

國三學生對探究性科學問題 提問之研究

李明昆*、洪振方**

摘 要

本研究以 98 學年度高雄縣某所國中一班國三學生共 25 名為研究對象，以「潮汐現象」的日常生活經驗做為情境，藉由研究者自行發展的「科學問題的提問問卷」和「科學問題定義問卷」進行相關施測，探究國三學生在此主題所呈現的探究性科學問題之提問意向與表徵，以及修訂提問的情形為何？研究結果顯示：（1）國三學生在真實情境中，提問探究性科學問題的意向是積極的。（2）國三學生提問的探究性科學問題內容大多與課本之相關概念或知識緊密地相關。（3）國三學生所持有的科學定義之認知情形與修訂提問行為相關，並會影響其修訂提問後的問題品質表現。（4）國三學生提問探究性科學問題與修訂提問的活動，對其科學學習上是有助益的。

關鍵詞：探究、科學問題、提問、修訂

* 本文第一作者為國立高雄師範大學科學教育研究所博士候選人（現任高雄縣立前峰國民中學教務主任）

** 本文第二作者為國立高雄師範大學科學教育研究所副教授

國三學生對探究性科學問題 提問之研究

李明昆、洪振方

壹、緒論

在課室中，提問具生產力的問題是增進認知之有效策略（Tienken, Goldberg & DiRocco, 2009）。PISA2006 國際評比結果顯現，「形成科學議題」項目是我國國三學生最為弱勢的科學素養能力（林煥祥，2008a）。成功大學副校長馮達旋也有著相同的看見指出，國內學子最大的問題是「缺乏危機感」，不知道全球競爭有多激烈；大學教育只知道教學生「解決」問題，卻沒教「出」問題，後者才是脫穎而出的關鍵（陳至中，2009）。事實上，許多科學家與科學哲學家均強調「提問」是科學發展中的核心（Colbert, Olson & Clough, 2007），提問有效的問題對於學生的自然科學學習與研究是重要的。1996 年美國的「國家課程標準」（National Research Council, NRC）也指出，從學生經驗中產生真實問題，進行探究是科學教學的重要策略。所以，提問是科學探究活動的重要思考面向之一（NRC, 1996, 2000；Hofstein & Lunetta, 2004）。Singer（1978）主張基於促使學生成為有動力的學習者與獨立的思考者，學生就必須產生問題，藉此形塑、聚焦，並且指引其思考方向。

在此強調知識經濟的年代，學生必須透過既有科學概念和高層次認知操作的複雜心智運作技能來建構知識（Zohar, 2004），這也是科學教育目標之一（Bransford, Brown & Cocking, 2000；Dori, 2003；Dori & Tal, 2000；Dori, Tal & Tsashu, 2003）。而個體的「提問」行為正是高層次思考的重要一環（Zoller, 1993；Zohar & Dori, 2003；Kaberman & Dori, 2009）。在臺灣參與「PISA2006－學生基礎素養國際研究計畫」科學素養國際評比活動中，我國國三生在「運用科學知識」與「獲得基於證據的結論」的能力表現較佳；而在「辨識問題形成科學議題能力」則相對顯現弱勢（林煥祥，2008a）。陳富堅（2007）調查 50 名中、小學科學展覽的指導教師的研究結果發現，指導學生進行實驗的研究方法與方向，以及研究問題的尋找是學生最需要協助之處。由上述可知，不論是國際評比或國內的調查研究成果都顯示，我國學生在

形成探究性科學問題之能力是不足的。如何在科學教學活動中去提升學生的科學問題提問技能，有其急需的必要性存在。

貳、研究目的與問題

不論是在國內《九年一貫課程課綱》的自然與生活科技部份（教育部，2003）、美國的《探究與國家科學教育標準》（NRC, 2000）正蓬勃地鼓勵著中、小學教師從事探究教學。社會認知論主張學童是「課室實體」的主動詮釋者。個體於探究情境所蘊含的訊息會自動地形成疑惑，進而形成提問並進行自我探究的因果推論活動。然而，學生的提問內容或型態通常會與教師預設觀點有所差異，容易造成溝通上的障礙（Weinstein, 1983），以致無法進行後續的探究。就探究活動而言，問題的形成就是探究的起點，怎樣的問題是適合進行探究的提問，會決定隨後所採用的問題解決方式。所以，提問技能在探究實踐中具關鍵之角色（林煥祥，2008b）。基於此，研究者認為教師在嘗試改變其教學實務以增進學生的提問技能之前，有必要先瞭解學生在一般學習活動中所產生的提問之意向與表徵情形為何，藉以作為科學教師在課室教學活動中的有效修訂與改進，並作為研擬對應或補救策略的訊息基礎。

本研究以 98 學年度高雄縣鄉鎮某國中的國三學生為研究對象，選定「潮汐現象」之日常生活經驗為情境，以研究者自行發展的「科學問題的提問問卷」和「科學問題定義問卷」進行相關施測，探究國三學生對此主題所呈現的探究性科學問題之提問意向與表徵，以及修訂提問之情形為何？本研究所設定具體待答問題如下：

1. 調查並彙整個案班級學生對於「潮汐現象」的日常生活經驗所呈現的探究性科學問題提問之現況情形為何？
2. 個案班級學生與科學社群之間所持的「科學問題」定義認知之差異情形為何？
3. 個案班級學生所持的「科學問題」定義之認知，對其修訂提問之變化情形為何？

參、文獻探究

提問在研究過程中不僅是個困難的步驟，也是起點並對整個研究過程能否順利進行與否有著相當的影響（Johanson, Brooks & Papa, 2002）。Suwa（2003）主張形成自己的問題行為與解決，會勝於解決他人的提問。可見，自己形成「提問」或「產

生問題」對於研究進行的重要性。以下就「提問對學習的重要性」、「提問的相關實徵研究」，以及「本研究理論基礎」分述之。

一、提問對學習的重要性

我們一直依賴提問獲取知識，這是我們根本的認知方式 (Ruane, 2005)。「提問」的關鍵是問題，而「問題」就是某人相信有發現價值的未知，對個體而言至少具有兩個重要貢獻：其一是，問題是在某些脈絡中的未知實體；其二則是，這個未知的發現或解決必須有著社會的、文化的，或者智能上的某些價值 (Jonassen, 2004)。所以，如果個體沒有去察覺未知或沒有決定未知的需要，就不會有察覺到問題的存在。察覺問題就是問題發現行為，「問題發現」是個體自行偵測問題、界定問題或形成問題，包括在問題情境中自己設定目標、結構或現制條件 (詹志禹, 2004)，是努力去尋找或發現一個令人滿意情況 (Jay & Perkins, 1997)，可以泛指任何能夠產出「問題」的活動。

就科學領域而言，科學問題的發現是驅動科學前進的力量，在重要的科學發現之探索活動中，可以清楚地看到心中產生提問的問題發現時期 (Lee & Cho, 2007)，進而完成當前的問題解決和後續出現問題的解決。所以，提問行為會引導個體問題解決，並持續地尋找新問題與後續問題，甚至引發更加有效、新穎，以及創造性問題解決方式。

然而，提問在教育上是項未充分發展的技能 (van der Schee & Rijborz, 2003)，但在促進學習上扮演著重要角色 (Colbert, et al., 2007; Chin & Brown, 2000)。因為提問可以提供具體事件與抽象概念間的推理橋樑 (Dede & Yaman, 2005)，是一種關注與牢記書中的新知識和新信息的很好方式 (Padilla, Miaoulis & Cyr, 2005)，是一種經由思考而理解內容的重要方式。所以，提問並不一定要局限於教科書中，也可以是提出你需要清楚或對你理解教科書內容有任何幫助的所有問題。就科學學習而言，幫助學生理解科學知識的目的就是要學生能夠提出探究性科學問題之能力 (Bransford, et al., 2000; 連啟瑞和盧玉玲, 2005)。然而，研究者本身的教學經驗，大部分學生在課堂上都不知如何提問，更別論是提問探究性科學問題；若有提問也僅是少數學生所提問與事實相關的訊息。Settlage 和 Southerland (2007) 甚至指出，學生在課室中無法自己形成研究問題，是廣為眾人所知的，學生經常會問「為什麼」。然而，為什麼類型的提問往往很難運用來設計研究。學生問為什麼常常僅是在找尋特定現象的目的，而這些問題很少涉及到如何進行研究的面向。大多數是偏

向概念澄清或事實的陳述的提問行為 (Yerdelen-Damar & Eryilmaz, 2009; Baram-Tsabari & Yarden, 2005; Chin, Brown & Bruce, 2002; Dillon, 1988)。可見，學生在課堂上形成有效的提問是困難的，去理解學生產生問題的本質與其在學習過程的角色有其必要性 (Chin, et al., 2002)。再者，學生形成提問在學習過程中深具意義性，提問會促使學生理解的擴展與延續地深入學習，增加他們的學習興趣、熱情，以及鬥志 (de Jesus, Teixeira-Dias & Watts, 2003)。當我們能夠成功地激勵學生去問他們自己的問題，我們就已為他們鋪好了學習的基礎 (Bain, 2004)。

二、提問的相關研究

人類的思考是一種「問題導向」的心理活動，不同領域問題情境則會產生不同的思維模式 (Dudek & Côté, 1994)。NRC (2000) 也指出：「科學性導向的問題關注與科學概念相關的自然世界中之事物、有機體，以及事件。這些問題將有助於實證性調查，並引導收集和運用資料去發展對科學現象的解釋」(p.24)。可見，「探究性」是科學問題尋找答案過程中有別於其他領域問題的重要特質。然而，如前所述，學生在課室中的提問很少涉及到如何進行研究的面向 (Settlage & Southerland, 2007)，這是遠離教育期望的現象 (Yerdelen-Damar & Eryilmaz, 2009)。研究者認為探究其可能的成因，做為教學活動的修正有其研究的重要性。以下就「提問問題的類型」和「增進提問品質的教學研究」兩方面分述之。

