本文章已註冊DOI數位物件識別碼

airiti Library

建構主義式的網路科學學習對國中生力的概念學習之研究

The Effects of Constructivist-oriented Web-based Science Learning on Middle School Students' "Force" Concept Learning

doi:10.6173/CJSE.2006.1405.01

科學教育學刊, 14(5), 2006

Chinese Journal of Science Education, 14(5), 2006

作者/Author： 梁志平(Chi-Ping Liang);佘曉清(Hsiao-Ching She)

頁數/Page： 493-516

出版日期/Publication Date：2006/12

引用本篇文獻時，請提供DOI資訊，並透過DOI永久網址取得最正確的書目資訊。

To cite this Article, please include the DOI name in your reference data.

請使用本篇文獻DOI永久網址進行連結:

To link to this Article:

http://dx.doi.org/10.6173/CJSE.2006.1405.01

DOI Enhanced

DOI是數位物件識別碼（Digital Object Identifier, DOI）的簡稱，
是這篇文章在網路上的唯一識別碼，
用於永久連結及引用該篇文章。

若想得知更多DOI使用資訊，

請參考 http://doi.airiti.com

For more information,

Please see: http://doi.airiti.com

請往下捲動至下一頁，開始閱讀本篇文獻

PLEASE SCROLL DOWN FOR ARTICLE

最完整的學術整合查詢平台—華藝線上圖書館 ● http://www.airitilibrary.com ● Find more academic articles on Airiti Library

科學教育學刊
2006, 第十四卷第五期, 493-516

Chinese Journal of Science Education
2006, 14(5), 493-516

建構主義式的網路科學學習對國中生力的概念學習之研究

梁志平[1]　佘曉清[2]
[1]台中市立萬和國民中學
[2]國立交通大學 教育研究所

（投稿日期：民國 93 年 12 月 20 日，修訂日期：94 年 5 月 11 日，接受日期：94 年 8 月 4 日）

摘要：本研究的目的在探討符合建構主義的學習模式，在融入網路化教學的特性後是否能夠協助學生建構較完整的力的概念。研究結果顯示，實驗組學生在後測及追蹤測均高於前測成績且達顯著差異，顯示使用建構主義式的網路科學學習模式，確實可以讓在自然科成績不論高成就或低成就的學生都可以學得很好，而且學習保留也有不錯的效果；另外不論在後測及追蹤測成績實驗組都優於對照組，代表建構主義式的網路科學學習模式不論在學習成效或學習效果的保留都優於傳統的教學方式。學習網站的學習路徑分析方面，在各單元都是高分組學生錯誤的概念較少，中分組次之，低分組的學生錯誤的概念較多。唯在「力的測量」單元，高、中、低分組三組學生錯誤的概念差不多，及「力的分類」單元，中分組錯誤的概念較高分組少。而在學習成效方面，在「力的測量」、「兩力平衡」、「力的合成」、「力的分類」及「摩擦力」的成就後測方面，高分組的學生成績均高於中分組及低分組的學生且均達顯著差異。另外在追蹤測驗方面，除了「力的測量」及「摩擦力」兩個單元外，高分組的學生追蹤測驗成績與低、中分組的學生成績都達到顯著差異。

關鍵詞：網路學習、建構主義、概念建構

壹、緒論

一、研究動機

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。

許多研究顯示學生的科學迷思概念很難經由一般科學教學造成概念改變成功，主要因為這些概念是屬於過程特質（attributes of process）（Chi, Slotta, & de Leeuw, 1994），微觀的分子概念（invisible molecules）（Brook, Briggs, & Driver, 1984; Gabel, Samuel, & Hunn, 1987）。除此之外，佘曉清（She, 2002, 2003a, 2004a, 2004b）的研究更指出概念的階層性（hierarchical level of concept）是另一個主要影響概念難以改變的因素。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。而許多科教學者均指出學生對於既有科學概念的信念是概念改變可否成功的重要因素（Driver & Oldham, 1986; Hewson & Hewson, 1983; She, 2002, 2003, 2004a, 2004b）。而 Driver 和 Oldham（1986）所發展的建構主義的教學模式中，著重於學生的學生既有科學概念進行概念改變教學設計，因此本研究設計依據 Driver 和 Oldham（1986）所發展的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。

二、研究目的

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，建構一個建構主義取向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，對力的概念各小節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。

三、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）對學習者在力的各小節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。

貳、文獻探討

一、網路學習與科學學習相關研究

(一)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。

(二)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, Douglas 和 James（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）。

(三)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，而此「科學主題」是學生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。

(四)後設認知（metacognition）：She（2003b, 2004a）運用後設認知及網路多媒體整合來促進學生學習像浮力此種較為困難的科學觀念研究，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。

(五)問題解決（problem solving）：在游文楓和佘曉清（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。

二、建構主義的教學模式

Driver 和 Oldham（1986）提出五階段教學模式。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 1。

Driver, Guesne 和 Tiberghien（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。

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。

三、關於力學的迷思概念

關於「力學」的迷思概念有：Driver 等人（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。

表 1：五階段式教學模式

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。	
	體認有其他的想法存在，並仔細檢討自己的想法。	
1.澄清與溝通（Clarity 和 exchange）	考驗現有想法的正確性。	小組討論後提出報告
2.置於衝突的情境（Exposure to conflict situations）	修正、擴充或抽換現有的想法。	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）	考驗新建構出來的想法的正確性。	討論、閱讀、教師指導。
4.評量（Evaluation）		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

(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。

而在國外學者所做的研究方面，David 和 Ross（1998）做的有關「運動-衝量-力」的迷失概念發現，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 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, Palacio, & Summer, 1992; Twigger, Byard, Driver, Draper, & Hartley, 1994）。在 Twigger 等人（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。

