大學「昆蟲學」轉化為國小師資生的師培課程

盧秀琴*

因應國小自然領域師資生必須學習國小自然領域教學的學科教學知識，本研究探討大學「昆蟲學」轉化為國小師資生的師培課程，提早培育國小自然領域師資之可行性。本研究採用質量並重的混合研究法，以 43 位國小師資生為對象，設計「昆蟲學」18 週師培課程，內容包含：昆蟲學認知、繪製概念圖、飼養昆蟲技能、昆蟲戶外教學技能、評析國小昆蟲科展及設計國小自然教案等；除採用國小自然領域教師昆蟲概念認知測驗（ICTS）、概念圖（CM）檢核國小師資生的學科內容知識（CK）外，並評析飼養昆蟲學習單、昆蟲戶外教學學習單、評析國小科展紀錄、國小自然教案設計等質性資料，以探討國小師資生學科教學知識（PCK）的成長。結果顯示：(1)從 ICTS 前、後測 *t* 檢定得知，師資生學習「昆蟲學」能獲得較多的昆蟲認知概念；(2)師資生所繪製的概念圖階層框架還不夠正確，但連接詞能完整呈現；(3)師資生具備飼養昆蟲的技能，具備戶外調查昆蟲的科學過程技能，具備評析昆蟲科展的能力，具備設計國小自然教案的能力；(4)「昆蟲學」轉化為師培課程是可行的，但仍需加入昆蟲學實驗活動，可以在評析昆蟲科展時順便加入昆蟲實驗。

關鍵詞：昆蟲學課程、師培課程、國小師資生、學科教學知識

* 盧秀琴：國立臺北教育大學自然科學教育學系教授
（通訊作者：luchowch@tea.ntue.edu.tw）

Research Article

Journal of Educational Practice and Research
Vol. 30, No. 1, 105-138, Jun. 2017

Transforming a University "Entomology" Course into an Elementary Pre-service Teachers Training Course

Chow-Chin Lu*

As elementary school pre-service teachers are required to learn the pedagogical content knowledge of natural field, "Entomology" course offered at the teacher training department was transformed into elementary pre-service teachers' training course to early cultivate science teachers. This study adopted a mixed method research design. Forty-three pre-service teachers participated in the study and took the "Entomology" teacher training course. The course covers insect concepts, concept map drawing, insect feeding skills, outdoors teaching skills for insect survey, assessment for insect science fairs and designing science lesson plans. Both quantitative data and qualitative data were collected and analyzed to investigate the development of pre-service teachers' pedagogical content knowledge. The results were as follows: 1) ICTS pre- and post-testing t test results show that pre-service teachers gained more insect cognitive concepts from the Entomology course. 2) In the pre-service teachers' drawings of conceptual diagrams, the class framework was partially correct, but the conjunctions were accurately presented. 3) Pre-service teachers demonstrated skills of rearing insects, outdoors teaching skills for insect, assessing insect science fairs, and designing science lesson plans. 4) The transformation of the Entomology course into a teacher training course was feasible; however, entomology experimental activities may be added into the curriculum when pre-service teachers assessed insect science fairs.

Keywords: ***elementary pre-service teachers, Entomology curriculum, pedagogical content knowledge, teacher training course***

* Chow-Chin Lu: Professor, Department of Science Education, National Taipei University of Education.
(corresponding author: luchowch@tea.ntue.edu.tw)

大學「昆蟲學」轉化為國小師資生的師培課程

盧秀琴

壹、前言

一、研究的理念和重要性

吳清山（2010）認為國小師資生未來教學時，必須瞭解其所任教科目的學科教學知識（Pedagogical Content Knowledge, PCK），教學才能得心應手。The National Center for Improving Science Education [NCISE]建議，培育國小師資生在於提升他們的 PCK，包含：學科內容知識（Content Knowledge, CK）、教學法知識（Pedagogical Knowledge, PK），和學科教學知識（PCK），以提升國小師資生的教學專業素養（NCISE, 2009）。

國立臺北教育大學為師資培育大學，其自然科學教育學系為培育國小自然領域師資的師培系所，依據國立臺北教育大學自然科學教育學系〔國北教大自然系〕（2013）規劃整體師培課程架構包含：(1)學科知識課程，有物理、化學、生物、地球科學等學科；(2)教學知識課程，有科學教育導論、科學展覽設計與展示、國小自然科學實驗研究等；(3)教育實習課程，有國小自然領域教材教法、教育實習等。但國小師資生要從大三開始才有教學知識課程和教育實習課程，對於 PCK 養成稍嫌不足，大學二年級的「昆蟲學」課程原本是學科知識課程，將其轉化為國小師資生的師培課程，列為國小師資生的必修課程，目的在培養國小師資生獲得國小自然領域教學的 PCK 之先導課程，將來能勝任國小自然領域的教學（國北教大自然系，2013）。「昆蟲學」做為學科知識課程時，目標比較著重於系統性認知、技能、情意的傳授，使用原文書，例如：昆蟲學的定義、各類目昆蟲介紹、較具深度的昆蟲實驗、昆蟲踏查、昆蟲分類等；本研究將「昆蟲學」轉化為師培課程，內容融入國小自然領域生物科教學的認知、技能、情意之傳授，內容包含：昆蟲知識（認知）、飼養昆蟲（技能）、昆蟲戶外教學（技能），指導國小師資生認識臺灣的昆蟲種類和其生長的棲地環境，轉而能順利飼養各種昆蟲（PCK）；國小自然領域教學也著重於動植物的飼養與觀察，戶外教學觀察自然的動

植物與生活習性，正好和「昆蟲學」師培課程相呼應。

Lu（2013b）針對國小自然領域教師進行自然領域困難單元教學之問卷調查，發現教師教「校園的昆蟲」單元是困難的，向度包含：昆蟲分類、構造與功能、生活史之區分等。此發展昆蟲教學典範示例影片，包含：探究式教學法、觀察昆蟲的構造與功能、飼養昆蟲以觀察昆蟲的生活史。韓群鑫與姚振威（2009）指出學童喜歡多樣化的教學方法，例如：多媒體教學、互動式教學、體驗式教學等，使學童能提高學習興趣而主動學習，親身體驗飼養昆蟲，並能將所學的昆蟲知識實踐於昆蟲的保育；徐榮崇（2005）認為戶外教學能使學生直接與自然環境溝通，進而認識環境、愛護環境，並親自接觸生物而落實生物的保育概念。李亦松、王俊剛與張建華（2011）探討昆蟲學教學以培養學童創新能力的研究，提出「昆蟲學」是一門實踐性的專業課程，教師應採取各種教學法來培養學童，讓學童達到理論與實踐相結合，才能發揮學童的創造力。Lu（2015）的研究發現國小生物科展有 60%是使用昆蟲當作實驗材料，因為臺灣是昆蟲王國，昆蟲材料很容易取得，學童也有興趣去做昆蟲的實驗。

培養國小自然科師資的師培大學，四年級安排有「科學展覽設計與展示」教學知識課程，教導國小師資生要在一學期內，如何指導國小學生完成一件科展作品，包含：如何獲得好題目、如何尋找相關文獻、指導策略與實驗設計、作品書的內容向度、口頭報告與提問對答（Lu, 2013a）。本研究「昆蟲學」師培課程設計「評析國小昆蟲科展的教學」做為先導課程，引導師資生分組討論最近六屆全國中小學科學展覽中有關昆蟲的科學展覽，評析可以使用哪些方法來研究昆蟲，其優缺點各為如何？

二、研究目的

本研究以國小師資生為研究對象，探討大學二年級「昆蟲學」轉化為國小師資生的師培課程之可行性。因此，本研究探討下列三個問題：(1)國小師資生對於昆蟲學課程的 CK 學習為何？(2)國小師資生對於昆蟲學課程的 PCK 產出為何？(3)大學「昆蟲學」課程成為師培課程的可行性與改進之處為何？

貳、文獻探討

一、國小師資生的學科教學知識（PCK）

評估教師的專業知能，國外教育學者 Wilson、Shulman 和 Richert（1987）提出七項教師需具備的知識為理論依據，包含：CK、PK、課程知識（Curriculum Knowledge）、有關學習者的知識（Knowledge of Learner）、教育情境的知識（Knowledge of Educational Context）、PCK、教育目標的知識（Knowledge of Educational Aims）；其中 Shulman 認為 PCK 最為重要，因為它融合了 CK 與 PK，使教師知道如果針對學習者的能力與興趣來將該學科特定主題或問題加以組織、統整，以及讓學生能了解該學科之本質（Shulman, 1986, 1987）。段曉林與林淑楞（2006）認為科學教師應具備的 PCK，包含：CK、學生的學習知識、教學表徵與策略知識、課程知識、評量知識及情境脈絡知識等。因此，國小自然領域師資生在實際教學前，應利用大學的師資培育課程培養其自然科學的 PCK，將來才能順利擔任國小自然領域教師。NCISE（2009）建議良好科學教學能力養成的師資培育，應該包含下列要素：(1)知識的養成：包括科學知識、科學學習知識、科學教學知識；(2)教學策略的養成：協助職前教師發展並應用這些知識到教學上；(3)設立教師中心或實習機構，提供足夠的機會與充足的支援，使得職前教師能有效的進行實習教學。郭重吉（2010）說明師資培育者應該與中小學的教學保持更為緊密的連結，從職前教師學習如何教學的歷程去獲得新的教育知識。根據郭重吉的說法，師資培育機構所使用的教學方法，應該要和職前教師以後在教學上將要使用的相符合，當職前教師處於對自己的完形經驗（gestalt experience）加以檢視和反省時，就是所謂基模化（schematic diagram）的過程。陳均伊（2010）指出「科學教育概論」、「國小自然領域教材教法與臨床實習」等課程，能幫助國小師資生在「CK、PK、PCK」提升其專業知能，奠定教學基礎。陳品榛（2013）使用「國小自然領域教師昆蟲概念認知與教學策略」測驗（Insect Conception and Teaching Strategies of Science Teachers Questionnaire [ICTS]）探討臺灣地區國小自然領域教師之昆蟲概念時，將昆蟲概念分為六個昆蟲主概念，發現國小自然領域教師具備較完整的科學概念是：「昆蟲生活史」、「繁殖行為」、「昆蟲生態環境」；還需要加強的概念有「昆蟲構造與功能」、「昆

