

迷思概念診斷新模式： 結合學習迷思區與迷思次序演算的應用

A New Misconceptions' Diagnosis Modeling – Based on the Combination of the Learning Misconceptions' Domain and the Algorithm of Misconceptions' Order

蔡清斌* 許天維** 曾建維*** 陳姿良**** 永井正武*****
Ching-Pin Tsai Tian-Wei Sheu Jian-Wei Tzeng Tzu-Liang Chen Nagai Masatake

(收件日期 102 年 3 月 25 日；接受日期 102 年 5 月 13 日)

摘 要

近年來，迷思概念已獲得教育工學領域研究課題的重視。本研究以 GSP 表 (Grey Student Problem Chart) 選取出學習迷思學生區 (Misconceptions' Domain for Students) 與學習迷思試題區 (Misconceptions' Domain for Problems) 的交集（稱為：學習迷思區），本文針對迷思區結合迷思次序演算法做出一個應用於強化教學成效上的新模式。迷思區加上篩選出迷思學生與迷思試題所包含範圍，不僅能應用於強化教學成效上，而且可以更精準的預測出學生在學習上的迷思概念所在。同時，此模式也在教學現場上，分甲、乙兩班做出具體比較的實際例題。

關鍵詞：迷思概念、教育工學、GSP 表、迷思區、迷思次序

* 國立臺中教育大學教育測驗統計研究所博士生

** 國立臺中教育大學教育測驗統計研究所教授（通訊作者）

*** 國立清華大學教育發展中心博士後研究員

**** 國立臺中教育大學教育測驗統計研究所博士生

***** 國立臺中教育大學教育測驗統計研究所教授

Abstract

Recently, misconceptions have become a focus in the educational technology field. In this paper, the intersection (called learning misconceptions' domain) between the misconceptions' domain for students and problems is selected based on a grey student problem chart. To enhance the effectiveness of teaching and learning, a new model is presented through a combination of the misconceptions' domain and the algorithm of misconceptions' order. Combining the misconceptions' domain and selecting a range, including the misconceptions' domain for students and problems, not only enhances teaching effectiveness, but also more accurately predicts learning misconceptions. Finally, a practical example comparing two classes is given.

Key words: Misconceptions, Educational Technology, Misconceptions' Domain, Grey Student Problem Chart, Misconceptions' Order.

壹、前言

在教育領域中，「迷思概念」(Misconceptions) 常被用來表示學習者與專家相異之概念 (Liu, Lin, & Tsai, 2009)。意指學習者用來解釋特定事件或情境時採用之概念，該概念卻與當前廣被接受之概念相互衝突 (Cohen, Smith, Chechile, Burns, & Tasi, 1996)。也有解釋為學生從生活經驗、學校學習、同伴文化、天賦觀念中所獲得，用於了解和解釋自然現象的一套有別於一般公認的「專家概念」的想法或概念 (林振霖, 1993)。或學生學習科學課程時，對某一概念的誤解、對不同概念之間意義的混淆或曲解不同概念彼此間的關聯等等；凡以學生自己的思考方式建立的不為科學家所接受的概念，稱為「迷思概念」。也有定義為在不同情境中，相同的概念或符號，對於不同個體，給予不同的意義與想法 (楊文金, 1993)。

傳統迷思概念裡有個想法，是指問題之概念回答全部錯誤，但尚有學者指出，迷思概念之想法不一定是指概念全部錯誤 (Driver, 1981; Driver & Easley, 1978)，應從教育工學立場重新思考。因此本文迷思概念之想法，並非一般所指錯誤程度越高，迷思概念就越高；認為教師在班級進行學生迷思概念的強化教學時，一般係優先選擇中間難度區域的試題概念。主要因為試題難度過低，學生大都答對，僅有少數學生答錯而需教學，不符合時間經濟；若試題難度過高，學生大都答錯時，則需進行的不是補救教學而是重新教學。因此本研究優先選擇的是難度適中試題的概念。故選取迷思學生中不同時對錯的題目，再選取這些題目中所含學習概念進行計算，將其排列為先後再次教學順序，在此特稱為強化教學迷思次序，簡稱迷思序 (Misconceptions' Order) (Sheu, Tsai, Tzeng, Chen, & Nagai, 2012)。

本文研究在選擇迷思概念中，將存在提升學習成效的學生，以 GSP 表 (Grey Student Problem Chart)，選取 GSP 表之學生 Gamma 值不大於 0.5 的學生，並加上有效迷思半徑的選取，取其學生注意係數小於 0.75 的學生，定義為學習迷思學生區 (Misconceptions' Domain for Students)；同時，選取 GSP 表之試題 Gamma 值不大於 0.5 的試題，並加上有效迷思半徑的選取，取其試題注意係數小於 0.75 的試題，定義為學習迷思試題區 (Misconceptions' Domain for Problems)。取迷思學生區與迷思試題區取交集，稱為迷思學生試題區，以下簡稱為「迷思區」(Misconceptions' Domain)。本文新模式的提案將所選出的迷思區結合迷序演算法，並選取欲再次學習的學生迷思半徑，依照概念迷思率越大者越需做優先教學 (Sheu, Tsai, Tzeng, Chen, Chiang, Liu, & Nagai, 2012)。

貳、基礎定義

一、S-P 表 (Student-Problem Chart 學生問題表)

所謂的 S-P 表 (Student-Problem Chart)，是由佐藤隆博 (Takahiro Sato) 於 1969 年代所創造 (Sato, 1985；Sato & Kurata, 1977)，S-P 表可以進行調查資料的分析處理，進行數量化分析、排序比和學習程度判斷等事項。此方法是依據受測者在試題上的作答反應組型

(Response Pattern) 進行分析排序，藉以獲得試題品質與受測者的診斷訊息，同時可以將受測者區分為適當的學習類型，提供教師進行有效的學習參考（何英奇，1989；游森期、余民寧，2006；Lin, & Chen, 2006）。S-P 表之學生問題的矩陣結構，如定義 1 之所述。

定義 1：令 $X=[x_{ij}]$ 為 S-P 表中學生答題狀況矩陣時， $X=[x_i(j)]\equiv[x_{ij}]$ ， $i=1,2,\dots,m$ ， $j=1,2,\dots,n$ 。若 s_i 為第 i 個學生在第一題到第 n 題之答題狀況，學生編號為 $S=[s_1,s_2,\dots,s_m]$ ， p_j 為第 j 個題目在第一個學生到第 m 個學生之答題狀況，問題編號為 $P=[p_1,p_2,\dots,p_n]$ ，則

$$\begin{aligned} s_i &= (x_i(1), x_i(2), \dots, x_i(n)) \\ p_j &= (x_1(j), x_2(j), \dots, x_m(j)) \end{aligned}, \quad x_i(j) = \begin{cases} 0, & \text{第 } i \text{ 個學生於第 } j \text{ 題答錯。} \\ 1, & \text{第 } i \text{ 個學生於第 } j \text{ 題答對。} \end{cases} \quad (1)$$

此時，S-P 表中的學生注意係數 CS (Caution Index for Students) 與試題注意係數 CP (Caution Index for Items) 如下：

$$CS_i = 1 - \frac{\sum_{j=1}^n (x_{ij})(x_{\bullet j}) - (x_{i\bullet})(\bar{x})}{\sum_{j=1}^n (x_{\bullet j}) - (x_{i\bullet})(\bar{x})}, \quad \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_{\bullet j} \text{ and } l = x_{i\bullet} = \sum_{j=1}^n x_{ij} \quad (2)$$

$$CP_j = 1 - \frac{\sum_{i=1}^m (x_{ij})(x_{i\bullet}) - (x_{\bullet j})(\bar{x}')}{\sum_{i=1}^m (x_{i\bullet}) - (x_{\bullet j})(\bar{x}')}, \quad \bar{x}' = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m x_{i\bullet} \text{ and } l' = x_{\bullet j} = \sum_{i=1}^m x_{ij} \quad (3)$$

二、灰關聯理論 GRA (Grey Relational Analysis)

灰色系統理論是由鄧聚龍 1982 年所提出，其理論主要是針對系統模型的不明確性或不完全性進行關聯分析 (Relational Analysis)，藉由預測 (Prediction) 與決策 (Decision) 等方法來探究整體系統，灰色系統理論是研究灰色系統分析、建模、預測、決策和控制的理論，結合數學方法，發展出解決信息不完全系統的理論和方法（溫坤禮、趙忠賢、張宏志、陳曉瑩、溫惠筑，2013；Nagai & Yamaguchi, 2004）。

（一）建立原始數列

定義 2：建立原始數據之參考數列 x_0 和比較數列 x_i ，（ $i=1,2,\dots,m$ ）；

$$\begin{aligned} x_0 &= (x_0(1), x_0(2), \dots, x_0(j), \dots, x_0(n)) \\ x_1 &= (x_1(1), x_1(2), \dots, x_1(n)) \\ x_2 &= (x_2(1), x_2(2), \dots, x_2(n)) \\ &\vdots \\ x_i &= (x_i(1), x_i(2), \dots, x_i(n)) \quad , \quad i=1,2,\dots,m \\ &\vdots \\ x_m &= (x_m(1), x_m(2), \dots, x_m(n)) \end{aligned} \quad (4)$$

灰關聯生成時，將原始數列之數據正規化。其中建立序列之比較性必須滿足三個條件：無因次性 (Non-dimension)、同等級性 (Scaling) 與同級性 (Polarization)。接著進行「生成」與「數據標準化」處理。建立參考數列時，在 S-P 表中建立原始數據 $X = [x_i(j)]$ ，可算出學生參考數列 $s_0 = (x_0(1), x_0(2), \dots, x_0(j), \dots, x_0(n))$ ，其中， $x_0(j) = \max\{x_1(j), x_2(j), \dots, x_m(j)\}$ 。同樣，可算出試題參考數列為 $p_0 = (x_1(0), x_2(0), \dots, x_i(0), \dots, x_m(0))$ ，其中， $x_i(0) = \max\{x_i(1), x_i(2), \dots, x_i(n)\}$ 。

(二) 灰關聯度計算：

本論文以永井正武所提出的灰關聯度公式進行計算 (Yamaguchi, Li, & Nagai, 2005, 2007)，其中局部灰關聯度 (Local GRA) 的參考序列為 x_0 ，比較序列 x_i ，當 γ_{0i} 愈趨近於 1 時，表示 x_0 與 x_i 關聯程度越高。反之趨近於 0 時，表示關聯程度愈低。

定義 3：局部性灰關聯度公式為：

$$\gamma_{0i} = \gamma(x_0(j), x_i(j)) = \frac{\bar{\Delta}_{\max} - \bar{\Delta}_{0i}}{\bar{\Delta}_{\max} - \bar{\Delta}_{\min}},$$

$$\bar{\Delta}_{0i} = \|x_0 - x_i\|_{\rho} = (\sum_{j=1}^n [\Delta_{0i}(j)]^{\rho})^{-\rho} \quad (5)$$

其中， $\bar{\Delta}_{\max}$ 及 $\bar{\Delta}_{\min}$ 為 $\bar{\Delta}_{0i}$ 的最大值與最小值， $\bar{\Delta}_{0i}$ 為兩比較序列之閔考斯基距離 (Minkowski distance)。

本文取 $\rho = 2$ ，作灰關聯之排序 (Grey Rielational Ordinal)。整個決策的依據是依照灰關聯度 γ_{0i} 值進行比較，透過排序可以明辨各因素的重要程度，進而找出最大或最小的影響因素，成為系統中的關聯準則。參考序列 x_0 採望大值時，適用以下的望大 (Larger-the-Better)：(Yamaguchi et al., 2005)

$$x_i^{\max}(j) = \frac{x_i(j) - \min_i x_i(j)}{\max_i x_i(j) - \min_i x_i(j)}, \quad \text{其中，} \max_{\forall i} x_i(j) \text{ 為項目 } j \text{ 中之最大數值，}$$

$\min_{\forall i} x_i(j)$ 為項目 j 中之最小數值。本文採用望大值公式，因為成績的採用是越高越好， $x_0(j) = \max\{x_1(j), x_2(j), \dots, x_m(j)\}$ 。

三、Rasch Model GSP 表分析理論

Rasch Model GSP 表是永井正武於 2010 年所創造出來的理論。以灰關聯理論 GRA (Grey Relation Analysis) 結合 S-P 表的研究判斷方法，所呈現出來的 GSP 表 (Grey Student-Problem Chart 灰色學生問題表)，可以讓問題的分析更為具體明確 (許天維、曾建維、梁榮進、王柏婷、永井正武，2012；Tzeng, Sheu, Liang, Wang, & Nagai, 2012)。Rasch Model GSP 表也可以依照受測者在試題上的答題情況，測量出學生對於試題的鑑別度「 α 」，和學生測驗試題難度的平均值「 β 」，以及檢視最差的成績以及答對率最低的試題「 γ 」(Sheu, Tzeng, Liang, Wang, & Nagai, 2011)。

定義 4：GSP 表中，學生與試題的局部關聯度

1. γ_S 為 Rasch Model GSP 表中，所有學生的局部關聯度值。即同式 (5)

$$\gamma_S = \gamma_{0i} = \gamma(x_0(j), x_i(j)) = \frac{\bar{\Delta}_{\max} - \bar{\Delta}_{0i}}{\bar{\Delta}_{\max} - \bar{\Delta}_{\min}}, \quad i = 1, 2, \dots, m. \quad (6)$$

2. γ_P 為 Rasch Model GSP 表中，所有試題的局部關聯度值。即同式 (5)

$$\gamma_P = \gamma_{j0} = \gamma(x_i(0), x_i(j)) = \frac{\bar{\Delta}_{\max} - \bar{\Delta}_{j0}}{\bar{\Delta}_{\max} - \bar{\Delta}_{\min}}, \quad j = 1, 2, \dots, n. \quad (7)$$

經由 S-P 表的建立，透過望大值的選取與局部灰關聯度算出後，可得離散的灰關聯度值，藉由 Logistic 迴歸建立擬合的連續灰關聯度值，透過 Rasch Model GSP 函數進行參數之推估。

定義 5：Rasch Model GSP 函數

$$\text{令 } y = f(x) = c + \frac{1-c}{1+e^{-a(x-b)}}, \text{ 為 Rasch Model GSP 函數} \quad (8)$$

其中， a ：斜率， b ：截距， c ：不為 0 之調整係數。

- 若 $y = f(x) = c + \frac{1-c}{1+e^{-a(x-b)}}$ ，則 x 代表學生分數的灰關聯度 (LGRA-S) 值， y 代表學生得分的 Rasch Model 函數值。
- 若 $y = f(x) = c + \frac{1-c}{1+e^{-a(x-b)}}$ ，則 x 代表試題答對率的灰關聯度 (LGRA-P) 值， y 代表試題答對率的 Rasch Model 函數值。

參、迷思區結合迷思次序演算法的新模式提案

一、迷思學生試題區 (Misconceptions' Domain for Students and Problems, MD-SP 表)

MD-SP 表 (Misconception Domain for Students and Problems)，是指學生學習迷思區 (Misconception Domain for Students)，以及學生學習迷思區 (Misconception Domain for Problems) 的交集 (許天維、曾建維、蔡清斌、陳姿良、永井正武，2012；Sheu, Tzeng, Tsai, & Chen, 2012；Sheu et al., 2012)，如圖 1 所示。

問題 學生	問題編號 $P = [p_1, p_2, \dots, p_n]$	(總分)	LGRA-S	CS
學生編號 $S = \begin{bmatrix} s_1 \\ s_2 \\ \vdots \\ s_m \end{bmatrix}$	$X_\gamma = [x_i(j)]_\gamma$	高分 $\updownarrow$ 低分	$\gamma_S = \begin{bmatrix} \gamma_{s_1} \\ \gamma_{s_2} \\ \vdots \\ \gamma_{s_m} \end{bmatrix}$	$CS = \begin{bmatrix} CS_1 \\ CS_2 \\ \vdots \\ CS_m \end{bmatrix}$
(認同人數)	多 $\longleftrightarrow$ 少			
LGRA-P	$\gamma_P = [\gamma_{p_1}, \gamma_{p_2}, \dots, \gamma_{p_n}]$			
CP	$CP = [CP_1, CP_2, \dots, CP_n]$			

圖 1 學習迷思學生問題矩陣 (本研究整理)

此 γ_{ds} 表示對 GSP 表內學生 Gamma 值不大於 0.5 的學生，並加上有效迷思半徑的選取；且其學生注意係數小於 0.75 的學生，為學習迷思學生區 (Misconceptions' Domain for Students)。

定義 6：MD-S 表 (Misconceptions' Domain for Students Chart) 與學生迷思區

$$\text{令 } \gamma_{ds} = \{x_i \mid i=1,2,\dots,\hat{m}\} = \{x_i \mid 0 \leq \gamma_s \leq 0.5 + \delta, 0 \leq CS_i < 0.75, i=1,2,\dots,m\} \quad (9)$$

為不大於 GSP 表之 LGRA-S = γ 迷思半徑 δ 附近所選的迷思學生矩陣。本文中引入， $\gamma = 0.5$ ， δ 表迷思半徑， $\delta = -0.1$ ：嚴格迷思半徑；強迷思半徑。 $\delta = 0$ ：標準迷思半徑。 $\delta = +0.1$ ：鬆散迷思半徑；弱迷思半徑 (Sheu et al., 2012)。

同樣， γ_{dp} 表示對 GSP 表內試題 Gamma 值不大於 0.5 的試題，並加上有效迷思半徑的選取，且其試題注意係數小於 0.75 的試題，為學習迷思試題區 (misconceptions' domain for problems)。

定義 7：MD-P 表 (Misconceptions' Domain for Problems Chart) 與試題迷思區

$$\text{令 } \gamma_{dp} = \{x'_j \mid j=1,2,\dots,\hat{n}\} = \{x'_j \mid 0 \leq \gamma_p \leq 0.5 + \varepsilon, 0 \leq CP_j < 0.75, j=1,2,\dots,n\} \quad (10)$$

為不大於 GSP 表之 LGRA-P = γ 迷思半徑 ε 附近所選的迷思學生矩陣。本文引入， $\gamma = 0.5$ ， ε 表迷思半徑， $\varepsilon = 0.1$ ：嚴格迷思半徑；強迷思半徑。 $\varepsilon = 0$ ：標準迷思半徑。 $\varepsilon = +0.1$ ：鬆散迷思半徑；弱迷思半徑 (Sheu et al., 2012, 2012)。

取迷思學生區與迷思試題區取交集，稱為迷思學生試題區，如定義 8 所述。

定義 8：MD-SP 表 (Misconceptions' Domain for Students and Problems Chart)

$$D = \gamma_{ds} \cap \gamma_{dp} = \{x_{ij} \mid \begin{array}{l} 0 \leq \gamma_s \leq 0.5 + \delta, 0 \leq CS_i < 0.75, i=1,2,\dots,m, \\ 0 \leq \gamma_p \leq 0.5 + \varepsilon, 0 \leq CP_j < 0.75, j=1,2,\dots,n \end{array} \} \quad (11)$$

二、迷思試題表 (M-P 表) 等模式提案

本文新模式提案，選取迷思區附近之學生，並對這些學生的答題狀況進行分析，研究這些學生不同時答對與不同時答錯的迷思試題區內試題，表示真正為學生易產生迷思之試題，定義為迷思試題 $\hat{P}$ 。本文引入迷思半徑 δ, ε 的調整，因應在有限時間與學習成本下，找出最有效強化教學成效的迷思區學生，以利做最佳的教學策略，如模式提案 1 所述。

模式提案 1：M-P 表

令 $\hat{P}$ 為迷思試題矩陣。

$$\hat{P} = \{p_j \mid j=1,2,\dots,n\} = \left\{ \min_{\forall i} \left\{ \max_{x_i \in D} x_i(j), \max_{x_i \in D} \{1 - x_i(j)\} \right\} \mid j=1,2,\dots,n \right\}, i=1,2,\dots,m \quad (12)$$

其中， $D = \gamma_{ds} \cap \gamma_{dp} = \{x_{ij} \mid \begin{array}{l} 0 \leq \gamma_s \leq 0.5 + \delta, 0 \leq CS_i < 0.75, i=1,2,\dots,m, \\ 0 \leq \gamma_p \leq 0.5 + \varepsilon, 0 \leq CP_j < 0.75, j=1,2,\dots,n \end{array} \}$ ，

$$\gamma_{ds} = \{x_i \mid i=1,2,\dots,\hat{m}\} = \{x_i \mid 0 \leq \gamma_s \leq 0.5 + \delta, 0 \leq CS_i < 0.75, i=1,2,\dots,m\} ,$$

$$\gamma_{dp} = \{x'_j \mid j=1,2,\dots,\hat{n}\} = \{x'_j \mid 0 \leq \gamma_p \leq 0.5 + \varepsilon, 0 \leq CP_j < 0.75, j=1,2,\dots,n\} ,$$

(Sheu et al., 2012，本文引入 δ, ε 的調整)

$$CS_i = 1 - \frac{\sum_{j=1}^n (x_{ij})(x_{\bullet j}) - (x_{i\bullet})(\bar{x})}{\sum_{j=1}^l (x_{\bullet j}) - (x_{i\bullet})(\bar{x})}, \quad \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_{\bullet j} \text{ and } l = x_{i\bullet} = \sum_{j=1}^n x_{ij},$$

$$CP_j = 1 - \frac{\sum_{i=1}^m (x_{ij})(x_{i\bullet}) - (x_{\bullet j})(\bar{x}')}{\sum_{i=1}^{l'} (x_{i\bullet}) - (x_{\bullet j})(\bar{x}')}, \quad \bar{x}' = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m x_{i\bullet} \text{ and } l' = x_{\bullet j} = \sum_{i=1}^m x_{ij}.$$

[範例]

設迷思學生的學生試題矩陣為 $D = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$ 。

利用迷思試題矩陣的計算方法如下：

$$\hat{P} = \{p_j \mid j = 1, 2, 3, 4\} = \left\{ \min_{\forall i} \left\{ \max_{x_i \in D} x_i(j), \max_{x_i \in D} \{1 - x_i(j)\} \right\} \mid j = 1, 2, 3, 4 \right\}, \quad i = 1, 2, 3.$$

當 $j = 1$ ， $i = 1, 2, 3$ 時，計算過程如下：

$$\begin{aligned} p_1 &= \min_{\forall i} \left\{ \max_{x_i \in D} \{x_1(1), x_2(1), x_3(1)\}, \max_{x_i \in D} \{1 - x_1(1), 1 - x_2(1), 1 - x_3(1)\} \right\} \\ &= \min_{\forall i} \left\{ \max_{x_i \in D} \{0, 0, 0\}, \max_{x_i \in D} \{1 - 0, 1 - 0, 1 - 0\} \right\} = \min_{\forall i} \{0, 1\} = 0 \end{aligned}$$

同樣，當 $j = 2, 3, 4$ ， $i = 1, 2, 3$ ，計算過程如下：

$$\begin{aligned} p_2 &= \min_{\forall i} \left\{ \max_{x_i \in D} \{x_1(2), x_2(2), x_3(2)\}, \max_{x_i \in D} \{1 - x_1(2), 1 - x_2(2), 1 - x_3(2)\} \right\} \\ &= \min_{\forall i} \left\{ \max_{x_i \in D} \{0, 0, 1\}, \max_{x_i \in D} \{1 - 0, 1 - 0, 1 - 1\} \right\} = \min_{\forall i} \{1, 1\} = 1 \\ p_3 &= \min_{\forall i} \{1, 1\} = 1, \quad p_4 = \min_{\forall i} \{1, 0\} = 0, \end{aligned}$$

$$\therefore \hat{P} = \{p_1, p_2, p_3, p_4\} = \{0, 1, 1, 0\} \text{ 為迷思試題矩陣。} \quad (\text{例畢})$$

此範例假設有三位學生，針對 4 個試題不同時對與錯試題的答題反應，若是三位同時答對，表示對此題不具有迷思，則判斷為 0，若是三位同時答錯，代表此題試題太過艱難並非具有迷思，因此亦判定此題為 0，若是發生有人答對與有人答錯的情形，則代表此題具有迷思，因此判斷此題為 1，因此判定試題第 2 題和第 3 題為迷思試題。

為記述模式提案 2、模式提案 3，首先定義：試題概念表（Problem-Conception Chart, P-C 表）與迷思概念表（Misconception Chart, M-C 表）

定義 9：P-C 表 (Problem -Conception Chart)

$$\text{令 } Z = [z_j(k)] \quad (13)$$

為試題概念表中試題概念矩陣， $j = 1, 2, \dots, n$ ， $k = 1, 2, \dots, l$ ，其中，

$$z_j(k) = \begin{cases} 0, & \text{表示第 } j \text{ 個題沒考到第 } k \text{ 個概念。} \\ 1, & \text{表示第 } j \text{ 個題有考到第 } k \text{ 個概念。} \end{cases} \quad \text{，如圖 2 所示。}$$

	概念編號 C_k ， $k = 1, 2, \dots, l$
問題編號 P	$Z = [z_{jk}]$

圖 2 P-C 問題概念矩陣（本研究整理）

定義 10：M-C 表 (Misconception Chart)

$$\text{令 } U = \hat{P} \times Z = [u_k] \quad (14)$$

為迷思概念表，如圖 3 所示（Sheu et al., 2012，曾建維，2013）。其中， $\hat{P}$ 為迷思試題。

$$(1) u_k = \sum_{j=1}^n p_j z_{jk}$$

$$(2) \hat{P} = \{p_j | j = 1, 2, \dots, n\} = \left\{ \min_{\forall i} \left\{ \max_{x_i \in D} x_i(j), \max_{x_i \in D} \{1 - x_i(j)\} \right\} \mid j = 1, 2, \dots, n \right\}$$

$$(3) Z = [z_{jk}] \text{ 代表試題概念表中試題概念矩陣，} z_{jk} \text{ 試題概念表中第 } j \text{ 題與第 } k \text{ 個概念狀況，} j = 1, 2, \dots, n, k = 1, 2, \dots, l。$$

$$(4) D = \gamma_{ds} \cap \gamma_{dp} = \{x_{ij} \mid \begin{cases} 0 \leq \gamma_s \leq 0.5 + \delta, 0 \leq CS_i < 0.75, i = 1, 2, \dots, m, \\ 0 \leq \gamma_p \leq 0.5 + \varepsilon, 0 \leq CP_j < 0.75, j = 1, 2, \dots, n \end{cases} \}$$

δ, ε ：迷思半徑。（本文引入 δ, ε 的調整）

定義 10 中的 $U = [u_k]$ 為迷思概念表中，迷思概念矩陣， u_γ 為迷思概念表中，迷思概念數列。 $u_\gamma = (u_\gamma(1), u_\gamma(2), \dots, u_\gamma(k), \dots, u_\gamma(l))$ 時，其中 $u_\gamma(k) \in N \cup \{0\}$ ， $0 \leq u_\gamma(k) \leq \hat{n}$ ， u 為 GSP 表之 LGRA-S = γ 所選的迷思受測者個數。 $u_\gamma(k) = u_k$ ， $k = 1, 2, \dots, l$ ，為 LGRA-S = γ 所選測試者所呈現之「迷思概念表的矩陣結構」，如圖 3 所示。

	概念編號 C_k ， $k = 1, 2, \dots, l$
γ	$U = [u_k]$

圖 3 M-C 迷思概念矩陣（本研究整理）

模式提案 2：迷思率運算法 (Misconceptions' Rate)

令模式提案之迷思率為 μ_γ （Sheu et al., 2012，曾建維，2013）。迷思率公式如下：

$$\mu_\gamma(k) = \frac{u_\gamma(k)}{\max\{u_\gamma(1), u_\gamma(2), \dots, u_\gamma(k), \dots, u_\gamma(l)\}} = \frac{u_\gamma(k)}{\max U}, \quad 0 \leq \mu_\gamma(k) \leq 1, k = 1, 2, \dots, l \quad (15)$$

其中， $U = [u_\gamma(k)]$ 表示迷思次數矩陣，

$$u_\gamma(k) = \sum_{j=1}^n p_j z_{jk} = \sum_{j=1}^n \min_{\forall i} \left\{ \max_{x_i \in D} x_{ij}, \max_{x_i \in D} \{1 - x_{ij}\} \right\} \times z_{jk},$$

$u_\gamma(k)$ 為第 k 個概念的迷思次數，

p_j 表示第 j 題迷思試題， z_{jk} 表試題概念表中，

第 j 題與第 k 個概念狀況， $j=1,2,\dots,n$ ， $k=1,2,\dots,l$

$$D = \gamma_{ds} \cap \gamma_{dp} = \{x_{ij} \mid \begin{cases} 0 \leq \gamma_s \leq 0.5 + \delta, 0 \leq CS_i < 0.75, i=1,2,\dots,m, \\ 0 \leq \gamma_p \leq 0.5 + \varepsilon, 0 \leq CP_j < 0.75, j=1,2,\dots,n \end{cases} \}$$

δ, ε ：迷思半徑。(本文引入 δ, ε 的調整)

模式提案 3：迷思序 (Misconceptions' Order)

令模式提案之迷思序為 $\hat{\mu}_\gamma$ (Sheu et al., 2012, 曾建維, 2013)。迷思序的序列如下：

$$\hat{\mu}_\gamma(v) = (\hat{\mu}_\gamma(1), \hat{\mu}_\gamma(2), \dots, \hat{\mu}_\gamma(\alpha), \hat{\mu}_\gamma(\beta), \dots, \hat{\mu}_\gamma(l)), 0 \leq \hat{\mu}_\gamma(\beta) \leq \hat{\mu}_\gamma(\alpha) \leq 1, k=1,2,\dots,\alpha,\dots,\beta,\dots,l \quad (16)$$

