資優教育季刊　民 108 年 08 月　第 150 期　第 25-44 頁
Doi: 10.6218/GEQ.201908_(150).25-44

高中數理資優學生生物科跑臺測驗表現與學習風格之相關研究

顏彩婷*
新北市立光復高中
特殊教育教師

賴翠媛
國立彰化師範大學
特殊教育學系
教授

蔡顯麞
國立彰化師範大學
生物學系
副教授

摘　要

本研究探討高中數理資優班學生的不同學習風格在生物科跑臺測驗 (robust assessment) 與回饋的情形之差異。採調查研究設計。依據高中數理資優班學生在生物科跑臺測驗、學習風格量表、回饋問卷結果進行獨立樣本 *t* 檢定、相關分析，以了解研究對象的情形及不同個人學習風格其生物科跑臺測驗之差異。研究結果如下：

1. 視覺型資優學生在植物營養、動物消化與循環、整體生物科跑臺測驗的單元內容表現較語言型有顯著差異，視覺型程度與上述單元內容表現呈現正相關。
2. 感官型資優學生在生物科跑臺測驗中思考智能的探究實作表現較直覺型為高。視覺型資優學生在問題解決生物科跑臺測驗的探究實作表現較語言型有顯著差異，視覺型程度與問題解決表現呈現正相關。

關鍵詞：高中數理資優班學生、生物科跑臺測驗、學習風格

A Study on the Relationship Between Biological Robust Assessment and Learning Style of Senior High School Gifted Students

Cai-Ting Yan*
Special Education Teacher,
New Taipei City Guang-Fu
Senior High School

Cui-Yuan Lai
Professor,
Department of
Special Education,
National Changhua
University of Education

Xian-Zhang Cai
Associate Professor,
Department of
Biology,
National Changhua
University of Education

* 本文以顏彩婷（goo14456@yahoo.com.tw）為通訊作者。

Abstract

This study aimed to explore the differences in learning style on senior high school gifted students' performance in biological robust assessment. Survey research was adopted in this study. T-test and correlation analysis were applied in data analysis. In addition, feedback questionnaire was also analyzed by qualitative method. Results were as follows: 1. The visual type group performed better than the verbal type group on the plant nutrition, animal digestion and circulation, and overall at the biological robust assessment. There was also a positive relationship between the degree of visual type and aforementioned unit performance. 2. The sensing type group performed better than the intuitive type group on the thinking skill at the biological robust assessment. The visual type group perform better than the verbal type group on the problem-solving skill at the biological robust assessment. There was also a positive relationship between the degree of visual type and the program-solving skill.

Keywords: senior high school gifted students, biological robust assessment, learning style

壹、緒論

從 108 自然領域課程綱要的核心素養、學習表現中可以發現，教學和評量須與現實生活中的科學能力相結合、以學習者為中心，設計探究與實作的課程。因此，在教學過後測得學習者的學習成果是非常重要的。因為研究者本身為生物科教師，故以自然領域中的生物科為焦點，了解不同學習風格之高中數理資優班學生對於生物科跑臺測驗表現之差異情形。

一、研究動機

研究者本身為生物科教師，常思考生物科之評量方式如何整合生物知識內容、生活實際問題與操作技能，達到資優教育中所注重的彈性與多元的評量方式。而生物科跑臺測驗是計時反應和操作的評量，傳統使用在醫學解剖考試當中，測驗學生實體辨識與轉換思考的能力 (Schoeman & Chandratilake, 2012; Yaqinuddin, Zafar, Ikram, & Ganguly, 2012)。在國內生物科跑臺測驗的施行當中，高中與大學生物相關課程可能將其作為非正式的評量，若能納入資優學生的生物科定期測驗當中，是否有助於教師了解學生在生物方面不同知能的展現，增加評量的彈性和多元化，此為研究動機之一。

在生物方面的教育，經由觀察與體認自然的本質，理解生物系統機制的奧妙，最後加以應用和解決日常生活問題更是重點。由臺灣 12 年國教與國際學生能力評估計畫對於學生科學素養的重視，可以發現教師在教學過後，設計學生科學素養的評量方式是一大關鍵。因此，研究者欲使用跑臺測驗了解資優學生的生物科學素養，以及發展跑臺測驗的問題，此為研究動機之二。

二、研究目的

本研究旨在探討高中數理資優班學生在生物科跑臺測驗的表現情形，具體研究目的如下：

(一) 了解不同學習風格的高中數理資優班學生在生物科跑臺測驗的差異情形。

(二) 了解高中數理資優班學生跑臺測驗與學習風格的關係。

(三) 了解高中數理資優班學生在生物科跑臺測驗的回饋情形。

貳、文獻探討

在設計生物科跑臺測驗之初，須先了解資賦優異學生之性向、優勢能力、學習特質與特殊教育需求，依據資優學生的各項特

性，做評量方式與內容的安排（特殊教育法，2014）。另外，生物科之各項測驗之內涵與特質亦是本研究關注的焦點，透過理解與分析國內外科學素養的教育目標，以作為評量的設計與操作基準。

一、資優學生之學習風格

從二十世紀後期開始，資優學生的學習風格一直是學者專家研究的重點，由不同教育方式、教師和同儕的互動分析資優學生對於學習情境的偏好與習慣，藉由了解資優學生的學習風格，有助於教學與評量的發展，提升資優學生的學習成效。國內外相關之研究整理如表 1。

由表 1 中可以發現，資優學生偏好以協同研究和獨立研究的方式進行學習，偏好讓組織與目標明確的教師做專業指導，喜歡使用多感官、自我主動、獨立作業的教學模式。因此，教學與評量若能利用資優學生的學習風格加以設計，有助於提升資優學生的學習動機與潛能發揮。

二、學習風格量表

個人學習風格是過去六十多年來學者專家關注的焦點，國內外研究提出的學習風格理論各有其差異性和獨特性，並不斷地擴增與深入，對於教學與評量的發展有著持續性的影響（易紅與閆麗萍，2009；陳燕、秦愛民與吳靜禕，2013）。

Felder 與 Brent (2005) 提到每個學生學習風格、學習方法與智力發展是有所差異的，教學與評量須根據學生的差異作適當的調整，因此了解學生不同學習面向的型態對教育者而言是必然的。

Felder (1996) 進一步參考 Kolb (1984) 和 Lawrence (1993) 的學習者分類定義資料，將學習者區別為感官型 (sensing) ／直覺型 (intuitive)、視覺型 (visual) ／語言型 (verbal)、行動型 (active) ／反思型 (reflective) 和循序型 (sequential) ／統合型 (global) 等四個向度八個類型。感官型學習者偏好記憶事實與操作實驗，直覺型學習者喜歡挑戰與創造，視覺型學

表 1
國內外資優學生學習風格之相關研究

年代	作者	研究結果
1986	吳武典 蔡崇建	資優學生偏好的學習方式是以協同研究、討論活動、獨立研究和講述內容為主的教學。
1991	黃玉枝	資優學生在組織良好、目標明確、適度競爭、教學詳細、獨立學習、權威指導和重視學科領域的學校環境中，其學習、常規與人際關係表現較好。
2005	柯麗卿	國中資優學生偏好直接教學的方式、獨立研究和協同研究的引導、同儕討論的活動進行學習。 教師若能整合教育資源、鼓勵家長參與、使用獨立研究的方式，能夠增加學生的學習成效。
2006	Rayneri Gerber Wiley	在科學與數學課程中，資優學生偏好以自我責任、教師引起動機的方式進行學習。 在社會與科學課程中，資優學生喜歡持久、主動、多感官的方式進行學習。
2015	Samardzija Peterson	資優學生偏好表現專業、掌控班級、鼓勵探究、熱情、幽默、尊重個人興趣的教師。 資優學生偏好書面指引、小組合作、舉手發言的方式。 資優學生偏好視覺和動覺的教學。 資優學生喜歡在安靜、有音樂、自我空間和舒適的環境中進行作業。

