

# 起落航線數位視聽教材發展應用之研究

郭順賢

國立中山大學資訊管理學系

honey.guo@msa.hinet.net

謝盛文

國立中山大學資訊管理學系

onyxhsw@sw.h.idv.tw

陳年興

國立中山大學資訊管理學系

nschen@cc.nsysu.edu.tw

## 摘要

飛行是三度空間結合時間的運動，其中包括學理的運用與實際的空間操作與時間的掌握。為了要讓飛行學員體會飛行的操作技術、節奏、空間動作、飛機狀態與通話程序，如何將實際飛行的技術操作開發成數位化的視聽教材且輔助視效模擬機功能不足之處，並藉由資訊裝備幫助飛行學員領悟飛行操作的知識，是一種很有挑戰性的研究議題。由於研究者本身即為空軍官校之飛行教官，因此，研究者希望透過以自身進行研究的行動研究法來做為主要的研究方法。配合空軍官校基礎飛行訓練期程，擇其年度中之二個飛行受訓班次進行研究。最後綜合研究過程與資料分析結果，得到成果與貢獻共有六點：1.創新飛行訓練之教學輔具。2.飛行領域數位教材應用研究之先驅。3.提升起落航線飛行訓練之成效。4.探討影響教材應用之相關構面並提出建議。5.發現行動研究於飛行領域的價值。6.發現資訊科技對於飛行訓練之成效與支援限制。

**關鍵詞：**起落航線、訓練成效、關鍵影響因素、行動研究法、視聽教材。

## 一、研究背景

基礎飛行訓練是為了飛行學員在未來飛行領域中，技術的精進與戰術的精練，紮下厚實的根基。在基礎飛行訓練的訓練期程中，術科進度配合模擬機的訓練輔助，協助飛行學員進行飛行程序的模擬與各項程序及緊急處置的演練。但受限模擬機目前的功能與視覺效果，並無法在訓練

資源上給予飛行學員最直接的幫助，尤其是在起落航線的訓練上。

但飛行是三度空間結合時間的運動，其中包括學理的運用與實際的空間操作及時間的掌握，要讓飛行學員體會飛行的操作技術、節奏、空間動作、飛機狀態與通話程序，必須將實際飛行的技術操作製成數位化的視聽教材，進而藉由資訊裝備幫助飛行學員領悟飛行操作的知識。本研究致力研發起落航線數位視聽教材，期能在技術與觀念上輔導飛行學員，提供學員在飛行訓練過程中有效的學習方式與技術指導，以提昇飛行學員與受訓單位的飛行訓練成效。

本研究將以起落航線之操作技術製作成數位視聽教材為目標，實際運用資訊科技來執行飛行技術操作攝影、視聽教材製作與訓練實務應用。飛行的機種將以空軍基礎飛行訓練所使用之 T-34C 型教練機。研究對象以空軍官校基本飛行訓練組半年內進訓基本飛行訓練的班次之飛行學員為主要研究對象。

## 二、文獻探討

### (一) 數位化教材與教材設計考量因素

本研究利用資訊科技製作教材的過程，有助於飛行教官對教材內容及架構的澄清，並且也提供改造飛行訓練情境的機會，更期待研製期間能發現可供飛行訓練改進的問題，亦能提昇飛行教官對於教育與訓練的專業。

在數位視聽教材設計之初，研究者對於不同研究議題對數位教材以及多媒體教材設計之考量因素，整理如表一。由文獻整理發現，數位教材與多媒體教材之設計

考量因素，概可分為五個階段，包括分析、設計、發展、應用、修正評估或評鑑。

教材分析階段：概包括教材的需求分析、內容分析、學習目標分析、功能性分析、資源與限制。結合教學設計專家與領域教學專家之建議、依照系統化教學設計模式進行研發。教材設計階段：教學課程規劃、教材架構與介面設計、學習方式、應用與生活結合、解決問題能力、問題導向與專題導向、互動方式、教學與學習回饋、資料收集、符合學習理論、統整相關課程等。教材發展階段：軟硬體的評估、掌握科技特性、替代工具之選擇、應變處理、課程規劃修正。教材應用階段：多元互動學習、情境提供、模擬學習、營造遊戲環境、內容管理與教材擴充等。評估與評鑑階段：在教材設計與發展的過程應隨時進行評估與修正。包括分析階段形成性評鑑、專家評鑑、使用者評鑑、實用性評估、修訂與校正、著作權與法律問題等。

## (二) 電腦輔助教學

電腦輔助教學與電腦輔助學習為 1960

年代繼編序教學法後所發展出的一種教學法。

簡單定義，電腦輔助學習即是利用電腦系統來呈現教材，學習各項知識，透過學習者與電腦的直接互動及溝通，以達成學習目標的一種學習方式(陳金祝，民 85)。電腦輔助教學是一種教育觀念；是一種直接運用電腦交談模式來呈現教材並控制個別化學習環境的教學過程(王立行，民 81)。本研究整理洪榮昭、劉明洲(民 86)；張雅雯(民 89)；許健哲(民 91)；Jonassen 學者所提之電腦輔助學習教材軟體依其表現方式可大致區分為五種類型，如表二：

資訊科技融入教學，在電腦的操作使用、網路上的資源利用、數位化教材的設計與應用與學科本身的專業，可以協同教學的方式呈現，不同專長的成員，負責不同的部份，統整成一份完整的教學計畫。不過協同教學亦有其困難之處，除教學團成員的組成不易外，傳統的課程設計一般皆無考量協同教學的實施，使得在實施上增加不少困難(張添洲，民 89)。

表一、數位化教材、多媒體教材設計與發展之考量因素

研究主題	考量因素
e-Learning 教學設計與學習活動帶領(陳年興，民 91)。	1.系統化課程設計： (1)分析階段：確定教學目標、分析學習者特性與起點行為、分析教學內容。(2)設計階段：製作教學媒體。(4)實行階段：執行教學。(5)控制階段：實施形成性評鑑、總結性評鑑、修正。 2.教材內容設計： (1)製作多媒體互動式的教材需要結合五種不同專長的人：領域專家(Domain Expert)、教育專家(教學理論)、心理專家(認知理論)、資訊專家(程式設計)、美編專家(美工設計)。(2)三大基本原理：符合學習者個人的需要、方便學習閱讀和理解、能夠適應不同學習動機的學生。(3)基本要素：內容簡介：讓學習者對整體課程與教學進度有概括性的認識。(4)學習目標：讓學習者了解他們所能預期達成的學習成果與評量的方式。(5)正文：主要學習內容。(6)摘要總結。(7)參考書目。(8)其他任何可幫助學生學習之要素。
利用資訊科技研製雷射與生活教材之研究(舒富男，民 91)。	1.規劃內容：注重教學用途上功能性、原理的部分須徹底瞭解、基本知識透過瀏覽資料及留言討論的合作學習方式、應用與生活產生結合、提高解決問題的能力。 2.進行軟硬體評估：網頁、動畫製作軟體、視訊處理、討論區製作、伺服器系統。 3.收集資料：專業課程、科普類的書籍、網路資料、知名廠商製作的科學視訊影片。 4.進行製作：規劃教學課程計劃、準備軟硬體設備、完成各項資料收集、進行編輯製作、發現遭遇困難，可適時尋求其他工具、必要時修正課程計劃。 5.驗收成果：操作檢視流暢性、同儕教師進行操作、聽取改進意見及實用性評估、學生互動部分，提供學生直接操作、收集相關改正意見、進行校正。
資訊科技融入國小環境教育課程之教學歷程研究(	1.教學活動設計的版本：教案設計、教材準備、相關資源、教學現場影音記錄、學習單、筆記 教師、學生、學生作業、家長意見、學生回饋、教師省思日誌。 2.議題的擬定：教育的目標、人類不同的信念與價值觀、跨學科領域的統整的思量。

邱鴻麟，民91)。	<p>3.課程的定名與內涵概念：課程的內涵與限制、相關課程知識的概念、探討課程相關之行動技能與經驗。</p> <p>4.資訊科技融入課程的考量：教學活動的目標、課程內容、學習對象、上課地點、時間、教材、方法。</p> <p>5.依循上述7W的教學原理，進行教學上的自我檢視</p>
利用三維概念圖建構網路教材之探討—以會計學為例(洪曉芬，民91)。	<p>1.掌握科技特性：利用網路、超鏈結、多媒體營造活潑、彈性且多元化的學習環境。</p> <p>2.符合個別差異：考量學習者之基本技能、學習特質及使用經驗。符合學習者個別差異以建議學習之進度。</p> <p>3.提供多元互動：依學習者不同的需求給予不同的反應與回饋，並適當指引與提示。</p> <p>4.設計問題導向內容：促使學習者分析並探究原因，以養成獨立思考及解決的能力。</p> <p>5.提供日常情境：提供學習者真實的教材有助於其知識、技能與態度之轉移。</p> <p>6.營造遊戲學習空間：使學習者在有趣的遊戲中學習相關的知識。</p> <p>7.統整相關課程：日常生活中面臨的實際問題，並非單一學科及能解決，將學習相關知識統整後，使學習者能將所學與生活相結合以解決使用者切身的問題。</p> <p>8.發展合作學習策略：學習者藉由全球化資訊網提供之合作、溝通、討論、意見交換及觀點溝通的管道，有助於學習者從不同的觀點獲致生動及互動的學習。</p> <p>9.提供單純的使用者介面：教材設計應確保一致性，儘量使教材之整體架構簡單。因為設計簡單化及一致性，將能有效地減輕學習者之認知負荷。</p>
數位學習教材機制的設計與管理研究國立成功大學(王坤德，民92)。	<p>1.提供給教材發展、設計者和專案經理人使用。</p> <p>2.製作學習單元、練習、評量、模擬項目等學習內容，並設計互動功能。</p> <p>3.儲存內容在學習資料庫中。</p> <p>4.提供內容管理與教材擴充工具。</p> <p>5.提供多樣格式之學習內容。</p> <p>6.提供課程摘要與解說。</p>
非同步多媒體網路教學系統之研究-以有氧舞蹈運動為例(徐美香，民92)。	<p>1.分析：需求、學習者、內容、資源與限制、功能。</p> <p>2.設計：風格、介面、連結、學習策略、學習活動。</p> <p>3.發展：網頁製作、各種功能、蒐集網路資源、發展評量。</p> <p>4.應用：展現學習活動、合作學習、分析資料、得出結論。</p> <p>5.修正評估：形成性評估。</p>
資訊科技融入中國文教學新探(黃信銘，民93)。	<p>1.需求性：所有教材皆需要利用資訊科技來輔助教學，教案設計時所應用的資訊科技資源也必須滿足輔助教學的需求。</p> <p>2.可行性：在應用資訊科技融入教學時，所使用的資訊科技資源在學校現有的環境下必須能實行。資訊科技設備環境不同，因此必須注意到資源應用時的可行性。</p> <p>3.符合學習理論：目的除了提高學生學習動機外，更大的作用在於增進學習效果，故任何融入方式皆需滿足學習效果的提升，因此教案設計時，資訊科技的融入方式必須符合學習理論。</p> <p>4.與原始學科教材之結合程度：資訊科技融入教學與原始學科教材的差異不能太大，否則在實施教學時會造成認知負載過重。其展現方式應考慮學科表現內涵。</p> <p>5.資源性：融入教學所運用的資訊科技必須求其容易取得或具有合法性，故設計教案時所考慮的教學資源應容易取得，並符合智慧財產權的規定。才不致產生使用上的法律問題。</p>

