

壹、緒論

一、研究背景

教育改革涵蓋制度面與課程的改善，欲改善課程除了調整課程綱要外，亦牽涉到教材和教法的改進。課程綱要雖具有領導作用，然而落實教改精神，必須仰賴學生與教師所閱讀的教科用書，以及在課堂中的師生互動。本文針對教科書編寫為分析對象，以了解九年一貫課程基本能力之探究能力的實踐情況。

九年一貫的課程揭示課程宗旨在於培養「人與自我」、「人與社會」、「人與自然」之關係。為了達成這些關係，學生必須具備綱要中的「十大基本能力」。教育部（1998）陳述的「分段能力指標」和「十大基本能力」，兩者皆指示教學者和教科書的編寫，必須培養學生獲得指標中所提及的知識與能力。然而，有關「分段能力指標」和「十大基本能力」的學習，以及教科書的配套措施，在課程綱要中並未闡明，因而，一方面雖保留廣大空間給編撰者詮釋、發揮；另一方面卻過於抽象，讓詮釋者和審查者，在實踐的規範上，難以達成共識。

九年一貫課程綱要植基於十項基本能力，「探索與研究」是其中的一項能力，這項能力應該如何在課程中呈現呢？學者和教師都有不同的想法：有些人認為需要特別教導這些能力；也有人認為，假如給予學生機會去練習跟「探究」相關的技能，他們就會有探究能力了；也有人認為，探究是一種精神和態度，學生必須有示範和榜樣，才能夠擁有這項能力。無論是哪一種的想法，大家都同意，教科書應該協助教師和學生發展出探究的相關能力，卻又必須整合課程的目標中的知識。本研究旨在了解自然科學的教科書如何結合探究的態度、技能和知識。

課程總綱並沒有強調閱讀能力的培養，但是近年來，台灣在國際評比中的裡現不盡理想，因而在各科開始重視從閱讀中學習的議題。教科書是學生必須閱讀的文本，而文本又是提供和充實知識的媒介；因此，自然科學的教科書是否能夠擔起培養閱讀能力的任務，讓學生利用閱讀能力獲得科學知識，利用探究能力獲得科學的技能，達成整合知識和能力的作用，這也是本研究所關切的。

傳統上，學者和教師都認為教科書應該提供訊息，因而，對於教科書的審查和選用，普遍認定了合格的教科書只需要傳遞該領域的專家已經發現或產生的事實，而且知識「正確」、組織清楚、文辭達意，就可以算是一本優良的教科書了。

這種認定，最少有兩點不足之處，一點是知識的固定性，另一點是技能的訓練可能不足。首先，談談知識的固定性。研究者，如科學家、歷史學家和地理學家，都看到自己學科領域的知識裡的落差；他們知道所謂「事實」是流動的，一旦有新

的「事證」和「理論」提出，已有的想法就可能增加許多可能的面向，或是形成了新的概念，讓「知識」大大的改變。換言之，「未知」比「已知」要多。因此，科學的真實世界與教科書中所呈現的大有不同。爲了讓學生對科學的認知有如科學家的彈性，漸漸地，教育學者認爲知識的呈現應該採取「探究爲本」或「解決問題爲本」的方式，讓學生逐步發展出測試「理論」與建構「詮釋模型」的能力。由九年一貫課程強調探究能力看來，我國教育學者正朝此方向努力。本研究擬透過教科書之比較和分析，了解以「探究爲本」的教科書編輯方向，提供發展教科書的編撰者、使用者以及審查者的參考。

另一個探討的議題，即教科書在「探究技能」訓練所能扮演的角色。傳統上，教科書編撰者都將技能的訓練交給教學者來執行，認爲教材只需要提供習作，讓教師帶領學生練習技能，批改作業，就能達成技能訓練的目標。然而，探究的技能，應該從哪些類型的習作或實驗訓練出來？教科書是否提供足夠思考問題和探究問題的空間？這也是本研究想要探討的，希望能夠從文本的分析和討論，了解現有教科書是否能夠協助教師培養學生探索和研究能力。

二、研究目的

擇取相關單元，分析台灣、美國和香港的自然科學教科書，檢視他們如何納入閱讀素材，以增進科學概念形成、獨立思考及探究能力爲本的學習因素。

三、研究問題

- (一) 台灣與外國的自然科學教科書，有哪些與探究能力相關的內容？
- (二) 台灣與外國的自然科學教科書，如何在文本中呈現探究的內容，來協助探究技能的發展？
- (三) 台灣與外國的自然科學教科書，是否能培養學生閱讀科學文本的技能？
- (四) 台灣與外國的自然科學教科書，是否能整合科學知識和能力的教學？

貳、文獻探討

3-12

一、探究的意義

探究有很多意思，對不同的研究者，不同的教育家，它都有不同的意思。有些教師認為，探究就是放手讓好奇的學生跟著自己的方向去尋求知識或意義；另一些教師覺得，探究是實驗和研究，或是實驗的開端；更有些教師認為探究是一種學習的方法，是一種課程安排的方法，例如，Short, Harste & Burke (1996) 等都是相信後者的看法：

探索課程並非學校裡某些時段所發生的事情。它更不是一個利用主題來統整課程的妙計。也不是完成一個科學實驗的單元可以教出來的技能。探索課程是一種思維，一種完整的教育觀。探索就是教育；教育就是探索。探索比解決問題涵蓋的更多。解決問題意會到一個正確的答案；探索意味著我們揭開議題的複雜性時會得到的另類的想法。難題不是我們要避免的，反而是探索的機會。（Short *et al*, 1996, p.51）

台灣學者沒有採用 Short 等人那麼概括性的定義，因為探究只是十項基本能力之一，不是整個課程的基礎。依據楊思偉（民 89）的定義：

以日常生活中產生的問題或某一主題為對象，由教師激發學生的好奇心及觀察力，鼓勵學生主動探索和發現問題，並積極運用所學知能，蒐集相關資訊，進而採用嚴謹、客觀、有系統的科學方法來探究學問，以發現新的事實、理論或法則，並提出研究報告。

NRC 在 2000 年出版〈探究與國家科學教育標準〉(Inquiry and the National Science Standards)，該書闡明科學教育的重要概念：「探究，是科學教學的核心策略，是從學生經驗引發出對真實問題的探索。」(NRC,2000, 29)。該書也提出探究的思維和活動類型，它說：「探究能力包括確認假設，運用批判思維、邏輯思維，以及另類解釋的考量。」(NRC, 2000, 23)

從上述可知，要分析探究型教學，自然科學領域是最佳的範疇。因此本研究計畫擬先著手於自然科學的教科書。

所謂探究是一種思考的方式，是一個了解事物的歷程。探究式的學習，是由學生主動建構知識，透過師生互動，教師從旁協助，把類似科學家的研究思維帶給學生。

NRC (2000) 提出課堂教學時，學習者從事的五種思維活動：

1. 學習者熱衷於科學取向的提問。
2. 學習者回應提問時，應以證據為優先考量。

3. 學習者運用線索中整理出他對現象解釋。
4. 學習者連結他的解釋和科學知識。
5. 學習者表達解釋，並提出支持解釋的論證。

大部分學者如 (Martin-Hansen, 2002; Colburn, 2000) 皆認為，教師應該熟悉以下四種課堂探究學習的模式：

- 開放式的探究學習模式 (Open Inquiry 或 Full Inquiry, 又稱 Student initiated inquiry)：此種模式最接近科學家的探究歷程，從提出問題到尋找答案的步驟，全由學生掌握，所有過程皆涵蓋上述五種思維特色。開放模式需要高層的思維力，以及主動、有效運用科學的過程技能。教師的主要作用，是從旁鼓勵學生，提醒學習進度，或提示盲點所在。
- 引導式的探究學習模式 (Guided Inquiry)：此種模式，是由教師引導的探究模式。所探究的問題，經常由教師提出。在探究的過程中，教師會提供探究的工具或資訊，以幫助學生過渡到開放模式，建立並練習日後需要用到的技能。
- 協同式的探究學習模式 (Coupled Inquiry)：協同的教學模式融合了開放模式和引導模式，由教師和學生輪流提出探究的問題，其作用是協助學生模仿教師的提問模式，以及練習運用探究的工具。
- 指令模式 (Directed Inquiry 或 Structured Inquiry)：教師的主導性在指令模式中最為強勢。表面上，學生主要的工作是跟隨教師的指令進行探究。事實上，學生並沒有正式進行「探究」，只有學習探究的步驟，和模仿教師的作為。一般教師會將其中一個步驟留白，交由學生設計或做決定，讓過程更具探究性。

上述四種模式，除了協同模式以外，都清楚出現於美國的教科書中。不難看出，無論從探究的定義、學習者的思維，或教學的模式來看，每一種都是由提問開始的。因此，本文嘗試以教科書的提問作為分析重點。而教科書所呈現的問題，應具有示範作用，以代表探究模式的提問，讓學生可以模仿到優質的提問思維。

可惜的是，這些教科書卻從「指令模式」，直接跳到「開放模式」，馬上放手要學習者自由提問、自尋工具和方法、自己形成結論。而美國教育家們所建議的「引導模式」(guided inquiry) 卻不多見。「引導模式」的探究問題多半由老師 (或教科書) 提出需師生共同設計探究的工具和方法，讓整個教學歷程符合 reciprocal teaching (Palincsar, & Brown, 1984) 的循序漸進理念。

二、探究自然科學領域的課程

探究式的教學並非一個嶄新的嘗試，以往板橋模式的教科書編寫、社會科教學推廣「問思教學法」、數學科教學提倡「溝通式」的教學、以及自然科採用

的「問題解決教學模式」，都具有探究成分，只是各科並未正式將「探究」納為課程的核心概念。反觀國際，20年來，歐美國家已經把探究精神納入課程的核心。

而詳盡、明確的探究型課程，應該屬美國的科學領域。美國國家研究委員會(National Research Council (NRC))1996年頒布的「國家科學教育標準」(National Science Education Standards)，已經強調了探究精神。在美國，該項標準並不具有強制性，但是標準中鼓勵每位科學教師，將教學聚焦在學生日常生活中的好奇心，並藉此引導學生進行個別的探究。

