

教育部 102 年度中小學科學教育計畫專案 期末報告

計畫編號：105

計畫名稱：「多元素養教學」與「文本改寫」對閱讀理解的
影響~以國小五年級「動物的生活」單元為例

主 持 人：蓋允萍

所屬學校：臺中市西屯區惠來國民小學

中 華 民 國 一 〇 三 年 八 月

摘 要

本研究旨在探討多元素養教學與文本改寫對國小五年級「動物的生活」單元學習的影響。研究理論架構整合視覺設計文法理論與近代認知科學，採用質量合併法，經由多元素養教學法(CAMAL)與改良文本的兩項處置，以線上閱讀測驗與質性晤談搜集資料，參與的學生有 4 個班級，有效樣本共 94 個，採不等組實驗設計，實驗組有 3 個班，控制組有 1 個班。

量化數據顯示教學法與文本這二個處置變項皆有顯著差異，影響學生的閱讀理解。質性晤談的分析顯示傳統文本不易使受訪者說出主旨，而且在編輯上也不易理解。藉由研究發現，有助於喚起科學教學應重視多元素養能力的注意，並將改寫之文本提供給教科書編輯，作為日後改版之參考。

目 次

壹、	前 言.....	4
	一、研究背景.....	4
	二、研究目的與待答問題.....	5
貳、	文獻探討.....	6
	一、視覺設計文法.....	6
	二、認知心理學對圖像的研究.....	9
	三、圖像閱讀教學.....	14
參、	研究方法.....	15
	一、研究方法.....	15
	三、質料分析.....	23
肆、	討 論.....	24
	一、 影響圖像閱讀理解後測的因子考驗.....	24
	二、 質性分析的結果.....	27
	三、 教學的觀察與省思.....	29
伍、	結論與建議.....	30
	一、結論.....	30
	二、建議.....	31
陸、	參考文獻.....	32
	附錄一、傳統文本.....	35
	附錄二、改寫之文本.....	40
	附錄三、閱讀前測.....	45
	附錄四、閱讀後測.....	52
	附錄五、晤談大綱.....	59
	附錄六、評分標準表.....	60
	附錄七、學生編輯作品舉例.....	62
	附錄八、教師研習投影片.....	64

壹、前言

一、研究背景

教科書是當代科學社群傳遞典範的工具之一(Kuhn, 1971)，藉由精心特意的編輯，當代的科學典範被塞入有限的教科書中，然後以更簡潔、精確而系統化的方式傳遞給下一代，使得學校教育有效率地框架出學生們的眼界及未來可能進行的研究範圍。TIMSS 2003 與 TIMSS 2007 的教師問卷統計結果均顯示臺灣教師將教科書作為主要教材的比例明顯地高於其他國家(國立台灣師範大學科學教育中心, 2007)，教科書在科學教學與學習中所扮演的角色及重要性是無庸置疑的。

科學教科書運用各種不同形式的表徵幫助學生學習科學概念，除了文字之外，還有照片、繪圖、分子模型、統計圖、表格、公式…等不同形式的圖像，運用了多元模式(multimodal)的表徵方式(Daly & Unsworth, 2011)，所以，學生要理解教科書所傳達的意義，單靠識字能力是不夠的，還需要看懂圖像，所以，Unsworth (2001)主張現今應培養的是多元素養的能力(multiliteracies)。

圖像，尤其是照片，常言所道的「一圖勝千言」(A picture is worth more than a thousand words)，讓人誤以為就自然會懂(Pinto & Ametller, 2002)，其實，當圖像設計不當時，在學習上所收到的效益將大受影響(蓋允萍, 2014; Han & Roth, 2005; Hsu & Yang, 2007)。小學自然與生活科技教科書版面中，圖像占絕大部分的比例，是傳遞意義的一種重要社會符號，不但能描繪出主題的視覺空間性質，幫助學生形成心智表徵(Wu & Shah, 2004)，更能具體地協助文本表徵語義、提供訊息解釋概念、輔助文本說明事理(Pozzer & Roth, 2003)，並能有效率地統整訊息(Roth, Bowen, & McGinn, 1999)。國外的相關研究顯示，分析教科書圖像可顯露課程所隱含的自然觀點(Lemoni, Lefkadiou, Stamou, Schizas, & Stamou, 2011)，也可藉此檢視教科書傳達的概念是否有所缺漏或偏廢(Hatzinikita, Dimopoulos, & Christidou, 2008; Sullivan, 2008)，因此，圖像分析也成為一種檢視教科書編輯的重要方法。

目前國內針對小學教科書圖像作系統性研究的文獻仍極為有限(邱月玲，2002)，大多停留在美工設計觀點(王藍亭&盧伊君，2010)，或跨國比較插圖使用頻率的異同(楊宗榮，2010)，鮮少探究圖像結構對理解造成的困難，或透過多元素養的教學提昇學生對教科書的閱讀理解，這些都是值得深入探究的問題。

「認識動物」在小學自然與生活科技課程中占有很重要的地位，尤其是其中的分類能力更是九年一貫課程綱要中非常重要的能力指標，從第一階段(低年級)開始，目標是能依據事物的特徵或屬性分類(1-1-2-1)，並辨認異同(1-1-2-2)；進入第二階段(中年級)的能力，是能依不同屬性作出不同的分類結果(1-2-2-4)；第三階段(高年級)的能力目標則是依據物種的差異程度，作出第二層次以上的分類(1-3-2-3)，這已經是九貫課程生物分類相關能力指標的盡頭，雖然進入國中階段七年級生物教科書仍然提及二分支檢索表(翰林國中一下，2013；康軒國中一下，2013；南一國中一下，2013)，但是該階段已無任何可對應的能力指標。

二、研究目的與待答問題

從上述「認識動物」的分析，九年一貫課程似乎將生物分類的能力養成主要放在小學階段，特別是第三階段的高年級時期，就應該具有分類學上常用的分類檢索概念。因此，我們檢視小學第三階段的教科書，發現三個國內通用版本在五年級皆列出二分法，但是經由先導性研究(pilot study)的問卷與測驗後(參看附件一)，發現在教學過後，即使在有教科書可參照的測驗情境下，測驗由二位不同教師授課的 50 位學生，其中仍有 23 位無法正確作出二分法，錯誤比例高達 46%。分析其主要錯誤可分為二類：一類是無法使用二分法的分類架構，所以會將動物分成四隻腳與二隻腳二群，或者胎生與卵生；另一類是以動物的行為作為分類參考值，而不是外形特徵。然而，上述這些定義在文本中皆已陳述，而且，文本也以圖像呈現一個二分法的多層次分類範例。

基於上述先導性研究的初步發現，本研究的探究目的如下：

- 一、透過有效的多元素養文本教學策略提昇學生對生物分類的理解。
- 二、透過改良設計的文本提昇學生的閱讀理解。

選定的教材為南一版自然生活與科技五年級「動物的生活」單元，根據目

的一，其待答問題為：

(一)運用不同教學法對學生動物分類的學習是否有影響？

根據目的二，其待答問題為：

(二)如何改良「動物的生活」單元中的文本？

(三)學生閱讀不同文本的理解是否有差異？

根據上述(一)與(二)，可繼續深究：

(四)文本與教學法之間是否有交互作用？

貳、文獻探討

本研究結合視覺設計文法(Grammar of visual design)與現代認知心理學為主要架構，並提出有效的圖像閱讀教學法，以下將以三部分說明：第一部分是視覺設計文法，第二部分是認知心理學對圖像的研究，第三部分是圖像閱讀教學。視覺設計文法的相關研究大多是比較文本之間的圖像差異，比如：比較科學教科書與報紙上的圖像表徵差異(Dimopoulos et al., 2003)，比較新舊版教科書的圖像差異(Lemoni et al., 2013)，以及探究 PISA 測驗與希臘中學教科書的語篇結構等，這些研究意在詮釋圖像有何不同，以及可能造成何種影響，但無法回答哪種圖像的閱讀理解效果較佳。近代認知理論關注圖像設計對閱讀理解的影響，而且能夠提出嚴謹的實驗設計與測驗方法進行閱讀理解的實驗。所以，本研究整合近代認知理論在圖像閱讀理解的研究與發現，期能對教科書圖像的編輯有所貢獻。

一、視覺設計文法

視覺設計文法主張語言只是人類溝通系統裡的底層，與其他的符號形成一個整體的符號資源(semiotic resource)，可供人們在若干意義潛勢中選擇可能的意

義。系統功能語法主張文字有三大功能：概念後設功能(Ideational metafunction)、人際後設功能(Interpersonal metafunction)與語篇後設功能(Textual metafunction)，可分別對應到視覺設計文法的表徵結構(representational structure)、互動關係(interactive relation)與版置意義(compositional meanings)，如下圖一所示。所謂後設功能是指符號的意義生成(meaning-making)來自結構形式，而結構形式則源自組成元件的功能(Halliday, 2000)。

首先是概念後設功能(Ideational metafunction)，可藉由視覺元素的組織結構方式表明圖中事件、物件與參與者的本質，以及在真實世界的意義，一般小學教科書圖像大致可分為敘述結構(narrative structure)與概念結構(conceptual structure)二類。敘述結構主要表徵「展開的行動，改變的過程，或短暫的空間配置」(Kress & van Leeuwen, 2006, p.59)，主要著重在表徵動作過程(action process)，強調動作者與標的物的交錯作用(transaction)，相當於一般文法中的及物動詞。概念結構則是表徵較普遍、穩定且恆久的事物特質，可分成若干個次類別，可分成三個次類別：分類過程(classificational process)、分析過程(analytical process)，與象徵過程(symbolic process)。分類過程表徵參與者間的分類關係為「x 是一種 y」，圖中至少有一部分是扮演附屬者，另一部分則是上位者。常見的概念圖即屬此類，通常位居圖上層的是上位類別(superordinate class)，下層是從屬類別(subordinate class)。分類過程不只反應真實或自然的分類狀況，當參與者被放在同一個結構體中，建立起同一類別的意義時，這些參與者就被認為是同一類的成員，而作者也期望這樣的意義被讀取出來。通常的表徵方式是去情境化的(decontextualized)，而且較為客觀化，所以背景通常較為中立或平淡無奇，觀看角度也大多是正面、客觀的。所謂分析過程指的是當圖像目的在表徵攜帶者(Carrier)與其所擁有的屬性(attribute)時，屬性與攜帶者之間具有部分-全體(part-whole)關係。象徵過程指圖的實質意義並不在表面，而是超越表面另有寓意，這在科學圖像裡較少見。

其次是人際後設功能(Interpersonal metafunction)，可藉由不同構圖技巧投射圖像、作者與讀者間的社會關係，可藉由圖像動作、圖像大小、顯示正面或側面、

俯/仰/平角等方式構築讀者與圖像的社會距離，在小學低年級時期會有較多的圖像動作直視讀者或直接對鏡頭作動作，使學生在閱讀時引發較情意方面強烈的感受，這些圖像會隨著年級增高而逐漸減少。

接下來是語篇後設功能(Textual metafunction)，可藉由版置安排(compositional arrangement)實踐不同的意義，可藉由圖像在頁面的所在位置、醒目性，以及具有區隔與引導視線作用的框架作安排，一般而言，頁面左邊會擺設讀者已知或熟悉的訊息，右邊則是新知或陌生的訊息；頁面上方擺置理想(ideal)，下面真實(real)，例如：廣告頁面上方的標語是產品的理想狀態(如：某醬油的「一家烤肉萬家香」)，標語下方是商品圖像或行銷據點，表徵真實狀況，教科書也常將章節標題置於版面上方，圖像置於下方，所以版面位置上-下，左-右兩極都蘊含著特別的訊息意義，這是以極化方式(polarized)排版。此外，圖像的前景、後景、大小、色差，以及色彩的對比等因素都會影響圖像中參與者的醒目程度。一般而言，圖像較文字醒目，較大面積且顏色鮮艷的圖像參與者比小面積且顏色暗淡的參與者醒目。版置安排通常以框線、空白、或不同底色作區隔。

Kress 與 van Leeuwen 雖然將圖像的後設功能區分為三種，然而，這三種後設功能彼此之間並非互相隔離、毫無關係。Lee (2010)在分析美國物理教科書圖像時，發現概念後設功能與人際後設功能二者交互影響(interplay)，例如：自由落體圖像中的力向量符號可表徵牛頓物理的科學概念，然而，圖中若有人物將所欲表徵的現象連結到日常生活情境，或者加入一些異想天開的元素以增加趣味，這些圖像的後設功能都屬於人際層面。

此外，蓋允萍等人(2014)發現，臺澳教科書在生物分類單元的圖像設計有差異，澳洲三個版本的分類圖像設計較臺版抽象，明確畫分出科學知識與常識的界限，隱去情境細節，會讓學生因抽象符號不易理解，而對科學產生疏離感(Lemke, 1990; Lemoni et al., 2013)，依照文獻主張，澳版圖像的人際後設功能分析結果理應反應出較疏離的人際關係，然而，數據卻顯出澳版在這方面優於臺版，因為澳版藉由圖像動作、參與感、社會距離與權力關係等技術指標顯示其照片有較多的

要求、正面、近景、平角等表徵方式，因此顯示澳版較能營造圖像與讀者間較佳的人際關係。相較之下，臺版多以側面與遠景顯示生物，營造出遙不可及的距離感。

從上述討論來看，是否概念後設功能與人際後設功能之間存在著衝突呢？從閱讀理解的角度來看，教科書的圖像設計應使讀者易於辨識，尤其是對於七年級的學生而言，豐富的色彩可引起學習動機並激發視覺效果，前者是概念後設功能，後者是人際後設功能，此二者的功能並未互相衝突，而是存在著一種張力，這個主張與 Lee (2010)一致，科學教科書的編輯在概念後設功能與人際後設功能的元素取捨之間所存在的張力，一方面想讓學生從熟悉的日常經驗裡進入科學情境，不致於對科學產生疏離感；另一方面，又想使學生進入科學表徵所要建構的抽象世界。如何使圖像具有親近的人際後設功能，同時又具有良好的概念表徵功能，是圖像設計者所要權衡的議題。

二、認知心理學對圖像的研究

圖像閱讀並非是單向的訊息輸入，而是一種讀者與文本互動的建構過程 (Spence, Yore, & Williams, 1999)，所以，以下依據三個主要影響教科書圖像閱讀理解的因子：先備知識、認知負荷，以及圖像設計等，分成三個段說明。