蟲分類」、「防衛方式」。本研究採用 Shulman（1987）學科教學知識的理念，以「昆蟲學」師培課程教導 CK 以及 PK 部分，然後進行 ICTS 測驗與評析師資生的 CK 及 PCK 等能力，以了解國小師資生修習「昆蟲學」師培課程後，是否具備國小自然領域教師的教學能力。

二、國小「校園的昆蟲」單元與現有大學「昆蟲學」師培課程的對應研究

根據師資培育法施行細則，國小師資生必須修習將來在國小任教學科、領域專長的專門課程，以及將來在國小任教所需教育知能之教育專業課程（教育部，2009）。所以大學師培課程與國小課程的關係應該有相符合的向度，例如：認知、技能、情意部分，大學師培課程再加深加廣，使得國小師資生學習後能潛移默化，順利在國小任教才符合理想。

本研究根據教育部（2011）自然領域課程綱要分段能力指標，分析國小自然領域南一版「昆蟲世界」、康軒版「昆蟲家族」、翰林版「形形色色的昆蟲」三種版本的主要教材，說明國小學生需要學習的昆蟲認知、技能和情意等向度；大學「昆蟲學」師培課程必須符應國小「校園的昆蟲」單元教學內容，再加深加廣這些向度，使得國小師資生學習後能順利在國小任教。將國小「校園的昆蟲」單元與大學「昆蟲學」師培課程（盧秀琴，2011）的對應說明，整理如表 1 所示。

表 1 國小「校園的昆蟲」單元與大學「昆蟲學」師培課程的對應說明

分段能力指標	國小各版本教科書「昆蟲單元學習重點」	大學「昆蟲學」師培課程的對應說明
1-2-2-4 知道依目的不同，可做不同的分類（技能）。 2-2-2-1 實際飼養一種昆蟲（技能）。	活動二：昆蟲的生活史 3. 經由飼養昆蟲認識不同種類昆蟲的生長過程（技能）。	選擇不同昆蟲來飼養，了解昆蟲的生活史（技能）。 1. 無變態介紹：無翅亞綱的昆蟲，例如：衣魚。 2. 不完全變態：有翅亞綱的外生翅群，例如：蝗蟲。 3. 完全變態：有翅亞綱的內生翅群，例如：蝴蝶。

接下頁

表 1 國小「校園的昆蟲」單元與大學「昆蟲學」師培課程的對應說明（續）

	分段能力指標	國小各版本教科書「昆蟲單元學習重點」	大學「昆蟲學」師培課程的對應說明
2-2-2-2	知道昆蟲的外形特徵、運動方式，注意到昆蟲生活的環境、飲食（認知）。	活動一：認識昆蟲（認知） 1. 學習如何辨識昆蟲。 2. 認識昆蟲的身體構造和外形特徵。 3. 觀察昆蟲的防禦方式。	認識昆蟲，學習各科昆蟲的構造與功能（認知）。 1. 昆蟲定義、演化、分類、構造與功能（昆蟲總論）。 2. 每一目昆蟲的定義、演化、分類、構造與功能、防禦方式、生態角色、昆蟲與食草的關係（昆蟲主要各目的介紹：同翅目、直翅目、蜻蜓目、半翅目、螳螂目、蜚蠊目、鱗翅目、膜翅目、鞘翅目、雙翅目）。
1-2-4-2 2-2-1-1	運用實驗結果去解釋發生的現象或推測可能發生的原因。 對自然現象作有目的的偵測，用適當的語彙來描述所見所聞（情意）。	活動三：昆蟲與環境（情意） 1. 認識昆蟲與環境的關係。 2. 了解昆蟲在環境中所面臨的危機；學習如何保護昆蟲的生存（情意）。	學習昆蟲與環境的關係（情意）。 1. 膜翅目昆蟲蜜蜂數量消失原因的探討，主要是殺蟲劑的影響；並討論目前全世界解決的策略。 2. 說明臺灣紫斑蝶遷徙的季節，近年的「國道讓蝶道」是紫斑蝶生態保育的成功案例。 3. 討論如何進行蝴蝶的標放與調查；學習調查昆蟲的科學過程技能。
6-2-2-2	運用相關的器材、設備來完成自己構想作品或飼養生物的習慣（技能）。	活動二：昆蟲的生活史 1. 了解如何飼養昆蟲（技能）。 2. 觀察、記錄昆蟲成長過程的行為和變化（技能）。	學習飼養昆蟲和照顧昆蟲，培養愛護昆蟲的情操（技能與情意）。 1. 選擇不同昆蟲來飼養，例如：紅娘華、蟋蟀、螽斯（技能）。 2. 學習飼養昆蟲的技能，例如：佈置昆蟲飼養箱、如何餵食、記錄昆蟲生長狀況、撰寫有關於某種昆蟲成長的生活史介紹（技能與情意）。

由表 1 得知：(1)國小昆蟲課程的認知方面主要放在活動一「認識昆蟲」上，大學「昆蟲學」師培課程則有相對應的內容「認識昆蟲，學習各目昆蟲的構造與功能（認知）」；(2)國小昆蟲課程的技能方面主要放在活動二「昆蟲的生活史」上，大學「昆蟲學」師培課程則有相對應的內容「選擇不同昆蟲來飼養和照顧，了解昆蟲的生活史（技能）」，還增加從飼養過程中培養愛護昆蟲的情操（技能與情意）部分；(3)國小昆蟲課程的情意方面主要放在活動三「昆蟲與環境」上，大學「昆蟲學」師培課程則有相對

應的內容「學習昆蟲與環境的關係（情意）」。所以，大學「昆蟲學」師培課程皆有對應國小昆蟲課程的內容與向度，加深加廣的學習，足以培養國小師資生將來教昆蟲單元的相關認知、技能和情意。

三、大學「昆蟲學」師培課程的主要教學策略

（一）概念圖設計

Novak 與 Gowin（1984）基於建構主義（constructivism）的知識觀點提出概念圖，認為人類會從學習中建構知識，概念圖可作為呈現個人的知識架構與其概念轉變的學習成果；Novak（1991）定義概念圖的性質是使用命題的方式來呈現概念之間的關係，也就是將兩個或兩個以上的概念利用連結詞（linking word）來呈現概念的語意關係。Kinchin（2000）指出概念構圖是教學中一項重要的學習工具，能夠提高學生的學習成就；概念圖的繪製是從上層往下構圖做成，最上方的主概念以橢方形表示，利用連接線與連接詞連結橢圓形的次要概念，再以方形表示例子。本研究所繪製的概念圖種類為「階層構圖」，是以主要概念為中心，將相關概念由上而下演繹，將一般性、概括性及抽象性的概念排在上層，較特定、較具體的概念排在下層，而聯結線代表上位概念「包含」（即含攝）下位的概念（陳學志、宋曜廷、譚克平，2010）。McClure、Sonak 與 Suen（1999）認為概念構圖具有下列四種用途：(1)學習策略：學生學習過程中，藉由概念構圖讓學生原有知識結構外顯，以偵測學生錯誤的想法及另有概念；(2)教學策略：概念構圖可協助教師分析教學內容，重新思考教師認知的知識，甚至可進一步幫助教師發現並糾正自己本身的迷思概念；(3)課程規畫策略：課程設計者能建構及修改概念圖來達成重要概念的共識，概念構圖建構過程中，能統整課程的組成，並將課程連結於學習者有意義的個人經驗（Starr & Krajcik, 1990）；(4)評量學生瞭解科學概念的工具：將學生的概念圖分成四個結構做為評量的準則，分別為關係、階層、交叉聯結、舉例等四個部分（Novak & Gowin, 1984）。本研究讓國小師資生學習課程後，繪製概念圖，主要是基於學習策略的考量，藉由概念構圖偵測國小師資生的知識結構，也想觀察國小師資生的另有概念，用來了解學習的歷程，屬於質性研究。

（二）昆蟲戶外教學調查

本研究綜合國內昆蟲學學者徐堉峰（2002）、陳建志（2002）與楊平世（2009）的文獻資料後，介紹如後：(1)網捕法：利用捕蟲網進行 8 字型捕網、掃網，捕捉在空

中飛翔或棲息於草間的昆蟲，或者利用受網、傘網捕捉會假死的昆蟲，例如：鞘翅目昆蟲；(2)陷阱法：在採集地點往下掘一個深坑，置放含有腐敗肉類或動物屍體之廣口瓶，瓶中蓋一薄板只留一小孔；如此昆蟲由小孔進入覓食時，只要拆開薄板就能捕獲腐食性的昆蟲，例如：金龜子；(3)直接觀察法：使用觀察大型昆蟲，例如：蝴蝶、蜻蜓，以肉眼判別種類為原則，藉此法可在穿越線步道中記錄所發現之昆蟲種類和數量；(4)穿越線調查法：調查人員以穩定的步伐，在所定的時間內沿固定路線，記錄所選定範圍內所見到的昆蟲種類、數目與行為，可測量昆蟲種類間的豐量指數（Abundance index）。本研究使用不同的昆蟲調查法進行觀察，對於新北市深坑區土庫岳的步道區、生態池內的大型昆蟲，肉眼即可觀察，使用直接觀察法；對於草叢裡躲藏許多具有保護色的直翅目昆蟲與半翅目昆蟲，使用八字型網捕法；在新北市三峽區滿月圓國家森林遊樂區調查昆蟲相，則事先安排陷阱法，並使用穿越線調查法調查昆蟲資源。

