

建築系高中職學生空間設計能力評量之研究

何友鋒* 陸建浩** 沈永堂***

* 朝陽科技大學建築及都市設計研究所
e-mail:hyfarch@ms32.hinet.net

** 朝陽科技大學建築及都市設計研究所
e-mail:timonlu@hotmail.com

*** 朝陽科技大學建築及都市設計研究所
e-mail:ytshen@mail.cyut.edu.tw

(收件日期:95年03月08日;接受日期:95年06月22日)

摘要

技職院校在實施多元化入學方案之後，將面臨同時招收高中與高職畢業學生共同學習。學生因學習背景不同，勢必造成教師教學及學生學習上的困難，尤其是建築系的空間設計相關課程，不但需要具有專業知識的基礎，更需要長時間的經驗累積。有鑑於此，本研究以朝陽科技大學建築系一年級建築設計進行教學實驗，將授課班級學生區分為高度同質性的高中生、高職生，以及異質性混合高中職生等三種學習組群。教學前採用「區分性向測驗」及「空間方位及形象因子認知測驗」等準實驗不等組時間序列之前測，教學中操作「環境物理」、「結構與力學」、「系統與系列」和「空間與機能」等四個空間設計習作，教學後以「空間方位及形象因子認知測驗」進行後測，並根據教師對學生之學習評量，觀察不同學習組群的整體表現。研究結果顯示，高中生組群之性向高於其他兩組，且在空間能力測驗的成績亦高於別組。此外，透過後測的設計評量，發現高中生組群隨著空間設計習作的演練，設計能力成長的趨勢亦較其他兩組明顯。但整體教學成效，以混合學生組較佳。高中職生空間設計能力確實有差異，未來技職院校推動多元入學方案，空間設計課程應提早規劃，以減少學生學習上的障礙。

關鍵詞：空間設計能力、對照實驗法、多元教學評量法

一、緒論

近年來，因應教育部規劃高中生就學技職院校之多元入學方案，科技大學及技術學院紛紛提供名額辦理推甄，招收高中生申請入學，同時以發展學校特色，訂定多元選才標準，培養學生重視各方面才能，以拓廣學校招生來源。

然而，學校並不是工廠，同一年級的高中與高職學生雖然年齡相仿，但心智、性向、認知結構、動機需求、氣質情緒等皆有差異。尤其是高中與高職的教育制度與教育方法並不相同，形成高中生與高職生學習背景上的差異性。因此，新訂的教育目標、制度與方法是能否適合不同學制的所有學生，基於學生是受教育的主體，應兼顧學生的受教權益與教育教學的品質，多元入學方案的實行效益是需要加以長期觀察與評估的。

以建築教育的空間設計教學為例，其主要目的是培養學生合理的思考力、豐富的創造力、價值的判斷力、空間的洞察力、嚴密的組織力以及表達的能力。空間設計是一項綜合視覺、心理、物理及實質等各種不同條件的複雜的設計行為，整個設計過程是結合感性的意念與理性的訴求，透過科學方法的實踐空間設計。就近年空間設計教學的經驗與觀察發現，高中職學生在建築系的空間設計課程中，隱約有下列的問題產生：

- 1.自高中畢業進入技職院校建築系就讀的學生，因為缺乏空間訓練，與已有空間設計訓練及經驗的高職學生共同學習，可能產生挫折感，影響學習效果。
- 2.當高中所學與個人性向不符時，因為轉系與轉學不易，也只能繼續就讀，此種情形隱約影響學生的學習心理；
- 3.高職學生普遍缺乏人文素養，專業技能雖強，但設計創意不足及思考邏輯不佳。

就整體教學環境而言，在可知與預期的問題下，高中與高職學生學習背景的差异性，勢必會造成他們在空間設計能力上的差異，以及不同的設計模式，但是影響空間設計能力的關鍵在於擁有多少種設計知識與經驗，以及這些知識品質的優劣與經驗的多寡程度。很明顯地，高職新生較高中新生固然擁有更多的設計知識與設計經驗的累積，但是不同類型知識的多寡程度，對於空間設計能力有何種影響？以及時間性的設計訓練對設計經驗的累積，是否可以彌補設計教育起步不齊頭的情形？有鑑於此，本研究就實施多元入學方案後，針對一般入學或技職院校都將面臨不同教育背景與特質的高中職生的教育問題，採用對照實驗法與多元教學評量，分析比較高中職學生在空間設計能力上是否有顯著的差異，並探討高中職學生在空間設計課程上學習的問題與對策。

二、理論及文獻

眾多的設計行為中，以空間設計與人們日常生活最為息息相關，因為空間設計與其他設計的差異在於以空間為設計的對象，且必須作為人們生活空間的本質。因此，不論從廣義或狹義的觀點定義空間設計，其重點在於以設計手法營造空間與實體，並以追求達成具藝術美感、文化意義與實用價值等目標。間接促使空間設計具有塑造生活文化的重要地位，其實踐的方式便是以建築設計為核心，進而影響生活型態與民俗文化的設計專業。

此種設計專業能力的差異，國內外相關研究已獲得許多豐富的成果，例如許多研究顯示個人的空間能力，可以透過適當的訓練有所提昇[10,11,13,23]；有些研究發現男生在空間能力上勝過女生[21,26]，然而有些研究認為女生在空間能力上勝過男生[19,20]；男性在空間能力測驗上勝過女性[7,12]，但是 Jagacinski and LeBold[15]測驗工程科系的學生時，發現男女生在空間能力上並沒有太大的差異；研究有關文化環境對空間能力的影響，發現參與空間活動的小孩，其空間能力勝於沒有如此體驗的小朋友[8,9,14]；Mason[17]發現具有音樂天份的人，其空間能力優勝於不具有音樂天份者許多；何友鋒[2]指出建築系傳授設計與實務經驗的主要工具是設計課程，其目的是啟發學生思考問題，引導學生在設計過程中調查分析解決問題，以訓練他們設計題案的能力，因此，具有通才教育背景的學生，空間設計學習能力較強；王明衡[1]曾探討空間概念的形與空間設計能力的關係，研究結果發現空間概念之「案例模式」教材相對於「系統模式」教材以及「實做模式」教學程序相對於「指示模式」教學程序，對初學者設計上的表達能力而言，有較佳的學習效果；Young[27]曾以較為系統、較科學的方式探討學生的審美特性、美感評量與產品美感機能等問題；黃啓梧、唐碩漁、林榮泰[6]針對不同族群學生的「設計相關能力」作系列的比較研究，設計性向、美感品味與邏輯推理等設計相關能力。透過「設計性向測驗」探討原住民與非原住民學生「設計相關能力」的異同，並與入學考試科目以及錄取成績比較，以了解其

