

網路合作學習與科學過程技能的學習

許瑛珺* 吳慧珍**

*國立臺灣師範大學 地球科學系

**桃園縣立明志國民中學

摘要

本研究的目的是在於調查學生在網路的合作學習環境中，學生的科學過程技能及潮汐相關概念的改變情形。研究對象為台灣東部某高中一班高一學生，共 40 人。本研究依據概念前測成績和高中聯考數學、自然科的成績做異質性分組，共分成八組，每位學生個別使用一部電腦，進行潮汐單元的分組線上共同合作學習。本研究的主要發現為學生經過網路教材的學習，在潮汐概念和科學過程技能上有顯著進步，進一步分析發現學生在傳達、解釋資料和驗證假設三項技能皆有顯著進步。因此，透過以科學過程技能為設計主軸的網路輔助教學，可以增進學生的科學過程技能和科學概念。

關鍵詞：網路輔助學習、科學過程技能、合作學習、地球科學。

緒論

今日的科學教育目標著重於培養具有科學素養的全民教育(教育部，民 88；國立編譯館，民 88)，也就是必須要能在探究科學和解決問題時，運用科學過程的技巧(歐陽鍾仁，民 76)，而不再是以知識為本位的填鴨式教育，強調讓學生學習如何去進行探究與發現的活動，藉著探究活動學習如何做觀察、實驗、歸納，並且細心體會科學與人類生活間密不可分的關係(教育部，民 88)。許多生活問題的分析 and 決策是藉由科學過程技能來解決的(Padilla, 1980)，因此教導學生科學過程技能等於教學生在學校以外的地方應用知識和使用科學的方法，如此不但可以增加學生的科學過程技能而且能提升學生對科學的興趣(Swanson, 1977)。從科學史的觀

點，則認為科學是一連串的實驗、觀察、提出假設、驗證，不斷的重複實驗、驗證進行修正假設，到最後的學說形成，不難看出科學知識的形成，其實就是科學探究的過程，因此，科學過程技能是形成知識內容的巨輪(熊召弟，民 85)。

若是透過合作學習的互動將可提高學生的學習興趣並產生更多的解題策略(Duren, 1992)。合作學習除了能增進學生的認知能力外，亦可以提高學習動機及正向的學習態度，而且經由合作學習的過程較容易跨越學習障礙。透過合作學習，學生可以彼此交換意見、溝通彼此的想法以增進學生的概念(Johnson & Johnson, 1984)，使得學生對於教材內容產生興趣，顯現出較高的學習成就(Johnson & Johnson, 1989)。然而，內向的學

生在面對面的互動過程中，因個性害羞影響其發言次數，若透過網際網路的討論區的互動，將可以使個性害羞的學生較能夠表達自己的意見（尹玫君、劉蓁蓁，民 87）。網際網路是一種提供人類進入互動式溝通的科技工具，人類藉此人際互動的模式交換彼此的訊息、意見，產生社會互動的關係，而藉由不受時間、空間限制的網路互動式學習環境，讓個性害羞的學生或學業成就較低的學生也較能夠表達自己的看法（尹玫君、劉蓁蓁，民 87），此外，當學生透過網路進行非同步互動時，不會有被他人打斷發表意見的情形出現，且討論內容都被紀錄在伺服器，當學生有需要時可以隨時瀏覽討論內容。

許多研究發現，透過合作學習網路的輔助教學可以增進學生的概念（Fishman & D'Amico, 1994）、提升學生的後設認知（Park, 1999）、提出更多的問題解決策略（Gallupe, Bastianutti, & Cooper, 1991）。當學生面臨不熟悉的問題時，需要透過觀察、推理、假設、驗證之後才能完成問題解決。因此，科學過程技能是進行問題解決時所需必備的技能。學生經由探究科學的過程，能親自操作並深切體會科學的本質，有助於學生建構和內化概念。電腦可以協助學生將觀測所得的資料以有意義的圖表呈現，進而提升學生解釋資料的能力，有利於學生科學過程技能的養成。然而，科學過程技能中較高層次的技能的統整技能(如解釋資料、形成假設等)較難學得，可以經由合作學習的方式，讓學生能從互動中獲得肯定與分享經驗，以提升學生

