

# 第一章 緒論

本章旨在說明研究的動機與研究的重要性，並且界定研究的方向。全章共分成三節，第一節為「研究動機與研究的重要性」；第二節為「研究目的與研究問題」；第三節為「名詞釋義」。

## 第一節 研究動機與研究的重要性

在我國普通高級中學98基礎地球科學課程綱要的課程目標中提到，普通高級中學「基礎地球科學」之課程目標旨在在培養具備「地球科學」基本素養（包括知識、思維和技能、態度）的現代公民。並且在課綱中也提到，基礎地球科學的核心能力有以下四個，分別是「（1）學生能在日常生活中活用地球科學的知識和方法。（2）學生能運用分析和探究的能力，找出問題並試著解答。（3）學生能發展出解決地球科學問題的能力。（4）學生能主動關心和珍惜地球環境。」（教育部，民97，頁275）

在科學教育白皮書中，裡面有提到科學教育應該包含「（1）科學探究能力與科學過程技能的訓練，這包含了許多科學的技能，包含假設、實驗、推論、思考...等方面的能力。（2）科學知識的理解，這包含科學社群在人類歷史發展過程中，所言就討論而產生的之事以及對自然界的理解。（3）科學態度，這包含自然界的運轉、運作、發展、變化所獲得的規律」（教育部，民92，頁1-2）。因此在設計課程時，需培養學生針對相關的議題，進行知識的理解與探究的機會，同時給予學生相關的資料進行歸納和推理，使其了解整個自然界的法則與其因果關係。

在九年一貫課程中，提出了六大議題，分別是資訊教育、環境教育、兩性教育、人權教育、生涯發展教育、家政教育，而且九年一貫課程中，非常注重科目的整合，企圖將傳統的分科課程改為較少的科目，因此，環境教育的教學方式，絕對不是只單單侷限在某一個領域裡（張子超，2005）。所以設計環境議題時，

不只涵蓋單科目的知識，而是讓學生透過課程，學到綜合議題相關的知識來作決策的能力。故本研究設計課程時，除了地球科學的相關知識外，也包含了生態保育、人文地理等相關的知識內容，並以水資源議題為課程的主軸，讓學生可以學習融合各科目相關知識來討論該議題的重要考量和採取立場。

水資源是現代相當重視的議題，可是並不是所有學生都知道水資源的取得是需要花費許多心力方可完成，在現代的生活，自來水一開就可以得到水源，因此設計這個教學活動，也希望學生可以透過這次的教學，理解到要找尋一個取水的地點，是需要考慮很多因素的，進而珍惜水資源，以能達到九年一貫課程強調知識、技能的傳授，以及對環境產生關懷的情意。圖 1.1.1 引用張子超（2005）提出的環境概念知識能力指標架構，圖中將各領域知識影響層面、社會觀點及行動策略等做為環境概念知識的重要面向，可以做為環境議題課程研發的參考。

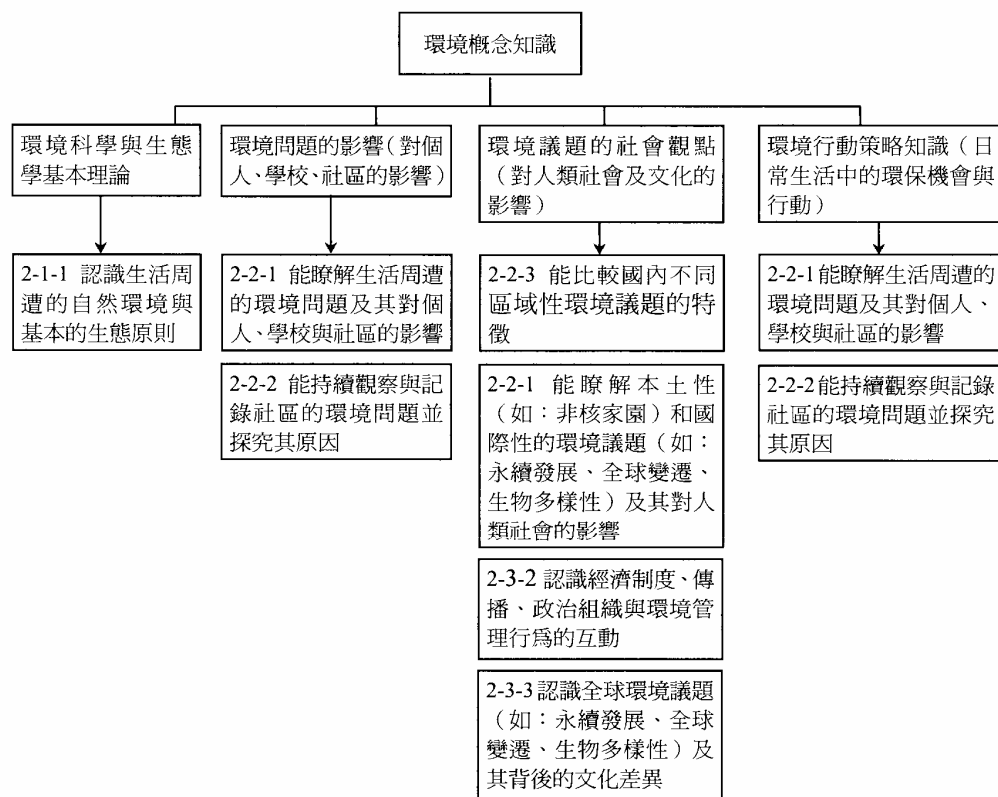


圖 1.1.1 環境概念知識能力指標架構（張子超，2005，頁 9）

環境議題所涉及的問題往往都很複雜（Pata, 2001），且進行環境議題決策時，環境議題要考慮取多面向，在課程進行時，爲了讓學生更容易找尋自己所需要的資料，便透過地理資訊系統（GIS）的功能，教師可先將學生可能會使用的圖層放入系統中，學生可隨時根據自己的需求查詢相關的圖層，並可做多圖層疊加來審視多個資料間的關係。本研究的水資源課程爲環境議題的一種，爲能讓學生可以應用多種觀測資料（real data）在空間的分佈做決策，因此將地理資訊系統融入課程中。

此外，由於水資源議題所涉及的相關概念較爲複雜，所以學生必須具備水資源的相關概念才有能力進行相關決策，爲了讓學生順利獲得水資源相關概念，本研究透過拼圖式合作學習的閱讀過程讓學生獲得相關概念。此學習過程中學生的閱讀能力也可能會影響學習成效，故本研究將學生閱讀能力作爲影響變因之一。

綜上所述，本研究研發地理資訊系統融入水資源課程，並透過拼圖式合作學習的過程，來增進學生水資源相關概念的成長和作決策的能力。

## 第二節 研究目的與研究問題

### 一、研究目的

本研究目的是探討學生地理資訊系統（GIS）融入環境議題學習環境中，學生決策（decision making）能力的改變情形，並試著了解不同閱讀能力的學生水資源相關概念表現的情形。主要研究目的，如下：

- （一）了解學生於水資源課程前後的決策能力之改變情形。
- （二）了解學生於水資源課程前後的相關概念變化情形。
- （三）了解透過合作學習的方式，不同閱讀能力的學生其水資源概念變化情形。
- （四）了解透過合作學習對小組進行決策能力之影響。

### 二、研究問題

根據以上研究目的，延伸出來的研究問題如下：

- （一）學生於水資源課程前後的決策能力之改變情形為何？
- （二）學生於水資源課程前後的相關概念變化情形為何？
- （三）透過合作學習的方式，不同閱讀能力的學生其水資源概念變化情形為何？
- （四）透過合作學習對小組進行決策能力之影響為何？

### 第三節 名詞釋義

本研究所涉及的重要名詞的定義，如下：

#### 一、決策能力（decision making）：

依據 Tallman 與 Gray（1990）的定義，作決策是透過分析選擇（options）的優劣來解決問題的過程，其過程所涉及的能力即是決策能力。決策理論依據 Grunig 和 Kuhn（2005）的理論，可將決策過程分以下七個階段：（1）發現問題（Discovering the decision problem）；（2）分析問題（Analysing the decision problem）；（3）發展出兩個可行方案（Developing at least two options）；（4）訂出判準（Define the decision criteria）；（5）依據判準檢視資料（Examining how to determine the consequences and if necessary drawing up possible scenarios）；（6）決定選擇結果（Determining the consequences of the options）；（7）再次檢視結果並做最後決定（Establishing the overall consequences of the operations and making the final decision）

本研究所研發的水資源課程涵蓋上述階段（2）至（7），課程內容是讓學生透過自己分析水資源相關問題，根據所學到的相關知識訂出選擇的標準，再根據標準選出兩個適當地點，最後在比較兩個入選地點選出最適合的地點。因此，本研究以「訂出正確的判準」、「評估」和「決定」三項作為評測學生決策能力的依據。

#### 二、水資源議題：

水資源議題主要是參考美國西北大學出版的 *Investigations In Environmental Science*。該書在水資源的課程中主要將 GIS 系統融入教學當中，學生可以透過軟體搜尋和分析資料。本研究依據台灣水資源的現況，研發融合決策理論和拼圖式合作學習的環境議題課程。

#### 三、地理資訊系統（GIS）：

本研究所使用的地理資訊系統軟體為美國西北大學所開發之 MyWorld GIS

軟體，本軟體是一套允許教師自行開發課程的教學軟體，教師可以根據自己的需求，將特定的資料、圖片、數據直接匯入 GIS 系統，並且根據課程需求，隨時進行運算、疊加等功能。學生操作軟體時，可依據自己本身的需求，將資料轉換成自己所需的形式，也可以將 GPS 所收集的資料，直接匯入 MyWorld GIS 系統中。此外，學生可以根據自己所需要的作數個圖層疊加，必要時可針對資料作一步分析，例如繪圖與運算。這些資料展示和分析的強大功能，能讓學生依據自己的假設（hypothesis）進行驗證，有助於釐清想法合作證據導向推理。

#### 四、合作學習

這次研究所運用的合作學習技巧為 Aronson 於 1978 年所發展之拼圖法 II（Jigsaw II），先將學生分成專業小組進行相關知識的閱讀與討論，然後學生回到原始小組進行決策階段。因此，先將學生分成與水資源主題相關的三個組（地質組、氣候組、生態保育組），進行專家小組討論。之後，學生回到原小組中進行水資源議題的決策學習活動。

#### 五、閱讀能力

因為科學文章需要較高階閱讀能力，並非單從字義理解就可以理解文章內容，所以使用 Gagné、Yekovich 與 Yekovich（1993）閱讀理解中的「推論理解」（inferential comprehension）以及 Evans、Evans、Mercer 等人（1989）提出的評鑑理解（evaluation）作為閱讀能力的理論架構。本研究的閱讀測驗主要測驗學生推論理解能力中的「摘要」（summarization）、與評鑑理解（evaluation）兩個部分的能力。

本研究中學生必須在閱讀相關文獻之後，將自己所閱讀的內容經過自己整理、思考之後，並整理出最後的意見，所以設計閱讀能力測驗來評測學生的閱讀能力，此測驗評測兩種能力，一是能從所提供的文章中摘要重點；另一種能力是評鑑理解，指的是學生能夠根據自己所閱讀的內容做出判斷、決策、拒絕或接受意見的能力。

因此，測驗中的摘要分成兩個部分，第一個部分先讓學生閱讀文章，並且將

文章中有敘述到證據的部分作標示，第二個部分是收走文章之後，請學生將證據寫出來。評分依據在標示重點階段以學生所寫證據的正確性為主要評分項目；在評鑑理解分成兩個部分評分，第一部分讓學生針對文章中提到的兩個論點作選擇，並且針對論點提出自己支持的理由及不支持另一個論點的理由，第二部分是四題推論性的選擇題的得分。

## 第二章 文獻探討

本章旨在回顧相關的文獻與理論。本研究中讓學生透過合作學習與科學閱讀獲得水資源相關概念，並透過 GIS 系統讓學生進行相關資料的查閱，所以本章主要探討的內容就分為「決策能力」、「合作學習」、「科學閱讀」、「GIS 融入環境議題教學」等四節進行討論。

### 第一節 決策能力

#### 一、決策理論的緣起

決策 (Decision) 這個字在字意上有兩個意思，第一個意思是在複雜的情境下找出應該採用的方法，另一個意思是當一位執行者發現問題時，試著去找出問題的所在並改善之。狹義的說，這個字的意思也有「選擇」(choice) 的意思，當一個決策者在做決定時，分析周圍狀態，並選出一個適當的執行方法 (Easton, 1976)。

如果這個決策的問題十分廣泛，決策者很難一眼就找出問題的核心，首先必須要縮小問題核心。Gagné 等人 (1993) 認為，在複雜的問題情境下，必須要有一些策略，將問題的層面縮小。Easton (1976) 曾經提出，作決策有兩個很重要的方法，第一是將可能的選擇 (options) 列出來，第二是在這些選擇中選出最有效的方式去執行。要直接去找最好的方法一般而言是不太可能的，所以只能先收集資料，找出所有可能的方式，最後在經過評估之後找出最適合的方式。

Decrop (2006) 認為決策理論的沿革可以分成五個階段：Neumann 與 Morgenstern 在 1944 年在個體經濟學以及 Edwards 於 1954 年在心理學所發表的研究，在此時的決策理論主要的理論是根基於主觀上期望發生的功效 SEU (subjective expected utility)，且都是著重於付出與獲得之間的比例。但是 SEU 理論卻出現了瓶頸，原因就是人們需要花更多的心思去判斷某些複雜的理論，但是上述理論卻因為過於簡單；所以第二個階段的理論是從兩個選擇中去選擇一個

適當的選擇，已經把一些風險排除在外，這項理論的提出學者，有 Kahneman 和 Tversky 在 1979 年所提出的期望理論（Prospect theory），認為作決策就是設法避免風險與獲得最好的效果。Bell（1982）則認為，人的記憶力無法一次判斷那麼多東西，所以要有些初步的分類，協助決策者判斷，這些理論雖然增加了一些可能性，但是仍然無法將決策理論作完整的詮釋。第三個階段的決策能力已經不如同第二個時期，只是很單純的根據自己心理所想的方法做選擇，而是已經經過邏輯的思考以及推理之後所做出的選擇。Simon（1955）曾經提出選擇的模式，將一些有關連的內容進行邏輯推理與分析，再進行選擇。雖然此時的理論仍然會被詬病作決策者的專業能力不見得非常好，但是已經有比較嚴謹的邏輯推理。第四個階段的決策理論，已經成為一個學說，決策必須要有一個選擇的標準，有了標準再去判斷事情，才會有所根據。Grunig 和 Kuhn（2005）就認為，一個適當的選擇標準，應該是能夠與問題緊密結合的一個標準。如果從社會學的角度來看，主要的理論依據是當每個人在作決策的時候，都是在評估要怎樣花最小的力氣而獲得最大的效應。第五個階段的理論，是從後現代主義的角度來看，後現代主義學者認為這個世界，是複雜、渾沌、有限的，所以在這個世界上沒有絕對的真理，所以在面對每一件事情的時候，沒有絕對的真理，因此在面對每一件事情的時候都必須分析之後，才可以做出決策。

本研究所使用的決策理論為第四個階段的決策理論，讓學生根據教師給予的預選地點，經過決策理論分析之後找出一個最適當的地點。

## 二、問題解決中決策所扮演的角色

決策理論（decision making）與問題解決（problem solving）之間存在相關性，通常在解決問題時，有些問題難以用一個統一的標準做判斷，必須收集更多的訊息作一個整體的判斷，因此有時候在問題解決的相關文獻中，也會將決策理論放入，例如 Pokras（1994）將問題解決的過程分成以下階段：（1）認識問題（problem recognition）（2）定義問題（problem labeling）（3）分析問題原因（problem-cause

analysis) (4) 選擇解決方式 (optional solutions) (5) 作決策 (decision making) (6) 執行 (implementation)。從上述理論中不難發現，決策理論主要針對做選擇的面向。其與問題解決的關連何在？須先對問題解決作一清楚了解。

Gagné 等人 (1993) 定義問題解決是爲了回答問題或證實一個理論的過程。

Newell 和 Simon (1972) 指出，問題就是當一個人想要做某些事，可是他卻不知道應該如何進行。因此問題可能以各種不同的方式存在，Gagné 等人 (1993) 將問題分成四種，分別是 (A) 有兩種方式可以達成相同的目標，這兩種方式所花費的效能差不多 (B) 一樣有兩種方式可以達成目標，但是其中一種方法明顯的比另一種方式有效率 (C) 有很多起始的方法可供選擇，但是沒有哪一種方式可以保證達成目標 (D) 有一個問題，但是可能有很多目標，或者不明確的目標，所以，這種模式下的最初目標，就是先確定目標爲何？等到確定目標之後，就可以回到前面三項所敘述的方式解決問題以上四種問題模式，請參閱圖 2.1.1。

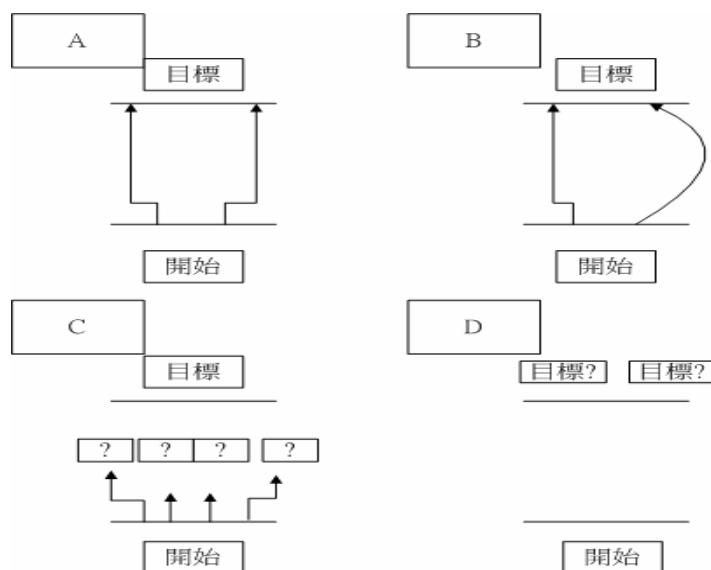


圖 2.1.1 Gagné 的問題模式圖 (翻譯自 Gagné et al., 1993, p211)

Ausubel 與 Robinson (1969) 將問題解決階段分成了四個階段，第一個階段是確定解決這個問題所需要的知識。第二階段是將問題的條件與自己的背景知識做連結。第三階段是讓學生了解已知條件與目標之後，設法完成目標。第四個階

段是檢視推理的過程是否有瑕疵。圖 2.1.2 是奧蘇貝爾等人將問題解決模式依照各階段所做出的模式圖。

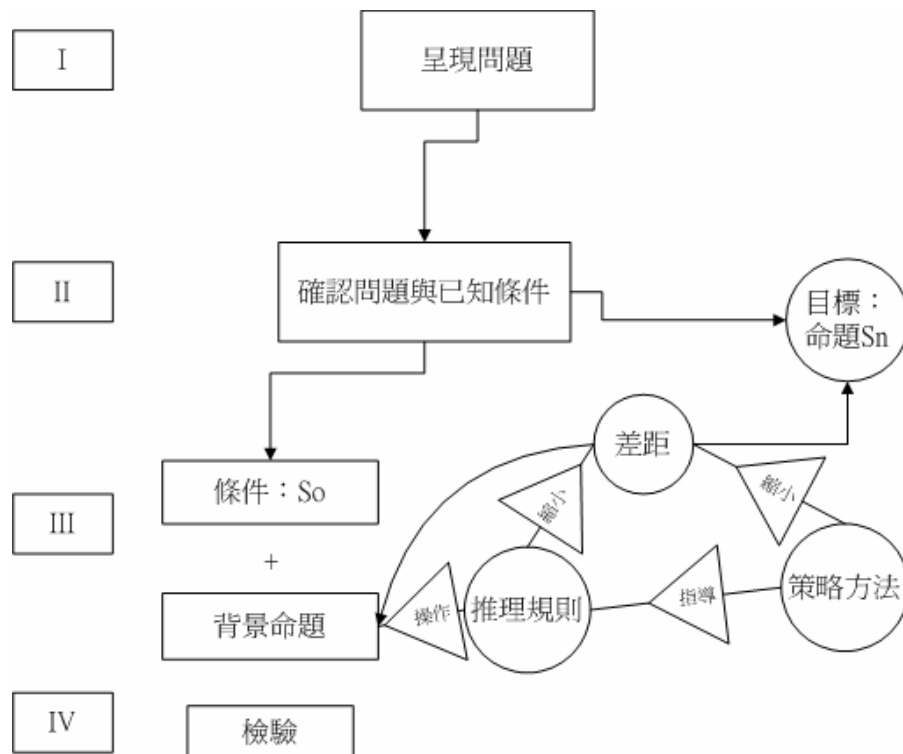


圖 2.1.2 問題解決模式圖（翻譯自 Ausubel & Robinson, 1969, p505）

在圖2.1.2中，第一個階段為確定問題，確定問題的方向之後進行下面的目標才有意義。參考王文科（民78）所舉的例子，例如給予三角形的底和高的數值而給定「求面積」的目標，在已提供資訊的情況下，只要利用所知道的資訊帶入就可以完成問題。可是有些問題的資訊可能是研究者要自己去摸索的，因此要確定問題時須一併確認所需要的知識。第二個階段就是確認問題與已知條件，如果解決問題的人已經具有相當的觀念與背景，這樣他就可以很迅速的將經驗與知識連結起來，並且著手解決問題。但如果是由不熟悉問題的人來處理，可能就需要花一點時間了解問題的背景與意義，並作有意識的連結。Gagné等人（1993）提出專家-生手模式（expert-novice paradigm），因為專家對問題已經十分了解，所以應該使用什麼角度去面對問題也有相當的認知，但是生手對問題並不是十分清

