

第二章 文獻探討

現今國內外的科學教育政策大多由原本強調知識的傳授，變成了強調各項能力的培養，並要求學生能主動建構知識、應用所學、善用科技。例如美國科學教育標準便指出：教師應鼓勵學生主動探究與學習並建構知識，而不僅是傳遞知識；科學教育應幫助學生培養科學態度、好奇心、創造力與興趣；學生應該學會批判性的思考、問題解決與做決定的能力，並能將科學與科技應用在日常生活中；科學課程的內容應跨學科，教學也應該是與其他學科統整的(Krajcik, Czerniak, & Berger, 1999)。

美國教育部 2000 年提出國家資訊教育計畫，亦希望所有老師能善用科技來輔助教學、所有學生都有操作電腦的基本能力、不論在教室、學校、社區或家裡，都能隨時取得資訊，並著重於研究如何善用科技於教與學，來改善下一代的學習，讓數位化的內容及網路的應用轉換傳統教學的概念(數位學習國家型科技計畫，2002，引自陳瑞佐，民 92)。

而國內九年一貫課程自然與生活科技學習領域的課程目標，同樣包含以下五項：

1. 培養探索科學的興趣與熱，並養成主動學習的習慣。
2. 學習科學與技術的探究方法和基本知能，並能應用所學於當前和未來的生活。
3. 培養與人溝通表達、團隊合作及和諧相處的能力。
4. 培養獨立思考、解決問題能力，並激發開展潛能。
5. 察覺和試探人與科技的互動關係。

很明顯的傳統的講述式教學已無法達到這樣的要求，因此許多學者紛紛提出新的教學策略與方式，而研究者認為以行動科技輔助專題式學習，是一種結合其中許多的教學理論，並符合現今教育政策的教學方式。

本章以下將分成五小節分別介紹「專題式學習」、「專題式學習的課程設計」、「網路輔助學習」、「行動學習」、「進行專題式學習與行動學習時的困難與問題」。

第一節 專題式學習

本節將分為三個部分介紹專題式學習，分別包含「專題式學習的定義與特色」、「專題式學習之課程目標與教學功效」、「專題式學習之理論基礎」，以求對專題式學習有初步的瞭解。

壹、專題式學習之定義與特色

專題式學習 (Project-Based Learning) 是指一種藉由讓學生進行專題研究的學習方式，學生的學習活動圍繞著一個專題所進行。專題式學習利用學生覺得重要且有意義的引導問題來引發學生的學習，透過學生經由設計、資料收集、閱讀、討論以及研究的行動，在一段時間內自主的從事相關的工作，並以報告的形式呈現、分享研究成果，以解答這些引導問題 (Krajcik et al., 1999)。

徐新逸 (民90) 指出，專題式學習其實是一種發揮建構主義理念的學習方式，其目的在協助消除學習者學後無法活用知識 (僵化知識) 的現象。而其主要的做法，是藉由專題，統整不同的學科領域，設計出能增進學習動機、發展後設認知策略的任務 (此任務必須是複雜且真實的)，再讓學習者藉由科技為基礎的認知工具，以及合作學習的方式，進行一連串的探索行動。使學習者不僅能學到解決問題的知識、能力，也能學到如何應用知識，且具跨學科學習之效果。

因此專題式學習是讓學生以一個真實、有意義的問題為學習活動的主體，學生主動蒐集資料並進行探究活動來了解新的知識。學習過程是由許多循環的探究活動所組成，強調學生主動去探索，並經由探究及合作的過程中學得相關的知識與研究技能，而不是被動的接受教師給予的知識。Krajcik et al. (1998) 指出專題式的科學學習是一種探究式 (inquiry) 的學習方式，其特色包含了：(1) 有意義且與真實

生活相關的引導問題 (2) 藉由從事探究活動並完成專題作品使學生得以學習概念、應用資訊並展現知識 (3) 整個社群中的學生、老師們彼此互相合作 (4) 善用科技。

以下分別描述這些特色：

1. 引導問題 (driving questions)

引導問題是整個專題式科學學習的關鍵，學生參與研究的目的就是在回答這個問題，因此引導問題主導學生研究的方向與其在研究中可能學到的科學知識，而一個良好的引導問題應符合下列條件 (Krajcik et al., 1999)：

- (1)可實行的(feasible)：學生可以設計並進行研究來回答問題。
- (2)有價值的(worthwhile)：問題包含豐富並符合課程標準的科學知識及科學過程，並且讓學生自行可以分爲幾個較小的問題並回答。
- (3)有脈絡可循的(contextualized)：問題是與學習者的生活有關，最好具有當地社區的環境特色，並且是真實世界且重要的問題。
- (4)有意義的(meaningful)：問題對於學生而言是既有趣又令人興奮的。
- (5)有持續性的(sustainable)：學生對於這個題目的興趣可以維持幾個星期之久。

當學生合作的去思考解決引導問題時，學生便會從中發展出科學的重要概念，而在真實、有意義的情境中更有助於學生整合其知識。Wolk (1994, 引自黃菁琴, 民90) 便曾提出，專題式學習最大的優點是讓學生獲得成功的經驗，學生在教師的信任之下，自行決定探索的主題和進行研究的方式，如此不僅能促使學生進行知識的整合，亦能提高學生的學習意願，使他們樂於爲完成更好的工作而努力。

2. 學生從事探究活動

學生的學習是以從事各項探究活動為主。而學生進行探究的方式與傳統的科學教育是不同的，在傳統的教學中學生學習的方式是一步一步按照系統有規律的進行學習，但探究的過程並不是線性的，而是一個交錯複雜的過程，各項探究活動會互相影響形成一個探究網，如圖2-2-1所示（Krajcik et al., 1998）。

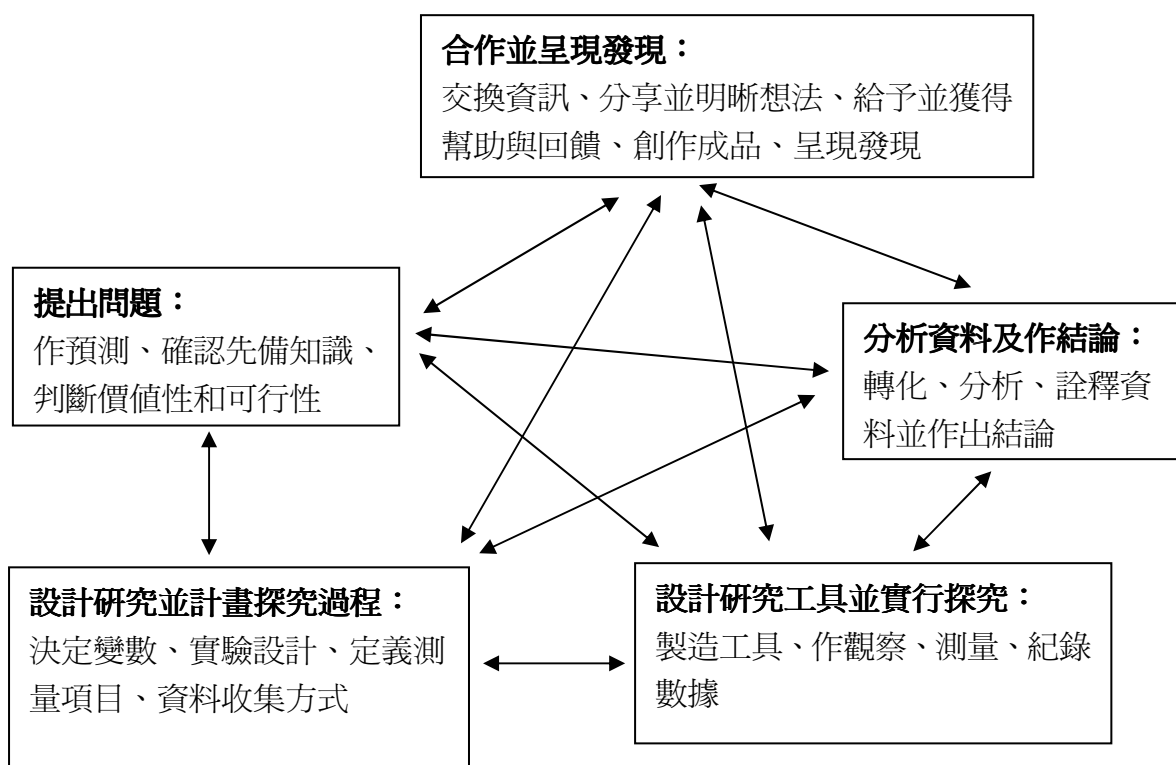


圖2-2-1 探究網 (Krajcik et al., 1998)

3. 學習社群一起合作

陳幹忠與王豐勝(民91)曾指出合作學習有以下幾個優點：(1) 可以增進學生的學習績效與創造力並提高學習動機 (2) 能提升學生的學習態度以及團體歸屬感、責任心，並花較多的時間在課程內容 (3) 能幫助學生獲得與己相異的不同觀點，在合作成員互動與解決問題的過程中，能多方考慮各種不同觀點的得失 (4) 提高解釋與表達的層次，增加人際溝通的技巧 (5) 學習者更加願意、更重視他人的成就，同時在學習完成後會感到相當的快樂。

因此在專題式科學學習強調，要將教室形成一個學習社群，在教室中學生和其他同學及老師一起合作去探究問題、瞭解資料、做出結論並互相分享發現的成果。在整個過程中所有師生彼此互相協助並成長。

4. 應用科技作為認知工具

使用科技可以讓學生的學習變的更有效率。Jonassen, Peck, & Wilson (1999, 引自黃明信, 民91) 曾指出，在傳統的觀念裡，科技是被當作知識的載具，老師利用它來傳輸知識或是與學生溝通。但是由建構主義所提出的以科技作為認知工具的理念，認為學生的學習來自於思考的結果，思考源自於從事各種不同的活動，而這些活動可以藉由科技的協助來完成並呈現成果。例如利用科技進行探索以獲得真實的實驗數據，運用統計、繪圖工具協助分析資料，製作多媒體成品使資訊更容易被學生理解，或利用網際網路及視訊科技作為溝通交流的媒介，協助建立學習社群。因此科技可以視為是支援科學學習的一種工具。

5. 創作專題作品

專題作品可以展現出學生學到哪些，也可以用來評估學生對科學的瞭解 (Marx, Blumenfeld, Krajcik, & Soloway, 1997)。而通常老師會讓學生們與其他老師、成員分享其成品，創作及分享專題作品有以下三個目的 (Krajcik et al., 1999)：

- (1) 專題作品是真實且具體的，能激發學生的動機。且創作與分享的過程就像科學家發表成果的過程一樣，使學生更像是在處理真實的科學。
- (2) 專題作品幫助學生去發展並呈現其瞭解。因為它是具體且明確的，因此可以拿來分享與批判，所得到的回饋可以幫助學習者反省並擴展他們的瞭解。
- (3) 專題作品可以讓學生呈獻自己在探究過程所學到的，並可看出學生在一段時間中學習的發展。

由此可見專題作品不僅有助於學生的動機及理解，呈獻出其學習發展，並能讓學生分享彼此的作品，學習如何發表並給予意見。

貳、專題式學習之課程目標與教學功效

一、專題式學習之課程目標

由國內外的教育目標我們可發現，培養各項能力是現今科學教育強調的目標，這些能力包括：培養學生獨立思考、應用所學與解決問題能力；具有觀察、歸納、推理、創意思考、發現問題、多元思考等從事研究的基本能力；並需培養與人溝通表達、團隊合作及和諧相處的能力（國民中小學自然與生活科技學習領域課程綱要，民92）。而專題式科學學習的教學目標正好符合現今科學教育目標的需求。

莊文志與謝中豪（民91）認為專題探索的教學方式，與科學教育中STS（Science-Technology-Society）的教學理念相類似。強調讓學生由生活中相關的議題為學習的起點，培養學生創造思考與解決問題的能力，這些內涵不但吻合九年一貫「生活化」之基本精神，並與應用電腦整合課程的融入式教學觀念相符合。且學生進行專題探索的過程，其實就是一種培養學生具備基本能力的過程。

鄒慧英（民90）也認為以九年一貫課程複雜與多面向的教學目標而言，教學方法必須是彈性的、建構的、與統整的。因此教學活動設計，除了強調課程、知識的統整，基本能力的學習與應用，以及活動與概念主導的課程設計外，尚必須考量課程、教學、評量三者互相牽動的效果。而專題式學習不僅在概念上與這波課程改革理念相謀合，更是一種集課程、教學、評量三者於一身的學習活動模式。

要詳細了解專題導向科學學習教學目標與國內外課程標準的關係，我們可以參考王靖璇（民89）就專題式科學學習的教學目標與國內與美國的課程標準所做之比較表，如表2-2-1所示：