的較高層次的科學過程技能。

研究者認為以網路為基礎，將科學過程技能融入課程設計中，營造一個合作學習的環境提供學生互動學習、建構知識的機會，除了使學生獲得相關的科學知識，亦能夠運用科學過程技能和人際互動處理日後面臨的問題。因此本研究試圖建立透過網際網路的非同步互動之共同學習法（Johnson & Johnson, 1984）為學習策略，並且以科學過程技能為網路教材設計的主軸，探討學生在網路的合作學習環境中其科學過程技能及潮汐相關概念的改變情形。

研究方法

本研究採用實驗研究法，並輔以半結構式的晤談方式，探討學生透過網路進行合作學習的成效。研究方法將簡要說明研究對象、研究設計與流程、研究工具及資料分析等四個部分，茲分述如下。

一、研究對象

樣本來自台灣東部某所非都會型高中的一班（常態分班且男女合班）高一學生，總共 40 人（女生 23 人和男生 17 人）。

基本上所採用的合作學習係以共同學習法（Learning Together; Johnson & Johnson, 1984）為架構，依據數學科和自然科的兩科聯考總分以及潮汐概念前測成績將學生做異質性分組，考驗各組的潮汐前測成績和聯考成績後，發現各組之間沒有達到統計上的顯著差異（ $F=0.318, p>0.05$ ），所以經分組後每一組學生的平均學科能力應是相近的。

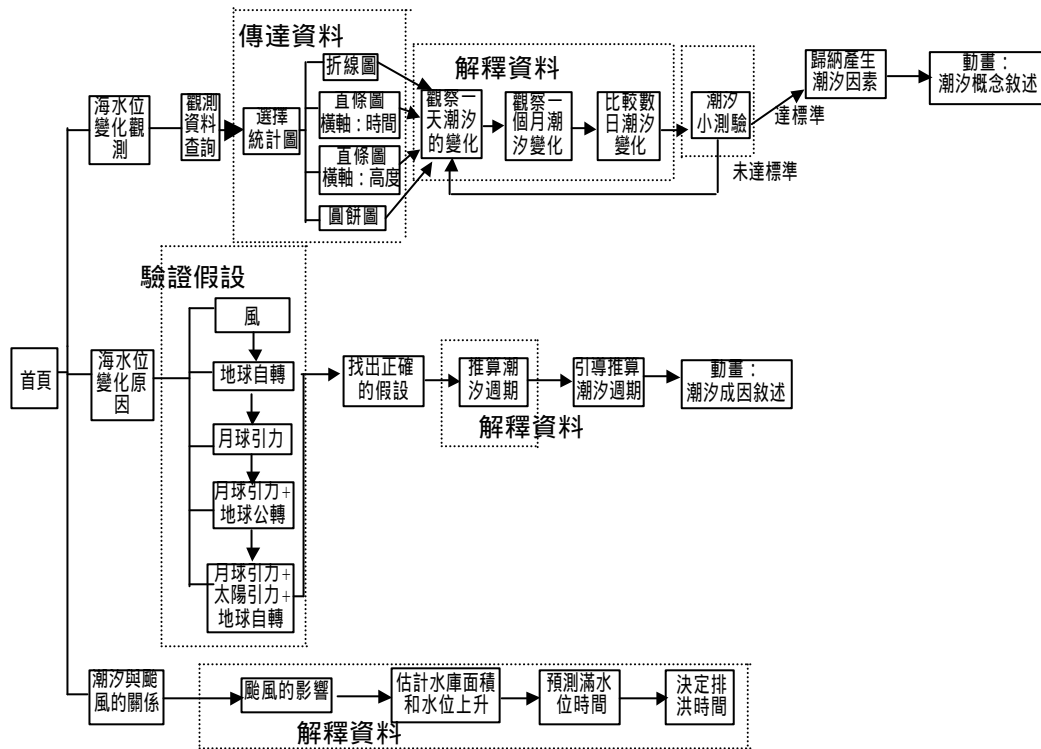


圖 1 潮教材流程與科學過程技能層次關係圖

二、研究工具

本研究的工具有：「潮汐網路教材」、「科學過程技能測驗」、「潮汐概念測驗」、「個人參與度量表」、「網路輔助教學意見」及晤談。

(一) 潮汐網路教材

分析國三課本的潮汐知識和目前高一基礎地科課程的內容，歸納國高中地球科學課程有關潮汐部分，決定本實驗的網路教材將涵蓋的內容範圍有滿潮、乾潮、潮汐週期、大小潮、潮汐成因以及潮汐與環境的關係。本網路教材以培養學生科學過程技能為主軸，輔以問題導向的學習理念來設計教材，研究者建立一個問題導向的合作學習環境，以挑戰問題讓學生對自己的概念感到不足，進而激勵學生在尋找答案過程中學習科學過程技能和潮汐相關概念。為了將科學過程技