習者擅長使用圖表和關聯性比較，語言型學習者透過說明和論述學習知識，行動型學習者適合與同儕合作討論來體驗知識，反思型學習者對自我調整和思考的學習反應較有效，循序型學習者需藉由邏輯推演架構清楚的學習反應，統合型學習者偏向廣泛整理新知和系統思考與反應。

三、生物科跑臺測驗相關研究

生物科跑臺測驗為生物實作評量的一種測驗方式，實作評量 (performance assessment) 是由測驗者設計一任務情境，引導學生利用先備知識和具體材料進行思考和反應，從中發現答案並且完成任務，測驗者從學生反應的過程中，評量學生的能力表現和學習成果 (Ruiz Primo & Shavelson, 1996)。生物科跑臺測驗是由施測者創造一問題情境，準備生物實體、標本、顯微鏡、圖片和影片等材料，提供受試者運用先備知識與邏輯思考，在一定時間內以問答和選擇的方式表達出來。幫助教師了解學生是否真實地應用過去所學的生物知能。因此，由上述內容可以發現生物科跑臺測驗為生物實作評量的一種測驗方式。

在資優學生的自然科學實作評量中，呂金燮（2001）提到以實驗目標、預測假設、選擇實驗方法、選擇實驗器材、測量、紀錄、結果分析、清理實驗用具為評量項目，了解學生對於科學實驗的認知與技巧，能夠檢核科學實驗的相關目標。趙毓圻（2010）以 PODE (Prediction-Operation-Discussion-Explanation) 的課程設計為例，將教學與評量相互結合的方式，以科學問題為中心，經由預測、操作、討論和解釋的步驟學習單，引導學生在科學探究的過程，記錄自己的思考方式與結果分析，並與他人做討論。依據資優學生學習需求，評量學生在科學上的知識應用與推理思考。王夕堯與易曉雯（1993）以有機化合物的檢驗為主題，評量項目包含實驗內容的了解、邏輯思考的能力、實驗室規則的遵守、主動學習的能力、實驗技能的熟練、創意思考的能力等項目進行評量，評量方式包含實驗作業單、課堂觀察記錄、測驗卷等。以問題為中心的教學與評量能夠廣泛了解資優學生在實際生活的綜合統整能力。

生物科跑臺測驗對學生學習成就表現之探討方面，在醫學院解剖學學生評量中，跑臺測驗有臨床實踐的意義，考驗學生三維空間的理解，測試學生相關結構的理解，增加解剖狀況的變異性，這些對診斷和手術相當重要 (Smith & McManus, 2015)。這表示跑臺測驗能夠評量學生實務操作、後設認知、解決問題等多向度能力。

Smith 和 McManus (2015) 批判傳統跑臺測驗的短時間壓力下限制思考，且通常只能測出學生較低層次的認知能力，提出 The integrated anatomy practical paper (IAPP)：針對傳統跑臺測驗的改良模式，每一站臺設有兩個問題，給予學生一分鐘回答問題，能給予學生更多時間思考，並進一步提出更加深入的問題，能夠評量學生高層次的認知能力。

由 Zhang、Fenderson、Schmidt 與 Veloski (2013) 對跑臺測驗的研究，可歸納出生物科跑臺測驗設計的原則包含：第一，呈現的生物實體標本與問題能夠清晰可辨，利用顏色、大頭針做標示。第二，確認學生有足夠的站臺時間檢視標本和回答題目。第三，確認學生具備足夠的知識基礎，以此思考和解決問題。第四，確認問題情境適合進行跑臺測驗，例如：生物標本、骨骼、圖像。

參、研究方法

本研究採調查研究法，採用研究者自行編製之測驗試題，經內容效度審查與內部一致性信度考驗後獲得良好之信效度。研究對象為兩所國立高中 52 位二年級數理資優班學生，所有學生同時施以生物科跑臺測驗、學習風格量表與回饋問卷，接著，依據所得資料進一步分析資優學生的學習風格、性別與其生物科跑臺測驗表現之關係與差異情形。

一、研究設計

本研究採調查研究法，藉由樣本推論高中數理資優班學生在跑臺測驗表現與學習風格的關聯或差異性。研究的背景變項為學生學習風格。操作變項一是學生在生物科跑臺測驗得分與跑臺回饋得分，生物科跑臺測驗來自自編測驗，依據單元內容可分為生命的特性、植物營養、植物生殖、動物消化與循環、動物呼吸與排泄五個題組，依據探究與實作表現可分為思考智能、問題解決、認識科學本質三個題組；操作變項二是生物科跑臺回饋，來自回饋問卷，可分為跑臺動機與需求、植物相關目標管理、動物相關目標管理。研究架構如圖 1 所示。

二、研究對象

(一) 預試樣本

本研究預試對象為臺灣中部 C 高中之二年級普通班學生共 30 人，已修習高中生物基礎課程，目前正在修習生物相關選修課程，包含：動物的神經系統、內分泌系統、防禦系統、遺傳與演化等進階課程。

(二) 正式樣本

研究者以 A、B 高中之二年級數理資優班學生 52 人為對象，其能力為已修習高中生物基礎課程，包含生命的特性、植物的構造與功能、動物的構造與功能等基礎單元，目前正在修習生物相關選修課程，包含動物的神經系統、內分泌系統、防禦系統、遺傳與演化等進階課程。

三、研究工具

(一) 測驗工具之編製

1. 跑臺測驗

(1) 題目之編製

本研究採用研究者自行編製之生物科測驗，以十二年國教生物課程綱要為架構，選取涵蓋較多實體標本和實驗活動的主題並彈性分配作為生物測驗之題目 30 題。其內容包含生命的特性、植物的構造與功能、動物的構造與功能（教育部，2018）。跑臺測驗與預試紙筆測驗之題目敘述相同，但是，跑臺測驗題目呈現時，需要搭配顯微鏡和實體標本操作與觀察後，再回答問題；而預試之紙筆測驗題目呈現為插圖，學生只要直接回答題目即可，如附件一。研究者收集生物課綱與教學內容等相關資料，編訂預試題目共 60 題。

