

非同步學習活動與教材特性對於學習時間之影響

黃武元¹ 張宸彬²

¹ 國立高雄師範大學資訊教育研究所助理教授

² 國立高雄師範大學資訊教育研究所研究生

(投稿日期：民國 90 年 2 月 7 日，修訂日期：90 年 11 月 23 日，接受日期：91 年 3 月 14 日)

摘要：非同步學習系統是未來學習普及全民的利器之一，其目的為使學習者的學習不受時空的限制，並且可以提供適性化的教學內容與環境，要提供適性化的教材，除了考慮學習者的特性外，還必須考量教材特性與學習活動對學習行為的影響。因此，本篇文章探討非同步教材與學習活動的特性，試圖以學習歷程資料為依據，有系統的分析它們之間的關係，我們將探討多項學習活動與教材特性對學習的影響，包含作業，考試，面授，教材內容難易度等。若教材特性與學習活動，能以學習歷程資料為基礎，分析得到其對學習行為的影響，則可以提供教師設計或修改教學系統的重要參考指標。

關鍵字：教材特性，學習活動，學習時間分佈，學習歷程，學習時間

研究背景與相關文獻

網路科技的蓬勃發展，虛擬學校、虛擬社群、及 E-learning 的盛行，且為因應網路新時代的來臨，不僅很多學校運用寬頻網路與多媒體來作同步遠距教學（吳鐵雄，2000；楊淑卿，1999），以補救目前之師資的不足，教育部更鼓勵與承認非同步的教學成效，使教師進修更加便利，且讓全民終身學習的願望早日實現。非同步的教學環境，學習者不必千里迢迢到學校來接受課程的面授，這對畢業後就業的學習者，有非常大的便利，因為這些學習者散居各

地，白天有工作，時間與距離的限制，讓其學習意願大大的降低，因此，非同步遠距教學讓所有的學習者適時適地的調配學習時間與環境，鼓勵其終生學習。

非同步的學習打破傳統教室教學的限制，使學習的空間與時間不再限制於學校與特定的時間，讓教學環境產生了重大的變革，學生也由被動變為主動，而且藉由資訊科技的幫助，非同步的學習環境可以一五一十把學生的學習狀況與時間記錄下來，這些被記錄起來的資料，就是學習歷程的重要依據。Jonassen (1996) 提出學習歷程中，包含各種資訊可以用來做學習結果的統計與分析，這些重要的資訊包括學

習者的作品、多媒體的基礎知識或任何可以呈現學習者知識的組合，因此，學習評量不再侷限於教師所設計的測驗與活動，而且還必須考量學習者的學習特性。Cross 和 Angelo (1988) 認為學習時間與行為的紀錄，可以當做認知學習的結果，其設計學習活動，讓學生每隔 10 或 15 分鐘，記錄其學習時間與內容，以當做學習評量的依據。洪明洲 (1999) 提出學習進度的追蹤非常重要，也是把其列為評量學習結果的重要依據。

如何對學習進度有詳細的掌控，學習者的學習內容與時間的紀錄，是不可或缺。許多學者的研究或非同步的學習系統，僅僅記錄學習者的學習總時數，單靠總時數的數據，難以區分出不同的學習習慣與行為。Moore (1996) 認為大部分的非同步學習都是屬於自願型，因此，學習習慣與時間的分析，包含學習時間分佈、學習的教材部分，學習的次數與多寡等，是非常重要的評量方式之一，因為它能顯示學習者心目中最重要學習部分與真實的學習行為。

傳統教室的教學，由於師生的懸殊比例，使得真正的適性（適合個人特性）學習很難實現，而非同步遠距教學可以提供適合個別化的學習(Hill, 1997; Jonassen, 1996; Smith, 1982)，因為每一位學習者有個別的帳號登入學習系統，且其個別學習歷程的資訊也被記錄，所以可以根據其學習歷程的資訊給予不同的學習內容與環境。因此，非同步的遠距教學不僅使學習的環境沒有地方與時間的限制，而且可以針對於學生的學習型態、閱讀情形與學習態度，安排適當的學習內容與環境給予學生閱讀，達到真正的適性學習。

Carroll (1963) 提出「學校學習模式」理論(The model of school learning)認為學習程度(degree of learning)是真正花在學習上的時間相對於所需時間之比例函數。即

$$\text{學習的程度} = f \left(\frac{\text{真正花在學習上的時間}}{\text{所需的學習時間}} \right)$$

他相信如果為學習者安排夠多的學習時間，而學習者也真的花了那麼多的時間學習，那麼就應該可以獲得某種程度的學習成就（林寶山, 民 88）。Bloom (1968) 根據 Carroll 的學習時間理論加以發展，認為一般教學中，學生的程度類似或接近常態分配，傳統中常給予學生相同的教學處理，因此教學結果也呈現常態分配。如果施予學生足夠的教學時間，所有學生應該可以達到相同的教學結果。Bloom 所指的時間並非為物理或是自然流逝的時間，而是指學生真正的用功時間。學者 Johnston 和 Aldrige (1985) 則提出指數學習模型，該模型將學習者個人的內在特質（如個人能力與個人學習動機）納入考慮，因此學習成效可以由學生特質與投入時間量作表示與預估。該模式導入了指數的概念，亦即學習成效是連續的變動值，會隨著學生對於教材的投入時間量而有不同的變化，此即學習成效是時間、能力和動機的函數。

