

教導先天全盲成人再現正立方體 之個案研究

A Case Study on Teaching a Congenitally Totally Blind Adult to Represent a Solid Cube on a Two-Dimensional Surface

*伊彬 Bin I

**張婉琪 Wan-Chi Chang

*國立臺灣師範大學設計研究所 教授

*Professor / Graduate Institute of Design

National Taiwan Normal University

**國立臺灣科技大學設計研究所 博士候選人

**Doctor Candidate / Graduate School of Design

National Taiwan University of Science and Technology

有關本文的意見請聯繫代表作者伊彬

For correspondence concerning this paper, please contact Bin I

Email: bini@ntnu.edu.tw

摘要

本研究以個案實驗教學方法，探討先天全盲成人學習描繪立體幾何物體的教學成效；以了解適當的教育與學習，是否能讓視障者理解明眼人的空間再現法則，提升視障者的空間再現能力。參與者為一位 25 歲無繪畫但曾有光覺經驗之先天全盲者。研究結果發現：10 次教學後，參與者能夠選擇高階的斜角投射系統圖卡，畫出斜角投射的桌子，但無法解決正立方體各面共用邊緣的問題。研究發現：(1) 參與者身心狀況會影響空間再現學習。(2) 圖面測量技術需要進一步研發。(3) 不同類型物體的學習成效會互相影響。(4) 同一類型，不同作業項目可能有不同的成效表現。(5) 應開發更便利的媒材。研究也討論以下議題：(1) 先天全盲者必須透過學習才有可能使用斜角投射表現空間深度嗎？(2) 全盲視障者是否可能在教學中學會明眼人的透視法則？(3) 全盲視障者能從空間再現教學中學到什麼？(4) 視障者的繪畫教學是否必要？研究最後提出教學流程建議。

關鍵詞：空間再現，先天盲，觸知圖畫，圖像辨認

Abstract

The case study aims to teach a congenitally totally blind adult to learn the sighted people's strategies of spatial representation, mainly oblique projection system. After ten lessons, the participant aged 25 with light perception but no drawing experience before, had both improved his judgment performance and table drawing from orthographic projection to oblique projection. The drawing lessons also advanced his strategy of drawing organic 3D models. However, the participant remained to have some difficulties in connecting the up and side facets of the cube together. The results suggest: (1) The psychological and physical conditions had easily influenced the blind's learning effect; (2) Haptic techniques of measuring and detecting should be systematically developed; (3) The performance of drawing organic models had benefited from the achievement of drawing a cube; (4) Similar models can initiate different learning effects; (5) Cheaper and convenient drawing medium should be discovered. The study also discusses the following issues: (1) Does congenital totally blind people develop oblique projection system naturally? (2) Can congenital totally blind people learn perspective properly? (3) What can congenital totally blind people learn from these lessons? (4) Is drawing education necessary for the visually impaired people? In addition, a teaching process is proposed accordingly.

Keywords: spatial representation, congenitally blind, tactile drawings, picture identifying

壹、緒論

一、研究背景與動機

人類接觸外在訊息的途徑大量來自於視覺，因此對於失去視覺能力之視障者來說，觸覺與聽覺是他們接受外在訊息的重要管道。而在現在這個圖像日益重要的視覺環境中，可以想見視障者對於理解明眼人的世界顯得更是困難重重，與明眼人的差距更加巨大。

過去提供給視障者處理訊息的工具以點字和有聲書為主，其中以圖像學習為主的學習資源十分缺乏。雖然目前有視障輔助的圖形列表機及盲用電腦作為重要的輔助工具，但主要設計為辨識文字訊息，無法辨識圖像。對於圖像的部分僅能以語音或文字方式輔助說明。如果，圖像的呈現方式非文字所能形容，或圖像的表現與趣味性難以用文字取代時，則根本放棄說明。如此一來，對盲人來說，僅能了解文字相關的敘述性資訊，無法直接從圖像獲得訊息傳遞者欲傳達的訊息，當然也無從以圖像與其他人溝通。

雖然明眼人的圖像法則建立在難以取代的視網膜影像，但仍有其基本法則。因此，在這圖像與文字訊息並重的環境中，視障者除經由點字、有聲書、及盲用電腦來獲取語文性資訊外；藉由觸摸、辨識、繪製圖像去學習理解明眼人慣用的圖像法則，顯然是打開一扇與外界溝通的窗。既有研究發現明眼人與盲人繪畫發展的最大歧異，肇因於：視覺條件、視覺經驗、繪畫經驗、以及教育訓練。視覺條件與視覺經驗是教育無法改善的部分，但後兩者則是身為教育者不能忽視的責任。

二、研究範圍與限制

本研究限於研究範圍之設定與現實因素之考量，有未能達成之處，敘述並建議如下三點：

1. 本研究參與者須能長期配合，其參與度、配合度與繪畫興趣都必須相當高。為避免其他因素干擾影響研究結果，本研究將參與者的視覺條件控制為先天盲者，且排除多重障礙者。實際教學時，多重障礙的視障者，必須調低本研究教學成效的可行性，降低教學目標的要求。較佳視力的視障者可擴大教學成效的可行性，提高教學目標。
2. 本研究為不耽誤參與者日間工作時間，故利用參與者下班時間進行實驗，為避免出現疲倦等干擾因素，故每次進行教學的時間會依當次個別狀況調整，平均

時間為 2-4 小時，但不超過 4 小時為限。實際教學時，教學成效可能因為時間的頻繁與上課時數的長短而有增減。

3. 本研究為將教學成效的原因單純化，因此，刺激物模型皆選用外觀特徵簡單、清楚、不加裝飾、表面觸感單純的對象物，以避免觸認上之干擾，尚未對較複雜的物體進行教學。故實際教學時，教育者可以本研究成果為基礎目標，逐漸加入其他物體的表現練習。

貳、文獻探討

國內視障研究多以探討視障者輔具討論（如：杜明叡，2009；杞昭安，2001；賴淑蘭，2004）、學習與教育（如：莊雅筑，2009；鄭靜瑩，2006）、生活技能與工作發展（如：杞昭安，2000；李永昌，2001，2006）、行動定向（如：范文良，1993；侯彥仲，2008；劉盛男，2005）等議題為主；專以探討視障者圖像認知的資料十分有限。隨著特殊教育的發展，雖有學者（如：杞昭安，1999）探討視覺障礙學生圖形認知能力主題，但其中專以探討全盲者如何以觸覺學習表現立體物件於平面上的研究仍付之闕如。以下就本文相關文獻整理如下：

一、視覺經驗對於辨識圖形的影響

視障者可分為弱視者與全盲者，而後者又可依照其視覺程度分為光覺者與完全無視覺者；後者佔全盲人口的百分之十（伊彬，2005）。先天全盲者有些有微弱光覺，能分辨白天與夜晚等靜態光線的強烈大改變，但無法分辨形狀。有些則屬於「手動」，只能察覺移動時的模糊光影（伊彬、徐春江，2001）。後天全盲者則又分為早盲與晚盲，晚盲者較能保有失明前透過視網膜感知所得到的物體影像。早盲者則不見得能記得具體的物體影像。因此，失明的時間點會影響解讀圖像的成功率（Heller，1989）與反應時間（伊彬、陳玟秀，2002）。

Heller 與 Kennedy（1990）針對視覺經驗在圖形辨認上之影響進行研究，受測者包括先天盲者、後天盲者、矇眼的明眼人三組，每組 9 人，共 27 人，受測者觸摸類似點字表現的幾何圖形刺激物。研究結果發現三組的表現很相近，視覺經驗在受測者之間並沒有明顯差異。因此，研究者推論視覺經驗對於觸覺圖樣的辨認並不是絕對需要的。

Heller 等（Heller，2002；Heller、Brackett、Scroggs、Steffen、Heatherly & Salik，2002）後續的系列實驗欲了解視障者對於「透視」的感知與表現能力。研究者將受測者分為明眼人、弱視、先天盲、後天盲 4 組。實驗中將木板設定成 45 度、90 度、135

度，讓受測於觸摸刺激物後，繪出並選出正確的可觸讀圖像。結果顯示弱視者在實驗中表現最佳，先天盲者在透視圖形的測驗中，有時表現比矇眼明眼人好，因此推論觸摸辨識圖形並不需要視覺經驗，支持之前的研究結果。

Heller(2002)則利用先天盲、後天盲與視力正常的矇眼明眼人三組對象進行實驗，發現雖然後天盲與矇眼明眼人對於觸知物體的判讀正確率高於先天盲者，但差異不大，先天全盲者無法正確命名常肇因於不熟悉刺激物，並非無法辨識。進行後續實驗時，參與者表現皆有進步，表示熟悉刺激物後，參與者便能正確判讀，其視覺經驗對於辨識圖形或物體並非絕對的影響因素。另一實驗中 Heller 將視力正常之矇眼明眼人、後天盲、先天盲分為三組，進行不同角度板子的觸摸與繪畫表現實驗，實驗設計一個能活動的隔板，由正面來看，可依不同度數呈現透視角度，而達到二維空間繪畫的視覺前縮效果。實驗結果發現矇眼明眼人與後天盲者皆能畫出前縮效果的圖形，但先天盲者無法畫出前縮圖形。

伊彬與陳玟秀也發現：給盲人使用的觸讀圖像（表現立體物件，如：手、椅子、電話等）應先經過直角化的處理，以符合其對物體的心像。研究者指出：原因在於先天盲者無法從觸覺經驗中形成實際的二維圖像概念；後天盲者則依失明的時間不同，對圖形的認知有所差異。研究中在學齡前失明的後天盲參與者對於圖像已經沒有意識上的印象，類似先天盲的參與者；在學齡後（入國小或國中後）失明的後天盲則仍有圖像思考的概念與能力，能在立體空間的觸覺感知加入以往的視覺經驗，將其轉換成二度空間的平面圖像，因此在觸讀圖像上有較好的表現（伊彬、陳玟秀，2002）。

日本學者寺島博（引自佐藤泰正，1983／原著出版日期不詳：44-47）針對 10 名 17-28 歲的先天全盲者，進行三維物體轉譯二維空間的繪畫實驗，要求參與者畫出 8 種幾何形狀的刺激物模型。研究結果發現：參與者的繪畫表現原則彼此之間有共通性，但與明眼人有極多的不同。再將 8 種刺激物的平面圖（明眼人角度）製成凸點畫，供參與者配對 8 個立體模型，結果答對率甚低；表示盲人畫與明眼人的繪畫存在巨大的差異性，盲人無法理解明眼人的透視法。

以上研究顯示：對於一般簡單的平面圖案，盲人的觸知能力與理解能力都沒有問題。而且在某些特定主題上，視覺經驗對於觸讀成功與否就不再是關鍵的因素。盲人的觸覺在某種程度與範圍內，可取代視覺，達到明眼人的辨識程度。然而，視覺經驗對於某些以透視法則表達之圖形解讀有其不可取代性。若無視覺經驗，要讓先天盲者理解或畫出透視圖形是困難的。視力條件、失明年齡、觸知圖樣的刺激物是否熟悉或含有關鍵的靜態深度線索、圖像是否以合適的投射角度呈現、圖像是否以盲人較為熟

悉的點字方式呈現、以及是否有刺激物命名上的困難等因素，都會影響視障者觸讀圖形的辨識率。

二、視障者空間再現發展階段

「空間再現 (spatial representation)」又稱「空間表現」，因為牽涉到將三維立體空間壓縮到二維紙面的策略，因此牽涉到許多物體認知與視覺影像呈現的矛盾，是明眼兒童繪畫上必須面對的問題，自然也會成為視障者繪畫發展研究的重要議題。

