

# 網路化雙重情境學習模式對國小學生的

## 真菌概念改變之研究

### 第一章 緒論

本章共分為五節，內容將從研究動機與目的、研究的重要性、研究的問題、重要的名詞解釋與研究限制等方向加以闡述。

#### 第一節 研究動機與目的

許多科學教育的研究發現學生在進入正式學習之前便已對科學概念存有許多自己的想法與概念，學生並不是像一張白紙的進入學習情境。學生這些先入為主的另有概念，往往異於當代科學社群所架構之科學概念，這些另有概念對於他們的學習，有相當大的干擾。因為當新學習的概念，與他們先前存有的概念相衝突時，自然而然會產生一股抗衡的力量，當然會對科學概念學習的成效產生不良影響。

在過去許多的科教學者均致力於研究學生究竟有那些迷失概念。然而 Wandersee, Mintzes, Novak (1994) 根據 100 位科教領域專家學者意見綜合提出未來的研究方向，其中最重要是：1. 學習研究必需由描述學生的迷思概念進展到研究學生概念改變過程的了解。2. 科學迷思概念應該與問題解決和科學認知研究結合。3. 如何將現有的迷思概念研究放入課程和教學活動中。4. 這些迷思概念研究最後應會影響教學。5. 教學方式可促進學生概念轉移並成為教室教學有效方式。

可見教學研究的重心已由『學生迷思概念的探討』轉變成『概念改變的教學研究』，到目前為止，以教學策略促進學生概念轉移研究中，分別有採用類比教學、認知衝突教學、概念圖教學等策略來協助學生概念轉移。

Carey (1986) 提出概念改變有兩種形式，一種為弱形式的重建，較容易改變；另一種為強形式的重建，較不容易改變。Chi 等人(1994) 以本體論的角度將概念區分為三大類（物質、過程和心智狀態），每一類別即為一棵本體樹，他認為類別內的概念轉變較為容易發生，類別間的概念改變則十分困難。余曉清 (She, 2002, 2003, 2004) 則試著以概念本身的階層性與複雜度來詮釋概念改變的可能性，並依此理論設計出『雙重情境學習模式(Dual situated learning model, DSLM)』運用在學生的概念改變實徵性研究（如：浮力、大氣壓力、熱的傳導與對流），均獲得很好的成效。

而近年來隨著電腦科技的進步及網際網路的蓬勃發展與普及，由於其具有跨越時空、多媒體及超連結資源豐富的特性，使得數位學習成為一種

新的學習模式，在許多的實徵研究上也顯示出網路化教學具有較好的學習成效。因此，本研究企圖結合網路化教學的特性融入雙重情境學習模式來進行國小自然與生活科技領域的概念改變教學研究。

在學科的單元選擇上，根據 Whittaker 在 1959 年所提出的五界說，真菌界屬於五界之一，『真菌』在生態上扮演著重要的角色且與我們的日常生活中有著非常密切的關係，但是相關概念在科學教育上的研究較為少見，並且在中小學的自然科學教學單元中也是屬於較不被重視的內容，也因此許多學生容易在有關真菌的概念上產生另有概念。

因此，本研究期望能針對國小五年級學生在真菌中的黴菌相關另有概念，設計『網路化雙重情境學習模式～黴菌概念學習網』，然後運用此網路化雙重情境學習模式進行概念改變的教學，減少學生對黴菌的另有概念。研究目的如下：

1. 依據雙重情境學習模式與網路學習相關理論，建構一個網路化雙重情境學習模式的網路學習系統。
2. 探討網路化雙重情境學習模式對學生的黴菌另有概念之概念改變學習成效與概念改變歷程。
3. 探討不同教學模式(傳統、網路化)與不同自然與生活科技學業成就(高、低成就)兩變項，對黴菌單元學習成就的影響。
4. 探討不同教學模式(傳統、網路化)與學習動機(高、低動機)兩變項，對黴菌單元學習成就的影響。
5. 評估學生對網路化雙重情境學習環境的知覺。
6. 探討接受網路化雙重情境學習模式的學生，其學習動機、學習成就與網路學習環境間的相關性。

## 第二節 研究的重要性

自從 1980 年代起，科學教育興起了探討學生另有概念的研究風潮，直到目前為止，國內外科學教學研究的重心仍為概念改變的教學研究，如何運用適當的教學模式來協助學生建構科學性的概念是當今科學教育研究的重要課題。

而電腦網路的蓬勃發展與普及，使得網路學習成為一種新的學習方法與創新的教學模式，如何發揮電腦網路的特性來進行概念改變的教學，將是一項新的嘗試與突破。

因此，本研究企圖結合網路化教學的特性將其融入余曉清 (She, 2002, 2003, 2004)所發展的雙重情境學習模式，期盼在融入網路化教學的特性後也能夠有良好的概念改變教學成效。

概念改變的教學因為必須考量到學生個別的先前經驗、另有概念、科學概念屬性、教學策略等等非常多的因素，所以成功的概念改變教學模式並不多見，如果網路化雙重情境學習模式能夠有效協助學生進行概念改變的學習，那麼這種學習模式將可發揮網路無遠弗屆、跨越時空及容易複製的優勢，將可協助更多學習者進行概念改變的學習。

而且黴菌在我們的日常生活中扮演著重要的角色，但是相關概念在中小學的自然與生活科技教學單元中較不被重視，學生對黴菌存在有許多另有概念，因此有必要設計概念改變教學的模式減少學生的黴菌另有概念，研究者即依據『網路化雙重情境學習模式』設計出『黴菌概念學習網』以做為日後教學者、學習者及研究者之參考與應用。

### 第三節 研究問題與假說

本研究旨在探討網路化雙重情境學習模式對學生的黴菌另有概念之概念改變學習成效，並進一步探討學習動機對進行此網路化雙重情境學習模式的影響，以及網路學習環境與學習成就、學習動機間的相關性。研究的問題與假設如下：

- 一、不同教學模式（實驗組、對照組）與學業成就（高、低分組）對學習者在黴菌的概念改變學習成效有何差異。
  - 1-1 不同教學模式對學生的黴菌單元學習成效（包括後測、追蹤測）達顯著差異。
  - 1-2 不同學業成就的學生其黴菌單元學習成效（包括後測、追蹤測）達顯著差異。
  - 1-3 不同教學模式與學業成就二因子之交互作用達顯著水準。
- 二、學生在經過網路化雙重情境學習模式概念改變教學前、後的概念改變歷程為何？
- 三、實驗組的各向度網路學習動機與成就測驗之相關性。
  - 3-1 各向度的學習動機與學生成就後測有顯著正相關。
  - 3-2 各向度的學習動機與學生成就追蹤有顯著正相關。
- 四、不同教學模式（實驗組、對照組）與學習動機（高、低動機組）對學習者在黴菌的概念改變學習成效有何差異。
  - 4-1 不同教學模式對學生的黴菌單元學習成效（包括後測、追蹤測）達顯著差異。
  - 4-2 不同學習動機的學生其黴菌單元學習成就（包括後測、追蹤測）達顯著差異。
  - 4-3 不同教學模式與學習動機二因子之交互作用未達顯著水準。
- 五、實驗組網路學習環境與學習動機、學習成就的相關性。
  - 5-1 網路學習環境與學習成就後測有顯著正相關。
  - 5-2 網路學習環境與學習成就追蹤測有顯著正相關。
  - 5-3 各向度的網路學習環境與各向度的學習動機有顯著正相關。

## 第四節 名詞釋義

- 一、真菌(fungi)：真菌是一群沒有葉綠素，無法行光合作用，比較低等的生物，常見的真菌有酵母菌、黴菌、蕈類等，而本研究所提到的真菌主要是以中小學教科書中所介紹的黴菌為主。
- 二、另有概念(alternative concept)：有些學者亦稱之為『迷思概念』或『另有架構』，是指學習者對於各種自然界的現象，有著異於當代科學社群所架構之科學概念的想法，且這些想法往往根深蒂固不容易產生改變，我們稱之為『另有概念』。
- 三、概念改變(conceptual change)：學習者的概念架構會隨著時間、空間的變化、周圍環境的刺激或自身經驗的累積等等因素而產生改變，可能是概念的部分修正或概念的擴充、新概念的加入、概念重建、概念轉移，都可稱之為『概念改變』。
- 四、概念改變教學策略：指能促進學生產生概念改變的教學策略，例如：學習環(learning cycle)、類比教學(analogy teaching)、概念衝突(concept conflict)、後設認知(metacognition)等。
- 五、雙重情境學習模式：余曉清 (She, 2002, 2003, 2004)為協助教師進行有效的概念改變教學所發展出的雙重情境學習模式(Dual situated learning model, DSLM)，此模式共分為六個步驟：1.科學概念本質的分析 2.學生科學迷思概念之本體架構分析 3.分析學生缺乏哪些心智架構(mental set)4.設計雙重情境學習活動 5.以雙重情境學習活動進行教學 6.設計挑戰情境學習活動。
- 六、網路化雙重情境學習模式：本研究所採用的概念改變教學模式，乃是根據余曉清所發展的雙重情境學習模式，設計出符合此模式之網路學習活動與教材內容，並且讓學生利用此網路化的學習活動與教材內容進行概念改變的學習。
- 七、黴菌概念學習網：依據網路化雙重情境學習模式所設計出關於黴菌相關概念的網路教材內容與學習活動之學習網站。

## 第五節 研究範圍與限制

本研究的對象為台中市某國小的學生，不具有全體國小學生的代表性，且教材範圍以九十二學年度牛頓版的國小生物教科書中黴菌相關內容為主。研究結果若要推論到其他群體或教材領域時，需謹慎衡量。

## 第二章 文獻探討

### 第一節 另有概念的探究

最近二十多年來，對於學生科學概念的探討一直是科學教育學者相當關注的議題。許多科學教育的研究發現，學生在進入教室之前，對於生活中各種的科學概念，常常已經有一套自己的詮釋方法，而且這種詮釋的方式往往異於當代科學社群所架構之科學概念。因此，學生在教室裡的學習是需要重組已有的知識結構。然而學生對於自己的先存概念往往根深蒂固不容易產生改變，所以探討學生的另有概念，可以作為教師進行教學前的參考，以便設計有效的教學策略以改變學生的另有概念。

#### 一、另有概念的意義

何謂『另有概念』(alternative concept)? 有些學者亦稱之為『迷思概念』(misconception)或『另有架構』(alternative framework)，是指學習者對於各種自然界的現象，有著異於當代科學社群所架構之科學概念的想法，且這些想法往往根深蒂固不容易產生改變，我們稱之為『另有概念』。另有概念包括：學生在正式上課前所持有的先備概念、另一種想法的替代性結構、兒童對科學的直覺、或是有缺陷的、不成熟的知識等。

#### 二、兒童另有概念的源由

科學的迷思概念形成的原因很多，但就一般而言，不外乎由學習者、環境及兩者交互作用下而產生的。

Driver (1981)認為孩童在成長的過程之中，勢必與周遭的人產生互動的行為，在這互動的過程中，孩童可能由這些人的身上得到一些關於科學的迷思概念，也可能由孩童自己觀察自然界的現象時，經過本身加以整理歸納後，由日常生活經驗裡，得到一些他們自以為正確但卻和正統科學相互矛盾的概念。

Duit (1995)指出兒童科學概念主要來源有下列六種：1. 感官的經驗。2. 語言的經驗。3. 文化的背景。4. 同儕團體。5. 大量的媒體訊息。6. 學校科學的教學。

Head (1986)認為至少有以下五種原因可能影響兒童概念：1. 來自日常的經驗和生活中的觀察；2. 由類比錯誤所產生的混淆；3. 隱喻的使用；4. 受同儕文化的影響；5. 來自一些固有的理念。

唐小媛和余曉清 (2003)認為國中生遺傳概念迷思成因有：1. 來自個人經歷；2. 受到社會文化的影響；3. 受到正規教育的影響；4. 符號表徵的誤解。

綜合各學者之研究，推論兒童的另有概念來源大致有：1.日常生活經驗與觀察之影響。2.日常生活語言和隱喻。3.以教科書知識為基礎的不當推論。4.媒體網路的誤導。5.望文生義的結果，名詞的影響（受科學用語的表面字義影響）。6.學科知識不足，以偏概全的結果。7.過份強調講述法。8.教師對於學童的迷思概念缺乏覺察心及興趣。9.教師教學過程不當造成的影響。10.同儕社群的影響。11.記憶的混淆（腦海中存有的錯誤記憶）。

### 三、另有概念的性質與特徵

在概念學習的特徵方面，Mintzes, Wandersee 和 Novak (1998)將另有概念和概念理解的特徵歸納成下列各點：

1. 學習者並非空瓶或白板，他們帶著關於自然的事物上有限但卻多樣的想法來學習科學概念，這些想法常常是與科學教師或教科書不相容的。
2. 許多另有概念是強烈地相關在年齡、能力、性別和文化層面。這些另有概念在所有形式的科學課程包括生物、化學、物理、地球與太空科學等都各有其特性，通常在個別的日常生活上都具有其實用的功能性。
3. 這些想法池經常是頑固的、抵抗的，不容易被傳統的教學策略所改變。
4. 當學習者建構意義時，這些想法與正式的教學產生交互作用，結果形成多種無意義的學習，由於形式測量的限制無法探出而隱藏著。
5. 學習者堅持的解釋通常類似於早期的科學家和自然哲學家。
6. 另有概念從多樣的個人經驗中產生，包括直接觀察、同儕文化、日常用語及其它大量的媒體。
7. 課室中的教師亦常常持有與學生相同的另有概念。
8. 成功的科學學習者擁有一個強力的階層、一致的相關概念架構，以及用較深入、更原則性的模式來表徵他們的概念。
9. 理解和概念改變是學習者自覺地建構意義的認識性的成果。成功的學習者透過有次序的認知事件，重構存有的知識架構，進而建構意義。
10. 聚焦在理解與概念改變的教學策略是有效的教室工具。

邱美虹 (2000)指出兒童科學概念上的學習困難，原因為下列四點：1.受到個人經驗的影響；2.概念本身是抽象的；3.概念本身是複雜的；4.概念本身是微觀的。

許多實徵性的研究結果也顯示學生在科學上的另有概念很難透過傳統的教學模式所改變(Osborne & Gilbert, 1980; Carey, 1986)。科學概念之所以難以改變的原因，學者已提出以下幾點說明：1. 學生的另有概念不斷地發生與應用在每天的生活經歷中(Osborne & Freyberg, 1985)。2. 學生對於抽象的概念無法理解(Murray et al., 1990)。3. 學生對於看不見的分模型無法察覺與認知(Gabel et al. 1987)。

Pfundt 和 Duit (1991)則回顧近 2000 篇的概念研究指出，許多迷思概念都很難改變，因為學童或成人的科學概念具有五種特質：1.個人的；2.固執的；3.強韌的；4.一致的；5.穩定的。

從前人的研究中，我們可發現孩童在學習科學時，常以自我為中心，使用日常生活的用語去解釋科學概念，並且受外在的感官知覺所影響，只注意具體可觀察的現象，認為觀察不到的就不存在，另外往往也忽略了動態系統間的交互作用。

而學生對於自己所建構出的概念是非常執著與頑固的，在學習時，傾向於保護其原有的想法與概念，所以要進行概念改變的教學可以說是非常的不容易。

#### 四、另有概念的研究方法

有關科學概念的研究，因不同研究派典及探討問題的不同，所採用的研究方法也有所不同。例如：屬於 Piaget 認知發展派典的學者，常應用臨床晤談的方法，以深入探討學生的抽象推理能力的層次，和概念形成的發展關係。屬於 Ausubel 認知結構派典的學者，則主張採用概念圖和 Vee 圖的方法，去發現學生的想法。屬於 Gagne 派典的學者，則常使用單字聯想、事例晤談、放聲思考的原案分析等研究方法(邱照麟, 2000)。

張惠博 (1999)整理國內外有關另有概念的研究方法，歸納出下列六種方法：1.診斷式的傳統測驗題：用於大量施測。2.概念構圖：展現概念關係之測量方法。3.晤談法：對個案學童進行事例或事件晤談。4.關係圖法：如單字聯想、樹狀圖、圖形建構、網狀圖、語意分析等。5.Vee 圖：利用集合關係圖來表示，可用來探索學童的理解。6.二階段測驗(Two-tier Test)：第一階段以選擇題診斷學生對科學概念之理解，第二階段再以問答題來根據學生之說明探索學生對概念之真正想法。

唐小媛 (2003)，將各種研究另有概念之方法與優缺點比較，如表 2.1：

表 2.1：研究另有概念之方法與優缺點比較

研究法	優點	缺點	實例
概念構圖	了解學生的另有概念及概念生態架構，也能作為後設認知的工具	事前需先訓練學生畫概念圖的方法，事後評分困難，大量取樣困難	結構式概念圖、概念圈圖、Vee 圖
晤談法	能深入了解學生的另有概念及認知歷程	費時費力，大量取樣困難，不具代表性	臨床晤談、事例晤談、概念聯想
二階段診斷測驗	可大量取樣，資料分析快速，方便量化研究，可作為後續質化研究的基礎	題目設計困難，選項不一定是學生真正的想法，也容易將所有學生的另有概念納入	雙層診斷測驗、 雙層診斷測驗網路化

## 第二節 概念改變的理論與教學

學習者是帶著各種迷思概念進入學習情境的，然而這些迷思概念通常有別於科學概念，且頑強而不易消除，所以教師必須知道學生對科學主題具有什麼迷思概念，才能因材施教、循循善誘，讓學生能真正改變其迷思概念，否則學生可能在學校學一套應付考試，在生活上又保持自己原有的另有概念。

### 一、概念改變的理論基礎

#### (一)、Posner 等人(1982)的概念改變理論

在科學教育領域裡概念改變最具影響力的理論，即屬 Posner 等人(1982)以皮亞傑 (Piaget)的認知發展理論為基礎所提出的概念改變理論。Posner 等人從認知學習的觀點出發，他們認為學習並不是單純地加入新的片斷訊息而已，而應是涉及新舊知識之間的互動關係。並且概念改變的形式可分為同化(assimilation)及調適(accommodation)。若學習者僅是將新知識納入原有的知識架構當中，而新、舊知識二者並未重新組織，稱之為同化，這種學習方式並未使原有的概念體系發生重大的改變。此外，若學習者的現有認知基模無法成功納入新知識時，學生必須取代或重新組織他們的概念，則稱之為調適，這種學習方式需要較大規模的概念改變。

Posner 等人(1982)依據皮亞傑的認知發展理論，提出讓學生產生概念轉變的四項必要條件，說明如下：

1. 對先存概念產生懷疑或不滿足(Dissatisfaction)：一般而言要放棄原有的概念並不容易，除非有充分的理由去懷疑它。
2. 新的概念是可以被理解的(Intelligible)：新概念能被充分的探索，使個體能體會與掌握新概念的架構。
3. 新的概念是合理的，可以有效解決所面臨的問題(Plausible)：新概念必須具備合理性，並且須比原有概念更能合理的解決問題。
4. 新的概念具有豐富性，可以詮釋更大的或新的領域(Fruitfulness)。

Posner、Strike(1982)等人也提出概念生態(conceptual ecology)的概念。所謂概念生態圈指的是個體在呈現概念時，所隱藏在概念背後的所有概念，它將會影響個體對於新的中心概念的選擇與調適的方向。包括有下列幾類：

1. 異例(anomalies)：當個體內在的概念受到衝擊或挑戰，個體會尋找新的取代者。

2. 類比和隱喻(analogies and metaphors)：類比和隱喻是可以讓個體容易理解接受新概念的方法。
3. 認識論的規準(epistemological commitments)：對於概念的本質、屬性有自己的判斷規準。
4. 形而上學的信仰和概念(metaphysical beliefs and concepts)：會形成許多不需要理由的假設，這些往往左右個體的思考方向。
5. 其他知識(other knowledge)：有時會受到其他領域知識的影響，或有許多概念互相競爭，最有用的新概念就會被接受。

### (二) Dykstra 等人(1992)的概念改變理論

Dykstra 等人認為概念改變主要有下列三種形式：1.區分：每個人會以自己認知的屬性為概念分類的依據，用以區分不同概念間的差異。2.類別延伸：一個概念由初次認知到完全熟悉的過程中，概念所具有的屬性會越來越分明，越來越精緻化，此即為類別的延伸，也是一種概念轉變的型式。3.重新概念化：亦即整個概念架構的轉變，例如：派典的移轉。

Dykstra 等人(1992)認為對於此種形式概念改變的教學模式，可以如下來描述：

1. 發現一些容易產生的現象，並不是每天經驗的部份，而是能夠讓學生有自信地去做預測。
2. 讓學生去預測，並且能夠去討論他們的理由。
3. 讓他們去和真實的結果做檢驗。
4. 建立一個討論的環境，而讓學生能夠在一個社群裡討論，和檢驗他們的想法，如此可以去解決在他們預測和真實實驗結果之間的差異。

### (三) Chi 本體論類別的轉換

Chi (1994) 從許多文獻的研究，發現某些概念在教學之後是容易改變，然而有些概念則是在具有堅固、拒絕改變的特性，然而這些拒絕改變的迷思概念是一些特定的物理概念，例如力學和電學的概念。為什麼會有這樣的情形呢？

Chi 以本體論的角度將概念實體區分為物質(substance)、過程(processes)和心智狀態(mental states)等三大類別，彼此間互相獨立。所謂「物質」是指物體有特定的條件，能指出它所擁有的狀態和屬性。如紅色的衣服、石頭是重的；「過程」則是指事件的發生，可能有序列性有因果關係，也可能只是機率問題，但它反映出自己特定的屬性；而「心智狀態」是指情意的

部份，如情緒或傾向。

然而在每一類別內的概念重組、修正、新增等轉變是屬於類別內的概念改變，比較容易發生；但是若要讓概念產生類別間的轉變或根本的概念改變則比較不容易發生。

根據 Chi (1994)的「不相容假說」，則物理的迷思概念被看成：概念一開始是分配在錯誤的本體論類別內，這和隨後與概念相關的資訊將會有不相容的結果，因此表現出它是相當難以學習的。也因為如此，所以要改變學生對於力的概念，需要跨越本體樹的類別間，也就是根本概念改變是非常困難的。

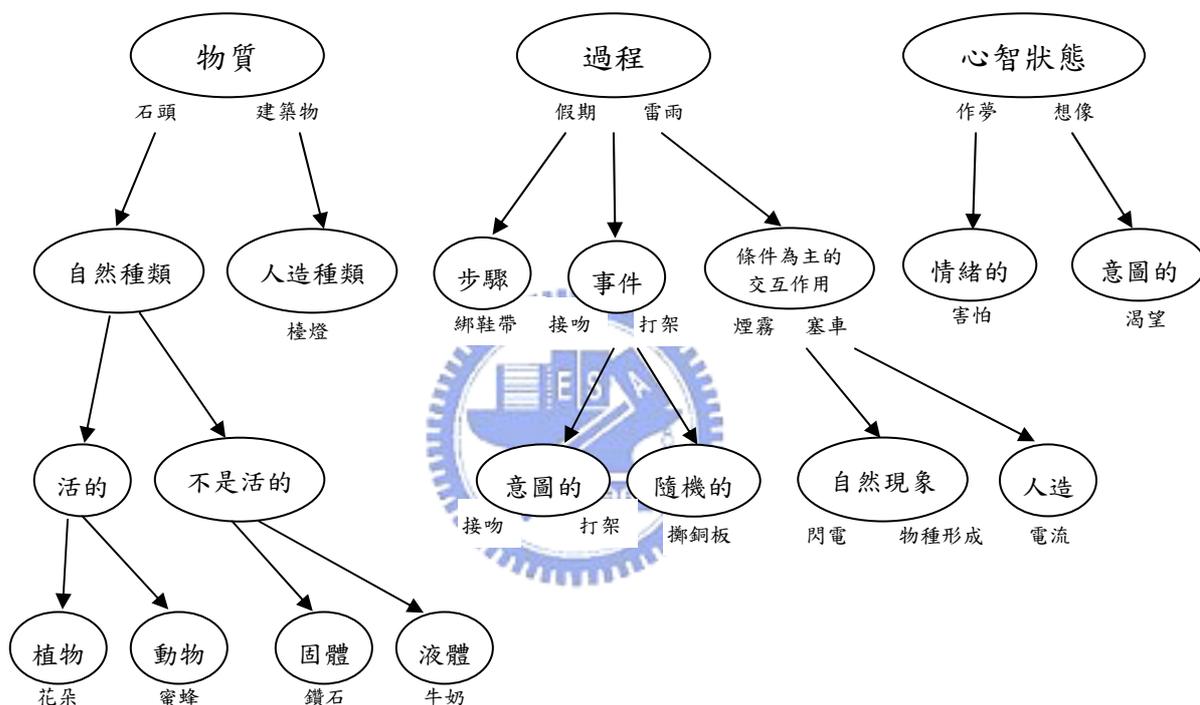


圖 2.1：Chi 本體論的組織架構圖(摘自邱美虹，2000)

#### (四) Thagard (1992)概念改變的階層

Thagard (1992)利用科學革命的案例研究來建立概念改變的模式，而來描述概念改變的不同形式與程度。他認為概念改變包含了部份的關係性 (part-relations)和種類相關性(kind-relations)兩種類型的改變，所謂的「部份的關係性」是指在概念樹階層裡較為下位的關係；而「種類的相關性」則是指在概念樹階層裡較為上位的關係。

並且指出概念改變有九個階層，分別是：增加新例子、增加弱原則、增加強原則、增加新的部份關係、增加新種類的關係、增加新概念、瓦解部份種類的階層、藉由分枝跳躍重組階層性、樹的遷移。

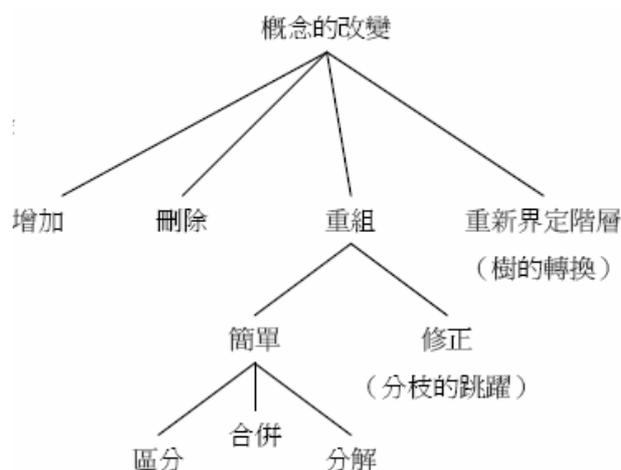


圖 2.2：Thagard (1992)概念改變的階層圖

(五) 余曉清 (She, 2002, 2003, 2004)認為概念改變的分析方式不應單以本體論的角度觀之，還需針對概念本身的內涵（複雜度與階層性）來分析概念改變的形式。包含屬性越多（如：抽象、動態…等特質）與階層性越高的概念越不容易改變，進而提出“雙重情境學習模式” (Dual Situated Learning Model)。

情境學習 (situated learning) 表示概念的改變必須架構在科學概念的本質與學生對科學概念的信念這兩個基礎之上，去發現學生要建構完整的科學概念所缺少的心智架構，並根據學生所缺少的心智架構設計一系列由淺而深、緊密相關的情境學習事件，且每一學習事件必須架構在前一學習事件之上，藉以輔助學生的概念改變。

雙重 (Dual) 的含意包括有情境學習事件一方面製造學生認知的不協調，另一方面提供其新的心智架構；同時在情境學習過程中一方面要激發其概念重整的動機，另一方面要挑戰學生原本的科學信念；以及科學概念的本質與學生對科學的的信念的雙重交互影響。

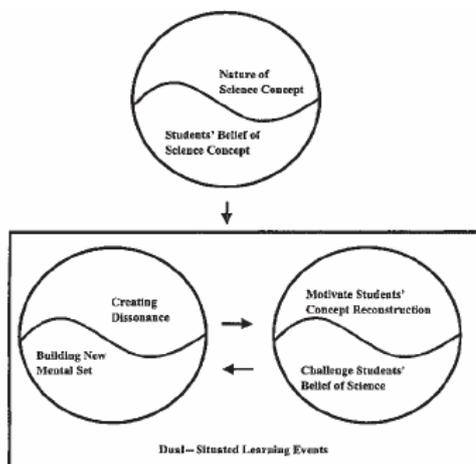


圖 2.3：雙重情境學習模式結構圖(She, 2004)