(一)美國科學教育的發展：從知識到探究

台灣科學教育的發展，受到美國和日本的影響最大。本研究主要探討美國的教材，所以本節簡述美國科學教育從知識為本到以探究為本的發展。

美國早期的科學教育與常識結合，在中小學沒有獨立的自然科學領域，到了第一次世界大戰以後，才逐漸在各洲的中小學發展獨立的自然科學課程，主要的因素是戰爭和經濟。Great Depression 刺激了科技的快速發展，教育家開始脫離三 R 的基本能力課程模式，大量增加生活知識。不過，當年的重點是科學知識的傳輸，較忽視科學知識獲得的歷程和方法。

最早推動探究為本的科學教育大概是 Caldwell (1924) 替 AAAS 寫的報告，提出科學思維、觀察和實驗的重要性；這是科學家的建議，在教育界好像還沒有受到重視。較有影響力的教育家是杜威 (Dewey, 1938)，因為他推動「從做中學」(learning by doing) 的理念；他認為：只有知識，沒有運用知識來解決個人和社會問題的學習是浪費的。他建議把「科學方法」(methods of science) 加入科學課程。可是，建議歸建議，學校的教學仍然是以知識為主。

第二波的改變在第二次世界大戰後，跟蘇俄的冷戰時期。美國人深感到蘇聯太空科技的優勢是美國的恥辱，因此國會大手筆的投資中小學科教，大量引進課程專家、學科專家和教師的合作計畫。當年，具大影響力的學者有 Schwab (1962)、Ausubel (1963)、Bruner (1961) 和 Piaget (1962)。後三位是研究學習、心智發展的研究者，影響力在理論的層面，Schwab 則是一個全方位的科學教育家，擁有英文、物理、生物、遺傳學的高等學位，跟 Dewey 一起建立芝加哥的實驗學校，跟 Tyler 一起發展課程。1962年，Schwab 在哈佛大學的演講「The Teaching of Science as Enquiry」，強調教師絕對不能把科學內容想做定論，必須保留它的變化性和修改的可能性。為了達成這個目標，Schwab 認為學生必須有實驗室的經驗。Schwab 的影響力深遠，從 1950 年代開始，各中學都有實驗室，學生開始有探究的經驗，不過，大多的經驗

是在重複做名人的實驗，以及動手證明已知，不見得是學生提出來的問題。

第三波的改革大概是從 1980 年代開始，刺激來自於科技發展的競爭，特別是日本的汽車和電子用具在市場上的優勢，讓美國人再從教育著手改革。這一次，最大的影響力是 A Nation at Risk (National Commission on Excellence in Education, 1983) 和 AAAS 的 2061 方案 (1990)，2061 方案的目的就是在 2061 年達成造就成有科學素養的社會，AAAS 研究的團對除了訂出科學內容架構和能力指標 (benchmark)，還要求發展學生的好奇，並且說明有效教學的取向。於是，另一群負責課程標準的團體 (NRC, 1996)，將「探究為教學基礎」(teaching science as inquiry) 作為最高指標，並出版了 Inquiry and the National Science Education Standards (NSC, 2000)，整個大方向從知識獲得和傳遞，轉變到學生認知思維和探究的培養。

(二) 台灣科學教育的發展

台灣的科學課程從民國初年至今，修訂過 10 次，早期與社會合併成常識；民 37 年後，從小三開始，設獨立自然科學，重視科學知識，引進皮亞傑的認知理論，主要的取向是教授，主要在小學階段重視直接經驗；到了民 64 年的修訂和美國的 SCIS 和 SAPA 小學課程有密切的關係，以兒童學習活動為中心，訓練思維，培養科學過程技能，兒童藉由科學活動獲得科學概念、科學態度和科學方法，並且在小一就開始。

從民國 64 年再到民國 82 年的課程標準修訂，探究的導向更明顯，小學的課程是統整性的，中學的課程分作生物、物理、化學、地球科學，概念傳遞的成分較重。(甘漢銑，1992)

三、提問與探究

探究教學中的提問，有別於教師在課堂中，為了測試學生理解或學生知識的提問。探究學習中所提出的問題，就是探究者的問題，是學生首要的學習要點。Edwards (1997) 認為幼兒雖然很會提問，但是上了高年級，卻失去了提問的能力和探索的好奇心，主要原因是受到教育系統之提問行為的負面影響，導致學生無法大膽的提問和進行獨立探究。因此，示範探究性的提問和鼓勵學生提問，都應佔教學的重要地位。

Harwood (2004) 提出十項科學探究活動，其中有九項呼應到提問能力，可見提問是探究學習的關鍵能力。簡述九項活動如下：

1. 構思問題 (forming the question)：探究的問題、考試的問題，或有待解決的問題各有不同，學生需要模仿和練習的是探究型的提問。
2. 查詢已知 (investigating the known)：探究者需要練習運用教科書、圖書、期刊、網路查詢相關資料的能力。

3. 提出預測 (articulating the expectation)：探究者從問題出發，先提出一個可能的答案，有時會像科學家正式提出假設 (hypothesis)，有時只不過是一種猜測，或模糊的預期。這種預測能夠幫助探究者，將問題轉成可以進一步探究的實驗項目或觀察對象。
4. 執行計畫 (carrying out the study)：探究者有系統的進行實驗，以了解個人的問題和假設。
5. 分析資料 (examining the results)：探究者將檢視所蒐集到的資料之正確性和可信度。
6. 反思結果 (reflecting on the findings)：探究者思考分析結果的意義，思考是否能夠連結已知和預期，是否能夠回答原先想知道的問題。
7. 傳達和溝通 (communicating with others)：包括執行前、執行中時的腦力激盪和討論，以及完成後的分享。
8. 觀察對象 (observing)：觀察對象一般而言有三個向度，包括查詢時的觀察、執行時的觀察和構思問題時的觀察。
9. 反復提問 (questioning)：提問是探究的核心，因此，探究者隨時隨地都在思考新舊的問題和修改問題；教師除了鼓勵學生時時提問以外，還需要展現在不疑處或有疑處的提問示範。

四、閱讀與探究

閱讀的目標之一是獲得知識，但是擁有知識是不夠的，看完一篇文章，不但要看得懂文章的內容，更需要使用裡頭的知識來了解這個世界。所謂「了解」就是把概念和概念連接起來，知道這個世界之所以然。這種了解讓我們提出深層或高層次的探索問題。這種問題不是一般成人能夠回答的，試看以下的問題：

晚上燈關了之後，光到哪裡去了？

影印機怎麼印東西的？

為什麼金屬會導電，但是塑膠不會？

飛機的翅膀有什麼用？

一般教師所問的，不是「真實問題」，只是「測驗題目」。測驗題目固然重要，因為教師需要知道學生知多少。可是，可能更要鼓勵學生問大人答不出的問題，也讓他們離開學校以後繼續問，因為這種類的問題是人類研究、創造和發明的開端。

「百萬個為什麼」類的書不能完全滿足求知慾強的學生，因為這些書太重視答案了。書寫的方式對於探索也有很大的影響，以下探討鼓勵探索的讀物的語言特徵。

提升探索的思維的讀物，不能夠只把科學家已發現的知識陳述出來；很多作者以為科學是一些固定不變的定律和知識，所以呈現科學內容的時候，除了讓學

生了解一系列的發現和發明，除了把科學家的生活和工作背景作介紹，最重要的是把他們的思維過程表現出來。

大家都知道，伽利略因為堅信地球是繞著太陽運行而被宗教份子排斥；也知道達文西是文藝復興時期偉大的藝術家、思想家和發明家，可是我們都只讓學生仰慕他們的才華和毅力，給人高不可攀的感覺，卻沒有讓學生了解他們在探索期間的思維，他們的日記和筆記充滿質疑、自疑、好奇和探索，會讓讀者覺得：「對啊！我也有這麼想過，我也有問過這種問題。」。這種類的讀物，會鼓勵學生採用相同的眼光來觀察和關懷周遭的世界，並且對自己的想法的疑惑，卻又不斷有信心的做修正。

因此，書寫的角度和語氣，不要把一連串的新發現看作後人修正前人的錯誤，而是要看到每一個新發現如何在思維上跳脫以前的模式，或是如何把原有的知識重新組合，形成新的觀點和走向。在語氣上，可能少用肯定的口吻，少給學生定義和公式來背誦，卻要增加問話和疑惑，把現有的「知識」寫成以後可能推翻的「命題」，作為學生討論的始點。

以下的句型和語氣比較會鼓勵學生的探索：

- 有些科學家認為…
- 這種現象引起…的想法
- 沒有人知道…
- 其中一個讓專家們迷惑的地方是…
- 目前…還在研究…
- 科學家從幾個不同的角度來分析…的現象

以上的意思是說，我們選擇讀物給學生，不是要看有哪些內容，或是內容是否完全正確，重點是要選擇引起探索和活潑的思維的語氣。

優良的讀物不只把解釋和說明交待清楚，還應該讓讀者感受到人類如何獲得些知識。以下的句型的出現，是優質讀物的指標之一：

- xxx 注意到…，所以他想…，結果發現…，經過…才了解到…可能是…的一種解釋。
- 本來 xxx 想…，後來他想…恐怕…不一定是…所造成，因為…
- xxx 有一個假設，他預測…的時候，…會…，可是他很失望，因為他的儀器無法…。

還有，回答「為什麼」的讀物，裡頭應該包含一些「無解」或「還沒有定律」或「有多方想法」的答案，讓讀者看得出知識的演變發展性和不肯定性，才會鼓勵學生多想、多質疑、多探索。

說明實驗過程時，帶著學生一步步操作動手做實驗。挑選這類讀物的時候，

我們可能需要注意，它是否只讓學生跟著做跟著看，還是在操作前提出問題和多面向的思考方向，然後在各步驟中或實驗過程結束之後，依照可能發生的不同狀況作一些推論。科學的實驗的目的是要看看結果支持哪一種想法，可惜的是，很多教師和課本，都把它看作像是跟著「食譜」操作，只是烹飪出某道成功美味的菜色來交功課，或是參加比賽，因而失卻鼓勵科學思考和精神。

