

第一章緒論

二十一世紀是一個網路化的時代，網路在未來必然融入我們生活、工作、學習的各個層面，且任何人都無法抵擋。但是科技的進步造就硬體設備、網路傳輸速度的提升，學習者的學習是否就會更有效率？而學習者在網路上學習就真得會比傳統教室教學效果更好？而教學者可以利用網路的哪些特性來改善傳統教室的教學？這一切都值得有興趣的研究者投以關注。本研究旨在以一個符合建構主義的概念建構的教學策略，融合網路學習，探究學生之概念建構與網路學習的教學成效。本章將就研究背景、研究的動機、研究目的與問題、名詞解釋、研究限制與範圍等部份加以說明。

第一節研究背景和研究動機

資訊科技的突飛猛進，造成教師教學及學生學習型態的重大改變，以下是教育部近年來公布的有關「資訊教育」或「網路學習」的重大政策或計畫：

民國八十六年：「資訊教育基礎建設計畫」，該計畫預期效果：
1. 資訊教育向下紮根、普及全民資訊教育，使國民具基本資訊素養、輕鬆邁入資訊化社會。
2. 資訊教育基礎環境之建置暨網路科技，將使各級學校共享教育資源，縮短城鄉教育差距。
3. 資訊科技融入各學科，使教材、教法及教學媒體多元化，改善傳統教學模式與制度，建立啟發式、互動式學習環境，提升學習效益。
4. 以電腦資訊網路連結成開放式學習環境，延伸學校教育為更多元化的遠距學習，使一般民眾可共享各地教育資源，終身學習理念得以逐步落實（教育部，1997）。

民國八十七年：「教育改革行動方案」中，其中即有一項「加強資訊與網路教育」，主要的重點有：
1. 配合國家資訊通信基本建設推動方案之策略，提升各級學校電腦軟體設備品質及建置網路化校園環境。
2. 運用資訊科技發展適性之教材、教法，革新教學方式。
3. 加強教師資訊素養，培育資訊網路與多媒體教學師資。
4. 推廣遠距教學，整合遠距教學學習資源，提供學校及社會教育之多元化學習管道。
5. 加強網路資訊倫理通識教育，如智慧財產權宣導、網路發言的責任感與安全教育等。
6. 建置社會教育資訊網路系統，整合社會教育及文化活動等學習資訊，使全民共享社教資源，塑造終身學習環境。」（教

育部，1998)。

民國九十年：「中小學資訊教育總藍圖」，整體願景是「資訊隨手得，主動學習樂；合作創新意，知識伴終生」。教育理想是：1.培養健全資訊社會之國民：學生能了解資訊與資訊科技的特色、結構及其對人類的影響。2.培養具備創新思考能力及溝通能力的國民：學生能具備運用資訊進行判斷、組織、決策與處理的能力，並能創造新資訊，有效傳遞資訊。3.培養愛好學習、具備學習技巧、自我主動學習能力的國民：學生能養成愛好學習、獨立學習的習慣，並能主動尋求資訊進行學習活動。4.培養具備合作學習、終身學習能力的國民：學生不但能養成獨立學習的習慣，並能在全球化的網路學習社群中與他人進行合作學習，培養健全的社會價值觀與開闊的世界觀（教育部，2001）。

九十一年：「九年一貫課程綱要」中也提到，九年一貫課程要培養的現代國民所需的十大基本能力中有一項就是：培養學生「運用科技與資訊的能力：正確、安全和有效地利用科技，蒐集、分析、研判、整合與運用資訊，提升學習效率與生活品質。」（教育部，2002）。

由以上教育部的重大教育政策可以知道，教育當局已經體認到在二十一世紀利用資訊網路來學習是一般國民必備的能力之一。韓善民(1997)在「資訊教育基礎建設簡介」的文章中指出：「未來教學環境將藉由資訊科技突破時空的限制，未來教學的模式也不再如傳統，由老師主導的一元化教學模式。透過多媒體電腦輔助教學，電腦網路與資料庫所創的多元化全方位的主動學習環境，學生可依個人能力與興趣自我學習，老師則扮演啟發者的角色輔導學生學習。」因此未來的學習應是以「學習者」為中心，只要課程設計者詳加規劃教學策略與步驟，透過網際網路與電腦輔助教學，學習者就可以達到適性化的學習。

前面提到資訊科技的進步，致使「教學」、「學習」型態面臨重大的改變，不過這種改變不是一朝一夕可以完成的，回到傳統教室的教學場景，可以發現現今利用「網際網路」或「資訊」融入教學的教師，在整體的教師來說，雖然有增加的趨勢，但是還是少數，大部分老師的教學方法還是傳統的教學模式，「板書」再加上「教科書」就是所有的教學資源，學生的主要學習工作就是「聽講」、「抄筆記」，所謂的學習成效大概就是「測驗成績」拿高分，至於那些概念或想法有沒有理解、會不會實際應用在生活上，就不那麼重要了。這種情形在國中階段尤其明顯，以前是「聯考」的壓力，現在換成「基本學力測驗」學生與老師仍是有壓力存在，為了達到教學進度，許多教學就

只是單方面的傳輸，彷彿學生的腦袋是空白的，只要聽過老師的講解就會將這些概念裝滿腦袋瞭解所有的概念一樣，但是事實真的是如此嗎？單方面的傳輸概念就可以促使學生的概念理解嗎？不加思索的一股腦的記憶背誦，就可以促使學生的概念建構完整嗎？

一些關於科學教育教學研究報告指出，在學生進入教室之前，對於教學單元的概念已經就有一些自己的「看法」、「想法」，這些「看法」、「想法」可能有別於科學家的概念，有人稱之為「另有概念」。Ausubel(1968)：「影響學習的最重要單一因素是學生已知的部分，教師應瞭解該點，並配合著教他」。學生在進入教室學習時，是帶著已有的知識來學習新的知識，新知識的學習，是以個人的先備知識為出發點，教師在教導科學知識之前應思考學習者先前的知識背景，以及現有的認知概念，才能促進學生有意義的學習，因此教師在教學的過程中已不再是一個知識的提供者，而是一個「協助者」，協助學生建構自己的新知識。

另外有些研究指出動機深深地影響著學習，相近背景的學生以差不多的方式學習，也因個人的動機不同，會有截然不同的收穫。Pintrich 和 De Groot (1990)認為自我調制學習乃是個體具有強烈的學習動機並且能引發有效的學習行為而達成其學習目標。因此教師在教學的過程中除了考慮學生的先備知識外，也應該考慮學生學習動機的因素。

因此本研究設計以符合建構主義的學習理論為基礎，結合網路學習，期望促進學生更有效的學習，進而建構完整的科學概念。

第二節研究目的

在過去的二十幾年來，認知心理學的許多研究者已經把研究的重心集中在提出理論解釋為何有些特定類型的科學概念，其概念改變較一般科學概念改變難發生(Chi, Slotta, & deLeeuw, 1994；Carey, 1985, 1986；Thagard, 1992；Vosniadou & Brewer, 1987)。而另一方面，許多科學教育的研究人員也專注於研究如何促進科學概念理解並進而引起概念改變的教學策略(Brown, 1993；Clement, 1991, 1993；Posner, Strike, Hewson, & Gertzog, 1982；Steinberg & Clement, 1997；Stofflett, 1994)。

另外網際網路的快速發展與硬體建設的頻寬提升，使得網路學習成為一種新的學習方法與創新的教學模式（林奇賢，1999；王千倬，2000），如何發揮網際網路的特性來進行概念建構的教學，是一個值得探討的問題。

因此，本研究企圖結合網路化學習的特性將其融入 Driver 和 Oldham (1986)所發展的建構主義的教學模式中，期盼這種符合建構主義的教學模式，在融入網路化學習的特性後能夠有良好的學習成效，協助學生進行概念建構的學習。研究目的如下：

1. 依據 Driver 和 Oldham (1986)所發展的符合建構主義教學模式與網路學習相關理論，建構一個網路化的科學學習的網路學習系統。
2. 探討傳統教學模式與建構主義的網路科學學習模式，對力的概念單元學習成就的影響。
3. 探討網路學習的學習路徑及各小節的學習成效。
4. 探討網路學習動機與學習成效的相關性。
5. 評估學生對網路化學習環境的知覺。
6. 探討網路學習環境與學習成就、學習動機間的相關性。

第三節研究問題與假說

1.不同教學模式（實驗組、對照組）與學習成績（高、中、低分組）對學習者在力的概念學習成效有何差異。

1-1 不同教學模式的學生其學習成就（包括後測、追蹤測）有顯著差異。

1-2 不同學習成績的學生其學習成就（包括後測、追蹤測）有顯著差異。

1-3 不同教學模式與不同學習成績二變項，交互作用不達顯著性。

2.實驗組不同學習成績（高、中、低分組）對學習者在力的概念網路化學習路徑與成效有何影響。

2-1 實驗組不同學習成績（高、中、低分組）對學習者在力的概念網路化學習環境之學習路徑比較。

2-2 實驗組不同學習成績（高、中、低分組）的學生在各單元其學習成就（包括後測、追蹤測）有顯著差異。

3.實驗組網路學習動機與成就測驗之關連性。

3-1 網路學習動機與學生成就後測有顯著正相關。

3-2 網路學習動機與學生成就追蹤測有顯著正相關。

4.實驗組網路學習環境與學習動機和成就測驗之關連性。

4-1 網路學習環境與學生成就後測有顯著正相關。

4-2 網路學習環境與學生成就追蹤測有顯著正相關。

4-3 網路學習環境的各向度與學習動機各向度有顯著正相關。

第四節名詞解釋

一、建構主義(constructivism)：

是認知心理學在學習理論所發展的觀點之一，建構主義論者強調知識應具主觀性、個殊性、非確定性，並由個體自行建構而得。范毓娟 (1994)認為建構主義學習理論之主張為：(1)以學生為中心。(2)沒有絕對不變的知識。(3)所學的知識能建立在原有知識基礎上並與日常生活經驗結合。(4)學生對教學和自己的學習關心，並能分擔學習責任及有自主性。(5)最重要的是知識分單向只有課本或老師來傳輸，整個學習中應包括同學之間的社會互動，如討論和磋商之過程。

二、概念建構教學策略：

指促進學生產生概念建構的教學策略，本研究中所使用的教學模式乃是根據 Driver 等人發展出來的建構主義取向教學模式，共分為五個教學步驟，分別為定向、引出學生想法、學生想法的重組、應用新的想法、回顧想法的改變五階段。

三、網路科學學習：

學習者透過網路到特定的教學網站進行有意義的科學學習。

四、符合建構主義理論的網路科學學習：

學習者透過網路到學習網站進行有意義的科學學習，而該網站的內容設計融入符合建構主義概念建構的教學策略。

五、力的概念學習網：

本研究所使用的教學網站，該網站針對國中「力的概念」學習內容來進行教學設計，所使用的教學設計融入符合建構主義概念建構的教學策略；該網站並結合網頁後端資料庫的功能，記錄學生的學習狀況，以利實驗教學後資料分析。

第五節研究範圍與限制

一、研究範圍界定

本研究的研究對象為台中市某國中一年級學生四個班為實驗組及二年級學生四個班為對照組。而教學範圍主要以民國八十三年十月教育部修正發布之『國民中學理化課程標準』，由國立編譯館編輯而成之『國民中學理化教科書』第一冊第六章「力」單元及康軒文教事業九十二年七月所出版之國民中學九年一貫課程之「自然與生活科技」第三冊第三章「常見的力」單元。教學內容為「力的效應」、「力的表示」、「力的測量」、「兩力平衡」、「力的合成」、「力的種類」及「摩擦力」。

二、研究限制

1. 本研究之研究對象為公立國中一年級學生，可能與其他類型學校之學生或性別有所差異，所以尚需對其他對象研究，做進一步證實。目前研究之結果不宜過度推論。

2. 本研究之研究教學內容為理化課程的「常見的力」之概念，因此推論到其他學科或不同的學習單元也有其一定的限制。



第二章文獻探討

第一節網路學習相關理論

一、網路學習的意義

行者數位學園(2004)，是一個屢獲好評的網路學習網站，在它的網站中有揭示關於網路學習：「由字面上看來，數位學習(e-Learning)重視的是學習者的自主性學習(active learning)活動層面，網路學習並沒有“教”(instruction)的意涵在內。但傳統教師的專業表現是在“教”。因此，在網路學習領域中，教師的專業表現方式勢必有所調整。而網路學習社群的重要性，就如同班級教學情境中的同儕文化，它可以左右學習者之學習效能。網路學習的特色為藉由網際網路來建構一個真切的社會學習情境與環境(authentic collaborative learning environments)，而在此情境與環境中，不但每個人皆是學習者，而每個學習者可不受時空限制地追求個別化與適性化的學習服務與機會，同時亦可隨時隨地進行同儕間的合作學習。亦即，網路學習環境是一個具有不受時間、地點、方式、個人特質所限制的新教學與學習媒體。」

二、網路學習的特性

網路學習主要就是利用學習網站的媒體來學習，這些媒體包含文字、圖片、聲音、影像、動畫等等。而在網路學習環境下有以下幾點優點：1.網頁多媒體環境，提供一個良好的學習環境。2.可整合各種不同的工具。3.使用者在學習網站可依自己的需要，決定瀏覽路徑。4.同樣的觀念，可用不同的方式或媒體來呈現。而林奇賢(1999)則認為網路化學習環境的特點如下：1.破除學習時空的限制。2.多元化的學習資源。3.互動性的學習方式。4.個別化的學習。5.建構主義的學習型態。6.家長的參與。7.教師角色的轉變。8.科技整合。

另外王千倬(2000)指出網際網路在教育上的應用，可以創造符合建構主義學習環境的利器，而它的優點就是：1.無限延伸的學習時間。2.無遠弗屆的合作學習空間。3.建立新的師生關係。4.提升學生表達自己想法的意願，給予學生獨立思考的機會。5.WWW提供學生創造的空間。6.教育資源共享，教材更精緻多元。7.訊息傳達迅速，掌握社會脈動。8.迫使教師改變教學模式，重視培養學生的批判思考能力。

而余曉清 (1997)也指出電腦網路科技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。

三、網路學習問題

然而相對於網路學習的優點，Conklin (1987)指出，網路學習對資訊的非線性呈現方式在資料量龐大的超空間中(Hyperspace)，會產生兩種問題：1.迷失方向。2.認知超荷。而王千倬 (2000)提到 WWW 應用在教學上可能遭遇下列的問題：1.迷思學習方向。2.導致學習偏差。3.無意義的瀏覽大量資訊，無法建構完整的知識。4.非法網站充斥，造成反教育。由此可知在設計有關網際網路學習課程時，不可不慎，以免得不到教學或學習效果。

