

顯微鏡下的世界兩階層診斷式紙筆測驗的發展與效化

盧秀琴*

摘 要

本研究以「先操作再訪談」分析國中小學生之顯微鏡操作與相關概念認知，為編製「顯微鏡下的世界兩階層診斷式紙筆測驗（簡稱 TIWM, Two-tier multiple choice Instrument of the World under Microscope）」的工具之理論依據，本工具的目的在偵測學生作答背後的理由。評量工具 TIWM 可分為：(1)國小卷，包含顯微鏡操作技能、生物（細胞）各具有可辨認的特性、微小生物及其生活環境和環境中的微小粒子等四項分量；(2)國中卷，不包含環境中的微小粒子，其餘包含之。本研究同時以大台北地區之國中一年級、國小五年級學生為對象，發展並效化 TIWM；結果發現 TIWM 之「內部均質性信度」達 0.98（國小卷）與 0.85（國中卷），TIWM 的重測信度分別為 0.81（國小卷）與 0.67（國中卷）。本研究也建立 TIWM 的內容效度、專家效度與試題的項目分析。研究發現，「顯微鏡下的世界兩階層診斷式紙筆測驗，TIWM」的國小卷具有良好的信、效度；國中卷的重測信度稍微低一點，其餘適合。

關鍵詞：先操作再訪談（operation-and-interview）、顯微鏡下的世界兩階層診斷式紙筆測驗（Two-tier multiple choice Instrument of the World under Microscope）、顯微鏡操作技能、生物（細胞）各具有可辨認的特性

* 盧秀琴：國立台北師範學院自然科學教育學系教授

顯微鏡下的世界兩階層診斷式紙筆 測驗的發展與效化

盧秀琴^{*}

壹、前言

根據我國 83 年的課程標準 (教育部, 民 82a, 民 82b) 與 90 年的九年一貫課程暫行綱要與基本能力實施策略 (教育部, 民 89a, 民 89b), 國民中小學的自然課程中的實驗活動, 超過總時數的三分之一, 顯示我國科學教育逐漸重視實驗教學的地位, 由原先的示範實驗當作輔助教學活動, 改變成學生親自操作, 經由實驗活動的過程獲得科學技能與科學知識。「顯微鏡的操作」實驗活動目的是在使學生「瞭解顯微鏡的操作, 並且學習如何使用顯微鏡」, 是屬於科學過程技能與技術能力訓練的一種實驗教學 (Collette & Chiapetta, 1994); 目前我國國小「顯微鏡下的世界」課程即屬於這類型的課程。而我國國中「細胞觀察課程」則較偏向於觀察式實驗教學, 主要是讓學生經由實驗活動中學得科學概念知識 (Duggan & Gott, 1995)。此外, 學生學習生物學時對於廣泛概念的學習比較困難, 不同於物理科學的問題通常起源於違反直覺的想法, 許多生物學概念的學習產生困難, 是來自於多方面知識所需要作的整合, 例如: 演化與生態學的概念、光合作用的概念及封閉生態系中動植物的關係等 (Good, Trowbridge, Demastes, Wandersee, Hafner, & Cummins, 1994)。也有研究發現, 學生在學習某些特定的科學概念時, 很典型地在某些重要的關鍵時段發生改變, 例如演化、物質的微粒本質和細胞的構造和功能等 (Novak & Musonda, 1991; Pearsall, Skipper & Mintzes, 1997; Trowbridge & Wandersee, 1994)。曾千虹和耿正屏 (民 82) 認為很多學生尚未親眼見到細胞之前, 對於細胞的概念是模糊的, 會用巨觀的看法解釋微觀的細胞概念, 例如: 洋蔥表皮細胞是綠色的, 因為有葉綠體的構造。

^{*} 盧秀琴: 國立台北師範學院自然科學教育學系教授

研究者曾採用「先操作再訪談」來探究我國國中小學生，對於顯微鏡的操作技能、細胞概念和微小生物概念之瞭解度；結果發現國中小學生約有 27.8%~33.3% 對於顯微鏡的操作有困難，尤其在光圈的使用、焦距的調整和尋找高倍放大的影像方面。雖然已有相當比例（77.8%~94.5%）的學生知道細胞都有細胞核、細胞質和細胞膜；但也具有一些錯誤概念：1.植物細胞都有葉綠體，會進行光合作用。2.動物細胞形狀是趨近圓形的，排列不整齊而獨立分開的，像口腔皮膜細胞、豬肝細胞。3.保衛細胞是動物細胞，因為動物需要保護。此外，發現國中小學生能夠正確說出微小生物的生態地位有隨年齡依序增加的傾向（33.3%~72.2%），但也出現一些錯誤概念：1.生產者是給水中的其他動物吃的，所以是生產者。2.輪蟲、草履蟲身體裡面有綠色的東西，所以是生產者也是消費者。3.水黴菌是細菌的一種。4.水黴菌寄生於魚類、蝦，屬於寄生生物（盧秀琴，民 91）。

目前，國內從事「顯微鏡下的世界」相關概念研究的人不多，更缺乏一套標準化的評量工具；然而「顯微鏡下的世界」相關概念對於顯微鏡的應用非常重要，如果缺乏評量工具，將無法瞭解學生對於「顯微鏡下的世界」相關概念的發展情形，教師亦無法根據學生在此方面的發展情形從事教學、發展教學活動或改進教學。故本研究的主要目的在編製一份適合國小高年級及國中學生發展「顯微鏡下的世界」相關概念的「兩階層診斷式紙筆評量」，其評量方式在第一層試題可以偵測學生在「顯微鏡下的世界」的學習成就，在第二階層試題可以偵測學生作答第一層心理的想法，以深入了解學生的錯誤類型。試題內容是由本研究群經由晤談、鑑定與效化發展而成，能夠提供教師瞭解學生對於「顯微鏡下的世界」相關概念的發展情形，以方便教師發展相關的教學活動或改進教學。

貳、文獻探討

一、有關於顯微鏡操作與相關概念之研究

學生本能的將日常所見所聞、經驗所及的一切事務，用自己發展的一套邏輯加以分類歸納，所自然形成的概念，往往會成為日後建構科學知識的基礎，稱為「先存概念」（preconception）。此種概念較之於科學社群建構的概念，雖然顯得不夠縝密周延，卻是學習者最素樸、最直觀的想法。如果在學習過程中，這種自我的內在架構與科學社群認同的概念不同時，將會產生衝突而造成學習障礙，

使學生無法接受科學的語言，轉而採取拒絕或應付敷衍的態度，也有自此排拒於科學社群之外，視學習科學為畏途。所以概念研究的目的，並非僅止於發現學生的迷思概念（misconception），而是要藉由探討概念發展與改變的過程，協助解決學習者在學習科學上的困難（黃台珠，民 73；劉伍貞，民 85；李奉儒，民 89）。

曾千虹、耿正屏（民 82）曾研究國小、國中及高中學生之細胞概念發展，歸納其所形成之迷思概念陳述如下：1.存在於國小、國中和高中的有：一般植物細胞都比動物細胞大，神經不是細胞，洋蔥表皮細胞含有葉綠體、在顯微鏡下看是綠色的，在顯微鏡下看不見葉綠體、葉綠體存在於細胞外面，液泡內是氣體，細胞外的物質往細胞內移動的現象稱為滲透，而細胞內的物質往細胞外移動稱為擴散。2.存在於國小和國中的有：構成生物體的基本單位是基因，基因是由細胞組成的，人體口腔皮膜細胞是肉色的，細胞質存在於細胞內、是一點一點黑黑的顆粒，細胞膜位於細胞壁外面，行光合作用最主要的目的是產生氧氣，滲透就是要透過一層膜。3.在於國中和高中的有：一個細胞行減數分裂產生一個子細胞。

Brady 和 Willard(1998)從事顯微鏡教學探究（四到八年級），提出幾個概念認知：學童可用顯微鏡觀察生物與無生物的微小構造，高倍率的顯微觀察可以看到細微的小構造；當學童看到廚房粉末、指印、頭髮和礦物沙的細微構造會感到震驚、好奇而滿懷興趣。學童會發現有許多微小生物廣泛存在於自然界中，是由細胞所構成的，就像其他的生物一樣，它們也會生長和繁殖，如果改變其生長環境，就會影響微小生物的生存，以及細菌是自然界的分解者。Pearsall, et al. (1997)在大學的細胞生物學課程中，發現學生會混淆真核細胞和原核細胞，不明白細胞和組織的差異與關係，認為只有真核細胞才具有代謝作用和基因遺傳，原核細胞則缺乏；也不清楚各個胞器的功能與相互的作用。Pearsall, et al. (1997)教導學生製作概念圖，接著用概念圖和排序方法，顯示出細胞新概念的出現。每隔四週檢視學生所製作的概念圖，發現這段期間的主要改變包括了新的上位概念的獲得（例如真核和原核細胞），以及明白各個胞器的相互作用；概念圖實質幫助學生瞭解細胞學的概念認知。

二、科學概念之兩階層診斷式紙筆評量工具探討

近年來世界各國逐漸重視國際數理成就測驗，例如 TIMSS，以了解自己國家學生在世界的相對程度，作為各國實施科學教育的參考。然而這類的測驗調查著重在學生的學習成就，結果僅能了解學生的最後學習成就，而無法進一步診斷分析妨礙學生學習的障礙。最近，科學教育評量研究重心逐漸由重視學生的學業成

就，轉而重視學生學習障礙的診斷；然而診斷式評量通常藉由晤談來進行，較難以大規模施測；故國科會研究群擬採用「兩階層診斷式紙筆評量」，這種診斷的模式由前美國科學教育研究學會主席，澳洲籍學者 David Treagust 提出，適合大規模施測調查。「兩階層診斷式紙筆評量」，在第一層試題可以偵測學生的學習成就，在第二階層試題可以偵測學生作答第一層的理由，以深入了解學生的錯誤類型。「兩階層診斷式紙筆評量」所得到的調查資訊，不僅可以作為相對比較的用途，更可以提供學生的錯誤類型或是學習障礙(國科會，民 91；Treagust, 1995)。

國科會「科學概念研究計畫」採用 Treagust 兩階段的選擇題，來診斷學生在特定領域內的科學概念之理解。發展 Treagust 的診斷測驗有十個步驟：(1)對於命題知識的敘述之辨識，(2)發展概念圖，(3)把命題知識與概念圖關聯起來，(4)建立內容的效度，其次，收集學生的迷思概念，(5)收集相關的文獻，(6)對學生進行無結構的晤談，(7)發展能自由反應的選擇題，最後，發展診斷測驗，(8)發展二階段的診斷，(9)設計檢查表，(10)持續精煉 (Treagust, 1988, 1996; 黃萬居，民 89)。其中，(1)鑑定命題知識陳述的重要性，曾被 Finley & Stewart (1982)描述過；(2)如何發展概念圖，國內外學者專家有許多陳述與發展 (Pearsall, et al., 1997; Trowbridge & Mintzes, 1988; 黃台珠，民 73; 劉伍貞，民 85; 李奉儒，民 89)；(3)把命題知識與概念圖關聯起來，歸納自 Treagust (1988)所提在特定自然科領域內的知識裡，將其中的概念逐項條列出來，以確定命題的範圍；(4)如何建立內容的效度，以刪除任何矛盾或不規則的試題，主要參考自鄭湧涇和楊坤原 (民 85)和許清陽、楊德清和李茂能 (民 90)的說明。國內，張賴妙理和鄭湧涇(民 89)曾經發展二階段的診斷工具探究國一學生對光合作用的另有概念，並且歸納探討學生形成另有概念的成因。林家平 (民 90)也利用二階段的診斷工具，做國小學童光合作用概念之分析研究。

