

新竹縣國三學生自然領域學習成就與教師教學輔導重點之研究

黃錫裕¹、蔡寶桂²

¹新竹縣國教輔導團專任輔導員

²新竹縣政府教育處課程督學

摘要

本研究針對新竹縣與全國其他地區國民中學之學生在國中自然領域基本學力模擬測驗學習成就表現差異情形，藉總結性診斷，將分析結果與評量命題設計相聯結，以探討新竹縣學生在學科概念與認知能力之弱勢所在，進而提出教學建議，找出教學策略的輔導方向，提供現場教師教學參考之用。主要目的如下：

- (一)比較本縣與全國國三學生在自然領域之模擬測驗成就表現差異。
- (二)分析本縣國三學生在自然領域認知向度能力的表現差異。
- (三)分析本縣國三學生在自然領域之個別學科領域概念學習優劣情形。
- (四)探討自然領域學科概念學習弱勢與教學輔導方針。

本研究採友誠圖書出版有限公司所提供之 97、98、99 學年度九年級基本學力模擬測驗全國各地測驗結果資料為依據，以古典測驗理論（classical test theory, CTT）及試題反應理論（item response theory, IRT）進行試題特性及受試者能力分析，分別獲得新竹縣與其他地區在自然領域試題之難度參數，並以獨立樣本 T 檢定進行差異分析，以了解新竹縣與全國學生在自然領域學習成就之差異情形。此外，就試題難度量尺比較項目，以試題反應理論為基礎，採用 WINSTEPS 軟體個別進行全國和新竹縣之試題難度值，將所獲得的試題難度值由簡到難進行排序獲得試題難度量尺。

最後針對新竹縣學生與其他地區學生在此模擬測驗表現之差異情形，探討新竹縣學生在學科概念與認知能力之弱勢所在，另針對試題難度值的排序順序差數比較，找出差異較大的試題進行試題內容討論，進而提出教學建議，提供新竹縣現場教師教學參考。

關鍵詞：自然領域、模擬測驗成就、古典測驗理論、試題反應理論、認知向度能力

Research on the Natural Science Learning Achievements of Grade 9th Students and the Focused Empowerment of Teachers' Teaching Counseling in Hsinchu County

Huang, Hsi-Yu¹、Tsai, Pau-Kuei²

¹Advisor of HsinChu County Compulsory Education
Advisory Group

²Curriculum Supervisor of Educational Department,
HsinChu County Government

Abstract

The study was based on the comparison of Natural Science learning achievements of the grade 9th students in the Basic Mocks among Hsinchu County and other local areas. By way of summative diagnosis, it linked the analytical results and the design of assessment to investigate the weaknesses in Natural science concepts and cognitive ability of the students in Hsinchu County and then proposed teaching suggestions and found teaching strategies for the direction of counseling as well as provided on-site teachers with some teaching references. The main purposes were as the following:

1. To compare of Natural science learning achievements of the grade 9th students in the Basic Mocks among Hsinchu county and other local areas.
2. To analysis the distribution of Hsinchu County' s grade 9th students in cognitive taxonomy of Natural Science learning.
3. To analysis learning between high and low performances of Hsinchu County' s grade 9th students in the concepts of the Natural science learning.

4. To explore the weaknesses in the concepts of Natural science learning and direction of teaching counseling.

The study used the research method of a secondary analysis (Secondary data analysis) and used only the results of grade 9th students in the Basic Mocks of 97, 98 and 99 school years provided by You Chen publishing co. , ltd. The participants included in the test were 29 junior high schools of 6500-6600 grade 9th students in Hsinchu County and 262-291 schools of 85,300-106,200 9 grade 9th students in 19-23 cities and countries.

Using Classical Test Theory (classical test theory, CTT) and Item Response Theory (Item Response Theory, IRT) to analyze the item characteristics and ability of the participants so as to understand item difficulty parameter . Moreover, independence T sample testing for variance analysis was used to understand the different achievements in Hsinchu County and other areas around the nation. Besides,

The WinStep software was also used to know item measure in which the item difficult scale was derived.

Finally it investigated at the different performances of the test among Hsinchu County and other areas in order to explore the weaknesses of the County students in Natural science concepts and cognitive ability. Moreover, discussions about the items that had high degree differences by item measure were carried out in order to propose teaching suggestions and provide on-site teachers with some teaching references

Key words: Natural science, Basic Mocks Achievement, Classical Test Theory, Item Response Theory, cognitive taxonomy of ability

緒論

爲因應未來十二年國民基本教育的推行，國中(小)甚至高中(職)的各階段課程學習銜接性就顯得十分重要，當學生接受完國中義務階段的學校教育後，在踏入下一個高中(職)階段前，是否已具備該有的能力，就成爲國中教學現場，非常重視的重要課題。當前已公告的100年課綱微調及未來正在研議的105年課綱，一波波的綱要修訂都在反應了社會各階層對教育的殷勤企盼，期望能真正落實執行學生能力導向的教學觀。因此，教學現場若能藉由評量診斷確實掌握學生學習的成果，並以此作爲教師教學增能輔導的重點，將有助於學生能力的養成。

新竹縣自民國九十三年起即每年辦理國三學生基本學力模擬測驗，然而相關的分析資料除了顯現個別學生之PR值、各校平均分數等之整體性的統計分析報表外，對於個別班級之授課教師而言、個別學生甚至全面在領域學科概念上的表現，卻缺乏分析與描述，此僅發揮總結性評量之評鑑作用，也只是給予優劣之價值評斷，但卻無法突顯出評量對於學生學習困難、教師教學優劣等給予進一步的分析及建議。

如何將國中基測大型標準化測驗與國三學生基本學力模擬測驗的結果，導爲正向且有助於優質教學品質的提升，選用適切之評量分析，並將診斷結果應用於教學上，落實強化評量與課程、教學之教育金三角結構，那透過評量診斷來了解學生學習前置經驗、學習歷程與學習結果，就成爲檢視是否達成課程目標的重要工作。

由於評量扮演著課程教學成果的守門員，更是補救教學或有效教學精進的發球員角色，爲了讓評量發揮診斷與能力導向優質教學之目的，本研究針對新竹縣與全國其他地區國民中學之學生在國中自然科基本學力模擬測驗學習成就表現差異情形，藉由總結性診斷，將分析結果與評量命題設計相聯結，以探討新竹縣學生在學科概念與認知能力之弱勢所在，進而提出教學建議，找出教學策略的輔導方向，提供現場教師教學參考之用。主要目的如下：

- (一)比較本縣與全國國三學生在自然領域之模擬測驗成就表現差異。
- (二)分析本縣國三學生在自然領域認知向度能力的表現差異。
- (三)分析本縣國三學生在自然領域之個別學科領域概念學習優劣情形。
- (四)探討自然領域學科概念學習弱勢與教學輔導方針。

本研究限制，僅採用友誠圖書出版有限公司所提供之97、98、99學年

度九年級基本學力模擬測驗結果資料，參與模擬測驗者包含新竹縣 29 所國中、6500-6600 名與其他地區計約 19-23 縣市、262-291 所學校 85300-106200 名的九年級學生。

由於新竹縣學校參與此模擬測驗之動機主要為政策取向，由新竹縣政府教育處主辦，實施全縣的學習成就測驗，因此新竹縣參與之比例連續三年均為 100%，所蒐集到之數據無分所在地與規模，涵蓋了全縣之測驗結果。其他縣市除了 99 學年度之台北市為全面辦理，參與比例為 100% 之外，其餘縣市地區之學校參與情形均為部分辦理，而探究個別學校參與測驗之動機，可推知愈是重視學生學習成就與升學之學校，愈會主動為學校學生安排參與此模擬測驗，顯見個別主動參與友誠九年級基本學力模擬測驗之學校，普遍均相當重視學生之學習成就，為升學導向之學校。

由上述分析可知，新竹縣與其他縣市地區之參與學校組成是不同的：前者為縣內所有學校一律參加，後者為重視學生學習成就之學校主動參加。基於這樣的差異，可以預見主動參與模擬測驗之升學導向學校，在學校的重視與要求之下，其模擬測驗表現應有一定之水準；反之在新竹縣的參與學校中，包含有偏鄉地區學校與市區學校，其學力表現會因學校所在地區而有落差，因此新竹縣所呈現出來的測驗成績，將會是一個平均的數值。

此外，本研究結果會因為不同縣市參與動機之不同，而可能影響測驗結果之成績，因此在進行差異分析時，可能無法完全代表新竹縣與其他地區之實際差異情形，在資料解釋上宜特別注意，此為本研究之研究限制。

文獻探討

本研究文獻探討大致分為三部分論述，第一部分以試題反應理論簡介為主，第二部分為自然科學學習困難處的相關研究，最後第三部分則以有效提升自然科學學習成就的相關研究文獻探討為主。

一、試題反應理論簡介

試題反應理論適用於適性測驗、成就測驗與人格測驗，是現代測驗理論的重要基礎，其特點是以機率的概念來解釋受試者（examinee）的能力與測驗反應結果之關係，方法是將受試者的測驗反應結果經由數學模式的運算來估計受試者的能力（ability）或潛在特質。在以試題反應理論進行試題分析與測驗分析前，測驗資料必須符合單向度（unidimensionality）、局部獨立（local independence）、非速度測驗，和知道－正確假設（know-correct assumption）四項基本假設，所以測驗中的各個試題都能夠測量到同一種共同的能力或潛在特質，且就某一能力或潛在特質而言，各個試題的分數是彼

此獨立的，各個受試者的得分也是獨立的，彼此互不影響。因此，「局部獨立」是「單向度」的結果（Lord, 1980），且為滿足單向度的假設，所以測驗的實施不能在速度限制下完成的，以確保非將時間不足誤判為能力不足的錯誤產生；此外也需假定受試者具備答對某一試題的能力或潛在特質，則必然會答對該試題；換句話說，若受試者答錯某一試題，則受試者必然不具備答對該試題的能力或潛在特質。

但由於試題反應理論，其建立在統計學的機率模式基礎上，所使用的公式複雜深奧且艱澀難懂，因此較難推廣普及，通常僅用於大規模測驗之分析。

而古典測驗理論雖然不夠嚴謹，卻淺顯易懂，便於在實際測驗情境（尤其是小規模測驗）實施；試題反應測驗理論雖然嚴謹，卻艱澀難懂，僅適用於大規模測驗。兩派測驗理論各有所長，在應用上也各有所限，在進行試題分析與測驗分析時，應該依照測驗的性質與規模，選擇適當的測驗理論進行分析，才能提高測驗編製與分析的效率。

二、國中學生自然科學學習困難之相關研究

學生在自然科學學習的成就表現，受到眾多學習因素的影響，由於自然科學涵蓋範圍，包含生物、物理、化學、地球科學等，而每個子科皆有其困難學習的高複雜性單元，例如：莊雪芳、鄭湧涇（2003）的研究指出，國一生物下冊內容相較上冊較為複雜抽象，尤其在生殖、遺傳和演化的概念學習時，學生感覺較困難，往往因此喪失了學習動機。

此外，學生在熱學單元的學習困難主要有：概念上溫度高低與熱量高低的差別、比熱大小的意義、熱量變化的計算。其中比熱、溫度和熱量很容易具另有概念，而計算部分則與學生先備知識不足，如數學能力和閱讀能力（解應用題時）的低落有關，這都會是造成學生學習困難的原因（許嘉仲，2002）。當學生在學習波動學中光的單元，困難則在於：光線路徑不易直接觀察因而對影子、面鏡和透鏡成像的原理感覺抽象不易理解、對四種成像（凸/凹面鏡和凸/凹透鏡）混淆，因而覺得複雜、不理解本/半影和實/虛像的概念、色光混合的概念不理解等，也就是在於這些概念都是較抽象和複雜的（林建隆、徐順益，2007）。張麗莉（2001）研究也指出，學生因為缺乏知覺上的具體經驗與實際動手操作實驗的經驗，因而易導致學生在學習光學時，大都以想像的方式學習，因而容易形成另有概念。學生在化學反應時主要的學習困擾問題，在於化學式和莫耳數的概念不清楚、莫耳數和莫耳濃度計算的問題（吳泓林，1990；黃寶鈿和李武勳，2002；張軒毓，2002）。另

外，何東興（2006）則提到在化學反應單元，由於包含很多化學符號的使用與記憶，這也是和數學計算有關，而「數學計算」、「符號圖表」就是國二學生面臨理化學習焦慮和困難的原因所在。

另外，李建邦（2012）研究歸納出三個學生理化課程主要的學習困難因素：「學生上課因為課程太複雜和教師教太快而聽不懂」、「學生背不起來，會混淆和忘記」、「學生上課分心」。

在學習教科書及診斷評量方面，李冠樺（2008）以內容分析法進行各版本自然與生活科技教科書在力學單元的「能力指標」呈現比率與差異，並探討其與國中基本學力測驗自然科試題之關係。研究結果發現：國中自然科教科書內容有關各項「能力指標」之呈現比率有顯著差異，最常呈現之能力指標為「過程技能」，其次為「思考智能」、「科學應用」，最少呈現「科技的發展」、「科學本質」及「科學態度」。在歷年基測試題題本中各項能力指標之呈現比率有顯著差異，最常呈現之能力指標為「思考智能」，其次為「過程技能」、「科學應用」、「科技的發展」，其中「科學本質」及「科學態度」兩項指標於基測題本中皆未出現，這同時顯現出了學生在科學素養方面的養成稍嫌不足。而吳玫娟（2011）以國中基測自然科試題進行多向度試題反應理論（MIRT）模式化之研究發現，學生的學習表現會因試題向度的變化，而有不同的表現，如兩向度的適配度較單向度對學生而言更具鑑別度。

三、有效提升自然科學學習成就的相關研究

學習動機是影響學生學習成敗的重要因素之一，而教師是教學現場的關鍵人物，教師如何激發學生參與各項學習活動，並強化其學習動機是非常值得深思的。

教師提升學生自然科學學習成效的方式眾多，有採用探究式教學法提升學習，如陳萱鴻（2011）就利用探究教學課程，有效提升了國中八年級自然科低成就的學生學習動機及學習成就，研究中提到除傳統的實驗教學外，教師更應著重在讓學生動手操作的部分，以提高低成就學生的參與度，使其逐漸體會到探究學習的活動樂趣，並藉助多樣化教材的運用，如電腦動畫或影片等多媒體，來提高學生學習的意願。盡量採開放式活動，也就是以問題為起始，不預先設定解題步驟及問題的解答，重點在於讓學生主動去解決問題，而不是追求正確答案。探究活動的內容以及進行方式適合學生程度，切入生活經驗與社會議題，從學生的需求與興趣著手，塑造成功經驗，讓學生有成就感，吸引學生的興趣。黃瑟芸（2008）則採用王牌策略，鼓勵低成就學生參與探究活動，也讓小組有正向的合作氣氛。結果發現低成就學生學習的態