以下一些語氣，提示學生在實驗過程的思維：

- 假如結果是…，我們就會想…；可是如果…，那麼，可能…。
- 如果想知道…，可能要試試…，看看…，是否…。
- 採用…來…，就會讓我們知道情形是…，還是…。

分析教科書的時候，本研究將注意以上的書寫方法。

五、探究型的閱讀教學

一般認為探究等同於科學探究和實驗，其實不然，每一門學科領域都有它獨特的探究方法，本文試行由傳統淵源角度，探求人文學科的探究教學。

(一) 蘇格拉底 (Socrates)、孔子

文學探究，起源於西方國家的哲學探究，第一位大師就是蘇格拉底。比較一下蘇格拉底的教學和東方譽為萬世師表的孔子的教學。從古書記載，我們看到孔子處理弟子發問，是針對每個學生的個性和背景解說義理，學生們各自詮釋孔子話語，寫下來，傳給後世。學生對老師的態度既尊敬又恭謹，且又毫無質疑，這就是中文教學的傳統。直到今日，大部分學者仍然尊崇孔子思想或儒家哲學為至高不可否定的真理。

其實，孔子的教學法是重視師生對話的，《論語》以問答形式記載孔子與弟子的對話，《學記》說「善問者如撞鐘，扣之以小則小鳴，扣之以大則大鳴」，儒家也認同思維過程從問題開始，所謂「學起於思，想源於疑」，然而，流傳到今日教學，老師用提問了解學生，引導學生把握學習內容，老師講究如何向學生發問，學生重點在「答問」層面。至於「對話」式的交流與探索，則少見蹤跡，為何如此？值得探究。

孔子留傳給學生他的想法，他的哲學觀、他的名字成了教學典範的專有名詞；蘇格拉底傳留學生的卻是他的教學法，稱之為蘇格拉底教學法 (Socratic Method)，他的名字成了教學法的專有名詞，運用他教學方法的課，就稱作蘇格拉底課 (Socratic Seminar)。蘇格拉底的教學觀，一路影響到近代西方的文學教學方法，如何影響？下文追溯一二。

兩千多年前，蘇格拉底在雅典的街道和廣場中開課，運用各種問題來刺激學生尋找真理。他的學徒柏拉圖 (Plato) 在《對話錄》 (Dialogues)

一書中，記錄這個方法說：蘇格拉底就像一個產婆，幫助參與討論的人生出想法；助產過程是一個對話的方式。例如，柏拉圖寫的《米諾篇》（Meno）裡蘇格拉底曾經做過一個示範：他對一個男童提出一系列關於幾何和三角形的問題，沒有做任何的解釋或教導，只用問題引出男童的看法，最後男童逐漸悟出一些幾何的道理。示範之後，蘇格拉底特別交代他的學生米諾（Meno）：不說明、不透露答案才是教學之道。

（二）杜威、維高斯基、皮亞傑

蘇格拉底的教育觀，可在杜威的思想言論清楚看到。杜威時代的教學現場，已經不是一群人追隨老師在市集或其它公共場所，而是發展到一排排整齊的桌椅教室，跟台灣的教學現場頗為相似。杜威認為這種教育場境、固定課程、一致的教材和機械式的教法，是把知識置於兒童外圍，僅能提供他們接收教材，卻無法刺激他們的心靈；他認為家庭式的學習比較有效，因為家人會跟孩子對話，孩子有機會提問和討論，可以表達自己的觀點，能夠收到回應和自我修正。由本質面而言，杜威提倡的教學法即是蘇格拉底的探究式對話。

台灣的教育家，雖然聲稱尊崇杜威，可是教學方法卻仍接近傳統的儒家單向傳授，教師還是教學核心；尊奉韓愈的「師者，所以傳道、授業、解惑也」，為人師圭臬，流失了昔日書院問答對談的機制，學生永遠是被動的吸收者，缺乏足夠真正的社會互動和探究機會；所謂「江山代有才人出，各領風騷五百年」，五百年才出個人才，學生難以超越老師，青出於藍。

杜威主張的社會化互動教學構思，在歐洲和南美皆有相似的發展，南美教育大師是巴西的保羅·福瑞（Paolo Freire）。福瑞關心農業社會中的文盲大眾，希望百姓能從「沉默的文化」中，透過教育獲得他們的「聲音」，向權威挑戰。福瑞的教學方法就是從師生對話中產生覺知和知識；他認為教師說明學生聆聽的模式是單向的、空洞的，與權威者壓迫百姓的模式相距不遠。

歐洲文化本身即強調語言互動，但學習理論上受到行為學派的影響，在教學法上顯得僵化，直到維高斯基和皮亞傑兩位認知心理學家的思想掘起，才將討論式的教學帶進教育核心。維高斯基是俄國的心理學家，當時，俄國教育尊崇的是刺激和行為反應的古典行為學理論，但是維高斯基認為行為學派的理論把學生看得太過被動，忽略學生個人的思維和動力；在他的認知發展理論中，兒童會主動的參與並影響他的環境，特別是運用有意義的社會互動以獲得自我認知。在教育方面，維高斯基認為語言互動是一

種推動文化的工具，可供兒童跟伙伴進行協同思考，所以，教師應該讓學生多討論，多採用合作模式，以解決學生主動發掘的問題。如此，教師就能協助學生從已有的知能基礎，在個人的最佳發展區域中，獲得進步和認知。教師的功能，是做個思考觸媒，提供有意義、有彈性的作業，提供互動的機會，促使學生對話。現在學校推介的文學圈和提問圈的教學方法，既符合維高斯基的思想，亦是古希臘的傳統教學。

瑞士心理學家皮亞傑主張語言的社會化影響，在機制上和維高斯基的主張略有不同，但在教學法上的意義，卻是一致的。皮亞傑認為兒童和青少年的思維都相當的自我（egocentric），比較堅持自己的思想模式，盡量將外來資訊納入原有的基模（schema）或知識架構（conceptual framework）。這就是「同化」（assimilation）的情形。為求認知上的平衡，學生必須能夠修改自己的知識架構，即是「調適」（accommodation）情形。皮亞傑建議教師在課堂中安排學生互談的時間，因為經由同儕互動，各個當事人必須說明自己的看法以及提出證據，另一方面也讓當事人參考同儕想法，逐漸脫離自我的堅持。皮亞傑研究發現，成人的指導很難改變兒童迷思，但是同儕的意見，較能有效的鼓勵兒童去檢視、批判自己。由皮亞傑的同儕探究，明顯指出不倚賴正確的語言或成人的邏輯，卻比教師的講解說明，更具有效傳達，並能創造新知。這種教學模式在意義上類同蘇格拉底教學法，不過維高斯基和皮亞傑比較強調同儕的互動，把學習者和引導者的年齡層都降低了。

回到美國教育的發展，杜威理論雖然廣受歡迎和尊重，可是他只提供理念，在教學實踐上的細節上著墨不多，因此落實到中小學的速度比較緩慢，早期只見大學應用蘇格拉底式的教學。而將杜威和蘇格拉底的主張推廣到中小學的，則有三位舉足輕重的學者，依年代順序是：阿德勒（Mortimer Adler），羅森布拉特（Louise Rosenblatt）和李普曼（Matthew Lipman）。

（三）阿德勒、羅森布拉特、李普曼

阿德勒的背景是哲學。他組織了一個叫派迪亞方案（Paideia Program）的統整性課程，並且促成了美國一系列中小學運用這個課程。課程中運用三種教學模式：演講模式（didactic instruction）、教練模式（coaching mode）和討論模式（seminar mode），後者即是藝文的討論，由教師主持作品的探究。阿德勒和他的伙伴人文主義教育小組（Paideia Group）認為任何的學科領域都必須有不同的意見拋擲出來，以便澄清深究；他們建立學生探究團體，分享意見，共同閱讀、發表、傾聽、思辯，互相勉勵。

引導派迪亞方案討論課的教師和蘇格拉底最重要的相同點是：教師引

出學生的思維和想法，學生不知道教師的想法是什麼，知識和概念必須由學生自己建構，這點也跟皮亞傑的知識建構論（genetic epistemology）不謀而合。相較之下，孔子諄諄教誨學徒，建立一家之言，留傳下來的是瞻仰專家、尊師重道、謙虛揣摩、不容質疑師門的學習態度，比較欠缺活潑探究、創意建構的成分。

參、研究方法

本研究分三階段進行，第一階段的分析目標在於文本內有哪些探究的因素；第二階段針對文本中的提問，作更深入的了解；第三階段進行教學實驗。以下分別說明三個階段的工作：

一、探究因素的分析

(一) 分析的文本--「生態互動」之相關內容

分析的文本以學生用書為主。表 3-1 列出本階段抽取的文本樣本。以台灣和美國的教材為主，香港教材為輔，選擇的因素說明如下：

1. 年齡層：以台灣的六年級和七年級教材為第一篩選標準。原因是：初步瀏覽台灣的自然與生活科技教科書（以下簡稱自然教科書）之後，發現中學和小學的教科書有很大的差距：中學的教科書著重知識；小學的著重能力。因此，決定以這兩個年齡層的教科書為抽樣的母群。

2. 單元內容：「生態互動」

選擇「生態互動」單元的原因，是因為它是台灣教科書六年級和七年級都有的共同內容；研究分析的重點，既然是內容呈現的方式，而不是在於內容的本身，但是，單元內容相同，在比較上還是會方便一些。

台灣的七年級課程以生物為主，所以挑出六、七年級的共同議題，就是「生態」。選出單元主題之後，再從美國和香港教材中，找出同階段、同內容的相同章節做分析。

3. 國外的版本：以美國和香港為主。

挑選的美國版本的原因，主要是因為本國的自然科學課程一向參考美國的趨勢，而且美國正在發展探究式的科學教學，出版社運用整合知識與能力的取向已經有十多年的經驗了，相信各州的課本都有較成熟的例子提供參考。本研究抽取的樣本是 2006 年加州政府教育局審查通過的三套六至八年級的自然科學教材，分別是：Scott Foresman, Glencoe, 和 McGraw-Hill-Macmillan 三家出版社。