(一) 提問問題的類型

問題的變異是無窮無盡的，要試圖找出嚴謹的問題類型有其困難性 (Reitman, 1965)。一般性問題的分類型態，因學者們的關注點不同而呈現不同之分類情形。例如：Arlin (1976)、Pizzini 和 Shepardson (1991)，以及 Norton-Meier, Hand, Hockenberry 和 Wisw (2008) 關注於問題的認知思考面向，但仍呈現出相異情形的提問思考層次類別。Dillon (1982) 和許育彰 (1998) 強調問題來源的情境、Scardamalia 和 Bereiter (1992) 強調問題的脈絡、Lai 和 Grønhaug (1994) 關心問題情境中的主、客觀向度，前述這些都是以問題情境作為分類的焦點。Jonassen (2000)、Marbach-Ad 和 Sokolove (2000) 則依據問題的內涵型態進行分類。Jonassen (2004) 增列了「動態」因素，強調複雜性問題的變動特質，可作為本研究分析修訂提問的問題品質變動之依據觀點。

科學領域的科學問題類型也有相似的情況。Malley (1992) 依科學家進行探究

的問題類型分為探索源由 (origin)、因果性 (causal) 或功能性 (functional) 兩類問題。Wellington 和 Ireson (2008) 則將科學探究問題分成哪一個 (which)、什麼 (what)，以及如何 (how) 等三種類型。上述內容屬性的分類方式可整合為 which、what、why，以及 how 的四類科學問題提問類型，整理如表 1 所示。而探索源由 (why 類型) 的科學問題是最不容易設計成探究性問題 (Malley, 1992)。

表 1 科學問題的內容類型彙整表

類型	Malley (1992)	Wellington 和 Ireson (2008)	範例
哪一個 (which)		which	● 哪一個因素影響著 X? ● 哪一個設計對...是最好的?
什麼 (what)		what	● 假如...將發生什麼? ● X 與 Y 之間有什麼關連?
為什麼 (why)	origin		● 為什麼 X 會...? ● X 為什麼會隨著 Y 而改變?
如何 (how)	causal functional	how	● X 如何隨著 Y 而改變? ● X 如何影響 Y?

表 2 科學問題的思考層次彙整表

Norton-Meier 等人 (2008)	連啟瑞和盧玉玲 (2005)	Hofstein 等人 (2005)	Chin 等人 (2002)	吳璧純 (1998)
知識 理解	名詞定義 現象解釋	低層次提問	基本訊息 提問	源由與成因
應用 分析	實驗探究	高層次提問	驚奇性 提問	衍生關係 相近關係
綜合 評價	比較評價			相異比較

吳璧純 (1998)、Chin 等人 (2002)、Hofstein, Navon, Kipnis 和 Mamlok-Naaman (2005)、連啟瑞和盧玉玲 (2005) 均關注於科學問題的提問思考層次面向，其分類方式與 Arlin (1976)、Pizzini 和 Shepardson (1991)，以及 Norton-Meier 等人 (2008)

的分類型態是相似的。然而，Norton-Meier 等人所主張的提問思考層次的分類方式涵括性最廣（整理如表 2），可做為分析學生的科學問題提問思考層次的良好評定架構。

（二）增進提問品質的教學研究

問題是問題解決之起點，提問是高層次思考技能的重要項目（Cuccio-Schirripa & Steiner, 2000），對於學習成效會有著顯著的影響（Colbert et al., 2007；林煥祥，2008a），進而增進獨立學習之能力（Marbach-Ad & Sokolove, 2000）。所以，許多學者都希望藉由課堂上教學方式的改變來增進學生之提問技能，並提升其學習成效。

Scardamalia 和 Bereiter（1992）以寫作提問並施予回饋的方式，幫助學生形成更多研究導向的提問。Marbach-Ad 和 Sokolove（2000）進一步輔以閱讀教科書後的合作與活化之學習環境，增進提問品質至具洞察性、思考性、科學研究的更高層次之問題。Chin 和 Brown（2000）分析不同學習方式與提問的關係，研究結果指出深入的學習方式會比表面的學習方式產出更多具理解性、預測性、異常性、應用性、計畫性或策略性的有意義提問。Hofstein 等人（2005）則結合科學探究實驗和評論科學論文的教學方式，增進提問有意義且合乎科學性的問題。連啟瑞和盧玉玲（2005）以心念構圖訓練和語詞句型訓練方式，結合擴散性與聚斂性思考方式，提昇學生的探究性問題之提問能力與品質。Chin 和 Kayalvizhi（2002）研究成果指出，結合範例展示與小組討論活動方式，將可有效地提升學童提問具調查性的問題。Kaberman 和 Dori（2009）以電腦化分子模式（Computerized Molecular Modeling）和個案為本的電腦化實驗室（Case-based Computerized Laboratories）的課程，提升資優學生的提問思考技能。林煥祥（2008b）以教室觀察方式，發現具高品質問答能力的學生在進行探究活動時，會具有較佳的設計實驗過程能力。Colbert 等人（2007）運用網路討論區的提問活動增進大學生的科學（生物學）學習。

以上相關的實徵研究，藉由提供範例、引導進行擴散性與聚斂性思考、小組或網路討論，以及電腦化或設計實驗課程的教學方式改變，增進提問品質的研究成果，提供了教師多樣性的教學方式建議，在課堂上如何去改變教學方式以提升學生提問的數量與內容品質。然而，Yerdelen-Damar 和 Eryilmaz（2009）、Baram-Tsabari 和 Yarden（2005）、Chin 等人（2002），以及 Dillon（1988）等學者們的提問調查研究成果均指出一個重要現象，大多數學生的提問都是偏向概念澄清或事實的陳述的低層次提問行為。引發研究者省思：「提問者的初步提問品質不佳的原因何在？」

在課堂上實施增進提問品質的教學活動之前，若能清楚了解學生在科學學習過程中無法形成探究性科學問題的根本因素何在，將可在教學活動中更加有效地提升學生的提問品質？

Gallas (1995)、連啟瑞和盧玉玲 (2005) 也曾就此現象指出，學童所提出的探究性問題之質與量不佳，可能源於二個因素：其一是，學生缺乏充分機會去思考問題本質與問題周邊之關連；另一則是，學生缺乏以合適的語言將心中問題呈現於外之能力。一般都認為是能力不足所造成的結果，並無針對問題本質做深入探討。研究者認為問題本質部份涉及到提問者對於科學問題定義的認知情形，應是造成探究性科學問題提問情形不佳的關鍵之所在。Lederman 和 Lederman (2004) 也指出，教育現場中的學生根本不知道且沒被教導什麼是可研究的問題。所以，去探討提問者所持有的科學問題定義認知情形與提問的關係，在提問的研究上有著教育上之重要性存在。

再者，Chin 等人 (2002) 的研究中建議，去澄清學生提問的本質訊息是個重要議題。問題的起因雖然可以是相同的，但是不同表徵所呈現的問題不會是相同的 (Yerdelen-Damar & Eryilmaz, 2009)，Jonassen (2004) 增加問題類型分類的「動態」因素，此觀點顯現提問內容具有可變動之特質。許育彰 (1998)、Mumford, Reiter-Palmonm 與 Redmond (1994) 關於問題建構的認知模式研究亦指出，形成問題建構的歷程除了初始階段的認知失衡部份，還涉及到隨後聚斂性思考運作與後設認知系統的監控活動的修正內容。所以，提問歷程是變動的，個體對於科學問題本質的認知是其修訂提問的依據，而修訂提問的歷程則可顯現提問的動態特質。

依據以上論述，本研究將探討學生科學學習過程中無法形成探究性科學問題的根本因素為何？學生對於科學問題定義的認知是否是影響其形成探究性科學問題的關鍵所在之處。此研究成果將可作為科學教師在課室教學活動中的有效修訂與改進依據，進而提升學生的提問品質，增進高層次思考技能與學習成效。

三、本研究的理論基礎

提問就是一種問題發現的行為，是一項高層次思考技能，是創造力的起點 (Paletz & Peng, 2009)，探究提問或問題發現的實證相關研究成果顯示，個體的提問表現會與領域特定性相關 (van der Schee, 2001；Jonassen, 2004)，真實學習環境較可以提供學生機會進行高層次思考以形成提問行為 (Dori, et al., 2003；Yen & Huang,

2001; Okuda, Runco & Berger, 1991), 開放性結構之提問方式成效較佳 (Lee & Cho, 2007; Roth, 1995)。然而, Settlage 和 Southerland (2007)、Lederman 和 Lederman (2004)、Gallas (1995)、連啟瑞和盧玉玲 (2005)、洪碧霞、林宜樺、陳沅、曾彥鈞和王偉仲 (2003) 的研究成果也指出, 學生在提問過程中, 對於問題的敘述與定義掌握度不佳, 導致提問品質不佳之情形, 甚至有提非所問的提問產生。這些根本性因素深切地妨礙學生形成自己的問題來進行研究。要使學習者投入科學或科學志業, 進行科學研究, 就必須清楚地了解與知道什麼是「科學問題」。所以, 個體對於「科學問題」的概念性定義認知情形是提問探究性科學問題行為表現之重要關鍵所在。而透過學生的後設認知之自我覺察與自我控制的監控系統, 是促進問題發現行為的有效方法 (Suwa, 2003), 也將是提升提問品質的有效方法。

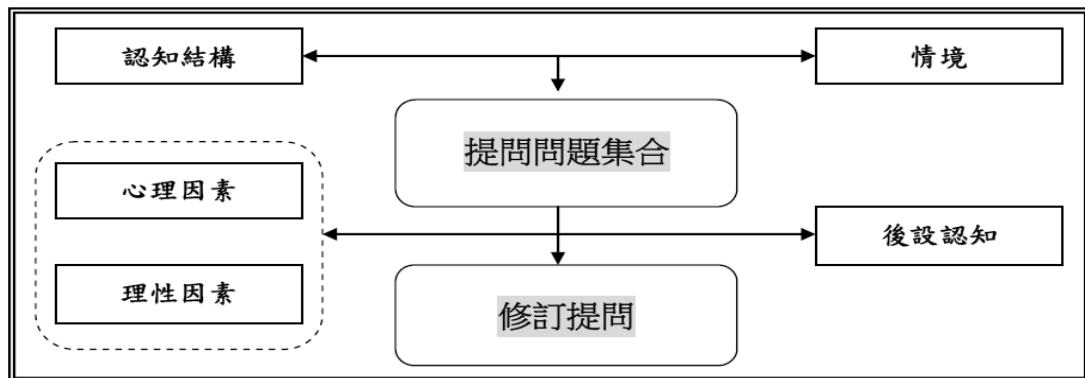


圖 1 個體形成提問和修訂提問的理論架構圖

再者, 研究者就 Jay 和 Perkins (1997)、許育彰 (1998)、Lee 和 Cho (2007) 的問題發現研究之相關影響變項進行分析, 彙整包括: 「問題情境」、「認知結構」、「思考能力」、「後設認知」, 以及「心理因素」(非認知) 等五項因素。這些因素將可做為個體形成探究性科學問題提問與修訂提問的理論架構之相關成分。研究者據此架構本研究的理論架構圖 (如圖 1)。在圖 1 中顯示, 個體形成探究性科學問題提問會涉及「提問問題集合」和「修訂提問」兩部分, 說明如下。

