科學教育學刊
2006, 第十四卷第四期, 381-400

Chinese Journal of Science Education
2006, 14(4), 381-400

網路化問題解決教學策略對學生生物學習成效的影響

游文楓[1]　佘曉清[2]
[1]台北縣立清水高中
[2]交通大學教育研究所

（投稿日期：民國 93 年 5 月 25 日，修訂日期：94 年 6 月 2 日，接受日期：94 年 7 月 5 日）

摘要：本研究目的是探討網路化及非網路化問題解決教學策略對國一學生生物學習成效的影響。研究方法採準實驗設計，以六個班的國一學生為對象，分組依據為自然科第一次段考成績，分為學業成績相近的實驗組（網路化問題解決教學策略）及對照組（非網路化問題解決教學策略），每組各三個班共 117 人，實施為期一個半月的實驗教學。資料蒐集包括非結構化生物問題解決測驗、生物學科成就測驗及師生互動量表測驗。研究結果發現：網路化問題解決教學策略有助於提升學生非結構化問題解決測驗的延宕成績，由此可顯示，網路化問題解決教學策略有助於非結構化生物問題解決能力的延宕效果。在學科成就測驗上，兩組間不管是在後測或延宕測驗上均未達顯著性差異，顯示這兩種教學策略對學生學科成就並未造成顯著性差異。由師生互動態度量表測驗中發現，實驗組學生的前後測比較上在「挑戰性問題」、「鼓勵與稱讚」、「非語言支持」及「了解與友善」等四個向度達顯著性差異，而對照組只有在「挑戰性問題」一個向度達顯著性差異。

關鍵詞：問題解決、網路融入教學、學習成效

壹、緒論

楊榮祥（1992）研究發現，在 1992 年國際數理教育評鑑（International Assessment of Educational Progress, 簡稱 IAEP），我國學生在學科知識上（Knowledge level）得分甚高，但在操作問題解決能力上相對較弱，也就是在問題解決能力的表現上不如預期。第一次全國科學教育的會議中指出（2002），我國科學教育的目標是：「希望每一位國民能適當運用探究能力及科學知識解決日常生活問題，理性批判社會現象，並為各項科學相關的公共事務做出明智的抉擇」。由此顯示，問題解決能力已被視為學生所必須學會的一項重要技能。再從教育部民國八十九年所頒布的九年一貫課程中了解，其內涵及特色不外乎是強調學生

應具有活用知識，將知識帶著走的能力，並應用這樣的能力適應未來多元化、資訊化及國際化的環境變遷。隨著科技的日益進步，課程教授上也強調網路資訊科技的融入。由此均顯示，如何利用資訊融入的教學策略培養學生問題解決能力與資訊能力，已是未來教育的發展方向。

自古以來，人類在生活過程中不斷的遭遇問題、解決問題及發現問題，由此發現，問題解決已成為人類生活中的重要歷程。許多學者認為問題解決是屬於一種複雜的心智過程，學者們並嘗試將這樣的過程具體化，因而形成所謂的「問題解決模式」或「問題解決步驟」(Jackie, 1999; Ellen, 1999)。本研究試著以非結構化問題訓練學生，照著問題解決步驟解決問題，並希望藉此提升學生的問題解決能力。

1998 年網路科技成熟且蓬勃發展，使得資訊科技應用在教學上更具優勢，網路教學頓時受到教育學者關注。因為網路除了保留資訊科技的優點外，更加入了許多新的優勢，其中最重要的莫過於資源共享的便利性，由此可以增加訊息及資源交流的機會，進而使得學習突破時空上的限制。溫嘉榮和吳明隆（1999）的研究發現，電腦網路的優越效益主要是來自於網路本身特質所引起，而網路特質又是由其技術層面所引發的傳播模式所造成。其中包含：數位多媒體資源的呈現、超本文或非線性訊息搜索及儲存方式。而資訊傳播模式則提供了同步及非同步的互動，造成網路環境提供了新的溝通模式與資源分享。由於這些特性使得網路及資訊科技融入教學備受教育學者的期待。因此本研究試著將網路科技融入在問題解決教學策略上，比較網路化及非網路化問題解決教學策略對學生生物學習成效的影響。

貳、研究假設

本研究希望探討網路化與非網路化問題解決教學策略，應用在國中一年級的自然與生活科技課程中，對學生學習成效的影響。研究假設如下：

一、國中一年級學生接受網路化與非網路化的問題解決教學策略，其生物非結構化問題解決能力無顯著性差異。

二、國中一年級學生接受網路化與非網路化的問題解決教學策略，其生物學科成就無顯著性差異。

三、國中一年級學生接受網路化與非網路化的問題解決教學策略，其師生互動態度無顯著性差異。

參、文獻探討

一、問題解決教學策略

以往的台灣科學教育中，也許給了學生過多設計良好的結構性問題，導致學生只要依循一定的科學原理及原則便能解題，卻忽略了學生在日常生活中所會遇到的非結構化問題，導致學生一遇到此類問題便亂了手腳。問題解決教學策略可經由設計非結構化（ill-structure）問題，協助學生自我建構知識及學習，並提升學生的問題解決能力。在問題解決教學策略中，教師要能提出適當且具有情境的非結構化（ill-structure）問題，再要求學習者在面對問題時能先界定問題，並搜索自己知識架構中具有哪些的已知及未知概念，進而匯整相關的資訊，提出可能的解決方法。其目的就是讓學生從這一連串的歷程中獲得問題解決能力。

非結構化問題與目前教師在課堂中所提供的結構化問題有很大的不同，Shin, Jonassen 和 McGee（2003）的研究發現，非結構化問

題應符合下列特性：1.未呈現問題所需設立之條件。2.題目中未具有明確的約束條件或是特定目標要達成。3.題目的解答方式不只一個，甚至是沒有一定的標準答案，並且要從多個面向評估學生的答案。4.題目中並沒有特定要依循的原理及原則用來解題。5.沒有特定規則或前例可循，問題通常需要學生做判斷，或是依照個人經驗及信念對題目進行闡述。

問題解決教學策略在施行過程中教師的角色將有所轉變，其中心已從教師轉至學習者的身上。吳清山（2001）的研究發現，問題解決策略的教學過程，其核心為與課程相關的實務問題，教學進行時，鼓勵學生進行小組合作討論，藉此培養學生能主動學習及解決問題的能力。教師在學生自行建構知識及解決問題的過程中，必須評估學生的學習並適時引導學生，給予學生自由的思考空間，不過度的評斷學生的答案，以及否定學生的答案。如此的教學策略符合建構論中以學生為中心之自我引導（self-directed）理念，強調學生要能進行有意義的自我學習（陳明溥和顏榮泉, 1999）。