綜合三地的教科書抽樣，各單元的名稱和年級整理於表 3-1。

表 3-1 本研究分析的「生態」單元樣本

國別	出版社	年級	章別	單元名稱
台灣 自然與 生活科技 教科書	教育部	七下	十	生物與環境
	南一	七下	五	生物與環境的交互作用
	康軒	六下	三	生物與環境
		七下	五 六	生態系 人與環境
	翰林	六下	三	生物、環境與自然資源
		七下	五 六	生物與環境 環境保護與生態平衡
	美國 加州	Glencoe	六至八	21-1 21-2
McGraw-Hill -Macmillan		六	五 六	Comparing Earth's Biomes Ecosystems and interactions
Scott Foresman		六	一 五	Why do adaptation vary among species How do ecosystems change
香港 常識 教科書	Times	六下	Unit 2	Adaptation of Living Things
	Educational Publishing Co	六	Unit 1	Variety of Living Things
			Unit 3	Balance of Nature
	教育出版社	六下	九	適者生存
現代教育	六下	四	生物與環境	

(二)分析步驟

1.挑選文本

2.準備文本

(1) 將所挑選的文本掃描成 pdf 檔或是建立 word 檔，以便利 NVivo8 的軟體分析

(2) 分割分析單位：課文中每個次標題之下的內容，包括裡頭的圖表，算一個分析單位。獨立的圖表，即在文本中沒有提及的，或沒有直接相關的，視為獨立的分析單位。

3.進行分析：

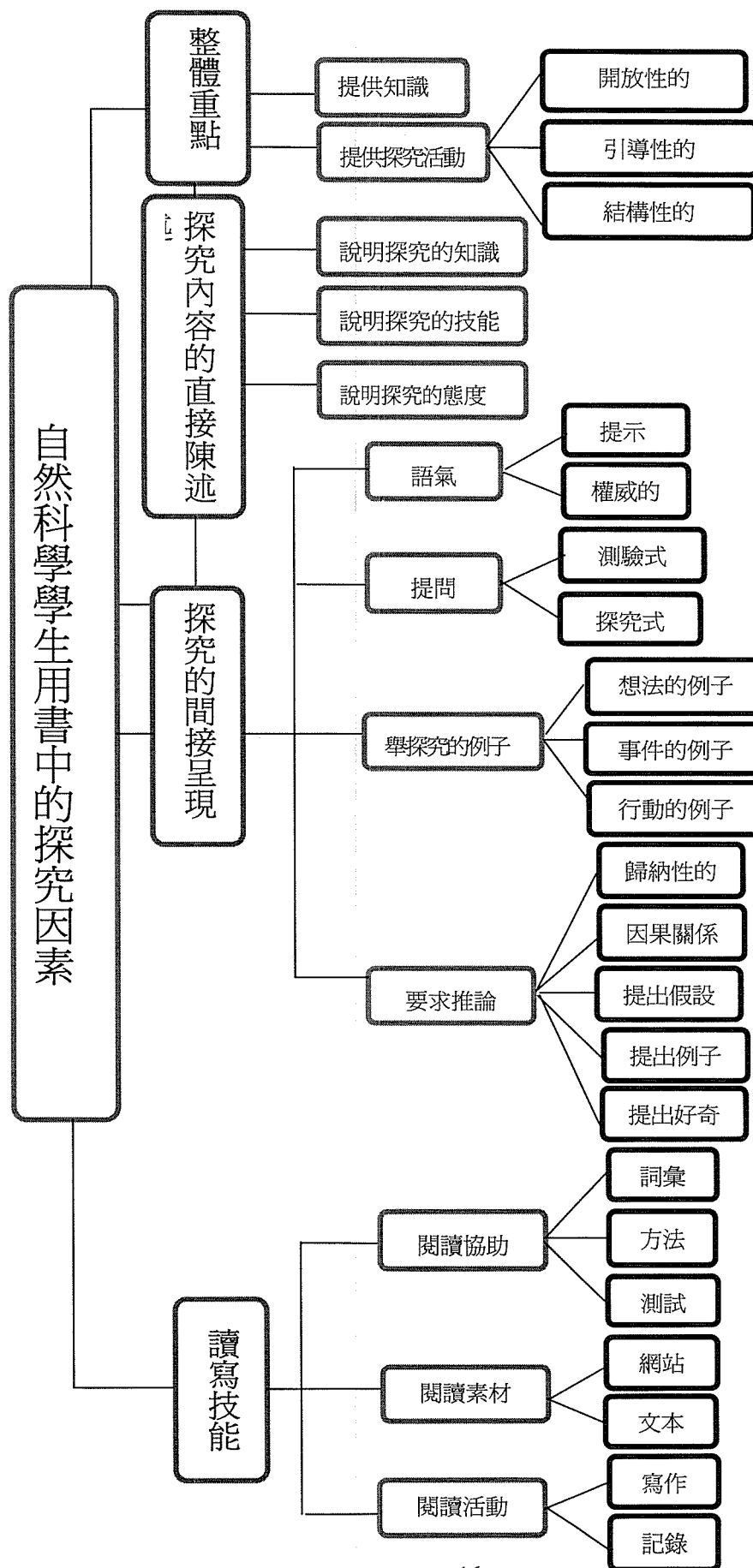
(1) 每一個分析單位，按分析架構的每一個細目做對比，假如分析單位中含細項所描述的內容或特色，該單位就在該細項中獲得分，而且最多獲得 1 分；假如文中有該項有不只一個例子，每個例子都會被收入 Nvivo 的例子檔，但是仍是只得 1 分。

(2) 兩位研究人員獨立做分析，發現不同看法的地方，則進行討論，達成共識。

(三)分析架構本

本研究的階段目標是初步分析自然科學的教科書如何整合自然科學學科知識和學生的探究能力。所以，開始時的構思是分析學生用書中的「探究內容」和「探究內容的呈現」兩大項目。經第一步的分析之後，發現美國的教材呈現了不少「讀寫技能」的內容，頗有參考價值，因此形成了圖 3-1 的分析架構圖中的項目，用以檢視。

