



研究論文

年齡因素與刺激色彩及刺激數量對高齡者短期記憶之影響

吳嘉真 *黃國珍

國立臺北商業大學 商業設計管理系

摘要

醫療技術進步，延長了人類的壽命，以致高齡人口比例激增。老化是一種不可避免的生理過程，它造成高齡者身心機能的衰退，其中記憶力的衰退最為常見，這種認知能力的衰退，嚴重影響高齡者的生活品質與福祉。因此，如何藉由瞭解高齡者的短期記憶容量及空間記憶廣度，開發設計適於高齡者記憶衰退特性之產品，應能減少高齡者因遺忘導致的生活不便，有效改善高齡者生活品質與福祉。

本研究執行二項實驗，實驗一採實驗法探討刺激色彩、背景明度、刺激字數、回答延宕時間、以及年齡因素對受試者短期記憶績效的影響。刺激呈現於螢幕供受試者閱讀記憶，結果發現，年齡因素顯著影響受試者的短期記憶績效，大學生的記憶正確率顯著較高齡者為高；背景明度與刺激字數都顯著影響受試者的記憶正確率，但未發現回答延宕時間與刺激字色彩具有記憶效應。實驗二旨在探討刺激字數、刺激色彩、回答延宕時間、以及年齡因素對受試者空間記憶廣度的影響。刺激字隨機呈現於螢幕上九宮格內之任何宮格，受試者需於回答延宕時間後，立即口頭報出刺激內容，結果發現，年齡因素顯著影響受試者的回憶正確率，大學生的回憶正確率顯著較高齡者為高。刺激字數與刺激字色彩都顯著影響受試者的回憶正確率，然而回答延宕時間並未顯著影響受試者的回憶正確率。本研究結果可供設計適於高齡者記憶特性的產品之參考，以增進高齡化產品之使用性，促進高齡者的生活品質與福祉。

關鍵詞：高齡者、短期記憶、記憶廣度、空間記憶廣度

1. 緒論

隨著醫療逐漸進步，生活品質的提升，使得人類的壽命不斷增長，導致全球先進國家都須面對老人潮(aging boomers)的議題(陳明石、曾映霖, 2010)。根據聯合國的預測，2030年全球高齡者人口比例將占總人口數約20.4%，2050年更將高達26.4%(Kovacs et al., 2012)，顯示全球人口老化之趨勢。Mechling(2008)推估，2050年全球百歲高齡人口數將較2000年時增加兩倍，屆時多數已開發國家均可能邁入高齡化社會。近年來，台灣社會經濟型態變遷，導致家庭結構大幅改變，高齡(65歲以上)人口比例不斷上升，截至2018年3月底止，高齡人口比例已占全國總人口數之

14.05%，正式邁入高齡社會；推估 2026 年高齡人口比例將超過 20%，進入超高齡社會，屆時將與日本、南韓、新加坡及歐洲部分國家同列為「超高齡社會」(內政部統計處，2018)。另外，中國因執行一胎化政策，導致老年人口比例急劇增加，2012 年 60 歲以上人口比例約占總人口數的 14%，2050 年預估將高達 33% (Huang et al., 2016)。

拜醫療科技及環境改善之賜，使人類的平均年齡大幅延長，未來人類平均壽命甚至可達百歲 (Tsou, 2018; You & Lee, 2006)。人類壽命的延長，促使高齡人口比例與獨居高齡人數不斷攀升 (Song et al., 2017)。近年來，台灣社會因工業化、少子化、以及未婚或離婚等因素，造成獨居高齡人數增加。先進國家也有類似情形，例如 2010 年英國約有 11%-17% 的高齡者必須獨居，推估 50-65 歲獨居者未來約有 13% 將與社會脫節，甚至成為獨居高齡者 (Hawton et al., 2011)。

國內高齡者人口逐年增加的趨勢明顯，但產品設計開發的使用對象，卻仍多以正常人或年輕人為最終使用者。因此，常見高齡者所用產品有過於複雜的資訊或功能，導致高齡者操作產品困難。造成此結果原因有二：首先，產品設計師可能無法取得高齡者的心身機能狀況資料或相關的研究成果，當作產品設計之參考；其次，產品設計業主可能認為高齡者族群並非主流消費群，所以未將高齡者視為是產品的最終使用者。但從福祉設計的觀點出發，設計師應關心與重視高齡化的研究與設計，始能提供符合高齡者身心機能的產品，以協助高齡者獨立自主的生活，進而增進其福祉與生活品質。

設計者應秉持以「人為中心」的設計理念，為高齡者設計的產品或系統時，必須考量高齡者的身心機能特性，以使產品或系統為高齡者操作時方便、易學好記，進而提升高齡者使用產品的績效與舒適度。所以，設計者若未能體察高齡者的認知特性與生理機能，而只是奢望高齡者閱讀使用說明書以學習操作產品，都會降低高齡者使用產品的意願與績效。記憶力衰退是一種最常見的老化現象，由於高齡者的神經系統逐漸老化，所以高齡者處理訊息的速度變慢，年齡越大，處理或搜尋複雜訊息的時間越長 (王韋堯、蔡百濤，2003)，對高齡者的日常生活品質影響越大。因此，如何瞭解產品設計因素對高齡者記憶績效之影響程度，並透過參與式設計模式，開發因應高齡者記憶衰退特性之產品，應是有效改善高齡者生活品質的重要途徑之一。

2. 文獻探討

2.1 高齡者的生理特性

老化(aging)是一種不可避免的生理過程。從生物學的角度來看，老化是生物隨著時間的推移，身體的細胞、組織、器官及系統的運作逐漸衰退直到完全停止之歷程 (Aguiar & Macário, 2017; Hacıhasanoglu et al., 2012)。老化造成個體各種機能之衰退，猶如韓愈撰「祭十二郎文」所述：「吾年未四十，而視茫茫，而髮蒼蒼，而齒牙動搖…吾自今年來，蒼蒼者或化而為白矣，動搖者或脫而落矣；毛血日益衰，志氣日益微，幾何不從汝而死也！」老化的速度雖因個人體質與保養狀況

而定，但是白髮、掉牙、體力下降、動作遲緩、體形消瘦以及行動不便等，是一般虛弱老者常見之生理特性，所以這些老者應是福祉設計領域裡主要的研究對象。

老化是一種正常且不可逆的過程，人體結構與功能隨著時間而產生改變，它受到遺傳因素與後天環境的影響(梁成一、黃鏡樺, 2010)。老化造成高齡者生理機能衰退，例如動作控制能力低、身體柔軟度與協調性差、肌肉強度下降，且視覺、聽覺、味覺、觸覺等能力也逐漸衰退(黃明碧等人, 2011)，因此，若無法適時提供高齡者相關的輔助器具，例如放大鏡、助聽器、提醒裝置、行動輔具等，勢必嚴重影響他們的日常生活品質(Said, 2017)。

