科學教育學刊
1997, 第五卷第二期， 191-218

(
1
EJ51-1997-191

國小高年級學童對物質類感興趣問題的分析與應用

連啓瑞　盧玉玲
國立臺北師範學院　數理教育學系

（投稿日期：86 年 7 月 2 日，接受日期：86 年 9 月 18 日）

摘要：由學童有興趣之問題引發學童學習科學興趣，爲科學教學中重要之策略，因此對學童感興趣之問題進行探究有利於教學之進行。

本研究中呈現一百多題有關物質類之學童感興趣問題，問題收集對象包括一城市與一鄉村學校，依全校學童數之比例抽取高年級學童共 72 名，其中男女生人數均等，高中低年級人數比例相同；問題收集過程採訪談方式進行，在訪談的過程中，訪談者依多位專家修定過之訪談大綱讓學童提出其所欲知有關“物質”類之問題。訪談過程全程錄音錄影並轉錄爲文字檔，並依研究所需建立資料分析系統進行資料分析。分析向度包括十個層面，研究除對學童所提問題進行十個層面之分析之外，並依所得結果提出可能的教學因應之道。

關鍵詞：學童興趣、科學教學、小學教育、面談、問題類別。

壹、緒論

「愛因斯坦曾說其成功之一重要因素，是因其不斷反問自己，小孩子對時間與空間最好奇的是什麼？」，此爲 Gallas (1995) 在論及如何由學童之問題開始進行科學對話，達到科學學習之目的時所引述之一段話，其凸顯了學童心中科學疑惑問題之重要性。 Gallas 曾引用多位學者之觀點，強調學童好奇問題之重要性，且更進一步從事將學童問題與課程教學等連結之研究。其他由心理層面及教育層面探究學童興趣之學術研究爲數可觀，若加上坊間著墨於有關「科學上之爲什麼」之書籍則更是難以數計，但由文獻上常發現有關興趣之研究偏重於一般學

科間之學習興趣比較，而較少見針對學童有興趣之科學問題方面之研究，使得教材編選或教學實施上常無法取得足夠的資料，使教學密切與學生之學習準備狀態密切結合；近年來因教育的開放，如 STS 教學注重社會現狀發展與學童興趣之結合，學童爲中心之教學日益受重視，開放之一項重要特徵就在於學童探究問題主要是由學童所產生，並與學習者自身和其所生存之環境和社會有所關連。在此背景下實需要對學童有興趣之科學問題進行研究。

國內有關 STS 之社會議題與學童疑議，尚未見有系統之資料及相關的屬性分析研究，尤其是目前國內國民小學科學教育之範疇內，對學習者之希望探究題材和適合用以進行 STS 教學探究素材之了解更是有限，欲進行 STS 教學之教師也不知道那些題材可以運用；而師資培育過程中，師資之教師亦缺乏有系統的資料，用以有效幫助教師廣泛深入了解可能用於進行 STS 教學之探究題材。坊間已有諸多針對學童科學問題進行解答之書籍，但所列者卻皆爲成人假想兒童會有的問題，而非兒童本身確實存在的科學問題，是以探究學童所好奇之科學問題，並進一步分析研究實有必要。

故本研究廣泛搜集有關科學－技學－社會之問題或議題，並進行分析研究，但因科學問題之範圍廣泛，故本研究將以「物質」類爲出發點，先進行探究，具體目的爲：

1. 建立學童對物質類感興趣問題之教材參考素材，以作爲了解學童科學學習心理、編選教材、實施教學之參考。
2. 探究學童對物質類感興趣問題的特質，以了解學童興趣問題的特徵，使科學教育者能掌握這些特徵，選擇教材甚或發展教學活動，豐富教學內容，提高學生學習科學之興趣與成效。

貳、文獻探討

Sund 和 Carin 曾表示所有良好的發問技巧或要提出優良的問題，都必須學習如何將問題分類（王鴻仁， 1991 ）。因爲分類系統可刺激發問者之構思想出更好的問題，促進發問者的創造發展，並且有助於將高低思考層次及敏感性問題分隔開，使教師在課程上發問時兼顧各種類型。張玉成 (1988) 綜合文獻研究指出，教師欲求改進發問技巧，必先熟悉問題分類方法之二個主因：

㈠問題類別多依據學童認知能力性質劃分，熟悉分類系統，無異藍圖在握，編題施教有所依循而易行。

㈡由於學童反應常與教師發問內容同屬一個思考層次，所以熟悉問題分類系統有助教師編擬問題時，避免倚輕倚重的偏頗現象發生，並可幫助教師分析教材，使與教學目標更加密切配合。

故知對小學學童科學議（問）題進行蒐集分類研究，不僅有助於了解小學學童的科學議（問）題，更可提供給教師當成改進教學之參考。問題分類之方法繁多且各有優缺點，在王鴻仁譯《發問的智慧》一書中， Sund 和 Carin 所提主要的分類系統爲：

一、將問題依答案是否具結論性或多角度性分爲聚斂性 (Convergent) 問題與擴散性 (Divergent) 問題。由於二分法似乎過於簡化問題之分類，將減少其對教學之助益。

二、用認知層次和情意層次將問題分類，即採用 Bloom 分類法；認知領域包括知識、理解、應用、分析、綜合、評鑑；情意領域包括接受、因應、估價、組織、普遍化集合。

三、用批判性思考科學過程技能方式來分類，共分爲：

1. 分類　2. 斷定　3. 預測、假設　4. 推論、解釋資料或者下結論
5. 衡量　6. 設計一套調查方式或一場實驗，以解決一個問題
7. 觀察　8. 繪圖　9. 減少實驗錯誤　10. 評估　11. 分析

另張玉成 (1984) 問題內容之分類則爲：

一、 Kaiser 分法爲閉鎖式問題與開放式問題，及打靶式問題 (Shooting question) 及垂釣式問題 (Fishing question) 等二種二分法，打靶式指有預期答案，單一目標導向發問，垂釣式爲問題性質開放者，但研究顯示兩種分類均不適作爲教師編擬問題依據。