關於問題解決的步驟，有許多學者分別提出自己的見解。杜威（1910）提出問題的解決步驟為：遭遇問題、分析問題、形成假設、形成方法及確認方法是否可行。Hayes（1980）則是將問題解決的步驟分為：確認問題內容、設計解決計劃、蒐索相關資訊、實際行動及評估方法是否可行等不同階段。Bransford 及 Stein（1984）也提出 IDEAL 模式分為：確認（Identify）、下定義（Define）、探索（Explore）、行動（Act）及回頭省視（Look back）等五個步驟。Parnes 則在 1966 年對開放性問題提出創造性問題解決方法，共分為五個步驟：包含有事實的發現（fact-finding, FF）、問題的發現（problem-finding, PF）、方法的發現（idea-finding, IF）、解答的發現（solution-finding, SF）及尋找可行的解答（acceptance finding, AF）等階段。Jonassen（1997）則認為非結構化問題的解決過程會與一般問題有所不同，應包含下列要點：1.連接問題的關鍵，並了解題意中所做的約束。2.確認及澄清可供使用的意見及主張。3.提出可能的問題解決方式。4.透過可被理解的個人信念來建構爭論，以評定解決方式之可行性。5.監控問題的關鍵及解決方法的選擇。6.履行及監控答案。7.修正答案使其更為可行。Delisle（1997）的研究發現，問題解決教學模式則包含下列步驟：1.引發學生對問題產生興趣。2.設計問題的基本架構。3.了解問題的涵義及蒐集相關資料。4.回答問題及回饋。5.成果發表。6.評鑑報告內容。

本研究即根據 Jonassen（1997）和 Delisle（1997）所提步驟來訓練學生的問題解決能力。過程中，教師必須依據課程內容設計相關之非結構化開放式問題，要求學生按照一定的問題解決步驟。教學流程為：教師在課堂上以網路化及非網路化的環境進行課程教學，並提供與課程相關的非結構化問題。過程中，學生以小組合作討論方式將問題中的已知概念、未知概念、可能解決方法依序答出。由老師視學生作答情況掌握每一分段時間，實驗組學生利用網路將答案貼在討論區中，對照組學生則以紙稿作答，答案完成後，每組派一位同學做報告，進行訊息的交流，老師則從旁協助，作為輔導者的角色。

研究中採用問題解決教學策略，便是透過問題解決的歷程，幫助學習者將訊息重整，學生在問題解決過程中，須對自身原有的知識架構做搜索，並讓自己了解具有哪些已知概念。再將問題情境中自己所不能了解的部分提出來，這些則屬於未知概念，經由這些步驟，學生會經歷同化及調適的歷程，

如此將有助於學習。除此之外，實驗組學生還可以透過網路做訊息的搜索，藉此擴展自己的知識架構，重整在長期記憶區中的資料並加強學生學習，也可進一步增進學生後設認知的能力。

二、網路在教學的應用

從電腦被發明以來，一直被期許著能夠成為輔助學生學習的一大利器，因此相關研究也就不斷的被提出。Berger, Lu, Belzer, 和 Voss（1994）的研究指出，以電腦為基礎的教育策略比其他方式來得更為有效。甚至在電腦不甚普及的八０年代，教育學家已意識到將電腦融入教育中，並且從中獲得了一定的成效。因此在電腦及網路技術日益成熟的現代，研究者更應致力於如何應用網路資訊技術融入教學中，以提高教育成效。

除了電腦資訊外，網際網路的發展更是提供了一項利器有助於學習，網路技術幫助我們打破時空的隔閡，也使得多元資訊獲得更為容易。Jonassen（1997）的研究指出電腦及網路已成為促進學生學習認知及後設認知的工具，而蔡今中（2002）的研究發現網路應被視為超越認知與後設認知的工具。網路能提供豐富的資訊以利學習者有更多的機會學習，在網路上學習者也必須學會判斷訊息的正確性與否，同時再根據判斷重新建構自己的經驗。而現行網路技術應用在教學上的模式可分為下列兩種(陳春興, 2000)：1.同步網路教學：教師透過網路授課，這樣的方式僅能打破空間的隔閡，適合作為輔助學習。2.非同步網路教學：教學者將所要呈現的教學情境事先置於網站上，這樣的方式可以打破時空隔閡，且具有較大彈性，也成為目前比較可行的方式，本研究即採用此種方式。

目前採用網路為工具的教學方式，大致可以分成下列幾類：

1.合作學習：合作學習的意義在於將具有個別差異的學生藉由分工、不停的討論交換資源與資訊，透過回饋與互動、指責或鼓勵、協調解決不同的意見，以達到團體最高的利益。而網路則可用來改變交流模式，並提供了一個互動的環境讓學生建立社群，透過這樣的社群使學生達到合作學習。

2.同儕互評：利用網路科技來進行同儕互評工作，學生在整個教學活動過程中必須扮演作者、受評者及評審者三種角色，而網路的傳播性可以將學生作品及各組評定內容公開呈現，並增進互動。

3.網路融入 PBL(Problem Based Learning)：利用非結構化問題增進學生的學習興趣及成效，網路的融入將使得問題的呈現更多元，藉此吸引學生，提高學生的學習動機。而網路也提供了學生便利的搜索資訊工具，使學生能增進自我學習。

4.探究式教學：教師營造一個教學情境，引導學生發現問題、解決問題，進而從中學習。網路的融入在於提供教師一個良好工具，以便營造有效的教學環境，並提供發表及增加互動的機會。

5.鷹架學習理論：教師扮演鷹架架設者的角色，輔助學生學習，在學習過程中逐漸將學習責任引導至學生身上。最後希望學生能自我主動學習，建構自我完整的知識。在網路的開放環境中，教師能透過網路的功能，更輕易的建設有利於學生的暫時性支架，而學生在網路的環境中更容易有個別化思考，獨立學習的優點。

本研究以問題解決為教學策略，由研究者設計一個網站作為教學中使用，並利用非同步網路教學方式教學。教材則採用國一自

然與生活科技課程中的生物演化與多樣性這兩單元，教材內容中有許多與課程相關且生活化的思考性議題，可以作為非結構化問題的設計依據。教材內容與張國恩（1999）所提適合網路融入的教材特徵相符具有：1.抽象化概念。2.需要培育實務演練的經驗。3.學校無法提供問題解決的環境。4.學校欠缺老師的學科。5.引起學生動機。6.學生自我診斷與評量。7.主動學習能力的發展。8.社會技能的學習。

國內以問題解決為教學策略的研究，多集中在數學、理化及高工課程中，這些研究也多採用問題解決教學策略與一般教學上有何差異為取向。本研究則是將問題解決策略與網路科技結合，以網路化及非網路化問題解決策略應用在國一的自然與生活科技課程中，期望能以問題解決教學策略提升學生的問題解決能力，並瞭解網路科技的融入，是否可以使得問題解決教學策略對學生的學習造成更佳的成效。

三、網路教學相關研究探討

網路學習是否真的有助於學生學習呢？根據黃淑敏（2000）的研究發現，電腦網路學習相對於傳統教學，在認知學習方面：網路教學應用於學生認知學習上可帶來中等的學習成效。在情意學習方面：學習成效微弱，但是網路學習運用於情意學習上仍然優於傳統教學的學習成效（ES = 0.3448）。在學習者對網路教學的態度：認知與情意兩方面的研究案，均肯定資訊融入教學確實能增進學生的學習成效，並增進學生透過網路學習的信心，產生正向學習的學習態度。

而國外相關的研究則與國內有相同的發現，Shafer, Lahner, Calderone, Davis 和 Petrie（2002）的研究發現，網路學習方式可以促進學生自我學習，並且擁有較好的學習策略以獲得較佳的學習成效。而 Hardre（2001）的研究發現，網路可以創造出一個較好的學習環境。另外 Leung（2003）的研究發現，網路具有許多優良的學習特性如：打破時空限制、具有高彈性的課程設計等。也因為這許多的特性才促成學生在學習上有較佳的成效。

