

從資訊科技功能論建構教學方案的規劃原則

陳秋雯

國立政治大學教育系

cchiouwen@yahoo.com.tw

摘要

建構論 (constructivism) 主張「知識乃是學習者主動建構的結果」, 從人與環境互動的角度設計課程有助發展現代公民在知識經濟時代的能力。九年一貫課程實施以及資訊科技帶來對知識傳遞方式的衝擊, 學校課程必須發展新教學模式以達到課程統整學習。本文目的即在結合資訊科技與建構取向教學提出: 1. 評估個別學習需求規劃整合性的知識學習情境; 2. 超鍵結知識搜尋系統打破學科知識的分界; 3. 線上即時發展學習者的領域知識; 4. 重複模擬教學情境有利於補救教學; 5. 發展充實學習方案; 6. 結合線上學習評量診斷與歷程檔案評量以達到多元評量等建構取向資訊系統規劃方案, 並說明方案發展的注意事項與實施效果, 以提供融入課程統整之教育科技發展參考。

關鍵詞：建構主義、資訊科技、學習效果評估

[收稿]2003/2/11; [初審]2003/4/11; [接受刊登]2003/4/30

前言

認知學派在六〇年代心理學界取代行為學派崛起，重新詮釋人類對世界的認識和學習行為。迥異於指導主義（instructionalism），建構主義（constructivism，以下簡稱建構論）放棄知識本身和學習知識個體兩者獨立的觀點（郭重吉、江武雄與王夕堯，民79），主張「知識乃是學習者主動建構的結果」已成為現今學習理論的顯學。傳統教學以教師為主要輔助角色；而今資訊科技快速發展，運用人工智慧輔助學習將可提高效能，儘管教學科技逐漸融入教學場域，有關學習者如何透過人工介面獲得正面的互動效果仍有待觀察。本文目的即在根據建構論對有意義學習的觀點，評析各類型資訊科技應用至教學情境的規劃原則，文中所提出的方案原則則有待更多實證研究，以檢驗資訊科技在教學上可能展現的積極及實用的價值。

文獻探討

一、建構論對「有意義學習」的看法

建構主義是探討知識本質和人類知識獲得的理論，學者認為知識絕非是絕對客觀的先天存在，即使是科學真理亦有人性參與的空間。吳壁純（民80）指出建構論是一種知識論的理論，是對人類「如何認識」的本質作探討的學問，隨著我們對人類認識本質越清楚，亦影響我們的生活和各學術領域的觀點。因此建構論假定個體具備認知、建構知識的能力，個體知識獲得的歷程是一與外在世界和自我的不間斷互動的歷程。個體可能與外在互動，也可能與自己內在低層認知系統進行對話，從而持續調整與發展原先的知識基模（吳壁純，民80）。因此個體欲產生有意義的學習，豐富對世界的認識，增進適應的能力，則必須主動涉入認識歷程。學者分析建構論的典範認為具有下列三種特徵（曾志華，民80）：

- 1.人類從其生活意識型態中賦予外在世界意義。
- 2.外在世界的實體（reality）無法直接得到，須由人類自行建構。
- 3.真理是多方的，配合人類生存發展的需要不斷形成演變。

由上述觀點得知：建構論將學習視做「心智建造」(mental construction)的結果，也就是個體將新訊息融入既有的知識結構中(郭重吉、江武雄與王夕堯，民 79)。學習是透過持續修改個體先前知識(prior knowledge)而主動建構個體對概念或事物的理解，並由此獲致對整體系統的「意義」。知識不但是社會的創作與資源，也是人類適應環境的憑藉。知識的規範與控制、對認知與知識的見解將隨著社會變遷而有不同的建構(林生傳，民 88，p.9)。社會建構論者 Vygotsky 即特別強調社會文化對兒童認知發展的重要影響(張春興，民 83，p.113)。

儘管建構論揚棄指導主義的知識觀點，但是其學習觀點仍因對三項基本原理接受程度而分為傳統建構主義、個人建構主義與社會建構主義等，這些基本原理包括：1.知識是認知個體主動的建構，不是被動的接受或吸收；2.認知功能在適應，是用以組織經驗世界，而非發現實體的真相；3.知識是個人與他人經由協商與和解的社會建構。無論各家對學習的側重點為何，均強調個體在學習歷程的主體性，重視學習者生活經驗與教材的融入，是「以學習者為中心」的學習理論。因此教學者可廣泛運用其學習原理改進教學，以促成個體認知基模的同化(assimilation)與調適(accommodation)。

為使個體在學習歷程中獲得適應多元社會型態的基本能力，達到最佳學習遷移的效果，從建構論重視個體與環境互動的角度設計課程與教學將有助於發展現代公民在知識經濟時代的能力。未來九年一貫課程的實施，學校課程必須發展新的教學模式以達統整學習的效果，研究者認為如能結合建構取向學習觀點與資訊科技之應用將可達成學習資源整合與提升學習動機目標。因此本文目的在描述建構論對有意義學習的看法和教學策略，並進一步分析資訊科技與建構取向教學模式結合之可能性，以提供未來融入生活課程統整之教育科技發展參考。

