

增生認知負荷學習任務有效性之探析

許照紅*、許德發**、許瑞珍*

*東方技術學院食品科技系講師、**東方技術學院妝管系副教授

hung5186@yahoo.com.tw

摘要

「注意」是起動學習的重要關鍵，與其要學習者主動的學習課程，不如利用經認知負荷理論之教學設計原則設計的任務，引起學習者注意，使學習者覺得某項任務有趣，或是覺得某項任務跟個人的勝任需求有關之後，而產生了主動的學習。在人體心肺循環概念學習的策略上，本研究提出用以促進概念獲得的 C86 增生認知負荷學習任務，透過實證研究，在教學課室以 C86-PUooMA 參與度調查、C86 概念訪談、後測訪談等工具進行調查，探析該任務的有效性及其對學習的影響，進一步橫跨時空限制，利用研究者個人部落格為教學進行反思與回饋。

關鍵字：心肺循環概念、部落格、認知負荷理論

一、前言

人類在訊息處理上必須適時的使感官記憶、短期工作記憶及長期記憶發揮作用，才能達至有意義的學習，在啟動學習之初，與其要學習者主動的學習課程，不如利用經認知負荷理論之教學設計原則刻意設計的任務，引起學習者的注意，使學習者覺得某項任務有趣，或是覺得某項任務跟個人的勝任需求有關之後，而產生了主動的學習。一旦啟動了工作記憶，與其息息相關的長期記憶也被帶動而使學習內容進入記憶系統中。

教師在教學現場中提供為促進工作記憶運轉的相關任務，除了在課室現場進行學習任務成效及感受調查之外，並利用研究者個人部落格進行教與學的回饋及反思。

二、文獻探討

(一) 認知負荷理論的意義

認知負荷是心理學的一種構念，在個體從事特定工作時，加諸於個體認知系統的一種負荷 (Sweller, van Merriënboer & Pass, 1998)。是學習者於訊息接收、處理與運用過程中，因為訊息之內容、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，在當時的「心理」或「生理」上引起的負擔、重擔、苦惱與憂慮，甚至失敗、挫折的後設概念 (黃克文, 1996)。也可以說是個體在過程中所感受到的心智負荷與心智努力的負載狀態 (陳蜜桃, 2003)。

有效教學是使學習成就與心智努力成「反比」的一種訓練，也就是能以較少的心智努力獲得較高的學習成就。以認知負荷理論指引教學環境的建造，協助學習者運用心智

資源，獲得最好的成效 (Clark, Nguyen, & Sweller, 2006)。倘若負荷嚴重過渡時，所有學習系統就會罷工 (shut down)，教學專家的工作，便是要去設計與傳送可促進學習的增生認知負荷，同時降低外在認知負荷，管理內在認知負荷，以釋出工作記憶的容量。

許多有意義學習的研究發現，工作記憶包含視覺訊息與聽覺訊息等組成，因為工作記憶的組成相當有限，在某些特定的環境之下，藉助這二個組成來擴大工作記憶的容量，用以解釋視覺伴隨以聽覺敘述的方式來傳遞文字，較以閱讀方式為佳 (Clark, Nguyen, & Sweller, 2006)，即是本研究將 C86 視為增生認知負荷學習任務設計之理念。

(二) 認知驅動啟動學習

Ausubel (1980) 在學校的情境下建議，認知驅動 (cognitive drive) 是構成學習者成就動機的要害之一，學習者覺得某項任務有趣，或是覺得某項任務跟個人的勝任需求有關之後，所產生的激勵效果。認知驅動形似引起動機，引起動機的策略可以有形的或無形的，在策略中發展相關的模型以輔助知覺的驅動，是本研究認知驅動有形的具體行動，增生認知負荷學習任務使用視覺教具引起學習者的注意，並應用教學活動提升學習者的參與度。