再從 She 和 Fisher（2003）的研究發現，網路科技融入科學學習課程，不僅對學生的科學成就造成影響，同時也提升學生的科學態度及師生互動關係，顯示學生對於使用網路來教學的態度也是正向的。因此本研究試著從學生的自然科學習成就、非結構化問題解決能力及師生互動關係，來了解網路化及非網路化問題解決教學策略的差異。

四、網路化問題解決教學相關研究探討

如何促進學生問題解決能力的教學策略已成為近來的研究中心，在這樣的教學策略下教師的角色將面臨轉變。林麗娟（2002）的研究發現在邁向 E 世代的學習環境中，學生學習模式已經漸漸地由「以老師為中心」的學習，轉變為「以學生為中心」的資源化學習環境，要如何主動的運用知識、透過科技的運用創造知識，更是未來科技化學習環境的重心。而知識的獲取更可以透過問題解決教學策略，強調個人與集體知識的創造，透過學生、教師與專家的互動，加深學生的知識基礎，加強學生知識建構與整合的能力。

從國內相關研究指出，問題解決教學策略對於教師教學是有效的，一方面可以提升學生的學習成就（董家莒, 2000），另一方面也能提升學生的問題解決能力（盧淑華, 2000）。至於國外的相關研究也發現與國內相近的結果，以問題解決為基礎的教學策略可以提升學生的學習興趣、科學態度或學習成就（Chang & Barufaldi, 1999; Saunders &

Shepardson, 1987）。

從國內的網路化問題解決教學課程研究中可以發現，有許多都是在數學學科、地球科學、理化、生活科技及高工課程上。而國外則有 Heppert, Ellis, Robinson, Wolfer 和 Mason（2002）將網路化問題解決教學策略應用在化學實驗課程上，Hoadley 和 Bell（1996）則在網路上設計一套探究式完整的物理學習環境，透過整合性的教材設計及各項工具輔助軟體，來支援學習者進行問題解決學習活動，再以網路上豐富的資源作為問題解決活動時所需的資料來源。

由上述可知，鮮少有人將問題解決的教學策略應用於生物課程上，並要求學生在問題解決過程中按一定的步驟解決問題。因此本研究以生物課程融入問題解決教學策略，並在問題解決過程中要求學生依序找出已知概念、未知概念及解決方法。期望透過此研究了解網路融入問題解決教學策略對國中一年級學生學習成效的影響，更試著建立一套模組應用在國一學生自然與生活科技課程，藉以提升學生問題解決能力，並提供研究過程中所發展的問題及評量方式，可供後來進行相關課程教學的教師直接使用。

肆、研究方法

一、研究對象

本研究是以台北縣某完全中學的國一學生為對象，學生人數為每班 39 人，合計六個班共 234 人。學生在校的分班方式為常態編班，並無特殊編班情形。授課由同一教師進行，參與研究的授課教師畢業於彰化師大生物學系，具有五年的生物科教學經驗。

二、研究設計

本研究採用準實驗設計法（quasi-experimental design），將六個班的國中一年級學生，依照第一次段考的自然科成績分配成兩組，兩組間的學科成績無顯著性差異（實驗組平均成績 = 77.09，對照組 = 76.01），即在開始時生物學科成就相近。其中三個班採用網路化問題解決教學策略（實驗組 N = 117），另三個班採用非網路化問題解決教學策略（對照組 N = 117）。研究中採用的背景因素、自變項及依變項的說明如下：

1. 背景因素：本研究的背景變項為受試者第一次段考自然科成績，並以此作為分組依據。兩組人數均為 137 人，配合各班人數，在分組上每班有 39 位學生，各班均為 20 位男學生及 19 位女學生，所以兩組間的男女比例相同。為了瞭解兩組學生的資訊使用能力，則在研究進行前，以研究者自行編制的資訊能力使用問卷施測，發現兩組間資訊使用能力並未達顯著性差異，另也商請資訊科教師先將需應用到的基本技能幫學生加強以利教學。學校網路的硬體設備也均能符合此次研究需求，並未有頻寬不足或硬體超載的情形發生。而學生家中電腦及網路設備的普及率達八成以上，對於設備有所不足的學生，則利用中午午休提供電腦教室供讓些學生使用。
2. 自變項：本研究的自變項為教學法，實驗組採用網路化問題解決教學策略，而對照組則是採用非網路化問題解決教學策略。問題解決的教學設計，是以課堂上呈現與課程相關的開放式非結構化問題，要求學生依序找出問題的已知概念、未知概念及解決方法，進而學習生物非結構化問題解決能力。教學流程如表 1：
3. 依變項：本研究依變項為學生非結構化問題解決能力、生物學科成就及師生互動態度，其中非結構化問題解決能力是

表 1：教學流程表

	實驗組	對照組
課堂活動	利用網路上投影片複習課程與講解新課程。 提出非結構化問題。 利用網路搜索相關資料，或瀏覽老師指定相關網站。 合作討論，依序寫出已知概念未知概念及解決方法。 將答案張貼於網上的討論區。 各組分享成果，指派代表依序上台報告。授課教師適時引導。	複習課程與講解新課程。 提出非結構化問題。 利用課文或書本搜索與問題相關資料 合作討論，依序寫出已知概念未知概念及解決方法。 將答案寫在紙上。 各組分享成果，指派代表依序上台報告。授課教師適時引導。
課後活動	學生依據課堂上非結構化問題，一週後繳交一份個人作業於網站上的討論區，可以看到其他同學所張貼的答案。	學生依據課堂上非結構化問題，一週後繳交一份個人作業於紙稿上，無法獲知其他同學內容。
評分工作	教師依據評量基準表評定每一個同學成績，並於下一節課時，透過網路展示同學間較佳的回答內容。	教師依據評量基準表評定每一個同學成績，並於下一節課時，表揚回答較佳的同學。

以評量基準系統（The rubric scoring system) 作為評分依據。生物學科成就則是以第二次段考自然技測驗成績的得分，題目內容分析為知識部分佔 44%、理解部分佔 28%、應用部分佔 18% 及分析部分佔 10%，共五十題單選題。「師生互動態度」是以師生互動態度量表的得分作為分析的數據。

三、研究流程

施測時間為九十一年十月底至九十一年十二月初，時間共六週。期間正值學校第一次段考結束至第二次段考，學生在校的自然與生活科技課程每週共三節課，研究者利用其中一節進行問題解決教學策略課程，共有六次實驗教學。教材內容為生物演化及生物多樣性兩部分，內容講述生物演化的相關概念、生物的分類及保育等相關議題。非結構化問題的設計則是採用與課程相關的主題，內容由研究者自行設計，再交由同校生物科教師及科教學者共同檢驗並修正，題目包含演化相關內容兩題、生物的命名與分類內容兩題、及生態保育內容兩題。為了控制兩組學生間原有的差異，因此將整個研究流程分為前測、後測及延宕測驗等三個部分，在資料分析時採用共變數分析，盡可能排除原有的差異，研究流程如下述及圖 1：

1.教學網站的設計：利用學校所提供的網頁空間放置，網站與研究內容相關部分為：(1)投影片教材：由研究者自行設計，將上課所需課程投影片放入，內容包含文字、圖像、影片及動畫，可做為教學及複習時使用。(2)問題討論：將非結構化問題內容放入，除問題內容外，也將與問題相關資訊的網頁網址做介紹。(3)多媒體區：分為影片及動畫兩部分，可以讓學生觀看非結構化問題的相關影片，或是使用與課程相關可互動的軟體，在此也融入網路的特性，藉多元表徵方式以增加學生對問題的瞭解程度。(4)留言版：學生需將非結構化問題的答案張貼於此，屬於開放式，彼此能在同學答案張貼後，獲得同學及各組回答的訊息。網頁架構如圖 2。

