

以訪談法瞭解國中

「自然與生活科技」教師

對實驗課程的

環保情況之看法

楊明獻

苗栗縣立大湖國中

(投稿日期: 95 年 10 月 13 日; 修正日期: 95 年 11 月 2 日; 接受日期: 95 年 11 月 5 日)

摘要

實驗課程是我國科學教育發展最重要的部份，然而近年來環保意識抬頭，加上國內教育制度實施九年一貫之後，教育部特別將環境教育納入九年一貫課程的六大議題之中，其中「自然與生活科技」領域的實驗課程是否符合環保概念的設計影響學校週遭的環境品質甚巨。本研究的主要目的為瞭解國中「自然與生活科技」實驗課程是否符合環保的概念，並透過與專家學者及國中教師的訪談，了解中部地區自然科教師對於實驗課程的看法，並提出改善的建議。本研究的結論指出：(一)國中的實驗課程中，有部份實驗仍有改善空間：「鋅銅電池」、「電解硫酸銅(電鍍)」、「溫度與反應速率」、「可逆反應與化學平衡」等。(二)實驗的污染可從源頭減廢(如：藥品減量、實驗改進等)及管末處理(如：廢污回收再利用等)等二方面進行。(三)教師的環保態度及行為將影響學生在實驗課程的環保作為，教師應加強本身的環保知識與實驗廢污處理技能。

關鍵詞：自然與生活科技、實驗課程、環保

壹、緒論

根據林明瑞(1994)、洪木利(1998)、張明寮(1998)的研究顯示國民中小學的課程中「自然與生活科技」領域課程與環境教育具有關聯性，因此實驗課程設計的優劣及是否符合環保原理原則，將對學生的環保認知、態度、行為產生深遠的影響，故研究者針對國民中學「自然與生活科技」實驗課程進行研究，透過專家訪談的方式，以環保的觀點審視實驗課程設計，是否符合環保原理、原則，並提出實驗課程的環保問題與改善建議，以期自然科教學的過程中，能帶給學生良好的環保的理念，讓環境教育因自然科實驗課程的改進而能向下扎根。

貳、文獻探討

一、實驗教學與環保問題

近年來國中小學極力推動六大議題融入領域教學，其中「環境教育」議題與「自然與生活科技」領域教學最具相關性，學校在推廣科學教育與科學實驗之際，卻也產生了令人擔心的環境問題。許多的研究(洪木利，1998；林明瑞，1996)指出學校在進行科學實驗時所產生的廢棄物並未得到妥善的處理，不是隨意排放至水溝就是委託不明的代處理業帶走，且各類實驗廢棄物的種類、特性及數量有相當大的差異，加上學校教師及學生通常沒有分類的習慣，致使廢污成份複雜，增加處理上的難度。要解決實驗所產生的環保問題，除了應加強廢棄物的回收外，更應重視來源的控制，譬如：藥品減量、廢污回收等，董有蘭(1990)及魏蘊聰(1993；1994)的研究顯示，以國民中學二、三年級共四冊理化課程為例，使用及產生的化學物質種類高達六十種，雖然目前國民中學自然與生活科技課程已刪去具有危險性及高度污染性的部份，但改版後的課本仍有許多實驗課程，其中酸鹼液體的使用佔多數，環境污染的問題仍然存在，若要改善學校的環境問題，實驗課程的分析與改進是必須進行的首要任務。

二、實驗課程設計上的問題

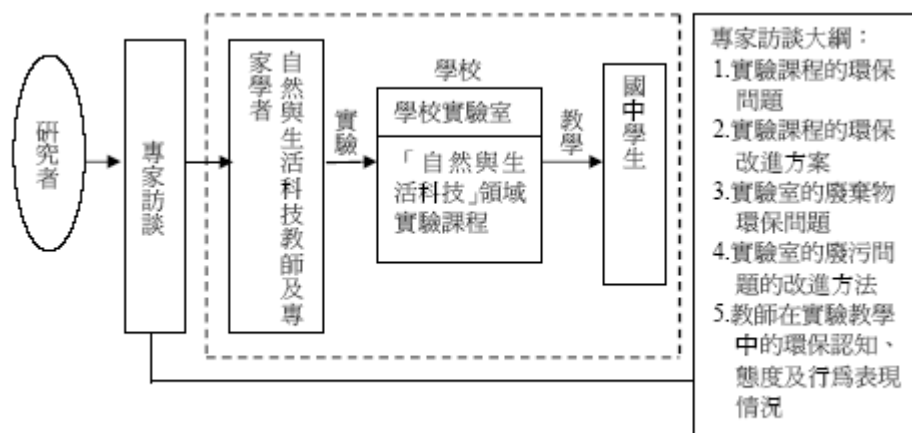
在國中「自然與生活科技」的課程中，絕大多數令人頭痛的污染問題多為化學實驗所產生的，而實驗課所產生的化學廢棄物也常造成校園週遭環境的污染。Armour(1988)