參、研究方法與流程

一、研究樣本

(一) 預試評量卷的研究對象：以研究群所服務學校的國小五年級及國中一年級學生為對象，抽取一百名學生，由研究群本人測試，以了解評量卷的表面效度，將題意不清的試題或選項予以修改。

(二) 正式評量卷的研究對象：本研究以大台北地區之國小五年級和國中一年級學生為母群體，採分層隨機取樣 (Stratified random sampling) 與集群取樣 (Cluster sampling) 的方式進行抽樣。首先將樣本分為臺北縣和台北市兩群，再將兩縣市內的國小、國中，依班級數的多寡分為大(76 班以上)、中(31-75 班)、小(30 班以下)三類群，再從這三類群學校中，依學生數之比例抽取三所學校之一定班級數為樣本，所抽到的班級之全部學生皆為研究對象。在剔除無效樣本後，得國小五年級樣本數為 188 位，國中一年級為 214 位。

由於本研究的母群體為臺北地區之國小五年級和國中一年級學生，故研究結論如欲推演至台北以外地區之國小、國中學生，必須十分謹慎。「顯微鏡下的世界兩階層診斷式紙筆測驗」的發展與效化在選取學校時，研究者雖注意城鄉的分布，但班級數極少的偏遠地區樣本未予納入，因此本研究如欲推論到大台北地區以外或包含班級數極少的偏遠地區的學童，必須十分審慎。

二、研究工具之設計

本研究曾利用「先操作再訪談」法分析學生的另有概念，即根據國民中小學的課程標準發展國中小學「顯微鏡下的世界」相關概念的教材綱要、科學家的概念圖，進行城、鄉、偏遠地區總共 54 位國中小學學生的實驗操作與晤談(盧秀琴，民 91)。根據晤談內容，編輯命題知識陳述，設計「顯微鏡下的世界」之半開放式問卷，對國小五年級、國中一年級各 100 名學生施測；根據學生回答的理由統計後，發展「顯微鏡下的世界兩階層診斷式紙筆測驗，以下簡稱為 TIWM(Two-tier multiple choice Instrument of the World under Microscope)」，分為國小卷和國中卷，兩卷都含有十五題的共同題。建立此國小卷和國中卷的試題項目分析、表面效度分析、內容效度分析、專家效度分析、內部均質性信度分析(internal consistency reliabilities analysis)、重測信度分析、難度分析、鑑別度分析、試題內部相關分析和試題的因素分析。

三、實施程序

本研究主要採用「先操作再訪談」分析國中小學生「顯微鏡下的世界」之顯微鏡操作與相關概念認知，為編製 TIWM 的工具之理論依據。其實施程序可分為準備階段及編製階段。

(一) 準備階段：根據研究動機與目的，著手構思研究架構，並詳細分析「先

操作再訪談」的資料，提出並統計學生可能的錯誤類型，確定本診斷式紙筆評量的題型。

(二) 編製階段：本診斷式紙筆評量的題型確定後，隨即進行文獻探討以及半開放問卷調查，決定國小卷和國中卷之內容向度，共同題與個別題的比例分配，拍攝顯微照片以備撰寫。編輯的本診斷式紙筆評量初稿經過預試、試題的項目分析、信效度考驗後，完成標準化 TIWM 的編製。

四、資料處理

(一) 資料整理：研究群將受試者的原始資料中，把基本資料及作答不完整的部份予以刪除，再透過電腦資料轉換方式，將原始資料轉入 SPSS10.0 視窗板統計套裝軟體，進行資料整理與分析。

(二) 資料分析：本研究將蒐集到的資料，採用下列的方法分析：1.請生物專業領域之學者專家及國中小資深生物科或自然科教師來檢驗 TIWM 之專家及內容效度。2.以內部一致性係數、重測信度來考驗 TIWM 之信度。3.進行試題難度、鑑別度、試題內部相關分析，以及試題因素分析以考驗 TIWM 之適合度。

肆、研究結果與討論

本研究旨在分析 TIWM 試題的表面效度分析、進行信度、效度考驗以及試題之項目分析，以建立標準化之「顯微鏡下的世界兩階層診斷式紙筆測驗」。

首先根據文獻探討、國民中小學課程標準、學生的實驗操作與晤談資料和學者專家的意見，進行有關「顯微鏡下的世界」之探討，編輯「顯微鏡下的世界」命題知識陳述，完成如表 1 所示，共分為四個分量：顯微鏡操作技能 (A)、生物 (細胞) 各具有可辨認的特性 (B)、微小生物及其生活環境 (C) 和環境中的微小粒子 (D) 等。然後，根據「命題知識陳述」和學生晤談資料，設計「顯微鏡下的世界」之半開放式問卷，對國小五年級、國中一年級各 100 名學生施測；根據學生回答的理由統計後，發展 TIWM 初稿，分為共同題 15 題 (簡稱共，題碼為共 1-15)、國小題 21 題 (簡稱小，題碼為小 16-36) 和國中題 21 題 (簡稱國，題碼為國 16-36) 等；命題知識陳述和題目的分配如表 2 所示。

表 1 「顯微鏡下的世界」命題知識陳述之內容

分量表	程度	內容說明
A 群 顯 微 鏡 操 作 技 能	1	在顯微鏡下可以看到微小的物體。
	2	能依正確的步驟，製作一個水埋法的玻片標本進行觀察。
	3	染色可以使細胞構造看得更清楚。
	4	能認識顯微鏡的各部位構造名稱並瞭解其功能。
	5	能依正確的步驟操作顯微鏡，進行觀察。
	6	使用顯微鏡時，能瞭解更換倍率的正確操作步驟。
	7	在複式顯微鏡下觀察到的物體影像左右相反、上下顛倒。
	8 國中	解剖顯微鏡屬於光學顯微鏡，可以觀察目標物的立體構造。
	9 國中	在解剖顯微鏡下觀察到的物體影像，方向和實體相同。
B 群 ： 生 物 、 細 胞 具 有 可 辨 認 的 特 性	1	構成生物最小的單位是細胞。
	2	植物細胞和動物細胞的形態及構造有些差異。
	3	動物細胞則不具細胞壁，形態較不規則；液泡較小，不具葉綠體，無法行光合作用(如口腔皮膜細胞)。
	4	植物細胞具有細胞壁及大型液泡，形態較為規則，如表皮細胞(因為有細胞壁)，部分植物細胞具有葉綠體可行光合作用(如保衛細胞)。
	5 國中	細胞的基本構造包括細胞膜、細胞核、細胞質，細胞質中有多種不同功能的胞器，如液泡等。
	6 國中	生物可依核膜的有無分為原核生物及真核生物。
	7 國中	生物可依細胞的數目分為單細胞生物及多細胞生物。
	8 國中	單細胞生物由一細胞構成個體，多細胞生物的細胞有分工合作的現象，各有不同的形態及功能，細胞會再構成組織、進而構成器官、進而構成系統(植物無此層次)、進而構成個體。
	9 國中	植物的表皮組織包括表皮細胞及保衛細胞。表皮細胞排列緊密，不具葉綠體，有保護功能；保衛細胞多位於葉下表皮，由二個半月型細胞成對排列，具有葉綠體，可控制中央的氣孔之開關。
	10 國中	血液中含有紅血球、白血球及血小板等血球。紅血球因具有血紅素，不需染色即可觀察到。血液在血管中流動，由動脈到微血管到靜脈，其中微血管一次只能讓一個血球通過。
	11 國中	植物的花包含雄蕊及雌蕊。雌蕊的子房中可能有一個以上的胚珠，內含一個卵，胚珠在卵受精後發育為種子，而子房壁發育為果實。
	12 國中	成熟蕨葉的下表皮可見孢子囊堆，內有多個孢子囊，孢子囊成熟後可放出許多孢子以進行繁殖。
C 群 ： 微 小 生 物	1	水中有許多微小生物，包含生產者、消費者與分解者。
	2	溫暖潮溼的環境適合黴菌生長。
	3	黴菌會使有機的物體腐敗，是生態系的分解者。
	4	水中的微小生物有些會行光合作用，是主要的生產者。
	5	水中的微小生物有些是魚蝦的食物，是食物鏈中重要的一環。
	6	生產者、消費者、分解者以及生物生長的环境構成微妙的生態系。
	7	消費者不具有葉綠素，需以攝食的方式獲得養分。

及其環境	8	分解者不具有葉綠素，可分解生物遺體成排泄物以獲得養分，並將其內的元素歸回土壤中。
	9 國中	生產者包括植物和藍綠藻及水中微小生物，多具有葉綠素，可行光合作用，自行製造養分。
D 群	1 國小	在自然環境中有許多眼睛看不到的微小粒子。
	2 國小	存在於水中、空氣中、土壤中的微粒可能造成自然環境的污染，有些則有利於生物的成長。

※D 群為環境中的微小粒子

表 2 顯微鏡下的世界兩階層診斷式紙筆測驗試題分配表

分量表	命題知識陳述分量說明	試題編號	國小卷 題數	國中卷 題數
A	顯微鏡操作技能	共 1-7, 9 小 16-19, 35 國 16-17, 21-22	13	12
B	生物（細胞）各具有可辨認的特性	共 8, 10 小 20-22, 36 國 18-20, 23-33	6	16
C	微小生物及其生活環境	共 9, 11-15 小 23, 26-29, 33-34 國 34-36	13	8
D	環境中的微小粒子	小 24, 30-32	4	0

一、試題的表面效度分析

研究者為瞭解試題的作答方法與各題題意是否清楚明白，以預試評量卷的研究對象進行本試題初稿的試測，結果完成修改題意不清楚或表達不恰當的有五題，使題目的表達更清晰明瞭。列舉修改最多的一題說明之，其原始的題目如下：下列哪一種物體不是由細胞所組成的？

答案：	理由：
☐ 1) 食鹽。	☐ A) 它不會動。
☐ 2) 葉子。	☐ B) 它不可以吃。
☐ 3) 木頭。	☐ C) 它沒有細胞構造。
☐ 4) 皮膚。	☐ D) 它是死的。
	☐ E) 其他_____

研究群討論後，建議修改如下：

下列哪一項是由細胞所組成的？

答案：	理由：
☐ 1) 食鹽。	☐ A) 排列整齊的構造。
☐ 2) 葉子。	☐ B) 大小形狀相似。
☐ 3) 蜂窩。	☐ C) 它是生物的構造。
☐ 4) 岩石。	☐ D) 其他

