



從認知負荷理論談英語教學之實施

沈碩彬／國立高雄師範大學教育學系碩士生

摘要

英語是世界溝通的語言，近年來國內也十分強調學童的英語學習，甚至已經向下延伸到國小。筆者透過認知負荷理論，談英語教學工作者應當如何進行教學，才不會致使學生的認知負荷過高。本文首先介紹認知負荷理論的意涵，接著探討認知負荷理論在英語教學上的啟示，最後形成結論，期望能帶給英語教師教學上的參考。

關鍵字：認知負荷、英語教學、英語學習

一、前言

英語是世界溝通的強勢語言，而英語教學近來已成為國內熱門的話題。教育部為因應時代潮流及提升學生英語能力，遂於90學年度起，自國小五、六年級開始實施英語教育，並於94學年度起向下延伸至國小三年級開始實施。

在認知心理學領域之中的「認知負荷理論」，近十年來因為Sweller、Paas、Yeung等人將其觀念加以擴充，並應用在教育研究之上，使得該理論日益受到重視（Sweller, 1988, 1989, 1990; Paas, 1992; Yeung, 1997）。筆者在研讀認知負荷理論的相關文獻過後，發現此理論可以提供英語教學相關的理論依據，所以希望能從認知負荷的觀點，來說明如何進行英語教學。本文首先探討認知負荷理論的基本意涵，再來進一步應用於英語教學的現場，以期能提供英語教師教學之參考。

二、認知負荷理論的意涵

認知負荷（cognitive load）的理論，在早期又稱作「心智工作負荷」（mental workload），許多學者原本發展此類理論的意圖並不在於教育上的應用，而是用於軍事與各種企業之上（Aasman et al., 1988; Boff & Thomas, 1986; Jex, 1988）。直到Sweller（1988, 1989, 1990）將此觀念引入教育界，學界才開始聚焦於探討教學法、學習內容對於學習者概念獲得與認知層面的影響，並命名為「認知負荷」。以下一一介紹認知負荷理論的基本假定、定義、來源、特性以及類型。

（一）認知負荷的基本假定

認知負荷有一些基本假定必須加以說明，其要點臚列如下（宋曜廷，2000；Sweller, Van Merriënboer & Paas, 1998）：

1. 人類的運作記憶容量是有限的。

個體接收新訊息時，由於運作記憶容量有限，所以如果需要一次處理多個訊息，容易造成認知負荷過重。此外，若待處理的訊息其本身內部要素（elements）的互動性高，必須相互參照後才能了解，則個體將更耗費短期記憶容量，因而產生更大的認知負荷，造成學習困難。

2. 人類的長期記憶本身並沒有容量上的限制。

由於長期記憶無容量限制的特性，使得專家與生手在處理某些事件上，產生極大的差異性。由於專家的長期記憶儲存了龐大的問題狀態（Problem states）知識，以及對應的解法，在面對問題情境時，可以自長期記憶中迅速的檢索出對應之策，但新手卻不



然。新手需要於短期記憶中進行推理和搜尋，進而耗費了許多精力。

3.知識是以基模（schema）的形式貯存在長期記憶中。

基模建構（schema construction）的過程使得人們發展複雜的工作技能，而基模在長期記憶中可以發揮組織與儲存知識的功能，並減低工作記憶的負荷。此乃因個體將許多佔用工作記憶容量的訊息融合成一個複雜的基模，而使之變成一個處理單位，因而降低工作記憶的負擔。

4.自動化是基模結構中重要的程序。

人類的訊息處理過程包含透過意識（conscious）來處理，或者透過自動化（automatic）來處理。意識處理發生在短期記憶中，會佔用許多運作記憶的空間。而自動化處理則少為意識所監控，佔用極少的運作記憶容量。許多知識技能起初都是經由意識處理，透過不斷地練習之後才轉換成自動化處理。（Sweller et al., 1998）。

（二）認知負荷的定義

延續基本假定所言，有多位學者對認知負荷提出看法，以下分成國外學者以及國內學者兩部分加以說明。

1.國外部份

（1）Jex（1988）：Jex認為認知負荷是學習者面對學習內容時，置身於一個相關的環境中，欲表現出符合適當任務的行為時，所意識到「任務要求」與「自身覺知能力」之間，心智負荷差異的評估。

（2）Paas（1992）：Paas認為認知負荷是一種多向度的概念，它包含心智負荷（mental load）和心智努力（mental effort）兩種成份。若個體對於學習內容所覺知的困難度越大，或者個體在心智上越需要努力，則認知負荷就會越大。是故，工作任務太過困難，