的研究曾指出中學所產生的廢棄物問題大多因實驗過剩的化學藥品而起。實驗課程的環保問題之衍生通常與實驗課程的設計有相當大的關係(羅時成, 2002), 所經常面臨的問題包括: 使用過多的藥劑量、藥品種類過多、廢水體積過大、實驗步驟或裝置過於繁雜等(楊森源, 1996)。Amato(1993)及Clark(1996)的研究曾也指出實驗課程的設計必須走向無害化及綠色化。蕭次融(1993)及方金祥(1994)的研究則認為容易可行的實驗改進方法有: (一)減少化學藥品用量, (二)實驗產物可留待下個實驗再使用, (三)拒做有害環境的實驗, 改做有相同效果的替代實驗。Anastas, Williamson and Tracy (1996)的研究則認為若是定性的化學實驗, 可以用低量、無污染卻具相同效果的藥品來進行實驗, 不但可培養學生的創造力, 亦符合「綠色化學」的精神。故實驗課程的環保與否, 對學生的環保態度影響甚巨, 教師在實驗課程教學中的作為將是關鍵因素, 研究者認為有必要了解學校教師對實驗環保的看法, 作為實驗課程改進之方向。

參、研究方法与流程

一、研究架構

本研究的目的是在於探討國中「自然與生活科技」實驗課程的環保情況, 並實驗課程提出建議。研究者認為國中自然科教師透過在實驗室進行實驗課程教學的方法來達到讓學生學習自然科學的目的, 故本研究以「訪談調查」的方法, 了解在教育現場的教師對於實驗課程環保性的看法, 以及專家學者對於實驗課程改善的看法, 並綜合歸納出本研究對於實驗課程的改善之建議(圖一)。



二、訪談調查法

(一)對象

本研究的樣本選取採立意抽樣的方式，選定十一位專家進行本研究的訪談調查，其中包括四位具有實驗化學或環保相關背景的學者專家(二位是環境教育的教授，一位是從事微型化學的研究教授，另一位是國中參考書編輯的高中教師，訪談四位學者的目的是希望能提供更好的實驗改進方案)，及七位中部地區五縣市(苗栗縣、台中縣、台中市、南投縣、彰化縣等)國中「自然與生活科技」領域有實驗教學經驗者且有專門研究之教師或領域種子教師(七位教師皆為多年從事實驗研究及自然科輔導團員等，希望透過這些老師的訪談能了解目前學校的實驗教學現況)。

(二)限制

在訪談資料部份，僅限於中部部份縣市少數「自然與生活科技」領域自然科教師及專家學者之看法，無法普遍推論其它地區「自然與生活科技」領域教師及專家學者之看法。

(三)研究工具

1.訪談大綱的編製：本研究依據研究目的、研究架構及相關文獻回顧分析，編製本研究的訪談大綱，並經由專家審核後實施訪談。

2.訪談大綱的內容：本研究的訪談大綱採結構性、開放式的問題進行訪談，其內容可分為幾部份：

(1)受訪者的背景資料。

(2)就環保的觀點，受訪者對國中「自然與生活科技」領域之實驗課程設計及單元安排是否適當的看法。

(3)就環保的觀點，受訪者認為國中「自然與生活科技」領域之實驗課程內容(包括藥品的種類及用量、實驗步驟及裝置、實驗的安全性及毒害性、可替代實驗的發展)是否有環保改進方案？

(4)就環保的觀點，受訪者認為國中「自然與生活科技」領域之實驗課程的教學過程中(包括實驗的流程、化學物質的回收及處理、實驗室環保等)的是否有環保改進之處？

(5)受訪者對國中「自然與生活科技」領域教師在實驗教學中所表現之環保認知、態度及行為的注重程度及看法？
以訪談法瞭解國中「自然與生活科技」教師對實驗課程的環保情況之看法

25

(6)如何有效的改善教師及學生對實驗課程的教學及學習態度、行為？

(四)研究步驟

- 1.選定訪談對象，研究者以立意抽樣方式選定四位具有實驗化學或環保相關背景的學者專家，與中部地區國中「自然與生活科技」七位國中教師，進行訪談調查。
- 2.編製訪談大綱：根據本研究的目的及文獻探討的結果，擬定幾項研究的重點進行訪談，包括：受訪者對實驗課程是否符合環保的看法、實驗室的環保問題及廢污處理的看法、教師在實驗課程教學中的環保認知、態度及行為的重視程度等。
- 3.專家審查及內容修訂：編製完成之訪談大綱，經由專家學者依研究架構進行審查，審查後依審查意見修正，完成正式的訪談大綱。
- 4.先以電話或電子郵件與受訪者確認可接受訪問時間及地點，並在訪談前先郵寄訪談大綱給受訪者，使受訪者能事先知悉訪談內容及研究內容。
- 5.進行訪談的過程中，研究者除了將訪談重點記錄下來，並經得受訪者的同意，將訪談內容以錄音的方式全程記錄，以作為往後驗證或檢核訪談資料的工具。
- 6.訪談後，將訪談內容進行摘錄或編碼，作成訪談結果，並將訪談結果寄給受訪者進行確認，研究者則依結果進行分析討論。