能中傳達、解釋資料及驗證假設三項技能，設計至潮汐單元中，此網路教材提供學生查詢資料、解釋資料所呈現的訊息及選擇模式來驗證想法的機會（如圖 1 所示）。以下分別詳細說明教材中的各重要單元：(1)「資料查詢」單元：學生可自行查詢潮位資料並歸納潮汐現象，透過問題引導學生將潮位數據做成統計圖表，進而歸納出潮汐現象的規律性。(2)「形成與驗證假說」單元：學生依據所觀察歸納出的潮汐現象特性選取可以解釋的模型，此部分的設計以動畫呈現四種不同的潮汐成因模型，每一個模型的下方有對應該模型的虛擬海水位統計圖，動畫左側則列出學生在「資料查詢」單元所歸納出的潮汐現象特性，讓學生驗證自己歸納的潮汐現象特性與所選取的解釋模型間的一致性。(3)

「解題情境」單元：提供一個與潮汐相關的日常生活情境，學生假想自己為石門水庫管理局局長，在賀伯颱風來臨時需根據降雨及潮汐資料，決定何時石門水庫該洩洪而不會造成淡水河口居民飽受水患之苦。

(二)「科學過程技能測驗」

於 1960 年代，美國科學教育學家 Gagné 在美國科學促進會(The American Association for the Advancement of Science, 簡稱 AAAS) 提出的論文對科學教育及科學課程有極大的影響，從 Gagné 的觀點，學生對概念和原理的獲得首先要經過仔細觀察 (observation)，接著是分類 (classification)、描述、溝通、測量、辨認和應用空間的關係、下操作型定義、形成假設、確認變因、進行實驗、解釋資料、做合理的結論，這些過程是有階層性，要先能應用比較簡單的基本技能後，才能應用較複雜的高階層技能。本研究教材是以傳達、解釋資料和驗證假設三種技能為設計主軸，因此，此份測驗旨在評測學生的解釋資料、傳達及驗證假設三項科學過程技能，其中前兩項技能是採用 83 年毛松霖教授所發展的「科學過程技能測驗指標」高中版 (31 題)，該測驗具有 0.73 的信度，自行開發 12 題驗證假設能力的問題。經兩位高中教師、和一位地球科學教授進行內容效度檢測，在信度檢測上經測試 135 位學生分析該測驗信度，發現代表內部一致性之 KR_{20} 為 0.53。

(三)「潮汐概念測驗」

為瞭解學生在教學實驗前後對潮汐單元的學習成果，研究者發展評量潮汐概念的 13 題選擇題測驗。經過兩位高中教師和一位地

球科學教授進行內容效度檢測，在信度檢測上經測試 135 位學生分析該測驗信度，發現代表內部一致性之 KR_{20} 為 0.59。

(四)「個人參與度量表」

本量表參考郭丁熒 (民 77) 的研究，發展一份「個人參與度量表」作為了解學生合作學習的參與的狀況。此量表分成兩個向度 (對小組的認同感和責任感，以及對小組討論歷程的認同) 正反題共 20 題。量表採李克氏 (Likert) 五點式法編製，正向題的計分方式為回答「非常同意」者給 5 分、回答「同意」者給 4 分、回答「普通」者給 3 分、回答「不同意」者給 2 分、回答「非常不同意」者給 1 分，而反向題計分時需反向給分，分析此量表內部一致性之 Cronbach's α 值為 0.91。

(五)對網路輔助教學意見

參考董家苜、張俊彥 (民 88) 的研究，再針對本研究的教學方式設計出一份「對網路輔助教學意見」量表，作為了解學生對網路輔助教學的意見。此量表分成五個向度 (文字的表達、畫面的安排、教材的內容、網路教學、討論區的設立) 的正反題目共 25 題，表採李克氏 (Likert) 五點式法編製，分析此量表內部一致性之 Cronbach's α 值為 0.91。

(六)晤談

為瞭解學生在網路教學中概念的獲得、驗證假說的方法、討論區中互動情形和對網路教材的建議，本研究以半結構的晤談方式晤談 15 位學生，晤談的內容分為三大類：網路教學對學生的影響或幫助、學生在討論區中互動的情形和學生在教材中的學習情形。所有晤談對象都經過受試者本人同意，

