

高雄市政府 101 年度研究發展成果報告

PISA 取向之國中自然科情境式 非選擇題評量編製研究

研究單位：高雄市教育局國教輔導團
 高雄市立鼎金國中
研究人員：張雅婷/蔡志清

中華民國 101 年 9 月

PISA 取向之國中自然科情境式 非選擇題評量編製研究

摘要

本研究以 PISA 科學素養取向為主軸，建立符合十二年國教評量趨勢之情境式非選擇題命題流程與評分標準。由研究者經由問卷調查題本和施測結果統計與答題類型分析，提出以下結論與建議：

一、結論

(一)教學現場人員對非選擇題的配分意見：

1. 教學現場不同職務（校長、主任、組長、教師）、不同學歷（博士、碩士）人員認為非選擇題配分比重應以 30~40% (35.62 ± 5) 為宜。
2. 本研究「PISA 取向之國中自然科情境式非選擇題評量」其配分型式可作為段考等評量之非選擇題命題配分參酌。

(二)PISA 取向之國中自然科情境式非選擇題評量：

1. 本研究依循 PISA 的科學素養發展面向，以及考慮學生對非選擇題的反應能力、速率，作答時間（45 分鐘），資深教師與科教專家對初稿之審查建議後，正式編擬出「PISA 取向之國中自然科情境式非選擇題評量」
2. 本研究建立「非選擇題試題產出模組（Model）」：（單元次主題→教材內容細目→評量目標→各題組的子題數目與子題配分→評分標準→評分等級）。

(三)學生在自然科情境式非選擇題評量之表現：

1. 空間充裕學校的得分表現低於平均值，學區劃分學校的得分表現接近平均值，總量管制學校的得分表現高於平均值。
2. 空間充裕學校的精熟者比率低於平均值，基礎者比率低於平均值，待加強者比率高於平均值。
3. 學區劃分學校的精熟者比率低於平均值，基礎者比率高於平均值，待加強者比率低於平均值。
4. 總量管制學校的精熟者比率高於平均值，基礎者比率低於平均值，待加強者比率低於平均值。

(四)學生在自然科情境式非選擇題評量的答題類型：

1. 本研究的「PISA 取向之國中自然科情境式非選擇題評量」有利於教師了解學生各種迷思概念的內涵與出現頻率。
2. 當子題中出現「請說明理由」類字眼，「空白」的錯誤答題類型出現機率常會偏高，顯示目前國中生已經過度習慣經由選擇題選項引導思考的評量模式，缺乏表達論述的能力。
3. 當子題中要求「請列出算式」類字眼，「空白」的錯誤答題類型出現機率常也是偏高，顯示學生對科學公式只到「瞭解」層次而未達「應用」層次。

二、建議

(一)鼓勵教師調整評量方式，逐步增加 PISA 取向（著重「素養」與「能力」）的非選擇題題型

(二)為使習慣於基測選擇題思考的國中生能有面對非選擇之能力，研究者認為可朝下列方向進行：

1. 充實非選擇試題資料庫，提供教師作為命題參考的依據，並鼓勵其應用於形成性評量（平時考）與總結性等評量（段考）。
2. 對於學生較不擅長反應的非選擇題類型（如要求說明理由、列出算式等…），科學教師應在課堂上讓學生增加歷練機會，並適時、適量的運用在評量上。
3. 進行分區性或全市性國中學生試題施測，以便建立可供本市教師參考的自然科表現標準與各試題評分等級的依據。

(三)為了達成十二年國教「拔尖扶弱」的教育政策，研究者建議以下措施：

1. 成立非選擇題工作坊，並特別督導、獎勵空間充裕學校、學區劃分學校所屬教師參與研習，為其增權賦能。
2. 建立非選擇評量氛圍，將「段考題型需包含 30% 以上的非選擇題」列為校務評鑑指標，以期造成行政與教學系統之連動。

(四)把教學重點從「提高學習成績」轉移到「增加學習力（思考力、探究力、統整力、創造力、問題解決能力）」。

關鍵字：PISA、非選擇題、情境式評量、自然科

目 錄

壹、緒論.....	1
一、 研究動機.....	1
二、 研究目的.....	2
三、 研究問題.....	3
四、 名詞釋義.....	3
貳、文獻探討.....	7
一、 PISA 科學評量之內含與架構.....	7
二、 情境學習理論.....	12
三、 十二年國教育會考基礎的評量設計.....	13
四、 文獻結語.....	16
參、研究方法.....	17
一、 研究設計.....	17
二、 研究對象.....	17
三、 研究限制.....	17
四、 研究流程.....	18
五、 研究工具.....	19
肆、結果與討論.....	25
一、 教學現場不同職務人員對非選擇題的配分比重意見..	25
二、 PISA 取向之國中自然科情境式非選擇評量.....	26
三、 學生在上述非選擇題評量之得分表現與意涵.....	31
四、 學生在上述非選擇題評量答題內容的答題類型.....	33
伍、結論與建議.....	41
一、 結論.....	41
二、 建議.....	43
參考文獻.....	45

附錄一、十二年國民基本教育會考非選擇題之配分合適性問卷...	47
附錄二、國中自然科七、八年級課程對應之教材內容細目.....	48
附錄三、本研究「PISA 取向之國中自然科情境式非選擇評量」題本 （一稿）暨其評分標準（一稿）	55
附錄四、本研究「PISA 取向之國中自然科情境式非選擇評量」題本 （二稿）暨其評分標準（二稿）	63
附錄五、本研究「PISA 取向之國中自然科情境式非選擇評量」正式 施測題本.....	71

表 次

表 2-1 PISA 2006 科學評量理論架構.....	8
表 2-2 PISA 2006 科學的情境向度.....	9
表 2-3 PISA 2006 科學知識向度.....	10
表 2-4 PISA 2006 科學能力向度.....	10
表 2-5 PISA 2006 學生科學態度向度.....	11
表 2-6 國中教育會考與國民中學學生基本學力測驗比較.....	15
表 4-1 教學現場不同職務、不同學歷人員對非選擇配分比重之意見統 整表.....	26
表 4-2 各題組的子題數目與子題配分統整表.....	28
表 4-3 專家的審查建議與研究者回應處理統整表.....	29
表 4-4 評分等級分配內容統整表.....	31
表 4-5 施測班級的學生數與平均得分統整表.....	32
表 4-6 施測學校的學生數與平均得分統整表.....	32
表 4-7 施測班級「精熟」、「基礎」與「待加強」三等級人數、比率統 整表.....	32
表 4-8 施測學校「精熟」、「基礎」與「待加強」三等級人數、比率統 整表.....	33
表 4-9 施測題本的錯誤答題類型分析統整表.....	34

圖 次

圖 3-1 研究流程圖.....	18
------------------	----

壹、緒論

一、研究動機

2009 年「國際學生能力評量計畫」(Programme for International Student Assessment, 簡稱 PISA) 成績揭曉, 台灣在「科學素養」方面的表現: 平均分數 520 分(低於 2006 年的 532 分, 但高於 OECD 會員國平均 501 分), 排名上與德國和列支敦斯登並列第 12 名(2006 年為排行第 4 名)。由於首次參加的上海即奪得科學素養的第 1 名, 且台灣國中的科學教育至今仍處於「考試(國民中學學生基本學力測驗)引導教學」的氛圍, 因此社會各界對於科學評量的改革呼聲遂因應而生。

林世華(2008)指出基測選擇題的缺點為: 一、無法用於心理動作技能的評估。二、真實性低。三、有瑕疵的試題易於出現。四、易出現正解的線索。五、易出現內容枝節零碎的試題。六、易猜測。七、發展好的試題很困難, 成本高。由於 PISA 傾向「情境化」命題, 題目中常會將所有可能有利解題的訊息全數列出, 以檢測學生能否從當中自行擷取有用資訊, 並以科學步驟解決核心問題。這與「題幹簡潔, 每項訊息幾乎都是有用」、「答案已存在特別設計過的選項」、「與真實生活情境大相逕庭」的基測選擇題截然不同; 因此, 已經習慣基測選擇題思考模式的台灣學生, 作答時當然容易陷於不利情勢。

綜觀 PISA 以運用素養(literacy)觀點所設計的測驗, 其在修訂版 Bloom(布魯姆)認知歷程向度(Anderson & Krathwohl, 2001)已經牽涉到記憶、了解、應用、分析、評鑑至少五項層次(陳美慧, 2006)。反觀基測試題, 由於受到選擇題命題類型的限制, 幾乎多只侷限在記憶、了解、應用三項層次。

鑑於此, 教育部(2010)明令, 未來十二年國教推行後, 中小學科學

評量應執行的改進策略有：

- 一、建立可與國際標準接軌的各領域（學科）之學習評分標準，並據此作為衡鑑學生在學校學習程度的指標。
- 二、引導學校之在校評量（平時考，段考）朝「素養」（literacy）和「能力」（competency）為取向的命題方向，提升學校命題品質。

並且，即使是長年負責基測命題工作的心測中心也提及，為顧及健全測驗的廣度及深度，如果非選擇題型相關的命題研發、評分標準之建立等配套能處置完善，開發非選擇題型實為必要的趨勢及方向。（國民中學學生基本學力測驗推動工作委員會，2010）

綜上，以PISA取向之情境敘述為題幹，依循完備的命題流程，並規範適當的評分標準，編製出符合十二年國教評量新趨勢的非選擇題，即為本研究之研究動機。

二、研究目的

本研究是為改善基測選擇題無法達成高階層評量目標（如分析、評鑑）之問題，在命題流程儘可能達到完備，評分標準力求精確、有效的條件下，編製出以PISA科學素養觀點的非選擇題評量。其主要的目的有：

- (一)匯整教學現場不同職務人員對非選擇題的配分意見。
- (二)編製PISA取向之國中自然科情境式非選擇題評量。
- (三)瞭解學生在上述非選擇題評量之得分表現與意涵。
- (四)分析學生在上述非選擇題評量的答題內容，以瞭解學生之錯誤答題類型。

三、研究問題

- (一)探討教學現場不同職務人員對非選擇題的配分意見為何？
- (二)探討PISA取向之國中自然科情境式非選擇題評量為何？
- (三)探討學生在上述非選擇題評量之得分表現與意涵為何？
- (四)探討學生在上述非選擇題評量答題內容之錯誤答題類型為何？

四、名詞釋義

(一)PISA：國際評量計畫（The Programme for International Student Assessment，簡稱 PISA）是由經濟合作暨發展組織（Organisation for Economic Co-operation and Development，簡稱 OECD）所委託的評量計畫。PISA 測驗的目的在於了解這些即將完成義務教育的學生是否已經準備妥當成為具有良好素養且能積極貢獻社會的良好公民。PISA 測驗的主要內涵並不在於鑑別學生是否有效地記憶已知的學科知識，而在於評量他們是否能夠把這些知識有效地應用，並且從不同角度分析與解決問題，應用於進入社會後所面臨的各種情境及挑戰（林煥祥，2008）。

(二)科學素養：

「素養」蘊涵於內，即為知識、見解與觀念；表現於外，即為能力、技術與態度。

對本研究而言，「科學素養」是指學生經由科學的學習，所能獲得的知識、能力、態度等各方面的增進。依據國民中小學九年一貫課程之「自然與生活科技學習領域課程綱要」，將「科學素養」的內涵分別以八項「能力指標」來表述：『自然與生活科技學習領域所培養國民之科學與科技素養，依其屬性和層次來分項，分成科學探究過程之心智運作能力的增進(簡稱「過程技能」)，科學概念與技術的培養訓練(簡稱「科學與技術認知」)，

對科學本質之認識(簡稱「科學本質」)，了解科技如何創生與發展的過程(以下簡稱「科技的發展」)，處事求真求實、感受科學之力與美及喜愛探究等之科學精神與態度(簡稱「科學態度」)，資訊統整、對事物能夠做推論與批判、解決問題等整合性的科學思維能力(簡稱「思考智能」)，應用科學探究方法、科學知識以處理問題的能力(簡稱「科學應用」)，以及如何運用個人與團體合作的創意來製作科技的產品(簡稱「設計與製作」)等八項來陳述。』(教育部國教司，2008)

(三)科學評量：

評量係指教師收集、綜合、解釋有關學生的各種資料，以協助教師進行各種「教」與「學」決定的歷程(李坤崇，1999)。本研究所提出之科學評量並具有下列特性：

- 1.符合教材內容細目：評量試題本身即具有引導學習方向，指示學習重點的作用。
- 2.高信度與良好效度：試題對學生程度的評分穩定性高，且題旨明確，傳達方式適當。
- 3.評分較公平與合理：因非選擇題故無法猜題，且閱卷教師可依學生作答情況分段給分。

(四) 評分標準 (Rubric)：

評分標準是用來協助老師對學生作品做出評定，維持評量的客觀與公正，並作為學生自我省思的線索(趙建豐、林志隆，2005)。由於評分標準的存在，受測者達到什麼程度就可以公平、合理的獲得相符分數，教師不會因批改時間、地點不同而使得評分標準有所變動，學生也能清楚知道自己可以努力的目標和不足的地方。

本研究之評分標準，施測前經過專家的修訂，建立專家效度；施測後分析學生的答題類型，以資作為回饋修訂評分標準之重要參考。因此，其

定稿後之正式文字描述，能讓學生充分了解學習目標與重點，也能讓家長知曉學生的學習歷程和教師教學內容，更能讓教師評分結果維持高品質的客觀與公正。

貳、文獻探討

本研究旨在以PISA取向之情境式評量為架構，編製出符合十二年國教趨勢的非選擇題，故本章將從「PISA科學評量之內含與架構」、「情境學習理論」與「十二年國教育會考基礎的評量設計」進行文獻的探討，並分述如下。

一、PISA 科學評量之內含與架構

國際學生評量計畫 (The Program for International Student Assessment, 簡稱PISA)，是由經濟合作暨發展組織 (Organization for Economic Co-operation and Development, 簡稱OECD)所發展跨國的評量學生計畫，以生活化、情境化的命題方式呈現之情境化評量，於1990年代開始對全球範圍15歲初中學生的科學能力、數學能力和閱讀能力，進行持續、定期的國際性比較研究。測驗內容採取素養(literacy)的觀點設計，包括閱讀素養、數學素養與科學素養三者。因此，PISA所評估的是，學生對於日常生活中可能接觸到的各種文書資料，運用其閱讀能力所能達到的理解和詮釋的程度；運用數學知識和技能去解決數學相關的難題及挑戰所能達到的程度；以及運用科學知識和技能去了解、解釋和解決各種科學情境及挑戰所能達到的程度。這三種素養不僅是學校課程的核心，也是成人社會所需具備的重要知能(OECD, 2007)。此外，在PISA所測驗題目中，形式包含「是非選擇題」、「封閉式問答題」(短答題)、「開放式問答題」、「態度選項」等類型。其重點在於評估學生，是否能將在校習得的知識與技能應用於進入社會後所面臨的各種情境及挑戰。因此，強調學習不僅需要精熟學校課程，亦須重視生活中重要知識與技能名詞的了解，並精通過程知識、概念了解以及對於不同情境領域之適應。