肆、結果與討論

本研究為了解「自然與生活科技」實驗課程的環保適宜情形與實驗課程改進方向及方法，乃設計半結構性訪談大綱。針對受訪者進行訪談，內容包括國中「自然與生活科技」實驗課內容是否符合環保原則、環保改進方法的可行性、教學過程的環保改進策略(包含實驗室的管理與廢污處理規畫)及教師在實驗教學過程的環保認知、態度及行為的看法等。研究者將訪談結果整理如下：

一、受訪者的基本資料

受訪者共十一位，其中三位為大學教授，一位為中學教師，七位為國中自然與生活科技教師，受訪者皆有環保或實驗教學的相關專長，對於研究者的訪談較能提供具體而實際的建議。

表一、本研究受訪者基本資料及背景一覽表

受訪者	服務單位及職務	主修背景	年資	任教科目
A 教授	高雄師大環教所	科學教育	45	物理及環境教育
B 教授	臺灣師大環教所	環境教育	10	環境教育
C 教授	大仁科大幼保系	農業化學	31	微型化學
D 老師	台北市師大附中	化學	13	高中化學
E 主任	苗栗縣公館國中	化學	17	國中理化
F 老師	苗栗縣大倫國中	物理	7	國中理化
G 老師	台中縣大雅國中	化學	25	國中理化
H 老師	台中縣大雅國中	化學	22	國中理化
I 老師	台中市四育國中	化學	30	國中理化
J 主任	台中市四育國中	生物	21	國中生物
K 老師	彰化縣陽明國中	物理	10	國中理化

二、就環保的觀點，對於國中「自然與生活科技」領域之實驗課程

設計及單元安排是否適當的看法

(一)現今各版本實驗課程設計是否符合環保原理原則？

有九成(10/11 人，代表11 位已回答的受訪者，有10 人有此反應，文後以此符號代表回應的人數比率)的受訪者表示，現今「自然與生活科技」實驗單元大同小異，與先前的國編版實驗單元頗多類似。在實驗單元的環保的適宜性方面，有72.7%(8/11 人)的受訪者認為「普通」或「尚可」，僅有27.3%(3/11 人)的受訪者認為已確實達到環保的要求。

(二)您認為合乎環保的實驗課程其設計理念及原則應包括那些？

七成的受訪者認為，國中「自然與生活科技」實驗課程仍有改善的空間，若要使實驗課程完全符合環保原理、原則可從實驗課程的設計與實驗室的環境管理著手，據訪談統計的結果，可歸納出幾項實驗課程應符合的環保原理原則：

1.減量(全部受訪者中曾提及佔72.7%，8/11 人)

受訪者認為「減量」包含：減少化學物質(藥品)的使用量及減少廢棄物的體積二大部份。減少藥品的使用量是從「源頭」著手，在污染還未產生前，就先控管藥品的使用，即使產生了污染，也能將污染程度大幅降低；而減少廢棄物的體積是從「管末」著手，當污染已產生時，利用現有的化學及物理方法，減少污染物的體積，最常用且最簡單的方法就是濃縮及壓縮，其目的只為了減少體積(尤其是廢水)，以方便後續的回收或最終處理。

以訪談法瞭解國中「自然與生活科技」教師對實驗課程的環保情況之看法

27

2.減毒(全部受訪者中曾提及佔54.5%，6/11 人)

減少實驗過程藥品的毒性或廢棄物的毒性。五成四的受訪者認為符合這環保原則是相當重要的，一個會產生毒性物質的實驗單元，即使能呈現良好的教學成果，都不能彌補因實驗成果所造成對環境的傷害，故在實驗設計時應該首先考量到實驗的毒性，不僅環保亦考慮到學生學習上的安全性。

3.回收再利用(全部受訪者中曾提及佔45.5%，5/11 人)

減量及減毒都只是環保設計的先決條件，一個實驗若要真正符合環保，還必須要有更積極的作為，減廢及減毒後的廢棄物質是否有完善的處理才是更應該注意的重點，四成五的受訪者表示「回收再利用」才是讓物質得以永續利用最佳的方法，唯有不斷的循環利用這些物質，才能減少我們去使用新的物質，自然能夠達到環保的目的。

4.低成本及省能源(全部受訪者中曾提及佔18.2%，2/11 人)

一成八的受訪者指出實驗課程應使用一些低成本或是較經濟的材料來進行實驗，譬如與他校交換藥品或器材等，還有酒精的燃燒用量也相當多，最好也將省能源列入考量。

5.使用天然(無害)材料(全部受訪者中曾提及佔18.2%，2/11 人)

受訪的專家學者指出使用天然的材料進行實驗單元的設計不但能符合環保，更能讓學生體會利用生活中的材料進行科學探索的樂趣。

6.以環保的觀點設計(替代)實驗(全部受訪者中曾提及佔9.1%)

