

### 三、研究方法與設計

本研究主要探討多個變項之間的關聯性測定兩個或兩個以上的變數之間的關聯情形。因此，採用適合測定兩個或兩個以上的變數之間關聯的相關研究法(correlational studies)。研究工具則採用多因素性向測驗、繪製認知圖及搜尋任務測驗卷。研究對象是以台中縣立某國中一年級學生為樣本。資料分析以 SPSS10.03 版本套裝軟體進行資料統計分析。以下將針對研究架構、研究對象、研究設計、研究工具、實驗流程及資料分析分別加以說明。

#### 3.1 研究架構

本研究主要目的在探討空間能力與空間認知是否有關及在三維空間搜尋系統中的行為表現。研究變項大多涉及到個別的因素，且變因間還可能產生相互影響，故較不宜採用實驗法或準實驗法，其研究主架構如圖 3-1 所示。

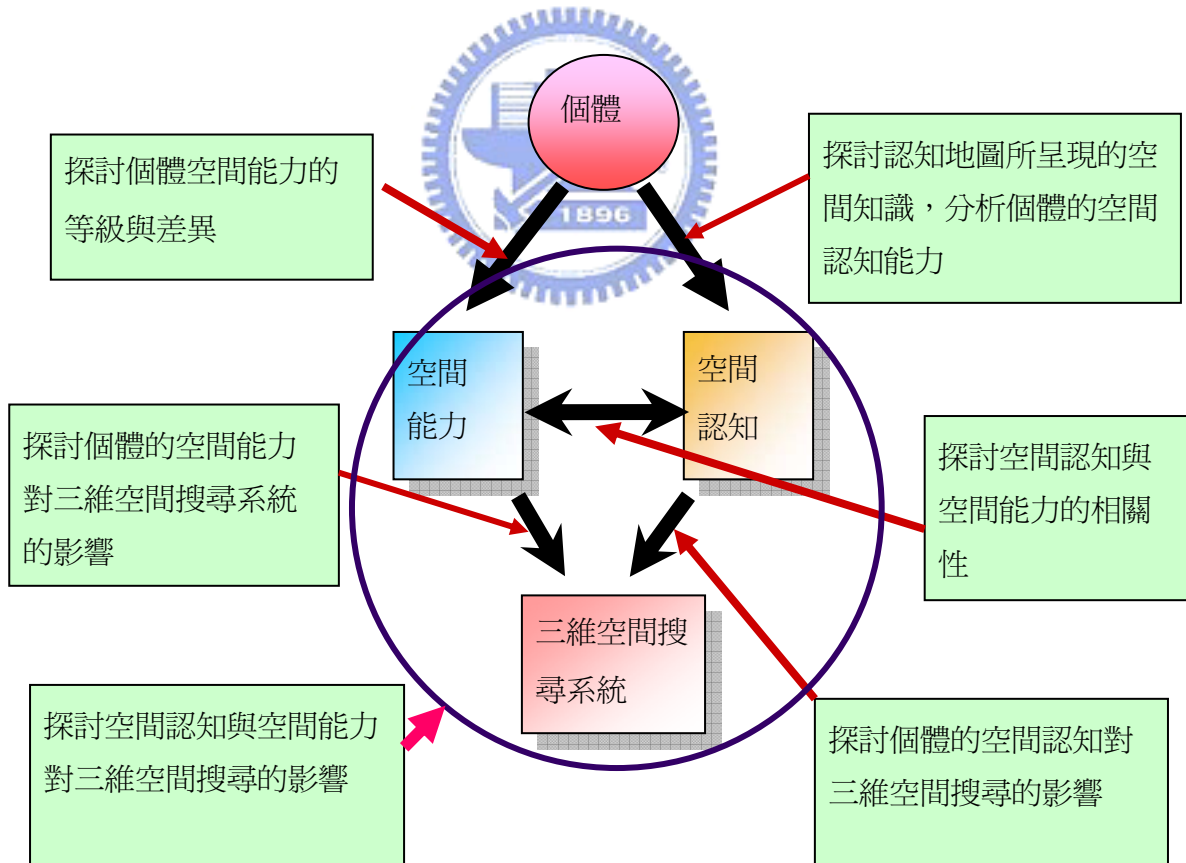


圖 3-1 研究主架構圖

## 3.2 研究對象

本研究對象取自台中縣縣某國中一年級學生，為配合實際教學環境的情況，故不將研究對象做隨機分派處理，而是以班級為單位進行實驗。