(一) 提問問題集合部分

問題情境所顯現的事件會引發個體的認知結構選擇與注意, 並將事件的線索與既有認知相連結, 那些訊息線索與個人所期待結果不相符事件之線索, 形成認知上的失衡狀態 (Mumford, et al., 1994; 許育彰, 1998)。意即, 個體認知結構與問題情境間進行觀察與比對活動, 引發個體經由既有認知或自行創造 (想像、提出、形成) 的方式, 對內在心理或外在環境中的矛盾、困難、新奇, 或者一般事件形成「提

問問題集合」的表徵，此表徵是即是初步提問行為。

（二）修訂提問部分

事實上，初步提問所形成的提問問題集合表徵並非是完善的。所以，個體將會持續受到個體內在的心理因素之偏好、理性因素之推論，以及後設認知之監控（許育彰，1998；Mumford, et al., 1994），對初步提問的問題表徵內容進行適度地修訂，以形成更加完善的提問行為。

依據以上所述，個體由於認知結構與情境互動所引發疑惑進而形成的初步提問行為，再經由心理因素、理性因素，以及後設認知系統持續監控進行修訂初步提問階段，以形成更佳完善的提問問題集合。本研究關注於國三學生的探究性科學問題提問與修訂提問題之情形，研究者藉由受試者對於「海水潮汐變化」現象之親身經驗，引發認知失衡形成探究性科學問題提問與修訂情形。研究的分析項目聚焦於提問的「科學問題類型」與「科學問題思考層次」，以及「修訂提問情形」面向，藉以了解受試者提問的探究性科學問題之問題類型與思考層次分佈情形，以及修訂提問的問題品質動態變化情形，將可更深入了解受試者所呈現提問的內在意義和修訂提問之動態意涵。

肆、研究設計

研究者透過海水潮汐現象的真實情境，建構一個認知主體與環境互動的探究性科學問題提問活動，探討常態班級的國三學生提問探究性科學問題與修訂提問之情形。以下將就「研究樣本」、「研究工具」、「研究程序」，以及「研究資料處理」等四部份分述之。

一、研究樣本

基於施測與研究取樣便利性，本研究係以 98 學年度高雄縣鄉鎮地區一所大型國中（全校 60 班）普通班學生為受試樣本來源。該校所在地距離附近海岸僅八公里，屬於偏沿海區域之城鎮學校。施測提問主題的選定，考量符合受試者在地脈絡意義的日常生活經驗，選定「海水潮汐現象」為提問主題。為了排除個人的經驗豐富與否對於研究的影響，與該主題在國中課程實施時程之考量，選定國三學生作為施測對象為佳，並從該校三年級班級中選定一班為研究對象，受試樣本總計 25 人。

二、研究工具設計

提問行為具領域或脈絡特定性，提問者的提問行為深受其特定經驗領域的敏感性與熟悉的知識之影響。所以，將一般性提問（問題發現）測驗視為合理地施測於各領域範疇將會引發爭議。依據相關文獻分析結果指出，測驗工具編製時需考量：（1）研究主題的學科特性、（2）研究問題的情境，以及（3）問題結構呈現方式（整理如表 3 所示）。研究者據此，發展「科學問題提問問卷」和「科學問題定義問卷」，施測問卷工具的效化，以及問卷工具評定方式，分述如下。

表 3 科學問題提問問卷的編制考量因素

考量因素	理論依據
學科領域（脈絡）特定性	van der Schee (2001); Jonassen (2000, 2004)
自然情境（真實環境）	Dori, et al., (2003); Yen & Huang (2001); Okuda, et al., (1991)
非良好結構（開放性）	Lee & Cho (2007); Roth (1995)

（一）科學問題提問問卷

本研究的施測工具之一：「科學問題提問問卷」修訂自 Lee 和 Cho (2007) 「非良好結構作業」（ill-structured task）。此問卷的設計目的，了解受試者在海水潮汐情境的探究性科學問題提問情形，回答本研究的研究問題一。「科學問題提問問卷」採開放式問卷工具設計，其試題內容如表 4 所示。

表 4 科學問題提問問卷的試題內容

問卷	題號	試題內容
科學問題提問問卷	1.	阿寶的祖父母住在海邊。今年暑假阿寶到祖父母家度假。他觀察到海水一天有兩次的漲、退潮並對這現象產生興趣。所以，他決定將海水的漲、退潮現象當作他的暑假作業研究報告的主題。現在，你就像阿寶一樣，我希望你去思考並盡可能地提出有關海水漲、退潮的科學問題：

(二) 科學問題定義問卷

本研究的「科學問題定義問卷」係探討受試者的科學問題定義之認知情形與其依據定義所進行修訂提問之問題品質變化情形，藉以回答本研究的研究問題二、三。「科學問題定義問卷」係延續「科學問題提問問卷」所設計之問卷工具，採半開放式問卷工具設計。「科學問題定義問卷」試題內容如表 5 所示。

表 5 科學問題定義問卷的試題內容

問卷	題號	試題內容
科學問題定義問卷	1.	你在國小與國中階段的自然實驗課中，所進行的研究問題就是「科學問題」。你認為「科學問題」具有什麼特性？
	2.	承 1.請你就「科學問題提問問卷」中的提問，指出哪些問題不符合你所定義的科學問題之特性。
	3.	承 2.請你將這些提問問題修訂成符合科學問題之特性的問題。

(三) 施測問卷工具效化

研究者在「科學問題提問問卷」和「科學問題定義問卷」施測工具初稿編製完成後，由兩位科學教育博士進行專家審查，確認本問卷工具的設計理念與試題內容之有效性，以符合試卷編製的專家效度和內容效度，並依據兩位專家的審查意見針對問卷試題內容進行適度修訂後，再由兩位任教國中自然科教師，針對問卷的試題內容之語意敘述、問題呈現、問題數，以及寫作時間等方面提供意見以形成預試問卷。隨後由兩位國三學生進行施測，並透過訪談以了解問卷工具的試題內容表面效度無誤，據此形成「正式問卷」。

(四) 問卷工具評定方式

依據研究問題的設定，本研究的評定方式可分成「科學問題類型」、「科學問題思考層次」和「科學問題定義」等三部分。

1.科學問題類型

科學問題的類型依據 Malley (1992)、Wellington 和 Ireson (2008) 的分類方式，可整合為「which」、「what」、「how」，以及「why」四種類型。依此四種類型做為分析指標進行編碼。編碼的定義與範例說明如表 6。

表 6 科學問題提問類型的分析標碼表

	類型	定義	範例說明
科學 問題	which	探索某特定現象	● 若地球周遭多了一顆星體（質量與月亮相當），環繞海水潮峰会指向何方？
	what	知曉特定名詞或現象	● 潮汐會帶來什麼壞處？ ● 漲退潮時會有什麼徵兆？
	why	探索現象源由	● 為什麼會有漲潮和退潮現象？ ● 地球引力為何不會影響潮汐？
	how	探索現象背後機制	● 潮汐大小是否會影響漁獲量？ ● 如何應用漲、退潮來發電呢？

2.科學問題思考層次

提問是高層次思考行為運作下之產物，以思考觀點做分類依據將可顯現其思考水平的層次差異情形。本研究採用 Norton-Meier 等人（2008）以 Bloom 六個思考層次：「知識」、「理解」、「應用」、「分析」、「綜合」，以及「評價」的分類定義，作為科學問題提問思考層次的分類依據。編碼的定義與範例說明如表 7 所示。

3.科學問題定義

概念代表著某種觀念、某個個人、某件東西或事物的精神影響、抽象物或術語，科學理論的基石就是概念，概念是溝通交流不可或缺的工具（Ruane, 2005）。所以，要確認測量的有效性，去釐清受試者的科學問題定義在科學問題提問的研究上具關鍵性的角色。就科學問題的本質或特徵而言，AAAS（2000, 1990）、Padilla 等人（2005）、Chin 和 Kayalvizhi（2002）、連啟瑞和盧玉玲（2005）等學者或團體均主張，科學問題就是探究性問題，是能夠透過收集資料而回答的問題。所以，「科學問題」的特性就是具探究性的提問。編碼的定義與範例說明如表 8 所示。

表 7 科學問題提問思考層次的分析標碼表

層次	定義	範例
知識	展現先前學習素材、字詞、基本概念，以及答案的記憶。	● 潮汐會帶來什麼壞處？
理解	證明理解事實和組織想法、轉化、解釋、給予描述，以及說明主要想法。	● 月食的時候，滿潮點會不會比其它時間高？
應用	以不同的方式運用所獲得知識、事實、技術，以及規則在新的情境中解決問題。	● 如何應用漲、退潮來發電呢？
分析	藉由確認動機或原因來支持普遍化的方式來檢核和將訊息放入成分內	● 潮汐大小是否會影響漁獲量？
綜合	藉由以新的組型來結合要素或提出具選擇性的結論，以這兩種方式將訊息做不同的組合。	● 若月球運行速度變慢，潮汐周期是否隨之改變？
評價	以對訊息、想法的有效性或以判準為基礎的作品品質進行評斷的方式來呈現與辯護觀點	● 是否有證據可以加以證明月相與潮汐有關

表 8 科學問題定義的分析標碼表

類型	定義	範例
符合定義	具有探究性或調查性的提問	<ul style="list-style-type: none"> ● 可以做實驗來證實論點 ● 可提出想法，做實驗，求出結果
不符合定義	不具探究性或調查性的提問	<ul style="list-style-type: none"> ● 符合思考邏輯 ● 與題目有絕對的關係

