

科技部補助專題研究計畫成果報告 期末報告

建置科學情境學習縮短偏遠地區女國中生腦與認知科學落差

計畫類別：個別型計畫
計畫編號：MOST 103-2630-S-845-001-
執行期間：103年11月01日至105年03月31日
執行單位：臺北市立大學教育學系

計畫主持人：蔡智勇

計畫參與人員：大專生-兼任助理人員：戴君兒
大專生-兼任助理人員：于欣平
大專生-兼任助理人員：羅文吟
大專生-兼任助理人員：劉姿嘉
大專生-兼任助理人員：張唯娟
大專生-兼任助理人員：徐瑋伶
大專生-兼任助理人員：黃玉潔
大專生-兼任助理人員：鄭郁蓓
大專生-兼任助理人員：李穎宗
大專生-兼任助理人員：陳思羽
大專生-兼任助理人員：黃秋華

中華民國 105 年 06 月 29 日

中文摘要：由於近年來科技的發展，大腦科學研究進入了快速發展時期。腦為人類思考、認知、情緒活動不可或缺的生理基礎。教育領域對於人的學習、記憶、思考、閱讀、創造力等能力也相當重視，但這些能力皆依賴大腦的協調與控制能力。由於腦與認知科學的重要性，為此本計畫對國中生提供腦與認知科學的相關基礎教學。科學素養與創造力需要從小培養紮根，為此本計畫將腦與認知科技推廣到偏遠地區之國中生。主要作法以現成腦部與認知教學教具來解說腦與認知科學的基本知識，解說大腦區域如何運作、有哪些特性，以及大腦在目前認知上的應用等。其次，透過非制式的推廣教育活動，除了專業教師現場教學外，並且提供國中生藉由實際教具親身體驗瞭解大腦的基本構造，並在其過程中體驗大腦與認知上的核心概念，藉此強化國中生對於腦與認知科學素養，並且進一步藉由腦科學線上遊戲課程與腦電波（EEG）儀器配戴使用，強化國中生對於大腦基本活動之意識。由於現今的經濟成長導致國民生活型態的轉變，使得多樣化的觀光旅遊開始普遍，在旅遊中進行學習，能增加學生的學習動機。考量多元的教學策略，以科技旅遊的形式增進學生對於科技相關知識的理解，並能讓學生體驗科技如何應用於日常生活中。

本計畫依照透過腦與認知科學體驗活動營隊與科技旅遊活動，提供學生體驗並接觸大腦的實際教具，更可透過互動式多媒體遊戲教學系統與遊戲挑戰賽的方式，刺激學生積極記憶大腦的基礎知識讓資訊深植於心中，推廣傳播腦與認知科學知識的媒介，以達到腦與認知科學知識普及之目的。

中文關鍵詞：腦與認知科學、互動式多媒體教學系統、非制式教學

英文摘要：In recent years, technology has evolved quickly, and brain scientific research has entered into a rapid development period. Human brain is the physiological basis of thinking, cognitive, and emotional activity. The abilities of learning, memory, thinking, reading, creative for people are important in the educational field. However, these abilities are dependent on brain to coordinate and control. Because of the importance of brain and cognitive sciences, this project will provide the basic instruction of brain and cognitive sciences for junior high school students. Scientific literacy and creativity should be cultivated from an early age. Therefore, this project will extend the knowledge of brain and cognitive science for the junior high school students in remote areas. At first, with the help of actual teaching aids, teachers will teach the basic knowledge of brain and cognitive sciences for students. The teaching contents will explain how the brain works, what are its characteristics, and the cognitive applications of brain. Secondly, through the promotion of informal educational activities, technological teachers will provide not only on-site teaching but practical aids for students to experience and understand the basic structures of the

brain. In the learning process, they will realize the core concepts of brain and cognitive sciences. In addition, the course will strengthen students' literacy of brain and cognitive sciences. Further, they will wear the EEG equipment and play the online games of related to the brain sciences to enhance the consciousness of the brain's basic activities. With the growth of economics, people start to concern the quality of life. It causes a variety of tourism are widespread gradually. Learning in the travel will increase students' learning motivations. In the consideration of the diverse teaching strategies, technological travel is applied to enhance students' realization of technology-related knowledge, and learn how to apply technology to the daily life. This project will implement the camp of brain and cognitive sciences to provide students with practical experience and exposure to the teaching aids. By the means of competitive games, it will stimulate students to actively learn and memorize the brain's understandings. Finally, interactive multimedia games teaching system will help extend the scientific knowledge of brain and cognition.

英文關鍵詞： Brain and cognitive sciences, Interactive multimedia system, Informal instruction

建置科學情境學習縮短偏遠地區女國中生腦與認知科學落差

壹、計畫簡介

由於近年來科技的發展，大腦科學研究進入了快速發展時期。美國布希總統於 1990 年宣布 20 世紀的最後十年為「Decade of the Brain (大腦的十年)」。腦為人類思考、認知、情緒活動不可或缺的生理基礎。教育領域對於人的學習、記憶、思考、閱讀、創造力等能力也相當重視，但這些能力皆依賴大腦的協調與控制能力。隨著腦影像技術的突破，自 1990 年起，經由 MRI (核磁共振與磁振造影, magnetic resonance imaging)、fMRI (功能性磁振造影, functional magnetic resonance imaging)、EEG (腦電波, electroencephalography)、MEG (腦磁波, magnetoencephalography)、PET (正子斷層掃描, positron emission tomography)、TMS (穿顱腦磁激術, transcranial magnetic stimulation) 等非侵入性的技術儀器，可讓我們擁有新的方式，直接觀察人在進行某些思考與認知等工作時，腦部的活動情形，從神經生理的基礎來嘗試解釋學習的歷程。由於可直接觀察腦部認知活動的可能性提升，世界各先進國家也紛紛投入腦與認知科學的研究。而台灣在腦與認知科學方面相關的國科會專題研究，若以關鍵字搜尋，從 95-99 年度約有兩千多篇、100-102 年度也大約有 1 千多篇，代表著腦與認知科學方面的相關研究也愈趨受台灣研究者的重視。

認知科學是 20 世紀的世界科學新興研究，主要探討人腦或心智方面工作機制的前沿尖端學科，也引起了全世界科學家的關注。現在以大腦應用至日常生活中做認知及控制相關的研究及科技發展也慢慢在各先進國家開始發展。目前認知科學是以認知心理學方面所探討人的行為表現為根基，借用計算機科學研究的方式，對人的智能系統及其本質作探索，以達到使用機器運作來傳達人的思想的目標。而此領域目前是整合生物、電子、醫學等工程領域及技術，以了解大腦神經的功能活動。

性別角色刻板印象有時會阻礙具有天賦女性的發展，在選修科系方面，女生會因傳統觀念影響，自認數理能力較差，而放棄選修數學或科學方面的課程(Benbow & Raymond, 1989)。雪梨大學數學家喬西 (Nalini Joshi) 指出喬西說，研究機構過去一直對性別歧視制度「視而不見」，每個人都知道正確的解決方向，但他們認為這是一個社會問題，有其他人會處理它 (大紀元, 2014)。國內外學者研究指出，在科學教室，男同學比女同學被叫起來回答問題的機會較多(Jones & Wheatley, 1990; 余曉清, 1999)。女生的科學成就並不比男生低，反而在某些學習階段更勝於男生，但是高學習成就的女生卻不見得願意留在科學領域(蔡麗玲, 2004)。目前國內，高中與大學時期，男女學生攻讀科學相關領域的人數還是顯現出嚴重之不平均，男生攻讀科學的比例還是普遍高於女生。

綜觀過去在性別研究議題上，Smith (1992) 也發現男生比女生對於科學相關課程之學習成就較高。而林宇玲 (2001) 女生對科學學習失去信心主要是因為部份女生拒絕科學或害怕科技。而教師的教學過中也發現女生國語能力好，男生數學反應佳，此種對男女持有的性別領域 (gender regime) 態度，將會造成男女學生在參與學科學習上行為或機會的差異。林曉芳 (2009) 在研究中也指出，學校中的被動式教學或許是導致女學生在科學學習上較為被動的原因。因此，本計劃將設計主動透過感官互動多媒體教材，教授腦與認知心理科學相關技術與知識，並且透過實際腦電波偵測儀器與相關專注力與放鬆的遊戲軟體，讓女學生提升自身在腦與認知科學上的認識，並加深女學生學習的印象。

科學素養與創造力需要從小培養紮根，在建立國民大腦與認知科學能力的相關知識及理論中，教育是最直接、最有效的方式。尤其是國中小學階段的學生，所接受的教育為基本的而非專精，所要求的應是能力，涵養的態度而非知識的記誦。由於九年一貫自然與生活科技

學習領域強調學習應與日常生活相互結合，藉由制式教育與非制式教育讓學生能將所學的知識運用於生活中，以解決問題或瞭解目前時事的發展趨勢，進而增進學生學習興趣。但目前針對中小學所設計的非制式教育大多以博物館自然體驗等課程居多（靳知勤，1999；黃嘉郁，2000；王雅亮，2002；Dusenbery, Harold, McLain, and Curtis, 2008；陳政岑、張美珍，2009；Barbara, Ruth, Cyndy, 2012），其他如地理課程（朱道力，1997；許民陽、王郁軒，2000）、農園體驗（郭俊開，2001）、生態課程（宋滿足，2009）。由此可知，非制式教育應用在腦與認知科學教學上之活動甚少。

根據上述，本計畫將腦與認知科技知識推廣到偏遠地區之國中女生學生。而主要作法是將研究團隊中有關腦與認知科學的相關資源，設計符合女國中生的九年一貫能力的展版內容與多媒體教材的介面設計。其次，透過非制式的推廣教育活動，除了科技教師現場教學腦神經有哪些特性、如何運作以及認知心理學的意涵與應用，並且提供女國中生藉由實際教具親身體驗瞭解大腦的基本構造，並在其過程中體驗大腦與認知上的核心概念；透過多媒體影像教材與遊戲瞭解認知心理的行為表現，藉此強化女國中生對於腦與認知科學素養；此外，本計畫提供女學生操作腦電波儀器偵測專注力、放鬆等腦電波的呈現，強化女國中生對於腦與認知科學的實際應用。最後，藉由多媒體腦科學遊戲系統，將大腦與認知教學等相關科學知識及數位學習教材，提供達到腦與認知科學知識傳播普及之目的。