研究者自該國中二十一個一年級班級中，選擇五個班級為受試者，由研究者利用每週一節電腦課進行教學及實驗。研究對象男生（73人）與女生（80人）共153人，以居住於學區內學生為主（僅4人非學區內），平均居住10.23年（圖表3-2）。

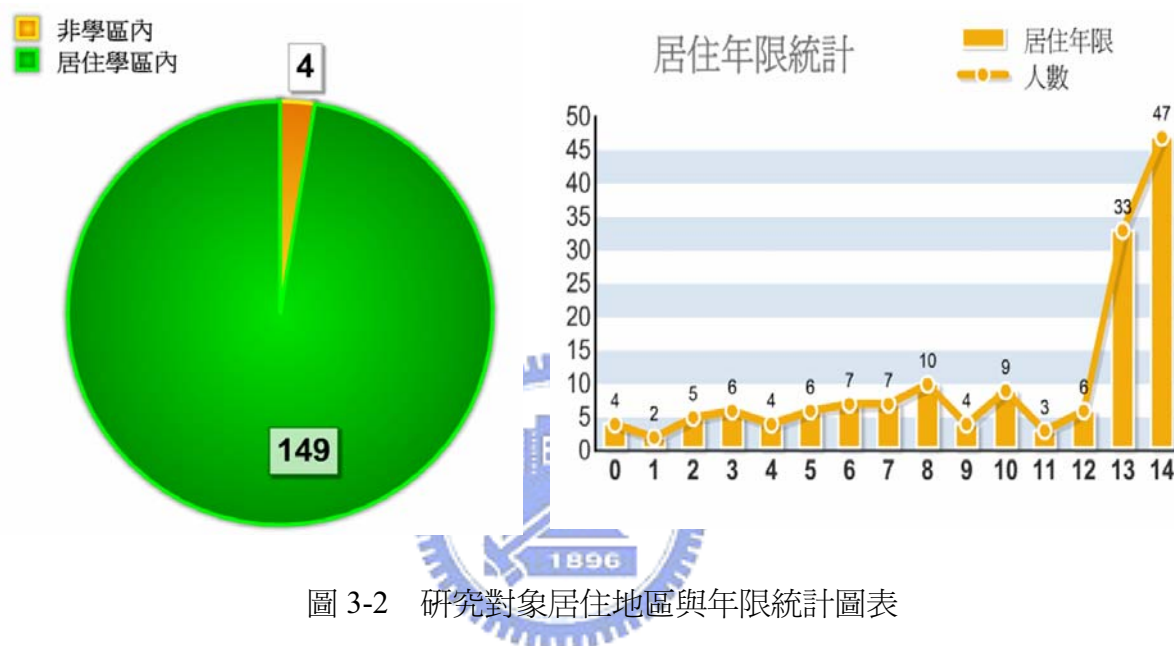


圖 3-2 研究對象居住地區與年限統計圖表

## 3.3 研究工具

本研究所使用之研究工具包括多因素性向測驗問卷、認知地圖繪製、Google earth 系統及自編任務單等。分述如下：

### (一) 多因素性向測驗問卷

路君約、盧欽銘、歐滄和（1994）指出心理測驗是 20 世紀四十年代的一項重要發展，乃分析與評估個人的能力。測驗結果不是一個總分或 IQ，而是一組不同性向的分數，表明個人特有能力的相對強、弱點。何謂「性向」？迄今心理學界尚未有共同和明確的定義。根據張氏（張春興）心理學辭典的定義，「性向指個體在學習某種事物之前，對學習該事物所具有的潛在能力。」換言之，性向是一個人可能發展的潛在能力，這種潛能只要經過學習或訓練就可以發揮出來。