楚，所以重新分析問題，只能試著把過去的經驗作連結。第三個階段屬於填補差距的過程，在這個過程中，解決問題的人要知道自己的目標與現階段之間的差距何在，再運用可能的方法縮短差距進而完成目標，例如遇到數學難題時，可藉由自己所知的定理定律進行推理，並解決目前的所知與目標之間的差距。Gagné等人（1993）曾提到，解決這段差距的能力可能受限於背景知識的不足。第四個階段是當問題解決之後，進行檢驗的階段，來檢視推理是否有錯誤。

然而，在現今快速變化的環境，許多問題的變化都是非常快速的，況且問題的選擇往往不只一種，所以應該如何在眾多選擇中選出一個適當的解決方案是一項挑戰（Grunig & Kuhn, 2005）。

### 三、作決策的歷程

在各個決策理論中，雖在細節的地方略有不同，但是基本上原理都差不多，本研究的決策理論以 Grunig 與 Kuhn（2005）的理論為基礎，再參考其他人的理論作為理論基礎，整理結果如下所示。本研究因為課程設計，無法讓學生往不同方向去思考問題，所以進行課程時已經將問題提供給學生，所以學生不需進行發現問題與分析問題的階段。

#### （1）發現問題（Discovery the decision problem）

當遇到問題的時候，第一步要做的就是要先分析當前的處境，根據當時所遇到的狀況，仔細的分析當時的處境狀況，並且根據已知的背景知識發現當前處境的問題。如此發現和分析問題的狀況，可以幫助未來更明確界定問題（Grunig & Kuhn, 2005）。

#### （2）分析問題（Analysing the decision problem）

分析重要、且迫切的問題以協助我們規劃面對問題時應採行的應對方式，若能明確地釐清問題可以協助我們更有效的處理問題（Grunig & Kuhn, 2005）。

Pokras（1994）所提出的「冰山」（Iceberg Rule）理論中，提醒我們分析問題的時候，不可以只觀察表面現象，而是對於整個問題做完整的了解。通常許多

表象 (Symptom) 往往只是冰山一角，有更主要的現象 (Root case) 卻隱藏在裡面。

### (3) 發展出兩個可行方案 (Developing at last two options)

如果可以的話，最好發展出兩個可行方案來做最後的比較，才能了解方案間的優劣，比較時須先訂出比較的標準 (Grunig & Kuhn, 2005)。

### (4) 訂出標準 (Define the decision criteria)

標準是作為判斷時的依據，必須是有意義的，訂定的標準要能很快速的做判斷，最好在判斷時能夠只有符合與不符合兩個選擇 (Easton, 1976)。

在定標準的時候，這個標準最好只能評估單一的可能變項，而這個變項跟所需要決定的事項有緊密的結合。使用這個標準去判定的時候，這個標準能夠有一個範圍，使得在評定選擇時能夠很快速的判定 (Grunig & Kuhn, 2005)。

### (5) 檢定各選擇的結果，能導引到可能選擇實行的方案 (Examining how to determine the consequences and if necessary drawing up possible scenarios)

當經過以上階段審查之後，可能會出現以下三種可能的方案，第一種是找出幾種可能的解決方法，第二種是有些選擇有些層面看來是可以執行的，但是可能會出現某些風險，第三種可能就是找出某些選擇，是完全無法進行的。因此在這個階段將每個選擇的分類列出來，之後在決定的時候就可以將某些選擇剔除在外 (Grunig & Kuhn, 2005)。

在此階段中，最主要的工作就是檢測資料，依照第一選擇、第二選擇等分門別類的排序，就可以將比較適當的選擇列出來，最後再進行評估 (Easton, 1976)。

### (6) 確定選擇 (Determining the consequences of the options)

最後決定的選擇必須是經過各種標準判斷，選出來最適合的選擇，這個選擇是未來要執行的，所以一定要符合科學依據 (Easton, 1976)。

### (7) 再次檢視結果並做最後決定 (Establishing the overall consequences of the options and making the final decision)

經過前面階段之後，已經初步淘汰許多選擇，所以剩下的選擇已經比原本少

很多，如果要用這些剩下的選擇作綜合評估也會是比較容易的事情，因此在這個階段主要的工作是綜合評估入選的選擇。如果發現哪一個選擇有不確定因素，就回到階段三重新評估一次（Grunig & Kuhn, 2005）。圖 2.1.3 是 Grunig 與 Kuhn（2005）在 Successful Decision-making 中對決策能力所做的流程圖。

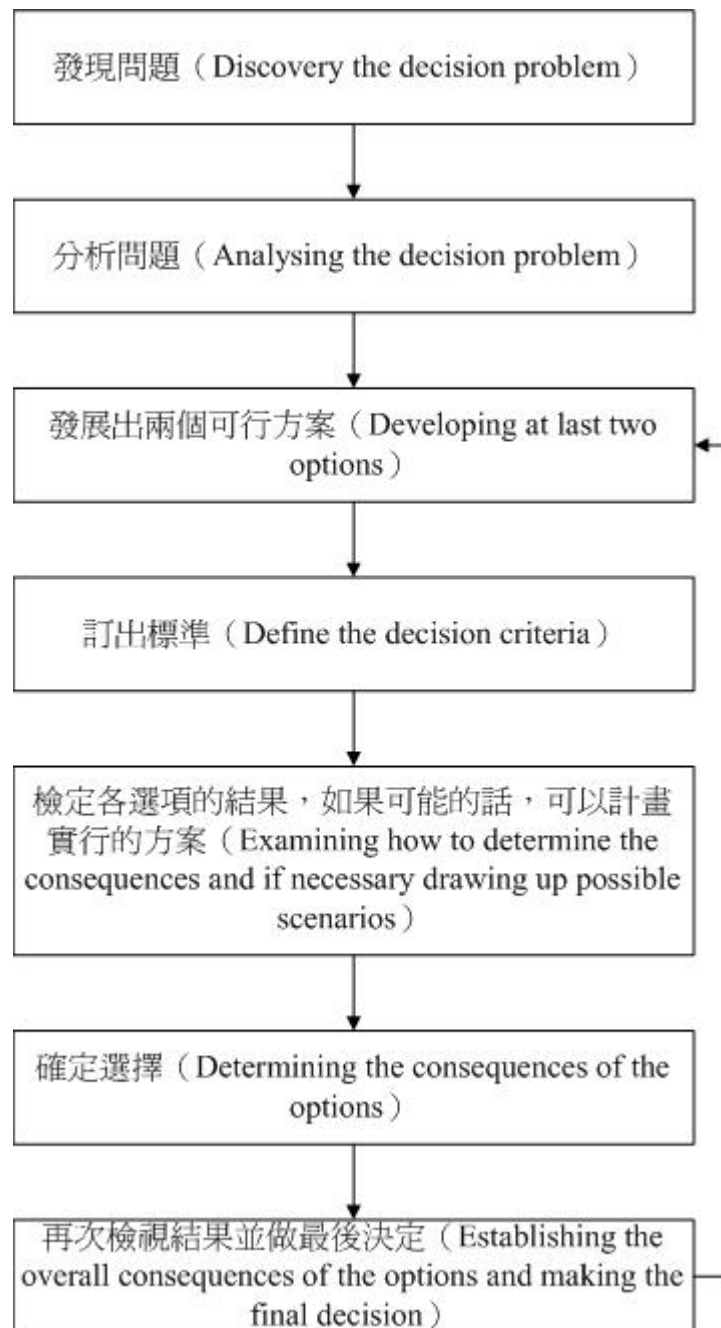


圖 2.1.3 作決策流程圖（翻譯自 Grunig & Kuhn, 2005, p66）

#### 四、決策理論在教育上的應用

Thompson等人在2001年出版的Decision-making in planning and teaching一書中曾經針對老師在指導學生的過程中應如何計畫與決策做進行研究，因而發展出IDEAL模式（參閱表2.1.1）來協助教師制訂教學計畫，Thompson等人（2001）將此相關模式分成以下階段，分別是（1）確認問題（Identifying the challenge）（2）定義問題（Decining）（3）檢測（Exploring Alternative）（4）按計畫行動（Acting on the plan）（5）回顧（Looking at the results）。

表 2.1.1 IDEAL 模式表(整理自 Decision-Making In Planning And Teaching, 2001, section1-5)

|   | 階段    | 敘述                                                                                         |
|---|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| I | 確認問題  | 擔任一個老師，在指導學生確認問題方面，而在確認問題，必須注重兩個關鍵，分別是「何人」（someone）與「何事」（something），當學生須掌握這兩個關鍵，方能準確的確認問題。 |
| D | 定義問題  | 教師在上課前，也必須將本章節主要會討論的重要問題提出來，並且清楚定義本課程所會使用到的重要概念，以幫助學生學習。                                   |
| E | 檢視    | 教師應該在上課的過程中，檢視自己的教學計畫是否有問題，如果出現問題，則應該在上課的過程中試著解決問題與補救。                                     |
| A | 按計畫行動 | 當一位新手教師在教學時，一定要無時無刻的確定自己是否有按照計畫進行教學，而有經驗的教師，雖然對於教學計畫十分熟悉了，但是還是要時常檢視自己是否有遺漏的部分。             |
| L | 回顧    | 最後，教師要根據學生給予的回饋或是其他方式來回顧自己的教學。                                                             |

教師教學的過程中，也可以透過決策模式來制訂自己的教學方式與回顧檢視自己的教學內容與方法是否有問題，也可以根據這個模式來進行檢視與改進教學方式（Thompson, 2001）。

Barnes 與 Miller 在 1989 年出版的 *The decision-making skillbook* 一書中，裡面設計了一些訓練六、七、八年級學生作決策的技巧（如表 2.1.2 所示），在這個階段的學生可能不會面臨太多重大的抉擇，但是在他們身邊可能有很多問題可以用來訓練學生的決策能力（Barnes & Miller, 1989）。通常經驗可作為解決方法的參考，但是並不是所有的經驗都是正確的。

表 2.1.2 訓練學生做決策的方法（整理自 Barnes & Miller, 1989）

| 階段                                                     | 教學內容                                                                             |
|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| 了解自己<br>（Knowing Yourself）                             | 先練習分析自己周圍的人、事、物，透過分析自己每天都在接觸的事物，較易訂出每天的目標。這個階段，最重要的就是讓學生學會分析的方法，而不是都完全按照經驗法則來完成。 |
| 面對日常的壓力<br>（Dealing With Everyday Stress and Tensions） | 這個部分主要的目的在指導學生與別人討論，可以跟一個朋友談論目前所遇到的問題，並且透過討論的方式來解決。                              |
| 作出選擇<br>（Story Problems: Making Choices）               | 最後這個階段，主要的教學目標在指導學生應如何根據自己的需求訂出標準，再根據標準來檢視自己應該如何行動。                              |

## 五、影響學生作決策的因素探討

影響作決策的因素，Decrop（2006）曾經歸納成兩種因素，分別是（1）以社會心理學的角度來看，這包含了社會中的團體、社會階級、人際間的因素等等。

（2）以個人特質的因素來看，這包含了人格、個人本身、生活方事、情感等等的因素。分述如下：

### （1）社會心理學

從認知心理學的角度來看，一個人獲取知識的方法，主要是從外界接受刺激，再轉變成自己的知識與技能，外界刺激包含了環境、社會團體等。從這個角度來看，社會領域包含人與人之間的互動（Gagné et al., 1993）。所以影響一個人作決策的因素可以從三個方面來看，分別是感覺（sensation）、注意（attention）、

解釋 (interpretation)，感覺就是從外界環境來的刺激，對人所造成的影響，注意就是一個人受到刺激之後，將受到的刺激變成自己的長期記憶，解釋就是將這些所受到的訊息經過自己的解釋後變成自己的思考、推理模式 (Decrop, 2006)。

## (2) 個人特質因素

個人因素包含了動機 (motives)、人格 (personality)、生活模式 (lifestyles)、情感 (emotions) 等方面，這些個人的因素，反映出一個人的思考模式與方向，對於這些內在的因素，也是影響決策模式的因素 (Decrop, 2006)。思維 (thinking) 指的是內在認知活動的歷程，個人運用存在長期記憶中的訊息，重新予以組織統整，從交錯的複雜關係中，重新獲取知識。每個人面對問題時，都會有不同的思維，思維包含聚斂思維 (convergent thinking) 與擴散思維 (divergent thinking)，聚斂思維指的是當面對問題時，習慣縮小問題的範圍；擴散思維指的是嘗試各種不同的方法，來解決問題 (張春興, 2004)。

## 六、增進學生決策能力的方法

決策能力對學生學習非常重要，Tallman 與 Gray (1990) 指出，一般而言，會用到決策的過程是因為有些資料較難以被分析，有些科學探究的課程，也是有兩個以上的理論。增進學生決策能力的方法有很多，例如 Pata、Lehtinen 與 Sarapuu (2006) 就曾經針對鷹架式教學法協助學生作決策。

增進學生決策能力，亦可從學生生活中會遇到的事情著手，Barnes 與 Miller (1989) 從學生生活周遭的事物訓練學生決策能力，Stefanou、Perencevich、DiCintio 與 Turner (2004) 的研究結果發現，如果想要增加學生的決策能力，有一個方法就是讓學生在班級中可以參與某些決策，例如生活常規的制訂等等，而不是如傳統的方式，由教師直接規定。學生可以針對以下三種方向進行決策，分別是 (1) 組織上，允許學生對於班級管理上做出某些決策。(2) 程序上，對於班上某些程序做出選擇。(3) 認知上，讓學生自己安排自己的學習進度。但是要避免如 Cohen、March 與 Olsen (1972) 所提出的垃圾桶模式 (garbage can model)

一般，隨便找幾個方法就使用。

## 七、決策能力相關研究的具體成果

本研究主要目的是希望學生透過水資源課程教學，培養學生的決策能力。表

2.1.3 為決策能力相關研究，針對學生透過合作學習教學對決策能力的影響。

表 2.1.3 的研究發現，透過合作學習教學學生可以透過討論彼此交換意見，進而獲得不同角度的視野，而環境議題涵蓋複雜、多面向的知識內容，例如 Harwell（1998）針對南佛羅里達州進行研究，因為都市快速開發，要保護生態所需要考慮的因素就必須涵蓋許多面向，包括人類發展的面向、原始自然生態的面向等。Policansky（1998）也針對美國西北部的水資源進行研究，要開發當地的水資源，必須考慮生態因素、經濟因素等多種方向。本研究所設計的環境議題所需要考慮的因素也很多，所以在課程設計時，分為地質、氣候、生態等面向的探討；教學方式為拼圖式合作學習，讓每一個小組皆同時具備三種不同面向的專家進行討論。

表 2.1.3 決策理論與合作學習的相關研究

| 作者                            | 研究目的                  | 對象          | 方法                                                                                                 | 發現                                                                                  |
|-------------------------------|-----------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Baumberger-Henry<br>(2005)    | 檢視不同的教學方法，對學生決策能力的影響。 | 大專生         | 以實驗研究法將 122 名學生分成四組，分別是第一組進行「合作學習」與「個案教學」；第二組進行「講述教學」與「個案教學」；第三組只進行「講述教學」；第四組進行「講述教學」與「不完整的個案教學」。  | 研究結果發現，透過合作學習教學的學生，其前後測的成績較其他組的學生優異。                                                |
| Kai Pata 與 Sarapuu,<br>(2001) | 了解學生透過合作學習在環境決策的表現。   | 中學生         | 將學生分成 12 組，針對環境議題 CVW ( <a href="http://cvw.mitre.org">http://cvw.mitre.org</a> ) 進行討論，並觀察學生的學習成效。 | 1.學生分享自己的見解，有助於更多面向的討論。<br>2.學生透過合作學習討論的內容，較學生個別的總和來的多。<br>3.由不同風格的人所領導的小組，其表現風格不同。 |
| Chasek (1997)                 | 透過協商的方式，討論及分析環境議題。    | 11 位不同專長的專家 | 由各不同專家經由討論環境相關議題，找出最適合的方案。                                                                         | 透過不同專家所提出的意見，找出最適合解決環境議題的方案，討論的過程，不同專家看問題的角度不同，可提供較完整的視野。                           |

## 第二節 合作學習

### 一、合作學習的緣起

合作學習的主張早在古代就曾經出現過，孔子曾經說過：「三人行，必有我師焉。擇其善者而從之，其不善者而改之。」西元一世紀的羅馬時期教育家坤體良，他反對家庭教育及私人教育，在家庭教育與私人教育底下成長的小孩，容易養成自誇、冷淡、羞怯的習性，而且只有在兩個人的對話下，也無法培養雄辯家，因此他認為，學校教育因為學童眾多，也會使學習效率提高（林玉體，民 69）。

十八世紀末葉，蘭卡斯特（J. Lancaster）等人倡導採用合作學習的方式，來進行教學（黃政傑 & 林佩璇，民 85），至十九世紀初傳到美國，而美國當時的學校運動也十分重視合作學習的運用。二十世紀的美國學者派克（C.F. Parker）和杜威（J. Dewey）的領導下，合作學習變成教育的主流，Dewey（1938）認為，學校就是小型的社會，並且將合作學習視為「從做中學」的一部份，到 1970 年代，Slavin 與 Johnson 兄弟等人的推動下，合作學習變成一種教學的策略。

### 二、合作學習的理論基礎

#### （一）社會互賴論（social interdependence perspective）

社會互賴理論最早由 Lewin 於 1940 年所提出，將團體成員視為同一個個體，團體中的每個成員都會影響團體的狀況。其學生 Deutsch 在 1949 年根據 Lewin 的理論提出合作與競爭的理論。Johnson 兄弟（1998）提出，要完整的完成一個任務，可能只有極少數的人有辦法，但是透過合作的方式，就可以讓每個人完成任務。也因為每個人的專長都不一樣，所以透過社會互賴的觀點，每位成員都可以貢獻自己的所長並補他人之短。

#### （二）認知發展理論（cognitive developmental perspective）

認知發展理論中，Piaget 在 1930 年代曾經提出，一個人在認知的過程，會先以自己的基模下去認知，稱為同化，可是當自己的學習認知無法解決問題時，

這時候就要開始調適自己原本的基模，變成新的基模(張春興, 2004)。而 Vygotskii (1978) 也提出「近側發展區」(zone of proximal development)，這是指獨立解決問題與成人協助解決問題之間的距離，原本學生無法完成的任務，透過其他人提供協助而後完成任務。透過合作學習教學法，學生之間可以互相協助，並且隨時修正自己的內容，彼此間協助並完成任務。

### (三) 行為學習理論 (behavioral learning theory perspective)

行為學習理論主要透過增強物增加學生的學習成效，學生經過刺激之後，會增進學習的意願 (Phillips & Soltis, 1998)。增強物的種類有很多種，小組討論中學生所獲得的成就，也同樣屬於一種社會性增強物，依據 Bandura 的社會學習理論 (張春興, 2004)，透過合作學習，學生也可以藉由觀察其他同學好的表現而學習。