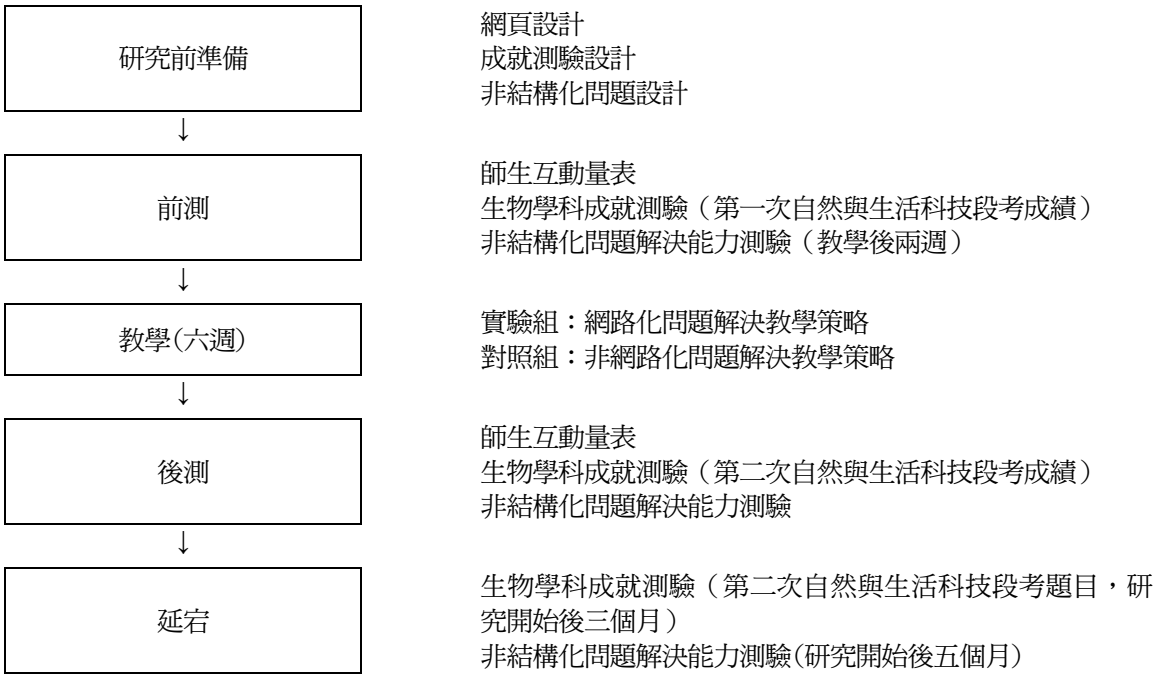

圖 1：研究流程圖

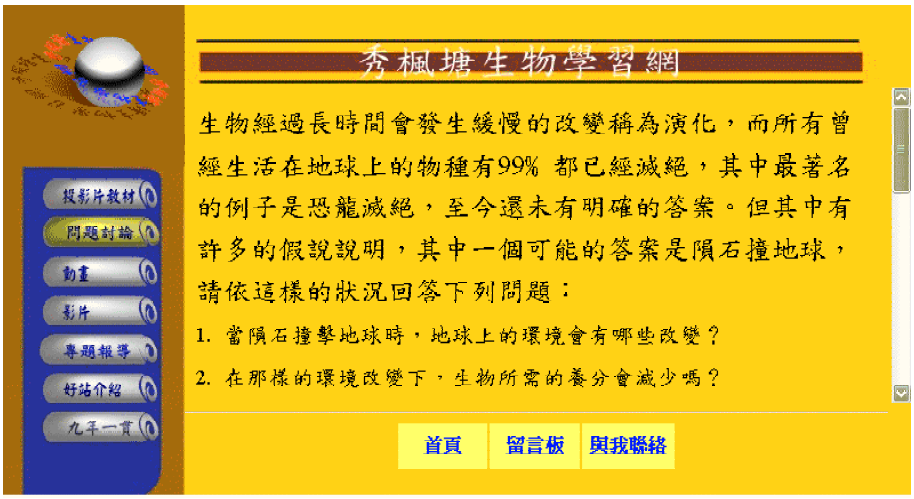

圖 2：網頁架構圖

2.上課流程：研究過程中，實驗組與對照組均採分組的合作學習，每組 6~7 人，對照組在傳統教室進行分組討論，實驗組則在電腦教室中上課，每人使用一部電腦作為資訊的獲得及搜索工具，同組成員安排在同一座位區塊可就近討論。實驗組的問題解決策略，應用網路訓練學生按照一定步驟解決問題，依照已知概念、未知概念及解決方法一步一步完成，過程中學生可以看到每一組的每一階段答案，藉此可以修正各組下一階段答案，並從別組獲得足夠的回饋。而對

照組則是以紙稿作答，過程中並未從其他組別獲得及時的回饋。整個教學流程如表 1。

四、研究工具

本研究在於了解學生接受實驗教學後的非結構化問題解決能力、生物學科成就及師生互動態度，蒐集資料所採用工具，分別說明如下：

1.非結構化問題解決能力測驗：由研究者設計與教學課程相關的非結構化問題，並經同校其他生物科教師及科教學者檢驗其專家效度。測驗時兩組均採紙筆測驗形式作答，教師再根據學生的作答情形依評量基準表評定學生成績。測驗共分為前測、後測及延宕測驗三次，前測內容為生物演化題目兩題，後測則包含生物分類題目一題及生態保育觀念三題共四題，延宕測驗則是將前測及後測內容合成一份題目施測。測驗目的在於了解學生接受問題解決教學策略的教學後，學生對於問題的解決能力是否有顯著性的提升。

2.評量基準系統（The rubric scoring system）：用以作為非結構化開放性問題的評分系統。研究者首先對問題做分析，將可能的答案列出，再根據學生不同的作答情形，採取不同層次的給分方式。本研究中用來評分的向度共分為三個部分：已知概念、未知概念及解決方法。已知概念部分著重於學生是否提出與問題主要及次要相關且學生已知概念，評分階層為 0-5 分。未知概念強調學生回答的內容是與用來解決問題相關，但學生尚未具備的概念，評分階層為 0-5 分。解決方法的評分則須注意可行性及是否詳細說明過程，並且肯定學生具創意性的答案，不以制式的觀念否定學生，只要學生能提出合理解釋都給予肯定，評分階層 0-10 分，三個部分成績最高總分為 20 分，相關評分方式如表 2。在評分過程為了避免研究者的主觀因素，及求取在成績評量上有更高的信度，商請同校另一位任教年資達 14 年的生物科教師協同評分。方法為是從各個開放性問題中隨機抽出五個樣本，再比較兩人間的成績差異，成績差異過大者則進行溝通，或是修訂問題分析部分，最後兩人評定成績在每個問題的各向度相似性達 92%~100%。非結構化問題內容及問題分析如附件 1。

3.生物學科成就測驗：由研究者依據教材內容編制相關的測驗題目，內容採選擇題型式共五十題，每一題中僅有一個合適或是最佳的答案，每題兩分總分共 100 分。題目內容分析為知識部分佔 44%、理解部分佔 28%、應用部分佔 18% 及分析部分佔 10%。內容共分為四個概念向度，包含：生物的演化、生物的命名及分類階層、生物分類及生態保育。測驗編製並經由學校生物科同仁檢驗，以求其專家效度。整體信度為 .92，由此可知此份問卷信度達理想範圍。

