國小自然與生活科技領域習作評量分析研究

郭月婷[1]　高慧蓮[2]　王靜如[3]　林曉雯[4]　蘇明洲[5]
[1]高雄市龍華國小
[234]國立屏東教育大學數理教育研究所
[5]大仁科技大學環境資源管理系
[1]narchartemis@yahoo.com.tw 、[2]hkao@mail.npue.edu.tw
[3]mail100@mail.npue.edu.tw、[4]linshewen@mail.npue.edu.tw
[5]mcsu@mail.tajen.edu.tw

摘　要

九年一貫課程的自然與生活科技領域目標主要是提升學生的科學素養，評量與教學關係密不可分，本研究以內容分析法自行編製作業評量內涵雙向細目表，分析九十七學年度三個版本從小三到小六的國小自然與生活科技領域習作，希望瞭解國小習作科學認知與科學探究，以及各類題型的分布情形。研究結果發現國小自然習作中在科學認知方面以「瞭解」面向比例最高，科學探究方面以「比較、解釋與彙整資料」面向比例最高，題型方面則是選擇題最多。

關鍵詞：評量、科學探究、科學認知

一、前言

九年一貫課程的自然與生活科技領域目標主要是提升學生的科學素養，在此目標下，科學的學習不再侷限於科學知識的記憶，而應著重於對科學認知與探究能力的培養。評量與教學的關係密不可分，教科書中的評量內涵是否能真正評量出學生的科學素養，是相當值得研究的。本研究希望透過國小自然與生活科技領域習作之分析研究，來瞭解現行國小自然與生活科技領域的習作中科學認知與科學探究分布情形，並依據研究結果，提供未來發展或修訂自然與生活科技領域習作之參考，以提高習作對促進學生學習之成效。

二、文獻探討

本研究針對九年一貫自然與生活科技領域的作業評量進行研究，共分三部分做文獻探討。第一部分探討評量的哲學基礎與內涵；第二部分探討科學認知部分；第三部分探討科學探究部分。

（一）評量的哲學基礎與內涵

由於科學哲學觀點的演變和認知科學的發展，許多學者對知識的本質和對學習的看法都和過往大不相同，建構取向的教學，大大改變了評量的內容和方式。評量應在教學活動時運用不同形式的方式進行，才能改進教學，並協助學生進行有意義的學習。評量目的是在學習的過程中能給予學生立即的回饋，另一方面也能對教師和家長，甚至於對學習者本身提供學習後的成果，以便做更進一步的學習（NFER，2007）。

教育部與國科會在民國 91 年制訂我國第一部「科學教育白皮書」，為提升全民科學素養，書中強調「教學」與「評量」為科學教育的關鍵內涵。科學教育的目的在提升學生的科學知識、思考能力與問題解決能力，因此評量的範圍也需正確地反應出學生在這些面向上的表現，才能達到科學評量的目的（周惠民、林陳涌、任宗浩、李哲迪，2007）。

（二）科學認知

1956 年 Bloom 提出布魯姆教學目標分類：「手冊 I：認知領域（Bloom’s Taxonomy）」，此分類方式廣被國內外教育界所採用，Bloom 認知分類理論是教育工作者或教學設計者必備知識之一，可見其重要性和影響力（葉連祺、林淑萍，2003）。但是此認知分類架構對重要目標無法明確的陳述，類別的區分性不足也容易造成混淆，於是在 2001 年由 Anderson 和 Krathwohl 等人提出了 Bloom 認知分類修訂版。

修訂版將教育目標的分類分成知識向度（knowledge dimension）和認知歷程向度（cognitive process dimension）二部分，本研究採用認知歷程向度的部分，分為六類，分別是記憶（remember）、瞭解（understand）、應用（apply）、分析（analyze）、評鑑（evaluate）和創造（create）。記憶、瞭解、應用和分析屬於較低層次，評鑑和創造屬於較高層次。這些分類觀點主要依據建構主義，目的在提供描述學生在建構學習理念下的認知活動。

（三）科學探究

NSTA(National science Teachers Association,簡稱 NSTA，2005)指出科學探究歷程正是科學家如何去理解這個自然世界的運作，而科學探究也是學生如何學習的重點。科學探究活動的意涵是學生在真實的情境中，自己察覺並形成研究問題、提出實驗假設、進行實驗步驟設計、收集資料並解釋實驗結果。教師則應協助學生培養科學探究的能力，讓學生主動探究科學，且能與人溝通探究後的成果。

