

玩「昆蟲大富翁」遊戲培養國小學童的科學過程技能

盧秀琴^{1,*} 施慧淳²

¹國立臺北教育大學 自然科學教育學系

²臺北市立大湖國民小學

摘要

國小自然昆蟲單元的教學現場易受天候、環境、資源所限制，不易培養學童的科學過程技能。本研究研發「昆蟲大富翁」遊戲教具為媒材，讓國小四年級學童做為課程後的延伸學習，培養科學過程技能與建立昆蟲概念認知。評量工具為昆蟲科學過程技能測驗、昆蟲概念認知測驗、訪談大綱，用來評估混合研究的學習成效。研究結果顯示：一、玩IPBG的實驗組學童，其科學過程技能、昆蟲概念認知之學習成效皆優於對照組學童，達顯著差異。二、實驗組學童的昆蟲科學過程技能測驗與昆蟲概念認知測驗實驗效果量在總人數、高、中、低分群皆高於對照組，達到中度~高度實驗效果量。三、實驗組受訪學童認為20種昆蟲卡和「教戰手冊」協助他們增進科學過程技能的各種能力。

關鍵詞：昆蟲大富翁遊戲、昆蟲概念認知、科學過程技能、實驗效果量

壹、前言

一、研究的理念和重要性

昆蟲因為體型小、食物需求量少、環境適應能力佳，在整個生態系上扮演著多重且重要的角色。昆蟲學家估計地球的昆蟲種類可能有800萬種，目前全世界已知的種類約有100多萬種，臺灣的昆蟲約有18 ~ 20萬種(楊正澤，2013)；因此，國小學童在日常生活最常接觸到的小動物可能是昆蟲，故使用昆蟲教材來教學，很容易引起學童的廣泛回應。有鑑於此，九年一貫課程綱要在自然領域四年級增加昆蟲單元，主要教學內容包含：昆

蟲的構造與功能、分類、生活史、生活習性、與生態環境關係等，其目的在於建立學童正確的昆蟲概念認知，培養其能愛護昆蟲與維護生態環境的正確態度(教育部，2003)。

但是，昆蟲是活的隨時在移動，昆蟲教學現場易受天候、環境、資源所限制，更有一些國小學童具有懼蟲症(worm phobia)，害怕看到蠕動的毛毛蟲、雞母蟲、蚯蚓或者會爬的昆蟲或小動物等(洪榮昭、盧秀琴、周治英，2014；Buchanan & Houlihan, 2008)，當國小教師遇到這些問題時，經常會利用昆蟲影片融入昆蟲單元教學，避免學童接觸昆蟲，藉此來提高學童的學習動機、興趣及學

*通訊作者：盧秀琴，luchowch@tea.ntue.edu.tw

(投稿日期：民國104年3月10日，修訂日期：民國104年11月16日，接受日期：民國104年12月26日)

習成效。我國學者使用問卷調查、晤談、二階層診斷測驗等方式研究國小學生學習昆蟲單元的學習成效，發現有67.5%的學生誤以為昆蟲的腳、翅膀分散在身體的胸部和腹部，只有43.3%的國小學童能以六隻腳、頭、胸、腹部做為昆蟲分類的標準，只有30.6%的學生知道昆蟲是唯一能飛翔的無脊椎動物(石如玉，2002；馮鐘立、李寶珠，2004；黃琬真，2003)；這顯示國小學童在昆蟲認知概念的學習上仍有不足、有待進一步研發提升其概念認知的教學策略。

對於有懼蟲症的國小學童，可以藉由玩昆蟲相關的遊戲來親近昆蟲，陳亭伶(2013)參與研究者的科技部計畫，初步設計「昆蟲大富翁」遊戲教具(Insects Playing Board Games, IPBG)，IPBG能幫助有懼蟲症，又想多認識昆蟲的國小學童學習。本研究修正IPBG的內容，增加為20種昆蟲卡，涵蓋國小自然領域「校園的昆蟲」單元教科書的16種昆蟲，外加無變態的衣魚、會發光的螢火蟲(學童有賞螢經驗)、寵物身上的跳蚤(學童會養寵物)、會攜帶禮物求愛的蜴蛉(特殊昆蟲行為，增加樂趣)四種。每張昆蟲卡增加昆蟲的真實照片，修正昆蟲卡文字敘述使其更富閱讀性和正確性，昆蟲特徵包含：構造與功能、生活史、生活習性等三個教科書的主軸概念，再增加昆蟲的口器與食物的關係；最後請设计公司做美化的設計並出版(Lu, 2014)。

我們以IPBG做為學童學習「校園的昆蟲」單元之附屬遊戲教具，訪談國小教師說明IPBG的成效，他們認為國小學童玩IPBG後在觀察昆蟲的形態、做昆蟲的分類、歸納昆蟲的生長時期進而推斷昆蟲的生活史等能力提升了；表示玩IPBG能協助學童培養科學過程技能和提升昆蟲認知概念(Lu, 2014)。教育部(2010)頒布的國小自然領域「過程技能」

有：觀察、比較與分類、組織與關連、歸納與推斷、傳達等5個項目，主要在訓練學童經由學習後，能獲得帶得走的執行能力，去解決周邊所遇到的問題。而「科學過程技能」的能力指標和認知領域的內涵有很多相符應的地方，例如：培養觀察能力，1-2-1-1察覺事物具有可辨識的特徵和屬性，學童學會後就能轉變為長期記憶的知識，之後隨時能從長期記憶中提取相關知識。再者，培養比較與分類的能力，學童學會後就能瞭解所學新知識與舊經驗的連結，隨時能詮釋、分類和比較(Anderson et al., 2001)。故培養國小學童的科學過程技能，相對應的也能提升學童認知領域的內涵。

針對國小學童提升昆蟲科學過程技能的教學方式探討，陳亭伶(2013)說明五年級學童玩昆蟲大富翁遊戲，可培養學童具有批判思考、問題解決、歸納、推理等能力。鄧竹雲(2012)運用數位典藏資源融入國小四年級昆蟲單元教學活動，能提升學童觀察、比較與分類、組織與關連、傳達的能力。Shepardson (2002)給予學童三個不同的任務以改善對昆蟲的態度，發現學童能從遊戲的過程中獲得遊戲背後所隱藏的科學過程技能。本研究想深入探討國小四年級學童上完昆蟲單元課程後，延伸玩IPBG，是否能提升昆蟲的概念認知、培養昆蟲科學過程技能，擁有帶得走的基本能力？

二、研究目的

本研究旨在設計IPBG和編製科學過程技能測驗(Insect Science Process Test, ISPT)和昆蟲概念認知測驗(Insect Cognitive Comprehension Test, ICCT)，來探討國小學童延伸玩IPBG提升其科學過程技能與昆蟲概念認知，包含：(一)探討國小學童玩IPBG和提

升「昆蟲概念」的相關性。(二)探討國小學童玩IPBG和提升「科學過程技能」的相關性。(三)探討國小學童玩IPBG培養科學過程技能的歷程。

貳、文獻探討

一、國小學童的科學過程技能

依美國科學促進會所提出的SAPA (Science-A Process Approach)課程中，認為「科學過程技能」和「科學知識」一樣都是列為學童所應學習的內容；「科學過程技能」的內涵有13個項目：觀察、分類、運用時空關係、預測、運用數字、測量、控制變因、推斷、形成假說、下操作型定義、解釋資料、溝通、進行實驗等。SAPA課程所列出的科學研究過程中運用的各項技能在世界各國均受到認同，許多國家將之納入自然科學的教學活動中加以培養。1975年我國也採用SAPA來設計國小自然科的課程，於1979年提出第一套國小自然科教材(甘漢銑、陳文典，2006)。目前，九年一貫課程綱在自然領域提出「過程技能」分段能力指標，內涵分為：觀察、比較與分類、組織與關連、歸納與推斷、傳達等5個項目(教育部，2010)。

「科學過程技能」的培養不宜使用分項練習的方式來學習，必須蘊含於「過程脈絡」中才有意義；就如同學習騎腳踏車，不能這一次專門學習踩踏板，下一次專門學習操控把手，因為「協調」的動作才是最重要的(甘漢銑、陳文典，2006)。在整體的科學活動中，什麼情況下會運用「觀察」、什麼情況下會運用「推斷」，其實是隨機應變、瞬息決定的。因此在「科學過程技能」的教學中，不宜強調要練習某局部的能力，而是以「解決一個已確定的問題」來進行運作，

就是「促成學生從事科學性探究活動」的方法，整個科學活動是整體性的，不是分項的練習。

國小「科學過程技能」的行為表徵依序為：觀察→比較與分類→組織與關連→歸納與推斷→傳達；每一個項度都以比較具體的行為模式來表述這些技能，例如：察覺事物具有可辨識的特徵和屬性(觀察)(教育部，2010；黃茂在、陳文典，2006)。Assessment of Performance Unit (APU, 1980)提出科學過程技能的評量方式，例如：「觀察」技能，分為：項度 α ：使用區分的關鍵(using a branching key)，項度 β ：觀察相同處與差異處(observing similarities and differences)，項度 γ ：解釋觀察的結果(interpreting observations)。

郭碧祝與陳秀婷(2009)認為教學模式會影響學童科學過程技能的養成，一個以探究、活動式的教學模組，經由教師帶領學生去學習能提升學生的科學過程技能。研究證實國小教師運用主題式、遊戲式教學活動培養學生的科學過程技能，不僅讓學生樂於學習，也從學習中獲得該有的科學過程技能(陳亭伶，2013；鄧竹雲，2012)。是故，本研究藉由遊戲式的IPBG作為昆蟲單元的延伸學習，以培養國小學童五種科學過程技能的能力。

二、國小學童的昆蟲單元輔助教學

為提升國小學童在昆蟲單元的學習，國內外有很多學者專家提出輔助教學的策略。陳亭伶(2013)以ADDIE設計模式發展「昆蟲大富翁」科學遊戲教具，融入昆蟲單元學習，採用問卷調查表讓學生自行勾選學習成效，發現「昆蟲大富翁」能提升學童的學習動機和科學過程技能，尤其在觀察、比較與分類方面提升較多。張賴妙理、李慈惠與楊

坤原(2012)也進行科學玩具遊戲融入教學，使用「昆蟲概念二階段問卷、對科學的態度」兩種測驗作檢測，發現實施科學玩具遊戲融入教學能有效提升國小四年級學童的昆蟲概念、對科學的態度，例如：客觀性、因果關係和好奇心。鄧竹雲(2012)運用數位典藏資源融入國小四年級昆蟲單元教學，教學中進行實作評量，包括：觀察、比較與分類、組織與關連、傳達等，教學後進行昆蟲單元成就測驗，發現數位典藏資源融入昆蟲單元教學能提升學童的實作能力。

Shepardson (2002)讓學生採集昆蟲、畫昆蟲、解說昆蟲和執行三個不同的昆蟲任務，結果發現：他們對昆蟲的瞭解是根據昆蟲的大小、形狀、顏色、運動方式、昆蟲食性、昆蟲生活習性、人和昆蟲的互動。Shih (2001)讓學童深度觀察昆蟲後描述昆蟲，學童能提出觀察的屬性內容，並察覺昆蟲具有可辨識的各項特徵，例如：不同種類昆蟲具有不同的翅膀特徵，鞘翅目昆蟲翅膀具有鞘翅。侯惠澤、陳珮婷與張國恩(2011)設計一系列問題解決策略的部落格，探討昆蟲飼養的教學活動；發現學生能達到一定程度的問題解決歷程，建議教師搭配昆蟲實體的導覽活動，能使學生在部落格上有更多的討論，培養批判思考、歸納與推斷的能力。