## 二、概念改變的教學策略

國內外有許多學者依據概念改變的理論設計出各式概念改變的教學策略，例如：學習環、概念衝突、後設認知、五階段教學法(Driver & Oldham, 1986)、類比教學(Clement, 1987)、雙重情境學習模式(She, 2002, 2003, 2004)等。

Driver 和 Oldham (1986)認為學生對於自然現象在學前的原有知識、學生主動建構的知識論以及學習乃是概念上的改變等三方面，是促使自然科學的教學需要仔細重新考慮的主要因素(摘自郭重吉, 1992)。因此他們發展出五階段教學法，第一階段是幫助學生找到探究的方向；第二階段是設法引導出學生原有的想法；第三階段是修正重組學生的想法，使之接近科學的概念；第四階段是讓學生運用新行程的想法，來驗證其合理性進而強化新的想法；第五階段則是讓學生回想整個概念改變的過程，培養其後設認知的能力。

表 2.2：Driver 和 Oldham(1986)五階段教學法 (摘自郭重吉, 1992)

階段	目的	方法
1. 確定探討的方向	激發學生的興趣並安排上課情境	實際的活動、待解決的實際問題、教師的示範、影片、錄影帶、剪報等
2. 引出學生想法	讓老師和學生注意到一些原先就有的想法	實際的活動、小組討論後提出報告
3. 想法的重組	使學生察覺到和自己原先觀念不同的科學上的觀點，而能以此科學的觀點來修正、擴充或取代原有想法。	
(1) 澄清與交換	體認有其他想法存在，並仔細檢討自己的想法。	小組討論與綜合報告
(2) 置於衝突情境	考驗現有想法的有效性	教師示範、個別實驗、習作
(3) 建構新的想法	修正、擴充或取代原有的想法	討論、閱讀、教師指導
(4) 評鑑	考驗新建構想法之有效性	討論、閱讀、教師指導

4. 應用新的想法	利用熟悉以及新奇的情境來增強學生新建構的想法	個人寫作、實驗活動、解決問題、專題研究計畫
5. 回顧想法的改變	注意到想法的改變並熟悉學習程，使學生能省察其想法改變的程度	個人寫作、小組討論、個人日記、回顧以前做的海報等

Clement (1987)利用『搭橋策略』做一系列相關聯的類推，讓學生在實際操作中修正學生的迷失概念，成功地說服學生們去相信書桌上有書，就像壓縮的彈簧一樣，有力存在。這種利用「搭橋策略」的教學，能由類推與討論中建立共識，是達成有效學習的一種方法（熊召弟、王美芬、段曉林、熊同鑫譯，1996）。

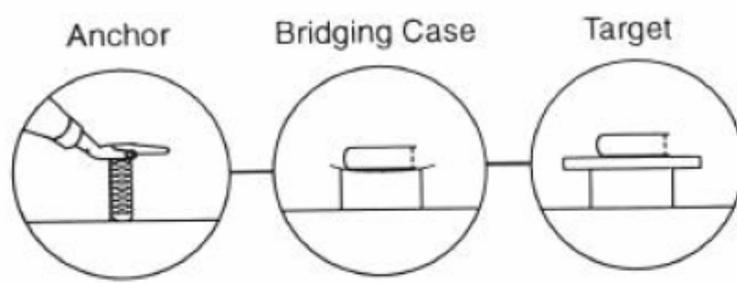


圖 2.4：Clement 力的類比搭橋策略圖

許多科學教育學者利用衝突矛盾情境讓學生對先存概念產生疑惑，進而進行概念改變的教學，例如：蔡今中（Tsai, 2000）設計了『衝突圖』（conflict maps）的教學工具來協助教師設計概念改變教學課程。衝突圖建構在下列的教學設計：1.有意義的概念學習，須有相關情境的感官支持。2.在知識建構的過程中，學生以先存概念為基礎，去了解新的概念。3.有意義的學習，包含學生知識架構的整合。衝突圖基本上是依據 Posner 等人(1982)提出的概念改變條件為基礎而發展的概念改變教學策略，其步驟如下：

步驟一：設計矛盾情境，使學生的先存概念無法解決此事件而產生不滿足。此時學生可能會設法扭曲所觀察到的現象，使先存概念能合理化詮釋矛盾情境。

步驟二：設計關鍵事件，讓學生合理化的理由消失，學生認知到先存概念真的無法解釋此事件，再提出可被學生理解的目標概念，來合理詮釋關鍵事件。

步驟三：以相關的科學概念強化目標概念的合理性。

步驟四：設計支援目標概念的知覺活動或實驗，讓學生體驗目標概念是合理可行的。

余曉清 (She, 2002, 2003, 2004)發展出的雙重情境學習模式(Dual situated learning model, DSLM)協助教師進行概念改變教學。DSLM 強調概念改變的成功與否必須植於科學概念的屬性與階層性，以及學生對於科學概念本質的信念。其次，DSLM 學習事件的設計強調不僅需要造成學生另有概念的不平衡，同時提供學生所欠缺的心智架構，進而修正舊有架構或重新建構新的概念。其概念改變過程還強調要引發學生重新建構概念的動機，以及挑戰其原有科學概念之信念(She, 2002, 2003, 2004)。

DSLM 由六個階段所組成，簡單說明如下：

階段一：分析科學概念屬性。它能提供建構此科學概念所需的心智架構。

階段二：找出屬於此科學概念常見的另有概念。此階段需要瞭解學生所存有的先備概念以及學生對於此概念的理解。

階段三：分析學生對於建構新的科學概念所缺少的心智架構。藉由第一階段和第二階段的資料比較分析，可以找出學生對於建構新的科學概念所缺少的心智架構，來作為設計一連串的 DSLM 情境學習事件的依據。

階段四：設計雙重情境學習事件。此階段運用的原理是先設計一連串衝突情境事件讓學生的另有概念無法解決問題，產生不平衡、不滿足的認知狀態。接著找出學生可能提出的想法解答，設計讓學生能親自體驗、操作、思考驗證其答案正確性的學習情境，試著將學生所缺少的心智架構導入，慢慢讓學生建構較接近科學概念的概念輪廓。

階段五：進行雙重情境學習模式的教學。每一情境事件皆以問題引導（依據學生常見的迷思所設計）揭開序幕，再藉由設計好的活動事件，讓學生能親自體驗、操作、思考驗證其答案的正確性，試著將學生所缺少的心智架構導入，慢慢讓學生建構較接近科學概念的概念輪廓。為了解學生在教學活動中概念改變的過程，一次只出現一個問題，且同樣的問題在事件開始與結束都會提問一次，學生不得更改先前的紀錄。也可以用晤談法，讓學生『出聲的思考』（將思考過程用言語方式表達出來）以了解學生概念改變的過程。

階段六：挑戰情境學習事件。這個階段可以檢驗學生是否真的在教學過程中獲得原來缺少的心智架構，能運用新的科學概念來解決類似

的情境學習事件。

雙重情境學習模式(DSLM)的概念改變教學策略揚棄單以本體論作為概念分析方式，改以概念本身包含的屬性與階層性的觀點切入，分析概念改變的可能性，是一項創新的論點。本研究即採用雙重情境學習模式概念改變教學策略，進行黴菌的概念改變教學設計。

此模式的重大特色是概念改變教學設計必須建立在理化概念本質與學生理化迷思概念之本體架構的分析之上，以理解究竟學生缺乏哪些心智結構因而無法建立完整的概念。其次，本模式另一個重點則是所設計出的雙重情境學習活動必須依據學生所缺乏的心智結構為依據，同時必需兼具產生不和諧(dissonance)以及提供新的心智結構(new mental set)的功能，概念改變才有可能達成。同時產生不和諧的過程中，則同時必需引發學生的學習動機、興趣、好奇心與挑戰學生科學概念的信念。有些學者認為動機有可能增進概念改變的產生，但也可能阻礙其發生(Duit, 1999; Pintrich, et al., 1993)。Vosniadou 和 Brewer (1994)則認為學習者本身和學習的本身之動機信念有可能促進或抑制概念改變的產生。Pintrich (1999)指出動機信念可能不是直接影響概念改變，但其卻影響學習者對於學習的看法，而促進或抑制概念改變的產生。Pintrich 和 Schrauben (1992) 認為學習者擁有某種動機信念會促使其學習時進行深層的認知學習，而 Chinn 和 Brewer (1993)則提出參與深層的認知學習可促進概念改變的產生。由此可見學習動機在學生的科學知識建構與重建中佔有非常重要的角色。因此在所設計的所有雙重情境事件都強調在造成學生不調和的同時，即提供了學生欲瞭解真相的學習動機。一但學生有動機參與活動預測以及觀看實際結果，則概念重建的可能性即因此而產生。此概念改變的過程必需要挑戰學生的科學知識之本體觀(ontological beliefs)與認識觀(epistemological beliefs)等信念。其次所提供之新的心智結構是概念重建重要的關鍵，因此該架構對學習者而言必須合理的、易理解的、有利的、效果好的正如 Posner 和 Strike (1982) 所建議的，同時學習活動的設計必須要使學生親眼見到具體的實物或模型等以促使概念的重新建構得以產生。依據 She (2002)研究顯示當概念的階層性越高則表示其所包含的相關基礎的概念越多，此種概念的建構或改變的困難度則越高。因此究竟需要多少個雙重情境學習事件，才能協助學生建構或重建某科學概念，則需視其概念的階層性與學生所欠缺的心智架構的數目而定。每一個雙重情境學習事件都是架構在前一個事件上，因此概念是緊密架構且有階層關係的。

此概念改變模式突破了過去認知心理學領域與科學教育領域的個別限制，其並成功地應用於學生難以改變的科學概念，且達 80%的學生可以概念改變成功，重新建構科學界所認同的科學概念，如浮力(She, 2002)、大氣

壓力(She, 2002)等。這些實徵研究的結果證明(一)、當概念的階層性越高則表示其所包含的相關基礎的概念越多,此種概念的建構或改變的困難度則越高。因此究竟需要多少個雙重情境學習事件,才能協助學生建構或重建某科學概念,則需視其概念的階層性與學生所欠缺的心智架構的數目而定。(二)、不同階層性的理化概念均可以用此模式達成75%—95%的學生概念轉移。(三)、概念改變的教學必需依據理化概念的本質以及學生理化概念的本體架構。(四)、概念的改變教學活動需同時具備造成不和諧與提供新的心智結構。所以“雙重情境學習模式”對於不同階層性的理化迷思概念改變具有明顯的成效。

除此之外,更突破了過去研究者所認為難以改變的概念因素:(1)、概念是微觀的、抽象的、源自於生活經驗(2)、學生所擁有的概念與所學的概念本體類別不相容;即物質與過程的理化本質上差異,並成功地應用於許多學生難以改變的科學概念,且達70%~95%的學生可以概念改變成功,重新建構科學界所認同的科學概念,如浮力(She, 2001)、熱膨脹(She, 2003)、熱傳播(She, 2004)、溶解和擴散(She, under revision)、遺傳(唐小媛, 2003)等,更重要的是並成功地應用於課室教學促使學生概念改變(She, 2003; She, submitted)。這些實徵研究的結果證明(一)、不同本質的理化概念(如:微觀的、抽象的、過程的、高階層性的)均可以用此模式達成75%~95%的學生概念轉移。(二)、難以改變的概念也可以經由此模式達成概念改變,只要依據理化概念的本質以及學生理化概念的本體架構進行設計雙重情境事件進行教學,且概念的改變教學活動同時具備造成不和諧與提供新的心智結構。(三)、概念改變不一定需要長時間才能達成,雙重情境教學模式即突破了許多研究者(Vosniadou and Brewer, 1994)所認為概念改變是需要長時間且漸進緩慢才能達成的。

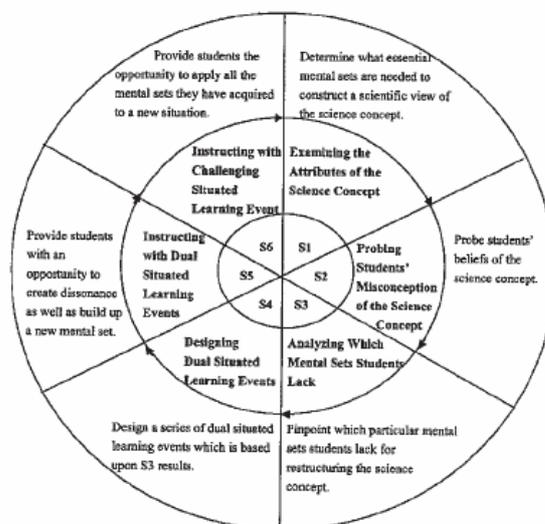


圖 2.5：雙重情境學習模式圖(She, 2004)

### 第三節 網路與科學學習

近年來隨著電腦科技的進步及網際網路的蓬勃發展與普及，由於其具有跨越時空、多媒體及超連結資源豐富的特性，使得數位學習成為一種新的學習模式。

#### 一、電腦網路教學：

自從 1940 年代電腦問世之後逐漸改變人類的生活方式，尤其在 1960 年代積體電路的發明，更將人類的文明向前推進了一大步。在 1960 年代，美國伊利諾大學發展 PLATO(Programmed Logic for Automatic Teaching Operation)系統，首度將電腦應用於教育領域，開啟了電腦輔助教學(Computer-assisted Instruction, CAI)的時代。

從此電腦網路教學經過許多不同的階段，從早期的電腦輔助教學(Computer-assisted Instruction)、電腦輔助學習(Computer-assisted Learning)、線上學習(Networked Learning)進展到目前的網路化教學(Web-based Instruction)及網路化學習(Web-based Learning)，各種不同的階段都有其特殊的背景及特性。

美國學者 Taylor (1980)指出電腦多媒體在教育上的應用角色可分為以下三類：

1. 把電腦當作教師(Computer as the tutor)：以電腦扮演教師的角色指導學生學習，讓學生操作電腦接受電腦的指導、訓練與練習、模擬與問題解決等教學活動，例如：電腦輔助教學 CAI(computer-assisted instruction)。
2. 把電腦當作徒弟(Computer as the tutee)：由使用者控制電腦的各項反應，讓電腦來幫忙執行。使用者需知道與電腦溝通的方法，撰寫程式來控制電腦。
3. 把電腦當作工具(Computer as the tool)：把電腦當作教學與學習的工具，提供教師與學生發揮其創造力的工具，例如：文書處理、教學簡報、繪圖、排版等。

以上三種類型的發展年代、理論基礎、特徵、影響及實例如表 2.3：

表 2.3：科技媒體之發展沿革法(摘自楊錦潭, 1996)

年代	理論基礎	科技媒體特徵	影響	實例
1960 年代 教學用 (TUTOR)	行為 學派	1. 文字為主題方 式呈現 2. 單機學習	用於彌補正常教 學之不足	學習式、單機式、 模擬式、遊戲式
1980 年代 初期學習 用 (TUTEE)	建構 主義	1. 圖形文字方式 呈現 2. 單機學習 3. 強調互動式學 習、發現式學習	1. 建構主義取代 過去背誦為主之 教育 2. 教學技能包括 了解問題、解題策 略、驗證結果等項 受到重視	1. 以 Logo 程式語 言來建構觀念 2. 以問題解決為 教育之重心
1980 年代 後期工具 用 (TOOL)	社會 建構 主義	1. 多媒體方式呈 現 2. 強調互動式教 學、合作或網路 學習	1. 計算技巧不再 那麼重要 2. 群體意識逐漸 重要	1. 以問題解決為 教育之重心 2. 網路學習

一直到全球資訊網(World Wide Web,WWW)於 1989 年起源後，這種能夠整合文字、圖形、聲音、影像、動畫等資訊並且具有超連結特性的全球資訊網，以其無遠弗屆及豐富的資源造就了網際網路的多元化學習環境，網路學習遂成為目前資訊融入教學的主流。

周倩、楊台恩 (1998)指出網際網路具有以下特質：

1. 數位化多媒體資訊的呈現：多媒體資訊整合了文字、圖形、聲音、影像和動畫等資料，可以引導學習者的注意並幫助其理解。
2. 超本文或非線性的訊息搜尋、儲存的方式：學習者透過超連結可以用非線性的方式搜尋網際網路上的資訊。

3. 提供同步與非同步的互動：包括人機與人際及同步與非同步的互動方式。
4. 去情境化及匿名的傳播模式：排除學習者的身份背景、年齡、長相、字跡、社會地位等不利的傳播障礙並具有網路匿名溝通的特性。
5. 全球化與分眾化的同時進行：可讀取全球的學習資源也可依照自身的興趣和需求搜尋並選擇特定的主題與社群。
6. 傳播內容即時性的需求：強調資訊的『新』、『速』與『多』，有隨時在出版的報紙、雜誌、廣播、電視、網站。

周倩 (1998)指出將網際網路的特質應用到教育學習上，也就是所謂的網路學習，具備了以下的特質：

1. 連接性(Connectivity)：可連接學習者、教師、家長、專家等。
2. 促進合作(Collaboration)：可以跨越時空限制進行同儕合作學習。
3. 學習社群(Community)：形成虛擬學習社群，進行真實學習。
4. 知識的分享(Share Knowledge)：增進訊息、知識傳遞的速度與廣度。
5. 無邊界的網界(Unboundedness)：突破傳統教室的限制，往往相連到天邊。
6. 鼓勵探索(Exploration)：鼓勵探索、發現學習。
7. 多重感官的經驗(Multisensory Experience)：多媒體的訊息呈現方式並提供不同的感官選擇。
8. 以學習者為中心(Student-Centeredness)：要求高度的學習者參與和責任，教師的角色轉變為建構學習環境及協助學生學習。
9. 真實性(Authentic)：突破傳統教材簡化事實、抽離情境脈絡的限制，可連接到較真實的學習情境。

對於網路學習環境的特質，林奇賢 (1998)也提出網路學習環境與傳統學校教學情境相比具有以下八項嶄新的特質：

1. 破除學習時空之藩籬：學習者可以在任何時間、任何地點進入學習之環境。
2. 多元化的學習資源：網路學習資源具有文字、圖形、聲音、影像及動畫等多種型態，且學習者可藉由超連結擷取各地的學習資源。
3. 互動式學習：包括人機互動與人際互動。

4. 個別化學習：網路學習環境採用學習者控制的設計，可針對不同學習者，提供個別化的學習路徑、學習進度與學習方法，並因應學習者的個別需要提供最適當的教材。
5. 建構主義學習型態：網路學習環境鼓勵學習者搜尋資料、主動參與學習並達成自我學習目標，符合建構主義的理想。
6. 家長的參與：家長可以藉由網路學習環境來瞭解孩童的學習情形並陪孩童一起進行學習活動。
7. 教師角色的轉變：教師必須由消極『說書』的角色，轉變為學習過程中的輔導者、伙伴和學習資源提供者。
8. 科際整合：網路學習環境不受傳統分科設班的限制，可以依據學習目標打破科際間的限制。

然而在發展網路化的課程時所必須注意的事項，Chou 和 Tsai (2002)指出以下幾點：

1. 瞭解學生的需求：要仔細地分析學生的先備知識（如認知、情意、心理的技能水準）外，還必須瞭解他們操作電腦的能力及其學習環境與文化背景。
2. 確認教學的目標：教師由『講台上的賢者』轉變為『在旁的引導者』、課程發展由『教師為中心』轉移成『學生為中心』、網路化的課程適合個人導向的學習，學生可有更多的選擇或掌握，不僅在學習時間、進度也包括了教學目標和學習成果。
3. 選定學科內容的範圍：網路學習具有多樣化、動態、非固定、連結、網狀與非線性的特性，老師要慎重審查網站上的資訊並做適當的連結，將網站分成關鍵性的、重要的、不錯的類別，並做出適當的指引，學生才能根據自己的計劃表及進度進行學習。
4. 安排學科內容的先後順序和結構：在網路課程中學習者有很大的選擇與自由，因此，網路課程的安排必需適合學生的先備知識和技能，同時也需讓課程有所彈性以適合個別的學生，避免學生迷失在課程之中。
5. 選定呈現方法和媒體：網際網路是一種多媒體系統，它混合了文字、圖形、聲音、動畫和影像，讓教學呈現出更多的方法。
6. 設計評量活動：網路評量活動可以提升學習成效，建議每週的網路學習課程應該包含：該閱讀的頁數、該回答的問題和該解決的問題、線上要討論的材料等。

7. 施行形成性的評鑑：實施形成性評鑑藉此不斷的維護與更新網路課程，例如：網站的連結皆須持續地更新
8. 課程的完整性：網路課程必需要有完全的計畫和準備。

## 二、網路學習的成效：

目前網路學習在教學中較有成效的有以下幾種模式：

1. 網路合作學習：合作學習的意義在於將具有個別差異的個體藉由分工、不停的討論交換資源與資訊，透過回饋與互動、指責或鼓勵、協調解決不同的意見，以達到團體的最高的利益。網路提供了一個多點連結與即時互動的特性，讓分散各地的學習者可以在網路環境中一起學習，將合作學習的教學模式在網路環境中實現。例如：Chan 和 Chou (1997) 設計以「交互教學」(reciprocal teaching)為藍本的同儕合作學習系統 (reciprocal tutoring)。在該系統中，沿襲交互教學的責任分擔以及同儕交互教學的特色。發現大體上分散式的交互教學系統的學習效果優於個別式家教系統，而後者的效果又優於學習者獨自學習。因此支持在合作學習的環境下，人際互動（接收教學與提供教學）確實有助於學習效果的提昇。
2. 網路同儕互評：利用網路科技來進行同儕互評工作，學生在整個教學活動過程中必須扮演作者、受評者及評審者三種角色，而網路的傳播性可以將學生作品及各組評定內容公開呈現，增進互動。例如：徐雍智、蔡今中和陳明璋 (2002)以數學創意類比與同儕交互評量的活動方式進行教學，結果發現學生在同儕互評與創意類比的過程中可促進學生較高層次的思考。

針對電腦網路教學對學習成效的影響，廖遠光、黃淑敏 (2003)曾收集與網路學習相關的文獻資料進行後設研究分析，探討網路教學與傳統教學，對學生在認知與情意兩方面之學習成效的影響，結果發現在認知與情意兩方面的研究案，均肯定電腦網路教學，確實能增進學生的學習成效，並增進學生透過網路學習的信心，產生正向學習的學習態度。其研究結論有以下兩點：

1. 認知學習方面：網路教學應用於學生認知學習上可帶來中等的學習成效，顯示電腦網路學習確實優於傳統教學 (ES=0.4857)。
2. 情意學習方面：學習成效雖微弱，但是網路學習運用於情意學習上仍然優於傳統教學的學習成效 (ES=0.3448)。

而國外的相關研究則與國內有相同的發現，Shafer, Lahner, Calderone,

Davis 和 Petrie (2002)指出網路學習可以促進學生自我學習，並且擁有較好的學習策略以獲得較佳的學習成效；She 和 Fisher (2003)在網路多媒體動畫科學學習課程研究中，顯示不同學習風格與年級的學生在認知學習與情意學習上均有顯著的成效。Leung (2003)指出網路具有許多優良的學習特性如打破時空限制、具有高彈性的課程設計等，也因為這許多特性才促成學生在學習上有較佳的成效。

由此可見網路學習與傳統教學模式相較起來，具有較高的學習成效，是值得嘗試的教學模式，也是未來教育發展的趨勢。

### 三、網路與科學學習：

余曉清 (1997)指出電腦網路科技將可以下列三種方式來促進並豐富科學學習：1.科技引發學生學習動機。2.科技讓學生有機會主動學習與創造。3.WWW 科技培養學生分析整合能力。

目前利用電腦網路進行科學學習的模式大概可分為以下幾種類型：

1. 探究式教學：教師營造一個教學情境，引導學生發現問題並解決問題並從中學習，而電腦網路的融入提供了教師一個良好工具營造教學環境，讓學生的創造力及探索的歷程都能夠具體的呈現出來，並且能增加發表及互動的機會。例如：美國加州大學柏克萊分校在網路上設計一套完整的探究式物理學習環境，稱為『Knowledge Integration Environment』該探究學習環境透過各項輔助工具軟體來支援學習者進行問題解決活動，再以網路上豐富的資源做為問題解決活動時所需的資料來源，提供學生一個完整的知識整合環境，使用電腦及網路來輔助學生進行物理方面的探究學習。
2. 網路融入 PBL(Problem Based Learning)：利用非結構化問題增進學生的學習興趣及成效，網路的融入將使得問題的呈現更多元，可以吸引學生，提高學生的學習動機，網路也提供學生搜索資訊的工具，使學生能增進自我學習。例如：游文楓和余曉清 (2003)利用網路化問題解決教學策略進行國一的生物課程教學，結果發現網路化問題解決教學策略有助於非結構化問題解決能力的追蹤效果。
3. 鷹架學習理論：教師扮演鷹架架設者的角色，輔助學生學習，在學習過程中逐漸將學習責任引導至學生身上，最後希望學生能自我主動學習，建構自我完整的知識。在網路的開放環境中，教師能透過網路的功能更輕易的建設有利於學生的暫時性支架，而學生在網路的環境中更容易有個別化思考，獨立學習的優點。例如：Marcia C. Linn 等人 (2003)建立一個以網路為基礎的探索科學的學習平台(The Web-based Inquiry

Science Environment , WISE)系統，提供中小學學生網路科學探索活動，其內容包括調查、辯論、評論、設計等類型的研究主題，學生可以自由選擇有興趣的主題進行探究學習活動，在學習過程中透過研究資訊的閱讀、提示、筆記、問答、視覺化的網路工具與網路討論等方式，進行主題探究的活動。

4. 主題式學習：學生在學習活動上以一個主題為出發點，向外擴展。此一專題取向的網路科學學習活動，強調資料的蒐集與分享、視覺化的科學工具及合作學習的模式。例如：CoVis ( Collaborative Visualization )，CoVis 是一個多媒體知識建構的網路學習環境，利用電腦網路將孤立的教室與大學實驗室結合形成一個社群，強調專題導向的科學學習、視覺化的科學工具及合作學習的模式 (Edelson & O'Neill, 1994)。
5. 後設認知學習：余曉清 (She, 2004)透過網路多媒體電腦動畫與後設認知策略結合針對學生難以理解的浮力概念進行學習，結果發現此學習模式確實有助於提升學生對科學概念的認知學習成效。

這些網路科學探索課程，促使科學的學習不是只為了未來能在社會上生存而準備，而更能與現階段生活結合，此種課程設計將更能符合學生學習需要。網路科學探索活動(on-line science inquiry)具有以下特色：課程內容是最新的、課程內容是來自第一手資料、資料非常完整、資料是以多種模式方式呈現、學生可以在網路上發表、學生可以在網路上彼此合作分享資料看法。

Jonassen (1997)也強調，應該將電腦視為心智工具(Mindtools)或是認知工具(Cognitive tools)，使學習者在有意義的方式進行思考以及增進批判性思考(Critical thinking)，協助學習者建構自己的知識，以達到更高層次的學習。也就是說，電腦及網路已成為促進學生學習的認知及後設認知工具。

網路科技工具使得科學教育的教材與教法更加的豐富，藉由電腦網路可以提供許多新穎的教學資源、教學媒體與教學策略；也讓學生有了新的學習方式，學生可以主動利用電腦網路來進行科學的學習、探索與概念的建構。

綜合以上文獻所言，利用電腦網路教學不僅能讓學生接觸更多元的學習素材與媒體，並且能促進學生學習的認知與後設認知，所以利用網路化的教學活動來進行學生科學概念改變的教學模式，是值得嘗試與研究的方向。

## 第四節 真菌教學研究

根據 Whittaker 在 1959 年所提出的五界說，真菌界(fungi)屬於五界之一，『真菌』在生態上扮演著重要的角色且與我們的日常生活中有著非常密切的關係，但是相關概念在科學教育上的研究較為少見，並且在中小學的自然科學教學單元中也是屬於較不被重視的內容，也因此許多學生容易在有關真菌的概念上產生另有概念。

### 一、真菌

真菌是一群沒有葉綠素，無法行光合作用的生物，以前隸屬『植物界』，現在已經獨立成一界『真菌界』。因此他們的構造和營養方式與植物不同，真菌的共同特徵是個體均由纖細的菌絲所構成，主要的生活方式是腐生、寄生和共生（葉增勇, 2003）。

真菌的種類繁多，分類系統很複雜，為了便於中、小學甚或大學的教學，一般將常見的真菌分為四類：接合菌、不完全菌、子囊菌和擔子菌（吳美麗, 2002）。接合菌主要特徵是菌絲體不具隔板，無性生殖的分生孢子位於菌絲末端之孢子囊，有性生殖會產生接合孢子；不完全菌是尚未發現有性生殖的一群；子囊菌類的孢子是在子囊中產生；擔子菌的菌絲具有桶狀隔板，其子實層中會產生有性生殖之擔子柄及擔孢子。