OECD 也提出了對科學素養的解釋，認為「科學素養是個人的科學知

識和運用科學知識，確定問題和解釋科學的現象，作出具有證據的結論，以便對自然世界和通過人類活動，對自然世界的改變進行理解和作出決定的能力，包括運用科學的基本觀點理解自然世界，並作出相應決定的能力和確認科學問題、使用證據、作出科學結論並就結論與他人進行交流的能力」(OECD, 2006)。以OECD 來說，科學素養不但是對學校所學課程知識的了解，更重要的是具有綜合性、跨學科知識運用的能力，是為個人未來生活作準備。PISA 科學素養是指使用科學知識，識別問題並找充分論據以作結論的能力，使學生能夠理解有關自然世界的決定，並通過人類活動改變世界，評價的問題涉及各種有關生活與健康、地球與環境以及技術領域中科學的相關概念。

PISA評量根據以下四個相互關連的向度定義科學素養，並根據這四個向度發展題目，包含：(1) 與生活相關的情境(2) 學生必須具備的能力(簡稱科學能力素養)(3) 相關的科學知識(簡稱科學知識素養)(4) 學生的態度(簡稱科學態度素養)等向度，此四個向度為此評量的理論架構，如表一。

表2-1 PISA 2006 科學評量理論架構

科學情境		科學能力		科學知識
•與科學和科技相關的生活情境	促使人類 →	•形成科學議題 •科學地解釋現象 •科學舉證	知識和態度影響能力 ←	能夠瞭解： •科學內容知識 •科學本質
				科學態度 對於科學議題的回應 (興趣、科學探究的支持、責任)

每個向度均包含不同的層面與細分之下的類別，其中科學素養的情境向度，主要是評量學生是否適應未來的生活，說明如下：

(一)情境(context)：包含科學和科技的生活情境

PISA 2006的試題包含了廣泛與科技相關的生活情境，這些情境包括三個層面(個人的、社會的、全球的)，而每個層面均分成健康、資源、環境、災害、科學與科技的探索等類別，如表二所示：

表2-2 PISA 2006 科學的情境 (context) 向度

	個人的 (個人、家庭、類團體)	社會的 (社群)	全球的 (世界生活)
健康	健康維持、意外、營養學	疾病的控制、疾病傳染、食物選擇、社群健康	流行疫情、疫情的擴散
自然資源	物料與能源的個人使用	人口數量的維持、生活品質、安全、糧食的產出與分佈、能源供給	創新與維持、自然系統、人口生育、物種平衡
環境	對環境友善的態度、使用與控制資源	人口分佈、垃圾控制、環境衝擊、在地天氣	生物多樣性、永續生態、污染控制、土壤的產出與流失
災害	自然與人為因素、建築判斷	劇變(地震、極端氣候)、緩慢的進化(海岸線侵蝕、陸地沉降)、冒險的測試	氣候改變、現代戰爭的影響
科學與科技的探索	科學解釋與自然現象的興趣、科學興趣、運動與休閒、音樂與個人化科技	新物料、儀器革新、基因改革、運輸	物種的滅絕、太空探索、宇宙的起源與結構

(二) 知識 (knowledge)：了解關於自然世界的科學根據，包括自然世界的知識和科學的知識。PISA在科學知識素養上分為兩個項目：

- 1.科學知識 (knowledge of science)：科學知識的內容涵蓋了物理學、化學、生物學、地球和太空科學、生活科技學。
- 2.科學知識觀 (knowledge about science)：

- (1)科學探究（強調探究是得到科學證據的手段）；
- (2)科學解釋（強調科學家如何使用資料據以解釋大自然的現象）。

在此將科學知識和科學本質的類別及細項做成圖表作介紹：

表2-3 PISA 2006科學知識（science knowledge）向度

科學內容知識（knowledge of science）
•物理學•化學•生物學•地球、太空科學•生活科技
科學知識觀（knowledge about science）
•科學的探究（強調探究是獲取科學證據的手段）
•科學的解釋（強調科學家如何使用數據以解釋大自然的現象）

（三）能力（competencies）：包括形成科學議題，以科學解釋現象和使用科學證據的能力。

PISA 2006 年科學架構認為優先的科學能力有三點：形成科學議題；基於科學知識來描述、解釋或者預言現象；使用科學證據來下結論或傳達結論。對科學素養而言，一些認知過程有特別的意義和相關性。在認知過程之中，科學能力意味著的是：歸納或演繹的推論，批評和綜合思維，轉換後的表示法（把資料製成表格，將表格用圖表表示），建構和傳遞的論據，在資料上依據模式思考而產生基本的解釋，和數學運算的使用。其科學能力的詳細闡述如表三：

表2-4 PISA 2006科學能力（science competencies）向度

形成科學議題（identify scientific issues）
•透過科學化研究辨識可能的議題
•在科學訊息當中發現研究的關鍵
•在科學研究當中辨識主要特徵
以科學解釋現象（explain phenomena scientifically）
•在主題情境當中應用科學知識
•科學地描述或解釋現象並且預測其變化
•給予恰當的描述、解釋與預測。

使用科學證據 (use scientific evidence)

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • 佐以科學證據建立與延伸出結論 • 發現在結論背後的假設、證據與論述。 • 將科學應用於社會與科技的發展 |
|---|

(四)態度(attitudes)：

PISA 的科學態度素養包括：支持科學探究、在科學上表現興趣、自覺對自然資源和環境負責任。而每個項目之中皆有詳細敘述之細項，如表五所示：

表2-5 PISA 2006學生科學態度 (attitudes) 向度

支持科學的探究 (support for scientific enquiry) • 能瞭解同時考量數個科學面向與論述的重要。 • 使用事實資訊以及合理的解釋 • 導出結論需具備邏輯與嚴謹過程
對科學學習有信心 (self-belief as science learner) • 有效率的處理科學任務 • 在解決科學問題當中克服困難 • 展現強的科學能力
對科學有興趣 (interest in science) • 對於科學與科學相關議題擁有好奇心 • 透過使用多樣的資源與方法展露出汲取課外科學知識與技術的意志。 • 展露出持續對於科學資訊擷取興趣，包含未來有意從事與科學相關職業。
自覺對環境與資源有責任 (responsibility towards resources and environments) • 擁有環境維護的個人責任意識。 • 能認知環境總貌乃來自於個人的行動。 • 擁有意志採取行動來維護自然資源。

由上述可知，PISA 2006 採取素養(literacy)的觀點設計測驗，主要在於測驗學生應用科學知識的能力。要求學生應用科學概念了解及判斷自然界的現象，測量學生對科問題的辨別能力，是否懂得運用證據作科學化的推

論，並將結論與人溝通。評量學生所習得之科學概念與其生活情境有密切關係，重點在於評估學生，是否可以將在學校學習的知識與技能應用於進入社會後所面臨的各種情境及挑戰。

二、情境學習理論

情境學習理論主張學習是人與情境雙向互動的歷程，教學者應提供豐富的環境讓學習者學習，並強調學習者必須在真實的環境中，經由主動探索、操作產生學習。「情境學習」源自 Schon (1987) 對專門行業執業人員學習模式的研究、Suchmon (1987) 觀察人們操作影印機之人機互動現象、以及Lave (1988) 對傳統技藝學徒學習歷程的俗名誌研究。他們的觀點，後來則由Collins 及其他認知心理學家所沿用，並提出了「情境學習」這個名詞。而大多數支持情境教學理念者堅信，知識是來自於相關的情境脈絡之中，無法從情境中單獨地隔離出來，而知識間的關聯性也必須靠適當的情境來結合。

在情境學習理論中，教師是學生建構有意義知識的靈魂人物，從以往傳遞知識的角色，蛻變為在學生不同學習階段分別扮演教練、示範、提供鷹架、發展興趣、給予回饋、激勵動機與對話交談的學習夥伴 (Collins, Brow, & Newman, 1989; Rogoff, 1990)。學習應著眼於生活情境提供學習者真實性及社會性的學習情境，從生活中可以接觸到的事物或現象中取材，以生活情境問題作為學習的起點，用問題解決的方式學習，並在互動的過程中確定學習目標，針對學習目標自我學習，將學習所得應用於問題中，最後歸納所學的新知識運用於生活中。

運用情境學習理論在教學上的功能如下：一、學習者可以從學習活動情境中，了解知識間的關聯性；二、學習者可以預見知識的使用時機；三、學習者透過實際的活動可以促使學習遷移。學習者在情境中使用知識的過程，也學習到知識與情境的相關性，對於往後遇到類似情境時，先備知識

被提取的機會相對提高(黃錫昭，2002)。

從上述可知，情境學習理論強調情境對學習的重要及重視學習的主動性，讓學生在日常實務與問題導向的情境中潛移默化主動學習，將學習與生活交織成一個良好的學習情境，以建立具高層次問題解決能力，發揮所學知識的意義與價值。

三、十二年國教育會考之評量設計

近年來，無論中西教育改革制度皆試圖以評量方式的改革，作為促進教育興革的重要機制。而評量必須根據教學目標而設計，科學教育的目標除了讓學生獲得知識方面理解外，更重要的是要提昇科學素養以培養獨立思考與解決問題能力。九年一貫自然與生活科技領域的教學目標，是為了開展學生的潛能、提昇學生的科學素養。因此，評量所要瞭解的就是「科學素養」的提昇情形、以及知道學生學習情形(陳文典，民 90)。目前在十二年國教的教育變革下，以下針對政策與會考的評量的方式作說明：

目前「國中教育會考」的評量科目總共五科，分別為：國文、英文、數學、社會及自然及寫作測驗皆以國民中小學九年一貫課程綱要為命題依據。其採用標準參照模式，每一科目的成績分為「精熟」、「基礎」、「待加強」三個表現標準的等級。相對於國中基測是屬於常模參照測驗，成績單上的百分等級(PR 值)是必須和別人比較而來的，表六為國中教育會考與基本學力測驗的比較。國中教育會考的目的，在於對國中生離校前的學力進行評估與監控，以作為國中進入高中職補救教學的參考及學生選擇學校的參考。因此，只將測驗結果分為三個標準，是期學生可以透過表現標準的描述來瞭解「自身」的學習成就，不需要與他人比較，也可減低學生間分分計較的競爭壓力。各考試科目之題型以選擇題為主，非選擇題為輔，以評量出學生思考及高層次的能力。其中非選擇題將逐年納入於會考試題

中，以檢驗學生整體的思考流程，是否掌握重要概念，以及解決問題的能力，目的在能更全面地瞭解學生的學科能力表現。由上述可知，為因應入學方式與會考非選擇題型的變革，教師在教學與評量上的改變與精進是刻不容緩的。

在評量的設計上需要注重的要項，Bloom等人於1956年針對教育成就測驗發表認知領域教育目標分類法，從簡單到複雜分類成六個層次，依序為知識、理解、應用、分析、綜合及評鑑。劉清水（民84）也提到有關試題評鑑分析，應依據試題內容，就試題符合單元教學目標的程度、試題涵蓋教學重點及重要概念的程度，以及試題所能評量的教學目標層次等三項進行分析，作為試題良窳之指標。

表2-6 國中教育會考與國民中學學生基本學力測驗比較

項目	國中教育會考	國民中學學生基本學力測驗
法源依據	國民小學及國民中學學生成績評量準則。	高級中等學校多元入學招生辦法。
功能	1. 使每一位國三學生、教師、學校、家長、主管機關了解學生學習品質並為下一學習階段（高中、高職或五專）作好必要的準備。 2. 國中可參酌國中教育會考評量結果，提供學生升學選擇之建議，輔導學生適性入學。 3. 可作為高中、高職及五專新生學習輔導參據。	1. 國民中學學生基本學力測驗（以下簡稱國中基測）為高中高職及五專多元入學管道的重要依據，主要為測量國三學生各學習領域的基本能力。 2. 國中基測測驗分數可作為申請入學、甄選入學或登記分發入學的依據。
命題依據	國民中小學九年一貫課程能力指標	國民中小學九年一貫課程能力指標。
施測對象	全體國三學生。	全體國三學生。
測驗科目	國文（含寫作測驗）、英語、數學、社會及自然。	國文、英語、數學、社會、自然及寫作六科測驗。
辦理時間	每年 4 月統一舉辦。	每年舉辦兩次，第一次測驗於每年 5 月辦理，第二次測驗於每年 7 月舉行。自 101 年起，國中基測每年 6 月僅辦理一次。
測驗結果	評量結果分為精熟、基礎及待加強 3 個標準，能夠紓緩學生競爭壓力。	除寫作測驗為標準參照之級分制外，其餘均以量尺分數計算（總分為 412 分）。

取自教育部十二年國民基本教育資訊網(2012)

四、文獻結語

綜觀 PISA 之科學評量內涵，主要以學生週遭的生活化情境或社會議題開始，呈現問題情境脈絡，再根據此情境發展數個子題形成題組，學生必須能夠理解並統整閱讀題目中之資訊，才能對試題做完整且適切的回答，其中學生所需具備的是高層次的思考與科學閱讀能力。此種被先進國家視為重要之能力，正是我國學生所缺乏的。在國內即將推動十二年國民基本教育政策中，所揭示的教育會考題型以選擇題為主，非選擇題為輔，也逐漸朝向多元題型的方式邁進的同時，如何經由設計自然科情境式非選擇題型，建立命題流程與評量規準，即為本研究的核心重點。

參、研究方法

一、研究設計

本研究主要採問卷調查法進行，亦即研究者以調查問卷與效化後的非選擇評量試卷，讓教育人員填寫與對學生施測後，再針對結果作量化與質性之分析。

二、研究對象

本研究為減少城鄉差距、文化不利等因素對研究結果之干擾，受測學生取為總量管制學校、學區劃分學校、空間充裕學校各 1 所，每所隨機抽取八年級 2 個班級，共 6 個班級，162 位受測者。

三、研究限制

高雄市共有 96 所國民中學，其中 18 所為總量管制學校，62 所為學區劃分學校，16 所為空間充裕學校。研究者礙於研究經費、研究時間、分析人力等…因素之限制，僅能就總量管制學校、學區劃分學校、空間充裕學校各選取一所。由於研究資料來自這三所選定學校，對於結果的解釋，也均為這三所選定學校之反應情形，故研究結果的推論尚須審慎為之。

