

第壹章 緒論

本章共分為四節，第一節為研究背景與研究動機。第二節為研究目的與研究問題。第三節為研究範圍與限制。第四節為名詞釋義。

第一節 研究背景與研究動機

生物學家 Dawkins(1986)在 The Blind watchmaker 書中曾經臆測，達爾文理論的麻煩是：人人都自以為了解——“*I suppose one trouble with Darwinism is that, as Jacques Monod perceptively remarked, everybody thinks he understands it.*” (p.xi) (註：Jacques Monod 是法國分子生物學家，1965 年獲得諾貝爾生理或醫學獎。) 他並指出，達爾文理論看起來似乎是太簡單了，簡直是老少能解。但是，簡易只是表象——“*But we have good grounds for believing that this simplicity is deceptive.*” (p.xi)。他並認為，人腦似乎是特別設計來誤解達爾文理論的——“*And how can such a powerful idea go still largely unabsorbed into popular consciousness? It is almost as if the human brain were specifically designed to misunderstand Darwinism and to find it hard to believe*” (p.xi)。

對於從事生物教育的研究者而言，自然好奇演化概念究竟是為何難以理解？也很期盼能在找出問題後，想辦法加以解決。

研究者的小兒剛出生時，還在產房裡，護士就抱著他試著吸吮媽咪的乳房，望著小生命賣力的演出，當大夥還在忙碌時，我卻陷入對演化的讚嘆思緒之中。

在大學部生科系大四的班級修習演化論時，呂光洋老師曾問大家一個問題，洞穴裡的盲眼魚是怎麼來的？為什麼會變成這個樣子？並立刻抽問了二個學生，卻都給了錯誤的答案，到第三個才算說出合乎科學的達爾文解釋模式。這件事也給了我很深的感受。

而演化的故事在生活中其實俯拾皆是，許多生物現象都有著演化的深層意涵。如同演化遺傳學家 Dobzhansky(1973)文章的標題 -

“Nothing in Biology Makes Sense Except in the Light of Evolution”

然而眾多的文獻資料卻也顯示，演化的迷思概念是如此地普遍與堅實(robust)。因此，生物演化可說是個重要、難以理解，更糟糕的是，許多人誤以為理解而不自知的概念。

Chi 等學者長期研究科學的迷思概念。Chi(Chi, 1992; Chi et al., 1994)對知識的本質提出了本體樹的理論架構及不相容假說(incompatible hypothesis)。概念可分成三個類別，分屬三個相互獨立的本體樹：物質(matter, or entity)、過程(process)與心智狀態(mental state)。過程類別本體樹中可再分成步驟(procedure)、事件(event)、條件為主的交互作用(CBI: constraint-based interaction)三個次類別。幾經調整，Chi(2005)的過程類別項下的次類別有二個：直接過程(direct process)與突現過程(emergent process)（原來的『事件』先改稱為『因果(causal)』，最後改為『直接(direct)』；『CBI』先改稱為『平衡(equilibrium)』，最後改為『突現(emergent)』；『步驟』次類別則刪除）。

Chi 的本體論認為，學生在科學學習上之所以會產生迷思概念，主要是因為他們在思考或看待這些科學概念時，做了錯誤的歸類(misclassification, Chi 近期改用 miscategorization 一詞)，例如將電流(current)視為是一種物質（例如 juice）。然而，電流其實是一種過程的概念。亦即，電流這個概念的本體是過程，而不是物質。這種對概念的認知上做了錯誤的歸類的情形，舉電學的學習為例，或許無礙於在通路概念這部分的學習，甚且還能在成就測驗上獲得高分，但在往後延伸的能量概念之學習上，由於先前的錯誤本體分類，將不相容(incompatible)於後來的資訊，而造成學習困難(Slotta et al., 1995)。

在生物的演化概念學習上，相似而可預期的情況可能發生——學生可能以記誦達爾文原則的方式，在成就測驗上獲得高分，但其實本體分類錯誤，並未真切了解達爾文原則，若未診斷並治療其錯誤本體分類，即便僅是同一本體樹中的次

類別歸屬錯誤，也可能使其迷思概念根深柢固。特別是目前高中教科書中，演化的單元時數少，生物科的測驗又以選擇題型式為主，對於邏輯推論性極強的演化概念，如何在有限的授課時數中教導演化概念？並設計出適合的成就測驗題型與內容來探測學生的真實理解情形？研究者以為，這是值得深思的。

本體論的概念改變可分成「本體類別內的概念改變」(within ontological conceptual change)與「跨本體類別的概念改變」(across ontological conceptual change)。