每人晤談時間約 10-15 分鐘，並錄下所有晤談內容，以進行進一步分析。

三、研究設計

在實驗階段，先於訓練課程開始前一週利用二小時的時間讓學生填寫個人資料，並施行「潮汐概念測驗」及「科學過程技能測驗」兩項測驗，然後依據學生聯考的數學科與自然科的成績和潮汐概念成績分組。正式實驗前有三次訓練課程，每次 2 小時（約兩節課）的時間，其目的是讓學生熟悉網路環境和合作學習的方式。經歷三次的訓練之後，進行三小時的正式教學實驗，正式教學時學生在電腦教室個別使用一部電腦進行潮汐網路教材的學習，當學生有問題時可以透過小組的線上討論區進行討論。於教學實驗結束後五天進行「潮汐概念測驗」、「科學過程技能測驗」後測、「個人參與度量表」和「網路輔助教學意見」等的施測。

四、資料分析

本研究的資料分析，分為兩大部分：一為量的分析，另一為質的分析，茲說明如下。

(一)量的分析：

考驗學生的前、後測成績時，考慮原始資料的分布情形，若為常態則以 t 考驗，若為非常態則使用魏氏考驗 (Wilcoxon signed ranks test)。根據 Stevens (1996) 建議對非常態分佈的資料，可以將顯著水準 (α 值) 降低來降低犯 Type I 誤差的機率，因此研究者對非常態分佈的資料將 α 值降低為 0.045。

(1)「科學過程技能測驗」的分析

經由常態考驗 (normal test) 得知學生科學過程技能前測成績接近常態分布，而後測成績不是達到常態分布，所以，以魏氏考驗 (Wilcoxon signed ranks test) 的統計方法對「科學過程技能測驗」前、後測成績進行分析，以比較學生經過網路輔助教學之後的科學過程技能能力是否有差異存在。再將科學過程技能測驗分成傳達、解釋資料、驗證假設三種技能，分析學生透過網路輔助教學，分別在這三種技能的進步是否有顯著差異？因為資料為非常態，故使用魏氏考驗 (Wilcoxon signed ranks test) 進行分析，並將 α 值降低為 0.045，又因細分「科學過程技能測驗」為三種技能，避免因重複考驗時增加 Type I 誤差的機率，將 α 等分成三份，而將 α 值設為 0.015。

(2)「潮汐概念測驗」的分析

由常態考驗 (normal test) 得知學生的概念前、後測得分分佈皆沒有達到常態分布，故採用魏氏考驗 (Wilcoxon signed ranks test) 對概念測驗前、後測得分進行分析，並將 α 值降低為 0.045。進一步分析不同科學過程技能能力的學生經由網路輔助教學其潮汐概念的學習成效是否有顯著差異存在？以 SPSS 統計之重複試驗雙因子變異數分析 (Repeated-measures ANOVA) 進行考驗，經檢定變異數同質性和常態分布兩項假設後，發現為非常態分布時，將 α 降低為 0.045，又因分為三個分項 (高、中、低 SPS 能力)，故將 α 值設為 0.015。

(二)質的分析

質的資料主要包括學生在網路教學中回

答「形成與驗證假設」單元的答案、線上討論區的內容及轉錄的晤談資料。首先由研究者反覆閱讀學生的作答和討論內容，商請一位參與研究計劃的高中教師與研究者共同參與分析編碼，比較分析結果的一致性，藉以增加研究的信度。各項質的資料分別以下列方式進行分析：(a) 分析學生驗證假說的歷程：對學生在網路輔助教學中學生於「形成與驗證假設」單元的答案進行編碼，試圖瞭解學生如何進行驗證假設。(b) 分析學生在線上討論區的討論內容：將討論區的內容分成六種類型，分別為「與科學過程技能相關的問題」、「個人正在瀏覽的內容」、「硬體設備」、「網路教材的便利性」、「無主題性的要求討論」及「其他」，並統計每位學生在線上討論區發表內容在不同討論類型的篇數。(c) 分析學生在「個人參與度量表」得分和線上討論區中發表篇數的相關性。(d) 分析晤談資料：將晤談資料分成「網路教學對學生的影響或幫助」、「學生在討論區中互動的情形」和「學生學習網頁教材的情形」等三個向度進行探討。

研究結果

一、網路輔助學習前後學生科學過程技能的改變

由表 1 可知「科學過程技能測驗」後測成績顯著高於前測成績 ($Z=-4.92, p<0.05$)，表示透過網路輔助教材的學習，對學生在科學過程技能的增長有所助益。進一步比較學生透過網路輔助教學在傳達、解釋資料及驗證假設技能之間的增長情形發現，學生經由

