

國小中年級學童生活中的科學問題探究

吳璧純

國立中興大學台北校區副教授

摘要

個體知識的成長是一個建構外界訊息的歷程，根據Bickhard的互動論，個體建構知識的歷程是一個解決問題的歷程(Bickhard, 1991)，而問題解決能力的培養，也是當今世界各國科學教育的重點。了解兒童主動提出的問題以及他們如何解決問題，似乎也成了科學教育研究不可或缺的一項重點。本研究為國科會專案研究「國小低年級學童生活中的科學問題及其問題意識之研究」之後續研究(吳璧純，民86)，所以本著前述研究的模式，繼續探究中年級學童日常生活中的科學問題類型、探究科學問題的方法與能力、以及常有的迷思問題。本研究並於每一項探討重點上，交代低年級與中年級學童發展上的差異。

本研究的結果對於認知心理學、科學教育理論以及實際教學上都有所助益。在理論上，一方面對所謂知識發展理論中的問題解決的重要性有更進一步的探討；另一方面則對於科學教育的潮流與走向的探討也將有所貢獻。在應用方面則希望研究結果一方面可進一步幫助老師們了解學童所具有的科學問題、概念與推理能力；另一方面則可作為國小自然科課程發展的參考。

壹、前言

台灣的社會無論是在政治、經濟、以及教育各方面，都處在前所未有的快速轉變當中。為了更豐富國內國小階段科學教育之基礎研究，本研究承襲「國小低年級學童日常生活中的科學問題及其問題意識之研究」(吳璧純，民86)，繼續以國小中年級學生日常生活中的科學問題為主題，進行全省性的調查研究，希望提供國小課程標準修訂與課程教學設計的參考。

事實上，科學教育改革的呼聲是世界性的，各主要先進國家，莫不從國際數理科學教育評量的結果(楊榮祥，民83年)，反省自己的科學教育，也陸續推出各種的科學教育革新趨勢，例如：美國科學促進協會所推出的 Project 2061(AAAS, 1993)；英、美、日等國推出的 Science-Techonolgy-Society (STS) (魏明通等，民83年)；以及各種實作評量編製的進行(Kane & Khattri, 1995)與教學革新(McGilly, 1994)。這些革新趨勢，卻又都植基於認知科學、知識發展、科學哲學、科學史以及科學學習等領域研究的主要思潮與發現，也就是，建構主義的知識觀。本研究也是承襲這樣的思想脈絡，特別是變異與選擇建構論(Bickhard, 1995)中，以人類知識發展的過程即是問題解決的歷程為主要觀點，探究兒童的解決問題能力。而有別於傳統以既定的問題來詢問兒童的想法，本研究更關心兒童在日常生活中都建構出哪些問題。因為兒童所提出或者感興趣的問題或許與大人們所設想的有所不同，所以若能整理出兒童的問題類型，一方面可以建立起本土自然科課程設計的基本參考資料，一方面則可以探索兒童的認知發展軌跡。準此，本文一方面探究國小學童在日常生活中擁有哪些科學問題有待解答、以及他們如何求解的歷程與方法；另一方面，本研究也在文中整理出學童迷思問題的類型與其特性，以供探究學童認知概念發展之參考。

貳、文獻探討

一、知識發展的本質

有關人類是如何認識這個世界，以及知識是如何發展的這兩個傳統知識論的核心問題，至今仍是認知心理學裡的重要議題。在訊息處理模式、人工智慧、神經心理學、皮亞傑理論

的相繼發展之後，當今的心理學家大多以建構論(constructivism)來解答以上兩個知識論的核心問題。建構論超越了傳統知識論中的經驗論與理性論所遭受到的邏輯不一致的問題(Campbell & Bickhard, 1986)，並且對於教育或教學的應用上有相當大的啓迪(Confrey, 1990a; Driver, Guesne, & Tiberghien, 1985; Glynn, Yeany, & Britton, 1991; Steffe & Gale, 1995)。有關建構論雖然有不同的派別(von Glaserfeld, 1995; Steffe & Gale, 1995)，但大多聚焦在以下三個核心概念(Neimeyer, 1993, p.3)：(1)認知個體是主動地在解釋他們所生存的世界；(2)不存在每個人可以直接知道的客觀事實；(3)認知個體是處在不斷地發展與改變的歷程中。

美國學者M. H. Bickhard (1995)所提出的互動論(interactivism)，以及兩個延伸模式 -- 認識階層模式(knowing -level model) (Bickhard, 1978)與理性模式(rationality model) (Bickhard, 1991)，基本上也與建構論的精神相聚合，並且對於不同派別建構論所探討的有關實在論、表徵、語言本質、動機、以及理性等重要議題有深入且較周延的統整 (Bickhard, 1995)。根據互動論，認知個體是透過不斷與環境或者個體本身互動而適應成功的目標導向主體。亦即，就認知個體而言，每一次認識成功就等於是解決一個問題，而隱含在這個解決問題歷程背後的機制是變異與選擇(variation and selection)。

知識變異與選擇的發展歷程，可以分成盲目的(blind)變異與選擇、隱慧式(heuristic)的變異與選擇以及顯慧式(explicit or planned)的變異與選擇。對認知主體而言，他的行動目標，可能是隱含的、不為其所知的，也可能是有計畫的；他的行動策略，則可能是隨機的嘗試錯誤，或者是依經驗做某種嘗試錯誤的策略選擇，又或者是經過層層的評估算計的。這些變異與選擇歷程的類型，事實上是具有發展性的。對於新生嬰兒來講，由於知識還很有限，他的知識發展歷程在許多時候是一種盲目的變異與選擇。也就是說，跟大人比起來，嬰兒在尋求解答時，比較可能是隨意地產生變異的主意，而盲目地嘗試，是類似「瞎貓碰到死耗子」的一種盲目的知識形成歷程。例如，嬰兒對於如何與他人建立社會關係的知識發展就是一種盲目變異與選擇的歷程。一般而言，當個體在某個領域知識愈豐富時，他的認知歷程愈可能是顯慧式的。這種顯慧式歷程，正是人類具理性能力必備的一種能力。因為當人從隱慧式變異與選擇的知識發展歷程發展到顯慧式時，不僅從既有的能力中產生變異，還會在嘗試前（真

正互動前)考慮可能的選擇壓力，然後再去從事真正解決問題的嘗試行動，這樣自然節省了一些因嘗試行動而不成功所花的時間與危險。

從「認識」是個變異與選擇的歷程，我們發現認知主體是不斷地與環境中的刺激在進行互動。根據Bickhard的認識階層模式，認知主體不僅跟外在環境產生互動，認知主體還有一個內部的互動場，也就是高層認知階層系統與低它一層的認知階層系統互動時所形成的互動場(Campbell & Bickhard,1986)。人的認知發展於是有所謂的認知主體與環境互動成功後所產生的第一認知階層的知識，也有藉由高層認知系統反思抽取低層系統的知識表徵組型的第二層、第三層、第四層以及以上的知識。

由於人類知識的發展是有階層性的，是從盲目到隱慧式(heuristic)的直覺，到透過表徵思考的意識，到從表徵關係中抽取組型的高層認知。對於以解決問題的認知主體而言，問題目標有可能是隱含的，也有可能是為個體所覺知、所設計的。所以，通常我們所接受的「事實知識」(factual knowledge)的背後都隱含了問題，這些事實知識是這些問題的解答之一。然而，這些問題卻不一定是認知主體所關心、所切身的，而這些解答也不是唯一的解答。所以，認知主體，可能忽視這些知識，也可能誤用這些知識。根據認知階層模式的認知發展觀，在隱慧式的解決問題歷程中，個體是在特定情境中透過特定活動而建構隱含在情境中可以解問題的知識，所以，個體可能不知而行或者從行動與嘗試錯誤中建構知識。然而，當這些隱含的知識與目標以表徵的方式呈現之後，個體可以組織表徵，自提問題，或提出問題解答的假設，而進一步驗證假設而形成知識。所以整體而言，個人的認知發展的順序是遵循著以下三個原則：(1)從情境經驗的知識獲得到抽象原則抽取；(2)從具體物的操作到符號表徵關係的組織聯結；(3)是從不知而行到能夠意識，再到能事先的規劃與抽象模擬等通則。而一旦認知個體能從較低的認知階層攀升到較高者，他的發展或學習能力通常倍增，這也就是為什麼許多研究指出後設認知能力的有無與學習效果的好壞有高度相關(Stanovich, 1986)。

人類的知識發展歷程基本上是個體在為適應生存而累積知識、尋求解答，環境則提供限制條件與資源。而人類知識學習的基本歷程，根據認知階層模式，也是變異與選擇的歷程，只是「發展」是以縱貫的觀點在看，而「學習」則是從長期的發展歷程中，切一段下來加以審視(Campbell & Bickhard, 1986)。所以，就促進或幫助個體的知識學習而言，老師或是較資