研究者除了真實的反應各種資料外，研究完成後應續擇他校施行，持續收集進更豐富的資料進行分析，以期使本研究之結果更有普及性與代表性。

四、研究流程

本研究之整體研究流程如圖 3-1 所示：

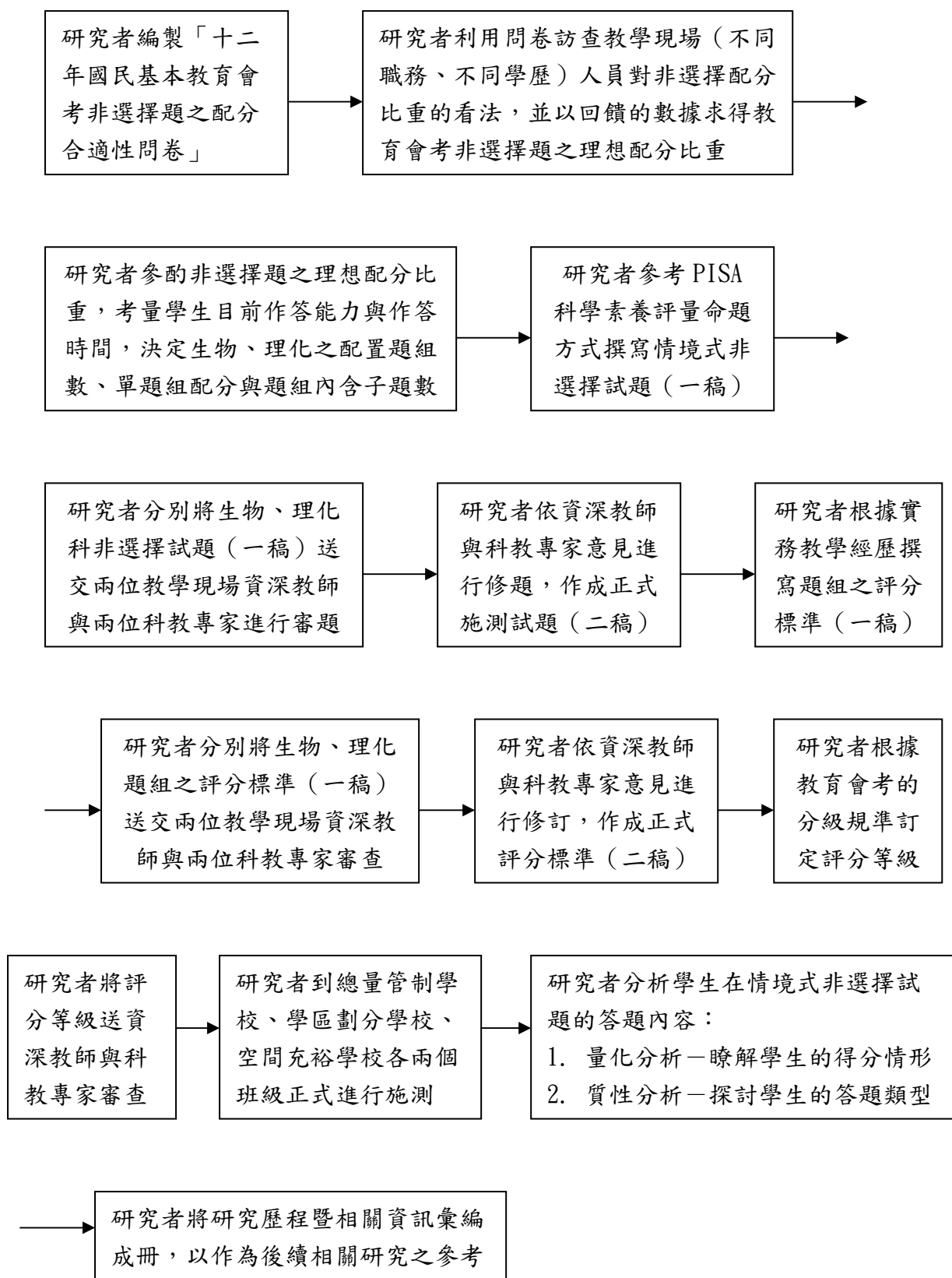


圖 3-1 研究流程圖

五、研究工具

(一)十二年國民基本教育會考非選擇題之配分合適性問卷：

研究者利用自編之問卷訪查教學現場不同職務（校長、主任、組長、教師）與不同學歷（博士、碩士）人員對非選擇配分比重的看法，並以問卷回饋的結果，計算出教育會考非選擇題之理想配分比重。

(二)情境式非選擇試題：

研究者參酌 PISA 的命題取向，以台灣國中七、八年級自然科課程之教材內容細目為主題，編擬與基測選擇題題型截然不同的情境式非選擇試題題組，詳見附錄三。並在經過兩位教學現場資深教師與兩位科教專家審查後，修訂為附錄四。最後刪去評分標準項，作成正式施測題本，詳見附錄五。茲將試題內所含之項目逐一說明如下：

1.次主題：

次主題的編寫是以國民中小學九年一貫課程綱要所提示之課程目標、分段能力指標之達成為考量原則。

以本研究之適當性為例，考慮到三年級學生必須面臨許多升學準備措施（如準備基測，職業暨能專班等...），所以二年級學生是較適合的研究對象。以及在不干預受試者的學習進度下，國二下學期末或國二升國三暑假為較適當的施測時間。隼此，這時學生已經學習過的次主題應包含有：110 組成地球的物質、120 物質的組成與功用、130 生命的共同性、131 生命的多樣性、140 生物體的構造基礎、141 植物的構造與功能、142 動物的構造與功能、213 動物體內的恆定性與調節、214 溫度與熱量、215 運動與力、216 聲音、光與波動、217 能的形態與轉換、218 化學反應、220 全球變遷、221 生物對環境刺激的反應與動物行為、224 水與水溶液、225 燃燒及物質

的氧化與還原、226 酸、鹼、鹽、227 有機化合物、310 生殖、遺傳與演化、320 地層與化石、425 食品及生物科技、431 環境污染與防治、510 生物和環境、511 人類與自然界的關係、512 資源的保育與利用、513 能源的開發與利用、520 科學的發展。

2.教材內容細目：

教材內容細目的制定，是為促使國中學生具有基本學力（帶得走的能力，能應用在生活的能力）。雖然教材可依各地區學生的需要和能力、興趣和經驗，來作適當的調節，以配合各地區、各校的特殊性；但對培養基本能力，其目標卻應一致。而教材內容細目的實施，亦不應以傳統講述式教學為限，例如：課外的主題研究，使學生獲得深切探索科學的機會。創設科學的社團、研討會、科學營等，以促進探究的風氣。又例如運用學校、社區或校外自然環境，提供學生各種可供學習的資源。配合自然科學學習的需要創設教材園、運用社區內的環境資源、參觀博物館、農場或做野外考察、利用圖書館、教育資料館，以及提供諮詢的專家等，以幫助學生對教材內容細目做有效率的學習。

至於教材內容細目的評量，基於「引發學生反省思考」的功能，應考查學生是否習得各階段之基本能力及學習進步情形，導引學生能珍惜自我心智的成長、持平的面對自己的學習成就、察覺自己學習方式之優缺點。評量要具有敦促、鼓勵的效果，使學生相信只要自己努力或更加專注，定能獲得更好的學習成效。

以本研究之評量範圍為例，係選自七、八年級學生已經學習過的教材內容細目(詳見附錄二)。

3.評量目標：

評量目標是指題目所要檢核「學生對實踐性目標的掌握或運用程度」，亦即是教材內容的「再細分」。由於本研究係屬科學評量，故其再細分的發展面向有下列三者：

(1)問題解決面向：其細目包含有

- a.決定資料的一致性
- b.產生、延伸、以及修定程序
- c.在新情境中運用推理
- d.辨識以及形成問題
- e.運用策略、資料、模式
- f.判斷解法的合理性及正確性

(2)概念理解面向：其細目包含有

- a.確認並運用原則
- b.可以辨識、命名，並且舉出概念的例子
- c.知道並且應用事實及定義
- d.運用相關的模式、圖示、操弄物、以及各種概念的表徵
- e.辨識、詮釋以及應用符號及相關的術語來表徵概念
- f.比較、對照、以及整合相關的概念及原則

(3)程序執行面向：其細目包含有

- a.閱讀以及製作圖或表(統計圖表);
- b.運用具體模式或者符號的方法確認或調整程序的正確性;
- c.正確的選擇及應用適當的程序;
- d.在問題情境中因應相關條件延伸或修正程序處理。

4.各題組的子題數目與子題配分：

(1)題組的優點：相對單一題目而言，題組的優點多於缺點，茲說明如下：

- a.評量較為結構化
- b.較容易更新、修訂，轉換為新題
- c.可測量複雜的高層次認知能力
- d.較易檢測資訊萃取能力而非單純的記憶
- e.較易系統性檢測出解讀圖表訊息的能力
- f.較易實現高階評量目標（如分析、綜合、評鑑）

(2)題組的缺點：

- a.出題者需耗費較大的心力，例如每編製一子題，就常須從頭檢視，以避免造成「連鎖效應」或「答題暗示」。
- b.相對於單一題目，題組通常需要較高的「閱讀理解」能力。

(3)單一題組的理想子題數：

比起選擇題，非選擇題通常需要較複雜的分析或推理能力，因此單一題組的子題數不宜過多，亦即試題的設計上「質重於量」。

(4)子題配分：

考慮到未來教育會考的命題準則是「難易適中」，鑑別度應將更高，因此對於不同難度的非選擇題，設計上理應配給不同之得分。

5.評分標準：

基測採選擇題形式，無法達成高階層的評量目標。而基測不納入非選擇題，其中一項重要考量就是完善的「評分標準」尚未建立，同時這也是基測唯一非選擇題—作文延後（95年後）納入的主因。誠如許多教師在批改非選擇試題時，事實上常受到非客觀因素的影響，例如對學生日常課堂

表現、學生的課堂學習態度，甚至是學生的筆畫工整度等...非可觀因素之影響。若然教師如此，學生當然也就更難理解自己作業分數的「得分緣由」。

因此，完善的非選擇題評量，需要一套公平公正的評量原則與評量工具，以破除學習者對分數的迷思與疑慮，讓學習者信服自己所得到的評量成果，而評分標準（Rubric）就是因應這樣的重要評量目標而存在。很明顯的，透過評分標準的使用，可以幫助教師有效地了解學習者的學習成效，受測學生也能知道分數的由來並修正自己的學習弱點，讓分數不再只是單純數字，而是加入了主動學習、自我成長的一段教學、學習的反思過程（政大教學發展中心，2009）。總結說來，要讓教育評量兼顧「質」的評量，則評分標準是不可或缺的工具。

6. 評分等級：

基測採用的量尺，是百分量尺。把所有當年參加考試考生依照成績高低，分成 100 等份，也就是現在大家熟悉的 PR（percentile rank）值。因此產生之問題如：PR 值為 95 的學生，為了提升 3、4 等 PR 值，把所有的精力投入，執著於分分計較。因此，十二年國教所實施的教育會考，為避免基測時代「每一位考生被貼上一個分數的標籤，被學校選擇」，於是將成績只分成「精熟」、「基礎」、「待加強」三類，增加學生選校的主動性。亦即，基測是常模參照，也就是根據當年考試學生的成績建立常模。而會考是標準參照，也就是先有一個標準，訂出「精熟」叫做什麼，國三該有的數學能力達到「精熟」，應具備什麼能力；「基礎」又是什麼？；「待加強」又是什麼？透過建立清楚的評分等級，以標準參照的作法，達到學力監控與提供具體學力訊息的目標。

本研究與教育會考皆採 PISA 的情境式取向，對於「精熟」、「基礎」及「待加強」3 個等級的評定依循教育部規範的標準：「精熟—能融會貫通學習內容，並能運用所培養的能力來解決需要多層次思考的問題。」「基礎—

能知道及理解學習內容，並能運用所培養的能力來解決基本的問題。」「待加強—能部分知道及理解學習內容。」(教育部，2012)

目前教育部對教育會考的規畫，預期整體通過率為 50~60%—難易適中；與基測相比，通過率為 60~65%—中間偏易，題目確實會變難。但學生可以透過會考結果，瞭解「自身」的學習成就，不再需要分分計較，升學壓力自然也跟著變小。

研究者綜合上述理論、論述，考量學生的認知發展歷程、學科知識程度，以及「對非選擇題的疏離感」，編製出本研究之「PISA 取向之國中自然科情境式非選擇評量」施測題本（一稿）暨其評分標準（一稿）（詳見附錄三）。之後，在經歷兩位教學現場資深教師與兩位科教專家審查、檢閱後，進行試題編修，作成「PISA 取向之國中自然科情境式非選擇評量」題本（二稿）暨其評分標準（二稿）（詳見附錄四）。最後修訂完成，編製成本研究之正式施測題本（詳見附錄五）。

肆、結果與討論

本研究是在彙整教學現場不同職務人員對非選擇題的配分意見後，在命題流程盡可能追求完備，評分標準力求精確、有效的條件下，編製出「PISA 取向之國中自然科情境式非選擇評量」。並以編製之非選擇題評量，檢測已習慣基測選擇題思考模式的國中生，探討學生得分表現及其含意。並且，為避免評分標準失之武斷，研究者亦深入分析學生在上述非選擇題評量的答題內容，整理不同答題類型，以作為回饋修訂評分標準之參考。

一、教學現場不同職務人員對非選擇題的配分比重意見

- (一) 相較於基測選擇題，非選擇題較能進行高階層評量目標（如分析、綜合、評鑑），才是符合 PISA 題型，才能達成分段給分、避免猜題等...優點。但在基測已經行使十年，全國國中段考都有使用到選擇題的現在，開始推行非選擇題評量可以預期必將遭受阻力。因此，研究者選擇在教育職場表現良好，對教學兼負理想抱負與實務經驗的教育人員。以期瞻前顧後，瞭解非選擇題在正式評量適合擔綱的比重。
- (二) 研究者利用問卷訪查教學現場不同職務（校長、主任、組長、教師）、不同學歷（博士、碩士）人員對非選擇配分比重的看法後，將數據資料整理如表 4-1：

表 4-1 教學現場不同職務、不同學歷人員對非選擇配分比重之意見統整表

	博 士 校 長 A	博 士 校 長 B	碩 士 校 長 A	碩 士 校 長 B	博 士 主 任 A	博 士 主 任 B	碩 士 主 任 A	碩 士 主 任 B	博 士 組 長 A	博 士 組 長 B	碩 士 組 長 A	碩 士 組 長 B	博 士 教 師 A	博 士 教 師 B	碩 士 教 師 A	碩 士 教 師 B
選擇題 百分比	50	60	65	55	60	70	70	60	75	60	70	75	60	65	70	65
非選擇題 百分比	50	40	35	45	40	30	30	40	25	40	30	25	40	35	30	35

(三) 研究者將教育人員問卷對「選擇題百分比」、「非選擇題百分比」的配分比重意見分別求取平均值，發現為 64.38%與 35.62%。亦即教學現場不同職務、不同學歷人員認為非選擇配分的理想比重為 35.62%。因此，一份能被教育現場人員認同接受的試卷，非選擇題所占之比重應以 30~40% (35.62 ± 5) 為宜。

(四) 承上，由於本研究之評量題本之編製希望能以「教學現場立即可以使用」或「教學現場立即可以參考的非選擇命題範本」為原則，所編製評量題本的命題範圍包括國一上、國一下、國二上、國二下之課程，故本研究題本之總分尚需有「四的倍數」限制。經研究者與資深教師、科教專家充分討論後，決議訂定本研究之非選擇題總分為 32 分（單一題組總分 8 分，包含有 1 分子題兩題與 2 分子題三題）。

二、PISA 取向之國中自然科情境式非選擇題評量

研究者依循 PISA 的四個科學素養發展面向（一、與生活相關的情境，二、學生必須具備的能力，三、相關的科學知識，四、學生的態度）與研究工具所闡明的設計原理；考量目前國二學生對非選擇題的反應能力、速

率，作答時間（45 分鐘）等因素...並參酌資深理化、生物科教師與科較專家的建議，編擬出「PISA 取向之國中自然科情境式非選擇評量」。茲將正式施測題本中所列出項目逐一說明如下：

1.次主題：

次主題的選擇與評量內容之效度優劣有關，因為命題核心概念的過度集中或分散都將造成評量的不公平並引來受測者的抱怨。隼此，本研究係選取「120 物質的組成與功用」（國二下學期課程代表）、「142 動物的構造與功能」（國一上學期課程代表）、「216 聲音、光與波動」（國二上學期課程代表）與「310 生殖、遺傳與演化」（國一下學期課程代表）四者。