4.師生互動量表（Teacher Communication Behavior Questionnaire, 簡稱 TCBQ）：佘曉清和 Fisher（She & Fisher, 2000, 2002）研究中發現，教學環境的本質具有影響學生科學學習成就之潛力，因此老師和學生間的互動關係與學生科學學習成就及科學態度成正向關係。問卷內容共分為五個向度，每個向度具有 8 個題目，以五等第李克氏量表計分，分數依該項敘述在課堂中的發生頻率訂定，

表 2：非結構化問題評分標準基準系統

	得分	評分標準
已知概念	5	－能提出兩個以上的主要相關及一個以上的次要相關已知概念。 －答案中沒有錯誤的或是模糊不清
	4	－能提出兩個主要相關概念。 －答案中沒有錯誤的或是模糊不清
	3	－能提出一個的主要相關及一個以上的次要相關已知概念。 －答案中沒有錯誤的或是模糊不清
	2	－能從舊有知識提出以一個主要相關，或兩個以上的次要相關已知概念。但答案中有錯誤或是模糊不清的部分。
	1	－僅能提出一個次要相關的已知概念。
	0	－提出的回答完全不正確，或是模糊不清。 －沒有做答。
未知概念	5	能提出兩個主要相關且有助於解決問題及一個與題目相關的未知概念。
	4	能提出兩個主要相關且有助於解決問題的未知概念。
	3	能提出一個主要相關且有助於解決問題及一個與題目相關的未知概念。
	2	能從題目中提出一個主要相關且有助問題解決的未知概念，或有兩個與題目相關未知概念。
	1	能從題目中提出有一個與題目相關未知概念。
	0	－提出的回答完全不正確，或是模糊不清。 －沒有做答。
解決方法	10	能提出五樣以上確實可行的解決方法，並清楚的說明解決的過程。
	9	能提出五樣以上確實可行的解決方法。但解決過程中有部分說明不夠清楚。
	8	能提出四樣且確實可行的解決方法，並清楚的說明解決的過程。
	7	能提出四樣且確實可行的解決方法。但解決過程中有部分說明不夠清楚。
	6	能提出三樣且確實可行的解決方法，並清楚的說明解決的過程。
	5	能提出三樣且確實可行的解決方法。但解決過程中有部分說明不夠清楚。
	4	能提出兩樣且確實可行的解決方法，並清楚的說明解決的過程。
	3	能提出兩樣且確實可行的解決方法。但解決過程中有部分說明不夠清楚。
	2	能提出單樣且確實可行的解決方法，並清楚的說明解決的過程。
	1	能提出單樣且確實可行的解決方法。但解決過程說明不夠清楚。
	0	－提出的解決方法錯誤。 －未作答

從來沒有記為一分、很少發生兩分、偶而發生三分、經常發生四分及總是如此五分。問卷是用來測驗學生對老師行為的觀感，這些行為將影響到師生互動的關係。五個項度內容敘述如下：挑戰性問題（Challenging Questioning, CQ）：教師使用可促進思考的問題，引發學生思考與學習。鼓勵與稱讚（Encouragement

and Praise, EP）：教師利用鼓勵或誇獎來促使學生參與課程回答與討論。非語言的支持（Nonverbal Supportive, NVS）：教師利用非語言的方式來促使學生參與課程回答與討論。瞭解與友善（Understanding and Friendly, UF）：教師關心並了解學生的學習狀況及困境，並給予友善的協助與關心。掌控（Controlling, C）：教師對學生整個學習行為的期望與要求。研究中指出，師生互動量表在以班為單位分析下，量表中的五個分量表的信度值介於.86~.93 間；而鑑別效度值介於 .16~.50 間（佘曉清, 1998; She & Fisher, 2000, 2002）。整體上，由這些數值可確定學生回答問卷的一致性是達理想數值的。而本研究中整體問卷信度值達 .92~.95 之間，兩組間前測各向度的信度介於 .81~.90 之間，而後測各向度的信度則是 .77~.93 之間。顯示問卷的施測結果是可信的。

5. 資料蒐集與分析：實驗及測驗結束後，隨即進行資料的蒐集及分析，並開始著手進行電腦編碼工作，主要是以 SPSS 10.0 套裝軟體協助進行各項有關測驗及問卷的統計分析，各項分析方法敘述如下：非結構化問題解決能力測驗：分析時以前測成績為共變項，比較實驗組與對照組各向度及總成績在後測及延宕成績上有何差異。成就測驗：以第一次段考自然與生活科技成績為共變項，比較實驗組與對照組在後測及延宕成績上有何差異。師生互動態度：以雙尾 T 檢定比較兩組學生在師生互動態度成績在前後測有何差異存在，再以前測成績作為共變項，進行單因子共變數分析比較後測成績在實驗組與對照組間有何差異存在。

伍、研究結果及討論

一、網路化與非網路化問題解決教學策略對學生非結構化問題解決能力的影響

研究中提供與課程相關的非結構化開放式問題進行測驗，目的在於了解學生接受問題解決的教學策略後，學生對於問題的解決能力是否有顯著性的提升。測驗的評分標準以研究者設計的評量基準系統（The rubric scoring system）評分，評分內容為已知概念、未知概念及解決方法共三項。成績評定後，再將實驗組（網路化問題解決教學策略）與對照組（非網路化問題解決教學策略）學生的前測成績進行 T 檢定，發現兩組學生在前測成績上並無顯著性差異（T = -1.48），但是對照組學生平均成績略高於實驗組學生（對照組 = 5.48，實驗組 = 5.10）。

為了增加自變項（實驗效果），對於依變項（非結構化問題解決測驗問題成績）的解釋力，資料分析以「前測成績」為共變項，進行單因子共變數分析，考驗學生在經過網路化與非網路化問題解決的教學策略後，在非結構化問題解決能力測驗的後測及延宕測驗成績上是否有顯著差異。結果如表 3：

由表 3 中顯示，兩組學生在經過不同的教學後，在非結構化問題解決能力測驗的後測及延宕測驗整體成績上達顯著性差異（$F = 15.37$, $p < .01$），而在三個向度上也均達顯著性差異。再從單變量的檢定中可以發現，兩組學生間在後測的整體問卷及各向度成績上均未達顯著性差異。成績的比較上，發現對照組在已知概念及未知概念測驗成績略高於實驗組，而在解決方法此一向度上兩者成績十分相近（實驗組 = 2.00，對照組 = 1.99）。再將兩組的延宕成績做比較，發現兩組學生間不管是在整體問卷或是其他各向度均達顯

表 3：兩組學生在「非結構化問題解決測驗」後測與延宕總分的單因子共變數分析

項目	測驗類別	實驗組（N = 117）		對照組（N = 117）		多變量 wilks λ	多變量 F	單變量 F
		平均值	標準差	平均值	標準差			
整體測驗	後測成績	5.03	1.93	5.34	2.05	.88	15.37**	.16
	延宕成績	4.90	1.69	4.22	1.44			22.43**
已知概念	後測成績	1.75	.82	1.90	.90	.93	9.17**	.49
	延宕成績	1.79	.71	1.55	.66			12.53**
未知概念	後測成績	1.28	.65	1.45	.67	.94	7.74**	1.82
	延宕成績	1.27	.51	1.14	.43			6.93**
解決方法	後測成績	2.00	.76	1.99	.84	.94	7.94**	.03
	延宕成績	1.84	.83	1.52	.58			13.45**

