

## 第四章 研究結果與討論

本章呈現研究的結果，第一節為試題通過率之分布，第二節為低分試題的逐題分析，第三節討論試題低分的因素，第四節討論不同題型中的男女學生表現，第五節為總結。

### 第一節 通過率分布

本節在說明試測與實測低分題的通過率分布，表 4-1 列出本研究中低分題各題的試測與實測通過率，依照試題學科及試題代號順序排列，屬於低分者（即通過率低於 50%）以 √ 表示。其中地球科學的 S031387、環境科學的 S031389、物理的 S031445A、S031446A，及生命科學領域的 S031439B，在試測時的通過率皆高於 50%，但在實測時通過率都低，且較試測時低了 20% 左右，原因有待探討。此外，環境科學的 S031390B、物理的 S031009、S031370，生命科學的 S031026、S031330，試測通過率均低於 50%，但實測通過率都高於 50%，且較試測高出約 20%，S031026 的差距高達 48%，其原因有待探討。

表 4-1 低分題試測與實測通過率

試題代號	試題學科	試測低分題	試測通過率	實測低分題	實測通過率
S031044	地球科學	√	49.4	√	45.9
S031088B	地球科學	√	29.7	√	28.6
S031275	地球科學	√	40.4	√	37.4
S031376	地球科學	√	47.0		52.1
S031383	地球科學	√	31.2	√	34.4
S031387	地球科學		55.9	√	36.5

(續後頁)

表 4-1 低分題試測與實測通過率 (接前頁)

試題代號	試題學科	試測低分題	試測通過率	實測低分題	實測通過率
S031389	環境科學		68.5	√	43.4
S031390B	環境科學	√	42.9		59.5
S031009	物理	√	32.9		59.0
S031298	物理	√	31.3	√	39.1
S031299	物理	√	17.7	√	22.3
S031370	物理	√	45.4		66.3
S031371	物理	√	39.3	√	43.9
S031372B	物理	√	16.8	√	35.2
S031399A	物理	√	49.8		61.4
S031445A	物理		69.0	√	49.8
S031446A	物理		56.0	√	39.6
S031446B	物理	√	38.8	√	40.9
S031447	物理	√	16.8	√	32.5
S031005	化學	√	6.0	√	13.4
S031068	化學	√	49.3		55.5
S031406B	化學	√	43.8	√	33.9
S031418	化學	√	45.9		55.2
S031026	生命科學	√	28.1		76.2
S031084	生命科學	√	35.6	√	41.9
S031190	生命科學	√	27.7	√	37.5
S031235A	生命科學	√	29.3	√	49.0
S031235B	生命科學	√	28.4	√	35.1
S031240B	生命科學	√	41.8		50.4
S031241B	生命科學	√	41.0	√	18.2
S031246	生命科學	√	30.6	√	26.3
S031251	生命科學	√	29.1	√	47.0
S031266	生命科學	√	43.9	√	43.4
S031270	生命科學	√	17.2	√	35.9
S031284	生命科學	√	30.1	√	29.6
S031319	生命科學	√	20.1	√	21.3

(續後頁)

表 4-1 低分題試測與實測通過率（接前頁）

試題代號	試題學科	試測低分題	試測通過率	實測低分題	實測通過率
S031325	生命科學	√	49.1	√	48.1
S031330	生命科學	√	47.9		66.7
S031346	生命科學	√	26.0	√	5.4
S031431	生命科學	√	27.7	√	31.0
S031439A	生命科學	√	25.6	√	31.9
S031439B	生命科學		72.6	√	48.7
S031441B	生命科學	√	42.5	√	49.5
S031443	生命科學	√	21.0	√	26.8

表 4-2 為各科學內容領域及認知領域的試題在低分題與試測及實測重複試題中的比例。由表中可知，生命科學試題占低分題的比例最高(47.7%)，不過生命科學試題在重複試題中所佔的比例也是最高(43.3%)。再與 p13 的表 2-1 相較，各內容領域的低分題與整體試題的比例相近。比較各學科在低分題與重複題中的比例，發現生命科學、物理及地球科學領域的情形相近，化學及環境科學在低分題中的比例較其在重複題的比例低。由各科的低分題數與重複題數的比例觀之，生命科學及物理的比率均為 40%左右，而化學及環境科學的比率均為 22%，顯示學生在物理及生命科學領域的學習困難較多。

將表 4-2 與 p13 的表 2-1 相較，各認知領域的重複題與整體試題的比例相近。但低分題中，事實性知識試題的比例降低(15.9%)，概念性了解試題及推理與分析試題比例均上升。比較各認知領域在低分題與重複題中的比例，發現推理與分析試題的比例超過 56%，概念性了解試題次之(40.0%)，顯示學生在推理與分析試題的表現最差，概念性了解試題也略有困難，事實性知識試題對學生而言則是較容易的。

表 4-2 低分題與重複題之各領域比例

試題 領域類別	低分題	試測及實測重複試題	各科低分題/各科重 複試題 百分比 = $\frac{N_1}{N_2} \times 100\%$
	題數 (N <sub>1</sub> ) 百分比 = $\frac{N_1}{44} \times 100\%$	題數 (N <sub>2</sub> ) 百分比 = $\frac{N_2}{127} \times 100\%$	
<b>科學內容領域</b>			
生命科學	21 47.7	55 43.3	38.2
物理	11 25.0	27 21.3	40.7
地球科學	6 13.6	18 14.2	33.3
化學	4 9.1	18 14.2	22.2
環境科學	2 4.5	9 7.1	22.2
總題數	44 100	127 100	34.6
<b>科學認知領域</b>			
事實性知識	7 15.9	47 37.0	14.9
概念性了解	20 45.5	50 39.4	40.0
推理與分析	17 38.6	30 23.6	56.7
總題數	44 100	127 100	34.6

## 第二節 試題分析

本節為低分試題的逐題分析。分別依據試題所屬的學科領域以及試題代號順序排列，說明如下：

### 一、地球科學領域

#### (一) 太陽系中的地球與宇宙

##### 1. S031044

表 4-3 S031044 試題分析表

試題代號：S031044				試題學科：地球科學		
試題說明：標出日地月。				試題題型：非選擇題		
認知領域：推理與分析				試題修改情況： 實測題目與試測題目相同		
		受測人數	通過率	得 1 分者	作答錯誤	未作答
試測	N	231	114	114	112	5
	%		49.4	49.4	48.5	2.2
實測	N	776	356	356	398	22
	%		45.9	45.9	51.3	2.8
試題概念		1. 日、地、月的相對運動。				
課程分布情況	舊課程	六年級：地球的自轉及晝夜，地球的公轉與四季。 六年級：太陽系與地球的地位。				
	新課程	111-4a. 利用模型描述日、地、月之間的相對運動，並解釋月相變化、日食、月食的現象。				
課程涵蓋		試測無，實測無。				

S031044 為非選擇題，全對的給分為一分，試測的通過率有 49.4%，實測的通過率有 45.9%。本題需要學生寫出太陽、地球和月球各為何者才算全對，所考的概念為「日、地、月的相對運動」，這個概念在自然課程

標準中是規範於六年級的課程內，在九年一貫課程暫行綱要中則是設計在第四階段，也就是屬於國中一到三年級的課程範圍，即本題對試測以及實測的學生來說都是從未學過的。就沒學過的教材而言，我國學生的通過率在 45% 以上，應算是可以接受的。

在 TIMSS 2003 TCMA (Test Curriculum Matching Analysis) 的分類中，本題的認知領域屬於「推理與分析」，在 Bloom 的分類上屬於比較高階層的層次，學生必須從三個星球的大小和運行的方向分析才能判斷出日、地、月。從文獻上發現學生不瞭解日地月的運行關係(翁金鶯, 2002; 許民陽、王景坤, 2001; 劉德勝等人, 1996; Bakas & Mikropoulos, 2003)，也不瞭解三者的大小關係(翁金鶯, 2002; 許民陽、王景坤, 2001)。此題既是沒教過的內容，又是學生必須書寫作答的非選擇題，且為文獻上的迷思概念，課程、題型及迷思概念均可能是造成學生低分的原因。

## 2. S031275

表 4-4 S031275 試題分析表

試題代號：S031275				試題學科：地球科學				
試題說明：解釋晝夜成因。				試題題型：選擇題				
認知領域：概念性了解				試題修改情況： 實測題目與試測題目相同				
		受測人數	A	B	C*	D	作答錯誤	未作答
試測	N	223	62	67	90	1	/	3
	%		27.8	30.0	40.4	0.4		1.3
實測	N	764	193	266	286	9	4	6
	%		25.3	34.8	37.4	1.2	0.5	0.8
試題概念		1. 晝夜的成因。						
課程分布情況		舊課程	六年級：地球的自轉及晝夜，地球的公轉與四季。					
		新課程	212-4a：觀察地、日模型來體認晝夜是因地球自轉所造成。 212-4c：知道地球自轉一周為一日，而地球公轉一周為一年。					
課程涵蓋		試測無，實測無。						

S031275 在 TCMA 上的試題說明為「解釋晝夜成因」，認知領域屬於「概念性了解」，本題所考的概念為「晝夜的成因」。這個概念分佈在自然課程標準的六年級範圍，以及九年一貫課程暫行綱要的第四階段，也就是國中一到三年級的課程，即本題所考的概念對試測或實測學生而言均是沒教過的教材。

本題的正確答案為選項 C，試測的通過率為 40.4%，實測為 37.4%。選項 A 在試測有 27.8% 的人選擇，在實測也有 25.3%，可以看出不論是試測學生還是實測學生都有很高比例認為太陽繞著地球轉（翁金鶯，2002；許民陽、王景坤，2001；劉德勝等人，1996；Bakas & Mikropoulos, 2003），此迷思概念和地心說等科學史的發展是極為類似的。同時，試測有 30.0% 的學生選擇 B 選項，實測也達 34.8%，表示受測學生認為地球公轉是晝夜的成因（姜滿，1997；翁金鶯，2002；許民陽、王景坤，2001；劉德勝等人，1996；Bakas & Mikropoulos, 2003），此點與文獻的發現相同。

此題的概念在我國國小的課程中並未涵蓋，且學生的錯誤選項與文獻上的迷思概念相符，雖為選擇題，但通過率均在 40% 左右，可見課程及迷思概念均可能為造成學生低分的原因。

## (二) 地球的構造與物理特徵

### 1. S031088B

表 4-5 S031088B 試題分析表

試題代號：S031088B		試題學科：地球科學				
試題說明：使用空氣的兩種方式。		試題題型：非選擇題				
認知領域：概念性了解		試題修改情況： 實測題目與試測題目相同				
		受測人數	通過率	得 1 分者	作答錯誤	未作答
試測	N	219	65	65	60	94
	%		29.7	29.7	27.4	42.9
實測	N	767	219	219	246	302
	%		28.6	28.6	32.1	39.4
試題概念		1. 空氣的用途。				
課程分布情況	舊課程	<p>一、二年級：空氣占有空間，空氣流動成風。</p> <p>一、二年級：風力可推動玩具，大的風力可發電或吹壞房屋。</p> <p>二年級：生物喜歡的生活環境（水、陽光、空氣、食物充足）。</p> <p>四年級：物質燃燒需要氧。</p> <p>四年級：動物生活需要氧。</p> <p>三、四年級：了解燃燒需要空氣。</p>				
	新課程	<p>120-1a：察覺生物生長需要水、空氣、陽光、養分。</p> <p>120-1b：察覺生活需要水和空氣。</p> <p>211-2a：察覺空氣佔有空間，空氣的移動便是風。</p> <p>215-1b：察覺風、水及手的推力，可使物體運動起來。</p> <p>225-2a：能以生活中的例子認識燃燒需要空氣，並能舉例說明生活中利用隔絕空氣來防止物質變質的例子(如去皮的蘋果泡在鹽水中)。</p> <p>510-2a：知道生物的生存需要水、空氣、土壤、陽光、養分等。</p> <p>510-3a：知道生物生存需要水、陽光、空氣、食物等資源，以及不同的環境有不同的生物。</p>				
課程涵蓋		試測有，實測有。				



S031088B 為非選擇題，全對的給分為一分，學生需寫出「使用空氣的兩種方式」之一，所考的概念為「空氣的用途」，這個概念在自然課程標準中從一到四年級的課程中都有，在九年一貫課程暫行綱要中也是從第一階段到第三階段都有，此為試測學生與實測學生均學過的概念。

試測的通過率有 29.7%，實測的通過率有 28.6%，經過「百分比差異顯著性考驗 (Test of proportions)」兩者無顯著差異。值得注意的是本題作答錯誤和空白未作答的學生，無論是在試測或實測中都呈現非常高的比例，可能是由於本題和 S031088A 為同一大題，此大題要求學生寫出「使用空氣的兩種方式」，S031088A 應寫出第一種方式，S031088B 為第二種方式，雖然學生已經學過這個概念，但是由於學生只有片段的記憶，無法將不同教學單元中的概念整合起來，僅能答出空氣的一種正確用途，而於作答 S031088B 時空白，或者答出與 S031088A 一樣的答案，評分時即被歸類進錯誤的答案。在張敬宜 (2000) 的研究中也指出有些兒童對於氧氣可用於呼吸以及其助燃性尚未了解。

此題概念學生已學過，但試測與實測的通過率均不及 30%，由 S031088A 的通過率達 56.6% 及 61.3%，可判斷學生只會填答空氣的一種用途，顯然對教材內容並不熟悉，且本題為需書寫的非選擇題，又是文獻上的迷思概念，可見題型及迷思概念均可能是造成學生低分的原因。

## 2. S031376

表 4-6 S031376 試題分析表

試題代號：S031376				試題學科：地球科學				
試題說明：植物生長最適合的土壤。				試題題型：選擇題				
認知領域：事實性知識				試題修改情況： 實測題目與試測題目相同				
		受測人數	A	B	C	D*	作答錯誤	未作答
試測	N	230	63	19	38	108	/	2
	%		27.4	8.3	16.5	47.0		0.9
實測	N	776	188	85	85	404	1	13
	%		24.2	11.0	11.0	52.1	0.1	1.7
試題概念		1. 土壤內的何種物質最有利植物生長。						
課程分布情況		舊課程	無。					
		新課程	無。					
課程涵蓋		試測無，實測無。						

S031376 所考的概念為「土壤內的何種物質最有利植物生長」，這個概念對試測和實測學生均是未學過的教材。S031376 的正確答案是 D 選項(腐爛的植物和動物)，試測答對的有 47.0%，實測的通過率有 52.1%。