圖 3-1 自然科學學生用書中的探究因素



討論和分析後，發現圖 3-1 其實是三個不同的分析向度，所以把分析架構分作圖 3-2 和 3-3 如下：

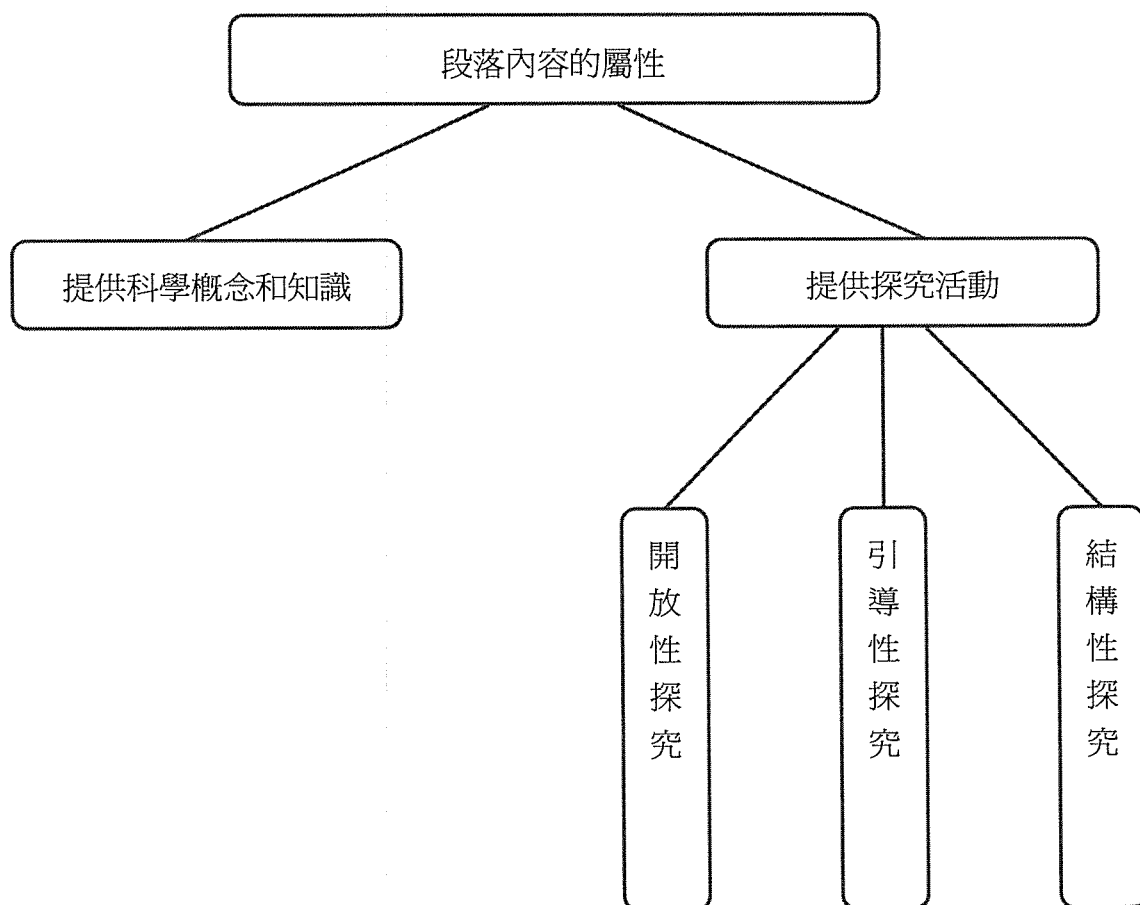


圖 3.2 自然科學學生用書段落內容屬性分析架構圖

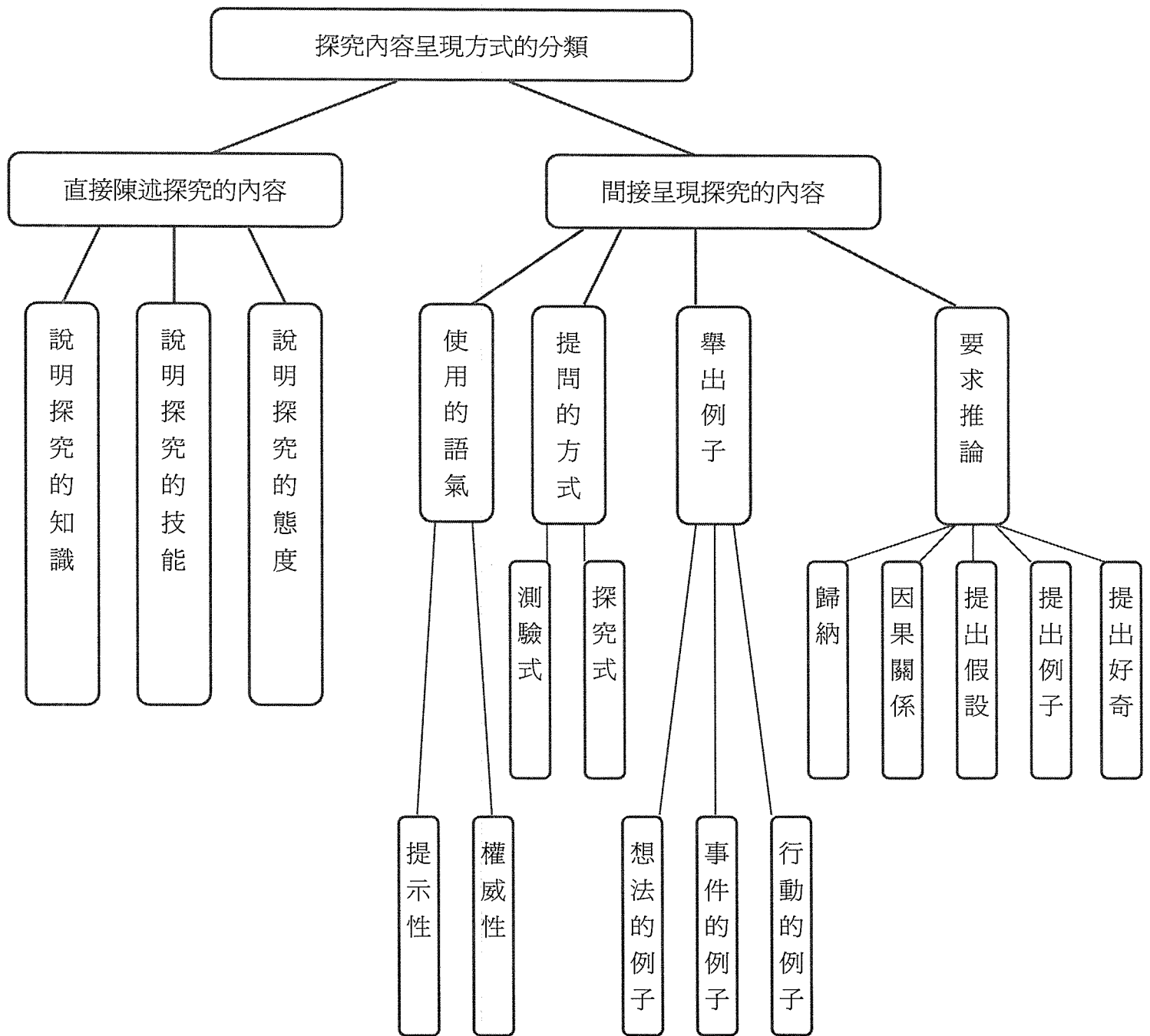


圖 3-3 自然科學學生用書探究內容的分類架構圖

以下分別敘述四大項目和每項中的細節:

1.單位的整體重點

首先，整體檢視分析的單位的重點，了解它的重點是讀者獲得科學知識，還是要帶學生進行科學活動，活動方面分開放性的、引導性的、和結構性的探究。

2.探究的直接陳述

第二大向的分析，是要檢查所分析的單位是否有直接提及探究的知識或培養探究的能力。如果沒有探究的內容的話，在各細項終究不會得到任何的分數。

探究的教學，跟一般教材的項目大致相同，都可能有知識、技能和態度的陳述。架構中的細項，就是從這三大向中發展出來的。

(1) 探究的知識的陳述

即直接告訴讀者：什麼是探究、探究的方法有哪些、探究的技能有哪些等等。

探究知識有哪些具體內容？分析時，以九年一貫課程綱要中自然與生活科技領域的能力指標最爲主要參考。

(2) 探究技能的說明

這部分包括運用探究技能過程的陳述。這種陳述，讓學生知道他在學習探究，知道自己正在學探究的哪些技能，並且知道各項技能的執行方法。

提供探究的活動，間接給學生探究能力的練習，但是學生可能不了解自己正在探究，甚至連教師都不清楚活動的重點在培養哪向探究能力的練習。所以，我們期待，教科書裡能夠直接告訴使用者哪些動作和哪些思維是屬於哪些探究技能，所以，假如書中的活動有標明探究的能力，在本項會得分；但是，只是提供練習，沒有告知所練習的是什麼能力，就不會得分。

技能的直接指點分成兩種，探究本身的技能，以 Harwood (2004)、NRC 的 K-8 標準 (1996) 和九年一貫自然於生活課綱所列的爲準，即包括表 3-2 的項目。

表 3-2 探究的技能項目

Harwood (2004)	NRC K-8 標準 (1996)	教育部 (2003)
構思問題	提出科學問題	觀察
查詢已知	提出計畫	比較與分類
提出預測	運用工具、執行計畫	組織與關連
執行計畫	描述、分析資料	歸納與推斷
分析資料	詮釋結果	傳達
反思結果	思考證據和解釋的關係	創造思考
傳達溝通	了解多元解釋	批判思考
觀察記錄	傳達、溝通、解釋	解決問題
反覆提問	運用數據	綜合思考 推論思考

上表所列的技能，假如在分析單位中有告知給讀者技能的名稱，或是說明技能的應用，則在「探究技能」的項目會得 1 分。

另外，有些思維的技能、或是探究時的操作技能、媒體的運用或是數學的相關技能，假如直接點出指出連結，則在「相關技能」項下得 1 分。

(3) 探究態度

這是態度的直接說明，例如，告訴讀者什麼是探究的精神、指出科學家應有質疑的想法和鍥而不捨的特質等等。

3. 探究的間接呈現

美國(NRC 1996)的課程辨別探究的基礎技能(fundamental ability of inquiry) 和探究的基礎認知(fundamental understanding of inquiry)表示，探究的認知必須直接對學生說明，並且要讓學生練習和操作。美國的出版社都有直接將探究的技能列在每本給學生用書的前頭，這就是上述的「知識陳述」；台灣的教材大多在活動中間接的提示學生，讓他們進行探究時，不知不覺運用了探究能力。因此，讀者和分析者必須從語氣、提問、舉例等等了解到探究。本研究提出五個探究呈現的方法做初步的分析，分別描述如下：

(1) 語氣：

- 提示的語氣：這種語氣在探究活動較會出現。例如：作者提示學生去「觀察」，或是說「想想看，怎麼會有這個結果？」，就是提示學生詮釋結果，學生就會獲得探究的經驗，只是不曉得自己正在探究。
- 不肯定的語氣：作者採用「大概」、「或許」、「可能」等等語詞，會讓讀者感覺到還有別的可能性或結論，表示對某解釋的確實性有所保留，或是不能做定論。這是探究的語氣。
- 權威的語氣：是專家或教師闡明事實時採用的口吻，讓讀者容易被說服，認為這是無可質疑的真理。假使教科書都採用這種口吻，讀者比較不會有質疑，較不會鼓勵學生進行探究。

(2) 提問：

- 探究式：探究式的問題，促使學生運用觀察所得，或是閱讀所得的資訊加以整理和思考，找出想法、例子或解釋，而且，在書中沒有直接提出明確的答案，是鼓勵讀者探究的提問。
- 測驗式：傳統教學由教師提問學生回答，用以測驗學生是否獲得正確的概念，是否理解教師的意思。假如所分析的單位出現這類型的問題，有鼓勵讀者尋找和牢記答案的用意，就會在這項得1分。

(3) 舉例：

- 想法的例子：舉出探究時的思維和推論歷程，有幫助讀者模仿探究的邏輯和推理，了解到科學家不是記一堆公式和資訊。
- 行動的例子：舉出執行探究時的動作、步驟和使用工具的方法，有助於讀者了解各動作的原則和原因，更有能力發展出有效、有創意的研究方法；不是隨著指示進行「古典」或「經典」的研究。
- 事實的例子：舉出運用創造新知的實例，讓讀者體會到科學家不一定是天才或聰穎過人；一般人，甚至學生，秉持探究的精神和態度，也可能有重大發現，有些發現是自己獲益，有些還可以協助其他人。

(4) 要求推論：

教科書引導學生進行探究的時候，會要求學生，觀察後、或是閱讀後做一些推論。雖然作者未必會說明做推論是探究能力的哪一種，但是讀者會獲得思維上的練習。以下是本研究探究的幾種推論：

- 歸納性的：多做歸納性的推論，有助於理論和模式的建立。
- 因果關係的：多作因果關係的推論，有助於知識的連結和統整，也協助學生設計實驗。
- 提出假設：從理論和獲得的資料做了歸納之後，再提出沒有看到的事情或還沒有知道的事時的可能性。這種推論試是從好奇和已知邁入新知論證，這是科學實驗階段的關鍵。
- 提出例子：這裡指的是依據某原則提出的例子。
- 提出好奇：學生能提出自己不了解的地方，或是有求知的慾望，是探究的開始。

4. 讀寫技能

讀寫技能的分析，主要從三個角度來看：

- (1) 閱讀協助：編者提供各種幫助學生讀懂教科書的資源，或是閱讀策略，例如：
 - 重要語詞的預習、標示、讀音。
 - 章節前有主要概念的先導整理（advanced organizer）
 - 告訴學生如何閱讀。
 - 小節之後提出測試理解的自評題目（comprehension check）。
- (2) 閱讀素材：編者增加一些趣味性的補充閱讀素材，如：方法。
- (3) 閱讀活動，如：
 - 記錄的方法的介紹。
 - 邀請讀者寫出趣味的報導、書信、故事、劇本等等。

二、提問的分析

在第一階段的文本分析，研究者發現每本教科書的每一頁都有「問題」，引起了進一步分析「問題」的類型和作用。本節介紹分析的方法和範圍。

(一) 分析的文本—「電磁」的相關單元

表 3-3 列出本階段抽取的文本樣本，選擇的理由說明如下：

1. 年齡層：以小學階段的自然科教材為第一篩選標準，原因是第一階段的分析發現，台灣的中小學教材有不同的重點；中學的教材以知識傳輸為重，小學的教材卻以探究活動為主，幾乎每一句都是提問句，所以決定只分析小學高年級的課本。