教學之後，對傳達、解釋資料和驗證假設三種技能的學習皆有顯著助益(參閱表 2)。

表 1：「科學過程技能測驗」的前後測分析

	平均	標準差	Z	p
前測	27.46	4.9	-4.920*	.000
後測	31.95	2.75		

*: $p<0.05$

表 2：「科學過程技能測驗」—各技能之前後測考驗

	前測		後測		魏氏考驗	
	平均 分數	標準 差	平均 分數	標準 差	Z	p
傳達	66.67	27.10	82.05	23.61	-3.394*	.000
解釋 資料	59.74	11.85	68.97	6.31	-4.143*	.000
驗證 假設	76.35	7.69	88.31	14.63	-3.790*	.000

*: $p<0.015$

二、網路輔助學習前後學生潮汐概念的改變

採用魏式考驗 (Wilcoxon signed ranks test) 對概念測驗前、後測得分進行分析，以探討學生透過網路輔助教材的學習，是否增進他們的潮汐概念學習？結果如表 3 所示，可知透過網路輔助教材的學習，學生的潮汐概念有顯著進步 ($Z=-3.24, p<0.05$)。

表 3：「潮汐概念測驗」的前後測分析

	平均	標準差	Z	p
前測	9.30	1.90	-3.243*	.001
後測	10.38	1.81		

*: $p<0.05$

三、不同科學過程技能的學生潮汐概念發展的差異

經由重複試驗雙因子變異數分析 (Repeated-measures ANOVA)，得知潮汐概念的前、後測和科學過程技能高中低能力的交互作用沒有達到顯著差異 ($F=0.156, p>0.05$) (參見表 4)。顯示此網路輔助教材的確能增加高一學生的潮汐概念，然而對於具不同程度的科學過程技能學生的潮汐概念進步上並無顯著不同。

表 4：不同能力的科學過程技能學生在「潮汐概念測驗」前後測分析

項目	人數	前測		後測	
		平均分數	標準差	平均分數	標準差
低能力	13	8.15	1.91	9.38	1.80
中能力	14	9.92	1.80	11.00	1.66
高能力	13	9.85	1.63	10.69	1.65

四、學生在驗證假設上的表現

關於驗證假設部分，研究者設計動畫來說明潮汐成因的四種假設模型 (如圖 2 所示)。學生可以自行選擇某一個或多個動畫，作為假說驗證的模式。統計學生選擇四種不同驗證模型的人數 (有二人未紀錄到資料)，發現有 35 位學生選擇模式 1，大部分學生認為造成潮汐的特徵可以月球引力、太陽引力及地球自轉三項因素來做完整的解釋，亦即有 92% 的學生認為潮汐成因是因為月球引力、太陽引力和地球自轉所造成的。其餘 3 位 (7.8%) 學生選擇模式 2，認為造成潮汐的特徵可以月球引力及地球自轉二項因素來做完整的解釋。

由電腦所紀錄到的資料顯示，發現學生在潮汐成因的假設模型無論答對或答錯，只有 26% 左右的學生會利用所觀察到的 1-2 個潮汐現象的特點來說明潮汐的成因，其餘學生提出驗證假說的理由稍嫌薄弱。

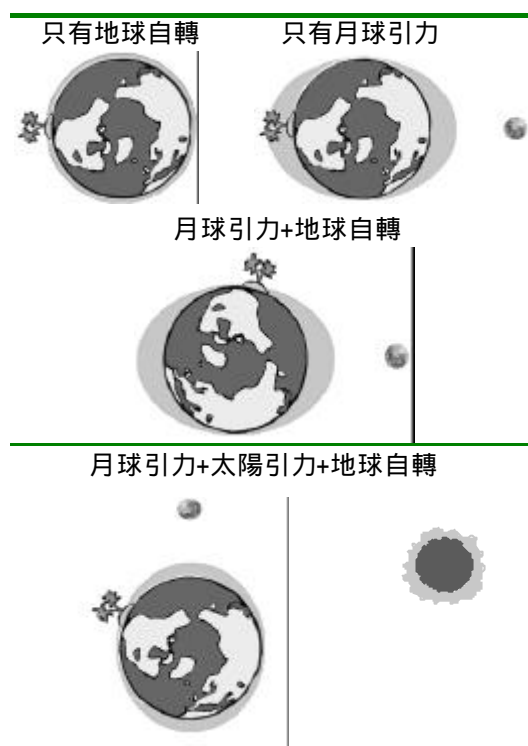


圖 2：潮汐成因的假設模型

五、合作學習互動歷程

將討論區的內容編碼成六種類型 (如表 5)，以瞭解學生討論的內容種類。經統計學生在該類型發表的篇數和平均篇數，調查學生討論內容是否著重於某一種類？學生在線上小組討論區中討論的內容，由研究者和一位高中教師共同評分，評分者信度為 0.85 (Pearson $r=0.85, p<0.01$)。

