

工程圖交線電腦化創意教材提昇學生空間能力之研究

*康鳳梅 **簡慶郎 ***詹秉鈞

*國立台灣師範大學工業教育學系教授

**國立台灣師範大學工業教育學系博士班研究生

***國立台灣師範大學工業教育學系碩士班研究生

本研究之目的在以工程圖交線電腦化創意教材來增進學生交線學習成效並提昇其空間能力。為達此目的，本研究以文獻探討、分析及專家座談、實驗教學等方法進行研究；實驗組使用自編之交線電腦化創意教材，控制組則使用一般傳統紙本教材，研究工具係採用康鳳梅等人（2001）發展之「交線空間能力量表」及「交線成就量表」，以立意取樣方式針對高職製圖科二年級學生為研究樣本，有效樣本 221 份。並將所得結果以獨立樣本雙因子共變數分析、二因子獨立樣本變異數分析等統計方法進行資料處理。本研究依實驗結果分析歸納發現：

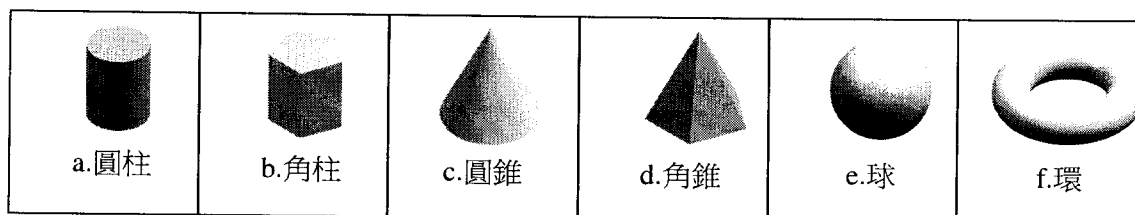
1. 實驗組在交線空間能力表現顯著高於控制組。
2. 不同性別學生在交線空間能力表現達顯著差異，且男生高於女生。
3. 實驗組交線成就量表表現顯著高於控制組。
4. 不同性別學生在交線成就表現未達顯著差異。

關鍵字：交線、教材、空間能力

研究動機與目的

工程圖為圖學的一種表現方式，為一切工業建設所需知識與實際經驗之融合，用以對現實物件、製程或系統的具體表現（康鳳梅、戴文雄，2000）；而交線則是表示物體面與物體面相交所形成的線（王輔春、朱鳳傳、楊永然、康鳳梅，2000），為工程圖中常應用表現之型態。從日常生活週遭的各項物品中，不難發現其形體皆由圖一所示之基本幾

何形體如圓柱、角柱、圓錐、角錐、球、環等所構成，而這些幾何形體組合時，其物體面與物體面交接處即形成所謂的交線，因此，在求物體面的交線時，須先有如圖二之平面與平面、平面與曲面、曲面與曲面等各物體面相交時的空間概念（王輔春等，2000）。



圖一、基本幾何形體



圖二、物體面相交

繪製物體面交線時係著重思考物體在空間中之位置及組合之形式，將三度空間中物體之立體形狀經由感觀、記憶，在腦海中加以邏輯思考，將立體圖像轉換為空間之平面圖形，或將空間之平面圖形經感觀、記憶、邏輯思考，想像出其立體圖像（康鳳梅等，2001）。因此，交線具有空間能力之基本觀念，若能經由對物體之交線做適當之教學與評量，將有助於提升學生之空間能力。研究亦指出，學習正投影對空間能力有顯著提昇情形（簡慶郎，2001），而交線為正投影單元之應用實例，培養學生交線學習對於提升其空間能力應具有增強之成效。

哈佛大學心理學教授迦納（Gardner, 1983）在『智力架構』書中，提出語文智慧、邏輯智慧、空間智慧、肢體智慧、音樂智慧、人際智慧、內省智慧等七項基本的智慧，其中空間智慧被認為是一項重要的基本智慧；影響學生學習成效之因素，除了學生的基本特質外，空間能力（spatial ability）是不容忽視的重要能力（戴文雄，1998）。相關研究則指出空間能力對學習者的數學、機械及科學上的學習成效有顯著影響（戴文雄，1998）；空間智慧發展卓越的人對於視覺化影像和創作圖像與實體十分在行（<http://www.ednoland.com.tw/ednolandweb/articlet>）；空間能力高的人在學習能力、科學推理及創造能力上均能表現的較為傑出、在學習行為的態度上也顯的較為積極、主動且自我挑戰性高（吳煥