度有所進步，也能夠參與討論活動。就如同 Brophy (1987) 說過教師在教學過程中，若是能夠設計適當的探究主題，使用有效的教學策略，便能引起學生的學習動機。

另外，爲了增加低成就學生對理化學習的信心與基本能力：吳宗立 (1994) 提出教師激發學生成就動機教學策略的原則，教師可以提供適時合宜的獎勵增強，引導和激發學生學習興趣，更有助於學習信心的建立與追求成功的信念。周芬美 (2001) 對輔育院學生提升理化科的自我效能之研究結果發現：採六人一組的分組教學，融入具體的鼓勵及言語的讚美，是提升輔育院學生自我效能的有效策略。學習成就較低的學生因對自我能力的評價較低，認爲自己不可能學會而慢慢放棄學習。研究者刻意以較簡單的問題爲開始，引導低成就學生回答，答錯時給予鼓勵，答對時給予獎勵，讓學生能夠更積極參與自然課程的進行，適當的獎勵可以鼓舞同學，也讓學生得到認同感，注意學生的情緒，保持愉悅的學習氣氛，設定合宜挑戰性的學習目標，讓低成就學生慢慢降低挫折感，提升學習成效，增強學生學習的動機。

而李玉平 (2007) 則針對國小三年級學生運用不同的教師發問技巧，有效提升了學生學習動機在自然與生活科技領域課堂的發問頻率及品質，當教師發問技巧中，採「多數參與」原則，則有助於學生提出「理解型」問題；若採「運用有序」原則，則能有助學生提出「統整性」的問題。而當學生所提的問題類型，在融入教師發問技巧後，理解型和統整型的問題增加最多，而事實型和請示型的問題減少。教師發問技巧有助於主動型學童提出高層次認知的問題，亦有助於提高被動型和沉默型學童的發問次數。

莊雪芳、鄭湧涇 (2003) 的研究另指出，透過營造良好學習環境（教室環境）是能有效提升學習的，然學生對學習環境的感受，與教育資源分配、教師教學特質、教學策略和師生互動有關。陳文琪 (2002) 研究也提到如何設計製作具有魅力並引起多數學生學習動機的教具，是教育現場教師們應當具備的專業能力。歸納教師通常會採用的方式：如座位安排、教材媒體、分組學習、精熟學習等教學技巧，這些教學活動皆有其符應的教學理論，無非都是期望藉由表現慾、同儕砥礪與競爭、彼此腦力激盪與多媒體刺激達到教學成效。因此，如何突破舊有的教學方式，提高學生的學習動機，是每一位教師必須學習和具備的。

研究方法

一、研究設計

本研究旨在針對新竹縣與全國其他地區國民中學之學生在自然等領域之學習成就表現差異情形，探討新竹縣學生在學科概念與認知能力之弱勢所在，進而提出教學建議，提供教師教學參考。

本研究以次級資料分析法（Secondary data analysis）為研究方法，採用友誠圖書出版有限公司所提供之97、98、99學年度九年級基本學力模擬測驗，全國各地測驗結果資料為分析依據，內容包含97、98、99學年度新竹縣與其他地區計20縣市九年級學生在自然領域模擬測驗填答之原始資料，以量化分析新竹縣與其他地區學生之學習成就差異情形。

二、研究對象

本研究採用友誠圖書出版有限公司所提供之97、98、99學年度九年級基本學力模擬測驗結果資料，其中包含新竹縣29所國中、6500-6600名與其他地區計約19-23縣市、262-291所學校、85300-106200名九年級學生模擬測驗資料。

三、實施程序

本研究實施程序包含四階段：資料蒐集階段、資料轉碼階段、統計處理階段、分析探討階段，茲將各階段之實施重點說明如下。

（一）資料蒐集

本研究採用友誠圖書出版有限公司所提供之97、98、99學年度九年級基本學力模擬測驗結果資料進行分析，因此研究者於民國99年3月開始與友誠圖書出版有限公司進行合作事宜之洽談，並以公文方式確定合作關係，而後於民國99年4、5月間陸續取得97、98學年度之自然科測驗資料，99學年度之資料亦於民國99年6月間取得。自然科雙向細目表，如下表1所示：

表 1
自然科 97、98、99 學年度之雙項細目分析表

年 度	認知向度 學科主題	記憶	了解	應用	統整
97 學 年 度	力學		32、39、40、44、52	45	
	分類		9	11	1、12
	化學反應		34、35、37、42、43、 46、50、51		
	化學反應&大氣科學				31
	天文學		20、22		
	生態系		13		
	地質學	16、26、 27、28	18、21、23、24、29、 30	19、25	
	有機化學	55	56		
	協調作用			14、15	
	波動學		17、33、36		
	恆定作用		10		
	恆定作用&光合作用		8		
	消化作用		6		
	生物體的組成	2			
	運輸作用&生殖		4		
	電磁學		38、48、57、58		
	認識物質		41、49	47	
	認識物質&力學				54
	熱學		53		
	遺傳			5	
	遺傳&生殖		3	7	
98 學 年 度	力學		20、24、35、36、38、 39、40、41、42、43		
	分類		14		12
	化學反應		19、29、33	31	
	生態系			13、15	3
	光合作用			2	
	地質學	44、54	45、46、49、52、53、 55、57、58	47、48、50、 56	51
	有機化學&化學反應		18、22		
	協調作用			5、10、11	

年 度	認知向度 學科主題	記憶	了解	應用	統整
99 學 年 度	波動學		25、30、34	16	
	恆定作用			4	
	消化作用		6		
	生物體的組成			1	
	運輸作用			8	
	電磁學		26		
	認識物質		23、32		
	熱學				37
	認識物質 & 力學		21		
	認識物質 & 化學反應		27、28		
	認識物質 & 有機化學		17		
	遺傳		7	9	
	力學 & 熱學		16、19、20、26、49、 50	25	
	化學反應		15、18、24、27、28、 31、32、37	35	
	天文學		44、46、56、57、58	45	
	生物體的組成	10、11	1、2、5、12、13、47、 48		
	生殖		9		
	生態系 & 分類 & 光合作用		3、4、8		
	消化作用		7		
	地質學	39、41	6、38、40、42、43、 53、54、55		
	波動學		17、23、34		
	認識物質		14、29	30、33、36	
	電磁學		21、	22、51、52	

(二) 資料轉碼與處理

友誠圖書出版有限公司所提供之測驗資料格式為各校學生原始之填答記錄，為了統計與分析所需，本研究將進行資料之轉碼。

1. 試題部分

針對試題之性質，進行雙向細目分析，將試題轉化為「學科概念/認知向度」之格式，其中學科概念之分類依各科目之性質做區分，認知向度則分為：記憶、了解、應用、分析、評鑑、創造六層次。

2. 答案部分

針對學生填答之原始答案，以WINSTEPS軟體進行分析，轉換為0（答錯）或1（答對）之編碼，以利統計答對題數。

經轉碼處理後的資料，後以WINSTEPS、BILOG-MG（Zimowski, Muraki, Mislevy, & Book, 2003），和SPSS電腦統計套裝軟體程式進行資料處理及分析，以驗證本研究各項假設。本研究統計顯著水準訂為 $\alpha=0.05$ 。

（三）統計處理

本研究資料分析分別採古典測驗理論（classical test theory, CTT）及試題反應理論（item response theory, IRT）進行試題特性及受試者能力分析，分別獲得新竹縣與其他地區在自然科試題之難度參數，並以獨立樣本T檢定進行差異分析，以了解新竹縣與全國學生在自然科學習成就之差異情形。此外，就試題難度量尺比較項目，以試題反應理論為基礎，採用WinStep軟體個別進行全國和新竹縣之試題難度值，將所獲得的試題難度值由簡到難進行排序獲得試題難度量尺。

（四）分析探討

針對新竹縣學生與其他地區學生在此模擬測驗表現之差異情形，探討新竹縣學生在學科概念與認知能力之弱勢所在及，針對試題難度值的排序順序差數比較，找出差異較大的試題進行試題內容討論，進而提出教學建議，提供教師教學參考。

結果與討論

一、新竹縣與全國其他地區國三學生在自然領域之模擬測驗成就表現差異

根據97、98、99三個學年度自然領域差異考驗分析表比較，每個年度幾乎58題的測驗題目，新竹縣國三學生測驗成就都比全國國三學生整體表現差，幾乎已達顯著差異 $p<.001$ ，如最後的附表1、附表2、附表3所示。

97學年度的58題測驗題目，僅有1題，新竹縣與全國其他地區國三學生無顯著差異；另外，第51題化學反應了解層次的題型，新竹縣學生與全國國三學生的測驗成就表現，顯著差異 p 值小於.05；而第4題運輸作用與生殖了解層次的題型、第6題消化作用了解層次的題型、第10題恆定作用了解層次的題型及第43題化學反應了解層次的題型，顯著差異 p 值小於.01；其它新竹縣與全國其他地區國三學生在97年度自然領域之模擬測驗成就表現，幾乎都是 $p<.001$ 。

98學年度的58題測驗題目，僅有2題，新竹縣與全國其他地區國三學生無顯著差異，另外，第51題地質學統整層次的題型，新竹縣學生與全國國三學生的測驗成就表現，顯著差異 p 值小於.05；而第4題恆定作用應用層次的題型、第6題消化作用了解層次的題型、第10題協調作用應用層次的題型及第43題力學了解層次的題型，顯著差異 p 值小於.01；其它新竹縣與全國其他地區國三學生在97年度自然領域之模擬測驗成就表現，幾乎都是 $p<.001$ 。

99學年度的58題測驗題目，其中有4題，新竹縣與全國其他地區國三學生無顯著差異，其它新竹縣與全國其他地區國三學生在97年度自然領域之模擬測驗成就表現，幾乎都是 $p<.001$ 。

二、新竹縣國三學生在自然領域認知向度能力的表現差異

根據97、98、99三個學年度自然領域依認知向度之差異分析比較，如表2所示，每個年度在「記憶」、「了解」、「統整」、「應用」層次的題型中，新竹縣國三學生的測驗平均分數都低於全國，且其差異均達顯著水準 $p<.001$ 。但值得注意的是，在97、98年度，「記憶」、「了解」、「統整」、「應用」層次的題型中，新竹縣之標準差均略低於全國之標準差，99年度，「了解」、「應用」層次的題型中，新竹縣之標準差略低於全國之標準差，這都顯示出新竹縣學生在上述層次題型的成就表現分佈情形較全國學生表現略為集中。

表 2

97-99 學年度自然領域依認知向度能力之差異分析

學年度	修訂 Bloom 認知歷程向度	區域	樣本數	平均數	標準差	t-value
97	記憶	新竹縣	6543	0.40	0.29	11.750***
		其他縣市	77600	0.44	0.30	
	了解	新竹縣	6222	0.44	0.20	17.679***
		其他縣市	74900	0.49	0.21	
	應用	新竹縣	6539	0.48	0.23	16.326***
		其他縣市	77652	0.53	0.23	
	統整	新竹縣	6553	0.33	0.28	12.364***
		其他縣市	77724	0.38	0.29	
	記憶	新竹縣	6563	0.43	0.35	11.096***
		其他縣市	77801	0.49	0.36	
98	了解	新竹縣	6255	0.44	0.22	17.518***
		其他縣市	75055	0.49	0.23	
	應用	新竹縣	6384	0.46	0.21	16.560***
		其他縣市	76463	0.50	0.21	
	統整	新竹縣	6554	0.31	0.25	6.593***
		其他縣市	77721	0.33	0.25	
	記憶	新竹縣	6549	0.49	0.29	20.096***
		其他縣市	99062	0.56	0.28	
	了解	新竹縣	6501	0.49	0.22	30.622***
		其他縣市	98266	0.58	0.23	
99	應用	新竹縣	6549	0.42	0.23	18.205***
		其他縣市	99062	0.48	0.24	

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

三、新竹縣國三學生在自然領域之個別學科概念學習優劣情形

(一) 九十七學年度自然領域之「學科概念之差異分析表」分析

根據97學年度新竹縣國三學生與全國學生在自然領域之學科概念之差異分析表，如表3分析，發現當年度的學科概念題型，新竹縣學生在生物方面的分類、生態系、協調作用、生物體的組成、遺傳、生殖、生物體的營養(光合作用)等學科概念，與理化方面的力學、化學反應、有機化學、電磁學、認識物質、熱學，以及地球科學方面的大氣科學、天文學、地質學等概念的學習成就表現，均低於全國國三學

生之學習成就表現，且在差異考驗上均達顯著水準 $p<.001$ 。另生物方面的生物體的營養(消化作用)、運輸作用&生殖等三個概念主題的成就表現，新竹縣國三學生的學習成就表現亦低於全國國三學生，其差異考驗達顯著水準 $p<.01$ 。

表 3
97 學年度自然領域依學科概念之差異分析

學科概念	地區	樣本數	平均數	標準差	T-value
力學	全國	77645	0.50	0.28	14.381***
	新竹縣	6534	0.45	0.27	
分類	全國	77964	0.41	0.31	13.631***
	新竹縣	6566	0.36	0.30	
化學反應	全國	77506	0.45	0.22	14.643***
	新竹縣	6522	0.41	0.22	
化學反應&大氣科學	全國	78062	0.48	0.50	7.730***
	新竹縣	6577	0.43	0.49	
天文學	全國	77991	0.60	0.40	11.686***
	新竹縣	6570	0.54	0.41	
生態系	全國	78077	0.72	0.45	10.921***
	新竹縣	6575	0.66	0.48	
地質學	全國	77577	0.47	0.25	16.177***
	新竹縣	6534	0.42	0.24	
有機化學	全國	77041	0.53	0.39	13.094***
	新竹縣	6431	0.46	0.38	
協調作用	全國	78030	0.44	0.35	9.006***
	新竹縣	6576	0.40	0.35	
波動學	全國	77880	0.55	0.36	11.49***
	新竹縣	6558	0.50	0.36	
恆定作用	全國	78072	0.41	0.49	2.686**
	新竹縣	6576	0.39	0.49	
恆定作用&生物體的營養 (光合作用)	全國	78017	0.41	0.49	8.046***
	新竹縣	6582	0.36	0.48	