此題的概念兩組學生均未學過，通過率均為 50% 左右，課程可能為低分的原因，但就沒學過的教材而言，應算是可以接受的。而試測時有 27.4% 的學生選擇選項 A (砂粒)，實測時也有 24.2%，本研究尚未能得知為何誤選 A 選項的比例如此之高，有待未來的研究能針對 A 選項深入探討。

### (三) 地球演進、循環與歷史

#### 1. S031383

表 4-7 S031383 試題分析表

試題代號：S031383			試題學科：地球科學					
試題說明：最可能下雪的城市。			試題題型：選擇題					
認知領域：推理與分析			試題修改情況： 實測題目為試測後修改過的題目					
		受測人數	A	B	C	D*	作答錯誤	未作答
試測	N	218	10	18	111	68	/	11
	%		4.6	8.3	50.9	31.2		5.1
實測	N	790	19	66	416	272	1	16
	%		2.4	8.4	52.7	34.4	0.1	2.0
試題概念		1. 降雪的条件。						
課程分布情況	舊課程	無。						
	新課程	無。						
課程涵蓋		試測無，實測無。						

S031383 試測題目「天上的雲」該欄為表格的最後一欄，在實測時移至表格的第二欄，但修改後題意不變。本題所考的概念為「降雪的条件」，自然課程標準裡沒有涵蓋這個概念，只有在四年級的範圍有「水蒸氣凝結形成雲和雨」的內容，九年一貫課程暫行綱要則是在第二階段有「認識雲與霧」，在第三階段有「霜、露」的內容，但是並未出現「降雪的条件」之概念。所以對於試測學生和實測學生而言，本題的概念是從未學過的。

S031383 的正確選項是 D，試測的通過率為 31.2%，實測的通過率為 34.4%，各約僅有三分之一的受測學生答對。學生在課程中沒有學過「雪」的概念，加上台灣位於副熱帶地區，除了寒流來臨時高山地區可能降雪之外，大部分地區都未曾降過雪，因此學生接觸雪的經驗極少，可能因此而影響到受測學生的表現。另外值得注意的是選項 C，在試測有 50.9% 的學

生選擇 C，實測也有高達 52.7% 的學生回答此選項，可能是由於受測學生對於「降雪的條件」還沒有形成完整的概念，僅從平日接收的資訊如氣象報導裡知道降雪必須要在低溫的天候才能產生，而選擇了最高溫度和最低溫度都低於 0°C 的城市，但是卻忽略了下雪需要有足夠的水氣，此和學者（林顯輝、王龍錫，1993；賴篁川，1994；Piaget, 1929, 引自 Bar, 1989）指出學生不知道「降雨需要有雲」的發現類似。

此題雖為選擇題，但試題概念兩組學生皆未學過，又非由生活經驗中可得知，且兩次皆有約 50% 的學生誤答 C 選項，雖未有相同的迷思概念研究文獻，但是與「降雨不需要雲」的迷思概念雷同，是否由於相同的迷思而造成此題低分尚不可而知，值得探究。從本題的分析可見課程未涵蓋試題概念可能為造成學生低分的原因。

## 2. S031387

表 4-8 S031387 試題分析表

試題代號：S031387				試題學科：地球科學				
試題說明：海水曾淹沒過陸地的證據。				試題題型：選擇題				
認知領域：概念性了解				試題修改情況： 實測題目與試測題目相同				
		受測人數	A	B	C*	D	作答錯誤	未作答
試測	N	220	57	15	123	25	/	0
	%		25.9	6.8	55.9	11.4		0.0
實測	N	776	224	61	283	181	3	24
	%		28.9	7.9	36.5	23.3	0.4	3.1
試題概念		1. 海水曾淹沒過陸地的證據。						
課程分布情況	舊課程	無。						
	新課程	320-4a: 知道化石紀錄了曾經在地球上生存過的動植物以及當時的環境狀況。						
課程涵蓋		試測無，實測無。						

S031387 所考的概念是「海水曾淹沒過陸地的證據」，這個概念分布在自然課程標準五年級的課程，而在九年一貫課程暫行綱要裡則是規範在第四階段（國中一到三年級）。S031387 的正確選項為 C，在試測有 55.9% 的人答對，實測的通過率為 36.5%。另外，在試測和實測都有超過 25% 的學生選擇 A 選項，誤以為地下水是海水曾淹沒過陸地的證據，顯示學生除了不知道什麼證據可證明海水曾淹沒陸地，對地下水的形成原因也不瞭解，且實測選 D 選項（鹹水湖）的學生比試測約多 12%，以致於實測的通過率比試測時更低，但是原因尚不明，有待探討。

## 二、環境科學領域

### （一）環境變化

#### 1. S031389

表 4-9 S031389 試題分析表

試題代號：S031389			試題學科：環境科學					
試題說明：只由自然引起的土壤改變。			試題題型：選擇題					
認知領域：事實性知識			試題修改情況： 實測題目與試測題目相同					
		受測人數	A	B	C	D*	作答錯誤	未作答
試測	N	219	18	33	17	150		1
	%		8.2	15.1	7.8	68.5		0.5
實測	N	767	135	132	69	333	6	92
	%		17.6	17.2	9.0	43.4	0.8	12.0
試題概念		1. 區分自然現象與人類活動。						
課程分布 情況		舊課程	六年級：認識水土保持。					
		新課程	420-4e. 察覺瞭解水土保持的重要性。 511-3a. 知道人類活動會改變環境，這種改變可能破壞自然環境；並瞭解森林面積的減少對大氣、土地等的影響。 511-4a. 知道目前人口成長速度衍生的諸多問題，並能探討人類活動對環境造成的衝擊，同時知道人類必須做好自然資源保育才能維持生態系的穩定。					
課程涵蓋		試測無，實測無。						

S031389 考的概念為「區分自然現象與人類活動」，此概念分布在自然課程標準六年級及九年一貫課程暫行綱要的第三階段（國小五、六年級）和第四階段（國中一至三年級），因此試測學生和實測學生所學的課程中都尚未出現這個概念。此題的正確答案是 D，試測有 68.5% 的通過率，實測有 43.4%。兩次的題目相同，可是在試測的通過率高，實測卻低於 50%，兩次通過率差異達 25.1%，其原因有待將來研究。

## 2. S031390B

表 4-10 S031390B 試題分析表

試題代號：S031390B				試題學科：環境科學		
試題說明：造成動物滅絕的活動。				試題題型：非選擇題		
認知領域：概念性了解				試題修改情況： 實測題目與試測題目相同		
		受測人數	通過率	得 1 分者	作答錯誤	未作答
試測	N	219	94	94	47	78
	%		42.9	42.9	21.5	35.6
實測	N	776	462	462	181	133
	%		59.5	59.5	23.3	17.1
試題概念		1. 人類活動影響環境生態。				
課程分布 情況		舊課程	六年級：生物與其環境相互影響，形成生態平衡。			
		新課程	511-3a. 知道人類活動會改變環境，這種改變可能破壞自然環境；並瞭解森林面積的減少對大氣、土地等的影響。 511-3b. 知道人類活動會影響其他生物。 511-4a. 知道目前人口成長速度衍生的諸多問題，並能探討人類活動對環境造成的衝擊，同時知道人類必須做好自然資源保育才能維持生態系的穩定。			
課程涵蓋		試測無，實測無。				

S031390B 為非選擇題，全對的給分為一分，此題與 S031390A 為同一個大題，學生須在這兩小題中分別寫出一項「造成動物滅絕的活動」，故

此題所考的概念為「人類活動影響環境生態」。這個概念分布在自然課程標準的六年級課程，以及九年一貫課程暫行綱要的第三階段（國小五、六年級）和第四階段（國中一到三年級）。

題幹敘述以「動物的滅絕」來描述動物絕種，但滅絕這個名詞並非小學生常用的語彙，可能會使學生對題意的理解感到困難。Munson（1994）的研究發現學生認為族群的變化對於整體生態系並無影響，由學生的作答可看出類似的迷思概念。試測的通過率 42.9%，有 35.6% 的學生未作答；實測學生的通過率有 59.5%，有 17.1% 的比例未作答，兩次測驗未作答的比例差距懸殊，其原因有待於未來的研究。另外，S031390A 的通過率於試測時達 50.7%，且實測更高達 73.2%，可得知學生雖未學過，但能寫出人類造成動物滅絕的一項活動，尚無法答出兩項，不過實測有近 60% 亦寫對，顯示學生對此概念不陌生。

此題的概念兩組學生均未學過，又為學生需書寫作答的非選擇題，且與文獻上的迷思概念相關，雖通過率不算低，但課程、題型與迷思概念均可能對於學生的學習成就有影響。

### 三、物理領域

#### (一) 光

##### 1. S031299

表 4-11 S031299 試題分析表

試題代號：S031299		試題學科：物理				
試題說明：陽光由不同顏色的光組成。		試題題型：非選擇題				
認知領域：概念性了解		試題修改情況： 實測題目與試測題目相同				
		受測人數	通過率	得 1 分者	作答錯誤	未作答
試測	N	220	39	39	125	56
	%		17.7	17.7	56.8	25.5
實測	N	767	171	171	285	311
	%		22.3	22.3	37.2	40.5
試題概念		1. 陽光由不同顏色的光組成。				
課程分布情況	舊課程	一年級：觀察周遭環境中影像、反射、折射、露珠色彩等現象。 二年級：光的反射現象的觀察與應用。 三年級：光的折射現象的觀察與應用。 三、四年級：光的色散現象的觀察。 五年級：白光的色散與光的組合。				
	新課程	216-2a. 察覺光經不同介質會折射，折射後在某些角度可看到彩虹（或製造水霧觀察彩虹）。 216-4c. 覺知陽光經折射後分散成各色光。				
課程涵蓋		試測有，實測有。				

S031299 試測的通過率僅有 17.7%，作答錯誤率高達 56.8%，有超過一半以上的學生錯誤，未作答比例為 25.5%；實測通過率為 22.3%，作答錯誤率為 37.2%，空白率為 40.5%。在閱卷過程即發現很多學生回答「色光的顏色」，但在 TIMSS 2003 評分標準中只有正確舉出例子才可給分，寫出色光顏色的都視為作答錯誤，不予給分。由學生作答情況推測也



許學生誤解了題意，將答案寫成組成陽光的色光顏色而未能得分，以致本題答對率偏低。

此題的概念雖然兩組學生均曾學過，但為需書寫作答的非選擇題，且由學生作答情況發現學生誤解本題題意，此題也和 Feher 與 Meyer (1992) 指出學生認為白光是沒有顏色的迷思概念相關。題型、題意理解與迷思概念均可能影響學生學習成就。

## 2. S031445A

表 4-12 S031445A 試題分析表

試題代號：S031445A			試題學科：物理			
試題說明：光與顏色—研究白色襯衫／結果。			試題題型：非選擇題			
認知領域：推理與分析			試題修改情況： 實測題目為試測後修改過的題目			
		受測人數	通過率	得 1 分者	作答錯誤	未作答
試測	N	232	160	160	33	39
	%		69.0	69.0	14.2	16.8
實測	N	801	399	399	223	179
	%		49.8	49.8	27.8	22.3
試題概念		1. 光的組合。				
課程分布 情況	舊課程	五年級：白光的色散與光的組合。 六年級：色彩與顏料在生活上的應用。				
	新課程	216-4b：瞭解物體「顏色」的形成是光選擇性反射的結果。 221-4b：知道人對某色光的感覺稱為某顏色。 221-4c：知道各色光重疊照射可使人感覺到白色。				
課程涵蓋		試測無，實測無。				

S031445A 的試測試題說明較短，實測增加「小美和安安好奇其他顏色的襯衫在不同光線下看起來會怎樣」，將題目背景說明的更清楚。並將試

測的「小美和安安在不同燈泡下觀察白襯衫，請寫下他們看到什麼」改為「寫下他們調查白襯衫的結果」，雖經修改，題意未變。本題完全答對的給分為一分，所考的概念為「光的組合」，這個概念訂於自然課程標準中五年級和六年級的範圍，在九年一貫課程暫行綱要裡則是在第四階段（國中一到三年級），所以試測學生和實測學生均未曾學過此題概念。

S031445A 試測的通過率有 69.0%，實測的通過率為 49.8%。本題為開放式試題，受測學生必須在答案中明確指出「由於不同光源造成襯衫顏色發生變化」才算得分，若回答不夠完整則視為回答錯誤。研究上發現學生有色光的顏色會和物體的顏色產生混合之迷思概念（Feher & Meyer, 1992）。本題實測的答錯率約為試測時的兩倍，未作答的比例也較試測高出約 6%，其原因有待未來研究。

此題的概念兩組學生均未學過，又是需書寫的非選擇題，且此題與文獻上的迷思概念相關。課程、題型與迷思概念均可能是造成學生低分的原因。

### 3. S031446A

表 4-13 S031446A 試題分析表

試題代號：S031446A		試題學科：物理				
試題說明：光與顏色—研究新襯衫／結果。		試題題型：非選擇題				
認知領域：推理與分析		試題修改情況： 實測題目為試測後修改過的題目				
		受測人數	通過率	得 1 分者	作答錯誤	未作答
試測	N	232	130	130	65	37
	%		56.0	56.0	28.0	16.0
實測	N	801	317	317	316	168
	%		39.6	39.6	39.5	21.0
試題概念		1. 光的組合。				
課程分布情況	舊課程	五年級：白光的色散與光的組合。 六年級：色彩與顏料在生活上的應用。				
	新課程	216-4b：瞭解物體「顏色」的形成是光選擇性反射的結果。 221-4b：知道人對某色光的感覺稱為某顏色。 221-4c：知道各色光重疊照射可使人感覺到白色。				
課程涵蓋		試測無，實測無。				

S031446A 在實測增加了題組的說明，將試測說明「店員忙中有錯」改為「店員忙中有錯，拿錯了襯衫」，題幹「小美和安安在不同顏色的燈泡下觀察新襯衫，請寫下他們看到了什麼」修改成「寫下小美和安安調查新襯衫的結果」，雖經修改，題意未變。此題全對的給分為一分，考的概念為「光的組合」，這個概念分布在自然課程標準的五年級和六年級，以及九年一貫課程暫行綱要的第四階段（國中一年級到三年級），即試測學生和實測學生都未曾學過。在 Feher 與 Meyer (1992) 的研究中指出學生有色光的顏色會和物體的顏色產生混合之迷思概念。此題試測通過率為 56.0%，實測為 39.6%，且作答錯誤率及實測空白率都較試測高，為何試題修改後，學生反而通過率更低，有待更深入的研究。

