

九年級學生探究性科學問題提問與 問題發展型態之個案研究

李明昆^{1*}、洪振方²

¹ 高雄市立前峰國中

² 國立高雄師範大學科學教育研究所

*k3448@mk.ks.edu.tw

(投稿日期：2011.3.16；修正日期：2011.4.23；接受日期：2011.4.26)

摘要

本研究以高雄某國中九年級生參加「2007年烏山頂泥火山探究活動營隊」後，六位志願參與後續探究的學生為研究對象。研究者以受試者在「科學問題提問問卷」上的作答與其在「科展作品說明書」上的說明為分析依據，探究九年級學生探究性科學問題提問表徵與問題發展型態為何？結果顯示：(1)個案學生的提問數量頗為豐富，提問內容大都與經驗所形成的背景知識相關。(2)個案學生的提問問題思考層次分布於知識、理解、應用、分析與綜合類型。以知識與分析類型居多，應用與綜合類型最少，缺乏評價類型的提問。(3)個案學生在探究活動中的科學問題發展型態，可分為「初步問題集合」、「特定問題」、「後續問題」與「擴展問題」四類型態。其中，「後續問題」與「擴展問題」的形成是推動探究持續之動力來源。

關鍵字：科學問題、問題發展、提問、探究

壹、前言

許多科學家與科學哲學家都強調提問是科學發展的核心(Colbert, Olson, & Clough, 2007)，傑出科學研究者幾乎都強於問題發現與創造，甚至能夠察覺到現有知識間鴻溝與矛盾。所以，學習與發展提問有效性的問題對學生進行自然科學方面學習與研究是重要的。

發展學生高層次思考技能是科學教育主要目標之一(Bransford, Brown, & Cocking, 2000; Dori, 2003; Dori, Tal, & Tsaushu, 2003; Zohar & Dori, 2003)，提問是高層次思考技能之一(李明昆、洪振方，2010；Kaberman & Dori, 2009; Zohar & Dori, 2003; Zoller, 1993)。美國「國家課程標準」(National Research Council, NRC, 1996)指出，從學生經驗中產生真實性問題探究是科學教學的重要策略之一。因為探究同時涉及許多真實性面向，包括學習者能夠調查自然世界、提出想法，以及意識到科學精神(Hofstein & Lunetta, 2004)。所以，要使學生成為具動力的學習者與獨立思考者，學生就必須會自行形成問題，藉此聚焦並引導其思考方向(Singer, 1978)。

貳、研究目的與問題

經濟合作暨發展組織(Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD])自 1997 年起籌畫「學生能力國際評量計劃」(The Programme for International Student Assessment, PISA)，藉由跨國性的「閱讀」、「數學」與「科學素養」項目評量計劃了解各國(地區)學生知識與技能趨勢，以及不同人口、學制與群體的發展。臺灣自 2006 年參與該評比，學生表現大致維持中上水準，各項素養均優於 OECD 平均。比較台灣參與 2006 年與 2009 年 PISA 活動的評鑑結果顯示，「閱讀」與「數學素養」項目分數差異不大，但在「科學素養」項目則由 2006 年的第 4 名稍退至 2009 年的第 12 名，科學素養水準 5 以上的人數比例略有下降情形，而未達水準 2 的人數比例偏高(洪碧霞，2010)。PISA 的「科學素養」項目評比關注三個面向：(1)運用科學知識解釋科學現象能力、(2)辨識問題形成科學議題能力，以及(3)依據證據獲得結論的科學論證能力。就 PISA2006 的評測結果來分析台灣學生的表現情形顯示，台灣學生在「運用科學知識」與「獲得基於證據的結論」能力表現較佳；但在「辨識問題形成科學議

題」能力則相對弱勢。Colbert 等(2007)研究指出，學生提問內容經常與深度理解的科學概念無關。相關研究與評測資料結果也顯示，提問(研究問題)或形成科學議題是學生最需要協助的地方(李明昆、洪振方，2010；林煥祥，2008a；Chin & Kayalvizhi, 2002)。所以，探討學生的提問問題現況與研究問題發展模式，將有助於了解如何在科學教學活動中提升學生的科學問題提問技能。

本研究以高雄地區某國中九年級學生為研究對象來源，選定學校所在區域特殊地質情境—「泥火山」作為學生提問探究性問題的範疇。透過實地戶外考察活動來建構認知主體與環境互動機會與經驗，藉此探討九年級學生的探究性科學問題提問情形與研究問題發展的變化歷程。根據以上所述，本研究將回答下列問題：

- 一、個案學生的探究性科學問題提問情形為何？
- 二、個案學生在科學探索活動中的研究問題發展型態為何？

參、文獻探究

一、提問的重要性

提問是促進學生思考發展途徑之一(馮秀蘭，2007)，也是促進理解擴展與學習的持續，增加興趣、熱情與鬥志的有效方式(de Jesus, Teixeira-Dias, & Watts, 2003)。因為，在課室中提問具生產性的問題可增進學生的認知成長(Tienken, Goldberg, & DiRocco, 2009)。相關實徵研究也指出，學生提問問題有助於學習成效(Colbert et al., 2007; Marbach-Ad & Sokolove, 2000)與探究能力的提升(林煥祥，2008b)。所以，為了幫助學生產生調查性問題並賦予探究技能(Chin & Kayalvizhi, 2002)，教師在教學活動中就必須去佈置具探究性的學習氛圍，以建立促進學生提問環境，進而提升其提問意識。

事實上，科學教育社群強調學生問題解決技能；而忽略學生提問的重要性(Colbert et al., 2007)，甚少研究關注於問題解決過程中決定性要素—「問題發現」部分。學生提問往往代表著學習上的困惑與需求，教師如能好好利用學生的提問，應可深化學生提問內容，引導學生思索教學內容的意涵，觸發學生的好奇心與學習動機，增進教學效果(鄭明長，2002)。再者，問題陳述是問題發現或提問階段的一部分，會引發隨後的調查過程(Chin & Kayalvizhi, 2002)，提問問題

的類型可顯示其思考深度(Chin, Brown, & Bruce, 2002)，在學習策略的運用上扮演著重要角色(Chin & Brown, 2000)。所以，在教育活動中讓學生有機會理解創造性問題發現經驗是重要的(Suwa, 2003)，因為此活動可提供學生機會進行高層次思考(Dori, Tal, & Tsaushu, 2003)，並將具體事件與抽象概念之間的推理橋樑聯繫起來(Dede & Yaman, 2005)，對於增進個體的認知融貫性與學習成效有所助益。

相關研究亦指出，我國九年級學生形成探究性科學問題或科學議題之能力是不足的(李明昆、洪振方，2010；林煥祥，2008a)。提問問題能力在教育上是項未充分發展的技能(van der Schee & Rijborz, 2003)。了解我國學生探究性科學問題提問與其問題發展模式，將有助於科學教師如何在教學活動中提升學生的科學問題提問技能。