## 三、合作學習的教學原理

依據黃政傑與林佩璇 (民 85) 的整理，合作學習的特點如下：

### (1) 異質分組 (Heterogeneous ability group)

異質分組主要依學生的能力、性別、種族、社經背景等將學生分配到不同的小組。小組的成員越多元，可以透過小組成員的彼此分享，獲得更多元的意見。如果小組成員背景接近，學生學習效果將大打折扣 (Slavin, 1995)。

### (2) 積極互賴 (Positive interdependence)

主要的目的是希望學生將自己與小組視為一個共同體，小組成員間有彼此共同的目標、任務與報酬 (Lew, Mesch, Johnson, & Johnson, 1986)，因此每個學生都要盡可能的貢獻自己的能力，盡力完成小組的任務。

### (3) 面對面的助長式互動 (Face-to-face interaction)

學生之間，可以透過互相鼓勵的方式，協助彼此成長、完成目標。Johnson、Rickel 與 Lester (2000) 等人認為，面對面的助長模式，可以增加學生彼此溝通的機會。Johnson 兄弟 (1989) 認為，在合作學習中，教師指導學生進行以下活

動：進行有效的協助、互相交換有用的資訊、彼此之間互相挑戰彼此的結論以提升彼此的品質、互相鼓勵達成目標、能夠信賴整個小組成員、以小組的目標而努力、能夠處理焦慮與緊張、彼此互相回饋、相互影響彼此的推理。

依據上述目標，學生之間會因為彼此間建立信任，並且根據別人給予的正向回饋而成長。

#### （4）評鑑個人學習績效（Individual accountability）

雖然合作學習的成就是屬於小組共同所有的，但是每一位學生對小組的貢獻都不同，因此教師必須根據每位同學對小組所做出的貢獻進行評分，並且針對每個同學給予回饋。Johnson 兄弟（1985）認為，教師必須同時給予小組與個人回饋。

#### （5）社會技巧（Social skills）

Goodwin（1999）認為，合作學習可以讓任何年紀、任何背景的人使用，但前提是他們必須有足夠的社會技巧與人溝通。合作學習的環境中，每位成員都要進行兩方面的學習，第一是跟學習任務相關的學習，第二是人際技巧方面的學習，如果小組之間的人際互動越好，也會使得小組的學習環境越佳，如果彼此的互動關係能改進，進行學習效果也會越好。

#### （6）團體歷程（Group processing）

團體歷程主要是給各小組有更多檢討的機會，小組中的每位成員應該以小組的成功為第一目標 Johnson 兄弟（1985），並在課程結束之後進行檢討，教師給予學生積極正向的回饋，有助於未來學習。

### 四、合作學習的實施方式

合作學習理論自 70 年代以來備受關注，因此有許多的方式，綜觀各種方式列舉如下：

#### （一）小組成就區分法（Student Team Achievement Division，STAD）

小組成就區分法（STAD）是由 Slavin 於 1978 年所開發（黃政傑 & 林佩璇，

民 85)，這個方式的優點是與傳統的教學方法、測驗方法並沒有太大的差異。教師先對全班授課，再將學生依照其能力、性別、社會背景等做異質，分組，以同儕指導的方式進行學習，最後再進行測驗，Slavin（1995）經過實驗之後，發現學生成績大概會進步百分之二十。

## （二）小組遊戲競賽法（Team Game Tournament，TGT）

小組遊戲競賽法（TGT）由 David DeVrie 與 Keith Edwards 於 1973 年所開發（Jacob, 1999）。每組的成員大約到 6 人，並由教師給予任務，小組完成任務之後再透過遊戲的方式進行競賽。Slavin 於 1978 年將 TGT 遊戲的方式改為測驗，發展出 STAD 法（Slavin, 1995）。

## （三）拼圖法 II（Jigsaw II）

拼圖法第二代（Jigsaw II）是由 Aronson 於 1978 年所創（Slavin, 1995），在 Jigsaw II 中，先將學生依照異質分組的方式分到各不同小組，再將每個小組的成員分配不同的工作，不同小組研究相同主題的成員會先聚集在「專家組」學習不同的概念，經過討論之後，每個專家組的成員回到原小組中介紹自己的所學，待學習結束之後舉行小考，考試的內容涵蓋所有的專家內容，因此每位小組成員必須盡可能的教會小組中的每位成員自己在專家組所學的的。

## （四）小組協力教學法（Team Assisted Instruction，TAI）

小組協力教學法（TAI）也是由 Slavin 於 1985 年所發展的方法，主要是希望學生可以自行檢查所需要學的教材與自行教室管理，如此老師可以花更多時間在教學上。Slavin（1995）針對加州地區的學生進行數學科的 TAI 教學法，進行兩年的時間，發現學生的學習成效達高度效果量（effect size）。

## （五）合作統整閱讀寫作法（Cooperative Integrated Reading And Composition，CIRC）

合作統整閱讀寫作法（CIRC）以統整學生的讀、寫、說三方面的能力，在 CIRC 的課程中，學生與他的同儕共同閱讀、討論（Calderón, Hertz-Lazarowitz, & Slavin, 1998），教師評鑑時，會注意個人績效與團體目標。

#### （六）團體探究法（Group-Investigation，G-I）

團體探究法（G-I）是由 Sharan 與 Shachar 於 1976 年所發展（Slavin, 1995），團體探究法包含以下四個重點，第一，全班是由不同的小組集合而成，第二，設計多樣的學習任務工小組探究，第三，強調學生間的主動溝通，第四，教師和小組溝通並引導各小組活動。而 G-I 包含六個連續階段如圖 2.2.1 所示。

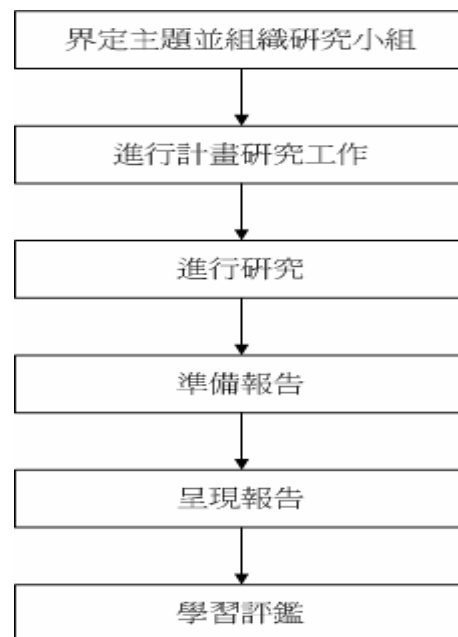


圖 2.2.1 團體探究法的步驟 摘錄自（黃政傑 & 林佩璇，民 85，頁 93）

#### （七）協同合作法（CO-OP CO-OP）

協同合作法由 Kagan 於 1992 年所創（Slavin, 1995），其基本概念與 G-I 類似，主要都是希望學生能在小組中朝同一個目標前進的班及氣氛，涵蓋九個主要步驟，整理如表 2.2.1 所示：

表 2.2.1 協同合作法步驟（整理自 Slavin, 1995, p119-122）

| 次序 | 步驟                                                                               | 內容                                                                   |
|----|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 1  | 學生中心的班級討論<br>（Student-centered class discussion）                                 | 學生必須透過自己參與班級討論，參與班級討論的過程可以透過與同學、老師的互動增加自己對課程、任務的了解，並且對課程內容產生興趣。      |
| 2  | 依照不同特性的學生建立出團體與建立小組關係<br>（Selection of student learning teams and team building） | 可以讓學生依照異質分組方式進行分組，增加小組的異質性。如果在使用 STAD 法前，也可以透過建立小組關係讓學生對彼此又更多的信任與互動。 |
| 3  | 選擇主題，將課程分成不同主題，由各小組去選擇<br>（Team topic selection）                                 | 教師將學習活動分成許多小單元，由小組自行選擇主題進行討論。                                        |
| 4  | 形成次主題<br>（Minitopic selection）                                                   | 每個小組成員都發表一個次主題，可避免討論時只朝向某一個主題發展。                                     |
| 5  | 選擇次主題<br>（Minitopic preparation）                                                 | 討論之後，每個小組成員可選一個次主題進行發展。                                              |
| 6  | 向小組成員發表次主題<br>（Minitopic presentations）                                          | 學生研究次主題後，每一個小組成員發表自己在某個次主題上所發現之內容，這個步驟所需要的時間則是依學生的背景而有所不同。           |
| 7  | 準備小組報告<br>（Preparation of team presentations）                                    | 小組成員發表之後，準備進行小組報告。                                                   |
| 8  | 各小組向全班報告<br>（Team presentations）                                                 | 每個小組向全班報告。                                                           |
| 9  | 評鑑<br>（Evaluation）                                                               | 評鑑則分成三個部分，分別是每個成員在小組的表現、團體報告的表現、個人書面報告進行評鑑。                          |

#### （八）共同學習法（Learning Together，L.T.）

共同學習法（L.T.）是由 Johnson 兄弟於 1978 年所發展，其中對共同學習法有詳盡的介紹，整理如下：

共同學習法與其他合作學習法一樣，都需要小組間成員的積極互賴與面對面的助長式互動，教師可依照學生的程度進行分組合作，清楚的解釋與指派作業，最後實施評鑑與給予回饋。

綜合上述不同形式的合作學習，拼圖法二代能協助學生先將水資源相關的背景知識，透過專家組學習後回原始小組作分向，使每個小組都有來自不同領域的觀點。課程設計時考慮綜合多個領域知識可能耗時且無效率的問題，因此，本研究透過拼圖法二代（Jigsaw II）讓學生進行水資源相關活動，讓學生分成地質、氣候、生態等專家小組，每一小組都有同學在專家小組中討論相關知識，回到原始小組後將提供小組成員不同的觀點，以作為訂出判準和所需的理論基礎。

### 第三節 科學閱讀

#### 一、科學閱讀的相關研究

楊文金（2007）針對學生對「類屬-組成」論述的語意理解作研究，研究者希望了解學生在閱讀中，對於科學概念的類屬關係。結果發現，學生可以接受將「類屬」轉換成「組成」的論述。在科學的文章中，很多名詞並不是單從表面就可以理解其科學的意義，所以必須在文章中做適合的歸類，以協助學生學習。

陳世文和楊文金（民 95）針對一般教科書的科學文本與系統功能語言學進行研究，目的在測驗學生面對兩種不同文本的學習成效為何。系統功能語言學與傳統教科書不同之處在於系統功能語言學著重脈絡，脈絡包含四個要素，分別是環境成分、對象、事件、目的。最後研究結果發現，雖然使用傳統教科書的學生閱讀速度較快，但是使用系統功能語言學的學生學習成效比較好。

Alexander 與 Kulikowich（1994）舉物理學的例子說明，物理學這類的科學文章與一般閱讀不同的地方，在於整個科學背景的架構下，能對物理學理解較多的人較易閱讀相關的科學文章。所以，教師引導學生閱讀，必須先指導學生相關的背景知識架構。

Wellington 和 Osborne（2001）指出，科學相關的文章使用的文字較為艱深，而且內容通常都十分枯燥乏味，所以教師在指導學生閱讀科學文章，盡量先使用淺顯易懂的字詞，等學生有一定的程度，再使用較為艱深的文字。

#### 二、閱讀理解與作決策的關連

決策的過程中，爲了要有一個判斷的依據，所以要訂出正確的標準進行判斷，這個判斷必須是符合價值判斷的標準（Grunig & Kuhn, 2005）。且科學文章都不是單純的字義理解就可以理解裡面的內容（楊文金，2007），所以依據 Gagné 等人（1993）對閱讀理解的分類，是屬於推論理解（inferential comprehension）的歷程。本研究在分析水資源課程時，先初步將閱讀內容分成地質部分、氣候部

分、生態保育部分，讓學生可在不同領域進行專家組的深入閱讀。學生閱讀文章之後，必須依據自己閱讀所得到的概念，產生自己的見解，並且包含判斷、決策、拒絕或接受某些意見（Evans et al., 1986）。並且透過任務介紹，將整個任務的背景之事件、對象、目的等內容作交代，有助於學生理解文本內容。若能理解背景知識，對於所討論的議題會有深入了解，能在做學測之初的確定和分析問題時迅速將經驗和知識關連起來（Gagné et al., 1993），也有助於訂出正確的判準和確定選擇（Easton, 1976），最後檢視所做的決定時能引用背景知識說明所做決定的合理性和可改進的方向。因此，熟稔議題相關的背景知識，需仰賴閱讀科學文章和資訊時，產生有意義的理解和推論。

### 三、閱讀理解與拼圖式合作學習對作決策的影響

拼圖式合作學習法可以讓學生針對某一個主題進行更深入的研究，根據 Artut 與 Tarim（2007）的研究發現，拼圖式合作學習確實是十分有效獲得知識的方式。學生透過拼圖式合作學習完成科學文本閱讀與理解，對學生或取水資源之相關知識會有幫助，也為其作決策時制定判斷標準上，提供足夠的知識背景，才能訂出較適當的標準。

## 第四節 GIS 融入環境議題教學

### 一、GIS 在教育上的應用

根據美國西北大學 2005 年所出版的 *Investigations In Environmental Science* 一書中，將水資源、再生能源、水庫等環境議題，發展出一套 GIS 的教學模組，透過地理資訊系統同時將圖形與文字的特色合併在一起，學生可以更清楚的將所收集到的訊息作整合，並完成學習任務（Zahm, 2005）。

教育部也針對 GIS 進行教學架設專門網站-GIS 高中職地理加油站，由於早期教師發展課程時，所使用的教學內容有限，所以開發地理資訊系統供教師使用，讓教師可以針對自己的課程需求設計自己需要的圖片，作為教學內容。網站中亦設計許多與高中課程有關的教學材料，供教師教學使用（教育部，民 95）。

### 二、GIS 融入環境議題教學的相關研究

Liu與Zhu（2008）發表，他們認為地理資訊系統在學習地理環境議題上，可以提供一個有組織的資料系統，包括圖形、文字等介面，所以在學校教師可以透過地理資訊系統的教學讓學生學到更多相關知識。為了要更有效的發揮地理資訊系統在環境議題上的應用，應該發展更多地理探究的相關課程，以GIS作為學習工具，幫助學生學習。

林聰武（民85）也提出，地理資訊系統在輔助模式上，可透過GIS將龐大的教學資料放入電腦中，學生可以透過不斷的查詢與分析資料，得到問題的解答，並達成學習的效果。採取做中學的方式，可以提高學生的學習興趣，也可使地理知識生活化，提升生活的技能，使用發現式與遊戲的方式，亦可增加學生的興趣，達到學習的效果。

Radinsky、Alamar、Leimberer、Rodriguez和Trigueros（2005）對六年級的學生進行兩年MyWorld GIS的自然探究課程，研究結果發現GIS的課程教學可增進學生自然科學相關的知識內容及科學探究能力。讓學生上網搜尋與氣候、溫度等

相關的資料，並且輸入GIS系統中，讓學生根據自己決定欲找尋的資料的項目和分析方法，可培養學生進行科學探究的方法。此研究也指出，運用這種教學活動，對於教師而言是一個很大的挑戰，所以教師與研究者必須共同努力合作設計教學活動和應用適當教學策略，協助學生完成學習目標。

Stylinski與Smith（2006）嘗試將許多自然與環境科學的內容，透過GIS融入教學中，學生透過GIS顯示資料的過程，可增加學生對科學與環境的重視。而Edelson（1998）研究發現，許多初學者面對較為複雜的科學問題，無法順利學習科學內容，原因就是科學或者環境相關的議題，往往都以數字或符號等抽象的方式表現，所以初學者面對這些數字符號，並無法理解內容。若能透過工具，將這些數據轉化為圖形的方式，為初學者在理解科學背後所代表的意義時建立橋樑，將可協助學生探討複雜科學現象。

### 第三章 研究方法

本章共分五節，主旨在說明本研究使用的研究方法，其中包含「研究對象」、「課程設計與研究流程」、「研究工具」、「資料分析」、「研究範圍與限制」等五個部分來說明。

#### 第一節 研究對象

本研究實驗對象為台北地區社區高中一年級學生。配合該校高中職社區化之「青少年科學家」系列課程進行，該課程於 2009 年 2 月進行，學生均為自願參加。

所有學生在國中階段皆修過國三自然與生活科技課程之地球科學部分，具有地球科學的基本知識，大部分的學生高一上學期已修過高一基礎地球科學課程，但是因該課程屬於上下學期對開，共有 11 位學生沒有修過該課程。學生的成員大多數來自新店高中，少數來自台北縣立永平高中及台北縣立安康高中，學生的入學成績國中基本學力測驗的 PR 值大約在 80 上下。

原參加本課程人數有三十五人，最後有效樣本數為三十二人。其中男生十五人女生十七人。總共分爲十二組，各組人數與性別如表 3.1.1 所示：

表 3.1.1 各組學生人數與性別

| 組別 | 一   | 二   | 三   | 四   | 五   | 六   | 七   | 八   | 九   | 十   | 十一  | 十二  |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 人數 | 3   | 3   | 2   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   | 3   |
| 性別 | 2 女 | 2 女 | 1 女 | 1 女 | 1 女 | 1 女 | 1 女 | 2 女 | 2 女 | 2 女 | 2 女 | 2 女 |
| 資料 | 1 男 | 1 男 | 1 男 | 2 男 | 2 男 | 2 男 | 2 男 | 1 男 | 1 男 | 1 男 | 1 男 | 1 男 |

本課程實施地點在國立台灣師範大學科學教育中心八樓的教室，教室中有六張實驗桌，每張實驗桌安排兩組學生（共六人）進行教學，每組學生共用一台電腦，同組學生都可以互相討論，並且可以看到電腦操作的過程。

教室中可無線上網，如有需要上網查詢資料，可透過無線網路查詢，在教室前方設有各小組競爭排行榜，並以小組為單位，讓小組透過競爭的方式來達到良性互動。教室周圍設有三台攝影機，兩台拍攝焦點組學生上課情形，一台拍攝教師和全班上課情形。另外，本研究採用的學習模式為拼圖法第二代（Jigsaw II）的合作學習模式，將學生進行異質分組以避免造成不同組間的差異。由於本研究的對象主要來自於台北縣的高中，主要以新店高中為主，首先先將學生的班級、性別分開，每一組的學生都有男女生，也都有來自不同班級的學生，最後以學生國中基本學力測驗的數學與自然成績之和，將男女生分別排序後，採用 S 型分組。採用基測自然科與數學科成績是考量到各分組學生的先備知識不要差別過大。

## 第二節 課程設計與研究流程

本章分為兩個小節，第一個小節是課程設計，課程設計的部分分為 MyWorld GIS 功能示範與應用、興建鐵路工程的學習目標與理論依據、水資源課程的學習目標與理論依據等三個部分。第二個小節為研究流程，分為準備階段、實驗階段、結果分析階段等三個階段。

### 一、課程設計

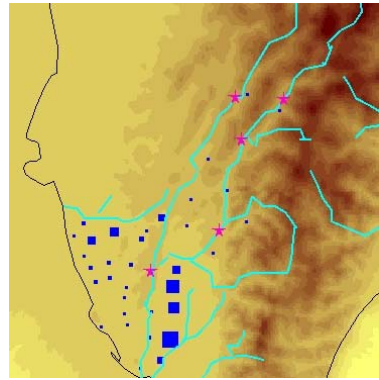
#### （一）學生起點行為

此外，根據九年一貫課程綱要，國中畢業生應具以下能力：（1）被尊重、關懷與團隊合作的能力，學生應該具備民主素養，包容其他不同意見。且團隊合作也是最有效率的學習方式。（2）表達、溝通與分享能力，透過語言、文字的表達個人的思想，並與他人溝通、分享不同意見。（3）獨立思考與問題解決能力（教育部，民 97a）。因此，本研究的研究對象可能已具有基本的團隊合作、溝通分享與問題解決能力的課程學習經驗。

#### （二）MyWorld GIS 功能示範與應用

本次課程採用 MyWorld GIS 作為輔助教學軟體，該軟體可提供相關地理資訊，並可由課程設計者建立教學所需之相關資料庫，因此尋找正確且適當的自然與環境相關數據資訊，將直接影響到課程開發的品質。表 3.2.1 將 MyWorld GIS 的功能與如何應用在課程整理成表格，並實際舉例說明。