(一) 先備知識

讀者的先備知識是影響閱讀理解的第一個要素。diSessa (2004)以「專家-生手」的模式來說明先備知識對理解的影響，所謂生手，指的是相關知識不足的讀者，其知識狀態是零碎、片斷的，而且概念之間少有連結。生手在閱讀新圖像時，會因為缺乏新舊知識間的連貫與整合，理解程度只限於圖像的表面特徵，無法明瞭其深層的概念關係；相對地，專家則具有較多的領域相關知識，能理解圖像的核心義理，他們能專注在有效建構心智模式的訊息，不會迷失在一些次要訊息中；此外，專家有較多專業領域的基模，這有助於他們專注於有用的相關訊息上，即

便是未曾見過的新圖像，也會以相關的先備知識為起點作詮釋。因此，生手與專家在閱讀圖像時，所專注的訊息性質不同，理解情形也會有所差異。

晚近的一些實徵研究陸續地證實了生手與專家在閱讀理解上的差異。Patrick 等人(2005)探究中學生對 DNA 複製圖的理解情形，以眼動儀追蹤讀者的視線，發現當圖像以顏色區分 DNA 的新股與舊股時，生手只注意到顏色差異，卻無法詮釋其義，因為生手只注意到醒目的特徵，以為那是相關的訊息，但沒有足夠的相關知識能夠探究其深層意旨。Kozma (2003)在比較科學家與學生之後也有類似的發現，他認為學生的先備知識未能超越訊息處理的知覺層次，所以容易被困在多元模態的各種表面特徵，無法跨越表徵的界限，更難協調各種表徵以發展出深層理解；相反地，科學家能以其豐富的背景知識，解釋一些現象的背後原理，不但能善用單一種表徵之中，更能跨越表徵作推理思考，以及溝通理解。

(二) 圖像設計

視覺表徵對於科學概念的傳達非常重要，但是並非所有的圖像設計對科學學習都是有助益的(Cook, 2006)。閱讀過程第一步是解碼，所要處理的就是圖像中的各個細節，因此，舉凡圖中的線條、文字標示、軸線等，每一部分都有其特定的意義。Patrick 等人(2005)指出設計不佳、充滿許多複雜細節的圖像會使讀者困惑，甚至迷失在訊息中，以致找不到相關的重大訊息。

Fleming (1987)曾提出設計圖像時需注意的二十五個法則，以下列出能夠加強組織結構或元素間連結最關鍵的十九個法則，詳述如下：

- 1、因為人類能一眼知覺並能暫存的訊息只有七個，所以勿超過這個認知負荷。
- 2、讀者在閱讀時，會分隔可用的訊息，將訊息組成一個區塊(chunk)。
- 3、當所要學習的教材是有組織且明顯可見的，那麼，這樣的學習會被促進。
- 4、數字較會被注意，被知覺為真確與定義完備的，所以會較為明顯。
- 5、當圖像複雜度不超過認知能力時，讀者視線或注意力才會被吸引住。

- 6、當重要的提示線索(cue)很明顯時，學習才會被促進。
- 7、若要讀者將二個以上物件連結時，必須將這些物件安置在鄰近處，才會增進效果。
- 8、當一個教學單元開始時，若能提供內容簡介輔助後續較抽象或通則性的教材，則會增進相關的學習。
- 9、中等程度的不確定性與焦慮會使學習者有強的動機去觀看得更仔細。
- 10、相鄰近物件會被認為有相關，因此啟動認知比較其相似度與差異性。
- 11、知覺是有選擇性的，所有我們只能注意到環境中某些的視覺現象、聲音、與味道。
- 12、被知覺為相似的物件，不管是外表、功能、數量、方向或結構，都會被組織在一起。
- 13、被知覺為相異的物件，會被分開放置在不同群組裡。
- 14、當強調主要特徵的差異時，要降低或除去次要特徵的比例，物件間的差異才會被放大。
- 15、具體物件連結在一起時，較容易習得且被記住。此外，物件的圖像比名字較易被記住。
- 16、一般而言，當學習者能與符號互動且有反應時，學習易被增進。
- 17、當概念具有空間的性質，如：山、距離、立體、解剖、葉形之類的概念，以視覺表徵是較佳的選擇。
- 18、知覺會被讀者的期望或準備影響，進而影響其所選擇的內容以及組織或詮釋的方式。
- 19、讀者較容易注意到新奇的，尤其是與過去經驗迥然不同的內容。

上述這些法則中，最常被提出，也受到最多關注與應用的是第二項與第三項，這是關於圖像元素的組織結構方式。認知科學提出圖像組織體(graphic organizer)的概念，這種組織體代表二維的知識表徵，包括過程圖、時間線，以及

表格等形式的圖像，能將概念或過程以空間位置、連結線，或交叉圖等連結起來，具有如同 Ausubel (1968)所提出「有意義的學習(meaningful learning)」的功能，促使學生主動將既有的知識結構與新知整合(Bernard, 1990; Casteleyn & Mottartb, 2012; Griffin & Malone, 1995; Nesbit & Adesope, 2006)。圖像組織體最早曾被稱作前導組織體(advance organizer)，藉由活化舊知識，並照明新概念間的關係以促進學生學習(Bernard, 1990)。

近年來，圖像組織體的主張被應用到概念圖，概念圖以樹狀結構將知識的內在結構外顯(Ifenthaler, 2010)，學生能因而辨識出概念間的內在連結，將文本含義轉化為有節點網絡的概念圖像，所耗費的訊息處理過程比平常的閱讀更深層(Nesbit & Adesope, 2006)。概念圖可應用的情境很多，除了可置於文章開頭，作為前導組織體，也可以置於文本之中，呈現前後或新舊概念的連結，更可置於文本的最後面，用來整理訊息，作為總結(summary)，有助於回憶。

閱讀理解除了受到圖像組織結構的影響之外，也受到圖中所含的向量大小及形式的影響。Beck (1984)以及 Jennings 與 Dwyer (1985)曾研究箭頭與標示(label)對學習的影響，因為這些符號都能引發讀者注意，影響對圖像的詮釋，然而在閱讀測驗成就的比較上卻不顯著；Winn (1987)認為線條、箭頭、標題，與方格(box)等元素是視覺論證(argument)的核心。箭頭常被用來表示向量，亦即方向或過程，箭頭的形式影響表達的意義，例如：一個曲線的箭頭，帶有一點象徵圓形的意味，所以，這類圖像含有「自然」「有機」的意義於其中。用虛線表徵的箭頭，雖仍有向量的功能，但表徵的力量較薄弱，如圖 2-15 所示；此外，箭頭的大小與位置也會影響意義，當箭頭小一點、或置於線條中間時，都會減少其「衝擊」與「朝向」(impacting & targeting)的感受；反過來，向量亦可藉由不同的形式加以強化。

此外，Lee (2010)指出大樣本的圖像理解施測如果只靠一個圖像線索的改變，是很難造成概念改變的，因此，不能靠單一圖像元素的改變，還要協同其他較具影響力的視覺線索，例如：陰影或重疊的形狀，以及可伴隨出現的相關線索，才能顯著地影響閱讀理解。

(三) 認知負荷

建構是一種發生在短期記憶區的意義生成過程(generative process)，如同感覺輸入與長期記憶間的介面。雖然短期記憶只具有非常有限的能力，但是要達到有效地運用這項記憶，必須以有效率的訊息管理、策略的運用、及運作管制等。

從認知心理學的觀點來看，閱讀是一種訊息處理的過程，涉及三種記憶的儲存形態：即時記憶(immediate memory)、工作記憶(working memory)，以及長期記憶(long-term memory)(Gagné et al., 1993)。當視覺接受到訊息會傳送到神經系統，這是最初的即時記憶；接下來，讀者覺知並開始有意識的處理訊息，即進入工作記憶；工作記憶的訊息可被儲存在長期記憶，儲存是指以各種不同方式統整新舊訊息的歷程。訊息處理理論假設工作記憶是有限的，當不易辨識的訊息持續進入感覺緩衝區時，能夠用來處理訊息並產生連結先備知識的能力就少了，而當超過所允許的認知負荷(cognitive load)時，學習就不會發生，所以，當所閱讀的教材超過學生的認知資源時，理解就會不完全，甚至錯誤(Cook, 2006)。因此，設計閱讀教材時，應注意到人類有限的認知結構。

以圖文模式的文本而言，閱讀的認知歷程如何處理不同模式的表徵呢？Paivio (1971)的二元編碼理論(dual coding theory)主張圖像與文字分屬不同工作處理區的兩種訊息，雖然獨立但卻可互相連結，所以，當文本以圖像與文字共同傳遞訊息時，就是共同編碼，比單獨使用一種訊息更容易儲存於長期記憶區，有助於日後訊息的提取，因此可加強保留與遷移的效果。然而，Schnotz 與 Bannert (2003)認為二元編碼理論未曾考量到圖像設計的影響，當圖像訊息過於複雜時，易加重讀者的認知負荷，會因而影響理解。單以圖像元素而言，愈是繁多，理解時要處理元素間的連結所耗費的工作記憶也就愈多，愈易造成認知負荷的超載，以致理解不完全(Cook, 2006)。反之，如果圖像中所需要處理的互動元素少，認知負荷自然就降低，讀者也較容易理解。

三、圖像閱讀教學

教科書圖像的閱讀並非自然而然就懂，是需要明確教學的(Pozzer-Ardenghi & Roth, 2005; Unsworth, 2001)。科學圖像並非看了就會懂，蓋允萍(2014)的研究指出即使在有文字說明的情境下，學生仍無法完全理解圖義，尤其是概要形式的(schematic)圖像，意義被抽象符號化之後，許多先備知識較弱的讀者無法順利解碼，所以，如何看懂科學圖像是必須在課程上明確教學的。

Unsworth (2001)提出多元素養與學習架構(Curriculum Area Multiliteracies And Learning, 簡稱 CAMAL)，如下圖 1 所示。CAMAL 的理論基礎與視覺設計文法同樣來自系統功能語言學(Halliday, 2000)，皆主張語言只是人類溝通系統裡的底層，與其他的符號形成一個整體的符號資源(semiotic resource)，可供人們在若干意義潛勢中選擇可能的意義，對於語言符號的看法有一致的基本。Unsworth (2001)建議在教學中先引導學生從辨識素養(recognition literacy)，經複製素養(reproductive literacy)，達成反思素養(reflection literacy)。Unsworth 認為多元素養(multiliteracy)的時代已來臨，因為教學媒體已進入多媒體時代，加上電子資訊的普及化，只強調文字素養是不夠的。所以，在教學中應先了解不同素養的差異，再依據課程的需求，循序漸近地進行課程，讓學生能從複製(reproductive)到批判反省的實踐，逐漸具備多元素養。

這個發展是一個循環的歷程，目的在於整合圖像與文字等素養，以及學習過程中所發展出來運用語言符號的能力，所以，Unsworth 建議在教學活動中，讓學生從探究中分享非形式知識，然後經由教師引導，學生逐漸成為觀察者、記錄者，乃至貢獻圖像符號的創造者。此一架構的優勢在於不直接講述或灌輸成人之視覺設計文法，所以，學生可以自由的透過圖像與文字的組合，表徵其學習概念。

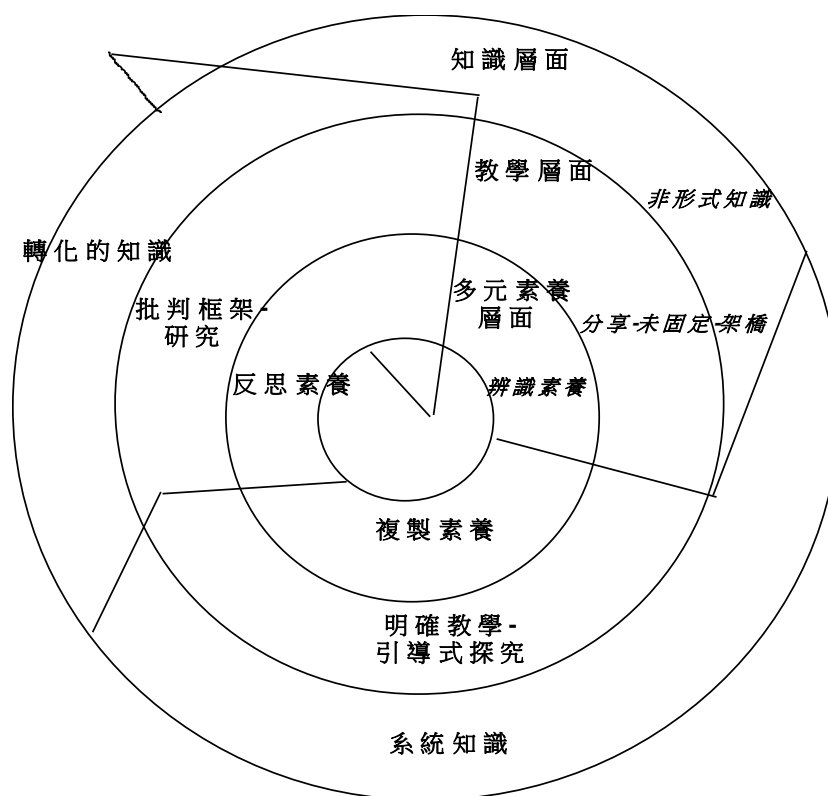


圖 1 多元素養與學習架構(Curriculum Area Multiliteracies And Learning)