二、提問的相關實徵研究

誠如上述所言，相較於問題解決研究方面的成果，提問或問題發現的研究誠屬少量(Runco, 2005)，但還是斷斷續續引起部分學者關注與重視，試圖透過實驗進行探索與研究。這些實驗研究依據研究取向可劃分為五種類型：第一類型是探討提問或問題發現的特點與其提問問題的類型。例如：Heinzen (1989)透過「找工作」的真實任務，探討任務難度與形成創造性思考問題數量的關係，結果發現中等難度任務可產出最多量的創造性思考問題。Lee與Cho (2007)探討問題發現數量與其情境結構之關係，結果與Heinzen相似。Chin與Kayalvizhi (2002)探討國小生在開放性調查活動的提問問題類型，結果顯示學生的提問可分為調查性與非調查性問題類型。Chin等(2002)透過質性分析區辨學生在科學學習中的提問情形，可分為基本訊息與驚奇性的提問，其中，後者具探究特性。第二類型是探討提問問題與智能、創造力與學習成效等能力之間關係。例如：Wakefield (1985)評估小五生進行擴散性思考提問情形，結果顯示提問能力與創造潛能有顯著相關，並具預測性。Subotnik (1988)比較聚斂式與擴散式思考對問題發現的影響，結果顯示聚斂式思考與問題發現能力的關係較為密切。Colbert等(2007)以網路討論區平台作為大學生提問課程內容問題之研究，結果顯示提問活動對科學學習有助益。Yerdelen-Damar與Eryilmaz (2009)藉由提問的學門類型分析學生對物理學的興趣取向，並了解性別的提問數量差異情形。第三類型是探討問題呈

現方式對問題發現能力的影響。例如：Runco與Okuda (1988)研究發現青少年對探索式問題會比對呈現式產生更多回應。Okuda、Runco與Berger (1991)研究進一步指出自然真實性問題會比傳統呈現式或探索式問題產出更多的反應。Sapp (1997)探索問題參數設置對幫助學生提問的關係，結果發現適當的問題參數限定可幫助學生確認問題範圍並聚焦於創造過程。Chin與Kayalvizhi (2002)指出透過範例展示與小組討論活動可顯著提升學童提問可調查性問題數量。李明昆與洪振方(2010)研究結果指出，對問題定義的反思所進行之提問修訂，可增進提問思考層次。第四類型是探討提問或問題發現的思考歷程。例如：Hoover與Feldhusen (1990)從問題解決觀點提出「問題發現/問題解決的假設成分」模式，明確區別科學問題發現與問題解決是假設產出(問題發現)與假設驗證(問題解決)的過程。許育彰(1999)透過文獻分析方式架構「人境互動發現問題模式」，指出影響問題發現變項包括：問題情境、認知結構、思考能力、後設認知技能與非認知因素。Chappell、Craft、Burnard與Cremin (2008)以微小事件分析進行質性研究，探討孩童提問問題面向、回應策略與其思考的關聯性。第五類是提問技能與其他變項間關係。例如：Dede與Yaman (2005)探討小學數學科師資培育教師的問題解決與提問技能相關情形。Kaberman與Dori (2009)研究學習環境對高層次思考技能(提問問題、探究與建模)影響。

根據上述提問或問題發現的相關研究，可觀察到二個現象：第一，問題呈現方式對問題發現能力表現具影響性。所以，提問或問題發現能力存在著一個最佳挑戰水準，就研究設計而言，需要考量此因素。第二，在研究內容部分，多數研究都關注提問或研究問題發現與變項間的關係，極少涉及個體提問歷程的問題發展型態分析。再者，目前一些重要的提問或問題發現研究成果大多集中數學與藝術領域方面，科學領域則明顯匱乏。基於領域特定性觀點，不同領域的提問或問題發現行為具獨特性。所以，提問或問題發現的研究除了要關注領域提問或問題發現能力與相關變項關係之外，深入探討特定領域的提問情形與問題發展歷程的本質將更具價值性。

三、提問與問題發展

Popper (1959)主張科學理論發展源自問題，並以「否證論」觀點提出科學知識增長：提出問題—猜測—反駁—產生新問題的四階段說。將科學家對學術的批判精神(即懷疑、猜測、爭鳴和反駁)視為知識發展動力之一。可見，「提問」是科學發展的啟動點，科學理論在觀察中經由驗證、否證後再產生新的問題之歷程中逐漸成長。Swann (1998)認為 Popper 探討科學知識增長過程，可提供我們一種學習和知識增長建立在發現謬誤或思想與預設的侷限性之觀點。學習往往透過個體對自身關於實體之既有期望的修改與拒斥；當個體發現自己的期望受到經驗所拒絕時，則渴望以某種方式來解決存在於期望與現實之間的衝突或矛盾，便會形成問題。問題是觸發個體尋求解答的驅動力，在獲得解答的創造過程產生一系列新的期望。這些後續的期望可能還會受到實徵經驗之否證，進而推動新的問題形成與解答活動。所以，科學問題的發現或提問是科學創造活動的前提，只有發現並確立了科學問題，才能夠著手進行問題解決的科學創造活動。

Lawson (2002)曾分析 1610 年 Galileo 著作《恆星信使》(Sidereal Messenger)中描述木星衛星發現過程，提出科學發現的普遍性推理過程，其核心型態是「假設—預測推理模式」，以 if/then/therefore 方式進行科學推理，分析如圖 1 所示。

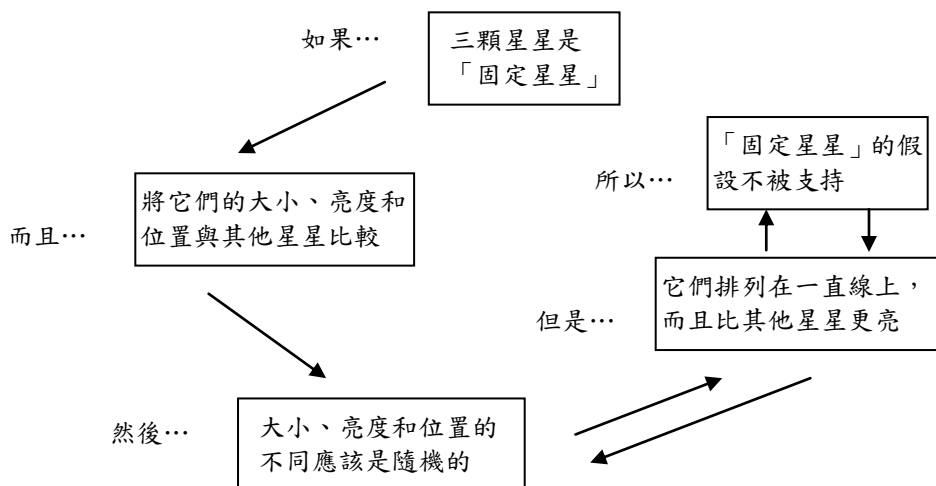


圖 1 Galileo 發現木星的衛星過程中可能使用的假設—預測推理循環模式 (Lawson, 2002)