有9.1%(1/11 人)的受訪者認為，現今的實驗單元多以符合是否學科原理

及教學目標為主要考量，並無以環保觀點進行實驗單元的設計，唯有重新設計實驗，或尋找更具環保的替代實驗，讓學生不僅學會了化學的原理，而且更能了解環保的重要性及實踐環保的方法，故實驗設計必須從「環保」的角度出發，而非先設計好實驗課程，再要求修正內容來符合環保。

(三)實驗課程的安排順序是否適當？(例：A 單元應銜接於B 單元之後，可減少藥品

浪費)

據訪談統計結果，有三位受訪者(佔全部受訪者的33.3%)認為實驗課程的安

排仍有改善的空間，例如：使用硫酸銅溶液的實驗單元有「電解硫酸銅」、「電鍍」、「鋅銅電池」，可以把三個實驗集中一起做，不但可減少藥品重配的問題，也可降低剩餘溶液浪費掉的機會。

科學教育研究與發展季刊第四十五期

28

(四)您認為是否應更換某些(高危險性、高污染性)實驗或局部實驗的內容？

抱持著更換實驗或修改實驗觀點的受訪者指出，有些實驗在安全性、環保性上是有疑慮的，譬如：「非金屬氧化」實驗中燃燒硫所產生二氧化硫會引發哮喘及污染空氣，「金屬與水反應」實驗中的鈉金屬與水反應會發生爆炸，「可逆反應與化學平衡」中的鉻酸鉀及溴水會產生高度污染；在生物實驗部份，則會有細菌滋生等衛生上的問題；國中實驗課程使用的指示劑種類及用量過多，也必須列入檢討。

三、就環保的觀點，對於國中「自然與生活

科技」領域之實驗課程

內容是否有改進之處？應如何改進及可行性

為何？

(一)那個實驗單元污染性較高？

據訪談結果統計，有**45.5%(5/11)** 人的受訪者認為使用到硫酸銅溶液的實驗

單元污染性較高，這些單元包括：「電解硫酸銅」(佔全部受訪者的**45.5%**，5/11

人)、「電鍍」(佔全部受訪者的**45.5%**，5/11 人)、「鋅銅電池」(佔全部受訪者的

9.1%，1/11 人)等，其原因不外乎：硫酸銅用藥量大、溶液濃度稀且廢水量大、

硫酸銅溶液使用過後溶液變髒、回收使用的效果不佳等；亦有**27.3%(3/11)** 人的

受訪者認為問題比較大的是使用鉻酸鉀及二鉻酸鉀的單元，例如：「化學平衡與可逆反應」實驗，因鉻離子具有較高的毒性，流入環境造成的污染也較高。

(二)那個實驗單元藥品使用量較大？

在實驗藥品的使用量方面，受訪者的看法不盡相同，大抵來說，可分為三類，被受訪者認為有必要減少藥品使用量的實驗：

1. 「酸鹼中和」實驗(佔全部受訪者的**44.4%**，4/9 人)：酸液及鹼液的消耗量大。

2. 「電解硫酸銅」、「電鍍」及「鋅銅電池」實驗(佔全部受訪者的**55.6%**，5/9 人)：

硫酸銅用量多且溶液濃度低，不利於回收。

3. 「氧氣製備」實驗(佔全部受訪者的**22.2%**，2/9 人)：雙氧水用量多，且二氧化

錳大多未回收而直接丟棄。

由此可知，未必是高污染的化學物質才會造成污染，即使是毒性較低的化學物質，一旦累積至一定的量，也會對環境造成傷害，況且藥品過度使用也是另一

種形式的浪費(不環保)。

以訪談法瞭解國中「自然與生活科技」教師對實驗課程的環保情況之看法

29

(三)那個實驗單元藥品的毒害性較大？

據訪談結果統計，有**77.8%(7/9)** 人的受訪者表示「化學平衡與可逆反應」實

驗中所使用的鉻酸鉀溶液具有相當高的毒性，雖然鉻酸鉀在該實驗中的用量不

多，但在長期使用的情況下(全國每班每校的累積量)，必然會對生物體造成危

害；但亦有受訪者提出不同的見解(佔全部受訪者的11.1%，1/9 人)，他們認為「電解硫酸銅」、「電鍍」、「鋅銅電池」等實驗所傾倒的銅離子溶液遠較鉻酸鉀來得多，更應特別注意。儘管如此，受訪者仍一致認為唯有落實回收制度才能達到遏止毒性物質持續蔓延。

(四)那個實驗單元的不安全性(危險性)較高？

在實驗單元的安全性方面，有85.7%(6/7 人)的受訪者皆認為「金屬與非金屬

氧化」實驗(全部受訪者中曾提及佔71.4%，5/7 人)及「鈉與水反應」實驗(全部

受訪者中曾提及佔42.9%，3/7 人)有值得探討之處。首先在氧化實驗方面，鈉燃

燒不完全時，遇水可能會有火花噴濺，硫燃燒會產生刺鼻的二氧化硫，對人類的呼吸道會造成傷害；在鈉金屬與水反應的實驗中，由於鈉與水反應會產生氫氣，氫氣遇火花而引起爆炸。故從人身安全及環境空氣品質的角度來看待實驗單元，的確有其改善的必要性。