二、 Sanders 分法，其係依 Bloom 認知領域分法將其中「理解」細分爲「轉譯」及「解釋」，分法爲：

1. 記憶性問題：要求學童回憶或認知已學過的資訊，包括事實、定義通則、價值觀念及技能等。

2. 轉譯性問題 (Translation)：學童回答問題，須能將原資料轉化爲另一種符號或語言來表達。
3. 解釋性問題 (Interpretation)：學童回答問題，須能對二個或更多之個別事實、通則、定義、價值觀念或技能等，基於常識性的瞭解，找出其間關係，包括比較的、應用的、數據的、歸納的、因果的等關係。」

三、 Gallagher 和 Aschnor 分法，爲基於「智能結構」理論運作型態類別，將問題分類如下：

1. 認知一記憶性問題 (Cognitive-memory)：學童回答問題時，主要針對事實或其它事項作回憶性的重述，或經由認知、記憶和選擇性回想等歷程去尋求答案。
2. 聚斂性問題 (Convergent)：學童回答問題，須對所接受到的或所記憶的資料從事分析及統整的行爲。
3. 擴散性問題 (Divergent)：學童回答問題，個人可以獨立自主採取無中生有，遇水架橋的態度去滋生見解，改變想法或作前瞻透視。
4. 評鑑性問題 (Evaluative)：回答問題時，學童須先設定標準或價值觀念，據以對事物從事評斷或選擇。
5. 常規管理性問題 (Routine)：這類問題包括教學管理所需使用的話語。

諸如此類問題之分類方法在自然科學教學領域中不僅在國外常被運用於研究中 (Gilbert, 1992)，國內亦有運用者，如李田英 (1983) 將其用於自然科學教學發問的技巧上；賴慶三 (1996) 則利用其進行國小自然科學教科書內容問題類型之分析；然針對學童本身問題進行蒐集與分析者國內則未見完整之研究報告。

在國外文獻方面，包括： Smith 和 Barrow (1996) 探究所需建立科學問題分類系統，進行教師發問情形之影帶分析。 Wallace (1994) 探討職前教師使用擴散性問題多於聚斂性問題之情形； Crook 和 Gifford (1992) 則利用錄影帶教學模式於國小自然科教師之職前訓練，可以提升高層次與擴散性問題方面的發問技巧，Downing 和 Gifford (1996) 也曾探討科學過程技能與發問技巧關係，並發現科學

過程技能與所問問題之擴散度及層次呈現高度之正相關；另 Whitby (1993) 也探討教師本身之科學知識背景與其發問高認知層次問題之能力關係。但這些文獻顯示研究方向偏向教師提問之問題類型分析、研究與應用。

雖說科學教育者都認爲提問有效問題是科學教學上很重要的一環 (Bentley & Watts, 1993)，且相信教師善於應用問題的分類架構，能更有效的認識並掌握學童之問題，作好教學準備 (Gilbert, 1992)，但至今似尚無一令人相當滿意之科學問題之架構用以分析問題 (Penick, 1996; Whitby, 1993)，也尚未見週延的將學生作爲主體，發掘學童內心存在之科學疑惑問題並描繪這些問題特徵之相關研究。

參、研究方法與步驟

在資料之收集方面因考慮國小學童文字閱讀與表達能力較弱，且生活體驗不深，故採面談法進行建立議（問）題之基本教材素材部份之研究，再以內容分析法探討分析學童議（問）題之感知差異性受不同因素影響情況。

一、研究對象

本研究分別選定北部市區小學與南部鄉區小學各一所，北部市區小學爲國立台北師範學院附屬實驗小學，交通方便；南部鄉區小學爲雲林縣重興國民小學，不位於市區且學生家長職業大部份爲農、工。研究並依參與二學校規模、學童學習成就及年級分別選取高年級城市學童 48 名，鄉村學童 24 名，其中包括年級，學習成就階層及男女等比例都儘量如學校母群之分佈。其中學習成就分爲高、中、低三階層，係由任課老師依上學年自然科學期成績爲依據區分。詳細如表 1 。

二、研究工具

研究工具則以自編之「面談內容綱要手册」爲依據，面談內容綱要主要參考國內相關國小讀物、百科全書與教科書加以統整，並經三位學者及現職有經驗國小教師共四位審定修正後，試用於小組方式進行前置面談。前置面談以六名同校學童爲對象，並以年級、男女與成就高低之特質爲選取依據進行。而後根據前置面談結果修定內容綱要，並以面談經驗確証小組同儕面談之合適性，並將面談內容手册編定成問卷型態以便面談後勾選之用，由於問卷內容已經多位學者及有經驗現職國小教師審視，故本問卷應可認具內容效度。問卷之信度則以重複施測分

表 1 ：本研究取樣之學生人數統計表

年級	性別	成就	城市	鄉村	總計
五年級	男	高	4	2	36
		中	4	2	
		低	4	2	
	女	高	4	2	
		中	4	2	
		低	4	2	
六年級	男	高	4	2	36
		中	4	2	
		低	4	2	
	女	高	4	2	
		中	4	2	
		低	4	2	
	合計		48	24	72

析，其信度爲 0.62 。由於學童必須由問卷的 31 類內容中選取 10 類且排定興趣之先後順序，受限於種類繁多，排序之變異性可能較大，因此雖然重測信度只爲 0.62 ，但可接受。

修定後之問卷訂出有關自然環境之主題共 31 項，如下列： *1.* 哺乳類； *2.* 鳥； *3.* 蟲類（昆蟲、節肢類等）； *4.* 魚； *5.* 其他水中動物； *6.* 爬蟲類； *7.* 花； *8.* 草； *9.* 樹木； *10.* 蔬菜； *11.* 水果； *12.* 水生植物； *13.* 菌類； *14.* 氣候、氣象； *15.* 季節； *16.* 礦石； *17.* 地形； *18.* 海洋； *19.* 河川； *20.* 太空、或天空； *21.* 物質； *22.* 其他自然現象； *23.* 身體； *24.* 行爲； *25.* 常用小工具； *26.* 生活科技； *27.* 交通科技； *28.* 環境保護； *29.* 國防科技； *30.* 醫藥科技； *31.* 其他。

本研究中僅就第 21 項「物質」類中所收集之資料提出報告。

三、研究步驟

研究之主要步驟包括：

1. 採面談法以試用修正後之訪談內容綱要爲依據，進行半結構式小組面談，以範圍提示的方式讓學童自己提出有興趣研究的問題，爲避免訪談提綱出

現之先後次序影響資料搜集之妥適性，提問順序皆採循環式進行。

2. 將學童依上學期自然科成績區分爲高、中、低成就群分別面談，並以四人爲一小組方式進行。本研究以小組方式進行面談係基於兩項因素考慮，第一、爲避免訪談時間過長，節省面談時間；第二、可藉由同儕間的互動提高面談的效果。