昌，2001）；空間能力之增強亦將改變解決問題之整體策略（戴文雄，1998）。綜合上述學者之研究結論可知空間能力強者不僅在數理及科學的學習有較佳的表現，其創造力與解決問題的態度方面亦能有較佳及較積極的正向表現。

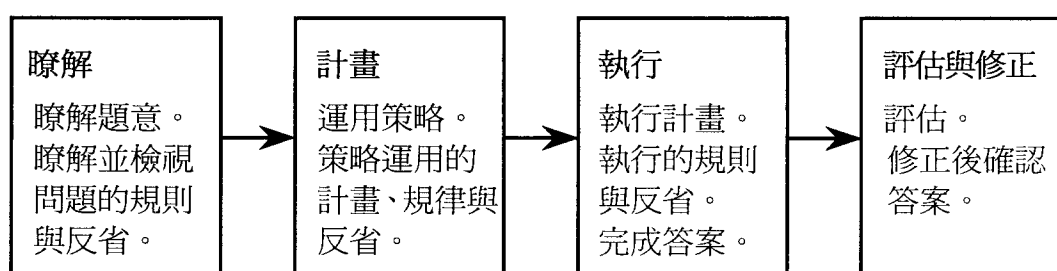
康鳳梅等人（2001）認為空間能力是與生俱來，但如能利用實體、模型、圖形分析等方法進行教學，將可增進學生之空間能力。在機械製圖的學習過程中也是如此，戴文雄認為空間能力對機械製圖學習成效的影響，可能超越其他因素（戴文雄，1998）。由相關研究指出，在學習過程中，空間能力是可以被訓練以及經由適當的教學設計與安排可以增強空間能力（Piaget, 1967; Lohman, 1979）；郝李等（Holley & Dnserean, 1984）認為經由適當之空間策略來進行教學可以增強學生的空間能力與科學推理能力。

性別對空間能力的影響方面，學者使用不同類型的空間能力測驗題目及時間因素對男女生進行測驗，發現男女生作答的態度方面，男生作答速度較快，而女生較易謹慎反覆思考，致速度較慢；若排除時間的因素，則男女生的空間能力並無顯著的差異（Gallagher & Johnson, 1992）。而男女生空間能力各向度表現，以較簡單的空間能力測驗，如空間概念部分，則男女生無顯著的差異；如需將物體想像展開或摺合方面，男女生則達顯著的差異（Linn & Petersen, 1985）。簡慶郎(2001)研究亦指

出不同性別男女學生以相同學習時數，在學習正投影前後空間能力並未達顯著差異。

交線為工程圖正投影之應用實例，交線之基本能力內涵依康鳳梅、戴文雄之研究（2000）計有物體面的種類、相交面的種類、基本幾何形體種類、極限點、轉折點、邊視圖法、正垂面剖面法、單斜剖面法、複斜面剖面法、輔助球法及交線實虛線判斷等十一項。

而問題解決則是認知到目前狀態和目標狀態不一致的不完美，並謀求更完善的處理法則，如圖三所示為依據問題解決模式相關理論建構之解題行為架構及步驟（康鳳梅等，2000），由瞭解、計畫、執行後進行評估與修正，協助學生在解決問題時，依思考模式進行問題解決，藉以提昇其問題解決之能力。



圖三、解題行為架構之步驟

一般坊間書籍或教材在敘述工程圖交線時多以平面方式討論各種空間問題，在教材上雖印製立體圖協助教學，但仍屬為平面式的教材，教師教學時也都以書本之平面教材印製投影片進行教學，學生空間能力較弱者，實仍難以理解。近年來隨著3D 電腦軟體的發展，應用電腦具彩色、移動與旋轉、動畫及重複顯現等功能，可以快速顯現各種以前可能在現實環境中無法複製的二度或三度空間物體或狀況，藉由電腦模擬作為輔助提昇空間能力之有效工具，因此，本研究期能依交線能力內涵分

析及依據問題解決相關理論、交線解題行為架構，配合電腦硬體及繪圖軟體之功能編製交線電腦化創意輔助學習教材，瞭解教材是否能增進空間能力及不同性別的學生在空間能力上的表現是否有差異，以期對國內製圖科學生之空間能力有更深入的瞭解，並研擬具體建議提供相關單位、學校及教師之參考，以提昇機械製圖之教學品質。具體而言，本研究之研究目的為以工程圖交線電腦化創意教材，來增進學生交線學習成效並提昇其空間能力。