參、研究方法

一、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 2。

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。

二、研究設計

本研究流程劃分有三個階段，依序為第一階段教學網站設計，第二階段概念建構教學，第三階段資料分析等階段。研究流程如圖 1 所示：

第一階段：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「常見的力」的成就測驗前測，實際教學後對學生實施「常見的力」的成就測驗後測，再五週進行「常見的力」的追蹤測驗。（實驗組的學生，每週二節課，歷時四週；對照組的學生，每週四節，歷時二週。）

第三階段：對研究期間所蒐集到的資料進行彙整分析，包括收集學生的「常見的力」的成就測驗之前測、後測與追蹤測成績，以及實驗組學生在常見的力之各小節中建構歷程之學習路徑分析。

三、研究工具

(一)「常見的力」單元成就測驗

由研究者依據課程內容分成力的效應、力的表示、力的測量、兩力平衡、力的合成、力的分類及摩擦力等七小節，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，整體試卷預試信度 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。單元成就測驗範例如下：

範例一：（力的效應）

下列哪一個是因為力所造成的形變？

表 2：實驗分組

班級 / 項目	實驗組（一年級四個班）	對照組（二年級四個班）
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

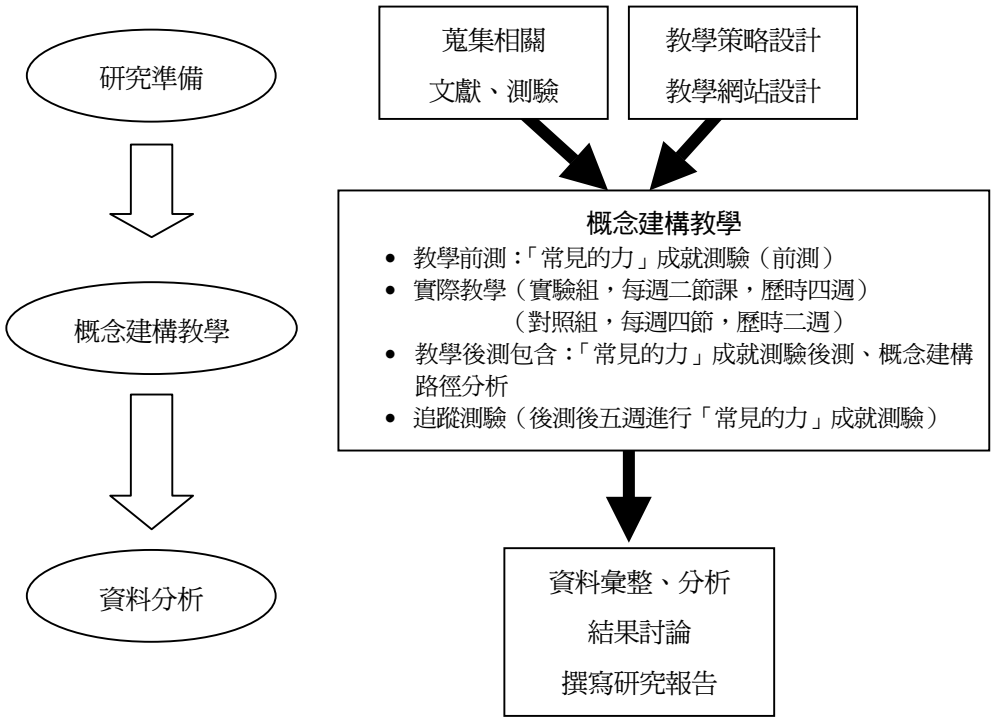


圖 1：研究流程圖

(A)加速行駛通過的賽車 (B)媽媽推著的嬰兒車 (C)正從樹上掉下來的蘋果 (D)被扭曲的毛巾。

範例二：（力的表示）

下列有關力的敘述，下列何者是最完整的？(A)受 2.5 公斤重的力 (B)受力 2.5 (C)受力 2.5 公斤 (D)受向北 2.5 公斤重的拉力。

範例三：（力的效應）

一般使用彈簧秤測量物體的重量或力的大小，其原因是根據彈簧的哪一項性質來測量？(A)密度的大小 (B)形變量的大小 (C)運動速度的大小 (D)運動方向的改變。

(二)「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。分成 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，見附錄 1。

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 Photo-impact 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附

錄 2，學習系統畫面擷取請參考附錄 3。（本研究所使用的網路學習系統，置於以下網址 http://140.128.171.6/learn/）

肆、研究結果與討論

一、常見的力單元成就測驗分析

由表 3 可以發現在實驗組中不論是高分組、中分組及低分組在後測及追蹤測的成對 t 檢定均達顯著差異，顯示使用建構主義式的網路科學學習模式，確實可以讓在自然科成績不論高成就或低成就的學生都可以學得很好，而且學習保持也有不錯的效果。

而同樣觀察表 3 對照組的數據顯示，只有高分組的學生在後測成績達顯著，其餘的各組在後測及追蹤測均未達顯著，甚而低分組的學生在後測及追蹤測的成績都低於前測成績，由此顯示，傳統的教學方式只對自然科成績高成就的學生的學習有效，但是對一般或低成就的學生就沒有多大的效果，尤其自然科低成就的學生方面，在經過八節傳統的教學方式後，更讓他們對自然科沒信心、沒興趣，因而造成後測及追蹤測成績低於前測成績。

二、常見的力各小節成就測驗

各小節針對教學分組及成績分組進行雙因子多變項共變數分析（two-factor MANCOVA），在此分析中自變項有兩個因子分別是教學分組（實驗、對照）及成績分組（高、中、低），資料分析以「學習前測成績」為共變項，依變項則有成就測驗後測及追蹤測。進行考驗學生在經過建構主義式的網路科學學習網站教學與傳統教學後，在後測成