其中， $\hat{\mu}_\gamma(k) : \mu_\gamma(k)$ 重排數列，由大到小， $\mu_\gamma(k) = \frac{u_\gamma(k)}{\max U}$ ，

$$u_\gamma(k) = \sum_{j=1}^n p_j z_{jk} = \sum_{j=1}^n \min_{\forall i} \left\{ \max_{x_i \in D} x_{ij}, \max_{x_i \in D} \{1 - x_{ij}\} \right\} \times z_{jk}$$

$$D = \gamma_{ds} \cap \gamma_{dp} = \{x_{ij} \mid \begin{cases} 0 \leq \gamma_s \leq 0.5 + \delta, 0 \leq CS_i < 0.75, i=1,2,\dots,m, \\ 0 \leq \gamma_p \leq 0.5 + \varepsilon, 0 \leq CP_j < 0.75, j=1,2,\dots,n \end{cases} \}$$

δ, ε ：迷思半徑。(本文引入 δ, ε 的調整)

迷思序是依照迷思率 $\mu_\gamma(v)$ 值進行比較，若迷思率越大，迷思序排序則越前面，排序越小，則透過排序可以明辨各迷思概念的迷思程度，成為迷思概念系統中的強弱次序，進而可以找出最需要優先再次教學的迷思概念。

三、演算法流程

迷思區之迷思概念次序演算法流程 (Algorithm of Misconceptions' Domain Analysis Method) 如下：

步驟一 輸入學生答題反應 S-P 表數據，並確認學生數與答題數。

步驟二 S-P 表資料的信度檢定。

步驟三 透過出題時專家所做的概念 - 概念表，劃出 ISM 概念結構圖。

步驟四 計算 S-P 表中，學生的局部關聯度 (γ_s)、試題的局部關聯度 (γ_p)、學生注意係數 (CS_i) 與試題注意係數 (CP_j)，建立 GSP 表。

- 步驟五 決定學習迷思的學生與迷思的試題，並調整迷思半徑，決定出迷思區。
- 步驟六 選取迷思區不同時對錯的迷思試題。
- 步驟七 將迷思試題，透過出題時專家所做的試題 - 概念表，轉換成迷思概念。
- 步驟八 計算出迷思概念的迷思率大小。
- 步驟九 排列出迷思概念的迷思次序。
- 步驟十 結合 ISM 概念結構圖與迷思次序，找出學生學習的迷思點，並針對再次的教學，做出最佳的學習策略與學習路徑。

肆、實例運算與分析

一、資料的信度檢定與 ISM 概念結構圖的製作與分析

以中部一所國中七年級兩個班級對同一份試卷測驗的資料為例，甲班的學生數為 29 人，乙班的學生數為 30 人，測驗的題數為 15 題選擇題，測驗的概念數為 10 個。分析之前，研究者先針對這兩班的作答反應進行信度檢定。結果顯示，甲班的 Cronbach's α 值為 0.823，乙班的為 0.866，代表資料的可信度相當高。

採用 ISM 模式 (Warfield, 1982) 建立試題之概念結構圖。以「解二元一次方程式」單元為範例，共包含十種概念，單元概念表如表 1 所示。將教師所制定的概念 - 概念表 (如表 2) 經由 ISM 軟體進行矩陣計算，而獲得概念間的因果關連結構，也就是 ISM 概念結構圖 (如圖 4)。

二、實例一 (甲班)

對數學二元一次方程式單元作答反應，將受測者 (學生) 進行編碼後，分別填入於 S-P 表的縱座標，接著將作答結果填入於橫座標，當答對試題時填入 1，答錯試題時填入 0，如表 3 所示。

依據學生的答對題數，從左下方往右方繪圖，如表 1 的實線是表示學生答對試題的 S 曲線。接著檢視試題的難度情況，根據答對試題的學生人數，由左下方往右上方繪圖，如表 3 的虛線是表示問題反應的 P 曲線，並依照局部性灰關聯度公式，採用望大值公式，分別計算出 LGRA-S 與 LGRA-P 值。

根據 S-P 表的理論結構，以表 3 的 LGRA-S 可以清楚的辨識此班級學生測驗的答對人數，與各個試題被答對的情形。研究分別選取以

1. δ, ε 迷思半徑為 -0.1 之學習迷思學生試題區，選取學生不同時答對與答錯之試題，表示學生易迷思之試題，為 14 題，如表 5 迷思學生與試題表 (MD-SP 表) 所示。
2. δ, ε 迷思半徑為 0 之學習迷思學生試題區，選取學生不同時答對與答錯之試題，表示學生易迷思之試題，為 3、11、12、14 與 15 題，如表 5 迷思學生與試題表 (MD-SP 表) 所示。
3. δ, ε 迷思半徑為 +0.1 之學習迷思學生試題區，選取學生不同時答對與答錯之試題，表

示學生易迷思之試題，為 3、7、11、12、14 與 15 題，如表 5 迷思學生與試題表 (MD-SP 表) 所示。

表 1 單元概念表

概念簡碼	概念代碼	概念
Unit 1	單元 1	以符號代表數
C1	1-1 let	假設未知數
C2	1-2 pol	多項式列式
C3	1-3 sim	多項式化簡
Unit 2	單元 2	方程式求解
C4	2-1 eq	方程式列式
C5	2-2 sub	代入消去法
C6	2-3 a&s	加減消去法
C7	2-4 sol	解的驗算
C8	2-5 dis	解的判別
Unit 3	單元 3	直角座標
C9	3-1 loc	座標點位置
C10	3-2 qua	座標點象限

表 2 概念 - 概念表

概念	概念	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
C1	概念	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
C2	概念	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
C3	概念	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
C4	概念	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
C5	概念	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
C6	概念	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
C7	概念	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
C8	概念	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C9	概念	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
C10	概念	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

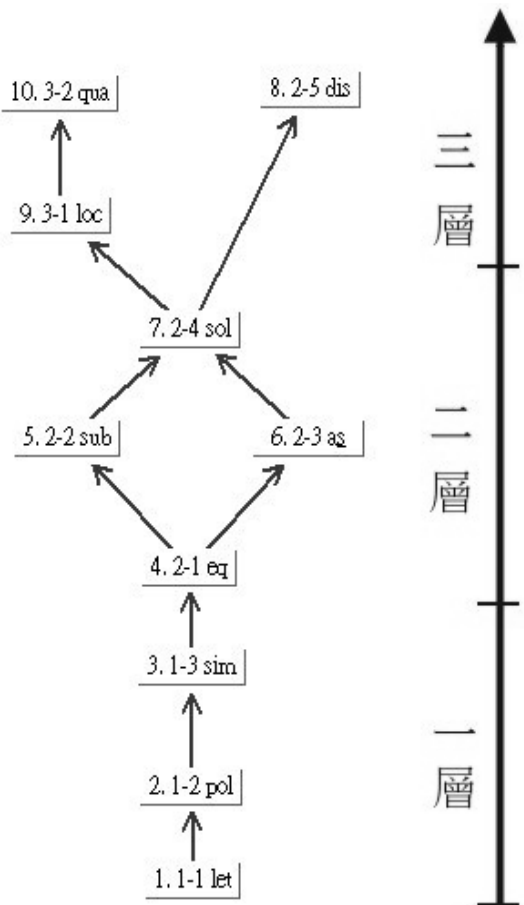


圖 4 ISM 概念結構圖

依照教師評估試題與概念之間的對應關係，概念與試題之間若有關聯，則在對應的欄位中填入「1」，若彼此無關聯，則在對應的欄位中填入「0」，如表 4 試題 - 概念表 (P-C 表) 所示。

表 3 甲班測驗排序後之 S-P 表與 LGRA-S、LGRA-P

題號 學號	10	1	2	6	5	9	4	8	7	12	15	3	14	11	13	總分	r_s	CS-value
甲-21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15	1	0
甲-22	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15	1	0
甲-23	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	14	0.74	0
甲-29	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	14	0.74	0.45
甲-03	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	13	0.63	0.97
甲-16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	13	0.63	0.10
甲-26	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	13	0.63	0.39
甲-14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	12	0.55	0
甲-01	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	11	0.48	0.04
甲-15	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	11	0.48	0.25
甲-24	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	11	0.48	0.04
甲-25	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	11	0.48	0.36
甲-04	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	10	0.42	0.20
甲-07	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	10	0.42	0.24
甲-10	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	10	0.42	0.38
甲-11	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	10	0.42	0.27
甲-27	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	10	0.42	0.58
甲-08	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	9	0.37	0.62
甲-13	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	8	0.32	0.40
甲-17	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	8	0.32	0.44
甲-19	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	8	0.32	0.33
甲-05	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	7	0.27	0
甲-06	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	7	0.27	0.14
甲-28	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	6	0.23	0.98
甲-09	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	5	0.18	0.30
甲-12	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	5	0.18	1.44
甲-02	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	0.14	0.14
甲-18	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	4	0.14	1.53
甲-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
計分	25	24	23	22	21	21	20	20	19	17	17	16	13	11	5	274		
r_p	1	0.91	0.84	0.77	0.70	0.70	0.64	0.64	0.59	0.48	0.48	0.43	0.30	0.22	0			
CP-value	0.24	0.17	0.24	0.14	0.24	0.35	0.15	0.10	0.69	0.33	0.28	0.24	0.35	0.60	0.42			

表 4 試題 - 概念表 (P-C 表)

試題 \ 概念	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
P1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
P2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
P3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
P4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
P5	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
P6	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
P7	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
P8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
P9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
P10	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
P11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
P12	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
P13	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
P14	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
P15	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0
出題次數	2	2	2	3	5	4	3	2	3	1

表 5 甲班迷思學生與試題表 (MD-SP 表)

學號 \ 題號	7	12	15	3	14	11	13	γ_s	CS-value
甲-14	1	1	1	1	0	0	0	0.55	0
甲-01	1	1	0	1	0	0	0	0.48	0.04
甲-15	1	1	1	0	1	0	0	0.48	0.25
甲-24	1	0	1	1	0	0	0	0.48	0.04
甲-25	1	1	1	0	0	1	0	0.48	0.36
甲-04	0	1	0	0	1	0	0	0.42	0.20
甲-07	1	1	0	0	1	0	0	0.42	0.24
甲-10	0	0	1	1	1	0	0	0.42	0.38
甲-11	1	0	1	0	1	0	0	0.42	0.27
甲-27	0	1	1	1	0	1	0	0.42	0.58
甲-08	1	1	0	1	1	0	0	0.37	0.62
甲-13	1	1	0	1	0	0	0	0.32	0.40
甲-17	1	0	1	0	0	0	0	0.32	0.44
甲-19	0	1	0	1	0	0	0	0.32	0.33
甲-05	0	0	0	0	0	0	0	0.27	0
甲-06	0	0	0	1	0	0	0	0.27	0.14
甲-09	1	1	0	0	0	0	0	0.18	0.30
甲-02	1	0	0	0	0	0	0	0.14	0.14
甲-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
γ_p	0.59	0.48	0.48	0.43	0.30	0.22	0		
CP-value	0.69	0.33	0.28	0.24	0.35	0.60	0.42		

再依照表 5 之甲班迷思學生與迷思試題表 (MD-SP 表)，比對表 4 之試題 - 概念表 (P-C 表)，對照出迷思概念表 (M-C 表)，並依照不同迷思半徑，計算出迷思率及迷思序，在此 Sum 為試題所具備概念之加總，迷思率為各項概念除以 Sum 之最大值，迷思序為迷思率之大小排序，因此可看出在不同迷思半徑下，概念 C7 是最迷思的概念，如表 6 所示。

表 6 甲班迷思概念表 (M-C 表)

迷思半徑	迷思	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
$\delta, \varepsilon = -0.1$	Sum	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
	迷思率	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
	迷思序	2	1	2	2	2	2	1	2	2	2
$\delta, \varepsilon = 0$	Sum	1	1	0	1	2	2	2	2	0	1
	迷思率	0.5	0.5	0	0.5	1	1	1	1	0	0.5
	迷思序	2	2	3	2	1	1	1	1	3	2
$\delta, \varepsilon = +0.1$	Sum	1	1	1	2	2	2	2	2	0	1
	迷思率	0.5	0.5	0.5	1	1	1	1	1	0	0.5
	迷思序	2	2	2	1	1	1	1	1	3	2

三、實例二（乙班）

同樣，以中部某國中七年級乙班的學生為對象。此班人數為 30 人，同理，比照實例一方法，做出表 7。根據 S-P 表的理論結構，以表 7 的 LGRA-S 可以清楚的辨識此班級學生測驗的答對人數，與各個試題被答對的情形。研究分別選取以

1. δ, ε 迷思半徑為 -0.1 之學習迷思學生試題區，選取學生不同時答對與答錯之試題，表示學生易迷思之試題，為 3、4、7、11、13 與 14 題，如表 8 迷思學生與試題表（MD-SP 表）所示。
2. δ, ε 迷思半徑為 0 之學習迷思學生試題區，選取學生不同時答對與答錯之試題，表示學生易迷思之試題，為 3、4、7、9、11、12、13 與 14 題，如表 8 迷思學生與試題表（MD-SP 表）所示。
3. δ, ε 迷思半徑為 +0.1 之學習迷思學生試題區，選取學生不同時答對與答錯之試題，表示學生易迷思之試題，為 3、4、7、8、9、11、12、13 與 14 題，如表 8 迷思學生與試題表（MD-SP 表）所示。

同理，依照表 8 之乙班迷思學生與迷思試題表（MD-SP 表），比對表 4 之試題 - 概念表（P-C 表），對照出迷思概念表（M-C 表）。依照不同迷思半徑，計算出迷思率及迷思序，並對迷思率之大小做排序。乙班迷思半徑變大後，迷思概念從 C2 移到 C2、C7、C9，然後停在 C2、C7、C9（如圖 6）；而甲班迷思半徑變大後，迷思概念從 C7 移到 C5~C8，最後在 C4~C8（如圖 5）。比對甲班與乙班，顯示甲班在學習迷思集中在 C4 到 C8 概，屬於第二單元內容，乙班學習迷思就較分散，學習成效比較不穩定。

表 7 乙班測驗排序後之 S-P 表與 LGRA-S、LGRA-P

題號 學號	5	2	6	1	10	15	8	9	12	7	4	11	3	14	13	總分	r_s	CS-value
乙-29	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15	1	0
乙-04	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	14	0.74	0.14
乙-14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	14	0.74	0
乙-21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	14	0.74	0.57
乙-26	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	0.74	0
乙-08	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	13	0.63	0.61
乙-22	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	13	0.63	0.38
乙-30	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	13	0.63	0.61
乙-03	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	12	0.55	0.49
乙-16	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	12	0.55	0.27
乙-09	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	11	0.48	0.09
乙-17	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	10	0.42	0.34
乙-06	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	9	0.37	0.66
乙-23	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	9	0.37	0
乙-27	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	9	0.37	0.25
乙-20	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	8	0.32	0.53
乙-11	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	7	0.27	0.65
乙-13	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	7	0.27	0.33
乙-15	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	7	0.27	0.57
乙-19	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	7	0.27	0.61
乙-28	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	7	0.27	0.86
乙-05	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	6	0.23	1.02
乙-12	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	6	0.23	1.10
乙-18	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	5	0.18	0.48
乙-01	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4	0.14	0.79
乙-25	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	4	0.14	0.85
乙-24	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	3	0.11	1.01
乙-02	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.07	0.37
乙-10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0.03	1.35
乙-07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
計分	23	22	21	20	20	20	18	17	17	16	15	14	12	11	10	256		
γ_P	1	0.90	0.80	0.71	0.71	0.71	0.55	0.47	0.47	0.39	0.32	0.25	0.12	0.06	0			
CP-value	0.10	0.05	0.17	0.27	0.17	0.19	0.02	0.23	0.23	0.52	0.35	0.49	0.42	0.33	0.47			

表 8 乙班迷思學生與試題表（MD-SP 表）

題號 學號	8	9	12	7	4	11	3	14	13	γ_s	CS-value
乙-03	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0.55	0.49
乙-16	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0.55	0.27
乙-09	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0.48	0.09
乙-17	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0.42	0.34
乙-06	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0.37	0.66
乙-23	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0.37	0
乙-27	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0.37	0.25
乙-20	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0.32	0.53
乙-11	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0.27	0.65
乙-13	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0.27	0.33
乙-15	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0.27	0.57
乙-19	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0.27	0.61
乙-18	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0.18	0.48
乙-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.07	0.37
乙-07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
γ_P	0.55	0.47	0.47	0.39	0.32	0.25	0.12	0.06	0		
CP-value	0.02	0.23	0.23	0.52	0.35	0.49	0.42	0.33	0.47		

表 9 乙班迷思概念表 (M-C 表)

迷思半徑	迷思	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
$\delta, \varepsilon = -0.1$	Sum	1	2	1	1	0	0	1	1	1	1
	迷思率	0.5	1	0.5	0.5	0	0	0.5	0.5	0.5	0.5
	迷思序	2	1	2	2	3	3	2	2	2	2
$\delta, \varepsilon = 0$	Sum	1	2	1	1	1	1	2	1	2	1
	迷思率	0.5	1	0.5	0.5	0.5	0.5	1	0.5	1	0.5
	迷思序	2	1	2	2	2	2	1	2	1	2
$\delta, \varepsilon = +0.1$	Sum	1	2	1	1	1	1	2	1	3	1
	迷思率	0.33	0.67	0.33	0.33	0.33	0.33	0.67	0.33	1.00	0.33
	迷思序	3	2	3	3	3	3	2	3	1	3

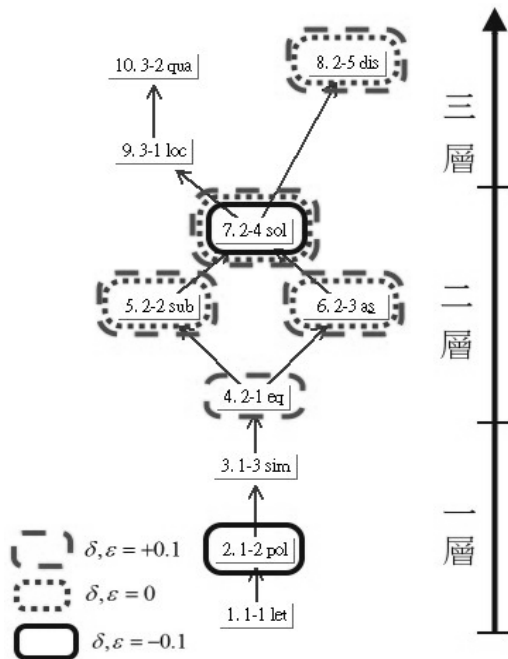


圖 5 甲班學習迷思次序

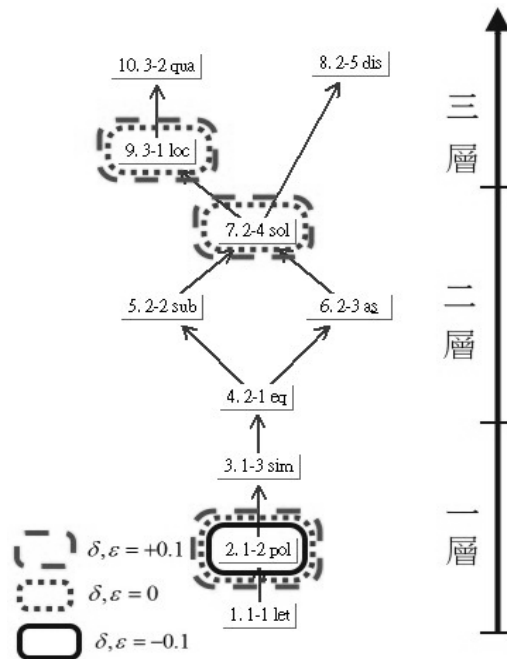


圖 6 乙班學習迷思次序

四、研究分析與結果

由圖 5、圖 6 可看出來，教師想要提升學生學習成效，而再次教學時，甲班對於單元 2 的 C5 代入消去法、C6 加減消去法與 C7 解的驗算依序做教學即可；但乙班，會因為考慮不同學習層的學生，需要加強不同單元，如單元 1 的 C2 多項式列式、單元 2 的 C7 解的驗算及單元 3 的 C9 座標點位置。實際發現甲班學生集中在不熟練二元一次方程式的解法；而乙班，則有不同程度的學生分群，迷思概念集中在單元 1 的核心概念 C2、單元 2 的 C7 和單元 3 的基礎概念 C9。我們也可以發現，不同班級所排出的迷思序會因班級的學習程度反映在測驗的表現，而有所不同，同一班又會因所取的迷思半徑不同，也會改變迷思序的排列，是故迷思次序演算法，可有效發現學習者的學習迷思。

伍、結論

一、本論文新模式提案結合學習迷思區與迷思次序演算法，經由實際真實數據施測，採用中部某國中一年級兩個班級，兩個班級人數為三十人左右，本研究指出，在少量人數及試題數的分析下，利用本新模式方法可有系統的針對班級需加強之學生層級，進行有系統的分析，指出班級需要加強的迷思概念，提供教師進行測後評估教學成效的參考。

二、此研究加上有效選取學生與試題迷思半徑，可更精準的預測學生在學習上的迷思概念所在，提供教師於學習中的診斷評量，對於不同學習迷思的概念予以分組安置，診斷其學習困難的原因並做為在行動研究教學一個有效的工具。

三、本研究所採用測驗試題，其概念涵蓋教師所建立的教學概念，利用迷思次序結合 ISM 概念結構圖的分析，可清楚提供教師，如欲再次投入同一課程的教學時，概念教學的最適路徑。若能依照教師所建立 ISM 概念結構圖，搭配結構間的步驟出題，將可更準確診斷出迷思概念所在，找出最適強化教學路徑。

四、結合學習迷思區與迷思次序演算法，除了是客觀性的研究方式，也是實際檢討學生學習迷思概念的創新方法。

參考文獻

一、中文部分

何英奇 (1989)。精熟學習策略配合微電腦化 S-P 表分析診斷對學生學習效果的實驗研究。

教育心理學報，22，191-214。

林振霖 (1993)。我國學生分子概念發展與診斷教學的研究 (2)：我國學生分子概念的發展之研究。彰化師範大學學報，4，337-398。

許天維、曾建維、梁榮進、王柏婷、永井正武 (2012)。Rasch Model GSP 表與灰色結構模型之分析探究。臺中教育大學學報，26 (1)，1-26。

許天維、曾建維、蔡清斌、陳姿良、永井正武 (2012)。以 GSP 表與 ISM 鑑別國中數學一

- 元一次方程式單元學習困難點之研究。2012 資訊科技國際研討會暨第二屆網路智能與應用研討會，1008-1015。
- 溫坤禮、趙忠賢、張宏志、陳曉瑩、溫惠筑 (2013)。灰色理論與應用第二版。台北市：五南書局。
- 游森期、余民寧 (2006)。知識結構診斷評量與 S-P 表之關聯性研究。教育與心理研究，29 (1)，183-208。
- 楊文金 (1993)。多重現實與電學概念的理解。科學教育學刊，1 (2)，135-160。
- 曾建維 (2013)。迷思次序分析法於概念診斷上之應用。國立臺中教育大學博士論文（未公開）。

二、英文部分

- Cohen, S., Smith, G. A., Chechile, R., Burns, G., & Tasi, F. (1996). Identifying impediments to learning probability and statistics from an assessment of instructional software. *Journal Educational and Behavioral Statistics*, 21(1), 35-54.
- Driver, R. (1981). Pupils' alternative frameworks in science. *European Journal of Science Education*, 3(1), 93-101.
- Driver, R. & Easley, J. (1978). Pupils and paradigms: A review of literature related to concept development in adolescent science students. *Studies in Science Education*, 5, 61-84.
- Lin, Y. H., & Chen, S. M. (2006). The Integrated Analysis of S-P Chart and Ordering Theory on Equality Axiom Concepts Test for Sixth Graders. *WSEAS TRANSACTIONS ON MATHEMATICS*, 5(12), 1303-1308.
- Liu, T. C., Lin, Y. C., & Tsai, C. C. (2009). Identifying misconceptions about statistical correlation and their possible causes among high school students: An exploratory study using concept mapping with interviews. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7(4), 791-820.
- Nagai, M., & Yamaguchi, D. (2004). *Elements on Grey System Theory and Its Applications*, Kyoritsu Shuppan, Tokyo (In Japanese).
- Sato, T. (1985). *Introduction to student - problem curve theory analysis and evaluation*. Tokyo: Meiji Tosho.
- Sato, T., & Kurata, M. (1977). Basic S-P Score Table Characteristics. *NEC Research and Development*, 47, 64-71.
- Sheu, T. W., Tsai, C. P., Tzeng, J. W., Chen, T. L., & Nagai, M. (2012). An Algorithm of the Misconception Order, *Applied Mechanics and Materials*, 284-287(2013), 3010-3014.
- Sheu, T. W., Tsai, C. P., Tzeng, J. W., Chen, T. L., Chiang, H. J., Liu, W. L., & Nagai, M. (2012). Using Rough Set and Grey Structural Model to Investigate the Structure of the Misconceptions' Domain, *Journal of Grey system*, 15 (4), 205-220.

- Sheu, T. W., Tzeng, J. W., Liang, J. C., Wang, B. T., & Nagai, M. (2011). A Proposal of Three Parameters Logistic Model Based on Rasch Model GSP. *Proc. of the meeting of Technology and Mathematics Education of the Third Conference*, 723-733.
- Sheu, T. W., Tzeng, J. W., Tsai, C. P., & Chen, T. L. (2012). Applying Problem-Concept Chart Combined with Structural Analysis to Investigate the Learning Misconcept-Simple Equation with One Variable for Example. *Journal of Grey System*, 15(1), 56-67.
- Tzeng, J. W., Sheu, T. W., Liang, J. C., Wang, B. T., & Nagai, M. (2012). A New Proposal Based on Rasch Model GSP Chart and Grey Structural Model with Analysis and Discussion. *International Journal of Advancements in Computing Technology*, 4(9), 111-121.
- Warfield, J. N. (1982). *Interpretive structural modeling (ISM) Group Planning & Problem Solving Methods in Engineering*, New York: Wiley.
- Yamaguchi, D., Li, G.. D., & Nagai, M. (2005). New Grey Relational Analysis for Finding the Invariable Structure and Its Applications. *Journal of Grey System*, 8(2), 167-178.
- Yamaguchi, D., Li, G.. D., & Nagai, M. (2007). Verification of Effectiveness for Grey Relational Analysis Models, *Journal of Grey System*, 10(3), 169-181.

討論融入閱讀教學應用在自然保育教學之行動研究

Action Research Infusing Nature Conservation Teaching Into a Literature Discussion program

吳香樺*
Hsuang-Hua Wu

劉惠元**
Hui-Yuan Liu

(收件日期 100 年 12 月 9 日；接受日期 102 年 4 月 11 日)

摘 要

自工業革命以來，人們逐漸意識到地球環境出現許多嚴重的問題，自然保育成為教育重要的一環，而閱讀是一種很好的環境教育教學方式，故研究者利用閱讀自然保育主題書籍，來進行環境教育教學。

本研究主要是希望透過行動研究的方式，與學校的老師協同合作，將自然保育教育融入學校的閱讀課中，針對彰化縣某國小五年級學生進行閱讀討論教學，運用六本與自然保育相關的兒童文學作品，作為主要的課程教材，討論的方式採菲利浦六六討論法（每組六人，每人一分鐘，共六分鐘分享心得），先由小組學生閱讀分享後，再進行班級討論與延伸活動。教學過程中教師不斷省思修正，並將修正後的教學模式實施於第二個班級，以達行動研究之精神。在整個教學中，研究者持續蒐集學生的學習單、閱讀札記、訪談逐字稿，並與研究者的省思札記和協同教師的觀察紀錄互相檢核印證，另外輔以量化問卷、課程意見調查表檢測教學成果。

由研究結果得知，閱讀討論教學能確實提升學生自然保育知識；在自然保育態度上，學生更懂得尊重各種生物的生命，對環境敏感度也有所提升，並為了維護良好的生活環境，對以往不夠環保的生活習慣，進而形成想改善的意念；大部分學生能接受閱讀討論教學，並且享受討論的氣氛，僅有少數學生表示在學習上有「書寫困難」、「溝通不良」、「公平原則受挫」等三種困擾。這些困擾也影響他們對閱讀討論教學的接受度。但有超過九成的學生表示喜歡閱讀討論教學。

由此可知，以討論方式進行自然保育主題閱讀教學，對自然保育概念的推廣能獲得不錯的成效，而且此種教學方式也能作為日後學校閱讀課程教學模式的參考。

關鍵詞：自然保育 閱讀討論教學 閱讀教學

*彰化縣和東國小級任導師

**國立臺中教育大學環境教育研究所退休副教授

Abstract

Since the industrial revolution, awareness of severe threats to the global environment has risen. Nature Conservation is an important link in education, so the researcher utilized Nature Conservation books as the topic for Environment Education Teaching in school.

Reading is the main foundation of learning. Students can improve their expression, comprehension, and thinking ability through reading and discussion. In addition, students can acquire some experience of life by recognizing, imitating and playing the roles in books. Thus, reading and discussion are very good methods for Environment Education Teaching.