2.教材內容細目：

本研究係決定為「120—4l 瞭解原子量及分子量的概念。」、「142—4a 瞭解人體及動物的消化系統及功能。」、「216—4g(乙) 探討透鏡成像的現象。註：216—4g(甲) 為探討面鏡成像的現象。」與「310—4c 知道基因可控制性狀的遺傳。」四大項。

3.評量目標：

本研究係決定為「120—4l—I：瞭解原子量與分子量的概念。」、「120—4l—II：知道如何計算原子量與分子量。」、「120—4l—III：了解莫耳的概念。」、「120—4l—IV：知道如何利用莫耳做簡單的計算。」、「142—4a—I：了解人類及動物消化系統的構造和功能。」、「142—4a—II：了解消化作用的定義與酵素在消化過程中所扮演的角色。」、「142—4a—III：知道食物在人體消化道中的消化過程及養分的吸收與糞便的排除。」、「142—4a—IV：知道動物消化構造的多樣性。」、「216—4g(乙)—I：了解凸透鏡成像的原理和性質。」、「216—4g(乙)—II：了解凹透鏡成像的原理和性質。」216—4g(乙)

—III：了解光學儀器（眼球、照相機、投影機）的成像原因。」、「216—4g(乙)
—IV：了解近視眼、遠視眼的成像原因及補救方法。」、「310—4c—I：了解基因型與表現型的關係。」、「310—4c—II：能理解孟德爾的遺傳實驗，並據以推論顯性律及分離律等遺傳法則。」、「310—4c—III：會應用棋盤方格法計算遺傳的機率。」、「310—4c—IV：了解細胞核中的染色體是遺傳的基本物質。」

4.各題組的子題數目與子題配分：

茲列出各題組的子題數目與子題配分如下表 4-2：

表 4-2 各題組的子題數目與子題配分統整表

題組所屬之教材內容細目	120—4l 瞭解原子量及分子量的概念。	142—4a 瞭解人體及動物的消化系統及功能。	216—4g(乙) 探討透鏡成像的現象。	310—4c 知道基因可控制性狀的遺傳。
各題組的子題數目與子題配分	第(1)子題：0~1 分 第(2)子題：0~1 分 第(3)子題：0~2 分 第(4)子題：0~2 分 第(5)子題：0~2 分	第(1)子題：0~1 分 第(2)子題：0~1 分 第(3)子題：0~2 分 第(4)子題：0~2 分 第(5)子題：0~2 分	第(1)子題：0~1 分 第(2)子題：0~2 分 第(3)子題：0~1 分 第(4)子題：0~2 分 第(5)子題：0~2 分	第(1)子題：0~1 分 第(2)子題：0~1 分 第(3)子題：0~2 分 第(4)子題：0~2 分 第(5)子題：0~2 分

5.評分標準：

本研究之評分標準具有因題制宜、分段給分的質性考量，詳見附錄五。

本研究非選擇評量暨其評分標準（一稿，詳見附錄三）經專家（兩位資深優良教師與兩位科學教專家）審查後以作適當修訂（二稿，詳見附錄四）。故本研究之非選擇評量暨其評分標準係具有良好之專家效度，茲列出專家的審查建議與研究者回應處理於表 4-3：

表 4-3 專家的審查建議與研究者回應處理統整表

	專家的審查建議	研究者回應處理
142-4a 瞭解人體及動物的消化系統及功能。	第一小題應要求學生同時填寫器官名稱與代號，如此才可避免猜題。	依專家之建議修改題目
	第四小題「細長的丙器官不但是分解食物的主要部位，更是吸收養分的主要場所」有暗示第三小題答案的疑慮，建議刪除。	依專家之建議修改題目
	第五小題要學生嘗試作不同物種的不同器官之功能性類比思考，對學生科學概念的認知、理解是否有負效果之嫌疑？	原題刪除，改命新題
310-4c 知道基因可控制性狀的遺傳。	修辭建議： 第二小題：「考究」更換為「研究」。 第三、四小題：「請詳細說明你的推論依據？」更換為「請詳細說明你的理由？」 第五小題畫強調線： <u>兩項</u>	依專家之建議修改題目
	建議增加第五小題附圖內染色體兩翼的大小差異，否則有「翻轉」的疑慮。	依專家之建議修改題目
216-4g(乙) 探討透鏡成像的現象。	第四小題所提到「投影機母片」，是否會有學生不知何謂母片？現在的單槍投影機根本沒有母片！	原題刪除，改命新題
	第五小題要求學生說明理由，難度似乎偏高，是否該考慮增加配分？	一、本次題本設計，在各題組的第五小題皆有難度適當提高的設計，主要就是為了增加題目之鑑別度。 二、在評分標準中已經提到，學生若回答出「凹透鏡」即可獲得一半分數。 三、基於上述兩者考量，故維持原配分不修改。

120—4I 瞭解 原子量及分子 量的概念。	(原子量、分子量)與(莫耳) 是否應歸到不同的教材內容細 目？	一、本題之教材內容細目係完 全摘自新版 97 課綱，且即 使是舊版 92 課綱，亦無特 別將「莫耳」獨立規範。 二、仔細探究教材內容細目語 句，可發現其已暗示理解 「莫耳」概念的必要性。 三、基於上述兩者考量，故維 持原教材內容細目不修改。
	「認識常見化合物的化學式」 並非此教材內容細目的評量目 標，但第二小題未列出酒精的 化學式，第四小題未列出水的 化學式，若學生不知道其化學 式就無法作答。	依專家之建議修改題目
	第三小題需運用到科學記號之 運算，是否有學生雖了解莫耳 之科學概念，但卻不會數學運 算的疑慮？	一、因本題牽涉之科學記號運 算非常簡單，且科學記號 亦為了解「莫耳意涵」的 重要工具。 二、在評分標準中已經提到， 學生若列式正確即可獲得 一半分數。 三、基於上述兩者考量，故維 持原題不修改。
	第四小題牽涉到密度之計算， 但密度並非本教材內容細目內 含之科學概念。	原題刪除，改命新題

6. 評分等級：

不同於國中基本學力測驗是將所有學生表現作排序，以便了解學生在全體考生中的相對位置。教育會考主要是要將學生能力與共同、固定的標準作比較，將學生能力精確地分類為「精熟」、「基礎」和「待加強」。因此，考試難度必須改變為難易適中，以降低學生分類的誤差（國民中學學生基本學力測驗推動工作委員會題庫組，2012）。本研究參酌師大心測中心的推估，「精熟」級學生約占 10%~20%，「基礎」級約占 45%~60%，「待加強」

級學生約占 20%~35%。故本研究取得分前 15% 為「精熟」級，後 27.5% 為「待加強」級，其餘皆為「基礎」級。

因本研究共有 162 位受測學生，先將學生依答題之得分排序。理論上前 15% 應有 24.30 人，但由於排序第 24 位~第 29 位得分都是 27 分，故本研究將得分 27 分以上的學生列為「精熟」級。同理，理論上後 27.5% 應有 44.55 人，由於倒數排序第 44 位得分是 11 分，倒數排序第 45 位得分是 12 分，故本研究將得分在 11 分以下的學生列為「待加強」級。茲將本研究之評分等級分配內容詳列於表 4-4：

表 4-4 評分等級分配內容統整表

	「精熟」級	「基礎」級	「待加強」級
等級分數	32 分~27 分	26 分~12 分	11 分~0 分
等級人數	29 人	89 人	44 人

上述正式施測題本所列出六個項目，事實上也就是非選擇題命題的標準化命題流程（次主題→教材內容細目→評量目標→各題組的子題數目與子題配分→評分標準→評分等級），亦可視其為「非選擇題試題產出模組（Model）」。

三、學生在上述非選擇題評量之得分表現與意涵

（一）學生在上述非選擇題評量之得分表現：

1. 研究者分別以 A1、A2、B1、B2、C1、C2 代表空間充裕學校第一個班級、空間充裕學校第二個班級、學區劃分學校第一個班級、學區劃分學校第二個班級、總量管制學校第一個班級、總量管制學校第二個班級。
2. 研究者回收 A1、A2、B1、B2、C1、C2 六個班級的施測題本後，逐題批改並作成簡單的描述統計，如表 4-5 所示：

表 4-5 施測班級的學生數與平均得分統整表

班級	A1	A2	B1	B2	C1	C2	總計
學生數	22	23	25	25	34	33	162
平均得分	12.50	13.65	17.96	16.72	20.35	19.91	17.31

3. 研究者再進一步整理 A 校（空間充裕）、B 校（學區劃分）、C 校（總量管制）三間學校的數據資料如表 4-6 所示：

表 4-6 施測學校的學生數與平均得分統整表

學校	A 校	B 校	C 校	總計
學生數	45	50	67	162
平均得分	13.09	17.34	20.13	17.31
偏差率	-24.38%	+0.17%	+16.29%	-

註 偏差率 = (實際值 - 標準值) / 標準值 × 100%

4. 研究者整理六個班級學生在「精熟」、「基礎」與「待加強」三項等級的人數、比率，如表 4-7 所示：

表 4-7 施測班級「精熟」、「基礎」與「待加強」三等級人數、比率統整表

班級	A1	A2	B1	B2	C1	C2	總計
精熟人數	2	2	4	3	8	9	28
(精熟者比率)	(9.10%)	(8.70%)	(16.00%)	(12.00%)	(23.53%)	(27.27%)	(17.28%)
基礎人數	10	11	16	16	17	16	86
(基礎者比率)	(45.45%)	(47.82%)	(64.00%)	(64.00%)	(50.00%)	(48.49%)	(53.09%)
待加強人數	10	10	5	6	9	8	48
(待加強者比率)	(45.45%)	(43.48%)	(20.00%)	(24.00%)	(26.47%)	(24.24%)	(29.63%)

5. 研究者再進一步整理 A 校（空間充裕）、B 校（學區劃分）、C 校（總量管制）三間學校的數據資料如表 4-8 所示：

表 4-8 施測學校「精熟」、「基礎」與「待加強」三等級人數、比率統整表

學校	A 校	B 校	C 校	總計
精熟人數	4	7	17	28
(精熟者比率)	(8.89%)	(14.00%)	(25.37%)	(17.28%)
基礎人數	21	32	33	86
(基礎者比率)	(46.67%)	(64.00%)	(49.25%)	(53.09%)
待加強人數	20	11	17	48
(待加強者比率)	(44.44%)	(22.00%)	(25.37%)	(29.63%)
精熟者偏差率	-48.55%	-18.98%	+46.81%	-
基礎者偏差率	-12.09%	+20.55%	-7.23%	-
待加強者偏差率	+49.98%	-25.75%	-14.38%	-

(二) 學生在上述非選擇題評量之得分意涵：

- 由表 4-5、4-6 的檢測結果可知，就本研究之非選擇題評量而言：
 - (1)空間充裕學校的得分表現低於平均值，偏差值為-24.38%。
 - (2)學區劃分學校的得分表現接近平均值，偏差值為+0.17%。
 - (3)總量管制學校的得分表現高於平均值，偏差值為+16.29%。
- 由表 4-7、4-8 的檢測結果可知，就本研究之非選擇題評量而言：
 - (1)空間充裕學校的精熟者比率低於平均值，偏差值為-48.55%。
 - (2)空間充裕學校的基礎者比率低於平均值，偏差值為-12.09%。
 - (3)空間充裕學校的待加強者比率高於平均值，偏差值為+49.98%。
 - (4)學區劃分學校的精熟者比率低於平均值，偏差值為-18.98%。
 - (5)學區劃分學校的基礎者比率高於平均值，偏差值為+20.55%。
 - (6)學區劃分學校的待加強者比率低於平均值，偏差值為-25.75%。
 - (7)總量管制學校的精熟者比率高於平均值，偏差值為+46.81%。
 - (8)總量管制學校的基礎者比率低於平均值，偏差值為-7.23%。
 - (9)總量管制學校的待加強者比率低於平均值，偏差值為-14.38%。

四、學生在上述非選擇題評量答題內容的答題類型

研究者回收 A1、A2、B1、B2、C1、C2 六個班級的施測題本後，逐題批改並進行質性的錯誤答題分析，結果如表 4-9 所示：

表 4-9 施測題本的錯誤答題類型分析統整表

錯誤答題類型：120—41 瞭解原子量及分子量的概念。
一、已知氧的原子量為 16，且一個氧原子質量為一個碳原子質量的$\frac{4}{3}$倍，則碳的原子量為多少？（需列出計算式才給分） 0. 正確答對者共 86 位【占 53%】 1. 空白【占 18%】 2. 12（未列出計算式）【占 13%】 3. $16 \times 4/3 = 64/3$【占 7%】 4. $16 \times 4/3 = 21$【占 5%】 5. 16【占 3%】 6. $4/3$【占 1%】
二、承題一，已知氫的原子量為 1，則酒精（化學式為 C_2H_5OH）分子的分子量為多少？（需列出計算式才給分） 0. 正確答對者共 74 位【占 46%】 1. 空白【占 22%】 2. 46（未列出計算式）【占 18%】 3. $1 + 12 + 16 = 29$【占 5%】 3. $12 \times 2 + 1 \times 5 = 29$【占 3%】 4. 不知道氧的原子量，不能算【占 3%】 $12 \times 2 + 1 \times 5 + 16 \times 1 + 1 \times 1 = 45$【占 1%】 3. $16 \times 1 + 12 \times 2 + 1 \times 5 + 1 = 45$【占 1%】 3. $2 \times 12 + 1 \times 5 + 16 + 1 = 47$【占 1%】
三、請你說明「莫耳」的意義是什麼？為什麼科學家要創造「莫耳」這個科學名詞？ 0. 正確答對者共 88 位【占 54%】 1. 空白【占 17%】 2. 6×10^{23}（後半問題未回答或回答不知道）【占 11%】 3. 6×10^{23}【占 7%】 4. 數原子（前半問題未回答）【占 3%】 5. 六千億【占 3%】

6. 六千【占 1%】
7. 六千兆【占 1%】
8. 6×10^{23} ，就像「打」【占 1%】
9. 6×10^{23} ，方便計算【占 1%】
10. 6×10^{23} ，他喜歡【占 1%】

四、已知水（化學式為 H_2O ）的分子量為 18，則一個水分子的質量約為多少公克？
（需列出計算式才給分）

0. 正確答對者共 71 位【占 44%】
1. 空白【占 32%】
2. 18 克【占 12%】
3. 18【占 7%】
4. $18 \times 6 \times 10^{23}$ 或 1.08×10^{25} 【占 4%】
5. 18 kgw【占 1%】

五、高雄市衛生局檢驗科針對一瓶含有酒精的藥品進行分析，得知其中共含有氫原子 12 莫耳，若所有氫原子都是來自酒精分子，則此瓶藥品共含有多少公克的純酒精？

0. 正確答對者共 62 位【占 38%】
1. 空白【占 32%】
2. 2 莫耳【占 11%】
3. 46 克【占 9%】
4. 12 克【占 5%】
5. 6×10^{23} 克【占 3%】
6. 2 克【占 2%】