此題的概念兩組學生均未學過，亦為學生需書寫的非選擇題，且此題與文獻上的迷思概念相關。課程、題型與迷思概念均可能是造成學生低分的原因。

#### 4. S031446B

表 4-14 S031446B 試題分析表

試題代號：S031446B				試題學科：物理			
試題說明：光與顏色—研究新襯衫／襯衫是否拿錯。				試題題型：非選擇題			
認知領域：推理與分析				試題修改情況： 實測題目為試測後修改過的題目			
		受測人數	通過率	得 1 分者	得 2 分者	作答錯誤	未作答
試測	N	232	90	44	68	110	10
	%		38.8	19.0	29.3	47.4	4.3
實測	N	801	328	328		458	15
	%		40.9	40.9		57.2	1.9
試題概念		1. 光的組合。					
課程分布情況		舊課程	五年級：白光的色散與光的組合。 六年級：色彩與顏料在生活上的應用。				
		新課程	216-4b：瞭解物體「顏色」的形成是光選擇性反射的結果。 221-4b：知道人對某色光的感覺稱為某顏色。 221-4c：知道各色光重疊照射可使人感覺到白色。				
課程涵蓋		試測無，實測無。					

S031446B 和 S031446A 是同一大題下的不同小題，將試測題幹「服飾店的店員是否真的給錯了襯衫」改為「小美和安安是否真的被給錯了襯衫」，並增加「請用前面他們調查的結果」的說明，填答的空間變大，但雖經修改，題意未變。此題所考的概念為「光的組合」，此概念出現在自然課程標準的五、六年級課程，以及九年一貫課程暫行綱要的第四階段（國中一年級到三年級）。

實測評分時的評分碼經過更動，試測若同時答對是否拿錯襯衫與理由給 2 分，只答對理由的部分給 1 分；實測則需同時答對兩者才給 1 分。試測的通過率有 38.8%，通過率的算法為得 2 分的通過率 +  $\frac{1}{2}$  得 1 分的通過率；實測的通過率有 40.9%，作答錯誤率更高達 57.2%。

此題兩組學生的表現均不佳，試題概念均未學過，又須分析推理的能力，且為需書寫的非選擇題。從學生作答的情形與訪談結果（見 p.115）可發現學生對此題題意產生誤解，將題幹敘述「被給錯了襯衫」所用的被動式誤解為是店員拿錯襯衫，以致於答題錯誤。文獻上，Feher 與 Meyer（1992）的研究發現學生認為色光的顏色會和物體的顏色產生混合。課程、題型、題意理解與迷思概念都可能是造成學生低分的原因。

## 5. S031447

表 4-15 S031447 試題分析表

試題代號：S031447				試題學科：物理			
試題說明：光與顏色—藍光下的藍襯衫的顏色。				試題題型：非選擇題			
認知領域：推理與分析				試題修改情況： 實測題目為試測後修改過的題目			
		受測人數	通過率	得 1 分者	得 2 分者	作答錯誤	未作答
試測	N	232	39	50	14	147	21
	%		16.8	21.6	6.0	63.4	9.0
實測	N	801	260	271	125	357	48
	%		32.5	33.8	15.6	44.6	6.0
試題概念		1. 光的組合。					
課程分布 情況	舊課程	五年級：白光的色散與光的組合。 六年級：色彩與顏料在生活上的應用。					
	新課程	216-4b：瞭解物體「顏色」的形成是光選擇性反射的結果。 221-4b：知道人對某色光的感覺稱為某顏色。 221-4c：知道各色光重疊照射可使人感覺到白色。					
課程涵蓋		試測無，實測無。					

S031447 將試測題幹「三個顏色勾選一個」改為讓學生「自由填答顏色」，實測並增加「用小美和安安研究的結果」的說明，雖然經過修改，但題意不變。此題仍屬於光與顏色題組，兩組學生均未學過此題概念。

此題評分標準為同時寫出正確的襯衫顏色和分析的理由者給 2 分，答對正確的襯衫顏色給 1 分，通過率的算法為得 2 分的通過率 +  $\frac{1}{2}$  得 1 分的通過率。試測答對的學生有 16.8%，作答錯誤率高達 63.4%；實測學生的通過率為 32.5%，作答錯誤率也達 44.6%。試測學生的作答錯誤率約較實測學生多 20%，其原因尚不明，有待未來研究深入探討。

此題兩組學生的表現均不理想。此題既未教過，又須推理與分析的能力，且為非選擇題。Feher 與 Meyer (1992) 的研究中也發現學生對於光與顏色易有迷思概念。課程、題型及迷思概念均可能對於學生成就有影響。

## (二) 物質狀態與變化

### 1. S031370

表 4-16 S031370 試題分析表

試題代號：S031370		試題學科：物理				
試題說明：固體與液體的差異。		試題題型：非選擇題				
認知領域：概念性了解		試題修改情況： 實測題目為試測後修改過的題目				
		受測人數	通過率	得 1 分者	作答錯誤	未作答
試測	N	227	103	103	51	73
	%		45.4	45.4	22.5	32.2
實測	N	786	521	521	131	134
	%		66.3	66.3	16.7	17.0
試題概念		1. 固體與液體的差異。				
課程分布情況	舊課程	一年級：覺察水凍成冰，冰可化成水。 二年級：察覺液體有味道及一些可辨認的特性。 四年級：由液體和其他液體或物質的反應，了解液體性質。 五、六年級：物體的體積、形態、性質隨溫度高低而有改變。				
	新課程	110-2a. 察覺並描述水受冷熱影響改變形態的情形。察覺很多物質能溶於水及空氣具助燃性。 131-1a. 察覺物質各具不同特徵（如顏色、形狀、軟硬、氣味、粗細…）。 131-2b. 利用物質性質或外表特徵來區分物質（如依形態分成固體、液體、氣體，如依磁的吸引來區分，如依溶不溶於水來區分）。				
課程涵蓋		試測無，實測無。				

S031370 於試測時原本分為 S031370A 及 S031370B 兩小題，S031370A 為「固體與液體的差異」，S031370B 為「液體與氣體的差異」，每小題分別計分，各小題答對者各給一分。實測時將試測的題幹「氣體、液體和固體是物質的三態」刪除，並刪除 S031370B，即實測時只考「固體與液體的差

異」，故本題所列之試測通過率為 S031370A 的通過率。而實測雖刪除一小題，但與試測 S031370A 相較，題意仍不變。

試測的通過率為 45.4%，空白率超過 30%；實測的通過率 66.3%，空白率為 17.0%。此題雖兩組學生均未學過，但由實測通過率達 66.3%，可顯示題目本身的難度是造成其低分的原因，可能對於學生而言，實測只需回答一小題是比較容易的。從學者 (Galili & Bar, 1997; Stavy, 1990) 的研究中發現學生對於固體和液體的性質容易有迷思概念，且學生必須先了解兩者性質之後加以比較，才能寫出固體和液體的相異之處。

此題試測學生的表現不理想，課程、題型及迷思概念均可能是造成學生低分的原因。

## 2. S031371

表 4-17 S031371 試題分析表

試題代號：S031371			試題學科：物理					
試題說明：改變水的狀態需要加熱。			試題題型：選擇題					
認知領域：事實性知識			試題修改情況： 實測題目為試測後修改過的題目					
		受測人數	A	B	C	D*	作答錯誤	未作答
試測	N	219	16	22	84	86		11
	%		7.3	10.0	38.4	39.3		5.0
實測	N	776	81	79	257	341	2	16
	%		10.4	10.2	33.1	43.9	0.3	2.1
試題概念		1. 水的相變和能量的關係。						
課程分布情況		舊課程	三、四年級：水隨溫度變化可由冰熔成水、水氣化成蒸氣。 五、六年級：物體的體積、形態、性質隨溫度高低而有改變。					
		新課程	131-3c. 實驗發現溫度高低不同，物質的形態、性質會改變（如水的凝固或氣化，熱脹冷縮、溶解量、擴散快慢）。					
課程涵蓋		試測無，實測無。						



S031371 將試測的題幹和選項中的「冷凍」改為「結冰」，以及試題敘述「水會因... 而由...」改成「當... 時，水會由...」，試題敘述雖經修改，但題意未變。在自然課程標準國小三、四年級有「水隨溫度變化可由冰熔成水、水氣化成蒸氣」的概念，但由於要作答本題必須先了解的相關名詞，如：結冰、融化和沸騰並未出現，即學生尚未學過。

此題的正確答案為 D 選項，試測的通過率 39.3%，實測的通過率為 43.9%。值得注意的是在試測有 38.4% 的人誤答 C 選項，實測亦達 33.1%，顯見有許多學生對於結冰和沸騰是否需要加热的概念尚未瞭解，甚至將兩者的概念混淆。此題雖為選擇題，但兩組學生均未學過，課程可能是低分的成因。

### 3. S031372B

表 4-18 S031372B 試題分析表

試題代號：S031372B				試題學科：物理			
試題說明：容器內的固體、液體及氣體／解釋。				試題題型：非選擇題			
認知領域：推理與分析				試題修改情況： 實測題目為試測後修改過的題目			
		受測人數	通過率	得 1 分者	得 2 分者	作答錯誤	未作答
試測	N	232	39	56	11	66	99
	%		16.8	24.1	4.7	28.4	42.7
實測	N	1176	414	225	302	357	292
	%		35.2	19.1	25.7	30.4	24.8
試題概念		1. 區分固體、液體及氣體的特性。					
課程分布情況		舊課程	一、二年級：空氣是無色無味的氣體，到處都有。 四年級：由液體和其他液體或物質的反應，了解液體性質。 五、六年級：物體的體積、形態、性質隨溫度高低而有改變。				
		新課程	131-1a：察覺物質各具不同特徵(如顏色、形狀、軟硬、氣味、粗細...)。 131-2b：利用物質性質或外表特徵來區分物質(如依形態分成固體、液體、氣體，如依磁的吸引來區分，如依溶不溶於水來區分)。				
課程涵蓋		試測無，實測無。					

S031372B 的實測題幹將固體、液體、氣體標示上注音，並將標示上下圖的文字加上粗體效果，將試測題目敘述「這物質」改成「不同形態的物質」，在題幹加上「你為什麼這樣寫？」的問句，實測的試題說明的更清楚，但題意未變。此題必須要能區分出固體、液體和氣體三者才算全對，只能區分出其中一態則歸於部分正確，因此雖自然課程標準在一、二年級和四年級分別包含了空氣的特性以及液體的性質，可是尚無完整的概念能讓學生同時「區分固體、液體及氣體的性質」。而九年一貫課程暫行綱要的第二階段（三、四年級）訂定了「利用物質性質或外表特徵來區分物質」的概念，但分析教科書單元內容，南一版設計於三上的第一單元，翰林版是在三下的第三單元，牛頓版、康軒版的四年級教材也未出現此題概念，即實測學生也未學過。

此題評分標準為能同時區分三態的給 2 分，能至少區分一態者給 1 分，通過率的算法為得 2 分的通過率 +  $\frac{1}{2}$  得 1 分的通過率。試測的通過率 16.8%，實測的通過率為 35.2%，兩組學生的表現均不理想。

兩組學生均未學過，且物質三態的性質本就是學生易出現的迷思概念（Benson et al., 1993; Galili & Bar, 1997; Novick & Nussbaum, 1978; Stavy, 1990），加上此題又是非選擇題，這些均可能是造成學生低分的原因。

## 4. S031399A

表 4-19 S031399A 試題分析表

試題代號：S031399A		試題學科：物理				
試題說明：將液體變成氣體或固體／氣體。		試題題型：非選擇題				
認知領域：概念性了解		試題修改情況： 實測題目為試測後修改過的題目				
		受測人數	通過率	得 1 分者	作答錯誤	未作答
試測	N	219	109	109	56	54
	%		49.8	49.8	25.6	24.7
實測	N	1583	972	972	306	305
	%		61.4	61.4	19.3	19.3
試題概念		1. 水三態變化的成因。				
課程分布 情況	舊課程	一、二年級：覺察溫度改變會影響物體形態。 三、四年級：水隨溫度變化可由冰熔成水、水氣化成蒸氣。 四年級：水的蒸發和凝結。				
	新課程	131-2c. 觀察發現溫度不同，物質的形態會改變（如冰的熔化、水的沸騰）。 131-3c. 實驗發現溫度高低不同，物質的形態、性質會改變（如水的凝固或氣化，熱脹冷縮、溶解量、擴散快慢）。 211-2c. 察覺日常生活中水有蒸發與凝結的現象。 214-2b. 察覺溫度高低，造成水的三態變化。 214-4d. 知道加熱會改變物質形態，發生脹縮、熔化、蒸發、擴散等現象。				
課程涵蓋		試測有，實測有。				

S031399A 將題幹的液體標示上注音，並增加填答處的空間，雖經修改但題意不變。此題概念在自然課程標準的一到四年級都曾出現，亦涵蓋在九年一貫課程暫行綱要的第二階段（國小三、四年級）到第四階段（國中一至三年級）。

此題將正確答出如何使液體變成氣體者給 1 分，實測的通過率 61.4

%，試測的通過率為 49.8%，兩組的空白率均為 20%左右，顯見學生雖已學過，但對教材內容並不熟悉，且學生對於液體蒸發為氣體的成因亦存有迷思概念（林顯輝，1995；張敬宜，1997，1998；張凱綸，2002；黃寶鈿、黃湘武，1990；Bar & Galili,1994；Osborne & Cosgrove,1983）。

此題雖然兩組學生均曾學過，但為開放式的非選擇題，易受到語文能力的影響，且本題的概念亦為學生的迷思概念。題型與迷思概念皆可能是造成學生低分的原因。

### （三）熱與溫度

#### 1. S031298

表 4-20 S031298 試題分析表

試題代號：S031298				試題學科：物理				
試題說明：煮熱的蛋丟進冷水中。				試題題型：選擇題				
認知領域：概念性了解				試題修改情況： 實測題目為試測後修改過的題目				
		受測人數	A	B*	C	D	作答錯誤	未作答
試測	N	227	16	71	54	83	/	3
	%		7.0	31.3	23.8	36.6		1.3
實測	N	765	68	299	121	270	0.0	7
	%		8.9	39.1	15.8	35.3		0.9
試題概念		1. 熱由高溫傳到低溫，最後達到熱平衡。						
課程分布情況		舊課程	四年級：熱由高溫傳到低溫。					
		新課程	214-2a. 知道可用很多方法去比較冷熱的程度，及察覺熱會由高溫處傳到低溫處。					
課程涵蓋		試測有，實測有。						

