

# 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

吳金聰

認知負荷理論是認知心理學的一環，主要在研究認知歷程和教學與教學設計的關係。此理論對資源班教學具有很大的參考價值。所以，本文首先陳述認知負荷理論的基本假定、來源、類型、理論架構，並探討這些理論在教學上的意涵；接著，依據這些意涵，蒐集相關文獻並融入自己的教學經驗，就教學準備、教學起始、教學活動、教學評量、教學結束等階段，提出可供資源班教學參考的教學方法、策略、或意見。

關鍵詞：認知負荷理論、教學、資源班

## Cognitive Load Theory and its Application to Resource Class: Taking Language and Mathematics as an Example.

### Abstract

This article aimed to explore the cognitive load theory and its implications in raising instructional ideas. So, this article stated the basic assumptions, origin, categories, and theoretical framework of cognitive load theory first. Then, the implications of cognitive load theory were discussed. Meanwhile, in accordance with those implications, the instructional ideas, strategies and methods were raised from these collected literature and experience of researchers. Finally, the outcome of this article could serve as a useful reference for the teachers of resource classes.

Keywords: cognitive load theory, instruction, resource class

## 壹、前言

早期的特殊教育是採隔離式特殊教育學校或班級的教育方式，但在回歸主流的主張下，發展出「資源班」的教學型態。被安置到資源班的學生大多屬於學障、智障、自閉症……等身心障礙生，其中以智障與學障者最多。這些學生大部分有注意力、記憶、認知等的缺陷，而這些缺陷又大都與認知理論中的訊息處理有關。

約二年前，研究者從普通班轉任資源班，教授對象以智障與學障生居多，教學科目以國語和數學為主。由於習慣普通班教學，因此，第一年的教學大都以普通班的教學方法對資源班學生進行教學，然而，這樣的教學成效並不佳，造成研究者的挫折感，甚至有不如歸去的念頭。在與其他資源班教師的意見交流中，發現他們也有類似的情形。為了改善此情形，因而蒐集與訊息處理有關的文獻，發現「認知負荷」是認知理論的一環，其是研究認知歷程和教學與教學設計關係的一重要理論，且已有一些研究成果可供教學參考（陳蜜桃，2003）。

基於上述理由，本文的主要目的：探討認知負荷理論在資源班教學上的應用，以做為改善自己的教學，及其他教育工作者教學上的參考。

## 貳、認知負荷理論及其在教學上的意涵

### 一、認知負荷理論的基本假定

認知負荷（cognitive load）意指：將一特定工作加在學習者的認知系統時所產生的負荷。其對人類認知架構有一些基本假定（宋曜廷，2000；Mousavi, Low & Sweller, 1995；Sweller, Van Merriënboer & Paas, 1998）：

#### （一）工作記憶容量有限

一般人的工作記憶容量很小，當人們要將訊息加以記憶時，須利用工作記憶將訊息進一步的認識與理解，才易於保留而進入長期記憶。但，若訊息的內部要素間相互關聯性強，須互相參照才能理解時，就得有較大的工作記憶容量，會產生更大的認知負荷，導致學習困難。

#### （二）長期記憶容量沒有限制

人類的長期記憶可保持很長的時間，是長期記憶和工作記憶的最大差別。長期記憶所儲存的知識內容是專家和生手的主要差別。遇問題時，專家可立即從長期記憶中提取解決的策略；生手則只能在短期記憶中進行推理和搜尋，浪費工作記憶的容量，造成認知負荷，以致學習困難。

#### （三）知識與技能是以基模的型態存於長期記憶中

基模是敘述性知識的一種形式，經簡單到複雜，由粗糙到精緻的建構過程才存於長期記憶中；此過程也是專門知識的發展歷程。故，基模在長期記憶中具有組織和儲存訊息的功能。另，基模在工作記憶中也可以與訊息融合成更複雜的基模，被當成一個處理單位，因而降低工作記憶的負荷。

#### （四）基模運作自動化是建構基模的重要過程

所有的訊息處理都是透過控制處理與自動化處理進行。控制處理在工作記憶中進行，受意識所

控制，運作時佔據許多工作記憶容量；但自動化處理，則藉由練習而將基模運作自動化，當自動化時，所需的記憶空間很少，相對的降低認知負荷。

從基本假定來看人類的學習，其教學上的意涵如下：1.由於工作記憶的容量小，教學時宜利用各種方法協助學習者吸收訊息，並加以認識、分析與理解，進而形成基模，存於長期記憶中。2.知識是以基模型態存於長期記憶中，且長期記憶容量是無限的。故，教學時，宜協助學習者進行有效的練習，將學得的基模運作自動化，以降低認知負荷。

## 二、認知負荷的來源

Paas和Van Merriënboer認為認知負荷是一多向度的構念，此構念包括因果要素（causal factors）與評估要素（assessment factors）（Paas & Van Merriënboer, 1994）：