綜合上述，目前國小學童的昆蟲單元輔助教學，有科學遊戲教具、數位典藏、部落格、採集昆蟲與畫昆蟲、深度觀察等來協助教學，可以培養學童客觀性、因果關係和好奇心等對科學的態度，同時也培養學童的科學過程技能，例如：觀察、比較與分類、批判思考、歸納與推斷等。但以上的文獻探討，專家學者在檢核學童的科學過程技能採用問卷調查表、實作評量、質性的問題解決歷程，並沒有發展科學過程技能測驗，本研究擬發展昆蟲科

學過程技能測驗，進行實驗組與對照組的準實驗設計，檢核學生玩IPBG後是否提升科學過程技能以及提升歷程的探討。

參、昆蟲大富翁遊戲教具 (IPBG)介紹

一、IPBG的組件介紹

Lu (2014)發展的IPBG成為國小自然科教學實務教師專業成長的一種教學輔具，IPBG組件包括：(一)昆蟲大富翁版圖一張。(二)昆蟲卡有正反兩面，共有20種類。(三)昆蟲寶貝卡共有86張：生活史(20張)、口器(12張)、生活習性(29張)、身體構造(25張)。(四)知識卡共有25張。(五)救援卡共有20張。(六)紙幣包含100元(蝴蝶圖案120張)、500元(螳螂圖案100張)、1,000元(瓢蟲圖案80張)、2,000元(蟬圖案60張)。(七)昆蟲大富翁棋子6個(蝴蝶、瓢蟲、蟬、螞蟥、蜜蜂、蜣螂)。(八)昆蟲大富翁教戰手冊，6張。(九)大骰子2個。(十)遊戲規則1張。(十一)知識卡拿獎金答案1張。

昆蟲大富翁遊戲教具能培養學童的科學過程技能，以昆蟲卡和昆蟲大富翁版圖為例說明之。首先，選定自然教科書出現與校園常見的16種昆蟲(衣魚、蜻蜓、螳螂、蟋蟀、竹節蟲、椿象、蟬、瓢蟲、螢火蟲、蚊子、蝴蝶、蛾、蜜蜂、螞蟥、水黽、蝗蟲)、居家常見的昆蟲3種(蟑螂、跳蚤、蒼蠅)、學生感覺好奇的昆蟲(蜣螂) 1種，共20種，做成昆蟲卡；昆蟲卡正面有該昆蟲中文名稱、英文名稱與昆蟲照片轉成圖檔，昆蟲卡背面有一段該昆蟲的描述性文字介紹，並以Q版繪出該昆蟲的主要特徵，下面依照該昆蟲的生活史(粉紅色)、口器(藍色)、生活習性(橘色)和身體構造(綠色)來加以說明，配合該昆蟲有相對應的寶貝卡，顯示如圖1所示。



圖1：螳螂昆蟲卡正反面配合寶貝卡的說明

二、IPBG的遊戲規則

IPBG是一種版圖遊戲，每一格放置某昆蟲的生活史、口器、生活習性和身體構造的一種特徵，並以相對應的顏色提醒玩家，所有的格子分成兩層，以箭頭標示走法；為增加遊戲的趣味性、機會與命運，所有玩家繞完一圈經過【start】可向昆蟲管理員領取3,000元，如果棋子剛好落在【start】時，則不能領取3,000元。當玩家走到【知識卡】或【救援卡】時，依卡片上的指示進行活動或回答可得到獎金；若無法回答問題時，請依卡片上的指示罰款。IPBG規則與坊間的大富翁遊戲規則相似，學童首先換取3張昆蟲卡就是贏家。

IPBG主要遊戲規則為：(一)玩家2～6位。(二)每人分發的金錢數目共12,000元、一張教戰手冊。(三)公推一人擔任昆蟲管理員，保管所有的公有錢、寶貝卡、昆蟲卡等工作。(四)走到【寶貝卡】時，可向管理員購買該寶貝卡，一次只能購買一張，當其他玩家路過此寶貝卡時，必須支付【過路費】給該寶貝卡擁有者。付完過路費，若管理員處還

有該種寶貝卡，此過路者可購買該寶貝卡。(五)玩家可依照教戰手冊的指示蒐集三張寶貝卡來換取一張【昆蟲卡】。(六)走到【昆蟲醫護站】或【昆蟲看囚所監獄】，必須要暫停一次；走到【昆蟲健身中心】，必須繳交1,000元的教練費，要不然就暫停一次。(七)寶貝卡換成昆蟲卡後，需將此三張寶貝卡交還給管理員。(八)當A玩家和B玩家同時擁有相同的寶貝卡時，則不用互給【過路費】。將昆蟲大富翁版圖呈現如圖2所示。

肆、研究方法

一、研究設計

本研究採混合研究法，首先兩組學童進行基本教學，然後進行ISPT和ICCT的前測。接著進行延伸學習，然後兩組學童進行ISPT、ICCT後測，再挑選實驗組學童進行半結構訪談；五週後，兩組學童進行ISPT、ICCT之延宕測驗。將研究設計整理如表1所示。

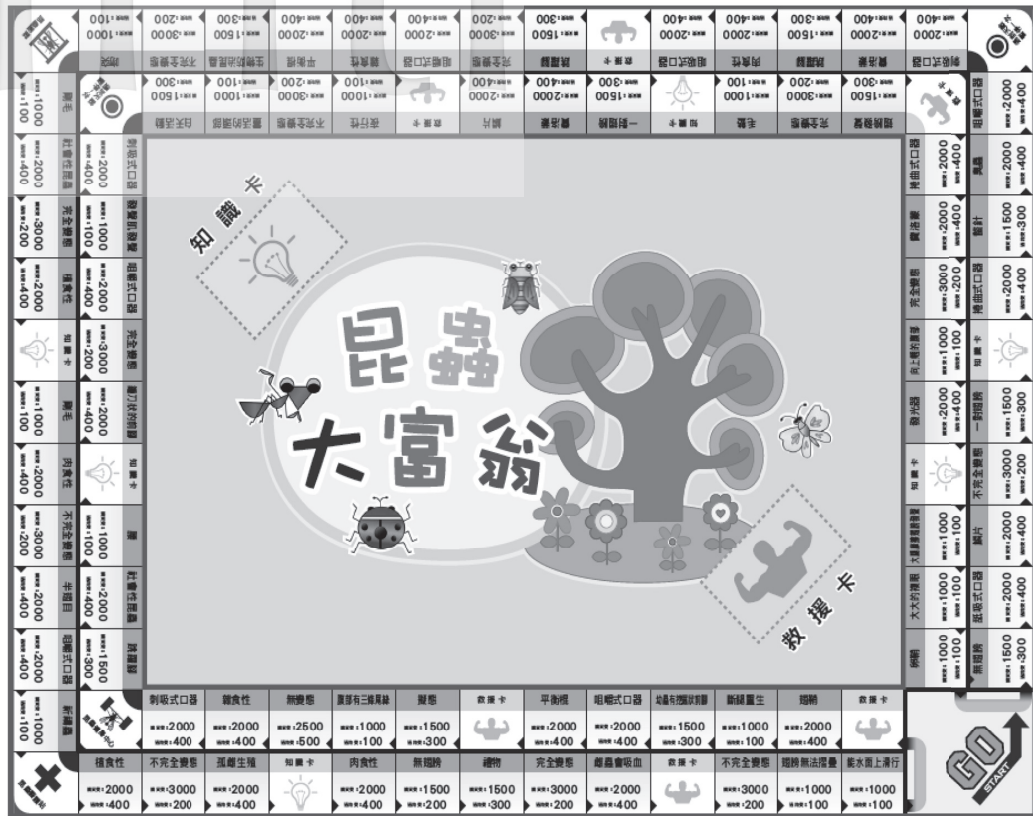


圖2：昆蟲大富翁版圖

表1：研究設計之模式

組別	基本教學	前測	延伸學習	後測	訪談	延宕測驗
實驗組 (4年級2班)	A	T1 T2	B	T3 T4	D	T5 T6
對照組 (4年級2班)	A	T1 T2	C	T3 T4		T5 T6

註：A：表示兩組皆接受15節的教學，包含12節課「校園的昆蟲單元」教學，3節課IPBG裡20種昆蟲卡、寶貝卡的教學(見附錄一：教學活動設計，附錄二：學習單)，昆蟲卡上每一個特徵就是一張寶貝卡，玩IPBG時，3張寶貝卡可兌換1張昆蟲卡，鼓勵兩組同學自由瀏覽布置在教室後面的圖卡(圖3)。

T1：表示基本教學後兩組學童接受ISPT之前測。

T2：表示基本教學後兩組學童接受ICCT之前測。

B：表示實驗組接受IPBG遊戲規則教學，然後學童玩兩次IPBG的準實驗處理，共3節課(圖4)。

C：表示對照組接受昆蟲影片、20種昆蟲卡教學，到校園自由踏查尋找昆蟲，共3節課。實驗組與對照組3節課的延伸學習，比較說明如表2所示。

T3：表示延伸學習實驗處理後兩組學童進行ISPT之後測。

T4：表示延伸學習實驗處理後兩組學童進行ICCT之後測。

D：表示實驗組學生依自然科成績排序的高、中、低分群各4名學童，接受實驗處理後之半結構訪談。

T5：表示準實驗處理後五週兩組學童進行ISPT之延宕測驗。

T6：表示準實驗處理後五週兩組學童進行ICCT之延宕測驗。



圖3：20種昆蟲卡的瀏覽教學



圖4：實驗組學童玩昆蟲大富翁遊戲

表2：實驗組與對照組3節課的延伸學習比較說明

節次	實驗組教學內容概要	對照組教學內容概要
第一節	以PPT圖文方式搭配IPBG教具做10種遊戲組件的介紹。以PPT進行遊戲規則的說明。	觀看昆蟲教學影片、20種昆蟲卡、學習單，在課堂上由老師提問，學生分組搶答。
第二節	讓學童玩第一次的IPBG，老師進行行間巡視，學童有任何問題隨時發問，直至贏家產生。	各組帶著放大鏡、昆蟲觀察盒、20種昆蟲卡到校園自由踏查，尋找昆蟲，老師鼓勵學童核對昆蟲卡內容。
第三節	讓學童玩第二次的IPBG，老師進行行間巡視，學童有任何問題隨時發問，直至贏家產生。	各組將昆蟲放入昆蟲觀察盒中，使用放大鏡觀察，並且核對之前寫的學習單，作補充與修正。

二、研究對象

本研究採方便取樣，以研究者所服務之臺北市某國小四年級4個班級學童共94人為研究對象，實驗組2班47人，對照組2班47人。兩組學童四上自然成績的 t 考驗($t = -0.52$)未達顯著差異($p = .61$)，表示兩組學童具有同質性，不會影響實驗的結果。另將實驗組學童的自然科成績排序，選出前25%為高分群、後25%為低分群，其餘為中分群，每群組隨機抽取4名學童，分別進行半結構訪談。訪談過程中全程錄音，並將訪談結果逐字記錄，作為質性分析之依據。

三、研究工具

本研究採用Anderson等(2001)認知領域中記憶、瞭解、應用、分析、評鑑與創造等6個向度的前面5項，做為雙向細目表來編製

ICCT，並將認知領域的內容和「科學過程技能」的能力指標相符合的地方，整理如表3所示。

(一)昆蟲科學過程技能測驗

參考APU (1980)科學過程技能的評量方式，依據九年一貫課程綱要自然領域「過程技能」分段能力指標與20種昆蟲的身體構造、口器、生活史、生活習性等概略描述，發展出15題單選題(配分各為1分)、1題配合題(配分為5分)及1題二分法題(配分為12分)，共計17題32分。將ISPT依據科學過程技能內容、能力培養說明、各題型舉一例，整理說明如表4所示。

