



認知負荷理論在e化學習上的運用

王全興／台南市東光國小教師

國立中正大學課程研究所研究生

拜科技之賜，各種應用資訊科技的教學模式和學習內容應運而生，從教育的立場，科技與媒體應為教育所用，以促進學習，不是教育被科技與媒體所用，而阻礙學習，若要取其利並避其害，首先應仍回歸到學習的主體，即人。學習與知識的獲得除了學習媒介，更重要的是這些媒介及教學設計能否考量學習者的特性、人類的認知架構（cognitive architecture）、以及認知歷程的特性與限制等等。雖然目前e化的教學與學習，已蔚為學校教育的普遍現象，但是從認知負荷理論（Cognitive load theory, 簡稱CLT）的觀點，運用的教學媒體越豐富，未必會產生較佳的教學與學習成效。因此，本文主要從CLT的相關論點，切入與剖析e化學習的慎思與應用。

一、認知負荷的意義

認知負荷的理論，來自歐美的人體工學（Ergonomics）或人因科學（Human Factor）等領域，從心理、生理與認知層面，探討工作與任務對執行者的影響與適合性。教育領域研究者，則注重學習者在不同認知負荷的學習內容與教學方法中，其認知模式與策略對概念獲得的探討；教育工學領域之研究者，將重點放在學習者與電腦之間的互動關係、互動環境與互動品質上，所以認知負荷的意義，不僅包含了學習內容與教學方法，更重視學習者與電腦之間的互動（王全興，2003）。

認知負荷理論主張教學設計應該明確地考慮人類認知結構，以及在追求效率時所可能產生的限制（Paas, Renkl, & Swellwe, 2003）。

在認知負荷理論中，認知結構是由一般目標的運作記憶所組合而成，其保留訊息時所容納的限度是7個意元集組（7±2），但在訊息處理過程中，則減為2~3個意元集組，至於長期記憶在保留訊息則以基模方式貯存，因此沒有記憶容量的限制。由於基模可以減低運作記憶負荷，原因在於個體已經習得某種知能或達到自動化歷程，可以處理較細微運作記憶上的意識能力。除此之外，不論增加或擴大基模，依舊被視為訊息中的一個意元集組，因而不需太多意識上的運作能力，這將確保有足夠的認知容量可用於解決大量複雜的問題。然而，若沒有習得該基模，所有問題的訊息元素，就必須被保留在運作記憶中，被視為一種單獨存在的項目。如此一來，將導致運作記憶容量過度地負荷，造成了缺少足夠的基模以處理訊息，以致於學習被束縛或阻礙（Gog, Ericsson, Rikers, & Paas, 2005）。

綜上言之：「認知負荷」的意義就是學習者在訊息處理的過程中，因為訊息之內容（數量、質量、脈絡…等）、學習環境、傳輸環境與互動方式等因素，超越了學習者所知覺的認知能力，在當時情境時「心理」或「生理」上引起負擔、重擔、苦惱與憂慮，甚至失敗、挫折的後設概念，而認知負荷理論（CLT）所扮演的角色，便是發展具有效率和效能的教學策略，並提供技能的習得（Ericsson, 2002; Sweller, 1988）。

二、認知負荷理論在e化上的運用

由以上認知負荷理論的意義，可以分析出在e化教學或學習上的運用：



（一）目標或任務由簡至繁

很多e化學習的應用都環繞在複雜的學習任務，它們是以大量的互動元素作為特徵。在概念的範疇裡，有很多互動資料的部分，必須在運作記憶中同步處理以達到了解之目的；在技術範疇中，有很多由互動所構成的技術必須在運作記憶中協調以達到前後一致的表現。甚至在外在認知負荷之所有資源移除後，學習材料的元素互動性也許太高，而無法允許有效的學習。因此，可能的話不要一次呈現所有的資訊。例如，進行e化教學時，也許開始可能只會呈現一些相關互動元素的資料，然後逐漸地增加更多必要的互動；或者首先呈現任務的簡單版本，然後漸漸呈現此任務越來越複雜的版本。

（二）具備學科或電腦基本知能

當今各級學校皆如火如荼進行資訊融入教學的實驗與活動，但鮮少注意到學生認知負荷的相關問題。由於人類原本就是多感官的高等動物，可經由視、聽、觸、味、嗅等感官接收並處理外界訊息；而e化學習整合了文字、圖片、聲音、動畫、及影像傳送訊息的技術，加上其高度的互動性特色，可以使學生的學習更充分地運用到五種感官的功能，達到輔助學習以及增強學習印象，以期提升學習之功效。