因此，本文將先說明建構論對學習歷程中有關學習者條件、學習者角色、社會脈絡可能影響學習結果的看法，建構論採取互動觀點詮釋學習歷程中知識與學習者的關係，將學習者視為意義的建構者，提

供充分學習實例增長並調整學習者的認知結構將是必須的，因為學習無法脫離知識應用的脈絡。資訊科技運用於建構教學設計正強調社會互動歷程的知識發展，足以實踐建構教學安排學習者透過環境與資源等教材達到概念學習的目的；其次，本文說明了植基於建構論所發展出來的教學策略，以進一步探索將這些教學策略轉化為資訊輔助學習環境可能性。

(一)重視學習者的認知特質對學習結果的影響

建構論以學習者為教學的中心，強調學習者融入學習過程的互動才能獲得有意義的學習，因此建構論從學習者認知特質出發討論與學習的關連性。顏榮泉(民84)同時指出當學習者對學知識有期望時，將導致對外界訊息的選擇性注意。建構論有關學習者認知特質獲得以下發現：

1.先前知識造成個別差異，影響學習結果

學習者在教學前對教材已經存在許多先前知識，這就是所謂個別差異(曾志朗，民80)。學習者的先前知識在質與量兩方面均會影響學習過程的理解品質，具備越多策略性知識與領域知識的學習者，學習成果往往就越理想。Chase和Simon1973年有關精確回憶棋子位置的研究發現：專家記得有意義模式的刺激，並且以大的、組織的記憶組塊(chunk)的領域訊息回憶這些模式。另一方面，科學概念學習的研究也指出學習者經簡化生活觀察所獲得的迷思概念(misconcept)會干擾正確概念的學習。曾志華(民80)就科學概念的學習而言，新知識必須依賴學生原有知識才能成為學生知識結構的一部份。因之教導科學知識前應考慮學生原有的知識背景，意即呈現的教學內容應在學生的可能建構區之內。

2.最適發展區 (Zone of Proximal Development, ZPD)

Vygotsky(1978)提出近側發展區的概念，而最適發展區是指可發展能力與既存能力之差異，學習者於學習過程如能獲得能力較高者指導及自我努力，其相差可趨於零。建構取向教學採取引導式發現教學法可使學習者逐步與新的學習經驗互動充實其認知能力。

3.Gardner 多元智慧論強調運用優勢智慧學習

自一九八〇年代 Gardner 推廣多元智慧論，教學者注重觀察學習者優勢智慧並予以引導從事學習蔚為風潮。Gardner 指出人類普遍具備語言、邏輯-數學、空間、肢體-運作、音樂、人際、內省和自然觀察者等八項智慧，所謂個別差異即來自每個人八項智慧統合運作方式不同。生活中所有智慧存在互動且有多重表現方式。不同的環境條件及早期學習經驗均會影響個體多元智慧能力的開發（Thomas，民 86），因此多元智慧論除用以理解學習者的認知特質外，亦可作為教學引導之策略，使學習者運用優勢智慧獲得有意義學習。

此外，郭重吉等人（民 79）亦提出幾點建構論用於教學實務的參考原則包括：強調學習者所處的情境、考慮學習者的信仰及態度、重視學者的心智狀態、考慮學習者如何學等原則均注重學習者個別差異與學習的關係。因此建構教學旨在經由過程導引學習者非正式的先前概念更接近正式的學科知識想法，所以教學歷程必須花費較多時間讓學習者統整認知架構。

(二)強調學習者主動學習的責任

建構論將認識論的重心由知識的客體—知識的內容轉向知識的主體—學習者，由於知識學習無法經由直接灌輸的方式教導給個體，因此有意義的學習有賴學習者主動參與過程，而學習的發生即來自個體解決認知衝突時基模的改變（曾志華，民 80）。意即知識的獲取必須經由學習者在解題過程從知識表徵（符號、意義）與學生的心智模式互動中建構，並重組心理的概念結構（曾志朗，民 80）。學習本身就是學習者在問題解決中的適應歷程。教學過程中教學者必須善用學習資源製造認知衝突的情境，促成學習者同化與調適認知基模的學習驅力，以激勵學習者主動涉入認知的動機。曾志朗（民 87）指出問題的選擇越有生活的真實性，越能激起學生的關懷與求知動機。

所以建構教學採取學科知識整合的問題導向，讓學習者透過對問題的定義、資料蒐集、分析討論解決方案、分享過程等環節經驗知識建構的過程，負起學習的責任（田耐青，民 84）。朱則剛（民 84）

指出教育科技應從智慧型學習者的觀點，賦予學習者更大的自主權，導向更互動性的設計。不同於傳統採取學科知識系統的教學設計，強調問題解決歷程的建構學習有利於學習者達到真實生活的學習遷移。其次，教學者應讓學生有機會自己組織知識和策略，並且提示學生在學習中所扮演的自主角色，如此將有助於培養學習者終生學習的能力（吳壁純，民 80）。