研究動機與目的

本研究以學習者的學習歷程為依據，研究教材的特性，同時也探討各種不同的學習活動會如何影響學習時間？。

一、學習動機與學習活動

網路課程的設計，除了良好教材的內容與結構外，還需強調互動性(Moore, 1996)，網路互動性包含師生間與學生間的互動，良好的互動是學習成功的重要因素，然後引導建立學習社群。

要如何發展設計良好互動的活動，以引導建立成功的合作學習社群，有多位學習提出重要的因素 (Johnson & Johnson, 1987)，其中學

習動機是最重要的因素之一，它是引起互動的重要動力，而學習動機中又以自我的要求與跟同儕的比較二項因素尤為突顯，因此，網路學習必須重視學習活動的設計，以激勵學習者的學習動機，產生良性的競爭與互動，我們將探討多項學習活動對學習動機的影響，包含作業，考試，面授等，藉由學習歷程瞭解學習特性，並且判斷是否需要更多的學習活動來提升學習動機，以及提出數據來佐證這些學習活動是否對學習表現有正面的幫助。

二、教材特性

前述中，非同步的適性化學習，乃根據學習者的學習特性給予適當的學習呈現、學習導航與學習活動，除了考慮學習者的特性之外，一般適性化學習的研究缺乏教材特性的客觀考量，所謂客觀考量是以學習者的學習歷程為依據，分析教材特性，這與教師主觀認定或傳統的問卷調查方式有所不同，問卷調查方式有其缺點。

以 Likert 計分法為例，將教材內容難易度劃分成有限等級（五等計分法，教材的難易度分為非常困難，困難，適中，容易，非常容易五個等級），讓學習者勾選，這是不適當的，因為教材內容的難易度是一連續值，另外學習者選擇的結果不客觀，例如，一位學習者認為教材內容難易度是適中，另一位學習者認為同一份教材內容難易度是非常困難，這二位學習者對於難易的認定可能有所不同，第一位學習者能力程度較好或其難易度認知較保守，第二位學習者可能能力較差或其難易度認知較誇張，因此導致這二位的選擇有很大的差距，原因是這二位學習者以主觀方式來選擇。我們對於教材的難易度分析，以學習歷程的資料為依據，進行線上（online）且客觀的研究，試圖得到可以信賴的難易度值，且我們得到的難易度值是連續性（continuous）。

三、教材被研讀時間曲線

我們將以教材被研讀的時間曲線為依據，研究教材的特性，這是一個新的思維，Fredrick (1980)整理歸納以前的研究(Bloom, 1976; Carrol, 1963; Hammifeger and Wiley, 1976, etc.)，認為學習是時間的方程式（Learning as a Function of Time），他指出 $\text{Learning} = a + b(\text{ability}) + c(\text{time}) + \text{error}$ ，在這個式子裡 a 是常數， b 代表的是學習者的學習能力， c 代表學習時間。如果學習者的能力都在某種程度以上，那麼時間就是影響學習的重要因素。因為學習時間不但與學習成效有關，而且也可以反應學習者的學習態度。

其他的研究根據學習紀錄來研究學習者特性，而非教材的特性，收集學習記錄，例如學習的時間量或學習次數等，然後統計和分析學習者的學習特性與學習型態，再給予適當的教學策略，而所收集的記錄大多都只有傾向於『點』的記錄，例如，學習章節、學習次數或學習時間，零散不完整，我們的研究將不僅記錄『點』的資料，並且將『點』串聯成『線』，更進一步由『線』連成『面』與『立體』，建構出完整的學習與教材特性的資訊。首先，研讀的時間分佈被探討，並研究研讀時間曲線的型態與學習特性間的關係，而後再探討其與教材特性間的關係。

三、研究理論基礎

現代測驗理論 - 試題反應理論（Item Response Theory, IRT）已經被廣泛利用來測驗學習成效，每一個試題包含一個或數個概念的測試，大多數受試者答對了，表示這試題所包含的概念簡易，即其難度較低。若進一步把一些概念相關的試題整合並關連起來，則可以形成一份教材，換句話說，一份教材是由許多試題組成。試題反應理論中，根據試題被作答結果的分佈，來探討試題的特性，同理，教材被

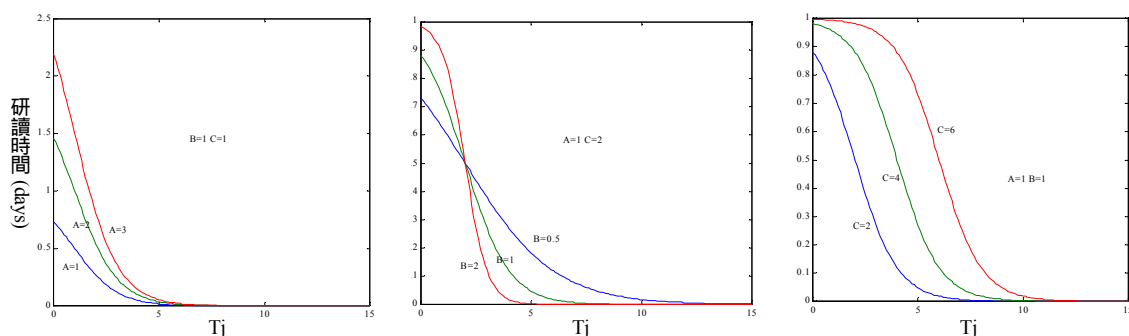


圖 1：A、B 和 C 三個參數對方程式的影響

研讀的時間分佈，也可以試圖探討教材的特性。因此，我們利用類似 IRT 公式的方式，來探討教材被閱讀的特性，進而取得教材特性的量化結果。

為了瞭解教材被研讀的時間曲線與教材內容特性的關係，教材被研讀的時間曲線的特性必須先被探討。學習曲線是人類的某種行為表現，多數學者認為人類的行為表現是非線性。為了能夠找出一非線性方程式來精確推估此時間曲線，針對三個方向來思考，分別為垂直向度、水平向度與曲線傾斜向度，這三個向度分別以三個參數 A、C 和 B 代表，同時時間的向度也必須考慮。教材被研讀的時間，會隨日子增加而減少， T_j 代表時間向度，其時間單位為天(date)。本研究以下列公式推估教材被研讀的時間 Q 與第 j 天間之關係：