3. 訪談過程全程錄音、錄影，並將訪談過程轉錄爲書面資料進行資料庫的建立。

4. 收集問題屬性的相關資料，建立各類之分析項目與準則。

5. 進行試驗性分析與討論以修改及確定各類之分析項目與準則。本研究自行發展之物質類分析架構與準則列如附錄 1 。

6. 選定具教學熱忱樂於參與研究工作之國小教師二位協助資料分析。

7. 建立編碼架構，例如：

(1)表示合理陳述

(2)表示不合理陳述

(3)表示無法判別

8. 與二位教師進行分析前之討論，以確定分析進行會儘可能依共同標準而進行。

9. 依編碼架構，將二位教師分析結果進行編碼，所得數據建檔。

10. 進行二位教師間之同意度與信度分析。利用內容分析之信度公式求其同意度及信度（楊國樞等， 1995 ）。研究發現二位分析者間完全同意度介於 0.76~1.00 ，信度介於 0.86~1.00 。

11. 找出分析結果差異大之項目重新進行討論及分析，以建立更明確之共同標準及獲得更正確的資料。

12. 爲探究問題屬性差異，本研究以無母數分析之 x^2 檢驗進行統計分析。

肆、結果與討論

本研究所得以一、學童心中對「物質」類感興趣之疑惑問題，二、學童心中對「物質」類問題之特質二部份說明。

第一部份中，所訪談之學童問題將依照教育部公佈之新課程標準（教育部，1993 ）爲架構分項列出以便參考。第二部份則將呈現此些問題經本研究建立之

分析架構分析所得之結果，以了解問題之特徵屬性。

一、學童心中對「物質」類感興趣之疑惑問題

本研究對 72 名國民小學中高年級學童，經 18 次之 4 人一組之小組面談，得到學童心中對「物質」類感興趣之疑惑問題計 105 項。研究者審視此 105 項問題，發現不僅不同小組之學童會提出相似之問題，就是地區不同、性別不同之學童也常會對同樣之問題感到疑惑與興趣。若果眞如此，則似乎這些學童所內具之疑惑問題亦某種程度的代表一般學童所具有之疑惑與問題，而可以作爲了解學童心理與教材、教學準備之參考，因此本研究遂依民國 82 年之新課程標準自然科部份教材綱要中「物質與能」領域內之架構呈現學童之疑惑問題（教育部，1993，頁 142-48）。此架構包含 9 類：