(三)社會文化脈絡影響知識建構

建構論認為並無脫離人類主體詮釋的客觀知識，所有知識均來自人類對認知結果的建構意義。熊召弟（民 84）指出科學社群的知識是分散的（distributed），知識是從個人心理和情境脈絡之間發展出來的，知識是在特定情境條件下社群經由合作協商所建構。朱則剛（民 84）亦認為人類的認知探索應以意義建構為重心，同時不能抽離社會情境與文化脈絡等因素。因此建構取向教學情境極重視：1.結合學習者的真實情境進行教學：建構教學注重學科整合的整體性知識，如此有助於適應未來社會生活的學習遷移，這與後現代主義打破學科分際的取向相合；2.強調合作學習：學習可經由學習同儕的切磋討論，讓每一個學習者聽取不同意見，從多元的觀點思考學習主題，藉由學習社群（community of learners）的意義分享過程建構更完整豐富的知識，以及較客觀的學習成果。

在管理界則從建構論的觀點運用資訊科技發展知識型組織，強調學習必須綿密融入組織的架構與運作，不能獨立於工作之外，學習就是工作的一部份。知識型組織的特色包括：1.知識型組織的知識來源為人：知識網路透過隨時隨地與分散不同節點員工藉由團體對問題共同解決的對話，不斷更新、創造新知識；2.知識型組織的知識動力為問題：可以發展成為知識的資訊必須是對組織有意義的；3.知識型組織的知識是有機的：知識型組織的知識必須靈活而有彈性，隨時因應組織需求而改變。儘管管理界知識生產的目的、適用消費者與不同學校教育，但是強調知識發展的社會互動歷程對於知識消費者發展意義脈絡的觀點卻可作為資訊科技運用於建構教學設計的參考。建構教學的重點在於安排學習者如何透過環境與資源等教材，以及與其他學習

者的互動歷程中達成學習成果。

(四)重視學習過程

為瞭解學習者的學習效果，評量在診斷學習問題、獲致教學引導策略具有重要價值。個體在建構知識的過程必須同時考量環境的限制調整認知適應的方向，因此詹志禹（民 80）指出個體的認知發展必須考量主動、適應與發展三個原則。主動原則強調個體認知的主動性；適應原則強調認知主體的功能在適應環境，評量本身對學習者就產生適應的壓力，教學者若允許學習者有自由思考的空間，重視思考歷程而不以標準答案為唯一批判原則，學習者才有創造思考和豐富認知意義的機會。

發展原則強調知識建構的歷程是循序漸進的，學習成果要由連續表現來評斷，而非一時一點的表現。其次，知識是有階層性的，評量不只注重學習者是否獲得概念、知識，也要評量學習者的思考能力，所以建構論取向評量尤為重視學習歷程的觀察。張美玉（民 84）亦指出現階段標準測驗不適合評估建構取向的教學效果，歷程檔案評量（portfolio assessment）(Barton, & Collins, 1997)是比較理想的方式，尤其是歷程檔案是以連續性、多元化學習成果的評估瞭解學習者在學習過程的努力、進步情形和達成多少學習目的。此外，歷程檔案亦可採取合作小組進行。

(五)建構取向的教學策略

1.情境模擬學習

建構教學強調學習脈絡與認知結構的關連，學習過程中如提供學習者接近真實認知情境的學習脈絡，將有助於學習者發展合理的知識結構，以利日後的學習遷移。故建構論者主張模擬知識應用的真實情境從事學習。

2.學習社群的發展

社會建構者重視知識建構的社會互動歷程，學習者在學習歷程與他人的溝通對話將有助於學習者質疑原先的認知基模，澄清先前概念

的迷思，或調整認知思考的觀點，發展更接近學術社群的知識。因此結合具備相同學習目標、需要的學習者進行對話、討論促成學習的必要條件。

3.鷹架教學

「鷹架」(scaffold)，這個概念最早由 Piaget 提出，指開展認知的輔助；Bickhard(1992)則進一步談自我鷹架。鷹架教學主要是經由較高能力的專家逐步協助以健全發展新手的學習概念，並且隨著新手學習能力和概念漸增，專家將漸減其學習指導。

4.歷程檔案評量(portfolio assessment)

建構取向教學注重學習者在學習歷程認知變化情形，因此學習評量的關注焦點放在學習歷程上。近年所大量採用的歷程檔案評量是以連續性、多元化學習檔案資料的評估瞭解學習者在學習過程的認知變化情形。學習歷程檔案的觀察可立即給予學習者回饋，提高學習目標的達成。

二、目前資訊科技在教學上的使用

為充分實踐「以學習者為中心」建構取向的精神，許多學者紛紛探索建構主義教學結合資訊科技以提升教學效能的可能性。除教育科技長期發展的 CAI 教學之外，隨著網路和各種互動性資訊產品興起，資訊設備不僅僅是用以傳授知識的工具，更可以進一步取代傳統教科書和紙筆測驗成為學習者的認知工具。網際網路的使用更創造了一個嶄新的學習環境，它可以建構出比傳統真實教育情境更良善的虛擬教育實體（林奇賢，民 88）。而李克東（民 80）指出資訊科技在建構新型教學模式的角色意義包含：