資料來源：本研究整理

表二、電腦輔助學習教材軟體其表現方式之五種類型

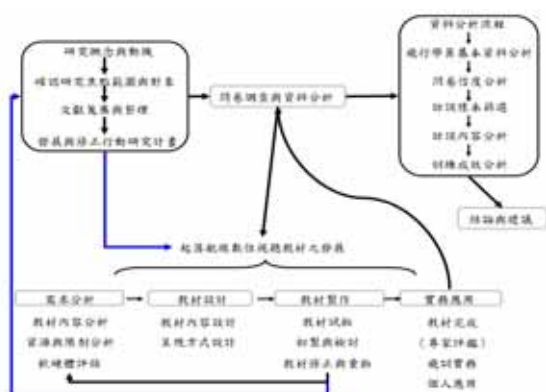
類型	定義	特性
練習式 (Drill and Practice)	此電腦輔助教學策略主要奠基於精熟學習的理論基礎上，可以突破傳統課後作業過於枯燥的困境，針對學習者已經學習過的知識，給予反覆的練習與體驗，以期加強學習效果的保留。	練習式電腦輔助學習的課程設計具有三個基本特性：1.刺激的呈現與反應的誘出；2.反應的判別和適當的回饋；3.刺激的再呈現。
教導式 (Tutorial)	教導式電腦輔助學習的基本理念在於，系統化的將教學內容設計成可讀性教材，並且顯示在電腦螢幕上。所謂的可讀性教材，不僅	藉著兩者有秩序的交替，確定學習者達到預期的學習目標。教導式CAI的首要優點在於提供了反應-回饋的循環，利用目標、進階組織、瀏覽、摘

	需要注意文意、亦要留意敘述的邏輯性。除了觀念的說明外，同時也要配合測驗或練習題的應用，來立即測驗其認知的能力。	要、個人化等要素來引導學習者。其次，透過學習者起點程度，教導式CAI亦可以允許學習者選擇其可以接受的教學模式，以及教導內容的多寡。透過上面兩項優點，教導式CAI可以針對個人學習能力的差異，採取不同的程式或模式，以利個別教學的推廣。
遊戲式 (Instructional Game)	遊戲式CAI主要有角色扮演、探險式、挑戰式等類型。若能將學習的內容以「寓教於樂」的模式進行設計。	就教育上的應用而言，由於遊戲具有積極、學習者自我作主的特性，學習者將保持學習動機與注意力，如此教學軟體本身所欲傳遞的知識與技能便能更順利的遷移給學習者。
模擬式 (Simulation)	模擬是一種行為或現象的複製。模擬式CAI的主要優點，就是可以透過電腦，讓學習者體會實際生活中沒有辦法接觸的現象，例如：飛行的模擬、股票買賣操作模擬、實驗室操作模擬、科學現象模擬等。	透過電腦的模擬，可以讓學生時時刻刻學習，沒有時間與空間的限制。或者作為高危險、難度不易掌控之任務的學習輔助工具。
智慧型教導系統 (Intelligent Tutoring Systems)	涵蓋有知識庫、學生模式、教學模組、介面應用四個模組。基本而言：智慧型教導系統是透過專家系統的診斷、推論、預測、設計、除錯、解釋等功能，讓電腦能做立即回應，而產生人類與電腦之間的雙向溝通。	智慧型教導系統可讓學習者自我成長，要達成這個目的，乃因為智慧型教導系統具有彈性、適應性、即互動性。可以順應不同學生的背景、能力，提供人性化、個人化的操作學習。

資料來源：本研究整理

### 三、研究架構

本研究採用的是質性研究方法中的行動研究法來作為研究的主要方法。對研究欲探討之問題蒐集文獻進行數位視聽教材之發展，配合空軍官校基礎飛行訓練期程，擇其年度中之二個飛行受訓班次，經由數位視聽教材之發展與應用，探究結合飛行學理與起落航線之技術的訓練，能否藉由起落航線的視聽教材來提高訓練績效，透過問卷調查、個案訪談與訪談資料整理，藉由分析工具來進行研究資料之分析，探討完訓班次學員與受訓班次學員於起落航線視聽教材應用後之差異，提出結論與建議供後續研究之未來研究方向。(如圖一)



圖一、行動研究架構

行動研究之意義：「行動研究」是一種具有行動實踐的研究方法，亦同時隱含「行動」與「研究」雙重意義，也就是實務行動與研究兩者必須是整合在一起。

根據 Altrichter 等人在 Teachers Investigate Their Work 一書中提出行動研究有幾個特點：行動研究由關心學校情境的人來對學校情境、行動研究發起於每日教育工作所產生的實際問題、行動研究必須和學校的教育價值及工作條件具有相容性、行動研究提供進行研究與務實的一些簡單的策略與方法、行動研究無論是方案規模大小都有自己的所在。

許多學者(Holter & Schwartz-Barcott, 1993; Stringer, 1999; 郭淑珍, 民 85; 賴雅芬, 民 85; 蔡清田, 民 89)歸納出行動研究法具有下列九項特質：(1)以實務問題為導向；(2)重視實務工作者的參與；(3)從事研究與運用研究為同一人；(4)研究場域是實務工作的場域；(5)強調民主參與的精神；(6)強調立即解決問題的功能；(7)研究過程具有彈性；(8)研究結果的適用性受到相當的限制；(9)批判與建構的雙重功能。

Lincoln 與 Guba 提出的一個著名的質性研究架構，闡述了四個相關行動研究的準繩：可信性、適當性、審核力和證明力。

可信性(Credibility)：忠實的描述或解釋最接近於的識別經驗。報告記錄有關於統計數據是如何在一個多元社會上透過研究，相互作用的建造一個解釋分析關鍵的框架裡(Klein and Myers, 1999)。比較資金擁有者的觀點並對照研究，應該是確定在一個多元的社會情勢(Stringer, 1999)。可信性透過從多個數據來源的三角測量訊息而建立(Stringer, 1999)。足夠的數據必須被收集以提供豐富、深入的洞察力(Myers, 1999)。分析社會基層方面的變化。參與者的角色被預期隨著時間改變(Lau, 1999)。

適當性(Fittingness)：結論符合研究的前後文論述。研究應該闡明一個解釋行動怎樣導致有利的結果的理論框架。關於改變的細節-發生有關聯於一般的觀念去解釋改變及他們可能發生的性格(Klein and Myers 1999)。研究的目的是延伸理解一個爭議。

審查力(Auditability)：另一個研究人員可以清楚依循以調查者結論的腳步。未來的研究人員能清楚跟隨調查者結論的腳步(Lau, 1999)。這方法和結果部分提供可靠的審查痕跡，有關於地點怎樣的選擇；專案參數怎樣被決定使用；什麼數據被收集，什麼時候，透過誰；專案持續；以及說明用之數據分析方法的使用。

證明力(Confirmability)：與探索事實的愛好有關的事被了解的約定。介入研究背景中，直接的研究參與者行動(Baskerville and Wood-Harper, 1998)。研究者與研究主題間相互影響的原則。(Klein and Myers, 1999)研究者積極探索結合主要資金保管人(Stringer, 1999)。數據收集包括參與的觀察。研究者透過觀察真實環境及環境裡參與者的生活及工作發展研究文章。

#### 四、研究場域與教材發展

#### (一) 研究場域

空軍官校飛行訓練指揮部基本飛行訓練組，自民國 74 年起使用 T-34C 型機擔任空軍基礎飛行人員訓練之機種，並於民國 88 年起代訓我國海軍之飛行軍官。由於國情與訓練空域限制空軍官校始終擔負著我國國軍定翼機之飛行人才培育的任務。

##### 1. 基礎飛行訓練之起落航線訓練現況

飛行訓練輔具實施現況：目前空軍官校基礎飛行訓練，除空軍總部頒訂的飛行訓練教範、技術命令與飛行操作手冊外，另有模擬機做為主要的訓練輔具，而模擬機中又以三具視效模擬機為主要飛行模擬訓練的教學輔具。

起落航線飛行術科訓練概況：飛行訓練流程方面，八十七年起年由年度進訓兩班次飛行學員改制為年度內進訓四班次。期為空軍在未來的十年能夠滿足新一代機種之空勤人員需求。飛行訓練實務方面，在飛行教官與學員間，採師徒制。以教官與學員分組方式來進行飛行訓練。在整體訓練的進度期程內，飛行學員於實際飛行的操作時間十分有限，但卻必須在此期間達到安全單飛的考核標準。故在有限的訓練資源與模擬機輔具下，起落航線之停訓率均高於各個飛行訓練階段。