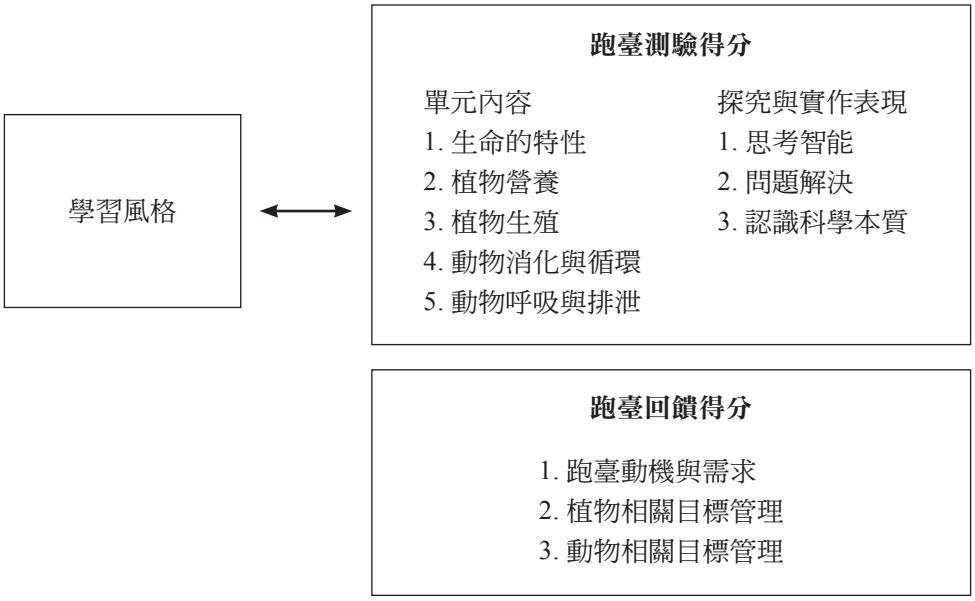


圖 1　研究設計架構圖

(2) 信效度

預試題目為十二年國教自然與科學領域生物課綱（教育部，2018）中的生命的特性、植物的構造與功能、動物的構造與功能的單元內容；依據 Bloom、Engelaha、Frust、Hill 與 Krathwohl (1956) 將認知領域細分成知識、理解、應用、分析、綜合與評鑑等項目，唯評鑑項目之題目需要提供廣泛的資訊和時間讓作答者進行價值判斷，故難以放入短時間作答的生物科跑臺測驗；另外，依據十二年國教自然與科學領域中探究與實作學習表現向度（教育部，2018）：思考智能、問題解決、科學的態度與本質等，編訂預試題目共 60 題，本研究邀請 4 位大學生物系教授及高中生物科教師共同審查研究者所編訂之試題，並就其專業知識提供相關之修正意見，以建立測驗之內容效度，生物科跑臺測驗題目如附件一。

本研究以臺灣中部地區 C 高中之二年級普通班 30 位學生進行紙筆測驗的預試，預試結束後計算學生每道題目的得分，每題題目 0 至 3 分，依據學生答題的完整性給予評分，3 分表示敘述完整，2 分表示缺少一個重要因子，1 分表示缺少二個重要因子，0 分表示無關聯性答案。接著，將全體學生的測驗結果依據不同的測驗項目（生命的特性、植物營養、植物生殖、動物消化與循環、動物呼吸與排泄）得分做分析。以分數前 27% 和後 27% 為分界，分成高低分組別進行獨立樣本 t 檢定，保留具顯著差異（顯著性小於 .05）統計結果的試題，將測驗結果鑑別度低（顯著性大於 .05）的試題予以刪除或進一步校正試題內容。

內部一致性信度考驗中，研究者將第 2、4、11、25 題特別保留，因有平均認知目標層次的必要，加上保留後 Cronbach α 值並未影響太多，最後保留 30 題施測結果的 Cronbach α 值為 .785 (N = 23)。 經過刪題後，本研究共組合出 30 題的正式測驗題目，題目之雙向細目詳如表 2。研究者接著又就題目之難易度進行分析，正式測驗題目之各題難易度介於 .30 至 .83 之間，整體之平均難度為 .61，屬於中偏難的試題。在教育的相關研究中，當實作評量之活動複雜度高、需要大量時間和經費的時候，建立兩測驗統一的目標、內容和計分標準，則能夠使用應用性的紙筆測驗作為實作評量的初步測驗（陳英豪、吳裕益，1982）。本研究之生物科紙筆測驗和生物科跑臺測驗符合上述條件，因此，生物科紙筆測驗之信效度能夠類推至正式生物科跑臺測驗。

2. 回饋問卷

(1) 題目之編製

當學生進行跑臺測驗後，為了更深入理解學生對於不同測驗方式的心理感受與評價，邀

表 2
正式題目之雙向細目表

內容／目標	生命的特性	植物的構造與功能		動物的構造與功能		合計
	細胞的生理	營養	生殖	消化與循環	呼吸與排泄	
思考智能	1	2	2	1	3	9
問題解決	2	3	3	2	3	13
認識科學本質	2	1	1	4	0	8
知識	1	1	1	2	0	5
理解	1	0	0	0	1	2
應用	2	2	3	2	3	12
分析	1	1	2	3	1	8
綜合	0	2	0	0	1	3
合計	5	6	6	7	6	30

請學生填答回饋問卷中對於自己在跑臺測驗與滿意度的表現狀況。跑臺回饋問卷參考呂金燮（2000）中語文和數學的實作評量項目，分為跑臺動機與需求（第 1 至 9 題）、植物相關目標管理（第 10 至 12 題）、動物相關目標管理（第 13 至 16 題）等項目，總共 16 題。採五點量表為計分依據，分別給予 0 分至 4 分。對於不同測驗方式的動機與偏好，對於測驗本身的建議和回應。回饋問卷能夠讓研究者收集跑臺測驗的量性與質性資料。

(2) 信效度

回饋問卷正式施測結果的 Cronbach α 值為 .935 (N = 52)，表示測驗結果一致性良好，第 15 題為保持題目內容完整性而特別保留。構念效度部分，本問卷分為跑臺動機與需求、植物相關目標管理、動物相關目標管理等三個項目，研究者假設同項題目能夠測得同一構面。問卷結果經主軸法因素分析後可以發現，KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) 為 .868、Bartlett 的球形檢定顯著度小於 .05，表示資料適合做因素分析，旋轉元件矩陣呈現三個構面，且同一項目的題目被歸類在同一構面，與研究者假設之理論相同。

3. 學習風格量表

本研究採用 Felder 與 Soloman (2007) 所編訂的學習風格量表，目的是作為科學與工程教育資源。此量表為網路公開，研究者取得 Felder 學者的同意，授予教育研究引用與使用，提供教育者了解學生的學習特質，本量表的再測信度介於 .70 至 .90 之間，Cronbach α 在 .50 以上 (Felder & Spurlin, 2005)。

本量表共有 44 道題目，每題有 a 和 b 兩個反應選項。第 1 至 11 題為行動型／反思型的題目，第 12 至 22 題為感官型／直覺型的題目，第 23 至 33 題為視覺型／語言型的題目，第 34 至 44 題為循序型／統合型的題目。以行動型／反思型題目為例，將學生總 a 反應個數與總 b 反應個數相減，判斷學生為行動型或反思型，其他類型的計分方式以此類推。

4. 測驗時間

本研究之生物科跑臺測驗三種測驗資訊共有 30 題，包含問答題、配合題與選擇題，運用顯微鏡、放大鏡、平板、動植物實體標本呈現題目，不同測驗內容的題型配置如表 3，每題的答題時間為一分鐘，測驗時間為 30 分鐘。學習風格量表共有 44 題，為 A、B 兩個選項之選擇題，測驗時間為 40 分鐘。回饋問卷共有 16 題，包含五點量表與開放式問題，測驗時間為 20 分鐘。

四、測驗規劃與空間配置

研究者已於 2018 年 8 月前往臺灣中部區 A、B 兩所高中的二年級數理資優班進行正式測驗，測驗對象共有 52 人，同時施以生物科跑臺測驗 30 分鐘、學習風格量表 40 分鐘與回饋問卷 20 分鐘，總共 90 分鐘。以下為測驗規劃和空間配置的相關說明。

1. 測驗規劃

測驗前，研究者先進行 60 分鐘的考場布置作業，包含排桌椅和擺設題目與材料。接著，研究者向學生說明測驗規則，再進行跑臺測驗，過程中須由一位工作人員負責響鈴（一分鐘一次），兩位生物教師負責管理與解決學生的作答困難，在跑臺測驗結束後回

表 3
不同測驗內容的題型配置

內容／目標	生命的特性	植物的構造與功能		動物的構造與功能		合計
	細胞的生理	營養	生殖	消化與循環	呼吸與排泄	
選擇題				2	1	3
配合題	1		1			2
問答題	4	6	5	5	5	25