- 1.運用多媒體資訊集成技術建構有意義的情境，提高學習者求異和洞察能力。教學可利用資訊科技建構與學習者真實生活有關包括事實性、意境性、示範性、原理性和探究性的學習情境。
- 2.利用大容量儲存技術提供多樣化的學習資源，利用圖形化交互介面技術，建造良好的自主的學習環境。
- 3.利用資訊組織結構的超鏈結（hyperlink），建造符合人類聯想

方式的超文本資訊組織結構。以培養學生利用多元化的學習路徑，從多向度、多層次、多結果從事創造性思考。

4. 建立模擬實驗環境，計算機技術可設計許多仿真實驗讓學習者透過輸入不同參數、觀察實驗結果培養科學推理的能力。
5. 利用網路傳輸技術，實現資源共享與合作學習。
6. 利用各種工具、平台讓學習者展現學習成果。

曾志朗（民 80）指出網路教學的優點是利用廣大電腦知識庫透過教師的線上監控，使得教學「個別化」根據學生不同程度，從知識庫提取適合其程度的教材教法，如此將使教育更人性化。而認知監控則有助於即時診斷學習者知識結構的改變，以協助其調整學習策略。何祖鳳等人（民 86）提出網路教學系統的評估準則包括：1. 教材適切性：必須滿足明確的教學對象、豐富的教學內容、簡潔的層級安排和內容的可及性等條件；2. 合作互動性：提供立即的互動是網路教學的最大優勢，有意義的互動學習在教學上的功能包括滿足以學習者為中心的需求、獲得同儕互動的學習經驗、訓練學習者對接受訊息的判斷、思考與重組的能力，並建立公開表達意念的自信心以及師生可共同進行腦力激盪。建構教學如能滿足以上準則，發展系統化的網路教學將可充分達到注重學習者認知特質的個別學習效果。

現階段資訊科技應用至教學的發展現況包括：

（一）電子佈告欄

電子佈告欄兼有電子郵件、聊天、佈告、電腦會議室等功能，同時能夠傳遞以文本為主（text-based）的資訊，應用至教學情境可滿足以下功能：

1. 提供師生互動及同儕合作學習的機會。儘管電子佈告欄無法完全取代面談的溝通效果，但其不受時空限制的特性可提供個人另一項表達意見的管道。如現行大學校園電子佈告欄許多課程均設置討論版以增進學習效果。
2. 提供不同意見的交流環境，可協助學習者針對課程內容從不同角度理解所學概念，有助於學習者發展多元觀點的思考，彼此腦力激盪。

- 3.學習者主動涉入相關學習議題的討論並獲得即時意見發表的回饋，即意味學習者已經進入意義分享、價值澄清以及知識建構的學習歷程，將可激勵學習動機。

(二)應用全球資訊網建構線上進階發展區

顏榮泉（民 84）指出全球資訊網支援教學的特性包括：資訊內容的多元化、知識體系的彈性化、知識庫的充分運用、遠距自主化的學習環境、高度互動的溝通環境。因此顏榮泉指出如要妥善使用全球資訊網的知識庫從事有意義的學習，建構論強調學習者在資訊處理過程必須注重培養以下能力：

- 1.在取得資料不完整或雜亂的情況下還回記憶中舊經驗的能力。
- 2.將資訊內容歸類定址的能力。
- 3.利用分散方式儲存資訊的能力。
- 4.阻止記憶消退的能力。
- 5.形成新資訊結構的能力。

另一方面，應用全球資訊網經營建構教學時必須注意以學習者的知識背景作為呈現結構化知識的基礎，並且各種互動技術激發學習者主動探索的動機。張基成和唐宣蔚（民 89）則從全球資訊網分析知識分散式網路學習社群的經營，透過遠距溝通，對學習社群的成員而言有助於培養以下能力：1.發展獨立思考和批判思考的能力：由於網路社群每個人都有公平參與討論的機會，因之學習者必須具備擷取對知識建構有意義的部分；2.具備分析與統整知識的能力；3.重視合作學習的方法與溝通技巧，以便與他人在線上進行知識交流與互動；4.具備創造思考及問題解決能力。天下雜誌專訪程介明（民 89，p.108）專文也指出在知識社會知識的獲取已經不成問題，最重要的是個人是否有能力使用知識以及建構新知識；此外由於資訊科技的發展學生學習逐漸個人化、平等化和普及化，教師角色也必須隨之轉變定位在引導學生將資訊轉化為有用的知識的更高層次。

(三)線上學習評量診斷

學習評量的目的不僅在增強誘發學習者正確答案的思考，或給予

學生學習成就的評定；相反地曾志朗（民 80）指出教學者可以從線上系統使用歷程的紀錄從不正確的答案，知識鍵節（click）的路徑與次數診斷學習困難所在，以提供認知引導。目前電腦適性測驗的發展除提供配合學習者個別差異的成就性評量外，亦應強化學習診斷功能，目前試題反應模型、徑路探測網路分析等測驗理論均可透過客觀數據診斷學習者的知識結構應予以重視。電腦對學習歷程認知結構的觀察具體客觀，且易儲存大量資料的特性，便於教學者根據線上記錄立即提供學習回饋，有助學習者監控認知。因此個別化的學習計畫可隨時根據學習者不同發展的能力進行修改，減少學習困難的累積，並發展更適切的學習地圖。