This research shows how to integrate Nature Conservation into reading classes in schools with the cooperation of teachers by means of action research. The subjects are grade five elementary school students in Changhua. They are taught by a literature discussion program and use six children's books about Nature Conservation as teaching materials. For discussion, they are grouped by "Phillips66"- six pupils in a group, one minute for each, and share what he/she has learned in six minutes. Pupils in a group discuss first; then the whole class has a debate and further activities are performed. During the teaching process, the teaching mode is improved and the revised teaching mode is put into practice in the second class for the spirit of action research.

During the whole teaching period, the researcher collects students' study continuously, reads the reading notes, draft word-for-word of interviews, analyzes the reading notes and noting down and examining cores to confirm each other in coordination with the teacher's observation of the researcher, complement and measure the teaching achievement with the quantization questionnaire in addition. From the result of study, the literature discussion program improved the Nature Conservation knowledge of students. For the attitude toward Nature Conservation, the students learned how to respect various kinds of biological lives even more. They improved their environmental sensitivity, and took on a new way of thinking to reform bad living habits to make the environment better. Most of the students can accept the literature discussion program. A few of the students met some problems in study, mainly in "writing difficulty", "disordered communication", and "the principle of fairness suffering a setback". More than 90% of the students liked the literature discussion program.

Therefore, proceeding to teach reading on Nature Conservation through discussion leads to good results and popularizes the concept of Nature Conservation. This method of teaching reading can be utilized in more schools in the future.

Key words: Nature conservation, Literature Discussion Program, Reading Teaching.

壹、緒論

一、研究背景與動機

在十九世紀，美國政府欲以 15 萬美元買下位於現今華盛頓州普傑峽灣的二百萬英畝土地時，一位印第安史闊密希族酋長，致函給當時美國第十四任總統皮爾斯：「您怎麼能夠買賣穹蒼與土地的溫馨？多奇怪的想法啊！假如我們並不擁有空氣的清新與流水的光耀，您怎能買下它們呢？」（摘錄自《西雅圖酋長的宣言》）。西雅圖酋長對土地與人之間關係的闡述，促使研究者重新省思自己的行為，因此從師範院校畢業，手執教鞭後，對環境問題的教學格外注意，並且在選擇繼續深造時，正式踏入環境教育的領域。

許世璋 (2001) 曾提到教育部在民國九十年推動九年一貫教育改革，將環境教育列為六大議題之一，但由於採取多科性融入式環境課程，環境相關議題零星地散佈在其他課程內，環境教育過於偏重零碎片段的環境知識，學生的學習以知識背誦為主，因此難以內化，也無法與生活相連結。研究者在教學過程中，也發現學生對環境問題並不重視，只注重課本提及的環境知識，缺乏反省思考，因此研究者不斷的思索，透過什麼樣的教學活動，才能讓學生對自然環境的重要性有更深一層的體認。

教育部在民國八十九年通過「全國兒童閱讀運動實施計畫」，強調閱讀是一切學習的主要基礎。透過閱讀可以吸取前人的知識和經驗，不但藉此獲得知識和啟發，亦能增進自己的理解能力、表達能力與思考能力（朱孝利，1997；曾志朗，2000）。學生經由接觸課外書籍、報章雜誌、E 化媒體以及影片欣賞等各式各樣的閱讀材料，將能開拓本身的視野，透過自我觀點的發表與同儕間意見的溝通交流，將能激盪出新的想法，並增進批判思考的能力（江逸之，2007）。而上述能力的養成，也有助於學生對環境問題的思考與價值觀的建立，因此研究者決定將閱讀與環境教育串起關聯，把環境教育帶入學校的閱讀課程。

兒童讀物是幫助兒童成長最重要的一項精神食糧（鵬來，1998）。因為兒童讀物的作者大多站在兒童的立場，「用兒童的心理」及「兒童的語言」來創作，內容上也顧及兒童的興趣與需要，所以兒童讀物只要題材選擇得宜，相信必能比一般刻意編寫的道德倫理教材更能加深孩童的體驗、培養其同理心、增進利他的行為與助人的習慣（張湘君、葛琦霞，1990）。

因此研究者在選擇書籍時，就從學生接受度較高的散文類兒童文學著手。研究者選擇的書籍內容以自然保育為優先考量，希望透過有系統的自然保育主題閱讀與討論活動，使學生對自然保育的相關問題進行批判性思考，並檢視自己以往對自然保育的看法，同時也希望藉由本研究，研究者本身能在教學上重新省思而有所收穫。

二、研究目的

（一）瞭解「閱讀討論教學」後，學生在自然保育知識上的成長。

- (二) 探討「閱讀討論教學」後，學生在自然保育態度上的轉變。
- (三) 瞭解學生對「討論融入閱讀教學」的接受度與困難點。
- (四) 瞭解教師在教學研究過程中所面臨的挑戰與收穫。

三、名詞界定

(一) 閱讀討論教學

所謂的閱讀討論教學，是指在課程裡，孩子透過閱讀、討論和寫作的方式，對文學作品作回應，進而建構、提煉文本更深一層的意義，最終使讀者具有批判思想的能力 (Lesley & Linda, 1996; Hynds, 1997; McMahon, 1997)。在本研究中，是指透過討論的方式，教授自然保育概念的閱讀教學。

(二) 兒童文學

指適合兒童閱讀的文學作品，無論是兒童自己的寫作、成人作家特別為兒童而寫的作品，或是成人文學作品之改寫、刪節，甚至直接選用介紹給兒童閱讀者，全在範圍內。(林文寶、徐守濤、陳正治、蔡尚治，1996)。在本研究中所選擇的兒童文學共有六本，以散文類中的散文、童話與小說為主要類型，分別為《森林大熊》、《白翎鷺之歌》、《生命有多長》、《老班兄弟》、《假如少了一棵樹》以及《種樹的男人》。

四、研究限制

(一) 教材資料的限制

兒童文學中有自然保育概念的書籍頗多，但由於本研究希望學生能人手一冊，因此與教學研究小組討論後，決定以彰化《愛的書庫》中的藏書為第一考量，雖然在書籍題材的選擇上較為受限，但除了書籍的品質有一定的水準外，書籍的數量也能滿足本研究的需求。

(二) 研究結果之限制

本研究採教育行動研究，主要在於解決教學現場所遭遇的問題，可能因教學對象、教學目的以及教學者的不同，而產生不同的結果，具有獨特性，對於未來有興趣研究此題目者，僅能做為參考，而無法完全類推。

貳、文獻探討

一、自然保育之重要概念

(一) 自然保育的倫理觀

古人對於自然環境與野生動植物，早已存有自然保育的概念。例如，《中庸》云：「唯天下至誠，為能盡其性；能盡其性，則能盡人之性；能盡人之性，則能盡物之性；能盡物

之性，則可以贊天地之化育；可以贊天地之化育，則可以與天地參矣！」。中庸教導我們人類要尊重與關愛環境（能盡人之性），則有助於環境資源循環再生（能盡物之性）。所謂的「贊天地之化育」，就是環境保育（含環境保護與生態保育）的真諦（汪靜明，1998）。

而西方生態保育之父—李奧波在其著作《砂郡年記》中提倡以自然界生態關係為基礎的保育觀念。李奧波認為：自然環境並不屬於全人類，其他生命也有健康生存的權利，人類必須與其他生物共享自然環境。李奧波生態保育的中心思想，就是尊重與愛護自然，保持人與大地間的和諧（王麗娟、謝文豐，2006）。

綜合上述中西方學者對自然環境的倫理觀，都是在闡述人與自然的關係，歸納其中要點，包括了人類和環境應該和諧相處，要保護且善用資源；人類應該了解每種生物都有其天賦價值，要尊重每種生物的生存權；人類的發展不應該威脅自然的完整，應該要自我規範環境行為。這些自然環境倫理概念，亦為研究者欲教授的自然保育概念。

（二）Allman 的自然保育概念

Allman (1972) 利用專家調查法，進行環境教育概念研究，將環境教育所有的概念分為十一項主概念及 124 項次概念，其中與自然保育有關的概念如下：

表 1 Allman 的自然保育概念歸納

主概念	次概念
一般概念	(1) 地球好比一艘資源有限和具有某些再循環系統的太空船。 (2) 生物是互相依存的。 (3) 綠色植物是食物、衣服、住所和能源的原始資源。 (4) 土地、水、森林、野地和野生生物是屬於再生性資源，若能小心的處理和使用，才不致於造成永久的破壞。 (5) 人類對環境的價值觀和態度若不改變，科學和錢財也無法解決環境問題。
自然平衡	(1) 綠色植物可從土地中獲得礦物質和水分，從空氣中獲得二氧化碳，從太陽中獲得能源以製造養分。植物製造的養分供應動物作為食物，動物死去之後，屍體被微生物分解、腐爛復歸於土，變成礦物質；土壤中的礦物質再被綠色植物吸收利用，整個過程即為食物鏈或食物網。 (2) 所有的生物要遵照自然法則共同生存，動物、植物與土壤、水等環境維持平衡的關係，通常稱為生態平衡。 (3) 地球上的動物、植物彼此互相依存；為維持生物平衡，不允許特定物種過量繁殖。 (4) 人類是生態環境中的一部分，必須在生態環境中生活。 (5) 自然法則是複雜的、相互關聯的平衡狀態，會被人類不當行為所擾亂。 (6) 自然平衡關係可能因為某一品種的滅絕而發生混亂，如此可能導致另一物種的過度繁殖或滅絕。 (7) 許多生物對人類可能有害，卻有助於維持生態之平衡。 (8) 用來消滅昆蟲的殺蟲劑，雖可以快速增加人類的糧食產量，但是若使用不當，將傷害到許多無辜的物種。

主概念	次概念
森林保育	(1) 森林是無數植物與動物賴以生存的生態系。 (2) 森林及木材是再生性資源。 (3) 植物及樹木能潔淨空氣、保持水土、供應水源、庇蔭野生動物、增進景觀。 (4) 森林是人類重要的休閒場所。 (5) 植物經常被過度的放牧啃食、昆蟲危害、森林火災及不當的管理所破壞。 (6) 使用再生紙，是森林保育中的重要方法之一。 (7) 為未來著想，人類需要理智和正確的管理森林。
野生動物 保育	(1) 只要物種不滅絕，野生動物是再生性資源。 (2) 野生動物是有用的資源。 (3) 野生動物、無生物與其他生物在環境中是相互依存的。 (4) 若能提供必要的生長因子、合宜的棲所、環境中野生動物就能生存。 (5) 危害野生動物可能導致食物鏈徹底崩潰。 (6) 野生動物的數量會因疾病、棲所、掠奪者、意外發生以及食物、水、遮蔽環境的缺乏，而自然受到限制。

由上述歸納可知，一般概念與先前提到的自然環境倫理觀念相似，研究者將其歸為同一概念。自然平衡則是在說明自然生態的組成與彼此的相互影響。另外森林的保育與野生動物的保育，都是說明保育的重要性，要求實際保育的概念，所以研究者將兩者歸納為動植物保育概念。因此研究者將 Allman 的自然保育概念，分成人與自然的關係、自然生態的組成與相互影響、動植物保育三大主概念。

(三) 國小自然生態保育概念

林明瑞 (1996) 曾針對「中華民國環境教育概念綱領草案」深入分析，在參酌 Allman、晏涵文等人 (1992) 及其他學者之有關環境教育概念內容後，逐一篩選適合國小課程之環境教育概念，再經多位國小教師及環境教育專家數次修訂後，完成二十六個環境教育概念研究。所蘊含的自然生態保育概念內容經研究者分析如下：

1. 自然生態系包括自然環境與野生動植物。
2. 自然生態系必須依靠人類的保護。
3. 自然生態系具有三個要素，為生產者、消費者與分解者。
4. 綠色植物提供能量是生產者；消費者消耗能量，分解者分解生物遺體，三者成為一個循環。
5. 動物藉由食物鏈循環，並且維持生態平衡。如果食物鏈崩解將導致族群滅絕，影響生態平衡。
6. 自然環境提供動植物棲息地，所以人類要保護棲息地，以維護生態平衡。
7. 動物的保育包括野生動物與畜養動物，需要立法保護，包括：設立國家公園、設立打獵規則、成立野生動物保護區、進口管制、不濫殺生物等。
8. 國家公園的功能為：提供育樂與研究以及保護野生動植物、史蹟、特有的自然景觀。

9. 保育森林是植物保育最主要的方法。
10. 植物的功能為：提供清潔空氣、保持水土、供應水源、增進景觀。
11. 保護森林的做法為：不在森林烤肉露營、不喝高山茶、不吃高山蔬菜、不濫砍伐、不攀折花木、使用再生紙。

研究者將上述適合國小學童學習的自然保育概念，根據由 Allman 環境教育概念歸納出的三大主概念再作整理，最後得到三大主概念中的次概念，如下列所示：

1. 人類與自然生態之關係：人類和環境必須共存，自然環境的改變會影響自然生態，人類的破壞及自然環境的改變，會影響自然生態，自然生態改變，也會影響自然環境。
2. 自然生態的組成與相互影響：生態系包含生產者、消費者和分解者三要素，並藉由食物鏈不斷的循環，保持自然生態平衡。生物的生存方式與環境會互相影響，而決定族群的大小。各階層的生物數量充足才能維持生態平衡。
3. 動植物的保育：尊重自然界中任何生命體的生存權、植物能夠提供潔淨的空氣、保持水土、供應水源及增進景觀，可藉人為的方式加以保育；野生動物已漸漸滅絕，需要立法保護及正確的保育觀念。

本研究即以此三個面向作為自然保育的主概念，並以此主概念篩選欲教授的書籍內容。

二、兒童文學在自然保育上的應用

（一）繪本在自然保育上之應用

「繪本」是一種用圖畫書來說故事的藝術，讓孩子得以用最貼近它們的方式，去經歷故事，理解內容，並欣賞到文學與藝術之美（郝廣才，1998）。

Butzow (1999) 認為故事以學生最能溝通與了解的方式呈現，有助於吸收抽象及複雜的生態學知識。劉美玲 (2002) 的研究指出，以圖文並茂的繪本為媒介，進行環境議題教學時，可達到認知、情意以及行動等三方面的教學目標，且能使學生增進環境覺知並培養環境倫理價值觀。

綜合上述學者看法，透過與環境概念相關的繪本進行教學，兒童容易了解與接納，對兒童自然知識的吸收有幫助。在環境教育上的成功故事，則能激發兒童對土地的關懷，產生保育行動，因此可達到認知、情意以及行動等三方面的教學目標。研究者認為，繪本十分適合用來進行特定主題的探討。

（二）兒童小說在自然保育上之應用

兒童小說的特性主要有三種：主題性、故事性、人物性（黃雲生，1999）。主題是通過作品真實地展現人生真相，由生活暗示給讀者的思想。兒童小說的讀者主要為青少年，對作品中同齡人有一種天然生成的「親和感」，優秀成人形象的塑造，對少年兒童的影響有時甚至使他們終生難忘。

從小說的內容主題來看，與自然生態相關的主題多是以動物為主的動物小說。二十世紀中期世界各地注意到生態平衡的問題，各界開始關心動物的保育工作，成為二十世紀

動物故事發展的社會條件和現實條件。動物小說中的動物通常有人類的思想、感情、性格和人際交往的象徵。一方面借喻人類社會，另一方面可增進讀者對自然的關懷（林孜勳，2004）。如沈石溪的「第七條獵狗」藉著作者的狩獵活動，描寫動物的生態習性，以及人性化的良與善，震撼讀者對以往動物的認知。

動物小說僅是一個開端，當人類意識到自然的重要以及生態遭受嚴重破壞後，便會思考將培養兒童生態倫理及生態價值的重任交託到兒童文學上。因此有更多的兒童文學作家在故事或敘述中放置一些自然生態議題來引發兒童讀者思考人與自然、與土地的關係以及環境的倫理，或是強調保育環境和自然的重要（林孜勳，2004）。

綜合上述，透過主題明確、情節生動有趣的繪本與兒童小說，能吸引兒童閱讀的興趣，並啟發兒童的心智，促進他們的思考力與實踐力，並從書中得到有益的間接經驗；兒童小說中優秀人物的塑造，更可引起兒童的嚮往並效法之。利用成功故事的引導，學生能用正面的態度來看待自然生態保育，並進而具有積極的保育行為。由此可知，繪本形式的兒童文學與兒童小說十分適合用於國小自然保育教學，符合研究者的需求，因此選擇繪本形式的兒童文學與兒童小說，作為本研究的教學材料。

三、閱讀討論教學的相關概念

（一）閱讀討論教學的定義

兒童文學家諾曼德說過：「閱讀最大的樂趣來自於對話（與作者對話、與其他讀者對話）」閱讀不准與人對話、討論，是相當無趣、枯燥的；而沒有閱讀的討論是空泛的（趙鏡中，2004）。在學習閱讀的歷程中，透過自己閱讀、傾聽他人以及與他人討論等不同步驟使自己的閱讀經驗更加豐富與成熟（楊式美，1999），而一起討論所閱讀的書比自己獨自閱讀，能獲得更多的觀點和增強批判性及文學性的思考（Lehman & Scharer, 1996）。閱讀討論能引發學生的思考，並更容易掌握閱讀書籍的主題，因此是一種很好的閱讀教學方式。

在 1980 年末期，美國小學即開始進行文學的閱讀討論活動。在課程裡，孩子透過閱讀、討論和寫作的方式，對文學作品作回應，進而建構、提煉文本更深一層的意義，最終使讀者具有批判思想的能力（Hynds, 1997; McMahon, 1997）。

但是將討論應用在教學或課程上，尤其是在以文學為基礎的閱讀課程中，討論的範圍和層面更廣、更深，學生會探究出何種觀點，有時並不在老師的預期範圍內；所以，為完成問題解決或學習目標時，其問答討論的內涵須具有意義性與目標導向，否則散漫無意義的對談，形同無稽之談，難以達到問題解決與學習效果（黃幸美，1997）。

由上述可知，閱讀需伴隨討論才有意義，而閱讀討論是有主題、有目標性的，因此閱讀討論教學時應重視問題的設計與實施方法，以達到解決問題與學習的效果。為了了解學生閱讀過程中所產生的疑問，研究者以問題單的形式，請學生在閱讀後自問自答，收回整理出待答問題及發現迷思概念後，再於課堂上進行討論，以達到理清問題、有效學習的目的。

(二) 閱讀討論教學的實施方法

閱讀討論教學已行之多年，有許多專家學者皆針對討論方法進行闡述，在一般閱讀討論教學中，討論包括小組討論與全班討論。

全班討論因有更多同儕意見的分享，並透過對話、反思與回饋，對自己與他人皆有助益。但是現行的班級團體情境中，可能會因為班級人數眾多，而有礙於討論的成效，故通常較適合分成許多小組或小團體 (small-group) 的方式進行討論 (林寶山，1990)。

Millar 曾提出小組討論的人數應介於三到十五人之間，小組具有共同的目標，且對小組有歸屬感，成員常透過口語的交談溝通，並互相影響 (陳定國譯，1984)。小組討論有許多類型，在《悅讀讀書會》這本書中，提出可利用於讀書會的多種討論方式，研究者認為每一種討論教學法各有優缺點，考量研究的情境與研究所需，研究者決定以「菲利浦六六討論法」為主要的教學法，將團體分成每六人的小組，每一小組選一主席主持該小組的討論六分鐘，其後主席代表向大團體作討論結果報告，大團體的主席再綜合做成結論。這種討論方式不需要過高的討論技巧，討論的主導權在於學生，且適用於概念 (學科知識) 的形成或獲得 (林寶山，1990)，且因討論的時間短，較適合學校的班級授課時數。

為了解決「菲利浦六六討論法」流於表面討論的缺點，研究者在進行小組討論前會先發放問題單，讓學生以自問自答的方式先進行深入思考。King (1994) 認為發問策略不但可以促進知識建構、強化學習，經過發問策略的訓練對問題型式亦大有幫助。透過協助學習者產生某種類型的問題，可以使學習者以某種方式來思考與討論教材，例如比較與對照、推論因果、注意優缺點、評論主旨、解釋與辯護等。如此高度精緻化與豐富的心理表徵之統整，對於文章理解與事後的回憶皆大有助益。

另外在小組討論後，針對問題單內較符合課程概念的問題，再提出進行全班討論，透過討論、他人的回饋與自我反思，澄清、建立學生本身的概念與價值觀。在延伸活動中以角色扮演或學習單的書寫等方式活化教學，並促使學生反覆思考及加深印象。

參、研究方法

一、研究對象與團隊

(一) 研究對象

本研究分別針對兩個五年級班級：X 班和 Y 班，進行以自然保育為主題的閱讀討論教學，X 班為 F 老師的班級，F 教師表示班上大部分學生個性活潑，喜愛提問，但對自然保育方面的消息毫不關心，容易浪費資源。Y 班為研究者本身的班級，大部分的學生比較文靜寡言，提問討論風氣不盛。班級中有兩位學生過於安靜，一位學生個性較為反叛，曾被列為輔導對象，因此在本研究中必須特別留意，另外有部分學生本身對生物觀察很有興趣，但對生態保育方面的消息較少關注。兩班學生平均一星期在家的課外閱讀時間為兩小

時，對兒童文學中的繪本、小說較為喜愛，散文則較不感興趣，兩班閱讀風氣不盛。

（二）研究團隊

本研究中團隊的成員由研究者（亦為教學者）與學校其他七位教師組成教學研究小組，平時皆喜愛閱讀，其中 A~D 教師的角色為課程發展的主要成員，E~H 教師的角色為書籍自然保育概念分析之成員，其中 E、F 教師兼本研究之觀察者，G 教師則身兼課程檢核者。

表 2 研究團隊基本資料

教師別	經歷	擔任角色	教師別	經歷	擔任角色
A 教師	科展指導老師、數學輔導團團員、曾指導學校中高年級科學閱讀讀書會、對科學閱讀教學頗有心得	教學研究小組成員	E 教師	高年級級任、高年級科學活動指導老師	教學研究小組成員、觀察者、評分者
B 教師	國語文指導教師、語文領域校內召集人	同上	F 教師	高年級級任、擔任學校鄉土語文演講指導教師、高年級科學活動指導老師	同上
C 教師	高年級級任、自然與生活科技領域成員、高年級科學活動指導老師	同上	G 教師	中年級級任、科展指導老師、科博館義工	課程檢核者、評分者
D 教師	高年級級任、高年級科學活動指導老師	同上	研究者 H 教師	科展指導老師、高年級科學活動指導老師、科學閱讀讀書會發展小組成員	教學研究小組成員、評分者、課程實施者、觀察與反省者

二、研究架構

本研究為達到行動研究「反省→修正→再行動」的精神，於「自然保育閱讀討論課程」擬定後，進行兩次的「自然保育閱讀討論教學」。在每一次的教學中，請教學研究小組中的教師擔任觀察者，記錄對教學者（研究者）教學的觀察與感想，以及學生接受課程時的反應。在課程結束時，研究者針對部分學生以及參與教師進行深入訪談，以了解他們對課程的感想與建議。另外透過簡單的問卷調查，印證學生自然保育知識與態度的成長。第一次教學後，研究者針對教學方式進行修正，再對第二個班級實施教學。本研究之架構，如圖 1 所示。

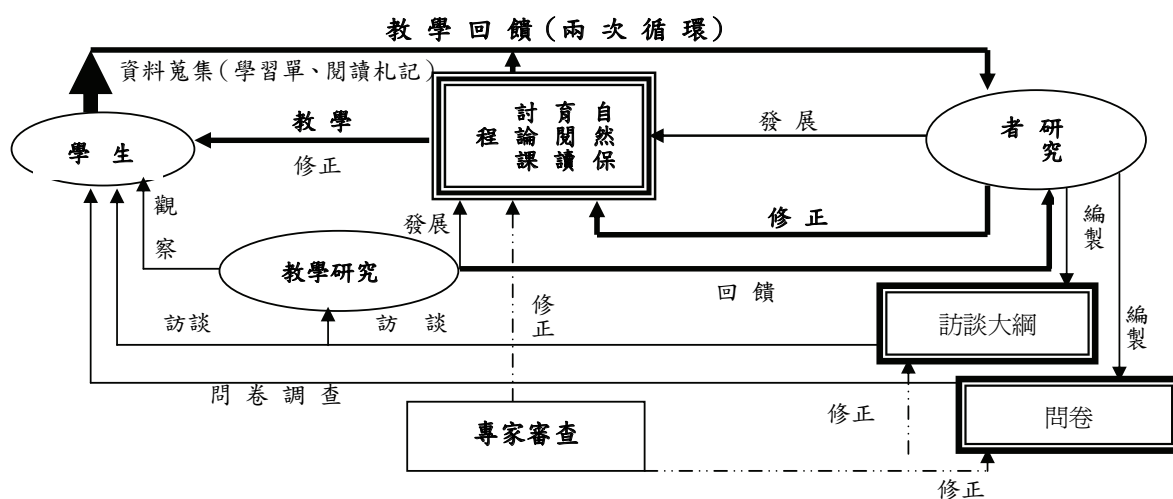


圖 1 研究架構

三、課程發展與實施

本研究的課程發展，以 95 學年度下學期的教學困境為起點，96 學年度下學期開始進行閱讀討論教學，全程長達約一年。依時間軸分為以下四個階段：

(一) 研究起點（96 年 5 月～96 年 7 月）

在這一段時間，研究者檢視在學校進行環境教育教學所遇到的問題。研究者深切感受到學生對環境的問題漠不關心，並且沒有意識到自己的行為會對環境造成傷害，與指導教授多次討論與修改研究方向，最後確定以自然保育為主題進行閱讀討論教學。

(二) 澄清情境，尋找行動策略（96 年 7 月～97 年 2 月）

在 95 學年度下學期，研究者開始蒐集研究主題的相關資料，並組織教學研究小組，決定書籍來源、分析書中的自然生態保育概念、確立教學方式，完成閱讀討論教學課程。最後將研究計畫與課程交由學者專家審查後，修正課程。

(三) 實際行動策略（97 年 2 月～97 年 6 月）

研究者在 97 年 2 月～97 年 6 月正式進行自然保育主題閱讀討論課程，每週進行兩堂閱讀討論教學，共十二堂課，先在 X 班進行第一次閱讀討論教學，透過學生和教學研究小組所給予的回饋，以及研究者本身的反思，修正教學方式，再對 Y 班進行第二次教學，以達到行動研究螺旋循環的精神，兩班教學前後歷時約三個月。

(四) 行動結束，撰寫行動研究報告（97 年 6 月～97 年 12 月）

研究者在課程結束後，與部分學生和協同老師進行深度訪談，並依據教學期間所蒐集整理的教學回饋資料，如學生的學習單、閱讀札記、問卷資料、教師的觀察紀錄表、訪談逐字稿、教學者的省思札記、協同教師的觀察心得等資料，依研究目的與研究問題進行歸納分析，撰寫教學行動研究報告。

四、課程單元設計

研究者參考施頂清 (2000) 《自我發問策略與合作學習（小組討論）對國中生國文閱讀理解的效果比較考驗》的研究，讓學生在閱讀的歷程中，藉著產生問題以形塑、集中與指引其思考，因此研究者設計出問題單，一方面讓學生確實閱讀，另一方面提出的問題也能作為班級討論的題材。本研究使用小組討論和全班討論兩種方式，希望討論能夠同時具有深度和廣度，並搭配其他延伸活動，一方面活絡教學氣氛，另一方面加深學生對自然保育的印象。教學流程如表 3 所示：

表 3 教學流程表

序號	教學流程		內容與目的
1	準備活動		研究者以簡單的圖片、問題或書中一小段落的導讀，來引起學生的閱讀興趣。
2	閱讀活動		請學生利用早自修或下課時間閱讀指定書籍，閱讀時間基本上一週以一本為原則，視書籍內容多寡彈性調整，如繪本閱讀時間可減少為兩三天，小說可提早發給學生，延長一週的閱讀時間。而學生閱讀完畢須書寫問題單，以確定完成閱讀進度，而研究者將在下次上課前三天收齊問題單批改，並將問題分類，為下次教學做準備。
3	討論與分享	小組討論	將學生分為六組，每組五到六人，請學生針對問題單上的問題與研究者先前準備好的問題與小組進行討論，並推派代表報告小組討論結果。
		班級討論	研究者針對小組的回應和學生進行全班性的價值澄清討論。
4	延伸活動		研究者利用遊戲、故事編寫、角色扮演和時事討論等方式，加深學生對自然生態保育的概念。
5	綜合歸納時間		請學生針對這次主題，發表感想，並由教師幫助他們歸納所得。
6	作業時間		請學生將心得記錄在閱讀札記中，並針對學習單上的問題做詳細的回答，檢驗自我的學習狀況。

本研究根據林明瑞 (1996) 發展之自然生態保育概念圖及 Allman 的自然保育概念，歸納出三個主概念及四個次概念，如表 4 所示：

表 4 自然保育概念表

主概念	次概念
(一) 人類與自然生態的關係	1-1 人類與環境是共存共亡的生命共同體
	1-2 資源過度利用會使物種加速減少，對環境產生不利影響
	1-3 人類的開發與破壞會影響自然生態
	1-4 自然環境的改變會影響自然生態