Millar (1975) 是早期研究盲人繪畫的重要學者，她認為因為盲童不常接觸圖畫，所以無法理解空間與平面的轉換規則，才會有表現上的失誤發生。就算對於明眼兒童，視覺回饋在作畫時仍有其關鍵性的影響力。另外，Millar 的研究也提出以下論點：(1) 盲童在 10 歲前的圖畫結構表現落後於明眼人，但到 10 歲後就與明眼人相近。(2) 盲人不同於明眼人有視覺與繪畫經驗，所以在空間轉換上較不容易。研究者認為：在某些主題上視覺經驗並不是一個空間轉譯至平面圖畫的必要前提；也確定盲童對於真實的人物身體之辨認或命名及感受線條上並沒有困難。但是盲眼兒童並不了解立體與平面空間的轉譯原則；因此繪畫形式才會落後明眼兒童。Millar 認為，既然盲童對於線條的觸知辨認並沒有困難，若能讓盲童長期接觸繪畫，則能教導盲童了解三維轉譯二維空間的原則，對視障兒童的教育更有助益。

Kennedy 是近 30 年來英語系國家中研究盲人繪畫最重要的研究者之一。他與研究團隊的系列研究一向反駁「繪畫是明眼人的專屬活動」，甚至樂觀主張盲人可以自然以明眼人的方式繪畫出多種單眼靜態深度線索，甚至透視。Kennedy 的主張可以上溯至 1980 年。他的後續研究 (Kennedy, 1983, 1993, 2003; Kennedy & Juricevic, 2003, 2006) 又陸續報告了許多視障者在繪畫上的良好表現，其成就與明眼人類似。這些結論都一再支持其早期研究結論。這些研究中有些參與者能畫出透視中的前縮效果 (foreshortening)，有些則能畫出明顯的匯聚線 (convergent lines)，也能以遠上近下的方式排列物體。此外，Kennedy 等也發現：盲人也能使用大、小、粗、細表示遠近不同的物體、以 T/Y 接合方式連結物體的不同塊面、用 T 交會法表現於後遮蔽物的空間關係、以及以殘缺輪廓表達遠方被遮蔽的物體。這些鼓舞人心的研究結果均指出視障者能以觸覺來感知空間的深度，因此能在平面上以明眼人的空間再現策略，表達出正確的物體深度。

在繪畫發展階段上，Kennedy (1983) 收集了 700 多幅盲人畫，經分類與分析後，建議盲人繪畫發展有以下 6 個階段：(1) 標記畫 (list drawing)、(2) 分離的輪廓特徵 (separate features outlined)、(3) 互相連結的特徵 (connected features)、(4) 有利角

度 (vantage point)、(5) 隱喻畫 (metaphoric drawings)、(6) 圖式畫 (diagrammatic drawings)。但是 Kennedy 也發現 6 個發展階段的排序並不全然穩定。後期的三個發展階段比前期的三個發展階段出現更多不確定性。所以他只建議 6 個階段的發展順序，並未說明對應的發展年齡為何。但他仍認為：此 6 個階段的順序在繪畫發展階段上具有相當的參考性。此外，Kennedy 還認為：盲人的繪畫發展順序與明眼人一樣，隨著年齡的增長，表現也朝向更精緻化發展；而且盲人不需要經歷所有的發展階段才能到達較高的階段。Kennedy 的研究是視障者繪畫發展階段的重要文獻，可惜的是，他對這 700 多張的盲人畫並未詳細交代繪者的視障程度、教育程度、主題內容、作畫方式及材料，

近年來國內研究盲人平面表現的研究報告質疑 Kennedy (1980, 1984, 1993) 早期的研究，認為其視覺控制條件不穩定，可能高估了研究成果。晚近，Kennedy 與 Juricevic 兩位學者分別於 2003 與 2006 共同發表了兩個個案研究，參與者的視覺條件分別為：早盲全盲者與先天全盲者，幾乎完全排除了視力條件的影響，但仍無法回答教育與學習經驗在傑出的空間再現中扮演什麼影響力。

伊彬與徐春江 (2001) 以臺北視障學校的全盲學生為受測者，嚴格控制參與者的視力條件，檢視國內盲人在平面繪畫上的表現。參與者共 22 名，年齡分布為 4 歲 9 個月到 18 歲 10 個月。研究者請參與者在油土板上以筆刻畫出一個正立方體與一個圓柱體模型，以及一個前後遮蔽物模型。研究結果按照圖像表現方式與參與者年齡，歸納出以下 5 個發展階段：(1) 無秩序的未分化空間、(2) 呈現局部特徵、(3) 分化的高峰、(4) 純化過程、(5) 整體的協調。而繪畫策略包括：「混合視點」、「分離的局部特徵」、「相互連結的局部特徵」、與「理想角度」。研究者也發現：無論在圖卡選擇作業與繪畫作業都可以看到缺乏視覺經驗在這些作業項目的嚴重影響。全盲無視覺經驗的參與者，即使到了 17、18 歲，仍然以一正方形代表正立方，一圓形代表圓柱體。不會有任何進階的投射系統（如斜角投射或透視）被採用。整體而言，伊彬、徐春江認為：盲人的繪畫表現階段落後明眼人許多，青少年階段（13-19 歲）的盲人繪畫表現只能對應到 Lowenfeld 與 Brittain (1987) 7-9 歲的「圖式階段」。這個落後的結果在全盲者的人物畫研究也同樣存在（徐春江，1999）。

為了調查視覺條件對繪畫發展的影響，I 與 Shiu (2010) 後續的研究持續嚴格控制視覺條件，以 9 位參與者為對象，發現排除繪畫經驗與教育訓練，連晚盲（6-9 歲才失明）仍有光覺與手動知覺的參與者，都無法脫離以直角投射在再現正方體的結果。在同時期的另外一個研究中（Shiu & I, 2010），她們以 16 位全盲者為研究對象，其中包括 6 位先天全盲無光覺者，5 位先天全盲有光覺者，以及 5 位 10 至 11 歲時才全部失

明的晚盲者。參與者年齡在 18-23 歲之間，他們被要求畫出不同的刺激物模型，包括簡單（如：馬克杯）、複雜（如：管風琴模型）、有機形（如：青椒）、幾何形（如：飛機），以及一些想像畫。研究共獲得 84 張圖畫，僅有三位 11 歲以後才完全失明的晚盲者使用斜角投射系統畫出馬克杯、蘋果、與青椒；以及其中一位參與者畫出一個近似斜角投射的馬克杯。其餘 80 張圖都沒有使用斜角透視系統的徵兆。

三、教育學習與個人興趣對繪畫表現的影響

Millar（1975）的畫人實驗發現盲人在平面畫中沒有地平線的概念，但在告知地平線是位於畫紙的下方後，盲童皆能修正人物畫的方向。該研究展現了教育影響盲童對地平線的認識與描繪，並能修正繪畫的方向。研究指出盲人極少接觸圖畫線條，因此繪畫形式才會落後明眼兒童，且無法理解三維空間與二維平面的轉換規則。類似的教育成效也發生於前述寺島博（引自佐藤泰正，1983／原著出版日期不詳：44-47）的研究。經過教導盲生理解明眼人之透視法則之後，圖卡的配對實驗結果則完全正確。因此寺島博認為：透過適當的教育，盲眼人也可以理解明眼人的透視法則。

Kennedy（2003）以一位有繪畫天分的先天盲人女童 Gaia 做為研究對象。Gaia 為早盲的全盲者，母親從兩歲時就教她使用凹凸畫板進行繪畫。她不僅複製物體圖像，還能自行表現。跟同齡的明眼小孩一樣，能夠畫虛構的圖：包括風景、大樓、小孩的遊戲場、在海裡游泳與海邊的人、縫衣服的人、馬、魚等。Gaia 有時會畫出一些進階的圖畫，對於圖畫再現有約略的原則，亦能夠概略表現空間的轉換。Kennedy 認為：跟明眼兒童相比，Gaia 有相當高的技巧與原創精神；或許意味著盲人所能達到的目標跟其他正常的小孩子相同。Kennedy 在此研究中認為應該也要測試其他的盲人兒童，一般盲人兒童很少有機會能受到鼓勵而能在童年時期盡情作畫，儘管鼓勵的方式有許多種，但只要能持續練習，以自己的方式作畫，就能像同明眼人一樣有自己的繪畫發展曲線。

Kennedy 與 Juricevic（2003）另一研究中以一位成年先天盲人 Tracy 為觀察對象。Tracy 對繪畫非常有興趣，從兒童時期就開始自學畫畫，她並未受過系統化的盲人繪畫教學，她對繪畫方面的表現完全來自於她的自身興趣，她畫的圖和視力正常兒童的繪畫發展近似，而且運用到了一些進階的繪畫原理。Tracy 的技巧顯示，盲人可以藉著適當的機會，自習這些技巧。但嚴格說來，該研究中所呈現的圖像中，並沒有使用到任何斜角投射的法則。所有的深度表現仍以直角投射系統呈現，只是在安排上有部分非鳥瞰式的表現，以下大上小的不同物件（直角投射）表示下近上遠的關係。

Kennedy 與 Juricevic（2006）研究中為一位男性先天全盲者。Esref 本身經常畫畫，

過去可能被教導過明眼人正立方體圖式與空間法則。但重要的是這位土耳其的成人能活用明眼人的空間再現法則（斜角投射或一點透視），能應研究者的要求畫出不同方向的立方體。並適當的以明眼人的角度擦掉看不見的稜線，以區分框架式的立方體（wire cube）與一般的實心立方體。這個個案是 Kennedy 系列研究中最為出色者，其各個角度的立方體圖像再現與明眼人表現無異。

前述 I 與 Shiu（2010）的研究中，9 位盲人參與者，年齡為 17 到 21 歲，其中只有一位是 9 歲時失去視力的晚盲者，失明前甚喜愛畫畫。在研究中，其立方體以斜角投射系統呈現，而其餘受測者（包含二位晚盲者與 6 位先天盲者）幾乎全部停留在直角投射階段。此研究提出盲人過去的視覺經驗、學畫的動機、特別的教育狀況等，都可能影響全盲者是否能使用較高階的投射系統。Shiu 與 I（2010）在研究中也發現，同樣是晚盲者，喜好繪畫的參與者，相較於條件相當的其他參與者，保留了更多的圖像法則，也在各作業有更好的表現。

以上研究皆顯示教育、繪畫動機、繪畫經驗都對繪畫表現有關鍵性的影響。由參與者的詳細背景資料，可得知於早期開始接觸繪畫，建立繪畫的習慣，學習明眼人繪畫表現的法則，再加上盲人自身學習興趣，可以大大改變繪畫發展的結果；最理想的個案甚至可以趨近似於明眼人的繪畫發展，顯示了教育的可為之處。

四、臺灣視障者的圖像教育

在臺灣，視障屬於人數較少的障別，因此，在知識與資源的提供上皆較不理想（蕭嘉銘，2005）。加上經費與觀念上的限制，圖像資源十分匱乏。伊彬（2005）訪談 43 位視障者與相關人士的研究報告指出：臺灣的視障者對於圖像頗為陌生，更未接受系統性的圖像教育。視障者缺乏圖像的概念，導致觸讀圖像資訊績效不佳。但從政府到教育單位，皆無法給予豐富的資源與機會讓視障者學習成長，以至極大多數的視障者對圖像的理解方法並不合適，或者能力並不足夠。受訪之視障者對於推動圖像資訊以強化其學習成效及豐富生活體驗，均抱持相當程度的期許與正面的態度。除此，研究也發現：視障者也對於圖像的繪製有濃厚的興趣，這個觀察與最近的研究結果不謀而合（伊彬，2011；鄭素靜，2009）。