表 3：實驗組與對照組成就測驗前測、後測及追蹤測成績平均數差異比較

		前測		後測		追蹤測		平均差（後-前）	t 值	平均差（延-前）	t 值
		mean	SD	mean	SD	mean	SD				
實驗組	高分組 N = 47	16.91	4.97	33.77	5.98	33.60	7.46	16.85	16.36***	16.68	14.45***
	中分組 N = 43	13.91	3.43	28.42	6.54	25.60	8.72	14.51	15.60***	11.70	7.85***
	低分組 N = 45	13.44	3.78	24.64	8.50	21.71	9.17	11.20	9.30***	8.27	6.51***
	實驗全組 N = 135	14.80	4.39	29.02	7.99	27.90	9.79	14.22	22.13***	12.29	15.26***
對照組	高分組 N = 44	19.00	5.86	23.50	10.16	21.18	10.61	4.50	3.36**	2.18	1.49
	中分組 N = 44	15.07	4.30	16.11	6.63	15.07	7.92	1.05	1.147	0.00	0.00
	低分組 N-47	12.98	3.76	11.81	3.43	11.53	3.39	-1.17	-1.72	-.145	-2.61*
	對照全組 N = 135	15.62	5.30	17.02	8.65	15.83	8.73	1.40	2.30*	0.21	0.34

*$p < 0.05$ **$p < 0.01$ ***$p < 0.001$

績與追蹤測驗成績是否有顯著差異。共變數的分析之 F 值若達顯著，則再進行單因子多變項共變數分析，進行事後比較分析，找出組間調整後平均數是否有顯著差異。以上的分析整理在表 4 及表 5。

由表 4 可以發現在各小節之雙因子多變項共變數分析中教學分組及成績分組的 F 值均達顯著，不同教學分組與成績分組均有顯著差異，但是教學分組與成績分組之間並無交互作用存在，因此各小節接著進行主要效果分析。

首先針對各小節不同教學分組因子進行

表 4：各小節教學分組與成績分組在成就測驗後測與追蹤測總分雙因子多變項變異數分析

	變異來源	多變量 wilk's Λ	自由度	多變量 F
力的效應	共變量（前測）	0.90	1	13.85***
	教學分組（實驗、對照）	0.68	1	63.10***
	成績分組（高、中、低）	0.83	2	12.91***
	教學分組 × 成績分組	0.99		0.13
	變異來源	多變量 wilk's Λ	自由度	多變量 F
力的表示	共變量（前測）	0.93	1	9.22***
	教學分組（實驗、對照）	0.67	1	64.85***
	成績分組（高、中、低）	0.87	2	9.13***
	教學分組 × 成績分組	0.98		1.08
	變異來源	多變量 wilk's Λ	自由度	多變量 F
力的測量	共變量（前測）	0.88	1	18.75***
	教學分組（實驗、對照）	0.68	1	62.68***
	成績分組（高、中、低）	0.86	2	10.65***
	教學分組 × 成績分組	0.99		0.51
	變異來源	多變量 wilk's Λ	自由度	多變量 F
兩力平衡	共變量（前測）	0.99	1	0.59
	教學分組（實驗、對照）	0.83	1	27.46***
	成績分組（高、中、低）	0.80	2	15.96***
	教學分組 × 成績分組	0.97		2.23
	變異來源	多變量 wilk's Λ	自由度	多變量 F
力的合成	共變量（前測）	0.97	1	4.30
	教學分組（實驗、對照）	0.58	1	94.90***
	成績分組（高、中、低）	0.84	2	11.67***
	教學分組 × 成績分組	0.95		3.17
	變異來源	多變量 wilk's Λ	自由度	多變量 F
力的分類	共變量（前測）	0.96	1	5.77*
	教學分組（實驗、對照）	0.77	1	38.70***
	成績分組（高、中、低）	0.82	2	13.60***
	教學分組 × 成績分組	0.99		0.48

* $p < 0.01$　** $p < 0.001$　*** $p < 0.0001$

表 5：各小節教學分組與成績分組之主要效果摘要表

	變異來源	多變量	單變量		事後比較
		wilk's Λ	後測	追蹤測	
力的效應	教學分組	0.70***	60.86***	96.64***	後：實 > 對 追蹤：實 > 對
	成績分組	0.86***	11.57***	18.21***	後：高 > 中 > 低 追蹤：高 > 中，低
	變異來源	多變量	單變量		事後比較
		wilk's Λ	後測	追蹤測	
力的表示	教學分組	0.69***	100.41***	82.00***	後：實 > 對 追蹤：實 > 對
	成績分組	0.90***	13.91***	10.47***	後：高 > 中 > 低 追蹤：高 > 中，低
	變異來源	多變量	單變量		事後比較
		wilk's Λ	後測	追蹤測	
力的測量	教學分組	0.71***	88.72***	66.84***	後：實 > 對 追蹤：實 > 對
	成績分組	0.91***	13.75***	7.78*	後：高 > 中 > 低 追蹤：高 > 中，低
	變異來源	多變量	單變量		事後比較
		wilk's Λ	後測	追蹤測	
兩力平衡	教學分組	0.84***	34.04***	36.88***	後：實 > 對 追蹤：實 > 對
	成績分組	0.81***	23.37***	18.44***	後：高 > 中，低 追蹤：高 > 中 > 低
	變異來源	多變量	單變量		事後比較
		wilk's Λ	後測	追蹤測	
力的合成	教學分組	0.61***	134.20***	123.18***	後：實 > 對 延：實 > 對
	成績分組	0.89***	12.02***	15.40***	後：高 > 中，低 追蹤：高 > 中 > 低
	變異來源	多變量	單變量		事後比較
		wilk's Λ	後測	追蹤測	
力的分類	教學分組	0.80***	65.43***	29.56***	後：實 > 對 追蹤：實 > 對
	成績分組	0.84***	16.07***	18.17***	後：高 > 中 > 低 追蹤：高 > 中，低
	變異來源	多變量	單變量		事後比較
		wilk's Λ	後測	追蹤測	
摩擦力	教學分組	0.71***	101.05***	42.62***	後：實 > 對 追蹤：實 > 對
	成績分組	0.88***	13.28***	13.93***	後：高 > 中，低 追蹤：高 > 中，低