（三）昆蟲飼養教學

開放式的昆蟲飼養教學，可以規劃自然落種區，以提供昆蟲棲息、覓食及躲藏的地點，在校園較高大且易吸引昆蟲吸食汁液的喬木旁，設置觀察平台，方便學生觀察記錄以喬木為棲息覓食的昆蟲，例如：蛾類幼蟲、鞘翅目昆蟲，將觀察的區域向上延伸，能帶給學生在昆蟲觀察時，有不同的視野；並利用校園角落設置腐木堆或枯木、喬木樹幹下緣設置落葉堆，營造幼生期昆蟲的棲息地，以吸引鞘翅目昆蟲的幼蟲棲息繁殖（徐堉峰，2002；陳建志，2010）。讓學生準備昆蟲箱或水族箱自己飼養昆蟲時，教師可以設計昆蟲飼養學習單，觀察記錄事項包含：昆蟲外型特徵、運動方式、覓食方式與食物、生長變化、昆蟲行為等，讓學生一邊飼養，一邊觀察記錄，了解昆蟲的生活史、食性和特殊習性，也可以引發他們對昆蟲的興趣及了解。教師同時指導學生如何在野外捕捉昆蟲回來飼養，包含：(1)找食痕：葉子被昆蟲吃過的痕跡，順便摘昆蟲食草；(2)捲葉：通常裡面都會有昆蟲躲著；(3)樹幹的傷口：有不少昆蟲喜歡吸食樹汁（徐堉峰，2002；陳建志，2002，2010；楊平世，2009）。

參、研究方法與流程

一、研究設計

本研究採用質量並重的混合研究法，首先，根據前面「大學『昆蟲學』課程符應國小昆蟲單元的教學設計」之文獻探討，設計「昆蟲學」18 週師培課程，由研究者親自授課，最清楚師資生的學習狀況和背景知識，可以適時調整教學內容以符應他們的需求；為避免研究偏見，整個課程有 2 名研究生參與課室觀察並錄影錄音。其次，蒐集國小師資生學習「昆蟲學」的所有質性資料，研究者和六位國小輔導老師共同閱讀質性資料，以精釋研究法（Hermenutic method）做評分者信度和質性資料頻率統計，提出國小師資生對於昆蟲學課程的 PCK 產出之主張;「昆蟲學」教學的前後,利用 ICTS 的第二部分，對國小師資生進行昆蟲概念的施測。最後，綜合所有資料，探討國小師資生對「昆蟲學」課程的學習，如何因應將來國小自然領域的教學。

二、昆蟲學課程設計

「昆蟲學」課程每週 3 小時，前 7 週為教授昆蟲學的基本認知，第 8－9 週教授如何飼養昆蟲，第 10－12 週教授昆蟲戶外資源調查，第 13－15 週教授如何評析國小昆蟲科展，第 16－18 週教授國小昆蟲單元教案設計；使用 ICTS 檢核國小師資生的學科內容知識（CK），相對應關係整理如表 2 所示。

表 2 使用 ICTS 檢核國小師資生的學科內容知識（CK），對應於昆蟲學課程學科知識

昆蟲學課程學科知識（CK）	教學內容分析	ICTS 之概念	ICTS 題號
昆蟲總論（認知）	昆蟲定義、演化、分類、構造與功能（認知）	昆蟲分類（認知）	4、10、16、21
昆蟲各目的介紹（同翅目、直翅目、蜻蜓目、半翅目、螳螂目、蜚蠊目、鱗翅目、膜翅目、鞘翅目、雙翅目）（認知與技能）	每一目昆蟲的昆蟲分類特徵、演化、構造與功能、生活史、繁殖行為、防衛方式、昆蟲與食草（認知與技能）	構造與功能（認知）、養殖、生活史（技能）、繁殖行為（認知）、防衛方式（技能）	1、7、13、23 6、12、18、22 3、9、15、19 5、11、17、20
認識臺灣的昆蟲棲地和生長環境（情意）	昆蟲棲地和生長環境、昆蟲保育觀念（情意）	昆蟲生態環境（情意）	2、8、14、24

「昆蟲學」課程內容對應於國小師資生的 PCK，包含：繪製概念圖、飼養昆蟲的技能、戶外調查昆蟲、評析國小昆蟲科展、設計國小自然教案等，將其整理如表 3 所示。

表 3 「昆蟲學」課程內容對應於國小師資生的 PCK

「昆蟲學」課程內容	學科教學知識（PCK）	檢核方式
學習概念圖設計(認知)(第 2－7 週)	繪製概念圖（認知）	昆蟲概念圖（認知）
學習飼養昆蟲的技能（技能)(第 8－9 週)	如何佈置昆蟲飼養箱、如何餵食、如何記錄生長狀況（技能）	昆蟲飼養學習單（技能）
學習戶外調查昆蟲(技能與情意)(第 10－12 週)	調查昆蟲的方法（穿越線調查法、直接觀察法、八字型掃網法)、觀察昆蟲的外形、記錄昆蟲的棲息環境（技能與情意）	戶外調查昆蟲學習單(技能與情意）
評析國小昆蟲科展(技能與情意)(第 13－15 週)	可以使用哪些方法來研究昆蟲，欣賞臺灣昆蟲生態之美(技能與情意）	評析昆蟲科學展覽紀錄（技能與情意）
設計國小自然教案(昆蟲教學)(認知、技能、情意）（第 16－18 週)	設計融入昆蟲單元的創意教案並發表（認知、技能、情意）	國小自然教案設計（認知、技能、情意）

三、研究對象

本研究採立意取樣，以 43 位就讀於某國立教育大學自然科學教育學系大學部二年級，且獲准修讀國民小學教師教育學程之師資生為研究對象。他們已經修完普通生物學、普通化學、普通物理和基礎地球科學等學科知識。43 位師資生在大二必選「昆蟲學」師培課程外，大三必修國小自然領域教材教法、科學教育導論，大四必修教育實習和科學展覽的理論與實務。

四、研究工具

（一）「國小自然領域教師昆蟲概念認知與教學策略」測驗〔ICTS〕（代碼 TP 編號）

本研究使用盧秀琴（2013）設計之 ICTS，目的在評估國小師資生學習昆蟲概念認知的情形。ICTS 分為三部分，第一部分為教師基本資料，第二部分為昆蟲概念認知，第三部分為昆蟲教學策略，本研究使用 ICTS 第二部分的前 24 題為單選題；聘請一位專長於昆蟲學的國立臺大教授，一位專長於科學教育的師培大學教授與兩位國小資深自然教師進行審查，持續修正以建立專家效度。昆蟲概念認知有 6 個主概念：構造與功能（4 題）、養殖與生活史（4 題）、分類（4 題）、繁殖行為（4 題）、防衛方式（4 題）、昆蟲生態環境（4 題），共有 24 題單選題，答對 1 題得 1 分，答錯或未做答得 0 分。ICTS「昆蟲概念認知」的 24 題單選題內部一致性信度 *KR*20=.743，平均難度為.61（由.37 至.87），平均鑑別度為.46（由.27 至.74）。

（二）個別訪談大綱（outline of individual interviews）

本研究根據「昆蟲學」設計個別訪談大綱，旨在了解國小師資生學習「昆蟲學」後，對於 PCK 和國小自然領域教學的一些看法；聘請一位專長於昆蟲學的國立臺大教授，一位專長於科學教育的師培大學教授與兩位國小資深自然教師，對於訪談大綱內容的適切性做檢核並修正訪談題目內容，建立內容效度。訪談大綱題目：(1)學習完「昆蟲學」後，您認為獲得那些 PCK？(2)學習完「昆蟲學」後，你覺得能勝任國小的昆蟲單元教學嗎？(3)學習完「昆蟲學」後，你覺得對國小自然領域的教學有什麼幫助？

（三）概念圖（concept map, CM）

國小師資生在 2－7 週學習昆蟲概念認知，每週都針對該主題的學習畫一個概念圖，旨在了解國小師資生對於昆蟲概念學習的後設認知。使用 Novak 與 Gowin（1984）的計分方式，分為 4 個結構：關係、階層、交叉－聯結、舉例等，對師資生所繪製的概念圖各項進行評分，採 4 等第評分，評分規準請見研究結果與討論的說明。評分教師由授課教授、研究者與國小輔導老師共 8 位擔任，平分成兩組，採用精釋法及 Kappa 分析（洪榮昭，1997），以建立評分者信度。進行步驟如下：(1)首先研究群根據需求

發展檢核表；(2)評審者分為兩群，每群最少各四位評審者，兩群各自評分，但同群的評審者要一起評分，互相討論以達成共識再評分；(3)將兩組的評審分數，進行 Kappa 分析，*k* 值=（P 觀測值－P 期望值）/（1－P 期望值），然後求一致性；(4)*k* 值=.61~.80 表示高度的吻合度，K 值=.81~1.00 則幾乎完全吻合。

（四）昆蟲飼養學習單（learning sheet of insect feeding, LF）

本研究使用盧秀琴與陳靜賢（2009）設計之昆蟲飼養學習單，旨在了解國小師資生是否能成功飼養昆蟲，內容包含：描述昆蟲外形、飼養紀錄（體長變化、蛻皮、吃食）、防禦行為等 3 項。針對國小師資生記錄昆蟲飼養的正確性與詳細情形，各項進行 4 等第評分，評分規準請見研究結果與討論的說明。評審教師由授課教授、研究者與國小輔導老師共 8 位擔任，平分成兩組，採用精釋法及 Kappa 分析，以建立評分者信度。

（五）戶外調查昆蟲學習單（learning sheet of insect survey, LS）

本研究使用盧秀琴與陳靜賢（2009）設計之昆蟲生態調查學習單，旨在了解國小師資生調查昆蟲生態所學習的科學過程技能，內容包含：如何尋找昆蟲棲地、如何採集昆蟲、如何觀察昆蟲、如何記錄昆蟲的生態環境等 4 項；聘請一位專長於昆蟲學的國立臺大教授，一位專長於科學教育的師培大學教授與兩位國小資深自然教師進行審查，持續修正以建立專家效度。根據師資生記錄學習單內容的正確性與詳細情形，各項進行 4 等第評分，評分規準請見研究結果與討論的說明。評審教師由授課教授、研究者與國小輔導老師共 8 位擔任，平分成兩組，採用精釋法及 Kappa 分析，以建立評分者信度。

