

第三章 研究方法

本章共包括五節，將針對本研究中的研究對象、研究設計、研究流程、研究工具及資料分析做說明，茲分別敘述如下。

第一節 研究對象

本研究對象為高中一年級學生。選擇高一學生作為研究對象的理由有三：第一、研究時恰是新舊地球科學課程銜接之際，當時國三是最後一屆採用舊教材地球科學課程(國立編譯館，民國九十二年八月正式本再版三刷)，國二是九年一貫第一屆改稱八年級，國二及國一適用自然與生活科技新課程，其中地球科學已非獨立的科目，雖然有些學校還是分科上課，但狀況難以掌握，研究者希望能配合現行的地球科學課程進行研究，而非在其他課餘時間造成學生負擔，或借用其他課堂時數影響學生的受教權，因此若以七年級或八年級學生為施測對象則不甚恰當。第二、當時中學舊教材的課程時數狀況是：國三學生每週一堂地球科學課，而高中大部分的學校是高一上下學期輪流修習地球科學或生物課，地球科學及生物各修一學期，每學期 2 堂課。本測驗所搭配的土石流問題解決電腦輔助教學課程所需學習時間為 2 節課，為使課程連貫不被打斷，則高一學生連續兩堂地科課的情況將較優於國三學生。第三、土石流主題是綜合地質、氣象及環境議題的統整型教材，學生必須擁有基礎的地球科學相關知識較易掌握此主題，因此高一學生會比國三學生更適合接受此教材，再者，此線上測驗所配合的「以問題解決為基礎之土石流 CAI 問題解決電腦輔助教學課程」(董家莒、張俊彥，1999)是針對高一學生所設計的，本研究有許多假設與沿革是依據此研究而發展，故基於上述理由選擇高一學生為研究對象。

研究樣本為彰化縣某國立高級中學，該校學測成績並非前段與後段學校，所在地區亦非在都會。班級採常態編班且男女合班，因入學成績相近，故其不同班級之學生同質性高。擔任施測的教師是相識學校的地球科學教師，並曾多次操作過此土石流問題解決電腦輔助教學課程，選擇在課程及教師和學校可配合的情形下進行研究，所取樣本為該教師所任教的班級，屬便利樣本性質。研究樣本說明如表 3-1.1 所示，正式施測班級為一班，經整理後獲得之量化資料有效樣本為 36 人，其中男生 17 人，女生 19 人；質性資料有效樣本共 20 人，男女各為 10 人。

表 3-1.1 研究樣本說明表(n=39)

學校	人數(男生,女生)	量化資料有效樣本 (男生,女生)	質性資料有效樣本 (男生,女生)
彰化縣某國立高中	39 (19,20)	36 (17,19)	20 (10,10)

第二節 研究設計

本研究的主要目的是配合已發展的「以問題解決為基礎之土石流問題解決CAI電腦輔助教學課程」（董家莒、張俊彥，1999），編製相對應之地球科學線上土石流測驗：「領域特定知識測驗（DSKT）」、「推理能力測驗（RST）」、及「態度測驗（AT）」三樣測驗工具，期許對應整個線上土石流課程教學模組，並實際進行整個模組教學以探討此三項測驗在課程前後的差異。故本研究採用準實驗研究法（quasi experimental method）之單一組前後測設計（Borg & Gall,1989）。並輔以半結構式晤談方式（semi-structural interview）探討學生後設認知指標與此三項測驗間的關係、前後測概念改變的原因和解題習慣與技巧以佐證量化資料。

第三節 研究流程

本研究之研究流程分為「準備預試階段」、「正式施測階段」和「結果分析階段」等三階段進行，如圖3-3.3「研究流程圖」所示，茲將研究流程依階段性發展分述如下：

一、準備預試階段

準備預試階段執行期間為93年1月至94年3月，主要包括「形成研究問題」、「文獻探討與確定研究主題」、「發展研究工具、進行預試及修編研究工具」等三個步驟。

（一）形成研究問題

本研究源自台灣師範大學地球科學研究所張俊彥博士的想法，認為電腦科技發展

突飛猛進勢必對學校教育造成不同層面的影響，近幾年雖已開始開發研發地球科學的電腦輔助教學軟體，但在測驗方面，尚未嘗試使用線上測驗的方式測驗學生能力。線上測驗有許多優點是紙筆測驗沒辦法做到的：例如收資料便捷快速、在遠端即可直接使用電腦處理資料、及線上測驗可以使用彩色圖片不需煩惱耗費油墨及紙張等，如果將來能夠使用線上測驗的方式做評量，也可節省人力和各方面的資源，再加上先前已研發完成一地球科學輔助教學軟體，但欠缺線上測驗的配合以形成一個完整的課程，於是在「認知、心理、語言與科學數位學習之整合型研究-數位學習環境中學生之科學問題解決能力的探討NSC 92-2524-S-003 -010」的計畫中提出這個意見，研究者剛好對問題解決（problem-solving ability）非常有興趣，且在師範大學地球科學系就讀四年級時，申請國科會計畫獲得通過（「地球科學推理能力量表研發」NSC 91-2815-C-003-002-S），對測驗的研發已有初步的認識，所以決定將這意見納入論文的研究主題。除此之外，研究者在大四的國科會計畫研究經驗中深感只收取量化資料可能會失去學生直接意見，於是決定在線上測驗的研發之外加入教室觀察及訪談的方式以進一步瞭解學生的想法，研究者更於先前的文獻探討中發現許多文獻提到後認知與問題解決的關係，但在地科教育上尚未被提出，於是想藉由此訪談的機會加入探討，此想法並獲得師範大學地球科學所楊芳瑩教授的鼓勵與支持，給予許多寶貴意見與建議。