優者應該本著讓學生主動建構、自行解題、攀升認知階層的觀點，來提供教學資源、設計教學活動、以及給予回饋。

綜上所論，個體知識的獲得是相當主動建構的歷程，也是解決問題的歷程。認知個體在成長的過程中，為了適應環境、認識環境，會產生問題，並進而解決問題，如果認知個體所提出的問題受到鼓勵，而且問題也能順利解決，那麼個體就能適應生存地愈好，解決問題以及思考能力也就能發展地愈好。所以，很自然地在兒童生活的情境中去探討他們所建構出來的問題，不但是了解學童概念發展的絕佳方法，也是良好教學設計所不可或缺的資料。這種強調以學童日常生活的問題為學習素材的觀點與當今學習論中強調情境學習(situated learning) (Lave & Wenger, 1991；Vygotsky, 1988)的理念是相聚合的。

二、解決問題與自然科教學

「解決問題」(problem solving)，是許多學科領域所重視並廣泛討論的主題，尤其是當代認知心理學興起之後，它更是被視為是了解人類心智歷程的重要形式。有些研究者從學生數學解題的歷程中，探究人類思考的特性(Case, 1985)，也從其中了解有關數學教學的相關策略(吳德邦與吳順治，民80)；有些研究者則從學生如何解決社會或生活環境中的問題來強調社會科(social study)中培養學生思考能力的重要性(柯華葳與周經媛，民80)；另外，有些學者則從學生的科學問題解決中，了解學生所具備的質樸概念(McClosky, 1983)或是錯誤概念(misconceptions) (Helm & Novak, 1983)，藉以探討科學教育的改善。以上的文獻似乎顯露出，在不同的學科領域中，解決問題的能力是該專業領域中不可或缺的能力，而且也是該學科教學的重要目標(教育部，民82)。提昇學生的解決問題能力似乎成為提昇現代公民素養的重要內涵。

從當代認知心理學中的訊息處理模式出發，「解決問題」基本上，被視為是人類心智活動的一種(Mayer, 1983)。研究者通常致力於界定解決問題的步驟(Solso, 1991)、探討影響解決問題成效的因素(Glass, Holyoak, & Santa, 1979)、以及歸納解決問題的策略類型(Schoenfeld, 1979)。這一些研究結果對於如何促進學生解決問題的能力，有一些貢獻與啟發。例如，使用類推法來增進解題效果(Sternberg & Ketron, 1982)；又例如，以解決問題的必要步驟來培養

學生的思考習慣等(Polya, 1957)。然而，在這些研究中，研究者基本上是用旁觀者的立場來描述與分類認知個體的思考活動，而不是進入個體的認知系統中，模擬個體的認知歷程。當今的建構主義知識觀，是以主事者的觀點來看認知個體的「解決問題」歷程，所以「解決問題」的歷程亦即人類的基本心智活動。

科學知識是人類知識領域中最具結構性的，在科學的活動中，講求形成假設、驗證假設的歷程，而這兩個基本歷程，卻也是解決問題的核心步驟。幾乎所有描述解決問題歷程的文獻，其所強調的解決問題步驟都會都涵蓋這兩個核心成份，儘管不同文獻使用不同的語詞。例如，Wallas(1926)提出的解決問題四個步驟：準備期、潛伏期、開朗期、驗證期，其中前三個步驟是屬於形成假設的階段，最後一個步驟則是驗證階段；又例如，Polya(1957)也在觀察老師如何教授數學解題後提出解決問題四個步驟：了解問題、形成計畫、執行計畫、以及審視結果。在這四個步驟中，前兩個步驟與形成假設有密切關係，後兩者則是驗證假設的工作。另外，國內由教育部委託板橋教師研習會國小自然科實驗課程研發小組所發展的解決問題教學，也是在認定解決問題為人類知識發展的基本形式上，做種種的教材設計(吳璧純，民87b)，這個教學模式的主要步驟可以分成發現問題、確定問題、提出預設與形成假設、規劃工作流程、執行、整理分析與解釋資料、以及統整應用等七個步驟(台灣省國民學校教師研習會，民82；陳文典，民85)。這七個步驟更完整地指出個體從主動提出問題到嘗試求得解答的過程，當然其主要的核心成份仍是形成假設與驗證假設；然而，與其他模式不同的是，因為是從學習者的角度出發，所以這個模式特別強調個體覺察問題的能力，也就是該模式中所指的「發現問題」與「確定問題」。本研究也是植基於這個模式的思想脈絡，認為學童在日常生活中就已經覺察了很多問題，所以，有必要進一步整理出他們所覺察的都是什麼樣的問題。

三、科學教育的研究趨勢

在知識蓬勃發展、人際交往頻繁的世代，科學教育的目標與重點，不再只是教學生記誦各種的科學理論，也不再只注重學生在紙筆測驗上的分數。而是，更注重學生如何願意去親近自然、愛護自然、探究自然，以及將科學的知識與方法應用於生活的各個向度之中。也就是，更加著重科學教育中知識、情意、技能目標的平衡發展。當今的科學教育，為了讓學生

國小中年級學童生活中的科學問題探究

更有效學習、願意學習、終生學習，在學習理論、知識理論的影響之下，科學教育的研究紛紛朝向探究學生的科學迷思概念(Novak, 1987)、著重學生解決問題的能力(Bybee, 1986；毛松霖等, 民84)、結合科學史的發現(Wandersee, 1985)等方向進行。

國內的科學教育研究潮流，基本上也是如上所述的走向。近幾年來，除了有關研究與教學機構的倡導(許榮富, 民80)，有關探討國中、小學生科學迷思概念的文章也紛紛出籠；而解決問題取向的教學，則在國小自然科實驗課程中進行研究發展(教育部國小自然實驗課程研究發展小組, 民85年)；另外，有關STS的整合計畫，也在近幾年的國科會專案中相繼進行(例如王澄霞民85)。

這些研究取向都是與當今建構論的理論聚合，都假定兒童是組織知識的主體。以研究學生迷思概念為主的研究，認為儘管學校老師教授許多科學知識，然而學生在入學之前就擁許多對自然現象的概念與問題(Confrey, 1990b)，而這些概念若與老師預期教授的科學理論不符合，學生可能會：(1)持有原本的質樸概念(naive concept)，很難加以改變；或者(2)同時擁有老師教的知識與原有的質樸概念，考試時可以考高分，日常生活中仍然使用質樸的知識(Wu, 1993)。學生擁有的這種質樸或迷思概念影響學習的現象是普遍性的，在跨國的研究中都有發現，引發學者們去了解與探究學生擁有怎樣的迷思概念，並研究概念改變的策略(Smith, 1991)。了解或探究學生能力與概念的方法有很多種，受到瑞士心理學家皮亞傑(J. Piaget)以臨床訪問(clinical interview)的方式來探究兒童的世界觀(Piaget, 1972)以及認知結構(Piaget, 1968)的影響，世界各國的教育學家、心理學家、以及科學教育專家等相關領域的學者，紛紛以訪談、問題回答、或概念圖(concept mapping)等方法，來探究學生的先備知識(prior knowledge)(Novak, 1987)以及概念改變的管道(王美芬, 民81)等。

一般以訪談、問題回答或是概念圖的方式，來蒐集學生所具備的觀點或概念，通常是由進行研究的人提出或設計一些問題來引發受試者回答，然後再針對受試者的表達做分析，找出受試者所具有的認知思考特質、科學概念組型、或是科學迷思概念。這樣的探究，很容易在研究者的思考架構或語言暗示下，限制與誤導學生的思考。根據互動論，個體知識發展是解決問題的歷程，若能從個體的提問問題中，分析學生的概念，並進一步做迷思概念探究與概念改變將更符合個體主動組織知識的精神。職是之故，本研究即是藉由蒐集兒童主動提問

的日常生活中的科學問題來探究兒童所關心的科學現象以及這些問題背後所涉及的重要科學概念。

由於本研究所探究的科學問題是生活中所觀察來的，所以，不同地域的學童可能提出不同的科學問題。因此，本研究將可進一步探討台灣地區城鄉中年級學童所擁有的日常生活中的科學問題是否有所不同。兒童有了科學問題後，他們是如何尋求解答的？管道有哪些？本研究也將進一步探究中年級學童都是如何在進行科學探究的？

四、兒童生活中的科學問題

因果推理是人類的基本思考形式，兒童從三、四歲開始，對於事物之間就有強烈的因果關係之探詢。所以，在生活中，他們常常會質問事物之間的「為什麼」。許多人把兒童的這種傾向，視為兒童天生的好奇(Gurian & Formanek, 1980)，並藉以研究兒童的概念發展(Piaget, 1972)。根據低年級的研究成果指出(吳璧純, 民87a)，學童的日常的生活問題也多是「為什麼」的問題。國內有關兒童提問「為什麼」問題的研究並不多，雖然，童話書中常常呈現兒童的這種特質，並巧妙地為兒童做各種解答。然而，有關學童的「為什麼」現象探究，卻尚缺乏科學的研究。坊間雖然有許多解答學生「為什麼」的課外讀物，例如：金多誠等編著的中國孩子的疑問(民70)以及張青史編輯的新編十萬個為什麼(民82)。各個學校或縣市政府也可能出版書刊解答，例如新竹縣科學信箱(新竹縣政府教育局，民78)。然而，這些解答書籍中所呈現的問題，多為非系統性、非發展性的方式所取得的，亦即，學生的年級與問題之間的關係並沒有交代。另外，樣本的代表性也不夠，無法得知這些問題的普遍性與類推性。所以，本研究所蒐集的問題，可以提供解答問題的專家或書商做進一步編輯書籍的參考。