參考李坤崇 (2006) 以 Simpson 的論述為基礎，參酌 Loynn & Miller 及楊榮祥的觀點，闡述動作技能教學目標分類之感知、引導反應、機械化、適應及複雜性的外在反應等五個層次，為 C86 參與情形編制檢核表。由研究者觀察到學生參與情況的類型之後，分別以熱情、理解、前進、語音、監視、成就等六個向度適配於上述五個層面來評估 C86 活動參與的程度，遂將之命名為 PUooMA (Passion, Understand, Operation, Oral, Monitor, Achievement)。各向度再將參與情況分成未參與、不良、好、良好等四個等級，由學生自行勾選後統計分析，探看各向度之間、向度與其他成就及總分之間的相關。

(三) 部落格在教學上的應用

隨著知識經濟競爭時代的來臨，數位學習 (e-Learning) 這幾年受到全世界相當大的重視，而懷於「面對全球經濟環境的快速變化，數位學習已成為企業成長的重要關鍵」之認知 (施保旭, 2008)。現代學生花費許多時間在網路上，網路上的活動對於他們而言，已是常態，若能加以導向有效加值的方向，對學習者將是項幫助 (施保旭, 2008)。青少年的次文化也輾轉地從現實生活中轉向於虛擬的網路世界中，網路的溝通似乎成了現代人不可或缺的數位模式 (蔡元隆, 2006)。而教師傳統的權威與階級性也被這股網路風潮給暖化，並消弭了現實生活中師生面對面產生的壓迫感，教師的教學模式與評量模式也隨著網路的便捷性而變得多元而彈性 (蔡元隆、侯香如, 2007)。

部落格的操作便利與容易學習，讓部落格在教學上的應用日漸普及且炙熱可得，國外一些知名大學已將部落格作為學術交流與教師教學的新工具，臺灣教師認知這股風潮的來臨，亦將部落格作為自己教學的新平臺，建置分享空間與對談的回饋機制，師生在虛擬空間進行雙向溝通，教師透過學生的回應文章，可對學生在課業內容的吸收與理解情形加以了解，給予適時的回覆與增強，或從學生的反應中汲取對自己教學歷程自我檢視的元素，或由學生的學習感受驗收教學成效。

三、研究設計

本研究以某技術學院生物課之循環系統單元提出心肺循環概念之教學順序 (許照

紅、黃台珠，2006)，教學前調查高中職就讀系科、是否有上過生物課程等學習背景、經驗及態度。研究首先提出與圖本任務相關的心肺循環概念，利用圖本關係類型分類建構效度之調查問卷建構圖本概念類型，以心肺循環填圖及心肺循環概念認知診斷調查先備知識，探知心肺循環概念與結構的認知。

為促進相關概念的獲得，於課堂中驅動學習者分組進行「心肺 C86 活動」(許照紅、黃台珠，2006)，視為增生認知負荷學習任務，活動後以 C86-PUooMA 參與度調查(附錄一)、C86 概念訪談(附錄二)、心肺循環概念認知診斷(CPCCCD)後測訪談及部落格(圖 1)等工具，進一步探析該任務的有效性。

四、研究結果

茲將增生認知負荷學習任務有效性之調查結果分述如下：

(一) C86-PUooMA 參與度調查探析

以次數統計(表 1)發現，實際參與 C86 活動者有 23 人，多數學生皆能專注於教師的示範與說明，很快進入狀況，可正確安排工具，並認真地進行遊戲，進入進階版，熟悉循環路線。因各向度得分與總分之間具有中度至高度的正相關，試圖依照總分將參與度分成四個等級。得分 11~18 者：為高參與度，專注於教師的示範與說明，很快進入狀況，可正確安排工具，並認真地進行遊戲，進入進階版，熟悉循環路線(52.2%)。得分 7~12 者：中參與度，經催促之後願意參與，過程中出現錯誤或無法流利，未能妥善監視對方的錯誤，雖然進入進階版，但不完全熟悉循環路線(17.4%)。得分 1~6 者：低參與度，被動參與或意願極低，對遊戲內容完全不熟悉，僅停留在基礎版(8.7%)。0 分者：零參與度或在睡覺(21.7%)。該工具之內部一致性 Cronbach α 係數為.947，表示量表有不錯的信度。

表1 C86-PUooMA參與度之次數統計表

分組	得分範圍	人次 (%)
一	0	5 (21.7)
二	01-06	2 (8.7)
三	07-12	4 (17.4)
四	13-18	12 (52.2) *多數
	Total	23 (100.0)

