

# 探討鷹架式網路形成科學議題課程對國小學生形成科學議題

## 能力與科學探究能力之影響

### 第一章 緒論

本章共分為五節，主要針對研究背景和動機、研究目的、研究問題與假說、名詞釋義、研究範圍與限制進行闡述。

#### 第一節 研究背景與動機

自從一九五七年蘇聯發射了人造衛星後，衝擊美國課程改革，當時的改革欲將每個人訓練成科學家，以科學家探究科學的方法學習科學，強調教導科學實驗活動與技巧。卻造成中小學選修科學意願的低落。隨著科學哲學觀的改變，建構主義（constructivism）興起，強調以學習者為主體，在學習過程中主動建構其有意義的知識（Driver & Bell；郭重吉，1995）。Driver, Asoko, Leach, Mortimer與Scott（1994）認為探究活動是以建構主義的理論為基礎，學習者透過與外在事物的互動過程中，建構屬於自己的知識。讓科學探究逐漸轉變成學習者從探究活動的互動中學習如何探究的方法與建構知識的歷程。許多學者開始重視科學探究的過程，科學探究活動從過程技能的反覆練習而逐漸轉變成重視探究能力的培養。探究（Inquiry）成為科學教育的本質（Keys & Bryan, 2000）。

教育部與國家科學委員會在2002年召開的全國第一次科學教育會議，編訂科學教育白皮書，該文件中指出中小學科學教育的重要目標之一是「培養學生的探究能力」，表現於「應用科學方法與科學知識解決日常生活問題」（教育部與國科會，2002）。希望學生在面臨生活上與科學有關的問題時，能運用探究能力及所學過的科學知識概念，提出假設，設計實驗或收集數據的步驟，以便做出明智的決定或解決問題」

美國當今科學教育改革致力於學生對科學實踐的理解、形成證據、探究過程、概念的理解伴隨知識的傳播和科學過程技能（Kelly, 2005）。美國科學促進協會（American Association for the Advancement of Science）的2061計畫（Project 2061）中也以「培養具有科學素養的公民」為科學教育的宗旨。並在國家科學教育標準中指出科學能力的總

目標是「科學探究」。

然而學者指出，教育環境在幾十年間幾乎沒有什麼改變，教師仍是課堂中教學的中心，並非學習的主體-學生（Duschl & Osborne, 2002）。雖然探究教學在科學教學上有許多助益，但Lawson（1995）的研究指出科學教師不使用探究式教學法的十個最常見理由，包括缺乏師資培育、教材及學生的教室管理、缺乏時間、教材與支援、教科書強調內容等。洪振方（2003）指出當今之中小學自然科課本或教材中的實驗部分，往往是器材、藥品及實驗步驟一應俱全，讓學生只須如食譜般去遵照步驟「驗證」結果。「提出假設」及「設計實驗」等較須「批判思考」的能力，缺乏訓練的機會。可見「科學探究」的教與學仍與目標有些差距。

經濟合作發展組織（Organization for Economic Co-operation and Development，簡稱OECD）主辦的「學生基礎素養國際研究計畫」（Programme for International Student Assessment，簡稱PISA）國際評量。主要評量全世界約15歲左右的國、高中生，在數學、閱讀、科學三方面的能力，而PISA 2006評量的主要領域為科學素養（Scientific Literacy），包含「形成科學性議題（Identifying scientific issues）」、「解釋科學現象（Explaining phenomena scientifically）」、「科學舉證（Using scientific evidence）」三種科學素養能力（OECD, 2006）。在57個參加國之中，我國學生的科學素養能力總平均排名為第四。然而，從詳細類別來看，我國學生解釋科學現象的能力很強，排名第三；但在科學論證能力方面，運用證據來支持自己的論點或反駁他人的意見的能力排名第八，而形成科學議題能力排名十七名。其中「形成科學性議題」相對較其他兩種能力的排名低，說明我國學生在形成科學性議題方面能力較弱（林煥祥、劉聖忠、林素微與李暉，2008）。

PISA測驗中的科學素養能力和科學探究息息相關。Abd-El-Khalick, Boujaoude, Duschl, Lederman與Mamlok-Naaman等人（2004）指出「探究」不僅是一種教學方法，同時也是一種重要的精神，透過探究教學能幫助學生學習到科學知識以及技能之外，也能夠使其經歷科學家探究自然界以形成科學知識的過程，從中理解科學的本質，促進科學態度的正向發展，並能將所學應用在日後的生活經驗中。許多研究也顯示探究教學能

提升學生對科學本質的理解、科學學習成就、科學過程技巧、科學知識的建構等(Ertepinar & Geban, 1996; Gibson & Chase, 2002; Ryder, Leach, & Driver, 1999) , 也可提升學生的動機和態度 (Tuan, Chin, Tasi, & Cheng, 2005) 。因此探究教學，對於學生的助益遠優於傳統式的教學。

科學探究的方法，強調學生從一個現象的問題開始，發現問題後形成假設，設計實驗，蒐集並分析證據，溝通研究過程和結果，讓學生在學習當中培養出探究能力，而非只是學習自然現象的答案 (National Research Council, 1996) 。許多學者將探究分為不同層次的模式，其中 Staer, Goodrum與Hacking (1998) 依教師是否提供實驗問題、實驗器材、實驗步驟、實驗結果四個項目來區別探究活動的層級。

PISA 提出的科學素養能力中，在過去許多研究指出論證能力是可以經由訓練與教育的方式達到提升的 (Osborne, Erduran, & Simon, 2004; Simon, Erduran, & Osborne, 2006) 。但對於形成科學議題能力的培養尚未有人提出。從科學探究的文獻中，也鮮少有探討「如何形成科學問題」的研究。學生在探究過程中可以訓練其提問技巧 (Questioning Skills) 常被教師所忽略，形成科學性議題的能力在解決問題或學生進行獨立研究時，是非常重要的，卻很少被教師拿來當成評量的項目 (林煥祥，2009) 。

形成科學議題的能力是否也可以經由訓練與教育的方式達到提升呢？本研究動機在於否能透過教學來提升學生「形成科學議題」能力？因此發展形成科學性議題教學，並藉由鷹架理論融入網路學習課程，試圖提升學生形成科學性議題的能力。

## 第二節 研究目的

探究活動包含了找出問題、設計研究、收集證據、找出問題的答案，最後溝通研究過程和結果 (NRC, 1996) ，而非只是學習自然現象的答案而已 (AAAS, 1989) 。並能培養學生具有批判性思考、問題解決、觀察自然以及提升科學素養等教育目的 (教育部, 2000 ; AAAS, 1993 ; NRC, 2000) 。

科學探究要從問題開始，可見「問題」在科學領域中扮演著重要的角色，但在科學

教育中似乎沒有很重視學生問問題的技能培養。而中小學的探究課程大多從教師或課本「提供」的問題開始往下進行探究活動，較少讓學生「形成科學議題」的養成。

「形成科學議題」對國小學生是否困難？從PISA測驗中「形成科學性議題」能力的定義來看，包含從科學研究當中辨識主要特徵（key feature）和確認關鍵字（keywords）用以搜尋科學訊息等，因此鷹架學生辨識主要特徵，可否幫助形成科學議題能力？

Staer等人（1998）依教師是否實驗問題、實驗器材、實驗步驟、實驗結果將探究分為0、1、2a、2b、3等不同層次。本研究試圖在2b與3層級中，僅提供實驗器材，而由學生自行提出實驗問題、實驗步驟和實驗結果的「開放式引導探究模式」。

Vygotsky（1978）認為兒童的學習發生於近側發展區（zone of proximal development），兒童難以單獨完成的工作範圍，可由教師、同儕、或其它資源所提供的支援下完成，即為「鷹架」（scaffold）。在課程設計上能否透過「鷹架作用」，把形成科學議題拆成學生可以處理的幾個小單元，引導學生思考並完成任務。

網路學習課程，有助促進學生科學概念的建構、概念改變與推理能力的提升（She & Lee, 2008; Liao & She, 2009; She & Liao, 2010）。本研究課程內容將採取網路化的科學探究課程為理念，希望能藉由網路與電腦資訊的特性，結合文字、圖片、動畫與影片等各種多媒體的元素，來呈現課程內容。同時能增加學生學習動機（Roblyer & Edwards, 2000）。

因此本研究結合多媒體網路環境，設計出一系列網路科學探究課程。發展出「鷹架形成科學性議題網路學習課程」，將國小六年級自然與生活科技課程以探究教學為主軸，透過鷹架式網路形成科學議題課程與非鷹架式網路形成科學議題課程，進行實驗比較，期望學生經過約四個月的時間的教學訓練（coaching）後，能協助學生形成科學議題能力之培養，並提升科學探究能力與科學概念的建構。

本研究主要目的如下：

一、探討不同的教學模式「實驗組：鷹架式網路形成科學議題課程。對照組：非鷹架式網路形成科學議題課程」對國小六年級學生形成科學議題能力的影響。

二、探討不同的教學模式「實驗組：鷹架式網路形成科學議題課程。對照組：非鷹

架式網路形成科學議題課程」對國小六年級學生科學概念建構的影響。

三、探討不同的教學模式「實驗組：鷹架式網路形成科學議題課程。對照組：非鷹架式網路形成科學議題課程」對國小六年級學生科學推理能力的影響

四、探討不同的教學模式「實驗組：鷹架式網路形成科學議題課程。對照組：非鷹架式網路形成科學議題課程」學生在網路學習中形成科學議題與科學探究能力的成長情形。

五、探討形成科學議題、科學概念、科學推理間的相關。

### 第三節 研究問題與假說

基於上述目的，本研究的待答問題如下所示：

一、不同教學模式「實驗組：鷹架式網路形成科學議題課程。對照組：非鷹架式網路形成科學議題課程」對學生形成科學議題能力有何差異？

1-1不同教學模式對學生的形成科學議題能力(後測、追蹤測)達顯著差異。

二、不同教學模式「實驗組：鷹架式網路形成科學議題課程。對照組：非鷹架式網路形成科學議題課程」對學生科學概念建構的成效有何差異？

2-1不同教學模式對學生在科學概念建構的成效(後測、追蹤測)達顯著差異。

三、不同教學模式「實驗組：鷹架式網路形成科學議題課程。對照組：非鷹架式網路形成科學議題課程」對學生的科學推理能力有何差異？

3-1不同教學模式對學生的科學推理能力後測達顯著差異。

四、學生在一學年(五個單元十六個主題)的網路學習課程中，形成科學議題能力之成長？

4-1鷹架式網路形成科學議題課程較非鷹架式網路形成科學議題課程在不同主題之形成科學議題表現較佳。

五、學生在一學年(五個單元十六個議題)的學習課程中，科學探究能力之成長？

5-1鷹架式與非鷹架式網路形成科學議題課程在不同主題間其形成科學議題的表現。

5-2鷹架式與非鷹架式網路形成科學議題課程在不同主題間其形成假設的表現。



- 5-3 鷹架式與非鷹架式網路形成科學議題課程在不同主題間其找出變因的表現。
- 5-4 鷹架式與非鷹架式網路形成科學議題課程對不同主題間其科學解釋的表現。
- 5-5 鷹架式與非鷹架式網路形成科學議題課程對不同主題間其四項總分的表現。

#### 六、形成科學議題、科學概念、科學推理的關係？

- 6-1 形成科學議題、科學概念、科學推理間有相關。

### 第四節 名詞釋義

#### 一、形成科學議題

本研究修正 PISA 2006 測驗中「形成科學議題能力」內涵，以（1）啟動學生搜尋核心概念（Core concept）；（2）辨識關鍵特徵（key feature）；（3）在特定情境中，透過科學化辨識可能的議題。作為本研究之定義。

#### 二、科學探究能力

依據NRC(2000)所提，學生在課室中探究能力的主要特徵為形成問題、設計實驗、蒐集數據、分析結果。本研究將科學探究能力定義為：形成科學議題、形成假設、找出變因、科學解釋。

#### 三、科學推理

學生在建構科學知識過程中，運用觀察、分類、操弄具體實物、控制變因、假設和推測的思考過程，找出最佳的支持推理，進行判斷的過程（Lawson, 2002）。

#### 四、鷹架（scaffolding）

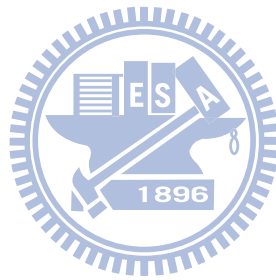
本研究定義的鷹架，是以生活情境的科學問題作為搭鷹架，引發學生辨識核心概念的關鍵特徵。

#### 五、鷹架式網路形成科學議題課程：

本研究修正PISA形成科學議題內涵，以步驟一：啟動搜尋單元的核心概念；步驟二：引發辨識關鍵特徵之鷹架學習；步驟三：以關鍵特徵，形成科學研究的議題。步驟四：進行科學探究；步驟五：「實驗結果與結論」步驟六：「主題概念總結」作為鷹架式網路形成科學議題課程的內涵。

## 第五節 研究範圍限制

由於研究實施的方便，本研究以研究者任教的四個班級為實驗組，對照組為研究者另二個班。所選的內容非隨機挑選，而是研究者自行挑選設計的。所以不具有全國小學六年級學生的代表性，且教材採用的範圍是以南一版自然與生活科技的教材為主。基於上述理由所得之研究結果，並不絕對適用大範圍或其它推論。



## 第二章 文獻探討

本研究主要探討鷹架式與非鷹架式網路形成科學議題課程對學生形成科學議題、科學概念建構、科學推理能力及科學探究能力的影響。文獻探討共分五節，分別為形成科學議題、科學探究、科學推理、鷹架理論、網路科學學習等進行探討，最後進行小結。

### 第一節 形成科學議題

#### 一、PISA測驗

國際評估有助於人們更好地理解科學教育，幫助世界各地的參加國了解潛在變化的政策，程序和做法，科學的教學 (Bybee, Fensham, & Laurie, 2009)。PISA國際學生能力評量計畫是由經濟合作發展組織，簡稱 (OECD) 主辦，是一項針對十五歲的在學學生進行的一項國際性標準化評量。測驗採取素養 (literacy) 的觀點設計，試題內容在於鑑別接近完成基礎教育的十五歲學生分別在閱讀、數學及科學的素養。這三種素養不僅是學校課程的核心，也是成人社會所需具備的重要知能。PISA 2006以科學素養為調查主軸，佔70%(林煥祥等，2008)。

科學素養強調在於培育未來公民。美國「國家科學教育標準」提出科學素養是指在進行個人決策、參與公民事務和文化事務、從事經濟生產時，能了解並應用所需的科學概念和科學過程 (National Science Education Standards, 2000；簡稱NSES)。我國教育部公佈「國民中小學九年一貫課程綱要」指出自然科學的學習，在於提昇國民的科學素養，而「科學素養」的內涵為：經由科學性的探究活動，自然科學的學習使學生獲得相關的知識與技能。在面對問題能以好奇與積極的探討、瞭解及合理解決的態度，以上的各種知識、見解、能力與態度為「科學素養」(教育部，2002)。

PISA 2006科學評量理論架構是根據以下四個向度定義科學素養，(1)情境(context)與生活相關科學和科技的情境；(2)科學能力素養 (competencies)；(3)科學知識 (scientific knowledge)；(4)科學態度 (attitudes toward science)。因此PISA評量的內容並不侷限於學校所學的知識，而是著重於年輕學子對於未來成年生活所需之廣泛知識、技能及處理問題能力的熟悉程度。PISA測驗中指的科學能力素養包含：「形成科學



議題」、「解釋科學現象」、「科學舉證」，此三種科學能力素養在科學實踐中的有其重要性，並可連接到關鍵的認知能力，例如歸納/演繹推理、系統思考、關鍵決策、轉換訊息、建構並溝通討論來解釋數據資料等（OECD, 2006）。PISA 2006科學評量理論架構如圖2-1-1所示。

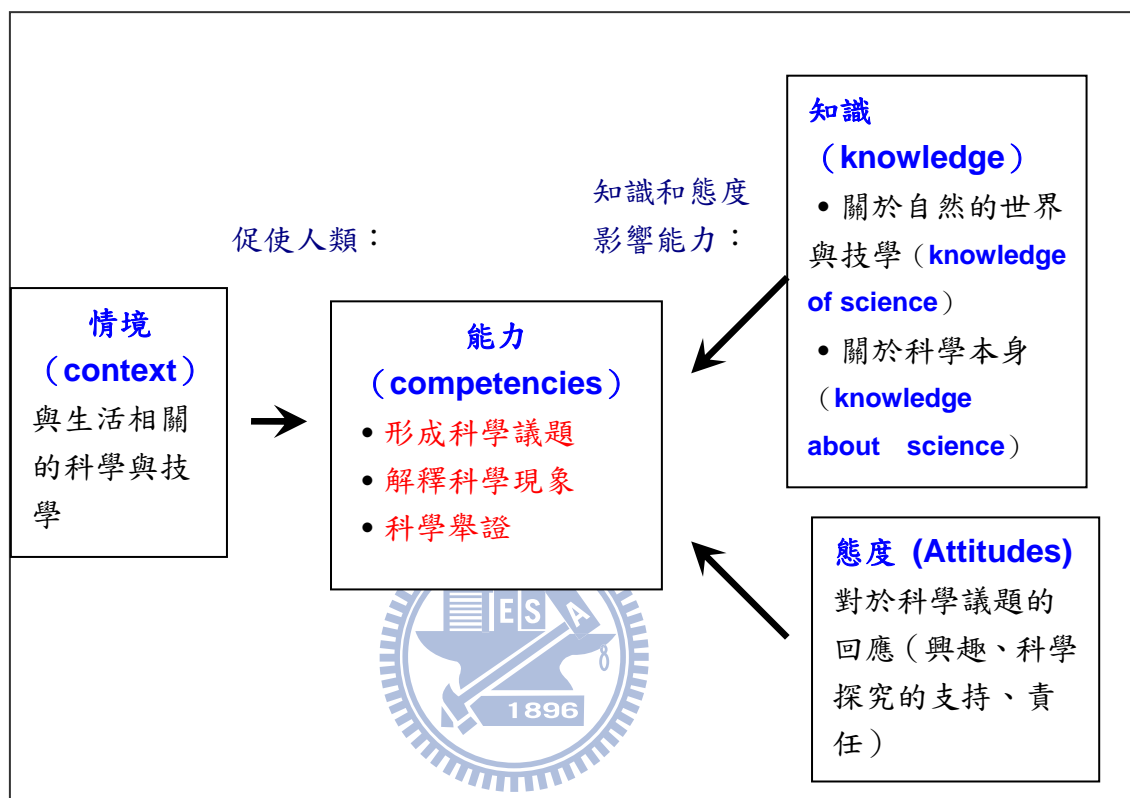


圖2-1-1 PISA2006科學評量理論架構（OECD, 2006）

PISA為近來教育指標系統（Educational indicator system）的代表，其目的主要在1. 評量學生能否將其所學的課外知識與技能應用至日常生活的準備程度；2. 反應現今教育體制及社會對於15歲青少年的影響；3. 象徵國際互動進而提供資料給世界各國的決策立法者與研究學者（林曉芳，2009）。對臺灣而言，參與PISA 計劃對國家教育是深具意義的。我國學生在PISA 2006的「科學素養」總平均排名為第四。然而，從詳細類別來看，學生解釋科學現象的能力很強，排名第三；但在科學論證能力方面，運用證據來支持自己的論點或反駁他人的意見的能力排名第八，而形成科學議題能力排名十七名。此結果可見台灣學生在形成科學性議題的能力素養方面是相對較弱的。以此來看，我國中學生具

有良好的科學知識，但相對缺乏科學探索的能力。在科學實踐中提出問題是一個重要部分，是不可缺少的環節，但往往在科學教育中較少重視學生問問題的技能培養。因此培養學生形成科學議題的能力是國內科學教育可努力的方向。

## 二、形成科學議題能力

在含有科學與科技的情況中，那些是每位公民重要到必須要知道，珍惜、並且必須做得到的能力？為了培養這些能力，將真實情境融入到科學教學和學習上對學習者是有意義的（Fensham, 2009）。因此在文獻中發現許多國家在最新一輪的課程改革中，對應用真實世界情境裡的科學教學產生新的興趣。

PISA 2006 定義科學素養（scientific literacy）就是能力（competencies），指人在社會活動中，當面臨科學相關議題時，能夠使用科學知識去辨識議題（identify issues）、掌握新知識、解釋科學現象、並得到有事實證據（evidence-based）的結論。能夠理解科學是人類經由探究所形成的知識。能夠察覺科學和科技塑造我們周遭物質的、知識以及文化的環境。願意參與和科學相關的社會議題和科學想法，作為思考的公民（OECD, 2006）。

因此PISA 2006的評量強調學生在以下三個向度上的潛能（capacity）：形成科學的議題、能夠很科學的解釋現象、以及當面臨和科學/技學相關的社會議題時，懂得使用證據支持主張、解決問題、或下合理決定。三個向度內涵分別說明如下：

（一）形成科學議題能力：科學議題必須是可經由科學證據所回答的科學性問題。包含1.在科學研究當中辨識主要特徵。2.確認關鍵字用以搜尋科學訊息。3.在特定情境中，透過科學化研究辨識可能的議題。例如，在研究中有那些是須比較的，有那變項須要被改變或控制的，那些額外的資訊是需要的，或做那些動作可以收集到相關的資料。

（二）解釋科學現象：1.在主題情境中運用科學知識。2.科學地描述或解釋現象並預測改變。3.給予適當的描述、解釋與預測。

（三）使用科學證據：1.以科學證據建立主張或結論。2.發現在結論背後的假設、證據與論述。3.將科學應用社會與科技的發展。

這三個向度充分反應了現代社會工作對人力素質的要求（林煥祥等，2008）。

Brunner, Artelt, Krauss與Baumert (2007) 的研究指出，結合前測 (pretesting) 和訓練 (coaching) 的影響能讓學生的在PISA上的表現有真實正向的影響。針對PISA提出的科學素養能力中，「解釋科學現象的能力」和「科學論證能力」已有許多研究討論。但對於形成科學議題能力的培養尚未有人提出。從科學探究的文獻中，也鮮少有探討「如何形成科學議題」的研究，本研究萃取PISA測驗「形成科學性議題」能力的內涵，修正 (modify) 成為「鷹架式網路形成科學議題課程」教學設計，進而著重 (1) 啟動學生搜尋核心概念 (core concept) (2) 辨識關鍵特徵 (key feature)，(3) 形成科學研究的議題。並進行探究活動，期望經過約一學期的時間，能見到學生在形成科學議題與科學探究能力上的發展。

## 第二節 科學探究

### 一、科學探究

探究 (inquiry) 字義為尋求真理、資訊或知識的過程。科學可說是一種解釋自然世界的方法 (A way of explaining the nature world) (Bybee, 2004)。NRC (1996) 提出科學即是探究 (science as inquiry) 的想法，並定義探究是一種具多面向的活動，其中包含進行觀察、界定問題、驗證書本以及其他的資訊來源、瞭解已知的知識、計畫進行探索活動、重複察看實驗得來的證據、使用工具進行收集與分析、以及對資料進行詮釋並提出結果。Anderson (2002) 從NRC (1996) 中所提到探究的意義加以詮釋，分別為 (1) 科學的探究 (Scientific Inquiry)：對世界提出的假設和有系統的測試的一般過程。探究反映出對科學如何進行的理解，是獨立的教育過程。(2) 探究學習 (Inquiry Learning)：學生參與提出問題與建構方法的學習中，對自然現象提出可能的解釋、用方法測試解釋並與其他人溝通他們的想法，主動建構概念理解為學習的目標。(3) 探究教學 (Inquiry Teaching)：教師創造出能讓學生發展知識、理解科學想法及體會探究本質的活動，以提出問題、找出方法、測試結果等過程傾向的學習環境。Sandoval (2005) 指出探究必需在課堂中建立一個如同科學家的實務社群 (Community of practice)，將學生投入於「真

實的 (Authentic)」科學探究活動中，讓學生進行類似科學家所進行的實際活動，經歷知識建構與知識合法化的歷程。王靜如、周金燕和蔡瑞芬 (2006) 提出科學探究可說是科學知識產生的複雜過程，包含過程技能和思考智能。

Driver等人(1994)認為探究活動乃是從建構主意的理論基礎，學習者透過與外在事物的互動過程中，建構屬於自己的知識。科學探究活動從過程技能的反覆練習而逐漸轉變成重視探究能力的培養。探究的概念成為科學教育的本質 (Keys & Bryan, 2000)，探究能力的培養成為重要的國民科學教育素養。

因此美國科學教育標準(簡稱NRC)明確指出，探究活動是科學教學的中心策略，探究為基礎 (inquiry-base) 的教學將是學生學習科學知識的有力的手段，所以教師在與學生互動時，應聚焦和支持探究活動。美國科學促進協會 (AAAS) 的2061計畫中也以「培養具有科學素養的公民」為科學教育的宗旨，並在國家科學教育標準中指出科學能力的總目標是「科學探究」。台灣在教育改革中也未忽視探究，教育部 (2001) 九年一貫課程中提到，科學教學應以學生活動為主體，引導學生做科學探究。教育部與國科會訂定的「科學教育白皮書」中指出中小學科學教育的重要目標之一是「培養學生的探究能力」，表現於「應用科學方法與科學知識解決日常生活問題」。(教育部與國科會, 2002)。

## 二、探究教學

Furtak (2006) 指出課室中的教學形式是一個連續的光譜 (如圖2-2-1)，在光譜的左端為傳統教學，光譜的另一端為開放式探究教學。而在兩端之間為不同開放層次的引導性探究。因此探究教學視不同的認知階段及學科學內容進行不同層次的探究。在越右端的開放探究教學中，學生是自主性的學習和吸收知識，並非被動的接收者；而教師是促進、協助學生學習的角色，而非灌輸知識者。透過社會建構主義 (socio-constructivism) 和動手作活動 (hands-on instruction) 的整合，將有助於探究活動的建構 (Rogoff, 1990)。探究的觀點在改變，教師在建構教學中的角色也在改變，從管理者 (Manager)、技術員 (Technician)、協助者 (Facilitator)、轉變為授權者 (Empowerer) (Hand, 1996)。

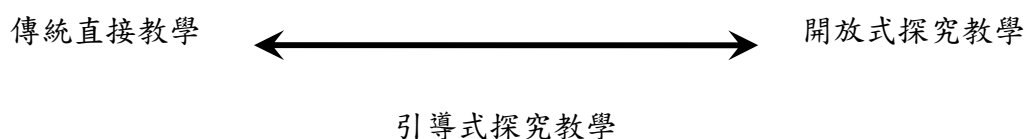


圖 2-2-1 科學教學連續光譜形式

資料來源：Furtak (2006)

探究教學要如何進行以及提供學生多開放的程度，可以依科學探究的特徵、教師介入的程度、學生自主權的多寡來討論。

#### (一) 科學探究的特徵：

David, Graham與Debbie (2009) 提出真實的科學探究 (Authentic scientific inquiry) 有五個特徵：1. 發展個人和文化知識 (Development of personal and cultural knowledge)；2. 脈絡化的科學知識 (contextualized scientific knowledge)；3. 對高階問題解決的進展過程 (the progression toward high-order problem solving)；4. 社會互動的科學目標 (social interaction for scientific goals)；5. 是一個多階段多種表徵的過程 (scientific inquiry as a multi-stage and multi-representational process)。Dr. Barrow在2008年受邀來台的探究與教師專業成長工作坊，提出科學探究的五個基本特徵為：1.科學導向的問題 (scientific oriented question)；2.利用蒐集的證據去發展解釋 (evidence collection to develop explanation)；3.從證據提出解釋 (explanation from evidence)；4.評鑑解釋 (evaluation of explanation)；5.向其他學生及老師傳達與證明解釋 (communicates and justifies explanation to others)。若學生控制所有五個基本特徵，屬開放式探究；老師控制一個以上的基本特徵則為引導式探究。

#### (二) 科學探究層次

Schwab (1962) 提出探究教學的方式進行科學教學，將科學探究分成0-3系統，由易到難，包括level 0 (實驗式探究)、level 1 (實驗式探究)、level 2 (探究活動)、level 3



(開放性科學活動)。level 0表示問題來源、數據收集方法和結果闡釋都是由老師提出；而level 3則是表示上述三種都是由學生自行探究。

Herron (1971) 更新 Schwab 的系統，使用等級 1-4 去評價科學探究的層次，依據是否提供探究問題、操作程序以及解答，將探究分為四個層次。確認 (confirmation) 層次，學生根據指定的步驟去確認課本的知識。結構性探究 (structured inquiry) 層次，提供問題及步驟，由學生找出解答。引導性探究 (guided inquiry) 層次：只提供問題，由學生進行探究活動。開放性探究 (open inquiry)，由學生自己找出探究問題、規劃程序、找出未知的答案。Hegarty-Hazel (1986)更進一步將第 2 層分成 2a 及 2b 兩個層次，Staer、Goodrum & Hacking(1998)採用 Hegarty-Hazel 所提出的看法，並在分類的項目上進一步增加了「實驗器具」一項，因此探究活動的分層變更加完備。

表 2-2-1探究活動的層級(Staer、Goodrum & Hacking, 1998)

層級	實驗問題	實驗器材	實驗步驟	實驗結果	一般名稱
0	○	○	○	○	確認
1	○	○	○	—	引導性探究
2a	○	○	—	—	開放引導性探究
2b	○	—	—	—	開放引導性探究
3	—	—	—	—	開放性探究
備註	○：表示教師提供		—：表示教師不提供		

除了上述學者之外，Colburn (2000) (亦將探究教學分成四類，包含食譜式探究、結構式探究、引導式探究及開放式探究。Lisa (2002) 將探究教學依照教師介入的程度，分為開放式探究 (open or full inquiry)、並行探究 (coupled inquiry)、引導探究 (guided inquiry)、結構探究 (structured inquiry) 等四個類型。Wenning (2005) 提出科學探究教學練習階層 (A complete hierarchy of inquiry-oriented science teaching practices) 為 1. 發現學習 (Discovery Learning); 2. 互動示範 (Interactive Demonstration); 3. 探究課程 (Inquiry Lesson); 4. 引導探究實驗 (Guided Inquiry Lab); 5. 有界限的探究實驗 (Bounded Inquiry Lab); 6. 自由探究實驗 (Free Inquiry Lab); 7. 純粹探究假設 (Pure Hypothetical Inquiry); 8. 應用探究假設 (Applied Hypothetical Inquiry)。依教師與學生的

參與程度及運用智力的複雜度整理如表 2-2-2 所示。

表 2-2-2 探究教學模式

學者	探	究	層	級	
Schwab(1962)	level 0	level 1	level 2	level 3	
Herron(1971)	確認 (level 1)	結構性探究 (level 2)	引導性探究 (level 3)	開放性探究 (level 4)	
Colburn(2000)	食譜式探究	結構式探究	引導式探究	開放式探究	
Lisa (2002)	結構探究	引導探究	並行探究	開放式探究	
Wenning (2005)	發現學習	互動示範	探究課程	探究實驗	探究假設
低	← 智力的複雜度 →		→ 高		
教師	← 控制權 →		→ 學生		

### (三) 探究教學模式

#### 1、探究能力的訓練模式 (Inquiry Training Model)

Suchman(1966)以挑戰性問題邀請學生來探究科學。發展「探究能力的訓練模式」，就像是科學家用以探究自然現象，發現新知識建立新原則過程模式的縮影。分為五個階段。(1)提示問題，說明探究步驟與規則。(2)確認問題，確認「問題」中的物體與情境的本質。(3)實驗，分辨變因。(4)建立假設。(5)探究過程分析，檢討本節探究過程，發展更有效方法。

#### (四) 探究能力

Keys 與 Bryan (2000)指出，我們應該用課程模組的角度來看探究教學，提昇學生探究能力是教學的目標。美國國家科學教育標準 (NRC, 1996) 建議 k-12 的學生必須具備「科學探究的能力」和「對科學探究的了解」，科學探究的能力包含 1. 定義和確認問題 (identifying and posing questions); 2. 設計與實施調查 (designing and conducting investigations); 3. 分析資料和證據 (analyzing data and evidence); 4. 使用模組與解釋 (using models and explanations); 5. 溝通發現 (communicating findings)。美國奧勒岡

州教育部門在針對科學探究能力所提出的評分指標（2002-2003 Scientific Inquiry Test Scoring Guide）中，依照科學探究的過程將科學探究能力分為：形成問題或假說、設計研究程序、收集呈現數據、分析闡述結果等四個向度（Oregon Department of Education, 2002）。

### 三、探究教學與科學學習

Abd-El-Khalick等人（2004）指出「探究」不僅是一種教學方法，同時也是一種重要的精神。透過探究教學除了能幫助學生學習到科學知識以及技能之外，同時也能夠使其經歷科學家探究自然界以形成科學知識的過程，從中理解科學的本質，促進科學態度的正向發展，以進行有意義且主動的學習，並能將所學應用在日後的生活經驗中。

國內外的學者皆肯定探究在科學教育中扮演重要的角色，有許多探究教學相關研究顯示探究教學在各方面有正向的效果。

在學習成效方面：Windschitl（2003）指出，對於任何程度的科學學習者而言，他們可以藉由提出問題和測試假說等真實性的活動，整合自己的知識；Gibson 與 Chase（2002）指出探究教學可協助學生將以往著重事實記憶的學習轉為對學科知識與技能，進行深層理解與應用的學習，同時對科學持正向的態度並對科學生涯有較高興趣；Ertepinar 與 Geban（1996）指出探究教學能提升學生的科學學習成就；提升學生的科學過程技能、提升學生的知識建構、以及學生溝通對話的能力（Ryder, Leach, & Driver, 1999）。

在探究能力方面：謝州恩和吳心楷（2005）的研究指出探究導向學習（inquiry-based learning）活動中，能提升國小學生科學解釋能力與運用推理能力。丁素雯（2008）於國中二年級的研究指出巢狀式探究教學於學生形成問題、設計實驗、圖表解釋、分析結果等四項探究能力皆有所提升；楊秀停和王國華（2007）則在國小五年級實施引導式探究於植物、水溶液等單元，學生的認知、探究能力均有所能提升；在情意方面，學生以探究來學習科學時，對科學會持正向的態度並對科學生涯有較高興趣（Gibson & Chase, 2002）。Tuan等人（2005）和丁素雯（2008）的研究顯示探究教學可促進學習者的學習動機，優於傳統式的教學。

其它方面：Sandoval（2003）和Ryder, Leach與Driver（1999）則指出科學探究教學能啟發學生在科學本質的理解；王翠妃（2008）的研究發現實施探究教學於國中資優學生，在科學推理與科學創造力都有顯著的成長。

雖然探究教學在科學教學上有許多助益，但 Lawson（1995）的研究指出科學教師不使用探究式教學法的十個最常見理由，缺乏師資培育、教材及學生的教室管理、缺乏時間、教材與支援、教科書強調內容等。教師不願意實施探究基礎教學的主要因素是受教師信念的影響，例如，覺得學生能力不足勝任探究活動，或教師認為科學需要反覆練習遠勝於探究，這些對立的教學信念是探究教學實施的障礙（Keys & Bryan, 2000），

Gijlers, Saab, Van Joolingen, De Jong, 與 Van Hout-Wolters（2009）提到探究並不總是成功的，也不一定都導致學習，需要解決學生在探究環境時所遇到的困難。因此在探究學習環境中，需架構出學生應注意的相關概念，協助他們在探究學習過程中的表達思想，設計實驗和測試的預測。

本研究者即為教學者，對探究教學持正向教學信念，肯定探究教學於科學學習的意義，根據 NRC（1996）提出五到八年級學生應有完全探究或部份探究的機會，在部份探究的部份，依據教學內容與目標，特別選定一些面向，讓學生運用多種過程技能，培養科學探究能力與科學概念的理解。

本研究對象為國小六年級學生，其科學知識及實驗技巧仍待養成，學生在進行探究活動時，需由老師給予部份協助，並將探究活動與課程內容相為呼應，因此屬引導式探究模式，探究活動包含形成問題、形成假設、找出變因、設計研究步驟、進行結果、整合分析結果等。

科學探究是從問題開始，「問題」形成方式可由學生自己產生，由老師列舉，或由老師提供（Barrow, 2008）。一般引導式探究的問題皆為老師提供，本研究著重於學生形成科學議題的表現，探究的議題由學生自己產生。依照Staer等人（1998）提出的探究層級為2a與3之間，學生由情境中辨識主要特徵，從教師提供實驗器材中，學生自行形成實驗問題，自行設計實驗步驟與分析實驗結果。

### 第三節 科學推理

#### 一、推理

推理(Reasoning)：包含運用觀察、分類、操弄具體實物、控制變因、假設和推測的思考過程。科學推理(Scientific reasoning)：建構科學知識過程中，如何運用假設、操控變因，找出最佳的支持推理，進行判斷的過程。就推理的技巧上，最常用的兩種推理方法為「演繹推理」(Deductive reasoning)和「歸納推理」(Inductive reasoning)。演繹推理是從一般規律、規則或是原理，推到特殊情形並做出新結論的活動；歸納推理則是藉由觀察眾多個別事物的特質，從其中抽取出一般規律的共通性並概括到同類事物上。在科學教育所指的推理，大部份都是「演繹推理」(Vosniadou, 1989)。推理在科學研究的作用(the role of reason in research)，是大多數行動的指南。在形成假說、在判斷由想像或直覺而猜出的想法是否正確時、在佈署實驗並決定作出何種觀察時、在評定佐證的價值解釋新的事實時、在做出概括定律時、最後在找出新發現的拓廣及應用時，推理都是主要手段(楊新北譯，1984)。

#### 二、科學推理

科學推理：指建構科學知識過程中，如何運用假設、操控變因，找出最佳的支持推理，進行判斷的過程。在科學學習上將科學推理視為相當中要的能力，這是學習者在學習科學時，可藉由操作、觀察的直觀方式來理解科學概念，但在教學的情境中，卻沒有辦法呈現所有的科學現象，包括抽象的或是微觀的，藉由間接的認知來達成概念的理解，就是科學推理。

