

# 科技大學學生對化學實驗藥品使用認知之研究

薛光華<sup>1</sup> 許良榮<sup>2</sup>

<sup>1</sup>中華醫事科技大學 <sup>2</sup>國立臺中教育大學

(投稿日期：96年4月23日；修正日期：96年5月17日；接受日期：96年6月26日)

## 摘 要

本文旨在了解四技科大學生對化學實驗藥品使用相關安全衛生概念之認知與差異，以供未來大一化學相關實驗課程教學參考改進之用。研究對象涵蓋南部某科技大學環安、職安、醫技、食營、食科一、二年級學生共400人。研究工具為自行發展之紙筆測驗，並運用百分比統計、t-檢定、單因子變異數分析等統計方法進行資料分析。評量內容包括一般知識、專業常識、分類概念、使用概念、標籤概念等，總計有15題。主要研究發現如下：(1) 缺乏廢棄物混合棄置的知識。(2) 對於化學藥品酸鹼性的判斷能力不足。(3) 對於化學藥品是有機物或無機物的分辨能力不佳。(4) 化學藥品圖樣的辨識能力不夠。(5) 整體表現上二年級優於一年級，且達顯著差異水準 ( $p < 0.001$ )。(6) 性別方面男生的表現各年級均優於女生，但未達顯著差異水準。(7) 除了醫技系-食營系 ( $p=0.030$ ) 與醫技系-食科系 ( $p=0.010$ ) 有顯著差異之外，其他各系之間並沒有顯著差異。

關鍵詞：化學實驗藥品、實驗廢棄物處理、安全衛生認知

## 壹、緒論

### 一、研究背景與動機

化學乃實驗之科學，化學實驗可以讓學生驗證化學上的一些基本原理與概念，培養學生正確的科學態度與熟練科學方法，進而激發其創造發明之潛能。化學課程之教學，若能輔以實驗教學，將有助於學生學習興趣之提高，增進教學之效果。

實驗時，由於實驗者的疏忽，或由於安全知識的欠缺，經常造成一些意外事件。學校乃培育社會人才之場所，學校教育功能之一，即是在養成國民未來就業之能力。若能加強學生的實驗安全概念，不但可以減少在學校實驗時意外事故之發生，更可以使其將來就業，進入化學工廠或化學實驗室，當其面對相關化學藥品時，能有適切的處理措施，以避免危險事件之發生與減少意外傷亡。

Hellman(1986)曾指出影響實驗室安全的因素包括：學齡、教學法、裝置技術、實驗室設備、教師、安全知識等。顯示化學實驗發生意外的原因，有些是來自實驗室的設備，有些則是來自實驗知識的欠缺與行為的不當。

近年來，由於升學率提高，學校化學實驗室意外事故之發生頻率也隨之增加。這些事故之發生，或許是學校實驗教育有疏忽的地方。事實上接受安全課程訓練的學生，較少發生意外事故。學生若能具備正確的化學實驗安全概念，將會減少意外事故之發生機會。因此，實有必要研究學生對化學實驗安全概念認知的情形。研究者深有所感，乃欲探索南部某科技大學的學生對化學實驗藥品使用概念的認知情形，以提供相關單位教學之參考，希望可以減少未來在實驗室或工業界意外事故發生的機會及降低環境污染的衝擊。

### 二、研究問題

本研究主要在探討科技大學一、二年級學生，對化學實驗藥品使用概念的認知情形為何？以及不同背景（性別、年級、系別）的科技大學學生在化學實驗藥品使用概念的認知上，是否有所差異？

### 貳、文獻探討

化學實驗不僅可以使學生有機會了解化學的基本概念和原理，還可以從實驗過程中培養學生仔細觀察、從做中學學習及獲得手腦並用之能力。化學實驗另一個異於其它學科的特徵之一是：實驗時所使用的器物常包含對人體有害或有毒的物質與藥品（歐陽鍾仁，1987）。化學實驗及其藥品往往潛在有傷害、火災、中毒、爆炸及其它偶發事件之危險（陳鏡潭，1984）。化學實驗時所涉及的安全衛生問題，則較其它學科為多，因此，其安全衛生教育工作之落實更顯重要。1962年與1972年日本曾經先後兩次調查全國中小學化學實驗的意外事故，東京大學亦曾調查該校化學系在1969-1974年間發生的實驗室事故。Wilk（1977），Pesta與Kaufman(1986)等人，曾分別調查美國各級學校化學實驗室發生的意外事故，吳瀧川，戴瑞益（1989）也曾調查我國高工、專科學校及大學化工科系的實驗意外事故，張振平，錢葉忠，賈台寶與施慧中（2002）亦