$$Q = \frac{A}{1 + e^{B(T_j - C)}} \quad (\text{公式一})$$

上述公式的推導過程請參考另一篇論文（黃武元, 2001）。首先，討論上述非線性公式中，A、B 和 C 三個參數對方程式的影響，如圖 1 得知，這三個參數正好是對應前述的三個向度，A 為時間度量，其單位為日（day），負責推估曲線的垂直向度值；C 也為時間度量，負責推估水平向度值，但其單位與 A 有所不同，其單位為天（date），與 T_j 一樣；至於 B

為推估傾斜向度值，沒有單位。因此，Q 是時間度量，其單位為日/天（day/date）。

研究設計與實施

一、研究時間、地點與對象

本研究探討教材與學習活動的特性，必須收集教材被多人（群組）研讀的時間分佈。若教材或活動的特性被瞭解後，可以進一步依據學習者的特質，安排適當的教材與活動，進行個人適性化的學習。研究的網路課程有二個課程，分別為「電腦網路與通訊」與「套裝軟體」，每一個課程分為十二週，每一週各有一章節，二個課程同時進行，時間自 2000.10 至 2001.1，在十二週中，第一、六與十二週有面授的活動。參與二個實驗課程的學生分別為一百零六與一百二十二位，這些學生都是中小學的教師，大多數的學習者利用其任教學校上網研讀教材。非同步學習系統的伺服器位於高雄師範大學，而學習者散佈全省各地，包含離島地區（澎湖，金門，馬祖）。

二、研究架構與介面

為了提升的學習成效，應以學習者熟悉的情境(situation or context)呈現知識(Sternberg, 1988)，這樣可促進知識的理解與應用。因此，我們以瀏覽器為學習者研讀教材的工具，因為