(六)那個實驗單元可發展替代性實驗？

在實驗課程發展替代性實驗方面，有七成以上(8/11 人)的受訪者認為發展環

保又兼顧安全的替代實驗有其必要性，除了環保上的考量之外，也能替學校降低購買藥品的支出，學生也能學習利用生活中的素材進行實驗。綜合受訪者提供的實驗改良建議，列出以下幾點：

1. 「電解硫酸銅」、「電鍍」及「鋅銅電池」等實驗將藥品減量或整個實驗微型化

(全部受訪者中曾提及佔25.0%，2/8 人)。

2. 「化學平衡與可逆反應」實驗(鉻酸鉀與鹽酸反應)可將鉻酸鉀溶液換成碘溶液

或者紫色高麗菜汁、芹菜汁，依然能夠呈現可逆反應的顏色變化(全部受訪者

中曾提及佔25.0%，2/8 人)。

3. 「鋅銅電池」實驗可用柳橙插上二種不同金屬片(鋅、銅)串接而成的水果電池

取代，效果遠比傳統「鋅銅電池」實驗還好(全部受訪者中曾提及佔12.5%，1/8

人)。

科學教育研究與發展季刊第四十五期

30

(七)整體實驗課程應如何改進？

據訪談結果統計，有50%(5/10 人)的受訪者認為整體實驗課程應朝向微型

化、微量實驗發展；有40%(4/10 人)的受訪者認為現今實驗單元應尋找更環保

的替代實驗來取代，譬如：以綠色藥品或天然素材、廢物回收資源進行實驗，亦

有20%(2/10 人)的受訪者認為現今的實驗課程對於實驗的安全與衛生教育已相當

注重，但缺乏的是完整的實驗環保概念介紹及實驗室環保技能的教育，建議應在教科書中加強實驗室的環保知識與技能的教學。

四、就環保的觀點，對於國中「自然與生活科技」領域之實驗課程

的教學過程中，是否有改進之處？應如何改進及可行性為何？

(一)在實驗教學過程中，化學物質的回收是否有困難之處？如何改進？

據訪談的結果顯示，有九成以上的受訪者認為現今實驗室化學物質的回收是有困難的，如果要改善回收情況，必須從教師的態度、回收制度、實驗單元本身談起，以下綜合訪談者提出的意見，歸納幾點困境：

1.老師習慣不好或者沒有回收的習慣，是許多學校回收率低的主因，加上並無誘

因強化老師回收的意願，以致使實驗室環保工作停滯不前(佔全部受訪者的

50%，5/10 人)。

2.化學物質的回收，可包括：廢棄藥品及實驗廢污二部份。廢棄藥品的問題在於

未知藥品種類繁多且量大，回收後難以分類；實驗廢污的問題在於廢水量大，想要濃縮廢液體積恐怕要消耗更多的能量，以上原因導致老師不願意去碰觸這個麻煩的問題，或者是教師也沒有能力去解決這個難題(佔全部受訪者的30%，3/10 人)。

3.化學物質回收後必須面臨後續處理的問題，受訪者指出絕大多數的國中實驗室並沒有專業的設備、人員及充足的經費可以進行廢污處理的工作，至多儲存一陣子後就倒掉或請藥品商代為處理(佔全部受訪者的20%，2/10 人)。

4.有40%(4/10 人)的受訪者認為缺乏專責的回收機構進行回收，建議學校設立回收站或建立一套完善的回收制度。

5.有10%(1/10 人)的受訪者認為實驗教學未受到學校的重視，只是學科學習的附庸，學校在實驗室投入的經費相當有限。

以訪談法瞭解國中「自然與生活科技」教師對實驗課程的環保情況之看法

31

(二)在實驗室中，廢污處理方法與整體規劃為何？其成效是否良好？有無改進之處？

有九成的受訪者表示，目前多數的學校並無對實驗室進行完整的廢污處理規畫，至多只是放置廢液回收桶而已，故廢污回收及處理的成效實屬有限，若要實驗室符合環保的要求，必須從以下幾點方向進行規畫：

1.有40%(4/10 人)的受訪者認為藥品應正確的分類及儲存，不進購過多的藥品，並定期檢查藥品的使用期限或與它校交換藥品，以避免藥品變成廢棄物。

2.有40%(4/10 人)的受訪者認為應建立廢污標準回收程序，設立流程牌，讓師生有標準可以依循。

3.有40%(4/10 人)的受訪者認為學校設立廢污回收站，進購廢污處理設備或與校外代處理業、大學院校等專業機構合作，定期派人到校回收實驗廢污。

4.有30%(3/10 人)的受訪者認為盡量將實驗用藥量降低，或使用無毒、低污染藥品，以減少廢污的產生。

(三)國中實驗室在藥品管理、人員管理、衛生及安全維護的工作強調重點為何？應如

何落實？

在實驗室管理方面，有75%(6/8 人)的受訪者認為藥品的管理是實驗室管理最重要的一部份，其次是人員管理(佔全部受訪者的25%，2/8 人)、再者為安全及衛生(佔全部受訪者的12.5%，1/8 人)等。據受訪者表示學校的藥品種類及數量繁多，很多都是歷年累積下來的過期藥品或未標示或標籤脫落的藥品，久而久之便造成實驗室棘手的問題。故在此方面專家學者也提出一些建議：(1)嚴格管控藥品的採購，並定期對庫存藥品數量及種類作記錄，(2)可與鄰近學校進行藥品交換，以減少藥品購置的浪費，避免污染發生。