「性向測驗」指用來測量個體潛在能力的測驗，或者預測個體接受學習或訓練後的成就或表現的測驗。性向測驗因施測目的不同。大致可以分三大類：（一）普通性向

測驗;(二)多元性向或多因素性向測驗;(三)特殊性向測驗。多因素性向測驗是綜合數種性向的測驗組合，可同時測量多方面的潛能，幫助受試者了解個人能力上的優勢和弱勢。

心理學者 Montello(1999)認為空間能力測試的指標大致分為三部份：

- 一、空間視覺 (spatial visualization)：指由視覺轉換為心智現象的處理過程，如判別 2D 或 3D 圖形的能力。
- 二、空間方向感 (spatial orientation)：是解釋視覺因子配置、排列 (arrangement) 的能力。
- 三、空間相關性 (spatial relation) 是指對空間分佈關係的解釋能力。

多因素性向測驗中的空間關係測驗，可用以測試空間視覺 2D 或 3D 圖形的轉換能力。而抽象推理測驗則可測出空間相關性的能力。本研究將以多因素性向測驗做為代表個人天生空間能力的變項。即空間關係和抽象推理分數高低，代表個人先天能力的差異。本研究所用的多因素性向測驗說明如下。

#### 1. 空間關係：

在空間關係的測驗，測驗中設計了兩種項目方式，但均以左邊的立體圖形為標準圖，而右邊四個立體圖形中有一個和標準圖完全相同，只是方位改變了，全部共有 32 題。作答者須從各方面想像它轉動後的形象。這種對空間關係知覺的能力，將二度平面，在心理上操弄成三度實體，以心理想像，補充平面的不足。

#### 2. 抽象推理：

抽象推理的測驗則是學生推理能力的非語文量數，項目形式是要受試者依左方五個圖形的排列原則中，而從右方四個圖形中，選出一個符合其排列原則的項目來，全部共有 32 題。這個測驗在補充以語文和數目為內容的普通智力測驗。強化了解抽象圖形的組型關係是由非文字圖案中類化和歸納各種原則。

#### (二)繪製認知地圖

根據文獻探討、過去的研究歸納得知認知地圖是分析空間認知的有效工具。透過學生繪製的認知圖上所呈現的空間概念，做為分析空間認知能力的媒介。學生認知繪圖方式分為：1. 直接繪圖。2. 間接繪圖。間接繪圖是研究者依據學童的描述繪出學童心智地圖，本研究以學生的直接繪圖作為認知地圖的繪圖方法。本研究所用的認知地圖學習單如【附錄 C】。Montello(1997)將認知地圖的繪製範圍分為三類：1. 小範圍空間。2. 生活環境空間。3. 大範圍空間。因為學生幾乎都是居住於學區內，並且居住時間平均有 10 年以上，因此本研究採用生活環境空間為繪圖的區域，藉由學童對周圍空間資訊的認知手繪認知地圖。

### (三) Google earth 軟體

本研究要探討三維空間搜尋環境下個體的表現，所以選擇的系統不僅要有三維空間的環境，還要具備有搜尋的功能。因此，選擇 Google earth 系統為操作環境。再討論 Google Earth 之前，我們先說明電子地圖搜尋系統。電子地圖系統就是將相關地圖資訊數位化，使用者可以在電腦或是其他平台中使用。而搜尋系統就是將相關資料建置成一個可供查詢的介面，常透過網際網路所使用的平台來達到隨時可以搜尋的目的。電子地圖搜尋系統已經成為現在許多入口網站基本的功能與服務之一，例如 MSN、Yahoo! 與 Google 均有對應的功能。但是大部分的電子地圖系統都是二維空間的環境，利用文字與平面地圖搜尋。而 Google Earth 就是虛擬三維空間的電子地圖搜尋系統，因其具有上下、左右與垂直高度三維向度的搜尋方式。