表 2-2-1 課程標準之比較表（王靖璇，民 89）

美國課程標準	九年一貫課程標準	專題式科學學習之教學目標
1.皆強調科學內容的精簡。	1.教材精簡化，教師能依學生的能力、興趣和經驗、探究的深入範圍、涉及的問題範圍、學習活動的方式將教材做適當的調節。	1.強調涵蓋的內容少，但需深入。
2.強調科學應是與學生日常生活有關，並使學生了解真實世界。	2.教材應考慮生活上與社會上關心之議題。	2.導引問題需是重要、有意義與值得的。
3.科學應是環境、科學與所有學科整合。	3.應包含生活科技與自然兩者的科學概念的統整。	3.藉由真實世界問題的研究，推動跨學科的教與學。
4.教師在教學中扮演嚮導的角色，並參與班級的活動。	4.教學應以學生活動為主體，引導學生做科學性探究。	4.教師的角色是引導學生進行導引問題的修正、完成研究、參與探究、與他人分工合作、創造成品。
5.組成學習社群。	5.學生進行合作學習模式，並培養與人溝通表達、團隊合作及和諧相處的能力	5.鼓勵學生與他人一起研究、批判想法、挑戰同儕的想法、分享想法、與其他人溝通。
6.應考慮學生的先備經驗，需應用動手做的教材。	6. 應提供合適的機會，讓學生說明其想法，以了解學生先前的概念和經驗。	6.教師應確定學生的先備知識，並根據此資訊引導課程與評鑑學生的學習。
7.科學的學習必須透過研究。	7. 學習科學探究方法及基本科學知識，並能應用所學於日常生活。	7.研究室專題導向科學學習的核心。
8.培養學生對於科學的興趣。	8. 培養探索科學的興趣與熱忱，並養成主動學習的習慣。	8.有意義的問題是專題導向科學學習的基礎，利用學生本有的好奇心，建立學生對於科學的興趣。
9.強調促進學生的科學態度及思考的習慣，如接受雙向的概念、懷疑的態度和重視理由。	9. 教學實應注重學生科學態度的培養。	9.專題導向的科學學習能夠支持心智習慣的建立，如提問、發展實驗、與他人一起研究、下結論、建構與發表成果。
10.以公平、確實及符合教學目標的方式評量學生的科學理解。	10.採整合性評量，並符合教學目標，進行多樣化的評量。	10.評量是融合在教學活動的過程中，並藉由成果的呈現了解學生對於主題統整的結果。

藉由上表的比較，我們可以發現不論是在教材，老師、學生扮演的角色，著重科學能力、態度的培養，以及評量的方式上，專題式科學學習的教學目標均相當符合國內課程標準與教學目標的需求。

二、專題式學習的功能

在專題式學習複雜的設計理念下，許多學者紛紛提出專題式學習擁有的功能，整理如下：(Peter Graumann, 1993; Steven Wolk, 1994; Debra K. Meyer, Julianne C. Turner and Cynthia A. Spencer, 1997; John W. Thomas, 2000; Johnson & Johnson, 1989; Moursund, 1996; Perkins, 1992; 引自黃明信，民91)

(一) 增加動機：

許多的報告經常指出，專題式學習會增加學生的動機，使學生投入額外的時間和努力。且經常有學生也指出，專題式學習遠比其他課程更吸引人。

(二) 增進問題解決之能力：

專題式學習強調提供學生如何從事問題解決、挑戰和解答問題特別訓練。因此有許多的研究證明，專題式學習環境能促使學生主動且成功的提出複雜的問題並解決，進而增進學生高層次認知技能。

(三) 促進資料搜尋技能：

大部分的專題要求學生要從不同的資源尋找資料，如教科書、百科全書、字典、光碟和網路。學生為完成專題研究主動應用多樣資源尋找相關資料，因此專題式學習能夠提供一個真實的，且具高度動機的情境，增加學生文獻資料獲得的技能。

(四) 增進合作：

當今的認知理論提出學習是一種社會現象，學生在一個合作的環境下將會學得更多。而建立合作學習社群，促進同儕教學、同學評鑑與資訊分享正是專題式學習的本質。

(五) 增進資源管理的技能：

實施良好的專題式學習，能夠給予學生學會專題的結構，並練習分配時間和資源，如期完成工作的期程規劃。

三、專題式學習之能力培養

由以上介紹我們可以看出專題式的探究活動，有助於學生科學知識的建構、科學方法的培育與應用以及創造力的激盪與探究技能，並能夠培養出學生對科學的主動學習精神與學習興趣（黃達三，民88）。

許多研究也證明專題式學習對學生能力的培養有很大的幫助，例如莊文志與謝中豪（民91）與兩位國小導師合作，利用晨間活動、午休、彈性教學的時間，連續三年讓學生利用實地勘查、網路及文書搜尋資料的方式進行專題研究。最後再讓學生利用免費的線上平台，以網頁的方式分享研究歷程與成果。結果有以下發現：

- 1.學生的學習模式、班級氣氛都逐漸的改變，例如有時上完課後，學生會主動利用電腦觀看一些與上課相關的資料，而不只是製作網頁而已。
- 2.學生在資訊的處理及運用能力（如上網進行相關資料收集、利用文書軟體整理所得資料、編輯專題網頁等能力）進步到讓老師們驚訝。
- 3.學生因從事專題研究懂得主動與人溝通，彼此接納、坦誠相見、互相信任，並能彼此相互鼓勵努力學習，並將整個學習延伸到教室外。
- 4.學生學得系統化的思考，能將雜亂無序的資料轉換成有組織系統的資訊，甚至進一步內化成自己的知識。
- 5.在團體合作的過程中學會了團體如何思考，欣賞不同意見，逐步的凝聚共識。

徐新逸（民90）歸納多位學者的看法後，詳細且具體的提出搭配網路專題式學習可培養以下七種能力，整理如表2-2-2所示：

表2-2-2 專題式學習之培養能力表（徐新逸，民90）

(一) 專題管理的能力	<ol style="list-style-type: none"> 1. 規劃專題的進度表 2. 分配資源和時間至專題的各個部分 3. 分配團隊中的角色
(二) 研究的能力	<ol style="list-style-type: none"> 1. 決定研究問題的主題、目的、性質與範圍 2. 組織研究流程 3. 提出可研究性的問題 4. 利用網路及圖書館資源收集資料 5. 藉由調查、訪談、問卷等收集新的資訊 6. 分析和詮釋蒐集到的資訊 7. 回答研究問題，解釋結果、發現新知
(三) 組織和表現的能力	<ol style="list-style-type: none"> 1. 決定如何瞭解各部分和結果的資訊 2. 決定資訊呈現（文本、圖片、影像）的方式 3. 決定資訊組織和連結的方式
(四) 表達的能力	<ol style="list-style-type: none"> 1. 用多媒體表現出內容，維持讀者的興趣 2. 書面表達 3. 口語表達
(五) 反省的能力	<ol style="list-style-type: none"> 1. 評鑑專題及其創作的歷程 2. 參考評鑑者的回饋並修訂專題的設計
(六) 團體合作的能力	<ol style="list-style-type: none"> 1. 個人與其他成員的合作 2. 小組與小組間的合作 3. 養成學生溝通、協調、講道理、理性批判、達成共識 4. 容忍不同意見的學習態度和習慣 5. 分享其他人的知識及資源
(七) 資訊科技應用能力	<ol style="list-style-type: none"> 1. 文書處理 2. 試算表 3. 資料庫 4. 簡報軟體 5. 排版軟體 6. 電腦繪圖 7. 程式設計 8. 網頁設計

參、專題式學習之理論基礎

專題式學習以學習者、生活經驗為重心，強調跨學科、長期及整合真實世界的學習活動，並強調與人合作的社會互動、以科技作為認知工具，正符合建構主義、統整課程的精神。鄒慧英(民89)也曾提出，專題式學習是建立在課程統整、建構主義與認知心理學等理論基礎上所發展出的一種教學與學習方法。因此以下針對建構主義與課程統整作說明。

一、建構主義

瑞士學者 Piaget 首先提出認知發展(cognitive development)理論，認為學習者會主動運用與生俱來的基本行為模式對環境中的事物做出反應，從中獲取知識，此行為模式稱為基模。當學習者發現新現象時，既有基模便會主動產生同化或調適，以解釋新現象(張靜馨，民 84)。也只有當學習者對原有概念不滿意，發現需用新概念才可以解釋新現象時，才會有調適（改變自己的想法，以迎合新知識）的情況產生。因此個人建構主義強調：知識是個人以其經驗主動建構出來的，與外在的的本體現實無直接關係。故教學的過程中，教師不可能將任何知識教給學生，就算學生在過程中有所改變，也是學生以其個人經驗將老師講授的內容建構出來的。

相對於 Piaget 把認知發展視為學習者本身自然的成長，蘇聯心理學家 Vygotsky 則特別強調除了個人建構外，社會文化亦是影響認知發展的重要因素。所以改善學習者的社會環境，適時施以教育，有助於認知發展。Vygotsky 的認知理論中提出，學習者自己本身所能達到的水平與經別人協助後所可能達到的水平有一段差距，這段差距稱為可能發展區，也就是學生在老師、同儕、社會的協助下將可建構出更高的知識(張春興，民 85)。而後來的研究也發現，有些概念個人是很難建構意義，而需要經過團體的討論才能建構起來(江武雄，84 年)。因此社會建構主義主張：知識是個人在社會文化的環境之下建構的，所建構的知識雖然相當主觀但並不是隨意建構，而是需要與他人磋商、和解加以調整的(張靜馨，民 84)。

建構主義經過多年來的發展，已變成相當複雜且具有多種意義的理論，現代建構主義的三個基本原理是(張靜馨，民 84)：

- 1.知識是認知個體主動建構的，不是被動的接受或吸收。
- 2.認知功能在適應，是用來組織經驗的世界，不是用來發現本體的現實。
- 3.知識是個人與別人經由磋商與和解的社會建構。

也就是說，學習知識需學生主動去建構，而非被動吸收，教學時應了解學生已有的認知結構，並提供適當的學習活動來幫助學生互相磋商以建構知識。Krajcik et al. (1999) 認為一個符合社會建構的教學模式應包含以下六個特徵：

(一) 學生主動參與在現象當中

學生藉由主動參與在現象當中來建構對於科學的了解，所謂主動的參與代表：學生會對發生現象提出問題並精鍊這個問題，然後對於此現象作出預測及解釋，並記住他們和具體物質間的作用過程 (Krajcik et al., 1999)。

爲了讓學生主動地參與，教師應該讓學生能自由的提出問題，並藉由和其他同學的對話去精鍊問題、預測並解釋現象。這樣的認知活動可以幫助學生產生概念的連結及深層的了解 (Brooks, & Brooks, 1993)。而當學生越主動參與學習，所學的東西越具體時，學生能記的部份也越多 (Bruner, 1977)。

(二) 使用並應用知識

爲了發展對概念整體的理解，學生必須使用並應用知識。而要讓學生使用並應用知識有幾個策略 (Krajcik et al., 1999)：

- (1) 教師須了解學生的先備知識，再引導他們用新的方式思考。
- (2) 使用多樣化的資源 (如書本、期刊、科學儀器、電腦等)，加強學生對於知識的理解。
- (3) 讓學生計劃並進行研究，這個過程可讓學生使用並應用他們所學的知識。
- (4) 讓學生將概念與技能應用在新的情境中，這個過程可讓學生更詳細的瞭解其

認知並將新的、舊的想法建立連結，這將有助於發展出更完整的概念理解。

(5) 給予學生反思的時間，包括思考其他的問題、可能的假設、考慮不同的答案、可採取的步驟等。

(6) 讓學生以行動去改善其生活的世界：這個概念符合STS教學模式的重點，讓學生瞭解科學、科技、社會間的關係，且學生會對可以改善周遭環境的知識特別感興趣（Barnes, Shaw, & Spector, 1989）。

(三) 多元化的呈現：

建構主義主張學習應該包含多種的呈現方式以幫助概念的整合，多元化的呈現應包含（1）教師使用多樣化的評量技巧：在專題式學習的過程中，學生採行的步驟、方法與使用的資料均由學生自行決定，因此評量應由多方面進行，如觀察學生在每個步驟中所展現的能力，或評鑑學生最後完成的作品，或檢核學生合作學習的過程（鄒慧英，民89）。（2）學生創造並修改其成品來呈現其了解。學生在除了製作成品以建構自己的理解外，還需向其他人解釋成品的意義，並讓其他人進行批判與建議，讓學生有更多機會去做反思、修改成品，進而更豐富其知識。

