

科學教育研究與發展季刊

*Research and Development in
Science Education Quarterly*

第 67 期

2013年12月

科學教育研究與發展季刊

目 錄

第67期

2013年12月

自然科學教育

以結構方程模式檢驗國小學童科學語言成就之影響因素 1

陳新豐

教室回饋系統對護專學生資訊安全素養、學習動機的影響23

林凱胤

運用嵌入式動畫PPT簡報教學之有效性探究—以高中生氣體概念
學習為例51

江文瑋、劉嘉茹

數學、資訊教育

原民數學教材之發展與實踐73

姚如芬

以結構方程模式檢驗國小學童 科學語言成就之影響因素

陳新豐

屏東教育大學教育學系

chensf@mail.npue.edu.tw

(投稿日期：2012.11.21；修正日期：2013.4.20；接受日期：2013.5.6)

摘要

本研究旨在探討影響國小學童科學語言成就的因素，並進行不同性別群組的因素恆等分析，藉以考驗國小學童的家庭社經地位、學習資源對於學童科學語言成就的影響程度。抽樣設計採3階段的分層叢集抽樣，共抽取20所學校27個班級603位受試者。研究工具以國小學童科學素養能力成長資料庫研究之調查問卷、國小學童科學素養口語理解線上測驗、國小學童科學素養閱讀理解線上測驗等。研究結果中以結構方程模式驗證理論模式與實際資料之適配度，顯示其適配情形良好，包括不同性別群組因素恆等模式適配程度亦佳，亦即國小學童科學語言的成就影響有三個部分，分別是父、母教育程度與家庭的學習資源，其父親教育程度的影響更甚於家庭學習資源。

關鍵詞：多群組分析、科學語言、結構方程模式、閱讀理解

壹、緒論

科學語言在科學文本的閱讀理解上扮演著相當重要的角色，尤其科學語言為了呈現科學上使用的方法以及科學理論，與日常生活上的語言而有所不同，Halliday(1993)指出，科學語言的基本組成就是科學術語，缺少了科學術語，不可能完整呈現系統性的科學知識。因此科學語言包括了特殊的科學詞彙、語意及語法，而科學語言的運用是影響學習科學知識的重要因素(Fang, 2006; Love, 2009; Wang et al., 2011b; Yang & Chen, 2008)。Carnap(2002)亦指出「知識的傳達只有用符號表徵出來，或是用語詞或其他符號的命題，才會存在」，科學的知識體系藉由科學語言的穿針引線，有條不紊而一目了然，科學語言就好比是一張大綱，科學的基本原理就像是大綱中的繩索，網中的結點猶如科學的基本概念，縱橫交錯的細繩形成各種定律與命題。影響科學語言運用的因素相當多元，McCormick 和 Zutell(2011)即指出，影響語言學習的因素包括生理、遺傳、情緒、社會化、教育、認知、語言以及閱讀歷程因素，而科學語言對於科學文本的理解是密不可分的，其中影響科學文本閱讀理解的相關因素中，家庭社經地位即是一個重要的影響因素(McDonald Connor, Son, Hindman & Morrison, 2005)。社經地位主要與父母職業、父母教育程度以及家庭收入、家庭學習環境息息相關(林生傳, 2005; Hwang, 2000; McDonald Connor et al., 2005)。許多的研究指出，家庭社經地位(包括父母教育程度、父母職業地位以及家庭收入等)都會對子女的文化資本有顯著正面的影響，亦即父母教育程度越高、父母職業地位越高、家庭收入越高者，越有能力提供各種教育資源來幫助子女學習，進而有利子女教育程度的提昇(Burt & Scott, 2002)。

綜上所述，本研究認為家庭環境中的資源以及父母的社經地位會直接或者間接影響國小學童科學語言的表現，因此，本研究利用高高屏 3 個縣市 20 所學校 603 位受試者，運用國小學童科學素養能力成長資料庫研究之調查問卷、國小學童科學素養口語理解線上測驗、國小學童科學素養閱讀理解線上測驗等 3 項研究工具來收集資料，進而探討國小學童家庭社經地位、學習資源對於國小學童科學語言能力的影響程度。

貳、文獻探討

本研究的主要目的在於探討家庭社經地位、學習資源對於國小學童科學語言的影響，以下分別就科學語言、影響學習的因素、家庭社經地位以及學習環境對於國小學童學習成就的影響等 4 個部分說明如下。

一、科學語言的理解力

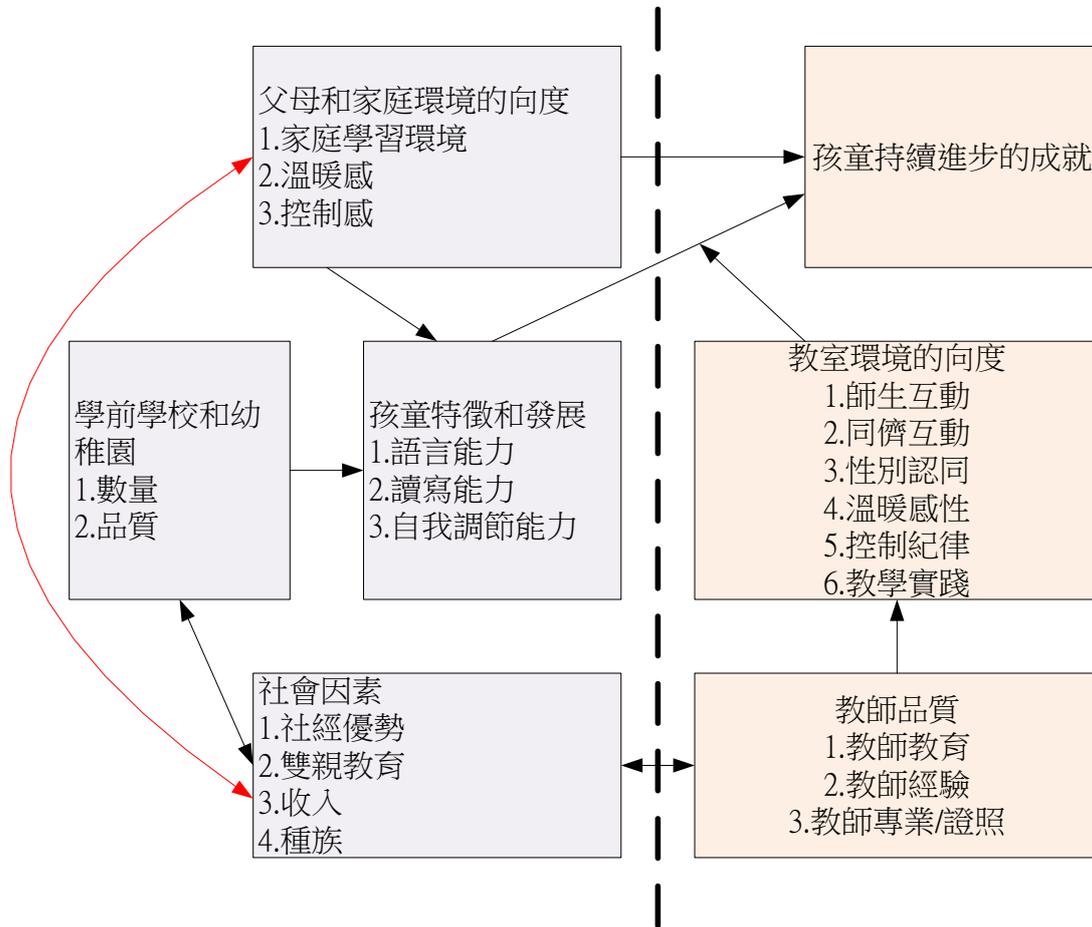
科學語言的發展即為科學知識體系的發展，在科學語言擴大成長的過程中，語言也是相對地成長，接觸新的科學語言之後可以將既有的科學語言應用到更廣闊的領域，或者是使用不同於日常生活中語言的用法，亦即科學知識的增長與科學語言的擴展是同步的(楊文金、陳世文，2008；Young, 2005)。陳世文、楊文金(2006)指出，科學文本就像是電影，而文本當中的術語猶如電影中的演員，如果想使觀眾理解電影的內容，劇情脈絡的發展就相對變得重要，科學文本中的術語通常是具有其特定的科學意涵或定義，如果缺乏術語的解釋將使學生無法建構出有系統的科學概念，反而使學生形成片面、零碎的科學知識，我們經常可見科學文本透過技術性術語來描述或涵蓋自然現象及其背後的原理。在任何教學情境中，教學者在教學當中要反覆的解說跟舉例，並且將術語和概念所代表的意義，用在各種不同的情境(Samuelstuen & Braten, 2005)。Lemke(1990)指出，老師的教學工作為協助學生能透過語言來學習科學，由於學生在閱讀、寫作、解決難題及做實驗等學習科學的概念時，必須要學習用科學語言來協助學習。對於大部分的學生來說，如果沒有長期接觸及使用科學語言，科學語言就像外國語言，若教師使用科學語言教導學生科學概念，學生未必能理解。洪敏怡、黃萬居、彭彥璟(2008)探討國小五年級學童有無閱讀科學讀物及閱讀科學讀物的研究中指出，學生藉由閱讀科學讀物獲益良多，並且能夠提昇問題解決的能力，對於閱讀科學讀物的意願及喜好呈現正向態度。由此可知，科學語言的口語與閱讀能力對於國小學童學習科學知識扮演著相當重要的角色。

二、影響科學學習成就的因素

影響國小學童學習成就的因素眾多，其中 Connor、Hindman 與 Morrison(2005) 在教室觀察國小學童成就相關研究中將影響國小學童學習成就的因素分為開始上課前以及上課後等 2 個部分，其中在國小學童開始上課之前的影響因素分別為 1. 父母與家庭環境的向度，包括家庭學習環境、溫暖的感覺以及控制感；2. 孩子特性與發展的向度則包括語言、讀寫能力以及自我調節能力等 3 個要素；3. 學前學校與幼稚園的數量以及品質；4. 社會文化的因素層面，包括社會優勢(社經地位)、雙親教育、家庭收入以及種族。至於在國小學童開始上課之後的影響因素則為 1. 學生正在進步的成就；2. 教室環境，包括師生互動、同儕互動、性別認同、溫暖、控制感以及教學實踐；3. 教師水準的因素層面則包括教師的教育、教師的經驗、教師的專業(證照)等相關因素，詳細資料及其相關如下圖 1 所示。

由上述 Connor、Hindman 與 Morrison(2005)的研究中指出，影響國小學童學習成就的因素相當地多，其中在兒童的特徵與發展中，語言能力、讀寫能力的影響因素包括社會因素中的社經優勢、雙親教育、收入以及種族等環境因素。又如 Kanyongo、Certo 與 Launcelot(2006)探討許多家庭相關的變項對於閱讀分數的影響變項，包括家庭的社經地位、家庭資源(電視、冰箱、自來水、電器設備等)、家中的藏書量以及協助完成回家功課、閱讀等因素。陳新豐(2005)歸納 IEA 所舉辦之 TIMSS 國際性調查，歸納出影響科學學習的因素包括性別、家庭環境因素、父母學歷、父母態度與期望、家庭社經地位、學生智商、知覺取向、自我期望、自我肯定、成就動機等個人因素、學校中學習環境、同儕關係、教師特性、課程、教學方法、教學策略以及其他相關因素，例如課後閱讀、科學態度等，而林曉芳(2009)在探討 PISA2006 的資料中亦提到學生的科學學習成就更是受到學校資源環境、教師教學、家長社經地位、家庭資源，以及學生自我信念與能力表現等因素影響的結論。綜上所述，科學語言影響科學學習成就，而影響科學成就的因素如上所述，所以本研究旨在從影響國小學童科學語言的眾多因素中選擇以家庭社經地位以及家庭學習上對學習者所提供的資源，來探討對於科學語言成就上的影響。

圖 1 影響學生成就的來源因素



資料來源：出自 McDonald Connor et al.(2005:360)

三、家長社經地位對學童科學學習成就的影響

家庭社經地位是影響學童的學習成就的重要因素(李敦仁、余民寧，2005；謝孟穎，2003；Scott, 2004)，李敦仁、余民寧(2005)提出父母社經地位除了會直接影響子女教育成就外，亦會間接透過手足數目和家庭教育資源兩條路徑間接影響子女教育成就；Scott(2004)以英國家戶以及家庭的研究資料(British Household Panel Survey, BHPS)的6年長期追縱資料分析16歲以及19歲的青少

年家長背景、母親就業情形、養育子女的方法、性別角色的傾向等變項，研究結果支持家長的社經地位情形對於學童其學習成就具有相當密切的影響程度。謝孟穎(2003)從文化再製的觀點探討家長的社經地位與學童的學業成就具有密切的關係；陳新豐(2005)從 TIMSS2003 的調查結果中歸納出家庭社經地位是影響學童科學成就的重要因素；林曉芳(2009)從 PISA2006 的調查結果中，分析資料發現家長的社經地位亦是影響科學成就的因素；林生傳(2005)提出以兩因素社會地位指數將父母親的職業類別以及教育程度分成 5 級，而將父母的職業類別指數*7 加教育程度指數*4 之後將所得的總分區分 3 級來代表學童的家庭社經地位，因此父母教育程度與社經地位之關係相當密切，而社經地位與學業成就之關係密切，亦即父母教育程度與學業成就之關係亦是相當密切。從以上的研究結果中歸納出，家長的社經地位對於學童的學習成就甚至是科學成就都是一個重要的影響因素，本研究在家庭社經地位的變項中選擇以國小學童父母的教育程度來表示其家庭社經地位，並探討對於科學語言能力的影響。

四、家庭學習資源對學童科學學習成就的影響

學童在家庭的時間遠遠超過在學校學習的時間，因此家庭學習資源的豐富程度代表的是學童學習上有更豐富的學習機會。國際上許多的資料庫都在調查各國學習學習者在家學習的狀況，其中一個調查的重點即在於學習者家庭學習資源對於學習者學習的影響(林曉芳，2009；陳新豐，2005)，探討家庭學習資源是否對於學習產生影響，張謝玲(2004)發現擁有較多家庭資源的學生在國際測驗成就的分數表現明顯高於缺乏家庭資源的學生，而其中的家庭資源包括家中藏書、讀書工具(電腦、個人書桌與字典工具書)，其研究發現，小孩的閱讀習慣相當重要，是否提供足夠的優良課外讀物，對其科學學習成就有較大影響，亦即學生的先備知識、可用資源是否充足，端賴於家庭教育的支持，所以家庭環境因素是影響學習成就的重要因素。因此本研究將學習者在家的學習資源納為研究探討的主要變項之一，探討其對於學生在科學語言上的影響程度為何？

綜上所述，本研究主要的目的有二，(1)探討父母的教育程度以及家庭的學習資料等 2 個變項影響科學語言的程度為何？(2)探討多樣本群組中的學生，其影響國小學童科學語言能力的因素為何？資料的分析方法是利用 Mplus6.0 及 SPSS 18.0 建置結構方程模式。研究內容主要是考驗國小學童的家庭社經地位、家庭

的學習資源對於學童科學語言能力的影響程度，首先建立影響學童科學語言的概念模式、利用收集高高屏國小 4 及 6 年級的實徵資料來驗證模式的適配程度，研究問題主要如下。1.家庭社經地位影響國小學童科學語言的程度為何?2.家庭學習資源(包括數學以及自然學習資源)影響國小學童科學語言的程度為何?3.不同群組(男、女)下父母教育程度以及家庭學習資源中，影響國小學童科學語言的程度為何?

參、研究方法

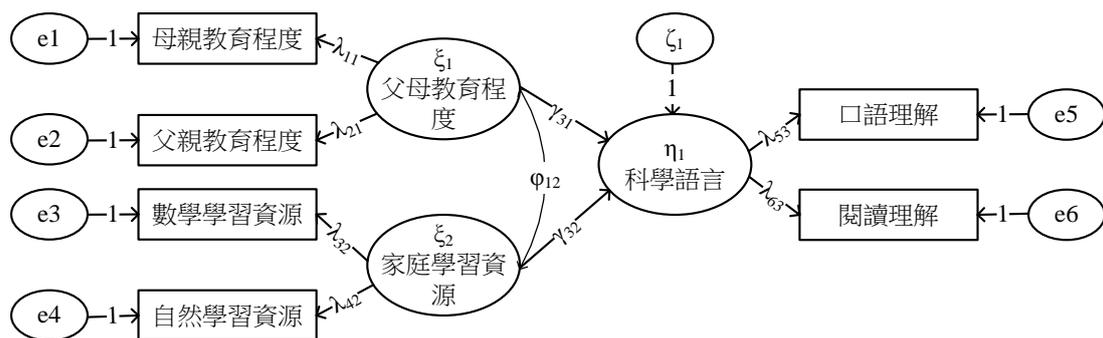
本研究指在探討影響國小學童科學語言能力的因素為何?以下就研究架構、資料分析策略(SEM)、研究對象、研究工具以及所分析的學生變項等 5 個主要部分說明如下。

一、研究架構

下圖 2 為本研究初始模型架構，其中主要的自變項有 4 個變項，分別是母親教育程度、父親教育程度、數學學習資源以及自然學習資源，依變項則有 2 個，分別是科學語言中的口語理解以及閱讀理解。進而探討影響科學語言的相關結構方程模式，並建立其影響因素的因果模式。

圖 2

國小學童父母教育程度與家庭學習對科學語言影響程度之初始模型架構圖



二、SEM

結構方程模式(structural equation modeling, SEM)是一種用來處理因果關係模式的統計方法，它也可以進行徑路分析(path analysis)、因素分析(factor analysis)、迴歸分析(regression analysis)及變異數分析(analysis of variance, ANOVA)。SEM 是一個將理論模式與實證資料之間作驗證的統計方法學。而第一個步驟的模式界定的理論與概念可以是特定理論與概念，也可以是經驗與文獻的推導，不過，最主要的是這些理論與概念皆須透過研究假設的辨證與演繹過程來形成檢證的模式(程炳林、陳正昌、陳新豐，2011)。本研究主要是利用MPlus6.0 來進行驗證性的因素分析，而在結構方程的模式中主要的潛在自變項有父母教育程度、家庭的學習資料，而潛在依變項則以科學語言為主來進行驗證分析。

三、研究樣本

以下就本研究中研究對象的母群及抽樣程序說明如下。

本研究樣本的母群為台灣南部地區高雄縣、高雄市及屏東縣等三個縣市，四及六年級學童。根據教育部統計處資料(教育部，2008)南部三縣市四及六年級的學生計有 92889 位、班級數 3197、計 410 所學校。目標母群定義(desired target population)學校為台灣南部學校(高雄縣、高雄市、屏東縣等三個縣市)，排除不適切學校(例如私立學校)後，其餘學校中的四及六年級班級學生為研究樣本來源。學校抽樣清單涵蓋目標母群定義。清單中條列了台灣南部三個縣市四及六年級學童的所有適切的學校，每一個學校在清單中就是一筆資料，每一筆資料包含學校名稱或辨識號碼(ID)、分層變數、及學校的測量規模等相關資料。此清單是抽樣的依據，所以正確完整的抽樣清單是重要的，描述統計資料如下表 1。

表 1 南部三縣市四及六年級學校抽樣清單

縣市	四	六	人數	班級數	校數
屏東縣	10828	12216	23044	878	166(40.49%)
高雄縣	14802	16214	31016	1072	152(37.07%)
高雄市	18343	20486	38829	1247	92(22.44%)
小計	43973	48916	92889	3197	410

每班人數預估： $92889/3197 \approx 29$

資料來源：教育部 96 學年(2007~2008)統計處資料(<http://www.edu.tw>)

本研究中所採用的抽樣設計是三階段的分層叢集抽樣設計。以下將稍加描述各階段的抽樣設計，第一階段：第一階段的抽樣單位是學校。首先依據外顯變數將所有學校分層，每一層均有其學校抽樣清單，並個別進行抽樣工作。學校被抽中的機率受學校的測量規模(measure of size, MOS)影響，因此這抽樣法稱為 PPS(probability proportional to their size)系統抽樣法，第二階段：第二階段的抽樣單位是班級。在此階段中，將從每一所抽中的學校中隨機抽取一個班級。第三階段：第三階段的抽樣單位是學生。本研究將從每一所抽中的班級中抽取所有學生。經由上述抽樣方法以及考慮之後調整的層級因素，正式施測中屏東縣抽取 8 個學校 15 個班級 205 人，高雄縣 7 所學校 14 個班級 215 人以及高雄市 5 所學校 10 個班級 183 人，其中男生 290，女生 313，合計 603 位受試者，抽樣的學校數比例大約為 8:7:5，與母群學校數的比值相當。

四、研究工具

本研究之研究工具主要是以國小學童科學素養能力成長資料庫研究之調查問卷、國小學童科學素養口語理解線上測驗、國小學童科學素養閱讀理解線上測驗等 3 項，分別說明如下。

(一) 國小學童科學素養能力成長資料庫學生問卷

研究者自行編製之國小學童科學素養能力資料庫之學生問卷(Chen & Wang, 2009)，包括基本資料 20 題、自然科學學習 4 題、電腦使用 4 題、學校學習情

形 6 題、校外活動情形 2 題等 6 個部分 36 題，填答對象為三至六年級。各部分之信度為.740~.825 之間，總量表其信度為.830。

(二) 國小學童科學素養口語理解線上測驗

研究者自行研發之線上科學語言口語理解測驗(Online Oral Comprehension of Science Test, OOCST)，主要是將林曉雯等人(Lin, Wang, Kao, & Chen, 2009)所研發的科學素養口語理解能力評量工具，建置於網際網路的施測環境中，並且即時將回答的資料送回至伺服器的資料庫，利用網際網路的特性，隨時提供受試者線上施測，達到即時即測的環境。系統資料庫是採用 MySQL，系統介面是採用 PHP、HTML 以及 Flash CS5.5 為主，試題內容與科學語言口語理解測驗(Oral Comprehension of Science Test, OCST)一致。該測驗有 18 小題，每 1 題皆為 4 選 1 的單選題，信度方面，內部一致性係數中年級版本.70，高年級版本其內部一致性係數為.66；再測信度部分中年級版本為.57，而高年級版本為.67。效度部分中線上科學口語理解中年級版本與中文閱讀理解測驗的相關.56，高年級版本與中文閱讀理解測驗的相關達.64。

(三) 國小學童科學素養閱讀理解線上測驗

研究者自行研發之線上科學語言閱讀理解測驗(Online Reading Comprehension of Science Test, ORCST)，主要是將王靜如等人(Wang et al., 2011a)所研發的科學素養閱讀能力評量工具，建置於網際網路的施測環境中，並且即時將回答的資料送回至伺服器的資料庫，利用網際網路的特性，隨時提供受試者線上施測，達到即時即測的環境。系統資料庫是採用 MySQL，系統介面是採用 PHP、HTML 以及 Flash CS5.5 為主，試題內容與紙筆版本的科學閱讀理解測驗(Reading Comprehension of Science Test, RCST)一致。該測驗總共有 25 小題，皆為 4 選 1 的單選題，信度方面內部一致性係數中年級版本.79，高年級版本其內部一致性係數為.74；再測信度部分中年級版本為.49，而高年級版本為.64。效度部分中線上科學閱讀理解中年級版本與中文閱讀理解測驗的相關.64，高年級版本與中文閱讀理解測驗的相關達.65(陳新豐、方金雅、王靜如、林曉雯，2012)。