差異的原因。研究結果發現設計與入學考試數理科目的比重與成績有關；不論就抽象、具象或綜合美感，原住民與非原住民學生都沒有顯著的差異；符號邏輯推理能力，與入學成績成正相關；林榮泰[4]則指出，不同族群在「設計相關能力學習」上有所差異。空間設計能力的差異，不但是建築和其他學科的重要差別，同時因為智能理論中空間能力的獨特原則一直比度空間想像的能力，其重要性高於心理學理論和建築教育上，使得本研究得以透過智能傾向與學習成效兩省的結果進行統計分析，以觀察學生在教育訓練之後，在空間設計能力上的變化差異。

空間設計的專業學習過程中，空間概念的形成與發展是設計能力高低的基礎。因為設計的決策過程包含對設計知識的運用，以及對設計資訊的處理等多樣的工作方式，至於何種資訊可用何種知識處理，並評估其影響後做成決策的工作，更是指引設計工作成敗的重要關鍵。回顧國內外探討空間設計能力因素的相關研究，Vernon[25]指出一般智能包含了數字教育和空間知覺經驗兩部分，其中空間能力包含在空間知覺經驗中，並表現於數學與科學技術能力方面（圖1）。Lohman & Kyllonen[16]認為空間能力不是單一能力，而是由可移動與組合轉換、具有上下架構關係之不同能力所組成。Pribly & Bordner[22]將空間能力分類為：指心理操作動態圖形化刺激的認知、保留、與回憶能力的「空間視覺」；和指個體對不斷改變方向之物件或圖形保持清晰不亂的「空間方位」。Macormack[18]將空間能力分類為：1.空間感觀：指個體具有對所觀看的物體，作為照片或圖形聯想的能力；2.空間記憶：指個體能在腦中存取影像，並能以語言描述或以圖形繪出的能力；3.邏輯空間思考：指個體能以邏輯推理，從不同的觀點觀察物件的能力；4.創造性空間思考：指個體能在不同領域中形成獨特與原始心理影像的能力。戴世雄[5]認為空間能力是個體因人而異之揣想，或思考三度空間以及依據圖解或圖象在心理上想像或作物體旋轉或移動及改變方向和位置的抽象能力。

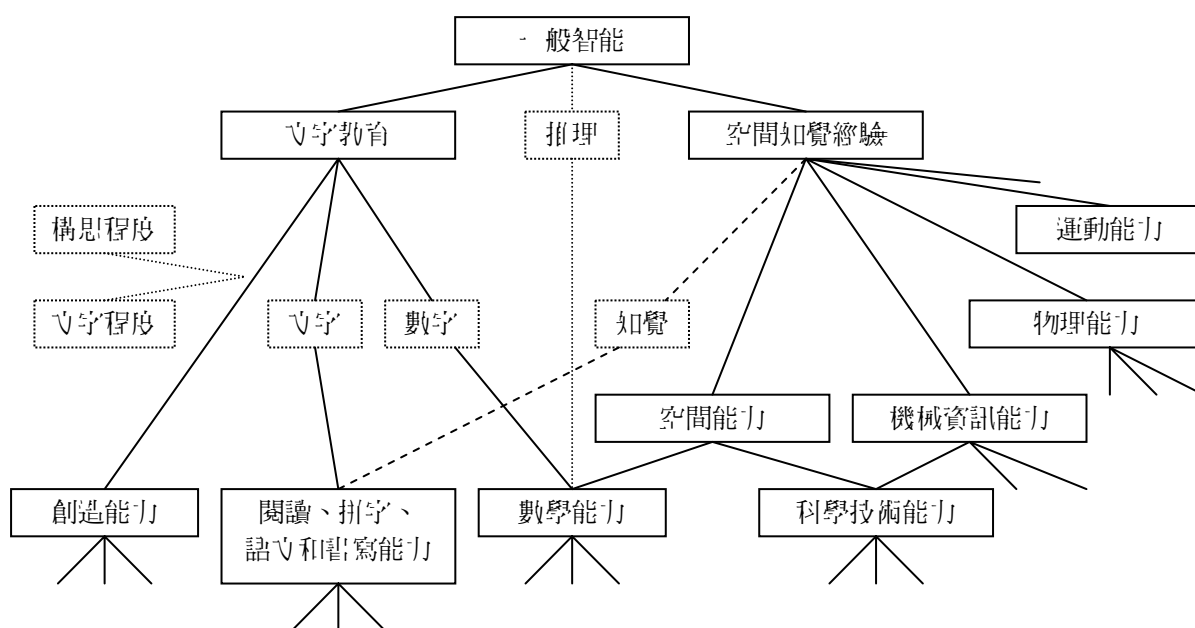


圖1 智能因素群架構圖（資料來源：Vernon[25]）

綜合相關研究成果可知，設計工作是結合邏輯運算能力及經驗法則的推理，設計決策則是對設計問題經設計知識與設計經驗的搜尋解答，並經由設計結果的回饋與修正而得到的結果。所以影響空間設計能力的因素，除了個體本身對空間感觀、空間知識與空間記憶等特性之外，同時亦受到個體對於空間經驗多寡的影響。基於這些特點，我們經驗到因為多元入學政策引起的一新空間設計能力的差異過大，造成設計課程的教授內容不易同時滿足兩省的需求，屢見太難或太過簡單的教學情形，致使學習成效大打折扣。為了因應既定的多元入學政策，提升現況設計教學課程之成效，對於起因於設計能力不同之問

題，本研究透過客觀的學習評量加以評估，探討癥結所在，並提出對策，期望彌平現況的缺欠，提昇整體教學與學習的環境。

三、研究方法

3-1 對照實驗法

由於本研究之對象可簡單區分為不同族群，此現象符合對照實驗的要求，亦即對兩個以上有個別變量不同的實驗組獲得的結果進行比較研究，所以本研究將針對研究對象進行一系列空間設計課程的教學實驗（圖 2）。透過實驗結果的觀察與紀錄，評量高中職學生空間設計能力，瞭解技職院校建築系空間設計課程未來應注意的問題與修正方向。

