

不同批判思考與認知策略的國中生在問題發現的表現

林育秀¹ 洪振方² 林日宗^{3*}

¹ 高雄市福山國小教師

² 國立高雄師範大學科學教育暨環境教育研究所所長

³ 國立高雄師範大學科學教育暨環境教育研究所博士候選人

* 作者姓名：林日宗

通訊地址：830 高雄市鳳山區八德路 2 段 212 巷 4 號 5 樓

E-mail: jihsong@ms17.hinet.net

投稿日期：2013 年 1 月

接受日期：2014 年 10 月

摘要

本研究旨在探討不同批判思考與認知策略的學生在問題發現能力的差異性，以及批判思考與認知策略各次能力對問題發現能力預測的相對權重。採問卷調查法，對象是高雄市的國二學生，有效樣本 291 人，研究工具有批判思考測驗第一級、生物認知策略調查表與研究者自編的問題發現開放性問卷等。在問題發現開放性問卷中，屬收斂式問題發現類型的評分是依據學生所提出「判斷理由的合理性」之評分架構進行評分；屬發散式問題發現則依據學生提出問題的流暢性、獨創性與問題品質進行評分。結果顯示：不同批判思考能力的學生在三種問題發現之表現達顯著差異。不同認知策略能力的學生在「經驗性—發散式問題發現」的表現達顯著差異。批判思考各次能力在問題發現的表現預測的相對權重：「經驗性—收斂式問題發現」之表現為「演繹」最高，「辨認假設」次之。「概念性—收斂式問題發現」之表現依序為「解釋」、「歸納」和「演繹」。「經驗性—發散式問題發現」之表現為「演繹」較高，「歸納」次之。認知策略各次能力對問題發現的表現作預測之相對權重均以監控認知策略最高。

關鍵詞：問題發現、批判思考、認知策略

The Junior High School Students' Problem-Finding Performances in Different Critical Thinking and Cognitive Strategies

Yu-Xiu Lin¹, Jeng-Fung Hung², Jih-Tsung Lin^{3}*

¹Teacher, Kaohsiung Municipal Fu Shan Elementary School

²Director, Graduate Institute of Science Education & Environmental Education, National Kaohsiung Normal University

³Ph.D. Candidate, Graduate Institute of Science Education & Environmental Education, National Kaohsiung Normal University

* Corresponding author: Jih-Tsung Lin

Address: 5F., No. 4, Ln. 212, Sec. 2, Bade Rd., Fengshan Dist., Kaohsiung City 830, Taiwan (R.O.C.)

E-mail: jhtsong@ms17.hinet.net

Received: January, 2013

Accepted: October, 2014

Abstract

This study aims to investigate junior high school students' problem-finding performance using different critical thinking and cognitive strategies, as well as find the relative weight of critical thinking and cognitive strategies in predicting their problem-finding capability. This study uses questionnaire survey as its research method, sampling a total of 291 8th Graders in Kaohsiung City, Taiwan. The research tools include "Critical Thinking Test-I (CTT-I)," "The Inventory of Biological Cognitive Strategies (IBCS)," and "Open-Ended Problem-Finding Questionnaire," edited by the researcher. In the Open-Ended Problem-Finding Questionnaire, the convergent problem-finding was rated depending on the students justification of rationality. The divergent problem-finding score was based on student question fluency, originality, and the quality of questions. The results show that the 8th Graders' performances differ significantly in critical thinking, such as the empirical-convergence problem-finding, conceptual-convergence problem-finding, and empirical-divergence problem-finding, which are shown respectively as follows. Those 8th Graders who apply different cognitive strategies differ significantly in empirical-divergence problem-finding. The 8th Graders adopted critical thinking skills to predict problem-finding. In empirical-convergence problem-finding, the relative weight of deductions are higher than recognition assumptions. In conceptual-convergence problem-finding, the highest relative weight is interpretations, followed by inductions, and the lowest is deductions. In empirical-divergence problem-finding, the relative weight of deductions are higher than inductions. Among the cognitive strategies, when "monitoring cognitive strategies" are adopted, the relative performance in predicting problem-finding is the highest.

Key words: *problem-finding, critical thinking, cognitive strategies*

壹、前言

Laudan (1977) 認為科學研究的本質上是一種解決問題的活動，若從學習角度來看，必須在學會提問、理解問題後，才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（李明昆、洪振方，2010）。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）。Wertheimer (1945) 認為在偉大的發現中，最重要的是找到某一確定問題。可見問題發現是科學活動的重要階段，有問題的產生，才能進行科學探究活動。

Hofstein, Navon, Kipnis, and Mamlok-Naaman (2005) 認為學生在面對問題情境的挑戰時，他們所進行的思考包括提問、假設、計畫、操作等都是有益於學習，若把問題情境連接到學習者所面對的真實世界時，透過解決矛盾或認知衝突，可激發學習者的學習動機。Lee 與 Cho (2007) 的研究也指出，影響問題發現的變項有：問題情境、智能、科學知識、科學過程技能、擴散性思考、內在與外在動機、個性特質，以及家庭環境等相關變項。

Hoover 與 Feldhusen (1994) 認為個體在問題發現過程中，則會採用批判思考、推理、創造力等問題解決技巧。Sternberg (1985) 也認為進行創造性活動不可缺少批判思考能力，具有創造力的人既能運用批判能力設計出創想的內容，同時也用它對創意進行檢驗。再從 Parnes 等人所提出的創造性問題解決 (Creative Problem Solving, CPS) 各階段歷程觀點來看，可發現創造性思考與批判性思考在各個思考階段是相輔相成的 (Norris & Ennis, 1989)，由創造性思考先引發一個

原始的想法，再對問題以非尋常的解決方法來檢視問題情境，批判性思考則評估創造性思考所提供的想法，使各種可能性符合被接受的準則，進而思考從中選擇它們。由上述可知，在問題發現階段，批判性思考可用來評價、釐清，並聚焦於創造性思考所生成的成果 (Sternberg & Lubart, 1998)。然而，在以往對於創造歷程的問題發現階段之相關研究中，只強調創造性思考有助於問題的產生，卻忽略了批判性思考對問題發現之重要性。

在多數問題發現研究的文獻中，研究者未發現有針對批判思考與認知策略這兩個變項對問題發現的重要性之實徵研究。以往在創造力相關研究方面，主要認為個體問題發現能力即為發散思考之表現，卻忽略批判思考影響問題發現表現之探討；甚至於認知策略在問題發現的相關研究中，也僅將認知策略界定為後設認知技能，強調其在個體問題發現期間的監控功能，並未將個體面對問題相關訊息時，所執行的認知技能併入其內涵考慮。基於此，本研究所要探討的問題如下：

- 一、不同批判思考之國二學生在問題發現的表現是否有差異？
- 二、不同認知策略之國二學生在問題發現的表現是否有差異？
- 三、國二學生不同批判思考次能力對問題發現表現的預測力之相對權重為何？
- 四、國二學生不同認知策略次能力對問題發現表現的預測力之相對權重為何？