參、研究方法

基於研究目的，本研究採準實驗研究法，研究所要控制的變項有二：一是文本改寫，另一個是教學法，以下將分別說明。

一、研究方法

本研究採質量合併法，研究流程如下圖：

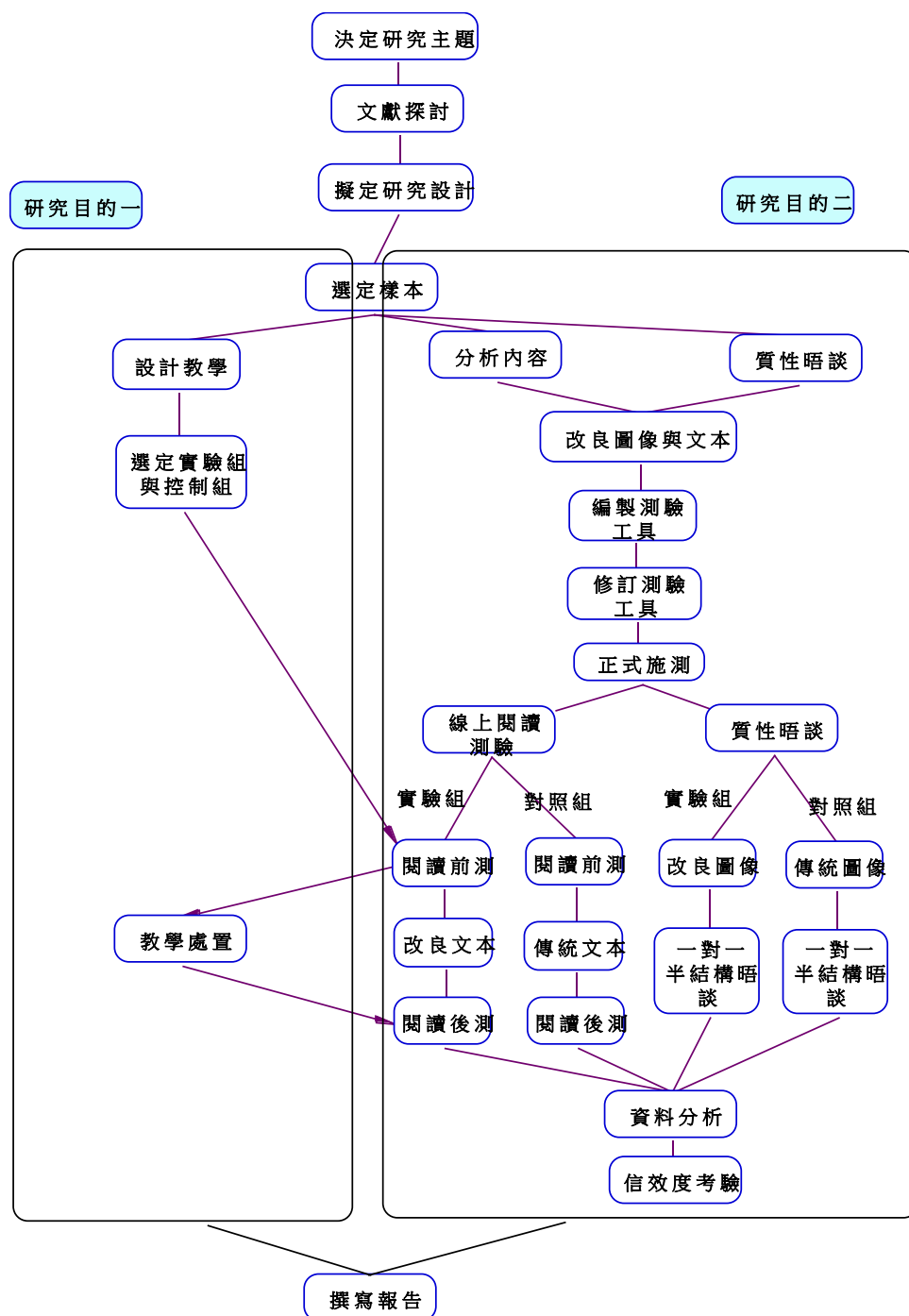


圖 2 研究流程

針對準實驗研究法的兩個變因，選定要改寫的教材樣本為南一版五年級「動物的生活」單元後，先根據視覺文法設計與認知心理學的理论改寫文本，並設計教學法，邀請本校五年級的學生為樣本，分為實驗組與控制組，因為要控制的變因有二個，所以，二乘二總共有四種變因的組合，採不等組設計，實驗組與控

制組的變因組合如下圖 3 所示，實驗組有三個班級，A 班上課採用改寫文本並施行 CAMAL 教學法(後測閱讀改寫文本)，B 班上課採用傳統文本但施行 CAMAL 教學法(後測閱讀傳統文本)，C 班給予改寫文本但施行一般傳統教學法(後測閱讀改寫文本)，D 班上課採用傳統文本並施行一般傳統教學法(後測閱讀傳統文本)，控制組只有 D 班一班。

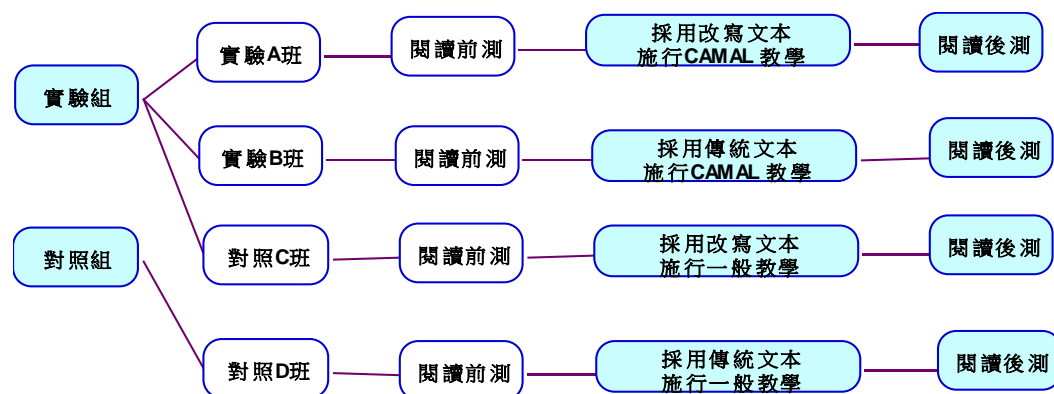


圖 3 實驗組與控制組的變因組合情形

本校因地處市政中心，學生家庭社經背景大多是中產階級，父母大多是專科以上的教育程度，非常關心孩子的學習狀況，學生的資質大致優於郊區或鄉下學校。班級人數約在 25 人上下，多數學生放學後會至安親班學習。實驗組全部有 69 人，控制組 25 人，共 94 人。

以下分別針對文本改寫與教學法作詳細說明。

(一)文本改寫

針對文本改寫的變項，本研究在教學前將依研究的理論架構改寫傳統文本。根據 Unsworth and Cléirigh (2009)以及 Liu and O' Halloran (2009)的研究，文本間連貫性(coherent multimodal texts)的重要特性會影響讀者的理解，並且，Kress and van Leeuwen (2006)指出圖像具有的概念後設、人際後設、語篇後設等三重功能，本研究分析現行國小南一教科書後，選取較不符合圖文連貫性與圖像之三重後設功能的五個頁面(p.54-55 與 p. 64-66)，重新編輯，以作為改善閱讀理解的文本。

以下先分別針對相關頁面作圖文分析，然後提出改進方法。

因為 Lee (2010)指出大樣本的圖像理解施測如果只靠一個圖像線索的改變，是很難造成概念改變的，因此，不能靠單一圖像元素的改變，還要協同其他較具影響力的視覺線索，例如：陰影或重疊的形狀，以及可伴隨出現的相關線索，才能顯著地影響閱讀理解。所以，本研究在實驗組的圖像設計上，不僅改變單一的視覺線索，還集合許多有助力的圖像設計以及文字說明，並同時考量讀者的認知負荷，使之不致於有超載的情形。

1．第 54 與 55 頁的圖文分析

第 54 與 55 頁主要的概念是動物如何適應外在環境，下圖 4 是針對這兩頁以概念圖方式表徵的圖文分析。

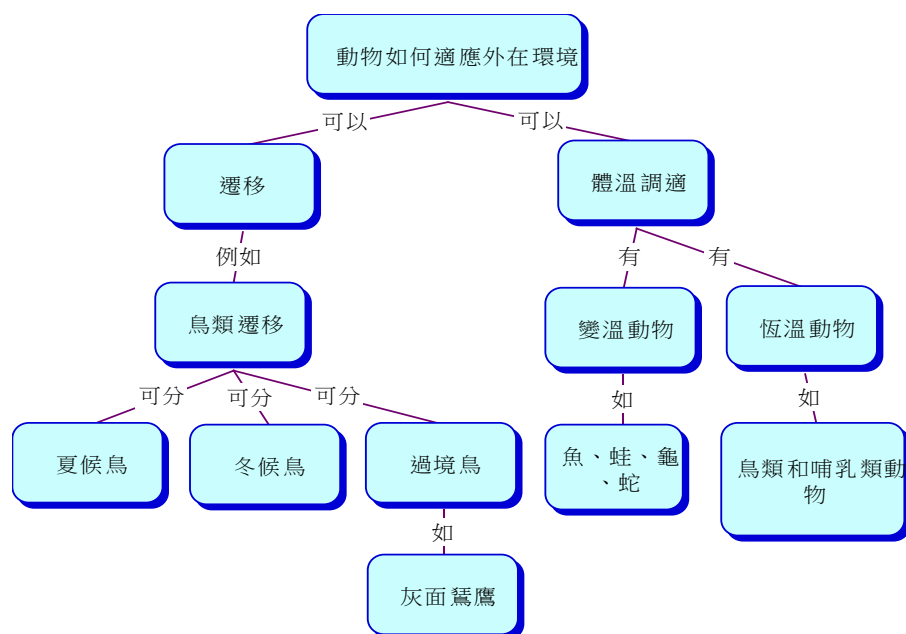


圖 4 第 54 與 55 頁的圖文分析

下表 1 是針對相關的缺點所提出的改進方法。

表 1

第 54 與 55 頁的缺點分析與改進方法

	圖像意義與缺點	改進方法
概念後設功能	<ul style="list-style-type: none"> · 敘述結構(介紹鳥種、斑龜&母鴨孵蛋)與概念結構(遷移路徑圖) · 第 54 頁上面兩個(黃頭鷺與黑面琵鷺)是介紹遷移鳥種有夏候鳥與冬候鳥；下面是說明遷移路徑 · 第 54 頁遷移路徑圖沒有路徑標示，意義不明確 · 黃頭鷺與灰面鵟鷹的照片背景複雜，無法突顯主要參與者的訊息 	<p>→ 將圖與文混在一起，沒有主軸(題)。</p> <p>→ 第 54 頁與第 55 頁的主概念不明，難以統整。</p> <p>→ 加強主要參與者的特徵，背景單純化</p> <p>→ 加箭頭</p>
人際後設功能	<ul style="list-style-type: none"> · 鳥類視線皆間接或直視讀者，營造較直接的讀者-圖像關係 · 路徑圖太小造成疏離 	→ 放大
語篇後設功能	第 54 頁最下面的兩行文字被壓在大圖框之下，大圖框的顯著性會使這兩句被忽略。	→ 重新安排圖文框架，使概念主題突顯出來

根據上述的分析與提出的改進方法，改寫後的文本請見附錄二。

2 · 第 64 與 65 頁的圖文分析

第 64 與 65 頁主要的概念是動物分類，下圖 5 是針對這兩頁以概念圖方式表徵的圖文分析。

下圖 5 是以概念圖方式表徵第 64 與 65 頁的圖文分析。

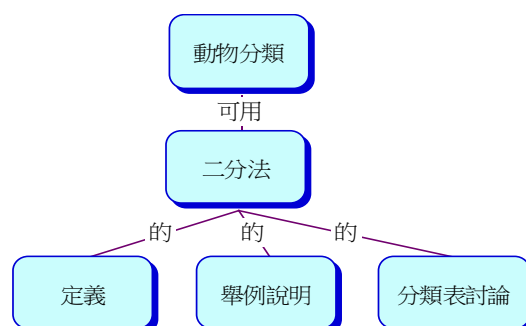


圖 5 第 64 與 65 頁的圖文分析

下表 2 是針對相關的缺點所提出的改進方法。

表 2

第 64 與 65 頁的缺點分析與改進方法

	圖像意義與缺點	改進方法
概念後 設功能	64 頁 · 所分類物種的背景不一，有的太複雜 · 框格太多，概念不明顯 65 頁 · 二分分類表以文字表徵，無法將其特徵視覺化 · 右下角的小男孩無實質意義	→加強主要參與者的特徵，背景單純化 →將物種視覺化
人際後 設功能	· 右下角的小男孩營造較親和的讀者-圖像關係，沖淡全文字樹狀圖的疏離感	
語篇後 設功能	· 框格太多，畫面被切割	→重新安排圖文框架，去切割

根據上述的分析與提出的改進方法，改寫後的文本請見附錄二。

3 · 第 66 頁的圖文分析

第 66 主要的概念有兩個：一是運用四種動物設計分類表，另一個是運用外在特徵找出動物名稱，這頁是位於這個單元的最後，有複習與總結的意味。下圖 6 是針對這一頁以概念圖方式表徵的圖文分析。

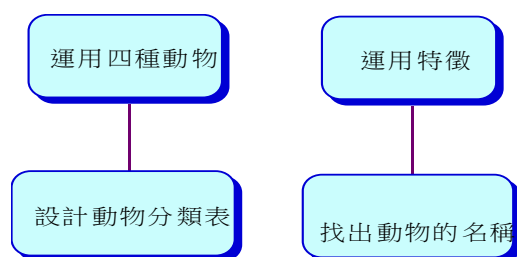


圖 6 第 66 頁的圖文分析

(二)圖像閱讀教學法

基於研究目的，本研究採準實驗研究法，研究變項有二：一是教學法，另一個是文本，接受圖像閱讀教學法的有 2 個班級，共 52 人。根據 Unsworth (2001) 所提出 CAMAL 的理論，在教學中先引導學生從辨識素養(recognition literacy)，經複製素養(reproductive literacy)，達成反思素養(reflection literacy)。所以，在教學中應先了解不同素養的差異，再依據課程的需求，循序漸進地進行課程，讓學生能從複製(reproductive)到批判反省的實踐，逐漸具備多元素養。Unsworth 建議在教學活動中，讓學生從探究中分享非形式知識，然後經由教師引導，學生逐漸成為觀察者、記錄者，乃至貢獻圖像符號的創造者。此一架構的優勢在於不直接講述或灌輸成人之視覺設計文法，所以，學生可以自由的透過圖像與文字的組合，表徵其學習概念。根據這樣的理想，我們設計出圖像閱讀的 CAMAL 教學法，如下表 3 所示，共用了 3 節課。相較之下，控制組只採一般傳統的分類教學，未強調圖像閱讀，因為授課教師認為學生們在中低年級已有類似的學習活動，所以不再需要強調分類，只花 1 節課節即教授完相關概念。

表 3

CAMAL 教學法

	辨識素養	複製素養	反思素養
教學概要	1.先從圖片觀察與經驗分享，了解各種常見家禽家畜的身體構造特徵 2.分類學科概念 · 為何要學分類 · 分類概念在生物學的重要性 · 分類與演化的關係 · 科學名詞/科學定義與一般日常生活名詞的差異 · 分類是有限制的 3.科學本質-強調科學知識的暫時	1· 批判傳統文本中圖像與文字較為令人難以理解或有誤導之設計 2· 分組討論如何改進傳統文本之設計缺失 3· 到電腦教室上線搜尋適宜之圖片並思索如	學生共同欣賞同儕所設計之分類文本，提出優點，也委婉針對可能較不適宜的設計處提出問題或建議。