主概念	次概念
(二) 自然生態系的組成與相互影響	2-1 生態系的組成包括生產者、消費者、分解者三個要素
	2-2 生態系藉由食物鏈保持平衡
	2-3 食物金字塔說明各階層的生物數量需要充足才能生態平衡
	2-4 生物的生存方式與環境間會互相影響
(三) 動物與植物的保育	3-1 人類應該尊重自然界生命體的生存權
	3-2 野生動物越來越少，需要立法保護
	3-3 植物具有清潔空氣、水土保持、增進景觀的好處
	3-4 對於森林的保育要有正確的做法

課程中依照文獻探討所區分的三個主題依序教學，每個主題閱讀兩本書籍，先由簡單的繪本引起學生的閱讀興趣，再以內容更豐富的小說來加深學生對環境概念的認識。所使用的書籍概念如表 5 所示：

表 5 主題書籍概念表（對照表 4）

主題一	人與自然生態的關係	符合概念
教材來源	森林大熊（繪本） 白翎鷺之歌（小說）	1-2 資源過度利用會使物種加速減少，對環境產生不利影響
		1-3 人類的開發與破壞會影響自然生態
		1-4 自然環境的改變會影響自然生態
		* 2-2 生態系藉由食物鏈保持平衡
		* 2-4 生物的生存方式與環境間會互相影響
教材來源	生命有多長（繪本） 老班兄弟（小說）	2-1 生態系的組成有三個要素
		2-2 生態系藉由食物鏈保持平衡
		2-3 食物金字塔說明各階層的生物數量需要充足才能生態平衡
		2-4 生物的生存方式與環境間會互相影響
		* 1-4 自然環境的改變會影響自然生態
教材來源	假如少了一棵樹（繪本） 種樹的男人（繪本）	3-1 植物具有清潔空氣、水土保持、增進景觀的好處
		3-2 人類應該尊重自然界生命體的生存權
		3-3 植物具有清潔空氣、水土保持、增進景觀的好處
		3-4 對於森林的保育要有正確的做法
		* 1-1 人類與環境是共存共亡的生命體
		* 1-3 人類的開發與破壞會影響自然生態
		* 1-4 自然環境的改變會影響自然生態
		* 2-4 生物的生存方式與環境間會互相影響
		* 2-3 食物金字塔說明各階層的生物數量需要充足才能生態平衡

* 表示次概念

五、文件資料蒐集

(一) 教師資料

1. 省思札記

指研究期間研究者對本研究的所見、所感、所思：如對討論會議的批判反思、教學前後的心得感想、與教學研究小組互動的情形、閱讀文獻與研究現場的相互對照筆記、與教授、同學、同事對研究相關的討論等。

2. 教學研究小組觀察心得與觀察紀錄表

研究者教學後，教學研究小組針對研究者的教學，書寫心得與反思。並利用觀察紀錄表，記錄研究者教學過程中學生的反應、研究者的處理方式等。

3. 教師訪談逐字稿

研究者教學後，針對教學研究小組成員進行深入訪談，記錄其對課程的感想與建議。

(二) 學生資料

1. 學生訪談逐字稿

研究者教學後，針對部分學生進行深入訪談，記錄其對課程的感想與建議，鼓勵學生闡述對自然保育知識的了解，與剖析本身態度上的轉變。

2. 學生的學習單與閱讀札記

學習單有延伸閱讀之效果，每節課後皆有學習單給予學生利用上課或回家書寫。並在每次課程結束後，鼓勵學生書寫閱讀札記，將當天閱讀課中任何較為深刻的部分記錄下來，包括教學內容、與老師的互動、自己延伸出來的想法等，使內容更多元化。

3. 自然保育知識與態度問卷

本研究邀請自然保育相關領域之專家學者，針對預試問卷進行審查，以提高問卷的內容效度，經專家審查後所提出的意見，修正或刪除部分不當之題目，完成預試問卷。經過 SPSS12.0 信度分析後，預試問卷 cronbach α 值達 0.819，再刪掉信度較低的題目，cronbach α 值達 0.822，便完成問卷編製。在教學前後一週進行問卷調查，包括自然保育知識與態度兩方面。透過課程前後問卷得分上的差異，來檢視學生學習上的成效。

4. 課程意見調查表

在教學後一週內進行課程意見調查，包括學生對課程的接受度，對問題單書寫、小組討論、全班討論以及延伸活動等四方面的滿意度，以及在學習過程中遭遇到的困難，做為研究者修正課程與教學的參考。

綜合上述之資料，摘錄重要字句，進行編碼，將同質資料互相印證與異質資料交相比較，並進行批判分析，以達到資料三角檢核的目的。

(三) 資料編碼方式

為方便觀察記錄的分析撰寫，以及顧及研究倫理，因此將所蒐集到的資料以編碼的方式取代繁瑣的紀錄，再進行分析。編碼方式如表 6 所示：

表 6 資料代碼對照表

資料的種類	代碼	資料的種類	代碼	資料提供者	代碼
省思札記	W	學生閱讀札記	C	教學研究小組成員	A~G
觀察心得	O	學生學習單	L	研究者	H
觀察紀錄表	P	會議資料	M	五年七班學生	X
訪談逐字稿	Q	口頭回饋	N	五年六班學生	Y
自然生態保育知識與態度問卷	R				

編碼方式如下：A 教師於 96 年 6 月 12 日訪談逐字稿中的回應，將資料編碼為 QA960612；五年七班 20 號學生於 97 年 3 月 10 日的學習單的資料，將資料編碼為 LX20970310，以此類推。

將記錄所得與小組成員互相討論、不斷反思，並整理分析結果，作為教學有無達到教學目標之檢核，也做為課程修正之依據。綜合觀察、訪談、問卷、札記及學習單等資料，摘錄重要字句，進行編碼，將同質資料互相印證與異質資料交相比較，並進行批判分析，以達到資料三角檢核的目的。

肆、結果與討論

一、學生在自然保育知識上的成長

(一) 學生的迷思概念與修正

在課堂上，由於不斷的進行討論，並沒有時間讓學生找資料，書中也不一定找得到答案，學生都是憑他當時所學到的知識來回答，所以很容易便可以透過他們的發言，了解他們的想法是否正確，找出他們的迷思概念。研究者將本次教學時學生容易犯錯誤的概念分三方面歸納如下：

1. 人類與自然生態的關係

(1) 優養化會毒死魚？

在上到《白翎鷺之歌》這一本書時，研究者提到：「什麼原因造成白鷺鷥數量銳減？」。學生回應：「因為被人類捕殺」、「因為河流被污染，使得白鷺鷥被毒死」。接續詢問：「河流裡的什麼成份使得白鷺鷥被毒死」。有一位學生很肯定的說：「因為人類濫用農藥，所以下雨後農藥被沖到河裡，造成河水優養化，使得魚都被毒死了，白鷺鷥吃了魚也跟著死掉。」(PY10970517)。

乍聽之下似乎很符合邏輯，但仔細思考，這位學生是將農藥與肥料混淆，肥料中的磷酸鹽等物質，才會造成水中植物過度生長，形成河水優養化。在糾正他的回應後，研究者請全班一起想想他的回應還有哪裡出錯了，這時很快的就有一位學生提出問題「優養化應該是使河裡缺氧吧！應該不會毒死魚！毒死魚的應該是農藥！」(NY15970517) 這時全班才恍然大悟，並開始思考河川優養化會對白鷺鷥有什麼影響。

(2) 二氧化碳是造成臭氧層破洞的主因

在討論《假如少了一棵樹》的內容時，研究者安排學生觀看全球暖化相關新聞的短片，研究者發現兩班都有學生將二氧化碳過多與臭氧層破洞畫上等號，而臭氧層破洞則被視作全球暖化的主因，這些學生在報告時，其他學生並沒有指正他們的錯誤，很明顯的，大部分的學生都將二氧化碳與氟氯碳化物混淆了：「當森林不見了，二氧化碳就沒有辦法被吸收，會破壞臭氧層，導致氣溫上升…… (PX16970414)」。

因此研究者請學生回去再找找看相關資料，透過資料的找尋與閱讀，學生理解了二氧化碳與氟氯碳化物的不同，這樣的成果也展現在學習單上：「我認為我們可以減少製造二氧化碳等對地球有害的物質，並減少工廠的廢氣排放，才可減慢全球暖化的發生。同時我們也要減少冷氣等含有冷媒的器具使用，才不會使臭氧層破洞愈來愈大。(LY35970614)」。

2. 自然生態系的組成與相互影響

(1) 在一個土地上，各種生物數量要一樣才能維持生態平衡？

在討論《老班兄弟》這本書前，研究者詢問學生認為自然界生物如何維持平衡，有些學生因不理解生物之間的關係而不知該如何回答，有些則認為每種生物的數量要一樣才是公平，而有著公平就等於平衡的迷思概念。

研究者透過書中草原生態情景的描述「我想我已經找到這頭狼的食物來源，就是這些地鼠。這頭狼倒是充當了食物鏈中非常重要的一環，成為這些破壞草地的地鼠的終結者。」(摘錄自《老班兄弟 --- 穿越高速公路的狼》)，模擬情境讓學生討論草地、地鼠和狼之間的關係，以及什麼情況下地鼠會「破壞草地」。

學生在討論中，表示生物須靠獵食存活，並首次考慮到生物數量對生態環境的影響。「當地鼠的數量過多時，會吃掉大量的草，草無法馬上生長，所以草地就會被破壞。」(QY05970421)、「狼可以捕殺地鼠，控制地鼠的數量，那麼草地就不會消失。」(QY11970421)。他們歸納出生物間有著鏈狀的食性關係，不同食物鏈中的生物，因為複雜的多種食物攝取，而形成繁雜的食物網，所以要保持生態系的平衡，就必須考量各種生物在食物網中的重要性：「自然界中若要維持平衡，則應要有扮演生產者、消費者、分解者的角色。消費者要吃掉一些生產者，不要讓生產者數量愈來愈多，分解者則將消費者的屍體化作養分給生產者使用，彼此之間都有關係，缺一不可。(QY18960425)」。

3. 動物與植物的保育

(1) 自然生態保育的對象只有動物

研究者在教學時發現，談到保育的對象，學生首先想到的便是稀有的保育類動物，若提到污染或砍伐森林造成的危害，學生也是先回應會使動物無棲息地，很少會有學生提到動物以外的生物也是需要保育的對象。

因此在《假如少了一棵樹》和《種樹的男人》的教學中，特別讓學生討論「如果森林消失了會有什麼影響？」，希望學生能了解除了動物外，仍有許多需要被人類關注與保育的事物。透過討論，學生發現自然保育的範圍很廣，不只是動物的保育，另外還包含了植

物的保育以及整個生態系的保育：「我以前認為自然保育就是保育稀有的動物，但現在的想法是應該保育有生命且瀕臨滅絕的生物 (QX04960512)。」

(二) 問卷結果與印證

將 X、Y 兩班「自然保育知識與態度問卷」知識題前後測，進行成對樣本 t 檢定，得到結果如表 7 所示，兩班成對樣本 t 檢定結果都達到顯著差異，顯示閱讀討論教學對提升學生的自然保育相關知識有所幫助。

表 7 問卷知識題成對樣本 t 檢定結果

班級		平均分數	標準差	平均數的標準誤	t 值	顯著性
X 班	前測	8.36	2.70031	.47006	4.964	p=.000 < .05 達顯著差異
	後測	10.69				
Y 班	前測	10.03	3.42137	.62465	3.415	p=.002 < .05 達顯著差異
	後測	12.17				

許多的知識雖然可以由閱讀資料獲得，但透過討論可澄清誤解的概念，且因為在發表的過程中，需將外部獲得的資料經過內化整理才能有條理的說出，因此又更容易記憶，這或許就是為何兩班在知識題都有顯著成長的原因。

二、學生在自然生態保育態度上的轉變

(一) 透過學生的訪談、心得、學習單與協同教師的訪談、觀察記錄、觀察心得以及研究者的省思札記，從三大自然保育概念來看學生在自然生態保育態度上的轉變：

1. 人類與自然生態的關係

在上完《白翎鷺之歌》這本書時，有學生與我分享一本書，他說書中的科學家利用環境資源發展高科技，最後製造出大量的垃圾，使得自己的星球無法住人，必須移民到其他星球。最後他提出疑惑：「為什麼他們都沒想過資源會有用盡的一天？他們真笨！」從這裡可知道，學生已瞭解資源有限的概念，他們逐漸正視環境問題，並形成保育概念。「有同學對自然保育方面的關注增加，班上的學生主動向我反應我國海洋保育方面的問題：例如我國瀕臨絕種的中華白海豚數量日漸稀少，又面臨棲息地遭受嚴重的破壞。以前他們並不會注意到這方面的消息，也鮮少關心，這是這次課程的一大收穫。(QF970420)」。

學生的變化並不是突如其來，或許是因為覺知到環境的惡化，而促使他們行為改變。「以前即使是在涼爽的天氣下，下課時，就算教室沒幾個人，電風扇都一定是開的，若是關掉必定引起大部分學生的抗議，但現在即使在有一點悶的天氣中，學生也會自動將電風扇關掉，雖然有少數學生不適應，總會有其他學生跳出來說道理安撫他們，令我感到很欣慰。(WH970627)」。

2. 自然生態系的組成與相互影響

在《生命有多長》這本書中，學生了解到每一種生物都有他存在的價值，即使是受到輕視的生物，也有與生俱來的天賦，或許有些是對人類有益處，只是現在還未顯示出來；

或許對人類沒有益處，甚至是有害處，但對其他的生物卻有著極大的用處。「我從來沒想過，被我們人類討厭的細菌，卻扮演著令地球上保持乾淨的重要角色！(CY25970523)」。「當蒼蠅滅絕時，青蛙可能會因為食物短缺而漸漸減少，蛇也會因為沒有食物吃而減少，那麼田鼠就會增加，使農作物生長不好，人類也會受害…(LY23970520)」。

3. 動物與植物的保育

在《森林大熊》這本書中，有些學生認為豢養動物可以令牠們衣食無缺，因此是好的行為，但這只是從人類的觀點來看，而未想到動物是否願意接受這樣的安排，經過討論後，學生漸漸能站在動物的立場著想，認為動物也有情緒，如生氣、緊張，牠們的感受應該受到我們人類的重視。「我覺得動物和人是平等的，不能因為我們的自私，而讓他們喪失原有的本性。(LX03970322)」。在《老班兄弟》這本書中，學生更透過擬人化的動物，體認到動物與人的差別並沒有原先想像的大，許多人有的優秀性格，也存在於動物身上。學生開始學習以動物的觀點去看事情，並思索如何尊重大自然中的每一種生物。

在上到《如果少了一棵樹》時，學生驚覺原來地球上的樹木，正以無法想像的速度在減少中，因此開始正視樹木的重要性。「我看了這本書後，了解到一棵樹可以吸收 150 kg 的二氧化碳，吐出 750 kg 的氧，而我們人類是靠氧氣生存，所以樹真的對我們非常重要，每一棵樹都不可或缺(QY06970625)」。

(二) 問卷結果與印證

班級		平均 分數	標準差	平均數的 標準誤	t 值	顯著性
X 班	前測	87.57	9.50548	1.65469	.201	p=.842 > .05 未達顯著差異
	後測	87.90				
Y 班	前測	91.93	10.01255	1.85928	.223	p=.825 > .05 未達顯著差異
	後測	92.34				

將 X、Y 兩班「自然保育知識與態度問卷」態度題前後測，進行成對樣本 t 檢定，得到結果如表 8 所示。兩班的平均分數在後測時雖比前測略有進步，但仍未達顯著差異，因此無法從問卷肯定得知態度是否有所提升。態度題共 22 題（最高分為 110 分），從前後測問卷平均得分得知兩班都具備頗正確的環境態度，但其中 Y 班學生的自然生態保育態度又比 X 班學生正向。

表 8 問卷態度題成對樣本 t 檢定結果

分析兩班學生前後測未達顯著差異的原因，或許是因為態度題有許多道德概念的題目，學生透過媒體或教師平時的言行能得到些許概念，因此在前測的得分上分數都不低，對照前後測的問卷時，發現部分學生有可能會因為不耐煩，而按造先前的印象草草書寫，因此造成平均分數拉低的現象，這也可能是前後測未達顯著差異的原因之一。

三、學生對閱讀討論教學的接受度與困難點

(一) 學生對閱讀討論教學整體接受度

根據第一班教學結束後的問卷調查及訪談結果，得知學生可能因為本身不善發言、擔心發生爭吵及知識背景較弱，無法完全了解討論內容等原因，而影響對閱讀討論教學的接受度。研究者與教學研究小組的老師討論後，認為應該要給那些內向的學生有時間練習與適應，因此在第二班教學時，研究者便延長小組討論時間。巡視小組時，對無法馬上回答的學生給予提示，幫助其思考，所以在第二班教學時，學生的接受度更高，Y 班 34 人，僅有 2 人表示較喜歡非討論式的獨自閱讀，詢問他們喜歡的原因，得到的回應為「自己看書可以選擇自己喜愛的書籍，不喜歡看太厚的書」，但他們也不會排斥閱讀討論教學，因為「抽獎很好玩，希望抽獎的機會可以多一點」。由此可知，對於平時不愛看書的學生，獎勵制度是必須的誘導方法。兩班的課程接受度如表 9 所示。

表 9 兩班課程接受度

	X 班	Y 班
喜歡閱讀討論	85%	94%
喜歡獨自閱讀	15%	6%

(二) 閱讀討論教學中各階段學生滿意度調查

研究者在教學後，將教學過程分為四項目進行兩班的滿意度調查，得到表 10 之結果。

表 10 兩班課程滿意度調查表

	喜歡		普通		討厭	
	X 班	Y 班	X 班	Y 班	X 班	Y 班
問題單書寫	62%	43%	32%	46%	6%	11%
小組討論	62%	66%	32%	31%	6%	3%
全班討論	68%	60%	32%	31%	0%	9%
延伸活動	97%	66%	3%	23%	0%	11%

從表 10 可知兩班在小組討論、全班討論、延伸活動等階段滿意度皆達到六成以上，其中兩班在問題單書寫的滿意度較低，在延伸活動的滿意度則顯現出差別性。

「延伸活動」的教學階段，兩班在滿意度上呈現落差，可能是 X 班學生較活潑、敢表現，所以很喜愛角色扮演的活動，而 Y 班學生多半個性文靜，有部分學生較為內向，因此對角色扮演的活動較排斥：「我不喜歡在其他人面前演一些怪怪的角色，那會讓我覺得不自在。(QY15970627)」 「我覺得角色扮演或遊戲都很麻煩，所以不想玩(QY27970628)」 。這也顯示出閱讀討論教學，必須根據不同班級特色而做活動與內容的調整，才能獲得最佳的教學成效。

(三) 綜合討論

研究者根據訪談與問卷，歸納出兩班喜愛閱讀討論課程的原因有：(1) 透過與別人討論，可得到更多的不同觀點。(2) 討論可以使閱讀過程更有趣，且容易記憶知識。(3) 針對看書看不懂的部分，透過討論就能釐清。「我覺得討論之後再看這本書時會更有趣，因為要是之前在看時有沒看到的部分，如果討論時引起你的興趣，會讓你再回去看那本書，會幫助自己看得更仔細 (QY05970617)」。(4) 書籍很好看，很有趣。(5) 老師人很親切，上課很有趣。

兩班所遭遇的困難有 (1) 覺得從書中找到問題很困難，也很麻煩，有時自己無法回答所找到的問題，須尋求家人或同學的協助。「用說的比較快，用寫得太慢了，有些字不會，看不懂意思 (NX17970628)」。(2) 小組討論和全班討論的意見太多，容易發生爭論，或影響班級秩序。「討論時有的同學會講話，那時我會比較想自己閱讀 (NY05970628)」。(3) 有些人不參與討論，不公平。「小組討論時，有人會刻意不參加，只靠其他人想答案，不太公平 (NY31970628)」。

四、教師心得分享

(一) 教學過程的收穫

在兩次的教學中，研究者主要有以下三點收穫：

1. 了解教學要以學生需求出發，並要懂得善用團隊合作。
2. 建立自我教學風格，並從他人專業上取經，教學態度更加謙遜。
3. 透過閱讀討論，促使教師對學生能力更了解，不再低估學生潛力。

每一次的討論，研究者可以很明顯感受到學生態度的轉變，這說明學生並不是對自然生態保育或環境問題冷漠，而是他們對問題的認識不深，如文獻所示，透過兒童文學的閱讀，學生能自然地融入故事中的角色，能設身處地為主角著想。當他們產生同理心時，就能對環境問題產生較深的感慨，並促使在行為上有所改善。這樣的發現，讓研究者日後遇到學生學習緩慢時，能更有耐心與毅力，相信他們是有潛力的，只是教學方式還不適合罷了。

(二) 兩班教學差異之反省

在兩次教學中，教師將第一班教學時獲得的經驗，應用於第二班學生，由於教學方式已修正，因此第二次教學進行得更為順利，學生的接受度更高，但有趣的是，學生對教學各階段的滿意度卻落後於第一班學生，經反覆思量後，認為可能的原因有以下三點：

1. 第一班學生因為從未進行過類似的教學活動，因此對活動持有新鮮感，加上對研究者的好感，因此普遍給予研究者高度的評價。
2. 研究者對本班學生各方面的要求較高，如問題單與學習單的書寫等，學生感到較大的壓力，因此學生的滿意度也跟著下降。
3. 研究者班級的學生，有許多本身個性就較害羞內向，不善表達，特別有幾位教學前就

被列為輔導的學生，在必須與他人互動的階段滿意度都偏低，因此也拉低了整體的滿意度。

從這幾點反省中，研究者覺得教學除了有完善的流程與技巧外，更應該懂得應變，針對不同性格的對象，調整教學的模式，才能獲得學生的共鳴。

伍、結論與建議

一、研究結論

(一) 教學成效

- 1.透過閱讀討論的方式進行自然保育課程，可提高學生的自然保育知識。學生不但可由閱讀獲得知識，也能透過討論，澄清迷思概念。在聆聽與發表的過程中，學生必須將資料內化整理，因此能更容易記憶與理解書中的涵義。
- 2.透過閱讀討論的方式進行自然保育課程，能夠提高學生的自然保育態度，環境敏感度也有所提升。學生在閱讀過程中，能經由角色扮演，以生物角度的同理心來思索問題，學生更懂得尊重各種生物的生命，進而改善以往較不環保的生活習慣。

(二) 學生對課程的觀感

- 1.兩班學生多數能接受並喜愛閱讀討論的上課模式，但若是討論時的秩序不佳，會影響他們的接受度。
- 2.學生的個性差異影響對課程的接受度。個性內向文靜、不善溝通的學生，在進行閱讀討論上課模式時，一開始會較有排斥感，對課堂上的討論常無法及時參與。
- 3.在課程中，學生主要有「書寫困難」、「溝通困擾」、「公平原則受挫」等三種問題。現代學生語文能力下降，對於需要書寫的部分，程度較差的學生會感到一定的難度，除此之外由於學生平時上課較少進行討論與溝通，所以當獲得多種答案時，會不知如何選擇或接受不同的意見。有些學生對於部分不回應的同學會感到不愉快，而影響學習心情。

(三) 教師所遭遇的挑戰與收穫

- 1.如何掌握學生閱讀的確實性，是研究者教學中的一大挑戰，透過文獻蒐集以及實際施行，研究者發現問題單的書寫的確能提高學生確實閱讀的機率。學生透過事先閱讀與思考，在討論時多半能提出有效的回應與獨特的見解。
- 2.在提問與回答的主角為學生的前提之下，問題討論方向如何掌控，考驗了教師的教學技巧與掌控能力，也攸關學生學習興趣的維持。研究者在教學過程中，重拾以學生需求為考量的教學觀，適時調整課程設計或教學方式，透過實際教學，磨鍊研究者的教學技巧，增進研究者的教學信心，也使研究者對自然保育的認識更進一層。

二、研究建議

(一) 教學策略

1. 建立上課規矩與賞罰制度，並確實實施，才能使得討論教學更順利。
2. 針對個性內向的學生給予協助。教師或許可採取額外的獎勵制度，如發言有進步即給予口頭讚賞，以鼓勵他們多參與討論。教學前應給予適當的鼓勵與輔導，教學中及時給予協助與任務，使他們能較快融入討論的氣氛中。
3. 討論的問題不要太細，讓學生有發揮的空間。教師應選擇可引出重要概念的題目，再根據學生的回應提出應變問題，才不會使相同的討論結果一直重複出現。
4. 活動設計要根據學生性格特色做調整。例如較內向的班級，角色扮演的的方式或許較容易冷場，可考量以其他活動代替，或是慎選參與者，以避免教學中斷、學生不適應等問題產生。

(二) 未來的研究方向

本研究雖融入現今的環境議題進行討論，但與學生的生活經驗仍有一段距離，所以雖已了解環境問題與自然環境的改變息息相關，但學生對環境問題的體認還不是很深刻，建議之後的研究可加入周遭環境問題的討論，如近期新聞或地方環境問題訊息，讓他們更能體會到環境污染造成的危害是由全體人類承擔，使他們更懂得愛惜大自然。

陸、參考文獻

一、中文文獻

- 王麗娟、謝文豐 (2006)。生態保育。臺北市：揚智文化。
- 朱孝利 (1997)。論國小閱讀課之內涵及實施。國民教育，38 (2)，59-63。
- 江逸之 (2007)。全球都相信，閱讀就是競爭力。遠見雜誌，254，108-112。
- 汪靜明 (1998)。新自然哲學的生態保育思潮。主計月報 85 (4)，78-88。
- 林文寶、徐守濤、陳正治、蔡尚治 (1996)。兒童文學。臺北市：五南。
- 林孜懃 (2004)。構築自然的兒童文學——論傑洛德·杜瑞爾之「希臘三部曲」。臺東市：國立臺東大學兒童文學研究所碩士論文。
- 林明瑞 (1996)。國民小學環境教育概念之建構研究。臺中師院學報，10，393-434。
- 林寶山 (1990)。教學論：理論與方法。臺北市：五南。
- 晏涵文、劉潔心、邱詩揚 (1992)。臺灣地區高級職業學校環境教育現況調查研究 (1) ——共同科目環境教育教材內容分析。衛生教育論文集刊，5，67-83。
- 郝廣才 (1998)。油炸冰淇淋——繪本在臺灣的觀察。美育，91，11-18。
- 張湘君、葛琦霞 (1990)。開放教育總動員——25 本童書教學活動設計。臺北市：天衛文化。
- 教育部 (2000)。全國兒童閱讀運動實施計畫。臺北市：教育部。
- 許世璋 (2001)。論環境教育與環境行動。中等教育雙月刊，52 (2)，52-71。

- 陳定國譯 (1984)。小組討論的基本原理—如何使小組討論收到實效。品質管制月刊，20 (5)，36~39。
- 黃幸美 (1997)。兒童問答討論內容的意義性之評量。載於：國民小學數學新課程學習評量方法初探。臺北市：臺灣省國民學校教師研習會。
- 黃雲生 (1999)。兒童文學概論。臺北市：文津出版社。
- 楊式美 (1999)。讀者工作坊的理念與應用。中師圖書館館訊，25，4-7。
- 趙鏡中 (2004)。閱讀與討論：讀書會的基本功。載於：讀書會經營運作。臺中市：國立臺中圖書館。
- 劉美玲 (2002)。以繪本為媒介進行環境教學議題之研究。臺北市：臺北市立師範學院科學教育研究所碩士論文。
- 鵬來 (1998)。談兒童讀物與國小語文教學。國教世紀，180，50-53。

二、英文文獻

- Allman, S. A. (1972). *Identification of Environmental Education Conception for Inclusion in an Elementary School Curriculum*, Unpublished Dissertation, USA. The University of Nebraska.
- Butzow, C. M. & Butzow, J. W. (1999). *Exploring the environment through children's literature*. Englewood, Colorado: Teacher Ideals Press.
- Hynds, S. (1997). *On the brink : Negotiating literature and life with adolescents*. New York : Teachers College Press.
- King, A. (1994). Guiding knowledge construction in the classroom: effect of teaching children how to question and how to explain. *American Education Research_Journal*, 31(2), 338-368.
- Lehman, B.A., & Scharer, P.L. (1996). Reading alone, talking together: The role of discussion in developing literary awareness. *The Reading Teacher*, 50(1), 26-35.
- Lesley, M.M. & Linda B.G. (1996). *literature-Based Reading Instruction*. New York: Stenhouse Publisher.
- McMahon, S. (1997). Reading in the book club program .In S. McMahon & R. E. Raphael (Eds.), *The book club connection: Literacy learning and classroom talk* (pp. 47-68). New York: Teacher College Press.

