

國小學生閱讀理解能力與學習顯 微鏡相關課程之關係—以一個個 案班級為例

盧秀琴*、陳碧霞**

摘 要

本研究利用 RCTC、TIWM 和中華國語文能力測驗進行量化研究，發現國小個案學生的閱讀理解能力和國語文能力、顯微鏡相關概念的獲得都呈現顯著的正相關。學生由閱讀文章而獲得的細胞相關概念主要有：能依正確的步驟，製作一個水埋法標本片進行觀察，在複式顯微鏡下觀察到的影像和實物是左右相反、上下顛倒的，植物細胞和動物細胞的形態及構造有些差異，動物細胞不具細胞壁、葉綠體，無法行光合作用，有些水中的微小生物會攝食更小的微小生物，是消費者。

綜合課室觀察、學生訪談和生態概念問卷的詮釋分析，發現高分群學生可以理解文章內容的意涵，雖然一時學習太多科學詞彙，但都能慢慢消理解；中分群學生有些不理解文章的科學詞彙，較無法進行分析預測，依賴背誦記憶在回答問題；低分群學生的語文能力不佳，有些字不認得，無法理解文章內容的意涵，也無法正確的邏輯推理或分析預測。本研究根據這些發現，建議國小自然教師盡量使用圖文並茂的課本或文章說明，並多使用學生理解的語言進行討論與解說，幫助學生自行建構重要概念與科學詞彙的理解；並選擇讓學生有經歷探究和論證歷程的文章供學生閱讀，學生才能從閱讀中理解原委而修正自己的看法。

關鍵字：閱讀理解能力、重要概念、科學詞彙、邏輯推理、分析預測

* 國立台北師範學院自然科學教育系所教授

** 台北縣中和市秀山國小教師

國小學生閱讀理解能力與學習顯微鏡相關課程之關係－以一個個案班級為例

盧秀琴、陳碧霞

壹、前言

一、研究的理念和重要性

我國九年一貫課程中，國小課程「顯微鏡下的世界」介紹顯微鏡的使用和動植物細胞與黴菌的觀察，接著國中課程則增加顯微鏡種類和細胞學說的介紹；許多學者專家認為細胞概念的瞭解是學習生物課程的入門，顯微鏡技能的學習也是一項必備的技能（Duit, 1991; Gilbert, 1989; Campbell & Reece, 2003）。Brady 和 Willard（1998）從事四到八年級學生的顯微鏡教學探究，認為學生可用顯微鏡來觀察生物與無生物的微小構造。在國內，湯清二（1991, 1993）從事中小學學生對於生物細胞概念發展的探究，發現教師未落實實驗教學，造成學生的作答以直觀的猜測居多，因而產生錯誤的細胞概念。曾千虹和耿正屏（1993）探討學生的生物細胞概念發展也獲得相同結論。盧秀琴（2000）拍攝「顯微鏡下的微小世界」教學光碟片，利用情境引導、問題呈現、做推論、設計實驗與解釋、推廣發展等「思考學習環」進行教學，發現多數學生能操作顯微鏡以觀察動植物細胞。

本研究曾利用「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）{盧秀琴，2003a}，研究大台北地區國小學生的顯微鏡操作與細胞相關概念認知的發展，並整理出國小學生學習顯微鏡相關課程時，產生的另有概念（盧秀琴，2003b）。之後，本研究曾從自然科學教師的教學策略和國小教科書的分析，嘗試理解國小學生產生顯微鏡相關課程之另有概念形成的原因（盧秀琴，2004a；盧秀琴，2005）。

本研究接著想要探討國小學生的閱讀理解能力和學習顯微鏡相關課程是否有關，可從個案班級學生學習顯微鏡相關課程中，利用研發的研究工具、課室觀察和學生訪談從事此探究，若能藉此瞭解國小學生對於科學文章的閱讀習慣與理解能力，將能幫助教科書編輯人員和國小自然科學教師，思考如何編輯教科書、學習單和輔助性閱讀材料，才能有效幫助國小學生學習顯微鏡的相關課程。

國小學生在學習國語文的同時，必須運用所學的語文去學習數學、自然科學和社會科學等其它科目，並且他們要能使用所學得的語文能力去表達他們的看法及觀點。Vygotsky（1962）發現語言學習愈好的學童，其認知成長與心智發展較快；在知識的傳遞過程中，學生的思考模式與知識的建構和語言的認知發展有著密切關係（引自李維譯，1998）。Lemke（1990）提出學生學習科學過程中，應加強他們如何使用語言來表達他們對於科學知識或科學名詞的理解。在自然教室內的教學活動和語文有著密不可分的關係，教和學大部分都需要依賴語言來進行討論、閱讀，甚至科學寫作等；而學生除了可以從師生互動中學習如何說科學外，從科學文章的閱讀去學習科學的知識，也是建立正確概念的重要歷程之一。Gunning（1996）認為六年級以上學生的閱讀理解能力，已經能從閱讀中學習進展到抽象的閱讀，他們可以理解科學詞彙的意義和科學課程的內容，並能在認知系統中建構或組織概念；隨著年齡增長，學生也能建構不同層面的假設，考慮不同的觀點，思考各種合理的解釋等（Rickheit, Schnotz, & Strohner, 1985）。

二、研究的目的

本研究係探討國小學生的閱讀理解能力和學習顯微鏡相關課程的關係，歸納研究成果可以提出目前國小學生的閱讀習慣和閱讀理解能力，提供教學者針對此調整適當的教學策略。因此，本研究探討下列三個問題：1.個案班級國小學生的閱讀理解能力為何？和國語文能力、獲得顯微鏡相關概念的關係如何？2.利用研究工具診斷而得的國小學生之顯微鏡另有概念，是否能在課室觀察和學生訪談中，找到是否由於學生閱讀理解能力不佳而形成的？3.從個案班級的閱讀理解能力探究中，是否能提出有助於教學者應用的閱讀教學策略？

貳、文獻探討

一、國小學生的語文能力與自然科學學習的關係

國小學生的學習過程中，思考與語言若能彼此協調一致，則透過語言之溝通，結合大腦的思考，學生將能獲取概念認知。Vygotsky〈1962〉發現語言學習愈好的小孩，其認知成長與心智發展愈快。在知識的傳遞過程中，學生的思考模式與知識的建構，和語言的認知發展有著密切關係（引自李維譯，1998）。Lemke（1990）提出學生學習科學過程中，應加強他們如何使用語言來表達他們對於科學知識或科學名詞的理解，因為語言是一種情義表達的工具，也是思維的主要利器。熊同鑫（2000）認為學生無法有效的接受科學知識，主要是不能轉化科學社群的語言，不能透過教師或同儕的互動過程，有效的將科學社群的語言符號化或意義化，造成無法理解或形成科學概念與知識。黃文美（2002）建議在科學教學中，教師應鼓勵兒童以科學語言參與討論，藉以增進學生對科學名詞的理解。

根據 Stepans（1991）的說法，學生持有另有概念可能來自「話語用字就可以代表是否理解」的假設，學生透過在科學教室中的師生對話來學習科學詞彙的語意關係（semantic relationship），這些相關的語意關係彼此聯結的模式就是對話中的主題模式（thematic pattern），教師若沒有留意學生表達是否正確，學生常以字面意義說明科學詞彙的內涵而產生另有概念。Gunning（1996）綜合許多學者的研究（Cook, 1986; Ames, Ilg, & Baker, 1988; Huck, Helper, & Hickman, 1993; Sulzby & Teale, 1991），將人類閱讀理解能力的發展分為五個階段，其中國小四到六年級學生處於第四階段：由閱讀中學習期（reading for learning），這階段的學生，其學習的課程內容開始出現很多複雜的訊息、抽象的概念（如：自然科學科目），而用以說明這些訊息、概念的文字或句子也愈來愈長、愈來愈複雜，因此他們需要認識更多生字的意義、理解課程內容，並在認知系統中建構、組織概念。

林素雯（2003）說明理解是閱讀的主要目的，當讀者面對一篇閱讀材料時，運用文字再認的技巧，進而轉譯成有意義的形式，便是理解的產生，所以理解是一種行爲，也是一種能力。Gagn'e（1985）將閱讀理解分為三部分：1.字面文義的理解（literal comprehension）：是指閱讀時對字彙意義的認識，並能理解成串字彙所形成的語彙之意義；2.推論理解（inferential comprehension）：是指對文章之內涵及意義，超越字面意義的瞭解，而有更深入的理解及 3.理解的監控