錯誤答題類型：142—4a 瞭解人體及動物的消化系統及功能。

一、可協助豬腳油脂消化的膽汁，是由附圖中那個器官所分泌？（請寫出代號與該器官名稱，兩者全對才給分）

0. 正確答對者共 87 位【占 54%】
1. 代號正確+膽囊【占 15%】
2. 代號正確+空白【占 11%】
3. 代號錯誤+肝(臟)【占 11%】
4. 代號正確+胃【占 5%】
5. 代號正確+胰臟【占 3%】
6. 代號正確+小腸【占 1%】

二、丁器官分泌的消化液內含酵素(或稱為酶)，試問其可促進何種營養素的消化分解？

0. 正確答對者共 66 位【占 41%】

1. 胃蛋白酶【占 17%】

2. 澱粉【占 13%】

3. 空白【占 12%】

4. 養分【占 7%】

5. 脂肪【占 5%】

6. 胃液【占 3%】

7. 胰液【占 1%】

8. 十二指腸液【占 1%】

三、英雯的弟弟說：「豬腳麵線內的水分全會被大腸吸收」請問這句話是否恰當？請詳細說明理由。

0. 正確答對者共 102 位【占 63%】

1. 對，不恰當，因為難免會有漏掉的【占 7%】

2. 錯，有些水分會流到小腸吸收【占 5%】

3. 對，不會吸收水分【占 5%】

4. 空白【5%】

5. 對，絨毛吸收水分【占 3%】

6. 對，仍有水分會流失【占 3%】

7. 對，大腸負責吸收水分【占 3%】

8. 對，大腸不能分泌消化液，所以吸收水分【占 1%】

9. 對，大腸的絨毛會吸收水分【占 1%】

10. 對，大腸吸收大部份水份【占 1%】

11. 對，因為可以完全消化【占 1%】

12. 對，錯，因為都被小腸吸收【占 1%】

13. 對，大腸能吸收水分【占 1%】

四、丙器官內壁有許多的小突起，其名稱為何？其主要功能又是什麼？

0. 正確答對者共 107 位【占 66%】

1. 空白【占 9%】

2. 闌尾，小腸讓食物往下【占 7%】

3. 乳糜管，沒有功能【占 7%】

4. 絨毛，可用來保護作用【占 5%】

5. 絨毛，吸收水分【占 3%】

6. 絨毛，阻擋細菌【占 1%】

7. 絨毛，運送食物【占 1%】

8. 纖毛【占 1%】

五、不同種類動物為了獲取所需要之營養素，各自有其特殊的消化構造。試問，水螅呈現囊狀的消化構造我們稱為什麼？又，其與人類的「消化管」最大不同為何？

0. 正確答對者共 94 位【占 58%】
1. 空白【占 15%】
 2. 消化囊，較人類複雜【占 10%】
 3. 刺絲胞，用於防禦【占 8%】
 4. 觸手，人類消化管會分泌消化液【占 5%】
 5. 食泡【占 1%】
 6. 口器，構造較簡單【占 1%】
 7. 消化氣囊，消化的東西不同【占 1%】
 8. 一個是腔，一個是管【占 1%】

錯誤答題類型：216—4g(乙) 探討透鏡成像的現象。

一、此凸透鏡的焦距為多少？

0. 正確答對者共 96 位【占 59%】
1. 40【占 14%】
 2. 空白【占 9%】
 3. 24【占 8%】
 4. 120【占 6%】
 5. p【占 3%】
 6. q【占 1%】

二、當 $p=32$ 公分時，在紙屏上所成之像性質為何（正立或倒立，放大或縮小，實像或虛像）？並請詳細說明你的判斷依據。

0. 正確答對者共 76 位【占 47%】
1. 倒立放大實像＋錯誤理由【占 15%】
 2. 空白【占 11%】
 3. 倒立放大實像＋沒寫理由【占 9%】
 4. 倒立放大虛像＋正確理由【占 7%】
 5. 倒立縮小實像＋正確理由【占 5%】
 6. 正立放大實像＋正確理由【占 3%】
 7. 倒立放大實像＋正確理由【占 2%】
 8. 倒立縮小虛像＋正確理由【占 1%】

三、承題二，若 p 仍維持為 32 公分，但將凸透鏡抽換成凹透鏡，則成像的性質為何？

0. 正確答對者共 64 位【占 40%】

1. 空白【占 31%】
2. 正立放大虛像【占 9%】
3. 倒立放大虛像【占 7%】
4. 倒立縮小虛像【占 5%】
5. 正立縮小實像【占 3%】
6. 正立放大實像【占 2%】
7. 倒立縮小實像【占 2%】
8. 倒立放大實像【占 1%】

四、照相機可以將學校、樹木等巨大物體縮小並拍成照片；試問，對照相機而言，物體位置（物距）、成像位置（像距）與其所用凸透鏡之焦距（ f ）有何關係？

0. 正確答對者共 71 位【占 44%】
1. 空白【占 23%】
2. 有提到物體在 $2f$ 外，沒提到成像在 $f \sim 2f$ 間【占 12%】
3. 沒提到物體在 $2f$ 外，有提到成像在 $f \sim 2f$ 間【占 11%】
4. 沒提到物體在 $2f$ 外，沒提到成像在 $f \sim 2f$ 間【占 9%】
5. 數位相機不用調焦距【占 1%】

五、如附圖所示，近視眼成像原理是：「光線通過變形的水晶體（變得太厚），導致焦點落在視網膜前方。」試問，若近視眼患者想矯正視力，應配戴何種透鏡？請說明理由。

0. 正確答對者共 58 位【占 36%】
2. 凹透鏡＋錯誤理由【占 24%】
1. 空白【占 13%】
5. 只寫凹透鏡【占 11%】
3. 凸透鏡＋正確理由【占 9%】
4. 凸透鏡＋錯誤理由【占 5%】
6. 只寫凸透鏡【占 2%】

錯誤答題類型：310 生殖、遺傳與演化

一、請寫出母雞丙的基因型。

0. 正確答對者共 105 位【占 65%】
1. 寫出錯誤基因型(Rr 或 RR)【占 22%】
2. 空白【占 8%】
3. 只寫出一個基因(R 或 r)【占 5%】

二、依照遺傳法則研究性狀記錄後，可知公雞甲的基因型應該為何？

0. 正確答對者共 101 位【占 62%】

1. 寫出錯誤基因型(Rr 或 RR)【占 25%】

2. 空白【占 9%】

3. 只寫出一個基因(R 或 r)【占 4%】

三、由公雞甲與母雞丙所繁衍生出的那群小雞，玫瑰冠小雞與單冠小雞的數目比例應該接近多少？請詳細說明你的理由？

0. 正確答對且畫出棋盤方格或說明者共 69 位【占 43%】

1. 答案正確,但說明空白【占 21%】

2. 空白【占 20%】

3. 只寫出基因型比例，未寫出題目答案之表現型比例【占 14%】

4. 答案正確,但只寫出棋盤方格可知，未畫方格圖或說明【占 2%】

四、由母雞丁與公雞甲所繁衍生出的那群小雞，玫瑰冠小雞與單冠小雞的數目比例應該接近多少？請詳細說明你的理由？

0. 正確答對且畫出棋盤方格或說明者共 66 位【占 41%】

1. 答案正確,但說明空白【占 22%】

2. 空白【占 20%】

3. 只寫出基因型比例，未寫出題目答案之表現型比例【占 15%】

4. 答案正確,但只寫出棋盤方格可知，未畫方格圖或說明【占 2%】

五、右圖是志凌畫在筆記本上，用來幫助自己理解「控制雞冠形狀基因」與其對應染色體的概念簡圖。但老師看過後，卻批示此圖至少有兩項明顯錯誤！請依據你對遺傳知識的瞭解，指出其中錯誤並詳細說明應如何修正？

0. 正確答對者共 82 位【占 51%】

1. 只指出一項錯誤(更正等位基因的相對位置)【占 21%】

2. 空白【占 13%】

3. 只指出一項錯誤(基因改成染色體)【占 12%】

4. 每種形狀的基因至少有兩個【占 2%】

5. 隱性基因較小【占 1%】

伍、結論與建議

本研究以 PISA 科學素養取向為主軸，建立符合十二年國教評量趨勢之情境式非選擇題命題流程與評分標準，經由問卷調查和施測資料分析，提出以下結論與建議：

一、結論

(一)教學現場人員對非選擇題的配分意見：

- 1.教學現場不同職務（校長、主任、組長、教師）、不同學歷（博士、碩士）人員認為非選擇題配分比重應以 30~40%（ 35.62 ± 5 ）為宜。
- 2.承 1，本研究編訂的「PISA 取向之國中自然科情境式非選擇題評量」題本係依據上述結論所作成，其配分型式可資作為段考等評量之非選擇題命題配分參酌。

(二)PISA取向之國中自然科情境式非選擇題評量：

- 1.本研究依循 PISA 的科學素養發展面向，在通盤考慮學生對非選擇題的反應能力、速率，作答時間（45 分鐘），資深教師與科教專家對初稿之審查建議後，正式編擬出「PISA 取向之國中自然科情境式非選擇題評量」（附錄四）
2. 承 1，本研究之非選擇題施測題本（附錄五）已針對非選擇題的常見疑慮（配分比重的合宜、試題研發的過程、評分標準之建立等...）逐一仔細思慮與修訂，並建立起「非選擇題試題產出模組（Model）：（單元次主題→教材內容細目→評量目標→各題組的子題數目與子題配分→評分標準→評分等級）。

(三)學生在自然科情境式非選擇題評量之表現：

研究者以非選擇題施測題本分別對高雄市之空間充裕學校、學區劃分學校、總量管制學校施測後，發現學生的得分表現為：

1. 空間充裕學校的得分表現低於平均值，學區劃分學校的得分表現接近平均值，總量管制學校的得分表現高於平均值。
2. 空間充裕學校的精熟者比率低於平均值，基礎者比率低於平均值，待加強者比率高於平均值。
3. 學區劃分學校的精熟者比率低於平均值，基礎者比率高於平均值，待加強者比率低於平均值。
4. 總量管制學校的精熟者比率高於平均值，基礎者比率低於平均值，待加強者比率低於平均值。

(四)學生在自然科情境式非選擇題評量的答題類型：

1. 研究者分析錯誤的答題類型，發現本研究的「PISA 取向之國中自然科情境式非選擇題評量」有利於教師了解學生各種迷思概念的內容及其出現頻率。
2. 當子題中出現「請說明理由」類字眼，「空白」的錯誤答題類型出現機率常會偏高，顯示目前國中生已經過度習慣經由選擇題選項引導思考的評量模式，缺乏表達論述的能力。
3. 當子題中要求「請列出算式」類字眼，「空白」的錯誤答題類型出現機率常也是偏高，顯示學生對「牽涉到簡單數學運算」的非選擇科學試題亦不擅於作答，學生對科學公式的知識歷程大多只到「瞭解」層次而未達「應用」層次。

二、建議

根據以上結論，本研究提出以下應用之建議：

(一)鼓勵教師調整評量方式，逐步增加 PISA 取向（著重「素養」與「能力」）的非選擇題題型，其原因如下：

- 1.非選擇題的評量方式可詳細了解學生對學科知識的認知程度，以資作為分段（部分）給分的考量。
- 2.非選擇題的評量方式可發現學生迷思概念之所在，以資作為教學改進或補救教學的依據。

(二) 今年 8 月 16 日公佈的基北區特色招生考試初步規劃（臺北市教育局，2012）中，其範例題型即為仿 PISA 之開放式題型，以現實情境評測學生將知識轉換成解決問題的能力，其宗旨與本研究之結論誠然不謀而合。為使習慣於基測選擇題思考的國中生能有面對非選擇題之高層次能力，研究者認為應朝下列方向進行：

1. 持續研發優質的非選擇題組資料庫：依據課程綱要，持續發展自然科各單元的題組示例，建立各試題之學習評量標準，充實非選擇試題資料庫，提供教師作為命題參考的依據，並鼓勵其應用於形成性評量（平時考）與總結性等評量（段考）。
2. 對於學生較不擅長反應的非選擇題類型（如要求說明理由、列出算式等…），科學教師應在課堂上讓學生增加歷練機會，並適時、適量的運用在評量上。
3. 進行分區性或全市性國中學生試題施測，以便累積更多資料與作答類型進行分析，建立可供本市教師參考的自然科表現標準與各試題評分等級的依據，強化本研究結果的推論和應用性。

(三)由於空間充裕學校、學區劃分學校、總量管制學校學生在自然科情境式非選擇題評量之表現差異，使得研究者認為有檢閱市內各國中段考試題的必要性，由結果發現總量管制學校多數早就有在段考加考非選擇題的傳統，其最常見的配分比率（40%）恰巧也接近研究者的研究結果（ 35.62 ± 5 ）%。反之學區劃分學校則只有少數如此作為，空間充裕學校更是付之闕如。為了達成十二年國教「拔尖扶弱」的教育政策，研究者建議以下措施：

1. 成立非選擇題工作坊，並特別督導、獎勵空間充裕學校、學區劃分學校所屬教師參與研習，為其增權賦能。
2. 建立非選擇題評量之氛圍，將「段考題型需包含 30% 以上的非選擇題」列為校務評鑑指標，以期造成行政與教學系統之連動。

(四)改進教學模式與課程內容：評量與教學是為一體之兩面，在台灣現行「考試引導教學」的思維下，為使學生具有處理非選擇題（通常不只涉及知識、理解、應用，甚至可能達到分析、綜合層次）的能力，教師設計教學活動時宜以引導和啟發為主，把教學重點從「提高學習成績」轉移到「增加學習力（思考力、探究力、統整力、創造力、問題解決能力）」。例如：利用科學閱讀提升學生功能性和應用性的閱讀能力（分類選取、組織資料、延伸觀點等）與對情境式、能力導向評量之熟悉度。

參考文獻

一、中文部分

李坤崇 (1998)：班級團體輔導。台北：五南。

余民寧 (2003)：教育測驗與評量－成就測驗與教學評量。

台北：心理。

林世華 (2008)：教學評量命題實務。<http://health-nursing.lygsh.ilc.edu.tw>。

林煥祥 (主編) (2008)：臺灣學生數學素養的表現。臺灣參加 PISA2006

成果報告。(編號：NSC93-2521-S-026-002)，未出版。

陳文典(2001)：國民中小學自然的教學與教材。國民中小學九年一

貫課程政策與執行整合研討會－生活課程、自然與生活科技，

76-92。教育部台灣省國民學校教師研習會。

教育部(2008)：97 年國民中小學九年一貫課程綱要。

http://www.edu.tw/eje/content.aspx?site_content_sn=15326。

教育部 (2003)：國民教育階段九年一貫課程總綱綱要。

台北：教育部。

教育部中等教育司(2010)：新聞稿－我國參與國際學生能力評量計畫

(PISA)2009 結果。http://www.edu.tw/news.aspx?news_sn=4113。

教育部(2010)：國民中學學生基本學力測驗推動工作委員會網站。

<http://www.bctest.ntnu.edu.tw>。

教育部 (2012)：教育部十二年國民基本教育資訊網。<http://140.111.34.179>。

基北區 103 年特色招生考試初步規劃說明 (2012)：

<http://www.doe.taipei.gov.tw/ct.asp?xitem=31446720&CtNode=43514&mp=104001>。

國際學生評量計畫 PISA2006：<http://www.sec.ntnu.edu.tw/PISA/PISA2006>。

國際學生評量計畫 PISA2009：<http://pisa.nutn.edu.tw/sitemap.html>。

「國民中學學生基本學力測驗」推動工作委員會網頁 (2012)：國中會考相關資料，<http://www.bctest.ntnu.edu.tw>。

黃錫昭(2002)：情境教學模式對國小智能障礙學生購物技能學習效果之研究。國立嘉義大學特殊教育學系碩士論文。

葉連祺、林淑萍 (2003)：布魯姆認知領域教育目標分類修訂版之探討。教育研究月刊，105，94-106。

趙建豐、林志隆 (2005)：評分規準(Rubric)的類型、發展方式與使用原則。國教天地，161，99-107。

劉清水 (1995)：臺灣省國民中學定期評量試題評鑑分析報告。臺灣省中等學校教師研習會出版。

二、英文部分

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

Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., & Krathwohl, D. R. (Eds). (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. (Handbook I: cognitive domain)*. New York: David McKay.

Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Education researcher*, 18(1), 32-42.

Collins, A., Brown, J., & Newman, S. (1989). Cognitive apprenticeship: Teaching the crafts of reading, writing, and mathematics. In. Resnick (Ed.), *Knowing, learning, and instruction: Essays in honor of Robert Glaser (pp.453-494)*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

附錄一

十二年國民基本教育會考非選擇題之配分合適性問卷

職務：☐校長 ☐主任 ☐組長 ☐教師

學歷：☐博士 ☐碩士

令人景仰的教育先進您好：

眾所皆知，教育部研擬以「教育會考」替代「國民學生基本學力測驗」。而此評量設計的最大特色，即在於：

一、分數的模糊化：不採分數評比，改採等級制（只分為「精熟」、「基礎」與「待加強」三個等級）。

二、加考非選擇題：因為選擇題難以達成較高階的評量層次，而且有猜題的疑慮。

我們所執行的「高雄市政府研究發展考核委員會」所屬研究案，其主要內容即在進行此一議題之相關研究。由於您的教育專業有超越一般水準以上之表現，因此我們有兩個小問題想求教於您，懇請您不吝為我們摯愛的下一代付出一分心力，感激不盡！

研究員蔡志清、張雅婷 敬上

問題：

您認為選擇題與非選擇題的理想比例應為多少？（麻煩您用百分比回答，謝謝！）

選擇題占_____％

非選擇題占_____％

※註：上述兩者相加應為 100％。

附錄二

國中自然科七、八年級課程對應之教材內容細目

- 110-4f. 瞭解地球大氣的重要成分與特質(如氧氣、氮氣、水氣、二氧化碳等)。
- 120-4a. 知道物質是由粒子所組成。
- 120-4b. 瞭解擴散現象是粒子由高濃度往低濃度運動的現象。
- 120-4c. 瞭解物質變化的平衡現象是動態的。
- 120-4d. 知道物體的質量，可由其受地心引力的大小來測量。
- 120-4e. 能用簡單模型或符號說明原子與分子二者之間的關係。
- 120-4f. 能說明分子的組成，及原子與分子的不同性質。
- 120-4g. 認識原子結構(電子、質子、中子)。
- 120-4h. 瞭解元素與化合物。
- 120-4i. 經由實驗或模型瞭解化學反應(例如分解、結合、置換等)是原子重新排列的概念。
- 120-4j. 能知道元素符號及化合物命名的簡單規則。
- 120-4k. 瞭解元素性質的規律性。
- 120-4l. 瞭解原子量及分子量的概念。
- 120-4a. 探討物質的物理與化學性質。
- 120-4b. 探討物質性質改變的現象，將這些改變分成物理變化或化學變化，並設法應用於日常生活中。
- 120-4c. 探討影響物質形態或性質的因素(例如溫度、壓力等)。
- 130-4a. 瞭解生物進行代謝作用時，經由酵素催化物質分解、合成與轉換。
- 131-4a. 知道現行的生物分類系統，含檢索表的查詢方法。
- 140-4a. 瞭解細胞是生命的基本單位及細胞的構造與功能。

- 140-4b. 知道生物可分為單細胞生物與多細胞生物。
- 140-4c. 瞭解細胞分工合作，形成組織、器官或系統，而組成多細胞生物個體。
- 141-4a. 認識葉的構造及功能。
- 141-4b. 瞭解植物可以進行光合作用製造養分。
- 141-4c. 瞭解植物體內的輸導組織及功能。
- 141-4d. 認識植物的蒸散作用。
- 142-4a. 瞭解人體及動物的消化系統及功能。
- 142-4b. 瞭解人體及動物的循環系統及功能。
- 142-4c. 瞭解人體的呼吸系統。
- 142-4d. 瞭解人體的排泄系統及功能。
- 142-4e. 瞭解人體的生殖器官及功能。
- 213-4a. 瞭解生物排除代謝廢物的方法。
- 213-4b. 瞭解生物的呼吸作用及知道人類呼吸運動的調節機制。
- 213-4c. 知道血糖含量變化有一定的範圍及血糖的調節情形。
- 213-4d. 認識神經細胞的形態與功能，並瞭解人類的神經系統及其協調運作情形。
- 213-4e. 瞭解人類內分泌系統的構造與功能以及能和神經系統共同協調運作。
- 213-4f. 知道動物體溫須維持在一定範圍，以及維持體溫恆定的方法。
- 214-4a. 探討溫度變化或物質形態改變與熱量的關係，並定義熱量單位。
- 214-4b. 探討熱的傳播方式，如傳導、對流與輻射。
- 214-4c. 定性瞭解氣體體積、溫度與壓力的關係。
- 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。

215-4e. 探討影響摩擦力的因素。

215-4f. 觀測知道液體壓力及帕斯卡原理。

215-4g. 察覺壓力差能產生流體的運動。

215-4h. 測量知道物體在靜止液體中所受浮力，等於排開液體的重量。

215-4i. 認識大氣壓力及其成因。

216-4a. 知道聲音可由音量、音調及音色來描述。

216-4b. 瞭解物體「顏色」的形成，是光選擇性反射的結果。

216-4c. 覺知陽光經折射後分散成各色光。

216-4d. 觀察水面波，瞭解波動的振幅、頻率、波長及波速。

216-4e. 察覺波遇障礙物發生反射、折射的現象。

216-4f. 由光的直進傳播，瞭解針孔成像與影子的產生。

216-4g. 探討面鏡、透鏡成像的現象。

216-4h. 瞭解聲音與光可以作為測量、傳播及醫學等用途。

217-4f. 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。

218-4a. 認識並說明化學反應式及其中符號的意義。

218-4b. 認識實驗中物質的變化(如三態、沉澱、顏色與溫度的變化)。

218-4c. 知道化學反應的質量守恆。

218-4d. 知道能影響化學反應快慢的因素，及催化劑(或觸媒)改變化學反應速率的功能。

218-4e. 經由實驗瞭解可逆反應的概念，認識影響化學平衡的因素，如濃度、溫度。

220-4a. 知道溫室效應。

- 220-4b. 知道造成溫室效應的原因及對生物生存的影響。
- 220-4c. 知道溫室效應與全球增溫的關係。
- 220-4d. 認識臭氧層及臭氧層對生物生存的影響。
- 220-4e. 知道造成臭氧洞的原因。
- 220-4f. 知道即使大氣與海洋組成中的些許變動，只要時間夠長，便會對氣候產生重大的影響。
- 221-4a. 瞭解植物對環境因子的反應(例如向光性)。
- 221-4b. 瞭解動物先天的本能和後天的學習能力。
- 221-4c. 知道人類感官的能力和侷限(例如視覺與顏色)。
- 224-4b. 能瞭解溶液是由溶質與溶劑所組成，以及濃度的意義與日常生活的應用，並藉由實驗瞭解飽和溶液的意義與配製。
- 225-4a. 能以實驗說明燃燒與氧化作用就是物質與氧化合，生成氧化物。
- 225-4b. 藉由實驗知道金屬或非金屬元素與氧反應的活性不同。
- 225-4c. 藉由實驗知道常見的化合物與氧的反應。
- 225-4d. 藉由實驗知道還原就是氧化物失去氧的反應，就是氧化的逆反應。
- 225-4e. 能由蒐集資料中瞭解重要冶金工業製程中的氧化還原反應。
- 225-4h. 瞭解呼吸作用是一種氧化作用。
- 225-4i. 能認識日常生活中氧化還原的應用(例如利用強氧化劑漂白衣物)。
- 226-4a. 由實驗探討金屬與非金屬氧化物在水溶液中的酸鹼性，及酸性溶液對金屬與大理石的反應。
- 226-4b. 能認識實驗室中常用的指示劑(例如石蕊、酚酞)及指示劑能藉呈現的顏色顯示酸、鹼性。

- 226-4c. 能利用廣用指示劑的顏色變化判定酸鹼物質的 pH 值。
- 226-4d. 以實驗觀察酸、鹼溶液反應的溫度變化及產物，以及酸、鹼、鹽類在日常生活中的應用與危險性。
- 226-4e. 以實驗區別電解質與非電解質，及常見的酸、鹼、鹽類多為電解質。
- 226-4f. 認識離子的特性，及瞭解電解質水溶液導電是因電解質形成離子。
- 226-4g. 認識酸鹼強度與 pH 值的關係(不涉及計算)及應用。
- 227-4a. 認識生活中常見的碳氫化合物及碳氫氧化化合物的組成及分子式。
- 227-4b. 認識生活中常見有機化合物的物理特性(例如密度、硬度、導電度、熔點、沸點、溶解度)。
- 227-4c. 認識常見的有機聚合物的材料。
- 310-4a. 知道細胞分裂時染色體會變化以及減數分裂時，染色體數目會減半。
- 310-4b. 區別有性生殖與無性生殖。
- 310-4c. 知道基因可控制性狀的遺傳。
- 310-4d. 瞭解基因會突變，及人類性別的遺傳方式。
- 310-4e. 認識遺傳工程。
- 310-4f. 認識地質史上消失的生物。
- 310-4g. 瞭解生物演化的理論及證據。
- 320-4a. 知道化石記錄了曾經在地球上生存過的動植物以及當時的環境狀況。
- 320-4d. 認識化石形成的過程和化石紀錄中生物的消長與演化情形。
- 425-4a. 瞭解食品的保存與加工。

- 425-4b. 瞭解生物科技的起源。
- 425-4c. 認識現代的生物科技(例如基因改造食物)。
- 425-4d. 認識現代生物科技所造成的衝擊(例如複製技術)。
- 431-4a. 能舉出不當噪音所造成的聽覺傷害。
- 431-4b. 能列舉減輕或消除噪音危害的方法。
- 431-4c. 由資料蒐集認識水污染的種類與來源(含酸雨的形成原因)，
並討論所產生的影響，進而比較不同防治、改善方法與設計
簡易的水淨化實驗。
- 431-4d. 能夠蒐集資料歸納空氣污染的種類及污染來源，並比較防治
與改善方法。
- 510-4a. 瞭解生態系，並知道不同的棲地形成不同的生態環境。
- 510-4b. 瞭解不同物種之間依存的食性關係(食物鏈、食物網)。
- 510-4c. 瞭解自然界中水循環、氮循環、碳循環。
- 510-4d. 瞭解生態穩定的意義和造成生態系不平衡的原因。
- 510-4e. 瞭解食物鏈或食物網的單純化，將可能破壞生態系的穩定。
- 511-4a. 知道目前人口成長衍生的諸多問題，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保育才能維持生
態系的穩定。
- 511-4b. 瞭解瀕臨絕種生物的定義，並知道臺灣及國際的保育狀況。
- 512-4a. 認識地層中的石油、煤與天然氣為化石類的礦產，及其形成
過程。
- 512-4b. 知道節能減碳的方法及效能。
- 512-4c. 知道清潔生產的方法及例子。
- 512-4d. 認識海洋中的資源。
- 513-4a. 體會可利用的能有多種形式(水力、風能、木材、核能……)，

並能區分非再生性的能源(例如化石燃料與核能)與再生性的能源(例如水力與太陽能)。以及認識瓦斯、煤礦與汽油的性質，並透過小組活動討論油價調整對民生的影響。

513-4c. 認識可作為重要能源的燃料其用途與使用安全，並認識各種常用汽油的差異與討論油價調整對於民生的影響。

513-4d. 蒐集並討論生活中節約能源的技術或方式。

513-4e. 新興能源的科技(例如汽電共生、生質能、油電混合動力車、燃料電池、風能、太陽能等)。

520-4a. 由閱讀與資料蒐集，瞭解科學上重要的發現及其過程。

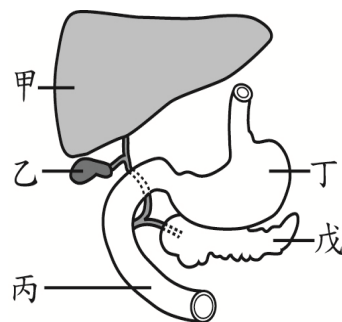
520-4b. 在適當的科學活動中，敘述科學發現過程中科學家所擁有的批判思考、探究思考及創造思考的特質。

附錄三 本研究「PISA 取向之國中自然科情境式非選擇評量」題本（一稿）
暨其評分標準（一稿）

次主題	120 物質的組成與功用		
教材內容細目	120-4I 瞭解原子量及分子量的概念。		
評量目標	120-4I-I：瞭解原子量與分子量的概念。	配題數：1	第(1)小題：0~1 分
	120-4I-II：知道如何計算原子量與分子量。	配題數：1	第(2)小題：0~1 分
	120-4I-III：了解莫耳的概念。	配題數：1	第(3)小題：0~2 分
	120-4I-IV：知道如何利用莫耳做簡單的計算。	配題數：2	第(4)小題：0~2 分 第(5)小題：0~2 分
【題組題】 力弘因為在教室追逐不慎摔傷，當他到保健室時想用酒精消毒時，竟又不慎打翻整罐酒精。護士阿姨清理完地板後，熟練地拿出純酒精，把 575 毫升純酒精用蒸餾水稀釋為 700 毫升，然後用稀釋後的酒精溶液替力弘擦拭傷口。力弘因不好意思而別過頭，當他看到酒精罐上黏貼一張書寫 C_2H_5OH 的標籤紙時，他猛然想起老師才剛教過的酒精燃燒反應式「$C_2H_5OH + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O$」；請依上述情境回答下列問題： (1)已知氧的原子量為 16，且一個氧原子質量為一個碳原子質量的$\frac{4}{3}$倍，則碳的原子量為多少？（需列出計算式才給分） -----			
評分標準	16×3/4=12（1 分）		
(2)承題(1)，已知氫的原子量為 1，則酒精分子的分子量為多少？（需列出計算式才給分） -----			
評分標準	12×2+1×(5+1)+16×1=46（1 分）		
(3)已知水分子的分子量為 18，則一個水分子的質量約為多少公克？（需列出計算式） -----			
評分標準	18 / 6×10 ²³ =3×10 ⁻²³ （列式 1 分，答案正確 1 分）		
(4)若酒精的密度為 0.8 g/cm³，則 575 毫升純酒精內含有多少個酒精分子？			