目前有關腦與認知科學之教材、教具在現階段的國民中學並不普遍，而學校課程也著墨不多，尤其是偏遠地區的原住民女國中生很少有接觸學習的機會。一個成功的科學教育需要科學專業知識與教育理論，因此需要跨領域專家學者合作，才能發揮綜效。有鑑於此，本計畫團隊是跨校與跨領域結合，其領域包括教育、腦生理、認知心理，三位不同領域的專家共同合作，一起為偏遠地區的學生，提供腦與認知科學的學習機會，縮短科學教育落差。此外，為了吸引更多人瞭解大腦基本功能與其在認知上應用之重要性，本計畫結果將放置科技部科技大觀園以及與國際知名的科學教育網站進行交流與連結，讓國內外從事科學教育相關人員，看到台灣女性科學腦與認知科學教育的成果，提高國際能見度，並進一步促使跨國合作交流的契機。

貳、相關文獻

本計畫針對腦與認知科學的基本功能與類別做一簡單介紹，其次針對非制式教育以及互動多媒體教育相關文獻做一整理介紹。

一、情境模式

情境模式亦稱為情境分析模式或文化分析模式，最初由 Skilbeck 設計，後來 Lawton 加以發展。將情境模式分為五項主要構成要素（如圖 1 所示）：1.情境分析 2.目標擬定 3.方案設計 4.增釋和實施 5.檢查、評估、回饋及重新建構（Skilbeck, 1982）。

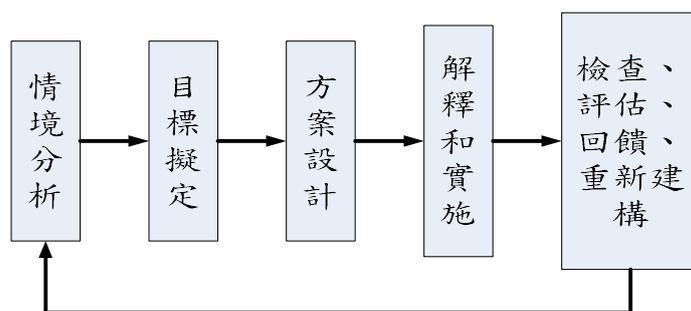


圖1：Skilbeck情境模式

Lawton設計一種簡單的流程圖（如圖2所示），作為製訂課程歷程的基礎。而所有老師對於教育目的、知識結構及具有價值的事物和某些哲學的觀點等。亦是說，教師對於社會本身、變遷以及個體處在社會的需要和某種社會學的觀念等。依據此觀念的相互作用影響，即能在文化中，從事某種理想的抉擇（黃光雄，1996）。

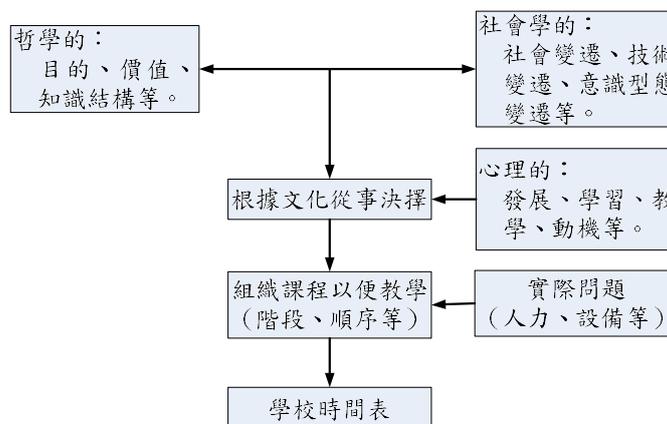


圖2：Lawton課程的流程圖

情境教學重視真實情境或模擬身歷其境的學習，如果學習活動的內容與實際情況互相契合，且是目標導向的，就具有「真實性」（Moore, Lin, Schwartz, Campbell, and Hmelo, 1994）。胡秋明、陳鷹皓、邱泓文、徐建業、蔡文傑、黃芷瑩（2006）利用遊戲場景去模擬一個虛擬的環境，透過角色扮演的方式讓使用者在預設的環境中進行探索。涂志賢、程一民（2009）知識學習必須與實際活動與情境相互連結才會產生真正的意義。而陳慧娟（2009）認為情境學習的主要特性為：

1. 知識植基於情境脈絡：透過參與生活情境中的活動，學習者才能真正掌握知識。知識的意義必須透過使用的脈絡來加以傳承。
2. 知識如同生活中的工具：透過使用，才能瞭解它們。因此，學習應強調主動操作探究，教學內容宜取材於現實生活中。知識具有透過真實活動而逐漸發展的特性。
3. 學習是一個涵化（enculturation）的歷程：教學應提供完備的範例，與在真實情境中使用該專業知識的機會，以滿足學生深入瞭解文化的需求。知識、活動與文化有密切的依存關係，學習必須包括這三者。
4. 知識具有社會共享與分配的特性：提供異質性團體有助於形成學習社群。
5. 學習應從周邊參與開始：教師善用故事、遊戲或實做等方式，讓學生進入文化脈絡中，透過對話以及參與活動產生有意義的學習。學生進入文化脈絡中，觀察專家的表現，透過對話、模仿，以及實際參與的歷程，從生手變成專家。
6. 教學是一個知識溝通的過程：教師善用教育科技可豐富知識表徵，並擴展學習深度。

綜合上述，情境教學主張學生在知識學習上必須結合情境脈絡，教師善用故事、遊戲或實做等方式，如果學習活動的內容與實際情況互相契合，且是目標導向的，就具有「真實性」。因此，情境模式教學對於學習者在學習上是尤具重要性。為此，本計畫將採用大腦生理構造模具、腦與認知科學的多媒體影音教材、腦與認知科學的遊戲闖關、腦電波穿戴與偵測以及多媒體遊戲網站等，提供偏遠地區女中學學生經由視覺、聽覺、觸覺等，進行腦與認知科學的探索與學習。

二、腦與認知科學

人類的大腦是由許多神經細胞組成，認知神經科學家認為大腦的功能與人類的認知、語言、學習、運動、感覺、情緒等息息相關(石恆星 & 洪聰敏, 2006)，而人類的行為是由基本的認知能力所支撐，認知能力包含人的感覺知覺能力 (Sensation and Perception)、注意力 (Attention)、記憶力 (Memory)、語言能力 (Language)、決策與執行能力 (Decision-making and Execution) 等。

成人的大腦大約 3 磅重 (1,300~1,400 公克)，基本上，人的大腦重量與身體本身的重量有關，大腦大約佔人體重的 2%，卻使用了人體 20% 的能源，是人類行為運作的中樞(洪蘭 & Allman, 2002)。大腦是由水 (約 78%)、脂肪 (約 10%) 和蛋白質 (約 8%) 所組成。人的大腦呈皺褶狀，外側包裹著大約 2-4 毫米厚度的大腦皮質 (Cerebral cortex)，藉由皺褶可覆蓋住更大的表面範圍，在人的神經系統扮演很重要的角色。

人的大腦分成左、右兩個腦半球 (Cerebral hemisphere)，科學家將大腦分成四個區塊：額葉 (Frontal lobe)、頂葉 (Parietal lobe)、枕葉 (Occipital lobe) 與顳葉 (Temporal lobe)，此四區的腦功能與心智認知有密切的關聯，確認大腦各部位與其相對應的功能是研究者較關心的議題。四個區域目前主要的功能簡介如下(Taylor & Lamoreaux, 2008)：

1. 額葉 (Frontal lobe)：為人腦最大的皮質，位於前額頭周圍區域，大約佔皮質約 29% 的面積 (洪蘭, 2004)，與注意力、記憶力、語言、問題解決與規劃的能力有關。細分區域又可分為主要運動皮質區 (Primary Motor Cortex)、布洛卡區 (Broca's Area)、前額腦區底部 (Orbitofrontal Cortex)、嗅球 (Olfactory Bulb)。其中布洛卡區主要與口語語言有關，法國 Paul Borca 醫生發現額葉左側近運動皮質區 (也就是 Broca's area) 的損傷，可能會導致表達性的失語症 (Kalat, 1998)。也就是說語言理解能力可以，但卻無法表達出合乎文法的語句。Maess, Koelsch, Gunter, and Friederici (2001) 使用 MEG (腦磁圖) 探討音樂、語句不協調的狀況，發現布洛卡區負責處理傳入的諧波序列，代表此區域可處理語句的資訊，而不像以前認知特定處理語言的部分。洪蘭 (2004) 與指出額葉較成熟的成人，比起孩童及青少年會有較佳的意志與控制能力。
2. 頂葉 (Parietal lobe)：位於頭頂後部，主要與感覺知覺、數學思考、空間等能力有關。細分區域又可分為主要自體感覺皮質區 (Primary Somatosensory Cortex，又稱 Postcentral gyrus)、感官聯合區 (Sensory Association Area)、主要味覺區 (Primary Gustatory Cortex)。頂葉受損的病患，雖然不會完全失去肌肉或觸覺的感覺，但卻無法利用觸覺辨識物體的形狀、也難以辨識出熟悉的道路或場所。許瑛珍 (2003) 在探討閱讀障礙的研究中，發現有周邊型 (peripheral) 閱讀障礙的孩童，經常會忽略半邊文章的內容，在讀單字時，也只能看到半邊的文字。
3. 枕葉 (Occipital lobe)：位於大腦後面中間的位置，主要負責視覺處理，在四個腦葉的功能中較為單純。又可分為兩個區域，分別為主要視覺區 (Primary Visual Cortex)、視覺聯合區 (Visual Association Area)。王建雅 and 陳學志 (2009) 指出若主要視覺區受損，可能直接造成全盲；但若損壞之處位於視覺聯合區，而主要視覺區並未受損時，病患仍可視物，但視線所及之物體可能會有辨識理解上的困難。
4. 顳葉 (Temporal lobe)：分別位於兩耳的上方及其周圍之部位，此區域主要負責聽覺記憶和語言能力。又可分為主要聽覺區 (Primary Auditory Cortex)、主要嗅覺區 (Primary Olfactory Cortex)、韋尼克氏區 (Wernicke's Area)。若韋尼克氏區遭到受損的病患，能表達出流暢、但卻缺乏任何邏輯性的語言，同時也對語言、或他人談話上，有理解上的困難。Töpper, Mottaghy, Brüggmann, Noth, and Huber (1998) 失語症患者，

腦部中的韋尼克氏區在經由 TMS（穿顱磁刺激）後，在失語症主題圖片命名上，伴隨著優勢臂的運動，發現在促進語言詞彙的過程中，韋尼克氏區有明顯的活化反應。

綜上所述，大腦額葉主要負責思考、記憶力、語言、問題解決與規劃的能力；頂葉主要負責掌管感覺、知覺、數學計算、空間等能力；枕葉主要負責與視覺處理有關之任務；顳葉主要負責聽覺辨識和語文理解，但可能有些功能是同時在腦部的不同區域活動。藉由以上的皮質分區可有助於神經科學上的疾病治療，也可提供相關診斷指標，因此腦神經科學專家直到現在仍持續嘗試釐清認知學習的歷程中大腦活化區位的分佈情形。