(comprehension monitoring): 是指閱讀者在閱讀時審查並注意自己是否已理解閱讀內容的歷程。

趙金祁和洪文東(1993)認為科學文章的閱讀理解是由文章中建構意義的過程,說明式的科學文章,常會出現一些科學詞彙及專門術語,文句之間的陳述,非常注意邏輯一致性,以及各種句子間之因果關係;敘述式的科學文章,則會將經驗過的事與物加以敘述、轉化,進而編造成一篇好故事,一部生動的劇本或一段可信的歷史等。謝添裕(2002)探討國小學生對於科學文章的閱讀情況,結果發現:1.閱讀純文字說明式科學文章的學生,其閱讀理解能力略高於閱讀圖文並呈的學生;2.喜歡閱讀敘述式科學文章的學生多於喜歡閱讀說明式文章的學生;3.有75%的學生覺得說明式科學文章較難理解而需增加閱讀的時間;4.學生認為在說明式科學文章附加圖片,並做淺易解釋較能吸引他們閱讀。陳明彥(2002)探討國小學生語言能力、閱讀理解能力及寫作表現三者之關係,整理重點:1.就整體閱讀理解能力而言,六年級學生優於四年級學生,女生優於男生;2.學生語言能力與閱讀理解能力呈現高度正相關;3.學生閱讀理解能力與寫作表現呈現中度正相關;4.語言能力對國小學生閱讀理解能力具有預測效果。陳秋芬(2003)探討科學性文章中的時間序列對國小五年級學生閱讀理解的影響,認為:1.學生對於文章閱讀順時間序列版本的表現,優於閱讀逆時間序列版本者;2.學生的先前知識與閱讀能力會影響閱讀表現,較優的先前知識與閱讀能力者的表現較佳;3.較優的先前知識者閱讀順時間序列版本的表現優於閱讀逆時間序列版本;而低先前知識者在閱讀這兩個版本時其表現沒有差異。

二、國小學生學習顯微鏡相關課程之研究

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:學生可用顯微鏡觀察生物與無生物的微小構造,當學生看到廚房粉末、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。Brady 和 Willard (1998) 歸納美國學生能夠發現有許多微小生物廣泛的存在於自然界中,它們是由細胞所構成的,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,學生進一步認為細菌是自然界的分解者。

曾千虹和耿正屏(1993)及湯清二(1993)曾探討中小學學生「生物細胞概念」之發展過程,結果發現許多學生尚未親眼看到細胞之前,對於細胞概念是模糊不清的,他們會用巨觀的看法來解釋微觀的細胞概念,學者認為國小學生的學

習仍處於「具體操作期」，故建議教師應落實實驗課程與應用視聽多媒體的教材。黃鴻志（2000）以資訊科技融入自然科的教學設計，其教學目標為：明白顯微鏡的構造和操作要領，觀察微小生物的構造；並由網頁上顯微鏡圖片的示範，引導學生學得操作要領。盧秀琴（2003b）研究大台北地區國小學生的顯微鏡操作與細胞相關概念認知的發展，發現國小學生有 27.8~33.3% 對於顯微鏡的操作有困難，尤其是在光圈的使用、焦距的調整及尋找高倍放大的影像方面。在細胞概念的認知，具有以下的另有概念：1.植物細胞都有葉綠體，會進行光合作用。2.動物細胞是趨近圓形的，排列不整齊而獨立分開的，像口腔皮膜細胞。3.保衛細胞是動物細胞，因為動物需要保護。在微小生物的認知概念，具有以下的另有概念：：1.生產者是給水中的其它動物吃的，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。

陳郁价（2003）從事國小學生學習顯微鏡課程另有概念之成因探究，發現學生在學習顯微鏡課程中產生的另有概念有：1.在顯微鏡的操作技能上，製作水埋片操作錯誤及對於旋轉盤、光圈的功能認識不清。2.對於動、植物細胞的組成與大小形狀，學生會認為動物的細胞比較大。3.對於水中的微小生物及黴菌所扮演的生態角色混淆不清，無法明確的分辨它們是生產者、消費者或是分解者。

參、研究方法與過程

本研究目的在瞭解國小高年級學生的閱讀理解能力與學習顯微鏡相關課程的關係，研究中的學校、班級與學生為研究者所服務之學校，依其該班之課務方便性及配合度，選擇研究進行的場域與參與者。本研究分為：研究方法，研究對象，研究工具和資料蒐集與處理等一一做說明。

一、研究方法

本研究採用的研究方法主要有三種，首先採用個案班級的「課室觀察」，著重在個案教師的教學情形和學生的學習狀況；再以細胞相關課程閱讀理解能力測驗（簡稱 RCTC, Reading Comprehension Tests of Cell-related Curriculum）（盧秀琴，2004b）、中華國語文能力測驗（林寶貴、楊慧敏和許秀英，1995）和 TIWM（國

小卷) 進行施測, 利用皮爾森積差相關考驗和單因子變異數分析, 探討學生的閱讀理解能力和國語文能力與獲得細胞相關概念的關係; 最後, 選擇訪談對象進行訪談, 請學生填寫生態概念開放問卷, 比對課室觀察資料、訪談資料、生態概念問卷資料和學生產生的另有概念做交叉分析詮釋, 說明學生的閱讀理解能力可能影響學生產生顯微鏡的另有概念, 並提出教學上的建言給國小自然科學教師作參考。

二、研究對象

本研究選擇研究者所任教之台北縣中和市的某一大型國小為研究場域, 並以該校六年 B 班之學生為研究對象, 全班人數 32 人, 男生 17 人, 女生 15 人。該班學生對自然科課程學習具有濃厚的興趣, 發表趨於主動, 互動情形良好。經過 RCTC 和 TIWM 作答情形資料分析後, 選擇 RCTC 和 TIWM 測試結果都為高分群、中分群和低分群的學生作為半結構訪談的對象。

三、研究工具

(一) 細胞相關課程閱讀理解能力測驗 (簡稱 RCTC)

本研究使用盧秀琴 (2004b) 編製的「細胞相關課程閱讀理解能力測驗」的國小卷, 共有 5 篇文章: 製作水埋片標本進行顯微鏡的觀察、如何使用顯微鏡、顯微鏡下觀察的細胞、動植物細胞和顯微鏡下的微小生物等, 每篇文章有 5 題試題, 共 25 題, 包含四個分量: 重要概念、科學詞彙、邏輯推理和分析預測等; 目的在偵測國小生學習顯微鏡相關課程時, 產生另有概念是否可能因為閱讀理解能力不佳所造成。RCTC 建立表面效度、內容效度和構念效度, 使科學文章適合學生閱讀, 文章內容充分反映細胞相關課程的內涵, 題幹陳述與答案選項充分反映學生如何產生另有概念。RCTC 國小卷的內部均質性信度達 0.7322, 試題的平均難度為 0.55, 鑑別度指數之平均值為 0.35。

(二) 中華國語文能力測驗

本研究使用林寶貴、楊慧敏和許秀英 (1995) 開發中華國語文能力測驗, 其目的在測試學生的國語文能力。其內容分為注音、詞彙、選詞、字形、文意、語法及重組七部份, 共 125 題, 計分方式是答對者給 1 分, 否則不給分。本測驗重測信度為 0.95, 「內部一致性信度」為 0.97, 折半信度為 0.95, 構念效化考驗為 0.81~0.87, 同時效度為 0.87。

(三) 「顯微鏡下的世界兩階層診斷式紙筆測驗」(簡稱 TIWM)

本研究使用盧秀琴(2003a)編製與效化「顯微鏡下的世界兩階層診斷式紙筆測驗」的國小卷,是二階層診斷式測驗,第一層試題可偵測學生的顯微鏡相關概念,第二階層試題可偵測學生作答第一層的理由,以深入瞭解學生的另有概念類型。TIWM 共 27 題,包含四個分量:顯微鏡操作技能、細胞具有可辨認的特性、微小生物和環境中的微小粒子等,目的是看國小學生顯微鏡相關概念的發展,以及如何產生另有概念;TIWM 已建立內容效度和試題因素分析,其內部均質性信度達 0.98,重測信度達 0.81,平均難度為 0.33,鑑別度指數之平均值為 0.65。