參、研究方法

本研究除了因資料的內容，是以兒童的主動提問為主，而異於其他迷思概念的探究研究，在蒐集資料的方式上，也與其他研究有所不同。因為是蒐集學生的問題，學生必須先具備有問題意識。而問題意識的擁有需要有情境的線索。筆者因為參與國小自然科實驗教材的發展

研究，從實驗小組的切磋與教學觀察中，體會到以情境故事引導兒童的問題意識的作法是相當有效的，所以，本研究採取班級上課與分組討論方式來蒐集兒童問題，不但能帶出學生真實生活中的科學問題，也在短時間中蒐集到相當多的資料，不失為一個良好的調查方法，尤其對國小的學童而言，他們往往須有情境與具體例子來幫助思考。為因應本研究的目的，本研究所使用的故事腳本中潛含兩種典型的自然科學問題--「怎麼辦」與「為什麼」(見附錄一)。事實上，學童所提出的問題中，除了自然科別的問題之外，還有其他類科的問題；而且，除了兩類典型問題之外，還包括質問事實性的問題，例如：什麼是地心引力？太空船繞宇宙一週要多久？

一、問題與假設

根據前述之研究目的與文獻，本研究所欲探討的問題與假設如下：

問題一：國小中年級學童日常生活的科學問題有哪些？

問題二：國小中年級學童日常生活的科學問題有哪些類型？

問題三：國小中年級學童日常生活的科學問題中有關生物、地科、物理、化學、科技是哪些主題？

問題四：國小中年級學童在各類別的問題多寡上是否有城鄉差異？

由於台灣地區城鄉差異日益縮小，國小中年級學童在各類別的問題多寡上，應該沒有城鄉上的顯著差異。

假設一：國小中年級學童在各類別的問題多寡上，沒有城鄉上的顯著差異。

問題五：國小中年級學童在各類別的問題多寡上是否有年級差異？

由於三、四年級的心智與生活經驗差異不大，國小中年級學童在各類別的問題多寡上應該沒有年級上的顯著差異。

假設二：國小中年級學童在各類別的問題多寡上沒有年級上的顯著差異。

問題六：國小中年級學童如何去探究科學問題？其類型有哪些？

問題七：國小中年級學童探究科學問題的方法是否有城鄉上的差異？

因為中年級學童，無論住在城市或鄉村，都還未經過太多科學方法的陶冶，對科學方法尚無較系統的認知與傾向，所以，國小中年級學童探究科學問題的方法應該沒有城鄉上的顯著差異。

假設三：國小中年級學童探究科學問題的方法沒有城鄉上的顯著差異。

問題八：國小中年級學童探究科學問題的方法是否有年級上的差異？

國小中年級學童還未經過太多科學方法的陶冶，對科學方法尚無較系統的認知與傾向，所以，國小中年級學童探究科學問題的方法應該沒有年級上的顯著差異。

假設四：國小中年級學童探究科學問題的方法上沒有年級上的顯著差異。

問題九：國小中年級學童的迷思問題有哪些？有哪些類型？

二、資料蒐集方式

本研究共採用課堂討論訪談與調查訪問兩種方式來蒐集資料。

(一)樣本

為了使研究的外在效度能涵蓋全省，本研究的樣本是透過研究者與實驗者的熟識關係，從北、中、南的城鄉(包括台灣東西兩側)學校各擇一校，三、四年級各一班，所以共有十二班。全部樣本共有421位學生，其中三年級212人，四年級209人；鄉村學生214人，都市學生207人；男生220人，女生201人。參與學校則有台北市萬興國小、宜蘭縣竹林國小、台中市太平國小、花蓮縣宜昌國小、岡山鎮岡山國小、雲林縣新光國小。

(二)研究工具

為了引導學童提問，並記錄學童的問題與對科學的概念，本研究共採用以下三項研究工具：

- 1.引導兒童發問的「日常生活中的科學問題故事腳本」，在腳本中出現科學現象與科學應用的問題跨物理、生物、地科、化學各一題，共八題。
- 2.記錄兒童科學問題的「討論訪談記錄表」。
- 3.調查兒童探究問題解答的「調查記錄表」。

(三)研究程序

共分成三個步驟，以班級為單位來進行。約花費三節課，120分鐘的時間。

- 1.由一位實驗者對學生上課。這位實驗者是以老師的身份，參考「日常生活中的科學問題腳本」，以說故事的方式向學生描述與討論有否思考過腳本中的科學問題。
- 2.全班的小朋友被分成五組，由五位實驗者帶領各組學生討論他們日常生活中所碰到的科學問題。當學生想不出問題而沈默的時候，實驗者則以請學生思考日常生活情境或事件來引導學生思考。
- 3.五位實驗者與研究者協商，從每一組學生所提的問題中挑出兩題，以便調查學生是如何探求問題的答案。這部份的前半段，有關如何找答案部份是以集體調查；而後半段有關問題的答案則採個別訪談。

三、資料分析

為了回答本研究中的九個研究問題與四個假設，本研究採取以下的方法對資料進行整理與分析。

- 1.首先，將所有蒐集到的有關學童的日常生活問題與探究問題方法及解答分筆鍵入電腦。
- 2.其次，將日常問題資料加以歸類，以問題答案以及問題答案學科類別等兩種方式在電腦中對這些問題歸類與排序。
- 3.為了考驗學童的問題多寡以及尋求解答的方式是否有城鄉或年級的顯著差異，以SAS進行統計中的卡方考驗。

肆、結果與討論

本研究採取以班級為單位進行資料蒐集，結果並不是每一位小朋友都有提出問題，六個學校，十二個班級的學童，共提出個9538問題，平均每人提出22.87題。經過統計考驗，三年四年級學生，或者城鄉學生在提問人數的比率以及平均提問數上都沒有顯著差異。顯示三年

級學生並沒有比四年級多，城市學生的提問也沒有多於鄉村的學生。不過，與一、二年級學生提問的總數(民87a，吳璧純)相比，中年級年段的學生在相同的時間中，所提出的生活問題比低年級年段的學生所提的問題多出3259個(9538-6279)，每個人的平均提問數也多出6.56題(22.87-16.31)。原因可能是：中年級學童比起低年級學童更能具體思考與描述生活中的問題情境與問題，實驗者不必聽他們說故事，繞一圈才說出一個問題。在9538個問題中由於有些問題內容語焉不詳，有些則在一個問題中涵蓋了兩三個問題，經過刪除與拆分之後，總共得問題數9519個，以下的分析都是植基在這9519個問題之上。

問題一：國小中年級學童日常生活的科學問題有哪些？

學生提問的9519個問題中，大部分的問題仍然都是「為什麼」的問題，雖然，在引導的故事腳本中，我們有涵蓋「怎麼辦」的問題。顯然，學生仍然傾向思考原因式的問題，相對於應用知識解決問題取向的問題。在學生的這些問題當中，與三、四年級自然科單元有關的問題共計1037個，顯現了學生在上過該單元所提出的疑惑，例如：月亮的盈缺、蚯蚓的再生能力、養蠶、水生植物、電、與熱等問題；另外，學生的有些問題會在不同的學童以及不同的學校中重複被提出。表一呈現了各校學生都會問或是被提問八次以上的題目，之所以以八次作為基準，原因在於在資料統計的過程中，出現一至五次的題目與出現八次的題目數較多，而出現六和七次的題目較少，所以取八次作為一個基準點。

國小中年級學童生活中的科學問題探究

表一：各校學童都會問到或是被提問八次以上的問題

- (38)人為何生病
- (37)頭髮為何會長
- (36)車子怎麼能動
- (36)為什麼有燈
- (35)人為何會近視
- (35)為什麼有地心引力
- (31)飛機為什麼能飛
- (28)人為什麼會死
- (28)為什麼地球是圓的
- (28)為什麼有電
- (28)為什麼樹會長葉子/果子/開花
- (27)為什麼鳥會飛
- (27)為何有電視/電燈/電話/錄音機
- (26)近視戴眼鏡怎能看見
- (26)為什麼會下雨
- (25)為什麼有彩虹
- (25)電風扇是如何轉動的
- (24)人為什麼會長大
- (24)為什麼長頸鹿脖子那麼長
- (23)人為何長青春痘和痔
- (23)月亮為什麼有不同的形狀
- (23)為什麼大象鼻子那麼長
- (23)玻璃摔地上為什麼會破
- (23)龍捲風怎麼來的
- (22)人為何會流汗
- (22)地球怎麼形成的
- (22)為什麼人要吃飯
- (22)為什麼有風
- (21)人為何有骨頭
- (21)人為何有喜怒哀樂 (含人為何會笑)
- (21)人為何有頭髮
- (21)人為何流血
- (21)牙齒怎麼來的
- (21)世上為什麼有水
- (21)世界有鬼嗎
- (21)石頭怎麼來的