其實認知負荷是一種多向度的心理結構，使用者藉由使用人機介面、心智操作與身體活動之完成，來獲得與建構知識；但人類短期記憶只有5~9（ 7 ± 2 ）個意元，要同時去使用複雜的互動式系統，將使得學習者覺得被過多的選擇所困惑，學習者若沒有具備解決的認知策略或認知模式，很容易造成認知負荷。再加上使用者必須要知道此系統的觀念或知識，更需瞭解他處於該系統何種位置當中，以及如何操作該系統，而這些都會在學習過程中，干擾到認知能力的運作。所以，學習者專門知能必須能夠提升，方可

促進學習者由生手變為專家，因而降低認知負荷，進而增進學習成效。

（三）激勵學習者的學習動機

對於CLT研究者，探究教學方法的動機效應是非常重要的。動機觀點是呈現在心智努力和執行表現之間的關係上，較低的任務參與意指表現出較低的心智努力投入和較低的執行表現；而較高的任務參與意指表現出較高的心智努力投入和較高的執行表現。以CLT為基礎的運用效果不限於純認知領域，影響動機的運用對於增加學習者的增生認知負荷也許是特別地重要，例如：讓學生在多媒體環境中組織圖片和文字之認知負荷和學習中，如何適宜的有效整合不累贅的文字和圖片之多重呈現，將優於單一模式的呈現。因此，在e化學習中，有效學習的互動關係是在整個學習情境彼此互動，而不僅僅是依賴學生與系統間行為互動而已，此種情形可以刺激學習者增進增生認知負荷。至於e化學習的動畫效果在多媒體學習中是可行的，教學者可考慮到以多元方式激發學習者的動機成分，比起只允許模擬（抽象）的圖片，其較易產生較高的學習成效。

（四）營造開放自由探究的環境

設計者在布題時，應採取開放目標方式，避免固定、單一的解答，讓學習者可以透過自己的思考模式，尋求自我的建構歷程；同時可以提供合宜的解題示例，協助學習者觀摩和創作，使學習者注意力能夠集中；也可以將示例先呈現一部分的解法，剩下的另一部分則由學習者自行完成，以減低外在認知負荷；也可藉由變化不同的問題狀態與情境，提升學習者的學習動機，也有利於學習遷移的產生。例如，在進行國語文e化教學時，可以採用故事接龍、看圖說故事、故事改編與創作等方式進行。但是需注意到e化教學所提供的探究學習，雖然可以增加學習者的自由與動機，但也會增加了認



知負荷，探究式的電腦輔助學習，最重要的特色就是控制的複雜性，如果教學者無法控制，不但增加了認知負荷，而且阻礙了學習。

（五）有效整合各類資訊效果

「分散注意力效應」的確會影響學習者的整體學習成效，其中「單一視覺+聽覺」組合會帶來學習上較佳的效果，而「雙重（含以上）視覺+聽覺（即圖、文、音兼備）」雖擁有最豐富的媒體環境，但學習成效卻往往不如前者來得理想。因此，若能有效整合資訊的呈現方式，包含旁白的解說、將文字整合到圖片中，以及運用單一或整合的資料取代多重或並列的資料等方式，將使學習者免於分散注意力，進而幫助學習。是故，在e化學習中，媒體的提供並非愈多愈好，教學者應適時適地提供媒體，避免外在認知負荷的產生。

（六）適時適地的運用資訊融入教學

如果要減少認知負荷，應該特別減少在「記憶」上的負擔，因為操作一個複雜的系

統，必須記住很多相關的指令與方法，若是學習者不熟悉的話，將造成極大的認知負荷，所以唯有在學生已具有充分的先備知識、技巧與能力，才適時適地的運用資訊融入各領域教學，否則學生不但模糊了原先所要學習的課程目標或能力指標，甚至可能造成學生排斥學習的反效果。

三、結語

當今盛行的e化學習工具，允許學習者融合複雜的網路線上學習之專門知能，因而對於整個教學型態的傳遞有所助益。為了達到此一目的，e化教學設計上的新型態除了需符合上述需求外，同時也應該讓教學更具效率與效能。據此，我們須洞察相關的理論架構與基礎，同時透視專門知能在不同層次的特殊複雜性，期盼探究複雜技能在習得的過程中，認知負荷理論（CLT）所扮演居中間關鍵角色，以提供更具效率和效能的教學策略，讓學習者能有效學習，是我們需不斷耕耘與努力的方向之一。

參考文獻

- 王全興（2003）。從認知負荷看九年一貫課程。師友月刊，434，30-32。
- Ericsson, K. A. (2002). Attaining excellence through deliberate practice: Insights from the study of expert performance, in *The pursuit of excellence through education* (pp. 21-55). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Gog, T., Ericsson, K. A., Rikers, M. J. P., Paas, F. (2005). Instructional design for advanced learners: Establishing connections between the theoretical frameworks of cognitive load and deliberate practice. *Educational Technology Research and Development*, 53(3), 73-81.
- Paas, F., Renkl, A., & Sweller, J. (2003). Cognitive load theory and instructional design: Recent developments. *Educational Psychologist*, 38(1), 1-4.
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12, 257-285.