貳、文獻探討

基於研究目的之所需，本研究文獻探討將以問題發現、批判思考及認知策略三個面向為主軸逐一探討。

一、問題發現

Newell 與 Simon (1972) 從問題的解決觀點認為「問題」應當包括三個元素：首先是初始狀態：問題形成時，解題者的心智表徵。其次是目標狀態：解題者想要達到的狀態。最後是行動：為達成目標解題者所採取的行動與策略。Runco (1994) 認為問題發現應該是涉及一組技能，包括審視問題、提出問題、問題定義以及問題確認，因此個體若要成功的發現問題，必須先覺察到問題的存在，接著才能提出問題。Jonassen (2003) 則認為「問題」是指在某些情境脈絡下的一個未知實體，當個體主觀的覺察到某一情境的目標狀態和初始狀態間有差距，而個體缺乏讓此情境達到目標狀態所可採行的方法時，這表示存在了一個「問題」。因此，問題發現或提出問題在科學發展過程中是重要的起步，許多科學家與科學哲學家也強調提出問題是科學發展的核心 (Colbert et al., 2007)。

有關問題的類型，Norton-Meier, Hand, Hockenberry, and Wise (2008) 認為個體的思考架構才是問題分類的準則，因此採 Bloom 的思考層次做為問題類型的分類依據，將問題分為：知識、理解、應用、分析、綜合，以及評價等六類。Baram-Tsabar 與 Yarden (2005)、Yerdelen-Damar 與 Eryilmaz (2010) 等學者則以學科屬性做為個體的興趣分類依據。總結上述，李明昆 (2011) 認為不同學者的問題分類會隨其關注重點的不同而異，例如：Arlin、Pizzini 與 Shepardson，以及 Norton-Meier 等人所關注的是問題的認知思考面向，Scardamalia 與 Bereiter 則關注問題的脈絡，Lai 與 Grønhaug 關心的是問題情境的主、客觀向度。

若從思考的角度看問題的類型，Guilford (1967) 界定「發散性思考」(divergent thinking) 是一種以多元解法來考慮問題的傾向，而「收斂性思考」(convergent thinking) 則是朝向發現最佳的單一解答的思考模式。因此若從思考方向將問題做分類，則由收斂性思考與發散性思考再將問題分成「收斂式問題」與「發散式問題」兩類；在收斂式問題中受試者必須針對情境內部一些明確的經驗性或概念性問題做集中思考，從而覺察問題的存在。而在發散式問題中問題情境本身並不蘊含特定的問題事件，受試者必須針對該情境所蘊含之相關訊息，進而思考出可探討的問題。Laudan (1977) 則認為自然界中能讓我們感到分歧的任何事物，且需要我們進一步做出解釋的都屬於經驗性問題，受試者在面對經驗性問題情境時，會根據自身的經驗找出題目情境中所蘊藏未解決或反常的「問題事件」。他把理論內部不一致或矛盾的現象稱為內在概念問題，若一個理論在邏輯上與另一被合理接受的理論有不一致之現象則稱為外在概念性問題，因此，他將科學問題分成「經驗性問題」與「概念性問題」兩類。

本研究中的問題發現是結合 Laudan (1977) 對解決科學問題所分的經驗性問題與概念性問題，以及 Guilford (1967) 從思考角度對問題類型所界定的擴散思考和收斂思考兩種思考模式（即對問題的分類與對問題的思考模式兩大向度），將問題發現的類型分為「經驗性—收斂式」問題發現、「概念性—收斂式」問題發現、「經驗性—發散式」問題發現、「概念性—發散式」問題發現等四類，但是，由於研究者參考 Laudan 對概念性問題之界定，將本研究之概念性問題發現定義為受測者根據自身持有的植物概念，找出題目中

的「植物概念」推論所存在的內在邏輯矛盾，或是與科學理論不一致的地方；因為題目設計中只存在一個內在邏輯矛盾或是與科學理論不一致的地方，因此把「內在概念性問題」與「外在概念性問題」都歸屬於收斂式的問題類型。本研究並未在題目中設計存在二個以上內在邏輯矛盾或是與科學理論不一致的地方，因此在問題發現類型中並未列入「概念性—發散式問題發現」。

二、批判思考與問題發現

批判不等同於批評，蔡維民（2001）在其研究中提及批判必須要有一個客觀的立足點，而批判性思考則是著眼於內在的思考過程，這種思考是一種能力的表現，有學者認為批判思考能力是一種可訓練的能力（鄭英耀、王文中、吳靜吉、黃正鵠，1996）。使用批判思考的時機，通常是一個人在做決定或解決問題時，利用已有的知識、經驗來判斷問題，且廣泛客觀地蒐集證據、辨識爭議，進而做出抉擇以解決問題（黃秋敏，2005）。因此，學生在提出問題或解決問題時，通常會受其背後的思考層次所影響，連啟瑞與盧玉玲（2005）將學童提問的問題思考屬性分成「名詞定義」、「現象解釋」、「比較評價」，以及「實驗探究」四類問題。Norton-Meier et al.（2008）認為 Bloom 的「知識」、「理解」、「應用」、「分析」、「綜合」，以及「評價」六類思考層次是個有效的思考架構。李明昆（2011）認為若以學生提問科學問題的思考層次進行分類，則以 Norton-Meier 等人的思考分層模式為佳，是學生提問思考層次的良好評定架構。

再從批判思考的內涵層面來看，大部分的學者都認同應包括批判思考的知識、意向和技能（郭郁智，2000；溫明

麗，1997；葉玉珠，2003；Beyer, 1988; Norris & Ennis, 1989; Siegel, 1988）。例如：Watson 與 Glaser（1980）認為「批判思考」的知識是有效的推論、摘述與類推的知識；McPeck（1981）則認為「批判思考」知識是涉及個體所面對的問題之領域知識；也有學者主張批判思考包含發現問題及其相關的假設、澄清問題、分析問題、理解並應用所獲得的推論、歸納與演繹、評斷假設的信度與效度等過程（Kennedy, Fisher, & Ennis, 1991）。因此，具備批判思考能力的人應能檢視各種觀點以掌握問題的情境，搜尋相關、可信的資料來建立批判的基礎，透過演繹或歸納來分析資料，並與他人相互討論與溝通，確保自己能持有更為客觀的觀點（Ennis, 1987; Norris & Ennis, 1989）。而溫明麗（1997）也認為「批判思考」能力的展現，與批判思考者所持的相關背景知識的多少與轉化能力的強弱有密切關係。由於本研究是探討不同批判思考能力的層次，是一種能力表現，與學科知識無關，這跟葉玉珠（1991）所認定「批判思考」是一種高階的思考能力相符合，是程序的心智活動與操作的綜合體。

葉玉珠（2003）參酌幾位學者們對批判思考的看法及過去批判思考測驗的內涵（吳靜吉等人，1992；葉玉珠、吳靜吉，1992；Watson & Glaser, 1980），認為批判思考技能應當包含下列五項：辨認假設（recognition of assumption）、歸納（inductions）、演繹（deductions）、解釋（interpretations）及評鑑爭論（evaluation of arguments），敘述如下：