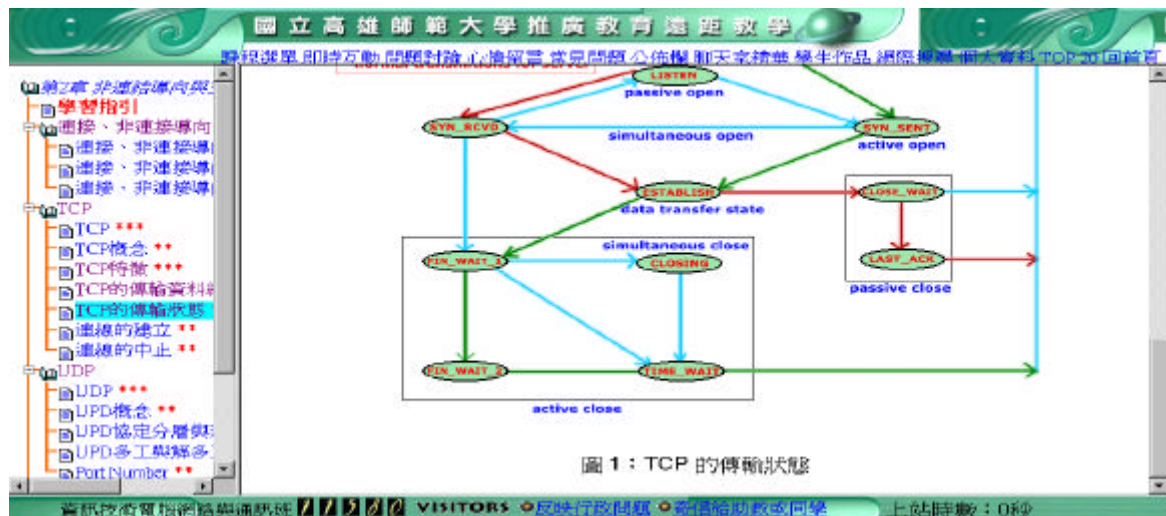


圖 2：教材的呈現與排版

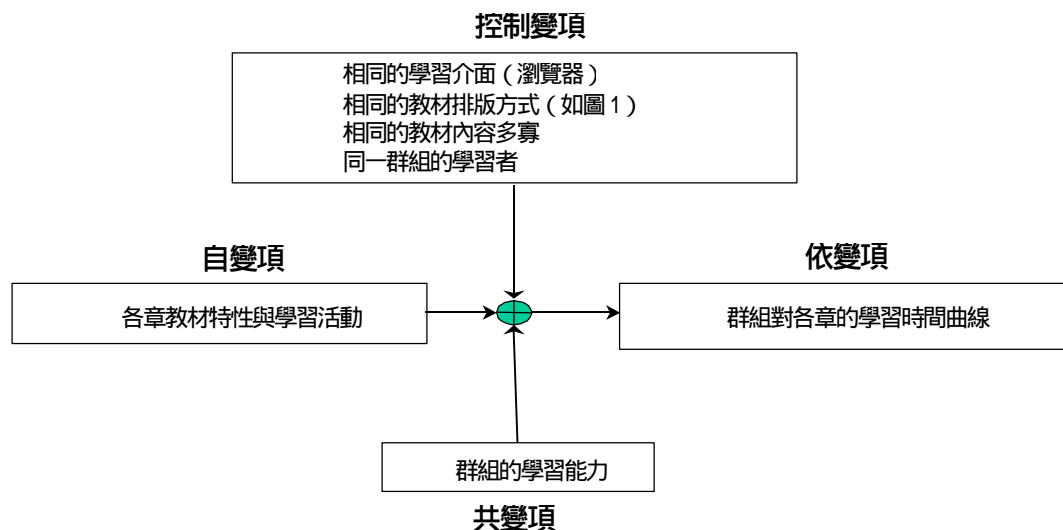


圖 3：教材的研究架構

瀏覽器是多數人熟悉的情境。在學習者方面，我們針對同一群學習者設計教材，且其教材的呈現介面與排版一樣，如圖 2，教材的呈現與排版，以檔案目錄瀏覽方式表示，呈現樹狀結構，並且讓學生以展開或收回方式來瀏覽章節的內容，如圖 2 的左半部。這種網路教材排版架構與呈現方式與書本教材相類似，而且提供每一章的完整概觀(Global

view)，使教材更清楚明瞭與瀏覽方式更便利快速。

而教材設計方面，每一課程我們設計十二章的教材，這些教材都是由該領域的專家精心安排設計，在本實驗之前已經使用過數梯次，每梯次結束後，根據學習實際情形修改教材。

供選讀這一課程的學習者研讀，每章教材內容的多寡與範圍也大致相同，規定的學習時

間也相同，學習者在一週的時間內依照自己的步調閱讀每章教材，然後完成該章作業並且上傳以獲得升級。若學習者於規定的時間內無法完成作業，則無法升級來閱讀下一章的教材。而各章的教材特性與學習活動有所不同，針對這些不同的教材特性與學習活動，我們根據同一群組的研讀時間曲線，來探討這一群組學習者的學習特性、教材特性與學習活動之間的關係，其研究架構如圖 3。

群組的學習能力，是指對所設計教材的能力測驗，每一章測驗的試題先經過預試，然後於每章的學習前給予學習者測驗，得到前測的能力值，群組的能力是取全部學生的能力平均值。

三、資料收集

研究方法是採用線上記錄(Online Record)學習的時間與內容，同時加上同步交談室(Chat room)或電話的訪談(interview)來驗證學習的情形，我們以研讀時間與內容的分佈為基礎，得到重要的訊息，而後根據這些訊息再與學習者訪談或檢驗學習系統，以瞭解真正的原因。

學習者第一週必須參與面授，由老師講解非同步課程的規定與介面，同時讓學生操作以熟悉介面使用，並輸入其個人基本資料與修改密碼，每章除了教材外，也提供自我評量供練習，每章有數題的作業，我們規定學生必須繳完該週作業，方能晉級至下一週的章節，作業的繳交方式採用上傳的介面，且以互動方式一步一步指導上傳步驟，也可讓學習者查詢上傳成功與否，每週改作業兩次，讓學習者能及早晉級。每週的星期六下午有二至三小時的同步交談時間，提供課程疑問解答與瞭解學習狀況，交談的內容也被記錄以供後續的研究，另外有非同步的佈告欄，學習者可以於佈告欄貼上問題或回答其他學習者的問題。

藉由資料庫紀錄學生研讀每個課程各週教材的時間，然後統計分析，至於讀取或貼上佈告欄和同步交談的時間皆已經排除，我們利用學習者端的 script 程式來監控學習的時間與其研讀的章節，這個 script 程式隱藏於背後，學習者完全不知，同時利用滑鼠追蹤(Mouse tracking)來確認學習者的研讀，防止離開未登出或作弊的行為，造成系統仍然記錄研讀時間，以確保收集資料的正確性。除同步交談時間外，也多次與學習者進行非正式交談，以確認學習記錄的量化研究的信度與效度。

研究結果與分析

針對各章節記錄齊備研讀的時間，探討對每課程各週的教材被研讀時間分佈，蒐集的時間長度為十四天，二個課程教材的學習時間分佈如圖 4 與圖 5，縱軸表示全部學生在第幾天的研讀時間總和，橫軸代表日期，單位為第幾天(n-th day)，即以開始閱讀的日期算為第一天，因為每一課程各有十二章，所以每一課程有十二個研讀時間點的走勢。

本實驗之所以採用第幾天為單位是因為在非同步的情形下，每個學生上站閱讀的時間都不一定，如果強制規定某一天為所有學員的「第一天」就違反了非同步遠距教學的意義，舉例說明如下：假設 A 學員在 11 月 12 日「第一次」登入網站閱讀第三章教材，那麼 A 學員的第一天就是 11 月 12 日；另一位學員 B「第一次」登入網站閱讀第三章教材是 11 月 14 日，所以 B 學員的第一天就是 11 月 14 日，因此每個學員的第一天都會不同。