Piaget (1962) 認為若要進行科學的推理過程，必須先要有一定程度的邏輯能力才能完成，而過去在教學實務上大多認為國小的兒童屬於具體運思期，無法進行抽象的科學推理過程，故鮮少進行較抽象的科學推理教學。但是 Vosniadou 與 Brewer (1992) 對兒童科學推理的表現提出不同看法。研究指出兒童會應用學得的知識和既有的生活經驗來進行推理，建構地球的模型。雖然建構出來地球的模型不符合現今科學社群公認的科學概念，但整合兩種衝突的概念過程中，展現了一定的推理能力。因此若科學課程中適



時引導，對兒童的推理能力有相當的助益。

Driver, Leach, Millar與Scott (1995)提出知識論推理(Epistemological reasoning)，主要探討學生如何進行科學探索活動(science inquiry)，以及學生如何看待科學理論的本質和狀態，和學生「使用理論所作出的解釋」和「描述證據」之間的關係，來分析學生進行科學推理活動的表徵。將推理分為三類：包含1.「現象依據推理」(phenomenon based reasoning)：科學理論來自於情境之探索(解釋)(exploration)，將直接觀察的現象描述直接作為證據。2.「關係依據推理」(relation based reasoning)：其科學理論來自模式追溯解釋(pattern seeking explanation)，從經驗的通則化中，找出可觀察的現象中所包含的特性或變數之間的關係，仍使用現象的觀察來作為證據描述，並以變數之間的關連做為解釋的理論依據，探討起始因素和結果之間的關係。3.「模型推理」(model-based reasoning)：其科學理論是經由「創意」來產生理論模型，同時存在多個可能的理論模型。理論的存在是暫時性的，且理論解釋並非來自於觀察，而是以理論系統的科學機制來解釋，以證據來評估各種模型的優劣。

Tytler 與 Peterson (2003, 2004)的研究探討國小學生的科學推理能力，提出四個科學推理的面向。包括：1.本質的探索(the nature of exploration)。2.概念處理的深度(Depth of processing conceptual process)。3.競爭概念的宣稱(Respond to competing knowledge claim)。4.操弄變數(Respond to handling variables)。發現兒童在面對不同的科學任務時，會展現並使用不同的科學推理能力。

在測量學生的推理能力測驗中，一般量化的分析都採用Lawson (1978, 1987, 1989, 2000)發展的科學推理測驗(Classroom Test of Scientific Reasoning)，來測量學生的科學推理技巧。此測驗共有十二題二階層的選擇題，欲測驗的科學概念依序為：質量守恆(conservation of weight)、置換體積守恆(conservation of displaced volume)、比例(proportional thinking)、進階比例(advanced proportional thinking)、辨識和控制變因(identification and control of variables)、辨識和控制變因及機率(identification and control of variables and probabilistic thinking)、機率思考(probabilistic thinking)、進階機率(advanced probabilistic thinking)、關聯性思考包含比例和機率(correlational

thinking includes proportions and probability)、假設演繹思考 (hypothetico-deductive thinking)、假設演繹推理 (hypothetico-deductive reasoning)。給分方式每一題的兩個階層都答對才給予一分。

Lawson (2002) 的研究中區別學生的科學推理能力, Level 3 描述性層次 (descriptive level) (相似於皮亞傑具體操作期, concrete operational level) : 只能運用描述性概念, 得分為 0~3。過渡階層 (transitional level) : 介在 Level 3 跟 Level 4 中間, 得分為 4~6。Level 4 進階層次 (advanced level) (相似於皮亞傑形式運思期, formal operational level) : 可運用描述性 (descriptive) 和假設性 (hypothetical) 概念, 只能以具體可見物體進行假設, 得分為 7~10。Level 5 更進階層次 (more advanced level) : 可運用一些理論的概念進行假設。即此階段學生具備描述性 (descriptive)、假設性 (hypothetical) 和理論性 (theoretical) 等概念, 得分為 11~12。

本研究發展網路形成科學議題課程, 以科學探究為主軸, 融入以國小六年級自然課程中, 學生將進行形成科學議題、形成假設、找出變數、科學解釋等探究活動, 從Tytler與Peterson (2003, 2004) 的研究指出, 發現兒童在面對不同的科學任務時, 會展現並使用不同的科學推理能力, 因此本研究將探討教學前後學生科學推理能力之改變情形, 採用Lawson發展的科學推理測驗, 測量學生一般的科學推理能力 (包括解釋、假設與驗證等科學推理技巧)。此外, 由文獻中可知探究教學可提升學生知識建構 (Ryder, Leach, & Driver, 1999)、因此將針對形成科學議題、科學概念、科學推理三者間的相關性進行分析了解。

#### 第四節 鷹架理論

##### 一、鷹架作用

鷹架的概念源自於俄國心理學家 Vygotsky (1978) 的近側發展理論, 他認為學習者都有一個實際的發展層次 (real level of development), 和一個潛在發展層次 (potential level of development), 介於這兩者間的差距即為「可能發展區」 (zone of proximal

development 簡稱 ZPD)，ZPD 可透過外界的協助，以語言符號或工具等媒介，所能輔助學生發展潛能的範圍，特別強調社會文化是影響兒童認知發展的重要因素。

Wood 等人（1976）延伸 Vygotsky 的近側發展理論，兼具皮亞傑的基模概念、Bruner 的認知結構、Bandura 的社會學習理論，提出鷹架理論，鷹架原為拼組、協助建築施工的支架，延伸應用在教學上則可被定義成由教師、同儕、或其它資源所提供給學生的支援，按照活動目標和學習者的狀態，將工作分若干階段，以增加學習者在活動中的參與度和有意義的學習（Rogoff, 1990），讓學生能執行無法獨立完成的任務，對於教學理論與實務具有重要的啟示。

## 二、鷹架教學

Puntambekar 與 Hubscher（2005）提出鷹架的目標有二：1. 當學生獨立完成任務時有困難時，提供暫時的支援。2. 幫助學生在鷹架中獲得能力，讓他們可以去執行無法完成的任務。因此鷹架可提供的支援包含 1. 概念的（那些是考慮的）。2. 後設認知（如何經營學習過程）。3. 程序的（如何使用工具）4. 策略的（那些策略使用可接近問題）（Wood et al, 1976）。Saye 與 Brush（2002）將鷹架分為兩種型式：軟鷹架（soft scaffolding）和硬鷹架（hard scaffolding），軟鷹架是指教師或同儕持續地經由和學生的對話，視學生不同的困難處提供適時協助，讓學生完成任務，可經由問答對話、後設認知訓練及動機技術（如鼓勵），但這種軟鷹架實施在一個班上，因不同的學生有不同的鷹架需求，是很大的挑戰。硬鷹架（電腦或紙本認知工具）是從參與的學生中找出通則性的鷹架協助，例如從專家解釋如何找到問題解決的方法當作鷹架。

Beed 等人（1991）指出鷹架有以下特徵：

- （一）交互性：Anderson, Armbruster 與 Roe（1990）認為適當鷹架需要準確的診斷學生的技能水平和能力，提供適量的支持，讓學生來執行目標任務。Rosenshine 與 Meister（1992）以建構主義觀點來看一個人的學習過程，建議鷹架應該根據學生的先決條件或先備知識，使教師了解學生現在的水平，教學者提供支持學生的可能發展區（ZPD）中。教師的協助在學生學習的情況中來回協商與調整。

(二) 責任的轉移：根據 Wood 等人對鷹架的定義，當學生的能力漸漸提高後，教師的協助也應漸退出，將學習學習的責任應回歸到學生本身。這也意味著鷹架僅是個暫時的架構或支持，隨著學生能力提升後鷹架逐步下降 (Rosenshine & Meister, 1992)。

(三) 步驟化：建議鷹架應搭建在精心組織下，一步一步的指導，即引導學習者在時間內一個過程的鷹架，並有練習的機會，才進入到下一步驟(Rosenshine et al, 1992)。

鷹架的最終目的在達成學習者的學習遷移與自我導向學習，也就是協助學習者自己學會搭鷹架。

### 三、鷹架工具與科技

鷹架在教學上可教師、同儕、或其它資源提供給學生的支援，隨著科技的進步發展，網路化學習成為新的趨勢。科技強調以學習者為主中，藉由互動設計的仲介過程，來促進教學，「電腦」成為仲介的工具，一個重要的鷹架來源 (Davis & Miykes, 2004)。許多研究發現鷹架應用在科技支持的教學法上，變得越來越重要 (Quintana, Reiser, Davis, Joseph, & Fretz, 2004)。

在資訊融入教學，鷹架提示 (scaffolding prompts) 通常嵌入在電腦學習系統中，作為幫助頁面，窗口或網頁的指示，協助學生的學習過程。Kauffman (2004) 指出問題的提示 (question prompts) 是可以促進學習成效的一個強大的教學技術，可自動於 Web 的設置中。Ge 與 Er (2005) 的研究在在網路化非結構化問題解決，設計鷹架提示，以協助新手學習者能進行非結構化的問題解決。他們的研究將提示 (prompts) 區分為闡述提示 (elaboration prompts)，學生從問題中獲得那些資訊；和反思提示 (reflection prompts)，用於鼓勵學習者進行後設認知的思考。在Ge, Chen 與 Davis (2005) 的網路學習環境中，建立鷹架提示以促進學生的推理能力和問題解決能力，結果發現，有鷹架提示的學生，在未結構化問題解決過程中，能促進學生認知和後認認知的思考歷程。包含問題表徵、形成決策、自我監控和評鑑等都有較好的表現。在促進學生鷹架提示有兩種形式 (1) 指引或清單提示 (guidelines or checklists) (2) 闡述或反應 (elaboration

and responses) ，因此研究問題提示分類成 (1) 程序提示 (procedural prompts) ：在於功能結構或指引，引導學生通過解決問題的過程，(2) 闡述提示 (elaborative prompts) ：幫助學生詳細說明自己原有的知識和表達他們的推理過程 (3) 反思提示 (reflective prompts) 作為引發學生反思及後設認知。

鷹架作用提供在網路化教學上的教學目標包含 (1) 學習學科知識 (如概念、程序) 。 (2) 學習有關人的學習 (後設認知、自我規律學習) 。 (3) 學習如何運用電腦學習環境 (工具、功能) 。 (4) 學習如何適應特定的教學內容 (參與適應求助的行為) (Azevedo & Hadwin, 2005) 。鷹架特質為進行診斷、校對支持、個別化支持、消退 (Azevedo & Cromley, 2004) 。

而在網路學習環境中 (CBLEs) ，缺乏鷹架造成學生控制學習能力差，對主題的概念理解失敗 (Land & Greene, 2000; Azevedo & Cromley, 2004) 。合適的鷹架讓學生更有效率轉移成精通的心智模型，增加敘述性記憶及SRL行為(如計畫、監控)使用頻率 (Azevedo & Cromley, 2004) 。

#### 四、鷹架與科學學習

一些研究指出，以電腦軟體及文字支持鷹架能協助學生完成他們認為複雜的科學解釋，包含主張、推論和證據 (McNeill, Lizotte, Krajcik, & Marx, 2006; Lee & Stronger, 2004) 。McNeill等人的研究發現在退除鷹架後，學生也能達到良好的學習遷移，寫出更好的科學解釋，但Lee等人的研究卻發現把鷹架消退後，學生的學習退步。鷹架的輔導策略可以解決學生在解題過程中的迷思，提升學生問題的探究能力，以建構知識 (陳定邦，2003) 。

Quintana等 (2004) 將鷹架視為認知師徒制 (cognitive apprenticeship) 的要素，學生在鷹架的引導、訓練後越來越能完成解決問題。而鷹架可以提供學生在科學學習的環境中 (1) 提示使用特定的推理策略 (Derry, Hmelo-Silver, Nagarajan, Chernobilsky, & Beitzel, 2006) ; (2) 結構的讓學生跟隨 (follow) 或填寫 (fill in) ，如論證模板，連結論證對話中主張和證據間的關係 (Bell, 2002; Yeh & She in press) ， (3) 專家模型 (expert models) 為專家學生學習表現，Chinn與Hung (2007) 的研究在論證或解釋科學研究的課程中，讓



兒童討論如何評價科學家研究方法，證明了專家模型的有效性，促進七年級學生的科學推理能力。

李建億（2005）的研究運用不同的鷹架退除策略在國小五年級學生植物構造概念構圖網路學習活動中，發現接受越多鷹架輔助的實驗組，其概念構圖與自然學習成效顯著優於沒有鷹架輔助的控制組。

基於上述論述，要提升學生認知發展、學習成效，以「鷹架」學生「可能發展區」，協助學生可能發展的潛能。本研究將鷹架應用在網路形成科學議題學習上，以生活情境的科學問題作為鷹架，引發學生辨識核心概念的關鍵特徵，以形成科學研究的議題。

## 第五節 網路化科學學習

### 一、資訊科技融入教學

隨著全球資訊網（World Wide Web, WWW）的快速發展，資訊科技帶來生活的便利與學習視野之開闊。同時也提供新的學習方式。王全世（2000）認為資訊科技融入教學（Information technology integration）就是將資訊科技融入於課程、教材與教學中，讓資訊科技成為師生一項不可或缺的教學工具與學習工具，使得資訊科技的使用成為教室中日常教學活動的一部份，並且能延伸地視資訊科技為一個方法或一種程序，在任何時間任何地點來尋找問題的解答。而教育部九年一貫也將資訊教育列為重大議題，希望各學習領域應使用資訊科技為輔助學習之工具，以擴展各領域的學習，並提升學生解決問題的能力（教育部，2002）

近年來，建構主義的理論受到許多教學者與科教研究者的重視。建構主義者主張知識是由學習者主動建構的，知識是個人與環境的產物，無法由教學者的腦中轉移到學習者的腦中（郭重吉，1995）。而 Jonassen（2002）提出將電腦視為心智工具（Mind tool）的概念，使學習者在有意義的方式上進行思考，協助學習者建構自己的知識體系。

資訊科技運用於教學的目的在於提昇教學品質、學習成效，促使學生進行有意義的學習。Roblyer 與 Edwards（2000）認為將資訊科技融入教學的優點有：1.增加學生學習

動機（如：引發學生注意力，使學生參與、投入，增進學生自主性）。2.具備特殊的教學潛力（如：幫助學生視覺化問題與解決方式，提供學習工具）。3.支援不同的教學型態（如合作學習，問題解決、高層次思考等）。4.增加教師的工作績效（如：增加教師與學生的互動、提供更精確更新的學習素材）。5.培養學生資訊時代所需的技能。

因此將資訊科技融入教學中，能提供教師一個具彈性且符合建構主義的教學情境。而利用網路及多媒體的結合，已成為近來許多科教研究者所關注的焦點。教學者若能加利用網路學習的特點來設計網路學習課程，有助於學生自行建構完整的科學概念（She, 2005a; She & Fisher, 2003）。

## 二、網路科學學習

許多研究指出，科學概念難以理解與微觀、抽象或動態有關。而網路與多媒體可提供一個多元的、動態的、問題導向的學習環境。She與Fisher（2003）利用動畫軟體與網際網路設計科學概念的學習課程，研究結果發現可增進學生建構完整知識的效果。She（2004）針對學生難以理解的浮力概念，以後設認知策略及網路學習課程，提升學生浮力概念的學習成效。She以雙重情境學習模式（DSLMM）為基礎，結合科學推理發展科學概念建構與重建的數位學習計畫（Scientific Concept Construction and Reconstruction，SCCR），結果顯示能提升學生科學概念建構、概念改變與科學推理能力（She & Lee, 2008; Liao & She, 2009; She & Liao, 2010）。另有研究以網路化問題解決的教學策略，結果顯示有助於提升學生的問題解決模式學習延宕效果及問題解決能力，並且有助於提升師生間的互動關係（Yu, She, & Li, 2010）。陳倩嫻（2008）以一個學期七個主題的數位論證課程，幫助建構學生正確科學概念並提升了中學生的論證能力與科學推理能力。同時另有研究顯示網路化科學論證課程優於網路科學非論證課程，且有效提升國中化學反應的概念改變和論證能力（Yeh & She, 2010）。莊明樺（2009）建立兩種類比網路課程，在視覺成像概念方面，結果顯著優於傳統講述式。

Linn, Clark與Slotta（2003）建立了以網路為基礎的科學探究平台 WISE（Web-base Inquiry Science Enironment）提供學生進行科學探究活動。學生可選擇有興趣的主題，透

過網路學習與網路討論，進行調查、辯論、評論、設計等類型的主題探究活動。Williams (2008) 針對一位學習使用 WISE 做為科學教學的國小老師進行三年的研究，結果顯示教師在第二、三年漸漸增加整合科技應用在 WISE 平台上，並促使學生在 WISE 的科學探究的過程中，有顯著的科學對話增加。進一步發現，科學探究平台可以幫助教學者有重複的機會去進行科學探究的課程並反思自己的教學經驗。

Gelbart, Brill 與 Anat Yarden (2009) 在網路上建立遺傳學研究，提供高中生有機會參與類似科學家的活動。結果顯示，以研究為導向的學生比任務為導向的學生擴大了他們的遺傳學知識，更能理解基礎的遺傳學的認識論。Frailich, Kesner 與 Hofstein(2009) 的研究指出，將視覺工具 (visualization tools) 整合於互動合作的網路學習活動，可提升學生建構化學鍵的概念。

多媒體多元化的網路學習課程，可提供豐富的教學資源，並提高學生的學習動機 (Cornell & Martin, 1997)，提升學生概念的學習成效，以輔助傳統教學的不足。因此本研究將分別以鷹架式和非鷹架式形成科學議題課程，結合多媒體與網路互動式學習環境，設計網路形成科學議題與探究活動，期望能此網路學習課程，來協助學生形成科學議題與科學探究能力，並提升科學概念的建構。

### 第三章 研究方法

本研究將國小六年級自然與生活科技課程以探究教學為主軸，以鷹架作用（scaffolding）的形成科學性議題教學法和非鷹架作用（Non-scaffolding）的形成科學性議題教學法，結合多媒體的數位化學習環境，建構形成科學議題的網路學習課程，期望學生經過約四個月時間的教學訓練（coaching）後，能協助學生形成科學議題能力之培養，並提升科學探究能力與科學概念的建構。

#### 第一節 研究對象

本研究是以新竹市某國小六年級的四個班學生為研究對象，以便利抽樣的方式，採用四個常態編班的班級，學生人數共123人。將學生分為二組，實驗組與對照組各二個班級，實驗組與對照組學生未接觸形成科學議題教學。課程由研究者擔任教學者。

在教學模式方面，實驗組為網路鷹架學習課程，在電腦教室利用網路進行鷹架學習課程，於實驗室中分組進行科學探究，共63人；控制組為網路非鷹架學習課程，在電腦教室利用網路進行非鷹架學習課程，於實驗室中分組進行科學探究，共60人，如表3-1-1所示。

表 3-1-1 教學模式與人數整理表

組 別	實驗組	對照組
項 目		
教 學 模 式	電腦教室 鷹架式網路形成科學議題課程	非鷹架式網路形成科學議題課程
	實驗室 分組進行科學探究	分組進行科學探究
人 數	63人	60人

本研究於九十八學年度進行研究，為了確保實驗組與對照組的學生，在國小自然與生活科技學業成績上無顯著差異，研究者在研究前，先蒐集這二組學生在自然與生活科技學業成績（包含五年級上下學期共四次段考成績），科學概念建構測驗前測成績、形

成科學議題測驗前測成績、科學推理前測成績，進行單因子變異數分析（ANOVA）檢定的統計分析，分析結果皆未達顯著差異。

## 第二節 研究設計

本研究採用準實驗設計法（quasi-experimental design），將國小六年級四個班級的學生為樣本，分別以兩個班為實驗組（N=63），兩個班為對照組（N=60），作為研究對象。研究的自變項為教學模式分組，依變項為科學概念建構測驗（前測、後測、追蹤測）、形成科學議題測驗（前測、後測、追蹤測）、科學推理測驗（前測、後測、追蹤測）。以及網路化學習歷程中，形成科學議題、形成假設、找出變因、科學解釋及四項加總的科學探究能力。

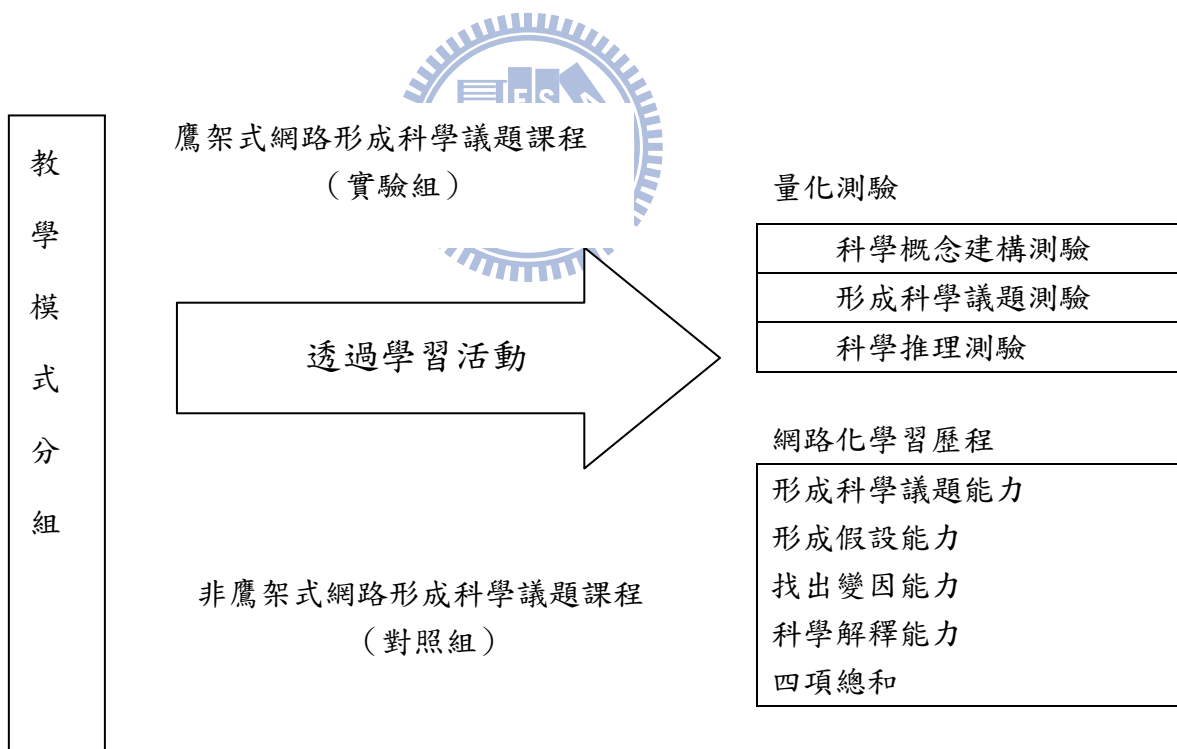


圖 3-2-1 研究架構圖



研究中採用的自變項與依變項說明如下：

#### 一、自變項

本研究自變項為「教學模式分組」，實驗組採用「鷹架式網路形成科學議題課程」，對照組「採用非鷹架式網路形成科學議題課程」。

#### 二、依變項

依變項為「科學概念建構測驗」、「形成科學議題測驗」、「科學推理測驗」。在單元主題的網路學習歷程方面，針對兩組學生形成科學議題能力與科學探究能力（形成科學議題、形成假設、找出變數、科學解釋能力及四項總和）等進行質化分析。

### 第三節 研究流程

本研究流程分為三階段，依序為「研究準備」、「形成科學議題網路教學」、「資料分析」研究流程如圖 3-3-1

第一階段：研究準備。確定研究目的與問題，進行文獻探討分析。設計測驗工具並請專家審核。確立信效度，重點在以網路形成科學議題教材的設計，並與專家討論形成科學議題的教學模式，以進行修正。並結合多媒體的方式來呈現內容，包含文字、圖片、影片等。程。

第二階段：形成科學議題教學。教學時間約為四個月，學生在學校每週授與自然與生活科技的課程共三節，由研究者自行授課。研究進行前一週先對學生進行數位形成科學議題基礎訓練，並針對不同教學模式前、後進行各項測驗。教學過程中，實驗組與對照組學生實際進入電腦教室，分別接受鷹架與非鷹架網路課程之形成科學議題與探究設計，再進入實驗室進行科學探究，最後再到電腦教室完成結論與線上學習。

三、資料分析：研究期間所蒐集到的所有資料進行分析與撰寫報告。

研究流程如圖 3-3-1

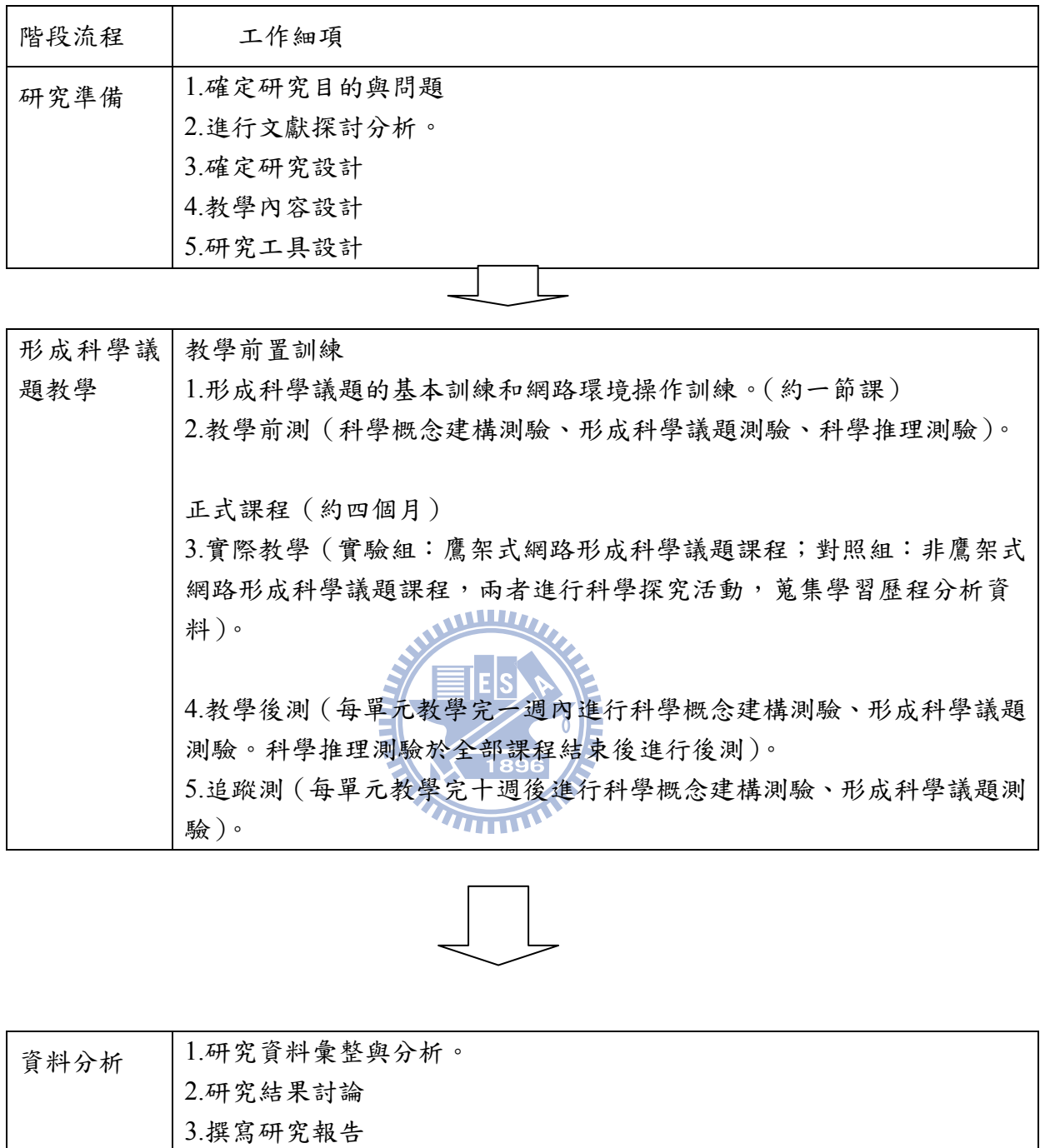


圖 3-3-1 研究流程圖

## 第四節 研究工具

本研究運用的教學工具有「網路形成科學議題學習網」、「科學概念建構二階測驗」、「形成科學議題測驗」、「科學推理測驗」。分別詳細說明如下：

### 一、網路形成科學議題學習網：

#### (一) 網路學習環境

形成科學議題網路學習課程是建製於「形成科學性議題之網路學習研究 (Research on identifying scientific issues based digital learning)」的伺服器下，Web Server 使用 Apache Serv，其主要程式是使用PHP 語言所撰寫的，再搭配MySQL資料庫作為資料儲存系統。網頁內容的動畫及互動模擬道具等功能是以Flash MX 2004及MAYA 程式所製作而成的。網站內容建置完成後，先進行「水的三態」網路課程的教學測試，做為網路學習環境與形成科學議題簡介，並測試系統速度、穩定性、課程內容動畫圖片是否正常呈現，並找出相關缺失進行修正。形成科學性議題學習網的功能皆紹如下：

- 1、申請帳號：學習者第一次登入「形成科學性議題學習網」網站時，須登入帳號、密碼，如圖3-4-1。帳號、密碼的建立由研究者事先幫學生完成，登入後點選課程即可開始進行學習活動。
- 2、學習事件：學生登入後，即可點「課程學習」進入形成科學性議題學習環境，開始進行一連串的學習事件。學習者依照網頁畫面所呈現的學習步驟，逐頁的進行形成科學議題與探究學習活動。課程學習的內容，由靜態與動態的文字敘述與圖片、表格、動畫、實際拍攝的影片等多媒體組成。

### 二、課程設計

此學習網是以科學探究為主軸，著重於形成科學議題能力訓練的網路學習課程，融入國小六年級自然與生活科技課程內容中，共五個單元十六個主題活動。本研究粹取PISA測驗中「形成科學議題能力」的內涵，應用「辨識關鍵特徵」、「在特定情境中，透過科學化研究辨識可能的議題」，修正成為「鷹架式網路形成科學議題課程」教學設計。

並經由兩位資深的自然與生活科技教師及一位科學教育專家進行校對並給予建議，確保教學內容的完整性與正確性。

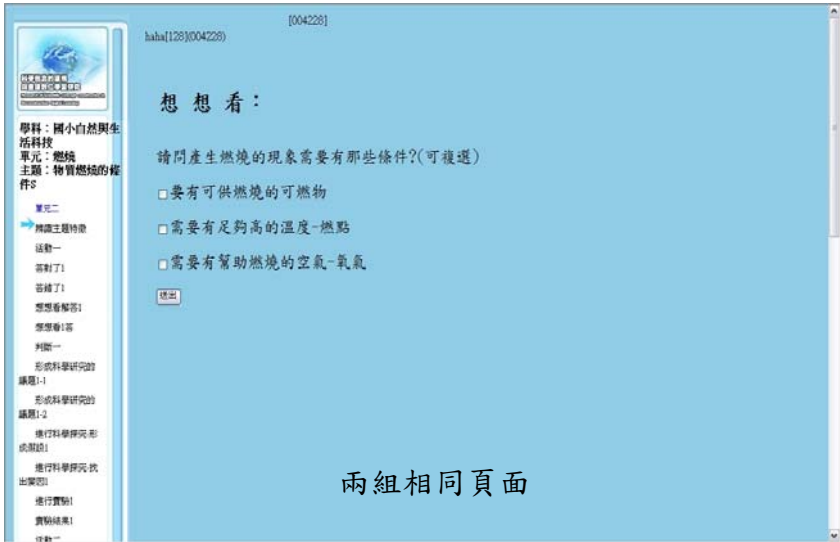
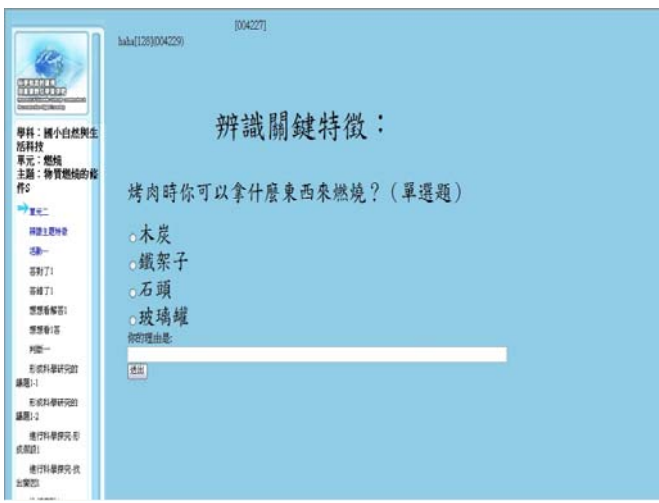

鷹架式網路形成科學議題的主要步驟如下表3-4-1所示。

表 3-4-1 鷹架式網路形成科學議題課程主要步驟

	內涵	課程設計實例
步驟一	啟動搜尋： 以單元的核心概念作為提問內容，刺激學生啟動搜尋先備知識。	燃燒的現象要要有條件：可燃物、達到燃點、助燃物（核心概念）。
步驟二	引發辨識關鍵特徵： 以生活情境的科學問題，提供鷹架協助學生辨識核心概念的關鍵特徵。 例：烤肉時有你可以拿什麼東西來燃燒？（辨識關鍵特徵：可燃物特徵）	例：烤肉時有你可以拿什麼東西來燃燒？（辨識關鍵特徵：可燃物）  例：拿濕木材和乾木材在火上燃燒，那一個會燒起來？（達到燃點） 例：紙杯沾濕和乾燥的紙杯放在火上燒，那一個容易燒起來？（辨識關鍵特徵：達到燃點）  例：如何讓烤肉的炭火可以燒得更旺盛？（辨識關鍵特徵：助燃物）
步驟三	產出（形成）科學研究的議題： 以核心概念的關鍵特徵，形成科學研究的議題。	雖然你有（沒有）選擇「燃燒的現象需要有可供燃燒的可燃物」但是請利用以上因素及以下器材： <u>蠟燭、玻璃、紙張</u> ，設計一個可以透過實驗找出「燃燒需要有可供燃燒的可燃物」的科學議題，來驗證你的想法。

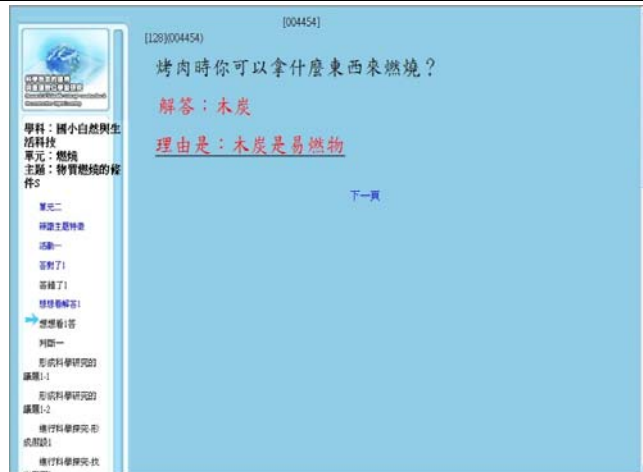
「非鷹架式網路形成科學議題課程」在設計上，即缺少了步驟二中鷹架的協助，引發辨識關鍵特徵的學習過程。兩種網路形成科學議題課程（鷹架式與非鷹架式）步驟與網頁對照說明如表 3-4-2所示

表 3-4-2 鷹架式與非鷹架式網路形成科學議題課程步驟與網頁說明

<p>組別 內容 流程</p>	<p>實驗組：鷹架式網路形成科學 議題課程</p>	<p>對照組：非鷹架式網路形成科 學議題課程</p>
<p>步驟一： 一、單元核心概念： 以多種選擇的題型讓 學生勾選單元的核心 概念。</p>	 <p>兩組相同頁面</p>	
<p>步驟二： <b>鷹架活動：「實驗組」</b> 1.實驗組學生在第一 步驟後，有一或兩個鷹 架辨識核心概念的關 鍵特徵單選題及其理 由說明。</p>		<p><b>對照組：無</b></p>
<p>3.接下來會有再出現 答案比較頁，與學生作 答陳列比較。</p>		<p><b>對照組：無</b></p>



4.教學頁提供問題答案與說明，讓學生理解正確概念。



對照組：無

步驟三-1：  
「形成科學研究的議題」：  
列出學生勾選「核心概念」的答案，提供相關實驗器材，讓學生依核心概念的關鍵特徵，設計一個可以透過實驗驗證科學議題。



步驟三-2：  
「形成科學研究的議題」：  
列出學生沒有選擇「核心概念」的答案，提供相關實驗器材，讓學生依核心概念的關鍵特徵，設計一個可以透過實驗驗證科學議題。



步驟四：

### 「進行科學探究」

學生根據自己所形成的科學問題，進行以下科學探究活動

1. 形成假設：形成「若...，則...」的假設

The screenshot shows a software window titled "單元二" (Unit 2) with a sidebar menu. The main content area is titled "形成假設" (Forming Hypothesis) and contains the text: "請對你提出的科學問題形成假設" (Form a hypothesis for the scientific question you proposed). Below this, there are two input fields for "若" (If) and "則" (Then), and a "送出" (Submit) button. A small table at the top right shows "溫度" (Temperature) and "將紙杯裝水和不裝水那個容易燒起來?" (Which paper cup, with water or without water, is easier to burn?).

2. 找出操縱變因、應變變因、保持不變的變因

The screenshot shows a software window titled "[004258]" with a sidebar menu. The main content area is titled "找出變因" (Identifying Variables) and contains the text: "請對你提出的科學問題形成假設" (Form a hypothesis for the scientific question you proposed). Below this, there are three input fields for "操縱變因是：" (Manipulated variable is:), "應變變因是：" (Responding variable is:), and "保持不變的變因有(1):" (Controlled variables (1):). There is also a "送出" (Submit) button. A table at the top right shows the user's answers for "形成假設" (Forming Hypothesis) and "您的解答" (Your Answer).