1.本體類別內的概念改變：

當概念本體從某一次類別轉變為同一本體樹內的另一次類別時（類似 Thagard 的分枝跳躍主張），這樣的改變，可謂之是一種信念上的修正，改變較小，被預期是較為簡單的。如果教學上能引領學生從錯誤的本體樹轉換至正確的本體樹（例如從物質至過程），雖然次類別部分仍是錯誤的，例如應該是平衡卻以為是事件，仍有其教學上的正面意義的（Chi et al., 1994; 林靜雯 & 邱美虹，2006），因為接下來要做的，可能只需促使學生在同一本體類別內發生概念改變，而本體內的概念改變較跨本體的概念改變來得容易。

2.跨本體類別的概念改變：

不同本體樹、類別間的轉換(transition, or shift)或遷徙(migrate)，是為跨本體類別的概念改變。Chi(1992; 1997)認為跨越本體樹的概念改變之所以困難，是因為它們涉及到要改變對概念本體之本質的認同(commitment)，類似 Vosniadou (1994)架構理論(framework theory)的預設(presupposition)，這樣的改變是相當困難的，因為對不同本體樹之基模的歧異較大，因而具有高度的不相容性。

Ferrari & Chi(1998)認為生物演化現象的概念本體是屬於平衡過程（2005 年後改稱『突現過程』），但學生卻經常將其視為事件過程（2005 年後改稱『直接過程』）本體。相符應的是，以達爾文原則解釋演化論時，其語言邏輯（包括文字敘述或口語述詞）比較會呈現平衡過程屬性，以非達爾文原則解釋演化論時，比較會呈現事件過程屬性(Ferrari & Chi, 1998; 吳美芬，2002；陳藍萍，2004)。

此外，根據過往文獻指出，學生在推論生物演化問題時，可以大略分為三種心智模式類型：(1)達爾文式 (2)拉馬克式 (3)綜合型。學者 Mayr(2001)、Shtulman (2006)稱採用達爾文式者為變異論者(variationist)，採用拉馬克式者為轉型論者(transformationist)。此乃因為達爾文式的心智模式，立論強調由族群中組成個體的變異 (variation)造成族群演化模式發生的突現過程；而拉馬克式的心智模式卻忽視存有變異的個體共同組成了整個族群，因此衍生出本質會隨時間轉型 (transformation)的想法（獲得性狀的可遺傳性），演化是由於個體之改變的直接過程。

國外學者關於演化概念的研究很多，近期研究例如有：Anderson, Fisher, & Norman, 2002; Andersson & Wallin, 2006; Banet & Ayuso, 2003; Geraedts & Boersma, 2006; Ohlsson, 1991; Sandoval, 2003; Shtulman, 2006)。國內部份例如：吳美芬(2002)、劉誠宗(2003)、陳藍萍(2004)等人。這些研究大多投入在分析有哪些演化論的心智模型或解釋架構的類型，但有時分析出的類型過廣，不易發掘出理論上有意義的差異；也有許多學者專注於檢查口語中是否有目的論的語言(teleological language)，殊不知有時達爾文論者也會使用目的論的語言來描述天擇，而往往造成將達爾文論者錯誤歸類至非達爾文論者。研究者以為，就教育的立場而言，試著找出迷思概念形成的原因，並進行補救(treatment)，或許較具意義。

Chi 等人長期研究本體(ontology) 觀點的迷思概念。Shtulman(2006)融入 Chi 的本體論觀點，並參考 Mayr(2001)的主張，以架構及定義簡要分明的變異論與轉型論心智模式類型為骨幹設計了一份問卷，研究者將其改編，並彙整國內多位學者專家的意見，設計了一份適合台灣高中一年級學生的「生物演化概念問卷」來對學生施測。該問卷包含六大生物演化現象，內含 30 小題，甚具廣度與深度，希望藉由該問卷的施測，能知悉高一學生對生物演化的理解程度。

其次，如前所述，介紹學生生物演化迷思概念的文章甚多，但相對而言，介紹成功補救生物演化迷思概念的教學實務課程或策略的部份則很少。Geraedts &

Boersma(2006)認為直接強迫學生進行概念改變的生物演化教學策略可能效果有限，因為演化的先前迷思概念是堅實的(robust)。他們採取所謂的概念的重新創造(re-invent)的方式設計了一套二階段補救課程，幫助學生依循達爾文推導演化論的思考邏輯，重新創造出達爾文理論。研究者認為，這與 Chi(2005)、Slotta & Chi(2006)針對突現過程本體迷思概念（例如：生物演化的迷思概念）的補救措施之主張相容！研究者欲整合 Chi & Slotta、Geraedts & Boersma、Shtulman 的主張，設計一個補救式的生物演化教學課程，進行實徵研究，如表 1-1-1 所示，希望能對未來的教科書編撰或教學方式有所啟發。