曾針對民國 86 年至 91 年校園曾經發生之化學性災害案例加以統計。表一摘錄歷年來部分實驗室意外事件，件件令人觸目心驚，顯示化學實驗室安全衛生教育之重要性。

Allen (1966) 在一項實驗安全衛生態度調查中發現有 79.4% 的醫護人員與 58% 的化學系研究所畢業生，認為透過教育訓練可以防止意外事件之發生，而 14.7% 的人則認為加強實驗室規則可以防止意外事件之發生。不論是透過教育的方式或是加強安全守則的實施，都可以增進實驗者對安全的正確認識。在學校中若發生實驗室意外，雖然造成的傷亡較小，但亦可能造成學生與老師無謂的紛爭與困擾。而且學生在學校若沒有建立正確的安全衛生概念，就業後也會將不良的行為與習慣帶到新工作環境中，進而造成造成工業界及社會的成本浪費，身為學校實驗教師對此應有所體認。

早在美國第十屆化學會雙年教育會議中即已建議各級學校教師應接受良好的安全與衛生的實務訓練，學校的教材中亦應包含安全與衛生的單元。學生要有健全的安全衛生知識，有賴於教師適切的教導。學校教師本身若能有正確的化學知識、操作技術與安全衛生概念，同時對實驗的安全衛生問題也有充分的了解，教學時方能傳授或指導學生有正確的操作程序與正確的安全概念。劉世鈞、許崑泉、莊陽德與涂柏原(2003) 也指出科學實驗安全衛生所面臨的問題，就是安全衛生上的認知。包括有：1.器材與藥品：實驗器材的正確操作、藥品的危險認知等。2.環保問題：藥品的使用回收、廢棄物的處理、藥品的毒性認知、廢棄物的危害認知等。3.物理環境問題：光線與通風、空間與動線等。4.安全防護：基本防護器材的認識與使用方法、水電安全、意外的處理等。5.教育訓練：安全守則的熟練度、安全知識的傳授等。

學校安全衛生教育是個人安全衛生認知之基礎，化學實驗時，學生若能建立良好的實驗態度與正確的安全衛生概念。未來不論在實驗室、化學工廠中，都能預防意外事件之發生，避免傷害的產生。

表一 國內歷年校園重大實驗室災害事件

日期	發生單位、事故簡述
1988/11/01	某高職兩名女生，做實驗因操作不慎，引起酒精燈爆炸，造成火災。
1995/09/13	某農化實驗室，玻璃燒杯裝的化學藥劑，在混合時引起爆炸。
1997/11/06	某大學生夜間於實驗室實驗意外，致遭三級燙傷。
1998/12/31	某國中實驗室爆炸，四學生受傷。
1999/06/04	某大學實驗室廢液瓶，標示錯誤導致氣爆，女技術人員灼傷。
2000/04/27	某大學實驗室機具走火，導致化學品爆炸燃燒。
2001/08/17	中研院某研究室，兩研究生實驗不慎，一只實驗燒杯突然爆裂，碎片傷及兩人的頭部及胸部等處。
2001/10/26	台中市某國小製作彈珠汽水爆炸，學生臉部及手部炸傷。
2002/08/21	中山大學某化學實驗室，疑似因實驗程序出問題，引發爆炸。
2002/09/06	台中市某國中學生，實驗時不慎吸入二氧化碳，出現呼吸困難的症狀。
2003/01/25	某大學高分子實驗室，疑似實驗室廢溶液中鈉金屬暴露於空氣中，進而與空氣中水氣反應，引發火災。
2003/07/22	某大學實驗室以丙酮清洗玻璃器皿，未完全乾燥就置放於木櫃內，又因室內溫度過高，導致發生火災。
2004/02/21	某大學高分子無機實驗室內從事乙腈純化蒸餾時，疑因疏忽使蒸氣揮發遇熱，導致產生氣爆，並波及鄰近化學實驗室引發火災。
2004/05/25	某國中學生向老師領取 10 毫升氫氧化鈉後，疑在放進試管架時過於用力，導致管內液體濺出，噴到眼睛受傷。
2004/08/06	某大學有機實驗室因正己烷玻璃瓶破裂外洩，因學生清除處理不慎，導致引起火災。
2004/08/19	某大學實驗室疑似因存放有機化學合成藥品之木櫃傾倒，導致有機溶劑外洩，並接觸到熱源，發生爆炸引起火災。
2005/12/06	台中市某國中氣爆，一學生 30% 二度灼傷。

(資料來源：95 年度教育部南區實驗安全衛生教育研習營講義)

## 參、研究方法與步驟

### 一、研究方法

首先依據國內外相關文獻與研究報告之分析，架構一份雙向細目表，再自行設計問卷初稿，敦請相關領域並具博士學位之教授與成功大學環境資源中心研究員各一位，針對問卷題目與目標向度及細項因素間之相關性、與主題的切合度、用字措辭的恰當性等方面，提供意見，完成問卷效度之確立。選定預試對象進行施測後，回收問卷，使用 SPSS 10.0 統計軟體進行相關統計分析(難易度分析、鑑別力分析、信度分析、決斷值與總分相關分析等)，以確立研究工具之信度。各考驗的標準依序為：難度指數高於 0.9 或低於 0.3、鑑別力指數低於 0.19、刪除題項後信度指數高於 0.60、決斷值及各題項與總分間的相關之顯著性低於 0.05。凡此五項判斷依據出現三項刪除標準時，即刪除該題項。最後共計刪除第 1、3、17 等三題(參見表二)，修正完成一份 15 題的正式問卷試題。