	性 4.加強師生與生生互動的基礎上，非講授式學習。	何安置於紙本頁面上。 4· 配合文字敘述，完成分類概念之文本設計。	
時間	3 節課	4 節課	1 節課

(三)線上閱讀測驗

針對文本改寫的變項，本研究採線上閱讀測驗，因為可偵測閱讀時間與回溯題本的次數，不但能監控閱讀時間與閱讀路徑(蓋允萍，2010; 蓋允萍，2014)，而且易於施測，也有利於轉化資料作進一步的統計考驗。

因為本研究目的在於閱讀理解，不在於記憶，所以作答時，螢幕僅出現試題，只要受試者有需要，可按頁面上按鍵(回到圖像)回到相關圖像，不限次數再次閱讀。只要按下回到圖像時，即開始計時(到秒下二位小數)，資料庫裡皆記錄著回溯圖像的題號與每次閱讀時間。

在測驗前，事先將每個受試者的帳號密碼設定到指派的組別，但是不公開說明，所以受試者在進行閱讀理解測驗時，並不知道自己閱讀的是傳統文本或改寫之文本。

測驗題目共有 32 題，其中有 2 題二分法的操作題，有 6 題問答題，其餘 24 題是選擇題。計分時，選擇題每題 1 分，操作題每一次操作二分法就是 2 分(分類標準 1 分，動物是否歸類正確 1 分)，問答題的大意 2 分，問答題的省思判斷題(文本有無幫助，以及建議)不計分。測驗題的雙向細目表如下表 4 與表 5 所示。

因為選擇第 7 題題意矛盾，故在統計時予以刪除不計分，最後 23 題選擇題的 Cronbach's Alpha 值為.622。

表 4

根據 P54&55 出題的雙向細目表

	遷移	體溫調適	整合遷移與體溫調適	圖文整合
知識	1、2、3	7		
理解	4、5	9	6、8	
應用	11	10、13		
分析	14			

表 5

根據 P64&65 出題的雙向細目表

	二分法定義	看圖能力	操作	從二分法分類表回答問題
知識		20&21、 22&23、 24&25、26&27		
理解	17			
應用	15、16、18		19、30	28、29

(四)質性晤談

為了加強量化研究的數據，本研究擬採一對一之半結構式晤談搜集質性資料將，晤談大綱詳見附錄五。對象是 12 名學生，分別是學科能力低、中、高者各四名，晤談時錄影，之後再轉錄為逐字稿。

三、質料分析

閱讀測驗的結果以量化方式統計分析，其中有問答題以及畫二分法概念圖的作答部分則建立評分標準表(見附錄三)計分，另外也以質性分析法開放編碼處理，找出異同與困難處；晤談的轉錄稿則是找出圖文理解之困難以及迷思概念為主。

肆、討 論

本研究的兩個目的在透過有效的多元素養文本教學策略提昇學生對生物分類的理解，以又透過改良設計的文本提昇學生的閱讀理解，因此有二個變項：教學與文本，以下先以二因子共變數分析考驗閱讀測驗後測之結果，再逐項分析。

一、影響圖像閱讀理解後測的因子考驗

前測與後測敘述性統計的詳細結果如下表 6 所示。

表 6

前測敘述性統計的詳細結果

	處置狀況	人數	前測平均	後測平均
控制組	傳統教學 +改良文本(D 班)	n=25	16.60	19.08
	CAMAL 教學 +改良文本(A 班)	n=21	16.57	17.95
實驗組	CAMAL 教學 +傳統文本(B 班)	n=23	16.09	17.91
	傳統教學 +改良文本(C 班)	n=25	15.40	16.00
總平均		23.5	16.15	17.72

然後以「教學法」與「閱讀文本」為自變項，前測得分當作共變數進行二因子變異數分析，結果如下表 7 所示，同質性檢定的結果不顯著($F=1.386$ ， $df=3$ ， $p=.252$)接受虛無假設，顯示班級在處置前無顯著差異，最後的考驗結果顯示教學法與文本兩個因子都有顯著差異，但是因子間無交互作用。

表 7

後測整體的二因子共變數分析

變異來源	SS	df	MS	F	p	η^2
前測	162.318	1	162.318	36.089**	.000	.289
教學法	29.327	1	29.327	6.520*	.012	.068
閱讀文本	41.765	1	41.765	9.286**	.003	.094
教學法*閱讀文本	1.195	1	1.195	.266	.608	.003

**P < .01, *P < .05

整體的教學法與閱讀文本並無交互作用，因此以下再分別以個別變因作主要效果的單因子共變數分析比較。下表 8 顯示在教學法的處置上有顯著差異，因此，CAMAL 教學法有助於二分法圖文的理解。

表 8

教學法的單因子共變數分析

變異來源	SS	df	MS	F	p	η^2
前測	177.413	1	177.413	36.398**	.000	.286
教學法	32.821	1	32.821	6.733*	.011	.069
誤差	443.558	91	4.874			

**P < .01, *P < .05

下表 9 顯示在閱讀文本的處置上有顯著差異，因此，改良文本有助於二分法圖文的理解。

表 9

閱讀文本的單因子共變數分析

變異來源	SS	df	MS	F	p	η^2
前測	191.980	1	191.980	40.585**	.000	.308
閱讀文本	45.922	1	45.922	9.708**	.002	.096
誤差	430.456	91	4.730			

**P < .01, *P < .05

綜合上述的考驗，教學法與閱讀文本這兩項因子對二分法的圖像閱讀理解都有顯著影響。因為實驗組三個班級的處置情形皆不同，所以用單因子變異數分析的事後比較 Scheffe 檢驗組間是否有差異，結果如下表 10 所示，只有 A 班對 D 班時有顯著差異，其餘皆無。A 班是同時有兩項變因處置的班級，這樣的結果顯示，單獨一項因子時，無論是 CAMAL 教學或閱讀改良文本，彼此之間並無顯著差異，同時擁有兩項的 A 班也未顯著優於 B 班或 C 班，但顯著優於未有任何處置的 D 班。所以，要增進圖像閱讀理解，得從教學法與閱讀改良文本同時進行，才有顯著效果。

表 10

以四個班級作單因子事後比較的結果

(I) 班別		平均差異 (I-J)	標準誤	顯著性	95% 信賴區間	
					下界	上界
A	B	1.13	.74	.512	-.9810	3.2362
	C	1.17	.72	.460	-.8912	3.2251
	D	3.09*	.71	.001	1.0652	5.0948
B	A	-1.13	.74	.512	-3.2362	.9810
	C	.04	.75	1.000	-2.1107	2.1894
	D	1.95	.74	.081	-.1562	4.0610
C	A	-1.17	.72	.460	-3.2251	.8912
	B	-.04	.75	1.000	-2.1894	2.1107
	D	1.91	.72	.079	-.1451	3.9712
D	A	-3.09*	.71	.001	-5.0948	-1.0652
	B	-1.95	.74009	.081	-4.0610	.1562

C	-1.91	.72239	.079	-3.9712	.1451
---	-------	--------	------	---------	-------

*, 平均差異在 0.05 水準是顯著的。

二、質性分析的結果

分析晤談逐字稿及受試者所畫的二分法分類圖，可以了解傳統圖像理解有哪些困難以及迷思，以下將逐一舉例說明。這也是本研究據以改良文本圖像設計的參考之一。

(一)文本圖像理解的困難

1．無法講出主旨

傳統文本因為未標示出適合的標題，以致受訪者在閱讀第 54 與 55 頁時無法說出主旨。例如：

研究者：請你說一下這兩頁的大意是什麼？

H01：(沉默)…。

傳統文本在第 54 與 55 頁的標題因設計不佳，無法理解文意的連貫性，所以中低成就的受訪者大多無法說出主旨。這種情形在改良文本則未出現，下面是改良文本的晤談。

研究者：你可以書說看這兩張是在說些什麼嗎？

H11：這一張是關於遷移的（手指著左邊紙張），第二張是關於體溫（手指著右邊紙張）

研究者：體溫的什麼？

H11：體溫的…。動物的調適及觀察。

改良文本將主旨「生存適應」置頂，然後將「遷移」以及「體溫調適」列在每一頁面上方當作次標題，所以，當研究者請受訪者說出主旨時，受訪者大多會說出這些標題，然後再往下搜尋文字與圖片。

2．不會將圖片當解題工具

此外，晤談中發現中低成就的受訪者在解題時，不會運用圖片作為解決二分法的視覺線索，這一種情形則是在閱讀傳統文本與改良文本時皆同。當研究者給予動物的圖像照片，要求受訪者逐一作二分法分類直到無法再分，受訪者遇到困難時，不會檢視照片中動物的特徵作為解題的線索，只是在腦中思考。

3．無法說出遷徙路徑

受訪者在說明鳥類遷移路線處中斷，缺乏臺灣到菲律賓那一段南遷的部分。這個理解困難使文本在改良時，將路線圖加上箭頭，促使讀者有過程與方向的概念。

研究者：嗯，講得非常好，那你能說說看這個框框(研究者用筆指出書中圖表)裏面在說些什麼嗎？

H02：就是灰面鵟教國慶鳥是因為它在十月份的時候會過境台灣。

研究者：嗯，好，那你知道過境是什麼意思嗎？你猜猜看。

H02：就是它們要去別的地方過冬天經過的地方。

研究者：嗯，很好。那你知道那個國慶鳥，灰面鵟，灰面鵟它遷移的路線

你可以比比看嗎？這裡旁邊有個地圖對不對，你知道它是從哪裡過境台灣嗎？

H02：春天的時候從台北，北部下過來，然後 10 月底的時候又從南部飛出去。

研究者：嗯，然後呢？這樣就沒有了？

H02：(沉默)……。

(二)圖像理解的迷思

受訪者最普遍的共同迷思就是無法正確的將動物作二分，所以產生下列的錯誤：

研究者：研究者：那你可以說說看什麼是二分法嗎？

H02：草食性跟肉食性。

H03：水生跟陸生。

H04：是卵生還是胎生。

H08：是兩隻腳還是四隻腳。

上述這些都不是二分法的分類方式，尤其是以卵生與胎生作為二分的受試者很多，這是因為小學尚未學到卵胎生，所以，學生會認為只有這兩種生殖方式。然而，從二分法的定義來看，顯示這些學生並未真正了解二分法。

三、教學的觀察與省思

雖然 CAMAL 教學在量化統計上有顯著，但是單因子考驗顯示這並非是一項很強的處置，在本研究中，研究者即教學處置的教學者，從親身的教學觀察發現，其實多元素養並非一蹴可幾，需要時間的培養。CAMAL 教學的三階段是從辨識素養(recognition literacy)，經複製素養(reproductive literacy)，達成反思素養(reflection literacy)，本研究只用三節課，雖然時間不長，但是學生在第一節辨識素養時，對傳統課本圖像的設計就有很強的批判能力，而且，在複製素養階段，也就是自行改良課本編輯時，也有不錯的設計作品，詳見附錄七。因此，CAMAL

教學是一項值得自然科教師參考的教學法，只是耗費的時間較多，可以平均分散在每個單元中，經由長時間的培養，效果一定會更顯著。

伍、結論與建議

本研究根據兩個目的，一個是透過有效的多元素養文本教學策略提昇學生對生物分類的理解，另一個是透過改良設計的文本提昇學生的閱讀理解，研究待答問題為：

- (一)運用不同教學法對學生動物分類的學習是否有影響？
- (二)如何改良「動物的生活」單元中的文本？
- (三)學生閱讀不同文本的理解是否有差異？
- (四)文本與教學法之間是否有交互作用？

一、結論

綜合上述第肆部分的討論，以下回應待答問題。

(一)不同教學法對學生動物分類學習的影響

以單因子變異數分析，CAMAL 教學法對傳統教學法有顯著差異，因此，CAMAL 教學法是一種能促進圖像閱讀理解的教學法。

(二)、「動物的生活」單元中文本的改良版本

因著晤談發現傳統文本在「動物的生活」單元第 54-55 頁，以及第 64-66 頁

間的編排不當，引發無法完整說出主旨；此外，因為遷移路徑的不明確，受訪者無法理解，這些作為文本改良版之根據，所以，當另一半的受訪者閱讀改良文本時，這種理解困難的現象未再出現。

(三)、閱讀不同文本的理解差異

根據閱讀測驗量化結果，改良文本能顯著促進閱讀理解，優於傳統文本。根據晤談質性資料的分析，也指出改良文本能幫助受訪者說出主旨，因此，是一份有效的文本。

此外，本研究改良文本與傳統文本皆以樹狀結構作為二分法的視覺提示，因此在理解上差異較小，因為蓋允萍(2014)指出樹狀結構有利分類概念的表徵，文本設計差異較大的是版置安排。

(四)、文本與教學法之間的交互作用

根據統計結果，改良文本與 CAMAL 教學法之間並無交互作用，因此，這兩項處置可單獨施行，也可同時施行。

二、建議

傳統文本以樹狀結構作為二分法的圖示，是一種有效的視覺線索。然而，其版面編排上，也就是視覺文法所謂的語篇後設功能方面卻不恰當，以致於引發閱讀的困難，因此，建議教科書出版商可以參考本研究的改良文本，作為改版的依據。

此外，圖像文本的閱讀教學一向被自然科學教師忽視，然而，這對於科學學習卻是很重要的一項影響因素，因此，本研究建議 CAMAL 多元素養的教學

法值得在職教師參考。

陸、參考文獻

- 王藍亭&盧伊君(2010)。書籍編排之視覺圖像呈現研究-以國小六年級自然教科書為例。中華印刷科技年報，20。
- 邱月玲(2002)。不同的科學圖文配置對學生閱讀學習的影響－以「月相概念」為例。碩士，臺中師範學院，臺中市。
- 楊宗榮(2010)。臺灣與新加坡國小自然科教科書生命科學相關概念與插圖比較研究。碩士，國立臺中教育大學，臺中市。
- 國立臺灣師範大學科學教育中心(2007)。TIMSS 2007 國際數學與科學教育成就趨勢調查。查詢日期：2011 年 3 月 1 日。檢自：
http://www.dorise.info/DER/01_timss_2007_html/index.html。
- 蓋允萍(2010)。四類漢語連詞對國小自然與生活科技教科書閱讀理解的影響。九十八學年度教育部中小學科學教育計畫報告(編號：69)，未出版。
- 蓋允萍、鍾昌宏、王國華、張惠博、Unsworth, L. (2014)。以視覺設計文法比較臺澳科學教科書圖像－以七年級生物分類單元為例。科學教育學刊，22，109-134。
- 蓋允萍(2014)。從臺澳生物教科書分類圖像的比較探討科學圖像之設計與理解。未出版之博士論文。國立彰化師範大學科學教育研究所，彰化市。
- 程樹德、傅大為、王道還、錢永祥（譯）（1994）。科學革命的結構（原作者：Kuhn, T. S.）。台北市：遠流。（原著出版年：1972）
- Bernard, R. M. (1990). Effects of processing instructions on the usefulness of a graphic organizer and structural cueing in text. *Instructional Science*, 19, 207-217.
- Burn, A., & Durran, J. (2006). Digital Anatomies: Analysis as Production in Media Education. In D. Buckingham & R. Willett (Eds.), *Digital Generations: Children, Young People and New Media*. Malwah, New Jersey: Erlbaum.
- Casteleyn, J., & Mottartb, A. (2012). Presenting material via graphic organizers in science classes in secondary education. *Social and Behavioral Sciences*, 69, 458-466.
- Cook, M. P. (2006). Visual representations in science education: The influence of prior knowledge and cognitive load theory on instructional design principles. *Science Education*, 90, 1073-1091.