*1.*運動與力，*2.*熱，　*3.*聲，　*4.*光，　*5.*電與磁，

*6.*水，　*7.*空氣，　*8.*氧化還原，　*9.*酸與鹼。

研究所得學童心中對「物質」類感興趣之疑惑問題如下：

1.「運動與力」部份：

橡皮筋爲什麼有伸縮，爲什麼繩子不可以拉一拉就很大？

東西在水中爲什麼會浮起來？

2.「熱」部份：

爲什麼有些非金屬可以傳熱，有些可以保溫？

爲什麼金屬遇到熱就會膨脹、遇到冷會縮小？

金屬爲什麼會傳熱？

爲什麼金屬會傳熱，木頭不會傳熱？

爲什麼有的東西傳熱很快，有的東西傳熱很慢？

會導電傳熱的東西有沒有可能因什麼變化而變成不會導電傳熱？

爲什麼金屬就會有傳熱的功能？

除了金屬以外有沒有什麼東西也會傳熱？

爲什麼鐵碰到熱熱的東西就會變很熱？

爲什麼鐵會傳熱？

有什麼東西可以導熱？

爲什麼冷媒可以使冷氣變冷？

3.「聲」部份：

（無此類問題）

4.「光」部份：

（無此類問題）

5.「電與磁」部份：

鳥在電線杆上爲什麼不會被電到？

磁鐵爲什麼可以把金屬吸上來？

爲什麼會導電？

爲什麼磁鐵一直吸鐵，鐵就會產生磁性？

爲什麼有些磁鐵一直相吸就會形成電流？

爲什麼磁鐵只會吸鐵的，不會吸其他的東西？

6.「水」部份：

爲什麼有些物質放冷水可以溶解，爲什麼有些物質溶解較慢？

水爲什麼會導電？

爲什麼液體裝在不同瓶子就會有不同的形狀？

冰塊算硬的還是固體的？

爲什麼手溼溼摸到電線會被電到？

爲什麼水結冰時體積比以前更大？

冰爲什麼是滑滑的，不像其他的東西粗粗的？

水中沒有空氣，其中有什麼物質？

爲什麼手濕濕的摸到插頭就會被電到？

爲什麼冰放久了就會溶解？

水的形狀爲什麼會隨裝的容器而改變？

水加熱到一百度時溫度就不會再上升了，爲什麼？

爲什麼天空會下冰雹？

爲什麼南極的冰都不會溶化？

7.「空氣」部份：

爲什麼會有氣體？

蒸汽爲什麼會上升？

爲什麼我們都看不到氣體？

爲什麼會有空氣？

空氣中最多的物質是什麼？

氧氣中到底有什麼成分？

爲什麼塑膠燒一燒會造成空氣污染？

8.「氧化還原」部份：

塑膠罐爲什麼不能燃燒？

爲什麼木頭容易燃燒，塑膠不好燒還會發出毒氣？

爲什麼塑膠燒了會有毒氣？

塑膠爲什麼熔解時會有毒氣？

有些東西爲什麼燒不起來？

什麼東西的燃點最高？

塑膠碰到火的時候爲什麼都會有一種很臭的味道？

爲什麼塑膠用火燃燒會有一種臭味？

爲什麼垃圾不能燒？

9.「酸與鹼」部份：

鹽是酸性還是鹼性？

爲什麼硫酸的腐蝕性很強？

爲什麼鹽酸可以把東西熔化？

爲什麼有分爲鹼性和酸性？

硫酸爲什麼可以溶解東西，？

爲什麼有些液體可以分成中性、酸性、鹼性？

爲什麼有些比較強的鹽酸可以把東西熔化？

鹽酸有時是強鹼，有時是強酸，它到底是哪一種性質的液體？

洗髮精大部份是鹼性的，爲什麼只有沙宣我們實驗出它是中性的？

爲什麼會有酸鹼性之分？

爲什麼強酸能使一件物品熔化？

10.其他

黃色炸藥是怎麼組成的？

哪裡會盛產大理石？

岩石怎麼來的？

戴奧辛是怎麼來的？
爲什麼會有這麼多物質？
原子是用什麼組成的？
爲什麼有些東西身體裡有可是不能吃？
爲什麼會有冰、光等物質？
什麼是非金屬？
金屬是由什麼東西做的？
塑膠袋是怎麼做的？
氨水很臭，它裡面到底含有什麼物質？
爲什麼酒精、透明漆、松香水不能放在塑膠瓶裡，而要放在較好的玻璃瓶中，是不是會漏出來，如果漏出來對人體有何影響？
世界有很多岩石，硬度都不同，是經過變化還是原本就這樣？
材料怎麼形成的？
有什麼東西會使東西變硬？
蓋房子時所用到的水泥是怎麼來的？
血液中有紅血球，紅血球中是不是有其他物質？
宇宙中充滿了什麼物質？
宇宙中到底有多少種物質？
塑膠是液體還是固體？
琥珀是哪一種物質？
木頭從那裡來？
沒有火的情況下怎麼使東西燃燒？
液體有那些？
爲什麼軟木塞要塞在酒瓶上？
鐵和銅的成分有何不同？
結晶是怎麼形成的？
水泥爲什麼能這麼堅固？
什麼是物質？
花崗石爲什麼比較硬？
爲什麼木材有的是正方形的，有的是圓形的？

爲什麼金遇到高溫燃燒就會變液體？

爲什麼會有煤炭？

爲什麼會有煤氣？

塑膠爲什麼不能腐化？

鐵爲什麼比較硬？

把鐵片丟到太空中會不會發生什麼變化？

由於本研究著重物質科學部份，因此以新課程標準自然科教材綱要中「物質與能」領域內之架構進行分類，在與能有關之問題方面自然較少，故運動與力、聲、光等方面之學童疑惑問題僅一題爲合理之結果。但有一項值得注意的是在「其他」項中問題所佔比例高達 37% 以上，此對新課程標準而言，顯露著重要意義，是否新課程標準自然科教材綱要未能全數涵蓋受訪學童所有之疑惑問題？是否新課程標準中希望學童學習之領域與學童本身希望學習之領域間出現相當落差？實值得我們從事國小自然科教育工作者深思。

以上，本研究列出學童對「物質」類之問題已算甚多，但如所了解，學童心中之感受與驚奇豐富而多樣，這些有限學童之有限問題絕不足以涵蓋所有學童之所有疑惑與問題；但研究者相信這些由多數學童彙整而來之疑惑問題，某種程度將能幫助我們了解學童心中可能具有之疑惑與問題。此對教師準備教材並引導學童以本身爲中心進行有意義之科學探究，或課程設計者發展更能配合學童內心眞正需求之課程，都將提供若干參考。

二、學童心中對「物質」類感興趣問題之特質

研究者基於相信如能對上述問題之屬性特徵有所了解，本研究建立起一學童問題之分析架構，用以對學童之各問題進行分析。此分析架構已說明如附錄 1 。上部份之 105 個學童問題皆經二位有經驗之國小自然科教師依此分析架構進行分析，二者之分析結果經同意度及信度檢驗，皆顯示相當令人滿意。二位分析者對 105 個學童問題（共計 210 次觀察）之分析結果，列如表 2 。

茲將此部份研究結果分項報告如下：

㈠學童問題陳述正確性

對學童所提問題之正確合理性之統計分析結果示如表 2 。此研究結果發現學童所提出之問題中問題本身合理正確者佔 97% ；問題本身不算合理正確者

佔 3% ，經無母數χ^2 檢驗發現學童提出問題中合理正確者顯著多於不合理正確者 ($\chi^2 = 182.93$) 。此結果顯示國民小學高年級學童應已充份具有形成問題並提出問題之能力，當新自然科課程標準之教材編選中強調應儘量取材於生活環境中所常見熟知者，並著重兒童爲活動中心，加以近來建構主義之教學與科學-技學-社會之教學亦認爲應從學童本身之問題、疑惑作爲教學之起點時，這些學童固存正確合理之心中疑惑，在未來之課程編選與教學實施中，應受到更多的關切與探究。

㈡預期解答之性質

研究結果發現學童所提出之所有問題都是有關物質性質方面之問題；而無一是關係數量方面之問題。經χ^2 檢驗此傾向確呈顯著差異（表 2 ）。由此窺知到此年齡之學童心中之問題尚屬偏向對外在物之性質方面之瞭解；對數量之觀念或追求明顯欠缺。此顯示教學過程中「運用數字」來傳達或下結論之習慣或能力之培養以乎有特別加強之空間與必要。故在教學的策略上則宜配合學生問題特性發展由質的探討到數量的運用。

㈢問題之發展向度

此部份結果發現學童感興趣之問題具聚斂性者 (86%) 較具擴散性質者 (14%) 爲多，且達顯著水準。此結果顯示學童問題傾向擇一性、單一性或具體性之答案；對於可能得模擬兩可、見仁見智答案或尚需思考步驟、進行開放探究之問題則較不被學童熟悉。由此推論，國民小學高年級同學在物質類相關的科學問題之尋答及探究上明顯傾向絕對之科學，對於有關科學之限制、科學學說之工具性、科學知識之社會化歷程與科學－技學－社會化之密切關係等之素養似較不足，而有待加強。故教學策略上利用單一層面思考問題擴展到多層面思考的問題，以激發學童物質類之學習應較符合學童興趣發展。

㈣背景知識

研究發現，雖然未達顯著水準，但值得注意的，源於課外知識之問題高達 44% ，亦即已接近所有問題之一半，由此可見學童心中之甚多之疑惑問題是由課外讀物、電視、影帶、家長、同儕等處引發。然遺憾者，往往這些課外引起之疑惑問題，在課內課程進度已異常緊迫、教學時數不足之自然科教學中，不太可能或根本未能加以探究甚或口頭之澄清，學童之心中疑惑只得埋藏心中，日復一日，年復一年而終漠視淡忘。影響所及，學童習於這種輪迴