表二 問卷信度分析指標總表

原始題號	難度指數	鑑別力指數	信度指數	決斷值	與總分的相關	刪除後題號
1	<b>0.98</b>	<b>-0.05</b>	<b>0.634</b>	<b>-1.000</b>	<b>-0.102</b>	刪除
2	0.71	0.32	<b>0.630</b>	2.189**	0.349**	1
3	<b>0.95</b>	<b>0.09</b>	<b>0.615</b>	<b>1.791</b>	0.250*	刪除
4	0.86	0.27	<b>0.625</b>	3.483**	0.260*	2
5	0.64	0.20	0.599	<b>1.483</b>	<b>0.187</b>	3
6	0.48	0.86	0.588	7.102***	0.623**	4
7	0.43	0.32	0.551	2.076**	0.289**	5
8	0.73	0.55	<b>0.617</b>	4.910***	0.546**	6
9	0.36	0.45	0.588	2.076**	0.299**	7
10	0.89	0.23	0.618	2.946**	0.312**	8
11	0.45	0.45	0.597	4.004***	0.385**	9
12	<b>0.23</b>	0.45	0.566	3.350**	0.432**	10
13	0.75	0.32	<b>0.651</b>	2.913**	0.308**	11
14	0.80	0.32	<b>0.648</b>	3.086**	0.272*	14
15	0.48	0.32	<b>0.620</b>	<b>1.670</b>	0.234*	12
16	<b>0.23</b>	0.36	0.566	2.317*	0.357**	13
17	<b>0.27</b>	0.27	<b>0.642</b>	<b>2.010</b>	0.220*	刪除
18	0.59	0.36	0.581	3.355**	0.350**	15

\*\* $P < 0.01$  , \* $P < 0.05$

## 二、研究樣本

### (一)、預試樣本

本研究的預試採方便取樣的方式，選取南部某四年制科技大學環安系和職安系學生各一班，人數共 80 人，做為本研究的預試樣本。

### (二)、正式樣本

本研究的正式問卷調查採用分層隨機取樣方式，先由全校各科系中，把化學實驗列為必修科目的科系列出來。再依年級分成一年級新生、二年級學生，隨機抽樣選出測試班級。以各科系、各年級各取一班的方式，共抽取出 10 個班級，共計 450 人。

## 三、施測方式

二年級學生是利用大一下學期最後一週之化學實驗課中進行施測，一年級新生則是利用新生入學後，開學第一週之化學實驗課中進行。一年級新生受測時尚未開始大學實驗課程之學習，二年級學生則是已經完成兩個學期化學實驗課程之學習。施測前由受過訓練之助教先行講解，平均完成時間約 12 分鐘。

## 四、資料分析方法

各研究問題的資料分析係以 SPSS 10.0 版統計軟體進行描述性統計和推論性統計

分析：

(一)、描述性統計

使用次數分配、百分比以統計問卷之個人基本資料與各答案選項的分佈情形。並使用平均數、及標準差，來分析取樣學生之認知現況。

(二)、推論性統計

利用 t 檢定考驗不同性別與年級間學生對化學實驗藥品使用認知之差異性是否顯著。不同系別間學生對化學實驗藥品使用認知之差異性則利用 F 檢定(one-way ANOVA 單因子變異數分析法)進行考驗。當達到顯著差異時，再利用薛費法(Scheffe Method) 進行事後比較，以找出單因子變異數分析檢定達顯著水準時之差異所在。

肆、結果與討論

一、研究樣本描述

本研究樣本之個人自變項包含性別、年級、就讀科系等三個項目。依據問卷調查結果分析，總計發出問卷 450 份，扣除無效問卷，回收有效問卷共 400 份（回收率 88.9%）。經次數分配統計分析，研究樣本之分布情形如表三所示。

表三 研究樣本背景資料一覽表

		環安系	職安系	醫技系	食科系	食營系	小計
一年級	男生	31	38	16	26	25	136
	女生	1	4	21	14	26	66
二年級	男生	31	30	29	17	14	121
	女生	7	3	16	21	30	77
總人數		70	75	82	78	95	400

二、化學實驗藥品使用相關概念之認知

本研究之實驗室化學實驗藥品使用相關概念之認知測驗共15題，以下的討論是將相關概念的題目合併後分別進行之。

(一)、化學實驗藥品使用之一般知識

有關於化學實驗藥品使用概念之一般知識共三題，分別是第1、2、4題，答對率依序為71.3%、76.5%、54.8%(參見表四)。

第一題是關於實驗中多餘試劑應如何處理之問題，有七成二(71.3%)學生答對，知道不能再倒回原來的容器中，而是要放入特殊容器中等待處理。仍有近三成的學生不知如何處理，選答(1)有浪費之實，選答(2)恐有污染原液之虞，選答(4)則有污染環境缺點。