- Daly, A., & Unsworth, L. (2011). Analysis and comprehension of multimodal texts. *Australia Journal of Language and Literacy*, 34(1), 61-80.
- Fleming, M. L. (1987). Designing pictorial/verbal instruction: Some speculative extensions from research to practice. In D. A. Houghton and E. M. Willows (Eds.), *The psychology of illustration volume 2-instructional issues* (pp. 136-157). New York, NY: Springer-Verlag.
- Gagné, E. D., Yekovich, C. W., & Yekovich, F. R. (1986). *The cognitive psychology of school learning*. New York, NY: Harper Collins College Publishers.
- Griffin, C. C., & Malone, L. D. (1995). Effects of graphic organizer instruction on fifth-grade students. *The Journal of Educational Research*, 89(2), 98-107.
- Han, J., & Roth, W.-M. (2005). Chemical Inscriptions in Korean Textbooks: Semiotics of Macro- and Microworld. *Science Education*, 90, 173-201.
- Halliday, M. A. K. (2000). *An Introduction to Functional Grammar*. Beijing: Edward Arnold Publishers.
- Hatzinikita, V., Dimopoulos, K., & Christidou, V. (2008). PISA test items and school textbooks related to science: A textual comparison. *Science Education*, 92, 664 - 687.
- Hsu, P. L., & Yang, W. G. (2007). Print and Image Integration of science texts and reading comprehension: A systemic functional linguistics perspective. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 5(4), 639-659.
- Ifenthaler, D. (2010). Relational, structural, and semantic analysis of graphical representations and concept maps. *Educational Technology Research and Development*, 58, 81-97.
- Kress, G., & van Leeuwen, T. (2006). *Reading Images : The Grammar of Visual Design*. NY: Routledge.
- Kozma, R. (2003). The material features of multiple representations and their cognitive and social affordances for science understanding. *Learning and Instruction*, 13, 205-226.
- Lee, V. R. (2010). How different variants of orbit diagrams influence student explanations of the seasons. *Science Education*, 94, 985 - 1007.
- Lemoni, R., Lefkadiou, A., Stamou, A. G., Schizas, D., & Stamou, G. P. (2011). Views of nature and the human-nature relations: An analysis of the visual syntax of pictures about the environment in Greek primary school textbooks-diachronic considerations. *Research of Science Education*, on-line.
- Morgan, C. (2005). Word, Definitions and Concepts in Discourses of Mathematics, Teaching and Learning, *Language and Education*, 19(2), 103-117.
- Novick, L. R., & Catley, K. M. (2007). Understanding phylogenies in biology: The influence of a gestalt perceptual principle. *Journal of Experimental*

- Psychology: Applied*, 13(4), 197-223.
- Paivio, A. (1971). *Imagery and verbal processes*. New York, NY: Holt, Rinehart, & Winston.
- Park, H. -R., & Helsel, C. (2008). Differences between reading electronic and book-based text: Suggestions and implications for literacy teachers and literacy teacher educators. *Journal of Reading Education*, 33(3), 28-32.
- Patrick, M. D., Carter, G., & Wiebe, E. N. (2005). Visual representations of DNA replication: Middle grades students' perceptions and interpretations. *Journal of Science Education and Technology*, 14(3), 353-365.
- Pinto', R., & Ametller, J. (2002). Students' difficulties in reading images. Comparing results from four national research groups. *International Journal of Science Education*, 24 (3), 333-341.
- Pozzer-Ardenghi, L., & Roth, W. -M. (2005). Making sense of photographs. *Science Education*, 89, 219- 241.
- Roth, W.-M., Bowen, G. M., & McGinn, M. K. (1999). Differences in graph-related practices between high school biology textbooks and scientific ecology journals. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(9), 977–1019.
- Schnotz, W., & Bannert, M. (2003). Construction and interference in learning from multiple representation. *Learning and Instruction*, 13, 141-156.
- Spence, D. J., Yore, L. D., & Williams, R. L. (1999). The effects of explicit science reading instruction on selected grade 7 students' metacognition and comprehension of specific science text. *Journal of Elementary Science Education*, 11(2), 15-30.
- Sullivan, J. P. (2008). The use of photographs to portray urban ecosystems in six introductory environmental science textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(9), 1003–1020.
- Unsworth, L. (2001). *Teaching multiliteracies across the curriculum-Changing contexts of text and image in classroom practice*. Philadelphia: Open University Press.
- Unsworth, L. (2013). Point of view in picture books and animated film adaptations: informing critical multimodal comprehension and composition pedagogy. In E. Djonov & S. Zhao (Eds.), *Critical multimodal studies of popular culture*. London: Routledge.
- Winn, W. D. (1987). Charts, graphs, and diagrams in educational materials. In D. A. Houghton & E. M. Willows (Eds.), *The psychology of illustration volume 1-Basic research* (pp. 152-198). New York, NY: Springer-Verlag.
- Wu, H -K, & Shah, P. (2004). Exploring visuospatial thinking in chemistry learning. *Science Education*, 88, 465-492.

附錄一、傳統文本

活動3 生存適應

我們常見的鳥類，有的會隨著季節變化而長途飛行，遷移到氣候適合、食物充足的地方生活或繁殖。為什麼牠們有的是九月到隔年的六月來臺灣，有的是三月到九月來臺灣？



↑ 黃頭鷺（夏候鳥）



↑ 黑面琵鷺（冬候鳥）



灰面鵟鷹（國慶鳥）

翼長 313 mm~330 mm。春秋二季過境臺灣。每年10月初至10月底，大批灰面鵟鷹陸續飛到恆春半島，常常下午成群在天空盤旋，黃昏入林中棲宿，通常隔天清晨南飛離臺。春季北返時，過境彰化再北飛離臺，遷移時間約一個半月。

在臺灣，有哪些鳥類會定期遷移？利用網路或到圖書館查查看，然後大家來討論。

有些動物不會定期的長途遷移，但是牠們對外界氣溫的變化，另有適應的方法。

魚、蛙、蛇、龜等動物的體溫會隨外界氣溫而升降，稱為「變溫動物」。蛇、蛙等動物，冬天會躲在洞穴中冬眠，不吃也不動。

烏龜在天氣太冷時會出來曬太陽；陽光太強時，牠會躲到岩縫中或是浸泡到水裡。



斑龜

鳥類和哺乳類動物，體溫固定在一定的範圍之內，稱為「恆溫動物」。恆溫動物對外界氣溫的變化有什麼對策呢？例如：人類在氣溫變化時，會增減衣服來保持體溫。



母鴨孵蛋

鳥類怎麼孵蛋？這件事和牠的體溫恆定有什麼關係？

變溫動物也可以用體溫來孵蛋嗎？為什麼？

活動5 動物的分類

利用動物的外形特徵，以二分法分類。

二分法

二分法是先找出分類標準，例如：特徵。將「特徵符合」與「特徵不符合」的生物分開。

例如雞、鴨、豬、狗、牛和人等動物，牠們各有哪些特徵？（請參看習作附件 4A、4B、4C）



若是以「無翅」與「有翅」的特徵分類，「二分法」分類之後，豬、狗、牛和人會成一群，而雞和鴨則會成為另一群。



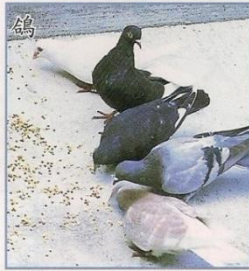
前一頁所列的動物，還可以用下表中的這些特徵分類嗎？牠們分別該排在哪個位置呢？



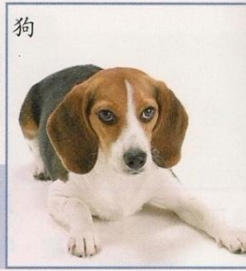
討論

- 根據分類表，牛和狗有哪些相同和不同的特徵？
- 根據分類表，雞和鴨有哪些相同和不同的特徵？
- 除了哺乳這項特徵之外，還可以用哪些特徵將上列動物分成二類？
- 根據分類表，豬有哪些特徵？和哪種動物相同的特徵最多？

你可以自己設計一張動物分類表嗎？請用下列提供的動物資料試試看。



- 是恆溫動物
- 卵生
- 用肺呼吸



- 是恆溫動物
- 胎生
- 用肺呼吸



- 是變溫動物
- 卵生
- 用鰓呼吸



- 是變溫動物
- 卵生
- 用肺呼吸，幼年（蝌蚪）時用鰓呼吸

列舉動物符合或不符合的特徵，就可以將某種動物的名稱找出來。

我手上信封裡的動物圖卡是哪一種動物？
你們可以提問，但是我只能答「是」或「不是」，「有」或「沒有」……



- | | |
|--------------------|--------------------------------|
| (1) 牠有四隻腳嗎？……………有 | (2) 牠的腳上有蹄嗎？……………沒有 |
| (3) 腳上有爪嗎？……………有 | (4) 牠的身上有毛嗎？……………有 |
| (5) 牠的毛是土色的嗎？……是 | (6) 雄性頭部的兩側有很長的毛？…有 |
| (7) 牠會哺乳嗎？……………會 | (8) 牠是胎生的動物嗎？……………是 |
| (9) 牠是肉食性的嗎？……………是 | (10) 牠的原產地在 <u>非洲</u> 嗎？……………是 |

這種動物是什麼？猜得到嗎？打開圖卡，公布答案。

附錄二、改寫之文本

活動3 生存適應

動物為了生存，會用不同的方式適應氣候的變化，有些動物會遷移，不遷移的動物中，有的則以調節體溫的方式渡過極冷或極熱的環境。

遷移

我們常見的鳥類，有的會定期遷移，有的不會。會定期遷移的是候鳥，牠們會隨著季節變化長途飛行，遷移到氣候適合、食物充足的地方生活或繁殖。

想一想，為什麼有的是九月到隔年六月來臺灣，有的則是三月到九月之間來臺灣？

右圖中有黃頭鷺與黑面琵鷺的遷移路線，你能查出灰面鵟鷹的遷移路線並畫出來嗎？



黃頭鷺的遷移路線
黑面琵鷺的遷移路線



黃頭鷺(夏候鳥)



黑面琵鷺(冬候鳥)



灰面鵟鷹(春秋過境)

體溫調適

有些動物不會像鳥類一樣定期遷移，但牠們對外界氣溫的變化，另有適應的方法。

魚、蛙、蛇、龜等動物的體溫會隨外界氣溫而升降，稱為「**變溫動物**」。當天氣較冷時，這些動物需要曬太陽以使體溫升高，才能活動，如：烏龜與蛇；天氣太熱時，牠們則會躲到岩縫中或浸到水裡；有些到冬天甚至會躲在洞穴中冬眠，不吃也不動，例如：蛙與蛇。



哺乳類動物和鳥類的體溫固定在一定的範圍內，稱為「**恆溫動物**」。恆溫動物對外界氣溫的變化有許多對策，例如：當天氣寒冷時，會使肌肉顫抖，增加體溫；人類會增減衣服來保持體溫。除了這些，恆溫動物還有哪些對策呢？

想一想，鳥類怎麼孵蛋？這件事和牠的體溫恆定有什麼關係？變溫動物也可以用體溫來孵蛋嗎？為什麼？

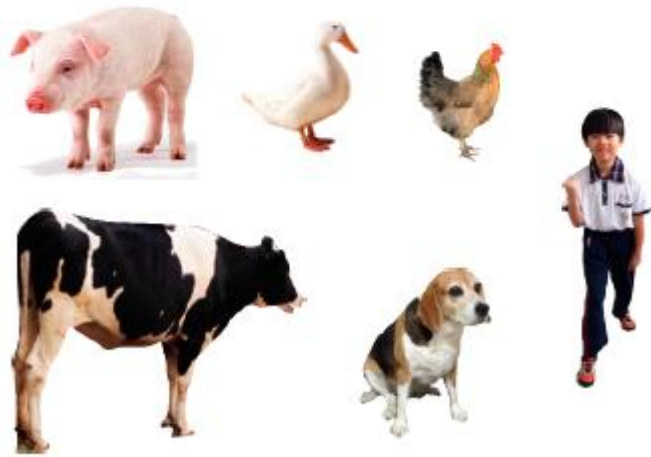


活動5 動物的分類

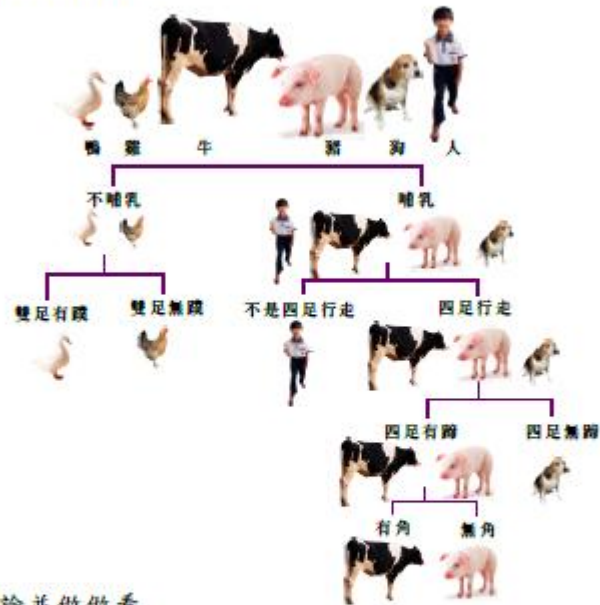
以前我們做過動物的分類，科學家會做**二分法**的檢索表以辨認動物的類別。**二分法**就是將動物依照特徵分成「符合特徵」與「不符合特徵」兩類，例如：下面這些動物以「無翅」和「有翅」的特徵分成兩群，結果豬、狗、牛和人會成一群，而雞和鴨則會成為另一群；我們可以依照這種方式繼續將這兩群動物分類，直到不能再分為止。