##### 2. 基礎飛行訓練起落航線學員停訓因素

本研究整理分析空軍官校八十八年至九十二年班之 18 個訓練班次在基礎飛行訓練之完、停訓資料。探討飛行學員於起落航線階段訓練術科停訓之因素，發現如下：

交互檢查能力不足：交互檢查能力意指飛行員對於起落航線操作之航線各轉彎點之掌握、基本飛行技術與飛行儀表數據之修正、通話程序、其他航機位置之了解、安全顧慮等，同時間多項操作之兼顧能力不足。

飛行狀態判斷能力弱：學員對於飛機之三度空間狀態之判斷與修正、空中目標與地面物之參考、飛機的飛行軌跡，無法

達到獨立判斷與操作的能力。

下滑道判斷能力弱：下滑航道即是一飛行員在完成下滑轉彎對正跑道後，自五邊進場至脫離下滑仰轉落地的中間過程。飛行員必須瞭解在正常的情況下，需考量諸多安全因素並按照標準的下滑道進場落地。下滑道判斷能力弱即指飛行學員無法安全的保持下滑航道，其中包括穩定的下滑角度與進場空速的調整、對正跑道中心線、判斷側風方向並採取正確的修正方式、判斷與跑道的接近率等。

無法安全操作落地：一個安全地落地必須符合良好落地的四個要求：A.在計畫的著陸區以內著陸：通常空軍各機種均要求落在跑道 500 呎至 1500 呎之間，任何飛行員如能把握正確的操作方法及數據，均能達到此項要求。B.在技術命令建議的著陸速度著陸：飛行員只要能把握正確的進場空速與下滑道，配合駕駛桿與油門的正確操作，即可自然地將空速減至技令建議的著陸速度。C.著陸時飛機的下降率減小至接近於零：飛機著陸時下降率愈大則表示落的愈重，且易造成飛機結構受損。D.著陸時飛行線平行跑道：飛機在未觸地前是在三度空間運動，飛機落地時受到側風影響或飛行員操作不協調，都可能造成落地時發生偏側現象，亦即飛行線未能平行跑道。如飛行員不能在著陸時立即修正可能發生的偏側現象，則將增加落地後操作的困難。故飛行學員無法安全操作落地即是違反上述的四個落地要求。

## (二) 起落航線數位視聽教材之發展

本研究發展起落航線數位視聽教材，主要是以飛行學員(學習者)的需求為出發點，滿足其在訓練過程中視覺、聽覺的學習內容，並且符合起落航線飛行訓練之要求標準。李宗薇(民 90)提到有學者研究指出，人類獲得經驗的途徑，視覺經驗佔百分之四十(40%)，聽覺經驗佔百分之二十五(25%)，如視聽經驗結合，則可高達百分之七十(70%)。使用視聽媒體的學習，亦可使學習者理解程度提高，花費時間降低，在所限定的時間裡學習，使用視

聽媒體與方法比不使用者之理解度高出 15 倍。如讓學生至完全理解為止，所花的時間是不使用者與使用者相差 12 倍。即使用視聽媒體與方法者只要花不使用視聽媒體與方法者的 1/12 時間即可。亦即不使用視聽方法者比較使用視聽方法者要多花 12 倍的時間來學習。

本研究根據文獻探討對於起落航線數位視聽教材之建構，分為需求分析、教材設計、教材製作、實務應用四個過程。目的在於藉由這四個過程計畫性的來完成發展起落航線數位視聽教材。

### 1.起落航線數位視聽教材需求分析

透過基礎飛行訓練組的教官以及官校完訓的學員對於有關視效模擬機的滿意度問卷調查，協助研究者釐清視效模擬機運用在起落航線訓練時存在的問題，並藉此瞭解教官與學員對起落航線數位視聽教材的實際需求。

教材內容分析：根據視效模擬機的滿意度問卷分析，顯示飛行教官與飛行學員對於視效模擬機之滿意度是偏低的，諸如有助於學員學習航線各種不正常狀況之改正、有助於學員瞭解起落航線之操作程序之滿意度並不高，以及視效模擬機在起落航線訓練之地標認識、判斷內三邊之寬窄、學習四邊下滑之交互檢查、認識五邊進場下滑道之狀態、學習側風修正之操作、瞭解與學習落地仰轉狀態之變化與操作、及瞭解正常起落航線操作之節奏，均顯示偏低的滿意度。

究其滿意度偏低的原因，於非正式訪談飛行教官後，研究者歸納飛行教官對於視效模擬機之意見，同時整理了五點做為數位視聽教材內容需求的參考：A.視野無法呈現飛機左右兩側之景物。B.地面參考物是以電腦繪圖或貼圖方式呈現，對於視覺效果上並不是很清楚且比例亦有所差異。C.模擬機僅是於其內部儀表上呈現飛機飛行數據與概略情況。但實際飛行易受外界的自然、人為因素，甚至飛機本身之結構與效能而有所影響，因此，其所呈現的數據與操作的真實性仍有所限制。D.基

礎飛行訓練時教官通常會以飛機可目視的結構、外觀(如座艙罩隔框、機首、機翼...等)與目標物之相關位置來進行教學,但受限模擬機功能與未能仿真的外型結構,飛行教官與飛行學員便無法利用模擬機來達到模擬真實的目視效果。E.視效模擬機無法呈現起落航線訓練時,飛行學員該注意的地面參考物與視覺角度(如左右機翼、進場下滑道的角度、仰轉時機首與外界的動作變化等)。

為求視聽教材未來之實務應用,發展起落航線數位視聽教材期能補視效模擬機功能之不足處,且符合現行飛行訓練規範下之起落航線要求標準。

綜合本節中對數位視聽教材之需求分析,整理出教材內容需求構面。教材內容需求構面因素彙整,計有五點:A.正常航線:須以飛行學員在目視情況下,呈現起落航線之所有過程。包括從滾行、起飛、正常航線二邊、正常航線三邊、正常航線四邊、衝場邊、解散、內三邊、四邊下滑轉彎、轉五邊、進場下滑道、仰轉落地、連續起飛的飛行操作狀態與地面參考目標。B.通話程序:以 ACP-165 空軍航戰管無線電通話程序之制式內容為主。C.操作學理:在此部分須以 T-34C 型機飛行訓練教範、起落航線專輯之要求標準與操作內容,將起落航線學理概念融入於數位視聽教材的飛行操作的講解中。D.操作技術:以正常航線操作流程為主,飛行教官必須口述飛行操作技巧、指導、飛行數據、交互檢查以及航線之要求重點。包含起飛、上升轉彎、上升轉彎改平飛、平直飛行、平飛檢查、平飛轉彎、下降轉彎、下降轉彎改平飛、衝場解散、不同外型平直飛行、下滑轉彎、五邊進場、側風修正、仰轉落地。E.環境因素:飛行的過程常受到自然界不可抗拒的外在因素影響,例如能見度、天空雲幕情況、側風狀況等。以研究者之飛行經驗而言,每一次飛行的情況都不同,故若要發展符合所有自然條件與環境因素之教材,將耗費極大的成本與資源。

資源與限制分析:由於研究者其個人研究之實務情況與身處軍事環境之文化背景下,在研究資源與限制方面,自是必須克服許多資源限制與不便。故研究者將其在實際行動研究過程中,整理相關於研究的資源與限制的發現。A.單位行政:單位行政方面,由於空中攝影對軍事單位而言有相當的限制與法規規範,研究者必須先行瞭解相關的軍事法規與開放限制,方能規劃相關的拍攝事宜。另因研究者於研究期間適逢單位引進網路學習平台以及模擬機訓練組欲開發未來的 3D 模擬訓練輔具,而尋求研究者之專業協助。因此在諸多因素配合下研究者得以順利進行研究的進度與工作。數位視聽教材將實務應用於起落航線之飛行訓練,此教材並非單位頒定核可之訓練教材與輔助工具,因此,必須獲得單位主管或高階主官以訓練研究之名義進行研究工作。B.飛行訓練任務:研究者所屬單位以培育訓練我國軍之飛行人材為主要任務。飛行任務除作戰、演習之外,均須以訓練為優先,必須配合飛行訓練單位既定之訓練期程的訓練任務來進行研究工作。此一限制亦是研究者不可抗拒之阻力。C.研究者資源:研究者要能應變及處理研究過程之行政與飛行訓練產生的困擾,但是在實際研究過程中,教材的拍攝與製作所需之器材與耗材,以及相關的知識與技術,在經濟財力與軍事法規之限制下,研究者必須獨資獨力完成起落航線數位視聽教材。因此行動研究者需學習各項教材製作之相關技術與知識,方能完成起落航線視聽教材之開發。

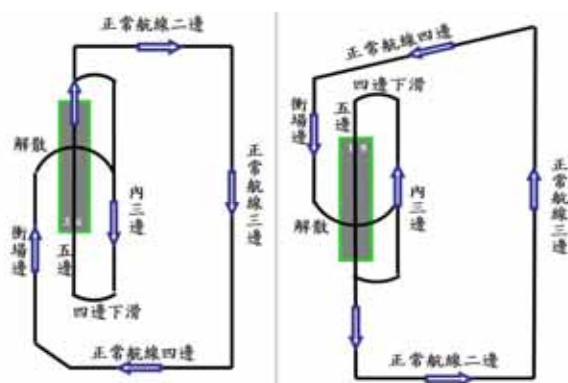
軟、硬體評估:研究者在起落航線數位視聽教材製作之軟硬體評估部分,根據上述之資源與限制分析,蒐集整理有關攝影器材、視訊擷取、影片剪輯製作、燒錄器材之市場情資與網路資料,進而評估與選擇開發起落航線數位視聽教材之軟、硬體。A.攝影器材:以飛行安全為前提之考量,在狹小的座艙空間攝影器材必須是體積小且易於存放、操作與架設,故採用輕巧的 SONY PC-350 數位攝影機結合單腳