### 二、教科書中的真菌概念：

真菌的種類甚多，高中教科書（生命科學上冊，大同資訊出版, 2001）中對真菌的介紹所提到的真菌種類有酵母菌、黴菌、蕈類等。

以目前九年一貫課程國小自然與生活科技領域各版本的教科書中，僅牛頓版有專門的單元介紹真菌相關的概念，其他版本的教科書對真菌相關的概念並沒有完整的介紹，所以本研究以牛頓版的教科書進行分析與研究，在國小的自然與生活科技領域課程中，有關於真菌的課程呈現於五年級第十冊的『微生物的作用』單元，其真菌相關概念分析如表 2.4：

表 2.4：國小教科書的真菌相關概念分析

項目	內容
版本與冊別	牛頓版第十冊
單元名稱	微生物的作用
出現之真菌種類	麵包黴、紅麴菌、青黴菌、酵母菌

真菌的型態

黴菌由菌絲構成，有些菌絲頂端會形成孢子囊，成熟後會裂開，許許多多的孢子便飄散到空器中，遇到適當的環境，又會萌發成菌絲。

真菌的生長

黴菌的生長受水分、溫度及養分的影響。

真菌的應用與影響

益處：食用及醫藥用途

害處：引起動植物體病害

因為國小教科書中對真菌的教學主要是以黴菌相關的概念為主，所以本研究即針對國小學生的黴菌概念進行概念改變教學之研究。

### 三、黴菌概念分析圖

茲將國小教科書中對黴菌相關概念的介紹分析如圖 2.5：

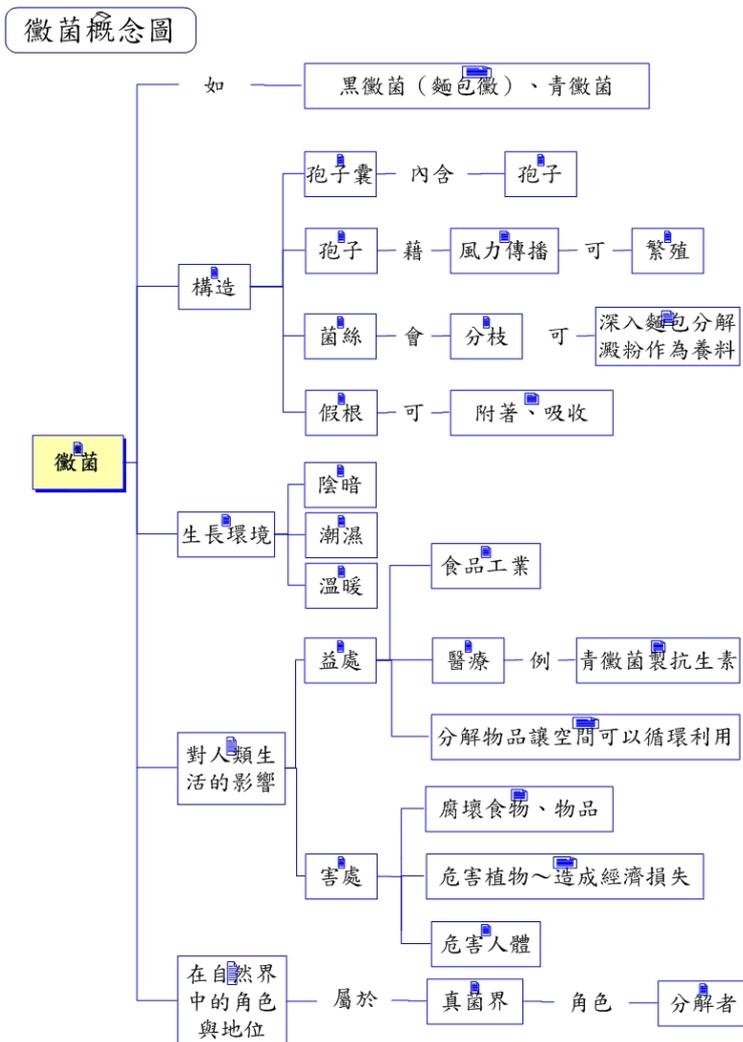


圖 2.5：黴菌概念分析圖

### 三、國小學童對於黴菌概念之認知情形

國外對黴菌概念教學的研究非常少見，而國內則有鍾玉茹曾針對國小學生的黴菌另有概念及其成因進行研究，根據鍾玉茹 (2001)針對未學過黴菌課程的國小四年級學生及學過黴菌課程的國小六年級學生的進行問卷與訪談的調查，研究結果指出國小學生對於黴菌概念之認知情形呈現出下列的狀況：

1. 學生對於生活中發黴現象之觀察，大多能察覺生活中食品類與用品類之發霉現象，大部分的學生是具備物品會發黴之認知。
2. 學生對於顯微鏡下黴菌的構造並不是很瞭解，多數四年級學生把黴菌當成一般植物看待，並沒有孢子、菌絲等概念，部分六年級學生對於黴菌構造之概念也不清楚。
3. 有部分學生認為發黴是由細菌引起，將黴菌與細菌混淆。
4. 大部分六年級學生都知道黴菌主要是以風力幫助傳播繁殖，但少部分四年級學生具有迷思概念，認為黴菌主要靠昆蟲或人類傳播。
5. 約有一半學生對於黴菌之營養方式並不瞭解，部分學生認為黴菌可行光合作用，只有少部分學生能指出黴菌因為不具葉綠素所以不能自製養分。
6. 學生對於影響黴菌生長因素當中，多能指出『比較溫暖』、『潮濕』的環境會導致黴菌容易生長。但是對於光線是否影響發黴這一項變因，絕大部分的學生都認為光線會影響黴菌生長，此項迷思概念根深蒂固難以改變。
7. 大部分學生對於食物放入冰箱冷藏、以日光曝曬等防黴方法是熟悉的；對於食物添加糖、鹽以及製成罐頭的防黴方法則較不熟悉。
8. 絕大部分學生認為發黴食物是不可食用的，只有極少數學生認為去掉發黴部分後仍可食用，這可能是受家人影響。
9. 學生對於黴菌之應用概念並不全然瞭解，大部分學生知道黴菌可製醬油、豆腐乳，也知道有的黴菌可用來發酵、釀酒，但也有部分的人認為泡菜、冰淇淋和黴菌有關，表示對於黴菌的應用概念是不清楚的。
10. 對於黴菌的分解功能，多數學童知道黴菌可腐壞食物，對於黴菌在生態系上扮演重要分解者的角色，四年級的學生大多不瞭解。
11. 大部分學生都知道黴菌對於人類的危害，例如癬、香港腳等，但對於黴菌可提煉抗生素之優點，四年級的學生大多不瞭解。

由以上研究可看出無論是未學過黴菌課程的四年級學生或是學過黴菌課程的六年級學生，對於黴菌都具有相當多的迷思概念。

## 第五節 學習動機

學習動機是學生學習的源頭活水，學業成敗的關鍵，故教育人員從事學習輔導時，宜正本清源，重視學生學習動機的問題(林建平, 2003)。由此可見，學習動機對學生學習成就影響的重要性。

對於學習動機這項議題的研究，從早期強調外在刺激與反應的行為主義、探討內在動機的人文主義、以成就動機觀點的成就動機理論，一直到近二十年來的自我效能理論(Bandura, 1986)、歸因理論(Weiner, 1986)、自我價值論(Covington, 1992)以及 Pintrich 和 DeGroot (1990)所提出的社會認知的動機模式，都強調學習動機的重要性。

學習動機是指引起個體的學習活動，維持學習活動，並促使該學習活動朝向教師所設定目標的內在心理歷程(張春興, 1996)。

依學習動機的起源分類，大致上可分為兩類：一為外在動機(extrinsic motivation)、二為內在動機(intrinsic motivation)，外在動機是受到外在環境因素影響而產生的，內在動機則是因內在需求而產生，學習者對於自己珍視、好奇、興趣與挑戰性的學習活動，在無明顯酬庸的狀態下，自動自發的投入，並從學習中獲得勝任感與控制感的滿足(林建平, 1997)。

而近年來較受重視的是 Pintrich 和 DeGroot (1990)所提出的社會認知的動機模式(social cognitive model of motivation)，Pintrich認為在學生的學習歷程中，學習動機包括價值(value)、期望(expectancy)與情感(affect)等三個主要的動機成分。茲將此三個主要成分簡要說明如後：

- 一、價值：價值動機成分主要包含了學習者的目標導向與工作價值。目標導向又可分為內在目標導向及外在目標導向，具有內在目標導向的學習者，會為挑戰、興趣等因素而從事學習；而外在目標導向的學習者，則會為了外在成績、報酬、讚美等因素而從事學習。Pintrich認為學生可能同時擁有內、外在目標導向，於是將內在目標導向與外在目標導向一起納入其動機模式中。而工作價值則包含了工作之重要性、興趣價值、效用等，工作價值的重要性指的是學習工作對於學習者有多重要的知覺；興趣價值指的是學習者對某一學習工作的態度；而工作的效用價值則取決於工作對自己是否有用而定。
- 二、期望：期望動機成分主要包含了學習者的控制信念、自我效能信念及期望成功信念。控制信念是指學習者對學習的成功或失敗所做的歸因方式，內在控制信念強者易將學習上的成敗歸因於如努力、能力等個人因

素；而外在控制信念強者，則較易將學習上的成敗歸因於如運氣等因素。自我效能信念是指學習者在進行特定的學習活動時，對於自己表現能力的信念，自我效能信念愈強，成功期望及堅持會較高；自我效能信念愈弱，則學生較易呈現消極、焦慮等的現象。另外，期望成功信念是指學習者在學習活動中，對於成功機率的把握。

三、情意因素：主要包含學生對學習的情緒反應，如學習焦慮感、測試焦慮等。例如：適當的測試焦慮可能促使學生更專注於學習，但是過於焦慮則常導致無法專心、認知負載過重。

Pintrich 並指出學習動機的強弱會引發一個人執行品質高或低的學習策略，二者一起交互影響學習的成效。



### 第三章 研究方法

本研究是運用網路化雙重情境學習模式針對學生黴菌的另有概念進行概念改變的教學，研究採用準實驗設計之方法進行。

本章將針對研究對象、研究設計、研究流程、研究工具、教學設計及資料的蒐集與分析等分別敘述與說明。

#### 第一節 研究對象

本研究是以台中市某國小五年級的六個班級學生為對象，學生人數共 160 人，分班方式為常態編班，無特殊編班情形。參與教學實驗的教師為具多年教學經驗之自然與生活科技領域教師。

本研究將學生分為兩組，實驗組與對照組各三個班，實驗組採用網路化雙重情境學習模式在電腦教室利用網路學習，共 79 人；對照組採用傳統教學模式在教室中利用講述、討論與分組實驗等方法進行教學，共 81 人。如表 3.1：

表 3.1：實驗分組



項目	班級	實驗組	對照組
		(五年一、二、三班)	(五年四、五、六班)
教學模式		網路化雙重情境學習模式	傳統教學模式
人數		79 人	81 人

兩組學生在黴菌單元成就前測成績上並無顯著性差異。分析結果如表 3.2：

表 3.2：實驗組與對照組學生黴菌單元成就測驗前測成績之差異

項目	實驗組		對照組		平均差異 (實－對)	T 值
	平均值	標準差	平均值	標準差		
前測成績	31.44	5.65	32.89	6.60	-1.45	-1.49

註：N=160

## 第二節 研究設計

本研究採用準實驗設計法，以六個國小五年級的班級，分配三個班為實驗組(N=79)，三個班為對照組(N=81)，作為研究對象。研究的背景因素為類別變項（自然與生活科技成就分組及學習動機分組），自變項為教學模式，依變項為黴菌單元成就測驗、黴菌概念改變歷程測驗、網路學習環境問卷等，研究架構如圖 3.1。

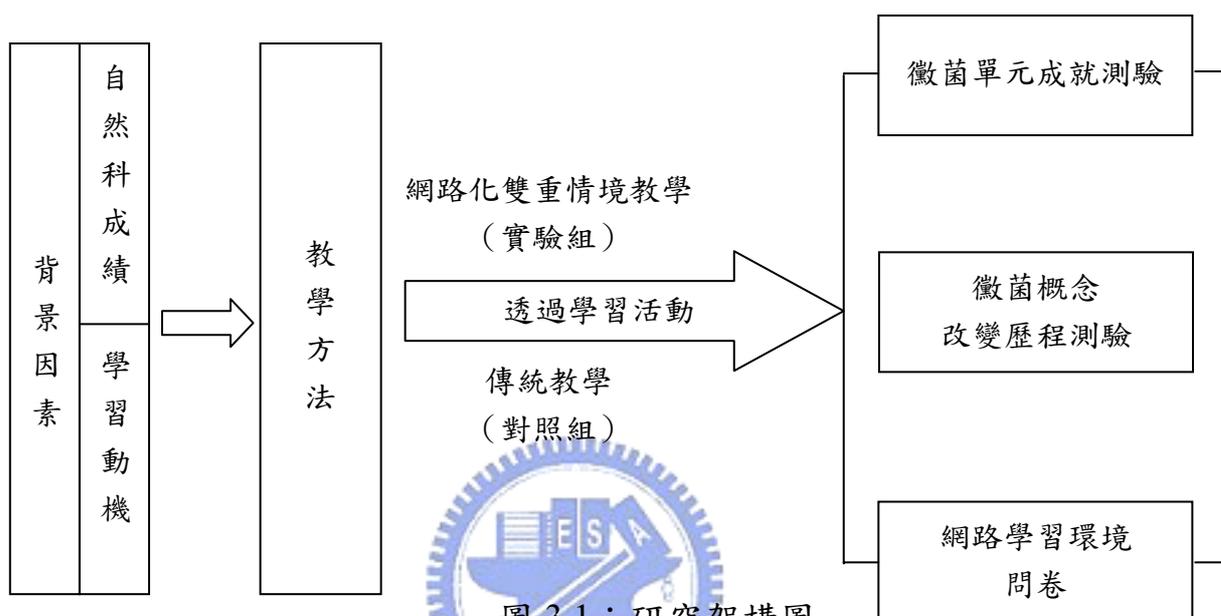


圖 3.1：研究架構圖

- 一、背景因素：為自然與生活科技成就分組及學習動機問卷分數。  
自然與生活科技成就分組是以學生在九十二學年度上學期期末考的自然與生活科技成績為依據，將學生分為自然與生活科技成就高分組（高於平均數）及低分組（低於平均數）。  
各分項學習動機分組是依照學生的學習動機問卷各分項（價值～內在目標導向、價值～外在目標導向、價值～功課作業的價值、期望～學習的控制信念、期望～對學習與成績的自我效能信念）分數將學生分為各分項的動機高分組（高於平均數）及低分組（低於平均數）。
- 二、自變項：不同的教學模式是本研究的自變項，實驗組採用網路化雙重情境學習模式，而對照組則是採用傳統教學模式。
- 三、依變項：本研究的依變項為學生的『黴菌單元學習成就』及『網路學習環境』。

在概念改變的歷程分析方面，採用實驗組在進行網路化雙重情境學習模式時，對黴菌概念改變歷程測驗之結果，用質性分析的方式探討學生在網路化雙重情境學習模式時概念的改變歷程與成效。

### 第三節 研究流程

研究流程分為三階段，依序為研究準備、概念改變教學及資料分析三階段。首先在確立研究目的與問題之後進入研究準備階段，工作項目有蒐集相關文獻及測驗工具並針對本研究之主題及對象進行修正，設計出適合本研究之研究工具，同時並進行雙重情境學習模式前三階段之分析。接著進入概念改變教學階段，這一階段最大的特色是設計出網路化的雙重情境學習事件，並讓實驗組學生實際藉由電腦網路進行黴菌單元的網路化雙重情境概念改變學習。最後的資料分析階段則是將研究期間所蒐集到的所有資料進行彙整分析與結論報告。研究流程如圖 3.2：

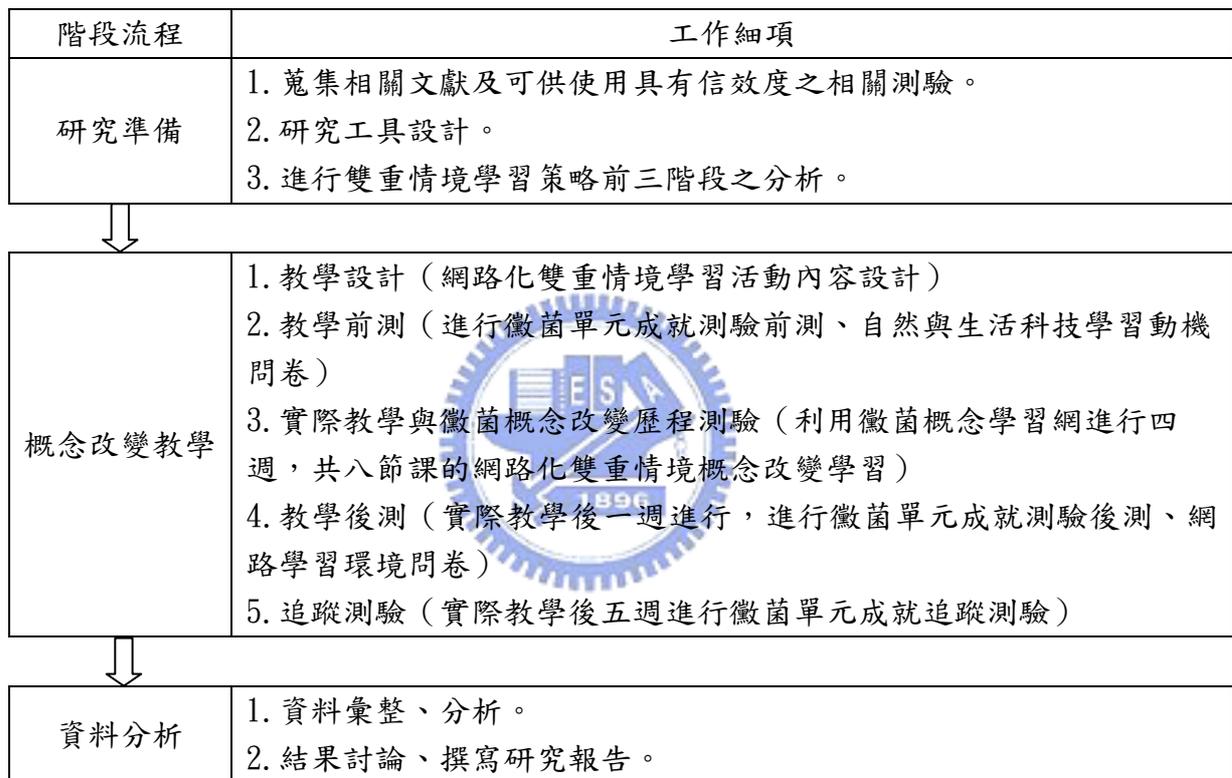


圖 3.2：研究流程圖

### 第四節 研究工具設計

本研究運用的工具有黴菌單元成就測驗、自然與生活科技學習動機問卷、黴菌概念改變歷程測驗及網路學習環境問卷及黴菌概念學習網等。

### 一、黴菌單元成就測驗

由研究者依據課程內容編制相關的認知部分測驗題目共五十題，內容採選擇題型式，並在九十二學年度下學期黴菌單元課程教學前、後時施測。測驗編制時經由學校二位自然與生活科技領域同仁與一位科學教育專家共同檢驗，以求其專家效度。整體試卷前、後測信度alpha值分別為 0.77 及 0.86。由此可知此份成就測驗信度達理想範圍。

### 二、自然與生活科技學習動機問卷

本問卷是根據 Wang 和 Lin (2000)所發展之『動機導向學習策略問卷～大學生台灣版』，修訂改編成『國小生自然與生活科技學習動機問卷』，修改後的問卷共分為五個向度：價值(內在目標導向)、價值(外在目標導向)、價值(功課作業的價值)、期望(學習的控制信念)及期望(對學業與成績的自我效能信念)等，總共有二十五題。在本研究中整體問卷的信度上達 0.92，而各向度的信度則介於 0.63~0.85 之間。自然與生活科技學習動機問卷是以五等第等距量表 (Likert scale) 1-5 數字刻度選答，題目敘述狀況由完全不符合(圈選 1)到完全符合(圈選 5)，各向度描述與例題如表 3.3：

表 3.3：自然與生活科技學習動機問卷各向度描述與例題

向度名稱	向度描述	例題
價值 (內在目標導向)	內在目標對自然與生活科技學習動機影響的程度。	我上自然與生活科技課程，最想要的是可以刺激我的思考能力。
價值 (外在目標導向)	外在目標對自然與生活科技學習動機影響的程度。	我想在自然與生活科技課拿高分，是希望老師、父母重視我。
價值 (功課作業的價值)	功課作業對自然與生活科技學習動機影響的程度。	我喜歡自然與生活科技的各個主題與內容。
期望 (學習的控制信念)	學習的控制信念對自然與生活科技學習動機影響的程度。	如果我很努力的話，我就可以理解自然與生活科技的課程內容。
期望 (對成績的自我效能信念)	學習與成績的自我效能信念對自然與生活科技學習動機影響的程度。	我想我可以在自然與生活科技課程取得高分。

### 三、黴菌概念改變歷程測驗

為了診斷學生是否具備正確並完整的黴菌相關概念，研究者設計了十一題黴菌概念改變歷程測驗題目(詳見附錄二)，受測者在作答每一題時，

必需先選擇第一層的選項，然後在第二層填寫出選擇的理由與想法，問題型式舉例如表 3.4：

表 3.4：黴菌概念改變歷程測驗例題

- ★把麵包放在下列不同地方，哪裡『最』容易發黴呢？（請勾選一個地方）
- 加熱器中(大約 60°C)
- 冰箱的冷凍庫(大約零下 5°C)
- 抽屜中(大約 20°C)
- 冰箱下層冷藏室(大約 5°C)
- 你的理由是：\_\_\_\_\_

#### 四、網路學習環境問卷

網路學習環境問卷是研究者自行發展之量表，本份問卷總共包含五個向度，分別為：個別化(Individualization)、學習彈性(Flexibility)、學習結構(Learning structure)、學習反應(Response)、知識重整(Reorganziation)等，其中個別化向度是參考 CUCEI (Fraser, Treagust, Dennis, 1986) 的 Individualization 向度；學習反應向度是參考 WEBLEI(Chang, Fisher, 2003) 的 Response 向度，問卷內容共有二十五題，問卷是以五等第等距量表(Likert scale) 1-5 數字刻度選答，題目敘述狀況由從來沒有（圈選 1）到總是如此（圈選 5），各向度描述與例題如表 3.5：

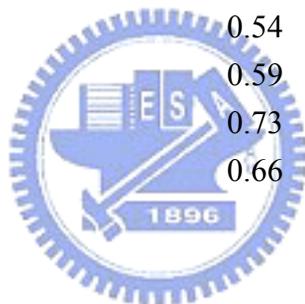
表 3.5：網路學習環境問卷各向度描述與例題

向度名稱	向度描述	例題
個別性 Individualization	學習者在網路學習環境中能夠適應其能力並依其意願進行學習的程度。	網路學習時，我可以自由選擇學習活動和我將如何進行學習活動。
學習彈性 Flexibility	學習者在網路學習環境中能夠依照自己的進度與選擇進行學習的程度。	網路學習時，我可以將更多的時間花在我不了解的主題上。
學習結構 Learning structure	網路學習課程教材結構與內容安排恰當的程度。	網路學習教材編排的結構，可以讓我快速抓到重點，並集中心力於要學的內容上。
學習反應 Response	學習者在進行網路學習後對網路學習環境的感受與喜愛的程度。	我喜歡在網路學習環境中學習。
知識重整 Reorganziation	學習者在進行網路學習後能夠將教材內容進行內化重整的程度。	我能結合不同網路學習內容，將它整理成解決問題的方法。

表 3.6 為網路學習環境問卷的因素分析結果，可發現各向度的題項均落在該向度內，同時各題項的因素負荷值(factor loading)均達 0.46 以上。

表 3.6：網路學習環境問卷之因素分析

題號	個別性 Individualization	學習彈性 Flexibility	學習結構 Learning structure	學習反應 Response	知識重整 Reorganziation
1	0.54				
2	0.60				
3	0.77				
4	0.75				
5	0.72				
6		0.81			
7		0.73			
8		0.46			
9		0.54			
10		0.50			
11			0.73		
12			0.54		
13			0.59		
14			0.73		
15			0.66		
16				0.67	
17				0.74	
18				0.72	
19				0.77	
20				0.66	
21					0.76
22					0.73
23					0.81
24					0.77
25					0.75



註：因素負荷達 0.46 以上者才列出，N=79

表 3.7 為網路學習環境問卷的信效度分析，結果顯示此問卷的整體信度為 0.89，而各向度的信度分別為 0.77, 0.73, 0.82, 0.82 和 0.87，顯示此問卷信度達理想範圍。而區辨效度的值在 0.32 至 0.46 之間，顯示各向度間具有一定的區別性。

表 3.7：網路學習環境問卷信、效度分析

向度	題數	Alpha 信度	區辨效度 (discriminant validity)
個別性 Individualization	5	0.77	0.32
學習彈性 Flexibility	5	0.73	0.35
學習結構 Learning structure	5	0.82	0.46
學習反應 Response	5	0.82	0.33
知識重整 Reorganziation	5	0.87	0.38

N=79

綜合以上的分析結果可以看出網路學習環境問卷，不論是在 cronbach alpha、區辨效度 (discriminant validity) 和因素負荷值 (factor loading) 上均達到理想之標準，所以是一個理想的量表。

### 五、黴菌概念學習網

為了進行網路化雙重情境概念改變教學，研究者建製了黴菌概念學習網，此學習網是根據雙重情境學習模式的概念改變教學理論為基礎，設計了一系列的概念診斷問題、學習情境事件及挑戰情境事件等（網站規劃詳見附錄），學習者在學習活動進行時透過網際網路連線至本學習網，進行一系列的概念改變學習活動。

黴菌概念學習網是建構於 Windows 2000 Professional 的系統環境下，Web Server 使用 AppServ，主要程式是使用 PHP 語言所撰寫的，再配合 MySQL 資料庫作為資料儲存系統。網頁內容是以 Dreamweaver 2004 程式進行編寫，動畫及互動模擬實驗等功能是以 Flash 2004 程式所製作而成的。網站系統建製完成後，先找一班四年級學生進行實驗教學，以測試系統速度與穩定性並找出相關缺失進行修正，同時針對網站學習內容，並由一位國中生物教師與科學教育專家進行校對並給予建議，以求教學內容之正確無誤。

黴菌概念學習網各項功能簡介如下：

1. 學習網站登入首頁：學習者進入徽菌概念學習網時，首先需輸入個人帳號、密碼，以登入資料庫系統，監測學習者的學習狀況。學習網站登入畫面請參考圖 3.3。



圖 3.3：學習網站登入畫面

2. 學習狀況：顯示學習者目前的學習任務進度及所得到的過關獎勵卡，過關獎勵卡的設計是用來提高學生的學習興趣，學習者每通過一關即可得到一張獎勵卡。學習狀況畫面請參考圖 3.4。



圖 3.4：個人學習狀況畫面

3. 問題討論：問題討論是提供師生或同學間互動與溝通的平台，其中包括學習任務公告事項、問題討論及有獎徵答等非同步討論區。問題討論畫面請參考圖 3.5 及 3.6。



圖 3.5：問題討論～討論群組畫面



圖 3.6：問題討論～討論文章畫面

4. 執行任務：當學習者開始執行任務時，即進入網路化雙重情境學習模式的一連串情境學習事件中，任務是以關卡的方式呈現，學習者必須依照任務進度一關關進行概念問題的測驗及情境事件學習活動，其中情境事件學習活動是由動畫、影片、互動模擬實驗或概念說明等方式呈現出來。執行任務畫面請參考圖 3.7、3.8、3.9、3.10、3.11、3.12。