此計畫除了欲將此評量工具及晤談問題運用於評估電腦輔助教學的成效外，更期望藉此評量工具及晤談問題來更深入探究學生學習電腦輔助教學之的問題解決能力，並期許能有更深一層的瞭解及能提出具體建議和改進方針。本研究即為該研究計畫第二年之部分研究。

（二）文獻探討與確定研究主題

在本階段中，研究者蒐集國內外有關問題解決和評量工具及後設認知等前人的相關研究與文獻，並進一步確定以地球科學領域中的土石流主題為背景脈絡（context），開發以土石流為主題的線上測驗「領域特定知識測驗（DSKT）」、「推理能力測驗

(RST)」及「態度測驗(AT)」，以進一步瞭解目前高中學生在接受電腦輔助教學課程後的學習成效與後設認知指標對此三項測驗的關係，並調查學生的作答習慣來初步探討線上測驗與紙筆測驗的差異，及初步探討學生在電腦輔助學習課程之外的概念改變變因。期望藉由研究結果提供教師發展線上測驗與培養學生問題解決能力之參考。

(三) 發展研究工具、進行預試及修編研究工具

此三項工作自93年7月至94年3月底止。在研究工具的發展過程中，除了與指導教授討論與修訂外，測驗工具並商請國立台灣師範大學地球科學系二位地質專長的教授及二位高中現職地球科學教師，進行專家內容效度審查，待測驗工具完成之後再製作成線上測驗。製作成網頁的部分，除了與指導教授討論之外，並在「認知、心理、語言與科學數位學習之整合型研究-數位學習環境中學生之科學問題解決能力的探討 NSC 92-2524-S-003 -010」的會議中，獲得分別任教於不同國立大學之四位科學教育專長教授的寶貴意見，並與偕同研究者討論與修訂，於93年10月商借彰化縣某國立高中進行第一次預試，因發現有些題目趨於偏易、選項無誘答力，所以93年12月於台北縣立某高中及苗栗縣某國立高中以同時開發但尚在建立評分標準的「土石流問題解決開放式問題解決能力測驗」蒐集學生作答的類型，藉此資料修訂題目，最後於94年3月商借台北市某市立高中及嘉義市某私立高中進行第二次預試(參見圖3-3.1)。

第一次預試的研究結果顯示「領域特定知識測驗(DSKT)」、「推理能力測驗(RST)」及「態度測驗(AT)」分別與總分成中至高度顯著相關且彼此之間為低度相關，故此三分項測驗可以代表問題解決能力的三個不同向度，「領域特定知識測驗(DSKT)」之 $r_{KR-20}=0.55\sim0.78$ ，「推理能力測驗(RST)」之 $r_{KR-20}=0.50\sim0.76$ ，「態度測驗(AT)」之內部一致性之Cronbach α 信度值 $=0.78\sim0.85$ (Chang, Barufaldi, Lin, & Chen, in press)，其中「領域特定知識測驗(DSKT)」及「推理能力測驗(RST)」在修正題目後於第二次預試中達到 $r_{KR-20}=0.67$ ，線上測驗網頁介面也修改得更加具親和力。

二、正式施測階段

本研究正式施測階段之執行期間為94年4月至94年5月，主要工作內容包括「選定研究對象及線上測驗網頁測試」和「實施前測、選定晤談對象進行晤談、進行教學、實施後測、選定晤談問題進行晤談」等兩個步驟。

(一) 選定研究對象及線上測驗網頁測試

因本線上測驗與電腦輔助教學模組最終期望能實際推廣並運用於地球科學課程中，除此之外，學校在電腦硬體設施方面的支援亦是影響研究對象選擇的因素之一，又因欲輔以半結構式晤談的方式佐證量化資料，所以本研究對象須考量學校行政及地球科學教師的配合情形，因此最後決定以彰化縣某國立高中一年級的一個班級為研究樣本，且訪談該班半數學生，其中男女各半，該校地球科學教師在以往的地球科學教學課程中已多次使用此土石流電腦輔助學習課程(董家苕、張俊彥，1999)，對教材的熟悉度及經驗足夠，且該校能提供全新電腦教室與行政配合供本研究使用，並於正式施測前完成網頁和伺服器穩定度測試。

(二) 實施前測、選定晤談對象進行晤談、進行教學、實施後測、選定晤談問題進行晤談

此為正式進行研究階段，因配合該校參與研究教師原定課程的安排與學校行政作業，和參與研究教師討論後將於第一次段考後進行「領域特定知識測驗(DSKT)」、「推理能力測驗(RST)」、「態度測驗(AT)」的線上測驗，是為前測，測驗時間需一節課50分鐘，並商請該校電腦老師予以協助，之後隨即算出成績，將「領域特定知識測驗(DSKT)」和「推理能力測驗(RST)」加起來的總分分數照高低排列後，選取班上一半的學生進行晤談(共20位，其中男女各為10人)，選擇的方式是將成績由高到低排列後，選第一、三、五……幾數位同學，統計出共需各取總分幾分的同學幾名，並力求取男女各半(如圖3-3.1所示)，若間隔為同性別，則由同名次的異性取代，該班男女成績分佈非常平均，因此以此方式在取樣上沒有困難。晤談後一星期