2. 單元內容—電磁

第一階段的內容屬於生物，而生物的探究活動大多屬於「觀察」的；物理和化學的內容有更多「動手做」的探究，能夠補充和平衡第一階段

的分析結果。瀏覽中外教科書之後，發現「電磁」的單元內容很類似，用以比較「呈現」方法的不同，相當合適。

3.出版社和版本：以美國和台灣為主

美國的教科書能用第一階段的三套，從中挑出六年級或以下的學生用書。

香港的教科書，六年級較缺「電磁」內容，而且第一階段的結果跟台灣的類似，所以本報告限於美國和台灣的比較。

台灣部分，增加以前由台灣省國民學校教師研習會所編的實驗課本，因為現在各家出版社多少都是參考實驗課本編輯的，想用來比較九年一貫教材實施後，是否有些更能整合知識和能力的編寫方式。

表 3-3 本研究分析的「電磁」單元樣本

國別	出版社	年級	章別	單元名稱
台灣	教育部	五上	七	聽話的「磁鐵」
	南一	六上	四	奇妙的電磁世界
	康軒	六上	四	電磁作用
	翰林	六上	三	電磁作用
	台灣省國民學校教師研習會	五下	五	電與磁
美國加州	Glencoe	Red	7	Electricity and magnetism
	McGraw-Hill-Macmillan	四	8	Electricity and magnetism
		六	9	Electromagnets
Scott Foresman	六	17	Changing energy forms	

(二) 分析步驟

1. 挑選文本

2. 抽取分析項目

(1) 將樣本中每一篇課文的每一個問題抽出來做分析，包括標題中的問題、圖表中的問題和測試學生理解的問題。

(2) 「問題」有兩個操作型定義：

- 句子結尾有問號，如：「兩個電池有什麼不同？」
- 提示學生作答的句子，例如：「說一說：兩個電池哪裡不相同。」

3.進行分析

- (1) 每個問句按照分析架構的分類，每個項目挑出最主要的類別，記錄下來。
- (2) 兩位研究人員獨立做分析，有不同看法的地方，進行討論，達成共識。

(三)分析架構

本階段的目標是要深入了解提問在國小自然科教科書中的功能，特別是與學生探究能力的發展的關係。分析架構中有三大項：問題類別、探究活動類別和探究技能類別。

1. 問題類別：本項分析問題的功用，在以下五種問題類別中挑出最重要的一類，不得複選。

(1) 語氣型問題 rhetorical question (激問法)：

此類問題由作者自問自答，有時候放在標題中，引起話題，或引發讀者的好奇，但是沒有預期讀者作答，因為接下來作者就會提出答案，或提出解題的方案。

(2) 測驗型問題 test question：

用來測試讀者(學生)是否獲得正確認知的問題，包括了正式測驗題和測試讀者閱讀理解的 comprehension check。

(3) 示範探究思維的問題 modeling question：

這種問題沒有預期讀者正式回答。它是編者依科學家或好奇的外行人所想，運用探究語氣寫的。此類問題在文本中，或是在虛構學生的話語中出現，幫助讀者從模仿中學習到探究類型的特色和思維。

(4) 討論的問題 discussion question：

此類問題是給學生互相討論用的，通常答案不明顯、或是有多角度，或是需要蒐集和整理資料。

(5) 探究型問題 inquiry question

此類問題，引導讀者依照指示的步驟進行探究，或是提出問題的範圍，讓讀者獨立探究。

假如上一項的問題類別屬於探究型的問題，分析者就繼續做下面兩項的分類，否則就直接分析下一個文本中的「問題」。

2. 探究活動類型

本項標出文本中的「問題」是在哪一類型的探究活動中提出，分

作：

- (1) 開放性的 open inquiry
- (2) 引導式的 guided inquiry
- (3) 指令式的 directed inquiry

定義跟階段一所用的相同，分析者依文本脈絡挑一種，不可複選。

3. 探究的技能類別

將每個探究型的問題依 harwood (2004) 的定義，分成九類關鍵能力：

- (1) 構思問題 (forming the question)：要求讀者提出探究的問題、考試的問題，或有待解決的問題各有不同，學生需要模仿和練習的是探究型的提問。
- (2) 查詢已知 (investigating the known)：要求讀者運用教科書、圖書、期刊、網路查詢相關資料的能力。
- (3) 提出預測 (articulating the expectation)：要求讀者提出一個可能的答案，有時會像科學家正式提出假設 (hypothesis)，有時只不過是一種猜測，或模糊的預期。這種預測能夠幫助探究者將問題轉成可以進一步探究的實驗項目或觀察對象。
- (4) 執行計畫 (carrying out the study)：要求讀者提出有系統的進行實驗或探究的方法，以了解個人的問題和假設。
- (5) 分析資料 (examining the results)：要求讀者檢視所蒐集到的資料或觀察到的現象是否呈現某些規律，或是做一些比較，或是衡量它的正確度。
- (6) 反思結果 (reflecting on the findings)：要求讀者思考分析結果的意義，思考是否能夠連結已知和預期，是否能夠回答原先想知道的問題，是否可以提出解釋。
- (7) 傳達和溝通 (communicating with others)：包括執行前、執行中時的腦力激盪和討論，以及完成後的分享。
- (8) 觀察對象 (observing)：要求讀者觀察或記錄。一般而言有三個向度：包括查詢時的觀察、執行時的觀察和構思問題時的觀察。
- (9) 反覆提問 (questioning)：探究過程中，鼓勵讀者提問，或要展現在不疑處或有疑處的提問示範。

三、教學實驗

前面兩階段的探討，表現出台灣的探究型自然科學教科書，在整合知識和

能力方面有待改進—國中階段重知識，要求學生從閱讀中學習探究，但是未能幫助學生運用所學到的內容實際做探究；國小階段正好相反，探究佔用了大部分的教學時間，但是學生缺乏閱讀素材，所以必須憑空猜想，未能運用已知做探究，使得知識和能力無法整合。

可是，學生有足夠的獨立閱讀能力來從閱讀中獲得已知，再進行探究，有待嘗試，這就是本階段的目標。以下介紹嘗試的步驟：

- (一) 邀請國小老師做合作伙伴；
- (二) 共同設計「整合知識性閱讀和探究技能」的教學，範圍不限自然科學；
- (三) 進行試教，教學時全程錄影，教學後將過程謄寫成逐字稿，用以分析和進行案例討論；
- (四) 目前進行了四次教學實驗：
 1. 四年級：學生自選閱讀關於動物的文本，閱讀的目標是要探討哪些動物符合小說中「野獸」的描述。
 2. 四年級：教師選擇關於「世界遺產建築」的文本，給學生閱讀，閱讀的目標是要探討「世界遺產建築」的共同特徵。
 3. 五年級：教師準備關於埃及的文本，提供學生翻閱，閱讀的目標是回答學生自訂的探究問題。
 4. 六年級：教師準備關於「運用力學原理辨別生蛋和熟蛋」的文本。閱讀的目標是設計幾個實驗，並且執行實驗。

四次教學有共同的特徵：

1. 學生進行開放或引導式的探究活動。
2. 探究的內容並不在自然課本
3. 學生對所探究的議題並不熟悉，必須透過閱讀獲得資訊。
4. 所閱讀的文本比課本複雜，比課文長，教師擔心學生沒有閱讀的興趣或能力。

肆、研究發現

27-33

一、「生態互動」單元中的探究

本節報告台灣美國和香港三地的自然科學生用書如何讓學生獲得科學概念的
同時，能夠培養出探究能力。

(一) 三地教科書知識和能力的比例

從三地的「生態」相關單元蒐集到 242 筆資料，在 242 個分析單位中，台
灣六年級有 17 筆，台灣七年級 87 筆，香港六年級 55 筆，美國六年級 83 筆。表
4-1 顯示各筆資料有多少百分比的主要作用是提供學生科學知識，有多少百分比
是帶著學生做探究。

表 4-1 三地教材的知識與探究的比例

樣本 內容%	台灣六年級 n=17	台灣七年級 n=87	香港六年級 n=55	美國六年級 n=83	平均
資訊的提供	58.8	84.3	32.2	68.7	61
開放性探究	5.9	2.3	0	9.6	4.4
引導性探究	0	0	5.6	4.8	2.6
結構性探究	35.3	14.8	63.6	16.9	32.6

從表 4-1 可見，台灣和美國的六年級教科書都差不多有 60% 提供知識，而
香港的教科書只有 30% 左右是知識性的；台灣中學的教科書佔 83.3% 的知識，
只留 15% 給探究。可是，這是表面的數據，只代表知識和能力佔的比例，並不
代表知識的量。

美國的教科書最大的特色是「厚」、「重」，外貌像精美的百科全書，台灣教
師初看到美國教科書的反應是：「這麼多怎麼教得完？」，繼而發現，編者並不預
期教師需要全教，也不認為學生需要「全記」或「全考」。教科書裡有豐富的資
訊，提供學生進行探究時可能需要用的知識。編者認為，學生能夠從閱讀中學習
科學概念，然後再從探究活動中獲得進行科學探究的過程技能和思考技能。

美國的教科書在知識上和技能上都做得非常徹底，兩方面都很有份量；台

灣的教科書在小學部分雖然知識和能力的比例相等，但是知識只有一點點，而且沒有明白的解釋，幾乎全部的道理和推理都是由讀者自行處理。

相對之下，香港的學生用書顯得非常單薄，因為它連知識都不說出來，要求學生看圖推理。大部分的知識，放在每章節的結束，內容只有一頁的摘要裡頭。

接著，分析所提供探究知識屬於哪一類型的：

(二) 探究內容的種類

本節探討有探究知識的分析單位中，提供了哪方面的知識。首先了解有多少個分析單位直接陳述探究的知識，或是敘述探究技能本身。

台灣六年級教材有五個單位提及探究，七年級有 16 次，香港教材完全沒有，而美國則有 40 次，分別是 29%，18%，0。表 4-2 列出探究的知識、技能和態度說明的分佈情形。