(四) 利用學習社群：

社會建構主義強調語言與社會互動，一些研究也證明學生交談可以促進科學學習(Howe,Rodgers, & Tolmie,1990，引自陳運正，民90)，這些研究皆主張學生交談、協商的過程，可以提供建構新的理解方式的機會，將想法和理解整合起來。而學習社群有以下五個功能（Krajcik et al., 1999）：（1）學生使用語言表達知識：當學生能談論、分享他們的想法時，他們會學的更好（2）學生表達、辯論與分析自己有興趣的想法、概念和理論（3）學生辯論證據的可行性：各組學生辯論他們找到的證據是否真的為現象的主因（4）讓學習處在社會情境中（5）能力較強的學生幫助其它能力較差的學生學習。

(五) 真實的課題：

建構主義同時也強調學生的學習必須藉由他們看到的且真實的問題（Brown, Collins, & Duguid, 1989）。因為要學生整合其知識，就必須讓他們將知識與真實的情境作連結，而深層的學習也只有當課題是真實的時候才會發生。因此課程要注意以下幾點（Krajcik et al., 1999）：（1）引導問題需能將真實的問題帶入教室內（2）教學中的主題或是問題必須是與學生相關的（3）學習需與學校之外的生活相連結（4）科學概念是為了解答引導問題才出現的。

二、課程統整

分科教學不僅容易使學生習得瑣碎、互不關聯的的知識，甚至可能出現疊床架屋的課程內容。因此，支持課程統整的學者認為應進行課程統整以解決此問題，並振興學校教育（黃明信，民91）。國內九年一貫的課程設計，也從原本分立的學科改為七大學習領域，並強調學習領域的實施應以「課程統整」與「協同教學」為原則（王昭文，民92）。課程統整的基本理念是打破學科間的界限，將相關的知識、經驗以有系統的方式組織在一起，讓學生不僅可以學得統整的知識，同時能更容易將所學應用在日常生活中。

歸納Bean（1996）、蘇育任（民89）的看法，統整課程的特徵應包含：（1）統整課程是以真實世界中具有意義的問題和議題為中心所組成的，這些議題在真實世界中對個人或社會而言是重要的（2）以適合主題脈絡的知識為中心，結合相關的學習經驗，來設計課程，不考慮學科的界線（3）知識的發展和使用是要研究當前的問題，而非準備考試或測驗（4）課程強調能真正應用知識的內容和活動，使學生能將知識融入意義架構中（5）學生實際參與課程設計，自己建構關心的問題。

課程統整強調以真實世界的議題為中心，同時整合多個科目的知識進行教學，為達到此目的，進行主題式協同教學是有其必要性的。所謂的協同教學通常是指由兩個或兩個以上的教師，與若干助理人員組成一個教學團隊，共同計畫、合作、行動和研究，來完成某一個單元或領域的教學活動（張清濱，民88）。進行協同教學的優點包括：（1）教學專長互補，提升專業知能：每個教師在教學上都有彼此擅長的部分，透過協同教學可以互補不足，使所有教師皆可在教學中發揮所長，讓學生的學習活動更順暢。此外，觀摩其他教師的教學技巧，可以減少個人在教學上的盲點，提升專業知能。（2）分工合作，教學彈性大：協同教學強調依個人能力分配工作的觀念，使教學方式和風格更有彈性化。（3）協同教學可適時的變化，以因應學生多元化的學習需求。（王昭文，民92）

而協同教學的模式不只一種，其模式可分為：單科協同（同一科目的教師之間的協同）、科際協同（兩科之間的協同）、多科協同（三科或以上的協同）、循環式協同（由幾位專長不同教師輪流授課，譬如體育課依教師專長輪流授課）、主題式協同（針對某一主題進行統整、合科教學）（張清濱，民88）。其中主題式協同便是以主題為中心，多科教師共同規劃課程，以求符合課程統整的精神。

至於課程統整的發展步驟方面，Reisberg（1998）與Shoemaker & Lewin（1993）都曾針對統整主題式教學單元提出數項規劃步驟，歸納整理如下：

1. 確認主題、教學的焦點、支持該主題的基礎及預期學生學習結果。
2. 列舉並分析對該題目/主題的想法。
3. 確認主題所包含的學科和項目，及每個項目希望培養的技能及知識。
4. 根據希望培養的技能及知識，設計適當的教學策略、課程與學習活動。
5. 確認並蒐集所需的資料、材料。
6. 撰寫一份有組織的計畫書。

第二節 專題式學習之課程設計

本節分爲兩部分，分別討論「專題式學習之設計原則」、「專題式學習之實施模式」，以做爲研究計畫中課程設計之參考。

壹、專題式學習之設計原則

目前國內外已有許多學者提出專題式學習的設計原則，例如Steinberg(1998)；Lin, Hmelo, Kinzer, Secules (1999)；江火明(民87)等學者都曾提出專題式學習的設計要素。徐新逸(民90)統整以上學者的看法，認爲網路專題式學習之設計要素應包含：(1)具有教學目標的內容(2)真實且高複雜度的任務(3)提供學生較長期的專題研究的時程(4)合作機會(5)反省思考的學習歷程(6)學生爲中心的學習方式(7)跨學科學習(8)多媒體技術的應用。

這與SRI International (2000) 發展的網路專題式學習計畫「The Challenge 2000 Multimedia Project」，所提出的專題式學習之課程設計原則非常相似，其課程設計之七項原則爲：

1. 課程內容：專題式學習的課程設計需有一定的標準，包含清楚的學習目標，並可由學習過程與成品來展現學生的學習成果。
2. 利用多媒體：把多媒體當成是專題研究中用來計劃、研究、發表結果的一種工具，提供學生有效使用科技的機會。雖然科技很容易成爲專題研究中的焦點，但不要忘记多媒體真正的目的是用來整合課程的內容和協助專題。
3. 學生主導：課程設計需給學生自由選擇的空間，學生可以自由選擇主題、設計架構、研究範圍，也可自行決定研究的設計、研究方法、發表方式。教師的工作則爲提供適當的引導和回饋以幫助學生思考、修正想法。

4. 合作學習：專題式學習應強調學生和團體成員、教師之間的合作學習，讓學生與教師提供彼此想法與回饋，並給予學生學習合作技巧的機會。
5. 與真實世界相關：專題式學習的主題最好與學生的實際生活有關，而使用網際網路或與社會中的人們合作，將有助於與真實世界相連結。
6. 花費長時間進行：需提供較長的時間讓學生在學習時計畫、修正結果和思考。雖然研究時間和研究範圍可能會有所不同，但都必需包含足夠的時間和資源去支援有意義的活動和學習。
7. 多元的評量方式：有鑒於專題式學習的創新學習方式，我們也需要用創新的方式來評量學生的學習成果。評量時須考慮學習的過程，使用多樣化且多次的評量，例如：教師評量、同儕互評、自我評鑑等等。讓學生共同參與評量的過程，而不是像傳統的評量，成績只由老師來決定。

貳、專題式學習之實施模式

專題式學習在國外已經受到相當的重視，故有許多學者探討專題式學習的理論並建立專題式的教學模式，以下介紹部分較詳細的教學模式。

(一) SRI International (2000)的「The Challenge 2000 Multimedia Project」所建議之發展及實施程序可分為六個步驟：

1. **決定主題**：確認專題的課程內容、可能的限制、需使用的器材、研究範圍等等，並再次確定專題式學習和多媒體使用的主要目標。
2. **規劃時程**：決定專題學習進行的時間，為確定目標可在時間內完成，寫下每個階段預定達到的目標及檢查日期。在進行研究時，保留一些彈性讓活動時間可延長或縮短。

3.設計活動：選擇、修改或借用其他設計好的活動，規劃成適合自己使用的教學活動並決定何時進行。

4.設計評量方式：重新檢查評量的目標，決定要使用哪些評量方式，並把評量時間排入活動時間中。

5.開始進行專題研究：跟學生討論專題的學習目標，保持良好的溝通，學生可彈性選擇相關的主題進行研究，提供時間讓學生進行合作學習，教師觀察情況適時給予指導。

6.成果發表與回饋：要求學生將學習成果用多媒體製作成簡報，與其他小組分享研究結果的重要內容，各小組進行討論並寫下意見，作為下次進行專題式學習的改進參考。

(二) 此外亦有許多國外學者提出專題式課程的實施模式，如 Thomas (2000) 認為專題式課程的實施應有：開始 (getting started)、內容 (content)、引導問題 (driving questions)、構成要素 (components)、策略 (strategies)、評量 (assessment) 六個部分。Moursund (1999) 也提出專題式教學模式應包含：開始、專題計畫團隊活動的設定、專題的實施、學生自我評鑑、老師評鑑。國內學者徐新逸整合以上學者說法，提出了網路專題式學習實施模式 PIPER(吹奏者)模式，將實施流程分為「準備(P)-實施(I)-發表(P)-評鑑(E)-修正(R)」五個階段。詳細的任務、工作流程、說明如下圖 2-2-2 所示 (徐新逸，民 90)：

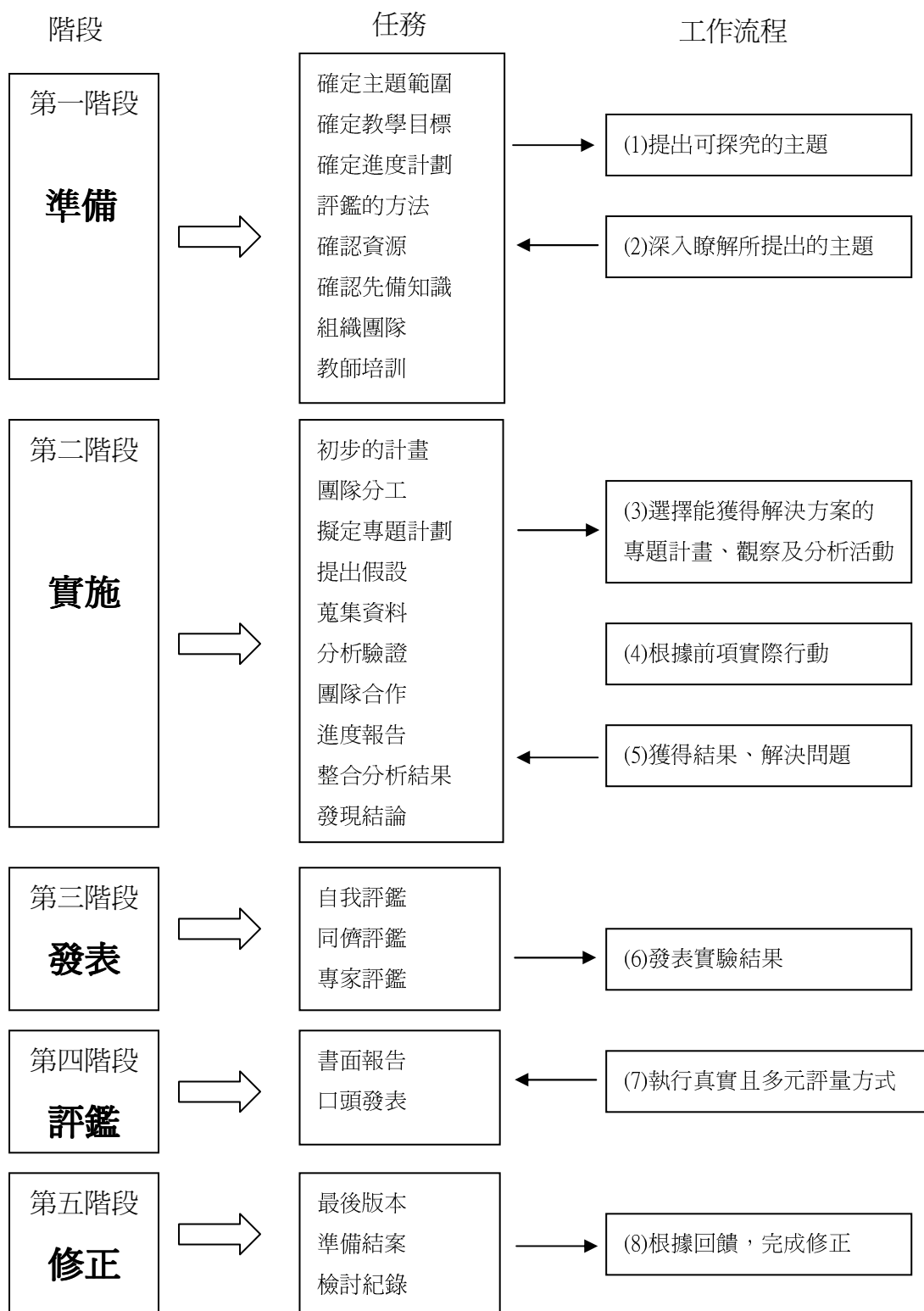


圖 2-2-2 網路專題式學習模式「PIPER」流程圖
(徐新逸，民 90)