高齡者的中樞神經系統機能衰退，導致其動作能力下降、認知老化(You & Lee, 2006)，所以影響高齡者的日常活動甚鉅，更會增加高齡者罹患各種慢性病之機會，以致提早進入長照體系，耗用大量的社會資源。高齡者生理機能之衰退，對其心理層面也會造成負面影響(張文華, 2007)，例如多數高齡者不好交際或拒絕接受他人的關懷，因而逐漸脫離社會人際網絡，終致造成孤獨、寂寞。高齡者長期孤獨，勢必影響其心理健康，例如對他人缺乏信任、懼怕與陌生人接觸、以及被動處理事務等，甚至對生活感到絕望(Hacihasanoglu et al., 2012)。這些高齡者的心理特徵，可能加速其認知老化，最終嚴重影響其生活品質。

2.2 認知老化

隨著年齡的增加，認知能力下降是一種正常現象。認知能力是人們成功完成各項活動的重要心理條件，是指人腦處理、儲存和提取信息的能力，包括知覺、記憶、注意、思維、推理、學習與處理新資訊能力等資訊處理歷程。隨著年齡增長，高齡者的許多心理功能特別是認知功能都出現了衰退，如反應遲緩、記憶力衰退、抗干擾能力減弱等等，認知功能老化直接影響到高齡者的日常活動與問題解決。老化導致認知能力下降，主要的因素包括中央神經系統衰退、資訊處理速度下降、注意力減退、甚至缺乏練習認知作業(Hogan, 2003)。高齡者因認知老化導致各種能力之衰退，例如常抱怨記性變差，注意力不集中，判斷力下降，甚至人格與行為明顯改變(Demir et al., 2017)，執行與記憶有關之作業時，相較於年輕人的反應時間較長、反應正確率較低(Goffaux et al., 2008)。

老化所造成的認知能力衰退，發生於成年初期，隨著年齡的增加，衰退幅度隨之越大，尤其是語言與推理能力與記憶力之衰退更為明顯，這些認知能力之衰退，可能導致疾病發生，且常發生記憶抱怨。高齡者的認知功能逐漸衰退，包括資訊處理速度、注意力、情節記憶(episodic memory)、空間能力、執行功能等(Park et al., 2002)。但高齡者需能整合新的事物與相關的認知程序，始能以更有效的方法處理日常活動(Acevedo & Loewenstein, 2007)。

老化使得高齡者的短期記憶力衰退，其中又以更新記憶能力(updated memory ability)之衰退尤甚，因此嚴重影響高齡者的認知功能。老化造成認知能力下降，主要發生於訊息編碼與提取之歷程，訊息提取失敗，即無法回憶。當環境存有無關的訊息時，即使個體努力提取事件細節，回憶績效仍會下降(Wais et al., 2010)。

2.3 短期記憶

短期記憶是介於感官記憶與長期記憶之間的一種記憶，是一種較高階的認知功能，通常涉及簡要認知任務與少量訊息之操作，是個體收集複數訊息時之暫存區，以利個體的中央訊息處理系統處理(Rose & Craik, 2012)。短期記憶的容量有限，一般人未經訓練僅能記憶 5-9 個群集(chunking) (Miller, 1956)，人類的視覺短期記憶(visual short-term memory)更僅為 3-7 個物件(Sørensen & Kyllingsbæk, 2012)。

短期記憶是一個有限容量的心智作業空間，它是影響個體推理及高階認知活動的重要因素(Chein & Morrison, 2010)，例如語言理解、推論、以及問題解決等。短期記憶的功能在於資訊短期儲存和執行功能，它顯著影響人類進行運算、閱讀理解、問題解決、推論等認知活動，是用來評估認知功能的年齡差異之重要指標(Borella et al., 2011)。Clapp 和 Gazzaley (2012)探討干擾類型(分心作業和中斷作業，即其他刺激需被注意)與年齡因素對短期記憶績效的影響，要求受試者進行三項延遲認知作業(無干擾、分心刺激、中斷刺激)，並紀錄受試者的腦波誘發電位數據以評估其短期記憶績效。結果發現，干擾作業顯著影響受試者的短期記憶績效，且對高齡者短期記憶績效的影響較年輕人為大，推論係因高齡者過於注意分心刺激且忽略目標刺激所致。Pelegrina 等人(2012)以數字呈現作業探討年齡對短期記憶績效之影響，結果發現，刺激項目的相似性顯著影響高齡者的回憶績效，但並未影響其反應時間，推論可能是高齡者無法將目標有效儲存及保留於短期記憶中所致。雖然，年齡減緩個體處理資訊的速度，但若對高齡者進行詞彙的短期記憶訓練，不僅可增加高齡者的短期記憶廣度，更能加速資訊處理(Borella et al., 2010)。

探討短期記憶對作業績效之間關係的研究不少，且多數研究證實受試者的短期記憶容量顯著影響其作業績效，但比較二種類似的短期記憶量測方法對作業績效影響之差異程度，則較少受到關注。Perlow 和 Jattuso (2018)向受試者呈現二種不同的刺激項目，並利用相同的短期記憶容量評估方法，探討受試者是否因接受不同的刺激內容而形成不同的解題策略。受試者必須完成電腦化短期記憶量測，之後，再進行電腦模擬閱讀測驗，以了解受試者接受不同的電腦化短期記憶量測內容是否會影響其解答電腦模擬閱讀測驗之解題策略。結果發現，接受不同電腦化短期記憶量測內容的受試者，會對閱讀測驗發展出不同的解題策略，推論係因受試者接受不同電腦化短期記憶量測內容後，受試者的短期記憶容量與認知能力受到不同程度的影響，導致受試者形成不同的解題策略。因此，未來有關探討短期記憶與作業績效關係之研究，應廣泛將影響短期記憶容量評估之不同刺激項目納入，並選擇受試者較感興趣的內容為刺激項，以期能建構基於不同刺激項目的短期記憶容量對照表。

2.4 年齡對短期記憶的影響

年齡是影響短期記憶的關鍵因素(Brunetti et al., 2014; DeCaro et al., 2016; Fournet et al., 2012; Swanson, 2017; Monaco et al., 2013)。DeCaro 等人(2016)為探討年齡因素與聽覺敏銳度對受試者理解口語詞句之影響，招募具較佳聽力的高齡者、部分聽力喪失的高齡者、以及正常聽力的成年人為受試者，以口語向受試者呈現刺激詞句內容，並利用閱讀理解分數評估受試者對刺激詞句的短