三、研究程序

本研究之研究程序依時程區分為「發展準備」、「科學問題提問與修訂提問施測」，以及「分析與討論」等三個階段，如圖 2 所示，以下分述之。

(一) 發展準備階段

研究者在確認研究主題方向後，蒐集提問（問題發現）相關研究文獻和書籍著作，並加以閱讀與進行資料探討。分析國內外學者的研究內容與發現，形成本研究的研究目的，並據此列出具體可行的研究問題，進而提出研究理論與架構。

施測工具係修訂自 Lee 和 Cho (2007) 測驗工具以符合本研究之型態 (科學問題提問問卷)，並據此自編延續性的問卷工具 (科學問題定義問卷) 以符合研究之需求。針對研究問卷工具進行效度分析 (專家效度、內容效度、表面效度) 以確保施測問卷工具的穩定性與正確性。

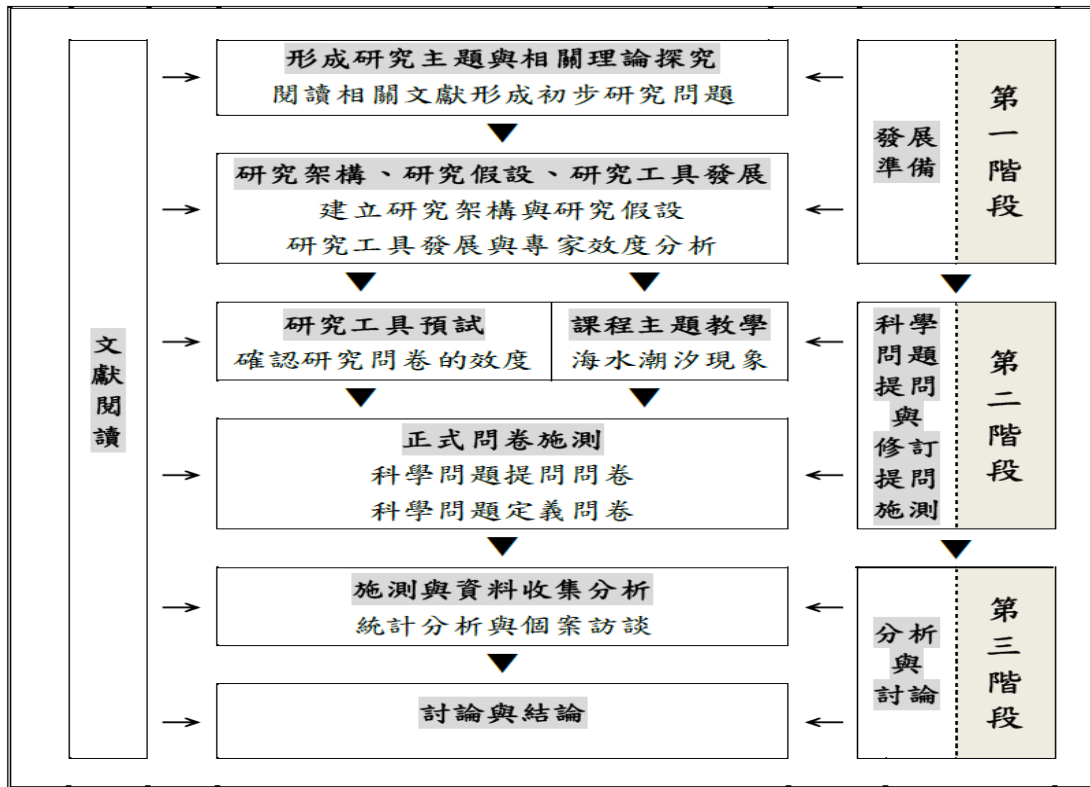


圖 2 研究程序圖

(二) 科學問題提問與修訂問卷施測階段

研究工具的效度分析完成之後進行預試，並將預試的結果由兩位科學教育博士候選人進行編碼，以達到效度分析和內在評分信度分析。研究者在進行預試活動期間同時進行施測主題：「海水潮汐現象」的課程教學 (三節課)，在課程中不涉及任何提問技能之訓練。並在該單元課程教學之後，隨即進行「科學問題提問問卷」施測，要求被試者針對「海水潮汐變化」的日常生活經驗，寫出他們所能思考到科學問題 (數量不限)。在「科學問題提問問卷」施測一週之後，再進行「科學問題定義問卷」施測，請受試者先定義科學問題的特性，並針對自己在「科學問題提問問卷」的科學問題提問，依據自我認知的科學問題定義之特性進行提問問題內容修訂。

（三）分析與討論階段

當完成相關問卷之施測之後，最後則進入第三階段：分析與討論階段，研究者將正式施測的問卷工具所蒐集的資料，開始進行編碼與資料分析的工作。為確認本研究的編碼表之效度，首先，由研究者建立編碼表（如表 6、表 7、表 8 所示），編碼表的內容包括：編碼表項目、各個項目的定義，以及範例。接著，研究者邀請二位具有二年以上的質化研究標碼經驗的科學教育背景博士候選人進行施測結果編碼。研究者先依據研究目的向兩位研究生解釋研究者已經建立的編碼內容，接著提供二份受試者的問卷作答資料影本給該研究生進行編碼之後，並請兩位研究生針對研究者的編碼內容的分類項目、定義和例子提出建議，以確保研究的編碼表之效度。

基於 Miles 和 Huberman 的評量證據之品質考量（張芬芬譯，2005），研究者將填寫「科學問題定義問卷」中，有進行修訂提問的受試者選擇為深度晤談個案班級學生的問題來源，並做為質性資料分析之依據（訪談大綱如附錄一），進行更深入訪談，以了解寫作填答的背後意義，進一步得到相關資料以形成研究結果，並據此提出本研究的結論與建議。

（四）資料處理與分析

本研究的資料分析分成質性分析與量化分析兩種方式。研究者針對受試者在研究工具「科學問題提問問卷」和「科學問題定義問卷」中的寫作回答反應情形進行編碼活動，並在編碼完成後，利用 Microsoft Excel 2007 和 SPSS 10.1 版統計軟體進行加總分析以區辨提問類型與思考層次的數量和分佈情形。再者，將個案訪談的錄音轉錄成文字檔，作為質性分析資料來源。並以「關鍵事例分析法」(Critical Incident Technique, CIT) 檢視受試者在提問和修訂提問寫作活動中的根本想法，統計各項想法所發生的比例，按照 John 和 Whitney (1982)、江世豪和郭重吉 (2004) 實徵研究的建議，將發生比例超過 40% 的項目提取出來視為關鍵事件（想法），以提高問卷工具效度，進行相關分析以回答研究問題。

由於研究者本身針對所有受試者問卷作答之資料進行編碼，但為了確保編碼過程的內在一致性，研究者從受試者中隨機取出五位受試者的問卷作答資料，由前述兩位參與的博士候選人中一位進行編碼。將研究者和該員的編碼結果進行 Pearson 相關係數統計分析，兩位編碼者內在信度分析之統計結果 $r=.935$ ($p=.00$) 達顯著水準，顯示研究者的資料編碼達可以信任之程度。

伍、結果與討論

茲將本研究的研究結果和討論分述如下。

一、國三學生在真實情境中探究性科學問題提問情形

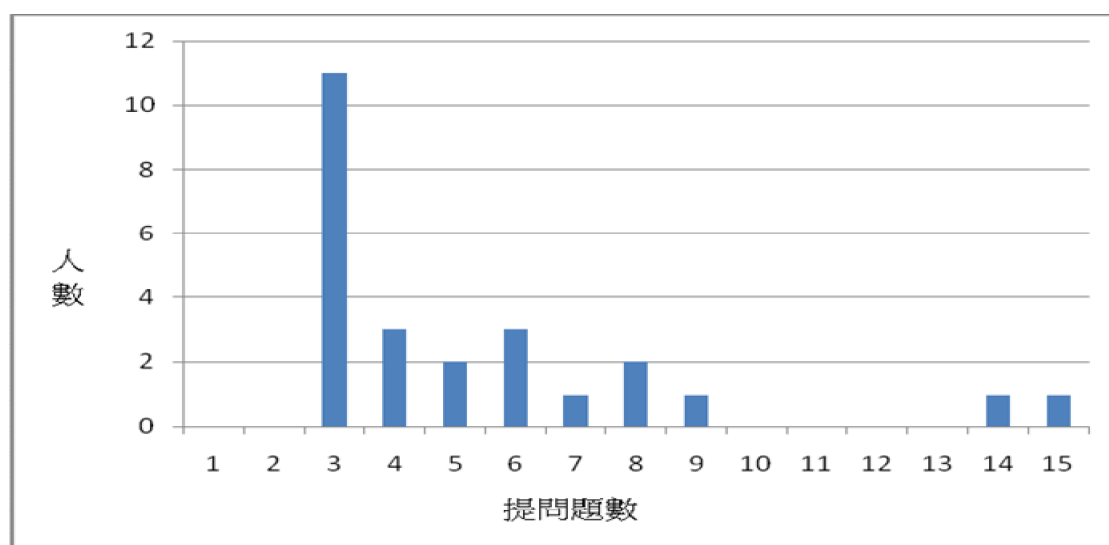


圖 3 研究樣本的科學問題提問數量圖

表 9 研究樣本的科學問題提問分布情形

類別	全部提問為有效提問	部份提問為有效提問	全部提問為無效提問	總計
人數	21	4	0	25
%	84%	16%	0%	100%
提問(無效)數量	109	16 (9)	0	125 (9)

本研究的 25 位國三學生在「科學問題提問問卷」寫作回答中，共提出 134 個有關海水潮汐現象的提問問題。依據受試者的提問數量整理如圖 3，進一步將受試者的提問是否屬於有效提問整理如表 9。

(一) 國三學生在真實情境中，進行探究性科學問題的提問活動是可行的

由圖 3 的統計圖顯示，大多數提問者的探究性科學問題提問數量均為個位數（3～9 題），其中以提問 3 個問題人數最多，少數的受試學生之探究性科學問題提問數量則達到二位數。由表 9 中顯示，134 個有關海水潮汐現象的提問，依據科學問題定義的特性進行初步編碼分類，其中 9 個屬於無效提問，總計有效的探究性科學問題提問共 125 題。

