

第五章 綜合討論與建議

本研究以彰化縣某國立高級中學一年級學生為研究對象，透過本研究研發的線上測驗工具：「領域特定知識測驗 (DSKT)」、「推理能力測驗 (RST)」和「態度測驗 (AT)」以及晤談工具探討學生在經歷「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)前後之「領域特定知識測驗(DSKT)」、「推理能力測驗 (RST)」和「態度測驗 (AT)」三項測驗的改變情形，「後設認知指標」、「第一次段考成績」與「領域特定知識測驗 (DSKT)」、「推理能力測驗 (RST)」和「態度測驗 (AT)」三項測驗間的關係，及由晤談編碼結果初步整理學生作答習慣技巧和學生概念改變及其來源等。本章將針對研究的發現與結論作個綜合性的討論，並同時提出本研究的限制以及對於未來相關研究的展望及建議。

第一節 結論與討論

本研究之主要發現分為一、「領域特定知識測驗 (DSKT)」與「推理能力測驗 (RST)」和「態度測驗 (AT)」與總分之相關性。二、「領域特定知識測驗 (DSKT)」與「推理能力測驗 (RST)」和「態度測驗 (AT)」前後測成效。三、「領域特定知識測驗 (DSKT)」與「推理能力測驗 (RST)」和「態度測驗 (AT)」的前測後測及「第一次段考成績」與「後設認知指標」之相關性。四、學生的作答習慣及技巧和在經歷課程前後的概念改變等四部分，本節將研究結果加以歸納，並與相關文獻相互印證或比較以及進行綜合討論。

一、前測「領域特定知識測驗 (DSKT)」與「推理能力測驗 (RST)」 和「態度測驗 (AT)」與總分之相關性

本研究在領域特定知識、推理能力及態度與其總分之相關分析中，得知領域特定知識、推理能力及態度分別與總分間達中至高度的顯著相關($r=0.557$ 、 $r=0.624$ 、 $r=0.495$, $p<0.01$)，但彼此之間未達顯著相關，實驗效果相當小，介於 $-0.001\sim 0.206$ 之間。這代表 DSKT、RST、AT 可能分別測得不同的能力，且總分可以代表部分問題解決能力。

張俊彥和翁玉華 (2000) 認為問題解決需要以先備知識作為基礎，許多的研究更曾顯示問題解決與先備知識的關係密切 (Thorsland & Novak, 1971; Wesney, 1977; Rowell, Gustafson & Guilbert, 1997)，而 Coleman & Shore (1991) 亦發現問題解決能力高者，先備知識亦高。此外，許多研究顯示在問題解決教學中推理能力是很重要的，所以在教學策略中融入推理能力的訓練 (Ohanian, 1997; Wagner, 2001; O'Connell, 2000)，間接地說明了推理能力與問題解決的關係。而在專家及生手的研究中，Barba(1990)曾探究在地球科學的問題解決上，專家運用較多的先備知識，且先備知識可以幫助專家做問題解決的判斷，王春展(1997)也在以解題策略比較專家與生手在問題解決表現的差異發現，專家的類比推理能力較佳，有利於問題解決。吳佳玲和張俊彥 (2001) 對地球科學領域的問題解決能力的相關變項之探討中，發現「先備知識」、「推理能力」與「對問題解決的態度」這三個主要因素，並發展問題解決與此三變項間的關係圖：

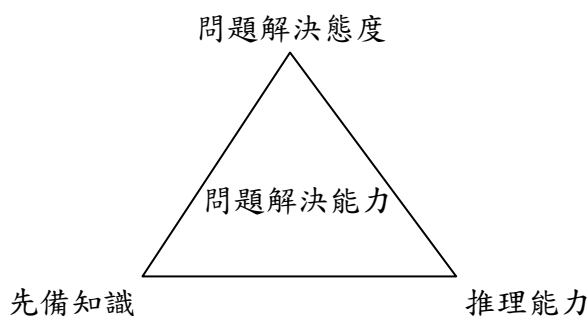


圖 5-1.1 「先備知識」、「推理能力」及「問題解決態度」與「問題解決能力」的關係

周佩琪（2001）又進一步將「問題解決態度」分為三構念為：對待解問題測驗內容的態度、受試者對題型的喜好、解答問題時的自我信心，並發現「問題解決態度」與「問題解決能力測驗」總分間達中度顯著正相關。且「問題解決態度」對「問題解決能力」亦有顯著的預測力。於是將「面對待解問題時的態度」與「先備知識」和「推理能力」，列為影響高中學生地科問題解決能力的三個主要因素之一。