S031298 於實測時將各選項敘述「變涼、變溫暖」修改為「變的比較涼、變的比較溫暖」，題目雖經修改，但題意未變。本題的正確選項為 B，試測僅有 31.3% 的通過率，實測有 39.1%，可見學生仍不了解「熱由高溫傳到低溫，最後達到熱平衡」的概念。值得注意的是在試測時有 36.6% 的人誤答 D 選項（都變的比較溫暖），在實測時也有高達 35.3% 選 D。從訪談的學生反應來判斷，有學生誤解題意，將該選項的「溫暖」（題意原指的是水的溫度升高）誤認為是兩者最終熱平衡的溫度「摸起來溫暖」，以致有許多人誤選 D。另從文獻上發現學生對於兩個溫度不同的物體達到熱平衡後的溫度常存有迷思概念（陳文典、劉德生，1994；程文香，2002；黃寶鈿，1988；Stavy & Berkovitz, 1980）。

此題的概念課程均已涵蓋，又是選擇題，但由訪談結果得知學生對此題題意產生誤解，且亦與文獻上的迷思概念相關，由此題可以說明題意理解與迷思概念均可能為造成學生低分的原因。

#### (四) 力與運動

##### 1. S031009

表 4-21 S031009 試題分析表

試題代號：S031009				試題學科：物理			
試題說明：水中升起的泡泡。				試題題型：非選擇題			
認知領域：概念性了解				試題修改情況： 實測題目與試測題目相同			
		受測人數	通過率	得 1 分者	得 2 分者	作答錯誤	未作答
試測	N	231	76	132	10	58	31
	%		32.9	57.1	4.3	25.1	13.4
實測	N	1557	919	919	/	512	126
	%		59.0	59.0		32.9	8.1
試題概念		1. 浮力原理。					
課程分布情況	舊課程	無。					
	新課程	131-4a. 探討物質各具的性質（如熔點、沸點、密度、比熱、導電性、導熱性、延展性等）。 215-4h. 測量知道物體在液體中所受浮力等於排開液體重。					
課程涵蓋		試測無，實測無。					

S031009 所考的概念是「浮力原理」，在自然課程標準與九年一貫課程暫行綱要中皆未涵蓋此題概念。試測和實測的評分標準及評分碼經過修改，試測時若寫下兩個理由給 2 分，只寫出其中一個理由者給 1 分，通過率的算法為得 2 分的通過率 +  $\frac{1}{2}$  得 1 分的通過率，故試測的通過率為 32.9%；實測則刪除 2 分的給分，改為只要寫出其中任一個理由即全對給予 1 分，通過率為 59.0%。因此，若調整兩次測驗的評分標準使之相同，則試測之得 1 分加上得 2 分者的比率（61.4%），其意義即相當於實測得 1 分者的比率（59.0%）。不過由於依國際規定所計算的試測學生成績為 32.9%，因此本題仍計入低分題之列。

兩組學生均未學過此題概念，但若只寫一個答案，顯示學生可以做到，並非難題。此題為非選擇題，在 Palmer 與 Flanagan (1997) 的研究中指出學生擁有如下迷思概念：物體往上運動是因為受到人施加給它往上的力。課程、題型、迷思概念及題目的難度均可能為造成學生低分的原因。

#### 四、化學領域

##### (一) 水的特性與功用

##### 1. S031005

表 4-22 S031005 試題分析表

試題代號：S031005				試題學科：化學		
試題說明：裝滿水的封閉玻璃瓶。				試題題型：非選擇題		
認知領域：推理與分析				試題修改情況： 實測題目為試測後修改過的題目		
		受測人數	通過率	得 1 分者	作答錯誤	未作答
試測	N	232	14	14	155	63
	%		6.0	6.0	66.8	27.2
實測	N	1176	158	158	849	169
	%		13.4	13.4	72.2	14.4
試題概念		1. 水的體積隨溫度變化。				
課程分布情況	舊課程	五、六年級：物體的體積、形態、性質隨溫度高低而有改變。				
	新課程	131-3c：實驗發現溫度高低不同，物質的形態、性質會改變(如水的凝固或氣化，熱脹冷縮、溶解量、擴散快慢)。				
課程涵蓋		試測無，實測無。				

S031005 實測將題幹「水的哪一種性質...」修改為「為什麼...」，雖經過修改，題意仍不變。此題所考的概念為「水的體積隨溫度變化」，在自然課程標準與九年一貫課程暫行綱要中都是五、六年級的教材，故兩組學生皆未學過。

試測的通過率為 6.0%，實測為 13.4%，作答錯誤率皆為 70%左右，而試測的空白率幾乎為實測的兩倍，顯示此題概念對學生是很困難的。本題為開放式之非選擇題，且需「推理與分析」的能力。課程與題型均可能是造成學生低分的原因。

## 2. S031418

表 4-23 S031418 試題分析表

試題代號：S031418				試題學科：化學				
試題說明：冰塊在水中的位置。				試題題型：選擇題				
認知領域：概念性了解				試題修改情況： 實測題目與試測題目相同				
		受測人數	A	B*	C	D	作答錯誤	未作答
試測	N	231	25	106	17	82	/	1
	%		10.8	45.9	7.4	35.5		0.4
實測	N	776	99	428	48	188	0	13
	%		12.8	55.2	6.2	24.2	0.0	1.6
試題概念		1. 冰的密度比水小與浮力原理。						
課程分布情況		舊課程	無。					
		新課程	131-4a. 探討物質各具的性質（如熔點、沸點、密度、比熱、導電性、導熱性、延展性等）。 215-4h. 測量知道物體在液體中所受浮力等於排開液體重。					
課程涵蓋		試測無，實測無。						

S031418 的正確答案是 B，試測的通過率為 45.9%，實測為 55.2%；此外，值得注意的是 D 選項，在試測有 35.5% 的學生誤選此選項，在實測也有 24.2%，可見有許多學生認為冰塊是沉體，關於物體的浮沉也自有一套解釋的準則（Stepans, Beiswenger & Dyche, 1986, 引自許嘉玲, 1997；Galili & Bar, 1997）。



R：題目是什麼意思？

S15：就是說冰塊放在杯子的水裡，會怎樣，會在哪一個位置。我覺得是一定在底面（指著選項 4），因為冰塊它就是也蠻、在水裡也算有一點重量，所以會沉下去，中間我覺得也蠻有可能的（指著選項 3），啊上面，在水的水面那邊啊不可能（指著選項 2），啊水的上面那更不可能（指著選項 1）。（S15-92/6/27）

R：如果把冰塊放到水裡面，應該是哪個圖？

S24：應該是 1。因為我有...我有看過，我每次泡東西的時候，我每次冰塊丟下去，它每次都是浮上來。（S24-92/6/30）

由以上訪談學生 S15、S24 的內容，研究者發現學生常會以直觀或者生活經驗來判斷物體的浮沉。

此題兩組學生皆未曾學過，雖為選擇題，但由文獻及訪談結果均得知學生擁有迷思概念。課程與迷思概念可能為造成學生低分的原因。

## (二) 物質的分類與成分

### 1. S031068

表 4-24 S031068 試題分析表

試題代號：S031068				試題學科：化學				
試題說明：鹽和水的實驗。				試題題型：選擇題				
認知領域：推理與分析				試題修改情況： 實測題目為試測後修改過的題目				
		受測人數	A*	B	C	D	作答錯誤	未作答
試測	N	229	113	42	33	12	/	29
	%		49.3	18.3	14.4	5.2		12.7
實測	N	776	431	148	124	40	13	20
	%		55.5	19.1	16.0	5.2	1.7	2.6
試題概念		1. 溶解量會受到溶液體積的影響。						
課程分布情況		舊課程	無。					
		新課程	無。					
課程涵蓋		試測無，實測無。						

S031068 在實測時將題幹「小明所要研究的實驗是什麼？」改為「小明的實驗最主要的是要研究什麼？」，並將各選項的問號修改為句號，此題雖經修改，但題意並無改變。本題所考的概念是「溶解量會受到溶液體積的影響」，自然課程標準的四年級課程有「物質溶解量是有限的，而且受溫度的影響」，九年一貫課程暫行綱要的第三階段（五、六年級）有「察覺物質溶解於水的量受到水溫的影響（定性）」，不過由於兩者的概念都在強調「溫度」的影響，而未提到「溶液體積」的影響，因此本題試測與實測課程都未涵蓋此題的概念。

本題雖為選擇題，但兩組學生皆未學過，文獻上發現學生認為攪拌會使溶解量增加（陳淮璋等人，2002）。課程與迷思概念均可能是造成學生低分的原因。

## 2. S031406B

表 4-25 S031406B 試題分析表

試題代號：S031406B			試題學科：化學			
試題說明：金屬製物體／特性。			試題題型：非選擇題			
認知領域：概念性了解			試題修改情況： 實測題目與試測題目相同			
		受測人數	通過率	得 1 分者	作答錯誤	未作答
試測	N	219	96	96	75	48
	%		43.8	43.8	34.2	21.9
實測	N	790	268	268	318	204
	%		33.9	33.9	40.3	25.8
試題概念		1. 金屬的特性。				
課程分布 情況	舊課程	無。				
	新課程	131-3a：實驗發現物質性質各自不同（例如有的導電有的不易，有的導熱有的不易，例如水溶液的酸鹼性）。 131-4a：探討物質各具的性質（如熔點、沸點、密度、比熱、導電性、導熱性、延展性等）。				
課程涵蓋		試測無，實測無。				

S031406B 考的概念為「金屬的特性」，此概念並未出現在自然課程標準，九年一貫課程暫行綱要則涵蓋於第三階段和第四階段，也就是國小五、六年級和國中一至三年級，即試測學生或實測學生均沒有學過此概念。

此題為非選擇題，答對金屬性質者給 1 分，試測的通過率為 43.8%，實測為 33.9%。由此題觀之，課程與題型均可能為造成學生低分的原因。

## 五、生命科學領域

### (一) 生物的構造、功能與生命過程

#### 1. S031026

表 4-26 S031026 試題分析表

試題代號：S031026		試題學科：生命科學					
試題說明：草食性與肉食性動物的頭骨。		試題題型：非選擇題					
認知領域：推理與分析		試題修改情況： 實測題目為試測後修改過的題目					
		受測人數	通過率	得 1 分者	得 2 分者	作答錯誤	未作答
試測	N	231	65	100	15	112	4
	%		28.1	43.3	6.5	48.5	1.7
實測	N	1557	1186	311	1031	207	8
	%		76.2	20.0	66.2	13.3	0.5
試題概念		1. 不同食性動物的特徵。					
課程分布情況	舊課程	無。					
	新課程	無。					
課程涵蓋		試測無，實測無。					

S031026 試測的題幹敘述為「吃植物的動物具有的頭骨 \_\_\_\_\_」，實測則改為「草食性動物骨頭是 \_\_\_\_\_ 號頭骨」，雖然試題敘述修改，但題意仍然不變。此題為非選擇題，正確辨別頭骨且解釋正確者給 2 分，能正確辨別頭骨但解釋不夠充分者給 1 分，通過率的算法為得 2 分的通過率 +  $\frac{1}{2}$  得 1 分的通過率。

試測的通過率為 28.1%，實測為 76.2%。兩次試題僅有因修改所產生的差異，是否因此造成兩次通過率差異約 50%，有待探討。兩組學生皆未學過此題概念，且本題需以文字作答。課程與題型均可能是低分的原因。

## 2. S031240B

表 4-27 S031240B 試題分析表

試題代號：S031240B				試題學科：生命科學		
試題說明：人類骨骼的功能。				試題題型：非選擇題		
認知領域：事實性知識				試題修改情況： 實測題目為試測後修改過的題目		
		受測人數	通過率	得 1 分者	作答錯誤	未作答
試測	N	232	97	97	67	68
	%		41.8	41.8	28.9	29.3
實測	N	1584	798	798	576	210
	%		50.4	50.4	36.4	13.3
試題概念		1. 人體骨骼的功能。				
課程分布情況	舊課程	三年級：觀察自己手腳的伸屈，肌肉與骨骼的相關作用。 三、四年級：人的身體構造與其功用。 三下健康：說明骨骼、肌肉系統運動的方法。				
	新課程	231-3b. 描述常見動物的構造和其運動方式是有關的；並知道人體的運動是需要骨骼和肌肉共同作用才能完成。				
課程涵蓋		試測有，實測有。				

S031240B 實測時將題幹「骨骼的兩種功用」修改為「人類為何需要骨骼的兩種理由」，但修改後的題意未變。本題的概念分布在自然課程標準三、四年級以及三年級下學期的道德與健康課程標準中；在九年一貫課程暫行綱要中則是規範於第三階段（五、六年級）的課程，但由於試測與實測學生從一年級到三年級的課程皆是依據 82 年版自然課程標準和道德與健康課程標準所編寫，因此實測學生也曾學過此題概念。

本題和 S031240A 為同一大題，學生需於這兩小題各寫出人類骨骼的一種功能，兩小題分別給分，答對者給 1 分。若作答 S031240A 與 S031240B 的主要功能是一樣的，依照 TIMSS 2003 評分標準則將 S031240B 歸於作答

錯誤。王美芬（1997）的研究中指出，學生認為骨骼可以彎曲、骨骼縮小後肌肉會突出，顯示學生對於骨骼的功能存有迷思概念。

學生已學過此題概念，但受測學生的表現依舊不理想，且試測空白率約為 30%，實測答錯的比率也偏高。S031240A 的通過率達 68.1% 及 76.7%，可見學生能答得出第一個骨骼的功能，但無法寫出第二個功能。本題為非選擇題，題型與迷思概念可能是造成學生低分的原因。

### 3. S031241B

表 4 - 28 S031241B 試題分析表

試題代號：S031241B		試題學科：生命科學				
試題說明：皮膚的功能。		試題題型：非選擇題				
認知領域：概念性了解		試題修改情況： 實測題目為試測後修改過的題目				
		受測人數	通過率	得 1 分者	作答錯誤	未作答
試測	N	229	94	94	57	78
	%		41.0	41.0	24.9	34.1
實測	N	790	144	144	392	254
	%		18.2	18.2	49.6	32.2
試題概念		1. 皮膚的功能。				
課程分布情況	舊課程	無。				
	新課程	213-3a：知道動物需維持體溫在一定範圍，以及維持體溫的方法。 213-4a：瞭解生物排除代謝廢物的方法，呼吸運動的調節。 231-4d：瞭解人體的排泄系統及功能。				
課程涵蓋		試測無，實測無。				