五、學生變項

自變項主要是以調查問卷中的學生問卷為主，主要測量父母教育背景、家

庭學習資源等測量變項；口語理解能力以及閱讀理解能力則分別為口語理解線上測驗以及閱讀理解線上測驗上的得分為主。利用主軸因素最大變異轉軸(非直交)的因素分析中，將六個觀察變項(母親教育程度、父親教育程度、數學學習資源、自然學習資源、口語理解分數以及閱讀理解分數)，得到三個主要因素(因素負荷量如表 2 所示)，並且命名為父母教育程度、家庭學習資源以及科學語言分數等三個因素，總解釋變異量為 52.79%。以下為 3 個潛在變項，6 個觀察變項的詳細說明。

(一) 父母教育程度

在國小學童科學素養能力成長資料庫研究之調查學生問卷中，針對父母教育資料的題目，係為該問卷中的第 9 以及第 10 題，問題內容為詢問父母的最高學歷為何?選項依序為小學肄業或沒有上過學、國小畢業、國中畢業、高中或高職畢業、五專畢業、二技畢業、大學畢業、碩士以上學位以及我不知道等 9 個選項，其計分為從小學肄業或沒有上過學的 1 分至碩士以上學位的 8 分，除我不知道這個選項外，分數愈高代表學童父母的最高學歷愈高，反之則愈低。

(二) 家庭學習資源

資料來源主要為國小學童科學素養能力成長資料庫研究之調查學生問卷，家庭學習資源主要分為數學學習資源以及自然學習資源，其中在數學學習資源中為學習數學的光碟(軟體、錄影帶)、學習數學的參考書、數學科的課外讀物(如：月刊、數學漫畫等)、學習數學的工具(如：數學玩具、積木等)，自然學習資源中為學習自然科的光碟(軟體、錄影帶)、學習自然科的參考書、自然科的課外讀物(如：月刊、科學家的故事書等)、學習自然科的工具(如：放大鏡、顯微鏡、望遠鏡等)、親自照顧的寵物或盆栽等，其變項是以學童家庭具備的項目數目加以計分，亦即學童家庭具備的項目愈多代表家庭在自然以及數學的學習資源愈豐富。

(三) 科學語言能力

科學語言能力分為科學語言口語理解能力以及閱讀理解能力等 2 個變項。其中科學語言口語理解能力方面，是以國小學童科學素養口語理解線上測驗的得分，其得分為利用試題反應理論 3PL 模式所估計的 EAP 能力值。閱讀理解能力方面，是以國小學童科學素養閱讀理解線上測驗的得分，其得分亦是利用試

題反應理論估計 3PL 的 EAP 能力值，能力值愈高代表學生在口語理解以及閱讀理解上的能力表現愈好。

肆、結果與討論

本研究旨在探討國小學童其父母教育程度與家庭所提供的學習資源對於國小學童之科學語言表現能力的影響程度，研究樣本為高高屏 3 個縣市國小學童 4 及 6 年級 603 位受試者，研究的工具則包括線上科學語言口試理解以及閱讀理解測驗，以下將列出測量變項之描述性統計量數、模式檢定結果以及多樣本因素恆等下的模式適配等研究結果。

表 2 測量變數、問卷內容、因素負荷量、平均數以及描述性統計量數一覽表

測量變數	問卷內容	Loading	Mean	SD	Skew	Kurt
ξ1 父母教育程度	A1(母親學歷) 你母親的最高學歷為何?	.75	2.13	.70	-.18	-.94
	A2(父親學歷) 你父親的最高學歷為何?	.80	2.14	.75	-.24	-1.20
ξ2 家庭學習資源	B1(數學學習資源)	.78	1.36	1.08	.17	-1.25
	B2(自然學習資源)	.78	1.99	1.22	.03	-.96
η1 科學語言能力	C1 口語理解線上測驗得分	.51	.47	1.07	-.21	-.23
	C2 閱讀理解線上測驗得分	.79	.07	.56	.36	-.48

由上述表 2 的偏態及峰度係數中可以得知，6 個觀察變項的偏態值最小值為.03，最大值為.36；峰度值最小值為.23，最大值為 1.25 均未違反常態的假定(程炳林等，2011；Kline, 2011)。

下表 3 為本研究中所初始模型中 6 個觀察變項的共變數矩陣，其中 A1 為母親學歷；A2 為父親學歷；B1 為數學學習環境；B2 為自然學習環境；C1 為口語理解分數；C2 則為閱讀理解分數。並進而利用此觀察變項的共變數矩陣利用 Mplus6.0 軟體進行結構方程模式的參數估計以及相關適合度的檢定。

表 3 國小學童父母教育程度與家庭學習資源對科學語言影響程度之共變數矩陣資料

	A1	A2	B1	B2	C1	C2
母親學歷	.56					
父親學歷	.33	.49				
數學資源	.17	.14	1.16			
自然資源	.14	.11	.20	.40		
口語理解	.20	.15	.05	.17	1.15	
閱讀理解	.08	.06	.07	.06	.25	.32

一、驗證初始模式

下表 4 為本研究所收集的資料利用 Mplus6.0 估計後，初始模式的原始參數，如下表 4 所示，因素負荷量介於.47-.83 之間，誤差變異數皆無負值，且皆達顯著水準，因此，符合(Bagozzi & Yi, 1988; Kline, 2011)等人所提的建議適配標準，可以進行驗證模式的參數估計。

表 4 原始參數估計一覽表

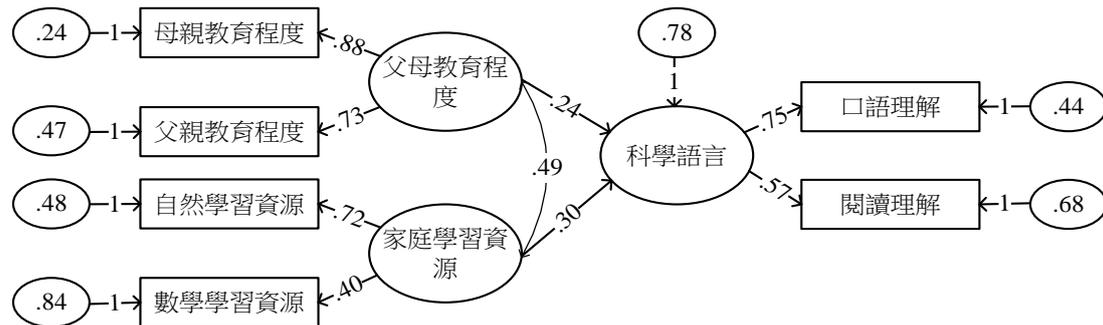
觀察變數	Loading	SE	p
母親學歷	1.29(.88)	.13(.04)	<.001(<.001)
父親學歷	1.00(.73)	--(.04)	--(<.001)
數學資源	1.05(.40)	.22(.05)	<.001(<.001)
自然資源	1.00(.72)	--(.08)	--(<.001)
口語理解	2.52(.57)	.44(.06)	<.001(<.001)
閱讀理解	1.00(.75)	--(.07)	--(<.001)

註解：括號內為標準化解的估計參數。

本研究主要的統計方法即為結構方程模式，參數估計方法採用 ML 估計方法，而本研究即是利用結構方程模式來驗證的模式，並且以絕對、相對以及簡效等適配指標來加以評鑑模式是否適配。在適配的程度方面，卡方值

=11.358($df=6, p=.078$), $RMSEA=.038$, $CFI=.991$, $TLI=.978$, $SRMR=.020$, 所有的適合度指標都說明模式適合, 亦即表示本研究所建置之初始模式獲得資料的支持, 國小學童之父母教育程度與家庭學習資源對於國小學童其口語理解以及閱讀理解有其相當程度的影響。

圖 3 父母教育程度與家庭學習資源對科學語言理解能力之整合模式圖



Chi-Square=11.36($df=6, p=.078$)
 $RMSEA=.038, CFI=.991, SRMR=.020$

由上圖 3 國小學童父母教育程度、家庭學習資源對於科學語言的各潛在變項間標準化效果量的資料中可以發現, 在父母教育程度方面, 父親教育程度對於科學語言的影響力大於家庭資源對於科學語言皆有密切且正面的影響。其總效果分別為.37 與.15, 亦即國小學童的父母其教育程度水準以及提供學童的數學或自然學習資源的豐富程度, 對於學童在科學語言的口語或閱讀理解上的表現, 皆產生某程度的正面影響力。

二、多樣本因素恆等的驗證性模式

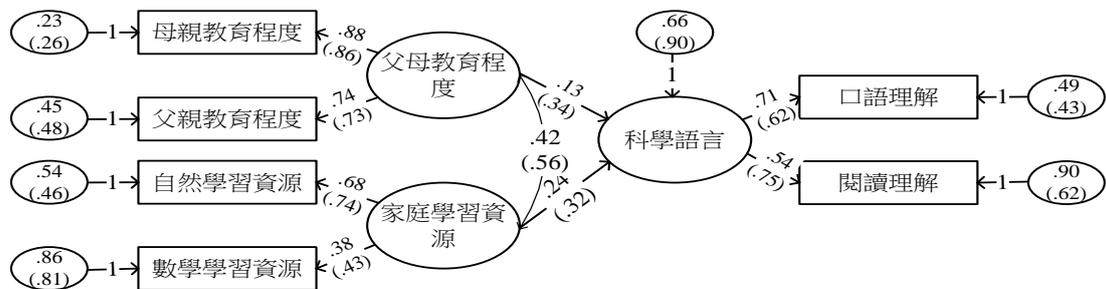
多樣本的驗證性因素分析考慮的是在測量的不變性(measurement invariance), 因此, 不同群組之間的預測變項在相同結構(測量模式)下是否相等的議, 在多樣本中結構方程模式分析中是值得關心的(程炳林等, 2011; Kline, 2011)。在多樣本恆等的分析中, 本研究主要是將不同性別之間的負荷量限制相等, 亦即是採取因素恆等的量尺恆等模式。下表 5 為本研究所建置模式中的原始參數分組的描述性統計資料。

表 5 測量變數、問卷內容、不同性別之平均數量數一覽表

測量變數	問卷內容	Mean	
		男生	女生
ξ_1 父母教育程度	A1(母親學歷) 你母親的最高學歷為何?	2.179	2.109
	A2(父親學歷) 你父親的最高學歷為何?	2.162	2.096
ξ_2 家庭學習資源	B1(數學學習資源)	1.379	1.339
	B2(自然學習資源)	3.686	3.642
η_1 科學語言能力	C1 口語理解線上測驗得分	0.504	0.442
	C2 閱讀理解線上測驗得分	0.053	0.077

多樣本因素恆等之標準化參數估計結果如下圖 4 所示，在適配的程度方面，卡方值=17.603(df=15,p=.284)其中男生的卡方值為 13.093，女生的卡方值則為 4.511，適合度指標中 RMSEA=.024，CFI=.996，TLI=.992，SRMR=.028，所有的適合度指標都說明模式適合，亦即在不同樣本(性別)，國小學童中不論是男生或女生，此模式都獲得資料的證實，即不同性別下，國小學童父母教育程度與家庭學習資源都對於科學語言(包括口語理解以及閱讀理解)有相當程度的影響力。

圖 4 多樣本因素恆等的結構方程模式圖



Chi-Square=17.60(df=6, p=.284)
 RMSEA=.024, CFI=.996, SRMR=.028
 AIC=7830.147, BIC=7948.998, Adjust BIC=7836.280

註解：圖中有括號的參數為國小學童女生之估計係數，而未加括號者則為國小學童男生之估計係數

由上圖 4 中，在測量模式部分，共有父母教育程度、家庭學習資源以及科學語言等 3 個潛在變項，在父母教育程度部分，國小學童男生與女生皆呈現母親教育程度的負荷量大於父親教育程度；在家庭學習資源方面，國小學童男生與女生亦是呈現自然學習資源的負荷量大於數學學習資料；在科學語言方面，國小學童男生呈現出口語理解的負荷量大於閱讀理解的負荷量，而女生則恰為相反，亦則國小學童女生所表現的則為閱讀理解的負荷量大於口語理解的負荷量。

在結構模式部分，國小學童女生父母教育程度對於科學語言的影響強度大於家庭學習資源對於科學語言的影響程度，而男生則恰為相反，亦即國小學童男生家庭學習資源對於科學語言的影響程度大於父母教育程度對於科學語言的影響，至於父母教育程度與家庭學習資源的相關部分，不論性別的不同皆呈現中等程度的關係，不過所以估計的係數皆達顯著水準，亦即不論是國小學童男生或女生，父母教育程度以及家庭學習資源都是影響科學語言的重要因素。

由研究結果可知，誠如 Connor、Hindman 與 Morrison(2005)的研究中指出，影響國小學童學習的因素包括社會因素中的社經優勢、雙親教育、收入以及相關的家庭環境等，張謝玲(2004)利用 TIMSS 的資料分析得到的結論亦是學生的學習需要家庭提供學習的資源，而家庭學習資源是影響學生學習成效的重要因素，而本研究無論是全體的整合模式以及多樣本因素負荷量恆等的模式都顯示出家庭所提供的學習資源對於國小學童在科學語言上的表現都有相當大的影響程度，因此一個家庭能夠提供給子女的學習資源越豐富，就能提高孩子的科學語言的能力表現與(林生傳，2005；黃毅志、2000)。李敦仁與余民寧(2005)、陳新豐(2005)的研究結果中，家庭社經地位愈高者，家庭資源愈豐富，因此對於孩童的成就愈有助益的結果相同(Goodman & Marek, 1986; Kanyongo et al., 2006; Raudenbush & Kasim, 1998)。

伍、結論與建議

探討一般性的語言能力(閱讀)的相關研究相當地多，而本研究主要是以領域知識中的科學語言為依變項，探討國小學童家庭社經地位、家庭學習資源對於科學語言能力的影響，並且利用 PPS 的抽樣方式抽取高雄縣、高雄市以及屏東市三個縣市 6 年級以及 4 年級 603 位為研究樣本，嘗試了解家庭社經地位影響

國小學童科學語言以及家庭學習資源(包括數學以及自然學習資源)影響國小學童科學語言的程度，研究之結論與建議根據研究問題分別描述如下。

一、家庭社經地位對於國小學童之科學語言能力有密切的影響

研究結果在整體的因果模式上獲得支持(卡方值=11.358, $df=6$, $p=.078$, $RMSEA=.038$, $CFI=.991$, $TLI=.978$, $SRMR=.020$)，所有的適配性指標都呈現所收集到的資料支持此因果模式，亦即家庭社經地位中的父母教育程度會直接影響到國小學童科學語言能力上的表現。

二、家庭學習資源對於國小學童科學語言能力具正面且直接的影響

如上述研究所建立的整體因果模式中，所有的模式適配性指標都表示資料支持整體因果模式，因此家庭的學習資源對於國小學童科學語言上的能力表現具有正面且直接的影響，至於影響科學語言的程度會以自然學習資源大於數學的學習資源。

三、不同群組(男、女)亦呈現家庭社經地位以及學習資源是影響科學語言能力的重要因素

在跨群組方面(不同性別)，男生的模式適配性指標卡方值為 13.096、女生的卡方值為 4.511，而全體的卡方值則為 17.603($df=15$, $p=.284$, $RMSEA=.024$, $CFI=.996$, $TLI=.992$, $SRMR=.028$)，其資料與結構模式之間亦獲得適配，亦即在不同性別之下，此因果模式亦獲得證實，所以研究結果呈現不論性別上的不同，家庭社經地位以及家庭的學習資源都會影響到國小學童科學語言上的表現。

因此在國小教育階段對於弱勢族群中，一般皆為低社經地位者，建議對於這些弱勢族群提供更多的學習機會以及關注，降低家庭社經地位上不利於學習成就的影響，進而達到更公平的學習機會。

多樣本的驗證性因素分析考慮的是在測量的不變性(measurement invariance)，因此，在多樣本結構方程模式分析，所要關心的議題是探討不同群組之間的預測變項在相同結構(測量模式)的相等情形。本研究利用多樣本的資料分析國小學童其家庭社經地位、家庭學習資源對於科學語言的影響程度，結果發現不同性別下的資料皆支持此因果模式，不同的是國小學童女生父母教育程度對於科學語言的影響強度大於家庭學習資源對於科學語言的影響程度，而男生則恰為相反，至於父母教育程度與家庭學習資源的相關部分，不論性別的不同皆呈現中等程度的關係，並且所有估計的係數皆達顯著水準，亦即不論是國小學童男生或女生，家庭社經地位以及學習資源都是影響科學語言的重要因素，本研究的研究結果與 Raudenbush 與 Kasim(1998)、Goodman 與 Marek(1986)以及 Kanyongo、Certo 與 Launcelot(2006)的研究結果有其一致性。

本研究利用結構方程模式的驗證式因素分析來加以探討影響國小學童科學語言能力表現的重要因素，研究結果發現父母教育程度以及家庭的學習資源都是影響國小學童科學語言能力表現的重要因素，尤其受到父親的影響更為顯著。並且在多樣本因素恆等的模式中，不同性別亦獲得相同的結果。因此研究者建議在國小學童的重要發展階段中，特別對於弱勢學生提供更多的學習機會以及學習資源，及早投注相關的補救資源，將是提昇國小學童科學語言能力的重要方向。

致謝

本文承蒙國家科學委員會的補助 (NSC 100-2511-S-153-007) 得以順利完成，特此致謝。感謝匿名評審委員的細心指正與批評使得本文更臻完備。

參考文獻

- 李敦仁、余民寧(2005)。社經地位、手足數目、家庭教育資源與教育成就結構關係模式之驗證：以 TEPS 資料庫資料為例。**臺灣教育社會學研究**，5(2)，1-48。
- 林生傳(2005)。教育社會學。臺北市：巨流。
- 林曉芳(2009)。影響中學生科學素養差異之探討：以臺灣、日本、南韓和香港在 PISA2006 資料為例。**教育研究與發展期刊**，5(4)，77-108。

- 洪敏怡、黃萬居、彭彥璟(2008)。閱讀科學讀物對國小五年級學童批判思考能力與問題解決能力的影響。《科學教育研究與發展季刊》，51，1-33。
- 張謝玲(2004)。宜蘭區某國中國二學生科學成效影響因子之探討-引用國際調查報告 TIMSS-R 之研究方法(未出版之碩士論文)。國立臺灣師範大學，臺北市。
- 教育部(2008)。教育部統計處 97 學年度全國學生資料。2008 年 04 月 01 日，取自：<http://www.edu.tw>。
- 陳世文、楊文金(2006)。以系統功能語言學探討學生對不同科學文本的閱讀理解。《師大學報：科學教育類》，51(1,2)，107-124。
- 陳新豐(2005)。從 TIMSS 談影響學生科學學習的因素。《研習資訊》，22(2)，36-47。
- 陳新豐、方金雅、王靜如、林曉雯(2012，6 月)。不同試題表徵科學語言閱讀理解測驗之發展。論文發表於第一屆「閱讀評量與教學」理論與實務研討會。高雄市：高雄師範大學。
- 程炳林、陳正昌、陳新豐(2011)。結構方程模式。載於陳正昌、程炳林、陳新豐、劉子鍵(主編)，多變量分析方法—統計軟體應用(頁 539-704)。臺北市：五南。
- 黃毅志(2000)。台灣地區民眾地位取得之因果機制：共變結構分析。《東吳社會學報》，5，213-248。
- 楊文金、陳世文(2008)。科學漢語與科學英語論述特質的比較-以「觀念物理」文本為例。《師大學報：科學教育類》，53(1)，113-139。
- 謝孟穎(2003)。家長社經背景與學生學業成就關聯性之研究。《教育研究集刊》，49(2)，255-287。
- Bagozzi, R. P., & Yi, Y. (1988). On the Evaluation of Structural Equation Models. *Journal of the academy of marketing science*, 16, 74-95. DOI: 10.1007/BF02723327.
- Burt, K. B., & Scott, J. (2002). Parent and adolescent gender role attitudes in 1990s Great Britain. *Sex Roles*, 46(7/8), 239-245. DOI: 10.1023/A:1019919331967.
- Camnab, R. (2002). *The Logical Syntax of Language*. Oprn Court Publishing.
- Chen, S.-F., & Wang, J.-R. (2009). *Relationship of Students' Basic Science Literacy: An Empirical Exploration of learning behavior, learning motivation, technology using and extra-curriculum activities*. Paper presented at the 2009 International Conference of East-Asian Science Education, Taiwan, Tapieci.

- Fang, Z. (2006). The Language Demand of Science Reading In Middle School. *International Journal of Science Education*, 28(5), 491-520. DOI: 10.1080/09500690500339092.
- Goodman, Yetta M., & Marek, Ann. (1986). Children coming to know literacy. In W. Teale & E. Sulzby (Eds.), *Emergent literacy: Writing and reading*. Norwood, NJ: Ablex Publishing.
- Halliday, M. A. K. (1993). The Analysis of Scientific Texts in English and Chinese. In M. A. K. Halliday & J. R. Martin (Eds.), *Writing Science: Literacy and Discursive Power* (pp. 304): Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.
- Hwang, Y.-j. (2000). The Mechanism of Status attainment in Taiwan: A Structural Analysis of Covariance. *Soochow Journal of Sociology*, 5, 213-248.
- Kanyongo, G. Y., Certo, J., & Launcelot, B. I. (2006). Using regression analysis to establish the relationship between home environment and reading achievement: A case of Zimbabwe. *International Education Journal*, 7(5), 632-641.
- Kline, R. B. (2011). *Principles and Practice of Structural Equation Modeling*: The Guilford Press.
- Lemke, J. L. (1990). *Talking Science: Language, Learning, and Values*: Ablex Publishing.
- Lin, S.-W., Wang, J.-R., Kao, H.-L., & Chen, S.-F. (2009). *Development of an instrument for measuring elementary students' listening comprehension on science*. Paper presented at the International Conference of East-Asian Science Education, Nation Taipei University of Education, Taipei City, Taiwan.
- Love, N. (2009). Science, language and linguistic culture. *Language & Communication*, 29(1), 26. DOI:10.1016/j.langcom.2008.04.001.
- McCormick, S., & Zutell, J. (2011). *Instructing students who have literacy problems* (6 ed.). Boston, MA: Allyn & Bacon.
- McDonald Connor, C., Son, S.-H., Hindman, A. H., & Morrison, F. J. (2005). Teacher qualifications, classroom practices, family characteristics, and preschool experience: Complex effects on first graders' vocabulary and early reading outcomes. *Journal of School Psychology*, 43(4), 343-375. DOI: 10.1016/j.jsp.2005.06.001.