然而，現行的視覺障礙類課程綱要（教育部，2002）只有在小學一年級與二年級，每週有一小時的「美勞」課。二年級以上的藝能學科則無規定。但在課程綱要的實施方法中的教學要點可得知：越到高年級，會慢慢增加勞作部分的教學，相對美術部分的教學就會減少。對於美術教學的部分，多著重在方便觸摸以及立體造形的作品創作。升上國中階段後，藝能科目中的美勞被定向行動取而代之（伊彬，2011）。綜上所述，

臺灣視障者圖像表現學習與圖像解讀學習的機會十分匱乏，即使家長與視障者皆期望學習相關知識與技能，但正式的教育環境與體制並無法提供足夠的學習機會。

從前述 Kennedy 等與伊彬等東西方學者的歧異研究結果看來，姑不論先天盲者自然達到透視階段合理與否，光以結果論來看，西方研究中的全盲者似乎有更成熟的空間再現與整體繪畫表現，是不爭的事實。目前兩方研究者也都持續不斷有後續研究結果支持先前發現。此大異其趣的結果，應當由於東西方教育環境所提供的教育資充足與否、教育觀念開放與否、以及視障者本身對於繪畫學習自我設限與否等差異造成。

五、小結

對於無視覺的盲人而言，觸覺能自然取代視覺，成為接收資訊的重要媒介，尤其對早盲者與先天盲者而言，因觸覺能力開發較早，其觸覺判讀能力甚至優於明眼人。排除未知物命名上的困難外，視障者的理解能力並沒有問題。但是當觸讀圖像使用明眼人慣用的空間深度法則時，無視覺經驗的盲人無法理解，須透過教育過程教導才能解讀。

至於繪畫發展上，盲人的空間再現發展明顯比明眼人緩慢。臺灣研究者認為：未經教導的先天全盲者無法自然發展出透視與斜角投射等高階投射系統。但西方研究中的少數個案有相當不同的表現，指稱空間深度表現的法則可透過觸覺獲得。

各研究所得到的結果雖不盡相同，但盲人繪畫的早期階段，在未經教育的條件下，已經有自然發展的基礎能力，而且繪畫技術與細微的精緻化持續到成人階段。視覺經驗、教育學習、繪畫經驗、學習動機與意願都是提升全盲者空間再現的影響因素。因此若能積極發展盲人的觸知教學，開發盲人觸覺的優勢潛力，配合適當的教學策略，則教導盲人理解二維圖像的深度表現法則，是可行的，讓盲人進一步繪出更進步的空間再現圖像則是可以期待的。

圖像在生活中出現的頻率日益增高，無論解讀或表現層面之重要性皆不在話下。然而臺灣特殊教育並未給予圖像教育適當的重視。即使視障者對於圖像辨認與圖像繪製的學習都抱持正面態度，但在受義務教育的 9 年當中，並無法從正規教育獲得適當的學習機會。在圖像理解與表現中，空間深度法則牽涉到視網膜影像的複製，對視障者而言格外困難，且以物體「空間再現」為主題的教學性研究付之闕如。因此本研究有以下三目的，最終期望能提供一個起始點，縮短盲人與明眼人圖像溝通的距離：

1. 排除個體不成熟、興趣低落、其他身心障礙等干擾因素，透過連續的個別教學，欲得知：全盲沒有繪畫經驗的成人視障者，對於學習繪畫立方體投射系統的可能性。

2. 研發適當的教材與教學策略，可讓全盲成人了解並應用明眼人空間再現策略。
3. 提出對視障者空間再現教學的可行性建議，提供相關應用研究與後續開發盲人繪畫教案的設計參考。

參、研究方法

本研究使用教學個案研究法，先進行前測以確認參與者之既有能力，之後陸續進行本研究設計之各教學單元。研究中隨時發現問題並根據參與者的回饋結果進行修正，再次給予教學。然後根據參與者的參與回饋給予新的研究題目或刺激物，隨時更新研究單元項目，以「教學→結果→修正」→「教學→結果→修正」→至「教學→結果」的循環模式進行研究，以趨近單元設定的預期目標。

一、參與者

本研究因是長期的個案教學研究，因此參與者須能長期配合，其參與度、配合度與繪畫興趣都必須足夠，以免降低教學成效，使研究低估此類教學最大的可能成效。為達到研究目的，避免其他因素的干擾，本研究將參與者的視覺條件控制為沒有物體形狀視覺經驗的先天全盲者，且排除多重障礙者。一方面研究結果能提供未來的研究者或教學者基本可達成之目標；另一方面將視覺以外的障礙排除，提高教學的成功率。

參與者之篩選方式為：第一階段由研究者過去曾參與之視障者相關研究中之配合單位（臺北市啟明學校、淡江大學資源中心、國小附設資源班的參與者中），選出符合本研究視覺條件的參與者，最後篩選出 5 位候選參與者。第二階段進一步了解、比較 5 位候選參與者之就學狀態、時間配合度、家庭因素、與個人參與意願等條件後，最後選出一位正式參與者。該參與者之特徵與相關條件如下：

1. 年齡及性別：25 歲男性。
2. 視覺條件：先天性白內障與視神經萎縮，在醫學與教育定義皆界定為先天盲者。童年時曾有些許光覺，可分辨白天與夜晚，但無法辨別形狀。13 歲之後，完全喪失光覺，已經無法分辨白天與夜晚，更無法辨別形狀。只能由太陽發出的輻射熱以判別白天。
3. 教育學習經驗：在大學教育以前（19 歲前），所有國民教育過程與一般人無異，包括幼稚園、國小、國中、私立高中，接受融合教育，皆回歸於普通班級就讀，且就讀學校均未附設資源班。上課時使用教育局提供的部編課本轉譯為點字的專用課本，以聽覺配合老師的上課解說。當有美術課時，多數為自習，但遇有捏黏土的課程時，則很熱切參與。國中到高中時期，開始接觸盲用電腦，但未

大量使用。到大學之後，因所就讀之大學設有盲生資源中心，開始大量使用盲用電腦。而盲用電腦為點字的轉換與語音的說明，並無任何有關圖形的轉譯。因此整體求學過程除了黏土課能提供立體塑造之經驗外，沒有任何繪畫經驗。

4. 觸知經驗：參與者的弟弟為明眼人，因此會接觸到弟弟所使用的積木等立體遊戲材料。數學課有圓周率、象限等單元，故會經由熱印紙製成的觸讀式凸起線條的教具，接觸到圓與線條等數學圖形。雖教育過程為一般學校，但教育局在學齡前一年開始提供視障輔導員教導學習點字，故從小（約 6 歲）就開始接觸點字，因大量使用點字觸讀，點字的閱讀速度十分良好。對於生活中物件的辨識能力亦十分良好。
5. 參與意願：參與者本身雖無繪畫經驗，但對於研究目的抱持正面與歡迎的態度，並期望從中學習成長。但在觀念上對於「學會明眼人的空間再現策略」表示質疑。

二、研究工具

本研究延續既有研究（伊彬、徐春江，2001，2008；I & Shiu，2010；Shiu & I，2010）之研究工具，採用雕塑用油土（見圖 1）與刻畫筆（見圖 2）進行教學與繪畫表現。因盲人無法與明眼人一樣使用各類畫筆在平面的紙上做畫、擦拭、修改，故使用油土板與刻畫筆供參與者刻畫，可經由觸摸刻畫出的凹凸刻痕，了解刻畫出的線條樣貌；並能隨時擦拭修改已經繪製的不滿意線條。



圖 1 可觸摸與刻畫的油土板

因雕塑油土柔軟度、黏性都較適中，且不易乾掉、收縮、龜裂，可以長期保存，有助於後續的評估與紀錄。將雕塑油土以版畫機壓製成尺寸 20 cm（寬）× 28 cm（長）× 0.5 cm（厚）的油土板，每片放置於稍大尺寸的厚紙板上保持形狀，並使之可適度堆疊不至黏連，節省置存與搬運時的空間。同時提供三種不同粗細的刻畫筆供參與者刻畫。請參與者觸摸研究設計的刺激物之後，將其表現在油土板上。

本研究提供參與者三種刻畫筆做選擇（見圖 2-a、2-b）。參與者於三者中試用後選擇一支，後續教學中皆固定使用該用具（見圖 3）。



a



b

圖 2 研究者所提供之三種刻畫筆（a）
與三種刻畫筆細部（b）



圖 3 參與者固定選擇的刻
畫筆樣式

三、研究教學環境

研究的教學過程為避免參與者舟車勞頓浪費時間與精力，並希望能保持教學環境不受外在干擾；多方考量後，決定在參與者工作單位中商借一間獨立安靜的場所進行；最後得以在其中進行所有教學研究活動。非本研究人員，不得於研究進行中進出該場所。實驗教學全程以一對一的方式進行，研究者與參與者面對面或相鄰而坐，進行研究教學。過程以數位錄影的方式全程紀錄，同時研究者以紙、筆、數位相機紀錄相關資料。

四、研究流程

教學實施前由研究者說明各作業內容與研究目的，引領參與者熟悉研究環境並就坐後，進行觸摸立體圖板單元時，告知參與者無時間限制，無標準答案，盡量選出自己認為正確的答案，亦可回答不清楚或認為沒有答案，若對內容不了解可隨時發問，油土板不限，並請盡力完成，以參與者對繪畫結果滿意為準。進行油土板單元項目時，給予油土與刻畫筆，說明油土板與刻畫筆的功能之後，可練習試畫或修補油土，讓參與者熟悉媒材特性。教學中研究者隨時觀察參與者的表現反應，適時給予鼓勵與引導提示。

每個教學單元的完成時間，視參與者的繪畫與討論狀況而定，且教學過程注意口語的指導與單元難易度的掌控，避免參與者因教學目標太難而有挫折感或失去興趣，同時避免教學題目太簡單而未能發揮學習效益。實施後，就參與者所進行之結果，詢問與確認其繪製單元或進行單元表現結果的動機與意涵，以便記錄下來，好提供後續分析與改進教學用。

五、教學研究設計

前測：進行教學前先進行前測，以了解參與者進行教學前的原有能力，以作為前後對照。前測階段的觸摸物包括簡單幾何立體，包括正立方體、長方體、圓柱體、三角體、拱形體。除此之外，觸摸物並有水果等有機物模型，以了解更多參與者對於觸摸線索的理解程度與繪畫的掌控狀況。

刺激物模型：所有刺激物模型皆可輕易以兩手握取，大小約為 10 立方公分左右的立體模型。刺激物模型如無特殊教學需求，其質感保持平滑一致，以使參與者專注在形體的掌握。

研究時間：為不耽誤參與者日間工作時間，研究者皆利用參與者下班時間進行實驗，進行時段為下午 5:40-9:30 之間。實驗途中會依實驗單元規劃，以及參與者之需要，適度安排休息時間。進行的正式教學研究時間累計 10 次，每次進行時間平均約 2-4 小時不等。包括：教學前的前測二次，觸摸辨識圖板項目三次，框架式可擠壓之立方體教具與紙板式可展開之立方體教具交叉進行共 4 次，總成果驗收及增加繪製桌子單元一次。原則上每週一次，但會配合參與者時間，依其需求順延或調整教學時間間隔。

教學單元：教學的主要單元設計，參照本研究討論視障者平面空間發展相關文獻中最常採用的簡單幾何立體正立方體做為刺激物。因正立方體屬於幾何型的基本圖形，單純無其他干擾因素，且具有單面與多面的特性，可以依不同面向與投射視角做為不同階段歷程的單元設計。同時本研究所採用之觸摸教學圖卡、圖形皆參照伊彬、徐春江（2001）研究中所歸納及使用之圖形。