高慧蓮(2005)根據國內外科學探究相關文獻，與有關的科學探究研究群共同制訂出五個能力面向來定義科學探究能力。以這五個面向為主要架構，配合中高年級能力指標，進一步發展出中高年級探究能力成份及具體行為表徵，如下表 1 所示：

表 1　中高年級的探究能力成份及具體行為表徵

探究能力	科學探究能力成分	年級		具體行為表徵
		中	高	
界定問題	察覺問題	✓	✓	能詳細觀察現象並進一步「組織」、「分類」或「比較」，最後提出延伸性可探討性問題。
	形成假設	✓	✓	能提出完整因果關係之假設，或從不同角度思考進而提出綜合性預測式之假設
	新舊經驗聯結		✓	能提出新舊經驗的衝突。
設計規畫	蒐集資料	✓	✓	能說明所需資料的原因及如何蒐集。
	規劃實驗流程	✓	✓	能考量關鍵因素，掌握相關變因，進而提出能提出兩步驟以上之詳細實驗方法。
	預測結果	✓	✓	能提出完整因果關係之預測結果。
實作驗證	多元思考解決探究過程所發生問題	✓	✓	能提出兩個以上有效之問題解決策略
	運用儀器(器材)	✓	✓	提出多種器材，包含實驗所需
	運用圖表輔助紀錄	✓	✓	會依照不同的自變項繪製簡易的表格
解釋分析	比較、解釋與彙整資料的能力	✓	✓	分析實驗數據，找出其通則性或因果關係，歸納並解釋實驗結論。
	對探究結果做推論的能力	✓	✓	彙整實驗數據，歸納其通則性，並對於結果作出推論、預測或實驗設計不周延之處。
溝通辨證	溝通探究過程與批判質疑的能力	✓	✓	提出的問題結構完整，且與報告內容相關。

以上有關 Bloom 科學認知分類和科學探究能力成份之文獻，研究者將用來作為設計作業評量分析類目的參考。

三、研究設計

（一）研究對象

本研究的分析對象，是指依照 2003 年國民中小學九年一貫課程綱要所編輯之習作，經過教育部審核通過，研究者採用的是九十七學年度小三至小六 C 版、H 版、N 版等三個版本的自然與生活科技領域習作。

（二）研究方法

本研究為國小自然評量現況的研究，採用文件分析法中的概念分析法進行分析，目標是為了分析在國小自然的評量中科學認知和科學探究面向的分佈情形，依以下研究步驟進行：

1.蒐集並選取分析資料：本研究內容分析對象為三個版本於 97 學年度上下學期所發行之

習作，分析資料以題為單位。

2.決定分析類目：Neuman（1997）認為內容分析法的分析單位應依照研究的題材與目的而定。每個類目的理論定義和操作定義必須明確而不含糊，內容資料之不得同時列入二個類目，所建構的類目，也必須是真正能夠探測到研究需要的內容，且合乎信度和效度。自然與生活科技領域習作的編排方式以章為單元，每章內容再分為若干節，每節又細分為若干題，故本研究採用「題」為分析單位，以達成明確且有效率之分析。

3.進行統計分析：本研究的劃記單為以題為單位，先將作業評量內涵雙向細目表編號，分析自然領域的習作是否有符合主題，如有符合則在分析表格中填入代號，每題填入一個代號，不可重複。在累積所有的習作所含有的分析類目總數後以 SPSS 軟體進行統計分析，以求得所佔比例及分布情形。

（三）研究工具

本研究採用 Bloom 認知理論修訂版的認知歷程向度部分與高慧蓮（2005）所提出科學探究的能力面向加以整理修訂，再配合 NAEP（2008）所訂的科學評量題型，編修成雙向細目表，表 2 為編修後的作業評量內涵雙向細目表。