教師檢視學生提出的科學問題分組，並將學生實驗設計列印下來（含提出的科學問題、假設、變因等），每個活動提供相同實驗器材，學生進實驗室進行實驗的探究，並指導將實驗結果記錄下來。

The screenshot shows a software window titled "[004445]" with a sidebar menu. The main content area is titled "進行實驗" (Conducting Experiment) and contains the text: "請先关掉此頁，回到自然教室進行科學實驗。" (Please close this page first, return to the natural classroom to conduct the science experiment.). Below this, there is a note: "下次做完實驗進入此單元時，會再登入此頁畫面，才可跳下一頁寫出結果與結論。" (Next time after finishing the experiment and entering this unit, you will log in to this page again, and then you can jump to the next page to write the results and conclusions.). There is a "下一頁" (Next Page) button.

步驟五：

### 「實驗結果與結論」

學生根據自己實驗結果，回到電腦教室輸入實驗的結果，檢視結果與其假設是否相同，相同或不不同的原因為何。

[128](004457)

形成假設	您的解答
請對你提出的科學問題形成假設	
若	1
，則	1
若	1
，則	1

找出變因	您的解答
操縱變因是：	1
應變變因是：	1
保持不變的變因有(1):	11
保持不變的變因有(2):	1

◎ 結果與結論

比較實驗結果與假設

1. 實驗結果是: \_\_\_\_\_

2. 與你的假設是否相同? (相同或不同) \_\_\_\_\_

3. 理由? \_\_\_\_\_

送出

網路學習課程會呈現教學頁，將此單元的概念做整理呈現。

[128](004460)

### 燃燒三要素

燃燒需要同時具備「可燃物」、「助燃物（氧氣）」、「溫度達到燃點」三個條件，缺少其中一個條件，就不能燃燒。

下一頁

## 二、科學概念建構測驗

由研究者依據課程內容編製相關的概念測驗，概念內容為形成科學議題教學活動包含之科學概念。內容採二階層單一選擇題型式，測驗分為四個測驗（燃燒、鐵生鏽、發黴、熱與我們的生活「含物質受熱、熱的傳播」），每個主題各包含八題，共計32題。每個題目包含一個概念的問題和三個另有概念的選項。第一階層是詢問學生對概念問題的答案，第二階層則進一步詢問學生，選擇第一層答案的理由為何。兩個階層皆包含四個選項，僅有一個適合的答案。

測驗的記分方式必須兩個階層都答對才給一分，只答對一個階層則不給分，總分 32 分。

測驗題目編製過程，由三位自然與生活科技領域教師及二位科學教育專家共同檢驗，以求其專家效度。測驗編製完成後，經由測試學校四個班級於教學前進行前測，整份測驗卷的信度析上採用 SPSS12.0 版，進行信度計算，整體試卷前測信度 Cronbach's  $\alpha$  值為 0.87、後測信度 Cronbach's  $\alpha$  值為 0.83、追蹤測信度 Cronbach's  $\alpha$  值為 0.81。由此可知此份測驗卷信度達理想範圍。

### 三、形成科學議題測驗

本研究目的之一是探討經由不同的教學模式，國小六年級學生的形成科學議題能力否有顯著差異存在。依 PISA 2006 測驗能力內涵，修改成本研究之形成科學議題能力內涵，包含在一個主題中辨識關鍵特徵、形成此情境中科學研究的議題，以及科學探究中形成假設、變因操弄、做出結論等科學探究能力。

內容以國小六年級「燃燒」、「生鏽」、「發黴」、「物質受熱」及「熱的傳播」單元設計題目情境，內容採單一選擇題型式，每個主題各包含 10 題（主題四、五共 16 題），共 46 題。選擇題編寫試題時，由兩位自然與生活科技領域教師及二位科學教育專家共同檢驗，以求其專家效度。整體試卷前測信度 Cronbach's  $\alpha$  值為 0.82、後測信度 Cronbach's  $\alpha$  值為 0.84、追蹤測信度 Cronbach's  $\alpha$  值為 0.83。由此可知此份測驗卷信度達理想範圍。

### 四、科學推理測驗

本測驗是採用 She 與 Lee (2008) 參考 Lawson (1978) 所設計的科學推理測驗，且於 2000 年修訂完成的科學推理測驗。經翻譯重新編寫修訂而成「科學推理國小版」。內容系統層級分明且實施簡便，適合小學生大量施測。測驗題型採兩階層式選擇題，第一層依題意回答可能的現象或觀察結果，第二層回答推理的依據。依科學推理能力的發展，題目主題依序為：質量守恆、置換體積守恆、比例、進階比例、辨識和控制變因、辨識和控制變因、機率思考、進階機率、關聯性思考，比例和機率、假設演繹思考、假

設演繹推理。測驗的記分方式必須兩個階段答對才給一分，只答對一個階層則不給分，總分為十二分。整體試卷前測信度 Cronbach's  $\alpha$  值為 0.62、後測信度 Cronbach's  $\alpha$  值為 0.65。

## 五、單元主題的網路學習歷程

本研究除了進行量化研究外，同時也採取質化的資料來輔助，依據學生網路學習記錄進行分析下列項目：

(一) 形成科學議題能力：分析學生形成科學議題能力層級 (Level)，依本研究對形成科學議題的定義，將形成科學議題能力層級分為 0~2。評分標準及舉例如表 3-4-3

表 3-4-3 科學議題能力評分層級標準

層級	評分標準	舉例說明
2	能辨識關鍵特徵，所形成的科學議題，有完整的操作變因與應變變因，可進行探究實驗	例：用蠟燭燒玻璃或紙張，那一個會燒起來？
1	能辨識關鍵特徵，所形成的科學議題，不完整操作變因與應變變因，可進行探究實驗	例：燃燒需要多高的溫度？
0	不能辨識關鍵特徵，所形成的科學議題。	例：為什麼會燒起來？

(二) 形成假設

表 3-4-4 形成假設能力評分層級標準

層級	評分標準	舉例說明
2	包含兩組正確對應的操縱變因與應變變因	若是紙張，則會燃燒； 若是玻璃，則物不會燃燒。



1	包含一組正確對應的操縱變因與應變變因	若助燃物越多，火燒得越久； 若助燃物越少，火燒得越快。
0	未包含任何正確對應的操縱變因與應變變因。	例:為什麼會燒起來?

### (三) 找出變數

表 3-4-5 找出變數評分層級標準

層級	評分標準
2	操縱變因、應變變因二者皆正確
1	操縱變因、應變變因中有一項正確
0	未包含任何正確的操縱變因、應變變因

### (四) 科學解釋

表 3-4-6 科學解釋評分層級標準

層級	評分標準	舉例說明
2	用科學原理原則做出結果的正確科學概念解釋	因為玻璃不是可燃物，紙是可燃物。
1	做出結果的描述解釋且科學概念正確但未能使用科學原理原則做解釋。	紙張可以燃燒起來，玻璃不能燃燒
0	1.無法做出結果的描述或解釋或解釋的科學概念不正確	紙張可以當蠟燭的助燃物，蠟燭不行!

(五) 總分：將形成科學議題能力、形成假設、找出變數、科學解釋四項分數加總，即為總分。

其中科學議題能力、形成假設、找出變數、科學解釋的評分者間信度為0.92、

## 第五節 教學設計

本研究在國小六年級進行一學年五個單元的教學實驗，配合南一版國小自然與生活科技教材來做課程的設計，共規劃了五個主題十六個主題，依每個主題內依科學概念設計有3~4個形成科學議題與探究活動，分別為「主題一：燃燒」、「主題二：鐵生鏽」、「主題三：發黴」、「主題四：物質受熱」、「主題五：熱的傳播」，並在正式課程前以「水的三態」做為網路學習環境與形成科學議題簡介之用，資料不採計。

每次主題學生進入電腦教室學習並設計科學探究問題與活動，一節課約可設計兩個探究活動，將實驗設計列印後，接著再進實驗室進行實驗，完成紙本觀察記錄與實驗結論。最後再回到到電腦教室實驗結果與結論輸入至電腦中，單元結束網頁會進行結論歸納。

Bybee (2000) 提出在進行探究教學時應思考學生能夠做到什麼、學生對於科學探究本質應該有什麼樣的理解以更設計合宜的方式進行教學。本研究主要根據PISA 2006理論架構的四個向度(1)情境(context)；(2)科學能力素養(competencies)；(3)科學知識(scientific knowledge)；(4)對科學的態度(attitudes toward science)為主，著重於形成科學議題能力之教學，以學生日常生活遇到的科學或科技的情境設計引導問題。並依科學探究的過程，提示學生所提的科學議題必須是可經由探究實驗中做出的科學證據所回答的。

根PISA 2006形成科學議題能力的定義，1.在特定情境中，透過科學化研究辨識可能的議題。2.確認關鍵字用以搜尋科學訊息。3.在科學研究當中辨識主要特徵：例如，在研究中有那些是須比較的，有那變項須要被改變或控制的，那些額外的資訊是需要的，或做那些動作可以收集到相關的資料。

形成科學性議題教學模式，依NRC (2000) 提出的學生課室探究表徵，包含「形成問題」、「實驗設計」、「資料蒐集」、「解釋分析」共四個面向修改探究教學模式，依序為：「形成問題」、「形成假設」、「找出變因」、「設計並進行實驗」、「解釋實驗結果」、「做出結論」，但在探究的分類項目上，教師僅提供學生實驗器材，而實驗問

題、實驗步驟以及實驗結果皆由學生自行完成。

教學活動共分四個階段，第一階段是「形成科學議題與探究設計」（網路學習），第二階段是實驗室「進行實驗」；第三階段是「提出解釋與結論」（網路學習）；第四階段是主題概念總結（網路學習）。

實驗組的網路學習課程共分六個步驟。步驟一：「啟動搜尋單元核心概念」，以單元的核心概念作為提問內容，刺激學生啟動搜尋先備知識。步驟二：以一或二個以生活情境的科學問題作為鷹架，引發學生辨識核心概念的關鍵特徵。步驟三：提供引發學生科學研究議題的產出，以關鍵特徵，形成科學研究的議題。步驟四：「進行科學探究」。步驟五：「實驗結果與結論」。步驟六：主題概念總結。對照組的網路學習課程沒有加入鷹架學習。其它五個步驟與實驗組相同。每個主題依概念不同，有三至四個活動，因此一節課可進行二個活動的階段一流程。再進入到階段二的實驗部分。再回到電腦教室進行階段三、四。與下個活動的階段循環。

課程由研究者與指導教授，及兩位新竹市資深自然與生活科技教師合作編寫設計課程，課程設計完成後，由研究者進行網頁的建置，教學過程則由研究者進行教學。詳細教學設計請參閱附錄四。

## 第六節 資料收集與分析

本研究蒐集資測驗部份包含科學二階層概念測驗，形成科學議題測驗、科學推理測驗，測驗部分的數據資料主要是以 SPSS 12.0 套裝軟體進行統計分析。網站記錄包含數位形成科學議題記錄、科學探究歷程、科學解釋等記錄。

### 一、測驗量化分析

#### （一）科學概念建構二階測驗層測驗

以「教學模式」變項進行單因子多變量共變數分析(one-factor MANCOVA)，當分析資料時以「教學模式」為自變項，共變量為「概念建構二階測驗層測驗之前測成績」，依變項為「概念建構二階測驗層測驗後測成績」，比較兩種教學模式在後測及追蹤測的成績表現有何差異。

## (二) 形成科學議題能力測驗


以「教學模式」變項進行單因子多變量共變數分析(one-factor MANCOVA)，當分析資料時以「教學模式」為自變項，共變量為「科學探究能力測驗前測成績」，依變項為「科學議題能力測驗後測成績」，比較兩種教學模式在後測及追蹤測的成績表現有何差異。

## (三) 科學推理測驗

以「教學模式」變項進行單因子單變量共變數分析(one-factor ANCOVA)，當分析資料時以「教學模式」為自變項，共變量為「科學推理測驗前測成績」，依變項為「科學推理測驗後測」，比較兩種教學模式在後測的成績表現有何差異。

## 二、網路學習歷程分析

### (一) 質性資料轉量化分析



將各主題「形成科學議題」、「形成假設」、「找出變數」、「科學解釋」、「總分」資料轉為層級分數後加以平均，即為單元的分數。再分別進行不同教學模式下各單元「形成科學議題」、「形成假設」、「找出變數」、「科學解釋」、「總分」之單因子重複量數分析(one-factor repeated measure)。分析時，以兩種不同教學模式為受試者間因子，形成「科學議題分數」(五個單元)為受試者內因子，來進行比較學生在五個單元中形成科學議題能力成長的情形，並將有顯著差異的變項再進行事後比較。其它四個項目的分析方法亦同。比較形成「形成科學議題」、「形成假設」、「找出變數」、「科學解釋」、「總分」品質的改變情形。

### (二) 質性資料類型分析：

根據兩組學生「形成科學議題」、「科學解釋」不同層級內容，進行類型的次數與百分比敘述性統計。再依學生 level 2 中「形成科學議題」與「科學解釋」的形式，分析類別，以了解學生在高層次「形成科學議題」與「科學解釋」中有那些表現方式。

## 第四章 研究結果與討論

本研究主要是根據形成科學議題測驗、科學概念測驗、科學推理測驗、以及網路形成科學議題課程之結果，以進行統計分析與質性分析，藉以呈現國小六年級學生在不同教學模式（鷹架與非鷹架形成科學議題網路學習課程）學習時，其形成科學議題能力、科學概念建構、科學推理能力與科學探究能力是否有差異。

### 第一節 形成科學議題教學分析

本節主要是針對兩種形成科學議題網路課程（鷹架形成科學議題、非鷹架形成科學議題）對學生形成科學議題能力與概念建構上的成效進行比較。測驗結果如下：

#### 一、教學前後形成科學議題能力成效分析

依據研究問題一「不同教學模式（鷹架、非鷹架形成科學議題網路課程）對學生形成科學議題能力有何差異？」進行分析與討論，並在下列呈現敘述統計與推論統計之分析結果。

##### （一）形成科學議題測驗之敘述統計分析

將學生的形成科學議題測驗前測、後測與追蹤測成績，依據教學分組（鷹架與非鷹架），進行敘述統計，其數據分析結果如表 4-1-1 所示。

表 4-1-1 不同教學模式對形成科學議題能力測驗之 t 檢定

	前測			後測		追蹤測		t	t
	N	mean	SD	mean	SD	mean	SD	(後-前)	(追-前)
鷹架組	63	27.76	5.74	38.27	3.99	39.54	3.09	16.50(.000)	20.13(.000)
非鷹架組	60	27.62	7.46	36.22	4.62	38.17	4.32	12.04(.000)	13.92(.000)

註：N=123；\*\*\*  $p < 0.001$

從教學模式分組來看，依據表 4-1-1 在形成科學議題能力測驗前測驗中，鷹架組（ $M_{前} = 27.76$ ）學生的平均成績與非鷹架組（ $M_{前} = 27.62$ ）平均成績相當，但經過不同教學模式後，鷹架組學生（ $M_{後} = 38.27$ ， $M_{追} = 39.54$ ）的平均成績略高於非鷹架組（ $M_{後} = 36.22$ ， $M_{追} = 38.17$ ）的學生。

就形成科學議題測驗 t 檢定來看，鷹架組（ $t_{後-前} = 16.50$ ， $t_{追-前} = 20.13$ ）與非鷹架



組 ( $t_{後-前} = 12.04$ ,  $t_{追-前} = 13.92$ ) 的成績皆達顯著差異，但鷹架組學生在經過教學後，其後測成績進步的幅度比非鷹架組的大，在追蹤測中，鷹架組學生比非鷹架組的學生成績略高。

(二) 教學模式對於形成科學議題成效影響之推論性統計

將「教學模式」作為單一因子，進行單因子多變量共變數分析 (one-factor MANCOVA)。統計以「教學模式」為自變項，「形成科學議題測驗前測」為共變數，「形成科學議題測驗後測」與「形成科學議題測驗追蹤測」為依變項，比較不同教學模式在後測與追蹤測有何差異，其結果如表 4-1-2 所示。

表 4-1-2 教學模式對形成科學議題測驗後測與追蹤測之單因子多變量共變數分析

變異來源	Wilk's $\Lambda$	d1	d2	F	p	$\eta^2$
共變量(形成科學性議題能力前測)	.564	2.00	119.00	46.026	.000	.436
教學模式 (鷹架、非鷹架)	.914	2.00	119.00	5.590	.005	.086

註：1. \*\*\* $p < 0.001$  ; \*\* $p < 0.01$  ; d1: 假設自由度, d2: 誤差自由度

從表 4-1-2 可知，形成科學議題測驗後測與追蹤測中，「教學模式」(Wilk's  $\Lambda = .914$ ,  $p = .000$ ) 對形成科學議題測驗後測與追蹤測之成績影響達顯著差異，再進行主要效果分析，其結果如表 4-1-3 所示。

表 4-1-3 教學模式分組對形成科學議題測驗之主要效果摘要表

變異來源	多變量 Wilk's $\Lambda$	單變量		事後比較
		後測 $F$	追蹤測 $F$	
教學模式	.914	10.310 (.002)	6.048 (.015)	後測 鷹架 > 非鷹架 追蹤測 鷹架 > 非鷹架

註：1. \*\*\* $p < 0.001$  ; \*\* $p < 0.01$  ; \* $p < 0.05$

從表 4-1-3 可知，依據「教學模式」進行單因子多變量共變數分析，結果示不同教學模式在形成科學議題測驗後測 ( $F=10.310, p=.002$ ) 與追蹤測 ( $F=6.048, p=.015$ ) 皆達顯著差異，經事後比較後，鷹架組學生在科學議題測驗後測與追蹤測成績，皆優於非鷹架組的學生。

依據上述推論統計結果，支持研究假設 1-1 不同教學模式對學生的形成科學議題能力(後測、追蹤測)達顯著差異。

## 二、教學前後科學概念建構的成效分析

依據研究問題二「不同教學模式(鷹架、非鷹架形成科學議題網路課程)對學生科學概念建構有何差異?」進行分析與討論，並在下列呈現敘述統計與推論統計之分析結果。

### (一) 科學概念建構測驗之敘述統計分析

將學生的科學概念建構測驗前測、後測與追蹤測成績，依據教學分組(鷹架與非鷹架)，進行敘述統計，其數據分析結果如表 4-1-4 所示。

表 4-1-4 不同教學模式對科學概念建構測驗之 t 檢定

	前測			後測		追蹤測		t (後-前)	t (追-前)
	N	mean	SD	mean	SD	mean	SD		
鷹架	63	18.62	5.93	27.89	4.22	28.56	3.72	14.82(.000)	16.25(.000)
非鷹架	60	17.73	7.40	27.00	3.56	27.52	3.78	11.79(.000)	11.65(.000)

註：N=123；\*\*\* $p<0.001$

從教學模式分組來看，依據表 4-1-4 在科學概念建構測驗前測驗中，鷹架組 ( $M_{前}=18.62$ ) 學生的平均成績略高於非鷹架組 ( $M_{前}=17.73$ ) 成績，經過不同教學模式後，鷹架組學生 ( $M_{後}=27.89, M_{追}=28.56$ ) 的平均成績也是略高於非鷹架組 ( $M_{後}=27.00, M_{追}=27.52$ ) 的學生。

就形成科學議題測驗 t 檢定來看，鷹架組 ( $t_{後-前}=14.82, t_{追-前}=16.25$ ) 與非鷹架組 ( $t_{後-前}=11.79, t_{追-前}=11.65$ ) 的成績皆達顯著差異，表示兩組學生在科學概念建構的學習成效與保留效果都相當好，但鷹架組學生在經過教學後，鷹架組學生成績仍略高

非鷹架組的學生一些，其後測成績與追蹤測進步的幅度和非鷹架組的相當。

## (二) 教學模式對於科學概念建構成效影響之推論性統計

將「教學模式」作為單一因子，進行單因子多變量共變數分析 (one-factor MANCOVA)。統計以「教學模式」為自變項，「科學概念建構測驗前測」為共變數，「科學概念建構測驗後測」與「科學概念建構測驗追蹤測」為依變項，比較不同教學模式在後測與追蹤測有何差異，其結果如表 4-1-5 所示。

表 4-1-5 教學模式對科學概念建構測驗後測與追蹤測之單因子多變量共變數分析

變異來源	Wilk's $\Lambda$	$d1$	$d2$	$F$	$p$	$\eta^2$
共變量(形成科學性議題能力前測)	.664	2.00	119.00	30.04	.000	.34
教學模式 (鷹架、非鷹架)	.985	2.00	119.00	.91	.405	.02

註：1. \*\*\* $p < 0.001$  ;  $d1$ : 假設自由度,  $d2$ : 誤差自由度

從表 4-1-5 可知，科學概念建構測驗後測與追蹤測中，「教學模式」(Wilk's  $\Lambda = .985$ ,  $p = .405$ ) 對科學概念建構測驗後測與追蹤測之成績影響未顯著差異，依據上述推論統計結果，不支持研究假設「2-1 不同教學模式對學生的科學概念建構(後測、追蹤測)達顯著差異」。

## 三、教學前後科學推理能力的成效分析

依據研究問題三「不同教學模式(鷹架、非鷹架形成科學議題網路課程)對學生科學推理能力有何差異?」進行分析與討論，並在下列呈現敘述統計與推論統計之分析結果。

### (一) 科學推理測驗之敘述統計分析

將學生的科學推理測驗前測、後測與追蹤測成績，依據教學分組(鷹架與非鷹架)，進行敘述統計，其數據分析結果如表 4-1-6 所示。

表 4-1-6 不同教學法在科學推理測驗之 t 檢定

	前測			後測		t (後-前)	p
	N	mean	SD	mean	SD		
鷹架組	63	2.76	1.79	3.90	2.35	.458	.000
非鷹架組	60	3.22	2.02	4.00	2.00	.313	.003

註：N=123；\* $p < 0.05$

從教學模式分組來看，依據表 4-1-6 在科學推理測驗前測中，非鷹架組 ( $M_{前} = 3.22$ ) 學生的平均成績高於鷹架組 ( $M_{前} = 2.76$ ) 成績，經過不同教學模式後，非鷹架組學生 ( $M_{後} = 4.00$ ) 的平均成績僅略高於鷹架組 ( $M_{後} = 3.90$ ) 的學生。但鷹架組進步幅度高於非鷹架組。

就科學推理測驗 t 檢定來看，鷹架組 ( $t_{後-前} = .458$ ) 和非鷹架組 ( $t_{前-後} = .313$ ) 都達顯著，表示推理後測成績皆有顯著進步。

## (二) 教學模式對於科學推理成效影響之推論性統計

將「教學模式」作為單一因子，進行單因子共變數分析 (one-factor ANCOVA)。統計以「教學模式」為自變項，「科學推理測驗前測」為共變數，「科學推理測驗後測」為依變項，比較不同教學模式在後測有何差異。其共變數分析摘要表如 4-1-7 所示

表 4-1-7 教學模式對科學推理測驗之共變數分析

變異來源	SS	df	MS	F	p
共變量(科學推理前測)	172.74	1	172.74	51.22	.000
組間 (鷹架、非鷹架)	1.09	1	1.09	.324	.570
組內 (誤差)	404.67	120	3.37		
全體	2498.00	123			

註 \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.000$

由上表可知， $F(1,120) = .324$ ， $p = .570$ ，顯示科學推理能力成長兩組沒有差異。結果不支持研究假設「3-1 不同教學模式對學生的科學推理(後測)達顯著差異。」

#### 四、各測驗間的相關與逐步迴歸分析

##### (一) 八個測驗之間的相關 (Correlation) 分析

將研究中採用的形成科學議題測驗、科學概念建構測驗之前測、後測、追蹤測與科學推理測驗之前測、後測，共八個測驗之間的相關係數整理如表 4-1-8 所示。

表 4-1-8 形成科學議題測驗、科學概念建構測驗與科學推理測驗之相關係數表

	議題 前測	議題 後測	議題 追蹤	概念 前測	概念 後測	概念 追蹤	推理 前測	推理 後測
議題前測	1							
議題後測	.591**	1						
議題追蹤	.599**	.697**	1					
概念前測	.672**	.604**	.471**	1				
概念後測	.599**	.750**	.685**	.563**	1			
概念追蹤	.587**	.665**	.777**	.524**	.762**	1		
推理前測	.500**	.429**	.426**	.449**	.457**	.427**	1	
推理後測	.430**	.530**	.385**	.561**	.482**	.424**	.546**	1

註 1. \* $p < 0.5$ , \*\* $p < 0.01$

2. 議題：形成科學議題測驗，概念：科學概念測驗，推理：科學推理測驗

由表4-1-8得知，這八個測驗的皮爾森相關均達顯著， $p$ 都在.001以下，顯示這八個測驗間屬於中度相關。其中形成科學議題後測與概念後測、科學推理後測呈現中度相關；科學議題後測與概念前測、科學推理前測呈現中度相關；此結果支持「6-1 形成科學議題、科學概念、科學推理間有相關」。因此進一步進行逐步迴歸分析。

##### (二) 形成科學議題測驗與科學概念測驗、科學推理測驗間的逐步迴歸分析

以形成科學議題測驗前、後、追蹤測為預測變數，科學概念測驗前、後、追蹤測及科學推理測驗前、後測進行不同的逐步迴歸，結果如表 4-1-9 所示。



表 4-1-9 形成科學議題前測、後測與追蹤測之逐步迴歸摘要表

選入變數	標準化係數 (Beta 分配)	R <sup>2</sup> 改變量	t	p
預測變數：形成科學議題前測				
科學概念測驗前測	.561	.452	7.78	.000
科學推理前測	.248	.049	3.43	.001
R	.708			
R <sup>2</sup>	.501			
預測變數：形成科學議題後測				
科學概念測驗後測	.644	.563	9.77	.000
科學推理後測	.219	.037	3.32	.001
R	.774			
R <sup>2</sup>	.600			
預測變數：形成科學議題後測				
科學概念測驗前測	.516	.365	6.50	.000
科學推理測驗前測	.197	.031	2.48	.014
R	.630			
R <sup>2</sup>	.396			
預測變數：形成科學議題追蹤測				
科學概念測驗後測	.685	.47	10.353	.000
R	.685			
R <sup>2</sup>	.47			
預測變數：形成科學議題追蹤測				
科學概念測驗前測	.350	.221	4.03	.000
科學推理測驗前測	.269	.058	3.16	.002
R	.529			
R <sup>2</sup>	.279			

註：\*\* $p < 0.01$     \*\*\* $p < 0.000$

由表 4-1-9 顯示：

- 1.以科學概念前測、科學推理前測，進行形成科學議題前測之逐步迴歸分析，結果顯示科學概念測驗前測 Beta 值為.561，t 值為 7.78 ( $p = .000$ ) 達顯著，表示科學概念前測越高，形成科學議題後測越高。科學概念前測可獨立解釋形成科學議題後測 45.2%的變異

量。第二個被選入的預測變項為科學推理前測，其 Beta 值為 .248，t 值為 3.43 ( $p=.001$ ) 達顯著，此變項可獨立解釋形成科學議題後測的預測力僅為 4.9%。兩個測驗共可以解釋形成科學議題後測 50%的變異量。

2. 以科學概念後測、科學推理後測，進行形成科學議題後測之逐步迴歸分析，根據分析顯示，第一個預測形成科學議題後測的最佳預測值為科學概念後測，科學概念測驗的 Beta 值為 .644，t 值為 9.772 ( $p=.000$ ) 達顯著，表示科學概念後測越高，形成科學議題後測越高。科學概念後測可獨立解釋形成科學議題後測 56.3%的變異量。第二個被選入的預測變項為科學推理後測，其 Beta 值為 .219，t 值為 3.320 ( $p=.001$ )，表示科學推理後測越高，形成科學議題測驗越高。此變項可獨立解釋形成科學議題後測的變異量為 3.7%。兩個測驗共可以解釋形成科學議題後測 60.0%的變異量。

3. 以科學概念前測、科學推理前測，進行形成科學議題後測之逐步迴歸分析，結果顯示科學概念測驗前測 Beta 值為 .516，t 值為 6.50 ( $p=.000$ ) 達顯著，表示科學概念前測越高，形成科學議題後測越高。科學概念前測可獨立解釋形成科學議題後測 36.5%的變異量。第二個被選入的預測變項為科學推理前測，其 Beta 值為 .197，t 值為 2.483 ( $p=.014$ ) 達顯著，表示科學推理前測越高，形成科學議題測驗後測越高。此變項可獨立解釋形成科學議題後測的變異量僅為 3.1%。兩個測驗共可以解釋形成科學議題後測 39.6%的變異量。

4. 以科學概念後測，科學推理後測進行形成科學議題追蹤測之逐步迴歸分析，結果顯示科學概念測驗追蹤測 Beta 值為 .685，t 值為 10.353 ( $p=.000$ ) 達顯著，表示科學概念後測越高，形成科學議題追蹤測越高。科學概念後測可獨立解釋形成科學議題 47%的變異量。科學推理後測被排除。

5. 以科學概念前測，科學推理前測進行形成科學議題追蹤測之逐步迴歸分析，結果顯示科學概念測驗前測 Beta 值為 .350，t 值為 4.03 ( $p=.000$ ) 達顯著，表示科學概念後測越高，形成科學議題追蹤測越高。此變項可獨立解釋形成科學議題追蹤測 22.1%的變異量。第二個被選入的預測變項為科學推理前測，其 Beta 值為 .197，t 值為 2.48 ( $p=.014$ ) 達顯著，此變項可獨立解釋形成科學議題後測僅為 5.8%。兩個測驗共可以解釋形成科學

議題後測 27.9%的變異量。

從以上的迴歸分析發現，「科學概念前測」與「科學推理前測」對「形成科學議題後測」有解釋力；「科學概念後測」與「科學推理後測」對「形成科學議題後測」有解釋力；「科學概念前測」與「科學推理前測」對「形成科學議題後測」有解釋力；「科學概念後測」對「形成科學議題追蹤測」有解釋力。「科學概念前測」對「形成科學議題追蹤測」有解釋力。其中「科學概念後測」對「形成科學議題後測」有最佳解釋力。顯示形成科學議題與科學概念息息相關，若缺乏概念的支持，形成科學議題能力低。

## 五、小結

本節藉由三份測驗的結果，分析學生，經過鷹架與非鷹架形成科學議題網路學習課程前後，形成科學議題能力、科學概念建構能力與科學推理能力改變的情況。在形成科學議題能力方面：兩組學生經過形成科學議題網路學習課程後，其形成科學議題能力測驗成績皆呈現進步的情況，其中「鷹架式」形成科學議題的學生，學習成效顯著優於「非鷹架式」的學生。

在科學概念建構測驗方面：兩組學生經過形成科學議題網路學習課程後，兩組學生在科學概念建構的學習成效與保留效果都相當好，但鷹架與非鷹架組的學生差異未達顯著。

在科學推理測驗方面：兩組學生經過形成科學議題網路學習課程後，科學推理前後測成績達顯著差異，但鷹架與非鷹架組的學生差異未達顯著。

本研究鷹架組與非鷹架組僅在形成科學議題時設計不同，其餘在整個科學探究歷程相同，科學概念與科學推理在兩組學生在學習後皆有進步，但未見兩組的顯著差異。顯示網路形成科學議題學習課程可以協助學生形成科學議題能力的培養以及促進科學概念之建構。同時在科學推理上也有提升。

以迴歸分析發現，科學概念的測驗對形成科學議題測驗具有解釋力，顯示形成科學議題測驗與科學概念息息相關，若缺乏概念的支持，形成科學議題能力低。

## 第二節 網路形成科學議題學習歷程分析

本節將依據研究問題四「學生在一學年(五個單元十六個議題)的網路學習課程中，形成科學議題能力之成長？」及問題五「學生在一學年(五個單元十六個議題)的網路學習課程中，科學探究能力之成長？」透過「形成科學議題學習網站」記錄的學生學習歷程中，從個人的形成科學議題、形成假設、找出變因、以及總分質性資料轉為量化資料，並加以分析。另外將呈現學生在「形成科學議題」、「科學解釋」的質性資料，在同一層級分數中再進行分類，呈現不同問題類型次數與百分比率之敘述統計分析。

### 一、質性資料轉量化分析

#### (一) 不同教學模式下不同主題間形成科學議題能力之分析

將學生在網路學習課程中，形成科學議題能力的改變情形，以單因子重複量數進行分析(one-factor repeated measure)。在分析時，以兩種不同教學模式為受試者間因子，單元為受試者內因子，來進行比較學生在五個單元中形成科學議題能力成長的情形，其數據分析如下表4-2-1

表 4-2-1 不同教學模式下不同主題間形成科學議題之重複量數分析表

單元	變異來源-形成科學議題						教學模式		單元× 教學模 式	成對比較	
	鷹架			非鷹架			(鷹架、非 鷹架)			單元	教學模式
	N	M	SD	N	M	SD	F(p)	F(p)	F(p)		
1	63	1.37	.50	60	.78	.59					
2	63	1.6	.42	60	1.44	.61				2 > 1(.000)	
3	63	1.64	.50	60	1.42	.71	50.11***	15.96***	4.873**	3 > (.000) 3 > 4(.000)	鷹 > 非
4	63	1.39	.59	60	1.02	.77	(.000)	(.000)	(.001)	-	
5	63	1.86	.37	60	1.67	.54	(η <sup>2</sup> .293)	(η <sup>2</sup> .148)	(η <sup>2</sup> .117)	5 > 1(.000) 5 > 2(.000) 5 > 3(.000) 5 > 4(.000)	

註: \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$

結果顯示，鷹架組學生在第一單元 ( $M_{\text{issue}}=1.37$ ) 平均成績即明顯高於非鷹架組 ( $M_{\text{issue}}=.79$ ) 的學生，其後的四個單元的形成科學議題的平均分數均為鷹架組高於非鷹架。學生在五個單元形成科學議題的重複量數值為 ( $F=50.11, p=0.000$ ) 達顯著性差異，顯示單元間有顯著差異，教學模式 ( $F=15.96, p=0.000$ ) 達顯著差異，顯示鷹架組顯著高於非鷹架組。此外，單元與教學模式有出現交互作用的情形，且達顯著性 ( $F=4.873, p=0.001$ )，因而進行單純主要效果分析。

首先分別針對鷹架組與非鷹架組學生，進行單元下教學模式的重複量數分析，數據如表 4-2-2~4-2-3。

表 4-2-2 鷹架教學模式下各單元形成科學議題之重複量數分析

	M	SD	$F(p)$	事後比較
形成科學議題層級 (0-2)				
單元一	1.37	.50	17.33 ( $p=0.000$ ) ( $\eta^2=.218$ )	
單元二	1.60	.43		2 > 1(.011)
單元三	1.64	.50		3 > 1(.005), 3 > 4(.024)
單元四	1.38	.59		
單元五	1.82	.37		5 > 1(.000), 5 > 2(.001), 5 > 3(.041), 5 > 4(.000)

註 1：N=63 註 2：\* $p<0.05$ , \*\* $p<0.01$ , \*\*\* $p<0.001$

表 4-2-3 非鷹架教學模式下各單元「形成科學議題」之重複量數分析

	M	SD	$F(p)$	事後比較
形成科學議題層級 (0-2)				
單元一	.79	.59	33.48 ( $p=0.000$ ) ( $\eta^2=.362$ )	
單元二	1.44	.61		2 > 1(.001), 2 > 4(.000)
單元三	1.43	.72		3 > 1(.001), 3 > 4(.001)
單元四	1.02	.77		
單元五	1.68	.54		5 > 1(.000), 5 > 3(.041), 5 > 4(.000)

註 1：N=60 註 2：\* $p<0.05$ , \*\* $p<0.01$ , \*\*\* $p<0.001$

結果顯示鷹架組重複量數值為 ( $F=17.33, p=0.000$ ) 達顯著，顯示鷹架組單元間有



顯著差異，經事後比較顯示鷹架組單元二大於單元一，單元三大於單元一和四，單元五大於單元一、二、三和四。非鷹架組 ( $F=33.48, p=0.000$ ) 達顯著，顯示非鷹架組單元間有顯著差異，經由事後比較顯示單元二大於單元一和四，單元三大於單元一和四，單元五大於單元一、三和四。因此兩組學生在網路化學習課程後，形成科學議題皆有成長的趨勢。

其次再分別針對各單元下教學模式進行單因子變異數，數據如表 4-2-4

表4-2-4 形成科學議題在各主題內教學模式之單因子變異數分析摘要表

	M	SD	$F(p)$	
單元一				
鷹架	1.37	.50	33.801 (.000)	鷹架 > 非鷹架
非鷹架	.79	.54		
單元二				
鷹架	1.60	.43	2.9(.09)	
非鷹架	1.44	.61		
單元三				
鷹架	1.64	.50	3.65(.059)	
非鷹架	1.43	.72		
單元四				
鷹架	1.38	.59	9.02(.03)	鷹架 > 非鷹架
非鷹架	1.02	.77		
單元五				
鷹架	1.82	.37	5.26 (.024)	鷹架 > 非鷹架
非鷹架	1.68	.54		

註：  $N_{鷹架}=63$   $N_{非鷹架}=60$

結果顯示，單元一 ( $F=33.801, p=0.000$ )、單元四 ( $F=9.02, p=0.03$ )、單元五 ( $F=5.26, p=0.24$ ) 達顯著，且鷹架組大於非鷹架組。

## (二) 不同教學模式下不同主題間形成假設之分析

將學生在網路學習課程中，形成假設能力的改變情形，以單因子重複量數進行分析。在分析時，以兩種不同教學模式為受試者間因子，單元為受試者內因子，來進行比較學生在五個單元中形成形成假設能力成長的情形，其數據分析結果如下表4-2-5所示

表4-2-5不同教學模式下不同主題間形成假設之重複量數分析表

單元	變異來源-形成假設						教學模式		單元× 教學模 式	成對比較	
	鷹架			非鷹架			單元(1~5)	(鷹架、非 鷹架)		單元	教學模式
	N	M	SD	N	M	SD	<i>F</i> ( <i>p</i> )	<i>F</i> ( <i>p</i> )	<i>F</i> ( <i>p</i> )		
1	63	1.48	.53	60	1.31	.53				-	
2	63	1.72	.38	60	1.62	.50	16.08 (.000)	10.993 (.001)	3.144 (.171)	2>1(.000) 2>4(.000) 2>5(.001)	鷹>非
3	63	1.67	.40	60	1.53	.48	( $\eta^2$ .117)	( $\eta^2$ .002)	( $\eta^2$ .018)	3>1(.001) 3>4(.000)	
4	63	1.51	.50	60	1.1	.68					
5	63	1.6	.58	60	1.30	.58					