本研究中的「領域特定知識」之「領域特定」(domain-specific)係指針對土石流領域，因此，「領域特定知識」是指土石流的知識測驗，即為先備知識，本研究之推理能力為土石流的推理能力測驗，態度測驗分為：對待解問題測驗內容的態度、受試者對題型的喜好、解答問題時的自我信心三個構念，由以上文獻探討可以發現這三者是影響問題解決的重要因素之一，並可以由研究結果進一步將「領域特定知識」、「推理能力」、「態度」與問題解決的關係繪製如圖 5-1.2，此結果也與 Chang, Barufaldi, Lin, & Chen (in press) 的研究結果相符，因此未來在地球科學上的問題解決能力，應該可以藉由學生在 DSK、RS、AT 的線上測驗表現來代表。

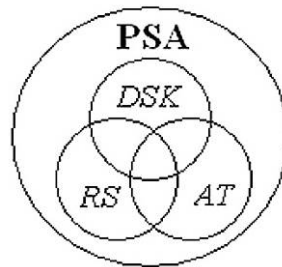


圖 5-1.2 DSK、RS、AT 與問題解決能力（Problem-Solving Ability, PSA）之關係

二、「領域特定知識測驗 (DSKT)」與「推理能力測驗 (RST)」和「態度測驗 (AT)」前後測成效

在經歷「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」(董家苕、張俊彥, 1999)後, 全部的學生在領域特定知識有顯著的提升, 且達到大的效果量, 此與董家苕 (2000) 的研究相符。全體學生的推理能力與態度沒有達到統計上的顯著進步或退步, 然而, 單就女生而言, 不僅在領域特定知識達到顯著提升且達到相當大的效果量外, 在推理能力的表現上後測也顯著優於前測, 並達到中至大的實際顯著程度, 男生則僅在領域特定知識上後測顯著優於前測, 推理能力平均值雖有提升但無達到統計上的顯著。男生或女生在這三項測驗的前後測及後設認知指標 N1、N2 及 N3 和第一次段考成績上, 沒有存在顯著的男女差異, 即女生在經歷此課程後顯著提升推理能力非因女生的後設認知指標、第一次段考成績或三項測驗的前測或後測本來就顯著優於男生。

本研究中女生的領域特定知識顯著提升, 實驗效果量 d 值 1.13 大於男生的 0.65, 且推理能力達到統計上的顯著進步, 男生雖在後測推理能力表現上平均略高於前測 ($6.06 > 5.94$), 但無達到統計上的顯著進步。根據吳心楷 (1997) 在探討過往針對男女有別的認知風格的相關文獻後, 對課程及教學提出的建議為: 女生習於連結, 害怕出錯, 宜多利用合作學習、小組討論及低競爭性的學習方法; 男生適合高競爭性的學習環境, 提供充分的自我表現機會, 將有利於學習。若嘗試以上述的文獻探討解釋本研究結果, 其中的原因可推論為本研究採用團體分組形式且由教師為主體的模擬 CAI 教學, 比起來較適合女生們學習科學, 而若是此次 CAI 電腦輔助教學課程的操作方法是使用另一種自我操作光碟的教學方式, 男生的推理能力將會變得也能顯著提高? 或是只剩男生的推理能力顯著提高? 男女在這三項測驗的表現上, 不論是前測或後測皆無顯著差異存在, 這點不如以往的刻板印象 (科學及推理能力男性皆顯著比女生優秀), 這是否為近年來時代變遷對男女的刻板印象不如以往的影響? 抑或女性比起以