教具：本研究所使用的教具共有 5 種：

1. 熱印紙製成的浮凸線條圖卡教具（圖 4）：將電腦或手繪的黑白線條稿件以一般影印機印在盲用特殊發泡紙張上，之後經由熱印紙專用發泡機處理，該機器的高溫能使黑色部分微微隆起，成浮凸的線條或面。
2. 油土板刻畫的凹入線條圖像（圖 5）：與參與者所使用的一樣。但專門給研究者使用，便於研究者在教學中臨時示範或解說用。
3. 各面具備不同質感之立方體教具（圖 6）：先製做一完整立體紙盒，再於 6 面各加上圓型、方形、圓點、V 形符號圖形、X 形符號圖形、平行線段圖樣，以供參與者觸摸 6 面不同質感，以引導參與者畫出六面體。此模型以下文中部分簡稱「多面質感模型」。

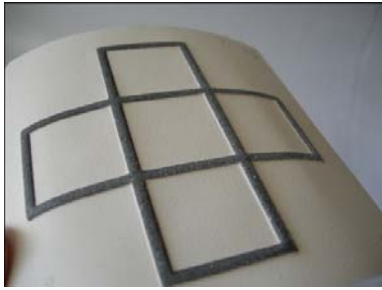


圖 4 熱印紙製成浮凸線條圖卡教具。



圖 5 油土板刻畫之凹入線條圖案。

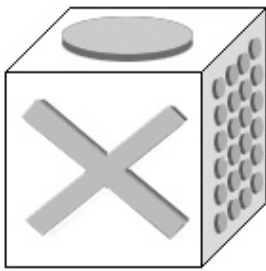


圖 6 各面具備不同質感之立方體教具（多面質感模型）

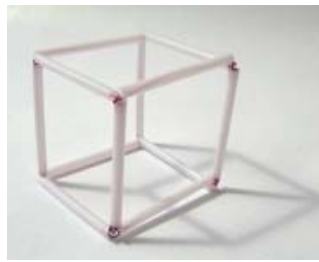


圖 7 框架式可擠壓之立方體教具（框架模型）

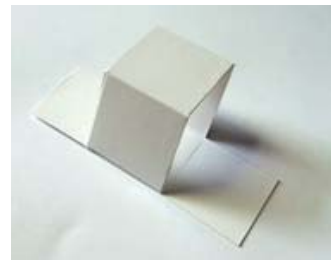


圖 8 紙板式可展開之立方體教具（紙板模型）

4. 框架式可擠壓之立方體教具（圖 7）：以吸管與橡皮筋製作的立方體框架模型，因為立體模型可以壓平彈起，所以能成功表達斜角投射系統中對邊平行，但角度扭曲的觀念。此模型以下文中部分簡稱「框架模型」。
5. 紙板式可展開之立方體教具（圖 8）：可攤平正立方體各面，使參與者了解立方體可拆解為數個面，以及各面間的關係。也可使圈起的正立方體 4 個側面，壓縮成平行四邊形開口。此模型在以下文中部分簡稱「紙板模型」。

教學項目：教學項目與方法包括（1）觸摸辨識立體圖卡、（2）立體圖卡分類學習、（3）立體圖卡配對學習、（4）「多面質感模型」的觸摸與空間再現學習、（5）「框架模型」的觸摸與空間再現學習、（6）「紙板模型」的觸摸與空間再現學習、（7）油土板繪畫線條觸摸辨識、（8）進行任一單元教學時，並同時進行口語解釋與說明。各項目不見得只執行一次，而是視需要混合使用。

記錄：依照研究設計的程序，將進行教學研究觀察所得到的教學結果，以文字、儀器及圖像轉存的方式紀錄下來，以探討視障者平面空間中圖畫發展的學習效益。並由長期進行盲人相關研究的兩位研究者，共同參與討論教學研究過程與結果分析，並進行督導，以保持本研究的正確性。

肆、研究結果

一、前測結果

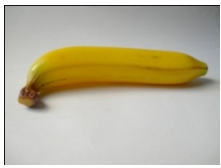
(一) 有機形態刺激物

參與者對於大部分的實驗物體皆能分辨與理解，少數如香蕉與茄子類似形狀的物體會混淆（見表 1）。比較少接觸的物體較陌生，會有無法辨識的情況，例如柿子。或是雖是常見水果，但品種不同，例如芭樂，亦會有分辨錯誤的情況。其餘生活中常見物件皆辨識狀況良好。對於某些熟悉的物體，參與者無法快速回答出答案，可能與刺激物模型皆為塑膠材質，無法精確提供物體表面觸感，也沒有柔軟度或彈性、溫度、氣味、重量等觸感與嗅覺的輔助之條件有關。

參與者所有的水果都以叢聚的點、線表示，並沒有企圖以封閉的輪廓表達物體的整體感，所以尚未進入到任何投射階段。但對於物體形狀的軸線有相當的敏感度與表現能力，能以觸覺捕捉大致的比例、弧度、與質感，但都以最有利的角度表現出來。顯示這些部分為觸覺與視覺共通的部分。

表 1

參與者於前測時容易混淆之有機形態刺激物

名稱	刺激物模型照片	參與者繪畫結果	實驗記錄摘要及說明
茄子			參與者觸摸茄子，有點遲疑，一度猜測是香蕉或是紅蘿蔔，後來才確認是茄子。在茄子與香蕉的繪畫線條中，明眼人看來其所表現的線條形狀略同，但參與者說明茄子的右邊圓弧狀較明顯，香蕉則是左邊蒂頭處略方。
香蕉			
玉米			參與者會將觸摸到的觸摸物特徵畫出來，而不會畫一個完整的外框形狀。觸摸到玉米的顆粒，則以成排的點來表現。主要為表現物體質感的特徵。而玉米包葉的表現則用兩條底部相連的直線表現。

（接下表）

(接上表)

芭樂			參與者表示此芭樂並非時常接觸的水果品種，所以無法正確辨認，但可以依照所觸摸形狀繪製下來。左邊是蒂頭處，中間的線條是有粗粗的質感線條。
----	---	---	--

(二) 幾何形態刺激物

參與者主要以局部特徵的繪畫方式來呈現該刺激物；例如：觸摸正立方體，辨識到其中一面，則畫一個方形；觸摸圓柱形，則畫一個圓。亦即採用直角投射系統的某個具有特徵的面來代表該刺激物。如果刺激物沒有具體的塊面邊界，則以整體或局部的造型或質感特徵來替代。例如：觸摸香蕉，辨識到一個圓弧狀，則會畫一條弧線來表現。或是如拱形的物體，參與者用不連接線段兩端的方式來表現缺口，就直接畫了一個口字形，以表示有缺口的形狀。又例如畫玉米，參與者會畫出觸摸到的物體細節，而不會畫出完整外輪廓。以上皆顯示參與者的表現方式主要是理解的、象徵的、部分細節的、及概念性的表現；無完整形狀也無透視線索。以上表現與既有研究（伊彬、徐春江，2001）相同。

表 2

參與者於前測時所描繪之幾何形態刺激物

刺激物名稱	刺激物模型照片	參與者繪畫結果	實驗記錄摘要及說明
扁立方體			參與者可立刻正確辨識出立方體，但剛開始繪畫較不熟悉，表示有些線條連接處未連接好是沒有畫好，並非不理解。參與者對於扁立方的繪畫表現為直角投射系統。
正立方體			觸摸多項前測物，進行多次繪畫之後，參與者對於方形的繪畫表現掌控狀況較佳，已能正確繪出方形圖形。由於都採用直角投射系統，所以繪畫結果與扁立方體十分類似。
圓柱體			參與者能正確判讀圓柱體，亦想畫出圓形。但因剛開始畫時手感不熟悉，故未能很順利畫出完整圓弧，而使下方有連接的筆觸線條。

(接下表)

(接上表)

拱形體			參與者判讀此拱形為方形中間缺一個口，所以直接畫一個方形後，上方未連接起來，以表示模型上有缺口的特徵。
三角形體			參與者表示常吃三明治，所以對於三角形的形狀頗熟悉。參與者說明此圖左邊特別想表現三角形的尖角。研究者請參與者加以確認，參與者表示左邊尖角連接處也許略有連接不好，但認為很接近自己想表現的三角形。

參與者觸覺較靈敏，某些明眼人看來差異不大的兩張圖，參與者會說明所畫的圖形的不同。有些圖只是很微弱的弧線或是轉彎，對於參與者來說都是有極大差別的。亦即，整體視覺上較大的變化，對於盲人而言，不見得比看來較小的觸感差異來得意義重大。例如表 2 中參與者所繪製的三角形體，以明眼人觀點來看十分接近正方形，但參與者卻說明所繪畫形為三角形，並在三角形的左邊朝上尖角處加一小線段，以特別強調尖角的意思。參與者剛開始畫時，對於基本形體的掌控與表現雖良好，但仍顯生疏，隨著實驗次數的增加，明顯看到進步，越畫越好。

參與者對於幾何基本形狀的掌控皆十分良好，如正方形、長方形、圓形等。其中相對表現較不好的形狀是三角形。參與者剛開始畫三角形時，較接近方形。偶而出現形狀不完整的圖形，但參與者表示並非因為不理解，而是因為筆誤或是控制較不順手所致，而使有些線條轉彎或連接處未掌控好。

參與者會將比較長或比較高的物件，橫畫在油土板上，也就是類似橫放於桌面上的方式繪畫。參與者表示這樣才能畫下完整的物件，若物件太高則無法畫進油土板，所以讓物件躺下來，使之薄一些（盡量與油土板厚度接近）較易進行繪畫表現。顯示參與者的思考方式為直角投射方式，無法表現物體厚度，亦無透視概念。

研究者請參與者在未進行任何教學情況下，試著表現物體的立體狀，參與者的表現方式有二，一為將油土板用力刻畫，畫深，表示深度的意思，並表示若油土板更厚一點，就能夠畫得更深（立體）一點。沒有辦法使用輪廓線的變化來表示，僅企圖將刺激物模型的厚度直接轉移到黏土板上。其二為將圖形塗滿，表示是實心的立體物體（見表 3）。參與者所採用的策略仍皆以實際的第三度空間再現刺激物的深度，而非利用非直角的角度與傾斜的投射線來轉譯第三度空間。

由前測結果可知，參與者可正確辨識出立體物件，但所繪製圖形並非完整外框圖形，而是將所觸摸到的物件依其觸摸到的特徵複製下來，或輔以實際刻入黏土板的方式表達物體深度。主要使用策略為直角投射，以表現物體某一個正面特徵為主，沒有斜角投射或透視概念。

表 3

參與者於前測時再次描繪之幾何形態刺激物

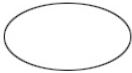
觸摸物	觸摸物圖片說明	參與者繪畫結果	說明
正立方體			參與者試圖表現立體的方法，先畫出四邊形，因下筆不順，看起來類似五邊形，其實想表現方形。然後試圖將方形塗滿，造成有許多線條結果。
			左圖為參與者表現正立方體的方式。

（三）觸摸圖卡基本能力

在教學進行初始，參與者觸摸辨識 6 種基本圖卡（見表 4），以確認其觸摸與辨識能力。參與者對於 6 種基本圖卡皆能正確辨識，同時研究者取正方形與平行四邊形的圖卡供參與者辨識，參與者雖花費較多時間辨識，但終能很正確分辨出兩者不同，並正確命名，顯示參與者對基本幾何形狀之觸摸與辨識能力沒有問題。

表 4

參與者辨識 6 種圖卡的能力

圖卡名稱	圖形	參與者判讀結果	判讀結果
圓形		「這是圓形。」	正確
正方形		「這是很方的正方形，四個角都垂直。」	正確
橢圓形		「橢圓形，偏向雞蛋形。」	正確

（接下表）

(接上表)