*$p < 0.01$ **$p < 0.001$ ***$p < 0.0001$

高：高分組 中：中分組 低：低分組 實：實驗組 對：對照組

單因子多變量共變數分析（one-factor MANCOVA），結果顯示各小節不同教學分組均達顯著差異。接著再做各小節單因子單變量共變數分析（one-factor ANCOVA），而所得的結果顯示各小節不同教學分組分別在後測及追蹤測成績上均有顯著差異，且每一小節都是實驗組高於對照組。代表建構主義式的網路科學學習模式不論在學習成效或學習效果的保持都優於傳統的教學方式。

而後針對不同成績分組進行單因子多變量共變數分析結果顯示各小節不同成績分組也達顯著差異，再經單因子單變量共變數分析，結果顯示在力的效應、力的表示、力的測量及力的分類等四個小節不同成績分組在後測成績都是高分組高於中分組及低分組，而中分組也高於低分組，而且均有顯著差異，而在兩力平衡、力的合成及摩擦力等三個單元是高分組高於中分組及低分組，而且均有顯著差異。

而在各小節不同成績分組追蹤測成績上力的效應、力的表示、力的測量、力的分類及摩擦力等五個單元是高分組高於中分組及低分組，而且均有顯著差異，而兩力平衡及力的合成兩單元是高分組高於中分組及低分組，而中分組也高於低分組，而且均有顯著差異。所得的數據資料整理如表 5。

三、實驗組各小節學習成就分析

將前面實驗組各分組成就測驗後測的事後比較的顯著性整理成表 6，可以發現在經過學習網站學習後，在「力的測量」、「兩力平衡」、及「摩擦力」等單元高分組的學生成就測驗後測成績與低、中分組的學生成績的差異都達到顯著，顯示高分組的學生使用「學習網站」來學習，可以得到較佳的學習效果。而中分組與低分組的學生成就測驗後測成績的差異在各單元都未達顯著，顯示使用「學習網站」學習可拉近二組的學習差異。

再將前面實驗組各分組成就測驗追蹤測的事後比較顯著性整理成表 7，可以發現在經過學習網站學習後五週的追蹤測驗，在高分組的學生追蹤測驗成績與低、中分組的學生追蹤測驗成績的差異在所有的單元都達到顯著，顯示高分組的學生使用「學習網站」來學習，隨著時間的經過其學習效果的保持，較低、中分組的學生佳。而中分組與低

表 6：各單元分組後測成績顯著差異比較表

	力的效應		力的表示		力的測量		兩力平衡		力的合成		力的分類		摩擦力	
	低分組	中分組	低分組	中分組	低分組	中分組	低分組	中分組	低分組	中分組	低分組	中分組	低分組	中分組
中分組	--		--		--		--		--		--		--	
高分組	**	--	**	**	**	**	**	**	**	--	**	--	**	**

--後測成績平均數未達顯著差異　**後測成績平均數達顯著差異

表 7：各單元分組追蹤測成績顯著差異比較表

	力的效應		力的表示		力的測量		兩力平衡		力的合成		力的分類		摩擦力	
	低分組	中分組	低分組	中分組	低分組	中分組	低分組	中分組	低分組	中分組	低分組	中分組	中分組	高分組
中分組	--		--		--		**		**		--		--	
高分組	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**

--追蹤測成績平均數未達顯著差異　**追蹤測成績平均數達顯著差異

分組的學生追蹤測驗成績的差異只在「兩力平衡」、「力的合成」兩單元單元達顯著，顯示使用「學習網站」學習可拉近二組學習效果保持的差異。由表 6 及表 7 的分析可以看出實驗組中、低分組的學生，不論在「後測」及「追蹤測」的成績差異都未達顯著，亦即低分組學生利用學習網站來學可以提升學習成效及學習效果的保持，而相對於對照組的低分組學生「後測」及「追蹤測」成績（請參考表 3），可以看出利用網路來學習相關的科學概念，確實對學生的學習成效有所幫助，尤其是對自然科成績較為低落的學生。

伍、結論與建議

一、研究發現與討論

(一)常見的力單元成就測驗

實驗組中不論是高分組、中分組及低分組在後測及追蹤測的成對 t 檢定均達顯著差異，顯示使用建構主義式的網路科學學習模式，確實可以讓在自然科成績不論高成就或低成就的學生都可以學得很好，而且學習保持也有不錯的效果。

(二)常見的力各小節成就測驗

由「成績分組」分析結果可以知道，無論是在建構主義式的網路科學學習模式或是傳統教學模式下，自然科高學業成就的學生都比中、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。顯示出自然科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。

而由各小節的「教學分組」的析結果可以知道，不論在後測及追蹤測各單元的成績，實驗組都優於對照組，代表建構主義式的網路科學學習模式不論在學習成效或學習效果的保持都優於傳統的教學方式。

Slavin（1990）和 Woolfolk（1993）提到有關網路學習環境的優點有：1.學生可以依照自己的方式及興趣學習。2.透過自我評估、檢視及反省的策略，建立自我學習模式與建構知識體系。此外 Anderson, Reder, 和 Simon(1997)也提到 www 是一種開放環境，重視的是個體自我控制、擴散式思考模式、多元觀點及獨立思考。所以網路對於促進學習者個別化學習、自我反省、評估、再建構有很大的潛力。

研究者認為實驗組不論在後測及追蹤測成績都優於對照組，代表建構主義式的網路科學學習模式不論在學習成效或學習效果的保持都優於傳統的教學方式，代表此一「建構主義式的網路科學學習」的模式，有助於提升學生學習，之所以有助於學生學習、建構概念，是在於此一「建構主義式的網路科學學習」網路環境相對於傳統的教學模式，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，所以整個學習過程就是一個自我學習與建構的過程，這樣得到的知識才具有意義與實用性，也因此提升了學生的學習成效。