由於人的大腦活動是由許多神經細胞運作，而在運作過程中，神經細胞會進行不斷放電的動作。由於活動的神經細胞數量相當龐大，因此放電的結果可讓科學家在人的頭皮上測得電波的變化，而 1929 年，首次以腦電波做量測的為德國的生理學家 Hans Berger，他記錄了人腦中微弱的電波活動，將其命名為腦電波（Electroencephalography, EEG）。測量腦電波 EEG 的儀器可幫助我們測得大腦電流釋出的數值，通常是以波型圖呈現，此方法可量測到人的大腦在不同狀況下，腦神經細胞的電位活動變化。

本計畫輔助女國中生了解基本腦知識教學。基於安全性及便利性的考量，此儀器為非侵入性、且不須輔助任何化學藥品使用。同時借助腦波儀器讓學生練習相關認知上的遊戲，以增強學生學習的趣味性及動機。由於經費考量選用較為簡易的腦電波儀器量測設備 MindWave 腦立方作為主要教具。此產品主要是採用 RF 傳輸，內附多種腦波遊戲。



圖 3：簡易腦電波量測 MindWave 腦立方產品圖

三、非制式科學教育

依教育的體制，可以劃分為制式教育（Formal Education）與非制式教育（Informal education）兩大體系，而非制式教育是相對學校的制式教育而言，而非正式教育可以視為非制式教育的一部分（黃嘉郁，2000）。美國科學教學研究學會（National Association of Research in Science Teaching, NARST）在 1955 年的年會即以「非制式學習（Informal Learning）中的科學教育」為大會的主題，說明非制式科學教育實施的現況與展望（靳知勤，1995）。美國科學教學研究學會更進而在 1999 年正式成立了非制式科學教育之特別委員會（Informal Science Education Ad Hoc Committee），任務是訂立議會章程，並鼓勵各界學者積極投入此領域，且期盼有機會與其他研究領域合作。顯見在探索非制式科學教育中所從事的非制式學習行為也逐年被教育界所重視與研究。

近年來教育相關單位，對於非制式教育所投注的心力也相當多，相繼成立與科學相關的博物館，並架設虛擬的亞卓市，另外，日漸增多的科學教學網站，有線電視頻道愈來愈多的

科學相關頻道與節目，突顯非制式教育環境的重要與需求。單就對個人在學校學習之影響來看，Osborn 與 Wittrock (1983) 曾指出，學生在教室外所經歷的經驗對於學校之科學學習是有幫助的；Resnick (1987) 的研究也說明學生的生活經驗對於發展其科學知識和社會技能方面是非常重要的。就學習的影響來看，Bruer (1998) 更認為學生在成長過程所遇到的廣泛和多樣的經驗，甚至會對其往後的生活造成莫大的影響。也就是說，學生在教室外所從事的一切活動都會影響個人在學校的成就，甚至於其在社會上的價值觀。總而言之，制式的學校對學生是一種有組織、有系統的學習管道，但學生自身科學概念的 formed、科學態度、科學素養的養成，並非只是靠學校這個制式環境來培育，因此，教學者如何透過非制式環境，達到另一種更為活潑、更無時間、空間限制的模式，以激發學習者對科學學習的動機、興趣，與研究者所關注的動機是相互呼應的。

非制式的科學教育已成為科學教育改革中不能忽略的一環。學習是在日常生活中的隨時隨地發生的，學習應是一項經驗和知識累積的過程，並能將這些學習內容或經驗加以連結和運用。本計畫設計腦與認知科學營隊活動，除了提供的一些演示品或陳列的展覽品，可以提供女國中生開放的學習空間，以生動的展示、實際體驗活動與科學參觀旅遊等學習方式，提供偏遠地區女國中生得到不同的科學知識啟發，縮短腦與認知科學之學習落差。

四、多媒體遊戲學習相關研究

Mayer (2001) 提出多媒體學習理論，結合了 Paivio (1971) 的雙碼理論、Baddeley (1992) 有限工作記憶容量理論與 Sweller, Merrierboer, and Paas (1998) 的認知負載理論特點，並提出不同設計方式，是為了減少外在認知負荷的說法。互動式多媒體是由影像、聲音、儲存媒體、介面及編輯軟體等，構成其系統結構 (Maresca and Guercio, 2000)。

Berry (2000) 多媒體教材來多媒體學習教材集合了文字、影音等多媒體特性，可使知識情境化 (contextualized)，讓知識的呈現更真實、有意義、有趣、維持注意力，也能因應個別需求，增加其彈性與互動性，使教學與學習成效大為提昇。此種學習方式不但生動，更可深入視察模仿比較，從郵件等系統，解答學生所反應的問題，透過優秀的示範動作中重複演練，更能指出學習之要點，而且可以提升學習者的興趣 (Greenlaw and Hepp, 1999; Lawrence, Eva, Ünal, Babs, 2012)

Hogle (1996) 數位遊戲式學習可引發內在動機並提高興趣，並提供練習及回饋，提升高層次的思考。主要是因為數位遊戲式學習的特性包含娛樂性、遊戲性、規則性、目標性、人機互動性、結果與回饋、適性化、勝利感、衝突競爭性與挑戰性、問題解決、社會互動、圖像與情節性 (Prensky, 2001; Tsai, Yu, Hsiao, 2012)

多媒體教材與數位遊戲式學習對於學習者都能建立有利學習的知識概念，學習方式不但生動，進而提升學習者的興趣與學生的科技創造力以增加自己的競爭力。因此，本計畫將設計多媒體數位學習網站來引發學習者學習動機，並能進而使學習過程更為有趣並願意參與學習。

參、活動設計

一、活動設計架構

本計畫依照情境教學理論，建置腦與認知科學情境，提供偏遠地區女國中生進行腦與認知科學的學習。主要活動分為辦理腦與認知科學營，除了腦與認知科學展版、腦的標本、腦結構的生理教具、多媒體系統講授其知識與概念外，透過有獎徵答、過關遊戲、體驗腦電波量測，提供女國中生對於腦與認知科學的學習情境與實務操作體驗。

為了延續學生自我學習腦與認知科學相關知識，本計畫將以建置互動式腦與認知科學多媒體教學系統，除了將相關腦與認知科學文字、圖片與活動教學影像製作成互動多媒體，以便增加學習者後續的學習興趣，繼續推廣腦與認知科學相關知識。其主要活動架構（如圖 4 所示）：

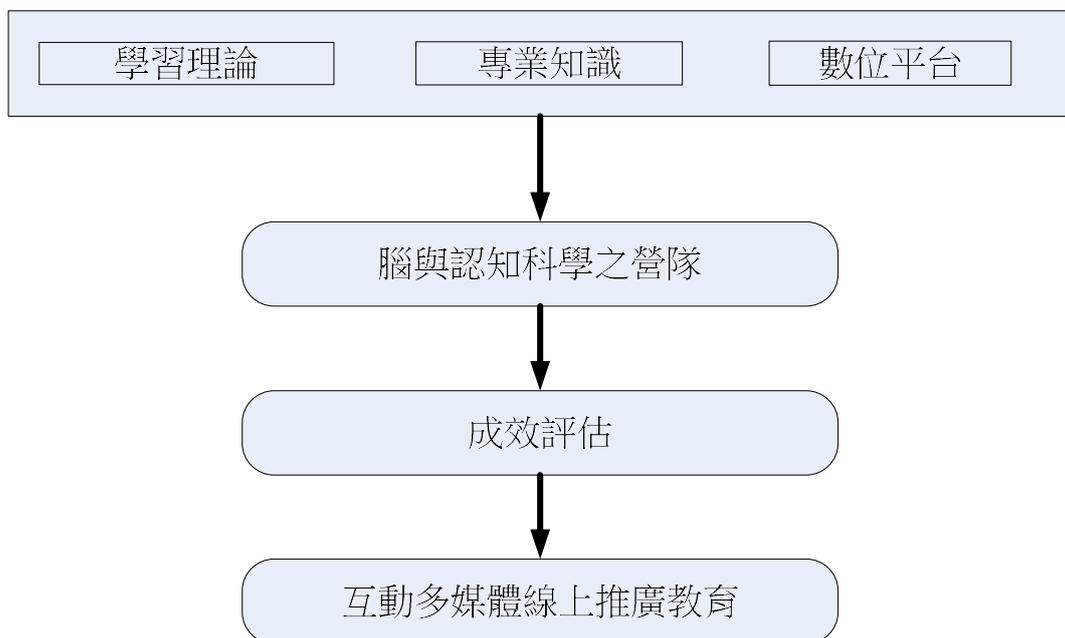


圖 4：活動設計架構圖

二、活動設計對象

本計畫活動對象以高雄市與屏東縣偏遠地（山）區的國中七到九年級女學生，總共辦理 7 梯次，參加人數 275 人。

三、活動地點

本計畫活動辦理地點為高屏偏遠地區，為了能夠結合當地資源以及活動舉辦順利，因此本計畫到當地學校辦理科學活動，高雄市：永安國中、新園國中、屏東縣：南州國中、南榮國中、泰武國中、恆春國中。

四、活動步驟

在考量整個計畫的成本以及學習成效上，本計畫規劃將與高雄市與屏東縣偏遠地區數位機會中心合作，由數位機會中心提供場地以及資訊志工的輔助，辦理動腦科學體驗營，首先透過腦與認知科學原理、認知科學專家講授腦與認知科學的發明演進歷程、基本架構、運作原理、應用方式以及相關特色等，協助參與體驗活動的學生理解基礎的腦與認知科學相關應用知識。其次當學員均具備腦與認知科學的基本概念後，接著本團隊將帶領參與體驗活動的學生進行實務操作的課程。實務操作課程將使用Neurosky（神念科技）開發的腦波科技的耳機。此套設備測量出可用於研究領域的高精度腦電信號，它透過腦力訓練應用軟體（16套遊戲）訓練專注力與放鬆狀態。

（一）課程設計策略

本計劃課程主要分為三部分：腦生理科學、認知科學以及腦與認知科學的實驗應用（如表2）。其課程設計結合國中自然與生活科技以及健康與體育兩類課程的課綱，並且依照九年一貫教材要領來設計課程。

1. 自然與生活科技學習領域中的第1項自然界的組成與特性：其主要分段能力指標1-4-2動物的構造與功能；第4項生活與環境：其主要分段能力指標4-4-1電機與機械應用；第5項永續發展：其主要分段能力指標5-2-1科學倫理。
2. 健康與體育學習領域中的第1項生長、發展：其主要分段能力指標為1-2-1辨識影響個人成長與行為的因素；第6項健康心理：6-1-1描述自己的特色，並接受自己與他人之不同、6-2-1分析自我與他人的差異，從中學會關心自己，並建立個人價值感。