圖 3.7：執行任務～概念診斷畫面



圖 3.8：執行任務～學習情境事件（動畫）畫面



圖 3.9：執行任務～學習情境事件（互動模擬實驗）畫面



圖 3.10：執行任務～學習情境事件（黴菌放大圖片）畫面



圖 3.11：執行任務～學習情境事件（影片）畫面



圖 3.12：執行任務～學習情境事件（概念解說）畫面

5. 瀏覽教材：提供學習者瀏覽教材內容，達到預習及複習的目的。瀏覽教材畫面請參考圖 3.13。



圖 3.13：瀏覽教材畫面

6. 課程導覽：顯示本學習網站的全部學習任務流程。課程導覽畫面請參考圖 3.14。

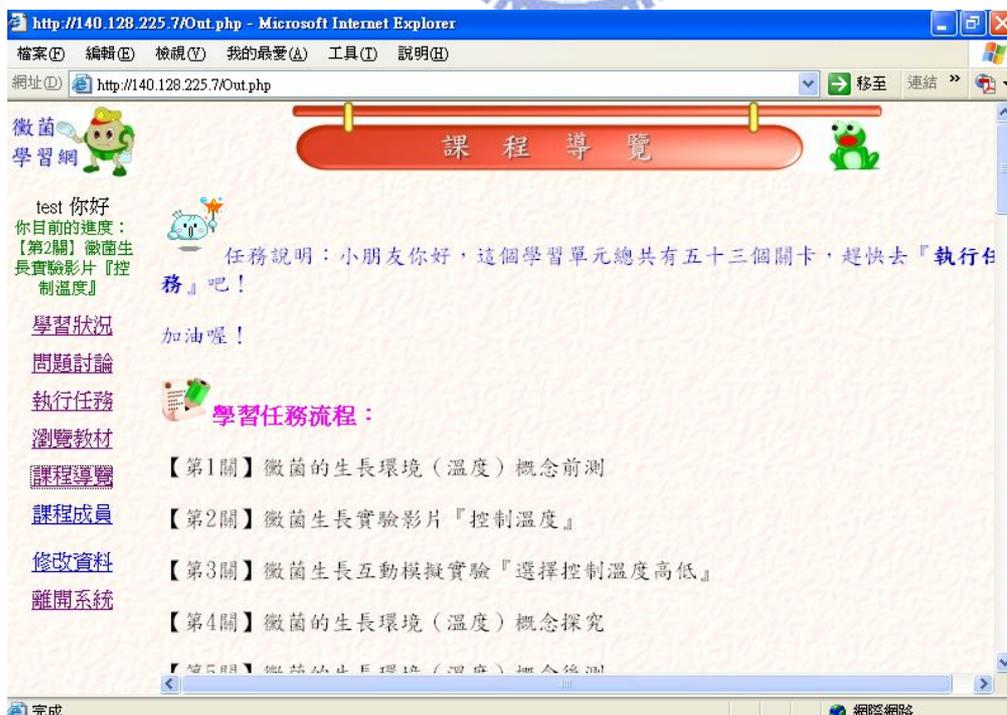


圖 3.14：課程導覽畫面

7. 課程成員：顯示所有學習者的基本資料及學習任務進度。課程成員畫面請參考圖 3.15。



圖 3.15：課程成員畫面

8. 測驗結果（管理者權限）：顯示所有學習者各關卡的作答內容。測驗結果畫面請參考圖 3.16。



圖 3.16：測驗結果畫面（管理者介面）

9. 修改資料：供學習者更改其密碼及暱稱。修改資料畫面請參考圖 3.17。



圖 3.17：修改資料畫面

10. 申請帳號（管理者權限）：建立使用者帳號。申請帳號畫面請參考圖 3.18。

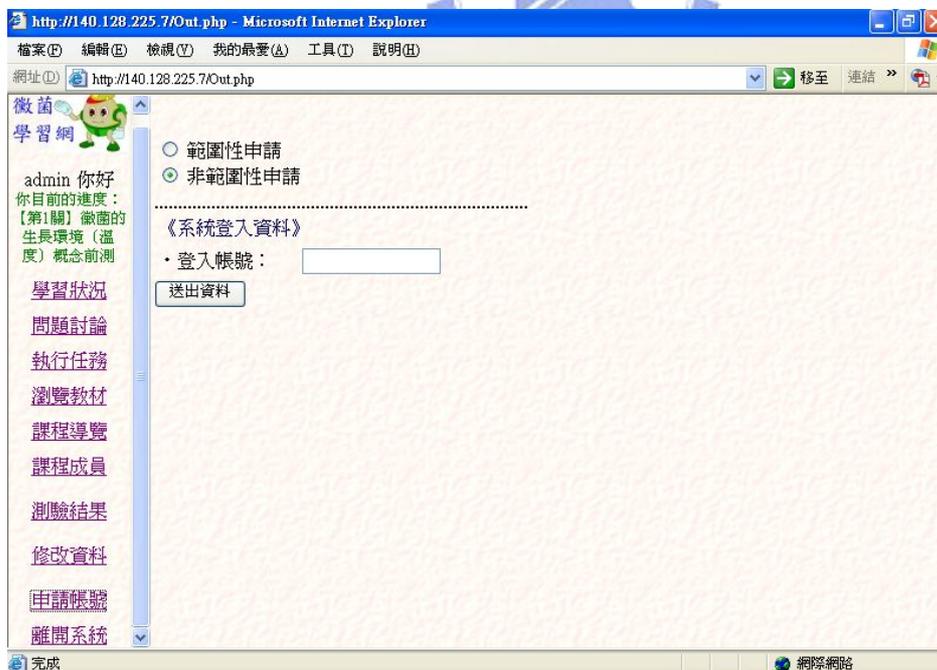


圖 3.18 申請帳號畫面（管理者介面）

11. 離開系統：登出微菌概念學習系統。

## 第五節 教學設計

研究者採用余曉清(She, 2002, 2003, 2004)發展出的雙重情境學習模式(Dual situated learning model, DSLM)設計出網路化雙重情境學習模式黴菌概念改變的教學活動。各階段敘述如下：

階段一：分析科學概念屬性：依據學生之現有課程分析，欲建構完整的黴菌概念，需擁有的心智架構有黴菌的生長環境、預防發黴的方法、黴菌的構造、黴菌的生長與傳播繁殖的方式、黴菌對人類生活的影響（益處與害處）以及黴菌在自然界的角色與地位。

階段二：找出屬於此科學概念常見的另有概念：根據文獻研究分析(鍾玉茹, 2001)顯示國小學生對於黴菌常有以下幾個迷思概念：1.大部分的學生都認為透光的程度會影響黴菌生長。2.對於食物添加糖、鹽以及製成罐頭的防黴方法則較不熟悉。3.對於顯微鏡下黴菌的構造並不瞭解。4.把黴菌當成一般植物。5.對於黴菌之營養方式並不瞭解，多數學生認為黴菌可行光合作用。6.對於黴菌的傳播繁殖方式不清楚。7.對於黴菌的應用概念並不完全清楚。8.認為發黴是由細菌引起，將黴菌與細菌混淆。而根據本研究的黴菌單元成就前測分析也顯示學生對於以上所述的問題確實具有較多的迷思概念。

階段三：分析學生對於建構新的科學概念所缺少的心智架構：比較科學概念屬性與學生的另有概念，我們可以發現學生缺乏的心智架構有：1.黴菌的生長環境。2.黴菌的構造。3.黴菌的營養方式。4.黴菌的傳播繁殖方式。5.黴菌的應用概念。6.生物的分類（黴菌與其他微生物的異同）。（網路化雙重情境學習模式前三階段簡述如表 3.8）

階段四：設計網路化雙重情境學習事件：依據學生對於建構新的科學概念所缺少的心智架構，研究者所設計的一連串情境主題事件依序為『溫度對黴菌生長的影響』、『水分對黴菌生長的影響』、『透光度對黴菌生長的影響』、『陽光對黴菌生長的影響』、『黴菌的構造』、『黴菌的營養方式』、『黴菌的傳播繁殖方式』、『黴菌對人類生活的益處』、『黴菌對人類生活的害處』、『生物的分類』以及『挑戰情境學習事件』等。（網路化雙重情境學習設計詳見附錄二）

階段五：進行網路化雙重情境學習模式的教學：研究者以問題引導、實物影像、實物影片、模擬動畫、模擬實驗、概念探究等活動事件交替進行，間以教師的輔助說明與線上討論，在六堂課時間內完成整個概念改變教學的學習活動。每一情境主題事件皆以問題引導（依據學生常見的迷思所設計）揭開序幕，讓學生提出自己的概念詮釋，

再藉由實物影像、實物影片、模擬動畫、模擬實驗、概念探究等活動事件引發學生的不平衡，同時讓學生親自觀察、體驗、探究與思考其答案，同時導入學生所缺少的心智架構，讓學生自行建構出接近科學觀點的概念。為了解學生在教學活動中概念改變的過程，一次只出現一個問題，且同樣的問題在情境事件開始與結束時都會提問一次，學生不得更改先前的答案。

階段六：挑戰情境學習事件：完成所有情境事件教學後，便進入挑戰情境學習事件，目的是讓學生挑戰相關情境，以檢測學生的概念是否真的改變。

表 3.8：網路化雙重情境學習模式前三階段

---

#### 階段一、科學概念分析

1. 黴菌的生長環境（潮濕、溫暖、無陽光直接照射）
  2. 預防發黴的方法（去除水分；高、低溫處理；真空包裝等）
  3. 黴菌的構造及功能（孢子囊、孢子、菌絲、假根）
  4. 對人類生活的影響（益處：食品工業、醫療、分解物品讓空間可以被循環利用）  
（害處：腐壞食物、危害植物、危害人體）
  5. 黴菌在自然界的角色與地位（真菌界，分解者）
- 

#### 階段二、學生的另有概念

1. 大部分的學生都認為透光度會影響黴菌生長。
  2. 對於食物添加糖、鹽以及製成罐頭的防黴方法則較不熟悉。
  3. 對於顯微鏡下黴菌的構造並不瞭解。
  4. 把黴菌當成一般植物。
  5. 對於黴菌之營養方式並不瞭解，多數學生認為黴菌可行光合作用。
  6. 對於黴菌的傳播繁殖方式不清楚。
  7. 對於黴菌的應用概念並不完全清楚。
  8. 認為發黴是由細菌引起，將黴菌與細菌混淆。
- 

#### 階段三、學生缺乏的概念

1. 黴菌的生長環境。
  2. 黴菌的構造。
  3. 黴菌的營養方式。
  4. 黴菌的傳播繁殖方式。
  5. 黴菌的應用概念。
  6. 生物的分類。
-

## 第六節 資料蒐集與分析

本研究期間所蒐集的資料有自然與生活科技階段評量成績、黴菌單元成就測驗、自然與生活科技學習動機問卷、黴菌概念雙層式測驗及網路學習環境問卷等。

當測驗結束後，隨即進行資料的整理與分析，有關於測驗及問卷的數據資料分析主要是以 SPSS 10.0 套裝軟體進行統計分析，另外針對黴菌概念診斷的概念雙層式測驗，是由研究者逐一分析受測者所選擇的選項及開放式問題的答案，整理出受測者所表達的概念，再彙整統計並分析探討。

一、黴菌單元成就測驗：將實驗組的黴菌單元成就測驗成績（前測、後測與追蹤測驗）進行變異分析；再以黴菌單元成就前測成績為共變項，用雙因子多變項共變數分析，比較不同教學模式與不同自然與生活科技學業成就兩變項對黴菌單元學習成就的影響，分析流程如圖 3.19。

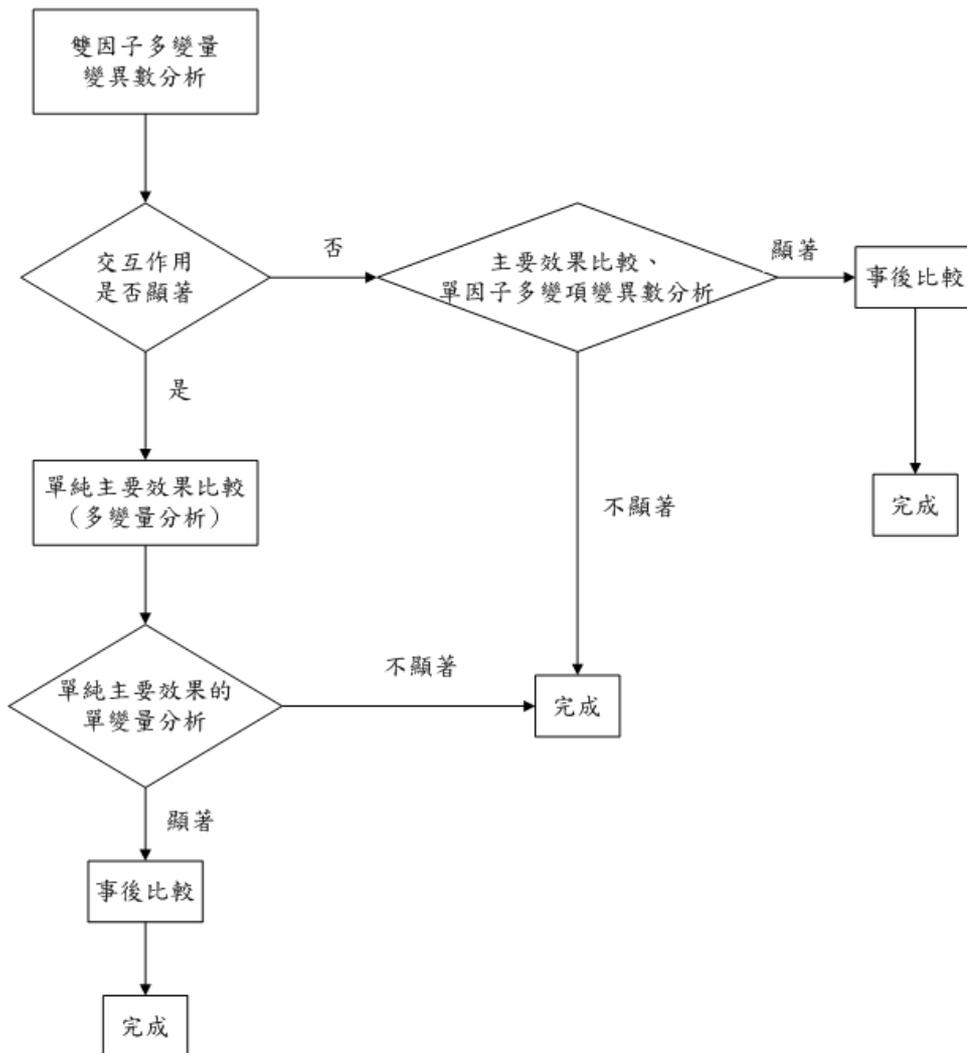


圖 3.19：雙因子多變項共變數分析流程圖

- 二、自然與生活科技學習動機問卷：首先分析各向度學習動機與黴菌單元成就測驗的相關性，再以黴菌單元成就測驗前測成績為共變項，比較兩種不同教學模式下各分項向度學習動機高分組（高於平均數）與低分組（低於平均數）在後測及追蹤成績上有何差異。
- 三、黴菌概念改變歷程測驗：以學生在進行網路化雙重情境學習模式前後，黴菌概念改變歷程測驗的結果進行學生概念的質性分析與統計，以瞭解教學前後的觀念改變歷程。
- 四、網路學習環境問卷：統計分析學生對於黴菌概念學習網的網路學習環境，統計各個向度的得分平均數、標準差及各選項的選填百分比，以分析學生對此網路學習環境的感受。另外將本問卷的得分情形與黴菌單元學習成就測驗成績做相關及線性迴歸分析，比較網路學習環境各向度與學習成就間的關係。再將本問卷的得分情形與各向度自然與生活科技學習動機做相關及線性迴歸分析，比較網路學習環境各向度與學習動機間的關係。



## 第四章 研究結果與討論

### 第一節 網路化雙重情境概念改變教學分析

#### 一、教學前、後學習成就比較

為了探討兩種不同教學模式與不同自然與生活科技學業成就變項對黴菌單元學習成就的影響，首先將實驗組及對照組學生，依照其九十二學年度上學期期末考自然與生活科技成績，分為高學業成就（高於平均成績）與低學業成就（低於平均成績）兩個組別。

#### （一）不同教學模式與不同自然與生活科技學業成就的後測、追蹤測之敘述性統計分析

將實驗組與對照組的黴菌單元成就測驗成績（前測、後測與追蹤測驗）進行敘述性統計分析，結果如表 4.1：

表 4.1：不同學業成就與不同教學模式之黴菌單元成就測驗之敘述性統計

		成就前測		成就後測		成就追蹤		平均差 (後-前)	平均差 (追-前)
		mean	SD	mean	SD	mean	SD		
實 驗 組	高學業	32.68	6.06	43.39	4.19	43.93	4.38	10.71	11.24
	低學業	30.11	4.90	39.16	5.23	40.08	5.87	9.05	9.97
	實驗全組	31.44	5.65	41.35	5.15	42.08	5.47	9.91	10.63
對 照 組	高學業	35.76	5.48	42.90	4.16	43.37	3.63	7.14	7.61
	低學業	28.00	5.39	33.23	7.72	32.37	7.46	5.23	4.37
	對照全組	32.89	6.60	39.32	7.38	39.30	7.55	6.43	6.41

註：N=160

結果顯示不論是實驗組、對照組或是高、低學業成就分組的學生，在成就後測與成就追蹤的成績均明顯優於教學前測成績。由前後測或前追測平均差可顯示實驗組學生不論是高學業或低學業都比對照組學生來得高，顯示實驗組教學成效優於對照組。特別是對於低學業學生而言，在實驗組學習成效遠高於對照組。

(二) 不同教學模式與不同自然與生活科技學業成就兩變項與對黴菌單元學習成就的影響

將兩種不同教學模式與不同自然與生活科技學業成就兩變項進行雙因子多變項共變數分析(two factor MANOVA with covariates)。資料分析時,『教學模式、自然與生活科技學業成就』為自變項,以控制變項『成就前測成績』與依變項『成就後測成績、成就追蹤測驗成績』間的共變為基礎進行調整,就可得到排除控制變項『前測成績』影響的單純統計量,結果如表 4.2:

表 4.2: 不同教學模式與自然與生活科技學業成就變項對學習成就之雙因子多變項共變數分析

變異來源	wilk's $\Lambda$	自由度	F 檢定
共變量 (成就前測)	0.75	1	25.64 <sup>***</sup>
教學模式 (實驗、對照)	0.82	1	16.76 <sup>***</sup>
學業成就 (高、低)	0.79	1	21.00 <sup>***</sup>
教學模式×學業成就	0.94	1	4.98 <sup>**</sup>

註: \*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$ ,  $N = 160$

由表 4.2 中顯示對黴菌單元成就後測及追蹤測驗而言,在不同教學模式分組上達到顯著性差異( $F = 16.76$ ,  $p < 0.001$ ),在不同自然與生活科技學業成就分組上也達到顯著性差異( $F = 21.00$ ,  $p < 0.001$ ),並且在兩變項的交互作用上也達到顯著水準( $F = 4.98$ ,  $p < 0.01$ )。

其在黴菌單元成就後測的剖面圖,如圖 4.1 及 4.2。圖 4.1 中顯示在後測總分的估計邊緣平均數比較上,對照組的高低學業成就平均數差距比實驗組來得大,表示兩變項間具有交互影響的作用。

### 後測總分 的估計邊緣平均數

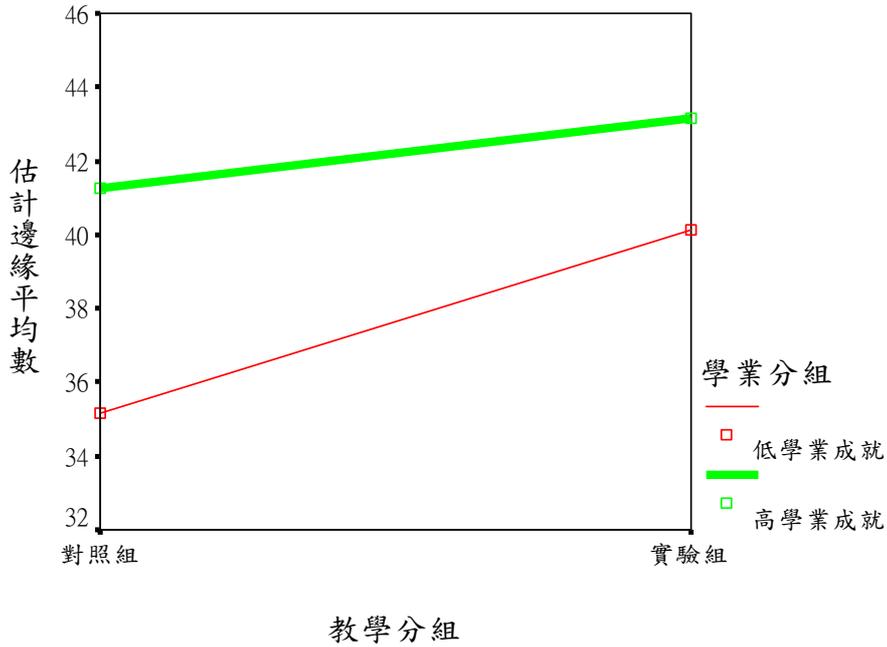


圖 4.1 黴菌單元成就後測剖面圖

其在黴菌單元成就追蹤測驗的剖面圖，如圖 4.2，圖中顯示在追蹤總分的估計邊緣平均數比較上，對照組的高低學業成就平均數差距比實驗組來得大，表示兩變項間具有交互影響的作用。

### 延宕總分 的估計邊緣平均數

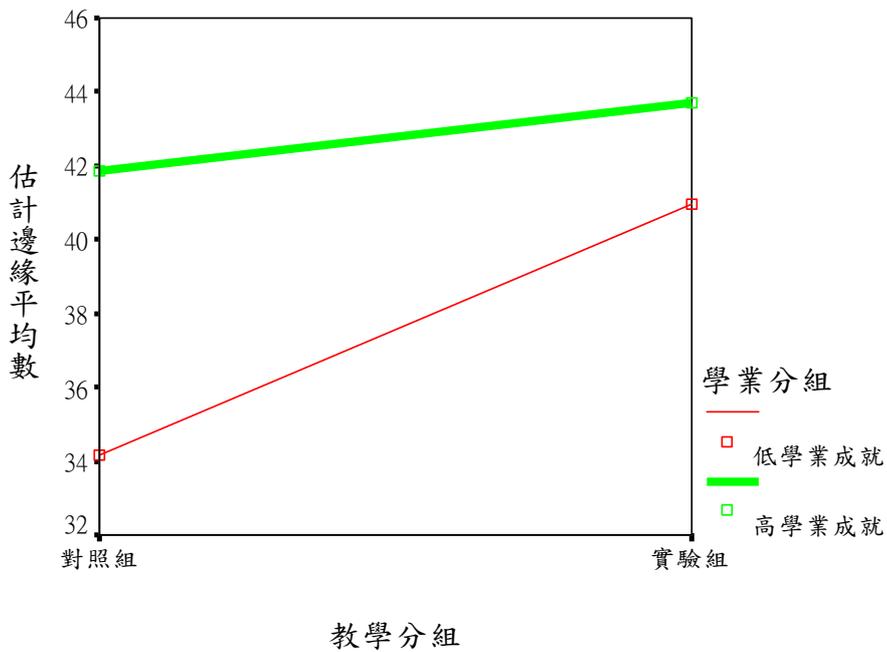


圖 4.2 黴菌單元成就追蹤測剖面圖

因為不同教學模式與不同自然與生活科技學業成就兩變項對黴菌單元學習成就具有交互作用的影響，所以接著做單純主要效果比較（多變量分析），分別針對不同教學模式對黴菌單元學習成就的影響；以及不同自然與生活科技學業成就對黴菌單元學習成就的影響。分析結果如表 4.3：

表 4.3：不同學業成就與不同教學模式之單純主要效果摘要表

變異來源	多變量 wilk's $\Lambda$	單變量		事後比較
		後測	追蹤	
不同學業成就				
實驗組	0.87**	11.20**	7.21**	後：高>低 追：高>低
對照組	0.73***	14.15***	28.98***	後：高>低 追：高>低
不同教學模式				
高學業成就	0.95	4.15*	4.24*	後：實>對 追：實>對
低學業成就	0.77***	10.77**	19.15***	後：實>對 追：實>對

註：\*  $p < 0.05$     \*\*  $p < 0.01$     \*\*\*  $p < 0.001$   
 高：高學業成就組 低：低學業成就組 實：實驗組 對：對照組

### 1. 在網路化雙重情境學習模式下（實驗組）的自然與生活科技高學業成就學生與低學業成就學生的黴菌概念學習成效比較

比較高學業成就實驗組學生與低學業成就實驗組學生，在經過網路化雙重情境學習模式後的學習成效差異。

分析資料時，為了增加自變項（學業成就分組）對於依變項（黴菌單元成就後測及成就追蹤測驗成績）的解釋力，資料分析以『成就前測』為共變項，進行單因子多變項共變數設計(oway MANOVA with covariates)分析，考驗兩組學生在經過網路化雙重情境學習模式教學後，在黴菌單元成就後測與成就追蹤測驗成績上是否有顯著差異。以控制變項（成就前測）與依變項（成就後測及成就追蹤）間的共變為基礎進行調整，就可得到排除控制變項（成就前測）影響的單純統計量，結果如表 4.3。兩組學生在經過網路化雙重情境學習模式教學後，在黴菌單元成就測驗後測及追蹤測驗成績上達到顯著性差異(wilk's  $\Lambda = 0.87$ ,  $p < 0.01$ )。

接著分別以成就後測、追蹤成績為依變項，學業成就分組為自變項，成就前測為共變量，進行單因子單變項共變數分析，結果如表 4.3。兩組學生在成就後測上達到顯著性差異( $F = 11.20$ ,  $p < 0.01$ )，再經過事後比較分析

顯示高學業成就組明顯優於低學業成就組。而兩組學生在成就追蹤測驗上也達到顯著性差異( $F=7.21, p<0.01$ )，再經過事後比較分析顯示高學業成就組明顯優於低學業成就組。

由以上分析結果可知對於黴菌概念學習成效的比較，在經過網路化雙重情境學習模式後，自然與生活科技高學業成就學生比低學業成就學生得到較高的學習成效與較好的學習保留效果。

## 2. 在傳統教學模式下（對照組）的自然與生活科技高學業成就學生與低學業成就學生的黴菌概念學習成效比較

比較高學業成就實驗組學生與低學業成就實驗組學生，在經過傳統教學模式後的學習成效差異。

分析資料時，為了增加自變項（學業成就分組）對於依變項（黴菌單元成就後測及成就追蹤測驗成績）的解釋力，資料分析以『成就前測』為共變項，進行單因子多變項共變數設計(one-way MANOVA with covariates)分析，考驗兩組學生在經過傳統教學模式教學後，在黴菌單元成就後測與成就追蹤測驗成績上是否有顯著差異。以控制變項（成就前測）與依變項（成就後測及成就追蹤）間的共變為基礎進行調整，就可得到排除控制變項（成就前測）影響的單純統計量，結果如表 4.3。兩組學生在經過傳統教學模式教學後，在黴菌單元成就測驗後測及追蹤測驗成績上達到顯著性差異( $wilk's \Lambda=0.73, p<0.001$ )。

接著分別以成就後測、追蹤成績為依變項，學業成就分組為自變項，成就前測為共變量，進行單因子單變項共變數分析，結果如表 4.3。兩組學生在成就後測上達到顯著性差異( $F=14.15, p<0.001$ )，再經過事後比較分析顯示高學業成就組明顯優於低學業成就組。而兩組學生在成就追蹤測驗上也達到顯著性差異( $F=28.98, p<0.001$ )，再經過事後比較分析顯示高學業成就組明顯優於低學業成就組。

由以上分析結果可知對於黴菌概念學習成效的比較，在經過傳統教學模式後，自然與生活科技高學業成就學生比低學業成就學生得到較高的學習成效與較好的學習保留效果。

## 3. 自然與生活科技高學業成就學生在網路化雙重情境學習模式（實驗組）與傳統教學模式（對照組）的黴菌概念學習成效比較

探討兩種不同教學模式：網路化雙重情境學習模式（實驗組）與傳統教學模式（對照組）對自然與生活科技高學業成就學生學習成效的差異比較。

資料分析以單因子多變項共變數分析，比較高學業成就學生在黴菌概念學習成就後測、成就追蹤測驗的差異。結果分別如表 4.3。顯示在高學業成就的兩組學生經過不同的教學後，在黴菌單元學習成就後測及追蹤測驗上未達顯著差異(wilk's  $\Lambda=0.95$ ,  $p>0.05$ )。