研究步驟

一、發展工程圖交線電腦化創意教材

本研究依據交線能力內涵，配合交線解題行為架構，發展交線問題解決能力電腦化創意教材；創

意教材之發展過程包含：

- (一)擬定教學目標：研究發展之輔助學習教材以透過交線單元學習提高學生問題解決能力為目標，期能發展以學生為本位之輔助學習教材。

- (二)決定教學策略：本研究之教學係依交線能力內涵分析各學習單元，在基本觀念建立後，依不同之交線分類題型建立循序之教學策略。
- (三)組織教學內容：融入交線能力內涵，依教學策略編序，發展符合教學目標之輔助教材。
- (四)編製交線電腦化創意教材：依據交線能力內涵，配合交線解題行為架構及數十年之工程圖學教學經驗，運用 3D 電腦繪圖軟體（如 SolidWorks 等）、影像處理軟體（如 Photo Impact 等）、動畫編輯軟體（如 Ulead GIF animator 等）及簡報軟體（如 Microsoft PowerPoint 等）進行交線電腦化創意教材之編製，並召開專家會議，針對教材的適切性，進行審查與討論。

二、進行實驗教學

本實驗教學於九十年三月開始實施，依研究者自編電腦化創意教材及傳統紙本教材規劃為四週之教學時間，並於教學前後進行空間能力前後測，以做為資料之分析依據。

三、分析資料：

由量表回收之資料，透過電腦加以分析、歸納獲得研究之初步結果。

四、整理研究結論：

研究統計資料分析歸納後，提出研究結果與具體建議。

研究對象

本研究為探討交線創意教材的適用性及對學生空間能力之提昇，但因限於人力、經費、設備及原班級編制上的限制，以立意取樣方式對台北市立

木柵高工、國立瑞芳高工、國立三重商工、國立台南高工及私立長榮中學等校製圖科二年級學生作為研究樣本；各校學生人數分析表如表一所示。

表一、實驗教學學生人數分析表

學校	實驗班級數	人數	問卷回收數	有效樣本數
國立瑞芳高工	1	41	38	32
市立木柵高工	1	34	32	28
國立三重商工	2	85	79	64
國立台南高工	1	34	33	26
私立長榮中學	2	89	85	71
合計	6	283	267	221
百分率		100%	94.3%	82.8%

實驗教學共計 283 名學生，剔除受試者未能全程參與實驗教學之無效樣本，得實際有效樣本 221 名，佔總樣本人數的 82.8%，實驗教學除使用研究所發展電腦化創意教材外，並委請各參與實驗教學學校製圖科專業教師擔任教學，參與教學教師均為

國立台灣師範大學工業教育系畢業之製圖科合格教師且有多年教學經驗，本研究於實驗教學前並召開兩次實驗教學說明會，確認各項教法、進度及測驗之具體實施方法。

研究工具

本研究所採用之研究工具為「交線空間力量表」、「交線成就量表」及研究者自編之交線創意教材，以下分別說明其來源、編製過程、內容、信度及效度，以及計分方法等資料。

一、交線空間力量表

交線空間力量表採用康鳳梅等於民國九十年國科會計畫發展之「交線與展開空間力量表」之「交線空間力量表」分量表。該「交線空間力量表」乃根據空間能力之內涵、文獻分析、量表編製理論所建構，其原始量表內容分為交線能力 50 題。經由針對高工製圖科二年級學生 93 名樣本預測後，透過電腦編碼，並利用 SPSS for Windows 8.0 中文版電腦統計套裝軟體進行試題分析，採難度、鑑別度分析、點二系列相關係數分析，最後取鑑別度、點二系列相關係數在.25 以上，難易度接近.50 者為宜，其中選擇題的選擇標準為.40~.80。經預測分析後獲得 28 題試題，而量表的信度，則採用庫德和李查遜方法估計（題目記分採非對即錯、不受速度影響、並測量共同因素）。量表之庫李信度（KR20）係數為.8048，符合本研究所需。計分方式為符合標準答案者，每題給予一分，最高 28 分，分數愈高表示交線空間能力愈高，反之愈低。

二、交線成就量表

交線成就量表採用康鳳梅等於民國九十年國科會計畫發展之「交線與展開成就量表」之「文字測驗」與「交線能力」之分量表。該「交線成就量表」乃根據交線之能力內涵、文獻分析、量表編製理論所建構，原編試題其內容為交線文字測驗的是非題 33 題及選擇題 33 題、交線專業能力表現 20