（一）辨認假設：是指能夠辨認出陳述或宣稱中隱含的一般性前提，當我們在敘述一件事或表達一個看法的時候，通常是由一些預設的想法所衍

生出來的，辨認假設就是能辨認一個敘述中已經存在的一般性預設想法（前提）的能力。

- （二）歸納：是指能夠由已知訊息中推論出最有可能的結果；也就是把每個題目中的敘述當作是真的，並且決定由這些敘述最有可能導致的一般性或必然性結論的能力。
- （三）演繹：是指能夠從兩個已知的陳述或前提中，辨認論述之間所隱含的關係，並找出必然會導致的結果；也就是把兩個敘述當作是真的，去決定由這兩個敘述一定會導致結果的能力。
- （四）解釋：是指能夠從陳述中指出隱含的現象或因果關係；也就是把每個題目中的敘述當作是真的，然後根據這個敘述去判斷最合理的隱含事實、現象或因果關係的能力。
- （五）評鑑：當我們在面臨具有爭議性的問題時，通常會提出一些論點來支持我們的看法，「強的論點」通常是「客觀、合理」的；「弱的論點」則是「不客觀、不合理」的。因此，評鑑是指能夠評估論點強弱的能力；也就是根據每個問題所提出的兩個論點，去決定每個論點是「強」或「弱」的能力。

「批判思考」是複雜的心理運作歷程，也是高層次的認知技巧，可表現在上述五種技能上，故本研究的批判思考是針對此五種技能整體的表現。從「批判思考」與「問題發現」之相關文獻得知，「批判思考」乃起於遭遇問題開始，當個體發現問題存在，會先將自身觀察所得的訊息、先前所下的結論，與所具有之知識結合，奠定個人推論基礎，再透過演繹、歸

納和價值判斷之方式進行推論（Norris & Ennis, 1989）。因此個體在進行問題發現活動時，批判思考技能是不可缺少的。

三、認知策略與問題發現

認知策略至今尚無一致的說法。張新仁（2003）主張認知策略是指學習者用來調整其注意力、學習、記憶和思考等內在歷程的能力。李明昆（2011）認為個體在眾多疑惑中應如何發現問題並進行探究，會涉及其選擇的決策行為，徐綺穗（2008）也認為提出問題是一種涉及後設認知的學習策略，認知心理學者 Solso（1974）指出決策行為是依賴過去經驗，但結論則是依賴我們覺知到的最好選擇。Yerdelen-Damar 與 Eryilmaz（2010）、Baram-Tsabari 與 Yarden（2005）、Chin 與 Brown（2002）的研究發現應試者多數的提出問題都屬於較低層次的思考提問。因此，進行決策時常常選擇對於知識來源的不合宜決策（Babbie, 2001），劉彥方與陳強立（2009）也指出造成個體無法做出合理性的選擇的原因，是個體以滿足其自足價值目的為主要考量。因此，得宜的認知策略會影響到問題發現能力的表現。

在心理學領域中最早是由 Flavell（1979）提出「認知策略」，他認為「認知策略」被使用是為了幫助一個人達到某一特定目標，而「後設認知策略」則被使用在「認知策略」失敗時，所以後設認知應該包括後設認知的知識與後設認知的經驗或規則。鄭昭明（2006）認為「認知策略」同時涉及了兩種功能，一是「覺知」的功能，即知道自己的能力限制、概念、知識與認知策略；另一個是「指揮」功能，即適當的指揮與使用自己的知識與策略，去應付某種特定學習、記憶、思考或解題的工作。李明昆（2011）曾整合 Jay

與 Perkins (1997)、許育彰 (1999)、Lee 與 Cho (2007) 的問題發現相關影響變項成分包括：「問題情境」、「認知結構」、「思考能力」、「後設認知」，以及「心理因素」（非認知因素）等，但本研究「認知策略」是指學習者用以幫助其獲得以及保持訊息、知識的認知過程的控制（李秀玉，1998；Weinstein & Mayer, 1986, 1991），因此涵蓋了「認知策略」與「監控認知策略」兩個主層面：

（一）認知策略（認知過程的策略）

「認知策略」有時也被視為學習策略（Weinstein & Mayer, 1986），其意指個體利用原有知識來選擇與合併新知識。本研究依據李秀玉（1998）將「認知策略」分為「基本認知策略」與「高層認知策略」兩層面，其中「基本認知策略」包含了認知過程中的注意策略、基本記憶策略；而「高層認知策略」則包含高層記憶策略與理解策略兩部分。

（二）監控認知策略（後設認知策略）

鄭昭明（2006）認為「監控認知」即為學習者對自身「認知的認知」。至於對認知的監控 Flavell（1979）認為主要是由後設認知的知識、經驗、目標或作業、行動或策略等事件交互作用而成，其中「後設認知知識」是指對自己原有知識的瞭解，而伴隨某種心智作業所產生的感覺經驗被個人所覺察到的都屬於「後設認知經驗」。楊坤原與鄭湧涇（1996）綜合其他學者對監控認知內涵的探討（Flavell, 1981; Weinstein & Mayer, 1986），將「監控認知策略」分為「監控認知知識」與「監控認知經驗」兩部分，而李秀玉（1998）則以「自我檢測策略」與「自我監控策略」稱之，自我檢測策略是指學習者對自己以及策略運用的知識之瞭解。自我監控

策略則是學習者對其認知過程執行監控的過程，包括對計畫的檢查與修正、評鑑學習成效等。

「批判思考」與「認知策略」皆為問題發現的重要面向，這可由學者對問題發現的相關文獻探討中如 Hoover 與 Feldhusen（1994）之「問題解決與問題發現成分假設模式」以及許育彰（1999）「人境互動發現問題的成分模式」，得到學理上的支持。再從人類訊息處理論的觀點來看，「問題發現」就是指個體運用「認知策略」技能以持續注意到重要問題的訊息上，得以覺察到問題的存在，繼之對所接收到的問題相關訊息進行問題定義，最後才將問題呈現，成功的創造問題，「監控認知策略」則對整個歷程進行檢測與監控。由此可知，認知策略絕對是影響問題發現之重要變項。

參、研究方法

一、研究設計與架構

本研究所設計之架構，是由兩個自變項（批判思考、認知策略）及一個依變項（問題發現）所構成，其中依變項中的問題發現，則整合自 Laudan（1977）的「經驗性問題」與「概念性問題」兩類問題及 Guilford（1967）「收斂式思考」與「發散式思考」兩類思考，形成「經驗性—收斂式」問題發現、「概念性—收斂式」問題發現、「經驗性—發散式」問題發現三類。最後透過工具的使用進行資料蒐集，探討不同批判思考與不同認知策略之國二學生在問題發現能力表現之差異，並對國二學生在批判思考能力及認知策略能力對問題發現預測力之相對權重進行分析。

二、研究對象

本研究預試階段以高雄市某國中兩班二年級學生進行預試，得有效樣本共 70 人。正式研究對象以高雄市南北兩區各選三所學校的國二學生共 324 人為正式施測對象，扣除無效樣本 33 人，共 291 人為有效樣本。

三、研究工具

本研究所使用的工具包括「批判思考測驗—第一級」、「生物認知策略調查表」及「問題發現開放性問卷」等三份。

(一) 批判思考測驗—第一級 (Critical Thinking Test-Level I, CTT-I)