進行土石流電腦輔助教學課程，課程時間為兩節課，後測時間於課程結束後隔週進行，作答題目與前測相同，時間一樣為一節課，並在測驗後隨即收取後測資料整理出個別學生前後測作答改變的題目及選項，再於後測結束後隔週進行晤談，晤談學生不變，但針對各個學生改變作答的選項進行晤談，以確定概念改變來源與想法，並在之後整理出有效樣本進行分析。為使問卷資料能反應實際教學結果，研究者得到參與研究教學教師同意於課堂中進行教室觀察，關於實驗施測流程及內容，參見圖3-3.2之說明。

前測名次	總分	gender	總分	需要人數	選取性別
1	21	F	21	1	1F
2	20	F	19	2	1F1M
3	19	M	18	2	1F1M
3	19	M	17	2	1F1M
3	19	F	16	2	1F1M
6	18	M	15	6	3F3M
6	18	M	14	1	1M
6	18	F	13	2	1F1M
6	18	F	11	1	1M
6	18	M	10	1	1F
11	17	M			
11	17	F			
11	17	M			
14	16	F			
14	16	F			
14	16	M			
14	16	M			
14	16	M			
19	15	M			
19	15	F			
19	15	F			
19	15	M			
19	15	M			
19	15	F			
19	15	F			
19	15	F			
19	15	F			
19	15	M			
19	15	F			
30	14	M			
30	14	F			
30	14	M			
33	13	F			
33	13	F			
33	13	F			
33	13	M			
37	11	M			
37	11	M			
39	10	F			

圖3-3.1 晤談取樣說明圖

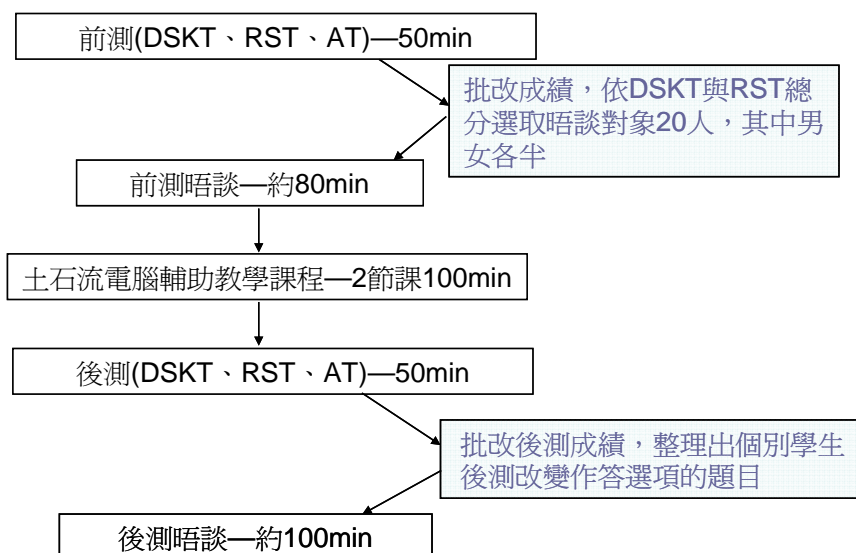


圖3-3.2 正式施測流程圖

三、結果分析階段

此階段執行期間為94年6月至95年5月，主要的工作內容為「資料分析」和「撰寫研究論文」兩項工作。

初步整理晤談文字稿及分析前後測資料的結果，發現有兩位學生於晤談中坦承後測測驗時不耐煩而較隨意作答，於是研究者與指導教授討論後，決定只要牽扯到量化資料結果分析的部分即將此兩位學生的樣本視為無效，而在質性訪談的資料尚予以保留，並在實際教室觀察時發現該班有一名聽障生，由於此課程使用之電腦輔助教學軟體，內含影片及聲音的效果，於是此樣本在研究者與指導教授討論後也決定予以刪除。

本正式研究所蒐集資料，以 SPSS 11.5 (Statistical Package for the Social Science) 統計軟體進行量化的分析，同時輔以半結構式晤談及教室觀察所獲的質性資料，做進一步的深入探討。質性晤談資料是先將所有錄音檔先轉換為逐字稿後將其編碼 (coding)，針對欲討論的構念分項加以歸納與整理，且最後以三角校正的方式進行編碼者信度的確認。此階段期間經不斷與指導教授討論，最後提出結果研究與建議，完成論文報告。