小四自然與生活科技領域之補救教學 ～以「觀測月亮」單元之課室討論為例

Remedying the Teaching of Science and Technology Domain used
by Fourth Grade: A Case Study of Unit “Moon Observation”
discussed in the Classroom

黃志敘*
Zhi-Xu Huang

(收件日期 101 年 8 月 31 日；接受日期 101 年 10 月 30 日)

摘 要

在自然與生活科技領域的「觀測月亮」單元中，由於小四學生無法於預定時間內完成課程，使獲得的知識並不完整。因此本研究目的為補救教學的不足並發展有效學習策略，教師運用非直接教學方式之課室討論做為補救教學活動，在開放式教學的活動中藉由學生與學生、學生與教師間互動，激發思考和交換經驗，產生許多創新的想法及概念。研究者以觀察法及訪談法透過研究工具蒐集活動中相關資料並加以分析。研究結果發現在教師協助下學生發展出三種新的學習方法：1. 手勢判別月相方法。2. 手勢判別方位的方法。3. 手勢判別上、下弦月的方法。做為輔助學習及觀察月亮的有效利器，是為具體帶著走能力的展現。

關鍵詞：課室討論、月亮、補救教學

*國立臺南大學教育經營與管理研究所博士

Abstract

Because of time limits, the unit “Moon Observation” of Science and Technology could not be finished during the planned schedule, and thus fourth-grade students’ knowledge of this subject was incomplete. The purpose of research is to remedy the deficiency of students’ knowledge and then develop learning strategies. The researcher used classroom discussion of non-direct teaching methods as a remedying activity. In the open teaching activity, through classroom interaction and experience exchange among students, students and the teacher, several innovative ideas and concepts emerged. The researcher used the observation and interview method to collect data. At the end of the activity, the researcher integrated students’ ideas to develop new learning methods by analysis as follows: 1) using gestures to check the phase of the moon; 2) using gestures to check the position of the moon and 3) using gestures to check the first and third quarter of the moon. These methods can be an auxiliary tool for future study and are convenient and effective for moon observation. Further, use of such methods can help students to have ability of observation in their own life.

Key words: Classroom Discussion, Moon, Remedy Teaching.

壹、前言與研究背景

一、前言

在一連串的教育改革後，國民中小學九年一貫課程終於上路，其間雖然爭議不斷，跌跌撞撞，教育鬆綁、權力下放、教師專業自主、校本課程與統整課程，種種的措施及手段，都有一致的方向即讓孩子快樂學習與生活經驗結合，培養孩子帶著走的能力。但 Eisner (1986) 認為學校上課日是結構性破碎區塊 (the structured fragmentation of school day)，將一天時間切割許多區塊，在區塊中放入不同的教師、學生、科目、教室、教材，區塊和區塊各自分離互不相連，教師跟教師、科目及科目，節與節之間幾乎都各自獨立，彼此少有關聯，學校課程的規劃缺乏彈性及統整性，致使學生所學只是片段破碎的知識。小四自然與生活科技領域有關觀測月亮單元，由於課程設計、時間安排及教材教法均無法有效統整，學生學習到的知識並不完整。許多研究指出學生存有月亮的迷思概念，會影響學生在天文相關單元的學習的動機及造成教師教學的困難（王美芬，1994；呂惠紅，2010）。因此，在實際教學現場需有賴教師發揮專業技能及不斷地研究發展，突破人爲、教材、時空區塊界線的藩籬並且不斷地注入新的經驗及創造新的元素以豐富教師及學生「教」與「學」的情境。

二、月亮觀察在課程與教學所面臨的困境

在小學課程綱要中有關自然與生活科技領域學習應以探究和實作來進行，強調手腦並用、活動導向、設計與製作兼顧及知能與態度並重，以培養十大基本能力與科學素養爲最終目的（教育部，2008）。因此，欲使學生具自發性及科學性的知識與技能，必須培養科學的思考習慣和運用科學知識與技能以解決問題的能力（許民陽、林麗詩，2004）。小四有關「觀測月亮」之課程目標，主要在培養兒童長期觀察及整理記錄以發現結果，透過長期觀察，把月相的盈虧規律找出來，並避免用講述教學法直接揭示答案。內容則強調讓學生了解有關月亮傳說，培養兒童的想像力，觀察記錄月亮的高度，並能察覺月形會隨陰曆（非國曆）改變，經觀察、記錄、收集月形的變化的資料，歸納得知月相的盈虧昇落是有週期性的（牛頓，2005；康軒，2008；南一，2010）。因此，在學習情境中教師必須在教學上有所創新，培養學生主動探究、觀察、實驗、歸納及解決問題之能力，但在實際教學當中，常常因爲時間、空間、不易具體觀察等因素，造成教師教學的不便以及學生學習的困難（王佩蓮，2001）。在「觀測月亮」單元中，在教學情境中面臨許多的困難及挑戰，農曆每月約有 29 天，因此需要蒐集兩、三個月以上的記錄完整資料，才可以做比較、歸納、分析，以了解月亮的盈虧及相關的資訊。實際上由於時間、環境、天候、學生安全、家長的工作狀況…等因素，往往無法蒐集到足夠的資料可做比較分析，致使學生無法達到學習能力指標。在評量的壓力下，還是得仰賴教師的直接教學。因此，學生所學到的是記憶背誦的抽象知識，隨時間增加記憶保留遞減，無法反應在實際學習成果上，例如：月相變化左、右邊的亮部與農曆的日期混淆，雖然也運用多媒體、網路

及資訊融入以強化記憶各種月相形狀來應付考試，但只讓學生短暫保留印象隨時間增加其月相概念愈模糊及迷思！由多次評量結果得知，教與學是失敗的。

三、動機與目的

研究動機起因於「觀測月亮」單元課程目標無法於預定時間內達成及學生對月相存有迷思概念，經驗教師嘗試以課室討論進行補救教學，其目的是讓學生應用基本知識及不同的生活經驗來進行探索與追蹤，藉由教師與學生、學生與學生彼此交流溝通以激發異想天開的想法並在互動中尋求解決問題之道。歐用生 (2003) 強調課程不應只是經驗的模仿，需要激發學習者感覺、同理心及想像力。因此，為補救學生學習不足及提升學習的動機，探究教學過程中學生所面臨的問題並尋求解決方法，以提供孩子最具成效之學習情境。綜合上述，本研究的目的有二：（一）以課室討論做為補救在教學不足之可行性；（二）以課室討論發展學習策略以解決兒童在月相判別的迷思概念。

貳、文獻探討

在教育現場應嘗試多元的教學方式，以課室討論教學活動需考慮學生、教師、教材及實際的生活情境。因此思考以下幾個面向，做為補救教學的理論基礎：

一、補救教學之意涵

在傳統教學觀念上普遍認為補救教學最主要是針對學業低成就 (under achievement) 的學生，因缺乏學習機會、文化不利、經濟不利、學習障礙等環境與個人因素，所進行積極性的差別待遇，以彌補學生學習落後之進度，並能加強學生學習能力與成效，也能幫助低成就學生恢復對學習的信心。相對地補救教學的應用則反而較忽略因教學不足、課程設計的影響及非低成就學生學習成效的問題。

Julie 與 Ruby(2006) 研究指出補救教學可以幫助學生發展並整合學習策略，有效地解決原本學習困難或無法解決的問題。補救教學型態可分為直接教學法、精熟教學、個別化教學、合作學習，需依不同的情況選擇適當的教學策略，方能有效幫助學生學習 (Slavin, 1989; McLaughlin & Vacha, 1992)。杜正治 (1993) 研究指出常用的教學課程內容計有補償性 (compensatory)、導生式 (tutorial)、適性 (adaptive)、補充式 (supplemental)、加強基礎性 (basic skills) 及學習策略 (learning strategies training) 等課程類型，因此在補救教學的應用要依教師、學生、課程、教學、教材、情境的不同採用不同教學課程類型。不同的補救教學模式有其適用性及侷限性，教師需依學生的能力、興趣及需要，彈性靈活應用模式並組織合適教材，做最有效的學習，採用個別化教學要關注學生的個別差異，而小組討論、合作學習則強調透過小組內合作以精熟學習內容。而課室討論的過程中是另一種形式的合作學習，其範圍除了學生間的合作外，更可擴大師生間的互動機會及增加學習的廣度，有利激發不同解決問題策略並有助於澄清學生迷思的概念及重建正確的概念。

補救教學是針對學生的學習困難及不足進行診斷，是一種「教學－評量－再教學－再評量」的循環歷程，並依診斷結果設計合宜課程，提供有效教學策略與方法，幫助學生克服學習障礙並增加學習的成就感及信心（洪清一，1993；張新仁，2001）。補救教學也需因應不同的教學情境，過程中不只限於低成就學生教學的單一模式，而是一種動態、非線性、跨界、混種、統整多元的綜合體，唯有彈性、靈活應用教學策略才足以適應現代多變、多元的教育環境。

二、課室討論相關意涵

認知心理學及符號互動論的觀點認為透過溝通和討論可讓兒童與他人相互辯證，促成自我調整，有助概念的澄清和擴展。課室討論最主要發生在合作學習的小組中，它是特殊的教學程序或被使用在一些教學模式的策略，運用團體氣氛，促使學生相互幫助、利益與共、團結一致，使兒童均能達到學習效果（林進材，2003）。對兒童來說，運用語言去表達思想是很自然的反應，談話是他們認識世界的方法，兒童非正式的學習，常是伴隨著不斷的談話而產生的（Andrews, 1997; Mason, 1998）。教師要了解在教室進行的事情，除了觀察外尚需透過和學生互動及語言的對話。Cazden (1988) 研究指出說話是許多教學的媒介，學生也可以對教師展示他學到多少。討論能讓教師與學生或學生與學生透過談話來分享想法及意見，也可以提供機會去監控他們自己想法並讓教師修正學生不正確的推理。討論有別於直接教學法，藉由相互對話及溝通，來檢驗他們如何了解特殊想法或概念，並以問題用於刺激討論，通常應用在比較高階的認知。江志正 (1998) 認為，教師應拋棄說教式的教學方式，以啟發、討論、辯論、溝通等方式，保持課程進行的彈性，透過多元參與、理性溝通，使學生能有發展自我主體性的機會。蔡文煥 (1991) 研究認為，經過深思討論的整班教學，也能夠產生像小組教學一樣甚至於更好的效果。因此課室討論也是交互教學法的應用，強調人與人之間的互動，在教學活動進行中，透過教學過程的師生對話與師生之間的互動，提昇對教學內容認知及學習動機（Pailincsar & Brown, 1984）。張美玉與吳玉明 (1999) 的研究指出，提供足夠學生小組討論或是全班共同討論的情境，有助於提昇學生在問題解決方面的能力。朱則剛 (1996) 研究指出，讓學生透過問題的思考、資料蒐集、分析、設計解決方案，討論及分享等活動，主動參與學習，強調發現式、問題解決的建構學習活動。在課室討論中發現學生解題呈現多元化，在師生互動中，豐富的對談及課室觀察，了解學生的想法以修正評量方式和教學策略（黃志敘，2005）。Yang (2003) 研究指出，小組討論和課室發表，有助於兒童的解決問題活動，經由腦力激盪而發展出不同的解題途徑，讓不同程度兒童增加學習機會，分享不同的解題策略並且穩固自己的概念。此外，師生互動中，教師可發揮專業技能及整合能力，發現討論當中學生的想法及迷思概念，除了可以做為改進教學的參考外，更可針對問題提出因應的對策，以及發展創新的教學方法。

三、以課室討論進行補救教學

課室討論注重師生之間的互動，但是教師過度掌握了課室對話的型式和快速對話的步調，反而對學生是有害的。課室討論是另類的間接教學法，但實務教學上，因學校排定課程計畫下，進行課室討論通常是受到時間因素的影響而不易實施的。而課室對話的型式和步調，有賴經驗教師有效整合，過猶不及均無法顯示教學效果。因此進行課室討論之前，教師需考慮目的、學生、方法並有計畫及準備 (Arends, 2004)。

在課室討論進行時，教師需運用專業引導學生討論，教師應隨時注意學生討論中的對話，保持追蹤、鼓勵參與及保留可觀察的記錄。傳統的教室裡強調學習者沉默是金的觀念，學生僅能單向地從教師的教學活動學習，但合作的教室學習需要同儕間建設性的對談，重視雙向互動與溝通的重要性，師生可以透過交談、討論方式進行學習活動，讓學生可以自由詢問和表達意見的機會，並鼓勵學生自我探索，以瞭解自己的思考歷程（林進材，2007）。此外強調自由和開放的討論情境，使教師較能聽到在學生想什麼？並對學生的想法做出判斷。教師更應持續引發學生新的的好奇心，增強學習動機並能在學習中獲得滿足感（楊忠斌，2009）。而課室討論雖是班級為單位的教學，但其應用方式卻是多元且具彈性的，在一個異質性的團體進行合作學習，教師可依教學需要靈活使用，尤其是補救教學對象人數可多、可少，例如學生對課程概念不清楚或進度落後以全班師生互動及腦力激盪的討論方式來澄清問題及解決問題並且補足進度，而低成就學生也可以採小群體的課室討論方式進行各種的補救教學活動。

在牛頓、康軒、南一版等自然與生活科技教材的「觀測月亮」單元中，利用個人雙手的拳頭數，便可簡單測出月亮相對的高度，肢體變成方便的測量工具，學生不但易學也容易提昇學習的動機，並且達到學習的效果。類似的例子如國曆月份大小，利用手指凸處代表大月，指間凹處代表小月，從食指算到小指再從小指算回來，利用簡單肢體動作使手指和月份的關係緊密連結在一起，現今判定月份大小時，還在借用這最原始的工具。此外，常見應用物理學習的佛萊明左手定理 (Fleming's left-hand rule) 及安培右手定則 (Ampere's right-hand rule) 等，藉用肢體手勢判斷電流、磁場及導體受力方向的輔助學習工具，更是生活中及學術研究不可或缺的輔助工具。Eisner(1985a, 1985b) 為避免教師教學思考單方面偏向工具理性 (instrumental rationality)，僵化成為機械性的行為，鼓勵教師教學要有創造性，並把教學當作是一種藝術，使其具彈性與多元化，並能反應真實的教學情境。因此，利用課室討論可使學生在多元互動課程中激發學生的想像力，透過意象 (the image) 來學習，使學生對於教材形成明確、生動影像，更有助於學生概念的保留 (Dewey, 1981)。採課室討論之補救教學其目的嘗試不同教學方式，使學生多點想像的空間，並考慮學生經驗、能力並選擇適當的方法，有計畫準備發展策略來解決問題。

四、自然與生活科技領域學習情境

自然與生活科技領域在方法或研究方向往往先有目標、目的，接著計劃使用手段以達成目標，因目的可以控制、預測，通常先於手段之前。Eisner(2002) 在「藝術做科學」文

章中指出，科學研究也可以先有手段，因藝術做判斷方面是較缺乏規則的，必須依賴感覺、注意細微差別、評估選擇許多可能的結果，並修正做選擇，逐漸使這關係剛好符合需要 (rightness of fit)。因此不要開始就期待要有很好成果，兒童的知識潛能都超乎成人世界的想像，不必要把成人世界的目的強加在兒童身上。因此以 Eisner 的觀點，應用藝術於科學研究中的目的，可以在手段之後，要有變通性而不必拘泥先前的目的，有經驗的教師知道對學生最好的方式，不必受限於課程計畫。所以教師最了解環境對學生有潛在的影響力，應突破傳統教室制式環境的安排，創造出有利於學生學習的教室環境，教學是科學也可以是藝術。藝術與審美具有調適課程工具理性的功能，在未來的教學方向將帶來更多元、更寬廣的視野 (Eisner, 1991; Grumet, 1978)。

目前課程發展趨勢朝向新的認同，注重主體、多元、跨界、混種、創新 (Pinar, 1998)。課程的思維不僅侷限固定跑道，只重目的及追求預先的結果，也要多方注意旅途中未預期的、驚奇的、愉悅的、混沌的、複雜的經驗特質，容許突破傳統模式及個體創新意念 (涂志賢, 2009)。但是在許多教學現場的課程設計，依然受到工具理性所宰制，在目的與手段、控制與效率固定的框架上，顯然是難以跨越邊界，做有效的突破及創新。因此，根據許民陽 (2002) 研究指出教師能透過適當的教學方法與歷程，使學生習得科學知識及培養基本能力，達成預定的學習目標，為九年一貫課程最基本之精神。

月亮充滿著詭奇神秘的週期性變化，自古至今帶給人類許多想像空間，人類因夢想而偉大，而這些夢想的實現有許多概念是來自觀測月亮所啟發。如古代詩人李白、現代太空科學發展…等，它是人類的好伙伴，始終忠實圍繞在我們四週，並提供許多的回憶及樂趣豐富人類的生活！月亮和人類產生多元關係，如月亮的科學、神話和民間傳說、詩歌和怪事等話題，同時也提供各種想像及月亮的故事 (嚴洋洋譯, 2007)。小四有關月亮能力指標為長期持續觀察月相，發現月相盈虧，具有週期性 (教育部, 2008)。雖然各版本教科書所提供相關教材非常豐富，光碟、動畫、掛圖及資訊融入教學等多種方式，但學生卻無法把所見影像模型的月相轉化成紙上的月相圖 (王美芬, 1992)。李曉雯 (2001) 研究指出學生常無法說明月相盈虧順序及發生的日期。而賴瑞芳 (2002) 研究認為學生常誤認為農曆上半個月，月亮光亮的部分在東邊；而下半個月則西邊，因概念迷思導致學生在月相概念試題在作答時容易以猜測方式進行。陳翠雯 (2003) 研究影響學生學習月相概念的學習成效，認為具體模型刺激對於學生月相概念中的移動位置與月相成因成效較佳，而視覺刺激對於學生學習月相變化成效較佳。蘇偉昭 (2004) 研究指出，天象觀測原本就是三度空間的問題，也應回歸三度空間的方式來教學與學習。

許多天文知識過於抽象難以理解及應用，會使學生降低學習的動機！畢竟知識的獲得來自學習者所處的情境成效最大，若與情境脫離則所學的知識將是破碎、分離、不完整而且是失敗的 (Brown, Collins & Duguid, 1989)。但天文知識浩瀚無涯難以窮盡，提升兒童學習的興趣乃是當務之急！因此，自然與生活科技領域課程也應朝多元典範發展，理論與實務，質量並重，科學與藝術，多方思考、多方融入統整均可跨界、混種並且創新，以豐富人類的想像空間，實際應用於日常生活之中，使人類的生活經驗充實，並提升人類的文化素養。

參、研究方法

一、研究情境

學生在觀測月亮的單元，需進行觀察、記錄月亮形狀的變化，常因氣候、時間、環境等問題，因為所收集是單月份零碎、不完整的資料很難完整歸納及觀察出月亮形狀變化的規則。學生為了應付考試只好死記起來，然而月亮形狀常呈現對稱的方式很容易混淆，若無法清楚辨別且答錯比率相當高其形成的迷思概念將影響往後兒童在有關月相的學習！

本研究以課室討論方式以進行補救教學，在開放式教學的活動中藉由學生與學生、學生與教師間互動，激發思考和交換經驗。研究者以觀察法以對研究情境有關問題理解及掌控，並以訪談法深入了解學生對月相的知覺、想法、困難與所需的協助，透過研究工具蒐集活動中相關資料。藉此研究分析教與學所面臨的困境及發展學習策略以解決兒童在月相判別的低正確率的問題

二、研究參與對象

研究的對象以雲林縣沿海某國小四年級學生，連續三年以四年級甲班（99 甲、98 甲、97 甲）為研究樣本，學生人數依序為 30、28、29 人，採全班參與課室討論教學方式，因具有異質性特性有利於合作學習。98 學年四甲 25 號學生以 98S25 為代表，研究者即教學者以 T 為代表及參與研究自然領域的二位教師為林老師和蘇老師。

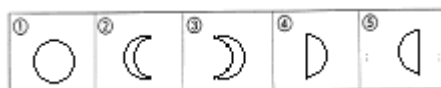
三、研究限制

研究限制為補救教學時間的問題，因研究者為科任教師，只能直接利用各單元空檔時間，隨機且及時進行課室討論，時間長短並無法固定，從民國 97 年 9 月起至 100 年 12 月止。因研究對象為跨年度的小四學生，前、後測學生樣本不同。

四、研究工具

研究工具為教師日誌、觀察紀錄、錄影、錄音、學生學習檔案資料與教學活動的設計問題如下：

問題一：月亮的圓缺和農曆日期的關係，請依照下面的農曆日期，填入可能出現的月形編號？



1. () 農曆二十三
2. () 農曆初七
3. () 農曆十五
4. () 農曆初三
5. () 農曆二十七

五、資料蒐集及分析

教學活動自 97 年 10 月至 100 年 5 月，利用各課程空檔時間以課室討論方式進行補救教學，利用前述研究工具問題一，在教學後及各次評量以五種月相變化隨機進行評量，以每一種月相答對數除以全班人數為其答對率，蒐集資料並整理分析，如（表 1）為 97 年度小四學生依課程規劃進行教學在經歷 4 次對月相判別評量的結果！

表 1 觀察 97 甲班學生（29 人）不同時間評量答對率表

月相	農曆 15 日	農曆 27 日	農曆 3 日	農曆 7 日	農曆 23 日
傳統講述法	93%	55%	62%	72%	58%
第一次評量	93%	62%	65%	76%	69%
1 個月後評量	83%	24%	31%	44%	38%
6 個月後評量	79%	17%	27%	38%	24%

註：月形亮部在農曆 27 日和農曆 3 日、農曆 7 日和農曆 23 日非常相像且對稱，因此會造成辨別上的混淆！

信度及效度方面，97 甲、99 甲不同年度學生在「觀測月亮」單元以傳統講述法進行教學後由表 1 及表 2 評量答對率為 $(93\% + 55\% + 62\% + 72\% + 58\%) / 5 = 68\%$ 、 $(96\% + 50\% + 60\% + 70\% + 60\%) / 5 = 67.2\%$ ，顯示不同學生樣本在本單元活動設計表現具有一致性。研究中以課室討論進行補救教學活動後，在第一次、一個月後、六個月後的評量活動學生答對率顯著高於未處理前，顯示教學活動設計及教學活動具有效度。此外，藉由小五學生在小四時全班所討論妙招使用在觀測月亮時，對月相概念清楚的表現亦可顯示課室討論教學成效。

由於傳統講述法使學生學習的結果令人失望，抽象概念知識若勉強記憶，保留在腦海中的時間將是非常短暫的，為了達成較穩固的學習能力，發展一些有利於判別月相形狀、方位、日期的方法是值得嘗試的。因此，藉由課室討論在教師與學生互動中激發學生想像力，期盼能發展出能判別月形簡便的方法可能性。例如：98 甲學生所討論的問題中，「是否有什麼方法能像拳頭數法，很容易便可判斷月亮位置的高低？」、「是否有什麼方法能像四根手指凸、凹處，利用簡單肢體動作便能輕鬆做國曆月份大小的判斷？」透過討論對話內容進行溝通了解及腦力激盪以激發兒童天真的想法，來探討「月亮觀測」在教與學所面臨的困境及發展學習策略以解決兒童在月相判別的迷思概念。

肆、研究過程與結果

正如學者專家所言，課室討論是未預期的、驚奇的、複雜的經驗特質，教師心中是有所期待而不敢過度樂觀，但是旅途中也唯有親身去體驗，才能享受過程中的酸甜苦辣！

一、從一個帶著走能力實例說起

一位小五學生，得意洋洋地跑向自然科任老師述說前晚光榮的事蹟，並且告訴老師說：「以前上過自然課有關月形的變化判別，姊姊竟然都不會，而我如神機妙算般，看到月形就知道農曆的日期，家人都對我刮目相看！」。某一夜晚，小晉在車上望著窗外的天空述說和家人對話情形：

小晉：今天是農曆八日！

媽媽：你怎知道今天是農曆八日？

小晉：我是神機妙算！

媽媽：啊！你一定看過日曆才知道今天是農曆八日？

小晉：四年級自然課有學過月相的變化！

媽媽：過了這麼久！還記得啊！姊姊（現是國一）妳也學過，知道今天是農曆幾日嗎？

姊姊：我已經忘記了！弟弟，說說看你怎麼猜的？

小晉：我不是用猜的！觀察月亮的形狀我就知道農曆幾日了！

姊姊：少蓋了！

小晉：這是我們班上共同討論出來的絕招！

小晉都已經小五了，對於小四學過「觀測月亮」單元的月形的變化和農曆之間的關係，概念還是很清楚，兩位小朋友都曾在小四時上過有關月亮的課程，姊姊在自然領域學業成就優於弟弟，但是姊姊已經不清楚月形變化和農曆的關係了！王美芬 (1992) 研究指出五、六年級學生有月相迷思概念，對於以月相決定農曆日期均感困惑且對於月相的變化順序沒有把握！

二、教師的反思及行動

教學過程中教師除了解學生先備經驗外，會透過各種多元的評量方式，以診斷及評鑑教學的成果，做為改進教學的參考。當「觀測月亮」單元結束一個月後，口頭評量有關月亮相關問題時，多數的學生已經忘記月形變化和農曆日期的關係。許多研究指出四年級學生無法分清楚各月形與農曆日期的關係，常將月亮盈虧的順序弄相反，無法分辨及搞混上弦月和下弦月、眉月等，左、右光亮的部份（王美芬，1991；劉伍貞，1996）。

許多教師都認為這是一個正常的現象，小孩子嘛！如果沒一直強調或不斷複習，一定很快的遺忘。但研究者卻有不同的想法，一方面覺得教學及教材一定有某方面的不足，另一方面也覺得不可因此放棄。於是研究者利用空檔時間進行補救教學課程，在不增加學生負擔的原則下，採輕鬆互動式對話及多向的溝通的課室討論方式進行。

三、課室討論之補救教學

學校的課程依教學計畫有一定的時間及進度，若要進行補救教學活動，有賴教師利用各單元空檔進行有效安排及整合。而課室討論容許每個學生都有機會表達自己的想法，在教師引導下熱烈的進行互動討論，許多概念的形成、想像的創意，彷彿是航向充滿希望而未知的旅程，充滿著期待、創新探索的樂趣！

97S05：農曆 8 日和 23 日，月亮形狀完全一樣像雙胞胎，很容易搞錯！

97S21：老師！我每次都搞混了！

T：對啊！所以大家討論一下，有哪些方法能把月相分清楚！

97S09：要常常複習，回家多查資料！

97S17：要動手畫一畫，印象會比較深！

97S24：要有恒心！每天記得觀察月亮！

T：97S06！你有天天觀察月亮嗎？

97S06：沒有！因為功課多又常常看不到月亮！

97S13：每次要觀察時，不是陰天就是下雨！

97S26：爸、媽要工作沒時間陪我觀察！

97S02：我家附近沒有適當的觀察地點！

在眾多雜亂討論中，學生你一言、我一語，討論活動中學生言談內容通常大部份是非建設性的，如上述對話中很難立即歸納出問題的焦點。但也期待有意外的驚喜，能像科學辦案般找到一些蛛絲馬跡，最後成為破案的關鍵。因此，在討論過程中學生分享彼此的想法及見解，藉由相互腦力激盪來修正自己與他人迷思概念並激發出新的想法。除了秩序維持外，教師需有適當的引導及計畫，才不致於過度偏離主題，更需發揮整合能力，將分散零碎的資訊轉化成有意義的教學內容。

四、課室討論之新發現

課室討論進行中無法避免的秩序較難掌控！但在一個過度壓抑的環境中，學生並無法敞開心胸暢所欲言，反而會有害創新想法。因此，容許課室內一些衝突與爭辯的發生，使學生能藉由互動、對話以增進自我反省及澄清觀念的機會（Hird, 1999）。過程中發現學生有許多言語及月相概念的衝突，在自由開放教學的情境中，不可避免地充滿著喧嘩吵雜，教師需運用討論教學策略適時指導學生表達技巧及澄清有衝突概念，並藉用多部攝影機以輔助教學資料的收集，記錄學生在討論中各種對話及互動的情形，在資料分析、比對後，發現學生變得願意表達意見及勇於發聲，能發揮想像力並表達許多不同創新的想法！

98S14：我覺得我的手勢和月亮形狀有點像！

T：手勢和月亮有什麼關係？

98S14：我發現右手和農曆 8 日形狀很像，左手和農曆 23 日很像！

98S22：那左右手合起來不就像一個滿月了嗎？

98S26：你看左手代表左邊亮，右手代表右邊亮，雙手合併代表滿月農曆 15 日，
1~14 日是右邊亮，16~29 日代表左邊亮，像這樣！（圖 1）



圖 1 手勢與月相

98S16：對！對！如果我們將農曆 1~29 數字由右向左排列，配合月亮的形狀排列，及 98S26 的手勢的排列（圖 2）。

月亮盈缺因與地球、太陽相對位置變化所影響，右邊亮部面積隨日期增加而增加，農曆 15 日後換右邊出現陰影，隨日期增加而增大，相對地左邊亮部隨日期增加而減少，因此學生也發現了月相、農曆日期與手勢關係！