註：**$p < .01$

著差異（$p < .01$），且實驗組學生的測驗成績均高於對照組學生。

由以上結果可知，網路化及非網路化的問題解決教學策略對學生在非結構化問題解決測驗，在後測成績上並無顯著差異。顯示研究進行完網路化的教學策略並未造成立即性較佳的效果，因此兩組成績差異不大，且與前測結果相近。推測這可能與實驗教學所進行的時間僅六週及測驗題目中學生所應具備的相關概念尚且不足有關。但是在延宕測驗上，不管在整體測驗或是各向度成績上，實驗組的分數均高於對照組，分析發現對照組在延宕測驗成績上有明顯的滑落，而實驗組並未有成績明顯的滑落，顯示採用網路化問題解決教學策略，對學生有較佳的吸引力，且網路有助於學生自我學習，再加上討論區可使得學生間互動增加，因此有助於提升學生的問題解決模式學習延宕效果及問題解決能力，亦即網路化的問題解決教學策略，可以達到培養學生較佳的問題解決能力。

二、網路化與非網路化問題解決教學策略對學生生物學科成就的影響

研究進行中教材內容以生物科為主，因此以生物學科學習成就測驗來評量學生學科的學習成效。並以研究進行前，校內第一次段考的自然與生活科技領域成績作為分組依據。再採用此成績對實驗組與對照組兩組學生進行 T 檢定，實驗組平均成績為 77.09，對照組為 76.91，對照組成績略低於實驗組，但兩者之間並未達顯著性的差異。

學科成就測驗中所指的後測，是以學生的第二次段考自然與生活科技成績作為學科分數。為了增加自變項（實驗效果），對於依變項（生物學科成就測驗成績）的解釋力，資料分析以第一次段考自然與生活科技成績為共變項，進行單因子多變異數分析，考驗兩組學生在經過網路化與非網路化問題解決的教學策略後，在學科測驗成績上是否有顯著性差異。分析結果如表 4：

由表 4 中顯示，兩組學生間在經過不同的教學後，在生物學科成就的後測及延宕測驗上並無顯著性差異（$F = 1.45$，$p > .05$）。顯示研究中所採用的網路化及非網路化問題解決教學策略，對於學生的生物學科成績在後測及延宕上並未造成顯著性的差異。推測可能的原因與問題解決教學策略主要是以非結構化問題來提升學生的問題解決能力，因

表 4：兩組學生在「生物學科成就測驗」後測及延宕測驗成績的單因子多變量變異數分析

	實驗組（N = 117）		對照組（N = 117）		多變量 wilks	多變量 F
項目	平均值	標準差	平均值	標準差		
後測成績	74.27	16.13	76.24	16.90	.99	1.45
延宕成績	68.04	16.74	69.13	17.63	.99	1.45

此當研究中採行一般的知識、理解、應用及分析層次的成就測驗時，因其內容並非針對學生問題解決能力設計，因而未造成兩組間的顯著性差異。

三、網路化與非網路化問題解決教學策略對學生師生互動關係的影響

研究中所採用的師生互動量表問卷（Teacher Communication Behavior Questionnaire, 簡稱 TCBQ）為佘曉清與 Fisher（She & Fisher, 2000）所編製完成。研究進行前先對兩組學生施行前測，並將兩組學生的前測成績進行 T 檢定，發現不管是在整體問卷或是各個向度上均未達顯著水準（T = .71，$p > .05$），亦即兩組學生在研究前的師生互動前測成績上並無顯著性差異。研究後再對學生施以後測，再分別將兩組學生的前測及後測成績進行 T 檢定，藉此來了解學生在研究進行前後的差異。結果如表 5：

由表 5 中發現，實驗組學生在師生互動量表的前後測成績比較，發現在挑戰性問題（前測 = 25.13，後測 = 27.42，$p < .001$）、鼓勵與稱讚（前測 = 20.68，後測 = 22.49，$p < .05$）、非語言支持（前測 = 19.29，後測 = 21.75，$p < .01$）及了解與友善（前測 = 24.97，後測 = 26.90，$p < .01$）等四個項度均達顯著性差異，表示這樣的教學方式是有助於提升師生互動關係。而對照組的前後測比較上則僅有挑戰性問題（前測=24.51, 後測=25.85, P < .05）此一向度達顯著性差異。由此顯示，兩組學生均在挑戰性問題此一向度上達顯著性差異，因此可以了解，問題解決的教學策略有助於教師提出挑戰性問題，挑戰學生、促進學生思考與學習。佘曉清（1998）研究

表 5：兩組學生在「師生互動量表」前後測成績之差異

		前測		後測		標準誤差異（後-前）	T 檢定
	項目	平均值	標準差	平均值	標準差		
對	挑戰性問題	24.51	5.54	25.85	5.30	1.34	2.29*
照	鼓勵與稱讚	19.97	5.62	21.15	5.86	1.19	1.96
組	非語言支持	19.74	6.52	20.47	6.55	.74	1.22
（N = 117）	了解與友善	24.73	6.88	26.02	6.76	1.29	1.88
	掌控	23.62	6.50	23.60	5.91	-.02	-.03
實	挑戰性問題	25.13	5.48	27.43	5.89	2.30	4.05***
驗	鼓勵與稱讚	20.68	6.61	22.49	6.79	1.81	2.59*
組	非語言支持	19.29	6.59	21.75	7.57	2.46	3.42**
（N = 117）	了解與友善	24.97	6.71	26.90	6.65	1.92	3.10**
	掌控	24.74	6.50	24.50	5.27	.23	.38

註：*$p < .05$, **$p < .01$, ***$p < .001$

指出，教師使用較多的挑戰性問題可以促進師生間的互動關係，特別是當學生知覺到教師問了較多的挑戰性問題，有助於提升學生思考與問題解的決機會。

實驗組前後測四個向度達顯著性差異的原因來自於，實驗組學生在網路上可藉由討論區增加互動的機會，教師針對學生的答案適時提出正向意見，造成學生較易察覺教師所給予的鼓勵與稱讚、且教師也能對討論區上較佳的作品予以在網路上表揚，因此學生也感受到較多的非語言支持及了解與友善。綜合言之，網路的互動性提供教師公開展示環境，對優良學生予以表揚，使得師生互動關係提升，這些是非網路化環境所較難達到的。

為了增加自變項（實驗效果），對於依變項（師生互動量表後測成績）的解釋力，資料分析以「師生互動量表前測成績」為共變項，進行單因子共變數分析，考驗學生在經過網路化與非網路化問題解決的教學策略後，在師生互動量表後測成績上是否有顯著差異。結果如表 6：

由表 6 可以發現實驗組與對照組學生在師生互動量表後測整體問卷及各向度成績均未達顯著性差異，僅挑戰性問題一項接近顯著水準，代表兩組在進行實驗教學後，以兩組的前測成績作為共變項，比較兩組在師生互動量表的各項度及總成績上均未達顯著差異。

從學生的師生互動量表的施測來看，使用問題解決的教學模組確實有助於提升師生間的互動關係。尤其是在挑戰性問題此一向度中，兩組在實驗前後更是有極顯著的差異，且兩組後測成績也在此一向度接近顯著水準。因此表示問題解決教學策略確實有助於提升師生互動關係，而網路融入更有助於學生去面對及挑戰問題。佘曉清與 Fisher 指出師生互動關係不僅與學生的科學態度成正相關，同時更與學生科學學習成就成正相關（佘曉清, 1998; She & Fisher, 2000, 2001），因此在師生互動關係改善上將有助於學生學科的學習。