（六）評析昆蟲科學展覽紀錄（analysis insect science fair record）

本研究使用最近五屆國小生物科昆蟲全國科展資料給各組國小師資生評析，旨在了解國小師資生如何詮釋科展內容的創意性與待改進地方，內容包含 3 個向度：生活習性、棲地調查、生理實驗等。根據師資生評析昆蟲科學展覽內容的正確性與詳細情形，各項進行 4 等第評分，評分規準請見研究結果與討論的說明。評審教師由授課教授、研究者與國小輔導老師共 8 位擔任，平分成兩組，採用精釋法及 Kappa 分析，以建立評分者信度。

（七）國小自然教案設計（design lesson plans）

最後，國小師資生設計國小昆蟲單元的 2 節教案、學習單，旨在了解國小師資生的教案設計能力。根據師資生設計教案的完整性、評量的可行性，進行 4 等第評分，評分規準請見研究結果與討論的說明。評審教師由授課教授、研究者與國小輔導老師共 8 位擔任，平分成兩組，採用精釋法及 Kappa 分析，以建立評分者信度。

五、資料的蒐集與分析

本研究將所有質性資料進行編碼：個別訪談大綱（代碼 II 編號），概念圖（代碼 CM 編號），昆蟲飼養學習單（代碼 LF 編號），戶外調查昆蟲學習單（代碼 LS 編號），評析昆蟲科學展覽紀錄（代碼 SF 編號），國小自然教案設計（代碼 LP 編號）。本研究蒐集國小師資生的 CK 資料（ICTS，CM 編號）和 PCK 資料（LF 編號，LS 編號，SF 編號，LP 編號）進行分析。質性資料內在效度的建立為授課教授、研究者和六位國小輔導老師，共同閱讀所有質性資料，給予等級評分，達到一致性的共識為止。其外在效度的建立為授課教授、研究者和六位國小輔導老師將各種質性資料加以整理、分析歸納、解釋描述，透過三角校正持續比對，最後形成主張，說明大學「昆蟲學」轉化為國小師資生師培課程的適切性。量化資料有 ICTS。茲將本研究的研究目的、資料蒐集與資料分析方式之對應說明，整理如表 4 所示。

表 4 研究目的與資料蒐集及分析方式之對應

研究目的	集蒐料資	料資分析
1. 國小師資生對於昆蟲學課程的 CK 學習為何？	ICTS 測驗卷、CM 編號。	前後測 *t* 檢定，描述性統計分析。
2. 國小師資生對於昆蟲學課程的 PCK 產出為何？	LF 編號，LS 編號，SF 編號，LP 編號。	以精釋研究法訂出規準後，再以質性頻率統計說明。
3. 大學「昆蟲學」課程成為師培課程的可行性與改進之處為何？	ICTS、CM 編號、II 編號、LF 編號，LS 編號，SF 編號，LP 編號。	描述性統計分析、引述質性資料提出主張。

肆、研究結果與討論

一、國小師資生對於昆蟲學課程的 CK 學習

針對國小師資生對於昆蟲學課程的 CK 學習，分為 ICTS 前、後測和繪製 CM 的分析；本研究訂定達成本課程目標的 CK 學習標準為：師資生的 ICTS 前、後測平均的實驗效果量（ES）能達到 d>.5 以上，CM 的平均能達到 1.8 等級以上（滿分 3 等級）。

（一）ICTS 測驗卷的分析

根據 ICTS 的 24 題選擇題進行前、後測的 t 檢定，以了解國小師資生學習「昆蟲學」課程前後對於昆蟲概念認知的表現，分析整理如表 5 所示。

表 5 國小師資生學習「昆蟲學」課程前後，對於昆蟲概念認知的表現分析

	向度	前測（N=43）		後測（N=43）		d	t	p	ES（d）
		M	SD	M	SD				
	ICTS 測驗	16.86	2.98	19.25	2.53	2.39	5.800	<.001	.864
分項量	1.構造與功能	2.32	.98	2.75	.70	.43	2.714	<.05	.505
	2.養殖、生活史	2.93	.90	3.54	.69	.61	3.863	.001	.761
	3.昆蟲分類	2.18	.77	2.71	1.05	.54	3.074	<.01	.576
	4.繁殖行為	2.96	1.10	3.43	.74	.46	3.099	<.01	.501
	5.防衛方式	2.86	.85	3.07	.86	.21	1.996	.056	.245
	6.昆蟲生態環境	3.61	.53	3.75	.26	.14	1.696	.065	.335

d：前、後測平均數之差異，ES：實驗效果量（d≤.2，小；.2<d<.8，中等；d≥.8，大）

由表 5 發現，國小師資生在 ICTS 前、後測 t 檢定的結果 （t=5.800，p<.001）達到顯著差異，滿分為 24 分，國小師資生的前測平均得 16.86 分，後測平均得 19.25 分，實驗效果量（ES）為 0.864，表示國小師資生學習「昆蟲學」後能獲得較多的昆蟲認知概念。ICTS 包含幾個分量：構造與功能（t=2.714，p<.05，ES=.505）、養殖、生活史（t=3.863，p=.001，ES=.761）、昆蟲分類（t=3.074，p<.01，ES=.576）、繁殖行為（t=3.099，p<.01，ES=.761）等認知概念，ES 都大於 0.5，表示都獲得學習。但對於防衛方式（t=1.996，p>.05，ES=.245）、昆蟲生態環境（t=1.696，p>.05，ES=.335）等分量則無顯著差異。分析「防衛方式」的第 5、11、17 題的前、後測答對率均達 75%

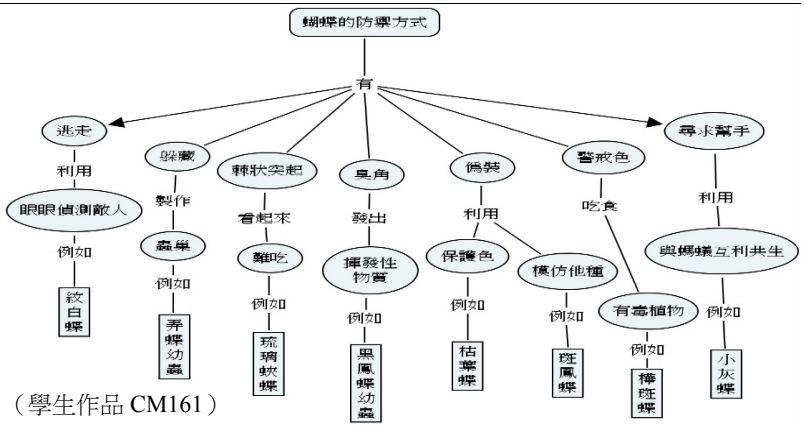
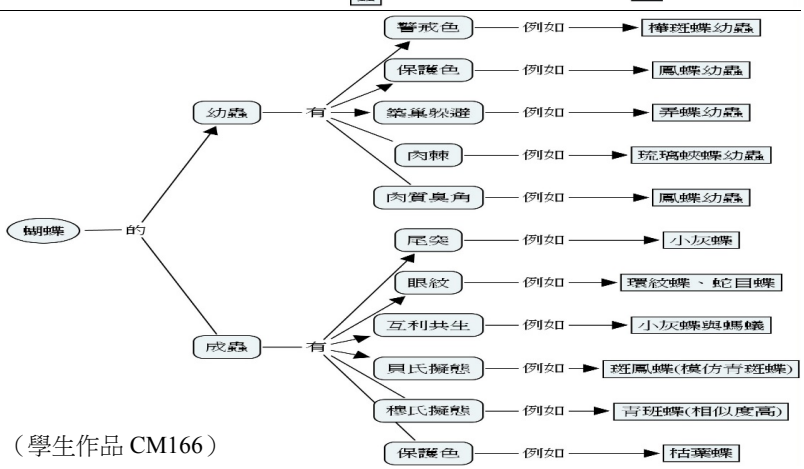
以上，答對率偏高，顯示國小師資生在修課前已具備此完整的防衛方式概念；但第 20 題前測得分率 60.71%，後測得分率 67.86%，視為待加強的防衛方式概念，即國小師資生無法清楚的分辨昆蟲的防禦方式是貝氏擬態（Bayesian mimicry）還是穆氏擬態（Mushi mimicry）？針對「昆蟲生態環境」的第 2、8、14、24 題的前、後測答對率均達 85%以上，答對率偏高，顯示國小師資生在修課前已具備此完整的昆蟲生態環境之概念。本研究結果與陳品臻（2013）、張純禎（2010）、Lu 與 Chen（2013）的研究結果相似，無論是國小自然領域教師或國小師資生，學習後具備較完整的概念有「昆蟲生活史」、「繁殖行為」、「昆蟲生態環境」，還需要加強的概念有「昆蟲構造與功能」、「昆蟲分類」。