- Raudenbush, Stephen W., & Kasim, Rafa M. (1998). Cognitive Skill and Economic Inequality: Findings from the National Adult Literacy Survey. *Journal Harvard Educational Review*, 68(1), 33-80.
- Samuelstuen, M. S., & Braten, I. (2005). Decoding, knowledge, and strategies in comprehension of expository text. *Scandinavian Journal of Psychology*, 46(2), 107-117. DOI: 10.1111/j.1467-9450.2005.00441.x.
- Scott, J. (2004). Family, Gender, and Educational Attainment in Britain: A Longitudinal Study. *Journal of Comparative Family Studies*, 35(4), 565-589.
- Wang, J.-R., Chen, S.-F., Tsay, R.-F., Chou, C.-T., Lin, S.-W., & Kao, H.-L. (2011a). Developing a Test for Assessing Elementary Students' Comprehension of Science Texts. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 10(4), 955-973. DOI: 10.1007/s10763-011-9307-y.
- Wang, J.-R., Chen, S.-F., Tsay, R.-F., Chou, C.-T., Lin, S.-W., & Kao, H.-L. (2011b). Development of an Instrument for Assessing Elementary School Students' Written Expression in Science. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 20(2), 276-290.
- Yang, W.-G., & Chen, S.-W. (2008). A Comparison of the Discourses of Science Texts in English and Mandarin on Newton's First Law of Motion. *Journal of National Taiwan Normal University: Mathematics & Science Education*, 53(1), 113-137.
- Young, Edyth. (2005). The Language of Science, The Language of Students: Bridging the Gap with Engaged Learning Vocabulary Strategies. *Science Activities*, 42(2), 12-17. DOI:10.3200/SATS.42.2.12-17.

Structural Equation Modeling Analysis of Factors Affecting Science Language Achievement Among Elementary Students

Shin-Feng Chen

National Pingtung University of Education

chensf@mail.npue.edu.tw

Abstract

The purpose of this research is to investigate the factors affecting elementary students' science language achievement. In order to evaluate the influence of family status and learning resources on students' science language achievement, multi-group invariance analyses between genders were also conducted. A three-stage stratified cluster sampling design was implemented, resulting in a sample of 603 test takers from 27 classes in 20 schools. Study tools consisted of a survey questionnaire based on a research of scientific literacy development database, an online test of the oral comprehension of scientific literacy, and an online test of reading comprehension of scientific literacy for elementary students. Structural Equation Modeling was used to verify the fitness between theoretical model and empirical data and the finding revealed exceptional nice fit. Multi-group invariance analyses between genders also showed an excellent level of model fitness. That is to say, three factors, education status of the father, that of the mother and family learning resources, are contributing major influence to elementary students' science language achievement. Among them, the education status of the father had a greater impact on students' science language achievement than family learning resources.

Keywords: Multi-group Analysis, Science Language, Structural Equation Modeling, Reading Comprehension

教室回饋系統對護專學生資訊 安全素養、學習動機的影響

林 凱 胤

國立臺中科技大學通識教育中心

kein@nutc.edu.tw

(投稿日期：2013.1.21；修正日期：2013.5.8；接受日期：2013.7.24)

摘 要

本研究目的在探究教室回饋系統 (Classroom Response System, CRS) 對學生的資訊安全素養與學習動機的影響。研究以修習計算機概論的五年制護專一年級學生為研究對象，資訊安全為教學內容；採準實驗研究法，進行為期五週十節課的教學。實驗組和對照組各有 51 位學生，實驗組的教學則加入 CRS。研究工具包括資訊安全素養測驗，Cronbach α 值為 .83，以及學習動機問卷，Cronbach α 值為 .90。研究結果發現：（一）在整體資訊安全素養的學習成效上，實驗組與對照組沒有顯著差異，但在資訊安全知識及資訊倫理二個構面達到顯著差異；（二）在整體學習動機方面，實驗組與對照組沒有顯著差異，但在自我效能、主動學習和學習環境誘因等三個構面達到顯著差異。

關鍵詞：教室回饋系統、資訊安全素養、學習動機

壹、研究背景與動機

Bransford, Brown 和 Cocking(2000) 認為，一個有效的教學應該在教學過程中運用「形成性評量」不斷地給予學生回饋，讓學生能夠瞭解自己學習的情形。Black 和 Wiliam(2009) 認為評量應確認學生學會什麼、未學會什麼及診斷學習的困難，要達到此目的，必須透過形成性評量。Timmers 和 Veldkamp(2011) 進一步強調，評量扮演回饋的功能，用來瞭解學生學習成果及調整或擬訂教師的教學策略，以達到最佳的教學效果；也就是以紙筆測驗為主的傳統評量方式，無法即時瞭解全部學生的學習成效 (Stav, Nielsen, Hansen-Nygaard, & Thorseth, 2010)；而多數教師在教學進度的考量下，能給的回饋也只是專門評量學習結果的總結性評量 (summative assessment)，而無法給予足夠的即時回饋 (Bransford, et al., 2000)。因為教學評量在整個教學活動中富有銜接的功能，具有承接轉合的關鍵地位 (Terzis, Moridis, & Economides, 2013)。評量的目的，應是對教師的教學與學生的學習狀況提供有效的資訊，以激勵教師與學生持續進步 (Fortner-Wood, Armistead, Marchand, & Morris, 2013)。

隨著網際網路與電腦科技的快速發展，上網已成為另一個時尚風潮，根據財團法人台灣網路資訊中心 (Taiwan Network Information Center, TWNIC)(2010) 的調查得知，臺灣地區 12 歲以下之民眾約有 155 萬人曾使用過網路，12 歲以上之民眾有 1,467 萬人曾使用過網路；0-100 歲之民眾總計有 1,622 萬人曾使用過網路。由於上網人口的急速成長，資訊安全事件也日益增加，使得資訊安全問題日漸受到重視，「資訊安全」成為每個公民應該具備的基本素養 (Anttila, Savola, Kajava, Lindfors, & Röning, 2007)；Inomata 等人 (2012) 並指出，資訊安全素養是影響學校或組織推展資訊安全最重要的因素。在醫療產業更是如此，國內近六成醫療機構已陸續規劃及建置護理資訊系統，並將護理資訊充分應用於行政、教學、研究及臨床上(陳秀枝，2009)，例如：放射影像系統、實驗診斷系統、診間醫令系統等，醫療人員資訊安全素養培育之重要性不言而喻。而素養的養成應該要從教育體系來著手(林宜隆、呂明達，2007)。然而，多數資訊安全課程就像是一般課室教學一樣，不論是講述式或是以簡報或多媒體數位教材融入教學，大多缺乏即時回饋的機會，且教師因課程進度的壓力，而無法即時與學生進行互動與討論，難以刺激學生思考，使得學生因缺乏學習意願，導致學習成效不佳 (Bowden, Rowlands, Buckwell, & Abbott, 2012; Pagano &

Paucar-Caceres, 2013; Terzis, Moridis, & Economides, 2012); 林玉雯、黃台珠、劉嘉茹(2010)曾以某醫專共 253 位學生測試，顯示學生在課堂上學習時，專注力持續的表現仍有待加強。因此，導入一個可以進行形成性評量，增進師生間互動機會，加強學生專注力，以及提升學習成效的系統是重要且必要的。從諸多獻可知，有愈來愈多的教學嘗試導入 CRS (Efstathiou & Bailey, 2012; Gray, Owens, Liang, & Steer, 2012)，運用其即時評量的優勢，期能改變學生學習態度、提昇學生學習動機及學習成效，而諸多研究結果也指出其成效卓著，唯國內研究多以小學生為對象，學科領域也多以數學為主，在大專課程方面則較少著墨，特別是資訊科技理論相關課程，因此本研究在五專資訊安全單元中導入 CRS，讓學生在課堂上能獲得立即性的回饋，並提供更多 CRS 的實證結果。本研究主要目的的如下：

1. 探討 CRS 融入教學對學生資訊安全素養學習成效的影響。
2. 探討 CRS 融入教學對學生資訊安全素養學習動機的影響。

貳、文獻探討

一、資訊安全素養

「素養」(literacy) 一詞原來指的是語文說、讀、寫的能力，也可以解釋為理解以及和外界做有意義溝通所需要的能力。一般而言，人類的理解以及和外界做有意義溝通所需要的能力，隨著時代的變遷而有所不同。在早期西方工業國家，一般民眾受教育的機會不多，若指一個人有「素養」，是指此人具有識字的能力，所以早期的素養教育就是教導民眾具有識字的能力 (Winzenried, 2011)。而「資訊素養」便是指一個人具有能力知道何時需要資訊、且能有效的尋得、評估與使用所需要之資訊 (黃葳威、林紀慧、呂傑華, 2007)。與「傳統素養」、「網路素養」、「媒體素養」、「電腦素養」及「資訊素養」等相較，國內學者似乎甚少針對「資訊安全素養」一詞提出見解，而由於資訊科技的日新月異，每位公民所應具備之資訊素養，已經不僅只是蒐集資訊、應用資訊、處理資訊等，還必須考量到「安全」的能力，所以資訊安全素養應該是具備擁有符合安全的應用資訊能力與符合安全的應用通訊能力 (林宜隆、呂明達, 2007)。

從文獻可知，「資訊安全素養」一詞在國內首見於楊境恩 (2004)在其碩士研究論文「國內警察人員資訊安全素養對資訊犯罪偵查能力影響之研究」中，他認為「資訊安全素養」應指個人具備操作資訊處理與傳播的工具及系統，包括電腦、媒體系統與網路的基本能力，以及體認資訊安全價值與力量，瞭解資訊安全本質、管理特性的能力。Anttila 等人 (2007)指出，基本的資訊素養應包含，應用資訊溝通的能力、遵守相關資安規則的能力、以及自我保護的能力；林宜隆和呂明達(2007)亦有類似的看法，認為對「資訊安全素養」應為個人對於資訊與通訊之安全操作與觀念要有所瞭解，且具備操作資訊與通訊工具與系統時維持一定「安全」程度的基本能力，並能將資訊與通訊安全認知應用於日常生活中，所以「資訊安全素養」主要訴求應為「符合安全的應用資訊之能力」與「符合安全的應用通訊之能力」。楊境恩(2004)在其論文中並歸納資訊安全素養內涵應包括「資訊安全知識」、「資訊安全操作技能」、「資訊安全的應用、限制及影響」、「資訊安全倫理」等四個層面，其區別整理如表 1 所示，此四個層面的內容即是本研究教材及成效測驗之依循。

表 1 「資訊安全素養」內涵層面整理一覽表

層面	內容
資訊安全知識	包含一些資訊安全定義、名稱、功用和一些常用資訊安全術語等。
資訊安全操作技能	包含一些實際資訊安全操作的能力，如資料的存取與管理、密碼及權限使用等。
資訊安全的應用、限制及影響	能利用資訊安全解決電腦防護問題，並瞭解資訊安全的限制與對電腦安全的影響。
資訊安全倫理	使用電腦時，能遵守資訊安全法律與及倫理道德，不利用電腦做違背法律及社會道德規範的事情。

二、學習動機與學習成效

動機在學習的過程中扮演著很重要的角色。教育心理學家張春興、林清山 (1996)認為，學習動機是指引起學生進行學習活動，維持學習活動，並導使該學習活動趨向教師所設定的目標的內在心理歷程。Lau 和 Lam (2012) 更進一步

說明，學生要進行有意義的學習，動機是必要因素；他們並強調，動機和學習是相輔相成的關係，動機可以增強行為的方式促進學習，而所學的知識反過來又可以增強學習動機。就學習的效果而言，動機扮演著很重要的角色，要提升學生的學習動機，有兩個條件：(1)對學習動機的構成要素和能夠提供正向回饋的策略有所瞭解；(2)瞭解使用何種策略、使用的份量以及如何與課程設計相結合 (Keller, 1987)；文獻指出，教室回饋系統 (CRS) 正是一種可以提供正向回饋，且能與課程設計相結合的一種工具及策略 (Gier & Kreiner, 2009; Johnson & Lillis, 2010)。

透過 CRS，每一位學生必須針對螢幕上所呈現的問題進行回答，因此促使學生必須主動參與，並將其心力專注於課程內容 (Gier & Kreiner, 2009; Johnson & Lillis, 2010; Kay & Knaack, 2009；蔡小玲，2008)；而且 CRS 還能提供視覺化的立即回饋，讓學生馬上可以得知自己及同儕的學習狀況，透過競爭提高學生的學習動機 (Hall, Collier, Thomas, & Hilgers, 2005；蔡小玲，2008；謝美璇，2009)。蔡小玲、林原宏、梁錫卿(2007)指出，相較於傳統教學模式，使用 CRS 教學時，國小六年級學童有較快的答題速度，較高的學習興趣；Elliot(2003) 在二技微觀經濟學原理課程中使用 CRS 時發現，使用電子投票系統可以激起學生學習的興趣、提升學生的專注層次、並鼓勵學生主動學習；Zurmehly 和 Leadingham (2008) 也有同樣的看法，強調 CRS 可以讓學生主動參與學習，並能有更高的專注力。Han 和 Finkelstein (2013) 針對曾使用 CRS 的 74 位教師及 5459 位大學生進行使用態度調查，結果發現，CRS 確實能增進學習者的參與度。

相關文獻顯示，動機的研究已從早期較注重學業的成就，轉移以社會認知理論為主，強調動機表現的穩定性 (Pintrich & Schunk, 2002)。其原因是：1.社會認知為理論的動機模式擁有多重面向，包括自我效能、內在動機、自我歸因以及學習目標等。2.學生的動機可能受學科內容影響。3.強調影響學生動機的概念，必須融合文化、社經背景、個人特質等；基於此，本研究採用 Tuan, Chin 和 Shieh (2005) 所發展出的「學生科學動機量表 (Students' Motivation Toward Science Learning, SMTSL)」做為瞭解資訊安全素養課程中學生動機變化的工具，其構面包括「自我效能」、「主動學習策略」、「電腦學習價值」、「表現目標」、「成就目標」以及「學習環境誘因」等六項。

三、教室回饋系統 (CRS) 在形成性評量上的運用

CRS 是透過電子載具 (如 PDA、手機或遙控器)，提供即時資訊回饋給老師及學生的一種教學應用系統。此系統有很多名稱，例如教室回饋系統 (Classroom Response System, CRS) (Fies & Marshall, 2008)、即時反饋系統 (Interactive Response System, IRS) (網奕資訊, 2008)、教室通訊系統 (Classroom Communication System, CCS) (Kay & Knaack, 2009)、電子投票系統 (Electronic Voting System, EVS) (Kennedy & Cutts, 2005) 及 Clickers(Lantz, 2010) 等 (引自林凱胤, 楊宜真, 2012)。CRS 包含硬體和軟體兩部份，硬體為一組遙控器和一個接收器，它必須搭配教室中既有的班級電腦與單槍投影。軟體則可提供教師編製試題，並透過 PowerPoint 在投影布幕或電子白板上顯示試題，引導學生按下手持式遙控器的按鈕選擇答案，系統可同時蒐集所有學生的答案，並以視覺化圖表或同時展示所有答案的方式呈現作答結果。教師可進一步運用作答結果，引導學生進行答案理由之說明與深入討論，藉此促進課堂學生的互動與溝通 (網奕資訊, 2008)。

CRS 即時回饋的機制有下列優勢，可以提供老師：(1)作為教學決策之參考、(2)提升課堂教學品質、(3)協助教室管理、(4)掌握學生的學習成效；也可以幫助學生：(1)增加同儕間的互動、(2)促進反思、(3)促使學生主動參與，並提昇學生專注力、(4)提昇學習動機、(5)促進學習成效 (林凱胤、楊宜真, 2012)。相關實證研究諸如，潘新燕 (2004) 將「按按按」互動系統融入國小視覺藝術教學與評量、陳寶山 (2008) 以預習導讀、同儕評量與 IRS 結合運用在大學“學校行政”課堂中，從學生期末上網填寫「教師教學意見表」的統計結果，顯示該教學方案獲得學生高度的肯定；陳家慧、譚寧君 (2008) 將 CRS 融入國小二年級數學課程，研究結果顯示，學生能專注參與，其學習成就及對數學自信心也明顯提升。陳昭維 (2009)以個人回饋系統融入國小高年級學生英語字彙教學，發現學生字彙能力有顯提升；何文育、陳信水、林榮生、蕭世榮、洪曉音 (2011) 將 CRS 運用於社區健康促進衛教課程，結果發現居民對 CRS 的接受度頗高，由衛教課程存留記憶結果分析顯示，使用 CRS 的存留記憶比較長。Abdallah(2008) 則將 PRS(Personal Response System) 融入護理專業課程，71 位學生表示他們對課程更為投入，學習成效也更為顯著；Meedzan 和 Fisher(2009) 則在護理身體評估課程 (health assessment course) 中導入 iClicker，有 29 位

大二學生參與，學生們對課程有相當高的滿意度，表示使用 iClicker 可以讓他們記得更牢，而授課教師也表示願意繼續使用 iClicker。

綜合上述可知，CRS 在教育上的應用相關廣泛，涵蓋心理學、數學、生物、經濟學、統計學等學科領域 (Lantz, 2010)，唯其在學科領域方面，無論國內或國外研究多以科學相關課程為研究範圍，諸如心理學、物理、數學等，未見資訊科技理論相關課程；研究對象部份，國外的研究大多以大學生為對象，而國內則以國小學生為主；而在研究主題方面，雖有提及 CRS 可以增進學生參與及互動，卻少見針對學習動機做比較詳盡的探討。

參、研究方法

一、研究設計

本研究採準實驗研究法，分為實驗組與對照組，進行為期五週的實驗教學，實驗組以 CRS 融入課程之中，實施步驟請參照研究流程；對照組實施傳統的資訊融入教學模式，亦即在電腦教室上課，上課方式為老師以 PowerPoint 講解加上口頭提問為主。兩個班級的授課教師、教學內容、所提問之問題、作業、考試等均一致，並運用非同步網路教學平台進行討論、測驗及繳交作業等，二組授課方式比較如表 2。

表 2 融入 CRS 教學與傳統 PowerPoint 教學比較表

	融入 CRS 教學	傳統 PowerPoint 教學
教學媒體		
電腦	V	V
投影機	V	V
PowerPoint	V	V
網路教學平台	V	V
教室回饋系統	V	

	融入 CRS 教學	傳統 PowerPoint 教學
教學策略		
即時回饋	V	V
學習記錄	V	
隨堂測驗	V	V
提問	V	V
隨堂測驗結果即時統計分析	V	

二、研究樣本

研究對象的選取主要是立意取向，以修習計算機概論的五年制護專一年級學生為研究樣本，實驗組共 51 人、對照組也是 51 人，研究對象在國中時，75% 上過 3 個學期的電腦課，87% 每學期平均每週上 1 小時，76% 平均每週使用電腦的時間超過 2 小時電腦，而這些學生在國中小階段皆未接觸過 CRS。另外，二組學生在進行編班時，皆已依入學成績平均分配至各班。

三、研究流程

本研究主要是在電腦課程中進行，每週共有二堂課，研究設計與教學流程採用由 Smaldino, Russell, Heinich 和 Molenda(2005) 發展出來的 ASSURE 教學計畫模式(如圖 1)。此模式重點是提供一套明確的程序性指引，讓老師按步驟設計實際運用於課堂上的教學媒體，模式包含六個要素：

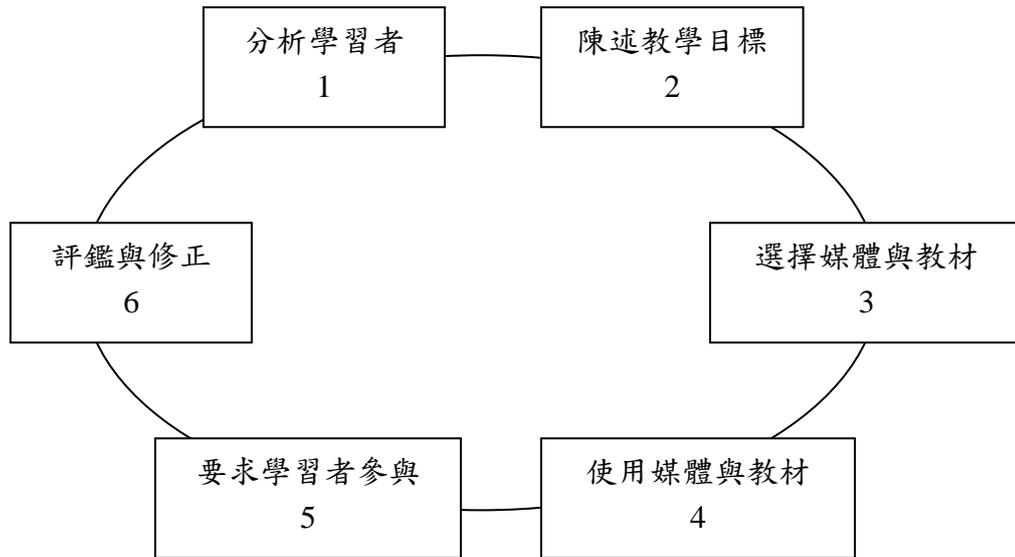


圖 1 ASSURE 教學設計模式

1.A-學習者分析 (Analyze learners)：

要有效應用教學媒體和科技，必須先瞭解學習者的特性，說明如下：

- (1) 一般特性，如年齡、性別、文化背景或社經地位等，本研究對象的一般特性請參照研究方法中的研究樣本。
- (2) 特定的起點能力：本研究先以問卷瞭解研究對象使用 CRS 的經驗，瞭解學習者的起點行為。

2. S-撰寫目標 (State objectives)：

陳家慧、譚寧君(2008)建議，教師在使用 CRS 前應評估教學目標，熟稔整個課程發展脈絡，學生的學習發展及掌握教學重點，以避免流於無用的遊戲工具。因此本研究確立資訊安全素養的課程教學目標，在認知方面，認識資訊安全的重要性及瞭解電腦軟硬體安全的意義；在技能方面，能備份資料、解毒及能正確的實施個人資訊安全防護；在情意方面，則是能分析生活週遭的資訊安全性；除此之外，本研究並期盼研究對象能對 CRS 持正面肯定的態度，以及能在此環境中提高學習動機。

3. S-選擇教學媒體與教材 (Select medias and materials)：

在教學媒體部份，如同本研究動機所述，為了讓學生在課堂上能獲得立即

性的回饋，本研究選擇在教室內能即時互動的 CRS 系統；而在教材方面，則是資訊安全素養，包括「資訊安全知識」、「資訊應用與影響」、「資訊論理」、「資訊安全操作技能」等構面，詳如本研究方法中的研究工具說明。

4. U-使用媒體和教材 (Utilize media and materials)：

為了要讓教師及學生能在 CRS 教學環境中獲得最大的學習效果，本研究安排媒體使用流程如表 3。

表 3 使用 CRS 融入資訊安全素養之流程

流程	內容
研究實施前之準備	1.佈置教學環境，設定軟硬體設備 2.設計隨堂測驗小題目
第一週	1.說明在課堂中使用 CRS 的動機與目的 2.教育訓練，對象包含授課教師和學生 3.實施學習動機量表前測
第二～四週	1.開始實施 CRS 融入教學 2.課後晤談
第五週	1.實施資訊安全素養測驗 2.實施學習動機量表後測 3.對 CRS 的意見調查問卷。

- (1) 研究實施前之準備：進行教學環境的佈置，設定相關的軟硬體設備(詳如研究工具)，並建立相關資料，諸如帳號等，在 CRS 部份，每位學生均配置一個遙控器；而隨堂測驗小題目則依循教室回饋系統問題設計原則進行設計 (Beatty, Gerace, & Dufresne, 2005)，諸如問題不能太長，讓學生可以在 30 秒到 1 分鐘內閱讀並答題等。
- (2) 第一週：說明在課堂中使用 CRS 的動機與目的，並進行教育訓練，研究者並發給每位同學一個遙控器，嘗試使用 CRS，大約用一節課即可完成；在第二節課則實施學習動機量表。
- (3) 第二～四週：開始實施 CRS 融入教學，實施方式如表 4，在教學進行的同時，並配合課後晤談。