二、TIWM 的效度分析

本研究所編製的「顯微鏡下的世界兩階層診斷式紙筆測驗」之效度分析，含內容效度和專家效度。內容效度請擔任國中生物科、國小自然科多年教學經驗的教師，就 TIWM 試題的代表性及周延性加以審閱；專家效度則請國立台灣師大生物系教授、市立師院的生物科教授審閱 TIWM 試題內容在顯微鏡下的世界的適配性與合理性。

(一) 內容效度：經過四位國中小資深教師審閱後，認為試題的內容並沒有超出國小五年級、國中一年級所學的範圍，與他們的學習程度相符合。在 TIWM 試題的代表性及周延性方面，四位教師認為試題內容可以充分反映顯微鏡下的世界的四個分量的內涵，但是在第二階層的某些選項，需做部份修正，以求更明確。已經依照四位教師的建議一一做修正，顯示出 TIWM 具有內容效度。

(二) 專家效度：經過兩位大學生物教授審閱後，認為試題能充分反映顯微鏡下的世界四個分量之命題知識陳述的內涵架構，但是在某些題幹的陳述與理由選項部分，需做部份的修正，以求更周延。已經依照兩位教授的建議一一做修正，顯示出 TIWM 在試題內容方面具有專家效度。

三、TIWM 的信度分析

顯微鏡下的世界兩階層診斷式紙筆測驗旨在測量學生的顯微鏡操作技能、對於細胞定義與特性的認識、是否了解環境中微小生物的生態地位及環境中微小粒子的存在等因素；因此，在 TIWM 的信度建立方面，除了作內部一致性分析，以了解總試題及各分量試題間之關係外，還要進一步分析 TIWM 的穩定性，看看是否會受時間因素的影響。本研究的內部一致性信度是以 Cronbach α 係數進行考驗，主要是以回答試題的對錯進行考驗；而 TIWM 的穩定性則以重測信度加以考驗。

(一) 內部一致性信度：TIWM 共分為四個組成成分，內部一致性信度分別就

這四個組成成分的分量及總測驗卷以 Cronbach α 係數進行考驗，經 SPSS Reliability 副程式分析其結果如表 3 及表 4。由表 3 知道 TIWM 國小卷之 Cronbach α 係數為 0.9839，四個分量為 0.8927、0.9212、0.9764 和 0.9729，顯示其內部一致性信度高。由表 4 知道 TIWM 國中卷之 Cronbach α 係數為 0.8497，三個分量為 0.6347、0.7638 和 0.5922，顯示總測驗卷的內部一致性信度高，其它三個分量則稍差。

表 3 TIWM 國小卷之內部一致性之信度分析摘要表

組成成分	總測驗卷	顯微鏡操作 技能 (A)	生物各具有可辨 認的特性 (B)	微小生物及其 生活環境 (C)	和環境中的微 小粒子 (D)
平均數	33.11	11.18	4.78	12.21	3.94
標準差	10.78	4.58	2.67	4.94	1.25
題數	36	13	6	13	4
Cronbach α	0.9839	0.8927	0.9212	0.9764	0.9729
樣本人數	188	188	188	188	188

表 4 TIWM 國中卷之內部一致性之信度分析摘要表

組成成分	總測驗卷	顯微鏡操作技能 (A)	生物各具有可辨認的 特性 (B)	微小生物及其生活 環境 (C)
平均數	33.29	13.79	12.37	6.93
標準差	12.63	4.70	6.71	3.52
題數	36	12	16	8
Cronbach α	0.8497	0.6347	0.7638	0.5922
樣本人數	214	214	214	214

(二) 重測信度：本研究是以重測信度來考驗 TIWM 的穩定性，研究樣本的前測和後側的時間相隔二個星期。重測信度是將前後兩次測驗的結果，以皮爾孫積差相關檢測兩者在 TIWM 各組成成分與總測驗卷之間的相關性，經 SPSS 分析，其結果如表 5 和表 6。從表 5 發現，TIWM 國小卷的重測信度，其總測驗卷的相關係數為.811，各組成成分的相關係數為.650、.701、.774 和.618，均已達到.01 的顯著水準，顯示 TIWM 國小卷的重測信度相當高，穩定性佳。從表 6 發現，TIWM 國中卷的重測信度，其總測驗卷的相關係數為.673，各組成成分的相關係數為.556、.721 和.574，也已達到.01 的顯著水準，顯示 TIWM 國中卷的重測信度是可以採信的。

表 5 TIWM 國小卷之重測信度分析摘要表

組成成分	總測驗卷	顯微鏡操作 技能 (A)	生物各具有可辨 認的特性 (B)	微小生物及其 生活環境 (C)	和環境中的微 小粒子 (D)
相關係數	.811	.650	.701	.774	.618
P	.000	.000	.000	.000	.000
題數	36	13	6	13	4
樣本人數	188	188	188	188	188

表 6 TIWM 國中卷之重測信度分析摘要表

組成成分	總測驗卷	顯微鏡操作技能 (A)	生物各具有可辨認 的特性 (B)	微小生物及其生活 環境 (C)
相關係數	.673	.556	.721	.574
P	.000	.000	.000	.000
題數	36	12	16	8
樣本人數	214	214	214	214

四、試題的項目分析

本研究所進行試題的項目分析，樣本選取來自台北縣市共國小五年級 118 人，國中一年級 214 人的初測成績。試題的項目分析旨在分析題目的難度、鑑別度、並探討試題的內部相關及試題的組成成分，將不佳的題目予以修正或刪除，以獲得最佳的考驗。

(一)試題難度與鑑別度分析：試題的難度與鑑別度分析，首先是將受試者在 TIWM36 題的得分，以總分的高低取其上下各 27% 的樣本人數，總分高的前 27% 的受試者稱之為高分組，總分低的後 27% 的受試者稱之為低分組。難度的計算公式為： $P = (P_H + P_L) / 2$ ，式中 P 代表難度， P_H 代表高分組通過某一題目的百分比， P_L 代表低分組通過某一題目的百分比， P 值愈大題目愈簡單， P 值愈小題目愈困難。鑑別度的計算公式為： $D = P_H - P_L$ ，式中 D 代表鑑別度指數， P_H 代表高分組通過某一題目的百分比， P_L 代表低分組通過某一題目的百分比， D 值愈大題目愈有鑑別度， D 值愈小題目愈沒有鑑別度。

經 SPSS 的統計分析，表 7 係 TIWM 國小卷和國中卷每個題目的難度與鑑別度。從表 7 的分析發現，國小卷 36 個題目的難度介於 0.000~0.585 之間，鑑別度介於 0.000~0.926 之間，其中共 6、共 8、共 13、小 16、小 17、小 18、小 26、小

31、小 34 的難度分別為 0.028、0.037、0.083、0.204、0.000、0.278、0.111、0.130 及 0.204，是屬於較難的題目，其鑑別度分別為 0.056、0.074、0.167、0.407、0.000、0.556、0.222、0.462 及 0.407，鑑別度也不高，決定刪除。題目共 12 的難度和鑑別度為 0.074 和 0.148，題目也是偏難，最後決定不刪除是因為訪談時發現國小五年級學生有相當多的分解者角色的錯誤概念。國中卷 36 個題目的難度介於 0.095~0.770 之間，鑑別度介於 0.000~0.825 之間，其中共 8、共 13、國 17、國 26、國 28、國 32 的難度值分別為 0.119、0.190、0.262、0.095、0.095 及 0.127，是屬於較難的題目，其鑑別度分別為 0.111、0.254、0.111、0.095、0.000 及 0.127，鑑別度也不高，決定刪除。就整體的試題而言，國中卷大部份的題目難易適中，且具有適當的鑑別度；國小卷有些題目偏難，但是鑑別度很高。

表 7 TIWM 國小卷和國中卷的難度與鑑別度

試題編號	國小卷		試題編號	國中卷	
	難 度 $P = (P_H + P_L) / 2$	鑑別度 $D = (P_H - P_L)$		難 度 $P = (P_H + P_L) / 2$	鑑別度 $D = (P_H - P_L)$
共 1	0.370	0.667	共 1	0.770	0.365
共 2	0.389	0.741	共 2	0.746	0.222
共 3	0.441	0.481	共 3	0.566	0.635
共 4	0.278	0.519	共 4	0.540	0.254
共 5	0.350	0.712	共 5	0.550	0.312
共 6	0.028	0.056	共 6	0.444	0.508
共 7	0.389	0.704	共 7	0.619	0.317
共 8	0.037	0.074	共 8	0.119	0.111
共 9	0.463	0.926	共 9	0.643	0.492
共 10	0.241	0.481	共 10	0.524	0.698
共 11	0.250	0.426	共 11	0.270	0.444
共 12	0.074	0.148	共 12	0.333	0.476
共 13	0.083	0.167	共 13	0.190	0.254
共 14	0.352	0.704	共 14	0.603	0.698
共 15	0.463	0.926	共 15	0.643	0.492
小 16	0.204	0.407	國 16	0.421	0.492
小 17	0.000	0.000	國 17	0.262	0.111
小 18	0.278	0.556	國 18	0.351	0.714
小 19	0.463	0.926	國 19	0.444	0.762
小 20	0.343	0.648	國 20	0.421	0.778
小 21	0.315	0.630	國 21	0.429	0.603

小 22	0.358	0.377	國 22	0.532	0.746
小 23	0.398	0.717	國 23	0.467	0.794
小 24	0.463	0.926	國 24	0.444	0.635
小 25	0.315	0.630	國 25	0.460	0.825
小 26	0.111	0.222	國 26	0.095	0.095
小 27	0.333	0.667	國 27	0.397	0.762
小 28	0.296	0.593	國 28	0.095	0.000
小 29	0.398	0.759	國 29	0.413	0.635
小 30	0.352	0.704	國 30	0.413	0.825
小 31	0.130	0.462	國 31	0.270	0.349
小 32	0.380	0.759	國 32	0.127	0.127
小 33	0.585	0.491	國 33	0.405	0.651
小 34	0.204	0.407	國 34	0.446	0.433
小 35	0.434	0.679	國 35	0.357	0.556
小 36	0.352	0.704	國 36	0.341	0.356