S031241B 實測時將題幹敘述「皮膚的兩個功用」改為「身體為何需要有皮膚覆蓋的兩個理由」，試題雖經修改，但題意未變。本題和 S031241A

為同一大題，學生需各寫出人類皮膚的一種功能，兩小題分別給分，答對者給 1 分。根據 TIMSS 2003 的評分標準，若學生在 S031241A 與 S031241B 寫的主要內容相同，則將 S031241B 歸於作答錯誤。

此題試測的通過率 41.0%，實測為 18.2%，未作答率皆超過 30%，兩組學生的表現均不理想，但試測通過率為何比實測高出 23% 有待未來研究。此外，S031241A 的通過率分別為 63.3% 及 58.1%，由此可判斷學生會寫一個皮膚的功能，而無法寫出兩個功能。此題為非選擇題，課程與題型皆可能是造成低分的原因。

#### 4. S031246

表 4 - 29 S031246 試題分析表

試題代號：S031246			試題學科：生命科學			
試題說明：身體要冷卻所產生的現象。			試題題型：非選擇題			
認知領域：概念性了解			試題修改情況： 實測題目為試測後修改過的題目			
		受測人數	通過率	得 1 分者	作答錯誤	未作答
試測	N	219	67	67	119	33
	%		30.6	30.6	54.3	15.1
實測	N	1176	309	309	700	167
	%		26.3	26.3	59.5	14.2
試題概念	1. 人體要冷卻所產生的反應。					
課程分布 情況	舊課程	無。				
	新課程	213-3a：知道動物需維持體溫在一定範圍，以及維持體溫的方法。 213-4a：瞭解生物排除代謝廢物的方法，呼吸運動的調節。 221-1a：察覺人對外界溫度變化會有反應（如低溫會顫抖、高溫會流汗）。 231-4d：瞭解人體的排泄系統及功能。				
課程涵蓋	試測無，實測無。					

S031246 實測時將人名「大毛」改成「阿尼」，並將「為了使他涼快，身體自然會有什麼反應」改為「身體為了要冷卻，會產生的現象」，試題敘述雖經修改，但題意並未改變。

兩次測驗的通過率均未達三分之一，且均有一半以上的學生作答錯誤。本題的概念並未涵蓋在課程裡，為非選擇題。由訪談內容發現學生對於此題題意產生誤解，而將流汗... 等人體降溫時的本能生理反應，回答為吹風、喝水... 等有意識產生的外顯行為，以致作答錯誤。顯示課程、題型與題意理解均可能是造成低分的原因。

## (二) 繁殖與遺傳

### 1. S031190

表 4-30 S031190 試題分析表

試題代號：S031190				試題學科：生命科學		
試題說明：唯一的海龜能繁殖嗎？				試題題型：非選擇題		
認知領域：推理與分析				試題修改情況： 實測題目為試測後修改過的題目		
		受測人數	通過率	得 1 分者	作答錯誤	未作答
試測	N	220	61	61	156	3
	%		27.7	27.7	70.9	1.4
實測	N	777	291	291	473	13
	%		37.5	37.5	60.9	1.7
試題概念		1. 生物的繁殖條件。				
課程分布情況		舊課程	無。			
		新課程	無。			
課程涵蓋		試測無，實測無。				



S031190 實測時將「加拉巴哥群島」改為「在一個小島」，並將「請勾選一個」改成「在下面□中勾選一個」，題目雖經過修改，但原意未變。試測和實測兩組學生均表現不佳，試測的通過率為 27.7%，實測為 37.5%，且作答錯誤率皆超過 60%。新舊課程皆未涵蓋本題概念，又是非選擇題，根據學者研究發現，學生對於「種」的概念不了解 (Munson, 1994)，且會混淆生殖與生長的意義 (陳業勇, 2001)。由此顯示課程、題型與迷思概念均可能是造成低分的原因。

## 2. S031266

表 4-31 S031266 試題分析表

試題代號：S031266				試題學科：生命科學				
試題說明：只留下雌西伯利亞虎。				試題題型：選擇題				
認知領域：推理與分析				試題修改情況： 實測題目為試測後修改過的題目				
		受測人數	A	B	C	D*	作答錯誤	未作答
試測	N	228	78	24	17	100	/	9
	%		34.2	10.5	7.5	43.9		3.9
實測	N	767	213	114	66	333	4	37
	%		27.8	14.9	8.6	43.4	0.5	4.8
試題概念		1. 同種生物才能繁殖。						
課程分布 情況		舊課程	無。					
		新課程	120-3a：知道生物靠生殖延續後代。 121-4a：知道現行的生物分類系統。					
課程涵蓋		試測無，實測無。						

S031266 實測時將選項 A 之「另一型的雄性老虎」改為「其他種的雄性老虎」，各選項中的「後代」改成「西伯利亞虎」，試題敘述雖經改變，但題意未變。本題的正確答案是 D 選項，兩次測驗的通過率皆超過 40%，在此值得注意的是 A 選項，試測時有 34.2% 的學生誤選此答案，實測也有

27.8%，選答的學生認為雌西伯利亞虎可以和其他種的雄老虎生育下一代的西伯利亞虎，顯見學生只知道雌雄性生物可以一起繁殖下一代，但是沒有完整的「同種生物才能繁殖」概念，忽略了種與種之間的差異形成的生殖隔離，由 Munson (1994) 的研究中也可以看出學生並不瞭解「種」的概念。

此題雖為選擇題，但兩組學生均未學過，且與文獻上的迷思概念相關，是以課程與迷思概念均可能是造成低分的原因。

### 3. S031270

表 4-32 S031270 試題分析表

試題代號：S031270				試題學科：生命科學		
試題說明：橡樹和向日葵能繁殖嗎？				試題題型：非選擇題		
認知領域：推理與分析				試題修改情況： 實測題目為試測後修改過的題目		
		受測人數	通過率	得 1 分者	作答錯誤	未作答
試測	N	227	39	39	187	1
	%		17.2	17.2	82.4	0.4
實測	N	1557	559	559	986	12
	%		35.9	35.9	63.3	0.8
試題概念	1. 同種生物才能繁殖。					
課程分布情況	舊課程	無。				
	新課程	120-3a：知道生物靠生殖延續後代。 121-4a：知道現行的生物分類系統。				
課程涵蓋	試測無，實測無。					

S031270 實測時將「樹開出向日葵花」的圖片移除，且將試題敘述「大樹加上向日葵」改為「橡樹和向日葵種在一起」，以及「使大樹長出向日葵花」修改成「長出一棵會開向日葵花的橡樹」，試題敘述雖經修改，但

題意不變。

試測通過率為 17.2%，實測為 35.9%，表現均不理想。兩組學生皆未曾學過，又是開放式的非選擇題，從文獻中發現「種」的概念對於學生來說是不易瞭解的（Munson, 1994）。本題低分的原因可能為課程、題型及迷思概念。

### （三）人體健康

#### 1. S031325

表 4-33 S031325 試題分析表

試題代號：S031325			試題學科：生命科學			
試題說明：體溫升高的原因。			試題題型：非選擇題			
認知領域：概念性了解			試題修改情況： 實測題目與試測題目相同			
		受測人數	通過率	得 1 分者	作答錯誤	未作答
試測	N	232	114	114	93	25
	%		49.1	49.1	40.1	10.8
實測	N	776	373	373	332	71
	%		48.1	48.1	42.8	9.2
試題概念		1. 體溫升高的原因。				
課程分布情況	舊課程	一下健康：解釋生病和健康時個人感覺的不同。				
	新課程	健康與體育：7-1-1.3. 列出兒童期常見的疾病，分享生病的感受和被照顧的經驗及處理情形。				
課程涵蓋		試測有，實測有。				

S031325 所考的概念為「體溫升高的原因」，此概念分布在國小一下的道德與健康課程標準課程中，在九年一貫課程暫行綱要中則是位於健康與體育領域的第一階段（國小一年級到三年級），即試測和實測學生都曾學

過此題概念。試測的通過率為 49.1%，實測為 48.1%，顯示學生即使已在課堂上學過，仍有半數學生未具有此概念。是否因學生在健康教育科學過的概念無法轉移到自然科學，或是因學生學習時間過久，產生遺忘，有待研究。

## 2. S031330

表 4-34 S031330 試題分析表

試題代號：S031330			試題學科：生命科學			
試題說明：防曬。			試題題型：非選擇題			
認知領域：概念性了解			試題修改情況： 實測題目與試測題目相同			
		受測人數	通過率	得 1 分者	作答錯誤	未作答
試測	N	219	105	105	88	26
	%		47.9	47.9	40.2	11.8
實測	N	790	527	527	181	82
	%		66.7	66.7	22.9	10.4
試題概念	1. 防曬的重要性。					
課程分布 情況	舊課程	無。				
	新課程	無。				
課程涵蓋	試測無，實測無。					

S031330 的試測學生表現不理想，作答錯誤率達 40%。此題概念並未涵蓋在自然課程標準和九年一貫課程暫行綱要中，即試測和實測學生均未學過。本題為開放式的非選擇題，學生需以文字作答。在學者 (Boyes & Stanisstreet, 1998) 的研究中發現有部分學生仍不瞭解紫外線會造成皮膚癌。課程、題型以及迷思概念均可能為造成學生低分的原因。

## 3. S031346

表 4 - 35 S031346 試題分析表

試題代號：S031346		試題學科：生命科學				
試題說明：水果的營養。		試題題型：非選擇題				
認知領域：推理與分析		試題修改情況： 實測題目為試測後修改過的題目				
		受測人數	通過率	得 1 分者	作答錯誤	未作答
試測	N	231	60	60	167	4
	%		26.0	26.0	72.3	1.7
實測	N	801	43	43	724	34
	%		5.4	5.4	90.4	4.3
試題概念		1. 食物與營養的關係。				
課程分布 情況	舊 課 程	<p>一下健康：了解食物與生長、健康的關係。</p> <p>二上健康：選擇有益於健康的食物—攝取多樣化及價廉物美的食物，且明白食物中營養的差異性。</p> <p>三上健康：描述油脂類、蔬菜類和水果類食物的來源及功能。</p>				
	新 課 程	<p>217-4d：瞭解生物體需要養分維持生命，及生物經由呼吸作用分解養分釋出能量；並知道動物可經由攝食得到養分，及植物進行光合作用製造有機養分。</p> <p>231-2b：經由飼養小動物，知道動物由出生、成長到死亡是動物的一生；並察覺人要攝取不同種類食物以維持生命。</p> <p>健康與體育：2-1-1.4. 每日攝取多樣化食物，以維持身體健康。</p> <p>健康與體育：2-2-1.1. 指出食物多樣化的重要性且能夠吃足量的主食。</p> <p>健康與體育：2-2-2.1. 敘述主要營養素的功能及辨識各種營養的主要來源。</p> <p>健康與體育：2-2-2.2. 解釋營養素在生長、活動中的重要性及不同需要量的因素。</p>				
課程涵蓋		試測有，實測有。				

S031346 實測時將男性人名景淵改為女性的小琳，「請勾選一個」改成「請在□中勾選一個」，且實測用於填答的空間縮小，雖然試題敘述修改過，但題意未變。本題的概念分布在道德與健康課程標準的一下、二上與三上的課程中，在九年一貫課程暫行綱要中則是位於自然與生活科技領域的第二階段（國小三、四年級）、第四階段（國中一至三年級），以及健康

與體育領域的第一階段（國小一至三年級）和第二階段（國小四至六年級），即試測和實測學生皆已學過。

試測的通過率為 26.0%，實測的通過率僅 5.4%，為實測所有試題中通過率最低的試題，顯示學生雖已學過此題概念，但對於食物與營養的關係仍不熟悉，是否因學生在健康教育學過的概念無法轉移到自然科學，或是此概念對學生而言是較困難的，尚有待探討。

#### （四）生態系

##### 1. S031319

表 4-36 S031319 試題分析表

試題代號：S031319				試題學科：生命科學				
試題說明：復原傷口的能量。				試題題型：選擇題				
認知領域：事實性知識				試題修改情況： 實測題目為試測後修改過的題目				
		受測人數	A	B	C*	D	作答錯誤	未作答
試測	N	214	30	134	43	3	/	4
	%		14.0	62.6	20.1	1.4		1.9
實測	N	1557	244	876	332	62	23	20
	%		15.7	56.3	21.3	4.0	1.5	1.3
試題概念		1. 能量的概念與人體獲得能量的來源。						
課程分布情況		舊課程	無。					
		新課程	217-4d：瞭解生物體需要養分維持生命，及生物經由呼吸作用分解養分釋出能量；並知道動物可經由攝食得到養分，及植物進行光合作用製造有機養分。 健康與體育：2-3-1.2. 討論由飲食獲得能量及身體活動消耗能量的關係。					
課程涵蓋		試測無，實測無。						

S031319 實測時將題幹「需要能量和物質」改為「需要能量」，並且在各選項加上「獲得能量」的敘述，而試題雖經修改，題意仍不變。

S031319 的正確答案是 C 選項，試測的通過率為 20.1%，實測為 21.3%，兩次測驗答對的人數各約僅有受測學生的五分之一，顯見學生對於這個概念均不熟悉。試測與實測皆有 60% 左右的學生誤選 B 選項，可能是因為能量這個名詞對學生而言太過抽象（張敬宜、熊召弟，1995），對於能量及能量來源的概念，易以直觀思考或生活經驗來判斷，B 選項（從藥膏獲得能量）接近學生過去受傷時的經驗，有極高比例的受測學生選擇了這個答案。在文獻上也發現學生常認為能量是一種成分（Lijnse, 1990），且認為能量來自於水、空氣、睡眠... 等（郭重吉，1992；Boyes & Stanisstreet, 1991；Kruger et al., 1992）。