期記憶量。結果發現，聽覺敏銳度顯著影響受試者的閱讀理解正確率，但年齡因素並未顯著影響受試者的理解正確率。本研究所探討的變項涉及感覺能力與認知能力，研究結果支持了受試者為正確理解口語刺激內容，必須利用跨領域（感覺與認知）的資源證實，以口語詞句為單位的短期記憶容量，在受試者的語言溝通及認知歷程上都扮演重要的角色。另外，Swanson (2017)探討年齡因素對5項涉及複雜短期記憶(complex working memory)作業的績效影響，共招募2471位受試者，並依其年齡分成11群（各群的平均年齡為6、7、8、9、11、13、15、18、26、41、66歲），以比較各年齡層受試者在語言及視覺空間的短期記憶容量，結果發現：(a)若將所有受試者分成孩童與成人二組，則這二組受試者的語言及視覺空間的短期記憶容量有顯著差異；(b)受試者視覺空間與語言的短期記憶容量都隨著年齡的增加而減少，且視覺空間的短期記憶容量減少速度較語言的短期記憶容量減少速度為快；(c)以語言和視覺空間的短期記憶容量預測受試者的閱讀及數學表現，顯示受試者進行閱讀及數學解題時都援用跨域的短期記憶容量，以提升作業績效。研究結果推論，以複雜任務量測的短期記憶容量受跨域資源的影響；某年齡層的受試者之語言及視覺空間短期記憶容量能可能不同，但影響兒童和成人執行複雜短期記憶作業績效的因素頗為類似。

綜合上述文獻發現，隨著年齡的增加，高齡者的記憶功能逐漸衰退，訊息處理速度變慢，資訊搜索時間增長，認知老化導致高齡者的身心機能衰退現象，勢必影響其生活品質。從認知心理學者的觀點而言，所關心的是如何藉由訓練或記憶術改善高齡者的記憶功能；但從福祉設計的角度出發，關心的是如何開發適於高齡者記憶特性之產品，以避免高齡者因記憶功能衰退所導致的生活不便。因此，如何瞭解並援用高齡者的記憶特性於產品設計過程中，以提升產品之使用性，增加高齡者自我生活與照護之能力，應是福祉設計研究領域的重要議題。本研究將以實驗法探討影響高齡者短期記憶廣度的因素及其影響程度，進行二項實驗，包括高齡者的記憶廣度量測及高齡者的空間記憶廣度量測，研究結果可供設計因應高齡者短期記憶特性的產品之參考。

3. 研究方法

3.1 高齡者的記憶廣度量測

受試者

本研究以40位高齡者（男性17人，女性23人，年齡為65-78歲之間($M = 68.6, SD = 4.5$)與40位大學生（男性3人，女性37人，年齡為19-20歲之間($M = 19.6, SD = 0.7$)為受試者。受試者的矯正視力均達0.6以上，且無色盲。實驗結束之後，每位高齡者獲500元、大學生獲200元之酬勞。

材料與實驗設計

本實驗所探討的自變項共四個，各自變項及其水準分述如下：

- (1) 刺激數字色彩：有紅、綠、藍等三種水準；

- (2) 背景明度：有三種灰階水準，RGB 值分別：64（低明度）、128（中明度）、192（高明度）；
- (3) 呈現字數：有 3、4、5、6、7 個字等 5 種水準；
- (4) 回答延宕時間：有 1、3、5 秒等 3 種水準。部分實驗材料如圖 1 所示。

所有的自變項都為受試者內設計因子，因此，每位受試者需進行 135【3（數字色彩）×3（背景明度）×（出現字數）×3（回答延宕時間）= 135】次測試。部分實驗材料如圖 1 所示。

實驗設備與環境

本實驗以 ASUS K43SJ 筆記型電腦進行測試。螢幕解析度為 1280×1024 像素。記憶廣度實驗以 Adobe flash CS5 軟體設計，控制程式由 ActionScript3.0 程式語言製作。實驗場地為一安靜且照明約 350lux 之教室。受試者的視距為 50 公分，桌面高度為 70 公分，座椅高度為 40 公分，以支架固定受試者下額，防止受試者頭部隨意移動。實驗環境配置如圖 2 所示。

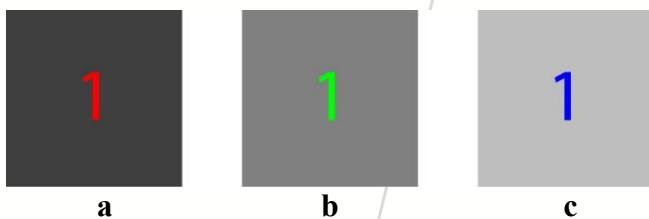


圖 1. 部分實驗材料示例 (a: 紅, RGB 值均為 64; b: 綠, RGB 值均為 128; c: 藍, RGB 值均為 192)

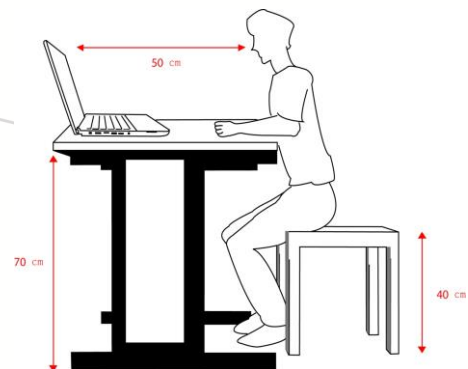


圖 2. 實驗環境配置

實驗程序

正式測試前，告知受試者實驗目的與程序。之後，受試者先進行 2 次練習，練習與正式實驗時之動畫相同，使受試者熟悉其操作模式。正式受測時，受試者點選「開始」，畫面立即跳至受測動畫。動畫內的數字為 1 至 9，以隨機排列方式呈現，每次只呈現一個數字，數字呈現時間為 0.5 秒，消失後立即呈現另一個數字，直到所有數字呈現完畢為止。最後，受試者採自由回憶方式，將記憶中的數字順序告知施測者。每位受試者需重複上述程序，直到實驗結束，總實驗時間約需 20 分鐘。