收試卷，再進行學習風格量表的施測，最後請學生填寫回饋問卷，收集學生對於跑臺測驗的評論與建議。

2. 空間配置

施測前研究者先借用學校的空教室進行 60 分鐘的考場布置，考場空間配置如圖 2 所示。圖中數字代表測驗題題號與學生初始座號的對應位置；O 符號代表相互關聯的題目，表示題目必須設置在一起；箭頭代表跑臺的方向和順序。當每題答題時間一分鐘結束鈴響時，學生必須依照箭頭方向進行移動，每位學生每一分鐘移動一格。

五、資料分析與統計

本研究正式測驗結束後，經過一系列統整和編碼，再使用 SPSS ／ PC22 套裝軟體作統計分析，統計推論的部分使用描述性統計、獨立樣本 *t* 檢定、相關分析進行。以獨立樣本 *t* 檢定描述不同學習風格的高中數理資優班學生在生物科跑臺測驗的差異情形。使用皮爾森相關係數描述高中數理資優班學生跑臺測驗與學習風格的關係。使用平均數和標準差描述高中數理資優班學生在生物科跑臺測驗的回饋情形。

肆、結果與討論

研究者由高中數理資優班學生不同學習風格對於跑臺測驗與回饋行情形的影響之結果進行說明和討論。

一、不同學習風格的高中數理資優班學生在生物科跑臺測驗的差異情形

這裡探討高中數理資優班學生之學習風格（行動／反思、感官／直覺、視覺／語言、循序／統合）對於其在生物跑臺測驗之單元內容與探究實作的差異。依據學生在學習風格量表得分、生物跑臺測驗得分進行獨立樣本 *t* 檢定。

(一) 學習風格與生物科跑臺測驗單元內容之表現的差異

依據學習風格與生物科跑臺測驗單元內容之表現的統計結果，視覺／語言學習風格與生物科跑臺測驗單元內容有顯著差異，行動／反思、感官／直覺、循序／統合學習風格與生物科跑臺測驗單元內容無顯著差異，如表 4、表 5、表 6 所示。

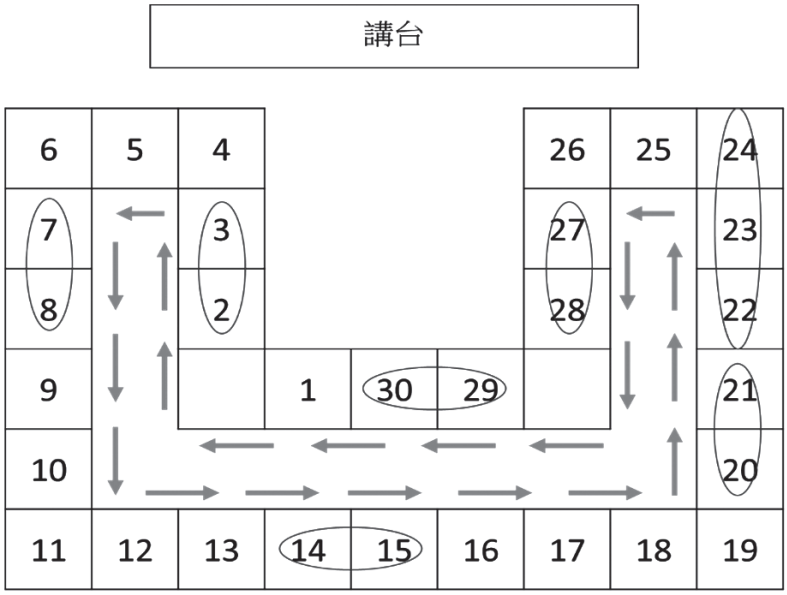


圖 2　生物科跑臺測驗位置順序圖

表 4

行動／反思學習風格與生物科跑臺測驗單元內容之 *t* 檢定摘要表

單元內容	題數	組別	人數	平均數	標準差	*t* 值	*p* 值
生命特性	5	男生	36	1.13	.47	-1.54	.14
		女生	16	1.29	.42		
植物營養	6	男生	36	1.82	.71	.10	.92
		女生	16	1.81	.60		
植物生殖	6	男生	36	2.21	.51	.30	.77
		女生	16	2.13	.59		
動物消化循環	7	男生	36	1.98	.40	-.83	.41
		女生	16	1.95	.45		
動物呼吸排泄	6	男生	36	1.69	.61	1.13	.27
		女生	16	1.69	.61		
測驗總分	30	男生	36	1.77	.32	-.11	.88
		女生	16	1.77	.37		

表 5

感官／直覺學習風格與生物科跑臺測驗單元內容之 *t* 檢定摘要表

單元內容	題數	組別	人數	平均數	標準差	*t* 值	*p* 值
生命特性	5	感官	31	1.24	.51	.95	.35
		直覺	21	1.12	.37		
植物營養	6	感官	31	1.86	.72	.55	.59
		直覺	21	1.75	.58		
植物生殖	6	感官	31	2.26	.52	1.29	.20
		直覺	21	2.06	.56		
動物消化循環	7	感官	31	2.02	.42	1.05	.30
		直覺	21	1.89	.41		
動物呼吸排泄	6	感官	31	1.69	.55	.09	.93
		直覺	21	1.68	.68		
測驗總分	30	感官	31	1.81	.31	1.17	.24
		直覺	21	1.70	.37		

表 6

循序／統合學習風格與生物科跑臺測驗單元內容之 *t* 檢定摘要表

單元內容	題數	組別	人數	平均數	標準差	*t* 值	*p* 值
生命特性	5	循序	33	1.13	.42	-1.30	.20
		統合	19	1.30	.51		
植物營養	6	循序	33	1.81	.71	-.14	.89
		統合	19	1.83	.59		
植物生殖	6	循序	33	2.21	.51	.48	.63
		統合	19	2.13	.59		
動物消化循環	7	循序	33	2.00	.40	.82	.42
		統合	19	1.91	.44		
動物呼吸排泄	6	循序	33	1.66	.58	-.45	.66
		統合	19	1.74	.66		
測驗總分	30	循序	33	1.76	.33	-.12	.84
		統合	19	1.78	.35		

由表 7 結果可以發現不同組別（視覺組和語言組）的學生在植物營養、動物消化與循環、總測驗內容中，p 值小於 .05，且視覺組的平均數高於語言組的平均數。這樣表示視覺類型學習風格的學生在植物營養、動物消化與循環、全部內容之跑臺測驗表現較語言類型學習風格的學生高。與偏好文字和語言學習的學生相比，偏好圖表和視覺材料的學生在植物營養、動物消化與循環、整體生物科跑臺測驗有較好的表現。

學者 Samardzija 與 Peterson (2015) 提到資優學生喜好視覺化與動態的學習方式，學者 Chan (2001) 也提到資優學生喜好視覺學習的原因在於容易記憶，利用視覺圖表記憶後，學生容易在腦海中提取相關的訊息。學者 Felder (1996) 定義視覺型學習者擅長使用圖表和關聯性比較，語言型學習者透過說明和論述學習知識。因此，綜合過去文獻與本篇研究結果，視覺型學生在植物營養、動物消化與循環、植物相關、動物相關、總測驗內容表現較佳的原因在於這些生物單元內容包含了動植物的結構與功能，由試題中實體或標本視覺化的提示刺激，能夠幫助資優學生提取過去所學之動植物相關知識，並發現動植物器官構造與功能間的關聯性，引導他們回答問題。

(二) 學習風格與生物科跑臺測驗之探究與實作表現的差異

依據學習風格與生物科跑臺測驗之探究與實作表現的統計結果，視覺／語言學習風格與生物跑臺測驗探究與實作表現有顯著差異，行動／反思、感官／直覺、循序／統合學習風格與生物科跑臺測驗探究與實作表現無顯著差異，如表 8、表 9 所示。