第二題有關實驗室中無標籤之藥品處理之問題，有七成六(76.5%)的學生答對，知道無標籤的藥品絕對不可使用及任意擺放，以免發生危險。但還有接近二成的學生選答(1)或(2)，企圖由顏色、味道或印象做為判別依據。少部分學生知道不能使用，但選擇到入水槽則是缺乏環保意識的表現。

表四 化學實驗藥品使用概念之一般知識選答結果分析

試題	選項	N(%)
1.如果您在實驗中使用的試劑超過所需要的用量，您會如何處理？	(1)多做一些實驗設法用完它	40 (10.0%)
	(2)倒回原容器內	55 (13.7%)
	* (3)倒入特別設計的容器	*285 (71.3%)
	(4)直接倒入水溝中	11 (2.8%)
	(5)不知道	9 (2.2%)
2.實驗室中無標籤之藥品，應如何處理？	(1)憑記憶，回想其成份後，再使用	4 (1.0%)
	(2)由顏色或味道，判斷其成份後再使用	62 (15.5%)
	* (3)收到定位並標示之，不可使用	*306 (76.5%)
	(4)一律倒入水槽中，丟棄之	14 (3.5%)
	(5)不知道	14 (3.5%)
4.學校實驗室中，廢液桶應該要使用那一種材質的儲存容器？	(1)橡膠	40 (10.0%)
	(2)玻璃	86 (21.5%)
	* (3)高密度聚乙烯	*219 (54.8%)
	(4)纖維	16 (4.0%)
	(5)不知道	39 (9.7%)

註：“\*”為正確選項

第四題是關於實驗室所使用廢液存放桶材質之問題，有超過五成(54.8%)的學生答對，約兩成(21.5%)的學生選答(2)－玻璃。實驗室中玻璃製的實驗器材很常見，因為其材質透明易於清洗，但並不適合各種廢液長期儲存之用，唯有高密度聚乙烯材質能耐酸、耐鹼，抗腐蝕性、抗氧化性佳，才是適當之材質。

## (二)、化學實驗藥品之專業常識

有關於化學實驗藥品使用概念之專業常識共三題，分別是第3、12、13題(參見表五)，答對率依序為53.3%、46.3%、32.8%。

第三題是討論有關實驗室中廢棄藥品的混合問題，只有五成三(53.3%)的學生答對。近三成的學生會選擇與具有氧化性、還原性或高活性之廢棄藥品混合，兩成的學生選擇不知道，上述廢棄藥品混合有其危險性，顯示學生缺乏廢棄物如何混合棄置的知識，是實驗室安全衛生管理上重大缺失。

第十二題是實驗室廢液桶存放廢液容量的問題，只有46.3%的學生答對，答對率不到一半。廢液桶存放廢液太滿，在移動的時後有溢出之顧慮，容量不足則又有廢液桶使用浪費之虞，故以八分滿為宜。

第十三題是關於實驗室中廢棄藥品遇到水是否會產生激烈反應的問題，答對率更少(32.8%)。乙醇就是酒精，而酒精與水混合，是頗為常見的事，不會有激烈反應，可是只有三成二的同學答對。卻有兩成三的學生認為硫酸與水混合是安全的，而兩成五的學生也不知道磷化鈣、碳化鈣均是禁水物質，這些都值得任課教師在相關實驗時，必需再三提醒學生注意的事項。

表五 化學實驗藥品使用概念之專業常識選答結果分析

試題	選項	N(%)
3.下列各項物質中，何者可與其他化學廢棄物安全的混合？	* (1)水	*213 (53.3%)
	(2)高活性化化合物	12 (3.0%)
	(3)還原劑之廢液	92 (23.0%)
	(4)高濃度氧化劑	12 (3.0%)
	(5)不知道	71 (17.7%)
12.廢液桶中之廢液超過總容量之多少，即不可再傾到廢液？	(1) 60%~70%	100 (25.0%)
	* (2) 70%~80%	*185 (46.3%)
	(3) 80%~90%	34 (8.5%)
	(4) 90%以上	20 (5.0%)
	(5)不知道	61 (15.2%)
13.下列廢棄藥品遇到水時均會產生劇烈反應，但有一個例外請問是哪一個？	(1)磷化鈣	47 (11.8%)
	* (2)乙醇	*131 (32.8%)
	(3)硫酸	108 (27.0%)
	(4)碳化鈣	37 (9.2%)
	(5)不知道	77 (19.2%)

註：“\*”為正確選項

### (三)、化學實驗藥品之分類概念

有關於化學實驗藥品使用概念之分類概念共四題，分別是第5、6、7、10題(參見表六)，答對率分別45.0%、74.3%、48.5%、17.5%。

第五、六兩題是有關物質酸鹼性判斷的問題，第五題只有約四成五學生答對。碳酸鈉水溶液是呈鹼性，答錯的學生約有四成，不知道的學生也有一成五。第六題是有關酸鹼性與pH值之關係的判斷，7是中性，0~3為強酸，3~6為酸性，8~10為鹼性，11~14則為強鹼。有七成多的學生答對，但是仍有一成五的學生不會，顯示學生對pH值的了解仍須加強。

