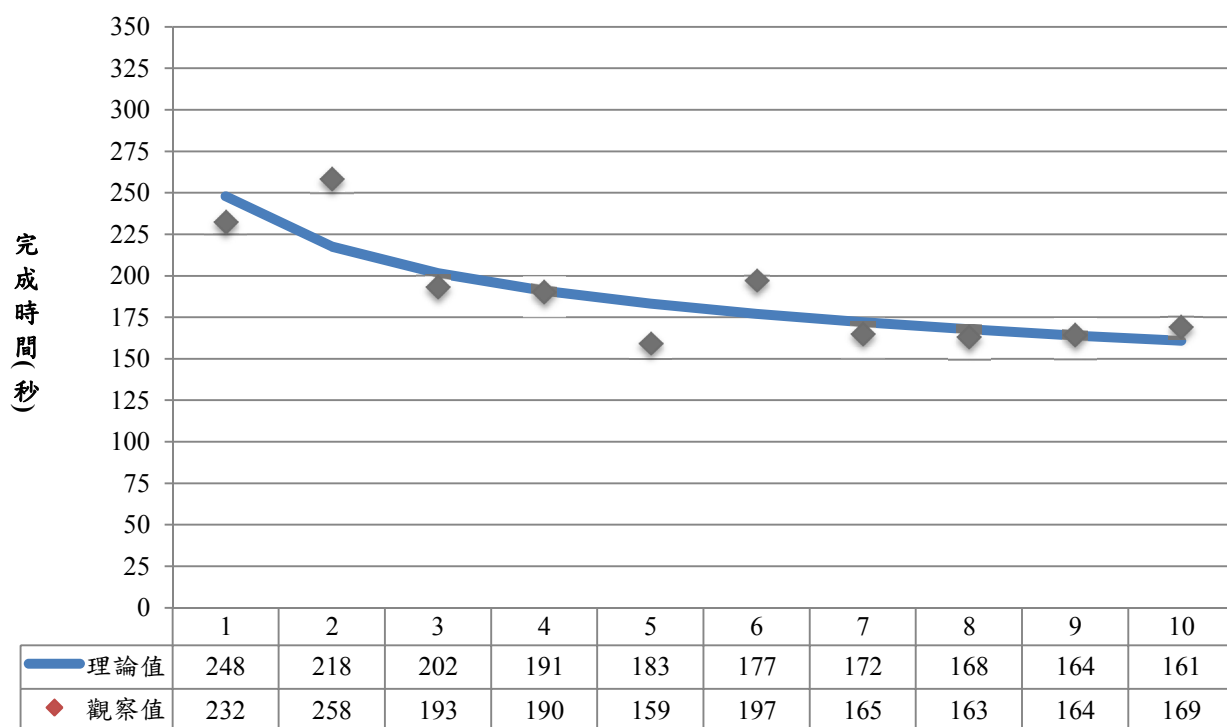
受試者18-高齡女



受試者19-高齡女



受試者20-高齡女



附錄 5

第 1 次 5 月份工作會議紀錄

採購案編號：MOTC-IOT-103-SDA108

採購案標的名稱：高齡者之駕駛模擬儀學習效果與作業負荷

時間：中華民國 103 年 5 月 30 日（星期五）下午 2 時

地點：交通部運輸研究所 7 樓會議室

出席者：張開國、洪憲忠、林志勇、石裕川、鮑芊鐸

記錄：鮑芊鐸

討論議題

- （一）駕駛模擬儀與軟體之適用性
- （二）研究設備之備案討論

主要結論

- （一）本研究案由於時程較短，且需建置較多元場景之情況下，運研所現有六軸駕駛模擬儀系統之場景設計係以 EON 軟體系統為主，其軟體系統較複雜、用以設計實驗場景需花費較多時間且受試者對於六軸駕駛模擬儀有動暈症之可能，故目前以運研所現有六軸駕駛模擬儀進行本研究之實驗較不適合。
- （二）運研所與龍華大學研究團隊預定合作開發以 Unity3d 撰寫之單機版駕駛模擬系統(搭配羅技方向盤組與電腦螢幕)，較適合本研究之實驗。
- （三）本研究團隊將提出駕駛模擬場景需求，請龍華大學研究團隊依需求內容評估是否能於短期內配合完成？
- （四）若運研所單機版駕駛模擬儀系統之開發時程能配合本研究案時程，則於該系統進行實驗。然本案需於今年 9 月前結案(期間尚需進行預試、受試者招募，與正式實驗等)，若單機版駕駛模擬儀系統功能提升時程未能配合本研究時程，則擬以國防大學管理學院人因工程研究中心之駕駛模擬系統為實驗備案。

第 2 次 7 月份工作會議紀錄

採購案編號：MOTC-IOT-103-SDA108

採購案標的名稱：高齡者之駕駛模擬儀學習效果與作業負荷

時間：中華民國 103 年 7 月 7 日（星期一）下午 2 時

地點：國防大學運籌管理系人因工程研究中心

出席者：張開國、洪憲忠、董基良、林志勇、石裕川、鄭志展、鮑芊鐸、陳宜寧

記錄：鮑芊鐸

討論議題

- （一）預試成果
- （二）駕駛模擬路線討論

主要結論

- （一）國防大學管理學院人因工程研究中心已完成五位成年人與一位高齡者之實驗前測。
- （二）年輕受試者完成整體實驗之時間約為 90~120 分鐘，高齡受試者則約為 150~200 分鐘。
- （三）初步實驗結果尚符合要求。

第 3 次 8 月份工作會議紀錄

採購案編號：MOTC-IOT-103-SDA108

採購案標的名稱：高齡者之駕駛模擬儀學習效果與作業負荷

時間：中華民國 103 年 8 月 19 日（星期二）上午 9 時

地點：交通部運輸研究所 7 樓會議室

出席者：張開國、葉祖宏、洪憲忠、石裕川、鄭志展、鮑芊鐸、陳宜寧

記錄：鮑芊鐸

討論議題

- （一）實驗場景與地點再確認

主要結論

- （一）目前運研所使用 Google SketchUp 建立道路組件，如標線、標誌、人行道和建築物等，匯入 Unity3d 中進行資料管理，建立道路組件資料庫，後續將以本計畫場景為例，以目前建置的道路組件資料庫進行場景建置。
- （二）俟實驗完成，將資料進行分析與報告撰寫，以利 9 月底結案。

第 4 次 9 月份工作會議紀錄

採購案編號：MOTC-IOT-103-SDA108

採購案標的名稱：高齡者之駕駛模擬儀學習效果與作業負荷

時間：中華民國 103 年 9 月 22 日（星期一）下午 2 時

地點：交通部運輸研究所 7 樓會議室

出席者：張開國、洪憲忠、賴靜慧、石裕川、鄭志展、鮑芊鐸、陳宜寧

記錄：陳宜寧

討論議題

- （一）實驗結果
- （二）撰寫格式

主要結論

- （一）結案報告請按運研所報告格式撰擬；如各章開頭須位在單數頁。
- （二）名詞須統一，如「駕駛模擬儀」、「高齡」等。
- （三）專有名詞須附上英文。
- （四）分析過程需再詳細說明，並將受試者的原始資料列在附錄。
- （五）9 月底前將報告以 mail 方式，正式寄給運研所，以利結案。