長橢圓形		「比較大的橢圓形，跟剛剛的橢圓有一點不一樣，這個比較大。」	正確
平行四邊形		「也是四邊形，應該是平行四邊形。 (小學時候數學課摸過)」	正確
梯形		「三角形？好像不是，比較類似四邊形，不是平行四邊形，我剛剛算了 4 個邊，所以確定不是三角形，有點不規則，所以不是平行四邊形。不知道怎麼說這個形狀，但我摸得出樣子。」	雖無法命名，但能正確描述所觸摸到的圖板

(四) 正立方體與圖卡對應選擇

研究者請參與者觸摸正立方體，請參與者從 8 張圖板中選出能正確對應之圖形板 (圖 9)。未教學前，參與者選擇結果為 S1 (直角投射的正方形)。當下參與者表示：他所選擇的圖板結果會與自己所繪畫的圖形是相同的。

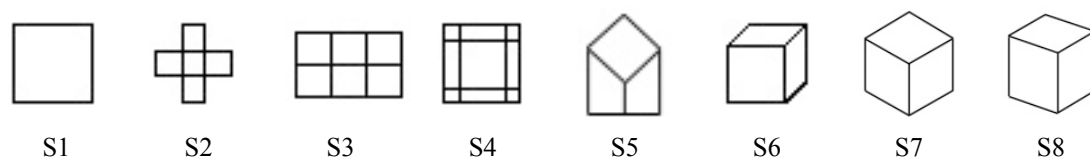


圖 9 明眼兒童再現一個正立方體的可能性：

依照空間發展順序從幼稚 (直角投射) 到成熟的 (斜角投射) 的 8 張圖卡與代號

二、進行教學

(一) 正立方體由多面所組成之體認引導

由於參與者在前測中所繪之立方體，皆以直角投射表現 (僅一方形)，忽略立方體中其他面的表現。因簡單立方體的 6 個面皆為相同一致的正方形，參與者很容易以直角投射的正方形，去象徵正立方體模型的整體。故研究者將立方體的 6 個面各增加不同質感，以引導參與者由實際體認，強迫參與者思考如何表現立方體的其他面。

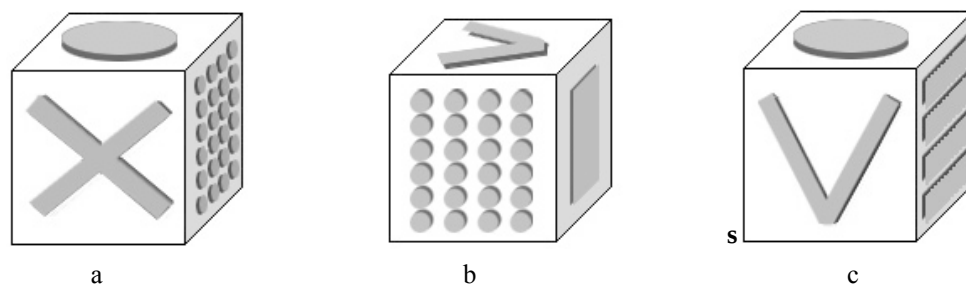


圖 10 不同角度之多面質感模型

在教學介入前，先請參與者觸摸圖 10 之立方體教具後將其繪畫於油土板上。參與者觸摸教具後，能正確描述說明此為具有許多不同圖案的立方體，尤因熟悉幾何基本形狀，所以圓形與方形的辨識速度最快。而參與者對於其餘 4 個面的其他圖案：圓點、平行線段、V 形符號圖形、X 形符號圖形，亦能正確描述。但同時表示，此 4 面圖形紋理較多，觸摸質感複雜，對於研究者希望參與者繪製出此立方體教具，參與者顯得十分猶豫，不斷表示太複雜無法表現，經研究因此要求「先不考慮明眼人的看法，僅將該模型盡量表現出來」。參與者依序畫出圖 11-13 圖形。



圖 11 參與者第一次繪製
多面質感模型
(圖 10-a)



圖 12 參與者第 2-3 次繪製
多面質感模型
(圖 10-b)



圖 13 參與者第 4-5 次繪製
多面質感模型
(圖 10-c)

圖 11 為參與者觸摸圖 10-a 後，初次繪製此立方體觸摸物的表現。畫出立方體教具貼有圓形圖案的正上方面，與參與者原先表現立方體的方式相同，但增加了上方的圓型圖樣。參與者第二次繪圖，觸摸圖 10-b 立方體，參與者說明右邊面有方形圖案，左邊有圓型圖案，但因為圖案較多，較瑣碎不知如何表現，所以便將所觸知到的圖形的部分特徵描繪下來代表，因此右邊畫了一個方形來表示，左邊畫了圓形來指示不同的兩面各自在中間方形主體的右邊與左邊，但無完整輪廓。

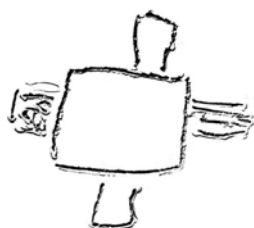
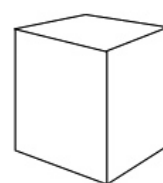


圖 14 參與者第 6 次繪製 6 面
不同圖案立方體
(圖 10-b)



a. 正面視點



b. 角落視點

圖 15 正立方體可以正面與斜面兩類不同角度呈現

研究者根據參與者每次繪圖的結果，檢討後再次進行教學，共進行了 6 次觸摸繪圖，第一次所繪圖形為圖 11，第二與第三次圖形為圖 12，第 4 與第 5 次圖形為圖 13，第 6 次其繪製圖形結果為圖 14。在此項教學單元中，參與者繪圖表現上有進步，雖無

法完整繪製出六面體上的圖形，但能畫出上下左右 4 個面的圖形，並出現封閉線表現。參與者表示，增加圖案與紋路之後，對於思考會有干擾，覺得有難度。而立方體沒有花紋，比較單純，所以較易理解，學習效果較好，也比較容易表現。參與者對於多面質感模型之最終最佳表現如圖 14。

（二）增加口語說明，學習以明眼人角度解讀與模型相對應的圖卡

研究者向參與者以口語仔細解釋明眼人視覺與繪畫特徵上的關係：「明眼人可以看到立方體不只一面，繪畫的時候會將多面畫出來，跟盲人只將觸摸到的局部特徵畫出的情況不同」。並以圖 9 為例，說明「立方體的表現方式又分為正方形面向自己的前方視點（front view）（圖 15-a）或 Y 型特徵面向自己的角落視點（corner view）（圖 15-b）兩種方式。角落視點由於視線的緣故與空間的壓縮變形，通常會用三個因視角變形且相連接的四邊形來表示立方體。」解釋過程必須牽引著參與者的手，去觸摸明眼人可能看到的三個面，即最靠近眼睛的三個面。並引導參與者建立水平線的概念，將物體接觸桌面的部分繪製於畫面的下方，即畫板中接近自己的這一方，能更確定繪畫的方向性。

經過說明後，研究者請參與者觸摸正立方體，請參與者從圖 9 的 8 張圖板中選出能正確對應之圖形板。參與者表示因理解研究者說明明眼人不僅看到一面的概念，認為每面都看得到而選出展開的五面圖形，即 S2 圖形。顯然受到多面質感模型教學的影響。

研究者進行反覆三次的口語教學之後，增加說明明眼人會畫出立方體的「深度」。亦即由物體上方向下延伸到桌面上的高度，而立方體的邊是平行的概念，所以延伸到桌面上的直線條都是平行的線條。經說明後參與者由圖 9 的 8 張圖板中選出對應的圖板，參與者先排除不符合研究者所教原則的 S1 至 S4 圖形。再排除 S5，因 S5 上方圖形經觸摸判讀後其尖角有點像三角形。而 S6 至 S8 的這三個圖形中，參與者先選出 S6 圖形，參與者表示此圖形正面有明顯可以判讀的正方形，且圖案有直線平行線條，雖然右上角的尖角有點疑惑。但經思考後，認為極為相似的 S7 與 S8 圖形更符合研究者所說明要點。顯然由觸摸而獲得的正立方體，其「正」與對稱的概念非常強烈的操控選擇結果。這個部分與年幼的明眼兒童非常接近。

經參與者此次選出圖形之後，研究者利用正立方體加強說明解釋 S6 圖形常常被明眼兒童用來表現正面朝向自己的正立方體，是妥協後的正面視點（比較圖 15-a），及說明 S7 與 S8 兩者為立方體的 Y 型特徵朝向自己的結果（角落視點，見圖 15-b）。研究者同時加強圖卡與立方體觸摸的連結，以增加參與者對於此二圖形的了解與熟悉度。

參與者表示理解尚有困難，但能依靠記憶學習的方式，選擇出對應的圖卡。研究者並說明 S8 圖形為明眼成年人最常表現的立方體繪畫圖形，但因參與者在概念轉換上有困難，故研究者將教學理解目標暫訂從容易理解的 S6 開始到 S8。此三個圖形與明眼人的表現方式接近，故此階段教學過程中，先確認參與者能由 8 張圖卡中先選出 S6-S8 圖形，再進一步選出 S8 圖形為階段目標。

在此階段中除觸摸辨識與口語教學反覆進行，並同時進行 S6-S8 的圖卡與立方體模型擺放的配對教學，即給予 S6 圖卡，請參與者將立方體擺放出正確的形態；S7 與 S8 圖卡亦同，反覆練習直到參與者最終能選出 S8 斜角投射圖形，並能將立方體擺放至正確配對位置為止，加強參與者的理解。

經以上圖卡觸摸辨識教學後，參與者能由圖 9 的 8 張圖卡中選出符合斜角投射的 S8 圖形，但接著請參與者試著在油土板上繪出圖 S8 圖形則未能成功。參與者於此階段最佳理解程度僅限於記憶圖卡內容，尚無法於油土板上繪製出斜角投射圖形。以下為本階段教學過程整理（見表 5）。

表 5

教學一之觸摸辨識立體圖卡過程結果圖表

教學階段	教學內容	參與者選擇結果	說明
階段一	未教學前，參與者所選圖形。	 S1	參與者所選擇的圖板結果會其所繪製的圖形是相同的。
階段二	說明明眼繪畫的時候會將看得到的多面畫出來，跟盲人將觸摸到的部分特徵畫出的情況不同。且立方體的表現方式又分為 Y 型特徵面向自己或正方形面向自己兩種方式。由於視線與空間的壓縮變形，所以明眼人會用三個因視角變形且相連接的四邊形來表示立方體，包括正立方體與透視變形的四邊形。	 S2	參與者理解到明眼人不僅看到一面的概念，認為每面都看得到而選出展開的 S2 圖形。
階段三	進行反覆多次的口語及觸摸教學，引導參與者觸摸立方體，說明明眼人除了會畫出立方體上方的方形之外，還會畫出厚度，也就是延伸到桌面上的立體。而立方體的邊是平行的概念，所以延伸到桌面上的直線條都是平行的線條。	 S6  S7  S8	參與者表示這三個圖形皆具有直線平行的線條。參與者先選擇 S6，因為 S6 圖形比較正，其正面有一明顯的正方形圖形。而 S7 與 S8 摸起來很類似，推測此兩圖形較接近研究者所述。

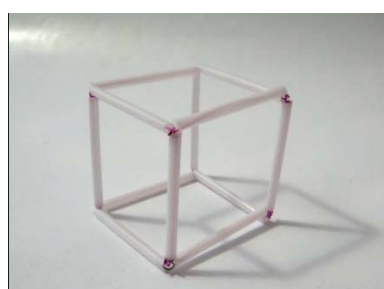
(接下表)

(接上表)