第七、十兩題是關於有機、無機廢液分類的問題。第七題只有約五成的學生答對，三成的學生答錯，兩成左右的學生選不知道。酒精是碳氫化合物屬於有機物質，金屬及其化合物屬於無機物質。第十題的答對率更低，四氯化碳是含碳的化合物，屬於有機物質，只有不到兩成的學生答對，五成的學生答錯，兩成左右的學生選答不知道。從問卷分析可知，學生對分辨化學物質中何者是有機物質，何者是無機物質的能力不佳，有待加強。

表六 化學實驗藥品分類概念選答結果分析

試題	選項	N(%)
5.下列各項物質中，何者不屬於酸性物質	* (1)碳酸鈉	*180 (45.0%)
	(2)鉻酸	36 (9.0%)



	(3)鹽酸	29 (7.2%)
	(4)無機酸	95 (23.8%)
	(5)不知道	60 (15.0%)
6.在化學性質中，關於pH值所表示的性質，下列何者錯誤？	(1) 8-10為鹼性	16 (4.0%)
	* (2) 8為中性	*297 (74.3%)
	(3) 3-6為酸性	23 (5.8%)
	(4) 0-3為強酸性	22 (5.5%)
	(5)不知道	42 (10.4%)
7.下列各項物質中，何者不屬於無機廢液類？	* (1)酒精	*194 (48.5%)
	(2)六價鉻	21 (5.2%)
	(3)重金屬	41 (10.3%)
	(4)水銀	48 (12.0%)
	(5)不知道	96 (24.0%)
10.下列各項物質中，何者屬於有機廢液類？	* (1)四氯化碳	70 (17.5%)
	(2)硫酸	49 (12.3%)
	(3)氫氧化鈉	74 (18.5%)
	(4)碳酸鉀	86 (21.5%)
	(5)不知道	121 (30.2%)

註：“\*”為正確選項

#### (四)、化學實驗藥品之使用概念

有關於化學實驗藥品使用概念之使用概念共三題，分別是第8、9、11題(參見表七)，答對率依序為87.5%、42.0%、81.3%。

第八題是關於操作易燃性化學藥品時位置的問題，有近九成的學生答對，只有少部分學生答錯或不知道，表示絕大部分的學生對於「火」都有一定程度的警覺。

第九題的答對率只有四成多，這表示學生對實驗廢棄物的認知不足，不知道排出廢水之成分複雜，輕忽實驗廢棄物的後續處理問題，也就無法對化學藥品減量使用，以減少實驗廢棄物之排放。

第十一題有八成一的學生答對，這表示大部分學生對實驗室廢液存放位置有正確的概念，也能了解廢棄物質存放時，有哪些該注意的事項。

#### (五)、化學實驗藥品之標籤概念

有關於化學實驗藥品使用概念之標籤概念共二題，分別是第14、15題(參見表八)，答對率依序為85.5%、53.0%。

表七 實驗室化學實驗藥品使用概念選答結果分析

試題	選項	N(%)
8.在實驗過程中醇類、醚類等溶劑，絕不可靠近	* (1)使用中的酒精燈	*350 (87.5%)
	(2)使用中的顯微鏡	7 (1.8%)

下列何種設施旁邊？	(3)洗手台	15 (3.7%)
	(4)天平	5 (1.2%)
	(5)不知道	23 (5.8%)
9.下列哪一項不屬於一般實驗室廢液所具有的特色？	(1)廢水排出成分複雜	80 (20.0%)
	(2)廢液量大	65 (16.2%)
	* (3)少量、好處裡	*168 (42.0%)
	(4)種類繁多	35 (8.8%)
	(5)不知道	52 (13.0%)
11.下列哪一項不是實驗室廢液存放之安全措施？	(1)遠離熱源	5 (1.2%)
	* (2)有空位就可存放	*325 (81.3%)
	(3)應於明顯處設置標示	40 (10.0%)
	(4)不易傾倒，不堆太高	11 (2.8%)
	(5)不知道	19 (4.7%)

註：“\*”為正確選項

表八 實驗室化學實驗藥品標籤概念選答結果分析

試題	選項	N(%)
14.下列各項圖示，何者是腐蝕性物質的標示？	(1) 	34(8.5%)
	(2) 	10(2.5%)
	(3) 	1(0.3%)
	* (4) 	*342(85.5%)
	(5)不知道	13(3.2%)
15.下列各項圖示，何者是氧化性物質的標示？	(1) 	44(11.0%)
	* (2) 	*212(53.0%)
	(3) 	34(8.5%)
	(4) 	27(6.7%)
	(5)不知道	83(20.8%)