一、離線研讀問題

因為網路擁塞或學習者喜好傳統印刷閱讀，使得離線(Off-line)閱讀的問題需要去探討，針對課程「電腦通訊與網路」的一百多位

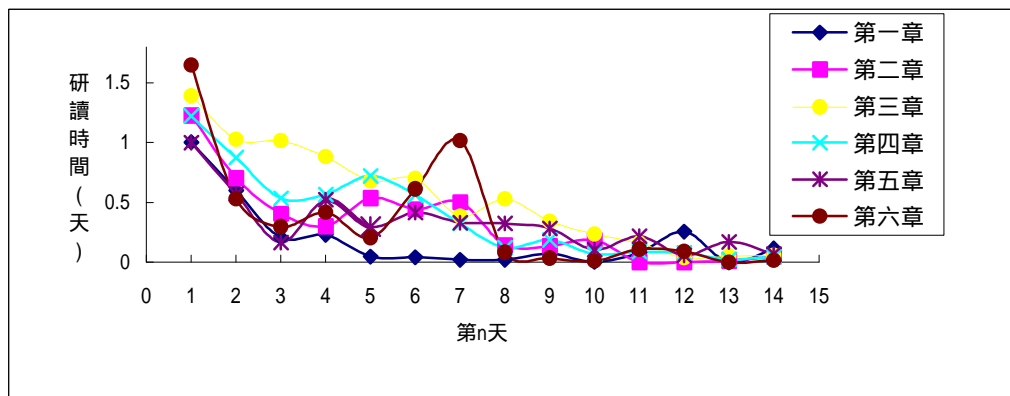


圖 4(a)：「套裝軟體」教材一至六章學習時間曲線圖

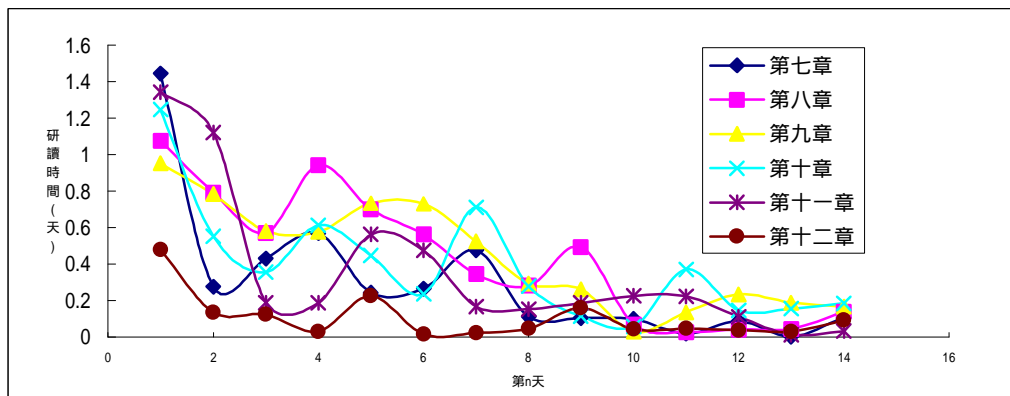


圖 4(b)：「套裝軟體」教材七至十二章學習時間曲線圖

學生，進行其離線或線上（Online）閱讀的問卷調查，以瞭解其中的比例。經由之前問卷結果分析得知，純粹離線瀏覽（包括先下載網頁，再於螢幕上瀏覽及印出資料閱讀）占 16.7%；線上閱讀與離線閱讀同時進行的比例高達 46.7%，純粹線上瀏覽的人數僅佔 36.6%，這是一個不容忽視的事實（Hwang, 2001）。

對於純粹離線閱讀的學習者，系統無法記錄其研讀教材的時間，我們剔除其紀錄。而線上閱讀與離線閱讀同時進行的學習者，系統只記錄線上的研讀記錄。由於修本課程的學習者是同一群，因此這種部分記錄情況對於同一課程中的每一章節皆是如此，換句話說，混合型

閱讀的學習者每章所佔的比率是相同的。因此，各章被研讀時間記錄不會因為這種情況，造成顯著差別。

二、學習疲乏與學習動機

從圖 4 至圖 5 中，不難看出教材被研讀的時間曲線的走勢，剛開始第一天學習相當踴躍，學習者花費很多的時間去研讀教材，接下來隨着日子的增加，學習熱度逐漸的冷淡，研讀教材的時間漸漸減少，這是非常有趣的現象，稱作『學習疲乏』現象，這種學習倦怠的現象，多數人應該有所經驗，在非同步的學習系統中，教師或課程設計者應該重視這個現象。前述中提過每週的晉級方式是繳交作業