四、網際網路學習模式

Mark 和 Rick (1996)提出，當網路科技融入教學歷程時，可以刺激學習，提供機會給學生建構他們自己的理解，和以容易的方法在我們的教育系統的制度限制裡面創造這些學習機會。如此便產生一種新的學習模式，此模式具有下列特徵：1.為一個真正的學習活動，就好比提供一個內容刺激學生，並能夠鼓勵學生做深度的學習，以建構新自己的新內容。2.後設認知的學習，學生不只是學習如何去學，而且在訊息快速的改變時，他們可以自我鑑定出有無產生學習及有評論的技巧。3.是一種合作的學習或互惠的學習，而學生把其他同學當成是一位老師、批評者或檢視者來學習。4.學徒制的學習。學生利用別人的知識體系來當作鷹架，以建構自己的新知識。

現行網路技術應用在教學上的模式可分為下列兩種(陳春興，2000)：1.同步網路教學：教師透過網路授課，這樣的方式僅能打破空間的隔閡，適合作為輔助學習。2.非同步網路教學：教學者將所要呈現的教學情境事先置於網站上，這樣的方式可以打破時空隔閡，且彈性較大，也成為目前比較可行的方式。

網路學習是否真的有助於學習呢？根據黃淑敏 (2000)「後設分析法(meta-analysis)」，探討電腦網路學習相對於傳統教學，在認知學習方面：網路教學應用於學生認知學習上可帶來中等的學習成效。在情意學習方面：學習成效微弱，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。在學習者對網路教學的態度：認知與情意兩方面的研究案，均肯定資訊融入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。另外 She 和 Fisher (2003)指出網路科技融入科學學習課程不僅促進學生的

科學成就，同時提升學生的科學態度及師生互動關係，顯示學生對於使用網路教學不僅提升認知學習成效，同時也提升情意學習成效，以下即分別從一些相關網際網路的研究實例來探討網路學習的成果。

常見以網路為工具的教學方式的研究大致可以分成下列幾個方向：

1.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。網路提供了一個互動的環境讓學生建立社群，透過這樣的社群使學生達到合作學習。如在黃有川 (2003)所做的研究中發現，運用網路科技，配合建構主義與合作學習的概念，建立一個程式設計課程的網路學習環境中，採用合作學習的學生在學習成效與一般學習的學生無顯著差異，但是採合作學習的學生，小組成員互動的行為漸漸傾向高層次的思考。而在國外的相關研究方面，McConnell (1994)在英國 Lancaster University 建立一以視訊會議、電子佈告欄(BBS)及不定期討論為主的電腦合作學習環境。在歷經五年的長期發展之後，McConnell 認為該系統對於提昇學生的學習有十分良好的效果。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.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。而在鄭守杰 (2002)網路同儕互評活動對於國小學童學習成效的研究中發現，採用同儕互評機制的小組，可以提升學生的批判思考能力，但是對自然科成就測驗則無顯著差異。

3.網路融入問題解決(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。而針對網路化問題解決教學課程，在陳慶至 (2002)高職機件原理 CAI 教材設計分析和蔡朝洋 (2002)的問題解決教學策略對高職電機科學生「電子實習」課程學習成效之研究中，都發現採用網路化問題解決教學策略，其教學成效均優於傳統

的教學方式。至於國外的相關研究也發現與國內相近的結果，以問題解決為基礎的教學策略可以提升學生的學習興趣、科學態度或學習成就(Mulopo & Fowler, 1987；Chang & Barufaldi, 1999)。

4.探究式教學：教師營造一個教學情境，老師引導學生發現問題並解決問題並從中學習，而網路的融入在於提供教師一個良好工具營造教學環境，並提供發表及增加互動的機會。而在王佳如 (2003)探究活動在網路上實施之可行性研究中有以下的結果 1.網路上的探究活動可以增進教師對探究活動的瞭解，增加與學生進行探究活動的興趣與能力。2.網路上的探究活動確實為增進探究能力的可行模式。3.合作學習對網路上的探究活動有正面的影響。

五、網路學習與科學學習相關研究

以下即分別從一些相關融入科學教育的研究實例來探討網路學習融入自然科學教學活動的設計與成果。

1.建構主義(constructivism)：在陳福慶 (1999)的研究中，主要是以建構主義為知識基礎，藉由網路中超連結的特性幫助小學導覽課程。此研究發現藉由超媒體生動活潑的呈現方式和融合建構主義所設計的情境學習遊戲引起學生極大的學習興趣，而此種引導式的學習環境設計，更提供學習者主動建構和有效建立概念途徑。而在藍瑋煥 (2002)的研究中發現網路教學是一種好的教學策略，對於從網路環境學習「水」的統整課程，從學生在前後測各題比較與晤談中，顯示學生的概念可以產生正向的改變，而在比較不同性別間的進步情形發現，就男生與女生的學習成就間比較並沒有顯著差異，而他的研究也同時指出男生在網路學習使用時間顯著多於與女生。在葉艷靜 (2003)研究有關網路學習環境對國中生學習生物之成效發現網路學習組的學生，其學習成績進步情形顯著比傳統學習組的學生好，學生對網路學習都持正向的態度，並無明顯的電腦焦慮感，並發現較無電腦焦慮者，往往對網路學習持較正向的態度，顯示這兩者呈負向的相關。在性別差異分析，發現男女生不論是在「總結性評量」之前測、後測、追蹤測、成績進步情形，與形成性評量成績、和電腦焦慮與電腦學習態度問卷的結果，都沒有明顯的差異。

2.鷹架學習理論(scaffolding)：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。而在

國外網際網路與科學學習方面，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(web-based Inquiry Science Environment(WISE))，在 WISE 的課程計畫設計包含不同的團隊，有學校的老師、工藝學家、訓練專家、教育研究人員及課程設計人員。WISE 的課程計畫設計符合標準而且可以輔佐學校 4-12 級學生的科學課程。它的探究計畫例如：基因改造食物、地震的預測、青蛙的生長等等，都是可以引起學生廣泛興趣的，而且這些探究計畫，都是透過網際網路及瀏覽器，在 WISE 平台，學生可以學習、探究、討論、組織資料，甚至學生可以從家裡連上網路到 WISE 繼續學習任務，而老師也可以直接在網路上評定學生的作業，或者繼續開設新的探究計畫。配合 WISE 的輔佐上課，可以讓自然課更生動有趣，而且增加學生合作的機會及引起學生的學習動機 (WISE,2004)。

3.探索式(inquiry): KIE(Knowledge Integration Environment)網路虛擬教室，幫助全美不同地區的中小學生發現科學問題，搜集資料，相互合作，設計聯結性溝通軟體，與科學家線上見面討論，以及支援性的服務以協助學生建立良好的統整的網路科學(web science)，而與其他課程相配合時，KIE 也可以當成實驗室。在這種學習情境之下，學生被鼓勵去蒐集自己所要的資料、進行自己的聯結和綜合，並把一些看似零散的資料加以統整、分析，創造一個科學主題，是自己蒐集證據並且設計以科學的原則為基礎的問題解決方案。

4.後設認知(metacognition)：在 She (2004a)的一項促進學生理解像浮力一樣困難的科學觀念研究，該研究主要整合後設認知及網路多媒體來促進學生學習，結果顯示學生對於在學習期間使用這個線上科學課程感到高度滿意，而且他們的認知學習成果(cognitive outcome)在這樣學習科學之後也有明顯的提升。

5.問題解決(problem solving):在游文楓、佘曉清 (2003)探討網路化及非網路化問題解決教學策略研究中，研究結果發現網路化問題解決教學策略有助於提升學生非結構化問題解決的追蹤測驗成績。而在師生互動態度測驗中，實驗組學生前後測比較在「挑戰性問題」、「鼓勵與稱讚」、「非語言支持」及「了解與友善」等四個向度達顯著性差異。

第二節 建構主義相關理論

本節主要探討建構主義的派別及相關知識、教學、學習理論。

一、何謂建構主義

郭重吉 (2000)曾提到傳統西方文化中，對於知識如何獲得一向是哲學探討的重心。關於人是怎麼樣得到知識有兩種主要對立的理論—指導主義(instructionalism)與建構主義(constructivism 或 constructionism)。

前者含有一個似是而非的觀念，就是認為：知識獲得只是真實世界的表徵，也就是說，知識本身跟學知識的人(knower)是分別獨立存在的兩者。持這種觀點的哲學家，把知識看成只是一種能夠正確反映真實世界的客觀事實(註：以這樣的觀念發展出來的研究方法，去探索自然界的種種問題，在學術界被稱為實證主義(positivism))，而學習者在面對新知識的時候像是一張白紙，只有外界對它塗染上知識的色彩，它才能夠獲得新知識。許多教育學者從這樣子的哲學思考出發，認為教育是擁有正確事實的指導者，以權威對有如空白的學習者指導，替他們建立知識的活動。所以學習者的身分就好比是等待外界給予知識的人，以便成為知識的擁有者。在西方世界，自啟蒙時期以來，科學主義當道，影響到學校教育較注重讓學習者接受權威來源的知識，而較不關心在這樣接受的過程中，學習者自身的感受。這種時空條件下，指導主義的哲學觀自然變成為指導者對學習者，以上對下、以知識的給予者對接受者的教學方式之合理化藉口。國內中小學教育建制，基本上是師法歐、美暨日本，過去習慣以教師跟教材為中心的教學方式，也是有很明顯指導主義的思考痕跡。

建構主義強調，知識是基於學習者在現實世界中，事務經驗及事件本身的作用關係；因為這是學習者能不能夠成功地調適新訊息之關鍵。他們把學習看做是心智建造(mental construction)的結果，也就是學習者把新接觸到的訊息融入他們已有的知識中的過程。因此，當學習者有機會自己主動弄懂新學習的事物，所得到的效果會是最好的。換句話說，建構主義者認為，即使是學習新知識，學習者也不可能像白紙一般，而是會帶著已有的觀念，去接觸新觀念。透過學習活動，讓新舊知識接軌，當新舊知識無法融合銜接的時候，學習者就會發生認知衝突的現象。這個時候老師的角色就很重要，老師要以有經驗的學習者的立場，幫助發生認知衝突的學生，讓他們能夠把新舊知識兩者作比較分析，以排除衝突，達到真正瞭解新資訊的意義。所以說，建構主義很強調學習者在學習過程中的主動角色。

二、建構主義與行為主義

郭重吉(1998)曾將傳統的行為主義與建構主義做了比較，他認為：從心理學的角度來看，傳統上行為主義所主張的，只有學生或動物外顯的行為才是客觀、可靠的探究對象，而某種特定型式的环境上的刺激會引發學生或動物在行為上某些特定的反應，刺激和反應兩者之間的關係是客觀和普遍適用的，不會因研究者、研究對象或情境而異。以往數十年來許許多多教育研究致力於尋找最有效的教學法、最好的教學媒體、最可靠的評量方法等，都是受到行為主義思潮的影響。就建構主義的角度而言，學生是以原有的經驗、知識、興趣、信念、態度等作為選擇、組織、解釋外環境刺激的基礎，因此不同的學生對於相同的刺激可能產生不同的反應，而外來的刺激和學生的反應也會影響學生原有的經驗、知識、興趣、信念、態度等，以至於三者之間是彼此互動，並受語言、文化、社會互動和其它情境因素的影響。從教學的角度而言，行為主義和建構主義的對比可以從表 1 見其一斑。

表 1：從教學的角度比較建構主義與行為主義

	行為主義	建構主義
學習的本質	行為的改變	概念的改變
學習類型	聯想、連結 區分、推廣	同化、調適
教學策略	練習回饋	分組討論、合作學習
重要概念	增強	主動建構、社會互動

三、建構主義的派別

建構主義理論的不同學派對於知識的起源主張各異，不過他們對於學習的內涵，也就是「學習者的心智構造如何發展」都有相同的假設，就是說他們共同的關懷點都是：「學生是如何建構新知識？能不能跟他們已有的知識相融合？」，張靜譽(1995a)將建構主義有關的若干分支，加以綜合成代表三種不同層次的建構主義，分別為淺，深，廣三種不同層次的建構主義，分別是傳統建構主義、個人建構主義及社會建構主義；楊龍立(1998)則將建構主義分為二大派別：急進的建構主義(radical constructivism)以及社會取向的建構主義(social constructivism)；Tsai (1998)提出建構主義有三種主要的形式：激進建構主義(radical constructivism)、社會建構主義 (social constructivism) 及情境建構主義(contextual constructivism)；郭重吉 (2000)認為：建構主義理論的學派中兩個極端的代表是皮亞傑(Piaget)的認知建構論

(cognitive constructivism)，也有人把它稱為是遺傳認識論或發生認識論(genetic epistemology)與 Vygotsky 的社會建構論(social constructivism)。

另外 Novak (1993)提出所謂的人本建構主義(human constructivism)，不贊成「知識是一種產品(product)，可由教師轉移給學生」的觀點，主張：「人類是意義的塑造者、教育的目標是分享意義的建構、分享意義可由好老師主動介入加以協調」。

以下就以這兩個最主要學派—認知建構論（個人建構主義、急進建構主義）及社會建構論為例，進一步說明。

1. 認知建構主義（個人建構主義、急進建構主義）

Piaget 認知發展階段理論的主張認為：兒童對於自然世界的想法，是經歷一系列質的變換階段。不過後來許多建構主義者對 Piaget 的階段理論不太在意，反而對於他所建議知識發展的機制更有興趣。因為 Piaget 主張，思想藉著從一個認知平衡狀態成長到另一個狀態而發展，對學習者而言如果你的經驗跟所預期的一致，那麼這些經驗就有意義；你只需把新經驗加到自己腦中的資訊庫就好了。但是，假如你的新經驗並非預期的，你也丟不掉它們。這種情形，你有三種選擇：不去管它們(很平常的做法)、或是在腦中改變它們使這些經驗能契合腦中已有資訊(更平常的做法)、或是改變你的思想方式使新經驗能契合(很不平常的做法)。他認為，唯一能讓學習者認知進步之途，就是透過一系列認知階段的基模組 (schemata) 之改變。當新資訊跟先前經驗有差異而不能契合時，它就無法彙整入已有的基模組中，因而就不能被理解。要消除前後差異的唯一方法，就是使基模組被修正，這也就是概念改變的過程（郭重吉，2000）。