(二) C86 概念訪談結果

針對 C86 活動參與的真實性，以概念獲得的情形進行調查。訪談分為二部分，第一部份針對實驗進行紙筆訪談，針對活動中的循環路徑與遊戲規則進行考驗，經次數分配統計結果。在遊戲中學習容易淪於形式，必須專心投入才能有大效果，如果只是為了應付教師的督促而假意學習，在概念訪談時便無法得分。參與 C86 活動的 23 人當中僅有 6 人(26.1%) 在概念訪談之第一大題獲得滿分者，多數學習者(43.5%) 仍無法順利作答，有待教師於課室中提出增強認知驅動之策略。

以概念獲得之正確數分析概念答題概況(表 2)，研究對象大都已建立正確觀念或規則，例如知道負責含氧紅血球的紅色跳棋及負責缺氧紅血球的藍色跳棋分別從何處出

發、紅色跳棋由出發地移動 3 步之後應停在何處、行經何處之後會變成藍色的跳棋、對方在前進時自己有何任務等概念。

表 2 C86 概念訪談答題結果之次數分配表

	空白		正確		錯誤		Total	
	Count	%	Count	%	Count	%	Count	%
A1 肺臟	9	(39.1)	13	(56.5)	1	(4.3)	23	(100.0)
A2 二尖瓣	11	(47.8)	10	(43.5)	2	(8.7)	23	(100.0)
A3 全身末梢	11	(47.8)	11	(47.8)	1	(4.3)	23	(100.0)
A4 檢視錯誤	14	(60.9)	8	(34.8)	1	(4.3)	23	(100.0)
B1 全身末梢	12	(52.2)	11	(47.8)	0	(.0)	23	(100.0)
B2 三尖瓣	11	(47.8)	8	(34.8)	4	(17.4)	23	(100.0)
B3 肺臟	11	(47.8)	11	(47.8)	1	(4.3)	23	(100.0)
B4 檢視錯誤	14	(60.9)	8	(34.8)	1	(4.3)	23	(100.0)

由 C86 概念訪談與 C86-PUooMA 參與度調查得分之間呈現顯著中度相關 (表 3)，驗證實驗對象確實參與 C86 活動，同時參與度亦與心肺循環測驗總分有顯著中度相關，高度參與者其測驗分數高，透過遊戲方式增加了對學習有幫助的外在負荷，這樣的負荷便是增生認知負荷。各測驗得分與認知負荷之間呈現負相關，高成就者其負荷低，能夠有效降低學習的認知負荷，學習的表現會較好。

表 3 調查結果之 Pearson 相關係數

	1	2	3	4
1. 認知負荷	1			
	28			
2. 心肺循環測驗總分	-.334	1		
	27	27		
3. C86 概念訪談得分	-.329	.366	1	
	22	21	23	
4. C86-PUooMA 參與度總分	-.143	.496(*)	.642(**)	1
	22	21	23	23

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

C86 概念訪談的第二部分為開放式問題，由學習者針對該活動之優缺點及修正建議自行闡述，綜合歷年結果，多數學習者對活動的反應皆屬正向，不外乎對循環結構的認識或記憶有所幫助，例如：

- 可以讓我們更瞭解心臟的結構 (95502)
- 可以幫助瞭解心臟結構及血液的流動 (96505)

五專部的學生能感受到活動的生動有趣，取代傳統呆板的講述教學，例如：

- 可讓大家有比較深刻的印象，有的老師上課就比較死板，只顧著講都沒有互動，而這樣的循環單元讓我們自己玩，還不錯(96512)
- 幫助學習速度，使上課中帶點輕鬆愉悅(97508)
- 在遊戲時還可以學習，我覺得很酷！算是一種較無壓力的學習，大家也比較不排斥，是大家很喜愛的新教學方式(97517)

四技學生雖然願意接受該活動，但多數參與者或不願意參與的學習者表示稍覺幼稚無聊。藉此提出未來教學上的建議，C86 活動適用在五專或低成就學生，四技二專已具有較高層次的認知發展者會覺得幼稚無聊，參與度不高，但不可否認的是該活動在心臟結構及血流路徑的認識上，仍是有所貢獻的。