以上的資料顯示，25 位國三學生的探究性科學問題提問數量在 3～15 題之間，其中 4 位受試者（共計 16 個提問）形成 9 個無效提問，佔總提問數的 6.7%。可見，在真實情境中進行探究性科學問題提問活動，對於大多數的國三學生是可行的。針對無效提問的形成因素部份，研究者藉由分析事後的個案訪談資料中顯示，該類型受試者對於課業學習並不感興趣，以致缺乏合適的語言將心中問題呈現的能力（連啟瑞和盧玉玲，2005；Gallas, 1995）。再者，對於問題的敘述掌握度並不佳，此情形與洪碧霞等人（2003）的研究成果相似。

(二) 國三學生在真實情境中，探究性科學問題提問之類型分佈分散，但缺乏「評價」思考層次之提問

將 125 個有效的探究性科學問題提問進行提問類型（which、what、why、how）與提問思考層次（知識、理解、應用、分析、綜合、評價）進行分類，整理如表 10、表 11 所示。

由表 10 的統計資料分析結果顯示，有效的探究性科學問題提問分散於四個類型（16.8%～32.0%），其中以「which」和「how」類型提問比例較高，「why」類型提問比例最低。表 11 的統計資料分析結果顯示，25 位國三學生所提出的有效探究性科學問題提問思考層次僅出現在「知識」、「理解」、「應用」、「分析」，以及「綜合」等五個思考層次中（4.8%～37.6%）。其中以「理解」和「分析」思考層次的提問比例較高（37.6%和 35.2%），「應用」思考層次的提問比例最低（4.8%），但「評價」思考層次則無提問出現。

表 10 研究樣本的有效探究性科學問題提問類型分佈情形

提問類型	which	what	why	how
數量	39	25	21	40
%	31.2%	20.0%	16.8%	32.0%

表 11 研究樣本的有效探究性科學問題提問思考層次分佈情形

提問層次	知識	理解	應用	分析	綜合	評價
數量	16	47	6	44	12	0
%	12.8%	37.6%	4.8%	35.2%	9.6%	0.0%

以上的統計資料顯示，國三學生的有效探究性科學問題提問分散地分佈於「which」、「what」、「why」，以及「how」四個類型。提問思考層次方面，則僅出現於「知識」、「理解」、「應用」、「分析」，以及「綜合」五類層次中，並無出現「評價」層次的提問。依據 Hofstein 等人（2005）的問題分類方式，屬於高層次思考（應用、分析、綜合，以及評價）的提問數達 49.6%，其中「分析」思考層次提問比例最高（35.2%）。此結果與 Yerdelen-Damar 和 Eryilmaz（2009）、Baram-Tsabari 和 Yarden（2005）、Chin 等人（2002）的提問調查研究結果並不一致。研究者認為造成此研究結果差異的可能原因，在於研究主題的設定。因為思考者在不同情境中的知識認識表徵是有差異的，亦會受到學科特質的影響（楊芳瑩，2006；Leach, Millar & Sere, 2000）。所以，日常生活經驗和學科的學習內容亦可能會影響到受試者的提問情形。Lawson（1995）也指出，學生的提問來自於相似的經驗，並不包含整體理論的圖像。所以，學生的探究性科學問題提問必須依賴事實經驗與想像來完成工作，無法提問應是其生活經驗和科學學習上的缺乏所形成的。

二、國三學生的科學問題定義情形

分析 25 位國三學生受試者在「科學問題定義問卷」中的寫作回答情形。

（一）定義科學問題特性，對於近半數的國三學生而言是困難的，而其所持有的科學問題定義認知之情形會影響修訂提問行為

依據相關文獻的科學問題之定義作為分析標碼依據，將 25 位受試者分成「符

合」與「不符合」科學問題定義的類別，整理如表 12 所示。

表 12 研究樣本的科學問題定義分布情形

類別	符合科學問題定義	不符合科學問題定義
人數	13	12
(%)	(52)	(48)

由表 12 統計資料分析結果顯示，受試者所提出之科學問題定義情形，有 52% 受試者的科學定義符合相關社群專家的定義準則；而 48% 受試者則不符合。接著，研究者將探討受試者依據其所定義的科學問題之特性，進行修訂提問的情形，整理表 13 所示。

表 13 研究樣本依據其科學問題定義進行提問修訂情形

類別	符合科學問題定義	不符合科學問題定義
有進行提問問題修訂人數 (%)	5 (38.5%)	2 (16.7%)
無進行提問問題修訂人數 (%)	8 (61.5%)	10 (83.3%)
總計人數	13	12

由表 13 統計資料分析結果顯示，25 位受試者僅有 7 位 (28%) 有進行修訂提問，其所持有的科學問題定義正確性與否類型對修訂提問表現情形是有差異的。符合社群專家學者的科學定義類型之提問者有 38.6% 會進行提問修訂；而不符合社群專家學者的科學問題定義類型之提問者僅有 16.7% 會進行提問修訂。

以上的資料顯示，定義科學問題特性，對於近半數的國三學生是困難的。而且，受試者所持有的科學問題定義對其修訂提問的意圖有明顯之差異，符合社群專家學者的科學定義類型之提問者較不符合社群專家學者的科學問題定義類型之提問者會明顯地產生較多的修訂提問行為。此現象顯示個體所持有的科學問題定義之認知情形，會明顯地影響其修訂提問的行為。可見，個體持有的認知正確性對於後續的修題活動有很大的助益。此與提供正確的範例展示方式來引導學童提問的提升 (Chin & Kayalvizhi, 2002) 是相似的。再者，研究發現僅有少數受試者會進行修訂提問情形，可能如同 Lederman 和 Lederman (2004) 所述，學生根本不知道且沒被教導什麼是可研究的問題。所以，不知如何進行修訂提問。而且，在事後的個案訪談資料也顯示 Lederman 和 Lederman 所指稱的現象發生。

(二) 國三學生依據其所持有的科學問題定義認知進行提問修訂活動，有助於形成探究性科學問題的提問，而其科學問題定義認知之正確與否會影響其修訂提問的思考層次品質

研究者將 25 位受試者中 7 位有進行修訂提問者，進一步區成「符合科學問題定義」和「不符合科學問題定義」兩類型進行分析，其修訂提問題數情形整理如表 14 所示。

表 14 研究樣本中 7 位受試者修訂提問題數之情形

進行修訂提問 (人數)	符合定義 (5)					不符合定義(2)	
	提問者編碼	S1006	S1007	S1023	S1032	S1033	S1013
提問題數	6	4	14	6	5	7	8
修訂提問題數	1	1	1	2	2	4	2
修訂提問總題數 (佔提問總題數%)			7 (20%)				6 (40%)
有效(無效)			7(0)				3(3)
修訂提問總題數							

由表 14 統計資料分析結果顯示，25 位受試者中 7 位進行修訂提問者，持正確性科學問題定義者與持非正確性科學問題定義者的進行修訂題數比率是有差異的。持非正確科學問題定義者的修訂提問題數比率(40%)雖然較持正確科學問題定義者的修訂提問題數比率(20%)高，但容易形成無效的修訂提問。接著，分析 7 位修訂提問者的修訂提問之類型和思考層次變化情形，整理如圖 4、圖 5 所示，分析如下。