五、國中「自然與生活科技」領域教師在實驗教學中所表現之環保

認知、態度及行為的注重程度及看法

(一)您認為國中教師的在實驗教學中，除了科學知識與技能的傳授外，是否應注重實驗相關環保知識的傳授，或環保態度及環保行為的培養？

在受訪的國中教師皆表示目前都有在課堂上傳授環保相關知識(多為一般環

保知識，與實驗有關的環保知識著墨不多)，但是環保技能方面卻比較少，其一

是在課堂上真正能應用的環保技能並不多，其二是老師由於課程進度的壓力，無法教學生太多，其三是老師在環保方面的知能不足等。

科學教育研究與發展季刊第四十五期

32

(二)您是否經常教導學生有關於實驗室的安全、衛生及環保之知識與技能？學生是否能接受？

有90.9%(10/11 人)的受訪者表示願意在課堂上傳授學生與環保有關的知識

及技能。國中的受訪教師指出教師一定會教導學生有關實驗室安全、衛生及環保方面的知識，但是多偏重於安全方面，環保方面著墨不多；而大部份會強調污染

的危險與回收的重要性。有七成的受訪者則認為國中實驗教學中所強調的環保大多停留在知識的層面，鮮少提及實驗室的環保技能，充其量只是讓學生知道廢棄物要倒那個桶子而已。

(三)您認為教師的環保認知越佳，是否環保態度越好？教師環保態度越佳，是否較易於去實踐環保行為？

據受訪結果的統計，有45.4%(5/11 人)左右的受訪者認為教師的環保認知越

佳，其所表現的環保態度越好，但卻有高達54.5% (6/11 人)的受訪者認為環保認

知與環保態度並沒有絕對的關連性，這和老師的個人特質與教育背景有很大的關連性，譬如這課堂上口沫橫飛講述環保問題的老師，他未必認為實驗室回收對環境能有多大的幫助，故在教師的環保認知與態度方面仍值得深入探討。在教師的

環保行為方面，有72.7%(8/11 人)的受訪者認為環保態度越好的老師有更高的比

例願意主動去實踐環保行為，只有27.2% (3/11 人)的受訪者認為不一定或無意

見，故環保態度與環保行為間呈現正相關。由此可知，若要自然科教師落實實驗

室的環保行為，應強化教師的環保態度，而非不斷地增加環保知識(前期應加強

環保知識，但其邊際效應會隨次數而遞減)，如此才有增強教師環保行為的可能

性。

(四)您認為在實驗教學中，影響教師在實驗室的環保認知、態度及行為的因素為何？

依上述探討，教師的環保認知未必與環保態度有關連，而在環保態度與環保行為上則呈正相關，據受訪者表示，教師的環保態度是影響其環保行為重要的因素，除此之外，仍有許多的環境因子會影響教師落實環保行為的意願，故綜合受訪者提出的觀點，整理影響因素如下：

1.人格特質(全部受訪者中曾提及佔90.9%，10/11 人)：包括性格、習慣、態度、信念、價值觀及握控觀等，尤其是習慣及價值觀對於教師是否會落實環保行為有很大的關連性，譬如習慣不好的老師，即使願意去實行環保作為，但是可能一時的習慣動作(隨手倒掉)，而功虧一匱。