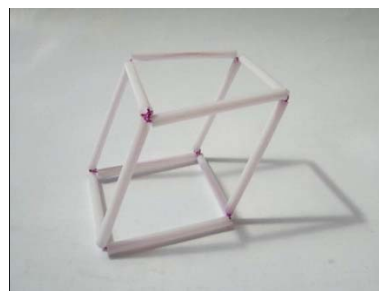
階段四	除前階段口語與觸摸教學外，並加上圖卡與立方體模型擺放位置的配對練習。例如，給參與者 S6-S8 圖卡，請參與者將立方體擺放出正確狀態，以進行配對，加強參與者的理解。	 S8 參與者最終能選出 S8 的正確圖形
-----	--	---

(三) 投射角度的實際模擬與理解教學

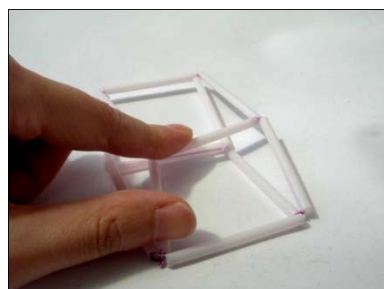
由於前項圖板觸摸辨識項目，參與者僅能選出正確對應圖卡，尚無法自行繪製出斜角投射的圖像，故繼續進行本階段投射角度的實際模擬與理解教學，教具包括「框架模型」，及「紙板模型」兩種，兩種教具同時使用於教學中輔助使用。主要以前者為主，後者為輔。兩種教具的平面化結果見圖 16 與圖 17。



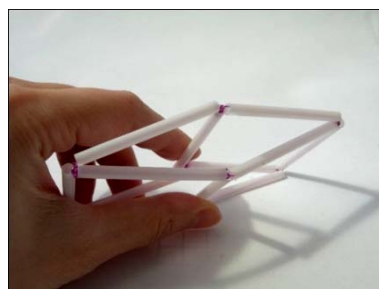
a 立體樣貌



b 平面化變形-1



c 平面化變形-2



d 平面化變形-3

圖 16 「框架模型」之變形方式



a 「紙板模型」可攤開



b 左圖模型受擠壓後變形形成菱形

圖 17 「紙板模型」之變形方式

研究者請參與者觸摸圖 16 之框架模型，研究者並牽著參與者的手進行觸摸與說明，確認參與者能辨識框架的立方體後，研究者引導參與者將原本未變形的立方體框架漸往側邊與往下壓扁變形，並觸摸變形後的各邊形狀說明這些變形的結果十分類似明眼人所看到與所繪畫的形狀。壓扁後的框架模型可對照到前一教學中圖 9 的 S6 與 S7 兩種圖形。參與者在學習途中表示要了解明眼人的視覺變形是有難度的。

接著請參與者試著將壓扁後教具變形的圖形畫下來。此次繪畫，參與者所花費時間較長，參與者表示，雖能選出圖 9 中的 S8 圖卡，但要畫出來有困難，而圖 9 中的 S6 圖卡，因其正方形特徵很明顯，較容易理解，故先嘗試畫類似圖 9 中 S6 的圖形，參與者所繪之圖形如圖 18-a，正面的正方形圖形很清楚，但其他面表現模糊，僅畫出外框形狀。參與者完成後，研究者利用教學教具再引導參與者仔細說明並觸摸三面連接處與外框形狀後，請參與者再畫一次，參與者畫出圖 18-b 圖形，已出現三面的連接線段樣式，但不完全正確。

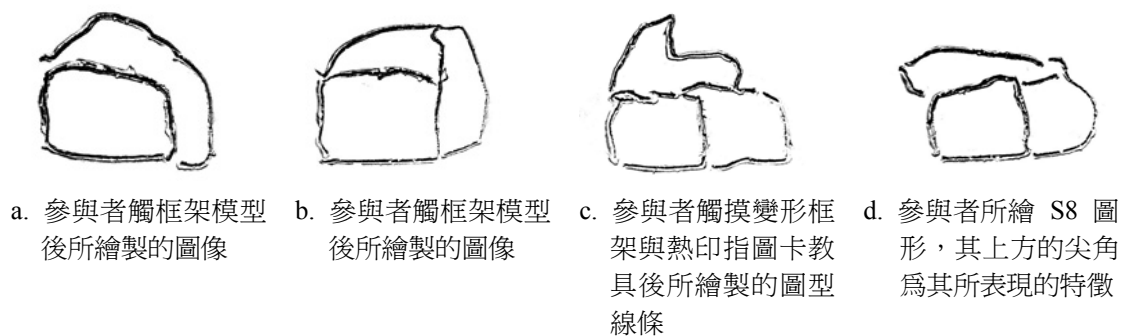
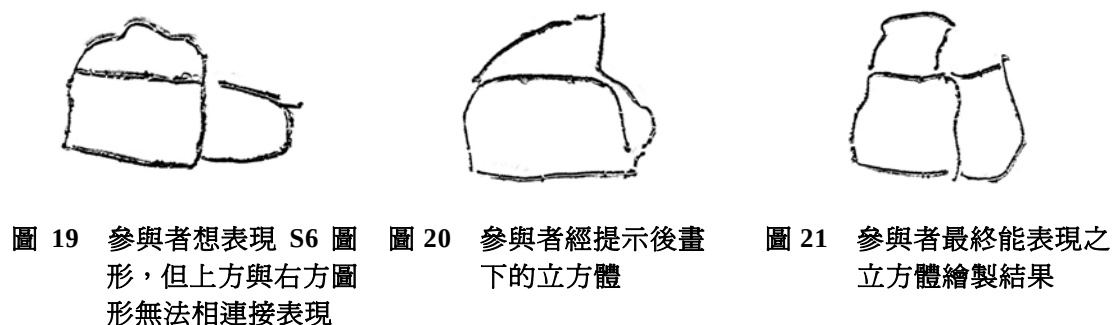


圖 18 參與者所畫之正立方體

經上述教學後，再加入熱印紙圖卡（圖 4），供參與者觸摸，用以比較圖形與模型的相對關係，以增加參與者的理解。反覆進行多次教學說明之後，參與者分別畫出圖 18-c 與 18-d，由兩圖來看，參與者對於表現立方體的方法已有進展，能呈現三個面的表現方式，但正確接合三個面尚有困難，無法將立方體的上方與右面的連接線以正確方式表現。



參與者表示對於斜角投射的圖像有轉換上的困難，初期接觸斜角投射圖形時，難了解立方體於斜角投射中接合處的變形表現。研究者再次反覆進行教學過程後，參與者分別畫圖 19-21。參與者表示：斜角投射中兩面的接合圖形表現略有難度，所以參與者繪製時，才會將圖 9 中 S6 圖形上方與右方的兩個面分開來畫，如圖 19。而圖 21 為參與者轉譯三度空間的正立方體進入平面空間的最後表現圖像。

（四）後測：桌子再現與有機形態刺激物

1. 桌子：雖然參與者對於立方體無法表現至斜角投射或是透射系統的階段，但在進行立方體教學時，臨時增加的畫桌子項目，卻能表現桌子的斜角投射圖像。

研究者為驗收教學成果，選擇參與者熟悉的桌子（每天都會接觸，且參與者亦表示極為熟悉）進行測試。圖 22 乃教學期間參與者所繪製之桌子。完成教學後，研究者根據參與者所繪圖像，提示部分桌腳對明眼人而言，會被桌面遮蔽而看不到，請參與者思考繪畫方式。參與者繪出圖 23，將桌子的遠方二支桌腳除去，但仍保持垂直斜角投射的再現方式。於是，研究者再請參與者回想前述繪畫教學中所提及之明眼人視角概念，與方形變形概念，參與者經過思考後，畫出圖 24。過程中研究者並未直接教導如何表現桌子的立體感。該桌子具有平行四邊形的桌面，與未被桌面遮蔽的三支桌腳。遠方可見的桌腳也並未拉長到地平線。顯示明眼兒童對於桌子必須站立在地平線上的觀念並不存在於參與者心中，反而使得桌腳等長的觀念得以保持。

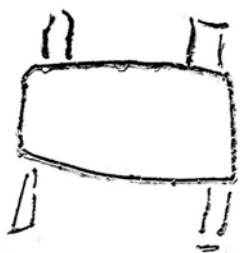


圖 22 教學期間，參與者桌子畫法



圖 23 提示「前後遮蔽觀念」後所繪圖像



圖 24 教學後，研究者引導參與者回想立方體教學的斜角投射概念後所繪圖像

以上結果可見參與者經過提醒後，能應用平行斜邊與非直角表示深度，並能隱藏被遮蔽的桌腳，只是桌腳的長度不一。參與者表示：「是因為測量技術不足產生」。因為桌子沒有正立方體的側面，因此參與者無須面對前述「兩個面共用同一邊」的概念。使得桌子的表現屬於明眼人的斜角投射策略。參與者表示：桌子是日常生活中常接觸的物體，極為熟悉，且桌子雖是立體的一種，但其相對於研究作業觸摸物之立方塊來

看，桌面較像是片狀物，所以表現時便將其想像成無厚度之片狀物來繪畫表現，之後只要在適當位置加上相同長度的桌腳即可。因此經過研究者提示後，較易表現出斜角投射概念。

2. 有機形態刺激物：研究者在所有教學過程中，完全未再使用前測中的有機形態蔬果模型作為刺激物、要求參與者練習、或教導參與者學習其空間再現策略。但在教學完成後，研究者要求參與者將所有前測中的刺激物再畫一遍，以藉此檢驗空間再現策略的教學對於有機物體的再現有任何影響力，或觀念上的融會貫通。研究結果發現參與者所畫的所有圖像都有一清楚地改變，即：封閉的輪廓線、以及更正確的長寬比例、並以接近視覺上直角投射的方式表現刺激物模型。參與者在繪畫過程中學會明眼人的繪畫法則：先以封閉的輪廓線區隔物件與背景。原本以聚合線群或點群表達的質感或物體的實體感，則被安排在封閉的輪廓線中，所以物體各部分皆能清楚地與背景區分開來。以玉米而言，並以線條隔開每一排的玉米粒；而不再只是成排的點。玉米葉片各自有封閉的長條形體，不再只是以單線表示葉片。茄子也有了形體飽滿的厚度，不再只是以一條彎曲的軸線代表。顯示參與者對形狀與比例也有了較精確的觸覺敏銳度。芭樂則以封閉圓潤的弧線取代簡單的開放性平行線斷（比較圖 25、26），更加接近明眼人的圖像表現。



圖 25 前測中的芭樂再現



圖 26 立方體教學後的芭樂再現

伍、討論與結論

一、先天全盲者必須透過學習才有可能使用斜角投射表現空間深度

本研究之參與者在前測觸摸物單元中，對於生活中常接觸的物體，無辨識上的困難，也可正確命名。同時在立體物件由三維空間轉譯為二維空間的前測繪畫過程中，若遇到不熟悉的觸摸對象物，會先判讀出自己最為熟悉的形體與部分特徵，而以此特徵做為繪出觸摸對象物之繪畫結果。例如：正立方體畫成正方形，長方體畫成長方形。因此，豐富的觸摸經驗與知識非常重要。前測階段未出現類似明眼人繪製透視圖的類

似有利角度圖形。這些結果都顯示先天全盲者在未經教學的情況下，其二維空間的繪畫表現結果無法到達明眼人的繪畫表現策略，僅能繪製表現物體局部特徵，其平面空間繪畫的發展與明眼人不同。

而在連續一對一教學後，參與者能從直角投射進階到轉換階段，並在某些適當作業要求時，能畫出斜角投射的圖像（如圖 24）。顯示經過相當程度的教學與練習，使先天全盲者的確有機會如同 Kennedy 等之研究所報告，以斜角投射系統表現物體的空間。但是在再現正立方體的空間深度時，參與者經過教學與練習，仍無法達到理想的斜角投射階段，因為無法接合各面，僅能達到明眼兒童的「轉換階段一」。由於本研究之參與者的智商、認知發展的成熟度、與學習動機皆頗屬理想狀態，經過 10 次個別教學，仍無法輕易達成教學目標。本研究認為，先天全盲者並不能輕易的像 Kennedy 等研究所宣稱：以觸覺替代視覺，如同明眼人一般，以透視的方式，自發感受並表現空間深度；而是需要大量的刻意學習與不斷的練習。既有文獻中視障者的空間再現佳績，應當屬於早期的視覺經驗，以及努力學習的成果。因此，研究結果更支持教育學習的重要性。