腳架，實地拍攝起落航線之飛行操作動作。新一代數位攝影機在攝影品質與功能均符合現階段之教材拍攝要求。而器材的價位幾乎是輕型攝影器材中最高的。B.視訊擷取、剪輯製作與影像輸出以 Pinnacle 之 Movie Box 視訊擷取卡擷取錄製之影像，而教材之編輯後製是採用 Studio Version-9.1 軟體執行，檔案格式製作為 Mpeg2 格式，並另製為 VCD 與 DVD 教材。分發每位受訓飛行學員個人使用、及安裝於飛行訓練與教學使用之電腦。

## 2.起落航線數位視聽教材之設計

此節研究者根據上述之教材需求分析，於此將探討起落航線數位視聽教材之內容設計與呈現方式。

教材內容設計：在如此短暫的時間內，在視聽教材的內容中，起落航線數位視聽教材是一種基礎飛行訓練中，實際飛行操作的視聽訓練教材。腳本的撰寫是一項挑戰。起落航線飛行自起飛離地至飛機落地大約耗時 7 分 30 秒，內容主要呈現起落航線訓練的實景與操作，包括起落航線飛行訓練中所有的操作(36/18 跑道起落航線概念圖如圖二)，從滾行(Rolling)、起飛(Take Off 如圖三)、正常航線二邊(Close Of Normal Pattern 如圖四)、正常航線三邊(Down Wing Of Normal Pattern)、正常航線四邊(Bbase-Leg Of Normal Pattern 如圖五)、衝場邊(Initial)、解散(Break)、內三邊(Down Wing Leg)、四邊下滑轉彎(Base Leg)、五邊(Final 如圖六)、下滑道(Glide Path)、落地(Landing)、連續起飛(Touching And Go)的飛行操作狀態以及航線飛行的參考地標、通話程序與操作技巧。



圖二 36/18 跑道起落航線概念圖

飛行的教官必須口述所有程序、操作重點與檢查要項，同時必須兼顧學理與飛行操作之標準示範。而拍攝者則必須配合飛行教官示範與口述節奏，掌握鏡頭捕捉起落航線飛行之相關內容以及順序性地呈現飛行狀態與地面目標物。所以，腳本的內容要包含上述的重點已是不易，反觀飛行教官與攝影人員，要掌握飛機的不斷前進的速度，飛行操作者與攝影者必須有相當地合作默契。

教材呈現方式：拍攝起落航線飛行是前所未有的創舉，相對的對於教材的呈現方式亦是研究者在未完成拍攝前所無法預見。故須藉由拍攝的視訊情況來決定教材呈現方式。研究者整理文獻、非正式訪談之相關資料，以及評估現有之教材製作設備後，對教材呈現的方式，提出三項要點目標。A.滿足學員或使用需求。包含呈現飛行學員在座艙中的視覺要求與呈現飛行學員在飛行過程的聽覺需求。B.符合術科訓練要求標準。包含呈現飛行數據與操作指導與地標物介紹應於視聽教材中標示位置。C.教材呈現的檔案與媒體格式。採用檔案格式：Mpeg2。考量未來發展之教材將可能於網路教學平台上傳輸以及本研究所選之器材功能決定視聽教材之檔案格式以 Mpeg2 為主。Mpeg2 是當今最為流行的 AV 壓縮標準，可用於視頻、音頻和數位資訊儲存。完整的 Mpeg2 標準可滿足 STB(Set Top Box)等廣播應用和 DVD 或 D-VHS 等多媒體應用。Mpeg2 音頻和視頻信號共用頻寬。除了音頻和視頻信號外，數據流中還攜帶了有關兩種信號的合成資訊。視頻部份佔用了大部份頻寬。當系統位元率高時，音頻信號的位元率比視頻信號或多路再使用數據流的位元率低。由於頻寬十分豐富，因此用戶可對音頻流的各種參數進行設置以獲得最佳的聲音品質(Waqar & Saleem, 2002)。

## 3.起落航線數位視聽教材之製作

製作教材必須經由試拍、教材初製與試用檢討再進行教材修正與重拍製作，至



最後起落航線數位視聽教材的產出。

起落航線視聽教材試拍：起落航線飛行是飛機在低空、低高度的飛行操作，飛機實際距離地面的高度最高僅有 1500 英尺。在企求達到教材內容設計之要求下，必須先以飛行安全為前提下進行攝影。拍攝者必須考量前座(以飛行學員操作為出發點)的操作與視野，配合操作者口述的節奏，隨著起落航線飛行的操作將攝影機鏡頭移動至適當的位置(模擬飛行員於飛行時頭部的轉動)拍攝所有的過程；且必須符合教材所欲呈現的內容。故飛行操作者與拍攝者兩者間必須合作無間，於飛行前完成起落航線飛行的任務提示與溝通，並完整計畫危機狀況發生時的應變處置與組員協調工作。故空中拍攝者與操作者必須能滿足下列條件的要求：A.瞭解機種起落航線飛行的風險與危機處理。B.瞭解整個航線飛行訓練的地標位置。C.瞭解航線飛行的動向與飛行要求標準。D.標準地示範航線的飛行操作與通話程序。E.為符合起落航線數位視聽教材對真實性與臨場感的要求，操作者必須即時的操作與講解，航線飛行的重點與操作方式。F.組員身份必須符合所有法規與訓練規範之規定。依據上述條件，本研究委由資深的飛行訓練教官配合研究者(本身亦是飛行教官)，共同執行數位視聽教材的拍攝錄製。



圖三 起飛



圖四 正常航線二邊



圖五 正常航線四邊



圖六 轉入五邊

視聽教材初製與試用檢討：A.檢討影響拍攝的因素：誠如研究者在教材需求分析中提到環境因素將影響決定飛行拍攝的結果。林振松(民 92)於其研究中提到，飛行員執行任務時，目視機外目標景物，是目標景物的反射光線先穿透過風擋再穿透空氣，然後穿透過護目鏡，最後再穿透空氣而抵達眼睛看到機外目標景物。此時眼睛所感覺到目標景物的亮度(Luminance)是受到風擋與護目鏡組合系

統之亮度透光率(Luminous Transmittance)影響，也就影響機外目標景物的識別。B. 檢討影響教材呈現之因素：在能見度三至五哩下拍攝加上日光強度的照射(座艙罩會反射陽光)，研究者雖以利用數位攝影機之背光模式進行拍攝，擷取後的產出影像品質並無法達到教材呈現之三項要點目標中的「呈現飛行學員在座艙中的最佳視覺情況」要求。「呈現飛行學員在飛行過程的聽覺需求」、「教材必要時呈現飛行數據與操作指導」，在教材初製時亦能凸顯實際存在影響教材呈現的問題。研究者在飛行操作的過程，發現若依據腳本的內容來口述，由於贅字瑣詞太多，不僅無法配合飛機飛行的速度，飛行操作的相關指導卻可能形成誤導。而且拍攝者急於跟上操作者示範的操作節奏，瞬間移動數位攝影機去捕捉鏡頭，造成影響擷取後發現，該時間的影像呈現出的是瞬間移動的模糊畫面，並沒有任何視景畫面可言。飛行數據與標示地標參考物的部份，在影像擷取後，執行 Studio Version-9.1 軟體之所屬編輯工具進行影片剪接、編輯、字幕設計、語音製作。完成初製的教材內容約是三個起落航線操作的過程(約 25 分鐘)，在檔案製成 Mpeg2 格式的視聽教材檔案約為 688 MB，可順利以檔案儲存或透過燒錄裝置進行輸出製作 VCD、S-VCD、DVD 的作業，是項符合教材內容設計的媒體要求。C. 試用檢討：教材在編製過程與製作教材後，於個人電腦上試用時發現以下的缺失：部分畫面因攝影機迅速的移動而模糊不清、飛行操作之口述贅語太多，無法配合飛機的速率、受能見度、日照、座艙透光度之影響，地標未如預期清楚、鏡頭呈現角度不足(鏡頭僅能呈現前方視線 50 度)、教材視訊內容經過剪接，破壞起落航線應有的協調性與節奏、於影片中標示地標物之呈現效果，因飛機是沿航線的飛行路徑運動，故地標呈現僅有幾秒鐘的時間，刻意標示地標物，無實質的意義以及視聽教材中某些場景所見之地標物，乃拍攝者刻意移動攝影機去捕捉而呈現的畫面，但在實際飛行中在飛機穩定的狀態下

受限於飛行員的坐姿的影響，是無法看到的。

行動研究計畫之教材修正方向：綜上所述，為了完成起落航線數位視聽教材研究者提出以下的策略與行動方式來確定教材的修正方向。(A)拍攝問題部份：a. 拍攝時須符合天時、地利、人和的條件。能見度要很好(空氣中最好不要有霾與霧)，高空中能有層薄雲阻擋日照之強光，但不能影響目視情況的可見亮度，在地面的部份，期待地面之風向、風速符合讓飛機以正常的進場動力與空速的操作為最佳，如此在效果與標準上才能達到示範的目的。克服的方式僅有配合飛行訓練任務多次拍攝。b. 加裝廣角鏡頭及單腳腳架，以擴大攝影機的視野與拍攝過程的穩定性。c. 鏡頭畫面要以飛行員正常坐姿下，所能目視的天空與地面狀況為主，無須刻意捕捉不必要的視訊畫面(因為，在狹小的座艙空間，飛行員不能改變坐姿)。d. 操作者與拍攝者必須培養絕佳的默契，操作者必須口述時能考量拍攝者移動數位攝影機之時間來預作前置準備，如此拍攝者才能從容不迫的移動攝影機去捕捉鏡頭，也才可能達到「呈現飛行學員在座艙中的最佳視覺情況」的標準。e. 在聽覺上的需求與飛行操作的指導，可由飛行員之無線電耳機線分接錄音線或於飛行員頭盔耳機中置入高敏度錄音麥克風，再將其接入數位攝影機之錄音孔中，即可在拍攝時同時錄製，而省卻後製時配音的困擾。