除了 Galileo 的例子非常符合假設—預測推理模式之外，其他科學家重要發現歷程(例如：Malpighi 的人體血液流動模式、Dalton 的原子論、Lyell 的物種多樣性成因、Mendel 的親代特徵遺傳子代、Rutherford 的原子內部結構發現)也相當吻合此模式(Lawson, 2002)。再者，就認知觀點而言，假設—預測推理模式符合 Piaget 認知理論的同化與調適之自我調適歷程，也符合 Squire 與 Zola-Morgan (1991)神經模型機制。

然而，並非所有問題都可形成探究性問題(Johanson, Brooks, & Papa, 2002)。依據 American Association for the Advancement of Science [AAAS](1989, 2001)、Padilla、Miaoulis 與 Cyr (2005)、Chin 與 Kayalvizhi (2002)、連啟瑞與盧玉玲(2005)以及李明昆與洪振方(2010)等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，科學問題本質而言，不論是證實觀點或否證觀點，探究性都是科學問題的一個重要特徵。

依據以上所述，不論是 Popper 的科學知識增長四階段說之否證論點或 Lawson 的假設—預測推理模式驗證觀點都強調科學問題具探究特性。所以，提問或問題發現與隨後的探究歷程所進行問題解決所發展形成的新問題，都是增進科學發展的重要動力。

肆、研究設計

一、受試對象

基於施測與研究個案之取樣便利性，研究取樣對象以高雄鄉鎮地區某國中九年級一班普通班學生為受試樣本來源，施測提問主題考量符合受試者在地脈絡意義之生活經驗，選定「烏山頂泥火山」場域為提問主題。為了排除個人經驗豐富與否對研究的影響，該班學生均參與「2007 年烏山頂泥火山探究活動營隊」，並從中依意願選取六位同學進行後續探究活動，作為本研究之研究對象。整個研究時程於 2007 年 9 月起至 11 月進行，共計三個月。

二、研究工具設計

依據研究目的選定烏山頂泥火山場域作為提問情境，並探討受試對象在此情境的提問問題發展情形。研究指出當學生面對的是僅有微弱訊息的真實情境，就必須運用既有的科學知識來發現問題或提問。因此，學生能在非良好結構問題情境中發現具價值性問題(Lee & Cho, 2007)。此外，李明昆與洪振方(2010)分析相關文獻指出編製提問或問題發現測驗工具需考量研究主題的學科特性、研究問題的情境與問題結構呈現方式。研究者據此發展「科學問題提問問卷」作為本研究的研究問題分析來源。「科學問題提問問卷」效化與評定方式，分述如下。

(一)科學問題提問問卷

本研究的施測工具「科學問題提問問卷」係研究者分析相關文獻並參照 Lee 與 Cho (2007)「非良好結構作業」(ill-structured task)所編製之量具。此問卷的設計目的在了解受試者在烏山頂泥火山情景的探究性科學問題提問情形，據此回答研究問題一。「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 1 所示。

表 1 科學問題提問問卷的試題內容舉隅

問卷	題號	試題內容
科學問題 提問問卷	1.	依據「2007 年烏山頂泥火山探究活動營隊」的地質考察活動，請就相關的自然環境為思考範圍，我希望你去思考並盡可能地提出可以研究的科學問題

(二)施測問卷工具效化

研究者在「科學問題提問問卷」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的有效性，以符合試卷編製專家效度和內容效度要求。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、問題呈現與寫作時間等方面提供意見以形成預試問卷。隨後由兩位九年級學生進行施測，並透過訪談以確認問卷工具的試題內容表面效度無誤，據此形成「正式問卷」。

(三)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」與「科學問題思考層次」部分。其中，科學問題類型部分，研究者關注提問問題的學科內容屬性(物理、化學、生物與地球科學)面向。依據 Yerdelen-Damar 與 Eryilmaz (2009)觀點，個體提問問題內容的學科屬性可視為興趣所在。在問題的層次部分，研究者則以 Norton-Meier、Hand、Hockenberry 與 Wisw (2008)就 Bloom 六類思考層次(知識、理解、應用、分析、綜合與評價)作為提問問題類別的分類依據。「科學問題提問問卷」問卷工具的評定編碼之定義與受試學生表現之實例說明如表 2 和表 3 所示，並說明如下，以回應本研究的研究問題一。

表 2 中的提問問題內容學科屬性係以自然學科類別作為分類範疇依據，依據國民中學的自然與生活科技領域的學科細分(排除生活科技部分)，可區分為「物理」、「化學」、「生物」與「地球科學」等四學科。表 3 中的提問問題內容思考層次係以區辦學生提問內容之思考層次差異情形，並區分成低層次思考問題(知識和理解)與高層次思考問題(應用、分析、綜合和評價)進行分類(Hofstein, Navon, Kipnis, & Mamlok-Naaman, 2005)。

表 2 提問問題內容的學科屬性分析標碼表

類型	定義	實例
物理	物理學科屬性	● 泡泡的大小可能和水面下的深度成正比？
化學	化學學科屬性	● 泥火山泥漿的成份(是什麼)？
生物	生物學科屬性	● 泥火山附近的植被為何？
地球科學	地球科學學科屬性	● 泥火山(是)如何形成？

表 3 提問問題內容的思考層次分析標碼表

層次	定義	實例
知識	展現先前學習素材、字詞、基本概念，以及答案的記憶	泥火山泥中的物質(是什麼)?
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	不同的泥沙所組成的泥漿，乾掉後的粗糙程度情形(是一樣的嗎)?
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	泥火山的泥(水)可以拿來敷臉嗎?
分析	藉由確認動機或原因方式檢核普遍化和成分內之訊息	泥漿中的水分與泥漿乾掉後的裂痕情形有無關係?
綜合	藉以新組型來結合要素或提出具選擇性結論，以這兩種方式將訊息做不同的組合	錐狀泥火山和盆狀泥火山類別是否與斷層有關?
評價	以對訊息、想法的有效性或判準為基礎的作品品質進行評斷與辯護觀點	根據相關資料顯示泥火山的泥水屬強酸，拿來敷臉具有危險性嗎?*