學科概念	地區	樣本數	平均數	標準差	T-value
生物體的營養(消化作用)	全國	78074	0.39	0.49	2.776**
	新竹縣	6582	0.37	0.48	
生物體的組成	全國	78102	0.39	0.49	4.556***
	新竹縣	6583	0.36	0.48	
運輸作用&生殖	全國	78069	0.30	0.46	3.140**
	新竹縣	6574	0.28	0.45	
電磁學	全國	76305	0.42	0.28	12.185***
	新竹縣	6360	0.37	0.28	
認識物質	全國	77829	0.67	0.31	10.802***
	新竹縣	6565	0.63	0.32	
認識物質&力學	全國	77857	0.32	0.47	7.884***
	新竹縣	6563	0.27	0.45	
熱學	全國	77851	0.56	0.50	8.906***
	新竹縣	6565	0.51	0.50	
遺傳	全國	78084	0.57	0.31	9.119***
	新竹縣	6582	0.53	0.32	
遺傳&生殖	全國	78103	0.26	0.44	5.344***
	新竹縣	6582	0.23	0.42	

p<0.01, *p<0.001

(二) 九十八學年度自然領域之「學科概念之差異分析表」分析

根據98學年度新竹縣國三學生與全國學生在自然領域之學科概念之差異分析表，如表4分析，發現到當年度的學科概念題型，新竹縣學生在生物方面的分類、生態系、光合作用、協調作用、生物體的組成、運輸作用、遺傳等學科概念，與理化方面的力學、化學反應、有機化學、波動學、電磁學、認識物質，以及地球科學方面的地質學等概念的學習成就表現，均低於全國國三學生之學習成就表現，且在差異考驗上均達顯著水準 $p<.001$ 。另在生物方面的恆定作用、消化作用等兩個概念主題的成就表現，新竹縣國三學生的學習成就表現亦低於全國國三學生，其差異考驗達顯著水準 $p<.01$ 。

表 4
98 學年度自然領域依學科概念之差異分析

學科概念	地區	樣本數	平均數	標準差	T-value
力學	全國	77486	0.53	0.26	14.792***
	新竹縣	6533	0.48	0.26	
分類	全國	78004	0.38	0.37	8.596***
	新竹縣	6581	0.34	0.36	
化學反應	全國	77879	0.56	0.32	13.596***
	新竹縣	6561	0.50	0.32	
生態系	全國	77986	0.54	0.31	11.924***
	新竹縣	6580	0.50	0.31	
光合作用	全國	78094	0.39	0.49	4.636***
	新竹縣	6591	0.36	0.48	
地質學	全國	75862	0.51	0.22	18.426***
	新竹縣	6326	0.45	0.22	
有機化學&化學反應	全國	78013	0.57	0.42	13.059***
	新竹縣	6580	0.50	0.42	
協調作用	全國	78002	0.53	0.30	10.145***
	新竹縣	6572	0.49	0.30	
波動學	全國	77923	0.48	0.32	14.837***
	新竹縣	6571	0.42	0.31	
恆定作用	全國	78061	0.30	0.46	3.208**
	新竹縣	6582	0.28	0.45	
消化作用	全國	78066	0.39	0.49	2.724**
	新竹縣	6590	0.37	0.48	
生物體的組成	全國	78121	0.24	0.43	6.630***
	新竹縣	6593	0.20	0.40	
運輸作用	全國	78009	0.41	0.49	8.049***
	新竹縣	6590	0.36	0.48	
電磁學	全國	78049	0.44	0.50	6.798***
	新竹縣	6584	0.40	0.49	
認識物質	全國	77928	0.36	0.29	4.790***
	新竹縣	6566	0.34	0.29	
認識物質&力學	全國	78097	0.40	0.49	5.343***
	新竹縣	6589	0.36	0.48	
認識物質&化學反應	全國	77936	0.34	0.38	8.660***
	新竹縣	6575	0.30	0.35	
認識物質&有機化學	全國	78040	0.46	0.50	6.316***
	新竹縣	6585	0.42	0.49	
遺傳	全國	78041	0.42	0.36	11.467***
	新竹縣	6586	0.37	0.36	

p<0.01, *p<0.001

(三) 九十九學年度自然領域之「學科概念之差異分析表」分析

根據99學年度新竹縣國三學生與全國學生在自然領域之學科概念之差異分析表，如表5分析，發現到當年度的學科概念題型，新竹縣學生在生物方面的生態系、分類、光合作用等學科概念，與理化方面的力學、熱學、化學反應、波動學、認識物質、電磁學，以及地球科學方面的天文學、地質學等概念之成就表現，均低於全國國三學生之學習成就表現，且在差異考驗上均達顯著水準 $p<.001$ 。

表5

99學年度自然領域依學科概念之差異分析

學科概念	地區	樣本數	平均數	標準差	T-value
力學&熱學	全國	99062	0.54	0.27	23.589***
	新竹縣	6549	0.46	0.26	
化學反應	全國	99062	0.51	0.28	25.161***
	新竹縣	6549	0.43	0.26	
天文學	全國	99062	0.44	0.28	19.952***
	新竹縣	6549	0.37	0.26	
生物體的組成	全國	99062	0.62	0.27	25.271***
	新竹縣	6549	0.53	0.27	
生態系&分類&光合作用	全國	99062	0.65	0.25	21.103***
	新竹縣	6549	0.58	0.26	
地質學	全國	99062	0.58	0.26	25.751***
	新竹縣	6549	0.50	0.25	
波動學	全國	99062	0.56	0.39	20.492***
	新竹縣	6549	0.47	0.38	
認識物質	全國	99062	0.44	0.24	17.213***
	新竹縣	6549	0.39	0.22	
電磁學	全國	99062	0.69	0.31	22.203***
	新竹縣	6549	0.59	0.32	

*** $p<0.001$

四、新竹縣自然領域學科概念學習弱勢之補救教學策略

(一) 弱勢情形

1. 九十七學年度

依「97學年度自然難度尺」如圖1所示，針對九十七學年度自然領域試題，以新竹縣及全國相較，學生在難度排序部分大致相同，但其中不乏全國難度值排序呈現較簡單，但本縣之排序卻呈現較難之情況。

難度值	排序差	全國	新竹縣
12 分類與整理	2.12	0	1.73
37 化學反應了解	1.95	0	1.61
36 波動與光學了解	1.45	0	1.28
25 地質學應用	1.2	0	1.19
34 化學反應了解	0.76	0	0.65
27 地質學記憶	0.75	-1	0.6
5 認識物質、力學統整	0.71	1	0.58
49 電磁學了解	0.62	-2	0.57
14 協同應用	0.52	-4	0.54
23 地質學了解	0.52	-2	0.47
55 有機化學記憶	0.52	2	0.45
42 化學反應了解	0.5	-4	0.44
58 電磁學了解	0.45	-2	0.44
28 地質學記憶	0.44	-5	0.43
04 運動、生殖了解	0.44	-4	0.42
41 力學了解	0.41	0	0.29
06 消化了解	0.38	3	0.26
33 波動與光學了解	0.22	1	0.25
20 天文學了解	0.18	-1	0.23
47 認識物質應用	0.15	-4	0.23
46 化學反應了解	0.15	-1	0.16
41 認識物質了解	0.09	5	0.14
03 遺傳了解	0.09	5	0.1
49 認識物質了解	0.05	-2	0.09
43 化學反應了解	-0.02	-4	0.06
22 天文學了解	-0.04	-6	-0.01
53 熱學了解	-0.05	2	-0.02
26 地質學記憶	-0.06	5	-0.02
32 力學了解	-0.07	-2	-0.04
07 遺傳、生殖應用	-0.07	7	-0.07
09 分類了解	-0.1	-3	-0.09
32 力學了解	-0.11	4	-0.11
05 遺傳應用	-0.12	6	-0.15
22 天文學了解	-0.14	-7	-0.13
31 化學反應、大氣科學統整	-0.18	-2	-0.13
51 化學反應了解	-0.22	-3	-0.18
24 地質學了解	-0.26	-3	-0.23
15 協同應用	-0.26	8	-0.23
49 力學了解	-0.28	3	-0.24
17 波動與光學了解	-0.28	5	-0.26
10 恆定性了解	-0.26	3	-0.27
29 地質學了解	-0.37	4	-0.33
56 有機化學了解	-0.4	0	-0.34
08 恆定性、光合作用了解	-0.41	2	-0.38
18 地質學了解	-0.45	-2	-0.4
30 地質學了解	-0.46	-2	-0.43
11 分類應用	-0.48	2	-0.44
39 力學了解	-0.5	4	-0.44
19 地質學應用	-0.56	0	-0.52
16 地質記憶	-0.57	0	-0.61
38 電磁學了解	-0.73	0	-0.65
01 分類整理	-0.74	0	-0.73
13 生態了解	-0.79	-1	-0.73
57 電磁學了解	-0.86	1	-0.75
13 生態了解	-1.16	0	-0.9
02 細胞記憶	-1.17	0	-1.03
21 地質學了解	-1.22	0	-1.13
45 力學應用	-1.35	0	-1.22
50 化學反應了解			

圖1 97學年度自然難度尺

以下針對個別題目加以分析探討其中原因。本縣學生在難度低卻表現不好的題型如下：

(1)第3題，題目如下：

3. 已知某雞蛋的小白點內，有 39 條染色體，且染色體形式皆不相似，則下列敘述何者正確？

- (A)這個雞蛋內的小白點，可進行細胞分裂產生新細胞
 (B)圖(二)是這個雞蛋小白點內的一對同源染色體
 (C)這個雞蛋內的小白點為雙套染色體
 (D)這個雞蛋無法孵出小雞

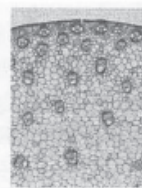


此題目在新竹縣學生的難易度值為0.25，難度排序為41，本題的核心概念是在測驗學生是否能辨別同源染色體與配子之差異，故答案選項為(D)；圖為一長一短的染色體，可知不是同源染色體，此為未受精的雞蛋（有39條不成對的染色體），是故無法進行細胞分裂，無法孵出小雞。這題新竹縣的學生表現與全國學生表現相比，為較困難的題型，顯示新竹縣的學生對辨別同源染色體與配子的差異能力，仍須再加強。

(2)第4題，題目如下：

4. 圖(三)為某種植物莖的橫切面，下列敘述何者錯誤？

- (A)其精細胞可藉由花粉管，運送到胚珠內與卵結合
- (B)其形成層可進行細胞分裂產生新的木質部
- (C)其生殖器官包括：花、果實、種子
- (D)其木質部位於莖的內側



圖(三)

此題目在新竹縣學生的難易度值為0.45，難度排序為48，本題的核心概念是在測驗學生是否能藉由植物莖的組織結構來研判植物的類別為單子葉植物或雙子葉植物；因此，錯誤的選項描述為(B)；由圖形研判維管束散生排列於基本組織中，故可知為單子葉植物，無形成層組織，植物莖無法逐年加粗。這題新竹縣的學生表現與全國學生表現相比，為困難的題型，顯示新竹縣的學生對單子葉植物或雙子葉植物的基本定義未全然釐清。

(3)第5題，題目如下：

5. 一對夫婦有兄妹二個小孩，不幸哥哥卻罹患唐氏症，則下列敘述何者正確？

- (A)兄妹二人都可從媽媽遺傳到一個性染色體
- (B)兄妹二人都可從爸爸遺傳到X染色體
- (C)兄妹二人體細胞的性染色體型式相同
- (D)兄妹二人體細胞的染色體數目相同

此題目在新竹縣學生的難易度值為-0.02，難度排序為32，本題的核心概念是在測驗學生是否能真正應用所了解的知識，不同性別在性染色體上的差異，及唐氏症這類特殊遺傳疾病其體細胞染色體數量與一般人有所不同，正確選項為(A)；由題目的描述可以得知哥哥從父親獲得Y染色體；哥哥的性染色體為XY，妹妹為XX；哥哥為唐氏症患者，故第21條染色體多一條，體細胞染色體總數為47條。這題新竹縣的學生表現與全國學生表現相比，為較困難的題型，顯示新竹縣的學生對唐氏症的體細胞染色體數量及男女性染色體上的差異，仍未正確釐清，仍有待加強。

(4)第7題，題目如下：

7. 下列何種生殖方式，可提高子代在變異環境中的生存機會？

- (A)蕃薯的莖種入土中長出芽來
- (B)落地生根的葉緣缺刻處長出根來
- (C)松的種子從雌毬果掉落土中長出葉來
- (D)黑黴的孢子掉到麵包上長出菌絲來

此題目在新竹縣學生的難易度值為0.1，難度排序為36，本題的核心概念是在測驗學生是否能應用有性生殖所產生的後代，才存在變異的知識來判別演化的機制；題目中所提到的描述，只有選項(C)為有性生殖產生種子，才会有不同的後代，至於其它選項則是進行無性生殖方式。這題新竹縣的學生表現與全國學生表現相比，為較困難的題型，顯示新竹縣的學生對有性生殖與無性生殖的方式和突變是可提升子代在變異環境中的生存機會的基本定義未全然釐清。

(5)第15題，題目如下：

15. 下列哪一種反應的神經傳導中樞與「透過旁人指出拼字卡上字母的幫忙，病患尚可表達意見」的中樞相同？
- (A)看到危險，拔腿就跑
 - (B)手觸熱鍋，立即縮回
 - (C)吸到冷空氣，馬上全身顫抖
 - (D)走出電影院，瞳孔開始縮小

此題目在新竹縣學生的難易度值為-0.07，難度排序為29，本題的核心概念是在測驗學生是否能確實應用到大腦意識控制的神經傳導途徑的知識；題目中所提到的神經傳導中樞就是指大腦，而選項(A)看到危險，有大腦意識所控制；其它選項中所提起的動作如手觸熱鍋立即縮回、全身顫抖和瞳孔縮小等，均為腦幹控制的反射動作。這題新竹縣的學生表現與全國學生表現相比，為較困難的題型，顯示新竹縣的學生對神經傳導的基本定義未全然釐清。

(6)第17題，題目如下：

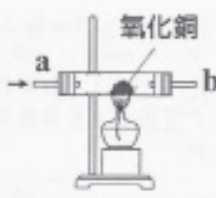
17. 已知：光速為 3×10^5 公里／秒，1 光年為以光速行進 1 年的距離。
1A.U. = 1.5×10^8 km，木星距地球約 4.2A.U.。
若阿誠觀察到一顆距離地球 4.20 光年的恆星，則下列何者為最合理的推論？
- (A)此恆星可能是木星
 - (B)此恆星的半徑約為 4.2A.U.
 - (C)此恆星距離地球 $4.2 \times 365 \times 3 \times 10^5$ 公里
 - (D)阿誠觀察到的是此恆星 4.2 年前發出的光

此題目在新竹縣學生的難易度值為-0.15，難度排序為24，本題的核心概念是在測驗學生是否了解天文學單位的基本定義及單位換算；題目中所提到的選項(D)才是合理的推論，阿誠所看到光是此恆星4.2年前所發出的；其它選項中所提到的描述較不合理。這題新竹縣的學生表現與全國學生表現相比，為困難的題型，顯示新竹縣的學生對天文學上的相關基本定義都未全然釐清。

(7)第42題，題目如下：

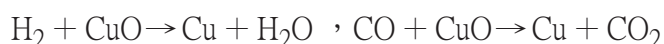
42. 李生以圖(十九)所示裝置，觀察氫氣、一氧化碳兩氣體分別與氧化銅的反應情形。先將氧化銅粉末裝入耐熱的玻璃管中，玻璃管a、b兩端封住只留下通氣孔，玻璃管下方並以酒精燈加熱，然後由a處分別將氫氣、一氧化碳通入玻璃管中。比較氫氣與氧化銅、一氧化碳與氧化銅兩反應，下列敘述何者正確？