(B)教材製作方面：a. 腳本的重新撰寫：精簡口述的內容，以配合飛行的節奏與速率。但仍須達到技術指導、術科要求標準及滿足學員的學習需求。b. 既要呈現「完整的飛行程序與指導」，「剪接內容」的情況便不能有，因為任何視訊段落的剪接即會破壞原有畫面與通話內容的協調性，如飛行指導口述的中斷，畫面銜接的問題。而這部份則有賴飛行示範的教官必須在每次拍攝時都須有完美的演出。c. 飛行時飛機是循著正常規範的飛行軌跡在運動，雖會以地面物做為參考，但只是飛行瞬間的位置確認，無須刻意標示。

起落航線數位視聽教材之完成：本研究歷經數次飛行任務的實際拍攝以及數次的教材後製，依循教材檢討後之內容採取拍攝與製作的策略行動完成教材製作並進行評鑑。A.研究者將教材分製成S-VCD與DVD，同時為了光碟的美觀設計了光碟片之封面。B.專家評鑑：教材審訂部分則由基本飛行訓練組中部份的資深教官，針對起落航線數位視聽教材之飛程序、飛行指導、操作動作、地標介紹、通話程序、內容呈現進行專家評鑑。

#### 4.視聽教材之實務應用

飛行訓練實務之應用：A.飛行學科授課：飛行學員在進入起落航線階段時會進行約十個小時的學科講授其中包含起落航線專輯的學理講授、飛行教範中有起落航線術科飛行的操作重點、地標位置、以及起落航線單飛考試的要求標準。在繼書面資料閱讀及學理講授後，透過視聽教室的投影畫面與個人書桌的電腦畫面來呈現數位視聽教材的內容。B.飛行提示與歸詢：執行飛行訓練任務前，飛行教官與學員對於每次的訓練任務，必須實施飛行前的任務提示，除了一般的規定程序外，飛行學員必須針對飛行課目進行課目的操作講解，然後教官再做有關術科操作、飛安觀念、缺失改正...等有關飛行的指導。飛行教官可透過任務分組提示室的電腦來呈現數位視聽教材的內容對飛行學員進行任務提示與指導。飛行學員之個人應用：A.飛行前：先期了解起落航線訓練內容與相關資訊、自我模擬飛行。B.飛行後：配合數位視聽教材之播放，自我模擬飛行與檢討。以及提供學員間之討論與學習的藍本。

### 五、資料分析與研究發現

本研究依研究目的與研究方法之文獻探討，並整理研究之問卷資料，以分析軟體SPSS10.0進行資料分析。第一部分用以瞭解飛行學員之基本資料特徵。第二部份為問卷資料分析之前導，先行檢定問卷之總信度與各部份之信度。第三部分為

篩選本研究之訪談對象，先行以二階段分群法分出集群，以區別分析檢定分群之穩定性，再以立意抽樣篩選出差異性最大的群組進行訪談。第四部份則是以質性方式進行訪談資料的分析。最後，先以獨立樣本T檢定之分析方法檢定各變數之顯著性並比較受訓班次於起落航線階段之完訓率，分析起落航線數位視聽教材之成效。

#### (一) 研究樣本

本研究之樣本是以空軍官校飛行訓練指揮部九十三年度下半年進入基礎飛行訓練並順利完成首次起落航線單飛的41位學員。對於樣本特徵針對性別、年齡、畢業學校、航線單飛考試次數、單飛考試成績、單飛前之目視飛行總時間、落地次數、每次使用「起落航線數位視聽教材」的時間以及階段訓期內使用「起落航線數位視聽教材」的次數。關於本研究的有效樣本數，由於每位受測學員皆經過起落航線階段為期約一個半月的實驗程序，在問卷實行的統計結果顯示，發出41份問卷，回收41份，均為有效問卷。

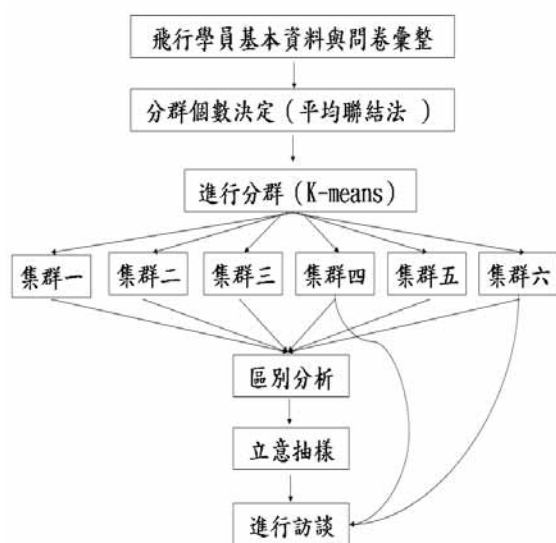
#### (二)起落航線數位視聽教材問卷信度分析

在信度方面，本研究以問卷方式詢問受訓學員對T-34C型機起落航線數位視聽教材之有用性、易用性、內容設計的滿意度與教材呈現方式的滿意度等四個構面。採用Cronbach's  $\alpha$ 進行信度檢測(Cronbach, 1951)。所有構面的Cronbach's  $\alpha$ 均大於Nunnally(1978)建議的0.7，且本研究之問卷總體信度為0.9551，亦大於0.7，因此本問卷具有相當的信度。

#### (三)受訪對象的篩選

欲瞭解本研究開發之教材對飛行學員之影響。因此，研究者以訪談方式深度的探討起落航線數位視聽教材應用時，對飛行學員、行政構面、飛訓實務構面以及教材媒體本身所產生的影響。因此，為篩選訪談對象，如圖七。研究者彙整本研究之問卷資料利用分析工具以二階段之分群技術來分區集群，並以區別分析檢定分群結果。集群確定後以立意抽樣方式篩選

出二個極端集群進行訪談。

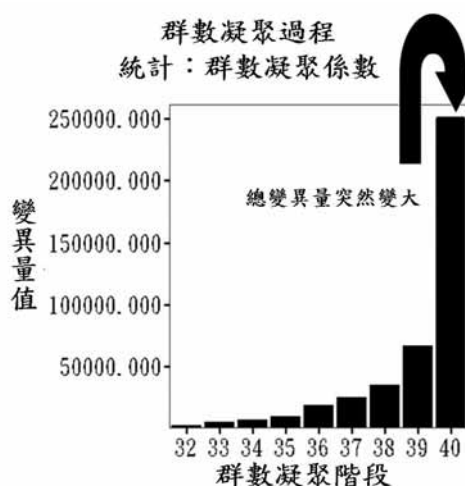


圖七、訪談樣本篩選流程

兩階段式分群技術來篩選，首先第一階段是透過兩階段群集分析將問卷彙整的資料進行分群。兩階段群集分析是指，分群的過程可先由階層分群法求得資料概略分群結果後，再進行非階層群集分析，以求得精確之分群結果(Anderberg, 1973)。Punj & Stewart 歸納比較各種分群方法，發現平均聯結法與華德法為階層分群法效果較佳的兩種；又考慮異常樣本點對分群結果之影響，因此第一階段採用平均聯結法或華德法以求得群集個數與起始點，然後再以非階層分群法 K 平均數法 (K-means Methods)，進行真正的分群工

作。所以本研究將先利用平均聯結法找出適當的群集數，再以非層次群集法的 K 平均數法，將觀察值分群至各群集之中。

第一階段採用階層式分類法之平均聯結法(Average-Linkage Method)分群，其可評估格式化的集群的內聚性並可取得適當的集群個數資訊，如圖八。橫軸是最後 9 個合併的樣本，縱軸是合併後的群集總變異量。由於平均聯結法是將每個樣本分別視為一個群集，然後將各群集依次合併，合併之順序取決於合併後之群集內總變異量的大小；在樣本加入後所改變的變量越小越好。



圖八、群集間總變異量變化圖

表四、飛行學員群組之區別分析混淆表

實際 群組	預測群組						總計
	群組1	群組2	群組3	群組4	群組5	群組6	
群組1	5(100%)	0(100%)	0(100%)	0(100%)	0(100%)	0(100%)	5(100%)
群組2	0(100%)	8(100%)	0(100%)	0(100%)	0(100%)	0(100%)	8(100%)
群組3	0(100%)	0(100%)	9(100%)	0(100%)	0(100%)	0(100%)	9(100%)
群組4	0(100%)	0(100%)	0(100%)	6(100%)	0(100%)	0(100%)	6(100%)
群組5	0(100%)	0(100%)	0(100%)	0(100%)	9(100%)	0(100%)	9(100%)
群組6	0(100%)	0(100%)	0(100%)	0(100%)	0(100%)	4(100%)	4(100%)

註：括號內數字為區別分析之各群正確區別率

表五、飛行學員K平均數集群分析

分析構面	一	二	三	四	五	六
單飛考試次數	2	2	1	1	2	3
單飛考試成績	81	79	79	82	78	75
首次單飛的	21 : 26	24 : 02	19 : 11	17 : 27	22 : 25	25 : 28

目視飛行時間						
落地次數	87	96	78	73	90	108
每次使用教材的時間	1/2~1小時	1~2小時	1/2~1小時	1~2小時	1/2~1小時	1/2~1小時
教材使用次數(二個月內)	5至10次	10次至20次	10次至20次	5次以內	10次至20次	5至10次
教材之有用性	有點同意	同意	同意	同意	同意	沒意見
教材之易用性	同意	同意	同意	同意	同意	有點同意
教材內容設計之滿意度	同意	同意	同意	同意	同意	有點同意
教材內容呈現方式之滿意度	有點同意	同意	有點同意	同意	同意	沒意見