(三)實驗組各小節的學習成效

在實驗組依上學期自然科成績分為高、中、低三組，經過學習網站學習後，在「力的測量」、「兩力平衡」、「力的合成」、「力的分類」及「摩擦力」等單元高分組的學生成就測驗後測成績與低、中分組的學生成績都達到顯著差異，顯示高分組的學生使用「學習網站」來學習，可以得到較佳的學習效果。而中分組與低分組的學生成就測驗後測差距未達顯著，顯示使用「學習網站」學習可拉近二組的學習差異。

另外在經過學習網站學習後五週的追蹤測驗，在高分組的學生追蹤測驗成績與低、中分組的學生成績除了「力的測量」及「摩

擦力」兩個單元外都達到顯著差異，顯示高分組的學生使用「學習網站」來學習，隨著時間的經過其學習效果的保持，較低、中分組的學生佳。而中分組與低分組的學生追蹤測驗成績只在「兩力平衡」單元達顯著差異，顯示使用「學習網站」來學習，隨著時間的經過，在學習保持效果上，二組距離愈為接近。

由網站學習的成效分析發現，實驗組低分組的學生幾乎在各小節與的後測及追蹤測成績並未與中分組的學生成顯著差異，顯示「建構主義式的網路科學學習」的模式，有助於提升自然科低成就的學生學習。許多的研究者（張史如, 1997; 林家弘, 2000; 黃淑敏, 2000）認為從建構主義的觀點探討網路應用於學習上的意義包含了：1.符合自我建構的學習。2.提供體系化的學習環境 3.可與他人對話和討論。4.滿足自主性的探索學習。Marchionini（1988）也認為超媒體是一種充分授權的科技（Enabling technology），可以讓學習者有更高層次的控制力，且他們可以根據本身的認知結構來選擇學習的材料。

研究者認為以上的幾點，也是促使自然科低成就的學生可以在學習網站學習成效提升的因素。因為基本上自然科低成就的學生就比較不「適應」傳統教室單純教師講課的教學模式，而在網路學習的環境中，這些學生可以主動地選擇與做決定，例如選擇學習的速度、決定學習順序，主動去嘗試並發掘資訊，學習過程中遇有問題可以停下來問老師、同學，所以整個學習過程，是學習者自我知識的建構與整合，這樣得到的知識才是有意義與實用的，也因此提升了實驗組自然科低成就學生的學習成效。

二、研究建議

(一)對「常見的力」單元教學建議

經過一整個教學過程，發現在此單元有以下的幾點在教學時應特別注意：1.施力體不一定是「生物」或「手」的概念。2.物體受到力的作用，會改變運動狀態，所謂的運動狀態包含運動速度或運動方向。3.利用線段長短及箭頭方向來表示「力」。4.力的測量實驗時，閱讀實驗時所記錄的圖表。5.支撐力與地心引力平衡時，忽略地心引力的存在。6.力的合成計算。7.判斷「施力體」與「受力體」之不同概念。8.摩擦力、最大靜摩擦與動摩擦。9.影響摩擦力的因素。

(二)對「學習網站」設計建議

經過了本次的教學實驗，可以發現實驗組中、低分組的學生，不論在「後測」及「追蹤測」的成績差異都未達顯著，亦即低分組學生利用學習網站來學可以提升學習成效及學習效果的保持，而相對於對照組的低分組學生「後測」及「追蹤測」成績，可以看出利用網路來學習相關的科學概念，確實對學生的學習成效有所幫助，尤其是對自然科成績較為低落的學生。學習網站如何讓自然科成績較為低落的學生學得有興趣、有效率，以下有幾點建議：

1.開放的學習環境：傳統的教學方式，許多的「概念」往往就是課本裡的幾行字，老師可能一句話就帶過了，致使就算有問題，學生也不敢發問或無法發問，尤其是對於低成就的學生，在傳統的教室教學模式，他們可能只是整個教學過程的旁觀者，老師講解的概念，可能只是板書、課本及一些文字數字的組合，他們若想參與教學活動，就必須跟上與其他同學的學習速度，既然是低成就的學生，當然是跟不上進度，久而久之就會造成自然科低成就的學生對自然科不感興趣。而在網路的學習模式與可以設計與傳統單純老師講課的模式不一樣，配合符合建構主義的教學策略，學生在網

站裡可以自己決定、選擇學習的方式、速度，而在學習網站學習時，有問題可以請教老師、同學或網頁上的說明、指引，相對於傳統教學的線性學習模式，學習網站的學習模式是多元、多路徑且具有個別化的，而且知識概念是自行組織、建構的，不是別人傳輸的，所以每個學生有自己的學習速度、學習歷程，因此不管是低成就的學生或高成就的學生都可以依自己的學習狀況學習。

2.維持學習興趣：自然科低成就的學生，其學習自然科時的動機或興趣，長久以來受其「成績不理想」的影響，因此學習的動機就不會很高。傳統的教學模式，中、高成就的學生可能為了「成績」而努力用功或專心聽講以便取得較高的學習成績，但是低成就的學生因為成績本來就不理想，所以學習的意願就不會很高，更不會為了分數而專心聽講來獲取分數，因此在本研究中嘗試增加一些計分或累計功力的機制，來維持學生的學習興趣。從整個研究的教學歷程，研究者發現自然科低成就的學生在學習的過程中，在乎的不是自己學到了多少，而是與其他同學比較「戰鬥力」、「經驗值」及「金幣」累計的多少，因為要累計這些數值，學生就必須多次進入學習網站學習，許多的概念學生在不知不覺中就記住了，甚至有些低成就的學生還可以反過來告訴其他的學生答案是什麼，這種情形在傳統教室的教學過程是不會發生的，因此不採取測驗成績取向，而是在學習網站設計一種機制，讓低成就的學生有機會因為累計「功力」相關數據，而贏過其他的同學，讓他們在這種機制下，有機會贏過別人，以激發他們的學習動機，保持學習興趣主動學習。