或者工作需要投入極大心力，這都容易造成認知上的負荷過重。

（3）Sweller（1998）：Sweller在學習者的認知負荷與問題解決的研究中，指出傳統的問題解決法太強調解題技巧，學習者必須使用大量的認知記憶能力，導致沒有多餘的認知能力來從事學習與獲得基模，因而造成認知負荷。此外，認知負荷與短期記憶中的記憶單位數有關，個體若將一大堆的記憶項目貯存在短期記憶內，則容易形成「過度」的認知負荷（Sweller, 1988）。爾後，Sweller等人將認知負荷定義為：「將特定工作加諸於個體認知系統時，所產生的負荷量」（Sweller et al., 1998）。

2.國內部份

（1）黃克文（1996）：黃克文乃國內第一位引入認知負荷理論至國內的學者。他指出認知負荷係學習者在接收訊息、處理與運用的過程中，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，在當時的「心理」或「生理」上引起了負擔、重擔、苦惱與憂慮，甚至失敗、挫折的後設概念。

（2）宋曜廷（2000）：認為認知負荷係個體執行某種作業的過程中，因作業特性所需的認知能量（capacities）或認知資源（resources）而造成認知系統（特別是運作記憶）的負載狀態。

歸結以上學者的觀點，筆者認為：「認知負荷係個體面對工作或任務情境時，由於處理訊息而感受到心智負荷與心智努力的負荷總量。而任務的質、量、情境等因素則是構成認知負荷是否超載的重要原因。」



（三）認知負荷的來源

Marcus et al. (1996) 在探討認知負荷與理解式教學的研究中，指出教學過程中影響認知負荷的三個因素，分別是先備經驗、教材的本質以及教材的組織，分析如後：

1. 個體的先備經驗 (prior experience)：

個體為了能夠瞭解訊息，必須動用到運作記憶來處理訊息，而訊息量是否超出工作記憶的容量，則是個體能否瞭解學習內容的關鍵。個體若具備先備經驗，且能將新訊息與自動化基模相互結合，將可把工作記憶的負荷降到最低，對於學習材料也越感到容易理解。反之，若無基模可與訊息作結合，使得各訊息獨立的佔用工作記憶，將導致理解失敗。因此，先備經驗的存在與否，可說是認知負荷的首要來源，且藉由自動化基模可以降低認知負荷、幫助理解。

2. 學習教材的本質 (nature of the material)：

教材內部要素間的關聯程度也是造成認知負荷的來源之一。個體對於要素間關聯程度較低的材料，可以加以獨立地處理要素，而不需參照其他資訊來源，所以訊息少時，可以加快學習理解，但若必須處理大量的訊息，可能造成學習的困難；另一方面，個體在學習要素間關連性高的教材時，亦可能會造成高的認知負荷而難以理解，其原因在於個體必須將較多的要素同時置入工作記憶區中來思考，如此一來造成高的負荷量而阻礙理解。

3. 學習教材的組織 (organization)：

不同訊息的特性，應該以適當的方式來處理，才能避免認知負荷產生，以增進理解。例如有研究發現，圖形宜採平行式 (Parallel connections) 的處理，而文字則適合以序列 (serial connections) 的方式來處理。

（四）認知負荷的特性

國內學者黃克文 (1996) 彙整相關資料後，指出認知負荷有以下特性：

1. 假設性：當學習者置身於學習脈絡中，學習要求、學習環境、學習方式，加諸於學習者之心理與情緒上，所決定而來的概念。此假設性可能與事實符合，也可能與事實相差很大，主要是受制於學習者本身的因素（個別差異）與學習內容。
2. 互動性：認知負荷不會憑空出現，是在個體認知的過程中，與認知對象有所接觸之後才產生的。個體在其本身之內在條件上，使用記憶、概念、策略等方法去面對外在條件的互動過程中，才產生認知負荷。
3. 波動性：因為認知負荷有假設性的之本質，所以認知負荷會隨著影響學習成就之因素的作用而變動。例如，學習者之內在因素，如情意、智能改變、成熟度變化、學習策略等；或是外在因素，如壓力、期望、增強、懲罰以及學習氣氛、學習環境等，都會影響認知負荷。
4. 個別性：同一件任務或學習歷程，對不同學習者而言，會有不同程度之認知負荷。而同樣程度之認知負荷，對能力高的學習者來說，不會造成影響，可是對能力低者而言，可能造成很大的心智負擔，而影響學習成效。
5. 多方位性：認知負荷是複雜的、多面向的 (multi-faceted)，它建立在多重輸入與多重輸出之動態系統基礎上。因為來源可能是多重的，作用機制也可能是多重的，而表現更可能是多向度的。