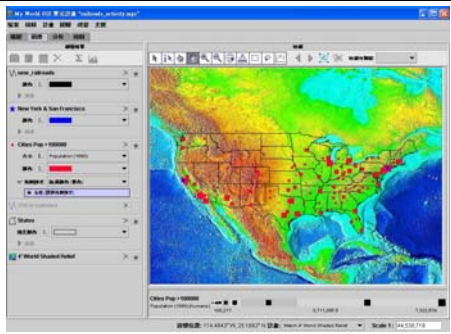
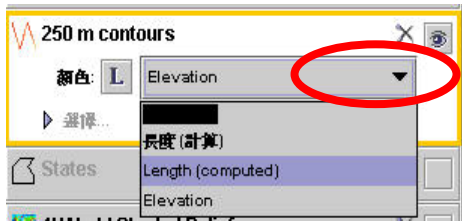
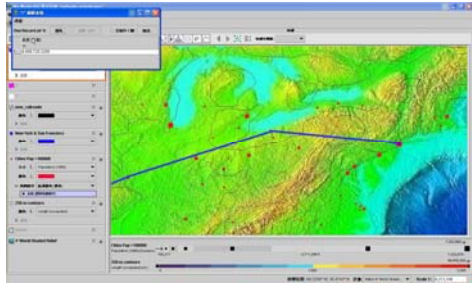
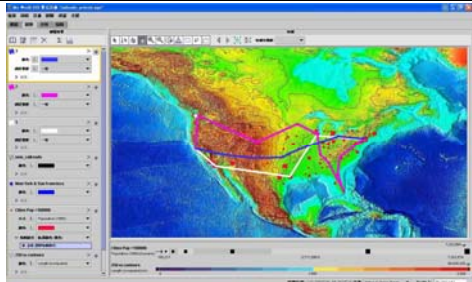
表 3.2.1 MyWorld GIS 功能說明與應用

| 功能說明                        | 在教學上應用                                                             | MyWorld GIS 範例                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |   |                |     |   |               |    |   |                   |        |   |                 |     |   |                  |       |   |                 |        |   |                  |       |   |                |       |   |                |        |    |                |       |    |                   |       |    |                 |        |    |                  |        |    |                  |    |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----------------|-----|---|---------------|----|---|-------------------|--------|---|-----------------|-----|---|------------------|-------|---|-----------------|--------|---|------------------|-------|---|----------------|-------|---|----------------|--------|----|----------------|-------|----|-------------------|-------|----|-----------------|--------|----|------------------|--------|----|------------------|----|
| MyWorld GIS 可點選適合的圖層        | 課程中給予相當多的資料，但並非每個資料從頭到尾都會用到，必須點選相關的圖層檢視。圖層中有眼睛符號的代表正在瀏覽之圖層。        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |   |                |     |   |               |    |   |                   |        |   |                 |     |   |                  |       |   |                 |        |   |                  |       |   |                |       |   |                |        |    |                |       |    |                   |       |    |                 |        |    |                  |        |    |                  |    |
| MyWorld GIS 可依據數值的大小顯示在圖層中  | 學生進行判斷時，將顯示符號依數值大小排列，則無需查詢文字資料即可知道各地大小的關係。範例中點越大的代表其數值越大。          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |   |                |     |   |               |    |   |                   |        |   |                 |     |   |                  |       |   |                 |        |   |                  |       |   |                |       |   |                |        |    |                |       |    |                   |       |    |                 |        |    |                  |        |    |                  |    |
| MyWorld GIS 可計算地圖中的距離與面積    | 進行判斷時，常要計算面積與長度，MyWorld GIS 可以將圖層中的面積與長度計算出來，即可不透過比例尺算出所希望的數值進行判斷。 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |   |                |     |   |               |    |   |                   |        |   |                 |     |   |                  |       |   |                 |        |   |                  |       |   |                |       |   |                |        |    |                |       |    |                   |       |    |                 |        |    |                  |        |    |                  |    |
| MyWorld GIS 可直接將數值輸入 GIS 系統 | 教師可將課程所需的數值依照經緯度座標輸入 GIS 系統中，學生可在地圖中找尋教師數入的資料，如有必要，可以轉化成文字檔呈現。     | <table border="1"> <tbody> <tr><td>1</td><td>Kaohsiung City</td><td>595</td></tr> <tr><td>2</td><td>Fongshan City</td><td>17</td></tr> <tr><td>3</td><td>Gangshan Township</td><td>23,688</td></tr> <tr><td>4</td><td>Cishan Township</td><td>473</td></tr> <tr><td>5</td><td>Meinong Township</td><td>5,056</td></tr> <tr><td>6</td><td>Daliao Township</td><td>31,338</td></tr> <tr><td>7</td><td>Linyuan Township</td><td>2,128</td></tr> <tr><td>8</td><td>Renwu Township</td><td>4,896</td></tr> <tr><td>9</td><td>Luzhu Township</td><td>73,069</td></tr> <tr><td>10</td><td>Dashu Township</td><td>3,036</td></tr> <tr><td>11</td><td>Niaosong Township</td><td>3,534</td></tr> <tr><td>12</td><td>Ziguan Township</td><td>15,099</td></tr> <tr><td>13</td><td>Ciaotou Township</td><td>11,390</td></tr> <tr><td>14</td><td>Jiading Township</td><td>22</td></tr> </tbody> </table> | 1 | Kaohsiung City | 595 | 2 | Fongshan City | 17 | 3 | Gangshan Township | 23,688 | 4 | Cishan Township | 473 | 5 | Meinong Township | 5,056 | 6 | Daliao Township | 31,338 | 7 | Linyuan Township | 2,128 | 8 | Renwu Township | 4,896 | 9 | Luzhu Township | 73,069 | 10 | Dashu Township | 3,036 | 11 | Niaosong Township | 3,534 | 12 | Ziguan Township | 15,099 | 13 | Ciaotou Township | 11,390 | 14 | Jiading Township | 22 |
| 1                           | Kaohsiung City                                                     | 595                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |   |                |     |   |               |    |   |                   |        |   |                 |     |   |                  |       |   |                 |        |   |                  |       |   |                |       |   |                |        |    |                |       |    |                   |       |    |                 |        |    |                  |        |    |                  |    |
| 2                           | Fongshan City                                                      | 17                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |   |                |     |   |               |    |   |                   |        |   |                 |     |   |                  |       |   |                 |        |   |                  |       |   |                |       |   |                |        |    |                |       |    |                   |       |    |                 |        |    |                  |        |    |                  |    |
| 3                           | Gangshan Township                                                  | 23,688                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |   |                |     |   |               |    |   |                   |        |   |                 |     |   |                  |       |   |                 |        |   |                  |       |   |                |       |   |                |        |    |                |       |    |                   |       |    |                 |        |    |                  |        |    |                  |    |
| 4                           | Cishan Township                                                    | 473                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |   |                |     |   |               |    |   |                   |        |   |                 |     |   |                  |       |   |                 |        |   |                  |       |   |                |       |   |                |        |    |                |       |    |                   |       |    |                 |        |    |                  |        |    |                  |    |
| 5                           | Meinong Township                                                   | 5,056                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |   |                |     |   |               |    |   |                   |        |   |                 |     |   |                  |       |   |                 |        |   |                  |       |   |                |       |   |                |        |    |                |       |    |                   |       |    |                 |        |    |                  |        |    |                  |    |
| 6                           | Daliao Township                                                    | 31,338                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |   |                |     |   |               |    |   |                   |        |   |                 |     |   |                  |       |   |                 |        |   |                  |       |   |                |       |   |                |        |    |                |       |    |                   |       |    |                 |        |    |                  |        |    |                  |    |
| 7                           | Linyuan Township                                                   | 2,128                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |   |                |     |   |               |    |   |                   |        |   |                 |     |   |                  |       |   |                 |        |   |                  |       |   |                |       |   |                |        |    |                |       |    |                   |       |    |                 |        |    |                  |        |    |                  |    |
| 8                           | Renwu Township                                                     | 4,896                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |   |                |     |   |               |    |   |                   |        |   |                 |     |   |                  |       |   |                 |        |   |                  |       |   |                |       |   |                |        |    |                |       |    |                   |       |    |                 |        |    |                  |        |    |                  |    |
| 9                           | Luzhu Township                                                     | 73,069                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |   |                |     |   |               |    |   |                   |        |   |                 |     |   |                  |       |   |                 |        |   |                  |       |   |                |       |   |                |        |    |                |       |    |                   |       |    |                 |        |    |                  |        |    |                  |    |
| 10                          | Dashu Township                                                     | 3,036                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |   |                |     |   |               |    |   |                   |        |   |                 |     |   |                  |       |   |                 |        |   |                  |       |   |                |       |   |                |        |    |                |       |    |                   |       |    |                 |        |    |                  |        |    |                  |    |
| 11                          | Niaosong Township                                                  | 3,534                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |   |                |     |   |               |    |   |                   |        |   |                 |     |   |                  |       |   |                 |        |   |                  |       |   |                |       |   |                |        |    |                |       |    |                   |       |    |                 |        |    |                  |        |    |                  |    |
| 12                          | Ziguan Township                                                    | 15,099                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |   |                |     |   |               |    |   |                   |        |   |                 |     |   |                  |       |   |                 |        |   |                  |       |   |                |       |   |                |        |    |                |       |    |                   |       |    |                 |        |    |                  |        |    |                  |    |
| 13                          | Ciaotou Township                                                   | 11,390                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |   |                |     |   |               |    |   |                   |        |   |                 |     |   |                  |       |   |                 |        |   |                  |       |   |                |       |   |                |        |    |                |       |    |                   |       |    |                 |        |    |                  |        |    |                  |    |
| 14                          | Jiading Township                                                   | 22                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |   |                |     |   |               |    |   |                   |        |   |                 |     |   |                  |       |   |                 |        |   |                  |       |   |                |       |   |                |        |    |                |       |    |                   |       |    |                 |        |    |                  |        |    |                  |    |

## （二）興建鐵道與理論依據

興建鐵道原課程是美國西北大學所開發之課程，主要目的是讓學生透過此課程熟悉 MyWorld GIS 軟體，決策理論則是依據 Grunig 與 Kuhn（2005）的決策理論設計，課程的步驟與設計如表 3.2.2 所示。爲了讓學生能快速熟悉軟體，特別將每一個功能的使用方式做成明細表，供學生隨時查閱使用。

表 3.2.2 興建鐵道理論依據與步驟

| 步驟   | 學習目標                      | 理論依據                             | MyWorld GIS 範例                                                                       |
|------|---------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 判準   | 學習好的判準應具備的架構。範例爲鐵道課程介面。   | 1.判準是可被認定的標準<br>2.判準必須與待測目標有密切結合 |   |
| 開始規劃 | 能依據判準規劃路線。範例爲依照判準檢視資料。    | 依據判準檢視資料                         |  |
| 評估   | 依據判準評估路線範例爲依據判準評估路線。      | 考慮風險及可行性與合理性                     |  |
| 決定   | 決定路線。範例爲規劃的三條路線，選出一條最適合的。 | 考慮決定之內在、外在所產生之影響。                |  |

### （三）水資源課程

本研究受試的學生屬高中一年級的學生，部分學生修過基礎地球科學，因此在設計課程的時候，主要運用的概念以國三至高一課程的主要概念，部分概念則和高二的地球科學相關。

本研究課程所需資料大多來自於政府公佈的相關數據，其中人口、產業等數據，來自各縣市政府與鄉鎮市公所網站，農業數據來自農委會的統計資訊，地質數據來自中央地質調查所，水污染數據，來自經濟部水利局的統計資料，地震與氣候相關資料，則來自中央氣象局網站，因此課程所使用的資料，皆為政府所公布之統計資訊，具有極高可信度。

#### （1）開發背景

本課程教材改編自美國西北大學所出版的 *Investigations In Environmental Science*，該課程以美國當代的環境議題為主，大多以美國本土環境為例，本研究之課程參考該教材之主要教學概念，但以台灣本土的案例作為教學之依據。

根據教育部公布之 99 年地球科學課程綱要中，其教學目標是『培養具備「地球科學」基本素養（包括知識、思維和技能、態度）的現代公民』。而其核心能力有四，分別是（1）學生能在日常生活中活用地球科學的知識和方法。（2）學生能運用分析和探究的能力，找出問題並試著解答。（3）學生能發展出解決地球科學問題的能力。（4）學生能主動關心和珍惜地球環境。

在此地球科學教學目標下，根據普通高級中學選修科目「基礎地球科學」課程綱要主題「日常生活與地球環境」，設計課程，並參考 *Investigations In Environmental Science* 的教學內容，本研究設計了「水資源」課程，讓學生根據課程中所給予的教學內容去分析並找出一個最適當的取水地點，呼應課程綱要中希望學生能分析、探究，並且解決地球科學問題。

#### （2）知識內容

本研究透過拼圖式合作學習的方式讓學生體會做決策的過程與原則，課程中被給予學生水資源相關的參考資料，除了每組提供遠足文化所出版之「台灣的十

大地理議題」(林俊全, 2008)和「台灣的水庫」(黃兆慧, 2002), 這兩本閱讀資料外, 在教室前方, 提供以下書籍供學生隨時查閱使用, 分別是「台灣的氣候」(涂建翊, 2003)、「台灣的天然災害」(林俊全, 2004)、「台灣的國家公園」(魏宏晉, 2002)、「台灣的地下水」(陳文福, 2005)等書。

由於選擇取水口主要牽涉到地質、氣候和生態等問題, 因此本研究之合作學習的專家小組中, 分成地質組、氣候組、生態保育組, 每一組學生可以針對該組主題作深入研究。圖 3.2.1 為各專家組學生主要探討的知識領域, 而各組的任務, 如下所示:

#### A 地質組

建造水利工程時, 地質的穩定度極為重要, 考慮的因子包括斷層、岩層特性、土石流得機率、山崩的可能等多項地質因素, 地質組的學生要學會如何在一個安全的環境下建造水利工程。

#### B 氣候組

水利建設最好是建造在水源豐沛的地區, 氣候因子的考量包括降水特性、氣象災害、水文特性等。氣候組的學生要學會選擇最佳的氣候條件的地點。

#### C 生態保育組

由於建設工程, 免不了會破壞自然生態, 而現有的人口分佈和產業狀態也可能使取水地點遭受污染, 所以生態保育組的學生要學會避免污染的威脅和對環境的破壞。

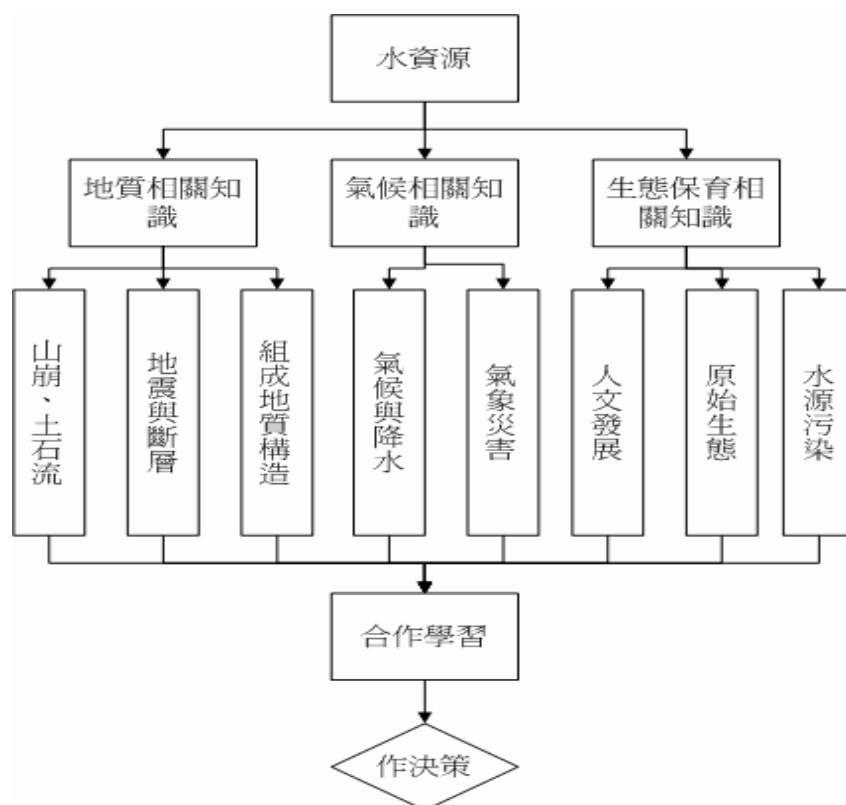


圖 3.2.1 水資源概念架構圖

### (3) 課程流程

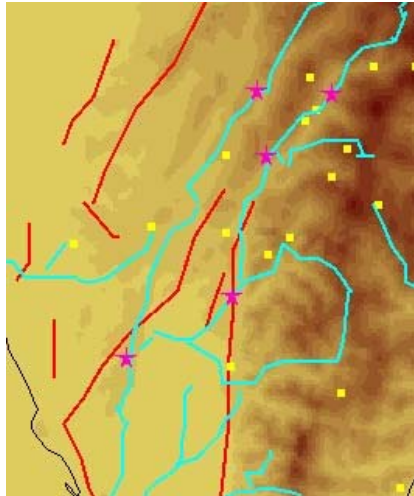
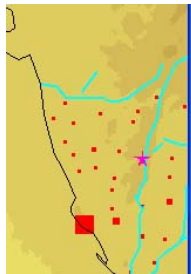
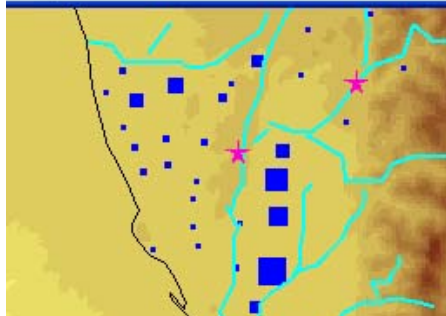
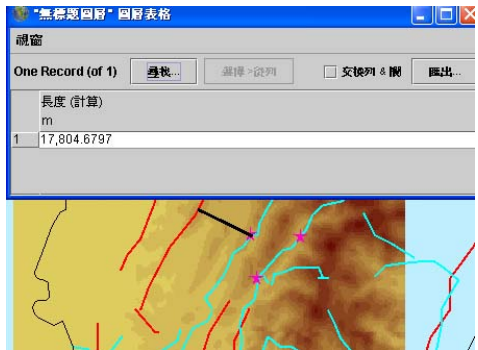
表 3.2.3 為本研究所使用的決策理論與學習單的對照表，主要的決策理論依據來自 Grunig 與 Kuhn (2005) 的理論依據，但是本研究中的決策理論與 Grunig 等人的決策理論有些許出入，其原因是本研究的課程必須先確定主題，無法讓學生天馬行空的方式來發現問題，也因為主題已經確定，所以本研究讓學生檢視各點資料之後，再讓學生選出兩個預選地點並進行深入分析。

表 3.2.3 課程與決策理論的對應表

| 學習單步驟      | 學生活動                                 | 理論依據                   |
|------------|--------------------------------------|------------------------|
| 知識分享       | ·學生根據從專家組學習的知識內容，分析學習單中的問題。          | 分析問題                   |
| 釐清判準       | ·學生綜合各專家的意見，訂出未來判斷地點的判準。             | 訂出判準                   |
| 依據判準檢視資料   | ·依據訂出的判準檢視各地點。<br>·根據檢視的結果，選出兩個預選地點。 | 依據判準檢視資料<br>發展出兩個可行方案  |
| 比較入選地點的優缺點 | ·將入選地點的優缺點列出，並進行比較。<br>·選出最後決定的地點。   | 決定選擇結果<br>再次檢視結果並作最後決定 |

學生進行水資源課程，運用 MyWorld GIS 的功能協助學生查詢資料與作決策，許多統計資訊經 MyWorld GIS 整合後，將原本不同型態的訊息同時出現在 MyWorld GIS 介面上，這將有助於學生整合資料與作決策。水資源課程中，MyWorld GIS 的操作範例如表 3.2.4 所示：