註: \* $p<0.05$ , \*\* $p<0.01$ , \*\*\* $p<0.001$

從4-2-5的結果顯示，鷹架組學生在第一單元形成假設 ( $M_{Hypo}=1.48$ ) 平均成績略高於非鷹架組 ( $M_{Hypo}=1.31$ ) 的學生，其後的四個單元的形成假設的平均分數均為鷹架組高於非鷹架。學生在形成假設五個單元的重複量數值為 ( $F=16.08, p=0.000$ ) 達顯著性差異，教學模式 ( $F=15.96, p=0.000$ ) 達顯著差異，顯示鷹架組顯著高於非鷹架組。此外，單元與教學模式交互作用未達顯著。因此進行主要效果分析。

首先針對單元重複數分析，數據如表4-2-6所示。

表4-2-6 形成假設之單元重複量數分析

	M	SD	<i>F</i> ( <i>p</i> )	事後比較
形成假設層級 (0-2)				
單元一	1.41	.53	15.53	
單元二	1.68	.45	( $p=0.000$ )	2>1(.000), 2>4(.000), 2>5(.002)
單元三	1.60	.45	$\eta^2=.187$	3>1(.000), 3>4(.000)
單元四	1.31	.63		
單元五	1.46	.60		

註 1: N=123 註 2: \* $p<0.05$ , \*\* $p<0.01$ , \*\*\* $p<0.001$

表4-2-6顯示學生在形成假設五個單元的重複量數值為 ( $F=15.53, p=0.000$ ) 達顯著性差異，經事後比較為單元二大於單一、四、五；單元三大於單元一和四。

其次再分別針對各單元下教學模式進行單因子變異數，數據如表 4-2-7。

表4-2-7 形成假設在各單元教學模式之單因子變異數分析摘要表

	<i>F</i>	<i>P</i>	
單元一	3.25	.076	
單元二	1.304	.256	
單元三	2.58	.111	
單元四	13.97	.000	鷹架 > 非鷹架
單元五	9.15	.003	鷹架 > 非鷹架

註 1：N<sub>鷹</sub>=63、N<sub>非鷹</sub>=60 註 2：\* $p<0.05$ , \*\* $p<0.01$ , \*\*\* $p<0.001$

由表4-2-7中顯示單元四 ( $F=13.97, p=0.000$ )、單元五 ( $F=9.02, p=0.03$ )、單元五 ( $F=5.26, p=0.24$ ) 達顯著，且鷹架組大於非鷹架組。

## (二) 不同教學模式不同主題間下找出變因之成長

將學生在網路學習課程中，找出變因能力的改變情形，以單因子重複量數進行分析。在分析時，以兩種不同教學模式為受試者間因子，單元為受試者內因子，來進行比較學生在五個單元中找出變因能力成長的情形，其數據分析結果如下表4-2-8所示。

表4-2-8 不同教學模式下不同主題間找出變數之重複量數分析表

單元	變異來源-找出變數						教學模式			成對比較	
	鷹架			非鷹架			單元(1~5)	(鷹架、非鷹架)	單元×教學模式	單元	教學模式
	N	M	SD	N	M	SD	F(p)	F(p)	F(p)		
1	63	1.47	.50	60	1.13	.67					
2	63	1.66	.44	60	1.42	.67				2>1(.001)	
3	63	1.56	.44	60	1.25	.71	10.37 (.000)	11.71 (.001)	1.05 (.38)		鷹>非
4	63	1.60	.53	60	1.24	.74	( $\eta^2$ .079)	( $\eta^2$ .020)	( $\eta^2$ .117)		
5	63	1.69	.42	60	1.48	.59				5>1(.001)	
										5>3(.004)	
										5>4(.017)	

註: \* $p<0.05$ , \*\* $p<0.01$ , \*\*\* $p<0.001$

從表 4-2-8 的結果顯示，鷹架組學生在第一單元找出變數平均成績 ( $M_{Var}=1.47$ ) 高於非鷹架組 ( $M_{Var}=1.13$ ) 的學生，其後的四個單元的找出變數的平均分數均為鷹架組高於非鷹架。學生在找出變數五個單元的重複量數值為 ( $F=10.37, p=0.000$ ) 達顯著性差異，顯示單元間有顯著差異，教學模式 ( $F=11.71, p=0.001$ ) 達顯著差異，鷹架組顯著高於非鷹架組。此外，單元與教學模式交互作用未達顯著，因此進行主要效果分析。

首先針對單元進行重複數分析，數據如表4-2-9所示。

表4-2-9 找出變因之單元重複量數分析

	M	SD	F(p)	事後比較
形成科學議題得分 (0-2)				
單元一	1.31	.611	10.202	
單元二	1.55	.58	(.000)	2>1(.000) ; 2>3(.036)
單元三	1.41	.61		
單元四	1.43	.67		
單元五	1.59	.52		5>1(.000) ; 5>3(.005) ; 5>4(.021)

註: 1.N=123 2.\* $p<0.05$ , \*\* $p<0.01$ , \*\*\* $p<0.001$

由表4-2-9顯示學生在找出變數五個單元的重複量數值為 ( $F=10.20, p=0.000$ ) 達顯著性差異，經事後比較為單元二大於單元三；單元五大於單元一、三、五。

其次再分別針對各單元下教學模式進行單因子變異數分析，數據如表 4-2-10 所示。

表4-2-10 找出變數在各單元教學模式之單因子變異數分析摘要表

	F	P	
單元一	9.69	.002	鷹架 > 非鷹架
單元二	5.20	.024	鷹架 > 非鷹架
單元三	8.36	.005	鷹架 > 非鷹架
單元四	10.08	.002	鷹架 > 非鷹架
單元五	4.43	.037	鷹架 > 非鷹架

註 1：N<sub>鷹</sub>=63、N<sub>非鷹</sub>=60 註 2：\* $p<0.05$ , \*\* $p<0.01$ , \*\*\* $p<0.001$

由表4-2-10 中顯示，單元一 ( $F=9.69, p=0.02$ )、單元二 ( $F=5.20, p=0.024$ )、單元三 ( $F=8.36, p=0.005$ )、單元四 ( $F=10.08, p=0.002$ )、單元五 ( $F=4.43, p=0.037$ ) 達顯著，且鷹架組大於非鷹架組。

### (三) 不同教學模式下不同主題間科學解釋之成長

將學生在網路學習課程中，科學解釋能力的改變情形，以單因子重複量數進行分析。在分析時，以兩種不同教學模式為受試者間因子，單元為受試者內因子，來進行比較學生在五個單元中科學解釋能力成長的情形，其數據分析結果如下表4-2-11所示。



表 4-2-11 表 不同教學模式下不同主題間科學解釋之重複量數分析表

單元	變異來源-科學解釋						單元×教學模式			成對比較	
	鷹架			非鷹架			單元 (1~5)	教學模式 (鷹架、非鷹架)	單元× 教學模 式	單元	教學模式
	N	M	SD	N	M	SD	F(p)	F(p)	F(p)		
1	63	1.01	.39	60	.85	.39					
2	63	1.47	.37	60	1.13	.50				2>1(.000) 2>3(.000) 2>4(.000)	鷹>非
3	63	1.09	.36	60	1.00	.42	36.45 (.000)	18.20 (.000)	1.98 (.100)	3>1(.04)	
4	63	1.06	.40	60	.88	.30	( $\eta^2$ .232)	( $\eta^2$ .131)	( $\eta^2$ .016)		
5	63	1.42	.41	60	1.27	.44				5>4(.000) 5>3(.000) 5>1(.000)	

註 1: \* $p<0.05$ , \*\* $p<0.01$ , \*\*\* $p<0.001$

從表 4-2-11 的結果顯示，鷹架組學生在第一單元科學解釋 ( $M_{Ex}=1.1$ ) 平均成績略高於非鷹架組 ( $M_{Hypo}=0.85$ ) 的學生，其後的四個單元的科學解釋平均分數均為鷹架組高於非鷹架。學生在科學解釋五個單元的重複量數值為 ( $F=36.45, p=0.000$ ) 達顯著性差異。教學模式 ( $F=18.2, p=0.000$ ) 達顯著差異，鷹架組顯著高於非鷹架組。此外，科學解釋得分與教學模式沒有出現交互作用的情形。因此進行主要效果分析：首先針對單元進行重複數分析，數據如表 4-2-12 所示。

表 4-2-12 科學解釋之單元重複量數分析

	M	SD	F(p)	事後比較
科學解釋層級 (0-2)				
單元一	.92	.40	36.33	
單元二	1.31	.46	.000	2>1(.000) ; 2>3(.000) ; 2>4(.000)
單元三	1.05	.41		3>1(.046)
單元四	.97	.37		
單元五	1.35	.45		5>4(.000) ; 5>3(.000) ; 5>1(.000)

註: 1.N=123 2.\* $p<0.05$ , \*\* $p<0.01$ , \*\*\* $p<0.001$

表4-2-12顯示學生在科學解釋五個單元的重複量數值為 ( $F=36.33, p=0.000$ ) 達顯著性差異，經事後比較為單元二大於單元一、三和四；單元三大於一；單元五大於單元一、三和四。

其次再分別針對各單元下教學模式進行單因子變異數分析，數據如表 4-2-13。

表4-2-13科學解釋在各單元教學模式之單因子變異數分析摘要表

	F	P	
單元一	8.62	.004	鷹架 > 非鷹架
單元二	18.56	.000	鷹架 > 非鷹架
單元三	1.32	.253	
單元四	7.28	.008	鷹架 > 非鷹架
單元五	3.76	.055	

註 1：N<sub>鷹</sub>=63、N<sub>非鷹</sub>=60 註 2：<sup>\*</sup> $p<0.05$ ，<sup>\*\*</sup> $p<0.01$ ，<sup>\*\*\*</sup> $p<0.001$

由表4-2-13中顯示，單元一 ( $F=8.62, p=0.04$ )、單元二 ( $F=18.56, p=0.00$ )、單元四 ( $F=7.28, p=0.08$ ) 達顯著，且鷹架組大於非鷹架組。

#### (四) 不同教學模式下不同主題間總分之成長

將學生在網路學習課程中，科學解釋品質的改變情形，以單因子重複量數進行分析。在分析時，以兩種不同教學模式為受試者間因子，單元為受試者內因子，來進行比較學生在五個單元中找出總分成長的情形，其數據結果如表4-2-14所示

表4-2-14 不同教學模式下在各單元總分之重複量數分析表

單元	變異來源-總分						事後比較				
	鷹架			非鷹架			單元	教學模式			
	N	M	SD	N	M	SD	F(p)	F(p)	F(p)	單元	教學模式
1	63	5.33	1.45	60	4.05	1.69				2 > 1(.000)	
2	63	6.46	1.27	60	5.62	1.84	52.6	18.31	2.51	2 > 3(.000)	鷹 > 非
3	63	5.95	1.15	60	5.22	1.70	(.000)	(.000)	(.047)	2 > 4(.000)	
4	63	5.79	1.42	60	4.51	1.98	( $\eta^2$ .308)	( $\eta^2$ .131)	( $\eta^2$ .020)	3 > 1(.000)	
5	63	6.58	1.34	60	5.73	1.58				3 > 4(.013)	
										4 > 1(.001)	
										5 > 4(.000)	
										5 > 3(.000)	
										5 > 1(.000)	

註 1：N=123 註 2：\* $p$ <0.05, \*\* $p$ <0.01, \*\*\* $p$ <0.001

結果顯示，鷹架組學生在第一單元( $M_{sum}=5.33$ )平均成績即明顯高於非鷹架組( $M_{sum}=4.05$ )的學生，其後的四個單元總分的平均分數均為鷹架組高於非鷹架。學生在五個單元總分的重複量數值為( $F=52.6, p=0.000$ )達顯著性差異，顯示單元間有顯著差異，教學模式( $F=18.31, p=0.000$ )達顯著差異，鷹架組顯著高於非鷹架組。此外，形成科學議題得分與教學模式有出現交互作用的情形，且達顯著性( $F=2.51, p=0.047$ )，因而進行單純主要效果分析。

首先分別針對鷹架組與非鷹架組學生，進行單元的重複量數分析，數據如表

4-2-15~4-2-16

表 4-2-15 鷹架教學模式下各單元總分之重複量數分析

	M	SD	F(p)	事後比較
總分				
單元一	5.32	1.45	20.90	
單元二	6.46	1.27	( $p=.000$ )	2 > 1(.000), 2 > 4(.000), 2 > 3(.007)
單元三	5.95	1.15		3 > 1(.005)
單元四	5.79	1.42		
單元五	6.58	1.34		5 > 1(.000), 5 > 4(.000), 5 > 3(.009)

註 1：N=63 註 2：\* $p$ <0.05, \*\* $p$ <0.01, \*\*\* $p$ <0.001

表 4-2-16 非鷹架教學模式下各單元總分之重複量數分析

	M	SD	F(p)	事後比較
總分				
單元一	4.05	1.51	32.27	
單元二	5.63	1.84	( $p=0.000$ )	2 > 1(.000), 2 > 4(.000)
單元三	5.22	1.74		3 > 1(.000), 3 > 4(.005)
單元四	4.50	1.95		
單元五	5.73	1.58		5 > 1(.000), 5 > 4(.000)

註 1：N=60 註 2：\* $p<0.05$ , \*\* $p<0.01$ , \*\*\* $p<0.001$

表 4-2-15 結果顯示鷹架組重複量數值為 ( $F=20.90, p=0.000$ ) 達顯著，顯示鷹架組單元間有顯著差異，經事後比較顯示鷹架組單元二大於單元一、三和四；單元三大於單元一；單元五大於單元一、三和四。表 4-2-16 非鷹架組 ( $F=32.27, p=0.000$ ) 也達顯著，顯示非鷹架組單元間有顯著差異，經由事後比較顯示單元二大於單元一和四；單元三大於單元一和四；單元五大於單元一和四。顯示兩組學生在網路化學習課程後，總分皆有成長的趨勢。

其次再針對各單元分別進行重複量數的分析，數據如表 4-2-17

表4-2-17 總分在各主題內教學模式之單因子變異數分析摘要表

	M	SD	F(p)	
單元一				
鷹架	5.33	1.45	24.06 (.000)	鷹架 > 非鷹架
非鷹架	4.05	1.51		
單元二				
鷹架	6.46	1.27	8.42 (.004)	鷹架 > 非鷹架
非鷹架	5.63	1.84		
單元三				
鷹架	5.95	1.15	7.6 (.007)	鷹架 > 非鷹架
非鷹架	5.22	1.74		
單元四				
鷹架	5.79	1.42	17.20 (.000)	鷹架 > 非鷹架
非鷹架	4.50	1.95		
單元五				
鷹架	6.58	1.34	10.42 (.002)	鷹架 > 非鷹架
非鷹架	5.73	1.58		

註：N<sub>鷹架</sub>=63 N<sub>非鷹架</sub>=60

如表4-2-17，由表4-2-13中顯示，單元一 ( $F=24.06, p=0.00$ )、單元二 ( $F=8.42, p=0.04$ )、單元三 ( $F=7.61, p=0.07$ )、單元三 ( $F=17.20, p=0.00$ )、單元五 ( $F=10.42, p=0.02$ ) 達顯著，且鷹架組大於非鷹架組。

## 二、形成科學議題與科學解釋之質性資料分析

### (一) 不同教學模式「形成科學議題」類型次數與百分比之敘述統計分析

根據兩組學生在五個單元十六個主題所形成的科學議題內容進行類型的分析，進行次數與百分比之敘述性統計。如表4-2-18~表4-2-22所示：

表 4-2-18 單元一形成科學議題類型次數與百分比之敘述統計分析

單元一：燃燒的條件							
主題一：燃燒需要有可燃物，可燃物性質可分為「易燃物」和「非易燃物」							
評分標準	形成科學議題內容		層級	鷹架		非鷹架	
				次數	百分比	次數	百分比
辨識出主要特徵(key feature)所形成的科學議題，有完整的操作變因與應變變因，可進行探究實驗	2a	用蠟燭燒玻璃或紙張，那一個會燒起來?	2	28	44.4%	15	25.0%
	2b	紙張比玻璃易燃嗎?		6	9.5%	1	1.7%
	2c	紙張和玻璃都是可燃物嗎?		1	1.6%	0	0.0%
	小計			<b>35</b>	<b>55.6%</b>	<b>16</b>	<b>26.7%</b>
辨識出主要特徵，不完整操作變因或應變變因，或無法直接進行探究實驗。	1a	為什麼玻璃不可以燃燒?	1	2	3.2%	2	3.3%
	1b	燃燒要有可燃物嗎?		10	15.9%	16	26.7%
	1c	火和可燃物之間有什麼關係?		2	3.3%	1	1.7%
	小計			<b>14</b>	<b>22.2%</b>	<b>17</b>	<b>31.7%</b>
重複主題的問題 主要特徵無關的問題 結論或假設的直述句	0a	燃燒要有哪些條件?	0	11	15.9%	15	25.0%
	0b	燃燒時,這些會變成什麼?		3	4.3%	2	3.3%
	0c	若有可燃物,則會始火燒得更旺。		1	1.4%	8	13.3%
	小計			<b>15</b>	<b>21.6%</b>	<b>25</b>	<b>41.7%</b>



### 主題二：燃燒需要有足夠高的溫度-燃點

評分標準	形成科學議題內容	層級	鷹架		非鷹架	
			次數	百分比	次數	百分比
辨識出主要特徵(key feature)所形成的科學議題，有完整的操作變因與應變變因，可進行探究實驗	2a. 乾的、裝一點水、裝半杯水的紙杯，哪個會先燃燒起來?	2	20	31.7%	10	16.7%
	2b. 乾的紙杯會比濕的紙杯更容易燃燒嗎?		7	11.1%	1	1.7%
	2c. 如果紙杯沒有達到一定的燃點，那紙杯還會燃燒嗎?		5	7.9%	1	1.7%
	<b>小計</b>		<b>32</b>	<b>50.8%</b>	<b>12</b>	<b>20%</b>
辨識出主要特徵，不完整操作變因或應變變因，或無法直接進行探究實驗。	1a. 為什麼燃燒一定要有一定的溫度?	1	4	6.3%	2	3.3%
	1b. 燃燒需要有足夠高的燃點嗎?		12	19%	12	20.0%
	1c. 溫度要多高才足夠燃燒?		7	11.1%	6	10.0%
<b>小計</b>		<b>23</b>	<b>36.5%</b>	<b>20</b>	<b>33.3%</b>	
重複單元的問題 主要特徵無關的問題 結論或假設的直述句	0a. 燃燒要有哪些條件?		1	1.6%	1	1.7%
	0b. 鐵絲綁紙杯會燒嗎?		6	9.55	22	36.7%
	0c. 如果溫度較低，較難形成燃燒;如果溫度較高較容易形成燃燒		1	1.6%	5	8.3%
<b>小計</b>		<b>8</b>	<b>12.7%</b>	<b>28</b>	<b>46.7%</b>	

### 主題三：燃燒需要助燃物—氧氣

評分標準	形成科學議題內容	層級	鷹架		非鷹架	
			次數	百分比	次數	百分比
辨識出主要特徵(key feature)所形成的科學議題，有完整的操作變因與應變變因，可進行探究實驗	2a. 將線香放在氧氣、二氧化碳的瓶子裡，燃燒情況會怎樣?	2	9	14.3%	9	15.0%
	2b. 那種氣體可以讓燃燒更旺盛?		1	1.6%	1	1.7%
	2c. 如果沒有氧氣，那麼火苗是否熄滅?		11	17.5%	7	11.7%
	2d. 氧氣的多寡是否會影響火燃燒的速度?		10	15.9%	2	3.3%

	2e. 二氧化碳是助燃物嗎?	1	1.6%	0	0%	
	<b>小計</b>	<b>32</b>	<b>50.7%</b>	<b>19</b>	<b>31.7%</b>	
辨識出主要特徵，不完整操作變因或應變變因，或無法直接進行探究實驗。	1a. 燃燒為什麼需要氧氣?	1	3	4.8%	3	5.0%
	1b. 燃燒需要有幫助燃燒的氧氣嗎?	17	27.0%	13	21.7%	
	1c. 如果把火裝載一個密閉的瓶子,和裝在一個通風的瓶子,哪個會先熄滅?	1	1.6%	3	5.0%	
	<b>小計</b>	<b>21</b>	<b>33.4%</b>	<b>19</b>	<b>31.7%</b>	
重複單元的問題 主要特徵無關的問題 結論或假設的直述句	0a. 燃燒要有什麼條件?	0	0	0%	2	3.3%
	0b. 可以穿燙玻璃嗎? 線香點燃後會有氧氣嗎?	8	12.7%	15	25.0%	
	0c. 把三個大小相同的瓶子裡面裝，其中二個裝氧氣、二氧化碳然後一個裝不知道的氣體，然後再把線香放入三個瓶子裡。	2	3.2%	5	8.3%	
	<b>小計</b>	<b>10</b>	<b>15.9%</b>	<b>22</b>	<b>36.6%</b>	

由表 4-2-19 得知，鷹架組的學生在單元一中三個主題所形成的科學議題在 Level 2 上百分率（55.6%、50.8%、36.5%）皆高於非鷹架組（26.7%、20%、31.7%）的學生。在 Level 0 的百分率則是非鷹架組（41.7%、46.7%、36.6%）的大於鷹架組（21.6%、12.7%、15.9%）。顯示學生在單元一，有鷹架網路形成科學議題的學習環境，可形成品質較佳的科學議題。

在 Level 2 中學生所形成的科學議題類型有 A.以實驗器材說明操縱變因與應變變因的形式，可直接進行實驗。如：用蠟燭燒玻璃或紙張，那一個會燒起來？線香放在氧氣瓶與二氧化碳瓶中，燃燒情形會怎樣？ B.隱含結果的比較問題，如紙比玻璃易燃嗎？乾的紙杯比濕的紙杯容易燒嗎？ C.較封閉的是否問題。如：二氧化碳是助燃物嗎？如果沒有氧氣，那麼火苗是否會熄滅。 D.較開放且未隱含結果的問題，如那種氣體可以燃燒更旺盛？

其中鷹架組和非鷹架組皆以類型 A 的百分率較多，其次是類型 B、C，類型 D 的百分率最少。顯示學生較容易從提供的實驗器材形成科學議題，但不易形成開放且未隱含

結果的科學議題。

表 4-2-19 單元二形成科學議題類型次數與百分比率之敘述統計分析

單元二：鐵生鏽						
主題四：鐵生鏽需要有氧氣						
評分標準	形成科學議題內容	層級	鷹架		非鷹架	
			次數	百分比	次數	百分比
辨識出主要特徵(key feature)所形成的科學議題，有完整的操作變因與應變變因，可進行探究實驗	2a. 有氧氣的空罐子和真空灌，哪一個會使鐵生鏽？	2	14	22.2%	13	21.7%
	2b. 鐵生鏽是否需要氧氣？		21	33.3%	19	31.7%
	2c. 氧氣越多會使生鏽的速度變快嗎？		1	1.6%	0	0%
小計			<b>36</b>	<b>57.1%</b>	<b>32</b>	<b>53.4%</b>
辨識出主要特徵，不完整操作變因或應變變因，或無法直接進行探究實驗。	1a. 為什麼鐵生鏽需要氧氣？	1	3	4.8%	1	1.7%
	1b. 鐵在空氣中會比較容易生鏽嗎？		7	11.1%	6	10.0%
小計			<b>10</b>	<b>15.9%</b>	<b>7</b>	<b>11.7%</b>
重複主題的問題與主要特徵無關的問題 假設或結論的直述句	0a. 鐵生鏽需要那些條件？	0	2	3.2%	0	0%
	0b. 如果油漆的生鏽了，怎麼辦？		15	23.8%	17	28.3%
	0c. 若水越多，鐵生鏽的越快。若水越少，鐵生鏽的越慢。		0	0%	4	6.7%
小計			<b>17</b>	<b>27.0%</b>	<b>21</b>	<b>35.0%</b>
主題五：鐵生鏽需要有氧氣和水						
評分標準	形成科學議題內容	層級	鷹架		非鷹架	
			次數	百分比	次數	百分比
辨識出主要特徵(key feature)所形成的科學議題，有完整的操作變因與應變變因，可進行探究實驗	2a. 如果把鐵絲絨放進加了水的培養皿中，會不會比沒加水的鋼絲絨生鏽的更快？	2	31	49.2%	11	18.3%
	2b. 有氧氣加水會加速鐵生鏽嗎？		15	23.8%	25	41.7%
	2c. 水越多，鐵生鏽得越多		0	0%	3	5.0%

嗎?

	<b>小計</b>	<b>46</b>	<b>73%</b>	<b>39</b>	<b>65%</b>	
辨識出主要特徵，不 完整操作變因或應 變變因，或無法直接 進行探究實驗。	1a. 為什麼水和氧氣碰在 一起會讓鐵生鏽?	1	3	4.8%	2	3.3%
	1b. 鋼絲放在水裡會怎樣?		3	4.8%	2	3.3%
	1c. 將兩個鋼絲絨一個放 在水中，一個放在培養皿 中，哪個比較容易生鏽?		3	4.8%	1	1.7%
	<b>小計</b>	<b>9</b>	<b>14.4%</b>	<b>5</b>	<b>8.3%</b>	
重複主題的問題 與主要特徵無關的 問題	0a. 鐵生鏽需要那些條件?	0	7	11.1%	14	23.3%
	0b. 如果油漆的生鏽了，怎 麼辦?		1	1.6%	2	3.3%
	<b>小計</b>	<b>8</b>	<b>12.7%</b>	<b>16</b>	<b>26.6%</b>	

#### 主題六：氧氣加酸性溶液會加速鐵生鏽

評分標準	形成科學議題內容	層 級	鷹架		非鷹架	
			次 數	百分比	次數	百分比
辨識出主要特徵(key feature)所形成的科 學議題，有完整的操 作變因與應變變 因，可進行探究實驗	2a. 鋼絲絨沾水和沾醋哪 一個生鏽的較快?	2	18	28.6%	26	43.3%
	2b. 氧氣加酸性容易會使 鐵更容易生鏽嗎?		38	60.3%	1	1.7%
	2c. 酸性溶液越多，越容易 生鏽嗎?		1	1.6%	0	0%
	<b>小計</b>		<b>57</b>	<b>90.5%</b>	<b>27</b>	<b>45%</b>
辨識出主要特徵，不 完整操作變因或應 變變因，或無法直接 進行探究實驗。	1a. 為什麼氧氣加酸性的 溶液比較容易生鏽?	1	3	4.8%	5	8.3%
	1b. 把水跟醋加在一起，再 把鐵絲絨放進去會生鏽嗎?		0	0%	17	28.3%
	<b>小計</b>		<b>3</b>	<b>4.8%</b>	<b>22</b>	<b>36.6%</b>
重複主題的問題 與主要特徵無關的 問題	0a. 造成鋼絲絨加速的原 因?	0	1	1.6%	0	0%
	0b. 水和氧氣可以讓鋼鐵 絲生鏽,加水的鋼鐵絲也可 以生鏽更快		2	3.2%	11	18.4%
	<b>小計</b>		<b>3</b>	<b>4.8%</b>	<b>11</b>	<b>18.4%</b>

#### 主題七：氧氣加鹽水會加速鐵生鏽

評分標準 形成科學議題內容 層 鷹架 非鷹架

		級	次數	百分比	次數	百分比
辨識出主要特徵(key feature)所形成的科學議題，有完整的操作變因與應變變因，可進行探究實驗	2a. 兩個鋼絲絨分別放入夾鏈袋中，一個加水一個鹽，哪個先生鏽？	2	14	19.0%	13	21.7%
	2b. 氧氣加鹽會不會使鐵加速生鏽？		37	58.7%	35	58.3%
	2c. 鹽越多鋼絲絨生鏽的越多嗎？		1	1.6%	1	1.7%
	2d. 海水(鹽水)對鐵的生鏽有什麼影響呢？		1	1.6%	0	0%
<b>小計</b>			<b>53</b>	<b>84.1%</b>	<b>49</b>	<b>81.7%</b>
辨識出主要特徵，不完整操作變因或應變變因，或無法直接進行探究實驗。	1a. 為什麼氧氣加鹽會比較容易生鏽？	1	1	1.6%	1	1.7%
	1b. 鹽跟鋼絲絨有什麼關係嗎？		3	4.8%	1	1.7%
	1c. 將鐵絲絨放入一個沒有鹽只有水的培養皿上和放在有鹽沒有水培養皿上，對鐵絲絨有什麼影響？		0	0%	3	5.0%
<b>小計</b>			<b>4</b>	<b>6.4%</b>	<b>5</b>	<b>8.4%</b>
重複主題的問題	0a. 造成鋼絲絨加速的原因？	0	1	1.6%	0	0%
與主要特徵無關的問題	0b. 鐵需不需要有水或醋？		5	11.1%	6	10.0%
<b>小計</b>			<b>6</b>	<b>9.5%</b>	<b>6</b>	<b>16%</b>

由表 4-2-20 得知，鷹架組的學生在單元二（鐵生鏽）中四個主題所形成的科學議題在 Level 2 上百分率分別為（57.1%、73%、90.5%、84.1%）皆高於非鷹架組（53.4%、65%、45%、81.7%）的學生。在 Level 0 的百分率則是非鷹架組（35%、26.6%、18.4%、16%）的大於鷹架組（27%、12.7%、4.8%、12.7%）。顯示學生在單元二，有鷹架網路形成科學議題的學習環境，可形成品質較佳的科學議題。

在單元二中 Level 2 中學生所形成的科學議題類型有 A.以實驗器材說明操縱變因與應變變因的形式，可直接進行實驗的科學議題。如：有氧氣的空罐子和真空罐，那個會使鐵生鏽？ B.隱含結果的比較問題，如酸性溶液容易使鐵生鏽嗎？ C.較封閉的是否科學議題。如：鐵生鏽是否要氧氣？ D.較開放且未隱含結果的科學議題，如海水對鐵生鏽有什



麼影響? E. 加入測量比較的操縱變因的科學議題，如酸性溶液越多，越容易生鏽嗎?

其中鷹架組和非鷹架組皆以類型 A、C 的百分率較多，其次是類型 B，類型 D、E 的百分率最少。顯示學生較容易從提供的實驗器材形成科學議題或封閉的「是否」科學議題，但不易形成開放且未隱含結果的科學議題及加入測量比較的操縱變因的科學議題。

表 4-2-20 單元三「形成科學議題」類型次數與百分比之敘述統計分析

單元三：發黴						
主題八：黴菌在潮濕的環境下容易生長						
評分標準	形成科學議題內容	層級	鷹架		非鷹架	
			次數	百分比	次數	百分比
辨識出主要特徵(key feature)所形成的科學議題，有完整的操作變因與應變變因，可進行探究實驗	2a. 分別把土司沾濕和不沾濕何者較快發霉?	2	10	15.9%	5	8.3%
	2b. 土司在潮濕的地方會有黴菌嗎?		14	22.2%	5	8.3%
	2c. 水分越多黴菌容易繁殖嗎?		1	1.6%	3	5.0%
	2d. 黴菌在潮濕的環境下會比較容易繁殖嗎?		8	12.7%	0	0%
	2e. 把土司加水放進夾鍊袋會較快發黴嗎?		11	17.5%	26	43.3%
	2f. 若沒有碰到水會發黴嗎?		3	4.8%	4	6.7%
<b>小計</b>			<b>47</b>	<b>74.6%</b>	<b>48</b>	<b>80%</b>
辨識出主要特徵，不完整操作變因或應變變因，或無法直接進行探究實驗。	1a. 為什麼黴菌喜歡潮濕呢?	1	4	6.3%	0	0%
	1b. 將土司和水放在夾鍊袋中會怎樣?		1	1.6%	1	1.7%
<b>小計</b>			<b>5</b>	<b>7.9%</b>	<b>1</b>	<b>1.7%</b>
重複主題的問題與主要特徵無關的問題	0a. 黴菌在怎樣的環境下容易繁殖??	0	9	14.3%	8	13.3%
	0b. 土司會因為溫度會加速繁殖?		2	3.2%	8	13.3%
<b>小計</b>			<b>11</b>	<b>17.5%</b>	<b>16</b>	<b>26.6%</b>

主題九：黴菌在溫暖的環境下容易生長

評分標準	形成科學議題內容	層級	鷹架		非鷹架	
			次數	百分比	次數	百分比
辨識出主要特徵 (key feature)所形成的科學議題，有完整的操作變因與應變變因，可進行探究實驗	2a. 黴菌在溫暖的環境下會更容易繁殖嗎？	2	17	27.0%	21	35.0%
	2b. 放在冰箱的吐司和放再常溫下的吐司哪一個發霉的速度比較快？		20	31.7%	7	11.7%
	2c. 黴菌在哪種溫度容易繁殖？		4	6.3%	1	1.7%
	2d. 吐司若有放進冰箱，黴菌繁殖速度會變慢嗎？		7	11.1%	9	15.0%
	2e. 溫度越冷黴菌越不會生長嗎？		2	3.2%	2	3.3%
<b>小計</b>			<b>50</b>	<b>79.3%</b>	<b>40</b>	<b>66.7%</b>
辨識出主要特徵，不完整操作變因或應變變因，或無法直接進行探究實驗。	1a. 為什麼環境較溫暖會發黴？	1	2	3.2%	0	0%
	1b. 先把兩個土司個別放入兩個夾鏈袋一個加水一個放入冰箱看哪個較快發霉？		1	1.6%	2	3.3%
	1c. 在溫暖的環境土司要怎麼發霉呢？		0	0%	1	1.7%
<b>小計</b>			<b>3</b>	<b>4.8%</b>	<b>3</b>	<b>4.0%</b>
重複主題的問題	0a. 黴菌在怎樣的環境下容易繁殖??	0	10	15.9%	10	16.7%
與主要特徵無關的問題	0b. 如果把土司放入鹽水中，會發黴嗎？		0	0%	7	11.7%
<b>小計</b>			<b>10</b>	<b>15.9%</b>	<b>17</b>	<b>28.4%</b>

#### 主題十：黴菌繁殖需要與空氣接觸

評分標準	形成科學議題內容	層級	鷹架		非鷹架	
			次數	百分比	次數	百分比
辨識出主要特徵 (key feature)所形成的科學議題，有完整的操作變因與應變變因，可進行探究實驗	2a 土司與空氣接觸會比較快發霉嗎	2	14	22.2%	24	40.0%
	2b 土司在有氧氣的環境真的比較容易發霉嘛？		5	7.9%	0	0%
	2c 黴菌再有空氣和沒空氣乃一個比較容易發菌？		5	7.9%	5	8.3%
	2d 把土司加水放到真空罐裡會發黴嗎？		25	39.7%	0	0%

	2e 如果把黴菌關在一個很少 氧瓶子裡，黴菌會因用完氧氣 而死嗎？	1	1.6%	11	18.3%
	2f 如果吐司跟空氣接觸太 久，吐司會發霉嗎？	1	1.6%	0	0%
	2g 空氣多寡會影響黴菌的繁 殖嗎？	0	0%	2	3.3%
	<b>小計</b>	<b>51</b>	<b>81%</b>	<b>42</b>	<b>70%</b>
辨識出主要特 徵，不完整操作變 因或應變變因，或 無法直接進行探 究實驗。	1a 位甚麼物品接觸空氣時會 發霉呢？	1	1.6%	2	3.3%
	1b 分別將土司放在真空罐中 和加了水的罐子中，發霉的情 形有甚麼不同？	5	7.9%	1	1.7%
	<b>小計</b>	<b>6</b>	<b>9.5%</b>	<b>3</b>	<b>4%</b>
重複主題的問題	0a 黴菌在怎樣的環境下容易 繁殖??	0		5	7.9%
				10	16.7%
與主要特徵無關 的問題	0b 土司加水在怎樣的環境下 容易長黴菌？	1	1.6%	7	11.7%
	<b>小計</b>	<b>6</b>	<b>9.5%</b>	<b>17</b>	<b>28.4%</b>

由表 4-2-20 得知，鷹架組的學生在單元三（發黴）中主題八所形成的科學議題在 Level 2 上百分率分別為（74.6%）略低於非鷹架組（80%）。可能是因為主題八所要辨識的主要特徵（黴菌在潮濕的環境下容易生長）貼近學生的生活經驗，因此鷹架組在 Level 2 沒有高於非鷹架組，但在 Level 0 的百分率仍是非鷹架組（26.6%）的大於鷹架組（17.5%）。其它二個主題在 Level 2 皆為鷹架組大於非鷹架組，結果顯示有鷹架網路形成科學議題的學習環境，可形成品質較佳的科學議題。

單元三（發黴）Level 2 中學生所形成的科學議題類型有 1.以實驗器材說明操縱變因與應變變因的形式，可直接進行實驗。如：A 放在冰箱的吐司和放在常溫下的吐司哪一個發霉的速度比較快？B.隱含結果的比較問題，如溫度越冷黴菌越不會生長嗎？C. 較封閉的是否問題。如：吐司若有放進冰箱，黴菌繁殖速度會變慢嗎？D. 較開放且未隱含結果的問題，如：黴菌在哪種溫度容易繁殖？E. 加入測量比較的操縱變因，如水分越多黴菌容易繁殖嗎？本單元所形成的科學議題貼近學生生活經驗，因此形成科學議題類型較

多。

其中鷹架組和非鷹架組皆以類型 A、B 的百分率較多，其次是類型 B、C，類型 D、E 的百分率最少。顯示學生較容易從提供的實驗器材形成科學議題，但不易形成開放且未隱含結果的科學議題及加入測量比較的操縱變因的科學議題。