表 4 CRS 融入資訊安全素養課程之方式

方式	說明	主要目的
課程開始前引起動機	在課堂開始的時候，運用 CRS 請全班學生回答 3~5 個問題，問題內容為本次上課的重點，或前次授課內容	1. 瞭解學生的預習狀態 2. 評估前次學習成效 3. 引起學生學習動機 4. 鼓勵學生思考與討論
教學活動進行中	在教學活動進行中，每隔一段時間即以 CRS 拋出一個問題讓全班學生回答。	1. 隨時掌握學生是否瞭解講解內容，並藉以瞭解教學進度。 2. 提高學習的參與度 3. 幫助學生專注於學習
教學活動後	在下課前，以 CRS 拋出一、二個問題讓全班學生回答。	1. 教師能掌握學生學習情形，以作為調整課程內容之依據。 2. 學生能瞭解自己對課程內容吸收的程度，以及其他同學學習的情形

(4) 第五週：本週主要實施資訊安全素養測驗、學習動機量表後測，以及對 CRS 融入教學的意見調查問卷，以搜集足夠資料來回答本研究的待答問題。

5. R-要求學習者參與 (Request learner performance)：

為鼓勵同學們參與，授課教師與同學們達成協議，把每一次使用 CRS 的成績均列入該門課的平時成績。

6. E-評鑑(修正) (Evaluation revise)：

評鑑與修正的目的在於衡量教學品質，本研究主要透過測驗、各式問卷、量表、及晤談來瞭解學生對 CRS 的看法及實施成效，以為修正之依據，各式評鑑工具詳如本研究方法中的研究工具部份。

四、研究工具

為呼應研究問題，本研究採用的研究工具分別為資訊安全素養教材大綱、資訊安全素養測驗試卷、學習動機量表等，以下分述之。

(一) 資訊安全素養教材大綱

由於我國五年制專科「計算機概論」課程中並沒有一個章節專門討論資訊安全，僅在資訊素養與倫理中提及安全的使用網路資源，無法滿足本計劃課程需求，故本研究中資訊安全素養課程架構主要參考及修改楊境恩(2004)所歸納之資訊安全素養內涵，包括「資訊安全知識」、「資訊安全操作技能」、「資訊安全的應用、限制及影響」、「資訊安全倫理」等四個層面，以為專一學生資訊安全之教材。

(二) 資訊安全素養測驗

在「資訊安全素養」測驗部分，原則是參考楊境恩(2004)的「國內警察人員資訊安全素養對資訊犯罪偵查能力影響之研究」調查問卷、計算機概論教科書及相關研究文獻，據以發展設計測驗題目，共有 21 題，分為四個構面包括「資訊安全知識」6 題：含資訊安全定義、名稱、功用和常用術語等，例：「我了解設定好的電腦密碼，每季至少應更換乙次」、「資訊安全應用與影響」5 題：內容主要為資訊安全的限制其及對電腦安全的影響，例：「我了解不可以將密碼寫在電腦設備上，或告訴無關人員，以確保資料及系統安全」、「資訊倫理」5 題：主要包括使用電腦時應遵守之資訊安全法律與及倫理道德，例：「我了解不可任意安裝或使用非法軟體」、「資訊安全操作技能」5 題：內容是有關資料存取、密碼及權限等，例：「使用外來磁片或隨身碟時，我知道如何執行掃毒與解毒」。在專家效度方面，則邀請二位畢業自資訊相關研究所的資訊教師針對預試問卷內容各題項逐一檢視後，進行缺失修改與校正。另將編製好之量表進行預試，以提高問卷的可行性，施測對象為某護專 50 名一年級學生，信度檢驗採內部一致性 Cronbach α 檢測，得到的內部一致性 Cronbach α 值為 .83。Nunnally 和 Bernstein (1978) 認為 Cronbach's α 信度係數介於 .70 至 .98 間，都可算是高信度值。因此本研究之資訊安全素養測驗題目具有頗高的一致性。

(三) 學習動機量表

學習動機量表是在實驗教學前及實驗教學結束後各施測一次。本量表主要改編自 Tuan, Chin, 和 Shieh (2005) 所編製的問卷，並以某護專 50 名一年級學生進行預試，信度檢驗採內部一致性 Cronbach α 檢測，得到的內部一致性 Cronbach α 值為 .90，各向度的 α 值介於 .75 至 .89。問卷共有 6 個構面，分為自我效能(self efficacy, SE)：學生學習電腦相關知識時，有信心獲得好成績以

及有信心面對未來學習任務的挑戰(共 7 題)，例如，不論資訊安全內容簡單或困難，我都有把握能學會；主動學習策略 (Active Learning Strategy, ALS)：學生學習電腦時，會主動採用一些學習策略，將新知識與以往的經驗或知識加以連結，建構新的知識(共 8 題)，例如，我在學習新知識時，會企圖理解它；電腦學習價值(Computer science Learning Value, CLV)：學生在學習電腦的過程中，能夠體會電腦的價值，如對電腦知識的運用的重要性等(共 5 題)，例如，我認為資訊安全很重要，因為在日常生活中可用到；表現目標 (Performance Goal, PG)：學生學習電腦的主要目的，不僅是為了能比同儕有好的外在表現或能吸引教師的注意力，而是內心的自我滿足為主(共 4 題)，例如，我參與教學活動不是要老師重視我；成就目標 (Achievement Goal, AG)：學生在科學活動當中，藉由對於學習任務的挑戰來滿足自己的成就感(共 5 題)，例如，在上課時，我覺得最有成就感的時候是，當我考得很好時；學習環境誘因 (Learning Environment Stimulation, LES)：學生在學習電腦的過程中，對於教師所營造課室氣氛的感受(共 6 題)，例如，我願意參與教學活動，因為老師教學有變化。

五、資料搜集與分析

在量的方面主要以 SPSS18.0 針對資訊安全素測驗及學習動機量表前後測得分結果進行次數統計、獨立樣本 t 考驗、effect size(ES) 檢定，Cohen(1988) 指出，ES 所得的值若是小於 .2 表示實際的顯著性為低 (small)，介於 .2 ~ .5 表示實際顯著，而 .5 ~ .8 之間表示實際顯著性為中至高等 (medium to large)，高於 .8 則表示具有相當大的實際顯著差異。而在質的方面，則主要藉由持續地資料蒐集比對，提高對研究現象的瞭解，文章中代碼部分，引證資料的編碼撰寫型式為(sa)，s：表示學生、a：表示受試者編號，例如：(s12) 表示編號 12 的受試者在開放性問卷中所寫的內容。

肆、結果與討論

本研究的結果分析依研究目的分成二個部分，敘述如下：

一、資訊安全素養學習成效

CRS 融入教學對學生資訊素養學習成效的影響，是將實驗組與對照組學生在自編的「資訊素養成就測驗」的成績進行比較，在實施五週的實驗之後，二組成績 t 考驗結果如表 5，檢定結果顯示使用 CRS 的實驗組與沒有使用 CRS 的對照組在資訊安全素養的得分上沒有顯著差異($t = 1.74, p > .05$)，此結果與 Patterson, Kilpatrick 和 Woebkenberg (2010) 的研究發現相似，實驗組學生的平均成績雖高於對照組，但並沒有顯著差異。雖然二班資訊安全素養成績並未達到統計上的顯著差異水準；但本研究續針對各分量表進行 t 考驗，結果發現實驗組與對照組的成績在資訊安全知識及資訊倫理二個構面達到顯著差異($t=2.23, p < .05; t=0.90, p < .05$)。而資訊應用與影響及資訊安全操作技能二個構面，二組成績則未達到統計上的顯著差異水準。在課後晤談中，有學生表示：

這樣上課方式，比較能夠專心聽老師講解，讓我記得更牢 (s15)

可以讓每個學生都能回答答案，不會漏掉任何一個人，而且老師也會知道大家對題目是懂還是不懂，然後再加強說明 (s02)

表 5 資訊安全素養及各分項評量成績 t 考驗和 ES 摘要表

項目	實驗組(N=51)		對照組(N=51)		t 值	p 值	<i>Effect size</i>
	M	SD	M	SD			
資訊安全知識	88.21	7.12	80.45	9.63	2.23	.01*	1.09
資訊應用與影響	89.58	6.34	82.55	8.76	1.42	.12	1.11
資訊倫理	90.82	4.73	81.58	8.89	0.90	.02*	1.95
資訊安全操作技能	87.56	6.75	83.24	10.35	0.52	.56	0.64
總分	89.04	5.35	81.96	7.96	1.74	.09	1.23

註：* $p < .05$

二、CRS 融入教學對受試者動機各向度表現之影響

在此部份，本研究從「實驗組與對照組比較」及「實驗組在學習動機各向度的表現」兩方面來論述分析的結果。實驗組與對照組的前測資料進行 *t* 考驗後可以發現(如表 6)，實驗組 (104.79/7.49) 與對照組 (104.68/7.13) 的前測結果在統計上沒有達到顯著差異，亦即在研究初期，二組學生在動機各向度及整體表現有著相同的學習動機。但是，經過 CRS 融入教學後，從後測成績統計結果(如表 7)實驗組學生 (122.96/18.72) 其整體學習動機表現優於對照組 (105.64/10.09)。實驗組的學生在「自我效能 (SE)」、「主動學習策略 (ALS)」以及「學習環境誘因 (LES)」三個向度更達到統計上的顯著水準 ($p < .05$)，其他如「電腦學習價值 (CLV)」、「表現目標 (PG)」、「成就目標 (AG)」向度則未達到顯著性差異。此研究發現也呼應 Fortner-Wood 等人 (2013) 的研究結果，實驗組的學生在學習動機方面有所轉變，在面對新的評量方式時是抱持著好奇、有趣的心態，除了提昇自我效能外，也培養了主動學習的能力。

表 6 動機問卷實驗組與對照組 前測 *t* 考驗

動機問卷 向度	實驗組(N=51)		對照組(N=51)		<i>t</i> 值	<i>p</i> 值
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>		
自我效能(SE)	20.29	5.01	20.36	5.17	0.09	.73
主動學習策略(ALS)	26.19	4.39	26.23	4.23	-0.35	.90
電腦學習價值(CLV)	15.16	3.58	15.15	3.29	0.15	.87
表現目標(PG)	9.75	2.92	9.32	3.01	0.28	.51
成就目標(AG)	14.82	3.31	14.93	3.19	-0.89	.36
學習環境誘因(LES)	18.58	4.25	18.69	4.46	-0.54	.83
問卷總得分	104.79	7.49	104.68	7.13	0.26	.92

* $p < .05$ ，** $p < .01$

表 7 動機問卷實驗組與對照組 後測 *t* 考驗與 *ES* 摘要表

動機問卷 向度	實驗組(N=51)		對照組(N=51)		<i>t</i> 值	<i>p</i> 值	<i>Effect size</i>
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>			
自我效能(SE)	25.45	5.11	20.92	3.78	1.67	.015*	0.89
主動學習策略 (ALS)	31.23	5.59	26.46	4.02	1.34	.023*	0.85
電腦學習價值 (CLV)	18.34	3.92	15.45	3.87	1.65	0.12	0.74
表現目標(PG)	11.43	2.75	9.57	3.22	0.89	0.46	0.68
成就目標(AG)	16.27	3.62	14.31	4.01	1.21	0.25	0.54
學習環境誘因 (LES)	23.68	6.15	18.23	3.46	0.98	0.041*	0.89
問卷總得分	122.96	18.72	105.64	10.09	1.21	0.09	0.93

p* < .05, *p* < .01

表 8 實驗組學習動機量表各向度前、後測的相依樣本 *t* 考驗與 *ES* 摘要表

	前測		後測		<i>t</i> 值	<i>p</i> 值	<i>Effect size</i>
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>			
自我效能(SE)	20.29	5.01	25.45	5.11	1.07*	0.008	1.03
主動學習策略(ALS)	26.19	4.39	31.23	5.59	1.95*	0.016	1.15
電腦學習價值(CLV)	15.16	3.58	18.34	3.92	1.29	0.814	0.89
表現目標(PG)	9.75	2.92	11.43	2.75	0.12	0.825	0.58
成就目標(AG)	14.82	3.31	16.27	3.62	1.45	0.36	0.44
學習環境誘因(LES)	18.58	4.25	23.68	6.15	2.17**	0.006	1.20

p* < .05, *p* < .01

在實驗組在學習動機各向度表現方面，本研究以相依樣本 *t* 檢定進行考驗，由表 8 中的數據顯示，整體來看，學生在學習動機各向度後測數據均較前測有所增長，自我效能 (25.45 > 20.29)、主動學習策略 (31.23 > 26.19)、電腦學習價

值 (18.34 > 15.16)、表現目標 (11.43 > 9.75)、成就目標 (16.23 > 14.82)、學習環境誘因 (23.68 > 18.58)；自我效能、主動學習策略及學習環境誘因並達顯著差異，且此三向度的 effect size 也都高於 .70，此結果也呼應 Johnson 和 Lillis(2010)、Kay (2009)、Kay 和 LeSage(2009)、蔡小玲 (2008)、謝美璇 (2009) 等學者的研究發現，透過 CRS 策略確實能提昇學生的學習動機。以下進一步探討 CRS 策略對實驗組學生學習動機各向度的影響及分析，分述如下：

(一) 自我效能 (SE)

Pintrich 和 Schunk(2002) 指出，透過學生自我效能的提升，使其更有能力評估自己的學習成效，並以適當學習策略與行為進行後續的學習，讓其認為自己有能力充分理解學科知識，且有信心完成學習活動，如此對於學習任務會有更強的持續力產生。從表 8 結果可知，CRS 策略讓自我效能平均值從前測的 20.29 提升至後測的 25.45，並達到顯著差異，此結果與陳家慧、譚寧君 (2008) 研究發現一致，學生能專注參與，其學習成就及對數學自信心也明顯提升。本研究之受試者就表示：「每次聽完一小段課，都有習題可以做，這樣就能知道我會不會 (s02)」、「只要上課有用心聽老師講，就能很簡單的回答老師所問的問題，讓我很有信心 (s48)」、「可以讓全部的人都作答，可以瞭解大家到底懂不懂 (s35)」

(二) 主動學習策略 (ALS)

Linnenbrink 和 Pintrich(2003) 指出，同儕間的互動可以協助建立主動學習的習慣。Bransford(2000) 等人也提到，以評量為中心的學習環境可以促進主動學習；而即時回饋正是以評量為中心，且能促使同儕互動的教學策略，自然能提昇學生主動學習的動機 (Gier & Kreiner, 2009; Meedzan & Fisher, 2009)。從表 8 結果可知，CRS 策略確能促使受試者進行主動學習，後測平均值 (31.23) 比前測(26.19) 高，其統計結果亦達到顯著差異，此結果與 Elliot(2003) 的研究發現相似，使用電子投票系統能激勵學生主動學習。從本研究受試者的回應亦可印證：「這樣可以知道自己哪裡不懂，以多多加強，很好 (s29)」、「看大家爭先恐後的搶著回答，這樣可以促進大家的學習 (s31)」。

(三) 電腦學習價值 (CLV)

由於課堂的情境與科學家工作的情境有所差距，因此學生在進行學習時，

並無法體會到科學的價值 (Reif & Larkin, 1991)。為能讓學生覺知到資訊安全的重要及其價值，本研究在授課時，儘量以學生在使用電腦網路時，所會遇到的資訊安全問題作為教學情境與素材。從表 8 結果可知，雖然電腦學習價值的後測平均值 (18.34) 比前測 (15.16) 值有所提高，但統計結果並沒有顯著差異；倒是經由 CRS 教學，學生可以感受資訊安全的重要性，例如有學生在晤談中表示：「網路如虎口，陷阱太多，上了這門課，讓我上網時會更加小心 (s01)」。

(四) 表現目標 (PG)

Greene 和 Miller (1996) 指出，以外在表現為目標導向的學生，其學習策略採取如記憶等表面的學習策略；由於 CRS 即時回饋的特性，學生立即可以知道自己的答題情況，使學生更加重視外在表現結果，蔡小玲、林原宏、梁錫卿(2007)就指出，相較於傳統教學模式，使用 CRS 教學時，國小六年級學童有較快的答題速度，較高的學習興趣；從表 8 得知，實驗組學生在此向度從前測的 9.75 略提升至後測的 11.43，顯然透過 CRS 教學，使得表現目標向度分數也有所增長，但並未達到顯著差異。以下是受試者的說法：「看到統計結果，如果大家都會的題目，而自己不會的話，就要好好檢討囉...(s12)」、「感覺很有趣會有用功的衝動因為不想丟臉(s45)」。

(五) 成就目標 (AG)

學生成就感是來自學習活動本身，陳昭維(2009)的研究指出，以個人回饋系統融入國小高年級學生英語字彙教學，發現學生字彙能力有顯提升；就表 8 數據可知，成就目標的平均值雖從前測的 14.82 升高至後測的 16.27，不過此差異的統計結果並未顯著；在此向度，受試者表示使用 CRS 讓其最有成就感的時候是對題目越做越有自信：「看大家爭先恐後的搶著回答，這樣可以促進大家的學習(s31)」、「只要我專心聽講，就能答對老師所出的題目，真有成就感 (s15)」。

(六) 學習環境誘因 (LES)

Bransford 等人 (2000) 強調，一個良好的學習環境應能以學習者為中心，而此環境應能讓學習者更能掌握學習的方向、步驟、及學習節奏，由表 8 顯示，透過 CRS 讓學習環境誘因由前測平均值 18.58 上升至後測的 23.68，也達到統計上的顯著差異，受試者並表示在這種學習環境中對自己的學習情況有更多的

瞭解，諸如：「可讓老師知道每一個同學的想法...(s44)」、「這樣可以知道自己哪裡不懂，以多多加強...(s29)」。

伍、結論與建議

在網際網路時代，每一位使用者皆應具備資訊安全素養 (Anttila, et al., 2007)，而素養的提昇應從課堂上著手；因此，如何讓學生有效的學習是個重要的課題。Bransford 等人 (2000) 指出，教師應該運用形成性評量給予學生即時回饋，讓學生可以立即瞭解自己的學習情形，以達到最佳的學習效果。CRS 是一套可以在課堂中即時回饋資訊給老師和學生的一種系統，教師以 PowerPoint 在螢幕上提問，學生各持一個遙控器回答問題，系統可同時蒐集所有學生的答案，並以視覺化圖表呈現作答結果，給予學生立即性的回饋；本研究將 CRS 融入資訊安全素養課程，就參與本研究的實驗組 51 位學生而言，普遍認同這種評量模式，以下臚列幾點重要結論：

一、CRS 融入教學對學生資訊安全知識與資訊倫理的提昇有所助益

Fortner-Wood 等人 (2013) 指出，CRS 可以協助教師即時診斷學生的學習狀況，藉以隨時調整教學內容、進度或教學方法。而透過 CRS 即時評量的功能，老師可以隨時進行問答，進而適時進行補救教學，以提高學業成績 (Blasco-Arcas, et al., 2013; Gier & Kreiner, 2009)；實驗組學生經由本研究所實施 CRS 的策略後，從統計數字來看，其資訊安全素養成績明顯均高於對照組，且在資訊安全知識與資訊倫理二方面呈現顯著差異，表示 CRS 策略確實能提高學生的資訊安全素養學習成效。參與的學生表示，這樣上課方式，比較能夠專心聽老師講解，讓我記得更牢 (s15)；而且可以讓每個學生都能回答答案，不會漏掉任何一個人，而且老師也會知道大家對題目是懂還是不懂，然後再加強說明 (s02)。

二、CRS 融入教學對學生自我效能、主動學習、學習環境誘因有所影響

學者指出，提供視覺化的立即回饋，馬上可以得知自己及同儕的學習狀況，讓學生在競爭的環境中，提高其學習動機 (Blasco-Arcas, et al., 2013; Timmers & Veldkamp, 2011)，本研究將 CRS 融入資訊安全素養課程後，從統計數字可知，受試者在學習動機各向度上，實驗組後測的平均數均高於對照組，其中在自我效能、主動學習策略、學習環境誘因三個構面的提昇則達到顯著差異。學生透過 CRS 可以評估自己的學習成效：「每次聽完一小段課，都有習題可以做，這樣就能知道我會不會 (s02)」；可以提昇學生主動學習的動機：「看大家爭先恐後的搶著回答，這樣可以促進大家的學習 (s31)」；可以讓學生覺知到資訊安全的重要及其價值：「網路如虎口，陷阱太多，上了這門課，讓我上網時會更加小心(s01)」；使學生更加重視外在表現結果：「看到統計結果，如果大家都會的題目，而自己不會的話，就要好好檢討囉...(s12)」；讓學生更有成就感：「只要我專心聽講，就能答對老師所出的題目，真有成就感(s15)」；更讓學生對自己的學習情況有更多的瞭解：「這樣可以知道自己哪裡不懂，以多多加強...(s29)」。

研究者依研究結果提出以下建議，以為教學與研究之參考：

(一)在教學方面：

1. 資訊安全素養單元屬性本就屬於理論說理層次，再加上非升學科目，以講授式的教學難以達到全面立即回饋的效果，學生學習動機難免偏低；而本研究將 CRS 融入教學，就本研究樣本而言，確實能提升其學習動機及成效，因此，建議教師試著導入 CRS，多使用形成性評量來改變傳統單向而較少師生互動的教學模式。
2. 從研究結果可知，雖然 CRS 對本研究樣本在自我效能、主動學習、學習環境誘因等學習動機構面有所助益，但對屬於內心的自我滿足層次的表現目標和成就目標並沒有顯著差異，顯然如何讓學生發自內心感受到資訊安全對其生活或網路使用的重要，是授課教師努力的方向。

(二)在未來研究方面：

在文獻探討的過程中可以發現，CRS 在各學科領域的應用愈來愈多，因此未來的研究應著重在如何使用這些工具的“教學模式”，除了常被提及的同儕

教學 (peer instruction, PI) 外，或許運用其他不同的教學模式會有不一樣的效果。

致謝

本研究感謝國科會經費補助(NSC 99-2511-S-438-001)，同時也特別感謝審稿委員的細心指正。

參考文獻

- 何文育、陳信水、林榮生、蕭世榮、洪曉音 (2011)。應用創新資訊系統對提升社區健康促進成效之初探。《醫院雙月刊》，44 (1)，37-45。
- 林玉雯、黃台珠和劉嘉茹 (2010)。課室學習專注力之研究-量表發展與分析應用。《科學教育學刊》，18 (2)，107-129。
- 林宜隆、呂明達 (2007)。台灣高中職教師資通安全素養現況調查，發表於 TANET2007 臺灣網際網路研討會，國立臺灣大學，臺灣。
- 林凱胤、楊宜真 (2012)。無線教室回饋系統融入護專藥理學課程之初探，《醫護科技期刊》，14 (1)，71-84。
- 財團法人台灣網路資訊中心 (TWNIC) (2010)。台灣地區寬頻網路使用調查報告，2010年7月25日取自 <http://www.twNIC.net.tw/download/200307/1001c.pdf>。
- 張春興、林清山 (1996)。《教育心理學》。臺北：東華。
- 陳昭維 (2009)。「互動即時回饋系統」應用於國小高年級英語字彙教學成效之探討—以臺北縣某國小為例，國立臺北教育大學兒童英語教育學系碩士論文，未出版，臺北市。
- 陳秀枝 (2009)。與國際接軌-談台灣護理資訊現況與發展。《護理雜誌》，56 (3)，5-11。
- 陳家慧、譚寧君 (2008)。數位化即時回饋評量系統融入國小低年級數學科教學之行動研究-以「按按按」為例。《靜宜人文社會學報》，2 (2)，1-32。
- 陳寶山 (2008)。預習導讀、同儕評量與 IRS 結合運用—以“學校行政”課堂教學為例。《學校行政》，58，150-180。

- 黃葳威、林紀慧、呂傑華 (2007) , **台灣學童網路分級認知與網路安全素養探討** ,發表於第四屆「數位創世紀—e 世代與數位傳播」學術實務研討會, 台北。
- 謝美璇 (2009) 。**應用 IRS 提升原住民國小學生數學學習興趣與成就之行動研究** , 國立臺東大學教育學所碩士論文, 未出版, 臺東市。
- 蔡小玲 (2008) 。**整合式即時回饋系統融入國小六年級數學教學成效實驗研究** , 國立臺中教育大學數學教育學系碩士論文, 未出版, 臺北市。
- 楊境恩 (2004) 。**國內警察人員資訊安全素養對資訊犯罪偵查能力影響之研究** , 樹德科技大學資訊管理研究所碩士論文, 未出版, 高雄市。
- 網奕資訊 (2008) 。**IRS 的發展及運作方式** 。2010 年 2 月 27 日, 取自:
http://www.habook.com.tw/habook_epaper/2007/960425_IRS_Teaching/960425_IRS_Teaching.htm。
- 潘新燕 (2004) 。**資訊科技融入國小視覺藝術教學與評量：以「按按按」互動系統為例** 。臺北市立師範學院視覺藝術研究所碩士論文, 未出版, 臺北市。
- 蔡小玲、林原宏、梁錫卿 (2007) 。**整合式即時回饋系統應用在國小六年級小數除法之教學成效實驗研究** 。第十三屆資訊管理暨實務研討會, p.57。高雄市：樹德科技大學, 2007/12/8。
- Abdallah L. (2008), Reflective teaching with technology: use of a personal response system and publisher's web site to enhance students' performance in a nursing assessment and skills course. *Online J Nurs Inform*, 12(1).
http://ojni.org/12_1/Abdallah.html.
- Anttila, J., Savola, R., Kajava, J., Lindfors, J., & Röning, J. (2007). *Fulfilling the Needs for Information Security Awareness and Learning in Information Society*. Paper presented at the The 6th Annual Security Conference, Las Vegas.
- Beatty, I., Gerace, W., & Dufresne, R. (2005). Designing effective questions for classroom response system teaching. *American Association of Physics Teachers*, 74(1), 31-39.
- Black, P., & Wiliam, D. (2009). Developing the theory of formative assessment. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 21(1), 5-31.
- Blasco-Arcas, L., Buil, I., Hernández-Ortega, B., & Sese, F. J. (2013). Using clickers in class. The role of interactivity, active collaborative learning and engagement in learning performance. *Computers & Education*, 62(0), 102-110.