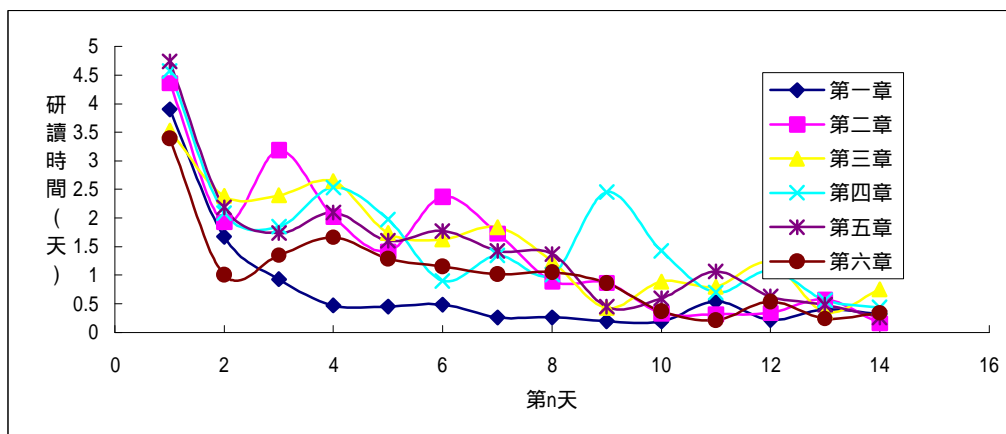


圖 5(a)：「電腦網路與通訊」教材一至六章學習時間曲線圖

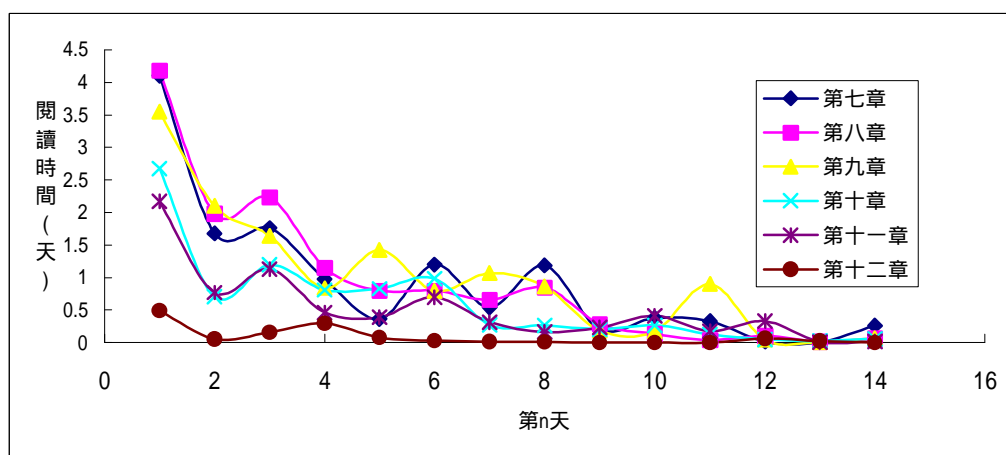


圖 5(b)：「電腦網路與通訊」教材七至十二章學習時間曲線圖

後，才可以晉級下週的課程，每章作業的題數大致一樣且難度也相似，作業的目的是為了驅使學習者去研讀教材，提昇其學習動機。這與學習後舉行考試的目的非常類似，因此，在套裝軟體的第六章與第十章的後面，除了有作業外，還增加網路考試，這個考試的機制也驅使學生更加努力去研讀教材，這個現象反映在圖 4 中，從圖 4 的第六章與第十章的第七天研讀教材的總時數，可以看出其學習時間比其他章的第七天多出不少。因此，非同步的網路學習環境必須思考如何提昇學習動機，除上述的作業與考試機制外，還可

以考慮舉辦其他的同步或非同步的學習活動，例如，舉行網路比賽活動，同步的網路交談室或面對面的教學，否則，『學習疲乏』的現象將會使得非同步的學習成效受到很大的影響。

三、學習時間曲線、教材特性與學習活動之關係

(一)學習時間曲線特性

為了瞭解教材被研讀的時間曲線與教材內容難易度的關係，教材被研讀的時間曲線的公式必須先被推估得到。首先，依據每天收集的

表 1：課程「電腦網路與通訊」的 A、B 與 C 參數值 (Err ≤ 1.0e-04)

	參數 A	參數 B	參數 C
第 1 章	12.5773	1.12153	0.00168
第 2 章	8.29856	0.3944	-0.0058
第 3 章	6.96219	0.23752	0.00714
第 4 章	7.04806	0.23402	0.00505
第 5 章	7.9358	0.33273	0.00119
第 6 章	5.27543	0.47505	-0.0105
第 7 章	9.65648	0.7202	-0.0026
第 8 章	9.39667	0.86263	0.00321
第 9 章	7.13541	0.59897	0.00705
第 10 章	4.92466	0.47961	0.00485
第 11 章	4.34779	0.52942	0.00464
第 12 章	1.02639	0.68854	0.00371

資料，利用非線性回歸(nonlinear regression)來推估每一章教材的公式（公式一），然後再探討其特性。

從圖 4 至圖 5，可以得知曲線為非線性(Nonlinear)，這是很合理，學習曲線是人類的某種行為表現，多數學者認為人類的行為表現是非線性，為了能夠找出一非線性方程式來精確推估此時間曲線，利用曲線擬合(Curve Fitting)的技術，對我們取樣的每章被研讀的時間資料樣本來逼近，並估計得到 A、B、C 的參數值。首先，採用曲線擬合技術中的非線性回歸分析(Nonlinear Regression Analysis)，所用的數學方程式 $y = Q(T_j, A, B, C)$ ，A、B 與 C 三參數是要估計的值，y 為方程式輸出值，而所取樣的向量值為 (T_j, y_j) ， $1 \leq j \leq 14$ ，取樣的天數是 14 天，定義誤差的平方總和為

$$\text{Err}(T_j, A, B, C) = \sum [y_j - Q(T_j, A, B, C)]^2$$

其中 (T_j, y_j) 是在 T_j 時間單位的取樣值，由於 Q 是非線性方程式，所以 Err 並不是 A、B、C 的二次式，無法由 $\text{Err} = 0$ 解出最佳的參數值 (A、B、C)，退而求其次，利用

Nelder-Mead Simplex 下坡式搜尋(Downhill search)的方法，來尋找 Err 的最小值，在 Err 滿足 $1.0\text{e}-004$ 的收斂標準下，估計得到所要的參數值 A、B 與 C。表 1 是對課程「電腦網路與通訊」十二章所估算的 A、B 與 C 值。