資料蒐集

本實驗蒐集的效標，即依變項，為記憶正確率(%)，統計資料以 SPSS 軟體進行敘述統計與變異數分析。

研究結果

經由變異數分析發現，不同族群的記憶正確率有顯著差異($F_{1,76} = 5.50, p < .001$)，大學生的記憶正確率($M=93.69, SE=3.59$)顯著較高齡者($M=69.49, SE=1.91$)為高。背景明度顯著影響受試者的記憶正確率($F_{2,152} = 4.36, p < .05$)，事後檢定發現，受試者在高背景明度($RGB=192$)時的記憶正確率($M=82.59, SE=2.02$)顯著較低背景明度($RGB=64$)時($M=80.84, SE=2.07$)為高。然而，高背景明度與中背景明度($RGB=64$) ($M=81.34, SE=2.09$)；中背景明度與低背景量度之間，均無顯著差異。刺激字數也顯著影響受試者的記憶正確率($F_{4,304} = 115.36, p < .001$)，刺激字數越多，受試者的記憶正確率越低。刺激內包含3個數字自7個數字時，受試者的記憶正確率分別為93.93 ($SE=2.12$)、88.39 ($SE=2.23$)、82.57 ($SE=2.20$)、74.41 ($SE=2.24$)、68.65 ($SE=2.22$)。然而，回答延宕時間與刺激字色彩並未顯著影響受試者的記憶正確率($F_{2,152} = 1.84, p = .16$ ； $F_{2,152} = 0.05, p = .96$)。

本研究發現二個二維的交互作用。第一，刺激字數與受試族群有顯著的交互作用($F_{4,304}=21.489, p < .001$)，其影響情形如圖3所示。從圖3發現，當刺激字數增加時，不論青年族群或高齡族群，受試者的記憶正確率都有逐漸下降的趨勢；且不論刺激字數，年輕族群的記憶正確率均較高齡者為高，當刺激字數為3時，青年族群與高齡族群二者之間的記憶正確率差異最小，但隨著刺激字數的增加，二者間之差異越大。

第二，刺激字色彩與刺激字數的交互作用也顯著影響受試者的記憶正確率($F_{8,608}=2.31, p < .05$)，其影響情形如圖4所示。從圖4發現，當刺激字數增加時，不論刺激色彩為何，受試者的記憶正確率皆有逐漸下降的趨勢。

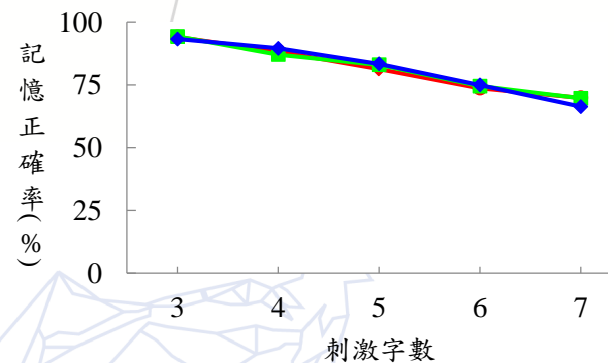
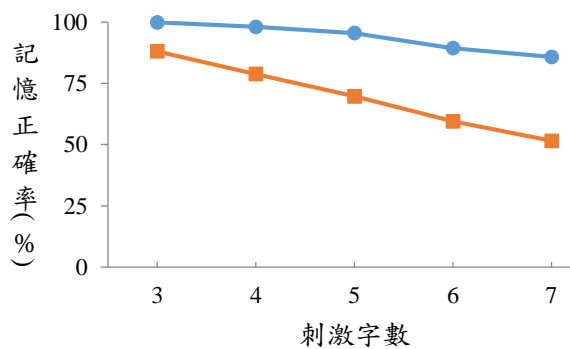


圖3. 受試族群 (●大學生；■高齡者) 與刺激字數的交互作用對記憶正確率之影響

圖4. 刺激色彩 (●紅色，■綠色，▢藍色) 與刺激字數的交互作用對記憶正確率之影響

心理學家 Frederick Herzberg 於 1959 年提出雙因子理論(motivation-hygiene theory)，透過調查發現在組織管理上運用某些措施後雖然能夠使員工願意留在組織中，可是並無法使其得到滿足(黃小萍，2009；莊婷琍、陳殷哲，2013)。誠如管理專家米契爾·拉伯福說：「獎勵什麼，就會得到什麼」這句話道出除了基本保障外，「激勵」也是相當重要的因素。因此，Herzberg 依屬性將組織管理歸納為以下兩大類：

激勵因子(motivators)：包括個人成就、受到賞識、責任、工作本身、個人成長等較高層次的需求，當這些因素存在時，能夠使員工感到滿足，但當這些因素不存在時，亦不會造成員工的不滿足。因此，激勵因子能夠激發員工的正向潛能，使員工自發性地對組織做出貢獻，進而達到優異的工作表現，屬於「工作內在因素」（蒿子馨，1980；邱雅萍、單柏堯，2009；徐健進，2010）。

保健因子(hygiene factors)：包括薪資、工作環境、公司政策、與上司和同事間的關係等較低層次的需求，有了這些因素雖然不能使員工感到滿足，但當這些因素不存在時，員工的不滿足就會產生。因此，保健因子無法激勵員工對組織產生使命感，只能維持員工對工作最基本的付出，屬於「工作外在因素」（蒿子馨，1980；邱雅萍、單柏堯，2009；徐健進，2010）。

許多學者的研究指出 Herzberg 的理論被廣泛地運用在工程管理、生產管理、看護管理、健康照護管理、顧客滿意度、教育、圖書館、觀光等，但激勵因子較保健因子運用的範圍廣泛（邱雅萍、單柏堯，2009）。蒿子馨(1980)提出「教育行政管理」可藉由適當的運用雙因子理論來鼓舞、激勵部屬的工作情緒和企圖心，能為組織和領導者帶來雙贏的局面。黃小萍(2009)運用激勵因子與保健因子來探討教師對工作投入的影響力，並以多元回歸方式進行資料分析，結果顯示國小教師「工作投入」中「激勵因子」對工作投入的影響力遠高於「保健因子」，說明了教師對保健因子的需求往往是被忽略的，學校通常僅留意激勵因子的提升，而導致教師保健因子相較不足。張芳全(2014)將 Herzberg 的理論運用在提升教師的教學品質上，提供保健因子（如良好的工作環境、關懷領導、公平對待等），以消除教師的不滿意度，也提供激勵因子（如帶職帶薪進修、學術獎勵、升遷機會等）給教師，增進教師工作滿意度。

綜合以上研究顯示雙因子理論運用在教育上的相關研究並未多見，因此相關文獻較少，不過上述研究皆證實了 Herzberg 的雙因子理論適用於學校組織中，其理論除了可以應用在激勵企業組織中的員工外，亦可應用於從事教職工作的教師，不論是激勵因子還是保健因子對教師而言都是必要的存在。