(三) CPCCCD 後測調查結果

以 CPCCCD 後測第 30 題調查：C86 活動對認識循環系統的哪一部份是有幫助的？結果除 2 人 (7.1%) 未答外，以心臟結構 (25.0%)、血液循環 (28.6%) 及以上皆是 (21.4%) 為多數，兼具心臟與血液循環者次之 (14.3%)，唯在血管種類 (3.6%) 的認識上似乎出現未發揮功能的感受，值得後續研究加強之。

最後請實驗對象描述今天循環系統的教學活動，與過去在高中或高職學習時的不同處。亦可歸類為以下三種情況：

1、教學策略的改變，例如：

C86 比較活潑，和高中的貝多芬比起來好多了 (9741002)、以前比較死板的背 (9741008)、沒有用這種方式上過課 (9741010)、有遊戲 (9741025)、透過遊戲可以比較了解 (9741034)、高中沒有學過生物，但現在感覺還不錯 (9741042)、比較活潑 (9741040)、比較清楚，也能輕鬆學習 (9741058)、今天是比較愉快的心情在學習～是很好的幫助 (97412017)、高中無手動操作的活動，無法從遊戲中取得學習 (9541218)。

2、促進理解，例如

比較能理解一些 (9741012)、高中有學過，但還是不清楚，但現在還 OK！(9741018)、有從學習中更加去了解(9741032)、了解大部分構造名稱，but 不知道順序(9741038)、清楚多了，比較了解(9741054)、我覺得到了大學有種更深入的了解心臟的構造，比國高中差好多喔(9741270)。

3、難度增加，例如：

比較艱深困難 (9741016)、都一樣複雜 (9741020)

(四) 部落格調查結果

研究者進一步以奇摩無名小站個人部落格 (圖 1) 收集 C86 參與情況及感受調查結果，就教室觀察將參與情形分為以下四種：(1)專心專情地參與 (73.3%)，不僅舉棋前進，也了解個中原理。例如在肺的體呼吸及全身末梢的細胞呼吸進行了氣體交換，注意到循環路徑的相關結構，遊戲結束後即非常熟悉心肺循環路徑。(2)專心但不專情(20.0%)，就是很認真的在玩，但不知道在玩什麼？也不知道有沒有走對？(3)不專心更不專情(0.0%)，為了敷衍老師，隨便玩一玩交差了事，當然更不知道在玩什麼？(4)沒心沒情的人 (0.0%)，就是上課一直在睡覺又又睏。15 名回應者中對於該活動亦給予正面的肯定 (附錄三)。

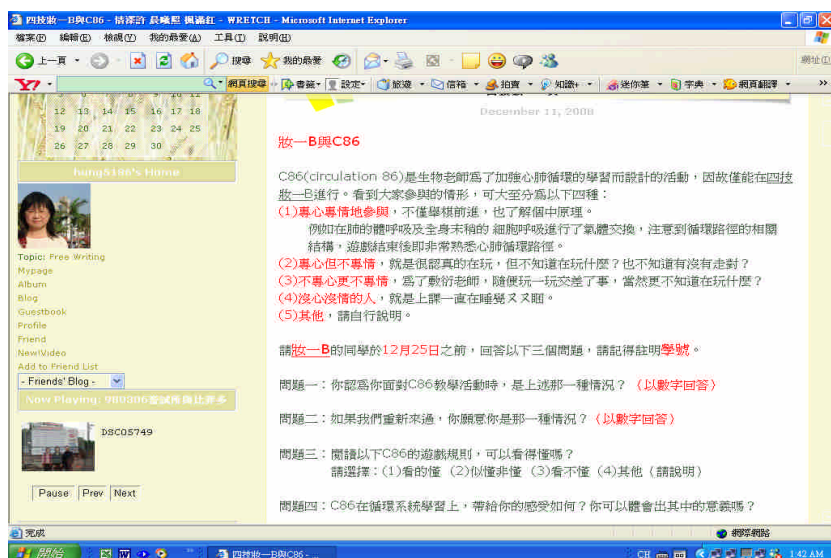


圖 1 奇摩無名小站個人部落格之 C86 參與及感受調查畫面

五、結論

學習貴在意義，倘若學習者能將外在訊息與既存知識聯結，併入已存的認知結構中，就能導致有意義的學習；如果沒有理解學習內容而強行記憶，便是一種死記的學習。在心肺循環概念的學習上，提出增生負荷學習任務，雖然增加了學習的負擔，但是付出的心智努力對學習知識的建構是有幫助的，避免強行記憶而失去意義。