此題雖為選擇題，但兩組學生均未學過，且均有六成的學生誤答 B 選項。課程以及迷思概念均可能為造成低分的原因。

## 2. S031439A

表 4-37 S031439A 試題分析表

試題代號：S031439A		試題學科：生命科學				
試題說明：花園—植物生長為何需要陽光？		試題題型：非選擇題				
認知領域：概念性了解		試題修改情況： 實測題目為試測後修改過的題目				
		受測人數	通過率	得 1 分者	作答錯誤	未作答
試測	N	219	56	56	99	64
	%		25.6	25.6	45.2	29.3
實測	N	786	251	251	360	175
	%		31.9	31.9	45.8	22.3
試題概念		1. 植物需要陽光行光合作用。				
課程分布 情況	舊 課 程	四年級：植物行光合作用，吸收二氧化碳而產生氧。 四年級：植物葉片行光合作用。 四年級：植物藉日光、二氧化碳和水行光合作用。				
	新 課 程	217-4d. 瞭解生物體需要養分維持生命，及生物經由呼吸作用分解養分釋出能量；並知道動物可經由攝食得到養分，及植物進行光合作用製造有機養分。 230-3a. 瞭解植物根、莖、葉、花、果實、種子的功能；並知道植物亦可由種子或根莖葉繁殖。同時能分辨有的植物會開花，有的不開花（如蕨類）。 230-4a. 認識葉子的構造及功能。				
課程涵蓋		試測無，實測無。				

S031439A 實測時將人名「瑞佳」改成「小民」，刪除「你將研究幾件瑞佳在動手前應該要知道的事情」等說明，並刪除附圖，試題敘述雖經修改，但題意未變。試測學生一到四年級的課程是依據自然課程標準所編製，參與 TIMSS 2003 試測的 25 所學校，有 11 所採用牛頓出版的教科書，有 10 所採用南一版本，有 3 所採用康軒版本，有 1 所採用國立編譯館版本。查閱教科書的單元編排，牛頓版將光合作用單元設計於四年級下學期的最後一個單元（第 8 冊第 6 單元），南一版為四下的第 4 單元，康軒版



也是四下的最後一個單元（第 8 冊第 7 單元），國編本則將同一單元編排於四下的第 5 單元（全冊共 7 個單元）。我國試測的施測時間是在 2002 年的四月中旬，測驗當時絕大部分的學生尚未教至光合作用單元。實測學生一到三年級的課程依據自然課程標準所編寫，四年級則是根據九年一貫課程暫行綱要，九年一貫課程已將光合作用的概念移至五年級至國三的課程中，即實測學生也未學過此概念。

兩組學生的表現均不理想，未作答的比率均超過 20%。文獻上指出學生對於光合作用的功能存有迷思概念（裘維鈺，1994；顏麗娟，2003）。課程、題型及迷思概念皆可能為造成低分的原因。

### 3. S031441B

表 4-38 S031441B 試題分析表

試題代號：S031441B				試題學科：生命科學			
試題說明：花園—四個地區中生長良好的植物。				試題題型：非選擇題			
認知領域：推理與分析				試題修改情況： 實測題目為試測後修改過的題目			
		受測人數	通過率	得 1 分者	得 2 分者	作答錯誤	未作答
試測	N	219	93	104	41	48	26
	%		42.5	47.5	18.7	21.9	11.8
實測	N	786	389	408	185	115	78
	%		49.5	51.9	23.5	14.6	9.9
試題概念		1. 陽光影響植物的分佈。					
課程分布 情況		舊課程	四年級：光、溫度、水影響植物的生長及分佈。				
		新課程	510-3b. 生物的分佈及其習性會受水、陽光、空氣、養分的影響。				
課程涵蓋		試測無，實測無。					

S031441B 實測時將說明「發現這些植物各需多少陽光，才能使它們長

得最好」改為「發現要使這些植物長得最好，所各需的陽光量」，題幹並增加「參考上圖...」，增大填答處的空間，將試題背景說明的更清楚。此題概念分布在自然課程標準的四年級課程，但由於課程或教科書中並未出現「全日照」、「遮蔭」、「半遮蔭」這些名詞含意，在學生理解題意和答題時不易作答，在此認為此題試測學生並未學過；九年一貫課程暫行綱要則將此題概念設計在第三階段（五、六年級）的課程中，即實測學生也未學過。

學生需先分別解讀兩個圖表：各植物所需的陽光量及各區的位置圖，經過推理與分析後，全對四個答案才給 2 分，只答對一至三個答案者給 1 分，受測學生需具備閱讀圖像的能力及足夠的先備知識。課程、題型及閱讀圖像的能力均可能是造成低分的原因。

### （五）生物的型態、特徵與分類

#### 1. S031084

表 4-39 S031084 試題分析表

試題代號：S031084				試題學科：生命科學				
試題說明：生物與非生物的正确敘述。				試題題型：選擇題				
認知領域：事實性知識				試題修改情況： 實測題目為試測後修改過的題目				
		受測人數	A	B	C*	D	作答錯誤	未作答
試測	N	225	40	60	80	42	/	3
	%		17.8	26.7	35.6	18.7		1.3
實測	N	764	164	141	320	125	3	11
	%		21.5	18.5	41.9	16.4	0.4	1.4
試題概念		1. 生物與非生物的差異。						
課程分布情況		舊課程	無。					
		新課程	120-3a. 知道生物靠生殖延續後代。					
課程涵蓋		試測無，實測無。						

S031084 實測時將題幹「只符合生物，不符合無生物...」改成「關於生物及無生物...」，並於每個選項後加上「無生物則不會」的敘述，試題雖經修改，不過題意未變。

本題的正確答案是 C，試測與實測學生均未學過，不瞭解「生物」以及「無生物」的定義。此外，有 26.7% 的試測學生選答 B 選項，顯示有不少學生認為「會移動的就是生物」(王美芬，1993，1997；黃達三，1992，1993；Huang, 1996；Venville, 2004)，也有 20% 左右的學生選 A 選項「體積會變大的就是生物」(王美芬，1993；黃達三，1992；Huang, 1996；Venville, 2004)。課程與迷思概念均可能為造成低分的原因。

## 2. S031235A

表 4-40 S031235A 試題分析表

試題代號：S031235A				試題學科：生命科學		
試題說明：魚類和哺乳類的特徵／魚類				試題題型：非選擇題		
認知領域：概念性了解				試題修改情況： 實測題目為試測後修改過的題目		
		受測人數	通過率	得 1 分者	作答錯誤	未作答
試測	N	229	67	67	118	44
	%		29.3	29.3	51.5	19.2
實測	N	1583	776	776	632	175
	%		49.0	49.0	39.9	11.1
試題概念		1. 魚類的特徵。				
課程分布情況		舊課程	五年級：動物的分類。 五年級：動物的卵生或胎生繁殖。			
		新課程	121-4a：知道現行的生物分類系統。 231-3a：比較不同動物構造的異同。 310-3a：知道動物可以靠卵生、胎生繁殖，植物可以靠種子或根、莖、葉繁殖。			
課程涵蓋		試測無，實測無。				

S031235A 實測時將「幫助你做判斷的魚類及哺乳類特徵各一種」修改成「幫助你辨認它是魚類或是哺乳類的一種特徵」，並將填答處放大，試題雖經修改，但題意未變。試測的通過率 29.3%，實測為 49.0%，實測通過率較試測高出 20%，原因尚待研究。

文獻上指出學生易以外形、腳的數目、顏色、大小、運動方式...等來分類動物（莊志彥 & 蘇育任，1999；Trowbridge & Mintzes, 1988），並以生活在水中和會游泳來分類魚類（莊志彥 & 蘇育任，1999）。此題學生均未學過，又是非選擇題，顯示課程、題型以及迷思概念均可能是造成低分的原因。

### 3. S031235B

表 4-41 S031235B 試題分析表

試題代號：S031235B			試題學科：生命科學			
試題說明：魚類和哺乳類的特徵／哺乳類。			試題題型：非選擇題			
認知領域：概念性了解			試題修改情況： 實測題目為試測後修改過的題目			
		受測人數	通過率	得 1 分者	作答錯誤	未作答
試測	N	229	65	65	100	64
	%		28.4	28.4	43.7	27.9
實測	N	1583	556	556	750	277
	%		35.1	35.1	47.4	17.5
試題概念		1. 哺乳類的特徵。				
課程分布情況		舊課程	五年級：動物的分類。 五年級：動物的卵生或胎生繁殖。			
		新課程	121-4a：知道現行的生物分類系統。 231-3a：比較不同動物構造的異同。 310-3a：知道動物可以靠卵生、胎生繁殖，植物可以靠種子或根、莖、葉繁殖。			
課程涵蓋		試測無，實測無。				

S031235B 和 S031235A 為同一大題，比較兩題，可以看出 S031235B 在試測和實測的通過率均比 S031235A 低。四年級學生雖然尚未學過動物分類，但平日對於「魚類」尚屬熟悉，無論是得自生活經驗或者教科書，或多或少都可以接觸到魚類的資訊，「哺乳類」這個名詞對學生而言則較陌生，學生不瞭解哺乳類動物的特徵（見訪談受測學生 S8），甚至將鳥類視為哺乳類動物（見訪談受測學生 S14）。

R：你剛說的是水裡面的，那你覺得哺乳類可以生活在陸地上嗎？

S8：不行。

R：為什麼？

S8：要有水才能生活。

R：哺乳類要有水才能生活？那怎麼樣的動物叫哺乳類？

S8：很少人在養的。(S8-92/6/26)

R：那哺乳類有哪些？

S14：嗯，鳥，會飛那個鷹，老鷹。

R：什麼樣的叫做哺乳類？

S14：欸，應該是跟人一樣。

R：那為什麼人是哺乳類？

S14：因為什麼都吃啊。(S14-92/6/27)

文獻上指出學生易由外形、腳的數目、顏色、大小、運動方式、食性...等將動物分類（莊志彥 & 蘇育任，1999；Trowbridge & Mintzes, 1988），並認為哺乳類是具有四隻腳、都是家畜、生活在陸地上的動物（莊志彥 & 蘇育任，1999）。由此題觀之，兩組學生皆未學過，又為非選擇題，顯示課程、題型及迷思概念均可能為造成低分的原因。

#### 4. S031439B

表 4-42 S031439B 試題分析表

試題代號：S031439B			試題學科：生命科學			
試題說明：花園—植物生長還需要什麼？			試題題型：非選擇題			
認知領域：事實性知識			試題修改情況： 實測題目為試測後修改過的題目			
		受測人數	通過率	得 1 分者	作答錯誤	未作答
試測	N	219	159	159	44	16
	%		72.6	72.6	20.1	7.3
實測	N	786	383	383	266	137
	%		48.7	48.7	33.8	17.5
試題概念		1. 植物生長的條件。				
課程分布 情況	舊課程	一年級：豆子發芽需要水分、種花要澆水。 一、二年級：植物生長需要水。 二年級：生物喜歡的生活環境（水、陽光、空氣、食物充足）。 二年級：植物生長需要水、土壤、陽光、空氣。				
	新課程	120-1a. 察覺生物生長需要水、空氣、陽光、養分。 510-2a. 知道生物的生存需要水、空氣、土壤、陽光、養分等。				
課程涵蓋		試測有，實測有。				

試測需於 S031439B 及 S031439C 各寫出一項除了陽光之外，有利植物生長的條件，實測則將題幹修改為「植物成長也需要水，請寫出...另外一項...」，人名「瑞佳」改為「小民」，刪減「你將研究幾件瑞佳在動手前應該要知道的事情」等試題說明、刪除附圖，並刪除 S031439C。即試測時可以任寫出除了陽光之外的條件；實測則將答案限制為不能使用陽光與水。S031439B 之試測通過率為 72.6%，S031439C 為 60.7%，根據數學之聯集，答對 S031439B 或 S031439C 的通過率應介於兩者中較高值與兩者和之間，即通過率應介於 72.6% 到 133.3% 之間，由於缺少同時答對兩題的學生資料，因此研究者取通過率較高者視為此題的通過率，即試測通過率為 72.6%，但此通過率有低估的可能性。

兩組學生雖均曾學過，但此題為非選擇題，正確答案被限制不可寫出陽光或水，增加作答的難度。題型及試題難度均可能是造成低分的原因。

## (六) 生物多樣性、適應與天擇

### 1. S031284

表 4-43 S031284 試題分析表

試題代號：S031284			試題學科：生命科學					
試題說明：散熱的身體特徵。			試題題型：選擇題					
認知領域：推理與分析			試題修改情況： 實測題目為試測後修改過的題目					
		受測人數	A	B	C	D*	作答錯誤	未作答
試測	N	226	93	60	5	68		0
	%		41.2	26.5	2.2	30.1		0.0
實測	N	786	303	231	10	233	3	6
	%		38.5	29.4	1.3	29.6	0.4	0.8
試題概念	1. 生物適應環境而發展出的散熱特徵。							
課程分布 情況	舊課程	六年級：動物具有適應環境的行為。 六年級：動物具有可適應環境的學習能力。						
	新課程	213-3a：知道動物需維持體溫在一定範圍，以及維持體溫的方法。 231-3a：比較不同動物構造的異同。 510-3a：知道生物生存需要水、陽光、空氣、食物等資源，以及不同的環境有不同的生物。 510-3b：生物的分佈及其習性會受水、陽光、空氣、養分的影響。 510-4b：瞭解族群及生態系，並知道不同的棲息地形成不同的生態環境。						
課程涵蓋	試測無，實測無。							

S031284 實測時將題幹「下列哪一項身體的特徵」改成「這隻動物的哪一個特徵」，題目雖經修改，但題意未變。本題概念分布在自然課程標準的六年級，九年一貫課程暫行綱要的第三階段（國小五、六年級）與第

四階段（國中一到三年級）課程裡。

S031284 的正確答案為 D 選項（寬大的耳朵），試測通過率為 30.1%，實測為 29.6%。值得注意的是 A 選項（厚重的毛皮），兩次測驗皆有 40% 左右的選答率；B 選項（蓬鬆的尾部）也有近 30% 的學生誤選，顯示學生不瞭解生物以何處器官散熱，只是依直觀作答。本題雖為選擇題，但兩組學生皆未學過，需於推理分析後方能選出正確選項。課程可能為造成低分的原因。

## 2. S031431

表 4-44 S031431 試題分析表

試題代號：S031431				試題學科：生命科學				
試題說明：設計研究海藻能否在鹽水中存活。				試題題型：試測：非選擇題，實測：選擇題				
認知領域：推理與分析				試題修改情況： 實測題目為試測後修改過的題目				
		受測人數	通過率	得 1 分者	得 2 分者	作答錯誤	未作答	
試測	N	229	63	45	41	124	19	
	%		27.7	19.7	17.9	54.1	8.3	
			A	B	C*	D	作答錯誤	未作答
實測	N	777	192	86	241	215	12	31
	%		24.7	11.1	31.0	27.7	1.5	4.0
試題概念	1. 實驗變因的設計與操控。 2. 鹼度與體積無關。							
課程分布情況	舊課程	無。						
	新課程	無。						
課程涵蓋	試測無，實測無。							