3.2 高齡者的空間記憶廣度量測

受試者

與 3.1.1 之受試者相同。

材料與實驗設計

本實驗探討的自變項有三，各自變項的水準分述如下：

- (1) 刺激字色彩：分別為紅、綠、藍等三種水準；
- (2) 刺激字數：有 3、4、5、6、7 個字等 5 種；
- (3) 回答延宕時間：有 1、3、5 秒等 3 種水準。

所有自變項均採用受試者內設計，因此，每位受試者需進行 45【3（刺激字色彩）× 5（出現字數）× 3（回答延宕時間）= 45】次測試。刺激字呈現於長與寬均 15 公分的九宮格內，九宮格的背景為灰階（RGB 值均為 64）。刺激字隨機呈現於九宮格內，部分實驗材料如圖 5 所示。

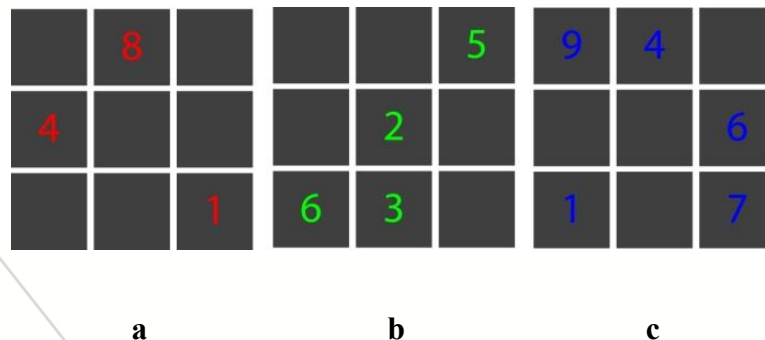


圖 5. 部分實驗材料示例 [a : RGB (255, 0, 0) ; b : RGB (0, 255, 0) ; c : RGB (0, 0, 255)]

實驗設備與環境

與 3.1.3 的實驗設備及環境相同。

實驗程序

正式測試前，告知受試者實驗目的與程序。之後，受試者進行 5 次練習，使受試者熟悉實驗進行程序，唯練習所用的刺激並未再用於正式實驗，以避免學習效應。正式實驗時，螢幕出現「開始」字樣，受試者點選「開始」後，刺激（九宮格與刺激字）即出現於螢幕中央，刺激呈現時間為 3.0 秒，待刺激消失後，螢幕出現遮蔽畫面，遮蔽時間依回答延宕時間設計，當回答延宕時間結束時，螢幕出現「請作答」字樣，此時受試者應立即報告刺激字，主試者記錄受試者所報內容。接著，螢幕出現「開始」字樣，受試者重複上述程序，直到所有刺激呈現完畢為止。總實驗時間約需 20 分鐘。

資料蒐集

本實驗蒐集的效標，即依變項，為回憶正確率(%), 統計資料以 SPSS 軟體進行變異數分析。

研究結果

經由變異數分析發現，年齡顯著影響回憶正確率($F_{1,78} = 57.9, p < 0.001$)，大學生的回憶正確率($M = 96.3, SE = 1.9$)顯著較高齡者($M = 76.0, SE = 1.9$)為高。刺激字色彩也顯著影響受試者的回憶正確率($F_{2,156} = 3.6, p < 0.05$)，受試者回憶紅色刺激字時的正確率($M = 85.4, SE = 1.4$)顯著較綠色刺激字($M = 86.9, SE = 1.3$)為低，然而，紅色與藍色刺激字($M = 86.1, SE = 1.47$)之間、以及綠色與藍色刺激字之間，均無顯著差異。刺激字數也顯著影響受試者的回憶正確率($F_{4,312} = 122.8, p < 0.001$)，刺激字數越多，受試者的回憶正確率越低。刺激字數為 3、4、5、6、7 數字時，受試者的回憶正確率分別為 94.3 ($SE = 1.1$)、

92.3 ($SE=1.4$)、87.3 ($SE=1.6$)、81.1 ($SE=1.7$)、75.7 ($SE=1.6$)。然而，回答延宕時間並未顯著影響受試者的回憶正確率($F_{2,156}=0.6, p=0.53$)。

本研究發現四個二維的交互作用。第一，刺激字色彩與受試族群的交互作用顯著影響受試者的回憶正確率($F_{2,156}=3.84, p<0.05$)，其影響情形如圖 6 所示。從圖 6 發現，不論刺激字的色彩為何，受試大學生的回憶正確率均較高齡者為高，且大學生與高齡者在紅色與藍色刺激字的回憶正確率之差異，似乎比綠色刺激字時為大。第二，刺激字數與受試族群的交互作用顯著影響受試者的回憶正確率($F_{4,312}=82.6, p<0.001$)，其影響情形如圖 7 所示。從圖 7 發現，不論刺激字數的多寡，受試大學生的回憶正確率均較高齡者為高，且隨著刺激字數之增加，二者之間的差異越大。

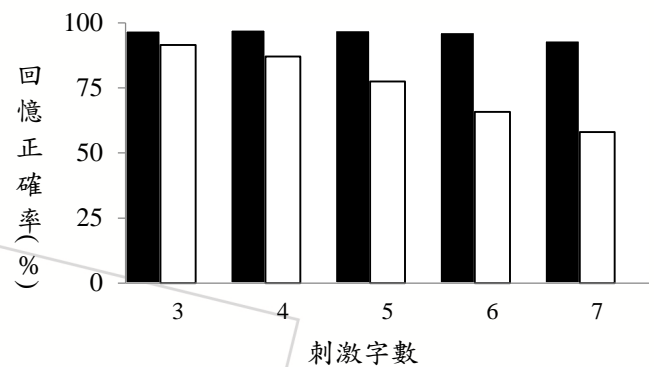
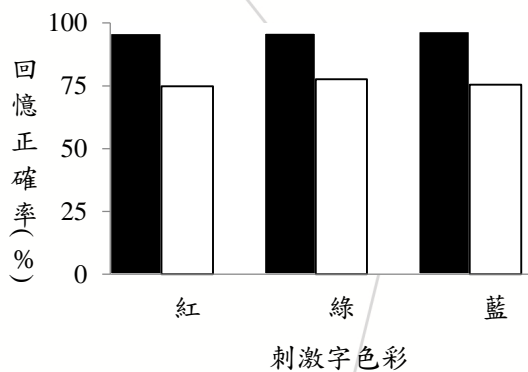