表 4-2 三地教科書直接陳述探究的頻率

樣本 內容%	台灣六年級 n=17	台灣七年級 n=87	香港六年級 n=55	美國六年級 n=83
陳述探究的單位總%	29.4	18	0	48
陳述探究知識的單位	0	0	0	9.6
說明探究技能的單位	23.5	16.1	0	41
說明探究的態度	5.9	2.3	0	0

從以上的統計可見，香港和台灣的六年級教材，雖然有許多單位讓學生從事探究活動，但是很少直接提及探究技能的名稱，也很少描述如何進行探究，可見兩地編輯對於「探究為基礎」的定義不同。美國的教材談知識的有 96%，談技能的有 41.0%，超出總單位的 48%，因為有些單元同時說明探究的知識和能力，可見美國教材不只要學生進探究，更進一步讓學生了解所做的是什麼。除了 doing inquiry，他們還需要 understanding inquiry。

所分析的三套美國教科書 (Glencoe, McGraw-Hill, Foresman) 都是探究取向的。編者直接告訴讀者：科學家的研究方法是探究，探究是透過一個有系統的思考過程進行的。這則說明篇幅有 5-10 頁，並且從一年級到八年的學生用書，每冊都重新說明描述探究的技能，由此可見受到重視的程度。例如，Macmillan McGraw Hill 每冊課本首頁，就有這段話：

科學是一種了解周遭世界的方法。科學家工作的開始，經常是從觀察的現象中提出問題。提出問題和回答問題是探究的基礎。

同一頁中，編者亦列出科學家經常用來探究的十三種技能。由此可見，編者明白指出教科書的主旨，就是要讀者獲得「科學家的探究技能」，而且這些能力比起各種概念，更為重要。接著每個章節也都於不同部分，提供相關的科學概念和探究活動，模式大多先提出知識，再邀請讀者進行探究活動。

Glencoe 教科書做法是到了六年級減少探究活動，並且多數活動皆標示為「回家試試看」；其他兩套設計，每章都不只一個活動，直接標示為指導、引導或開放的探究，讓學生和教師都知道，教師會提供多少協助來完成該項活動。其中直接模式的探究成分最多，而開放模式的探究成分最少。

Foresman 和 McGraw 除了帶領讀者進行探究活動，還在活動過程中標釋出所使用到的技能，讀者了解自己正在練習某個探究技能，運用了某些思考技能。此外，教科書已於陳述知識部分，一一列出希望學生獲得的資訊，因而，探究活動部分，就不再提供答案，也不會下任何結論或暗示。這些活動雖不強調答案的正確度，但是強調出態度和方法的嚴謹度。

對照美國教科書，台灣課本顯得輕巧卻也單薄。美國自然科學課本編輯取向一致，從幼稚園至八年級皆同，其中低年級的文字較為淺易，份量也較輕，但是在知識、探究的鋪陳、比重和體例上，都依循相同取向呈現，編輯上較能體現出「九年一貫」的精神。反觀台灣小三至小六的課本，以探究活動為主，每章最多提供兩小段（約一百字）的知識，偶然加多一頁延伸閱讀，所以知識的傳達佔很小的份量；到了國中，教科書的設計有了大幅改變，比例上突然轉成 90% 的知識與 10% 的活動。茲就小學階段的課本分析如下：

台灣小學階段的自然科學課本設計，要求教師帶動學生，從探究活動中獲得科學概念；然而，少了教師的引導，讀者不容易攝取大量知識。因為大部分的課文都是問句，一般學生必須倚賴老師說明，或是自己查詢課外讀物，才能獲得正確的資訊和概念。其實，編者也意會到這種設計會使學習者在獨立學習中遇上不少困難，所以，很多題目本身即暗示出正確答案，或是將答案暗藏在插圖或內文說明中。

(三) 三地教科書間接呈現探究能力的方式

從上述可見，美國教材把探究看作知識，也看作技能；但是香港和台灣的教材把探究看作知識傳輸方式法，所以不明講探究，不讓讀者了解他其實是在練習探究。至於呈現探究的語文是否相同，從表 4-3 可以得知：

表 4-3 三地教科書間接呈現探究的語氣

樣本 內容%	台灣六年級 n=15	台灣七年級 n=49	香港六年級 n=39	美國六年級 n=46
直接或間接呈現 探究的語氣%	88.2	54.6	70.9	55.4
提示的呈現探究 的語氣%	60	100	0	39.1
不肯定的呈現探 究的語氣%	0	0	0	0

表 4-3 所分析的不是全文的語氣，只分析談論探究時的語氣。所謂提示，即在探究活動中用側面的鼓勵讀者去提問、觀察、分析，或是去歸納，例如：

「請同學就家裡庭院、郊外野地，或附近的公園中，選取一種生物作為觀察對象，記錄牠們的特徵。同時調查牠有哪些天敵，以哪些生物為食，並儘可能找出牠們彼此間的關係。」

這一段邀請同學們進行探究，提供方向，但沒有規定如何去詮釋結果，或是強調結果。台灣的七年級教材，在四種教材中的探究成分是最底的（見表 4-1），可是在語氣上是 100%開放的（見表 4-3），表示編者鼓勵學生用自己的方法和想法來進行探究。

相對的，香港教材的探究最多（63.3%的分析單位是結構性的探究），可是語氣是 100%的權威，也就是說，呈現探究活動時，其實都在提示標準答案。香港六年級的常識課本圖多字少，學生的探究，是根據文本中的圖片來回答問題，表面上都是在觀察和思考答案，事實上，答案就在圖中，爭議程度非常低，而且在章節的結束都把答案寫出來，所以學生真正探究的空間不大。

台灣六年級的教材，有 88%的分析單位有探究的內容，但是直接說明的佔少數。分析顯示，間接呈現探究的單位，有 60%用提示的語氣，有 26.7%用權威性的語氣。

美國的說明方式相當複雜和多樣，他有 48%的單位直接陳述探究的知識和技能，並且有些單位同時有直接和間接的鋪陳，佔單位總度的 55%。在這 55%中，有時候同時出現提示性的語氣（39.1%），和權威性的語氣（30.1%）；權威性的語氣大部分是用再陳述探究知識，提示性的語氣大部分用在探究活動中。不過，合起來只有 69.1%，其他的探究呈現是採用什麼語氣呢？原來有許多只是使

用標題和色標來呈現，沒有任何的「語氣」可言，這部分在「編輯方式」的部分再補充說明。

研究在三地的教科書中都沒有遇到運用「不肯定」的語氣來提出探究型的思維，感覺到相當驚訝，因為文獻中有研究表示，不肯定的語氣，如：「科學家猜測…」、「推論之下，也許…」會勾起讀者的好奇，感受到還有研究和追求另一種想法或解釋的可能性，不會把所討論的內容當作不可挑戰的定論。

(四) 三地教科書中的提問

提問是探究的開端，由探究者提問固然是最理想的狀況，可是教科書只能提問，不能接受讀者的問題，所以退而求其次，有時候用自問自答的方式來引起讀者的好奇和模仿。當然，提問的技巧會影響到探究的思維和推動，表 4-4 顯示，三地教材中的提問屬於探究型的問題，還是有明顯的正確答案的問題。

表 4-4 三地教科書提問的類別

樣本 內容%	台灣六年級 n=14	台灣七年級 n=48	香港六年級 n=26	美國六年級 n=25
有「提問句」的單位的數量%	82.4	55.2	47.3	30.12
測驗式的提問單位的數量%	78.6	100	100	56
探究式的提問單位的數量%	28.6	0.4	0	44

提問句最多的是台灣六年級教材，美國六年級的教材最少。不過東方的教材的提問，大都是測驗學生的理解或是概念，而探究式的問題，大都是形式上的問題，並沒有預期學生真正的回答。自問自答的問題歸類在測驗式的問題；引起讀者探究的問題歸在探究式。香港的問題全部都是自問自答，或是讓學生看著插圖回答問題，所以學生是無須探究的。台灣七年級的教材中提出的問題像考試題，用以引導和示範答題的方。台灣的教材，雖然提很多問題，但是未能算是探究型的教材，因為問題是封閉的。

二、「電磁」單元中的提問

(一) 美國的教材

美國的課本在不同部分有不同的提問類型。

在知識陳述的部分，主要有兩種提問：語氣型與測驗型。語氣型的問題往往是章節的標題，或是放在段落的開頭，用意是提示跟著要說明的內容，例如，「什麼是電磁？」或「你最近有用到哪些家電？」編者並不預期讀者正式回答這些問題，只是列出話題而已。

測驗型的問題在章節結束時出現；編者希望讀者嘗試依據上面的內容和資訊回答問題，作為檢視理解的自評。

在探究活動的部分，每次都先提出一個主要的探究問題，一方面讓讀者了解活動的目的，另一方面是探究提問的模範，幫助讀者認出值得探討的好問題。在指令和引導模式的活動裡，在探究問題之後，編者把執行活動的方法按順序列出，當中會穿插一些觀察類的問題。活動結束時，編者較會提出 Harwood(2004)關於預測、反思和表達溝通的問題。

(二) 台灣的教材

在台灣的教材中，每一個活動都提出不只一個問題，但是問題的類型卻侷限在幾種。

最常見的問題是「觀察題」，主要是指指示讀者觀察某現象。美國的教材在探究活動當中也有許多觀察現象的指示，但是比較會用命令句而不用問句；在探究活動的開始，有一個明顯的探索問題，在操作的部分就不再提問了，因為編者的目的是指示讀者：要看哪些現象、要把觀察的結果記錄下來、要比較自己的紀錄和別人的紀錄等等。相對的，台灣的教材，除了插圖中小朋友所說的話以外，幾乎全部都是問句。

台灣的探究活動的標題中的問題太大了，可能性太多了，例如：指北針的指針是什麼做成的？這似乎是個探究型的問題，可是，讀者在完全沒有線索的狀況之下，是無法做出有效的探究，必須查詢資料或是倚賴編者的指示，所以這個問題刺激探索性思考的作用不高，大概只是一個語氣型的問題而已。因為問題不適宜探索，所以活動之後，讀者只得到答案，卻沒有練習到探索的思維。