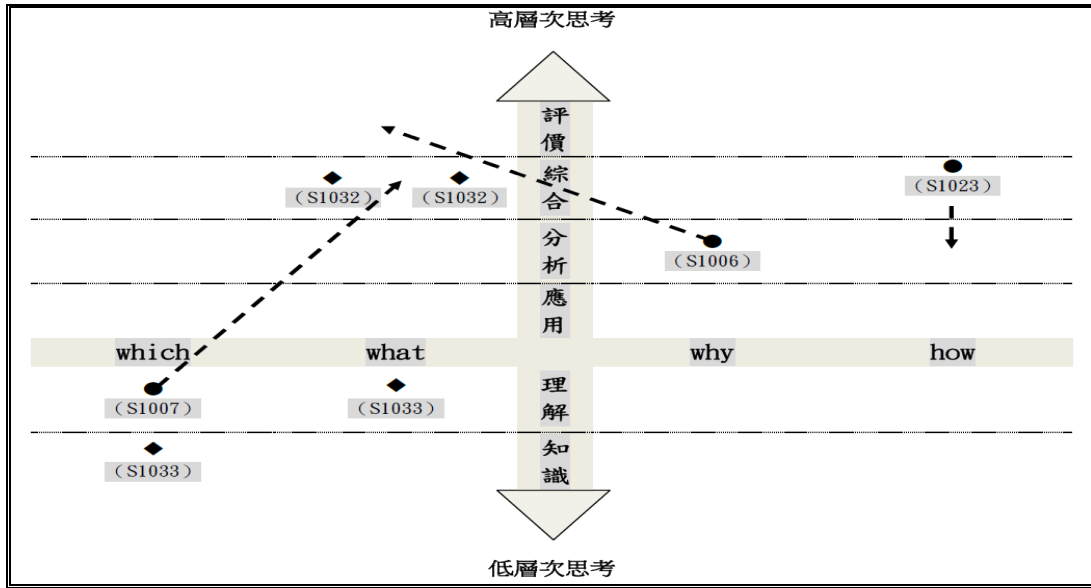


圖 4 5 位符合科學問題定義者修訂提問類型和思考層次變化圖

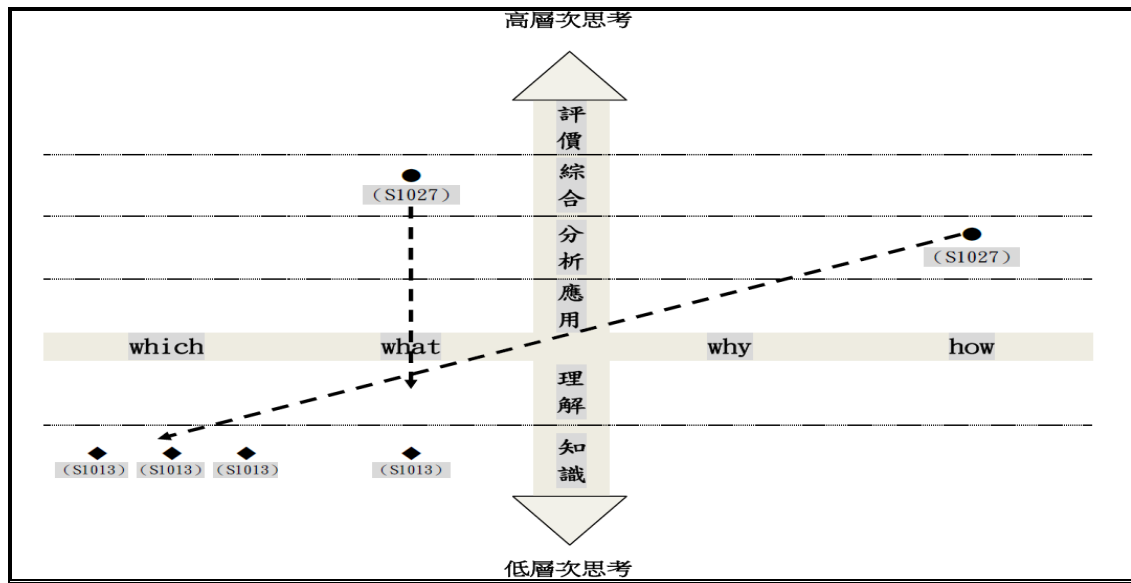


圖 5 2 位不符合科學問題定義者修訂提問類型和思考層次變化圖

1. 符合科學問題定義者的提問修訂情形

在圖 4 中顯示，5 位提問者所修訂的 7 題提問中，有 2 位 (S1032、S1033) 修

訂提問者的 4 題修訂提問之類型和思考層次均未發生改變（標記◆）。1 位（S1023）修訂提問者的 1 題修訂後的提問之類型不變，但是思考層次稍微下降（綜合→分析）。其餘 2 位（S1007、S1005）的修訂提問者的 2 題修訂後的提問之類型和思考層次均產生改變，其中思考層次有明顯地提升（理解→綜合和分析→評價）。

2. 不符合科學問題定義者的提問修訂情形

由圖 5 中顯示，1 位（S1013）修訂提問者的 4 題修訂提問之類型和思考層次均未發生改變。另一位（S1027）修訂提問者的 2 題修訂提問，1 題修訂提問後的類型不變，但是思考層次明顯地下降（綜合→理解）；另 1 題修訂提問後的類型和思考層次均產生改變，思考層次亦有明顯地下降（分析→知識）。

綜合上述的圖 4、圖 5 的提問修訂變化情形顯示，修訂提問者的提問類型發生改變後會趨於 which、what、how 三種類型，而無 why 類型的提問出現。依據，Malley（1992）指出，why 類型的問題是最不容易設計成探究性的問題，就此顯示修訂提問的行為可引導受試者朝向提問探究性科學問題之形態。再者，修訂提問者的思考層次有變動者會出現兩種趨勢：其一是，符合科學問題定義認知之受試者，其修訂提問的問題思考層次有明顯地向上提升，趨向於高層次思考層面；另一則是，不符合科學問題定義之受試者，其修訂提問的問題思考層次有明顯地下降，趨向於低層次思考層面。此現象顯示受試者的後設認知監控系統—「對於科學問題定義情形」，會影響到其提問思考層次的表現。

三、探究性科學問題提問與修訂提問的關鍵想法之調查與分析

研究者透過「訪談大綱」，針對 7 位訪談個案進行個案深度訪談。彙整訪談個案在「科學問題提問問卷」與「科學問題定義問卷」的回答寫作時的想法之陳述資料，以訪談大綱的主題做為分類依據，統計訪談個案的想法，總計可以表徵為 5 類型 26 種想法。依據實徵文獻建議，將發生次數頻率超過 40% 的想法，進行提取之處理，找出「核心」視為關鍵想法。經過篩選整理後，共計提取出 14 項關鍵想法（如勾選項目）整理如表 15 所示。

依據受試個案學生對於提問探究性科學問題與修訂提問情形之訪談陳述，分析其關鍵想法與相關訪談紀錄呈現如下。

(一) 國三學生對於探究性科學問題的提問活動並不感到困難，其提問的內容主要依據課本、日常生活經驗所形成的主題延伸，以及自我疑惑而產生提問。對於提問者的課業學習有所助益

表 15 訪談個案學生「科學問題提問與修訂提問」想法類型彙整表

類型	想法	內容	次數	% (N=7)	頻率超過 40%以上
形成提問 的來源	1.	日常生活經驗	2	28.6	
	2.	提問並不是件困難的活動	4	57.1	
	3.	根據課本內容(圖片)寫出	3	42.9	
	4.	依據主題延伸的(相關)問題	5	71.4	
	5.	自己的疑惑	4	57.1	
	6.	觀賞科學性節目	1	14.3	
提問活動 對學習的 影響	7.	未深入思考過	2	28.6	
	8.	引發尋求答案	2	28.6	
	9.	對課業學習有幫助	3	42.9	
	10.	依據個人興趣而定	1	14.3	
	11.	引導更深入詳細的了解	4	57.1	
	12.	增進思考邏輯	1	14.3	
對「科學 問題」一 詞的印象	13.	有助於多方面的觀察	1	14.3	
	14.	曾經在課堂聽老師講過	3	42.9	
	15.	對「科學問題」一詞不清楚	4	57.1	
	16.	沒有印象	4	57.1	
寫出科學 問題特性 的依據	17.	熟悉「科學問題」一詞	1	14.3	
	18.	回想實驗課的研究問題歸納出來	4	57.1	
	19.	一點想法都沒有	1	14.3	
	20.	我自己對科學問題的認識	1	14.3	
修訂提問 活動有何 益處	21.	感覺上有價值的	1	14.3	
	22.	可以讓我進行反省思考	2	28.6	
	23.	可以找出原先提問問題的問題	5	71.4	
	24.	讓提問內容更清楚	3	42.9	
	25.	對科學問題一詞更深入認知	1	14.3	
	26.	對科學問題不清楚不知如何修題	1	14.3	

1. 「形成提問的來源」方面

提問活動並非是件困難之事，提問的內容主要是針對課本內容之疑惑和主題單元之相關延伸等方式去思考，而提出問題。

S1006：提問題並不是困難的事，有些事情是日常就發生的事。
(1006101-2)

S1007：這些提問是對於潮汐相關事件，想進一步確認的。
(1007101-2)

S1023：參考課文內容，延伸其他可能相關的。
(1023101-2)

S1032：依據主題所引伸出的相關問題。
(1023101-1)

2. 「提問活動對於學習的影響」方面

提問活動對課業學習有所助益，可以引導思考，並有更深入的了解與認識。

S1023：提問對於課業是有幫助的，會引導更深入更詳細的認識。
(1023102-1)

S1033：對學習上有所助益。…讓我對於漲退潮主題有更深入的了解。
(1033102-1,2)

由以上的訪談紀錄關於受試者形成提問之想法來源顯示，國三學生認為探究性科學問題提問活動並不困難，此與前述表 9 的統計資料結果可相對應。而提問者的提問內容主要依據課本、從日常生活經驗所形成的主題延伸，以及自我疑惑的提問。此結果與 Padilla 等人 (2005) 所指提問是清楚或理解教科書內容，de Jesus 等人 (2003) 所論及提問會增進理解的擴展與持續學習相符。所以，學生提問的問題來源主要可分為從課本內容中的提問以釐清概念、從日常生活經驗中提問以進行深入探索，以及從觀察現象中所形成的主題延伸之提問。

再者，學生針對課本內容的有效提問行為，黃延強 (2009) 認為這可做為衡量學生學習好壞的重要指標之一，而且是一種深入學習的表現 (Chin & Brown, 2000)。在本研究的訪談紀錄中也顯示，提問活動對於受試者的課業學習有所助益，此與 Colbert 等人 (2007) 研究成果相似。甚至，可引導更深入的認識與相關主題的探索，就此顯示提問活動是引導科學探究活動的重要思考行為 (NRC, 1996, 2000; Hofstein & Lunetta, 2004)。

(二) 大多數學生對「科學問題」一詞感到陌生且模糊。對於「科學問題」定義之認知，是藉由回憶國小與國中階段的自然實驗課中，所進行研究問題的型態歸納出特性。而「科學問題」定義的反思活動，對於增進提問內容的品質有所助益

1. 「對科學問題一詞的印象」方面

大多數學生在課本中未曾見過「科學問題」一詞，但部分學生曾在課堂上聽過老師提及，但對於「科學問題」一詞的特性均感到陌生且模糊。

S1013：「科學問題」嗯…沒有印象。
(1013201-1)

S1023：從未聽過科學問題一詞。
(1023201-1)

S1033：在課堂上有聽過，但不是很了解。…課本上未曾見過，感覺上模模糊糊的。
(1033201-1,2)

2. 「寫出科學問題特性的依據」方面

科學問題的特性是從回想實驗課之研究問題所歸納出來的。

S1006：從以前實驗課所進行的研究問題就是科學問題，讓我比較明白科學問題的特性。
(1006202-2)

S1007：這些特性都是回想以往的實驗課經驗歸納出來的。
(1007202-1)

3. 「修訂提問活動會有何益處」方面

可以找出原前提問問題的問題，以符合自我的科學問題定義，並讓提問的陳述內容更加清楚。

S1006：可以找出原先提問問題的問題。…讓我去反省思考什麼是科學問題來進行修題。
(1006203-1,2)

S1007：修訂後更能符合自己對科學問題的定義。…會促使自己再次地反思原先的提問，讓修訂的提問更完整。
(1007203-2,3)

S1023：讓提問的內容更清楚。…根據定義來進行修題是容易，也更加容易去延伸或擴張問題。

(1023203-1,2)

S1027：可看出自己被出提問的問題缺失在哪裡。

(1027203-1)