由於同一群組的學習者來研讀這十二章的教材，且這十二章的學習介面與呈現排版方式都一樣（即圖 2），因此，每一章學習曲線與其教材特性息息相關，當然也和這群學習者與教材互動所產生的學習行為關係密切。

(二)學習特性與學習活動

觀察圖 1，發現研讀曲線的水平方向（C 參數）與學習的持久性（Enduring）有關，研讀曲線的垂直方向（A 參數）與學習的熱度或渴望（Anxiety）有關，學習的持久性與渴望很重要，它們是學習者的學習動機所產生的學習表現，前述說明學習動機是網路學習的重要原動力，教師可以根據學習的持久性與渴望的表現，衡量學習動機是否足夠，進一步設計同步或非同步的學習活動，以提升學習者的學習動機。我們的研究中，A 與 C 的參數正是學習的持久性與渴望的量化代表，可以當做學習

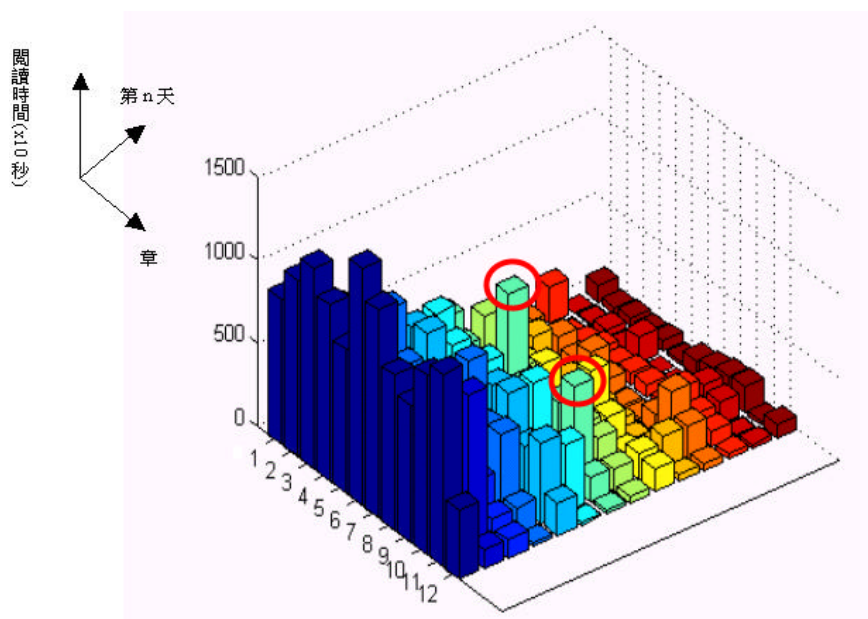


圖 6：研讀時間分佈立方呈現

者學習動機表現的參考指標，讓教師判斷是否需要舉辦額外學習活動來激勵學習者。

由表 1 的 A 參數值來觀察，學習熱度也隨著章節的增加有逐漸下降的趨勢，即前述所謂的「學習疲乏」現象，不僅會出現在各章學習中，也會出現在整個課程中，從整個課程來看，「學習疲乏」現象可以分為二個時段，第一時段是從第一週起至第六週止，第二時段是從第七週起至第十二週止，為什麼會有二個時段？因為第一週與第六週有面授的活動，教師面對面的教學與解惑，激勵學習者的學習動機，進而使學習熱絡起來。

至於表 1 的 C 參數值（學習持久性），也是非常重要，學習持久性是針對學習者是否能夠投入較久的時間於各章的學習，因此其與各章所設計的學習活動息息相關。教師可以由各章的學習持久性來判斷，是否需要舉辦學習活動，以讓學習者投入更多的時間來研讀。

(三)教材特性

學習時間曲線不僅與學習者的學習行為有關，而且也與教材的特性相關，表 1 的 B 參

數是測量學習曲線的傾斜度，傾斜度越小，即 B 值越小，表示學習者必須花費長久的時間去理解教材，這可能是教材內容本身就很難，但也有可能是教材內容的編撰方式較難讀。

學習曲線的傾斜度，可以稱為教材接受度 (Degree of Acceptance)，傾斜度越小，教材較難被學習者接受。儘管能夠由學習曲線的傾斜度瞭解大部分學生對教材接受度，但是光從傾斜度來判斷教材難易還是不足的，因此，我們將進一步探討教材接受度與教材難易度的是否有強烈正相關，採用方法包含問卷調查方式或訪談學習者與教師的看法。

初步結果顯示，學習時間曲線的傾斜度，可以當做教材修改的參考指標，以符合學習者的需求或教師的要求，例如，當某章教材接受度非常小時，教師可以深入瞭解為何此章的教材不易被接受，是教材太難呢？或教材編撰有問題？還是有其他的因素？類似情況，若某章教材接受度非常大時，是否教材太過容易？教師必須進一步去瞭解。教材接受度只是顯示重要訊息，告知教師教材可能需要修改？真正的

原因還需深入去瞭解。從表 1 的 B 參數得知『電腦網路與通信』的第一章接受度太高，可能需要修改，我們訪談學習者與檢驗第一章的教材，結果驗證了第一章的教材太容易，需要修改以提升其內容的難度。