（二）教材設計原則

由於對象為女性國中生，因此在教材設計的介面上，必須以有所差異。Francisco et. al. (2012)指出使用者介面設計會因為性別差異造成視覺偏好，因此男性和女性喜歡的使用者介面會不一樣。女性比較喜歡柔和的曲線，而男性比較喜歡剛硬的直線（Gloria et. al, 2006）。適合該性別的學習互動方式和教材內容有助於在e-learning上的學習（Francisco et. al, 2012）。

（三）教學綱要

本計畫讓參與女國中生可以體會腦與認知科學在生活中的實際運用，並辦理體驗活動營活動，其課程設計策略如表1。透過課程設計策略發展出腦與認知科學的營隊活動（如表2）。

表 1：腦與認知科學課程策略

主題	單元目標	具體目標	單元活動
腦神經科學	能瞭解大腦皮質功能及位置	● 能描述前額葉皮質區：解決問題、情緒、複雜性的思考	● 展版與動畫說明 ● 腦的構造教具 ● 各功能區配對遊戲
		● 能說出主要自體感覺皮質區：由身體接收觸覺訊息	
		● 能描述感官聯合區：處理多重的感官訊息	
		● 能說出視覺聯合區：掌管複雜的視覺訊息處理	
		● 能描述視覺皮質：偵測簡單的視覺刺激	
認知科學	能瞭解認知心理學	● 能說明聽覺聯合區：掌管複雜性的聽覺訊息處理	● 搭配展版進行講解與有獎徵答 ● 多媒體教學
		● 能說出聽覺皮質：偵測聲音的質地(音量, 音質)	
		● 能描述記憶如何反應	
		● 能描述注意力如何反應	
		● 能描述感知如何運作	
腦與科學應用	認知科技在行為上的應用 揭示大腦運作的電生理訊號	● 能描述創造力的意義	● 展版與動畫說明腦的知識。 ● 多媒體教學 ● 遊戲 ● 透過講解與實際操作了解腦電波系統的原理與使用 ● Emotiv腦波系統操作與競賽
		● 能描述問題解決步驟	
		● 能描述睡眠時大腦的活動	
		● 能描述腦神經細胞發育	
		● 能描述頭腦簡單，四肢發達	
腦與科學應用	揭示大腦運作的電生理訊號	● 能描述大腦容量與智力關係	● 透過講解與實際操作了解腦電波系統的原理與使用 ● Emotiv腦波系統操作與競賽
		● 能描述腦力開發	
		● 能描述腦波的種類	
腦與科學應用	揭示大腦運作的電生理訊號	● 能操作腦電波儀 (EEG)	● 透過講解與實際操作了解腦電波系統的原理與使用 ● Emotiv腦波系統操作與競賽
		● 能描述測量腦部活動	
		● 能描述測量腦部活動	

表2：活動行程表

時程	活動項目	活動內容	負責人
08:00~08:30	報到與分組	<ul style="list-style-type: none"> ● 報到及分組 ● 說明活動相關事宜 ● 進行先備知識前測 	助理與工作人員
08:30~10:00	講述與遊戲	<ul style="list-style-type: none"> ● 教學單元：腦神經生理科學 ● 教學目標：瞭解中樞神經的組成，認識身體的最高控制中樞—大腦之生理功能及情緒和行為的表現 ● 教學資源：腦構造教具、動畫、標本 ● 教學活動：拼圖、配對、科學接龍等闖關遊戲 ● 教學評量：填寫學習單 	郭純琦博士
10:15~11:45	講述與遊戲	<ul style="list-style-type: none"> ● 教學單元：認知科學 ● 教案目標：瞭解認知心理學、神經心理學 ● 教學資源：腦與認知科學教具、動畫 ● 教學活動：多媒體教學及有獎徵答 ● 教學評量：填寫學習單 	李宏偉博士
12:00~13:00	午餐休息		助理與工作人員
13:00~14:30	講述與遊戲	<ul style="list-style-type: none"> ● 教學單元：認知科技應用 ● 教案目標：認識認知科技在行為上的應用 ● 教學資源：教具、展版 ● 教學活動：多媒體教學及有獎徵答 ● 教學評量：填寫學習單 	蔡智勇博士
14:45~16:00	動手做科學	<ul style="list-style-type: none"> ● 教學單元：腦與認知科學探索應用 ● 教案目標：操作腦波反應設備與眼動儀 ● 教學資源：Emotiv腦波系統、眼動儀 ● 教學活動：操作Emotiv腦波系統 ● 教學評量：填寫學習單 	蔡智勇博士
16:00~16:30	後續活動推廣說明	<ul style="list-style-type: none"> ● 教學目標：介紹腦與認知科學網站 ● 教學資源：數位學習網站 ● 教學活動：人員解說操作介面 ● 教學評量：總結式評量 	蔡智勇博士

四、活動評鑑

(一) 教具教案評鑑

本計畫採用專家效度作為教具教案評估工具。首先，將請腦與認知科學專家與科學教育領域專家各三位，針對本計畫所設計腦與認知科學教學教案及教具，是否已包含腦與認知科學概念以及內容之適當性，提供相關修改意見。其次，針對專家群所提供的意見進行修改，並且再次邀請專家群以問卷調查方式，所有專家對問卷內容完整性、適當性的判斷（可用二分法或李克氏量尺），並計算專家意見之一致性。當一致性越高表示內容效度越佳，目前一致性 >0.8 為可接受之原則（Jeng, 2001; Williams, 1985）。

(二) 營隊活動評鑑

蔡秉宸、靳知勤（2004）藉著多樣且具彈性化教育活動的設計，亦將有助於大眾科學素養的提昇。張自立、辛懷梓（2008）認為藉由科教館及天文館多元活動設計的刺激，以提昇學生科學素養中思考智能方面的能力，並能達到在價值、信念和態度上的學習目標，使科教館及天文館等非正規教育更具教學的效益。林煥祥（2002）認為學生本身既有的知識與經驗並於適當的環境中學習，能發展獨立思考及創造力，以建構其科學知識及能力。亦是說，利用適切的環境學習與體驗是能影響學生本身對科學的素養。

王盈丰（2004）認為學校結合博物館的資源，並藉由戶外教學的方式來彌補制式教育所欠缺的，並相輔相成地提昇學習者的科學素養與培養終身學習的興趣。蘇明俊、江新合、陳輝樺（2002）探討教師發展非制式科學教學資源之行動研究中，發現「落日華表」的教學資源可以引起民眾的興趣與好奇心，而民眾對於如此的知性之旅表示高度肯定的價值。

根據上述，本計畫評估模式（如圖5），主要評估女國中生在腦與認知科學課程發展與活動設計後，除了學習成效評估外，對於學習興趣與學習歷程也進一步分析與探討。其評估工具如下：

1. 學習成效：本計畫為了瞭解學習者在學習系統使用後的學習成效，特以腦與認知科學之學習單元教材內容為依據，自行編製一學習成就測驗。過程中邀請腦與認知科學專家就測驗內容與學習內容是否一致來加以分析，以確保此成就測驗的內容效度。
2. 學習興趣：本計畫採用Ai-Khaldi and Ai-Jabri（1998）之科技喜好問卷來加以修改，問卷量測的分數愈高，代表其學習興趣愈高。
3. 學習歷程：本計畫除了瞭解學習者學習成果外，對於學習過程中所遭遇的困境以及相關學習歷程將採以學習單與訪談方式獲得相關資料進行分析。

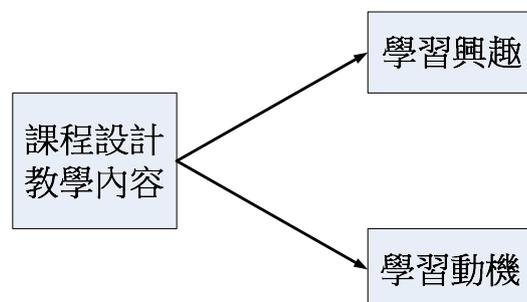


圖 5：腦與認知科學活動評估

肆、執行成果

一、參與人員統計

本次計畫之參與學校，分布於高雄市二間國中與屏東縣四間國中。包含永安國中、新園國中、南州國中、南榮國中、泰武國中、恆春國中。此十間學校皆來自於高雄市及屏東縣之偏遠山區，皆為國小高年級與國中七到九年級學生。本活動共計七梯次，參加人數275人，前後測皆有填答之有效問卷226份，有效回收率82.18%。

表3：參與學校與年級統計

	7	8	9	總計
永安國中	9	6		15
南州國中	7	8	9	24
南榮國中	50	43		93
恆春國中		6		6
泰武國中	16	17	2	35
新園國中		53		53
總計	82	133	11	226

二、課程設計成效

此部分在調查學習者對於本活動中的課程：大腦結構、視覺、聽覺、嗅覺、觸覺、味覺及腦電波偵測等七個課程單元，問卷內容依學生自我評估5等級量表（非常瞭解到非常難懂）。其內容如表4。結果顯示，整個七個課程單元，學生瞭解程度都具備超過83%以上，而且超過40%學生是非常瞭解。

表4：女國中生在各單元內容瞭解程度

	普通	瞭解	非常瞭解
腦電波	12 %	38 %	49 %
味覺	16 %	39 %	45 %
觸覺	12 %	44 %	44 %
嗅覺	17 %	40 %	43 %
聽覺	16 %	40 %	44 %
視覺	16 %	41 %	43 %
大腦結構	8 %	46 %	46 %

三、教學活動成效

此部分在調查學習者對於本活動之活動流程的看法，包含老師的上課技巧及流暢度、課程內容難易度適中、課程的活動場地、課程的活動的流程及課程時間的規劃。問卷內容依各不同提問分析如下：