以訪談法瞭解國中「自然與生活科技」教師對實驗課程的環保情況之看法

2.環保教育訓練(全部受訪者中曾提及佔18.2%，2/11 人)：包括教育背景、環保

研習次數、環保議題的接觸等，受訪的專家學者指出若曾修習過環境倫理及環境教育等課程者，懂得以環境為中心，會比較具有強烈的環保行為意向，進而落實環保行為。

3.環境因素(全部受訪者中曾提及佔54.5%，6/11 人)：包括經費、設備、場地、

學校對實驗環保的重視程度等，這些環境因子涉及教師從行為意向到落實於行動的可能性，一個具有誘因或鼓勵環保的環境，有助於提高教師落實環保於實驗教學之中。

六、如何有效的改善教師及學生對實驗課程

的教學及學習態度、行

為，以符合環保的期待？

有63.6%(7/11 人)的受訪者表示，要改善老師與學生在實驗課程中的環保態度與行

為，需要經過長時間的再教育，亦有受訪者提出不同的觀點，認為從課程及制度面著手，方可避免因人為的不確定性，造成污染的發生。綜合以上所述，可從三方面提出建議：

(一)教師方面

1.學校應加強對師生的環境教育宣導(佔全部受訪者的9.1%，1/11 人)。

2.強迫老師參加與環保有關的研習進修(佔全部受訪者的63.6%，7/11 人)。

3.教師應以身作則，在實驗教學中做好環保(佔全部受訪者的18.2%，2/11 人)。

(二)學生方面

1.讓學生實際參與環保有關的活動，藉由親身體驗，強化對學生環保覺知(佔全

部受訪者的27.3%，3/11 人)。

2.利用實驗教學對學生施行環保的機會教育，並隨機抽問讓學生發表意見，並進

行評量(佔全部受訪者的18.2%，2/11 人)。

(三)其它方面

1.改進教科書的實驗單元，推動環保、微量的實驗課程(佔全部受訪者的27.3%，3/11 人)。

2.強制學校回收實驗廢棄物，並定期稽查控管，若未依規定回收則減少學校經費作為懲處(佔全部受訪者的36.4%，4/11 人)。

根據上述的訪談結果，研究者將重要的訪談結論，以條列的方式歸結於下表之中，提供給在實驗教學現場的教師及有心從事實驗室改善的學校作一參考：

表二、國中實驗課程的環保情況之訪談結論一覽表

訪談大題	重要結論
1.實驗課程的設計理念	(1)減量(減少藥品使用量及減少廢污體積) (2)減少實驗過程藥品的毒性或廢棄物的毒性 (3)廢污回收再利用 (4)低成本材料及減少能源使用 (5)使用天然(無害)實驗材料 (6)以環保的觀點設計(替代)實驗
2.污染性高的實驗單元	(1)「電解硫酸銅」、「電鍍」、「鋅銅電池」(硫酸銅溶液用量多)
3.藥品用量多的實驗單元	(1)「酸鹼中和」、「電解硫酸銅」、「電鍍」及「鋅銅電池」(電解液用量多)
4.毒性大的實驗單元	(1)「化學平衡與可逆反應」實驗(使用鉻酸鉀等)
5.危險性高的實驗單元	(1)「金屬與非金屬氧化」(二氧化硫逸散)、「鈉與水反應」(氫爆炸及鹼液噴濺)
6.可發展更環保性實驗的實驗單元	(1)「電解硫酸銅」、「電鍍」→微型化實驗 (2)「化學平衡與可逆反應」→以碘液取代鉻酸鉀溶液 (3)「鋅銅電池」→改變實驗裝置
7.整體實驗改進方向	(1)朝向微型(量)化實驗發展 (2)以更環保的實驗取代現有實驗課程 (3)教科書加入實驗的環保知識與技能的教學
8.實驗廢污回收的困難處	(1)老師回收習慣不好，且無獎勵的誘因 (2)廢水量過大，且教師沒有能力及時間處理 (3)實驗室並沒有專業的設備、人員及充足的經費可以進行廢污處理的工作 (4)學校無心建立廢污回收制度及程序
9.實驗廢污的解決方向	(1)藥品應正確的分類及儲存，減少廢棄藥品 (2)建立廢污標準回收程序 (3)與大學院校等專業機構合作，定期派人到校回收實驗廢污。 (4)降低實驗用藥量
10.改善師生對實驗課程的環保態度及行為的方法	(1)改進教科書的實驗單元，推動環保的實驗課程 (2)鼓勵老師參加有關環保教育的研習進修 (3)強制學校回收實驗廢污，並定期稽查控管

綜合專家學者與國中自然科教師的訪談意見，研究者發現，不論是專家學者或者國中教師一致認為化學實驗課程具有相當的污染性，只是二者對污染的程度看法不同，專

家學者(A,B,C 教授)認為雖有污染但仍屬於可忍受的程度，實驗課程改進的目的是為了達到環保教育的目標，培養學生正確的環保行為(A,B 教授)，故專家學者們較重視的是環保態度及行為的養成，並且認為環保態度與環保行為有顯著的關連性，並建議自然科教師應參與環境教育的研習進修，進而將環保觀念帶入自然科教學之中；而國中教師則認為實驗的污染是一直存在著，並沒有改善過，學校的實驗廢污也一直儲存在學校實驗室的角落，不斷地累積，且沒有老師有意願或有能力去處理，學校也抱持著消極的態度，教師們認為學校實驗課程的環保問題與學校的大環境(經費、設備、場地等)及教師的特質有密切的關係(G、H、I 老師)，不可足一而論，在學校中有環保責任感的老師畢竟是少數，故實驗室的環保情況難有起色。

伍、結論與建議

一、就環保的觀點而言，大多數的教師認為實驗課程仍有改進的空間，部份的實驗單元仍具有污染性，且這些實驗大多集中於物理及化學類實驗，其中以化學實驗數目居多，如：「電解硫酸銅」、「電鍍」、「鋅銅電池」、「酸鹼中和」、「金屬與非金屬的氧化」、