因此，可以明顯看出當由 38 進入 39 時，群集總變異量將突然變大，也就是說如果將剩下的六群合併成為四群，將會因為將不屬於一群的樣本合併成為一群而導致群集內總變異量急速增加。因此可以認定將飛行學員的基本資料與問卷反應(包含，單飛考試次數、單飛考試成績、首次單飛的目視飛行時間、落地次數、每次使用教材的時間、教材使用次數、教材之有用性、教材之易用性、教材內容設計之滿意度、教材內容呈現方式之滿意度)分成六群是比較合適的。

為進一步檢定上述兩階段集群分析所得到的集群解釋是否有效，本研究以區別分析(Discriminate Analysis)得到五個區別函數值；且區別函數經 Wilk's Lambda 檢定皆達顯著水準。顯示本研究將飛行學員區分為六個集群的區別效度良好。根據

這五個區別函數來對現有樣本進行區隔，在所有的飛行學員中全部皆被正確的分群，正確區別率達 100%，如表四。這顯示區別效果非常好，本研究所決定之六個飛行學員分群的穩定性非常高。

第二階段採用 K 平均數法，來將所有的樣本進行實際的分群，其結果如表五所示。本研究由上述之分析流程分出了六個集群，如表六。為進行訪談樣本的抽樣採立意抽樣方式，Uma Sekaran 提出立意抽樣必須從特定群體中蒐集資訊。此一抽樣方式侷限在能提供所需資訊的人們，原因可能是只有這些人擁有資訊，或是只有他們符合研究者設定的標準。

從集群的分析資料與飛行評鑑構面，決定以集群四與集群六之飛行學員做為訪談的對象。

表六、K平均數集群分析後之集群樣本

集群別	一	二	三	四	五	六
樣本個數	5	8	9	6	9	4
飛行學員編碼	93112 93113 93123 93208 93214	93102 93105 93107 93109 93115 93116 93117 93205	93114 93118 93120 93201 93206 93211 93213 93217 93218	93108 93204 93207 93212 93215 93216	93101 93103 93104 93110 93111 93202 93203 93209 93210	93106 93119 93121 93122

資料來源：本研究整理

#### (四) 訪談資料分析

本研究開發起落航線數位視聽教材

且實務應用於飛行訓練，為深入探究教材對研究場域之環境、文化、個人以及教材本體所產生之影響，因此根據立意抽樣後之集群成員，以教材媒體構面、單位行政

構面、飛訓實務構面以及飛行學員四個構面設計問題並進行深度訪談，訪談對象受現實環境與學員完訓分發後之單位各異，共計訪談七個個案。

## 1.教學媒體構面

採用數位視聽教材的因素：教材本身的吸引力、授課教官的推薦、對教材的新鮮感、面對停訓壓力不得不用。飛行準備的方向不再只有飛行教範上書面的陳述，而是具有實地實景的參考、操作手法與通話程序。對進訓的學員而言，是種新鮮刺激與新穎的學習輔具。

數位視聽教材製作的專業性：受訪者認為起落航線數位視聽教材在內容呈現上，在個人的資訊裝備或個人電腦上使用，影像呈現的清晰度較沒問題。但若是透過投影的視訊裝備放大後，影像與字幕則會模糊不清。另有多位受訪者表示教材內的背景雜音(發動機的聲音、風切聲、無線電通話等)，會對學員學習時有所影響。訪談者中在屬於集群四(飛行成績較佳)的飛行學員大多表示教材的影音呈現有助於實況的模擬。而集群六(飛行成績較差)的學員則表示其干擾模擬與學習之專注力。

教材內容的豐富度：受訪者表示所屬分組帶飛教官的教學方式與飛行習慣的差異，飛行學員可能被要求需具更多的操作能力(如額外的地標判斷、飛行數據的交互檢查與修正)。因此，起落航線數位視聽教材並無法滿足適性於個人的飛行指導。

飛行現況與教材呈現之差異：飛機在空中運動仍受到外界因素的影響，如雲幕高、能見度、地面與空中的風向、風速等諸多因素。受訪者表示教材未能呈現不同外界特性的飛行場景，提供飛行學員針對不同的環境因素有其因應的操作參考。

拍攝技術與科技限制的考量：多數的受訪者均表示起落航線數位視聽教材的視野角度無法達到人體裸眼的視野角度。透過眼睛的運動的範圍，這範圍水準是大約 100 度，垂直 90 度(Boeder,

1961)，但是觀眾通常把眼睛旋轉限制在離中心 20 度，然後旋轉他們的頭取得更大的變化(Simon et al., 2004)。受限於目前資訊科技的限制本研究在現況下並無法在教材拍攝上獲得解決。

身歷其境的感覺：起落航線數位視聽教材的內容中，蘊含著飛機運動於大氣中的背景雜音、發動機的噪音、無線電的通話、飛行教官的訓練指導等。對於部分受訪的飛行學員而言，是個難得的實境場景的環境模擬，讓受訓學員在使用教材的過程有身歷其境的感受。尤其是在實際操作起落航線二至三架次後，對於教材內容的吸收更能展現訓練效果。

多元化飛行技術教學媒體研發：受訪者在訪談中表示初次體會起落航線數位視聽之後，雖能順利進入下一階段的飛行訓練，但卻也因此對後續的飛行訓練術科之性能、特技以及儀器飛行的課目，也期待有類似的訓練教材輔具，能幫助其在後續階段的訓練中更有效率的學習。

## 2.單位行政構面

飛行專業媒體之製作：受訪的飛行學員表示受過飛行訓練後，亦能體會飛行的運動過程中，要拍攝飛行的操作與飛機的運動狀態實非易事。且受訪學員對於數位視聽教材的後製與呈現的內容，均期待有更好的品質。受限於裝備與經費，起落航線數位視聽教材仍有很大的空間亟待精進。有鑑於此，受訪者以自身(學習者)為出發點提出建議，期待能有專責的教材研發單位來開發數位視聽教材。

數位視聽教材應用的隱憂：具有軍人身分的受訪者，均瞭解軍用機場附近空照的法規規範，因此即便飛行學員認為數位視聽教材有助於個人的飛行訓練，但在現行法規未能隨著資訊科技發展的步調適時修訂的情況下，飛行技術數位視聽教材未來的發展是有其限制的。

輔具結合節省訓練資源：受訪者大都表示藉此教材即可在寢室或個人的資訊裝備，甚至配合模擬機進行飛行的準備。

反思每年度模擬機訓練組花費在維護模擬機軟、硬體設施的經費約五百萬台幣，且飛行學員訓練能量有限。飛行學員必須按照預排的訓練行程來實施模擬飛行訓練。若學員提出額外的訓練需求，模擬機訓練組則必須針對需求來另外安排指導教官與模擬機。增加額外的人力負荷與裝備消耗。而起落航線數位視聽教材，製作成本低，且在個人資訊設備即能使用，若能實際運用於飛行訓練上，應可大幅減少訓練人力與資源的耗費。

### 3.訓練實務構面

幫助航線地標的認識：受訪者認為在進入起落航線訓練階段前，對於實體授課時，飛行教官所陳述之航線地標，僅能以想像的方式或前一班次學員所紀錄之航線飛行計畫之書面資料作為參考。而起落航線數位視聽教材則提供了明確的空中視景、地標物的明確位置與實際影像，減少學員在空中尋找地標、判斷地標的困擾，而能在對地標有所認識後，專注於航線飛行的操作修正與落地技術的學習。張景媛(民80)認為前導組體可以提供學生便於組織和解釋新來的訊息的概念架構，使學生能迅速地將主要教材結合統整起來。多媒體具有統整教材的能力，所以學生能經由多媒體呈現的效果來建構學習的概念。

航線飛行節奏的掌握：以往學員在起落航線訓練階段，對於飛行的模擬與自我練習，必須以視效模擬機或自我練習來增進自己對航線操作的熟練度，但由於是憑空想像與操作練習，往往在實際飛行上是有明顯的出入。因為，飛行時飛機是以每分鐘約 2.5 海浬的速度前進，除了程序要熟練外，學員對於時間、節奏的掌握卻不甚理想。受訪者表示在配合起落航線數位視聽教材自我模擬練習飛行操作，即可感受一次起落航線飛行的「快」與「節奏」。

航線飛行狀態觀念：多數受訪的學員均表示，在實際飛行操作與數位視聽教材配合執行訓練的情況下，對於起落航線上的轉彎操作、解散狀態、下滑轉彎、下滑

道之保持以及仰轉落地飛行狀態的觀念建立，均有正面的幫助。飛行是三度空間的操作，幫助學員建立三度空間的狀態觀念，也是起落航線視聽教材內容設計的主要理想之一。

飛行教官角色的調整：與飛行學員互動最密切的即是屬於該組的帶飛教官，而學員接受飛行技術最直接指導亦是個人的帶飛教官。因此，受訪學員均表示在起落航線飛行訓練過程中，教官能以數位視聽教材來指導學員學習航線飛行。相對的學員學習的成效與領會均會較自己獨自學習來的有效率。程千芳(民89)提出學生自我分析其技術停飛的原因中，「教官因素」佔了約 30%的比率，此一因素突顯「教」與「學」兩者相配性對於飛行訓練的影響，尤其在一對一的師徒關係中，其直接或間接地影響了教學品質、學習效果。

### 4.受訓學員構面

學員主動學習與檢討：當第一次準備起落航線飛行、模擬起落航線操作、認識地標、了解起落航線程序、飛行後的缺失檢討、模仿教材內容的操作節奏等。均是受訪學員提到自己在利用數位視聽教材學習起落航線的情境。雖然每一位進入飛行訓練的學員均有高度學習企圖，但有了數位視聽教材之後亦能讓學員更有方向的學習與檢討。