表 4-2-21 單元四形成科學議題類型次數與百分比之敘述統計分析

單元四：物質受熱						
主題十一：液體的體積會隨著溫度而熱脹冷縮						
評分標準	形成科學議題內容	層級	鷹架		非鷹架	
			次數	百分比	次數	百分比
辨識出主要特徵 (key feature) 所形成的科學議題，有完整的操作變因與應變變因，可進行探究實驗	2a 將熱水或冷水放入公升杯中，玻璃管的水位高低會有甚麼變化嗎？	2	16	25.4%	13	21.7%
	2b 液體體積是否會因為溫度而產生變化呢？		14	22.2%	22	36.6%
	2c 液體會隨著溫度膨脹收縮嗎？		5	7.9%	1	1.7%
	<b>小計</b>		<b>35</b>	<b>55.5%</b>	<b>36</b>	<b>60%</b>
辨識出主要特徵，不完整操作變因或應變變因，或無法直接進行探究實驗。	1a 為什麼液體的體積會隨溫度而產生變化？	1	1	1.6%	0	0%
	1b 物體碰到冷或熱的溫度時，會有膨脹或收縮的反應嗎？		1	1.6%	2	3.4%
	<b>小計</b>		<b>2</b>	<b>3.2%</b>	<b>2</b>	<b>3.4%</b>
重複主題的問題與主要特徵無關的問題	1a 哪些物質的體積會因為溫度而產生變化？	0	1	1.6%	10	16.7%
	1b 冷水跟熱水哪個影響物體的改變比較明顯？		25	39.7%	12	20.0%
	<b>小計</b>		<b>26</b>	<b>41.3%</b>	<b>22</b>	<b>36.7%</b>
主題十二：氣體的體積會隨著溫度而熱脹冷縮						
評分標準	形成科學議題內容	層級	鷹架		非鷹架	
			次數	百分比	次數	百分比
辨識出主要特徵(key feature) 所形成的科	2a 如果氣球在熱水中體積會膨脹嗎，那如果氣球在冷水中	2	20	31.7%	9	15.0%

學議題，有完整的操作變因與應變變因，可進行探究實驗	體積會縮小嗎？ 2b 氣體會受到溫度的變化而膨脹或收縮嗎？ 2c 水溫越高氣球會越脹嗎？		22	34.9%	23	38.3%
<b>小計</b>			<b>43</b>	<b>68.2%</b>	<b>32</b>	<b>53.3%</b>
辨識出主要特徵，不完整操作變因或應變變因，或無法直接進行探究實驗。	1a 為什麼氣體的體積會隨溫度而產生變化？ 1b 氣體跟溫度有關係嗎？	1	1	1.6%	1	1.7%
			3	4.8%	5	8.4%
<b>小計</b>			<b>4</b>	<b>6.4%</b>	<b>6</b>	<b>10.1%</b>
重複主題的問題	0a 哪些物質的體積會因為溫度而產生變化？	0	7	11.1%	10	16.7%
與主要特徵無關的問題	0b 冷水跟熱水哪個影響物體的改變比較明顯？		9	14.3%	12	20.0%
<b>小計</b>			<b>16</b>	<b>25.4%</b>	<b>22</b>	<b>36.7%</b>

### 主題十三：固體的體積會隨著溫度而熱脹冷縮

評分標準	形成科學議題內容	分數	鷹架		非鷹架	
			次數	百分比	次數	百分比
辨識出主要特徵(key feature)所形成的科學議題，有完整的操作變因與應變變因，可進行探究實驗	2a 水族箱裡放入熱水，再裡面放入一個塑膠杯和金屬的杯子各放入冷水，金屬裡的溫度會比較高嗎？ 2b 鐵杯、塑膠杯、保麗龍杯哪個傳熱速度快？	2	22	34.9%	9	15.0%
			26	41.3%	23	38.3%
<b>小計</b>			<b>48</b>	<b>76.2%</b>	<b>32</b>	<b>53.3%</b>
辨識出主要特徵，不完整操作變因或應變變因，或無法直接進行探究實驗。	1a 為什麼固體的體積會隨著溫度而產生變化？ 1b 請問如果將銅球和酒精一起放入冷水，哪個東西的物體會產生較大變化？	1	3	4.8%	2	3.3%
			2	3.2%	0	0%
<b>小計</b>			<b>5</b>	<b>8%</b>	<b>2</b>	<b>3.3%</b>
重複主題的問題	0a 哪些物質的體積會因為溫度而產生變化？	0	9	14.3%	6	10.0%
與主要特徵無關的問題	0b 冷水接觸了酒精燈會產生變化嗎？		1	1.6%	20	33.3%
<b>小計</b>			<b>10</b>	<b>15.9%</b>	<b>26</b>	<b>43.3%</b>



由表 4-2-21 得知，鷹架組的學生在單元四（物質受熱）中主題十一所形成的科學議題在 Level 2 上百分率分別為（55.5%）略低於非鷹架組（60%）。且在 Level 0 的百分率仍是鷹架組（41.3%）的大於非鷹架組（36.7%）。其它二個主題在 Level 2 皆為鷹架組大於非鷹架組，結果顯示有鷹架網路形成科學議題的學習環境，可形成品質較佳的科學議題。

單元四（物質受熱）Level 2 中學生所形成的科學議題類型有 A.以實驗器材說明操縱變因與應變變因的形式，可直接進行實驗。如：將熱水或冷水放入公升杯中，玻璃管的水位高低會有甚麼變化嗎？B.隱含結果的比較問題，如液體會隨著溫度膨脹收縮嗎？C.較封閉的是否問題。如：液體體積是否會因為溫度而產生變化呢？E. 加入測量比較的操縱變因的科學議題，如水溫越高氣球會越脹嗎？本單元辨識的主要特徵為液體、氣體、固體皆會隨著溫度而產生體積熱脹冷縮。

其中鷹架組和非鷹架組皆以類型 A、B 的百分率較多，其次是類型 B、C，類型 E 的百分率最少。顯示學生較容易從提供的實驗器材形成科學議題，但不易形成加入測量比較的操縱變因的科學議題。本主題並沒有出現 D. 開放且未隱含結果的科學議題。

在主題十一中，鷹架組的「溫度計」並沒有協助學生辨識液體（酒精）隨著溫度而體積膨脹或縮小，產生上升或下降的情形。可能是因為學生普遍知道熱脹冷縮的現象為固體，因此根據主題十一提供的器材，形成的科學議題偏向固體（如錐形瓶、玻璃管等），因此在 level 2 的次數百分率上鷹架組的學生略低於非鷹架組。

表 4-2-22 單元五形成科學議題類型次數與百分比之敘述統計分析

單元五：熱的傳播						
主題十四：不同物質熱傳導速度不同						
評分標準	形成科學議題內容	層級	鷹架		非鷹架	
			次數	百分比	次數	百分比
辨識出主要特徵(key feature)所形成的科學議題，有完整的操作變因與應變變因，可進行探究實驗	2a 如果把水族箱裡面放熱水，在把三個材質不同裝冷水的杯子放進水族箱，哪個會先變溫？	2	20	31.7%	11	18.3%
	2b 金屬、塑膠、保麗龍哪一		21	33.3%	13	21.7%



	個熱的傳導性較高?				
	2c 不同的材質會引響熱傳導的速度嗎?	13	20.6%	7	11.7%
	2d 金屬的熱傳導能力比其他材質好嗎?	3	4.8%	11	18.3%
	<b>小計</b>	<b>57</b>	<b>88.9%</b>	<b>42</b>	<b>70%</b>
辨識出主要特徵，不完整操作變因或應變變因，或無法直接進行探究實驗。	1a 為甚麼金屬對熱的傳導速度比較快?	1	1.6%	1	1.7%
	1b 物質對熱的傳導速度是如 何?	1	0%	5	8.3%
	1c 要如何使物體對熱的傳導 的速度加快?	0	0%	1	1.7%
	傳熱的速度都依樣快嗎?	0	0%	1	1.7%
	<b>小計</b>	<b>1</b>	<b>1.6%</b>	<b>8</b>	<b>13.4%</b>
與主要特徵無關的問題	0a 熱水和冷水哪一向的傳導速度較快?	5	7.9%	10	16.7%
	<b>小計</b>	<b>6</b>	<b>9.5%</b>	<b>10</b>	<b>16.7%</b>

#### 主題十五：不同的顏色對輻射熱吸收的程度不同

評分標準	形成科學議題內容	層級	鷹架		非鷹架	
			次數	百分比	次數	百分比
辨識出主要特徵(key feature)所形成的科學議題，有完整的操作變因與應變變因，可進行探究實驗	用放大鏡在太陽下燒看白紙或黑紙哪個最快燒起來呢?	2	20	31.7%	15	25.0%
	白紙和黑紙哪個較容易吸收輻射?		14	22.2%	5	8.3%
	顏色會影響輻射熱的吸收?		16	25.4%	25	41.7%
	黑色會比白色吸熱嗎?		4	6.3%	5	8.3%
	<b>小計</b>		<b>54</b>	<b>85.8%</b>	<b>50</b>	<b>83.3%</b>
辨識出主要特徵，不完整操作變因或應變變因，或無法直接進行探究實驗。	為什麼黑色會吸熱，哪為什麼白色比較不會吸熱?	1	0	0%	0	0%
	紙的顏色和材質會影響輻射熱的吸收呢?		1	1.6%	1	1.7%
	紙的顏色使溫度變高或變低嗎?		0	0%	1	1.7%
	<b>小計</b>		<b>1</b>	<b>1.6%</b>	<b>2</b>	<b>3.4%</b>
重複主題的問題	那些因素會影響輻射熱的吸收?	0	4	6.3%	5	8.3%
與主要特徵無關的	物體會因熱的吸收變化		4	6.3%	3	5.0%

問題

小計		8	12.6%	8	13.3%
<b>主題十六：不同的材質對輻射熱吸收的程度不同</b>					
評分標準	形成科學議題內容	層級	鷹架 次數 百分比	非鷹架 次數 百分比	
辨識出主要特徵(key feature)所形成的科學議題，有完整的操作變因與應變變因，可進行探究實驗	請問如果將鐵片和木片和磁磚，同時放在太陽下，哪一個物體溫度較高？ 鐵片、木片、磁磚，看那一個輻射吸收較快？ 物體材質是否會影響吸熱速度？	2	16 25.4%	2 3.2%	
<b>小計</b>			<b>59 93.7%</b>	<b>55 91.7%</b>	
辨識出主要特徵，不完整操作變因或應變變因，或無法直接進行探究實驗。	為什麼鐵會吸熱，哪為什麼木頭不會吸熱？ 哪個會吸熱？	1	1 1.6%	0 0%	
<b>小計</b>			<b>1 1.6%</b>	<b>1 1.6%</b>	
重複主題的問題	哪些會影響輻射熱的吸收？	0	2 3.2%	2 3.2%	
與主要特徵無關的問題	物體會因熱的吸收變化		1 1.6%	2 3.2%	
<b>小計</b>			<b>3 4.8%</b>	<b>10 6.4%</b>	

從表 4-2-22 得知，鷹架組的學生在單元五（熱的傳播）中三個主題所形成的科學議題在 Level 2 上百分率分別為（88.9%、85.8%、93.7%）皆高於非鷹架組（70%、83.3%、71.7%）的學生。在 Level 0 的百分率則是非鷹架組（16.7%、13.3%、16.6%）的大於鷹架組（9.5%、12.6%、6.4%）。顯示學生在單元五，鷹架網路形成科學議題的學習環境，可形成品質較佳的科學議題。且經過十六個主題的訓練，學生在 Level 2 的次數，高達 93.7%，非鷹架組的也有 91.7% 的水準，顯示鷹架與非鷹架的學生在形成科學議題的能力皆有提升，且差距變小。

在單元五中 Level 2 中學生所形成的科學議題類型有 A.以實驗器材說明操縱變因與應變變因的形式，可直接進行實驗。如：將鐵片和木片和磁磚，同時放在太陽下，哪一

個物體溫度較高? B.隱含結果的比較問題,如:黑色會比白色容易吸熱嗎? C.較封閉的是否問題。如:物體材質是否會影響吸熱速度? D.較開放且未隱含結果的問題,如海水對鐵生鏽有什麼影響? E.加入測量比較的操縱變因的科學議題,如顏色越深,吸收太陽輻射的效果越好嗎?其中鷹架組和非鷹架組皆以類型A、B的百分率較多,其次是類型B、C,類型D、E的百分率最少。顯示學生較容易從提供的實驗器材形成科學議題,但不易形成開放且未隱含結果的科學議題及加入測量比較的操縱變因的科學議題。

## (二) 不同教學模式「科學解釋」類型次數與百分比率之敘述統計分析

根據兩組學生在五個單元十六個主題所形成的科學解釋內容進行類型的分析,進行次數與百分比率之敘述性統計。如表4-2-23~表4-2-27所示

表4-2-23 單元一科學解釋類型次數與百分比率之敘述統計分析

單元一:燃燒的條件						
主題一:燃燒需要有可燃物,可燃物性質可分為「易燃物」和「非易燃物」						
評分標準	科學解釋內容	層級	鷹架		非鷹架	
			次數	百分比	次數	百分比
用科學原理原則做出結果的正確科學概念解釋。	2a 紙是易燃物,玻璃是非易燃物。	2	8	12.7%	4	6.7%
	2b 紙比玻璃更容易起來,因為紙的燃點比玻璃低		1	1.6%	2	3.3%
	2c 燃燒需要有可燃物,但物質材質不同,燃燒的性質也不同		1	1.6%	0	0%
<b>小計</b>			<b>10</b>	<b>15.9%</b>	<b>6</b>	<b>11%</b>
做出結果的描述解釋且科學概念正確但未能使用科學原理原則做解釋。	1a 紙張可以燃燒,玻璃紙不能燃燒	1	40	63.4%	35	58%
	1b 紙片比玻璃片燃燒較快		5	7.9%	8	13.3%
<b>小計</b>			<b>45</b>	<b>71.4%</b>	<b>43</b>	<b>72%</b>
無法做出結果的描述	0a 紙張熱度較高,玻璃燃燒	<b>0</b>	1	1.6%	2	3.3%

述或解釋或解釋的科學概念不正確。	溫度較低 0 都是要氧氣助燃 b	7	11.1%	9	15.0%
<b>小計</b>		<b>8</b>	<b>12.7%</b>	<b>8</b>	<b>18.3%</b>

**主題二：燃燒需要有足夠高的溫度-燃點**

評分標準	科學解釋內容	層級	鷹架		非鷹架	
			次數	百分比	次數	百分比
用科學原理原則做出結果的正確科學概念解釋	2a 水會吸熱,所以裝了水的杯子達不到燃點	2	11	17.5%	2	3.3%
	2b 在水杯內的水蒸發完後,紙杯就會到燃點而燃燒		3	4.8%	2	3.3%
	<b>小計</b>		<b>14</b>	<b>22.3%</b>	<b>4</b>	<b>6.6%</b>
做出結果的描述解釋且科學概念正確但未能使用科學原理原則做解釋。	1a 因為乾燥的東西較容易燃燒,潮濕的東西較不容易燃燒	1	26	41.3%	19	31.7%
	1b 水可以降低溫度		9	14.3%	5	8.3%
	<b>小計</b>		<b>35</b>	<b>55.6%</b>	<b>24</b>	<b>40%</b>
錯誤的科學概念或解釋 不相關的解釋	0a 因為水隔絕了可燃物		12	19.0%	24	40.0%
	0b 火焰大的比較容易燃燒		2	3.2%	8	13.3%
	<b>小計</b>		<b>14</b>	<b>22.2%</b>	<b>32</b>	<b>53.3%</b>

**主題三：燃燒需要助燃物—氧氣**

評分標準	科學解釋內容	層級	鷹架		非鷹架	
			次數	百分比	次數	百分比
用科學原理原則做出結果的正確科學概念解釋	2a 氧氣是助燃物,二氧化碳不是助燃物	2	12	19.0%	11	18.3%
<b>小計</b>			<b>12</b>	<b>19.0%</b>	<b>11</b>	<b>18.3%</b>

做出結果的描述解釋且科學概念正確但未能使用科學原理原則做解釋。	1a	氧氣可以使點燃的線香更旺盛，而二氧化碳會讓燃燒的線香熄滅	1	35	55.6%	36	60.0%
	1	因為要有氧氣是燃燒必備的條件之一		9	14.3%	1	1.7%
	<b>小計</b>			<b>44</b>	<b>69.9%</b>	<b>37</b>	<b>61.7%</b>
錯誤的科學概念或解釋	0a	因為氧氣是易燃物	0	4	6.3%	6	10.0%
不相關的解釋	0b	因為火勢大小不相同		3	4.8%	6	10.0%
<b>小計</b>				<b>7</b>	<b>11.1%</b>	<b>12</b>	<b>20%</b>

由表 4-2-23 得知，鷹架組的學生在單元一（燃燒的條件）中三個主題所科學解釋在 Level 2 上百分率分別為（15.9%、22.3%、19%）皆高於非鷹架組（11%、3.3%、18.3%）的學生。在 Level 0 的百分率則是非鷹架組（13.3%、53.3%、20%）大於鷹架組（9.5%、12.6%、6.4%）。顯示學生在單元一，鷹架式網路形成科學議題的學習環境，學生科學解釋能力較非鷹架組的學生好。

在科學解釋的內容上，Level 2 中學生所形成的類型有：A. 以觀察的結果來解釋，如：紙比玻璃更容易燒起來，因為紙的燃點比玻璃低。B. 直接說明科學的原理原則，如：燃燒需要有可燃物，但物質材質不同，燃燒的性質也不同。其中鷹架組和非鷹架組在類型 A、B 的百分率差不多。

表 4-2-24 單元二科學解釋類型次數與百分比之敘述統計分析

單元二：鐵生鏽							
主題四：鐵生鏽需要有氧氣							
評分標準	科學解釋內容	層級	鷹架		非鷹架		
			次數	百分比	次數	百分比	
用科學原理原則做出結果的正確科學概念解釋	2a	因為鐵生鏽需要有氧氣	2	23	36.5%	10	16.7%
<b>小計</b>				<b>23</b>	<b>36.5%</b>	<b>10</b>	<b>16.7%</b>

做出結果的描述解釋且科學概念正確但未能使用科學原理原則做解釋。	1a	應為鐵接觸空氣會生鏽	1	26	41.3%	32	53.3%
	1b	因為鐵要水和氧氣才會生鏽		7	11.1%	1	1.7%
<b>小計</b>				<b>33</b>	<b>52.4%</b>	<b>33</b>	<b>55%</b>
錯誤的科學概念或解釋	0a	因為真空瓶裡面沒有雜質，所以鋼絲絨所以不會生鏽	0	6	9.5%	14	23.3%
不相關的解釋	0b			1	1.6%	3	5.0%
<b>小計</b>				<b>7</b>	<b>11.1%</b>	<b>17</b>	<b>28.3%</b>

#### 主題五：鐵生鏽需要有氧氣和水

評分標準	科學解釋內容	層級	鷹架		非鷹架		
			次數	百分比	次數	百分比	
用科學原理原則做出結果的正確科學概念解釋	2a	有氧氣再加水能使鋼絲絨更快生鏽。	34	54.0%	18	30.0%	
	2b	水和氧氣會使鐵「氧化」就是生鏽	1	1.6%	0	0%	
<b>小計</b>			<b>35</b>	<b>55.6%</b>	<b>18</b>	<b>30.0%</b>	
做出結果的描述解釋且科學概念正確但未能使用科學原理原則做解釋。	1a	接觸水的鐵製品比沒接觸水的鐵製品更容易生鏽。	1	9	14.3%	28	46.7%
	1b	因為鐵要水和氧氣才會生鏽		13	20.6%	3	5.0%
<b>小計</b>			<b>22</b>	<b>35%</b>	<b>31</b>	<b>41.7%</b>	
錯誤的科學概念或解釋	0a	因為真空瓶裡面沒有雜質，所以鋼絲絨所以不會生鏽		5	7.9%	9	15.0%
不相關的解釋	0b			1	1.6%	2	3.3%
<b>小計</b>			<b>6</b>	<b>9.5%</b>	<b>11</b>	<b>18.3%</b>	

#### 主題六：氧氣加酸性溶液會加速鐵生鏽

評分標準	科學解釋內容	層級	鷹架		非鷹架		
			次數	百分比	次數	百分比	
用科學原理原則做出結果的正確科學概念解釋	2a	酸性溶液會加速鐵生鏽		39	61.9%	16	26.7%
<b>小計</b>			<b>39</b>	<b>61.9%</b>	<b>16</b>	<b>26.7%</b>	
做出結果的描述解釋	1a	有氧氣加醋會使鐵生鏽	1	19	30.2%	32	53.3%



釋且科學概念正確  
但未能使用科學原  
理原則做解釋。

	<b>小計</b>	<b>19</b>	<b>30.2%</b>	<b>32</b>	<b>53.3%</b>
錯誤的科學概念或 解釋	0a 酸性溶液會使東西變小	5	7.9%	10	16.7%
不相關的解釋	0b	0	0%	2	3.3%
	<b>小計</b>	<b>5</b>	<b>7.9%</b>	<b>12</b>	<b>20%</b>

**主題七：氧氣加鹽水會加速鐵生鏽**

評分標準	科學解釋內容	層 級	鷹架		非鷹架	
			次數	百分比	次數	百分比
用科學原理原則做 出結果的正確科學 概念解釋	2a 氧氣加鹽水會加速鐵生 鏽	2	44	69.8%	26	43.3%
	2b 因為鹽的成分加速鐵生 鏽		1	1.6%	6	10.0%
	<b>小計</b>		<b>45</b>	<b>71.4%</b>	<b>32</b>	<b>53.3%</b>
做出結果的描述解 釋且科學概念正確 但未能使用科學原 理原則做解釋。	1a 放在加鹽的水裡的剛絲 絨生鏽的更快	1	9	14.3%	20	33.3%
	<b>小計</b>		<b>9</b>	<b>14.3%</b>	<b>20</b>	<b>33.3%</b>
錯誤的科學概念或 解釋	0a 底部生鏽	0	8	12.7%	7	11.7%
不相關的解釋	0b		1	1.6%	1	1.7%
	<b>小計</b>		<b>9</b>	<b>14.3%</b>	<b>8</b>	<b>13.4%</b>

由表 4-2-23 得知，鷹架組的學生在單元二（鐵生鏽）中四個主題所科學解釋在 Level 2 上百分率分別為（36.5%、55.6%、61.9%、71.4%）皆高於非鷹架組（30%、20%、13.4%、13.4%）的學生。在 Level 0 的百分率則是非鷹架組（28.3%、18.3%、20%、13.4%）大於鷹架組（9.5%、7.96%、14.3%、13.4%）。顯示學生在單元二，鷹架式網路形成科學議題的學習環境，學生科學解釋能力較非鷹架組的學生好。

在科學解釋的內容上，Level 2 中學生所形成的類型有：A.以操作方法來解釋，如：有氧氣再加水能使鋼絲絨更快生鏽。B.使用科學的原理原則直接說明，如：因為鹽的成分

加速鐵生鏽。其中鷹架組和非鷹架組在類型 B 的百分率較多。

表 4-2-25 單元三科學解釋類型次數與百分比之敘述統計分析

單元三：發黴					
主題八：黴菌在潮濕的環境下容易生長					
評分標準	科學解釋內容	層級	鷹架 次數 百分比	非鷹架 次數 百分比	
用科學原理原則做出結果的正確科學概念解釋	2a 因為黴菌在潮濕的環境下容易繁殖。	2	22 34.9%	21 35.0%	
小計			<b>22 34.9%</b>	<b>21 35.0%</b>	
做出結果的描述解釋且科學概念正確但未能使用科學原理原則做解釋。	1a 因為有加水的吐司比較容易發霉	1	38 60.3%	31 51.7%	
小計			<b>38 60.3%</b>	<b>31 51.7%</b>	
錯誤的科學概念或解釋	0a 因為加水會加溫	0	3 4.8%	1 1.7%	
不相關的解釋	0b		0 0%	7 11.7%	
小計			<b>3 4.8%</b>	<b>8 13.4%</b>	
主題九：黴菌在溫暖的環境下容易生長					
評分標準	科學解釋內容	層級	鷹架 次數 百分比	非鷹架 次數 百分比	
用科學原理原則做出結果的正確科學概念解釋	2a 黴菌在溫暖的環境比較容易發黴	2	15 23.8%	11 18.3%	
	2b 溫度會影響發霉速度及程度		1 1.6%	0 0%	
小計			<b>16 25.4%</b>	<b>11 18.3%</b>	
做出結果的描述解釋且科學概念正確但未能使用科學原理原則做解釋。	1a 在室溫中容易發霉在冰箱不容易。	1	26 41.3%	34 56.7%	
	1b 因為是關於環境的不同		4 6.3%	0 0%	
小計			<b>30 47.6%</b>	<b>34 56.7%</b>	
錯誤的科學概念或	0a 溫度高，土司易發霉，溫		17 27.0%	15 25.0%	

解釋	度低，土司不易發霉。				
不相關的解釋	0b	0	0%	0	0%
<b>小計</b>		<b>17</b>	<b>27.0%</b>	<b>15</b>	<b>25.0%</b>
<b>主題十：黴菌繁殖需要與氧氣接觸</b>					
評分標準	科學解釋內容	層級	鷹架 次數 百分比	非鷹架 次數 百分比	
用科學原理原則做出結果的正確科學概念解釋	2a 因生物都需行呼吸作用		1 1.6%	4 6.7%	
	2b 發黴需要氧氣		1 1.6%	0 0%	
<b>小計</b>			<b>2 3.2%</b>	<b>4 6.7%</b>	
做出結果的描述解釋且科學概念正確但未能使用科學原理原則做解釋。	1a 土司放在真空的瓶子不容易發黴。	1	41 65.1%	29 48.3%	
	1b 因為黴菌需要空氣才會發霉。		13 20.6%	15 25.0%	
<b>小計</b>			<b>54 85.6%</b>	<b>44 73.3%</b>	
錯誤的科學概念或解釋	0a 與空氣接觸的吐司因接觸到水，所以較易發霉。		9 11.1%	9 15.0%	
不相關的解釋	0b		0 0%	3 5.0%	
<b>小計</b>			<b>9 11.1%</b>	<b>12 20%</b>	

由表 4-2-25 得知，鷹架組的學生在單元三（發黴）中三個主題所科學解釋在 Level 2 上百分率分別為（34.9%、25.4%、3.2%），非鷹架組（35%、18.3%、6.7%）的學生。其中主題十（黴菌繁殖需要氧氣），非鷹架組的學生有 4 人提出「生物需要行呼吸作用」的概念，科學解釋表現優於鷹架組的學生。而在 Level 0 的百分率非鷹架組（25%、20%、18.3%）大於鷹架組（4.8%、27%、11%）。整體而言，學生在單元三，鷹架式網路形成科學議題的學習環境，學生科學解釋能力較非鷹架組的學生好。

在科學解釋的內容上，Level 2 中學生所形成的類型全部為：B.使用科學的原理原則直接說明，如：黴菌在溫暖的環境比較容易發黴。

表 4-2-26 單元四科學解釋類型次數與百分比之敘述統計分析

<b>單元四：物質受熱</b>				
<b>主題十一：液體的體積會隨著溫度而熱脹冷縮</b>				
評分標準	科學解釋內容	分	鷹架	非鷹架

		數	次數	百分比	次數	百分比
用科學原理原則做出結果的正確科學概念解釋	2a 因為液體會隨著溫度熱漲冷縮	2	12	19.0%	2	3.3%
	<b>小計</b>		<b>12</b>	<b>19.0%</b>	<b>2</b>	<b>3.3%</b>
做出結果的描述解釋且科學概念正確但未能使用科學原理原則做解釋。	1a 溢體遇熱水膨脹，遇冷水收縮	1	32	50.8%	37	61.7%
	1b 溫高的高低會影響物體的大小。		9	14.3%	10	16.7%
	<b>小計</b>		<b>41</b>	<b>65.1%</b>	<b>47</b>	<b>78.4%</b>
錯誤的科學概念或解釋	0a 因為溫度會讓瓶子的溫度伸高	0	10	15.9%	11	18.3%
不相關的解釋	0b		0	0%	0	0%
	<b>小計</b>		<b>10</b>	<b>15.9%</b>	<b>11</b>	<b>18.3%</b>

#### 主題十二：氣體的體積會隨著溫度而熱脹冷縮

評分標準	科學解釋內容	層級	鷹架		非鷹架	
			次數	百分比	次數	百分比
用科學原理原則做出結果的正確科學概念解釋	2a 因為氣體會隨著溫度熱漲冷縮		10	15.9%	2	3.3%
	<b>小計</b>		<b>10</b>	<b>15.9%</b>	<b>2</b>	<b>3.3%</b>
做出結果的描述解釋且科學概念正確但未能使用科學原理原則做解釋。	1a 熱水會使氣球膨脹冷水會收縮	1	42	66.7%	41	68.3%
	1b 因為溫度的變化會影響氣體的體積		5	7.9%	3	5.0%
	<b>小計</b>		<b>47</b>	<b>74.6%</b>	<b>44</b>	<b>73.3%</b>
錯誤的科學概念或解釋	0a 固體膨脹收縮		6	9.5%	11	18.3%
不相關的解釋	0b		0	0%	3	5.0%
	<b>小計</b>		<b>6</b>	<b>9.5%</b>	<b>14</b>	<b>23.3%</b>

#### 主題十三：固體的體積會隨著溫度而熱脹冷縮

評分標準	科學解釋內容	分數	鷹架		非鷹架	
			次數	百分比	次數	百分比
用科學原理原則做出結果的正確科學概念解釋	2a 因為固體會隨著溫度熱漲冷縮	2	8	12.7%	4	6.7%
	<b>小計</b>		<b>8</b>	<b>12.7%</b>	<b>4</b>	<b>6.7%</b>

做出結果的描述解釋且科學概念正確但未能使用科學原理原則做解釋。	1a 熱會使銅球膨脹，冷會使冷收縮。	1	47	74.6%	49	81.7%
	1b 因為溫度的變化會影響固體的體積		6	9.5%	3	5.0%
<b>小計</b>			<b>53</b>	<b>84.1%</b>	<b>52</b>	<b>86.7%</b>
錯誤的科學概念或解釋	0a 因為溫度的變化會影響物體的重量	0	1	1.6%	2	3.3%
不相關的解釋	0b		1	1.6%	2	3.3%
<b>小計</b>			<b>2</b>	<b>3.2%</b>	<b>4</b>	<b>6.6%</b>

由表 4-2-26 得知，鷹架組的學生在單元四（物質受熱）中三個主題所科學解釋在 Level 2 上百分率分別為（19%、15.9%、12.7%）大於非鷹架組（3.3%、3.3%、6.7%）的學生。而在 Level 0 的百分率非鷹架組（18.3%、23.3%、6.6%）大於鷹架組（15.9%、9.5%、3.2%）。學生在單元四，鷹架式網路形成科學議題的學習環境，學生科學解釋能力較非鷹架組的學生好。

在科學解釋的內容上，Level 2 中學生所形成的類型全部為：B.使用科學的原理原則直接說明，如：液（氣、固）體的體積會隨溫度而熱脹冷縮。

表 4-2-27 單元五 科學解釋類型次數與百分比之敘述統計分析

單元五：熱的傳播						
主題十四：不同物質熱傳導速度不同						
評分標準	科學解釋內容	分數	鷹架		非鷹架	
			次數	百分比	次數	百分比
用科學原理原則做出結果的正確科學概念解釋	2a 因為鐵杯的溫度相差最多，所以鐵杯熱傳導較快。	2	25	39.7%	16	26.7%
	2b 材質會影響熱的傳導速度		8	12.7%	13	21.7%
<b>小計</b>			<b>33</b>	<b>52.4%</b>	<b>29</b>	<b>48.4%</b>
做出結果的描述解釋且科學概念正確但未能使用科學原理原則做解釋。	1a 金屬杯的前後溫度相差最大	1	2	3.2%	7	11.6%
	1b 金屬容易傳熱，其他不容易傳熱。		25	39.6%	15	25.0%
<b>小計</b>			<b>27</b>	<b>42.8%</b>	<b>22</b>	<b>36.6%</b>

錯誤的科學概念或解釋	0a 金屬顏色較深容易吸熱	0	2	3.2%	8	13.3%
不相關的解釋	0b		1	1.6%	1	1.7%
	<b>小計</b>		<b>3</b>	<b>4.8%</b>	<b>9</b>	<b>15%</b>

主題十五：不同的顏色對輻射熱吸收的程度不同

評分標準	科學解釋內容	分數	鷹架		非鷹架	
			次數	百分比	次數	百分比
用科學原理原則做出結果的正確科學概念解釋	2a 顏色的深淺會影響輻射熱的吸收	2	9	14.3%	13	21.7%
	2b 因為黑紙比白紙吸收輻射的速度快		18	28.6%	9	15.0%
	<b>小計</b>		<b>27</b>	<b>42.9%</b>	<b>22</b>	<b>36.7%</b>
做出結果的描述解釋且科學概念正確但未能使用科學原理原則做解釋。	1a 把黑、白紙放在太陽下黑紙會很快燒起來	1	2	3.2%	9	15.0%
	1b 黑色較容易吸熱,白色較不容易吸熱。		31	49.2%	24	40.0%
	<b>小計</b>		<b>33</b>	<b>52.4%</b>	<b>33</b>	<b>55%</b>
錯誤的科學概念或解釋	0a 黑色的材質容易導熱	0	2	3.2%	3	5.0%
不相關的解釋	0b		1	1.6%	2	3.3%
	<b>小計</b>		<b>3</b>	<b>4.8%</b>	<b>5</b>	<b>8.3%</b>

主題十六：不同的材質對輻射熱吸收的程度不同

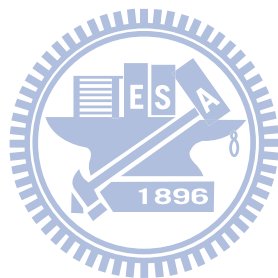
評分標準	科學解釋內容	分數	鷹架		非鷹架	
			次數	百分比	次數	百分比
用科學原理原則做出結果的正確科學概念解釋	2a 不同的材質會影響輻射熱的吸收	2	10	15.9%	5	8.3%
	2b 鐵片較容易吸收輻射熱,木片較不容易吸收輻射熱。		19	30.2%	7	11.7%
	<b>小計</b>		<b>29</b>	<b>46.1%</b>	<b>12</b>	<b>20%</b>
做出結果的描述解釋且科學概念正確但未能使用科學原理原則做解釋。	1a 鐵片在陽光下最快變熱,木片最慢變熱。	1	7	11.1%	10	16.7%
	1b 因為鐵最容易吸熱,木頭不容易吸熱。		23	36.5%	28	46.7%
	<b>小計</b>		<b>30</b>	<b>47.6%</b>	<b>38</b>	<b>63.4%</b>
錯誤的科學概念或解釋	0a 鐵片比磁磚杯和木片杯容易熱傳導	0	3	4.8%	8	13.3%



不相關的解釋	0b	1	1.6%	2	3.3%
小計		4	6.4%	10	16.6%

由表 4-2-27 得知，鷹架組的學生在單元五（熱的傳播）中三個主題所科學解釋在 Level 2 上百分率分別為（52.4%、42.8%、4.8%）大於非鷹架組（48.4%、36.7%、20%）的學生。而在 Level 0 的百分率非鷹架組（15%、8.3%、16.6%）大於鷹架組（4.8%、4.8%、6.4%）。學生在單元五，鷹架式形成科學議題的網路學習環境，學生科學解釋能力較非鷹架組的學生好。

在科學解釋的內容上，Level 2 中學生所形成的類型有：A.以操作方法來解釋，如：因為鐵杯的溫度相差最多，所以鐵杯熱傳導較快。B.使用科學的原理原則直接說明，如：材質會影響熱的傳導速度。其中鷹架組和非鷹架組在類型 A 的百分率比類型 B 的百分率較多。



### 三、小結

本節藉由學生在兩種不同網路教學模式之形成科學議題學習歷程的結果，來分析學生在一學年（五個單元十六個議題）的網路學習課程中，形成科學議題能力、形成假設、找出變因、科學解釋及總分的成長。

（一）在質性資料轉量化方面：將網路學習歷程質性資料，轉為量化資料，再以單因子重複量數進行分析（one-factor repeated measure）。以教學模式來看，學生在形成科學議題能力、形成假設、找出變因、科學解釋及總分上的表現都是鷹架組優於非鷹架組。在單元來看，學生在形成科學議題能力、形成假設、找出變因、科學解釋及總分的單元間都有顯著差異，其中「形成科學議題」從單元一至單元五均有顯著成長的趨勢；「形成假設」能力則是在主題二表現優於其它單元；「找出變數」能力與「科學解釋」均有著成長的趨勢，其中單元二的表現優於一、三、四。單元五的表現優於一、三、四；學生在四項表現的「總分」則呈現隨單元成長的趨勢。