題。經由對 131 位樣本預測後，透過電腦編碼，並利用 SPSS for Windows 10.0 英文版電腦統計套裝軟體進行試題分析，採難度、鑑別度分析、點二系列相關係數分析，最後取鑑別度、點二系列相關係數在.25 以上，難易度接近.50 者為宜，其中是非題的選擇標準為.55~.85，選擇題及配合題的選擇標準則為.40~.80。獲得「文字測驗」量表 23 題、「交線能力」量表 19 題，對於量表的信度，則採用庫德和李查遜的方法估計（題目記分採非對即錯、不受速度影響、並測量共同因素）。將上述量表之各題預試得分與總分輸入電腦，進行內部一致性分析。結果求得「文字測驗」分量表之庫李信度（KR20）係數在.7542、「交線能力」分量表 KR20 係數.8167，符合本研究所需；計分方式為符合標準答案者，每題給予一分，文字測驗最高 23 分，交線能力最高 19 分，分數愈高表示其成就動機愈強，反之較弱。

三、編製交線創意教材

由研究者依據研究所得之交線能力內涵及數十年之工程圖學教學經驗，並運用 3D 電腦繪圖軟體（如 SolidWorks 等）、影像處理軟體（如 Photo impact 等）及動畫編輯軟體（如 Ulead GIF animator 等）及簡報軟體（如 Microsoft PowerPoint 等）進行創意教材之編製。並於民國 91 年 1 月召開專家會議，針對教材的適切性進行審查後，提出修正意見並採用 Likert 形式之量表評量法，分非常同意、同意、無意見、不同意、非常不同意等五個等第。回收後輸入電腦編碼，並利用 SPSS for Windows 10.0 中文版電腦統計套裝軟體進行柯史單一樣本考驗如表二所示，作為本教材之專家效度考驗，確立本研究交線電腦化創意教材之適用性並符合本

研究之需要。

表二、交線創意教材柯史單一樣本檢定結果

類別	項 目	K-S Z 檢定	建議修改意見
物理 屬性	1. 教材具美觀性	2.47***	同意教材具美觀性
	2. 教材具耐用性	1.06	教材具耐用性沒有意見
	3. 教材的品質佳	2.47***	同意教材的品質佳
內容 屬性	1. 教材內容正確性佳	1.77**	同意教材內容正確性佳
	2. 教材內容具有整合性	2.27***	同意教材內容具有整合性
	3. 教材內容具有順序性	1.39*	同意教材內容具有順序性
	4. 教材內容具多樣性	1.89**	同意教材內容具多樣性
	5. 教材內容內容兼顧認知、情意、 技能的發展	0.94	教材內容兼顧認知、情意、技能的發展沒意見
	6. 教材內容符合由具體而抽象，由 易而難之編制原則	1.77**	同意教材內容符合由具體而抽象，由易而難之編制原則
	7. 教材內容能與學生的生活經驗 結合	0.94	教材內容能與學生的生活經驗結合沒意見
	8. 教材內容具有時效性	1.06	教材內容具有時效性沒意見
	9. 教材內容具有可讀性	1.77**	同意教材內容具有可讀性
教學 屬性	1. 能激勵學生主動的學習	1.77**	同意能激勵學生主動的學習
	2. 能激發學生思考	1.41**	同意能激發學生思考
	3. 能促進師生彼此的互動	1.77**	同意能促進師生彼此的互動
	4. 能注意學生的個別差異	0.82	能注意學生的個別差異沒意見
	5. 能配合學生身心發展	1.18	能配合學生身心發展沒意見
	6. 具有補助教學的功能	2.12***	同意具有補助教學的功能