S031431 實測時將題目修改為選擇題，並將試測的四組實驗改為四個選項，題幹「海藻是否可以在非常鹹的海水中生存」改為「海藻不能夠在



非常鹹的海水中生存」，將要求學生說明理由的部分刪除。雖然題型改變，試題敘述亦經過修改，不過題意未變。

試測的非選擇題配分是全對的給 2 分，部分答對的給 1 分，通過率的算法為得 2 分的通過率 +  $\frac{1}{2}$  得 1 分的通過率，即通過率為 27.7%；實測改為選擇題，正確答案為 C，通過率為 31.0%。有近 25% 的實測學生選擇 A 選項（同體積海水，一者受日照，一者無日照），另有 27.7% 選擇 D 選項（同體積清水，同樣受日照，一者不加鹽，一者加入 50g 鹽），其原因有待研究。B 選項（不同體積海水，同受日照）與根據溶液體積比較濃度（簡美容，2001）之迷思概念類似。

此題雖然題型改變，但兩次通過率均僅有 30% 左右，顯示此題無論是何種題型，對於學生而言均屬難題。此題通過率低可能受到課程與迷思概念的影響。

## (七) 生物的發展與生命週期

### 1. S031251

表 4-45 S031251 試題分析表

試題代號：S031251		試題學科：生命科學				
試題說明：兒童變成成人的身體變化。		試題題型：非選擇題				
認知領域：概念性了解		試題修改情況： 實測題目為試測後修改過的題目				
		受測人數	通過率	得 1 分者	作答錯誤	未作答
試測	N	227	72	72	132	23
	%		31.7	31.7	58.1	10.1
實測	N	1176	553	553	510	113
	%		47.0	47.0	43.4	9.7
試題概念		1. 兒童變成成人的身體變化。				
課程分布 情況	舊 課 程	三下健康：說明男孩和女孩的生理與社會特徵。 三下健康：觀察人體與其他動、植物的外部，比較生物的構造與生長的狀況。 三下健康：認識生命過程（生殖）。				
	新 課 程	健康與體育：1-2-4.1. 描述兩性在成長過程中共同的生理變化，如器官的成熟、長高、體重增加等。 健康與體育：1-2-4.2. 認識青春期的到來及兩性第二性徵的異同。				
課程涵蓋		試測有，實測有。				

S031251於試測分為兩小題，學生需各寫出一個兒童變成成人的身體變化，兩題分別給分；實測時則刪掉一小題，學生僅需寫出一個變化，而修改後題意未變。試測時，S031251A之通過率為31.7%，S031251B為26.4%，由於S031251A與S031251B的聯集必介於兩者較高值與兩者和之間，即通過率應介於31.7%到58.1%，因缺少同時答對兩題的學生資料，研究者選取通過率較高者，即試測通過率為31.7%，但此通過率有低估的可能性。

此題對已學過三下道德與健康課程標準的試測和實測學生，都是曾學過的。依照評分標準，須指出兒童期／青春期的生理或發展上的變化才給分，若僅提到成長或體型變大之類的答案則歸於作答錯誤，但此題的題幹舉例為體型（身高、體重）。從學生的作答情況及訪談資料發現有些學生循例舉出另一個屬於體型的例子。兩組學生雖均曾學過，但此題為非選擇題，且學生對題意產生誤解，題型與題意理解均可能為造成低分的原因。

## 2. S031443

表 4-46 S031443 試題分析表

試題代號：S031443				試題學科：生命科學		
試題說明：花園—為什麼昆蟲對開花植物是重要的？				試題題型：非選擇題		
認知領域：概念性了解				試題修改情況： 實測題目為試測後修改過的題目		
		受測人數	通過率	得 1 分者	作答錯誤	未作答
試測	N	219	46	46	90	83
	%		21.0	21.0	41.1	37.9
實測	N	786	211	211	365	210
	%		26.8	26.8	46.4	26.7
試題概念		1. 生態系。				
課程分布情況	舊課程	六年級：觀察生態系。 六年級：生物與其環境相互影響，形成生態平衡。				
	新課程	510-4b：瞭解族群及生態系，並知道不同的棲息地形成不同的生態環境。				
課程涵蓋		試測無，實測無。				

S031443 實測時將題幹「植物開花」改為「開花植物」，不過修改後的題意未變。兩次測驗通過率均偏低，作答錯誤率皆超過四成，空白率均為 30% 左右。由本題觀之，課程與題型均可能為造成低分的原因。

R：爲什麼殺蟲劑對會開花的植物是好的？

S4：會開花的植物？

R：你們知不知道開花植物是什麼？

S4：不知道。

（中間對話略過）

R：嗯，除了蜜蜂以外還有沒有別的昆蟲？

S4：有啊，蝴蝶。

R：那牠怎麼做？

S4：蝴蝶可以用吸管把那個玫瑰花裡面的蜂蜜吸走，應該玫瑰花還會再長蜂蜜吧。

（S4-92/6/25）

研究者於訪談時發現學生不瞭解何謂「開花植物」（見上述 S4 訪談記錄），雖於研究者解釋後瞭解開花植物的定義，仍無法正確的描述出昆蟲對於開花植物的益處，顯示學生會以直觀融合生活經驗來解釋未曾學過的概念。

## 第三節 低分題成因

依據前節的逐題分析結果，本節討論造成試題低分的可能成因。以下分為五個部分，第一部分討論課程因素，第二部分討論語文因素，包括題型及題意理解，第三部分討論迷思概念的影響，第四部分為小結。

### 一、課程

從 TIMSS 的課程模式(Mullis et al., 2001; Robitaille et al., 1993; Travers & Westbury, 1989) 可以看出，「規劃的課程」將會影響到學生所能「達到的課程」。試題概念若未出現在課程標準之中，學生不會作答，這是相當合理的推論。

以下即以課程是否涵蓋試題概念為分類準則，將低分題分為 A、B、C 三類（見圖 4-1）。由圖中可得知，A 類型低分題（佔 79.5%）約為 C 類型低分題（佔 20.5%）的四倍，其比例相當懸殊，顯示課程中未涵蓋試題概念為造成低分的一項重要因素。此外，低分題中並未出現 B 類型，排除了新舊課程的銜接為造成低分之可能性。

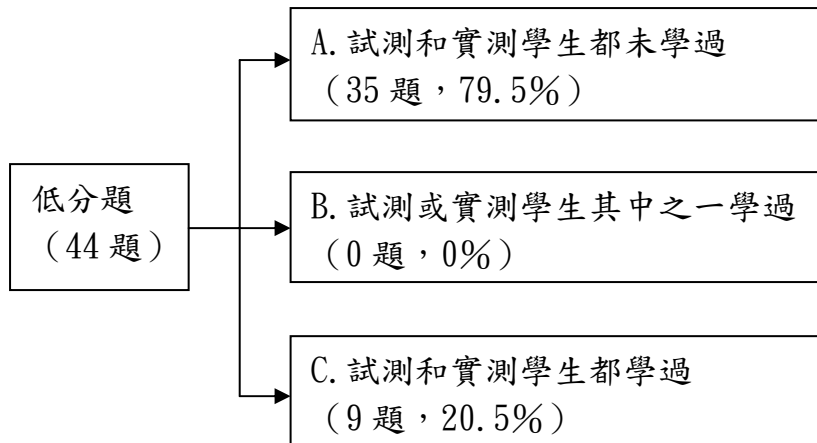


圖 4-1 低分題之課程分布

## 二、語文

### (一) 題型

圖 4-2 所示為各題型在低分題中之分布。由圖中可知，非選擇題佔低分題總題數之比例超過選擇題的兩倍，顯示學生在非選擇題的答題表現較不理想。S031431 在試測為非選擇題，實測改為選擇題，兩次測驗題型雖不同，但通過率均為 30% 左右，並無差異，顯示題型對於此題並無影響。

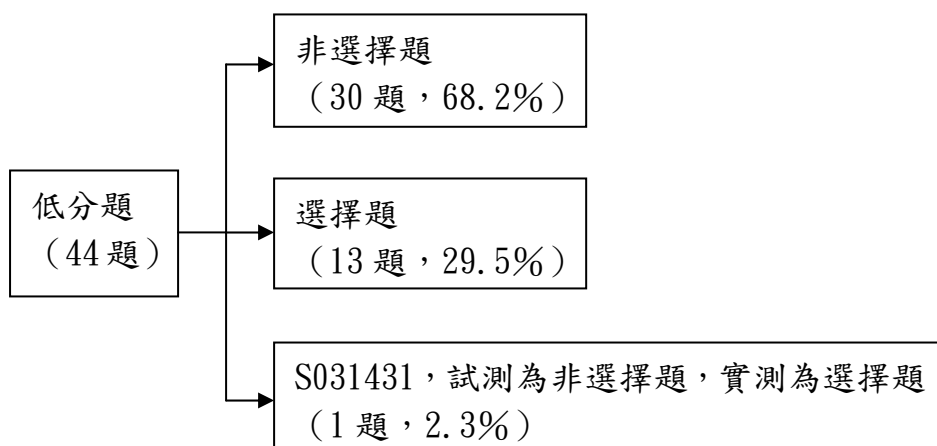


圖 4-2 低分題之題型分布

表 4-47 為題型在低分題與重複題的分布情形。本研究討論的低分題為試測或實測任一次通過率低於 50% 的試題，試測的低分題有 39 題，實測有 34 題。此外，S031431 在兩次測驗中題型不同，試測及實測的非選擇題與選擇題題數亦隨之改變。

表 4-47 題型在低分題與重複題之分布

試題類別 題型	試測		實測	
	低分題題數 百分比 (%)	重複題題數 百分比 (%)	低分題題數 百分比 (%)	重複題題數 百分比 (%)
非選擇題	28 71.8	68 53.5	23 67.6	67 52.8
選擇題	11 28.2	59 46.5	11 32.4	60 47.2
總題數	39	127	34	127
卡方考驗	$X^2=13.46 *$		$X^2=8.79$	

\*：達顯著差異 ( $\alpha < .001$ )

由表 4-47 可知，在試測與實測重複出現的總題數 127 題中，非選擇題與選擇題的比例雖略有差異，但均近於 1:1。但低分題中，非選擇題與選擇題的比例在試測時約為 2.5:1；實測時約為 2:1。試測與實測的低分題裡，非選擇題數均為選擇題數兩倍以上，顯示題型也是造成低分的原因。

為什麼試測及實測學生均非選擇題表現較差？經訪談 T 老師，T 老師說：「……現在國小自然科月考題目出現的題型大部分都是選擇題和是非題，有時候會出現配合題之類的題目，頂多在自然習作或是課本上的

習題會讓學生寫下文字，所以學生習慣寫選擇、是非題，一碰到要用文字寫的題目會不太熟悉。(T-92/6/25)」

由於我國目前國小的教學和評量多以選擇題和是非題為主，學生在校習慣以「○X」符號或阿拉伯數字答題，使用文字書寫的機會減少，故文字的組織書寫能力相對而言較弱，一旦學生面對完全開放式的非選擇題，即無法以文字正確適當的表述。

研究者於訪談時，發現學生可以口語流暢表達且作答正確，卻在書寫時由於文字表達能力的不足，無法完整的傳達想法。

R：嗯，你講的很好。那你那時候為什麼會寫不知道？

S24：...啊就懶得寫字，也不曉得要怎麼寫，老師說不能空白，所以我就寫不知道。

我們級任老師說不能寫空白，所以我就把它寫三個字這樣。

R：可是你講得很好啊，你為什麼沒有把它寫下來？

S24：我就是懶得寫字啊，然後那時候又想不出什麼東東。(S24-92/6/30)

由上述訪談可知，學生雖然瞭解正確概念，但因為懶於書寫過長語句，亦不知如何適當表達出所有想法，就索性以不知道作答，顯示語文因素會影響答題內容。

試題發展期間（民國 91 年 11 月 8 日），研究者跟隨科學教育學者到台北縣某國小（該國小並非試測或實測學校），抽樣兩班四年級學生，將試測修改後的試題，再做一次小型試測，以作為再次修改的參考。監考時，發現有的學生常沒有耐心閱讀完整個非選擇題的文字敘述，會直接舉手反應他們看不懂題目；而一旦監考人員將試題以口述的方式念一遍，學生卻



知道答案，當進一步詢問何處不懂，該生表達只是因為懶於看題目，顯見學生沒有耐性閱讀試題或是以書寫作答。

由前述題型統計、T 老師與學生訪談及研究者的監考經驗，可知我國學生的語文閱讀及書寫能力為造成他們作答錯誤的原因之一。

## (二) 題意理解

研究者在參與 TIMSS 2003 的實測閱卷工作時，發現其中某幾題的學生作答錯誤類型有「普遍性」，雖非迷思概念，卻均有類似的作答模式。依據評分標準，此答案類型需視為錯誤作答，但若換個角度思考題意，則此答案似乎就產生合理性。由學生的作答類型觀之，這些學生對於該題題目的理解應極為雷同。研究者即根據閱卷時所發現的這些學生錯誤類型進行訪談，自訪談中發現，學生對題意雖有誤解，但究其根本原因仍是語文能力不足，顯示語文能力為造成學生低分的原因。由於研究者僅由個人閱卷的十七題及訪談發現下列五題有題意理解問題，並未評閱全數低分題，訪談人數也不夠普及，其餘試題是否有題意理解問題尚有待研究。以下逐題說明學生的想法。

### 1. S031246

S031246 的試題說明是「身體要冷卻所產生的現象」，所以正確答案應為人體降溫時的本能生理反應，如：流汗、血管擴張...等，但是有許多學生的答案卻是出自意識做出的外顯行為，例如：喝水、煽風.....等（見訪談學生記錄 S10、S18）。

R：你上體育課很熱，你的身體會怎麼樣？

S10：想喝水。

R：你很熱的時候，你會怎麼樣？

S10：吹電風扇。

R：那你的身體會有什麼改變？

S10：會流汗。

R：那還有嗎？

S10：嗯，心臟會跳很快。

R：還有嗎？

S10：很喘，用手搧風。(S10-92/6/26)