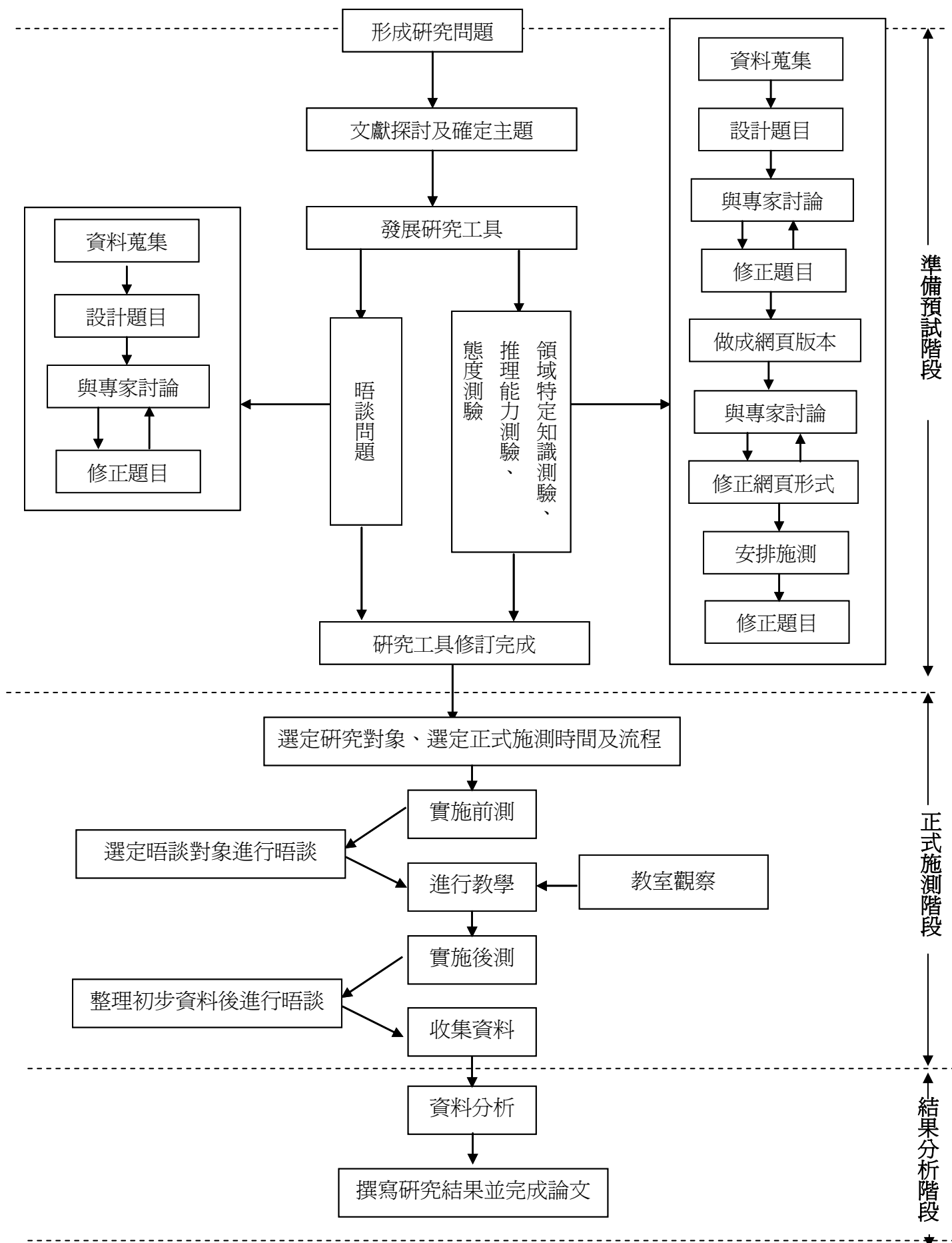


圖 3-3.3 研究流程圖

第四節 研究工具

本研究工具有三類，包含測驗工具、晤談及教學工具。其中，測驗工具包括針對土石流主題設計的「領域特定知識測驗」(Domain-Specific Knowledge Test, DSKT)、「推理能力測驗」(Reasoning Skills Test, RST)及「態度測驗」(Attitudes Test, AT)，教學工具為「以問題解決為基礎之土石流 CAI 電腦輔助教學軟體」(董家莒、張俊彥，1999)。茲將上述研究工具之發展原理及流程詳述如下：

一、測驗工具（見附錄一）

（一）領域特定知識測驗（DSKT）、推理能力測驗（RST）及態度測驗（AT）

為了瞭解高一學生在地球科學學科中以土石流為主題的概念，於是發展出「領域特定知識測驗（DSKT）」。本測驗主要參考自董家莒（2000）的土石流成就測驗，並配合「推理能力測驗（RST）」決定的構念訂出構念與出題方向(見表 3-4.1)。「領域特定知識測驗（DSKT）」共有 15 題，皆為單選，雙向細目表如表 3-4.2 所示。其間參考了國中地球科學教師手冊（國立編譯館主編，2003 正式本三版）、高中地球科學課本（王執明主編，2000）及歷屆聯考、各區模擬考試題及高中題庫，再經由師範大學地球科學研究所三位教授（二位地質專長，一位地球科學教育專長審查）及進行專家效度後所修改彙編完成。

表 3-4.1 「領域特定知識測驗(DSKT)」與「推理能力測驗(RST)」構念

領域特定知識測驗(DKST)構念	土石流發生的原因和機制
	雨水與土石流的關係
	土石流的地質條件與地形
	土石流沉積物的淘選度
	土石流災害的預防
推理能力測驗(RST)構念	土石流發生的機制
	防範土石流的解決辦法