(二) 質性資料方面：

1. 兩組學生在「形成科學議題」各階層的表现，分析結果如圖 4-2-1 所示。

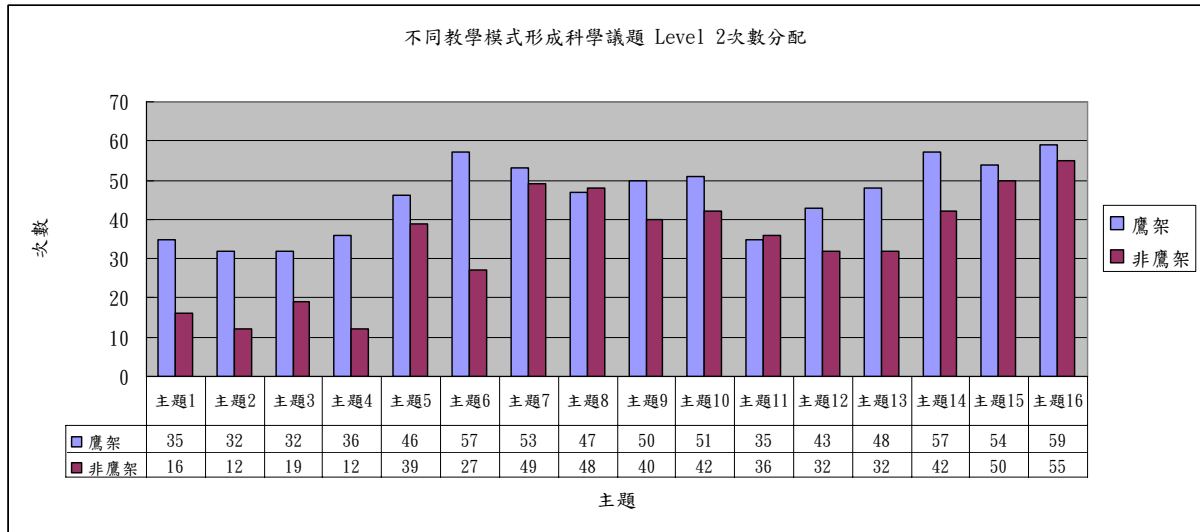


圖 4-2-1 不同教學模式形成科學議題 level 2 次數分配長條圖

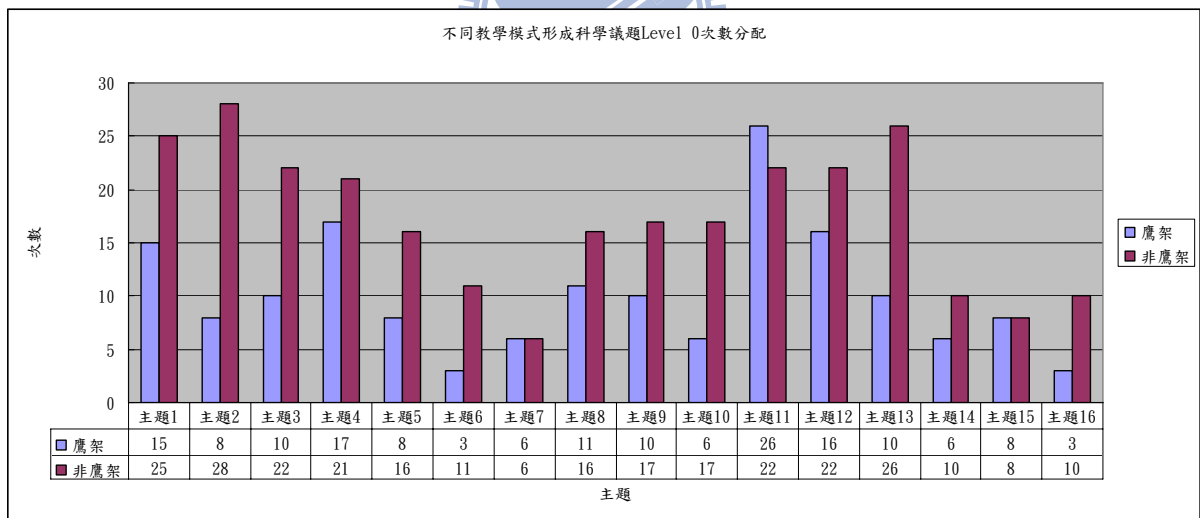


圖 4-2-2 不同教學模式形成科學議題 level 0 次數分配長條圖

由圖 4-2-1 和圖 4-2-2 在「形成科學議題」方面：鷹架組的學生在 Level 2 上次數中有十四個主題（共十六個）高於非鷹架組。一個主題兩組次數相當，一個主題則是非鷹架組高於鷹架組。在 Level 0 的次數則是非鷹架組高於鷹架組，結果顯示鷹架式網路形成科學議題學習環境，較非鷹架式可形成品質較佳的科學議題。

分析學生所形成的科學議題類型可發現有以下幾種類型：A.以實驗器材說明操縱變因與應變變因的形式，可直接進行實驗 B.隱含結果的比較問題 C.較封閉的是否問題。D.較開放且未隱含結果的問題， E.加入測量比較的操縱變因。其中鷹架組和非鷹架組皆以類型 A、B 的百分率較多，其次是類型 B、C，類型 D、E 的百分率最少。顯示學生較容易從提供的實驗器材形成科學議題，但不易形成開放且未隱含結果的科學議題。

2.兩組學生在「科學解釋」各階層表現，分析結果如圖 4-2-3 與圖 4-2-4 所示。

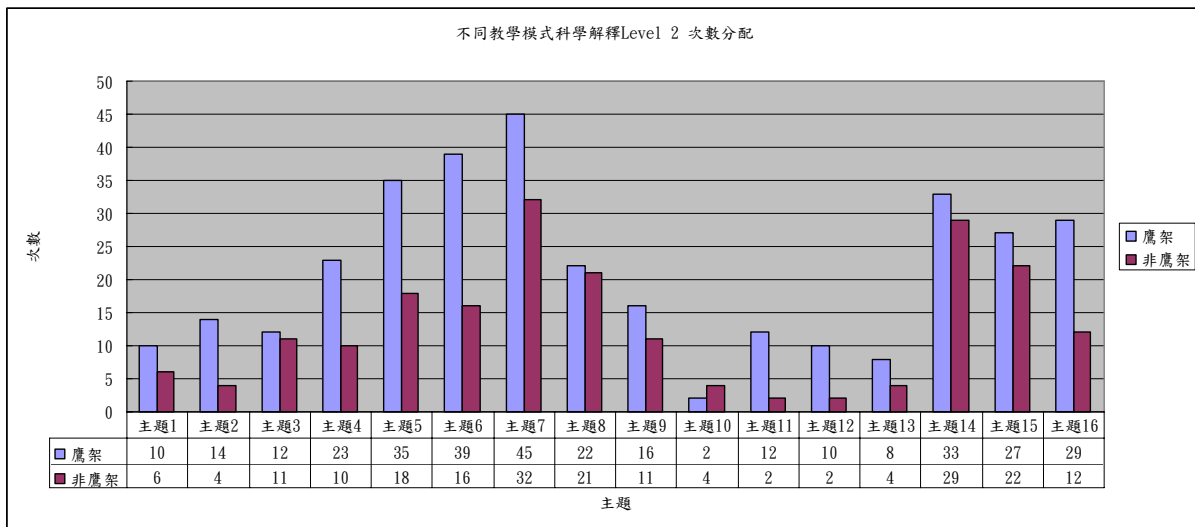


圖 4-2-3 不同教學模式科學解釋 level 2 次數分配長條圖

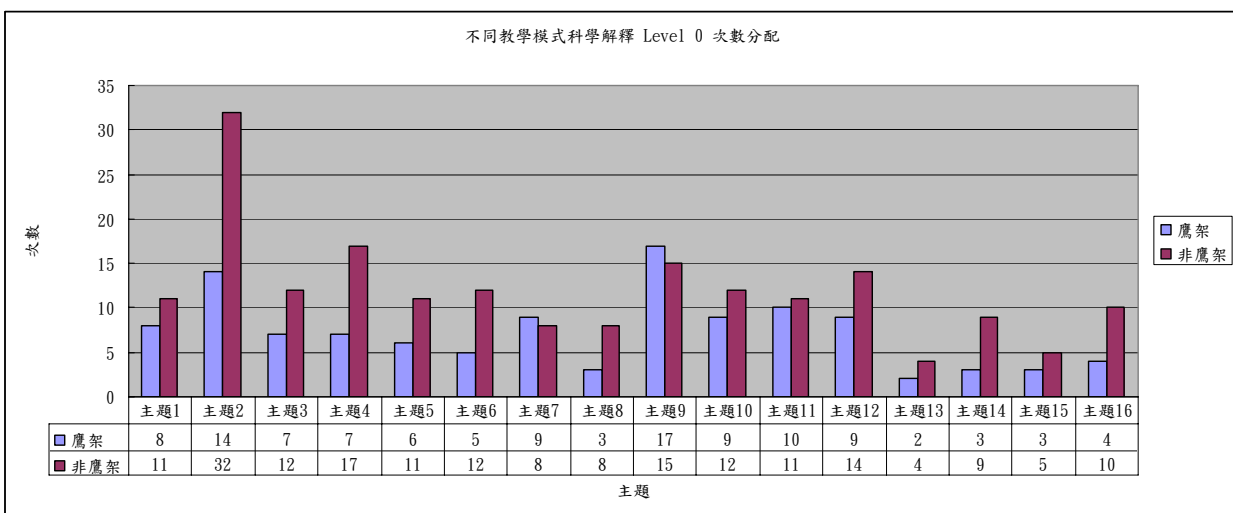
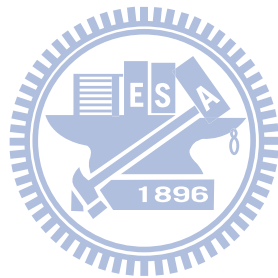


圖 4-2-4 不同教學模式科學解釋 level 0 次數分配長條圖

由圖 4-2-3 與圖 4-2-4 顯示，鷹架組的學生在科學解釋 Level 2 上有十四個主題（共十六個）的次數高於非鷹架，另一個主題兩組次數百分率相當，另一個主題則是非鷹架組高於鷹架組。在 Level 0 的百分率則有十五個主題（共十六個）是非鷹架組高於鷹架組，結果顯示有鷹架網路形成科學議題的學習環境，有較佳的科學解釋表現。

學生所形成的科學議題類型有 A.以操作方法來解釋。B.使用科學的原理原則直接說明。兩種類型的科學解釋百分率相當。

以上結果支持假設4-1 網路鷹架式學習課程較網路非鷹架式學習課程在不同主題之形成科學議題能力較高。並回答問題5-1 至5-5 鷹架與非鷹架網路學習課程在不同主題之形成科學議題、形成假設、找出變因、科學解釋及四項總分的表現。



## 第五章 結論與建議

### 第一節 結論與討論

本章共分為兩節，第一節主要就本研究之結果進行整理彙整以做出結論，第二節就本研究結論做出對教學與研究上的建議。

#### 一、網路形成科學議題學習課程之測驗成效分析

鷹架組學生在形成科學議題測驗上顯著優於非鷹架組的學生，但在科學概念建構測驗與科學推理測驗上沒有達顯著差異，三份測驗間呈現中度相關，逐步迴歸中發現「科學概念測驗」與「科學推理測驗」對「形成科學議題測驗」有預測力。其中「科學概念後測」對「形成科學議題後測」有最佳預測力。

##### (一) 教學前後形成科學議題測驗

以形成科學議題測驗進行統計分析，結果顯示「鷹架組」在後測、追蹤測的成績，都高於「非鷹架組」的學生，且皆達顯著性差異。上述的研究結果支持研究假設 1-1，不同教學模式對學生的形成科學議題能力(後測、追蹤測)達顯著差異。表示學生經過網路形成科學議題課程後，「鷹架組」的學生較「非鷹架組」的學生在形成科學議題能力較佳，且持續學習的效果也較為持久。由此可知提供辨識關鍵特徵的鷹架對學生在形成科學議題能力上有顯著的成效。

##### (二) 教學前後科學概念建構測驗

以科學概念建構測驗進行統計分析，結果顯示「鷹架組」在後測、追蹤測的成績，都高於「非鷹架組」的學生，但沒有達到顯著性差異。此研究結果不支持研究假設 2-1，不同教學模式對學生的科學概念建構測驗(後測、追蹤測)達顯著差異。雖然兩組學生在科學概念建構上未達顯著，但從 t 檢定中可發現二組學生在科學概念建構的學習成效達顯著差異且概念建構保留效果亦佳。可能因本研究鷹架組與非鷹架組僅在形成科學議題時設計不同，學生經歷後半段科學探究歷程相同，呼應文獻中提出探究教學可提升學生知識建構 (Ryder, Leach, & Driver, 1999)。因此兩組學生在科學概念建構上並沒有顯著差異。

### (三) 教學前後科學推理測驗

以科學推理測驗進行統計分析，結果顯示「鷹架組」在後測、追蹤測的成績，略高於「非鷹架組」的學生，但沒有達到顯著性差異。此研究結果不支持研究假設 3-1，不同教學模式對學生的科學推理測驗(後測、追蹤測)達顯著差異。

雖然兩組學生科學推理測驗未達顯著，但從 t 檢定中可發現二組學生在科學推理前後測達顯著差異。此結果呼應 Vosniadou 與 Brewer(1992) 提出若科學課程中適時引導，對兒童的推理能力有相當的助益。但鷹架組 ( $p=0.000$ ) 在科學推理測驗上的進步幅度略高於非鷹架組 ( $p=0.003$ )，在本研究在步驟二中，須運用科學推理能力以「辨識關鍵特徵」，但同時會經歷之後的探究活動，學生在面對科學任務時，會展現並使用科學推理能力 (Tytler & Peterson, 2003)，因而兩組並沒有顯著差異

### (四) 相關與迴歸

從「科學概念測驗」與「科學推理測驗」對「形成科學議題測驗」的逐步迴歸，分析結果顯示，「科學概念後測」對「形成科學議題後測」最有最佳預測力，其次為「科學概念後測」對「形成科學議題追蹤測」及「科學概念前測」對「形成科學議題前測」，結果顯示形成科學議題能力與科學概念息息相關，若缺乏概念的支持，形成科學議題能力低。而在形成科學議題的步驟中，同時也須運用科學推理能力來辨識核心概念的關鍵特徵，因此科學推理測驗對形成科學議題測驗也具預測力。

## 二、網路形成科學議題學習歷程分析

### (一) 形成科學議題能力

以重複量數分析學生在網路形成科學議題能力的變化情形，結果顯示鷹架組的學生表現顯著優於非鷹架組的學生；且不論是鷹架組或非鷹架組，在單元的學習上均有明顯的成長趨勢。顯示學生經由「網路形成科學議題學習課程」可以增進形成科學議題的能力。研究結果支持 Brunner, Artelt, Krauss 與 Baumert(2007) 的研究，結合前測 (pretesting) 和訓練 (coaching) 的影響能讓學生的在 PISA 上的表現有真實正向的影響。

以質性分析學生形成科學議題類型次數與百分率的分布情形，顯示鷹架組的網路學



習環境可幫助學生形成較多層級高的科學議題，其特徵為「能辨識出關鍵特徵，所形成的科學議題，有完整的操作變因與應變變因，可進行探究實驗」。而學生形成的科學議題類型中，以「A.以實驗器材說明操縱變因與應變變因的形式，可直接進行實驗的科學議題類型」和「C.較封閉的是否科學議題」，為最多；其次是類型「B隱含結果的比較議題科學議題」，最少出現的則為「開放且未隱含結果的科學議題」和「加入測量比較的操縱變因的科學議題」。

## （二）形成假設能力

以重複量數分析學生在網路形成科學議題能力的變化情形，結果顯示鷹架組的學生表現顯著優於非鷹架組的學生；且不論是鷹架組或非鷹架組，在單元的學習上也有顯著差異。顯示學生經由「網路形成科學議題學習課程」可以增進形成假設的能力之成長。

## （三）找出變因能力分析

以重複量數分析學生在網路找出變因的變化情形，結果顯示鷹架組的學生表現顯著優於非鷹架組的學生；且不論是鷹架組或非鷹架組，在單元的學習上也有顯著差異。顯示學生經由「網路形成科學議題學習課程」可以增進形成找出變因的能力之成長。

## （四）科學解釋能力分析

以重複量數分析學生在網路科學解釋能力的變化情形，結果顯示鷹架組的學生表現顯著優於非鷹架組的學生；且不論是鷹架組或非鷹架組，在單元的學習上也有顯著差異。顯示學生經由「網路形成科學議題學習課程」可以增進形成科學解釋能力之成長。

分析學生科學解釋類型次數與百分率的分布情形，結果顯示有鷹架形成科學議題的網路學習環境，可有較佳的科學解釋。提出較多次數層級高之「用科學原理原則做出結果的正確科學概念解釋」。

學生所形成的科學解釋類型有 A.以操作方法來解釋。B.使用科學的原理原則直接說明。兩種類型出現的次數相當。

## （五）科學探究整體能力之分析

以重複量數分析學生在網路「形成科學議題」、「形成假設」、「找出變因」、「科學解釋」

的總分變化情形，結果顯示鷹架組的學生表現顯著優於非鷹架組的學生；且不論是鷹架組或非鷹架組，在單元的學習上也有顯著差異，並呈現明顯的成長趨勢。結果顯示學生經由「網路形成科學議題學習課程」可以增進科學探究能力之成長。

## 第二節 建議

本節將針對網路形成科學議題學習課程的課程設計，提出下列建議，期盼能提供學者與後續研究者參考。

### 一、對「形成科學議題」教學與教材設計上的建議

#### (一) 形成科學議題的訓練：

本研究從 PISA 萃取「形成科學性議題」能力內涵，設計三個形成科學性議題的步驟。1. 啟動搜尋核心概念。2. 引發辨識關鍵特徵。3. 形成科學研究的議題。發現科學概念對形成科學研究的議題能力息息相關，以建構學生科學概念為基礎，再以步驟化鷹架學生辨識關鍵特徵，以訓練形成科學議題。

#### (二) 設計適合的課程學習內容：

形成科學議題著重於必須能進行探究活動，因此在主題的設計上必須考量可進行探究活動的主題，並非每個主題都適合進行探究，教材的設計可從學生生活經驗著手，鼓勵學生從生活情境中辨識主要特徵，形成科學議題，將真實情境融入到科學教學和學習上對學習者是有意義的 (Fensham, 2009)。

#### (三) 設計適合的問題模板

本研究發現，學生在形成科學議題和學生文字使用程度有關，部份學生較難使用文字表達他們所要形成的科學議題，因此，根據本研究學生形成的科學議題類型，可形成幾種科學議題的模板，提供給初學者或文字表達較弱的學生使用，讓學生知道科學議題的形式有那些，幫助學生跨越文字的障礙形成科學議題。

#### (四) 教學準備與時間安排

本研究形成科學議題及探究設計在電腦教室進行，實驗在自然教室進行，為了讓學

生進行完整的科學探究活動，教學時間也得做適度調整，並預先準備學生形成的科學議題的實驗材料，對教學者是較大的挑戰！

#### （五）善用即時回饋鼓勵：

在網路學習課程的歷程中，研究者發現當鷹架組學生在完成鷹架問題的作答時，鼓勵的動畫頁面會給予立即性回饋，可增加學習的興趣與動機，因此設計時可增加立即性回饋頁面。

#### （六）教師專業與團隊合作

本研究的教材內容、測驗卷的設計，是由研究者與一位科學教育專家，以及兩位自然與生活科技領域教師所共同討論、設計與檢驗完成的，而教學網站的程式編寫仍需由網路科技專業人員的協助。雖然比較傳統教學模式耗時且耗費更多人力。但網路能打破時間與空間的限制，學習人數不受限制並能同步記錄學習者的學習狀況等優點，因此教師若能進行團隊分工與學習，共創共享教學資源，相信能使教學者與學習者獲得更高的受益。



## 二、對研究的建議

### （一）可進一步擴大情境設計

本研究針對國小學生設計「網路形成科學議題課程」，考量國小學生先備知識不足，在每一主題的情境設計僅有一個辨識的關鍵特徵，因此形成的科學議題範圍限制較小，未來可設計有多種關鍵特徵的情境，讓國中生或高中生能形成不同的科學議題，進行更具挑戰的科學探究活動。

### （二）質性資料可再深入研究

本研究僅針對學生「形成科學議題」「科學解釋」進行類別次數的質性分析，未來可針對學生學習歷程的質性資料進行更深入的分析。

### （三）可進一步研究「小組」形成科學議題網路學習

本研究形成科學議題為個人進行，由教學者設計鷹架協助學生進行學習，未來可開放在網路上匿名進行小組討論，達共識後再進行科學探究，可能會由同儕學習中，有更不一樣的想法與刺激。

## 參考文獻

### 一、中文部份

- 丁素雯 (2008)。以探究式教學提升學生探究能力與學習動機之行動研究。國立彰化師範大學科學教育研究所碩士論文，未出版，彰化市。
- 王美芬、熊召弟 (1995)。國民小學自然科教材教法。台北市：心理出版社。
- 王翠妃 (2008)。探究教學對國中資優學生創造力和科學推理之影響。國立彰化師範大學科學教育研究所碩士論文，未出版，彰化市。
- 王靜如、周金燕與蔡瑞芬 (2003)。科學本質與科學探究。屏東教大科學教育，23，3-17。
- 谷瑞勉 (譯) (1999)。鷹架兒童的學習。臺北市：心理出版社有限公司。
- 林煥祥 (2009)。科學素養的評量。科學發展，438，66-69。
- 林煥祥、李暉、林素微與劉聖忠 (2008)。臺灣參加 PISA 2006 成果報告。行政院國家科學委員會 (計畫編號：NSC 95-2522-S-026-002)。
- 林曉芳 (2009)。影響中學生科學素養差異之探討：以臺灣、日本、南韓和香港在 PISA2006 資料為例。教育研究與發展期刊，5 (4)，77-108
- 洪振方 (2003)。探究式教學的歷史回顧與創造性探究模式之探討。高雄師大學報，15，641-662。
- 張春興 (1996)。教育心理學。台北：東華書局。
- 教育部 (2003)。國民中小學九年一貫課程總綱綱要。台北市：教育部。
- 教育部和國科會 (2002)。科學教育白皮書。台北市：教育部。
- 莊明樺 (2009)。探討純粹比對類比與傳達屬性類比網路課程對國小學生科學概念建構與類比推理能力之影響。國立交通大學教育研究所碩士論文，未出版，新竹市。
- 陳倩嫻 (2008)。探討數位論證學習課程對中學生科學概念建構與論證能力之影響。國立交通大學教育研究所碩士論文，未出版，新竹市。
- 黃台珠等 (2002)。促進理解之科學教學。台北：心理出版社。

楊秀停、王國華 (2007)。實施引導式探究教學對於國小學童學習成效之影響。 *科學教育學刊*, 15(4), 439-459。

謝州恩、吳心楷 (2005)。探究情境中國小學童科學解釋能力成長之研究。 *師大學報*, 50(2), 55-84。

## 二、英文部份

Abd-El-Khalick, F., & Akerson, V. L. (2004). Learning as conceptual change: Factors mediating the development of preservice elementary teachers' views of nature of science. *Science Education*, 88(5), 785-810.

Aleven, V. A. W. M. M., & Koedinger, K. R. (2002). An effective metacognitive strategy: Learning by doing and explaining with a computer-based cognitive tutor. *Cognitive Science*, 26, 147-179.

American Association for the Advancement of Science (AAAS) (1989). *Science for all Americans: A project 2061 report on literacy goals in science, mathematics and technology*. Washington, DC: AAAS.

Anderson, R. C., Armbruster, B. B., & Roe, M. (1990). Improving the education of reading teachers. *Daedalus*, 119, 187-210.

Anderson, R. D. (2002). Reforming science teaching: What research says about inquiry? *Journal of Science Teacher Education*, 13(1), 1-12.

Ashcraft, P. G. (2006). A comparison of student understanding of seasons using inquiry and didactic teaching methods. *AIP Conference Proceedings*, 818, 85-88.

Azevedo, R., Cromley, P. G. & Seibert, D. (2004). Does adaptive scaffolding facilitate students' ability to regulate their learning with hypermedia. *Contemporary Educational Psychology* 29, 344-370.

Crawford, B. A., Zembal-Saul, C., Munford, D., & Friedrichsen, P. (2005). Confronting prospective teachers' ideas of evolution and scientific inquiry using technology and

- inquiry-based tasks. *Journal of Research in Science Teaching*, 42, 613–637.
- Beed, P., Hawkins, M., & Roller, C. (1991). Moving learners toward independence: The power of scaffolded instruction. *The reading teacher*, 44(9), 648-655.
- Blank, L. M. (2000). A metacognitive learning cycle: A better warranty for student understanding? *Science Education*, 84, 486–506.
- Brewer, W. F. (1991). Children's theories v.s Scientific theories: Difference in Reasoning or Difference in Knowledge. In R. R. Hoffman, & D. S. Palermo, (Eds.), *Cognition and the Symbolic Processes: Applied and Ecological Perspectives* (pp. 209-231). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Brown, A. L., & Smiley, S. S. (1977). Rating the importance of structural units of prose passages: A problem of metacognitive development. *Child Development*, 48, 1-8.
- Colburn, A. (2000). An inquiry primer. *Science Scope*, 23, 42-44.
- Cornell, R. & Martin, B. L. (1997). The role of motivation in web-based instruction. In B. H. Khan (Ed.), *Web-based Instruction* (pp. 93-100). Englewood Cliffs, N. J: Educational Technology Publication.
- Crawford, B. A. (2000). Embracing the essence of inquiry: New roles for science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(9), 631-645.
- Davis, E. A., & Miyake, N. (2004). Explorations of scaffolding in complex classroom systems. *The Journal of the Learning Science*, 13, 265-272.
- DeBoer, G. E. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582-601.
- Derry, S. J., Hmelo-Silver, C. E., Nagarajan, A., Chernobilsky, E., & Beitzel, B. (2006). Cognitive transfer revisited: Can we exploit new media to solve old problems on a large scale? *Journal of Educational Computing Research*, 35, 145–162.
- Driver, R., & Oldham, V. (1986). A constructivist approach to curriculum development in



- science. *Studies in Science Education*, 13, 105-122.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E., & Scott, P. (1994). Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher*, 23(7), 5-12.
- Driver, R., Leach, J., Millar, R., & Scott, P. (1995). *Young peoples' images of science*. Milton Keynes: Open University Press.
- Duschl, R. A., & Osborne, J. (2002). Support and promoting argumentation discourse in science education. *Studies in Science Education*, 38, 39-72.
- Ertepinar, H., & Geban, Ö. (1996). Effect of instruction supplied with the investigative-oriented laboratory approach on achievement in a science course. *Educational Research*, 38, 333-341.
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906-911.
- Furtak, E. M. (2006). The problem with answers: An exploration of guided scientific inquiry teaching. *Science Education*, 90, 453-467.
- Ge, X., & Er, N. (2005). An online support system to scaffold real-world problem solving. *Interactive Learning Environments*, 13(3), 139-157.
- Ge, X., Chen, C. H., & Davis, K. A. (2005). Scaffolding novice instructional designers' problem-solving processes using question prompts in a web-based learning environment. *Journal of Educational Computing Research*, 33(2), 219-248.
- Gibson, H. L., & Chase, C. (2002). Longitudinal impact of an inquiry-based science program on middle school students' attitudes toward science. *Science Education*, 86, 693 - 705
- Herron, M. D. (1971). The nature of scientific enquiry. *The School Review*, 79, 171-212.
- Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G., & Clark, (2007). Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: A response to kirschner, sweller, and clark (2006) . *educational psychologist*, 42(2) , 99-107.
- Hofstein, A ., Navon, o., Kipnis, M., & Rachel, M.N. (2005). Developing students' ability to

- ask more and better questions resulting from inquiry-type Chemistry Laboratories. *Journal of research science teaching*, 42(7), 791-806.
- Hogan, K., Nastasi, B. K., & Pressley, M. (2000). Discourse patterns and collaborative scientific reasoning in peer and teacher-guided discussions. *Cognition and instruction*, 17(4), 379-432.
- Kanari, Z., & Millar, R. (2004). Reasoning from data: How students collect and interpret data in science investigations. *Journal of Research in science teaching*, 41,748-769.
- Karplus, R., & Their, H. D. (1967). *A new look at elementary school science: Science curriculum improvement study*. Chicago, Rand McNally & Company.
- Kauffman, D. F. (2004). Self-regulated learning in web-based environments: Instructional tools designed to facilitate cognitive strategy use, metacognitive processing, and motivational beliefs. *Journal of Educational Computing Research*, 30(1), 139-161.
- Keys, C. W. (1995). An interpretive study of students' use of scientific reasoning during a collaborative report writing intervention in ninth grade general science. *Science education*, 79, 415-435.
- Keys, C.W., & Bryan, L.A. (2000) Co-constructing inquiry-base science with teachers: Essential research for lasting reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 38, 6.
- Kuhn, D. (1993). Science argument: implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education*, 77(3), 319-337.
- Land, S. & Greene, B. (2000). Project-based learning with the World Wide Web: A qualitative study of resource integration. *Educational Technology Research Development* 48(3), 61–78.
- Lawson, A. E. (1987). Hofstein and Mandler's use and interpretations of the Lawson test of formal reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*, 24(7), 683-686.
- Lawson, A. E., Abraham, M. R., & Renner, J. W. (1989). A theory of instruction: Using the learning cycle to teach science concepts and thinking skills. NARST Monograph,

Number one.

- Lee, H. S., & Songer, N. B. (2004). Longitudinal knowledge development: Scaffolds for Inquiry. Paper presented at the *annual meeting of the American Educational Research Association*, San Diego, CA.
- Lee, C.Q., & She, H.C. (in press). Facilitating students' conceptual change and scientific reasoning involving the unit of combustion. *Research in Science Education*.
- Liao, Y. W., & She, H. C. (2009). Enhancing eight grade students' scientific conceptual change and scientific reasoning through a web-based learning program. *Educational Technology & Society*, 12(4), 228-240.
- Lisa, M. H. (2002). Defining Inquiry: Exploring the many types of inquiry in the science classroom. *The Science Teacher*, 69(2), 34-37.
- McNeill, K. L., Lizotte, D. J., Krajcik, J., & Marx, R. W. (2006). Supporting students' construction of scientific explanations by fading scaffolds in instructional materials. *Learning Sciences*, 15(2), 153-191.
- National Research Council (1996). *National science education standards*. Washington DC: National Academy Press.
- National Research Council (2000). *Inquiry and national science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- Nussbaum, M. E. (2002). Scaffolding argumentation in the social studies classroom. *Social Studies*, 93(3), 79-84.
- OECD (2006). *Assessing scientific, reading and mathematical literacy: A framework for PISA 2006*. Paris: OECD.
- OECD, 2007, *PISA 2006: Science Competencies for Tomorrow's World, Vol. 1 – Analysis*. Paris: OECD.
- OECD, 2007, *PISA 2006: Science Competencies for Tomorrow's World, Vol. 2 – Data*. Paris: OECD.

- Paris, S. G. & Winogard, P. (1990). How metacognition can promote academic learning and instruction, chapter 1, page 15-51. In B. F. Jones, & L. Idol, (Eds). *Dimensions of thinking and cognitive instruction*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Petros, G. (2004). From the general to the situated: three decades of metacognition. *International Journal of Science Education*, 26, 365-383.
- Piaget, J. (1962). *Play, dreams, and imitation in childhood*. New York: Norton.
- Puntambekar, S., & Hu"bscher, R. (2005). Tools for scaffolding students in a complex learning environment: What have we gained and what have we missed? *Educational Psychologist*, 40, 1-12.
- Quintana, C. , Reiser, B. J. , Davis, E. A. , Krajcik, J. , Fretz, E. andDuncan, R. G. (2004) . A scaffolding design framework for software to support science inquiry. *Journal of the Learning Sciences*, 13 , 337-386.
- Ritchie, S. M., & Rigano D. L. (1996). Laboratory apprenticeship through a student research project. *Journal of research in science teaching*, 33(6), 799-815.
- Rogoff, B. (1990). *Apprenticeship in thinking: Cognitive development in social context*. New York: Oxford University Press.
- Rosenshine, B., & Meister, C. (1992). The use of scaffolds for teaching higher-level cognitive strategies. *Educational Leadership*, 49(7), 26-33.
- Ryder, J., Leach, J., & Driver, R. (1999). Undergraduate science students' images of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36, 201-219.
- Schwab, J. (1960). What do scientists do? *Behavioral Science*, 5, 1-27.
- Schwab, J. (1962). The teaching of science as enquiry. *In the teaching of science* (pp.1-103). Cambridge, MA: Harvard University Press.
- She, H. C., & Liao, Y. W. (2010). Bridging scientific reasoning and conceptual change through Adaptive Web-based Learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(1), 99-119.

- She, H. C., & Lee, C. Q. (2008). SCCR digital learning system for scientific conceptual change and scientific reasoning. *Computers & Education, 51*, 724-742.
- So, W. W. M. (2003). Learning Science through investigations: An experience with Hong Kong Primary School Children. *International Journal of Science and Mathematics Education, 1*, 175-200.
- Tamir, P. & Lunetta, V. N. (1981). Inquiry-related tasks in high school science laboratory handbooks. *Science Education, 65*, 477-484.
- Tuan, H. L, Chin, C. C., Tasi, C. C & Cheng, S. F. (2005). Investigating the effectiveness of inquiry instruction on the motivation of different learning styles students. *International Journal of Science and Mathematics Education, 3*, 541-566.
- Tytler, R., & Peterson, S. (2003). Tracing young children's scientific reasoning. *Research in science education, 33*, 433-465.
- Vosniadou, S. & Ortony, A. (1989). *Similarity and analogical reasoning*. New York: Cambridge University Press.
- Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1987). Theories of knowledge restructuring in development. *Review of educational research, 57*, 51-67.
- Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1992). Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology, 24*, 535-585.
- Wenning, C. (2005). Levels of inquiry: Hierarchies of pedagogical practices and inquiry processes. *Journal of Physics Teacher Education Online, 2*(3), 3-11.
- Wenning, C. (2007). Assessing inquiry skills as a component of scientific literacy. *Journal of Physics Education Online, 4*(2), 21-24.
- White, B. Y., & Frederiksen, J. R. (1998). Inquiry, modeling, and metacognition: making science accessible to all students'. *Cognition and Instruction, 16*, 3-118.
- Wideen, M. F. (1975). Comparison of outcomes for science-A process approach and traditional science teaching for third, fourth, fifth, and sixth grade classes: A product

- evaluation. *Journal of research in science teaching*, 2(1), 31-39.
- Wood, D., Bruner, J., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem-solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17, 89-100.
- Yeh, K. H., & She, H. C. (2010). On-line synchronous scientific argumentation learning: nurturing students' argumentation ability and conceptual change in science context. *Computers and Education*. 55(2), 586-602.
- Yerk, R. K. (2000). Lower track science students' argumentation and open inquiry instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(8), 807-838.
- Yu, W. F., She, H. C., & Lee, Y. M. (2010). The effects of a web-based/non web-based problem solving instruction and high/low achievement on students' problem solving ability and biology achievement. *Innovations in Education and Teaching International*.
- Zimmerman, C. (2000). The development of scientific reasoning skills. *Developmental Review*, 20, 99-149.