(A)兩反應中，CuO 皆為還原劑
(B)兩反應皆會生成 O₂
(C)兩反應皆會生成 H₂O
(D)兩反應皆會生成金屬銅



圖(十九)

此題目在新竹縣學生的難易度值為0.57，難度排序為51，本題的核心概念是在測驗學生是否能確實了解化學反應中氧化還原反應的知識；正確選項為(D)；由題目中可得知CuO為氧化劑，兩者皆會產生紅色的金屬銅。其完整的反應式如下：

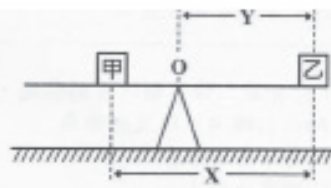


這題新竹縣的學生表現與全國學生表現相比，為困難的題型，顯示新竹縣的學生對於氧化還原反應的反應機制，未全然釐清。

(8)第52題，題目如下：

52. 如圖(二十五)所示，O為橫樑的支點，O點兩邊各放置甲、乙兩物體，結果橫樑呈平衡狀態。已知甲物體的質量為乙物體的3倍，不計橫樑的質量，則X與Y的關係為何？

(A) $X=3Y$
(B) $2X=3Y$
(C) $3X=4Y$
(D) $4X=5Y$



圖(二十五)

此題目在新竹縣學生的難易度值為-0.03，難度排序為31，本題的核心概念是在測驗學生是否了解槓桿原理的基本定義及計算；正確的選項為(C)； $3m(X-Y) = mY$ ， $3X = 4Y$ 。其它選項中的敘述皆不正確。這題新竹縣的學生表現與全國學生表現相比，為困難的題型，顯示新竹縣的學生仍槓桿原理的基本定義不夠清楚或是在計算方面仍有待加強。

2.九十八學年度

依「98學年度自然難度尺」如圖2所示，針對九十八學年度自然領域試題，以新竹縣及全國相較，學生在難度排序部分大致相同，但其中不乏全國難度值排序呈現較簡單，但本縣之排序卻呈現較難之情況。

全國	難度值	排序	新竹縣	難度值	排序
37 認識物質統整	1.38	-3	43 力學了解	1.33	2
01 細胞應用	1.35	-2	48 地質學應用	1.13	-2
43 力學了解	1.3	2	07 遺傳了解	1.11	1
07 遺傳了解	1.19	1	37 認識物質統整	1.07	-3
14 分類了解	0.99	0	14 分類了解	0.9	0
51 地質學統整	0.95	-3	28 認識物質了解	0.85	4
04 流延法應用	0.93	-1	04 流延法應用	0.84	1
54 地質學記憶	0.84	1	51 地質學統整	0.79	-1
03 生態學統整	0.83	-1	03 生態學統整	0.78	-3
28 認識物質了解	0.82	4	50 波動與光學了解	0.72	-1
27 認識物質了解	0.66	-2	11 協調應用	0.69	1
30 波動與光學了解	0.62	1	27 認識物質了解	0.58	-2
11 協調應用	0.58	1	22 有機化學了解	0.52	0
38 力學了解	0.54	-2	22 有機化學了解	0.47	-1
25 波動與光學了解	0.46	0	38 力學了解	0.43	0
02 光合作用應用	0.45	0	40 力學了解	0.41	0
05 消化了解	0.43	-2	02 光合作用應用	0.33	1
21 認識物質了解	0.4	-1	08 消化了解	0.27	-2
10 協調應用	0.34	-2	21 認識物質了解	0.27	-2
23 認識物質了解	0.33	0	06 消化了解	0.22	0
08 運動應用	0.33	0	10 協調應用	0.19	-2
26 電磁學了解	0.19	-1	52 地質學了解	0.19	3
32 認識物質了解	0.16	-1	26 電磁學了解	0.16	-1
17 認識物質了解	0.08	-1	32 認識物質了解	0.09	-1
52 地質學了解	0.07	3	17 認識物質了解	0.04	-1
29 化學反應了解	0.07	3	12 分類統整	0.02	-1
12 分類統整	0.02	-1	29 化學反應了解	0.01	-1
49 地質學了解	0	-1	49 地質學了解	0	1
31 化學反應了解	0	-1	31 化學反應了解	-0.02	-1
57 地質學了解	-0.18	0	57 地質學了解	-0.1	0
55 地質學了解	-0.25	4	55 地質學了解	-0.12	2
45 地質學了解	-0.25	4	45 地質學了解	-0.16	3
46 地質學了解	-0.27	2	46 地質學了解	-0.2	1
86 地質學應用	-0.27	2	86 地質學應用	-0.23	4
42 力學了解	-0.29	3	42 力學了解	-0.28	4
39 力學了解	-0.33	0	39 力學了解	-0.28	4
53 地質學了解	-0.43	-2	53 地質學了解	-0.28	4
18 有機化學了解	-0.46	1	18 有機化學了解	-0.36	1
16 波動與光學應用	-0.47	-3	16 波動與光學應用	-0.37	1
22 有機化學了解	-0.47	-3	22 有機化學了解	-0.38	2
33 化學反應了解	-0.45	0	33 化學反應了解	-0.43	0
09 遺傳應用	-0.52	2	09 遺傳應用	-0.45	0
50 地質學應用	-0.52	1	50 地質學應用	-0.46	1
15 生態學應用	-0.56	0	15 生態學應用	-0.47	-3
34 波動與光學了解	-0.62	0	34 波動與光學了解	-0.47	-3
35 力學了解	-0.63	0	35 力學了解	-0.45	0
56 力學了解	-0.76	0	56 力學了解	-0.48	0
20 力學了解	-0.79	0	20 力學了解	-0.75	0
44 地質學記憶	-0.88	-1	44 地質學記憶	-0.8	1
19 化學反應了解	-1.11	0	19 化學反應了解	-0.82	-1
41 力學了解	-1.17	-1	41 力學了解	-0.98	0
13 生態學應用	-1.27	1	13 生態學應用	-1.13	-1
05 協調應用	-1.09	0	05 協調應用	-1.15	-1
47 地質學應用	-2.02	0	47 地質學應用	-1.77	0

圖2 98學年度自然難度尺

以下針對個別題目加以分析探討其中原因。本縣學生在難度低卻表現不好的題型如下：

(1)第8題，題目如下：

8. 圖(五)是某植物地下塊莖橫切面的一部分，下列敘述何者正確？

(A)此植物為具有網狀葉脈的單子葉植物

(B)結果實時，養分可由丙經過甲再往上運送至果實

(C)水分可由葉經過乙再往下運送至丙

(D)人體胃液的酵素可消化此塊莖的澱粉養分

圖(五)

此題目在新竹縣學生的難易度值為0.33，難度排序為39，本題的核心概念仍是在測驗學生是否能確實應用植物莖的組織結構來研判植物的類別為單子葉植物或雙子葉植物；因此，正確的選項描述為(B)；由圖形研判維管束為散生排列於基本組織中，甲為韌皮部、乙為木質部、丙為薄壁組織，故可辨別為單子葉植物，不具形成層組織，植物莖無法逐年加粗。

其他選項(A)平行葉脈的單子葉植物；(C)水分只能由根部往上單向運輸；(D)人體胃液酵素是消化蛋白質、無法分解澱粉。這題新竹縣的學生表現與全國學生表現相比，為困難的題型，顯示新竹縣的學生對單子葉植物或雙子葉植物的基本定義未全然釐清。

(2)第28題，題目如下：

28. 已知「在同溫、同壓下，同體積的任何氣體，均含有相同數目的分子。」以上敘述稱為亞佛加厥假說。參考圖(十五)，現有氫氣(H_2)、氮氣(N_2)、甲烷(CH_4)與一未知氣體，置於不同的容器中，在同溫同壓下，三氣體的質量、體積關係如表(三)所示。則此未知氣體可能為下列哪一種氣體？(原子量： $H=1$ ， $N=14$ ， $C=12$ ， $O=16$)

圖(十五)

H_2	N_2	CH_4	?
-------	-------	--------	---

表(三)

氣體	H_2	N_2	CH_4	?
體積(公升)	5	5	10	15
質量(公克)	1	14	16	48

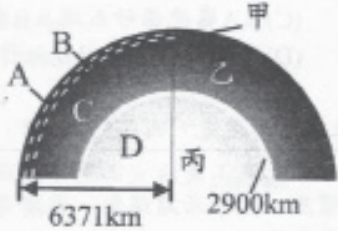
(A) O_2 (B) NH_3 (C) CO (D) CO_2

此題目在新竹縣學生的難易度值為0.85，難度排序為52，本題的核心概念是在測驗學生是否了解分子量的計算及亞佛加厥假說的基本知識；根據題目中所提到的亞佛加厥假說定義，正確的選項為(A)； H_2 氣體5公升相當於0.5莫耳， CH_4 氣體10公升相當於1莫耳。故15公升某氣體相當於1.5莫耳，所以其分子量為32的 O_2 氣體。其它選項中所提起的分子量皆不正確 NH_3 為17、 CO 為28、 CO_2 為44。這題新竹縣的學生表現與全國學生表現相比，為較困難的題型，顯示新竹縣的學生未完全理解題意或對分子量的基本定義及計算未全然釐清。

(3)第52題，題目如下：

52. 圖(二十五)為固體地球內部構造。主要分成甲、乙、丙三層。圖中A層是地表至100公里深的區域，B層是地表下深約100~300公里的區域。有關地球內部構造的說明，何者正確？

(A)利用電磁波探測分析地球內部構造
(B)密度由大到小為：甲>乙>丙
(C)地球外層的「板塊」指的是甲的範圍
(D)丙的組成物質以鐵、鎳金屬為主



圖(二十五)

此題目在新竹縣學生的難易度值為0.19，難度排序為35，本題的核心概念是在測驗學生是否能了解地層結構的基本定義並加以區別；根據題目中所提到的描述，可以得知正確選項為(D)；其它選項(A)利用地震波探測；(B)密度：丙>乙>甲；(C)板塊即岩石圈的範圍，及圖中的A層。這題新竹縣的學生表現與全國學生表現相比，為困難的題型，顯示新竹縣的學生對地層結構的基本定義未全然釐清。

(4)第58題，題目如下：

58. 有關「火山」與「地震」的比較，何者正確？

(A)地震與火山只發生在聚合性板塊的交界
(B)地震發生時通常會伴隨火山活動
(C)目前我們對於火山的預報能力比地震來的好
(D)火山只出現在陸地，地震會發生在海底與陸地

此題目在新竹縣學生的難易度值為-0.16，難度排序為25，本題的核心概念是在測驗學生是否能了解火山與地震發生的關聯性及閱讀理解能力；正確選項(C)；其它選項(A)聚合性、張裂性板塊的交界均會生地震；(B)火山活動會伴隨地震發生；(D)中洋脊即是海底火山。這題新竹縣的學生表現與全國學生表現相比，為困難的題型，顯示新竹縣的學生閱讀理解能力不足或是對火山與地震發生的關聯性未全然釐清。

3.九十九學年度

依「99學年度自然難度尺」如圖3所示，針對九十九學年度自然領域試題，以新竹縣及全國相較，學生在難度排序部分大致相同，但其中不乏全國難度值排序呈現較簡單，但本縣之排序卻呈現較難之情況。

53 基礎物理了解	2.45	0	19 基礎物理了解	1.98	0
54 天文學了解	1.41	-3	20 力學與熱學了解	1.23	4
55 生物學了解	1.41	-3	33 基礎物理應用	1.15	2
56 化學反應應用	1.4	0	35 化學反應應用	1.11	0
57 基礎物理應用	1.36	2	58 天文學了解	0.98	3
58 天文學了解	0.91	0	59 生物學了解	0.97	-3
59 力學與熱學了解	0.91	0	60 天文學了解	0.81	0
61 地質學了解	0.75	-1	17 波動與光學了解	0.77	3
62 化學反應了解	0.69	-3	38 地質學了解	0.74	-1
63 天文學了解	0.69	-1	46 天文學了解	0.59	-1
64 波動與光學了解	0.67	3	57 天文學了解	0.59	7
65 地質學了解	0.62	-5	72 化學反應了解	0.58	4
66 化學反應了解	0.61	-1	27 化學反應了解	0.54	-1
67 基礎物理應用	0.56	-8	36 天文學了解	0.47	5
68 基礎物理應用	0.56	-8	59 生物學了解	0.45	5
69 天文學了解	0.55	4	54 地質學了解	0.43	-5
70 地質學了解	0.54	-1	41 地質學了解	0.42	-1
71 化學反應了解	0.45	7	15 化學反應了解	0.42	-1
72 生物學了解	0.44	0	30 基礎物理應用	0.39	-5
73 化學反應了解	0.43	5	36 基礎物理應用	0.38	3
74 生物學了解	0.36	5	31 化學反應了解	0.32	-8
75 地質學了解	0.33	-2	37 化學反應了解	0.31	2
76 化學反應了解	0.29	-4	29 基礎物理了解	0.29	-2
77 生物學了解	0.23	3	42 地質學了解	0.29	2
78 化學反應了解	0.21	2	26 力學與熱學了解	0.19	0
79 地質學了解	0.17	0	32 化學反應了解	0.18	-4
80 基礎物理了解	0.17	2	45 天文學應用	0.17	2
81 生物學了解	0.12	-11	55 地質學了解	0.14	4
82 化學反應了解	0.08	-2	49 力學與熱學了解	0.02	1
83 天文學應用	0.07	2	20 力學與熱學了解	0.02	2
84 地質學了解	-0.04	1	05 生物學了解	0.08	0
85 力學與熱學了解	-0.11	4	47 化學反應了解	-0.13	2
86 化學反應了解	-0.15	0	28 化學反應了解	-0.18	0
87 生物學了解	-0.16	2	51 電磁學了解	-0.18	3
88 力學與熱學了解	-0.2	-1	16 力學與熱學了解	-0.25	1
89 生物學了解	-0.29	1	33 地質學了解	-0.28	-1
90 化學反應了解	-0.3	3	22 電磁學了解	-0.29	2
91 生物學了解	-0.37	-2	50 力學與熱學了解	-0.33	-11
92 力學與熱學了解	-0.38	2	10 生物學了解	-0.38	2
93 生物學了解	-0.44	-1	51 電磁學了解	-0.38	-2
94 力學與熱學了解	-0.54	-2	01 生物學了解	-0.39	-1
95 生物學了解	-0.62	0	16 力學與熱學了解	-0.45	0
96 化學反應了解	-0.62	0	53 地質學了解	-0.49	1
97 生物學了解	-0.67	-2	13 生物學了解	-0.53	1
98 地質學了解	-0.67	1	22 電磁學了解	-0.59	-2
99 波動與光學了解	-0.68	0	23 波動與光學了解	-0.59	0
100 化學反應了解	-0.72	-1	39 地質學了解	-0.59	2
101 電磁學了解	-0.74	-1	18 化學反應了解	-0.63	-1
102 地質學了解	-0.78	2	52 電磁學了解	-0.71	1
103 基礎物理了解	-0.83	-2	04 生物學了解	-0.71	1
104 電磁學了解	-0.93	1	25 力學與熱學應用	-0.99	-2
105 生物學了解	-1.06	1	12 生物學了解	-1.06	0
106 力學與熱學應用	-1.21	0	08 地質學了解	-1.2	0
107 天文學了解	-1.39	0	03 生物學了解	-1.45	0
108 地質學了解	-1.58	0	09 生物學了解	-1.76	0
109 生物學了解	-2.03	0	全國	2.01	0
110 天文學了解	-2.21	0	新竹縣		