(四) 生物概念問卷

本研究使用陳碧霞(2004)編製的生物概念問卷,目的在瞭解學生對顯微鏡相關課程概念建構的情形和使用的語彙內容。其範圍包含:顯微鏡構造功能與操作技能、細胞的認知與其各具有可辨認的特性、黴菌的認識、水中生物的認知和相關生物專有名詞之聯想。

四、資料蒐集與處理

量的資料方面:將量化資料全部輸入基本資料及答案後,透過 SPSS10.0 統計軟體進行分析。首先將學生 RCTC、中華國語文能力測驗和 TIWM 的表現,進行描述性統計分析,以瞭解學生的閱讀理解能力、國語文能力和顯微鏡相關概念的學習情形;其次,分別針對學生在 RCTC 和國語文能力、TIWM 的表現進行皮爾森積差相關及單因子變異數分析,提出國小學生的閱讀理解能力、國語文能力和顯微鏡相關概念的獲得,兩兩之間的關係分析。

質的資料方面:根據 RCTC 重要概念、科學詞彙、邏輯推理和分析預測等四個項度題目配合 TIWM 題目進行分析,並嘗試從國小個案班級的「課室觀察」、生物概念問卷資料和學生半結構訪談等相關資料多重檢驗,詮釋學生的哪些另有概念是由於學生閱讀理解能力不佳造成的。

肆、研究結果與討論

本研究利用國小個案學生之 RCTC、中華國語文能力測驗和 TIWM 之作答情形作相關性分析,根據 RCTC 和 TIWM 分析出來的學生另有概念,從課室觀察、

生物概念問卷內容和學生訪談資料做詮釋性分析，探討學生的閱讀理解能力與學習顯微鏡相關課程的關係。本研究結果分項說明如下：

一、個案學生之閱讀理解能力與國語文能力、顯微鏡相關課程學習之關係

本研究以描述性統計、Pearson 積差相關和單因子變異數分析，將個案學生之閱讀理解能力和中華國語文能力測驗之得分進行分析，其結果整理如表一和表二所示。

表一 國小個案學生之 RCTC 與中華國語文能力測驗得分相關分析表

項 目	樣 本 數	平均分數	標 準 差	Pearson 積差相關	顯著性 (雙測考驗)
RCTC	32	17.06	4.165	.864**	.000
中華國語文能力測驗	32	85.72	17.041		

**p< 0.01

從表一知道，RCTC 共 25 題，答對 1 題得 1 分，答錯不計分；個案班級學生在 RCTC 之平均分數為 17.06 分，標準差為 4.165 分，超過中間平均值 12.50 分，顯示個案班級學生在閱讀理解能力表現尚好。個案班級學生在中華國語文能力測驗之平均分數為 85.72 分，標準差為 17.041 分，超過中間平均值 62.50 分，顯示個案班級學生之國語文能力表現尚好。RCTC 與中華國語文能力測驗兩個變項間之積差相關係數為.864，p 值為.000 (<.01)，表示二變項之間為正相關達到非常顯著水準；也就是說，國小個案學生之國語文能力測驗之得分愈高者，其閱讀理解能力測驗之得分也會較高；反之亦然。

表二 國小個案學生之 RCTC 與中華國語文能力測驗之變異數分析表

	離均差平方	自由度	平均數平方	F 值	顯著性
組 間	525.875	27	19.477	6.492	.04*
組 內	12.000	4	3.000		
總 和	537.875	31			

*p< 0.05

從表二知道，依變項 RCTC 在得分上之平均數的變異數分析，當自變項為中華國語文能力測驗，其 F 值等於 6.492，p 值為 0.04，已達到.05 顯著水準，也就是說學生的閱讀理解能力與中華國語文測驗的成績二變項之間有因果關係存在。綜合以上結果分析顯示，本研究所編製的閱讀理解能力測驗（RCTC）的結果，可代表個案學生之國語文能力。

為瞭解個案學生的閱讀理解能力是否會影響「顯微鏡相關課程」的學習，本研究以 Pearson 積差相關及單因子變異數分析，考驗學生之 RCTC 與 TIWM 之得分進行分析，其結果整理如表三和表四所示。

表三 國小個案學生之 RCTC 與 TIWM 得分相關分析表

項 目	樣 本 數	平 均 分 數	標 準 差	Pearson 積差相關	顯著性 (雙測考驗)
RCTC	32	17.06	4.165	.795**	.000
TIWM	32	52.75	14.861		

**p< 0.01

從表三知道，個案班級學生在在 TIWM 測驗之平均分數為 52.75 分，標準差為 14.861 分，RCTC 與中華國語文能力測驗兩個變項間之積差相關係數為.795，p 值為.000 (<.01)，表示二變項之間為正相關達到非常顯著水準；也就是說，學生之 TIWM 測驗之得分愈高者，其 RCTC 之得分也會較高；反之亦然。

表四 國小個案學生之 RCTC 與 TIWM 之變異數分析表

	離均差平方	自由度	平均數平方	F 值	顯著性
組 間	5719.467	15	381.298	5.416	.001**
組 內	1126.533	16	70.408		
總 和	6846.000	31			

** p< 0.01

從表四知道，依變項 RCTC 在得分上之平均數的變異數分析，當自變項為 TIWM，其 F 值等於 5.416，p 值為 0.01，已達到.01 顯著水準，也就是說學生的閱讀理解能力與顯微鏡下的世界兩階層診斷式紙筆測驗的成績二變項之間有因果

關係存在。由此知道，學生的閱讀理解能力會影響顯微鏡相關課程另有概念的 formation，學生在閱讀理解能力的表現愈差，在 TIWM 測驗中產生的另有概念也愈多；反之亦然。

為瞭解個案學生閱讀理解能力的差異性，將個案學生在 RCTC 得分的前 27%與後 27%作為區分高分群、中分群及低分群的基準，有 9 人歸類為高分群，15 人歸類為中分群，8 人歸類為低分群。進一步將高分群、中分群及低分群的得分進行 F 考驗，以檢視三組得分之間的差異性，並以 Scheffe 法進行事後比較，整理結果如表五所示。

表五 高分群、中分群和低分群個案學生在 RCTC 得分之比較

組別	人數	平均數	標準差	自由度	F 檢定	事後比較
高分群 (H)	9	22.11	1.691	(2, 29)	80.470	H : L*
中分群 (M)	15	16.87	1.506			H : M*
低分群 (L)	8	11.75	1.982			M : L*
總和	32	17.06	4.165			

* $p < 0.05$

從表五知道，高分群的平均分數為 22.11 分，標準差為 1.691 分，中分群的平均分數為 16.87 分，標準差為 1.506 分，低分群的平均分數為 11.75 分，標準差為 1.982 分，三組得分之間的差異皆達到顯著水準，顯示高分組、中分組和低分組學生，兩兩之間的閱讀理解能力皆具有顯著差異存在。

綜合以上資料分析，發現國小個案班級學生的閱讀理解能力、國語文能力和學習顯微鏡相關概念等，獲得的平均分數都超過中間平均值以上，顯示個案班級學生的能力不差；個案學生的閱讀理解能力和國語文能力、顯微鏡相關概念的獲得都呈現顯著的正相關；表示學生的閱讀理解能力測驗得分越高；其國語文能力、顯微鏡相關概念的獲得得分也越高。而高分組、中分組和低分組個案學生，兩兩之間的閱讀理解能力皆具有顯著差異存在。陳明彥（2002）探討國小學生語言能力、閱讀理解能力及寫作表現三者之關係，也證明學生語言能力與閱讀理解能力呈現高度正相關，而且語言能力對國小學生閱讀理解能力具有預測效果。

錡寶香（1999）探究國小學生之閱讀理解能力，發現會隨著年齡增加而增強閱讀理解能力，尤其是瞭解文章基本事實的能力，而抽取文章大意的能力則發展

最差，對於故事類記敘文的理解優於說明文的理解。本研究所使用的 RCTC 文章，全部都是敘述式的科學文章，因為國小學生的閱讀能力較差，較能接受敘述式的科學文章，而對於說明式的科學文章則產生閱讀困難（盧秀琴，2004b）。