往，較被鼓勵從事科學，使得本研究各項測驗中男女成績無顯著差異存在？或是近年來教師開始使用多元的教學法使得女生的認知風格得以滿足因而科學學習成效得以提升？抑或這只是針對此土石流主題及此樣本的個別結果？這些議題都值得留下來在未來的研究中繼續深入探討以利進一步瞭解。

三、「領域特定知識測驗 (DSKT)」、「推理能力測驗 (RST)」、「態度測驗 (AT)」與「第一次段考成績」和「後設認知指標」之相關綜合分析

本研究發現學生的「第一次段考成績」分別和「領域特定知識的前測和後測」達中至高度顯著相關 ($r=0.483, p<0.01$; $r=0.405, p<0.05$)，與推理能力測驗和態度測驗則無統計上的顯著相關的關係存在。此結果代表本研究的推理能力測驗性質的確不同於成就測驗，而是著重在推理層次，在領域特定知識在性質上則較類似成就測驗。且第一次段考範圍為高中基礎地科的前幾章，為地質的範圍，也能解釋成地質的成就測驗與土石流領域特定知識之間有中至高度的顯著相關性。

在領域特定知識、推理能力及態度前後測之相關分析方面，得知領域特定知識、推理能力及態度分別與各自的前後測達到中至高度的顯著相關 ($r=0.636$ 、 $r=0.480$ 、 $r=0.650, p<0.01$)，即領域特定知識、推理能力及態度前測表現越好，後測的表現也越好，並得知推理能力進步的成績越多，態度進步的成績也越多，達到中至高度的顯著相關 ($r=0.462, p<0.01$)。

領域特定知識前測與推理能力前測相關性很小 ($r=0.159$) 且未達到統計上的顯著相關，但領域特定知識後測與推理能力後測之間達顯著的中至高度正相關 ($r=0.366, p<0.05$)，此為在前測時學生對土石流的各方面表現是零散的，因此領域特定知識與

推理能力彼此間不相關，但在課程後各能力獲得統整，使得後測的領域特定知識與推理能力表現達中至高度的顯著相關，代表提升領域特定知識的同時，推理能力後測的表現亦同時提升，於是推論學生在經歷「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)後，在領域特定知識上表現較好的學生，在推理能力的問題上也能獲得較好的表現。

推理能力前後測差值分別與後測的領域特定知識、推理能力、態度有顯著中至高高度正相關存在 ($r=0.465; 0.611; 0.454, p<0.01$)，表示這三項測驗在後測表現較好的學生能在推理能力上有較好的學習成效。

在後設認知三指標 N1、N2、N3 的相關分析顯示，後設認知「正向且具體回饋的次數」(N1) 越多，則在「無概念或態度取向的非具體回答回饋次數」(N2) 及「無法說明或負面回饋次數」(N3) 越少 ($r=-0.814; r=-0.578, p<0.01$)，代表高後設認知能力者較不作空洞的回應或非概念及態度取向的回答，而後設認知表現較差者(即無法說明或負面回饋次數多)，在非概念及態度取向回答的次數相對較多，有顯著高正相關的關係存在 ($r=0.603, p<0.01$)。

後設認知指標與各項測驗的相關分析上，除了在後設認知指標表現差者，其領域特定知識後測也較差 ($r=-0.453, p<0.05$) 外，推理能力前測或後測得分較高者，在後設認知的指標表現也較好 ($r=0.678; r=0.668, p<0.01$)。

相對的，後設認知指標表現較差者(即無法說明或負面回饋次數多，N3)的推理能力前測、後測表現 ($r=-0.444, p<0.05$ 及 $r=-0.627, p<0.01$) 與其推理成效 ($r=-0.428, p<0.05$) 也較差；學生在後設認知指標表現上，說法越是模糊不清或常針對問題做非具體回答(N2)，其推理能力前測或後測的表現也越差 ($r=-0.562; r=-0.545, p<0.01$)，這顯現無論是在後設認知晤談問題中無法說明或是模糊的回答類別，皆與推理能力前後測呈顯著負相關。