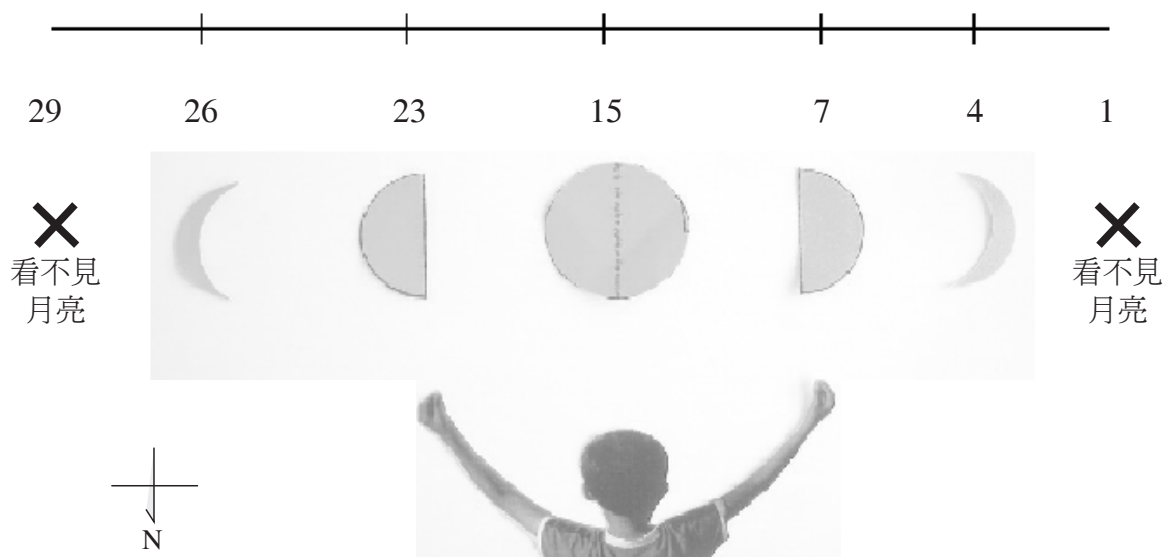


圖 2 農曆 1 至 29 日，由右至左依序排列

T：請 98S08 示範給同學看！

98S08：首先雙手半圓狀合併便形成一個圓，以農曆 15 日為準，當分離時右半圓表

15 日前是右邊亮，表 15 日後是左邊亮。

T：那你怎麼應用呢？

98S01：月亮形狀由右邊開始亮，看不見（朔）→眉形新月（右亮）→上弦半月（右亮）→滿月（望）→半月（左亮）→眉形殘月（左亮）→不見（朔）。

98S07：老師！其實也不用那麼麻煩，只要藉用左、右手（圖 2），先比對月亮亮部方向，右邊是增加中，左邊是亮部減少中，就很容易判別了！

在討論中學生提出不同想法及方法，研究者試著整理及歸納對話的內容：

○ 是否和  的兩手合併形狀很像呢？滿月是農曆 15、16 日。

D 是否和  的右手形很像呢？學生便容易知道右邊亮是農曆 15 日前的 7、8 日。

⌋ 是否和  的左手形很像呢？左邊亮是農曆 15 日後的 22、23 日。

⌋ 是學生用  測試為右邊亮部，綜合（圖 2）結果，農曆 15 日前是亮部是由小到大逐漸增加中，而且還不到 D 農曆 7 日，因此可約略判斷為農曆 3、4 日。

⌋ 學生便容易知道左邊亮是 15 日後，而且亮的部分比一半少，而左邊亮逐漸消失中，而且比 23 日 ⌋ 亮部還要少，所以可以判斷出 27 日。

利用課室討論最初的目的只是做為補救教學的方法之一，但是學生運用想像力察覺月相變化和手勢的關係，研究者在月相變化常因月形左右對稱而搞混，討論中發現利用簡單手勢做為觀察月相的輔助工具，可以提升學生學習的樂趣及效果，也可以加深兒童學習的印象及長期記憶。觀察月亮有最方便手勢輔助工具，當舉頭望明月時，忘了今夕是何時，隨時舉起左、右手檢核天上月相，你就不會猶豫不決、左右不分了！自然領域有許多現象及概念，學生當下要了解？是有困難的，因此若能將部分概念轉化類比自己經歷過的具體事實，更容易使學生概念同化（戴翠華、張靜儀，2002）。

五、課室討論之連鎖反應

由課室討論互動中，一個小小刺激會激盪出一連串不同想法及創新的模式。

（一）利用手臂畫弧，可由月亮運行的軌跡判定方位

月亮運行由東方升起經南方天空在西方落下，利用拳頭數的多寡約略判斷月亮所在位置的高低，這是利用肢體來輔助觀察月亮的工具，在課室討論中教師持續觀察到學生豐富的想像力！

98S04：老師！月亮由東升起經過南方的天空在西邊落下，只要面向南方的天空，利用左、右手檢核天上月相位置，對準後依月亮行運行軌跡畫個半圓，左邊即東方，右邊即西方，最高點是南方。(圖3)

T：嗯！有道理！

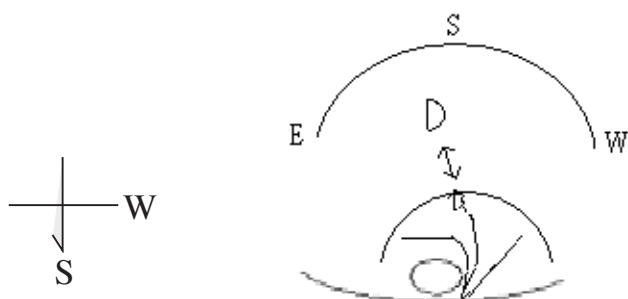


圖3 手臂畫弧判定方位

學生以手勢對準月亮的位置並以手臂為半徑循著月亮升降的軌跡，面向南方畫個半圓弧，弧底左邊即東方，右邊即西方，半圓弧的最高點是南方，方位得以確定。因此，利用手勢與月亮相對位置也可以用來判定所在的方位。在課室討論中學生也由網路資料中討論到「月亮亮部是指向何方？」的問題，發現這些問題的困惑來自閱讀地圖方位的東、西方向的迷思概念，農曆8日若以地圖方位概念來判斷亮部指向何方時，其顯示位置如(圖4)是亮部是朝向東邊。



圖4 地圖判別月相

所以常會誤認為農曆8日亮部是指向東邊，由於對地圖的方位印象，以及缺乏現場實境方位感的認知，多重不利的干擾下所形成的迷思概念！邱美虹與陳英嫻（1995）研究指出學生對月亮、地球、太陽之間空間關係及相對位置的認知會影響月相概念的建構！因此，只要依實境的方位(圖5)操作一下，便會豁然開朗！農曆15日前，舉起半圓形右手，亮部是指向西方的！



圖5 實境判別月相亮部向西邊

(二) 手勢亦可輔助判別上弦月和下弦月及方位

在補救教學活動旅程中更許多預想不到的發現！部分教科書在「觀測月亮」單元中提到利用月亮表面明暗的分佈，畫成一隻兔子的形狀，若月亮呈半圓形狀態，看到兔子耳朵便稱上弦月，看到兔子身體便稱下弦月。但教學過程中，發現學生對月亮表面想像的圖像差異甚大非只有兔子形狀，又該如何判斷上弦月或下弦月？針對這個問題，學生和教師有著同樣的困擾，利用討論中左、右手半圓的形狀來判斷，結果令人驚訝的發現，學生很容易判斷出何者為上弦月或下弦月的月形（圖 6、圖 7）！利用已討論歸納出的規則，了解右邊亮且半圓形是農曆 7、8 日，面向南方天空，月亮由東升起經南方天空向西邊落下運行軌跡，採用右手勢和上弦月運行的形狀跟位置完全吻合（圖 6），採用左手勢和下弦月也是吻合（圖 7）。透過左、右手進行月相輔助判別，有效地解決弦月判別的困擾，經蘇老師和林老師試用後也肯定此方法深具可行性及方便性。

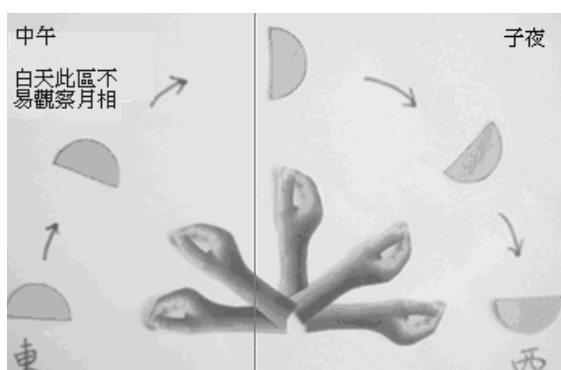


圖 6 右手和上弦月運行軌跡

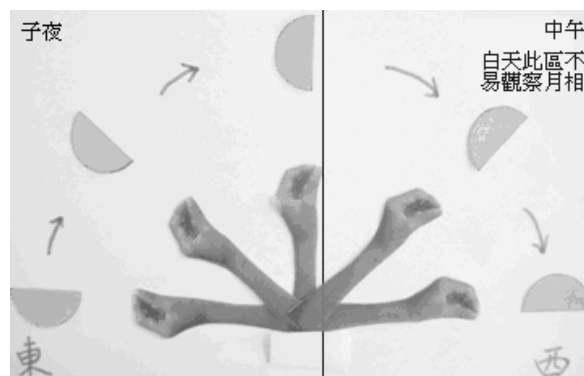


圖 7 左手和下弦月運行軌跡

此外，學生發現雖然上弦月大部亮部是指向西方，弦月亮部弧中點方向並非一直指向西方，而是先偏上→向西→偏下（圖 6），下弦月亮部是先偏下→向東→偏上（圖 7）。在學生與教師相互溝通交流後修正了月相亮部單純指向東、西的想法。由於陽光影響觀察上弦月只在上半夜才看到，下弦月則在下半夜出現，因此只能觀察到局部運行軌跡。但由東升西落的規律運動中「手勢判別弦月」法，仍是提供「觀察月亮」容易、方便的輔助工具。此法亦可做為輔助方位判斷，例如：觀察到  的月相，以左、右雙手檢測得知跟  相似，得知半月形、右邊亮是農曆 8 日（圖 2），上弦月方位約西南方（圖 6），而同樣情形也適用於眉形新月、眉形殘月、盈凸月、虧凸月等所有的月相。學生經腦力激盪及多向的討論交流，使原本抽象月相變化融合肢體動作做為判斷工具，可應用於日常生活中相關農曆的節慶、節氣、節令、野外登山、露營等方位的判斷及海水潮汐推算，成為名符其實「帶著走」的能力。學生有豐富的想像力及創造力的潛能，雖然所知有限較缺乏成熟的整合能力，教師專業能力卻可補充這方面的不足，透過師生互動及長時間資料收集，拋開目的與手段的枷鎖，更能在無宰制的學習情境，盡情的揮灑、探索未知的世界進而產生許多想像及創新的方法，使學生及教師找到另外一片「教」與「學」的天空。

六、課室討論後之學生評鑑及回饋

透過研究者將課室許多有價值的資料歸納整合後，讓學生實際操作解決所面臨的問題，並親自體驗自己努力的成果，在探索中所獲得寶貴的結果，更可以提供學弟妹學習的參考。以下為 98 年度小四學生課室討論結果應用於 99 年度小四學生教學活動後，學生們的一些反應及感想！

99S11：用手勢判斷實在太棒了！對於月亮是左邊亮或右邊亮不會再跟農曆日期搞混了！

99S25：沒有利用手勢前覺得要記住月相很難！利用手勢來幫助判別後，卻變簡單多了！

99S04：老師！我看到月亮形狀馬上知道農曆幾日？上弦月或下弦月？

99S02：○ 盈凸月因右部亮，15 日前其亮部是逐漸增加中，所以日期比  多而比  小，介於 8~15 日之間，我推斷約農曆 11 日。

99S017：○ 虧凸月因左部亮，日期比  15 日大而且逐漸縮小中，尚未縮至 ，日期應介於 15~23 日之間，我認為約是農曆 20 日。

表 2 觀察 99 甲班學生（30 人）不同時間答對率評量表

月相	農曆 15 日	農曆 27 日	農曆 3 日	農曆 7 日	農曆 23 日
傳統講述法	96%	50%	60%	70%	60%
課室討論法	100%	95%	90%	93%	90%
第 1 次評量	100%	95%	90%	95%	90%
1 個月後評量	100%	95%	86%	90%	86%
6 個月後評量	100%	90%	86%	90%	83%

註：農曆 27 日和農曆 3 日、農曆 7 日和農曆 23 日，因使用月形判斷法做為月相的輔助工具，提升判別的正确性及方便性！

不同的教學方法對學生有不同程度影響，在數學領域中有關數列尋找樣式 (pattern) 的模式，從過程中培養解題技能並獲得數學知識，天文知識包含許多未知的抽象概念，除了科學探究外也需有想像空間，在課室討論過程中所衍生的問題及方法，雖是片斷、零散的，但卻是構成 pattern 的重要來源及元素。因此，是否被採用均都具有同樣的價值。黃政傑與李隆盛 (1993) 認為，真正的教學情境比想像中複雜，教學者必須能科學地和藝術地選擇，以及組織相關的教學方法並且加以運用，才能達到預定的教學效果。若能在科學中融入藝術的想像，將使研究的旅程更加的寬廣無限！教師在教學歷程中，應善用多元教學方法以提升教學效能。將研究結果應用於 99 年度小四學生。教學後，在評量上所獲得的

成果可獲得印證（表 2），由於利用手勢判別的輔助工具，觀察月相變容易了，兒童的學習困擾降低，學習動機自然增高、有成就感，更有興趣去探求更多和月相相關的天文的資訊。課室討論中所發展出的學習策略，可以提供課程設計參考，促進教與學多面向的發展！

伍、結論與建議

一、結論

以課室討論的補救教學過程中研究者發現學生參與性高且具創意的潛能、主動發現問題及尋求解決問題，學習動機增強並補充直接教學的不足，由 97、99 學年的小四學生對於月相判別的答對率（表 1、表 2）可看出，採傳統講述教學法 97、99 年度小四學生對月相判斷正確率差異不大，但採用課室討論進行補救教學後，99 學年學生在第一次評量及一個月及六個月後再評量的結果，其答對率明顯比 97 學年的學生高，顯示以課室討論中學生所發展出學習策略有助於提升對月相判別的學習及記憶保留。研究結果對教學現場產生啟發作用，學習若只注重目標的達成，而不注意旅程中所帶來的經驗，不但使學習變得呆板僵化，降低學習的興趣及動機，而單一教學的方法更難以啟發學生心靈及多元發展的創新的能力，在補救教學的過程中透過「教學－評量－再教學－再評量」的循環歷程發展出不同學習效果，連帶也刺激教師們僵化的教學活動，使「教」與「學」能夠成長，提昇教學品質。

研究中發現學生在討論中豐富彼此的知識、澄清問題的迷思概念及分享不同解決問題的策略。除了補救「觀測月亮」單元教學不足的部分，過程中發展下列創新想法：

- （一）手勢判別月相方法；
- （二）手勢判別方位的方法；
- （三）手勢判別上、下弦月及方位的方法。

這些輔助學習的簡便方法及策略，都是非預期所發展出來的。因此，當課程無法在預定規劃時程完成時，應持續關注未完成學習單元，彈性使用課室討論以激發學生創新的潛能，來做為補救教學是可行且有效果的！

二、建議

根據本研究的結果，提出以下的建議，以做為教學及未來研究參考：

- （一）課程及教材設計須考慮安全性、可行性及普遍性，並利用多元教學方法提昇學生學習動機，持續關注學生學習後成果。
- （二）並不建議一開始就使用手勢判別月相方法，教學活動中觀察、記錄、實作的過程是必需的，可在正常教學後做為強化及輔助月相概念的學習。

課程與教學非固定不能變動的，除了考慮學生的能力及興趣，要注意學生的反應，遇到問題及困難時需有所行動進行研究改善，一方面改進教學方法並促進教師專業成長，另一方面提升學生學習效率及學習興趣，培養學生勇於面對問題、解決問題的「帶著走」的能力。

參考文獻

一、中文部分

- 王美芬 (1991)。小學生所具有的月亮迷思概念。臺灣省第二屆教育學術論文發表會。數理教育組論文集，380-391。
- 王美芬 (1992)。我國五、六年級學生有關月亮錯誤概念的診斷及補救教學策略的應用。臺北市立師範學院學報，23，357-380。
- 王美芬 (1994)。職前教師所具有的月亮錯誤概念診斷。臺北市立師範學院學報，25，465-482。
- 王佩蓮 (2001)。資訊融入自然與科技領域教學。教師天地，112，59-64。
- 牛頓版第三冊 (2005)。自然與生活科技教學指引。臺北：育橋文教。
- 朱則剛 (1996)。建構主義知識論對教學與教學研究的意義。教育研究雙月刊，49，39-45。
- 江志正 (1998)。哈伯瑪斯溝通行動理論及其在學校教育上的啓思。臺中師院學報，12，103-125。
- 杜正治 (1993)。補救教學的實施。載於李永吟（主編），學習輔導（頁 397-428）。臺北：心理。
- 李曉雯 (2001)。國小四年級學生「月相」迷思概念之研究。臺南師範學院國民教育研究所碩士論文，未出版，臺南市。
- 呂惠紅 (2010)。國小月相概念教學策略對學生學習成就與學習態度之影響研究。新竹縣教育研究集刊，10，109-138。
- 邱美虹、陳英嫻 (1995)。月相盈虧之概念改變。師大學報，40，509-548。
- 林進材 (2003)。教學理論與方法。臺北：五南。
- 林進材 (2007)。教學論。臺北：五南。
- 洪清一 (1993)。學習障礙者之學業補救教學原則。特教園丁，8(3)，32-36。
- 南一版第三冊 (2010)。自然與生活科技備課指引。臺南：南一。
- 涂志賢 (2009)。再概念化學派的課程美學探究及其對課程研究的啓示。教育資料與研究雙月刊，88，93-110。
- 許民陽 (2002)。自然與生活科技第二階段教科書對能力指標落實分析。載於國民小學九年一貫課程綱要能力指標研討會（主編），自然與生活科技學習會議手冊，（頁 34-39）。臺北：國立編譯館。
- 許民陽、林麗詩 (2004)。自然與生活科技教科書之能力指標應用及評量設計初探。教育研究資訊，12(1)，77-102。
- 陳翠雯 (2003)。非語詞刺激對小四學生月相概念學習之影響。國立高雄師範大學科學教育研究所碩士論文，未出版，高雄市。
- 康軒版第三冊 (2008)。自然與生活科技教師手冊。臺北：康軒文教。
- 教育部 (2008)。97 年國民中小學九年一貫課程綱要。臺北：作者。

- 張美玉、吳玉明 (1999)。不同學習型態學生學習表現的探討－解釋推理及問題解決能力。
科學教育學刊，7(3)，255-280。
- 張新仁 (2001)。實施補救教學之課程與教學設計。國立高雄師範大學教育學系教育學刊，
17，85-106。
- 黃政傑、李隆盛 (1993)。班級經營。臺北：師大書苑。
- 黃志敘 (2005)。七巧板融入小六數學教學之研究－以分數教學為例。國立嘉義大學數學教育研究所碩士論文，未出版，嘉義市。
- 楊忠斌 (2009)。美感經驗理論對教師的啟示。**教育資料與研究雙月刊**，88，49-68。
- 蔡文煥 (1991)。小組討論在數學解題中運作之探討（二）。**國教世紀** 27(3)，6-12。
- 賴瑞芳 (2002)。小學生月亮迷思概念之研究。國立臺中師範學院自然科學教育研究所碩士論文，未出版，臺中市。
- 歐用生 (2003)。課程典範再建構。高雄：麗文。
- 劉伍貞 (1996)。國小學生月相概念學習之研究。國立屏東師範學院研究所碩士論文，未出版，屏東。
- 戴翠華、張靜儀 (2002)。應用「類比」教學表徵在國小自然科教學之研究－以「酸鹼概念」為例。載於國立台東師範學院（主編），**教學行動研究與教學創新下冊**，（頁793-809）。臺北：揚智。
- 蘇偉昭 (2004)。日月行星在天球上之電腦模擬。九十三年度師範校院教育學術論文發表會。
- 嚴洋洋編譯 (2007)。月亮考：關於月亮的傳說、科學與一切 (Donna Henes 著，The moon watcher's companion)。臺北：信實。

二、英文部分

- Andrews, A. G. (1997). Doing what comes naturally: Talking about mathematics. *Teaching Children Mathematics*, January, 236-239.
- Arends, R.I. (2004). *Learning to teach*. New York: McGraw-Hill.
- Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognitive and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18, 32-42.
- Cazden, Courtney B. (1988). *Classroom discourse: The language of teaching and learning*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Dewey, J. (1981). My pedagogic creed. In J. J. McDermott(Ed.), *The philosophy of John Dewey* (pp. 442-454). Chicago: The University of Chicago Press.
- Eisner, E. W. (1985a). *The educational imagination: On the design and evaluation of school programs*. New York: Macmillan.
- Eisner, E. W. (1985b). *The art of educational evaluation: A personal view*. New York: Macmillan.

- Eisner, E. W. (1986, February). The ecology of school improvement. *Educational Leadership*, 24-29.
- Eisner, E. W. (1991). *The enlightened eye : Qualitative inquiry and the enhancement of educational practice*. New York: Macmillan.
- Eisner, E. W. (2002). What can education learn from the arts about the practice of education, *Journal of Curriculum and Supervision* 18(1), 4-16.
- Grumet, M. (1978). Songs and situation. In G. Willis(Ed.), *Qualitative evaluation* (pp.274-315). Berkeley, CA: McCutchan.
- Hird, M. J. (1999). Theorizing student identity as fragmented: Some implications for feminist critical pedagogy. *British J. of Sociology of Education*, 19 (4), 517-528.
- Julie, M. P. & Ruby, E.(2006). Supplemental instruction in developmental mathematics. *The Community College Enterprise*, 12, 21-38.
- McLaughlin, T. F., & Vacha, E. F. (1992). The at-risk student: A proposal for action. *Journal of instructional psychology*, 19, 66-68.
- Mason, J. (1998). Learning Mathematics through Conversation: Is it as good as they say? *Learning of Mathematics*, 18 (1), 41-51.
- Pailincsar, A. S., & Brown, A. L. (1984). Reciprocal teaching of comprehension-fostering and comprehension-monitoring activities. *Cognition and Instruction*, 1(2), 117-175.
- Pinar,W. (1998). *Curriculum-Toward New Identity*. (ed.) N.Y.: Garland Publishing.
- Slavin, R. E. (1989). Student at-risk for school failure. In R. E. Slavin, N. L. Karweit, & N. E. Madden (Eds), *Effective programs for students at-risk* (pp. 3-19). Boston: Allyn & Bacon.
- Yang, D. C. (2003). Teaching and learning number sense-An intervention study of fifth-grade students in Taiwan, *International Journal of Science and Mathematics Education*,1 (1), 115-134.

對國小五年級學童進行蛙類生態教學實驗成效之探討

A Study on the Effectiveness of the Instructional Experiment Using Frog Ecological Lessons for Grade-5 Students

劉惠元*
Huei-Yuan Liu

林育聖**
Yu-Seng Lin

(收件日期 101 年 2 月 9 日；接受日期 101 年 7 月 13 日)

摘 要

本研究目的在藉由蛙類生態課程對國小五年級學童進行教學實驗，採準實驗研究方式，探討本課程對國小高年級學童其蛙類生態知識、態度之影響，再輔以相關質性資料進行學習歷程探討。由量的資料分析結果發現經獨立樣本單因子共變數分析，排除前測分數影響，實驗組於教學後，其知識 ($F=165.161, p=.000<.05$)、態度 ($F=57.734, p=.000<.05$) 後測得分顯著高於控制組，顯示教學實驗對學童蛙類生態知識、態度有顯著影響；由質性的資料分析結果發現學童及教學觀察者均對校內課程中的蛙類生態講述教學、生態遊戲教學活動及野外夜間觀察教學活動表示肯定，特別針對蛙類生態遊戲教學及野外夜間觀察活動，實驗組學童在各學習紀錄單中均有很多正向回饋。最後建議參考蛙類生態課程設計方式與教學成效及歷程，做為教師將環境生態教育融入學校環境教育課程設計之參考。同時可以結合教師專業與興趣，對其他主題生物進行生態教育課程之研究。

關鍵詞：蛙類生態課程、蛙類生態知識、蛙類生態態度、流水學習法

*國立臺中教育大學環境教育研究所退休副教授

**南投縣新鄉國小主任、國立臺中教育大學環境教育研究所碩士

Abstract

This study adopts a quasi experiment method to utilize an instructional experiment via frog ecological lessons and inquire into how the lessons influence the knowledge of and the attitude toward frog ecological lessons for Grade-5 students. The learning process record was engaged with qualitative data. The quantity analysis results found the influence of the pre-test points was excluded via independent ANCOVA; the experiment group displayed higher points in knowledge ($F=57.734$, $p=.000 <.05$) and attitude ($F=57.734$, $p=.000 <.05$) than the control group after the instruction. This indicates the instructional experiment affected the knowledge of and the attitude toward frog ecology for students. The results of the qualitative analyses found the students and the instruction observers expressed recognition of the in-school frog ecological lecture lessons, ecological game instructional activity and the night-time field-observation instruction. This was especially the case in ecological game instructional activity and the night-time field-observation instruction. There was a lot of positive feedback from the learning sheets of the experiment group. Finally, by offering the frog curriculum design and development method, evaluation of teaching effects, and the records of teaching, this method will benefit other teachers who would like to combine environmental ecological education with formal education as teaching materials. At the same time, it also combines the teacher's own specialty and interests into the educational curriculum in ecological research that includes additional species.

Key words: Frog Ecological Lessons, Frog Ecological Knowledge, Frog Ecological Attitude, Flow Learning.

壹、前言

根據世界兩棲類網站 AmphibiaWeb (2012) 的統計，世界上已被紀錄的兩棲類物種已達 6991 種，其中屬無尾目的青蛙與蟾蜍有 6178 種占了 88% 的兩棲類物種總數，為兩棲類中的多數。而臺灣的兩棲類中，包含 32 種無尾目的蛙類，其中更有高達 10 種為臺灣特有種，就單位面積有多少種類的密度而言，臺灣在世界的排名是數一數二的（楊懿如，2008）。

兩棲類的生活史包括生活在水域及陸域階段，任何環境的改變都會影響到兩棲類，故兩棲類是非常適合當作環境變化的指標生物，牠們的存在與否可顯示自然環境是否受到嚴重的干擾或破壞（呂光洋等，1999）。

世界兩棲類評估網站 GAA (2006) 統計出，世界上生存但被威脅的鳥類佔鳥類總數的 12%，被威脅的哺乳動物佔總數的 23%，比較之下，世界上有接近 32% 的兩棲類物種正受威脅。而臺灣在 1989 年公告野生動物保育法後，更因為部份蛙類受棲地破壞及環境改變造成數量驟減，農委會明訂 10 種蛙類為珍貴稀有保育類動物（特有生物保育中心，2004）。可見兩棲類當前因人類行為，逐漸受到生存的威脅。

大部份的環境問題，多係肇因於人類行為的偏差，影響所及不僅僅是造成環境污染，更會影響到人類的健康，因此導正人類對環境之偏差行為實為解決環境問題的根本之道，而教育便具有潛移默化及教導啓迪的功效（王懋雯，1995）。由於蛙類的棲息環境非常多樣，容易觀察及接近，且在臺灣為絕佳的生態環境監測利器，因此是最佳的保育教育教材（楊懿如，2005）。若能在國小階段的彈性課程時間進行蛙類生態課程教學，除了可提升學童對臺灣蛙類生態的知識外，更能進一步瞭解環境棲地保育的概念並逐漸導正錯誤的人類行為。

但現今由於都市大量的水泥化建築及環境棲地改變，造成蛙類數量大量減少；另外蛙類主要生態行為發生於夜間，不像蝴蝶或鳥類多數在日間皆可以觀察紀錄，所以在正式的自然領域課程教學中，鮮少有將蛙類列為直接觀察體驗的教材。

本研究嘗試設計國小蛙類生態教學課程，並利用每週兩節，共五週的彈性課程時間及一次的野外夜間觀察課程進行教學。其中，由於蛙類白天上課時間不易觀察體驗，且許多學校缺少豐富的蛙類生態資源。故研究者特別於蛙類生態知識教學後，採用柯內爾 (Cornell) 所設計的流水學習法 (Flow Learning)，搭配蛙類的生態行為，設計十個在校園內進行的蛙類生態教學體驗遊戲，並於課程的最後一週進行一次野外夜間觀察教學。在蛙類生態知識教學、體驗遊戲教學及野外夜間觀察教學的教學課程實驗下，透過準實驗研究探討國小蛙類生態課程，對五年級學童蛙類生態知識及蛙類生態態度是否能有所提升，同時透過質性的觀察紀錄教學歷程，以瞭解國小蛙類生態課程是否能實際運用於教學現場。

貳、文獻分析

文獻分析共分四節，第一節介紹蛙類的生態，第二節蛙類生態課程教學資源，第三節生態教育課程相關研究，第四節為流水學習法。

一、蛙類的生態

蛙類一般包括青蛙和蟾蜍，分類屬於兩棲綱無尾目，其生活史分兩個時期：一是使用鰓來呼吸的蝌蚪期；另一個是利用肺和皮膚來呼吸的成體期。蛙類是卵生的動物，雄蛙利用鳴叫聲吸引雌蛙，當雄蛙和雌蛙抱接後，一般雌蛙會背著雄蛙到水域中產卵受精。卵孵化成蝌蚪後，經由完全變態，逐漸長出四肢後，帶有尾巴的幼蛙會離開水中，然後再成為陸地上活動且沒有尾巴的成蛙，成蛙為肉食性，主要以捕捉小蟲為食（蔡文川、廖一乃，2004）。

蛙類與人類的關係由來已久，無論是在人類藥用、武器製作、食用、防治蟲害、寵物及文化上，皆有文獻記載其運用價值。除了突顯蛙類在人類中心主義下的價值外，也說明了蛙類族群的消長與人類息息相關。此外成蛙主要用皮膚和肺呼吸，蝌蚪在水中生活，都直接與自然環境接觸，也迅速反應各種環境變化，是環境監測的利器（呂光洋等，1999；杜銘章，1999；楊懿如，2002）。更告訴了人類，倘若住的地方連蛙類都沒有，必定是棲地受到若干程度的污染與破壞。臺灣的蛙類資源豐度非常的高，但也與世界上其它蛙類相同地面臨生存保育的問題，若不能立即進行生態保育與教育，將造成蛙類面臨消失的危機，間接造成臺灣生態系食物鏈的破壞。