（二）繪製概念圖的分析

每位國小師資生在 2－7 週昆蟲學科知識的學習都要繪製 CM，共有 6 個作業，全部有 258 份 CM，收回 245 份，回收率 94.96%。依據 CM 的正確性採 4 等第評分，CM 階層框架正確無誤，連接詞完整呈現，得 3 分；CM 階層框架不夠正確，但連接詞完整呈現，得 2 分；CM 階層框架不夠正確，連接詞模糊不清，得 1 分；未作答得 0 分。舉一例「昆蟲的防禦方式」，國小師資生的作答說明如表 6 所示。統計 245 份 CM 中，得 3 分的有 63 份（25.71%），得 2 分的有 111 份（45.31%），得 1 分的有 69 份（28.16%），得 0 分的有 2 份（0.01%）；全體平均得分為 1.96 等級，滿分 3 等級。多數國小師資生（45.31%）所繪製的 CM 其階層框架不夠正確，但連接詞能完整呈現（45.31%），探討原因發現，師資生學習「昆蟲學」知識後仍存有一些另有概念，以「昆蟲的防禦方式」為例，發現師資生對於昆蟲的貝氏擬態、穆氏擬態和保護色仍是混淆的，繪製 CM 也出現概念詞彙混淆，有些階層框架不夠正確；後來經過教授的重新教學、舉例和看影片後，才真正理解昆蟲貝氏擬態、穆氏擬態和保護色的差異。Novak 與 Gowin（1984）認為概念圖可作為呈現個人的知識架構與其概念轉變的學習成果，本研究發現師資生所繪製的 CM 都是自己獲得知識的整理，由於 CM 作業呈現在國北教大自然系 Ican 網站（盧秀琴，2011）可互相觀摩，所以有一些師資生會自動修正自己的 CM，再寄給教授批改，這是概念轉變的一種表徵。Kinchin（2000）指出概念構圖是生物領域教學中一項重要的學習工具，能夠提高學生的學習成就；本研究從師資生所繪製的 CM 發現，原先的 CM 比較簡略，為單線連結的階層概念；但後面的 CM 作業已經出現不同概念群組的交互運用，也繪製得越來越完整，表示師資生逐漸能建

構及修改 CM 來達成重要概念的共識，也較能整理「昆蟲學」課程的內容架構，符合 CM 的學習（Starr & Krajcik, 1990）。

表 6 國小師資生繪製的 CM 等第分數和示例說明－以「蝴蝶的防禦方式」為例

等第	評分說明	CM示例
3	CM 階層框架正確無誤，連接詞完整呈現。	 （學生作品 CM161）
2	CM 階層框架不夠正確，連接詞完整呈現。	 （學生作品 CM166）
1	CM 階層框架不夠正確，連接詞模糊不清楚。	（學生作品CM164）

二、國小師資生對於昆蟲學課程的 PCK 產出

針對國小師資生對於昆蟲學課程的 PCK 產出，分為飼養昆蟲的技能（LF）、戶外調查昆蟲教學獲得的科學過程技能（LS）、評析昆蟲科學展覽的能力（SF）、國小自然教案設計（LP）；本研究訂定達成本課程目標的 PCK 產出標準為：LF 的平均能達到 5.4 等級以上（滿分 9 等級），LS 的平均能達到 7.2 等級以上（滿分 12 等級），SF 的平均能達到 1.8 等級以上（滿分 3 等級），LP 的平均能達到 1.8 等級以上（滿分 3 等級）。

（一）飼養昆蟲的技能

國小師資生飼養烏鴉鳳蝶幼蟲、無尾鳳蝶幼蟲、掌夜蛾幼蟲、小白紋毒蛾幼蟲、青黃枯葉蛾幼蟲、竹節蟲、紅娘華、蠡斯等 8 種昆蟲，本研究發現有獨自飼養，有 2 人共同飼養，LF 學習單全部為 29 份，回收率 100%。LF 學習單分 3 個向度（昆蟲飼養情形、觀察昆蟲的成長、觀察昆蟲的行為），每個向度各為 4 等第，滿分等級為 3 分，未作答為 0 分，因此，該學習單滿分等級為 9 分，將 LF 學習單得分比例整理如圖 1 所示。顯示師資生的平均等級為 6.48 分，標準差為 1.40，總得分呈正偏態（.70）。將師資生 LF 學習單之相關等第、份數／百分比與示例說明，整理如表 7 所示。

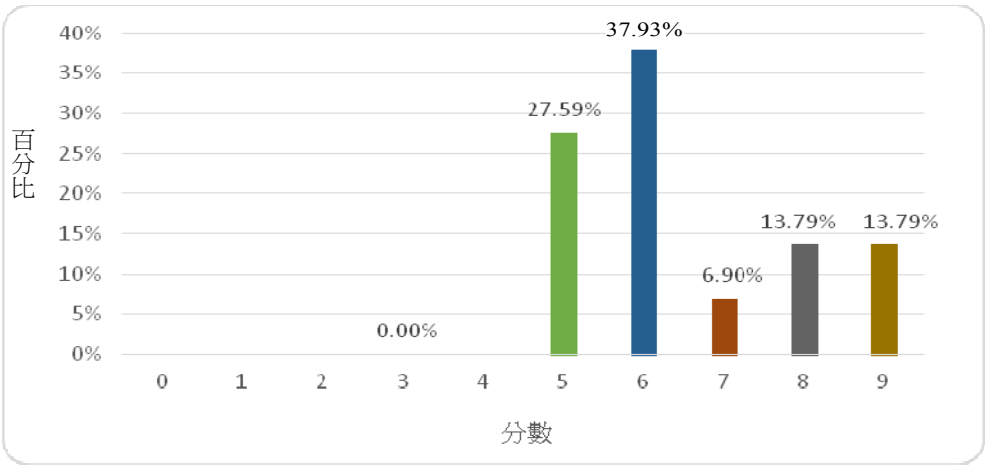
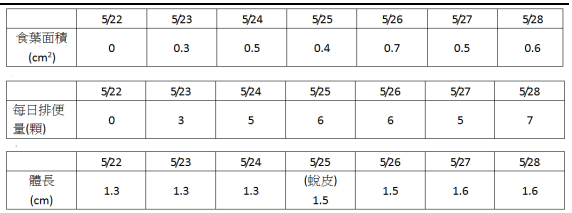
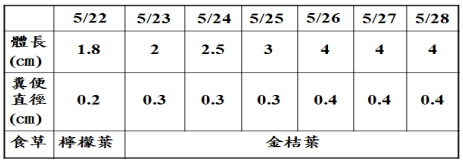
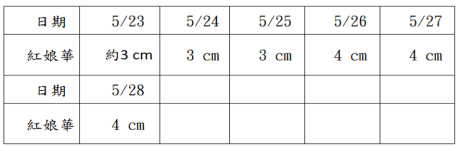


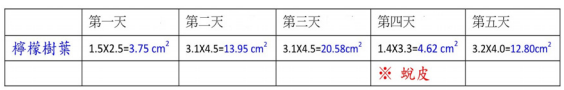
圖 1 國小師資生之 LF 學習單得分比例統計圖

N＝29(份)，*M*＝6.48，*SD*＝1.40

表 7 國小師資生的 LF 學習單，各項度相關等第、份數 / 百分比與示例的說明

等第	1.昆蟲飼養情形	份數 / 百分比	示例說明
3	昆蟲順利成長，也進行飼養環境佈置。	21 / 72.42%	布置烏鴉鳳蝶幼蟲的食草（柑橘葉），插在水盆中，維持柑橘葉的新鮮度，讓幼蟲吃食。（LF13）
2	昆蟲順利成長，但無進行飼養環境佈置。	4 / 13.79%	摘取柑橘葉給無尾鳳蝶幼蟲吃，沒有插在水盆中，幾天換一次葉子。（LF5）
1	昆蟲死亡，無進行飼養環境佈置。	4 / 13.79%	摘取苧麻葉給小白紋毒蛾幼蟲吃，沒有插在水盆中，幾天換一次葉子。（LF3）

等第	2.觀察昆蟲的成長	份數/百分比	示例說明
3	記錄昆蟲食用面積、每日排便量、每日體長變化。	6 / 20.69%	 （LF13）
2	記錄昆蟲每日排便直徑、每日體長變化。	12 / 41.38%	 （LF2）
1	僅記錄昆蟲每日體長變化。	11 / 37.93%	 （LF12）

等第	3.觀察昆蟲的行為	份數 / 百分比	示例說明
3	記錄昆蟲的捕食過程、受驚嚇的反應、平時休息的行為。	10 / 34.48%	1.紅娘華捕食會用似鐮刀的捕捉足（第一對足）夾住在水面上掙扎的麵包蟲，然後紅娘華伸出刺吸式口器，刺入麵包蟲體內以吸汁液。 2.換水時，紅娘華受到驚嚇，會繞著飼養盒周圍環繞。 3.平時紅娘華喜歡將呼吸管靠著水面上的水生植物。 4.除了第一天、第二天拿麵包蟲誘引紅娘華捕食成功，其餘天數都是紅娘華趁我不注意時進行捕食。 （LF7）
2	記錄昆蟲休息的狀態、受驚嚇的反應。	11 / 37.93%	• 平時停歇在水草上 • 性格害羞，受到驚嚇鐮狀前足會收起。（LF11）
1	記錄昆蟲蛻皮行為。	8 / 27.59%	 （LF4）

由表 7LF 學習單發現：(1)有 86.21%的師資生能飼養昆蟲，讓昆蟲或昆蟲幼蟲順利成長；(2)有 62.07%的師資生能觀察昆蟲的成長，例如：記錄每日排便量、每日體長變化等；(3)有 72.41%的師資生能觀察昆蟲的行為，例如：記錄昆蟲休息的狀態、受驚嚇的反應等。

（二）戶外調查昆蟲教學獲得的科學過程技能

本研究收回師資生的 LS 學習單，全部人數 43 份，回收率 100%。LS 學習單分為「如何尋找昆蟲的棲地」,「如何採集昆蟲」、「發現昆蟲時如何進行觀察」、「如何記錄昆蟲的生態環境」4 個向度，每個向度各為 4 等第評分，滿分等級為 3 分，未作答為 0 分；因此，該學習單滿分等級為 12 分，將 LS 學習單得分比例整理如圖 2 所示。顯示師資生的平均等級為 8.98 分，標準差為 1.97，總得分呈現負偏態（-.83）。將師資生的戶外調查昆蟲學習單之相關等第、人數／百分比與示例說明，整理如表 8 所示。