表 1-1-1 Chi & Slotta、Geraedts & Boersma 與研究者的教學主張對照簡表

主張者	實施步驟或階段
Chi & Slotta	1. 讓學生覺察到有進行本體結構改變的需要。 2. 幫助學生建立突現過程的基模(本體訓練)。 3. 再表徵或本體移轉。
Geraedts & Boersma	1. 檢驗拉馬克理論。 2. 重新創造達爾文理論。
研究者本人	1. 檢驗拉馬克理論。 2. 重新創造達爾文理論。 3. 突現過程本體教學。 4. 概念整合。

第二節 研究目的與研究問題

基於上述的研究背景與動機，本研究之研究目的有四：

- 一、了解高一學生在生物演化問題上的心智模式類型。
- 二、探究高一學生生物演化迷思概念形成的原因。
- 三、設計生物演化教學法。
- 四、能對未來教科書編撰及教學方式有所啟發。

根據上述研究目的，本研究的研究問題如下：

- 一、以 Mayr(2001)、Shtulman(2006)的變異論與轉型論為分類依據，高一學生在生物演化問題上的心智模式類型為何？
- 二、以 Mayr(2001)、Shtulman(2006)的變異論與轉型論為分類依據，高一學生在生物演化問題上的心智模式類型之分佈情形為何？
- 三、以 Chi 概念本體論為依據，學生在生物演化概念問卷及晤談的表現，顯示出生物演化迷思概念形成的原因為何？
- 四、強調個體變異、族群在演化上的地位、突現過程的生物演化教學，是否能在生物演化概念上產生概念之改變？

第三節 研究範圍與限制

一、研究對象

論文題目的「高一學生」，是指台北縣某人口眾多的縣轄市之一所國立高中的高中一年級學生，該校地理位置鄰近台北市，高一學生不分類組，採常態分班方式。施測時間為下學期，受測的三個班級皆為上學期修習基礎化學與基礎地科，下學期修習基礎物理與基礎生物的班級。受限於取樣地區與取樣人數（120人），研究成果可能不宜做過度推論。

二、研究概念

論文題目的「生物演化概念」，本研究以「生物演化概念問卷」共將其分為變異、遺傳、適應、馴化、種化、滅絕等六個部分，而在晤談時則使用五個生物演化問題來進行。由於許多生物現象都有著演化的深層意涵，生物演化概念範疇極廣。所謂的生物演化，或許尚有人類未知的領域，而不宜以本研究成果過度涵括推論。

第四節 名詞釋義

一、變異論(variationism)

學者 Mayr(2001)、Shtulman(2006)稱採用達爾文式解釋架構者為變異論者 (variationist)，此乃因為達爾文式的心智模式，立論起點強調族群中組成個體的變異 (variation)，最終造成物種演化模式的發生。

二、轉型論(transformationism)

學者 Mayr(2001)、Shtulman(2006)稱採用拉馬克式解釋架構者為轉型論者 (transformationist)。因為拉馬克式的心智模式忽視存有變異的個體共同組成了整個族群，因此衍生出本質會隨時間轉型(transformation)的想法 (獲得性狀的可遺傳性)，最終造成物種演化模式的發生。

三、概念(concept)的本體論(ontology)

Chi(1992)對知識的本質提出了本體樹的理論架構。概念可分成三個類別，分屬三個相互獨立的本體樹：物質(matter)、過程(process)與心智狀態(mental state)。所有的概念均可歸屬至此三個類別之一。經由 Chi 十餘年對概念本體理論不斷地精緻化，其中過程本體樹這個類別下又可分為突現過程(emergent process)與直接過程(direct process)兩個分枝 (次類別)。若學生將概念歸類於錯誤的類別或次類別之上、具有錯誤的本體認同(commitment)，使用錯誤的基模(schema)的結果，將與所接收的訊息產生不相容(incompatible)的情況，迷思概念於焉產生。

四、心智模式(mental model)

本研究採動態心智模式的觀點，認為心智模式是在被測試的情境當下，為了問題解決所產生的一種思考與推論邏輯，反映在文字或口語表徵上。本研究採前述 Chi 的本體論，以及 Mayr、Shtulman 的變異論與轉型論，為對心智模式分類的依據。