二、蛙類生態課程教學資源

聯合國教科文組織 (UNESCO/UNEP, 1990) 指出：「我們應將生物多樣性與其他環境的主題概念，融入在教育系統及教學課程與訓練中」。因此，蛙類生態教學課程的設計，有助於學習者對蛙類生態多樣性與環境生態有更完整的認識與瞭解。曾淵郁 (2004) 對國小校園內施行蝴蝶生態教育課程的研究建議，認為設計與實施生態教育課程時，課程設計者需深入瞭解可用的教學資源，故研究者針對蛙類生態相關書籍及國內外網路蛙類主題有關網站進行整理。

在與蛙類相關的 24 本書籍上發現，編排上多數具有「蛙類生態行為與生活習性」、「圖鑑功能」、「找尋方法」及「生存危機及保育行為」這些單元面向，值得注意的是近幾年蛙類相關書籍在「生存危機及保育行為」面向，多數書籍會單獨一個章節進行介紹，可見蛙類生態保育意識已逐漸抬頭。其中描寫如何進行蛙類生態的「教學方式」僅有一本書籍：南瀛賞蛙趣（李志軒、莊孟憲，2005），佔蛙類書籍總數的比例很少。

在國內外蛙類相關網站資料上，研究者從 15 個國內蛙類的網站整理出主要分成五種類型：1. 校園蛙類主題網站。2. 蛙類生態介紹與討論區網站。3. 生態資料庫網站。4. 水族寵物網站。5. 蛙類個人部落格網站。另從 9 個國外蛙類的網站中發現，國外的網站除了上述五種類型外，許多國家如美國與澳洲，皆有成立兩棲類數量與棲地監測機構。並於組

織網站中招收志願參與蛙類生態保育的學童或人員，進行田野調查及棲地保護。而國內近年也有自然與生態攝影學會辦理國小教師兩棲類動物資源調查計畫。此皆為運用志工人力進行兩棲動物的田野調查，進而達到兩棲類生物數量族群的監控與棲地的保護。

三、生態教育課程相關研究

以下主要採用三種資料類別進行分析整理，以幫助本研究蛙類生態課程之設計：

(一) 國小課程有關蛙類生態教育內容之探討

研究者以四個當前國小最普及的教科書版本：康軒、牛頓、南一、翰林，整理九十五學年度一至六年級共 48 冊的生活領域及自然與生活科技領域課程課本教材（表 1），發現共有 19 冊課本的內容中包含了蛙的圖片或相關生態概念，占總教材數的 39.6%，表示蛙類出現在教科書的頻度相當的高，蛙類圖片與教材內容也深受課程編審專家青睞。但可惜的是，分析這 19 冊課本，並未發現有較深入介紹蛙類生態的教學單元。在施行的對象上發現多應用於國小中高年級。代表蛙類生態教學課程設計，運用於國小五年級學童的可行性是很高的。

表 1 蛙類出現在九十五學年度各版本課本分析表

	生活課程				自然與生活科技								版本冊數
	低年級				中年級				高年級				
	一上	一下	二上	二下	三上	三下	四上	四下	五上	五下	六上	六下	
康軒						★	★			★		★	4
牛頓	★	★			★		★		★		★		6
南一								★		★			2
翰林	★					★	★		★	★	★	★	7
總冊數	2	1			1	2	3	1	2	3	2	2	合計 19 冊

(二) 以動物為主題設計課程之相關實驗研究

研究者整理 14 篇以各種動物為主題設計課程之相關實驗研究文獻發現，在研究對象上，多數教學對象為國小高年級，有 8 篇，中年級次之；在實驗研究方法上，多數採不等組前測 - 後測實驗設計，有 13 篇。僅有 1 篇採單組前測 - 後測設計；在研究目的上，多數探討教學實驗介入後，該主題的知識、態度、行為面向是否有所提升；研究結論上，多數研究教學實驗介入後，該主題的知識、態度、行為皆有顯著差異；未來建議上，有 3 篇研究建議可於彈性課程時間施行教學。並有研究建議開發相關之主題教學模組運用於學校環境教育，或將教學編入學校本位課程中實施。研究者依據以上相關實驗研究的文獻分析，來進行蛙類生態課程教學實驗研究之設計參考。

(三) 以動物為主題設計課程之相關質性研究

研究者整理 9 篇以各種動物為主題設計課程之相關質性研究文獻發現，在課程主題上

9 篇皆以昆蟲為主題進行教學課程設計，其中有 2 篇以螞蟥、1 篇以蝴蝶為主題其餘 6 篇皆以昆蟲之多樣性進行教學課程設計；在研究對象上，多數教學對象為國小中、高年級，有 8 篇；在研究方法上，多數採行動研究，並佐以觀察法、訪談及教師紀錄、學生學習單分析方式。亦有 2 篇採半開放式問卷搭配半結構式晤談方式進行研究；在研究目的上，多數研究希望提供相關教學經驗及如何改進教學的歷程，供其他的研究者或教師進行相關主題的教學之參考；研究結論上，多數研究教學後，學童在該主題的知識、態度、行為有所提升；未來建議上，有研究建議應充份運用該課程主題生物的相關專業機構資源，或組成教師團隊，對於課程的實施較為可行。而教學課程可編入學校本位課程中，或融入學校統整課程中實施。研究者依據以上相關質性研究的文獻分析，來進行蛙類生態課程教學實驗的教學歷程探討之參考。

四、流水學習法 (Flow Learning)

流水學習法是美國自然教育學家約瑟夫·柯內爾多年設計的各種體驗與探索大自然的活動中所創造出來的一套教學原理，這些原理相互扣連，形成一個很有彈性的系統。這套教學原則教導我們以近乎流水般順暢、有目標、有方向的方式，推動種種體驗自然的活動，故其命名為「流水學習法」（方潔玫譯，1994）。

（一）流水學習法設計活動的五個原則與四個階段

柯內爾在其著作中特別先提及了在與孩子探索自然前，教師或領導者應該具備以下五項引導活動的原則。在這些原則之下，我們才能真正尊重孩童與敬仰自然，有了這些態度，自然與兒童自會有所回應。此時再進行依循四個階段所設計的體驗活動，更能讓參與的孩童或成人對自然及生命之美而有所感受。

1. 施行流水學習法前的五大原則 (王家祥譯，1994)

- (1) 少教導、多分享。
- (2) 善接納、多感受。
- (3) 集中孩子的注意力，莫遲疑。
- (4) 先觀察、體驗，再說話。
- (5) 整個學習經驗應充滿歡笑的感覺與氣氛。

2. 流水學習法以自然的步驟體驗自然，可分成四個階段 (方潔玫譯，1994)：

(1) 第一階段：喚醒熱忱 (awaken enthusiasm)

如何在活動的一開始就讓參與者透過遊戲對活動有善意且熱情的反應，將是一個活動成敗的最大關鍵。此階段強調的性質是遊戲性與活潑性。

(2) 第二階段：集中注意力 (focus attention)

此階段遊戲的目的，就是讓大家醞釀出平靜的心靈，以及多方吸收的能力。此階段的性質主要為接受性的培養集中力。

(3) 第三階段：直接體驗 (direct experience)

比第二階段更加強烈地讓大家透過遊戲與自然交流，強調的是與自然的直接體驗。它將使我們真正地領略到自然世界的本質，找到深藏於內心的歸屬感和同情心。此階段的性質為吸收力的培養。

(4) 第四階段：分享啓示 (share inspiration)

經歷前幾個階段的感動和喜悅，已經能敞開心胸，所以在這階段中，除了可對參與活動者訴說一些「崇高理念」外，對於參與者而言，更應該利用這個機會抒發自己在活動中深刻的感受，不論是對自然的驚嘆，對大地的疼惜，都可以藉由這個分享的過程達到彼此交流的目的。此階段的性質為朝向理想化的目標。

(二) 流水學習法的施行場域與施行階段

在柯內爾的「共用自然的喜悅」一書中提到：依流水學習法設計的遊戲活動，活動進行的地點縱使移到了室內，「流水學習法」每一個步驟依然適用。此外，並不是每一種狀況都允許我們很有創意地把整套流水學習法搬出來用，不過，只要能把四個階段都弄清楚，即使偶爾只有一、二個階段活動派上用場，也是值得的（方潔玫譯，1994）。

研究者根據柯內爾流水學習法五大原則及四個階段的設計方式，設計十個與蛙類生態行為相關的體驗遊戲，讓學童透過肢體模仿和與同學互動的遊戲中，體驗蛙類的生態行為。

參、研究方法

本研究主要採「準實驗研究設計」對南投市新豐國小兩個班進行蛙類生態課程教學實驗。教學時間為 96 年 4 月 12 日至 96 年 5 月 11 日結束。教學過程中同時使用「質性的觀察紀錄」，來進行資料蒐集與分析研究。故將研究架構區分為三大部份：「蛙類生態課程之設計」、「準實驗研究設計」及「質性的觀察紀錄」，研究架構如圖 1。

一、蛙類生態課程設計

本研究「蛙類生態課程」教學設計，主要分為三部份。第一部份「蛙類生態講述教學」，於每週的第一堂彈性課程課進行，研究者依據所整理蛙類書籍的內容編排方式，將課程分為「認識青蛙」、「蛙的生活習性」、「蛙的生存危機」、「賞蛙前的準備」及「網路蛙類教材的應用」五個面向。並各別以電腦多媒體簡報設計出五個教學單元教材，主要目的為加強學生蛙類生態知識。

第二部份「蛙類生態遊戲教學」，每週的第二堂彈性課程課進行。主要依流水學習法理念，由研究者分別以第一部份的三個單元「認識青蛙」、「蛙的生活習性」、「蛙的生存危機」為主要概念，設計出十個生態體驗遊戲。主要希冀學生在學得蛙類生態知識後，能透過蛙的生態遊戲，以肢體、感官及體驗等方式，提升對蛙類的態度與熱愛。

第三部份「蛙類野外夜間觀察教學」，課程最後一週結合前五週所學知識及對蛙的情

感，讓學童有實際探索、觀察與體驗的機會。活動地點選定調查樣區學校旁可步行距離一公里內，蛙類生態較豐富的稻田與廢棄檳榔園。讓生活於工業區旁的小朋友，能有機會親近蛙類。並將所學蛙類生態知識及蛙類生活習性體驗遊戲，實際運用於青蛙的調查發現活動，最後使學童能進一步加深對環境棲地保護的認識。

完成三部份課程教案初稿後，再將初稿交由四位專家學者審查以建立課程的內容效度，並於修正教案後，再寄回請專家確認。

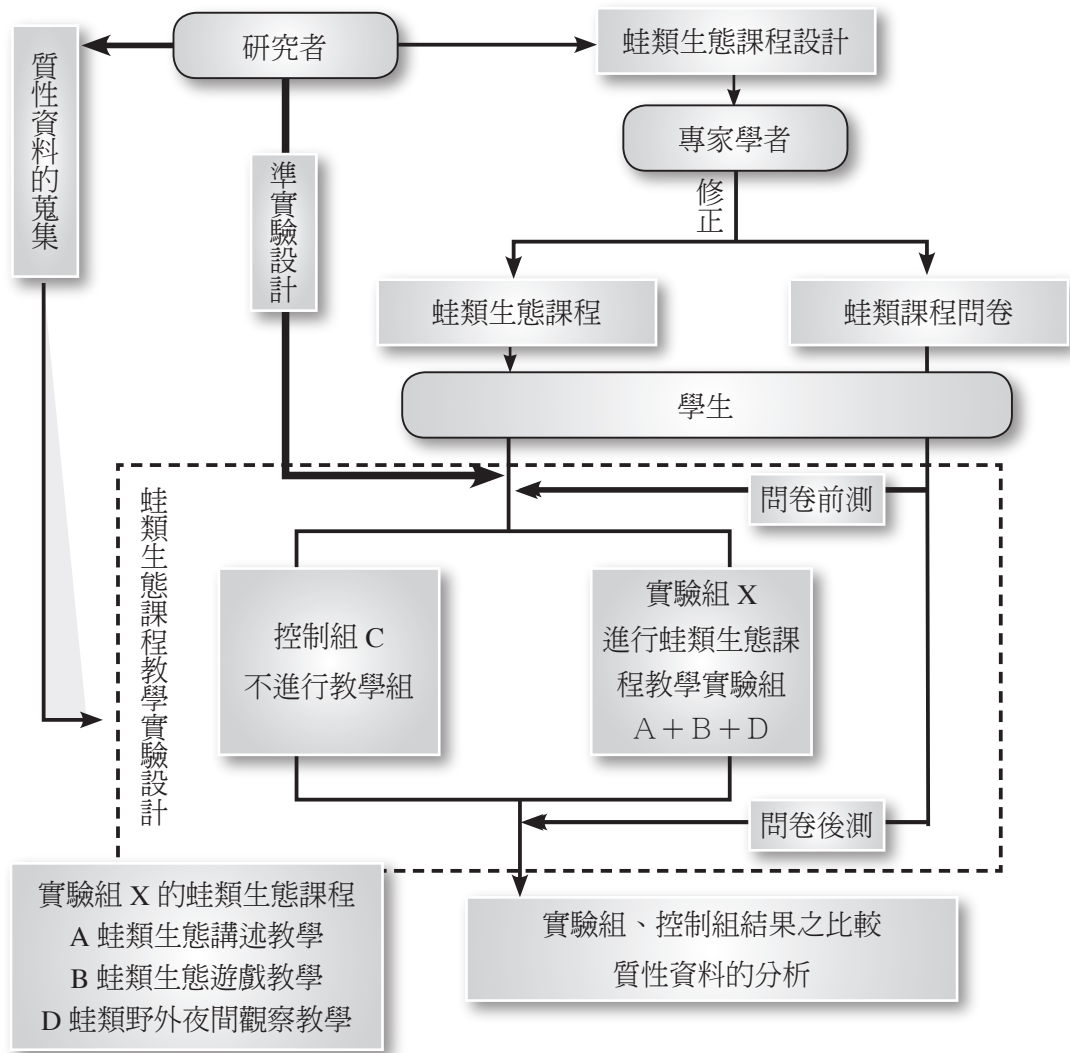


圖 1 研究架構圖

二、準實驗研究設計

本研究教學實驗設計為準實驗設計，研究設計參考王文科 (1999) 之研究設計（表 2）基於本研究之教學考量，採取立意取樣，取樣的對象為南投縣新豐國小五年級學生，學校採取常態編班。選擇五年級學生兩班，丙班 32 人與甲班 31 人，合計共 63 位學生。丙班為實驗組 X，進行蛙類生態課程教學實驗；甲班為對照組 C，不進行上述教學活動。最後以研究者參考曾淵郁 (2004) 對「國小校園蝴蝶生態課程」的問卷設計方式，使用 Risk

(1994) 的感受連續性 (Sensitivity Continuum) 概念 (圖 2) 所設計之問卷於實驗教學前、後一週進行前、後測。

表 2 蛙類生態課程教學實驗研究的不等的前測 - 後測控制組設計

組別	前測	實驗變項	後測
1	O1 前測	X 完整教學 (A+B+D)	O2 後測
2	O3 前測	C 控制組 (不予教學組)	O4 後測

教學法 (A)= 蛙類生態講述教學

教學法 (B)= 蛙類生態遊戲教學

教學法 (D)= 蛙類戶外夜間觀察教學

問卷初稿設計後，寄送本研究問卷雙向細目表及相關資料給蛙類生態專家、環境教育專家及國小自然與生活科技教學專長教師進行專家審查，以提升問卷的內容效度。並於預試後，進行項目分析以刪除不佳的題目；最後在內部一致性上，本問卷知識向度整體 Cronbach α 值達 0.825，態度向度整體 Cronbach α 值達 0.886，並完成正式問卷。

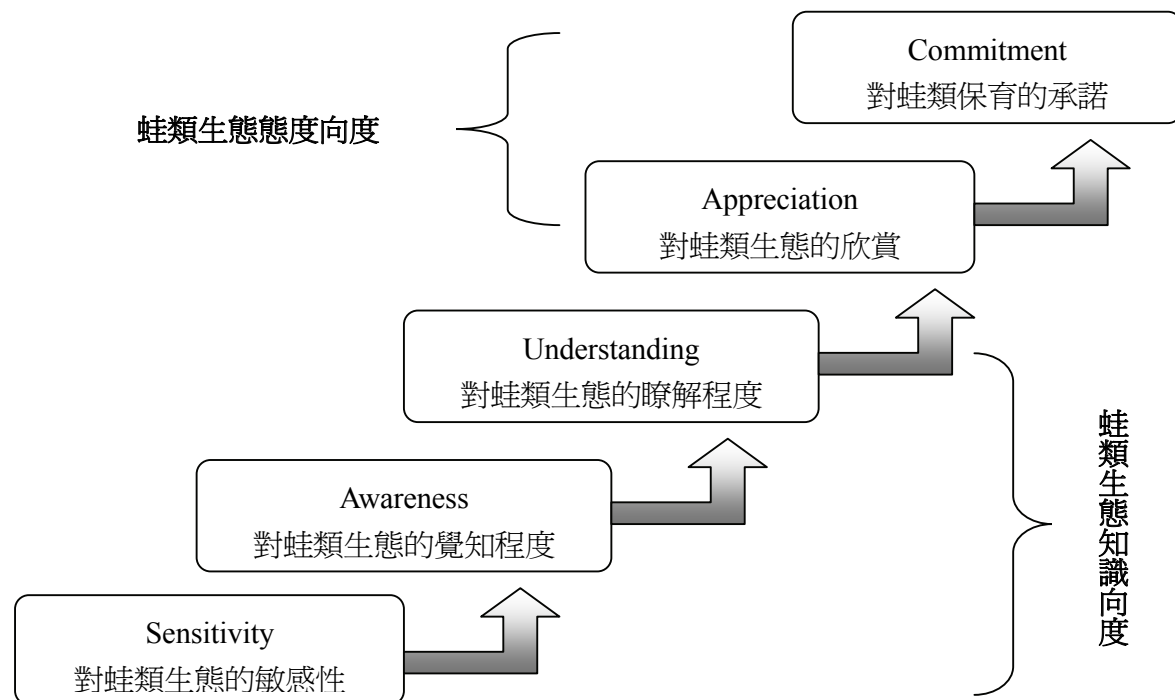


圖 2 蛙類生態的感受連續性問卷架構 (修改自 Risk, 1994)

三、質性的文件分析

為探討蛙類生態課程實行於國小五年級學童時所經歷的歷程與發生的問題，進行質性的文件分析，本研究將質性資料分為三類：「教學過程的觀察紀錄」、「學生學習單」、「學生學習心得」。再各依觀察者對象及課程學習成效的不同，各類再進行以下各項質性資料紀錄。

(一) 教學過程的觀察紀錄

主要依照教學者、實驗組學童、教學觀察者及參與家長四類參與對象，對本研究所設計之「室內講述課程」、「室外體驗遊戲課程」、「野外夜間觀察課程」施行的意見，及對「學童對蛙類態度與轉變」進行資料紀錄分析，以做為資料的比對。

分析的資料包含了教師教學手札、學生課後訪談紀錄、觀察者觀察紀錄、課程錄影紀錄及參與野外夜間觀察課程之家長與教師心得回饋單。

(二) 學生學習單分析

研究者設計「蛙類生態課程教學前後相關想法調查單」，針對學童對蛙類的印象與概念進行分析比較。除調查課程前後學童對蛙類喜愛程度是否有所改變外，其中更包含三個對蛙類的概念性問題：「是否不敢碰青蛙」、「是否害怕黑暗」及「是否覺得蛙鳴很吵」於課程施行前後對學童進行調查分析。

(三) 學生學習心得分析

研究者修改李明嘉 (2006) 「海洋環境教育教學對學童知識、態度與行為影響研究」中對學生學習心得分析方式，修正心得面向為「內容難易」、「課程喜好」、「自我表現」、「課堂氣氛」、「教材認同」、「知識提升」、「態度改變」，其中「課程喜好」依室內講述及室外遊戲課程設計兩題，共八題，於每週活動後請學童進行填答，研究者再依學習單結果製作學童各單元心得統計比較表進行分析。

(四) 質性資料編碼方式

編碼的原則如表 3，說明如下：由於資料取得日皆為 2007 年，為求版面精簡，年代予於省略。若資料來自研究者 2007 年 4 月 20 日的教學手札，則將資料編碼為 RT0420，如有多筆資料則加註 -1，-2…即為 RT0420-1，RT0411-2；來自學生的資料除日期外，另外加上座號，如資料取自 2007 年 4 月 20 日實驗班級 21 號學童的每週蛙蛙小語，則編碼為 SF042021。

表 3 本研究資料編碼代號表

	資料的種類	代號	資料提供者	代號
教學觀察紀錄	教師教學手札	T	研究者	R
	學生課後訪談紀錄	I	學生	S
	觀察者觀察紀錄	W	觀察教師	C、L、B (三位)
	課程錄影紀錄	V	觀察教師	R、B (二位)
	參與野外觀察之家長與教師心得回饋單	N	家長	P (三位)
學生學習單	蛙類相關想法課程前、後調查單	D	學生	S
	每週蛙類生態課程學習單	E	學生	S
	每週課後心得紀錄單	H	學生	S
學生學習心得	每週蛙蛙小語	F	學生	S

肆、結果與討論

一、研究對象的基本資料分析

(一) 兩組學童基本資料之描述性統計分析（表 4）

1. 本研究實驗組共 32 人，男生 14 人；女生 18 人；控制組共 31 人，男生 12 人，；女生 19 人；兩組合計人數 63 人。
2. 在家附近與蛙類的接觸經驗上，養過蛙類的人實驗組 8 人，控制組 11 人；兩組家附近最常看到或抓到蛙類的地方依序是小池塘、溪流邊、稻田水溝、樹林、草地及道路水溝等。
3. 在戶外賞蛙經驗上，有經驗者，實驗組 18 人，控制組 15 人；兩組賞蛙的次數以「三次以內」最多；兩組進行賞蛙主要原因依序是假日有空及家人帶我去。
4. 兩組學童對蛙類知識主要來源依序是課外書籍、電視、網路、父母親及學校老師等。

表 4 研究對象的基本資料分析

背景變項	實驗組 (N=32)		控制組 (N=31)	
	人數 (人)	百分比 (%)	人數 (人)	百分比 (%)
一、性別				
男	14	43.8	12	38.7
女	18	56.2	19	61.3
二、在家附近與蛙類的接觸經驗				
(一) 是否養過蝌蚪或蛙類？				
是	8	男 4 女 4	11	男 4 女 7
否	24	75.0	20	64.5
(二) 是否曾經在家附近看過或抓過任何蛙類？				
是	23	男 11 女 12	21	男 7 女 14
否	9	28.1	10	32.3
(三) 看過或抓過蛙類的地方？				
稻田水溝	9		10	
道路水溝	9		6	
牆壁涵洞	1		3	
小池塘	10		12	
水塔	2		0	
菜園	5		7	
果園	2		1	
草地	9		6	
馬路上	7		3	
樹林	6		10	
竹林	2		3	
溪流邊	9		12	
空地	2		3	
蓄水池	0		2	
公園	1		1	

背景變項	實驗組 (N=32)		控制組 (N=31)	
	人數 (人)	百分比 (%)	人數 (人)	百分比 (%)
三、是否曾經進行戶外蛙類觀察的經驗				
(一) 是否有進行戶外蛙類觀察的經驗？				
是	18	56.2	15	48.4
否	14	43.8	16	51.6
(一) 一年進行幾次戶外蛙類觀察的經驗？				
3 次內	16	88.9	12	80.0
4 至 6 次	0	0	2	13.3
7 次以上	2	11.1	1	6.7
(二) 進行戶外蛙類觀察的主要原因				
家人帶我去	10		11	
補習班舉辦	1		3	
參加營隊	1		0	
自己喜歡蛙	3		0	
假日有空	10		11	
戶外教學	2		3	
出去玩碰巧遇到	4		0	
四、學童對蛙類認識主要的知識來源				
父母親	11		11	
同學	2		3	
學校老師	16		5	
補習班老師	1		0	
親友	2		1	
營隊老師	1		0	
網路	13		16	
課外書籍	19		17	
電視	16		16	
海報文宣	1		1	
報章雜誌	2		1	
動物園及展覽館	4		6	

(二) 實驗組學童基本資料與後測知識、態度得分之分析

以獨立樣本 T 檢定針對實驗組學生在教學實驗介入後，各別分析「性別」、「在家附近與蛙類接觸的經驗」及「是否有賞蛙的經驗」，在知識得分及態度得分間是否有顯著差異，發現除「是否有賞蛙的經驗」與知識得分有顯著差異外 (表 5)，其餘皆不顯著。

表 5 實驗組學童是否曾經進行戶外蛙類觀察的經驗與知識、態度得分的比較

變項	組別	個數	平均數	標準差	t	顯著性
知識得分	有賞蛙經驗	18	25.44	2.85	2.579	.017*
	沒賞蛙經驗	14	22.07	4.20		
態度得分	有賞蛙經驗	18	82.22	9.86	-.734	.449
	沒賞蛙經驗	14	84.50	6.93		

另以獨立樣本單因子變異數分析 (ANOVA) 實驗組學生在教學實驗介入後，一年中賞蛙次數在知識得分及態度得分間是否有顯著差異。結果發現在符合變異數同質性檢定下，實驗組學童一年之中戶外觀察蛙類的次數在「知識得分」上有顯著差異，在「態度得分」上並未有顯著差異，如表 6。

表 6 實驗組學童一年之中賞蛙的次數與知識、態度得分的單因子變異數分析摘要表

變項	變異性同質性檢定	變異來源	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定
知識得分	.055	組間	98.103	2	49.051	3.964*
		組內	358.866	29	12.375	
		總和	456.969	31		
態度得分	.262	組間	115.969	2	57.984	.764
		組內	2201.500	29	75.914	
		總和	2317.469	31		

根據表 6，進一步進行 Scheffe 法事後比較得知在「知識得分」中，實驗組學童在一年中有三次內賞蛙經驗的得分平均數顯著高於從來沒有賞蛙經驗的得分平均數，如表 7。

表 7 實驗組學童一年中賞蛙次數與知識、態度得分的平均數、標準差及事後比較摘要表

變項	組別	每年賞蛙次數	個數	平均數	標準差	事後比較 (Scheffe)
知識得分	1	沒去過	14	22.07	4.20	2 > 1
	2	三次內	16	25.69	2.65	
	3	七次以上	2	23.50	4.95	
		總和	32	23.97	3.84	
態度得分	1	沒去過	14	84.50	6.93	各組之間 無顯著差異
	2	三次內	16	81.50	10.25	
	3	七次以上	2	88.00	1.41	
		總和	32	83.22	8.65	

二、實驗組與控制組學生的前測資料分析

實驗介入前以獨立樣本 T 檢定比較實驗組與控制組的各變項，由表 8 可知，實驗組與控制組在教學實驗介入前，知識得分與態度得分及其相關向度變項之間，在平均數差異檢定上並無顯著差異，就本研究主題而言，在教學實驗介入前實驗組與控制組的研究樣本具同質性。

表 8 實驗組與控制組前測各種變項的比較

變項	組別	平均數	標準差	t	顯著性
知識得分	實驗組	14.00	4.66	-.084	.933
	控制組	14.09	4.44		
敏感性 (第一向度)	實驗組	6.50	1.90	-1.152	.254
	控制組	7.03	1.76		
覺知程度 (第二向度)	實驗組	5.37	2.18	1.140	.259
	控制組	4.77	1.99		
瞭解程度 (第三向度)	實驗組	2.12	1.51	-.419	.677
	控制組	2.29	1.61		
態度得分	實驗組	67.21	8.41	.430	.669
	控制組	66.29	8.73		
蛙類的欣賞 (第四向度)	實驗組	33.90	6.31	-.064	.949
	控制組	34.00	5.24		
保育的承諾 (第五向度)	實驗組	33.31	4.14	.849	.399
	控制組	32.29	5.34		

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

三、實驗組與控制組學生的前後測比較

(一) 實驗組學生前後測成對樣本 T 檢定比較

由表 9 結果得知，實施教學實驗的實驗組學生，其前後測得分採成對樣本 T 檢定後，結果皆呈現顯著差異：知識面向得分 ($P = .000^{***}$)、態度面向得分 ($P = .000^{***}$)。顯示實驗組學生於教學實驗後，在蛙類生態知識、態度皆有顯著的差異。

表 9 實驗組學生的前後測分數成對樣本 T 檢定比較

變項	前測		後測		t	顯著性
	平均數	標準差	平均數	標準差		
知識得分	14.00	4.67	23.97	3.84	-15.641	.000***
敏感性 (第一向度)	6.50	1.90	8.59	1.29	-6.637	.000***
覺知程度 (第二向度)	5.38	2.18	7.97	1.51	-9.515	.000***
瞭解程度 (第三向度)	2.13	1.52	7.41	1.72	-17.298	.000***
態度得分	67.22	8.42	83.22	8.65	-8.746	.000***
蛙類的欣賞 (第四向度)	33.90	6.31	42.44	5.48	-7.329	.000***
保育的承諾 (第五向度)	33.31	4.15	40.78	3.98	-7.253	.000***