二、個案學生閱讀理解能力與顯微鏡相關概念之另有概念的相關性分析

由於不同分群學生的細胞相關課程閱讀理解能力具有顯著性差異存在，而細胞相關課程閱讀理解能力包括：重要概念、科學詞彙、邏輯推理和分析預測等，針對個案學生閱讀理解能力與顯微鏡相關概念之另有概念，嘗試做詮釋與分析，有助於瞭解學生的閱讀理解能力如何影響學生對於顯微鏡相關概念的學習。本研究從 RCTC 測驗資料分析，以個案班級答對 RCTC 題目六成以上，定義為獲得該顯微鏡相關概念；則個案班級學生由閱讀文章而獲得的細胞相關概念有：1.能依正確的步驟，製作一個水理法的玻片標本進行觀察。2.在複式顯微鏡下觀察到的影像是和實際的物體左右相反、上下顛倒。3.植物細胞和動物細胞的形態及構造有些差異。4.動物細胞不具細胞壁，液胞較小，不具葉綠體，無法行光合作用。5.有些水中的微小生物會攝食更小的微小生物，是消費者。

本研究還發現，高分群個案學生產生 RCTC 與 TIWM 之另有概念試題，在中、低分群學生也產生相同的另有概念；在中分群個案學生產生 RCTC 與 TIWM 之另有概念試題，在低分群學生也產生相同的另有概念。所以，本研究決定從高分群學生開始，依序探究個案學生 RCTC 與 TIWM 作答的相關性。茲將高分群個案學生產生 RCTC 與 TIWM 之另有概念試題做詮釋與分析，呈現如表六所示。

從表六知道，高分群個案學生在 RCTC 測驗產生的另有概念，集中在重要概念和邏輯推理；高分群個案學生是真的沒有讀懂文章內容：水蘊草的細胞有葉綠體，可以進行光合作用，但洋蔥表皮細胞則沒有葉綠體；還是個案學生原本存在的另有概念：所有的植物細胞都有葉綠體的構造，造成答題的錯誤。相同的，學生無法理解「生產者的定義」的背後理由是什麼？這些將從課室觀察、生物概念問卷和學生訪談，做進一步的詮釋。

表六 高分群個案學生 RCTC 與 TIWM 之另有概念試題分析

項目	RCTC 試題分析	TIWM 試題分析	另有概念的相關性
重要概念	三-2： ⊕學生認為所有植物細胞都具有葉綠體的構造。	第 16 題： ⊕學生認為所有植物細胞都有葉綠體。	學生沒有讀懂文章內容的敘述：「水蘊草的細胞有葉綠體，可以進行光合作用，但洋蔥表皮細胞則沒有葉綠體。」學生在兩個測驗中，皆因自己原有的另有概念，以致認為植物細胞都有葉綠體的構造。
	五-1： ⊕學生認為會被大型生物吃的，是生產者。	第 11 題： ⊕學生對試題中之五種水中生物不熟悉，認為只要是水中微小生物，都是生產者。	學生沒有讀懂文章內容的敘述：「微小生物像新月藻，在陽光照射下，它們會進行光合作用，製造養分，並釋放出氧氣，所以是生產者。」學生不瞭解生產者的定義，在兩個測驗中，無法正確地為「生態角色」下定義。
邏輯推理	三-3： ⊕學生認為動物和植物細胞都含有細胞壁。 ⊕學生認為植物細胞只含細胞核、細胞質和細胞膜。	第 17 題： ⊕學生認為所有生物細胞都有細胞壁。	學生沒有讀懂文章內容的敘述：「水蘊草細胞和洋蔥表皮細胞是植物細胞，和口腔皮膜細胞一樣都有細胞核、細胞質和細胞膜的構造，但植物細胞的最外層還有細胞壁。」在兩個測驗中，學生無法邏輯推理口腔皮膜細胞是動物細胞，而無法說出動植物細胞的差異。
	四-2： ⊕學生認為蜂窩構造是由細胞所組成。	第 4 題： ⊕蜂窩由細胞所組成，是生物的構造。	學生沒有讀懂文章內容的敘述：「……身體是由很多細胞構成的，細胞有細胞膜圍著，細胞核位在細胞的中央，是細胞的指揮中心，細胞有細胞質，內含有一些胞器。」學生無法以細胞核、細胞質和細胞膜的有無來判斷是否為細胞，而以規則的形狀、大小來判斷生物細胞的特徵。

高分群個案學生因邏輯推理不佳而產生的另有概念，是因為學生無法邏輯推理口腔皮膜細胞是動物細胞，以致無法分辨動植物細胞的差異嗎？還有是因為學生無法以細胞核、細胞質和細胞膜的有無來判斷是否為細胞，以致於用規則的形狀、大小來判斷生物細胞的特徵嗎？這些都將從課室觀察、生物概念問卷和學生訪談，做進一步的詮釋。

高分群個案學生產生 RCTC 與 TIWM 之另有概念試題，中分群學生也產生相同的另有概念外；另外，整理中分群個案學生產生 RCTC 與 TIWM 之其他另有概念試題，呈現如表七所示。

從表七知道，中分群個案學生在 RCTC 測驗產生的另有概念，有重要概念、科學詞彙和分析預測；中分群個案學生是真的沒有讀懂：細菌、黴菌等分解者會分解其它生物的屍體殘骸，維持水中生態的平衡；還是個案學生原本存在的另有概念：細菌對生物體是有害的，造成答題的錯誤。相同的，學生無法理解顯微鏡各部位的構造等科學辭彙，造成不理解其功能，這些將從課室觀察、生物概念問卷和學生訪談，做進一步的詮釋。

中分群個案學生因分析預測不佳而產生的另有概念，學生無法分析預測複式顯微鏡的影像與實物的關係，而以自己的認知在回答問題，還有學生無法分析預測水滴的功能，如同不知道微小生物會因染色而死亡，以致無法在顯微鏡下順利觀察；這些都將從課室觀察、生物概念問卷和學生訪談，做進一步的詮釋。

中、高分群個案學生產生 RCTC 與 TIWM 之另有概念試題，低分群學生也產生相同的另有概念外；另外，整理低分群個案學生產生 RCTC 與 TIWM 之其他另有概念試題，呈現如表八所示。

從表八知道，低分群個案學生在 RCTC 測驗產生的另有概念，有重要概念、科學詞彙、邏輯推理和分析預測等；低分群個案學生似乎沒有讀懂動植物細胞的相同與相異性，而以自己原有的認知來分辨動、植物細胞；相同的，學生不理解細胞是構成生物體的基本單位的真正意義是什麼，可能從文章中隨便挑選科學詞彙作答，這些將從課室觀察、生物概念問卷和學生訪談，做進一步的分析。

低分群個案學生因邏輯推理或分析預測不佳而產生的另有概念，學生無法邏輯推理微小生物的生態地位是因為無法理解生產者、消費者和分解者的科學詞彙定義嗎？學生為什麼無法分析預測水族箱產生的氣泡的原因？這些都將從課室觀察、生物概念問卷和學生訪談，做進一步的分析。

表七 中分群個案學生 RCTC 與 TIWM 之另有概念試題分析

項目	RCTC 試題分析	TIWM 試題分析	另有概念的相關性
重要概念	五-5： ⊕學生認為細菌、黴菌對其它生物有害，最好不要存在自然界裡。	第 24 題： ⊕1.學生認為堆肥中的細菌會使植物生病。2.學生認為堆肥對植物沒有益處。	學生沒有讀懂文章內容的敘述：「自然界中，除了有生產者和消費者，還必須依靠細菌或黴菌這些分解者來分解其它生物的屍體殘骸，維持水中生態的平衡，當然分解者也會從中得到養分。」學生在兩個測驗中，皆因自己原有的另有概念，以致認為細菌對生物體有害無益。
科學詞彙	一-2： ⊕學生認為顯微鏡的構造中，能使影像變清晰的是玻片夾或旋轉盤。	第 14 題： ⊕學生認為旋轉盤的功能是可更換不同倍率的接物鏡，經過調整後，東西就會看得比較清楚。	學生沒有讀懂文章內容的敘述：「用玻片夾固定載玻片，然後眼睛透過接目鏡觀察，轉動調節輪使載物台慢慢下降，一直到看清楚細胞的影像清晰為止。」學生在兩個測驗中，皆因科學詞彙的定義不清，無法確認顯微鏡各部位構造的功能。
分析預測	二-2： ⊕學生認為在複式顯微鏡下觀察，發現輪蟲一直向左邊移動時，應該向右移動才能順利觀察。	第 14 題： ⊕學生認為複式顯微鏡下的影像只是實物的放大，但是方向和實物的一樣。	學生沒有讀懂文章內容的敘述：「小英覺得洋蔥表皮細胞太靠近右邊，於是動手把水埋片標本往右邊移動，因為顯微鏡下的影像是左右相反、上下顛倒的。」學生在兩個測驗中，皆因不理解複式顯微鏡的影像與實物的關係，而以自己的認知在回答問題。
	一-5： ⊕學生認為觀察洋蔥表皮細胞時，水埋片沒有滴水，則洋蔥表皮細胞會變小。	第 6 題： ⊕觀察水中小生物時，要將小生物染色才能知道小生物在哪裡。	學生沒有讀懂文章內容的敘述：「在載玻片上滴一滴水，用鑷子將洋蔥薄膜放入載玻片的水滴中，……，水滴能將薄膜展開。」學生無法分析預測水滴的功能，如同不知道微小生物會因染色而死亡，以致無法順利觀察。