減輕訓練壓力：依據 Cooper 等人針對一百多種職業進行調查之結果，飛行員是被評定為最高職業壓力群之一，然而不適當的面對壓力，則常是導致飛航事故原因之一。另依據程千芳(民90)等人提到在諸多研究中顯示情緒穩定是影響飛訓表現的主要因素，若學生情緒過於緊張、患得患失，反而會干擾飛訓成效，而無法展現最佳之學習成效。受訪者表示以前在做飛行前準備時，僅能參考前班次完訓學員的記錄資料，或是大概繪出授課教官口中述敘的起落航線重點，但在空中實際操作時才發現自己的筆記、航線繪圖與事實的差異很大，另起落航線飛行結合了基本的

飛行操作、觀念、通話、地標等。要將所有的重點結合對初學者是有相當的困難的，而起落航線數位視聽教材即是實際的起落航線飛行的過程與影像，滿足了學員最直接的需求。能協助飛行學員掌握航線的操作節奏與各項程序，對於起落航線飛行的準備有明確的方向。因此，大幅減少受訓學員對起落航線準備的壓力。

飛行安全觀念的建立：教材內容是制式的起落航線飛行的操作，亦是實際起落航線飛行的示範。受訪學員表示在起落航線學習的過程漸漸可以體會，每一次的落地都必須要求自己做到制式與符合標準，才能避免自己處於不正常的狀態或危險的產生。這亦是飛行訓練的目的。

學習典範，掌握飛行節奏：「影片中教官示範的操作、口述的重點、飛行的程序、還有無線電呼叫等。就是整個航線飛行的節奏」。多數受訪者皆有類似的感受，也從教材內容的呈現學習航線的操作，無形中也掌握了飛行的節奏。

走到哪，學到哪：「它是一個影音檔案，讓我想學習或檢討時，有裝備就能用。」受訪學員表示起落航線數位視聽教材，有別於大型的視效模擬機、書面的飛行教範。它僅是一片資訊媒體、檔案，可以讓學員在有視聽裝備的地點均能學習，無論是個人寢室、分組提示室、甚至家裡都可以作為準備與複習飛行的飛行輔具。

同儕互動學習：飛行學員在起落航線單飛階段未完成前，生活均採集中管理且限制休假。受訪者表示同一寢室或同一飛行分組的學員，會於使用教材模擬時與好友或組員分享心得與彼此鼓勵，在情緒低落或遇到瓶頸時。同儕間的互動往往具有正面刺激鼓舞的作用。

#### (五) 起落航線數位視聽教材之成效比較分析

本節以獨立樣本 T 檢定探討使用起落

航線數位視聽教材，對於飛行學員在起落航線訓練易犯錯誤的改善，是否存在顯著的差異。並比較歷屆完訓班次之起落航線階段完訓比例，探討起落航線數位視聽教材在飛行訓練的實質貢獻與成效。

##### 1. 起落航線操作缺失獨立樣本 T 檢定

本研究整理 92 年度進訓班次於起落航線訓練期中各分項之操作缺失次數，並與 93 年度使用起落航線數位視聽教材之進訓班次之缺時情況，以獨立樣本 T 檢定檢定樣本之顯著性，結果如表七所示。除了使用起落航線數位視聽教材對於飛行學員在起落航線起飛操作的缺失改善；以及用起落航線數位視聽教材對於飛行學員在起落航線解散動作操作的缺失改善，並無顯著的差異外，其餘皆顯著。

##### 2. 起落航線數位視聽教材之成效比較

本研究由獨立樣本 T 檢定分析使用與未使用起落航線數位視聽教材之受訓班次於起落航線術科操作的缺失，發現除在起飛與解散操作這兩項評鑑部份並未達顯著之外，其餘構面均達顯著。另比較平均個人之犯錯次數上，如表七。發現在起飛、解散這兩操作缺失上未能有所改善。而在飛行計畫、正常航線、三邊、四邊下滑、五邊進場以至仰轉落地與通話程序，個人平均缺失次數均明顯減少。

如表八、九所示，分別比較未使用教材之歷年度的受訓班次於起落航線階段之停訓比率與 92 年度之受訓班次之停訓比率比較。發現使用數位視聽教材之受訓班次停訓率是 25%，比歷年度受訓班次之停訓率 61.6%，減少了 36.1%。在比較 92 年度之受訓班次之停訓比率 42%，亦減少了 17%。

因此，本研究開發之起落航線數位視聽教材，對於飛行訓練之實質成效有減少學員在起落航線上的操作缺失，提升了學員在起落航線訓練期程中的飛行能力，同時也改善了居高不下的停訓比率。



表七、起落航線數位視聽教材之使用之成效分析

構面因素	平均缺失次數(次/人)		T檢定	操作缺失改善與否	是否達到教材發展目標
	未使用	使用			
飛行計畫	4.8	2.4	顯著	是	是
起飛	6.0	5.2	未顯著	否	否
正常航線	11.5	7.4	顯著	是	是
解散	3.8	3.8	未顯著	否	否
三邊	8.4	5.5	顯著	是	是
四邊下滑	10.8	5.9	顯著	是	是
五邊進場	12.8	6.6	顯著	是	是
仰轉落地	11.1	6.0	顯著	是	是
通話程序	4.7	3.7	顯著	是	是

資料來源：本研究整理

表八、88-92年度與93年度進訓班次起落航線階段停訓率之比較分析

進訓班次	數位視聽教材	進訓人數	停訓人數	飛行訓練階段							
				八課交互帶飛階段		起落航線單飛階段		空域編隊單飛階段		其他因素停訓	
				停訓人數	停訓比率	停訓人數	停訓比率	停訓人數	停訓比率	停訓人數	停訓比率
88-2班~92-4班	未使用	519	184	51	27.6%	113	61.6%	17	9.4%	3	1.4%
93-1班~93-2班	使用	53	16	8	50.0%	4	25.0%	4	25.0%	0	0.0%

表九、92年度與93年度進訓班次起落航線階段停訓率之比較分析

進訓班次	數位視聽教材	進訓人數	停訓人數	飛行訓練階段							
				八課交互帶飛階段		起落航線單飛階段		空域編隊單飛階段		其他因素停訓	
				停訓人數	停訓比率	停訓人數	停訓比率	停訓人數	停訓比率	停訓人數	停訓比率
92-2班~92-4班	未使用	78	32	12	39.3%	14	42.0%	6	18.3%	0	0%
93-1班~93-2班	使用	53	16	8	50.0%	4	25.0%	4	25.0%	0	0.0%

## 六、結論與討論

本研究透過文獻整理與研究議題探討開發數位視聽教材發展時各階段之考量因素及實際應用策略，以建立行動研究之架構。藉此教材提供飛行學員一個簡單化、程序性、節奏性的飛行訓練之教材輔具，並探討其對起落航線飛行之訓練成效以及對飛行訓練產生的影響。本章根據研究過程與資料分析結果，歸納研究之成果與貢獻，提出本研究的結論與建議。另提出研究的相關限制，以提供未來的研

究方向。

### (一) 研究成果與貢獻

本研究之成果與貢獻共有六點，分述如下：

1.創新飛行訓練之教學輔具：在基礎飛行訓練的過程，模擬機一直是主要的訓練輔助器材，但在實際飛行訓練時在行政支援與訓練能量以及仿真度的限制。因此，本研究以飛行教官的觀點，深思飛行學員在訓練過程中「真正需要的是哪些幫助？」，因此，在以學習者之實際需求為出發點，開

發了航空領域有關基礎實際飛行訓練操作的數位視聽教材，並能實地的應用於飛行訓練！

2. 飛行領域數位教材應用研究之先驅：本研究開發起落航線數位視聽教材，並實務的應用於基礎飛行訓練之研究，對國內航空領域而言為首創之舉。

3. 提升起落航線飛行訓練之成效：起落航線數位視聽教材之應用，於起落航線訓練的進度期程內實質地減少學員在起落航線上的操作缺失，同時也改善了該階段居高不下的停訓比率。

4. 探討影響教材應用之相關構面並提出建議：本研究於影響數位視聽教材應用的構面(教學媒體面、單位行政面、訓練實務面、飛行學員面)的探討。在「教學媒體面」影響的關鍵因素有：(1)符合飛行學員學習的需求(2)資訊科技的支援限制。(3)教學媒體之資訊豐富性與指導不足。(4)教學媒體製作之專業性與多元性開發。(5)呈現飛行實況、訓練情境，猶如身歷其境。在「單位行政面」影響的關鍵因素有：(1)應設置飛行教材專業開發與評鑑單位。(2)結合現行之模擬機訓練輔具，相輔相成，節約訓練資源。(3)修訂法規，規範符合訓練需求之資訊密級。在「飛訓實務面」影響的關鍵因素有：(1)規劃訓練實務應用方式，達成訓練要求與訓練進度。(2)資訊科技運用，增加教學互動，改善教官與學員之嚴肅關係，有效指導學員。在「飛行學員面」影響的關鍵因素有：(1)教材應用有效刺激飛行學員主動檢討與學習。(2)教材呈現之內容明確與制式，減輕飛行準備壓力(3)模仿是學習飛行操作與節奏的最佳路徑。(4)制式的飛行操作示範，無形中建立飛行學員危機與飛行安全的觀念。(5)學習、訓練無處不在。(6)合作學習具有正面刺激與鼓舞的作用。飛行訓練是單位行政、實務訓練、飛行教官與學員、

教學輔具等，環環相扣的關係，結合上述構面之關鍵因素本研究提出以下建議：(1)飛行技術數位教材的發展須建置，專業的研發單位與評鑑機制。(2)基礎飛行訓練是空防的基石，飛行訓練須有完整規劃，結合引進之網路教學平台，教學輔具結合，創造訓練價值。(3)隨著資訊科技的發展，法規規範應適時檢討進行修訂。