# 形成科學議題測驗



## 給同學的建議：

這份試卷主要是測驗你對「燃燒」、「生鏽」、「發黴」「熱」單元中，辨識主要特徵、形成科學研究的議題及科學探究的能力，每題皆為單選，請在答案卷上選出最適當的答案，如果題目有不懂的地方，請舉手向監考老師發問。

在監考老師要求你開始作答之前，請勿翻閱試卷

### (一) 森林大火

西班牙拉帕馬島在深夜發生森林大火，目擊者描述：「原本較小的火苗，一陣強風吹來，火勢瞬間變旺」，讓消防隊員很難搶救。還好第二天風向轉向，朝向樹木稀少地區，那裡的岩石成為一道天然防火牆，使火勢得到了部分控制。地方當局表示，他們希望明天稍涼的天氣與弱風，能幫助消防隊員清出一條火巷，配合空中直昇機灑水，盡快將火勢控制。(摘錄自 2009/8/3 聯合新聞網)

#### 問題 1

目擊者描述：「原本較小的火苗，一陣強風吹來，火勢瞬間變旺」，**強風**讓火勢變大的主要原因什麼？

- A. 讓溫度達到燃點
- B. 提供更多可燃物
- C. 提供更多助燃的氧氣
- D. 帶來更多空氣中的水份

#### 問題 2

要證明以上可能原因，那些是可以透過實驗找出「一陣強風吹來，讓火勢瞬間變旺」的科學問題？

- A. 物質燃點和燃燒間的關係是什麼？
- B. 氧氣對燃燒的影響是什麼？
- C. 可燃物對燃燒的影響是什麼？
- D. 水份對燃燒的影響是什麼？



#### 問題 3

以下那些是造成「岩石成為一道天然防火牆」的主要原因？

- A. 讓溫度可達到燃點
- B. 阻絕可燃物
- C. 隔絕助燃的氧氣
- D. 隔絕空氣中的水份

#### 問題 4

要證明以上的可能原因，那些是可以透過實驗找出「岩石成為一道天然防火牆」的科學問題？

- A. 阻絕可燃物燃燒會繼續嗎？
- B. 燃燒需要氧氣嗎？
- C. 物質燃點和燃燒間的關係是什麼？
- D. 水份對燃燒的影響是什麼？

## (二) 燃燒的實驗

靜香看完報導後，想知道那些是「物體燃燒的條件」她做了以下的實驗：將鐵絲繞在兩個紙杯的周圍，做成握把；將其中一個紙杯裝水，另一個紙杯不裝水；分別放在燭火上觀察紙杯的變化（如圖）



### 問題 5

靜香的實驗中，她要驗證的科學問題是什麼？

- A. 燃燒和可燃物有關嗎？
- B. 燃燒和紙杯達到的燃點有關嗎？
- C. 燃燒和助燃的氧氣有關嗎？
- D. 燃燒和熱量來源間的關係為何？

### 問題 6

根據靜香提出的科學問題，請你幫忙形成實驗假設？

「 \_\_\_\_\_ 」  
「 \_\_\_\_\_ 」

### 問題 7

這個實驗的操縱變因是什麼？

- A. 物體的性質
- B. 蠟燭的粗細
- C. 有無氧氣
- D. 紙杯的燃點

### 問題 8

這個實驗的應變變因是什麼？

- A. 紙杯是否燃燒
- B. 紙杯達到的溫度
- C. 有無氧氣
- D. 紙杯中的水量多少

### 問題 9

這個實驗的保持不變變因是什麼？選出可以讓這實驗準確且公平的選項組合。

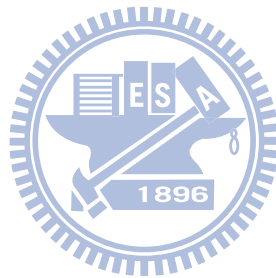
勺紙杯加等量的水   勺紙杯材質相同   口紙杯是否燃燒   口紙杯大小相同

- A. 勺口
- B. 勺口
- C. 勺口
- D. 勺勺

### 問題 10

這個實驗的結果是那一個紙杯會先燒起來？

- A. 不裝水的紙杯
- B. 裝水的紙杯
- C. 都同時燒起來
- D. 都不會燒起來



### (三) 腳踏車生鏽了

胖虎借走小夫的腳踏車，載著妹妹去兜風，路上淋了酸雨，兩人變成落湯雞，趕緊騎回家。幾天後小夫來要回他的腳踏車，卻發現腳踏車有紅棕色的鏽斑…。

#### 問題 11

以下那個是「造成腳踏車生鏽」的主要原因？

- A. 接觸氧氣
- B. 接觸氧氣和酸雨
- C. 接觸氧氣和水份
- D. 接觸氧氣和鹽份

#### 問題 12

要證明以上的可能原因，那個是可以透過實驗找出「造成腳踏車生鏽」的科學問題？

- A. 鐵在有氧和水的環境比較容易生鏽嗎？
- B. 鐵生鏽是否需要接觸氧氣？
- C. 氧氣加上酸雨會加速鐵生鏽嗎？
- D. 氧氣加上鹽會影響鐵生鏽嗎？



大雄為了避免「腳踏車生鏽」，他的腳踏車淋過酸雨後，趕緊用自來水將酸性溶液沖掉，但…想不到還是生鏽了……

#### 問題 13

以下那些是「用自來水將車子沖一沖，造成鐵生鏽」的主要原因？

- A. 接觸氧氣
- B. 接觸氧氣和酸性溶液
- C. 接觸氧氣和水份
- D. 接觸氧氣和鹽份

#### 問題 14

要證明以上的可能原因，那個是可以透過實驗找出「用自來水將車子沖一沖，造成腳踏車生鏽」的科學問題？

- A. 有水的環境容易使鐵生鏽嗎？
- B. 鐵生鏽是否需要接觸氧氣？
- C. 氧氣加上酸雨會加速鐵生鏽嗎？
- D. 氧氣加上鹽份會影響鐵生鏽嗎？

#### (四) 生鏽的實驗

靜香發現海邊的鐵欄杆生鏽速度比其它地方快，她想找出加速鐵生鏽的原因。她做了以下的實驗：「將一根鐵釘浸泡在鹽水後取出，放到杯子中；另一根浸泡在自來水後取出，同樣放到杯子中。觀察鐵釘會有什麼變化？」

##### 問題 15

靜香的實驗中，她要驗證的科學問題是什麼？

- A. 生鏽和陽光有關嗎？
- B. 氧氣加酸性溶液會加速鐵生鏽嗎？
- C. 鐵在有氧氣和水的環境容易生鏽嗎？
- D. 氧氣加鹽會加速鐵生鏽嗎？

##### 問題 16

根據靜香提出的科學問題，請你幫忙形成實驗假設？

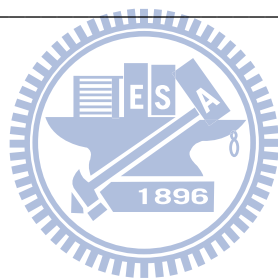
「

「

##### 問題 17

這個實驗的操縱變因是什麼？

- A. 鐵釘的大小
- B. 接觸鹽水或自來水
- C. 生鏽的情形
- D. 水量的多少



##### 問題 18

這個實驗的應變變因是什麼？

- A. 鐵釘的大小
- B. 接觸鹽水或自來水
- C. 生鏽的情形
- D. 水量的多少



### 問題 19

這個實驗的保持不變的變因是什麼？選出可以讓這實驗準確且公平的選項組合。

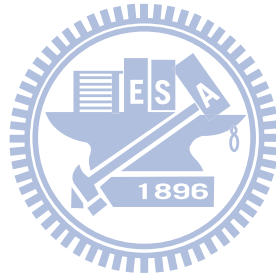
ㄅ. 鐵釘的大小   ㄆ. 接觸鹽水或自來水   ㄇ. 生鏽的多少   ㄎ. 杯子的大小

- A. ㄅㄆ
- B. ㄅㄎ
- C. ㄆㄇ
- D. ㄇㄎ

### 問題 20

這個實驗的結果是那一根鐵釘較快生鏽？

- A. 泡過水的
- B. 泡過鹽水的
- C. 都不會生鏽
- D. 一樣快生鏽



### (五) 除黴大作戰

空氣中的黴菌過多，。讓人們不停打噴嚏、咳嗽，嚴重影響生活，引發「黴菌熱」。在美國，每日監測各地區的黴菌濃度，只要打開報紙或上網路，就可以查到各州當日的黴菌濃度指數。

台灣氣候溫暖，幾乎都是黴菌適合繁殖的季節。但在寒冷的冬天會讓黴菌暫時消失一陣。家中最容易產生黴菌的地方就是浴室了，所以浴室內的排風機要確實的將濕氣排止戶外，若有放置腳踏墊，需經常清洗晾乾；梅雨季節時，家中可以開除濕機降低濕氣；食物吃不完，可以先放到冰箱冷藏，衣物也可以用真空袋收好。為了健康，除黴大作戰是刻不容緩的事喔！（健康雜誌 2007/3 報導）

#### 問題 21

為什麼「氣候溫暖，幾乎都是黴菌適合繁殖的季節。但在寒冷的冬天會讓黴菌暫時消失一陣」，黴菌消失一陣子的主要原因什麼？

- A. 水份多
- B. 低溫
- C. 氧氣少
- D. 光線充足



#### 問題 22

要證明以上可能原因，那些是可以透過實驗找出「氣候溫暖，幾乎都是黴菌適合繁殖的季節。但在寒冷的冬天會讓黴菌暫時消失一陣」的科學問題？

- A. 黴菌在低溫的環境下不易繁殖嗎？
- B. 黴菌在乾燥的環境下不易繁殖嗎？
- C. 黴菌在真空的環境下不易繁殖嗎？
- D. 黴菌在有光線的環境下不易繁殖嗎？

#### 問題 23

為什麼「衣物可以用真空袋收納」，防黴的主要理由是什麼？

- A. 降低水份
- B. 降低溫度
- C. 隔絕氧氣
- D. 隔離光線

### 問題 24

要證明以上可能原因，那個是可以透過實驗找出「衣物用真空袋收好可以防黴」的科學問題？

- A. 黴菌在溫暖的環境下不容易繁殖嗎？
- B. 黴菌在潮濕的環境下不容易繁殖嗎？
- C. 黴菌在缺氧的環境下不容易繁殖嗎？
- D. 黴菌在陰暗的環境下不容易繁殖嗎？

### (六) 發黴的實驗

小丸子看完這篇報導，想知道那些是「為什麼浴室黴菌最多？黴菌喜歡生長的環境呢？」她做了以下的實驗：

「將一片土司噴水後放入夾鏈袋，將一片土司保持乾燥放入夾鏈袋。觀察土司會有什麼變化。」

### 問題 25

小丸子的實驗中，她要驗證的科學問題是什麼？

- A. 高溫的環境使土司容易發黴嗎？
- B. 潮濕的土司容易發黴嗎？
- C. 夾鏈袋內的氧氣會影響黴菌生長嗎？
- D. 光線會影響黴菌生長嗎？



### 問題 26

根據小丸子提出的科學問題，請你幫忙形成實驗假設？

答：\_\_\_\_\_

---

### 問題 27

這個實驗的操縱變因是什麼？

- A. 水份
- B. 空氣
- C. 溫度
- D. 土司

**問題 28**

這個實驗的應變變因是什麼？

- A. 水份多少
- B. 發黴的情形
- C. 空氣的種類
- D. 土司的大小

**問題 29**

這個實驗的保持不變變因是什麼？選出可以讓這實驗準確且公平的選項組合？

勺 加等量的水   勺 土司大小   口 夾鏈袋大小   口 發黴的多少

- A. 勺口
- B. 勺口
- C. 勺勺
- D. 勺口

**問題 30**

這個實驗的結果是那一個土司會先發黴？

- A. 加水的土司
- B. 不加水的土司
- C. 都同時發黴
- D. 都不會發黴



### (七) 熱和我們的生活

今天暑假，小明和家人到鄉下奶奶家玩。開車途中發現橋樑水泥板的接縫有空隙，這是什麼原因呢？

#### 問題 31

「橋樑水泥板的接縫有空隙」是什麼原因呢？

- A. 接縫空隙的體積隨溫度而熱脹冷縮
- B. 接縫空隙的體積隨溫度而冷脹熱縮
- C. 水泥板的體積隨溫度而熱脹冷縮
- D. 水泥板的體積隨溫度而冷脹熱縮

#### 問題 32

要證明以上的可能原因，那個是可以透過實驗找出「橋樑水泥板的接縫有空隙」的科學問題？

- A. 水泥板的體積會隨溫度產生熱脹冷縮嗎？
- B. 水泥板的體積會隨溫度產生冷脹熱縮嗎？
- C. 接縫空隙的體積會隨溫度產生熱脹冷縮嗎？
- D. 接縫空隙的體積會隨溫度產生冷脹熱縮嗎？

奶奶的家是小木屋，旁邊還有一間鐵皮屋的倉庫。小明進到鐵皮屋，感覺鐵皮屋裡好熱。於是從書包拿了溫度計到鐵皮屋內測量，只見溫度計裡的紅色酒精慢慢上升，竟然高達攝氏 45 度，簡直是熱昏了。小明又拿溫度計到小木屋內時中，五分鐘後溫度計就下降至 30 度，他心想：怎麼會差那麼多呢？

#### 問題 33

以下那些是影響輻射傳熱快慢，造成「鐵皮屋內的溫度比小木屋溫度高」的主要原因？

- A. 房子的顏色
- B. 房子的材質（鐵、木頭）
- C. 房子的外形
- D. 房子的屋齡

#### 問題 34

要證明以上可能原因，那些是可以透過實驗找出「鐵皮屋的溫度比小木屋溫度高」的科學問題？

- A. 房屋材質不同，吸收太陽輻射熱會不同嗎？
- B. 房屋顏色不同，吸收太陽輻射熱會不同嗎？
- C. 房子的外形不同，吸收太陽輻射熱會不同嗎？
- D. 房子屋齡不同，吸收太陽輻射熱會不同嗎？

### 問題 35

「溫度計上升至 45 度、下降至 30 度」，主要是什麼原因造成的變化呢？

- A. 玻璃管的體積隨溫度而冷脹熱縮
- B. 酒精的體積隨溫度而熱脹冷縮
- C. 酒精的體積隨溫度而冷脹熱縮
- D. 溫度計內的空氣隨溫度而熱脹冷縮

### 問題 36

要證明以上的可能原因，那些是可以透過實驗找出「溫度計上升至 45 度、下降至 30 度」的科學問題？

- A. 玻璃管的體積會隨溫度產生冷脹熱縮嗎？
- B. 酒精的體積會隨溫度產生熱脹冷縮嗎？
- C. 酒精的體積會隨溫度產生冷脹熱縮嗎？
- D. 溫度計內的空氣會隨溫度產生熱脹冷縮嗎？

小明整理行李時發現，大家的衣服幾乎都是淺色的，媽媽說：「炎熱的夏天，要穿著淺色的衣服；而嚴寒的冬天，則可以穿著深色的衣服」…

### 問題 37

以下那些是影響傳熱速度快慢，造成「炎熱的夏天穿著淺色的衣服；而嚴寒的冬天穿著深色的衣服」的主要原因？

- A. 衣服的材質
- B. 衣服的顏色
- C. 衣服的樣式
- D. 衣服的大小



### 問題 38

要證明以上可能原因，那些是可以透過實驗找出「炎熱的夏天穿著淺色的衣服；而嚴寒的冬天穿著深色的衣服」的科學問題？

- A. 衣服材質不同，吸收太陽輻射熱速度會不同嗎？
- B. 衣服的樣式不同，吸收太陽輻射熱速度會不同嗎？
- C. 衣服的大小不同，吸收太陽輻射熱速度會不同嗎？
- D. 物體顏色不同，吸收太陽輻射熱速度會不同嗎？



晚飯前小明和爸爸進行桌球賽，爸爸一個殺球過來，乒乓球撞凹一塊。爸爸說：「沒關係，泡在熱水裡可以讓它恢復……」

### 問題 39

「乒乓球撞凹的地方，泡在熱水裡可以讓它恢復」，主要是什麼原因造成的呢？

- A. 水受熱後體積縮小讓乒乓球恢復
- B. 水受熱後體積膨脹將乒乓球撐起
- C. 乒乓球內的氣體遇熱而縮小
- D. 乒乓球內的氣體遇熱而膨脹

### 問題 40

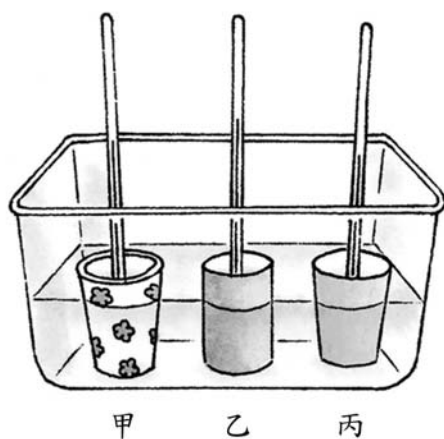
要證明以上的可能原因，那些是可以透過實驗找出「乒乓球撞凹的地方，泡在熱水裡可以讓它恢復」的科學問題？

- A. 水的體積會隨溫度產生冷脹熱縮嗎？
- B. 水的體積會隨溫度產生熱脹冷縮嗎？
- C. 乒乓球內的氣體體積會隨溫度產生熱脹冷縮嗎？
- D. 乒乓球內的氣體體積會隨溫度產生冷脹熱縮嗎？



### (八) 熱傳導的實驗

晚餐後，小明發現「用鋼杯的冰淇淋熔化的比紙杯的冰淇淋還要多…」，他想知道「不同物質對熱的傳導速度」。做了以下的實驗：將大小相同的紙杯、鐵杯、保麗龍杯各裝 100 毫升的水，將三個杯子同時放入裝有熱水的水族箱中，5 分鐘後測量杯內的水溫。（如圖）



#### 問題 41

小明的實驗中，紙杯、鐵杯、保麗龍對熱的傳導速度，由快到慢排列，那個是對的？

- A. 紙杯 > 鐵杯 > 保麗龍杯
- B. 鐵杯 > 紙杯 > 保麗龍杯
- C. 保麗龍杯 > 鐵杯 > 紙杯
- D. 都一樣



#### 問題 42

根據小明提出的科學問題，請你幫忙形成假設

#### 問題 43

這個實驗的操縱變因是什麼？

- A. 杯子的材質
- B. 5 分鐘後杯子內溫度
- C. 紙杯大小
- D. 紙杯內的水量

**問題 44**

這個實驗的應變變因是什麼？

- A. 杯子的材質
- B. 5 分鐘後杯子內溫度
- C. 杯子大小
- D. 杯子內的水量

**問題 45**

這個實驗的保持不變的變因是什麼？選出可以讓這個實驗準確且公平的選項組合。

- ㄅ. 杯子的材質   ㄆ. 5 分鐘後杯子內溫度   ㄇ. 杯子大小   ㄊ. 杯子內的水量
- A. ㄅㄆ
  - B. ㄇㄊ
  - C. ㄅㄇ
  - D. ㄅㄊ

**問題 46**

5 分鐘後測量杯內的水溫，那個最高，那個最低？

- A. 鐵杯最高，保麗龍杯最低
- B. 保麗龍杯最高，鐵杯最低
- C. 紙杯最高，鐵杯最低
- D. 都一樣



~~測驗結束~~

# 科學概念建構測驗



**給同學的建議：**

這份試卷主要是測驗你對「燃燒」、「生鏽」、「發黴」、「熱」概念瞭解的程度，請在答案卷上選出最適當的答案，如果題目有不懂的地方，請舉手向監考老師發問。

**在監考老師要求你開始作答之前，請勿翻閱試卷**

## 「燃燒」單元概念測驗

1-1 打火機是如何點燃蠟燭的？

- ① 火焰從打火機跑到蠟燭上去，因此點燃了蠟燭
- ② 打火機的火焰溫度很高，提高了蠟油的溫度而到達燃燒的界線
- ③ 打火機油受到熱揮發成氣體，碰到了蠟燭而使蠟燭燃燒
- ④ 火焰會互相吸引，點燃的打火機把火焰蠟燭中吸引出來而產生燃燒

1-2 你的理由中，打火機的功能和下列那一個最接近？

- ① 要有可燃物。
- ② 要有助燃物。
- ③ 要提高溫度達到燃點。
- ④ 以上皆是。

2-1 對燃燒的木炭用力搨風，木炭會產生什麼現象？

- ① 木炭會燃燒更旺盛。
- ② 木炭馬上熄滅
- ③ 對木炭燃燒沒影響
- ④ 木炭忽明忽滅無法控制

2-2 你的理由是因為？

- ① 搨風會使火焰溫度下降
- ② 搨風會產生二氧化碳包圍火焰
- ③ 搨風會使木炭中的可燃物蒸氣飛散中斷
- ④ 搨風可以產生更多的氧氣



3-1 用鑷子夾著燭芯下方，燭火會發生什麼變化？

- ① 燭火漸漸變大
- ② 燭火漸漸變小，最後熄滅
- ③ 沒有變化
- ④ 燭火忽明忽滅

3-2 你的理由是因為？

- ① 鑷子隔絕氧氣使燭火熄滅
- ② 鑷子降低溫度使燭火熄滅
- ③ 鑷子阻絕可燃物使燭火熄滅
- ④ 鑷子產生二氧化碳使燭火熄滅

4-1 用燒杯蓋住燃燒中的蠟燭，結果會…？

- ①蠟燭燃燒更旺盛
- ②蠟燭保持原來的燃燒情況
- ③蠟燭會熄滅
- ④蠟燭火焰忽明忽滅

4-2 你的理由是因為

- ①燒杯把熱量保持在燒杯中，高溫使蠟燭燃燒得更旺盛
- ②用燒杯蓋住後，蠟燭就不會被外面的風吹熄了
- ③燒杯內有許多空氣，可以讓蠟燭一直燃燒下去
- ④燒杯內的助燃物用完就熄滅了

5-1 關掉瓦斯爐的開關，使火熄滅，這是利用滅火的那種原理？

- ①缺乏可燃物
- ②隔絕可以幫助燃燒的氧氣
- ③可降低溫度
- ④產生二氧化碳

5-2 你的理由是因為？

- ①關掉瓦斯，隔絕氧氣
- ②關掉瓦斯，無法提供可燃物。
- ③關掉瓦斯，使溫度降低。
- ④關掉瓦斯會產生二氧化碳滅火



6-1 烤肉完後，把水澆在燃燒的木炭上，使爐火熄滅，這是利用滅火的那種原理？

- ①隔絕可以燃燒的物質。
- ②隔絕可以幫助燃燒的空氣
- ③降低溫度
- ④產生二氧化碳

6-2 你的理由是因為？

- ①水會吸收熱量，使溫度降低。
- ②澆水會使火和空氣隔絕，無法燃燒。
- ③覆蓋在木炭上，隔絕可以燃燒的物質。
- ④水和木炭產生二氧化碳滅火



7-1 炸雞的油鍋溫度太高而著火了，應該用哪種方式滅火？

- ①灑水。
- ②蓋上鍋蓋
- ③關閉瓦斯開關
- ④把油倒掉

7-2 你的理由是因為？

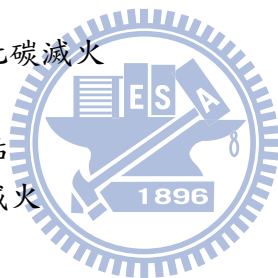
- ①把油倒掉，沒有可燃物，火就熄滅了
- ②關閉瓦斯，鍋底沒有火，鍋內自然就沒有火了
- ③蓋上鍋蓋可以隔絕助燃物滅火
- ④灑水可以降低溫度。

8-1 森林發生火災時，消防隊員會將沒著火的樹木或雜草清除，清出一條火巷，為什麼要這麼做呢？

- ①隔離樹木或雜草可燃物
- ②隔絕樹木製造氧氣
- ③樹木或雜草會降低溫度
- ④樹木或雜草會製造二氧化碳滅火

8-2 你的理由是因為？

- ①降低溫度，無法達到燃點
- ②隔絕幫助燃燒的氧氣來滅火
- ③隔絕可燃物來滅火
- ④提供二氧化碳滅火



「生鏽」單元概念測驗

9-1 放防潮箱內的鐵釘和工具盒內的鐵釘，那些鐵釘比較容易生鏽？

- ①防潮箱內的鐵釘
- ②工具盒內鐵釘
- ③生鏽情形一樣多
- ④都不會生鏽

9-2 你的理由是因為

- ①工具盒水份較高，越容易生鏽。
- ②防潮箱水份越少，越容易生鏽。
- ③工具盒和防潮箱內，生鏽速度都一樣
- ④放在盒子內就不會生鏽

10-1 把「潮濕的鐵釘」放在真空罐一段時間會如何？

- ①會生鏽
- ②不會生鏽
- ③有的會生鏽，有的不會
- ④要很長的時間才會生鏽

10-2 你的理由是因為

- ①只要時間夠久，鐵釘一定會生鏽。
- ②鐵釘泡過水就會生鏽。
- ③真空罐沒有氧氣，鐵釘不會生鏽。
- ④真空罐中溫度低，鐵釘不會生鏽。



11-1 加了塑膠套的迴紋針和沒有塑膠套的迴紋針，那個比較不容易生鏽？

- ①加了塑膠套的迴紋針
- ②沒有塑膠套的迴紋針
- ③生鏽情形都一樣
- ④絕不會生鏽

11-2 你的理由是因為

- ①塑膠套的成份加速迴紋針生鏽的反應
- ②塑膠套的成份和迴紋針產生新的物質
- ③塑膠套隔離了空氣和水氣，迴紋針不容易生鏽。
- ④塑膠套和生鏽無關

12-1 美工刀切過檸檬後，會有什麼變化？

- ①生鏽速度一樣
- ②更加光亮
- ③生鏽得更快
- ④有時快，有時慢

12-2 你的理由是？

- ①水果加速鐵生鏽
- ②氧氣和酸性物質會加速鐵生鏽
- ③酸性物質可以防止鐵生鏽
- ④只要有水份，生鏽情形都一樣

13-1 小明和小華騎腳踏車環島，小明沿著山路環台；小華沿著海岸線，踩過美麗的海水，請問這趟旅程中，誰的腳踏車較快會生鏽？

- ①小明
- ②小華
- ③都一樣快生鏽
- ④都不會生鏽

13-2 你的理由是因為

- ①平地溫度較山上溫暖，腳踏車容易生鏽。
- ②腳踏車接觸到沙灘加速生鏽。
- ③氧氣和海水裡的鹽份，加速腳踏車生鏽
- ④山路陡峭，腳踏車吃力就容易生鏽



14-1 把「潮濕的鐵釘」放在純氧的瓶中，或有空氣的瓶中，何者較易生鏽？

- ①在純氧的瓶中生鏽快。
- ②在空氣的瓶中生鏽快
- ③兩個一樣快
- ④不一定

14-2 你的理由是因為？

- ①空氣中很多成份都會加速生鏽的速度
- ②氧氣和水會造成鐵釘生鏽，空氣中只含部份的氧，生鏽比純氧瓶中慢
- ③生鏽最主要是和水作用，和氧氣沒什麼關係
- ④空氣和氧氣其實是同一種物質

15-1 下列情況中，那一個地區戶外的鐵製品最快生鏽？

- ① 乾燥的地區
- ② 潮濕的地區
- ③ 酸雨嚴重的地區。
- ④ 陽光充足的地區

15-2 你的理由是因為？

- ① 有氧氣的環境中，保持潮濕越快生鏽
- ② 有氧氣的環境中，水份越少越快生鏽
- ③ 有氧氣的環境中，陽光充足越快生鏽
- ④ 有氧氣的環境中，酸性溶液會加快生鏽

16-1 一艘在海上航行的船，它的船身那一部份生鏽會比較快？

- ① 海浪打不到的地方
- ② 海浪可以打到的地方
- ③ 泡在海面之下的部份
- ④ 每個部份都一樣

16-2 你的理由是因為？

- ① 海水有鹽份，一直泡在海水中的部份常接觸到鹽份和水份，很快就生鏽
- ② 海水含有鹽份。海浪打不到的部份就無法受到鹽份的保護
- ③ 海浪可以打到的部份也會和空氣接觸，水和空氣同時作用很快就會生鏽
- ④ 船身生鏽只是時間問題，時間到了就會生鏽



「發黴」單元概念測驗

17-1 下列那個時期，衣服或皮鞋容易產生黴菌

- ①梅雨季節時
- ②九降風的時期
- ③乾燥的冬季
- ④寒流來臨時

17-2 你的理由是因為？

- ①黴菌喜歡生長在強風的地方
- ②黴菌喜歡生長在潮濕的地方
- ③黴菌喜歡生長在乾燥的地方
- ④黴菌喜歡生長在低溫的地方

18-1 香蕉在那個季節容易產生發黴？

- ①夏季
- ②冬季
- ③都一樣快發黴
- ④不會發黴

18-2 你的理由是因為？

- ①黴菌喜歡生長在寒冷的地方
- ②黴菌喜歡生長在溫暖的地方
- ③和溫度沒有關係
- ④香蕉不會發黴



19-1 把「蠟肉」用那種方式保存，最不容易發黴？

- ①通風處掛著
- ②真空包裝
- ③陽光下曝曬
- ④保鮮膜包著

19-2 你的理由是因為？

- ①真空袋內沒有黴菌孢子
- ②黴菌生長不需要空氣
- ③真空袋內沒有氧氣，生物無法進行呼吸作用
- ④陽光可以殺死黴菌

20-1 食物保存在何種環境最容易發黴？

- ① 高溫火爐旁
- ② 冰箱冷凍庫
- ③ 室溫下
- ④ 冰箱冷藏室

20-2 你的理由是因為？

- ① 黴菌在高溫的環境下容易繁殖
- ② 黴菌在溫暖的環境下容易繁殖
- ③ 黴菌在低溫的環境下容易繁殖
- ④ 黴菌在光亮的環境下容易繁殖

21-1 下列哪一些方法可以延長食物的保存時間？

- ① 將吃剩的飯菜放入冰箱保存
- ② 可在吃剩的餅乾中放入乾燥劑，來預防餅乾受潮
- ③ 將魷魚曬乾、脫水，製成魷魚乾
- ④ 以上皆是

21-2 你的理由是因為？

- ① 黴菌在低溫、乾燥的環境不容易生長
- ② 黴菌在低溫、潮濕的環境不容易生長
- ③ 黴菌在溫暖、潮濕的環境不容易生長
- ④ 黴菌在溫暖、乾燥的環境不容易生長