表2　作業評量內涵雙向細目表

			a.是非	b.選擇	c.問答	d.POE	e.概念圖	f.實作題	g.電腦互動	h.其他
1科學認知	記憶		a11	b11	c11	d11	e11	f11	g11	h11
	瞭解		a12	b12	c12	d12	e12	f12	g12	h12
	應用		a13	b13	c13	d13	e13	f13	g13	h13
	分析		a14	b14	c14	d14	e14	f14	g14	h14
	評鑑		a15	b15	c15	d15	e15	f15	g15	h15
	創造		a16	b16	c16	d16	e16	f16	g16	h16
2科學探究	界定問題	察覺問題	a211	b211	c211	d211	e211	f211	g211	h211
		形成假設	a212	b212	c212	d212	e212	f212	g212	h212
		新舊經驗連結	a213	b213	c213	d213	e213	f213	g213	h213
	設計規劃	蒐集資料	a221	b221	c221	d221	e221	f221	g221	h221
		規劃實驗流程	a222	b222	c222	d222	e222	f222	g222	h222
		預測結果	a223	b223	c223	d223	e223	f223	g223	h223
	實作驗證	多元解決問題	a231	b231	c231	d231	e231	f231	g231	h231
		運用儀器（器材）	a232	b232	c232	d232	e232	f232	g232	h232
		運用圖表輔助記錄	a233	b233	c233	d233	e233	f233	g233	h233
	分析解釋	比較、解釋與彙整資料	a241	b241	c241	d241	e241	f241	g241	h241
		對探究結果做推論	a242	b242	c242	d242	e242	f242	g242	h242
	溝通辯證	溝通探究與批判質疑	a251	b251	c251	d251	e251	f251	g251	h251
3其他			a3	b3	c3	d3	e3	f3	g3	h3

四、結果與討論

（一）各年級科學認知與科學探究分布情形

將各年級科學認知和科學探究之題數及百分比分布情形並列如表 3。

表 3　三～六年級科學認知與科學探究題數及百分比

年級			三		四		五		六		總和	
			題數	百分比	題數	百分比	題數	百分比	題數	百分比	**題數**	**百分比**
1 科學認知		記憶	44	15.44 %	42	15.91 %	44	11.67 %	28	7.31%	**158**	**12.07 %**
		瞭解	79	27.72 %	98	37.12 %	126	33.42 %	108	28.20 %	**411**	**31.40 %**
		應用	21	7.37%	18	6.82%	27	7.16%	22	5.74%	**88**	**6.72%**
		分析	12	4.21%	13	4.92%	28	7.43%	19	4.96%	**72**	**5.50%**
		評鑑	8	2.81%	7	2.65%	4	1.06%	8	2.09%	**27**	**2.06%**
		創造	6	2.11%	2	0.76%	4	1.06%	3	0.78%	**15**	**1.15%**
2 科學探究	界定問題	察覺問題	27	9.47%	12	4.55%	23	6.10%	27	7.05%	**89**	**6.80%**
		形成假設	4	1.40%	8	3.03%	7	1.86%	5	1.31%	**24**	**1.83%**
		新舊經驗連結	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	**0**	**0.00%**
	設計規劃	蒐集資料	11	3.86%	9	3.41%	17	4.51%	16	4.18%	**53**	**4.05%**
		規劃實驗流程	4	1.40%	7	2.65%	8	2.12%	18	4.70%	**37**	**2.83%**
		預測結果	4	1.40%	4	1.52%	1	0.27%	3	0.78%	**12**	**0.92%**
	實作驗證	多元解決問題	8	2.81%	7	2.65%	6	1.59%	7	1.83%	**28**	**2.14%**
		運用儀器（器材）	2	0.70%	5	1.89%	11	2.92%	3	0.78%	**21**	**1.60%**
		運用圖表輔助記錄	19	6.67%	9	3.41%	6	1.59%	19	4.96%	**53**	**4.05%**
	分析解釋	比較、解釋與彙整資料	27	9.47%	18	6.82%	50	13.26 %	59	15.40 %	**154**	**11.76 %**
		對探究結果做推論	9	3.16%	2	0.76%	15	3.98%	37	9.66%	**63**	**4.81%**
	溝通辯證	溝通探究與批判質疑	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	**0**	**0.00%**
3 其他			0	0.00%	3	1.14%	0	0.00%	1	0.26%	**4**	**0.31%**
三版本總題數			285	100%	264	100%	377	100%	383	100%	**1309**	**100%**

由表 3 可歸納各年級習作中科學認知和科學探究呈現的情形如下：

三個版本從三上到六下共 24 冊的總題數為 1309 題，其中科學認知有 771 題，佔 58.90%；科學探究有 534 題，佔 40.79%。以題數來看，六年級的總題數最多，有 383 題，其中科學認知有 188 題，科學探究共有 194 題；五年級次之，有 377 題，其中科學認知有 234 題，科學探究共有 144 題；三年級為第三，有 285 題，其中科學認知有 170 題，科學探究有 115 題；最少的是四年級，有 264 題，其中科學認知有 180 題，科學探