註：「*」非受試學生的實際提問之實例

三、研究程序

本研究之研究過程依據時程分為「發展準備」、「提問問題與問題發展」，以及「分析與討論」等三個階段，整理如圖 2，以下分述之。

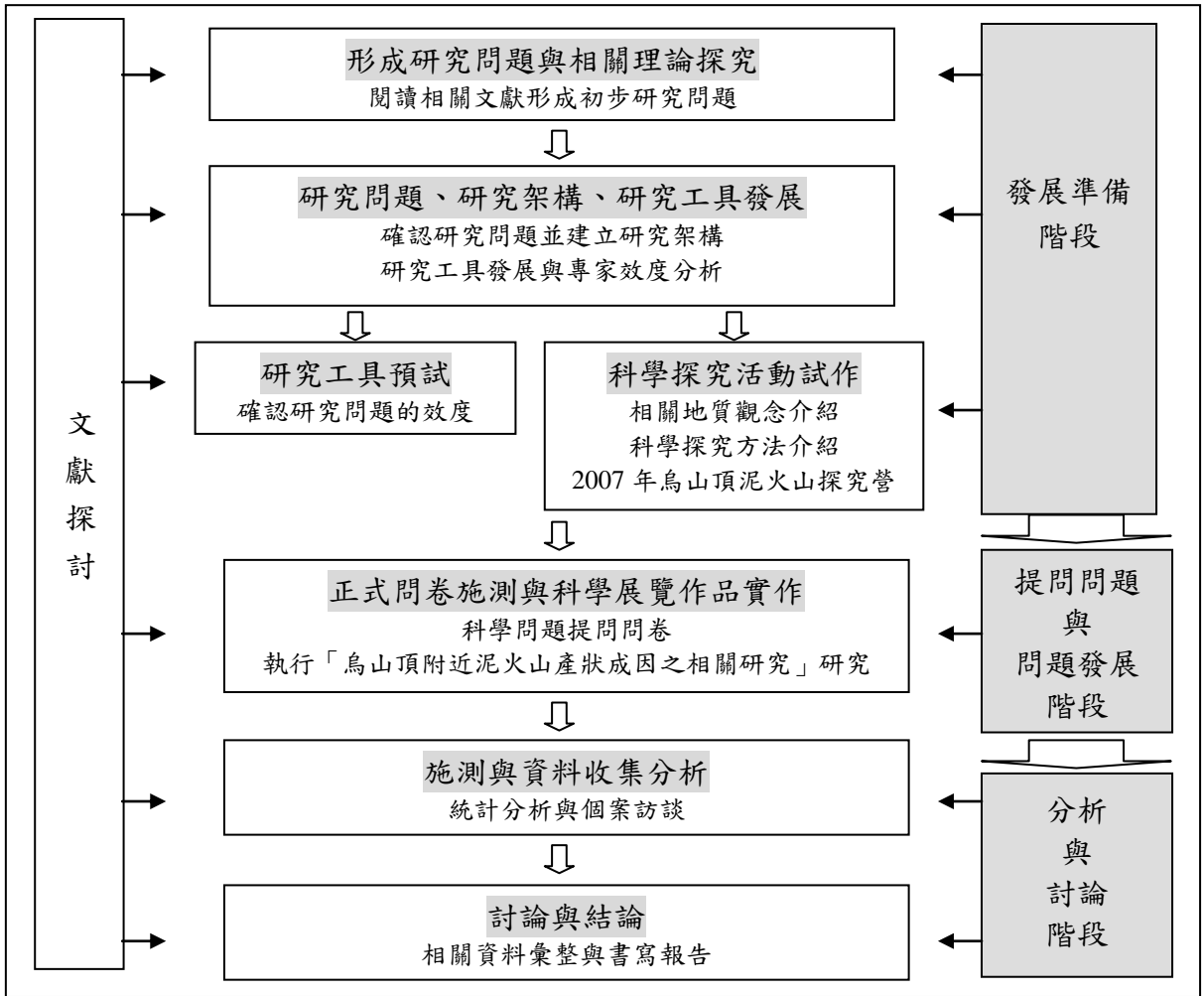


圖 2 研究過程程序圖

(一)發展準備階段

在發展準備階段，研究者選定受試學生就讀學校區域附近的特殊地質地區－烏山頂泥火山，進行「2007年烏山頂泥火山探究營隊」活動，活動課程整理如表4。在此階段，研究者利用開學第一週(2007年9月初)週三彈性課程(一節)與部分自然課程時間進行發展準備階段的相關課程說明與介紹(地質觀念與科學探究方法)，總計三節課，以進行相關地質概念與探究技能的培育，並作為

後續探究活動的先備知能。「2007 年烏山頂泥火山探究營隊」於第二週(2007 年 9 月中旬)週三時間進行。戶外探究實作由一位具 30 餘年教學經驗的資深中學自然科教師擔任戶外探究指導教師，該師對於科學探究活動的進行有廣泛且深入的認識與了解，並對活動有深入認識並有設計相關探究活動的經驗。研究者在營隊中擔任助理以協助課程活動的順利進行。

「2007 年烏山頂泥火山探究營隊」實作，上午課程首先由戶外探究指導教師與研究者於探究實作之前，利用一節課時間介紹所欲進行場所的相關特有地質現象，以利引發學習者尋找值得觀察(調查)的問題，接著由戶外探究指導教師引導進行相關實地探索活動(探究活動學習單如附錄一)，各組針對所設定的問題進行觀察與記錄，共計三節課時間。下午課程為各小組的資料分析與討論，第一節課由學生針對上午的戶外探究活動的觀察紀錄資料，透過小組討論形成主張與證據，並與第二節課進行報告與同儕分享。整個階段的課程與活動內容並不列入本研究的觀察與記錄，僅作為本研究的受試者進行提問問題與問題發展的準備工作。

表 4 戶外探究活動的教學模式課程規劃表

活動主題	內容	實施節數	實施日程
相關地質觀念介紹	◆了解地球科學地質特徵	二節	開學第一週
科學探究方法介紹	◆了解探究活動的歷程	一節	
2007 年	◆認識泥火山	一節	開學第二週
烏山頂泥火山探究營隊	◆戶外探究實作	三節	(週三)
	◆小組討論與報告	二節	

(二) 提問問題與問題發展階段

在發展準備階段之後，研究者徵詢參加營隊同學是否有意願進行以「烏山頂泥火山」場域為尋找觀察問題來源之科學專題研究活動，共計六位同學參與(三男三女)。於第三週進行「科學問題提問問卷」施測，要求六位受試者針對烏山頂泥火山附近場域，寫出他們各自能思考到的科學問題(數量不限)，並於各自提問中共同討論並擇一問題作為科展研究問題。整個探究活動時程於 2007 年 10

月起至 11 月進行，利用每週三上午時間進行實地考察、採集以及相關研究，並完成科學展覽作品說明書。

(三)分析與討論階段

研究者以上述六位受試者的「科學問題提問問卷」作答內容，開始進行編碼與資料分析的工作。為確認本研究編碼表之效度，首先，由研究者建立編碼表(如表 2、表 3 所示)，編碼表內容包括：編碼表項目、各個項目的定義以及範例。接著，研究者邀請一位具有二年以上質化研究標碼經驗的科學教育博士候選人之研究生進行施測結果編碼。研究者先依據研究目的向研究生解釋研究者所建立的編碼內容，接著提供受試者的問卷作答資料影本進行編碼，並請研究生針對研究者的編碼內容之分類項目、定義和例子提出建議，以確保研究編碼表之效度。在編碼完成後，利用 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布情形。並將六位受試者後續所進行「烏山頂泥火山產狀成因之相關研究」探究活動的科學展覽作品說明書作為分析的主要依據，並輔以學生研究日誌與訪談(訪談大綱如附錄二)，作為質性分析資料來源，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。