(二) 各試題與總測驗卷內部相關分析：TIWM 國小卷和國中卷經難度及鑑別度的分析後，可以看出那些題目可以刪除(如難度及鑑別度指數偏低的題目)，接下來要進一步分析各試題與總測驗卷內部相關，看各試題與總測驗卷分數的一致性，經由 SPSS 統計分析而得，如表 8、表 9。從表 8 所得結果，國小卷的內部一致性 α (整體 $\alpha = 0.9839$) 相當高，大部分的試題與總測驗卷的相關都很高。比較刪除國小卷 9 題後的內部相關 α 係數是否受到影響，其數據為：共 6(0.9841)、共 8(0.9839)、共 13(0.9835)、小 16(0.9834)、小 17(0.9832)、小 18(0.9833)、小 26(0.9830)、小 31(0.9830) 和小 34(0.9830)，結果刪除國小卷 9 題後的內部相關 α 係數不受影響。從表 9 所得結果，國中卷的內部一致性 α (整體 $\alpha = 0.8497$) 相當高，大部分的試題與總測驗卷的相關都很高。比較刪除國小卷 6 題後的內部相關 α 係數是否受到影響，其數據為：共 8(0.8501)、共 13(0.8499)、國 17(0.8543)、國 26(0.8511)、國 28(0.8553)、國 32(0.8511)，結果刪除國中卷 6 題後的內部相關 α 係數都略有提昇。

表 8 國小卷試題與總診斷測驗卷內部相關統計分析表

試題編號	刪除該題後 之平均數	刪除該題後 之變異數	試題與總分 之相關	刪除該題後 之 α 係數
共 1	25.9552	2185.6530	0.0580	0.9849
共 2	25.9104	2176.8519	0.1825	0.9847
共 3	26.4478	2167.0085	0.3097	0.9846
共 4	26.3682	2161.8138	0.3514	0.9845
共 5	26.8955	2155.9140	0.7320	0.9842
共 6	26.7363	2151.9651	0.6382	0.9841
共 7	26.1692	2141.8212	0.5433	0.9842
共 8	26.8060	2139.3072	0.7691	0.9839
共 9	26.3383	2128.9150	0.6900	0.9839
共 10	26.3731	2123.6551	0.7039	0.9838
共 11	26.4577	2115.7995	0.7611	0.9837
共 12	26.6169	2111.5975	0.8497	0.9836
共 13	26.7065	2104.9084	0.8747	0.9835
共 14	25.9751	2099.7044	0.8065	0.9835
共 15	25.8657	2090.7869	0.8479	0.9834
小 16	26.4776	2087.1407	0.8489	0.9834
小 17	26.8856	2082.3118	0.9593	0.9832
小 18	26.1741	2073.9045	0.8641	0.9833
小 19	26.0448	2068.2730	0.8770	0.9832
小 20	26.4577	2061.1895	0.9048	0.9831
小 21	26.1294	2054.6632	0.8947	0.9831
小 22	26.4129	2049.0636	0.9100	0.9831
小 23	26.0697	2039.9651	0.9215	0.9830
小 24	25.7313	2036.3675	0.9302	0.9830
小 25	26.0149	2029.8048	0.9264	0.9830
小 26	26.4478	2025.3785	0.9341	0.9830
小 27	26.0945	2016.8960	0.9346	0.9830
小 28	26.1244	2011.8795	0.9312	0.9830
小 29	25.9303	2005.7751	0.9447	0.9830
小 30	25.9652	1997.6738	0.9576	0.9829
小 31	26.3085	1994.9444	0.9489	0.9830
小 32	25.9453	1986.4920	0.9539	0.9830
小 33	26.0697	1981.3151	0.9505	0.9830
小 34	26.4129	1973.9036	0.9555	0.9830
小 35	26.0896	1969.2719	0.9508	0.9831
小 36	25.9403	1962.6364	0.9592	0.9831

有效樣本人數 = 188

題數 = 36

 $\alpha = 0.9839$

表 9 國中卷試題與總診斷測驗卷內部相關統計分析表

試題編號	刪除該題後 之平均數	刪除該題後 之變異數	試題與總分 之相關	刪除該題後 之 α 係數
共 1	31.3378	151.9351	0.3167	0.8466
共 2	31.1441	155.0651	0.2172	0.8486
共 3	31.6126	146.7995	0.5140	0.8412
共 4	31.6216	153.0417	0.2234	0.8492
共 5	32.2162	160.3150	-0.0960	0.8537
共 6	31.9550	149.6541	0.3776	0.8450
共 7	31.4099	152.9217	0.2530	0.8482
共 8	32.5405	156.2947	0.1442	0.8501
共 9	31.4640	148.0507	0.4866	0.8422
共 10	31.7162	148.3580	0.4221	0.8437
共 11	32.1396	151.8673	0.3156	0.8466
共 12	32.1216	149.9806	0.4074	0.8443
共 13	32.4279	155.5038	0.1659	0.8499
共 14	31.4414	147.2160	0.5185	0.8413
共 15	31.3874	150.9533	0.3599	0.8455
國 16	32.1081	149.0018	0.4068	0.8442
國 17	32.2523	158.6058	-0.0042	0.8543
國 18	31.8919	153.2371	0.2226	0.8492
國 19	31.8198	146.1031	0.5232	0.8408
國 20	31.8829	146.8098	0.5182	0.8412
國 21	31.8964	148.2200	0.4210	0.8437
國 22	31.5315	148.6845	0.4415	0.8433
國 23	31.8874	146.0461	0.5271	0.8407
國 24	31.9775	147.7687	0.4417	0.8431
國 25	31.8378	145.1139	0.5550	0.8398
國 26	32.6261	157.6650	0.0760	0.8511
國 27	32.0541	146.5763	0.5144	0.8412
國 28	32.5270	160.8748	-0.1196	0.8553
國 29	31.9054	148.3575	0.4176	0.8438
國 30	31.9459	144.8206	0.5706	0.8393
國 31	32.1982	153.4538	0.2256	0.8489
國 32	32.5676	157.5950	0.0774	0.8511
國 33	32.0000	148.2986	0.4390	0.8433
國 34	32.2793	154.5823	0.2011	0.8492
國 35	32.1261	149.1152	0.4198	0.8439
國 36	32.1036	152.8716	0.2390	0.8487

有效樣本人數 = 214

題數 = 36

 $\alpha = 0.8497$

(三) 試題的因數分析：這是數學的精簡做法，它能夠將為數眾多變數濃縮成為較少的幾個精簡變數；這些精簡的變數就是因素，因此此統計分析就稱為因素分析。本研究試題分析的計分，二階層全部作對給一分，其餘的給零分，經由 SPSS 統計分析而得，如表 10、表 11。所得結果，國小卷和國中卷的試題主要成分之因素分析皆可以得到六個因素，因為平方和小於 2 者不採計，前六個因素的因素負荷量在 2 以上。從表 10 知道，國小卷的第一因素為顯微鏡操作技能 (A)、第二因素為微小生物及其生活環境 (C)、第三因素為生物 (細胞) 各具有可辨認的特性 (B)、第五因素為環境中的微小粒子 (D) 等。從表 11 知道，國中卷的第一因素為顯微鏡操作技能 (A)、第二因素為生物 (細胞) 各具有可辨認的特性 (B)、第三因素為微小生物及其生活環境 (C) 等。

表 10 TIWM 國小卷試題因數分析

試題編號	因素					
	1 (A)	2 (C)	3 (B)	4	5 (D)	6
共 1	.774					
共 2	.358	.393				
共 3	.634					
共 4	.137		.689			
共 5	.236					.600
共 7	.575					
共 9	.605					
共 10			.530			
共 11		.442				
共 12		.436	.445			
共 14		.539				
共 15		.599				
小 19	.524					
小 20			.250	.766		
小 21			.499			
小 22		.291				.589
小 23		.389				
小 24		.508		.453		
小 25	.574					
小 27		.406			.522	
小 28		.603			.726	
小 29	.441	.417				
小 30		.509			.394	
小 32					.751	
小 33		.725				
小 35		.402				
小 36		.351				

表 11 TIWM 國中卷試題因數分析

試題編號	因素					
	1 (A)	2 (B)	3 (C)	4	5	6
共 1	.373		.435			
共 2	.513					
共 3	.379	.502				
共 4	.203	.401				
共 5	.422					
共 6	.301	.471				
共 7	.305					.422
共 9		.598				
共 10		.603				
共 11		.545	.300			
共 12		.452	.337			
共 14		.624	.216	.256		
共 15		.610	.227		.233	
國 16		.549				
國 18		.385				.520
國 19		.636				
國 20		.603				
國 21	.657					
國 22	.660					
國 23		.547				
國 24		.538				
國 25		.738				
國 27		.514				
國 28		.335		.499		
國 29		.495				
國 30		.644				
國 31		.329			.376	
國 33		.511				
國 34		.363	.307			
國 35		.566	.269			
國 36			.396			

(四) 完成編製「顯微鏡下的世界兩階層診斷式紙筆測驗」：根據前面的研究，建立了 TIWM 國小卷和國中卷的試題項目分析、表面效度分析、內容效度分析、專家效度分析、內部均質性信度分析、重測信度分析、難度分析、鑑別度分析、試題內部相關分析和試題的因素分析。決定刪除國小卷 9 題，國中卷 6 題，並將題目重新編碼，配合命題知識陳述內容的項度說明，整理如表 12；TIWM 國小卷和國中卷的試題見附錄說明。

表 12 TIWM 編製完的國小卷、國中卷與命題知識陳述內容之關係

分量表	命題知識陳述內容說明	國小卷	國中卷
顯微鏡的操作技能	A 1 在顯微鏡下可以看到微小的物體。	共 1	共 1
	群 2 能依正確的步驟，製作一個水埋法的玻片標本進行觀察。	小 13	
	: 3 染色可以使細胞構造看得更清楚。	共 2	共 2
	顯 4 能認識顯微鏡的各部位構造名稱並瞭解其功能。	小 14	國 14
	微 5 能依正確的步驟操作顯微鏡，進行觀察。	小 15	
	鏡 6 使用顯微鏡時，能瞭解更換倍率的正確操作步驟。	共 5	共 5
	的 7 在複式顯微鏡下觀察到的物體影像左右相反、上下顛倒。	共 6	共 6
	操 8 解剖顯微鏡屬於光學顯微鏡，可以觀察目標物的立體構造。(國中)	共 3	共 3
	作 9 在解剖顯微鏡下觀察到的物體影像，方向和實體相同。(國中)	共 7	共 7
生物細胞具可辨認的特性	B 1 構成生物最小的單位是細胞。		國 16
	群 2 植物細胞和動物細胞的形態及構造有些差異。		國 13
	: 3 動物細胞則不具細胞壁，形態較不規則；液泡較小，不具葉綠體，無法行光合作用(如口腔黏膜細胞)。	共 4	共 4
	生 4 植物細胞具有細胞壁及大型液泡，形態較為規則，如表皮細胞(因為有細胞壁)，部分植物細胞具有葉綠體可行光合作用(如保衛細胞)。	小 16	國 27
	物 5 細胞的基本構造包括細胞膜、細胞核、細胞質，細胞質中有多種不同功能的胞器，如液泡等。(國中)	小 26	國 15
	細 6 生物可依核膜的有無分為原核生物及真核生物。(國中)	小 17	國 20
	胞 7 生物可依細胞的數目分為單細胞生物及多細胞生物。(國中)	共 10	共 10
	具 8 單細胞生物由一細胞構成個體，多細胞生物的細胞有分工合作的現象，各有不同的形態及功能，細胞會再構成組織、進而構成器官、進而構成系統(植物無此層次)、進而構成個體。(國中)		國 25
	有 9 植物的表皮組織包括表皮細胞及保衛細胞。表皮細胞排列緊密，不具葉綠體，有保護功能；保衛細胞多位於葉下表皮，由二個半月型細胞成對排列，具有葉綠體，可控制中央的氣孔之開關。(國中)		國 24
			國 22
			國 23
			國 21