- Bowden, T., Rowlands, A., Buckwell, M., & Abbott, S. (2012). Web-based video and feedback in the teaching of cardiopulmonary resuscitation. [doi: 10.1016/j.nedt.2011.04.003]. *Nurse Education Today*, 32(4), 443-447.
- Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (2000). *How People Learn: brain, mind, experience, and school*. Washington, DC: National Academy Press.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral science*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Efstathiou, N., & Bailey, C. (2012). Promoting active learning using Audience Response System in large bioscience classes. *Nurse Education Today*, 32(1), 91-95.
- Elliott, C. (2003). Using a personal response system in economics teaching. *International Review of Economics Education*, 1(1), 80-86.
- Fies, C., & Marshall, J. (2008). The C 3 Framework: Evaluating Classroom Response System Interactions in University Classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 17(5), 483-499.
- Fortner-Wood, C., Armistead, L., Marchand, A., & Morris, F. B. (2013). The Effects of Student Response Systems on Student Learning and Attitudes in Undergraduate Psychology Courses. *Teaching of Psychology*, 40(1), 26-30.
- Gier, V., & Kreiner, D. (2009). Incorporating Active Learning With PowerPoint-Based Lectures Using Content-Based Questions. *Teaching of Psychology*, 36(2), 134-139.
- Gray, K., Owens, K., Liang, X., & Steer, D. (2012). Assessing Multimedia Influences on Student Responses Using a Personal Response System. *Journal of Science Education and Technology*, 21(3), 392-402.
- Greene, B. A., & Miller, P. B. (1996). Influences on achievement: Goals, perceived ability, and cognitive engagement. *Contemporary Educational Psychology*, 21, 181-192.
- Hall, R., Collier, H., Thomas, M., & Hilgers, M. (2005, August 11th-14th). *A student response system for increasing engagement, motivation, and learning in high enrollment lectures*. Paper presented at the Proceedings of the Eleventh Americas Conference on Information Systems, Omaha, NE, USA.

- Han, J. H., & Finkelstein, A. (2013). Understanding the effects of professors' pedagogical development with Clicker Assessment and Feedback technologies and the impact on students' engagement and learning in higher education. *Computers & Education*, 65(0), 64-76.
- Inomata, A., Matsuura, S., Ohira, K., Kadobayashi, Y., Fujikawa, K., Sunahara, H., et al. (2012). *Design of IT Keys and Its Real Practice Specialist Program to Promote Key Engineers as Security Specialists*. Paper presented at the ICSNC 2012, The Seventh International Conference on Systems and Networks Communications.
- Johnson, K., & Lillis, C. (2010). Clickers in the Laboratory: Student Thoughts and Views. *Interdisciplinary Journal of Information, Knowledge, and Management*, 5, 139-151.
- Kay, R. H. (2009). Examining gender differences in attitudes toward interactive classroom communications systems (ICCS). *Computers & Education*, 52(4), 730-740.
- Kay, R., & Knaack, L. (2009). Exploring the use of audience response systems in secondary school science classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 18(5), 382-392.
- Kay, R., & LeSage, A. (2009). Examining the benefits and challenges of using audience response systems: A review of the literature. *Computers & Education*, 53(3), 819-827.
- Keller, J. (1987). The systematic process of motivational design. *Performance and Instruction*, 26(9), 1-8.
- Kennedy, G., & Cutts, Q. (2005). The association between students' use of an electronic voting system and their learning outcomes. *Journal of Computer Assisted Learning*, 21(4), 260-268.
- Lantz, M. (2010). The use of 'Clickers' in the classroom: Teaching innovation or merely an amusing novelty? *Computers in Human Behavior*, 26, 556-561.
- Lau, N. S., & Lam, L. (2012). An investigation of the determinants influencing student learning motivation via facebook private group in teaching and learning. *Hybrid Learning*, 7411, 35-44.

- Linnenbrink, E. A. & Pintrich, P. R. (2003). The role of self-efficacy beliefs in student engagement and learning in the classroom. *Journal of Reading & Writing Quarterly*, 19(2), 119-137.
- Meedzan, N., & Fisher, K. (2009). Clickers in Nursing Education: An Active Learning tool in the Classroom. *Online Journal of Nursing Informatics (OJNI)*, 13(2), 1-19.
- Nunally, J., & Bernstein, I. (1978). *Psychometric theory*. New York: McGraw-Hill.
- Pagano, R., & Paucar-Caceres, A. (2013). Using systems thinking to evaluate formative feedback in UK higher education: the case of classroom response technology. *Innovations in Education and Teaching International*, 50(1), 1-10.
- Patterson, B., Kilpatrick, J., & Woebkenberg, E. (2010). Evidence for teaching practice: The impact of clickers in a large classroom environment. *Nurse Education Today*, 30(7), 603-607.
- Pintrich, P., & Schunk, D. (2002). *Motivation in education: Theory, research, and applications*. NJ: Merrill Upper Saddle River.
- Reif, F., & Larkin, J. H. (1991). Cognition in scientific and everyday domains: comparison and learning implications. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(9), 733-760.
- Smaldino, S., Russell, J., Heinich, R., & Molenda, M. (2005). *Instructional media and technologies for learning*. Columbus, OH: Pearson Prentice Hall.
- Stav, J., Nielsen, K., Hansen-Nygaard, G., & Thorseth, T. (2010). Experiences Obtained with Integration of Student Response Systems for iPod Touch and iPhone into e-Learning Environments. *Electronic Journal of e-Learning*, 8(2), 179-190.
- Terzis, V., Moridis, C. N., & Economides, A. A. (2012). The effect of emotional feedback on behavioral intention to use computer based assessment. *Computers & Education*, 59(2), 710-721.
- Terzis, V., Moridis, C. N., & Economides, A. A. (2013). Continuance acceptance of computer based assessment through the integration of user's expectations and perceptions. *Computers & Education*, 62(0), 50-61.
- Timmers, C., & Veldkamp, B. (2011). Attention paid to feedback provided by a computer-based assessment for learning on information literacy. *Computers &*

Education, 56(3), 923-930.

Tuan, H. L., Chin, C. C., & Shieh, S. H. (2005). The development of a questionnaire to measure students' motivation towards science learning. *International Journal of Science Education*, 27(6), 639-654.

Winzenried, A. (2011). Information Literacy Landscapes: Information Literacy in Education, Workplace and Everyday Contexts. *Library Review*, 60(2), 164-166.

Zurmehly, J., & Leadingham, C. (2008). Exploring student response systems in nursing education. *Computers Informatics Nursing*, 26(5), 265-270.

The Effects of Classroom Response System on Learning Achievement and Motivation for Nursing College Students

Kai-Yin Lin

Associate Professor, Center of General Education, National Taichung University of Science and
Technology
kein@nutc.edu.tw

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effect applying Classroom Response System (CRS) on student's information security literacy and motivation. The participants were first-year nursing students in a junior college who were taking an introduction to computer science course which was doing a topic of information security literacy. The research adopted quasi-experimental method. 102 students (51 in experimental group and 51 in control group) were invited to participate in this 10-hour and the experiment lasted for five weeks. CRS was only applied to the experimental group. This contained pre-test and post-test design for both groups. The research instruments included "Information Security Literacy Test (ISLT)" which Cronbach α is .83 and the "Learning Motivation Scale (LMS)" which Cronbach α is .90. The major findings were shown as follows: 1. Experimental group students' ISLT score did not show a significant difference to the control group. Dimensions of the knowledge of information security and information ethic showed a significant difference. 2. Experimental group students' LMS score were significantly higher than the control group in dimensions of self-efficacy, active learning strategy, and learning environment stimulation scales.

Keywords: Classroom Response System, Information Security Literacy, Learning Motivation

運用嵌入式動畫 PPT 簡報教學之 有效性探究—以高中生氣體概念 學習為例

江文瑋、劉嘉茹*

國立高雄師範大學 科學教育暨環境教育研究所

*chiaju1105@gmail.com

(投稿日期：2013.5.8；修正日期：2013.7.16；接受日期：2013.10.2)

摘 要

運用 Microsoft PowerPoint 簡報教學是否對於學生學習成效有提升，不同實徵研究顯示出不同的結果，對於支持與反對的爭議仍尚待釐清。本研究運用嵌入式動畫 PPT 教學來檢驗其是否有助於促進高中生對於氣體概念的學習，研究對象為南部地區某公立高中二年級的學生，以一班 42 人的高二學生做為實驗組，實施嵌入式動畫 PPT 簡報教學，另一班為 41 人的高二學生做為對照組，實施傳統講述式教學。以簡報軟體教學知覺感受量表(Cronbach's α 值為 .74)的主成分分析，共萃取三個因素，分別為「進行的活動之難易度」、「喜好的程度」以及「簡報軟體教學的幫助」；同時就學生成就測驗(信度係數為 .84)的表現進行獨立 t 檢定分析。最後研究獲致三點結論：(一)運用嵌入式動畫 PPT 教學較傳統教學法能提升學生對氣體概念的理解；(二)嵌入式動畫 PPT 教學較能引起學生對課程內容的興趣；(三)透過嵌入式動畫 PPT 教學可以讓抽象的化學名詞更為具體的呈現。

關鍵字：Microsoft PowerPoint、傳統教學法、嵌入式動畫、PPT 簡報

壹、前言

隨著資訊科技的進步與文書處理軟體的發展，許多教師使用像是 Microsoft PowerPoint、Apple Keynote 等簡報軟體（統稱為「Slideware」），讓學生透過簡報上之文字、圖像、影片和其他個別頁面或「投影片」等媒體，來補充講述教學上的不足。當教師在授課時，為了強調課程內容的重點，許多輔助工具與技術因而產生。在過去的十多年中，電子商務技術已應用於多數強調傳達視覺資訊的課程中，例如：Podcasting(以 iPod 為代表的多媒體檔案播放器，以類似廣播(Broadcasting)模式來傳遞多媒體的資訊內容)對課程進行錄音，無論是強調「現場」錄音、或是在環境中的辦公室進行錄音(McGreal, Cheung, Tin, & Schafer, 2005)；以及在教育部鼓勵及推廣下，於中小學教學現場常見的互動式電子白板(interactive whiteboard, 簡稱 IWB)，利用隨身硬碟與電腦連結，運用電子白板內建套裝軟體，藉著單槍投影機投射於白板上，電腦即可同步顯示人機互動的介面…等(黃思華、劉遠楨、顏苑廷, 2010)，在在顯示資訊科技融入教學提供理想的學習環境(徐式寬、關秉寅, 2011)。

透過簡報則能有效的達到輔助教學之功效，學生對於「簡報式多媒體」的教學環境，在認知和情意上都有正向的成長，且學生學習興趣增加，主動整理筆記及討論問題(陳章正、陳輝雄, 2006)。在多媒體課程中，使用動畫、靜態圖表、Microsoft PowerPoint 這類的電腦科技，學生會對所學的化學概念有較深層的理解，面對化學以及化學學習態度則受到電腦使用程度、電腦多媒體配置、性別、以及多媒體訓練課程的不同而有顯著差異(Su, 2008)。楊凱悌、王子華、邱美虹(2011a)研究生物學細胞分裂主題之資訊融入教學設計原則，也提出視覺化對於學生在細胞分裂概念之學習困難上，提供了有效的輔助教學策略，相較於傳統課室講述教科書靜態圖片，更能提升教學效益，張國恩(2001)也指出簡報是知識重整與建構後的呈現。總體而言，相較於傳統式教學或早期透明之投影片投影，Microsoft PowerPoint 類型的簡報較獲得學生青睞(Cassady, 1998; Susskind & Gurien, 1999)。但亦有相關研究認為使用 Microsoft PowerPoint (簡稱 PPT)於教學中仍有許多需要注意的面向(Adams, 2006; Liang, Chou, & Chiu, 2011)，Clark (2008)也認為使用圖片和其他器材更能吸引具有多元思考的學生，但目前對於運用嵌入式動畫的 PPT 簡報是否能有效提高學生化學之學習成效，目前相關研究資訊仍無法清楚證實。

在本文中，我們首先探討傳統式教學以及 PPT 簡報設計之特點；其次，說明本研究運用嵌入式動畫 PPT 簡報做為協助學生理解氣體概念之輔助教學工具，並透過對學生進行傳統教學與運用嵌入式動畫 PPT 簡報教學的前後測比較找出其差異；最後，提出嵌入式動畫 PPT 簡報除了應用在簡單的輔助教學外，其他可能被使用的方式，以及未來如何使用嵌入式動畫 PPT 簡報的教育模式來設計課程之教學內容。

貳、文獻探討

一、傳統式教學

傳統式教學(conventional instruction)是指教學者從現有的課程內容知識與教學信念，順應教科書的內容，透過講述的方式傳遞給學習者。學習者在傳統式教學的過程中，大多處於被動接受的角色(蕭傳柔，2002)。而傳統式教學最常見的方式即為「講述式教學法」(Didactic Instruction)，教師透過板書與口述，對特定主題進行有系統與組織的口頭教學(張世忠，2000)，學生以聽講與練習的方式吸收教師傳達的知識。蔡振昆(2001)探討傳統教學與網路教學之差異時發現：傳統教學雖節省教學時間、知識具備完整性與系統性、班級經營策略容易實施以及教師的教學理念可直接傳達與影響學生…優點，但是傳統式教學同時也讓學生處於消極被動的狀態以獲取知識，缺乏探究機會並失去學習興趣與專注力、不易觀察個別化之學習效益、不易培養學生積極正向態度與解決問題的能力(蔡秉恒，2002；張靜馨，1996)，Allen 和 Seaman (2010)也認為傳統式教學容易造成班級中的惡性競爭，使學習落後的學生失去信心。

二、嵌入式動畫 PPT 簡報教學的特點及實證研究

(一)PPT 簡報教學的特點

Dale (1946)即提出「經驗錐」(Cone of Experience)的概念，認為最容易讓學生學習的方式為實作，其次為影像、照片等圖像式感官刺激，抽象的文字表達是最後才會形成的能力。簡報軟體除兼具過去投影片的功能外，使用簡報的教

學設計，能讓教學結合科技，如：在簡報中嵌入動畫與影片，讓簡報除了知識的傳遞外，還兼具有教學之輔助與支持，避免填鴨式的灌輸，丁慕玉(2008)認為科技融入教學有助於學生結合不同概念進行學習遷移，並且刺激學生主動探究。甚至在教學中融入資訊科技可以幫助探究教學進行，也可減輕學生的工作量(鄭美紅、李啟明，2002)，學生的成就與授課內容的架構有高度顯著之正相關性(賴阿福、林皎汝、江信瑩，2005)，而 PPT 的主要特點之一，在於它提供了整體教學內容架構，有助於提升教師對於授課秩序以及授課節奏的控制(Hlynka & Mason, 1998)，因此簡報融入教學對於學生的學習成就具有一定程度的影響，而簡報提供明確的內容摘要與課程重點(Lowry, 1999)，呼應了 Feldman (1989)在一項關於學生對教師的評價之統合分析(或稱「後設分析」)中發現，簡報融入教學與學生學習成就具有相關性。

研究發現，沒有使用與有使用簡報的課程相比，後者的學習成效更佳(Szabo & Hastings, 2000)，而在沒有使用 PPT 投影片之課室教學上，與有使用 PPT 投影片之課程實施，不僅是反映出測試的難度差異(Perry & Perry, 1998; West, 1997)，在知識概念理解分數的表現上亦有顯著差異(Szabo & Hastings, 2000)。再從另一項比較使用播放錄音檔與使用 PPT 簡報之課程，以及在沒有使用投影片教學課程三個實驗條件下的教學情境，以有使用投影片下的學習成果最佳(Carrell & Menzel, 2001)。Perry (2003)的研究皆顯示使用 PPT 做為學習工具的學生認為此方法對學習過程有正面的輔助效果。Frey 和 Birnbaum (2002)的研究亦指出，PPT 簡報的補充講義能提高中學生的組織及學習能力。特別的是，PPT 被認為能增加學習過程中的多元性(Perry, 2003)，進而增加學生的興趣(Clark, 2008)，有效提高學生的理解能力和學習動機(Tang & Austin, 2009)，並引導學生在學習上更大的成就感，以及培養正面的學習態度(Susskind, 2005)。PPT 是一種規劃、激勵和口頭報告的媒介，如果使用在適合的設計方法上，將會是一種有效並且成功的媒介(Atkinson, 2005)。

雖然多數的研究對使用 PPT 於教學中持正面的肯定，然而也有學者的研究持反面的看法，Kinchin (2006)認為學生多數是為考試而學習，教師教學時運用何種輔助工具並沒有顯著的影響，此論點迥異於其他專家學者的理論。

(二)PPT 簡報軟體對教學的衝擊

PPT 已經逐漸成為中等和高等教育中重要的輔助教學工具(Adams, 2006)，但也有學者質疑 PPT 在輔助教學中的重要性(Wang, Ke, Wu & Hsu, 2012)。Tufte

(2003, 2006)即批判道：PPT 依照順序來一一陳列表達的版面設計模式，迫使教師將複雜的理論在 PPT 中以線性的方式來呈現，這將無法傳達出主題概念的複雜性。Hay 和 Kinchin(2006)也指出 PPT 線性順序的排序，實際上阻礙了學生的學習，因為它建立了一個死板的知識架構，使學生無法輕易理解專家的理論內涵，PPT 抹殺了理論內容的主題敘述並掩蓋了有關主題概念的推理(Tufte, 2003)。PPT 是一個「低解析度」的技術，比起紙本講義，它的資訊溝通頻率是相對較低的(Kinchin, 2006)，抑制了教學過程的溝通(Yang, Wang, & Kao, 2012)。以網頁式介面學習環境的 PPT 課堂中，以創造順應證據的解釋面向來分析科學證據，對於認知能力較低的組群具有較大的影響力(Zembylas, 2004)。Bartsch 和 Cobern (2003) 的研究指出，學生表示他們在應用 PPT 的課程中能學到更多，但 PPT 教學成效對學生的學業成就表現卻有著負面影響。

(三) 嵌入式動畫 PPT 簡報的定位

嵌入式動畫 PPT 簡報係指運用 Microsoft PowerPoint 簡報軟體作為工具，有別於一般僅有文字與圖片的簡報，嵌入式動畫 PPT 簡報則是在 PPT 中直接嵌入動畫影片，不須依賴網路連結或是其他軟體工具。因此，即使在沒有網際網路的環境下亦可使用，對於不熟悉電腦介面的學生，嵌入式動畫 PPT 簡報所呈現都是簡單的操作介面，同時也可以較為清楚的呈現課程內容整體架構。亦有研究指出 PPT 中嵌入影片動畫素材，可改變過去課堂中單調枯燥的教學，模擬真實的影像可以提升學生的學習動機，以及具有集中學生注意力的效果(賴澤仁, 2007)。

從前述可以發現，教師教學使用 PPT 對學生的學業表現上有正向的效益，也有負面的衝擊。在學習態度上，如同 Susskind (2005)所指出，學生在使用 PPT 簡報的課程上自主學習性很高，並且態度很積極，Basturk (2008)發現當比較 PPT 和傳統簡報時，學生的反應無顯著的差異，Adams (2006)發現使用 PPT 教學仍有許多需要注意的面向，學生並非全面對其作出積極回應。Clark (2008)發現更多這樣的例子，並建議使用圖片和其他器材更加能吸引具有多元思考的學生，特別是吸引對於視覺學習效果最好的學生。學生表示他們更喜歡使用 PPT 的授課方式，但他們的表現不會受到是否使用 PPT 而有所影響(Susskind, 2005)。Kinchin (2006)認為，投影片本身可以被列印出來，形成一個理論與概念圖。同樣，Ingram (2008)表示 PPT 投影片可在一個基本的數學課程中提供其他資料或網站的超連結，成為連接到另一個網路的架構途徑。至於需要理解的物理學，