題號	構念					題號	構念				
	土石流發生的原因和機制	雨水與土石流的關係	土石流的地質條件與地形	土石流沉積物的淘選度	土石流災害的預防		土石流發生的原因和機制	雨水與土石流的關係	土石流的地質條件與地形	土石流沉積物的淘選度	土石流災害的預防
1	★					9				★	
2	★					10			★		
3	★	★	★			11				★	
4					★	12			★		
5		★				13					★
6	★					14	★				
7	★	★	★			15				★	
8			★								

表 3-4.2 以土石流為主題的領域特定知識測驗(DSKT)雙向細目表

同時，發展以土石流為主題的「推理能力（RST）」，是為了瞭解高一學生在地球科學學科中以土石流為主題的推理能力。本測驗配合研究者同時期研發但正在建立評分標準的「土石流問題解決能力測驗」（見附錄二）決定構念，該測驗是開放式作答的形式。「土石流問題解決能力測驗」參考自吳佳玲（2001）的「月球之旅問題解決能力測驗」，包含兩部分：發散思考—在月球上可能會面臨的困難或危險；收斂思考—確定搶救物品。土石流開放式問題解決能力測驗也比照設計方式，分為發散性思考及收斂思考兩部分，發散性思考題目為：可能發生土石流災害的原因；收斂性思考則是：決定預防的辦法和輔助設施，因此推理能力測驗（RST）也分為兩個題組，共為兩個構念，題組一構念為：土石流的發生機制；題組二構念為：防範土石流的解決辦法，決定構念後並參考 Organization for Economic Co-Operation and Development(2003). The PISA 2003 Assessment Framework – Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills. *Programme for International Student Assessment*. 參考其中題型出

題，為 11 題單一選擇題。開放式土石流問題解決能力測驗與推理能力 (RST) 測驗皆經由師範大學地球科學研究所三位教授 (二位地質專長，一位地球科學教育專長) 審查及進行專家效度後所修改彙編完成。

「態度測驗 (AT)」是為瞭解高一學生對前述土石流測驗 (DSKT、RST) 的態度所設計。根據大專生國科會計畫「NSC 90-2815-C-003-043-S」(周佩琪，2001) 決定態度測驗 (AT) 包含三個構念，分別為：對待解問題測驗內容的態度 (6 題)、受試者對題型的喜好 (5 題)、解答問題時的自我信心 (4 題)，共 15 題，為李克特氏五分量表的形式。

(二) 測驗工具預試

1. 第一次預試

本研究上述三項測驗工具研發完成後，掛載在師大科教組的主機之下成為線上測驗初版，於 93 年 10 月商請彰化縣某國立高中地球科學教師於該校一年級學生 6 個班(有效樣本共 263 人，其中男生 132；女生 131 人)進行第一次預試，測驗過程中教師幫忙做簡單的教室觀察以進一步瞭解網頁施測的作答情形，並估計學生作答所需時間。第一次預試結束後，其中「領域特定知識測驗 (DSKT)」和「推理能力測驗 (RST)」為單一選擇題以庫李信度 (KR20) 進行分析 ($r_{KR-20} = 0.50 \sim 0.78$)；「態度測驗 (AT)」為李克特氏五分量表的形式，分析其內部一致性之 Cronbach α 信度值為 0.78~0.85 (Chang, Barufaldi, Lin, & Chen, in press) 除此之外，研究者以總受測學生平均分數上下一個標準差為臨界值，取出高分組及低分組，計算「領域特定知識測驗 (DSKT)」和「推理能力測驗 (RST)」的難易度及鑑別度 (item analysis) 及其與整題試題的相關度，其中將鑑別度低於 0.2 或與整體試題的相關度低於 0.15 的試題予以修改或更換，另外也統計各試題選項的選答人數，無誘答力的選項亦予以修正，而正式施測的試題也以此項分析為基礎，作為試題排列與調整的依據。

研究者於試題分析結果中發現「領域特定知識測驗 (DSKT)」和「推理能力

測驗 (RST)」；即單一選擇題測驗部分，有些題目現今看來變得偏易；有些許的選項也變成較無誘答力，進而影響試題的信度值，推測可能因為近年來土石流防災的知識日趨被重視，同學可由新聞媒體、報章雜誌或課堂上老師的講解而能有基礎概念。有鑑於此，研究者決定蒐集學生的想法來做修改試題的依據，並在 93 年 12 月於台北縣某縣立高中 3 個班及苗栗縣某國立高中 2 個班（共約 200 人），使用已研發但正在建立評分標準的「土石流問題解決能力測驗」（見附錄二）來蒐集學生對土石流議題的另有概念與想法，且加以纂修加入試題選項，期許提高鑑別度進而提高信度值，除此之外，經由指導老師協助，研究者邀請四位師大地球科學系學生共同協助將蒐集而來的學生想法加以分類與整理，可供日後對此相關議題之研究者參考（見附錄三）。

2. 第二次預試






試題修改完成之後，於 94 年 3 月間商請嘉義市某私立高中 2 個班及台北市某市立高中 5 個班（有效樣本共 282 人，其中男女約各半）進行第二次預試，將「領域特定知識測驗 (DSKT)」和「推理能力測驗 (RST)」以庫李信度 (KR20) 進行分析，整體信度值為 0.67。