(一) 教師的上課技巧及流暢度

老師的上課技巧及流暢度

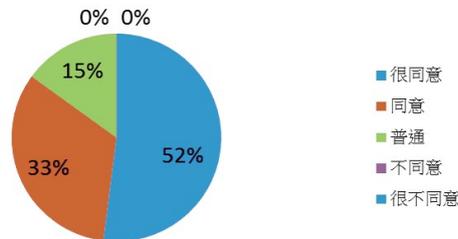


圖6：教師的上課技巧及流暢度比例

學習者對教師的上課技巧及流暢度表示非常滿意，且沒有任何學習者表示不滿意，顯示教師之是受到學習者之肯定的。

(二) 課程內容難易度

課程內容難易適中

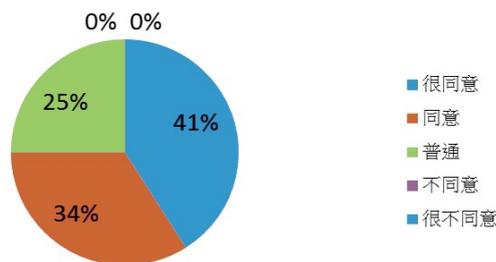


圖7：課程難易度比例

由上圖所示，學習者對課程內容難易度有四成表示非常滿意，三成表示滿意，沒有任何學習者表示不滿意，顯示課程內容難易度是受到學習者之肯定的。

(三) 課程的活動場地

課程的活動場地

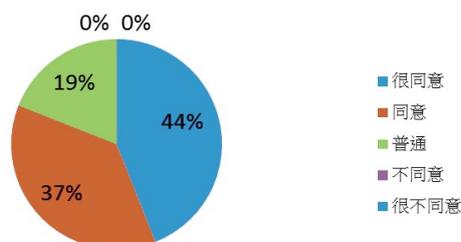


圖8：課程的活動場地滿意度

對於課程的活動場地的滿意度，有44%的學習者表示非常滿意，37%表示滿意，顯示學習者對課程的活動場地普遍為滿意的。

(四) 課程的活動流程

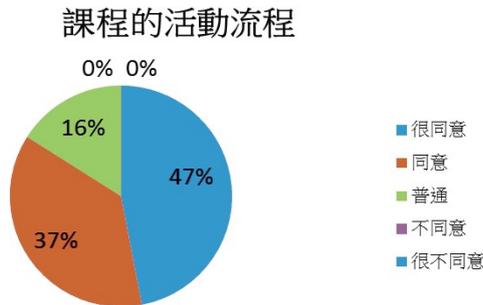


圖9：課程的活動流程滿意度

由上圖可知，八成學習者皆同意課程的流程安排，滿意及非常滿意者即超過八成以上，且未有不同意之學習者。

(五) 課程時間的規劃

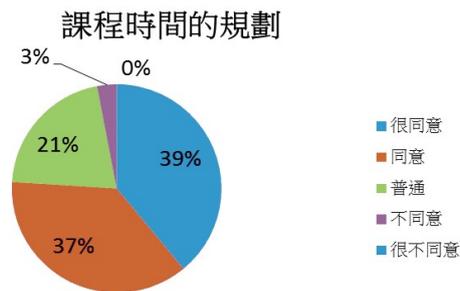


圖10：課程的時間規畫滿意度

由上圖可知，約七成五學習者皆同意課程的時間規劃，只有少數3%的學習者不同意課程的時間規劃，但極少數。

四、學習興趣

此部分在調查學習者對於本課程活動：大腦結構知識、視覺認知、聽覺認知、嗅覺認知、觸覺認知、味覺認知及腦電波偵測的喜好程度。問卷內容依各不同提問分析如下：

(一) 學習者對於大腦結構知識的喜好程度

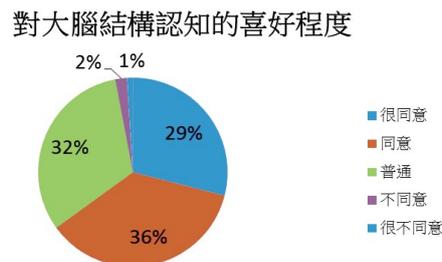


圖11：對大腦結構知識的喜好程度

圖中顯示，有超過六成之學習者表示對大腦結構知識的喜好程度為非常滿意及滿意，然而依然存在極少數學習者認為不滿意及非常不滿意，各佔所有學習者之3%。

(二) 學習者對於視覺認知的喜好程度

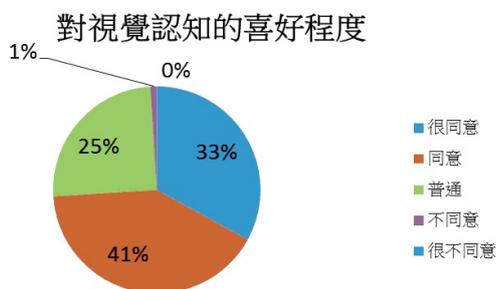


圖12：對視覺認知的喜好程度

上圖顯示，有超過七成之學習者表示對視覺認知的喜好程度為非常滿意及滿意，然而依然存在極少數學習者認為不滿意及非常不滿意，各佔所有學習者之1%。

(三) 學習者對於聽覺認知的喜好程度

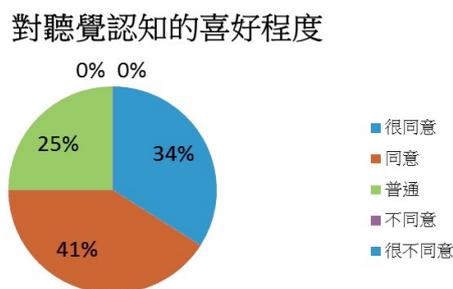


圖13：對聽覺認知的喜好程度

上圖顯示，有超過七成之學習者表示對聽覺認知的喜好程度為非常滿意及滿意，且未有不同意之學習者。

(四) 學習者對於嗅覺認知的喜好程度

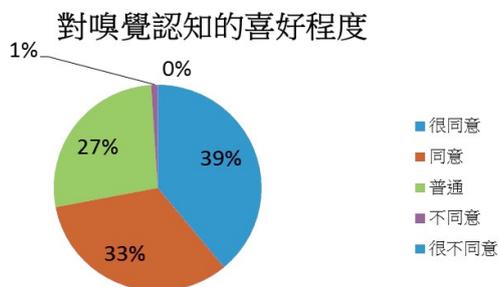


圖14：對嗅覺認知的喜好程度

上圖顯示，有超過70%學習者表示對嗅覺認知的喜好程度為非常滿意及滿意，然而依然存在極少數學習者認為不滿意，各佔所有學習者之1%。

(五) 學習者對於觸覺認知的喜好程度

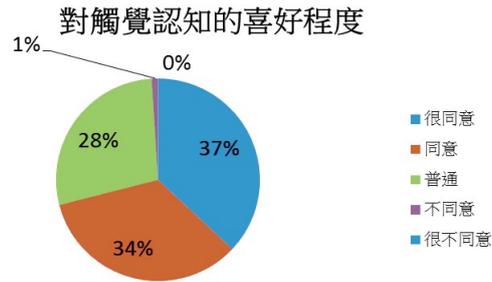


圖15：對觸覺認知的喜好程度

上圖顯示，有超過七成之學習者表示對觸覺認知的喜好程度為非常滿意及滿意，然而依然存在極少數學習者認為不滿意，各佔所有學習者之1%。

(六) 學習者對於味覺認知的喜好程度

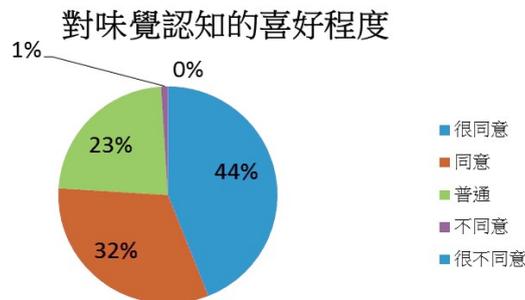


圖16：對味覺認知的喜好程度

上圖顯示，有超過七成五之學習者表示對味覺認知的喜好程度為非常滿意及滿意，然而依然存在極少數學習者認為不滿意，各佔所有學習者之1%。

(七) 學習者對於腦電波偵測的喜好程度

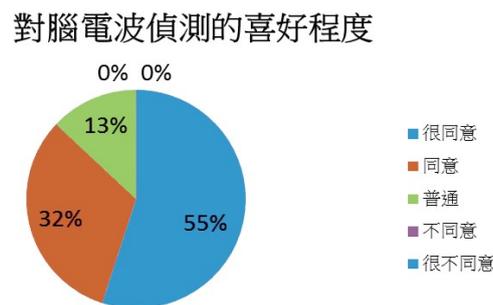


圖17：對腦電波偵測的喜好程度

上圖顯示，有超過八成五之學習者表示對腦電波偵測的喜好程度為非常滿意及滿意，顯示多數學習者對腦電波偵測有高度興趣，且未有不同意之學習者。

五、學習動機

此部分以八個問題之同意程度調查學習者對於本教學活動之學習動機，包含是否能說出科學名詞(腦電波、大腦結構等)、整個課程活動內容簡單易懂、整個課程活動內容具有吸引力、可以集中注意力學習、有助於啟發對過去的舊經驗、有助於對未來腦與認知科學知識的學習、未來是否願意投入腦與認知科學的研究與探索以及未來是否有意願參加類似活動。問卷內容依各不同提問分析如下：

(一) 是否能說出今天上課的科學名詞

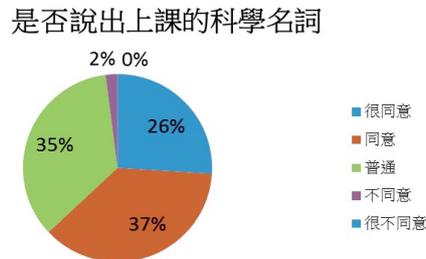


圖18：是否能說出今天上課的科學名詞

由上圖可知，約有六成的學習者可以說出上課的學學名詞，只存在極少數2%的學習者無法說出。

(二) 集中注意力學習

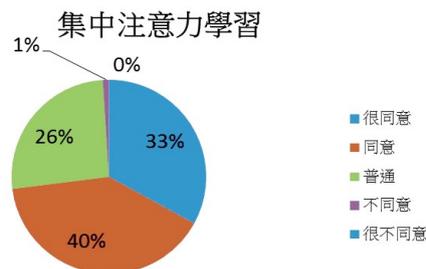


圖19：集中注意力學習比例

對於整個課程活動內容是否可讓學習者集中注意力學習，非常滿意及非常滿意的學習者所佔比例將近七成三，顯示普遍學習者皆對此持肯定態度，認為普通之學習者約有兩成五，認為不滿意的學習者所佔比例則極低。

(三) 課程活動內容簡單易懂

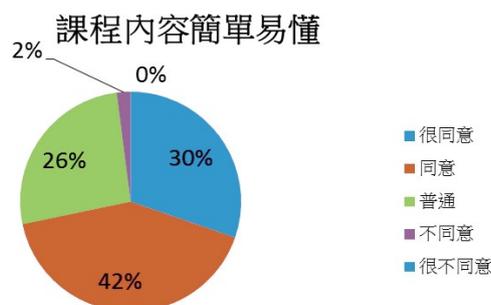


圖20：課程活動內容簡單易懂

對於此課程活動是否具吸引力，有30%認為非常滿意，有42%表示滿意，然而亦存在不認同其簡單易懂的學習者，不滿意及非常不滿意者之比例加起來共為2%，顯示本活動之教學活動內容對極少數學習者來說並非容易理解的。