除了在後設認知指標表現差者的領域特定知識後測也較差外，後設認知指標表現

與其他分項測驗（領域特定知識前測、態度前後測、第一次段考成績）則皆無達到統計上的顯著相關，因此研究發現「後設認知」與問題解決能力三項度中的「推理能力」較為相關。這個結果並符合後設認知主導思考決策與問題解決之認知行為理論(Hacker, Dunlosky, & Graesser, 1998)，也與國內張昇鵬（2003）的研究結果——「後設認知」、「推理能力」、「創造思考」、「批判思考」這四者的關係密不可分，相符。

四、學生的作答習慣及技巧和在經歷課程前後的概念改變及來源

學生的作答習慣和技巧多為「將不可能的選項刪掉再選最有可能的」，及「會跳題作答」，各占全部訪談學生的 70% 和 50% 都會提到此做法，而本研究所設計的線上測驗是屬於一個頁面一題，學生無法回去更改問題的答案，當初這樣的設計是為了讓學生無法藉由其他問題的題目找到該問題的答案提示，既使研究者已經盡量避免有這類問題出現，但為了要確立學生的概念是否正確，進而晤談學生在經歷課程前後的概念改變情形，於是決定以此作為線上測驗的網頁形式，而且一個頁面一題，這樣的介面能更加親善，學生不用使用捲軸作答，不會浪費時間且這樣的介面比較單純，學生不易有作答錯誤的狀況發生。但是若根據學生的作答習慣及技巧來看，未來教師若以線上測驗作為評量之目的，為了減少學生沿用平時紙筆測驗習慣而產生的線上測驗成績誤差，線上測驗形式應改成可隨時回去更改答案的形式，建議應隨著測驗的目的不同做適當的調整，但無論何種型式的線上測驗仍需小心伺服器不穩定而造成斷線、多人連線伺服器不堪負荷或圖檔檔案過大以致網頁開啟緩慢延宕學生作答時間等問題。

學生在經歷「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) 後，在「地震不應是主要判斷因素」、「注意到坡度是因素之一」及「知道土石流淘選度差」，回饋次數皆出現 4 次為最高，顯示在後測領域特定知識或在推理能力測驗上獲得進步大部分是因為這些概念的釐清，但學生尚不清楚或錯誤

的概念是土石流主題中「地震」、「坡度」、「充足水分與颱風之間的關係」的概念，在晤談後發現這些也是學生較容易有迷思的地方，這可供教師教授相關單元之參考。研究者並藉由晤談得知學生的概念改變來源大多數來自課堂（提到課堂的確定回饋次數為 13 次，不確定的回答也有 4 次），概念改變來源同樣自課堂，然而，部分學生得到清楚的概念，部分學生卻概念仍錯誤或不清。研究者在進行教室觀察時，發現課程因為是以問題解決模式的教學模組，內容沒有刻意（也不需要刻意）強調土石流的成因等重點整理，在量的研究上，得知全部學生在經歷課程後的領域特定知識已顯著得到進步，但在推理能力方面全部學生未達顯著進步，再進一步以後設認知指標 N1、N2 及 N3 與推理能力前後測做相關，發現高後設認知表現的學生能在推理能力後測有較好的表現、後設認知表現較差者的推理能力前後測表現及推理能力成效也較差，所以推論觀念尚未釐清的學生是因為後設認知的表現也較不佳的緣故。但另一種可能的思考方向是問題解決能力的訓練需要較長久的時間才能達成（董家苕，2000；湯偉君，1999；劉誌文，1995；Ayer, 1989），所以在 2 個小時的課程後一週做施測，在高層次思考的方面較難看到顯著的效果。

第二節 研究限制

本研究主要以高一學生為研究對象，以本研究研發之線上測驗工具：「領域特定知識測驗 (DSKT)」、「推理能力測驗 (RST)」、「態度測驗 (AT)」以及「後設認知指標」，評估學生在經歷「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)之學習成效，並將質性晤談資料予以編碼，輔以評估之。然而，研究結果之推論應基於本研究設計及客觀因素之限制：