葉玉珠 (2003) 所編製之「批判思考測驗—第一級」(CTT-I) 共包含五個分量表，即辨認假設、歸納、演繹、解釋、評鑑等五種批判思考子技巧測驗，每個分量表有五題測驗共 25 題。受測者每答對一題得一分，以五個分量表得分之總和代表受測者批判思考能力。

1. 葉玉珠原量表之信效度、鑑別度及難度

CTT-I 以小學五年級學生 351 人、小學六年級學生 422 人、國中一年級學生 256 人、國中二年級學生 241 人，共 2,288 人為研究對象，進行項目分析的結果發現 CTT-I 的 Cronbach's α 為 .76。分量表「辨認假設」、「推論」、「演繹」、「解釋」、「評鑑」的 Cronbach's α 依次為：.33、.38、.49、.42、.32。鑑別度及難度分析方面，項目分析鑑別指數平均值為 .47，難度指數平均值為 .61，難度適中，具有良好的鑑別力。效度分析方面，以 CTT-I 總分與年級、父母教育程度、思考風格，及學業成績考驗效標關聯效度均有顯著相關。

2. 本研究正式施測結果之信度分析

本研究以高雄市南北兩區國二學生 291 人為正式施測樣本，進行內部一致性分析的結果發現：CTT-I 總量表內部一致性信度 Cronbach's α 為 .78，而各分量表「辨認假設」、「推論」、「演繹」、「解釋」、「評鑑」之 Cronbach's α 依次：.24、.38、.40、.34、.34 (α 值偏低但與原量表所測得的值接近)，顯示 CTT-I 在本研究中具有良好的信度。

(二) 生物認知策略調查表 (The Inventory of Biological Cognitive Strategies, IBCS)

本研究選取李秀玉 (1998) 之「生物認知策略調查表」(IBCS) 來評測國二受測學生在學習生物學時，運用認知策略情形之工具。

1. 李秀玉原「生物認知策略調查表」的信效度

李秀玉 (1998) 將楊坤原與鄭湧涇 (1996) 所編制的「認知策略調查表」修訂為適用於國一學生學習「生物學」之認知策略量表。參考 Weinstein 與 Mayer (1986) 將其內容修訂為包含「基本認知策略」、「高層認知策略」、「監控認知策略」等三個次向度，其信度分析方面，以 Cronbach's α 來代表內部一致性信度時，總量表之信度達 .96，三個分量表則在 .89 至 .91 間。

2. 本研究正式施測結果之信度分析

生物認知策略調查表 (李秀玉, 1998) 經預試發現此調查表內各分向度及題目敘述皆適於國二學生，故以此測驗工具評測國二學生生物科學習植物概念之認知策略運用能力具有表面效度。經正式施測後，進行內部一致性分析，總量表內部一致性信度 Cronbach's α 為 .95，而各分

量表 Cronbach's α 亦在 .93 至 .97 間，顯示「生物認知策略調查表」在本研究中亦具有良好信度。

(三) 發現問題開放性問卷

1. 問卷編製的專家效度

研究者最初擬好 25 題「發現問題開放性問卷」，全部是以植物相關單元命題的問卷，專家效度的建立是延請生物科學博士、科教領域博士與生物科資深教師各一位進行審核。最後剔除不適試題並修正部分測驗題目內容後，編製成預試題本，題本中包含「經驗性—收斂式」問題發現、「概念性—收斂式」問題發現與「經驗性—發散式」問題發現等三種問題發現類型題目各 2 題。至於本問卷並未編製「概念性—發散式」問題發現題目，主要原因是本問卷在設計題目時，讓問題只存在一個與科學理論不一致或內在邏輯矛盾之處，並對 Laudan 在概念性問題的定義所做的整合，將「內外概念性問題」都歸屬於收斂式的問題類型，因此，本研究僅將問題發現類型分為「經驗性—收斂式問題發現」、「經驗性—發散式問題發現」、「概念性—收斂式問題發現」三類。

2. 問卷中各試題的問題發現屬性說明

試題一與試題三皆以圖形呈現一個現象，再針對此現象的答案提出解釋理由，故屬於「經驗性—收斂式」問題發現；試題二與試題四都在陳述了植物的生理後，針對所選的一個答案進行理由的解釋，故屬於「概念性—收斂式」問題發現；試題五與試題六都是提供兩個圖供學生展現其多元思考的可能性，故屬於「經驗性—發散式」問題發現。上述六題中在各類試題各舉一例分別是試題一、試題四、試題五（見附錄 A 之圖 A1、圖 A2 與圖 A3）。

3. 本問卷之表面效度

採高雄市某國中二年級兩班學生為預試班級，以預試題本進行預試，再參酌有效樣本 70 人之答題結果，與資深生物教師與專家討論後，修正題目內容使文字淺顯易懂以建立問卷的表面效度，最後編製成整份問卷共 6 題之「發現問題開放性問卷」正式版。

4. 評分者間信度

信度方面，研究者與其他兩位資深國中生物科教師共同建立評分者間信度，並以 Hoyt 信度進行分析，其中「經驗性—收斂式」問題發現之評分者間信度值為 .88、「概念性—收斂式」問題發現之評分者間信度值為 .89、「經驗性—發散式」問題發現之評分者間信度值為 .87。繼而與其他評分者針對評分標準不一致處，進行討論與修正，以建立評分的一致性。

5. 計分方式

(1) 「經驗性—收斂式」問題發現與「概念性—收斂式」問題發現計分方式

本問卷問題一與問題三屬於「經驗性—收斂式」問題發現類型，而問題二與問題四屬於「概念性—收斂式」問題發現類型，此四個測驗題主要皆在評測學生的植物問題敏覺力，因此這兩類型試題主要以受測學生可否「正確覺察」事先埋設於問題情境中的經驗性或概念性問題事件，並依據受測學生所提出「判斷理由之合理性」之評分架構進行評分，計分方式是基於研究者與其他評分者希望能將學生覺察問題事件存在之問題發現程度加以區分，若未能發現問題存在不合理者為 0 分，只要能發現問題存在不合理則再分三個層次給分，若只是發現錯誤或無關的問題給 1 分，若發現問題事件，但根據的判斷

理由不完全正確給 3 分，與前一個層次差距 2 分，若根據完全正確之判斷理由並成功發現問題事件者給 5 分，也與前一個層次差距 2 分，如此可區分出學生問題發現程度。

(2) 「經驗性—發散式」問題發現計分方式

問卷中「經驗性—發散式」問題發現（包含問題五與問題六）是依據學生提出問題的流暢性、獨創性與問題品質進行評分，並以問題數、問題獨特性、問題品質等三項分數之總和代表受測學生「經驗性—發散式」問題發現之表現。

Wallach 與 Kogan (1965) 首創以計算受測學生回答的數量為「問題流暢性」計分，而 Torrance (1965) 創造思考測驗中「流暢性」是指產生大量構想的能力，即在一定時間內所有有關反應的總和。因此在本測驗「經驗性—發散式」問題發現分量表中，以學生所提出「植物問題」之數量為其「流暢性」分數。