此外，教學者也可透過多元化的評量規準引導學生瞭解建構特定知識的路徑與策略是多元化的。即使特定知識也會隨著不同環境條件而演化，學習者可在不斷試誤的學習反思歷程發展多元的學習策略。

(四) 虛擬實境系統

虛擬實境系統（virtual reality systems）具視覺化描述和模擬能力。其採用立即互動介面軟體，可創造電腦模擬效果，令使用者有身歷其境的感受。趙金婷和鄭晉昌（民 88）也指出虛擬實境具備多重給予學習者高度學習控制權的特性符合建構主義主動、自由探索的學習理念，且適用於偏向複雜、抽象或依賴視覺化的學科學習之輔助。目前虛擬技術已經成功使用至軍事、醫學與專業技術學習等教育領域。許秀影指出應用虛擬技術的教學環境可改進的具體效益如表 1 所示：

表 1 目前教學缺失與「虛擬實境」技術應用於教學後的效益表

項次	目前教學缺失	導入虛擬實境後的具體效益
1	教學環境與學生的互動較少	強調使用者與主題有關物件與場景的互動關係，教學環境可由強化主題設計詢問與學習者充分互動
2	實作課程演練不足	虛擬實境物件模型的互動反應設計可達動態實作課程的目的

3	難獲互動式教材	立體與景深的虛擬實境技術可補強多媒體課程無法滿足真實互動場景即時呈現的缺憾，易於開發互動式教材
4	部分課程仍須面授	面授課程可藉虛擬實境課程規劃而予落實
5	多媒體平面無景深	立體呈現之即時影像更能讓學習者有較佳學習意願與互動行為反應
6	人與電腦互動較少	深入運用電腦暨周邊設備功能有強化學習的效果
7	實例與課程關連性小	擴大虛擬實境技術擬真與互動特性參與，文字或圖片教材可提升至實體物件型來表現主題意境
8	啟發想像空間不足	身歷其境的情境效果讓學習者有較大思考與想像空間以求解
9	認知心理需予強化	對學習者認知心理有強化效果

摘錄：許秀影、趙榮耀和劉虎城等人（民 89）。 虛擬實境技術應用於遠距教學之研究，《遠距教育》，13 期: 15。

歸納多位學者的觀點，虛擬實境技術應用至建構教學可達成以下目標：

1. 有利科學概念的學習，虛擬實境技術支援建構教學的優勢在於能將真實情境虛擬成學習者可理解的情境，有助於學習者進行有意義的思考和問題解決（許瑛昭，民 88）。此外對受限時空限制而無法身歷其境直接觀察的自然現象，電腦模擬可依學習者的認知程度呈現適切的表徵。
2. 提供學習者安全廉價的科學實驗環境，讓學習者探索科學知識和進行實驗。使用電腦模擬教學從事概念學習的另一項優勢是可隨時重複進行，有助於學習者在試誤歷程進行後設思考，不但「知其然」而且「知其所以然」，偵測自己先前的迷思概念，從中修正認知架構以重建合理的解釋。這對現行中學物理概念包括光學、電學的學習尤其有應用價值。
3. 依據學習者不同的認知背景結合生活相關議題提供適切的學習脈絡，包括學習主題和學習歷程的安排。虛擬實境技術獨特的功能適於應用到建構教學上，滿足與情境連結，支援學習者

獨特學習經驗提供資源，並協助學習者可從多重表徵和多元觀點的角度獲得學習效果。例如故宮目前正在設立數位博物館，以虛擬實境技術將宋代秉燭夜遊的情境，以數位科技變化為立體空間，將虛擬的藝術變成真實。由此，虛擬實境技術將可配合不同優勢智慧的學習者作為學習策略。

(五)網路學習平台

可發展整合學生使用系統、教師使用系統和課程管理系統的網路學習平台，如 CanLearn 網路教學系統之規劃（莊淑閔，民 88）。從經營電子商務的觀點透過網路教學系統隨選隨上課的特性可縮短「知識」商品行銷的供應鍊。不同需要的學習者可不受時空限制獲得各項學習以及學習認證。因此課程教材的設計便是建構良好學習情境的重點。

結論:資訊科技應用至建構教學方案的規劃原則

(一) 評估個別學習需求規劃整合性的知識學習情境

建構教學取向重視學習者獨特認知結構與情境學習互動所產生的認知變化，因此教學前必須先評估不同學習者既有的知識結構、迷思概念、多元智慧開發情形、偏好的認知風格以利安排個別化的學習方案。資訊科技可累積大量學習者背景資料發展專家教學情境診斷系統，這個系統教學處方過程猶如醫學診斷專家可根據病人體質、症狀描述、病情程度、提供適切的處方診斷。如此將可達成以下效果：