由表 10 結果可以發現不同組別（感官組和直覺組）的學生在思考智能的探究與實作表現中，p 值為 .063，雖未小於 .05，但效果量 Cohen's d 達 .53。根據 Cohen (1988) 對行為科學領域之效果量 (effect sizes) 定義值，當 Cohen's d 在 .5 以上時為中效果，表示能解釋的變異量在 33% 以上，變項之間關係中等。因此，感官／直覺兩組平均差異有參考價值，且感官組的平均數高於直覺組的平均數。這樣表示感官類型學習風格的學生在思考智能之跑臺測驗表現較直覺型學習風格的學生高。與偏好創新和抽象思考的學生相比，偏好記憶事實和操作實驗的學生在生物科跑臺測驗中思考智能有較好的表現。

Felder (1996) 定義感官型學習者偏好記憶事實與操作實驗，直覺型學習者喜歡挑戰與創造。趙毓圻（2010）提到將教學與評量相互結

表 7

視覺／語言學習風格與生物科跑臺測驗單元內容之 t 檢定摘要表

單元內容	題數	組別	人數	平均數	標準差	t 值	p 值
生命特性	5	視覺	19	1.29	.44	1.23	.22
		語言	33	1.13	.47		
植物營養	6	視覺	19	2.05	.67	2.02 *	.05
		語言	33	1.68	.63		
植物生殖	6	視覺	19	2.28	.52	1.03	.31
		語言	33	2.12	.55		
動物消化循環	7	視覺	19	2.20	.44	3.25 **	.00
		語言	33	1.84	.35		
動物呼吸排泄	6	視覺	19	1.78	.61	.80	.43
		語言	33	1.64	.60		
測驗總分	30	視覺	19	1.92	.31	2.64 **	.01
		語言	33	1.68	.33		

**$p < .01$；*$p < .05$

表 8
行動／反思學習風格與生物科跑臺測驗探究實作之 *t* 檢定摘要表

探究實作	題數	組別	人數	平均數	標準差	*t* 值	*p* 值
思考智能	9	行動	31	1.73	.43	1.06	.29
		反思	21	1.58	.57		
問題解決	13	行動	31	1.75	.40	-.42	.68
		反思	21	1.80	.47		
科學本質	8	行動	31	1.93	.43	-.82	.42
		反思	21	2.02	.36		
測驗總分	30	行動	31	1.77	.32	-.03	.93
		反思	21	1.77	.37		

表 9
循序／統合學習風格與生物科跑臺測驗探究實作之 *t* 檢定摘要表

探究實作	題數	組別	人數	平均數	標準差	*t* 值	*p* 值
思考智能	9	循序	33	1.66	.43	-.28	.78
		統合	19	1.70	.60		
問題解決	13	循序	33	1.77	.44	-.18	.86
		統合	19	1.79	.40		
科學本質	8	循序	33	1.98	.43	.33	.74
		統合	19	1.94	.37		
測驗總分	30	循序	33	1.76	.33	-.21	.84
		統合	19	1.78	.35		

表 10
感官／直覺學習風格與生物科跑臺測驗探究實作之 *t* 檢定摘要表

探究實作	題數	組別	人數	平均數	標準差	*t* 值	*p* 值
思考智能	9	感官	31	1.78	.45	1.87	.07
		直覺	21	1.52	.52		
問題解決	13	感官	31	1.79	.39	.24	.81
		直覺	21	1.76	.48		
認識科學本質	8	感官	31	2.00	.44	.76	.45
		直覺	21	1.91	.35		
測驗總分	30	感官	31	1.81	.31	1.17	.24
		直覺	21	1.70	.37		

合的科學問題探究之評量方法，能夠了解資優學生對於結果分析的思考方式。呂金燮（2001）也提到以自然科學實驗評量的方法，幫助教學者了解資優學生對於科學實驗的認知與技巧，能夠檢核科學實驗的相關目標。郭靜姿（2000）指出資優學生因其邏輯推理清晰，能夠覺察問題，找出問題的癥結所在。因此，綜合過去文獻與本篇研究結果可以發現，感官偏好的資優學生在生物科跑臺的探究與實作表現中，能夠在操作實驗的過程，做清楚的邏輯推理，覺察關鍵並解決問題。

由表 11 結果可以發現不同組別（視覺組和語言組）的學生在問題解決的探究與實作表現中，*p* 值小於 .05，且視覺組的平均數高於語言組的平均數。這樣表示視覺類型學習風格的學生在問題解決之跑臺測驗表現較語言類型學

表 11
視覺／語言學習風格與生物科跑臺測驗探究實作之 *t* 檢定摘要表

探究實作	題數	組別	人數	平均數	標準差	*t* 值	*p* 值
思考智能	9	視覺	19	1.77	.48	1.10	.28
		語言	33	1.62	.50		
問題解決	13	視覺	19	2.00	.36	3.20 **	.00
		語言	33	1.64	.41		
認識科學本質	8	視覺	19	2.07	.42	1.38	.17
		語言	33	1.91	.38		
測驗總分	30	視覺	19	1.92	.31	2.59 **	.01
		語言	33	1.68	.33		

**$p < .01$；*$p < .05$

習風格的學生高。與偏好文字和語言學習的學生相比，偏好圖表和視覺材料的學生在生物科跑臺測驗中問題解決有較好的表現。

郭靜姿（2000）認為資優學生具備實際解決真實問題的學習與認知需求，Clark (2008) 提到資優學生的學習特質能將廣泛內容做共同性的歸納，徐俊龍（2012）發現運用概念構圖作為生物教學與評量的策略，能夠幫助資優學生了解不同概念的關聯性，也幫助教師了解學生的思考方式。因此，綜合過去文獻與本篇研究結果，資優學生對於問題解決（分析與發現）的探究與實作能力具備學習與認知的需求，而視覺型資優學生能夠善用生物實物、標本、圖片等視覺材料了解不同概念的關聯性，有利於分析與發現問題的答案。

二、高中數理資優班學生跑臺測驗與學習風格的關係

本節探討不同學習風格（行動／反思、感官／直覺、視覺／語言、循序／統合）高中數理資優班學生在生物科跑臺測驗（單元內容、探究實作）的關係，使用皮爾森相關係數，了解其相關性。其中，視覺／語言學習風格與部分單元內容及探究實作向度呈現正相關。而行動／反思、感官／直覺、循序／統合學習風格與生物科跑臺測驗單元內容及探究實作表現無相關。

(一) 不同學習風格與生物科跑臺測驗單元內容的關係

由表 12 相關分析結果顯示，視覺／語言學習風格與植物營養的相關係數為 .324，達到 .05 的顯著水準，二者有顯著的中度正相關；視覺／語言學習風格與動物呼吸與排泄的相關係數為 .405，達到 .01 的顯著水準，二者有顯著的高度正相關。視覺／語言學習風格與植物營養的相關係數為 .403，達到 .01 的顯著水準，二者有顯著的高度正相關，表示視覺學習風格得分高者，植物營養、動物消化與循環、總測驗得分亦高。最後，視覺／語言學習風格與生命特性、植物生殖、動物呼吸與排泄、動物平均的相關係數為 .241、.227、.105，二者為無相關。表示兩兩變項之間沒有明顯的線性相關。

(二) 不同學習風格與生物科跑臺測驗探究實作表現的關係

由表 13 相關分析結果顯示，視覺／語言學習風格與問題解決的相關係數為 .503，達到 .01 的顯著水準，二者有顯著的高度正相關，表示視覺學習風格得分高者，問題解決得分亦高。最後，視覺／語言學習風格與思考智能、認識科學的本質的相關係數為 .194、.153，二者為無相關。表示兩兩變項之間沒有明顯的線性相關。