想想看，這些動物還有哪些特徵可以用二分法的方式分類呢？

你會用二分法一層一層地將牠們都區分出來嗎？



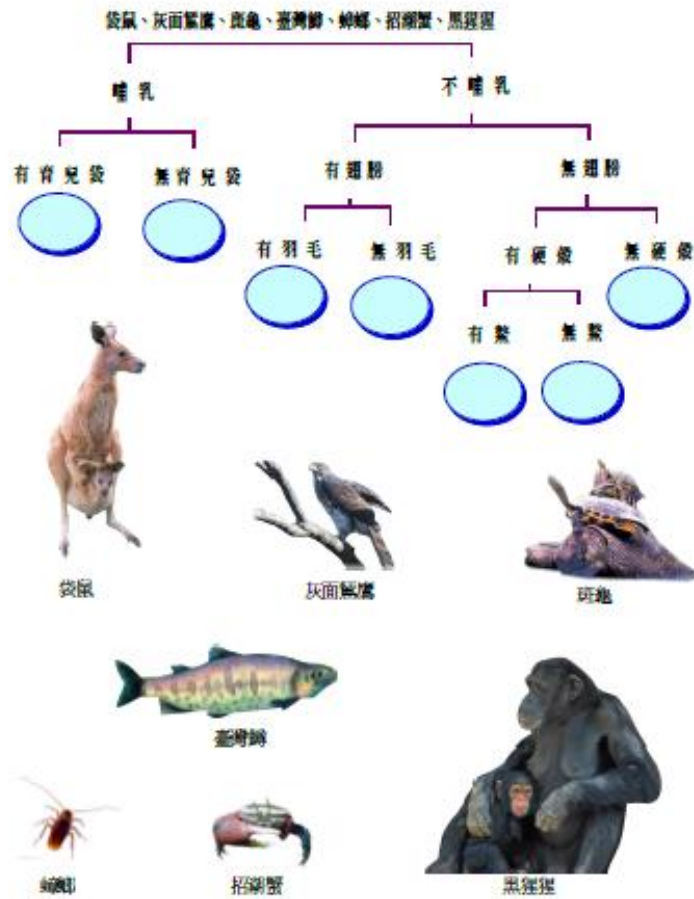
下面是二分法作出來的一種分類表，可以用來說明每一種動物的特徵。例如：牛會哺乳、用四足行走、四足有蹄、而且有角，其他的動物也可依此方法找出牠們的特徵。



討論並做做看

- 根據這個分類表，牛和狗有哪些相同和不同的特徵？雞和鴨有哪些相同和不同的特徵？豬有哪些特徵？豬和哪種動物相同的特徵最多？
- 除了哺乳這項特徵之外，還有哪些特徵可將這些動物分成二類？
- 請為 鴿子、狗、金魚、青蛙、貓、和蜜蜂設計一張二分法的分類表。

請按照下面的二分法分類表把七種動物名稱填入適當的位置。



附錄三、閱讀前測

- 1．關於鳥類的遷移行為，下面哪一項敘述正確？
 - (1) 遷移行為和季節沒有關係
 - (2) 是指鳥類短距離的搬遷行為
 - (3) 有的鳥類有遷移行為，有的沒有
 - (4) 遷移指一隻或兩隻鳥自己遷往別處

- 2．下面哪一種鳥類會遷移？
 - (1) 麻雀
 - (2) 白頭翁
 - (3) 黑面琵鷺
 - (4) 老鷹

- 3．鳥類為什麼要遷移？
 - (1) 到食物充足的地方
 - (2) 到氣候適合的地方
 - (3) 到適合繁殖的地方
 - (4) 以上皆是

- 4．有遷移行為的鳥類，其遷移的次數是
 - (1) 很多年才一次
 - (2) 一年一次
 - (3) 一年多次
 - (4) 不一定

- 5．下面有關冬候鳥與夏候鳥的敘述，哪一個正確？
 - (1) 抵達臺灣的時間不同
 - (2) 冬候鳥是從南方飛抵臺灣
 - (3) 夏候鳥是從北方飛抵臺灣
 - (4) 不管冬候鳥或夏候鳥都會永遠停留在臺灣

- 6．有關動物對環境的適應策略，下面哪一個說明是錯的？
 - (1) 鳥類為了克服寒冷的氣候，都會有遷移到遠方的行為
 - (2) 鳥類可分為變溫動物和恆溫動物，以適應各種氣候
 - (3) 動物生存適應的策略，有遷移和體溫調適的方式

(4)人類是萬物之靈，所以不必理會任何環境的變化，就可以存活

7．下面哪一組是恆溫動物？

- (1) 魚、鳥、龜
- (2) 蛙、人、魚
- (3) 蛇、狗、鴨
- (4) 雞、人、狗

8．下面哪一種動物屬於恆溫動物而且又有遷移行為？

- (1) 候鳥
- (2) 人類
- (3) 狗
- (4) 烏龜

9．下面哪一種動物會孵蛋？

- (1) 鱷魚
- (2) 烏龜
- (3) 青蛙
- (4) 雞

10．如果蛇穿了衣服，能像人一樣將體溫保持在固定的溫度嗎？

- (1) 會
- (2) 不會
- (3) 有毒的蛇會，沒有毒的蛇不會
- (4) 不一定，看天氣而定

11．伯勞在臺灣是一種冬候鳥，早期在南部有些人會設置「鳥仔踏」捕捉這些鳥類，請問，警察要何時巡邏最能有效取締這些違法的行為？

- (1) 春
- (2) 夏
- (3) 秋
- (4) 冬

12．為什麼冬天到野外比較少見到蛇？

- (1) 冬天蛇的食物較少，蛇沒有力氣
- (2) 冬天蛇會冬眠，活動量較少
- (3) 冬天是蛇的繁殖期

(4) 以上皆是

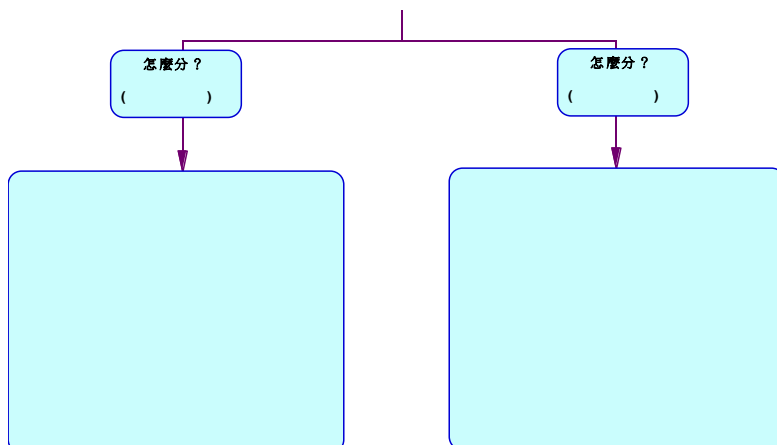
13· 為什麼海龜自己不孵蛋，而是把蛋下在沙地裡，讓太陽光照射，使蛋保持在適合孵化的溫度？

- (1) 海龜很懶惰，沒有責任感
- (2) 海龜是變溫動物無法靠體溫孵蛋
- (3) 海龜是遷移的動物，無法辨識方向
- (4) 海龜的身體構造不適合孵蛋

14· 下面哪一個是灰面鵟鷹的遷移路徑？

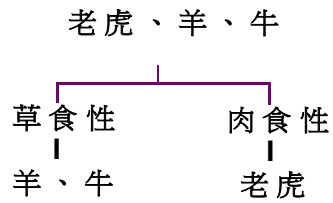
- (1) 春天從北方飛到臺灣再往南飛
- (2) 秋天從南方飛到臺灣再往北飛
- (3) 秋天從北方飛到臺灣再往南飛，春天再從南方飛到臺灣再往北飛
- (4) 秋天從南方飛到臺灣再往北飛，春天再從北方飛到臺灣再往南飛

15· 請將下面這六種動物依生殖方式用二分法分成兩群，將分群的原因填在() 裡，然後將動物編號填在分群的框格中。

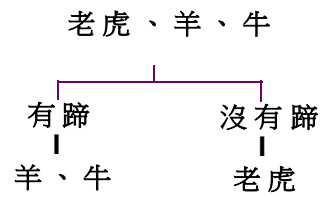


16．下面哪一個是二分法的分類方式？

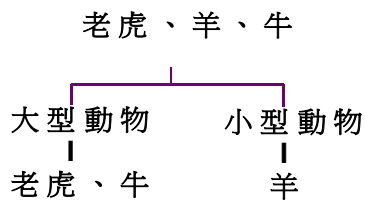
(1)



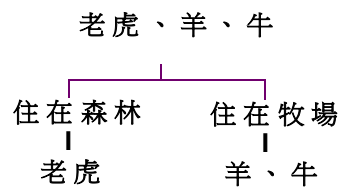
(2)



(2)



(4)



17．通常科學家可依據下面哪一項標準將動物加以分類？

- (1)動物的身體外形
- (2)動物的顏色
- (3)動物的雌雄
- (4)動物的大小

18．下面哪一個不是將動物分類的目的呢？

- (1)可以將所有動物有秩序的組織起來
- (2)可以了解不同動物之間的異同關係
- (3)可以幫助人們了解動物的特徵
- (4)可以幫助動物找到適合的居住地

19．要用二分法將鴿子和金魚分為兩類，可利用下面哪一項作標準呢？

- (1)卵生和胎生
- (2)會不會呼吸
- (3)水生動物和陸生動物
- (4)有翅膀和沒有翅膀

20．牛和狗有哪些特徵不同？

- (1)牛用四足行走，狗沒有
- (2)母牛哺乳，母狗沒有
- (3)牛有角和蹄，狗都沒有
- (4)牛有蹠，狗沒有

21．請看右圖，牛和狗有哪些特徵不同？

- (1)牛用四足行走，狗沒有
- (2)母牛哺乳，母狗沒有
- (3)牛有角和蹄，狗都沒有
- (4)牛有蹠，狗沒有



22．雞和鴨有哪些相同的特徵？

- (1)都有蹄
- (2)都有蹠
- (3)都不哺乳
- (4)都有角

23．請看右圖，雞和鴨有哪些相同的特徵？

- (1)都有蹄
- (2)都有蹠
- (3)都不哺乳
- (4)都有角



24．豬有哪些特徵？

- (1)不哺乳、有蹠
- (2)四足行走、無蹄
- (3)哺乳、四足行走、有蹄、有角
- (4)哺乳、四足行走、有蹄、無角

25．根據右圖，豬有哪些特徵？

- (1)不哺乳、有蹼
- (2)四足行走、無蹄
- (3)哺乳、四足行走、有蹄、有角
- (4)哺乳、四足行走、有蹄、無角



26．豬和下面哪一種動物相同的特徵最多？

- (1)人
- (2)狗
- (3)鴨
- (4)牛

27．根據右圖，豬和下面哪一種動物相同的特徵最多？

- (1)人
- (2)狗
- (3)鴨
- (4)牛



28．下面的動物裡，哪一種是不哺乳、有翅膀，但無羽毛的？

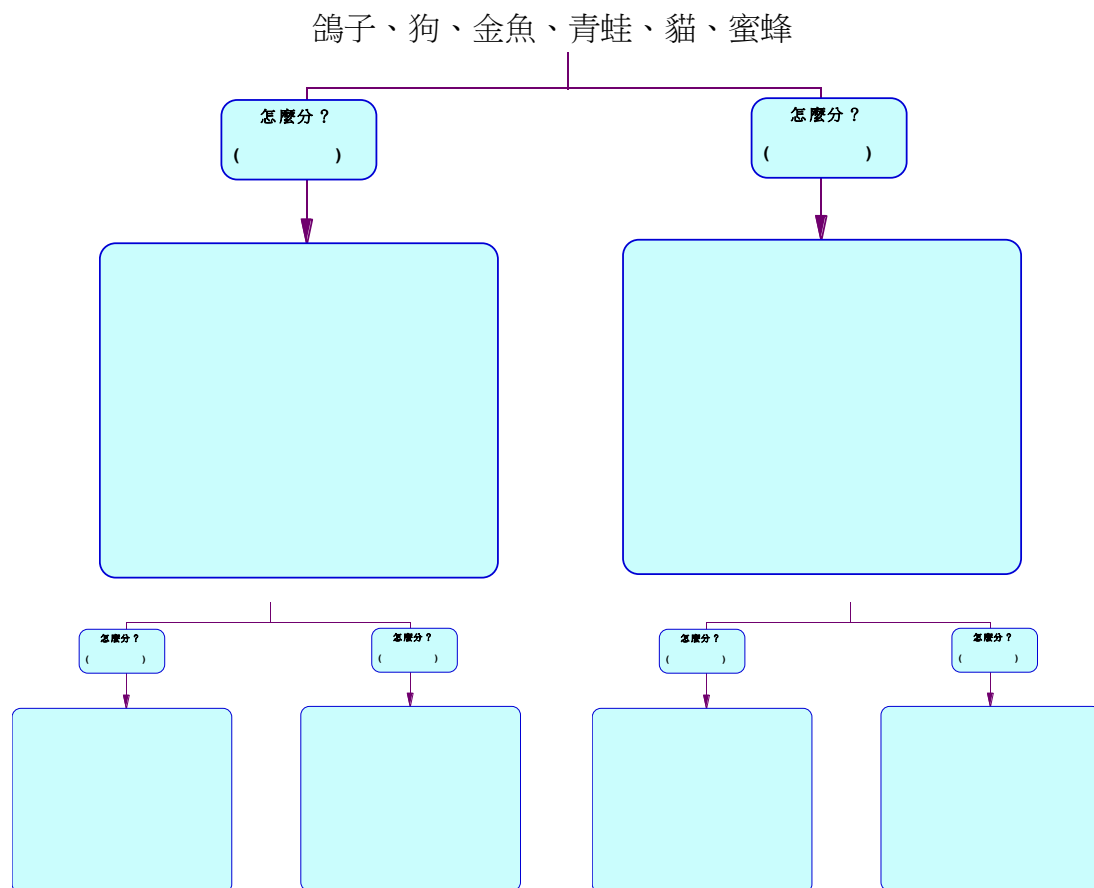
- (1)灰面鵟鷹
- (2)班龜

- (3)袋鼠
- (4)蟑螂

29．下面的動物裡，哪一種是哺乳、而且有育兒袋的？

- (1)黑猩猩
- (2)灰面鵟鷹
- (3)袋鼠
- (4)蟑螂

30．請將鴿子、狗、金魚、青蛙、貓、和蜜蜂等六種動物用二分法分成二群，然後再將分好的每一群再分一次，最後變成四群。怎麼分群的標準也要填在()裡。



附錄四、閱讀後測

→閱讀文本 P54 & p55 (實驗組看改寫之文本，控制組看傳統文本)