後，最後可能連願意去感覺疑處之能力與習慣都將喪失，此定非發展科學教育之福。

未來自然科教學似應透過寬鬆之課程結構，彈性的探究活動，兼重科學知識之既有架構與學童固存之實在問題，由實際的人、環境、社會之問題或議題來詮釋並學習科學。

㈤刺激來源

其中絕多數之問題都是因爲學童察覺某一特例之異常性 (47%) 與多例之間之規則性 (52%) 而引發想去了解之動機，兩者之總合爲 99% ，幾乎佔所有問題刺激來源之全部，且χ^2 統計分析呈顯著。由此觀察似可推論當教學者要引起學童生問題而進行科學探究，教學者應可藉呈現數個不同主體而呈現某一一致現象或僅有一主體產生相異之現象，來引發學童之好奇，疑問而進行探究。

㈥學童提問思考層次

表 2 中可以發現學童之固存疑惑問題以對「物質」類顯現之現象尋求解釋者最多 (46%) ，希望得到其所未知有關「物質」類的現象或狀況者次之 (27%) 而後分別爲例項比較 (13%) 、歸納演繹 (10%) 、定義尋求 (5%) 、最低者爲價值評鑑 (1%) 。χ^2 統計分析之 R 值同時顯示「現象解釋」與「情況探知」顯著較他類爲多。

本研究建構之提問層次六階層，係從低層之單純定義或名稱之尋求漸次循序到較高思考層次的歸納演繹，價值評鑑。由提問思考層次之次數分佈觀察，可查覺到本研究中之國民小學高年級學童之提問思考層次已超越單純之名稱定義尋求，而不及後面較高層次之例項比較、歸納演繹與價值評鑑，使得學童之提問層次主要在「現象解釋」與「情況探知」兩階段（總合高達 83% ）。脫離單純之名稱定義尋求故是爲成長的一種顯現；重「現象解釋」與「情況探知」，也能視爲是觀察能力的成熟與好奇求知精神的豐富；但較高層之問題之缺乏顯現的則可能是，研究中國小學童較爲不足之抽象思考能力對科學知識形成過程中歸納演繹等科學思維的陌生，尤其對「價值評鑑」一項之絕低比例 (1%) ，似乎再次說明學童「純科學 (Pure Science) 」與「獨立的科學 (Isolated Science) 」觀念的根深蒂固，加強學童從生活中、工技中、社會中認識科學，隨時加入價值判斷，考慮某一科學問題對人類可能造

成之優劣得失，相信將更符合現階段之科學教育思潮與社會發展之需要。故超越純科學到科學對生活價值的衝擊探討，爲培育具科學素養公民非常需要加強努力之要項。

(七)學童提問語詞

由表 2 中可發現學童所問問題中提問語詞以「2.爲何 (Why)」最多 (64%)，「3.如何 (How)」次之 (20%)，且二者顯著較多於其他提問語詞。

學童以「爲何」提問自可理解，因爲在前項分析結果中亦顯示學童問題重現象解釋，但相當之學童問題是以「如何」來發問，學童希望知道者是如何作一件事或解決一件問題，此和新課程強調之培養發現問題之能力、解決問題之習慣之方向相符。故物質類的教學策略上順應學童興趣側重情形以建立符合邏輯理性觀之因由探究到解決，完成某一問題、事、物之方法探討，亦即「由因得法」。

(八)受提客體面向

此結果顯示，當學童對某一物質類產生興趣或疑問時，對此一客體感興趣或產生疑問之面向，最可能者是對此「物質」類客體內部運作或工作時之科學原理或機械原現等之問題（8.原理機制，29%）；此順序示之如下：

「8.原理機制 (29%)」、

「5.組成 (17%)」、

「4.來源 (11%)」、

「3.外觀（顯）(9%)」、

「2.類別 (8%)」、

「11.與人或環境的關係或相互作用 (5%)」、

「9.處理、處置 (3%)」、

「7.能量 (2%)」、

「12.感覺或價值觀 (2%)」、

「1.名稱定義 (1%)」、

「6.改進、改良 (1%)」、

其中，無母數χ^2 統計分析顯示上述順序中之前五項，顯著較常出現。換言之，學童常會想知道某一物質或物體之原理機制爲何？它的組成爲何？它是如何來的？它具有何種用途或能力？它的外觀爲何如此？等類問題。此將有

助教學者了解學童對物質物體客體關心之面向，以提昇建構教學情境之能力，進而使能導引學童願意進行主動探究。由於牽涉原理機制的問題，必須透過合邏輯理性的思考程序得到適當之答案，因此教學策略上宜由加強邏輯思考的推演能力培養中學習科學。

㈨受客體變化類別

基於欲了解國民小學高年級學童心中有關「物質」類問題中，受提客體之變化是以物理變化或化學變化爲多？故亦以此爲向度進行分析。研究結果發現屬物理變化之問題 (51%) 和屬化學變化之問題 (49%)，約略相等。

此亦說是學童對「物質」類中，希欲了解之問題在物理領域和化學領域者並重。因此依物質類問題分佈情形而言，教學過程中兼顧本質探討與衍生反應探究同時進行應較符合學童興趣需求。

㈩探究可行性

本研究最後爲了解教學上應如何處理學童提出的這些科學學習上的問題，並評估導入這些問題於正式課程之可行性，研究中由二位具豐富教學經驗之現職教師根據其教學經驗判斷各所有問題之合宜處理運用方式。

經逐題分析統計，結果發現（表 2 ）這些學童問題中，適合講解討論者佔 35% ；適合查資料探討者 56% ；適合學童以實驗探究者佔 9% ；由此可說明加強圖書、資訊媒體的應用，學習對解決學童問題應有很大之助益；此外，其亦顯示學童討論發表能力之重要及學童問題應可以進一步引導，使其在原基礎點上再多學一些，由於長久以來一般科學實驗之進行以「食譜式」爲主，學童較欠缺主動設計實驗探究之機會，因此學童所提問題適合以實驗探究者偏低，應可理解，故引導學童對其自身固存的科學相關問題或生活環境中之科學議題多加詮釋與探究，以提升學童實驗探究能力，應值得注意，此實亦提醒課程發展者或教學者學童之問題應再更充份運用以改進自然科教學。故教學除宜提升學童資料查尋應用與討論發表能力外，並應多提出應由學童自己設計實驗探究之問題，給予實作探究之機會，從而了解自然，習得科學。