Google Earth 系統是目前全球最大搜尋引擎 Google 極力開發空間資訊的商業市場的主要工具，其先推出的二維的 Google Maps 系統提供全世界之衛星或地圖影像資料供使用者進行線上查詢，同時也提供 web 界面之 API 供進階網頁設計者能做進一步的應用。接著 Google 併購專門開發並展示三維數位地球之 Keyhole 公司後，推出具有虛擬三維空間搜尋功能的 Google Earth 軟體。Google Earth 系統的免費版就提供了全世界各地不同等級之衛星影像，部份都市地區更提供了解析度高達 0.61 米的衛星影像。這對於一般的使用者而言，能獲得如此龐大的資源，是一個非常理想的使用平台。選擇此系統為三維空間搜尋實驗環境的原因如下：

- (1). 此系統為免費軟體，可上網下載沒有版權問題。而且可以設定操作環境為三維空間搜尋手動操作，以圖形界面為主。
- (2). 所有學生之前都沒有操作或使用過這套系統，減低實驗干擾性。
- (3). 操作簡單不需要複雜的指令，學生容易上手，避免資訊能力造成實驗影響。
- (4). 資料的建立有架構與層級，在搜尋時學生要有搜尋層級概念，而且資料呈現符合網路搜尋架構的模式。
- (5). 可以依據圖層的高低設計不同困難度等級的搜尋任務。
- (6). 搜尋結果資料可以以電子信件寄出、列印或是存檔，方便實驗結果的檢視。

### (四) 自編搜尋任務測驗

為了要探討三維空間搜尋系統中的表現，於是設計 Google earth 系統中搜尋任務測驗，並且要求學生搜尋以手動探索搜尋為主，將 Google earth 系統中的一些功能關閉，不讓學生利用文字輸入方式搜尋，純粹以空間探索方式尋找目標（圖 3-3）。學生

必須在測驗中完成共十六題的搜尋任務，在四十五分鐘內依據任務提示完成任務上傳圖片。以  $\alpha$  係數來驗證自編任務測驗的內部一致性得到值為 0.79。再利用折半信度來驗證測驗信度其值為 0.76 經 (Spearman-Brown Prophecy Formula) 校正後可為 0.86。

測驗的評分依據以上傳圖片與任務目標的方向、遠近、相差多少層等因素，由老師給予每題 0 至 5 分的測驗分數【詳見附錄 D】。在評分信度方面，由三位老師隨機抽樣二十八位學生進行十六題的評分，求得肯得爾和諧係數 (Kendall coefficient of concordance) 為 0.98 ( $p < 0.001$ )，顯示教師在評分趨於一致。本研究所用的搜尋任務測驗卷詳見【附錄 E】。