表八 低分群個案學生 RCTC 與 TIWM 之另有概念試題分析

項目	RCTC 試題分析	TIWM 試題分析	另有概念的相關性
重要概念	三-4： ⊕學生對動物和植物細胞的認知不夠完整，以致無法對答案做正確的判斷。	第 26 題： ⊕學生認為動物細胞比植物細胞大。	學生沒有讀懂文章內容的敘述：「口腔皮膜細胞有橢圓形的細胞膜，細胞中央顏色較深的是細胞核；在細胞核和細胞膜之間就是細胞質。但植物細胞的最外層還有細胞壁，可以維持它們的形狀。」學生在兩個測驗中，皆以自己原有的認知來分辨動、植物細胞。
科學詞彙	三-1： ⊕學生認為構成生物體的基本單位是細胞核、葉綠體或液胞，而不是細胞。		學生沒有讀懂文章內容的敘述：「細胞是構成生物體的基本單位，...，水蘊草的細胞內有葉綠體，可以進行光合作用，……，細胞內還有一些胞器，如植物細胞有大型的液胞。」學生因對於細胞的科學詞彙定義不理解，以致用自己的認知在回答問題。
邏輯推理	五-2： ⊕學生無法選出正確選項：大部分的生產者具有葉綠體，可以行光合作用；而選出錯誤選項：黴菌會把屍體吃掉，是消費者。	第 25 題： ⊕學生認為細菌和黴菌對生態系的貢獻是：1.細菌和黴菌會行光合作用，製造養分，提供給植物。2.會分解動植物屍體並行光合作用，製造養分。	學生沒有讀懂文章內容的敘述：「……會進行光合作用，製造養分，並釋放出氧氣，它們是生產者；……，不會製造營養分，要吃其它小生物過活，稱為消費者；……，分解者會分解其它生物的屍體殘骸，維持水中生態的平衡，當然分解者也會從中得到養分。」在兩個測驗中，學生無法邏輯推理微小生物的生態地位。
分析預測	五-3： ⊕學生認為水族箱中的氧氣來自植物呼吸時產生的氣體，而不是綠色的微小生物進行光合作用產生的。	第 8 題： ⊕學生認為水綠綠的魚缸，當陽光照射時水中產生的氣泡是：1.陽光使水分解產生的。2.魚呼吸時產生的二氧化碳往上冒。	學生沒有讀懂文章內容的敘述：「認識水族箱中的微生物，單胞藻的形狀好像綠色的圓球，新月藻好像綠色的月亮，在陽光照射下，它們會進行光合作用，製造養分，並釋放出氧氣，它們是生產者。」在兩個測驗中，學生都無法分析預測水族箱產生的氣泡的原因。

綜合以上資料分析，發現國小個案班級在 RCTC 測驗中，高分群學生產生的另有概念有重要概念和邏輯推理；中、低分群學生產生的另有概念有重要概念、科學詞彙、邏輯推理和分析預測等。高分群學生產生 RCTC 與 TIWM 之另有概念試題，在中、低分群學生也產生相同的另有概念；在中分群學生產生 RCTC 與 TIWM 之另有概念試題，在低分群學生也產生相同的另有概念。陳慧娟（1998）說明在科學教室中雖然經常使用語言，但非所謂的科學語言，則無法達成讓學生在學習社群中建構知識的目的。Yore 和 Shymansky（1991）指出兒童自小接觸故事類的文章，產生內在化的故事結構，可以自動的幫助理解與記憶。但說明式科學文章的主題不容易彰顯，結構不容易確立，所以學童閱讀時會產生比較多的困難。許良榮（1994）也提出科學文章的描述、解釋相關事物的方式是不同於一般性的文章，而且科學文章所使用的科學詞彙具有獨特的意義。

三、個案學生閱讀理解能力與國語文能力、顯微鏡相關概念的關係詮釋

針對個案學生在 RCTC 與 TIWM 試題分析中產生的另有概念，進行學生訪談，並配合課室觀察的教學活動紀錄、生物概念開放性問卷等資料，去詮釋學生的閱讀理解能力或語文能力，可能如何影響學生產生顯微鏡相關課程的另有概念。

（一）高分群學生閱讀理解能力和語文能力的詮釋

針對學生認為所有植物細胞都具有葉綠體的構造，訪談學生發現學生可以理解文章內容：水蘊草的細胞有葉綠體，可以進行光合作用，但洋蔥表皮細胞則沒有葉綠體；學生會答錯是因為自己化約的認知模式，認為植物會行光合作用，所以植物細胞都有葉綠體的構造。擷取訪談學生的資料做說明：

Inv：現在請你把 RCTC 文章讀一遍，解釋是不是所有植物細胞都有葉綠體？

HS_{18、20、21}：水蘊草細胞有葉綠體；洋蔥表皮細胞沒有葉綠體。

Inv：那你在 RCTC 寫的答案，你認為所有植物細胞都有葉綠體，你可以解釋嗎？

HS₂₁：嗯，我沒有注意文章寫的，我認為植物都會行光合作用，當然植物細胞都會有葉綠體，才能夠行光合作用。（93/4/7 訪談記錄）

針對學生無法理解「生產者的定義」的背後理由是什麼？從課室觀察的活動紀錄發現，教師教導學生利用顯微鏡觀察水中微小生物時，並沒有說明微小生物

的生態地位，學生沒有這方面的認知；但在 TIWM 作答後，發現學生回答不理想，就向全班說明生產者、消費者和分解者的定義。所以，後來從「生物概念開放性問卷」分析，發現高分群學生已經理解生產者、消費者和分解者的定義。擷取生物概念問卷的學生作答做說明：

HS₁₄：單細胞藻類會行光合作用，自行製造養分，是生產者；吳郭魚、蝌蚪、輪蟲、小蝦及水蠶無法自行製造養分，會吃別的生物，是消費者；細菌和黴菌會將生物的遺體分解成養分，是分解者。

HS₂₁：單細胞藻類可以自行製造養分，是生產者；吳郭魚、蝌蚪、輪蟲、小蝦及水蠶無法自行製造養分，但會捕食動物、植物來填飽肚子，是消費者；細菌和黴菌會分解生物遺體，回歸大自然，是分解者。

(93/3/31 生物概念問卷記錄)

針對學生無法分辨動植物細胞的差異，是因為無法從文章敘述中，邏輯推理口腔皮膜細胞是動物細胞嗎？進行學生訪談，發現學生知道口腔皮膜細胞是動物細胞，所以會認為動物和植物細胞都含有細胞壁，或植物細胞沒有細胞壁，是因為在顯微鏡課程中，一下子學習太多科學詞彙，像：細胞、細胞核、細胞質、細胞膜和細胞壁；隨後就進行 RCTC 測驗，還沒有真正理解而選擇錯誤答案。但從「生物概念開放性問卷」分析，發現高分群學生已經理解動植物細胞的差異。擷取訪談學生的資料和生物概念問卷的學生作答做說明：

Inv：請你們解釋動物細胞和植物細胞相同和不同的地方？

HS_{20、21}：動物細胞和植物細胞都有細胞核、細胞質、細胞膜，植物細胞有細胞壁，動物細胞沒有。

Inv：那你在 RCTC 寫的答案，說植物細胞沒有細胞壁，你可以解釋嗎？

HS₂₀：在上課時，一下子要看動物細胞，一下子要看植物細胞，又要記細胞裡面有什麼細胞核、細胞質、細胞膜、細胞壁，就記錯了。(93/4/7 訪談記錄)

HS₂₀：細胞是動植物體內最小的單位，所有細胞都有細胞膜、細胞核、細胞質，而且植物細胞還有細胞壁。(93/3/31 生物概念問卷記錄)