由以上受試者藉由所持有的科學問題定義來進行修題的訪談紀錄中顯示，大多數學生在課堂的課本中從未曾見過「科學問題」一詞，但有部分學生曾在課堂上聽過老師提及，然而，多數學生對「科學問題」一詞均感到模糊。此結果與 Lederman 和 Lederman (2004) 所指稱的可能原因是一致的。再者，受試者的科學問題之特性認知，是從回想實驗課的研究問題所歸納出來的。而透過科學問題定義之認知將可協助受試者找出原前提問問題的問題，並讓提問內容更加清楚。所以，在本研究中，藉由提示受試者進行相關回顧的方式（例如：請受試者回憶在國小與國中階段的自然實驗課中，所進行的研究問題就是「科學問題」），將可適度的引導學生進行反思形成「科學問題」的自我定義與進行修題。也符合學生在認知過程中的自我覺察與自我控制，將是促進提問行為的有效方法（Suwa, 2003）。依據以上所述，在教學活動中潛移默化或者明確地教導「科學問題」的特性與定義，給予科學問題定義之認知訊息，將可增進學生的後設認知對於提問內容的監控，並有利於提問品質的提升。

伍、結論與建議

本研究以一個國三常態班級學生做為受試樣本來探討學生的探究性科學問題提問與修訂提問之情形。依據研究的相關統計資料與質性資料分析結果，研究發現的結果總結結論與建議，分述如下。

一、結論

學生提問是個體在思考活動中發現、形成並主動提出問題的行為，是個體探究行為開始的訊息，是深化認知的觸媒，亦可謂是個體自我創造的開始。所以，只要會提問就能夠進行學習，而且能夠深化學習的品質。下面就本研究的結論整理如下。

(一) 國三學生在真實情境中提問探究性科學問題的意向是積極的

提問在科學探究與學習上具有關鍵角色。事實上，學生在公開性的班級課堂上的提問行為，經常是稀有的，有的話也僅來自少數幾位學生 (Colbert, et al., 2007)。在課堂上學生的提問取決於其自身的感受與行為傾向，是否能問與是否敢問深受其態度的影響。在避免班級上公開提問的困擾，本研究採取不相互比較的個人寫作方式進行提問，一定程度上反映受試者的提問意識。探究性科學問題提問調查研究結果顯示，國三學生在真實情境（潮汐現象）中進行提問的意願是積極的。所以，增進學生的提問必須結合真實的情境或自我經驗。置身於現實生活情境中，學生的思考與日常經驗相連結，進而激發其提問意願與行為。過度抽離情境脈絡的提問方式，容易與其先備知識脫離，可能造成其提問意願不利的情況發生。

(二) 國三學生提問的探究性科學問題內容大多與課本之相關概念或知識緊密地相關

從訪談的資料與統計資料分析結果顯示，可以看出國三學生的提問內容如何。大多數國三學生的提問均屬於有效的探究性科學問題，並無明顯地偏重於 which、what、why、how 任一類型的提問趨勢現象。若考量受試者現有的思考層次與認知發展的情形，其提問內容並無出現過多複雜現象，提問的內容基本上多與課本的相關概念或知識緊密地相連結。有半數的提問思考層次集中於「思考」與「理解」的低層次提問。在高層次思考的提問方面，「分析」層次是國三學生最擅長運用的；而「評價」層次則是最缺乏的。

(三) 國三學生所持有的科學定義認知情形與修訂提問行為相關，會影響其修訂提問的問題品質表現

就學習角度而言，學會提問、理解問題，方能發展與運用所學的知識和技能發現問題、修訂問題，進而解決問題。然而，研究結果顯示，定義科學問題對於近半數的受試者是困難的。而且，個體所持有的定義認知之情形，會嚴重地影響其修訂提問的表現。其中，對於科學問題定義之認知的反思行為，可引導受試者將提問修訂為較易探究性型態的科學問題 (which、what、how)。而且，符合社群專家的科學定義類型之提問者會較不符合的提問者有著符合其認知之正確修訂提問行為。再者，受試者的科學問題定義之認知情形，亦會影響到其提問後的問題品質之表現，符合科學問題定義的受試者之修訂提問後的問題思考層次有明顯地向上提升，趨向於高層次思考的現象；而不符合科學問題定義的受試者之修訂提問的問題思考層次

有明顯地下降，趨向於低層次思考的現象。所以，個體對於科學問題定義之認知情形會明顯地影響其提問探究性科學問題的品質。

(四) 國三學生提問探究性科學問題與修訂提問對其科學學習上是有助益的

學生的提問與修訂提問活動能夠推動深入思考，整合相關概念的聯繫，促進理解與深度學習，是增進學生更完整地表達問題的內容與探討的重點的有效方式。對於學習者與教學者之間的溝通將更能達到所需，增進教與學品質的提升。

二、建議

綜合以上的研究發現與結論，研究者依據整個研究過程的心得及感想，就國三學生的探究性科學問題提問的研究，分別就研究設計的與教學活動兩方面的改進，提出一些建議。

(一) 研究設計方面

基於本研究的研究樣本數較小（25 人），就研究生態效度而言，是不充足的。若能夠將研究樣本數適度擴大，將可得到更清晰和完整的資料分析來源。以對國三學生的探究性科學問題提問與修訂提問之情形，將有著更廣泛的了解與認識。再者，提問的各個面向之研究，均有其研究的重要性與獨特觀點。本研究的研究成果，將可提供我們對於國三學生無法形成探究性科學問題之提問方面的深入認識，並協助教師去架構更加完善的教學提問技能與學生學習的環境，以提供教師對於學生個別差異的學習方式的考量。

(二) 教學活動方面

就科學學習的觀點來看，有效的學生提問一定是科學地提出問題，以體現科學的內涵與特質。在教學活動中，如何促進學生的探究性科學問題提問之意向，是一件急需關注的教學活動。本研究結果顯現，透過真實情境與日常生活經驗的模式，國三學生的探究性科學問題之提問意向是積極的。所以，利用生活化主題以激勵學生的興趣與參與動機，來提升學生的探究性科學問題提問意願，這是一個可行的模式。再者，個體對於科學問題定義的認知之自我監控，所進行修訂提問的方式，是提升提問思考層次和增進提問較易設計探究性問題型態的有效方式。然而，研究發

現易顯示，國三學生的科學問題定義之認知情形不佳，是妨礙學生提問探究性科學問題的重要因子。教師如何在教學活動中潛移默化的讓學生了解科學問題的定義，或者明確地告之科學問題的定義，將可以提昇學生提問可探究性的能力。

最後，我們不能僅將學生的提問看成一種形式，不能讓學生為了提問而提問，而應以考量學生的認知發展形成科學思考模式的角度，來發展知識的成長與問題的解決。藉由對學習素材的思考，以其不滿足現況的某些具體結果，獲得更深入的理解的激勵。在看似無關的背景訊息中，去提問或發現大自然所蘊含的某些普遍性原理或關係。所以，學會科學地思考將能夠幫助學生以科學的角度提出有意義的探究性科學問題。而有效的探究性科學問題提問將會是學生進行「經驗」與「理性」的重組與整合，增進個體深刻地思考的發展與成長。

參考文獻

- 林煥祥（2008a）。**臺灣參加 PISA2006 成果報告**。行政院國家科學委員會專題研究成果報告(報告編號：NSC95-2522-S-026-002)，未出版。
- 林煥祥（2008b）。**學生的提問活動與其探究能力之探討**。行政院國家科學委員會專題研究成果報告(報告編號：NSC95-2511-S-026-001)，未出版。
- 江世豪、郭重吉（2004）。以認知腳本詮釋國一學生從事科學學習活動的知覺之初探。**科學教育學報**，12（4），445-465。
- 吳璧純（1998）。國小低年級學童生活中的科學問題探究。**教育與心理研究**，21（2），333-356。
- 洪碧霞、林宜樺、陳沅、曾彥鈞、王偉仲（2003）。**概念構圖在國小學生網路專題學習中思考與溝通支持效益之初步探討**。2009年10月16日，取自：http://kbc.ntcu.edu.tw/teaching/2003summer/onlinetest/ICCAI2003/pdf/B9_3.pdf。
- 教育部（2003）。**九年一貫課程綱要**。臺北市：教育部。
- 許育彰（1998）。**探討高中生從力學情境中發現問題的能力之研究**。國立臺灣師範大學科學教育研究所博士論文，未出版，臺北市。
- 連啟瑞、盧玉玲（2005）。**創造思考的基礎訓練－探究性問題的形成**。**臺北師範學**

院學報，18（1），29-58。

陳至中（2009年9月20日）。臺灣學生「缺乏危機感」。中國時報，第3版。

陳富堅（2007）。從幾屆科展得獎談科展的製作指導。高雄市立五福國中，未出版，高雄市。

張芬芬（譯）（2005）。質性研究資料分析（原作者：M. B. Miles, & M. Huberman）。臺北市：雙葉書廊。（原著出版年：1994）

黃延強（2009）。在物理教學中如何提高學生提出問題的能力。教育實踐與研究，12（B），51-52。

楊芳瑩（2006）。地球科學教師之知識認識信念調查研究（2/2）。行政院國家科學委員會專題研究成果報告（報告編號：NSC93-2511-S-003-024），未出版。

詹志禹（2004）。臺灣發明家的內在動機、思考取向及環境機會：演化論的觀點。教育與心理研究，27（4），775-806。

American Association for the Advancement of Science (1990). *Science for All Americans*. New York: Oxford University Press.

American Association for the Advancement of Science (2000). *Designs for Science Literacy*. New York: Oxford University Press.

Arlin, P. K. (1976). A cognitive process model of problem finding. *Educational Horizons*, 2, 99-106.

Bain, K. (2004). *What the best college teachers do*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Baram-Tsabari, A., & Yarden, A. (2005). Characterizing children's spontaneous interests in science and technology. *International Journal of Science Education*, 27(7), 803-826.

Bransford, J. D., Brown, A., & Cocking, R. (2000). *How people learn: Mind, brain, experience and school*, expanded edition. Washington, DC: National Academy Press.