ISPT試題交由兩位教科學教育、昆蟲學之國立師培大學教授及兩位國小資深自然科教師進行審題，反覆修正題目後，建立專家

表3：說明認知領域的內容和「科學過程技能」的能力指標相符合的地方

Anderson等(2001)認知領域雙向細目	科學過程技能的能力
1.記憶：從長期記憶中提取相關知識。(1)再認。(2)回憶。	觀察 1-2-1-1察覺事物具有可辨識的特徵和屬性
2.瞭解：從教學訊息中創造意義，建立所學新知識與舊經驗的連結。(1)詮釋。(2)舉例。(3)分類。(4)比較。	比較與分類 1-2-2-4知道依屬性的不同，可做不同的分類
3.應用：牽涉使用程序(步驟)來執行作業或解決問題，與程序知識緊密結合。(1)執行。(2)實行。	組織與關連 1-2-3-1對資料呈現的通則做描述，例如：同質性的物質，當什麼條件會有什麼變化。
4.分析：牽涉分解材料成局部，指出局部之間與對整體結構的關聯。(1)辨別。(2)組織。(3)歸因。	歸納與推斷 1-2-4-1由實驗的資料中整理出規則，提出結果
5.評鑑：根據規準和標準作判斷。(1)檢查。(2)評論。	傳達 1-2-5-1能利用表格、圖表去解釋資料

表4：ISPT培養「科學過程技能」一覽表

科學過程技能	能力培養說明	題型舉例
觀察	必須觀察昆蟲卡，每種昆蟲各有哪些特殊的身體構造、生活史、口器、生活習性等，才能選到正確的答案。	1.()觀察蝗蟲昆蟲卡，你認為蝗蟲具有下列哪一種特徵？(1)用前翅互相摩擦發聲(2)具有跳躍腳(3)具有刺吸式口器(4)是肉食性昆蟲
比較與分類	要能根據20種「昆蟲卡」做昆蟲的比較和分類，才能有效的比較出這些昆蟲的相同處和差異處。	請你用「昆蟲大富翁遊戲」裡的昆蟲(蜜蜂、蜻蜓、蝴蝶、蒼蠅、椿象、蛾、蚊子)，以下列的分類表格來做分類。
組織與關連	根據20種「昆蟲卡」做該昆蟲的思考，已經擁有什麼？組織自己還需要什麼？哪一張寶貝卡是昆蟲卡都有需求可以共用的，要不要先買下來？可能風險有多少？	7.()圓仔目前有兩張寶貝卡，第一張是「刺吸式口器」、第二張是「發聲肌發聲」。請問圓仔的第三張寶貝卡必須是哪一種成長過程才能兌換蟬的昆蟲卡？(1)完全變態(2)不完全變態(3)無變態
歸納與推斷	必須從所給予的資料，歸納出共同性，例如：都是吸食汁液的口器，然後尋找可以解決的答案，必須是刺吸式口器，才能刺入組織。	9.()鴨仔發現雌蚊會吸動物血液、椿象大都吸食樹汁和其他植物的汁液，請問這兩種昆蟲的口器是屬於哪一種？(1)咀嚼式(2)刺吸式(3)舐吸式(4)咀吸式
傳達	藉由表格呈現的資料，仔細分析圓仔所缺少的寶貝卡，是哪一個隊友所擁有？如何跟他交換，甚至也思考是否要幫助他也能獲得某一種昆蟲卡。	13.()圓仔抽到「救援卡」的敘述是「與昆蟲朋友打賭贏了，可和隊友交換一張寶貝卡。」假如你是圓仔，想要換「瓢蟲」的昆蟲卡，你必須和誰交換寶貝卡？(1)鴨仔(2)方仔(3)熊仔(4)貓仔

效度。其次，請某國小6位四年級語文中等程度學童進行測試，修改到確認學童能夠瞭解測驗卷各題的題意，建立表面效度。最後，請臺北市他校四年級146名學童進行測試，選

擇題答對1題得1分，配合題答對1格得1分，二分法題答對1格得1分，以SPSS軟體進行分析，得庫李信度 $KR_{20} = .85$ ，難度介於0.49 ~ 0.98，平均難度為0.77，鑑別度介於0.22 ~

0.88，平均鑑別度為0.45，顯示出此測驗卷具有良好的信度、難度與鑑別度。ISPT試題請見附錄三。

(二) 昆蟲概念認知測驗

編製ICCT目的在於瞭解學童對教科書內16種昆蟲，增加衣魚、螢火蟲、跳蚤、蜣螂等共20種昆蟲概念認知的學習，依據20種昆蟲的身體構造、口器、生活史、生活習性等特徵，發展出23題單選題(配分各為1分)、2題簡答題(配分各為3分、6分)與1題繪圖題(配分為3分)，共計26題35分。ICCT試題交由兩位教科學教育、昆蟲學之國立師培大學教授及兩位國小資深自然科教師進行審題，反覆修正題目後，建立專家效度。其次，請某國小6位四年級語文中等程度學童進行測試，修改到確認學童能夠瞭解測驗卷各題的題意，建立表面效度。最後，請臺北市他校四年級146名學童進行測試，選擇題答對1題得1分，簡答題答對一個口器得1分，答對一個生活史得1分，舉例對一個昆蟲得1分，繪圖題畫對1個部位得1分，以SPSS軟體進行分析，得庫李信度 $KR_{20} = .91$ ，難度介於0.47 ~ 0.93，平均難度為0.75，鑑別度介於0.20 ~ 0.79，平均鑑

別度為0.41，顯示出此測驗卷具有良好的信度、難度與鑑別度。ICCT試題請見附錄四。

(三) 半結構訪談大綱

針對實驗組學童玩IPBG如何提升科學過程技能，擬訂訪談大綱；此大綱經由兩位教科學教育、昆蟲學之國立師培大學教授及兩位國小資深自然科教師進行審題，反覆修正題目後，建立專家效度。半結構訪談大綱題目：1.在玩IPBG的過程中，哪一樣遊戲組件對你最有幫助？為什麼？2.從玩IPBG中，你學到哪些科學過程技能？3.你覺得哪一項科學過程技能對你最有幫助？為什麼？4.你玩IPBG後，對認識這20種昆蟲有什麼實質的幫助？5.當你蒐集完3張寶貝卡，你會馬上跟管理員兌換昆蟲卡嗎？為什麼？

四、資料蒐集與分析

根據本研究目的提出待答問題，蒐集相關資料與說明資料分析方式，整理如表5所示。

表5：本研究所探討的研究問題、資料蒐集與資料分析方式說明

研究問題	資料蒐集	資料分析
1. 有沒有玩過IPBG的學童，其「昆蟲概念」的學習差異性為何？兩組高、中、低分群學童的學習差異性為何？	1. 兩組學童的ICCT測驗分數前、後、延宕測驗分數。	1. ICCT測驗的(前、後、延宕測驗)之成對樣本與獨立樣本之單因子共變數分析 2. 兩組學童的前、後測答對率及進步量的比較 3. 兩組高、中、低分群學童 F 檢定、實驗效果量
2. 有沒有玩過IPBG的學童，其「科學過程技能」的學習差異性為何？兩組高、中、低分群學童的學習差異性為何？	1. 兩組學童的ISPT測驗卷前、後、延宕測驗分數。	1. ISPT測驗的(前、後、延宕測驗)之成對樣本與獨立樣本之單因子共變數分析 2. 兩組學童的前、後測答對率及進步量的比較 3. 兩組高、中、低分群學童 F 檢定、實驗效果量
3. 國小學童玩IPBG如何培養科學過程技能？	1. 學習單 2. 半結構訪談資料 3. 教學觀察日記 4. 教學省思札記	1. ISPT與ICCT測驗的多元迴歸分析。 2. 整合所有質性資料作詮釋性分析，形成「學童玩IPBG以培養科學過程技能」的主張。

伍、研究結果與討論

一、有沒有玩過IPBG的學童，其「昆蟲概念」的學習差異性分析

將兩組學童在ICCT的前測、後測、延宕後測得分進行成對樣本 F 考驗，檢視其施測時機之間的差異性，並以Scheffé法進行事後比較，整理如表6所示。

由表6得知，實驗組學童的ICCT前測、

後測和延宕後測在總量表與各分量表皆達顯著水準，ICCT($F = 16.24, p < .01$)，生活史分量($F = 17.66, p < .01$)，口器分量($F = 17.92, p < .01$)，身體構造分量($F = 3.52, p = .03$)，生活習性分量($F = 7.46, p < .01$)，表示學童玩過IPBG能獲得較多的昆蟲概念，包含各個分量：生活史、口器、身體構造、生活習性等，且能持續一段時間。對照組學童的ICCT前測、後測和延宕總量表與各分量表皆未達顯著水準，ICCT($F = 0.43, p = .65$)，生活史

表6：兩組學童的ICCT前測、後測、延宕後測得分之成對樣本單因子變異數分析

向度	項目	實驗組			對照組	
		M	SD	Scheffé事後比較	M	SD
ICCT	前測	25.45	5.64	後測>前測, $p < .01$	25.09	5.13
	後測	30.23	5.76	延宕>前測, $p < .01$	25.23	5.67
	延宕	31.47	4.78		26.06	5.76
	Total	29.05	5.97		25.46	5.50
	F 檢定		$F = 16.24, p < .01$		$F = 0.43, p = .65$	
生活史	前測	8.26	2.66	後測>前測, $p < .01$	7.77	2.55
	後測	10.23	2.78	延宕>前測, $p < .01$	8.19	2.41
	延宕	11.11	1.51		8.85	2.11
	Total	9.87	2.65		8.27	2.39
	F 檢定		$F = 17.66, p < .01$		$F = 2.52, p = .08$	
口器	前測	4.21	1.37	後測>前測, $p < .01$	4.53	1.14
	後測	5.17	0.89	延宕>前測, $p < .01$	4.49	1.23
	延宕	5.43	0.74		4.21	1.28
	Total	4.94	1.15		4.41	1.22
	F 檢定		$F = 17.92, p < .01$		$F = 0.92, p = .39$	
身體構造	前測	6.89	1.80		6.74	1.67
	後測	7.62	1.81	延宕>前測, $p = .05$	6.32	2.16
	延宕	7.81	1.68		7.04	1.63
	Total	7.44	1.79		6.70	1.85
	F 檢定		$F = 3.52, p = .03$		$F = 1.84, p = .16$	
生活習性	前測	6.09	1.56	後測>前測, $p < .01$	6.04	1.32
	後測	7.21	1.46	延宕>前測, $p < .01$	6.23	1.51
	延宕	7.13	1.70		5.96	1.89
	Total	6.81	1.65		6.08	1.58
	F 檢定		$F = 7.46, p < .01$		$F = 0.37, p = .69$	

分量($F = 2.52, p = .08$)，口器分量($F = 0.92, p = .39$)，身體構造分量($F = 1.84, p = .16$)，生活習性分量($F = 0.37, p = .69$)，表示學童觀看昆蟲影片、認識昆蟲卡，到校園自由踏查尋找昆蟲，無法獲得較多的昆蟲概念，包含各個分量。接著，進行兩組學童的ICCT前測、後測、延宕後測得分獨立樣本單因子變異數

(ANOVA)分析，檢視兩組成績的差異性，整理如表7所示。

由表7發現，兩組學童的ICCT前測成績在總量表與各分量表皆無顯著差異，ICCT($F = 0.11, p = .75$)，身體構造分量($F = 0.17, p = .68$)，生活習性分量($F = 0.02, p = .89$)，生活史分量($F = 0.83, p = .36$)，口器分量