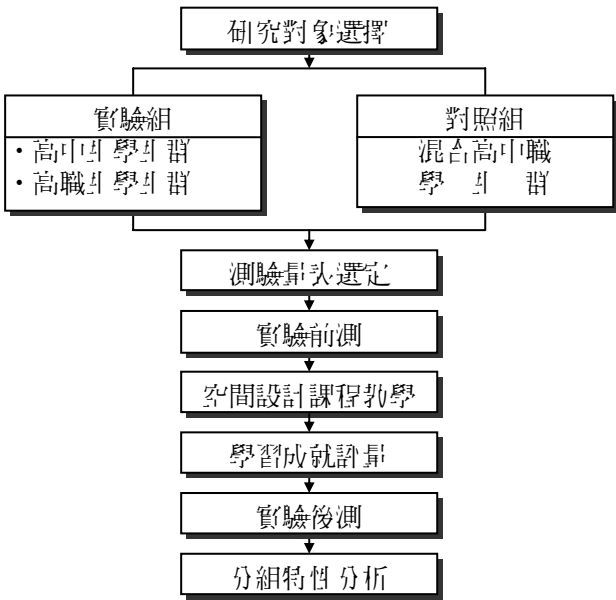


圖 2 教學實驗流程圖

3-2 多元教學評量法

本研究為了觀察學生努力學習所能達到的程度、不同學習族群的知識技能差異、學生學習的進步情形，以及尋求影響學習的因素等現象，所以本研究經由建築設計課程的長時間紀錄與觀察，採用不同評量類型，包含最大表現評量、形成性評量、診斷性評量、總結性評量與常模參照測量等多元教學評量法（表 1），透過評量結果的資料分析，瞭解各項教學問題的癥結，進而發展適合其處理模式的課程內容與教學系統模式，提昇學習成效。

表 1 多元教學評量應用說明表

使用時機	評量類型	評量功能說明	使用工具
測量	最大表現	瞭解學生能力高低	空間關係測驗
	形成	測知學生進步情形	空間認知測驗
課堂教學	診斷	探究學生表現優劣的情形	學習成就評量
	總結	教學單元結束時，學生整體表現的成績	設計評量
結果解釋	常模參照	依據群體的相對地位，描述學生的表現特徵	—

3-3 實驗工具選擇

1. 區分性向測驗—空間關係測驗

本研究採用區分性向測驗中的空間關係測驗，從受試者心理上操縱三度空間，在不同的方位想像一個物體之測量空間知覺的方法，使受試者不能只憑差異知覺，而必須想像所構成的物體，同時還要想像轉換方位之後的形狀，達到測量目視覺處理具體材料的能力，藉此瞭解受試學生在空間旋轉、組合辨識的空間能力。

2. 空間認知測驗

本研究利用 Ruth[24]的空間方位（spatial orientation）與形象認知（visualization）測驗，利用紙版旋轉（card rotation）；立體對照（cube comparisons）；形的組成（form board）；紙的摺疊（paper folding）；面的展開（surface development）等測試學生對空間認知的能力。其目的在評估受試者對於推論有關幾何圖形或圖象線索之變化能力，要受試學生在「一定規則變化的幾何系列圖形中」，找出正確的解答，以此觀察學生對空間形狀、移動變化的空間能力。

四、實證分析

4-1 研究對象確定

為了確實反映出高中生與高職生在空間設計能力學習上的差異，本研究特地選取朝陽科技大學建築系一年級新生為此次教學實驗的研究對象。此項研究限制預期可滿足對不同學生群體的要求，同時可以避免因設計教育訓練造成學生能力異質性的同質化，進而影響評量成效的顯著性。換言之，一年級新生為本研究最佳的實驗對象選擇。

4-2 實驗變項架構建立

本研究參酌一般教學研究所探討的變項，選定潛性變項、歷程變項、結果變項三類，研擬本研究探討之變項關係架構圖（圖3）。茲將各變項之內容概要說明如下：

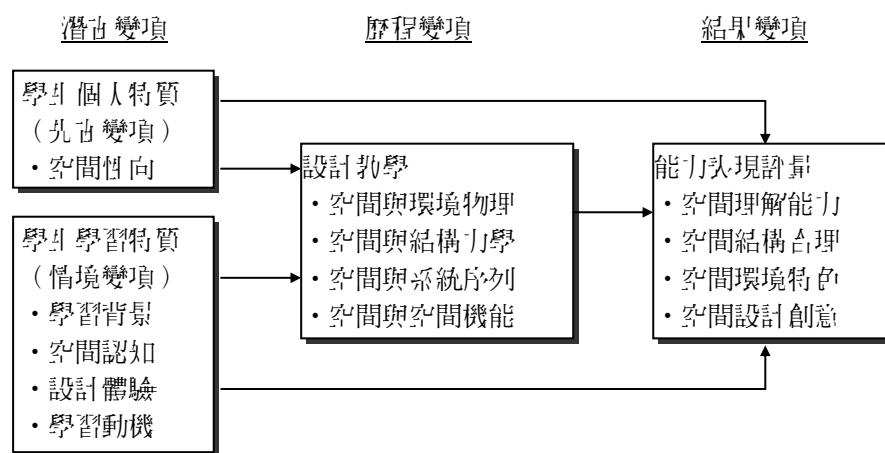


圖3 研究變項架構圖

- 1.潛在變項：指於教學前可能影響學生學習效果之因素，包含學生個人特質的潛在變項，如學生的空間傾向，以及學習特質的情境變項，例如學習背景、空間認知、設計體驗與學習動機等因素；
- 2.歷程變項：發生於教學活動進行中的因素，例如本研究以環境物理、結構與力學、系統與序列與空間與機能四類課題進行學生空間設計教學，給予不同操作課題試驗；
- 3.結果變項：發生於教學後的因素，例如學生空間能力前後測驗的表現，以及在學習空間操作之後，在空間理解能力、空間結構合理、空間環境特色與空間設計創意等方面的表現差異。

4-3 實驗分組

本研究將朝陽科技大學建築系一級修習建築設計的41位學生，依據入學前之高中職科系，區分為實驗組之高中、高職學生群，及對照組混合學生群（表2）。實驗分組各組人數約13-14人，平均年齡約19-20歲，學習年齡層相近；男女生比例均為男多於女的情形；入學方式均以聯合分發為最，推甄次之；居住地的分布均呈現中部為最，北部次之，南部及東部最少的情形。分組之差異以平均數差異檢驗之，結果得知除學習背景之F值3.412達到顯著水準（ $P<0.05$ ）之外，其餘變項均未顯著。綜合上述之結果，符合突顯學生學習背景差異、控制其他變項影響的目標。

表2 實驗分組表

分項 \ 分組	實 驗 組								對 照 組			
	高中學生群				高職學生群				混合學生群			
人數(人)	14				13				14			
年齡(年)	19.7				19.5				19.9			
性別(人)	男		女		男		女		男		女	
	10		4		10		3		9		5	
入 學 方式(人)	推甄	保甄	申請	聯合	推甄	保甄	申請	聯合	推甄	保甄	申請	聯合
	5	0	2	7	5	1	0	7	6	0	0	8
居住地 比例(人)	北部	中部	南部	東部	北部	中部	南部	東部	北部	中部	南部	東部
	6	7	1	0	3	8	1	1	3	10	1	0