(三) Krajcik et al. (1999) 在「Teaching children science: A project-based approach」一書中，詳細的將學生探究的步驟分成十項，並指出進行這些步驟時應注意的重點，以及教師可以如何提供學生協助。值得注意的是，這些探究步驟雖然是以十點列出，但就如同第一節專題式學習的特色中所提到的，這些步驟並不是線性，而是一個有交互作用的探究網。各項目簡述如下（以下十點主要整理自該書第四章）：

1. 釐清 (messing about)

釐清的過程，包括了探索、讓學生先初步觀察及閱讀與主題有關的初步資料。教師們可以利用多樣性的題材來進行這個步驟，例如讓學生們觀察生活中一些有趣的自然現象，像是觀察學校的池塘或附近溪流的生態。或讓學生組裝、拆解或玩一些器具、器材。或讓學生閱讀一些有趣的相關文章。本步驟的目的在於讓學生觀察到生活中有趣的現象，以引起學生的學習科學的動機。而教師的角色是要幫學生發覺觀察的焦點並輔助學生做更詳細的描述，以期能讓學生針對現象提出適當的問題。

2. 提出問題並精鍊問題 (Asking and Refining Questions)

在做完初步觀察後學生必須根據所接觸與觀察到的現象提出問題，通常學生在觀察時便會開始提出問題。將提出的問題再做進一步的觀察並綜合資訊的過程，便是在精鍊問題。因此觀察與提問應該是一個反覆的過程。

而教師的角色便是幫學生提問、選擇問題並把問題發展至引導問題。要幫助學生發展引導問題時，教師可以先提供一些思考問題讓學生思考，如圖2-2-3所示

(Krajcik et al.,1999)：

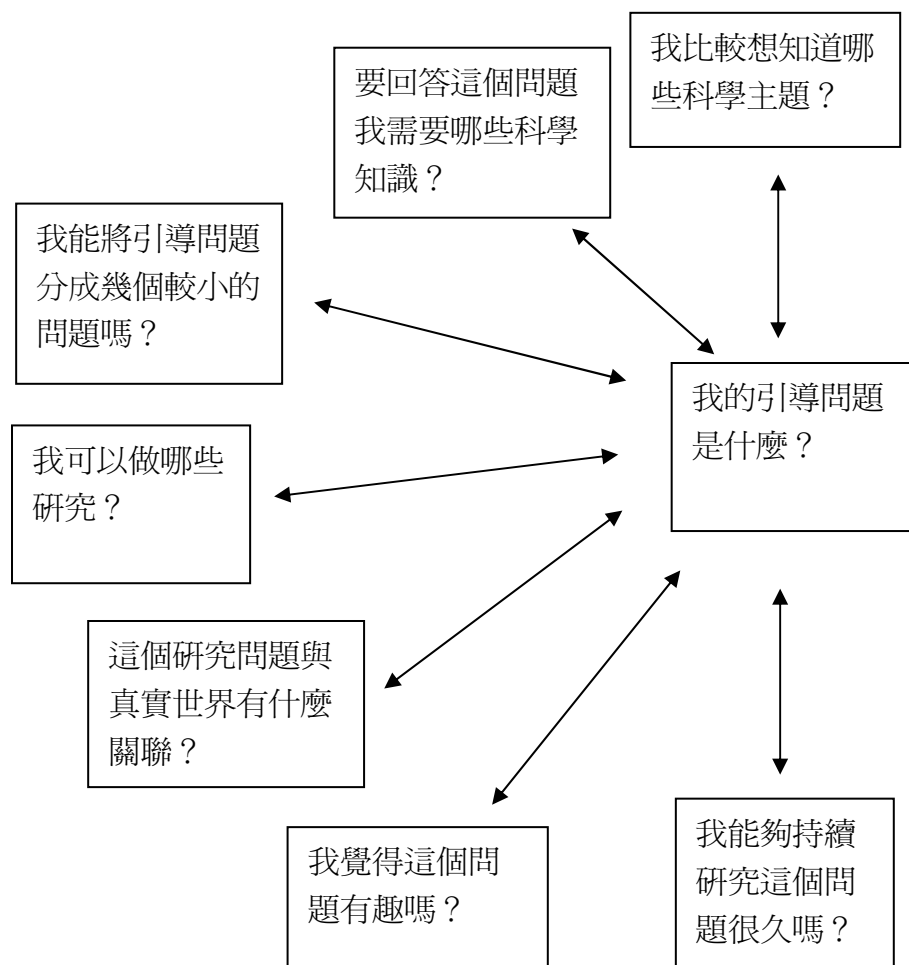


圖 2-2-3 幫助學生發展引導問題之提示 (Krajcik et al., 1999)

學生提出的問題通常可分成三種類型：(1) 描述性問題 (2) 關係性問題 (3) 因果性問題。介紹如表2-2-3所示：

表 2-2-3 問題類型表 (Krajcik et al., 1999)

問題類型	描述性問題	關係性問題	因果性問題
特性	可以讓學生發現一些現象的特徵	可以讓學生發現兩個不同性質之間的比較	探討一個變因和其他變因間的關係
回答問題的方式	只要透過觀察便可以回答出這些問題	必須設計實驗去比較各性質，學生需收集、分析數據以及做出結論	必須控制一個變因去觀察其他應變變因的結果，並依此操作實驗、分析數據來解決問題。
範例	1. 哪些物質會溶解在水中？ 2. 我們的心跳數為多少？	1. 在水中糖與鹽何者溶解的較快？ 2. 男生與女生何者心跳數較快？	1. 水溫是否影響糖溶解的速率？ 2. 當人處在噪音下其心跳數是否增加？

Krajcik et al. (1999)並發現，通常國小低年級的學童會提出較多的描述性的問題，高年級的學生會轉向較多的相關性問題，高年級及中學的學生會提出到較多的因果性問題，但這並不代表低年級無法形成因果性問題，或是中學生一定會形成因果性問題。因此教師可明確的列出所有問題的類型，並幫助學生提升問題的層次。此外學生可能會提出一些資料性問題，也就是沒辦法由實驗得知但可以由書本或網路上找到答案的問題。這些問題不能當作專題式學習的引導問題，但教師可以將這些問題當作研究的一部份，讓學生建構相關的背景知識。

3. 假設 (Hypothesizing)

假設是把問題描述成可測試的形式，也就是確認學生可以藉由實驗驗證假設是否正確。此部分可讓學生分組討論彼此所提出的假設是否適當，並根據此做出最後的小組假設。

4. 進行預測 (Making Predictions)

預測是指學生根據其經驗、知識及對於現象間的觀察，判斷最可能發生的結果。做預測可以幫助學生統整其先備知識。此步驟可先讓各組學生進行預測，再讓各組彼此討論贊成或反對預測的理由，並根據此做出最後的小組預測。

5. 尋找資料 (Finding information)

尋找資料是研究中不可缺少的一部份，學生經由尋找資料習得背景知識以建立一個成功的研究。學生可以透過多種管道尋找到其所需的資料，例如由雜誌、報紙、訪談、電視、書本、百科全書、網路等。在這個步驟中，教師需要協助學生培養搜尋相關資料的能力，學生可能需要的幫助包括：

- (1)學習如何搜尋不同的資源，例如如何用網路及圖書館來尋找資料。
- (2)判斷哪些資源可用來尋找哪些資訊。
- (3)如何過濾所蒐集之資料並作摘要。
- (4)學習判斷資訊是否是可信的。

6.計畫並設計實驗 (Planning and designing)

計畫是指讓學生安排如何分工進行研究，像是誰要作哪些測量等。而設計是指考慮實驗的結構，比如我們要收集哪些資料。在計畫的部分，教師可以利用what(需要做什麼?)、who(誰負責進行?)、how(如何完成?)、when(何時完成?)等問題來幫助學生建立計畫表。而在設計實驗的部分，應培養學生以下幾項能力：

- (1) 寫下明確的步驟程序
- (2) 確認會影響的變因
- (3) 確認操作變因
- (4) 讓控制變因固定不變

教師可以在課堂中提出一些好的、不好的計畫讓學生學習評論，並利用學生分組互相指出計畫的優缺點以供改進。此外，在學生進行探究時可能會有新的想法出現，教師應建議學生把這些想法記錄下來，以修正目前及未來的探究。

7.執行程序 (Carrying out the procedures)

學生收集所需的器材後，依照之前所設計的步驟開始進行研究，並針對質的(細節描述)、量的(數值或數量的紀錄)兩部分進行觀察。

8. 理解資料(Making sense of data)

讓學生透過分析、解釋瞭解資料中的知識，這可能是整個研究過程中最困難的部分 (Krajcik, et al., 1998)。此部分可以讓學生將數據轉換成用表格、圖形或統計的方式呈現，這將有助於學生理解數據。此外也可以建議學生建立一些模型或模式來協助他們描述、解釋現象，比如建立河流變化模型來幫助理解河流與其周圍陸地隨時間變化的情形。

9. 與他人分享(Sharing with others)

在進行研究的過程中，學生應分享計畫並互相批判以獲得回饋，回饋通常有助於修正研究、發現新問題。而在研究結束之後，學生可以透過報告、影片、電子郵件等各種方式，公開展現其專題研究的成果。

10. 進行下一回合的探究(Moving into the next round of inves)

學生在探究過程中會不斷的產生新的問題，因此在解決最初的引導問題後，學生可能會找到其他很想去研究的問題，並繼續進行下一回合的探究。

以上介紹了專題式學習的進行模式，而蕭英勵（民92）同時提醒教師們：在指導學生進行研究的過程中，若學生尚未熟悉科學研究活動，則教師需提供較多相關的研究議題與知識給學生參考，並針對學生有興趣的議題提供研究方向與建議。而當學生慢慢熟悉如何進行研究後，教師就應當適時地將研究主導權交還學生，讓學生能自我評估與反省研究活動流程的進行。也就是教師應由引導者的角色慢慢變為輔導者的角色，將主導權回歸給學生。讓學生如同科學家一般，去探究心中覺得重要的問題，培養學生主動學習知識、進行科學研究的方法。

第三節 網路輔助學習

文獻指出網路輔助學習不但有助於學生知識發展、專題式學習的進行，更有助於老師了解學生學習進度。故本研究中利用師大物理系黃福坤教授所建構之「科學園」網站，做為線上課程系統，讓學生便於取得課程相關資料、分享討論，並藉此瞭解學生的學習狀況。以下將分為「我國資訊教育政策與運用網路教學的優點」、「網路輔助團體學習」兩部分，探討應用網路與討論區的相關文獻。

壹、我國資訊教育政策與運用網路教學的優點

利用科技輔助學習讓學習更有效，一直是教育界努力的目標，而隨著科技的進步，網路也成為新時代中學校教育的主要輔助工具。透過網際網路的便利性，不論處在何處的學生都可得到一樣良好的學習環境，尤其對於文化刺激較少的鄉下學生更有幫助，想獲得什麼資料可以直接在網路上查詢，不必受限於地區文化建設的不足，真正做到教育的普及性(唐寬恩，民89)。所以網路教學已成為各國重要推行的目標。

在國內，教育部 90 年規劃了「中小學資訊教育總藍圖」總綱，預計讓中小學「師師用電腦，處處上網路」，並要求教師能運用資訊科技融入教學，讓應用資訊科技的教學活動佔總教學活動時間的 20%，更要求將教材全面上網，豐富各學習領域之教學資源（陳錕隆，民 91）。而九年一貫課程將國中電腦必修課程取消，不再另行安排電腦課，而是將資訊教育融合在各科學習領域當中，這也就意味著各科教師應充分運用電腦與網路資源於教學上，以增進其教學成效(唐寬恩，民 89)。

除了便於傳遞資訊、豐富教學資源外，應用網際網路也可提升學生的思考能力，例如讓學生使用網路來搜尋資料，學生至少要思考：(1)要使用哪些關鍵字來搜

尋；若由分類整理的網頁尋找則需思考所需資料之類別(2)判斷找到的資料中哪些是有用的(3)如何將可用的資訊整理成自己所需的結果。這樣的過程中學生必須對資料做蒐集、分析、統整，對其思考能力有很大的幫助(Gerber, & Shuell, 1998)。此外 Relan & Gillani(1997)；Kearsley(2000)也認為線上學習能以多樣的呈現方式提供豐富的資源，連結學生的生活經驗，並作為學生合作溝通、分享知識的媒介，刺激學生的後設認知，充分達到以學生為中心，和無邊界的學習等優點(引自謝佩宜，民92)。