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

(二) 控制組學生前後測成對樣本 T 檢定比較

由表 10 結果得知，未實施教學實驗的控制組學生，其前後測得分採成對樣本 T 檢定後，其知識面向得分呈現顯著差異 ($p=.023^*$)、態度面向得分均未呈現顯著差異 ($p=.464$)。另再以成對樣本 T 檢定檢定知識所包含的三個向度及態度所包含的兩個向度，發現知識中的敏感性 ($p=.423$) 及瞭解程度 ($p=.325$) 均未達顯著差異，僅覺知程度 ($p=.020^*$) 達顯著差異。而態度中的蛙類的欣賞 ($p=.764$) 及保育的承諾 ($p=.222$) 均未達顯著差異。

表 10 控制組學生的前後測分數成對樣本 T 檢定比較

變項	前測		後測		t	顯著性
	平均數	標準差	平均數	標準差		
知識得分	14.10	4.44	15.23	4.09	- 2.390	.023*
敏感性 (第一向度)	7.03	1.76	7.23	1.52	- .812	.423
覺知程度 (第二向度)	4.77	2.00	5.38	1.86	- 2.468	.020*
瞭解程度 (第三向度)	2.29	1.62	2.61	1.65	- 1.000	.325
態度得分	66.29	8.74	67.29	9.53	- .744	.463
蛙類的欣賞 (第四向度)	34.00	5.25	33.74	5.85	.303	.764
保育的承諾 (第五向度)	32.29	5.35	33.55	5.10	- 1.246	.222

註：* $p<.05$ ** $P<.01$ *** $P<.001$

探究影響控制組後測知識得分進步，且達顯著差異之原因，研究者發現有三個可能的原因：

1. 兩組學童於 96 年 4 月 5 日接受前測後，恰巧五年級南一版自然與生活科技領域單元進度為「動物的生活」單元，其五個子單元分別為「1. 動物怎樣運動？」、「2. 覓食、避敵和築巢」、「3. 棲地適應」、「4. 求偶與生殖」及「5. 動物的分類」，該單元授課時間為一個月，與本教學實驗研究時間相近，且部份生態知識概念與蛙類生態知識概念有所含蓋與重疊。
2. 研究者發現部份實驗組學童於課後安親班會對部份控制組學童展示其蛙類生態課程之獎勵品 (青蛙遊戲王卡)，並簡述該週所學蛙類生態知識內容。
3. 本研究前測與後測問卷相同，研究者推估，控制組學童可能在接受前測之後，進一步尋求所填答問卷相關解答，導致在後測時造成知識得分的提升。

由表 9 及表 10 可知，控制組知識向度雖然呈現顯著差異 ($p=0.023^*$)，但與實驗組在知識向度得分上呈現的顯著性 ($p=.000^{***}$) 相比，其顯著性並非很高，表示實驗組扣除上述原因影響外，蛙類生態教學實驗仍對知識得分有顯著性的影響。

四、實驗組與控制組學生的後測結果分析

在進行獨立樣本單因子共變數分析前，先以兩組學生在各變項所得的分數進行組內迴歸係數同質性檢定，其結果整理如表 11 所示，顯示對各變項後測分數的預測，前測分數

與組別無顯著交互作用 ($p>.05$)，表示符合組內迴歸係數同質性的假定，可進一步進行共變數分析。

表 11 兩組學生知識、態度前測分數迴歸係數同質性檢定

變異來源	離均差平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組別 * 前測知識	13.666	1	13.666	1.876	.176
組別 * 前測態度	233.407	1	233.407	3.756	.057

表 12 為知識與態度後測的共變數分析結果，其中知識與態度組別 F 值皆達顯著，可得知在排除前測分數的影響後，兩組學生於教學實驗後，在蛙類生態知識與態度得分有顯著差異。

表 12 兩組學生知識、態度後測分數的共變數分析摘要表

變異來源	離均差平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組別	1220.506	1	1220.506	165.161	.000***
組別	3752.074	1	3752.074	57.734	.000***

五、教學過程的觀察紀錄

本研究所編寫之蛙類生態教學實驗課程共有六個單元十節課及一次的野外夜間觀察，每週一節的室內講述課程及一節以流水學習法設計的室外體驗遊戲課程，實施情形如表 13 所示。以下依教學者、實驗組學童、教學觀察者及參與家長對「室內講述課程」、「室外體驗遊戲課程」、「野外夜間觀察課程」施行的意見，及對「學童對蛙類態度與轉變」進行資料紀錄分析，以做為資料的比對。

表 13 蛙類生態教學實驗教學實施表

單元	室內講述課程		節數	日期	上課地點
	室外體驗遊戲課程				
第一單元	什麼是青蛙		1	4 月 12 日星期四	五丙教室
	1. 解開蟾蜍蛋	2. 蛙的一生	1	4 月 12 日星期四	操場、活動中心
第二單元	蛙的生活習性		1	4 月 20 日星期五	五丙教室
	3. 傾聽自然的聲音	4. 蛙蛙捉迷藏	1	4 月 20 日星期五	菜園、樹林長廊
第三單元	蛙的生存危機		1	4 月 27 日星期五	五丙教室
	5. 蛙蛙過馬路	6. 蛙蛙食物鏈	1	4 月 27 日星期五	網球場
第四單元	賞蛙的要領		1	5 月 3 日星期四	五丙教室
	7. 眉來眼去	8. 蛙蛙的家	1	5 月 3 日星期四	菜園、樹林長廊
第五單元	網路上找青蛙		1	5 月 10 日星期四	五丙教室
	9. 蛙的變態	10. 蛙的交配	1	5 月 10 日星期四	活動中心
第六單元	野外夜間觀察		夜間	5 月 11 日星期五	新豐國小樣區

(一) 室內講述課程

研究者針對每週第一堂室內課，整理教學者、觀察者與學習者間的課程紀錄與討論，並重新看過錄影內容後，整理出結果如下：

1. 遊戲王卡造成課程上的互動與競爭

研究者修改並使用臺南市新進國小教師團隊研發的「青蛙遊戲王卡」(圖3)，發現學童對青蛙遊戲王卡充滿了高度的興趣，除了在課程中積極回答問題以求獎勵外，下課期間更是群聚在學習角使用卡片進行遊戲，並自訂遊戲規則。一個月的時間中，學童自動地記下了許多蛙類的名稱與特徵。

「老師我的青蛙卡 11 張不見了，我好難過，我是不是跟青蛙無緣呀！」(SI050321)

「希望我能拿到青蛙小卡，也希望能拿到可愛的青蛙卡。」(SH050330)

青蛙遊戲王卡在施行上效果很好，但由於學童很積極地想藉由回答問題來得到卡片，也造成了部份課程中的小插曲：

「室內課程上，學生很在意競賽結果，特別希望被老師點到，所以在問答時秩序略為浮動。」(RT0427)



圖3 青蛙遊戲王卡

2. 使用多媒體教學效果很好但課程講述時間明顯不足

室內講述課程部份，因應每週主題使用不同的多媒體教材，其中包括 Powerpoint 簡報、蛙類相關影片、網站、電子繪本等，在觀察過程中學童多表示喜歡這樣的上課方式，但多媒體器材的裝設與上課常有講述時間超過之情形，以下摘錄相關紀錄：

「雖然青蛙感覺起來很噁心，但是室內課程圖片和內容很生動有趣，上完課後有一些些不怕青蛙了！」(SI041227)

「今天的課程因為配合著投影片所以很容易瞭解。」(SH051012)

「謝謝老師讓我們到電腦教室上網看青蛙和毛毛蟲的故事。」(SH051008)

「老師投影片可不可以回到上一張，上一頁筆記還沒抄完。」(SI96042021)

「發覺室內課時間不足，無法完成介紹青蛙遊戲王卡和完成學習單。」(RT960412)

3. 學童對蛙類生態課程的重視與喜愛

學童在五周的課程中，總是非常期待蛙類課程的施行。特別是隨著上課次數的增加，學童對於野外夜間觀察的期待是可以從各種觀察紀錄中清楚得知的。

「我的寶貝兒子星期四一大早就開心的說：Today is my happy day! 可以上蛙類課程耶！」(PI050311) *註：11 號學生家長於 5/3 的對話紀錄

4. 學生能從教學實驗中提升對教師教學的認同感

學童對老師教學上的認同感，在往後的一般教學中，無論是班級秩序控制或是上課專心的程度皆能有所提升。

「這是我第一次上這種課程，謝謝老師準備這麼好玩的青蛙課程還讓我們玩遊戲。」(SI050307)

(二) 室外體驗遊戲課程

每週的第二堂課皆為室外體驗遊戲，研究者依柯內爾流水學習法所設計十個體驗蛙類生態有關的遊戲。最後整理教學者、觀察者與學習者間的課程紀錄與討論，並重新看過錄影內容後，整理出結果如下：

1. 體驗遊戲的成效很棒

設計蛙類生態體驗遊戲之初，是想讓學童在校園內進行體驗遊戲，來彌補無法在日間的校園裡體驗蛙類生態的情形。但在實際的施行後，卻發現效果遠超過預期，研究者發現學童好喜歡蛙類生態遊戲，觀察教師更是肯定其成效。

「『蛙的一生』遊戲可以跟一些不熟的人猜拳，很好玩，也可以記住青蛙的一生了！」(SI041217)

「我很喜歡『傾聽自然的聲音』這活動，可以在遊戲中使學生安靜。」(BW0420)

2. 能從體驗遊戲中瞭解蛙類生態知識

研究者將蛙類相關生態概念融入所設計的體驗遊戲之中，發現學童能透過遊戲加深室內講述課程所提及的蛙類相關概念，如蛙的變態行為、交配方式、保護色、生存危機等。

「『青蛙食物鏈』遊戲讓我知道外來種的蛙類會對原生種造成多大的影響呀！」(SF042718)

3. 能從體驗遊戲中同理蛙類生存困難並進一步改變想法

透過體驗遊戲，學童必需模仿青蛙進行各式生態行為。學童也能同理在環境中青蛙的生存是多麼困難，進而說出如何改變自己的想法與行為來幫助青蛙。

「青蛙被壓死很可憐，我不想當青蛙，也不要當壓死蛙的人，所以以後我要多走路少坐車。」(SI042718)

(三) 野外夜間觀察課程

最後一週的星期五進行野外夜間觀察。研究者帶領實驗班級至已規劃路線的稻田樣

區，讓學生採分組紀錄的方式進行觀察。並有三位家長與三位教師隨行參與與協助，研究者針對此次野外夜間觀察，整理各式紀錄得到結果如下：

1. 野外夜間觀察的成效

許多學童在課程中改變了原來對青蛙害怕的態度，反而展現了與在學校裡不同的積極學習態度和反應，此外，隨行的家長更是肯定了此次教學的價值。

「賞蛙課程中一路看到林老師細心講解植物生態與生物的動態作息，每個同學們也用心觀察與紀錄，相信此次戶外教學每個人都是獲益良多的。」(PN0511)

2. 對野外夜間觀察的感動

在那一夜課程中，從實驗班級學童發現蛙類此起彼落的驚嘆聲中；從參與教師像孩子似熱衷地詢問著蛙的知識中；更從家長看到青蛙後侃侃而談童年抓蛙的經驗中，研究者得到了許多的感動與回饋，也讓研究者體會到課程的準備是值得的。

「同樣身為教師，這一夜著實讓我驚喜萬分。小朋友及大人們看到青蛙那刻莫不歡欣鼓舞！在路程中不斷地討論林老師甫教導完的知識，這種學習，不是課堂上、紙本裡所能感受與呈現的。」(ON0511)

3. 學童對外來物種危害情形能感同身受

教學者介紹沿途外來種動植物其危害性時，實驗組學童實地看到外來種在其生活周遭擴散情形嚴重後，能對環境改變及原生物種感到難過與生氣。

「一組的小朋友在聽完小花蔓澤蘭的危害說明後，觀察到沿途檳榔樹上真的都佈滿了小花蔓澤蘭，他們甚至說著：『你看！你看！這裡都是耶！它們長得好快唷。好可怕唷！樹很可憐。』由此可知，小朋友從這次的戶外教學中也能瞭解到環境週遭的生態危害，這是很棒的。」(ON0511-1)

4. 家長、社區居民成為課程的助力

「研究者在施行野外夜間觀察課程之初，考量到星期五夜間課程因許多小朋友需上安親班，可能參加的人數會不多。想不到在收回回條後，班上全數都能參加野外夜間觀察。並有許多的家長表示願意擔任夜間載送的義工，其中三位家長更隨行參加。無論在活動前的經費籌措及活動分組觀察時的秩序維護、教學品質及學生安全，家長們真的是蛙類生態課程的一大支持。」(RT0501)

(四) 學童對蛙類態度與轉變

在課程施行前幾週，研究者可明顯感覺到許多學童對青蛙的感覺並不太好。但隨著課程施行到尾聲，學童對青蛙的態度似乎也出現了大轉變。

1. 課程開始實施時學童對青蛙的害怕與抗拒

課程實施前，對學童進行對蛙類印象的調查，結果發現許多孩童對青蛙的第一印象並不是很喜歡。特別是在第二週進行蛙類實體展示時，仍有不少學童不敢觸碰青蛙，甚至認為青蛙濕濕黏黏很噁心。

「老師可不可以不要在中午播放青蛙的圖片，會覺得噁心吃不下飯耶！」(SI041227)

2. 舊經驗會影響對青蛙的看法

研究者從與孩童的課後訪談中發現，學童對生物的舊有接觸經驗會進一步影響學童後來對該生物的喜好看法。

「我不怕蛇，青蛙跟蛇我比較怕青蛙，因為以前舅公家有很多的蛇，而青蛙讓我感覺濕濕黏黏的。」(SI050332)

3. 課程中對青蛙態度上的轉變

課程前對學童進行青蛙印象的調查，當時的結果真的讓研究者冒了一身冷汗，怎麼一堆學童都不太喜歡青蛙。但隨著每週的課程進行後，每次課後對學童的訪談與心得回饋單，又逐漸讓研究者提升不少對課程的信心。

「之前很害怕青蛙，因為感覺癢癢的。現在我已經能接受小雨蛙放在手上了，因為牠很可愛！」(SI050322)

「不會非常害怕青蛙了。」(SH051028)

六、學生學習單分析

以下為使用「蛙類生態課程教學前後相關想法調查單」，針對學童對蛙類的印象與概念進行分析比較。

(一) 教學前後對蛙類喜愛的變化

表 14 教學前後對蛙類喜愛的變化

	非常喜歡	有點喜歡	有點討厭	非常討厭	合計
教學前	5(15.6%)	11(34.4%)	6(18.8%)	10(31.2%)	32
教學後	15(46.9%)	12(37.5%)	0(0%)	5(15.6%)	32
教學後減前	+31.3%	+3.1%	-18.8%	-15.6%	

研究者於實施教學實驗前一週與後一週，針對學童「對青蛙的感覺」。以舉手回答方式各進行一次調查，調查結果如表 14 可明白看出蛙類教學實驗後，學童對蛙類的態度明顯趨於正向的喜歡。而原來不喜歡蛙類的學童，有大部份對蛙類的態度也轉為正向的喜歡。

(二) 教學前後對青蛙相關概念的變化

研究者針對三個對蛙類的概念性問題，於課程施行前後對學童進行調查（表 15）。結果顯示，實驗組學童在接受過蛙類生態課程教學後，多數的學童改變了原來對蛙類的負向的態度。特別是原先非常不喜歡蛙類的學童，在與蛙類相關的想法上，態度也出現了正向的改變。

表 15 教學前後對青蛙相關想法的變化

	是否不敢碰青蛙			是否害怕黑暗			是否覺得蛙鳴很吵		
	有點	非常	合計	有點	非常	合計	有點	非常	合計
教學前	7(35%)	13(65%)	20	3(30%)	7(70%)	10	5(42%)	7(58%)	12
教學後	9(53%)	8(47%)	17	9(90%)	1(10%)	10	10(91%)	1(9%)	11
教學後減前	+18%	-18%		+60%	-60%		+49%	-49%	

七、學生學習心得分析

研究者修改李明嘉 (2006) 「海洋環境教育教學對學童知識、態度與行為影響研究」中對學生學習心得分析方式，修正心得面向為「內容難易」、「課程喜好」、「自我表現」、「課堂氣氛」、「教材認同」、「知識提升」、「態度改變」，其中「課程喜好」依室內講述及室外遊戲課程設計兩題，共八題，於每週活動後請學童進行填答。結果如表 16 顯示，實驗組學童對所有蛙類生態教學課程單元教學活動的看法及對教學的回饋中，在各面向的實施成效，均表示高度的肯定與認同。

表 16 實驗組學童學習各單元心得統計綜合比較表

	第一單元	第二單元	第三單元	第四單元	第五單元	野外課程	六單元平均
1. 內容難易	87.6%	90.7%	87.6%	100.0%	96.9%	100.0%	93.80%
2. 課程喜好 (室內)	84.4%	90.6%	90.7%	93.7%	96.9%	93.8%	91.68%
3. 課程喜好 (室外)	100.0%	93.8%	96.9%	96.9%	93.8%	96.9%	96.38%
4. 自我表現	81.3%	65.6%	78.1%	78.1%	81.3%	87.5%	78.65%
5. 課堂氣氛	93.7%	93.7%	75.0%	93.7%	93.8%	90.7%	90.10%
6. 教材認同	68.8%	62.5%	81.3%	71.9%	71.9%	81.3%	72.95%
7. 知識提升	84.4%	84.4%	81.3%	100.0%	90.7%	100.0%	90.13%
8. 態度改變	50.0%	62.5%	68.7%	78.1%	78.1%	96.9%	72.38%

八、教師在教學中的收穫

(一) 從教學實驗中學生提升對教師教學的認同感

幾位低成就的學童在蛙類生態教學課程中得到了正向的鼓勵後，在其它課程也變得更專心甚至主動回答與提問。而整個實驗組學生在班級秩序的維持也隨之進步，學童更清楚瞭解發言時機與自我控制。

(二) 提升教師在家長心中的認同感

在課程實施後，許多家長紛紛表示感謝老師準備這樣的生態課程，並且從學童回家後

不停的講述課堂趣事與每週期待上課的反應中，瞭解到學童除了課業外，更應保有那對自然的親近感，並再次肯定老師的教學。

（三）能從孩童學習的笑容中，肯定自我教學能力，並激發出對教育的熱忱與付出

研究者在教學實驗過程中，發現參與教學活動中的資深或資淺老師，當他們看到實驗組學童進行課程的投入與笑聲時，教師們的眼神是發亮且充滿激動的，事後的訪談也證實他們也想嘗試這樣的教學方式。研究者猶記得夜間觀察活動，那一夜在蛙況不佳的情形下，家長仍忘情投入與學童找尋青蛙的神情及驚嘆，那種感動更是讓教學者教學熱情持續的力量。而教學者更從孩童學習的笑容中，肯定自我教學能力，並激發出對教育的熱忱與付出，甚至想在爾後的教學生涯中，每年進行一種以生物為主題的相關生態教學。

（四）教師生態知識與教學技巧能力提升

課程設計之初，教師從找尋與整理蛙類相關生態知識之中，提升了許多對蛙類生態與環境生態的相關知識。甚至也從生態知識提升中，感受到對環境教育的使命感。學童在生態課程的積極投入，有時卻造成班級秩序管理上的問題。但隨著課程次數增加，教學者更懂得如何善用課程活動、青蛙卡及榮譽制度等方式掌控教學氛圍，這對教學技巧是有所提升的。

伍、結論與建議

一、結論

（一）量化分析蛙類生態課程對學童蛙類生態知識與態度之影響

1. 在研究對象背景分析上，實驗組與控制組學童有戶外賞蛙經驗者，實驗組 18 人，控制組 15 人；賞蛙的次數以「三次以內」最多；兩組進行賞蛙原因，分析主要原因依序是「假日有空」及「家人帶我去」。兩組學童對蛙類知識主要來源依序是「課外書籍」、「電視」、「網路」、「父母親」及「學校老師」。
2. 以獨立樣本 T 檢定針對實驗組學童在教學實驗介入後，發現基本資料中除「是否有賞蛙的經驗」與知識得分有顯著差異外，「性別」及「在家附近與蛙類接觸的經驗」皆不顯著。進一步以單因子變異數分析，得知「一年中有三次內」賞蛙經驗的實驗組學童在知識得分上呈顯著差異，且得分平均數顯著高於「沒有賞蛙經驗」的學童。
3. 以成對樣本 T 檢定比較實驗組學童前後測的知識、態度得分。發現在知識、態度上結果皆呈現顯著差異：知識面向得分（ $p=.000***$ ）、態度面向得分（ $p=.000***$ ）。顯示實驗組學生於教學實驗後，在蛙類生態知識、態度皆有顯著的進步。
4. 以實驗組、對照組的蛙類生態知識、態度後測得分，進行獨立樣本單因子共變數分析，在排除前測分數的影響後，結果得知兩組學生於教學實驗後，在蛙類生態知識與態度得分上有顯著差異，其中又以實驗組高於控制組。顯示蛙類生態教學課程能顯著提升學生的蛙類生態知識、生態態度得分表現。

(二) 質性分析蛙類生態課程教學歷程

1. 課程的實施與成效

(1) 青蛙遊戲王卡提高學童的學習效果

青蛙遊戲王卡在施行的成效上除了激勵學童課堂上的發言及提升專注力外，更發現透過卡片，課程中無需要求學童記憶蛙的名稱與特性，學童也會因為想要蒐集到某種蛙卡或是想加入同學的討論，進而主動記憶。

(2) 使用多媒體教學效果很好

課程中皆以大量蛙類圖片融入電腦 Powerpoint 簡報呈現，搭配蛙類相關影片、蛙鳴錄音、相關網站、電子繪本等。在觀察過程中學童多表示喜歡這樣的上課方式，且以圖片解釋蛙類生態行為讓學童容易瞭解一些專門的生態名詞。

(3) 蛙類生態體驗遊戲的成效很棒

研究者以流水學習法設計十個蛙類生態體驗遊戲，遊戲中更包含了青蛙卵的形態、變態行為、保護色、食物鏈、交配行為、生存危機及賞蛙方式等蛙類生態知識概念。學童均表示非常喜歡蛙類生態體驗遊戲，且遊戲也能幫助蛙類生態知識的學習，甚至能從體驗遊戲中同理蛙類生存困難並進一步產生保育的行為意向。

(4) 野外夜間觀察課程具有成效

因為青蛙的出現會受天氣影響且考量學童安全性與參與度，研究者事先觀察路線與提早規劃課程，並在蛙類專家提供意見、家長與教師的協助下，課程能順利完成。在課程後針對學生、家長及參與教師的回饋單中，均明白指出課程生動有趣，並增加許多蛙類與環境生態的知識。

(5) 家長、社區居民成為課程的助力

多數家長願意擔任課程上、交通上的義工，並提供課程中所有餐盒、雨衣等開支。而且社區居民非但不嫌當晚教學干擾其作息，反而熱心提醒安全問題並於一旁傾聽，可見教學過程上不是教師獨力奮鬥的。

2. 教師在教學中的收穫

(1) 從教學實驗中學生提升對教師教學的認同感

(2) 提升教師在家長心中的認同感

(3) 能從孩童學習的笑容中，肯定自我教學能力，並激發出對教育的熱忱與付出。

(4) 教師生態知識與教學技巧能力提升

3. 學生學習的情形

(1) 學童對蛙類的態度產生正向的轉變

蛙類生態教學課程實施後，無論是各種觀察紀錄皆明顯呈現實驗組學童從接受課程之初對蛙的抗拒與排斥，到教學過程中的逐漸改變想法與行為，甚至最後產生保育的行為意向，這都顯示了學童對蛙類的態度有正向的提升。

(2) 學童均感到對蛙類的知識有所提升

研究者從學童填寫的各種學習紀錄中，發現學童能主動並清楚地描述每週所學習的蛙

類生態知識內容。多數學童在蛙類相關想法調查單中，更明白指出每週課程後都能更瞭解蛙類，顯示學童亦認同蛙類生態教學課程對其蛙類生態知識提升的功效。

(3) 學童對蛙類生態教學各單元課程的看法，均表示認同，有許多正向回饋。

實驗組學童對所有蛙類生態教學課程單元教學活動的看法及對教學的回饋中，在「內容難易」、「課程喜好」、「自我表現」、「課堂氣氛」、「教材認同」、「知識提升」、「態度改變」各面向的實施成效，均表示高度的肯定與認同。

二、建議

(一) 對課程設計相關建議

1. 室內講述課程時間不足，建議使用多媒體教材進行教學時，應於課前提早完成準備或可延長教案中課程時間，空餘時間可對學童進行學習單指導。
2. 學童在找尋生物的過程中，那種專注力是一般課程中很難感受到的。建議爾後相關生態主題的研究，可安排該主題生物的實體展示、活體飼養或實地搜查，對學童的態度與專注力更是有所提升。
3. 實體展示及活體飼養教材選用，應採用原生蛙種且為非保育類。
4. 運用流水學習法設計的生態體驗遊戲，除了學童非常喜歡外，在蛙類生態的態度及知識上都有許多幫助。建議教學者可採用本研究設計遊戲之方式或是修改坊間團康遊戲書籍、資料，針對所欲教導的生態主題進行體驗遊戲之設計。
5. 相關課程實施可多善用家長及社區資源。

(二) 對教師及學校相關建議

1. 對教師專業素養與投入之建議

建議教師若要進行相關的生態教學，可先選定感興趣的主題，並多利用書籍、網路等多媒體資訊蒐集並加深對該主題的認識，進一步提升教師該生態主題的專業素養。此外，由於教學者選定自身所熱愛的生態主題進行教學，更可從對學童的解說講解中感受到其對該主題生態的熱忱與付出，有助於爾後教學氛圍的建立。

2. 對學校推動蛙類生態課程之建議

若根據校園週遭生態廊道的蛙類生態觀察難易程度，將校園區分為「易於觀察型」及「不易觀察型」兩類型學校。研究者建議「易於觀察型」學校可參考臺北縣瑞柑、平等國小或臺南市新進國小等，以蛙類生態為主題設計學校本位課程之學校，瀏覽各校蛙類主題網站或詢問各校本位課程推動方式，進行以蛙類生態為主題的學校本位課程設計及實行；而「不易觀察型」的學校，若欲推動蛙類生態教學可採用本研究中依據流水學習法所設計的「蛙類生態遊戲教學」方式，讓孩童從體驗遊戲中，藉由模仿及體驗去瞭解與喜愛蛙類生態。

(三) 對未來相關研究建議

1. 進行以其他生物為主題的生態教育課程之研究。

2. 針對生態豐度不同的都市及鄉村學校進行蛙類生態教學實驗，比較課程對兩組學童蛙類生態知識及態度上的成效。
3. 建議爾後的研究，可採用本研究「蛙類生態講述教學」、「蛙類生態遊戲教學」及「蛙類戶外夜間觀察教學」三種教學法。進行成效比較實驗研究，深入探討各種教學法在學童對蛙類生態知識或態度面向上是否有不同差異。

參考文獻

一、中文部分

- 王文科 (1999)。教育研究法。臺北市：五南。
- 王家祥譯 (1995)。Joseph Cornell 原著。與孩子分享自然。臺北市：張老師出版社。
- 王懋雯 (1995)。環境教育的定義、目標與內涵。教育資料集刊第二十輯。臺北市：教育資料館。
- 方潔玫譯 (1994)。Joseph Cornell 原著。共用自然的喜悅。臺北市：張老師出版社。
- 呂光洋、向高世、杜銘章 (1999)。臺灣兩棲爬行動物圖鑑。臺北市：大自然雜誌出版社。
- 李志軒、莊孟憲 (2005)。南瀛賞蛙趣。臺南縣：新進國小。
- 李明嘉 (2006)。海洋環境教育教學對學童知識、態度與行為影響研究。臺中市：臺中教育大學環境教育研究所碩士論文。
- 杜銘章 (1999)。臺灣兩生及爬行類的生態教育。環境教育季刊，39，65-69。
- 特有生物保育中心 (2004)。臺灣保育類 - 野生動物圖鑑。南投縣：集集特有生物保育中心。
- 曾淵郁 (2004)。國小校園蝴蝶生態教育之行動研究 - 以南投縣光復國小為例。臺中市：臺中師範學院環境教育研究所碩士論文。
- 楊懿如 (2002)。賞蛙圖鑑。臺北市：生態攝影協會。
- 楊懿如 (2005)。臺灣兩棲動物 - 野外調查手冊。臺北市：農委會林務局。
- 楊懿如主編 (2008)。臺灣兩棲動物 - 野外調查手冊第二版。臺北市：農委會林務局。
- 蔡文川、廖一乃 (2004)。知本國家森林遊樂區兩棲爬行類動物。臺北市：農委會林務局。

二、英文部分

- AmphibiaWeb (2012, July. 12). Amphibian Species Lists. <http://amphibiaweb.org/lists/index.shtml>
- Global Amphibian Assessment (2006, December. 23). Distribution of Threatened Amphibians Worldwide. <http://www.globalamphibians.org>
- Risk, P. H. (1994). Interpretation-A Road to Creative Enlightenment. *Cultural Resources*, 17(2), 40-41.
- UNESCO/UNEP. (1990). *Basic concepts of environmental education connect* 15(2), 1-4.