1. 減少學習困難的累積所導致的學習失敗

學習者個人歷程檔案評量的紀錄將可以資訊科技長期保存，並移轉到不同學習階段作為安排教學環境的參考。個別化學習計畫可即時根據學習者目前已發展的能力進行修改，並發展更適切的學習地圖。未來學校系統將面臨的轉變包括：(1)組織趨於扁平化，除打破學生依年齡分級所組成的學習團體之外，學校行政系統的階層也將變為課程設計、學習評量診斷、學習引導等教師團隊透過終端機站在第一線與

學習者進行各項學習互動；(2)各級各類學校組織消失：學習者將可從線上教學系統獲得概念、知識的學習，以未來就業訊息所需具備的專長，所有教學資源均由網路學習平台管理；(3)具備各類學習興趣和從事不同學習主題探究的學習者可透過電子佈告欄、全球資訊網組成學習社群進行合作學習，從不受時空限制的社會建構中獲得對自然與人文世界多元觀點的瞭解；(4)未來產業界將可直接在教學情境中進行線上即時協助的人才培育。如此將可減少學用無法配合的問題。

2. 發展激勵學習者主動涉入的學習情境

擁有龐大學習者特性的資料庫將可針對學習者獨特學習風格、認知特性和學習興趣規劃適切的學習環境，尤其對於處於具體運思期抽象思考能力尚未發展成熟的幼小學童而言，融入遊戲的學習環境的競爭性、挑戰性和新奇性將可吸引學習者自然而主動涉入學習概念中。郭昕周、林華和周倩（民 87）等之研究發現 MUD（Multi User Dimension or Multi Use Dialogue）的遊戲環境可以使參與者經由適當的隱喻引導聯想和記憶、協同過關的社會性互動等遊戲屬性從事電腦軟體單元的概念學習。

3. 減少教育機會不均等

學習者對教學資源的使用將可避免受到學校規模、社區社經地位、教育經費、教師期望等不利因素影響而產生的教育機會不均等。

當然，在發展如此龐大高效率專家教學情境診斷系統與網路學習平台之前需先建立對學習者特性有完整認識的資料庫。同時也需從事基礎研究澄清、評估不同資訊科技的應用對於協助個別差異學習者的學習效果。天下雜誌 2000 年教育特刊報導(民 89)指出多倫多大學已經發展電腦輔助學習系統，利用知識資料庫輔助教學，知識論壇是第二代的系統。透過知識論壇開放的學習情境，每個學習者都有均等機會擺脫標準答案，自己思考、與知識論壇學習者互動討論以建構知識。所達成的學習效果除使學習者不斷修正錯誤以瞭解知識建構的歷程、創造新知之外，尚有尊重智慧著作權、敢於嘗試錯誤學習等。

(二) 超鍵結知識搜尋系統須打破學科知識的分界

為使學習者獲得最高效率的學習遷移，未來課程整合的發展將是教育改革的主流。建構取向教學亦注重學習者從問題解決的過程獲得生活實踐的能力。未來如應用全球資訊網此類超鍵結知識搜尋系統將可解決課程整合必須同時兼顧生活化、學科知識系統化、以及概念學習階層化的問題。同時網路傳輸技術將可促成全球資源共享的實現。超鍵結知識搜尋系統完全是基於與學習者互動的訊息進入學習所需的教學場域，可即時充實學習者由於部分知識不足所產生的學習困難。孫春在、朱俊豪和徐愛蒂等人（民 88）的實證研究即在探討學習者使用超媒體教材時知識建構和介面使用行為以分析最能達成學習效果的教材建構型態。除教材建構型態之規劃外，未來中小學師資培育未來朝向學科整合訓練，圖書館線上諮詢服務的發展以及搜尋入口網站學習指引的設計等都是充分發揮超鍵結知識搜尋系統功能的必要配套。

此外，許多受限於時空而無法身歷其境的自然、人文現象的觀察亦可結合虛擬實境技術與超鍵結知識搜尋系統建構情境模擬的學習，如亞馬遜河流域雨林、北極永夜現象、埃及金字塔甚至火星生命現象的觀察均可將文字或圖片教材提升至實體物件型來表現主題意境，並且可讓學習者根據學習興趣從事多重角度的深入探究。這樣的學習可如同漫畫世界的任意門一般隨時激發著學習者高度的學習冒險動機。除此之外，學習者可經由實際操弄各項學習物件，從不同角度觀察物件的動態變化，諸如細胞分裂、呼吸系統循環、電子、中子等生物學和物理概念等將有助於擺脫傳統學習流於概念抽象模糊不易理解的問題，學習者在過程實際操弄概念，而不只是背誦無意義的概念。

在應用過程中值得注意的是對於缺乏較佳認知結構系統的初學者而言，人機介面的互動形式、資訊豐富對於認知負荷的威脅、以及非線性思考程序對認知整合學習的干擾、缺乏論述的能力等因素均可能導致潛在學習障礙（顏榮泉，民 84；張史如，民 86）。研究者以為有關資訊科技從學習工具對學習者策略的角色任務可根據學習者不同認知能力加以調整，在學習初期學習者尚未適應由資訊科技工具