接著分別以成就後測、追蹤成績為依變項，教學模式分組為自變項，成就前測為共變量，進行單因子單變項共變數分析，結果如表 4.3。兩組學生在成就後測上達到顯著性差異( $F=4.15$ ,  $p<0.05$ )，再經過事後比較分析顯示高學業成就實驗組優於高學業成就對照組。而兩組學生在成就追蹤測驗上也達到顯著性差異( $F=4.24$ ,  $p<0.05$ )，再經過事後比較分析顯示高學業成就實驗組優於高學業成就對照組。

以上分析結果可知在黴菌概念的學習成效上，高學業成就實驗組在經過網路化雙重情境學習模式後與接受傳統教學模式的高學業成就對照組得到較高的學習成效與較好的學習保留效果。

#### 4. 自然與生活科技低學業成就學生在網路化雙重情境學習模式（實驗組）與傳統教學模式（對照組）的黴菌概念學習成效比較

探討兩種不同教學模式：網路化雙重情境學習模式（實驗組）與傳統教學模式（對照組）對自然與生活科技低學業成就學生學習成效的差異比較。

資料分析以單因子多變項共變數分析，比較低學業成就學生在黴菌概念學習成就後測、成就追蹤測驗的差異。結果分別如表 4.3。顯示在低學業成就的兩組學生經過不同的教學後，在黴菌單元學習成就後測及追蹤測驗上達顯著差異(wilk's  $\Lambda=0.77$ ,  $p<0.001$ )。

接著分別以成就後測、追蹤成績為依變項，教學模式分組為自變項，成就前測為共變量，進行單因子單變項共變數分析，結果如表 4.3。兩組學生在成就後測上達到顯著性差異( $F=10.77$ ,  $p<0.01$ )，再經過事後比較分析顯示低學業成就實驗組明顯優於低學業成就對照組。而兩組學生在成就追蹤測驗上也達到顯著性差異( $F=19.15$ ,  $p<0.001$ )，再經過事後比較分析顯示低學業成就實驗組明顯優於低學業成就對照組。

以上分析結果可知在黴菌概念的學習成效上，低學業成就實驗組在經過網路化雙重情境學習模式後比接受傳統教學模式的低學業成就對照組得到較高的學習成效與較好的學習保留效果。

綜合上述分析結果，無論是在網路化雙重情境學習模式或是傳統教學模式下，自然與生活科技高學業成就學生都比低學業成就學生得到較高的學習成效與較好的學習保留效果。顯示出自然與生活科技學業成就背景因

素對學生的學習成效與學習保留效果均具有重大的影響。

並且高（低）學業成就實驗組學生在經過網路化雙重情境學習模式後比接受傳統教學模式的高（低）學業成就對照組學生得到較高的學習成效與較好的學習保留效果。顯示出網路化雙重情境學習模式比傳統教學模式對學生的學習成效與學習保留效果都具有較高的成效。同時在後測與追蹤總分的估計邊緣平均數比較上，顯示對照組的高低學業成就學生的平均數差距比實驗組來得大許多，由此可知實驗組的教學可以顯著提昇低學業成就學生的學習成效，使其與高學業成就學生學習成效接近。



## 二、教學前後概念改變歷程分析

表 4.4~表 4.22 依序呈現學生在一系列的網路化雙重情境概念改變教學事件前後之概念改變歷程及百分比。

事件 1-1.『黴菌的生長環境(溫度)』其主要目標是協助學生建構黴菌適合在溫暖的環境下生長的概念。表 4.4 顯示,選擇『在抽屜中(大約 20°C),麵包最容易發黴』的人數比例由 62.0%增加到 83.5%,其中能完整將科學概念表達出來的比率由 27.8%增加到 43.0%。具有『在抽屜中(大約 20°C),麵包最容易發黴』概念但概念表達不相關或不明確的比例(3b, 3c, 3d)也由 34.2%增加到 40.6%。這些結果顯示許多學生在教學前後概念產生改變,學生擁有科學概念的比例增加;而迷思概念的比例也相對減少。

表 4.4：事件 1-1.黴菌的生長環境(溫度)概念改變歷程分析

概念分析	教學(%)	
	前	後
1. 在加熱器中(大約 60°C),麵包最容易發黴。	21.5	12.7
a. 高溫與熱的環境容易讓麵包腐壞、發黴	17.7	11.4
b. 加熱器中比較潮濕,麵包容易發黴	2.5	0
c. 概念表達不明確	1.3	1.3
2. 在冰箱的冷凍庫(大約零下 5°C),麵包最容易發黴。	2.5	1.3
a. 越冷的環境,麵包越容易發黴	1.3	0
b. 冰箱的冷凍庫非常潮濕,所以麵包容易發黴	1.3	1.3
3. 在抽屜中(大約 20°C),麵包最容易發黴。(*)	62.0	83.5
a. 在溫度適中、溫暖的環境下,麵包最容易發黴(*)	27.8	43.0
b. 在陰暗潮濕的環境下,麵包最容易發黴	19.0	24.1
c. 在空氣不流通的抽屜中,麵包最容易發黴	5.1	3.8
d. 概念表達不明確	10.1	12.7
4. 在冰箱下層冷藏室(大約 5°C),麵包最容易發黴。	13.9	2.5
a. 在低溫的環境下,麵包容易發黴	11.4	0
b. 冰箱的冷藏室比較潮濕,所以麵包容易發黴	1.3	2.5
c. 概念表達不明確	1.3	0

註：N=79，(\*)表示概念正確之選項

事件 1-2.『黴菌的生長環境（水分）』其主要目標是協助學生建構黴菌適合在潮濕的環境下生長的概念。表 4.5 顯示，選擇『兩個星期後，滴水和不滴水的麵包都會發黴，且滴水的麵包發黴的部分比較多』的人數比例由 67.1% 增加到 92.4%，其中能完整將科學概念表達出來的比率由 64.6% 增加到 82.3%。具有『兩個星期後，滴水和不滴水的麵包都會發黴，且滴水的麵包發黴的部分比較多』概念但概念表達不相關或不明確的比例(4b)也由 2.5% 增加到 10.1%。結果顯示許多學生在教學前後概念產生改變，學生擁有科學概念的比例增加；而迷思概念的比例也相對減少。

表 4.5：事件 1-2.黴菌的生長環境（水分）概念改變歷程分析

概念分析	教學(%)	
	前	後
1. 兩個星期後，滴水和不滴水的麵包都不會發黴。	<b>1.3</b>	<b>0</b>
a. 概念表達不明確	1.3	0
2. 兩個星期後，只有滴水的麵包會發黴。	<b>21.5</b>	<b>6.3</b>
a. 黴菌只適合在有水分的環境下生長	13.9	5.1
b. 概念表達不明確	7.6	1.3
3. 兩個星期後，只有不滴水的麵包會發黴。	<b>5.1</b>	<b>0</b>
a. 黴菌只適合在沒有水分的環境下生長	2.5	0
b. 概念表達不明確	2.5	0
4. 兩個星期後，滴水和不滴水的麵包都會發黴，且滴水的麵包發黴的部分比較多。(*)	<b>67.1</b>	<b>92.4</b>
a. 黴菌比較適合在潮濕的環境下生長(*)	64.6	82.3
b. 概念表達不明確	2.5	10.1
5. 兩個星期後，滴水和不滴水的麵包都會發黴，且不滴水的麵包發黴的部分比較多。	<b>5.1</b>	<b>1.3</b>
a. 黴菌比較適合在乾燥的環境下生長	3.8	1.3
b. 概念表達不明確	1.3	0
6. 兩個星期後，滴水和不滴水的麵包都會發黴，且發黴的部分一樣多。	<b>0</b>	<b>0</b>

註：N=79，(\*) 表示概念正確之選項

事件 1-3.『黴菌的生長環境（光）』其主要目標是協助學生建構在陽光無法直射的環境下，透光度對黴菌的生長並無影響的概念。表 4.6 顯示，選擇『在陽光無法直接照射的環境下，透明能透光和黑暗不能透光盒子裡的麵包發黴的程度沒什麼差別』的人數比例由 13.9% 增加到 34.2%，其中能完整將科學概念表達出來的比率由 6.3% 增加到 25.3%。結果顯示許多學生在教學前後概念產生改變，學生擁有科學概念的比例增加；而迷思概念的比例也相對減少。

表 4.6：事件 1-3.黴菌的生長環境（光）概念改變歷程分析

概念分析	教學(%)	
	前	後
1. 在陽光無法直接照射的環境下，透明能透光盒子裡的麵包比較容易發黴。	<b>40.5</b>	<b>31.6</b>
a. 黴菌適合生長在光亮的環境中	22.8	20.3
b. 黴菌適合生長在溫暖的環境中，透光盒子較溫暖	10.1	8.9
c. 概念表達不明確	7.6	2.5
2. 在陽光無法直接照射的環境下，黑暗不能透光盒子裡的麵包比較容易發黴。	<b>45.6</b>	<b>34.2</b>
a. 黴菌適合生長在黑暗的環境中	24.1	20.3
b. 黴菌適合生長在潮濕的環境中，黑暗盒子較潮濕	16.5	8.9
c. 黴菌適合生長在溫暖的環境中，黑暗盒子較溫暖	2.5	2.5
d. 概念表達不明確	2.5	2.5
3. 在陽光無法直接照射的環境下，透明能透光和黑暗不能透光盒子裡的麵包發黴的程度沒什麼差別。(*)	<b>13.9</b>	<b>34.2</b>
a. 在陽光無法直接照射的環境下，透光度對黴菌的生長並沒有影響(*)	6.3	25.3
b. 黴菌不管在哪都會生長	1.3	0
c. 都裝在盒子裡，所以沒有影響	2.5	0
d. 概念表達不明確	3.8	8.9

註：N=79，(\*) 表示概念正確之選項

事件 1-4. 『黴菌的生長環境（陽光）』其主要目標是協助學生建構黴菌無法在陽光下生長的概念。表 4.7 顯示，選擇『放在黑暗抽屜中的麵包比較容易發黴』的人數比例由 64.6% 增加到 92.4%，其中能完整將科學概念表達出來的比率(2a, 2b)由 54.4% 增加到 84.8%。結果顯示許多學生在教學前後概念產生改變，學生擁有科學概念的比例大幅增加；而迷思概念的比例也相對減少。

表 4.7：事件 1-4. 黴菌的生長環境（陽光）概念改變歷程分析

概念分析	教學(%)	
	前	後
1. 放在陽光下的麵包比較容易發黴。	<b>29.1</b>	<b>5.1</b>
a. 黴菌適合生長在陽光照射的環境中	13.9	2.5
b. 黴菌適合生長在溫暖的環境中，陽光下較溫暖	7.6	1.3
c. 和植物一樣在陽光下生長得較快	1.3	0.0
d. 概念表達不明確	6.3	1.3
2. 放在黑暗抽屜中的麵包比較容易發黴。(*)	<b>64.6</b>	<b>92.4</b>
a. 黴菌適合生長在無陽光直射的環境中(*)	31.6	55.7
b. 黴菌適合生長在潮濕的環境中，黑暗抽屜中較潮濕(*)	22.8	29.1
c. 概念表達不明確	10.1	7.6
3. 放在陽光下的麵包與放在黑暗抽屜中的麵包，其發黴的程度沒什麼差別。	<b>6.3</b>	<b>2.5</b>
a. 陽光對黴菌的生長並沒有太大影響	3.8	2.5
b. 概念表達不明確	2.5	0

註：N=79，(\*) 表示概念正確之選項

事件 1-5.『預防食物發黴』其主要目標是協助學生建構預防食物發黴的方法就是將其放在黴菌不適合生長的环境中，例如：高溫或低溫處理、隔絕空氣和水分等。

在事件 1-5.『預防食物發黴』問題中共有五項如何預防食物發黴的概念，若以各個選項的概念選答情形來分析，由表 4.8 顯示，具有科學概念『將食物製成罐頭保存可以防止食物發黴』的比率由 82.3%增加到 87.3%；具有科學概念『將食物放入冰箱或冷凍庫可以防止食物發黴』的比率由 77.2%增加到 79.7%；具有科學概念『將食物添加糖、醋或鹽可以防止食物發黴』的比率由 62.0%增加到 77.2%；具有科學概念『將食物放在陽光下曬乾可以防止食物發黴』的比率由 50.6%增加到 63.3%。結果顯示許多學生在教學前後概念產生改變，學生擁有科學概念的比例增加。

表 4.8：事件 1-5.預防食物發黴概念改變歷程分析（一）

概念分析	教學(%)	
	前	後
1. 將食物置於陰暗角落無法防止食物發黴。	98.7	96.2
2. 將食物製成罐頭保存可以防止食物發黴。	82.3	87.3
3. 將食物放入冰箱或冷凍庫可以防止食物發黴。	77.2	79.7
4. 將食物添加糖、醋或鹽可以防止食物發黴。	62.0	77.2
5. 將食物放在陽光下曬乾可以防止食物發黴。	50.6	63.3

註：N=79

同一事件問題，若是以學生選項答對之比率來分析，其中具有五項如何預防食物發黴的概念的比率由 36.7%增加到 48.1%，由此可見在經過此一情境教學事件後，有許多學生具備了更完整的如何預防食物發黴的概念。

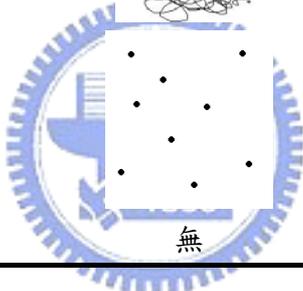
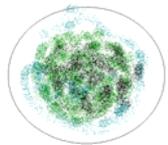
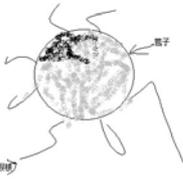
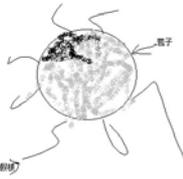
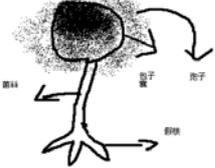
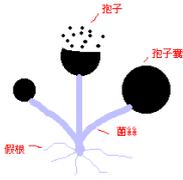
表 4.9：事件 1-5.預防食物發黴概念改變歷程分析（二）

概念分析	教學(%)	
	前	後
1. 完全沒有如何預防食物發黴的概念。	0	0
2. 僅具有一項如何預防食物發黴的概念。	1.3	0
3. 僅具有二項如何預防食物發黴的概念。	22.8	11.4
4. 具有三項如何預防食物發黴的概念。	16.5	21.5
5. 具有四項如何預防食物發黴的概念。	22.8	19.0
6. 具有五項如何預防食物發黴的概念。	36.7	48.1

註：N=79

事件 2. 『黴菌的構造』其主要目標是協助學生建構黴菌是由菌絲所構成，另外還具有孢子囊、假根等構造。表 4.10 顯示，具有完整之黴菌構造概念的比率由 27.8% 增加到 48.1%，具有二項黴菌構造概念的比率也由 31.6% 增加到 34.2%。顯示許多學生在教學後對黴菌的構造有更完整的概念。

表 4.10：事件 2. 黴菌的構造概念改變歷程分析

概念分析	心智表徵		教學(%)	
	教學前	教學後	前	後
1. 完全沒有黴菌的構造概念。			20.3	7.6
a. 概念表達不明確			20.3	7.6
2. 僅具有一項黴菌構造概念。			20.3	10.1
a. 具有菌絲的概念		無	1.3	0
b. 具有孢子囊的概念			19.0	10.1
c. 具有假根的概念	無	無	0	0
3. 僅具有二項黴菌構造概念。			31.6	34.2
a. 具有菌絲、孢子囊的概念			26.6	31.6
b. 具有菌絲、假根的概念	無	無	0	0
c. 具有假根、孢子囊的概念			5.1	2.5
4. 具有三項黴菌構造概念。(*)			27.8	48.1
a. 具有菌絲、孢子囊及假根的完整概念(*)			27.8	48.1

註：N=79，(\*) 表示概念正確之選項

事件 3. 『黴菌的營養方式』其主要目標是協助學生建構黴菌會侵入寄主或附著物內，分泌酵素，再行吸收並成長。表 4.11 顯示，選擇『黴菌生長時所需要的營養是來自於分解寄生物中的養分』的人數比例由 64.6% 增加到 81.0%，其中能完整將科學概念表達出來的比率(4a, 4b)由 46.8% 增加到 64.6%。結果顯示許多學生在教學前後概念產生改變，學生擁有科學概念的比例增加；而迷思概念的比例也相對減少。

表 4.11：事件 3. 黴菌的營養方式概念改變歷程分析

概念分析	教學(%)	
	前	後
1. 黴菌生長時所需要的營養是靠光合作用自行製造養分。	<b>6.3</b>	<b>2.5</b>
a. 黴菌適合在有陽光的環境下生長	1.3	0
b. 概念表達不明確	5.1	2.5
2. 黴菌生長時所需要的營養是來自於空氣。	<b>8.9</b>	<b>5.1</b>
a. 因為空氣中有細菌	1.3	0
b. 黴菌會在空氣中流動	2.5	1.3
c. 概念表達不明確	5.1	3.8
3. 黴菌生長時所需要的營養是來自於水分。	<b>20.3</b>	<b>11.4</b>
a. 黴菌適合在潮濕的環境下生長	13.9	5.1
b. 任何生物生長都需要水分	3.8	5.1
c. 概念表達不明確	2.5	1.3
4. 黴菌生長時所需要的營養是來自於分解寄生物中的養分。(*)	<b>64.6</b>	<b>81.0</b>
a. 黴菌的菌絲會侵入附著物內，分解東西，吸收養分(*)	36.7	51.9
b. 黴菌不會行光合作用，無法自行製造養分(*)	10.1	12.7
c. 黴菌是寄生植物	1.3	0
d. 概念表達不明確	16.5	16.5

註：N=79，(\*) 表示概念正確之選項

事件 4. 『黴菌的傳播繁殖方式』其主要目標是協助學生建構當孢子囊成熟後會裂開，孢子隨即散出隨風傳播的概念。表 4.12 顯示，選擇『空氣中到處都有黴菌的孢子，掉到麵包上才會長出黴菌』的人數比例由 64.6% 增加到 82.3%，其中能完整將科學概念表達出來的比率由 46.8% 增加到 55.7%。具有『空氣中到處都有黴菌的孢子，掉到麵包上才會長出黴菌』概念但概念表達不相關或不明確的比例(4b, 4c)也由 17.7% 增加到 26.6%。結果顯示許多學生在教學前後概念產生改變，學生擁有科學概念的比例增加；而迷思概念的比例也相對減少。

表 4.12：事件 4. 黴菌的傳播繁殖方式概念改變歷程分析

概念分析	教學(%)	
	前	後
1. 麵包上本來就有黴菌，時間到了自己就長出來了。	<b>6.3</b>	<b>2.5</b>
a. 東西放久後，黴菌自然就會長出來，使東西腐壞	3.8	1.3
b. 麵包上本來就有黴菌，當它在潮濕陰暗的環境下就會長出來	2.5	1.3
2. 黴菌是藉由風傳遞種子，掉落在麵包上後發芽出來的。	<b>15.2</b>	<b>12.7</b>
a. 黴菌就像蒲公英一樣，隨風飄散	1.3	1.3
b. 空氣中有黴菌的種子	2.5	5.1
c. 黴菌會隨風飄散	7.6	3.8
d. 概念表達不明確	3.8	2.5
3. 空氣中充滿了細菌，掉落在麵包上就會長出黴菌。	<b>13.9</b>	<b>2.5</b>
a. 空氣中充滿了細菌	5.1	1.3
b. 細菌是很小的微生物，所以會散佈在空氣中	1.3	0
c. 概念表達不明確	7.6	1.3
4. 空氣中到處都有黴菌的孢子，掉到麵包上才會長出黴菌。(*)	<b>64.6</b>	<b>82.3</b>
a. 黴菌的孢子囊裂開後，孢子會隨風飄散傳播(*)	46.8	55.7
b. 麵包上有黴菌需要的養分	6.3	10.1
c. 概念表達不明確	11.4	16.5

註：N=79，(\*) 表示概念正確之選項

事件 5-1.『黴菌對人類生活的影響(益處)』其主要目標是協助學生建構黴菌可以分解物質減少生存空間的浪費，並且可以應用於醫藥及食品加工業中。

在事件 5-1.『黴菌對人類生活的影響(益處)』問題中共有四項黴菌對人類生活益處的概念，若以各個選項的概念選答情形來分析，由表 4.13 顯示，具有科學概念『黴菌對人類有害處但是也有許多益處』的比率由 92.4%增加到 96.2%；具有科學概念『黴菌可以製造藥物，抗生素就是青黴菌提煉而成』的比率由 79.7%增加到 86.1%；具有科學概念『黴菌可以分解物質，減少生存空間的浪費』的比率由 72.2%增加到 84.8%；具有科學概念『黴菌可應用於食品加工：醬油、豆腐乳是加入黴菌處理製成的』的比率由 93.7%增加到 96.2%。結果顯示許多學生在教學前後概念產生改變，學生擁有科學概念的比例增加。

表 4.13: 事件 5-1『黴菌對人類生活的影響(益處)』概念改變歷程分析(一)

概念分析	教學(%)	
	前	後
1. 黴菌對人類有害處但是也有許多益處。	92.4	96.2
2. 黴菌可以製造藥物，抗生素就是青黴菌提煉而成。	79.7	86.1
3. 黴菌可以分解物質，減少生存空間的浪費。	72.2	84.8
4. 黴菌可應用於食品加工：醬油、豆腐乳是加入黴菌處理製成的。	93.7	96.2

註：N=79

同一事件問題，若是以學生選項答對之比率來分析，其中具有四項黴菌對人類生活益處的概念的比率由 53.2%增加到 68.4%，由此可見在經過此一情境教學事件後，有許多學生具備了更完整黴菌對人類益處的概念。

表 4.14: 事件 5-1『黴菌對人類生活的影響(益處)』概念改變歷程分析(二)

概念分析	教學(%)	
	前	後
1. 完全沒有黴菌對人類有益處的概念。	0	0
2. 僅具有一項黴菌對人類益處的概念。	1.3	0
3. 僅具有二項黴菌對人類益處的概念。	12.7	5.1
4. 具有三項黴菌對人類益處的概念。	32.9	26.6
5. 具有四項黴菌對人類益處的概念。	53.2	68.4

註：N=79

事件 5-2.『黴菌對人類生活的影響(害處)』其主要目標是協助學生建構黴菌會造成食物和物品腐爛、會危害植物造成經濟上的損失並且會寄生於人體的皮膚造成香港腳或股癬等疾病的概念。

在事件 5-2.『黴菌對人類生活的影響(害處)』問題中共有四項黴菌對人類生活害處的概念，若以各個選項的概念選答情形來分析，由表 4.15 顯示，具有科學概念『黴菌會危害植物，造成經濟上的損失』的比率由 63.3% 增加到 75.9%；具有科學概念『黴菌會寄生於人體皮膚，造成香港腳或股癬』的比率由 87.3% 增加到 92.4%；具有科學概念『流行性感冒不是黴菌所造成的』的比率由 35.4% 增加到 48.1%；具有科學概念『黴菌會使食物和物品腐爛』的比率維持在 97.5%。結果顯示許多學生在教學前後概念產生改變，學生擁有科學概念的比例增加。

表 4.15: 事件 5-2『黴菌對人類生活的影響(害處)』概念改變歷程分析(一)

概念分析	教學(%)	
	前	後
1. 黴菌會危害植物，造成經濟上的損失。	63.3	75.9
2. 黴菌會寄生於人體皮膚，造成香港腳或股癬。	87.3	92.4
3. 流行性感冒不是黴菌所造成的。	35.4	48.1
4. 黴菌會使食物和物品腐爛。	97.5	97.5

註：N=79

同一事件問題，若是以學生選項答對之比率來分析，其中具有四項黴菌對人類生活害處概念的比率由 21.5% 增加到 36.7%，由此可見在經過此一情境教學事件後，有許多學生具備了更完整的如何預防食物發黴的概念。

表 4.16: 事件 5-2『黴菌對人類生活的影響(害處)』概念改變歷程分析(二)

概念分析	教學(%)	
	前	後
1. 完全沒有黴菌對人類有害處的概念。	0	0
2. 僅具有一項黴菌對人類害處的概念。	2.5	1.3
3. 僅具有二項黴菌對人類害處的概念。	32.9	20.3
4. 具有三項黴菌對人類害處的概念。	43.0	41.8
5. 具有四項黴菌對人類害處的概念。	21.5	36.7

註：N=79

事件 6. 『生物的分類』其主要目標是協助學生建構黴菌是屬於真菌界的概念。表 4.17 顯示，選擇『黴菌是屬於真菌』的人數比例由 79.7% 增加到 93.7%，其中能完整將科學概念表達出來的比率(4a,4b,4c)由 57.0% 增加到 64.6%。結果顯示許多學生在教學前後概念產生改變，學生擁有科學概念的比例增加；而迷思概念的比例也相對減少。

表 4.17：事件 6. 生物的分類概念改變歷程分析

概念分析	教學(%)	
	前	後
1. 黴菌是屬於動物。	<b>1.3</b>	<b>0</b>
a. 因為菌是由動物散佈出來的	1.3	0
2. 黴菌是屬於植物。	<b>1.3</b>	<b>1.3</b>
a. 孢子隨風傳播和植物一樣	1.3	1.3
3. 黴菌是屬於細菌。	<b>17.7</b>	<b>5.1</b>
a. 因為它會讓動植物生病	5.1	0
b. 因為它很小和細菌一樣	5.1	1.3
c. 黴菌和細菌一樣都有菌絲	1.3	1.3
d. 概念表達不明確	6.3	2.5
4. 黴菌是屬於真菌。(*)	<b>79.7</b>	<b>93.7</b>
a. 黴菌和菇類都是真菌中的一種(*)	44.3	44.3
b. 黴菌是靠分解寄主上的養分生長，這是真菌的特徵(*)	8.9	10.1
c. 黴菌具有孢子囊等構造，這是真菌的特徵(*)	3.8	10.1
d. 概念表達不明確	22.8	29.1

註：N=79，(\*) 表示概念正確之選項

挑戰情境事件 1.『黴菌的生長環境』其主要目標是測試學生是否能將黴菌適合生長的環境概念應用於日常生活的情境問題中。

挑戰情境事件題目為：小明想要培養黴菌來觀察與實驗，他買了一條土司麵包後想要在最短的時間內完成觀察實驗，請問他要將土司麵包放在什麼樣的環境才能讓黴菌快速生長呢？

結果如表 4.18 顯示，『具有三項黴菌適合生長環境的概念』且能完整表達出來的比率由 2.5% 增加到 10.1%；『具有二項黴菌適合生長環境的概念』的比率也由 30.4% 增加到 48.1%；『對黴菌適合生長環境的概念表達不明確或完全不清楚』的比率由 32.9% 減少為 3.8%。

顯示在經過一連串的網路化雙重情境概念改變教學事件後，許多學生能夠將黴菌的生長環境概念應用於新的挑戰情境中。

表 4.18：挑戰情境事件 1. 黴菌的生長環境概念改變歷程分析

概念分析	教學(%)	
	前	後
1. 對黴菌適合生長環境的概念表達不明確或完全不清楚。	<b>32.9</b>	<b>3.8</b>
a. 概念表達不明確或完全不清楚。	32.9	3.8
2. 僅具有一項黴菌適合生長環境的概念。	<b>34.2</b>	<b>38.0</b>
a. 潮濕的環境適合黴菌生長	32.9	29.1
b. 溫暖的環境適合黴菌生長	1.3	6.3
c. 無陽光直接照射的環境適合黴菌生長	0	2.5
3. 具有二項黴菌適合生長環境的概念。	<b>30.4</b>	<b>48.1</b>
a. 溫暖、潮濕的環境適合黴菌生長	13.9	17.7
b. 溫暖、無陽光直接照射的環境適合黴菌生長	0	0
c. 潮濕、無陽光直接照射的環境適合黴菌生長	16.5	30.4
4. 具有三項黴菌適合生長環境的概念。	<b>2.5</b>	<b>10.1</b>
a. 溫暖、潮濕、無陽光直接照射的環境適合黴菌生長	2.5	10.1

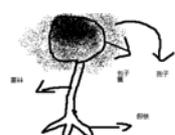
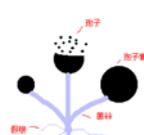
註：N=79