三、高中數理資優班學生在生物科跑臺測驗的回饋情形

本節使用平均數和標準差，描述高中數理資優班學生跑臺回饋（跑臺動機與需求、植物相關目標管理、動物相關目標管理）情形，以及描述學生對於生物科跑臺測驗的評論與建議。

(一) 高中數理資優班學生跑臺回饋情形

本研究使用平均數和標準差，描述高中數理資優班學生跑臺回饋（跑臺動機與需求、植物相關目標管理、動物相關目標管理）情形，採五點量表為計分依據，分別給予 0 至 4 分，並將得分分為四個級距，每個級距為 1，得分平均數在「0.9 以下」為低分、而「1.0 至 1.9」為中下、而「2.0 至 2.9」為中上、再將「3.0 以上」為高分。

由表 14 結果可以發現跑臺回饋向度中，學生在跑臺動機與需求的表現最好，平均數達到 3.14，屬於高分的級別。接下來是植物相關目標管理的表現排序第二，平均數達到 3.10，屬於高分的級別。排序第三是動物相關目標管理的表現，平均數達到 3.08，屬於中等的級別。

表 12
學習風格與生物科跑臺測驗單元內容之相關係數摘要表

學習風格＼單元內容	生命特性	植物營養	植物生殖	動物消化循環	動物呼吸排泄	測驗總平均
行動／反思	-.021	.027	.124	.192	.57	.112
感官／直覺	.037	.057	.189	.192	-.33	.128
視覺／語言	.241	.324 *	.227	.405 **	.105	.403 **
循序／統合	-.064	-.105	-.031	.183	-.072	-.049

**$p < .01$；*$p < .05$

表 13
學習風格與生物科跑臺測驗探究實作之相關係數摘要表

學習風格＼單元內容	思考智能	問題解決	認識科學本質
行動／反思	.207	-.019	.126
感官／直覺	.184	.039	.100
視覺／語言	.194	.503 **	.153
循序／統合	-.038	-.050	.017

**$p < .01$；*$p < .05$

表 14
跑臺回饋描述性統計表

回饋向度	題數	平均數	標準差	排序
跑臺動機與需求	9	3.14	.60	1
植物相關目標管理	3	3.10	.73	2
動物相關目標管理	4	3.08	.70	3
回饋總平均	16	3.12	.58	

(二) 高中數理資優班學生跑臺測驗回饋的評論與建議

經過一系列統計分析後，完整討論高中數理資優班學生的學習風格類型、跑臺測驗表現、跑臺回饋情形的差異性與相關性後，為了更加了解學生對跑臺測驗的實際感受，接下來研究者針對高中數理資優班學生對於跑臺測驗的評論與建議的文字描述進行深入討論。

1. 學生對於生物科跑臺測驗的評論

生物科跑臺測驗的布置規劃、題目設計與材料呈現能夠引起學生對於生物測驗的興趣和動機。生物科跑臺測驗能夠真實看到和接觸動植物實體是很特別的評量經驗，生物科跑臺測驗能夠具體呈現學生對現真實生活中的生物是否有足夠的敏銳觀察力，且藉由實際問題的考驗能夠了解學生的思考方式與判斷能力。這樣的評量方式能夠增加學生面對真實生活問題的經驗。

生物科跑臺測驗可以納入生物課程當中，能夠帶動非填鴨式的教學與評量方式，也可以更加清楚書本所教授與現實生活的差距。表示在生物正式課程當中，學生有生物科跑臺測驗方式的需求，增加其實際問題解決與表現的機會。

2. 學生對於生物科跑臺測驗的建議

環境布置與材料有些許改善的意見，第一是響鈴時間未考慮到各個試題所需的解題時間不同，這是跑臺設計者需要多加考量與調整之處。第二是在試題材料上的顏色標示未考慮到學生辨色困難的可能性，需要改用其他區別性標示。第三是環境布置可能要再擴大範圍，避免學生在答題時互相影響。

生物科跑臺測驗的題目設計有些許改善的意見，第一是試題的內容範圍能夠加以擴增，對於生物實體的題目可以再增加，能夠幫助學生熟悉真實生活的生物問題。第二是題目設計時需要考量無法接受直接接觸動物器官實體的學生，需要改用其他動物實體呈現方式加以評量。第三是在設計題目時需要考慮是否能在有限時間和金錢內進行評量的準備和實施。

伍、結論與建議

本章整理依據高中數理資優班學生學習風格量表得分、生物科跑臺測驗結果、生物科跑臺回饋表現，經資料分析討論後所獲得的結論，能夠歸納出不同學習風格與生物科跑臺測驗的比較關係，並作出對未來生物教育研究的具體建議與限制改善。

一、結論

由高中數理資優班學生不同學習風格對於跑臺測驗與回饋情形的影響之結果分析後，研究者能夠獲得與歸納以下幾點結論：

(一) 不同學習風格的高中數理資優班學生在生物科跑臺測驗的差異情形

1. 視覺型學習風格的高中數理資優班學生在植物營養、動物消化與循環、動物相關和全部內容之跑臺測驗表現較語言型學生高。
2. 感官型學習風格的高中數理資優班學生在思考智能之跑臺測驗表現較直覺型學生高。視覺型學生在問題解決之跑臺測驗表現較語言型學生高。

(二) 高中數理資優班學生跑臺測驗與學習風格的關係

1. 視覺型學習風格的高中數理資優班學生，在植物營養、動物消化與循環、植物相關及總跑臺測驗的表現佳。
2. 視覺型學習風格的高中數理資優班學生，在問題解決的表現呈現正相關。

(三) 高中數理資優班學生在生物科跑臺測驗的回饋情形

1. 高中數理資優班學生對於生物科跑臺測驗的回饋平均中，對於跑臺的動機與需求、植物相關目標管理、動物相關目標管理，皆有高滿意度的反應。學生平均認為跑臺測驗能夠測得自己的生物知能和優弱勢能力、動物血液循環的了解程度。
2. 高中數理資優班學生跑臺測驗的評論中認為，生物科跑臺測驗能夠引起他們的動機，與一般的評量方式相比更多元和彈性，能更

接近真實生活情境。

3. 高中數理資優班學生跑臺測驗的建議中認為，在環境設置方面，生物科跑臺測驗的答題時間需要更加彈性，能依據題目難易度與思考時間的不同，給予不同時間作答。另外，生物科跑臺測驗的站臺布置需要有隱私性的設計，避免學生間互相影響，使測驗結果產生偏誤。在題目內容方面，需要考量學生對於動物實體的接受度與辨色能力，使學生在跑臺測驗時有最大參與與表現程度。

二、建議

由高中數理資優班學生不同學習風格對於跑臺測驗表現的影響之結果分析，並且歸納結論後，依據其結果討論與結論，給予高中資優班教師與所屬學校具體建議如下：

(一) 依據資優學生特質調整生物評量方式

本研究結果顯示，可以了解視覺的刺激與感官的操作對於高中數理資優班學生的重要性。例如：教學者在引導學生學習植物與動物器官結構時，課程當中若能夠融入真實植物與動物器官的解剖，並設計相對應問題為中心的生物實體探究與實作活動，能夠讓偏好視覺學習風格之資優班學生作深入思考與反應。再來，依據課程目標與教學內容進行與真實生活接軌的評量，除了紙筆測驗外，能夠加入生物實體的跑臺測驗、探究與實作表現檢核、問題討論發表與分享。