Torrance (1965) 創造思考測驗中「獨特性」係指在一定時間內稀有反應之總和，分數越高獨創力越高。而 Runco (1986) 對「獨創性」之計分方式為依照每個「植物問題」的稀有性給予 0 分至 3 分之分數：獨創性分數若為「0 分」，表示超過 5% 的受測者提出此「植物問題」；獨創性分數若為「1 分」，表示有 2.5% ~ 5% 的受測者提出此「植物問題」；獨創性分數若為「2 分」，表示少於 2.5% 受測者提出此「植物問題」；獨創性分數若為「3 分」，表示僅有 1 個受測者提出此「植物問題」。研究者參考 Runco (1986) 「獨創性」的計分方式，先統計每個「植物問題」的填答人數，再根據填答人數對每個「植物問題」給定 0 分至 3 分的獨創性分數。

問題品質包括「困難性」與「有效性」兩部分，「困難性」是指學生所提問題內容所涉及植物概念之程度，而「有效性」則是指其與題目情境之相關性。針對本問卷之問題五，是以九年一貫自然與生活科技學習領域之「科學與技術認知」層次中，與植物概念相關之各分段能力指標為標準分別評以 0 至 3 分。「有效性」的評分則以與題目情境「無關的問題」、「明顯相關的問題」、「隱藏或不明顯的問題」、「擴充性的問題」，依序給予 0 至 3 分（見附錄 B 之表 B1 與表 B2）。

四、資料蒐集與分析

本研究以「批判思考測驗第一級」、「認知策略調查表」、「問題發現開放式問卷」三份研究工具來進行資料收集，接著以 SPSS 10.5 軟體分別進行單因子變異數分析及多元迴歸分析，探討不同批判思考與不同認知策略的國二學生（有效樣本為 291 人）在問題發現上的表現。

肆、結果與討論

一、結果

本研究根據葉玉珠 (2003) 「批判思考測驗第一級」、李秀玉 (1998) 「生物認知策略調查表」以及研究者自編之「問題發現開放性問卷」等三個工具所測得之國二學生對此三個研究變項之整體及各層面之表現進行分析結果如下：

(一) 不同批判思考之國二學生在問題發現的表現之比較

在進行不同批判思考表現與問題發現能力間之差異比較，以單因子變異數進行分析，將受測國二學生於批判思考測驗各分層面之得分以平均數加減 0.7 個標準差分成高、中、低三組後，其中加 0.7 個標

準差相當於得分前 25% 為高分組，減 0.7 個標準差相當於得分後 25% 為低分組；三組學生在三類型問題發現整體表現與各分層表現之得分是否達統計上之顯著水準如表 1 所示，並分別說明如下：

1. 「經驗性—收斂式」問題發現

就「整體」層面而言，經單因子變異數分析，批判思考高、中、低分組之國二學生在「經驗性—收斂式」問題發現得分差異達顯著水準 ($F = 14.42, p < .001$)。經 Scheffé 事後比較發現，高分組優於低分組，中分組優於低分組。

2. 「概念性—收斂式」問題發現

就「整體」層面而言，經單因子變異數分析結果，批判思考高、中、低分組之國二學生在「概念性—收斂式」問題發現得分差異達顯著水準 ($F = 16.16, p < .001$)。經 Scheffé 事後比較發現，高分組優於低分組，中分組優於低分組。

3. 「經驗性—發散式」問題發現

就「整體」層面而言，經單因子變異數分析結果，批判思考高、中、低分組之國二學生在「經驗性—發散式」問題發現得分差異達顯著水準 ($F = 6.66, p < .05$)。經 Scheffé 事後比較發現，高分組優於低分組，中分組優於低分組。

(二) 不同認知策略之國二學生在問題發現的表現之比較

在進行不同認知策略與問題發現能力間之差異比較，以單因子變異數進行分析，將受測國二學生於認知策略測驗各分層面之得分以平均數加減 0.7 個標準差分成高、中、低三組後，其中加 0.7 個標準差相當於得分前 25% 者為高分組，減 0.7 個標準差相當於得分後 25% 者為低分組；三組學生在三類型問題發現整體表現與各分層表現之得分是否達統計上之顯著水準如表 2 所示，並分別說明如下：

表 1 批判思考測驗總分高中低三組在不同批判思考表現與問題發現之差異比較

問題發現類型	高分組 ($n = 63$)	中分組 ($n = 171$)	低分組 ($n = 57$)	F	Scheffé 事後比較
	$M(SD)$	$M(SD)$	$M(SD)$		
經驗性—收斂式	7.11 (3.07)	5.04 (3.35)	4.00 (3.40)	14.42**	高 > 低 中 > 低
概念性—收斂式	4.22 (2.92)	2.47 (2.38)	1.93 (1.84)	16.16**	高 > 低 中 > 低
經驗性—發散式	29.40 (13.77)			6.66*	高 > 低 中 > 低

* $p < .05$, ** $p < .01$

表 2 認知策略測驗總分高中低三組在不同認知策略表現與問題發現之差異比較

問題發現類型	高分組 ($n = 74$)	中分組 ($n = 152$)	低分組 ($n = 65$)	F	Scheffé 事後比較
	$M(SD)$	$M(SD)$	$M(SD)$		
經驗性—收斂式	5.70 (3.22)	5.20 (3.43)	5.02 (3.75)		
概念性—收斂式	3.24 (2.62)	2.64 (2.50)	2.42 (2.50)	5.14*	高 > 低
經驗性—發散式	28.02 (15.47)	22.14 (14.71)	22.54 (13.23)	4.40*	高 > 低

* $p < .05$

1. 「經驗性—收斂式」問題發現

就「整體」層面而言，經單因子變異數分析結果，認知策略高、中、低分組之國二學生在「經驗性—收斂式」問題發現得分差異未達顯著水準（ $F = .79, p > .05$ ）。就「分層面」而言，認知策略各分層面高、中、低分組之國二學生在「經驗性—收斂式」問題發現之得分差異均未達顯著水準。

2. 「概念性—收斂式」問題發現

就「整體」層面而言，經單因子變異數分析結果，認知策略高、中、低分組之國二學生在「概念性—收斂式」問題發現得分差異未達顯著水準（ $F = 2.13, p > .05$ ）。就「分層面」而言，「監控認知策略」分層面高、中、低分組之國二學生在「概念性—收斂式」問題發現之得分差異達顯著水準（ $F = 5.14, p < .05$ ）。經 Scheffé 事後比較發現，高分組優於低分組。

3. 「經驗性—發散式」問題發現

就「整體」層面而言，經單因子變異數分析結果，認知策略高、中、低分組之國二學生在「經驗性—發散式」問題發現整體之得分差異達顯著水準（ $F = 4.40, p < .05$ ）。經 Scheffé 事後比較發現，高分組優於低分組。

(三) 不同批判思考次能力對問題發現表現的預測力之相對權重

學生之不同批判思考各次能力對問題發現表現的預測力之相對權重之分析如表 3 所示，以下分別以「經驗性—收斂式」問題發現、「概念性—收斂式」問題發現、「經驗性—發散式」問題發現等三方面做說明：