陸、結論與建議

一、結論

本研究主要探討網路化問題解決教學策略對學生生物學習成效的影響。研究採準實驗研究法，將學生依第一次段考的自然科成績分配成實驗組（網路化問題解決教學策略）及對照組（非網路化問題解決教學策略）進行實驗教學，以了解其教學成效，結論如下：

1. 非結構化問題解決測驗：本研究以非結構化問題解決測驗作為學生生物問題解決能力的依據，研究發現實驗組與對照

表 6：兩組學生在「師生互動量表」後測成績單因子共變數分析摘要表

項目	離均差平方和（SS）	自由（df）	均方（MS）	F 檢定	顯著性
挑戰性問題	104.78	1	104.78	3.85	.051
鼓勵與稱讚	67.29	1	1164.54	1.90	.169
非語言支持	131.04	1	131.04	3.26	.072
了解與友善	34.623	1	34.63	.96	.327
掌控	15.94	1	15.94	.60	.440

註：N = 117

組學生在接受了不同的教學教策略後，在後測成績並無顯著性差異。但經過五個月後施行延宕測驗發現，兩組學生成績達顯著差異，且實驗組優於對照組。再從測驗的各向度（已知概念、未知概念及解決方法）成績分析發現，各向度成績在兩組間均達顯著差異，顯示網路化問題解決方式有助於學生在問題解決學習模式記憶較久的時間，因此網路的融入更有助於學生問題解決能力的保留效果。這與 Jonassen（1997）提到網路可以促進學生學習的結果相符合。而學生在各向度的成績均偏低，其原因與楊榮祥（1992）的研究發現相符，均顯示學生在操作問題解決能力上相對較弱，也就是在問題解決的能力的表現上不如預期，導致在作答上各個向度所呈現的答案數均較少，得分較低。

2.生物學科學習成就：從 Oliver 和 Omari（2001）研究發現，對學生施以網路為工具所融入教學的課程後，將使學生獲得較高的學習興趣，學生也較願意去學習，因此容易提升學生的學習成效。但在本研究中，兩組學生在接受了不同的教學教策略後，學生在學科成就上並無顯著性的差異。由此顯示，研究中所採用的有無網路化問題解決教學策略，並不會對學生的生物學科成就產生立即或直接的影響。這與所設計的生物學科成就測驗有關，因測驗題目多半是屬於知識、理解層次的部份，而網路化的問題解決策略主要提升學生的應用、分析、整合、評鑑層次的能力。因此並無法在六週的教學時間內，造成兩組間的差異並提升符合現有測驗的學科成就。

3.師生互動關係：在本研究中比較兩組學生各自的前後測師生互動態度有無顯著性差異，顯示兩組學生在挑戰性問題此一向度上均達顯著性差異，且後測成績高於前測成績。顯示問題解決學策略，有助於讓學生知覺到教師在課堂上提出許多的挑戰性問題。這與非結構化問題本身的特性有關，因為這些問題本身就不是記憶性，屬於較困難複雜且具挑戰性。而實驗組學生則是在挑戰性問題、鼓勵與稱讚、非語言支持及了解與友善等四個向度達顯著差異，且後測成績高於前測成績。顯示網路化的問題解決策略不只是提昇師生互動中的挑戰性問題，同時更提昇了鼓勵與友善、非語言支持及了解與友善的師生互動關係。此結果與 She 和 Fisher 研究結果相似，均顯示網路化科學課程有助於提昇師生互動關係中的挑戰性問題。再比較兩組學生在教學進行後的師生互動態度後測成績，發現在整體及各向度成績上均未達顯著差異，但實驗組學生的成績均略高於對照組的成績，僅挑戰性問題一項接近顯著水準。

從以上結果可以顯示，問題解決教學策略應用在國中現行環境，可以協助學生整理自己散落在長期記憶區的資料，透過問題對相關已知概念做搜索、重整及連結的動作，並藉由未知概念了解自己問題中需要理解的概念，再從蒐集到的訊息中補足未知概念的部分，最後依據這些概念來提出可能的解決方法。

而網路的融入則有助於學生在幾個能力上有所不同，其中包含非結構化問題解決測驗的延宕成績在兩組間達顯著性差異，顯示網路融入有助於非結構化問題解決能力學習的延宕效果。也有助於師生互動關係的提升，由此可知網路是適合融入問題解決教學，且能使問題解決教學策略達到更好的學

習成效。

二、建議

根據整個研究過程及呈現出來的結果，在此筆者提出幾點建議給有興趣採用網路化問題解決教學策略教學的教師，及未來想深入研究的學者：

1.對教師教學的建議

(1)加強學生合作學習能力：應訓練學生具有基本的合作學習及討論能力，且特別注意因合作討論所帶來的缺點，如工作分配不均等。

(2)加強學生資料運用能力：國中一年級學生並未有足夠能力搜索相關且正確的資訊，而教師應在活動進行前訓練學生相關能力。如搜尋網站的使用、關鍵字的查詢及資料的篩選能力等。

(3)加強對學生的回饋作用：教師應能對於表現良好的學生及組別給予鼓勵，使學生能接受正增強效應。也可透過討論區形式將較佳的回答內容進行展示，一方面給予肯定、一方面也希望其他學生能仿效。

(4)發展學校本位的非結構化開放式問題：教師應能根據本研究所提供的理念，設計與課程相關且符合學校本位結合社區資源的問題。如此因問題與學生切身相關，在教學成效上亦能達到更好的境界。

(5)組成合作團隊：教師在進行類似教學活動時，需額外負擔許多的工作。因此理念相同教師如果能組成合作團隊，每個人負擔一部分的工作，建立一個共通網路平台，發展問題的資料庫並提出共享的概念，如此一來才可以更順利的進行類似教學活動。

2.對未來研究的建議

(1)擴大研究範圍：此次研究限於時間及經費上的考量，因此研究僅限於同一學校六個班的學生，課程也以生物科教學為主，建議未來的研究者可以將規模擴大，課程也可以擴展至其他領域，比較不同領域上是否會有不同的教學成效。

(2)研究各變項與問題解決能力之關係：研究中採用許多變項來了解學生的學習成效，而各變項之間與學生的問題解決能力到底有何關聯，仍需進一步的釐清，建議未來的研究可以朝這個方向進行。

(3)發展其他課程內容：此次教學的主要課程內容屬於生物學的演化、分類及保育的概念。建議未來的研究者可以將網路融入問題解決教學策略擴展至其他課程，並設計更多的非結構化問題，進而建立問題的資料庫。