Von Glasersfeld 進一步經由語言的概念分析將它發揚光大並將它引入教育的領域。皮亞傑是利用生物學的知識從心理學來解釋兒童如何求知。皮亞傑對知識的起源或知識是什麼的解釋是非常革命的看法，以致到目前為止仍有很多爭議，有很多人還是無法接受現代建構主義的第二原理：「認知的功能在適應，認知是用來組織經驗的世界，不是用來發現本體的現實」。

按照第二原理，每一個人都是非常主觀的用自己的經驗在建構自己個人的知識，個人所建構的知識只是用來讓個人的經驗得到較合理的解釋，而使他或她更能適應於他或她所生活的環境。所以，每一個人所建構的知識基本上與外在的本體現實並無直接的關係，只與個人的經驗有關（張靜譽，1995a）。

2. 社會建構論

社會建構論者與 Piaget 學派最大的不同在於，社會建構論者把他們的典範回溯自辯證法(dialectic)。辯證法，起初 Plato 把它當成是一個跟人的靈魂作批判式對話的形式。Kant 在他的純理性批判(Critique of Pure Reason)一書中把辯證法說明得更精緻。最後經黑格爾(Hegel)把它形式化成現今形式。依黑格爾辯證法，理論是經過正、反、合三個階段發展成的。也就是說，一種概念先經過正、反的辯證，隨後產生的衝突概念要經由更高階的概念——「合」來解決。然後，這將會變成下一個正、反、合三個階段所辯證出來的理論。

因為強調情境對於知識產生的重要性，所以社會建構論者一向努力探究語言在建構主義中的角色是什麼？對話，這個最具有社會性的語言形式，是社會建構過程的中心。所以，那些把語言認為是調和知識建構過程的人，都被當作是社會建構論者。他們相信，不管是有錢人或窮人、多數族群或少數族群、男性或女性，所有人如果沒有機會去講話，學習就無從發生。任何建構主義概念假如會剝奪某些學生的學習，就是社會不公。此外，社會建構論者不強調個人的知識建構，反而提出合作式的得到意義(collaborative meaning making)。在這個架構下，科學教師的角色急劇地轉變。老師的責任不再是指導學生去懂那些已經印好在手冊、書本或其它權威知識，而是在許多建構知識的方法中去找出根據（郭重吉，2000）。

張靜馨(1995a)則認為現代建構主義的第三原理是：「知識是個人與別人經由磋商與和解的社會建構」。該原理主要在強調個人建構知識是在社會文化的環境之下建構的，因此所建構之知識與社會文化脫不了關係。所建構之知識的意義雖然是相當主觀，但也不是隨意的任意建構，而是需要與別人磋商和和解來不斷的加以調整和修整，而且會受到當時文化與社會的影響。因此，書中的客觀知識也非讀者任意建構的，而是會與他所生活在相同社會文化中的他人有某種程度的「共識」。

所以，知識的主觀部分是不會一樣的，但在客觀部分或相互主觀的共識部分，或在某種範圍和程度上是可以相通或相容的。例如，蝴蝶，在主觀部分每一個人所謂的蝴蝶不盡相同，例如，當談及蝴蝶時瞬間在每人心中飛舞並非同一隻蝴蝶，也非相同的時空和背景。但在客觀部分，我們卻有某種程度的共識，即，當我們說「蝴蝶」時我們指的會是我們所共識的某一特定類的昆蟲，但絕對不會是蜻蜓。我們對「蝴蝶」主觀意義的建構是取自個人經驗中要素，但我們是在與別人語意的互動中視其管用程度不斷的在嘗試錯誤中來改編這些意義。

四、建構主義知識論

整理郭重吉 (1992)對科學哲學觀點的分類，可以知道傳統的科學的哲學觀點大略可分成理性主義和經驗及實證主義。理性主義和經驗及實證主義學者認為知識是由人所發現的真實的，而知識應是已被證明成立或可以加以驗證的，不過理性主義認為知識的獲得是經由「心智的能力」，而經驗及實證主義則認為知識的獲得是經由「感官察覺的證據」；而建構主義則認為知識是人類所建構出來的，是目前為止最佳的知識，相對傳統的理性主義或經驗主義，建構主義認為知識是無法證明更無證明的。茲將兩者之比較整理成表 2。

表 2：科學哲學觀點對知識的比較

	理性主義	經驗及實證主義	建構主義
知識是	人類所發現的、真實的		人類所建構出來的目前為止最佳的知識
知識可否驗證	可以加以驗證		無法驗證
知識的獲得	心智的能力	感官察覺的能力	自行建構
知識的地位	絕對的真理		知識並非保持不變

由上可知，建構主義的知識論有兩個主要的原理：(1)知識是人類所主動建構出來的，而不是被動地接受。因此觀念和思想是無法如同用文字把意義包裝起來送給聽者，讓他由文句中解出意義的方式來彼此溝通。亦即，我們無法把觀念灌輸到學生腦海之中，學生必須自己建構出對他們而言究竟具有什麼意義。(2)認知的功能是具有適應性的，其作用是把我們所經歷的事物加以組織，而不是去發現客觀存在的現實世界。因此，我們只是對於郭門的經驗建構出適用或可行的解釋，而非發現自然界的真理（郭重吉，1992）。

五、建構主義教學理論

建構主義(Constructivism)學習理論認為：學習是學習者根據自己的需要及方式，主動汲取資訊，讓新的資訊與既有的知識相關連，並由此建造或重造個人認知結構的節點、關係和架構，欲探究建構主義，在前一小節建構主義的知識論提到學習者如何獲得知識？傳統的理性、經驗及客觀主義，認為知識是一種客觀存在的實體，可以將知識直接傳輸給學生，而建構主義則認為知識是不能傳達的，其強調個人在認知過程主動建構的行為，比較傾向主觀主義或相對主義，前一小節也提及郭重吉 (1992)主張(1)知識不是個體被動的接受，而是要

靠學習者主動的建構；(2)認知功能在適應，是用來組織經驗的世界，而非用來發現本體的現實；(3)知識是個人與別人經由磋商與和解的社會建構（張靜馨，1995b）。基此，不難發現，人們的學習與理解深受個別的經驗影響（朱則剛，1994），亦即學習是一種以學習者舊有經驗為基礎之主動建構的過程，非被動的吸收。

今日的教育，不再是教師懂什麼就教什麼，而是要了解學生的實際經驗與需求，亦即現在的教育應以學生為主體，而這種以學習者為中心的建構教學理念，主要的原理有三：(1)教學在引導學生建構知識，不再也不可能傳輸學生知識；(2)建構教學的目的在促進學生思考和瞭解，不在記背知識與技巧；(3)建構學習是以：做中學、談中懂、寫中通等多元互動的社會建構，非以：聆聽、練習等單元單向的任意建構（張靜馨，1996）。基於建構主義理念的教學法，教師應協助、引導學生解決問題，而不是給他們一個答案，教師可以「問問題」、提供「小暗示」，使學生注意到不尋常或容易忽視的資訊，以作為學習者學習的鷹架。



六、建構主義的學習理論

行為學派、認知學派認為知識是人類所發現的真理，而建構主義對於知識的獲得則是認為是由學習者自行建構的，洪啟元 (1995) 整理行為學派、認知學派及建構主義學習理論之比較，如表 3。

表 3：行為學派、認知學派及建構主義學習理論在教學之比較

	行為學派	認知學派	建構主義 學習理論
知識是	人類發現到的真理	人類發現到的真理	人類根據經驗 建構而來
學習是	由於條件作用，而產生明顯的行為改變	對於訊息、新規則的處理	基於頓悟的 個人發現
主要概念	增強	深思鋪陳	自動原則
學習型態	區辯、類化連結、連鎖反應	短期感覺、儲存、短期記憶、長期記憶	問題解決
教學策略	用以呈現、提供練習與回饋	用以規劃認知的學習策略	支持主動、自律、省思的學生

洪啟元 (1995) 整理

范毓娟 (1994) 認為建構主義學習理論之主張為：(1) 以學生為中心。(2) 沒有絕對不變的知識。(3) 所學的知識能建立在原有知識基礎上並與日常生活經驗結合。(4) 學生對教學和自己的學習關心，並能分擔學習責任及有自主性。(5) 最重要的是知識分單向只有課本或老師來傳輸，整個學習中應包括同學之間的社會互動，如討論和磋商之過程。

楊龍立 (1997) 整理各學者有關建構主義的教學主張如下：(1) 學習：學習是靠認知主體依自己經驗主動建構知識的過程，故學習非單純記憶知識或外顯行為改變，學習是學習者對自己經驗的意義化。(2) 教學：教師運用各種方法促進認知主體主動建構之發生，但傳統的教學方式如灌輸、演講、記憶、反覆練習被認為是不當的教學。(3) 教師：教師不再是教學活動中唯一的主角，甚而轉形成輔助者、教學環境的設計者、教學氣氛的維持者、教材提供者。(4) 學生：由於重視學生自己的主動建構，所以學生成為教學過程的主角，學生由責任就自己的經驗加以詮釋丙依據自己對經驗賦予的意義進行主動建構。(5) 合作：由於肯定同儕互動與師生互動之重要，所以同儕的合作學習方式被高度肯定，教學時學生常被要求分呈小組來學習，在各小組內學生各自討論、發表意見、相互檢視及論辯，最後達成一些共

識，協意識不可免的也是合作學習的重要特質。(6)評量：除了紙筆測驗外學生日誌、檔案、觀察與討論記錄、實做結果都是評量可採行的方式。

Driver (1986)也提出關於「學習」的看法，他認為：(1)學習是個人與周遭環境的互動並且試著去了解。(2)學習是個人透過與社會互動及與真實世界經驗所建構的知識。(3)學習受個人知識與信仰所影響。(4)知識的建構是一個動態的過程。(5)了解並不同於相信。(6)學習科學概念包含概念改變。

七、建構主義學習理論之問題

朱湘吉 (1992)曾提到施行建構主義學習理論之教學雖有諸多優點，但是仍有一些地方必須注意，以提高教學品質：(1)建構的程度與品質：包括學習的深度、廣度、品質與持久性等，會影響學習的成效。(2)學習者的自我管理：建構主義的教學設計者經常面臨一的兩難情形：開放式的情境學習雖可提供有意義的學習機會，但這個機會是否被善用，卻依賴學習者的投入及自我管理。(3)開發教材的挑戰：教學設計者在開發教材時，必須面臨更多挑戰，因此唯有仰賴豐富的經驗與耐性，才能戰勝這項挑戰。(4)學習夥伴的角色：建構主義的學習，亦將老師導向轉向自我導向，從獨立學習走向團體學習，教師所扮演的角色，勢必也要隨之修正。(5)學習結果的評量：學習結果的評量缺乏客觀的標準，易受評分者的主觀因素影響，因而在施行上有頗多困難。

第三節 概念改變的相關理論

一、迷思概念及相關研究

在過去的二十幾年來，認知心理學的許多研究者已經把研究的重心集中在提出理論解釋為何有些特定類型的科學概念，其概念改變較一般科學概念改變難發生 (Chi, Slotta, & deLeeuw, 1994; Carey, 1985, 1986; Thagard, 1992; Vosniadou & Brewer, 1987)。而另一方面，許多科學教育的研究人員也專注於研究如何促進科學概念理解並進而引起概念改變的教學策略 (Brown, 1993; Clement, 1991, 1993; Posner, Strike, Hewson, & Gertzog, 1982; Steinberg & Clement, 1997; Stofflett, 1994)。

Pfundt 和 Duit (1991)提到：過去的十至十五年之間，許多有關學生正式教學之前具有的科學概念架構的研究方興未艾。這些研究中有許多顯示出令人失望的結果，他們認為科學教育很少有成功的，老師很難引導學生把他們在教學之前所具有的概念架構轉變成較正確的科學性概念架構，這也是全世界共同的現象。這種學生在教學之前所具有的概念架構，有學者稱之為「另有概念」(alternative conception)，亦有些學者稱之為「迷思概念」(misconception)或「另有架構」(alternative framework)。這些概念往往根深蒂固，就算受過學校正式的科學教育，有些概念從兒童至成人仍無法改變。這就是前面所提及的「傳統的科學教育模式」很難引導學生把他們在教學之前所具有的概念架構轉變成較正確的科學性概念架構。

先前的研究顯示學生在科學的許多迷思概念，很難透過在教室的教學活動來改變 (Osborne and Gilbert, 1980, Osborn and Cosgrove, 1983, Carey, 1986)。這些迷思概念之所以改變的原因有 1.學生直覺的生活經驗 (Osborne and Freyberg, 1985, Driver, 1989)。2.學生無法理解的抽象概念 (Murray et al. 1990, Brown, 1993)。3.學生無法感覺的無形分子 (Gabel et al, 1987)。

有關迷思概念的研究，陳淑筠 (2002)做了一個有關國內學生自然科學迷思概念研究之後設研究，其主要結果有：(1)國內所研究的主題包括學生的迷思概念、學生的概念發展、學生概念的改變和學生的解題策略與方法等題材。而研究的性質包括質化研究、量化研究及質量並重的研究三種，在各研究中，以第三種質量並重的研究居多數，佔總研究篇數比例的 45%。(2)多數研究者所使用的研究工具含晤談工具、紙筆測驗工具 (問卷、評量工具)、概念圖、二段式診斷工具等等。自研究中發現，多數研究者在從事研究時並不侷限於只

使用一種工具或方法，而是多種工具並用，相輔相成，如概念圖+晤談、紙筆測驗+晤談，且從中研究者發現，以紙筆測驗+晤談的研究方式居多，佔總數 70% 以上。(3)各主題之重要發現/成果(a)物理方面：學生在「溫度與熱量」、「速率」、「力與運動」、「重力作用、壓力」、「電磁作用」、「聲音、光與波動」等單元主題上存有迷思概念，尤其以「力與運動」及「電磁作用」的研究篇數及迷思類型最多，佔物理研究主題總比例的 57%。(b)化學方面：學生在「酸鹼鹽」、「原子、分子、粒子」、「化學反應」、「水與水溶液」、「氧化與還原」、「密度」等單元主題上存有迷思概念。(c)生物方面：學生在「植物的構造與功能」、「細胞」、「動物的構造與功能」等單元主題上存有迷思概念。(d)地球科學方面：學生在「天氣變化」、「組成地球的物質」、「地球運動」、「地球與太空」、「晝夜與四季」、「地表與地殼的變動」、「氣團、氣象」等單元主題上存有迷思概念。