貳、網路輔助團體學習

由 Relan & Gillani(1997)；Kearsley(2000)對網路學習的描述，我們可發現網路除了提供豐富的資源外，亦可作為學生合作學習的工具。陳文進(民 90)便認為，網路教學的環境建置重點，除了線上教材的編製之外，互動機制的建立與妥善之運用亦為遠距教學的重要關鍵。畢竟許多學者研究均肯定團體式的學習有助於學生的學習(陳幹忠與王豐勝，民 91；儲慧平，民 92)。Chang, Sheu, & Chan(2003)將團體學習分成遠距學習(distance learning)、面對面學習(face-to-face learning)兩種，其中面對面學習能使學習者有較多的互動，而遠距學習則使學習者有更多的學習機會(Bourdeau & Bates, 1996; Davis & Somekh, 1997)。這是因為網路可將學習的時間延伸到非上課時間及非校園環境，使的以群組形式的合作學習有了更開闊、有更長時間合作、合作方式更有彈性。即使離開校園，在沒有老師督導的時段，學生依然可以在網路上與共同合作的夥伴進行意見的溝通與聯繫(陳幹忠與王豐勝，民 91)。

Guan, Tsai, Hwang(2003)提到：電腦通訊比如電子郵件、電腦討論區、BBS (bulletin board systems)等系統，已經變成現代人不可缺少的溝通方式了，老師、學生也可以利用這些系統來互相溝通；而不用懷疑的，討論是促進學生深入學習最重要的方法

之一，可以幫助學生發展認知與能力，比如解決問題、知識結構、批判性思考(Littleton & Hakkinen, 1999; Blumenfeld et al., 1996)。但學生往往沒辦法在課堂上有充分的時間討論，因此線上討論也就開始被提倡，甚至成爲課程中重要的一部分。討論區及留言板只要適度的引導及設定討論主題，就可讓學生利用課餘時間，進行輔助學習及更深層的學習(陳錕隆，民 91)，而且實際上國外已經有很多學生提供了證據指出線上討論確實是可以幫助學習的(Warschauer, 1997; Dehler, & Parras-Hernandez, 1998; Thomas, 2002；引自 Guan, Tsai, Hwang, 2003)。

在國內也已經有許多研究發現，討論區是可以幫助學習的，例如：蔡秉恆(民 93)的研究中發現網路合作的情形會影響學生的學習成就，小組成員之間的溝通互動越熱絡，整組的學習成就也就提升的越高。且學生也表示在線上討論的環境下，可以盡情的表達自己的看法，且在討論的過程中科學概念獲得澄清，對學習有相當大的幫助。謝佩宜(民 92)的研究也發現，網路討論區有助於學生之數學解題思考，大多數的學生均認爲網路討論區，可以提升他們的數學解題能力，且教師也認爲學生的解題思考有明顯的提升。因爲在分享解題的活動中，學生爲了寫清楚自己的想法，必須對題目有深入的了解，因此在撰寫的過程中，學生可以更了解自己的想法並加以澄清，可以提升數學解題能力；而觀摩同學的解題紀錄，可以讓學生得到更多的啓發，並增進學習效果。

廖桂菁(民 90)提出，透過網路學習者可隨時與其他參與者進行討論、協商，或與眾人分享學習經驗及成果，藉由網路社群中的群體互動提高學習的思考層次，並促進個體在社會的參與與認同感。由此可知，在網路互動的模式中，學習不再只是個人的歷程，而是與社會互動的過程。而學習者透過網路產生的社會互動情形與傳統面對面合作學習方式有極大差異，例如陳幹忠與王豐勝(2002)的研究中就發現，學生在網路上合作組織主題內容的過程中，呈現出遠優於以往的「生動」、「自信」、「愉悅」，絕大多數的同學肯定這樣的方式讓他們更有成就感，平時沉默寡言不擅

長交際的同學，在網路上的合作學習過程中，也逐漸打開社交圈，融入到整個班群之中。

網路環境除幫助學生合作外，也能協助老師了解學生學習進度，老師可隨時觀察討論區的文章內容來督導學生的學習進度，並可即時發現學生對於課業的疑點，進行快速的解答與討論。這些討論的文章對後來學習課程的學生，或教授同一門課程的老師都很有價值，因為學生對於課程發問很可能就是課程中較難懂的部分，以後的學生遇到相同的問題，就可以參考之前討論的內容，老師也可以知道課程的問題多出在哪些主題上，做為以後的參考(沈嘉峻、袁賢銘與曾憲雄，民 87)。

黃明信與徐新逸(民 90)也提到，專題式學習主張利用科技作為認知工具，而網路科技的使用，將使專題式學習更具成效。一些提倡專題式學習的研究者也認為，以資訊科技為輔的專題式學習有助於學生發展多元的專長、增進研究技巧、建立責任感並認真參與、學會各種資訊科技、實施自我及同儕評鑑、建立學習歷程檔案、掌握工作進度(Moursound, 1999；徐新逸，民 90)。

但要學生積極參與網路討論已非易事，要維繫長久且持續不斷的熱忱更是困難(張基成、唐宣蔚，民 90)，因此為鼓勵學生多發表意見，老師可將部份的成績以討論的情形來評分(沈嘉峻、袁賢銘與曾憲雄，民 87)。張基成、唐宣蔚(民 90)的研究便發現，學習記錄與計分機制是激勵成員上網的動力。

雖然討論區有助於學生的學習，但若沒有妥善的管理可能會使的討論區變成聊天室，而喪失其應有的功能(謝佩宜，民 92)。有些研究也發現，部分學生仍缺乏網路合作學習的技能，且同儕間的互動較無法進行引導及深入思考，容易影響合作學習之成效(廖桂菁，民 90)。因此教師的參與及引導，是影響網路學習系統能否發揮實際功效的主要因素(張基成、唐宣蔚，民 90)。而陳曉麗、江火明與陳斐卿(民 88)分析國內一研究計畫中，14 位指導者在學生進行專題研究過程裡所給予的引導之

型態，發現指導者的引導行為與功能大略可分為七種形態：(1) 促進小組合作 (2) 提供/過濾資訊 (3) 引導思考：刺激學生反思，引導加深加廣思考層面。(4) 提供專家經驗：給予提示、建議經驗分享。(5) 宣布：公告或提醒團體事項。(6) 增強：鼓舞學生繼續深入研究。(7) 解答系統問題。七種類型中「提供專家經驗」31%與「引導思考」22%，便佔了全部之一半，代表我國學生對於自發性的探究學習方式還十分陌生，且合作建構知識的過程需大量的思考與推理，容易引起學習者的問題與概念衝突，因此需要指導者的建議與協助。

第四節 行動學習

近年來在政府與民間的推動下，國內網路頻寬與連線品質逐漸提高，費用和限制則逐年降低。在網路蓬勃發展的同時，政府也開始積極的發展台灣的無線網路科技，例如行政院 2003 年所推行的「五年五千億，新十大建設」方案裡，其中第三項「M 台灣計畫」，便是希望能打造一個世界第一的雙網應用服務環境。預計興建 6000 公里的寬頻管道，解決用戶迴路問題，並整合行動上網(Cellular 行動電話網路 GSM/ GPRS/ 3G/ PHS)與無線上網(WLAN 無線區域網路)，形成全國雙網無縫架構。台北市政府資訊中心張俊鴻主任更在 93 年一次行動學習研討會中表示，台北市預計在 94 年底達到無線網路覆蓋率達 90%的目標，只有偏遠山區不包含在內。可見國內無線網路環境已漸趨成熟，不久後台灣必能成爲一個四處都可無線上網的行動城市。

除了政府積極發展無線網路環境外，國內資訊界及學術界也在經濟部推動下，共同成立「全球行動學習產學聯盟」。期望能利用行動學習裝置，如筆記型電腦、平板電腦或PDA (Personal digital assistant, 個人數位助理)等設備，將學校教育和行動學習平台緊密結合，落實知識經濟的發展。並將全力推動「台灣行動學習」科技，建立未來行動學習標準，創造出更大的行動學習環境，使學校的資源更具彈性和可擴充性。可見國內的行動學習環境已開始大步向前邁進，教師們也應當開始主動去了解何謂行動學習，以及行動學習的優缺點與進行方式，以開闊教學方式並跟上時代潮流。

本節將分成四部分，分別介紹「行動學習的特性與種類」，本研究所用的行動設備：「PDA」與「科學探測器」，以及「國內外相關研究」。

壹、行動學習的特性與種類：

雖然電腦一直被視為一種可以有效幫助學生概念理解的學習工具，但受限於學校的資源，電腦教室往往不能讓教師隨時使用，且要帶學生到電腦教室也會浪費很多寶貴的時間。這些原因導致教師使用電腦教學的意願不高，而行動學習正好可以解決這樣的問題(Tatar, Roschelle, Vahey, & Penuel, 2003)。以下將針對行動學習做個初步的介紹。

一、行動學習的定義與特性

21 世紀是一個資訊爆炸的時代，教育相關工作者希望可以讓行動與學習環境結合，提供一個任何時間、任何地點都可以學習的環境。而藉由行動科技與無線傳輸的技術，學生的學習活動不再被限制於教室內，可以自由自在、隨時取得資訊、隨時與人溝通、隨地進行學習。這種使用行動科技和無線通訊來進行數位學習的學習型態，就稱為行動學習(mobile-learning)(Hoppe, Joiner, Milrad & Sharples, 2003)。行動學習的環境，比起傳統教學能讓學生學到更多，也能幫助老師建立更多新的學習活動或教學模式(Chang, Sheu & Chan, 2003)。

高台茜(民 91)認為行動科技與無線通訊技術，有助於達成「學習需求的迫切性」、「知識取得的主動性」、「學習場域的機動性」、「學習過程的互動性」、「教學活動的情境化」及「教學內容的整合性」。例如使用行動科技可以讓學生實際在戶外賞鳥並學習認識鳥類（教學活動的情境化、學習場域的機動性），學習過程中學生看到鳥類必須立即辨別鳥種（學習需求的迫切性），再查閱該鳥類的相關知識，及觀察該鳥類的整個生態環境（知識取得的主動性、教學內容的整合性），並和專家、同儕、及教材進行快速而有效率的互動（學習過程的互動性）。使學習得以嵌入於每天的生活與日常的真實情境當中。

二、行動學習之必要要素與課程類別

Chang et al.(2003)認為行動學習有三個必要的要素，包含：

- 1.行動學習的裝置：如 PDA、WebPad, Table Pc, notebook 等輕小、容易攜帶、可以個人操作並有無線傳輸的裝備)。
- 2.溝通設備 (communication infrastructure)：讓學生可以獲得教材或和別人溝通如紅外線傳輸、藍芽、無線網路設備、GPRS 等。
- 3.學習活動模式(learning activity model)。

並認為行動學習可分成以下四種模式：

1. 室內個人 (Mobile Indoor Individual learning)：老師建立一個引導系統讓學生下載與主題相關的檔案，學生的學習環境就像在圖書館或美術館中一樣，可以根據學生的相關知識讓他們作深入的探討或只是瀏覽相關資料，而以多媒體的呈現方式比較能吸引學生的注意，並增進學習效果。
2. 室外個人 (Mobile Outdoor Individual learning)：讓學生利用 PDA,GPS 的電子地圖記下各地點的旅遊相關資訊，比如該地點的歷史、產物、地理特色等，並上傳到資料庫與同學分享，也可以將學生寫的旅遊資訊放在伺服器讓其他同學下載。
3. 室內團體 (Mobile Indoor Group learning)：行動科技的角色在於協助老師瞭解學生的學習狀況，提供輔助教學的工具與資料，統計、分享學生的想法與作品 (需搭配投影機或電子白板)，以提高學習互動。例如吳志宏、馬立山、黃裕煒、朱記民(民 91)所開發的 PDA 課程系統，便提供了以下四項功能：
 - (1)發問與學習狀況查詢：學生可利用 PDA 上傳問題，解決學生不敢發問之困擾，教師亦可在提問後立即統計出全部學生的選項，掌握學生學習狀況。
 - (2)輔助教學工具：教師將複雜的說明圖形下載至學生的 PDA 中，幫助學生學習、紀錄，亦可將上課內容、解說文字編成網頁，讓學生彌補聽課漏失之處。
 - (3)隨堂測驗：測驗後可立即並統計出各題答錯人數，得知學生學習狀況以便講

解，或立即提供答案讓學生自我瞭解，同時也節省印刷、紙張以及免去改考卷、輸入成績等工作。

(4)相關資料查詢：教師可建立課程資料庫，讓學生自行查詢、閱讀講解不週或需要補充的資料，亦可放置搜尋引擎超連結、圖書館電子資料庫超連結等，快速提供大量上課相關資料。

4. 室外團體 (Mobile Outdoor Group learning)：適用有時間性、區域性的學習，例如在公車上解釋公車的目的地、規則，或是在動物園中讓學生分組，並在觀看動物的同時，利用行動設備查詢有關動物的資料、回答問題。