表 3.2.4 MyWorld GIS 於水資源課程操作範例

| 編號      | 水資源課程中學生會使用的功能                                                                                          | MyWorld GIS 範例                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |         |                 |            |   |                  |             |   |                |            |   |                |            |    |                |            |    |                   |        |    |                 |       |    |                  |         |    |                  |      |    |                |          |    |                  |          |    |                |          |    |                |        |    |                |        |    |                 |            |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------------|------------|---|------------------|-------------|---|----------------|------------|---|----------------|------------|----|----------------|------------|----|-------------------|--------|----|-----------------|-------|----|------------------|---------|----|------------------|------|----|----------------|----------|----|------------------|----------|----|----------------|----------|----|----------------|--------|----|----------------|--------|----|-----------------|------------|
| 1       | 學生在做決策過程，如要同時比較兩不同兩個或兩個以上的因素，MyWorld GIS 可將同時顯現所選擇圖層。範例中的例子是斷層分佈與地震資料，如要同時判斷斷層分佈與地震的歷史紀錄，透過疊加的方式即可一目了然。 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |         |                 |            |   |                  |             |   |                |            |   |                |            |    |                |            |    |                   |        |    |                 |       |    |                  |         |    |                  |      |    |                |          |    |                  |          |    |                |          |    |                |        |    |                |        |    |                 |            |
| 2       | 研究者將數值放入 MyWorld GIS 系統中，除了可依據數值大小作變化外，學生也可以查詢詳細數據，範例中為人口資料，可依照個鄉鎮人口多寡而顯示不同大小，亦可找出相關數據。                 |  <table data-bbox="1043 844 1331 1117"><tr><td>6</td><td>Dailao Township</td><td>2,631.8501</td></tr><tr><td>7</td><td>Linyuan Township</td><td>1,003.74</td></tr><tr><td>8</td><td>Renwu Township</td><td>1,292.8199</td></tr><tr><td>9</td><td>Luzhu Township</td><td>2,585.0701</td></tr><tr><td>10</td><td>Dashu Township</td><td>4,032.3501</td></tr><tr><td>11</td><td>Niaosong Township</td><td>928.33</td></tr><tr><td>12</td><td>Ziguan Township</td><td>846.1</td></tr><tr><td>13</td><td>Ciaotou Township</td><td>1,637.4</td></tr><tr><td>14</td><td>Jiading Township</td><td>0.37</td></tr><tr><td>15</td><td>Dashe Township</td><td>1,084.87</td></tr><tr><td>16</td><td>Yanchao Township</td><td>3,116.46</td></tr><tr><td>17</td><td>Alian Township</td><td>1,949.33</td></tr><tr><td>18</td><td>Hunei Township</td><td>599.25</td></tr><tr><td>19</td><td>Mituo Township</td><td>284.64</td></tr><tr><td>20</td><td>Neimen Township</td><td>3,139.9199</td></tr></table> | 6       | Dailao Township | 2,631.8501 | 7 | Linyuan Township | 1,003.74    | 8 | Renwu Township | 1,292.8199 | 9 | Luzhu Township | 2,585.0701 | 10 | Dashu Township | 4,032.3501 | 11 | Niaosong Township | 928.33 | 12 | Ziguan Township | 846.1 | 13 | Ciaotou Township | 1,637.4 | 14 | Jiading Township | 0.37 | 15 | Dashe Township | 1,084.87 | 16 | Yanchao Township | 3,116.46 | 17 | Alian Township | 1,949.33 | 18 | Hunei Township | 599.25 | 19 | Mituo Township | 284.64 | 20 | Neimen Township | 3,139.9199 |
| 6       | Dailao Township                                                                                         | 2,631.8501                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |         |                 |            |   |                  |             |   |                |            |   |                |            |    |                |            |    |                   |        |    |                 |       |    |                  |         |    |                  |      |    |                |          |    |                  |          |    |                |          |    |                |        |    |                |        |    |                 |            |
| 7       | Linyuan Township                                                                                        | 1,003.74                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |         |                 |            |   |                  |             |   |                |            |   |                |            |    |                |            |    |                   |        |    |                 |       |    |                  |         |    |                  |      |    |                |          |    |                  |          |    |                |          |    |                |        |    |                |        |    |                 |            |
| 8       | Renwu Township                                                                                          | 1,292.8199                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |         |                 |            |   |                  |             |   |                |            |   |                |            |    |                |            |    |                   |        |    |                 |       |    |                  |         |    |                  |      |    |                |          |    |                  |          |    |                |          |    |                |        |    |                |        |    |                 |            |
| 9       | Luzhu Township                                                                                          | 2,585.0701                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |         |                 |            |   |                  |             |   |                |            |   |                |            |    |                |            |    |                   |        |    |                 |       |    |                  |         |    |                  |      |    |                |          |    |                  |          |    |                |          |    |                |        |    |                |        |    |                 |            |
| 10      | Dashu Township                                                                                          | 4,032.3501                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |         |                 |            |   |                  |             |   |                |            |   |                |            |    |                |            |    |                   |        |    |                 |       |    |                  |         |    |                  |      |    |                |          |    |                  |          |    |                |          |    |                |        |    |                |        |    |                 |            |
| 11      | Niaosong Township                                                                                       | 928.33                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |         |                 |            |   |                  |             |   |                |            |   |                |            |    |                |            |    |                   |        |    |                 |       |    |                  |         |    |                  |      |    |                |          |    |                  |          |    |                |          |    |                |        |    |                |        |    |                 |            |
| 12      | Ziguan Township                                                                                         | 846.1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |         |                 |            |   |                  |             |   |                |            |   |                |            |    |                |            |    |                   |        |    |                 |       |    |                  |         |    |                  |      |    |                |          |    |                  |          |    |                |          |    |                |        |    |                |        |    |                 |            |
| 13      | Ciaotou Township                                                                                        | 1,637.4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |         |                 |            |   |                  |             |   |                |            |   |                |            |    |                |            |    |                   |        |    |                 |       |    |                  |         |    |                  |      |    |                |          |    |                  |          |    |                |          |    |                |        |    |                |        |    |                 |            |
| 14      | Jiading Township                                                                                        | 0.37                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |         |                 |            |   |                  |             |   |                |            |   |                |            |    |                |            |    |                   |        |    |                 |       |    |                  |         |    |                  |      |    |                |          |    |                  |          |    |                |          |    |                |        |    |                |        |    |                 |            |
| 15      | Dashe Township                                                                                          | 1,084.87                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |         |                 |            |   |                  |             |   |                |            |   |                |            |    |                |            |    |                   |        |    |                 |       |    |                  |         |    |                  |      |    |                |          |    |                  |          |    |                |          |    |                |        |    |                |        |    |                 |            |
| 16      | Yanchao Township                                                                                        | 3,116.46                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |         |                 |            |   |                  |             |   |                |            |   |                |            |    |                |            |    |                   |        |    |                 |       |    |                  |         |    |                  |      |    |                |          |    |                  |          |    |                |          |    |                |        |    |                |        |    |                 |            |
| 17      | Alian Township                                                                                          | 1,949.33                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |         |                 |            |   |                  |             |   |                |            |   |                |            |    |                |            |    |                   |        |    |                 |       |    |                  |         |    |                  |      |    |                |          |    |                  |          |    |                |          |    |                |        |    |                |        |    |                 |            |
| 18      | Hunei Township                                                                                          | 599.25                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |         |                 |            |   |                  |             |   |                |            |   |                |            |    |                |            |    |                   |        |    |                 |       |    |                  |         |    |                  |      |    |                |          |    |                  |          |    |                |          |    |                |        |    |                |        |    |                 |            |
| 19      | Mituo Township                                                                                          | 284.64                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |         |                 |            |   |                  |             |   |                |            |   |                |            |    |                |            |    |                   |        |    |                 |       |    |                  |         |    |                  |      |    |                |          |    |                  |          |    |                |          |    |                |        |    |                |        |    |                 |            |
| 20      | Neimen Township                                                                                         | 3,139.9199                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |         |                 |            |   |                  |             |   |                |            |   |                |            |    |                |            |    |                   |        |    |                 |       |    |                  |         |    |                  |      |    |                |          |    |                  |          |    |                |          |    |                |        |    |                |        |    |                 |            |
| 3       | 如只要查詢單一地點的資料，可以直接在圖層中查詢，範例中為豬隻數量統計，學生如想知道單一地區的豬隻數量，則直接點選查詢即可。                                           | <table data-bbox="852 1128 1139 1162"><tr><td>1</td><td>Jiuru Township</td><td>133,957</td></tr></table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1       | Jiuru Township  | 133,957    |   |                  |             |   |                |            |   |                |            |    |                |            |    |                   |        |    |                 |       |    |                  |         |    |                  |      |    |                |          |    |                  |          |    |                |          |    |                |        |    |                |        |    |                 |            |
| 1       | Jiuru Township                                                                                          | 133,957                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |         |                 |            |   |                  |             |   |                |            |   |                |            |    |                |            |    |                   |        |    |                 |       |    |                  |         |    |                  |      |    |                |          |    |                  |          |    |                |          |    |                |        |    |                |        |    |                 |            |
| 4       | 學生如要計算兩點間距離長度時，可以自行新增圖層，並由圖層中自行會出線段或路徑，再由圖層中的數據得知長度，範例中黑色的粗線段為學生自行繪製之線段，上方統計表則為長度計算。                    |  <table data-bbox="852 1655 1331 1756"><tr><th colspan="2">長度 (計算)</th></tr><tr><th colspan="2">m</th></tr><tr><td>1</td><td>17,804.6797</td></tr></table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 長度 (計算) |                 | m          |   | 1                | 17,804.6797 |   |                |            |   |                |            |    |                |            |    |                   |        |    |                 |       |    |                  |         |    |                  |      |    |                |          |    |                  |          |    |                |          |    |                |        |    |                |        |    |                 |            |
| 長度 (計算) |                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |         |                 |            |   |                  |             |   |                |            |   |                |            |    |                |            |    |                   |        |    |                 |       |    |                  |         |    |                  |      |    |                |          |    |                  |          |    |                |          |    |                |        |    |                |        |    |                 |            |
| m       |                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |         |                 |            |   |                  |             |   |                |            |   |                |            |    |                |            |    |                   |        |    |                 |       |    |                  |         |    |                  |      |    |                |          |    |                  |          |    |                |          |    |                |        |    |                |        |    |                 |            |
| 1       | 17,804.6797                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |         |                 |            |   |                  |             |   |                |            |   |                |            |    |                |            |    |                   |        |    |                 |       |    |                  |         |    |                  |      |    |                |          |    |                  |          |    |                |          |    |                |        |    |                |        |    |                 |            |

水資源課程活動流程如圖 3.2.2 所示

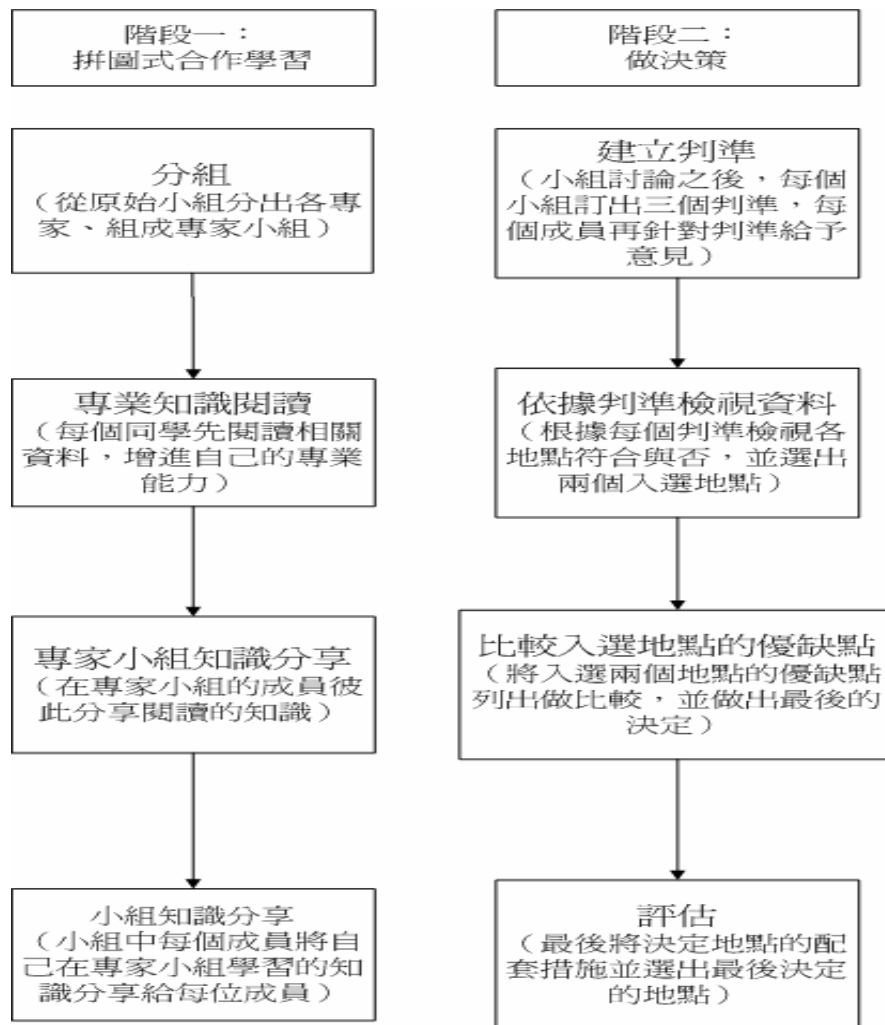


圖 3.2.2 水資源課程活動流程

當學生做完決策之後，進行分組討論並相互給予回饋，課程中有五個預選地點，其中有一個地點為政府評估興建美濃水庫的預址所在，但是在講評之前，研究者並未告知學生。

## 二、研究流程

### (一)、準備階段

形成主要研究問題之後，開始著手收集相關文獻並閱讀，待研究問題確立，及著手開發課程與評量，課程與評量皆進行前導性測試，並根據測試的結果修正

課程與測驗工具。於正式進行教學實驗前，已針對本課程進行前導性測試，發現高中生對於學習 MyWorld GIS 軟體的介面操作無困難。

## (二)、實驗階段

本研究的課程主要分成五個，分別是「興建鐵道」、「水庫」、「再生能源」、「水資源」、「校園氣象觀測」等五個主題，在第一天課程進行前，先實施「水資源相關概念測驗前測」與「決策能力測驗前測」，並於第二天上課開始前，進行閱讀能力測驗。表 3.2.5 為本次研究課程與測驗的時間表。

表 3.2.5 教學流程表與測驗時間

| 流程步驟<br>(日期) | 時間<br>(分) | 工作內容          |
|--------------|-----------|---------------|
| 2/2 (一)      | 50        | 相見歡(小組成員互相認識) |
|              | 30        | 水資源相關概念測驗前測   |
|              | 30        | 決策能力測驗前測      |
|              | 90        | 興建鐵道課程        |
| 2/3 (二)      | 40        | 閱讀能力測驗        |
|              | 100       | 水庫課程          |
| 2/4 (三)      | 170       | 再生能源課程        |
| 2/5 (四)      | 170       | 水資源課程         |
|              | 30        | 水資源相關概念測驗後測   |
| 2/6 (五)      | 30        | 決策能力測驗後測      |
|              | 170       | 校園氣象觀測        |

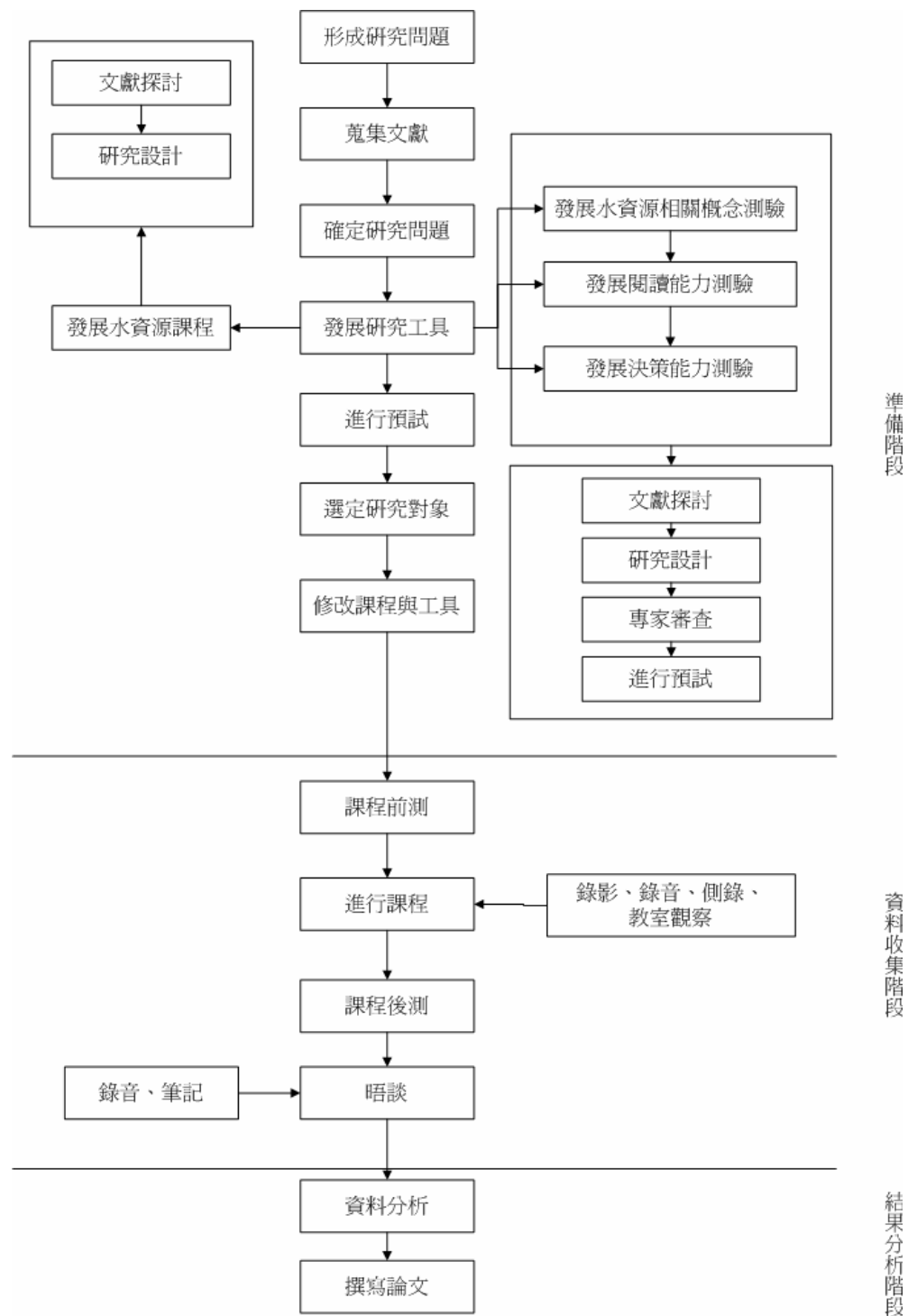


圖 3.2.3 研究流程圖

### (三)、結果分析階段

2009 年 3 月至 6 月為論文結果分析階段。在此階段進行各項資料分析，經過歸納整合之後，著手研究並撰寫成研究論文。

### 第三節 研究工具

配合研究目的，本研究之工具主要用於收集量化與質性的資料，主要分為紙筆測驗與分析學生課程學習單等方式進行，而紙筆測驗包含水資源相關概念測驗、決策能力測驗、閱讀能力測驗。

#### 一、測驗工具

##### （一）水資源相關概念測驗

本測驗的目的是希望能了解學生對於尋找取水地點所會使用到地質、氣候、水文等相關概念在課程前後的情況，因此參考大學入學考試中心出版之「九十七學年度學科能力測驗自然考科試題分析」，將地球科學的重要目標編列出來，並且參考南一版高中地球科學、三民版高中基礎地球科學與國立編譯館所主編之高中基礎地球科學課本（民73）來命題，測驗試題如附錄二所示。表3.3.1是本次測驗的雙向明細表。

表 3.3.1 水資源相關概念雙向明細表

| 測驗目標             | 課程內容                     | 台灣地區水資源使用情況 | 台灣地區的天然災害 | 水資源與自然、人文環境的關係 |
|------------------|--------------------------|-------------|-----------|----------------|
| 測驗考生基本的知識能力      | 知道重要的科學名詞和定義 (1a)        | 6*          | 21、23     | 22             |
|                  | 了解基本的科學現象、規則、學說、定律 (1b)  | 2           | 20        | 4、24           |
|                  | 知道如何由簡單實驗觀察自然現象 (1c)     |             |           |                |
| 測驗考生應用科學資料和圖表的能力 | 能看出數據、式子或圖形的意義 (2a)      |             |           | 9              |
|                  | 能選用適當的資料 (2b)            | 13          | 11、14     | 26             |
|                  | 能由數據找出規則或關係 (2c)         |             | 15        | 18             |
|                  | 能由圖表看出明顯的特性 (2d)         | 3           | 9、16      | 5、27           |
|                  | 根據圖表作結論 (2e)             |             |           | 7、17           |
| 測驗考生的推理能力        | 能找出問題的因果關係 (3a)          | 1           |           |                |
|                  | 根據圖表說明重要科學原理 (3b)        |             |           |                |
|                  | 能根據科學定律、模型，解釋日常生活現象 (3c) |             |           |                |
|                  | 根據事實作合理的推斷 (3d)          | 28          | 9、14      | 20、26          |