二、全盲視障者是否能在教學中學會明眼人的透視法則

本研究中參與者經過相當教學後，雖能在部分作業項目畫出斜角投射，但顯然還不能擴及所有的立體物件。不過，參與者已經能從圖卡中挑選出正確的斜角投射圖像。在明眼兒童的空間再現研究中（I, 1995），挑選圖卡遠比實際畫出立體模型來的容易。在既有研究中（伊彬、徐春江，2001），未經教學的先天無光覺全盲者，所選取的正立方體模型或圓柱體模型的平面再現圖卡，幾乎都只是直角投射。本研究的教學已經能使參與者開始應用所獲得的觀念選擇較高階的斜角投射圖像。因此本研究認為，要全盲的視障者經由學習獲得明眼人慣用的空間再現策略（例如：斜角投射系統）是可能有條件的達成的。長期與穩定頻繁的練習應該也是必然的配合條件。但要達到 Kennedy 研究中的透視階段，必然有更多觀念與實際技術的問題需要克服。是否能透過一般繪畫教育達成，或專屬於少數有天分的個體，仍是一個未知數，需要後續研究的繼續探究。

三、全盲視障者能從空間再現教學中學到什麼

（一）斜角投射系統的概念

本研究中全盲無繪畫經驗的參與者，在繪畫教學的過程中學到了明眼人斜角投射系統的概念，在部分作業項已經可以拋棄部分對物體物理上的特徵的執著，包括：直

角交會的稜線或邊界、等長的對邊等，物體定義上的恆常性。這些觀念對於 7、8 歲以下的明眼兒童，礙於觀念上的桎梏，雖有視覺經驗，仍難以經由教導學習之；對於無視覺經驗的全盲者而言，更是種需要經由大量記憶與理解的過程，達到此目標並不容易。

（二）整體性的表現刺激物，造成封閉線的使用，以區分物體與背景

此外，參與者在教學研究過程也學會封閉線的使用。參與者在後測中表現有機形狀的刺激物時，能優先將物體的整體量塊感受與造型，以合適的封閉造型畫出，然後再處理其中的瑣碎質感。顯示在認知上，參與者能像明眼人的再現策略一樣，注意刺激物整體的造型印象，區分物體與背景，並將之視為重要的特徵優先表現出來。在先前研究與前測中，盲人參與者往往優先處理物體的質感特徵，且僅用分散的片段與叢聚的點、線表示，現在這些細節被清楚的界分在輪廓邊界之內。而且這些瑣碎的質感特徵，會被參與者以類似完形法則群組化、簡化。這個過程顯示：本研究教導的部分空間再現觀念已經內化，使參與者描繪大不相同的刺激物模型時，能開始用明眼人整體的視覺思考方式，開始超越盲人慣用觸覺式的線性思考方式。

四、視障者的空間再現教學是否必要

與其討論視障者的空間再現教學是否應該繼續，不如回到更根本的問題：盲人的繪畫教育是否可以被剝奪？以目前視障者專門學校的教育而言，並沒有為視障者開設正式的繪畫課程，雖然許多視障者回歸到一般教育機構就讀，但除了立體造型的課程能夠隨班學習外，許多教師在觀念上與技術上，並無法提供合適的繪畫教育給視障者，尤其是全盲的視障者。甚至在態度上抱持完全反對的立場。但在本研究團隊的系列研究中不斷發現，部分家長與參與者對圖形教育與繪畫的渴望，早已超乎教育決策者或執教者的想像。而且這種渴望隨著特殊兒童「回歸主流教育」的策略，以及社會上對於殘障者的尊重日益進步而更加明顯。視障兒童與家長逐漸有更開放的心態面對學習的選擇與可能。

「盲人無法畫出明眼人般的圖，所以不需要繪畫教育」，其實是一個套套邏輯（tautology）的推論，也是在教育上守舊與懶惰的習慣所形成的觀念；與早期認為：「女人很笨，所以不需要教育她們」的觀念相差不遠矣。

當然，繪畫教育中有許多議題，有些涉及技術與策略、有些涉及觀察思考、有些涉及情意的表達、有些涉及美感的感受與呈現、有些涉及知識的傳承。究竟藝術教育工作者應該在視障者的繪畫教育中教導什麼呢？不幸的是：只有極少數的明眼藝術教

育者認為這是個值得討論的議題，所以這類的討論如鳳毛麟角。

空間再現法則是將立體的物體轉譯到平面的紙張的觀念與技術，這是繪畫行為中重要與關鍵的一環。其所涵蓋層面包含所有單眼深度線索的應用，包括前縮、投射線（投射系統）、大小比例、模糊、匯聚線（角）、前後遮蔽等。本研究中，只針對一位參與者教導明眼人的斜角投射空間再現策略，並無法回答以上龐大的問題。但研究的確發現：參與者雖然無法在 10 次教學後完全達到以「斜角投射系統再現正立方體」的教學目標，但在其他作業項目卻有重大觀念上與實際繪畫策略上的進步。而且在圖卡選擇作業項目，已看到觀念的改變。研究者推測，如果將繪畫教學融入一般中小學教育中，改善教學策略，及早透過不同的作業練習與觀念的累積，視障者應當有更多能力與機會融入明眼人的生活，也可以更自然的以更有效率的繪畫策略，表達所感受到的世界，藉此與他人溝通。

盲人究竟因何原因能繪畫出透視或斜角投射，在學術理論上是個值得探究的議題。但就教育層面而言，盲人是否能靈活運用透視法則，其實不是重要的議題。就像我們不會因為明眼個體不會畫出透視而放棄教導他們空間再現的方法，或不給他們繪畫練習的機會。本研究只是提供一個案研究，說明研究對象在教學後所能達成的進步與改變，用以推論此類繪畫教學的可達成性與限制可能之所在，提供教育者參考。

本研究認為，繪畫教學是盲人藝術教育中不可或缺的一環，而明眼人的空間再現法則在此教學中是必然也必須的存在內容。

五、增進空間再現教學成效的可能因素

1. 參與者身心狀況須保持良好：參與者表示因缺乏視覺經驗，所以觀念上很難轉換，需要專心的學習與理解才可能畫出正確圖形。因此，參與者的表現容易受到實驗當時的身心狀況影響，若精神較疲累會影響學習意願，則繪畫效果較差，反之，則學習效率較佳。由此可知，學習者的學習意願強弱，亦會影響學習效果，與 Heller (1989) 的觀察一致。

2. 圖面測量技術需要進一步研發：本研究中有多次繪畫結果並不如參與者所期望；其原因部分為測量技術的缺乏。因為視障者對所畫的圖像無法有視覺式瞬間的回饋，因此，即使了解所學，在修正上也不容易符合心中的期望，使得學習成就感較低落。改善方法應該是研發有效替代視覺的測量技術，以具體的觸覺測量步驟取代視覺的瞬間比對。研究者認為，後續教學者或研究者如果能有效解決此問題則能對空間再現的學習有重要助力。使「有效學習能力」與「增加學習動力」成為相互成就的有利因素。

3. 不同類形物體的學習成效會相互影響：本研究中不同物體的教學成效顯然能交互影響。學習幾何刺激物的投射方法，會影響有機物體的空間呈現。所以在空間再現教學的課程安排上，可以使用交錯循環式的教學程序：在某類型物體的教學之後安排其他類型物體的再現學習，之後再重複安排原本的類型。使學生能夠逐漸融會貫通所學，使學習內化，並能增加成就感，增加學習動機。

4. 同一類型，不同作業項目可能會有不同的成效表現：本研究參發現雖然有相同的學習目標，但不盡相同的刺激物模型會造成教學成效的截然不同。刺激物模型是否熟悉，是否具有強烈的物理特徵，是否已形成不利繪畫表現的觀念等都會影響參與者的表現。因此，在刺激物模型的選擇上，需要教師不斷探索，累積經驗，才會使教學由淺入深順利進行。

5. 應開發更便利的媒材，以推廣繪畫教育：視障者繪畫教學障礙之一是可觸讀媒材的提供不易。西方國家既有研究的研究工具多半是「浮凸畫具 (raise-line kit)」，但該媒材為特製的消耗性塑膠薄板，須用力刻畫留下刻痕後，以反面閱讀凸起的刻痕；缺點是無法修改，且後續閱讀的圖像與原始圖像左右鏡射，目前臺灣無法取得此類材料。臺灣的學者以油土板為主要研究工具，優點是可以修改，畫完後可以觸讀修改。缺點則是油土板製作費時，須以版畫機壓製；且在畫作保存上較佔空間。最近亦有臺灣學者 (Shih & Chao, 2010) 以水墨為媒材，教導視障兒童繪畫，但完成品在水墨乾了之後則無法讓繪畫者感知到。本研究認為，如果要讓繪畫成為一種日常的學習，研發便利、輕巧的繪畫媒材是刻不容緩的事。

六、教學流程建議

本研究建議之教學流程為：(1) 前測（包含基本圖像觸讀能力、圖卡選擇前測、目標物前測、類似目標物前測、非目標物前測）；(2) 教學與繪畫練習，包含觀念引導、實際教學（包括：圖卡選擇、立體教具配合講解、圖卡示範與現場示範）與繪圖練習；(3) 後測（包括：圖卡選擇後測、目標物後測、類似目標物後測、非目標物後測）。

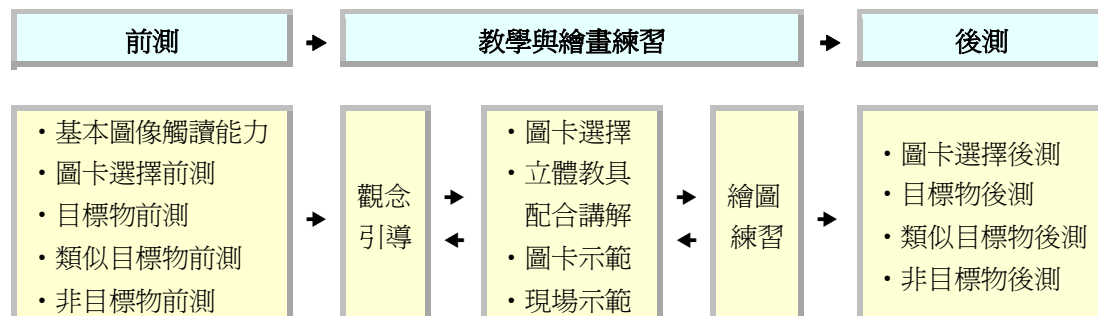


圖 26 空間再現教學流程圖

後測與前測包含比實際教學目標更多細項，可分為選擇作業以及實際繪畫作業兩類。一般而言，選擇作業的學習效果會提早於繪畫再現成效出現。而且不太可能出現「能畫卻不會選擇」的情況。亦即，在正常狀態下，個體能夠選擇卻不見得能自己畫出心中的理想圖像。因此選擇作業能提前偵測到未來參與者可能達到的學習目標。「目標物」的前、後測能清楚明白參與者是否確實達到此次教學目標。「類似目標物」的前、後測能觀察參與者是否能融會貫通，實際應用所學至相關的物體再現；也能幫忙教學者找出教學成功或失敗的關鍵。而「非教學目標物」的前、後測，能夠使教學者與參與者明白：參與者在此教學過程中對其他差異較大的物體的再現法則，是否有附帶的學習，可因此對整體繪畫成效有更清楚的認識。

本研究參與者，雖然最終無法畫出完全正確的斜角投射正立方體，但卻能夠將學習到的空間再現策略應用在類似作業，畫出正確的斜角投射桌子。參與者也能適當地選出較高階的斜角投射圖卡。顯示對於研究中教授的空間再現法則與觀念能夠接受，並部分加以運用。若將參與者的前測與後測圖像加以比較，亦可發現參與者對於非目標模型的再現也有明顯的進步。因此，透過教學確實能增加盲人對空間再現圖像的辨識力與表現力。

謝誌

本研究為國科會補助專題研究計畫（NSC 97-2410-H-003-069-MY2）部分結果，謹此致謝。並感謝參與者長期配合研究，以及淡江大學盲生資源中心長期提供研究空間。

引用文獻

中文部分：

伊彬（2005）。臺灣全盲者圖像觸讀效率與影響因素探討-I。行政院國家科學委員會專題研究成果報告（編號：NSC 93-2411-H-011-005），未出版。

I, Bin (2005). *The influence of pictorial factors on visually impaired person's recognition of tactile image-I*. National Science Council zhuan ti yan jiu cheng guo baogao (Report No. NSC 93-2411-H-011-005).