→填寫測驗題

1．請寫出這篇文章的重點大意(至少寫出二個重點)。
(只有本題不可回溯文本，其他後面 2-17 題皆可回溯)

2．關於鳥類的遷移行為，下面哪一項敘述正確？

- (1) 遷移行為和季節沒有關係
- (2) 是指鳥類短距離的搬遷行為
- (3) 有的鳥類有遷移行為，有的沒有
- (4) 遷移指一隻或兩隻鳥自己遷往別處

3．下面哪一種鳥類會遷移？

- (1) 麻雀
- (2) 白頭翁
- (3) 黑面琵鷺
- (4) 老鷹

4．鳥類為什麼要遷移？

- (1) 到食物充足的地方
- (2) 到氣候適合的地方
- (3) 到適合繁殖的地方
- (4) 以上皆是

5．有遷移行為的鳥類，其遷移的次數是

- (1) 很多年才一次
- (2) 一年一次
- (3) 一年多次
- (4) 不一定

6．下面有關冬候鳥與夏候鳥的敘述，哪一個正確？

- (1) 抵達臺灣的時間不同
- (2) 冬候鳥是從南方飛抵臺灣
- (3) 夏候鳥是從北方飛抵臺灣

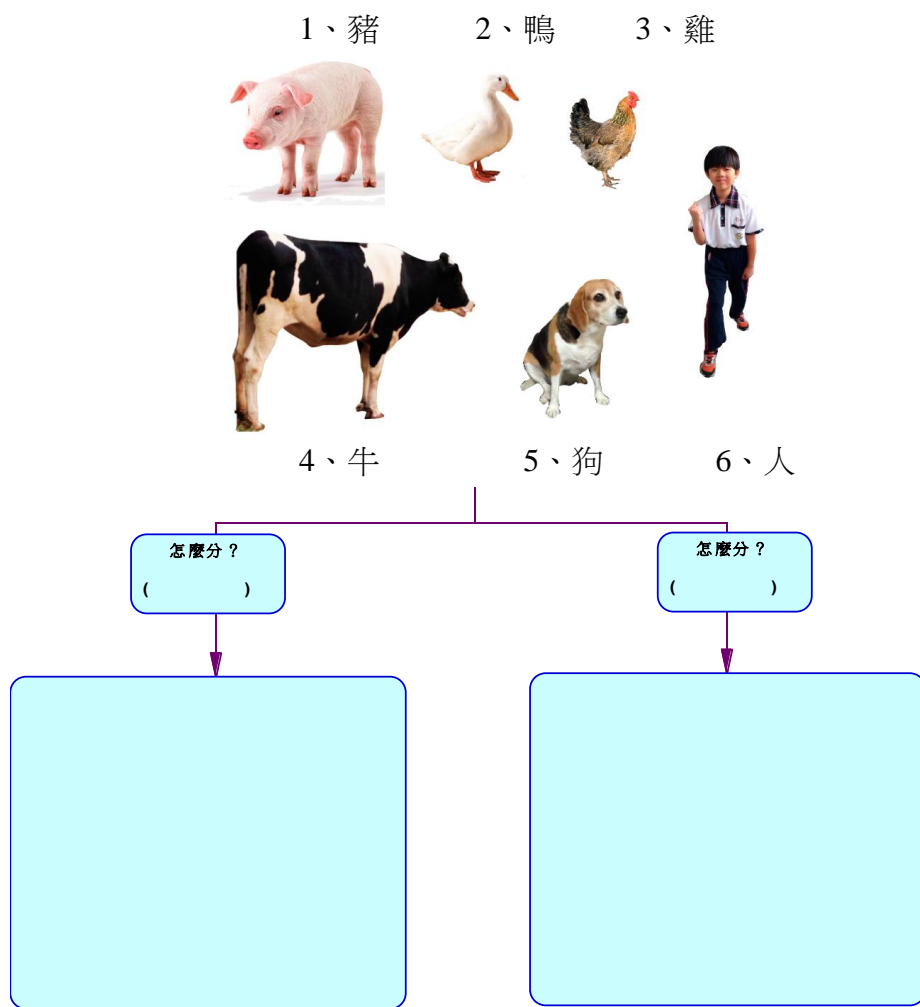
- (4) 不管冬候鳥或夏候鳥都會永遠停留在臺灣
- 7．有關動物對環境的適應策略，下面哪一個說明是錯的？
- (1) 鳥類為了克服寒冷的氣候，都會有遷移到遠方的行為
 - (2) 鳥類可分為變溫動物和恆溫動物，以適應各種氣候
 - (3) 動物生存適應的策略，有遷移和體溫調適的方式
 - (4) 人類是萬物之靈，所以不必理會任何環境的變化，就可以存活
- 8．下面哪一組是恆溫動物？
- (1) 魚、鳥、龜
 - (2) 蛙、人、魚
 - (3) 蛇、狗、鴨
 - (4) 雞、人、狗
- 9．下面哪一種動物屬於恆溫動物而且又有遷移行為？
- (1) 候鳥
 - (2) 人類
 - (3) 狗
 - (4) 烏龜
- 10．下面哪一種動物會孵蛋？
- (1) 鱷魚
 - (2) 烏龜
 - (3) 青蛙
 - (4) 雞
- 11．如果蛇穿了衣服，能像人一樣將體溫保持在固定的溫度嗎？
- (1) 會
 - (2) 不會
 - (3) 有毒的蛇會，沒有毒的蛇不會
 - (4) 不一定，看天氣而定
- 12．伯勞在臺灣是一種冬候鳥，早期在南部有些人會設置「鳥仔踏」捕捉這些鳥類，請問，警察要何時巡邏最能有效取締這些違法的行為？
- (1) 春
 - (2) 夏
 - (3) 秋
 - (4) 冬

- 13．為什麼冬天到野外比較少見到蛇？
- (1) 冬天蛇的食物較少，蛇沒有力氣
 - (2) 冬天蛇會冬眠，活動量較少
 - (3) 冬天是蛇的繁殖期
 - (4) 以上皆是
- 14．為什麼海龜自己不孵蛋，而是把蛋下在沙地裡，讓太陽光照射，使蛋保持在適合孵化的溫度？
- (1) 海龜很懶惰，沒有責任感
 - (2) 海龜是變溫動物無法靠體溫孵蛋
 - (3) 海龜是遷移的動物，無法辨識方向
 - (4) 海龜的身體構造不適合孵蛋
- 15．下面哪一個是灰面鵟鷹的遷移路徑？
- (1) 春天從北方飛到臺灣再往南飛
 - (2) 秋天從南方飛到臺灣再往北飛
 - (3) 秋天從北方飛到臺灣再往南飛，春天再從南方飛到臺灣再往北飛
 - (4) 秋天從南方飛到臺灣再往北飛，春天再從北方飛到臺灣再往南飛
- 16．上面你所閱讀的 54 與 55 兩頁課文，對於回答這些測驗題有幫助嗎？
- (1) 有，有一點幫助
 - (2) 有，有很多幫助
 - (3) 沒有，沒什麼幫助
 - (4) 沒有，完全沒有幫助
- 17．你對剛剛所閱讀的 54 與 55 這兩頁課文有什麼建議嗎？請寫出來。
- ()

→閱讀文本 p46 & 47 (實驗組看改寫之文本，控制組看傳統文本)

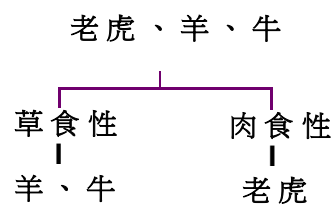
→填寫測驗題

- 18．請寫出上面這篇文章的重點大意(至少寫出二個重點)。
- ()
- (只有本題不可回溯文本，其他後面 19-30 題皆可回溯)
- 19．請將下面這六種動物依生殖方式用二分法分成兩群，將分群的原因填在()裡，然後將動物編號填在分群的框格中。

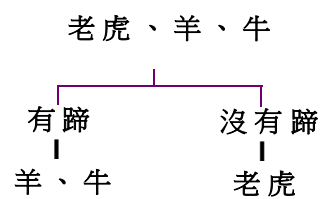


20．下面哪一個是二分法的分類方式？

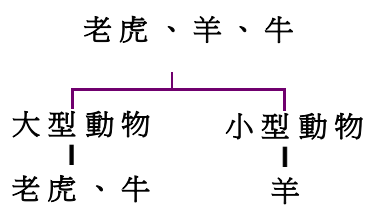
(1)



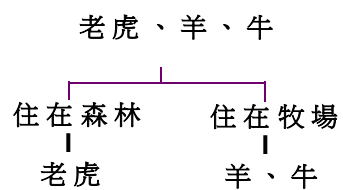
(2)



(3)



(4)



- 21．通常科學家可依據下面哪一項標準將動物加以分類？
- (1)動物的身體外形
 - (2)動物的顏色
 - (3)動物的雌雄
 - (4)動物的大小
- 22．下面哪一個不是將動物分類的目的呢？
- (1)可以將所有動物有秩序的組織起來
 - (2)可以了解不同動物之間的異同關係
 - (3)可以幫助人們了解動物的特徵
 - (4)可以幫助動物找到適合的居住地
- 23．要用二分法將鴿子和金魚分為兩類，可利用下面哪一項作標準呢？
- (1)卵生和胎生
 - (2)會不會呼吸
 - (3)水生動物和陸生動物
 - (4)有翅膀和沒有翅膀
- 24．根據課本的圖示，牛和狗有哪些特徵不同？
- (1)牛用四足行走，狗沒有
 - (2)母牛哺乳，母狗沒有
 - (3)牛有角和蹄，狗都沒有
 - (4)牛有蹠，狗沒有
- 25．根據課本的圖示，雞和鴨有哪些相同的特徵？
- (1)都有蹄
 - (2)都有蹠
 - (3)都不哺乳
 - (4)都有角
- 26．根據課本的圖示，豬有哪些特徵？
- (1)不哺乳、有蹠
 - (2)四足行走、無蹄
 - (3)哺乳、四足行走、有蹄、有角
 - (4)哺乳、四足行走、有蹄、無角
- 27．根據課本的圖示，豬和下面哪一種動物相同的特徵最多？

- (1)人
- (2)狗
- (3)鴨
- (4)牛

28．上面你所閱讀的第 46 與 47 兩頁課文，對於回答這些測驗題有幫助嗎？

- (1) 有，有一點幫助
- (2) 有，有很多幫助
- (3) 沒有，沒什麼幫助
- (4) 沒有，完全沒有幫助

29．你對剛剛所閱讀的 46 與 47 這兩頁課文有什麼建議嗎？請寫出來。

()

→閱讀文本 p48 (實驗組看改寫之文本，控制組看傳統文本)

→填寫測驗題

30．請寫出上面這篇文章的重點大意(至少寫出二個重點)。

()

(只有本題不可回溯文本，其他後面 32-35 題皆可回溯)

31．下面的動物裡，哪一種是不哺乳、有翅膀，但無羽毛的？

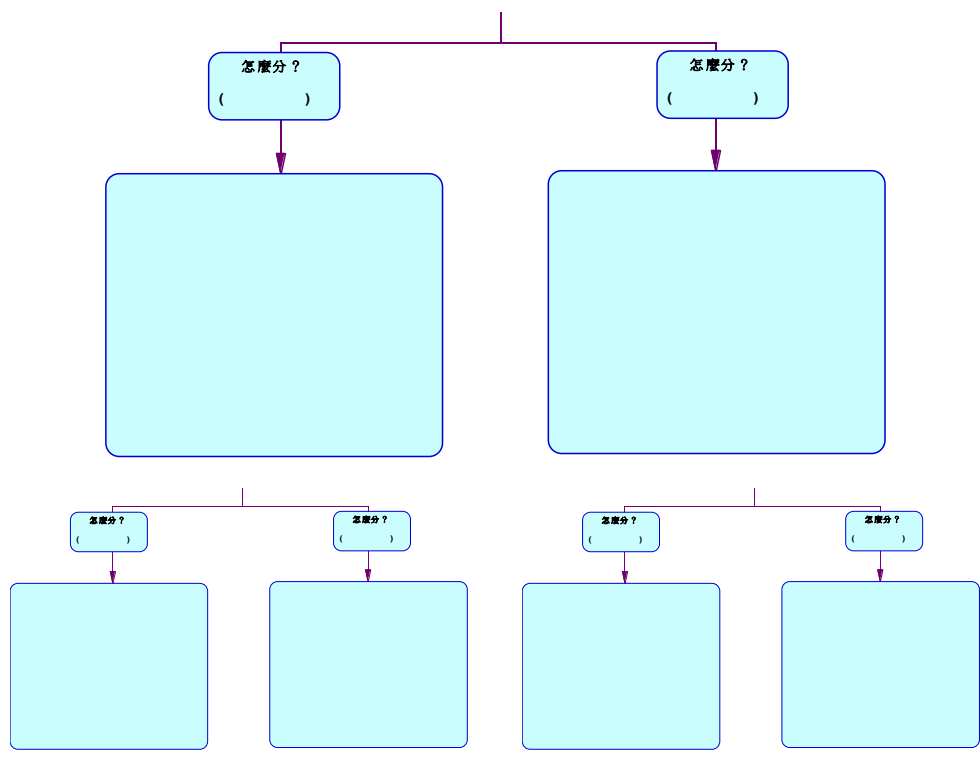
- (1)灰面鵟鷹
- (2)班龜
- (3)袋鼠
- (4)蟑螂

32．下面的動物裡，哪一種是哺乳、而且有育兒袋的？

- (1)黑猩猩
- (2)灰面鵟鷹
- (3)袋鼠
- (4)蟑螂

33．請將鴿子、狗、金魚、青蛙、貓、和蜜蜂等六種動物用二分法分成二群，然後再將分好的每一群再分一次，最後變成四群。怎麼分群的標準也要填在 ()裡。

鴿子、狗、金魚、青蛙、貓、蜜蜂



34 · 為什麼我們要學習分類？請將理由寫出來。

()