挑戰情境事件 2.『黴菌的構造』其主要目標是協助學生建構黴菌是由菌絲所構成，另外還具有孢子囊、假根等構造。

挑戰情境事件題目為：小明看到土司麵包開始發黴後用二百倍的顯微鏡仔細觀察，他所看到的黴菌會是什麼樣子？（請將它畫出來，並且標示其構造名稱）

結果如表 4.19 顯示，『具有三項黴菌構造概念』且能完整繪出其心智表徵的比率由 7.6% 增加到 84.8%；『完全沒有黴菌的構造概念』的比率由 54.4% 減少為 3.8%。顯示在經過一連串的網路化雙重情境概念改變教學事件後，大多數的學生都能夠對黴菌的構造概念有了深刻的理解。

表 4.19：挑戰情境事件事件 2. 黴菌的構造概念改變歷程分析

概念分析	心智表徵		教學(%)	
	教學前	教學後	前	後
1. 完全沒有黴菌的構造概念。			54.4	3.8
a. 概念表達不明確	『一片空白』 		54.4	3.8
2. 僅具有一項黴菌構造概念。			17.7	0
a. 具有菌絲的概念		無	2.5	0
b. 具有孢子囊的概念		無	15.2	0
c. 具有假根的概念	無	無	0	0
3. 僅具有二項黴菌構造概念。			20.3	11.4
a. 具有菌絲、孢子囊的概念			19.0	11.4
b. 具有菌絲、假根的概念	無	無	0	0
c. 具有假根、孢子囊的概念		無	1.3	0
4. 具有三項黴菌構造概念。(*)			7.6	84.8
a. 具有菌絲、孢子囊及假根的完整概念(*)			7.6	84.8

註：N=79，(\*) 表示概念正確之選項

挑戰情境事件 3.『如何預防食物發黴』其主要目標是測試學生是否能將預防食物發黴的概念應用於日常生活中的情境問題。

挑戰情境事件題目為：小明家的梅樹在梅子採收後，小明的媽媽為了避免讓梅子發黴腐壞，小明可以建議媽媽怎麼做呢？（請寫出三種以上的方法）

結果如表 4.20 顯示，『具有三項預防食物發黴的概念』且能完整表達出來的比率由 25.3% 增加到 51.9%；『具有二項預防食物發黴的概念』的比率也由 19.0% 增加到 31.6%；『對預防食物發黴的概念完全不清楚或具迷思概念』的比率由 30.4% 減少為 7.6%。

顯示在經過一連串的網路化雙重情境概念改變教學事件後，大多數學生都能夠將如何預防食物發黴的概念應用於新的挑戰情境中。

表 4.20：挑戰情境事件 3. 如何預防食物發黴概念改變歷程分析

概念分析	教學(%)	
	前	後
1. 對預防食物發黴的概念完全不清楚或具迷思概念。	<b>30.4</b>	<b>7.6</b>
a. 概念表達不明確或完全不清楚。	30.4	7.6
2. 僅具有一項預防食物發黴的概念。	<b>25.3</b>	<b>8.9</b>
a. 低溫處理，放入冰箱冷藏。	12.7	0
b. 真空包裝，隔絕空氣和水分。	3.8	3.8
c. 曬乾，去除水分。	5.1	2.5
d. 用糖或鹽醃製。	3.8	2.5
3. 具有二項預防食物發黴的概念。	<b>19.0</b>	<b>31.6</b>
a. 低溫處理與真空包裝	3.8	7.6
b. 低溫處理與曬乾	2.5	1.3
c. 真空包裝與曬乾	6.3	6.3
d. 低溫處理與用糖或鹽醃製	1.3	6.3
e. 真空包裝與用糖或鹽醃製	5.1	3.8
f. 曬乾與用糖或鹽醃製	0	6.3
4. 具有三項預防食物發黴的概念。	<b>25.3</b>	<b>51.9</b>
a. 低溫處理、真空包裝與曬乾	3.8	3.8
b. 低溫處理、真空包裝與用糖或鹽醃製	7.6	12.7
c. 低溫處理、曬乾與用糖或鹽醃製	2.5	12.7
d. 真空包裝、曬乾與用糖或鹽醃製	11.4	22.8

註：N=79

挑戰情境事件 4-1.『黴菌對人類的益處』其主要目標是測試學生是否能說出黴菌對人類益處的概念。

挑戰情境事件題目為：小明的媽媽覺得黴菌對他造成很大的困擾，所以建議大家把世界上所有的黴菌通通消滅掉，小明應該如何向媽媽分析黴菌對人類生活的影響呢？（請寫出三種以上黴菌對人類的益處及三種以上黴菌對人類的害處）

結果如表 4.21 顯示，『具有三項黴菌對人類益處的概念』且能完整表達出來的比率由 3.8% 增加到 29.1%；『具有二項黴菌對人類益處的概念』的比率也由 25.3% 增加到 48.1%；『對黴菌對人類益處的概念完全不清楚或具迷思概念』的比率由 41.8% 減少為 6.3%。

顯示在經過一連串的網路化雙重情境概念改變教學事件後，很多學生能夠將黴菌對人類的益處概念應用於新的挑戰情境中。

表 4.21：挑戰情境事件 4-1. 黴菌對人類的益處概念改變歷程分析

概念分析	教學(%)	
	前	後
1. 對黴菌對人類益處的概念完全不清楚或具迷思概念。	<b>41.8</b>	<b>6.3</b>
a. 概念表達不明確或完全不清楚。	41.8	6.3
2. 僅具有一項黴菌對人類益處的概念。	<b>29.1</b>	<b>16.5</b>
a. 應用於食品工業，如製作醬油、麵包等。	19.0	16.5
b. 製造藥物，如抗生素等。	3.8	0
c. 黴菌可以分解物質減少生存空間的浪費。	6.3	0
3. 具有二項黴菌對人類益處的概念。	<b>25.3</b>	<b>48.1</b>
a. 應用於食品工業及製造藥物	11.4	3.8
b. 分解物質減少生存空間的浪費與應用於食品工業	12.7	10.1
c. 分解物質減少生存空間的浪費與製造藥物	1.3	0
4. 具有三項黴菌對人類益處的概念。	<b>3.8</b>	<b>29.1</b>
a. 分解物質減少生存空間的浪費、應用於食品工業與製造藥物	3.8	29.1

註：N=79

挑戰情境事件 4-2.『黴菌對人類的害處』其主要目標是測試學生是否能說出黴菌對人類害處的概念。

挑戰情境事件題目為：小明的媽媽覺得黴菌對他造成很大的困擾，所以建議大家把世界上所有的黴菌通通消滅掉，小明應該如何向媽媽分析黴菌對人類生活的影響呢？（請寫出三種以上黴菌對人類的益處及三種以上黴菌對人類的害處）

結果如表 4.22 顯示，『具有三項黴菌對人類害處的概念』且能完整表達出來的比率由 7.6% 增加到 36.7%；『具有二項黴菌對人類害處的概念』的比率也由 21.5% 增加到 41.8%；『對黴菌對人類害處的概念完全不清楚或具迷思概念』的比率由 43.0% 減少為 3.8%。

顯示在經過一連串的網路化雙重情境概念改變教學事件後，很多學生能夠將黴菌對人類的害處概念應用於新的挑戰情境中。

表 4.22：挑戰情境事件 4-2. 黴菌對人類的害處概念改變歷程分析

概念分析	教學(%)	
	前	後
1. 對黴菌對人類害處的概念完全不清楚或具迷思概念。	<b>43.0</b>	<b>3.8</b>
a. 概念表達不明確或完全不清楚。	43.0	3.8
2. 僅具有一項黴菌對人類害處的概念。	<b>27.8</b>	<b>17.7</b>
a. 黴菌會腐壞食物、物品等。	13.9	5.1
b. 黴菌會寄生於植物上，危害農作物造成經濟上的損失。	0	1.3
c. 黴菌會寄生於人類皮膚產生疾病，例：香港腳。	13.9	11.4
3. 具有二項黴菌對人類害處的概念。	<b>21.5</b>	<b>41.8</b>
a. 黴菌會腐壞食物、危害農作物	3.8	5.1
b. 黴菌會腐壞食物、寄生於人類皮膚產生疾病	11.4	21.5
c. 黴菌會危害農作物、寄生於人類皮膚產生疾病	6.3	15.2
4. 具有三項黴菌對人類害處的概念。	<b>7.6</b>	<b>36.7</b>
a. 黴菌會腐壞食物、危害農作物、寄生於人類皮膚產生疾病	7.6	36.7

註：N=79

## 第二節 自然與生活科技學習動機問卷

自然與生活科技學習動機共有二十五題，分為以下五個向度：價值（內在目標導向）、價值（外在目標導向）、價值（功課作業的價值）、期望（學習的控制信念）及期望（對學業與成績的自我效能信念）等。各向度作答結果統計如表 4.23：

表 4.23：自然與生活科技學習動機問卷平均數與標準差

向度	題數	平均數	標準差
價值（內在目標導向）	5	4.01	0.69
價值（外在目標導向）	5	3.55	0.73
價值（功課作業的價值）	5	3.80	0.69
期望（學習的控制信念）	3	4.14	0.86
期望（對成績的自我效能信念）	7	3.73	0.70

N=79

結果顯示學生對於學習的控制信念期望及內在目標導向價值有較高的動機分數，但是對外在目標導向價值的動機分數較低。

### 一、實驗組學生的學習動機與成就測驗相關性

分析在接受網路化雙重情境學習模式後學生的學習動機與成就測驗的相關性，結果如表 4.24：

表 4.24：徽茵單元成就測驗、自然與生活科技成績與各學習動機向度的相關

向度	自然與生活科技成績	徽茵單元成就後測	徽茵單元成就追蹤
	$\gamma$	$\gamma$	$\gamma$
價值:內在目標導向	0.35**	0.30**	0.21
價值:外在目標導向	0.16	0.16	0.03
價值:功課作業價值	0.33**	0.32**	0.24*
期望:學習控制信念	0.39**	0.29*	0.30**
期望:自我效能信念	0.36**	0.39**	0.29*

註：\* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$ ,  $N = 79$

顯示自然與生活科技成績及黴菌單元成就後測成績都和內在目標導向價值、功課作業的價值、學習的控制信念期望及對學業與成績的自我效能信念期望有低度的相關，但是和外在目標導向價值較無相關性。而黴菌單元成就追蹤測驗成績和功課作業的價值、學習的控制信念期望及對學業與成績的自我效能信念期望有低度的相關，但是和內在目標導向價值、外在目標導向價值較無相關性。

## 二、兩種不同教學模式與不同學習動機兩變項對黴菌單元學習成就的影響

由於動機與學生的黴菌學習成就有相關，因此希望進一步探討在兩種不同教學模式下的不同學習動機學生之黴菌單元學習成就的差異性。首先將學生在各向度的學習動機得分，分為高動機（高於平均數）與低動機（低於平均數）兩組，然後將兩種不同教學模式與不同學習動機兩變項進行雙因子多變項共變數分析(two factor MANOVA with covariates)。

### (一) 不同教學模式與內在目標導向價值學習動機變項與對學習成就的影響

探討兩種不同教學模式與不同內在目標導向價值學習動機兩變項對學習成就的影響，以雙因子多變量共變數分析，以控制變項（成就前測成績）與依變項（成就後測成績、成就追蹤測驗成績）間的共變為基礎進行調整，就可得到排除控制變項（前測成績）影響的單純統計量，結果如表 4.25：

表 4.25：不同教學模式與內在目標導向價值學習動機變項對學習成就之雙因子多變項共變數分析

變異來源	wilk's $\Lambda$	自由度	F 檢定
共變量（成就前測）	0.65	1	41.92***
組別（實驗、對照）	0.89	1	9.44***
動機（內在目標導向價值）	0.97	1	2.18
組別×動機	0.99	1	0.57

註：\* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$ ,  $N = 160$

由表 4.25 中顯示對黴菌單元成就後測及追蹤測驗而言，在不同教學模

式分組上達到顯著性差異( $F=9.44, p<0.001$ )，在不同內在目標導向價值學習動機分組上接近顯著性差異，但是在兩變項的交互作用上並未達到顯著性差異，進而進行主要效果分析，結果如表 4.26：

表 4.26：不同教學模式與內在目標導向學習動機之主要效果摘要表

變異來源	多變量 wilk's $\Lambda$	單變量		事後比較
		後測	追蹤	
教學模式	0.89 <sup>***</sup>	13.45 <sup>***</sup>	19.10 <sup>***</sup>	後：實>對 延：實>對
內在目標導向動 機分組	0.97	4.85 <sup>*</sup>	2.78	後：高>低

註：<sup>\*</sup> $p<0.05$ , <sup>\*\*</sup> $p<0.01$ , <sup>\*\*\*</sup> $p<0.001$ ,  $N=160$ , 高：高動機組 低：低動機組 實：實驗組 對：對照組

結果顯示在經過不同的教學模式教學後，實驗組的成就後測成績明顯優於對照組( $F=13.45, p<0.001$ )，且實驗組的成就追蹤成績也明顯優於對照組( $F=19.10, p<0.001$ )。由此可知實驗組的學生在經過網路化雙重情境教學後比接受傳統教學模式的對照組學生有較高的學習成效與較好的學習保留效果；針對內在目標導向價值動機的分組比較，可以發現高動機實驗組的學生比低動機實驗組的學生在後測成績上有較高的學習成效( $F=4.85, p<0.05$ )。

## (二) 不同教學模式與外在目標導向價值學習動機變項與對學習成就的影響

探討兩種不同教學模式與不同外在目標導向價值學習動機兩變項對學習成就的影響，以雙因子多變量共變數分析，以控制變項（成就前測成績）與依變項（成就後測成績、成就追蹤測驗成績）間的共變為基礎進行調整，就可得到排除控制變項（前測成績）影響的單純統計量，結果如表 4.27：

表 4.27：不同教學模式與外在目標導向價值學習動機變項對學習成就之雙因子多變項共變數分析

變異來源	wilk's $\Lambda$	自由度	F 檢定
共變量（成就前測）	0.60	1	51.28 <sup>***</sup>
組別（實驗、對照）	0.89	1	9.69 <sup>***</sup>

動機(外在目標導向價值)	0.99	1	0.23
組別×動機	0.99	1	0.70

註：\* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$ ,  $N = 160$

由表 4.27 中顯示對黴菌單元成就測驗後測及追蹤測驗而言，在不同教學模式分組上達到顯著性差異( $F = 9.69$ ,  $p < 0.001$ )，但是在不同外在目標導向價值學習動機及兩變項的交互作用上並未達到顯著性差異，進而只對教學模式進行主要效果分析，結果如表 4.28。

表 4.28：不同教學模式之主要效果摘要表

變異來源	多變量 wilk's $\Lambda$	單變量		事後比較
		後測	追蹤	
教學模式	0.89***	13.45***	19.10***	後：實>對 延：實>對

註：\* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$ ,  $N = 160$ , 實：實驗組 對：對照組

結果顯示在經過不同的教學模式教學後，實驗組的成就後測成績明顯優於對照組( $F = 13.45$ ,  $p < 0.001$ )，且實驗組的成就追蹤成績也明顯優於對照組( $F = 19.10$ ,  $p < 0.001$ )。由此可知實驗組的學生在經過網路化雙重情境教學後比接受傳統教學模式的對照組學生有較高的學習成效與較好的學習保留效果。

### (三) 不同教學模式與功課作業的價值學習動機變項與對學習成就的影響

探討兩種不同教學模式與不同功課作業的價值學習動機兩變項對學習成就的影響，以雙因子多變量共變數分析，以控制變項（成就前測成績）與依變項（成就後測成績、成就追蹤測驗成績）間的共變為基礎進行調整，就可得到排除控制變項（前測成績）影響的單純統計量，結果如表 4.29：

表 4.29：不同教學模式與功課作業的價值學習動機變項對學習成就之雙因子多變項共變數分析

變異來源	wilk's $\Lambda$	自由度	F 檢定
共變量（成就前測）	0.61	1	50.31***
組別（實驗、對照）	0.89	1	9.65***

動機（功課作業的價值）	0.98	1	1.26
組別×動機	0.99	1	1.00

註：\* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$ ,  $N = 160$

由表 4.29 中顯示對黴菌單元成就測驗後測及追蹤測驗而言，在不同教學模式分組上達到顯著性差異( $F = 9.65$ ,  $p < 0.001$ )，但是在不同功課作業的價值學習動機及兩變項的交互作用上並未達到顯著性差異，進而只對教學模式進行主要效果分析，結果同表 4.28。

#### （四）不同教學模式與學習的控制信念期望學習動機變項與對學習成就的影響

探討兩種不同教學模式與不同學習的控制信念期望學習動機兩變項對學習成就的影響，以雙因子多變量共變數分析，以控制變項（成就前測成績）與依變項（成就後測成績、成就追蹤測驗成績）間的共變為基礎進行調整，就可得到排除控制變項（前測成績）影響的單純統計量，結果如表 4.30：

表 4.30：不同教學模式與學習的控制信念期望學習動機變項對學習成就之雙因子多變項共變數分析

變異來源	wilk's $\Lambda$	自由度	F 檢定
共變量（成就前測）	0.61	1	48.68***
組別（實驗、對照）	0.90	1	8.56***
動機（學習的控制信念期望）	0.99	1	0.15
組別×動機	0.99	1	0.49

註：\* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$ ,  $N = 160$

由表 4.30 中顯示對黴菌單元成就測驗後測及追蹤測驗而言，在不同教學模式分組上達到顯著性差異( $F = 8.56$ ,  $p < 0.001$ )，但是在不同學習的控制信念期望學習動機及兩變項的交互作用上並未達到顯著性差異，進而只對教學模式進行主要效果分析，結果同表 4.28。

(五) 不同教學模式與自我效能信念期望學習動機變項與對學習成就的影響

探討兩種不同教學模式與不同自我效能信念期望學習動機兩變項對學習成就的影響，以雙因子多變量共變數分析，以控制變項（成就前測成績）與依變項（成就後測成績、成就追蹤測驗成績）間的共變為基礎進行調整，就可得到排除控制變項（前測成績）影響的單純統計量，結果如表 4.31：

表 4.31：不同教學模式與自我效能信念期望學習動機變項對學習成就之雙因子多變項共變數分析

變異來源	wilk's $\Lambda$	自由度	F 檢定
共變量（成就前測）	0.62	1	48.04 <sup>***</sup>
組別（實驗、對照）	0.89	1	9.99 <sup>***</sup>
動機（自我效能信念期望）	0.99	1	1.05
組別×動機	0.99	1	0.69

註：\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$ ,  $N = 160$

由表 4.31 中顯示對黴菌單元成就測驗後測及追蹤測驗而言，在不同教學模式分組上達到顯著性差異 ( $F = 9.99, p < 0.001$ )，但是在不同自我效能信念期望學習動機及兩變項的交互作用上並未達到顯著性差異，進而只對教學模式進行主要效果分析，結果同表 4.28。

綜合以上分析結果發現，不同教學模式（網路化雙重情境學習模式、傳統教學模式）對黴菌單元學習成就後測與成就追蹤測驗具有顯著的影響，但是在不同學習動機各向度沒有顯著的影響，同時在動機與教學模式兩變項的交互作用上並未達到顯著性差異。

經過進一步主要效果分析比較，顯示實驗組的學生在經過網路化雙重情境教學後比接受傳統教學模式的對照組學生有較高的學習成效與較好的學習保留效果。

另外高內在目標導向價值學習動機的學生比低動機的學生，在黴菌單元成就後測上有較高的學習成效。但是其他向度的學習動機對於學習成就並沒有顯著的影響。

### 第三節 網路學習環境問卷

本研究是在網路學習環境下進行概念改變的教學，所以在網路學習活動結束後，立即針對實驗組的七十九位學生，施以網路學習環境問卷調查。本問卷旨在調查學生在進行網路化雙重情境學習模式～『黴菌概念學習網』學習活動後對於此網路學習環境的看法，問卷共包含五個向度，分別是：個別性、學習彈性、學習結構、學習反應及知識重整。

另外針對網路學習環境各向度的因素與學習成就及學習動機間的相關性做進一步的分析。

#### 一、網路學習環境問卷結果分析：

學生對網路學習環境問卷各向度作答結果統計如表 4.32，結果顯示學生對於此網路學習環境各向度的看法均給予正向的評價，尤其在學習反應、知識重整及學習結構三個向度達到很高的評價(平均數達到 4.14 以上)。

表 4.32：網路學習環境問卷平均數、標準差與 Crobach  $\alpha$  係數

向度	題數	平均數	標準差	Crobach $\alpha$ 係數	區辨效度 (discriminant validity)
個別性 Individualization	5	3.56	0.93	0.77	0.32
學習彈性 Flexibility	5	3.82	0.85	0.73	0.35
學習結構 Learning structure	5	4.14	0.81	0.82	0.46
學習反應 Response	5	4.33	0.82	0.82	0.33
知識重整 Reorganziation	5	4.25	0.80	0.87	0.38

N=79

依據學生對於網路學習環境各向度及題項的作答情形進一步分析，發現具有以下的結果：

#### (一) 學生對於網路學習環境之個別性的知覺

學生對於網路學習環境之個別性給予中高的評價(平均數在3.34至3.75之間),尤其對『我可以自由選擇學習活動和我將如何進行學習活動』及『我通常被允許以自己的方式進行學習』等優點的認知比例很高,填答總是如此及經常發生者,加總均達58.2%以上。顯示出在此網路學習的環境中,學生能夠根據自己的意願與狀況自由選擇如何進行學習活動。

但是認同『我可以在網路學習課程中決定自己要學甚麼』的比例較低(填答總是如此及經常發生者,加總只達40.5%),顯示在本課程給予學生決定自己要學什麼的個別性,可再思考。

#### (二) 學生對於網路學習環境之學習彈性的知覺

學生對於網路學習環境之學習彈性給予中高的評價(平均數在3.63至4.09之間),所有題目填答總是如此及經常發生者,加總均達55.7%以上。尤其對『我可以將更多的時間花在我不了解的主題上』、『我可以決定自己在某一時段內要學習多少東西』等優點的認知比例很高,填答總是如此及經常發生者,加總均達64.6%以上。

顯示出在此網路學習的環境中具有學習的彈性,學生能夠決定自我學習的進度,並將更多時間花在不了解的主題上。

#### (三) 學生對於網路學習環境之學習結構的知覺

學生對於網路學習環境之學習結構給予高的評價(平均數在3.91至4.57之間),所有題目填答總是如此及經常發生者,加總均達64.5%以上。尤其對『網路學習活動是精心設計過的』、『學習網站上的網路學習內容的呈現方式是清楚的』,填答總是如此及經常發生者,加總均達76.0%以上。

顯示出在此網路學習的環境中具備良好的課程結構,學生認為此網路學習活動是經過精心設計的,並且學習內容的呈現也很清楚,讓他能夠快速抓到重點,並集中心力於要學的內容上。

#### (四) 學生對於網路學習環境之學習反應的知覺

學生對於網路學習環境之學習反應給予高的評價(平均數在4.23至4.53之間),所有題目填答總是如此及經常發生者,加總均達69.0%以上。尤其對『對於網路學習環境,讓我感到滿足和有成就感』、『我喜歡在網路學習環境中學習』、『我期待這種網路學習的課』及『這個網路學習課程是我學校課程中最有趣的課程之一』等優點的認知比例很高,填答總是如此及經常發生者,加總均達77.2%以上。

顯示出在此網路學習的環境讓學習者有非常好的學習反應,學生非常

喜歡在網路學習環境中學習、覺得這個網路學習課程很有趣也讓他感到成就感，並且非常期待這種網路學習的課程。

#### (五) 學生對於網路學習環境之知識重整的知覺

學生對於網路學習環境之知識重整給予高的評價(平均數在4.13至4.46之間)，所有題目填答總是如此及經常發生者，加總均達72.1%以上。尤其對『我能結合不同網路學習內容，將它整理成解決問題的方法』、『我可以把在網站上所學到的一些主題，再整合成自己的知識』及『我可以很容易地應用在網路學習中所學到的知識來解決日常生活碰到的問題』等優點的認知比例很高，填答總是如此及經常發生者，加總均達77.3%以上。

顯示出在此網路學習的環境中學習有助於學生對知識的重整，學生認為他可以將此網路學習上的教材內容，重新整合成自己的知識並且將它用來解決生活中的問題。

#### 二、網路學習環境與學習成就的相關性：

為了探討網路學習環境與學習成就的相關性，首先將學習環境態度各因素分別與黴菌單元成就測驗前測、後測及追蹤測驗做相關性分析，再將學習環境態度各因素分別與黴菌單元成就測驗前測、後測及追蹤測驗做線性迴歸分析，結果如表4.33：

表 4.33：網路學習環境與學習成就的相關性及迴歸分析

向度	成就前測		成就後測		成就追蹤測驗	
	$\gamma$	$\beta$	$\gamma$	$\beta$	$\gamma$	$\beta$
個別性	0.07	0.07	-0.04	-0.02	-0.03	0.02
學習彈性	-0.08	-0.28*	-0.07	-0.17	-0.12	-0.20
學習結構	0.08	0.18	-0.08	-0.04	-0.10	-0.11
學習反應	-0.05	-0.23	-0.09	-0.15	-0.02	-0.03
知識重整	0.16	0.29*	0.14	0.29*	0.12	0.27
correlation,R	0.32		0.27		0.26	
R <sup>2</sup>	0.10		0.07		0.07	

註：\* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$ , N = 79

結果根據標準化 $\beta$ 係數可以看出，網路學習環境的『知識重整』因素對學習成就前測、後測及追蹤測驗均有較大的預測力。所以，學習者對網路學習環境中『知識重整』的態度因素對學習者的學習成就具有預測力。

而觀察 R 平方值可以得到網路學習環境的五個向度對學習成就前測、後測與追蹤測驗的變異量貢獻大約為 7%~10%。

### 三、網路學習環境與學習動機的相關性及影響：

為了探討網路學習環境與學習動機的相關性，首先將學習環境態度各因素分別與各向度的學習動機做相關性分析，再將學習環境態度各因素分別與各向度的學習動機做線性迴歸分析，結果如表 4.34：

表 4.34：網路學習環境與學習動機的相關性及迴歸分析

向度	價值：內在目標導向		價值：外在目標導向		價值：功課作業價值		期望：學習控制信念		期望：自我效能信念	
	$\gamma$	$\beta$								
個別性	0.20	0.11	0.25*	0.23	0.27*	0.20	0.21	0.10	0.28*	0.15
學習彈性	0.22	0.08	0.16	0.03	0.11	-0.12	0.13	-0.18	0.30**	0.12
學習結構	0.20	0.09	0.10	-0.06	0.24*	0.08	0.25*	0.15	0.27*	0.01
學習反應	0.09	-0.06	0.04	-0.05	0.21	0.05	0.15	-0.10	0.23*	0.08
知識重整	0.24*	0.16	0.21	0.18	0.29*	0.23	0.43***	0.47***	0.37**	0.24
correlation,R	0.30		0.30		0.37*		0.47**		0.44**	
R <sup>2</sup>	0.09		0.09		0.14		0.22		0.19	

註：\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$ , N = 79

結果顯示，網路學習環境的『知識重整』因素與『期望：學習控制信念』呈現正向中度相關，而其他因素之間大多呈現出正向的低度相關。從標準化 $\beta$ 係數亦可看出『知識重整』因素對『期望：學習控制信念』有正向及較大的影響力。

從以上的分析可以看出，學習者對網路學習環境中『知識重整』的態度對其學習動機的『期望：學習控制信念』具有預測力。

而觀察 R 平方值可以得到網路學習環境的五個向度對學習動機的五個分向度的變異量貢獻大約為 9%~22%。

## 第五章 結論與建議

本研究的目的是探討網路化雙重情境學習模式對學生的黴菌另有概念改變成效，並且進一步探討學業成就與學習動機對進行此網路化雙重情境學習模式的影響及學生對此網路學習環境的看法。本章主要依據第四章的資料分析結果彙整而成為本研究的結論，並提出一些教學上及後續相關研究的建議。

### 第一節 結論與討論

本節以第四章研究結果與討論，依據各研究工具類別依序說明本研究的主要發現：

#### 一、網路化雙重情境概念改變教學前後成就測驗分析

本研究以黴菌單元成就測驗為依據，研究結果顯示不論是實驗組、對照組或是高、低學業成就分組的學生，在成就後測與成就追蹤的成績均明顯優於教學前測成績。由前後測或前延測平均差可顯示實驗組學生不論是高學業或低學業都比對照組學生來得高，顯示實驗組教學成效優於對照組。特別是對於低學業學生而言，在實驗組學習成效遠高於對照組。