1. 本研究對象為彰化某志願中等的國立高中高一的一個班級，因此，研究結果之推論應為類似本研究對象及學校的學生，不宜推論至所有高一學生。
2. 本研究所稱的「後設認知」是以學生對整個學習過程(包含前後測及課程)之反思作為分析後設認知表現的依據，係針對學生之「靜態的後設認知知識 (metacognitive knowledge)」及「動態的後設認知運作 (metacognitive operation)」兩類後設認知問題加以編碼並分成 3 項指標探討的結果(分項構念細目請參照表 3-4.3)，其他的後設認知向度並未列入討論。
3. 本研究所研發的線上測驗「領域特定知識測驗 (DSKT)」、「推理能力測驗 (RST)」、「態度測驗 (AT)」及所評估的電腦輔助學習課程：「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)皆是針對地球科學課程中的土石流主題所研發的，因此本研究結果無法推論至所有電腦輔助教學課程及線上測驗，亦不宜推論到其他地球科學教學軟體及線上測驗。

第三節 建議與展望

經由實驗施測研究所獲得之數據資料、質性資料與寶貴經驗，本研究對於研究工具、研究過程以及未來研究方向等部份提出以下檢討與建議：

一、研究工具

本研究之研究工具共有三種：線上評量工具—「領域特定知識測驗 (DSKT)」與「推理能力測驗 (RST)」和「態度測驗 (AT)」、晤談工具及「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)，將針對本研究所使用的工具所待改進之處及建議後分述如下：

(一) 線上評量工具

線上評量工具應架設在穩定的伺服器之下。這次施測雖然大致上沒有什麼問題，網頁都可開啟，但是多人一次連線時，網頁會開得比較慢，有 1 位學生反應前面有 1、2 題的網頁開得有些慢，導致該位學生以為還停留在前一題，因而點錯，但是後面幾題就又順了，也因此研究者沒有將這點在先前的研究結果與討論中提出，但它在未來仍是一個可能存在的問題，若如果網頁架設在設備更好的伺服器之下，或是使用更好的技術，將可以減少線上技術問題所造成的誤差。

將來的線上測驗評量可以考慮仍做一個頁面一題的形式，較為單純，且不需使用捲軸操作容易，但是可以改進為更適合學生紙筆測驗的作答喜好，以減少學生因對電腦操作介面不熟悉而造成的誤差，例如可以設計為能回去更改之前不確定的答案，或可以利用一些特殊的介面或工具讓學生能將已確定錯誤的選項刪除或標記、或可以跳題作答、可將不確定的題號標記讓學生之後可再回去修改……等等。這樣的改進將能使線上測驗更親近紙筆作答的方式且又同時擁有線上測驗之優點（可以使用圖片、動畫、收集學生資料、批改問卷快速等）。

(二) 晤談工具

晤談工具的用字可以再清楚一些，例如：你發現這個測驗裡包含哪些概念？中的「概念」一詞，部分學生不太瞭解是代表什麼意思，要使用學生能懂的語言，再次解釋之。

(三) 課程

「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」(董家苕、張俊彥, 1999)，是以陳有蘭溪為背景設計，若要增加學生情意方面的感受，建議可以再增加最近的土石流案例影片或新聞剪輯來輔助教學。

二、研究過程

本研究除了研究工具尚有改進空間外，在研究過程中雖已力求嚴謹，但在施測過程與晤談仍有尚待改進之處，將之分述如下供日後相關研究之參考：

(一) 研究樣本可再增多

本次施測的研究樣本為一個班級，這是因為本研究欲以晤談的方式探討後設認知與其他分項測驗的關係，並希望藉由質性資料輔助解釋量化資料，因此需抽取班上一半的學生來晤談，且必須在有限時間內晤談完畢。所以選定一個班級作為研究樣本是在配合學校行政及教師課程及考量有限的時間、人力下所做的決定，未來可以考慮大規模甚至分區施測，以研究整體的情形，增加研究推論的空間。