而張國恩、宋曜廷、陳平福與侯惠澤（民 93）等人在分析國外行動學習的相關研究後，則將行動學習課程依科技扮演的角色分成創新教材與輔助傳統教學兩大類，再依使用目的將創新教材分為探索學習、合作學習、一般軟體應用與科技內涵學習四類；輔助傳統教學則分為促進學習成效、取代舊有工具兩類。其分類如圖 2-4-1 所示。

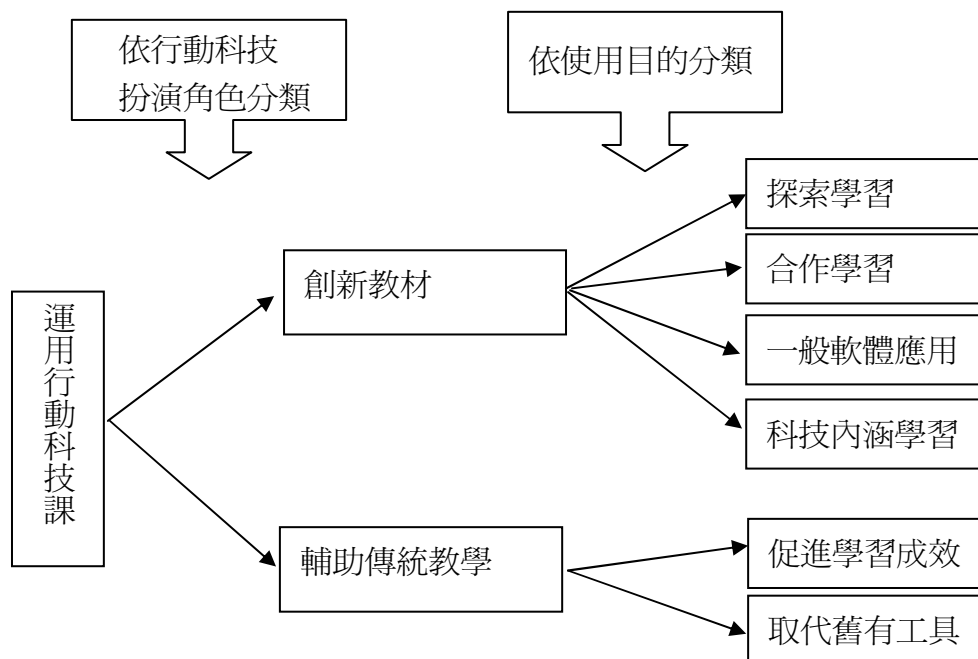


圖 2-4-1 運用行動科技課程分類

各類別簡要說明如下：

創新教材

- 1.探索學習：運用行動設備可攜帶性高的特性進行田野調查等活動，除了運用學習媒體強大計算能力與多媒體資訊能力讓活動更生動活潑外，更可運用各種科學探測器讓原本難以具體化或難以收集的資料變的容易取得，藉由更貼近現實的探究學習來釐清日常生活中的概念。
- 2.合作學習：運用行動設備便於分享、傳輸資料的特性，讓學生分享資料並互相討論以促進合作學習，例如透過設備參與網路會議、網路聊天室。但不是一定要用行動設備進行討論，亦可僅將設備用來當作模擬資料收集、分享的工具，再透過直接討論進行合作學習。
- 3.一般軟體應用：運用行動設備應用軟體豐富的特性，使教師於上課時可以讓每個學生使用各種軟體進行模擬與學習。例如 Sketchy、Geney、Slot Machine、Match-My-Graph、SimCalc/NetCalc 等軟體都可以用來幫助學生學習科學或數學（Tatar et al., 2003；張國恩等人，民 93）。
- 4.科技內涵學習：行動設備可輕易連接其他科技設備如感測器、GPS 定位系統、數位攝影機等，讓學生應用各種科技配備於日常生活中，並學會科技運作原理及其在各行各業的應用狀況。

輔助傳統教學

- 1.促進教學成效：運用數位化的資料有方便儲存與修改的特性，來輔助進行過程中常需修改的教學方式，例如概製作念圖，或協助低成就學生進行寫作訓練，以提高學生學習的效率。
- 2.取代舊有工具：利用電子設備取代傳統紙筆，閱讀或記錄資料。雖然電腦產品有容易修改的優點，但也可能造成學生額外的負擔或不良狀況。此類情節在教育上其實意義不大，但仍出現在許多計畫中，值的作為日後設計課程之借鏡。

本研究的教學重點在於應用 PDA 與科學探測器，讓學生進行專題研究，因此屬於探索學習一類。

貳、PDA(Personal Digital Assistant)

隨著電腦科技的進步，PDA的功能日趨多元化，由外觀與功能來看已可稱為掌上型電腦。再加上可隨身攜帶的優點與無線網路技術的發展，使其成為繼個人電腦後最具潛力的產品，也受到許多學者的肯定。

綜合趙育玄(民90);吳志宏等人(民91);陳瑞佐(民92);Neal(2002);Tatar et al.(2003)等人的看法，研究者認為 PDA 有以下優點：

1. 體積小、重量輕：可讓學生隨身攜帶、隨時使用，尤其對於師生從事戶外教學或實作有相當大的幫助，若做為電子書包使用更可減輕學生的負擔。
2. 價格便宜：目前一般的 PDA 價格約為 1 萬元，功能較簡單的甚至只要五六千元，不但比筆記型電腦、平板電腦便宜許多，也比學校六學期的教科書費還要便宜。
3. 資料數位化：不但容易攜帶、搜尋、整理，更有助於分享流通。
4. 應用性廣：PDA 本身可以提供書寫、畫圖、通訊錄、行事曆、數位相機等多種方式記錄資料，且容易儲存、查閱、修改。而利用網路更可取得許多協助教學的軟體，例如：發展概念圖、動畫設計、模擬等，且在教育上的軟體大都是免費的。也可以隨著不同領域與教學需求來擴充硬體，例如：無線上網、GPS 衛星導航、打電話、各種科學探測器等。許多設備也都可以與 PDA 結合，例如投影機、印表機、電視等，可以有相當多的應用。
5. 系統穩定效率高：電腦雖然功能強大但作業系統較不穩定，且過長的開機時間也降低了課程進行的效率。相較之下 PDA 較無病毒且應用軟體穩定，開機、開啓應用程式也幾乎不需等待時間，更適合於課堂上使用。
6. 無線傳輸：可以利用紅外線、網路或結合手機進行無線傳輸。有助於學生分享彼此的資料，下載或上傳他們的作業、老師的通知，並可隨時更新不同的新資訊，獲得各類新的知識。

7. 提供學生主動學習的管道：學生可以利用 PDA 自行設計學習進度，主動學習各類知識並培養創造、分析、轉化資訊的能力，養成隨時學習、主動求知的習慣，以適應未來科技社會。

雖然PDA目前還有螢幕太小、電力不足等缺點，但仍無法掩蓋它在科技教育上的優點，因此PDA在教育上的應用也備受重視。國外PDA的大廠商：Palm與Microsoft都成立教育部門，開發PDA教育軟體，並與SRI（Stanford Research Institute）、康科特協會（The Concord Consortium）等機構合作發展教育研究計畫。此外更有許多研究計畫，期望能擴展PDA在教育上的功能，並瞭解PDA在教育上的影響。例如：

一、PEP(<http://www.palmgrants.sri.com/>)：

PEP(Palm Education Pioneer)由 SRI 成立於 2000 年十月，此計畫由 Palm, Inc.提供 PDA 給參與的師生使用。計畫首先讓美國中小學教師提出一套在教室內使用 Palm PDA 的教學計畫，教師的提案依照 SRI 的標準審查後，挑選出其中 102 份計畫進行。並由 SRI 與教師們共同評鑑這些計畫的成果，希望評鑑出掌上型裝置對教與學的的影響，確定掌上型裝置對學生的好處、缺點、困難，並找出將掌上型裝置成功融入教與學的策略。讓其他的教師、研究者、軟硬體設計者以及決策者瞭解 Palm 電腦在教育上的最佳應用實例。

二、Hi-Ce (<http://www.handheld.hice-dev.org/>；<http://hice.org/index.html>)

Hi-Ce (the Center for Highly Interactive Computing in Education)為美國 National Science Foundation 贊助密西根大學進行的計畫，目的在發掘更好、更有效的運用掌上型設備於教育中的使用方式。該計畫開發出一些適用於 Palm 與 Pocket PC 的應用程式及其教學方法，例如：Sketchy 這個軟體可藉由加入圖片、文字而形成簡單的動畫。可用來讓學生針對課本內容製成動畫，並讓學生互相討論動畫內容，使學生發現哪些是重要的、應該說明的。設計動畫時學生要決定如何呈現物理的現象、因果關係、空間、時間，並將其整合起來，從中瞭解科學(Tatar et al.,2003)。

此外還有一些著名的應用軟體例如：PicoMap（發展概念圖工具）、Fling It（儲存網頁工具）、Free Write（文書處理工具）、COOTIES（傳染病模擬軟體）等。目前因該計畫結束，其研發的軟體已移至 <http://www.goknow.com/> 由 goknow 公司管理並繼續發展更多新的軟體。

三、CILT Handheld Design Awards for Education (<http://www.cilt.org/events/>):

由 CILT (The Center for Innovative Learning Technologies)所舉辦的 Palm 教育軟體競賽。以推廣開發各項適用於教育的評量工具、合作工具、遊戲、科學與數學應用軟體等。例如其中 Geney 這個軟體，便是模擬物種繁衍情形，使用各種基因特徵的生物圖片，讓學生透過溝通合作並應用遺傳學概念，培育出程式所要求培育的特定物種。最後更可將所有學生的資料連結到電腦裡，將物種整理成樹狀圖以供老師做結論（張國恩等人，民 93）。

參、科學探測器

根據 PEP 的研究報告指出，適當的軟體、周邊設備是行動學習課程成功進行的關鍵，幾乎所有的老師都反應，需要有附加的軟硬體才能使掌上型電腦的優點發揮到最大。例如大部分的寫作活動(writing-based activities) 需要使用鍵盤進行，而大部分的科學學習課程（science-based curricula）則需要使用探針進行。

所謂的探針（科學探測器），指的是體積小、方便攜帶、能快速測量出各種科學量值的儀器，例如溫度探測器、pH值探測器、距離探測器、聲音探測器等。目前 ImagiProbe公司 (<http://imagiworks.com/Pages/Products/ImagiProbe.html>)、ProbeSight (<http://probesight.concord.org/>)、PASCO公司 (<http://www.pasco.com/>) 均致力於開發各式探測器。其中PASCO公司更已開發出50幾種的科學探測儀器，這些探測器均可搭配PDA使用，在測量的同時記錄數據並用圖表顯示數據。

之所以會有眾多老師認為科學課程需要有科學探測器進行，是因為運用各種科學探測器進行學習有以下兩個優點：

1. 易於取得各種實驗數據或資料，讓學生的探究活動更貼近現實生活。

科學探測器可以讓原本難以具體化或難以收集的資料變的容易取得，例如火焰溫度、作用力大小、二氧化碳濃度、pH 值隨溫度變化情形等，只要利用科學探測器便可以方便且快速的測量出這些數據並紀錄下來。而且科學探測器體積小、方便攜帶的特性更有助於學生到戶外去進行探測，研究日常生活中的問題。

學生自行提出問題，使用探測器測量資料，然後用可驗證的假說解釋他們變化的原因，並找出問題的答案。這種學習方式與科學專家是一樣的，都是利用儀器分析驗證相關的假說，這種思考批判過程的收穫及對觀念的理解，遠超過傳統的教學方式(Nilsson, 1996；引自趙育玄，民 90)。趙育玄並認為這種方式可以培養學生成為有洞察力的學習者，並使探究科學的能力伴隨他們一生。

2. 簡易快速的測量方式，有助於學生概念的理解

科學探測器簡易快速的測量方式，可以讓學生將心思用在科學概念的理解，而不是形成圖表上。例如使用 pH 試紙測量時，學生的心思往往都花在對照顏色上，但使用探針時學生可以立刻得到數據，並立刻進行分析比較。讓學生將心思放在思考數據的意義與相關問題上，促進更有價值的學習機會(Tatar et al., 2003)。

這種可以立即取得數據，並立即以圖表將數據顯示出來的系統，就是所謂的 microcomputer-based laboratories 簡稱 MBL(Nakhleh, 1994)。現今學校裡的實驗，學生多依照食譜式的實驗過程進行，因而無法獲得像科學家創作科學知識的樂趣。而