6.感知性：Paas及Van Merriënboer（1994）認為學習者有能力去內省（introspect）本身的認知過程，並記錄所耗費之心智努力的數量多寡。

除此之外，根據文獻探討，認知負荷亦具有是「有限性」以及「可控性」兩種特質。「有限性」意指個體的認知負荷量有一定的瓶頸，並非無所限制。一旦接收的訊息超過個體認知的能力，則形成「過度」的認知負荷，使個體無法辨識訊息的意涵，導致訊息處理失敗。倘若訊息所造成的總認知負荷量未超出個體的負載範圍，則個體可有效處理訊息。至於「可操控性」係指藉由對工作任務、學習材料以及個體本身等認知負荷來源的操控或改善，將可降低個體的認知負荷（Paas, 1992；Paas & Van Merriënboer, 1994；Sweller et al., 1998；Yeung et al., 1997）。

（五）認知負荷的類型

Sweller et al.（1998）從教學設計的觀點，依認知負荷的來源而將認知負荷分為三類：

1.內在認知負荷

內在認知負荷（intrinsic cognitive load）主要受到教材本身要素間相互關連程度的影響，亦即受到教材本身的難易程度之影響。個體面對低要素關連的教材時，因無須去參照其他元素，因此運作記憶負荷就會降低。反之，若個體面對要素間關連性高的學習材料時，需將大量的要素同時置入運作記憶區中，因此將造成較高的內在認知負荷。

內在認知負荷是不能藉由教學設計來改變，只有將教材內在要素間的相互關連性簡化，才能降低認知負荷；然而對於教材內在要素間相互關連性高的複雜教材，內在認知負荷的產生是無可避免的。

2.外在認知負荷

外在認知負荷（extraneous cognitive

load）是教學設計者在教材設計及呈現教材的過程忽略運作記憶的限制，造成學習者認知上的負荷。而此種負荷是外加的，不同於內在認知負荷是無法改變，所以減少外在認知負荷是必要的。而外在認知負荷是可以藉由教學設計者修正教材及呈現方式來降低的，故此為認知負荷研究的重點之一。

3.增生認知負荷

增生認知負荷（germane cognitive load）係指藉由教學設計來適當地呈現教材，吸引學生專注於學習內容的認知過程及基模建構。但唯有在內在認知負荷、外在認知負荷與增生認知負荷三者的總負荷量未超出學習者的負荷量時，適當引入增生認知負荷才有意義。

綜合上述三種認知負荷型態可知，增生認知負荷很像外在認知負荷，但外在認知負荷會干擾學習，而增生負荷卻會提昇學習效果。內在認知負荷較低時，學習者很容易就了解教材，就無須藉由教學設計來降低外在認知負荷；但當內在認知負荷較高時，則要透過教學設計來降低外在認知負荷，並運用增生認知負荷來建構學習新內容所需的基模，幫助學習者在有限運作記憶中處理訊息。

三、認知負荷理論在英語教學的啟示

從上述對於認知負荷理論的介紹，以下茲分為學生及教材兩方面來說明認知負荷理論對英語教育的啟示：

（一）學生方面

1.依認知負荷高低來學習英語

國小英語教育中，由於重視學生動機之培養，所以不教授過多文法概念，但也有部分學童已經到補習班學習了較多文法，因此不同學童的英語學習差異頗大。而研究發現：有經驗的學習者認知負荷較低，而生手



學習者則有較高的認知負荷（Marcus et al., 1996；Paas & Van Merriënboer, 1994），因此，家長與教師應首先協助學生了解自己的認知負荷程度高低，再給予適當之英語教育。

2.應培養學生專門知能

Kalyuga等人在研究中指出，學生的專門知能水準提升，可促進學生從生手成為專家，因而降低認知負荷（Kalyuga, Ayres, Chandler, Sweller, 2003）。所以儘管國小英語教育普遍以提升學習動機和基本聽說能力為主，但基礎文法觀念之建立仍不可忽視，如此始能培養學生英語基本之專門知能，從而降低學生英語學習之認知負荷。