同時也需要學生能夠在不同的具體表象模式之間移動，Gunel, Hand 和 Gunduz (2006)研究比較 PPT 簡報形式與結論報告格式(章節式的總結討論)兩種方式，讓學生學習量子理論，探索運用寫作學習策略，是否能深深嵌入多模式概念教學策略，結果顯示在考試成績上來看，以展示 PPT 格式(都比章節式的總結討論的小組得到明顯的高分。因此，可看出使用 PPT 簡報於教學中，簡報本身呈現的形式、以及簡報內涵是影響學生學習成效的重要關鍵。教師須透過適當的介紹、講義發放和註解，以提醒學生課程內容的概念，而不只是 PPT 的簡單順序介紹而已。此外，也有學者強調以學生為學習主體的簡報嵌入式學習活動，進行知識的深探與建構(陳振榮，2002)，教師在使用簡報教學的同時，也扮演著資料提供者與問題解答者的角色(蕭芳玲，2008)，適當使用簡報的視聽媒體之功能，將能有效促進學習的效果，也可使教學的過程較為活潑。課程搭配 PPT 解析課程內容，再加上總結式概念評量，根據圖像的自我引導提問以及小組討論，學生的科學概念學習會因為自我引導提問以及小組討論提高學習效果(Zembylas, 2002)。陳章正、陳輝雄(2006)在物理課程中，運用簡報式多媒體教學設計，發現此教學策略有助於提升學生的學習興趣，並能主動參與學習。

基於上述對簡報的正反兩方看法，可以發現：學生的學習是教學核心的主體，創新的教學方法與策略亦是手段，資訊傳播科技則是工具(Wang, 2007；王千倬，2010；陳彥廷，2010)。而簡報軟體只要妥善設計與規劃，亦可達到多媒體之效能，因此有必要針對使用不同種類的 PPT 簡報進行授課教學之輔助來解釋考試成績結果的差異，並進行更多相關的研究。因此，研究者嘗試在 PPT 中增加嵌入式動畫，希望透過實證能夠來證明運用嵌入式動畫 PPT 對教學與授課上之輔助是否有顯著之成效。

參、研究目的與研究問題

Yilmaz 和 Eryilmaz (2010)認為教學是教師充分運用個人經驗，使學生掌握學習工具與媒介，同時藉由提供多樣性的環境與學習方法，讓學生基於個人經驗的方式，來建構新的知識。因此傳統式教學與嵌入式動畫 PPT 簡報教學，都是以促使學生掌握學習工具與媒介，進而獲取新知識為目的。

據此，本研究為了證實傳統授課方式與運用嵌入式動畫 PPT 教學對於學生的化學概念之建立是否有所差異，因此本研究設計實驗組與對照組，並在實驗

組使用嵌入式動畫 PPT 簡報教學，以比較傳統授課方式之課程與運用嵌入式動畫 PPT 簡報教學的班級學生成績。

肆、研究設計

本研究探討運用嵌入式動畫 PPT 簡報教學是否有助於促進高中生對於氣體概念的學習，研究所採用的簡報 Microsoft PowerPoint，係由美國知名科技公司微軟企業所提供，完全免費且無需序號即可安裝之 Office 2010 入門版文書作業系統，結合了數位講桌的使用，搭配傳統單槍投影機與屏幕的方式進行教學。研究者挑選了 83 位高中二年級學生參與此項研究計畫，分為對照組與實驗組，並藉由 SPSS 17.0 統計分析軟體來進行學習態度量表的主成分分析以及學生成就測驗的獨立 t 檢定，即比較實驗組與對照組間是否存在差異。

一、參與者

本研究之研究對象為南部地區一所公立高中，學生入學之國中基本學科能力測驗的百分等級約為 85 以上。本研究選以一班 42 人的高二學生做為實驗組，實施嵌入式動畫 PPT 簡報教學，另一班為 41 人的高二學生做為對照組，實施傳統講述式教學，兩組共 83 位學生。兩個班級為同一位授課教師，有 11 年任教高中化學經驗。

二、教材

本研究設計之簡報軟體教學，其內容包含氣體性質、氣體定律與相變，實驗組與對照組皆是在化學正課時間授課，並未額外增加授課時間，故實驗組與對照組的課程總時數相同，差別在實驗組較對照組增加嵌入式動畫 PPT 簡報教學，教學進程如表 1。

表 1 「氣體的性質」單元之課程安排與實施程序

	傳統教學組	嵌入式動畫PPT簡報教學組
	化學知識前測	化學知識前測
第 1~2 節課：氣體性質 • 大氣、氣體的通性	介紹氣體性質 老師：實施第 1~2 節課的課程 學生：完成第 1~2 節課課程的學習單	氣體性質的簡報 老師：實施第 1~2 節課的課程 學生：完成第 1~2 節課課程的學習單
第 3~4 節課：氣體性質 • 氣體粒子的運動與溫度	氣體粒子運動之展示與實驗 老師：實施第 3~4 節課的課程	氣體粒子運動的嵌入式動畫 PPT 簡報與實驗 (附模擬軟體) 老師：實施第 3~4 節課的課程
第 5~6 節課：氣體的定律 • 波以耳定律、查理定律、亞佛加厥定律	氣體的定律介紹 老師：實施第 5~6 節課的課程 學生：完成第 5~6 節課課程氣體的定律的學習單	氣體的定律的嵌入式動畫 PPT 簡報 老師：實施第 5~6 節課的課程 學生：完成第 5~6 節課課程氣體的定律的學習單
第 7~8 節課：氣體的定律 • 絕對溫度	氣體的定律展示與實驗 老師：實施第 7~8 節課的課程	氣體的定律嵌入式動畫 PPT 簡報與實驗(附模擬軟體) 老師：實施第 7~8 節課的課程
第 9~10 節課：氣體定律 • 理想氣體、理想氣體方程式及其應用	理想氣體的介紹 老師：實施第 9~10 節課的課程	理想氣體的嵌入式動畫 PPT 簡報 (附模擬軟體) 老師：實施第 9~10 節課的課程
第 11~12 節課：氣體定律 • 理想氣體、理想氣體方程式及其應用	理想氣體方程式的展示與實驗 老師：實施第 11~12 節課的課程 學生：完成第 11~12 節課理想氣體課程的學習單	理想氣體方程式的展示及其應用的嵌入式動畫 PPT 簡報(附模擬軟體)與實驗 老師：實施第 11~12 節課的課程 學生：完成第 11~12 節課理想氣體課程的學習單
第 13~14 節課：分壓	莫耳分率、道耳頓分壓定律 老師：實施第 13~14 節課的課程並講述說明第 15~16 節課的實驗課程	莫耳分率、道耳頓分壓定律的簡報 老師：實施第 13~14 節課的課程並以 PPT 簡報講述說明第 15~16 節課的實驗課程，且透過嵌入式動畫 PPT 簡報模擬實驗

	傳統教學組	嵌入式動畫PPT簡報教學組
	化學知識前測	化學知識前測
第 15~16 節課：相變	相變的實驗 老師／學生：做實驗	相變的實驗 老師／學生：做實驗
後測	化學知識後測	化學知識後測

值得注意的是，傳統教學與運用嵌入式動畫 PPT 簡報教學所提供的教學知識內容相同，傳統教學是使用教科書以及上課前兩天提供紙本講義，而運用嵌入式動畫 PPT 簡報教學則是使用教科書，並在上課前兩天於網路平台提供嵌入式動畫 PPT 簡報檔案讓學生下載列印作為講義。

課程實施為每天上課的節數為 2 節課，每節課 50 分鐘，兩節課的中間有下課休息 10 分鐘，第 15~16 節課為實驗課程，上課地點為實驗室，兩節課中間沒有休息。教學的過程中，為區隔傳統教學與 PPT 融入教學的差異，傳統教學僅使用講述教學法，並輔以部分板書，而嵌入式動畫 PPT 簡報教學則是全程使用 PPT 配合教師講述進行教學，以控制實驗組與對照組有相同的課程內容與時間分配。

三、化學成就測驗

為測量氣體主題中學生之概念，研究者從大學入學考試挑選部分題目，輔以部分研究者設計的題目，然後經由專家學者進行測驗題目之專家內容效度檢核，並進行題目篩選與修改，最後確認 25 個題目形成化學成就測驗，測驗工具的信度係數為 .84。研究期間進行兩次化學成就測驗，研究開始(前測)與結束(後測)時；前測目的在評估學生於本主題中的先存概念(pre-conception)，並且找出對照組與實驗組之間有無顯著差異；後測旨在評估兩組別之間，是否已出現本主題知識方面的顯著差異。在此兩項測試中執行相同的問題測驗，但在後測中則改變問題的排序。

四、簡報軟體教學知覺感受量表

知覺感受的測量著重於三項相關變數：學生進行簡報教學活動、活動喜好度及其幫助理解。設計三組各四個項目的問題，而每一個項目皆有五個選項，第一組項目是用於學生在進行活動期間他們成功認知的回覆，其回覆選項為「非常容易」、「容易」、「普通」、「困難」、與「非常困難」；第二組項目詢問有關學生對於這些經歷的喜好度，其回覆選項範圍從「非常不喜歡」到「非常喜歡」；第三組項目詢問學生簡報教學是否對他們在學校的作業及理解科學與科學家方面有幫助之意見，回覆選項從「毫無幫助」到「非常有幫助」。

本研究在簡報軟體教學知覺感受量表中的 Cronbach' s α 值為 .74 (如表 2 所示)，皆符合 Nunnally (1978) 所提出的標準門檻值 (α 值大於 .7)，所以本研究依據此門檻值，認為本研究之問卷具有信度。

五、因素分析

本研究選擇直交轉軸法中的最大變異法 (varimax)，讓所有變項在同一因素的負荷量平方之變異量最大，以簡化對因素的解釋。先以「取樣適當性衡量量數」檢定 (Kaiser-Meyer-Olkin, KMO) 及 Bartlett χ^2 球面性檢定，檢測資料進行因素分析整體之適切性；Kaiser (1974) 提出 KMO 值的決策標準，認為於 .80 以上為有價值的 (meritorious)，.90 以上則為極佳的 (marvelous)；而 Bartlett χ^2 球面性檢定，若檢定結果達顯著水準，即表示資料適合進行因素分析。

將簡報軟體教學知覺感受量表進行主成份法因素分析，統計結果發現此量表的 Kaiser-Meyer-Olkin(KMO) 為 .85 (大於 .80 以上)，以及 Bartlett 球體驗定之值為 1032.54，亦皆達顯著水準 (p 值小於 .001)。因此本研究之量表，適合進行因素分析。

伍、研究結果分析與討論

一、簡報軟體教學的態度量表之主成分分析

將此量表進行主成份法因素分析，統計結果發現此量表的 Kaiser-Meyer-Olkin(KMO)為 .85，以最大變異法進行正交轉軸(Varimax Rotation)，並參考因素陡階圖(Scree Plot)，結果發現有 3 個「特徵值」大於 1 的因素，共萃取三個因素，依其所包含的內容，一一命名，分別為「進行的活動之難易度」、「喜好的程度」以及「簡報軟體教學的幫助」，可解釋的總變異量為 47.96% (表 2)，且所有的題項均收斂在相對應的因素 (因素負荷量 > .50)。

表 2 高中生對嵌入式動畫 PPT 簡報軟體教學的態度量表的主成分因素負荷

題號	內 容	因素負荷量	各因素可解釋之變異量(%)	各因素可解釋之累積變異量(%)
因素一：嵌入式動畫 PPT 簡報軟體教學的幫助			19.77	19.77
1	我的學校作業	.77		
2	在我的同儕中較理解科學	.76		
3	知道科學家在做些什麼	.44		
4	知道國家級科學與工業研究組織在做些什麼	.40		
因素二：喜好的程度			14.89	34.67
5	執行活動	.73		
6	團體運作或合作學習討論	.70		
7	使用數位講桌設備	.57		
8	更為熟悉整個 Windows 或 Mac 的作業系統	.52		
因素三：進行的活動之難易度			13.29	47.96
9	理解上課的內容	.75		
10	使用嵌入式動畫 PPT 簡報軟體的軟硬體設備	.69		
11	取得學習中的預期結果	.47		
12	理解活動的所有內容	.37		

結果顯示因素一是在簡報軟體教學對學生學習的幫助程度如：作業、對科學的理解程度、對科學家的認識程度及對國家科學、工業組織的了解程度有高度因素負荷量，因素二則是對學生對於喜好課程活動、團體運作等喜好程度有高度因素負荷量，因素三則對於學生對於化學知識的難易程度理解有高度因素負荷量。

藉由嵌入式動畫 PPT 簡報教學，在主成分分析中，其中因素一的因素負荷量在「我的學校作業」項目達 .77，「在我的同儕中較理解科學」項目為 .76，顯見學生在嵌入式動畫 PPT 教學中，對於自我學習成果的認同度較高，在喜好程度上，對於活動的執行與團體運用或合作學習討論的因素負荷量為 .73 及 .70，可以發現學生在嵌入式動畫 PPT 教學活動中的學習熱忱較高，在活動進行的難易度分析中，「理解上課的內容」因素負荷量為 .75，此法亦可協助解決學生面對學習化學時的困難。

二、實驗組與對照組之前、後測統計分析

(一) 實驗組與對照組同質性檢定

本研究將「後測成績」作為依變數，將組別作為固定因子，「前測成績」作為共變量進行分析。根據下表 3 得知，誤差變異量的 Levene 檢定等式，即變異數同質性考驗， F 值等於 .330， p -value = .722 > .05，接受虛無假設，表示各組在依變項之誤差變異數相同，具有同質性。

表 3 誤差變異量的 Levene 檢定

F 檢定	分子自由度	分母自由度	顯著性
.330	2	27	.722

下表 4 為共變數分析檢定摘要表，排除前測成績(共變項)對後測成績(依變項)的影響後，自變項對依變項的影響效果檢定之 F 值 = 6.278， p = .006 < .05，達到顯著水準，表示受試者的後測成績會因教學法方式的不同而有所差異。所以需進行事後比較，確定哪幾對組別在依變項的平均數差異值達到顯著水準。

表 4 受試者間效應項的檢定

來源	型 III 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
校正後的模式	49.162	3	16.387	15.323	.000
截距	319.961	1	319.961	299.189	.000
X	45.895	1	45.895	42.915	.000
A	13.428	2	6.714	6.278	.006
誤差	27.805	26	1.069		
總和	15901.000	30			
校正後的總數	76.967	29			

註：X 為自變數，A 為截距。

(二) 實驗組與對照組之前後測差異分析

1. 「實驗組」和「對照組」在「成就測驗」之前測差異分析

本研究係運用「獨立樣本 t 檢定」，用以瞭解「實驗組」和「對照組」對於「成就測驗」的成績有無不同(差異) 根據表 5 分析得知，變異數相等的 Levene 檢定的 F 值為 .087 未達顯著下，在「成就測驗」的 t 值為- .509，其顯著水大於 .05，表示實驗組和對照組在「成就測驗」的前測階段未產生顯著差異變化，表示實驗組與對照組同質沒有差異。

表 5 「不同組別」在「成就測驗」前測上之差異性檢定

研究變數	平均數		F 值	Sig F	t 值 (2-tailed)	Sig t
	(1)對照組 (N=41)	(2)實驗組 (N=42)				
成就測驗	64	68	.087	.769	-.509	.612

註：* $P < .05$ ；** $P < .01$ ；*** $P < .001$

2. 「實驗組」和「對照組」在「成就測驗」之後測差異分析

本研究係運用「獨立樣本 t 檢定」，用以瞭解「實驗組」和「對照組」對於「成就測驗」的成績有無不同(差異) 根據表 6 分析得知，變異數相等的 Levene

檢定的 F 值為 8.387 達顯著下，在「成就測驗」的 t 值為 3.456，其顯著水小於 .05，表示實驗組和對照組在「成就測驗」的後測階段產生顯著差異變化，表示實驗組與對照組有差異。

表 6 「不同組別」在「成就測驗」後測上之差異性檢定

研究變數	平均數		F 值	Sig F	t 值 (2-tailed)	Sig t
	(1)對照組 (N=41)	(2)實驗組 (N=42)				
成就測驗	66	80	8.387	.000	3.456	.000

註：* $P < .05$ ；** $P < .01$ ；*** $P < .001$

3. 「實驗組」本身在「成就測驗」之差異分析

本研究係運用「成對樣本 t 檢定」，用以瞭解「實驗組本身」對於前後測之「成就測驗」有無不同(差異)。根據表 7 分析得知，在「成就測驗」的 t 值分別 8.157，其顯著水準小於 .05，表示實驗組在「成就測驗」產生顯著差異變化。根據平均數得知，後測分數顯著高於前測分數。

表 7 「實驗組」在「成就測驗」之差異性檢定

研究變數	平均數(N=42)		相關係數	Sig (r)	t 值 (2-tailed)	Sig (t)
	(1)後測分數	(2)前測分數				
成就測驗	80	68	.622	.000	8.157	.000

註：* $P < .05$ ；** $P < .01$ ；*** $P < .001$

4. 「對照組」本身在「成就測驗」之差異分析

本研究係運用「成對樣本 t 檢定」，用以瞭解「對照組本身」對於前後測之「成就測驗」有無不同(差異)。根據表 8 分析得知，在「成就測驗」的 t 值分別 1.147，其顯著水準大於 .05，表示對照組在「成就測驗」未產生顯著差異變化。

表 8 「實驗組」在「成就測驗」之差異性檢定

研究變數	平均數(N=41)		相關係數	Sig (r)	t 值 (2-tailed)	Sig (t)
	(1)後測分數	(2)前測分數				
成就測驗	66	64	.622	.000	1.147	.890

註：* $P < .05$ ；** $P < .01$ ；*** $P < .001$

陸、結論與建議

一、結論

(一)運用嵌入式動畫 PPT 教學較傳統教學法能提升學生對氣體概念的理解

根據化學知識前測與後測的結果發現，相較於傳統教學，運用嵌入式動畫 PPT 簡報教學更能提高學生在學習氣體概念上的成效。傳統教學組與 PPT 教學組的前測平均值，兩組的前測沒有顯著差異，顯示學生在氣體概念的理解程度與知識相近，能夠回答在高中二年級任何教學前的氣體概念問題。而化學知識的後測結果為兩組有顯著差異，顯示運用嵌入式動畫 PPT 簡報教學較傳統教學法能提升學生對氣體概念的理解，教學較具備有效性。

(二)嵌入式動畫 PPT 教學較能引起學生的對課程內容的興趣

藉由 PPT 簡報教學，在主成分分析中，其中因素一的因素負荷量在「我的學校作業」項目達 .77，「在我的同儕中較理解科學」項目為 .76，顯見學生在嵌入式動畫 PPT 教學中，對於自我學習成果的認同度，以及對於科學課程的熱忱較高，此法有助於解決學生面對學習化學時的困難，並使他們能夠快樂的學習。

(三)嵌入式動畫 PPT 教學可以讓抽象的化學概念更為具體的呈現

化學通常是建築於抽象的名詞術語上的學科，在科學課程中，學生需要研究因果關係，並藉由適當的概念理解而增強自身的知識，此目標仍需藉由良好的設計與完整的教材來達成。

本研究已證明簡報教學不僅可增進學習，學生對簡報教材嵌入動畫多持正面之回應，過多記憶性的學習則會造成學習者之認知負荷。在學生已經學習和實踐一些知識理論之後，補充 PPT 簡報來增進其學習成果是個很好的方式，不僅會使學生覺得上課更加有趣，也可見 PPT 的化學教學設計有助於高中生建構化學概念，是有效的教學方法之一。

二、建議

為使嵌入式動畫 PPT 簡報教學之有效利用，教師首先確定學生的先備知識，並準備簡報教材，使其在課堂上的講授中更具融貫性與系統性。簡報可用於向學生傳授新的概念以及內容必須清晰與整齊。多位學者曾詳細介紹在課堂中最有效率的 PPT 使用方式及特性。例如：文字大小必須依教室規模大小來調整至適中(Rickman & Grudzinzi, 2000)；Holzl (1997)建議在少於 50 個座位的教室中，簡報軟體之標題字體須採用 32 點大小，而文字字體則採用 24 點大小；而教室人數在 50 到 200 個座位的教室中，簡報軟體之標題字體採用 36 點大小，而文字字體採用 28 點大小。況且，簡報亦可運用其設計版面的圖文配置多樣性，依有條理的方式，來解決學生在學習上可能會遇到的困難。

再者，當設計出一套完備的教學簡報，將可以反覆使用在教學上，並與其他教師共享。同時教師若能配合行動載具(mobile device)的使用，提供嵌入式動畫 PPT 讓學生下載，將能使學生更為有效運用科技進行課前預習與課後複習。呼應先前的研究，結合科技以及課題研究教學法能夠促使學生自我探索，學生對於能夠自主決定學習內容，以及藉由 PPT 呈現其所學，都感到十分的興奮；教學過程中也發現，將資訊科技帶入課堂的同時，也必須教導學生資訊素養以及圖像素養的概念(Allen & Seaman, 2010; Sadler & Zeidler, 2004)。

未來可進一步探討簡報軟體融入教學之相關研究，擴大研究範圍至學生在科學教育的知覺與知識理解(楊凱悌、王子華、邱美虹，2011b)，然而除了量化測驗與統計外，亦可兼採訪談，進行質性與量化的混合研究，以實際理解學生對於 PPT 融入教學的知覺感受。

致謝

作者們衷心感謝總編輯暨審查委員對本文所提供之寶貴意見使本文能夠以更清晰且結構化的系統性呈現。

參考文獻

- 丁慕玉(2008)。數位學習對微積分的影響—以虎尾科技大學為例。國立虎尾科技大學學報，27(1)，109-128。
- 王千倬(2010)。「資訊科技融入教學」推廣政策之敘說研究。教育實踐與研究，23(1)，31-56。
- 林汝佑、林曉芳(2010)。電腦多媒體融入教學對高職生英語學習動機之研究。明道通識論叢，8，67-96。
- 徐式寬、關秉寅(2011)。國民中小學教師資訊融入教學素養評量表之建構與調查。科學教育學刊，19(4)，335-357。
- 張世忠(2000)。建構教學：理論與應用。臺北市：五南。
- 張國恩(2001)。從學習科技的發展看資訊融入教學的內涵。北縣教育，41，16-25。
- 張靜譽(1996)。傳統教學有何不妥？建構與教學，4，1-3。
- 陳彥廷(2010)。運用非同步網路科學教學案例討論學習課程促進技專校院學生網路態度與網路自我效能之研究，科學教育研究與發展季刊，59，55-88。
- 陳振榮(2002)。資訊科技融入國小數學科教學對學童學習成就與態度影響之研究(未出版之碩士論文)。國立臺中教育大學，臺中市。
- 陳章正、陳輝雄(2006)。運用「簡報式多媒體」教學策略於高一電磁學之研究。物理雙月刊，28(3)，585-590。
- 黃思華、劉遠楨、顏菴廷(2010)。互動式電子白板融入創新合作學習模式對國小數學科學習成效與動機之影響。課程與教學季刊，14(1)，115-140。
- 楊凱悌、王子華、邱美虹(2011a)。探討互動式電子白板對於不同認知風格國中學生學習效益之影響—以細胞分裂單元為例。課程與教學季刊，14(4)，187-208。
- 楊凱悌、王子華、邱美虹(2011b)。生物學細胞分裂主題之資訊融入教學設計原則。科學教育月刊，342，9-19。

- 蔡秉恒(2002)。國小六年級學生運用網路數位學校學習柱體與錐體成效之研究(未出版之碩士論文)。國立屏東教育大學，屏東市。
- 蔡振昆(2001)。傳統教學與網路教學之比較研究—從教學媒體、班級經營及教學評量來探討(未出版之碩士論文)。國立中山大學，高雄市。
- 鄭美紅、李啟明(2002)。利用科技教授科學：對學生學習的啟示。《亞太科學教育論壇》，3(1)，取自：http://www.ied.edu.hk/apfslt/v3_issue1/chengmh/index.htm。
- 賴阿福、林皎汝、江信瑩(2005)。影響台北市國小自然與生活科技領域教師資訊融入教學頻率暨相關因素之探討。《科學教育研究與發展季刊》，專刊，154-184。
- 賴澤仁(2007)。臨床生物化學檢驗 Microsoft PowerPoint 教學課件的製作及其應用。《中國熱海醫學》，2，320。
- 蕭芳玲(2008)。運用視聽教學媒體於高職歷史教學之實驗研究。載於《第九屆教育專業創新與行動研究高職組成果集》。臺北市：臺北市政府。
- 蕭傳柔(2002)。網路教學系統課程體與評量之設計與建置—以商業概論為例(未出版之碩士論文)。國立彰化師範大學，彰化市。
- Adams, C. (2006). Microsoft PowerPoint, habits of mind, and classroom culture. *Journal of Curriculum Studies*, 38(4), 389-411. doi: Doi 10.1080/00220270600579141
- Allen, I. E., & Seaman, J. (2010). *Class differences: Online education in the United States, 2010*. Needham, MA: Sloan Consortium.
- Atkinson, C. (2005). *Beyond Bullet Points: Using Microsoft PowerPoint to Create Presentations That Inform, Motivate and Inspire*. Redmond, WA: Microsoft Press.
- Bartsch, R. A., & Cobern, K. M. (2003). Effectiveness of Microsoft PowerPoint presentations in lectures. *Computers & Education*, 41(1), 77-86. doi: Doi 10.1016/S0360-1315(03)00027-7
- Basturk, R. (2008). Applying the many-facet Rasch model to evaluate Microsoft PowerPoint presentation performance in higher education. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 33(4), 431-444. doi: Doi 10.1080/02602930701562775
- Carrell, L. J., & Menzel, K. E. (2001). Variations in learning, motivation, and perceived immediacy between live and distance education classrooms.