10	血液中含有紅血球、白血球及血小板等血球。紅血球因具有血紅素，不需染色即可觀察到。血液在血管中流動，由動脈到微血管到靜脈，其中微血管一次只能讓一個血球通過。(國中)	國 18	國 19
11	植物的花包含雄蕊及雌蕊，子房中可能有一個以上的胚珠，內含一個卵，胚珠在卵受精後發育為種子，而子房壁發育為果實。(國中)	國 28	
12	成熟蕨葉的下表皮可見孢子囊堆，內有多個子囊，孢子囊成熟後可放出許多孢子以進行繁殖。(國中)	國 17	
C 群： 微 小 生 物 及 其 生 活 環 境	1 水中有許多微小生物，包含生產者、消費者與分解者。	共 11	共 11
	2 溫暖潮溼的環境適合黴菌生長。	小 18	
	3 黴菌會使有機的物體腐敗，是生態系的分解者。	共 9	共 9
		小 22	
	4 水中的微小生物有些會行光合作用，是主要的生產者。	共 8	共 8
			國 30
	5 水中的微小生物有些是魚蝦的食物，是食物鏈中重要的一環。	小 21	
	6 生產者、消費者、分解者以及生物生長的環境構成微妙的生態系。	小 20	
	7 消費者不具有葉綠素，需以攝食的方式獲得養分。	共 12	共 12
D 群			國 29
	8 分解者不具有葉綠素，可分解生物遺體成排泄物以獲得養分，並將其內的元素歸回土壤中。	小 23	
		小 25	
	9 生產者包括植物和藍綠藻及水中微小生物，多具有葉綠素，可行光合作用，自行製造養分。(國中)		國 26
D 群	1 在自然環境中有許多眼睛看不到的微小粒子。(國小)	小 19	
		小 27	
	2 存在於水中、空氣中、土壤中的微粒可能造成自然環境的污染，有些則有利於生物的成長。(國小)	小 24	

D 群為環境中的微小粒子

伍、結論與建議

本研究之目的在編製標準化之顯微鏡下的世界兩階層診斷式紙筆測驗，包括國小卷和國中卷，本工具的目的在偵測學生作答背後的理由，包含四個分量：顯微鏡操作技能、生物（細胞）各具有可辨認的特性、微小生物及其生活環境和環境中的微小粒子等。茲將本研究之重要發現及建議詳述如下：

一、研究發現

（一）本研究為「顯微鏡下的世界」兩階層診斷式紙筆測驗，不僅適用於較大數量的施測，在第一層試題可以偵測學生的學習成就，在第二階層試題可以偵

測學生作答第一層的理由，以深入了解學生的錯誤類型或是學習障礙。

(二) 標準化的測驗編製首重信度、效度的考驗。本研究在信度考驗方面，內部均質性信度達 0.98 (國小卷) 與 0.85 (國中卷)，重測信度分別為 0.81 (國小卷) 與 0.67 (國中卷)。顯示「顯微鏡下的世界」兩階層診斷式紙筆測驗都已建立內部的一致性信度和重測信度。

(三) 在效度考驗方面，本研究建立了內容效度和專家效度。另外，利用試題的項目分析，包括：各試題的難度和鑑別度、各試題與總測驗卷內部相關分析和試題的因數分析，最後完成編製「顯微鏡下的世界兩階層診斷式紙筆測驗」。

綜合上述的研究發現，本研究所編製的「顯微鏡下的世界兩階層診斷式紙筆測驗」是一份具有良好信度、效度之標準化測驗，可用於檢測國小高年級、國中一年級對於顯微鏡下的世界相關概念的發展情形，作為顯微鏡下的世界課程發展及改進教學之參考。

二、建議

兩階層診斷式紙筆測驗的研究在國內尚屬於起步階段，如何發展與效化有待科學教育學者專家的努力；本研究根據學生晤談、國中小學課程標準與科學家概念，編製了標準化的「顯微鏡下的世界兩階層診斷式紙筆測驗」，能夠提供教師瞭解學生對於「顯微鏡下的世界」相關概念的發展情形，以發展相關的教學活動或改進教學。此外，若能繼續編製高中學生的「顯微鏡下的世界兩階層診斷式紙筆測驗」，則顯微鏡下的世界相關概念的研究工具將更為完善，用以偵測學生在這方面的概念發展。若以此為基礎再進一步建立全國性或地區性的常模，那麼就更能明確的瞭解我國國中小學生對於「顯微鏡下的世界」相關概念的發展情形。

致 謝

本研究能夠順利完成，首先感謝國科會科教處給予的經費支持 (NSC 90-2511-S-152- 019.)，其次，感謝本研究群的辛苦參與，大台北地區接受測試的國中小學生；最後，感謝幫忙建立內容效度、專家效度與試題統計分析的數位生物科教師與學者專家們。

參考文獻

- 李奉儒 (民 89)。教育大辭書--概念 8 (頁 570-571)。國立編譯館。
- 林家平 (民 90)。國小學童光合作用概念之分析研究。國立臺北師範學院數理教育研究所碩士論文 (未出版)。
- 黃台珠 (民 73)。概念的研究及意義。科學教育月刊, 66, 44-55。
- 教育部 (民 82a)。國民小學課程標準。台北市: 台捷國際文化。
- 教育部 (民 82b)。國民中學課程標準。台北市: 台捷國際文化。
- 教育部 (民 89a)。國民中小學九年一貫課程暫行綱要。教育部。
- 教育部 (民 89b)。國民中小學九年一貫課程基本能力實踐策略。教育部。
- 國科會 (民 91)。國科會中小學生科學概念發展整合型計劃期中報告書。國科會。
- 許清陽、楊德清、李茂能 (民 90)。國小高年級學童數字嘗試評定量表編製之研究。科學教育學刊, 9(4), 351-374。
- 張賴妙理、鄭湧涇 (民 89)：運用診斷測驗探究國一學生對光合作用的另有概念。中華民國第十六屆科學教育學術研討會論文手冊 (頁 47-53)。
- 曾千虹、耿正屏 (民 82)。國小、國中及高中學生之細胞概念發展。科學教育, 7, 157-182。
- 黃萬居 (民 89)。科學概念研究近。科學教育研究與發展, 18, 3-5。
- 劉伍貞 (民 85)。國小學生月相概念學習之研究。國立屏東師範學院國民教育研究所碩士論文 (未出版)。
- 鄭湧涇、楊坤原 (民 85)。對生物學的態度量表之發展與效化。科學教育學刊, 4(1), 189-212。
- 盧秀琴 (民 91)。大台北地區國中小學生對顯微鏡操作與相關概念認知之研究。91 年度全國師範院校教育學術論文發表會論文集 (頁 1761-1785)。嘉義大學。
- Brady, S., & Willard, C. (1998). *Microscopic explorations : A gems festival teacher's guide (Grades 4-8)*. University of California-Berkeley, Lawrence Hall of Science, CA 94720-5200.
- Collette, A. T., & Chiapetta, E. L. (1994). *Science instruction in the middle and secondary school* (Third Edition). New York: Macmillan Publishing Company.
- Duggan, S., & Gott, R. (1995). The place of investigations in practical work in the UK National Curriculum for Science. *International Journal of Science Education*, 17(2), 137-147.
- Finley, N. F., & Stewart, J. (1982). Representing substantive structures. *Science Education*, 66, 593-611.

- Good, R., Trowbridge, I., Demastes, S., Wandersee, I., Hafner, M. & Cummins, C. (1994). ***Proceeding of the 1992 evolution education research conference***. Baton Rouge: Louisiana State University.
- Novak, I., & Musonda, D. (1991). A twelve-year longitudinal study of science concept learning. ***American Educational Research Journal***, **28**, 117-153.
- Pearsall, N. R., Skipper, JO E. J.& Mintzes J. J. (1997). Knowledge restructuring in the life sciences: A longitudinal study of conceptual change in biology. ***Science Education***, **81**, 193-215.
- Trowbridge, J. E. & Mintzes, J. J. (1988). Alternative conceptions in animal classification: A cross-age study. ***Journal of Research in Science Teaching***, **25**(7), 547-571.
- Trowbridge, I., & Wandersee, I. (1994). Identifying critical junctures in learning in a college course on evolution. ***Journal of Research in Science Teaching***, **31**, 459-473.
- Treagust, D. F. (1988). Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconceptions in science. ***International Journal of Science Education***, **10**(2), 159-169.
- Treagust, D. F. (1995). Diagnostic assessment of students science knowledge. In S. M. Glynn, & R. Duit (Eds.), ***Learning science in the schools: Research reforming practice***. (pp.327-346). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Treagust, D. F. (1996). ***A review of methods for investigating students' understanding of science concepts***. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research on Science Teaching, St. Louis, MO.

附 錄 一

「顯微鏡下的世界兩階層診斷式紙筆測驗」國小卷

給各位小朋友的一段話

各位小朋友，這份問卷是想知道你對「顯微鏡下的世界」的了解如何，及其對自然界生態系角色關係的影響。請你認真、詳細的寫出你心中的看法，作為自然科老師教學的參考，以後可以幫助學弟妹對於這方面的學習。

謝謝你的參與，你將會有所收穫的！

■作答方式：

每個題目分成兩部分：第一部分選擇題在你認為最正確的選項中”□”打√，繼續回答第二部分的理由選項，勾選出你覺得最合理的理由，每一部分只能勾選一個選項。

■例題作答說明：

下面的題目中，如果小華選擇”玻片夾”的話，他認為最合理的理由是”因為玻片夾可以把載玻片夾在載物台上固定。”，小華就要這樣做答：

例題 下面哪一種顯微鏡的構造，可以用來固定載玻片？

答案：

- ☐ (1)載物台
☒ (2)玻片夾
☐ (3)調節輪

我的理由是：

- ☒ A)因為玻片夾可以把載玻片夾在載物台上固定。
☐ B)因為載物台能夠使載玻片放在上面，固定不動。
☐ C)因為調節輪能夠使載玻片上下移動，而被固定住。
☐ D)其他：_____

■假如你的理由沒有在上面的選項中，就在☐D)打√，並且在後面的”_____”內填寫你的理由。

* * * * *

■請填寫學生基本資料：

就讀學校：_____

年級班別：_____年_____班，性別：_____

學生姓名：_____

填寫日期：_____年_____月_____日

共同題：

1. 製作顯微鏡(複式)觀察的玻片標本時，選用的標本應具有怎樣的特性較理想？你的理由是？

答案：	理由：
☐ 1) 可透光	☐ A) 如果光線穿透標本，我們就可以看清楚標本的形態。
☐ 2) 不可透光	☐ B) 不可透光的標本較能看清楚物質的表面。
☐ 3) 有立體感	☐ C) 我們可以看到生物的立體構造。
	☐ D) 其他_____