註：“\*”為正確選項

第十四、十五題都是化學實驗室中常見的物質分類標示。第十四題腐蝕性的圖樣可能比較容易辨識，有八成五的學生答對，但還是有近一成的學生會與骷髏頭為標示的毒性物質混淆，這一點值得任課老師注意。

第十五題氧化性的圖樣可能比較不容易辨識，學生答對率降為五成。近三成的學生

答錯，兩成的學生選答不知道。顯示學生對物質分類圖示的認知不甚了解，任課老師在此一方面宜加強教育宣導。

### 三、化學實驗藥品使用概念之認知差異分析

#### (一)、學生對化學實驗藥品使用認知之表現

由測驗之結果發現，將答對率換算為相對百分數，全體學生總成績之平均57.9分，未達及格標準（參見表九）。

表九 全體生對化學實驗藥品使用之分析

項目	總分	一般知識	專業知識	分類概念	使用概念	標籤概念
滿分	15	3	3	4	3	2
得分	8.69	2.02	1.32	1.85	2.11	1.39
百分數	57.9	67.3	44.0	46.3	70.3	69.5

至於在各分項成績方面，若依相對百分數來看，化學實驗藥品之「使用概念」、「標籤概念」與「一般知識」分別是70.3分、69.5分、67.3分，表現尚可。但是在「分類概念」與「專業常識」部分之表現則不佳，分別只有46.3分與44.0分，與前三項出現20分以上的落差，顯示學生對「藥品分類」與「專業常識」方面認知不足，有待加強。

#### (二)、不同年級學生對化學實驗藥品使用概念之差異

依總成績及各分項之相對百分數而言，二年級的表現均高於一年級（參見表十）。由表十顯示學生在經過一年的化學實驗課程學習後，其表現比從未上過科技大學實驗的一年級學生好。這是否意味著高職化學實驗課程教學效果不彰，有待進一步研究。由 t 考驗結果顯示，一、二年級學生在「總分」(p=0.000)、「一般知識」(p=0.030)與「分類概念」(p=0.000)的表現上達顯著差異，值得教授一年級實驗課程教師注意。在「專業常識」、「使用概念」、「標籤概念」的表現方面雖然二年級學生表現較好，但是其差異性並未達顯著水準。

表十 不同年級在化學實驗藥品使用之表現

	總分*		一般知識*		專業知識		分類概念*		使用概念		標籤概念	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
	(百分數)		(百分數)		(百分數)		(百分數)		(百分數)		(百分數)	
一年級	8.18	2.58	1.93	0.90	1.27	0.90	1.56	1.06	2.05	0.83	1.36	0.63
	(54.5)		(64.3)		(42.3)		(39.0)		(68.3)		(68.0)	
二年級	9.22	2.18	2.12	0.85	1.37	0.84	2.15	0.99	2.17	0.74	1.41	0.65
	(61.5)		(70.7)		(45.7)		(53.8)		(72.3)		(70.5)	

註：“\*”表達顯著差異 (P<0.05) 之項目

#### (三)、不同性別學生對化學實驗藥品使用認知之差異

男生的總分相對百分數 (58.9分) 高於女生(56.3分)，雖然男生的分數比女生高，但其間之差異性尚未達顯著水準。至於在各分項向度表現方面，除了在「標籤概念」方面

達到顯著的差異水準 ( $p=0.009$ ) 之外, 其他各分項間則沒有顯著差異 (參見表十一)。

表十一 不同性別在化學實驗藥品使用之表現

	總分		一般知識		專業知識		分類概念		使用概念		標籤概念*	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
	(百分數)		(百分數)		(百分數)		(百分數)		(百分數)		(百分數)	
男生	8.83	2.46	2.05	0.89	1.34	0.91	1.85	1.05	2.15	0.79	1.45	0.62
	(58.9)		(68.3)		(44.7)		(46.3)		(71.7)		(72.5)	
女生	8.45	2.40	1.99	0.86	1.29	0.80	1.86	1.09	2.03	0.78	1.27	0.65
	(56.3)		(66.3)		(43.0)		(46.5)		(67.7)		(63.5)	

註：“\*”表達顯著差異 ( $P<0.05$ ) 之項目

若將一、二年級分別查驗, 一年級男生的總分相對百分數(55.3分) 高於女生(53.0分), 但其間之差異未達到顯著水準。至於在各分項向度表現方面, 也沒有顯著差異 (參見表十二)。