- Chin, C., & Brown, D. E. (2000). Learning in science: a comparison of deep and surface approaches. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(2), 109-138.
- Chin, C., Brown, D. E., & Bruce, B. C. (2002). Student-generated questions: A meaningful aspect of learning in science. *International Journal of Science Education*, 24(5), 521-549.
- Chin, C., & Kayalvizhi, G. (2002). Posing problems for open investigations: What questions do pupils ask? *Research in Science and Technological Education*, 20(2), 269-287.
- Colbert, J. T., Olson, J. K., & Clough, M. P. (2007). Using the web to encourage student-generated questions in large-format introductory biology classes. *CBE Life Sciences Education*, 6, 42-48.
- Cuccio-Schirripa, S., & Steiner, H. E. (2000). Enhancement and analysis of science question level for middle school students. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 210-224.
- de Jesus, H. P., Teixeira-Dias, J. J. C., & Watts, M. (2003). Questions of chemistry. *International Journal of Science Education*, 25(8), 1015-1034.
- Dede, Y., & Yaman, S. (2005). Identification of mathematical problem posing and problem solving skills for prospective mathematics teacher. *Eurasian Journal of Educational Research*, 18, 41-56.
- Dillon, J. T. (1982). Problem finding and solving. *Journal of Creative Behavior*, 16, 97-111.
- Dillon, J. T. (1988). The remedial status of student questioning. *Journal of Curriculum Studies*, 20, 197-210.
- Dori, Y. J. (2003). From nationwide standardized testing to school-based alternative embedded assessment in Israel: Students' performance in the "Matriculation 2000" project. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 34-52.
- Dori, Y. J., & Tal, R. T. (2000). Formal and informal collaborative projects: Engaging in industry with environmental awareness. *Science Education*, 84, 95-113.

- Dori, Y. J., Tal, R. T., & Tsaushu, M. (2003). Teaching biotechnology through case studies: Can we improve higher order thinking skills of non-science majors? *Science Education*, 87, 767-793.
- Dudek, S. Z., & Côte', R. (1994). Problem finding revisited. In M. A. Runco (Ed.), *Problem finding, problem solving, and creativity* (pp.130-150). Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation.
- Gallas, K. (1995). *Talking their way into science*. New York: Teachers College Press.
- Hofstein, A., & Lunetta, V. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88, 28-54.
- Hofstein, A., Navon, O., Kipnis, M., & Mamlok-Naaman, R. (2005). Developing students' ability to ask more and better questions resulting from inquiry-type chemistry laboratories. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(7), 791-806.
- Jay, E. S., & Perkins, D. N. (1997). Problem finding: The search for mechanism. In M.A. Runco (Ed.), *The Creativity Research Handbook* (pp.257-293). Cresskill, NJ: Hampton Press.
- Johason, G. A., Brooks, G., & Papa, M. J. (2002, April). *On the Emergence of Research Problems*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, New Orleans, LA.
- John, G., & Whitney, J. C. (1982). *An empirical investigation of the serial structure of scripts*. Paper presented at the meeting of American Marketing Association Educators' Conference. Chicago: American Marketing Association.
- Jonassen, D. H. (2000). Toward a design theory of problem solving. *Educational Technology : Research And Development*, 48(4), 65-85.
- Jonassen, D. H. (2004). *Learning to solve problems: An instructional design guide*. San Francisco, CA: Pfeiffer.
- Kaberman, Z., & Dori, Y. J. (2009). Question posing, inquiry, and modeling skills of

- chemistry students in the case-based computerized laboratory environment. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7(3), 597-625.
- Lai, L. M. H., & Grønhaug, K. (1994). Managerial problem finding : Conceptual issues and research findings. *The Scandinavian journal of management*, 10(1), 1-15.
- Lawson, A. E. (1995). *Science teaching and the development of thinking*. Belmont, CA: Wadsworth.
- Leach, J., Millar, R., Ryder, J., & Sere, M. (2000). Epistemological understanding in science learning: The consistency of representations across context. *Learning and Instruction*, 10, 497-527.
- Lederman, N. G., & Lederman, J. S. (2004). Revising instruction to teach nature of science. *The Science Teacher*, 71(9), 36-39.
- Lee, H., & Cho, Y. (2007). Factors affecting problem finding depending on degree of structure of problem situation. *Journal of Educational Research*, 101(2), 113-123.
- Malley, M. (1992). The nature and history of science. *Teaching about the History and Nature of Science and Technology: Background Papers* (pp. 67-80). Colorado Springs: Biological Sciences Curriculum Study.
- Marbach-Ad, G., & Sokolove, P. G. (2000). Can undergraduate biology students learn to ask higher level questions? *Journal of Research in Science Teaching*, 37(8), 854-870.
- Mumford, M. D., Reiter-Palmon, R., & Redmond, M. R. (1994). Problem construction and cognition: Applying problem representations in ill-defined domains. In Runco, M. A. (Ed.), *Problem finding, problem solving, and creativity* (pp. 3-39). Westport, CT, US: Ablex Publishing.
- National Research Council (1996). *National education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council (2000). *Inquiry and the national science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.

- Norton-Meier, L., Hand, B., Hockenberry, L., & Wisw, K. (2008). *Questions, claims, and evidence : The important place of argument in children's science writing*. National Science Teacher Association Press.
- Okuda, S. M., Runco, M. A., & Berger, D. E. (1991). Creativity and the finding and solving of real-world problem. *Journal of Psychoeducational Assessment, 9*, 145-153.
- Padilla, M. J., Miaoulis, I., & Cyr, M. (2005). *Prentice hall science explorer-scientific inquiry*. Pearson Education Inc.
- Paletz, S. B. F., & Peng, K. (2009). Problem finding and contradiction: examining the relationship between naive dialectical thinking, ethnicity, and creativity. *Creativity Research Journal, 21*, 139-151.
- Pizzini, E. L., & Shepardson, D. P. (1991). Student questioning in the presence of the teacher during problem solving in science. *School Science and Mathematics, 91*, 348-352.
- Reitman, W. (1965). *Cognition and thought*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Roth, W. M. (1995). *Authentic school science: Knowing and learning in open-inquiry laboratories*. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Ruane, J. M. (2005). *Essentials of research methods: A guide to social science research*. Malden, MA: Blackwell Publish.
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (1992). Text-based and knowledge-based questioning by children. *Cognition and Instruction, 9*(3), 177-199.
- Settlage, J. & Southerland, S. A. (2007). *Teaching science to every child*. New York: Routledge.
- Singer, H. (1978). Active comprehension: From answering to asking questions. *The Reading Teacher, 31*(8), 901-908.
- Suwa, M. (2003). Constructive perception: Coordinating perception and conception toward acts of problem-finding in a creative experience. *Japanese Psychological*

- Research*, 45(4), 221-234.
- Tienken, C. H., Goldberg, S., & DiRocco, D. (2009). Questioning the questions. *Kappa Delta Pi Record*, 46(1), 39-43.
- van der Schee, J., & Rijborz, D. (2003). Coaching students in research skills: A difficult task for teachers. *European Journal of Teacher Education*, 26(2), 229-237.
- van der Schee, J. (2001). How to train students to formulate good research questions? *International Research in Geographical and Environmental Education*, 10(3), 245-259.
- Weinstein, R. S. (1983). Student perceptions of schooling. *Elementary School Journal*, 83, 287-312.
- Wellington, J., & Ireson, G. (2008). *Science learning, science teaching*. Abingdon : Routledge.
- Yen, C. F., & Huang, S. C. (2001). Authentic learning about tree frogs by preservice biology teachers in open-inquiry research settings. *Mathematics, Science and Technology Education*, 11(1), 1-10.
- Yerdelen-Damar, S., & Eryilmaz, A. (2009). Questions about physics: The case of a turkish 'ask a scientist' website. *Research Science Education*, doi: 10.1007/s11165-008-9119-4. Springer Science + Business Media B.V. 2009.
- Zohar, A. (2004). Two possible pedagogies for teaching higher order thinking: Transmission of information versus knowledge construction. In Zohar, A. (Ed.), *Higher order thinking in science classrooms: Students' learning and teachers' professional development* (pp.121-137). Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Zohar, A., & Dori, Y. J. (2003). Higher order thinking skills and low achieving students: Are they mutually exclusive? *The Journal of the Learning Sciences*, 12, 145-182.
- Zoller, U. (1993). Are lecture and learning compatible? Maybe for LOCS: Unlikely for HOCS. *Journal of Chemical Education*, 70, 195-197.

附錄一

訪談大綱

首先要感謝_____同學撥出寶貴的時間接受我的訪問。這個訪談的目的在請教您填寫「科學問題提問問卷」和「科學問題定義問卷」時的一些想法，以作為國內中小學教師進行科學教學時的參考。

第一部份：科學問題提問問卷

1. 請說明你在「科學問題提問問卷」中所寫出的問題，是如何寫出來的（根據什麼寫出來的）？
2. 提問科學問題的活動對於科學學習上有何影響？請舉例（說明）。

第二部份：科學問題定義問卷

1. 對於「科學問題」一詞的印象為何（是否聽過「科學問題」一詞）？
2. 你如何寫出科學問題的特性（根據什麼寫出）？
3. 你認為清楚科學問題的定義對於提問科學問題有什麼影響？
4. 你認為利用「修訂提問」活動對於學習有什麼影響？
5. 你對於這樣的寫作活動有何感想（有何建議）？

Research of Asking and Revising Science Questions for the 9th Graders

Ming-Kun Li^{*}, Jeng-Fung Hung^{**}

Abstract

The subjects of this research are 25 students in the 9th grade in Academic Year 98 in Kaohsiung County, and their experiences regarding the “tide phenomenon”. Two questionnaires are used: “The Questionnaire about Asking Scientific Questions” and “The Questionnaire about Defining Scientific Questions”, which are designed by the researchers. The purposes of the research are to examine the subjects’ intentions and behaviors about asking scientific questions, and how they revise their questions. The results shows that: (1) subjects are motivated to ask questions in real-life situation. (2) Most of the questions asked by the subjects are closely related with concepts or knowledge taught in class. (3) The subjects’ definition of scientific questions and their behaviors in revising questions are related. The subjects’ cognition of the definition of scientific questions will influence the quality of scientific questions that are asked and revised. (4) It’s helpful to ask and revise scientific questions when people learn science.

Key words: inquiry, scientific questions, asking, revising

* Doctoral Candidate, Graduate Institute of Science Education, National Kaohsiung Normal University (Director of Academic Affairs, Cian-Fong Junior High School, Kaohsiung County)

** Associate Professor, Graduate Institute of Science Education, National Kaohsiung Normal University