2. 怎樣操作，可以使透明的洋蔥表皮細胞看得更清楚呢？你的理由是？

答案：	理由：
☐ 1) 調整反光鏡	☐ A) 光線多一點，可以看清楚一點。
☐ 2) 將細胞染色	☐ B) 洋蔥表皮細胞是透明的，所以染色才看得清楚。
☐ 3) 將洋蔥組織切	☐ C) 切厚一點，細胞比較多，比較好觀察。
厚一點	☐ D) 其他_____

3.使用顯微鏡(複式)尋找要觀察的物體時，應先使用何種倍率的接物鏡觀察？你的理由是？

答案：	理由：
☐ 1) 4 倍接物鏡	☐ A) 從最低倍接物鏡開始找，視野較大。
☐ 2) 40 倍接物鏡	☐ B) 接物鏡倍率愈大，愈好找。
☐ 3) 10 倍接物鏡	☐ C) 從中間倍率接物鏡開始找，才可以往前往後調。
☐ 4) 都一樣	☐ D) 不管那一種倍率，看到的都一樣。

4.下列哪一項是由細胞所組成的？

答案：	理由：
☐ 1) 食鹽。	☐ A) 排列整齊的構造。
☐ 2) 葉子。	☐ B) 大小形狀相似。
☐ 3) 蜂窩。	☐ C) 它是生物的構造。
☐ 4) 岩石。	☐ D) 其他_____

5.製作洋蔥表皮之玻片、並使用顯微鏡(複式)觀察的正確步驟為何？

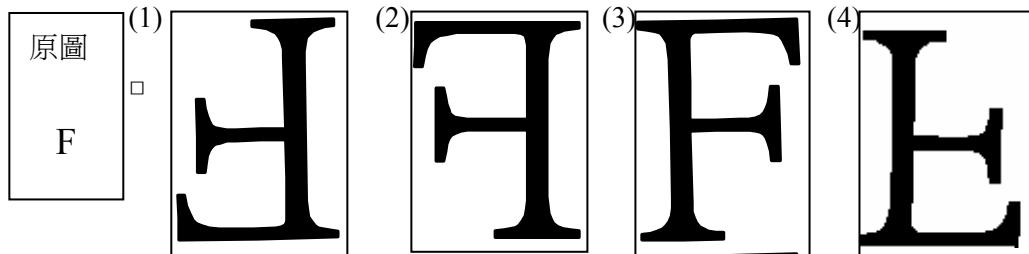
(ㄅ.用低倍鏡觀察、ㄆ.蓋上蓋玻片、ㄇ.撕取洋蔥表皮放在載玻片的水滴中、ㄈ.用高倍鏡觀察、ㄎ.擦去多餘的水)

答案：	理由：
☐ 1) ㄇㄆㄎㄅ。	☐ A) 看到接物鏡碰到水的時候，才擦去多餘的水份。
☐ 2) ㄇㄆㄅㄎ。	☐ B) 先擦去多餘的水份，再蓋蓋玻片才不會有氣泡。
☐ 3) ㄇㄆㄎㄅ。	☐ C) 先用低倍鏡才能看到較大的視野。
☐ 4) ㄇㄎㄆㄅ。	☐ D) 先用高倍鏡才能看得較清楚。

6.在觀察水中小生物時，小生物移動的速度非常快，該如何操作才能比較容易觀察這些小生物的運動呢？你的理由是？

答案：	理由：
☐ 1) 把水攪拌一下	☐ A) 攪拌之後的水中小生物被搖昏比較好觀察。
☐ 2) 利用棉絮將小生物限制在一區域內再觀察	☐ B) 範圍小，容易控制，而且小生物跑不掉。
☐ 3) 小生物加碘液染色	☐ C) 將小生物染色才能知道小生物在那裏。
	☐ D) 染色會使小生物死亡，可以慢慢看。

7. 如果將 F 字放在顯微鏡下觀察，你覺得下面的觀察圖，哪一個是正確的？



理由：

- ☐ A) 影像是上下顛倒，左右相反。
- ☐ B) 影像是左右相反，上下不顛倒。
- ☐ C) 影像只是實物的放大，但是方向一樣。
- ☐ D) 影像是上下顛倒，左右不相反。

8. 魚缸很久沒換水，水就會變綠綠的，當陽光照射時水中還會產生許多氣泡慢慢

往上冒，請你想一想氣泡是怎麼來的？

答案：

- ☐ 1) 陽光會使水分解產生氣泡。
- ☐ 2) 水中綠色藻類行光合作用

理由：

- ☐ A) 陽光會和水起交互作用，產生氣泡。
- ☐ B) 綠色藻類會行光合作用釋放出氧氣。
- ☐ C) 魚呼吸時會產生二氧化碳往上冒。

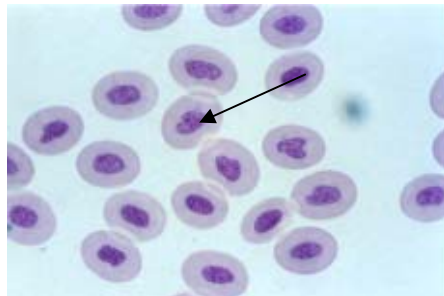
用造成。	☐ D) 水中氧不夠時，魚就會到水面呼吸。
☐ 3) 魚進行呼吸作用造成。	☐ E) 其他_____

9.放在旅行袋中的麵包淋到雨，久了沒拿出來，麵包會臭會爛，為什麼會這樣呢？

答案：	理由：
☐ 1) 麵包上長出黴菌和細菌。	☐ A) 黴菌和細菌會把麵包分解，產生臭味。
☐ 2) 長在麵包上的黴菌跟細菌死光了。	☐ B) 長在麵包上的黴菌和細菌死光光，發生臭味。
☐ 3) 因為麵包沾水起化學變化。	☐ C) 麵包一沾水又放太久會引起化學的變化。
☐ 4) 水中有雜質。	☐ D) 因為水中有雜質，污染麵包所引起。

10.在複式顯微鏡的鏡頭下觀察染色的細胞時，看到細胞的中央有一個深色的小圓

點(如下圖)，你認為這個深色的小圓點應是細胞的哪一個構造？你的理由是？



答案：	理由：
□1) 細胞核。	□A) 細胞的液泡會積存染料，所以色深。
□2) 葉綠體。	□B) 葉綠體因內含葉綠素，所以顏色很深。
□3) 液泡。	□C) 細胞核較易吸附染料，所以色深。
□4) 細胞質。	□D) 細胞會將染料交給細胞質代謝，細胞質累積了許多染料，顏色會比較深。

11.某個水族箱裡的水綠綠的，卻不會發臭，水族箱裡面的小魚長得很好。利用顯微鏡觀察這些水，得到以下的微小生物種類：

圖片	ㄅ	ㄆ	ㄇ	ㄏ	ㄏ
					
名稱	新月藻	草履蟲	四聯原藻	水黴菌	貝蚤

你認為上面的微小生物屬於生產者的有哪些？

答案：	理由：
-----	-----

□1) ㄅ ㄇ。	□A) 因為他們都可以使水變綠，使大肚魚長得很好。
□2) ㄅ ㄆ ㄇ。	□B) 因為他們可行光合作用，產生養分。
□3) ㄆ ㄇ ㄉ。	□C) 因為他們會分解水中死亡的動植物，使水不會發臭。
□4) ㄅ ㄆ ㄇ ㄉ。	□D) 只要是水中的微小生物，都是生產者。
□5) ㄅ ㄆ ㄇ ㄇ ㄉ	□E) 其他_____

12. 接第 11 題，你認為上面的微小生物屬於消費者的有哪些？

答案：	理由：
□1) ㄅ ㄆ。	□A) 因為他們都會跑來跑去的，到處游動。
□2) ㄇ ㄉ。	□B) 因為他們都屬於蟲，所以應該會吃細菌。
□3) ㄆ ㄇ。	□C) 他們都是生產者，都可以做為小魚的食物。
□4) ㄆ ㄉ。	□D) 因為他們無法自己產生養分，需要捕食，養活自己。
□5) 以上皆非	□E) 其他_____

國小題：

13. 製作顯微鏡觀察的玻片標本時，是否應先於載玻片上加水後，再置入觀察的標

本？你的理由是？

答案：	理由：
☐ 1) 應該	☐ A) 加水有助於將觀察的標本平展開來。
☐ 2) 不應該	☐ B) 如果先放觀察的標本，再加水會起泡泡。
☐ 3) 不一定	☐ C) 如果先加水，觀察的標本就只好放了。
	☐ D) 有些物體較輕，加水後就能固定在玻片上。
	☐ E) 其他_____

14.顯微鏡的旋轉盤構造具有什麼功能？你的理由是？

答案：	理由：
☐ 1) 更換不同倍率的 接物鏡	☐ A) 因為接物鏡就在下面，可使不同倍率的接物鏡移動。
☐ 2) 調整焦距	☐ B) 焦距不對，眼睛看起來會不舒服。
☐ 3) 調整載物台的高 度	☐ C) 經過調整後，東西就會看得比較清楚。
	☐ D) 其他_____

15.在顯微鏡的構造中，能夠控制光的亮度大小的是什麼？你的理由是？

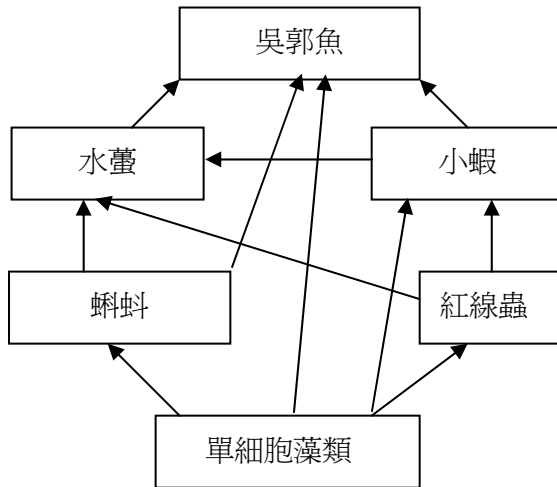
答案：	理由：
-----	-----

□1) 接物鏡	□A) 利用靠近觀察物體的遠近來控制光的亮度。
□2) 光圈	□B) 它可以控制射進來光線的多寡。
□3) 粗調節輪	□C) 調整鏡筒到載物台的距離來控制光的大小。
	□D) 其他_____

16. 洋蔥表皮細胞和口腔皮膜細胞的比較，下列哪一個說法是對的？

答案：	理由：
□1) 兩種細胞都有細胞壁、細胞核、細胞質及細胞膜。	□A) 凡是植物細胞都有葉綠體的構造。
□2) 洋蔥表皮細胞有葉綠體，口腔皮膜細胞沒有葉綠體。	□B) 任何生物細胞都有細胞壁、細胞核、細胞質及細胞膜。
□3) 洋蔥表皮細胞有細胞壁，口腔皮膜細胞沒有細胞壁。	□C) 動物細胞沒有細胞壁的構造。
	□D) 其他_____