究有 81 題。

以科學認知和科學探究所佔百分比來看，六年級分佈最平均，其中科學認知佔 49.09%，科學探究佔 50.65%；三年級次之，其中科學認知佔 59.65%，科學探究佔 40.35%；五年級為第三，其中科學認知佔 61.8%，科學探究佔 38.2%；四年級差距最大，其中科學認知佔 68.18%，科學探究佔 30.68%。各年級比較如圖 1：

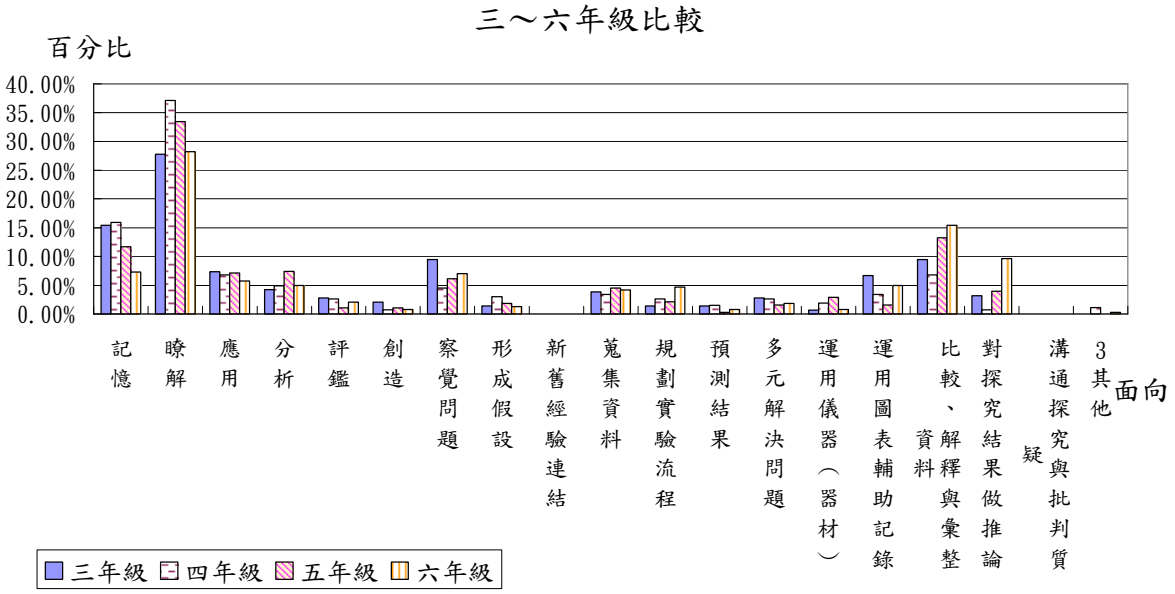


圖 1　比較三～六年級科學認知與科學探究百分比

（二）各版本科學認知與科學探究分布情形

將各版本科學認知和科學探究之題數及百分比分布情形並列如表 4。

表 4　各版本科學認知與科學探究題數及百分比

版本			C 版		H 版		N 版	
			題數	百分比	題數	百分比	題數	百分比
1 科學認知	記憶		88	14.92%	24	8.42%	46	10.60%
	瞭解		172	29.15%	80	28.07%	159	36.64%
	應用		24	4.07%	39	13.68%	25	5.76%
	分析		19	3.22%	6	2.11%	47	10.83%
	評鑑		7	1.19%	2	0.70%	18	4.15%
	創造		10	1.69%	1	0.35%	4	0.92%
2 科學探究	界定問題	察覺問題	40	6.78%	25	8.77%	24	5.53%
		形成假設	6	1.02%	5	1.75%	13	3.00%
		新舊經驗連結	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
	設計規劃	蒐集資料	29	4.92%	5	1.75%	19	4.38%
		規劃實驗流程	14	2.37%	3	1.05%	20	4.61%
		預測結果	9	1.53%	2	0.70%	1	0.23%
	實	多元解決問題	17	2.88%	4	1.40%	7	1.61%

	作驗證	運用儀器（器材）	8	1.36%	10	3.51%	3	0.69%
		運用圖表輔助記錄	27	4.58%	23	8.07%	3	0.69%
	分析解釋	比較、解釋與彙整資料	80	13.56%	36	12.63%	38	8.76%
		對探究結果做推論	36	6.10%	20	7.02%	7	1.61%
	溝通辯證	溝通探究與批判質疑	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
3 其他			4	0.68%	0	0.00%	0	0.00%
三至六年級總題數			590	100.00%	285	100.00%	434	100.00%