MBL 可提供更多主動、獨立，以及令人興奮的科學探索的機會。而且以真實的實驗經驗，更可幫助學生理解自然界的科學解釋(黃台珠等人, 1998/民 91)。

MBL 在科學上的應用，以培養學生解釋圖表能力的功效最為顯著。例如 Mokros, & Tinker(1987)便發現許多學生對於圖的高度、斜率意義混淆不清，而 MBL 對修正有關熱、溫度、光、運動的迷思理解非常有效。並認為這是以下四個因素造成的：(1)MBL 可以多樣的方式呈現數據(2)MBL 可立刻繪出圖形，同時呈現事件與象徵事件的圖形(3)MBL 讓學生可用類似科學家的方法探究現象(4)MBL 可使學生專心於詮釋圖表而非產生圖表。

而 Brassell(1987)更發現在收集數據到數據圖示化約二十秒的延遲，便會減低學生對事件與圖形間的關連以及對距離與速度概念的瞭解。Brassell 並認為這是因為延遲時間會造成學生短期記憶的負擔，會減少短期記憶的訊息，且會妨礙學生將資料、數據轉譯成有意義的形式，建立事件、圖形間的連結，影響其進入長期記憶。

除了有助於培養學生解釋圖表的能力外，亦有研究指出比起傳統實驗，MBL 對運動學、溫度、pH 值的概念理解更有幫助(Thornton, & Sokoloff, 1990; Friedler, Nachmias, & Linn, 1990; Wiser, & Kipman, 1988; Wiser, Grosslight, & Umger, 1989；引自 Nakhleh, 1994)。

目前 ImagiProbe 公司、ProbeSight、PASCO 公司除了開發各式探測器外亦積極設計利用探針的課程與活動。例如 PASCO 公司便針對各個科目(如生物、化學、地球/環境科學、物理)設計了許多課程，讓老師做為教學活動之參考。這些課程不但包括了基本的課程設計，也提供了課程內容相關的補充資料(分成給老師閱讀、給學生閱讀的)、詳細的實驗步驟以及讓學生思考、討論的問題，老師可以依照課程所提供的實驗步驟來讓學生分組進行實驗並討論相關的問題。教師也可以挑選一些主題，讓學生自行去規劃實驗方法，再利用這些探針進行科學探究。

肆、國內外相關研究結果

Vahey, & Crawford (2002)分析了 PEP 計畫中 102 位教師對 PDA 的看法，其中絕大多數的老師對於在教室中使用掌上型電腦持正向的看法。大約 90%的老師認為掌上型電腦是一種有效的教育工具，對學生的學習有正面的影響，而且未來他們會繼續使用掌上型電腦。許多的課程主題、教學活動都發現掌上型電腦有助於提升學習活動，而其中以使用掌上型電腦進行科學學習課程（science-based curricula）與寫作活動(writing-based activities)的教師認為掌上型電腦最有效。

而掌上型電腦對學生主要的優點是增加使用科技的時間、增加學習動機、增加合作和溝通及擁有一個方便攜帶、容易使用的個人化學習工具。說明如下（Vahey, & Crawford, 2002）：

1.增加使用科技的時間、提高對科技的熟練度

PEP 的教師指出，使用掌上型電腦可以讓每個學生都有一台新科技產品可以使用，可以比其他教學方式提供學生更頻繁、密集使用科技的機會，這對幫助學生熟練科技使用是很重要的。亦有教師表示，在戶外進行各種不同的資料收集時，學生可以看著使用手冊去運用掌上型電腦的多樣功能，透過自行學習把這些科技當成工具來使用，這對學生的學習及他在未來的工作上也相當有幫助。而學生透過掌上型電腦收集和分析資料，可以感受到科技如何應用在真實世界中。

2.增加學習動機

可能有許多人會認為，掌上型電腦可以引起學生的學習動機，但當學生習慣使用科技後，學習動機會跟著降低。可是 PEP 的研究報告中卻發現，隨著使用時間的增加，掌上型電腦對學生學習動機的影響也愈來愈大。這對預期當學生對新科技的新鮮感減少，學習動機也應該跟著減弱的人而言，是很意外的發現。教師們分析其原因可能有以下幾點：

1. 學生對於這些新科技可以應用在哪些新方面很感興趣，因此可增加其動機。
2. 使用先進的科技，讓具有科技經驗的學生更興奮，尤其當這些科技使用在有意義的用途上時，會使這些學生更熱中於學習活動。
3. 學生感覺使用這些科技進行活動比使用其他方式更好。
4. 不會有遺失報告、犯錯的情形，即使遺失了，其他學生也能立刻傳輸報告內容。
5. 隨著時間變久，學生會發現用這些儀器來收集資料是很有趣的。

也就是雖然因新鮮感而引起的學習動機會隨時間而降低，但在其他方面的動機上是可以持久，甚至隨時間而增加的。

3.增進合作與溝通

教師發現，掌上型電腦的紅外線傳輸功能，可以有效協助學生在活動中分享、比較資訊或協調工作，並加強小團體的合作學習。學生彼此之間自然的產生合作學習、彼此支援協助和分享資訊。部分教師也指出，透過紅外線傳輸，可以方便快速的將參考文獻傳給學生或收集學生的作品。所以紅外線傳輸是一項好用而且重要的功能。

4.攜帶方便且接受度高的授課工具

掌上型電腦容易攜帶的特性，讓學生更容易接觸數位資訊，使學生可以隨時在需要的時間、地點運用科技。掌上型電腦及其週邊的輔助工具，例如：文字處理軟體、科學探測器、資料分析工具、應用程式、數位照相機，讓學生可以隨時隨地進行學習活動。且所有的資訊可以都存在 PDA 內，容易攜帶、處理，可以井然有序將資訊分類，並快速且容易的使用這些資訊。

5.個人化的學習工具

從意見調查的結果中發現，掌上型電腦讓學生增加自我認識、自我管理，主動使用掌上型電腦學習，並有更多的機會依照自己的學習步調來進行學習。有近半數的教師指出，掌上型電腦可以增加學生完成家庭作業的比例，使學生更有系統的處理作業、筆記或資料，尤其對於低成就的學生更有正面影響。

美國康科特協會也發展出一套試驗課程，讓學生利用探針測量水溫、酸鹼度等水質資料，然後再讓學生用可驗證的假說解釋他們變化的原因，結果有以下發現 (Crawford & Staudt, 1999)：

- 1.學生不再害怕掌上型科技產品，且能夠有效運用科技進行複雜的研究活動。
- 2.學生對於這種問題解決模式的學習活動感到非常喜歡。
- 3.PDA 手眼協調、動態的輸入方式相當適合年紀較輕的學生使用。
- 4.畫圖程式可以讓學生有效的呈現他們富有創造力的想法。
- 5.學生可以解釋呈現出來的圖形並建立圖形與測量活動間的關係。
- 6.設備的輕便讓學生可以調查複雜的環境資料。
- 7.PDA 可以有效的幫助學生思考和組織他們的研究。

此外一些利用行動科技進行創新教學模式的研究也發現，行動學習環境有增加學習的彈性、促進合作學習、提升學習動機等優點(Newhouse, 2004; Roschelle, Penuel, Yarnall, & Tatar, 2004; Wang, Liang, Liu, Ko & Chan, 2001；引自黃福坤、許瑛珺與吳心楷，2004)

在國內的部份，目前國內與行動學習相關的研究大多還著重在各種互動系統、評量系統的開發，但亦有部份研究開始運用行動科技設計創新的課程，並探討行動學習對學生的影響，說明如下：

一、資訊融入校園植物教學之行動研究(莊旭瑋，民91)：

此研究是讓學生實際到校園中觀察植物的特徵，再利用PDA及無線網路連接教師的筆記型電腦，瀏覽教師事先製作的校園植物網站。網站中只提供植物的照片及名稱，學生確認植物名稱後再自行上網搜尋與學習其餘的相關知識，最後彙整資料並製作校園植物網站。結果發現：PDA方便查詢且容易攜的特性能協助戶外教學的進行，並能提高學生學習動機。而整個活動能增加辨認植物及植物知識方面的能力、電腦網路資訊的能力、合作學習的能力、搜集及整理資料的能力。

二、無線科技融入戶外賞鳥之活動(蘇麗華，民92)：

此研究主要是利用教師事先建立在 PDA 中的「戶外行動賞鳥系統」(鳥類資料庫，勾選鳥類特徵後可搜尋出符合這些特徵的鳥類，及其相關資料)、「行動學習單系統」(老師針對所觀看到的鳥種出題，結束之後，學生便可以在 PDA 上作答，並在 Notebook 上顯示學習者的得分狀況)，來輔助學生賞鳥活動，整個活動分為三個階段進行。

階段一、以 PDA 作為精熟學習工具：賞鳥過程完全採用傳統賞鳥的方式，由解說者直接告知所屬鳥種及該鳥種具有之特徵，再讓學習者以 PDA 查詢觀察到的鳥種、填答學習單，作為印證或補救之用。

階段二、以 PDA 作為探索學習工具：賞鳥過程中先讓學習者以望遠鏡觀察，並使用 PDA 查詢所屬鳥種，其間解說者給予引導，等學習者充分探索、討論並填答學習單之後，專家再進行加強與解說。

階段三、以 PDA 作為獨立學習工具：以 PDA 完全取代專家解說的角色，模擬無專家帶領的個人賞鳥情境。

結果發現，學習者隨著能力的增長，可在「科技」輔助下慢慢脫離對「人」(專家)的依賴，漸漸達到自我的獨立學習，成為獨立學習的主動探究者。並發現 PDA 有以下好處：(1)興趣的引發與維持。(2)賞鳥基礎概念的建立。(3)即時獲得回饋。

參與計畫的老師，尤其對學習單的即時回饋部份給予最高的評價，並且看好無線科技融入戶外賞鳥學習情境的作法，認為這是一種趨勢。但也有老師表示「在教學上使用有其困難度存在」，除了設備的考量外，一個老師必須負責的工作繁多，使教師寧可選擇「只是請一個解說員即可做到的教學活動」。

三、參觀植物園之活動(郭展祐，民93)

此研究讓學生至植物園內參觀植物，並讓學生在參觀的過程中，使用PDA回答教師所設計的問題，部分問題還需使用相機功能拍照並上傳。對老師而言：PDA可以讓老師可以在現場立即知道學生測驗的情形，立即做進一步教導，輔助老師教學並作為教學進度的依據。對學生而言：配合闖關式的測驗能提高學生興趣，並從測驗中去學習，而PDA即時呈現測驗結果可使學生了解其觀念是否正確。

四、專題式合作學習在行動學習環境中之研究：以科技教育為例(蕭顯勝，民93)

此研究以「滑翔機製作」為主題，讓學生分組合作製作出可以飛行的滑翔機，並從中瞭解飛機的構造、飛行原理等相關知識，且能運用行動學習工具收集資料與解決問題。學生在收集資料時可以分散在校內各處，並透過無線網路討論與分享資料。再用平板電腦繪製出滑翔機的造型以便修改，並在戶外試飛時將試飛結果輸入行動輔具中，再立即使用行動輔具搜尋資料並改進飛機。結果發現藉由行動科技的互動特性，學生可隨時檢視思考的歷程與意義，網路更可即時整合學生學習過程中的資料；透過合作學習的模式，學生在科技活動上的學習顯現積極主動，在科技學習成果的表現能有顯著的進步。

五、利用科學探測器進行理化實驗之行動研究(馬藝菁，民91；陳瑞佐，民92)

馬藝菁與陳瑞佐兩人均是讓學生使用PDA並搭配科學探測器進行實驗，並探討學生進行實驗的情形，綜合兩人的研究結果有以下結論：

- 1.可增強學生的學習動機：因此學生對於利用PDA進行學習感到新鮮，連帶的也對利用PDA進行理化實驗較感興趣。學生認為藉由PDA與科學探測器學習理化的實驗操作，是新鮮的、有趣的、特別的、追的上時代潮流的。且實際操作後，對科學概念較有具體感。
- 2.可促進學生間的合作與小組討論：由於實驗活動採小組方式進行，學生在實驗過程中能夠將小組討論得到的想法隨時記錄在PDA上，可免去一般手寫記錄的程序。學生也可以分工合作製作實驗表格後，傳給同組的其他同學與其他組的同學，可共享資源，不必重複性的浪費時間，且資料數位化也便於分享討論。
- 3.有利於學生收集、組織實驗數據：PDA配合科學探測器讓學生易於取得準確的實驗數據，並感受到平常無法直接量測的問題。除此之外，學生表示藉由科技產品做實驗很有幫助，不必一直紀錄數據，整理數據。此外PDA的資料處理功能能直接將取得的實驗數據圖表化，省下將實驗數據繪成圖表的步驟，還可將實驗數據轉換到PDA上的統計軟體，方便學生組織實驗數據。
- 4.提昇學生的成就感：除非儀器故障，否則不會測不出數據，且測量過程容易、數據精確，因此學生的成就感大大提升。