而在國外所做的迷思概念相關研究，根據彙整 Pfund 和 Duit (1991)統計，大約有 700 篇是有關物理的研究主題，其中 300 篇在力學方面，包含力、運動、重力、速度及加速度，159 篇在電學，大概有 70 篇是在熱、光、物質及能量，另外有 35 篇是地球科學及太空的主題最後有 10 篇是關於現代物理的主題。

另外，Stepans 等人(1986)研究不同年齡學生有關浮沈概念，他們問及物品如何在水中沈和浮起來。結果各年級學生的表現均令人失望；唯一不同的是，年齡大者用的語詞比年齡小者較老練而以；比如，年紀小者用「重」、「重量」等名詞，而年齡大者用「密度」、「質量」等名詞。不幸的是高中升級大學生雖用較老練的名詞，但對於它們的含意所知甚少。他們只會用術語，卻不瞭解現象。

二、關於力學的迷思概念

關於「力學」的迷思概念有：Driver (1985a)提出的(1)有生命的物體才會施力。(2)要維持等速運動需要施一個固定的力。(3)物體運動需靠力的推動，力量越大則速度越快。(4)如果一個物體不移動，代表不受力。(5)如果一個物體移動，那必在物體的移動方向有一個力作用。另外陳淑筠 (2002)彙整了一個關於國內力學迷思概念相關研究，從 1992 年至 2001 年共有 25 篇，其綜合發現國中學生關於「力」存有下列迷思概念。

(1)學生對運動仍存有「物體運動要靠力的推動」，力大則速度大，固定力則維持等速。

(2)三至七年級學生大部分沒有力使物體加速的概念，直至八年

級才有這方面的概念。

(3)「力是一種人為的事情」：學童會認為因為人有給球力量，所以球會往上升和往前滾。

(4)學童認為「力的方向是隨著運動方向而改變」。

(5)「空氣、壓力、大氣對物體產生推、拉的作用，就如同地心引力一樣」。

(6)學童會認為球往下掉主要是因為有空氣、風力往下。

(7)「力蘊含在運動的物體之中」：學童會認為往上升或往前滾的球有人手的施力。

(8)「如果物體沒有運動，就沒有力作用在物體上」：學童會認為球在最高點會停下來是因為球的力量沒有了。

(9)「力與運動快慢成正比」：學童會認為往上的球或往前滾的球越來越慢是因為球的力量越來越小了。

(10)「物體在運動，則物體運動的方向有受到力的作用」：學童會認為往上的球有往上的手力，往前滾動的球有手推的力往前。

(11)力僅存在於固體與固體之間的相互運動，不存在於固體與液體之間的相互運動之中或不存在於固體與氣體之間的相互運動。

(12)學童具有「力可以從一個物體『傳入』另一個物體內，使物體產生運動」的想法。

(13)學童認為「力會隨著運動而慢慢耗損，最後會用光而使得運動停止」。

(14)有生命的物體，才會主動施力給物體，桌子沒有生命，不會施力在物體上。

(15)施力相同時，會因為拉或推動作的不同，而使得力不一樣。

(16)學童認為「力必定會使靜止的物體產生運動或運動變快，若是使物體變成靜止的力不能稱為力」。

(17)要使物體移動，所施的力要比物重。

(18)地心引力是車上陡坡較累的原因。

(19)質量即為重量。

(20)運動可分為「力」的運動和「自然」的運動。

(21)具有活力的東西才能產生力量。

(22)持續的運動需要持續受力，否則物體會因力量用完而停止。

(23)力與速度成正比，力愈大則運動愈快。

(24)物體在月球上會飄浮，所有沒有受到力。

(25)不認為摩擦力是一種力，所以認為滾動的球會因沒有持續受到力而停止。

(26)以位置來判斷力的大小，認為愈高則受力愈大。

(27)只有發生運動時物體才有摩擦力，靜止的時候沒有，或只有在固體間才有摩擦力，或認為空氣是造成摩擦力的原因。

(28)具有運動蘊含力的想法，認為力會蘊含在物體內而隨著物體，在運動時漸漸消耗，最後力會用光。

Ali (2002)的一項關於力和運動的迷思概念和概念改變討論教學成效的研究中，蒐集了最近二十年間，國外學者所做的一些有關力與運動迷思概念的研究，茲整理如表 4。



表 4：國外有關力與運動迷思概念的相關研究

研究者	年代	相關內容
Rosenquist & McDermott	1987	1.學生時常對於物體的位置和速度感到困惑。 2.當二個物體有相同的位置時候，一些學生認為他們都有相同的速度。
Trowbridge & McDermott	1980 1981	3.一些學生對於物體的速度和加速度感到困惑。 4.當二個物體有相同的速度時候,學生認為也有相同的加速度。
Whitaker	1983	
Caramazza, McCloskey,& Green	1981	1.物體可以維持運動是因為有衝力(impetus)。 2.衝力可以被得到，失去，或重建。 3.一些學生認為圓形的衝力，會使物體產生一個圓形運動。
Halloun & Hestenes	1985	
McCloskey & Kohl	1983	

Halloun & Hestenes	1985	1.一些學生相信，作用在物體上的力量是零，物體的速度仍會減少。 2.學生無法想像一個無摩擦的世界。
Champagne, Klopfer, & Anderson	1980	1.一些學生認為一個物體若要持續運動則要持續的出力，即使是在假設無摩擦力的狀況下。 2.而且有學生認為這個力的消失或減少是由於物體速度的改變。
Clement	1982	
Gunstone	1987	
Sadanand & Kess	1990	
Sequeira & Leite	1991	
Whitaker	1983	
Champagne et al	1980	學生有時相信力和速度是線性關係。因此，一個等速度運動是來自一個常數的力。
Sequeira & Leite	1991	
Gunstone	1987	學生相信離心力也是一種力。
Gunstone & White	1981	1.在自由落體中，學生相信較重的物體，其加速度也較快。 2.也有些學生相信直到衝力（impetus）作用完畢，重力才會有作用。
Minstrell	1982	

而在國外學者所做的研究方面，Palmer (1998)做的有關「運動-衝量-力」的迷思概念發現，一般人認為較高年級的學生其迷思概念較難改變，而低年級的學生的迷思概念較易改變，不過在 David H. Palmer 的研究發現對於「運動-衝量-力」的迷思概念改變教學，不論是高年級的學生（16歲）或是較低年級的學生（12歲）的學生其概念改變教學的成效是沒有差別的，也就是說，沒有證據顯示較高年級的學生其概念改變就較困難。

關於摩擦力的研究，學生主要的迷思概念是：1.只有運動的物體才會有摩擦力的存在，摩擦力只和運動的物體有相關(Trumper & Gorsky, 1997)。2.摩擦力不是力的一種(Kruger et al., 1992; Twigger et al., 1994)。在 Twigger et al. (1994)的研究發現，只有 30%的學生認為摩擦力是屬於力的一種。3.若是沒有摩擦力或是空氣阻力，物體仍舊會停下來，因為運動的物體會將能量消耗(Twigger et al., 1994)。4.摩

擦力是固定不變的(Thijs, 1992)。5. 摩擦力的方向是和運動的方向相反，在 Thijs(1992)的研究裡指出，學生雖然知道摩擦力的存在，然而卻無法指出其方向。

Stead 和 Osborne (1980)研究國小學童的摩擦力概念，發現不同學習背景的學生有下列的迷思概念的不同分布：1.35~64% 的學生無法辨別摩擦力和正向力。2.13~56% 的學生認為物體運動的速度愈大，則摩擦力愈大。3.33~76% 認為動摩擦力大於靜摩擦力。4.15~60% 的學生認為只有固體和固體接觸性的相對運動才會產生摩擦力。

三、概念改變的理論基礎

有關概念改變的相關理論，茲分述如下：

Vosniadou 和 Brewer (1987)等人提出兩種可以產生概念改變的形式--弱重建(weak restructuring)及根本重建(radical restructuring)，所謂弱重建就是加入新的資訊但是沒有更改核心的概念，而所謂的根本重建就是已經改變了核心概念及知識架構，這樣的改變很像 Kuhn 所說的科學上的派典轉移(paradigm shifts)。

Thagard (1992)提出類似樹狀結構的概念改變模式，此模式所謂的概念改變包含了種類相關性(kind-relations) 和部份的關係性(part-relations)兩種類型的改變，所謂的「種類的相關性」則是指在概念樹階層裡較為上位的關係，例如：鳥類、哺乳類、爬蟲類都是不同種類的動物。而「部份的關係性」是指在概念樹階層裡較為下位的關係，例如：鳥有羽毛及鳥喙。

Chi (1994)提出本體論類別的轉換，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。如衣服的顏色、石頭的重量；「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。

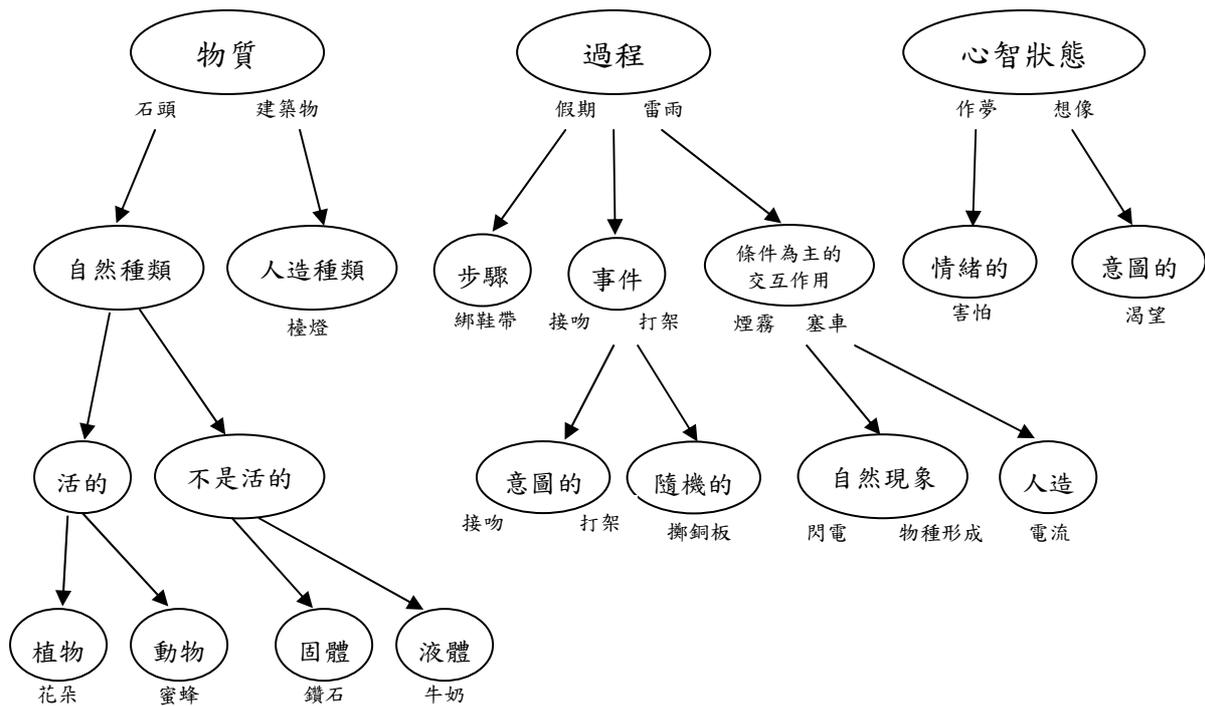


圖 1：Chi 本體論的組織架構圖(摘自邱美虹，2000)

余曉清(She, 2002, 2003)認為概念改變不應只是單單考慮知識的本質，而還必須針對知識本身的內涵來加以分析其複雜性及階層性，包含屬性越多（如：抽象、動態...等特質）與階層層次性越高的概念越不容易改變。除此之外余曉清 (She, 2004b)更提出學生理化概念本體架構與理化概念的本質二者是為影響學生理化迷思概念難以改變的主要重點。其所發展出雙重情境學習模式(Dual situated learning model, DSLM)強調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，該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解構為依據，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。一旦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。

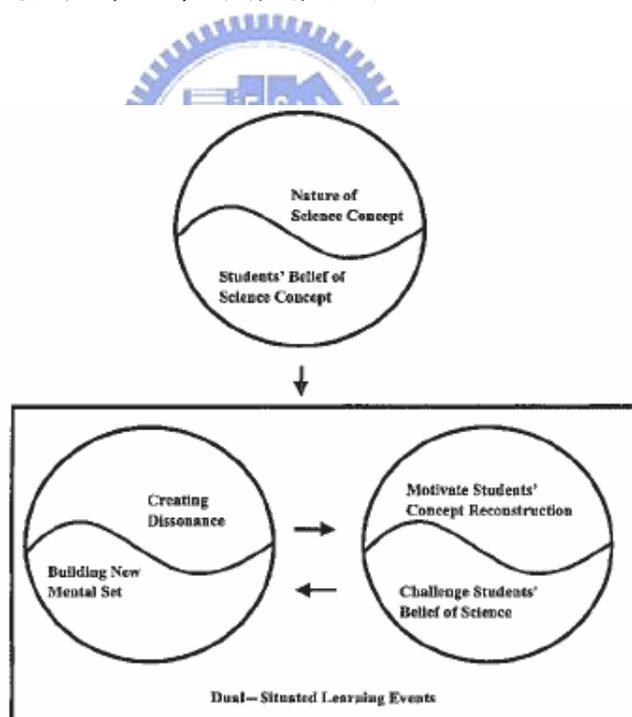


圖 2：雙重情境學習模式結構(摘自 She,2004)

四、概念改變的條件

學童的科學概念是個人的(personal)、不連貫的(incoherent)、穩定的(stable)，這些特質阻礙學生科學學習過程中概念的轉變(Driver 1985b)，Posner et al. (1982)，認為要想是學生的概念改變，必須具備下列四條件：