4-4 實驗課程設計與分組

本研究從基本設計觀念與技術的訓練層面，運用多元化且靈活的操作方式，結合建築物理環境、建築材料、結構力學等建築專業知識，規劃整合性的實驗課程[3]，包含空間與環境物理、空間與結構力學、空間與系統序列及空間與機能四項階段性課程內容。為了配合上述實驗課程計畫，避免學生學習成效受教師教學特色、設計教學策略等變項的影響，本研究將四個設計主題、四位教師與學生群作交叉分派（表3），使各組學生可以在不同的設計主題中，同時接觸四位教師不盡相同的教學方法。

表3 教學實驗分組表

教師 \ 分組	實 驗 組				對 照 組			
	高 中		高 職		混 合 A		混 合 B	
教師 A	a		d		c		b	
教師 B	b		a		d		c	
教師 C	c		b		a		d	
教師 D	d		c		b		a	

註：課程 a：空間與環境物理； b：空間與結構力學； c：空間與系統序列； d：空間與機能。

4-5 實驗評量比較分析

1. 潛能變項比較分析

在接受分組教學前，本研究採用區分性向測驗中的空間關係測驗，從受試者心理上操縱三度空間，由不同的方位想像一個物體之測量空間知覺的方法，使受試者不能只憑差異知覺，而必須想像所構成的物體，同時還要想像轉換方位之後的形狀，達到測量由視覺處理具體材料的能力，藉此瞭解受試學生在空間旋轉、組合辨識的空間能力。

比較實驗組與對照組在空間關係的性向潛能的差異情形（表 4），依據測驗之平均數、標準差及平均數差異檢驗，其中單因子變異數檢定結果顯示實驗組與對照組之空間關係能力的差異未達顯著（ $P>0.05$ ）。然而分組之 T 檢定結果（表 5）發現高中學生群的空間關係能力測驗成績明顯優於高職學生群（ $P<0.1$ ），而高職與混合學生群並無顯著的差異。此現象符合本研究對多元入學的高中職生的異質性假設，且本研究之結果顯示，高中職分流教育的過程，似乎尚未能確實掌握學生的興趣潛能進行分科專長訓練，間接導致此次統計顯示高中學生群的性向能力較為優越的結果。所以如何在分流教育的過程中，兼顧學生才能與特質，加以訓練發揮其專長，實是中等教育應加以探討與研究的課題。

表 4 實驗組與對照組空間關係能力比較表

組別		人數	平均數	標準差
實驗組	高中學生群	14	35.36	7.73
	高職學生群	13	30.23	8.23
對照組	混合學生群	14	30.71	7.93
全體		41	32.15	8.11
F 值			1.741	
顯著性			0.189	

表 5 分組空間關係能力比較表

比較對象	變異數相等的 Levene 檢定		平均數相等的 T 檢定	
	F 值	顯著性	T 值	顯著性
高中 對 高職	0.063	0.805	1.668	0.100
高中 對 混合	0.013	0.909	1.569	0.129
高職 對 混合	0.118	0.734	-0.155	0.878

2. 歷程變項比較分析

本階段主要觀察教學活動對學生學習表現的差異，所以配合四階段教學課程的分組教學計畫，觀察學生成績是否因為學生學習背景與學習經驗的差異，造成學生成績的明顯差異。茲將各課程之內容，與各分組的成績表現統計整理如下（表 6）：

- (1)空間與環境物理：結合實驗與設計操作，對建築物理環境因「音、光、熱、氣、水」進行空間方位、形狀與量體的體驗。從觀察與記錄的發展和製作中，領會「物理環境因」與「建築空間」的微妙關係。依據分組成績之平均數、標準差及平均數差異檢驗比較實驗組與對照組在分組學習成績的差異情形，其中單因子變異數檢定結果顯示實驗組與對照組之各分項設計課程成績的差異未達顯著（ $P>0.05$ ），顯示各組在不同課程中的表現並無明顯的不同。
- (2)空間與結構力學：運用對力學原理的認識，將個別材料依構成空間型態之量體、面材、線材等要素，適當運用力學原理呈現立體構架，進行簡易結構物之設計製作。依據分組成績之平均數、標準差及平均數差異檢驗比較實驗組與對照組在分組學習成績的差異情形，其中單因子變異數檢定結果顯示實驗組與對照組之各分項設計課程成績的差異未達顯著（ $P>0.05$ ），顯示各組在不同課程中的表現並無明顯的不同。

表 6 各項課程分組學習成績比較表

課程		實驗組		對照組	全體	F 值	顯著性
		高中學生群	高職學生群	混合學生群			
空間與環境 物理	人數	14	13	14	41	0.037	0.964
	平均值	75.46	78.19	77.10	77.10		
	標準差	8.07	4.91	5.90	5.90		
空間與結構 力學	人數	14	11	14	39	0.026	0.975
	平均值	76.18	77.02	76.39	76.49		
	標準差	5.72	4.07	5.48	5.09		
空間與系統 系列	人數	12	11	13	36	0.235	0.792
	平均值	78.75	79.05	79.29	79.03		
	標準差	8.78	4.20	5.24	6.22		
空間與機能	人數	11	11	13	35	0.165	0.848
	平均值	78.91	79.86	76.85	78.44		
	標準差	7.30	3.80	7.96	6.63		

(3)空間與系統系列：藉由空間建構的過程(平面/剖面/立面及量體)了解空間的序列編輯，並學習空間的形塑與封閉來塑造不同的空間性質與表達各種空間情境。依據分組成績之平均數、標準差及平均數差異檢驗比較實驗組與對照組各分組學習成績的差異情形，其中單因子變異數檢定結果顯示實驗組與對照組之各分項設計課程成績的差異未達顯著($P>0.05$)，顯示各組在不同課程中的表現並無明顯的不同。

(4)空間與機能：透過基地特殊的幾何條件，進行建築型態之塑造，並從機能配置鍛鍊尺寸與空間物環的控制與調配，且嘗試適度表現其結構形式與材料，以此練習做為全學期設計訓練之整合性操演。依據分組成績之平均數、標準差及平均數差異檢驗比較實驗組與對照組各分組學習成績的差異情形，其中單因子變異數檢定結果顯示實驗組與對照組之各分項設計課程成績的差異未達顯著($P>0.05$)，顯示各組在不同課程中的表現並無明顯的不同。

綜合上述之結果，此現象與本研究預期高職學生群表現優於高中學生群的期望不同，顯示高中職學生在建築系大一設計課程的表現相當，所以無法從明顯的表現跡象證明：高職學生因為提早受到專業知識的基礎訓練與經驗的累積，而具有較為優越的基本能力及較為顯著的設計表現。換句話說，高中職學生在該課程設計的基本設計能力相當，所以課程表現並無明顯差異。

3. 結果變項比較分析

(1)空間設計能力測驗分析

本階段主要觀察教學活動後，學生在空間設計能力上的變化。本研究採用空間認知測驗：Ruth[24]的空間方位與形象認知測驗，觀察學生對空間形狀、移動變化的空間能力。所以本研究分別於實驗前與教學後進行學生空間設計能力的前測與後測評量，觀察學生空間設計能力的變化。茲將各項測驗內容，與各分組的成績表現統計整理如下(表 7)：