- (21)為什麼人不會飛
- (21)為什麼有地震
- (21)為什麼有颱風
- (21)為什麼雲有不同的形狀
- (21)為何有房子
- (21)海水會何是鹹的
- (20)為何女的生小孩而男的不會
- (20)為何有白天與晚上
- (20)頭髮為何會變白
- (19)人為何要呼吸
- (19)地球為什麼會轉動
- (19)宇宙如何形成
- (19)為什麼火山會爆發
- (19)為什麼燈泡會亮
- (19)為何男生有喉結、鬍鬚
- (18)太陽怎麼形成的
- (18)人為什麼會變老
- (18)為什麼葉子會變黃、會掉、會枯
- (18)衣服是怎麼做的
- (18)為什麼有人類
- (18)為什麼為打雷
- (18)為什麼海(河)裡有魚
- (18)為什麼會蛀牙
- (18)為何要讀書
- (18)樹為什麼需要陽光、水、空氣、土壤
- (18)鐵為什麼生鏽
- (17)人為何會有皺紋
- (17)為什麼有不同種的人
- (17)彩虹為何有七色
- (16)人為何要結婚
- (16)指甲為何會長長
- (16)為什麼天氣會變化
- (16)為什麼太陽有光熱
- (16)為什麼有月亮
- (16)為什麼有流星
- (16)為什麼男女不同
- (16)為什麼紙是用樹做的
- (16)為什麼樹會長大／高

- (16)為何有春、夏、秋、冬
- (16)恐龍為何絕種(10)為什麼衣服能保暖
- (15)人為何要喝水
- (15)為什麼天亮時公雞會叫
- (15)為什麼有星星
- (15)為什麼葉子是綠色的
- (15)為什麼磁鐵會吸
- (15)錄音機如何錄音
- (14)人怎會有五官
- (14)天空為何是藍色
- (14)石油怎麼來的
- (14)為什麼有黑洞
- (14)蠟燭為什麼會燃燒
- (13)人為何有心臟
- (13)人為何有眼睛
- (13)人為何做夢/夢遊
- (13)人類的祖先是怎样來的
- (13)世界有神嗎
- (13)宇宙有多大
- (13)為什麼有大氣層
- (13)為什麼有太陽黑子
- (13)為什麼有外星人
- (13)為什麼有活火山與死火山
- (13)為什麼有恐龍
- (13)為什麼花有花蜜
- (13)為什麼美國人和我們頭髮顏色不同
- (13)為什麼植物有根莖葉
- (13)為什麼會下太陽雨
- (13)為什麼電有正負、觸電
- (13)為什麼橡皮筋可以拉
- (13)為什麼蠶會吐絲
- (13)電視影像如何傳送
- (12)人為何要大小便
- (12)為什麼氣溫會不一樣
- (12)為什麼魚有鱗片
- (12)為何會有影子
- (12)恐龍怎麼來的
- (12)彗星如何來的

- (11)耳朵怎麼可以聽到聲音
- (11)沙漠為何有流沙
- (11)兔子為什麼會跳
- (11)流星怎麼來的
- (11)為什麼毛毛蟲(蠶)變蝴蝶(蛾)
- (11)為什麼有閃電
- (11)為什麼有動物
- (11)為什麼蛇要冬眠
- (11)為什麼猴子屁股紅
- (11)為什麼猴子會變人
- (11)為什麼蜜蜂會叮人
- (11)為什麼燃燒時熱氣往上升
- (11)為何有名字
- (11)為何鯨魚會噴水
- (11)錢如何來的
- (10)為什麼衣服能保暖
- (10)為何人要結婚
- (9)為什麼玫瑰/仙人掌有刺
- (9)為什麼蛇沒有腳能走路
- (9)為什麼魚張著眼睛睡覺
- (9)為什麼會熱脹冷縮
- (9)為什麼雲母可以一片片剝下來 (4)
- (8)為什麼仙人掌在沙漠中生活
- (8)為什麼有植物
- (8)為什麼蚯蚓有環節
- (8)為什麼蜘蛛會結網

註：第一個括弧內的數字代表次數；第二個括弧內的數字代表年級，沒有第二個括號者，代表三與四年級都有。

由表一可知，學生對於周遭生物的特質、生物環境頗感興趣，對於宇宙、天文現象也表現高度的關心，對於光、電學的不解與好奇似乎較多，對於海水的鹹與鐵的生鏽花了許多注意，對於科技家電產品的由來與製作原理表現強烈的求知慾。至於，除了自然科學類別之外，學童對於有關人的生理特質、成長現象、兩性差異、心理現象、以及文化信仰似乎都是這個階段學童關注的焦點。若與一、二年級學童比較(吳璧純，民86)發現：一至四年級的學童所

國小中年級學童生活中的科學問題探究

經常提出的日常生活中的問題頗為類似；然而，三、四年級學童似乎提出更多因課堂教過或課外書籍中讀過而有不懂的主題，而且，對於宇宙、天文方面的問題，似乎也明顯的增加；另外，學童也較能提出一些深入的問題，像是：人類的祖先怎麼來的？為什麼有熱脹冷縮？黑洞是怎麼形成的？恐龍怎麼滅絕的？樹為什麼需要陽光、水、空氣、土壤？

另外，從學童所提出的9519個問題中，經常指稱到的物體則如表二所列，這些物體或現象是學童在日常生活中經常接觸與關心的，有的甚至重複被提出50人次以上。

表二：日常的科學問題中經常被學童提到的物體與現象

科學問題	物體或現象名稱
生物特質	樹、樹葉、仙人掌、人、猴子、猩猩、鯨魚、大象、長頸鹿、貓、小白兔、豬、狗、河馬、獅子、老虎、駱駝、馬、老鼠、蝙蝠、烏龜、鱷魚、蛇、鳥、企鵝、雞、鴨、魚、鯊魚、烏賊、螃蟹、螞蟻、蚊子、蚯蚓、蜜蜂、蝴蝶、螢火蟲、蟬、蠶、蝸牛、蜘蛛、恐龍、細菌
生長現象	人的牙齒、頭髮、指甲；樹、花、果實、種子
由來	人、海、水、石頭、大氣層、空氣、雨、雲、風、颱風、龍捲風、冷熱、四季、晝夜、月亮、星星、太陽、地球、地震、火山、地心引力、石油、天地、宇宙、恐龍、科技產品、外星人
宇宙星體	地球、月亮、太陽、星星、土星、金星、流星、彗星、太陽系、宇宙
天氣變化與原因	雲、雪、雨、彩虹、溫度、雷、季節
物理與化學原理	電池、馬達、玻璃、汽球、球、船、肥皂、樂器、刀子、墊板、天空顏色、影子、星星閃動、水、磁鐵、冰塊、鹽、蠟燭、瓦斯、雲母、立可白、時鐘、玩具、燈電燈、麥克風、螢光筆、塑膠、鐵器
科技產品的功用與製造	車子、飛機、收音機、錄音機、電視機、電燈、時鐘、手錶、照相機、電話、電風扇、桌子、椅子、書包、杯子、彩色筆、故事書、鉛筆、板擦、鉛筆、粉筆、黑板、衣服、輪胎、房子、X光、麥克風、紙

問題二：國小中年級學童日常生活的科學問題有哪些類型？

由於本研究的目的之一是在藉由兒童的問題整理他們所想要學的知識，所以，對於問題是依據問題的答案來做學科分類。與低年級的專案研究一樣，本研究所蒐集到的問題，被分成以下幾類：生物、地科、物理、化學、科技、身體系統與健康、社會文化塑成之觀念、人的心理能力、迷思問題、以及其他。由以上的分類可知，雖然實驗進行時是引導兒童思考日常生活中的科學問題，但是兒童仍然提出許多非關自然科學的問題。這裡已經顯示，學生對於何謂「科學」，並沒有系統性的知覺。表三呈現了各分類上的題目總數。

表三：學生在問題各分類上的題目總數表

類別	題目總數	百分比率
生物	2527	26.55
地科	1443	15.16
物理	1613	16.95
化學	714	7.5
科技	704	7.40
人體系統與健康	1359	14.28
社會文化塑成之觀念	738	7.75
人的知覺與心理	280	2.94
迷思概念	104	1.09
其他	37	0.39
總計	9519	100

由表三可知，就自然科學的領域而言，國小中年級學童最好奇的領域是生物，其次是物理與地科；相較於低年級的學生，地科的問題比率增加了百分之三點八六（15.16%-11.3%）。另外，化學與科技的問題量則在伯仲之間，顯示，學生對於科技的問題仍然非常感興趣，而對於化學的問題，對在中年段的學生而言，則有增加的現象，增加了百分之二點八（7.5%-4.7%）。

就非自然科學領域而言，社會塑造而成的現象或概念以及跟人體有關的問題經常被提，分別佔14.28%與7.75%。國小學童，由於在許多事物的認識上，都仍然採取與本身經驗對照、