針對學生無法以細胞核、細胞質和細胞膜的有無來判斷是否為細胞，而選擇用規則的形狀、大小來判斷是否為生物細胞的特徵；在課室觀察的教學活動紀錄，發現教師沒有提及如何分辨是不是細胞的標準，只有教導學生觀察水蘊草細胞、洋蔥表皮細胞和口腔皮膜細胞，所以學生沒有這方面的認知。從訪談學生發現，

學生雖然能說出細胞有細胞膜、細胞核、細胞質，但還是認為蜂窩構造是由細胞所組成，因為蜂窩很規則好像軟木塞，膜狀的邊邊就是細胞膜。擷取訪談學生的資料做說明：

Inv：現在請你們把 RCTC 文章中畫紅線的地方讀一遍。

HS_{18、20、21}：我們的身體是由很多細胞構成的，細胞有細胞膜圍著，細胞核位在細胞的中央，是細胞的指揮中心，細胞有細胞質，內含有一些胞器。

Inv：根據文章的說明，你可以分辨什麼是細胞，什麼不是細胞嗎？

HS₂₀：細胞有細胞膜、細胞核、細胞質。

Inv：那蜂窩是不是細胞嗎？為什麼你這樣認為？

HS₁₈：蜂窩是細胞，蜂窩很規則好像軟木塞，膜狀的邊邊就是細胞膜。

(93/4/7 訪談記錄)

(二) 中分群學生閱讀理解能力和語文能力的詮釋

針對學生讀到文章的說明：細菌、黴菌等分解者會分解其它生物的屍體殘骸，維持水中生態的平衡；還是認為細菌對生物體是有害的，進行學生訪談，發現學生以自己的日常生活經驗在作答，認為細菌會讓人生病，黴菌會使食物發霉。他們並不理解維持水中生態的平衡是什麼意思？對「生態」科學詞彙也不清楚。擷取訪談學生的資料做說明：

Inv：現在請你們把 RCTC 文章中畫紅線的地方讀一遍。

MS_{10、17、25}：自然界中，除了有生產者和消費者，還必須依靠細菌或黴菌這些分解者來分解其它生物的屍體殘骸，維持水中生態的平衡，當然分解者也會從中得到養分。

Inv：從這段文章敘述，你覺得細菌或黴菌在自然界扮演什麼角色？為什麼你這樣認為？

MS₂₅：細菌會使人生病，黴菌會使食物發霉。

MS_{10、17}：什麼是生態的平衡？生態是什麼意思？

MS₁₇：扮演什麼角色？文章說：細菌或黴菌這些分解者，你是說分解者嗎？

(93/3/24 訪談記錄)

針對學生無法理解顯微鏡各部位構造等科學辭彙，也不理解這些構造的功能；從課室觀察的活動紀錄發現，教師利用課本教材配合學校現有的新、舊型式顯微鏡，介紹顯微鏡的構造與功能，對於中、低分群的學生而言，似乎進度太

快；進行學生訪談，發現學生雖然讀懂文章內容的敘述，仍舊有半數的學生無法正確說明顯微鏡各部位的構造與功能。最後，從生物概念問卷的資料就可以說明有一半的學生仍舊不理解顯微鏡各部位構造與功能。擷取生物概念問卷的學生作答做說明：

MS₀₁：光線沒有順利進入鏡筒時，需要調整光圈

MS₀₇：反光鏡利用光的折射，使我們看的更清楚。

MS₂₄：反光鏡可以放大倍數。

MS₀₁：反光鏡在光力不夠時才用。

MS₁₇：玻片夾是用來壓住微生物的。(93/3/31 生物概念問卷記錄)

針對中分群學生無法分析預測複式顯微鏡的影像與實物的關係，而以自己的認知在回答問題；從課室觀察的活動紀錄發現，教師會告訴學生顯微鏡下的影像和實物是上下顛倒、左右相反的，學生也會背誦記憶這句話寫在生物概念問卷中；可是從訪談學生，發現學生對於顯微鏡標本片的移動還是以自己的方向在考量，沒有跟「顯微鏡下的影像和實物是上下顛倒、左右相反」聯結在一起。擷取訪談學生的資料做說明：

Inv：你認為顯微鏡下的影像和實物之間有什麼關係？

MS_{10·17·25}：上下顛倒、左右相反。

Inv：在顯微鏡下，你發現洋蔥表皮細胞在右邊角落，你要怎麼移動標本片，才能使洋蔥表皮細胞移在正中央，方便你觀察？

MS₂₅：往左邊移動。

MS_{10·17}：往上面移動。

Inv：你不是說顯微鏡下的影像和實物是上下顛倒、左右相反嗎？你這樣移動對嗎？

MS₁₇：往旁邊移動。(93/3/24 訪談記錄)

針對學生無法分析預測水滴的功能，如同不知道微小生物會因染色而死亡，以致無法在顯微鏡下順利觀察；從課室觀察的活動紀錄發現，學生跟著教師的說明，在載玻片上滴水放洋蔥表皮，但老師沒有說明滴水的目的，學生也不知道滴水的目的。從訪談學生發現，學生無法從文章閱讀理解在載玻片上滴水的目的，只會尋找文章中的句子回答問題。擷取訪談學生的資料做說明：

Inv：現在請你們把 RCTC 文章中畫紅線的地方讀一遍。

MS_{7·24·28}：在載玻片上滴一滴水，用鑷子將洋蔥薄膜放入載玻片的水滴中，

將蓋玻片以 45 度角度慢慢地將薄膜蓋住，水滴能將薄膜展開來方便觀察。

Inv：你可以告訴我，為什麼要在載玻片上滴一滴水，才放洋蔥薄膜嗎？

MS₇：方便觀察。

MS₂₄：要讓蓋玻片蓋住。

Inv：為什麼滴水會方便觀察？

MS₂₈：水滴能將薄膜展開來方便觀察。

Inv：你可以問自己的話說清楚一點嗎？薄膜指的是什麼？

MS₂₈：不知道。(93/3/24 訪談記錄)

(三) 低分群學生閱讀理解能力和語文能力的詮釋

針對低分群學生似乎沒有讀懂文章對於動植物細胞的敘述，而以自己原有的認知來分辨動、植物細胞；為了讓學生理解訪談者的問話，特別以兩張細胞圖片作為輔助進行學生訪談，結果發現學生真的無法理解文章內容的敘述，完全以自己的認知在說明水蘊草細胞和口腔皮膜細胞，存在不少的另有概念。擷取訪談學生的資料做說明：

Inv：現在請你們把 RCTC 文章中畫紅線的地方讀一遍。

LS_{02、05、08、09、29}：口腔皮...膜細胞有……橢……圓形的細胞膜，細胞中央顏色較深的是細胞核；在細胞核和細胞膜之間就是細胞質。但植物細胞的最外……層還有細胞壁，可以……維持它們的形狀。

Inv：現在請你們看這兩張細胞圖，這個是水蘊草細胞，另一個是口腔皮膜細胞。根據剛剛你們讀的文章，說說看，動物細胞和植物細胞有什麼不同？

LS₀₂：會動的生物都有細胞，水蘊草細胞有規律，口腔細胞不規律。

LS₀₅：口腔皮膜是黃色。

LS₀₈：細胞是構成生物體的要質。

LS₂₉：水蘊草細胞沒有細胞壁，口腔細胞有細胞壁。

LS₀₉：(指著口腔皮膜細胞的細胞核)這是細胞，外面是細胞壁(93/3/19 訪談記錄)

針對學生無法理解細胞是構成生物體的基本單位，可能從文章中隨便挑選科學詞彙作答，從訪談學生發現，學生的語文能力不佳，有些字不認得，不僅文章

唸得不通順，也無法理解文章內容是什麼意涵，也不想知道，只想趕快回答問題而已。擷取訪談學生的資料做說明：

Inv：現在請你們把 RCTC 文章中畫紅線的地方讀一遍。

LS_{02、05、08、09、29}：細胞是構成生物體的……基本單位，有的細胞是長方形的，如洋……蔥表皮細胞，有的細胞好長，如神經……傳導細胞。細胞的基本……構造有細胞核、細胞質和細胞膜，水……蘊草的細胞內有……葉綠體，可以進行光合作用，細胞內……還有一些胞器，如植物細胞有大型的液胞。