A.紙版旋轉：以形狀相同的紙牌，以雙向度方向旋轉和翻轉，測驗學生的方向感(圖 4)。測驗結果顯示，後測高於前測，且以前測之分數作為其變數調整後的平均數，得知對照組表現較佳，實驗組高中職其次之。

B.立體對照：以立方體六面之符號、圖形等特徵，測驗學生三向度的方向感(圖 5)。測驗結果顯示，後測高於前測，且以前測之分數作為其變數調整後的平均數，得知實驗組高中職表現較佳，實驗組高職其次之。

表 7 各項空間設計能力測驗比較表

項目	分 組	人 數	前 測		後 測		調整後 平均數	
			平均數	標準差	平均數	標準差		
紙版旋轉	實驗組	高 中	10	109.00	9.07	131.20	15.65	124.79
		高 職	11	104.27	15.37	124.64	20.31	124.18
	對照組	混 合	13	99.69	20.10	122.23	25.91	127.55
	全 體		34	103.91	16.00	125.65	21.22	—
立體對照	實驗組	高 中	10	25.50	4.09	33.00	4.71	29.86
		高 職	11	19.36	5.50	24.09	6.55	27.64
	對照組	混 合	13	23.15	5.52	27.85	7.43	27.26
	全 體		34	22.62	5.57	28.15	7.19	—
形的組成	實驗組	高 中	10	26.00	5.10	30.60	6.96	30.35
		高 職	11	23.82	8.46	29.00	6.71	30.56
	對照組	混 合	12	27.17	4.59	32.58	4.52	31.36
	全 體		33	26.70	6.24	30.79	6.09	—
紙的摺疊	實驗組	高 中	10	13.50	2.07	16.40	2.27	15.95
		高 職	11	12.73	3.32	14.91	3.36	15.16
	對照組	混 合	13	12.85	2.51	15.62	3.12	15.76
	全 體		34	13.00	2.63	15.62	2.95	—
面的展開	實驗組	高 中	10	43.80	7.28	53.80	7.41	54.08
		高 職	11	44.09	7.67	47.73	8.50	47.73
	對照組	混 合	13	44.31	7.08	50.38	11.14	50.17
	全 體		34	44.09	7.11	50.53	9.37	—

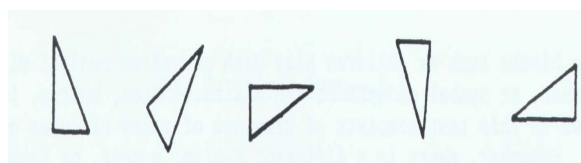


圖 4 紙版旋轉

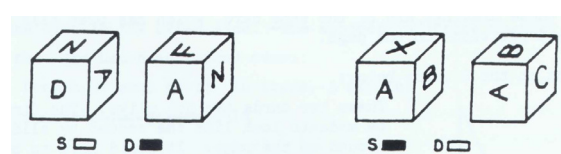


圖 5 立體對照

- C. 形的組成：以圖形的分割、組合，測驗學生對形狀構成元素的組合能力（圖 6）。測驗結果顯示，後測高於前測，且以前測之分數作為共變數調整後的平均數，得知對照組表現較佳，實驗組高職群次之。
- D. 紙的摺疊：以紙張的摺疊穿孔，測驗學生對於空間旋轉、分割的辨識能力（圖 7）。測驗結果顯示，後測高於前測，且以前測之分數作為共變數調整後的平均數，得知實驗組高中群表現較佳，對照組次之。
- E. 面的展開：以多面體的立體圖與展開圖（圖 8），透過對應位置的辨識，測試學生對平面與立面空間位置的辨識能力。測驗結果顯示，後測高於前測，且以前測之分數作為共變數調整後的平均數，得知實驗組高中群表現較佳，對照組次之。

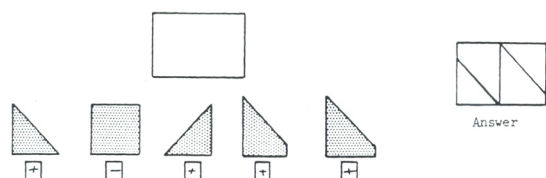


圖 6 形的組成測驗案例

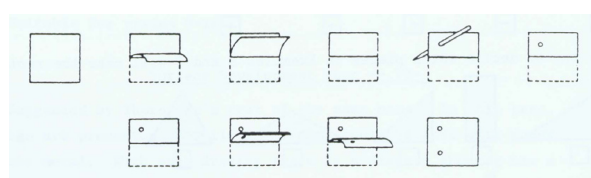


圖 7 紙的摺疊測驗案例

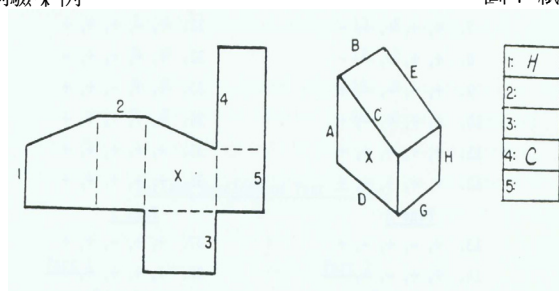


圖 8 面的展開測驗案例

綜合上述各項能力評估的結果，得知各組之後測皆高於前測，且以前測之分數作為共變數調整後的平均數，得知除了紙版旋轉測驗以對照組（ $M'=127.55$ ）及形的組成（ $M'=31.36$ ）較高，其餘各項測驗均以實驗組之高中組表現較佳：立體對照測驗（ $M'=29.86$ ）、紙的摺疊（ $M'=15.95$ ）、面的展開（ $M'=54.08$ ）。

本研究進一步考驗三組共變數迴歸的同質性（表 8），結果發現各項測驗之 F 值均未達顯著水準（ $P>0.05$ ），顯示其共變數迴歸同質，適合作共變數分析。共變數分析結果顯示（表 9），各組前能力測驗調整後的平均數之間的差異 F 值均未能達到顯著水準（ $P>0.05$ ），顯示各組對空間設計能力的測驗並無明顯的差異。此現象與本研究對具有基本空間設計能力訓練的高職組能有較佳表現的期望相悖。由此得知，學生的空間設計能力並非因為學習背景的不同而有明顯的差異，而且透過課程教育的訓練，普遍提昇學生的空間設計能力。