國小中年級學童生活中的科學問題探究

區辨的方式，所以，除了在與人體健康系統有關的類別上以及社會塑造而成的現象或概念的類別上有許多有關人特質與現象的問題，在生物生長、物理、科技以及人的心理現象類別中，也都會提到與人有關的問題。

問題三：國小中年級學童日常生活的科學問題中有關生物、地科、物理、化學、科技是哪些議題？

進一步探究學生的科學問題中，各含有哪些學科主題，有助於與現今的自然課程做對照。表四呈現了五個自然科學領域的議題、題目總數、與百分比率。

由於每個研究者所用的分類架構不盡相同，有一些問題應該被重複分類在不同科目類別中，有一些類別則可以更加細分，然而由於不使分類過於龐雜，本研究採每個領域至多十個分類的作法，且每個問題只分到一個類別。

由表四可知，在生物的類別中，生物的構造與功能(33.31%)、影響生長的因素(26.11%)、以及生命現象(18.99%)等三個類別是學生提問最多的；在地科當中，則地球的構造與變動(33.19%)、宇宙的性質(19.06%)、天氣系統(17.81%)、天體的相對運動(17.6%)、以及月亮、星星、太陽的構造(12.13%)等五類是被提問最多的類別；在物理類別中，力學(29.14%)、光學(18.41%)、電與磁學(15.56%)、以及熱學(13.89%)等五類是被提問最多的類別；在化學中，則物質的化學成份與性質(37.68%)、物質的化學變化(26.61%)、燃燒(11.2%)、以及溶解(10.22%)等四類是被提問最多的；至於就科技類而言，科技產品的功用(31.77%)、科技產品能夠運作的原理(23.69%)、科技產品的製作方式(18.58%)、以及製作物品所需的材料(12.2%)等四類是被提問最多的。以上各自然科學領域中，學生最感興趣的類別大部分都在國小自然科課程標準有顧及，然而，地球科學領域中有關宇宙、星球等的知識以及科技領域的大部分類別，在課程標準中似乎較沒有提及。

有關以上被提最多的類別，其題目分別列舉其一，如表五所列。

表四：五個自然科學領域的議題、題目總數與百分比率。

領域	議題	題目總數	百分比率
生物 (2527)			
	生命現象 (繁殖、成長、代謝...)	480	18.99
	影響成長的因素	660	26.12
	生物特質 (構造與功能)	842	33.32
	生命之初始	225	8.90
	演化 (進化)	69	2.73
	生物分類	35	1.39
	後天訓練與習得行為	10	0.40
	變異或歧異性	122	4.82
	生態平衡	46	1.82
	其他	38	1.50
地科 (1443)			
	天氣系統	257	17.81
	天體運行、相對運動(含地球)	254	17.60
	地球構造與變動	479	33.19
	礦物資源	1	0.07
	宇宙的性質	275	19.06
	月亮、星星、太陽的構造	175	12.13
	其他	2	0.14
物理 (1613)			
	熱學	224	13.89
	力學	470	29.14
	光學	297	18.41
	聲學	119	7.38
	電與磁學	251	15.56
	物理性質與物理變化	117	7.25
	測量工具的製定與特性	32	1.98
	時間與空間關係	17	1.05
	能源	80	4.96
	其他	6	0.37

國小中年級學童生活中的科學問題探究

化學 (714)

物質的化學成份與性質	269	37.68
氧化與還原	35	4.90
燃燒	80	11.20
溶解	73	10.22
化學變化	190	26.61
酸鹼中和	21	2.94
化學製品	39	5.46
其他	7	0.98

科技 (704)

家電用品的需求	6	0.85
民生必需品的特性	2	0.28
製作方式	131	18.60
太空科學	16	2.27
由誰發明	41	5.82
製作材料	86	12.22
科技產品的功用	224	31.82
科技產品能夠運作的原理	167	23.72
文明演化的結果	10	1.42
其他	21	2.98

表五：國小中年級學童在五個科學領域提問較多類別之題目舉例

類別 細類	題目
生物	
生物的構造與功能	為什麼貓走路沒有聲音
影響生長的因素	為什麼蚯蚓會在土裡
生命現象	為什麼葉子會變黃、會枯
地科	
地球的構造與變動	為什麼有火山爆發
宇宙的性質	宇宙如何形成
天氣系統	為什麼會有天氣變化
天體的相對運動	地球為什麼會轉動
物理	
力學	為什麼有地心引力
光學	為什麼有彩虹
電與磁學	為什麼有電
熱學	為什麼會熱脹冷縮
化學	
化學成份與性質	樹葉為什麼是綠的
化學變化	防腐劑為什麼讓東西不會腐壞
燃燒	蠟燭為什麼會熄滅
溶解	清潔劑為什麼會把髒東西洗掉
科技	
科技產品的功用	為什麼有影印機
科技產品能夠運作的原理	錄音機怎麼錄音
物品的製作方式	粉筆怎麼做的
製作物品所需的材料	橡皮是用什麼做的

國小中年級學童生活中的科學問題探究

問題四：國小中年級學童在各類別的問題多寡上是否有城鄉差異？

假設一：國小中年級學童在各類別的問題多寡上沒有城鄉上的顯著差異。

本研究希望研究結果可以作為課程修改之參考，所以考慮蒐集城鄉差異的資料。然而，由於台灣地區城鄉差異日益縮小，先前做過的國小低年級學童在各類別的問題多寡上，並沒有城鄉上的差異，在中年段上，學童在各類別科學問題的多寡，應該沒有城鄉上的顯著差異。以城鄉學生在各類別(生物、地科、物理、化學、科技、身體系統與健康、社會文化塑成之觀念、人的心理能力、迷思問題、以及其他等十類)題目多寡，進行卡方檢定，結果達 $.01$ 顯著水準， $\chi^2 (9)=56.96$, $p<.01$ 。進一步檢視城鄉與類別的細格中的實際頻率與期望值，只有地球科學方面達顯著水準，亦即城市的學童($781/709.6/7.18$)比鄉村的學童($662/733.4/6.95$)，提更多有關地球科學方面的問題，顯示，可能由於資訊流通與課外讀物的影響，城市學童有較多宇宙與天文的問題。前述括號中的數據分別是實際次數、期望值、與細格卡方值。

問題五：國小中年級學童在各類別的問題多寡上是否有年級差異？

假設二：國小中年級學童在各類別的問題多寡上沒有年級上的顯著差異。

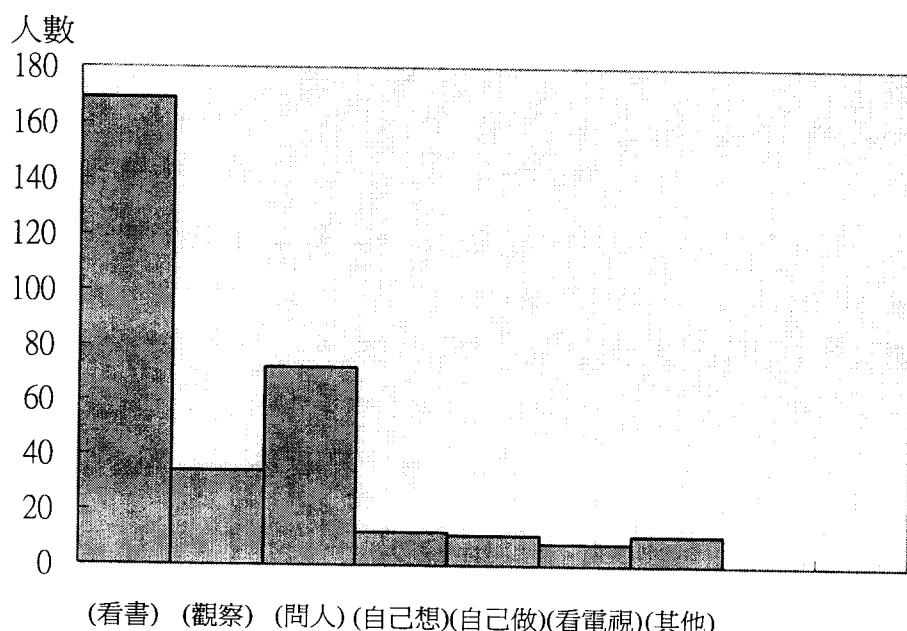
以不同年級在各類別題目多寡的資料進行卡方考驗，結果達到顯著差異水準， $\chi^2 (9)=224.24$, $p<.01$ 。三、四年級的學生分別在人體系統與健康、科技、與社會文化塑成之觀念三個類別上有差異。在人體系統與健康方面，四年級學生提出的問題($855/697.7/35.46$)比三年級的學生多($504/661.3/37.42$)；而在社會文化塑成之觀念上的問題，三年級($478/359.12/39.36$)卻顯著多於四年級的學生($260/378.88/37.3$)；至於科技方面的問題，也是三年級($438/342.57/26.58$)顯著多於四年級($266/361.43/25.2$)。前述括號中的數據分別是實際次數、期望值、與細格卡方值。在人體系統與健康方面，由於隨著年齡增加，學童對於自己生理器官的關注愈多，所以四年級可能提出較多這方面的問題；至於其他兩項，何以三年級會多於四年級的學童，可能有待高年級的資料做一番比較，較能猜測原因。