\*為題號

附錄二為水資源相關概念測驗的試題，原本的題目總數為28題，當題目編制

好之後，請高雄市某高中教師進行專家審查，再進行預試，預試的對象為台北縣某高中一個班與台北市某高中兩個班，共90位學生進行預試，扣除無效樣本（繳交空白卷或超過10題未作答）後總共有79份有效樣本，根據有效樣本所計算出來的KR21值為0.80，並且針對每一個題目進行難度、鑑別度的分析，表3.3.3是難度與鑑別度的分析情形。

表 3.3.2 水資源相關概念測驗難度、鑑別度

| 題號  | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| 鑑別度 | 0.09 | 0.27 | 0.59 | 0.64 | 0.32 | 0.09 | 0.27 |
| 難度  | 0.95 | 0.82 | 0.70 | 0.68 | 0.48 | 0.95 | 0.86 |
| 題號  | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   |
| 鑑別度 | 0.09 | 0.41 | 0.32 | 0.45 | 0.23 | 0.41 | 0.23 |
| 難度  | 0.95 | 0.80 | 0.52 | 0.68 | 0.89 | 0.66 | 0.61 |
| 題號  | 15   | 16   | 17   | 18   | 19   | 20   | 21   |
| 鑑別度 | 0.5  | 0.14 | 0.32 | 0.14 | 0.45 | 0.41 | 0.45 |
| 難度  | 0.57 | 0.84 | 0.84 | 0.57 | 0.73 | 0.66 | 0.77 |
| 題號  | 22   | 23   | 24   | 25   | 26   | 27   | 28   |
| 鑑別度 | 0.27 | 0.36 | 0.55 | 0.5  | 0.23 | 0.68 | 0.27 |
| 難度  | 0.77 | 0.77 | 0.73 | 0.75 | 0.89 | 0.61 | 0.86 |

根據上表，將鑑別度過低的題目進行修正，共有五題需要經過修正，第一題由於學生在國中階段已接受不少類似題目的訓練，所以決定將第一題刪除。第六題原始題目為敘述優氧化現象，由學生選擇現象的名稱，因為類似的題目在國中課程中常出現，所以改為詢問優氧化的現象為何。第八題的原始問題單就文章最後的敘述進行測驗，題目過於簡單，後來將原因納入考題內容。第十六題因為圖

中未將地點標示清楚，修正題目時將圖中地點以明顯的符號表示。十八題圖中河川不明顯，後來將河川以明顯的顏色標示清楚。因此正式定稿的測驗題目數量為27題。

## （二）閱讀能力測驗

### （1）測驗試題

閱讀能力測驗主要的理論依據來自於Gagné等人（1993）的推論理解（inferential comprehension）以及Evans等人（1986）對評鑑理解（evaluation）的定義進行測驗的編制。有些閱讀（例如看公車時刻表），只需字義理解（literal comprehension）就已經足夠，可是有些較為複雜的閱讀為超越文本的訊息，那就需要推論理解（Gagné et al., 1993），本課程所需的閱讀內容大都已經超越本文的訊息，相當仰賴推論理解，因此在設計測驗試題時針對學生的推論理解能力進行測驗編制。而進行決策時，學生必須根據自己所閱讀的內容進行判斷與決策，所以試題內容包含測驗學生的評鑑理解能力。

在閱讀能力測驗的主題選擇，為避免學生水資源相關概念的交互作用，所以測驗的主題盡量避免水資源的相關議題。但是又不能與科學閱讀相差甚遠，因此選擇的主題也是與地球科學相關的主題，測驗試題如附錄三所示。

本測驗選定的閱讀文章選自2002年5月號科學人雜誌的「生物滅絕，是誰闖的禍？」，將對生物滅絕的主因分為「洪流玄武岩」與「星球撞擊」的兩個理論，測驗主要依據Gagné的理論分成兩部分作為評分重點：

#### 1.摘要（summarization）

摘要是指將文章中的內容，整理出其中的要點，摘要也可以使用層級排列的方式來呈現，幫助閱讀者整理知識，閱讀者要能夠整理出良好的摘要，也一定要對文章有一定程度的了解才行（Gagné et al., 1993）。

在本研究的閱讀能力測驗中，針對摘要設計了兩個題目，第一個題目是測驗重點標示的能力，讓學生在閱讀文章的同時，分別標示出有關「洪流玄武岩」與「星球撞擊」兩種理論的證據。第二個題目是學生閱讀之後，將文本收回，讓學

生寫出兩個「洪流玄武岩」與「星球撞擊」的證據，目的是希望學生可以用自己的話把重點標示出來。

## 2. 評鑑理解 (evaluation)

評鑑理解主要針對學生閱讀相關資訊後，能依據文章所傳達的訊息產生自己的見解，並且包含價值判斷、決策的能力 (Evans et al., 1986)。

在評鑑理解部分也設計了兩個試題，第一個試題是希望受試者在寫完證據之後，自己決定自己比較相信哪一種學說，並將理由寫下來。另一項題目是針對洪流玄武岩與星球撞擊設計四題推理性題目，以便測驗學生的推理能力。關於閱讀測驗的理論依據與測驗內容，整理於表3.3.3。閱讀測驗的評分標準如表3.4.3所示。

表 3.3.3 閱讀測驗理論與測驗內容之整理

| 理論依據                                                                                   | 測驗卷內容                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 摘要 (summarization):<br>閱讀者對一些陳述的知識產生一個全盤性的概念，並且從文章中擷取重要訊息。閱讀者為能夠理解這些訊息，必須對文章有某些概念性的了解。 | 重點標示：<br>學生將文章中的兩個論點分別作標示。<br>列舉證據：<br>收回文本後將文中所提及的證據列出來 |
| 評鑑理解 (evaluation):<br>閱讀者經由閱讀之後，融合文章所傳遞的訊息進行價值判斷與決策。                                   | 選擇論點：<br>對自己所支持的論點進行陳述。<br>推論：<br>回答四題關於文章推論的選擇測驗。       |

### (2) 互評者信度

本研究中學生所填答的「閱讀測驗」試題，由本研究者與所上另一位從事科學教育研究的同學依據評分標準進行評分，每題之 Kappa 互評者信度從 0.62 到 0.76 的範圍，平均為 0.71，表 3.3.4 信度值為可接受的，故採行的分數為兩人所討論之分數進行統計分析。表中的選擇題與摘要題型為在正確段落標線，故不需作互評者信度。由於本測驗是依據「摘要」與「評鑑理解」兩個面向進行設計，

所以計算總分時兩面向的成績各佔 50%的計算。

表 3.3.4 閱讀能力測驗互評者信度

| 能力                   | 構念          | Kappa 互評者信度 |
|----------------------|-------------|-------------|
| 摘要 (summarization) : | 重點標示 (段落標線) | 無           |
|                      | 列舉證據        | 0.76        |
|                      |             | 0.62        |
| 評鑑理解 (evaluation) :  | 選擇論點        | 0.75        |
|                      | 推論 (選擇題)    | 無           |

### (三) 決策能力測驗

#### (1) 測驗試題

爲了解學生在學習本課程前後決策能力的改變，本研究以興建海底隧道爲主題設計決策能力測驗，本測驗以津輕海峽西部の底質（新野弘，1934）一文爲主要參考依據，以日本的本州與北海道之間建造海底隧道爲例，題目中先敘述興建海底隧道的目的，並且提供三個可能的路線選擇以及相關資料，最後由學生根據資料，判斷哪條路線是最佳的選擇，測驗試題如附錄四所示。

在測驗的皆段一，讓學生就相關興建目的和背景資料進行閱讀以便下一個階段進行決策時使用。

階段二，主要是希望能測驗學生是否能提出判準並陳述理由，檢視標準爲提出的判準時判準是否符合問題，以及所提出之判準是否有明確的程度量詞

（Grunig & Kuhn, 2005）。在理由陳述的部分，檢視標準爲理由是否能緊密的與原始問題作連結（Grunig & Kuhn, 2005）。

學生進行決策能力測驗時，將所需的判斷資料印在不同的投影片上，由學生根據自己的需求進行將投影片疊加以便進行判讀。本測驗的評分標準，也如表 3.4.2 所示。

#### (2) 試題評分者信度

本研究中學生所填答的「決策能力測驗」試題，由本研究與另一研究伙伴依據評分標準對所有學生的作答進行評分，該研究伙伴同樣從事科學教育研究，目前為博士班研究生，並以 Kappa 互評者信度的方式進行計算，互評者信度從 0.48 到 0.94（0.48 是因為學生成績過於集中所致），平均為 0.81，依據 Kundel 與 Polansky（2003）提出，Kappa 值超過 0.6 就是可接受的範圍。表 3.3.5 為各題的互評者信度，本研究最終採行的分數為經兩人討論過後之分數進行統計分析。本測驗是依據「能訂出正確的判準」、「評估」、「決定」三個階段進行設計，所以計算總分時三部分的成績各佔 33.33% 的權重計算。

表 3.3.5 決策能力測驗前後測互評者信度

| 階段               | 構念           | 題號   | 互評者信度(前測) | 互評者信度(後測) |
|------------------|--------------|------|-----------|-----------|
| 能訂出<br>正確的<br>判準 | 判斷標準         | 判準一  | 0.95      | 0.94      |
|                  |              | 判準二  | 0.89      | 0.90      |
|                  |              | 判準三  | 0.93      | 0.85      |
|                  | 判斷理由正確<br>性  | 理由一  | 0.76      | 0.48      |
|                  |              | 理由二  | 0.69      | 0.64      |
|                  |              | 理由三  | 0.79      | 0.65      |
| 評估               | 依據判準檢視<br>資料 | 檢視一  | 0.82      | 0.85      |
|                  |              | 檢視二  | 0.90      | 0.72      |
|                  |              | 檢視三  | 0.90      | 0.75      |
|                  |              | 檢視四  | 0.77      | 0.87      |
|                  |              | 檢視五  | 0.88      | 0.77      |
|                  |              | 檢視六  | 0.83      | 0.91      |
|                  |              | 檢視七  | 0.89      | 0.74      |
|                  |              | 檢視八  | 0.89      | 0.71      |
|                  |              | 檢視九  | 0.88      | 0.71      |
|                  | 風險評估         | 風險評估 | 0.77      | 0.82      |
| 決定               | 決定           | 決定   | 0.81      | 0.76      |

## 第四節 資料分析

本研究所使用的資料分析與分析方法列於表 3.4.1，並詳述如下：

表 3.4.1 資料分析方法

| 研究問題                             | 分析資料                     | 分析方法          |
|----------------------------------|--------------------------|---------------|
| 學生於水資源課程前後的決策能力之改變為何？            | 1.決策能力測驗                 | Paied-t-test  |
|                                  | 2.決策能力測驗的每個階段            | 魏氏考驗          |
| 學生於水資源課程前後的相關概念變化情形為何？           | 1.決策能力測驗                 | Paied-t-test  |
|                                  | 2.閱讀能力測驗                 |               |
| 透過合作學習的方式，不同閱讀能力的學生其水資源概念變化情形為何？ | 1.水資源相關測驗前後測<br>2.閱讀能力測驗 | 共變數分析         |
| 透過合作學習對小組進行決策能力之影響為何？            | 1.分析上課學習單。               | 學習單分析<br>相關考驗 |

### 一、水資源相關概念測驗分析

- 1.根據學生的前後測得分，以描述性統計分析學生的平均數、標準差等數值統計資料，並以前後測的分數進行分析。
- 2.以成對樣本  $t$  考驗 (Paired-t-test) 比較學生完成課程前後，對於水資源相關概念測驗是否有顯著差異。

### 二、決策能力測驗分析

- 1.根據學生的前後測得分，以描述性統計分析學生的平均數、標準差等數值統計資料，並以前後測的分數進行分析。
- 2.以成對樣本  $t$  考驗 (Paired-t-test) 比較學生完成課程前後，對於決策能力測驗是否有顯著差異。

- 3.資料未通過常態分佈檢定故改採魏氏考驗，考驗學生在每個階段（能訂出正確判準、評估、決定）的決策能力是否有顯著差異。
- 4.決策能力測驗評分標準與評分範例如表 3.4.2 所示，本研究將決策能力測驗分成三個能力，並將這三個能力分成五個不同的構念（如表 3.4.2），再依據每個構念進行評分。在判斷標準的部分，所提出的判準必須要符合問題的因素，如果不符合則無法得到分數，如果符合問題因素，但無可量化的標準則得一分，如果符合問題因素且具可量化標準，則可獲得兩分。判斷理由的部分，理由錯誤則不給分，如果提出的理由是正確的，但在引伸推論的部分如果有錯誤，可獲得一分，如果理由跟推論皆正確，則可獲得兩分。檢視地點一定要正確勾選才有分數，如果訂出的標準與地點的評定勾選錯誤則無法獲得分數，勾選正確但沒有理由或理由錯誤則給予一分，勾選正確又有正確的理由則可獲得兩分。風險評估則是看其配套措施，如果配套措施與問題毫無相關，則不給予分數，如果配套措施與問題有相關，但這配套措施卻是不可行的、不有效的，則給予一分，如果配套措施是有效且可行的，則給予兩分。決定的部分則是學生寫出的優點進行評分，寫出一的符合科學依據的優勢則每個給予一分。

### 三、閱讀能力測驗

- 1.將學生以閱讀能力測驗作為分組依據，以閱讀能力為自變數、水資源相關概念測驗前測為共變數、水資源相關概念測驗後測為依變數，透過共變數分析不同閱讀能力的學生水資源相關概念的表現情形。
- 2.閱讀能力測驗評分標準如表 3.4.3 所示，閱讀能力測驗主要依據摘要與評鑑理解進行評分，重點標示的部分先請學生將文章中所提出的證據進行標線，標線正確給予一分，錯誤則不給予分數，待收走試卷之後，在請學生寫出兩個證據，寫對一個給予一分。評鑑理解的部分，則是讓學生選擇自己支持的論點，提出完整的論點與提出另一論點的反證則給予兩分，如果論點或反證有瑕疵則給予一分，如果論點或反證錯誤則不給予分數。

#### 四、課程內容與學習單分析

1.分析學生課堂學習單，以小組為單位比較各組學生於課堂學習單的表現情形。

將各組學習單依據表 3.4.4 的評分標準對各組的學習單進行評分

2.學生課堂學習單評分標準與學習單實例如表 3.4.4 所示，本課程的學習單與決策能力測驗所使用的理論架構為同一套理論架構，所以評分方式與決策能力測驗雷同，不同之處在決策能力測驗中的選擇論點只有列出優點，在學習單中增加列出缺點的項目。

表 3.4.2 決策能力測驗評分標準與評分範例

| 能力                                                                                              | 構念                                          | 標準                                                                                          | 題目來源                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 訂出正確的判準<br>(define the decision criteria)                                                       | 判斷標準：判斷依據必須是可被認定的標準                         | 所提判準符合問題的因素且有可量化標準...2<br>所提判準符合問題的因素但無可量化標準...1<br>所提判準無法符合問題...0                          | 階段二、第 1 題<br>寫出判準中的判準部分 |
|                                                                                                 | 判斷理由正確性：判準要能對應問題並能解決問題                      | 所提出的理由合理、且推論造成的影響正確...2<br>所提出的理由合理、但推論造成的影響不正確...1<br>理由錯誤...0                             | 階段二、第 1 題<br>寫出判準中的理由部分 |
| 評估 (examining how to determine the consequences and if necessary drawing up possible scenarios) | 依據判準檢視資料：依判準檢視每個項目資料符合程度                    | 在地點中有正確勾選、且提出正確理由...2<br>在地點中有正確勾選、但無提出理由或理由不正確...1<br>在地點中無勾選、或勾選錯誤...0                    | 階段三、第 2 題<br>勾選地點與寫出理由  |
|                                                                                                 | 風險評估：做決定時所考慮這個決定所存在風險之合理性與可行性               | 有考慮配套措施，且配套措施是合理且可行的...2<br>有考慮配套措施，但有些配套措施是有瑕疵的（不可行、不有效、無法立即解決）...1<br>未針對缺點提出解決方案或無配套...0 | 階段三、第 3 題<br>寫出配套措施     |
| 決定 (determining the consequences of the options)                                                | 決定：在經過上述階段後，必須考慮這個決定內在、外在所產生的影響，並且是符合科學依據的。 | 所提出的優勢完全符合科學依據，每提出一個給 1 分<br>所提出的優勢不符合科學依據...0                                              | 階段三、第 4 題<br>寫出優勢       |

|         |                                                                  |                                                                                       |                                                                                           |
|---------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 得分      | 0                                                                | 1                                                                                     | 2                                                                                         |
| 訂出判準(一) | 地質                                                               | 海峽海底之地質                                                                               | 地形坡度起伏小                                                                                   |
| 訂出判準(二) | 理由<br>很好的條件                                                      | 藉由了解海底地表之深度，進而判斷地表之間的高低落差                                                             | 有斷層線通過，表示有地震發生，建造好的隧道不能被突來的地震搖垮，還有要保障在裡面人員的安全，應避免。                                        |
| 檢定(一)   | <input type="checkbox"/> 符合 <input type="checkbox"/> 不符合<br>為什麼： | <input type="checkbox"/> 符合 <input checked="" type="checkbox"/> 不符合<br>為什麼：<br>坡度起伏太大 | <input checked="" type="checkbox"/> 符合 <input type="checkbox"/> 不符合<br>為什麼：<br>通過高100m等高線 |
| 檢定(二)   | 避免侵蝕                                                             | 斷層在附近，需建造逃生出口及避震雷達                                                                    | 岩石種類雖一致，但只要有防崩塌的措施，以免人傷亡。                                                                 |
| 得分      | 0                                                                |                                                                                       | 1                                                                                         |
| 決定      | 功能性較大                                                            |                                                                                       | 1. 遠離斷層帶所分布的位置。<br>2. 地質成分為堅硬穩固的岩石。                                                       |

表 3.4.3 閱讀能力測驗評分標準與示範

| 能力                                                                                      | 構念   | 評分標準                                                                                                                         | 題目來源             | 正確示範                  | 錯誤示範                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------|----------------------|
| 摘要 (summarization) :<br>閱讀者對一些陳述的知識產生一個全盤性的概念，並且從文章中擷取重要訊息。閱讀者為能夠理解這些訊息，必須對文章有某些概念性的了解。 | 重點標示 | 洪流玄武岩與星球撞擊分開評分<br>正確的將文中所敘述證據的段落標示出來...1<br>無法將文中所敘述證據的段落標示出來...0                                                            | 第一部份、標示重點        |                       |                      |
|                                                                                         | 列舉證據 | 正確的列出兩個支持洪流玄武岩的證據...2<br>正確的列出一個支持洪流玄武岩的證據...1<br>無法列出支持洪流玄武岩的證據...0                                                         | 第二部分、列舉證據（洪流玄武岩） | 中國各地在某一時期，大量火山在同一時期噴發 | 大規模海退，惡化海底生物賴以維生的環境。 |
|                                                                                         |      | 正確的列出兩個支持星球撞擊的證據...2<br>正確的列出一個支持星球撞擊的證據...1<br>無法列出支持星球撞擊的證據...0                                                            | 第二部分、列舉證據（星球撞擊）  | 地質中含有隕石成分             | 大量輻射                 |
| 評鑑理解 (evaluation) :<br>閱讀者經由閱讀之後，融合文章所傳遞的訊息進行價值判斷與決策。                                   | 選擇論點 | 提出完整的證據支持自己的論點...2<br>提出支持自己論點的證據有瑕疵...1<br>無提出支持自己論點的證據或證據錯誤...0<br>提出完整的反證來否定另一論點...2<br>提出的反證有瑕疵...1<br>無提出反證或提出的反證錯誤...0 | 第二部分、選擇論點        |                       |                      |
|                                                                                         | 推論   | 單選題，一題一分                                                                                                                     | 第二部分、進行推論        |                       |                      |