22-1 為何密封的罐裝果醬能延長食品保存時間？

- ① 密封的罐頭內能降低溫度
- ② 密封的罐頭內缺乏水份
- ③ 密封的罐頭內隔離氧氣
- ④ 密封的罐頭內隔離光線

22-2 你的理由是因為？

- ① 缺乏氧氣，黴菌無法生長
- ② 缺乏水份，黴菌不易生長
- ③ 缺乏光線，黴菌無法生長
- ④ 降低溫度，黴菌不易生長



23-1 下列那個相機鏡頭容易長出黴菌？

- ①將相機放到防潮箱裡
- ②在相機盒中放入乾燥劑
- ③淋到雨後直接收到抽屜裡放好
- ④常用拭鏡紙擦去水氣和灰塵

23-2 你的理由是因為？

- ①黴菌喜歡在乾燥的環境中
- ②淋雨會讓相機潮濕，容易發黴
- ③擦去水氣和灰塵讓黴菌有空間生長
- ④乾燥劑會提供黴菌養份

24-1 下列關於食物發黴的敘述，哪一項是正確的呢？

- ①乾燥的環境比潮濕的環境更容易發黴
- ②低溫的環境比溫暖的環境更容易發黴
- ③黴菌可以在真空的環境下生長
- ④黴菌無法在真空的環境下生長

24-2 你的理由是因為？

- ①黴菌喜歡生長在乾燥的環境中
- ②黴菌喜歡生長在低溫的環境中
- ③黴菌生存需要有氧氣進行呼吸作用
- ④黴菌生存不需要有氧氣



「熱」單元概念測驗

25-1 將溫度計放進熱水中 2 分鐘，會有什麼變化？

- ①酒精柱上升
- ②酒精柱下降
- ③溫度計變大
- ④沒有變化

25-2 你的理由主要是因為

- ①酒精遇熱體積縮小
- ②酒精遇熱體積膨脹
- ③刻度遇熱體積膨脹
- ④玻璃球遇熱體積縮小

26-1 想讓凹損的乒乓球恢復成原狀，應該要怎麼做？

- ①放入冷水中
- ②放入熱水中
- ③擠壓凹陷處的另一面
- ④放入冰箱

26-2 你的理由是因為

- ①冷水讓乒乓球內空氣膨脹
- ②擠壓讓乒乓球受到壓力彈開
- ③熱水讓乒乓球內空氣膨脹
- ④冰箱讓乒乓球體積膨脹



27-1 火車鐵軌之間為什麼會留有縫隙？

- ①溫度高時，讓鐵軌有膨脹空間
- ②溫度低時，讓鐵軌有膨脹空間
- ③當火車經過時，讓鐵軌有膨脹空間
- ④下雨時，讓鐵軌有膨脹空間

27-2 你的理由是因為？

- ①鐵軌會因為溫度不同而熱脹冷縮
- ②鐵軌會因為溫度不同而冷脹熱縮
- ③鐵軌因火車的重量而變長變短
- ④鐵軌會因為水份而膨脹

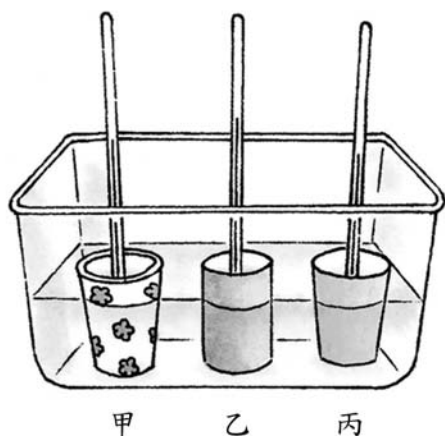
28-1 那種材質最不適合做為鍋子的握把？

- ①鐵
- ②塑膠
- ③陶瓷
- ④玻璃

28-2 你的理由是因為？

- ①塑膠熱傳導速度快
- ②金屬熱傳導速度熱快
- ③陶瓷熱對流速度快
- ④玻璃熱傳導速度熱快

29-1 將相同大小的紙杯（甲）、鐵杯（乙）及塑膠杯（丙）裡裝相同高度、相同溫度的冷水，再將三個杯子放進熱水中，哪一個杯子的水溫上升的最快？



- ①紙杯（甲）
- ②鐵杯（乙）
- ③塑膠杯（丙）
- ④都一樣

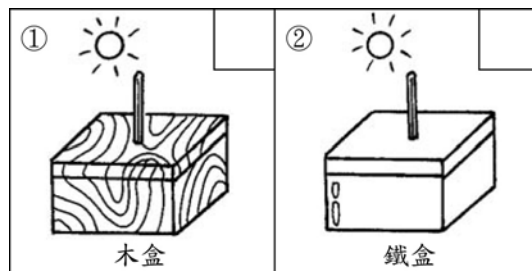
29-2 你的理由是因為

- ①鐵杯（乙）熱傳導速度最快
- ②塑膠杯（丙）熱傳導速度最快
- ③紙杯（甲）的熱輻射吸收速度最快
- ④放在相同的熱水中，上升速度相同



30-1 將兩支溫度計分別插在大小相同但材質不同的盒子裡，放在陽光下 30 分鐘後，哪一支溫度計的溫度最高？

- ①木盒
- ②鐵盒
- ③一樣高
- ④無法比較



30-2 你的理由是因為？

- ①木盒吸收熱輻射較快
- ②鐵盒吸收熱輻射較快
- ③兩者吸收熱輻射一樣快
- ④鐵盒的熱傳導速度較快

31-1 臺灣夏季的日照強烈，房屋的外牆採用什麼顏色較適合？

- ①黑色
- ②白色
- ③紅色
- ④金色

31-2 你的理由是因為？

- ①白色對輻射熱吸收的程度最差
- ②黑色對輻射熱吸收的程度最差
- ③紅色對輻射熱吸收的程度最差
- ④金色和輻射熱吸收的程度最差



32-1 艷陽高照的夏天，中午 12 點時待在下面那個屋子裡的測到的溫度會最高？

- ①漆成黑色的鐵皮屋
- ②漆成黑色的小木屋
- ③漆成白色的鐵皮屋
- ④漆成白色的小木屋

32-2 你的理由是因為？

- ①黑色的鐵皮屋對輻射熱吸收的程度最高
- ②黑色的小木屋對輻射熱吸收的程度最高
- ③白色的鐵皮屋對輻射熱吸收的程度最高
- ④白色的小木屋對輻射熱吸收的程度最高

~~~測驗結束~~

# 科學推理測驗

國小高年級版



給同學的建議：

這份試卷主要是測驗你應用科學和數學的推理方式，做出預測及解決問題的能力，請在答案卷上選出最適當的答案，如果題目有不懂的地方，請舉手向監考老師發問。

在監考老師要求你開始作答之前，請勿翻閱試卷

選擇題：請在答案卷上填寫 a、b、c… 的答案

( ) 1. 假如桌上有兩塊大小相同、形狀相同、重量也相同的黏土球，現在你將其中一塊黏土壓平成碟子的形狀，以下的敘述何者正確？

- a. 壓平成碟子的黏土比另一塊球狀的黏土還要重。
- b. 這兩塊黏土一樣重。
- c. 球狀的黏土比壓平成碟子的黏土還要重。

( ) 2. 因為

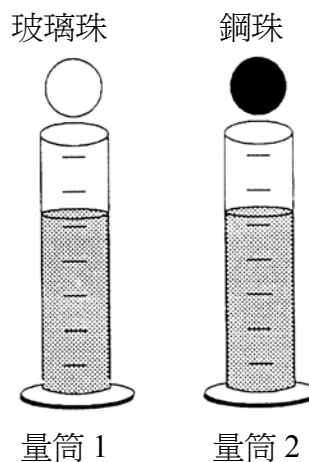
- a. 壓平的黏土有比較大的面積。
- b. 球狀的黏土只有一個點接觸到桌上，重量向下推力較大。
- c. 物體被壓平後，重量就會減少。
- d. 黏土並沒有增加或減少。
- e. 物體被壓平後，重量就會增加。

( ) 3. 右下圖畫了兩個大小和形狀都一樣的量筒，裝了一樣高的水。有兩個彈珠，一個是玻璃珠，另一個是鋼珠。這兩個彈珠的大小相同，但是鋼珠的重量比玻璃珠重。把玻璃珠放入第一個量筒，筒中的水上升至第 6 個刻度。假如我們將鋼珠放入第二個量筒，筒中的水將會

- a. 升高到和第一個量筒水面相同的高度
- b. 升高到比第一個量筒水面還高的高度
- c. 升高到比第一個量筒水面還低的高度

( ) 4. 因為

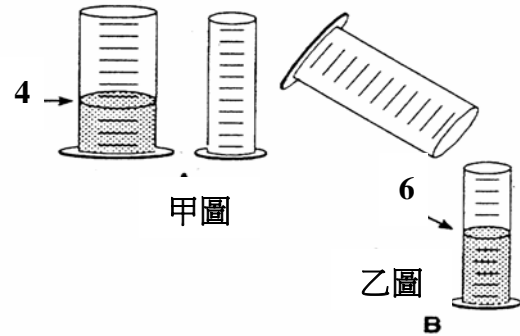
- a. 鋼珠下沉較快
- b. 兩個彈珠的材質不同
- c. 鋼珠比玻璃珠還要重
- d. 玻璃珠造成的壓力較小
- e. 兩個彈珠的大小相同





- ( )5.右下圖畫了兩個量筒，一個管徑較粗，另一個較細。兩個量筒上的刻度距離都相同。把水倒入粗的量筒，水的高度上升到第四個刻度(甲圖)。把水從粗的量筒倒入細的量筒中時，水的高度上升到第六個刻度(乙圖)。把水倒掉再做一次，這次水倒入粗的量筒時，水的高度上升到第 6 個刻度。把水從粗的量筒倒入細的量筒時，水的高度會上升到

- a.大約第 8 格刻度
- b.大約第 9 格刻度
- c.大約第 10 格刻度
- d.大約第 12 格刻度
- e.以上皆非



- ( )6.因爲

- a.無法從題目中的資料算出答案
- b.粗量筒上升 2 格高度，所以細量筒也會上升 2 格高度
- c.粗量筒每上升 2 格高度的水量，可使細量筒的水量上升 3 格
- d.第二個量筒的管徑比第一個量筒細
- e.必須要實際倒水操作才能由觀察得到結果

- ( )7.把水加到細的量筒(如第 5 題)到第 11 格刻度，再把水倒回粗的量筒時，水會上升到

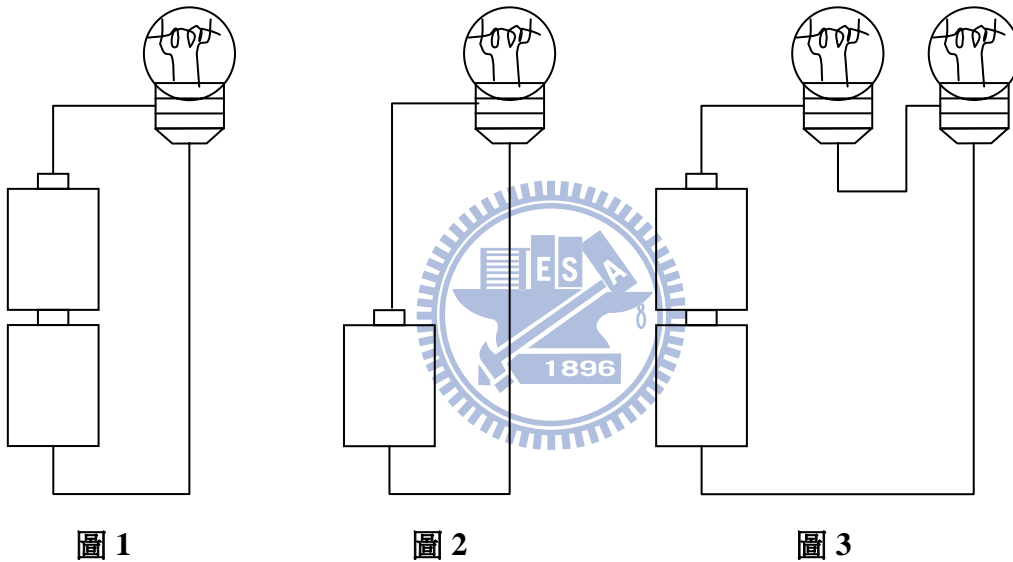
- a.大約第 7.5 格刻度
- b.大約第 9 格刻度
- c.大約第 8 格刻度
- d.大約第  $7\frac{1}{3}$  格刻度
- e.以上皆非

- ( )8.因爲

- a.比例不變
- b.我們必須要實際倒水並觀察，才能找到答案
- c.題目所給的資料不夠，無法找到答案
- d.因爲剛才(第 5 題)粗、細量筒的水面高度差兩格，所以現在也會差兩格
- e.每次從粗的量筒減去 2 格的水，會相當於細的量筒 3 格的水量

( )9. 下圖有三個電路，圖 1 和圖 2 的電路上都有 1 個燈泡，圖 3 的電路上有 2 個串聯的燈泡。圖 2 的電路上只有 1 個電池，圖 1 和圖 3 的電路上有 2 個串聯的電池。你想要研究「電池的數目對燈泡發光的影響」，請問你要使用哪個(些)電路來研究？

- a. 只要任意拿其中一個電路即可
- b. 所有三個圖(圖 1、圖 2、圖 3)的電路都必須要使用
- c. 要使用圖 2 和圖 3 兩個電路
- d. 要使用圖 1 和圖 3 兩個電路
- e. 要使用圖 1 和圖 2 兩個電路



( )10. 因為

- a. 必須要使用到電池最多的電路
- b. 必須要把「不同電池數目」和「不同燈泡數目」造成的影響同時做比較
- c. 只有電池數目不同，其它條件都相同
- d. 必須把所有的可能性都做比較
- e. 燈泡數目不同

( )11.小明種杜鵑花，他想要研究在土中加入「雞糞」或加入「蛇木屑」可以讓杜鵑花開花。於是他把杜鵑花分成四組，每組 20 棵，分別實驗。

最後他整理結果如下表：

| 組別             | 開花的杜鵑花數 | 沒開花的杜鵑花數 |
|----------------|---------|----------|
| 第一組：只加入雞糞      | 18 棵    | 2 棵      |
| 第二組：只加入蛇木屑     | 11 棵    | 9 棵      |
| 第三組：同時加入雞糞及蛇木屑 | 19 棵    | 1 棵      |
| 第四組：雞糞和蛇木屑都不加  | 10 棵    | 10 棵     |

從這個實驗結果看起來…

- a. 會影響開花的因素可能是**雞糞**，不是蛇木屑
- b. 會影響開花的因素可能是**蛇木屑**，不是雞糞
- c. 雞糞和蛇木屑可能**都會**影響開花
- d. 雞糞和蛇木屑可能**都不會**影響開花

( )12.因為

- a. 第三組中大部份的杜鵑花都開花了，而第二組開花的比例則很平均
- b. 從第一組和第三組的結果來看，大部分的杜鵑都開花了
- c. 杜鵑花要開花需要雞糞中所含的養分，蛇木屑養分含量不高
- d. 加入雞糞或蛇木屑的杜鵑花，開花的比例都很高
- e. 不管加不加雞糞或蛇木屑，杜鵑都會開花

( )13.不久之後，小明種了桂花，他又想要研究在土中加入雞糞或加入豆渣對桂花開花的影響，於是他把桂花分成四組，每組 20 棵，分別實驗。

最後他整理結果如下表：

| 組別            | 開花的桂花數 | 沒開花的桂花數 |
|---------------|--------|---------|
| 第一組：只加入雞糞     | 19 棵   | 1 棵     |
| 第二組：只加入豆渣     | 18 棵   | 2 棵     |
| 第三組：同時加入雞糞及豆渣 | 18 棵   | 2 棵     |
| 第四組：雞糞和豆渣都不加  | 10 棵   | 10 棵    |

這個結果顯示

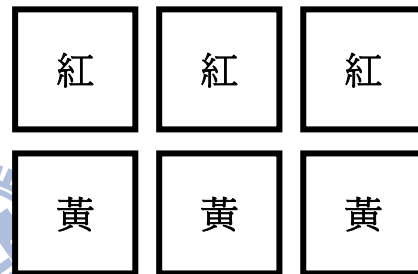
- a. 會影響開花的因素可能是**雞糞**，不是豆渣
- b. 會影響開花的因素可能是**豆渣**，不是雞糞
- c. 雞糞和豆渣可能**都會**影響開花
- d. 雞糞和豆渣可能**都不會**影響開花

( )14.因爲

- a. 不管加不加雞糞或豆渣，桂花都會開花
- b. 桂花要開花需要雞糞中所含的養分，豆渣的養分含量也很高
- c. 第四組開花的比例很平均，第三組大部分的桂花都開花了
- d. 第一組只加雞糞、第二組只加豆渣、第三組同時加入，開花比例都很高。
- e. 第二組只加豆渣、第三組同時加入雞糞及豆渣，開花比例都很高。

( )15.有 6 個木塊，大小和形狀都相同，但其中 3 個木塊是紅色的，另外 3 個木塊是黃色的。把木塊放在袋中，並均勻混合。某人從袋中拿出一個木塊，拿到紅色木塊的機會有多大呢？

- a.  $\frac{1}{6}$
- b.  $\frac{1}{3}$
- c.  $\frac{1}{2}$
- d.  $\frac{1}{1}$
- e. 無法決定

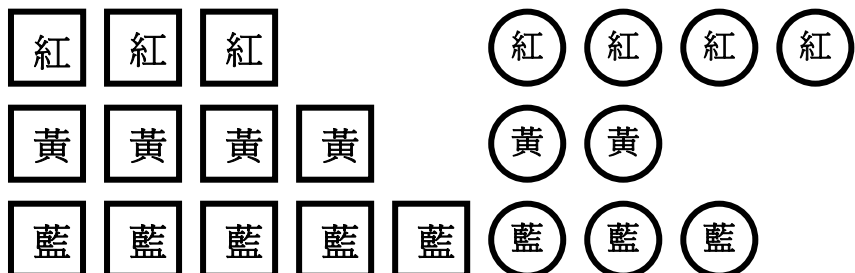


( )16.因爲

- a. 6 個木塊中有 3 個是紅的
- b. 我們無法分辨將會拿到哪一個木塊
- c. 袋子中只能從 6 個木塊中挑出 1 個
- d. 所有 6 個木塊的大小和形狀都一樣
- e. 3 個紅色木塊中，只有 1 個能夠被拿出來

( )17.把 3 個紅色木塊、4 個黃色木塊、5 個藍色木塊放入袋子中，再把 4 個紅球、2 個黃球、3 個藍球也放入袋子。充分混合後，某人隨意從袋子中拿出 1 個物品，請問拿到紅球或藍球的機會有多大呢？

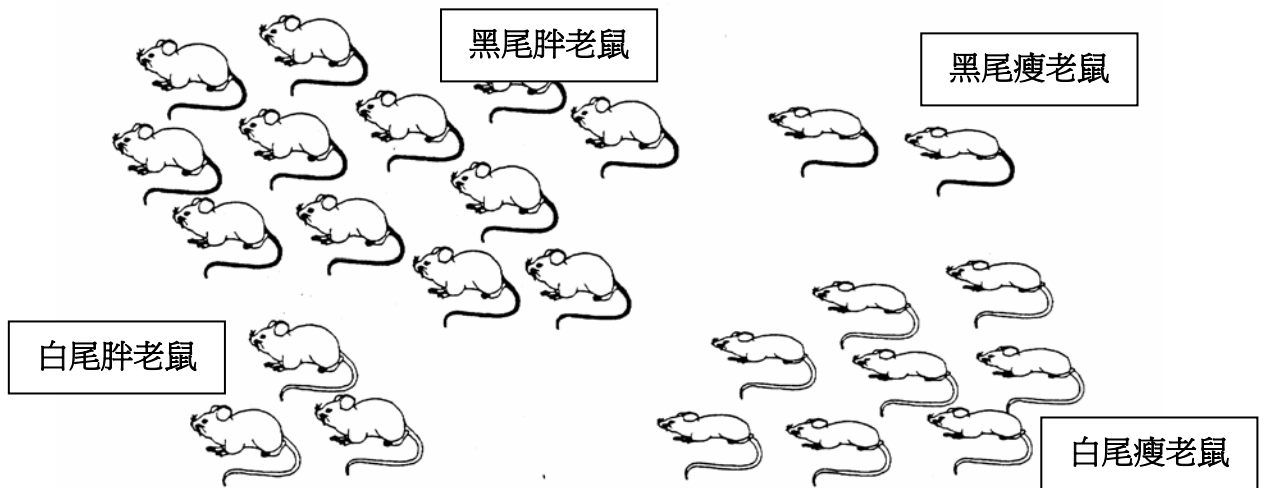
- a. 無法決定
- b.  $\frac{1}{3}$
- c.  $\frac{1}{21}$
- d.  $\frac{15}{21}$
- e.  $\frac{1}{2}$



( )18.因爲

- a. 袋子內的所有物品中，有  $\frac{1}{2}$  是球形的
- b. 21 個物品之中有 15 個是紅色或黃色的
- c. 無法分辨將會拿到哪一個木塊
- d. 全部 21 個物品中，只有 1 個能夠被拿出來
- e. 每 3 個物品中，就有 1 個是紅球或藍球

( )19.王老先生觀察到有很多老鼠在他的田裡生活著，他發現所這些老鼠如果不是很胖就是很瘦，他又發現牠們的尾巴如果不是黑色的，就是白色的。這個結果使他猜測，老鼠的胖瘦和尾巴的顏色之間有某種關係。於是他便把田裡的老鼠都抓來，並觀察牠們的胖瘦和尾巴顏色。以下就是他所抓到的老鼠…



你認為老鼠的胖瘦和尾巴的顏色是否存在某種特定的關係呢？

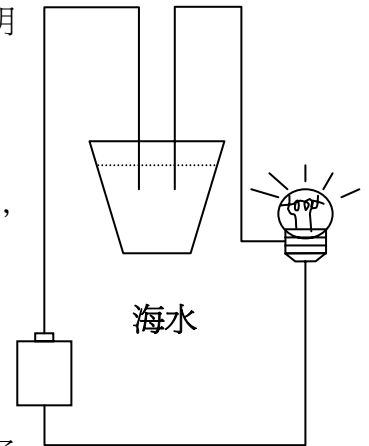
- a. 是的，老鼠的胖瘦和尾巴顏色之間有某種關係
- b. 不，老鼠的胖瘦和尾巴顏色之間沒有任何關係
- c. 不能做出合理的猜測

( )20.因爲

- a. 因爲各種外型的老鼠都存在。
- b. 可能老鼠的胖瘦和尾巴之間，存在著某種遺傳的關係
- c. 抓到老鼠的數量不夠多
- d. 大部分胖老鼠的尾巴是黑的，同樣的大部分瘦老鼠的尾巴是白的
- e. 當老鼠長胖時，牠們的尾巴就變成黑色的

- ( )21.小華拿了一杯海水，利用電池、小燈泡、電線和這杯海水組成電路(如右下圖)，發現燈泡會發光。小華思考之後提出了一個解釋：「海水中溶解了很多鹽分，就是這些鹽分幫助海水導電」。下列哪個實驗方法可以證明小華的想法？

- a. 利用儀器把海水中的鹽分去除，而且海水無法再導電
- b. 如果鹽分可以幫助海水導電，那就再多加一些鹽分到海水中，觀察整個電路導電的結果
- c. 在電路中再多加兩個電池，觀察整個電路導電的情形是否改變
- d. 在海水中加入其它物質(例如糖)，看看有沒有辦法繼續導電。
- e. 重新做一次海水導電的實驗，確實控制每一個可能的變因，仔細的觀察整個電路導電的結果



- ( )22.做了實驗之後，下列哪個結果能夠證明小華原先的解釋可能是錯的？

- a. 海水仍然可以導電。
- b. 海水變得不能導電了。
- c. 小燈泡變得更亮了。
- d. 小燈泡變得更暗了。



- ( )23.小英餵魚時發現，家中的金魚特別愛吃她新買的紅色顆粒飼料，她推想之後，覺得有二個可能的原因…

原因 1：魚對「紅色」非常敏感，所以一看到紅色的飼料便馬上游過來。

原因 2：魚飼料中，加了味道比較濃的原料，魚嗅到味道便馬上游過來。

他把紅色的 BB 彈放到魚缸中，觀察金魚的反應。下列哪個實驗的結果可以證明原因 1 是錯的？

- a. 魚被紅色 BB 彈吸引而游過來
- b. 魚對紅色 BB 彈不理不睬，沒有反應
- c. 魚對紅色 BB 彈有時有興趣，有時沒有反應

- ( )24. 下列哪個實驗的結果可以證明原因 2 是錯的？

- a. 魚被紅色 BB 彈吸引而游過來
- b. 魚對紅色 BB 彈不理不睬，沒有反應
- c. 魚對紅色 BB 彈有時有興趣，有時沒有反應



| 鷹架形成科學議題網路學習課程                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 非鷹架形成科學議題網路學習課程                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>步驟一：「啟動搜尋核心概念」</p> <p>學生勾選科學現象的主要特徵。<br/>以「物質燃燒的條件」為例：<br/>請問產生燃燒的現象需要有那些條件（可複選）？</p> <p><input type="checkbox"/>要有可供燃燒的可燃物<br/><input type="checkbox"/>需要有足夠高的溫度-燃點<br/><input type="checkbox"/>需要有幫助燃燒的空氣-氧氣</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <p>步驟一：「啟動搜尋核心概念」</p> <p>學生勾選科學現象的主要特徵。<br/>以「物質燃燒的條件」為例：<br/>請問產生燃燒的現象需要有那些條件（可複選）？</p> <p><input type="checkbox"/>要有可供燃燒的可燃物<br/><input type="checkbox"/>需要有足夠高的溫度-燃點<br/><input type="checkbox"/>需要有幫助燃燒的空氣-氧氣</p> |
| <p>步驟二：辨識關鍵特徵</p> <p>實驗組以一或二個問題的鷹架問題（scaffolding prompt），協助學生思考關鍵特徵（key feature），並寫出理由。</p> <p>例如：</p> <p><b>想想看 1：</b><br/>拿濕木材和乾木材在火上燃燒，那一個容易燒起來？</p> <p><input type="checkbox"/>濕木材<br/><input type="checkbox"/>乾木材<br/><input type="checkbox"/>都會燒起<br/><input type="checkbox"/>都不會燒起來</p> <p>你的理由是：_____</p> <p>2. 接著會出現動畫告知學生所選答案正確與否。</p> <p>3. 接下來會有再出現答案比較頁與教學頁，提供問題答案與說明，讓學生理解正確概念。</p> <p>例如：拿濕木材和乾木材在火上燃燒，那一個容易燒起來？<br/>解答：<input checked="" type="checkbox"/>乾木材<br/><u>理由是：乾木材可以達到燃點，濕木材達不到燃點</u></p> <p>較困難的概念會以二個鷹架問題出現</p> <p><b>想想看 2：</b></p> | <p>無鷹架學習</p>                                                                                                                                                                                                          |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>將紙杯沾濕和乾燥的紙杯放在火上燒，那一個容易燒起來？</p> <p><input type="checkbox"/> 沾濕的紙杯</p> <p><input type="checkbox"/> 乾燥的紙杯</p> <p><input type="checkbox"/> 都一樣快燒起</p> <p><input type="checkbox"/> 都不會燒起來</p> <p>你的理由是：</p> <hr/> <p>2. 同樣會出現動畫告知學生所選答案正確與否。及答案比較頁與教學頁，提供問題答案與說明，讓學生理解正確概念。</p> <p>例如：將紙杯沾濕和乾燥的紙杯放在火上燒，那一個容易燒起來？</p> <p>解答：<input checked="" type="checkbox"/> 乾燥的紙杯</p> <p>理由是：<u>乾燥紙杯可以達到燃點，沾濕的紙杯達不到紙的燃點</u></p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <p>步驟三：「形成科學研究的議題」</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <p>步驟二：「形成科學研究的議題」</p>                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <p>列出步驟一學生勾選「辨識主要特徵」的答案，提供實驗器材，讓學生設計一個可以透過實驗驗證主要特徵的科學問題。</p> <p>例如：老師現在將你之前選擇「燃燒的現象需要有那些條件？」列出來：</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 需要有足夠高的燃點</p> <p>（雖然你沒有選擇「燃燒的現象需要足夠高的溫度」）</p> <p>請利用上述的因素和以下器材：三個相同大小的紙杯，（其中一個是乾的、另一個裝一點點水，第三個裝半杯水）、蠟燭、水、鐵絲。設計一個可以透過實驗找出你認為「燃燒需要有足夠高的燃點」的科學問題</p>                                                                                                                    | <p>列出步驟一學生勾選「辨識主要特徵」的答案，提供實驗器材，讓學生設計一個可以透過實驗驗證主要特徵的科學問題。</p> <p>例如：老師現在將你之前選擇「燃燒的現象需要有那些條件？」列出來：</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 需要有足夠高的燃點</p> <p>（雖然你沒有選擇「燃燒的現象需要足夠高的溫度」）</p> <p>請利用上述的因素和以下器材：三個相同大小的紙杯，（其中一個是乾的、另一個裝一點點水，第三個裝半杯水）、蠟燭、水、鐵絲。設計一個可以透過實驗找出你認為「燃燒需要有足夠高的燃點」的科學問題</p> |
| <p>步驟四：「進行科學探究」</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <p>步驟三：「進行科學探究」</p>                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <p>（一）形成假設(Propose hypothesis)，針對提出的科學問題，提出假設</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <p>（一）形成假設(Propose hypothesis)，針對提出的科學問題，提出假設</p>                                                                                                                                                                                                                                             |

|                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>例如：請針對你提出的科學問題形成假設<br/><u>提出的假設是</u>：</p> <p>若_____，則_____</p> <p>若_____，則_____</p> <p>(二) 找出變因</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>操縱變因是</u>：</li> <li>• <u>應變變因是</u>：</li> <li>• <u>保持不變的變因有 1</u>：</li> <li>• <u>保持不變的變因有 2</u>：</li> </ul> | <p>例如：請針對你提出的科學問題形成假設<br/><u>提出的假設是</u>：</p> <p>若_____，則_____</p> <p>若_____，則_____</p> <p>(二) 找出自變因、應變因</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>操縱變因是</u>：</li> <li>• <u>應變變因是</u>：</li> <li>• <u>保持不變的變因有 1</u>：</li> <li>• <u>保持不變的變因有 2</u>：</li> </ul> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

第二階段：實作階段

| 步驟五：進行實驗                                                                                                                                                                 | 步驟四：進行實驗                                                                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>教師檢視學生提出的科學問題分組，並將學生實驗設計列印下來（含提出的科學問題、假設、變因等），每個活動提供相同實驗器材，學生進實驗室進行實驗的探究，並指導將實驗結果記錄下來。</p> <p>例如：</p> <p>請先關掉此頁，回到自然教室進行科學實驗。下次做完實驗進入此單元時，會再登入此頁畫面，才可跳下一頁寫出結果與結論。</p> | <p>教師檢視學生提出的科學問題分組，並將學生實驗設計列印下來（含提出的科學問題、假設、變因等），每個活動提供相同實驗器材，學生進實驗室進行實驗的探究，並指導將實驗結果記錄下來。</p> <p>例如：</p> <p>請先關掉此頁，回到自然教室進行科學實驗。下次做完實驗進入此單元時，會再登入此頁畫面，才可跳下一頁寫出結果與結論。</p> |

第三階段：提出解釋與結論

| 步驟六：實驗結果與結論                                                                                                                                                                   | 步驟五：實驗結果與結論                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>實驗完後，學生回到電腦教室輸入實驗的結果，檢視結果與其假設是否相同，相同或不相同的原因為何。</p> <p>例如：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(一) 你做出來的實驗結果：</li> <li>(二) 與之前形成的假設是否相同？</li> <li>(三) 理由：</li> </ol> | <p>實驗完後，學生回到電腦教室輸入實驗的結果，檢視結果與其假設是否相同，相同或不相同的原因為何。</p> <p>例如：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(一) 你做出來的實驗結果：</li> <li>(二) 與之前形成的假設是否相同？</li> <li>(三) 理由：</li> </ol> |

#### 第四階段：總結

| 步驟七：單元概念總結                                                                                                                         | 步驟六：單元概念總結                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>將主題活動以教學頁呈文字說明。具體說明概念。</p> <p style="text-align: center;">燃燒三要素</p> <p>燃燒需要同時具備「可燃物」、「助燃物(氧氣)」、「溫度達到燃點」三個條件，缺少其中一個條件，就不能燃燒。</p> | <p>將主題活動以教學頁呈文字說明。具體說明概念。</p> <p style="text-align: center;">燃燒三要素</p> <p>燃燒需要同時具備「可燃物」、「助燃物(氧氣)」、「溫度達到燃點」三個條件，缺少其中一個條件，就不能燃燒。</p> |



附錄五 鷹架活動設計

主題一：燃燒

| <p><b>啟動搜尋核心概念：</b></p> <p>請問產生燃燒的現象需要有那些條件（可複選）？</p> <p><input type="checkbox"/>要有可供燃燒的可燃物</p> <p><input type="checkbox"/>需要有足夠高的溫度-燃點</p> <p><input type="checkbox"/>需要有幫助燃燒的空氣-氧氣</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| 對應概念                                                                                                                                                                                     | 鷹架題目 scaffolding                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 實驗器材                                                   |
| <p>(1) 燃燒需要有可燃物，可燃物分為「易燃物」和「非易燃物」</p>                                                                                                                                                    | <p>活動一：</p> <p>烤肉時有你可以拿什麼東西來燃燒？（單選題）</p> <p><input type="checkbox"/>木炭</p> <p><input type="checkbox"/>鐵架子</p> <p><input type="checkbox"/>石頭</p> <p><input type="checkbox"/>玻璃罐</p> <p>你選這個東西的理由是：</p> <p>解答：<input checked="" type="checkbox"/>木炭</p> <p><u>理由是：木炭是易燃物</u></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <p>器材：蠟燭、玻璃、紙張</p>                                     |
| <p>(2) 物質會燃燒，必須達到一定的溫度，這個溫度稱為「燃點」，溫度未達到燃點是不會燃燒的。</p>                                                                                                                                     | <p>活動二</p> <p>想想看：(scaffolding)</p> <p>一、拿濕木材和乾木材在火上燃燒，那一個會燒起來？</p> <p><input type="checkbox"/>濕木材</p> <p><input type="checkbox"/>乾木材</p> <p><input type="checkbox"/>都會燒起</p> <p><input type="checkbox"/>都不會燒起來</p> <p>你的理由是：_____</p> <hr/> <p>解答：<input checked="" type="checkbox"/>乾木材</p> <p><u>理由是：乾木材達到燃點，濕木材達不到木材燃點</u></p> <p>二、將紙杯沾濕和乾燥的紙杯放在火上燒，那一個容易燒起來？</p> <p><input type="checkbox"/>沾濕的紙杯</p> <p><input type="checkbox"/>乾燥的紙杯</p> <p><input type="checkbox"/>都一樣快燒起</p> <p><input type="checkbox"/>都不會燒起來</p> <p>你的理由是：_____</p> <hr/> <p>解答：<input checked="" type="checkbox"/>乾燥的紙杯</p> <p><u>理由是：乾燥的紙杯達到燃點，沾濕的紙杯達不</u></p> | <p>器材：三個相同大小的紙杯，(其中一個是乾的、另一個裝一點點水，第三個裝半杯水)、蠟燭、水、鐵絲</p> |

|                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                           |
|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
|                                                                      | <u>到紙的燃點</u>                                                                                                                                                                                                                                                                         |                           |
| (3) 燃燒還須要有助燃物，「氧氣」為助燃物。                                              | <b>一、想想看 (scaffolding)</b><br>如何讓烤肉的炭火可以燒得更旺盛？<br><input type="checkbox"/> 用力搨風<br><input type="checkbox"/> 將爐火的門全部關起來<br><input type="checkbox"/> 灑一點水<br><input type="checkbox"/> 加入二氧化碳<br>你的理由是：<br>解答： <input checked="" type="checkbox"/> 用力搨風<br><hr/> <u>理由是：搨風可以供給更多的氧氣</u> | 線香、打火機、三個大小相同的瓶子、氧氣、二氧化碳。 |
| <b>燃燒三要素</b><br>燃燒需要同時具備「可燃物」、「助燃物（氧氣）」、「溫度達到燃點」三個條件，缺少其中一個條件，就不能燃燒。 |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                           |

主題二：鐵生鏽

|                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <p><b>啟動搜尋核心概念：多種選擇題</b></p> <p>請問鐵生鏽需要那些條件及現象？</p> <input type="checkbox"/> 需要要有氧氣。<br><input type="checkbox"/> 需要要有氧氣和水<br><input type="checkbox"/> 氧氣和酸性溶液會加速鐵生鏽<br><input type="checkbox"/> 氧氣和鹽份會加速鐵生鏽 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                 |
| 對應概念                                                                                                                                                                                                        | 鷹架題目 (scaffolding)                                                                                                                                                                                                                                                                             | 實驗器材            |
| 1. 鐵器生鏽的條件-氧氣                                                                                                                                                                                               | 問題一：乾燥環境下，腳踏車漆了油漆地方和沒有油漆的地方，那個地方比較容易生鏽？<br><input type="checkbox"/> 漆了油漆的地方<br><input type="checkbox"/> 沒有油漆的地方<br><input type="checkbox"/> 都容易生鏽<br><input type="checkbox"/> 都不會生鏽<br>你的理由是：_____<br>解答： <input checked="" type="checkbox"/> 沒有油漆的地方<br><u>理由是：沒有油漆的地方會和氧氣接觸，生鏽是鐵和氧氣產生反應。</u> | 器材：鋼棉球、水、真空罐、燒杯 |

|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                           |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| <p>2. 鐵器生鏽的條件-氧和水</p> | <p>淋過雨的腳踏車和乾燥的腳踏車，那一台腳踏車比較容易生鏽？</p> <p><input type="checkbox"/> 淋過雨的腳踏車</p> <p><input type="checkbox"/> 乾燥的腳踏車</p> <p><input type="checkbox"/> 都容易生鏽</p> <p><input type="checkbox"/> 都不會生鏽</p> <p>你的理由是：_____</p> <p>解答：<input checked="" type="checkbox"/> 淋過雨的腳踏車</p> <p><u>理由是：氧氣加水會使鐵容易生鏽</u></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <p>實驗器材：鋼棉球、水、醋、夾</p>     |
| <p>(3)酸性加快鐵生鏽速率</p>   | <p>問題一：在空氣污染嚴重的地區，會造成酸性的雨水。腳踏車在酸雨和正常的雨水中，淋完那一種雨水會比較快生鏽？</p> <p><input type="checkbox"/> 淋完酸雨較快生鏽</p> <p><input type="checkbox"/> 正常雨水較快生鏽</p> <p><input type="checkbox"/> 一樣快生鏽</p> <p><input type="checkbox"/> 都不會生鏽</p> <p>你的理由是：_____</p> <p>解答：<input checked="" type="checkbox"/> 淋完酸雨較快生鏽</p> <p><u>理由是：氧氣加酸性溶液能使鐵較快生鏽</u></p> <p>問題：在空氣污染嚴重的地區，會造成酸性的雨水。腳踏車在酸雨和正常的雨水中，淋完那一種雨水會比較快生鏽？</p> <p><input type="checkbox"/> 淋完酸雨較快生鏽</p> <p><input type="checkbox"/> 正常雨水較快生鏽</p> <p><input type="checkbox"/> 一樣快生鏽</p> <p><input type="checkbox"/> 都不會生鏽</p> <p>你的理由是：_____</p> <p>解答：<input checked="" type="checkbox"/> 淋完酸雨較快生鏽</p> <p><u>理由是：氧氣加酸性溶液能使鐵較快生鏽</u></p> | <p>實驗器材：鋼棉球、水、醋、夾鏈袋鏈袋</p> |



|                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                       |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| <p>(4)鹽份高的環境加快鐵生鏽速率</p>                                                 | <p>腳踏車騎到海邊，前輪泡到海水，後輪沒有泡到海水，那一個輪子會較快生鏽？</p> <p><input type="checkbox"/>泡到海水的前輪</p> <p><input type="checkbox"/>沒泡到海水的後輪</p> <p><input type="checkbox"/>一樣快生鏽</p> <p><input type="checkbox"/>都不會生鏽</p> <p>你的理由是：_____</p> <p>解答：<input checked="" type="checkbox"/>泡到海水的前輪</p> <p><u>理由是：鐵接觸海水中的鹽份與空氣會加速生鏽</u></p> | <p>器材：銅棉球、水、鹽、夾鏈袋</p> |
| <p>結論：鐵和氧氣接觸，產生化學變化，非常緩慢會形成鐵鏽。鐵和氧及水接觸，容易生鏽。在有氧氣環境下，酸性溶液和鹽份更會讓鐵生鏽更快。</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                       |

### 主題三：發黴


|                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| <p><b>啟動搜尋核心概念：多種選擇題</b></p> <p>請問黴菌在怎樣的環境下容易繁殖呢？</p> <p><input type="checkbox"/>潮濕的環境</p> <p><input type="checkbox"/>溫暖的環境</p> <p><input type="checkbox"/>與空氣接觸</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                              |                       |
| <p>對應概念</p>                                                                                                                                                          | <p>鷹架題目</p>                                                                                                                                                                                                                                                                  | <p>實驗器材</p>           |
| <p>(1)潮濕的環境下黴菌容易繁殖</p>                                                                                                                                               | <p>浴室的牆壁和客廳的牆壁上，那一個壁面容易發黴？</p> <p><input type="checkbox"/>浴室</p> <p><input type="checkbox"/>客廳</p> <p><input type="checkbox"/>都不會發黴</p> <p><input type="checkbox"/>都一樣快發黴</p> <p>你的理由是：_____</p> <p>解答：<input checked="" type="checkbox"/>浴室</p> <p><u>理由是：潮濕的環境容易發黴</u></p> | <p>器材：黴菌、土司、水、夾鏈袋</p> |

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                       |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| <p>(2) 溫暖的環境下黴菌容易繁殖</p>                                                          | <p>活動二：<br/>夏天天氣熱，冬天好冷，從賣場中買回來的土司，在那個季節容易發黴？</p> <p><input type="checkbox"/> 夏天<br/><input type="checkbox"/> 冬天<br/><input type="checkbox"/> 都不會發黴<br/><input type="checkbox"/> 都一樣快發黴</p> <p>你的理由是：_____</p> <p>解答：<input checked="" type="checkbox"/> 夏天</p> <p><u>理由是：溫暖的環境容易發黴</u></p> | <p>黴菌、土司、水、夾鏈袋、冰箱</p> |
| <p>3-4 防止食物腐敗的方法<br/>沒有空氣，黴菌不會繁殖</p>                                             | <p>活動三：<br/>臘肉用真空包裝和不包裝，那個包裝法容易發黴？</p> <p><input type="checkbox"/> 真空包裝<br/><input type="checkbox"/> 不包裝<br/><input type="checkbox"/> 都不會發黴<br/><input type="checkbox"/> 都一樣快發黴</p> <p>你的理由是：1896</p> <p>解答：<input checked="" type="checkbox"/> 不包裝</p> <p><u>理由是：接觸空氣容易發黴</u></p>         | <p>黴菌、土司、水、真空罐、燒杯</p> |
| <p>結論頁</p> <p>黴菌容易在溫暖、潮濕的環境裡繁殖。所有的生物都需要呼吸，沒有氧氣就沒辦法進行呼吸作用，無法生存。因此在真空罐中黴菌不會繁殖。</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                       |

主題四：熱

|                                                                                                                                                            |             |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------|
| <p><b>啟動搜尋核心概念：多種選擇題</b></p> <p>下列那些物質的體積會隨溫度而產生變化？</p> <p><input type="checkbox"/> 液體<br/><input type="checkbox"/> 氣體<br/><input type="checkbox"/> 固體</p> |             |                   |
| <p>對應概念</p>                                                                                                                                                | <p>鷹架題目</p> | <p>實驗器材</p>       |
| <p>1. 液體體積會隨溫度</p>                                                                                                                                         | <p>活動一：</p> | <p>實驗器材：錐形瓶、橡</p> |

|                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                             |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| <p>而產生熱脹冷縮的變化。</p>          | <p><b>一、情境引導 (scaffolding)</b><br/> 將酒精溫度計放入熱水中時，酒精柱有什麼變化？放入冷水中時，酒精柱有什麼變化？</p> <p><input type="checkbox"/>放入冷水中，酒精柱變高，放入熱水中，酒精柱變低</p> <p><input type="checkbox"/>放入熱水中，酒精柱變高，放入冷水中，酒精柱變低</p> <p><input type="checkbox"/>放入熱水或冷水中都會變高</p> <p><input type="checkbox"/>沒有變化</p> <p>你的理由是：_____</p> <p>解答：<input checked="" type="checkbox"/>放入熱水中，酒精柱變高；放入冷水中，酒精柱變低</p> <p><u>理由是：液體受熱時，體積會膨脹，降溫時體積會收縮</u></p> | <p>皮塞、玻璃管、公升杯、熱水和冷水</p>     |
| <p>氣體的體積會隨溫度而產生熱脹冷縮的變化。</p> | <p><b>活動二</b><br/> 放天燈時，點火後的天燈，體積會有什麼變化？</p> <p><input type="checkbox"/>變大</p> <p><input type="checkbox"/>變小</p> <p><input type="checkbox"/>忽大忽小</p> <p><input type="checkbox"/>沒有變化</p> <p>解答：<input checked="" type="checkbox"/>變大</p> <p><u>理由是：氣體受熱時，體積會膨脹，降溫時體積會收縮</u></p>                                                                                                                             | <p>器材：氣球、棉線、石頭、水箱、熱水和冷水</p> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| <p>固體的體積會隨溫度而產生熱脹冷縮的變化。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <p>活動三<br/>火車鐵軌間的空隙，在夏天時和冬天空隙有什麼不同？</p> <p><input type="checkbox"/>夏天空隙大，冬天空隙小<br/><input type="checkbox"/>夏天空隙小，冬天空隙大<br/><input type="checkbox"/>都一樣大<br/><input type="checkbox"/>都不會有空隙</p> <p>解答：<input checked="" type="checkbox"/>夏天空隙小，冬天空隙大</p> <p><u>理由是：鐵軌受熱時，體積會膨脹，空隙變小；鐵軌遇冷時體積會收縮，空隙變大</u></p> | <p>冷水、銅球、金屬環、和酒精燈</p>            |
| <p><b>啟動搜尋核心概念：多種選擇題</b></p> <p>下列物質對熱的傳導速度，由快至慢排列，那個是對的？</p> <p><input type="checkbox"/>保麗龍 &gt; 金屬 &gt; 塑膠<br/><input type="checkbox"/>塑膠 &gt; 金屬 &gt; 保麗龍<br/><input type="checkbox"/>金屬 &gt; 塑膠 &gt; 保麗龍<br/><input type="checkbox"/>都一樣</p>  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                  |
| <p>不同材質對熱傳導不同，<br/>如：金屬 &gt; 塑膠</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <p>活動四<br/>一鍋熱湯，用有塑膠握把的湯瓢或沒有握把的金屬湯瓢，那一個感覺比較不燙？</p> <p><input type="checkbox"/>塑膠握把的湯瓢<br/><input type="checkbox"/>沒有握把的湯瓢<br/><input type="checkbox"/>一樣燙<br/><input type="checkbox"/>都不會燙</p> <p>你的理由是：_____</p> <p>解答：<input checked="" type="checkbox"/>塑膠握把的湯瓢</p> <p><u>理由是：塑膠熱傳導較金屬慢</u></p>         | <p>水族箱、冷水和熱水、塑膠杯、鐵杯、保麗龍杯、溫度計</p> |
| <p><b>啟動搜尋核心概念：多種選擇題</b></p> <p>有那些因素會影響輻射熱的吸收？</p> <p><input type="checkbox"/>物體材質（如木頭、鐵片）<br/><input type="checkbox"/>物體的顏色</p>                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                  |

|                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                       |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| <p>不同顏色吸收熱輻射程度不同</p>                                                                                                        | <p>活動五<br/>問題：夏天時在太陽底下曬，摸摸黑色的黑色和白色的衣服，那個感覺比較熱？</p> <p><input type="checkbox"/>黑色<br/><input type="checkbox"/>白色<br/><input type="checkbox"/>一樣熱<br/><input type="checkbox"/>無法比較</p> <p>解答：<input checked="" type="checkbox"/>黑色</p> <p><u>理由是：黑色吸收熱輻射最好</u></p>      | <p>白紙、黑紙、放大鏡</p>          |
| <p>不同材質吸收熱輻射程度不同</p>                                                                                                        | <p>活動六<br/>夏天中午在鐵皮屋和小木屋裡，那個屋子裡感覺比較熱？</p> <p><input type="checkbox"/>鐵皮屋<br/><input type="checkbox"/>小木屋<br/><input type="checkbox"/>一樣熱<br/><input type="checkbox"/>無法比較</p> <p>你的理由</p> <p>解答：<input checked="" type="checkbox"/>鐵皮屋</p> <p><u>理由是：鐵皮吸收熱輻射最快</u></p> | <p>器材：鐵片、木片、磁磚、溫度計、紙盒</p> |
| <p>熱藉由物質（如鐵杯）從高溫傳向低溫處的方式，稱為「傳導」，不同材質對熱傳導不同，如：金屬 &gt; 塑膠 &gt; 保麗龍</p> <p>在陽光下，物體的溫度會升高，陽光的熱不靠任何物質傳播即何進行熱的傳播，這種傳播方式叫做「輻射」</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                       |                           |