四、學習時間分佈的立方呈現

圖 6 是課程『套裝軟體』的研讀時間分佈的立方呈現，從圖中可以清楚的瞭解學習時間分佈，教師除了可以得知各章學習時間是否合乎分配適當，若有過多或太少的現象，還可以進一步深入探討其中的原因，例如，從圖中可以看出第十二章被研讀的時間非常少，即使是第一天的研讀時間也少的離譜，其原因是什麼？因為第十二章的教材內容，不在期末考的範圍（第三次面授舉辦），同樣現象也出現在另一課程『電腦網路與通訊』的第十二章。

立方體的呈現還有另一種功能：從其中觀察學習動機的消長。以第六章與第十章為例，學習活動-網路考試影響學習行為，增加學習時間，提升學習動機，因此在這兩章的第七天（圖 6 紅色圈圈）閱讀時間就明顯提昇很多。

結論與未來展望

不管是傳統式教學或非同步遠距教學目前的趨勢，是以學習者為中心的模式，基本上其強調學習者能夠主動建構知識，因此，教材的內容呈現須考慮學習者的背景知識。為了考慮學習者的背景知識下，在本篇文章中，以學習時間資料為依據，評估課程教材特性與學習活動，以當作調整課程的參考指標。我探討多項學習活動對學習行為的影響，包含作業，考試，面授等，藉由學習歷程瞭解學習特性，並且提出一些數據來佐證這些學習活動有助於積極學習的表現，因此，這些學習活動將會使學習動機提升。

未來的研究，可以針對個別學習者的學習歷程資料為依據，瞭解其學習情形，以提供適性化的學習，不過其挑戰性較高，因為個別學習歷程的變動性相當高，也就是個人每週的學習安排是動態的（Dynamic），如何即時收集資料並精確推估其學習參數是一大挑戰，後續我們將研究這方面的議題。

參考文獻

1. 洪明洲（1999）：網路教學。台北市：華彩書局。
2. 洪炯宗（1999）：同步與非同步遠距教學環境之整合應用與評估，教育部研究計畫。
3. 楊淑卿（1999）：師生研習網路培訓課程與推廣之研究。科學教育學刊, 7(4), 299-314。
4. 劉明洲、陳龍川、壽大偉和林鴻龍（1999）：網頁課程之適性化學習設計研究。教育部研究計畫。
5. 吳鐵雄（2000）：遠距教學之探討。資訊與教育雜誌, 76 期, 1-2。
6. 黃武元、吳幸玲（2001）：學習能力遷移之研究。論文發表於第五屆全球華人學習科技研討會(GCCCE 2001)/第十屆國際電腦輔助教學研討會(ICCAI 2001)論文集 I。中壢市：國立中央大學管理學院。
7. Brusilovsky, P., Bra, P. D., Eklund, J., Hall, W., & Kobsa, A. (1999, February). *Adaptive hypermedia (panel): purpose, methods, and techniques*. Paper presented at the Proceedings of the tenth ACM Conference on Hypertext and hypermedia: returning to our diverse roots, Darmstadt, Germany.
8. Brusilovsky, P., & Pesin, L. (1996, April). *Visual annotation of links in adaptive hypermedia*, Paper presented at the Conference companion on Human factors in computing systems,

- Vancouver, Canada
9. Carroll, J. B., (1989) The Carroll Model - A 25-year retrospective and prospective View. *Educational Research*, 18(1), 26-31.
 10. Cross, P., & Angelo T. (1988). *Classroom assessment techniques: A handbook for faculty*. San Francisco, Calif: Jossey Bass.
 11. Guskey, T. R. (1985). *Implementing mastery learning*. Belmont, CA: Wadsworth Publishing Company.
 12. Hill, J. R. (1997). Distance learning environment via the World Wide Web. In B. H. Khan (Ed.), *Web-instruction* (pp. 135-138). Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.
 13. Hwang, W. Y., Shiu, R. L., & Li, C. C. (2001). An Exploration of the Asynchronous Learning Timing. *Proceedings of the National Science Council, Part D*, 11(3), 126-135.
 14. Jonassen David H. (1996). *Computers in the Classroom-Mindtools for Critical Thinking*, Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.
 15. Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1975). *Learning together and alone: Cooperative, competitive, and individualistic learning* (2nd ed.). Boston, Mass : Allyn and Bacon.
 16. Moore, M. G., & Kearsley, G. (1996). *Distance education: A system view*. Belmont, CA: Wadsworth Publishing Company.
 17. Smith, R. M. (1982). *Learning how to learn*. Chicago, Ill: Follett Pub.

The Effect of Asynchronous Learning Activities and Material Characteristics on Learning Time

Wu-Yuin Hwang and Chen-Bin Chang

Information and Computer Education National Kouhsiong Normal University
Kouhsiong, Taiwan

Abstract

Asynchronous learning system are one of the best tools to break tools to break through the limit of time and space and make learning available to all people. In order to provide adaptive learning materials and environment, it is important for asynchronous learning system to take the characteristics of teaching materials and learning activities into account. Thus, this paper will discuss learning activities and the characteristics of associated materials, then investigate the relationship between them and learning behavior based on a learning profile. According to the relationship, asynchronous learning system can provide adaptive activities and material that are suitable for learners. Several learning activities such as homework, test and face-to-face teaching were designed and their effects on learning behavior were investigated. The learning profile can be employed and analyzed systematically to obtain the impact on learning of activities and material characteristics. It is helpful for teachers to design and modify teaching systems.

Key words: Material Characteristics, Learning Activity, Learning Time Distribution, Learning Portfolios, Learning Time.