由此可見行動科技對學生的學習有相當大的幫助，但使用科技的同時也會造成某些困難與問題，這些問題將在下一節中詳細討論。

第五節 進行專題式學習與行動學習時的困難與問題

本節分為三個部分，分別討論進行專題式學習、行動學習的困難與問題，以及學生進行專題研究與撰寫報告時常見的缺失。

壹、實施專題式學習的困難與問題

雖然專題式學習的優點已受到許多學者的肯定，但實施時仍有部分困難存在，由過去一些相關研究可歸納出主要的困難與挑戰有：

一、教師負擔加重

為協助學生進行專題研究並從中獲得與教材相關的知識，教師除了需花費大量時間準備教材、設計學習活動外，更需積極地充實與專題相關的知識，才能給予學生適當的引導。此外，專題式學習強調讓學生使用科技來輔助學習，因此教師也必須具備足夠的資訊素養才行。若是利用網路協助專題式學習的進行，教師的工作負擔將更為沈重且耗時耗力。張基成與唐宣蔚（民90）便提到，網路課程中教師需製作網路教材、搜尋網路學習資源、發表課程資訊，並需每日上網看學生發表的文章是否適當，回饋學生討論的內容，回答學生的問題，審查學生上傳的檔案等，還需觀看學生的心情留言以瞭解學生上課的感想和反應的意見。可見教師負擔之沈重。

二、不易挑選適當的主題

專題式學習中的引導問題是學習活動的重要關鍵，一個良好的引導問題須同時滿足多個條件，且研究範圍的大小也很難抉擇；若範圍太小，學生可發揮的空間有限，若範圍太大，學生則容易偏離學習主題。部分研究也指出，就教師而言最困難的課題是，如何利用「引導問題」來引導學生學習（Blumenfeld, 1993;Krajcik et al., 1994，引自陳運正，民90）。

三、設備與行政支援不足

進行專題式學習時，可能需要多位不同科目的教師共同規劃、指導，進行時可能也需要充足的電腦教室、實驗室、多項藥品與儀器，但學校往往受限於課程安排、經費的問題無法提供足夠的支援。

四、時間的安排與壓力

安排學生進行研究的時間時需考慮到，若時間太長，學生剛開始研究時容易鬆懈，到後來發現時間不夠時已經來不及挽救了，時間太短的話，往往會有學生無法充分與老師溝通進而影響其學習成效(Polman, 2000)。此外專題式學習需花費較長的時間，但每個科目所分配到的時間是固定的，因此難以涵蓋課程標準中所有教材內容，很可能導致教學進度落後，影響學生升學考試成績（黃菁琴，民90）。因此往往受限於教學進度與升學考試，無法被習慣傳統教學的教師、家長所接受（黃明信與徐新逸，民90）。

五、學習態度

對學生而言，專題研究是一種作業，因此學生在進行研究時較在意能不能完成作業，並著重在用最小的努力完成工作，而不是努力去了解問題、學習科學(Bereiter, 1990；Blumenfeld et al., 1991，引自陳運正，民90)。而學生爲了保證能得到較高的分數，往往會將老師所提出的建議或評論當作是他們的想法、結論，這樣便破壞了進行研究的本意(Polman, 2000)。

此外，專題式學習以社會建構論爲基礎，因此教學過程中教師以引導的方式進行教學，這卻容易使得習慣於講述式教學的學生無法完全瞭解教師傳達的意思，甚至認爲老師缺乏這些必要的知識。且在學生眾多的專題研究中，即使是經驗豐富的教師也必定會出現一些無法預測的情形，而被學生認爲老師缺乏專業知識，進而影響學生的學習態度(Polman, 2000)。

六、評量學習成就較困難

專題式學習以合作學習方式進行，然而每位成員參與程度不同，常會有工作分配不均的情形，因此不能只由小組完成的結果來評量。必須從過程中去了解學生的學習情形，而但是要了解每個學生的學習狀況並不是一件容易的事。且當老師以學生投入研究的時間來當作評分標準時，老師需花費大量的時間在記錄學生的上課狀況，評定的分數也容易造成學生的爭議，使師生關係變差(Polman, 2000)。

貳、學生進行專題研究、撰寫報告時常見的缺失

部分研究曾指出，學生進行專題研究時，較常出現的困難與缺失包含以下幾項：

一、缺乏合作技巧

小組內的成員，在收集資料時往往不會妥善的分配工作，而傾向於由程度好的學生進行實驗，造成其他學生沒有學會進行實驗的方式，並導致時間不足而草草結束研究(Krajcik et al.1998)。Palincsar, Anderson, & David (1993) 也指出在小組討論時學生沒辦法有系統的進行討論，且學生往往會受處理程序上與人與人之間的問題影響，而無法將注意力放在與科學相關的內容上。

另外當小組在發表討論結果時，其他組別的同学通常不會提出批判性的建議，大多只是聆聽，而當他們提出建議時，也多只是粗淺且沒有建設性的(Scardamalia, & Bereiter, 1992；陳運正，民90)。這些情況顯示組員與組員、組與組之間，是很難好好合作的。

二、形成的問題層次偏低

Scardamalia, & Bereiter (1992) 指出學生問題的層次決定於他們的先備知識，因此程度較低的學生通常會形成低層次的問題，而不是可以擴展其理解的問題。此外

學生在選擇問題時，往往依照個人的經驗與喜好來尋找問題，而非根據科學的價值，因此學生往往無法回答為什麼要研究這些問題，或為什麼這些問題是重要的(Krajcik et al.1998)。

三、設計與進行實驗不夠嚴謹

Krajcik et al.(1998)發現，學生能設計測量項目和步驟，但沒有考慮每個測量的意義，無法明確說明這些測量與問題的關係。在進行實驗時，學生可能因為實驗過程太複雜或時間壓力，而無法有系統的收集數據、精確的進行測量。這是因為從事專題研究，除了要有相關的先備知識作為研究的基礎，尚需具備活用知識的能力，如此才能提出假設、預測、可行的方案，進而驗證結果。然而長期處於制式的傳統教學下，學生往往不懂如何將知識應用於實際的情況中，以致於專題研究不易順利進行(黃菁琴，民90)。

此外Krajcik等人也發現，有時學生會因興趣而作了未預計的觀察，並將這些觀察當成研究成果提出，但卻未與引導問題建立關連，或思考其科學意義。

四、未歸納實驗結果提出適當的解釋、建立數據與結論之間的關連

Krajcik et al. (1998)發現，學生呈現數據時，只是列出資料並稍做描述，沒有將數據轉換成容易分析的形式，也就是學生沒辦法有系統的思考、使用他們的數據(Palincsar, Anderson, & David, 1993)。陳運正(民90)也發現學生通常只是描述現象，並未對現象的成因做出推測或解釋。

且在歸納論點時，學生沒有發展符合邏輯的論點去支持他們的主張，而傾向只是列出資料，稍微描述後就下結論。並沒有明確的分析資料、說明哪些數據可得到這些結論，也就是未建立數據與結論間的關連(Palincsar et al., 1993; Germann, & Aram, 1996; Krajcik et al., 1998)。或下結論時不是由全部的數據來推論，只由一部份的數據就做出結論，使其結論忽略了一部份有影響的因素而不正確(Krajcik et al., 1998)。

五、分享時不注重科學知識

最後分享研究成果時，學生報告的內容著重在研究過程、找到的資料與結論，而不是學到的知識與發現的科學解釋。(Krajcik et al., 1998)

在撰寫報告方面，林素雯（民 92）整理相關文獻，就幾個不同項目提出學生進行科學寫作中常出現的缺失，如表 2-5-1 所示：

表 2-5-1 科學寫作中常出現的缺失（林素雯，民 92）

寫作歷程		常出現的缺失
計畫	設定目標	1.審題不仔細，主題模糊 2.查閱的資料不周全
	產生想法	3.欠缺找資料的技巧 4.科學概念或名詞貧乏 5.內容短少
	組織佈局	6.不會統整資料 7.使用的例證支持度不高
知識陳述與轉換		8.只將資料複製成冊 9.文章較少分段 10.缺乏創見
回顧		11.寫作過程中沒有回顧的習慣，不會審查文章前後的結構與意義。

其中在組織佈局、知識陳述與轉換的部分，有些缺失類似進行研究時的缺失，例如不會統整資料、使用的例證支持度不高、只將資料複製成冊缺乏創見，可見這些是學生能力較不足之處。

參、運用行動科技於教學的困難與問題

雖然使用行動科技進行教學有相當多的優點，但是仍有許多的挑戰待克服。Vahey, & Crawford (2002)在 PEP 的研究計畫報告便指出，教師在使用 PDA 教學時，所發現的最主要缺失有：

1.不適當的使用

在 PEP 的研究中有 56% 的教師表示，當在教室中使用掌上型科技產品教學時，曾發現學生不適當的使用行爲。不適當的使用行爲中較常出現的有：上課中玩電腦遊戲、下載不適當的工具和不當的使用紅外線傳輸功能，如：傳遞私人訊息、考試作弊、抄襲他人作業內容。PEP 的研究中許多教師指出，這些獨特的情況在教學剛開始時是很常見的，而且可以使用標準的教室管理常規來處理，但部分教師卻認為需要建立新的常規來預防這些行爲產生。國內黃承丞（民 93）也同樣發現，在上課中坐在較後排的學生會使用行動設備完遊戲或看休閒網站，而沒有專心上課。

2.使用科技的問題

教師們發現許多使用科技上的問題，其中包括：同步、學生作品的收集與檢查、尋找和使用適當的轉體與周邊設備等，其中又以同步的問題最爲嚴重。教師必須耗費大量的心力確定學生有正確、徹底的進行和電腦同步的動作，並且需解決用少數的電腦與大量的掌上型設備同步的問題。此外，部分老師表示在尋找、購買、學習不同的軟體與設備時，遇到相當的困難讓他們感到相當的挫折。國內蘇麗華（民 92）；陳瑞佐(民 92)的研究也指出，在課程進行時往往會有技術上的問題，例如檔案出現亂碼、PDA 無法連線至網路、照片無法傳輸至 PDA、一起使用 PDA 查詢時就會有一些 PDA 當掉，對這些設備不是很熟的老師可能無法解決，需要有專家給予技術上的指導。

3.適用性的問題

雖然掌上型儀器使用非常簡單，但是仍有一些適用性的問題存在。有 40% 的教師表示，學生反應儀器沒有鍵盤，只能使用手寫輸入非常的困難且浪費時間，尤其是要輸入大量的資料時影響更大。也有 30% 的教師表示，學生反映儀器的螢幕太小，尤其在戶外使用時更不容易閱讀。國內莊旭瑋(民 91)；蘇麗華(民 92)的研究也同樣發現 PDA 的螢幕太小，造成學生在閱讀、比對植物或鳥類的照片時會有看不清楚的困擾，尤其是在太陽下情形更嚴重。馬藝菁(民 91)一開始讓學生四人一組進行實驗，但在實驗進行中發現，學生在瀏覽實驗步驟與做實驗記錄時皆必須圍著狹小的 PDA 螢幕進行，因此實驗過程中常見到有兩名學生閒置在一旁無所事事，討論時也多是實際操作實驗的另外兩名學生發表意見。後來改成兩人一組進行實驗，這個情況才獲得改善。

4.儀器的損壞和其他科技上的問題

很多教師在使用掌上型儀器進行教學活動時都碰到許多科技上的問題，例如：儀器損壞(包括螢幕破裂、功能損壞)、電力不足、記憶體不足、無法同步或傳輸等。其中以儀器損壞的問題最為嚴重，有 55%的教師回應有一台以上的儀器損壞。

5.儀器可能遺失或遭竊

有新穎的儀器可供使用，自然會有遺失或遭竊的顧慮存在，尤其是這些攜帶方便的儀器，問題更是嚴重。PEP 研究計畫中絕大多數的教師在計畫開始時，因為擔心儀器會遺失或遭竊，所以實行許多方法來預防，包括：在儀器上加上特殊的標籤並定期檢查、賦予學生保護儀器的責任、不准學生將儀器帶出教室。也許因為教師們的告誡，在課程結束後，只有輸入用的工具筆較常遺失，儀器本身遺失或遭竊的則非常少數。

此外馬藝菁(民 91)；陳瑞佐(民 92)讓學生利用科學探測器進行實驗時也發現，實驗記錄程式的英文介面對大部分的學生來說是項負擔，連帶的影響了實驗進行的流暢性。馬藝菁指出在英文操作介面下，學生在進行實驗時常因為不了解程式選項的含意而遭遇困難，然而學生只要經過較長時間熟悉 PDA 的操作方式與英文的操作介面後，實驗進行的情況便會順利許多。也就是學生需要多點時間慢慢熟悉。陳瑞佐則使用「tsTR 中文化軟體」自行將軟體中文化，但是他也指出要將一套軟體完全中文化實在不是一件簡單的工程。而儀器英文的使用說明對教師來說實在也是一種困擾。