表7：兩組學童的ICCT前測、後測、延宕後測得分之ANOVA分析

項目	組別	N	向度	M	SD	F	p
前測	實驗組	47	ICCT總量	25.45	5.64	0.11	.75
	對照組	47		25.09	5.13		
後測	實驗組	47		30.23	5.76	17.98	< .01
	對照組	47		25.23	5.67		
延宕	實驗組	47		31.47	4.78	24.51	< .01
	對照組	47		26.06	5.76		
前測	實驗組	47	身體構造	6.89	1.80	0.17	.68
	對照組	47		6.74	1.67		
後測	實驗組	47		7.62	1.81	9.97	< .01
	對照組	47		6.32	2.16		
延宕	實驗組	47		7.81	1.68	5.05	.03
	對照組	47		7.04	1.63		
前測	實驗組	47	生活習性	6.09	1.56	0.02	.89
	對照組	47		6.04	1.32		
後測	實驗組	47		7.21	1.46	10.24	< .01
	對照組	47		6.23	1.51		
延宕	實驗組	47		7.13	1.70	9.96	< .01
	對照組	47		5.96	1.89		
前測	實驗組	47	生活史	8.26	2.66	0.83	.36
	對照組	47		7.77	2.55		
後測	實驗組	47		10.23	2.78	14.51	< .01
	對照組	47		8.19	2.41		
延宕	實驗組	47		11.11	1.51	35.66	< .01
	對照組	47		8.85	2.11		
前測	實驗組	47	口器	4.21	1.37	1.51	.22
	對照組	47		4.53	1.14		
後測	實驗組	47		5.17	0.89	9.42	< .01
	對照組	47		4.49	1.23		
延宕	實驗組	47		5.43	0.74	31.37	< .01
	對照組	47		4.21	1.28		

($F = 1.51, p = .22$)，表示兩組學生接受基本教學後，其昆蟲概念認知符合同質性。兩組學童的後測成績在總量表與各分量表皆達顯著差異，ICCT($F = 17.98, p < .01$)，身體構造分量($F = 9.97, p < .01$)，生活習性分量($F = 10.24, p < .01$)，生活史分量($F = 14.51, p < .01$)，口器分量($F = 9.42, p < .01$)；兩組學童延宕後測成績在總量表與各分量表皆達顯著差異，ICCT($F = 24.51, p < .01$)，身體構造分量($F = 5.05, p = .03$)，生活習性分量($F = 9.96, p < .01$)，生活史分量($F = 35.66, p < .01$)，口器分量($F = 31.37, p < .01$)。表示實驗組學童玩過IPBG後，其昆蟲概念認知，包含：生活史、口器、身體構造、生活習性等，皆優於對照組學童，且能持續一段時間。分析兩組學童ICCT總量及各分量的前、後測答對率(%)及兩組進步量(%)的比較，結果如表8所

示，表示實驗組學童ICCT總量及各分量的進步率皆優於對照組學童。推論原因是同樣是3節課的延伸學習，學童玩IPBG為了想贏，完全聚焦於昆蟲卡、寶貝卡和教戰手冊的交互學習，刺激他們很快能記憶、瞭解、應用、分析與評鑑等學習；反觀學童接受昆蟲影片教學，到校園自由踏查尋找昆蟲，學童的刺激反應不如玩IPBG強烈，在校園裡不一定能找到這麼多種昆蟲，還有學童可能在校園中玩耍，這些原因都可能降低學習成效。

為瞭解實驗處理後，兩組高、中、低分群學童的ICCT學習差異，將ICCT後測成績進行獨立樣本 F 考驗及實驗效果量(Effect Size, ES)。低度ES < 0.4 ；中度ES介於 $0.4 \sim 0.79$ 之間；高度ES則 > 0.8 (余民寧，1995；許瑛珪、謝惠珠，2004)，其結果如表9所示。

表8：兩組學童ICCT各分量表答對率與進步量的分析

ICCT分量	實驗組M (N = 47)			對照組M (N = 47)		
	答對率(%)		進步量%	答對率(%)		進步量%
	前測	後測		前測	後測	
生活史	68.83	85.25	16.42	64.75	68.25	3.50
口器	70.17	86.17	16.00	75.50	74.83	-0.67
身體構造	76.56	84.67	8.11	75.00	70.22	-4.78
生活習性	76.13	90.13	14.00	75.50	77.88	2.38
總量表	72.71	86.37	13.66	71.69	72.09	0.40

表9：兩組高、中、低分群學童的ICCT後測成績獨立樣本 F 考驗及實驗效果量比較

測驗	得分群組	組別	N	M	SD	F	p	ES
ICCT	總人數	實驗組	47	30.23	5.76	17.98	$< .01$	0.88
		對照組	47	25.23	5.67			
	高分群	實驗組	15	34.12	0.39	7.92	$< .01$	1.86
		對照組	14	31.37	1.15			
	中分群	實驗組	18	31.81	1.25	11.08	$< .01$	2.59
		對照組	19	25.92	2.27			
	低分群	實驗組	14	22.24	6.20	2.24	.05	1.29
		對照組	14	18.12	3.18			

由表9知道，實驗組學童在總人數、高、中、低分群的ICCT得分差異達到高度實驗效果量($ES_{\text{總人數}} = 0.88$; $ES_{\text{高}} = 1.86$; $ES_{\text{中}} = 2.59$; $ES_{\text{低}} = 1.29$)。

二、有沒有玩過IPBG的學童，其「科學過程技能」的學習差異性分析

將兩組學童在ISPT的前測、後測、延宕後測得分進行成對樣本 F 考驗，檢視其施測時機之間的差異性，並以Scheffé法進行事後比較，整理如表10所示。

表10：兩組學童的ISPT前測、後測、延宕後測得分之成對樣本單因子變異數分析

向度	項目	實驗組			對照組	
		M	SD	Scheffé事後比較	M	SD
ISPT總量	前測	23.81	6.28	後測>前測, $p < .01$	23.17	5.87
	後測	28.94	4.13	延宕>前測, $p < .01$	23.74	5.70
	延宕	29.30	3.13		23.91	5.25
	Total	27.35	5.30		23.61	5.58
	F 檢定	$F = 20.09, p < .01$			$F = 0.23, p = .80$	
觀察	前測	6.57	0.68		6.40	0.09
	後測	6.85	0.47		6.43	1.06
	延宕	6.70	0.83		6.53	0.72
	Total	6.71	0.68		6.45	0.90
	F 檢定	$F = 1.96, p = .14$			$F = 0.27, p = .76$	
比較與分類	前測	7.15	3.99	後測>前測, $p < .01$	7.09	3.37
	後測	10.34	2.17	延宕>前測, $p < .01$	7.60	3.15
	延宕	10.89	1.55		8.11	2.50
	Total	9.46	3.21		7.60	3.04
	F 檢定	$F = 25.02, p < .01$			$F = 1.34, p = .27$	
組織與關連	前測	3.91	1.10	後測>前測, $p < .01$	4.02	1.19
	後測	4.62	1.11	延宕>前測, $p < .01$	3.91	1.25
	延宕	4.68	0.76		3.91	1.20
	Total	4.40	1.06		3.95	1.20
	F 檢定	$F = 8.43, p < .01$			$F = 0.12, p = .89$	
歸納與推斷	前測	3.40	1.16		3.32	1.00
	後測	3.79	0.62		3.34	1.13
	延宕	3.72	0.83		2.96	1.49
	Total	3.64	0.91		3.21	1.23
	F 檢定	$F = 2.47, p = .09$			$F = 1.45, p = .24$	
傳達	前測	2.77	1.26	後測>前測, $p = .04$	2.34	1.36
	後測	3.34	0.98		2.47	1.20
	延宕	3.30	0.95		2.40	1.42
	Total	3.13	1.10		2.40	1.32
	F 檢定	$F = 4.19, p = .02$			$F = 0.11, p = .90$	

由表10得知，實驗組學童ISPT的前測、後測和延宕後測在總量表與各分量表除了「觀察」($F = 1.96, p = .14$)、「歸納與推斷」($F = 2.47, p = .09$)外，其餘皆達顯著水準，ISPT($F = 20.09, p < .01$)，「比較與分類」($F = 25.02, p < .01$)，「組織與關連」($F = 8.43, p < .01$)，「傳達」($F = 4.19, p = .02$)；表示學童玩過IPBG能獲得較多的科學過程技能，包含：比較與分類、組織與關聯和傳達等，而且能持續一段時間。對照組學童ISPT的前測、後測和延宕後測在總量表與各分量表皆未達顯著水準，ISPT($F = 0.23, p = .80$)，「觀察」($F = 0.27, p = .76$)，「比較與分類」($F = 1.34, p = .27$)，「組織與關連」($F = 0.12, p = .89$)，「歸納與推斷」($F = 0.45, p = .24$)，「傳達」($F = 0.11, p = .90$)，表示學童觀看昆蟲影片、認識昆蟲卡，到校園自由踏查尋找昆蟲，無法獲得較多的科學過程技能。接著，進行兩組學童的ISPT前測、後測、延宕後測得分獨立樣本單因子變異數分析，檢視兩組成績的差異性，整理如表11所示。

由表11發現，兩組學童的ISPT前測成績在總量表與各分量表皆無顯著差異，ISPT($F = 0.26, p = .61$)，「觀察」($F = 1.07, p = .31$)，「比較與分類」($F = 0.01, p = .93$)，「組織與關連」($F = 0.20, p = .65$)，「歸納與推斷」($F = 0.15, p = .70$)，「傳達」($F = 2.49, p = .12$)，表示兩組學生接受基本教學後，其科學過程技能符合同質性。兩組學童ISPT的後測成績在總量表與各分量表皆達顯著差異，ISPT($F = 25.58, p < .01$)，「觀察」($F = 6.37, p = .01$)，「比較與分類」($F = 24.17, p < .01$)，「組織與關連」($F = 8.28, p = .01$)，「歸納與推斷」($F = 5.65, p < .01$)，「傳達」($F = 14.92, p < .01$)；表示實驗組學童玩過IPBG後，其科學過程技能，包含：比較與分類、組織與關連、歸納與推斷、傳達等

皆優於對照組學童。但兩組學童ISPT的延宕後測成績之「觀察」分量沒有顯著差異($F = 1.13, p = .29$)。推測原因是兩組學童在基本教學時，都有3節課的20種昆蟲卡教學，學童有仔細觀察過各昆蟲的特徵、構造，前測的答對率已經很高(實驗組93.86%、對照組91.43%)。從教學觀察日記說明：「3節課的20種昆蟲卡教學，每組提供昆蟲卡彩色圖卡一套，教室後面有放大版的昆蟲卡介紹，配合學習單裡的口器、生活史、身體構造、生活習性之勾選方式，國小學童都能觀察作答，所以前測觀察的答對率偏高」(103年4月28日)。分析兩組學童ISPT分量的前、後測答對率(%)及兩組進步量(%)的比較，結果如表12所示。為瞭解實驗處理後，兩組高、中、低分群學童的ISPT學習差異，將ISPT後測成績進行獨立樣本 F 考驗及實驗效果量，其結果如表13所示。

由表13知道，實驗組學童在總人數、中、低分群的ISPT得分差異達到高度實驗效果量($ES_{總人數} = 0.91$; $ES_{中} = 2.85$; $ES_{低} = 2.17$)，高分群學童的ISPT得分差異達到中度實驗效果量($ES = 0.71$)。