評分標準	$(575 \times 0.8 / 46) \times 6 \times 10^{23} = 6 \times 10^{24}$ (列式 1 分，答案正確 1 分)
(5) <u>高雄市衛生局檢驗科</u>針對一瓶含有酒精的藥品進行分析，得知其中共含有氫原子 12 莫耳，若所有氫原子都是來自酒精分子，則此瓶藥品共含有多少公克的純酒精？ -----	
評分標準	氫原子 12 莫耳 → 酒精分子 2 莫耳 (1 分)。 $2 \times 46 = 92$ (公克) (1 分)。

次主題	142 動物的構造與功能		
教材內容細目	142－4a 瞭解人體及動物的消化系統及功能。		
評量目標	142－4a－I：了解動物及人類消化系統的構造和功能。	配題數：1	第(1)小題：0~1 分
	142－4a－II：了解消化作用的定義與酵素在消化過程中所扮演的角色。	配題數：1	第(2)小題：0~1 分
	142－4a－III：知道食物在人體消化道中的消化過程及養分的吸收與糞便的排除。	配題數：2	第(3)小題：0~2 分 第(4)小題：0~2 分
	142－4a－IV：知道動物消化構造的多樣性。	配題數：1	第(5)小題：0~2 分
【題組題】 英雯為外公慶生時吃了一碗豬腳麵線，若圖一為其消化系統之示意圖，請依圖回答下列問題： (1)可協助豬腳油脂消化的膽汁，是由附圖中那個器官所分泌？（填代號即可） _____			
評分標準	甲（1分）		
(2)丁器官分泌的消化液內含酵素（或稱為酶），試問其可促進何種營養素的消化分解？ _____			
評分標準	蛋白質（1分）		
(3)英雯的弟弟說：「豬腳麵線內的水分全會被大腸吸收」請問這句話是否恰當？需詳細說明理由。 _____ _____			
評分標準	不恰當！豬腳麵線內的水分大部分是被小腸吸收（1分），只有小部分是 被大腸吸收（1分）。		
(4)細長的丙器官不但是分解食物的主要部位，更是吸收養分的主要場所；試問，丙器官內壁有許多的小突起，其名稱為何？其主要功能又是什麼？ _____ _____			
評分標準	絨毛（1分），增加養分的吸收面積（1分）。		
(5)雞會吞食砂粒貯放在雞胗中，以幫助磨碎食物，增加食物與酵素接觸的表面積。試問			



(口腔、食道、大腸、肛門) 以上四種消化管內的器官構造何者具有最類似雞胗的功能？請說明你的判斷依據？

評分標準

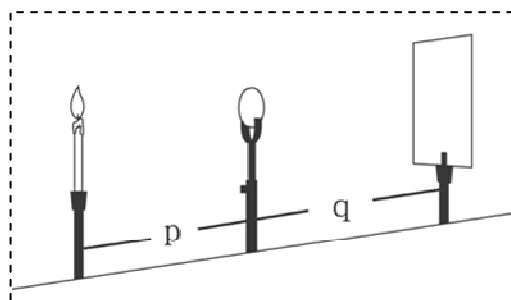
口腔(1分)。因雞胗主要功能為磨碎、初步處理食物，類似人類的牙齒。(1分)

次主題	216 聲音、光與波動		
教材內容細目	216-4g(乙) 探討透鏡成像的現象。 註 :216-4g(甲) 探討面鏡成像的現象。		
評量目標	216-4g(乙)-I：了解凸透鏡成像的原理和性質。	配題數：2	第(1)小題：0~1 分 第(2)小題：0~2 分
	216-4g(乙)-II：了解凹透鏡成像的原理和性質。	配題數：1	第(3)小題：0~1 分
	216-4g(乙)-III：了解光學儀器（眼球、照相機、投影機）的成像原因。	配題數：1	第(4)小題：0~2 分
	216-4g(乙)-IV：了解近視眼、遠視眼的成像原因及補救方法。	配題數：1	第(5)小題：0~2 分

【題組題】

英久做凸透鏡成像實驗，裝置如右圖。p 為燭火至透鏡的距離，q 為紙屏上得到最清晰圖像時，紙屏到凸透鏡的距離。調整 p 值測量相對應的 q 值，結果如下表。

p (公分)	24	28	30	40	60	90	120
q (公分)	120	70	59	40	30	26	24



(1)此凸透鏡的焦距為多少？

評分標準 20 公分 (1 分)。

(2)當 $p=32$ 公分時，在紙屏上所成之像性質為何（正立或倒立，放大或縮小，實像或虛像）？並請詳細說明你的判斷依據。

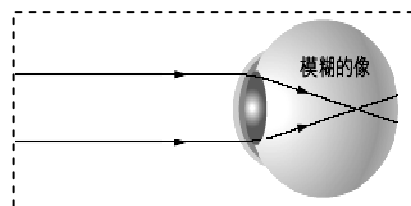
評分標準 倒立放大實像 (1 分)。因物體位於 $f \sim 2f$ 間，故成像落在 $2f$ 外【或回答物距 $<$ 像距亦可】(1 分)。

(3)承題(2)，若 p 仍維持為 32 公分，但將凸透鏡抽換成凹透鏡，則成像的性質為何？

評分標準 正立縮小虛像 (1 分)。

(4)照相機能將拍攝物影像縮小，投影機則能將母片影像放大，但兩者關鍵裝置卻都是凸透鏡。試問，照相機的拍攝物位置、投影機的母片位置，與其所用凸透鏡之焦距有何關係？

評分標準	照相機的拍攝物位置必須位在 $2f$ 外 (1 分)。投影機的母片位置必須位在 $f \sim 2f$ 間 (1 分)。
(5)如附圖所示，近視眼成像原理是：「光線通過變形的水晶體（變得太厚），導致焦點落在視網膜前方。」試問，若近視眼患者想矯正視力，應配戴何種透鏡？請說明理由。 ----- -----	
評分標準	凹透鏡【或回答凸凹透鏡亦可，但凹凸透鏡則不給分】(1 分)。因為凹透鏡能使光線產生發散效果【故進入眼睛後所生的像剛好會落在視網膜上】。(1 分)。



次主題	310 生殖、遺傳與演化		
教材內容細目	310—4c 知道基因可控制性狀的遺傳。		
評量目標	310—4c—I：了解基因型與表現型的關係。	配題數：1	第(1)小題：0~1 分
	310—4c—II：能理解孟德爾的遺傳實驗，並據以推論顯性律及分離律等遺傳法則。	配題數：2	第(2)小題：0~1 分
	310—4c—III：會應用棋盤方格法計算遺傳的機率。	配題數：1	第(3)小題：0~2 分 第(4)小題：0~2 分
	310—4c—IV：了解細胞核中的染色體是遺傳的基本物質。	配題數：1	第(5)小題：0~2 分

【題組題】

假設控制雞冠形狀的某一對基因中，玫瑰冠對單冠為顯性，以 R 表示顯性基因，r 表示隱性基因。在某研究裏，一隻玫瑰冠公雞甲分別與三隻母雞乙、丙、丁交配後，生下的三群小雞中，每群都任意選擇一隻小雞，記錄性狀如附圖所示，試回答下列問題：

(1)請寫出母雞丙的基因型。

玫瑰冠公雞甲

玫瑰冠母雞乙

→ 玫瑰冠小雞

單冠母雞丙

→ 玫瑰冠小雞

玫瑰冠母雞丁

→ 單冠小雞

評分標準	rr (1 分)
------	----------

(2)依照遺傳法則考究性狀記錄後，可知公雞甲的基因型應該為何？

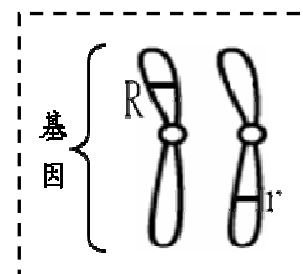
評分標準	Rr (1 分)
------	----------

(3)由公雞甲與母雞丙所繁衍生出的那群小雞，玫瑰冠小雞與單冠小雞的數目比例應該接近多少？請詳細說明你的推論依據？

評分標準	因為甲丙的基因型組合為 Rr×rr (1 分)，故子代基因型比例為 Rr：rr=1：1，即玫瑰冠：單冠=1：1 (1 分)。
------	--

(4)由母雞丁與公雞甲所繁衍生出的那群小雞，玫瑰冠小雞與單冠小雞的數目比例應該接近多少？請詳細說明你的推論依據？

評分標準	因為丁甲的基因型組合為 $Rr \times Rr$ (1 分)，故子代基因型比例為 $RR : Rr : rr = 1 : 2 : 1$ ，即玫瑰冠：單冠 = 3 : 1 (1 分)。
(5)右圖是志凌畫在筆記本上，用來幫助自己理解「控制雞冠形狀基因」與其對應染色體的概念簡圖。但老師看過後，卻批註此圖至少有兩項明顯缺失！請依據你對遺傳知識的瞭解，指出其中錯誤並詳細說明應如何修正？ ----- -----	
評分標準	括號標示錯誤，應為染色體 (1 分)。 R 與 r 應該位在 (同源) 染色體的某段相對位置上 (1 分)。



附錄四 本研究「PISA 取向之國中自然科情境式非選擇評量」題本（二稿）
暨其評分標準（二稿）

次主題	120 物質的組成與功用		
教材內容細目	120-4I 瞭解原子量及分子量的概念。		
評量目標	120-4I-I：瞭解原子量與分子量的概念。	配題數：1	第(1)小題：0~1 分
	120-4I-II：知道如何計算原子量與分子量。	配題數：1	第(2)小題：0~1 分
	120-4I-III：了解莫耳的概念。	配題數：1	第(3)小題：0~2 分
	120-4I-IV：知道如何利用莫耳做簡單的計算。	配題數：2	第(4)小題：0~2 分 第(5)小題：0~2 分

【題組題】

下圖是自然科教師為協助學生理解「莫耳」相關概念常用的心智繪圖，請根據圖表內的訊息回答下列問題：

÷分子量

質量

↔

莫耳數

↔

粒子個數

×(6×10²³)

×

分子量

÷

(6×10²³)

(1)已知氧的原子量為 16，且一個氧原子質量為一個碳原子質量的 $\frac{4}{3}$ 倍，則碳的原子量為多少？（需列出計算式才給分）

評分標準	16×3/4=12（1 分）
------	----------------

(2)承題(1)，已知氫的原子量為 1，則酒精（化學式為 C₂H₅OH）分子的分子量為多少？（需列出計算式才給分）

評分標準	12×2+1×(5+1)+16×1=46（1 分）
------	---------------------------

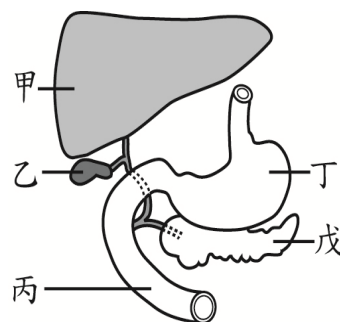
(3)請你說明「莫耳」的意義是什麼？為什麼科學家要創造「莫耳」這個科學名詞？

評分標準	莫耳= 6×10^{23} 或六千億兆 (1 分)。因為原子 (分子) 質量 (體積) 極小, (所以計數時) 必須使用較大的單位 (1 分)。【以上僅為參考答案, 請教師依學生之實際答題情況彈性給分】
(4) 已知水 (化學式為 H_2O) 的分子量為 18, 則一個水分子的質量約為多少公克? (需列出計算式才給分)	

評分標準	$18 / 6 \times 10^{23} = 3 \times 10^{-23}$ (列式正確 1 分, 答案正確 1 分)
(5) 高雄市衛生局檢驗科針對一瓶含有酒精的藥品進行分析, 得知其中共含有氫原子 12 莫耳, 若所有氫原子都是來自酒精分子, 則此瓶藥品共含有多少公克的純酒精?	

評分標準	氫原子 12 莫耳 $\rightarrow$ 酒精分子 2 莫耳 (1 分)。 $2 \times 46 = 92$ (公克) (1 分)。

次主題	142 動物的構造與功能		
教材內容細目	142－4a 瞭解人體及動物的消化系統及功能。		
評量目標	142－4a－I：了解人類及動物消化系統的構造和功能。	配題數：1	第(1)小題：0~1 分
	142－4a－II：了解消化作用的定義與酵素在消化過程中所扮演的角色。	配題數：1	第(2)小題：0~1 分
	142－4a－III：知道食物在人體消化道中的消化過程及養分的吸收與糞便的排除。	配題數：2	第(3)小題：0~2 分 第(4)小題：0~2 分
	142－4a－IV：知道動物消化構造的多樣性。	配題數：1	第(5)小題：0~2 分
【題組題】 英雯為外公慶生時吃了一碗豬腳麵線，若圖一為其消化系統之示意圖，請依圖回答下列問題： (1)可協助豬腳油脂消化的膽汁，是由附圖中那個器官所分泌？（請寫出代號與該器官名稱，兩者全對才給分） ----- 評分標準 甲、肝臟（1分） (2)丁器官分泌的消化液內含酵素（或稱為酶），試問其可促進何種營養素的消化分解？ ----- 評分標準 蛋白質（1分） (3)英雯的弟弟說：「豬腳麵線內的水分全會被大腸吸收」請問這句話是否恰當？需詳細說明理由。 ----- ----- 評分標準 不恰當！豬腳麵線內的水分大部分是被小腸吸收（1分），只有小部分是 被大腸吸收（1分）。【以上僅為參考答案，請教師依學生之實際答題情況彈性給分】 (4)丙器官內壁有許多的小突起，其名稱為何？其主要功能又是什麼？ ----- ----- 評分標準 絨毛（1分），增加養分的吸收面積（1分）。 (5)不同種類動物為了獲取所需要之營養素，各自有其特殊的消化構造。試問，水螅呈現囊狀的消化構造我們稱為什麼？又，其與人類的「消化管」最大不同為何？ -----			



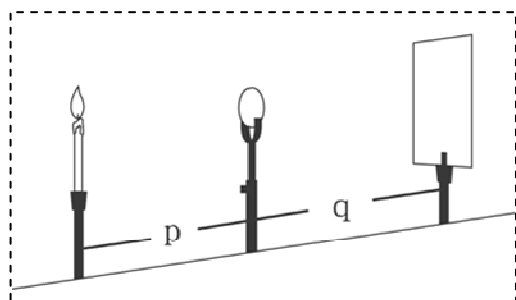
評分標準	消化腔（1分）。消化管有兩個開口，但消化腔卻只有一個（開口）（1分）。【以上僅為參考答案，請教師依學生之實際答題情況彈性給分】

次主題	216 聲音、光與波動		
教材內容細目	216-4g(乙) 探討透鏡成像的現象。 註 :216-4g(甲) 探討面鏡成像的現象。		
評量目標	216-4g(乙)-I：了解凸透鏡成像的原理和性質。	配題數：2	第(1)小題：0~1 分 第(2)小題：0~2 分
	216-4g(乙)-II：了解凹透鏡成像的原理和性質。	配題數：1	第(3)小題：0~1 分
	216-4g(乙)-III：了解光學儀器（眼球、照相機、投影機）的成像原因。	配題數：1	第(4)小題：0~2 分
	216-4g(乙)-IV：了解近視眼、遠視眼的成像原因及補救方法。	配題數：1	第(5)小題：0~2 分