17. 下圖的食物網中，哪一個生物的細胞構造中有細胞壁？



答案：	理由：
☐ 1) 吳郭魚。	☐ A) 吳郭魚可以被吃，所以是生產者有細胞壁。
☐ 2) 蝌蚪。	☐ B) 因為它的身體柔軟，所以要有細胞壁來保護。
☐ 3) 單細胞藻類。	☐ C) 單細胞藻類和植物細胞一樣都具有細胞壁。
☐ 4) 紅線蟲。	☐ D) 所有生物細胞都具有細胞壁。
☐ 5) 水蠶。	☐ E) 小蝦會生很多小小蝦，所以是生產者有細胞壁。
☐ 6) 小蝦。	☐ F) 其他_____
☐ 7) 以上都有。	

18. 橘子放在什麼地方最容易生長黴菌而腐爛？

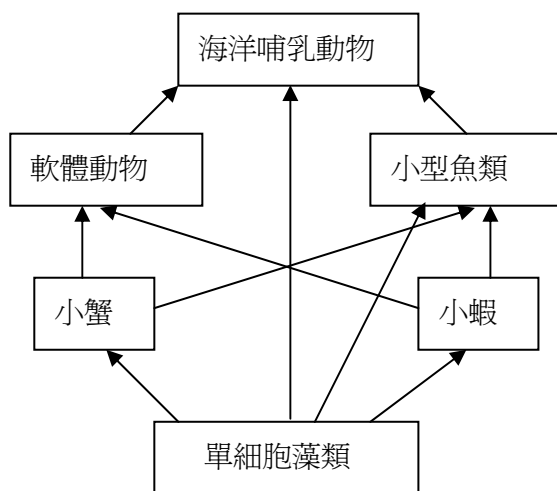
答案：	理由：
☐ 1) 冰箱的冷凍庫。	☐ A) 溫度較低，橘子容易長黴菌而腐爛。
☐ 2) 戶外的陽台。	☐ B) 通風好、氧氣夠，橘子容易生長黴菌腐爛。
☐ 3) 常運轉的除濕機 旁。	☐ C) 空氣較為乾燥，橘子容易生長黴菌而腐爛。
☐ 4) 廚房水槽旁。	☐ D) 潮濕的環境，橘子容易生長黴菌而腐爛。
	☐ E) 其他_____

19. 黏附在紙張上面的灰塵，想要看清楚是什麼東西，除了可以用放大鏡外，你認為還可以使用什麼工具來看？

答案：	理由：
☐ 1) 望遠鏡。	☐ A) 因為天文望遠鏡放大倍率很高。
☐ 2) 顯微鏡。	☐ B) 因為望遠鏡會放大物體。
☐ 3) 天文望遠鏡。	☐ C) 因為近視眼鏡可以讓一個人的視力增強。
☐ 4) 近視眼鏡。	☐ D) 因為顯微鏡可以把物體的影像放大。
	☐ E) 可以把影像的距離拉近。

	□F) 其他_____
--	-------------

20. 下圖的食物網中，那一個是生產者？



答案：

□1) 小型魚類。

□2) 軟體動物。

□3) 海洋哺乳動物。

□4) 小蝦。

□5) 小蟹。

□6) 單細胞藻類。

理由：

□A) 會生很多小孩的是生產者。

□B) 被許多動物吃的是生產者。

□C) 會行光合作用、製造養份的是生產者。

□D) 其他_____

21.承 20 題的食物網中，如果單細胞藻類都死亡了，你認為這個食物網所在的生態系中，將會變成什麼樣子？

答案：	理由：
☐ 1) 只有小蝦和小蟹會餓死。	☐ A) 單細胞藻類死了，他們可以吃其他生物。
☐ 2) 整個生態系還是一樣，不受影響。	☐ B) 只有小蝦、小蟹吃單細胞藻類。
☐ 3) 整個生態系會變得更好。	☐ C) 單細胞藻類死了，就會沒有氧氣。
☐ 4) 整個生態系最後都會死亡。	☐ D) 生產者死了，消費者沒有食物也會死亡。
	☐ E) 其他_____

22.沒吃完的麵包放在抽屜裡，幾天後上面長了許多有顏色的斑點，把這些有顏色的斑點放在顯微鏡下，可能會看到什麼？

答案：	理由：
☐ 1) 細菌。	☐ A) 黴菌是許多細菌組成的。
☐ 2) 黴菌。	☐ B) 麵包放久之後會發黴，因為有黴菌在麵包上生長。
☐ 3) 病毒。	☐ C) 細菌會分解麵包，形成有顏色的斑點。
	☐ D) 放久的麵包可能會長病毒，使人生病。
	☐ E) 其他_____

23.我們將營養午餐的剩菜拿來做堆肥時，會在堆肥桶中放一層剩菜，再放一層土，層層相疊，最後蓋上蓋子。六個月後，你預測堆肥桶中的剩菜會變成怎麼樣？

答案：	理由：
☐ 1) 剩菜沒改變。	☐ A) 剩菜因為有蓋子蓋著，所以沒有改變。
☐ 2) 剩菜變多了。	☐ B) 剩菜會變乾燥，不會腐爛。
☐ 3) 剩菜變成和泥土一樣。	☐ C) 剩菜和泥土混在一起，所以剩菜變多了。
	☐ D) 剩菜被微小的細菌、黴菌分解了。
	☐ E) 其他_____

24.上一題的堆肥做好了，把它拿來種菜，你覺得加堆肥和不加堆肥，種出來的菜會有什麼不同？

答案： ☐1) 加堆肥種出來的菜長得又瘦又小。 ☐2) 加堆肥和沒加堆肥種出來的菜長得一樣。 ☐3) 加堆肥種出來的菜長得又大又好。	理由： ☐A) 堆肥中有許多植物生長需要的物質。 ☐B) 堆肥中有細菌會使植物生病。 ☐C) 堆肥對植物沒有益處。 ☐D) 堆肥會污染土壤。 ☐E) 其他_____
---	---

25.你認為細菌和黴菌對整個生態系最大的貢獻是什麼？

答案： ☐1) 分解動植物屍體。 ☐2) 使動植物生病。 ☐3) 製造養分給動植物。	理由： ☐A) 動植物屍體會被分解成養分。 ☐B) 動植物會因細菌、黴菌感染而生病。 ☐C) 細菌、黴菌會行光合作用，製造養分，提供給植物。 ☐D) 其他_____
---	---

26.下列哪一種說法是正確的？

答案： ☐1) 植物細胞比動物細胞多了細胞壁。	理由： ☐A) 水蘊草細胞有細胞壁，而口腔皮膜細胞沒有。 ☐B) 口腔皮膜細胞比水蘊草細胞來得大。
--	--

☐ 2) 動物細胞比植物細胞來得大。	☐ C) 口腔皮膜細胞排列比較整齊，水蘊草細胞比較不整齊。
☐ 3) 動物細胞排列比植物細胞較為整齊、緊密。	☐ D) 其他_____

27.如右圖所示，在桌上放一張白紙，紙上蓋一個杯

子，兩星期後將杯子拿開，這張紙上可能會是什麼樣子？



答案： ☐1) 還是一張乾淨的白紙。 ☐2) 整張白紙都有許多灰塵。 ☐3) 杯子蓋著的地方有許多灰塵，沒蓋到的地方很乾淨。	理由： ☐A) 灰塵會被風吹走。 ☐B) 不論杯子內或外的空氣中，都有許多灰塵。 ☐C) 放杯子的地方原來就有許多灰塵。 ☐D) 蓋著杯子的地方，受到杯子的保護，沒有灰
---	---

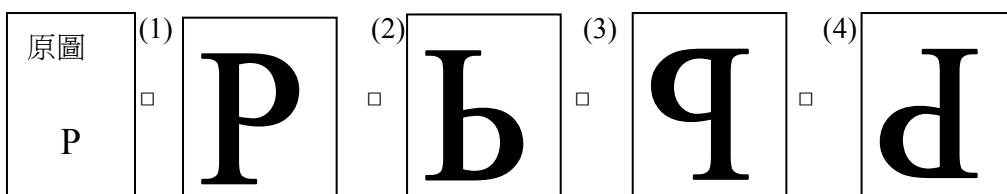
☐4) 杯子蓋著的地方很乾淨，沒 蓋到的地方有許多灰塵。	塵。 ☐E) 其他_____
---	---

附 錄 二

「顯微鏡下的世界兩階層診斷式紙筆測驗」國中卷之國中題

(共同題同於國小卷)

13.如果將 P 字放在解剖顯微鏡下觀察，你覺得會觀察到下面哪一個情況？



理由：

- ☐A) 影像是上下顛倒，左右相反。
☐B) 影像是左右相反，上下不顛倒。
☐C) 影像只是實物的放大，但是方向一樣。
☐D) 影像是上下顛倒，左右不相反。
☐E) 其他 _____

14.你認為人的口腔上皮細胞若不經過染色，可否在複式顯微鏡的鏡頭下非常清楚

的觀察到？你的理由是？

答案：

- ☐1) 可以。
☐2) 不可以。

理由：

- ☐A) 凡是細胞都有一定的邊緣和形狀，可讓我們清楚的看到。
☐B) 口腔上皮細胞是透明的，且沒有細胞壁，不染色無法明顯的呈現出來。
☐C) 口腔上皮細胞有細胞壁，不染色也可看到。
☐D) 口腔上皮細胞的細胞核顏色很深，不染色也可以清楚看到。
☐E) 其他 _____

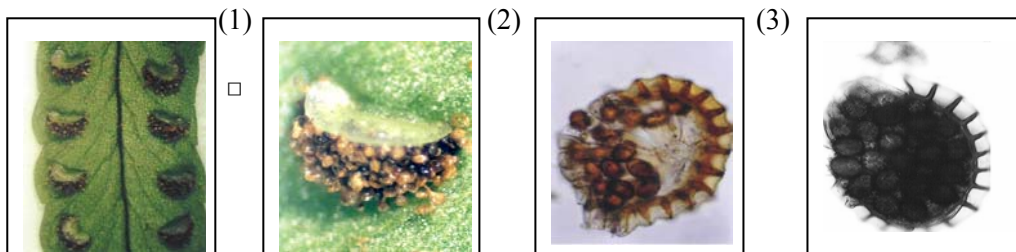
15.你認為植物細胞與動物細胞最大的差別應是什麼構造？你的理由是？

答案：

理由：

☐ 1) 細胞壁的有無。	☐ A) 植物細胞都有細胞壁，而動物細胞沒有。
☐ 2) 葉綠體的有無。	☐ B) 植物細胞都有葉綠體，而動物細胞沒有。
☐ 3) 液胞的大小。	☐ C) 植物細胞的液胞都比動物細胞的大。
☐ 4) 會不會動。	☐ D) 植物都不會運動，而動物都會。
	☐ E) 其他_____