表 8 共變數分析迴歸同質性考驗摘要表

測 驗	變 異	平 方 和	自 由 度	平均平方和	F 值	顯 著 性
紙版旋轉	係 數	75.126	2	37.563	0.637	0.536
	誤 差	1767.988	30	58.933	—	—
立體對照	係 數	38.576	2	19.288	1.827	0.178
	誤 差	316.725	30	10.558	—	—
形的組成	係 數	6.283	2	3.141	0.310	0.736
	誤 差	293.608	29	10.124	—	—
紙的摺疊	係 數	3.464	2	1.823	0.589	0.561
	誤 差	92.800	30	3.093	—	—
面的展開	係 數	214.156	2	107.078	2.828	0.075
	誤 差	1135.972	30	37.866	—	—

表 9 分項測驗共變數分析摘要表

測 驗 項 目	F 值	分子自由度	分母自由度	顯著性
紙 版 旋 轉	0.100	2	31	0.905
立 體 對 照	0.071	2	31	0.932
形 的 組 成	0.021	2	30	0.979
紙 的 摺 疊	0.688	2	31	0.510
面 的 展 開	2.607	2	31	0.090

(2)分組學習成就分析

確定課程訓練對能力提升有益的關係後，本研究以空間理解能力、空間結構合理、空間環境特色、空間設計創意四項評量指標，由課程指導教師評量學生學習成就（表 10），依據成績之平均數差異檢驗結果，得知各組的差異未達顯著（ $P>0.05$ ），顯示分組學習成就並無明顯的不同。雖然分組學習成就檢驗上並無顯著的特徵，但從各組的總和平均值觀察，發現以混合群的表現值較高。

此外，從曲線圖（圖 9-12）中亦可發現些微有趣的現象，例如在結構與力學課題中，高職學生群與混合學生群的能力綜合表現普遍呈現下降的趨勢，唯獨高中學生群的表現呈現成長的趨勢，檢討其中原因推論，高中物理課程的學習經驗，隱約地影響了學習能力的表現，但是此次樣本的數據分析顯著性不足，所以此項特性仍然有待後續研究作進一步的觀察與驗證。另外，學生在操作系統與序列設計課題時，儘管在空間設計創意上普遍遭遇瓶頸，但在空間理解能力與空間結構合理方面，均能維持成長的成就表現，此種現象顯示出學生雖然缺乏空間序列組合的經驗與創意，但是都能維持序列編輯的合理性，以滿足課程計畫的理性要求。觀察課程對設計能力養成的成效，發現在空間結構合理性的訓練效益較為一致，此種現象與課程計畫的科學訓練特性相符。

表 10 分組學習成就統計表 (平均數)

學 生 分 組		高 中	高 職	混 合	總 和
項 目					
空間與 環境物理	空間理解能力	70.4	74.5	79.1	74.7
	空間結構合理	67.7	69.4	74.8	70.7
	空間環境特色	69.8	73.1	77.1	73.3
	空間設計創意	70.2	73.6	81.1	75.0
空間與 結構力學	空間理解能力	72.5	70.8	74.0	72.5
	空間結構合理	72.7	71.0	73.6	72.6
	空間環境特色	76.7	72.4	77.0	75.5
	空間設計創意	76.2	70.9	74.7	74.1
空間與 系統序列	空間理解能力	75.6	73.9	75.1	74.9
	空間結構合理	73.3	73.0	73.8	73.4
	空間環境特色	74.2	74.4	75.4	74.7
	空間設計創意	73.0	70.5	72.3	72.0
空間與 機能	空間理解能力	77.5	77.0	77.2	77.3
	空間結構合理	76.3	78.5	74.8	76.4
	空間環境特色	77.8	78.0	78.8	78.2
	空間設計創意	75.3	74.8	73.4	74.4
平 均	空間理解能力	72.9	73.8	76.3	74.3
	空間結構合理	71.9	72.8	74.1	72.9
	空間環境特色	73.8	74.1	77.0	75.0
	空間設計創意	73.0	72.4	75.4	73.6

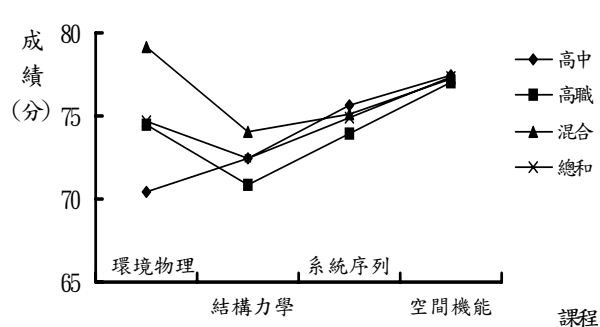


圖 9 空間理解能力曲線圖

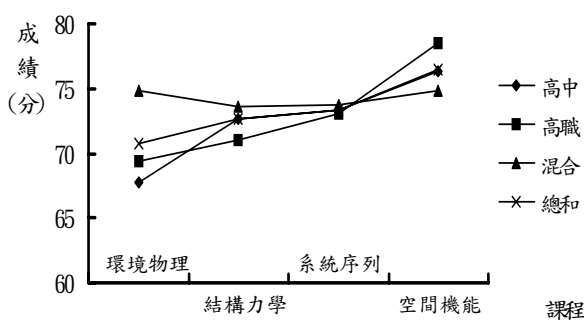


圖 10 空間結構合理曲線圖

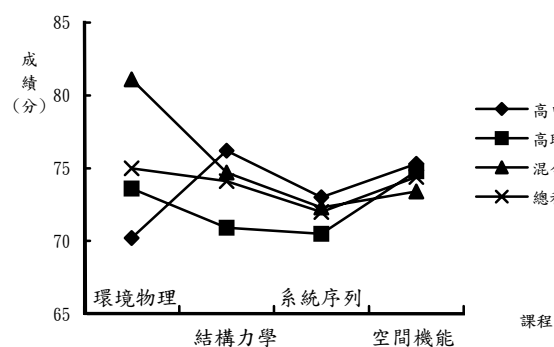


圖 11 空間環境特色曲線圖

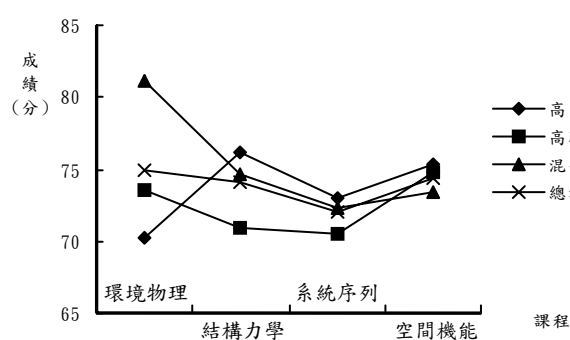


圖 12 空間設計創意曲線圖

綜合上述之結果，探究其原因發現，高職學生對於基礎科學的陌生，可能造成學生對物理、材料力學相關的空間設計課題的困難與瓶頸。且學生普遍缺乏空間感官的知覺體驗，間接影響空間系統與序列情境模擬技巧與操作方法的表現。因此，不同的職級尚有待相關輔助課程的學習與操作，但整體而言，混合的教學模式，對學生學習是有助益的。