【題組題】

英久做凸透鏡成像實驗，裝置如右圖。p 為燭火至透鏡的距離，q 為紙屏上得到最清晰圖像時，紙屏到凸透鏡的距離。調整 p 值測量相對應的 q 值，結果如下表。

p (公分)	24	28	30	40	60	90	120
q (公分)	120	70	59	40	30	26	24



(1)此凸透鏡的焦距為多少？

評分標準 20 公分 (1 分)。

(2)當 $p=32$ 公分時，在紙屏上所成之像性質為何（正立或倒立，放大或縮小，實像或虛像）？並請詳細說明你的判斷依據。

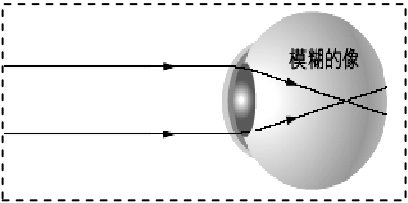
評分標準 倒立放大實像 (1 分)。因物體位於 $f \sim 2f$ 間，故成像落在 $2f$ 外【或回答物距 $<$ 像距亦可】(1 分)。

(3)承題(2)，若 p 仍維持為 32 公分，但將凸透鏡抽換成凹透鏡，則成像的性質為何？

評分標準 正立縮小虛像 (1 分)。

(4)照相機可以將學校、樹木等巨大物體縮小並拍成照片；試問，對照相機而言，物體位置（物距）、成像位置（像距）與其所用凸透鏡之焦距（f）有何關係？

評分標準 物體位置在 $2f$ 外 (1 分)。成像位置在 $f \sim 2f$ 間 (1 分)。或物距 $> 2f$ (1 分)，像

	距介於 $f \sim 2f$ 間 (1 分)
(5)如附圖所示，近視眼成像原理是：「光線通過變形的水晶體（變得太厚），導致焦點落在視網膜前方。」試問，若近視眼患者想矯正視力，應配戴何種透鏡？請說明理由。 ----- -----	
評分標準	凹透鏡【或回答凸凹透鏡亦可，但凹凸透鏡則不給分】(1 分)。因為凹透鏡能使光線產生發散效果【故進入眼睛後所生的像剛好會落在視網膜上】。(1 分)。

次主題	310 生殖、遺傳與演化		
教材內容細目	310-4c 知道基因可控制性狀的遺傳。		
評量目標	310-4c-I：了解基因型與表現型的關係。	配題數：1	第(1)小題：0~1 分
	310-4c-II：能理解孟德爾的遺傳實驗，並據以推論顯性律及分離律等遺傳法則。	配題數：2	第(2)小題：0~1 分
	310-4c-III：會應用棋盤方格法計算遺傳的機率。	配題數：1	第(3)小題：0~2 分 第(4)小題：0~2 分
	310-4c-IV：了解細胞核中的染色體是遺傳的基本物質。	配題數：1	第(5)小題：0~2 分

【題組題】

假設控制雞冠形狀的某一對基因中，玫瑰冠對單冠為顯性，以 R 表示顯性基因，r 表示隱性基因。在某研究裏，一隻玫瑰冠公雞甲分別與三隻母雞乙、丙、丁交配後，生下的三群小雞中，每群都任意選擇一隻小雞，記錄性狀如附圖所示，試回答下列問題：

玫瑰冠公雞甲

玫瑰冠母雞乙

單冠母雞丙

玫瑰冠母雞丁

→ 玫瑰冠小雞

→ 玫瑰冠小雞

→ 單冠小雞

(1)請寫出母雞丙的基因型。

評分標準	rr (1 分)
------	----------

(2)依照遺傳法則考究性狀記錄後，可知公雞甲的基因型應該為何？

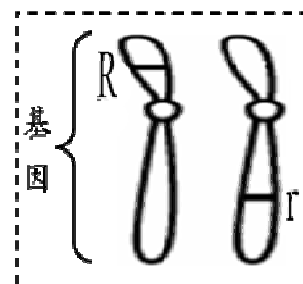
評分標準	Rr (1 分)
------	----------

(3)由公雞甲與母雞丙所繁衍生出的那群小雞，玫瑰冠小雞與單冠小雞的數目比例應該接近多少？請詳細說明你的推論依據？

評分標準	因為甲丙的基因型組合為 Rr×rr (1 分)，故子代基因型比例為 Rr：rr=1：1，即玫瑰冠：單冠=1：1 (1 分)。
------	--

(4)由母雞丁與公雞甲所繁衍生出的那群小雞，玫瑰冠小雞與單冠小雞的數目比例應該接近多少？請詳細說明你的推論依據？

評分標準	因為丁甲的基因型組合為 $Rr \times Rr$ (1 分)，故子代基因型比例為 $RR : Rr : rr = 1 : 2 : 1$ ，即玫瑰冠：單冠 = 3 : 1 (1 分)。
(5)右圖是志凌畫在筆記本上，用來幫助自己理解「控制雞冠形狀基因」與其對應染色體的概念簡圖。但老師看過後，卻批註此圖至少有兩項明顯缺失！請依據你對遺傳知識的瞭解，指出其中錯誤並詳細說明應如何修正？ ----- -----	
評分標準	括號標示錯誤，應為染色體 (1 分)。 R 與 r 應該位在 (同源) 染色體的某段相對位置上 (1 分)。



就讀學校校名：_____ 答題學生姓名：_____

【十二年國民教育新趨勢－非選擇題題型】

自然科研究用試卷

－研究背景說明－

親愛的同學：你（妳）好！

這是一份類似課本習題的非選擇題題型評量試卷（問卷），你（妳）可以當作這是一個「讓自己知道對七、八年級自然科課程熟悉程度」的測試機會。當然的，如果你（妳）能夠用心作答，研究者就可以分析出較多有利於未來高雄市國中教育的訊息。換句話說，你（妳）的認真作答可能對你（妳）的學弟妹有極重要的助益，對你就讀的學校也可能會有很大、很多的貢獻。

請放心！如同你（妳）的自然科認科教師所告訴你（妳）的，這份試卷（問卷）與你（妳）的學業成績毫無關係；並且這份試卷（問卷）對於你（妳）所填寫的個人資料絕對不會公開，當然也就不會對你（妳）個人或學校造成影響。其實這份試卷（問卷）目的很單純，就只是老師們想了解你（妳）對非選擇題的反應情況（能力），所以老師要麻煩你（妳）務必誠實的、仔細的作答，尤其注意別漏答了問題。請你（妳）看重自己的重要性，因為你（妳）的存在本來就是獨一無二的！

最後，再次提醒你（妳），這份試卷（問卷）共有四個題組（生物、理化各兩個題組），測驗時間為45分鐘（一節課）。答題時間雖然充裕，但還是請你（妳）掌握答題的節奏感，以避免發生寫不完的遺珠之憾。

老師祝福你（妳）學業大進步、生活大如意

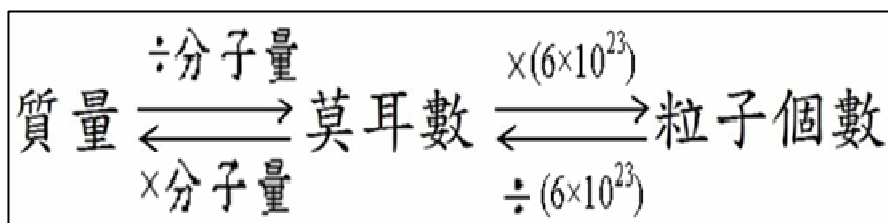
注意：由於這份試卷（問卷）的評量試題還有一些保密的考量，所以測驗完畢請務必繳交給你（妳）的自然科任課教師。

附錄五 本研究「PISA 取向之國中自然科情境式非選擇評量」正式施測題本

次主題	120 物質的組成與功用		
教材內容細目	120-4I 瞭解原子量及分子量的概念。		
評量目標	120-4I-I：瞭解原子量與分子量的概念。	配題數：1	第(1)小題：0~1 分
	120-4I-II：知道如何計算原子量與分子量。	配題數：1	第(2)小題：0~1 分
	120-4I-III：了解莫耳的概念。	配題數：1	第(3)小題：0~2 分
	120-4I-IV：知道如何利用莫耳做簡單的計算。	配題數：2	第(4)小題：0~2 分 第(5)小題：0~2 分

【題組題】

下圖是自然科教師為協助學生理解「莫耳」相關概念常用的心智繪圖，請根據圖表內的訊息回答下列問題：



(1) 已知氧的原子量為 16，且一個氧原子質量為一個碳原子質量的 $\frac{4}{3}$ 倍，則碳的原子量為多少？（需列出計算式才給分）

(2) 承題(1)，已知氫的原子量為 1，則酒精（化學式為 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ）分子的分子量為多少？（需列出計算式才給分）

(3) 請你說明「莫耳」的意義是什麼？為什麼科學家要創造「莫耳」這個科學名詞？

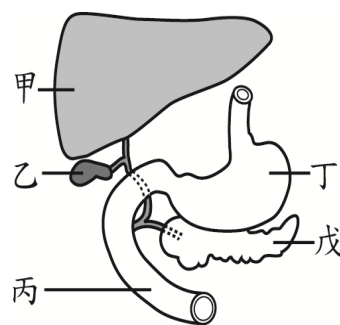
(4)已知水（化學式為 H_2O ）的分子量為 18，則一個水分子的質量約為多少公克？（需列出計算式才給分）

(5)高雄市衛生局檢驗科針對一瓶含有酒精的藥品進行分析，得知其中共含有氫原子 12 莫耳，若所有氫原子都是來自酒精分子，則此瓶藥品共含有多少公克的純酒精？

次主題	142 動物的構造與功能		
教材內容細目	142-4a 瞭解人體及動物的消化系統及功能。		
評量目標	142-4a-I：了解人類及動物消化系統的構造和功能。	配題數：1	第(1)小題：0~1 分
	142-4a-II：了解消化作用的定義與酵素在消化過程中所扮演的角色。	配題數：1	第(2)小題：0~1 分
	142-4a-III：知道食物在人體消化道中的消化過程及養分的吸收與糞便的排除。	配題數：2	第(3)小題：0~2 分 第(4)小題：0~2 分
	142-4a-IV：知道動物消化構造的多樣性。	配題數：1	第(5)小題：0~2 分

【題組題】

英雯為外公慶生時吃了一碗豬腳麵線，若圖一為其消化系統之示意圖，請依圖回答下列問題：



- (1)可協助豬腳油脂消化的膽汁，是由附圖中那個器官所分泌？（請寫出代號與該器官名稱，兩者全對才給分）

- (2)丁器官分泌的消化液內含酵素（或稱為酶），試問其可促進何種營養素的消化分解？

- (3)英雯的弟弟說：「豬腳麵線內的水分全會被大腸吸收」請問這句話是否恰當？請詳細說明理由。

- (4)丙器官內壁有許多的小突起，其名稱為何？其主要功能又是什麼？

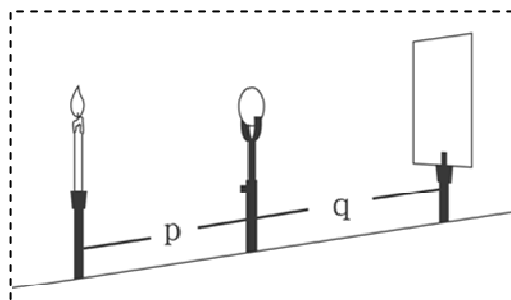
- (5)不同種類動物為了獲取所需要之營養素，各自有其特殊的消化構造。試問，水螅呈現囊狀的消化構造我們稱為什麼？又，其與人類的「消化管」最大不同為何？

次主題	216 聲音、光與波動		
教材內容細目	216-4g(乙) 探討透鏡成像的現象。 註 :216-4g(甲) 探討面鏡成像的現象。		
評量目標	216-4g(乙)-I：了解凸透鏡成像的原理和性質。	配題數：2	第(1)小題：0~1 分 第(2)小題：0~2 分
	216-4g(乙)-II：了解凹透鏡成像的原理和性質。	配題數：1	第(3)小題：0~1 分
	216-4g(乙)-III：了解光學儀器（眼球、照相機、投影機）的成像原因。	配題數：1	第(4)小題：0~2 分
	216-4g(乙)-IV：了解近視眼、遠視眼的成像原因及補救方法。	配題數：1	第(5)小題：0~2 分

【題組題】

英久做凸透鏡成像實驗，裝置如右圖。 p 為燭火至透鏡的距離， q 為紙屏上得到最清晰圖像時，紙屏到凸透鏡的距離。調整 p 值測量相對應的 q 值，結果如下表。

p (公分)	24	28	30	40	60	90	120
q (公分)	120	70	59	40	30	26	24



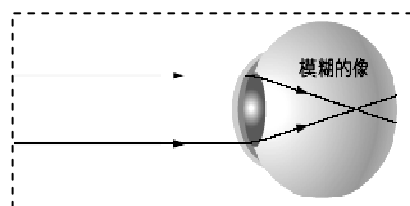
(1) 此凸透鏡的焦距為多少？

(2) 當 $p=32$ 公分時，在紙屏上所成之像性質為何（正立或倒立，放大或縮小，實像或虛像）？並請詳細說明你的判斷依據。

(3) 承題(2)，若 p 仍維持為 32 公分，但將凸透鏡抽換成凹透鏡，則成像的性質為何？

(4) 照相機可以將學校、樹木等巨大物體縮小並拍成照片；試問，對照相機而言，物體位置（物距）、成像位置（像距）與其所用凸透鏡之焦距（ f ）有何關係？

(5) 如附圖所示，近視眼成像原理是：「光線通過變形的水晶體（變得太厚），導致焦點落在視網膜前方。」試問，若近視眼患者想矯正視力，應配戴何種透鏡？請說明理由。



評分等級			
次主題	310 生殖、遺傳與演化		
教材內容細目	310-4c 知道基因可控制性狀的遺傳。		
評量目標	310-4c-I: 了解基因型與表現型的關係。	配題數：1	第(1)小題：0~1 分
	310-4c-II: 能理解孟德爾的遺傳實驗，並據以推論顯性律及分離律等遺傳法則。	配題數：2	第(2)小題：0~1 分
	310-4c-III: 會應用棋盤方格法計算遺傳的機率。	配題數：1	第(3)小題：0~2 分 第(4)小題：0~2 分
	310-4c-IV: 了解細胞核中的染色體是遺傳的基本物質。	配題數：1	第(5)小題：0~2 分

【題組題】

假設控制雞冠形狀的某一對基因中，玫瑰冠對單冠為顯性，以 R 表示顯性基因，r 表示隱性基因。在某研究裏，一隻玫瑰冠公雞甲分別與三隻母雞乙、丙、丁交配後，生下的三群小雞中，每群都任意選擇一隻小雞，記錄性狀如附圖所示，試回答下列問題：

(1)請寫出母雞丙的基因型。

(2)依照遺傳法則研究性狀記錄後，可知公雞甲的基因型應該為何？

(3)由公雞甲與母雞丙所繁衍生出的那群小雞，玫瑰冠小雞與單冠小雞的數目比例應該接近多少？請詳細說明你的理由？

(4)由母雞丁與公雞甲所繁衍生出的那群小雞，玫瑰冠小雞與單冠小雞的數目比例應該接近多少？請詳細說明你的理由？

(5)右圖是志凌畫在筆記本上，用來幫助自己理解「控制雞冠形狀基因」與其對應染色體的概念簡圖。但老師看過後，卻批示此圖至少有兩項明顯錯誤！請依據你對遺傳知識的瞭解，指出其中錯誤並詳細說明應如何修正？