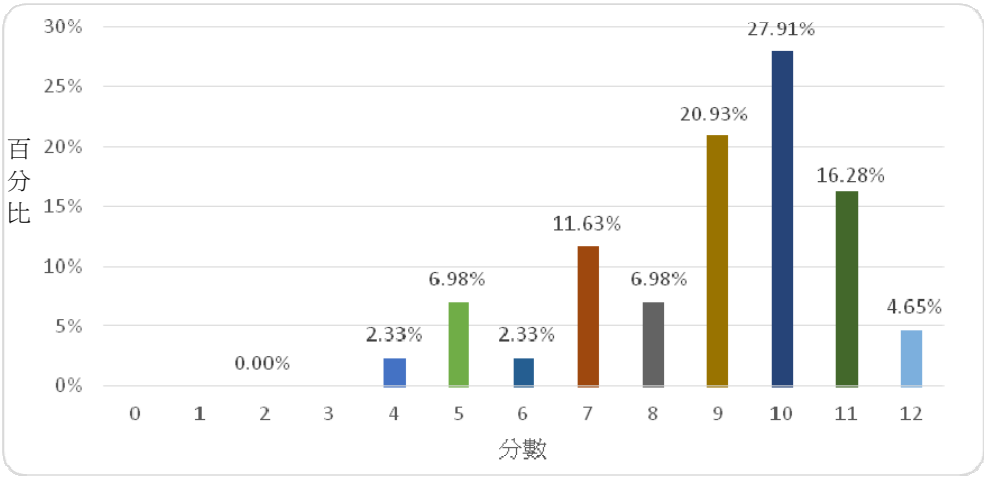
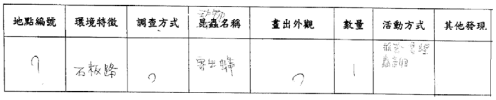


圖 2 國小師資生之 LS 學習單得分比例統計圖

N＝43， M＝8.98，SD＝1.97

表 8 師資生的 LS 學習單，各項度相關等第、人數 / 百分比與示例的說明

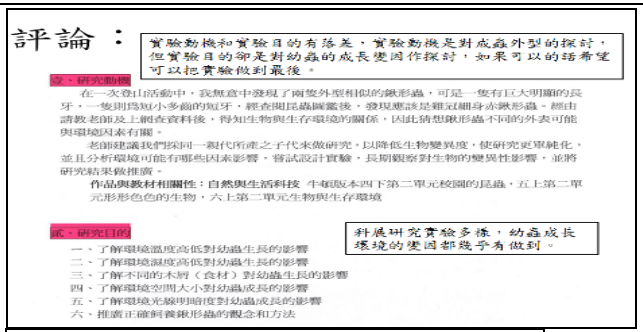
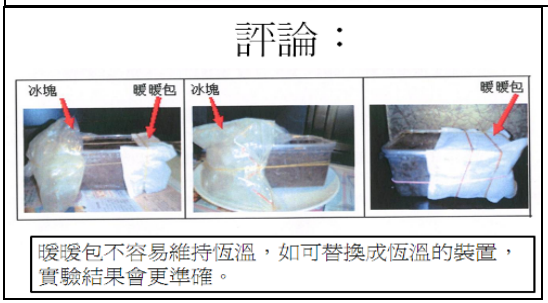
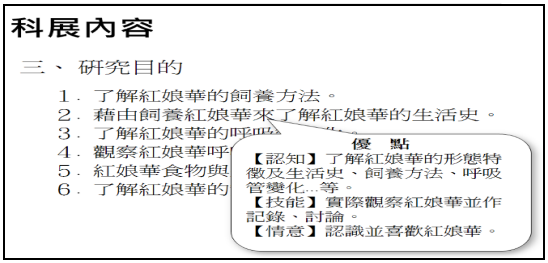
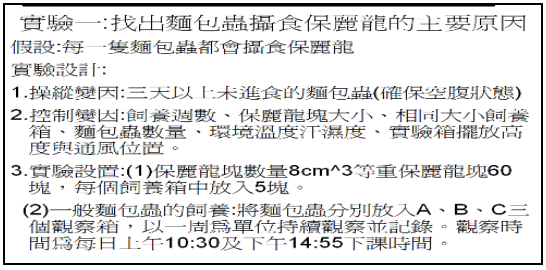
等第	1.找尋昆蟲的棲地說明	人數 / 百分比	示例說明
3	說明能發現昆蟲的原因並舉例。	21 / 48.84%	以花蜜為食的昆蟲多聚集此處，相對也吸引交配為目的的同類或捕食者聚集，例如：蝶類、蜂類。（LS41）
2	說明能發現昆蟲的原因，但無舉例。	18 / 41.86%	花蜜、葉的汁液，葉和果實，都提供了充足的養分。（LS29）
1	說明不詳細，只說明一種原因。	4 / 9.30%	會吸引吸花蜜的昆蟲。（LS32）
等第	2.如何採集昆蟲的說明	人數/百分比	示例說明
3	提出三種以上採集昆蟲的方法。	9 / 20.93%	捕捉昆蟲方式：水網法、罩網法、掃網法、直接捕捉法，無論使用何種方式，都要將網子轉方向，以防昆蟲跑掉。（LS38）
2	提出二種採集昆蟲的方法。	15 / 34.88%	空中橫掃捕捉飛行的昆蟲，草間八字掃網捕捉步行或跳躍的昆蟲。（LS37）
1	提出一種採集昆蟲的方法。	14 / 32.56%	8 字掃網法，藉著畫 8 字，就可以採集我所看到的昆蟲。（LS33）
0	未作答。	5 / 11.63%	
等第	3.發現昆蟲如何進行觀察	人數/百分比	示例說明
3	能夠使用照相機觀察與記錄。	17 / 39.53%	先別急著碰觸牠、也不要驚動牠，若不確定是何種生物，先用照相機（關閉閃光燈）拍下，再找圖鑑。（LS2）
2	使用昆蟲觀察箱觀察，但無紀錄。	17 / 39.53%	用網子或連同依附的葉子拔下，裝進昆蟲觀察箱內觀察。（LS23）
1	使用肉眼觀察，但無紀錄。	9 / 21.43%	肉眼觀察。（LS01）
等第	4.紀錄昆蟲外形與生態	人數/百分比	示例說明
3	記錄 7 個觀察重點。	32 / 74.42%	（LS05）
2	記錄 6 個觀察重點。	10 / 23.26%	（LS15）
1	記錄 4 個觀察重點。	1 / 2.32%	 （LS02）

由表 8 的 LS 學習單發現：(1)有 90.70%的師資生能根據昆蟲的食草、蜜源去尋找昆蟲的棲地；(2)有 55.81%的師資生能提出 2 種或以上採集昆蟲的方法，例如：8 字型掃網法、陷阱法等；(3)有 79.06%的師資生發現昆蟲時，能使用工具觀察，例如：觀察盒、放大鏡等；(4)有 97.68%的師資生能夠記錄 6 個或以上的觀察重點，包含：發現地點、環境特徵、昆蟲名稱、畫出外觀、數量、活動方式等。

（三）評析昆蟲科學展覽的能力

本研究分析國小師資生如何評析昆蟲科學展覽，發現有獨自評析，有 2 人共同評析，評析的 SF 共有 27 份，分為 4 等第評分，滿分等級為 3 分，未作答為 0 分，師資生 SF 的平均等級為 1.85 分，標準差為 0.72，總得分呈正偏態（.23），將 SF 的等第和示例說明，整理如表 9 所示：(1)得 3 分有 5 份評析資料（18.52%），能充分評析昆蟲科展作品，並提出科展實驗改進的方式，例如：提出科展作品前後矛盾的地方，改進實驗方法使得控制變因更佳；(2)得 2 分有 13 份評析資料（48.15%），能評析 SF 的優缺點，但沒有提出科展實驗改進的方式；(3)得 1 分有 9 份評析資料（33.33%），只能說明昆蟲科展的實驗方式。

表 9 國小師資生評析 SF 的等第與示例說明

等第	說明	示例說明
3	能充分評析昆蟲科展作品，並提出科展實驗改進的方式。	  （SF12）
2	能評析昆蟲科展作品，但沒有提出科展實驗改進的方式。	 （SF2）
1	只能說明昆蟲科展的實驗方式。	 （SF23）

（四）國小自然教案設計

本研究將國小師資生設計 43 人份 LP，分為 4 等第評分，滿分等級為 3 分，得 3 分有 10 份 LP（23.26%），能完整寫完 2 節教案，評量方式利用學習單與紙卡，讓學生實際操作配對，屬於高層次的思考方式；得 2 分有 19 份 LP（44.19%），能完整寫完 2 節教案，評量方式利用昆蟲圖卡讓學生說明昆蟲名稱與位置，屬於記憶性的概念，得 1 分有 14 份 LP（32.55%），2 節教案寫得不夠完整，評量方式由教師統整課程概念，得 0 分表示沒有繳交教案。師資生對於 LP 之平均等級為 1.92 分，標準差為 0.76，總得分呈正偏態（.13）。將 LP 設計的等第和示例說明，整理如表 10 所示。

表 10 國小師資生設計的 LP 之等第和示例說明

等第	說明	示例說明
3	完整寫完 2 節教案，評量方式利用學習單與紙卡，讓學生實際操作配對，屬於高層次的思考方式。	課程名稱：認識昆蟲的翅膀 評量方式：老師先發學習單，學習單內有一個小故事，每組都會有各式昆蟲翅膀紙卡，小組間互相合作將鞘翅目、鱗翅目、膜翅目的昆蟲和翅膀一一配對出來。（LP38）
2	能完整寫完 2 節教案，評量方式利用昆蟲卡讓學生說明昆蟲名稱與位置，屬於記憶性的概念。	課程名稱：認識昆蟲 評量方式：1.拿昆蟲卡詢問學生這是什麼昆蟲？2.詢問學生，這隻昆蟲的觸角、翅膀、足位於昆蟲的哪裡？其功能為何？（LP20）
1	2 節教案寫得不夠完整，評量方式由教師統整課程概念。	課程名稱：認識獨角仙 評量方式：教師統整獨角仙的的長相，如何分辨雌雄獨角仙，以及生活史。（LP18）