第二次預試中所得的信度值已相當不錯，然而除了測驗題目的本身之外，在正式施測前，也經由師範大學地球科學所及交通大學教育研究所共三位科學教育專長的教授指導，聽取教授們的寶貴意見針對線上測驗網頁形式與介面再做修正，頁面截圖如圖 3-4.1 所示。此次修改後的線上測驗有下列五點特點：

- (1) 測驗網頁為全螢幕，學生無法按其他按鍵網路上搜尋答案，且瀏覽視窗較大。
- (2) 為確實瞭解學生的概念為何，因此將測驗網頁形式設定為學生無法回去更改已作答的選項。
- (3) 一個頁面一題，清楚明瞭，且避免學生使用捲軸容易錯亂及浪費作答時間
- (4) 線上測驗可以以彩圖表達，是紙筆測驗較難做到的
- (5) 可立即下載學生各題作答選項並計算出成績

政府相關單位或相關人員為了防範土石流的發生，常會依據實地的考察評估相關的補救辦法或設施。應變設施或辦法如以下所示，請依21-26題單自給的條件，配合選出最適合的辦法來。

(以下A-H選項并非全是正確的防制土石流辦法，需要自行判斷)

(A) 堤防和攔砂壩工程		(B) 填補路面的裂縫或凹陷變形	
(C) 護坡工程		(D) 種植高冷蔬菜	
(E) 管理感土傾置地點		(F) 不超抽地下水	
(G) 檢修維護排水設施及清洗污泥堆物		(H) 鋪設稻草或吸水的沙包	



本題組為單選題，注意並非每個選項都是正確的，且每個選項不能重複作答

題目

22. 防止用水侵蝕地表，造成土石鬆動

- (A) (B) (C) (D)
 (E) (F) (G) (H)

圖 3-4.1 線上「推理能力測驗(RST)」頁面截圖

二、晤談工具（見附錄四）

本研究共進行二次晤談。皆為半結構式晤談，分別於課程進行前的前測後以及課程後的後測後進行。晤談欲探討的主題為 1.概念改變及來源 2.解題習慣與技巧 3.後設認知。

其中後設認知的晤談問題，是依據簡惠燕（2000）在探討各評量工具後，對後設認知分成的兩類：靜態的後設認知知識（metacognitive knowledge）及動態的後設認知運作（metacognitive operation）之構念為命題方向，並結合 Brown（1976~1978）、張春興（1996）的想法決定構念細目，在與指導教授討論後確定後設認知晤談問題 I~V 題（以羅馬數字編號以方便與全部的晤談問題題號作區分），如表 3-4.3 所示。

表 3-4.3 後設認知晤談問題構念分類及細目

	晤談題目	構念分類	構念細目
前測 後談 問題	I. 在測驗結束後會很想知道正確答案嗎？為什麼？	後設認知運作	設定目標及設定策略
	II. 你發現這個測驗裡包含哪些概念？	後設認知知識	對問題相關的訊息知識、 對問題分類的知識
	III. 你覺得對於哪些概念比較不清楚？	後設認知知識	對問題難易的知識、 對問題分類的知識
後測 晤談 問題	IV. 覺得自己的成績變好或變壞？原因是什麼？	後設認知知識及運作	自我的知識、對自我認知結果的預測評估
	V. 在做完這整個活動後，自己可能需要加強哪些方面的能力？	後設認知運作	對自我認知活動的監控 及反省

資料分析時，必須將質性晤談內容進行編碼（coding）。然而，編碼之評定與過程有很高的主觀性，因此需格外注重編碼者間信度（inner-coder reliability）。編碼者信度指的是兩個或兩個以上的編碼者對於某領域內一個或多個行為觀察後評判的一致性程度，也就是不同編碼者其評判結果的可靠性。每個觀察的人都是一個指標，如編碼者彼此間所見略同，那麼這個量數就是可信的。Dubar、Koretz、Hoover 的研究指出，透過對編碼者認真地訓練及詳加訂定編碼向度及規則，可以提高編碼者信度。因

此本研究於結果分析階段先制訂詳細編碼向度及規則，並由研究者及偕同研究者分別針對同一晤談對象之晤談內容進行編碼，在反覆精鍊之後再進行編碼工作，編碼者信度達 0.95，其中差異部分經由討論之後取得共識。

三、教學工具

本研究使用的教學工具為「以問題解決為基礎之土石流 CAI 問題解決電腦輔助教學課程」(董家莒、張俊彥，1999)，此教學軟體的流程分為四階段：

1. 呈現問題：以簡短土石流實況及災情影片呈現問題及任務
2. 計畫解決途徑：認識問題並計畫獲得資料的程序
3. 資訊及資料蒐集(電視機、報紙、書本、圖庫、電腦、野外考察)
4. 驗證及執行計畫：瞭解造成災害的原因及如何預防

此電腦輔助教學課程有兩種操作方式，其一為教師在課堂使用此光碟模擬操作進行課程，另一為將此光碟先複製到電腦，由學生分組或個別進行操作。之前的研究顯示此兩種方式各有優缺點 (Chang, 2003)，本研究因考量學校行政配合情形且與該校地球科學教師討論之後決定採用前者的方式進行課程教學，但為避免學生間缺乏互動，更在操作過程中加輔以小組討論的方式討論學習單問題。