將學生在討論區中發表不同類型的每人平均發表篇數作圖 (如圖 3 所示)，可以很明

顯看出學生討論有關科學過程技能的總篇數達 114 篇最多，佔所有發表篇數的 32.3%，而討論有關電腦硬體設備的總篇數 9 篇最少。將科學過程技能和正在瀏覽的網頁當成

討論與學習相關內容，則學生在討論區討論與學習相關的篇數佔全部討論篇數的 54.9%，表示學生在討論區中討論的內容多半與學習內容相關。

表 5：討論類型的統計

討論類型	原案(protocol)舉例	總篇數	每人平均篇數
.討論與「科學過程技能」相關的問題	3s: 平約潮差約為多少公分?那個要如何看?看不懂 3m:先找每段的潮差再加起來除幾段	114	2.85
.說明「個人正在瀏覽的網頁位置」	4a:你們是做阿達的哪題?	78	1.95
.討論與「硬體設備」相關的問題	3l:我也很白痴搞壞兩台電腦重作數次 ~~~~~璫	9	0.23
.「網路教材的便利性」	6t:如果習慣會按到討論區又回不去上一頁的倫建議你們在檔案的地方按一個新增視窗這樣即使按錯了也不用全部都要重頭開使	24	0.6
.「無主題性的要求討論」	8s:快來~~多多討論丫~~~~~	45	1.13
.「其他」(如:時事、近況)	2m:天氣好冷啊!我等你們等到快凍死了!	83	2.07

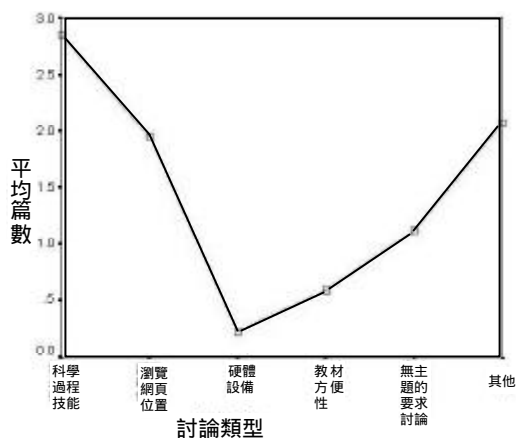


圖 3：不同討論類型的平均篇數統計圖

六、個人參與線上討論的情形

個人參與度是由「個人參與度」量表的

得分來表示，將學生的個人參與度量表的個人得分和討論區中討論與科學過程技能相關問題的篇數進行相關性考驗。發現學生的個人參與合作學習和討論區互動的情形呈顯著正相關(Pearson $r=0.46$, $p<0.05$)，表示個人參與合作學習意願高的學生參與討論的次數也較多。將學生在「個人參與度」量表回答同意以上的百分比，依據不同向度進行累加後除以每一向度的題數，做為該向度學生參與感的指標。在「小組的認同感和責任感」方面，有 78.4% 的學生對小組合作學習感到認同，並且認為有責任參與小組合作學習過程。在「小組討論歷程的觀感」有 73.3% 學