表 2 ：物質類學童感興趣問題各分析面向之頻率分佈統計

分析面向	觀察次數（百分比）	R值	χ^2
陳述正確性			
合理	203 (97%)	9.6	182.93*
不合理	7 (3%)	-9.6	
預期解答之性質			
性質之探究	210 (100%)	10.2	210.00*
數量之探究	0 (0%)	-10.2	
發展向度			
聚斂	181 (86%)	7.4	110.02*
擴散	29 (14%)	-7.4	
背景知識			
課內	117 (56%)	1.2	2.74
課外	93 (44%)	-1.2	
問題刺激來源			
極限	2 (1%)	-7.0	126.88*
異象	88 (47%)	4.9	
多例引發	97 (52%)	6.1	
無法判別	23	-4.1	
提問問題思考層次			
定義尋求	10 (5%)	-4.2	117.03*
現象解釋	96 (46%)	10.3	
情況探知	56 (27%)	3.5	
例項比較	27 (13%))	-1.4	
歸納演繹	19 (10%)	-2.7	
價值評鑑	2 (1%)	-5.6	

（續表 2 ）

分析面向	觀察次數（百分比）	R值	χ^2
提問語詞			
何者	43 (20%)	2.4	473.27*
爲何	135 (64%)	19.0	
如何	19 (9%)	-2.0	
多少	3 (1%)	-4.9	
何時	1 (0%)	-5.3	
何地	2 (1%)	-5.1	
是（能）否	7 (3%)	-4.2	
受提客體面向			
名稱定義	3 (1%)	-12.6	200.51*
類別	16 (8%)	0.4	
外觀(顯)	18 (9%)	2.4	
來源	24 (11%)	8.4	
組成	35 (17%)	19.4	
改進、改良	3 (1%)	-12.6	
能量	4 (2%)	-11.6	
原理機制	58 (29%)	42.4	
處理、處置	6 (3%)	-9.6	
用途或能力	19 (9%)	3.4	
與人或環境的關係或相互作用	10 (5%)	-5.6	
感覺或價值觀	4 (2%)	-11.6	
其他或無法判別	3 (1%)	-12.6	
受提客體變化類別			
化學變化	99 (49%)	6.4	170.38*
物理變化	103 (51%)	7.0	
二者皆是	6	-6.4	
無法判別	7	-6.3	

（續表 2 ）

分析面向	觀察次數（百分比）	R值	χ^2
探究可行性			
適合講解討論	74 (35%)	3.0	161.24*
適合引導查資料	117 (56%)	8.9	
適合實驗探究	18 (9%)	-4.8	
不適合探究	1 (0%)	-7.1	

*：取$\alpha = 0.05$達顯著者

**：105個學童問題經二位分析者分別分析，故觀察數得210。

伍、結論與建議

㈠結論

由研究所得可獲具體之結論爲，對國小高年級學童而言：

1. 學童心中有關物質類之疑惑問題領域與自然科新課程標準所列者存有相當差異。
2. 學童應已充份具有形成問題並提出問題之能力。
3. 對數量之觀念或追求明顯欠缺。故在教學的策略上則宜配合學生問題特性發展由質的探討到數量的運用。
4. 學童感興趣之問題具聚斂性者較具擴散性質爲多。故教學策略上利用單一層面思考問題擴展到多層面思考的問題，以激發學童物質類之學習應較符合學童興趣發展。
5. 學童提某一問題時其背景知識是源於課內教學或由課外各類媒體而來之問題所佔比例均等。自然科教學應透過寬鬆之課程結構，彈性的探究活動，兼重科學知識之既有架構與學童固存之實在問題，由實際的人、環境、社會之問題或議題來詮釋並學習科學。
6. 學童有興趣之問題刺激來源以多例引發及異象引發爲主，教學者應可藉呈現數個不同主體而呈現某一一致現象或僅有一主體產生相異之現象，來引

發學童之好奇，疑問而進行探究。

7. 學童有關「物質」之固存疑惑問題以對顯現之現象尋求解釋者最多，而較欠缺價值評鑑思考層次者。故超越純科學到科學對生活價值的衝擊探討，爲培育具科學素養公民非常需要加強努力之要項。

8. 有關物質方面，學童問題是以「爲何」來發問爲主，以「如何」來發問爲次。故物質類的教學策略上順應學童興趣側重情形以建立符合邏輯理性觀之因由探究到解決，完成某一問題、事、物之方法探討，亦即「由因得法」。

9. 有關物質方面，學童問題是以了解「原理機制」爲首。因此教學策略上宜由加強邏輯思考的推演能力培養中學習科學。

10. 有關物質方面，學童問題屬探討物理變化、化學變化之問題比例相同，所以教學過程中兼顧本質探討與衍生反應探究同時進行應較符合學童興趣需求。

11. 有關物質方面，學童問題適合教師引導查資料及適合講解討論者較多，需要以實驗探究者較少。故教學除宜提升學童資料查尋應用與討論發表能力外，並應多提出應由學童自己設計實驗探究之問題，給予實作探究之機會，從而了解自然，習得科學。

㈡建議

本研究同時對未來國小科學教育提出下列幾點以供參考：

1. 課程標準所擬定之教學領域應與學童心中疑惑問題領域間形成緊密之連結，以增進教學成效，然本研究結果顯示現行之自然科課程標準在物質方面的教學領域與學童疑惑問題領域存有相當差異，有許多學童所欲知之問題並未涵蓋於課程標準中，是以本研究認爲在制訂或修訂課程標準時，對學童做一番較完整與廣泛的訪談，並將所得學童疑惑問題列爲重要參考，應可使課程更貼近學童思維，幫助學童解決心中疑惑。