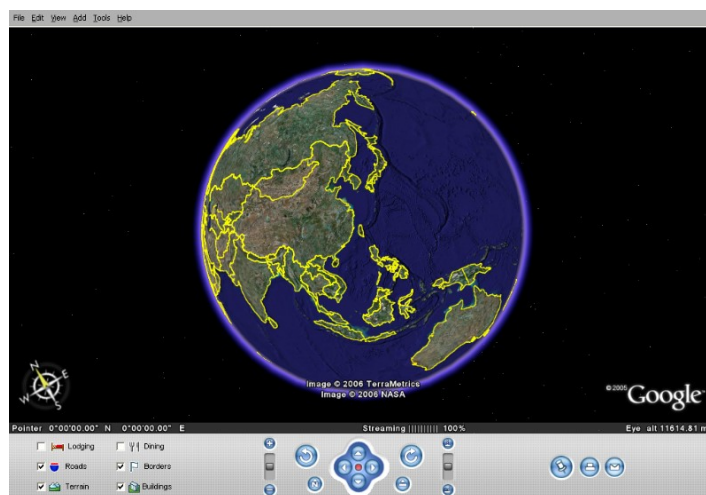


圖 3-3 圖形三維空間操作環境

### 3.4 研究設計

本研究以空間能力與空間認知為自變項，以三維空間搜尋得分為依變項。首先探討學生先天的空間能力，以學生在多因素性向測驗中的「空間關係」與「抽象推理」兩項分數做為自變項。並利用認知圖作為分析學生空間認知能力的依據，透過學生繪製的認知圖上所呈現對空間概念，來分析學生的空間認知能力當成另一個自變項。接著進行一節的三維空間系統操作教學課程，讓學生熟悉 Google earth 軟體的使用方法。最後進行搜尋任務測驗，以自編測驗共十六題搜尋任務測驗卷，統計搜尋得分。經由所蒐集的各項資料分析探討各變項之間的相關與差異性。

### 3.5 實驗流程

針對國中一年級共五個班級學童進行研究活動，實施期程為四週，每週一節課。第一週進行空間能力測驗，分別測空間關係與抽象推理，每個測驗八分鐘。第二週進

行空間認知地圖的繪製，請學生繪製學校周圍的地圖，時間為五十分鐘。第三週進行地理科基本知識複習與 Google earth 系統的操作練習，時間四十五分鐘，讓學生的地理背景知識干擾降低，並且讓學生能熟練系統操作。最後一週進行搜尋任務測驗活動，時間四十五分鐘。實驗流程如圖 3-4 說明。