表 3.4.4 學生課堂學習單評分標準

| 階段      | 構念                                         | 標準                                                                            |
|---------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 訂出正確的判準 | 判斷標準：判斷依據必須是可被認定的標準                        | 所提判準符合問題的因素且有可量化標準...2<br>所提判準符合問題的因素但無可量化標準...1<br>所提判準無法符合問題...0            |
|         | 判斷理由正確性：判準要能對應問題並能解決問題                     | 各不同專長學生所提出的理由合理、且推論造成的影響正確...2<br>各不同專長學生所提出的理由合理、但推論造成的影響不正確...1<br>理由錯誤...0 |
| 評估      | 依據判準檢視資料：依據判準檢視每個項目資料符合程度                  | 地點有正確勾選、且提出正確理由...2<br>地點有正確勾選、但無提出理由或理由不正確...1<br>在地點中無勾選或勾選錯誤...0           |
|         | 風險評估：作決定時所考慮這決定所存在風險之合理性與可行性               | 有考慮配套措施、且配套措施適合裡且可行的...2<br>有考慮配套措施但有些配套措施有瑕疵...1<br>未針對缺點提出解決方案或無配套...0      |
| 決定      | 決定：在經過上述階段後，必須考慮這個決定內在、外再所產生的影響，並且是符合科學依據的 | 所提出的優勢（劣勢）完全符合科學依據，每提出一個給 1 分                                                 |

| 得分       | 0                  | 1                         | 2                                                                                             |
|----------|--------------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 判斷標準     | 地形平                | 無                         | 判斷1<br>水質污<br>染程度<br>(優美化...<br>...>小)                                                        |
| 判斷理由正確性  | 沒意見                | 同意,可<br>使取水地<br>不易被破<br>壞 | 坡度平緩不<br>利於降<br>地形兩                                                                           |
| 依據判準檢視資料 | 勾選錯誤               | 勾選正確但無理由                  | <input type="checkbox"/> 符合 <input type="checkbox"/> 不符合<br>為什麼:<br>遠離沖積層帶<br>沒有在沖積層上<br>坡度平緩 |
| 風險評估     | 做好環保,              | 把河床加深                     | 1. 淨水工程<br>2. 建排水工程                                                                           |
| 得分       | 0                  |                           | 1                                                                                             |
| 決定       | 學生列此項為優點<br>4. 沉積岩 |                           | 1. 附近工廠較少<br>污染源較少                                                                            |

## 第五節 研究範圍與限制

本研究以高中一年級學生為主要之研究對象，探討「GIS 融入環境議題的合作學習對高中生決策能力的影響」。研究結果基於本研究之設計因素，故有以下限制：

- 一、本研究對象為台北縣高中一年級的學生，因此本研究之結果不宜推論至其他地區之高中。
- 二、水資源在環境議題尚有政策、經濟等必須考量之因素，本研究學習重點在地質、氣候與生態，故不宜過度推論。
- 三、本研究的課程主題為水資源，故不宜將研究結果推論至其他環境議題。

## 第四章 研究結果與討論

本章旨在呈現本研究的實驗結果，根據「水資源課程」研究教學進行前後過程所蒐集到的質與量資料進行分析與討論。分析學生課程前後對「決策能力」與「水資源相關概念」改變的情形，以及不同閱讀能力的學生，其表現的差異為何。期能以分析結果作為日後發展相關地球科學課程的建議與參考。本章共分為四節，分別是「學生於水資源課程前後的決策能力之改變」、「學生於水資源課程前後的相關概念變化情形」、「不同閱讀能力的學生其水資源概念變化情形」、「透過合作學習對小組進行決策之影響」。

### 第一節 學生於水資源課程前後的決策能力之改變

本節為了探討學生經過水資源課程之後，學生的決策能力改變情形，研究者考驗學生決策能力測驗前測和後測得分間是否有顯著差異。

#### 一、前測與後測分析

為了解學生透過水資源課程後，學生的決策能力是否有顯著差異，將學生決策能力測驗前測與後測得分經加權後（因為各階段的題目數量不同，為避免因題目數量不同而影響統計結果，所以每個階段各佔 33%）的總分以成對樣本  $t$  考驗進行分析，經常態檢定，前測的常態檢定  $p$  值為 0.181，後測的常態檢定  $p$  值為 0.032，所以決定將  $p$  值標準改為 0.01，經過  $t$  考驗分析後，發現學生的前測與後測有顯著差異，如表 4.1.1。

表 4.1.1 決策能力測驗前後測  $t$  考驗

|    | 平均     | 標準差   | $t$  | $p$    | $E.S.$ |
|----|--------|-------|------|--------|--------|
| 前測 | 76.31  | 32.58 | 9.90 | 0.000* | 2.83   |
| 後測 | 135.28 | 20.86 |      |        |        |

\*\* $p < 0.01$

## 二、各階段決策能力分析

本次測驗主要測驗學生「能訂出正確的判準」、「評估」、「決定」此三個階段的決策能力表現情形為何，因此進行前後測的考驗，由於學生在此三個階段的成績並非常態分佈，所以以魏氏考驗（Wilcoxon-Mann-Whitney U test）對學生的決策能力測驗前後測進行分析。表 4.1.2 為學生透過決策能力測驗各階段的表現情形，比較學生在各階段的表現是否有顯著差異，經過魏氏考驗後，發現學生在每個階段的決策能力前後測皆有顯著差異。圖 4.1.1 則為各項能力的平均分數的比較圖，這三個階段的滿分皆為 60 分，從圖 4.1.1 中可發現，學生在每個階段的決策能力成績皆有顯著進步。

表 4.1.2 學生在各階段決策能力表現情形

|         | 前測    |       | 後測    |       | 魏氏考驗  |        |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
|         | 平均數   | 標準差   | 平均數   | 標準差   | Z     | P      |
| 能訂出正確判準 | 40.78 | 16.17 | 54.38 | 10.76 | -3.77 | 0.000* |
| 評估      | 29.91 | 19.76 | 51.84 | 9.25  | -4.38 | 0.000* |
| 決定      | 5.63  | 12.49 | 29.06 | 12.01 | -4.72 | 0.000* |

\*\* $p < 0.01$

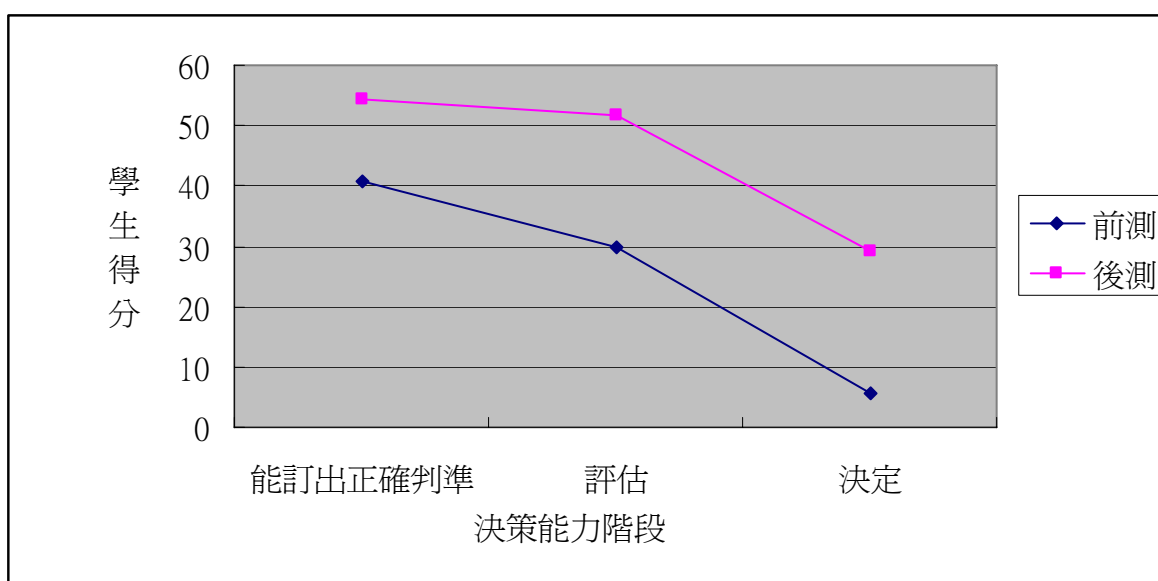


圖 4.1.1 學生各階段決策能力前後測得分情形

## 第二節 學生於水資源課程前後的相關概念變化情形

本節要了解學生經合作學習之後，水資源相關概念的變化情形為何，測驗題目為 27 題四選一的選擇題。

### 一、試題概念

水資源相關概念測驗主要依據課程綱要分為台灣地區水資源使用情況、台灣地區的天然災害、水資源與自然、人文環境的關係。測驗題目總共為 27 題，皆為四選一的單一選擇題。

### 二、前測與後測分析

爲了了解學生在課程後水資源相關概念是否有顯著差異，將學生前測與後測的水資源相關概念測驗的總分以成對樣本  $t$  考驗進行分析，臨界值為 0.05，前測的常態檢定  $p$  值為 0.36，後測的常態檢定  $p$  值為 0.05，皆有大於 0.05 的水準，表示具有常態分佈，經  $t$  考驗後，發現學生的前後測具有顯著進步，統計表格整理如表 4.2.1 所示。

表 4.2.1 水資源相關概念前後測  $t$  考驗

|    | 平均    | 標準差  | $t$  | $p$    | $E.S.$ |
|----|-------|------|------|--------|--------|
| 前測 | 20.78 | 3.16 | 5.96 | 0.000* | 0.43   |
| 後測 | 22.13 | 3.27 |      |        |        |

\* $p < 0.05$

### 第三節 透過合作學習的方式，不同閱讀能力的學生其水資源

#### 概念變化情形

學生閱讀能力對其水資源相關概念的影響

以學生閱讀能力測驗前測總分分爲高、中、低（33%、34%、33%）三組，並設爲自變數，以水資源相關概念測驗試題前測總分爲共變數，水資源相關概念測驗後測總分爲依變數，進行共變數分析（ANCOVA），臨界值爲 0.05，並且進行共變數分析的考驗。

##### （1）利用 one-way ANOVA 檢驗依變數與自變數

要檢驗水資源概念後測是否會受到閱讀能力分組的影響，所以進行 one-way ANOVA 考驗，常態性考驗中，高分組的顯著性值爲 0.14，中分組的爲 0.15，低分組的爲 0.39，皆大於 0.05 的顯著水準，代表各組母群皆爲常態分佈，均質性檢定中顯著性值爲 0.56，也大於 0.05 的顯著水準，故可進行 one-way ANOVA 考驗。表 4.3.1 的 one-way ANOVA 考驗摘要表顯示，水資源概念後測成績不受閱讀能力分組影響。且經效果量計算，效果量爲 0.1，爲低度效果量。

表 4.3.1 one-way ANOVA 考驗摘要表

|    | 平方和    | 自由度 | 平均平方和 | <i>F</i> | <i>p</i> | $\eta$ |
|----|--------|-----|-------|----------|----------|--------|
| 組間 | 34.45  | 2   | 17.22 | 1.68     | 0.204*   | 0.10   |
| 組內 | 297.06 | 29  | 10.24 |          |          |        |
| 總和 | 331.50 | 31  |       |          |          |        |

\* $p < 0.05$

##### （2）利用 one-way ANOVA 檢驗共變數與自變數

要檢驗水資源概念前測是否會受到閱讀能力分組的影響，所以對閱讀能力高、中、低三組進行 one-way ANOVA 考驗。各組資料常態性考驗中，高分組的顯著性值爲 0.14，中分組的爲 0.62，低分組的爲 0.92，皆大於 0.05 的顯著水準，代

表各組母群皆為常態分佈，均質性檢定中顯著性值為 0.78，也大於 0.05 的顯著水準，故可進行 one-way ANOVA 考驗。表 4.3.2 中的考驗結果顯示水資源概念前測成績不受閱讀能力分組影響。經效果量計算，效果量為 0.12，為低度效果量。

表 4.3.2 共變數與自變數 one-way ANOVA 考驗

|    | 平方和    | 自由度 | 平均平方和 | <i>F</i> | <i>p</i> | $\eta$ |
|----|--------|-----|-------|----------|----------|--------|
| 組間 | 38.61  | 2   | 19.30 | 2.07     | 0.145*   | 0.13   |
| 組內 | 270.86 | 29  | 9.34  |          |          |        |
| 總和 | 309.47 | 31  |       |          |          |        |

\* $p < 0.05$

### (3) 檢驗共變數與依變數是否成線性相關

共變數考驗中，如果共變數與依變數無線性相關，則不適宜進行共變數分析，表 4.3.3 為皮爾森（Pearson）相關考驗的結果。圖 4.3.1 為共變數與依變數的散佈圖。檢測結果發現，共變數（水資源概念測驗前測）與依變數（水資源各念測驗後測）相關係數高達 0.911，表示有顯著相關。

表 4.3.3 共變數與依變數相關考驗

|         |       | 前測         | 後測         |
|---------|-------|------------|------------|
| 水資源概念前測 | 皮爾森相關 | 1          | 0.911 (**) |
|         | 顯著性   | .          | 0.000      |
|         | 樣本數   | 32         | 32         |
| 水資源概念後測 | 皮爾森相關 | 0.911 (**) | 1          |
|         | 顯著性   | 0.000      | .          |
|         | 樣本數   | 32         | 32         |

\* $p < 0.05$

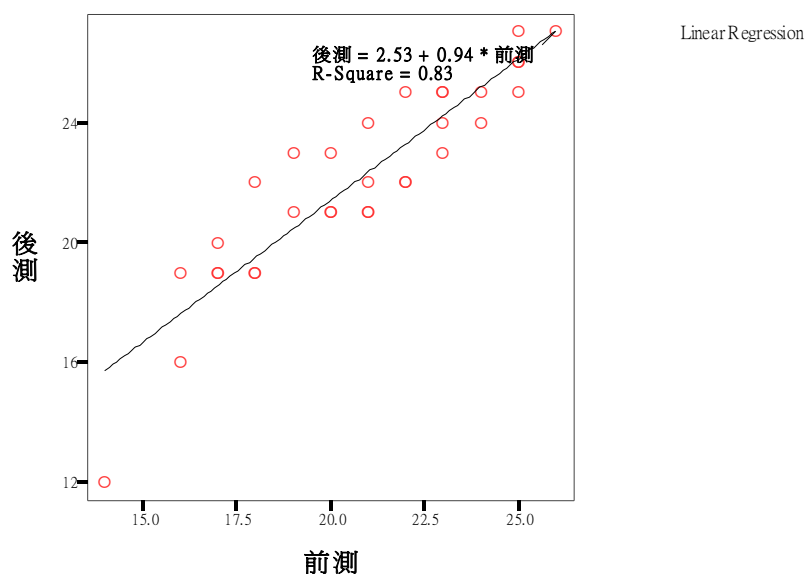


圖 4.3.1 共變數與依變數散佈圖

#### (4) 共變數考驗

經上述考驗通過後，進行不同閱讀能力學生的「水資源相關概念測驗」的共變數考驗，共變數分析整理如表 4.3.4 所示。經假說考驗可知，水資源概念後測分數經水資源概念前測成績調整過後，在閱讀能力分高、中、低分組中，並沒有達到顯著差異，即經合作學習教學不同閱讀能力學生在水資源概念後測的表現未有顯著差異。經效果量計算，效果量為 0.03，為低度效果量。

表 4.3.4 不同閱讀能力學生水資源概念測驗後測共變數分析

| 變異數來源   | <i>SS</i> | <i>df</i> | <i>MS</i> | <i>F</i> | <i>p</i> | $\eta$ |
|---------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|--------|
| 水資源概念前測 | 241.44    | 1         | 241.44    | 121.55   | 0.00     | 0.81   |
| 閱讀能力分組  | 0.601     | 2         | 0.300     | 0.15     | 0.86*    | 0.01   |
| Error   | 55.62     | 28        | 1.99      |          |          |        |
| Total   | 15996.00  | 32        |           |          |          |        |

\* $p < 0.05$

#### 第四節 透過合作學習對小組進行決策之影響

本節針對學生於課堂中的學習單依據表 3.4.4 進行分析，分析各組學生透過合作學習所提出的水資源概念與作決策的相關性。

##### 一、學生課堂學習單互評者信度

本研究中各組學生於課堂中填寫的學習單，由本研究與另依研究伙伴依據評分標準對所有組別的作答進行評分，該研究伙伴同樣從事科學教育研究，並以 Kappa 互評者的方式進行計算，互評者信度從 0.61 到 1，平均為 0.86，如表 4.4.1 所示，本研究最終採行的分數為經兩人討論過後之分數進行統計分析。

表 4.4.1 學生課堂學習單互評者信度

| 階段      | 構念      | 題號    | 信度   | 階段 | 構念       | 題號    | 信度   |
|---------|---------|-------|------|----|----------|-------|------|
| 訂出正確的判斷 | 判斷標準    | 判準 1  | 0.62 | 評估 | 依據判斷檢視資料 | 判準 1D | 1    |
|         |         | 判準 2  | 0.62 |    |          | 判準 1E | 1    |
|         |         | 判準 3  | 0.63 |    |          | 判準 2A | 0.82 |
|         | 判斷理由正確性 | 地質 1  | 0.61 |    |          | 判準 2B | 0.82 |
|         |         | 氣候 1  | 0.67 |    |          | 判準 2C | 1    |
|         |         | 生態 1  | 0.62 |    |          | 判準 2D | 1    |
|         |         | 綜合 1  | 0.94 |    |          | 判準 2E | 1    |
|         |         | 地質 2  | 0.74 |    |          | 判準 3A | 1    |
|         |         | 氣候 2  | 0.94 |    |          | 判準 3B | 1    |
|         |         | 生態 2  | 0.69 |    |          | 判準 3C | 1    |
|         |         | 綜合 2  | 0.88 |    |          | 判準 3D | 1    |
|         |         | 地質 3  | 0.74 |    |          | 判準 3E | 1    |
|         |         | 氣候 3  | 0.87 | 決定 | 風險評估決定   | 風險 1  | 0.93 |
|         |         | 生態 3  | 0.92 |    |          | 風險 2  | 1    |
|         |         | 綜合 3  | 0.93 |    |          | 優點 1  | 0.78 |
|         |         | 判準 1A | 1    |    |          | 缺點 1  | 0.81 |
|         |         | 判準 1B | 0.80 |    |          | 優點 2  | 0.62 |
|         |         | 判準 1C | 1    |    |          | 缺點 2  | 0.78 |

## 二、檢視訂出正確的判準與評估的相關

本小節探討「能訂出正確的判準的」與「評估」的相關，透過合作學習教學，每組學生各派一位同學至相關專家小組進行概念研讀，閱讀相關概念後與小組成員進行分享，表 4.4.2 為訂出正確的判準與評估進行相關係數考驗。經考驗結果發現，學生「訂出正確的判準」與「評估」之間的得分有正相關，表示各組如果在「訂出正確的判準」階段的表現，與「評估」階段的表現會有顯著正相關。

表 4.4.2 「訂出正確的判準」與「評估」的相關考驗

| 訂出正確的判準 |       | 評估         |
|---------|-------|------------|
| 訂出正確的判準 | 皮爾森相關 | 1          |
|         | 顯著性   | 0.874 (**) |
|         | 樣本數   | 0.001      |
| 評估      | 皮爾森相關 | 10         |
|         | 顯著性   | 0.874 (**) |
|         | 樣本數   | 1          |

\* $p < 0.05$

「訂出正確的判準」階段分成「判斷標準」與「判斷理由正確性」等兩個構念，「評估」階段分成「依據判準檢視資料」與「風險評估」兩個構念，為了解各構念間的相關性，進行以下考驗。

### （一）判斷標準與判斷理由正確性的相關

本次節探討各組學生「判斷標準」與「判斷理由正確性」兩構念間的相關，表 4.4.3 為相關考驗。考驗結果發現學生「判斷標準」與「判斷理由正確性」兩構念並無顯著相關，可能原因是各組學生在課程教學，皆已具備「判斷標準」的能力，所以考驗結果無顯著相關。

表 4.4.3 「判斷標準」與「判斷理由正確性」的相關考驗

|         | 判斷標準  | 判斷理由正確性 |
|---------|-------|---------|
| 判斷標準    | 皮爾森相關 | 1       |
|         | 顯著性   | .0738   |
|         | 樣本數   | 10      |
| 判斷理由正確性 | 皮爾森相關 | -0.122  |
|         | 顯著性   | 0.738   |
|         | 樣本數   | 10      |

\* $p < 0.05$

#### (二)「判斷標準」與「依據判準檢視資料」的相關

本次節探討各組學生「判斷標準」與「依據判準檢視資料」兩構念間的相關，表 4.4.4 為相關考驗。考驗結果發現學生「判斷標準」與「判斷理由正確性」兩構念並無顯著相關。