由表 4 可歸納各版本習作中科學認知和科學探究呈現的情形如下：

以題數來看，C 版總題數最多，共 590 題，其中科學認知有 320 題，科學探究有 270 題；N 版次之，共 434 題，其中科學認知有 299 題，科學探究有 135 題；題目最少的是 H 版，共 285 題，其中科學認知有 152 題，科學探究有 133 題。

以科學認知和科學探究所佔百分比來看，H 版分佈最平均，其中科學認知佔 53.33%，科學探究佔 46.67%；其次是 C 版，其中科學認知佔 54.24%，科學探究佔 45.76%；N 版差距最大，其中科學認知佔 68.89%，科學探究佔 31.11%。各年級比較如圖 2：

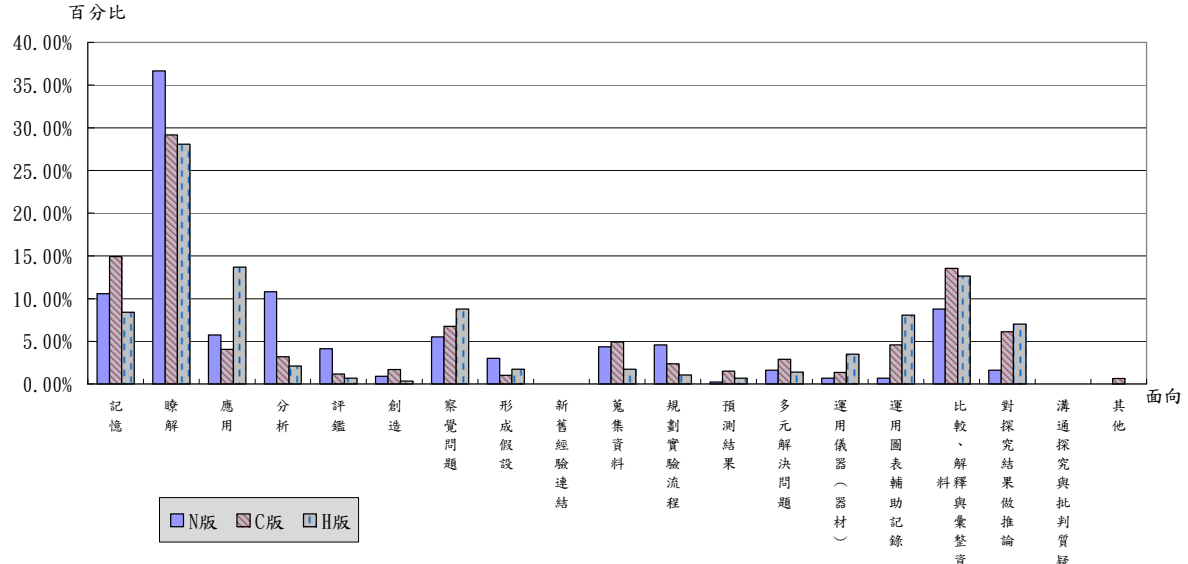


圖 2　比較各版本科學認知與科學探究百分比

（三）各類題型分布情形

將各年級題型題數呈現情形並列於表 5。三個版本從三上到六下所佔比例最高的題型是選擇題，共 519 題，佔 39.65%；比例最低的題型是概念圖，三個版本中沒有任何題目。各年級分布情形比較如圖 3。

表 5　三～六年級各類題型題數與百分比

年級 / 題型	三年級		四年級		五年級		六年級		**總和**	
	題數	百分比	題數	百分比	題數	百分比	題數	百分比	**題數**	**百分比**
a.是非	1	0.35%	6	2.27%	6	1.59%	3	0.78%	**16**	**1.22%**
b.選擇	147	51.76 %	109	41.29 %	122	32.28%	141	36.81%	**519**	**39.65%**
c.問答	71	25.00 %	84	31.82 %	155	41.01%	163	42.56%	**473**	**36.13%**
d.POE	13	4.58%	6	2.27%	2	0.53%	1	0.26%	**22**	**1.68%**
e.概念圖	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	**0**	**0.00%**
f.實作題	17	5.99%	6	2.27%	22	5.82%	23	6.01%	**79**	**6.04%**
g.電腦互動	7	2.46%	0	0.00%	19	5.03%	15	3.92%	**42**	**3.21%**
h.其他	28	9.86%	17	6.44%	52	13.76%	37	9.66%	**158**	**12.07%**
三版本總題數	284	100%	264	100%	378	100%	383	100%	**1309**	**100%**