(3)空間設計能力與課程成績關係分析

為了探討空間設計能力因子對學生在操作設計課程的影響，本研究將空間設計能力測驗項目、評量指標與設計課程，以相關分析進行檢驗（表 11）。結果顯示，設計課程成績與評量指標具有顯著的相關性（ $P < 0.01$ ），空間設計能力測驗項目，其相關性則不具顯著性。此結果顯示，企業測驗的能力指標獨立於課程計畫，不受課程計畫的歷程變項影響，以其作為前後測的參考指標，無須考量歷程變項的影響校正。

表 11 空間設計能力與課程成績關係表

項目	設計課題	空間與環境物理	空間與結構力學	空間與系統序列	空間與機能
	紙版旋轉	-0.260	-0.048	-0.094	-0.112
積累相關	立體對照	0.096	-0.112	-0.252	-0.218
	形的組成	-0.051	0.208	0.000	0.225
	紙的摺疊	-0.126	-0.010	-0.033	0.076
	面的展開	-0.006	-0.048	0.276	0.185
	空間理解能力	0.694**	0.617**	0.731**	0.584**
	空間結構處理	0.729**	0.559**	0.719**	0.631**
	空間環境特色	0.781**	0.610**	0.804**	0.626**
	空間設計創意	0.683**	0.666**	0.406**	0.613**

註：** $P < 0.01$ ，* $P < 0.05$ （ $N=41$ ）

由實驗分析結果得知，朝陽科技大學建築系高中職學生的空間設計能力相當，高中職學生各方面的表現互有高低，但在學習發展上，教師群一致認為高中生的學習成長較高職生明顯，且就學習成績的觀察，高中生的成長亦較高職生穩定。但就整體教學成效而言，教師群肯定混合學生群的教學成效，因為學習個體的多樣化，可帶動多元化的學習模式，讓同學可以彼此學習。此外，設計課程的教學，應配合學生學習背景，適當增加相關補充資料與教學方法，以補足學生本身智能不足的缺陷，維護及提升整體的教學品質。

五、結論與建議

本研究利用對照實驗法及多元教學評量法探討技職院校建築系一年級高中職學生在空間設計能力的差異，以及不同的空間設計行為模式，透過這些實驗的空間設計課題，讓學生在自然的操作過程中，反應出高中職學生在目前空間設計教育中可能遭遇到的問題與現象，進而透過高中職生兩群學習效率的比較，瞭解技職院校建築系空間設計課程未來應注意的問題與修正方向。本研究得下列幾點結論及建議：

5-1 結論

1.高中職學生空間設計能力確實有差異：

依據本研究空間關係的傾向潛能分析的結果，潛在變項的空間關係能力測驗成績，以高中學生群優於高職學生群，且歷程變項的學習發展，以高中學生群的學習成長較高職學生群明顯，學習成績也以高中學生群的成長較穩定。由此可知，高中職學生空間設計能力確實有差異。

2.結合基本設計課程輔助多元化入學方案的推動

依據本研究的教學計畫結果，發現高中職學生的基本設計能力相當，課程表現並無明顯差異。有效的避免高職學生因為提早受到專業知識的基礎訓練與經驗的累積，產生學習表現差異的現象發生。由此

得知，透過課程計畫可降低不同學生學習背景的潛在能力差異，且透過課程教育的訓練，普遍提昇學生的空間設計能力，對於輔助多元化入學方案的推動，具有成敗的重要關鍵地位。

3. 採取混合教學方式有助於提昇教學成效：

依據學生的學習成就結果，發現高中職學生各方面的表現均有高低，但在學習成效上，以混合學生群的學習成就平均數最佳（普遍優於總和平均數），教師群亦發現混合學生群因為學習個體的多樣化，可帶動多元化的學習模式，促使同學可以彼此學習，具有輔助教學成效的正向功能。

5-2 建議

1. 高中職分流教育應兼顧學生性向以符合學生的本能與特質：

依據本研究的空间關係性向潛能統計結果，發現高中學生群的性向能力較高職學生群優越，顯示高中職分流教育似乎尚未能確實依據學生的興趣潛能進行分科專長訓練。此種結果該如何跳脫聯合登記分發的影響，落實兼顧學生本能與特質，加以訓練發揮其專長，實是值得分流教育應加以探討與研究的重要課題。

2. 規劃空間設計教學計畫以降低高中職空間設計能力的差異性：

高中職學生受潛在變項的先入影響，在空間設計能力的差異，顯現在歷程變項的教學成就中，例如高職學生對於基礎科學的陌生，造成學生對物理、材料力學相關的空間設計課題的困難與瓶頸，顯現在結構與力學課題中：高職學生群與混合學生群的能力綜合表現普遍呈現下降的趨勢，唯獨高中學生群的表現呈現成長的趨勢。此外，學生普遍缺乏空間感官的知覺體驗，間接影響空間系統與序列情境模擬技巧與操作方法的表現。因此，因應技職院校推動多元化入學方案，可從高中職課程與空間設計能力關係的探討著手，提早規劃空間設計課程，建立完善的空間設計教學計畫，以減少學生學習上的障礙，落實多元化入學方案的精神。

3. 應用空間設計能力指標輔助空間設計教學計畫研擬與學習成效評量：

空間設計能力的培養與教學計畫的目標息息相關，正如本研究觀察課程計畫對設計能力的養成，發現學生在空間結構合理性的學習效益較為一致，此種現象與課程計畫的科學訓練特性相符。有鑒於高中職的空間設計能力差異確實存在，設計課程的教學計畫，應儘早建立空間設計能力教學評量指標，輔助教學的介面整合，整體教學計畫應以「設計教學」為核心，積極結合「構造」、「材料」、「施工圖」等課程的教學配套策略，同時配合學生學習背景，適當增加相關補充資料與教學方法，補足學生本身智能不足的缺陷，提昇整體的教學品質。

4. 持續長時間的空間設計能力觀察、紀錄與分析研究：

空間設計能力的培養，是個需要長時間投入大量人力與心力的專業教育工作。本研究僅選取朝陽科技大學建築系大一新生進行空間設計能力的研究觀察，是種間斷性的個案研究，研究所得的結果與發現，雖然具有相當的解釋能力，輔以佐證多元化入學方案在建築教育的可行性。本研究過程選擇的評估指標與課程內容息息相關，受基本設計的特性影響，未能將建築設計較為實務層面的指標納入，例如構造細部設計及實務操作程序…等指標，此外分流教育學習模式的影響探討，均是需要長時間的觀察、紀錄與分析研究。未來可擴大觀察學生樣本，紀錄學生大學四年完整的學習成效，作綜合性的指標評估與長時間的分析研究，以深入瞭解不同學習模式與能力訓練的關聯。