註:1.N=8

2.*p<.05 **p<.01 ***p<.001

教材經專家審查後，均認同教材具整合性及多樣性，且由具體而抽象之編寫方式，充分應用電腦

軟體，引導學生依解題分類架構思考，提升學生問題解決能力。

伍、實驗設計

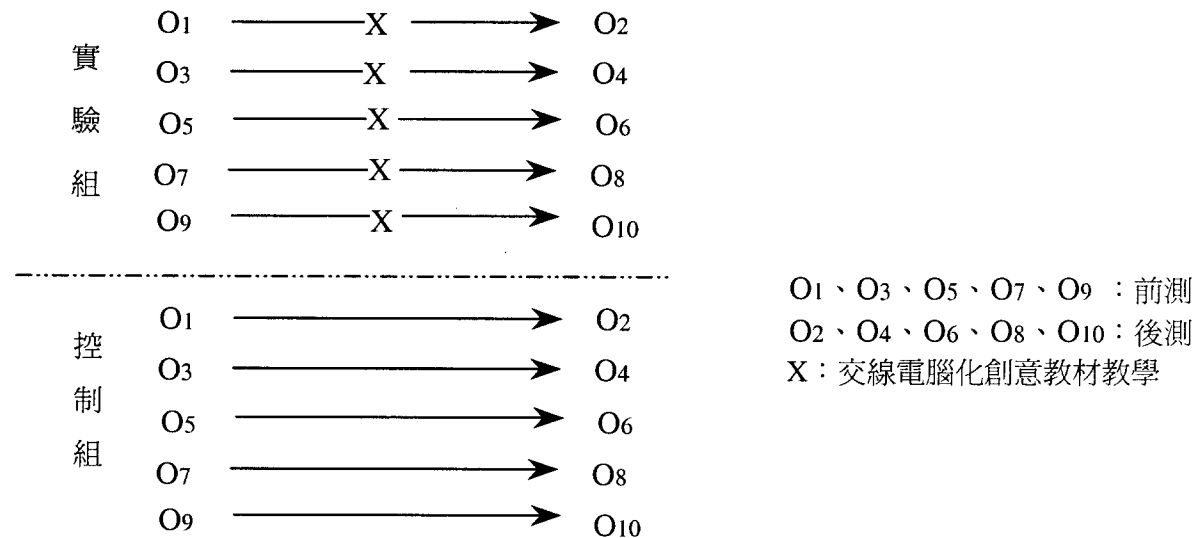
本研究以立意取樣，採用等組準實驗設計來進行實驗處理，各組學習時數相同，實驗組教材使用

研究發展之電腦化交線創意教材，控制組則以傳統紙本教材進行相同單元之教學，並規範教學進度進

行教學，實驗組各組間不做比較，僅做實驗組與控制組、不同性別學生之比較。

內容均一致，而後測卷並使用一致的測驗卷且經過調整題序，實驗設計模式如圖四所示。

本研究前後測依學習時間進行，各組之前測卷



圖四、實驗設計

資料分析

一、樣本特性分析

本研究之研究工具「交線空間力量表」、「交線成就量表」及「交線電腦化創意教材」，以寄發或親送五所實驗教學學校，總樣本數 283 份（各校樣本資料如表一）；總計回收 267 份，回收率 94.3%，剔除受試者未能全程參與實驗教學之無效樣本，得實際有效樣本 221 名，佔總樣本人數的 82.8%。

茲就有效樣本以次數分配(N)及百分比(%)等

表三、受試者各變項調查結果統計分析彙整

個人背景變項	組別	人數(N)	百分比	累積百分比
實驗教學組別	實驗組	121	54.8%	54.8%
	控制組	100	45.2%	100%
性 別	男生	115	52%	52%
	女生	106	48%	100%

統計方法，以瞭解有效樣本之基本資料與特性，如表三所示，各變項受試者實際調查結果之統計分析分述如下：

(一) 實驗教學組別

實驗組有 121 人，佔全部樣本的 54.8%；而控制組有 100 人，佔全部樣本的 45.2%。

(二) 受試者性別分佈情形

男學生有 115 人(52%)；女學生有 106 人(48%)，合計共 221 人。

二、交線空間能力分析

本研究採獨立樣本雙因子共變數分析考驗，以「交線空間能力量表」前測作為共變項。探討高工製圖科二年級學生在「交線空間能力量表」的表現是否因實驗處理及不同性別而有所差異。

不同組別與性別在「交線空間能力量表」表現之結果如表四的共變數分析摘要表及表五的平均數與標準差及調整後平均數差異分析表。

由表四中可知組別*性別其交互作用項交互作用效果 F 值為 3.76，未達.05 顯著水準，表示共變項與依變項間的關係不會因自變項各處理水準的

不同而有所差異。自變項組別的 F 值 40.51 ($p < .01$) 及性別的 F 值 5.61 ($p < .05$) 已達顯著差異，表示樣本的交線空間能力的高低會因樣本接受的實驗處理的不同而有顯著差異。再由表五中可知受試者在依變項「交線空間能力量表」的表現在共變項上校正後的平均數：實驗組調整後平均數為 21.67 與控制組調整後平均數 19.15，已達顯著差異，即實驗組在實驗教學進行後顯著優於控制組；男女生在交線空間能力量表上的差異，男生調整後平均數為 20.86，女生的調整後平均數 19.95 其差異已達顯著水準 ($p < .05$)，故男生在交線空間能力的表現優於女生在交線空間能力的表現。