16.這裡有蕨類的孢子囊堆，放在解剖顯微鏡下觀察。你覺得應該觀察到下列那一種情形？



理由：

- ☐A) 物體放在解剖顯微鏡下觀察，會有放大的立體真實感出現。
- ☐B) 孢子囊裡面是孢子，放大就應該看到一粒一粒的孢子。
- ☐C) 因為解剖顯微鏡下觀察到的都是平面的影像。
- ☐D) 其他_____

17.承上題，這些孢子囊堆通常會出現在蕨類葉片的哪個部位？

答案：	理由：
-----	-----

□1) 嫩葉上表面。	□A) 成熟葉已經老了，不會有這些孢子囊堆。
□2) 嫩葉下表面。	□B) 嫩葉不會長這些孢子囊堆。
□3) 成熟葉上表面。	□C) 這些孢子囊堆位於上表面比較容易散布。
□4) 成熟葉下表面。	□D) 這些孢子囊堆位於下表面具有比較好的保護。
	□E) 其他_____

18.在複式顯微鏡下觀察魚尾鰭的血管，若觀察到血液流動方向為甲→乙→丙，則

下列何者正確？



答案：	理由：
□1) 甲為小靜脈、乙為微血管，丙為小動脈。	□A) 血流方向是：小動脈→微血管→小靜脈。
□2) 甲為小動脈、乙為小靜脈、丙為微血管。	□B) 靜脈將血液送離心臟。
□3) 甲為小動脈、乙為微血管、丙為小靜脈。	□C) 動脈將血液送回心臟。
	□D) 動脈和靜脈都和心臟相接，順序可以交換。

□4) 甲和丙都可能為小動脈或小靜脈，乙為微血管。	
----------------------------------	--

19.承第 18 題，下列有關甲、乙、丙三種血管的敘述，下列何者正確？

答案： □1) 血管中血液的流動方向會隨時間而改變。 □2) 甲中主要有紅血球，乙中主要有血小板，丙中主要有白血球。 □3) 管腔大小：甲 > 丙 > 乙。 □4) 管壁厚度：甲 > 丙 > 乙。	理由： □A) 何處需要血液，血液便會流向那裡。 □B) 三種血管的功能不同，因此具有不同的血球。 □C) 甲是動脈，管腔應最大。 □D) 乙是微血管，管壁應最薄。 □E) 其他_____
---	--

20.洋蔥表皮細胞的細胞核不在細胞的中間，為什麼會這樣？

答案： □1) 有葉綠體存在。 □2) 有細胞壁存在。 □3) 有細胞質存在。 □4) 有大型液泡存在。 □5) 其他_____。	理由： □A) 細胞壁的形狀規則。 □B) 細胞質可以流動。 □C) 洋蔥表皮細胞的液泡太大，會將細胞核擠壓到旁邊。 □D) 洋蔥表皮細胞的葉綠體會將細胞核擠壓到旁邊。 □E) 其他_____
---	--

21.你認為”所有的植物細胞都會進行光合作用”這句話對不對？你的理由是？

答案： □1) 對。 □2) 不對。	理由： □A) 植物的養分必須自己製造，所以都要會行光合作用才能活得下去。 □B) 植物細胞都有葉綠體，所以都可行光合作用。 □C) 有些植物細胞沒有葉綠體，不會行光合作用，如洋蔥表皮細胞。 □D) 捕蟲植物不會行光合作用，所以需靠捕蟲獲得養分以維生。 □E) 其他_____
---	--

22.你認為單細胞生物與多細胞生物相比，哪一種生物的單一個細胞，其獨立生存的能力較強？你的理由是？

答案：	理由：
☐ 1) 單細胞生物。	☐ A) 多細胞生物的細胞功能比較多。
☐ 2) 多細胞生物。	☐ B) 多細胞生物的細胞比較大，生存能力亦比較強。
	☐ C) 多細胞生物的細胞會分工合作，比較容易生存。
	☐ D) 單細胞生物的一個細胞就具有較完整的代謝能力。
	☐ E) 單細胞生物的細胞不需生殖，可以一直活著。
	☐ F) 其他_____

23.你認為葉子屬於生物構造的哪一種層次？你的理由是？

答案：	理由：
☐ 1) 細胞。	☐ A) 葉子是由許多型態相同的細胞所構成，所以葉子是一種組織。
☐ 2) 組織。	☐ B) 葉子裡面有不同型態的組織，所以葉子是一種器官。
☐ 3) 器官。	☐ C) 葉子裡面可以看到不同的器官，所以葉子是一種系統。
☐ 4) 系統。	☐ D) 葉子裡面含有不同的系統，所以葉子是一個個體。
☐ 5) 個體。	☐ E) 其他_____

24.藍綠藻是一種原核生物，它缺乏下列那一項構造？

答案：	理由：
☐ 1) 細胞壁。	☐ A) 只有植物細胞才有細胞壁的構造。
☐ 2) 細胞質。	☐ B) 它沒有膜狀的構造將遺傳物質包圍起來形成細胞核。
☐ 3) 細胞核。	☐ C) 最原始的生物沒有細胞質。
☐ 4) 細胞膜。	☐ D) 它沒有任何膜狀的構造。
	☐ E) 其他_____

25.下列有關於「液胞」的敘述，何者正確？

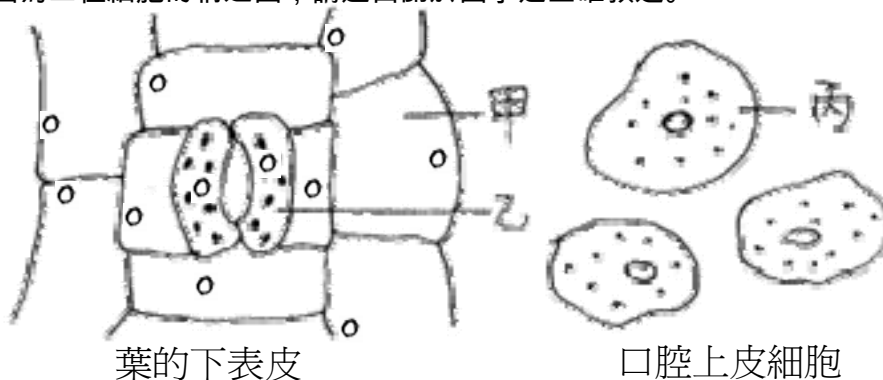
答案：	理由：
-----	-----

☐ 1) 液泡位於細胞核中。 ☐ 2) 液泡是植物細胞才有的構造。 ☐ 3) 液泡可儲存細胞的廢物。 ☐ 4) 液泡中具有葉綠素。	☐ A) 細胞核中含有大量的水分。 ☐ B) 只有植物細胞才有液泡。 ☐ C) 液泡是細胞儲存代謝廢物的構造。 ☐ D) 液泡是細胞行光合作用的構造。 ☐ E) 其他_____
--	---

26.在複式顯微鏡的鏡頭下觀察到一個正在快速游動的物體，它的身體呈現綠色而且有鞭毛擺動，你認為它應該是什麼？

答案： ☐ 1) 植物。 ☐ 2) 動物。 ☐ 3) 原生生物。 ☐ 4) 不是生物。	理由： ☐ A) 只有植物具有葉綠體呈現綠色，可行光合作用。 ☐ B) 只有動物才會運動。 ☐ C) 植物不應該會運動，而動物不應該是綠色的，所以它不可能是生物。 ☐ D) 它同時表現了動物及植物的特性。 ☐ E) 其他_____
---	---

27.右圖為三種細胞的構造圖，請選出關於圖示之正確敘述。



答案：	理由：
☐ 1) 只有甲和乙有細胞膜。	☐ A) 有些細胞沒有細胞膜。
☐ 2) 只有乙和丙有細胞核。	☐ B) 有些細胞沒有細胞核。
☐ 3) 只有甲有細胞壁。	☐ C) 部分植物細胞才有細胞壁。
☐ 4) 只有乙有葉綠體。	☐ D) 部分植物細胞才有葉綠體。
	☐ E) 其他_____

28.開花植物的一個子房中可能有多少個胚珠？

答案：	理由：
☐ 1) 一個子房中都只會有一個胚珠。	☐ A) 每一個子房都一定只有一個胚珠，但依植物種類不同，胚珠中可有一個或多個卵細胞可同時發育為種子。
☐ 2) 一個子房中都含有多個胚珠。	☐ B) 子房就像是動物的卵巢，裏面會同時含有許多胚珠。
☐ 3) 一個子房中可能有一個或是多個胚珠。	☐ C) 依植物種類的不同，果實中會有一個或多個種子，而每一個種子都是由一個胚珠發育而來的。
	☐ D) 其他_____

29.變形蟲在生態系中扮演何種角色？

答案：	理由：
☐ 1) 分解者。	☐ A) 將生物遺體或排泄物分解，將生物體的組成物質，回歸至環境中。。
☐ 2) 消費者。	
☐ 3) 生產者。	☐ B) 合成醣類等養分，供應生物體所需。
☐ 4) 其他_____。	☐ C) 可以藉由吃其他的生物獲得養分。

	□D) 其他_____
--	-------------

30.你認為在水族箱中，如果不養小動物的話，水中的藻類能不能繼續生存下去？

答案： □1) 能。 □2) 不能。	理由： □A) 藻類雖會製造養分，但需要大肚魚幫它製造二氧化碳。 □B) 藻類自己會製造養分、氧氣及二氧化碳，可自給自足。 □C) 植物會自己製造養分及氧氣，且植物並不需要呼吸。 □D) 其他_____
---	--

The Development and Validity of the Two-tier Multiple Choice Instrument about the World under Microscope

Chow-chin Lu^{*}

ABSTRACT

^{*} Chow-chin Lu : Professor, Department of Natural Science Education, National Taipei Teachers College

This research used “operation-and-interview” to analyze the microscope operative skills and the conceptional cognition of the elementary and junior high school students, and based on the theory of the two-tier multiple-choice instrument of the world under microscope (TIWM). The purpose of the instrument is to testify the rationale of students’ answers. The content revealed that TIWM was divided into two parts: (1) elementary school test papers which included the microscope operative skills, recognizable characteristics of living things, microorganism with living environment, and micro-object in environment; (2) junior high school test papers which included all parts, except micro-object in environment. This research also took grade 7 and grade 5 students as subjects in Taipei areas, simultaneously. The result revealed that the reliability of internal quality for TIWM was 0.98(elementary school test papers)and 0.85 (junior high school test papers); the retested reliability for TIWM was 0.81(elementary school test papers)and 0.67(junior high school test papers). This research also built up validity of content, validity of profession and two-tier factorial analysis of TIWM. The research found that reliability and validity of the test papers of two-tier multiple-choice instrument of “the world under microscope” (TIWM) were good on the elementary school, a little low on the junior school, and adequate on the rest.

Key words: operation-and-interview, two-tier multiple-choice instrument of the world under microscope, microscope operative skills, recognizable characteristics of living things.