(四) 整個課程活動內容具吸引力

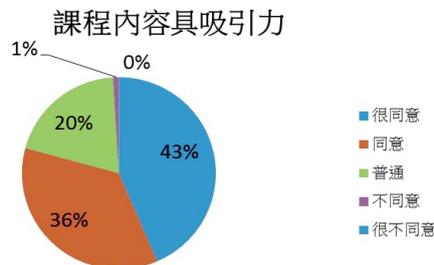


圖21：整個課程活動內容具吸引力

對於此課程活動是否具吸引力，有43%認為非常滿意，有36%表示滿意，然而亦存在不認同其課程具吸引力的學習者，不滿意及非常不滿意者之比例加起來共為1%，顯示本活動之教學活動內容對極少數學習者來說並非具吸引力的。

(五) 活動有助於啟發對過去的舊經驗

活動有助於啟發過去科學的舊經驗

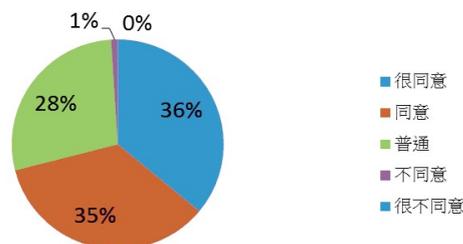


圖22：活動有助於啟發對過去的舊經驗

對於此課程活動是否有助於啟發對過去科學的舊經驗，有36%認為非常滿意，有35%表示滿意，然而亦存在不認同其課程有助於啟發對過去科學舊經驗的學習者，不滿意及非常不滿意者之比例加起來共為1%，顯示本活動之教學活動內容對極少數學習者來說並非有助於啟發對過去科學的舊經驗。

(六) 活動有助於對未來腦與認知科學知識的學習

活動有助於對未來腦與認知科學知識的學習

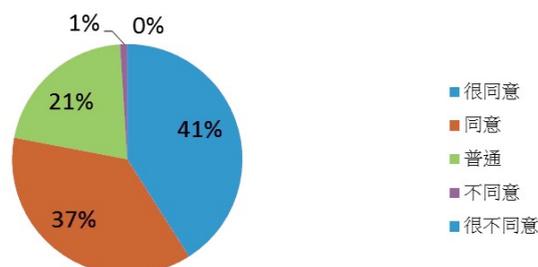


圖23：活動有助於對未來腦與認知科學知識的學習

對於此課程活動是否有助於對未來腦與認知科學知識的學習，有41%認為非常滿意，有37%表示滿意，然而亦存在不認同其課程有助於對未來腦與認知科學知識學習的學習者，不滿意及非常不滿意者之比例加起來共為1%，顯示本活動之教學活動內容對極少數學習者來說並非有助於對未來腦與認知科學知識的學習。

(七) 未來是否願意投入腦與認知科學的研究與探索

未來是否願意投入腦與認知科學的研究與探索

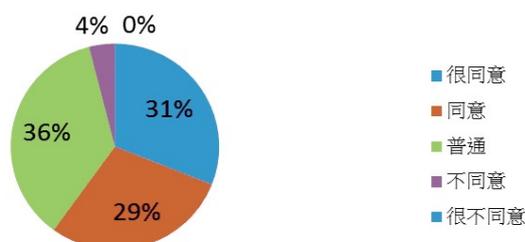


圖24：未來是否願意投入腦與認知科學的研究與探索

對於未來是否願意投入腦與認知科學的研究與探索，有31%認為非常滿意，有29%表示滿意，然而亦存在普通意願投入腦與認知科學的研究與探索之學習者，不滿意及非常不滿意者之比例加起來共為4%，顯示本活動之教學活動內容對極少數學習者來說並非願意投入腦與認知科學的研究與探索的活動。

(八) 未來是否有意願參加類似活動

未來是否有意願參加類似活動

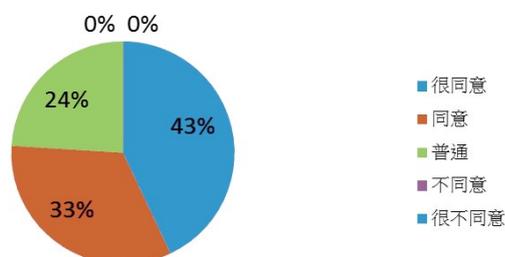


圖25：未來是否有意願參加類似活動

對於未來是否有意願參加類似活動，有43%認為非常有意願，有33%表示有意願，然而24%學習者則是普通意願參加類似活動，未有無意願參加類似活動，顯示接近八成學習者是有意願未來參加類似活動。

六、學習成效

為了了解女國中生在此次營隊的學習成效，在活動前本計畫先行進行前測，並於活動結束後一星期，發放後測問卷。藉此評估學習者在腦與認知科學課程等一系列活動後，對腦與認知科學相關知識的理解程度。從表5結果顯示，學生學習後與學習前對於腦與認知科學有明顯進步。

表 5：前後測成績

	平均數	標準差	成對變數差異前測總分 - 後測總分		
			t	自由度	顯著性
前測總分	49.58	15.79	-3.41	225	0.001
後測總分	53.8	20.17			

七、營隊整體成效與學習歷程之影響

本評估以問卷調查取得的資料作為實證分析的數據，進一步藉由逐步迴歸分析法進行數據分析，從中探討各研究構面間的關聯性與互動性，並得出標準化係數beta值，以了解影響程度之大小。針對課程設計、教學活動、學習興趣及學習動機對於學習成效做分析，並經由SPSS 統計分析軟體將問卷調查取得之數據進行演算，演算數據結果表列如下：

(一) 學習興趣

此部分由多元迴歸分析法所取得之分析數據，探討課程設計與教學活動對學習興趣的影響程度。由下表可知課程設計與教學活動兩自變數對學習興趣是有顯著效果的，且解釋量為41.6%，即當課程設計與教學活動因素讓女國中生越滿足時，對於學習興趣之效果越好。

表6：國中生學習興趣迴歸分析表

	多元迴歸
	β 值
課程設計	0.321
教學活動	0.375
F 值	80.66
顯著值	0.00
Adj-R ²	0.416

(二) 學習動機

此部分由多元迴歸與逐步迴歸分析法所取得之分析數據，探討課程設計與教學活動對學習動機的影響程度。由下表可知，課程設計與教學活動兩個自變數對學習動機是有顯著效果的，且解釋量為54.2%，即當課程設計與教學活動愈佳與學習興趣因素讓學員越滿足時，對於學習動機的效果會越好。

表7：國中生學習動機迴歸分析表

	多元迴歸
	β 值
課程設計	0.298
教學活動	0.492
F 值	133.678
顯著值	0.00
Adj-R ²	0.542

陸、結論

認知科學是 20 世紀的世界科學新興研究，主要探討人腦或心智方面工作機制的前沿尖端學科，也引起了全世界科學家的關注。現在以大腦應用至日常生活中做認知及控制相關的研究及科技發展也慢慢在各先進國家開始發展。目前性別角色刻板印象有時會阻礙具有天賦女性的發展，在選修科系方面，女生會因傳統觀念影響，自認數理能力較差，而放棄選修數學或科學方面的課程(Benbow & Raymond, 1989)。因此，本計劃將設計主動透過感官互動多媒體教材，教授腦與認知心理科學相關技術與知識，並且透過實際腦電波偵測儀器與相關專注力與放鬆的遊戲軟體，讓女學生提升自身在腦與認知科學上的認識，並加深女學生學習的印象。

本計畫以有關腦與認知科學的相關資源，設計符合女國中生的九年一貫能力的展版內容與多媒體教材的介面設計。其次，透過非制式的推廣教育活動，除了科技教師現場教學腦神經有哪些特性、如何運作以及認知心理學的意涵與應用，並且提供女國中生藉由實際教具親身體驗瞭解大腦的基本構造，並在其過程中體驗大腦與認知上的核心概念；透過多媒體影像教材與遊戲瞭解認知心理的行為表現，藉此強化女國中生對於腦與認知科學素養；此外，本計劃提供女學生操作腦電波儀器偵測專注力、放鬆等腦電波的呈現，強化女國中生對於腦與認知科學的實際應用。最後，藉由多媒體腦科學遊戲系統，將大腦與認知教學等相關科學知識及數位學習教材，提供達到腦與認知科學知識傳播普及之目的。

經由一連串的活動實施後，本計畫發現大部份的學習者在活動後對腦與認知科技的相關知識皆能有充分的了解。在課程設計成效中，腦電波偵測儀操作讓學習者印象最深刻且最為滿意，更是最希望參加課程中的第一名。而整個教學活動成效中，對於教師上課技巧與流暢度最為滿意，也對於整個活動流程安排也有將近一半是高度同意。而於本次教學中，多數學習者對教師教學是否認真負責、表達能力及教學內容都持肯定態度，對於課程使用的設備及學習氣氛滿意度也相當高，亦有多數學習者認為整體活動不但簡單易懂且具有吸引力，並可幫助他們集中注意力學習，整體來說。學習者對本活動的喜好程度抱持正向態度，也肯定這樣的活動能延伸至工業設計科技的學習，加強觀念的培養。

本研究發現對於國中階段的學習者來說，課程設計與教學活動越佳，他們的學習興趣及動機也會越高。在教學活動中教師因素不但對學習興趣及動機具正向影響，也是影響學習成效的因素，因此若欲提升女國中生階段學習者的學習興趣與動機則應從教師著手，將有助於目的的達成。由於本計畫擔任教學教師也都是女性，也間接說明女性參與此項科學研究並不會有太大進入障礙。

科學素養與創造力需要從小培養紮根，因而教育的重要性實不能忽視。本次計畫將科學與教育結合，藉由非制式化教育的方式協助中小學生對腦與認知科學能有更深刻的了解，並在活動回饋與評估當中，發現這樣的形式的確達到了正向的教學效果。然而當腦與認知科學相關的議題日漸重要時，該如何更進一步培養學童在這塊領域上主動參與、思考及想像的能力，以影響他們未來在參與工業設計相關產業這塊領域上的行為及見解，將是一項不可忽視的議題。此外亦期望未來相關課程能夠真正的與中學課程做結合，經由教育的實施，為將來相關領域的發展立上基石。