(1) 須對現有的觀念不滿意(dissatisfaction)：對於現有的概念不能滿意解釋現象或狀況，是學生概念改變最開始的原因。

(2) 新概念是可以理解的(intelligible)要換成新的概念可以為學生所接受與理解，才能促成概念的改變。

(3) 新概念是合理的出現(plausible)：當新的概念出現時，不僅能解決當時問題，並且能解決以前概念所能解決的問題，即它們之間有相容性。

(4) 新概念具有其豐富性(fruitful)：新的概念具有拓展的特性，並擁有發展其它領域的豐富性。

五、概念改變教學策略

Posner 等人(1982)的研究提供科學教育研究者發展不同的視野，理論和策略來促進科學觀念理解及引起概念上的改變。Hewson 和 Hewson (1983)應用一個概念改變的模型來幫助學生針對物體的質量、體積和密度作概念改變。而他們概念改變的模型就是基於 Posner 等人(1982)的概念改變理論再考慮學生的先備知識(prior knowledge)所設計的。而 Driver 和 Oldham (1986)亦提及要能概念改變必須考慮學生的先備觀念(prior idea)。以上的這些研究所建立的概念改變模型提供一個原則，可以讓學生專注建構的程序和知識的重建。另外在科學教育研究其他的趨勢是把焦點集中在引起特定的概念上改變的方法或策略。一些研究已經建議使用以類比(analogise)來當成刺激概念改變的資源(Brown & Clement, 1989; Brown, 1993; Clement, 1991, 1993)；其他的研究者則建議可以使用衝突事件(discrepant events) (Liem, 1987; Steinberg & Clement, 1997)。

Clement 和他的同事成功地利用學生的實際經驗去演示操作，用以顯明學生的迷思概念。Clement 注意到許多學生不相信靜止物體能產生動力。例如學生不相信靜止的桌面對於置於其上的書有向上推的力量，但他們在手中壓縮一個彈簧時，彈簧有一個靜止的力存在。Clement (1987)發展一個「搭橋策略」來說服學生相信書桌上放著書本，就像壓縮的彈簧一樣，有力存在。他先將一本書放在有彈簧的板

上，然後讓學生由彈簧、軟板、書依序畫出力的類推。這樣，學生便願意相信書桌上放一本書時，書桌對書有作用力。更重要的成果是，學生因此而願意相信一個普通的觀念，亦即堅硬的物體也有某種程度的彈性（王美芬譯，1996）。

上述的方式是以單一策略進行概念改變，除此之外，過去研究中也顯示數種較為大家所知概念改變的完整教學模式：(1) 三階段式教學模式。(2) 四階段式教學模式。(3) 五階段式教學模式。(4) 衝突圖。(5) 雙重情境學習模式。分別就三階段式教學模式、四階段式教學模式、五階段式教學模式、衝突圖、雙重情境學習模式探討如下：

(1)三階段式教學模式

Lawson, Abraham, 和 Renner (1989)所提出的探索、術語引入和概念的應用及 Cosgrove 和 Osborne(1985)曾提出 Renner、Karplus、Nussbaum 和 Novick、Erickson、等人認為可以改變學生迷思概念的三階段式教學模式，其方法如圖 3（摘自郭重吉，1992）

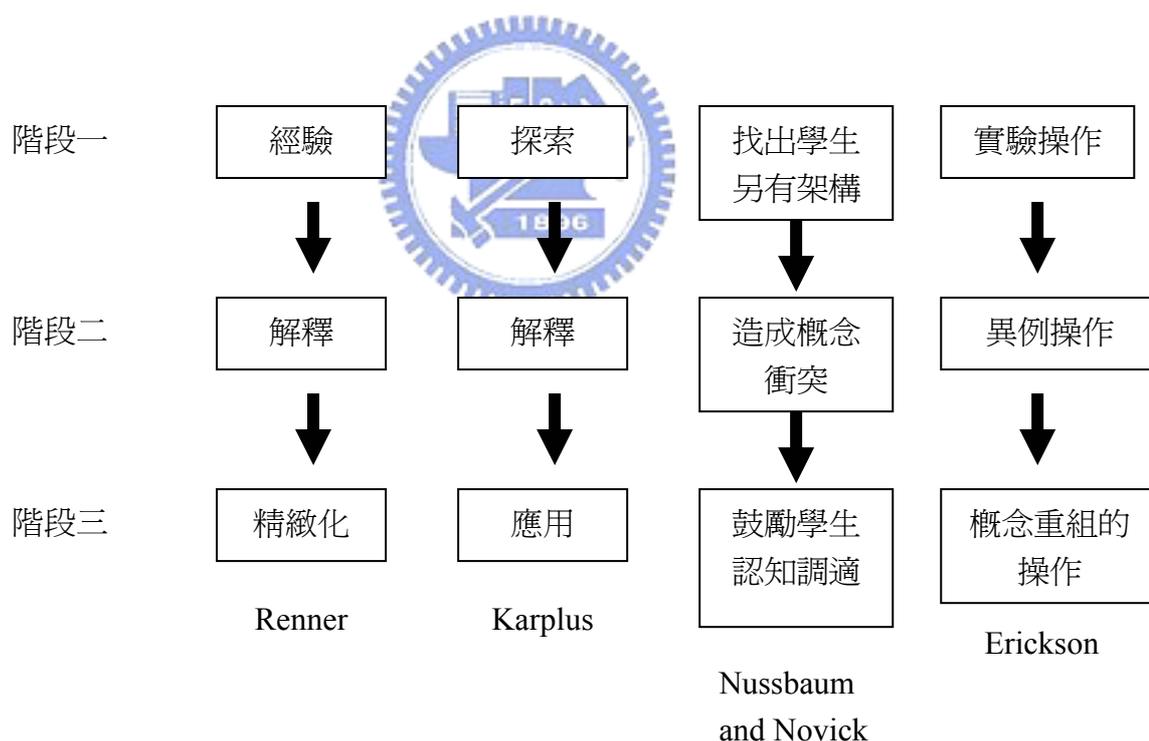


圖 3：三階段式教學模式

4.四階段式教學模式

Osborne 和 Freyberg (1985)也以建構主義觀點發展出準備、聚焦、挑戰及應用四個階段的教學模式(摘自郭重吉, 1992), 請參考表 5。

表 5：四階段式教學模式

階段	教師活動	學生活動
一、準備	確定學生的觀點，加以分類。 找出科學上的觀點。 找出科學史上的觀點。 考慮可導致放棄舊觀點的證據。	完成為了確知學生原有想法的調查或其他活動。
二、聚焦	建立情境，提供誘發動機的經驗。 介入，提出針對學生個人的開放式的問題。 解釋學生的回答。 闡述學生的觀點。	熟悉用來探索有關概念的器材及思考所觀察到的現象，提出和要學習概念有關的問題。 決定他對這些事情所知道的，並加以描述。 澄清自己在這概念上的觀點。
三、挑戰	協助觀點的交換。 確定所有的觀點者被考慮到。 讓討論開放地進行。 必要的話提供示範的步驟。 提供科學家觀點的證據。 接受學生對新觀點暫時性的接受。	考慮其他學生的觀點，找出其優點、缺點。 尋找合適的證據來考慮這些觀點的正確性。 比較科學家的觀點和班上同學的觀點。
四、應用	利用科學家的觀點能簡易漂亮解決問題。 協助學生澄清新的觀點，要求利用它來解答所有問題。 確定學生可用口頭方式描述問題的解答。 介入、激發，並參與對解題的討論。 協助解答較難的問題，告訴學生何處可以找到幫助。	利用所學概念做為解決實際問題的基礎。 告訴班上同學自己的解答。 討論、辯論個人所提出解釋的優點，仔細予以評估。 由所提出的解答聯想到其他進一步的問題。

5.五階段教學模式

Driver 和 Oldham (1986)提出。他們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)，請參考表 6。

表 6：五階段式教學模式

階段	目的	方法
一、定向 (Orientation)	建立學生學習此主題的動機與目的。	實際的活動、待解決的問題、教師的示範、影片、錄影帶、簡報等等。
二、引出 (Elicitation)	引出學生對此主題的先前概念。	實際的活動、小組討論後提出報告。
三、意見重組 (Restructuring of Ideas)	使學生察覺到和自己原先觀念不同的科學上的觀點，而能以此種科學的觀點來修正、擴充、或取代原先的想法。	
1.澄清與溝通 (Clarity 和 exchange)	體認有其他的想法存在，並仔細檢討自己的想法。	小組討論後提出報告
2.置於衝突的情境 (Exposure to conflict situations)	考驗現有想法的正確性。	教師示範、各自進行實驗、在練習本上做題目。
3.建構新的想法 (Construction of new ideas)	修正、擴充或抽換現有的想法。	討論、閱讀、教師指導。
4.評量(Evaluation)	考驗新建構出來的想法的正確性。	討論、閱讀、教師指導。
四、應用 (Application)	學生有機會將新的概念運用到不同的狀況，解釋已知，並預測未知。	個人的寫作、實際的活動、解決的問題、專題研究計畫
五、反省 (Review)	學生可回想自己先前概念與現有概念發展及改變的過程。	個人的寫作、團體討論、個人的日記、回顧以前作的海報等

Driver 等人(1985a)認為過去的課程並未考慮學生的先前知識，(prior knowledge) 因此無法促進概念學習，故在課程規劃上不僅應考慮學科的架構，同時也應將學生想法一併列入考量，因而提出了以下幾點建議：(1)提供學生對自己思考反思的機會。(2)利用衝突事件(discrepant events)使學生不滿意自己對現象的理解與解釋進而進行概念改變。(3)蘇格拉底式的發問有助於學生警覺自己思考上不一致之處。(4)鼓勵學生進行有意義的建構以產生概念基模。(5)提供適當的學習情境以供學生了解科學的範疇與限制。

(4)衝突圖

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。其步驟如下：

狀況一：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的現象，此先存概念能合理詮釋矛盾情境。

狀況二：設計關鍵事件，讓學生合理化的條件消失，學生認知到先存概念真的無法解釋此事件，在提出可被學生理解的目標概念，來合理詮釋關鍵事件。

狀況三：以相關的科學概念強化目標概念的合理性。

狀況四：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的可行性。

(5)雙重情境學習模式

余曉清 (2002, 2003, 2004a,2004b)發展雙重情境學習模式(Dual situated learning model, DSLM)協助教師進行概念改變。DSLM 由六個階段所組成，簡單分述如下：

第一階段：分析科學概念屬性。它能提供有關建構此一科學概念所需的心智架構。(mental set)相關訊息。

第二階段：找出屬於此科學概念常見的另有概念。此階段主要要找出學生對於此科學概念已經存有的先存概念及學生對此概念的理解。

第三階段：分析學生對於建構新的科學概念所缺少的心智架構。藉由第一階段及第二階段的資料分析，找出學生對於此新的科學概念所缺少的心智架構，以作為一連串 DSLM 教學設計提供概念改變的

依據。

第四階段：設計雙重情境學習事件。設計一連串的 DSLM 讓學生的先存概念無法解決問題，產生不平衡的認知狀態。然後再試著請學生提出可能的想法解答，試著讓學生親自體驗、操作、驗證其答案的正確性。在此同時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。

第五階段：進行雙重情境學習模式的教學。在此階段的教學模式為「預測-演示-解釋」，一次呈現一個問題（根據學生常見的迷思所設計），再來請學生預測，再藉由能讓學生親自體驗、操作、思考驗證其答案的正確性，慢慢將學生所缺少的心智架構導入，讓學生建構較接近科學概念的概念輪廓。

第六階段：挑戰情境學習事件。此階段主要是在檢驗學生是仿可以應用新的科學概念來解決類似的情境學習事件，以確定學生真的在教學過程中有發生概念改變。

參考以上的文獻，研究者覺得要讓學生學習可以產生概念改變需要有以下的策略：(1)分析此科學概念的概念架構。(2)檢測學生關於此科學概念的先存概念。(3)提供一個「衝突」情境，讓學生的概念無法理解或解釋。(4)透過演示、實驗操作提供科學概念，進而促使學生概念改變。(5)提供另外一個學習情境，探測學生是否真的利用新建的概念解決問題。(6)提供適當的反省機會，讓學生回想整個概念改變的過程。

六、Driver 和 Oldham 教學模式相關研究

在廖雯玲(1999)的研究中，主要透過 Driver 和 Oldham 的建構主義教學模式法，研究國小六年級學生在「地球運動」概念改變情形，研究結果顯示不論在「地球運動」學習成效及概念改變上，接受建構主義取向教學法的學生表現皆優於控制組。而在廖經宏(2002)的研究中，有以下的幾點發現：(1)接受 Driver 和 Oldham 教學模式的學童在「光學相關概念測驗」的成績，顯著地優於接受一般傳統教學模式的學童。(2) 接受 Driver 和 Oldham 教學模式的學童較能以較豐富的科學語彙來描述與解釋自然現象。(3)接受 Driver 和 Oldham 教學模式的學童較能改變錯誤述詞使用的情形，重新學習使用正確述詞來描述與解釋自然現象。(4)接受 Driver 和 Oldham 教學模式的學童較會發生概念改變或產生認知上的衝突。

第四節 學習動機

動機深深地影響著學習，相近背景的學生以差不多的方式學習，也因個人的動機不同，會有截然不同的收穫。Pintrich 和 De Groot (1990)認為自我調制學習乃是個體具有強烈的學習動機並且能引發有效的學習行為而達成其學習目標。

Pintrich & DeGroot (1990) 基於此觀點所提出的社會認知的動機式(social cognitive model of motivation)，模式指出動機的強弱會引發一個人執行品質或高或低的學習策略，二者一同影響學業成績。該模式將動機信念分為三個層面：價值(value)、期望(expectancy)、及情感(affect) 分述於下。

一、價值：指的是個人認為學習某一科目的重要性，價值動機成分主要包含了學習者的工作價值與目標導向。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。目標導向可以再細分為內在目標 (intrinsic goal) 或外在目標(extrinsic goal)。對某一科目持有內在目標，表示學生以學習某科目的內容為終極目標，而外在目標表示學生學習某科目的內容時，希望以此學習成果為工具，達成其他目的，例如升學獲得到他人的重視。

二、期望：指的是個人對自己能力的信念，亦即自我效能(self-efficacy)及控制信念(control belief)。自我效能意指個人評估自己是否能學得會科學的某一個概念，假使一個人認為自己在某一學科上是有能力的，這種信念會支持個人用較高級的認知策略去學習這個科目。控制信念指的是學習的結果是不是自己所需負的責任、是自己能控制的。

三、情意因素：指的是測試焦慮 (test anxiety) 或學習焦慮，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。

學生具備不同型態的學習動機時，所表現的學習成就亦不相同，(Pintrich & De Groot, 1990)價值與期望先影響學生使用高級或低級的學習策略，而使用高級學習策略才能帶來好成績。游淑燕 (1987)以台北市 396 名高中及 348 名大學生為研究對象，發現女生較男生易將學業成功歸因於運氣，將學業失敗歸因於能力。張芝萱 (1995) 以 951 名國小資優生為對象，以 MSLQ 為研究工具，發現學習動機的外在