3.提升學習者處理自身認知負荷的能力

Bannert（2002）認為應強調學習者本身處理認知負荷能力的重要。據此，在英語教育的進行當中，提升學生本身處理自身認知負荷的能力，為自我設立目標，自然極為重要。讓學生理解到英語學習本身是有趣的，但也是需要努力的，所以國小英語學習要成為國中英語學習之預備，不能全然只求好玩、有趣，也要積極學習，讓它成為生活中的一種能力。

（二）教材方面

Sweller et al.（1998）以及Van Merriënboer & Ayres（2005）根據各學科的研究成果，提出開放目標、範例精緻、完成問題、注意力分散、重複、變化、型態等效應，可作為降低外在認知負荷的教學原則，筆者將之應用在英語教學上，說明如下。

1.開放目標效應（goal-free effect）：Sweller等人主張採取開放目標的方式，讓學生多方地表達自己的思考，在不受限制的狀況之下，使學習效果和基模之間產生關聯，以減少外在的認知負荷。以英語教學而言，可以採取看圖說故事的方式，讓學生試著用簡單的英文來表達，使學生不因限制而提高認知負荷，更可培養學童之創造

力，收一舉兩得之效。

2.範例精緻化效應（work example effect）：Sweller等人提出「精緻性範例」，和我們一般所呈現的範例有所不同，此範例須著重在其問題狀態、呈現步驟以及使學生可以歸納出衍生問題或基模的設計。英語教學常常使用範例，但也因此容易變得浮濫而無法達成效果。所以如何控制範例的質與量，則是教學工作者須好好思考的部份。

3.完成問題效應（completion problem effect）：所謂完成性的問題意即給予部份問題的解答或答題目標，使學習者接續完成解答。一般我們可能稱作「提示」，但是其實意義不同，完成問題效應主要在減少學生的外在認知負荷並幫助基模建立、達成較佳的學習遷移。若將之應用在英語教學上，可見下列合併句子的例子。教師首先視答題同學的認知負荷高低（可由其程度窺知一二），給予部份問題解答，並鼓勵其接續答案的完成。如呈現：The dog is barking in _____，之後再給數個同樣類型的練習，以求能順利形成學習遷移。

The dog is in front of the door.

The dog is barking.

→The dog is _____.

4.分散注意力效應（split-attention effect）：分散注意力效應是指面對多重訊息，這些訊息須加以整合才能達到學習成效。且最好同時、同位置呈現，若不同位置或不同時間呈現，會形成注意力分散，將會增加認知負荷。由於英語並非台灣學生之母語，所以應避免讓學生又看課本、又得看黑板，容易產生分心。因此善用教具，在台上一致性地呈現教材，可降低學生之認知負荷（林明正，2006）。

5.重複效應（redundancy effect）：當學習者面臨多重的訊息來源，且這些訊息自身的意義明確，則可獨立呈現，無須互相參照



整合。例如單字教學時，若圖片能讓學生理解該單字意義，就無須呈現英語解說之部分，否則反增加學生之認知負荷。除非圖形和文字敘述都具有補充說明的功能，不然單純的圖片呈現或文字敘述反而可降低學生的認知負荷（吳金聰，2006）。

6. 變化效應（variability effect）：學習者在進行解題時，變換不同的問題與情境，將有助於基模的建立與學習遷移的發展。舉例來說，當英語教師教導like + Ving的用法時，可以結合時事來變換不同的情境。例如：Jay likes singing in the stage.（杰倫喜歡在台上唱歌）上述例句使用年輕人時下的偶像歌手周杰倫，會讓學生感到親切；另外也可以換個情境形成對照，如：Jolin likes singing alone better.（不過依琳比較喜歡獨自唱歌）上述例句則轉為孤獨的場景形成對照。另外可以變換要加在like之後的動詞，這同樣也是屬於情境的變換，有助於降低學生的認知負荷。

7. 型態效應（modality effect）：人類的工作記憶可以同時處理形碼與聲碼這兩種型態的訊息，學生在學習英語的過程中，可以透過這兩種訊息的同時出現，降低學生本身學習的認知負荷，如教師善用多媒體（李世忠、葉盈秀；陳蜜桃，2003）。這部份效應的運用尚需同時注意不要引起分散注意力效應，所以在整合訊息上要特別花費心思，不應呈現過多的訊息，以免致使外在認知負荷過高。

四、結論

認知負荷是個體在執行某種工作的過程中，個體所感受到的心智負荷與心智努力的負荷狀態。依Paas & Sweller等人所提出「教學效能」的評估方法，可知教學效能是由學習者的心智努力和學習成效所決定的（Paas & Van Merriënboer, 1994；Sweller, 1998）。筆者在研讀認知心理的各種文獻之後，深覺在英語教學過程中，如何不讓學生的心智努力負荷狀態超載，是每一位英語教師都應當好好研究的課題之一。