來進行學習，故教師引導協助角色較重；待學習者熟悉以資訊科技所建構的學習情境後，將可由學習者完全主導學習過程。但是這個假設是否成立仍有待深入探究。

(三)線上即時充實學習者的領域知識

學習者的學習成果與其先備知識存在顯著相關，因此在學習歷程中，必須使得學習者能夠隨時補足欠缺的先備知識才能夠進一步協助其進行實作學習。如以資訊相關科系學生而言，想要發展一套令使用客戶滿意的資訊管理系統除需具備資訊科技知識外，尚須擁有服務對象完備的領域知識才可以進行作業各項流程系統的規劃。透過線上即時參觀，欲充實領域知識的學習者可以隨時 Link 到各個產業實境，經由終端機直接呈現的社會場景觀察作業流程的實際情形。

假如我們要規劃一套麥當勞漢堡食材的物流系統，則規劃該系統之前我們可能必須清楚地瞭解以下事項諸如：麥當勞企業冷凍食品的冷藏標準（總是維持在 18°C 左右）、油炸食品每炸 300 次更換用油、油品溫度的控制等。如果進行物流系統規劃的學習者能夠隨時透過實境觀察，解決每一個系統設計的疑問，如此實作學習的成效將可真正達到「學用配合」的目標。

(四)利用重複模擬教學情境實施補救教學

發展原則強調知識建構的歷程是循序漸進的。其次，知識是有階層性的，不只是注重學習者是否獲得概念、知識，也要提升學習者的思考能力，所以建構論教學取向尤為重視充實學習歷程以促成學習者認知結構的改變。所以建構教學可運用完全重複模擬學習情境的特性協助學習速度緩慢的學習者搭建必要的認知基礎來達成概念學習。學習者可自我調節學習速度，藉由資訊科技所提供的佈題排除認知錯誤。此外教學者可善用資訊科技操弄學習條件製造認知衝突的情境協助學習者澄清概念。

此外，每位學習者均可不受實驗器材的限制操弄各項學習情境的元素，便於深入觀察知識建構的完整歷程。唯對於後設認知能力尚未完全發展的幼小學童、或學習能力較弱者有關迷思概念澄清、實驗結

果推論以及意義建構等高層次認知能力仍無法完全依賴線上或遠距同儕互動、必須由教學者介入引導。

(五)發展充實學習方案

對於學習速度較快或具備特殊專長的學習者而言，資訊科技將可充分發揮提供自我學習充實資源的功能。潘豐裕（民 88）指出遠距網路教學可以滿足資優學生獨立研究學習的需求。

(六)結合線上學習評量診斷與歷程檔案評量進行多元評量

電腦易儲存大量資料的特性可發揮以下評量功能：

- (1)就形成性評量而言：電腦妥善保存學習者在學習歷程認知結構的學習記錄，便於教學者立即提供學習回饋，以協助學習者監控認知，將有助教學者擬定個別的學習計畫。
- (2)就總結性評量而言：電腦可詳細記載學習者在每一階段能力的進步情形，可用以作為入學考試觀察未來學習潛能或就業適應預測的參考。
- (3)有關歷程檔案評量：portfolio 容納大批資料佔據龐大儲存空間的問題亦由資訊科技解決。

另一方面，學習者的成果作品亦可透過資訊科技加以傳播呈現，如今日新興的網路文學、未來學習者如服裝設計、創意產品等創作發明亦可透過網路達到自我肯定與行銷的目標。從研究者任教學校學生參與網路發表的日記可以看出學生對於網路發表具有強烈動機，這個學習歷程完全是受個人興趣所增強的自我學習。但是採用網路傳播發表時亦需注意學習者承受社會公評的學習壓力問題，培養學習者的挫折容忍力與監督品質的自我批判能力將是不可少的。

隨著知識產業迅速更新發展，為有效提升學習遷移的學習效果，教育情境必須協助學習者具備適應網路產業發展與轉化資訊的生活能力。未來資訊科技在學習場域所扮演的角色將日形吃重。學習的本質並不是讓學習者猶如倉儲庫一般堆積知識貨物，真正有意義的學習是讓學習者透過實際操弄知識建構歷程瞭解人與自己、人與人以及人與世界的互動模式，進而獲得個人化的知識。為因應知識傳遞方式的

改變，未來師生互動角色、課程設計模式、圖書館使用、甚至各級各類學校組織形式都必須儘早思考角色功能的轉變。因此教學情境中如何結合資訊科技的使用以追求更卓越的學習品質，將是今後教育研究值得關注的課題。本文所提出的構想與學習情境規劃仍須更多實務研究評估效果。