2. 本研究結果顯示國小高年級學童已充分具有形成問題並提出問題之能力，因此科學教學時對學童的提問應更加以重視，使科學教學更朝向學童爲中心的理想移動。

3. 由本研究對學童問題可能之背景知識分析結果可知，源於課外知識之問題比例高達 44% 來看，課內知識實不足以構成學童的科學，因此科學教育

之領域應由傾向傳統純科學的教室活動再擴展至周遭生活環境之各種實況，甚至連結科學知識與鄉土、文化、社會風情等，讓科學教育在寬鬆之課程結構與彈性的探究活動中發展。

4. 另由本研究對學童問題思考層次之分析結果亦發現，學童問題具「價值評鑑」層次者僅佔 1% ，比例實在甚低，故我們推測今日社會中之亂象叢生或許即與這種探討科學、技學的實用與原理而不管價值體系之正確建立的速食文化存有隱含之相關？是否科學教育在學童的價值評鑑能力的訓練較少，以致其提問時重知識的探究、欠缺價值之探討？這是否會導致日後價值觀之淪喪？

5. 此外，由研究學童問題是否適合學童進行科學探究之結果中另發現，學童問題中有適合教師講解、討論；適合教師引導學童查資料；適合學童實驗探究等亦即運用學童問題進行教學時，應同時重視資料之蒐集、理性討論與實際的科學探究活動，由實驗探究與非實驗探究等各種活動的配合，使學童之問題得以充份得到進一步的解答。

6. 對未來研究應再探討的建議：

⑴建議進行物質類之外，自然與技學各類領域中，學童到底存在那些疑惑問題，以使科學教育學者對學童心中的科學問題有更整體性之了解。

⑵對於不同背景、性別、程度學童所提出問題之內容或特徵是否會有所不同，未來亦應再加以深入探究，相信此對於學童特性和學童心理之間的連結將能提供許多以往研究尚未觸及但卻令人期待的新資訊。

參考文獻

1. 教育部（ 1993 ）：國民小學課程標準。台北：《教育部》。
2. 張玉成（ 1984 ）：《教師發問技巧》。台北：心理出版社。
3. 王鴻仁譯，吳靜吉策劃（ 1991 ）：《發問的智慧》。台北：遠流出版社。
4. 賴慶三（ 1996 ）：自然科學問題類型與教學發問策略之研究。《國立台北師範學院學報》，9，635-627。
5. 李田英（ 1983 ）：自然科學教學發問的技巧。《國教世紀》，16(9)，14-17。
6. 楊國樞、文崇一、吳聰賢、李亦園（ 1995 ）：《社會及行爲科學科學研究

法》，826-831。台北：東華書局。

7. Crooks, C., & Gifford, V. D. (1992). A comparison of videotaped teaching models and the lecture technique in increasing the use of questioning strategies presented in elementary science lessons. *Journal of Science Teacher Education, 3*(3), 76-7.
8. Downing, J. E., & Gifford, V. (1996). An investigation of preservice teachers' science process skills and questioning strategies used druing a demonstration science discovery lessson. *Journal of Elementary Science Education, 8*(1), 64-75.
9. Gallas K. (1995). Talking their way into science: Hearing children's questions and theories, responding with curricula. Teachers College Press, New York.
10. Gilbert, S. W. (1992). Systematic questioning: Taxonomies that develop critical thinking skills. *Science Teacher, 59*(9), 41-46.
11. Penick, J. E., Grow, L. W., *& Bonnstetper R. J.* (1996). Questions are the answers. *Science Teacher, 63*(1), 26-29.
12. Smith, C. S., & Barrow, L. H. (1996). *Questioning categories used by elementary science teachers druing moving and still frames of videodisc instruction.* Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching (69th, St. Louis, MO, April 1, 1996). Eric Service No. : ED394815.
13. Wallace, S. R., Thompson, T. E., & Wiegman, B. A. (1994). *The effect of preservice laserdisc presentation of question types and wait-time use on questioning and wait-time use in clinical experiences.* Eric Service No. : ED383688.
14. Whitby, V. (1993). *The relationship between teacher's own scientific knowlege and their ability to ask high level cognitive question, in order to teach the national curriculum for science.* Paper presented at the BERA Conference. Eric Service No. : ED371936.

附錄：物質類問題分析架構與準則

1. 問題陳述正確

第一層面，本研究首對學童提問之問題就其科學概念、邏輯推演與實際狀況，多方檢視，其推斷或陳述合理與否。依此標準分判爲合理、不合理與無法判別三項，以進一步分析。故此分類架構爲：

(1)合理陳述

(2)不合理陳述

(3)無法判別

2. 預期解答之性質

此部份乃針對學童提問後，希獲得解答本身之定性 (Qualitative) 或定量 (Quantitative) 而言。此部份之探究乃希能知悉學童之提問預期得到答案之類別，是重性質或數值，以了解國小高年級學童之探索在描述性科學方面所佔之份量。故此分類架構爲：

(1)性質之探究

(2)數量之探究

(3)無法判別

3. 問題發展向度

問題發展向度分收斂性問題與發散性問題，其區別在收斂性問題強調探究活動之集中性、答案之單一性或是擇一性；而發散性問題其探究活動則往開廣之方向進行，在若干已知的基礎上，往更多未知之領域探求，其答案往往並非固定或絕對。故此分類架構爲：

(1)聚斂

(2)擴散

(3)無法判別

4. 背景知識

本項旨在追溯推測學童提此問題之背景，以爲窺知影響學童探求外界之因素。於此研究中，背景知識內容主要分由二層面探討，一爲課內知識，專指由課本或教師而

來；其二爲課外知識則指學童由課外讀物、電視、其他媒體、家長、同儕或其他非課內知識處得來。故此分類架構爲：

(1)課內知識

(2)課外知識

(3)無法判別

5.問題刺激來源

本項乃在分析探討引起學童提問題目之刺激來源，審視學童之提問問題，發現有關極限、異象和有關二例或數例之對照等特徵問題。所謂「極限性」問題，乃指學童提問在想知悉事物之「最」；「異象」問題在探求冗異於常的現象；而「兩例或多例引發」之問題，則表示引起學童提問之刺激來源爲兩例或多例相對照後，引發學童提問。

(1)極限

(2)異象

(3)由兩例或多例引發

(4)無法判別或其他

6.學童提問思考層次

本項乃在以學童思考之層級爲基準，檢視學童提問問題時，其內在之思考層次。由於學童之提問問題提供評測者推斷學童內在思維之狀態，基於此想法此部份之結果期能顯現學童思維之常用模式。雖然由學童思維之初始至評測者主觀判定之過程，牽涉到包括：學童表現題意之方式，語氣的些微差異，判定基準之明確性與評測者主觀之抉擇，以上各項都可能影響對原始學童提問思考層次估測的正確性，但本研究在提高評測結果之客觀性之過程上，參酌文獻並數次與專家或評測者修改本基準之架構以利研究之可靠性。