在探討不同教學模式與不同自然與生活科技學業成就兩變項，對黴菌單元學習成就的影響方面，經分析結果發現：無論是在網路化雙重情境學習模式或是傳統教學模式下，自然與生活科技高學業成就學生都比低學業成就學生得到較高的學習成效與較好的學習保留效果。另一方面，不管是高（低）學業成就實驗組學生在經過網路化雙重情境學習模式後，都比接受傳統教學模式的高（低）學業成就對照組學生得到較高的學習成效與較好的學習保留效果。尤其在傳統教學模式與學業成就兩變項的交互作用影響分析中發現，接受傳統教學模式（對照組）的高、低學業成就組學習成就平均數差距比接受網路化雙重情境學習模式（實驗組）來得大，且低學業成就實驗組比低學業成就對照組所進步的幅度大，顯示低學業成就的學生更適合採用此網路化雙重情境學習模式。

綜合以上結論，自然與生活科技學業成就的背景因素對黴菌單元學習成就具有高度正向的影響力，而採用網路化雙重情境學習模式將會比傳統教學模式更有助於提升學生對黴菌另有概念改變的學習成效且可以獲得更好的學習保留效果。尤其是透過網路化雙重情境學習模式的教學可以顯著提昇低學業成就學生的學習成效，使其與高學業成就學生學習成效接近。

根據以上結論研究者認為其可能原因是：高學業成就學生無論是在何種教學模式中都能夠達到不錯的學習成效，但是對那些在傳統教學模式中

一直無法獲得高學習成效的低學業成就學生而言，使用新的教學模式（網路化雙重情境學習模式）提供了他們新的學習方法與刺激，所以能夠使他們在學習成效與學習保留效果上都達到顯著的進步。

## 二、網路化雙重情境概念改變教學前後歷程資料分析

依據實驗組學生在網路化雙重情境教學過程中，對概念診斷測驗的結果分析顯示出：在經過一系列網路化雙重情境教學事件後，學生在黴菌的生長環境、預防食物發黴、黴菌的構造、黴菌的營養方式、黴菌的傳播繁殖方式、黴菌對人類生活的影響及黴菌在生物上的分類及地位等相關概念上，擁有科學概念的學生比例均有增加的趨勢，相對的擁有另有概念的比例則有下降的趨勢。顯示網路化雙重情境學習模式確實有助於學生在黴菌另有概念改變的學習。

對挑戰情境事件的前、後測驗結果分析摘要如表 5.1，顯示出學生在經過網路化雙重情境概念改變教學後，黴菌概念改變後的新概念成功應用到新情境中的比例非常高（約由教學前屬於具有二項與三項科學概念的人數 28%~44%，在教學後增加到 58%~96%），所以網路化雙重情境學習模式確實有助於學生將新概念應用於新的情境中。

表 5.1：挑戰情境事件的概念改變歷程分析摘要

概念分析	教學(%)	
	前	後
<b>一、黴菌的生長環境概念改變歷程分析</b>		
1. 對黴菌適合生長環境的概念表達不明確或完全不清楚。	32.9	3.8
2. 僅具有一項黴菌適合生長環境的概念。	34.2	38.0
3. 具有二項黴菌適合生長環境的概念。	30.4	48.1
4. 具有三項黴菌適合生長環境的概念。	2.5	10.1
<b>二、黴菌的構造概念改變歷程分析</b>		
1. 完全沒有黴菌的構造概念。	54.4	3.8
2. 僅具有一項黴菌構造概念。	17.7	0
3. 僅具有二項黴菌構造概念。	20.3	11.4
4. 具有三項黴菌構造概念。	7.6	84.8
<b>三、如何預防食物發黴概念改變歷程分析</b>		
1. 對預防食物發黴的概念完全不清楚或具迷思概念。	30.4	7.6
2. 僅具有一項預防食物發黴的概念。	25.3	8.9
3. 具有二項預防食物發黴的概念。	19.0	31.6
4. 具有三項預防食物發黴的概念。	25.3	51.9
<b>四、黴菌對人類的益處概念改變歷程分析</b>		

1. 對黴菌對人類益處的概念完全不清楚或具迷思概念。	41.8	6.3
2. 僅具有一項黴菌對人類益處的概念。	29.1	16.5
3. 具有二項黴菌對人類益處的概念。	25.3	48.1
4. 具有三項黴菌對人類益處的概念。	3.8	29.1

#### 五、黴菌對人類的害處概念改變歷程分析

1. 對黴菌對人類害處的概念完全不清楚或具迷思概念。	43.0	3.8
2. 僅具有一項黴菌對人類害處的概念。	27.8	17.7
3. 具有二項黴菌對人類害處的概念。	21.5	41.8
4. 具有三項黴菌對人類害處的概念。	7.6	36.7

註：N=79

有這麼高比例的學生能夠將新概念成功應用到新情境中，研究者認為是透過教學模式中問題的引導，並經過一系列的網路化雙重情境教學事件所造成學習者的概念改變。

另外在此概念改變診斷測驗的學生學習歷程的分析中發現，有部分比例的學生對於開放式問題的回答會有語意表達不清或是沒有針對問題回答的情形發生，推論可能是因為國小學生的語文表達能力不足，或是其思考邏輯方式不穩定等因素所造成的結果。

#### 三、自然與生活科技學習動機

依據學生在各向度的自然與生活科技學習動機問卷、自然與生活科技評量成績及黴菌單元成就後測、成就追蹤測驗成績的相關分析，結果顯示自然與生活科技成績及黴菌單元成就後測成績都和內在目標導向價值、功課作業的價值、學習的控制信念期望及對學業與成績的自我效能信念期望有低度的相關，但是和外目標導向價值較無相關性。而黴菌單元成就追蹤測驗成績和功課作業的價值、學習的控制信念期望及對學業與成績的自我效能信念期望有低度的相關，但是和內在目標導向價值、外在目標導向價值較無相關性。從以上結果可以看出學生的學習成就和學生的學習動機，除了在外在目標導向動機上較無相關性外，學習成就和其餘向度動機仍具有一定的相關性。

對於兩種不同教學模式與不同學習動機兩變項對黴菌單元學習成就的影響，分析結果發現，不同教學模式（網路化雙重情境學習模式、傳統教學模式）對黴菌單元學習成就後測與成就追蹤測驗具有顯著的影響，但是在各向度不同學習動機及動機與教學模式兩變項的交互作用上並未達到顯著性差異。顯示出兩種不同教學模式才是影響黴菌單元學習成就後測與成就追蹤測驗的主要因素。經過進一步主要效果分析比較，顯示實驗組的學生在經過網路化雙重情境教學後比接受傳統教學模式的對照組學生有較高

的學習成效與較好的學習保留效果。

另外高內在目標導向價值學習動機的學生比低內在目標導向價值學習動機的學生，在黴菌單元成就後測上有較高的學習成效。但是其他向度的學習動機對於學習成就並沒有顯著的影響。

根據以上結論研究者認為其可能原因是國小學生對於自然與生活科技的學習動機普遍都能維持在中高的水準，同儕間的差異性並不大，以至於動機因素對學習成效的影響並不大。另外學者也指出價值與期望等動機對學習成效的影響是間接的，價值與期望等動機會先影響學習者使用高層次或低層次的學習策略，而採用不同的策略才是造成不同學習成效的主因。(Printrich & De Groot, 1990；Printrich & Schrauben, 1992)

#### 四、網路學習環境問卷

依據學生對黴菌概念學習網的網路學習環境問卷的評價，研究發現學生對於黴菌概念學習網的網路學習環境是抱持著正向的態度，各向度的評價分數都非常高，顯示此一網路學習環境具有以下優點：

1. 能夠發揮學習個別性：學習者能夠以自己的方式、自由選擇學習活動和決定如何進行學習活動。
2. 具有自由學習的彈性：學習者能夠自己控制學習的進度及掌控各主題的學習時間。
3. 良好的網路課程結構：網路學習活動是經過精心設計、內容呈現清楚且課程的編排順序流暢。
4. 學習者反應良好：學習者認為網路學習活動很有趣、很喜歡在此網路學習環境中學習，並且讓他在學習過程中感到有成就感，所以很期待這種網路學習的課程。
5. 能夠幫助學習者對教學內容的知識重整與應用：學習者能夠將網路學習的內容整合成自己的知識，並且應用來解決新的情境問題。

探討網路學習環境與學習成就的相關性並分析網路學習環境各因素對學習成就的影響性時，研究發現網路學習環境的『知識重整』因素對學習成就前測、後測及追蹤測驗均有較大的預測力。但是其他網路學習環境因素與學習成就的相關性與預測力並不高，研究者認為可能是因為無論是高或低學習成就的學生對網路學習環境中的個別性、學習彈性、學習結構及學習者反應都給予了相當高的評價，以至於最後無法分辨出其相關性與預測力，但是在知識重整的因素中就反映出有知覺到此網路學習環境可以協助其提升學習成效的學生，在學習成就上就會有較好的表現。

另外在探討網路學習環境與學習動機的關連性及分析網路學習環境各因素對學習動機的影響性時，研究發現網路學習環境的『知識重整』因素與『期望：學習控制信念』呈現正向中度相關，而其他因素之間大多呈現出正向的低度相關。從標準化 $\beta$ 係數亦可看出『知識重整』因素對『期望：學習控制信念』具有較大的預測力。研究者認為學習者對網路學習環境是否會協助其提升學習成效的知覺，會影響其學習控制信念的動機，進一步可能會影響其學習成就。



## 第二節 建議

根據整個研究的過程與發現，提出以下幾點建議，期盼能作為日後教師教學、教材設計及後續研究的參考。

### 一、對教師教學上的建議

本研究結果顯示網路化雙重情境學習模式的運用對學生的概念改變的學習具有顯著的成效與良好的學習保留效果，尤其對原本在自然與生活科技學習領域低學業成就的學生，可因採用此網路化雙重情境學習模式而有更顯著的進步。且網路化雙重情境學習模式具有個別性、學習彈性、適當的網路課程結構、良好的學習者反應並且能夠幫助學習者對教學知識的重整與應用等優點，所以建議教學者能夠運用網路化雙重情境學習模式來進行概念改變的教學，以便協助學生有效建構科學性的概念。而在網路學習環境的設計時，必須特別重視並提供『知識重整』的功能，讓學生能夠藉由後設認知將網路上的教材內容轉化為自己的知識並應用在新的情境中。

在進行本研究的過程中研究者也發現一些問題與現象，因此提出幾點教師教學上的建議，以作為教師進行類似的教學活動時能有所參考。

- (一) 注重學生的先備經驗：除了要了解學生對科學知識的另有概念也要掌握學生對電腦操作與運用網路的能力。
- (二) 教師專業能力的培養：教師除了必需具備專業的學科知識外，也要能熟悉資訊設備與網路環境。
- (三) 教師角色的轉換：在進行網路化的學習活動時，教師的角色從『講台上的領導者』轉變為『身旁的指引者』，讓學生主動的在網路學習環境中學習，當學生遇到學習困難或技術上的問題時教師再給予必要的協助。
- (四) 維持學生的學習動機與學習興趣：因為電腦遊戲及網路聊天對學生具有很大的吸引力，所以在進行網路學習活動時，如何引起其學習動機並維持其學習興趣是非常重要的，所以針對國小學生的教材媒體最好能以動畫或互動的模式來呈現，這樣會有非常好的效果。
- (五) 培養學生正確的網路學習態度：網路學習是未來的學習趨勢，但是網路也造成如網路沈迷、色情暴力等問題，所以從小培養其正確的網路學習態度與主動學習的精神是刻不容緩的。
- (六) 組成合作團隊：網路化學習環境的建製需要完成教學活動的設計、網站的架設、程式的編寫、教材與媒體的製作等工作，與傳統教學模

式相比需要花費更多的人力時間，但是因為網路具有分享與可重複使用的特性，所以若是能組成合作團隊，大家彼此分工合作然後共享此學習資源將會省時省力又可擴大參與的層面。

## 二、對課程與教材設計的建議

在課程的安排上，建議九年一貫課程自然與生活科技領域各版本的教材中，能夠有專門的單元介紹黴菌相關的概念，使學生有機會建構更完整的黴菌相關概念。對於黴菌單元的教材內容，除了要介紹其構造、生長環境及其在人類生活中的應用外，建議將黴菌在自然生態中的角色與地位也納入教材內容中，讓學生對黴菌的概念有較完整的科學性概念。

在教材的設計方面，根據本研究結果顯示，教材設計時若能針對學生的另有概念設計教學活動，將有助於學生改變其另有概念並建構科學性的概念，尤其可讓學生將新概念應用於其日常生活的情境中。因此，在教材設計時，不僅是陳述出完整的科學概念，也要將學生常見的另有概念列入教學活動設計，並多與學生的生活經驗相結合，以便將其科學概念應用於其生活情境中。

針對研究者在設計黴菌概念學習網及進行網路化雙重情境學習模式的教學經驗，對設計網路化教學網站提出以下幾點建議：

- (一) 依據教學策略並發揮電腦網路特性：網路化課程並不是把課本內容轉為電子化的教材即可，而是必需根據有效的教學策略並發揮電腦網路的特性去設計出能夠提高學習效率的教學內容，用以輔助在傳統教學模式中不容易表達或學生不容易理解的概念學習。
- (二) 活潑的兒童使用介面：國小學生對於純文字或是單調的版面內容較缺乏興趣與專注力，所以針對國小學生使用的網路教學內容最好多用圖片、動畫及互動操控的媒體來呈現。
- (三) 整合網路學習資源：網路資源非常豐富，但是過多的資訊來源反而會造成學生學習的迷失，所以教師宜先針對學習主題進行網路資源的篩選與整合，讓學習者能很有效率的獲得其所需的資訊。
- (四) 注重網站的即時鼓勵與回饋：學生對於線上的即時鼓勵與回饋功能非常重視，所以網站設計宜針對學生良好的學習行為給予即時鼓勵與回饋，以增強學生的學習動機。

## 三、對未來研究的建議

網路學習是一種新興的學習模式和潮流，未來是否能發揮電腦網路多媒體的特性，有效運用『網路化雙重情境學習模式』來協助學生進行其他

自然與生活科技學習領域的概念改變教學，值得後續研究。茲將未來研究的方向提出以下幾點建議：

- (一) 擴大研究範圍：本研究限於人力及物力的考量，因此研究僅限於同一所學校六個班級的學生，課程也僅以黴菌的概念為主，建議未來的研究者可以將規模擴大，比較不同地區甚至城鄉間運用此模式是否會有差異。課程方面也可以擴展至其他概念或是其他領域，比較在不同概念或不同領域上是否會有不同的學習成效。
- (二) 此『網路化雙重情境學習模式』對學生的科學學習動機、科學認知偏好以及網路學習態度等因素的影響，也值得深入研究。
- (三) 強化網路及多媒體特性：電腦網路具有跨越時空、多媒體、即時性及超連結資源豐富的特性，所以可以做到許多傳統教學模式中無法實施的教學方法。所以未來研究者可以再強化網路及多媒體特性將以下幾種不同的教學方法融入『網路化雙重情境學習模式』中。
  1. 進行跨校的合作學習：利用網路同步教學或非同步學習的模式，進行跨校的合作學習分組，以便讓學生廣泛交換生活經驗、觀摩學習心得、擴大學習視野並培養合作學習的態度。
  2. 運用多媒體的評量系統：因為一些國小學生對於評量試題的題目意思不容易了解，所以如果能運用多媒體的評量系統透過圖片、聲音或動畫等媒體的輔助，來協助學生了解題意將可以排除學生閱讀能力不佳所造成的誤差影響。
  3. 運用網路互評的機制：利用網路資料傳輸與瀏覽的方便性，透過同儕互評的機制來增進學習的動機與學習的成效。
- (四) 發展智慧型網路學習環境：因材施教、適性教育一直是幾千年來不變的教育目標，智慧型的個別化網路學習環境隨著電腦人工智慧不斷的進步，使其發展的可能性越來越高，未來如果能研究發展出能夠即時分析學習者的學習歷程，並判斷其所缺少的心智架構然後再提供其所需要的教材內容的智慧型網路學習環境，讓學習者能夠適性、適時且適量的得到其所需要的學習資源，就可以達到因材施教、適性教育的教育目標。

## 參考文獻

### 一、中文部分

- 王美芬、熊召弟(1995)。國民小學自然科教材教法。台北：心理出版社。
- 吳明隆(2003)。SPSS統計應用學習實務。台北：知城數位科技。
- 吳美麗(2002)。臺灣真菌多樣性資源與研究現況。環境教育學刊，1，143-163。
- 余曉清(1997)。二十一世紀的科學教育～科技如何豐富科學教育。教學科技與媒體，33，12-19。
- 周倩、楊台恩(1998)。電腦網路的特質與相關問題初探。社教雙月刊，84，17-20。
- 林奇賢(1998)。網路學習環境的設計與應用。資訊與教育，67，34-50。
- 林建平(1997)。學習輔導～理論與實務。台北：五南出版社。
- 林建平(2003)。學習動機的認知理論及其在教育上的應用。國教新知，49(3)，17-27。
- 邱美虹(2000)。概念改變研究的省思與啟示。科學教育學刊，8(1)，1-34。
- 邱皓政(2000)。量化研究與統計分析。台北：五南出版社。
- 邱照麟(2000)。國小學童「空氣」概念之研究。國立屏東師範學院國民教育研究所未出版之碩士論文。
- 徐雍智、蔡今中和陳明璋(2002)數學創意類比與同儕評量及其網路案例設計之初探。師大學報：科學教育類，47(1)，1-14。
- 唐小媛、余曉清(2003)。國中生「動物生殖」另有概念成因分析。第十九屆科學教育學術研討會，台北市，國立台灣師範大學。
- 張春興(1996)。教育心理學—三化取向的理論與實踐(修訂版)。台北市：東華書局。
- 張惠博(1999)。迷思概念的研究方法。科學概念學習研究研習會，台北市，國立台灣師範大學。
- 郭重吉(1992)。從建構主義的觀點探討中、小學數理教學的改進。科學發展月刊，20(5)，548-570。
- 郭重吉、董正玲(1992)。利用晤談方式探究國小兒童運動與力概念的另

有架構。科學教育，3，93-123。

游文楓、余曉清(2003)。網路化問題解決教學策略對學生生物學習成效的影響。第十九屆科學教育學術研討會，台北市，國立台灣師範大學。

葉增勇(2003)。真菌與人生。科學教育，256，46-48。

楊錦潭(1996)。媒體教學與數學教育。教學科技與媒體，27，3-9。

廖遠光、黃淑敏(2003)。電腦網路學習與傳統教學對學生學習成效影響之後設分析。管理與教育研究學報，1，161-182。

熊召弟、王美芬、段曉林、熊同鑫譯(S. M Glynn & R. H Yeany 著)(1996)。科學學習心理學。台北：心理出版社。

鄭湧涇、楊榮祥、曾哲明和林金盾(2001)。高中教科用書~生命科學上冊。台北：大同資訊出版。

鍾玉茹(2001)。國中、國小學童對常見真菌之概念認知研究。國立台北師範學院數理教育研究所未出版之碩士論文。



## 二、英文部分

- Bandura, A. (1986). *Social Foundations of Thought and Action: A Social Cognitive Theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, Inc.
- Carey, S. (1986). Cognitive science and science education. *American Psychologist*, 1, 1123–1130.
- Chan, T. W. & Chou, C. Y. (1997). Exploring the design of computer supports for reciprocal tutoring. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 8(1), 1-29.
- Chang, V. & Fisher, D. (2003). The validation and application of a new learning environment instrument for online learning in higher education. In Khine, M. S., & Fisher, D. (Eds.), *Technology-rich learning environments: A future perspective*, 1-20. Singapore: World Scientific.
- Chi, M.T.H., Slotta, J.D., & deLeeuw, N. (1994). From things to processes: A theory of conceptual change for learning science concepts. *Learning and Instruction*, 4, 27-43.
- Chinn, C. & Brewer, W. (1993). The role of anomalous data in knowledge acquisition: A theoretical framework and implications for science instruction. *Review of Educational Research*, 63, 1–49.
- Chou, C., & Tsai, C.C. (2002). Developing web-based curricula : issues and challenges. *Journal of Curriculum Studies*, 34,(6), 623-636.
- Clement, J. (1993). Using bridging analogies and anchoring intuitions to deal with students' preconceptions in physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(10), 1241-1257.
- Covington, M. V. (1992). *Making the grade: A self-worth perspective on motivation: Findings and implications*. NY: Cambridge University Press.
- Driver, R. (1981). Pupils' alternative frameworks in science. *European Journal of Science Education*, 3 (1), 93-101.
- Driver, R., & Oldham, V. (1986). A constructivist approach to curriculum development in science. *Studies in Science Education*, 13, 105-122.
- Duit, R. (1995). *Conceptual Change Approaches in Science Education*. Paper presented at the Symposium on conceptual change, Friedrich-Schiller University, Jena, Germany.
- Duit, R. (1999). Conceptual change approaches in science education. In W.

- Schnotz, S. Vosniadou, & M. Carretero (Eds.), *New perspectives on conceptual change*. Kidlington, Oxford: Elsevier Science.
- Dykstra, D. I., Boyle, C.F., & Monarch, I. A. (1992). Studying conceptual in learning physics. *Science Education*, 76(6), 615-652.
- Fraser, B.J., Treagust, D.F., & Dennis, N.C. (1986). Development of an instrument for assessing classroom psychosocial environment in universities and colleges. *Studies in Higher Education*, 11(1), 43-54.
- Gabel, D. L., Samuel, K. V. & Hunn, D. (1987). Understanding the particulate nature of matter. *Journal of Chemical Education*, 64, 695–697.
- Head, J. (1986) . Research into “Alternative Frameworks”: promise and problems. *Research in Technological Education*, 4 (2) , 203-211.
- Jonassen, D.H. (1997). Instructional design models for well-structured and ill-structured problem-solving learning outcomes. *Educational Technology: Research and Development*, 45, 65–94.
- KIE (2004). *Knowledge Integration Environment*. Retrieved June 8, 2004, from <http://kie.berkeley.edu/KIE/curriculum/curriculum.html>
- Linn, M.C., Clark, D.B. & Slotta, J.D. (2003). WISE Design for Knowledge Integration. *Science Education*, 87, 517-538.
- Leung, H. K. N. (2003) Evaluating the Effectiveness of e-Learning. *Computer Science Education*, 13(2), 123-1336.
- Margulis, L. (1981). How Many kingdoms? Current Views of Biological Classification. *The American Biology Teacher*, 41(9), 530-533.
- Mintzes, J. J., Wandersee, J. H. & Novak, J. D. (1998). *Teaching science for understanding –a human constructivist view*. California, Harcourt Brace & science education. (3rd ed.). Kiel, West Germany: University of Kiel, IPN Reports in Brief.
- Murray, T., Schultz, K., Brown, D. & Clement, J. (1990). An analogy-based computer tutor for remediating physics misconceptions. *Interactive Learning Environments*, 1, 79–101.
- O’Neill, D.K., & Gomez, L.M. (1994). *The collaboratory notebook:A networked knowledge-building environment for project learning*. In Educational Multimedia and Hypermedia. Symposium conducted at ED-MEDIA/ED-TELECOM 94 World Conference, Vancouver, British Columbia, Canada.
- Osborne, R. & Freyberg, P. (1985). *Learning in Science: The Implication of*

*Children's Science*. Auckland: Heinemann.

- Osborne, R. & Gilbert, J. (1980). A method for investigating concept understanding in science. *European Journal of Science Education*, 2, 311–321.
- Pfundt, H. & Duit, R. (1991). *Bibliography: Students' alternative framework and science education*. (3rd ed.). Kiel, West Germany: IPN.
- Posner, G.J., Strike, K.A., Hewson, P.W., & Gertzog, W.A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211-227.
- Pintrich, P. R., & De Groot, E. V. (1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of Educational Psychology*, 82, 33- 40.
- Pintrich, P.R. (1999). Motivational beliefs as resources for and constraints on conceptual change. In W. Schnotz, S. Vosniadon, & M. Carretero (Eds.), *New perspectives on conceptual change*. Kindlington, Oxford, UK: Elsevier Science.
- Pintrich, P.R., Marx, R.W., & Boyle, R.A. (1993). Beyond cold conceptual change: The role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change. *Review of Educational Research*, 63, 167–200.
- Pintrich, P.R. & Schrauben, B. (1992). Students' motivational beliefs and their cognitive engagement in classroom academic tasks. In D. Schunk & J. Meece (Eds.), *Student perceptions in the classroom: Causes and consequences*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Shafer, M.E., Lahner, J. M., Calderone, W. K., Davis, J. E., & Petrie, T. A. (2002). The use and effectiveness of a web-based instructional supplement in a college student success program. *Journal of College Student Development*, 43(5), 751-757.
- She, H.C. (2002). Concepts of a higher hierarchical level require more dual situated learning events for conceptual change: a study of air pressure and buoyancy. *International journal of science education*, 24(9), 981-996.
- She, H.C. (2003). DSLM Instructional Approach to Conceptual Change Involving Thermal Expansion. *Research in Science and Technological Education*, 21(1), 43-54.
- She, H.C. & Fisher, D. (2003). Web-based E-learning Environment in Taiwan:

- The impact of the online science flash program on students' learning. In Khine, M. S., & Fisher, D. (Eds.), *Technology-rich learning environments: A future perspective*. Singapore: World Scientific.
- She, H.C. (2004). Fostering radical conceptual change through dual-situated learning model. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(2), 142-164.
- She, H.C. (2004). *Facilitating students' learning of difficult science concepts through integrating a metacognitive approach into a web-based multimedia science learning program*. Accepted by the International Conference on Computers and Advanced Technology in Education (CATE), Kawai, Hawaii.
- Taylor, R. D., (ED.). (1980). *The computer in the school:tutor,tool,tutee*. New York: Columbia teachers' College.
- Thagard, P. (1992). *Conceptual Revolutions*. Princeton, NJ:Princeton University Press.
- Tsai, C.C. (2000). Enhancing science instruction: The use of "conflict maps". *International Journal of Science Education*, 22, 285-302.
- Vosniadou, S. & Brewer, W.F. (1994). Mental models of the day/night cycle. *Cognitive Science*, 18, 123-183.
- Wandersee, J.H., Mintzes, J.J., & Novak, J.D. (1994). Research on alternative conceptions in science. In Gabel, D. L. (Ed.) *Handbook of research on science teaching and learning*, 177-210. New York: Macmillan Publishing Company.
- Wang, S.L. & Lin, S. S. J. (2000). *The Cross-culture Validation of Motivated Strategies for Learning Questionnaire*. Paper presented at the 2000 Annual Conference of American Psychological Association. Washington D.C.
- Weiner, B. (1992). *Human Motivation: Metaphors, Theories, and Research*. Newbury Park, CA: Sage Publications, Inc.
- WISE(2004).*The Web-based Inquiry Science Environment*. Retrieved June 8, 2004, from <http://wise.berkeley.edu/welcome.php>

## 附錄一：黴菌概念學習網網站規劃

學習網站登入首頁

問題討論、瀏覽教材、課程導覽、課程成員、修改資料、離開系統  
帳號管理、測驗結果 (管理者介面)

↓  
個人學習狀況首頁

↓ 執行任務

【第 1 關】黴菌的生長環境 (溫度) 概念前測 (temperature1)

活動 1-1、黴菌的生長環境 (溫度)

【第 2 關】黴菌生長實驗影片『控制溫度』(temperature\_a)

【第 3 關】黴菌生長互動模擬實驗『選擇控制溫度高低』(temperature\_b)

【第 4 關】黴菌的生長環境 (溫度) 概念探究 (temperature\_c)

【第 5 關】黴菌的生長環境 (溫度) 概念後測 (temperature2)

↓

【第 6 關】黴菌的生長環境 (水分) 概念前測 (water1)

活動 1-2、黴菌的生長環境 (水分)

【第 7 關】黴菌生長實驗影片『控制水分』(water\_a)

【第 8 關】黴菌生長互動模擬實驗『選擇控制水分多寡』(water\_b)

【第 9 關】黴菌的生長環境 (水分) 概念探究 (water\_c)

【第 10 關】黴菌的生長環境 (水分) 概念後測 (water2)

↓

【第 11 關】黴菌的生長環境 (光線一) 概念前測 (light1)

活動 1-3、黴菌的生長環境 (光線一)

【第 12 關】黴菌生長實驗影片『控制透光程度』(light\_a)

【第 13 關】黴菌生長互動模擬實驗『選擇透光程度』(light\_b)