有些提問幾乎把答案告訴讀者，例如：這樣的結果與兩支磁鐵互相靠近所產生的現象相同嗎？這個問題的問法，加上插圖中兩根磁鐵棒放置的方式，強烈的暗示答案是 Yes，但是編者沒有鼓勵讀者表達相同的現象是什麼，所以似乎未能達成「反思結果」或「傳達和溝通」的思維。

教材中有些「討論」的題目：指北針的指針會受到磁鐵的吸引或排斥，因此可以推論它是磁鐵做的嗎？問題的前半，其實是「磁鐵靠近指北針」的觀察結果，但是並不排除磁鐵以外的物質不能有這種現象出現，所以這個推論是不完整的，讀者討論這個問題的時候，必須排除其它的可能性，所以推論不見得能夠成立。可是，這個問題的鋪陳和下面的問題強烈的暗示，這個推論是成立的。

另一個問題：如何驗證上述的推論呢？表示推論是正確的。雖然答案正確，可是推論在邏輯上有瑕疵，可見編者的重點，是要用問題刺激讀者同意書中的暗示和答案，但是未能達成刺激讀者獨立思考和自己評估自己的觀察的意義。況且緊跟著的操作和討論，更降低了這個問題的探究成分，因為它似乎沒有辦法驗證「指南針是磁鐵做的」；浮著的磁鐵會指南北，懸掛著的磁鐵也會指南北，代表磁鐵可以用來做指北針，但是不代表指北針一定必然是磁鐵做的。

教科書不斷的提問，教師不斷的提問，不見得讀者就能夠獲得探究的能力。編者必須進一步考慮到課文的問題呈現方式是否能夠刺激到各種探究的思維和學習態度。

伍、結論與建議

一、結論

(一) 台灣與美國的自然科學教科書，有哪些與探究能力相關的內容？

台灣的小學自然科學教科書以探究為主軸，全書都是探究的活動，其設計要求教師帶動學生從探究活動獲得科學概念。但是書中沒有陳述探究的概念，也沒有陳述科學概念。

台灣國中的自然科學教科書以陳述科學概念為主，只有少量的探究活動，而且缺乏探究方法的介紹。

美國的教材有「九年一貫」的精神，從一至八年級的編輯取向一致，書中有豐富的閱讀素材，陳述科學概念並且提供探究的過程技能，作為探究活動的基礎。

(二) 台灣與美國的自然科學教科書，如何呈現探究的內容，來協助探究技能的發展？

台灣小學的自然科學課本充滿探究的活動，運用探究的指示帶領學生學習，試圖透過提問引導學生思考科學的概念。可是探究活動以結構性的居多，求獨一及正確答案的導向過強，所以未能妥善的協助學生探究的發展。

台灣中學的自然科學課本著重知識的灌輸，而且沒有介紹探究的方法，學生不容易從課本中獲得探究的技能。

美國的教材直接介紹各種探究的技能，並且在活動當中用不同字體和顏色標出所運用和練習的探究技能，不但讓學生運用探究來學習，而且很有系統的獲得完整的探究知識。

(三) 台灣與美國的自然科學教科書，是否能培養學生閱讀科學文本的技能？

台灣的小學自然科教材缺乏閱讀素材，有少量的延伸閱讀在書中或是在教學指引中交待，但是多屬科學家的生平或發明的故事，學生不容易從閱讀中充實科學概念。

台灣中學的教材雖然滿滿的是科學知識和延伸閱讀，內容過於濃縮緊湊，不容易讓學生產生閱讀的興趣和技能。

美國的自然科學教材除了有大量的閱讀，還提供了閱讀的指導和協助，較能培養學生閱讀科學文本的支援和技能發展。

(四) 台灣與美國的自然科學教科書，是否能整合科學知識和能力的教學？

台灣的教科書在小學和中學階段，一個重視技能，一個重視知識，似未能整合科學知識和能力。

美國的教科書似能兼顧知識和能力的發展，值得台灣教育界的參考。

二、建議

美國的出版社，多年以來發展教科書整合科學概念傳達、探究技能培養以及資訊閱讀的協助，有頗大的參考價值。不過，台灣的出版社有礙於出版的成本和商業競爭，加上審查制度非明文的編幅限制，無法出版較完整的閱讀文本。本報告就目前台灣教育體系和規範提出下列的建議。

(一) 教育部建立專案小組研擬中小學自然科學教科書之一貫性和統整性，提出教科書改革方案和審查標準的開放。

(二) 國立教育研究院成立教材研究發展中心，研擬整合知識與能力的教材原形，提供出版社和教師做為參考。

(三) 教育部和國科會鼓勵及補助教科書開發之實驗研究和教材發展研究，作為課程綱要改革之配套。

36-38

參考文獻

- 中華人民共和國教育部 (無日期)。語文課程標準。2009 年 6 月 2 日，取自：
<http://www.being.org.cn/ncs/>。
- 自然 (2001)。(第九冊)台北市：國立編譯館。
- 自然 (1997)。(第十冊) 台灣省國民學校教師研習會 主編。
- 自然與生活科技 (2008)。(第七冊，修訂版) 南一出版社。
- 自然與生活科技(2008)。(第七冊，第五版) 康軒出版社。
- 自然與生活科技(2008)。(第七冊，修訂一版) 翰林出版社。
- 教育部網站：<http://www.edu.tw/>
- 教育部 (2008)。國民中小學九年一貫語文學習領域。2009 年 5 月 25 日，取自：
http://www.edu.tw/EJE/content.aspx?site_content_sn=15326。
- 課程發展議會 (2002)。中國語文教育(小一至中三)。2009 年 5 月 11 日，取自：
<http://www.edb.gov.hk/index.aspx?langno=2&nodeID=2879>。
- 楊思偉 (民 89)。基本能力實踐策略。台北市：教育部。
- 黃茂在、范信賢 (2003)。「生活課程」教學型態建構與其相關能力發展之研究—
以主題觀察及主題探究教學方式發展國小生活課程之教學模組與評量基
準。國科會計畫 (91-MOE-S-081B-001-X3)。
- Bray, J. N., J. Lee, L. L. Smith, and L. Yorks. (2000). *Collaborative inquiry in practice: Action, reflection, and meaning making*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Bray, J. H., Lee, J., Smith, L. L., & York, L. (2000). *Collaborative inquiry practice: Action, reflection, and making meaning*. CA: Sage.
- Cheo, M., Chao, C. C., Wu, R., and Huang, M. T. (2005). Inquiry into inquiry. Paper presented at the Conference on Educational Research, Sanhsia, Taiwan.
- Colburn, A. (2000). An inquiry primer. *Science Scope*, 23(6), 42-44.

- Edwards, C. H. (1997). Promoting student inquiry. *The Science Teacher*, 64(7), 18-21.
- FNBE(2003).*National Core Curriculum For Upper Secondary Schools 2003*. Helsinki : FNBE. FNBE , 爲 Finnish National Board of Education 的簡稱
- Harwood, W. (2004). An activity model for scientific inquiry. *The Science Teacher*, 71(1), 44-46.
- Heron, J. (1981). Experiential research methodology. In R. Reason & J. Rowan (Eds.), *Human inquiry: A sourcebook of new paradigm research* (pp.153-166). New York: John Wiley.
- Heron, J. (1985). The role of reflection in co-operative inquiry. In D. Boud, R. Keogh, & D. Walker (Eds.), *Reflection: Turning experience into learning* (pp.128-138). London: Kogan Page.
- Heron, J. (1988). Validity in co-operative inquiry. In P. Reason (Ed.), *Human inquiry in action: Developments in new paradigm research* (pp.40-59). London: Sage.
- Martin-Hansen, L. (2002). Defining inquiry. *The Science Teacher*, 69(2), 34-37.
- Merseth, K. K. (1995). Cases and case methods in teacher education. In J. Sikula (Ed.), *Handbook of research on teacher education, 2nd ed.* (pp. 722-744). New York, NY: Macmillan.
- Ministry of education in New Zealand(2007b). *Years and Curriculum Levels*. 2009 年 5 月 7 日 , 取自:
<http://nzcurriculum.tki.org.nz/content/download/868/6086/file/Charts1.pdf>.
- Ministry of Education, New Zealand (1994). *English in the New Zealand Curriculum*.2009 年 5 月 7 日 , 取自
<http://www.minedu.govt.nz/NZEducation/EducationPolicies/Schools/CurriculumAndNCEA/NationalCurriculum/LanguageAndLanguages.aspx> °
- Ministry of Education, New Zealand (2007a). *The New Zealand Curriculum*.2009 年 5 月 7 日 , 取自 <http://nzcurriculum.tki.org.nz/> °
- National Research Council. (1996). *The National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council (NRC). (2000). *Inquiry and the National Science*

Education Standards. Washington, D.C.: National Academy Press.

Project 2061 (2001). *Atlas of science literacy*. Washington, DC: American Association for the Advancement of Science.

QCA(1999). *English-The National Curriculum for England*. 2009年5月28日取自：
<http://curriculum.qca.org.uk/>。QCA，為 Qualifications and Curriculum Authority 的簡稱

QCA(2004). *Modern foreign languages-The National Curriculum for England*. 2009年5月28日取自：<http://curriculum.qca.org.uk/>。

Reason, P. & J. Rowan (Eds.), (1981) *Human inquiry: A sourcebook of new paradigm research* (pp.153-166). New York: John Wiley.

Reason, P. (1988). The cooperative inquiry group. In P. Reason (Ed.), *Human inquiry in action: Developments in new paradigm research* (pp. 18-39). London: Sage.

Science(2005). Macmillan McGraw-Hill.

Science(2006). Scott Foresman.

Science(2005). Glencoe Science.

Short, Kathy G., & J. C. Harste, with C. Burke. (1996). *Creating classrooms for authors and inquirers. 2nd ed.* Portsmouth, NH: Heinemann.

Sykes, G., and Bird, T. (1992). Teacher education and the case idea. In G. Grant (Ed.), *Review of research in education* (Vol. 18, pp. 457-521). Washington, DC: American Educational Research Association.

The University of The State of New York(2005). *English Language Arts Core Curriculum (Prekindergarten - Grade 12)*.2009年5月22日，取自
<http://www.emsc.nysed.gov/ciai/cores.html>。

Thier, H. D. with B. Daviss. (2001). *Developing inquiry-based science materials: A guide for educators*. New York, NY: Teachers College Press