問題六：國小中年級學童如何去探究科學問題？其類型有哪些？

在每一次蒐集完學生的日常生活問題之後，研究者從各組所提的問題中各抽出兩題來問兒童，所以每一次共十題，這些題目涵蓋生物、地科、物理、與化學、科技等五個領域。最

後，在有效回答的資料中，總題數是120題，其中，生物23題、地科22題、物理32題、化學23題、以及科技20題。

在蒐集學生如何探究科學問題這部份的調查，學生會被問道：「碰到這個問題會不會去找答案」、「自己有沒有想過可能的答案」、「會怎樣去找答案」、「你的答案是什麼」、「怎麼知道你的答案是對的」等問題。在814人次的回答中，有170人次(20.88%)的學生回答不會去找答案，644人次(79.12%)的學生則回答會去找答案；在「自己有沒有想過可能的答案」的問題中，前述會去找答案的學生中，有268人次(41.61%)回答「沒有」，356人次(55.28%)回答「有」。而答「沒有」的學生中，在「會怎樣去找答案」這個問題，學生的回答可以分成七類，分別是：看書、觀察、問人、自己想、自己動手做、看電視、其他(大部分是答不知道)。圖一呈現了學生在各答案類別的人次分佈圖。由圖一可知，在如何探究科學問題的方法上，學生傾向於看書(169人次/317人次)、問人(72人次/317人次)、或者觀察(34人次/317人次)。跟低年級學童的求知方式相比，中年級學生已經比較會自己去找資料以及做觀察。低年級的學生則是傾向於問人，而且有非常高比例的回答是「不知道」(吳璧純，民87a)。



圖一：學生在「你怎樣找答案」問題的不同答案上的人次數分佈

國小中年級學童生活中的科學問題探究

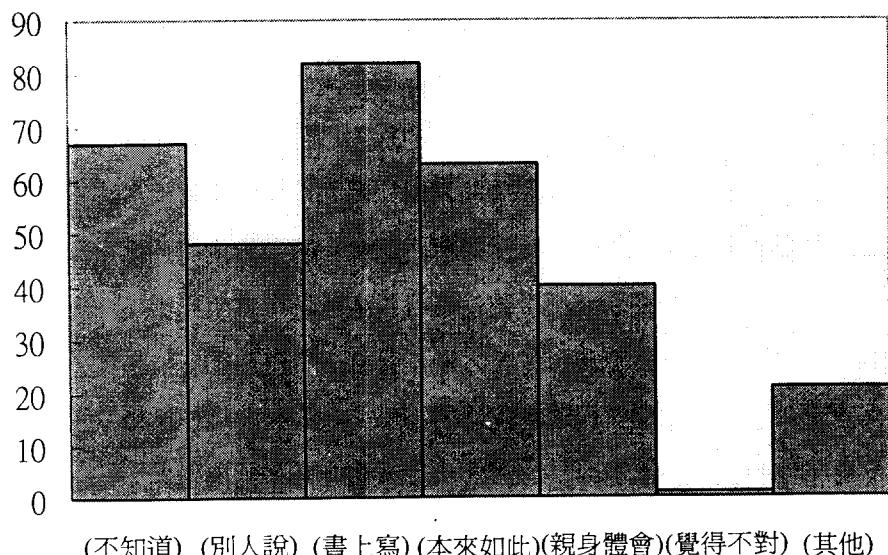
至於，答「有」答案的同學在「你怎麼知道答案是對的」這個問題上的回答可以分成以下七類：不知道、聽別人說(包括老師、父母)、書上寫或看電視、用想的或本來就知道、我做過、以及覺得自己的答案不對、及其他。圖二呈現了學生在各答案類別的人次分佈圖。由圖二可知，中年級學童對於自己所擁有的知識，是以書本及電視(82人次/322人次)與用想的或猜的(63人次/322人次)來檢核，並且有約五分之一的學生回答「不知道」。與低年級學童的探究科學問題(吳璧純，民86)相比，中年級學生在對於自己所擁有的知識根據，比較採書本與資料查閱，而不是像低年級學童一樣，大多是以「本來如此」或「不知道」等，來看待自己已擁有的知識。

問題七：國小中年級學童探究科學問題的方法是否有城鄉上的差異？

假設三：國小中年級學童在探究科學問題的方法上沒有城鄉上的顯著差異。

問題八：國小中年級學童探究科學問題的方法是否有年級上的差異？

人數



圖二：學生在「你怎麼知道答案是對的」問題的不同答案上的人次數分佈

假設四：國小中年級學童在探究科學問題方法上沒有年級上的顯著差異。

以各學校學生在「怎樣找答案」以及「你怎麼知道答案是對的」兩個問題上的各種回答分類做的卡方檢定考驗結果顯示：無論是城鄉或年級變項，在各分類回答上都沒有達到顯著的差異水準。以年級進行「怎樣找答案」的卡方檢定值是： $\chi^2 (6)=5.049, p=.538$ ；以城鄉進行「怎樣找答案」的卡方檢定值是： $\chi^2 (6)=9.914, p=.128$ ；至於以年級進行「你怎麼知道答案是對的」的卡方檢定值是： $\chi^2 (6)=6.521, p=.367$ ；以城鄉進行「你怎麼知道答案是對的」的卡方檢定值是： $\chi^2 (6)=10.286, p=.113$ 。所以，台灣地區三、四年級學童的科學探究能力並無差異，而居住在城市或鄉村的學童，其科學知識探究的能力也無差異。

問題九：國小中年級學生的迷思問題有哪些？有哪些類型？

要回答這個問題，需要分析學生提出的迷思問題以及回答問題的答案。由先前的表四得知，學生的迷思問題共104題。在這些問題中，隱含了一些學生的錯誤思考模式或者錯誤的概念。表六羅列了這些問題中有關科學問題的部份。

學生的錯誤問題以生物(41.35%)與地科(26.92%)的問題最多，若以百分比表示，生物的迷思佔總迷思問題的百分之四十一點三五，地科則佔百分之二十六點九二。在這些學童的迷思問題當中，有的是因為以偏概全，概念的學習不夠周延，例如「為什麼蛇都會有毒」；有的是由於時空接近所做的錯誤因果推理，例如「為什麼蒼蠅吃大便」；有的是因為概念範疇錯誤的類推，例如「為何人可以和細胞共生」；有的是因為片面觀察，例如「為什麼貝殼會從沙灘跑出來」；還有的是因為尚無替代理論的用語，例如「為什麼電有各種形狀」；還有的則是因為民俗或是故事傳說，例如「為什麼摘牽牛花會下雨」；還有一種是因為用語不精確的錯誤，例如「為什麼稻子有稻草」、「為什麼有些東西是自然生出來而非動物生的」。總之，從兒童提出的迷思問題可以發現，兒童之所以會有迷思概念，可能是沒有替代理論、沒有周全觀察、用語不精確或聽聞超過理解程度的結果。另外，與低年級學童相比較，中年級學童傾向於認為「萬物都是製造的結果」，所以有學童提出如下的問題：「人是誰製造的(發明的)」、「人不用電怎會動」、「人的器官怎麼做出來的」、「太陽誰發明的」、「地球誰製造的」、「水是誰發明的」、「為什麼有些東西是自然生出來而非動物生的」。學童的這些有關事物由來的概念，隱含了某些有趣的理論，值得進一步做有關概念發展的探究。

表六：學生的科學迷思問題與迷思概念

1. 葉子是什麼做的
2. 人是誰製造的 (2)
3. 人是誰發明的
4. 為什麼人不5. 用電就會動
6. 人身體的器官怎麼做出來的
6. 為何哺乳類是生蛋的
7. 為何每一種虫蟲靠有光的地方飛
8. 為何蛇都會有毒
9. 為什麼蚱蜢兩隻前腳有鋸齒
10. 為何人可以和細胞共生
11. 為什麼人老了會長鬍子
12. 為何螃蟹不是生活在海底而是在泥土裡
13. 為什麼恐龍是萬獸之王
14. 為什麼只有一隻白鯨魚
15. 為什麼烏龜沒有殼
16. 為什麼老鷹會生小雞
17. 為什麼貓頭鷹的頭會360度旋轉 (4)
18. 為什麼兔子的眼睛吃紅蘿蔔會變紅色
19. 為什麼螃蟹有兩隻翅
20. 為什麼沒有鱗粉的蝴蝶不向有鱗粉的那麼漂亮
21. 為什麼有些東西是自然生出來而不是動物生的
22. 為什麼沙漠中的仙人掌不吸水，養的仙人掌會吸水
23. 為什麼仙人掌沒有葉子
24. 為什麼動物不會近視
25. 為什麼稻子有稻草
26. 為什麼蚊子的卵會浮在地上
27. 為什麼牛有兩個胃
28. 為什麼蒼蠅吃大便 (2)
29. 為什麼蟑螂有八隻腳
30. 為什麼世界上的魚都能吃
31. 為什麼有的昆蟲沒有腳
32. 為什麼蜂鳥是世界上最小的動物
33. 為什麼非洲沒有水
34. 為什麼早上是太陽出來
35. 為什麼月亮晚上出來 (7)
36. 為什麼太陽不會轉