【第 14 關】概念探究『文字、圖片、相關參考連結』(light\_c)

【第 15 關】黴菌的生長環境 (光線一) 概念後測 (light2)

↓

【第 16 關】黴菌的生長環境 (光線二) 概念前測 (sun1)

活動 1-4、黴菌的生長環境 (光線二)

【第 17 關】黴菌生長實驗影片『控制陽光』(sun\_a)

【第 18 關】黴菌生長互動模擬實驗『選擇控制陽光』(sun\_b)

【第 19 關】概念探究『文字、圖片、相關參考連結』(sun\_c)

【第 20 關】黴菌的生長環境 (光線二) 概念後測 (sun2)

↓

【第 21 關】預防食物發黴概念前測 (prevent1)

活動 1-5、黴菌的生長環境（預防食物發黴）

【第 22 關】預防食物發黴影片 (prevent\_a)

【第 23 關】預防食物發黴概念探究 (prevent\_b)

【第 24 關】預防食物發黴概念後測 (prevent2)

↓

【第 25 關】黴菌的構造概念前測 (structure1)

活動 2、黴菌的構造

【第 26 關】黴菌生長動態影片 (structure\_a)

【第 27 關】黴菌構造動畫 (structure\_b)

【第 28 關】顯微鏡下的黴菌構造圖片 (structure\_c)

【第 29 關】黴菌的構造概念後測 (structure2)

↓

【第 30 關】黴菌的營養方式概念前測 (nutrition1)

活動 3、黴菌的營養方式

【第 31 關】黴菌的營養方式影片 (nutrition\_a)

【第 32 關】黴菌的營養方式概念探究 (nutrition\_b)

【第 33 關】黴菌的營養方式概念後測 (nutrition2)

↓

【第 34 關】黴菌的傳播繁殖方式概念前測 (reproduction1)

活動 4、黴菌的傳播繁殖方式

【第 35 關】黴菌的傳播繁殖模擬動畫 (reproduction\_a)

【第 36 關】黴菌的傳播繁殖方式概念探究 (reproduction\_b)

【第 37 關】黴菌的傳播繁殖方式概念後測 (reproduction2)

↓

【第 38 關】黴菌對人類生活的益處概念前測 (advantages1)

活動 5-1、黴菌對人類生活的影響（益處）

【第 39 關】黴菌對人類生活的益處影片 (advantages\_a)

【第 40 關】黴菌對人類生活的益處概念探究 (advantages\_b)

【第 41 關】黴菌對人類生活的益處概念後測 (advantages2)

↓

【第 42 關】黴菌對人類生活的害處概念前測 (disadvantages1)

活動 5-2、黴菌對人類生活的影響（害處）

【第 43 關】黴菌對人類生活的害處影片 (disadvantages\_a)

【第 44 關】黴菌對人類生活的害處概念探究 (disadvantages\_b)

【第 45 關】黴菌對人類生活的害處概念後測 (disadvantages2)

↓

【第 46 關】其他微生物概念前測 (bacterial)

活動 6、其他微生物（細菌等）

【第 47 關】生物分類概念圖 (bacteria\_a)

【第 48 關】其他微生物概念探究 (bacteria\_b)

【第 49 關】其他微生物概念後測 (bacteria2)



活動 7、挑戰情境事件

【第 50 關】挑戰情境一 (challenge1)

【第 51 關】挑戰情境二 (challenge2)

【第 52 關】挑戰情境三 (challenge3)

【第 53 關】挑戰情境四 (challenge4)



完成



## 附錄二：黴菌概念網路化雙重情境教學活動設計

事件	流程
<p>1-1. 黴菌的生長環境 (溫度)</p>	<p>步驟一、問題引導 (概念前測):</p> <p>★把麵包放在下列不同地方, 哪裡『最』容易發黴呢? (請勾選一個地方)</p> <p><input type="checkbox"/>加熱器中(大約 60°C)</p> <p><input type="checkbox"/>冰箱的冷凍庫(大約零下 5°C)</p> <p><input type="checkbox"/>抽屜中(大約 20°C)</p> <p><input type="checkbox"/>冰箱下層冷藏室(大約 5°C)</p> <p>你的理由是: _____</p> <p>步驟二、學習加油:</p> <p>★黴菌生長實驗影片 (控制溫度)</p> <p>★黴菌生長互動模擬實驗 (選擇控制溫度高低)</p> <p>★概念探究 (文字、圖片、相關參考連結)</p> <p>步驟三、概念測驗 (概念後測):</p> <p>★題目如問題引導 (概念前測)</p>
<p>1-2. 黴菌的生長環境 (水分)</p>	<p>步驟一、問題引導 (概念前測):</p> <p>★小明拿了兩個麵包, 甲麵包滴了 10 滴水, 乙麵包不滴水, 各用塑膠袋包起來放在同一個抽屜裡, 兩個星期之後會如何?</p> <p><input type="checkbox"/>甲乙都不會發黴</p> <p><input type="checkbox"/>只有甲發黴</p> <p><input type="checkbox"/>只有乙發黴</p> <p><input type="checkbox"/>甲乙都發黴了, 而甲的發黴的部分多</p> <p><input type="checkbox"/>甲乙都發黴了, 而乙的發黴的部分多</p> <p><input type="checkbox"/>甲乙都發黴了, 而且發黴的部分一樣多</p> <p>你的理由是: _____</p> <p>步驟二、學習加油:</p> <p>★黴菌生長實驗影片 (控制水分)</p> <p>★黴菌生長互動模擬實驗 (選擇控制水分多寡)</p> <p>★概念探究 (文字、圖片、相關參考連結)</p> <p>步驟三、概念測驗 (概念後測):</p> <p>★題目如問題引導 (概念前測)</p>

<p>1-3. 黴菌的生長環境 (光線一)</p>	<p>步驟一、問題引導 (概念前測):</p> <p>★ 如果把兩個麵包裝在兩個大小相同的盒子裡然後放在室內陽光無法直接照射的桌子上，其中一個盒子是透明能透光的，另一個盒子是黑色不能透光的，請問放在哪裡的麵包比較容易發黴呢？</p> <p><input type="checkbox"/> 透明能透光盒子裡的麵包</p> <p><input type="checkbox"/> 黑暗不能透光盒子裡的麵包</p> <p><input type="checkbox"/> 沒什麼差別</p> <p>你的理由是：_____</p> <p>步驟二、學習加油：</p> <p>★ 黴菌生長實驗影片 (控制透光程度)</p> <p>★ 黴菌生長互動模擬實驗 (選擇控制透光程度)</p> <p>★ 概念探究 (文字、圖片、相關參考連結)</p> <p>步驟三、概念測驗 (概念後測):</p> <p>★ 題目如問題引導 (概念前測)</p>
<p>1-4. 黴菌的生長環境 (光線二)</p>	<p>步驟一、問題引導 (概念前測):</p> <p>★ 小華拿了兩個麵包，一個放在陽光直接照射的窗台上，另一個放在黑暗的抽屜中，請問放在哪裡的麵包比較容易發黴呢？</p> <p><input type="checkbox"/> 陽光下的麵包</p> <p><input type="checkbox"/> 黑暗抽屜中的麵包</p> <p><input type="checkbox"/> 沒什麼差別</p> <p>你的理由是：_____</p> <p>步驟二、學習加油：</p> <p>★ 黴菌生長實驗影片 (控制陽光)</p> <p>★ 黴菌生長互動模擬實驗 (選擇控制陽光)</p> <p>★ 概念探究 (文字、圖片、相關參考連結)</p> <p>步驟三、概念測驗 (概念後測):</p> <p>★ 題目如問題引導 (概念前測)</p>
<p>1-5. 預防食物發黴</p>	<p>步驟一、問題引導 (概念前測):</p> <p>★ 想要防止東西發黴，請問下列哪些方法是正確的？ (可以複選)</p> <p><input type="checkbox"/> 將食物置於陰暗角落</p> <p><input type="checkbox"/> 將食物製成罐頭保存</p> <p><input type="checkbox"/> 將食物放入冰箱或冷凍庫</p> <p><input type="checkbox"/> 將食物添加糖、醋或鹽</p> <p><input type="checkbox"/> 將食物放在陽光下曬乾</p> <p>你的理由是：_____</p>

	<p>步驟二、學習加油：</p> <p>★預防食物發黴影片</p> <p>★概念探究（文字、圖片、相關參考連結）</p> <p>步驟三、概念測驗（概念後測）：</p> <p>★題目如問題引導（概念前測）</p>
<p>2. 黴菌的構造</p>	<p>步驟一、問題引導（概念前測）：</p> <p>★小朋友，你知道在放大 200 倍顯微鏡下的黴菌是什麼樣子嗎？請你用『小畫家』將它畫出來，並且標示其構造名稱。</p> <p>步驟二、學習加油：</p> <p>★ 黴菌生長動態影片</p> <p>★ 黴菌構造動畫</p> <p>★ 顯微鏡下的黴菌構造圖片</p> <p>步驟三、概念測驗（概念後測）：</p> <p>★題目如問題引導（概念前測）</p>
<p>3. 黴菌的營養方式</p>	<p>步驟一、問題引導（概念前測）：</p> <p>★你認為黴菌生長時所需要的營養是來自於哪裡？</p> <p><input type="checkbox"/>光合作用自製養分</p> <p><input type="checkbox"/>空氣</p> <p><input type="checkbox"/>水</p> <p><input type="checkbox"/>分解寄生物中的澱粉</p> <p>你的理由是：_____</p> <p>步驟二、學習加油：</p> <p>★黴菌的營養方式影片</p> <p>★概念探究（文字、圖片、相關參考連結）</p> <p>步驟三、概念測驗（概念後測）：</p> <p>★題目如問題引導（概念前測）</p>
<p>4. 黴菌的傳播繁殖方式</p>	<p>步驟一、問題引導（概念前測）：</p> <p>★麵包上的『黴』是哪裡來的？</p> <p><input type="checkbox"/>麵包上面本來就有，自己長出來的</p> <p><input type="checkbox"/>藉由風傳遞的種子，掉落在麵包上後發芽長出來的</p> <p><input type="checkbox"/>空氣中充滿了細菌，掉到麵包上才長出來的</p> <p><input type="checkbox"/>空氣中到處都有黴菌的孢子，掉到麵包上才長出來的</p> <p>你的理由是：_____</p> <p>步驟二、學習加油：</p> <p>★黴菌的傳播繁殖模擬動畫</p> <p>★概念探究（文字、圖片、相關參考連結）</p> <p>步驟三、概念測驗（概念後測）：</p> <p>★題目如問題引導（概念前測）</p>

<p>5-1. 黴菌對人類生活的影響 (益處)</p>	<p>步驟一、問題引導 (概念前測):</p> <p>★黴菌對我們的生活有許多影響, 下列敘述何者正確? (可以複選)</p> <p><input type="checkbox"/> 黴菌對人類只有害處, 所以我們要消滅所有的黴菌</p> <p><input type="checkbox"/> 看病時醫生開的藥方裡有抗生素, 抗生素就是黴菌製成的</p> <p><input type="checkbox"/> 黴菌可以分解物質, 減少生存空間的浪費</p> <p><input type="checkbox"/> 醬油、豆腐乳是加入黴菌處理製成的</p> <p>你的理由是: _____</p> <p>步驟二、學習加油:</p> <p>★黴菌對人類生活的影響影片</p> <p>★概念探究 (文字、圖片、相關參考連結)</p> <p>步驟三、概念測驗 (概念後測):</p> <p>★題目如問題引導 (概念前測)</p>
<p>5-2. 黴菌對人類生活的影響 (害處)</p>	<p>步驟一、問題引導 (概念前測):</p> <p>★黴菌對我們的生活有許多影響, 下列敘述何者正確? (可以複選)</p> <p><input type="checkbox"/> 黴菌會危害植物, 造成經濟上的損失</p> <p><input type="checkbox"/> 爸爸得了香港腳就是因為黴菌的關係</p> <p><input type="checkbox"/> 黴菌使得很多人得了感冒</p> <p><input type="checkbox"/> 黴菌會使食物和物品腐爛</p> <p>你的理由是: _____</p> <p>步驟二、學習加油:</p> <p>★黴菌對人類生活的影響影片</p> <p>★概念探究 (文字、圖片、相關參考連結)</p> <p>步驟三、概念測驗 (概念後測):</p> <p>★題目如問題引導 (概念前測)</p>
<p>6. 其他微生物 (細菌等)</p>	<p>步驟一、問題引導 (概念前測):</p> <p>★黴菌是屬於哪一種生物?</p> <p><input type="checkbox"/> 動物</p> <p><input type="checkbox"/> 植物</p> <p><input type="checkbox"/> 細菌</p> <p><input type="checkbox"/> 真菌</p> <p>你的理由是: _____</p> <p>步驟二、學習加油:</p> <p>★生物分類動畫</p> <p>★概念探究 (文字、圖片、相關參考連結)</p> <p>步驟三、概念測驗 (概念後測):</p> <p>★ 題目如問題引導 (概念前測)</p>

<p>7. 挑戰情境事件</p>	<p>情境一、小明想要培養黴菌來觀察與實驗，他買了一條土司麵包後想要在最短的時間內完成觀察實驗，請問他要將土司麵包放在什麼樣的環境才能讓黴菌快速生長呢？</p> <p>情境二、小明看到土司麵包開始發黴後用二百倍的顯微鏡仔細觀察，他所看到的黴菌會是什麼樣子？（請將它畫出來，並且標示其構造名稱）</p> <p>情境三、小明家的梅樹在梅子採收後，小明的媽媽為了避免讓梅子發黴腐壞，小明可以建議媽媽怎麼做呢？（請寫出三種以上的方法）</p> <p>情境四、小明的媽媽覺得黴菌對他造成很大的困擾，所以建議大家把世界上所有的黴菌通通消滅掉，小明應該如何向媽媽分析黴菌對人類生活的影響呢？（請寫出三種以上黴菌對人類的益處及三種以上黴菌對人類的害處）</p>
------------------	--



### 附錄三：黴菌單元成就測驗

\_\_\_\_年\_\_\_\_班 座號：\_\_\_\_ 姓名：\_\_\_\_\_

#### 一、是非題：

1. ( ) 食物會長黴菌或變酸都是因為微生物的作用。
2. ( ) 各種物品上長的黴菌，樣子和顏色都相同。
3. ( ) 在食物中加入大量的糖或鹽會使食物脫水，這樣可以長久保存食物。
4. ( ) 所有有酸味的食物都不能吃，因為那些食物都餿掉了。
5. ( ) 只有麵包上才會長出黴菌。
6. ( ) 黴菌對人類只有害處，沒有好處。
7. ( ) 黴菌和植物一樣含有葉綠素可以行光合作用來製造養分。
8. ( ) 把食物放在空氣中，有時會長出好幾種不同顏色的黴菌，是因為空氣中有許多不同的黴菌。
9. ( ) 抗生素是從黴菌中提煉出來的。
10. ( ) 醬油、醋、酒的製造，都需要用黴菌發酵。
11. ( ) SARS 傳染病毒是屬於黴菌中的一種。
12. ( ) 為了更清楚的看到黴菌，我們可以透過顯微鏡來觀察。
13. ( ) 利用顯微鏡來觀察微生物，為了看清楚微生物的長相，最好一開始就使用高倍率的接物鏡。

#### 二、選擇題：

14. ( ) 把幾片麵包分別放在其他環境相同但是溫度不同的環境時，哪種溫度『最』容易讓麵包發黴呢？  
(1)100°C (2)25°C (3) 0°C (4)零下二十°C。
15. ( ) 小明拿了兩個麵包，甲麵包滴了10滴水，乙麵包不滴水，各用塑膠袋包起來放在同一個抽屜裡，兩個星期之後會如何？  
(1)只有甲發黴 (2)只有乙發黴 (3)甲、乙都發黴了，而甲的發黴的部分多 (4)甲、乙都發黴了，而乙的發黴的部分多 (5)甲、乙都發黴了，而且發黴的部分一樣多。
16. ( ) 如果把兩個麵包裝在兩個大小相同的盒子裡然後放在室內陽光無法直接照射的桌子上，其中一個盒子是透明能透光的，另一個盒子是黑色不能透光的，請問放在哪裡的麵包比較容易發黴呢？  
(1)透光盒子裡的麵包 (2)黑暗盒子裡的麵包 (3)沒什麼差別。

17. ( ) 小華拿了兩個麵包，一個放在陽光直接照射的窗台上，另一個放在黑暗的抽屜中，請問放在哪裡的麵包比較容易發黴呢？  
(1)陽光下的麵包 (2)黑暗抽屜中的麵包 (3)沒什麼差別。
18. ( ) 黴菌喜歡在什麼樣的環境下生長？  
(1)溫度低(2)乾燥(3)悶熱潮濕(4)通風有陽光。
19. ( ) 下列何者會影響微生物的生長？  
(1)水分(2)溫度(3)養分(4)以上皆會。
20. ( ) 黴的構造包含了下列哪幾部分？  
(1)根、莖、葉 (2)花、果實、種子 (3)菌絲、孢子囊、孢子 (4)四肢與軀幹。
21. ( ) 黴菌是靠哪一部份構造來進行繁殖下一代？  
(1)菌絲 (2)孢子 (3)假根 (4)種子。
22. ( ) 『黴』最主要是靠什麼來幫助傳播繁殖的呢？  
(1)人類 (2)動物 (3)水力 (4)風力。
23. ( ) 麵包上的『黴』是哪裡來的？  
(1)麵包上面本來就有，自己長出來的 (2)藉由風傳遞的種子，掉落在麵包上後發芽長出來的 (3)空氣中充滿了細菌，掉到麵包上才長出來的 (4)空氣中到處都有黴菌的孢子，掉到麵包上才長出來的。
24. ( ) 黴菌用哪一種方式得到養料來維持生活？  
(1)自己行光合作用 (2)吞食別的動植物 (3)分泌物質、分解物品得到養料 (4)自己行呼吸作用。
25. ( ) 麵包發黴實驗中，麵包黴是以什麼當作養分？  
(1)蛋白質 (2)維生素 (3)澱粉 (4)礦物質。
26. ( ) 利用黴菌可以做什麼？  
(1)製造抗生素 (2)預防心臟病 (3)使衣服乾爽 (4)防止食物腐壞。
27. ( ) 下列哪一項食物的製造不需要利用到黴菌？  
(1)優格 (2)泡菜 (3)冰淇淋 (4)醬油。
28. ( ) 黴菌生長在人體的皮膚上常會引起什麼疾病？  
(1)頭痛、噁心 (2)癬、香港腳 (3)胃病、肝病 (4)感冒、發燒。
29. ( ) 發黴的麵包還能吃嗎？  
(1)能 (2)不能 (3)切掉發黴部分後仍然可吃 (4)只要加熱後就可以吃。

30. ( ) 黴菌對我們的生活有許多影響，下列敘述何者錯誤？  
(1)黴菌會危害植物，造成經濟上的損失 (2)黴菌可以分解物質，減少生存空間的浪費 (3)黴菌使得很多人得了感冒 (4)黴菌會使食物和物品腐爛。
31. ( ) 黴菌是屬於生物中的哪一類？  
(1)動物 (2)植物 (3)細菌 (4)真菌。
32. ( ) 黴菌在自然生態系中的功能是屬於哪一類？  
(1)生產者(2)消費者(3)分解者(4)使用者。
33. ( ) 下面哪一種方法無法防止黴菌的繁殖？  
(1)使用除濕機保持乾燥(2)放在潮濕不通風處(3)放入冰箱冷藏(4)使用密封罐保持乾燥。
34. ( ) 想要知道水分是不是影響黴菌生長的因素時，在實驗中哪一項因素必須不同？  
(1)水(2)溫度(3)空氣(4)不一定。
35. ( ) 使用顯微鏡觀察標本時，轉動調節輪的目的是什麼？  
(1)放大標本(2)縮小標本(3)清晰看到標本(4)調節光線。

### 三、應用題：

1. 下列哪些方法可以防止食物長出黴菌，請在( )中打✓。
- A. ( ) 高溫或低溫處理。  
B. ( ) 真空包裝，隔絕空氣和水分。  
C. ( ) 曬乾，去除水分。  
D. ( ) 加水，保持水分。  
E. ( ) 用鹽或糖醃製。
2. 關於黴菌生長環境的敘述，對的打○，錯的打×。
- A. ( ) 黴菌喜歡生長在陽光很強的地方。  
B. ( ) 黴菌喜歡生長在乾燥的地方。  
C. ( ) 黴菌喜歡生長在潮濕的地方。  
D. ( ) 黴菌喜歡生長在溫度很低、寒冷的地方。  
E. ( ) 黴菌喜歡生長在溫度適中、暖和的地方。
3. 下列關於黴菌對人類生活影響的敘述，對的打○，錯的打×。
- A. ( ) 黴菌會寄生人體，引起香港腳。  
B. ( ) 黴菌會危害植物，造成經濟上的損失。  
C. ( ) 黴菌會使人感冒發燒，造成流行性感冒。  
D. ( ) 黴菌可以應用於食品工業，如製作醬油、臭豆腐等。  
E. ( ) 黴菌可以分解物質，減少生存空間的浪費。

四、問答題：

1. 小明想要培養黴菌來觀察與實驗，他買了一條土司麵包後想要在最短的時間內完成觀察實驗，請問他要將土司麵包放在什麼樣的環境才能讓黴菌快速生長呢？

答：

2. 小明看到土司麵包發黴後，他用二百倍的顯微鏡仔細觀察，他所看到的黴菌會是什麼樣子？（請將它畫出來，並且標示其構造名稱）

答：

3. 小明家的梅樹在梅子採收後，小明的媽媽為了避免讓梅子發黴腐壞，小明可以建議媽媽怎麼做呢？（請寫出三種以上的方法）

答：1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

4. 小明的媽媽覺得黴菌對他造成很大的困擾，所以建議大家把世界上所有的黴菌通通消滅掉，小明應該如何向媽媽分析黴菌對人類生活的影響呢？（請寫出三種以上黴菌對人類的益處及三種以上黴菌對人類的害處）

答：益處：1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

害處：1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

## 附錄四：學生學習動機問卷

班級：    年    班 座號：    姓名：    我是：男生    女生

【小朋友：這份問卷請你描述你學習自然與生活科技這門課的學習動機，答案沒有對錯之分，請用最真實的狀況與感覺來回答喔！回答時請利用 1-5 數字刻度答題。若你認為某題目敘述與你的狀況完全相符，請圈選 5；若題目敘述與你的狀況完全不符，則圈選 1；若敘述與你的狀況部分相符，請圈選適當數字。】

開始作答囉！



	完 全 不 符 合	不 符 合	無 意 見	符 合	完 全 符 合
1. 在自然與生活科技課程中，我最想學有挑戰性的內容，這樣才能學到新的東西。	1	2	3	4	5
2. 我學自然與生活科技最大的心願就是要拿好成績。	1	2	3	4	5
3. 我在自然與生活科技課程中所學到的內容，可以應用到其他學科。	1	2	3	4	5
4. 對我來說最重要的就是理解自然與生活科技所教的主題。	1	2	3	4	5
5. 我有信心可以在自然與生活科技的考試中取得好成績。	1	2	3	4	5
6. 我想我可以在自然與生活科技課程取得高分。	1	2	3	4	5
7. 我努力的學習自然與生活科技，是為了提高我的學業總成績。	1	2	3	4	5
8. 在自然與生活科技課，我最想學可激發我好奇心的內容，即使那些內容是困難的。	1	2	3	4	5
9. 對我來說最重要的就是學好自然與生活科技所教的內容。	1	2	3	4	5
10. 如果我的讀書方法正確，我就能學好自然與生活科技課程所要教的內容。	1	2	3	4	5
11. 我有信心可以學會自然與生活科技課程中最難的部份。	1	2	3	4	5
12. 我有信心我能學會自然與生活科技課程中所教的方法和技術。	1	2	3	4	5
13. 我上自然與生活科技課程，最想要的是完全瞭解課程的內容。	1	2	3	4	5
14. 我希望在自然與生活科技課程的成績要比大部分同學都要好。	1	2	3	4	5
15. 我對自然與生活科技的課程內容感到興趣。	1	2	3	4	5
16. 我有信心我可以瞭解自然與生活科技課程中所教的基礎概念。	1	2	3	4	5
17. 我有信心可以瞭解自然與生活科技老師所教的最困難的內容。	1	2	3	4	5

	完 全 不 符 合	不 符 合	無 意 見	符 合	完 全 符 合
18. 我想要在自然與生活科技課程拿高分，是因為我覺得在同學面前展現能力是滿重要的。	1	2	3	4	5
19. 我上自然與生活科技課程，最想要的是可以刺激我的思考能力。	1	2	3	4	5
20. 我覺得自然與生活科技的課程內容很實用。	1	2	3	4	5
21. 如果我很努力的話，我就可以理解自然與生活科技的課程內容。	1	2	3	4	5
22. 我想在自然與生活科技課拿高分，是希望老師、父母重視我。	1	2	3	4	5
23. 我上自然與生活科技課程，最想要的是學習如何解決問題的方法。	1	2	3	4	5
24. 我喜歡自然與生活科技的各個主題與內容。	1	2	3	4	5
25. 我有信心能把自然與生活科技老師所規定的功課做得非常好。	1	2	3	4	5



## 附錄五：網路學習環境問卷

班級：\_\_\_\_年\_\_\_\_班 座號：\_\_\_\_ 姓名：\_\_\_\_\_ 我是：男生 女生

【小朋友：恭喜你完成了『徽菌概念學習網』的學習任務，這份問卷是要你表達出你在這個學習網站的學習狀況與意見，答案沒有對錯之分，請用你最真實的狀況與感覺來回答喔！回答時請利用 1-5 數字刻度答題。若你認為某題目敘述對你來說總是如此，請圈選 5；若題目敘述與對你來說從來沒有，則圈選 1；若敘述與你的狀況部分相符，請圈選適當數字。】

開始作答囉！



	從 來 沒 有	很 少 發 生	偶 爾 發 生	經 常 發 生	總 是 如 此
1. 網路學習時，我會被安排適合我能力的工作。	1	2	3	4	5
2. 網路學習時，我學習的方法與路徑與其他同學不同。	1	2	3	4	5
3. 網路學習時，我可以自由選擇學習活動和我將如何進行學習活動。	1	2	3	4	5
4. 我可以在網路學習課程中決定自己要學甚麼。	1	2	3	4	5
5. 網路學習時，我通常被允許以自己的方式進行學習。	1	2	3	4	5
6. 網路學習時，我被允許以自己的進度進行學習。	1	2	3	4	5
7. 網路學習時，我可以決定如何分配每一主題的學習時間。	1	2	3	4	5
8. 網路學習時，我可以將更多的時間花在我不了解的主題上。	1	2	3	4	5
9. 網路學習時，我可以在很短的時間內學完一個主題，接著繼續學習別的主題。	1	2	3	4	5
10. 網路學習時，我可以決定自己在某一時段內要學習多少東西。	1	2	3	4	5
11. 網路學習教材中每個主題的編排順序很清楚，讓我很容易按照順序去學習。	1	2	3	4	5
12. 網路學習教材編排的結構，可以讓我快速抓到重點，並集中心力於要學的內容上。	1	2	3	4	5
13. 網路學習時，每個單元都清楚說明作業的要求。	1	2	3	4	5
14. 網路學習活動是精心設計過的。	1	2	3	4	5
15. 學習網站上的網路學習內容的呈現方式是清楚的。	1	2	3	4	5
16. 對於網路學習環境，讓我感到滿足和有成就感。	1	2	3	4	5
17. 我喜歡在網路學習環境中學習。	1	2	3	4	5

	從 來 沒 有	很 少 發 生	偶 爾 發 生	經 常 發 生	總 是 如 此
18. 與一般的教室學習相比，我可以在網路學習環境中學習更多。	1	2	3	4	5
19. 我期待這種網路學習的課。	1	2	3	4	5
20. 這個網路學習課程是我學校課程中最有趣的課程之一。	1	2	3	4	5
21. 我能結合不同網路學習內容，將它整理成解決問題的方法。	1	2	3	4	5
22. 我可以把在網站上所學到的一些主題，再整合成自己的知識。	1	2	3	4	5
23. 我能使用學習網站線上內容並且更進一步綜合應用形成新的東西。	1	2	3	4	5
24. 我可以很容易地應用在網路學習中所學到的知識來解決日常生活碰到的問題。	1	2	3	4	5
25. 我可以組織所有從學習網站上得到的資訊成為有系統的知識。	1	2	3	4	5