(二) 生物科跑臺測驗的相關調整與改善

從參與本研究的高中數理資優班學生之建議發現，在跑臺測驗時間控制方面，對於需要較多時間思考和解答的題目，可以給予兩次停留站臺的機會。在跑臺題目內容方面，題目設計者能夠增加評量內容的廣度，包含融入其他動植物實體和標本的相關試題、增加其他課程範圍的相關試題，藉此加深加廣試題的多元性，也能提升學生對於問題的興趣和挑戰性。在學生特殊需求方面，對於無法接受動物器官實體的學生之評量調整，能夠在部分試題給予相似的視覺刺激，例如：提供 3D 列印的動物器官模型、彩色動物器官圖片替代真實動物器官。對於顏色辨識困難的學生之評量調整，能夠在部分試題的位置標示以圖形代替顏色，在滿足學生需求下達到最大的評量效果。

(三) 跑臺測驗方式需要團隊的規劃與實施

跨領域課程的設計是 108 課程綱要的焦點之一，生物科教師若能共同合作，或進一步邀請其他數學、物理、化學和地球科學領域的專業教師共同設計與規畫跑臺測驗方式的實施，在跑臺測驗中融入不同領域知識與技能的試題，能夠更貼近 108 課程綱要的學習目標，藉由這樣的評量方式也能夠測得學生對於真實生活問題的探究與實作表現。

參考文獻

王夕堯、易曉雯（1993）。**評量科學思考智能的綜合統整能力－實務初探**。國科會專案研究計畫成果報告（計畫編號：NSC92-2522-S-305-001）。國立臺北大學，臺北。

呂金燮（2000）。資優兒童問題解決能力實作評量之建構研究。**特殊教育研究學刊，19**，279-308。

呂金燮（2001）。資優兒童的學習評量。**資優教育季刊，79**，4-12。

吳武典、蔡崇建（1986）。國中資優學生的認知方式與學習方式之探討。**特殊教育研究學刊，2**，219-230。

易紅、閆麗萍（2009）。學習風格研究的現狀與思考。**新疆教育學院學報，25**(1)，91-95。

柯麗卿（2005）。獨立研究的教學與評量，**資優教育季刊，94**，22-25。

徐俊龍（2012）。**概念構圖融入七年級資優班生物科教學之研究**（未出版之碩士論文）。國立臺灣師範大學，臺北。

郭靜姿（2000）。談資優學生的特殊適應問題與輔導。**資優教育季刊，75**，1-6。

陳英豪、吳裕益（1982）。**測驗的編製與應用**。臺北：偉文。

陳燕、秦愛民、吳靜禕（2013）。當代教育心理學習風格理論和模型。**內蒙古師範大學學報，26**(2)，38-40。

黃玉枝（1991）。**國中資優學生與普通學生學習風格及學校適應之比較研究**（未出版之碩士論文）。國立臺灣師範大學，臺北。

特殊教育法（2014）。中華民國一百零三年六月十八日總統華總一義字第 10300093311 號令修

正公布。

教育部（2018）。**十二年國民基本教育課程綱要國民中小學暨普通型高級中等學校—自然科學領域**。107 年 11 月 2 日，取自 https://www.naer.edu.tw/files/15-1000-14113,c639-1.php?Lang=zh-tw

趙毓圻（2010）。PODE 教學模式在資優科學課程設計之應用。**資優教育季刊，117**，25-32。

Bloom, B. S., Engelahar, M. D., Frust, E. J., Hill, W. H., & Krathwohl, D. R. (1956). *Taxonomy of educational objective, handbook 1: Cognitive domain*. New York, NY: David McKay.

Chan, D. W. (2001). Learning styles of gifted and nongifted secondary students in Hong Kong. *Gifted Child Quarterly, 45*(1), 35-44. doi: 10.1177/001698620104500106.

Clark, B. (2008). *Growing up gifted: Developing the potential of children at home and at school*. Bergen, NJ: Pearson.

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Earlbaum Associates.

Felder, R. M. (1996). Matters of style. *ASEE Prism, 6*(4), 18-23.

Felder, R. M., & Brent, R. (2005). Understanding student differences. *Journal of Engineering Education, 94*(1), 57-72. doi: 10.1002/j.2168-9830.2005.tb00829.x.

Felder, R. M., & Soloman, B. A. (2007). *Index of learning styles*. North Carolina State University. 11 June, 2007, Retrieved from http://www.ncsu.edu/felder-public/ILSpage.html.

Felder, R. M., & Spurlin, J. (2005). Reliability and validity of the index of learning styles. *International Journal of Engineering Education, 21*(1), 103-112.

Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Lawrence, G. (1993). *People types and tiger stripes: A practical guide to learning styles*. Gainesville, FL: Center for Applications of Psychological Type.

Ruiz Primo, M. A., & Shavelson, R. J. (1996). Rhetoric and reality in science performance assessments: An update. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching, 33*(10), 1045-1063. doi: 10.1002/(SICI)1098-2736(199612)33:10<1045::AID-TEA1>3.0.CO;2-S.

Rayneri, L. J., Gerber, B. L., & Wiley, L. P. (2006). The relationship between classroom environment and the learning style preferences of gifted middle school students and the impact on levels of performance. *Gifted Child Quarterly, 50*(2), 104-118. doi: 10.1177/001698620605000203.

Samardzija, N., & Peterson, J. S. (2015). Learning and classroom preferences of gifted eighth graders: A qualitative study. *Journal for the Education of the Gifted, 38*(3), 233-256. doi: 10.1177/0162353215592498.

Schoeman, S., & Chandratilake, M. (2012). The anatomy competence score: A new marker for anatomical ability. *Anatomical Sciences Education, 5*(1), 33-40. doi: 10.1002/ase.263.

Smith, C. F., & McManus, B. (2015). The integrated anatomy practical paper: A robust assessment method for anatomy education today. *Anatomical Sciences Education, 8*(1), 63-73. doi: 10.1002/ase.1454.

Yaqinuddin, A., Zafar, M., Ikram, M. F., & Ganguly, P. (2012). What is an objective structured practical examination in anatomy? *Anatomical Sciences Education, 6*(2), 125-133. doi: 10.1002/ase.1305.

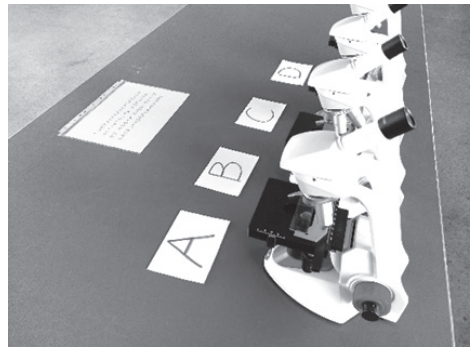
Zhang, G., Fenderson, B. A., Schmidt, R. R., & Veloski, J. J. (2013). Equivalence of student's scores on timed and untimed anatomy practical examinations. *Anatomical Sciences Education, 6*(5), 281-285. doi: 10.1002/ase.1357.