圖 6. 刺激字色彩與受試族群 (■ 大學生；□ 高齡者) 的交互作用對回憶正確率之影響

圖 7. 受試者族群 (■ 大學生；□ 高齡者) 與刺激字數受試族群的交互作用對回憶正確率之影響

第三，刺激字色彩與回答延宕時間的交互作用顯著影響受試者的回答正確率($F_{4,312}=2.6, p<0.05$)，其影響情形如圖 8 所示。從圖 8 發現，受試者的記憶正確率與刺激字色彩及背景色彩關係影響甚深，當刺激字色彩為綠色時，圖、地對比差異越大，受測者越容易得到資訊呈現，其記憶正確率越高。第四，刺激字數與回答延宕時間的交互作用顯著影響受試者的回憶正確率($F_{8,624}=2.5, p<0.05$)，其影響情形如圖 9 所示。從圖 9 發現，當刺激字數增加時，不論回答延宕時間為何，受試者的回憶正確率皆有逐漸下降的趨勢。

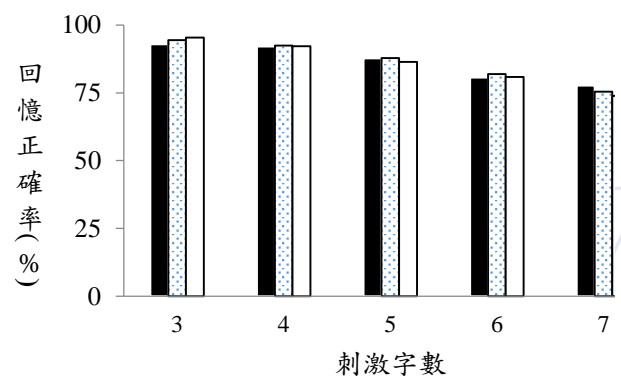
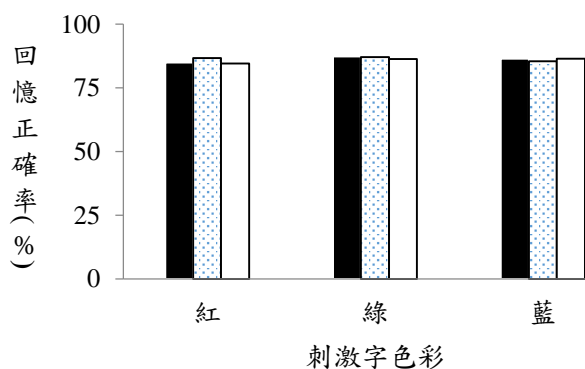


圖 8. 刺激字色彩與回答延宕時間 (■ 1 秒；▨ 3 秒；□ 5 秒) 的交互作用對回憶正確率之影響

圖 9. 刺激字數與回答延宕時間 (■ 1 秒；▨ 3 秒；□ 5 秒) 的交互作用對回憶正確率之影響

另外，為探討刺激呈現於九宮格內的位置對回憶正確率之影響情形，本研究進行單一樣本 t 檢定 ($\mu_0=85.7$ ，即總平均正確率)，並假設 M_{ij} 為九宮格內第 i 列第 j 行的平均回憶正確率，結果發現， M_{11} (92.3)， M_{12} (93.3)， M_{13} (92.3)，以及 M_{22} (89.5) 均顯著大於 μ_0 ，然而， M_{31} (73.4)， M_{32} (75.3)，以及 M_{33} (78.2) 則顯著小於 μ_0 ，至於 M_{21} (88.5) 及 M_{23} (88.6) 與 μ_0 則無顯著差異。此結果顯示，受試者觀察刺激的視覺動線可能係由上而下 (M_{11} 、 M_{12} 、 M_{13} 較高)，且較專注於九宮格的中央位置 (M_{22} 較高)；然而，刺激呈現於九宮格的最下列時，可能因呈現時間過短，受試者的視線未及掃視或因短期容量受限，導致 M_{3j} 均顯著較總平均回憶正確率為小。

4. 綜合討論

4.1 受試族群

研究發現，大學生的短期記憶顯著較高齡者為佳，推論係因高齡者的認知老化，記憶力隨年齡逐漸衰退所致，相較於大學生，高齡者使用短期記憶較為困難，且容易產生錯誤。此結果與 Nouchi (2012) 的研究結果相似，Nouchi (2012) 認為人類的記憶與注意力會隨著年齡增加而衰退，因此，高齡者的記憶力、注意力皆較大學生為差。認知老化導致高齡者的動作能力、知覺統整、記憶理解，以及心智轉換等認知功能均不如大學生，且處理資訊的速率亦隨著年齡增長而變慢，所以在特定時間內，高齡者處理訊息的速度遠不如大學生 (林迪意、楊欽舜，2016)；另因高齡者的抑制能力較大學生差，特別是無法有效處理干擾訊息，所以高齡者難以集中注意力，推論這些都可能視導致高齡者的短期記憶較大學生為差之因素。

4.2 刺激字色彩

在高齡者的記憶廣度量測發現，刺激字色彩並未顯著影響受試者的記憶正確率，此結果與 Nemes 等人(2010)的結論類似。Nemes 等人(2010)探討刺激色彩對視覺短期記憶之影響，結果發現，刺激色彩並未顯著影響受試者的視覺短期記憶。在高齡者的空間記憶廣度量測發現，刺激字色彩顯著影響受試者的回憶正確率，此結果異於 Jin 和 Shevell (1996) 的結論。Jin 與 Shevell (1996) 研究發現，受試者記憶某些綠色和紅色的績效較其他波長的光 (色彩) 為差，刺激為黃色或橙色時，受試者的短期記憶較佳；受試者記憶中或長波長的色彩的績效較短波長的色彩為佳。推論本結果異於前項結果係因刺激字為綠色時，刺激字與背景色的對比較大，因而增加刺激字之辨識度，較有利受試者進行色彩訊息處理並記憶，對色彩的短期記憶較佳。

4.3 刺激字數

研究發現，刺激字數顯著影響受試者的記憶正確率，當刺激數字僅有 3 個時，受試者的記憶正確率顯著較刺激數字為 4、5、6、7 個時為高，推論因受試者的短期記憶容量有限，刺激字越多，受試者需耗費的注意資源越多，以致記憶正確率越低。此結果類似於 Sørensen 和 Kyllingsbæk (2012) 的結論，他們認為，個體未接受任何增強記憶的訓練之下，短期記憶容量約為 3-7 個物件；刺激項

若超過 7 個，勢將影響受試者的短期記憶績效。因此，若要求使用者需進行短期記憶作業，則建議課以使用者短期記憶的刺激項應少於 4 個物件(Mi et al., 2017)。另外，在高齡者的空間記憶廣度量測結果發現，高齡者的記憶績效較大學生為差，此結果與 Rowe 等人(2010)的研究結果相似，推論係因高齡者處理類似刺激的能力較差，當各刺激的物理特徵過於相似（例如皆為數字）時，刺激的區辨度下降，逆向干擾的效應較大，所以高齡者的空間記憶績效較差；反之，若各刺激的物理特徵差異較大時，刺激的區辨度上升，逆向干擾的效應較小，所以高齡者的空間記憶績效可能較佳。