### 實驗研究流程圖

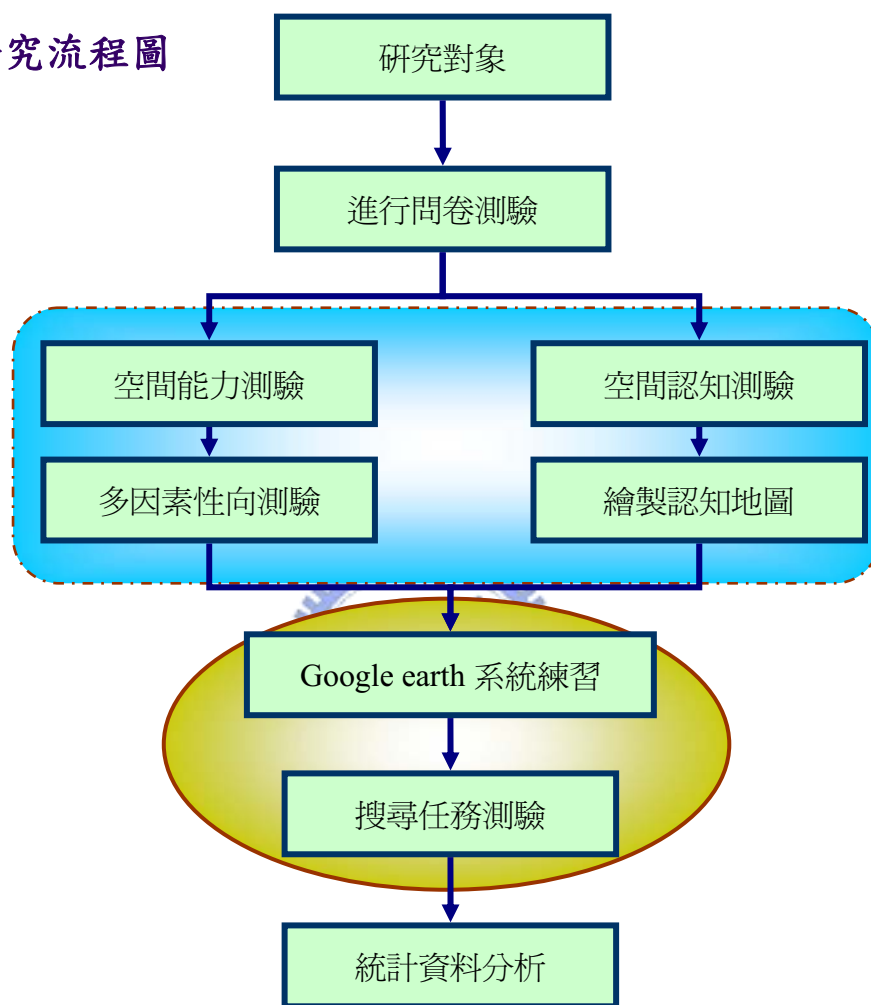


圖 3-4 實驗研究流程圖



圖 3-5 實驗活動圖片

### 3.6 Google earth 系統操作環境介紹

Google Earth 系統就是由全球最大搜尋引擎 Google 公司於 2005 年 6 月所發行的一套軟體，此軟體為一免費軟體。免費軟體下載位址 <http://earth.google.com/> 瀏覽說明與下載。但是網路上下載的版本共有三種：Google Earth 免費版、Google Earth Plus 版本（支援 GPS 定位、年費 20 元美金）、Google Earth Pro 版（最高級支援多項功能、年費 400 元美金）。本研究採用 Google Earth 免費版，因此，一般人即可下載使用。

Google earth 搜尋系統建置資料的方式以圖層為主，不同高度的圖層就會顯示不同的屬性資料。其圖層架構如圖 3-6 所示。本研究歸納系統共有七層，採用樹枝狀。因此，搜尋時若要尋找同一層不同地點的目標，最好先往一層然後再往下前往目標所在圖層會較快速。而搜尋的難易度也是由圖層順序而定，越往下的圖層困難度越高。因此，最困難的為第七層。本研究依七層架構下設計五個困難度（如圖 3-6 所示），困難度數字越大代表難度越高。

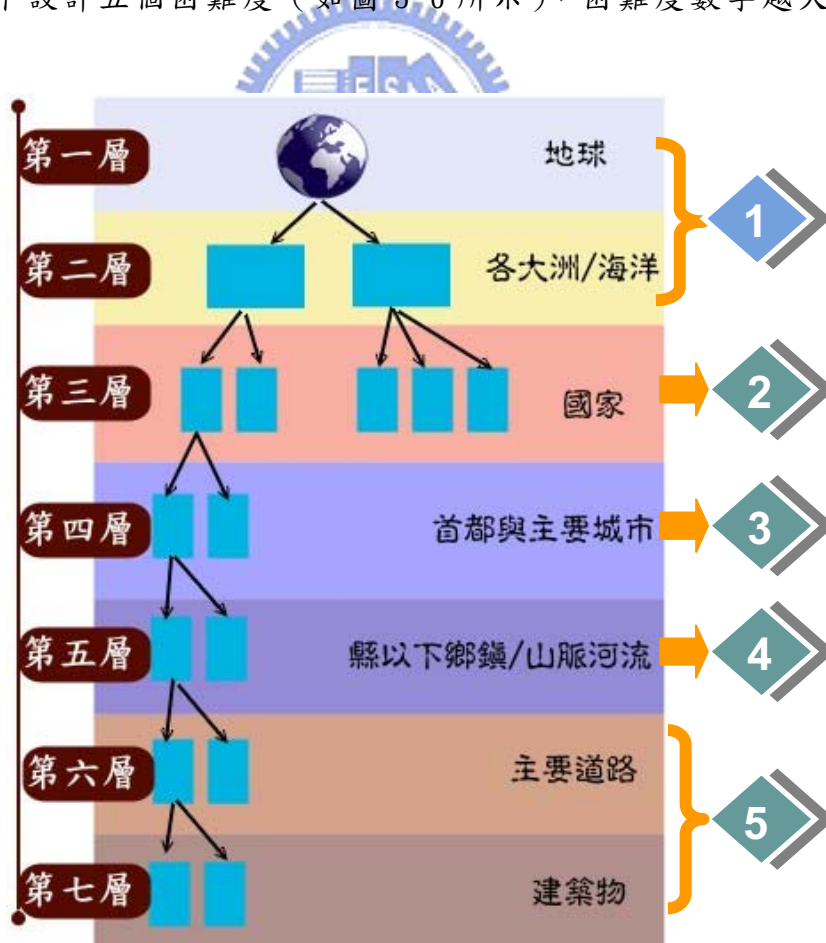


圖 3-6 Google earth 系統圖層架構

在 Google Earth 系統內建了很多功能，有景點的管理、路徑規畫、3D 建築物、GPS 定位(Plus 版或是 Pro 版)…等。Google Earth 的圖層多而詳細、如地勢、邊界、道路、鐵路、水道、地震、火山、學校、教會、公園、加油站、高爾夫球場…等，使用者可以依據需求勾選顯示屬性圖層。