三、大學「昆蟲學」課程成為師培課程的可行性與改進之處

根據國小師資生對於昆蟲學課程的CK學習資料和PCK產出資料，去分析大學「昆蟲學」課程成為師培課程的可行性與改進之處，說明如下：

（一）大學「昆蟲學」師培課程能培養國小師資生的昆蟲認知概念

「昆蟲學」有 6 週進行昆蟲基本認知的教學，並讓師資生學習繪製概念圖，師資生在 ICTS 前、後測 *t* 檢定的結果達到顯著差異，表示師資生學習「昆蟲學」後能獲得較多的昆蟲認知概念，包含：昆蟲定義、每一目昆蟲的分類特徵、演化、構造與功

能、生活史、繁殖行為、防衛方式、昆蟲與食草、昆蟲棲地和生長環境、昆蟲保育觀念等。師資生也認為「昆蟲學」的教學，能學習許多昆蟲概念，如訪談師資生提到「學習很多昆蟲的概念認知，認識不同的昆蟲習性、棲地、口器等特徵。」(II3，1031127；II9，1031123)。有 1／4 的師資生能正確繪製概念圖的階層框架，完整呈現連接詞；有 45.31%的師資生繪製的概念圖完整呈現連接詞，但概念圖階層框架不夠正確，也呼應「昆蟲學」能培養國小師資生的昆蟲認知概念。但仍有 1／4 的師資生對繪製昆蟲的概念圖感到困難，原因是昆蟲的種類眾多，不容易辨識與分類，如訪談師資生提到「昆蟲有六隻腳、頭、胸、腹部，構造差不多，分辨不出來長得太類似的昆蟲。」(II5，1031117)；「昆蟲分類很難，要背很多的目、綱，然後還要看到昆蟲辨識出他所屬的分類。」(II10，1031117)；「昆蟲學博大精深，內容分類太多，記憶上有難度。」(II12，1031124)。

（二）大學「昆蟲學」師培課程是一種多元的學習方式，能培養國小師資生如何飼養生物、如何戶外調查昆蟲、如何評析生物科學展覽、如何設計國小自然教案

「昆蟲學」有 2 週培養飼養昆蟲的技能，發現約有 72%的師資生能布置飼養環境而讓昆蟲或昆蟲幼蟲順利成長，獲得飼養和觀察的技能；「昆蟲學」有 3 週培養戶外調查昆蟲的科學過程技能，發現有一半以上的師資生能根據昆蟲棲地去尋找昆蟲，並培養 2 種以上調查法以及觀察、測量的技能；如訪談師資生提到「認識昆蟲棲地，進行昆蟲觀察與生態的紀錄，使用概念圖幫助小學生建構完整的知識架構。」(II4，1031127)；「先在課堂上課，再帶到戶外進行教學，能夠完整的觀察昆蟲特徵，先將昆蟲特徵記下來，之後回到教室再查圖鑑看是什麼昆蟲。」(II11，1031117)「昆蟲學」有 3 週培養評析國小昆蟲科展，約 67%的師資生能評析國小昆蟲科展，提出優點，約有 19%的師資生能提出科展改進方式。師資生也認同大學「昆蟲學」是一種多元的學習方式，如訪談師資生提到「昆蟲學是一邊學習知識、一邊融入教學方式的課程，是知識、應用、實作都有的學習課程。」(II2，1031203)；「昆蟲學是一種多元學習方式，例如：如何飼養昆蟲，如何製作科展，如何調查昆蟲，讓我以後較能帶自然科教學。」(II10，1031217)；「評析昆蟲科展，以後有機會帶生物科展會比較上手、沒有問題。」(II16，1031216)「昆蟲學」有 3 週培養設計國小自然教案（昆蟲教學），約有 67%的師資生能完整寫完 2 節教案和評量方式，能幫助師資生了解自然科教學的準備，如訪

談師資生提到「寫教案幫助我了解自然科教學的教案格式，教學準備比較充裕。」（II3，1031217）；「寫教案比較能熟悉自然科課程，知道要教什麼，評量什麼。」（II15，1031216）。」陳均伊（2010）認為「國小自然領域教材教法與臨床實習」課程能幫助國小師資生提升「CK、PK、PCK」，奠定教學基礎。但這個課程開在大學三年級，對於國小師資生的培育可能太晚，在大學二年級增加「昆蟲學」，能提早培育師資生如何飼養生物、戶外調查、評析生物科學展覽、設計國小自然科教案，並能加強「國小自然領域教材教法」課程的效能。

（三）大學「昆蟲學」師培課程設計自然領域實驗仍待加強

原本的「昆蟲學」比較著重於系統性知識的傳授和驗證知識的昆蟲實驗，本研究為呼應國小自然領域的師資培育，將「昆蟲學」轉化為師培課程，內容包含：昆蟲知識、飼養昆蟲、戶外調查、評析昆蟲科展、設計教案等，但沒有昆蟲方面的實驗，國小師資生認為去年的昆蟲學實驗很有趣，自己缺乏這方面的訓練，希望能增加實驗以訓練實驗的技能；如訪談師資生提到「羨慕學長可以做昆蟲光子晶體、蛾眼效應的實驗，這學期都沒有作實驗，沒有訓練到實驗技巧。」（II31，1031217）；「以前學長做很多昆蟲學實驗，我們做很多功課，但沒有做實驗，不像是大學的必修課程。」（II14，1031217）所以「昆蟲學」轉化為師培課程，仍然需要放入昆蟲學實驗活動，應該可以在評析昆蟲科展時，加入昆蟲實驗，一則訓練實驗技巧以培養科學態度，一則驗證昆蟲科展的內涵以建構相關的科學概念。許榮富和趙金祁（1987）認為實驗活動不但可以幫助學生發展科學技能，更可以培育科學態度，進而幫助學生建立與課程相關的概念。

伍、結論與建議

一、結論

（一）國小師資生對於「昆蟲學」師培課程的 CK 學習和 PCK 產出

本研究使用 ICTS 來檢驗國小師資生的「昆蟲學」學習，發現師資生學習後具備較完整的概念有「昆蟲生活史」、「繁殖行為」、「昆蟲生態環境」，還需要加強的概念

有「昆蟲構造與功能」、「昆蟲分類」。在此師培課程的訓練下，國小師資生能夠獲得昆蟲概念認知（ICTS 前、後測的 ES 為 0.864）、繪製昆蟲學認知的概念圖（平均 1.96 等級，滿分 3 等級）、具備飼養昆蟲的技能（平均 6.48 等級，滿分 9 等級）、戶外調查昆蟲的科學過程技能（平均 8.98 等級，滿分 12 等級）、評析國小昆蟲科展（平均 1.85 等級，滿分 3 等級）與設計國小自然教案的能力（平均 1.92 等級，滿分 3 等級）；顯示「昆蟲學」師培課程能夠培育國小師資生的 CK 和 PCK。具備飼養昆蟲的技能，具備戶外調查昆蟲的科學過程技能，具備評析昆蟲科展的能力，具備設計國小自然科教案的能力。

（二）「昆蟲學」轉化為國小師資生的師培課程是可行的

「昆蟲學」以「多元學習方式」進行教學，目的在於提前培養國小師資生的 PCK，段曉林與林淑楞（2006）認為科學教師應具備的 PCK 包含有學科知識、學生的學習知識、教學表徵與策略知識等。本研究發現國小師資生學習「昆蟲學」後，能獲得科學教師的 PCK，從學科知識、學生的學習知識、教學表徵與策略知識來分析，國小師資生學習「昆蟲學」各目昆蟲的認知後，會根據昆蟲的種類和習性來布置該昆蟲的飼養箱以飼養昆蟲；戶外調查昆蟲時，也能從各目昆蟲的棲地去尋找昆蟲，進而觀察昆蟲的外形、紀錄昆蟲的棲息環境；師資生能對於昆蟲科展作品的昆蟲種類，嘗試去討論昆蟲實驗設計的恰當性和評析其優劣與改進意見；最後，師資生能從所獲得的昆蟲認知、飼養技能、戶外調查技能，去設計國小昆蟲教學的教案並提出活潑而具有高思考智能的評量方式。

二、建議

（一）對「昆蟲學」師培課程的建議

本研究的「昆蟲學」每週 3 小時為期 18 週，而昆蟲基本認知為期 7 週，教學者在有限的時間內教導昆蟲概念，每週教導 2～3 目昆蟲，而每目僅能介紹 2～3 種昆蟲，導致國小師資生無法在短時間內建構完整的昆蟲概念認知，實為可惜。建議師培教授在課堂上增加昆蟲相關網站的說明，例如：臺灣昆蟲學會全球資訊網，並引導國小師資生如何瀏覽、閱讀和使用，能夠讓國小師資生自己持續建構昆蟲學的相關概念認知。其次，「昆蟲學」有 2 週時間學習飼養昆蟲相對於昆蟲的生活史時間約 1 個月，時間是不足的，國小師資生只能布置飼養該昆蟲的環境，從飼養中觀察昆蟲的生長和

行為，卻無法完整看完該昆蟲的生活史變化。建議師培教授在課堂上說明原因，讓國小師資生能延長飼養該昆蟲完整生活史的時間，增加記錄該昆蟲的生活史變化，並且拍攝成微影片，方便將來在國小教學使用。最後，「昆蟲學」仍需加入昆蟲學實驗活動，培育國小師資生的實驗技能，建議在評析昆蟲科展時順便加入昆蟲實驗，加強其動手操作、控制變因的實驗技巧。

（二）對師資培育機構的建議

一般師培大學或師資培育機構，大多數從大學三年級才著重於「自然領域教材教法」、「教學實習」的教授；但研究者發現大學三年級的課程很重，有很多師資生一邊修師培課程，一邊想考研究所，所以國小師資生常有力不從心的挫折感；建議一般師培大學或師資培育機構，可以適時的安排一至二門專門課程轉化為師培課程，例如：「昆蟲學」，能提早檢覈此師培課程對於國小師資生的實質協助，包含：認知、技能和情意目標。目前，多數國小自然領域教師不具有自然相關科系的背景，本研究建議將「昆蟲學」列為師資培育的必選課程，也可對國小教師開放研習，則能增強國小師資生和在職教師的昆蟲概念認知、飼養生物、戶外調查生物的教學技能，提升其自然領域教學的信心。

誌　謝

本研究能夠順利完成，首先感謝行政院科技部的經費支持（NSC101-2511-S-152-010-MY2；MOST 103-2511-S-152-005-MY2）；再者，感謝 43 位國小師資生的協助，完成所有的作業和測驗；最後，感謝研究團隊協助分析，才能完成本論文。

參考文獻

李亦松、王俊剛、張建華（2011）。昆蟲學教學實踐中培養學生創新能力的探討。**安徽農業科學，39**（2），1252-1253。

[Lee, Y. -S., Wang, J. -G., & Chang, J. -H. (2011). A Study on cultivating students' innovative ability in Entomology teaching practice. *Anhui Agricultural Sciences, 39*(2), 1252-1253.]