- 37.太陽住哪裡
- 38.太陽誰發明的
- 39.宇宙是誰發明的
- 40.為什麼哈雷彗星314726年來一次
- 41.為什麼天會飄動(飛) (2)
- 42.為什麼太陽不會掉下來
- 43.地球是誰製造的
- 44.水是誰發明的
- 45.天上為何有天
- 46.為什麼海底有海牛
- 47.地球會因為地震而死掉
- 48.為什麼太陽跟月亮一樣會發光
- 49.為什麼月亮本身會發光
- 50.為什麼月亮跟著我們走
- 51.為什麼貝殼會從沙灘跑出來
- 52.水晶裡有水嗎
- 53.電池裡怎麼裝電(2)
- 54.插座為什麼有電跑出來
- 55.為什麼電有各種形狀
- 56.為什麼只有水會蒸發，其他的物質不會
- 57.為什麼空氣沒有重量
- 58.為什麼空氣不能在水中
- 59.臭氧層臭不臭
- 60.甜不辣會何不辣
- 61.為什麼頭愈大愈聰明
- 62.為什麼摘牽牛花會下雨
- 63.為什麼肥皂可以洗掉任何汙垢
- 64.為什麼鐵的牙齒裝在嘴巴不會生鏽

附註：(數字)=提此問題人數，無數字者表示一人次提。

此外，本研究在進行學童科學問題探究資料蒐集時，曾經對每班每組兒童提出兩個科學問題來問想過答案的同學。學生在這方面所表現的科學知識，大部分也不周延，常常出現「以現象當原因」或者「答非所問」的情形；然而，比起低年級學生而言，對某些低年級曾提出的問題，中年級學生的回答，成熟許多，例如對「為什麼海水是鹹的」、「雲是怎麼形成的」所提出的答案。表七呈現了幾個學生對問題所提出的答案。

表七：學生對於科學問題所呈現的答案舉例

問題：電視公司如何將影像傳到住家？

答案：用微波

用電線 (4/7)

用影像傳送

用衛星的

問題：為什麼海水是鹹的？

答案：因為下雨的水是鹹

因為以前的人船翻了，鹽又掉到海裡

因為故事說的

因為古人用方法把海水變鹹

下酸雨，所以海水變鹹

海水中有鹽分

有人放進去

石頭上有鹽份，海水沖刷，所以是鹹的

問題：為什麼會出現彩虹？

答案：下過雨很多天，幾個禮拜剛好出太陽，早上太陽在東邊，西邊就會出現

彩虹

下過雨後

下太陽雨 (2/4)

問題：宇宙是什麼？

答案：很像森林，有禿樹，包著黑布的禮物

像個公寓

像天空

沒有邊際，沒有表面

很神奇，像木星是由氣體形成

像太陽一樣廣大

宇宙有兩個空間，進入黑洞就進入另一個空間

問題：為什麼雲會飛在天上，不會掉下來？

答案：雲是水蒸氣形成的，水蒸氣會慢慢蒸發，飄到空中飛在一起就會形成像霧的東西，也就是雲

雲是水蒸氣結合成的，雲很輕可以飄浮在空中，風吹它就往那裡走。水蒸氣類似霧，雲是白白的飄在天上

因為天上的雲太生氣了，不喜歡下來這邊

問題：雲是怎麼形成的？

答案：水蒸氣形成的 (6/6)

水蒸氣形成的（跟媽媽一起在滾開的水壺前用塑膠袋抓住）

附註：(數字／數字)=回答此項目人數／回答總人數

陸、結論與建議

一、重要研究發現

本研究探討中年級學生日日常生活的科學問題，發現學生的日常科學問題，形式上仍多是「為什麼」的問題。學生所提出的問題中，與科學有關的，可概分為五類：生物、地科、物理、化學、以及科技，其中生物、物理、地科的問題是被提出最多者，地科的問題，比起低年級的學童而言，提問的次數明顯增加。

在每一個領域細分之下，學生所提的問題，除科技類與部份天文宇宙問題外，大多不超過課程標準的架構。

有關城鄉與年級差異問題之探討，可能由於台灣地區城鄉差異日益減少，以及三、四年級學童生活與心智型態差不多，所以學生所提出的問題在各分類上，僅有「地科」數量的多

國小中年級學童生活中的科學問題探究

寡有城鄉的差異，原因可能是城市的學童比起鄉村的學童更有機會接觸到有關宇宙天文方面的資訊。

有關學童如何探究科學問題方面，中年級學童碰到問題時，傾向查書、問人；對於如何查核自己答案的對錯，中年級學童傾向於查書或看電視、用想的、親身體驗。與低年級學生傾向於問人來看，中年級學生似乎更有能力運用身旁的資訊。這樣的現象，並沒有城鄉上的不同，而四年級與三年級的學童表現似乎也沒有差異。

有關學童的迷思問題與迷思概念方面，學童可能因為缺乏替代理論知識、缺乏仔細觀察能力、缺乏精確用語、以及無法真正理解概念，所以提出許多不周延，或者範疇失誤的問題。而在回答問題方面，學童經常將現象當原因來回答，顯示學童的思考推理能力仍待增強與發展。

二、建議

台灣地區國小中年級以下學童無論是居住在鄉間或城市，對於他們所處的世界，充滿了「為什麼」的問題。其中以生物、物理方面的議題最多，此頗符合現行課程中強調生物與物理的教材份量；然而現行課程中較少提及有關科技的知識，卻是兒童生活中經常感到好奇的，值得考慮其在課程或教材中增加份量。

另外，雖然國小課程中的地球科學部份，經常被批評成艱深困難，然而，學童對於天氣現象、天文現象、以及宇宙學的好奇卻因生活中資訊的獲得而大大的提昇，或許未來的課程可以結合科技的內涵，循序學童認知發展的考量，多予孩童探討宇宙天文的空間。

教育相關學者與專家，宜參考學童此階段易有的迷思問題與迷思概念，引導學童學習替代理論、誘導學童細心觀察的能力、多多闡述事物之間因果關係的轉換歷程，並應該注意科學概念用詞的表達方式，以避免學生產生過度推論或範疇失誤等思考不周延的問題。另外，老師宜注意國小中年段以下的學童經常將現象當原因的事實，給予思考活動的練習。整體而言，中年級學童雖然比低年級學童有較成熟的答題觀點，但是其所使用的語言與概念仍有許多不周延之處，老師宜在其可理解的範圍內給予實驗操作或者透過同儕思考辯證的過程，逐漸調整迷思概念。

參考文獻

一、中文部份

- 王美芬，(民81年)，我國五、六年級學生有關月亮錯誤概念的診斷及補救教學策略的應用。
臺北市立師院學報，23期，357-380。
- 王澄霞等，(民85年)，STS師資培育計畫。國科會專案整合型計畫。
- 毛松霖等，(民84年)，國民小學自然科新課程概說。台北：台灣省國民學校教師研習會。
- 吳璧純，(民86)，國小低年級學童生活中科學問題及其問題意識之研究。國科會專案。編號：
NSC 85-2511-S-081B-001。
- 吳璧純，(民87年a)，國小低年級學童生活中的科學問題探究。教育與心理研究，付梓中。
- 吳璧純，(民87年b)，八十年代國小自然科實驗課程的教學心理學基礎及其解決問題教學。載
於八十年代國小自然科實驗課程研究報告。台北：台灣省國民學校教師研習會，付梓
中。
- 吳德邦與吳順治編譯，(民80)。解題導向的數學教學策略。台北：五南。
- 金多誠等編著，(民70年)，中國孩子的疑問。台北：人類文化。
- 柯華葳與周經媛著，(民80)。環境教育途徑研究－解決問題途徑。國科會計畫成果報告。
- 許榮富，(民80年)，科學概念發展與診斷教學研究合作計畫芻議。科學發展月刊，18，2。
- 教育部編印，(民82)。國民小學課程標準。台北：教育部。
- 陳文典著，(民85)。解決問題模式的教學。國校教師研習會自然組未出版之參考文獻。
- 張青史編輯，(民82年)，新編十萬個為什麼，1-10冊。台北：陽銘。
- 楊榮祥，(民83年)，由國際數理教育評鑑談我國科學教育。科學月刊，25, 410-425。
- 新竹縣政府教育局，(民78年)，新竹縣科學信箱。新竹：縣政府。
- 魏明通等，(民83年)，各國科學-技術-社會 課程教材評介。台北：國立台灣師大編印。

二、西文部份

- AAAS. (1993). *Benchmarks for science literacy: Project 2061*. NY: Oxford University Press.