以下介紹 Google Earth 系統的操作界面說明 (如圖 3-7)。



圖 3-7 Google earth 系統操作環境功能說明

系統操作功能說明如下：

1. 操作主要畫面，也就是三維空間搜尋環境畫面。
2. 將搜尋結果設定目標標籤、列印目標、傳送至電子信箱。
3. 設定六個顯示圖層：飯店、餐廳、公路、國界、3D 建築物、3D 山脈。
4. 控制搜尋方向盤，具有前後左右、旋轉、正北規位等功能。
5. 放大及縮小功能鍵。
6. 控制垂直與水平功能鍵。
7. 文字輸入搜尋界面分別為「Fly To」、「Local Search」與「Directions」。  
方便使用者輸入地址、國家等資料搜尋。



8. 設定標籤的目標為紀錄，只要勾選就可以前往標籤處。
9. 設定操作環境顯示的圖層。

### 3.7 資料分析

#### (一)分析項目與評量方式

本研究預計分析的自變項與依變項及其資料來源如以下圖表說明（圖 3-8）。

#### 自變項與依變項資料分析圖

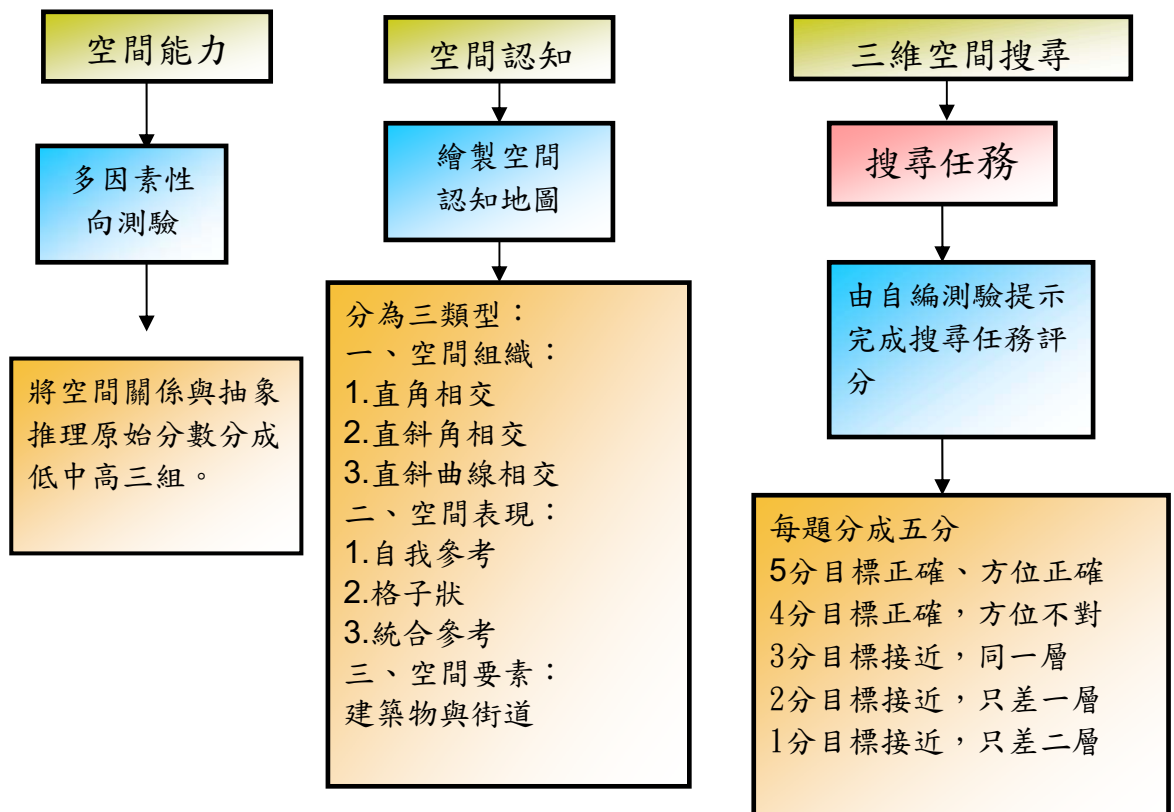


圖 3-8 自變項與依變項資料分析圖

#### (二)使用 SPSS 套裝軟體進行資料統計分析

本研究採用電腦統計軟體 SPSS/Windows 進行統計分析以考驗研究假設，使用的統計方法如下：

1. 次數分配表 (frequency)
 

瞭解研究對象的空間能力與空間認知的次數分佈情況。
2. 皮爾森積差相關 (pearson correlations)
 

瞭解各空間能力與空間認知類型間的關係。
3. 卡方檢定 (chi-square test)

瞭解空間能力、空間認知、背景知識與搜尋得分的關係。

4. 肯得爾和諧係數 (kendall)

瞭解搜尋任務測驗中三位老師評分的一致性，求得三位老師評分一致性的信度。

5. 單因子變異數分析 (one-way ANOVA)

探討空間能力與搜尋得分或是空間認知與搜尋得分的關係。

6. 單因子共變數分析 (one-way ANCOVA)