5. 發現行動研究於飛行領域的價值：(1)行動研究之領域若為特殊環境且為實務踐行時，研究者對研究負成敗責任。因此，研究者之領域專業地位、適度的人脈關係、單位文化與行政運作之瞭解是研究者必備的條件。(2)行動研究涉及敏感度較高或軍事訓練之研究，研究者必需熟諳相關法令規章，並尋求法律顧問以求慎重與自我保護。(3)行動研究者須清楚研究過程中，本身的能力與限制並尋求協助，為研究努力突破各種限制，學習新的專業與知識。(4)行動研究過程不僅能創新飛行訓練之模式與創造研究價值，亦能提升研究者本身的專業能力。(5)行動研究於飛行訓練研究全程，研究者可體會單位行政與執行面之政治運作、法規規範及飛行教官與學員之互動與潛在內部深層的問題並進行檢討與批判。(6)行動研究於技術性或具危險性之技術研究時，透過研究的計畫與執行過程(如飛行教材拍攝與製作)，能發現可能潛在危安因子，促使研究者做適當的風險管理措施。

6. 發現資訊科技對於飛行訓練之成效與支援限制：本研究是研究飛行訓練視聽教材，在運用資訊科技工具進行開發教材過程，發現如下。(1)3D視聽教材經由資訊科技工具之運用，得以成功的開發起落航線數位視聽教材並應用。(2)起落航線數位視聽教材於實務之應用，可製作為個人教材並協助訓練單位提升訓練成效與階段性的完訓率。(3)數位攝影器材之鏡頭視野，在現今科技技術下，單一鏡頭無

法呈現人體肉眼的視野，若要進行多次的拍攝，仍受到自然因素之影響。

(4)資訊科技工具對於空中攝影之數位像素與擷取之最佳畫質，與肉眼視野所見有所差異。(5)影音製作的資訊技術與軟體支援，無法進行動態之影像合成。

## (二) 研究限制

由於空軍官校雖屬於學校，但其負責國軍飛行訓練人材之培育，不僅具有學校之性質，更具軍事基地之實。在各項軍事法規限制之考量下，起落航線之視聽教材，並不適宜於網路上傳播。現況肇致本研究在實務訓練應用上，並未探討網路教學之應用。

在飛行訓練上，考量未來部隊訓練之訓量，以及新一代戰機各機種之換裝訓練能量，配合部隊調整進訓班次，於八十八年起，年度內進訓班次改為四點進訓，畢業學生分成四個班次，每季進訓一班次、半年完訓一班次，因此，每班次進訓學員人數至多不超過35人。本研究選定年度訓期內之兩班次作為研究樣本，樣本數較不足。

本研究開發之起落航線數位視聽教材，在教材設計、發展、製作，均由研究者獨立完成，在教材評鑑部份較不嚴謹。本研究探討起落航線數位視聽教材的應用，研究設計的主體樣本是以飛行學員為主，但為了研究的嚴謹與實證，考量並不應只有學員的層面，應包括飛行教官的部份。

## (三) 未來研究方向

本研究僅為基礎飛行訓練提供一教材輔具與應用之研究方向，對於軍事飛行員之飛行技術以及相關戰術之訓練，仍有廣大的空間可以發揮。且受限於行動研究之特性，難以推廣至整個領域。因此在議題上，建議以朝向「適性化」、「個別化」之飛行訓練教材的開發研究，且須認知網路教學與數位學習已是無可避免之趨勢，科技兵種之空軍，對於此一領域之研究

更應有所體認。

誌謝

本研究之經費承蒙國家科學委員會補助，計畫編號 NSC 94-2520-S-110-001。

## 七、參考文獻

### 中文參考文獻

- [1] Waqar Saleem, “MPEG2標準的壓縮分層和編碼原理”，富士通微電子美國公司，技術解決方案組，2002。  
[http://www.eettaiwan.com/ART\\_8800294047\\_617739\\_7264b000.HTM](http://www.eettaiwan.com/ART_8800294047_617739_7264b000.HTM)
- [2] 王立行, “電腦輔助教學的理論與實務探討”, 資訊與教育, Vol.30, pp24-33, 1992.
- [3] 王坤德, “數位學習教材機制的設計與管理研究”, 國立成功大學工學院工程管理碩士在職專班, 碩士論文, 2003.
- [4] 吳美枝、何禮恩譯, 吳芝儀 校閱, “行動研究: 生活實踐家的研究錦囊”, 嘉義市, 濤石文化, 2002.
- [5] 李宗薇, “教學媒體與教育工學”, 台北市, 師大書苑, 2001.
- [6] 林振松, “飛機風擋與護目鏡之亮度透光率與視力敏銳度之研究”, 逢甲大學工業工程研究所, 碩士論文, 2003.
- [7] 空軍總司令部編印, “T-34C機基礎飛行訓練教範”, 1998.
- [8] 空軍總司令部編印, “起落航線專輯”, 2004.
- [9] 邱鴻麟, “資訊科技融入國小環境教育課程之教學歷程研究”, 國立臺灣師範大學環境教育研究所, 碩士論文, 2002.
- [10] 洪榮昭, 劉明洲, “電腦輔助教學之設計原理與應用” 台北市, 師大書苑, 1997.
- [11] 洪曉芬, “利用三維概念圖建構網路教材之探討—以會計學為例”, 彰化師範大學商業教育學系研究所, 碩士論文, 2002.
- [12] 夏林清, 基層教師協會譯, “行動研究法導論—教師動手做研究”, 遠流, 1997。  
<http://www.ylib.com.tw> ( Herbert Altrichter, Peter Posch, and Bridget Somekh, Teachers Investigate Their Work, 1993 Rout ledge )
- [13] 徐美香, “非同步多媒體網路教學系統之研究—以有氧舞蹈運動為例”, 國立體育學院運動科學研究所, 碩士論文, 2003.
- [14] 祝道松, 林家五譯, Uma Sekaran原著, “企業研究方法”, 台北市, 智勝文化,

- 2003.
- [15] 張添洲, “教材教法—發展與革新”, 台北市, 五南, 2000.
- [16] 張景媛, “從認知心理學談教學媒體的功能—見「教學媒體研究」”, 台北市, 五南, 1991.
- [17] 張雅雯, “兒童英語網路化多媒體教材之發展”, 淡江大學教育科技研究所, 碩士論文, 2000.
- [18] 許健哲, “大一英語會話網路教材之設計與發展”, 淡江大學教育科技研究所, 碩士論文, 2002.
- [19] 陳年興, “E-Learning教學設計與學習活動帶領”, 摘錄至 <http://cu.nsysu.edu.tw/learn/index.php>, 演講講義, 2002.
- [20] 陳金祝, “學生特質影響電腦輔助學習”, 師友, Vol. 354, pp32-35, 1996.
- [21] 程千芳, “飛航安全之人為因素與技術停飛:心理因素分析”, 筧橋學報, Vol.7, pp339-356, 2000.
- [22] 程千芳, “認識飛航壓力”, 空軍學術月刊, Vol.538, pp63-74, 2001.
- [23] 舒富男, “利用資訊科技研製雷射與生活教材之研究”, 國立中正大學物理研究所, 碩士論文, 2002.
- [24] 黃信銘, “資訊科技融入國中國文教學新探”, 國立高雄師範大學國文教學, 碩士論文, 2004.
- [25] 潘淑滿, “質性研究:理論與應用”, 台北市, 心理出版社, 2003.
- [26] 蔡美華譯, 王文科審訂, “行動研究法”, 台北市, 學富文化, 2003.
- [27] 蔡清田, “教育行動研究”, 台北市, 五南, 2000.
- [28] 賴秀芬, 郭淑珍著, 胡幼慧主編, “質性研究—理論、方法及本土女性研究實例”, 台北市, 巨流圖書公司, 1996.
- [29] 賴雅芬, “國小教師利用鄉土教學活動進行環境教育之參與式行動研究”, 國立台灣師範大學大學環境教育研究所, 碩士論文, 1997.
- [4] Holter, I.M., and Schwartz-Barcott, D., “Action Research: What is it? How Has It Been Used and How Can It be Used in Nursing?”, *Journal of Advanced Nursing*, Vol. 128, pp.298-304, 1993.
- [5] Jonassen, D., “Computer As Mind tools for Schools”, *Pennsylvania State University*, 2000.
- [6] Klein, H. K., and Myers, M. D., “A Set of Principles for Conducting and Evaluating Interpretive Field Studies in Information Systems”, *MIS Quarterly*, Vol.23, No.1, pp. 67-94, 1999.
- [7] Lau, F., “Towards a Framework for Action Research in Information Systems Studies”, *Information Technology and People*, Vol.12, No.2, 1999.
- [8] Lincoln, Y., and Guba., “E. Naturalistic Inquiry”, Sage. Newbury, CA, 1985.
- [9] Myers, M. D., “Investigating Information Systems with Ethnographic Research”, *Communications of the Association for Information Systems*, Vol.2, No.23, pp.1-19, 1999.
- [10] Nunnally, J., “Psychometric Theory, 2nd Ed”, New York, McGraw-Hill, 1978.
- [11] Punj, G. & Stewart, D.W., “Cluster Analysis in Marketing Research: A Review and Suggestions for Application”, *Journal of Marketing Research*, Vol. 20, pp.134-148, 1983.
- [12] Simon, A., Smith, R. C., & Pawlicki, R. R., “Omni Stereo for Panoramic Virtual Environment Display Systems”, In *Proceedings of VR.IEEE*, pp.67-73, 2004.
- [13] Stringer, E. T., “Action Research: A Handbook for Practitioners”, Sage, Newbury Park, CA, 1999.

#### 英文參考文獻

- [1] Anderberg, M.R., “Cluster Analysis for Applications”, Academic Press, New York, 1973.
- [2] Baskerville, R., and Wood-Harper, A. T., “Diversity in Information Systems Action Research Methods”, *European Journal of Information Systems*, Vol.7, pp. 90-107, 1998.
- [3] Boder, P., “Co-Operation of The Extra Ocular Muscles”, *American Journal of Ophthalmology*, Vol.51, pp. 397-403, 1961.