伍、研究結果與討論

一、個案學生的提問問題數量

個案學生的提問問題數量頗為豐富，提問內容涵蓋自然科學相關學科。問題內容大多以其生活經驗所形成的背景知識、價值為基礎，形成渴望討論或解答的提問。

表 5 受試學生的提問問題內容學科屬性分布情形表

受試學生 代碼	提問問題 題數	提問問題內容學科屬性題數			
		物理	化學	生物	地球科學
S1	9	0	1	0	8
S2	9	1	0	0	8
S3	7	0	1	1	5
S4	16	1	1	0	14
S5	12	1	2	0	9
S6	13	1	0	3	9
總計 (%)	66 (100%)	4 (6.1%)	5 (7.6%)	4 (6.1%)	53 (80.3%)

研究者將六位個案學生在「科學問題提問問卷」中的提問作答內容，依據表 2 的分析標碼進行分類，整理如表 5。由表 5 中顯示，六位個案學生的科學問題提問問題數量頗為豐富，提問數量在 7~16 題間，總計 66 題。依其提問內容的學科屬性進行分類，內容涵蓋物理、化學、生物，以及地球科學四個自然學科，但是受限於研究主題的設定，提問內容大多與地球科學學科相關。所以，以學科內容屬性作為提問類型的分類依據具可行性。分析受試個案學生的提問內容與訪談資料(如下)顯示，學生提問是基於自己實際經驗，以背景知識、價值為基礎所形成的渴望討論或解答的問題(Spanos, 1991)，也透露著學生所擁有基模知識現態(Silver & Cai, 1996)。提問是學生將學習與日常生活連結，透過文字敘述反應的生活經驗(馬秀蘭, 2004)。因此，提問活動可增強學生的相關概念整合，幫助教師和學生去察覺錯誤或迷思的概念(Silver, 1994)。而且，教師可藉由學生的提問內容去瞭解他們的學習概念認知程度與掌握不同問題情境的能力，進而檢視學生學習成效。

Q：提問是如何形成？

師：在「科學問題提問問卷」中的這些問題是怎麼形成的？

S4：是在「烏山頂泥火山探究營隊」中，實際看到泥火山的樣子，覺得好奇或有疑惑的部分。

師：其他人有沒有補充呢？

S6：...(嗯)，我的問題想法來源和○○○(S4)差不多。有些是根據我所學過的來問的。

師：例如在「科學問題提問問卷」中的哪些問題？

S6：第4和第5題。

(S6在「科學問題提問問卷」中的提問：4.泥漿中是否有浮游生物？5.承上，如果有，是否有何種基本條件？如何行呼吸作用？過於濃稠的泥漿是否會蓋住其呼吸通道或氣孔？)

二、個案學生的提問問題分布

個案學生的提問問題分布於「知識」、「理解」、「應用」、「分析」與「綜合」等五類思考層次。其中，以「知識」與「分析」思考層次居多，「應用」與「綜合」思考層次最少，缺乏「評價」的高層次思考提問。

依據表3的分析標碼進行受試學生提問內容的思考層次分類，整理如表6。由表6中顯示，個案學生的提問內容的思考層次主要聚集在「知識」、「理解」、「分析」與「綜合」五種思考層次，欠缺「評價」的高思考層次提問，此現象與李明昆和洪振方(2010)的研究結果相似。

表6 受試學生的提問問題之思考層次類型情形

受試學生 代碼	提問問題 題數	提問問題內容的思考層次					
		知識	理解	應用	分析	綜合	評價
S1	9	7	1	0	0	1	0
S2	9	3	2	0	4	0	0
S3	7	6	0	0	1	0	0
S4	16	6	3	0	7	0	0
S5	12	2	2	1	7	0	0
S6	13	2	5	1	5	0	0
總計 (%)	66 (100%)	26 (39.4%)	10 (15.1%)	2 (3.0%)	24 (36.4%)	1 (1.5%)	0 (0%)

再者，個案學生的提問內容以「知識」與「分析」的思考層次居多。「知識」層次的提問大多是基於環境現象的提問(例如：泥火山泥中的物質是什麼?)，「理解」層次的提問則以比較的提問居多(例如：不同的泥沙所組成的泥漿，乾掉後的粗糙程度是一樣的嗎?)，「分析」層次則以相關現象的分析提問居多(例如：泥漿中的水分與泥漿乾掉後的裂痕情形有無關係?)。個案學生無「評價」層次的提問，可能是其認知發展能力不足或是未有相關經驗所導致；而「分析」層次則是個案學生最擅長的高思考層次提問。再者，受試個案學生的「知識」與「理解」層次提問多與現象的事實和解釋有關；而較高層次的「應用」、「分析」與「綜合」層次的提問則是具容易進行調查設計活動的提問，此與Hofstein等(2005)的研究發現中學生化學學習的提問類型情況相似。

三、個案學生所進行的探究活動中科學研究問題發展型態

個案學生進行的探究活動中，科學研究問題發展型態可區分為「初步問題集合」、「特定問題」、「後續問題」以及「擴展問題」等四類型態。「特定問題」或「後續問題」是持續進行探究的動力來源，而當學生提問深入的縱向或橫向的相關問題進行探究時，他們的概念融貫性與概念應用範圍將顯現高度的概念性成長。

研究者分析六位個案學生在「科學問題提問問卷」的作答情形，以及隨後完成的科展作品：「烏山頂附近泥火山產狀成因之相關研究」說明書中(研究摘要如附錄三)，提取出四個引發探究動態發展的科學問題(「泥火山產狀類型」、「泥火山產狀的類型與噴泥含水量的關係」、「泥火山產狀類型與噴泥岩石成份粒度大小的關係」以及「泥火山產狀分布情形與旗山斷層的關係」)。並輔以訪談紀錄進行分析。依其探究發展歷程順序將整個探究中的研究問題發展型態與發展情形整理如圖3。由圖3顯示，科學問題的發展型態可區分成「初步問題集合」、「特定問題」、「後續問題」與「擴展問題」四類問題型態。依序說明如下。