目標導向與測試焦慮兩層面，女生均較男生高，其差異並達顯著水準。而學習動機的內在目標導向、工作價值、自我效能和制握信念等層面，男女並無差異。從以上的研究發現，學習動機會因研究對象、科目別及所使用的工具而有不同的結果。



第三章 研究方法

本研究運用建構主義式的網路科學學習網站協助學生進行「常見的力」的概念建構，研究是採用準實驗設計之方法進行。

本章以研究對象、研究流程、研究工具設計、教學設計分別敘述。

第一節 研究對象

本研究的對象為台中市某國民中學尚未學過國中課程「力學」相關概念之一、二年級學生，該校班級皆為常態編班，參與教學及成就測驗之研究對象有八個班級共 270 名學生。

本研究將學生分為實驗組與對照組兩組各四個班，實驗組採用建構主義式的網路科學學習模式，共 135 人，對照組採用傳統教學模式共 135 人。如表 7。

表 7：實驗分組



項目	實驗組 (一年級四個班)	對照組 (二年級四個班)
班級		
教學模式	建構主義式網路科學學習	傳統教學
人數	135 人	135 人

實驗組所採用的教學模式為「建構主義式的網路科學學習」模式，學生的主要學習活動是在「常見的力」學習網站，該網站教學策略設計結合網路化學習的特性及 Driver 和 Oldham (1986)所發展的建構主義教學模式，在該網站中學生可以選擇學習的速度、決定學習順序，來個別學習，主動去嘗試並發掘網站內的資訊，遇有問題時可以停下來問老師或同學，整個學習環境是以學生為中心，整個學習過程是讓學生可以自行建構重整知識。

對照組所採用的「傳統教學」模式，學生的主要學習活動是在「教室」，教學的模式是老師一元化的講授傳輸知識方式，學生只有單純的聽講或在課本註記重點，配合課本教學設計，有關「力的測量」及「摩擦力」單元，仍會到實驗室進行相關實驗。

第二節 研究設計

本研究採用準實驗設計法，以國中一、二年級八個班級，一年級四個班為實驗組(N=135)，二年級四個班為對照組(N=135)，作為研究對象。研究的背景因素為類別變項(自然科學期成績)，自變項為教學模式，依變項為常見的力單元成就測驗、網路學習動機問卷、網路學習環境問卷，研究架構如圖 4。

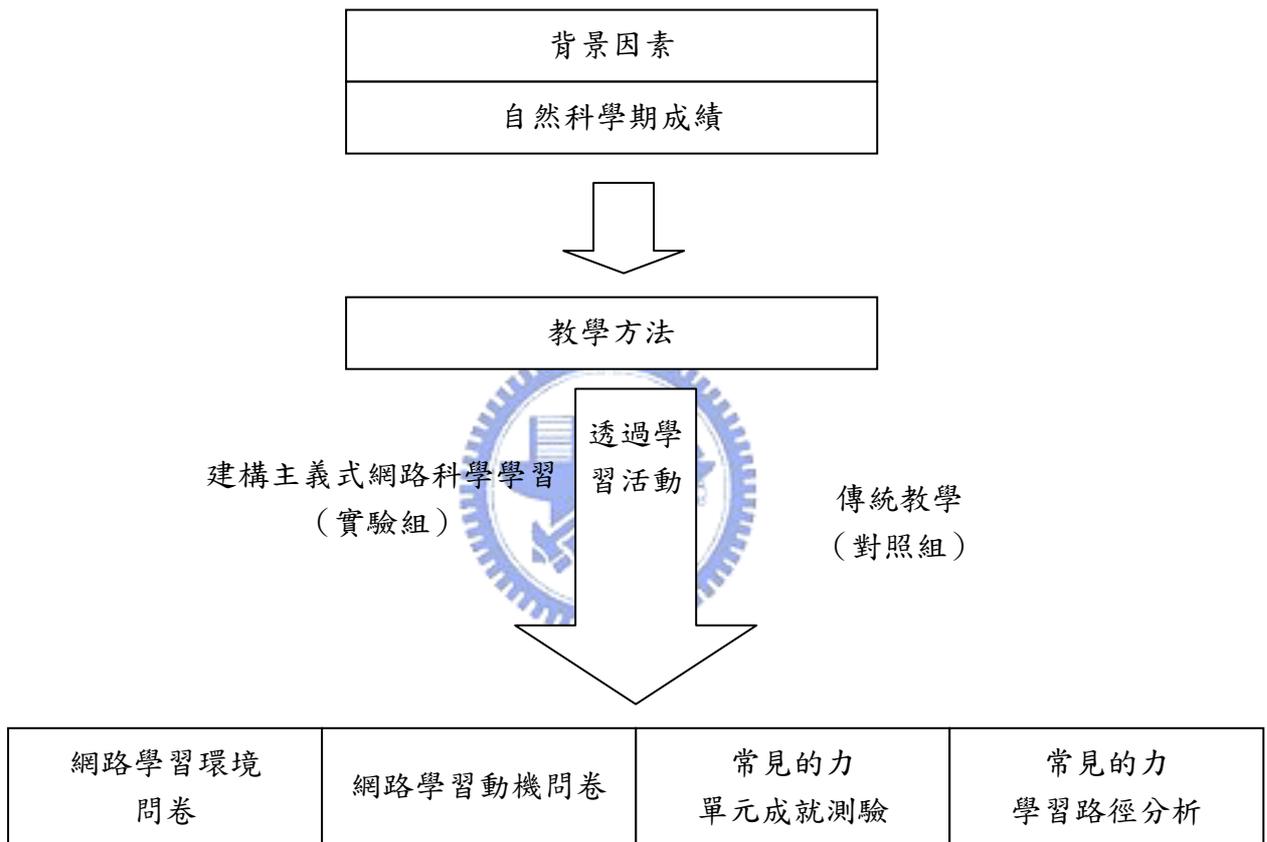


圖 4：研究架構圖

一、背景因素：本研究的背景因素為學生上學期自然科學期總成績，將學生分為依成績的前 33% 分為高分組，而後 33% 低分組，其餘分為中分組。

二、自變項：不同的教學模式是本研究的自變項，實驗組採用建構主義式的網路科學學習模式，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「常見的力單元成就」、

「網路學習動機問卷」及「網路學習環境問卷」。

同時針對實驗組學生在常見的力概念建構歷程進行學習路徑分析。



第三節 研究流程

本研究流程劃分有三個階段，四個工作重點，依序為第一階段研究準備、教學網站設計，第二階段概念建構教學，第三階段資料分析等階段。

第一階段：在確立研究目的之後進入準備階段，工作項目有相關資料蒐集、找尋適合、已發展完成具有信效度之相關測驗，再經由研究者依據實際需要做適當修改成適合本研究使用之研究工具。在此同時依據 Driver 的概念建構教學策略，進行設計教學歷程及教學網站。

第二階段：實施概念改變教學，教學之前，對學生實施「前測」，實際教學後對學生實施「後測」，再四週進行「追蹤測驗」。

第三階段：對研究期間所蒐集到的資料進行彙整分析，完成此項研究。

研究流程如圖 5 所示。

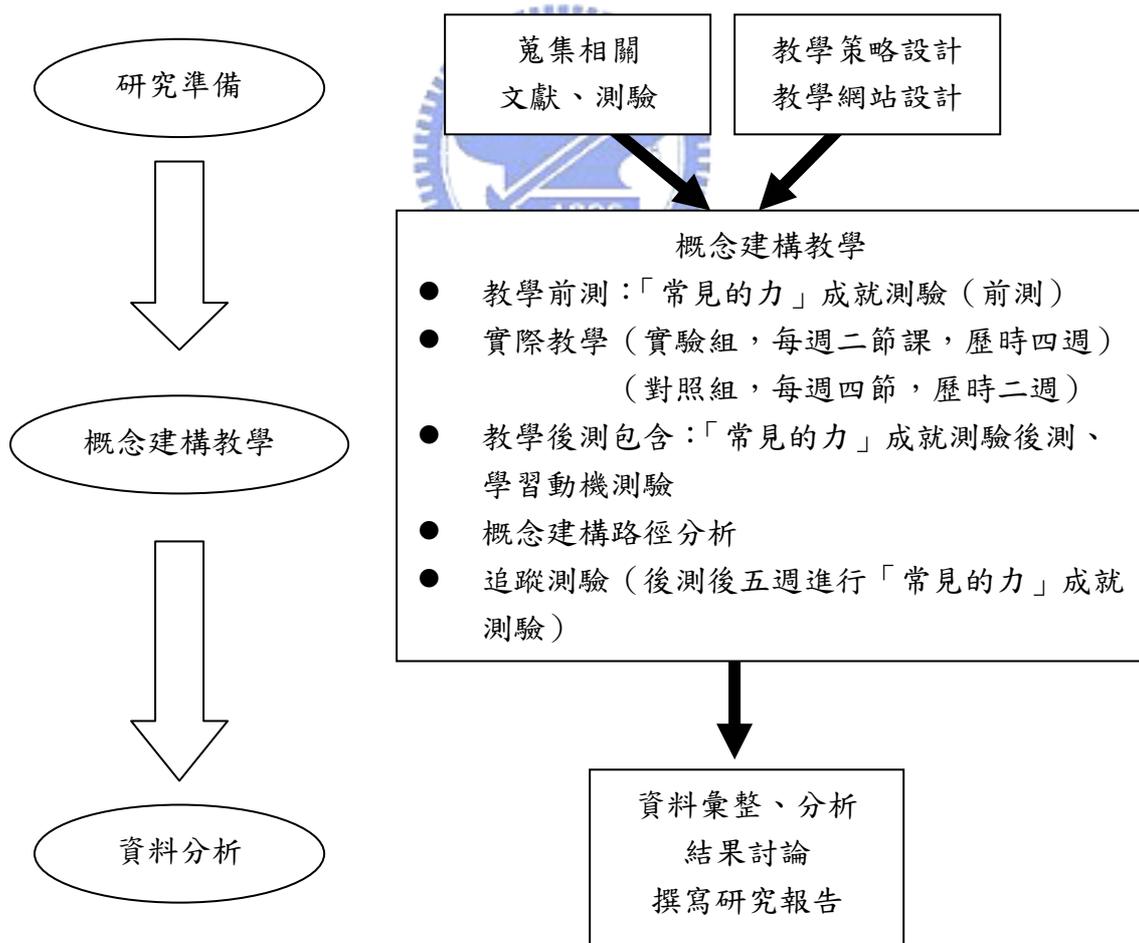


圖 5：研究流程圖

第四節 研究工具

本研究運用的工具有常見的力單元成就測驗、網路學習動機問卷、網路學習環境問卷。

一、常見的力單元成就測驗

由研究者依據課程內容編製相關的認知部分測驗題目共 43 題，內容採選擇題型式。在正式施測前經由學校二位自然領域教師與一位科學教育專家共同檢驗，以求其專家效度，並由三年級已經學過「常見的力」概念的學生共 148 位施行預測，整體試卷預測信度Cronbach α 值為 0.95。由此可知此份成就測驗信度達理想範圍，實際後測的信度Cronbach α 值為 0.88，追蹤測為 0.91。

二、網路學習動機問卷

本研究以 Wang 和 Lin, (2000)所編製的「科學學習動機導向策略—中學生台灣版」(Motivation Strategy in Science Learning Questionnaire for Taiwan High school student, MSSLQ-TH)問卷為基礎加以修改，修改後之內容共有 26 題，共分為五個向度，本研究中整體問卷的信度上達 0.96，而實驗組學生各向度的信度則介於 0.76~0.88 之間，各分量表之 Cronbach α 值請參考表 8。

表 8：網路學習學習動機問卷的各分向度 Cronbach α 值

向度名稱	題數	平均數	alpha
內在目標導向	5	3.80	0.82
外在目標導向	5	3.62	0.82
功課作業價值	5	3.82	0.83
學習的控制信念	4	3.69	0.76
對學習與成績的自我效能信念	7	3.74	0.88
總計	26	3.74	0.96

三、網路學習環境問卷

為探討實驗組學生在經過建構主義式的網路科學學習後，對於該網站網路學習環境的態度與觀感，因而自行發展問卷，問卷共包含四個向度，分別是：學習彈性、學習知識重整、學習者反應、網路課程結構等。其中學習彈性是以 CUC EI (Fraser, Treagust, & Dennis, 1986)的 Individualization 為基礎，而學習者反應則是以 WEBCEI 的 Response (Chang & Fisher, 2003)為基礎所發展的，本研究所使用網路

學習環境態度問卷的各分向度說明及題目範例請參考表 9。

問卷以五等第等距量表(Likert scale) 1-5 數字刻度選答，題目敘述狀況從來沒有發生則圈選 1，題目敘述狀況總是如此則圈選 5。內容共有二十一題，本研究中整體問卷的信度上達 0.91，而各向度的信度則介於 0.78~0.81 之間，顯示該問卷信度達理想範圍，量表的因素分析結果，顯示各分向度之因素負荷量分析值均達 0.42 以上。而區別效度值在 0.54 至 0.58 之間，顯示各向度間具有一定的區別性。請參考表 10。

表 9：網路學習環境態度問卷的各分向度說明及題目範例

向度名稱	向度說明	題目範例
學習彈性	檢測網路學習環境中個人知覺學習彈性的程度	網路學習的彈性可以讓我探究我有興趣的主題。
學習知識重整	檢測網路學習環境中個人知覺學習知識重整的程度	我能容易地重整我從網路學習活動得到的龐大資料。
學習者反應	檢測網路學習環境中學習者反喜好的程度	這個網路學習的主題很有趣。
網路課程結構	檢測網路學習環境中課程個人知覺的結構化的程度	網路學習活動是精心設計過的。

表 10：網路學習環境態度問卷各因素負荷量

題號	學習彈性	學習知識重整	學習者反應	網路課程結構
1	0.667			
2	0.671			
3	0.605			
4	0.607			
5	0.714			
6		0.546		
7		0.561		
8		0.614		
9		0.600		
10		0.697		
11		0.629		
12			0.744	
13			0.754	
14			0.651	

15	0.452	
16	0.593	
17		0.688
18		0.651
19		0.711
20		0.422
21		0.517

註記：各分向度因素負荷量小於 0.4 自動剔除。

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、區別效度(discriminant validity)和因素負荷量分析值上均達到理想之標準，所以是一個理想的問卷。

四、「常見的力」概念學習網

本研究所建構之建構主義式的網路科學學習網站，是以 Driver 五段式概念建構教學理論(A constructivist teaching sequence)為基礎，設計了相關的學習內容，學習者在課程進行時透過網際網路連線至本學習網，進行一系列的概念建構學習活動。