筆者曾認識一位年過50的國中英語教師，他教導以下例句：The soup is so hot. The news is so hot. And the girl is so hot!上述英文句子翻譯成中文，結果是：「這碗湯很燙，這個新聞很夯（ㄉㄤ），這小姐太辣啦！」如同這位教師透過讓教學變得有趣的方式，來減低學生的認知負荷一般，所有英語教育工作者都應當擁有這種能力。我們雖然不能確定這位老師透過教導以上例句，能夠達到「幫助學生考試」的目的；但可以確認的是，這種方式可以減低學生的認知負荷，進而幫助學生在生活上使用英語。其實回頭想想，學習英語的目的是什麼？或許每位英語教師想通之後，就不會一直要求學生學習過多的例句和文法！在英語教學的過程中，英語教師不能只是教導他們面對考卷，成為答題的機器，這樣容易加高他們的認知負荷、扼殺他們學習的動力！所以英語教師應當要時時提醒自己所面對的每一位學生都有不同的認知負荷程度，如何在課程上呈現教材，以及如何依照學生程度給予適性教學，都是認知負荷理論可以給英語教學工作者的啟示。



參考文獻

- 李世忠、葉盈秀（2006）。認知負荷與多媒體教材設計之探討。視聽教育雙月刊，47（6），1-19。
- 宋曜廷（2000）。先前知識、文章結構與多媒體呈現對文章學習的影響。國立台灣師範大學教育心理與輔導研究所博士論文，未出版，台北市。
- 吳金聰（2006）。認知負荷理論及其在資源班教學上的應用：以國語和數學為例。教育研究，14，179-190。
- 陳蜜桃（2003）。認知負荷理論在教學上的應用。國立高雄師範大學教育學系教育學刊，21，29-51。
- 黃克文（1996）。認知負荷與個人特質及學習成就之關聯。國立台北師範學院國民教育研究所碩士論文，未出版，台北市。
- Aasman, J., Wijers, A. A., Mulder, G. & Mulder, L. M. (1988). Measuring mental fatigue in normal daily working routines. In P. A. Hancock, & N. M. Meshkati, (Eds), Human mental workload (pp.117-138). Amsterdam: Elsevier
- Bannert, M. (2002). Managing cognitive load: Recent trends in cognitive load theory. Learning and Instruction, 12, 139-146.
- Boff, K. K. L. & Thomas, J. (1986). Handbook of perception and human performance. New York: Wiley.
- Jex, H. R. (1988). Measuring mental working : Problems, progress and promises. In P. A. Hancock & N. M. Meshkati, (Eds). Human mental workload (pp. 5-40). Amsterdam North-Holland: Elsevier .
- Kayuga, S., Ayres, P., Chandler, P., & Sweller, J. (2003). The expertise reversal effect. Educational Psychologist, 38(1), 23-31.
- Marcus, N., Cooper, M., & Sweller, J (1996). Understanding instruction. Journal of Wducayional Psychology, 88(1), 49-63.
- Paas, F. G. W. (1992). Training strategies for attaining transfer of problem-solving skill in statistics: A cognitive load approach. Journal of Educational Psychology, 84, 429-434.
- Paas, F. G. W., & Van Merriënboer J. J. G. (1994). Variability of worked examples and transfer of geometrical problem solving: A cognitive load approach. Journal of Educational Psychology, 86, 122-133.
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. Cognitive Science, 12, 257-285.
- Sweller, J. (1989). Cognitive technology: Some procedures for facilitating learning and problem solving in mathematics and science. Journal of Educational Psychology, 81, 457-466.
- Sweller, J. (1990). On the limited evidence for the strategies. Journal for Research in Mathmatics Education, 21(5), 411-415.
- Sweller, J., Van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F G. W. C. (1998). Cognitive architecture and instructional design. Educational Psychology Review, 10(3), 251-285.
- Van Merriënboer, J. J. G & Ayres, P. (2005). Research on cognitive load theory and its design implications for e-learning. Education Technology Research & Development, 53(3), 5-13.
- Yeung, A. S., Jin, P. & Sweller, J. (1997). Cognitive load and leaner expertise: Split-attention and redundancy effects in reading with explanatory notes. Contemporary Educational Psychology, 23, 1-21.



專

論