3.多媒體呈現：現在的教科書不論是部編版或一般出版社所編輯出版的，有日益簡化的趨勢，許多的「概念」往往就是一句話帶過，自然科低成就的學生，其對語文的理解力，往往就較高成就的學生差，所以在傳統的教室教學過程中，老師敘述相關的概念時，可能中、高成就的學生都聽懂了，但是低成就的學生可能還是無法理解老師所敘述的概念為何，因此在學習網站設計時融入電腦多媒體的特性，利用媒體（圖片、影片）的呈現來代替相關的文字說明，讓低成就的學生有多一個學習理解的選擇。而與傳統教室「資訊融入」教學不同的是，在教室的「資訊融入教學」是老師掌握「媒體」的播放權，老師進度的掌握是以全班大多數人的進度為進度，雖然有媒體的呈現，但是看不懂的人，仍然沒有機會根據自己的需求再看一次，而在學習網站中，由於每個學生可以控制自己的學習進度及方式，充分發揮以學生為「學習中心」的特色，每個人針對自己不懂的地方可以重複瀏覽、閱讀，直到瞭解為止。

參考文獻

1. 林家弘（2000）：**我國大學生網路學習滿意度之研究**。台北市：國立政治大學碩士論文（未出版）。
2. 藍瑋煥（2002）：**國一生在網路環境學習「水」的統整課程之研究**。台北市：國立臺灣師範大學碩士論文（未出版）。
3. 葉艷靜（2003）：**網路學習（e-Learning）環境對國中生學習生物之成效分析 — 以生物界分類：「植物界」與「動物界」分類單元為例**。彰化市：國立彰化師範大學碩士論

文（未出版）。
4. 張史如（1997）：從「建構主義的觀點探討網路超文件、超媒體應用於教學上的意義」。**資訊與教育雜誌**, **58**, 39-48。
5. 游文楓和佘曉清（2003, 12 月）。**網路化問題解決教學策略對學生生物學習成效的影響**。論文發表於第十九屆科學教育學術研討會。台北市：國立台灣師範大學理學院。
6. 陳福慶（1999）：淺談「WWW 上 CAI 之設計」— 以國小自然科電路單元為例。**視聽教育雙月刊**, **40**(4), 46-48。
7. 陳淑筠（2002）：**國內學生自然科學迷思概念研究之後設研究**。台東市：國立台東師範學院碩士論文（未出版）。
8. 黃淑敏（2000）：**電腦網路學習對學生學習成效之後設分析**。新竹市：新竹師範學院碩士論文（未出版）。
9. Anderson, J. R., Reder, L. M., & Simon, H. A. (1997). Situative versus cognitive perspectives: Form versus substance. *Educational Researcher*, *26*(1), 18-21.
10. Ausubel, D. P. (1968). *Educational Psychology: A Cognitive View*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
11. Brook, A., Briggs, H., & Driver, R. (1984). *Aspects of secondary students' understanding of the particulate nature of matter. Leeds: children's learning in science project.* Centre for studies in Science and Mathematics Education, University of Leeds, England.
12. Brown, D. E. (1993). Refocusing core intuitions: a concretizing role for analogy in conceptual change. *Instructional Science*, *30*, 1273-1290.
13. Brown, D. E. & Clement, J. (1989). Overcoming misconceptions via analogical reasoning: Abstract transfer versus explanatory model construction. *Instructional Science, 18*, 237-261.
14. Chi, M. T. H., Slotta, J. D., & de Leeuw, N. (1994). From things to processes: Atheory of conceptual change for learning science concepts. *Learning and Instruction*, *4*, 27-43.
15. David, H. P., & Ross, B. F. (1998). Readiness to Change the Conception That "Motion-Implies-Force": A Comparison of 12-Year-Old and 16-Year-Old Students. *Science Education, 81*(3), 317-331.
16. Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (1985a). Some features of children's ideas and their implications for teaching. In R. Driver, E. Guesne, & A. Tiberghien (Eds.), *Children's ideas in science.* Milton Keynes: Open University Press (pp. 193-201).
17. Driver R. & Oldham, V. (1986). A constructivist approach to curriculum development in science. *Studies in Science Education, 13*, 105-122.
18. Gabel, D. L., Samuel, K. V., & Hunn, D. (1987). Understanding the particulate nature of matter. *Journal of Chemical Education. 63*, 623-633.
19. Hewson, P. W. & Hewson, M. G. (1983). Effect of instruction using students' prior knowledge and conceptual change strategies on science learning. *Journal of Research in Science Teaching, 20*, 731-743.
20. KIE (2004). *Knowledge Integration Environment*. Retrieved June 10, 2004, from http://kie.berkeley.edu/KIE/curriculum/curriculum.html
21. Kruger, C., Palacio, D., & Summer, M. (1992). Survey of English primary teachers: conceptions of force, energy and materials. *Science Education, 76*(4), 339-351.
22. Marchionini, G. (1988). Hypermedia and learning: Freedom and chaos. *Educational Technology, 28*(11), 8-12.