1. 「經驗性—收斂式」問題發現

以國二學生之不同批判思考各次能力預測「經驗性—收斂式」問題發現的表現，其標準化迴歸方程式為：

「經驗性—收斂式」問題發現表現 = .23 演繹 + .19 辨認假設

「演繹」和「辨認假設」可聯合解釋「經驗性—收斂式」問題發現表現的 10.6% 的變異量，其中「演繹」可解釋「經驗性—收斂式」問題發現表現的 7.1% 的變異量，「辨認假設」可解釋「經驗性—收斂式」問題發現表現的 3.5% 的變異量。由標準化迴歸方程式的係數可知，批判思考各次能力對「經驗性—收斂式」問題發現表現的預測力之相對權重，以「演繹」為最高，「辨認假設」次之，「歸納」、「解釋」和「評鑑」則不具預測力。

表 3 批判思考次能力對問題發現表現的預測力之相對權重

問題發現類型	選出的變項順序	相關係數 (R)	決定係數 (R 平方)	增加解釋量 (ΔR)	F 值	淨 F 值	標準化迴歸係數 (β)	t
經驗性—收斂式	1. 演繹	.27	.07	.07	22.07***	22.07***	.23	4.04***
	2. 辨認假設	.33	.11	.04	17.04***	11.23**	.19	3.35**
概念性—收斂式	1. 解釋	.26	.07	.07	20.40***	20.40***	.18	2.94**
	2. 歸納	.30	.09	.03	14.66***	8.40**	.14	2.36*
	3. 演繹	.33	.11	.01	11.44***	4.63*	.13	2.15*
經驗性—發散式	1. 演繹	.20	.04	.04	12.14**	12.14**	.16	2.70**
	2. 歸納	.24	.06	.02	8.69***	5.06*	.14	2.25*

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

2. 「概念性—收斂式」問題發現

以國二學生之不同批判思考各次能力預測「概念性—收斂式」問題發現的表現，其標準化迴歸方程式為：

「概念性—收斂式」問題發現能力 = .18 解釋 + .14 歸納 + .13 演繹

「解釋」、「歸納」和「演繹」可聯合解釋「概念性—收斂式」問題發現表現的 10.6% 的變異量。其中「解釋」可解釋「概念性—收斂式」問題發現表現的 6.6% 的變異量，「歸納」可解釋「概念性—收斂式」問題發現表現的 2.6% 的變異量，「演繹」可解釋「概念性—收斂式」問題發現表現的 1.4% 的變異量。由標準化迴歸方程式的係數可知，批判思考各次能力對「概念性—收斂式」問題發現表現的預測力之相對權重，以「解釋」為最高，「歸納」次之，「演繹」最小，「辨認假設」和「評鑑」則不具預測力。

3. 「經驗性—發散式」問題發現

以國二學生之不同批判思考各次能力預測「經驗性—發散式」問題發現的表現，其標準化迴歸方程式為：

「經驗性—發散式」問題發現能力 = .16 演繹 + .14 歸納

「演繹」和「歸納」可聯合解釋「經驗性—發散式」問題發現表現的 5.7% 的變異量。其中「演繹」可解釋「經驗性—

發散式」問題發現表現的 4.0% 的變異量，「歸納」可解釋「經驗性—發散式」問題發現表現的 1.7% 的變異量。由標準化迴歸方程式的係數可知，批判思考各次能力對「經驗性—發散式」問題發現表現的預測力之相對權重，以「演繹」為最高，「歸納」次之，「解釋」、「辨認假設」和「評鑑」則不具預測力。

(四) 不同認知策略各次能力對問題發現表現的預測力之相對權重

學生之不同認知策略運用各次能力對問題發現表現的預測力之相對權重之分析如表 4 所示，以下分別以「經驗性—收斂式」問題發現、「概念性—收斂式」問題發現、「經驗性—發散式」問題發現等三方面敘述如下：

1. 「經驗性—收斂式」問題發現

以國二學生之不同認知策略各次能力預測「經驗性—收斂式」問題發現的表現，其標準化迴歸方程式為：

「經驗性—收斂式」問題發現能力 = .13 監控認知策略

「監控認知策略」可解釋「經驗性—收斂式」問題發現表現的 1.6% 的變異量。由標準化迴歸方程式的係數可知，認知策略各次能力對「經驗性—收斂式」問題發現表現的預測力，只有「監控認知策略」的係數達顯著水準，意謂只有「監控認知

表 4 認知策略次能力對問題發現表現的預測力之相對權重

問題發現類型	選出的變項順序	相關係數 (R)	決定係數 (R 平方)	增加解釋量 (ΔR)	F 值	淨 F 值	標準化迴歸係數 (β)	t
經驗性—收斂式	監控認知策略	.13	.02	.02	4.61*	4.61*	.13	2.15*
概念性—收斂式	監控認知策略	.18	.03	.03	9.19**	9.19**	.18	3.03**
經驗性—發散式	監控認知策略	.20	.04	.04	11.81**	11.81**	.20	3.44**

* $p < .05$, ** $p < .01$

策略」具預測力，「基本認知策略」和「高層認知策略」則不具預測力。

2. 「概念性—收斂式」問題發現

以國二學生之不同認知策略各次能力預測「概念性—收斂式」問題發現的表現，其標準化迴歸方程式為：

「概念性—收斂式」問題發現能力 = .18 監控認知策略

「監控認知策略」可解釋「概念性—收斂式」問題發現表現的3.1%的變異量。由標準化迴歸方程式的係數可知，認知策略各次能力對「概念性—收斂式」問題發現表現的預測力，只有「監控認知策略」的係數達顯著水準，意謂只有「監控認知策略」具預測力，「基本認知策略」和「高層認知策略」則不具預測力。

3. 「經驗性—發散式」問題發現

以國二學生之不同認知策略各次能力預測「經驗性—發散式」問題發現的表現，其標準化迴歸方程式為：

「經驗性—發散式」問題發現能力 = .20 監控認知策略

「監控認知策略」可解釋「經驗性—發散式」問題發現表現的3.9%的變異量。由標準化迴歸方程式的係數可知，認知策略各次能力對「經驗性—發散式」問題發現表現的預測力，只有「監控認知策略」的係數達顯著水準，意謂只有「監控認知策略」具預測力，「基本認知策略」和「高層認知策略」則不具預測力。

二、討論

(一) 批判思考各次能力的表現

由研究結果顯示，在「經驗性—收斂式」問題發現中，以「演繹」的相對重要性較高，這是因本研究中「經驗性—收斂式」問題發現的問題情境是以「圖示」

呈現，而非一般學校的測驗是透過題目文字陳述出問題前提，因此學生若能辨認題目情境中預先埋設的問題前提，比較能覺察出題目中的問題事件。此結果與文獻中 Ennis (1987) 及 Norris 與 Ennis (1989) 的主張相吻合，亦即認為一位具有批判思考能力的人應能檢視各種觀點以掌握問題的情境，搜尋相關、可信的資料來建立批判的基礎，透過演繹或歸納來分析資料，並與他人相互討論與溝通，確保自己能持有更為客觀的觀點。