圖 3-4.2 「以問題解決為基礎之土石流 CAI 問題解決電腦輔助教學課程」部分截圖

第五節 資料分析

本研究進行的資料分析方法包含質性分析與量化資料分析，以下將針對這兩部分，分別加以說明。

一、質的分析

質性的資料主要來自半結構晤談的內容分析，先由晤談問題進行編碼(coding)，主要分析向度分為「概念改變及來源」、「解題習慣及技巧」和「後設認知」三部分進行分析。

(一) 編碼方式(coding)

1. 概念改變及其來源

針對學生前後測改變的作答選項，分類型整理出在此電腦輔助教學軟體課程後，學生的概念改變情形及其來源。

2. 解題習慣及技巧

詢問學生解題習慣及技巧，並予以進行分類。

3. 後設認知

第四節的研究工具已介紹本研究的後設認知晤談問題依文獻探討構念分為「後設認知知識」及「後設認知運作」兩類(參看表 3-4.3)，而編碼目標如表 3-5.1 所示。

表 3-5.1 晤談題目順序、編碼目標及分析探討內容

	晤談題目	編碼目標	編碼目標類別
前測晤談問題	在面對一個測驗問題時我都如何下手做題目？	整理學生解題習慣的類型	解題習慣及技巧
	如果發現有自己不懂的概念時通常會怎麼做	探討學生遇到困難的解題技巧及方式	解題習慣及技巧
	在測驗結束後會很想知道正確答案嗎？為什麼？	探討學生是否對於解題抱持熱誠與是否針對錯誤擬定改進策略	後設認知運作 (設定目標及策略)
	你發現這個測驗裡包含哪些概念？	探討學生對待解問題的瞭解程度及分類	後設認知知識 (問題訊息知識及分類)
	你覺得對於哪些概念比較不清楚？	探討學生是否能具體知道自己尚不清楚的概念	後設認知知識 (問題難易知識及分類)
後測晤談問題	針對個人前後測改變選項的題目發問：為什麼會改變？	整理學生正確的概念改變及錯誤或尚未清楚的想法	概念改變及來源
	改變作答選項的原因為何？	整理學生的概念改變來源	概念改變及來源
	覺得自己的成績變好或變壞？原因是什麼？	探討學生能否評估自我表現，並是否能具體陳述源由	後設認知知識及運作 (自我的知識及對自我認知結果的預測評估)
	在做完這整個活動後，自己可能需要加強哪些方面能力？	探討學生是否能調整自我學習策略以改進學習品質	後設認知運作 (對自我認知活動的監控及反省)

後設認知的晤談問題共有5題（將以羅馬數字I~V表示後設認知晤談問題的題號，以免與整個晤談問題的題號混淆），第I題：「在一個測驗結束後會很想知道正確答案嗎？為什麼？」將能夠在此題具體且正向回答的計算其出現次數為該題的n1；直接說不想知道的負面想法則計算理由個數為該題的n3，而其他無法歸類的想法出現次數為n2，第II題：「你發現這個測驗裡包含哪些概念？」一樣分成n1、n2及n3三組計算出現頻率，但計算的方式是以「領域特定知識測驗(DSKT)」的構念共為五類來計算次數（見表3-4.1），最高為5分，而該題n2類別中為：「非針對概念回答」的次數，最常指的是學生回答的內容是以題型來描述一個題目的樣子而非陳述概念，n3類別則代表學生回饋的內容用字不清，甚至錯誤。由於「領域特定知識測驗(DSKT)」的構念是由「推理能力測驗(RST)」而來，所以以「領域特定知識測驗(DSKT)」的構念計算次數可以包含「推理能力測驗(RST)」的概念，此為使用「領域特定知識測驗(DSKT)」構念計算頻率次數的理由，後設認知晤談問題第III題的n1也是以此五類構念來計算頻率。最後IV、V題的後設認知晤談問題則皆分成「能具體回答」、「說法模糊或不清」及「(錯誤或)無法說明」三類，分別統計其次數頻率n1、n2、n3，最後再將各題的n1加總，係為指標N1；n2總和為指標N2；n3總和為指標N3（見附錄五）。後設認知指標N1的頻率次數愈多，代表該學生後設認知指標成績愈好，相對地，指標N3的頻率次數愈多，代表該生後設認知指標成績愈差，指標N2則代表較無法強行區分為指標N1（正向或具體回饋）或是指標N3（無法說明或負面的回饋）；學生的回答有時概念不至於完全錯誤或正確，因此屬於無概念或態度取向的非具體回答多被歸為此類（如表3-5.2所示）。

於是「後設認知」的晤談問題除了整理成質性資料之外，並將此晤談結果轉化成量化資料指標N1、N2和N3與測驗結果共同討論。

表 3-5.2 後設認知晤談問題各題編碼說明表

後設認知問題	分類	類別說明
I.在測驗結束後會很想知道正確答案嗎？為什麼？	n1	能正向回答且具體地陳述理由
	n2	其他態度或不確定的回答
	n3	不想知道或其他負面想法
II.你發現這個測驗裡包含哪些概念？	n1	正確且具體陳述(依表3-4.1領域特定知識的五類構念計算頻率次數，最多為5次)
	n2	非針對「概念」回答(例如陳述記得的題型或圖形)
	n3	陳述的內容不清或與錯誤
III.你覺得對於哪些概念比較不清楚？	n1	正確且具體陳述(依表3-4.1領域特定知識的五類構念計算頻率次數，最多為5次)
	n2	概念模糊或不清
	n3	無法說明
IV.你覺得自己的成績變好或變壞？原因是什麼？	n1	能清楚地知道並具體陳述原因
	n2	說法模糊不清或無法判斷
	n3	不知道且無法具體說明
V.在做完這整個活動後，自己可能需要加強哪些方面的能力？	n1	能清楚地具體陳述
	n2	說法模糊或不清
	n3	不知道或無法說明