表四、交線空間能力共變數分析摘要表

變異來源	SS	df	MS	F
共變項(交線空間能力前測)	1260.36	1	1260.36	167.99
組別	303.91	1	303.91	40.51**
性別	42.13	1	42.13	5.61*
組別*性別	28.22	1	28.22	3.76
誤差	1620.57	216	7.50	
總和	3893.04	220	17.70	

註:* $p < .05$ ** $p < .01$

表五、交線空間能力的平均數與標準差及調整後平均數差異分析表

	男				女				整體			
	N	M	SD	M'	N	M	SD	M'	N	M	SD	M'
實驗組	54	23.04	2.50	21.76	67	21.93	3.34	21.58	121	22.42	3.03	21.67
控制組	61	19.77	4.44	19.97	39	16.90	4.08	18.32	100	18.65	4.51	19.15
整體	115	21.30	4.00	20.86	106	20.08	4.35	19.95	221	20.71	4.21	20.41

三、交線成就量表表現之差異分析

所得資料以二因子獨立樣本變異數分析考驗；探討高工製圖科二年級學生在交線成就量表表現是否因實驗處理及男女生性別而有所差異：

(一)不同受試者組別及性別在「交線成就量表」之「文字測驗」分量表表現之差異分析

不同組別與性別在「交線成就量表」之「文字測驗」分量表表現之結果如表六的變異數摘要表及表七的平均數、標準差差異分析表。

表六、交線成就量表之「文字測驗」分量表二因子獨立樣本變異數分析摘要表

變異來源	SS	df	MS	F
組別	6.22	1	6.22	0.42
性別	18.21	1	18.21	1.22
組別*性別	26.67	1	26.67	1.79
誤差項	3226.52	217	14.87	

表七、「文字測驗」分量表平均數、標準差差異分析表

組別	性別	N	M	SD
實驗組	男生	54	14.52	3.77
	女生	67	14.64	3.80
	總和	121	14.59	3.77
控制組	男生	61	14.89	4.14
	女生	39	13.59	3.60
	總和	100	14.38	3.97
總和	男生	115	14.71	3.96
	女生	106	14.25	3.74
	總和	221	14.49	3.85

由表六及表七中可知二自變項交互作用項效果的 F 值為 1.79，並未達.05 顯著水準，表示自變項間彼此獨立，並沒有交互作用的存在；自變項組別與性別主要效果的 F 值分別為 0.42 與 1.22，均未達.05 顯著水準，表示受試者在「交線與展開成就量表」的「文字測驗」分量表上之表現不因組別

及性別之不同而有所差異。

(二)不同受試者組別及性別在「交線成就量表」之「交線能力」分量表表現之差異分析。

不同組別與性別在「交線成就量表」之「交線能力」分量表表現之結果如表八的變異數摘要表及表九的平均數、標準差差異分析表。

表八、「交線能力」分量表之二因子獨立樣本變異數分析摘要表

變異來源	SS	df	MS	F
組別	126.59	1	126.59	14.16***
性別	7.61	1	7.61	0.85
組別*性別	8.00	1	8.00	0.90
誤差項	1939.66	217	8.94	

***p<.001

由表八及表九中可知二自變項交互作用項效果的 F 值為 0.90，並未達.05 顯著水準，表示自變項間彼此獨立，並沒有交互作用的存在；自變項組別主要效果的 F 值 14.16 達.001 顯著水準，表示實

驗組在「交線能力」分量表上的得分(M=9.80、SD=3.09)高於控制組的得分(M=8.34、SD=2.86)；而男生在「交線能力」分量表上的得分(M=9.18、SD=3.18)與女生之得分(M=9.09、SD=2.96)在「交

線能力」分量表上之表現並沒有差異。

表九、「交線能力」分量表平均數、標準差差異分析表

組別	性別	N	M	SD
實驗組	男生	54	9.80	3.16
	女生	67	9.81	3.05
	總和	121	9.80	3.09
控制組	男生	61	8.64	3.11
	女生	39	7.87	2.36
	總和	100	8.34	2.86
總和	男生	115	9.18	3.18
	女生	106	9.09	2.96
	總和	221	9.14	3.07

(三)不同受試者組別及性別在「交線成就量表」表現之結果如表十的變異數摘要表及表十一的平均數、標準差差異分析表。

不同組別與性別在「交線成就量表」整體量表

表十、「交線成就量表」之二因子獨立樣本變異數分析摘要表

變異來源	SS	df	MS	F
組別	188.95	1	188.95	5.63*
性別	49.36	1	49.36	0.23
組別*性別	63.89	1	63.89	0.17
誤差項	7279.12	217	33.54	