- Communication Education*, 50, 230-240.
- Cassady, J. C. (1998). Student and instructor perceptions of the efficacy of computer-aided lectures in undergraduate university courses. *Journal of Educational Computing Research*, 19, 175-189.
- Clark, J. (2008). Microsoft PowerPoint and Pedagogy: Maintaining Student Interest in University Lectures. *College Teaching*, 56(1), 39-45.
- Dale, E. (1946). *Audio-visual methods in teaching*. New York: The Dryden Press.
- Feldman, K. A. (1989). The association between student ratings of specific instructional dimensions and student achievement: reworking and extending the synthesis of data from multisection validity studies. *Research in Higher Education*, 30, 583-645.
- Frey, B. A., & Birnbaum, D. J. (2002). Learners' perceptions on the value of Microsoft PowerPoint in lectures. Pittsburgh: University of Pittsburgh.
- Gregorius, R. (2011). Student Performances in Various Learning Protocols. *Journal of College Science Teaching*, 40(5), 85-95.
- Gunel, M., Hand, B., & Gunduz, S. (2006). Comparing student understanding of quantum physics when embedding multimodal representations into two different writing formats: Presentation format versus summary report format. *Science Education*, 90(6), 1092-1112. doi: Doi 10.1002/Sce.20160
- Hay, D., & Kinchin, I. (2006). Using concept maps to reveal conceptual typologies. *Education and Training*, 48(2/3), 127-124.
- Hlynka, D., & Mason, R. (1998). Microsoft PowerPoint' in the classroom: What is the point? *Educational Technology*, 38(5), 45-48.
- Holzl, J. (1997). Twelve tips for effective Microsoft PowerPoint presentations for the technologically challenged. *Medical Teacher*, 19(3), 175-179.
- Ingram, J. (2008). Life after death by Microsoft PowerPoint. *Mathematics Teaching*, 208, 20-21.
- Kaiser, H. F. (1974). An index of factorial simplicity. *Psychometrika*, 39(1), 31-36.
- Kinchin, I. M. (2006). *Using Microsoft PowerPoint to support the development of expert knowledge structures*. Paper presented at the British Educational Research Association (BERA) Annual Conference, University of Warwick.
- Liang, J. C., Chou, C. C., & Chiu, M. H. (2011). Student test performances on

- behavior of gas particles and mismatch of teacher predictions. *Chemistry Education Research and Practice*, 12(2), 238-250. doi: Doi 10.1039/C1rp90029c
- Lowry, R. B. (1999). Electronic presentation of lectures-Effect upon student performance. *University Chemistry Education*, 3, 18-21.
- McGreal, R., Cheung, B., Tin, T., & Schafer, S. (2005). *Implementing mobile environments using learning objects: The Athabasca University digital reading room*. Paper presented at the IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education (WMTE'05), Tokushima, Japan.
- Nunnally, J. C. (1978). *Psychometric Theory* (2nd ed.). New York: McGraw-Hill.
- Perry, A. E. (2003). Microsoft PowerPoint presentations: A creative addition to the research process. *English Journal*, 92(6), 64.
- Perry, T., & Perry, L. A. (1998). University students' attitudes towards multimedia presentations. *British Journal of Educational Technology*, 29, 375-377.
- Rickman, J., & Grudzinski, M. (2000). Student expectations of information technology use in the classroom. *Educause Quarterly*, 1, 24-30.
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2004). The morality of socioscientific issues: Construal and resolution of genetic engineering dilemmas. *Science Education*, 88(1), 4-27.
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2005). Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision-making. *Journal of Research in Science Teaching*, 42, 112-138.
- Su, K.-D. (2008). The Effects of a Chemistry Course with Integrated Information Communication Technologies on University Students' Learning and Attitudes *International Journal of Science and Mathematics Education*, 6(2), 225-249.
- Susskind, J. E. (2005). Microsoft PowerPoint's power in the classroom: Enhancing students' self-efficacy and attitudes. *Computers & Education*, 45(2), 203-215.
- Susskind, J. E., & Gurien, R. A. (1999). *Do computer-generated presentations influence psychology students' learning and motivation to succeed?* . Paper presented at the Annual convention of the American Psychological Society, Denver, CO.
- Szabo, A., & Hastings, N. (2000). Using IT in the undergraduate classroom: Should

- we replace the blackboard with Microsoft PowerPoint? *Computers & Education*, 35(3), 175-187.
- Tang, T. L. P., & Austin, M. J. (2009). Students' perceptions of teaching technologies, application of technologies, and academic performance. *Computers & Education*, 53(4), 1241-1255. doi: DOI 10.1016/j.compedu.2009.06.007
- Tufte, E. R. (2003). The Cognitive Style of Microsoft PowerPoint. Retrived from www.edwardtufte.com
- Tufte, E. R. (2006). *The cognitive style of Microsoft PowerPoint: Pitching out corrups within* (2nd Ed.). Cheshire, CT: Graphics.
- Wang, C. H., Ke, Y. T., Wu, J. T., & Hsu, W. H. (2012). Collaborative Action Research on Technology Integration for Science Learning. *Journal of Science Education and Technology*, 21(1), 125-132. doi: DOI 10.1007/s10956-011-9289-0
- Wang, T. H. (2007). What strategies are effective for formative assessment in an e-learning environment? *Journal of Computer Assisted Learning*, 23(3), 171-186. doi: 10.1111/j.1365-2729.2006.00211.x
- West, R. L. (1997). *Multimedia presentations in large classes: a field experiment*. Paper presented at the Paper presented at the Annual Convention of the American Psychological Society, Washington, DC.
- Yang, K. T., Wang, T. H., & Kao, Y. C. (2012). How an interactive whiteboard impacts a traditional classroom. *Education as Change*, 16(2), 313-332. doi: Doi 10.1080/16823206.2012.745759
- Yilmaz, S., & Eryilmaz, A. (2010). Integrating Gender and Group Differences into Bridging Strategy. *Journal of Science Education and Technology*, 19(4), 341-355. doi: DOI 10.1007/s10956-010-9204-0
- Zembylas, M. (2002) Constructing genealogies of teachers' emotions in science teaching, *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 79–103.
- Zembylas, M. (2004). Emotion Metaphors and Emotional Labor in Science Teaching. *Science Education*, 88(3), 301-324.

The Effectiveness of Embedded Animations in PowerPoint Presentations: A Case Study on High School Students Learning Concepts of Gases

Wen-Wei Chiang Chia-Ju Liu*

Graduate Institute of Science Education and Environmental Education, National Kaohsiung Normal University

*chiaju1105@gmail.com

(Submitted on 2013.5.8; revised on 2013.7.16; accepted on 2013.10.2)

Abstract

Researchers have been unable to agree on whether the use of Microsoft PowerPoint for teaching improves learning. This study examined whether embedding animations in PowerPoint presentations can help to promote learning among high school students. Eleventh grade students studying concepts related to gas were recruited for the study. An experimental group of 42 students was presented PowerPoint presentations with embedded animations for in-class teaching. A comparative group of 41 students was given conventional instruction using a blackboard. Principal component analysis was used to extract three factors (Cronbach's α value = .74), including the difficulty of activities, the degree of preference, and the benefits of instruction using presentation software. An independent *t*-test was conducted to evaluate the results of an achievement test, presenting a reliability coefficient of .84. Our findings led to the following three conclusions: 1) using PPT presentations with embedded animation promotes student understanding of concepts regarding gas to a greater extent than conventional teaching methods; 2) PPT presentations with embedded animation arouses more student interest in course content and 3) PPT presentations with embedded animation present abstract chemical terms in a more substantial manner.

Keywords: Microsoft PowerPoint, conventional instruction, embedded animation, PPT

原民數學教材之發展與實踐

姚如芬

國立嘉義大學數理教育研究所

rfyau@mail.ncyu.edu.tw

(投稿日期：2013.4.10；修正日期：2013.5.16；接受日期：2013.7.24)

摘要

本個案研究主要目的在探究可行的「原民數學教材」發展路徑。研究者帶領 16 位在職教師進入一個布農部落，前後歷時半年。經由「準備與規劃」、「探尋與理解」、「閱讀與設計」、「評論與修訂」、「實踐與反省」五階段，共開發出「小米歷險記」、「巴力與阿布斯的大考驗」、「能高山的三道難題」、「布農月『圓』慶豐收」、與「雲的故鄉」五套六年級數學教材；而透過晤談、觀察、與相關文件分析，研究結果依「實踐原民數學教材過程中的學習與收穫」、「實踐原民數學教材過程中的困境與需求」、「學生在原民數學教材實踐過程中的學習表現與反應」、及「給未來設計原民數學教材的伙伴的建議」等四面向呈現合作教師對於實踐原民數學教材的觀感與回應；同時亦將本研究關於原民數學教材的發展雛型呈現於文末，以提供後續設計原民數學教材之參考依據。

關鍵詞：布農族、原民數學教材、國小數學

壹、研究緣起與目的

本研究以「國內原民數學教材的匱乏」作為起點來論述研究的背景與動機，並借鏡其他先進國家的相關經驗，從而指出本研究的主要目的。

一、研究緣起

世界許多先進國家多已著手進行從文化與地方特性改進原住民族科學教育的研究。而來自近代科學哲學觀與建構主義的興起，以多元文化的觀點從原住民族的世界觀（worldview）或原住民知識（indigenous knowledge）來探討與設計適合原民學生的教材與教法是目前相關研究的主要趨勢（Cobern, 1996a；Cobern & Loving, 2001；Snively & Corsiglia, 2001）；Cobern（1996b）即曾指出，科學教師教導不同文化的學生時，需要一套可以讓原住民學生學習西方科學的課程，而這一套課程必需植基於認同原住民族的世界觀與知識。

台灣的原住民族其實有其特殊且異於漢族的文化，而國內原住民兒童在數學學習上的困難，已是一個普遍存在的事實（黃志賢，2008）。就數學教育的改革而言，尊重並了解原住民兒童原有的數學活動經驗與數學知識，以其原有經驗知識為基礎，引導他們從事學校的數學學習，是一個值得努力也應該努力的方向。然而我國不論是在師資的培育、教材的編寫或是課程的設計，均是以主流文化為考量，極少慮及原住民各族群與漢族的文化差異，於是，本研究嘗試探尋『製作原民數學教材』的可行路徑，在此有了值得探究的空間。

至於本研究中嘗試發展的『原民族文化融入的數學教材』，係指透過原住民族獨特的傳統文化與部落學童的生活經驗，將數學與文化以及生活結合，引導學童從中學習數學概念或相關技能，期望藉此能將部落的文化脈絡蘊含在數學學習的情境之中，引導學童發掘原民族文化中所蘊含的數學內涵，然後藉由此套課程同時認識原民族文化與學習相關的數學知識。研究者期待『原民族文化融入的數學教材』的發展與實踐，除能讓部落學童認識與欣賞其原有的文化傳統外，亦能由內而外地讓數學教育的種子在部落萌芽與生根。

二、研究目的

研究者帶領十六位在職教師進入一個布農族部落—卡度部落，為其部落學童設計融入原住民文化的數學教材，前後共歷時半年。透過陪伴這群設計團隊的歷程中，研究者將嘗試探尋「發展原民數學教材」的關鍵步驟與重要內涵，以藉此提供原民數學教材的製作參考，讓有興趣發展原民數學教材的教師能有一定的程序可以依循；也期盼透過此一研究之實作歷程與反思，能進而達到改善部落的數學教學，並提升部落學童數學學習品質的目標。

貳、文獻探討—台灣原住民學童的數學學習困境

曾有學者(紀惠英, 1998; Bishop, 1991)指出, 數學課程若缺乏文化的觀點, 在原住民數學學習之中容易造成不連續的斷層。此乃數學課程轉化的問題—原住民由於來自不同的文化背景, 所以在缺乏「文化周延性」的課程、教學之下的原住民數學學習, 有可能會對教材沒有「親切感」, 進一步影響數學學習態度。

亦有一些研究顯示出台灣的原住民學童之數學成就的確呈現出較為低落的狀態(張善楠, 1997; 張綠薇, 1999; 黃志賢, 2008; 楊肅棟, 1999)。例如: 楊肅棟(1999)研究台東縣二所三到六年級的原漢兒童發現: 在數學的成績上, 原住民學童比漢人為低, 平均相差9分之多。張綠薇(1999)亦指出, 原住民學童在國文和數學等與漢人社會文化密切相關的科目之成績, 與一般學生差距約在6-16分之間, 以致學習情緒低落。

楊肅棟(1999)進一步整理國內關於原住民學習的相關研究, 而將影響原住民學業成績低落的原因加以歸類為 a. 「文化因素」(包括教材的編寫大都以漢人為中心、以及文化衝突等); b. 「父母社經地位」; c. 「種族歧視的問題」; d. 「教育經費的問題」; e. 「師資的問題」; f. 「學生能力的問題」等六類。

紀惠英、劉錫麒(2000)曾對泰雅族學童進行數學概念的研究, 透過相關文獻分析和實地的研究, 經過二個月的半參與式觀察和五個月的臨床教學, 有以下數點發現: 1. 當前學校教育所採用的課程、教材、教學、評量方式均將原住民兒童本身的學習特性、傳統文化有著極大差距, 這是造成原住兒童數學學習成低落的重要原因。2. 在學習特性上, 原住民小朋友比較喜歡自由、無拘束的學習方式,

但一般的教學卻傾向嚴格督導學童教學活動，使得原住民學童往往動則得咎。3.原住民學童在學習方式比較偏好動態的、遊戲方式，但在學校的教育裡卻比較依賴語文為溝通工具，對於原本國語能力就比較差的原住民兒童來說，又多了一層語文理解上的障礙。

陳錫湖(2000)則是選定一所東部原住民學校進行實地訪談和觀察，探討社會文化脈絡對學生學習數學知識的影響。研究發現部落的大人並沒有賦予學童們壓力，學童可以由的選擇學習內容。輕鬆的、容易的、遊戲的、喜歡做的；例如，畫圖、體育、跳舞、玩耍的課程他們較為喜歡，但數學的「化聚計算」則是無聊的工作，學童可以選擇逃避。在數學課程上，孩子們選擇簡單的可以輕鬆獲得成就感的問題來思考，而一旦問題是困難的、深層的、容易失敗的、挫折的、他們就選擇了逃避不再思考。

由於台灣九年一貫課程綱要中的數學學習領域基本理念中提及，「數學課程的實施不再只是知識的傳授，激勵多樣性的獨立思維方式，尊重各種不同的合理觀點，分享個別族群的生活數學以及欣賞不同文化的數學發展，是數學課的精神指標」。同時，「在教學方法上，也要以直觀的經驗為基礎，選擇適當而有趣的題材，鼓勵學生主動參與、培養完整的學習成就，並啟發學習數學的興趣」(教育部，2001)。這樣的理念，可以說是相當程度的重視到了文化在數學學習上的重要性。

是故，如何利用相同的數學概念，設計出有效因應文化差異的數學課程以及原漢學童皆能接受的教學方法，應是勢在必行的。然而，正如同張綠薇(1999)所指，現行教材內容與原住民傳統價值不符；現行教材內容並未考慮原住民的文化特色與需求，教學方法也沿用平地學校標準，與山地學校實際需要較不相符。由這些觀點看來，當前台灣的數學課程中，無論教材或教學方法都較缺乏以不同文化背景或在不同文化之間能夠相互轉化及共融的觀點加以考量。

王舒平(2008)嘗試為十七位花蓮縣參與偏遠地區數學教學方案的國一原住民學生設計一套較符合原住民文化背景的數學教學課程來提升原住民學生學習數學的動機、以及了解原住民學生學習數學的困境；結果發現：參與此套課程的學生在「增加學習數學能力」、「參與活動很有趣」、以及「增進同學間的合作關係」這三方面的滿意度最高，顯示這群國一原住民學生對於此套較符合原住民文化背景的數學課程有極為正向的評價。

廖偉仁、龔峰淙與熊同鑫(2010)則是根據他們的研究發現具體地建議：欲發展原住民文化融入數學教材，尋找素材的方向當從原住民的文化、生活經驗當

中來取得，同時還須考慮到學生的先備經驗，方能有效的引起學生的學習興趣；而教師亦必須對原住民文化有所了解，才能妥善的將文化與數學概念作結合。

黃志賢(2005)在其「融入原住民文化的數學教學模組織發展與實踐」的研究中亦呼應了這樣的觀點：關於數學課程、教學方法的考量，實應考慮原住民本身文化的差異與生活經驗的不同，同時也有必要了解文化脈絡對教師與學生的數學學習的影響。

就俗民數學的觀點而言，數學知識應重視多元性與文化性，因此為了使數學學習能融入更多不同文化的思考及表達方式，讓兒童能夠真正建構數學知識，有關「數學知識與文化脈絡」、「數學教育與文化」等課題，已成為許多研究者與數學教育家所關心的重點。例如：國外有一些學者致力於研究原始部落的數學活動（D'Ambrosio, 1993；Lancy, 1983；Zaslavsky, 1994），也有研究者從多元文化的觀點（multicultural perspective）探討如何設計數學課程、編選數學教材、進行數學教學，以及如何培養具備多元文化素養的師資（Bishop, 1991；Graham, 1988）。另有一些數學家，則試圖將日常生活經驗相關聯的數學活動，導入學校的數學教學（Ascher, 1991；Nunes, 1992），並提出相關的數學教育計畫。

在台灣，教育對未來職業有決定性的影響，而原住民學童的學業成績若較為偏低，特別是數學，這對教育取得有較不利的影響（張善楠, 1997）。是故，在多元文化並存的今日社會中，原住民兒童的學習需要應受到重視、原住民兒童原有的數學活動經驗與數學知識亦應獲得尊重與理解；而關於數學課程、教學方法等，應如何考量原住民兒童本身文化的差異，如何以其原有經驗知識為基礎，引導他們從事學校的數學學習，實為一個值得探究的課題。

參、研究場域、研究參與者與資料蒐集

本研究屬於個案研究。為呼應研究者任教之數理教育研究所「培育學生具備數學教學設計與教材製作能力、以及非制式數理教育相關能力」之目標，研究者於是利用一門開設於碩士班二年級必修的「數學教學設計研究」課，以設計「原民數學教材」作為路徑，帶領十六位修課的在職教師進入南投縣仁愛鄉的卡度部落，為其部落學童設計融入原住民文化的數學教材，再交由部落小學裡的合作教師在其數學課室中實踐，前後歷時六個月；研究者則是在此過程中

試圖探尋可行的原民數學教材之發展路徑。以下分別從「參與的在職教師」、「部落學校及其合作教師」、以及「資料蒐集」等三方面介紹研究場域與主要參與者、以及本研究中各類資料的蒐集：

一、參與的在職教師

十六位修習「數學教學設計研究」課的在職教師（以「設計團隊」稱之）皆為研究者任教之數理教育研究所碩士班二年級的研究生，且皆不具原住民身分；研究者在「數學教學設計研究」課中，陪伴並鼓勵這群研究生嘗試發展原民文化融入的數學教材，並學習製作課本、習作與教師手冊。十六位修課者中有五位國小教師、六位國中教師、五位高中/職教師，任教學校分布在台南、嘉義、雲林的平地學校；而由於卡度部落裡合作教師的班級為六年級，因此研究者遂以五位修課的國小教師作為組長，將十六位修課者依分層原則（每組皆須有國小、國中、與高中/職教師）以及個人意願分為五組，以小組合作的方式進行原民數學教材的設計。

二、部落學校及合作教師

白雲小學（化名）位於南投縣仁愛鄉的卡度部落——一個布農族部落，對外聯繫交通尚稱方便，至埔里市區車程約十五分鐘；白雲小學是一個小型學校，每個年級皆只有一班，全校學童有一百一十名，多數為布農族學童。

白雲小學的校長古姆（化名）為女性賽德克族人，合作教師以莉（化名）則是女性布農族人，擔任白雲小學六年級的級任教師，教學年資已有二十年，因與部落的人結婚，所以住在部落裡並且進入白雲小學任教；而六年級個案班級中有 17 位學童，其中有 16 位是布農族學童、1 位為漢族學童。

教師以莉在本研究中的主要任務有三：一是定期拍攝數學課室教學影帶給設計團隊分享、一是評論設計團隊所設計的文化數學模組、一是負責在其數學課室中實踐設計團隊所設計的文化數學模組。

三、資料蒐集的管道

本研究過程中蒐集資料的管道主要有下列五項：

- (一) **設計團隊上課觀察與紀錄**：包括「數學教學設計研究」課室錄音並原案轉錄成文字檔，同時每次亦有摘要式的紀錄。
- (二) **小組作業**：每次的「數學教學設計研究」課前，設計團隊皆會上傳給研究者當時的設計內容，研究者將之依時間順序存檔作為各組的作業，藉此從中了解設計團隊的設計進展與轉變。
- (三) **評論省思紀錄單**：設計團隊於收到(1)團隊內的回饋、(2)合作教師的評論(含實踐前與實踐後)、以及(3)個案學校行政人員與教師的評論後，以「組」為單位填寫；每組有三份；主要是紀錄小組內對於各方評論的意見，包括認同的部分、會進行的修改、不認同的部分及理由的說明等。
- (四) **『我看見』問卷**：在原民數學教材設計完成後填寫，每人一份，用以了解「設計團隊」的設計流程、設計過程中的學習與收穫、以及困境與所需的協助、還有感觸與建議等，藉以解析參與成員設計時的觀點。
- (五) **部落訪問與觀察紀錄**：包括至部落參觀、訪問、以及在部落小學針對原民數學教材設計作品所進行分享與討論、至合作教師之數學課室觀察教學等項目之觀察紀錄以及錄音檔的原案轉錄。