吳清山（2010）。**師資培育研究。**台北：高等教育。

[Wu, Q. -S. (2010). *Research on teacher training.* Taipei: Higher Education.]

洪榮昭（1997）。精釋研究法在政策評量的應用。**中等教育，48**（5），39-47。

[Hong, J. -C. (1997). The application of Hermenutic method in policy assessment. *Secondary Education, 48*(5), 39-47.]

段曉林、林淑楞（2006）。科學教師專業成長與培育之新趨勢。**教育研究月刊，152，**12-20。

[Tuan, H. -L., & Lin, S. -F. (2006). New trends of scientific teachers' professional development and cultivation. *Journal of Education Research, 152,* 12-20.]

徐堉峰（2002）。**昆蟲學概論。**台北：合記圖書。

[Hsu, Y. -F. (2002). *Introduction to Entomology.* Taipei: Hopewell Book.]

徐榮崇（2005）。學校鄉土戶外教學活動之設計。**國教新知，52**（4），1-13。

[Hsu, J. -C. (2005). The design of outdoor activities in school. *The Elementary Education Journal, 52*(4), 1-13.]

國立臺北教育大學自然科學教育學系（2013）。**國立臺北教育大學自然科學教育學系簡介。**台北：作者。

[National Taipei University of Education, Department of Science Education. (2013). *Introduction to Department of Science Education, National Taipei University of Education.* Taipei: Author.]

教育部（2009）。**師資培育法施行細則。**台北：作者。

[Ministry of Education. (2009). *Detailed rules for the implementation of Teachers' Training Law.* Taipei: Author]

教育部（2011）。**國民中小學九年一貫課程綱要。**台北：作者。

[Ministry of Education. (2011). *Outline of nine-year curriculum for primary and secondary schools.* Taipei: Author.]

郭重吉（2010）。科學師資培育的理論觀點。**亞太科學教育論壇，11**（1），1-12。取自 https://www.ied.edu.hk/apfslt/v11_issue1/cforeword/foreword1.htm#one

[Guo, C. -J. (2010). The theoretical viewpoint of scientific teacher cultivation. *Asia-Pacific Forum on Science Education, 11*(1), 1-12. Retrieved from https://www.ied.edu.hk/apfslt/v11_issue1/cforeword/foreword1.htm#one]

張純禎（2010）。**臺北縣國民小學教師昆蟲概念及其另有概念之研究**（未出版之碩士論文）。臺北市立教育大學科學教育碩士學位學程，台北。

[Zhang, C. -Z. (2010). *A study on the concept and alternative concept of insects in primary school teachers in Taipei County* (Unpublished master's thesis). National Taipei University of Education, Taipei.]

許榮富、趙金祁（1987）。**科學實驗在科學教育中的本質之分析研究。**行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告（編號：NSC76-0111-S003-024），未出版。

[Hsu, J. -F., & Chao, C. -C. (1987). *An analysis of the nature of scientific experiments in science education.* Final report in National Science Council No. NSC76-0111-S003-024. Unpublished manuscript.]

陳均伊（2010）。教師專業成長之個案研究：一位國中自然教師探究教學觀點的轉變。**教育科學研究期刊，55**（2），233-264。

[Chen, J. -Y. (2010). A case study of teachers' professional growth: The transformation of inquiry teaching view by a second natural teacher. *Journal of Research in Educational Science, 55*(2), 233-264.]

陳品榛（2013）。**台灣地區國小自然科教師昆蟲概念認知與指導昆蟲策略的探討**（未出版之碩士論文）。國立臺北教育大學自然科學教育學系，台北。

[Chen, P. -Z. (2013). *A study on insect concept cognition and instructing insect strategy of primary natural science teachers in Taiwan* (Unpublished master's thesis). National Taipei University of Education, Taipei.]

陳建志（2002）。**臺灣的蝴蝶生態與保育。**發表於臺灣蝴蝶生態保育種子教師研習班，行政院農業委員會特有生物研究保育中心，南投。

[Chen, C. -C. (2002). *Butterfly ecology and conservation in Taiwan.* Paper presented at the seed teacher workshop on Taiwan butterfly ecological conservation, Nantou.]

陳建志（2010）。校園自然棲地經營的理論基礎。**臺北縣環境教育輔導團電子報（特刊）**，取自 https://tesag.ntpc.edu.tw/ylbin/getpage02.asp?id=%7BC09EE56D-4875-42CC-81E

[Chen, C. -C. (2010). *The theoretical basis of natural habitat management on campus.* E-news of environmental education guidance group in Taipei County (special issue). Retrieved from https://tesag.ntpc.edu.tw/ylbin/getpage02.asp?id=%7BC09EE56D-4875-42CC-81E]

陳學志、宋曜廷、譚克平（2010）。理論篇：概念圖的原理及製作。載於國立臺灣師範大學（主編），**課程大綱**（頁 2-16）。台北：國立臺灣師範大學。

[Chen, H. -C., Sung, Y. -T., & Tan, K. -P. (2010). Theory article: Principle and production of concept map. In National Taiwan Normal University (Ed.), *Course outline* (pp. 2-16). Taipei: National Taiwan Normal University.]

楊平世（2009）。**台灣昆蟲資源產業現況及發展。**發表於昆蟲與生物多樣性保育研討會，國立臺灣大學，台北。

[Yang, P. -S. (2009). *Current situation and development of insect resource industry in Taiwan.* Paper presented at the meeting of special session on insect and biodiversity conservation, Taipei.]

盧秀琴（2011）。昆蟲學課程。**國立臺北教育大學 Ican 網站。**取自 https://s8.ntue.edu.tw/web/00_news.html

[Lu, C. -C. (2011). *Entomology curriculum.* Retrieved from National Taipei University of Education Ican Web site: https://s8.ntue.edu.tw/web/00_news.html]

盧秀琴（2013）。**編製「國小自然科教師昆蟲概念認知與教學策略」測驗卷。**發表於 2013 心理與教育測驗學術研討會，國立臺中教育大學，台中。

[Lu, C. -C. (2013). *Establishment of "science teachers' cognition and teaching strategies of insects in primary school".* Paper presented at the meeting of 2013 Psychology and Education Test Symposium, Taichung.]

盧秀琴、陳靜賢（2009）。**國小輔導教師進行自然與生活科技領域困難單元之教學。**發表於中華民國第 25 屆科學教育學術研討會，國立臺灣師範大學，台北。

[Lu, C. -C., & Chen, J. -X. (2009). *Primary school tutor teachers teach difficult units in the field of science and technology.* Paper presented at the meeting of Republic of China twenty-fifth session of science education symposium, Taipei.]

韓群鑫、姚振威（2009）。「昆蟲學互動體驗式教學」問卷調查與分析。**中國電力教育，14**，109-110。

[Han, Q. -X., & Yao, Z. -W. (2009). Questionnaire survey and analysis of "interactive experiential teaching of Entomology". *China Electric Power Education, 14,* 109-110.]

Kinchin, I. M. (2000). Concept mapping in biology. *Journal of Biological Education, 34*(2), 61-68.

Lu, C. -C. (2013a). Explore elementary teachers' professional knowledge of guiding science fair product by using different instruction model. *US-China Education Review A, 3*(2), 92-99.

Lu, C. -C. (2013b). How to build a 5Why scaffolding guided questioning teaching case film? campus insects unit as an example. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching, 14*(1), 1-16. Retrieved from http://www.ied.edu.hk/apfslt/v14_issue1/lucc/

Lu, C. -C. (2015). *The yearly data analysis of primary school biology National Science Fair-guiding the actions research of biological science fairs.* Paper presented at the meeting of 2015 international conference of the East-Asian Association for Science Education, Beijing.

Lu, C. -C., & Chen, P. -C. (2013). *Insect conception and teaching strategies of elementary school science teachers in Taiwan.* Paper presented at the meeting of 2013 international conference of the East-Asian Association for Science Education, Hong Kong.

McClure, J. R., Sonak, B., & Suen, H. K. (1999). Concept map assessment of classroom learning: Reliability, validity, and logistical practicality. *Journal of Research in Science Teaching, 36*(4), 475-492.

Novak, J. D. (1991). Clarify with concept maps. *The Science Teacher, 58*(7), 45-49.

Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning how to learn.* New York, NY: Cambridge University Press.

Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Education Researcher, 15*(2), 4-21.

Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review, 57,* 1-22.

Starr, M. L., & Krajcik, J. S. (1990). Concept maps as heuristic for science curriculum development: Toward improvement in process and product. *Journal of Research in Science Teaching, 27,* 987-1000.

The National Center for Improving Science Education [NCISE]. (2009). *NCISE partnered with the Council of Chief State School Officers* (*CCSSO) to develop the science framework and specifications.* Retrieved from http://www.acronymfinder.com/National-Center-for-Improving-Science-Education.

Wilson, S. M., Shulman, L. S., & Richert, A. E. (1987). 150 different ways of knowing: Representations of knowledge in teaching. In J. Calderhead (Ed.), *Exploring teachers' thinking* (pp. 104-124). London, UK: Cassell.

投稿收件日：2016 年 2 月 15 日
接受日：2016 年 12 月 2 日