在「概念性—收斂式」問題發現方面，以「解釋」相對重要性最高，這是因為「解釋」可從陳述中表現出對隱含的現象或因果關係之能力。

在「經驗性—發散式」問題發現方面，以「演繹」的相對權重最高，這是由於演繹的思考能幫助個體根據現有的知識，做出有效的連結，並提升創造問題之表現，此結果與文獻中 Watson 與 Glaser (1980) 所強調批判思考的知識是有效的推論、摘述與類推的知識的論點相呼應；也與文獻中溫明麗 (1997) 所主張的批判思考能力的展現，與當事者所持的相關背景知識的多少與轉化能力的強弱有關之論點頗為一致。

(二) 認知策略各次能力的表現

由研究結果顯示，在認知策略各次能力中，「監控認知策略」對「經驗性—收斂式」、「概念性—收斂式」與「經驗性—發散式」問題發現的相對重要性遠比「基本認知策略」與「高層認知策略」要高，推測其可能原因，就如李秀玉 (1998) 所言，這是由於個體要能成功地問題發現，需要先透過「基本認知策略」與「高層認知策略」對問題相關之訊息進行認知處理並連結既有的認知結構，但是

科學思考是一個統合多概念的複雜思考過程，並非單純的科學事實記憶或演算過程，並且需要考慮多種基準以做決斷。本研究結果也與文獻中 Flavell (1979) 所主張的論述不謀而合，由於「基本認知策略」與「高層認知策略」屬於認知策略，而「監控認知策略」則屬於後設認知策略，Flavell 認為後設認知策略經常是在認知策略的使用失敗時被啟動，因此，在問題發現過程中，個體更需要透過「監控認知策略」對自我能力與策略運用之檢測並對認知處理過程進行計畫、評估、監控。

由本研究結果可知，個體不管在不同的批判思考或不同的認知策略方面，其運用得宜與否，對概念性問題之敏覺力，或是根據自身已具有的知識覺察經驗性問題之存在，均具有重要的影響。

伍、結論與建議

一、結論

- (一) 不同批判思考能力之國二學生整體表現在三種問題發現能力之差異皆達顯著水準。
- (二) 不同認知策略的國二學生在「經驗性—發散式」問題發現表現達顯著差異。
- (三) 不同批判思考能力各次能力對問題發現的表現作預測之相對權重，在「經驗性—收斂式」問題發現方面，依次為「演繹」、「辨認假設」。在「概念性—收斂式」問題發現方面，依次為「解釋」、「歸納」、「演繹」。在「經驗性—發散式」問題發現方面，依次為「演繹」、「歸納」。因此，提升國二學生演繹能力和解釋能力，將可有效提升其對問題發現的表現。

- (四) 國二學生不同認知策略各次能力對問題發現預測力之相對權重，皆以「監控認知策略」為最高。所以，提升國二學生之「監控認知策略」能力，將有助於學生有效地發現問題。

二、建議

(一) 教師應致力學生「演繹」思考能力之培養，以有效提升學生不同問題發現之表現

根據本研究之結果顯示，教師應當在學生進行科學問題探究的過程中，提供機會讓學生學習從已知的陳述中，去辨認論述之間所隱含的關係，並鼓勵學生進一步衍生出其他獨特的相關想法，將能有效提升學生在「經驗性—收斂式」問題發現、「經驗性—發散式」問題發現等類型之問題發現的能力。

(二) 教師應著眼於促進學生「解釋」技能的提升，以成功發現概念性問題

在陳述現象時，「解釋」的技能是能指出隱含的現象或因果關係，也是辨識科學概念重要的思考能力，由本研究之結果顯示，教師在科學理論的教學上，不須急著交代整個推論過程的始末，而應多指導學生對其隱含的現象或因果關係進行解釋，較能讓學生順利地覺察出概念性問題事件與自身所持相關概念不一致，而成功發現概念性問題。

(三) 教師應該幫助學生在科學學習過程中不斷反省地進行探究

根據本研究結果，教師應當幫助學生學習計畫、監控和評價自己在科學學習過程所使用的「認知策略」，鼓勵學生主動進行反省性探究，成為主動檢驗、修正自我問題發現過程之主導者，進而有效提升學生問題發現能力。

參考文獻

- 吳靜吉、鄭英耀、王文中（1992）。華格批判思考量表之修訂。《教育與心理研究》，**15**，39-78。
- 李秀玉（1998）。國中一年級學生認知偏好、認知策略與生物科學思考能力之研究（未出版之碩士論文）。國立臺灣師範大學，臺北市。
- 李明昆（2011）。國三學生的科學問題提問與研究問題選擇判準之研究（未出版之博士論文）。國立高雄師範大學，高雄市。
- 李明昆、洪振方（2010）。國三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。
- 徐綺穗（2008）。學生的自我發問類型與回答的知識統整內涵分析——以統整性問題為例。《教育學誌》，**20**，59-79。
- 張新仁（主編）（2003）。《學習與教學新趨勢》（初版）。臺北市：心理。
- 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。
- 郭郁智（2000）。國民中學學生學習策略、批判思考能力與學業成就之相關研究（未出版之碩士論文）。國立高雄師範大學，高雄市。
- 黃秋敏（2005）。論述科學的問題解決與創造思考、批判思考之關係。《屏東教大科學教育》，**22**，46-55。
- 楊坤原、鄭湧涇（1996）。高一學生認知風格、認知策略與遺傳學學習成就的關係。《科學教育學刊》，**4**(2)，135-159。
- 溫明麗（1997）。批判性思考教學——哲學之旅（初版）。臺北市：師大書苑。
- 葉玉珠（1991）。我國中小學學生批判思考及其相關因素之研究（未出版之碩士論文）。國立政治大學，臺北市。
- 葉玉珠（2003）。批判思考測驗——第一級。臺北市：心理。
- 葉玉珠、吳靜吉（1992）。中小學生批判思考與學業成績之相關研究。《教育與心理研究》，**15**，79-100。
- 劉彥方、陳強立（2009）。思方網。取自 <http://philosophy.hku.hk/think/chi/>。
- 蔡維民（2001）。「批判」的反思與「批判方法」的建立。《哲學與文化》，**28**(2)，127-143。
- 鄭昭明（2006）。《認知心理學——理論與實踐》（修訂三版）。臺北市：桂冠。
- 鄭英耀、王文中、吳靜吉、黃正鵠（1996）。批判思考表之編製初步報告。《測驗年刊》，**43**，213-225。
- Babbie, E. R. (2001). *The practice of social research* (9th ed.). Belmont, CA: Wadsworth.
- Baram-Tsabari, A., & Yarden, A. (2005). Characterizing children's spontaneous interests in science and technology. *International Journal of Science Education*, **27**(7), 803-826.
- Beyer, B. K. (1988). *Developing a thinking skills program*. Boston, MA: Allyn & Bacon.
- Chin, C., & Brown, D. E. (2002). Student-generated questions: A meaningful aspect of learning in science. *International Journal of Science Education*, **24**(5), 521-549.
- 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**(1), 42-48.
- Ennis, R. H. (1987). A taxonomy of critical thinking dispositions and abilities. In J. B. Baron & R. S. Sternberg (Eds.), *Teaching thinking skills: Theory and practice* (pp. 9-26). New York, NY: W. H. Freeman.

- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906-911.
- Flavell, J. H. (1981). Cognitive monitoring. In W. P. Dickson (Ed.), *Children's oral communication skills* (pp. 35-60). New York, NY: Academic Press.
- Guilford, J. P. (1967). *The nature of human intelligence*. New York, NY: McGraw-Hill.
- 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. (1994). Scientific problem solving and problem finding: A theoretical model. In M. A. Runco (Ed.), *Problem finding, problem solving, and creativity* (pp. 201-219). Norwood, NJ: Ablex.
- 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.
- Jonassen, D. (2003). Using cognitive tools to represent problems. *Journal of Research on Technology in Education*, 35(3), 362-381.
- Kennedy, M., Fisher, M. B., & Ennis, R. H. (1991). Critical thinking: Literature review and needed research. In L. Idol & B. F. Jones (Eds.), *Educational values and cognitive instruction: Implications for reform* (pp. 11-40). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Laudan, L. (1977). *Progress and its problems: Towards a theory of scientific growth*. London, UK: Routledge & Kegan Paul.
- 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.
- McPeck, J. E. (1981). *Critical thinking and education*. New York, NY: St. Martin's Press.
- Newell, A., & Simon, H. A. (1972). *Human problem solving*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Norris, S. P., & Ennis, R. H. (1989). *Evaluating critical thinking*. Pacific Grove, CA: Midwest.
- Norton-Meier, L., Hand, B., Hockenberry, L., & Wise, K. (2008). *Questions, claims, and evidence: The important place of argument in children's science writing*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Runco, M. A. (1986). Maximal performance on divergent thinking tests by gifted, talented, and nongifted children. *Psychology in the Schools*, 23(3), 308-315.
- Runco, M. A. (1994). *Problem finding, problem solving, and creativity*. Norwood, NJ: Ablex.
- Siegel, H. (1988). *Educating reason: Rationality, critical thinking, and education*. New York, NY: Routledge.
- Solso, R. L. (1974). *Theories in cognitive psychology*. Potomac, MD: Erlbaum.
- Sternberg, R. J. (1985). *Beyond IQ: A triarchic theory of human intelligence*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1998). The concept of creativity: Prospects and paradigms. In R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of creativity* (pp. 3-15). New York, NY: Cambridge University Press.
- Torrance, E. P. (1965). *Rewarding creative behavior: Experiments in classroom creativity*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Wallach, M. A., & Kogan, N. (1965). *Modes of thinking in young children: A study of the creativity-intelligence distinction*. New York, NY: Holt, Rinehart & Winston.
- Watson, G., & Glaser, E. M. (1980). *Watson-Glaser critical thinking appraisal*. New York, NY: The Psychological Corporation.
- Weinstein, C. E., & Mayer, R. E. (1986). The teaching of learning strategies. In M. C. Wittrock (Ed.), *Handbook of research in teaching* (pp. 315-327). New York, NY: Macmillan.
- Weinstein, C. E., & Meyer, D. K. (1991). Cognitive learning strategies and college

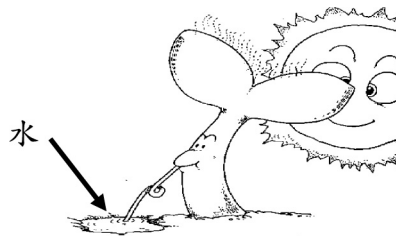
teaching. *New Directions for Teaching and Learning*, 45, 15-26.

Wertheimer, M. (1945). *Productive thinking*. New York, NY: Harper.

Yerdelen-Damar, S., & Eryilmaz, A. (2010). Questions about physics: The case of a Turkish' ask a scientist' website. *Research in Science Education*, 40(2), 223-238.

附錄 A：問題發現之類型

胖虎看了一本自然小百科，書的內容是以插圖的方式帶領讀者們認識「**植物各部位構造的功能**」，其中有一個以大豆種子萌發初期為例的插圖如右。



以植物的觀點，你認為這個插圖合理嗎？

答：

- 合理
 不合理

【你是如何判斷的呢？】

圖 A1 試題一屬於「經驗性—收斂式」問題發現

大偉用心的將植物夜晚到白天所吸收和排出的二氧化碳的量記錄下來，他從測量結果中發現植物只在晚上排出二氧化碳，而在白天吸收二氧化碳，因此做了這樣的推想：

「植物白天只吸收二氧化碳，吐出氧氣，行光合作用；
 植物晚上只吸收氧氣，吐出二氧化碳，行呼吸作用」

以植物的觀點，你同意大偉所做的推想嗎？

答：

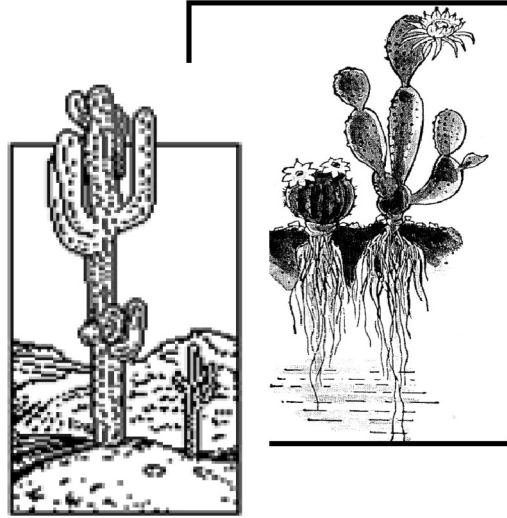
- 同意
 不同意

【你是如何判斷的呢？】

圖 A2 試題四屬於「概念性—收斂式」問題發現



(圖一)



(圖二)

溫暖潮濕的熱帶雨林(圖一)和乾燥炎熱的沙漠(圖二)中,生長著不同型態的植物,請你仔細的比較上面兩個圖中的植物特徵有何不同,以生物的觀點出發,你聯想到了哪些與植物有關的問題呢?請把它們都寫下來。(你提出的問題越多、越特別越好)

圖 A3 試題五屬於「經驗性—發散式」問題發現

附錄 B：「問題發現開放性問卷」問題五之困難性與有效性之評分標準

表 B1 「問題發現開放性問卷」問題五之困難性評分標準

得分	學習階段／類	學生提出問題之內容實例
0分	無關或錯誤的「植物問題」	仙人掌為什麼沒有葉子？
1分	「植物問題」符合第一學習階段至第二學習階段之能力指標／植物生存的環境	為何熱帶雨林有許多寄生植物？
2分	「植物問題」符合第三學習階段之能力指標／植物和環境	為什麼熱帶雨林植物的根較突出，沙漠植物的根較深入？
3分	「植物問題」符合第四學習階段或此階段以上之能力指標／族群和生態系	植物型態的差異是否與生態系中的其他生物物種有關？

表 B2 「問題發現開放性問卷」問題五之有效性評分標準

得分	相關性	學生提出問題之內容實例
0分	與問題情境無關的問題	為什麼仙人掌會開花？
1分	與問題情境明顯相關的問題	為什麼兩地植物的葉形不同？
2分	問題情境隱藏或蘊含不明顯的問題	雨量是否會影響植物根的型態？
3分	擴充問題情境的問題	兩地植物若能成功種植於另一地，其形態會改變嗎？