本研究實驗所採用的網路化學習系統是一自行建構的網路學習環境，所使用的系統為 Win2000 伺服器，資料庫是 ASP 網頁配合 Access 資料庫，以記錄學生的學習狀況，而靜態網頁的編製所利用的軟體有 Photoimpact 8、FrontPage 2002，在動態互動網頁則是利用 Dreamweaver MX 軟體完成。系統架構完成，已先行找學生測試，以測試系統穩定性及找出相關操作缺失，同時針對網站學習內容，也請科學教育學者與教授自然學習領域教師先行看過並給予建議，以確認教學內容之無誤。學習系統的架構圖請參考圖 6。

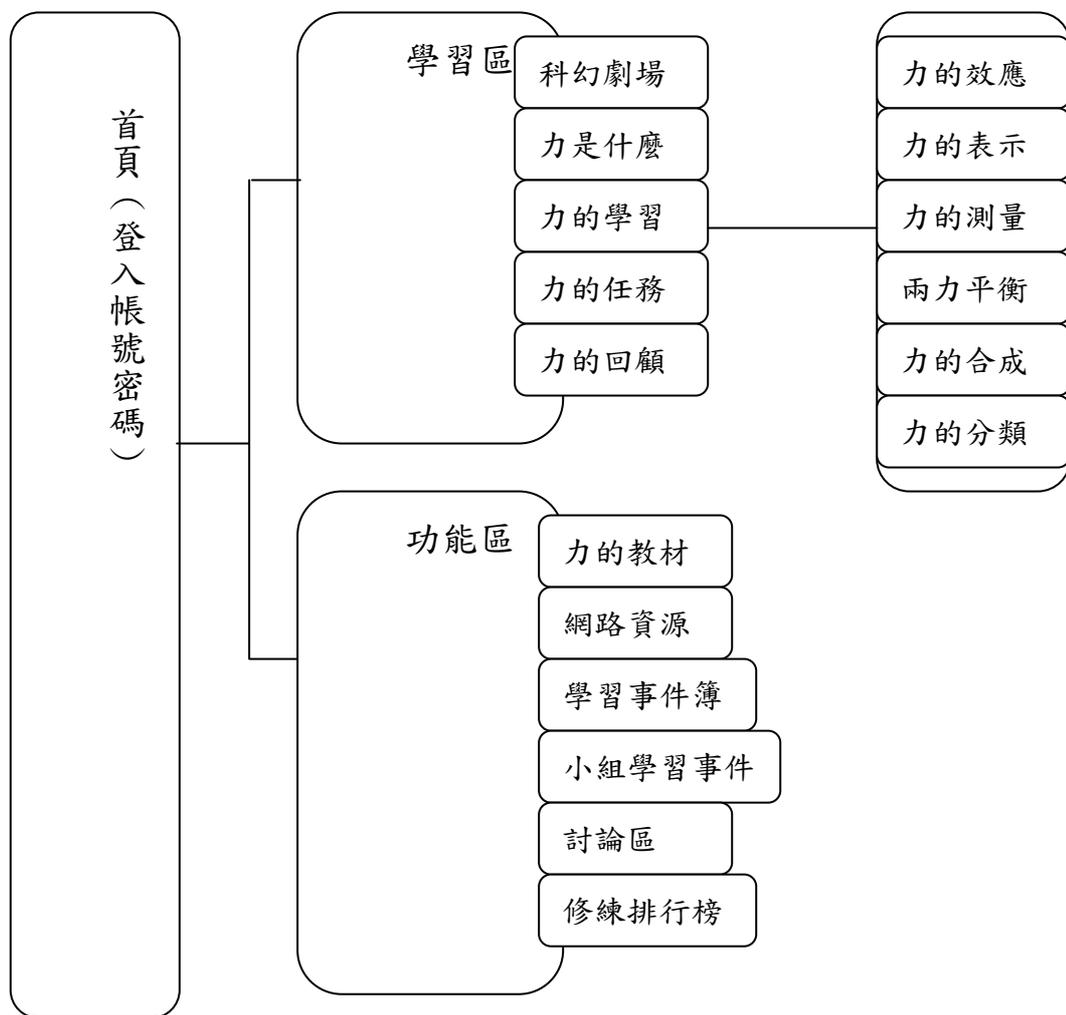


圖 6：學習系統的架構圖。

登入系統學習時，首先需登入帳號密碼。以登入資料庫系統，監測學習者的使用狀況，並顯示學習者目前的學習狀況，例如：經驗值、戰鬥力及金幣數量，而且顯示修練關卡數，以提供學習興趣。登入學習畫面請參考圖 7。

[10608 登入學習中]
 [經驗值88戰鬥力289金幣105]
 [修練等級：★★★★★]
 [登出學習]

-  科幻劇場
-  力是什麼
-  力的學習
-  力的任務
-  力的回顧

-  力的教材
-  網路資源
-  學習事件簿
-  小組學習事件

 回首頁
 [修練討論區] [修練排行榜]

常見的力學習網站

本網站提供關於[力]的學習內容，課程內容適合國中程度的學生。希望透過本網站的學習內容安排，可以讓您對我們生活中[常見的力]有所瞭解。

網站建置者建議的學習路徑：

[科幻劇場]-->[力是什麼]-->[力的學習]-->[力的任務]-->[力的回顧]

[問卷填寫](#)

網站建置者：台中市萬和國中梁志平老師



圖 7：登入系統學習畫面

在學習區方面，根據 Driver 等人所發展的概念建構的教學策略，第三個階段「學生想法的重組」，其步驟有：澄清和交換、置於衝突情境、建構新的想法、評鑑，以「力的效應」單元為例，學生可以先至「老師教學區」網頁，查看相關單元概念資料，再進入「學習區」學習，或者學生若是覺得對於該單元的觀念都很清楚了，也可以直接進入「學習區」學習，在學習區的網頁設計，是獨立開啟的網頁視窗，類似 CAI 軟體的視窗，學習區相關畫面請參考圖 8~10。



圖 8：學習網站學習區。



圖 9：學習網站挑戰區。

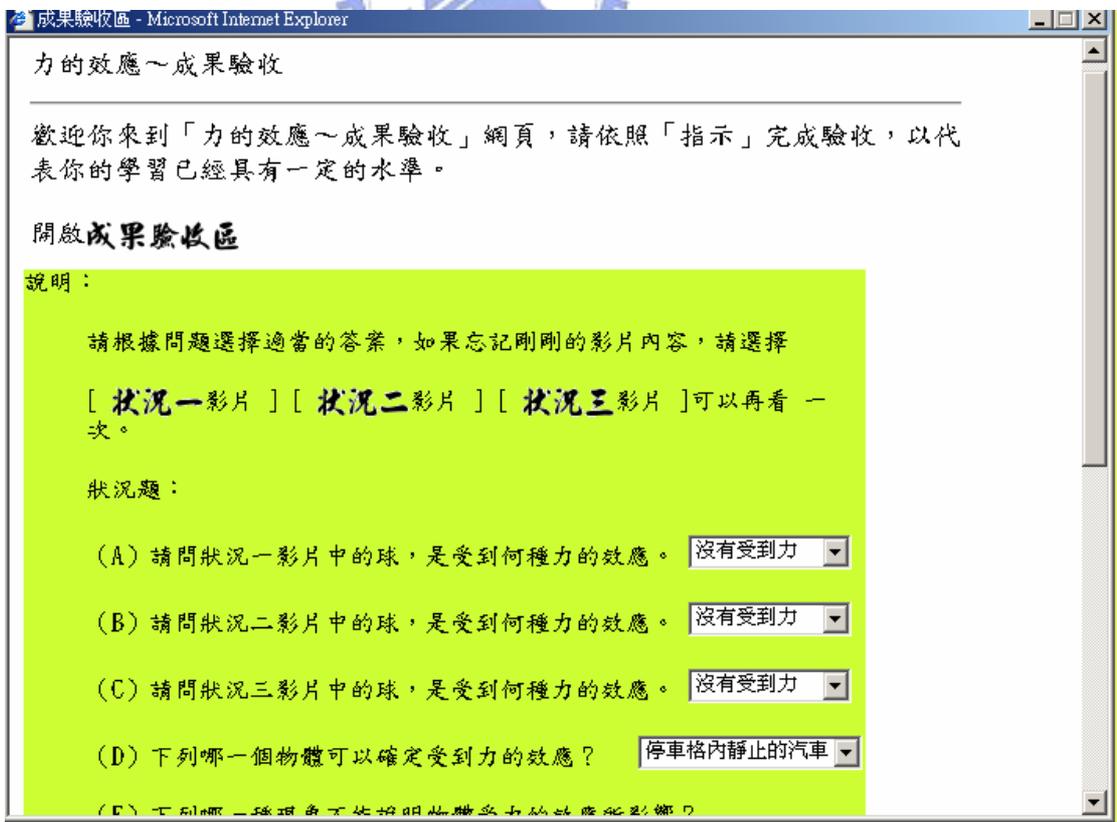


圖 10：學習網站驗收區。

學習區是獨立開啟的網頁視窗，如此的設計好處是學生可以心無旁騖的將整個學習過程完成，而不會在瀏覽器上亂點選。學習區學習結束後，會進入「挑戰區」，「挑戰區」的網頁設計，盡量強調互動、有趣，而不是單純的選擇或是非題測驗，並且配合答對題目可以增加「金幣」的制度，提高學生的學習興趣。在「挑戰區」結束後，會進入「驗收區」，以檢驗學習成效。

另外，在功能區，則提供了「力的教材」、「網路資源」、「學習事件簿」、「小組學習事件」、「討論區」及「修練排行榜」等網頁，主要是在輔助學習者學習。功能區各網頁功能請參考表 11，相關的網頁圖示請參考圖 11~16。

表 11：功能區各網頁功能說明表

網頁名稱	網頁功能
力的教材	相關的教材資料，以利學生可事先學習或事後複習。
網路資源	一些有關力的學習的相關網路資源，可以讓學生在學習區有問題時，直接點選，不用到網路上漫無目標的尋找相關資料。
學習事件簿	記錄個人在學習區的學習歷程，及一些相關數值，例如：戰鬥力、經驗值、金幣數。
小組學習事件	記錄小組討論的一些結果。
討論區	在學習區學習結束後，要到討論區來參與討論。
修練排行榜	呈現每班修練成績優秀的學生資料，以提高學習興趣。