圖3 99學年度自然難度尺

以下針對個別題目加以分析探討其中原因。本縣學生在難度低卻表現不好的題型如下：

(1)第7題，題目如下：

此題目在新竹縣學生的難易度值為0.59，難度排序為48，本題的核心概念是在測驗學生是否能確實了解蛋白質在胃中消化作

7. 下列哪一種食物在胃中有最顯著的消化作用？
 (A)牛排 (B)檸檬汁 (C)馬鈴薯泥 (D)奶油餐包

用的知識；答案中所提到的食物牛排所含的主要養分為蛋白質和脂肪，故正確選項(A)；其它選項(B)維生素、(C)澱粉、(D)脂肪和澱粉。這題新竹縣的學生表現與全國學生表現相比，為極困難的題型，顯示新竹縣的學生對蛋白質的消化作用主要是在胃中，這樣的基本知識不夠清楚；亦或是對各類食物的主要養分定義不清。

(2)第9題，題目如下：

9. 花博在100年1月3日隆重推出黃色水晶花「臺南1號——晶鑽」及紫色的星辰花「臺南1號——紫后」，這兩個新品種的蘭花，主要是以組織培養法繁殖。試問組織培養與下列何項的繁殖方式不同？
- (A)風信子以鱗莖繁殖
(B)體外受精的試管嬰兒
(C)雌性科莫多龍未經交配而生下幼蜥(單性生殖)
(D)以褐蛙的細胞核植入綠蛙無核的卵細胞中而產生之幼蛙

此題目在新竹縣學生的難易度值為0.45，難度排序為43，本題的核心概念是在測驗學生是否知道不同方式無性生殖；題目中所提到的組織培養法為無性生殖的方式，除選項(B)為有性生殖外；其它選項(A)營養器官繁殖屬無性生殖、(C)孤雌生殖為無性生殖、(D)複製生殖為無性生殖。這題新竹縣的學生表現與全國學生表現相比，為極困難的題型，顯示新竹縣的學生對無性生殖與無性生殖的方式未全然了解釐清。

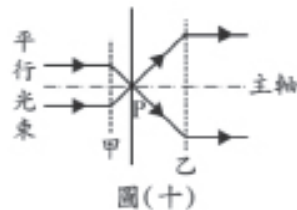
(3)第32題，題目如下：

32. 以高爐來冶煉金屬鐵，反應之一如下： $3\text{CO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ ，則在上述反應中，何者為還原劑？
- (A) CO (B) Fe_2O_3 (C) Fe (D) CO_2

此題目在新竹縣學生的難易度值為0.1，難度排序為30，本題的核心概念是在測驗學生是否能確實了解化學反應中氧化還原反應的機制，根據題目中所提的反應式判斷，正確選項為(A)；CO為還原劑、 Fe_2O_3 為氧化劑。這題新竹縣的學生表現與全國學生表現相比，為較困難的題型，顯示新竹縣的學生對氧化還原反應的機制未完全釐清。

(4)第34題，題目如下：

34. 參考圖(十)，甲、乙為透鏡且兩透鏡主軸位於同一直線上，與主軸平行的平行光束經甲、乙兩透鏡折射後，依然與主軸平行射出，其中P點為光束交會點。下列敘述何者正確？
- (A)甲為凸透鏡，乙為凹透鏡
(B)甲為凹透鏡，乙為凸透鏡
(C)甲透鏡焦距大於乙透鏡焦距
(D)乙透鏡焦距大於甲透鏡焦距



此題目在新竹縣學生的難易度值為1.23，難度排序為57，本題的核心概念是在測驗學生是否能確實了解透鏡的成像原理；由題目的描述及圖形顯示，正確選項為(D)；甲、乙均為凸透鏡；乙透鏡中心距光束會點P點較甲遠，故乙透鏡焦距大於甲透鏡焦距。這題新竹縣的學生表現與全國學生表現相比，為較困難的題型，顯示新竹縣的學生對透鏡的成像原理未正確釐清。

(5)第54題，題目如下：

54. 山丘所在處的地層剖面，出現哪兩種地質構造？
(A)向斜、正斷層 (B)背斜、正斷層 (C)向斜、逆斷層 (D)背斜、逆斷層

此題目在新竹縣學生的難易度值為0.43，難度排序為42，本題的核心概念是在測驗學生是否能確實了解地質構造的類型及定義；由閱讀文章的描述及圖形的判斷，正確選項為(C)；岩層向上彎曲為向斜。上盤相對下盤向上移動為逆斷層。這題新竹縣的學生表現與全國學生表現相比，為較困難的題型，顯示新竹縣的學生對地質構造的類型及定義，尚待加強。

(6)第56題，題目如下：

56. 當地球由甲處公轉至丙處時，臺北(位於北緯24.9度)的晝夜長短如何變化？
(判斷時，不用考慮晝夜相等的時候)
(A)晝一直長於夜
(B)晝一直短於夜
(C)晝先長於夜，再短於夜
(D)晝先短於夜，再長於夜

此題目在新竹縣學生的難易度值為0.47，難度排序為44，本題的核心概念是在測驗學生是否能確實知道地球公轉的相關知識；由閱讀文章的描述及圖形的判斷，正確選項為(D)；圖中甲是冬至、乙為春分、丙是夏至。冬至到春分時，晝短於夜(春分時晝夜相等)，春分到夏至時，晝長於夜。這題新竹縣的學生表現與全國學生表現相比，為較困難的題型，顯示新竹縣的學生對地球公轉的相關知識及文章的閱讀，未全然釐清。

(7)第57題，題目如下：

57. 承上題，當地球由甲處公轉至丙處時，臺北(位於北緯24.9度)的白天(晝)的時間長度如何變化？
- (A)晝持續變長
 - (B)晝持續變短
 - (C)晝先漸長再漸短
 - (D)晝先漸短再漸長

此題目在新竹縣學生的難易度值為0.58，難度排序為47，本題的核心概念仍是在測驗學生是否知道地球公轉的相關知識；根據題目中所提到的描述，正確選項為(A)；由於從甲處(冬至)公轉至丙處(夏至)，白天(晝)的時間逐漸增長。這題新竹縣的學生表現與全國學生表現相比，為較困難的題型，顯示新竹縣的學生對地球公轉的相關知識及文章的閱讀，未全然釐清。

(一)教學輔導方針

依97、98、99學年度之難度尺顯示，新竹縣與全國學生在難度之排序部分大致相同，未呈現明顯城鄉差異情形，然針對部分弱勢的狀況，以下試提出教學輔導方針：

建議老師在教完課程中的每一個小單元概念後，都能協助學生逐一貫連相關的課程先備知識，形成一個緻密的概念思考網絡，如此，學生在遇到需統整很多概念的題型時，才不會因思考不周延，導致學習成就表現不理想。

綜合分析三年在自然領域模擬測驗的認知向度的層次表現上，幾乎都達顯著差異，不難發現新竹縣學生的成就表現都較全國學生來的不理想。

尤其是在「了解」及「應用」層次題型的表現，更是遠不及全國國三學生的表現，對於任課老師的教學建議，期望老師能活化教學，在教學過程中，能引用更多生活中的實例或日常知識，協助學生將課程知識與生活經驗結合，如此，當學生再遇到「了解」及「應用」時，才會有較佳的表現。

根據三年模擬測驗的學生成就結果發現，學生對圖表的理解分析及应用能力不足，導致圖表的資訊無法正確用於題目的解讀，建議授課教師在教學過程中，能適時引導學生進行題目文字的閱讀，及圖表

的解釋，再遇到題組類型的題目時，要採取統整圖組的單一概念的方式，讓學生能正確了解題意，此外數學的計算能力及速度也是需要再強化的能力。

五、綜合分析與討論

綜觀而言，本縣學生在自然科之平均表現大多低於全國且達顯著水準，會呈現如此之差異情形，除了值得本縣思考如何提升學生學習表現之外，另一方面，由於本研究所蒐集之樣本包含全國各地之資料，樣本數量相當大，因此在統計效果而言，會呈現顯著差異實屬必然之現象，因此針對差異之結果解釋尚不需太過悲觀，宜參考難度量尺加以檢視分析，才能有效探討本縣學生之學習成就與教師教學輔導重點所在。

以下從古典測驗統計之本縣與全國其他地區各領域表現差異的綜合分析說明，掌握本縣於自然領域的整體與不同認知向度之下的表現情形；再藉由將試題難度量尺化後，進行本縣與全國其他地區的排序比較後之各式題內容探討分析，進行摘要說明。

（一）新竹縣與全國其他地區國三學生在自然領域模擬測驗成就表現差異綜合分析與討論

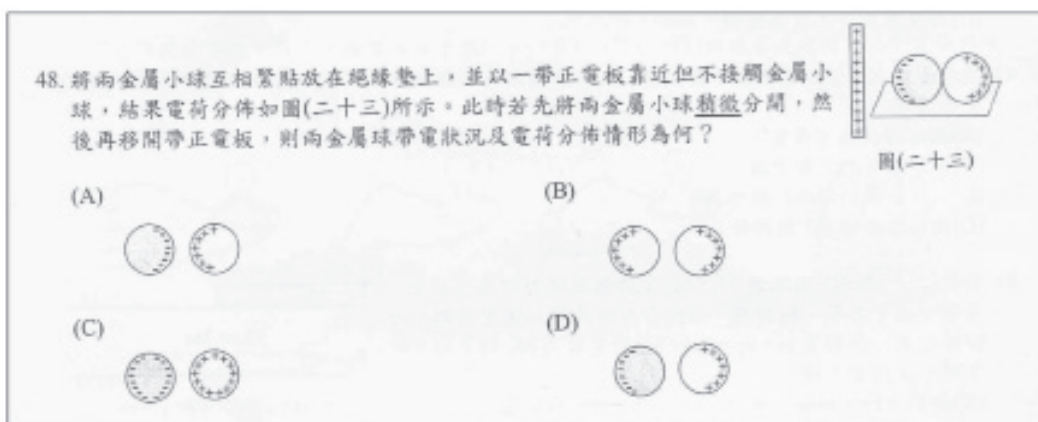
就本縣學生與全國其他地區國三學生在自然領域的資料分析，如表6，以下就新竹縣學生的表現進行討論。

表6
新竹縣97至99學年度自然科與全國其他地區測驗表現分析彙整摘要表

學 年 度	總 題 數	平均數高低表現比較						該學年度表現較佳之試 題概念簡介(以平均低 於全國但差異未達顯著 水準，或高於者為主)
		竹縣<全國其他地區				竹縣>全國其 他地區		
		P<.001	P<.01	P<.05	未達	未達	達顯著	
97	58	56題	0題	1題	0題	1題	0題	48.電磁學/了解
98	58	53題	2題	1題	0題	2題	0題	37.熱學/統整 48.地質學/應用
99	58	54題	0題	0題	3題	1題	0題	10.生物體的組成/記憶 層次 06地質學/了解 19 熱學/了解 58 天文學/了解

就自然科而言，總題數58題中，本縣平均低於全國且達極顯著水準($p<.001$)的題數，由97學年度的56題、到98學年度的53題和99學年度的54題，後兩年的題數有下降；此外針對本縣與全國其他地區之間未存在統計差異考驗的題數，包含本縣高於全國或低於全國兩種，97學年度只有1題、98學年度2題，到99學年度的4題，顯示表現水準與全國其他地區相當之題目的數量，有逐年上升的現象。由此三年的比較可以發現，本縣在自然科的學習成就測驗表現，一年比一年還進步。

再者，從這些本縣表現與全國其他地區不相上下之題目的學科概念進行探討。在97學年度第48題電磁學/了解，此題為電磁學中金屬導體感應起電的題型，學生必須先了解金屬球體感應起電的正確步驟後，就能判斷出兩金屬球最後的帶電狀況及電荷分佈情形，此題本縣學生表現與全國其他地區國三學生的表現，差異考驗未達顯著水準。由於此題型，本縣和全國的通過率都只在兩成左右，整體而言平均分數偏低，顯示出對全國的學生而言這是較不易應答的題型。



98學年度第37題熱學/統整，此題為熱學中熱平衡的題型，學生必須先了解物質熱量的變化情形，並了解熱平衡的定義，並能正確的運用熱量的公式進行個別計算，將所求的三個金屬球升溫達到相同溫度所需的熱量，加以統整比較，就能正確判斷出何種金屬球所吸收的熱量最多。此題本縣學生表現與全國其他地區國三生的表現，差異考驗未達顯著水準。由於此題型，本縣和全國的通過率都只在兩成，整體而言平均分數偏低，顯示出對全國的學生而言，這是較難應答的題型。

37. 表(四)為銅、鋁、鐵密度與比熱的資料，現有銅、鋁、鐵三金屬球體積均為 200cm^3 ，且已置於室溫下一段時間，若同時將三金屬球放入正在沸騰的水中，當三金屬球與沸水達成熱平衡時，哪一個金屬球吸收的熱量最多？

表(四)

金屬	銅	鋁	鐵
密度(g/cm^3)	8.9	2.7	7.8
比熱($\text{cal/g } ^\circ\text{C}$)	0.09	0.22	0.11

- (A)銅 (B)鋁 (C)鐵 (D)三者相同

第48題地球科學關於地質學/應用，此題為地質學中地表作用的題型，藉由與生活經驗連結的地名，讓學生能將所學之課程知識應用於生活周遭的地質學現象判別，本題學生必須先了解地表作用的先後順序關係及岩石形成的主因，才能正確判斷出那一項是最早發生的地質事件。此題本縣學生表現與全國其他地區國三生的表現，差異考驗未達顯著水準。由於此題型，本縣和全國的通過率都僅兩成左右，整體而言平均分數偏低，顯示出對全國的學生而言，這是較不易應答的題型。

48. 太魯閣國家公園聞名遐邇，潺潺的流水刻蝕出壯麗的V型峽谷，其間經歷了各種地質作用，下列各種地質作用中，哪一項最早發生？

- (A)臺灣島的抬升(造山運動)
(B)立霧溪的刻蝕(侵蝕作用)
(C)石灰岩的生成(沉積作用)
(D)大理岩的生成(變質作用)