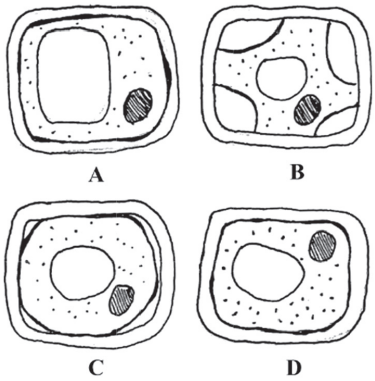
附件一
生物測驗試題

生命的特性

1　應用　分析與發現

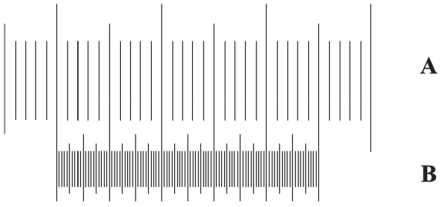
若將紫背萬年青浸泡在不同濃度的蔗糖溶液中，經半個小時後，放置於複式顯微鏡下，放大成 400X 的細胞後，請推理下圖細胞所在的蔗糖溶液濃度並由低至高排列。
答：**ADCB**。

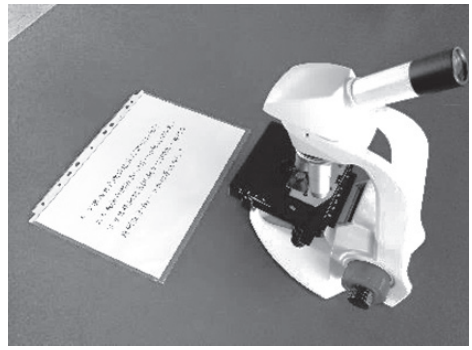


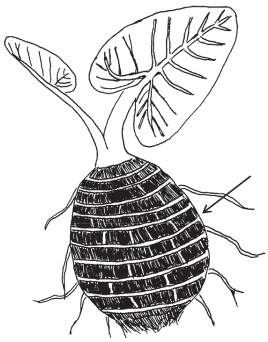
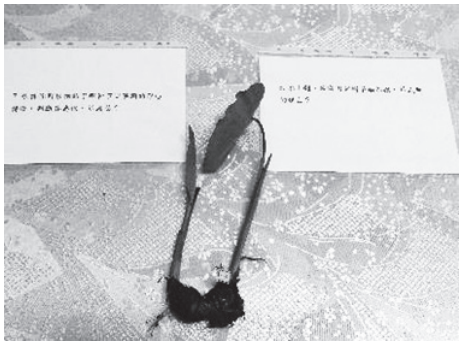
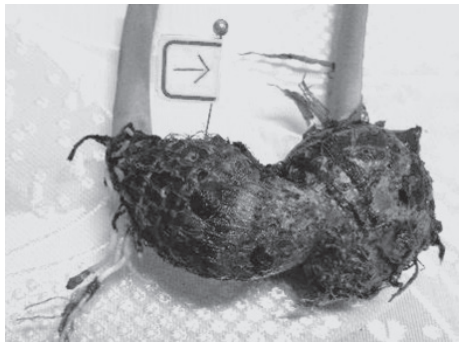
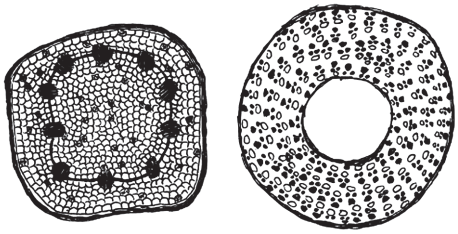


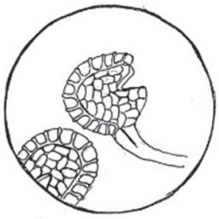
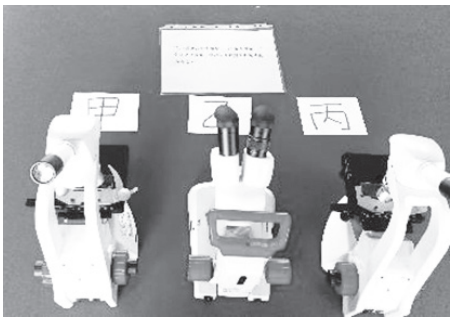
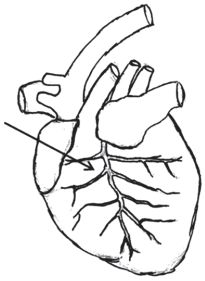
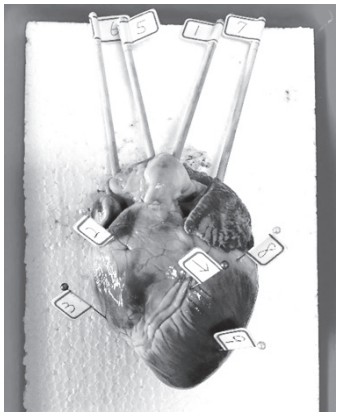
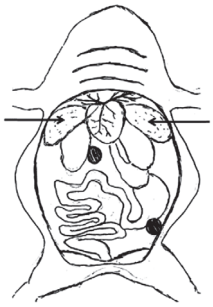
5　應用　推理論證

下圖為複式顯微鏡放大 200 倍的視野，上方載物臺側微器 (A) 每一小格為 10 微米，下方目鏡測微器 (B) 總共有 100 格，請問目鏡測微器 (B) 一小格的單位為何？
答：**2.5** 微米。

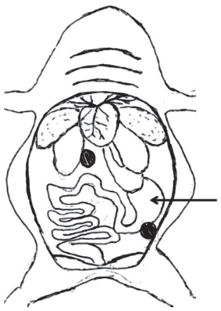
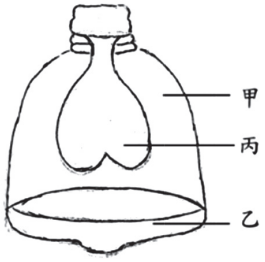
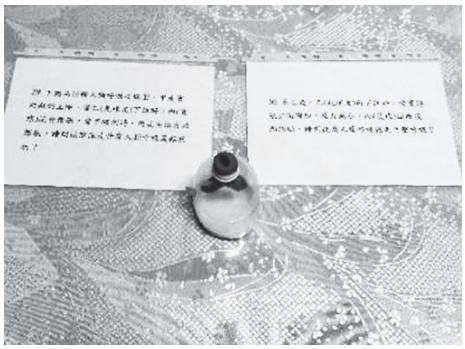




植物營養			
7	應用	分析與發現	依據你對植物的了解和下圖芋頭的形態特徵，判斷其為根、莖或葉？ 答：莖。   
8	分析	推理論證	承上題，請寫出判斷芋頭為根、莖或葉的理由？ 答：有節。
9	綜合	分析與發現	下圖為某兩種植物的莖部橫切面，請繪出這兩種植物的維管束排列方式並標出木質部和韌皮部的位置？ 答：雙，環狀。單，散狀。 木質部在內側、韌皮部在外側。  甲　乙

			植物生殖	
12	應用	分析與發現	下圖為蕨類實驗中，不同放大倍率下所觀察到的樣貌，請排列由微觀至巨觀的蕨類構造。 答：**丙甲乙**。  甲 乙 丙	
			動物消化與循環	
21	知識	認識科學本質	下圖為豬心臟的實體圖，可以發現箭頭處的血管源至於大動脈的分支，再細分成更小的血管分布在心肌周圍，請問箭頭所指的血管有什麼功能？ 答：**供應心臟養分**。 	
22	分析	認識科學本質	下圖為青蛙之解剖圖，若用吸管從青蛙口部吹氣，發現箭頭處之器官膨脹，請問吹氣的過程依序經過哪些器官？ 答：**口、咽、喉、氣管、支氣管、肺**。	

動物呼吸與排泄

26	應用	分析與發現	下圖為青蛙之解剖圖，若用吸管從青蛙口部吹氣，不小心使其氣管關閉，可以發現箭頭處之器官膨脹，你認為箭頭處是何種器官？ 答：胃。	
29	綜合	推理論證	下圖為模擬人類呼吸之模型，甲是寶特瓶的上端，當乙 (氣球皮) 下拉時，丙 (氣球) 就會膨脹。當甲破洞時，丙就無法有效膨脹，請問這就像是什麼人類呼吸困難疾病？ 答：氣胸。