柒、活動剪影

一、永安國中



全體師生合影



視覺活動體驗



同學踴躍參與活動



進行腦波儀器測驗



運用多媒體教具輔助教學



味覺體驗會-超級動動口



小組動手做



觸覺小尖兵-小組競賽

二、南州國中



全體師生合影



味覺精靈介紹



學生踴躍發表



超級觸覺體驗箱



嗅覺體驗會



腦波量測體驗



視覺衝擊-眼花撩亂



大腦結構介紹

三、南榮國中



全體師生合影



味覺精靈體驗+



大腦結構知多少



視覺的饗宴+



腦波儀體驗



嗅覺小尖兵-動動你的鼻子+



超級恐怖箱-觸覺體驗



學生踴躍發言-大腦結構+

四、恆春國中



全體師生合影



學生踴躍發言↵



味覺精靈介紹



機智問答-視覺小常識↵



矇眼聞聞看-嗅覺體驗



觸覺箱-裡面到底是什麼呢?↵



大腦結構猜猜樂



學生踴躍參與活動↵

五、泰武國中



全體師生合影



探索大腦結構



認識我們的耳朵-聽覺



腦電波儀器體驗



眼睛小衛兵-認識視覺



味覺活動-動動你的舌



刺激體驗箱-摸摸看



學生填寫後測問卷

六、新園國中



全體師生合影



視覺衝擊



學生互助合作-腦電波



小組討論時間-味覺



體驗時間-嗅覺初體驗

參考文獻

- 大紀元 (2014)。澳研究機構推動解決科學界性別失衡問題。台灣女科技人電子報性別與科技新聞。http://www2.tku.edu.tw/~tfst/080FST/news/news80.htm#021 (搜尋日期：2014/8/1)。
- 中國論文下載中心 (2007)。我國科技旅遊發展探討。引自http://www.studa.net/Travels/070313/11385617.html (搜尋日期：2014/8/1)。
- 王建雅、陳學志 (2009)。腦科學為基礎的課程與教學。Journal of Educational Practice and Research, 22(1), 139-168。
- 王盈丰 (2004)。博物館的科學教學設計。國立台中師範學院自然科學教育學系，未出版碩士論文，台中。
- 王雅亮 (2002)。非制式右腦科學教育教學模式之研究以國立科學工藝博物館生物科技實驗室教學為例。科技博物，6 (2)，42-57。
- 石恒星、洪聰敏 (2006)。身體活動與大腦神經認知功能老化。臺灣運動心理學報，(8)，35-63。
- 朱道力 (1997)。地理課程中戶外教學之研究—以中師為例。社會科教育研究，(2)，1-36。
- 余曉清 (1999)。影響我國中小學學生科學家印象因素之綜論。教育研究資訊，7(2)，47-60。
- 宋滿足 (2009)。「中重度特教班」之情緒教育。北縣教育，68，76-78。
- 林煥祥 (2002)。科學教育目標、現況與前瞻。第一次全國科學教育會議公聽會提案資料，8-13。
- 林曉芳 (2009)。影響中學生科學素養差異之探討：以臺灣、日本、南韓和香港在PISA2006 資料為例。教育研究與發展期刊，5(4)，77-107。
- 洪蘭 (譯) (2002)。Allman, J. M. (1999)。腦，在演化中 (Evolving Brains)。台北：遠流。
- 洪蘭 (譯) (2004)。Goldberg, E. (2001) 著。大腦總指揮：一位神經科學家的大腦之旅 (The executive brain: frontal lobes and the civilized mind)。台北：遠流。
- 胡秋明、陳鷹皓、邱泓文、徐建業、蔡文傑、黃芷瑩 (2006)。以數位遊戲為基礎之醫學教育輔助系統。醫療資訊雜誌，15 (2)，55-70。
- 涂志賢、程一民 (2009) 情境學習的理念與實踐教育論壇。北縣教育，69，46-50。
- 張自立、辛懷梓 (2008)。非正規科學學習與國小科學教育—以台北市科教館和天文館為例。資訊科技在教育上的應用及教師專業成長論文集，國立彰化師範大學師資培育中心。
- 許民陽、王郁軒 (2000)。桃園縣海岸的沙丘地形與戶外教學活動設計。國教新知，46 (3)，44-57。
- 許瑛珍 (2003)。閱讀障礙的成因與類別—從認知神經心理學的角度探討。國教世紀，27，23-30。
- 郭俊開 (2001)。教育農園與戶外教學活動。農業經營管理會訊，29，6-10。

- 陳政岑、張美珍 (2009)。博物館展示手法與情境設計對觀眾參觀與記憶留存影響之研究。**科技博物**，**13** (2)，45-64。
- 陳慧娟 (2009)。情境學習理論的理想與現實。引自 <http://w2.nioerar.edu.tw/basis3/25/gz12.htm> (搜尋日期：2013/11/1)。
- 黃光雄 (1996)。課程與教學。台北，師大書苑。
- 黃嘉郁 (2000)。運用科學博物館展示輔助學校環境教育—以科工館“水資源利用”展示設施為例。**科技博物**，**4** (2)，47-61。
- 靳知勤 (1995)。非制式科學教育的現況與展望——一九九五科學教學研究學會紀實。**博物館學季刊**，**9** (4)，71-79。
- 靳知勤 (1999)。以博物館情境為例探討國小自然科教師運用社會教育資源充實教學之個案研究。**科學教育學刊**，**7** (2)，111-133。
- 蔡秉宸、靳知勤 (2004)。藉情境學習提昇民眾科學素養：以科學博物館教育為例。**博物館學季刊**，**18** (2)，129-138。
- 蕭顯勝、吳鈴蓉、洪琬諦 (2009)。無所不在學習環境下的數學步道教學系統之建置。**理工研究學報**，**43** (1)，1-20。
- 蘇明俊、江新合、陳輝樺 (2002)。教師發展非制式科學教學資源之行動研究—以「落日華表」的教學為例。**科學教育研究與發展季刊**，**28**，21-42。
- Ai-Khaldi, M. A., and Ai-Jabri, I. M. (1998). The Relationship of Attitudes to Computer Utilization : New Evidence from a Developing Nation. **Computers in Human Behavior**, **14** (1), 23-42.
- Baddeley, A. (1992). Working memory. **Science**, **255** (5044), 556-559.
- Benbow, C. P., & Raymond, C. L. (1989). Educational encouragement by parents : it's relationship to precocity and gender. **Gifted Child Quarterly**, **33** (4), 144-151.
- Berry, L. H. (2000). **Cognitive Effects of Web Page Design**. In Abbey, B. (ed.), *Instructional and Cognitive Impacts of Web-based Education*. pp.41-55, Hershey : Idea Group Publishing.
- Bruer, J. T. (1998). **Education**. In W. Bechtel and G. Graham (Eds.). *A Companion to Cognitive Science*. 681-690. Cambridge, MA: Blackwell.
- Dusenbery, P. B.; Harold, J. B.; McLain, B.; Curtis, L. (2008). Space Weather Outreach: An Informal Education Perspective. **Advances in Space Research**, **42** (11), 1837-1843.
- Francisco, G.- G., Jorge G., Óscar M, R., Miguel Á, M, A. (2012). Gender differences in e-learning satisfaction. **Computers & Education**, **58**(1), 283-290.
- Gloria, M., Rod G., Jonathan H. Some men like it black, some women like it pink: consumer implications of differences in male and female website design. **Journal of Consumer Behaviour**, **5**(4), 328-341.
- Greenlaw, R., and Hepp, E. (1999). **In-line/on-line : Fundamentals of the Internet and the World Wide Web**. Boston, MA : McGraw-Hill.
- Hogle, J. G. (1996). **Considering Games as Cognitive Tools**. In Search of Effective Edutainment University of Georgia Department of Instructional Technology.
- Jeng, C., Sheu, P. Y., Chen, C. M., Chen, S. R., and Tseng, I. G. (2001). Clinical Validation of the Related Factors and Defining Characteristics of Impaired Swallowing for Patients with Stroke. **Journal of Nursing Research**, **9** (4), 105-115.

- Jones, M. G., & Wheatley, J. (1990). Gender differences in teacher-student interactions in science classrooms. **Journal of Research in Science Teaching**, 27(9), 861-874.
- Kalat, J. W. (1998). **Biological psychology** (6th ed.). Pacific Grove, CA: Brooks/Cole.
- Lawrence, G. L. Eva, H.M., and Babs, A.(2012). The Association between Learning and Learning Style in Instructional Marketing Games. **Marketing Education Review** 22(2), 167-184.
- Maess, B., Koelsch, S., Gunter, T. C, & Friederici, A. D. (2001). Musical syntax is processed in Broca's area: an MEG study. **Nature neuroscience**, 4(5), 540-545.
- Maresca, P., and Guercio, A. (2000). **Logical Approach for the Construction of Tool for Multimedia Representation and Ssimplification**. World Multi conference on Systemic, Cybernetic and information, Orlando (FL), U.S.A.
- Mayer, R. E. (2001). **Multimedia Learning**. Cambridge. UK : Cambridge University Press.
- Moore, J. L., Lin X., Schwartz, D. T., Campbell, O., and Hmelo, C. (1994). The Relationship between Situated Cognition and Anchored Instruction : a response to trips. **Educational Technology**, 34(10), 28-32.
- Osborne, R., & Wittrock, M. (1983). Learning science: a generative process. **Science Education**, 67, 489-508.
- Paivio, A. (1971). **Imagery and Verbal Processes**. New York : Holt, Rinehart and Winston.
- Prensky, M. (2001). **Digital Game-based Learning**. New York : McGraw-Hill.
- Resnick, L. B. (1987). **Education and Learning to Think**. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Skilbeck, M. (1982). **School-based Curriculum Development**, in Victor, L. and Zeldin, D. (Eds.) Planning in the Curriculum, London : Hodder and Stoughton.
- Smith, T. E. (1992). Gender Difference in the Scientific Achievement Effects of Age and Parental Sparation. **Social Forces**, 71(2), 469-484.
- Sweller, J., van Merrieroer, J. J. G., and Paas, F. (1998). Cognitive architecture and instructional design. **Education Psychology Review**, 10(3), 251-296.
- Taylor, K., & Lamoreaux, A. (2008). Teaching with the Brain in Mind. **New Directions for Adult and Continuing Education**, 2008(119), 49-59.
- Töpper, R., Mottaghy, F. M., Brüggmann, M., Noth, J., & Huber, W. (1998). Facilitation of picture naming by focal transcranial magnetic stimulation of Wernicke's area. **Experimental Brain Research**, 121(4), 371-378.
- Tsai, F. H., Yu, K. C., and Hsiao, H. S. (2012). Exploring the Factors Influencing Learning Effectiveness in Digital Game-based Learning. **Journal of Educational Technology & Society**, 15(3), 240-250.
- Williams, A. C., and Penfield, M. P. (1985). Development and Validation of an Instrument for Characterizing Food-Related Behavior. **Journal of the American Dietetic Association**, 85 (6), 685-689.