99學年度第10題生物體的組成/記憶層次，此題為一基本的生物體組成題型，學生只需熟讀課程中有關動物的各類器官功能，即能正確判斷出蝴蝶是利用何種器官嗅到花香。此題本縣學生表現與全國其他地區國三生的表現，差異考驗未達顯著水準。而此題的整體通過率超過五成以上，又是記憶的問題，顯示本題屬於較容易應答的題型。此外本題應用文學描繪花博場景，對於透過情境描寫引導學生提取已知知識而言，對本縣學生有較佳的影響作用。

10. 「花博會場裡百花齊放，蝴蝶在花間飛舞，處處鳥語花香，彩花流水令人眼花撩亂，也讓人心情神怡。」依據上述，蝴蝶利用下列何種器官嗅到花香？

- (A)鼻 (B)觸角 (C)口器 (D)複眼

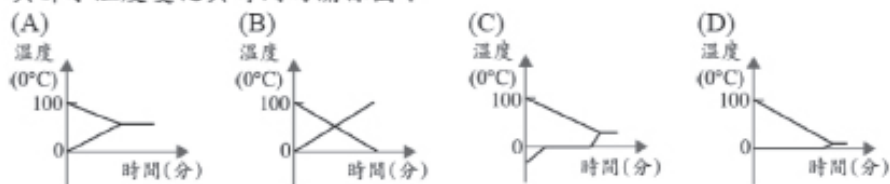
第6題地質學/了解，此題為地球科學中關於地質年代的題型，學生需先熟讀課程中有關各地質年代中的代表性生物，便能正確判斷出

那些生物有可能生存在同一年代中，這題新竹縣與全國國三生的表現都不理想，差異考驗未達顯著水準，平均數都偏低，顯示出對全國的學生而言，都是較難回答的題型。

6. 瑞典的古生物學家在波蘭東南部一處採石場，找到留有足印痕跡的四足動物化石，初步鑑定這種四足動物存活於3億9500萬年前，比先前發現最古老的四足動物化石，還早了1800萬年。試問在挖掘到此種四足動物的岩層中最可能挖掘到下列哪一種化石(假設岩層均未發生地質變化如地震、斷層)？
 (A)恐龍 (B)長毛象 (C)現代人 (D)三葉蟲

第19題熱學/了解，此題為熱學中熱平衡的題型，學生必須先了解物質熱量的變化情形，並了解熱平衡的定義，才能正確判斷出冰塊與沸水溫度變化與時間的關係圖，這題新竹縣與全國國三生的表現都不理想，平均數非常的低，差異考驗未達顯著水準，顯示出對全國的學生而言，這是很難應答的題型。

19. 取100克 0°C 的冰塊與100克 100°C 的沸水同時置於一密閉的保溫杯中，在不考慮保溫杯的影響，且沒有熱量進出保溫杯的情況下，下列何者最適合表示冰塊與沸水溫度變化與時間的關係圖？



第58題天文學/了解，此題為天文學中日地兩者相對位置變化的題型，學生需先了解地球公轉的橢圓型軌道，並了解太陽四季直射地球的位置，學生才能正確判斷出地球公轉至近日點或遠日點時，竿影的變化情形，這題新竹縣與全國國三生的表現都不理想，平均數都偏低，且差異考驗未達顯著水準，顯示出對全國的學生而言，都是較不易應答的題型。

58. 由圖(二十三)可知，地球公轉時，太陽直射的位置不同，因此同一地點，在一年之中每日正午的竿影也不同。關於下列各地正午時的竿影，哪一個敘述是正確的？
 (A)地球公轉至丙處時，高雄(位於北緯 22.4°)正午竿影最短
 (B)地球公轉至甲處時，臺北(位於北緯 24.9°)正午竿影最長
 (C)地球公轉至丁處時，墨爾本(位於南緯 38.5°)正午竿影偏北
 (D)地球公轉至乙處時，臺北正午竿影比馬尼拉(位於北緯 14.4°)短

藉由三年的題目分析可以明顯發現到新竹縣國三學生與全國國三學生表現不相上下的題型，主要集中在物理學中的熱平衡單元及地球科學中的地質學單元、電磁學的感應起電單元，這幾題新竹縣與全國國三生的表現都不理想，平均數都偏低，顯示本縣學生在高能力群的表現與全國高能力群之間的差異不大，因此針對中低能力的學生而言，應提出更為具體有效的教學策略，幫助其提高學習成效。但生物學的生物體組成題型，新竹縣與全國國三生的表現表現在伯仲之間，顯示出對全國的學生而言，這是很容易應答的題型。

(二) 新竹縣國三學生在自然領域之認知向度能力分佈

以 Bloom 認知歷程分類，作為對應自然領域之認知向度能力，並列表整理 97 學年度至 99 學年度這三個學年度中本縣學生與全國其他學生的認知向度能力比較，作為認知向度能力表現之綜合分析依據，如表 7 所示。以下分別從差異檢驗之顯著水準，和標準差進行學生能力表現離散或集中的探討。

1. 差異檢驗之顯著水準

發現整體而言，自然科在各類認知向度的表現上，本縣皆低於全國其他地區之表現，且差異考驗皆達統計的極顯著水準。

表 7

認知歷程與修訂 Bloom 認知歷程關係之差異程度摘要表

修訂 Bloom 認知歷程	認知歷程向度					
	1 記憶	2 了解	3 應用	4 分析	5 評鑑	6 創作
自然	記憶	了解	應用	統整(4.2 之後)		
97 學年度	***	***	***		***	
98 學年度	***	***	***		***	
99 學年度	***	***	***		***	

** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

2. 學生能力表現離散或集中情形

就古典測驗統計的分析資料解讀中，除了可以透過平均數了解整體的表現之外，亦可以透過標準差的數值高低，理解其資料的離散或集中情形。因此，在 97 學年度至 99 學年度的標準差整理摘要

表中，如表8所示，可以發現：以98學年度的「記憶」離散情形較大。上述三個學科之部分認知向度之學生成就表現上的離散情形較大，但都屬於全國一致的現象。

表8

認知歷程與修訂Bloom認知歷程關係之學生能力表現離散程度摘要表

修訂 Bloom認 知歷程	認知歷程向度							
	1 記憶		2 了解		3 應用		4 分析	5 評鑑 6 創作
自然	記憶		了解		應用		統整(4.2之後)	
	全國	本縣	全國	本縣	全國	本縣	全國	本縣
97學年度	0.297	0.285	0.211	0.203	0.293	0.282	0.234	0.230
98學年度	0.358	0.353	0.229	0.218	0.250	0.246	0.214	0.211
99學年度	0.276	0.288	0.225	0.216	0.243	0.231		

(三) 新竹縣國三學生在自然領域之個別學科概念學習優劣情形

自然科學科依概念主題分成數個小概念，但因自然現象解釋的綜合性，所以在不同學年度之間，會出現試題綜合兩個以上概念進行出題的現象，所以試題內容分類的子類別多元，在此次97至99三個學年度的分類共計21小項。

從表9所顯示，97學年度本縣在7個概念主題上與全國排名之間有1至3名之間的差距，其中以「電磁學」和「分類」兩個概念主題的排名差距最大，而98學年度僅出現3個概念主題上有差距，以「運輸作用和生殖」的排名差距低於全國2名。但到了99學年度，僅有2個主題概念「天文學」和「認識物質」出現上下一個排名的差距。顯示本縣學生在自然科之各概念主題的學習表現難易與全國一致性增加。

表9

新竹縣國三學生在自然領域三個學年度概念主題排名和差異檢定摘要表

概念主題	97學年度			98學年度			99學年度		
	全國	新竹縣	T檢定	全國	新竹縣	T檢定	全國	新竹縣	T檢定
天文學	3	3	***				8	9	***
地質學	10	10	***	6	6	***	4	4	***
化學反應&大氣科學	9	9	***	2	2	***			
化學反應	11	11	***	17	17	***	7	7	***
有機化學	7	7	***						
有機化學&化學反應				1	1	***			
認識物質&有機化學				8	8	***			
認識物質	2	2	***	16	16	***	9	8	***
認識物質&力學	19	20	***	12	12	***			
力學	8	8	***	4	5	***	6	6	***
波動學	6	6	***	7	7	***	5	5	***
熱學	5	5	***						
電磁學	13	15	***	9	9	***	1	1	***
分類	14	17	***	15	15	***			
生態系	1	1	***	3	3	***	2	2	***
恆定作用&光合作用	15	16	***	14	14	***			
恆定作用	16	13	**	18	18	**			
消化作用	17	14	**	13	10	**			
生物體的組成	18	18	***	19	19	***	3	3	***
協調作用	12	12	***	5	4	***			
運輸作用&生殖	20	19	**	11	13	***			
遺傳	4	4	***	10	11	***			
遺傳&生殖	21	21	***						

p<0.01, *p<0.001

結論與建議

結論與建議，從本縣學生在自然領域模擬測驗成就表現來回答本研究之研究問題，再從本縣教育推動的教學策略與研究未來發展進行建議。

一、結論

(一) 本縣與全國國三學生在自然領域之模擬測驗成就表現

本縣學生在自然科的模擬測驗成就表現，皆低於全國且差異達統計考驗的顯著水準。但若進行跨年間的比較，自然科明顯的出現一年比一年更進步的現象。

雖然整體而言，本縣學生在自然這科的平均表現低於全國，且大多數的題目之差異皆達統計考驗的顯著水準。但從統計考驗中，發現本縣與全國其他地區之表現差異未達顯著水準的題目，具有一個共同的現象，那就是題目本身大多提供圖像輔佐題目意義的理解之試題。顯示出本縣學生在閱讀文本時，有依賴圖像輔助的現象。

（二）本縣國三學生在自然領域之認知向度能力分佈情形

發現整體而言，自然科在各類認知向度的表現上，本縣皆低於全國其他地區之表現，且差異考驗皆達統計的顯著水準。但從認知向度表現差異的離散程度之分析中，新竹縣之標準差略低於全國之標準差，顯示在「記憶」、「了解」、「統整」、「應用」層次的題型中，新竹縣學生成就表現之分佈情形較全國學生之表現略為集中。

（三）本縣國三學生在自然領域之個別學科領域概念學習情形

在自然科分概念主題領域，本縣與全國其他地區學生的表現而言，幾乎皆低於全國且其差異達顯著水準。其中只有在生物概念中出現 p 值小於.01的情形。但從各概念與全國的排序中，發現大部分的學科概念皆與全國一致，這也是在教學上所必須要注意的教學重點。另外，就新竹縣來說，只有在不同概念上低於全國概念主題難度排序2名之上，就應可視為本縣尚待加強的概念教學內容。例如：「電磁學」、「分類」、「運輸作用和生殖」、「天文學」、「認識物質」等。

（四）新竹縣自然科之概念學習弱勢與教學輔導方針綜合分析

綜合本縣自然學習領域在學科概念學習弱勢之試題內容分析後，提出待加強的學科概念與教學輔導方針建議。

本縣在生物-生殖、運輸作用、遺傳、協調作用等單元；物理-力學、波動學等單元；化學-化學反應及地球科學-天文學、地質學等單元的學習成效不佳，現況與全國相似，而這樣的結果與莊雪芳、鄭湧涇（2003）研究指出，國一生物較為複雜抽象，尤其在生殖、遺傳等的概念是學習時感覺比較困難，及學習波動學中光的單元，困難在於概念的抽象複雜和缺乏知覺上的具體經驗與實際動手操作實驗的經驗，導致以想像的方式學習易形成另有概念（林建隆、徐順益，2007；張麗莉，2001）雷同。由此可知，這是九年一貫課程實施後所造成的共通現象。

因自然考科為綜合性考科，含（物理、化學、生物、地科）能力（知識）的評量所涉亦較為多元，但每門學科授課節數在各校又大不相同，吳宜蓉(2006)的研究就曾提到，地球科學似乎是多數學校中「弱勢」的一科，每週上課時數少、趕課與面臨學測的壓力，迫使教師們不得不在教學方式與教育目標的排序上與現實妥協，做出一些無奈的決定與改變，如採課堂講述式上課、課程內容以升學為主等，所以學生在準備地科應考時會較為吃力。因著這樣的結果，某部分也符應吳玫娟(2011)以國中基測自然科試題，進行多向度試題反應理論(MIRT)模式化之研究發現，對學生而言兩向度的適配度是較單向度更具鑑別度。

另數學運算能力的好壞，常會影響到學生的作答速度及意願，而各單元間常具連貫性，一旦某個環節出問題或學得不紮實，就常導致模擬測驗的結果不盡理想，所以教師在連貫性或跨主題、單元教學時，應更強化學生基本知識的建構及統整。另學生對文字的閱讀與理解力，也是很重要的關鍵，學生常沒耐心去閱讀題目，甚而有時念完之後仍不知題目所云。這就和許嘉仲（2002）計算部分與學生先備知識不足，如數學能力和閱讀能力（解應用題時）的低落有關，這都是造成學生在自然科學學習困難的結果相雷同。

此外，在無法更改課程內容的情況下，也就是現行國民中學自然科教學指引及課程標準中雖都有提及科學本質的內涵，但學生的教科書卻幾乎沒有科學本質的文字敘述，所以學生就很難體會到科學本質的內涵，這樣的結果與李冠樺(2008)提到的國中自然科教科書內容有關各項「能力指標」之呈現比率有顯著差異，最常呈現之能力指標為「過程技能」，其次為「思考智能」、「科學應用」，最少呈現「科技的發展」、「科學本質」及「科學態度」的結果相同。但科學素養是未來世界公民所需具備的能力，因此，任課教師應更致力於強化學生對科學的基本態度及科學本質。

二、教學策略建議

自然是學科邏輯嚴密且須對自然現象觀察並推理思維的重要學科。因此針對弱勢學生或程度不佳的學習低成就學生，要求其學習課程中最基本的內容為主，並適時與數學科教師進行教學溝通，冀望雙方能取得共識，讓學生具備基本數學運算的能力，如此才能有助提升學生成績。

教師在進行教學時，要注重基礎觀念的建立、生活化、實際動手做實驗等特色，並注意到下列四個面向：

(一) 動機引起：

針對課堂上不易進行的實驗操作，可採用多媒體動畫或影音來輔助，以加深學生學習成效。或舉出有關課程的科學小故事、利用科學實驗過程當作變魔術的把戲、以生活常遇到的問題及時事新聞來反問學生、使用自製教具示範教學或佈置不同的學習情境，讓教學活動呈現豐富多變的面貌，如陳萱鴻(2011)提到的讓學生動手操作，提高低成就學生的參與度，使其逐漸體會到探究學習的活動樂趣，並藉助多樣化電腦動畫或影片教材的運用，來提高學生學習的意願。

(二) 切身相關：

以學生先前經驗為基礎，提高學生的熟悉度與長期記憶、運用生活中的例子作為教材，使課程學習內容貼近現實生活、運用類比教學表徵將抽象的科學內容具體化、以學生有興趣的內容作為教材參考資料、運用小組合作學習方式進行學習，像黃瑟芸（2008）採王牌策略，鼓勵低成就學生參與探究活動，也讓小組有正向的合作氣氛。讓低成就學生學習態度有所進步，也能夠參與討論活動。