表十二 不同性別學生對化學實驗藥品使用之分析結果

		總分		一般知識		專業知識		分類概念		使用概念		標籤概念*	
		M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
		(百分數)		(百分數)		(百分數)		(百分數)		(百分數)		(百分數)	
男	大一	8.29	2.62	1.93	0.90	1.32	0.95	1.54	1.01	2.09	0.84	1.40	0.64
		(55.3)		(64.3)		(46.0)		(38.5)		(69.7)		(70.0)	
	大二	9.44	2.11	2.17	0.86	1.36	0.87	2.19	0.99	2.21	0.72	1.50*	0.61
		(62.9)		(72.3)		(45.3)		(54.8)		(73.7)		(75.0)	
	合計	8.83	2.46	2.05	0.89	1.34	0.91	1.85	1.05	2.15	0.79	1.45	0.62
		(58.9)		(68.3)		(44.7)		(46.3)		(71.7)		(72.5)	
女	大一	7.95	2.62	1.92	0.92	1.18	0.80	1.61	1.15	1.97	0.80	1.27	0.60
		(53.0)		(64.0)		(39.3)		(40.3)		(63.7)		(63.5)	
	大二	8.87	2.26	2.04	0.82	1.39	0.80	2.08	0.98	2.09	0.76	1.27*	0.70
		(59.1)		(68.0)		(46.3)		(52.0)		(69.7)		(63.5)	
	合計	8.45	2.40	1.99	0.86	1.29	0.80	1.86	1.09	2.03	0.78	1.27	0.65
		(56.3)		(66.3)		(43.0)		(46.5)		(67.7)		(63.5)	

註：“\*”表達顯著差異 ( $P<0.05$ ) 之項目

二年級的男生總分(62.9分)同樣高於女生(59.1分), 但其間之差異也未達顯著。至於在各分項向度表現方面, 除了在「標籤概念」方面達到顯著差異水準 ( $p=0.019$ ) 之外, 其他各分項間則沒有顯著差異 (參見表十二)。

經由以上統計結果發現, 就性別而言, 男生表現普遍優於女生, 但除了二年級「標籤概念」之外, 均未達顯著差異水準。全體男、女生人數比 (64.2%、35.8%), 約 2比1, 在男生較多之理工科系中尚屬合理分配。但是為何女生之表現均較男生為差, 值得後續研究深入分析。

#### (四)、不同系別學生對化學實驗藥品使用概念之差異

對一、二年級全體研究對象而言，在各方面之得分表現上最佳的是醫技系，其他各系則是略有不同（參見表十三）。

總分表現以醫技系的表現較好；其次為環安系、職安系；食科系、食營系再次之。利用單因子變異數分析法（ANOVA），以比較不同系別之差異是否達顯著水準( $p < 0.05$ )，在經過Scheffe多重比較後發現，除了醫技系-食科系（ $p = 0.030$ ）與醫技系-食營系（ $p = 0.010$ ）有顯著差異之外，其他各系之間並沒有顯著差異。

至於「一般知識」、「專業常識」與「分類概念」的表現上，各系之間也沒有顯著的差異。

但是在「使用概念」分項表現上，醫技系與食科系之間有顯著性的差異（ $p = 0.035$ ）。在「標籤概念」分項表現上，食營系學生表現較差，與醫技系、環安系與職安系比較，均出現顯著性的差異（ $p = 0.002$ 、 $0.009$ 、 $0.009$ ）。

表十三 不同系別對化學實驗藥品使用之表現

	總分*		一般知識		專業知識		分類概念		使用概念*		標籤概念*	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
	(百分數)		(百分數)		(百分數)		(百分數)		(百分數)		(百分數)	
環安系	8.61	1.84	1.81	0.87	1.33	0.78	1.71	0.89	2.27	0.72	1.50*	0.56
	(57.4)		(60.3)		(44.3)		(42.8)		(75.7)		(75.0)	
職安系	8.64	2.11	2.08	0.87	1.15	0.94	1.77	0.98	2.15	0.73	1.49*	0.63
	(57.6)		(69.3)		(38.3)		(44.3)		(71.7)		(74.5)	
醫技系	9.71*	2.21	2.21	0.84	1.57	0.90	2.10	1.05	2.30*	0.75	1.52*	0.53
	(64.7)		(73.7)		(52.3)		(52.5)		(76.7)		(76.0)	
食科系	8.46*	2.45	2.08	0.85	1.21	0.87	1.94	1.06	2.91*	0.76	1.33	0.66
	(56.4)		(69.3)		(40.3)		(48.5)		(63.7)		(66.5)	
食營系	8.11*	2.98	1.94	0.92	1.34	0.82	1.75	1.22	1.95	0.87	1.44*	0.71
	(54.1)		(64.7)		(44.7)		(43.8)		(65.0)		(57.0)	
平均	8.69	2.44	2.03	0.88	1.32	0.87	1.85	1.06	2.11	0.79	1.39	0.64
	(57.9)		(67.7)		(44.0)		(46.3)		(70.3)		(69.5)	

註：“\*”表達顯著差異（ $P < .05$ ）之項目

#### 伍、結語

本研究分析科技大學一、二年級學生，對化學實驗藥品使用概念的認知情形，研究結果發現學生化學實驗藥品使用概念之認知頗令人憂心。有近三成的學生不知如何處理實驗中多餘試劑，有近二成的學生，企圖由顏色、味道或印象做為判別無標籤藥品之依據。七成多的學生知道硫酸與水混合是危險的，同時也有認為酒精與水混合會有激烈反應的錯誤想法。而學生對於圖樣的辨識能力仍嫌不足，任課老師在此一方面仍有待加強宣導。但是因為此一分項概念僅有2個題目，其結果恐難以足以真正代表學生之認知情形，另外圖像之清晰度與適切度也可能左右學生之判斷。建議未來可以在危害通識的圖