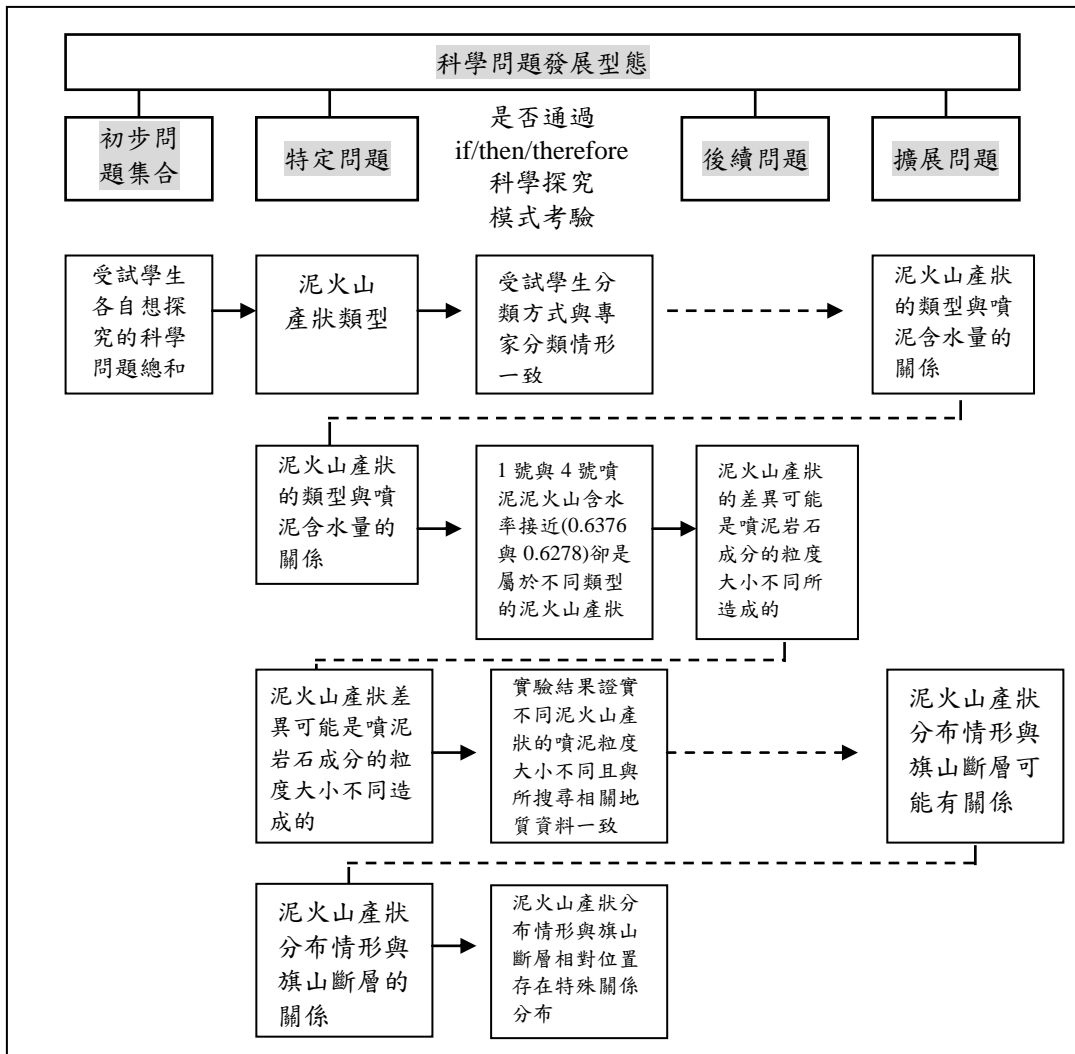


圖 3 「烏山頂附近泥火山產狀成因之相關研究」的科學問題發展型態分析圖

(一)初步問題集合

「初步問題集合」是個案學生在「科學問題提問問卷」中的作答情形。學生以生活經驗與先備知識為基礎，結合主觀情意與外在訊息形成學生心目中的科學問題。初步問題集合原是整合自六位受試學生各自想研究的問題為開端，這些「初步問題集合」的來源都是針對問題情境中感興趣或疑惑之處所提出的科學問題提問。

(二) 特定問題

「特定問題」的來源是「初步問題集合」。依據個案學生所完成的科展作品說明書與訪談紀錄(如下)顯示,研究問題是受試個案學生經過討論所共同決定的,即是「特定問題」(例如:泥火山產狀的類型為何?)。而小組討論所形成「特定問題」的共識,是基於該研究問題是多數受試個案者皆有觀察到現象,且是可以進行採集與實驗分析得到答案的。受試個案學生的研究問題選擇思考符合Chin與Kayalvizhi(2002)的主張,良好的調查問題「DIPU」(Doable, Interesting, Practical, Unknown)準則的「可行性」與「實踐性」之判準。當「特定問題」形成之後,受試個案學生將藉由實驗設計與執行進行「假說—預測推理歷程」,以考驗其所猜測的原因是否通過考驗,當無法通過考驗時,則進行研究問題修正形成「後續問題」,直到實驗通過考驗。

Q：研究問題如何形成？

師：有關於泥火山相關特質的研究問題很多，為何選擇此問題？

S3：共同決定的。

師：如何共同決定？

S6：其實我們六個在決定研究問題時，是先將各自感興趣或疑惑的研究問題提出，再一起討論決定的。

師：決定的重要因素是什麼？

S6：有些提出的題目很新奇，但是不知如何去做。這個題目是大家都有提到的，而且明顯看到外型上的不一樣。我們認為是可以找到答案的。

(三) 後續問題

依據個案學生所完成的科展作品說明書與訪談紀錄(如下)結果顯示,當依據「特定問題」所設計實驗的結果無法通過「假說—預測推理歷程」,受試個案學生隨即進行「特定問題」的修正形成「後續問題」,直到實驗通過考驗。

Q：研究問題為何進行修正？

師：「泥火山產狀的類型與噴泥含水量的關係？」為何要改成「泥火山產狀類型與噴泥岩石粒度大小的關係？」的研究問題？

S5：本來我們猜測泥火山產狀應該會與噴泥含水量有關，但是實驗結果好像不對。

師：有什麼證據嗎？

S6：1 號與 4 號泥火山的含水率相近(0.6376 與 0.6278)卻形成兩種截然不同外型，而且兩座泥火山均位於烏山頂自然保育區平台上相距僅二、三十公尺之遠，引發我們猜測噴泥的含水率應是造成泥火山產狀因素之一而已，應該還有其他更重要的成因需要來探討。

師：「泥火山產狀類型與噴泥岩石粒度大小的關係？」的想法怎麼來的。

S6：為了解決這個疑惑，我們回想在實地考察時發現到烏山頂自然保留區平台上的錐狀泥火山旁會出現粗顆粒狀小石塊；而養女湖與新養女湖的泥盆狀泥火山則無此現象。此外，老師曾在課堂上介紹不同岩石成份的火山岩噴發後冷卻後會形成不同外型。

師：是哪個例子？

S6：就是澎湖群島和大屯火山群。……這讓我們聯想，造成第一類錐狀泥火山與第二類泥盆狀泥火山的產狀差異可能是噴泥的岩石成份不一所造成的。

(四) 擴展問題

依據個案學生所完成的科展作品說明書與訪談紀錄(如下)結果顯示，當「特定問題」或「後續問題」通過「假說—預測推理歷程」考驗時，整個科學探究活動歷程即可完成。但此時，受試個案學生進行反思其所執行的探究活動中，是否有值得進一步橫向擴展的研究問題，即形成「擴展問題」(例如：泥火山產狀分布情形與旗山斷層的關係?)。「擴展問題」如同新的「特定問題」一般，其運作形式如與「特定問題」運作模式一樣，直到無新的「擴展問題」形成，整個科學探究活動才會完成停止。