生對小組討論的過程覺得和諧的和有樂趣的小組，並且認為有義務幫助其他成員解決的。所以，此資料可以說明學生很認同自己問題。

表 6：晤談資料的分析

分類	原案(protocol)舉例	人數	比例
1.網路教學對學生的影響或幫助	1.網路教材的內容比課本的內容詳盡有趣，還有較多的圖，容易集中精神。 6j:我覺得課本寫的比較沒那麼好，然後網路教學寫的比較詳盡，然後也比較容易懂。 6t:看動畫，大家都會喜歡看動畫，不是像看課本那樣看一頁，然後再翻一頁，感覺就比較無聊。	9	53.3%
	2.透過網路教學和平常上課一樣，對學生沒多大幫助。 4k:幫助喔...應該都差不多，就跟平常上課差不多。	7	46.7%
2.討論區對學生學習網路教材的影響	1.討論區可以增加學生發問和答覆問題，覺得有參與感和有趣。 1a:就是..嗯...有一些名詞解釋不太懂，問同學，是討論，因為我們這一組是沒有多大的討論，然後，就是會覺得比較有趣。 6t:我是覺得如果我們大家在教室討論就會變的很吵，就是沒辦法看到那些條列，想說電腦討論區，就是一個題目的話，大家就可以在上面，那個觀念那個題目就看到所有人的回答，而且可以和同學一起討論，我覺得滿好的。 4an:跟組員之間的互動，還有這樣子只有一個人面對螢光幕，這樣比較不會感到孤單。	13	86.7%
	2.打字速度慢而影響討論的意願。 1u:討論區，嗯...沒怎麼樣，不過可以回答別人問題，感覺滿好的，然後，不過打字速度很慢，對，所以就是說變成不太能很快的表達出自己的意見。	2	13.3%
3.學生對教材內容的學習情形	1.學生認為以問題為導向的設計可以幫助記憶。 4j:自己去求一般是比較好，因為直接告訴頂多是記下來，然後在後面去看，但是自己去求的話因為是自己比較辛苦算出來的，所以會比較有成就感，所以會比較容易記住。	13	86.7%
	2.會利用潮汐的現象驗證假設動畫模型 1d:那時候..，我是看潮水，看月球運行的方..繞著地球這樣轉，看月球發現潮水比較多的時候會跟著月球這樣動，然後月球再走的時候潮水剛好就是..潮水最多的時候剛好跟著月球，我是用這樣的觀念做。	5	33.3%
	3.在水庫防洪上會考慮潮汐的週期來決定排洪時間。 1u:到達乾潮的前四小時，不然漲潮的話，就會衝到。	12	80%

七、網路輔助教學觀感

統計結果發現 43.5%的學生對文字表達部分感到滿意，45.6%的學生對畫面安排感

到滿意，46.1%的學生對教材內容感到滿意，53.1%的學生對網路教學感到滿意，66.8%的學生對討論區的設立感到滿意。進

一步分析學生主動提出對網路輔助教學的看法之文字資料，以對網路學習有興趣、教材設計、教學時數、討論區和硬體設備等五大類進行編碼，並統計各意見類型學生人數和百分比。雖然從學生回饋的資料發現，部分學生有負面的意見，但是仍然有 4 位學生主動提出利用網路學習滿有趣的，還希望以後能再有類似的課程。近 40% 被晤談學生對教材的文字和畫面安排設計感到普通，有 47.5% 的學生覺得電腦教學比課堂上課有趣並且對學習有幫助，有 66.8% 的學生覺得討論區的內容可以獲得知識，對學習是有幫助的。

為了深入瞭解學生在網路輔助教材中的學習的情形，選擇三組學生(15 人)進行晤談。從表 6 發現認為透過網路教材對學習潮汐現象有幫助的學生佔了 53.3%，剩下 46.7% 的學生認為網路輔助教材的內容和課本的內容大同小異，並沒有增加其他概念。有 86.7% 的學生認為討論區的設立有助於學習，可以透過討論區和其他成員討論。

結論與建議

網路輔助教學的教材能透過動畫模擬大尺度的時間和空間的自然現象，如日月地的運行，讓學生進行有意義的學習和思考。而且透過網路的溝通可以幫助害羞內向的學生與他人進行溝通，從一些研究如尹玫均和劉藁藁(民 87) 的研究發現，利用網路的互動可以增加害羞的學生進行討論。Lockyer et al. (1999) 的研究發現透過網路的合作學習比課堂上面對面的學習更有效，因為學生有更

多的時間閱讀書籍或瀏覽相關網站，無形中增加學生的概念。除此之外，學生透過網路進行討論的內容，都被紀錄在伺服器，老師可以從學生的討論內容，瞭解學生的學習情形，若有需要的話老師可以針對學生的問題，透過線上討論區或傳統課堂上，做進一步的解釋或補救教學，以協助學生解決問題。