(二) 晤談內容及編碼方式

後設認知的問題有些比較抽象，較難回答，表達能力不好的學生在回答問題上會有困難，若僅看逐字稿不易明確瞭解或判斷學生遣辭用句代表的意思，因此建議未來有意進行相關研究者需輔以觀察學生表情、肢體語言、前後說法...等來判斷其表達的

意義，亦即建議未來若要進行此類研究，最好能詳細參與整個晤談過程，若主要研究者無法實際參與，最好也應請偕同研究者以錄影或紙筆記錄狀況。在蒐集質性晤談資料後，邀請偕同研究者以便做編碼者信度時，該偕同研究者最好也曾參與過整個晤談過程，這將可討論編碼上的判斷差異，且能節省建立共識的時間，也將提高編碼者信度。再者，在實際晤談後發現有些學生一開始的回答內容較少，或有些是很緊張地努力想措辭與用語欲表達，但又不知如何說出，此時，在研究者適時地引導後，學生的確能回應更多，因此建議未來的研究者需要有耐心等學生回答或有技巧地深入追問，例如強調可以接受任何想法、不限時間內回答完畢等，但須注意避免引導學生回答。

本研究的編碼方式只能作個大概的分類，但同樣是具體且正向的回答，有些是比較特別且深入回答，後設認知層次比較高，但為編碼方便及單純統一，在次數頻率上仍僅算一次，未來可以思考根據內深度調整編碼形式。

三、未來研究方向

由研究之綜合討論可知，本研究的過程及方法尚有一些待改進之處，而本研究亦還有許多的發展空間與需要改進的地方，茲分述如下以建議未來研究之方向：

（一）開放性問題解決能力測驗工具的完成

若能將已開發但尚在建立評分標準之開放式問題解決能力測驗完成，確立專家效度及評分標準後，配合本研究研發之線上測驗「領域特定知識測驗（DSKT）」與「推理能力測驗（RST）」和「態度測驗（AT）」與本研究中建立的晤談後設認知指標做交互探討，研究開放式問題解決能力測驗中發散性和收斂性思考的得分和各部分測驗是否相關。開放式問題解決能力測驗中的發散性思考是擴散性的，屬於創造思考；收斂性思考是為評鑑性的，屬於批判思考，後設認知會不會如文獻中的與發散性思考和收斂性思考有相關？這些都將在開放性問題解決能力測驗工具完成後得以整合探討，是未來研究值得且可行的方向之一。

(二) 深入探討各項表現和教學成效是否有性別差異

本研究發現女生在推理能力有較好的學習成效是否為此樣本或此校的個案，皆有賴於大規模施測後釐清想法。由於性別對於學習影響方面，在不同領域的教學研究中，都曾視為值得進一步探討與釐清的主題，純男校的學生或純女校的學生與男女合校的男學生或女學生在各項測驗的表現上有差異存在嗎？國內的地科領域較少看到此方面的研究，所以在現今該領域科學能力的表現上是否有男女差異仍需依賴各方面的數據來佐證及深入探討。

(三) 分區且大規模的施測

本研究之樣本為志願中等的彰化某國立高中的學生，高中生經由入學考試的篩選，同校學生之間的各項表現上容易顯得過於平均，期許未來能在國內分區大規模的施測，探討各表現是否有城鄉差距存在，且期許能在不同志願學校蒐集不同程度學生的想法、量化及質性資料來進一步做全面性的分析探討。

(四) 土石流電腦輔助教學媒體的使用方式

「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)在研發時，有兩種使用方式，本研究因在評估學校電腦教室配合情形時，採用的是教師模擬此電腦輔助學習課程的方式，並將班上學生分組討論，未來在學校環境可以配合之下，可以試著使用兩種不同的電腦輔助教學方式，並配合以研發的線上測驗評估此兩種教學方式之成效與各項變因之間的關係。