Inv：現在請問你們，構成生物體的基本單位是什麼？

LS₀₂：洋蔥表皮細胞。

LS₀₅：細胞核。

LS₀₈：葉綠體。

LS₂₉：液胞。

Inv：那你可以解釋基本單位是什麼意思嗎？

LS₀₉：不知道。(93/3/19 訪談記錄)

針對低分群學生無法邏輯推理微小生物的生態地位是因為無法理解生產者、消費者和分解者的科學詞彙定義嗎？從生物概念問卷和訪談學生資料分析，發現多數學生無法理解文章內容的說明，對於生態角色的定義是混淆不清的，無法判斷「生產者」、「消費者」和「分解者」三個科學詞彙的定義，也無法邏輯推理微小生物的生態地位，以「能不能被吃」或「會捕捉水中微小生物當作食物」來定義「生產者」。擷取生物概念問卷的學生作答和訪談學生資料做說明：

LS₀₃：水中會動的小生物吃小蟲、魚或魚大便，消費者吃生產者，生產者吃小蟲。

LS₀₂：水中會動的小生物不和自己的夥伴搶東西吃，和平相處。

LS₂₃：水中會動的小生物是生產者，因為我們會吃牠。

LS₂₉：植物可能是生產者，魚應該是消費者。

LS_{08、09、13、29}：水族箱中會動的小生物可能是生產者或消費者。(93/3/31 生物概念問卷記錄)

LS₀₉：單胞藻給別人吃，沒有吃別人，會吸收礦物質，是生產者；蝌蚪、輪蟲、小蝦會吃花草，是消費者。(93/3/19 訪談記錄)

針對學生選擇水族箱中的氧氣是來自植物呼吸時產生的氣體，而不是綠色的

微小生物進行光合作用產生的，進行訪談學生，發現學生不清楚你在問什麼，也說不出什麼理由來。從生物概念問卷的資料分析，發現學生提出的「水族箱內會產生氣泡的原因？」答案是多元的，但都是生物經由呼吸作用產生的，而不是水中藻類或微小生物行光合作用產生的。擷取生物概念問卷的學生作答做說明：

LS₂₉：魚呼出來的氣泡。

LS₀₂：好像金魚呼出來的。

LS₂₃：水中會動的小生物吐出來的。

LS₁₃：魚。

LS₀₈：水族箱中會動的生物。(93/3/31 生物概念問卷記錄)

綜合以上的發現，高分群學生可以理解文章內容的意涵，學生會答錯是因為自己化約的認知模式，如認為所有植物細胞都有葉綠體的構造、蜂窩規則好像軟木塞，所以是細胞；在顯微鏡課程中，學習太多科學詞彙，雖然一時之間無法理解，但慢慢的他們都可以理解這些科學詞彙。中分群學生會以自己的日常生活經驗在回答問題，如認為細菌會讓人生病，黴菌會使食物發霉，對於文章的科學詞彙，有些不理解，如「生態」、「顯微鏡構造專有名詞」；較無法進行分析預測，只會背誦記憶老師說的話或尋找文章中的詞彙回答問題。低分群學生的語文能力不佳，有些字不認得，不僅文章唸得不通順，也無法理解文章內容的意涵；學生不清楚教師在問什麼問題，也說不出什麼理由來，都以自己原有的認知，或從文章中隨便挑選科學詞彙在回答問題，也無法正確的邏輯推理或分析預測。

謝添裕（2002）的研究說明國小學生比較喜歡閱讀圖文並呈的文章，認為說明式科學文章較難理解而需增加閱讀的時間；如果在說明式科學文章中附加圖片，並做淺易解釋，較能吸引他們閱讀。陳秋芬（2003）研究國小五年級學生閱讀理解，認為學生較能閱讀順時間序列版本的科學文章，學生具有較優的先前知識與閱讀能力者，其理解能力表現較佳。Gagn'e, Yekovich,和 Yekovich（1993）說明學生做分析預測時，要先將新閱讀的文章和已建立的知識做整合，才能分析預測科學文章所沒有呈現的概念之間的關係。

四、綜合討論

從學生訪談去探討學生的閱讀習慣，發現中分群學生對於文章意涵有些不理解，較無法進行分析預測，而以背誦記憶或尋找文章中的片斷來回答問題。針對此項困擾，Popplewell 和 Doty（2001）提出引導閱讀框架（guided-reading block）

的策略，即在進行閱讀教學時，老師使用文章的前後關係和圖片說明幫助學生解讀文章內容的含義；學生在整個閱讀教學中進行討論或以自己的話重述文章的大意。故在閱讀科學文章後，國小自然科學教師讓學生口頭重述文章重點，可以讓科學老師洞察出學生對於科學文章的重要概念領會有多少，若再加上簡答題的測驗方法，將提供給科學教師去瞭解學生閱讀理解能力的一個重要資訊。

針對低分群學生的語文能力不佳，不認得字或無法理解文章內容的意涵，也不清楚教師在問什麼問題，學生在科學詞彙與重要概念就產生錯誤，更無法達到邏輯推理或是分析預測更高層次的學習。針對此項困擾，Yore（2005）提出文章可讀性的判斷標準（judging the readability of text）：選擇一篇 600 字的科學文章，第一句話和最後一句話完全保留，中間的句子則每三個字的第三個字改成空格，然後發給全班學生填答，統計若為 0~40% 的正確率，則這篇文章稱為挫折性文章（frustration level text），學生不易理解原文的意涵和傳達的旨意；若為 41~57% 的正確率，則這篇文章稱為說明性文章（instructional level text），學生閱讀時，需要老師的說明方能理解；若大於 57% 的正確率，則這篇文章稱為獨立性文章（independent level text），學生可以獨立閱讀，不需要老師的說明，也能完成回家作業。為了增加學生的閱讀理解能力，黃文美（2002）建議在科學教學中，教師應鼓勵兒童以科學語言參與討論，藉以增進學生對科學名詞的理解。Gagn'e（1985）提出理解的監控，學生在閱讀時隨時審查並注意自己是否已理解閱讀內容，寫下科學詞彙的定義，使用重要概念去描述自然的現象。

伍、結論與建議

一、研究發現

本研究利用 RCTC、TIWM 和中華國語文能力測驗進行量化研究，發現國小個案班級學生的閱讀理解能力、國語文能力和學習顯微鏡相關概念等，獲得的平均分數都超過中間平均值以上，顯示個案班級學生的能力不差；個案學生的閱讀理解能力和國語文能力、顯微鏡相關概念的獲得都呈現顯著的正相關；表示學生的閱讀理解能力測驗得分越高；其國語文能力、顯微鏡相關概念的獲得得分也越高。而高分組、中分組和低分組個案學生，兩兩之間的閱讀理解能力皆具有顯著差異存在。

其次，進行個案學生的 RCTC、TIWM 答題情形進行分析，發現國小個案班級在 RCTC 測驗中，高分群學生產生的另有概念有重要概念和邏輯推理；中、低分群學生產生的另有概念有重要概念、科學詞彙、邏輯推理和分析預測等。高分群學生產生 RCTC 與 TIWM 之另有概念試題，在中、低分群學生也產生相同的另有概念；在中分群學生產生 RCTC 與 TIWM 之另有概念試題，在低分群學生也產生相同的另有概念。

最後，針對學生在 RCTC 與 TIWM 產生的另有概念，進行學生訪談，配合教學活動紀錄、生物概念問卷做詮釋與分析，發現高分群學生可以理解文章內容的意涵，學生會答錯是因為自己化約的認知模式，雖然一時學習太多科學詞彙，但都能慢慢消理解。中分群學生會以自己的日常生活經驗在回答問題，對於文章的科學詞彙，有些不理解，較無法進行分析預測，大都依賴背誦記憶或尋找文章中的詞彙在回答問題。低分群學生的語文能力不佳，有些字不認得，無法理解文章內容的意涵，也無法正確的邏輯推理或分析預測。

二、建議

本研究發現國小個案學生的閱讀理解能力會影響顯微鏡相關課程的學習，在課程設計上，建議國小自然科學教師應盡量使用圖文並茂的課本或文章說明，並多使用學生理解的語言進行討論與解說，幫助學生自行建構重要概念與科學詞彙的理解。本研究發現，學生雖然學過顯微鏡相關課程，也閱讀相關的五篇文章，但仍存在許多另有概念，可見學生的另有概念是不容易改變的，Yore 和 Pimm（2005）說明想要讓學生改變概念必須挑戰學生的迷思概念，讓學生自行建構更能解釋現象的置換概念（replacement concept），即一篇好的科學文章，應該讓讀者有經歷探究和論證的歷程，如此學生才能從閱讀中理解原委而修正自己的看法。