4.4 延宕時間

研究結果發現，回答延宕時間並未顯著影響受試者的回憶正確率，推論造成此一結果的原因有二：第一，本研究所用的刺激為數字，具有口語特性，因此受試者在回答延宕時間裡，可能持續進行複誦，導致回答延宕時間並未顯著影響受試者的記憶正確率；第二，本研究所設計之回答延宕時間分別為 1、3、5 秒，受試者注視或讀取刺激數字後，可能發生視覺暫留的現象，亦即刺激雖已從影幕消失，但刺激字的影像仍可能短暫存於記憶內，以致回答延宕時間並未顯著影響受試者的記憶績效。

5. 結論與建議

5.1 結論

為了解高齡者的短期記憶廣度及空間記憶廣度，以供設計適於高齡者記憶特性之產品、系統或介面，提升高齡者使用前述產品、系統或介面之動機，本文執行二項實驗，包括高齡者記憶廣度量測及高齡者空間記憶廣度量測，探討影響受試者記憶廣度或空間記憶廣之設計因素，並招募高齡者及大學生為受試者，比較各自變項與年齡因素的交互效應。彙整研究結論如下：

高齡者的記憶廣度量測

不同受試族群的記憶正確率有顯著差異，大學生的記憶正確率顯著較高齡者為高。背景明度與刺激字數都顯著影響受試者的記憶正確率，但未發現回答延宕時間與刺激字色彩具有記憶效應。另外，刺激字數×受試族群、以及刺激字色彩×刺激字數的交互作用都顯著影響受試者的記憶正確率。

高齡者空間記憶廣度量測

年齡因素顯著影響受試者的回憶正確率，大學生的回憶正確率顯著較高齡者為高。刺激字數與刺激字色彩都顯著影響受試者的回憶正確率。然而，回答延宕時間並未顯著影響受試者的

回憶正確率。另外，刺激字色彩×受試族群、刺激字數×受試族群、刺激字色彩×回答延宕時間、以及刺激字數×回答延宕時間的交互作用都顯著影響受試者的回憶正確率。

5.2 建議

本研究旨在探討年齡因素及某些設計因素對受試者短期記憶及空間記憶廣度的影響，供受試者記憶的刺激為數字，因數字具有口語特性，刺激消失後，受試者仍可利用複誦將刺激保留在短期記憶。建議未來類似研究能以幾何圖形或符號為刺激，降低受試者因複誦所導致的實驗誤差。另外，為期實驗結果更貼近產品使用者的操作情境，建議未來使用真實操作情境內各種不同的物件、符號、圖像為刺激物，廣泛探討不同刺激項的短期記憶效應，以了解本土高齡者的短期記憶廣度與刺激項之間的關係。

本研究具有產品設計實務之效益，結果可供設計高齡者所用之產品，例如產品介面、圖／地色彩組合、瞬間資訊呈現量、以及記憶提醒設備等，唯應如何援用本研究結果設計出適於高齡者記憶特性之產品，並使這些產品更具使用性，實需熱衷於福祉設計領域之同好持續努力。

誌謝

作者特別感謝所有受試高齡者熱心參與本研究，同時也感謝科技部專題研究計畫的經費支持補助，使得整體研究工作順利完成，計畫編號：NSC 103-2410-H-130-044。

參考文獻

1. Acevedo, A., & Loewenstein, D. A. (2007). Nonpharmacological cognitive interventions in aging and dementia. *Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology*, 20(4), 239-249.
2. Aguiar, B., & Macário, R. (2017). The need for an elderly centred mobility policy. *Transportation research procedia*, 25, 4355-4369.
3. Borella, E., Carretti, B., Riboldi, F., & De, R. B. (2010). Working memory training in older adults: evidence of transfer and maintenance effects. *Psychology and aging*, 25(4), 767-778.
4. Borella, E., Ghisletta, P., & De Ribaupierre, A. (2011). Age differences in text processing: The role of working memory, inhibition, and processing speed. *Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 66(3), 311-320.
5. Brunetti, R., Del Gatto, C., & Delogu, F. (2014). eCorsi: implementation and testing of the Corsi block-tapping task for digital tablets. *Frontiers in psychology*, 5, 939.
6. Chein, J. M., & Morrison, A. B. (2010). Expanding the mind's workspace: Training and transfer effects with a complex working memory span task. *Psychonomic bulletin & review*, 17(2), 193-199.
7. Clapp, W. C., & Gazzaley, A. (2012). Distinct mechanisms for the impact of distraction and interruption on working memory in aging. *Neurobiology of aging*, 33(1), 134-148.
8. DeCaro, R., Peelle, J. E., Grossman, M., & Wingfield, A. (2016). The two sides of sensory-cognitive interactions: Effects of age, hearing acuity, and working memory span on sentence comprehension. *Frontiers in psychology*, 7, 236.