示認知這一部分作進一步深入探討的研究。

至於不同年級、性別學生對化學實驗藥品使用之認知，二年級的表現普遍優於一年級，在「總分」、「一般知識」、「分類知識」均達顯著差異水準。此種差異或許是由於二年級學生接觸了更多的實驗課程，獲得更多相關訊息所造成。而不同性別學生對化學實驗藥品使用的認知，只有「標籤概念」達到顯著差異，顯示性別間的差異不大。

而不同系別之間出現了值得注意的差異性，例如醫技系對食科系、食營系在總分上皆出現顯著差異，在「標籤概念」的分項，食營系與醫技系、環安系與職安系也出現顯著差異。此現象似乎反映了各系對於化學藥品使用的教學，存有某種程度的差異，值得注意改善。

由於學生對於化學實驗藥品使用的認知值得改善，本研究建議實驗課程開始之前，應對學生進行至少 2 小時的實驗室安全衛生講習課程，此講習內容亦須統一規範編製，以便讓相關教師有所依循。或是成立實驗課程教學研討委員會，針對化學實驗藥品使用制定教材內容，以提供教師教學的依據與參考，期能提升學生對於化學實驗藥品使用之認知，進一步減少實驗室環境安全衛生問題的產生。

#### 陸、參考文獻

- 王士旻 (2006)：危害通識。教育部南區實驗安全衛生教育研習營講義，未出版。
- 吳瀧川、戴瑞益 (1989)：化學實驗室的安全與管理之研究。國科會專題研究計畫報告。行政院國科會 (報告編號：NSC78-0111-S-031-01E)，未出版。
- 張振平，錢葉忠，賈台寶，施慧中 (2002)：實驗室緊急應變程序之建立。行政院勞研所研究計畫報告。(報告編號：IOSH91-H342)，未出版。
- 陳鏡潭 (1984)：化學實驗的安全教育 (三版)。台北市：幼獅出版社。
- 劉世鈞、許崑泉、莊陽德、涂柏原 (2003)：南部地區國小科學教師在科學教室安全衛生認知、使用管理與規劃設計之初探研究，南師學報，37 (2)，105 ~ 130
- 歐陽鍾仁 (1987)：科學實驗的方法與指導 (三版)。高雄市：幼獅出版社。
- Allen, J. E. (1966). An exploratory study of the attitudes of laboratory workers towards accident prevention. *Journal of Chemical Education*, 43(10), 861-876.
- Hellman, M. A., Savage E. P. & Keefe, T. J. (1986). Epidemiology of accidents in academic chemistry Laboratories. *Journal of Chemical Education*, 63(11), 267-270.
- Pesta, S., & Kaufman, J. A. (1986). Laboratory safety in academic institutions. *Journal of Chemical Education*, 63(10), 242-247.
- Wilk, I. J. (1977). Chemical accidents in academic institutions- A critical commentary on accidents reported in the university of California system. *Journal of Chemical Education*, 54(10), 415-418.

# A Study of Safety Cognition on Using Chemicals for the Students in Technology University

Kuang-Hua Hsueh<sup>1</sup> Liang-Rong Hsu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Safety Health and Environment Engineering, Chung Hwa University of Medical Technology

<sup>2</sup> Department of Science Application and dissemination, National Taichung University

## Abstract

The purpose of this study was to explore the cognitive conception of chemical usage in 4-Year Universities, and to find the misconceptions and the cognitive difference among them. The results would be helpful for the experimental curriculum design and teaching. The subjects were undergraduates who were studying in the departments of Safety Health and Environmental Engineering, Occupation Safety and Health, Food Nutrition, Medical Technology, Food Science & Technology of southern Taiwan area. There were totally 400 students completing the test.

The research tool was a self-designed test paper. Collected data were analyzed by statistical measures of percentage statistics, T-test and One-Way ANOVA. This test consisted of five main topics: general knowledge, specialized knowledge, the concept of classified chemicals, the concept of chemical use, and the concept of chemical labels. The main findings of this paper were summarized in the following list: 1) Students lacked the knowledge about how to treat hazardous wastes, 2) students were unable to identify whether a chemical is an acid or base, 3) students couldn't distinguish between organic or inorganic compounds, 4) the capability to simply identified a chemicals by its label was clearly inadequate, 5) the total scores of sophomores and in five topics were significant difference ( $p < 0.001$ ), and the sophomores was better than freshmen. 6) In addition, the scores indicate that the boys had a greater degree of understanding of chemical usage than the girls do. But, the difference among them was not apparent. 7) There were significant difference between the departments of Medical Technology and Food Nutrition ( $p=0.010$ ), also between Medical Technology and Food Science & Technology ( $p=0.030$ ). The differences among the other departments were not apparent.

Key words : Chemical reagent, Hazardous waste treatment, Safety-hygiene cognition