三、國小學童玩IPBG以培養科學過程技能

(一)兩組學生ISPT與ICCT兩種測驗的後測成績之多元迴歸分析

為瞭解學童的科學過程技能能力與昆蟲概念認知之間的關係，將ISPT後測成績的各項度當作自變數，對應於ICCT後測成績的各項度當作依變數，進行多元迴歸分析，結果如表14所示。

從表14得知，ISPT中的觀察、比較與分類、組織與關連、歸納與推斷等4項科學過程技能對應ICCT中的記憶、瞭解、應用、分析

表11：兩組學童的ISPT前測、後測、延宕後測得分之ANOVA分析

項目	組別	<i>N</i>	向度	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
前測	實驗組	47	ISPT總量	23.81	6.28	0.26	.61
	對照組	47		23.17	5.87		
後測	實驗組	47		28.94	4.13	25.58	< .01
	對照組	47		23.74	5.70		
延宕	實驗組	47		29.30	3.13	36.48	< .01
	對照組	47		23.91	5.25		
前測	實驗組	47	觀察	6.57	0.68	1.07	.31
	對照組	47		6.40	0.90		
後測	實驗組	47		6.85	0.47	6.37	.01
	對照組	47		6.43	1.06		
延宕	實驗組	47		6.70	0.83	1.13	.29
	對照組	47		6.53	0.72		
前測	實驗組	47	比較與分類	7.15	3.99	0.01	.93
	對照組	47		7.09	3.37		
後測	實驗組	47		10.34	2.17	24.17	< .01
	對照組	47		7.60	3.15		
延宕	實驗組	47		10.89	1.55	42.31	< .01
	對照組	47		8.11	2.50		
前測	實驗組	47	組織與關連	3.91	1.10	0.20	.65
	對照組	47		4.02	1.19		
後測	實驗組	47		4.62	1.11	8.28	.01
	對照組	47		3.91	1.25		
延宕	實驗組	47		4.68	0.76	13.81	< .01
	對照組	47		3.91	1.20		
前測	實驗組	47	歸納與推斷	3.40	1.16	0.15	.70
	對照組	47		3.32	1.00		
後測	實驗組	47		3.79	0.62	5.65	.02
	對照組	47		3.34	1.13		
延宕	實驗組	47		3.72	0.83	9.51	< .01
	對照組	47		2.96	1.49		
前測	實驗組	47	傳達	2.77	1.26	2.49	.12
	對照組	47		2.34	1.36		
後測	實驗組	47		3.34	0.98	14.92	< .01
	對照組	47		2.47	1.20		
延宕	實驗組	47		3.30	0.95	12.78	< .01
	對照組	47		2.40	1.42		

表12：兩組學童ISPT各分量表答對率與進步量的分析

SPIG分量	實驗組 $M(N=47)$			對照組 $M(N=47)$		
	答對率(%)		進步量%	答對率(%)		進步量%
	前測	後測		前測	後測	
觀察	93.86	97.86	4.00	91.43	91.86	0.43
比較與分類	59.58	85.83	26.25	59.08	63.33	4.25
組織與關連	78.20	92.40	14.20	80.40	78.20	-2.20
歸納與推斷	85.00	94.75	9.75	83.00	83.50	0.50
傳達	69.25	83.50	14.25	58.50	61.75	3.25
總量表	74.41	90.44	16.03	72.41	74.19	1.78

表13：兩組高、中、低分群學童的ISPT後測成績獨立樣本 F 考驗及實驗效果量比較

測驗	得分群組	組別	N	M	SD	F	p	ES
ISPT	總人數	實驗組	47	28.94	4.13	25.58	< .01	0.91
		對照組	47	23.74	5.70			
	高分群	實驗組	13	31.39	0.50	2.29	.04	0.71
		對照組	13	30.15	1.63			
	中分群	實驗組	21	29.59	0.52	8.86	< .01	2.85
		對照組	20	24.61	1.76			
	低分群	實驗組	13	23.57	5.11	4.27	< .01	2.17
		對照組	14	16.56	3.23			

表14：兩組學生ISPT與ICCT兩種測驗後測成績之迴歸模式的變異數分析摘要表

自變數	依變數	變異來源	R 平方	SS	df	MS	F	p
ISPT	ICCT	SS_{reg} (迴歸)	.64	2307.00	1	2307.00	164.87	< .01
		SS_{error} (殘差)		1287.35	92	13.99		
觀察	記憶	SS_{reg} (迴歸)	.20	25.53	1	25.53	22.74	< .01
		SS_{error} (殘差)		103.32	92	1.12		
比較與分類	瞭解	SS_{reg} (迴歸)	.27	51.36	1	51.36	33.97	< .01
		SS_{error} (殘差)		139.07	92	1.51		
組織與關連	應用	SS_{reg} (迴歸)	.32	178.88	1	178.88	43.22	< .01
		SS_{error} (殘差)		380.78	92	4.14		
歸納與推斷	分析	SS_{reg} (迴歸)	.45	105.29	1	105.29	75.23	< .01
		SS_{error} (殘差)		128.64	92	1.40		
傳達	評鑑	SS_{reg} (迴歸)	.06	7.71	1	7.71	6.23	.01
		SS_{error} (殘差)		113.91	92	1.24		

等4個概念認知，所得之迴歸模式，「觀察」對應「記憶」($F = 22.74, p < .01$)，「比較與分類」對應「瞭解」($F = 33.97, p < .01$)，「組織與關連」對應「應用」($F = 43.22, p < .01$)，「歸納與推斷」對應「分析」($F = 75.23, p < .01$)，「傳達」對應「評鑑」($F = 6.23, p = .01$)，皆達顯著水準；表示學生的科學過程技能各分量(觀察、比較與分類、組織與關連、歸納與推斷、傳達)能影響學生的概念認知各分量(記憶、瞭解、應用、分析、評鑑)。

(二)玩IPBG培養「觀察」能力

學童玩IPBG後在ISPT前、後測方面，「觀察」能力方面平均答對率進步4.00%，進步最多的是第3題(答對率進步23.40%)，知道螳螂和蝗蟲一樣都屬於不完全變態的生活史，其他的題目進步在10%以下。在ICCT前、後測方面，「記憶」能力方面進步最多的是第10題(答對率進步48.93%)，知道螢火蟲是屬於肉食性昆蟲，其次第2題(答對率進步12.63%)，知道蟑螂會產下紅豆般的卵鞘，裡面約有50個卵。訪談12位學童(100%)皆認為20種昆蟲卡對於觀察昆蟲幫助很大，因為觀看昆蟲卡能很快記住各種昆蟲的身體構造、口器、生活史、生活習性，比死背的效果好。舉證三位學童的看法：「我看昆蟲卡能很快記住昆蟲的身體構造和生活史，幫助我找出昆蟲需要什麼寶貝卡(H129)；昆蟲卡可以讓我很快記住很多昆蟲的身體構造和生活習性，比死背的效果好(M426)；昆蟲卡讓我知道螳螂和蝗蟲都是不完全變態(L108)」(103年5月5日)。上課教師也說明：「學童玩昆蟲大富翁為了想贏，不斷的觀察和閱讀昆蟲卡，無形中20種昆蟲的生活史、口器、生活習性和身體構造都紛紛存到學童的腦海中；有學童指出這種方式比死背的有用，我

認為學童玩昆蟲大富翁能增加ISPT的觀察能力，也能增加ICCT的記憶能力」(教學觀察日記，103年5月5日)。

(三)玩IPBG培養「比較與分類」能力

學童玩IPBG後在ISPT前、後測方面，「比較與分類」能力是一個填概念圖的填充題，平均答對率進步26.25%，從答題中，學童進步較多的是知道蒼蠅和蚊子都只有一對翅膀，屬於完全變態，學童也能填寫概念圖階層性的答案，例如：能寫出蜻蜓為不完全變態，具有咀嚼式口器。在ICCT前、後測方面，「瞭解」能力方面進步最多的是第4題(答對率進步25.53%)，瞭解雄蟋蟀的翅膀具有相對應的弦器和彈器，能用翅膀摩擦來發出聲音。其次第22題(答對率進步14.91%)，瞭解竹節蟲遇到獵食者，常會捨棄一隻腳分散注意力而逃生。訪談12位學童，有9人(75%)認為「教戰手冊」提供昆蟲的各種特徵及習性，幫忙他們做比較與分類：能比較各種昆蟲的構造特徵、口器、生活史與生活習性的差異，來做兩階層的分類，例如：不完全變態生活史的有水黽、竹節蟲……，可以放在「不完全變態」分類下面，再做其他階層的分類(圖5)。舉證兩位學童的看法：「教戰手冊讓我比較各種昆蟲的構造特徵、口器、生活史與生活習性的差異，做二階層分類很有幫助(H429)；教戰手冊讓我更瞭解這幾種昆蟲的生活習性和身體構造，讓我明確的知道昆蟲該分到哪一個類別(M426)」(103年5月5日)。有3位受訪學童(25%)選擇最有幫助的科學過程技能是「比較與分類」，也是歸功於教戰手冊。

(四)玩IPBG培養「組織與關連」能力

學童玩IPBG後在ISPT前、後測方面，「組織與關連」能力平均答對率進步14.20%，進步最多的是第7題(答對率進步

	不完全變態	刺吸式口器		不完全變態	咀嚼式口器		無變態	咀嚼式口器
剛毛	水黽	能水面上滑行		竹節蟲	擬態	無翅膀	衣魚	
		肉食性		斷腿重生	孤雌生殖	腹部有三條尾絲		
	不完全變態	刺吸式口器		完全變態	刺吸式口器		完全變態	咀嚼式口器
	椿象	臭蟲	一對翅膀	蚊子	雌蟲會吸血	翅鞘	瓢蟲	生物防治昆蟲
半翅目			平衡棍					
	完全變態	捲曲式口器	毛墊	完全變態	舐吸式口器	剛毛	完全變態	刺吸式口器
鱗片	蛾	費洛蒙	一對翅膀	蒼蠅	雜食性	無翅膀	跳蚤	
		夜行性	平衡棍			跳躍腳		

圖5：昆蟲大富翁的教戰手冊(一部分)

46.81%)，學童蒐集刺吸式口器、發聲肌發聲、不完全變態就能換取「蟬」昆蟲卡，其次第6題(答對率進步12.13%)，衣魚從小到大外形沒有改變，只有蛻皮長大，能說出牠屬於無變態。在ICCT前、後測方面，「應用」能力方面進步最多的是第12題(答對率進步27.66%)，知道蒼蠅能牢牢抓住玻璃是應用腳上的毛墊分泌油性物質。其次第23題(答對率進步14.81%)，瞭解雄蝗蟲應用大腿磨擦翅膀發聲，吸引雌蟲前來交配。訪談12位學童，有9人(75%)認為「教戰手冊」四種不同顏色區分，可讓他們快速分析手邊的「寶貝卡」，紀錄在學習單中，並組織自己還需要什么寶貝卡？哪一張寶貝卡是很多昆蟲都有需求可以共用的，要不要先買下來？而且會挑選特有而稀少的寶貝卡購買，防止對手也能買到。舉證三位學童的看法：「我都利用

教戰手冊四種顏色快速區分手邊的寶貝卡，查出哪些寶貝卡是互相關連的，要擺在一起(H130)。我最常買數量很少而稀有的寶貝卡，這樣可以阻止對方得到去換昆蟲卡(M102)；教戰手冊讓我可以知道哪一張寶貝卡一定要買，不然會一直繳過路費(L105)」(103年5月12日)。有4位受訪學童(33.3%)認為最有幫助的科學過程技能是「組織與關連」，都歸功於教戰手冊四種不同顏色，協助他們區分、組織，把相關的寶貝卡擺在一起。