參考文獻

1. 佘曉清（1998）：中學科學教室環境師生互動量表的發展與研究。**科學教育學刊**, **6**(4), 403-416。

2. 吳清山（2001）：問題導向學習。**教育研究月刊**, **97**, 120。

3. 林麗娟（2002）：「問題導向學習」在網路資源式學習之應用。**教學科技與媒體**, **60**, 42-53。

4. 陳春興（2000）：**網路教學與傳統教學之比較分析**。演講稿 2000 年發表於中正大學。嘉義：中正大學。

5. 陳明溥和顏榮泉（1999）：**網路化問題導向學習系統建構模式之研究**。論文發表於第八屆國際電腦輔助教學研討會。台中市：逢甲

大學。
6. 教育部（2002）：第一次全國科學教育會議提案資料。台北市：教育部。
7. 黃淑敏（2000）：**電腦網路學習對學生學習成效之後設分析**。新竹市：國立新竹師範學院碩士論文（未出版）。
8. 張國恩（1999）：資訊融入各科教學之內涵與實施。**資訊與教育**, **72**, 2-9。
9. 董家莒（2000）：**「問題解決」為基礎之電腦輔助教學成效**。台北市：國立臺灣師範大學碩士論文（未出版）。
10. 溫嘉榮和吳明隆（1999）：**新時代資訊教育的理論與實務應用**。臺北市：松崗。
11. 楊榮祥(1992)：1992 國際數理教育評鑑 IAEP ── 我們能夠學到什麼？**科學教育月刊**, **149**, 2-31。
12. 蔡今中（2002）：**超越認知與後設認知的工具：運用網路為「知識工具」以輔助教學**。論文發表於 ELTA 2002「網路學習理論與實務」學術研討會。新竹市：國立交通大學。
13. 盧淑華（2000）：**「得勝課程 ──問題解決」對國中生問題解決態度與行為困擾影響之研究**。台中市：國立台中師範學院碩士論文（未出版）。
14. Berger, C., Lu, C., Belzer, S., & Voss, B. (1994). Research on the uses technology in science education. In D. L. Gabel (Ed.), *Handbook of research on Science Teaching and Learning* (pp. 466-490). New York: Macmillan Publishing Company.
15. Bransford, J. D., & Stein, B. S. (1984). *The IDEAL problem solver: A guide for improving thinking, learning, and creativity*. New York: Freeman.
16. Chang, C. Y., & Barufaldi, J. P. (1999). The use of a problem-solving-based instructional model in iniating change in students' achievement and alternative frameworks. *International Journal of Science Education, 21*(4), 373-388.
17. Delisle, R. (1997). *How to use problem-based learning in the classroom.* Alexandria, VA: Association Supervision and Curriculum Development.
18. Dewey, J. (1910). *How We Think*. Boston: D. C. Heath.
19. Ellen, F. (1999). Engaging all students: Real-world problem solving helps students "do "science. *Learning & Leading with Technology, 26*(8), 18-21.
20. Hayes, J. R. (1980). *The complete problem solver*. Philadelphia: Franklin Institute
21. Hardre, P. (2001). Designing effective learning environments for continuing education. *Performance Improvement Quarterly, 14*(3), 43-74.
22. Hoadly, C. M., Bell, P., & The KIE Research Group. (1996). Web for your head – The design of digital resources to enhance lifelong learning. *D-Lib Magazine*, September, 1996.
23. Heppert, J., Ellis, J., Robinson, J., Wolfe, A., & Mason, S. (2002). Problem solving in the chemistry laboratory: A pilot project to reform science teaching and learning. *Journal of College Science Teaching, 31*(5), 322-326.
24. Jackie, S. (1999): Problem-solving software, equity, and the allocation of roles. *Learning & leading with Technology, 26*(5), 6-9.
25. Jonassen, D. H. (1997). Instructional design models for well-structured and ill-structured problem-solving learning outcomes. *Educational Technology: Research and Development, 45*, 65-94.
26. Leung, H. K. N. (2003). Evaluating the effectiveness of e-learning. *Computer Science Education, 13*(2), 123-1336.

27. Oliver, R., & Omari, A. (2001). Student responses to collaborating and learning in a web-based environment. *Journal of Computer Assisted Learning, 17*(1), 34-47.
28. Saunders, W., & Shepardson, D. P. (1987). A comparison of concrete and formal science instruction upon science achievement and reasoning ability of sixth grade students. *Journal of Research in Science Teaching, 24*(1), 39-51.
29. Shafer, M. E., Lahner, J. M., Calderone, W. K., Davis, J. E., & Petrie, T. A. (2002). The use and effectiveness of a web-based instructional supplement in a college student success program. *Journal of College Student Development, 43*(5), 751-757.
30. She, H. C., & Fisher, D. (2000). The development of a questionnaire to describe science teacher communication behavior in Taiwan and Australia. *Science Education, 84*(6), 706-726.
31. She, H. C., & Fisher, D. (2002). Teacher communication behavior and its association with students' cognitive and attitudinal outcomes in science in Taiwan. *Journal of research in Science Teaching, 39*(1), 63-78.
32. She, H. C., & Fisher, D. (2003). Web-based e-learning environment in Taiwan: The impact of the online science flash program on students' learning. In M. S. Khine & D. Fisher (Eds.), *Technology-rich learning environments: A future perspective*. (pp. 343-368). Singapore: World Scientific.
33. Shin, N., Jonassen, D. H., & McGee, S. (2003). Predictors of well-structured and ill-structured problem solving in an astronomy simulation. *Journal of research in science teaching, 40*(1), 6-33.

附錄 1　非結構化問題解決測驗問題分析

題目	概念類別
1. 熱帶雨林主要是分布在赤道兩旁，終年氣候穩定，其表面積僅佔地球表面積的 7%，但擁有的生物種類卻佔了全球的一半以上，表示生物多樣性相當的高。雨林也可以幫助調節大氣，可惜因為人類不斷的發展，地球上的熱帶雨林，據估計正以每分鐘 22 公頃的速度消失，也就是每年約四到五個台灣的面積，如果你是一個科學家，試問你該如何解決這個問題。	已知概念 主要相關 1.熱帶與林的特質： a.生物多樣性較高。 b.氣候溫度高且與量多。 c. 佔地球表面積的 7% 。 2.熱帶與林的現況： a.因人類過度開發而急劇被破壞。 b.因物種減少生物多樣性正逐漸下降中。 次要相關 1.熱帶雨林的功能： a.熱帶雨林可以幫助調節氣溫。 b.熱帶雨林可以幫助過濾空氣中的二氧化碳。 未知概念 主要相關且直接有助於問題解決 1.除了人為因素外，雨林被破壞的原因還有哪些？ 2.相關的保護法令有多少？ 3.雨林減少或消失直接受到影響的生物有多少？ 次要相關 1.雨林被破壞後，恢復原有生態需花多久的時間？ 2.雨林消失後環境有何演變？ 3.題目中統計數字的正確性有多高？

The Impact of Web-based Problem Solving Instruction on Junior High School Students' Biology Learning

Wen-Feng Yu[1] and Hsiao-Ching She[2]

[1]Taipei Chin Shui Senior High School

[2]Institue of Education, National Chiao-Tung University

Abstract

This study investigates the impact of web-based problem solving instruction on junior high school students' biology learning. The design of this study is a quasi-experimental design. Two hundred thirty four 7th grade students from six classes of a middle school participated in this study. Three classes of students received web-based problem solving instruction (experimental group) and the other three classes of students received non-web-based problem solving instruction (control group). The instruments used in this study were: Ill-Structure Problem Solving Test (IPST), Biological Achievement Test, and Teacher Communication Behavior Questionnaire (TCBQ). Results show that the experimental groups' students performed significantly better on their retention-test scores on the IPST than control group students. Moreover, the experimental web-based problem solving group students' post-test scores on the following scales were significantly better than their pre-test scores: challenging questioning, encouragement and praise, nonverbal supportive, and understanding and friendly scales of TCBQ. The control group students' post-test scores on the challenging scale of the TCBQ was significantly better than their pre-test scores.

Key words: Problem Solving, Web-based Instruction, Learning Effect