- Bickhard, M. H. (1978). The nature of developmental stages. *Human Development, 21*, 217-233.
- Bickhard, M. H. (1991). A pre-logic model of rationality. In L.P. Steffe (Ed.), *Epistemological foundations of mathematical experience*. pp.68-77. NY: Springer-Verlag.
- Bickhard, M. H. (1992). Commentary. *Human Development, 35*, 182-192.
- Bickhard, M. H. (1995). World mirroring versus world making: There's gotta be a better way. In L.P. Steffe & J. Gale (Eds.), *Constructivism in education*. Hillsdale, NJ: LEA.
- Bybee, R. W. (Ed.). (1986). *Science, Technology, Society*. Washington, NSTA.
- Campbell, R. L. & Bickhard M. H. (1986). *Knowing levels and developmental stages*. NY: Karger.
- Carey, S. (1985). Are children fundamentally different kinds of thinkers than adults? In S. Chipman, J. W. Segal, & R. Glaser (Eds.), *Thinking and learning skills*, Vol. II. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Case, R. (1985). *Intellectual development: Birth to adulthood*. New York: Academic Press.
- Chi, M. T. H., & Koeske, R. D. (1983). Network representation of a child's dinosaur knowledge. *Developmental Psychology, 19*, 29-39.
- Confrey, J. (1990a). A review of the research on students conceptions in mathematics, science, and programming. *Review of Research in Education, 16*, 3-56.
- Confrey, J. (1990b). What constructivism implies for teaching. In R. Davis, C. Maher, & N. Noddings (Eds.), *Constructivist views on the teaching and learning of mathematics* (pp.107-122). *Monograph 4 of the National Council of Teachers of Mathematics*. Reston, VA.
- Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (Eds.), (1985). *Children's ideas in science*. Milton Keynes: Open University Press.
- Gelman, R., & Baillargeon, R. (1983). A review of some Piagetian concepts. In P. Mussen (series Ed.) J. H. Flavell & E. M. Markmann (vol. Eds.), *Handbook of child psychology*

- III: Cognitive Development*, pp. 167-230. NY: Wiley.
- Glaserfeld, E. von (1995). *Radical constructivism: A way of knowing and learning*. Washington, D. C.: The Falmer Press.
- Glass, A. L., Holyoak, K. J., & Santa, J. L. (1979). *Cognition*. Reading, Mass: Addison-Wesley.
- Glynn, S. M., Yeany, R. H., & Britton, B. K. (1991). *The psychology of learning science*. Hillsdale, NJ: LEA.
- Gurian, A., & Formanek, R. (1980). *Why? Children's questions*. NY: The New American Library.
- Hakes, H. (1980). *The development of metalinguistic abilities in children*. NY: Springer Verlag.
- Helm, H. & Novak, J. D. (Eds.) (1983). *International seminar: Proceedings of the misconceptions in science and mathematics*. Ithaca, NY: Department of Education, Cornell University.
- Kane, M. B., & Khattri, N. (1995). Assessment reform: A work in progress. *Phi Delta Kappan*, Sep., 30-32.
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. (1983). *Thinking, problem solving, cognition*. NY: W. H. Freeman.
- McClosky, M. (1983). Intuitive physics. *Scientific American*, 248, 122-130.
- McGilly, K. (Ed.) (1994). *Classroom lessons: Integrating cognitive theory and classroom practice*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Neimeyer, G. J. (1993). *Constructive assessment: A casebook*. Newbury Park, CA: Sage.
- Novak, J. (Ed.), (1987). *The second international seminar: Misconceptions and educational strategies in science and mathematics*. Ithaca, NY: Department of Education, Cornell University.
- Piaget, J. (1972). *Children's conception of the world*. Littlefield, Adams & Co., NJ: Totowa.

國小中年級學童生活中的科學問題探究

- Piaget, J. (1968). *Structuralism*. Translated by C. Maschler. Paris: The University of France.
- Polya, G. (1957). How to solve it. Garden City, NY: Doubleday Anchor.
- Schoenfeld, A. H. (1979). Explicit heuristic training as a variable in problem solving performance. *Journal for Research in Mathematics Education*, 10, 173-187.
- Smith, E. L. 王美芬譯(1991). 科學學習的概念改變模式。In S. M. Glynn, R. H. Yeany & B. K. Britton (Eds.), *The psychology of learning science*. Hillsdale, NJ: LEA.
- Solso, R. L. (1991). *Cognitive psychology*. Needham Heights, MA: Allyn and Bacon.
- Stanovich, K. (1986). Matthew effects in reading: Some consequences of individual differences in the acquisition of literacy. *Reading Research Quarterly*, 21, 360 -407.
- Steffe, L. P. & Gale, J. (Eds.) (1995). *Constructivism in education*. Hillsdale, NJ: LEA.
- Sternberg, R. J. & Ketron, J. L. (1982). Selection and implementation of strategies in reasoning by analogy. *Journal of Educational Psychology*, 74, 399-413.
- Vygotsky, L. (1988). *Thought and language*. Cambridge, Mass: The MIT Press.
- Wallas, G. (1926). *The art of thought*. NY: Harcourt Brace Jovanovich.
- Wandersee, J. H. (1985). Can the history of science help science educators anticipate students' misconception? *Journal of Research in Science Teaching*, 23, 581-597.
- Wu, P. (1993). *The rationality model and students' misconception*. Unpublished doctoral dissertation, The University of Texas at Austin.

附錄一：日常生活科學問題故事腳本

老師：小朋友早！今天老師還有後面站著的幾位老師，要來跟大家談談日常生活中的很多好玩的事情。

◎看！這是一根直直的筷子，我把它放到水中，筷子變成怎麼樣了？怎麼會這樣子呢？

◎對了！筷子放到水中好像斷了，為什麼呢？（將問題展示在黑板上，「為什麼筷子放到水中好像斷了？這個問題很有趣，我們暫時不要去知道答案，老師再告訴大家一個有趣的事情。」）

◎昨天，老師的孩子，才三歲多，比你們小的妹妹，晚上睡覺前說她要喝「奶奶」，老師就去泡給她喝，但是開水太燙了，老師就問小妹妹（涵睿）說：「開水這麼燙怎麼辦？你有沒有方法使它趕快變涼？」涵睿說：「不知道。」你們知道嗎？（對，好聰明，可以用吹的；不知道沒有關係），有沒有想過這個問題？（將問題展示在黑板上，「很燙的開水，用什麼辦法使它趕快變涼？」）

◎涵睿還很小，所以常常會弄倒東西，有一次她喝牛奶的時候，不小心弄翻了杯子，牛奶灑在瓷磚上，老師拿一塊布把牛奶吸起來，嘆，布怎麼能把牛奶吸起來的？有沒有人想過這個問題？（將問題展示在黑板上，「布怎麼能把牛奶吸起來的？」）

◎擦完牛奶地還濕濕的，結果，老師的先生從外面回來，走過那個濕濕的地方「咚！」，滑了一跤，跌得屁股好疼。小朋友，你如果事先知道這個地方滑滑的，你會用什麼方法走過去而不會滑倒呢？（將問題展示在黑板上，「用什麼方法走過濕的瓷磚，可以使你不會滑倒呢？」）

◎小朋友，你們有沒有被蚊子咬過？被蚊子咬過皮膚會怎？對了，會紅紅的，腫起來，有沒有人知道為什麼？（將問題展示在黑板上，「被蚊子咬過的皮膚為什麼會紅紅腫腫的？」），有沒有人想過這個問題？

◎老師上次夏天的時候去山上玩，被蚊子咬的都是包包，下次再上去，一定要全副武裝，像電視上一樣，噴一下「off」，蚊子就不敢來吃我的香肉了。對了，那一次，老師在山上的時候，看到一隻大蝗蟲，本來想帶回家做標本，後來覺得牠實在太可愛了，決定要把牠養起來，

但是我馬上想到我怎樣才能養活牠的問題，小朋友，你們有沒有遇過如何養小動物的問題？
(將問題展示在黑板上，「怎樣可以養活一隻蝗蟲？」)

◎小朋友，你們都會看時間了嗎？現在幾點幾分？(如果不會，老師告知)老師每天要看手錶才知道時間，有一次到山上去玩，忘了帶手錶，我想要在中午(12點)的時候吃午餐，但是我要怎麼才知道中午(12點)是不是到了呢？(將問題展示在黑板上，「沒有手錶或鐘的時候，怎麼知道現在是不是中午？」)

◎小朋友，晚上的時候，太陽下山了，你們也都回家了，有沒有人想過太陽為什麼會下山呢？
(將問題展示在黑板上，「太陽為什麼會下山？」)

※※老師剛才跟大家講了很多有趣的問題，像「為什麼筷子放到水中好像斷了？」、「很燙的開水，用什麼辦法使它趕快變涼？」、「布怎麼能把牛奶吸起來的？」、「用什麼方法走過濕的瓷磚，可以使你不會滑倒呢？」、「被蚊子咬過的皮膚為什麼會紅紅腫腫的？」、「怎樣可以養活一隻蝗蟲？」、「沒有手錶或鐘的時候，怎麼知道現在是不是中午？」、「太陽為什麼會下山？」。有的小朋友跟老師一樣，想過這些問題，或者遇過其他類似的問題，現在，老師們要來看看哪一組的小朋友最聰明、最有觀察力，能夠提出像老師剛才所說到的這些問題。讓我們來比賽，看哪一組提的問題最多，我們要選前三名的組，發給獎品。※※