9. Demir, E., Köseoğlu, E., Sokullu, R., & Şeker, B. (2017). Smart Home Assistant for Ambient Assisted Living of Elderly People with Dementia. *Procedia Computer Science*, *113*, 609-614.
10. Fournet, N., Roulin, J. L., Vallet, F., Beaudoin, M., Agrigoroaei, S., Paignon, A., ... & Desrichard, O. (2012). Evaluating short-term and working memory in older adults: French normative data. *Aging & mental health*, *16*(7), 922-930.
11. Goffaux, P., Phillips, N. A., Sinai, M., & Pushkar, D. (2008). Neurophysiological measures of task-set switching: Effects of working memory and aging. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, *63*(2), 57-66.
12. Hawton, A., Green, C., Dickens, A. P., Richards, S. H., Taylor, R. S., Edwards, R., ... & Campbell, J. L. (2011). The impact of social isolation on the health status and health-related quality of life of older people. *Quality of Life Research*, *20*(1), 57-67.
13. Hogan, M. J. (2003). Divided attention in older but not younger adults is impaired by anxiety. *Experimental Aging Research*, *29*(2), 111-136.
14. Huang, B., Lian, Y., & Li, W. (2016). How far is Chinese left-behind parents' health left behind?. *China Economic Review*, *37*, 15-26.
15. Jin, E. W., & Shevell, S. K. (1996). Color memory and color constancy. *JOSA A*, *13*(10), 1981-1991.
16. Kovacs, E., Tóth, K., Dénes, L., Valasek, T., Hazafi, K., Molnár, G., & Fehér-Kiss, A. (2012). Effects of exercise programs on balance in older women with age-related visual problems: a pilot study. *Archives of gerontology and geriatrics*, *55*(2), 446-452.
17. Mechling, H. (2008). Dementia and physical activity. *European Review of Aging and Physical Activity*, *1*(5), 1-3.
18. Mi, Y., Katkov, M., & Tsodyks, M. (2017). Synaptic correlates of working memory capacity. *Neuron*, *93*(2), 323-330.
19. Miller, G. A. (1956). The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information. *Psychological Review*, *63*, 81-97.
20. Monaco, M., Costa, A., Caltagirone, C., & Carlesimo, G. A. (2013). Forward and backward span for verbal and visuo-spatial data: standardization and normative data from an Italian adult population. *Neurological Sciences*, *34*(5), 749-754.
21. Nemes, V. A., Parry, N. R. A., & McKeefry, D. J. (2010). A behavioural investigation of human visual short term memory for colour. *Ophthalmic and Physiological Optics*, *30*(5), 594-601.
22. Nouchi, R. U. I. (2012). The effect of aging on the memory enhancement of the survival judgment task. *Japanese Psychological Research*, *54*(2), 210-217.
23. Park, D. C., Lautenschlager, G., Hedden, T., Davidson, N. S., Smith, A. D., & Smith, P. K. (2002). Models of Visuospatial and Verbal Memory Across the Adult Life Span. *Psychology and Aging*, *17*(2), 299-320.
24. Pelegrina, S., Borella, E., Carretti, B., & Lechuga, M. T. (2012). Similarity-based interference in a working memory numerical updating task: age-related differences between younger and older adults. *Experimental psychology*, *59*(4), 183-189.
25. Perlow, R., & Jattuso, M. (2018). A Comparison of Computation Span and Reading Span Working Memory Measures' Relations With Problem-Solving Criteria. *Psychological reports*, *121*(3), 430-444.

26. Rose, N. S., & Craik, F. I. (2012). A processing approach to the working memory/long-term memory distinction: evidence from the levels-of-processing span task. *Journal of experimental psychology. Learning, memory, and cognition*, 38(4), 1019-1029.
27. Rowe, G., Hasher, L., & Turcotte, J. (2010). Interference, Aging, and Visuospatial Working Memory: The Role of Similarity. *Neuropsychology*, 24(6), 804-807.
28. Said, E. A. (2017). Health-related quality of life in elderly hearing aid users vs. non-users. *Egyptian Journal of Ear, Nose, Throat and Allied Sciences*, 18(3), 271-279.
29. Song, Y., Jiao, J. G., & Chen, Z. J. (2017). Exploring on the elderly health management model in tropic area. *Asian Pacific journal of tropical medicine*, 10(6), 614-618.
30. Sørensen, T. A., & Kyllingsbæk, S. (2012). Short-term storage capacity for visual objects depends on expertise. *Acta psychologica*, 140(2), 158-163.
31. Swanson, H. L. (2017). Verbal and visual-spatial working memory: What develops over a life span?. *Developmental psychology*, 53(5), 971-995.
32. Tsou, M. T. (2018). Healthcare Service Utilization and Associated Factors in Community-Dwelling Elderly in Northern Taiwan: One Medical Center's Experience. *International Journal of Gerontology*, 12, 144-149.
33. Wais, P. E., Rubens, M. T., Boccanfuso, J., & Gazzaley, A. (2010). Neural mechanisms underlying the impact of visual distraction on retrieval of long-term memory. *Journal of Neuroscience*, 30(25), 8541-8550.
34. You, K. S., & Lee, H. (2006). The physical, mental, and emotional health of older people who are living alone or with relatives. *Archives of psychiatric nursing*, 20(4), 193-201.
35. 內政部統計處(2018)。107年第15週內政統計通報。2018年7月21日取自
https://www.moi.gov.tw/files/site_node_file/7635/week10715.pdf
36. 張文華(2007)。健康老人--銀髮族生理、心理、疾病。台北市：華城圖書出版股份有限公司。
37. 林迪意、楊欽舜(2016)。具空間隱喻之虛擬實境設計對高齡者與年輕人學習成效與主觀偏好之影響。人因工程學刊，18(2)，65-77。
38. 梁成一、黃鏡樺(2010)。高齡者居家尋物之調查探討。工業設計，(122)，7-12。
39. 王韋堯、蔡百濤(2003)。直線型之直接線索設計對高齡者視覺搜索與辨識文字訊息之績效比較。設計學報(*Journal of Design*)，8(3)，91-106。
40. 陳明石、曾映霖(2010)。高齡者使用健身器材經驗與心理認知之初探。工業設計，(122)，63-68。
41. 黃明碧、林金定、陳麗美(2011)。三重地區獨居老人健康狀況及害怕跌倒相關因素調查研究。臺灣老人保健學刊，7(2)，135-156。

Effects of age, stimuli color, and number of stimuli on short-term memory in the elderly

Wu, C.-C., *Huang, K.-C.

Department of Commercial Design and Management, National Taipei University of Business

Abstract

Advances in medical technology have prolonged the lifespan of human beings, resulting in a surge in the proportion of older people. Aging is an inevitable physiological process that causes the decline of the physical and mental functions of the elderly. The decline in cognitive ability severely affects the quality of life and well-being of the elderly. Therefore, a better understanding of the short-term memory capacity and visuospatial memory span of the elderly can help in the development of products designed to meet the memory decline characteristics of the elderly and reduce the inconvenience caused by forgetfulness, thus improving the quality of life and well-being of the elderly.

Two experiments were performed in this study to explore the effects of stimuli color, background brightness, number of stimuli words, answering delay time, and age on short-term memory of subjects. Results show that age significantly affected short-term memory; the accuracy rate of the memory of college students was significantly higher than that of the elderly. Background brightness and the number of stimuli words also significantly affected the short-term memory of subjects. Answer delay time and stimulus color were not found to significantly affect the dependent variable. Experiment 2 aims to explore the effects of the number of stimuli words, stimuli color, answering delay time, and age on the visuospatial memory of subjects. Results show that age significantly affected the recall rate of the subjects; the recall rate of college students was significantly higher than that of the elderly. Both the number of stimuli word and the stimuli color significantly affected the subject's recall rate. However, the response delay time did not significantly affect the subject's recall rate. The results of this study can be used to inform the design of products suitable for the memory characteristics of the elderly, to promote the use of aging products, and promote the quality of life and well-being of the elderly.

Keywords: the elderly, short-term memory, memory span, visuospatial memory span