(五)玩IPBG培養「歸納與推斷」能力

學童玩IPBG後在ISPT前、後測方面，「歸納與推斷」能力平均答對率進步9.75%，進步最多的是第11題(答對率進步14.89%)，學童發現能把食物全部吃下肚的昆蟲都屬於咀嚼式口器，其次第9題(答對率進步10.64%)，

學童發現能刺進動物身體或植物身體來吸取血液或汁液的昆蟲都屬於刺吸式口器。在ICCT前、後測方面，「分析」能力方面進步最多的是第20題(答對率進步23.40%)，能從四個選項的敘述中，找出蜜蜂的錯誤敘述，其他的3個選項敘述都是對的。其次第19題(答對率進步22.41%)，能從四個選項的敘述中，找出蒼蠅的正確敘述，其他的3個選項敘述都是錯誤的。訪談12位學童，有7人(58.33%)認為玩IPBG，根據教戰手冊不斷的整理手邊的「寶貝卡」，紀錄在學習單中，很快能判斷該昆蟲會具有哪一種身體構造、口器、生活史、生活習性，增加「歸納與推斷」的能力，舉證一位學童的看法：「看這教戰手冊去整理手中的寶貝卡，紀錄在學習單中，很快就能判斷哪些寶貝卡要擺在一起，代表哪一種昆蟲(H123)」(103年5月12日)。教學省思札記也說明：「學童在遊戲過程中，能加快他們歸納與判斷要如何購買寶貝卡，讓自己能獲勝或防止對方獲勝。發現有位學童買兩張「無翅膀」寶貝卡，好奇詢問，學童說明全部只有兩張無翅膀，全買了，不但能賺過路費也提高換衣魚、跳蚤昆蟲卡的機會。」(103年4月28日)。有3位受訪學童(25%)認為最有幫助的科學過程技能是「歸納與推斷」，都歸功於在玩IPBG的過程中，不斷整理手中的寶貝卡協助他們歸納與推斷，該買什麼寶貝卡，什麼時候要換昆蟲卡。

(六)玩IPBG培養「傳達」能力

學童玩IPBG後在ISPT前、後測方面，「傳達」能力平均答對率進步14.25%，進步最多的是第14題(答對率進步42.56%)，學童根據表格說明，尋找瓢蟲需要哪一張寶貝卡；但玩IPBG之前，不知道瓢蟲為生物防治昆蟲的學童很多，學童玩IPBG之後就學會了，所以前、後測答對率進步很多。在ICCT前、後測方面，「評鑑」能力方面進步

最多的是第26題(答對率進步21.25%)，學童在IPBG之前，在蜜蜂的頭、胸、腹部畫出翅膀、腳和觸角錯誤較多，但學童玩IPBG後較能正確的畫出翅膀、腳和觸角各長在昆蟲的哪個身體部位。訪談12位學童，有5人(41.67%)認為玩IPBG能幫助他們利用表格、圖表去解釋資料，當他們手邊有很多資料時，會作表格加以整理強過硬記在腦海中。舉證兩位學童的看法：「我會畫個簡表，整理四個玩家已經買走哪些寶貝卡，避免亂蒐集，換不到昆蟲卡(M426)，畫表格整理大家所買的寶貝卡比強記在腦海中好，買寶貝卡之前可以馬上核對(H129)」(103年5月12日)。

四、綜合討論

由於少子化現象，目前臺北市的國小每班學童人數不到30人，所以教師更能照顧學童的學習。本研究發現只有3節課的延伸學習，實驗組學童培養科學過程技能的成效明顯進步，且能持續一段時間；這可能基於學童喜歡玩IPBG版圖遊戲，以及想要獲勝的心理而加速學習。國際版圖遊戲研究協會(the International Board Game Studies Association, BGSA)的研究，說明益智型版圖遊戲已在世界各地蓬勃的發展，研究者發現這些版圖遊戲提供學生可以透過玩遊戲學習很多科學知識與科學過程技能(Hitchens, Patrickson, & Young, 2013)。Squire與Jenkins (2003)證實版圖遊戲可為基礎的教學材料，具有優質的可玩性、啟發性、並帶來很多的樂趣，影響學生的積極參與。Squire與Jenkins進一步建議益智型版圖遊戲教材必須能刺激學童的視覺感官和探索的慾望；所以使用科學工藝技術製造出精美的版圖遊戲，必能刺激學童的探索學習。IPBG就是經過科學工藝技術產出的一種版圖遊戲，昆蟲圖案精美而值得探索，故能刺激學童的有效學習。

陸、結論與建議

一、結論

(一) 國小學童玩IPBG提升昆蟲概念認知與科學過程技能

本研究採混合研究，不管是實驗組或對照組學童，都先經過接受15節的基本教學，包含12節課「校園的昆蟲單元」正常教學，3節課20種昆蟲卡的教學，目的是不想影響一般國小教師的正常教學。然後，把IPBG當作是一種延伸學習，對一般國小教師來說最省事了。經過實驗組(學習IPBG遊戲規則與玩兩次IPBG)，與對照組(觀看昆蟲影片與昆蟲卡，到校園自由踏查尋找昆蟲)的實驗處理後，發現實驗組學童在ICCT、SPIG後測、延宕後測平均得分皆高於對照組的，且達到顯著差異，ICCT後測($F = 17.98, p < .01$)，ICCT延宕後測($F = 24.51, p < .01$)，SPIG後測($F = 25.58, p < .01$)，SPIG延宕後測($F = 36.48, p < .01$)；表示實驗組學童玩過IPBG後，其昆蟲概念認知、科學過程技能皆優於對照組學童；自然成績中、低分群學童其昆蟲概念認知、科學過程技能皆達到高度的實驗效果量，高分群學童的昆蟲概念認知達到高度的實驗效果量，其科學過程技能達到中度的實驗效果量。自變數(ISPT)與依變數(ICCT)的後測成績進行多元迴歸分析($F = 164.87, p < .01$)，表示ISPT的各分量能影響ICCT的各分量。即學童具有高能力的科學過程技能，其昆蟲概念認知也會獲得高分，「觀察」能影響「記憶」，以此類推。

(二) 國小學童玩IPBG培養科學過程技能之探討

實驗組學童的「觀察」能力對應於「記憶」能力，所有訪談學童皆認為觀察20種昆蟲卡能很快記住昆蟲的身體構造、口器、生活

史、生活習性，比死背的效果好。學童的「比較與分類」能力對應於「瞭解」能力，有9位受訪學童認為「教戰手冊」提供20種昆蟲的構造特徵及生活習性，幫忙他們做比較與分類。學童的「組織與關連」能力對應於「應用」能力，有9位受訪學童認為「教戰手冊」用四種不同顏色區分構造、口器、生活史、生活習性，協助他們組織與分類，把相關的「寶貝卡」擺在一起。學童的「歸納與推斷」能力對應於「分析」能力，有7位受訪學童會根據教戰手冊不斷的整理手邊的「寶貝卡」，協助他們歸納與推斷，該買什麼寶貝卡，什麼時候要換昆蟲卡。學童的「傳達」能力對應於「評鑑」能力，有5位受訪學童認為玩IPBG能幫助他們學習使用表格，整理哪些玩家擁有什麼「寶貝卡」，幫助他們做判斷，應該買哪一張寶貝卡或換哪一張昆蟲卡。

二、建議

(一) 利用IPBG昆蟲卡培養國小學童的科學過程技能

IPBG規則搭配20種昆蟲特徵與生活習性來設計，看似複雜，需要教師先進行講解遊戲組件及規則，再實際去玩。對一般教師而言，第一次賽程因需要教師講解遊戲規則，約需60～80分鐘，第二次賽程則只需30～40分鐘。為了不影響教學進度，可安排在期中評量後進行遊戲。由於昆蟲卡設計良好，有該昆蟲的真實圖片、Q版放大圖片、文字解說，並顯示生活史(粉紅色)、口器(藍色)、生活習性(橘色)和身體構造(綠色)等特徵；建議可讓學童融入昆蟲單元中直接使用或帶到戶外觀察昆蟲使用，是一個很好的指引，使學童達到自主學習及培養科學過程技能的目標。

(二) 對於後續研究之建議

研究結果發現，IPBG當作昆蟲單元課程

的延伸學習，可以提升學童的昆蟲概念認知和培養科學過程技能，學童非常喜歡，希望能多玩幾次。本研究建議教師在昆蟲單元教學中可適時加入一些簡易的科學遊戲，讓學童從玩科學遊戲中，輕鬆記憶各種昆蟲的生活史、身體構造或生活習性。其次，本團隊可繼續研發進階版，內容可加入天敵、繁殖方式、生長環境或增加昆蟲種類，發展出不同學習內容的昆蟲科學遊戲，以滿足不同程度及特質的學童。最後，建議教育相關單位可建置昆蟲科學遊戲資料庫分享平臺，鼓勵對昆蟲教學有興趣的教師團隊，將其設計分享在此平臺上，以便提供給

有需要的教師，增加其正確且豐富的昆蟲知識及輔助教具的實施。

誌謝

本研究能順利完成，首先感謝行政院科技部計畫(MOST 103-2511-S-152-005-MY2)之經費支持，其次感謝兩位某國立師培大學教授與兩位某國小資深自然科教師的指導；並向本研究對象四個班級的學童致謝，協助實驗處理、施測、訪談等資料的取得。

參考文獻

1. 甘漢銑、陳文典(2006)。「科學過程」技能。收錄於教育部暨國立師範大學(編著)，科學素養的內涵與解析(頁35-58)。臺北市：教育部。
2. 石如玉(2002)。國小學童對昆蟲認知情形之研究。未出版之碩士論文，臺北市立師範學院科學教育研究所，臺北市。
3. 余民寧(1995)。心理與教育統計學。臺北市：三民。
4. 侯惠澤、陳姵婷、張國恩(2011，11月)。結合問題解決教學策略之混成式部落格教學活動設計——國小自然科昆蟲飼養教學之案例研究。發表於第七屆臺灣數位學習發展研討會。臺北市：東吳大學。
5. 洪榮昭、盧秀琴、周治英(2014，12月)。懼蟲特質與課程中焦慮、噁心對學習意願關係之探討。發表於第30屆科學教育國際研討會。臺北市：國立臺灣師範大學。
6. 張賴妙理、李慈惠、楊坤原(2012，12月)。科學玩具遊戲教學對四年級學童的昆蟲概念學習與「對科學的態度」之影響。發表於第28屆科學教育國際研討會。臺北市：國立臺北教育大學。
7. 教育部(2003)。科學教育白皮書。臺北市：作者。
8. 教育部(2010)。國民中小學九年一貫課程綱要「自然與生活科技學習領域」。臺北市：作者。
9. 許瑛珣、謝惠珠(2004)。應用概念改變教學策略在颱風常識的學習。臺灣師大學報，49(1)，15-40。
10. 郭碧祝、陳秀婷(2009)。提升國小四年級學生過程技能的主題式教學活動。屏東教育大學學報：教育類，33，365-395。
11. 陳亭伶(2013)。發展「昆蟲大富翁」科學遊戲教具及教學以培養學童的昆蟲認知、科學