23. Marcia, C. L., Douglas, C., & James, D. S. (2003). WISE Design for Knowledge Integration. *Science Education, 87*, 517-538.
24. 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.
25. She, H. C. (2003a). DSLM instructional approach to conceptual change involving thermal expansion. *Research in Science & Technological Education, 21*(1), 43-54.
26. She, H. C. & Fisher, D. (2003b). Web-based E-learning Envrionment in Taiwan: The impact of the online science flash program on students' learning. In M. S. Khine, & D. Fisher, (Eds.), *Technology-rich learning environments: A future perspective* (pp. 343-368). Singapore: World Scientific.
27. She, H. C. (2004a, Aug.). Facilitating students' learning of difficult science concepts through integrating a metacognitive approach into a web-based multimedia science learning pro-gram. Accepted by the *International Conference on Computers and Advanced Technology in Education* (CATE), Kaiwai, Hawaii.
28. She, H. C. (2004b). Fostering radical conceptual change through dual-situated learning model. *Journal of Research in Science Teaching, 41*(2), 142-164.
29. Slavin, R. E. (1990). Synthesis of research on cooperative learning, *Educational Leadership, 48*(2), 71-82.
30. Stead, K., & Osborne, R. (1980). *Friction. Learning in science project*, Mankato University, Hamilton. (ERIC Document Reproduction Service, No. ED 235 027).
31. Thijs, G. D. (1992). Evaluation of an introductory course on "force" considering students' preconceptions. *Science Education, 76*(2), 155-174.
32. Trumper, R., & Gorsky, P. (1997). A survey of biology students' conceptions of force in preservice training for high school teachers. *Research in Science and Technological Education, 15*(2), 133-147.
33. Twigger, D., Byard, M., Driver, R., Draper, S., & Hartley, R. (1994). The conception of force and motion of students aged between 10 and 15 years: an interview study designed to guide instruction. *International Journal of Science Education, 16*(2), 215-229.
34. Vosniadou, S. & Brewer, W. F. (1987). Theories of knowledge restructuring in development. *Review of Educational Research, 57*, 51-67.
35. WISE (2004). *The Web-based Inquiry Science Environment*. Retrieved June 10, 2004, from http://wise.berkeley.edu/welcome.php
36. Woolfolk, A. E. (1993). *Educational psychology* (5th ed.), Boston: Allyn & Bacon.

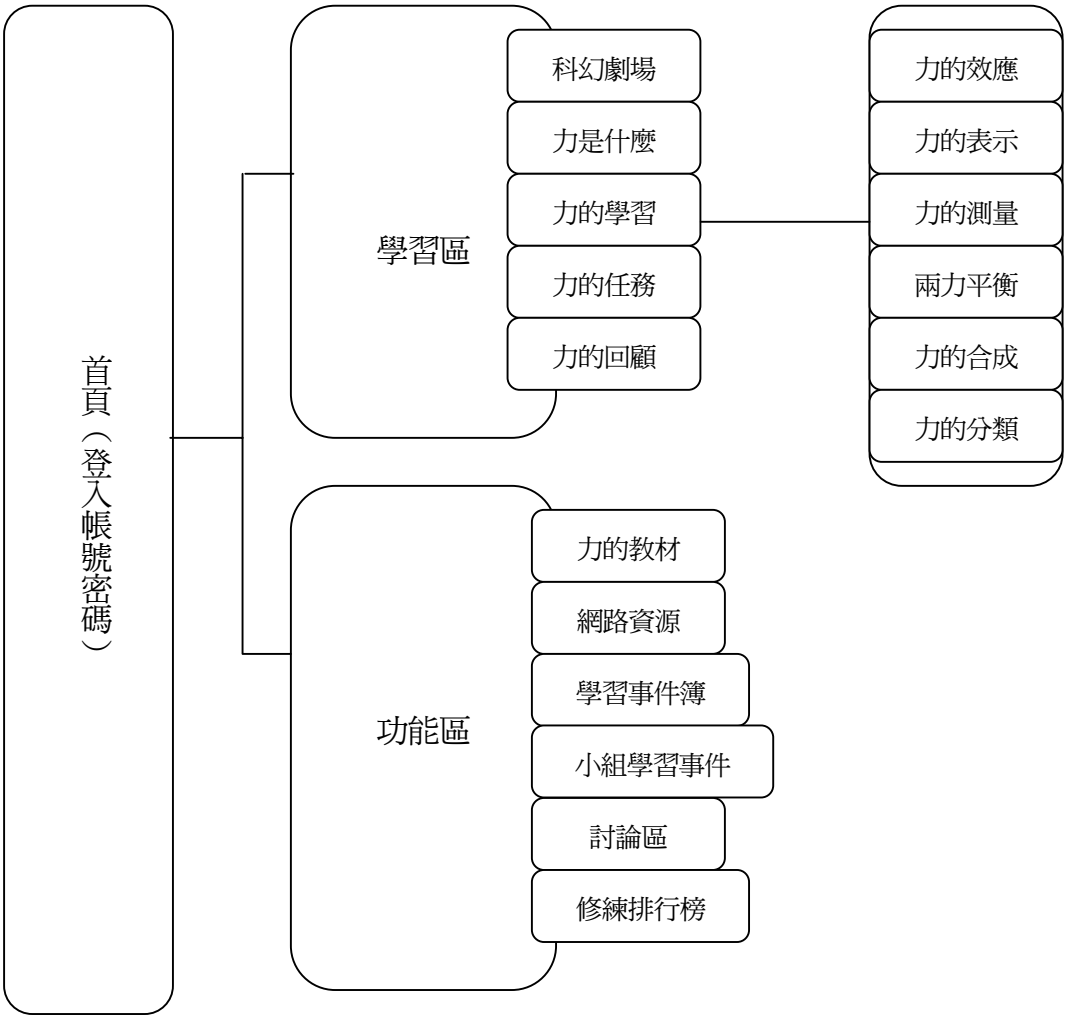
E.P.S.