致 謝

本研究承蒙行政院國家科學委員會資助經費方得以完成，計畫編號為：NSC 91-2522-S-152-007，NSC 92-2522-S-152-011，謹此敬致謝忱。其次，感謝接受教學及測試的個案班級學生和本研究群的辛苦參與。最後，感謝黃台珠教授和林陳涌教授對本研究所提供的寶貴意見。

參考文獻

- 李維譯（1998）。**思維與語言**（L. S. Vygotskyb 著）。臺北：桂冠。
- 林寶貴、楊慧敏、許秀英（1995）。中華國語文能力測驗之編製及相關因素之研究。**特殊教育研究學刊**，12，1-24。
- 林素雯（2003）。**指導讀寫策略以提升學生科學寫作能力之行動研究**。國立臺北師範學院數理教育研究所碩士論文，未出版，臺北市。
- 許良榮（1994）。科學課文的特性與學習。**科學教育月刊**，170，23-36。
- 陳明彥（2002）。**國小學生語言能力、閱讀理解能力與寫作表現關係之研究**。臺中師範學院諮商與教育心理研究所碩士論文，未出版，臺中市。
- 陳秋芬（2003）。**科學性文章中的時間序列對國小五年級學生閱讀理解的影響**。國立中正大學教育研究所碩士論文，未出版，嘉義縣。
- 陳郁价（2003）。**國小學生學習顯微鏡課程另有概念之成因探討**。國立臺北師範學院數理教育研究所碩士論文，未出版，臺北市。
- 陳碧霞（2004）。**探討國小學童語言能力及認知風格對形成另有概念的影響—以顯微鏡相關課程為例**。國立臺北師範學院數理教育研究所碩士論文，未出版，臺北市。
- 曾千虹、耿正屏（1993）。國小、國中及高中學生之細胞概念發展。**科學教育**，7，157-182。
- 黃鴻志（2000）。**資訊科技融入自然科的教學設計—「細胞的觀察」**。摘取自 <file://C:\windows\temp\教學科目.htm>。
- 湯清二（1991）。我國學生自然科概念發展與診斷教學之研究：生物細胞概念發展（I）。**彰化師範大學學報**，2，489-515。
- 湯清二（1993）。我國學生生物細胞概念發展研究：迷思概念之晤談與概念圖。**彰化師範大學學報**，4，141-170。
- 熊同鑫（2000）。**語言與自然科學教育**。臺北：心理。
- 趙金祈、洪文東（1993）。教育的語言—布魯納對教育的提示。**科學教育**，162，5-13。
- 盧秀琴（2000）。**顯微鏡下的微小世界教學光碟片**。國立臺北師院實習輔導處執行。教育部經費補助。
- 盧秀琴（2003a）。顯微鏡下的世界兩階層診斷式紙筆評量的發展與效化。**國立臺北師範學院學報**，16(1)，127-166。
- 盧秀琴（2003b）。臺灣北部地區中小學學生的顯微鏡操作技能與相關概念之發展。**國立臺**

- 北師範學院學報，16(2)，161-186。
- 盧秀琴 (2004a)。不同教學策略影響中小學學生學習顯微鏡相關課程之探究。國立臺北師範學院學報，17(1)，147-172。
- 盧秀琴 (2004b)。中小學「細胞相關課程閱讀理解能力測驗」的發展與效化。國立臺北師範學院學報，17(2)，83-114。
- 盧秀琴 (2005)。探討教科書與中小學學生學習細胞相關概念的關係。科學教育學刊，13(4)，列印中。
- 錢寶香 (1999)。國小學生閱讀理解能力之分析。國教學報，11，100-133。
- 謝添裕 (2002)。國小學生對不同型式以及不同圖文配置之科學文章其閱讀理解與閱讀觀點之研究。臺中師範學院科學教育研究所碩士論文，未出版，臺中市。
- Ames, L. B., Ilg, F. L., & Baker, S. M. (1988). *Your ten- to fourteen-year-old*. New York: Delacorte.
- 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。
- Campbell, N. A., & Reece, J. B. (2003). *Biology*. (6th ed.). San Francisco: Benjamin Cummings Company press.
- Cook, D. M. (1986). *A guide to curriculum planning in reading*. Madison, WI: Wisconsin Department of Public Instruction.
- Duit, R. (1991). Students' conceptual frameworks: consequences for learning science. In S. M. Glynn, R. H. Yeany, & B. K. Britton (Eds.), *Improving Teaching and Learning in Science and Mathematics*, 79-93. New York: Columbia University, Teachers College Press.
- Gagn'e, E. D. (1985). *The cognitive psychology of school learning*. Boston, MA: Little Brown and Co.
- Gagn'e, E. D., Yekovich, C. W., & Yekovich, F. R. (1993). *The cognitive psychology of school learning* (2nd ed.). New York: Harper Collins College Publish.
- Gilbert, S. W. (1989). An evaluation of the use analogy, simile, and metaphor in science texts. *Journal of Research in Science Teaching*, 26(4), 315-327.
- Gunning (1996). *Creating reading instruction for all children*. Boston, MA : Allyn & Bacon.
- Huck, C. S., Helper, S., & Hickman, J. (1993). *Children's literature in the elementary school* (5th ed.). New York: Holt, Rinehart & Winston.

- Lemke, J. L. (1990). *Talking science: Language and values*. Norwood, NJ: Ablex .
- Popplewell, S. R., & Doty, D. E. (2001). Classroom instruction and reading comprehension: a comparison of one basal reader approach and the four-blocks framework. *Reading Psychology, 22*, 83-94.
- Stepans, J. I. (1991). Developmental in students' understanding of physics concepts. In S. M. Glynn, R. J. Yeany, & B. K. Britton (Eds.), *The psychology of learning science* (pp. 261-275). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Sulzby, E., & Teale, W. (1991). Emergent literacy. In R. Barr, M. L. Kamil., P. Mosenthal, & P. D. Pearson (Eds.), *Handbook of reading research, vol. II* (pp. 727-757). New York: Longman.
- Yore, L. D. (2005). Readability, formulas, and procedures, reading metacognition inventory and interview. *Reading and Writing in Science and Mathematics International Conference*. National Changhua University of Education.
- Yore, L. D., & Pimm, D. (2005). Trends in reading and writing research Mathematics and Science Education. *Reading and Writing in Science and Mathematics International Conference*. National Changhua University of Education.
- Yore, L. D., & Shymansky, J. A. (1991). Reading in science: Developing and operational conception to guide instruction. *Journal of Science Teacher Education, 2*(2), 29-36.

The study on The Relationship Between Reading Comprehension and Learning Microscope-Related Curriculum of Elementary Students ~ Take a Case Class as the Examples

Chow-Chin Lu*、Pi-Hsia Chen**

ABSTRACT

This study using RCTC, TIWM and the Chinese language ability test conducted the quantifiable research; data analysis showed that significant correlations were found between the case student's microscope-related reading comprehension and the Chinese language ability, the microscope-related concepts. The students read texts to obtain the microscope-related concepts which included the following: making water mount specimen to be observed by depending on the correct steps, the image of object shown on compound microscope was enlarged directly by the specimen; some differences of structure were found both plant cell and animal's cell, animal's cell does not have cell walls and chloroplasts, it unable to photosynthesis; small living beings of water, consumers, will eat little small living beings.

The qualitative research method was used by classroom observation, student interview, and ecological concept questionnaire. The result indicated that the high-grade students could understand the meaning of the texts, though they studied too many scientific glossaries for the moment, but they could understand slowly; the middle-grade students relatively unable to understand scientific glossaries, to do analytical predictions, they rely on reciting memory and answering the question; the low-grade students' Chinese ability was not good, neither they recognized some words, understood the meaning of the texts, nor do the logical inferences and analytical

* Professor, Department of Natural Science Education, National Taipei Teachers

** Teacher, Taipei County Xiu San Elementary School

predictions. According to these discoveries, this study suggested that science teachers tried one's best to use textbook with excellent pictures and texts to prove, and used the language that students understood to discuss and explain, so they could help students to construct understanding the important concepts and scientific glossaries by themselves. Science teachers chose the texts for students to read that let students went through explores and proves the course, so students could understand the whole story and revise one's own view from reading.

Key words: reading comprehension, important concepts, scientific glossaries, logical inferences and analytical predictions.