註: * $p < .05$

表十一、「交線成就量表」平均數、標準差差異分析表

組別	性別	N	M	SD
實驗組	男生	54	24.31	5.84
	女生	67	24.45	5.71
	總和	121	24.39	5.74
控制組	男生	61	23.52	6.34
	女生	39	21.46	4.89
	總和	100	22.72	5.88
總和	男生	115	23.90	6.10
	女生	106	23.35	5.59
	總和	221	23.63	5.85

由表十及表十一中可知二自變項交互作用項效果的F值為0.17，並未達.05顯著水準，表示自變項間彼此獨立，並沒有交互作用的存在；自變項組別主要效果的F值5.63達.05顯著水準，表示實驗組在「交線成就量表」上的得分(M=24.39、

SD=5.74)高於控制組的得分(M=22.72、SD=5.88)；而男女生在「交線成就量表」上的得分(M=23.90、SD=6.10)與女生之得分(M=23.35、SD=5.59)表現並沒有差異。

結論與建議

一、結論

本研究依據實驗教學及研究工具測驗，提出以下之發現：

(一)「交線空間能力量表」成績表現之差異分析

由實驗結果顯示，實驗組使用交線電腦化創意教材有助提昇受試者在交線空間能力量表上的表現；而不同性別學生在交線空間能力量表上的表現有顯著差異，男生的表現顯著高於女生。

(二)「交線成就量表」成績表現之差異。

- 1.「文字測驗」分量表：不同的受試者組別及性別之表現沒有顯著差異。
- 2.「交線能力」分量表：實驗組的得分顯著高於控制組；而男女生的得分則沒有顯著差異。
- 3.「交線成就量表」整體量表：實驗組的得分顯著高於控制組；而男女生在並沒有顯著差異。

綜合以上研究發現，本研究歸納以下之結論：

- (一)實驗組在交線空間能力表現顯著高於控制組，顯示經由創意教材之教學設計與教學策略對交線空間能力培養有所助益。
- (二)不同性別學生在交線空間能力表現達顯著差異，且得分表現男生高於女生。
- (三)實驗組在交線成就量表表現顯著高於控制

組。

- (四)不同性別學生之交線成就表現未達顯著差異。

二、建議

近年來由於科技水準日益提高，對空間觀念明晰的人才需求殷切，因此，探討對學生交線的空間能力與問題解決能力之教學模式與策略應極具重要性，能在有限的教育資源之下，以最經濟、最有效的方法與教學策略來設計創意教材，以配合不同高工學生之特質與認知型態，以增進高工學生工程圖交線空間能力與問題解決能力，基於本研究，提出下列建議事項，以供參考：

- (一)正投影為工程圖的基礎，而交線為正投影之應用，對培養及提昇空間能力有重要的影響，高工課程宜在製圖課程中增加交線單元。
- (二)持續對高工學生進行實驗教學，修正創意教材，並逐年針對交線空間能力與成就量表施測，分析及比較高工學生不同專長背景、不同性別及不同學校別學生之學習成效並建立空間能力常模。

三、進一步研究建議

- (一)依數十年之教學經驗及文獻分析發現，工程圖學中之正投影視圖、剖視圖、立體圖、展

開圖、輔助視圖等單元均為物體形狀之表達方式，在工程圖中依物件特徵選用，與培養空間能力具有關聯性，故應積極進行研究其內涵，並運用電腦軟體等工具編製交線電腦化創意教材，藉以增進學生學習成效並提昇學生空間能力。

(二)因本研究限於人力等因素，僅以高工製圖科學生為研究對象，唯本研究發展之交線電腦

化創意教材應可進一步對不同科別、職訓單位或大專學生進行教學，藉以研究教材在不同學習對象使用後之空間能力提昇情形。

(三)研究發現不同性別學生之交線空間能力有顯著差異，而交線成就表現則沒有顯著差異，研究建議進一步探討不同性別學生之學習態度是否影響成就表現。

參考書目

王輔春、朱鳳傳、楊永然、康鳳梅 (2000)：工程圖學。台北：全華科技圖書公司。

康鳳梅、鍾瑞國 (1999)：機械相關系學生工程圖學剖視圖解題歷程之研究。技術及職業教育學報，2，39-54。

康鳳梅、戴文雄 (2000)：高工學生機械製圖（交線與展開）空間能力與問題解決能力提昇之研究。行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告，NCS89-2511-003-135。

康鳳梅、鍾瑞國、劉俊祥、李金泉 (2002)：高職機械製圖科學生空間能力之研究。師大學報，47(1),55-69。

戴文雄 (1998)：不同正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工學生機械製圖學習成效之研究。(國科會補助研究，NSC86-2516-S-018-010-TG)

簡慶郎 (2001)：學習正投影對提昇高工學生空間能力之研究。國立臺灣師範大學工業教育研究所碩士論文。

吳煥昌 (2001)：高工機械製圖科學生空間能力與展開圖學習成就之相關研究。國立臺灣師範大學工業教育研究所碩士論文。

Gardner, H. (1983) . *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*, 63. New York: McGraw-Hill.