附件

一、視覺課程海報

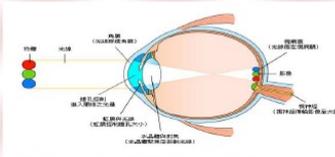
別相信你的眼目青

遊戲規則：

1. 關主會拿出一系列的圖片，會說明指示
2. 聽從關主的指示，跟著作
例如：看圖片 10 秒以上
3. 直到關主說停止，再停下動作
4. 關主會問問題，等關主說完問題，且數到 3 時，就可以舉手
5. 只有關主點到的人才能回答問題，其餘回答的人不算數
6. 回答正確的人將可以獲得精美小禮物喔~

視覺小百科

眼的構造可分為眼瞼、眼瞼、淚管、眼瞼、眼瞼五大部份。

- 一. 眼瞼

為七塊平滑肌所組成之褶皺，眼瞼位於其中。
- 二. 眼瞼
每隻眼瞼由六塊外眼瞼肌支撐，而固定在眼瞼中，此等肌肉的融合，可使眼瞼自由而適當的往任何方向移動。
- 三. 眼瞼
邊瞼有睫毛，眼瞼可以主動的閉合及閉合，使淚水分泌均勻，使淚水穩定之淚湖，眼瞼可加濕光線，也可保護眼瞼不受異物或毒氣之傷害，睫毛可以防止汗液或異物進入眼瞼。
- 四. 淚管
可分泌淚水及淚液，及淚液排泄系統，淚水由淚腺及副淚腺分泌，分泌於眼瞼表面，再由淚管進入排泄系統，使淚水穩定的流動可使眼瞼濕潤，也是分泌淚水及中和酸鹼平衡之功能，淚水太多，固然會造成困擾，淚水太少，也會引起乾眼症，造成眼角癢等。

二、嗅覺課程海報

嗅覺小知識

- 同物種的動物之間用以傳遞化學訊息以相互溝通的化學小分子稱為 **費洛蒙**。
- 研究中更指出此種化學分子能影響人類的「認知」、「壓力激素」和 **痛癢反應**。
- 人類聞到氣味時，能感受到各種氣味的差異是由於鼻子內的 **嗅覺上皮** 部位。
- 各物種的嗅覺上皮上的嗅覺受體數目不同，而人類擁有 **四千萬** 個嗅覺受體。
- 當我們感冒時常常會鼻塞，而飲食無味，原因在於此時我們的 **嗅覺** 屬於失靈的狀態。
- 當我們飲食時的味覺感受是由 **80%** 的嗅覺加上 **20%** 的味覺。

三、味覺課程海報

「味覺」小知識!

- 當我們把食物吃進嘴巴裡，我們可以感覺到食物的酸甜甜鹹味，是因為嘴巴的 **味蕾** 構造。
- 味蕾構造是由 **50~100** 個味覺細胞所組成。
- 當我們品嚐食物時，能感受到食物的酸、甜、苦、鹹四種味道，而 **辣味** 並不是味覺的一種，而是 **痛覺細胞** 作用的感受。
- 人類品嚐食物後會產生各種味覺的感受，是因為 **腦** 神經作用的關係。
- 腦神經中，主要掌管口腔味覺感受的神經分別是 **顏面** 神經和 **舌咽** 神經。

「味嘗」不是你! 遊戲規則

1. 分為兩組
2. 組員中選一人當最後猜題者
3. 遊戲開始後，請每位組員戴上眼罩
4. 依序給每一組員品嚐一口味道
5. 給每位組員 5 秒，在白板上寫下關於這個食物或醬料的相關形容詞、句子或是相關聯想字句(不得超過 10 個字)
6. 每一組員都寫好後，統一翻開白板，給予猜題者 10 秒思考時間及猜題
7. 每一組必須猜對 3 題才可過關

七、學生優秀作品

八、學習單
請畫出你對人腦構造和科學的內涵或未來生活的理解

這幅圖畫是在科學博物館裡，媽媽跟我介紹大腦構造。大腦的構造有兩半，左半、右半，每個構造都有它的意義。

請就您的作品說明創作理念 (約 200 字)

八、學習單
請畫出你對人腦構造和科學的內涵或未來生活的理解

這幅圖畫是在科學博物館裡，媽媽跟我介紹大腦構造。大腦的構造有兩半，左半、右半，每個構造都有它的意義。

請就您的作品說明創作理念 (約 200 字)

大腦分為大腦、小腦、腦幹和脊髓等，每個部分都有不同的功能。左腦掌管這些語言、右腦則掌管音樂、繪畫等。小腦則負責平衡你的姿勢。腦幹則是呼吸和心跳... 產檢系統又感這腦子功能也不少。

在未來，我們可以有多腦狀態，用美國電腦、晶片斷，算幾秒鐘，這是用未來造一些我們做不到的事。例如：眼睛的不開時，可以用眼睛來把已鬆動的打斷。這些就是未來可以做的。

八、學習單
請畫出你對人腦構造和科學的內涵或未來生活的理解

這幅圖畫是在科學博物館裡，媽媽跟我介紹大腦構造。大腦的構造有兩半，左半、右半，每個構造都有它的意義。

請就您的作品說明創作理念 (約 200 字)

大腦分為大腦、小腦、腦幹和脊髓等部分都有不同的作用。左腦掌管這些語言、右腦則掌管音樂、繪畫等。小腦則負責平衡你的姿勢。腦幹則是呼吸和心跳... 產檢系統又感這腦子功能也不少。

在未來，我們可以有多腦狀態，用美國電腦、晶片斷，算幾秒鐘，這是用未來造一些我們做不到的事。例如：眼睛的不開時，可以用眼睛來把已鬆動的打斷。這些就是未來可以做的。

八、學習單
請畫出你對人腦構造和科學的內涵或未來生活的理解

這幅圖畫是在科學博物館裡，媽媽跟我介紹大腦構造。大腦的構造有兩半，左半、右半，每個構造都有它的意義。

請就您的作品說明創作理念 (約 200 字)

這幅圖畫是在科學博物館裡，媽媽跟我介紹大腦構造。大腦的構造有兩半，左半、右半，每個構造都有它的意義。

請就您的作品說明創作理念 (約 200 字)

這幅圖畫是在科學博物館裡，媽媽跟我介紹大腦構造。大腦的構造有兩半，左半、右半，每個構造都有它的意義。

科技部補助計畫衍生研發成果推廣資料表

日期:2016/06/25

科技部補助計畫	計畫名稱: 建置科學情境學習縮短偏遠地區女國中生腦與認知科學落差
	計畫主持人: 蔡智勇
	計畫編號: 103-2630-S-845-001- 學門領域: 性別與科技研究
無研發成果推廣資料	

103年度專題研究計畫成果彙整表

計畫主持人：蔡智勇			計畫編號：103-2630-S-845-001-				
計畫名稱：建置科學情境學習縮短偏遠地區女國中生腦與認知科學落差							
成果項目			量化	單位	質化 (說明：各成果項目請附佐證資料或細項說明，如期刊名稱、年份、卷期、起訖頁數、證號...等)		
國內	學術性論文	期刊論文		1	篇	正在撰寫中	
		研討會論文		1		正在撰寫中	
		專書		0	本		
		專書論文		0	章		
		技術報告		0	篇		
		其他		0	篇		
	智慧財產權及成果	專利權	發明專利	申請中	0	件	
				已獲得	0		
			新型/設計專利		0		
		商標權		0			
		營業秘密		0			
		積體電路電路布局權		0			
		著作權		0			
		品種權		0			
		其他		0			
	技術移轉	件數		0	件		
		收入		0	千元		
	國外	學術性論文	期刊論文		0	篇	
			研討會論文		0		
			專書		0	本	
專書論文			0	章			
技術報告			0	篇			
其他			0	篇			
智慧財產權及成果		專利權	發明專利	申請中	0	件	
				已獲得	0		
			新型/設計專利		0		
		商標權		0			
		營業秘密		0			
		積體電路電路布局權		0			
		著作權		0			
		品種權		0			
其他		0					

	技術移轉	件數	0	件	
		收入	0	千元	
參與計畫人力	本國籍	大專生	11	人次	
		碩士生	0		
		博士生	0		
		博士後研究員	0		
		專任助理	0		
	非本國籍	大專生	0		
		碩士生	0		
		博士生	0		
		博士後研究員	0		
		專任助理	0		
其他成果 (無法以量化表達之成果如辦理學術活動、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。)		1. 本計畫主要針對高屏地區偏遠地區國中，其家長以原住民與新住民為主。 2. 本計畫之所研發的腦與認知科學遊戲預計發展桌遊教材。 3. 本計畫獲得參加學校之感謝狀。			
	成果項目	量化	名稱或內容性質簡述		
科教國合同計畫加填項目	測驗工具(含質性與量性)	0			
	課程/模組	1	腦與認知科學課程用主要根據九年一貫能力指標設計出教學模組。除了自然學科外，也包括社會與藝術人文，因此學生可以跨領域學習。		
	電腦及網路系統或工具	0			
	教材	7	發展出大腦結構、視覺、觸覺、嗅覺、味覺、聽覺、腦電波等七門單元的國中課程教材		
	舉辦之活動/競賽	7	辦理七場科學營隊。		
	研討會/工作坊	0			
	電子報、網站	0			
	計畫成果推廣之參與(閱聽)人數	275	針對高屏地區偏遠地區女國中生辦理科學營隊，參與活動學生中，其父母親為大都是原住民或新住民的為主。		

科技部補助專題研究計畫成果自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現（簡要敘述成果是否具有政策應用參考價值及具影響公共利益之重大發現）或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

達成目標

未達成目標（請說明，以100字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形（請於其他欄註明專利及技轉之證號、合約、申請及洽談等詳細資訊）

論文： 已發表 未發表之文稿 撰寫中 無

專利： 已獲得 申請中 無

技轉： 已技轉 洽談中 無

其他：（以200字為限）

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性，以500字為限）

本計劃透過腦與認知科學營隊之舉辦，提供高屏地區偏遠地區學校國中女學生參加。整個課程與教材是由本團隊研發，並藉由簡易腦波偵測儀設備提供學員體驗，藉以創造整個學習情境，提升女國中生的科學學習興趣與學習動機。

整個計劃成果提供275位高屏偏遠地區女國中學生瞭解大腦結構、視覺、聽覺、嗅覺、味覺、觸覺與腦電波偵測儀的專注與放鬆遊戲等基礎的知識與技能。經由學習單與問卷調查結果，學生在本次活動後對腦與認知科學的領域知識與未來應用有充分的了解。此次活動由問卷內容統計發現學生對於實做體驗課程較有興趣，也提出相當多有用的意見，從中了解到學生希望參加的活動類型。未來如有機會，希望能依此次獲得的寶貴經驗，繼續辦理教育意義的科普活動，為台灣科學教育盡一份心力。

4. 主要發現

本研究具有政策應用參考價值： 否 是，建議提供機關教育部
（勾選「是」者，請列舉建議可提供施政參考之業務主管機關）

本研究具影響公共利益之重大發現： 否 是

說明：（以150字為限）