(三) 信心建立：

將相關單元做單科領域的統整並將明確的教學目標在學期初就先告知學生，讓學生了解完成此課程的必備條件、鼓勵學生進行討論、歸納、分析推論並整理資料，適時運用口頭讚美或動作鼓勵、讓學生在進行小組討論後上台發表，接受大家的提問考驗，並提供具挑戰性目標的機會、提供學生表現自我創意的機會，尊重學生的多元智慧、充分表現對學生的信心與認同。就像周芬美（2001）採六人一組的分組教學，融入具體的鼓勵及言語的讚美，能讓學生更積極參與自然課程的進行，而適當的獎勵更可以鼓舞同學，讓學生得到認同感，隨時注意學生的情緒，保持愉悅的學習氣氛，設定合宜挑戰性的學習目標，讓低成就學生慢慢降低挫折感，提升學習成效，增強學生學習的動機。

(四) 獲得滿足：

認識授課的每位學生、有效掌握教學進度與時間、善於運用「獎勵」策略鼓勵學生增強學習成就、在學習單上評佳語的策略、適宜的評量內容與方法。因此，就如Brophy（1987）提到的教師在

教學過程中，若是能夠設計適當的探究主題，使用有效的教學策略，便能引起學生的學習動機。所以教師在自然科教學過程中，建議可採探究式教學法或多媒體教材來幫助教學，相信將會有助於提升學生的學習動機及學習成效，此外，很多時候老師僅只於課堂上匆匆的講解，學生缺乏融會貫通及「主動」獲得知識的能力，也因而造成學生有些觀念無法理解而亂答，所以任課教師課堂上的教學可以試著放慢腳步，採互動式的問答，秉持建構式教學的精神意涵，讓學生主動建構出自己的知識，如李玉平(2007)所提到的運用不同的教師發問技巧，能有效提升學生學習動機在自然與生活科技領域課堂的發問頻率及品質，教師發問技巧有助於主動型學童提出高層次認知的問題，亦有助於提高被動型和沉默型學童的發問次數。況且知識的習得，原本就是學生能聽懂學好比趕完整個課程進度來的重要，老師應於教學中注意學生另有概念的概念改變，千萬不要讓考試來引導教學。才不會出現李建邦（2012）研究歸納出的三個學生理化課程主要學習困難因素：「學生上課因為課程太複雜和教師教太快而聽不懂」、「學生背不起來，會混淆和忘記」、「學生上課分心」的情事發生。

此外，教師在教學過程中更要多引導學生仔細完整的看懂題目及作答，測驗試題並儘量以圖表代替文字敘述，除可防止試題過長，兼可避免語文閱讀錯誤，有利學生閱讀理解能力及耐心的培養。培養學生課前預習，課中專注學習，課後複習的讀書習慣。唯有如此，才能改善張銘秋、謝秀月與徐秋月(2009)研究所提台灣學生在國際科學素養閱讀測驗(PISA)的四項缺失：長文題型的不熟悉、不會使用題目給定的資料或證據形成推論、無法掌握變因以及無法從圖表中掌握答題的關鍵資訊等，讓台灣學生除厚植自身科學素養的養成外，更能在國際測驗評比中大放異彩。

三、未來研究建議

本研究主旨在分析新竹縣國三學生整體在自然領域模擬測驗成就表現與全國各地區學生表現的差異為主，而並未再進行新竹縣各鄉、鎮、市、偏鄉等，不同區域學校的學生表現進行細部分析，建議未來研究若能再將學生學習表現資料庫的結果，對縣內各區域學校進行逐項配對，勢必將可得到更精確可靠的分析結果，以協助未來新竹縣教育處能針對不同區域學校，提供最適切的輔導規劃。

參考文獻

- 李玉平（2007）。提升國小三年級學童自然科課堂發問之研究。國立嘉義大學科學教育研究所碩士論文，未出版，嘉義市。
- 李冠樺（2008）。九年一貫課程自然與生活科技教科書內容分析暨國中自然科基測試題與能力指標關係之研究(未出版之碩士論文)。國立高雄師範大學，高雄市。
- 李建邦（2012）。以自我調整學習理論探討國中理化低成就學生的學習困難（未出版之碩士論文）。國立彰化師範大學，彰化市。
- 何東興（2006）。國二學生理化學習焦慮之探討（未出版之碩士論文）。國立台灣師範大學，臺北市。
- 吳宗立（1994）。就動機理論及其相關研究分析。國教園地，4，7-73。
- 吳泓林（1990）。莫耳概念學習階層之教學研究（未出版之碩士論文）。國立彰化師範大學，彰化市。
- 吳玫娟（2011）。多向度試題反應模式在國中基測自然科試題分析之應用(未出版碩士論文)。國立台南大學，台南市。
- 吳宜蓉（2006）。教學現況與中學地球科學教師對地球科學教育目標看法之研究（未出版之碩士論文）。國立台灣師範大學，臺北市。
- 周芬美（2001）。提升輔育院學生 化科的自我效能之 動研究（未出版之碩士論文）。國立彰化師範大學，彰化市。
- 林建隆、徐順益（2007）。國中自然與生活科技教師發展5E探究式光學單元教學模組之研究。物理教育學刊，8，1-16。
- 莊雪芳、鄭湧涇（2003）。國中學生對生物學的態度與學習環境之研究。科學教育學刊，11(2)，171-194。
- 許嘉仲（2001）。影響國中理化科學習因素之個案研究（未出版之碩士論文）。國立彰化師範大學，彰化市。
- 張軒毓（2002）。國中學生莫耳相關概念學習困難的探討（未出版之碩士論文）。國立彰化師範大學，彰化市。
- 張銘秋、謝秀月、徐秋月(2009)。PISA科學素養之試題認知成份分析。課程與教學季刊，13(1)，1-20。
- 張麗莉（2001）。促進高中學生成像概念的發展之個案研究（未出版之碩士論文）。國立高雄師範大學，高雄市。

黃瑟芸（2008）。實施探究教學之動研究對提升八級學生科學知識與探究能之影響（未出版之碩士論文）。國立彰化師範大學，彰化市。

黃寶鈿、李武勳（2002）。抽象概念的具體化教學：以莫耳概念為例。科學教育月刊，253，48-50。

陳文琪（2002）。國民中學自然與生活科技域教師教學困擾與解決途徑之研究（未出版之碩士論文）。國立台灣師範大學，台北市。

陳萱鴻（2011）。利用探究教學提升國中自然科低成就學生學習動機之行動研究（未出版之碩士論文）。國立彰化師範大學，彰化市。

Brophy, J. (1987). Synthesis of research on strategies for motivating students to learn. *Educational Leadership*, 45(2), 40-48.

Lord, F. M. (1980). *Applications of item response theory to practical testing problems*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

附表1

97學年度自然領域差異考驗分析表

題數與試題分類	區域	樣本數	平均數	標準差	t-value
01 分類/統整	新竹縣	6585	0.20	0.40	-6.572***
	其他縣市	78129	0.24	0.43	
02 生物體的組成/記憶	新竹縣	6583	0.36	0.48	-4.556***
	其他縣市	78102	0.39	0.49	
03 遺傳/了解	新竹縣	6584	0.29	0.45	-4.459***
	其他縣市	78105	0.32	0.47	
04 運輸作用&生殖/了解	新竹縣	6574	0.28	0.45	-3.140**
	其他縣市	78069	0.30	0.46	
05 遺傳/應用	新竹縣	6584	0.77	0.42	-9.069***
	其他縣市	78130	0.82	0.38	
06 消化作用/了解	新竹縣	6582	0.37	0.48	-2.776**
	其他縣市	78074	0.39	0.49	
07 遺傳、生殖/應用	新竹縣	6582	0.23	0.42	-5.344***
	其他縣市	78103	0.26	0.44	

題數與試題分類	區域	樣本數	平均數	標準差	t-value
08 恆定作用 & 光合作用/了解	新竹縣	6582	0.36	0.48	-8.046***
	其他縣市	78017	0.41	0.49	
09 分類/了解	新竹縣	6581	0.50	0.50	-11.742***
	其他縣市	78086	0.58	0.49	
10 恆定作用/了解	新竹縣	6576	0.39	0.49	-2.686**
	其他縣市	78072	0.41	0.49	
11 分類/應用	新竹縣	6574	0.31	0.46	-8.551***
	其他縣市	78071	0.36	0.48	
12 分類/統整	新竹縣	6577	0.42	0.49	-7.953***
	其他縣市	78067	0.47	0.50	
13 生態系/了解	新竹縣	6575	0.66	0.47	-10.922***
	其他縣市	78077	0.72	0.45	
14 協調作用/應用	新竹縣	6577	0.26	0.44	-5.180***
	其他縣市	78069	0.29	0.46	
15 協調作用/應用	新竹縣	6581	0.54	0.50	-7.996***
	其他縣市	78081	0.59	0.49	
16 地質/記憶	新竹縣	6580	0.52	0.50	-7.359***
	其他縣市	78072	0.57	0.50	
17 波動學/了解	新竹縣	6577	0.42	0.49	-6.303***
	其他縣市	78048	0.46	0.50	
18 地質學/了解	新竹縣	6576	0.50	0.50	-10.941***
	其他縣市	78053	0.57	0.50	
19 地質學/應用	新竹縣	6575	0.63	0.48	-10.767***
	其他縣市	78063	0.70	0.46	
20 天文學/了解	新竹縣	6574	0.58	0.49	-8.351***
	其他縣市	78023	0.63	0.48	
21 地質學/了解	新竹縣	6581	0.36	0.48	-5.315***
	其他縣市	78105	0.40	0.49	
22 天文學/了解	新竹縣	6579	0.50	0.50	-10.752***
	其他縣市	78098	0.57	0.49	
23 地質學/了解	新竹縣	6577	0.38	0.49	-4.275***
	其他縣市	78070	0.41	0.49	
24 地質學/了解	新竹縣	6577	0.59	0.49	-10.056***
	其他縣市	78073	0.65	0.48	

題數與試題分類	區域	樣本數	平均數	標準差	t-value
25 地質學/應用	新竹縣	6576	0.33	0.47	-8.950***
	其他縣市	78078	0.39	0.49	
26 地質學/記憶	新竹縣	6576	0.40	0.49	-6.710***
	其他縣市	78057	0.44	0.50	
27 地質學/記憶	新竹縣	6577	0.32	0.47	-4.633***
	其他縣市	78029	0.35	0.48	
28 地質學/記憶	新竹縣	6571	0.27	0.44	-8.838***
	其他縣市	78005	0.32	0.47	
29 地質學/了解	新竹縣	6574	0.42	0.49	-7.278***
	其他縣市	78044	0.47	0.50	
30 地質學/了解	新竹縣	6578	0.29	0.46	-11.200***
	其他縣市	78073	0.36	0.48	
31 化學反應&大氣科學/統整	新竹縣	6577	0.43	0.49	-7.730***
	其他縣市	78062	0.47	0.50	
32 力學/了解	新竹縣	6574	0.41	0.49	-5.376***
	其他縣市	78042	0.44	0.50	
33 波動學/了解	新竹縣	6571	0.52	0.50	-9.073***
	其他縣市	78042	0.58	0.49	
34 化學反應/了解	新竹縣	6573	0.54	0.50	-10.244***
	其他縣市	78046	0.60	0.49	
35 化學反應/了解	新竹縣	6575	0.54	0.50	-10.159***
	其他縣市	78037	0.60	0.49	
36 波動學/了解	新竹縣	6573	0.57	0.50	-9.675***
	其他縣市	78000	0.63	0.48	
37 化學反應/了解	新竹縣	6568	0.24	0.43	1.373***
	其他縣市	78030	0.23	0.42	
38 電磁學/了解	新竹縣	6570	0.35	0.48	-6.040***
	其他縣市	77985	0.38	0.49	
39 力學/了解	新竹縣	6571	0.48	0.50	-9.739***
	其他縣市	78025	0.54	0.50	
40 力學/了解	新竹縣	6571	0.35	0.48	-2.898***
	其他縣市	78000	0.37	0.48	
41 認識物質/了解	新竹縣	6576	0.66	0.47	-7.291***
	其他縣市	78043	0.70	0.46	

題數與試題分類	區域	樣本數	平均數	標準差	t-value
42 化學反應/了解	新竹縣	6573	0.47	0.50	-9.891***
	其他縣市	78024	0.54	0.50	
43 化學反應/了解	新竹縣	6563	0.23	0.42	-3.410**
	其他縣市	77894	0.24	0.43	
44 力學/了解	新竹縣	6568	0.60	0.49	-8.918***
	其他縣市	78006	0.65	0.48	
45 力學/應用	新竹縣	6569	0.47	0.50	-9.353***
	其他縣市	78005	0.53	0.50	
46 化學反應/了解	新竹縣	6573	0.48	0.50	-7.797***
	其他縣市	77982	0.53	0.50	
47 認識物質/應用	新竹縣	6574	0.79	0.41	-8.688***
	其他縣市	77981	0.83	0.37	
48 電磁學/了解	新竹縣	6566	0.23	0.42	0.368
	其他縣市	77965	0.23	0.42	
49 認識物質/了解	新竹縣	6568	0.43	0.50	-6.975***
	其他縣市	77883	0.47	0.50	
50 化學反應/了解	新竹縣	6565	0.52	0.50	-9.327***
	其他縣市	77944	0.58	0.49	
51 化學反應/了解	新竹縣	6564	0.28	0.45	-2.272*
	其他縣市	77879	0.30	0.46	
52 力學/了解	新竹縣	6562	0.39	0.49	-11.911***
	其他縣市	77879	0.46	0.50	
53 熱學/了解	新竹縣	6565	0.50	0.50	-8.906***
	其他縣市	77851	0.56	0.50	
54 認識物質 & 力學/統整	新竹縣	6563	0.27	0.45	-7.884***
	其他縣市	77857	0.32	0.47	
55 有機化學/記憶	新竹縣	6562	0.48	0.50	-7.201***
	其他縣市	77850	0.52	0.50	
56 有機化學/了解	新竹縣	6435	0.45	0.50	-13.210***
	其他縣市	77079	0.53	0.50	
57 電磁學/了解	新竹縣	6431	0.45	0.50	-10.269***
	其他縣市	77022	0.51	0.50	
58 電磁學/了解	新竹縣	6381	0.46	0.50	-11.889***
	其他縣市	76481	0.54	0.50	