Padilla (1980) 認為學生可以經由教學而增進科學過程技能，國內相關研究亦證實，學生經過探究式教學後其解釋資料的能力是有增長的(唐國詩，民 84；鍾文光，民 79；何寶珠，民 78)。本研究的結果發現學生經過本網路輔助教學可以增進學生的潮汐概念和科學過程技能。因此，透過以科學過程技能為基礎的教學，除了可以增加學生的概念外，亦可以提升學生某些項目的科學過程技能。本研究的確發現學生進行網路輔助學習後，學生的傳達、解釋資料和驗證假設三項技能顯著進步，進一步分析學生學習歷程的電腦紀錄，卻發現學生在驗證假說和模型這一方面的表現不盡理想，晤談學生後發現有 66.7% 的學生不知道如何對潮汐成因進行驗證假設。研判科學過程技能測驗中以選擇題形式並無法準確評測出學生驗證假說的技能，而且文獻中亦提到國中學生形成可考驗假說的能力是科學過程技能中表現最差的一個(林俊華，民 75。林振霖、王以德，民 82)。從 Gagné (1965) 的觀點，學生對概念和原理的獲得有階層性的，要先能應用比較簡單的基本技能後，才能應用較複雜的高階層技能。驗證假設屬於較複雜的高階層技能，是很難在短時間的課程內加以改善的，

未來課程設計強化學生形成假說與驗證假說的一系列學習單元，以改善學生高層次技能。

致謝

本研究承蒙行政院國家科學委員會專題計劃補助經費（計劃編號 NSC88-2511-S-003-081-N），謹在此致謝。

參考文獻

中文部分：

尹玫君、劉蓁蓁（民 87）。國小實施遠距教學的教學方法、學習策略及互動之個案研究，*國立台南師範學院初等教育學報*，11 期，頁 1-45。

何寶珠（民 78）。科學過程技能教學活動對國一學生之影響：科學過程技能成就水準及科學態度，*國立台灣師範大學化學所碩士論文*。

林俊華（民 75）。國中學生科學過程技能學習成就之調查研究，*國立師範大學物理研究所碩士論文*。

林振霖、王以德（民 82）。國中學生邏輯思考與科學過程技能的預測因素的研究，*彰化師範大學學報*，第四期，頁 399-431。

唐國詩（民 84）。探究式教學法與講述式教學法在國中地球科學「星象」單元中學生學習成效之比較，*國立台灣師範大學地球科學所碩士論文*。

國立編譯館（民 88）。*國民中學地球科學全一冊*，台北市。

教育部（民 88）。*國民教育九年一貫課程綱要：「自然科學與生活科技」課程綱要*。

郭丁熒（民 77）。*教師權力類型、學生參*

與心態與學生學校適應行為關係之研究，*國立台灣師範大學教育研究所碩士論文*。

董家莒、張俊彥（民 88）。以「問題解決」為策略之電腦輔助教學學習成效：以土石流單元為例，*中華民國第十五屆科學教育學術研討會手冊*，133。

熊召弟（民 85）。台北公立高中(高一)學生科學過程技能和邏輯思考能力之探討研究，*台北師院學報*，9 期，頁 545-578。

歐陽鍾仁（民 76）。*科學教育概論*，台北市，五南圖書出版公司。

鍾文光（民 79）。*科學過程技能水準之研究(國三化學)*，*國立台灣師範大學化學研究所碩士論文*。

英文部分：

Duren, P. E. (1992). The effect of cooperative group work versus independent practice on the learning of some problem-solving strategies. *School Science and Mathematics*, 92(2), 80-83.

Fishman, B. J., & D'Amico, L. M. (1994). *Which Way Will the Wind Blow? Networked Computer Tools for Studying the Weather*. (ERIC Document Reproduction Service No. ED388245).

Gagné, R. M. (1965). *The Psychological Basis of Science—A Process Approach*. AAAS miscellaneous publication, 65-68.

Gallupe, R. B., Bastianutti, L. M., & Cooper, W. H. (1991). Unblocking Brainstorms. *Journal of Applied Psychology*, 76(1),

137-142.

Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1984). *Circles of learning: cooperation in the classroom*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.

Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1989). *Cooperative and competition : Theory and research*. Edina, MN : Interaction Book Company.

Lockyer, L., Patterson, J., & Harper, B. (1999). Measuring effectiveness of health education in a web-based learning environment: a preliminary report. *Higher Education Research and Development*, 18(2), 233-246.

Padilla, M. J. (1980). Science activities or

thinking. *School Science and Mathematics*, 80(7), 601-608.

Park, M. J. (1999). *The Effect of a Shared, Intranet Science Learning Environment on Academic Behaviors*. (ERIC Document Reproduction Service No. ED432274).

Stevens, J. (1996). *Applied multivariate statistics for the social sciences*. (3rd edition). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.

Swanson, J. E. (1977). *The Effects of Adapting Elementary Science Instruction to Students' Entering Achievement Levels*. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 149969).