Q：研究問題得到答案後，後續的新研究問題是如何形成的？

師：泥火山產狀的類別調查結果與專家的分類方式大抵上相同，整個研究問題就解決了。「泥火山產狀的類型與噴泥含水量的關係？」的研究問題是如何形成的。

S4：我們將泥火山產狀與採集泥水樣本分析、觀察紀錄資料相比較，明顯地發現到第一類(盆狀)比第二類(錐狀)泥火山噴泥的含水情況較低，而黏稠程度較高，泥火山的產狀分類與噴泥之含水量情況(黏稠程度)似乎有著密切的相關性，而提出這個問題。

師：「泥火山產狀分布情形與旗山斷層的關係？」的研究問題如何形成的。

S2：林老師(戶外探究指導教師)曾介紹烏山頂附近泥火山有旗山斷層通過，而且我們的實地調查發現泥火山噴發口附近有少許油氣現象，而旗山斷層正是供氣體散發的破裂帶，泥火山的分布情形可能與旗山斷層有關。

由上述的六位受試個案學生在「烏山頂附近泥火山產狀成因之相關研究」研究成果所形成的科學問題發展型態圖 3 中顯示，引發整個科學探究活動持續不斷進行的力量是「新的科學問題」的發現(後續問題或擴展問題)，新的問題可以是縱向的深入探討或橫向的概念間聯繫。所以，提問或發現科學問題是進行探究活動的動力來源，而探究活動在解決提問問題中的變項間的關係情形。Silver (1994)也指出，問題發展是由經驗或情境中創造新的問題，或是由給定的題目中創造新的題目。運用因果分析討論真正原因時，須強調「否證論」的重要性(Evans, 1989)。當學生運用「假說—預測推理歷程」考驗模式提出可能性假設，但當此假設無法成立時，就轉而以另一假設取代；當他們針對與理論不合的資料修正自己的新假設時，也持續修正自我認知基模，有助於認定任何因果並非是永遠真理的觀念形成(Fugelsang & Dunbar, 2005)，也符合 Popper (1959)科學發展是由問題開始的主張。然而，基於學生的認知發展與學術成就現況，必須注意到學生所提出的假說會來自於相似的經驗，並不包含整體理論的圖像(Lawson, 1995)。可見，擴展學生的科學問題發現必須依賴事實經驗與想像來完成工作。甚至，教師在課堂教學活動中的引導也可能是一個重要訊息來源。當學生針對概念進行深入的提問，他們的概念融貫性與概念應用範圍將可顯現高度的概念性成就(Harper, Etkina, & Lin, 2003)。所以，更深入的科學問題(擴展問題)是科學更加進步的墊腳石，也是學生形成相關概念重整與概念融貫性的起點，對於學生的學習成效會有著重大影響。

陸、結論與建議

本研究以六位九年級常態班級學生為受試個案樣本，探討其執行科學展覽作品的研究過程中，提問科學問題與研究問題的發展情形。依據相關統計資料與訪談紀錄的質性資料分析，研究發現的結論與建議總結如下。

一、結論

探究指向未知是為了發現與創造，所以探究性科學問題具有啟發性。學生的提問行為是個體思考的表現，也是個體開始進行探究活動行為的訊息，是深化認知的觸媒，亦是個體自我發現與創造的開始。所以，只要會提問就能夠進

行學習，而且能夠深化學習品質。若能更進一步執行提問問題的探究活動，學生將可進行經驗與思維的統合與重組，形成更深刻的學習經驗。

二、建議

綜合以上研究發現與結論，研究者就研究設計與教學活動兩方面的改進，提出一些建議。

(一)研究設計方面

本文受限於研究時間、人力及物力等條件的限制，只以高雄地區某國中六年級九年級學生為研究個案對象。未來研究可擴大到不同地區或不同年級作探討，這樣才能對科學教育提供更完整的建議與幫助。

(二)教學活動方面

探究就是詳實地將調查資料進行分析、比較、歸納，進而推理提出自己的見解與主張，甚至提出新的問題。探究活動核心就是「問題」的發現與創造。學生是否有興趣去探究，關鍵在於教師能否提供激發學生探究興趣問題的場域或佈題。當學生對問題感到興趣時，教師必須去檢視學生的提問是否處於學生的知識邊緣地帶，只知部分不知全部，此時學生所具有的好奇心與執行能力將可趨使學生問個明白、探個究竟，探究動力就此滋生，且生生不息。所以，要激發學生提問與後續探究活動的執行，教師在佈局上應考量學生到認知發展現況所形成科學思考型態，據此發展提問技能與問題解決能力。類似郭重吉(1997)所言，為了促進學生之學習，教師應該提供合適的心智墊腳石以達成預期的學習。所以，藉由學生不滿足現況某些具體結果的學習素材思考，將可獲得深入理解的激勵，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。

教師在教學上除了要掌握學生概念了解的程度之外，尚需知悉他們熟悉的問題情境訊息，以作為教師佈題或命題的來源與參考，進而期待學生能以其背景知識去發展問題，進行科學探究研究。因為，學會了科學地思考問題與問題解決將能幫助學生發展出有意義的探究性科學問題，而有效的探究性科學問題之問題發展歷程，將會促使學生進行「經驗」與「理性」的重組與整合，增進個體的認知發展與深刻的思考成長。

參考文獻

- 李明昆、洪振方(2010)。九年級學生對探究性科學問題提問之研究。**臺北市立教育大學學報**，41(2)，111-148。
- 林煥祥(2008a)。**臺灣參加 PISA 2006 成果報告**。行政院國家科學委員會計畫成果報告(報告編號：NSC 95-2522-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計畫成果報告(報告編號：NSC 95-2511-S-026-001)，未出版。
- 洪碧霞(2010)。**台灣 PISA 結果報告書**。臺南市：臺灣 PISA 國家研究中心。
- 許育彰(1999)。**探討高中生從力學情境中發現問題的能力之研究**(未出版之博士論文)。國立臺灣師範大學，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**。**國立臺北師範學院學報**，18(1)，29-58。
- 馬秀蘭(2004)。**數學乘除問題情境發展之研究—以 BBS 為管道**。**科學教育學刊**，12(1)，53-81。
- 馬秀蘭(2007)。**學生思考過程之探究：以實務推理為例**。**科學教育學刊**，15(4)，387-416。
- 郭重吉(1997)。**迎接二十一世紀的科學教育**。**教學科技與媒體**，33，3-11。
- 鄭明長(2002)。**發問對教學歷程之影響初探**。**國立臺北師範學院學報**，15，87-114。
- American Association for the Advancement of Science (1989). *Science for all Americans*. Washington, DC: AAAS.
- American Association for the Advancement of Science (2001). *Designs for science literacy*. New York: Oxford University Press.
- Bransford, J. D., Brown, A., & Cocking, R. (2000). *How people learn: Mind, brain, experience and school, expanded edition*. Washington, DC: National Academy Press.
- Chappell, K., Craft, A., Burnard, P., & Cremin, T. (2008). Question-posing and question-responding: The heart of 'Possibility Thinking' in the early years. *Early Years*, 28(3), 267-286.