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

附表 2

98學年度自然領域差異考驗分析表

題數與試題分類	區域	樣本數	平均數	標準差	t-value
01 生物體的組成/應用	新竹縣	6593	0.20	0.40	-6.630***
	其他縣市	78121	0.24	0.43	
02 光合作用/應用	新竹縣	6591	0.36	0.48	-4.636***
	其他縣市	78094	0.39	0.49	
03 生態系/統整	新竹縣	6592	0.29	0.45	-4.472***
	其他縣市	78097	0.32	0.47	
04 恆定作用/應用	新竹縣	6582	0.28	0.45	-3.208**
	其他縣市	78061	0.30	0.46	
05 協調作用/應用	新竹縣	6592	0.77	0.42	-9.108***
	其他縣市	78122	0.82	0.38	
06 消化作用/了解	新竹縣	6590	0.37	0.48	-2.724**
	其他縣市	78066	0.39	0.49	
07 遺傳/了解	新竹縣	6590	0.23	0.42	-5.374***
	其他縣市	78095	0.26	0.44	
08 運輸作用/應用	新竹縣	6590	0.36	0.48	-8.049***
	其他縣市	78009	0.41	0.49	
09 遺傳/應用	新竹縣	6589	0.50	0.50	-11.802***
	其他縣市	78078	0.58	0.49	
10 協調作用/應用	新竹縣	6584	0.39	0.49	-2.691**
	其他縣市	78064	0.41	0.49	
11 協調作用/應用	新竹縣	6582	0.31	0.46	-8.629***
	其他縣市	78063	0.36	0.48	
12 分類/統整	新竹縣	6585	0.42	0.49	-8.020***
	其他縣市	78059	0.47	0.50	
13 生態系/應用	新竹縣	6583	0.66	0.47	-10.988***
	其他縣市	78069	0.72	0.45	
14 分類/了解	新竹縣	6585	0.26	0.44	-5.216***
	其他縣市	78061	0.29	0.46	
15 生態系/應用	新竹縣	6589	0.54	0.50	-8.034***
	其他縣市	78073	0.59	0.49	
16 波動學/應用	新竹縣	6588	0.52	0.50	-7.369***
	其他縣市	78064	0.57	0.50	
17 認識物質&有機化學/了解	新竹縣	6585	0.42	0.49	-6.316***
	其他縣市	78040	0.46	0.50	
18 有機化學&化學反應/了解	新竹縣	6584	0.50	0.50	-10.973***
	其他縣市	78045	0.57	0.50	

題數與試題分類	區域	樣本數	平均數	標準差	t-value
19 化學反應/了解	新竹縣	6583	0.63	0.48	-10.878***
	其他縣市	78055	0.70	0.46	
20 力學/了解	新竹縣	6582	0.58	0.49	-8.424***
	其他縣市	78015	0.63	0.48	
21 認識物質 & 力學/ 了解	新竹縣	6589	0.36	0.48	-5.343***
	其他縣市	78097	0.40	0.49	
22 有機化學 & 化學反 應/了解	新竹縣	6587	0.50	0.50	-10.811***
	其他縣市	78090	0.57	0.49	
23 認識物質/了解	新竹縣	6585	0.38	0.49	-4.253***
	其他縣市	78062	0.41	0.49	
24 力學/了解	新竹縣	6585	0.59	0.49	-10.132***
	其他縣市	78065	0.65	0.48	
25 波動學/了解	新竹縣	6584	0.33	0.47	-8.946***
	其他縣市	78070	0.39	0.49	
26 電磁學/了解	新竹縣	6584	0.39	0.49	-6.798***
	其他縣市	78049	0.44	0.50	
27 認識物質 & 化學反 應/了解	新竹縣	6585	0.32	0.47	-4.623***
	其他縣市	78021	0.35	0.48	
28 認識物質 & 化學反 應/了解	新竹縣	6579	0.27	0.44	-8.879***
	其他縣市	77997	0.32	0.47	
29 化學反應/了解	新竹縣	6582	0.42	0.49	-7.345***
	其他縣市	78036	0.47	0.50	
30 波動學/了解	新竹縣	6586	0.29	0.46	-11.158***
	其他縣市	78065	0.36	0.48	
31 化學反應/應用	新竹縣	6585	0.43	0.49	-7.798***
	其他縣市	78054	0.47	0.50	
32 認識物質/了解	新竹縣	6582	0.41	0.49	-5.360***
	其他縣市	78034	0.44	0.50	
33 化學反應/了解	新竹縣	6579	0.52	0.50	-9.160***
	其他縣市	78034	0.58	0.49	
34 波動學/了解	新竹縣	6581	0.54	0.50	-10.258***
	其他縣市	78038	0.60	0.49	
35 力學/了解	新竹縣	6583	0.54	0.50	-10.173***
	其他縣市	78029	0.60	0.49	
36 力學/了解	新竹縣	6581	0.56	0.50	-9.772***
	其他縣市	77992	0.63	0.48	
37 認識物質/統整	新竹縣	6576	0.24	0.43	1.317
	其他縣市	78022	0.23	0.42	
38 力學/了解	新竹縣	6578	0.35	0.48	-6.038***
	其他縣市	77977	0.38	0.49	

題數與試題分類	區域	樣本數	平均數	標準差	t-value
39 力學/了解	新竹縣	6579	0.48	0.50	-9.845***
	其他縣市	78017	0.54	0.50	
40 力學/了解	新竹縣	6579	0.35	0.48	-2.922**
	其他縣市	77992	0.37	0.48	
41 力學/了解	新竹縣	6584	0.66	0.47	-7.224***
	其他縣市	78035	0.70	0.46	
42 力學/了解	新竹縣	6581	0.47	0.50	-9.789***
	其他縣市	78016	0.54	0.50	
43 力學/了解	新竹縣	6571	0.23	0.42	-3.217**
	其他縣市	77886	0.24	0.43	
44 地質學/記憶	新竹縣	6576	0.60	0.49	-8.840***
	其他縣市	77998	0.65	0.48	
45 地質學/了解	新竹縣	6577	0.47	0.50	-9.249***
	其他縣市	77997	0.53	0.50	
46 地質學/了解	新竹縣	6581	0.48	0.50	-7.746***
	其他縣市	77974	0.53	0.50	
47 地質學/應用	新竹縣	6582	0.79	0.41	-8.644***
	其他縣市	77973	0.83	0.37	
48 地質學/應用	新竹縣	6574	0.23	0.42	0.373
	其他縣市	77957	0.23	0.42	
49 地質學/了解	新竹縣	6576	0.43	0.50	-6.965***
	其他縣市	77875	0.47	0.50	
50 地質學/應用	新竹縣	6573	0.52	0.50	-9.389***
	其他縣市	77936	0.58	0.49	
51 地質學/統整	新竹縣	6572	0.28	0.45	-2.310*
	其他縣市	77871	0.30	0.46	
52 地質學/了解	新竹縣	6570	0.39	0.49	-12.003***
	其他縣市	77871	0.46	0.50	
53 地質學/了解	新竹縣	6573	0.50	0.50	-8.965***
	其他縣市	77871	0.56	0.50	
54 地質學/記憶	新竹縣	6571	0.27	0.45	-7.865***
	其他縣市	77849	0.32	0.47	
55 地質學/了解	新竹縣	6570	0.48	0.50	-7.253***
	其他縣市	77842	0.52	0.50	
56 地質學/應用	新竹縣	6443	0.45	0.50	-13.261***
	其他縣市	77071	0.53	0.50	
57 地質學/了解	新竹縣	6439	0.45	0.50	-10.344***
	其他縣市	77014	0.51	0.50	
58 地質學/了解	新竹縣	6389	0.46	0.50	-11.946***
	其他縣市	76473	0.54	0.50	

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

附表 3

99 學年度自然領域差異考驗分析表

題數與試題分類	區域	樣本數	平均數	標準差	t-value
01 生物體的組成/了解	其他縣市	98217	0.65	0.48	14.419***
	新竹縣	6495	0.56	0.50	
02 生物體的組成/了解	其他縣市	98193	0.60	0.49	10.314***
	新竹縣	6498	0.54	0.50	
03 生態系&分類&光合作用/了解	其他縣市	98210	0.83	0.38	12.982***
	新竹縣	6497	0.76	0.43	
04 生態系&分類&光合作用/了解	其他縣市	98211	0.76	0.43	16.201***
	新竹縣	6496	0.66	0.47	
05 生物個體/了解	其他縣市	98142	0.60	0.49	12.413***
	新竹縣	6495	0.52	0.50	
06 地質學/了解	其他縣市	98175	0.31	0.46	1.040
	新竹縣	6496	0.30	0.46	
07 生態系&分類&光合作用/了解	其他縣市	98182	0.49	0.50	19.051***
	新竹縣	6492	0.37	0.48	
08 生態系&分類&光合作用/了解	其他縣市	98215	0.89	0.31	12.115***
	新竹縣	6497	0.84	0.37	
09 生物體的組成/了解	其他縣市	98137	0.50	0.50	17.371***
	新竹縣	6495	0.39	0.49	
10 生物體的組成/記憶	其他縣市	98186	0.54	0.50	-1.278
	新竹縣	6493	0.55	0.50	
11 生物體的組成/記憶	其他縣市	98160	0.52	0.50	18.423***
	新竹縣	6493	0.41	0.49	
12 生物體的組成/了解	其他縣市	98191	0.81	0.40	15.690***
	新竹縣	6496	0.72	0.45	
13 生物體的組成/了解	其他縣市	98191	0.69	0.46	16.844***
	新竹縣	6494	0.59	0.49	
14 認識物質/了解	其他縣市	98193	0.72	0.45	6.338***
	新竹縣	6494	0.68	0.47	
15 化學反應/了解	其他縣市	98097	0.49	0.50	13.685***
	新竹縣	6492	0.40	0.49	
16 力學&熱學/了解	其他縣市	98179	0.69	0.46	17.877***
	新竹縣	6495	0.57	0.49	
17 波動學/了解	其他縣市	98092	0.44	0.50	17.759***
	新竹縣	6490	0.34	0.47	
18 化學反應/了解	其他縣市	98177	0.70	0.46	15.639***
	新竹縣	6494	0.60	0.49	

題數與試題分類	區域	樣本數	平均數	標準差	t-value
19 熱學/了解	其他縣市	98147	0.17	0.37	1.010
	新竹縣	6494	0.16	0.37	
20 力學&熱學/了解	其他縣市	98100	0.60	0.49	14.310***
	新竹縣	6489	0.51	0.50	
21 電磁學/了解	其他縣市	98180	0.70	0.46	15.525***
	新竹縣	6492	0.61	0.49	
22 電磁學/了解	其他縣市	98189	0.69	0.46	14.211***
	新竹縣	6491	0.60	0.49	
23 波動學/了解	其他縣市	98178	0.69	0.46	15.066***
	新竹縣	6493	0.60	0.49	
24 化學反應/了解	其他縣市	98145	0.44	0.50	9.687***
	新竹縣	6490	0.38	0.48	
25 力學&熱學/應用	其他縣市	98172	0.78	0.41	14.957***
	新竹縣	6493	0.69	0.46	
26 力學&熱學/了解	其他縣市	98145	0.56	0.50	17.089***
	新竹縣	6492	0.45	0.50	
27 化學反應/了解	其他縣市	98133	0.45	0.50	12.099***
	新竹縣	6489	0.38	0.49	
28 化學反應/了解	其他縣市	98162	0.62	0.48	14.571***
	新竹縣	6492	0.53	0.50	
29 認識物質/了解	其他縣市	98133	0.54	0.50	18.160***
	新竹縣	6491	0.42	0.49	
30 認識物質/應用	其他縣市	98132	0.46	0.50	8.548***
	新竹縣	6491	0.41	0.49	
31 化學反應/了解	其他縣市	98138	0.53	0.50	17.229***
	新竹縣	6489	0.42	0.49	
32 化學反應/了解	其他縣市	98155	0.59	0.49	20.271***
	新竹縣	6492	0.46	0.50	
33 認識物質/應用	其他縣市	98112	0.32	0.47	8.033***
	新竹縣	6487	0.27	0.45	
34 力學&熱學/了解	其他縣市	98113	0.32	0.47	11.316***
	新竹縣	6493	0.26	0.44	
35 化學反應/應用	其他縣市	98105	0.31	0.46	5.688***
	新竹縣	6490	0.28	0.45	
36 認識物質/應用	其他縣市	98142	0.46	0.50	6.681***
	新竹縣	6495	0.42	0.49	
37 化學反應/了解	其他縣市	98053	0.51	0.50	12.834***
	新竹縣	6490	0.43	0.49	
38 地質學/了解	其他縣市	98092	0.43	0.49	14.169***
	新竹縣	6486	0.34	0.47	

題數與試題分類	區域	樣本數	平均數	標準差	t-value
39 地質學/記憶	其他縣市	98125	0.71	0.45	17.654***
	新竹縣	6488	0.60	0.49	
40 地質學/了解	其他縣市	98139	0.88	0.33	14.776***
	新竹縣	6490	0.81	0.40	
41 地質學/記憶	其他縣市	98127	0.47	0.50	10.672***
	新竹縣	6490	0.40	0.49	
42 地質學/了解	其他縣市	98128	0.54	0.50	14.636***
	新竹縣	6491	0.44	0.50	
43 地質學/了解	其他縣市	98098	0.51	0.50	10.395***
	新竹縣	6489	0.45	0.50	
44 天文學/了解	其他縣市	98059	0.40	0.49	11.236***
	新竹縣	6489	0.33	0.47	
45 天文學/應用	其他縣市	98084	0.55	0.50	10.128***
	新竹縣	6491	0.49	0.50	
46 天文學/了解	其他縣市	98051	0.44	0.50	11.293***
	新竹縣	6487	0.37	0.48	
47 生物體的組成/了解	其他縣市	98079	0.63	0.48	16.895***
	新竹縣	6491	0.52	0.50	
48 生物體的組成/了解	其他縣市	98056	0.67	0.47	18.455***
	新竹縣	6492	0.56	0.50	
49 力學&熱學/了解	其他縣市	98021	0.59	0.49	13.971***
	新竹縣	6485	0.50	0.50	
50 力學&熱學/了解	其他縣市	98024	0.64	0.48	15.584***
	新竹縣	6483	0.54	0.50	
51 電磁學/了解	其他縣市	97983	0.64	0.48	12.285***
	新竹縣	6479	0.56	0.50	
52 電磁學/了解	其他縣市	97980	0.73	0.44	17.311***
	新竹縣	6481	0.63	0.48	
53 地質學/了解	其他縣市	97974	0.69	0.46	18.052***
	新竹縣	6476	0.58	0.49	
54 地質學/了解	其他縣市	97938	0.45	0.50	8.209***
	新竹縣	6478	0.40	0.49	
55 地質學/了解	其他縣市	97926	0.58	0.49	15.674***
	新竹縣	6472	0.48	0.50	
56 天文學/了解	其他縣市	97739	0.49	0.50	15.582***
	新竹縣	6459	0.39	0.49	
57 天文學/了解	其他縣市	97564	0.47	0.50	15.273***
	新竹縣	6450	0.37	0.48	
58 天文學/了解	其他縣市	97088	0.31	0.46	1.480
	新竹縣	6424	0.30	0.46	

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