附錄五、唔談大綱

一、(p.55-56, p.64-66)請你說說看，這一頁課文的大意是什麼？

二、逐一回答 p.65(新版在 p.47)的問題：

(一)根據分類表，牛和狗有哪些相同和不同的特徵？

(二) 根據分類表，雞和鴨有哪些相同和不同的特徵？

(三)還可以用哪些特徵將上列動物分成二類？

(四) 根據分類表，豬有哪些特徵？和哪種動物相同的特徵最多？

附錄六、評分標準表

第 1 題

得分	標準	備註
0 分	皆未觸及體溫調適與遷移	只寫出冬眠不算分
1 分	只寫出體溫調適或遷移中的一個	錯字不扣分
2 分	體溫調適與遷移都有寫出來	順序不計

第 17 題

得分	標準	備註
0 分	未提到二分法 如：了解動物的覓食求偶及所有活動	
1 分	定義不完整，或有錯 如：「把動物分為 2 類，是或不是」 「用動物的特徵來把他們分類，可以知道他的特徵」 「將動物分成兩類」--未提到如何分	錯字不扣分
2 分	二分法是利用「符合特徵」與「部符合特徵」來分類 幫動物分類的方式	完整的定義

第 18 題

得分	標準	備註
0 分	非正確二分法	
1 分	只有上面分類方式正確 或只有下面動物的對應正確	
2 分	上面分類方式正確，下面動物的對應正確	

第 31 題

得分	標準	備註
0 分	全部皆非正確二分法	
1 分	只有上面分類方式正確 或只有下面動物的對應正確	
2 分	上面分類方式正確，下面動物的對應正確	
3 分		
4 分		
5 分		
6 分		滿分

附錄七、學生編輯作品舉例

一、

分類的意義

動物的種類很多，可以利用動物外型特徵、運動行為……以二分法來作為動物分類的依據。

科學家會做二分法的檢所表以辨認動物的類別。二分法就是將動物依照特徵分成「符合特徵」與「不符合特徵」兩類，例如：下面這些動物以「無翅」和「有翅」的特徵分成兩群，結果豬、狗、牛和人會成一群，而雞和鴨則會成為另一群；我們可以依照這種方式繼續將兩群動物分類，直到不能再分為止。

二分法：

是先找出分類的標準，例如：特徵。將「特徵符合」與「特徵不符合」的生物分開。

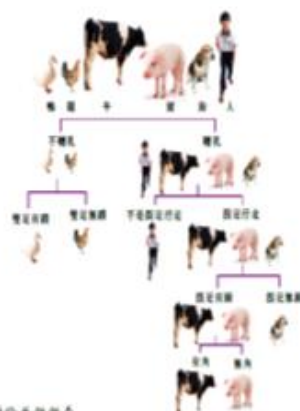
請你用以下這些圖，在另一個二分法的概念圖：

二、

二分法

動物的分類

以前我們做過動物的分類，科學家會用二分法的檢索表以辨認動物的類別。二分法就是將動物依照特徵分成「符合特徵」和「不符合特徵」兩類，例如：下面這些動物以「無翅勝」和「有翅勝」的特徵分成兩群，直到不能分為止。



討論並做觀看

上面是二分法做出來的一種分類表，可以用來說明每一種動物的特徵。例如：牛會哺乳、用四足行走、四足有蹄、而且有角，其他動物也可依此方法找出牠們的特徵。

附錄八、教師研習投影片

102年教育部國民及學前教育署中小學科學教育計畫

**「多元素養教學」與「文本改寫」對閱讀理解的影響
~以國小五年級「動物的生活」單元為例**

2014/06/11

從TIMSS 2007講起...

- Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS) 國際數學與科學教育成就趨勢調查2007
- 由國際教育成就調查委員會 International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA) 主辦 會員國超過六十個國家
- 目的在測量學生成就的趨勢與瞭解世界各國教育制度的差異，以求提昇全球數學及自然科學之教育水準。

TIMSS 2007

- 臺灣1992年加入
- 每四年測驗一次
- 受試者為國小四年級與國中二年級學生(八年級)

國際大型評估TIMSS 2007年級教師問卷題目

14 **A. 您上該班四年級數學課時，是否有使用教科書？**

是 ☐ 否 ☐

請勾選是或否 -----

如果選答「否」，請跳至第15題

B. 在教學過程中，您如何使用教科書？

請只勾選一項

作為主要教學依據 ----- ☐

作為補充教材 ----- ☐

我們的成績常名列前茅

表1：我國小四學生在TIMSS的成績

2003年排名	科學排名 2			數學排名 4				
	生命科學	物質科學	地球科學	數	數量和關係	測量	幾何	資料呈現與分析
	3	3	1	3	3	4	4	3

TIMSS 2007問卷透露的訊息~1

- 你上該班自然科學課時是否有使用教科書？

	是	否
臺灣 (174份有效問卷)	97.9%	2.1%
國際平均	86.2%	15.5%
澳洲 (301份有效問卷)	18%	82%

TIMSS 2007問卷透露的訊息~2

- 在教學過程中，您如何使用教科書？

	臺灣	澳洲
把教科書當主要教材	90.2%	14.4%
國際平均 53.4%		
把教科書當補充教材	22.1%	56.2%

我研究教科書的開始

- 98年教育部中小學科學教育計畫
- 四類漢語連詞對國小自然與生活科技教科書閱讀理解的影響

研究圖像的源起

- 教育部99年度選送公私立高級中等以下學校及幼稚園教師出國專題研究
- 題目：從系統功能語言理論探討視覺圖像在國小自然科教材的實踐—以中年級昆蟲教材為例
- 地點：澳洲新英格蘭大學教育研究所 (University of New England)



9

澳洲課室教學的觀察



澳洲老師都熱愛教書

- 上午九時上學
- 下午三時放學
- 沒有作業
- 家長在意的不是成績，而是孩子在學校快不快樂！

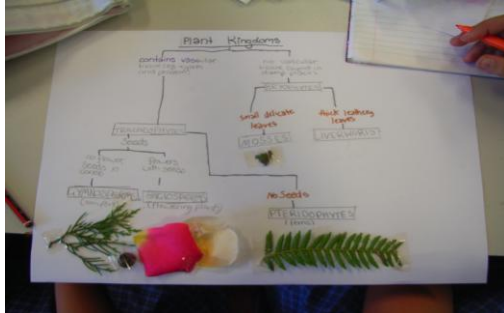


11

學生作品之一—五界海報



學生作品之二—認識植物界



台灣自然科教科書的特色--

- 具自學導向，有利學生在無人指導時可以自行閱讀，理解文意。

15



澳洲教科書 給教師看的部分

- 本課重點
- 探究技巧
- 背景資料
- 課前準備
- 課程安排

R. I. C. Publications

16



澳洲教科書

- 給學生看的文本部分(閱讀)

19



澳洲教科書

- 給學生看的文本部分(回答問題)

18



澳洲教科書

- 實驗表格

19

我的博士論文

- 從臺澳生物教科書分類圖像的比較探討和圖像之設計與理解

20

圖像的特徵



A picture is worth a thousand words.

一圖值千言萬語

21

圖像的功能

- 裝飾
- 能描繪主題的視覺空間性質，幫助學生形成心智表徵(Wu & Shah, 2004)
- 能具體地協助文本表徵語義
- 以符號轉化知識結構促進記憶(Klein, 1981)

22

動物的分類

- 國小五年級自然--南一版
- 前年教過的經驗-- 50位學生(由二位不同教師授課)中仍有23位無法正確作出二分法
-

23

緣起

- 教育部99年度選送公私立高級中等以下學校及園教師出國專題研究計畫
- 研究主題：從系統功能語言理論探討視覺圖像年級生物分類單元的實踐
- 目的地：澳洲新英格蘭大學教育研究所(University of New England)
-

24

研究問題

- 一、如何改寫原有文本？
- 二、改寫後的文本有助學生的理解嗎？
- 三、透過教學可改善學生的理解嗎？

25



26

傳統文本P64&65

動物分類

可用

二分法

的 的 的

定義 舉例說明 分類表討論

2014/8/17 27

唔談的發現低中高分群(2名)

- 都市學生對牛豬等動物不會以圖片的視覺線索作為提供二分的線索來
- 因為不甚熟悉，所以有中等程度學生無法說出其差異
- 對「二分」的定義不清楚，有的會以三食性vs肉食性，水陸生，卵生vs胎生作為分類標準
- 無法完全理解連貫性不佳的文本
- 無法對照文字與地圖路線，灰面鵟鷹之臺灣↔菲律賓的部分

2014/8/17 28

分析

	圖像意義與缺點	改進方法
概念後設功能	<ul style="list-style-type: none"> 敘述結構(介紹鳥種、斑鵲&母鴨(野蛋))與概念結構(遷移路徑圖) P54上面兩個(黃頭鵟與黑面琵鷺)是介紹遷移鳥種有夏候鳥與冬候鳥下面是說明遷移路徑 p.54遷移路徑圖沒有路徑標示，意義不明確 黃頭鵟與灰面鵟鷹的照片背景複雜，無法突顯主要參與者的訊息 	<ul style="list-style-type: none"> →將圖與文混在一起，沒有主軸(題) →p.54與p.55的主概念不明難以統整 →加強主要參與者的特徵，背景單純化 →加箭頭
人際後設功能	<ul style="list-style-type: none"> 鳥類視線皆間接或直視讀者，營造較直接的讀者-圖像關係 路徑圖大小造成疏離 	→放大
語篇後設功能	p54最下面的兩行文字被壓在大圖框之下，大圖框的顯著性會使這兩句被忽略。	→重新安排圖文框架，使概念主題突顯出來

2014/8/17 29

分析

	圖像意義與缺點	改進方法
概念後設功能	<ul style="list-style-type: none"> 64頁 <ul style="list-style-type: none"> 所分類物種的背景不同的太複雜 框格太多，概念不明顯 65頁 <ul style="list-style-type: none"> 二分分類表以文字表徵法將其特徵視覺化 右下角的小男孩無實質 	<ul style="list-style-type: none"> →加強主要參與者的特徵，背景單純化 →將物種視覺化
人際後設功能	<ul style="list-style-type: none"> 右下角的小男孩營造較的讀者圖像關係，沖淡全字樹狀圖的疏離感 	→重新安排圖文框架，去切割
語篇後設功能	<ul style="list-style-type: none"> 框格太多，畫面被切割 	→重新安排圖文框架，去切割

2014/8/17 30

■文本改寫

31

活動3 生存適應

動物為了生存，會用不同的方式適應環境的變化，有些動物會遷移，不遷移的動物中，有的則以調整體溫的方式適應極冷或極熱的環境。

遷移

我們常見的鳥類，有的會定期遷移，有的不會。會定期遷移的鳥類，牠們會隨著季節變化長途飛行，遷移到氣候適合、食物充足的地方生活或繁殖。

想一想，為什麼有的鳥類在九月到隔年六月來臺灣，有的則是三月到九月之間來臺灣？

去圖中看看黃頭鵟與黑面琵鷺的遷移路線，你能從圖中看出牠們的遷移路線並畫出來嗎？

想一想，鳥類主要棲息在這些事和牠的體溫決定有什麼關係？能溫動物也可以利用體溫來適應嗎？為什麼？

2014/8/17 32

5 動物的分類

以前我們做過動物的分類，經常會把二會讀的動物分成「符合特徵」與「不符合特徵」兩類，例如：「符合特徵」的動物是「鳥類」，「不符合特徵」的動物是「非鳥類」。但是，我們也可以把動物分成「鳥類」和「非鳥類」，這就叫做「二分法」。

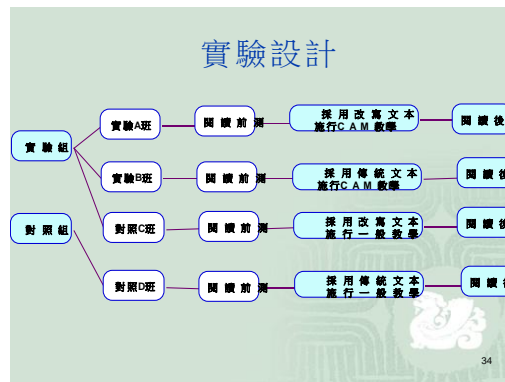
下面是一個二分法的分類圖，可以用來說明二分法的分類。例如：不會飛的鳥，用「不會飛」作為分類標準，而「會飛」的鳥，用「會飛」作為分類標準。

根據這個分類圖，牛和狗有哪些相同和不同的特徵？雞和鴨有哪些相同和不同的特徵？雞和鴨有哪些不同的特徵？雞和鴨有哪些相同的特徵？除了這些特徵之外，還有什麼特徵可以將這些動物分成二類？

雞為鴨子、狗、山羊、牛、豬、和蜜蜂設計一張二分法的分類圖。

2014/8/17

33



動物的分類

請將下面的二分法分類表把七種動物名稱填入適當的位置。

請將下面的二分法分類表把七種動物名稱填入適當的位置。

鳥類：會飛、不會飛

非鳥類：魚、爬蟲、兩栖、哺乳

請將下面的二分法分類表把七種動物名稱填入適當的位置。

鳥類：會飛、不會飛

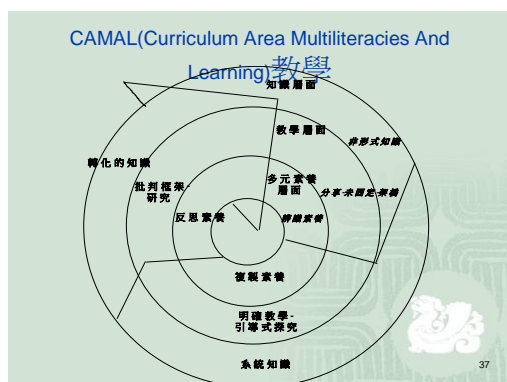
非鳥類：魚、爬蟲、兩栖、哺乳

2014/8/17

35

線上閱讀測驗的功能一

- 可監控閱讀文本的時間與回溯文本的次數 (Ge, Yang, Wang, & Chang, 2014)



後測結果

表一。全部受試者的閱讀後測 t 考驗。

	平均	標準差	人數	自由度	t 值	p 值
實驗組	18.35	2.55	69	92	3.993	.000*
控制組	16.00	2.42	25	92		

後測結果2

表二
四個班級的測驗結果

組別	平均數	標準差	個數
A班	19.08	1.89	25
B班	17.95	3.06	21
C班	17.91	2.61	23
D班	16.00	2.42	25

39

後測結果3

表三
實驗組內 A、B、C 班的閱讀後測閱讀後測單因子變異數分析

	平方和	自由度	平均平方和	F	顯著性
組間	21.034	2	10.517	1.642	.201
組內	422.618	66	6.403		
總和	443.652	68			

40

結論是...

- 「閱讀文本改寫」或「接受CAMAL教學」二個因子中只要具備一個就能使學生對動物分類的閱讀理解有顯著差異
- 「接受CAMAL教學」的班級雖比「閱讀文本改寫」的成效稍高，但未達顯著差異。

41

■ 謝謝指教

42