- 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.
- 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.
- de Jesus, H. P., Teixeira-Dias, J. J. C., & Watts, M. (2003). Questions of chemistry. *International Journal of Science Education*, 25(8), 1015-1034.
- 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., & Tsaushu, M. (2003). Teaching biotechnology through case studies: Can we improve higher order thinking skills of non-science majors? *Science Education*, 87, 767-793.
- Evans, J. St. B. T. (1989). *Bias in human reasoning: Causes and consequences*. London: Lawrence Erlbaum Associates.
- Fugelsang, J. A., & Dunbar, K. E. (2005). Brain-based mechanisms underlying complex causal thinking. *Neuropsychologia*, 43, 1204-1213.
- Harper, K. A., Etkina, E., & Lin, Y. (2003). Encouraging and analyzing student questions in a large physics course: Meaningful patterns for instructors. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(8), 776-791.
- Heinzen, T. (1989). On moderate challenge increasing ideational creativity. *Creativity Research Journal*, 2, 223-226.

- 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.
- Hoover, S. M., & Feldhusen, J. F. (1990). The scientific hypothesis formulation ability of gifted ninth -grade students. *Journal of Educational Psychology*, 82, 838-848.
- 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.
- 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.
- Lawson, A. E. (1995). *Science teaching and the development of thinking*. Belmont, CA: Wadsworth.
- Lawson, A. E. (2002). *The neurological basis of learning, development and discovery : Implications for science and mathematics instruction*. Kluwer, Academic Publishers.
- 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.
- 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.
- National Research Council (1996). *National 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*. Arlington, VA: 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*. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education Inc.
- Popper, K. (1959). *The logic of scientific discovery*. New York: Basic Books.
- Runco, M. A. (2005). The development of children's creativity. In M. A. Spodek & O. Saracho (Eds.), *Handbook of research on the education of young children* (pp. 121-131). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Runco, M. A., & Okuda, S. M. (1988). Problem discovery, divergent thinking, and the creative processes. *Journal of Youth and Adolescence, 17*. 211-220.
- Sapp, D. D. (1997). Problem parameters and problem finding in art education. *Journal of Creative Behavior, 31*(4), 282 -298.
- Silver, E. A. (1994). On mathematical problem posing. *For the Learning of Mathematics, 14*, 19-28.
- Silver, E. A., & Cai, J. (1996). An analysis of arithmetic problem posing by middle school students. *Journal for Research in Mathematics Education, 27*(5), 521-539.
- Singer, H. (1978). Active comprehension: From answering to asking questions. *The Reading Teacher, 31*(8), 901-908.
- Spanos, G. (1991). *Cultural considerations in adult literacy education*. Washington, DC: National Clearinghouse on Literacy Education.
- Squire, L. R., & Zola-Morgan, S. (1991). The medial temporal lobe memory system. *Science, 253*, 1380-86.
- Subotnik, R. F. (1988). Factors from the structure of intellect model associated with gifted adolescents problem finding in science: Research with Westinghouse science talent search winners. *Journal of Creative Behavior, 1*, 42-54.
- 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.
- Swann, J. (1998). What doesn't happen in teaching and learning? *Oxford Review of Education, 24*(2), 211-212.

- 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.
- Wakefield, J. F. (1985). Towards creativity: Problem finding in a divergent-thinking exercise. *Child Study Journal*, 15, 265-270.
- Yerdelen-Damar, S., & Eryilmaz, A. (2009). Questions about physics: The case of a Turkish 'ask a scientist' website. *Research Science Education*, 40(2), 223-238.
- 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 泥火山探究活動學習單

(寫下小組討論後得到的共識，沒有共識的部分請列出個人的看法)

階段一	1. 研究問題是什麼？要得到什麼答案？
	2. 這個問題有哪些是已知？還需要哪些資料？
	3. 你要先猜猜答案嗎？
	4. 有看過類似的問題嗎？或可以類推的現象嗎？
	5. 你想用什麼方法來解決問題？
階段二	1. 你要觀察什麼？你觀察到什麼資料？你為什麼要這些資料？
	2. 從這些資料你能做什麼？能得到什麼結果？
	3. 你的作法合理嗎？有沒有其它更好的方法？
	4. 你的作法可以回答問題嗎？還需不需要其它觀察或資料？
階段三	1. 你已經回答問題了嗎？你是否考慮所有的狀況？有沒有確認答案？答案是什麼？
	2. 這個答案看來是否合理？有沒有其它可能的答案？
	3. 有沒有其他的方法來解決這個問題？
	4. 你對這個問題(現象)的解釋可以用來解釋其它的問題(現象)嗎？
	5. 怎麼報告你們的結果？

附錄二 訪談大綱

- 一、研究問題如何形成？
- 二、研究問題為何進行修正？
- 三、研究問題得到答案後，後續的新研究問題是如何形成的？

附錄三 作品名稱：烏山頂附近泥火山產狀成因之相關研究

摘 要

本研究的主要目的在於了解造成泥火山產狀(外形)的可能因素，透過烏山頂附近泥火山的產狀分類與其分布情況，了解造成泥火山產狀差異的可能成因有哪些？依據本研究範圍內所探討的九座泥火山的研究結果發現：

- 一、以泥火山的邊坡情況作為產狀分類依據，可分成兩大類：第一類是錐狀泥火山與第二類是泥盆狀泥火山。
- 二、泥火山噴泥的含水量與岩石顆粒是決定泥火山產狀的重要因素之一。但是，就岩石顆粒與含水量情況兩者而言，岩石顆粒是影響泥火山產狀的主要關鍵因素。
- 三、位於旗山斷層兩側的泥火山噴發活動會形成產狀上的差異性，而且產狀在空間分布上有著規律性：第一類錐狀泥火山均分布於旗山斷層線之西側；而第二類泥盆狀泥火山則分布於旗山斷層線之東側。

A Case Study of Asking Science Questions and Developing Question Patterns for the 9th Graders

Ming-Kun Li^{1*} Jeng-Fung Hung²

¹Cian-Fong Junior High School, Kaohsiung City

²Graduate Institute of Science Education, National Kaohsiung Normal University

*k3448@mk.ks.edu.tw

Abstract

In this study, 9th graders in Kaohsiung, participated in "Wushanding Mud-Volcano Exploration Camp in 2007", and then six students who volunteered to join in follow-up exploration were selected to be the objects of the study. Based on "The Questionnaire about Asking Scientific Questions" and the explain about the work of Science Fair which was written by the six students, the purposes of the study are to explore the objects' behaviors about asking scientific questions, and how they develop scientific questions. The results showed: (1) The number of the questions asked by the objects is large, and the contents of the questions are related to their background knowledge. (2)The thinking questions asked by the students include the five levels, knowledge, understanding, application, analysis and synthesis. Among these questions, the amount of these two types, knowledge and analysis, are more than the others. And the amount of the two types- application and analysis are the least. All in all, there are few questions to evaluate. (3)The patterns about how the objects developed questions can be divided into four types, preliminary questions, specific problems, follow-up questions, and expansive questions. And the formation of the follow-up questions and the expansive questions will be the source to advance scientific inquiry.

Keywords: scientific questions, question development, asking, inquiry