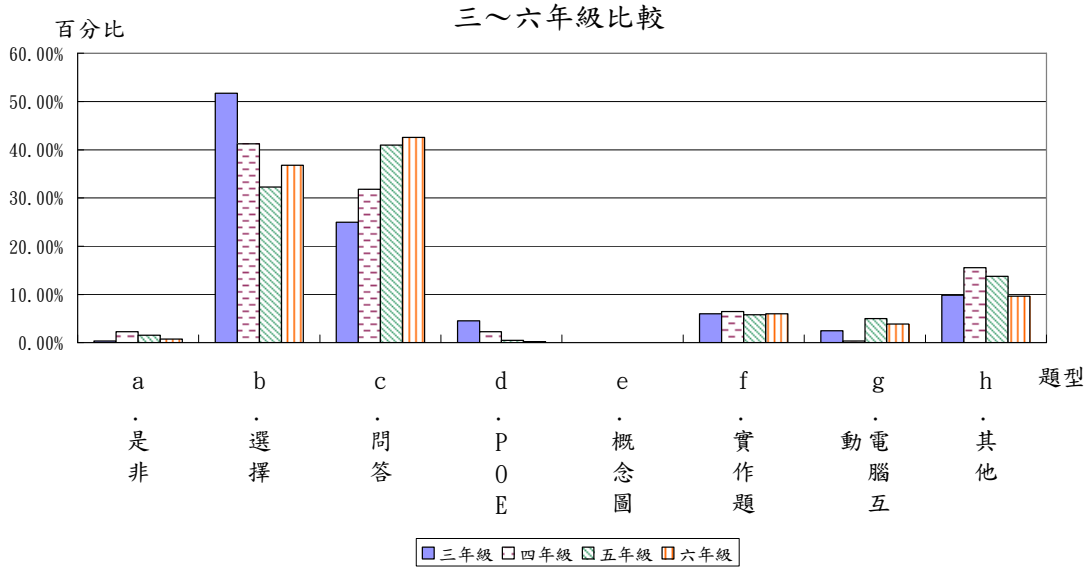


圖 3　比較三～六年級各類題型百分比

（四）綜合討論

無論從各年級或是各版本的比較中都可發現，在科學認知方面，習作的題目都是以記憶和瞭解面向為主，習作的功能主要是幫助學生瞭解自己的學習成果，並促進學生學習，但整體而言，習作的內容偏向低層次的記憶和瞭解面向，學生缺乏高層次思考的練習，對學生而言，學習只會停留在較低的層次。

在科學探究方面，整體來說，「比較、解釋與彙整資料」面向所佔比例最高，應該與習作主要的目的是為了配合課本內容作統整，以及實驗做紀錄與資料彙整分析有關。值得注意的是在「溝通探究與批判質疑」面向沒有任何題目，可能是在我國國小教育中，對於批判思考的訓練較不重視，且在進行「溝通探究與批判質疑」面向的評量時，教師需要非常客觀的進行評量，因此在評量上有相當的難度，而習作批改的容易度，也會是教師選擇版本時的考量，所以各家版本在設計時會避免出現這類的問題。

而從各類題型的分布情形來看，所佔比例較高的是選擇題和問答題，這兩種題型都是屬於較傳統的題型，也就是說，雖然在教學上鼓勵老師創新教學，但是大部分的教師還是習慣傳統的題型，在批改上也較容易。在將來編修習作時，可以考慮將題型平均分配，目前缺少的題型，如「概念圖」的題型能清楚瞭解學生對單元概念的理解，在習作中也應該放入相關題目，以便在評量學習成效時能清楚學生學習的程度。

五、參考文獻

高慧蓮(2005)。**九年一貫課程「自然與生活科技」領域科學探究能力之培養研究-科學探究能力之評量Ⅱ**。國科會專題研究計畫，**(NSC93-2511-S-153-009-)**

Anderson, L.W. (Ed.), Krathwohl, D.R. (Ed.), Airasian, P.W., Cruikshank, K.A., Mayer, R.E., Pintrich, P.R., Raths, J., & Wittrock, M.C. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives* (Complete edition). New York: Longman.