二、量的分析

量化的資料包括「領域特定知識測驗 (DSKT)」、「推理能力測驗 (RST)」及「態度測驗 (AT)」三項測驗工具及「後設認知指標N1、N2、N3」。以SPSS統計

軟體進行資料分析，包含描述性統計（descriptive statistic）及推論性統計（inferential statistic）兩部分，詳細說明如下：

（一）描述性統計（descriptive statistic）

針對學生在「領域特定知識測驗（DSKT）」、「推理能力測驗（RST）」及「態度測驗（AT）」三項測驗的前後測資料，進行平均值、標準差、分數範圍的結果分析，以瞭解學生在此三項分測驗的整體表現情形。

（二）推論性統計（inferential statistic）

本研究在推論統計部分，主要是進行成對t考驗（paired samples t test）、皮爾遜積差相關分析（Pearson product-moment correlation）及單因子變異數分析（one-way ANOVA）。

1. t 考驗（paired samples t test）：

將以 t 考驗的資料分析方法比較「領域特定知識測驗（DSKT）」、「推理能力測驗（RST）」及「態度測驗（AT）」在課程前後測表現上是否有顯著差異。

採用 t 考驗分析時，必須滿足的基本假設（assumptions）有(1)常態性分配(normal distribution)；(2)變異數同質(homogeneity of variance)；及(3)樣本獨立性(independent observations)等。根據 Glass & Hopkins (1996, p.291)指出，即使不符合常態分佈的假設，對於 two-tailed 之 t-test 考驗結果幾乎無影響；對 one-tailed 而言，若樣本數超過 20 人時，對考驗的結果也無影響，由於本研究為相同的學生前後測之資料比較考驗 ($n_1=n_2$)，故不受變異數不同質的影響，但不符合樣本獨立性，故本研究採 paired samples 之 t-test 方式進行統計分析(Glass & Hopkins, 1996, p.290-296)。

另外，根據美國心理學會(American Psychological Association, APA)及Thompson (2002)對於社會科學量化研究的資料的建議，在呈現量化資料時應提供：1.資料之實驗效果量（effect size）；2.資料之信賴區間（confidence level）；3.圖形資料等。因此本研究在資料分析中針對統計結果達顯著時，進一步提供實際顯著性（practical

significance) ，亦即實驗效果量 (effect size) 。所以本研究當統計結果達顯著時，也將予以計算。根據Cohen (1988) ，effect size 的計算方式如下：

$d' = |m_A - m_B| / \sigma$, σ is the standard deviation of either population (當兩母群的標準差不

相等時相等， $\sigma = \sqrt{\frac{(\sigma_A^2 + \sigma_B^2)}{2}}$)，當兩群資料呈現彼此相關性(correlation, r值)時，

實驗效果計算方式須轉換成下列公式(Cohen, 1988, p.49): $d = d' / \sqrt{1 - r}$, (r為Pearson correlation)。當d 值小於 0.2 表示實際顯著程度小 (small) ; d 值介於 0.2~ 0.5表示實際顯著程度小至中等(small to medium); d 值介於 0.5 ~ 0.8 之間表示實際顯著程度中至大 (medium to large); d 值高於 0.8 則表示具有相當大的實際顯著改變。

2. 皮爾遜積差相關分析 (Pearson product-moment correlation) :

將以此資料分析方法分析：編碼者信度檢定；「領域特定知識測驗 (DSKT)」、「推理能力測驗 (RST)」及「態度測驗 (AT)」與總分的相關分析；「領域特定知識測驗 (DSKT)」、「推理能力測驗 (RST)」及「態度測驗 (AT)」前後測資料及三項測驗前後測差值之相關分析，並將「後設認知指標N1、N2、N3」加入考驗與三分項測驗 (DSKT、RS、AT) 前後測之相關性。

Cohen (1988, p.78-83)提出在行為科學中，不同量表分數間的相關性，由於影響因子相當複雜且常有雜訊 (noise)存在，故相關性很少達到 0.6，因此將相關係數值界定：小於 0.1為小的實驗效果，0.1 ~ 0.3為中度實驗效果，0.3 ~ 0.5為大的實驗效果。

3. 單因子變異數分析 (one-way ANOVA) :

比較男女在「領域特定知識測驗 (DSKT)」、「推理能力測驗 (RST)」、「態度測驗 (AT)」前後測、及「後設認知指標N1、N2、N3」之表現上是否有顯著差異。

採用 one-way ANOVA 必須滿足的基本假設有：(1)常態性分配(normal distribution)；(2)變異數同質(homogeneity of variance)。故本研究於研究前皆會進行常態性分配及變異數同質之考驗。