態度和科學過程技能。未出版之碩士論文，國立臺北教育大學自然科學教育學系碩士班，臺北市。

12. 陳維壽(1998)。臺灣昆蟲大探險。臺北市：青新。
13. 馮鐘立、李寶珠(2004)。臺南地區國民中小學學生對昆蟲的知識、態度及行為之研究。南大學報，38(2)，31-54。
14. 黃茂在、陳文典(2006)。「科學過程」技能。收錄於教育部暨國立臺灣師範大學(編著)，科學素養的內涵與解析(三版，頁83-110)。臺北市：國立臺灣師範大學。
15. 黃琬真(2003)。以二段式診斷工具探討國小學童昆蟲概念及其迷思概念之研究。未出版之碩士論文，國立臺中師範學院自然科學教育學系碩士班，臺中市。
16. 楊正澤(2013)。昆蟲多樣性的本質與價值(NSC102-2515-S-005-001)。臺北市：行政院國家科學委員會。
17. 鄧竹雲(2012)。運用數位典藏資源融入國小四年級昆蟲單元教學活動對學童學習成效之研究。未出版之碩士論文，國立臺北教育大學自然科學教育學系碩士班，臺北市。
18. 盧秀琴(2014)。21世紀的職前師資培育課程——發展「昆蟲桌上遊戲教具、昆蟲線上遊戲教材、昆蟲生理實驗」培養學童「科學過程技能」(MOST103-2511-S-152-005-MY2)。臺北市：行政院國家科學委員會。
19. Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Airasian, P. W., Cruikshank, K. A., Mayer, R. E., Pintrich, P. R., et al. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of bloom's taxonomy of educational objectives* (Complete ed.). New York: Longman.
20. Assessment of Performance Unit. (1980). *Assessment of performance unit design and technology reports for teachers*. Retrieved May 10, 2013, from <https://www.stem.org.uk/elibrary/collection/3732/assessment-of-performance-unit-design-and-technology-reports-for-teachers>
21. Buchanan, J. A., & Houlihan, D. (2008). The use of in vivo desensitization for the treatment of a specific phobia of earthworms. *Clinical Case Studies*, 7(1), 12-24.
22. Hitchens, M., Patrickson, B., & Young, S. (2013). Reality and terror, the first-person shooter in current day settings. *Games and Culture*, 9(1), 3-29.
23. Lu, C. C. (2014, May). *Developing the insect playing table game to test elementary student's insect conceptions and science process skills*. Paper presented at 2014 International Symposium on Education and Social Science (ISEPSS). Kyoto Research Park, Japan.
24. Shepardson, D. P. (2002). Bugs, butterflies, and spiders: Children's understandings about insects. *International Journal of Science Education*, 24(6), 627-643.
25. Shih, C. J. (2001). Children utilize insects as the observing experiment material. *Journal of Han Lin*, 18, 15-16.
26. Squire, K., & Jenkins, H. (2003). Harnessing the power of games in education. *In Sight*, 3, 7-33.

附錄

附錄一：昆蟲大富翁科學遊戲——20種昆蟲教學活動設計簡案

教學對象	四年級實驗組和對照組班級	教學時間	3節，120分鐘	
教學活動		時間	教學資源	評量方式
一、引起動機				
(一) 播放可口可樂廣告昆蟲篇影片 請學生回答影片中出現哪些昆蟲？ (瓢蟲、蝗蟲、蜜蜂、蝴蝶、蜻蜓、……)		5分鐘	可口可樂廣告昆蟲篇影片	能夠說出昆蟲名稱
(二) 喚起舊經驗---昆蟲特徵提問與回答 1.分類？(動物界、節肢動物門、昆蟲綱) 2.有幾隻腳？(6隻腳) 3.身體構造分為哪幾部分？(頭、胸、腹三部分) 4.腳、翅的著生位置在哪裡？(都在胸部) 5.昆蟲都有翅膀嗎？(大多數有翅膀) 6.昆蟲都有觸角嗎？(大多數有觸角) 7.昆蟲形態電子書介紹(以直翅目的蝗蟲及鱗翅目的蝴蝶之頭部、觸角、口器、胸部、翅膀、足部、腹部做介紹)		15分鐘	PPT 臺大昆蟲標本館數位典藏電子書	複習舊經驗 能夠回答問題
(三) 喚起舊經驗---二分法分類練習 以雞、虎、青斑蝶、魚、…做二分法分類練習		20分鐘	PPT 學習單	能夠熟悉二分法分類
(四) 昆蟲數位遊戲體驗活動---學生上臺體驗遊戲 1.蟲林探險---法小爾出任務(7頁)---身體構造 2.蟲蟲危機---法小爾出任務---昆蟲放大鏡、昆蟲魔術師 3.蟲以食為天---法小爾出任務(6頁)---概念拼圖---口器與食物		20分鐘	昆蟲數位遊戲教材	能從遊戲中複習昆蟲的身體構造、
二、發展活動---20種昆蟲介紹 (一) 編號1-5昆蟲卡介紹(衣魚、蜻蜓、螳螂、蝗蟲、蟋蟀) 1.發下編號1-5之彩印昆蟲卡及昆蟲概略敘述表，說明昆蟲卡上每一個特徵就是一張寶貝卡，並呈現寶貝卡給學生認識，說明玩IPBG時，3張寶貝卡可兌換1張昆蟲卡。 2.學生分組討論並排列出圖卡順序。 3.老師依序呈現該昆蟲，以PPT敘述該昆蟲，然後提問，學生搶答對應之昆蟲名稱。(公布答案) 4.學生分組討論，依「昆蟲概略敘述表」內容找出該昆蟲的特徵，寫學習單1-5，昆蟲名稱、生活史、口器、身體構造、生活習性。 5.老師提問、學生搶答。 6.學生修正學習單。		50分鐘	彩色影印20種昆蟲卡 昆蟲概略敘述表 寶貝卡 PPT A3學習單	生活史、昆蟲口器與食物 能認識昆蟲卡的內容介紹
(二) 編號6-10之昆蟲介紹(竹節蟲、椿象、蟬、瓢蟲、螢火蟲)，教學相同於1~5的流程。 (三) 編號11-15之昆蟲介紹(跳蚤、蒼蠅、蚊子、蝴蝶、蛾)，教學相同於1~5的流程。 (四) 編號16-20之昆蟲介紹(蜜蜂、螞蟥、水黽、蜆、蝗蟲)，教學相同於1~5的流程。				能使用「昆蟲概略敘述表」找出該昆蟲名稱、生活史、口器、身體構造、生活習性
三、綜合活動 (一) 老師檢視學生回答的內容，將答案以PPT呈現，讓學生核對，以瞭解20種昆蟲之概略特徵。 (二) 老師說明20種昆蟲卡之正反面圖卡布置在教室裡，鼓勵學童進行瀏覽或課餘瀏覽。		10分鐘	A3學習單 20種昆蟲卡	能認識昆蟲卡的內容介紹

附錄二：昆蟲大富翁科學遊戲——20種昆蟲教學活動學習單

4年 班第 組組員:

編號	昆蟲名稱	生活史	口器	身體構造	生活習性
1		☐ 無變態 ☐ 完全變態 ☐ 不完全變態	☐ 咀嚼式 ☐ 刺吸式 ☐ 舐吸式 ☐ 捲曲式 ☐ 咀吸式		
.....					
20		☐ 無變態 ☐ 完全變態 ☐ 不完全變態	☐ 咀嚼式 ☐ 刺吸式 ☐ 舐吸式 ☐ 捲曲式 ☐ 咀吸式		

說明：本學習單以A3大小格式雙面印刷，以方便學童習寫。

附錄三：昆蟲科學過程技能測驗

(一)觀察：下表是蝗蟲昆蟲卡，卡片內有關蝗蟲特徵的敘述。

1.蝗蟲屬於直翅目，外翅為革質狀，具有保護作用；內翅呈膜狀，用來飛翔。 2.後腿發達，能跳比身體長數十倍的距離，稱為跳躍腳。 3.具有咀嚼式口器，以植物葉片為食，蝗蟲喜食稻子葉片。 4.屬於不完全變態的漸行變態，若蟲和成蟲相似。 5.雄蟲會以磨擦翅膀和後腿發出聲音，吸引雌蟲前來交配。	寶貝卡敘述	
	跳躍腳	
	不完全變態	
	咀嚼式口器	
	植食性	
	大腿磨擦翅膀發聲	

資料來源：盧秀琴(2014)。

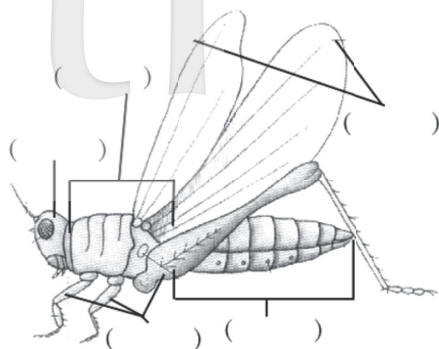
請你根據上面的敘述內容來回答1、2、3題。

1.()觀察蝗蟲昆蟲卡，你認為蝗蟲具有下列哪一種特徵？

(1)用前翅互相摩擦發聲 (2)具有跳躍腳 (3)具有刺吸式口器 (4)肉食性昆蟲

2.觀察蝗蟲昆蟲卡後，請填入蝗蟲身體構造的正確名稱(請填代號)。

ㄅ.腳；ㄆ.頭部；ㄇ.胸部；ㄧ.腹部；ㄨ.翅膀。

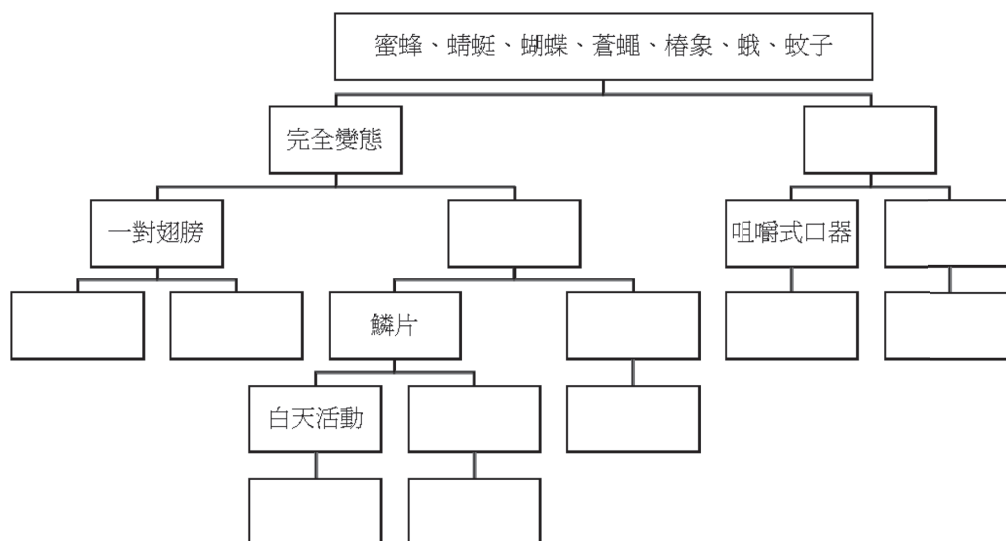


資料來源：陳維壽(1998)。

3.()由蝗蟲昆蟲卡可以知道蝗蟲是屬於不完全變態，請問下列哪一種昆蟲的成長過程和蝗蟲一樣，屬於不完全變態？

- (1)螳螂 (2)瓢蟲 (3)螢火蟲 (4)蒼蠅

(二)比較與分類：請你用昆蟲卡的昆蟲(蜜蜂、蜻蜓、蝴蝶、蒼蠅、椿象、蛾、蚊子)，以下列的分類表來作分類。



(三)組織與關連：昆蟲的成長過程

4.()螞蟻的生活史變化是卵 → 幼蟲 → 蛹 → 成蟲，熊仔想要兌換螞蟻的昆蟲卡，請問他必須購買哪一種成長過程的寶貝卡呢？

- (1)完全變態 (2)不完全變態 (3)無變態

5.()螳螂的生活史變化是卵 → 若蟲 → 成蟲，方仔想要兌換螳螂的昆蟲卡，請問他必須購買哪一種成長過程的寶貝卡呢？

- (1)完全變態 (2)不完全變態 (3)無變態

6.()衣魚的一生都在蛻皮，外型沒有明顯變化，這種成長過程我們稱作什麼？

(1)完全變態 (2)不完全變態 (3)無變態

7.()圓仔目前有兩張寶貝卡，第一張是「刺吸式口器」、第二張是「發聲肌發聲」。請問圓仔的第三張寶貝卡必須是哪一種成長過程才能兌換蟬的昆蟲卡？

(1)完全變態 (2)不完全變態 (3)無變態

8.()圓仔擁有咀吸式口器、完全變態、社會性昆蟲等三張寶貝卡後，請問他可以兌換哪一張昆蟲卡？

(1)竹節蟲 (2)蜜蜂 (3)蟬 (4)跳蚤

(四)歸納與推斷：動動腦時間

鴨仔對於昆蟲的口器和食性不太瞭解，想多花時間仔細研究，以下是他整理出來的資料：

昆蟲名稱	食物來源	口器種類
蚊子、螢火蟲、衣魚、螳螂、椿象、蒼蠅、蝴蝶、蜜蜂、蛾	書本、小昆蟲、植物汁液、花蜜、動物血液、蝸牛和螺類、流質食物	咀嚼式、刺吸式、咀吸式、捲曲式、舐吸式