附錄一　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	教師活動：
	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。」 請學生閱讀：沒有「它」的世界，小組討論「它」指的是？？ 文章：科幻劇場～～「它」消失了
	學生活動：
	閱讀文章：沒有「它」的世界。 小組：討論「它」指的是？
2.引出學生的想法	教師活動：
	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： 大力士的「力氣」很大，可以拖動一輛汽車。 老鷹的「眼力」很好，可以看到遠方獵物的蹤跡。 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。 但是，到底「力」是什麼呢？以下請完成三項任務。 1.請就你所知，寫下「力」的定義。（也就是寫下你覺得「力」是什麼？）。 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。 3.請上網查詢「力的定義」，（參考網路資源）
	學生活動：
	1.寫下「力」的定義。（也就是寫下你覺得「力」是什麼？）。 2.小組討論。 3.上網查詢。
3.學生想法的重組	教師活動：
	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。
	學生活動：
	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

附錄二　學習系統架構圖


首頁（登入帳號密碼）
學習區
科幻劇場
力是什麼
力的學習
力的任務
力的回顧
力的效應
力的表示
力的測量
兩力平衡
力的合成
力的分類
功能區
力的教材
網路資源
學習事件簿
小組學習事件
討論區
修練排行榜

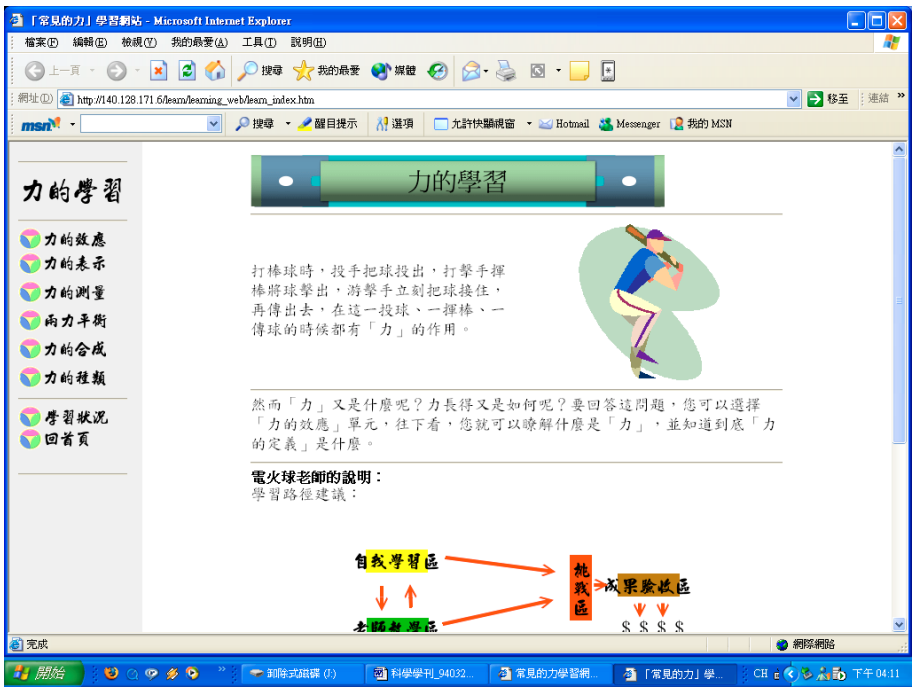
附錄三　學習系統網頁擷取畫面



學習系統首頁



網路學習系統~科幻劇場



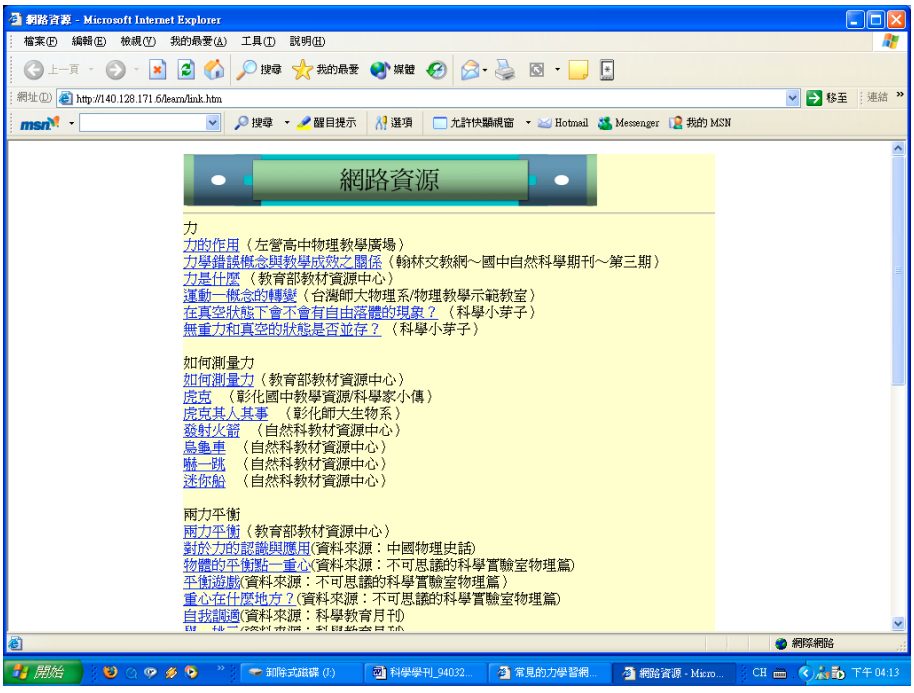
網路學習系統~力的學習



網路學習系統~力的教材



網路學習系統~學習事件簿



網路學習系統~網路資源

The Effects of Constructivist-oriented Web-based Science Learning on Middle School Students' "Force" Concept Learning

Chi-Ping Liang[1] and Hsiao-Ching She[2]

[1]Wan-Ho Junior High School

[2]Institute of Education, National Chiao-Tung University

Abstract

This research examined the hypothesis that the use of constructivist-oriented, web-based science learning would allow students to develop more scientific views of force concepts. Results showed that the experimental group (use of constructivist-oriented web-based science learning) performed better on both the post-test and the retention-test of force concepts than the control group (traditional teaching). In addition, within the experimental group, both high and low achievement students made statistically significant progress on both the post-test and the retention-test. It appears that the use of constructivist-oriented wed-based science learning promote better and immediate performance and retention effects in students than traditional instruction method. The results of the students' learning path analysis showed that high achievement students had fewer misconceptions than middle or low achievement students on most sections except for the measurement and classification of force. It also showed that high achievement students made statistically greater progress than middle and low achievement students on the post-test on measurement of force, balanced force, force in combination, classification of force, and on the retention test on balanced force, force in combination and classification of force.

Key words: Web-based Learning, Constructivism, Conceptual Change