將可能造成影響的背景知識加入自變項與依變項的變異數分析中，減低背景知識所造成對搜尋得分的影響。

7. 二因子變異數分析 (two-way analysis of variance)

瞭解兩個自變項對於依變項之間的相關性。

(三) 認知地圖的資料分析方式

從前面文獻探討中許多研究資料指出，認知圖可以分析學生的空間認知能力。國內學者歐陽鐘玲 (1983) 與石慶得、蘇永生 (1992) 也分別以認知圖來分析國小學童的空間概念、空間認知狀況。故本研究參考 Matthews(1984)、蘇國章 (2005) 及歐陽鐘玲 (1982) 的分析方法，將以國一學生所繪製的認知圖所呈現的空間要素、空間組織能力、空間表現形式，做為界定空間認知能力的分類標準。

根據文獻回顧中，皮亞傑空間認知發展階段性理論及許多學者對認知圖研究的成果，訂定本研究認知圖分析的方式 (如表格 3-5)。

表格 3-5 本研究認知圖分析的方式

分析項目	變數類型	評量分式
<b>空間要素：</b>		
1.建築物（含公共設施）	數值	統計地標建築物之總數，但不考慮其正確性，每畫一個得一分。
2.街道	數值	
<b>空間組織能力：</b>		
1.直角相交	類別	評量學生認知圖的路網交角類型。以直角相交為組織能力低；直線斜角相交為組織能力中；曲線斜角相交為組織能力高。
2.直線斜角相交		
3.曲線斜角相交		
<b>空間表現形式</b>		
1.以自我參考為主	類別	評量學生認知圖的參考架構，分為3類： 1.以自我方向為主 2.用水平和垂直參考軸格子狀 3.統合參考系統-無格子狀、比例不一定正確，但是位置正確。等級以自我方向為主者為低，統合參考系統者為高，格子狀為中。
2.用水平和垂直參考軸-格子狀		
3.統合參考系統-無格子狀、比例不一定正確		
<b>空間認知圖總分</b>	數值	空間組織能力的類別與空間表現形式的類別都乘上10分，然後加上空間要素所得的數值總和分數。
<b>空間認知圖等級</b>	類別	將空間認知圖的總得分由小至大排列取前27%定義為低空間認知能力，後27%定義為高空間認知能力，其餘為中空間認知能力。

【評分方式參考蘇國章（2005）及歐陽鍾玲（1982）】