表 4.4.4 「判斷標準」與「依據判準檢視資料」

|          | 判斷標準  | 依據判準檢視資料 |
|----------|-------|----------|
| 判斷標準     | 皮爾森相關 | 1        |
|          | 顯著性   | .0217    |
|          | 樣本數   | 10       |
| 依據判準檢視資料 | 皮爾森相關 | 0.428    |
|          | 顯著性   | 0.217    |
|          | 樣本數   | 10       |

\* $p < 0.05$

#### (三)「判斷標準」與「風險評估」的相關

本次節探討各組學生「判斷標準」與「風險評估」兩構念間的相關，表 4.4.5 為相關考驗。考驗結果發現學生「判斷標準」與「風險評估」兩構念並無顯著相

關。

表 4.4.5 「判斷標準」與「風險評估」的相關考驗

|      |       | 判斷標準   | 風險評估   |
|------|-------|--------|--------|
| 判斷標準 | 皮爾森相關 | 1      | -0.013 |
|      | 顯著性   | .      | 0.971  |
|      | 樣本數   | 10     | 10     |
| 風險評估 | 皮爾森相關 | -0.013 | 1      |
|      | 顯著性   | 0.971  | .      |
|      | 樣本數   | 10     | 10     |

\* $p < 0.05$

#### (四)「判斷理由正確性」與「依據判準檢視資料」的相關

本次節探討各組學生「判斷理由正確性」與「依據判準檢視資料」兩構念間的相關，表 4.4.6 為相關考驗。考驗結果發現學生「判斷理由正確性」與「依據判準檢視資料」兩構念並無顯著相關。

表 4.4.6 「判斷理由正確性」與「依據判準檢視資料」的相關考驗

|          |       | 判斷理由正確性 | 依據判準檢視資料 |
|----------|-------|---------|----------|
| 判斷理由正確性  | 皮爾森相關 | 1       | 0.625    |
|          | 顯著性   | .       | 0.053    |
|          | 樣本數   | 10      | 10       |
| 依據判準檢視資料 | 皮爾森相關 | 0.625   | 1        |
|          | 顯著性   | 0.053   | .        |
|          | 樣本數   | 10      | 10       |

\* $p < 0.05$

#### (五)「判斷理由正確性」與「風險評估」的相關

本次節探討各組學生「判斷理由正確性」與「風險評估」兩構念間的相關，

表 4.4.7 為相關考驗。經考驗結果發現，學生「判斷理由正確性」與「風險評估」兩構念間的得分有正相關，表示各組如果在「判斷理由正確性」階段的表現，與「風險評估」階段的表現會有顯著正相關。

表 4.4.7 「判斷理由正確性」與「風險評估」的相關考驗

|         |       | 判斷理由正確性    | 風險評估       |
|---------|-------|------------|------------|
| 判斷理由正確性 | 皮爾森相關 | 1          | 0.863 (**) |
|         | 顯著性   | .          | 0.001      |
|         | 樣本數   | 10         | 10         |
| 風險評估    | 皮爾森相關 | 0.863 (**) | 1          |
|         | 顯著性   | 0.001      | .          |
|         | 樣本數   | 10         | 10         |

\* $p < 0.05$

#### (六)「依據判準檢視資料」與「風險評估」的相關

本次節探討各組學生「依據判準檢視資料」與「風險評估」兩構念間的相關，表 4.4.8 為相關考驗。考驗結果發現學生「依據判準檢視資料」與「風險評估」兩構念並無顯著相關。

表 4.4.8 「依據判準檢視資料」與「風險評估」的相關考驗

|          |       | 依據判準檢視資料 | 風險評估  |
|----------|-------|----------|-------|
| 依據判準檢視資料 | 皮爾森相關 | 1        | 0.542 |
|          | 顯著性   | .        | 0.106 |
|          | 樣本數   | 10       | 10    |
| 風險評估     | 皮爾森相關 | 0.542    | 1     |
|          | 顯著性   | 0.106    | .     |
|          | 樣本數   | 10       | 10    |

\* $p < 0.05$

綜合以上考驗結果發現，各組學生在「判斷理由正確性」的得分與「風險評估」的得分有顯著正相關，表示小組中各不同領域專長的學生，如果能提出更多更適切的理由，可協助小組進行風險評估。

### 三、檢視訂出正確的判準與決定的相關

本小節探討「訂出正確的判準」與「決定」的相關，透過合作學習教學，透過相關檢定來探討各組透過知識分享所訂出的判準與各專家所給予的意見，對小組決定的影響。表 4.4.9 為「訂出正確的判準」與「決定」的相關係數考驗。經相關考驗發現，各組學生「訂出正確的判準」與「決定」有顯著正相關，表示各組如果在「訂出正確的判準」階段的表現，與「決定」階段的表現會有顯著正相關。

表 4.4.9 「訂出正確的判準」與「決定」的相關考驗

|         | 訂出正確的判準 | 決定         |
|---------|---------|------------|
| 訂出正確的判準 | 皮爾森相關   | 1          |
|         | 顯著性     | 0.853 (**) |
|         | 樣本數     | 0.001      |
| 決定      | 皮爾森相關   | 10         |
|         | 顯著性     | 0.853 (**) |
|         | 樣本數     | 0.001      |

\* $p < 0.05$

「訂出正確的判準」階段有兩構念，分別是「判斷標準」與「判斷理由正確性」，為了解此構念與「決定」的關連性，將與「決定」進行相關考驗。

#### (一)「判斷標準」與「決定」的相關

本次節探討各組學生「判斷標準」與「決定」間的相關，表 4.4.10 為相關考驗。考驗結果發現學生「判斷標準」與「決定」間並無顯著相關。

表 4.4.10 「判斷標準」與「決定」的相關考驗

|      | 判斷標準  | 決定    |
|------|-------|-------|
| 判斷標準 | 皮爾森相關 | 1     |
|      | 顯著性   | .0148 |
|      | 樣本數   | 10    |
| 決定   | 皮爾森相關 | 0.148 |
|      | 顯著性   | 0.663 |
|      | 樣本數   | 10    |

\* $p < 0.05$

#### (二)「判斷標準」與「決定」的相關

本次節探討各組學生「判斷理由正確性」與「決定」間的相關，表 4.4.11 為相關考驗。

表 4.4.11 「判斷理由正確性」與「決定」的相關考驗

|         | 判斷理由正確性 | 決定         |
|---------|---------|------------|
| 訂出正確的判準 | 皮爾森相關   | 1          |
|         | 顯著性     | .0004      |
|         | 樣本數     | 10         |
| 決定      | 皮爾森相關   | 0.816 (**) |
|         | 顯著性     | 0.004      |
|         | 樣本數     | 10         |

\* $p < 0.05$

#### 四、檢視評估與決定的相關

本小節探討「評估」與「決定」的相關，檢視各組學生在評估資料階段與決定得分之相關。表 4.4.12 為「評估」與「決定」的相關考驗。經相關考驗發現，學生在「評估」與「決定」的得分有顯著差異，各組學生在「評估」階段的得分，會影響「決定」階段的得分。

表 4.4.12 「評估」與「決定」的相關考驗

|    |       | 評估        | 決定        |
|----|-------|-----------|-----------|
| 評估 | 皮爾森相關 | 1         | 0.686 (*) |
|    | 顯著性   | .         | 0.029     |
|    | 樣本數   | 10        | 10        |
| 決定 | 皮爾森相關 | 0.686 (*) | 1         |
|    | 顯著性   | 0.029     | .         |
|    | 樣本數   | 10        | 10        |

\* $p < 0.05$

「評估」階段有兩構念，分別是「依據判準檢視資料」與「風險評估」，爲了解此構念與「決定」的關連性，將與「決定」進行相關考驗。

(一)「依據判準檢視資料」與「決定」的相關

本次節探討各組學生「依據判準檢視資料」與「決定」間的相關，表 4.4.13 爲相關考驗。考驗結果發現學生「依據判準檢視資料」與「決定」間並無顯著相關。

表 4.4.13 「依據判準檢視資料」與「決定」的相關考驗

|          |       | 依據判準檢視資料 | 決定    |
|----------|-------|----------|-------|
| 依據判準檢視資料 | 皮爾森相關 | 1        | 0.572 |
|          | 顯著性   | .        | 0.084 |
|          | 樣本數   | 10       | 10    |
| 決定       | 皮爾森相關 | 0.572    | 1     |
|          | 顯著性   | 0.084    | .     |
|          | 樣本數   | 10       | 10    |

\* $p < 0.05$

## (二)「風險評估」與「決定」的相關

本次節探討各組學生「風險評估」與「決定」間的相關，表 4.4.14 為相關考驗。考驗結果發現，學生在「風險評估」的得分將會與「決定」的得分具有顯著相關。

表 4.4.14 「風險評估」與「決定」的相關考驗

|      |       | 風險評估      | 決定        |
|------|-------|-----------|-----------|
| 風險評估 | 皮爾森相關 | 1         | 0.716 (*) |
|      | 顯著性   | .         | 0.020     |
|      | 樣本數   | 10        | 10        |
| 決定   | 皮爾森相關 | 0.716 (*) | 1         |
|      | 顯著性   | 0.020     | .         |
|      | 樣本數   | 10        | 10        |

\* $p < 0.05$

## 第五節 綜合討論

本節針對研究發現進行討論，擬分成學生在決策能力的表現、學生水資源相關概念的表現、不同閱讀能力的學生在水資源相關概念的表現、各組學生於課堂學習單的表現、以及綜合討論等五個部分。

### 一、學生在決策能力的表現

學生在環境議題合作學習教學過程中，透過與其他同學討論的過程獲得更多不同面向的觀點以利進行決策（Kai Pata & Sarapuu, 2001）。Baumberger-Henry（2005）的研究也發現，在合作學習的環境中，有利於學生透過社會互動的方式進行合作決策，而且經由合作學習做決策的成效優於單由教師講解的講述式教學法。

本研究結果顯示，學生在「能訂出正確判準」的表現，其前後測成績有顯著進步，表示學生在水資源課程後，所考慮的因素、面向等更加完整，並且提出更適當的判準作為進行評估與決定的依據。Kolkman、Kok 和 Veen（2005）認為，決策如循環一般，做決策就是透過選擇找出較適合的選項，為了找出適合的選項，必須先收集相關資料作分析並訂出標準，方可在複雜情境中做適當決策。學生在前測中無法訂出適當的判準，且考慮的面向也較為不足，整體而言無法做出正確的決策，但是在課程之後，學生具備「訂出正確判準」的能力，所以學生在其他決策能力階段的表現有顯著進步。

### 二、學生在水資源相關概念試題的表現

本研究中學生透過拼圖式合作學習獲取水資源相關概念，Kolkman 等人（2005）認為，如果在複雜情境中，很多心智模型（mental models）可藉由成員間彼此分享而獲得。Kam-wing（2004）也認為，透過拼圖式合作學習，學生可以分享彼此的經驗，包含學習相關的概念與知識。拼圖式合作學習先透過專家小組獲

取相關概念，回到原始小組後再與小組成員分享其所得。在專家小組討論的階段，小組中每位學生分配到不同專家小組進行知識研讀，並與專家小組其他成員討論與分享自己閱讀所得，使自己成為該方面的專家。回到原始小組後，與小組成員分享相關概念，符合拼圖式合作學習的步驟。分析學生水資源相關概念前後測發現，透過拼圖式合作學習，其水資源相關概念有顯著進步，故本課程有助於學生學習水資源相關概念。

### 三、不同閱讀能力的學生在水資源相關概念的表現

依據郭靜姿（1994）的研究發現，高閱讀能力的學生對於各種閱讀策略運用多於低閱讀能力學生；且高閱讀能力學生的後設理解能力優於低閱讀能力學生。故理論上高閱讀能力的學生其水資源相關概念的進步幅度應會高於低閱讀能力的學生，但本研究經共變數分析考驗，發現不同閱讀能力的學生，其水資源相關概念進步幅度並無顯著差異。可能原因是本研究課程透過拼圖式合作學習讓學生獲取水資源相關概念與知識，學生在課程的進行中經與小組成員討論，相互學習的結果使得不同閱讀能力學生於概念的獲得上無顯著差異存在。

### 四、各組學生於課堂學習單的表現

依據 Kolkman 等人（2005）的理論，決策者考慮的面向更周詳、訂出更適切的判準，將有助於制訂決策。Chasek（1997）同樣認為，環境議題決策中，如果考慮的面向越完整，做出的決策也會較為周詳。本研究依據分析決策能力測驗評分標準分析課堂中各組學生所寫的學習單，研究結果發現，在學習單中「訂出正確判準」的階段表現較好的組別，表示其做決策前的考量較為周詳，且訂出的判準較為適當，其在「評估」與「決策」階段的表現也會比較好。若針對構念來看，研究發現各組學生經過教學後在判準的得分不會相差太多，所以跟其他部分的得分不會有顯著相關，但是在判斷理由正確性與風險評估以及決定的部分兩兩之間皆有顯著相關，表示學生若能提出較適當的理由，有助於風險評估與做決定。

## 五、綜合討論

綜合上述各點發現，要做出好的決策必須先進行適當的選擇，要進行適當的選擇必須先有正確的判斷標準，要有正確的判斷標準則必須有周詳的考慮，要有周詳的考慮則必須先具備充足的背景知識。制訂決策的過程中，每個階段間彼此環環相扣，皆是不可或缺的，本次研究的主軸是環境議題，先透過拼圖式合作學習讓學生獲取相關概念後回到原始小組，讓每個原始小組成員具備不同領域的背景知識，可促進原始小組討論的過程找出適當的判準，最後依據判準檢視 MyWorld GIS 所提供的資料來進行決策。研究結果也同時證明學生透過合作學習教學獲取相關概念，有助於往後制訂決策。

## 第五章 結論與建議

本章將針對本研究成果的資料與相關文獻進行討論與建議，分成二節進行論述，分別研究結論與未來研究與建議兩節進行討論。

### 第一節 結論

本節將針對文獻中對決策能力、決策評量、閱讀能力的論述與本研究的發現進行討論，並針對課程設計與評量方式的影響進行討論。

#### 一、課程設計對決策能力的影響

本研究的課程設計是希望學生透過拼圖式合作學習學習如何在複雜的環境議題中做決策，課程進行中，學生必須研讀與討論環境議題的相關概念，在水資源議題中所學習的地質因素、坡度因素、距離因素等概念運用在做決策的過程。即學生學會如何根據自己的背景知識做出適當的判斷後，依據判斷檢視資料並判斷各地點的合適與否，再做出最後決定。研究結果發現，學生經由拼圖式合作學習獲得相關概念後，其決策能力有顯著進步。依據此結果，研究者認為，學生在課堂中做決策時，能夠考慮理由與判斷較完整的小組，在選擇地點與評估地點也較為完整。因此研究結果中，學生的課堂學習單呈現出考慮的因素越完整，其評估與判斷的得分同樣會比較高。

#### 二、決策能力的評量

本研究的決策能力依據 Gring 等人在 2005 年所提出的理論進行設計，主要目的在檢視學生進行決策的過程中，所提出判斷的正確性、理由的完整性、整個決策所考量的因素以及配套措施進行評分。Kolkman 等人在 2005 年的研究中所使用的測驗方式是將每個階段的決策設計成六個等第的量表（類似李克特五等第量表），學生依據自己的判斷勾選該選項符合的程度。

但是研究者認為，在複雜情境中進行決策，主要考量的因素應為學生所思考的內容，而非所選擇的答案，如果學生考慮到研究者未考慮的因素造成選擇不同，此種情況如果將該名學生的決策能力訂為較低的分數，這是不合理的，所以本次的研究特別針對學生所提出的理由做深入研究，亦考量學生對選擇的配套措施進行評分。

### 三、閱讀理解在拼圖式合作學習所扮演的角色

本研究結果發現，學生經合作學習教學後，其水資源相關概念的成績不因其閱讀能力不同而有所改變，原先推想學生獲得知識的方法主要是透過閱讀與討論，不同閱讀能力的學生運用的閱讀策略不同，所獲得的知識應有所不同。但是本研究的結果顯示不同閱讀能力學生在概念理解上無顯著差異，可能是因為課堂中學生透過討論的方式彼此交換意見，但在專家小組討論的過程，小組長有帶領所有人討論，回到原始小組後，不同領域的專家學生也會提供彼此的意見，所以透過討論，學生所獲得的知識可彌補閱讀能力不足所造成的影響。

根據以上結論，可發現在合作學習的情境中，透過討論的過程每位學生分享相關概念，造成小組每位成員的知識能力皆有所提升，所以在複雜情境中，可透過合作學習讓每位學生接獲得相關概念，有助於未來進行決策。

## 第二節 未來研究與建議

本節針對未來研究設計進行討論，包含課程設計、評量方式以及 MyWorld GIS 進行討論。

### 一、教學策略的建議

Pata 等人在 2001 年的研究認為，在複雜的環境議題中，應該採用拼圖式合作學習進行教學，因為拼圖式合作學習可以讓每位學生專精於不同領域的知識，並經由討論的方式分享給其他成員。而本研究為了讓每位學生在小組中扮演不同的角色，所以在課程設計中分成地質、氣候與生態等三個部分讓學生討論，當所有學生回到原始小組後，只要小組在討論的過程中需要與之相關的概念，就可以請該位同學分享給小組的其他成員，或者是遇到疑問時，該位同學也可作為諮詢的對象。這種學習方式讓每位同學專熟所負責的領域知識，可避免每位同學都必須負責過多的概念導致學習無法專精，所提出的意見較難以深入，而導致遇到相關疑問時無法討論出正確的答案。未來可讓兩個班的學生，一班使用拼圖式合作學習，另一個班只進行一般性的小組進行討論，且學習的時間兩班個均相同，比較兩班的學生所提出決策能力的表現情形。

Kolkman 等人在 2005 年的研究認為，學生學習做決策時應該讓學生依據決策理論一步一步往前，經由循序漸進的方式教學，學生才能做出較適當的選擇。本研究在學習單的設計上，雖然沒有直接告知學生決策理論的順序，但是學習單的設計順序則是依據決策理論的順序設計。這種方式先引導學生分析問題之後再進行評估與決定，這將有助於引導學生按部就班完成每一個步驟。未來研究可比較引導式的課程設計（本研就言發的課程）和開放式的課程設計（只提供情境和學習任務，學生自行完成做決策的過程），在學生決策能力上的影響。

## 二、研究測驗未來改進方向

本研究所使用的測驗工具未來可增加晤談，有些學生雖然可以做出正確的決策，但不願意動手寫出自己真正的想法，或因為文字表達的能力不足，都有可能造成測驗所造成的差異，雖說利用選擇的方式可解決這個問題，但是卻無法理解學生深層的思考，如果時間與人手允許的條件下，可以透過言談深入分析學生做決定所依據的理由，可更加了解學生進行決策時所遭遇的問題與解決方式，並針對學生的問題與盲點作為修改課程的依據。

## 三、水資源概念相關測驗的建議

未來如果時間許可，可增加水資源相關概念的試題數量，將不同組別的題目數量增加至 30 題，藉此就可利用每一組的相關概念進行分析，確認不同組別的學生在不同領域知識的表現差異情形。

## 四、未來課程設計

綜合上述各點，透過拼圖式合作學習引導學生在複雜情境下學習環境議題，優點包括（1）學生透過拼圖式合作學習可讓每位小組成員有不同的專長，再經由討論的過程讓每位同學獲得相關概念。（2）合作學習討論的過程，可彌補學生因閱讀能力不同所造成的影響。（3）拼圖式合作學習讓小組進行決策時可考慮問題的多個面向，進而協助小組進行較適當的決策。

未來設計課程時若課程主題涵蓋多個領域，可將課程依據領域的不同讓學生分別進行研讀，所以建議在複雜主題中使用拼圖式合作學習。

## 五、MyWorld GIS 在未來研究的運用

MyWorld GIS 可為教師設計課程提供一個完整的平台，未來可依據這個平台開發其他環境相關的課程，教師可將各地的數據置入系統中，學生可依據自己的需求查詢與計算相關數值，並結合地圖與數值，方便學生查閱。

教師可利用 MyWorld GIS 圖層疊加功能開發更多複雜的環境議題，教師將更多面向的數據匯入 MyWorld GIS 後，學生可將各種數據進行交叉比對與分析，尋找適合的證據與進行決策；MyWorld GIS 計算的功能則可讓學生更深入分析問題，學生在分析各圖層資料時，利用計算功能可更精確判斷圖層中的數據。