誌謝

本研究承國科會專題研究補助(NSC-91-2211-E-324-025)及朝陽科技大學建築系一年級建築設計課程(一)(二)指導老師林守平、呂政道、劉柯成、謝銘峰協助，特此感謝。

參考文獻

1. 王明衡, 1994, “建築空間概念之結構與形成方式與空間設計能力之關係”, <國科會專題研究報告>, 行政院國家科學委員會, 台北。
2. 何友鋒, 1988, “個案研究—應用於建築教育之初探”, <建築師>, No.9, pp.67-71, 中華民國建築學會, 台北。
3. 林可平、呂政道、劉柯成、謝銘峰, 2003, “九十年級建築系基本設計(一)整合性教學計畫”, 朝陽科技大學建築系, 台北。
4. 林榮祿, 2000, “台灣地區原住民與平地學生設計相關能力的比較研究”, <設計學報>, 第三卷, 第二期, pp.83-96, 中華民國設計學會, 台北。
5. 戴文雄, 1998, “不同增強回饋型式電腦輔助學習系統對不同認知型態與空間能力高中學生機械製圖學習成效之研究”, <國科會專題研究報告>, 行政院國家科學委員會, 台北。
6. 黃啓梧、唐碩漁、林榮祿, 1999, “原住民與平地學生「設計傾向」差異之研究”, <明志技術學院學報>, 第31期, pp.177-190, 明志技術學院, 台北。
7. Battista, M. T., 1990, “Spatial Visualization and Gender Differences in High School Geometry.” *Journal for Research in Mathematics Education*, 21(1), pp.47-60.
8. Belz, H. F. & Geary, D. C., 1984, “Father’s Occupation and Social Background: Relation to SAT Scores.” *American Educational Research Journal*, 21(2), pp.473-478.
9. Bishop, A. J., 1980, “Spatial Abilities and Mathematics Education – A Review”. *Educational Studies in Mathematics*, 11, pp.257-269.
10. Blade, M. F. & Watson, W. S., 1955, “Increase in Spatial Visualization Test Scores During Engineering Study.” *Psychological Monographs*, 69(12), pp.1-13.
11. Burnett, S. A. & Lane, D. M., 1980, “Effects of Academic Instruction on Spatial Visualization.” *Intelligence*, 4, pp.233-242.
12. Burnett, S. A., Lane, D. M., & Dratt, L. M., 1979, “Spatial Visualization and Sex Differences in Quantitative Ability.” *Intelligence*, 3, pp.345-354.
13. Dixon, J. K., 1997, “Computer Use and Visualization in Students’ Construction of Reflection and Rotation Concepts.” *School Science and Mathematics*, 97(7), pp.352-358.
14. Harris, L. J., 1978, “Sex Differences in Spatial Ability: Possible Environmental, Genetic, and Neurological Factors.” In M. Kinsbourne (Ed.), *Asymmetrical Function of the Brain* (pp.405-521). London, England: Cambridge University.
15. Jagacinski C. M. & LeBold, W. K., 1981, “A Comparison of Men and Women Undergraduate And Professional Engineers.” *Engineering Education*, 72, pp.213-220.
16. Lohman, D.F., & Kyllonen, P.C., 1984, “Individual differences in solution strategies on spatial and change.” In S. Koch (Ed.), *Psychology: A study of Science* (Vol. 3, pp.423-75). New York: McGraw-Hill CO.
17. Mason, S. F., 1986, “Relationships Among Mathematical, Musical, and Spatial Abilities.” (Doctoral Dissertation, University of Georgia, 1986). Abstract from: *UMI ProQuest Digital Dissertations AAT* 8613503.
18. McCormack, A., 1988, “Visual/Spatial thinking: An element of elementary school science.” *Council for elementary science international*, San Diego State University.

19. McGee, M. G., 1976, "Laterality, Hand Preference, and Human Spatial Ability." *Perceptual and Motor Skills*, 42, pp.781-782.
20. McGlone, J., 1980, "Sex Differences in Human Brain Asymmetry: A Critical Survey." *The Behavioral and Brain Sciences*, 3, pp.215-227.
21. Peterson, J. M. & Lansky, L. M., 1974, "Left-handedness Among Architects: Some Facts and Speculation." *Perceptual and Motor Skills*, 38, pp.547-550.
22. Pribly, J.R. & Bodner, G.M., 1985, "The Role of Spatial Ability and Achievement in Organic Chemistry." (ERIC ED 255 393) .
23. Rhoades, H. M., 1981, "Training Spatial Ability." In E. Klinger (Ed.), *Imagery*, Volume 2, *Concepts, Results, and Applications* (pp.247-256). New York: Penum Press.
24. Ruth, B.E., John W.F., Harry H.H., Diran D., 1976, "Kit of Factor-Referenced Cognitive Tests", *Education Testing Service*, Princeton, New Jersey.
25. Vernon, P.E., 1969, *Intelligence and Culture Environment*, Methuen, London.
26. Yen, W. M., 1975, "Independence of Hand Preference and Sex-Linked Effects on Spatial Performance." *Perceptual and Motor Skills*, 41, pp.311-318.
27. Young, T., 1998, "Students Teachers' attitudes towards science (STATS), *Evaluation and Research in Education*, 12(2), pp.96-110.

Evaluation of Spatial Ability in Architectural Design Course

Yufeng Ho* Chienhao Lu** Yungtang Shen***

* Graduate School of Architecture and Urban Design, Chaoyang University of Technology
e-mail:hyfarch@ms32.hinet.net

** Graduate School of Architecture and Urban Design, Chaoyang University of Technology
e-mail:timonlu@hotmail.com

*** Graduate School of Architecture and Urban Design, Chaoyang University of Technology
e-mail:ytshen@mail.cyut.edu.tw

(Date Received : March 8, 2006 ; Date Accepted : June 22, 2006)

Abstract

Under the new educational reforms, technical colleges and institutes in Taiwan will recruit graduates from both high schools and vocational schools. The difference in their spatial design ability, a core quality required in studying architectural design, will cause learning problem among students and pose difficulties in teaching among teachers. This study evaluates the differences in spatial design ability among first-year students in the Department of Architecture, Chaoyang University of Technology. The results showed the aptitude and spatial design ability of students from high schools were better than those from vocational schools. In addition, students from high schools made better progress than those from vocational schools in the practical courses. Test scores of the two groups showed significant difference. Thus, it can be concluded that indeed there exist differences in aptitude, ability and achievement between students from high schools and vocational schools. Greater effort should be made to improve the course design so as to avoid learning problems among students.

Keywords: Spatial design ability, Experimental method, Multiple teaching evaluation