肆、「原民數學教材」之發展與實踐歷程

本研究自規劃完成後，隨即進入部落進行文化探尋與理解、接著著手設計原民數學教材、並於部落學校實踐數學教材、同時蒐集與分析研究資料。由於發展原民文化融入的數學教材乃是本研究的重點，因此研究的主軸係以「原民數學教材的發展與實踐」為主要脈絡，研究者植基於過去兩年的研究經驗(姚如芬，2012)，將教材發展與實踐的進展程序設計為「準備與規劃」、「探尋與理解」、「閱讀與設計」、「評論與修訂」、以及「實踐與反省」等五個階段，逐步引導設計團隊完成原民數學教材的設計與開發；茲將此五階段的工作要項與內容一一詳述如下：

一、「準備與規劃」階段

- (一) 尋找合作學校：與部落學校聯繫，取得部落學校與個案教師合作的意願。
- (二) 規劃在職教師的工作要項：根據研究目的，規劃修課在職教師修課期間的工作要項。

二、「探尋與理解」階段

- (一) 探尋與理解部落文化：帶領設計團隊參觀部落及部落小學，進行部落文化探尋，並邀請部落耆老協助導覽，以更深入理解部落歷史沿革與文化脈絡。
- (二) 每周與修課在職教師於「數學教學設計研究」課進行分享與討論，包括原民文化的搜尋、原民數學教材的設計進度與困境等。

三、「閱讀與設計」階段

- (一) 搜尋與閱讀文獻：利用網路與圖書資料以及訪問耆老的方式，廣泛搜尋布農族相關文獻並進行閱讀、同時針對國小六年級數學教材進行解析。
- (二) 了解合作教師的數學教學情形：請合作教師以莉自拍其數學課室教學影帶、每週兩節、燒成光碟後寄回給研究者，以增進設計團隊對於合作教師數學教學情形的了解。
- (三) 設計原民數學教材：各組開始著手設計原民數學教材，同時針對設計進度與困境，於「數學教學設計研究」課中進行分享與討論。為避免設計團隊初次設計原民數學教材時不知從何著手，因此研究者依著累積兩年開發文化數學模組的經驗，將設計過程切割成五項「任務」，以引導參與教師逐步完成設計。此五項任務說明如下：
 1. 提出構想—分享教材內容的初略方向，包括想設計的數學單元以及可以融入的原民文化。
 2. 製作簡介—簡介內容包括教學對象、設計理念、分年細目、模組架構、與活動摘要等項的介紹。
 3. 撰寫教案—根據簡介中的活動摘要，撰寫各個活動的詳細教案。

4. 製作課本與習作—根據教案內容逐步製作各個活動的教材，並將之以「課本與習作」的形式呈現。
5. 完成教師手冊—結合簡介、教案、課本、與習作等各個部份，並加入教學注意事項與參考資料等，完成教師手冊的製作。

四、「評論與修訂」階段

- (一) 評論原民數學教材：本研究針對設計團隊設計的原民數學教材初稿所進行的評論共有三個管道，包括：(1) 設計團隊內的互評 (2) 合作教師的評論 (3) 個案學校行政人員與全校教師的評論。
- (二) 修訂原民數學教材：請設計團隊根據上述三項評論結果，將原民數學教材初稿不斷進行修訂，同時撰寫「評論省思紀錄」。

五、「實踐與反省」階段

- (一) 實踐原民數學教材：由合作教師在部落小學的個案班級實踐「設計團隊」所設計的原民數學教材，設計團隊則進行現場觀察、紀錄與攝影。
- (二) 省思原民數學教材：原民數學教材實踐後有兩個評論管道，包括：合作教師實踐後的回應、與課室教學現場觀察的回饋。研究者根據實踐結果與兩方面的評論進行反省，並再次修訂原民數學教材，使其更臻完備。

伍、研究成果與相關發現

一、「原民數學教材」的樣貌

本研究的原民數學教材發展原則包括：依據九年一貫課程綱要—數學學習領域中的能力指標與分年細目設立教學目標、依循教學指引的規範設定教學時數、由簡至繁、循序漸進地鋪陳教學內容；此外，在教材設計完成後開始啟動多重多元的評論機制，包括：實踐前有三個評論管道—(1) 團隊內參與成員的回饋、(2) 合作教師的評論、以及(3) 個案學校行政人員與教師的評論；實踐後有兩

個評論管道—(1)合作教師實踐後的回應、與(2)課室教學現場觀察的回饋。

本研究共計發展出五套適用於高年級的布農族數學教材，包括「小米歷險記」、「巴力與阿布斯的大考驗」、「能高山的三道難題」、「布農月『圓』慶豐收」、以及「雲的故鄉」；每套皆包含有課本、習作、與教師手冊。配合合作教師的教學進度，選擇實踐並完成的有「小米歷險記」、「巴力與阿布斯的大考驗」、以及「能高山的三道難題」三套。茲將五套數學教材之名稱、數學內涵、子題個數、以及所需的教學時間等項目整理表列如表 1 所示，接著再將其教學大綱及其內容與特色等，一一介紹說明於後：

表 1 本研究所發展的國小高年級布農數學教材一覽表

教材名稱	數學內涵/分年細目	子題數	時間
小米歷險記	小數的除法/6-n-04	3 個	160 分
巴力和阿布斯的大考驗	統計與圓形圖/6-d-01、6-d-02、6-d-03	3 個	200 分
能高山的三道難題	正多邊形與圓/6-n-12、6-s-01、6-s-04	3 個	160 分
布農月『圓』慶豐收	圓周率、圓面積與圓周長/6-s-04	3 個	120 分
雲的故鄉	正多邊形與圓/6-n-12、6-s-01、6-s-04	2 個	120 分

(一)「小米歷險記」

這套原民數學教材的設計理念是從卡度部落白雲小學裡原住民資源教室前面的一塊土地談起，八杜和老師想利用這一塊土地來種一些小米...；藉由布農族的小米播種祭、進倉祭，來解釋小數除法計算的實際操作與應用性；此套教材包含的三個活動為「風中的小米田」、「小米進倉祭」、與「小米麻吉」，用小米的一生貫穿活動主旨，展現小米魂之所在。



(二)「巴力與阿布斯的大考驗」

這套原民數學教材的設計理念是利用布農族傳統祭典—「射耳祭」為背景，以故事主角巴力與阿布斯在祭典期間的經歷，引領學童學習「圓形圖」的統計單元；此套教材包含的三個活動為「天亮之初」、「射耳祭典」、與「原緣不斷」，希望藉由融入



文化情境的數學教學，提升部落學童的數學學習興趣。

(三)「能高山的三道難題」

這套原民數學教材的設計理念是透過「能高山」的神話故事，從故事中設計情境拋出問題讓學生思考並解決—每個教學主題都扣著一個巨人「能」所面對的問題，讓學生藉由協助解決「能」所面對的難題來學習平面幾何的相關概念；此套教材包含的三個活動為「頭目的豬與小米田」、「洪水的考驗」、與「撥雲見日」；期望藉由布農神話「能高山」的故事，讓數學學習也能充滿樂趣與想像、且透過布農文化融入數學教學，讓學生對自己本身的文化能有更進一步的認識。



(四)「布農月『圓』慶豐收」

這套原民數學教材的設計理念是將布農族祭典中的的打陀螺、摔角活動融入數學教學活動中，藉由生活周遭與文化活動來介紹圓，並進行實際測量來認識圓的構成要素、圓周率的意義、以及周長與面積的關係；此套教材除了有學前閱讀：「圓來知多少」，還包含兩個活動—分別為結合體育課的「摔角高手」以及結合美勞課的「旋轉吧，陀螺；長吧，小米！」。



(五)「雲的故鄉」

傳說中布農族雖在一場大洪水中失去了文字，卻擁有其他民族所沒有的「畫曆」，是布農先人所留下來珍貴的智慧遺產。這套原民數學教材的設計理念是藉由一位旅行家巴杜探訪一個被稱之為「雲的故鄉」的布農部落，展開一段藉由布農族的畫曆、服飾、項鍊及頭環等來認識布農文化並學習平面幾何與圓形概念的旅程；此套教材包含的兩個活動為「你們的部落什麼時候舉行打耳祭？」與「漂亮的圖案」。



二、部落裡合作教師對於實踐原民數學教材的觀感與回應

經由晤談、觀察、與相關文件的分析，研究者將部落裡合作教師以莉對於實踐原民數學教材的觀感與回應依「實踐原民數學教材過程中的學習與收穫」、

「實踐原民數學教材過程中的**困境與需求**」、「學生在原民數學教材實踐過程中的**學習表現與反應**」、以及「給未來設計原民數學教材的伙伴的**建議**」等四個面向整理如表 2 所示：

表 2 合作教師以莉實踐原民數學教材的觀感與回應

項目	教師以莉的實踐觀感與回應
實踐過程中的學習與收穫	<ol style="list-style-type: none"> 1. 引起動機和設計演練的題目時，應盡量以學生生活中經驗到的體驗和用語，再輔以課本中的練習題進行演練。 2. 因為自己本身也是布農族，有時課堂中會以母語解釋課本中的用字遣詞，學生覺得比較親切，也拉近師生間的距離，學生的專注力會提昇，這是以前教學時沒有的感受。 3. 六下再上數學課時，學生比較沒那麼排斥數學，相對的有部分學生會前來詢問不會的題目，學會了之後，也會教不會的同學，甚至於上完數學課後的下課，會有部分學生聚在一起討論老師交代要算的練習，這是以前沒有的現象，對我而言也是最大的收穫。
實踐過程中的困境與需求	<ol style="list-style-type: none"> 1. 學生的背景是既要傳承文化又要適應主流文化，因此兩方的文化都有一些熟悉和陌生，因此有時從他們臉上會看到疑慮和辛苦。 2. 部落需要強化家庭教育、族人成功經驗的複製及分享、在地人才的培訓及回流，應該有助於提升孩子成功學習的機率，而不會出現放棄學習的現象。 3. 部落需要投注更多的人力，偏遠小學老師人力編制若能補足，使老師能進行補救教學和盡心備課，執行教師專業評鑑，對孩子的學習會更有幫助。
學生在實踐過程中的學習表現與反應	<ol style="list-style-type: none"> 1. 透過繪本再進行實作，可引起學生學習的興趣，上課明顯有興趣且用心在課堂上，師生間的互動非常良好，展現在分組討論和習作演算中，成效相當良好。 2. 透過故事情境中的挑戰及幫忙解決部落難題來引起學生學習的興趣，除了提升學生解決問題的自信心以外，也讓學生體驗數學不是課本的知識學習而已，數學也可以應用在生活上的。 3. 在分組討論和實作時，學生認真的表情深深震撼到我，有別於以往的數學教學，相信在往後學習相關知識和概念時，這些概念會在他們的小腦袋瓜中根深蒂固。

項目	教師以莉的實踐觀感與回應
給未來設計原民數學教材的建議	1. 若能自己設計原民數學教材、自己教學，再修正，會更有成就感。 2. 感謝能有這個機會，也許個人目前還無法設計完美的原民數學教材，但仍願意在平時的教學中，融合原民文化和主流文化，讓部落的孩子能不忘根本，也能與時並進。

三、其他相關研究發現

研究者在陪伴設計團隊發展數學教材的過程中發現：由於行政人員與教學者立場的不同，個案學校校長古姆與教師們在看待原民數學教材的內涵上，其觀點是有所差異的，說明如下：

從研究者的到校訪問、與個案學校校長古姆的意見交流、以及與個案學校教師們分享原民數學教材的過程中，研究者發現：由於立場的不同，校長與教師們在看待原民數學教材內涵的觀點上是有所差異的。校長古姆關心的是數學課室中如果談太多的文化，會不會相對地擠壓到數學內容的學習，因此在每次與研究者會面的機會中，皆會一再地陳述與強調這樣的疑慮與擔心；而個案學校教師們由於多數皆深刻體會到原住民學童數學學習興趣的低落，所以對於有原民文化融入的另類數學教材大多樂見其成，且部落中個案學校的教師們大多數在「評論意見表」中皆表示：如果有機會，願意嘗試協助實踐原民數學教材。

陸、「原民數學教材」的發展模式：雛型與展望

六個月來，透過陪伴這群設計團隊發展原民數學教材的實作歷程與省思，研究者根據初期的研究規劃中用以引導在職教師發展原民數學教材的主要流程—「準備與規劃」、「探尋與理解」、「閱讀與設計」、「評論與修訂」、及「實踐與反省」等五階段、以及其間所設定的多重多元的評論機制、還有實際發展與實踐數學教材的過程，綜合與歸納各項研究發現，然後將原民數學教材的發展模式予以修訂與重新結構，並區分為「設計」與「實踐」兩大階段，其中設計階段的關鍵步驟包括「準備規劃」、「文化理解」、「遇見數學」、以及「執行設計」四項，實踐階段的關鍵步驟則是包括「課室實踐」、「省思修

訂」、「精緻教材」、以及「建立檔案」四項；而從「設計」進階到「實踐」的過程中，則是需有多次的評論與修訂，方能使實踐時的教學效果得到較大的發揮，如圖 1 所示；至於兩階段中各項關鍵步驟之重要內涵、以及評論機制中的注意要點則接著逐項說明如下，並以圖 2 總結呈現本研究關於原民數學教材的發展雛型，期待能以圖 2 的架構、流程與內涵，簡要說明本研究發展原民數學教材的概念，以作為提供後續設計原民數學教材之參考依據。



圖 1、發展原民數學教材的兩大階段及其關鍵步驟

一、「設計」階段中各項關鍵步驟之重要內涵

- (一)「準備規劃」包括：界定原民族群、尋找合作學校與教師、然後進行相關工作的規劃。
- (二)「文化理解」包括：部落探尋、文獻蒐集（書籍、期刊、網路）、接著進行閱讀與整理。
- (三)「遇見數學」包括：解析數學內容、定位數學內容、然後進行文化與數學的結合（可以文化為主、數學為輔；亦可數學為主、文化為輔）
- (四)「執行設計」包括：向團隊成員提出構想並進行討論、然後開始著手製作簡介、撰寫教案、製作課本／習作、完成教師手冊。

二、「實踐」階段中各項關鍵步驟之重要內涵

- (一)「課室實踐」係指將設計完成的原民數學教材於合作教師的數學課室中，請合作教師實踐。

- (二) 「省思修訂」包括：撰寫課室觀察與實踐省思、根據觀察與省思結果再次進行教材修訂。
- (三) 「精緻教材」係指再次全面檢視與精緻教材內容及架構，含美編、排版、注音、字體…等。
- (四) 「建立檔案」包括：將教材付印、並將過程中所有資料與成品建檔，以利後續使用。

三、評論機制中的注意要點

- (一) 原民數學教材實踐前宜有的評論管道，至少應包括：團隊內參與成員的回饋、合作教師的評論、以及個案學校行政人員與教師的評論等。
- (二) 原民數學教材實踐後宜有的評論管道，至少應包括：合作教師實踐後的回應、與課室教學現場觀察的回饋等項。

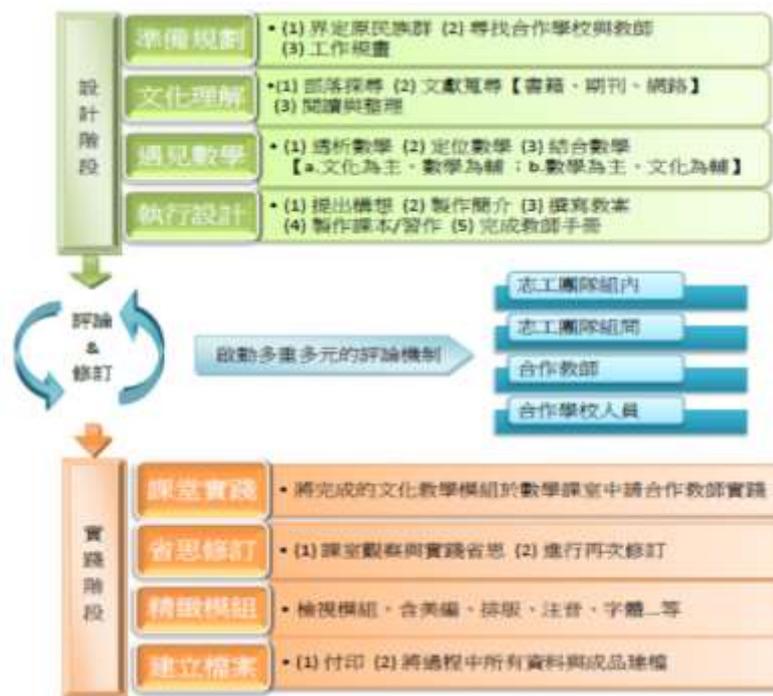


圖 2、本研究關於原民數學教材的發展雛型

台灣的原住民族其實有其特殊且異於漢族的文化（紀惠英、劉錫麒，2000；黃志賢，2008），然而台灣數學教材的編寫以及課程的設計卻均是以主流文化為考量主體（姚如芬，2012；張綠薇，1999；廖偉仁、龔峰淙與熊同鑫，2010），較少慮及原住民各族群與漢族的文化差異，且坊間目前現有的原民數學教材其實並不多見，因此，研究者期待：本研究所發展的「原民數學教材」能從教學材料以及學習情境兩個面向，提供給部落學童另類的數學學習路徑，讓他們在學習數學的路上能有更多的選擇，且不但能學習基本的數學知識與相關技能，甚至能體會數學之用、以及欣賞數學之美，而不會因為學習環境的窘迫，侷限了部落學童的數學學習生命！

致謝與說明

感謝國科會經費補助（計畫名稱：「部落教室：以部落為本位的原住民族數學學習與師資培育(3/4)」，計畫編號：NSC 100-2511-S-415-001）、以及嘉義大學數理教育所 99 學年度入學全體研究生情義相挺、還有南投縣中正國小秀華老師與全班孩子的熱情參與，使本研究得以順利完成。由於五套模組皆包含有課本、習作與教師手冊，篇幅頗大，無法置於附錄中，未來將建置網路平台，提供這些作品給教師使用與參考，意者請來信與作者聯繫。

參考文獻

- 王舒平(2008)。盛夏！愛在後山部落~偏遠地區原住民學生數學補救教學之行動研究（未出版之碩士論文）。慈濟大學，花蓮縣。
- 姚如芬(2012)。部落教室：以部落為本位的原住民族數學學習與師資培育（3/4）（NSC 100-2511-S-415-001）。台北市：行政院國家科學委員會。
- 紀惠英(1998)。俗民數學與數學學習—從文化脈絡的觀點數學學習。花蓮師院學報，8，25-72。
- 紀惠英、劉錫麒(2000)。泰雅族兒童的學習世界。花蓮師院學報，10，65-100。
- 教育部(2001)。國民中小學九年一貫課程暫行綱要—數學學習領域。台北市：教育部。
- 張善楠(1997)。社區、族群、家庭因素與國小學童學業成就的關係。台東師院學

- 報，第八期，27-52 頁。
- 張綠薇(1999)。台灣原住民的困境與教育。載於洪泉湖、吳學主編：台灣原住民教育，15-30，台北，師大書苑。
- 陳錫湖(2000)。社會文化脈絡在數學教室裡的意涵（未出版之碩士論文）。國立台東大學，台東縣。
- 黃志賢(2005)。融入原住民文化的數學教學模組織發展與實踐(NSC 93-2521-S-131-001)。台北市：行政院國家科學委員會。
- 黃志賢(2008)。利用活動理論分析台灣泰雅族國中生的數學學習並設計教學活動。科學教育學刊，16(2)，147-169。
- 楊肅棟(1999)。原漢族別與學業成績關聯性之追蹤調查研究—以台東地區國小學童為例（未出版之碩士論文）。國立台東大學，台東縣。
- 廖偉仁、龔峰淙與熊同鑫(2010)。原住民文化融入國小低年級數學領域課程之研究。論文發表於原住民學生數理科教 / 學理論實務學術研討會。台東縣：國立台東大學。
- Ascher, M.(1991). *Ethnomathematics: A Multicultural View of Mathematical Ideas*. Crawfordsville: Donnelley & Sons Company.
- Bishop, A. J. (1991). *Mathematics Enculturation: A Cultural Perspective on Mathematics Education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers
- Cobern, W. W. (1996a). Constructivism and non-western science education research. *International Journal of Science Education*, 18(3), 295-310.
- Cobern, W. W. (1996b). Worldview theory and conceptual change in science education. *Science Education*, 80, 579-610.
- Cobern, W. W. & Loving, C. C. (2001). Defining "science" in a multicultural world: implications for science education. *Science Education*, 85, 50-67.
- D'Ambrosio,G.(1993).The history of mathematics and ethnomathematics : How a native culture intervenes in the process of learning science. *Impact of science on society*, 196, 369-377.
- Graham,B.(1988). Mathematical Education and Aboriginal Children. *Educational Studies in Mathematics*, 19(2), 119-135.
- Lancy,D.F.(1983). *Cross-Culture Studies in Cognition and Mathematics*. NY: Academic Press.
- Nunes,T.(1992). Ethnomathematics and Everyday Cognition. In D.A.Grouws(Ed).

- Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*(pp.557-573).
New York: Macmilian Publishing Company.
- Snively, G. & Corsiglia, J. (2001). Discovering indigenous science: Implications for science education. *Science Education*, 85(1), 6-34.
- Zaslavsky, C.(1994). “Africa Counts” and Ethnomathematics. *For the Learning of Mathematics*, 14(2), 3-8.

Development and Practice of 'Indigenous Culture-based Mathematics Materials'

Ru-Fen Yao

National Chia-Yi University, Graduate Institute of Math and Science Education

rfyau@mail.ncyu.edu.tw

Abstract

The main purpose of this half-year case study was to make a practical blueprint of developing 'indigenous culture-based mathematics materials'. The researcher led sixteen in-service teachers to enter a Bunun tribe, and designed mathematics learning materials which were associated with Bunun culture for 6th grade students. Through five stages including 'preparation and planning', 'exploration and understanding', 'reading and design', 'comment and revision', and 'practice and reflection', the participants worked together to develop five sets of indigenous culture-based mathematics materials, "The Adventure of Millets", "A Great Test For Bali and Abbas", "Three difficult problems of Neng-Gao Mountains", "The Festival of Bunun's Full Moon", "Hometown of Clouds" in total. According to the analysis of interviews, observation, and related documents, research results focused on 'tribal teacher's learning in the process', 'difficulty of teaching these materials', 'feedbacks from tribal students', and 'suggestion for designers'. Finally, a blueprint based on these findings was made.

Keywords: Bunun people, indigenous culture-based mathematics learning materials, elementary school mathematics