伊彬（2011）。視障者圖像表現教育之初探：以空間表現為例。行政院國家科學委員會專題研究成果報告（編號：NSC 97-2410-H-003-069-MY2），未出版。

I, Bin (2011). *Teaching strategy for visually impaired person's pictorial presentation: From the viewpoint of spatial representation*. National Science Council zhuan ti yan jiu cheng guo baogao (Report No. NSC 97-2410-H-003-069-MY2).

伊彬、徐春江（2001）。全盲兒童與青少年對單一模型與部分遮蓋模型的描繪：視覺在空間表現發展之角色。《視覺藝術》，4，127-164。

I, Bin & Shiu, Chuen-Jiang (2001). Totally blind children and adolescents' drawings of two single solid models and a partial occlusion model: The role of vision in the development of spatial representation. *Visual Arts*, 4, 127-164.

伊彬、徐春江（2008）。從不同形式的描繪對象來看全盲者的空間表現發展未階。《藝術教育研究》，15，71-103。

I, Bin & Shiu, Chuen-Jiang (2008). Spatial representation of totally blind people: The late developmental stages. *Research in Arts Education*, 15, 71-103.

伊彬、陳玟秀（2002）。日常生活 3D 物體轉換成 2D 觸覺圖形之認知探討。載於中華民國設計學會（編），《中華民國設計學會 2002 年設計學術研究成果研討會論文集》（481-484）。臺北：國立臺灣科技大學設計學院。

I, Bin & Chen, Wen-Hsiu (2002). Richang shenghuo 3D wuti zhuan huan cheng 2D chujue tuxing zhi renzhi tantao. In Chinese Institute of Design (Ed.), *Chinese institute of design 2002 academic research design seminar* (pp. 481-484). Taipei: National Taiwan University of Science and Technology, College of Design.

李永昌（2001）。視覺障礙者工作現況及其相關因素之研究。《特殊教育與復健學報》，9，51-69。

Li, Yong-Chang (2001). A study of occupation of individuals with visual impairments. *Bulletin of Special Education and Rehabilitation*, 9, 51-69.

李永昌（2006）。從就業發展看視覺障礙者的就業新契機。《就業安全》，5（1），82-88。

Li, Yong-Chang (2006). Cong jiuye fazhan kan shijue zhangai zhe de jiuye xin qiji. *Employment Security*, 5(1), 82-88.

杜明叡（2009）。視障者行動觸覺地圖與導航訊息設計研究。未出版之碩士論文，大同大學工業設計研究所。

- Du, Ming-Rui (2009). *A study on mobile blind map and guide information design for the blind* (Unpublished master's thesis). Tatung University, Graduate School of Industrial Design.
- 杞昭安 (1999)。視覺障礙學生圖形認知能力之研究。《特殊教育研究學刊》，17，139-162。
- Qi, Zhao-An (1999). A study on the pattern cognitive abilities of 6 to 15 year-old students with visual impairment. *Bulletin of Special Education*, 17, 139-162.
- 杞昭安 (2000)。視覺障礙者就業現況與就業期望之調查研究。《特殊教育學報》，14，3-30。
- Qi, Zhao-An (2000). Shijue zhangaizhe jiuye xiankuang yu jiuye qiwang zhi diaocha yanjiu. *Journal of Special Education*, 14, 3-30.
- 杞昭安 (2001)。視障者定向行動輔具之研究。《特殊教育學報》，15，107-127。
- Qi, Zhao-An (2001). The adaptive equipments of orientation and mobility. *Journal of Special Education*, 15, 107-127.
- 佐藤泰正 (1983)。《視覺障礙兒童心理學》(陳英三譯)。臺南：臺灣省視覺障礙兒童混合教育計畫師資訓練教育計畫。(原著出版時間不詳)
- Zuo Teng Tai Zheng (1983). *Psychology of visually impaired child* (Chen, Ying-San Trans.). Tainan: Taiwansheng shijue zhangai ertong hunhe jiaoyu jihua shizi xunlian jiaoyu jihua (Original work published date unknown)
- 范文良 (1993)。如何協助指導視障生定向行動。《特殊教育季刊》，47，1-4。
- Fan, Wen-Liang (1993). Ruhe xiezhu zhidao shizhangsheng dingxiang xingdong. *Special Education Quarterly*, 47, 1-4.
- 侯彥仲 (2008)。盲人在步行運動時定向模式對導盲行動地圖設計之研究。未出版之碩士論文，大同大學工業設計研究所。
- Hou, Yen-Chung (2008). *The guide map design of the instantaneous walking direction for the blind* (Unpublished master's thesis). Tatung University, Graduate School of Industrial Design.
- 徐春江 (1999)。臺灣視障兒童與青少年在平面上的空間表現發展。未出版之碩士論文，國立臺灣科技大學工業技術學程研究所。
- Shiu, Chuen-Jiang (1999). *Blind children and adolescents' spatial representation: A developmental study* (Unpublished master's thesis). National Taiwan University of Science and Technology, Graduate School of Industrial Technology Program.
- 教育部 (2002)。身心障礙及資賦優異學生鑑定標準。全國法規資料庫。取自 http://law.moj.gov.tw/News/news_detail.aspx?id=5928&k1=%e8%ba%ab%e5%bf%83%e9%9a%9c%e7%a4%99%e5%8f%8a%e8%b3%87%e8%b3%a6%e5%84%aa%e7%95%b0%e5%ad%b8%e7%94%9f%e9%91%91%e5%ae
- Ministry of Education (2002). Shexin zhangai ji zifu youyi xuesheng jianding biao zhun. *Laws & regulation database of the Republic of China*. Retrieved from http://law.moj.gov.tw/News/news_detail.aspx?id=5928&k1=%e8%ba%ab%e5%bf%83%e9%9a%9c%e7%a4%99%e5%8f%8a%e8%b3%87%e8%b3%a6%e5%84%aa%e7%95%b0%e5%ad%b8%e7%94%9f%e9%91%91%e5%ae
- 莊雅筑 (2009)。談視覺障礙學生之教育。《南縣國教》，33，48-49。

- Zhuang, Ya-Zhu (2009). Tan shijue zhangai xuesheng zhi jiaoyu. *Tainan County Compulsory Educational Report*, 33, 48-49.
- 鄭素靜 (2009)。視障者空間表現繪圖教學初探。未出版之碩士論文，國立臺灣師範大學設計研究所。
- Cheng, Su-Ching (2009). *Teaching the blind to draw: Exploring the spatial representation* (Unpublished master's thesis). National Taiwan Normal University, Graduate School of Design.
- 劉盛男 (2005)。學前視覺障礙兒童的定向與行動。《屏師特殊教育》，10，49-56。
- Liu, Sheng-Nan (2005). Xueqian shijue zhangai ertong de dingxiang yu xingdong. *Journal of Nanpin Special Education*, 10, 49-56.
- 鄭靜瑩 (2006)。國小視覺障礙學生數學能力相關因素之探究。《特殊教育與復健學報》，16，45-71。
- Zheng, Jing-Ying (2006). Mathematical abilities of visual impaired students in elementary schools and its relative factors. *Bulletin of Special Education and Rehabilitation*, 16, 45-71.
- 賴淑蘭 (2004)。成年視障者對輔助科技需求程度、輔具使用狀況暨相關服務取得狀況調查研究。未出版之碩士論文，國立高雄師範大學特殊教育學系。
- Lai, Shu-Lan (2004). *Survey of need level of assisted technology, usage of devices, and availability of related services for visually impaired adults* (Unpublished master's thesis). National Kaohsiung Normal University, Department of Special Education.
- 蕭嘉銘 (2005)。臺灣全盲生圖像資訊應用之現況。未出版之碩士論文，臺灣科技大學設計研究所。
- Hsiao, Chia-Ming (2005). *An investigation on blind student's application of pictorial information in Taiwan* (Unpublished master's thesis). National Taiwan University of Science and Technology, Graduate School of Design.

英文部分：

- Heller, M. A. (1989). Picture and pattern perception in the sighted and blind: The advantage of the late blind. *Perception*, 18, 379-389.
- Heller, M. A. (2002). Tactile picture perception in sighted and blind people. *Behavioural Brain Research*, 135, 65-68.
- Heller, M. A., & Kennedy, J. M. (1990). Perspective taking, pictures and the blind. *Perception & Psychophysics*, 48, 459-456.
- Heller, M. A., Brackett, D. D., Scroggs, E., Steffen, H., Heatherly, K., & Salik, S. (2002). Tactile pictures: Viewpoint effect and linear perspective in visually impaired people. *Perception*, 131, 747-769.
- I, B. (1995). *Spatial representation in drawing: The influence of size, viewpoint, and observation on drawing development* (Unpublished doctoral dissertation). Urbana, IL: University of Illinois.

- I, B., & Shiu, C. J. (2010). Examining explanations for differences in two-dimensional graphic spatial representation of cubes among totally blind subjects. *Visual Art Research*, 70(36), 12-22.
- Kennedy, J. M. (1980). Blind people recognizing and making hepatic pictures. In M. Hagen (Ed.), *The perception of picture*, (Vol. 2, pp. 262-303). New York, NY: Academic.
- Kennedy, J. M. (1983). What can we learn about pictures from the blind? *American Scientist*, 71, 19-26.
- Kennedy, J. M. (1984). Drawings by the blind: Sighted children and adults judge their sequence of development. *Visual Arts Research*, 10(1), 1-6.
- Kennedy, J. M. (1993). *Drawing & the blind-Picture to touch*. New York, NY: Yale University.
- Kennedy, J. M. (2003). Drawings from Gaia, a blind girl. *Perception*, 32, 321-340.
- Kennedy, J. M., & Juricevic, I. (2003). Haptics and projection: Drawings by Tracy, a blind adult. *Perception*, 32, 1059-1071.
- Kennedy, J. M., & Juricevic, I. (2006). Foreshortening, convergence and drawings from a blind adult. *Perception*, 35, 847-851.
- Lowenfeld, V., & Brittain, L. W. (1987). *Creative and mental growth* (8th ed.). New York, NY: Macmillan.
- Millar, S. (1975). Visual experience of translation rules? Drawing the human figure by blind and sighted children. *Perception*, 4, 363-371.
- Shih, C. M., & Chao, H. Y. (2010). Ink and wash painting for children with visual impairment. *British Journal of Visual Impairment*, 28(2), 157-163.
- Shiu, C. J., & I, B. (2010). The possibility of replacing visual sense with tactile sense in the spatial representation of the blind. *Asia-Pacific Journal for Arts Education*, 8(1), 1-29