「溫度(濃度)對反應速率影響」(硫代硫酸鈉與鹽酸反應)及「可逆反應與平衡改變」(鉻酸鉀與酸鹼液反應)等。

二、實驗課程污染最主要的問題，包括：使用藥品過量、使用藥品的種類太多、使用有害(有毒)的藥品、廢水體積過大、產生有害廢氣等，建議從「減少藥品使用量」、「改用無毒藥品替代或降低廢污毒性」、「加強回收再利用」、「發展環保的替代實驗」等方面著手改進。

三、在實驗室方面，實驗室廢污回收及處理的困難，包括：教師回收習慣不佳、回收的廢污成份複雜、後續處理及儲存困難及未獲學校重視等，若要改善此一現況，建議學校應建立廢污標準回收程序，並由專人負責實驗室管理，最好能與週遭學校建立藥品交換制度，以扼止藥品的過度浪費。

四、教師在實驗教學中的環保認知、態度及行為受到教師的習慣、價值觀、環保訓練及學校環境因素影響有關，建議教師應多參加有關實驗廢污處理技能訓練與環保教育之研習，以提昇教師的環保知能，學校也應該提供經費及人力協助教師解決實驗課程的環保問題。

科學教育研究與發展季刊第四十五期

五、研究者建議學校應鼓勵教師設計符合環保且具有創意的實驗單元。

參 考 文 獻

方金祥(1994)：學校化學實驗室減廢妙方— (4+1)R。環境科學技術教育專刊，3，14-21。

林明瑞(1994)：國民小學環境教育概念研究。台中：國立台中師院。

林明瑞(1996)：學校環境保護問題探討。台中：台中師院環教中心。

洪木利(1998)：校園減量減廢改良實驗之推廣。環境科學技術教育專刊，14，72-84。

張明寮(1998)：校園減量減廢— 由生活科技教學談起。環境科學技術教育專刊，15，68-73。

楊森源(1996)：化學實驗減廢方法研究。高苑學報，5(2)，175-181。

董有蘭(1990)：減少國中理化實驗廢棄物之研究。國科會報告，NSC79-0421-S-003-005-Z。

蕭次融(1993)：從環保意識談高中化學實驗的設計。科學教育，164，38-40。

魏蘊聰(1993)：國中化學實驗廢棄物的回收或處理方法之研究。國科會報告

NSC82-0111-S-003-006-Z。

魏蘊聰(1994)：國中化學實驗廢棄物的回收或處理方法之研究(II)。國科會報告

NSC83-0111-S-003-014-Z。

羅時成(2002)：導向之高中以下化學實驗課程改進。國科會報告，NSC89-2511

-S-005-006-X3。

Amato,I.(1993).The Slow Birth of Green Chemistry. *Science*，259，538-541。

Anastas,P.T. & Williamson,T.C.(1996).*Green Chemistry : Designing Chemistry for the Environment*.Washington, DC : American Chemical Society。

Armour,M.(1988).Chemical waste management and disposal. *Journal of Chemical*

Education , 65(3) , A64-A68 .

Clark,J.(1996).The Greening of *Chemistry*. *Chemistry in Britain* , 34(10) , 43-45 .

以訪談法瞭解國中「自然與生活科技」教師對實驗課程的環保情況之看法

37

A Study of the Opinions of Science and Technology Teachers Towards Environmental Protection in Experiment Courses by Interview

Ming- Hsien Yang

Maoli-dahu junior high school

Abstract

The experiment courses were important parts in Science education developed in

Taiwan.

Since The Guideline of Grade 1-9 Curriculum was implemented, the Ministry of Education

incorporated environmental education into one of the six issues of The Guideline of Grade

1-9

Curriculum with increasing awareness of environmental protection. The experiment

courses of

Science and Technology, one of the most crucial indicators of environmental education

goals

for school, has a huge influence on the campus surroundings and nearby. The main

purpose of

the study was to understand whether the designation of experiment courses cohered with

environmental protection in junior high school. To understand teachers' opinions of

experiment

courses and interviews were carried out among eleven experts, scholars and junior high

school

teachers with background of environmental protection and experiment teaching from

central

Taiwan. In the end, some improvements in those experiment courses were put forward.

The

results of the study were shown as follows : (1) In experiment courses, there were some

experiments which might create pollution but have room for improvement. For

examples, "Cu-Zn electric cell", "To electrolyze CuSO₄ solution", "Temperature and

Reaction

rates”, ”Reversible reaction and Chemical equilibrium” and so on.(2)The experiment

weasts

were controlled by reduce weasts from source(example : “cutting down the amount of

chemical

科學教育研究與發展季刊第四十五期

38

used”) and terminal treatment(example : reusing weasts).(3) In the course of experiment

teaching,teachers’ environmental cognitions and environmental attitudes played an

important role in students’ environmental behaviors.Teachers should strengthen

environmental knowledges and skills of experiment weasts treatment.

Key words : Science and Technology 、 Experiment Courses 、 Environmental Protection

—