9.()鴨仔發現雌蚊會吸動物血液、椿象大都吸食樹汁和其他植物的汁液，請問這兩種昆蟲的口器是屬於哪一種？

(1)咀嚼式 (2)刺吸式 (3)吸管式 (4)咀吸式

10.()鴨仔發現會吸食花蜜的昆蟲，牠們用的口器有下列三種，請問蝴蝶是用哪一種口器吸食花蜜？

(1)刺吸式 (2)咀吸式 (3)捲曲式 (4)舐吸式

11.()鴨仔後來發現會把食物全部吃下肚的昆蟲都是屬於咀嚼式口器，請問下面哪一個敘述不是屬於咀嚼式口器？

(1)衣魚會吃書本 (2)螢火蟲會吃蝸牛和螺類 (3)螳螂會吃小昆蟲 (4)蒼蠅會吃果汁

12.()從上述鴨仔的發現結果，你可以獲得研判的論點是什麼？

(1)昆蟲的口器和其食性有密切關係 (2)昆蟲的口器和其食性沒有多大關係 (3)昆蟲的口器和其食性沒有任何關係 (4)都說得通。

(五)傳達：下表是五位玩家目前所擁有寶貝卡的紀錄表。請依表內敘述回答問題。

玩家名字	目前玩家擁有的寶貝卡			
圓仔	咀嚼式口器	完全變態	幼蟲有挖掘狀前腳	一對翅膀
鴨仔	刺吸式口器	完全變態	鐮刀狀的前腳	生物防治昆蟲
方仔	捲曲式口器	不完全變態	大大的複眼	斷腿重生
熊仔	舐吸式口器	不完全變態	費洛蒙	鱗片
貓仔	咀嚼式口器	無變態	能在水面滑行	雌蟲會吸血

- 13.()圓仔抽到「救援卡」的敘述是「與昆蟲朋友打賭贏了，可和隊友交換一張寶貝卡。」假如你是圓仔，想要換「瓢蟲」的昆蟲卡，你必須和誰交換寶貝卡？
(1)鴨仔 (2)方仔 (3)熊仔 (4)貓仔
- 14.()圓仔想要換「瓢蟲」昆蟲卡，是因為他缺了哪一張寶貝卡？
(1)刺吸式口器 (2)不完全變態 (3)費洛蒙 (4)生物防治昆蟲
- 15.()根據第13、14題，假如圓仔順利換到「瓢蟲」昆蟲卡，因此也可以讓對方換到蚊子的昆蟲卡，請問圓仔要拿哪一張寶貝卡交換呢？
(1)咀嚼式口器 (2)完全變態 (3)幼蟲有挖掘狀前腳 (4)一對翅膀。
- 16.()貓仔抽到「知識卡」裡的敘述是「從管理員手中抽一張昆蟲卡，說出此昆蟲的三個特徵。」假如下一個就輪到你擲骰子，你會怎麼做？
(1)為了把握時間，趕快擲骰子 (2)等貓仔從管理員手上抽完昆蟲卡再擲骰子 (3)仔細聽貓仔說完三個昆蟲的特徵再擲骰子 (4)一邊聽貓仔說三個昆蟲的特徵，一邊擲骰子。

附錄四：昆蟲概念認知測驗

一、選擇題

- 1.()牠會啃食書本、衣服，在家中的書櫃、衣櫃可以發現牠的蹤跡，請問牠是哪一種昆蟲？
①跳蚤 ②螞蟥 ③衣魚 ④蟑螂。(分析)
- 2.()下列哪一種昆蟲的雌蟲一次大約可以產下50枚卵在紅豆般的卵鞘中？
①螳螂 ②蟑螂 ③蒼蠅 ④蟋蟀。(記憶)
- 3.()下列有關蝴蝶和蛾的敘述，哪一個才是正確的？
①蝴蝶的觸角是羽毛狀，蛾是棍棒狀 ②牠們都有捲曲式的口器 ③蝴蝶的身軀比蛾肥胖 ④牠們都在白天活動。(分析)
- 4.()哪一種昆蟲的雄蟲會利用一對翅膀上相對應的彈器和弦器，互相摩擦發出聲音來宣告領域和求偶？
①蟋蟀 ②蝗蟲 ③蟬 ④蚊子。(瞭解)
- 5.()下列哪一種昆蟲具有三角形的頭，可以靈活轉動，朝著身體後面看的特徵？①蜻蜓 ②椿象 ③瓢蟲 ④螳螂。(記憶)
- 6.()有些雌蟲會以孤雌生殖來繁衍下一代，不需要交配，請問下列哪一種昆蟲屬於這種類型？
①衣魚 ②螳螂 ③竹節蟲 ④螢火蟲。(瞭解)
- 7.()具有兩對寬大翅膀，休息時翅膀無法摺疊的是哪一種昆蟲？
①蜜蜂 ②蟋蟀 ③蝗蟲 ④蜻蜓。(記憶)
- 8.()有關蟬的敘述，哪一個才是正確的？
①具有捲曲式的口器 ②孵化後的幼蟲會爬到地底下生活 ③雌蟲腹部有一對發聲肌，會收縮震動鼓膜發出聲音來吸引異性 ④雄蟬具有挖掘狀的前腳。(分析)

- 9.()哪一種昆蟲因為具有腺體能噴出難聞的氣味來抵禦敵人，所以又稱為臭蟲？
①蟑螂 ②瓢蟲 ③蒼蠅 ④椿象。(瞭解)
- 10.()螢火蟲是屬於哪一種食性的昆蟲？
①植食性 ②肉食性 ③雜食性。(記憶)
- 11.()哪一種昆蟲會使用跳躍腳跳到宿主身上來吸血，可能傳染疾病，稱為病媒蟲？
①跳蚤 ②蚊子 ③蟋蟀 ④蝗蟲。(應用)
- 12.()請問蒼蠅腳上有什麼東西可以分泌油性物質，讓牠能牢牢抓住玻璃？
①毛墊 ②剛毛 ③鱗片 ④平衡棍。(應用)
- 13.()有關瓢蟲的敘述，哪一個是錯誤的？
①又稱為淑女蟲 ②會吃危害植物的蚜蟲 ③生活史屬於不完全變態 ④是生物防治昆蟲。(分析)
- 14.()蚊子的幼蟲稱為什麼？
①水蠶 ②孑孓 ③蛆 ④蠶。(記憶)
- 15.()看到螞蟻排隊是因為分泌費洛蒙的緣故，其目的是為了什麼？
①吸引異性前來交配 ②宣告領域範圍的行為 ③嚇阻敵人靠近 ④留下記號，吸引同伴一起來搬運食物。(應用)
- 16.()蚊子的翅膀構造和下列哪一種昆蟲相似？
①蒼蠅 ②蜜蜂 ③蜻蜓 ④衣魚。(分析)
- 17.()水黽在水面行走，不會劃破水面是因為腳上具有什麼？
①毛墊 ②鱗片 ③剛毛 ④平衡棍。(瞭解)
- 18.()哪一種昆蟲的雄蟲會利用蜘蛛網抓昆蟲，而且會將戰利品當禮物送給心儀的雌蟲？
①蝎蛉 ②螳螂 ③蜻蜓 ④水黽。(瞭解)
- 19.()有關蒼蠅的敘述，哪一個才是正確的？
①屬於不完全變態 ②前翅已退化成平衡棍 ③有兩對翅膀 ④有一對翅膀。(分析)
- 20.()下列關於蜜蜂的敘述，哪一個是錯誤的？
①胸、腹部有腰分隔 ②工蜂的產卵管退化成一根螫針 ③具有捲曲式口器 ④生活史屬於完全變態。(分析)
- 21.()從你日常生活的觀察，下面哪兩種昆蟲是屬於社會性昆蟲？
①螞蟻和蝎蛉 ②螞蟻和蜜蜂 ③蟬和蜜蜂 ④蟬和蝎蛉。(應用)
- 22.()遇到天敵時，會捨棄一隻腳來分散對方注意力，然後逃生的是哪一種昆蟲？
①螳螂 ②蝎蛉 ③螢火蟲 ④竹節蟲。(瞭解)
- 23.()從你的觀察，蝗蟲會利用什麼來吸引雌蟲前來交配？
①送戰利品當作禮物 ②大腿摩擦翅膀發聲 ③散發費洛蒙 ④展示飛翔技能。(應用)

二、簡答題

24. 昆蟲的口器除了有「捲曲式」以外，請你再列舉出三種口器。(評鑑)
25. 「昆蟲卡」裡的昆蟲成長過程(生活史)可以分為哪三種？並請各列出一種昆蟲名稱。(應用)

三、繪圖題

26. 下圖是一隻蜜蜂的頭、胸、腹部，請在圖中畫出牠的兩對翅膀、六隻腳、一對觸角。(評鑑)。



Playing “Insects Playing Board Games” to Cultivate the Scientific Process Skills of Primary School Students

Chow-Chin Lu^{1,*} and Hui-Chun Shih²

¹Department of Science Education, National Taipei University of Education

²Dahu Elementary School in Taipei City

Abstract

The teaching site of insect curriculum is often limited by weather, environment, and resources. It is hard cultivate the scientific process skills of primary school students. This study developed the “Insects Playing Board Games” as media, allowing students to cultivate scientific process skills and enhance insect cognitive comprehension through playing. We used “Insect Science Process Test, ISPT,” “Insect Cognitive Comprehension Test, ICCT,” and an interview outline as research tools to evaluate the learning effect of our mixed-method research. The result showed that: 1. the experimental group students (playing the “Insects Playing Board Games”) showed better learning effect on the “scientific process skills” and “insect cognitive comprehension” than the control group, reaching significant differences; 2. the ISPT and ICCT effect sizes (*ES*) of the experimental group students were higher than the control group in the total, as well as in the high-, medium- and low-achiever groups, reaching medium to high degree of effect size; 3. interviewed students of the experimental group thought that their capabilities of science process skills did enhance with the 20 kinds of insect cards and the “teaching manual.”

Key words: Insects Playing Board Games, Insect Cognitive Comprehension, Scientific Process Skills, Effect Size (*ES*)

* Corresponding author: Chow-Chin Lu, luchowch@tea.ntue.edu.tw