R：平常你打球很熱會怎樣？

S18：到陰涼的地方。(S18-92/6/27)

以上對話顯示，學生雖瞭解感覺熱時會流汗，但他們不瞭解試題所要求的答案，而將試題要求的「人體本能生理反應」理解成「人在很熱的時候所做出的外顯行為」。

## 2. S031251

S031251 的試題說明為「兒童變成成人的身體變化」，此概念學生均學過。正確答案需寫出「在兒童期／青春期發生的生理或發展上的變化」，例如嗓音改變、第二性徵的發展等，若僅提到「成長或體型變大、變成熟」類型的 answer 則歸於錯誤。但題幹的範例卻是體型（身高、體重）的變化，故學生容易模仿試題敘述寫出另一個體型變大的例子（見訪談學生 S1）。

R：你為什麼會寫骨頭變粗？

S1：因為手肘變大了。

R：嗯，手肘變大了是什麼意思？

S1：因為如果我們的骨頭不變大的話，那我們手不就會很小嗎？

R：你是說如果骨頭不變大，那手就會一直像小 baby 一樣小喔？所以你覺得你長大以後，骨頭就會越來越粗？

S1：嗯嗯。

R：那你可以再想一下，你從小孩子長到大人，可能還會有什麼變化？

S1：骨頭變長。

R：那再想一下，你跟你爸爸媽媽有什麼差別？

S1：有一個地方不可以跟你說。

R：哦，有什麼差別？

S1：呵呵，就是女生的那個那個跟男生的這個這個（指著自己胸部）。（S1-92/6/25）

由 S1 的對話中，可看出學生雖已瞭解兩性的生理特徵，但仍優先提出體型的例子，而非學過的兩性性徵。

### 3. S031298

S031298 試題說明為「煮熱的蛋丟進冷水中」，考的是熱平衡的概念，此題之試題敘述以「涼」和「溫暖」來描述溫度的變化，兩次測驗中均有超過三成的學生選擇「都變溫暖」的選項。研究者於訪談時發現有些學生誤解了題意，將該選項所敘述的「溫暖」解讀為兩者最後達到熱平衡的溫度是「摸起來感覺溫暖的」（見訪談學生記錄 S16 與 S7）。

R：你那時候為什麼會選 4？

S16：嗯，沒有考慮清楚。

R：那你那時候怎麼想溫暖這兩個字？

S16：因為，那個蛋很燙，然後丟入冷水中，兩個都會很燙，那叫溫暖。

R：所以你覺得兩個都變…

S16：變溫溫的。(S16-92/6/27)

R：把熱的蛋丟進冷水裡，蛋的溫度會變怎樣？

S7：變溫。

R：變溫的意思是說比原來的溫度還低，還是還高？

S7：低。

R：比原來的溫度還低，那冷水呢？

S7：高。

R：後來冷水的溫度會變高？

S7：嗯。

R：那後來蛋跟冷水的溫度會不會一樣？

S7：會。(S7-92/6/26)

訪談 S7 的對話顯示，雖然學生回答蛋變溫暖，不過當研究者換個方式問學生溫度的高低變化，可以察知學生是有正確的熱平衡概念。

#### 4. S031299

S031299 的試題說明為「陽光由不同顏色的光組成」，試題希望學生能寫出「從什麼例子可以看出陽光由不同顏色的光組成」，但題目的敘述方式可能讓學生產生誤解，而寫出「組成陽光的色光有哪些顏色」，閱卷時，研究者即發現以此類型作答的學生不少。而進一步訪談時，可從學生的回答中發現其擁有正確概念，亦能舉出題目所要求的正確例子（見訪談學生 S11），顯示測驗當時學生出於對題意的誤解以致作答錯誤。

R：題目是什麼意思？

S11：(念一次題目)

R：嗯，有什麼例子？

S11：…有彩虹。(S11-92/6/27)

## 5. S031446B

S031446B 是光與顏色題組中的一題，為 S031446 的子題，試題說明是「光與顏色—研究新襯衫／襯衫是否拿錯」，題目原意在讓學生判斷買到的襯衫和原來在店內看到的襯衫是否相同。

R：那他們有沒有被給錯襯衫？

S24：有，因為他要買橘色的對不對，他要買的時候是橘色的，看上一頁（註：指前頁試題敘述）。

R：他在店裡面看的是橘色的，可是拿出來是紅色的。那是店員拿錯？還是那就是他們在店裡面看到的那件？

S24：不是，那個店裡是黃色的燈泡，因為黃色的燈泡跟紅色的襯衫，看起來就會變成橘色的。

R：喔，那店員有沒有拿錯？

S24：有。…因為它本來是紅色的對不對，因為他們燈泡的關係，所以讓他紅色變成橘色。然後因為喔，他們本來要買橘色對不對，然後店員以為那一件就是橘色的，然後買給他們。(S24-92/6/30)

題幹是以被動式「是否被給錯襯衫」來陳述，但卻未清楚說明「被給錯」的定義。訪談學生雖然瞭解是因為色光造成襯衫顏色的改變，但誤解題意，認為店員已知試題主角想買橘色襯衫，最後拿到他色襯衫，是由於店員因燈光因素而出錯。假若能改變試題的陳述方式，改為較白話且主動直述的語句，並增加說明，學生也許就較能理解題目的原意。

由前述的分析，我們可發現學生誤解題意的原因主要是由於學生語文能力不足或試題敘述不夠清楚，導致學生無法瞭解題意。在 Lee (1991) 的研究中指出國小學生的國語成績與其科學成績的相關係數為.40~.50 (n=2950)，顯示語文能力在學生學習科學時佔了重要的地位，學生本身的語文能力將影響其對試題的理解及作答能力。由題型及題意理解的分析，再次說明語文能力的重要性，其對自然科學的學習影響深遠。

### 三、迷思概念

圖 4-3 為低分題中迷思概念試題的分布，由圖中顯示，有迷思概念與無迷思概念低分題的比例約為 6:4，其比例雖無極大的差距，但可見當試題出現與文獻相關之迷思概念時，學生的表現較為不理想，故迷思概念亦是造成低分的原因。有關各題與迷思概念文獻之比較，請見前節之逐題分析。

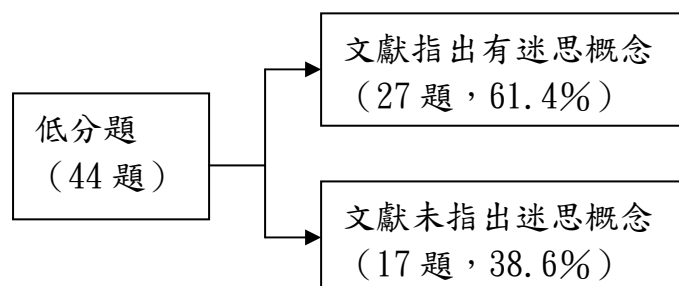


圖 4-3 低分題之迷思概念分布

### 四、小結

造成學生低分的原因複雜，在本研究中，研究者從四個成因：課程、題型、題意理解與迷思概念來加以探討。圖 4-4 即為依據此四個成因，

畫出之低分題分布圖。由圖 4-4 可以發現下述情況：

- (一) 課程、語文能力（含題型及題意理解）及迷思概念為造成低分的原因。
- (二) 課程未涵蓋試題概念，題型為非選擇題，又與文獻上的迷思概念相關的試題有 15 題（34.1%），為最多的情況。
- (三) 已學過而仍表現不佳的 9 題中，非選擇題及選擇題之比為 8:1，由非選擇題所佔的比例之高，顯見語文閱讀或書寫能力不足為低分成因。
- (四) 由閱卷經驗及訪談內容發現學生對題意的理解不足。雖然限於研究者的人力、時間，及樣本不易取得，訪談的人數不夠普及，發現的題數僅 5 題，但由此仍顯示出學生語文能力的不足或試題敘述不夠清楚為造成低分的原因。

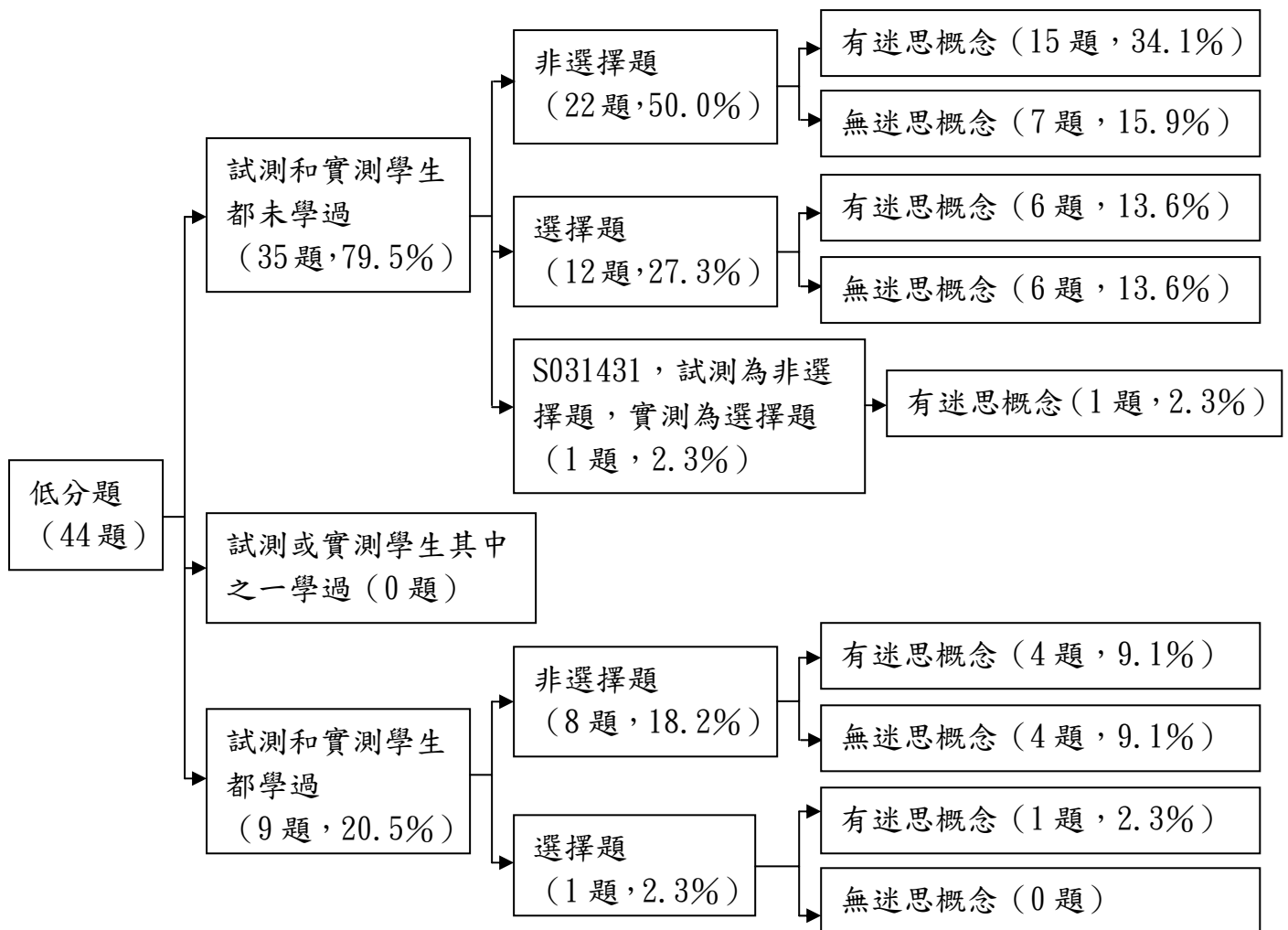


圖 4-4 低分題成因及分布



## 第四節 男女生在不同題型的表現差異

本節比較不同測驗題型中男女學生的表現。表 4-48 為試測與實測中，男女學生在選擇題與非選擇題的表現。

表 4-48 男女生在不同題型的表現

題型 性別	試測				實測			
	非選擇題		選擇題		非選擇題		選擇題	
	題數	%	題數	%	題數	%	題數	%
男生佳	16	57.1	8	72.7	10	43.5	4	36.4
女生佳	12	42.9	3	27.3	13	56.5	7	63.6
總和	28	100	11	100	23	100	11	100
卡方考驗	$X^2=0.81$				$X^2=0.16$			

結果顯示試測的 39 題低分題中，男生於非選擇題表現較好的題數約為非選擇題總題數的 57%，在選擇題男生表現較佳的題數甚至幾乎為女生的 3 倍；但在實測中，則呈現出完全相反的測驗結果，無論是選擇題或非選擇題，女生通過率較高的題數反而均較多。由卡方考驗結果可以發現，在不同測驗題型中的男女學生表現並無差異。

與文獻上的發現相較，此結果類似於 Mullis 等人（2000）對四年級學生的研究，但與同研究中八年級男生在選擇題的成績表現顯著優於女生的發現不同，也與許榮富（1989）及楊文金（1987）對國中生的研究相異。顯示國小階段的男女學生在作答不同題型時是否無明顯性別差異尚有待研究。

## 第五節 總結

綜合本章的資料分析結果，有如下發現：

### 1. 課程未涵蓋試題概念為造成低分之原因。

根據試題概念分布，44 題低分題中，學生未曾學過的試題總計 35 題 (79.5%)，與已學過的 9 題低分題 (20.5%) 相較，其比約為 4:1，比例懸殊。由此資料顯示，學生對於未學過的概念通常較不會作答，意即課程標準未涵蓋試題概念為造成低分的原因。

### 2. 語文能力不足為造成低分之原因。

在題型方面，非選擇題 (68.2%) 及選擇題 (29.5%) 低分題之比約為 2.3:1；由研究者監考經驗及訪談結果得知，學生在非選擇題的閱讀與表達有困難。此外，研究者雖僅從個人閱卷的十七題與訪談發現有 5 題題意理解問題，但由此顯示學生的語文能力不足為低分題的成因。

### 3. 試題概念與文獻上迷思概念相符為低分之成因。

分析結果顯示有迷思概念 (61.4%) 與無迷思概念 (38.6%) 低分題數之比約 6:4，可見當試題概念與迷思概念相關，學生可能以類似的迷思概念答題，導致表現不佳。

### 4. 男女學生在不同測驗題型中的表現沒有差異。

由資料可以發現，試測時男生無論在選擇題或非選擇題均表現較好，但實測時女生則在兩種題型均有較佳表現，顯示男女學生在不同測驗題型中的表現並無差異。