Bloom (1956) 之認知領域六階層模式——*1.*知識；*2.*理解；*3.*應用；*4.*分析；*5.*綜合；*6.*評鑑，曾被嘗試用爲分析學童提問思考之分析架構，然；在實際分析過程中欲將學童提問問題區分爲「知識」或「理解」具實際困難；另學童之問題又甚乏「應用」之可能；而在「分析」之部份，學童之問題固然可見「分析」之認知運作，但學童目的既在提出問題，進行探究或得到答案，認知運作定非僅在「分析」之範圍內。以上顯示 Bloom 氏之六階層模式有參考價值，但在本研究主題內，似不能直接引用。

以上顯示 Bloom 氏之六階層模式有參考價值，但在本研究主題內，似不能直接引用。

本研究基於背景文獻之考量，並實際個別審視分析學童提問問題，經討論修定後，將學童提問問題之思考層次概分爲：

⑴定義尋求：

「定義尋求」乃指學童之提問主在對面談過程中提及名詞或其學習經驗中經歷的名詞之命名或命名原因等，指出疑問。

⑵現象解釋：

「現象解釋」則指學童由物質類之外形、行動、聲音等外顯現象而產生疑問。

⑶情況探知：

「情況探知」乃指學童主在希從外界得到其所未知有關物質類的現象或狀況。

⑷例項比較：

「例項比較」則指學童提問問題主在比較兩例或兩類之異同，學童之意圖可能在找出異同或探究分出類別之原因。

⑸歸納演繹：

「歸納、演繹」概括由各例歸納爲一簡則與簡則演繹出個例之雙重過程，就 Bloom 氏之觀點而言，此二種心智活動皆屬相當且較高之階層，且在本研究之實際目的上，此「歸納、演繹」階層較上求 *1.* 定義尋求；*2.* 現象理解；*3.* 例項比較；*4.* 情況探知，確需更多的心智操作，是以訂之。然學童之提問問題亦可能同時兼具歸納及演繹之性質。

⑹價值評鑑：

研究中之「價值評鑑」，包括 Bloom 氏之「評鑑 (Evaluation) 」階層，此階層之提問問題特徵在學童嘗試了解或考驗外在之價值觀，或努力建構自己之價值體系，在評估、尋求一較佳方案之思考或努力。

⑺無法判別

7. 提問語詞

本研究中有關學童提問時之語詞分以七類界定之，用以探究學童關注題目之屬性，以爲了解學童提問之語詞與類別，進而探知其模式。故此分類架構爲：

⑴何者 (Who, Which)

⑵爲何 (Why)

⑶如何 (How)

⑷多少 (How many, much)

⑹何地 (Where)

⑺是（能）否 (Be, Do, Will, Can. . . .)

⑻無法判別

8. 受提客體面向

此部份之研究旨在分析學童提問有關周遭「物質類」相關問題中客體之面向。經前置分析，發現學童有關「物質類」相關問題之面向包括：

⑴名稱定義

本屬性類別表示學童之提問問題是對受提客體名稱或名詞之界定或解釋提出疑問。

⑵類別

學童有關本項之問題，主在作類別的釐清或判明歸屬、類別建立之解釋、類別之比較等。

⑶外觀（顯）

本屬性類別表示學童之提問問題是對體提客體之外形、聲音、特徵或運作時之外觀等感到特別的興趣而引發問題者。

⑷來源

本屬性類別表示學童提問問題在希望知悉受提客體之起源、來源或有關發明者或發明創造之過程等問題。

⑸組成

本屬性類別在表示學童提問問題在希知受提客體各組成部份之成份、形狀與構成之方式或過程。

⑹改進、改良

本屬性類別在表示學童提問問題在希知對受提客體之演進過程或如何改良，使其在結構上或功能上有所不同之問題。

⑺能量

此類問題包括對受提客體使用之燃料、動力來源及驅動動力之各類問題。

⑻原理機制

此屬性類別在指學童提問問題在探究受提客體內部運作或工作時有關之科學原理或機械原理等方面之問題。

⑼處理、處置

此屬性類別在表示學童之提問問題，側重對受提客體之各種處理、處置等之問

題。

⑽用途或能力

此屬性類別在表示學童之提問問題，側重對受提客體之各種用途、其功能及作用或適用條件和場合等之問題。

⑾與人或環境的關係或相互作用

此屬性類別在表示學童提問問題意欲了解受提客體與人之比較或與環境交互影響方面的問題。

⑿感覺或價值觀

此屬性類別在指學童提出之問題對該受提客體之存在與使用，產生學童內心之情意作用或對學童本身價值觀之釐清或建立有所影響者。

⒀其他或無法判別

9. 受提客體變化類別

此類別架構之建立在希知曉學童提問問題中受提客體之變化屬於物理變化抑或爲化學變化之範疇。基此目的，本架構中將學童提問問題分爲：

⑴物理變化

⑵化學變化

⑶二者皆是

⑷無法判別

10.探究可行性

此類別架構之建立在於提高此部份資料於實際教學或未來課程發展時，學童提問問題之應用性。基此目的，本架構中將學童提問問題分爲：

⑴適合教師講解、討論

⑵適合教師引導學童查資料

⑶適合學童實驗探究

⑷不適合自然科討論、探究

⑸無法判別

Scientific Questions that Upper-Level Elementary Students Have Related to "Matter"

Chi-jui Lien & Yu-ling Lu

National Taipei Teachers College

Enhancing students' interest in learning science has been recognized as an important part of science education. Understanding more about student's interest in the natural world will be more helpful for teaching science. This study focuses on more than one hundred scientific questions related to "matter" that students had. Seventy-two students in the fifth and sixth grades were investigated in this study. The sample includes students of different genders, different achievement levels, and different geographical areas. Students' questions were collected through interviewing processes. In each session, the interviewer followed guidelines that asked students to share questions that they might have related to "matter". The interviews were then recorded and transcribed. Data were analyzed with a categorized system with ten aspects established in this study. Corresponding teaching strategies were proposed based on the findings of this study.

Key words: Student-interest, Science teaching, Elementary education, Interview, Question classification.