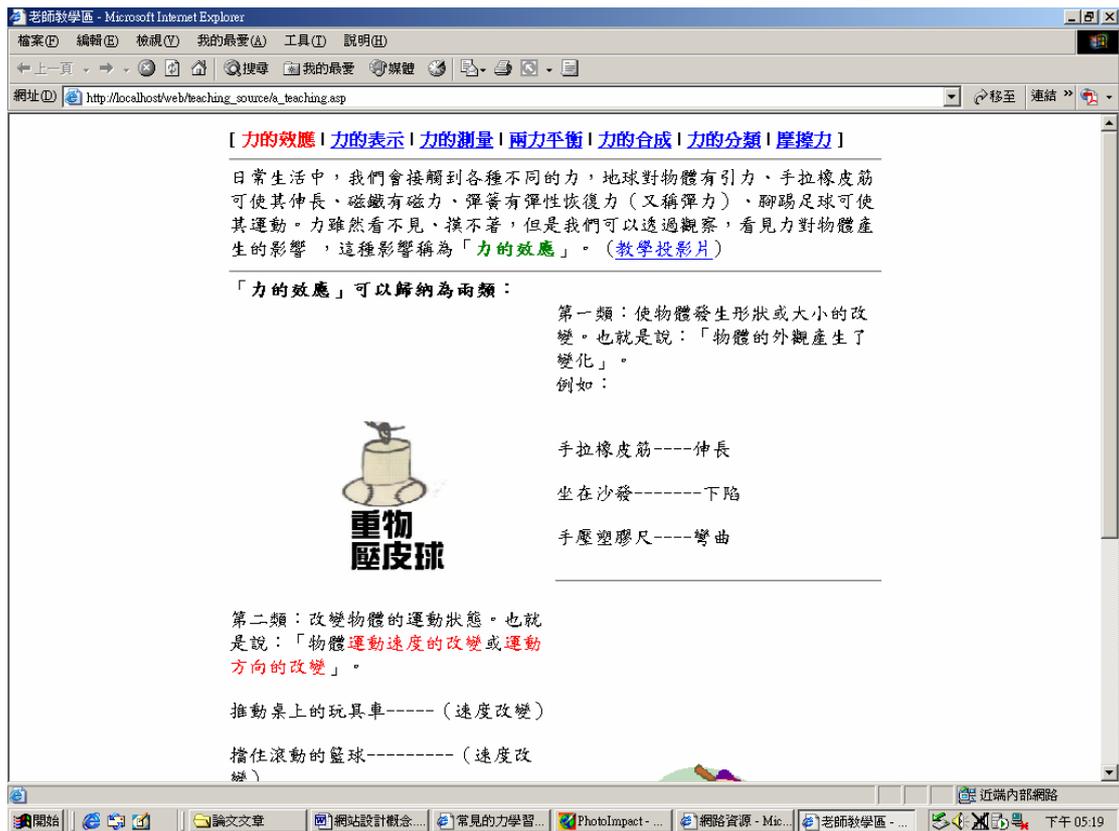


圖 11：學習網站功能區～力的教材。

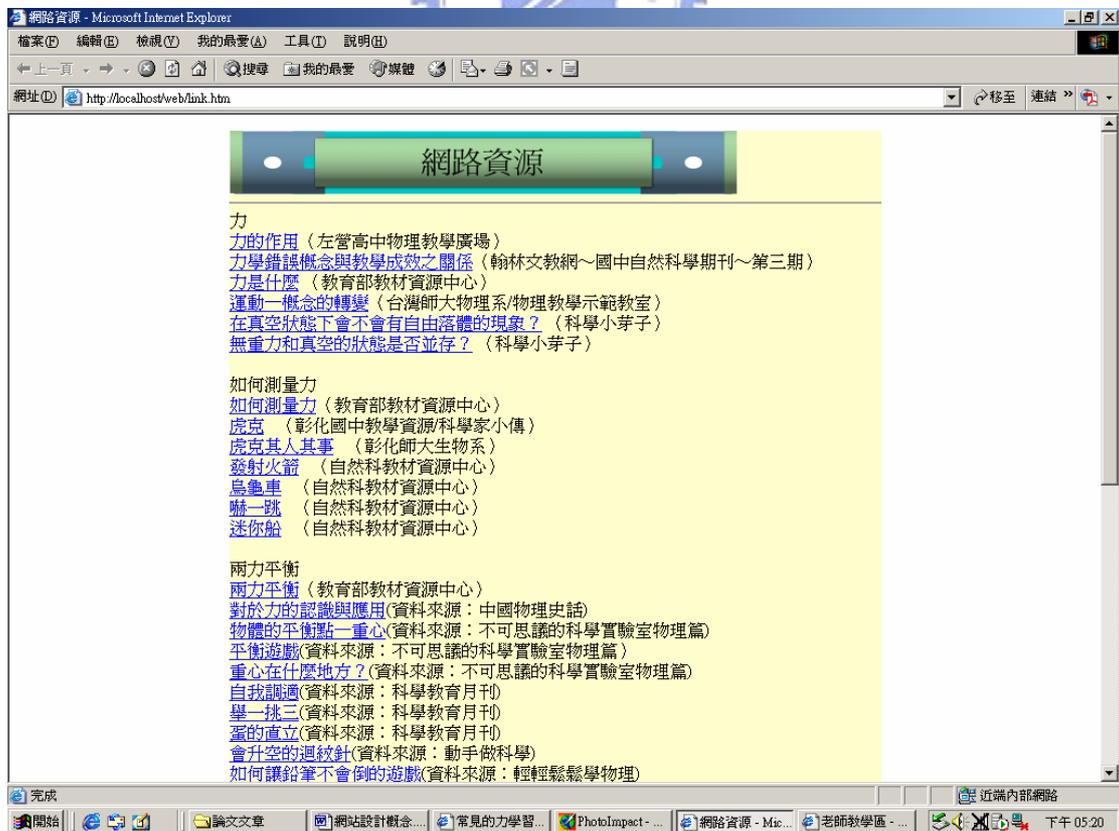


圖 12：學習網站功能區～網路資源。

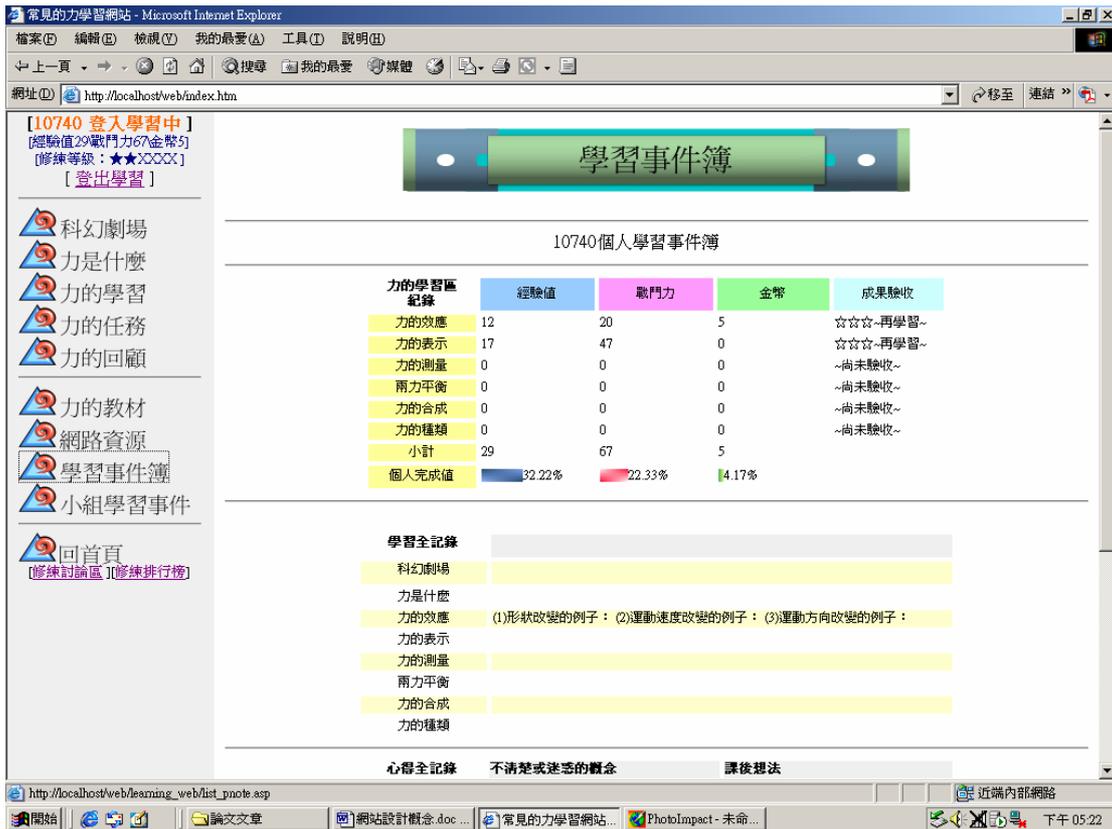


圖 13：學習網站功能區～個人學習事件簿。

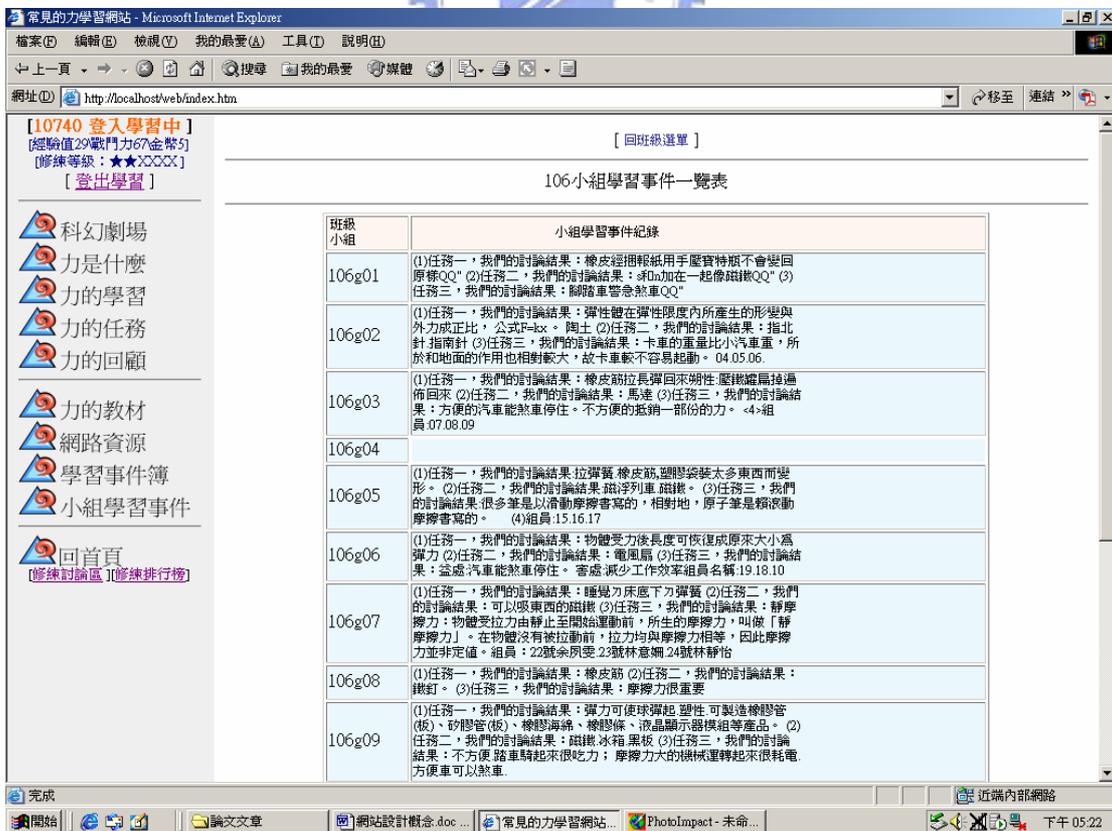


圖 14：學習網站功能區～小組事件簿。



圖 15：學習網站功能區~討論區。



圖 16：學習網站功能區~修練排行榜。

第五節教學設計

根據文獻在「力的概念」學生常有的迷思概念 Driver(1985a)，有包括以下幾項：提出的(1)有生命的物體才會施力。(2)要維持等速運動需要施一個固定的力。(3)物體運動需靠力的推動，力量越大則速度越快。(4)如果一個物體不移動，代表不受力。(5)如果一個物體移動，那必在物體的移動方向有一個力作用。

另外陳淑筠 (2002)彙整了一個關於國內力學迷思概念相關研究，從 1992 年至 2001 年共有 25 篇，其綜合發現國中學生關於「力」存有下列迷思概念。(1)「力是一種人為的事情」：學童會認為因為人有給球力量，所以球會往上升和往前滾。(2)「力蘊含在運動的物體之中」：學童會認為往上升或往前滾的球有人手的施力。(3)有生命的物體，才會主動施力給物體，桌子沒有生命，不會施力在物體上。(4)施力相同時，會因為拉或推動作的不同，而使得力不一樣。(5)要使物體移動，所施的力要比物重。(6)具有活力的東西才能產生力量。

而研究者在研究教學設計之初也先參酌了現行的有關「力的概念」教科書(南一書局及康軒文教出版之國中自然與生活科技)，發現現行教材編寫有趨於簡化的現象，對於一些概念的敘述過於簡短，造成教師在課堂教學時，老師認為簡單的概念可能只是一句話帶過，但是，學生卻無法建構這個簡單的概念，因此，如此的惡性循環下，造成學生最後整個「力」的概念的學習，無法深入或完整的學習，也造成最後學習成效不佳。

因此針對前面所敘述的一些在力的概念教學的缺失，本研究採用的概念建構教學策略為 Driver 的五段式概念建構教學理論(A constructivist teaching sequence)。其主要的五個階段有：1.確定探討的方向、2.引出學生的想法、3.學生想法的重組、4.應用新的想法、5.回顧想法的改變。希望能利用此一概念建構及配合網路學習的教學模式，對學生學習「力的概念」有所幫助。

配合 Driver 的教學策略，本研究的教學歷程請參考表 12。

表 12：教學歷程表

Driver 的教學策略	本研究的教學歷程
1. 確定探討的方向	<p>教師活動：</p> <p>前言說明：「在我們生活的世界中，除了「空氣」是讓無法我們直接看到它的存在，卻又無法忽視它的存在，還有哪一種「東西」是和空氣一樣，無法直接看到「它」的存在，卻又無法忽視「它」的存在。」</p> <p>請學生閱讀：沒有「它」的世界，小組討論「它」指的是??</p> <p>文章：科幻劇場~~「它」消失了</p> <hr/> <p>學生活動：</p> <p>閱讀文章：沒有「它」的世界。</p> <p>小組：討論「它」指的是？</p>
2. 引出學生的想法	<p>教師活動：</p> <p>前言說明：前面在「科幻劇場」提到，假使我們的世界「摩擦力」消失了，會讓我們的生活產生許多的不便。而我們在日常生活中也常提到「力」，例如：</p> <p>大力士的「力氣」很大，可以拖動一輛汽車。</p> <p>老鷹的「眼力」很好，可以看到遠方獵物的蹤跡。</p> <p>校慶拔河比賽時，大家如果團結一致，就會產生很大的「力量」，可以拉贏對方。</p> <p>但是，到底「力」是什麼呢？以下請完成三項任務。</p> <p>1. 請就你所知，寫下「力」的定義。(也就是寫下你覺得「力」是什麼?)。</p> <p>2. 請將你的答案與同組的同學討論，並寫下你們這一組經過討論後的「力」的定義。</p> <p>3. 請上網查詢「力的定義」，(參考網路資源)</p> <hr/> <p>學生活動：</p> <p>1. 寫下「力」的定義。(也就是寫下你覺得「力」是什麼?)。</p> <p>2. 小組討論。</p> <p>3. 上網查詢。</p>
3. 學生想法的重組	<p>教師活動：</p> <p>介紹常見的力學習網站學習流程。單元主題包含：力的效應、力的表示、力的測量、兩力平衡、力的合成、力的種類。</p> <hr/> <p>學生活動：</p>

常見的力學習網站個人學習。

4. 應用新的想法

教師活動：

說明：經過前面的學習，相信大家對生活中所謂的「力」，有著與不同以往的認識。現在請小組成員合作完成以下的三項任務吧！

任務一說明：在介紹「力的測量」單元時，有提到「彈簧秤」的應用，其中主要是利用彈簧秤裡「彈簧」的「彈性」。

請小組討論或上網搜尋何謂「彈性」、「塑性」，生活中有哪些實際應用的例子？

任務二說明：在介紹「力的種類」單元時，有提到「磁力」。

請小組討論或上網搜尋生活中有哪些物品或器材是利用「磁力」而作用？

任務三說明：在前面的科幻劇場及學習單元，都有介紹「摩擦力」，而同學也學習了關於「摩擦力」的相關知識。

請小組討論或上網搜尋舉出「摩擦力」，在生活應用上方便及不方便的實例。

學生活動：

1. 小組討論
2. 上網搜尋資料

5. 回顧想法的改變。

教師活動：

「力」的相關概念整理說明：請同學檢視「個人」及「小組」學習事件簿，並自己完成以下的任務。

任務一說明：經過這幾週來的學習，請再次寫下你對「力」的定義。

任務二說明：在整個學習課程中，有哪些問題或觀念曾經讓你有寫到「迷惑」事件簿？請

「檢視」自己的「迷惑」事件簿，說說你的「最初想法」與「目前想法」有哪些不一樣。

任務三：說一下你的學習心得。

學生活動：

填寫個人心得

第六節 資料蒐集與分析

本研究期間所蒐集的資料有常見的力單元成就測驗、網路學習動機問卷、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。

- 一、常見的力單元成就測驗：以常見的力單元成就測驗前測成績為共變項，比較實驗組與對照組在後測及追蹤測成績上有何差異。並以九十二學年度上學期自然與生活科技學期總成績分為高分組（前 33%）、中分組及低分組（後 33%）三組學生，然後分別比較高中低成就學生在實驗組及對照組間有何差異存在。
- 二、學習網站各單元路徑學習分析：以學生在學習網站的學習路徑資料加以分析歸納，然後比較高、中、低分三組學生在學習網站的學習路徑之差異，並比較這三組學生在各單元的學習成效之差異。
- 三、網路學習動機問卷：首先分析各分項向度學習動機與常見的力單元成就測驗的關連性。
- 四、網路學習環境問卷：統計分析學生對於常見的力學習網站的網路學習環境使用滿意程度，並與學習動機、成就測驗的後測、追蹤測資料進行相關分析。