增生認知負荷學習任務是一種認知驅動策略的應用，採用遊戲情境。遊戲化評量（系列實作評量）不僅能激發學生參與興趣，更能讓學生在遊戲中評量、在遊戲中成長。遊戲化評量讓學生參與遊戲，身歷其境通常對學生極具吸引力，小從小學大到研究所的學生均喜歡以遊戲化取代呆板的紙筆測驗或其他評量方式（李坤崇，民 88），「讓學習變成遊戲」、「想辦法讓它變得更有意思」是大學生用來增加興趣的動機策略（Wolters, 1998），也是本研究為技專院校學生之深感艱深困難的循環單元提出 C86 遊戲活動的理念依據。

知覺驅動的意義在於要驅動學習者處在學習環境中的知覺，就研究者的經驗看來，技專院校的學生，在學習的態度上並非積極主動，對於不感興趣的學科，會採取睡眠或談話等逃避政策，教師若對其不理不睬的放棄，那麼日積月累，學習者勢必在評量失敗後又因重修再回到你的課室。因此在第一現場的學習上，提醒學習者注意學習內容，除了傳統講述之外，提出適當的學習策略使學習者對教材動手，產生知的感覺，正如研究者在課室中經常對學習者提醒的一句話「要知道你在做什麼及為什麼要這樣做！」。

探析學習任務之有效性的方式，除了發展相關工具以外，以部落格作為溝通工具，全天候無時差均可進行，所有內容亦可保留傳承。教學評量不再是單一的紙筆或侷限在課室環境內，Vygosky (1978) 致力提倡師生間的互動，有助於教師知識的傳輸，同時對於學生概念理解、重組、轉換過程的檢視亦有極大的助益。教師透過部落格的輔助，使學生在課後跨越時空情境，為學習進行反思或提供學習心得、意見等教學上的回饋，透過平台使教與學成為一種分享的機制。

六、參考文獻

- 李坤崇 (1999)。多元化教學評量。臺北：心理出版社。
- 李坤崇 (2006)。教學目標、能力指標與評量。台北：高等教育。
- 施保旭 (2008)。網路科技與教學創新。台北市終身學習網通訊，41，13-18。
- 許照紅、黃台珠 (2006)。促進人體循環作用理解與圖形推理教學順序之初探。論文發表於 2006 數理教學及師資培育研討會：統整課程教學及師資培育。彰化：國立彰化師範大學。
- 陳蜜桃 (2003)。認知負荷理論及其對教學的啟示。教育學刊，21，29-51。
- 黃克文 (1996)。認知負荷與個人特質及學習成就之關聯。台北市：國立台北師範學院國民教育研究所碩士論文 (未出版)。
- 蔡元隆 (2006)。從批判教育學「去霸權性」的基礎概念初討數位落差的新文化再製觀。教育社會學通訊期刊，71，18-30。
- 蔡元隆、侯香如 (2007)。教師教學部落格的角色定位之探討及其在教學上的意涵。中等教育，58(2)，8-23。
- Ausubel, D.P. (1980). *Educational Psychology: A Cognitive View*. New York: Holt, Rinehart and Winston, Inc.
- Clark, R., Nguyen, F., & Sweller, J. (2006). *Efficiency in Learning: Evidence-based guidelines to manage cognitive load*. John Wiley & Sons, Inc. 26-41.
- Sweller, J., van Merriënboer, J.J.G., & Paas, F. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10(3), 251-296.
- Vygotsky, L. (1978). Interaction between learning and development. In M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner, & E. Souberman (Eds), *Mind in society: The development of higher psychological process*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 79-91.
- Wolters, C. (1998). Self-regulated learning and college students' regulation of motivation. *Journal of Educational Psychology*, 90(2), 224-235.