參考書目

- 天下雜誌 2000 年教育特刊 (2000)。 海闊天空 IV—網上學習，如何幫助孩子成長向前。
- 王鳳奎(1995)。 知識型組織：應用資訊網路建構線上進階發展區。《教學科技與媒體》，25 期，24-32。
- 田耐青(1995)。 建構論的教與學。《教學科技與媒體》，29 期，41-47。
- 朱則剛(1994) 建構主義知識論與情境認知對教育科技的意義。《視聽教育》，35 期，1-15。
- 江天健(1999)。 電子佈告欄輔助歷史教學—以中國歷史專題討論課程為例。《竹師社會科教育學報》，2 期，75-102。
- 何祖鳳、陳俊榮和陳銘欽(1998)。 網路教學系統評估準則之研究，《遠距教育》，7 期，20-29。
- 吳壁純(1991)。 建構主義取向的教學—師生交互猜測、互相成長的活動。 <http://www.nmh.gov.tw/edu/basis3/18/hk3.htm>。
- 吳壁純(1991)。 從變異與選擇建構論的觀點談另類評量。 <http://www.cpps.tpc.edu.tw/mango/吳壁純.htm>。
- 李克東(1991)。 應用資訊科技構建創造教育新模式。 <http://www.hkace.org.hk/YearBook98/LiKeDong.html>。
- 林生傳(1999)。 九年一貫課程的社會學評析。載於《中華民國課程與教學學會主編的九年一貫課程之展望》。3-28。台北：揚智。
- 林奇賢(1999)。 網路學習環境的設計與應用。《資訊與教育》，

- 68 期, 34-50。
- 施郁芬和陳如琇 (1996)。 情境脈絡與學習遷移 。《教學科技與媒體》, 29 期, 23-31。
- 孫春在、朱俊豪和徐愛蒂 (1999)。 超媒體教材建構研究 。《資訊與教育》, 68 期, 13-25。
- 徐雄健、周書生、徐慶驊、鄭世雄、李佳佳和張慧綺 (1997)。 虛擬實境美術教室 。《遠距教育十》, 9 期, 24-29。
- 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 期, 39-48。
- 張春興 (1994)。《教育心理學—三化取向的理論與實踐》。台北：東華書局。
- 張美玉 (1995)。 歷程檔案評量在建構教學之應用：一個科學的實徵研究 。《教學科技與媒體》, 27 期, 31-46。
- 張基成和唐宣蔚 (2000)。 一個架構於全球資訊網上的知識分散式網路學習社群 。《遠距教育》, 13 期, 18-37。
- 張靜 (1990)。 何謂建構主義 。<http://scied.ncue.edu.tw/ct/v3-1.htm>。
- 莊淑閔 (1998)。 CanLearn 網路教學平台系統 。《遠距教育》, 12 期, 62-69。
- 許秀影、全宏志、簡肇胤、趙榮耀、劉虎城和楊大鶴 (2000)。 虛擬實境技術應用於遠距教學之研究 。《遠距教育》, 9 期, 6-17。
- 許瑛昭 (1999)。 網路科技支援之電腦教學軟體對學生學習科學概念的影響 。《師大學報》, 44 卷 (1-2 期), 1-16。
- 郭昕周、林華和周倩 (1998)。 建構取向的遊戲式 MUD 學習環境 。《教學科技與媒體》, 37 期, 28-40。
- 郭重吉、江武雄與王夕堯 (民 79)。 從理論到實務談建構主義 。http://pei.cjhh.tc.edu.tw/sci-edu/edu_18.htm。
- 曾志朗 (民 79)。 網路的科學教育 。<http://scied.ncue.edu.tw/ct/v10-2.htm>。
- 曾志華 (民 79)。 以建構論為基礎的科學教育理念 。<http://www.nmh.gov.tw/edu/basis3.14/gh12.htm>。
- 黃振豐 (1997)。 Internet 在建構主義教學上所扮演的角色 。《教

- 育資料與研究》, 18 期, 38-40。
- 楊家興 (1999)。 虛擬學校：資訊網路下整合性的教學環境。《管理與資訊學報》, 4 期, 211-226。
- 熊召弟 (1996)。 真實的科學認知環境。《教學科技與媒體》, 29 期, 3-12。
- 趙金婷和鄭晉昌 (1999)。 虛擬實境學習環境的設計與評量。《教學科技與媒體》, 47 期, 2-11。
- 潘豐裕 (1999)。 網路遠距學習模式對資優生獨立研究之可行性探究。《資優教育季刊》, 70 期, 7-15。
- 顏榮泉 (1995)。 全球資訊網教學與學習上之應用探討。《教學科技與媒體》, 25 期, 33-41。
- Bickhard, M. H. (1992). *Scardfording and Self-Scardfording: Central Aspects of Development. Children's Development within social context*. New Jersey: Hillsdale.
- Barton, J., Collins, A. (1997). *Portfolio assessment : a handbook for educators*. Menlo Park, Calif. : Innovative Learning Publications

A Computer Technology Approach to Integrative Programs Based on Constructivism

Chiou-Wen Chen

Graduate School of Education, National Chengchi University

cchiouwen@yahoo.com.tw

Abstract

Constructivism claims “Knowledge resulted from learners’ active construction.” This article suggested six computer-aided programs based in Constructivism: a) a multidisciplinary learning setting based in individual. b) a hypertext search system. c) an on-line system improving domain knowledge. d) a simulation system to enrich cognitive deficiency. e) a enrichment program. f) an on-line multidimensional evaluation system. The study also mentions the key points and effect of programs.

**Keywords : Constructivism, Computer technology,
Learning efficiency**