Holley, C. D., & Dnsereau, D. F. (1984) . *Spatial learning strategies*. NY.: Academic press.

Gallagher, S. A., & Johnson, E. S. (1992). The effect of time limits on performance of mental rotations by gifted adolescents. *The gifted child quarterly*, 36, 19-22.

Linn, M. C., & Petersen, A. C. (1985) . Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A Meta-analysis. *Child development*, 56, 1479-1498.

Lohman, D. F. (1979) . *Spatial ability: Individual differences in speed and level* (Tech. Rep. No.9) . Stanford, CA: Stanford University, Aptitude Research Project, School Of Education. (NTIS No. AD-A075973)

Piaget, J. (1967) . *The child's conception of space*. New York: Norton.

誌謝

本研究承蒙國家科學委員會科學教育處專題計畫經費的補助(NSC89-2511-S-003-135、NSC90-2516-S-003-004)，研究期間承蒙多位測驗專家及空間能力專家提供意見，尤其感謝國立台灣師大教育學院前院長陳榮華教授提供相關資料及諮詢，此外，本研究在實驗學校臺北市立木柵高工製圖科曾主任鴻毅、陳憲章老師，國立三重商工製圖科詹主任世良、蔡烜光老師，國立臺南高工製圖科吳主任順興、林義順老師，長榮中學製圖科黃主任同慶、王台華老師，國立瑞芳高工製圖科葉聰寶老師等協助進行實驗教學，始得以順利進行，謹致最高謝意。

作者簡介

康鳳梅，國立台灣師範大學工業教育學系教授。
Kang Fong-Mei is a Professor in the Department of Industrial Education, National Taiwan Normal University
e-mail : mei@cc.ntnu.edu.tw

簡慶郎，國立台灣師範大學工業教育學系博士班研究生。

Jean Ching-Lang is a Doctoral student in the Department of Industrial Education, National Taiwan Normal University
e-mail : jfvsjcl@ms41.hinet.net

詹秉鈞，國立台灣師範大學工業教育學系碩士班研究生。

Jan Bing-Jiun is a Master's student in the Department of Industrial Education, National Taiwan Normal University
e-mail : bingjuin@mail.jfvs.tpc.edu.tw

收稿日期：91年09月30日

修正日期：92年01月29日

接受日期：92年04月30日

The Study of Editing Creative Teaching Materials in Computerizing Intersection of Engineering Drawing to Promote the Students' Spatial Ability

*Kang Fong-Mei **Ching-Lang Jin **Bing-Jiun Jan

* Professor, Department of Industrial Education, National Taiwan Normal University.

**Graduate, Department of Industrial Education, National Taiwan Normal University.

Abstract

The purpose of this research was to look at the role of creative teaching of spatial conception and drawing skills in Engineering Drawing, especially with regard to understanding and drawing "intersections," in order to improve students' spatial ability and engineering drawing skills. In order to achieve the above goals, as to method the researchers did a literature review and used scale tests, experimental teaching and panel discussions. The experimental group used creative computerized teaching materials edited by the researchers and the control group used traditional teaching materials. The research tools were the Intersectional Spatial Ability Scale and Intersectional Achievement Assessments Scale devised by Professor Kang *et al* (2001). The population for this study was a non-random sampling of second-year students in the Drawing Department of an Industrial Vocational High School. The total number of valid samples was 221. The data was analyzed by ANCOVA and ANOVA, and the main conclusions were as follows:

1. On the Intersection Spatial Ability Scale, the score of the experimental group was significantly higher than that of the control group.
2. Male students tend to have better intersectional spatial ability than female students do.
3. On the Intersection Achievement Assessments Scale, the score of the experimental group was significantly higher than that of the control group.
4. There is no significant difference between males and females on the Intersectional Achievement Assessments Scale.

Keywords: Intersections, Creative Computerized Teaching Materials, Spatial Ability, Engineering Drawing Skill