### （一）因果要素

因果要素是造成認知負荷的來源，包括學習者特性、任務與環境、及其交互作用（陳彙芳，1999；Paas & Van Merriënboer, 1994），敘述如下：

1.學習者的特性：指學習者本身的認知能力、認知型態、先備知識與經驗（陳蜜桃，2003）、年齡等。

2.學習環境（任務）：指時間壓力、噪音、溫度、複雜度、學習內容、資訊展現方式、教材編排方式、學習程序等（陳彙芳，1999）。

3.二者之交互作用。例：績效、動機、激勵（陳彙芳，1999）。

### （二）評估要素

評估要素是認知負荷所導致的結果，其包括心智負荷（mental load）、心智努力（mental effort）、表現（performance），藉此三要素可測量、評估學習者的認知負荷（陳彙芳，1999；Paas & Van Merriënboer, 1994）。

1.心智負荷：以工作為核心的層面，是工作或環境需求所造成，其與內在或外在特性有關。

2.心智努力：以人為核心的層面，是學習者為了完成任務所需的努力，屬於心智控制處理。

3.表現：學習者的表現是心智負荷、心智努力、及上述的因果要素的反映。

從認知負荷的來源來探討學習，有下列的教學意涵：1.學習者的特性會影響認知負荷。故，要有好的學習表現，必得克服這些特性所造成的影響。例如，教學前，先補足學習者的先備知識、經驗，瞭解其認知型態，以協助其降低認知負荷。2.學習環境（任務），對於認知負荷有很大影響。因此，教師宜想辦法排除。例如，將學習內容依難易程度加以計劃安排；將教材資訊作適當的呈現；教學或學習活動做漸進安排；給予學生適度的學習時間；布置一無噪音干擾的舒適學習環境供學生學習。這都將有助認知負荷的降低，促進學習。

## 三、認知負荷的類型

Sweller 等人就教學設計的觀點，將認知負荷的來源分為三類（郭秀緞，2005；陳蜜桃，2003；Gerjets & Scheiter,2003；Pass, Tuovinen, Tabbers, & Van Gerven, 2003；Sweller et al., 1998）：

### （一）內在認知負荷（intrinsic cognitive load）

內在認知負荷屬於單獨學習內容的內在本質，含教材特質、學習者的程度、及二者之交互作用：

1.教材特質：內在認知負荷不會因教材呈現方式的不同而改變，其主要受到教材本身要素間相互關聯程度的影響，是教材本身的內在特性（難易程度）。當學習者面對要素間相互關聯性低的教材時，

其內在認知負荷較低。

**2.學習者的程度：**學習者的專門知識、先備經驗的不同程度也造成不同程度的內在認知負荷。學習者若將訊息與自動化的基模加以整合，將可降低工作記憶的負荷。

### (二) 外在認知負荷 (extrinsic cognitive load)

外在認知負荷主要受教材呈現方式 (教學方法)、教材設計、或活動本身的影響，又稱無效的認知負荷 (ineffective cognitive load)，是認知負荷的核心。其可藉由訊息呈現、訊息組織等設計而降低。

### (三) 增生認知負荷 (germane cognitive load)

增生認知負荷意旨藉由教學設計來吸引學生專注於學習內容的認知過程或基模建構，亦稱有效的認知負荷 (effective cognitive load)。適當的教材呈現方式，不但可降低外部認知負荷，也幫助學習者專心學習與建構基模。

內在認知負荷可經由基模的獲得和自動化來降低。外在認知負荷可藉由更有效的教學設計來降低；但，如果內在認知負荷是低的，外在認知負荷就較不重要。當內在認知負荷高時，外在認知負荷就需注意。當外在認知負荷降低時，學習者就有能力來增加增生認知負荷。不過，所有的總認知負荷量 (含內在、外在、增生認知負荷) 不能超過工作記憶負荷的限制 (郭秀緞，2005；陳蜜桃，2003)。

上述認知負荷類型的探討，在教學上有下列的意涵：1.上課前宜將教材由易而難加以分析安排，簡化教材的難度與複雜以降低學習者的內在認知負荷。2.上課時，學生若已具備先備知識可降低內在認知負荷，故，教師教學之初，宜先檢驗學生的先備知識。3.教學過程中，更需適度的呈現教材與引導以降低學生的外在認知負荷，而適度的呈現教材與教學引導，與維果斯基所主張的「在可能發展區內幫學生搭鷹架」的作法類似。4.教學後，更需透過有系統的練習，讓學生將所學的知識、技能自動化或形成基模，以產生增生認知負荷。

## 四、認知負荷的理論架構

1990 年代後期，認知負荷研究者開始重視教學設計中學習者專門知能的研究，發現專門知能 (expertise) 增加就能促進學習者由生手成爲專家 (陳蜜桃 2003)；Gerjets 和 Scheiter (2003) 更發現目標和處理策略是教學設計與認知負荷之間的中介因素，其理論概念架構如圖 1。

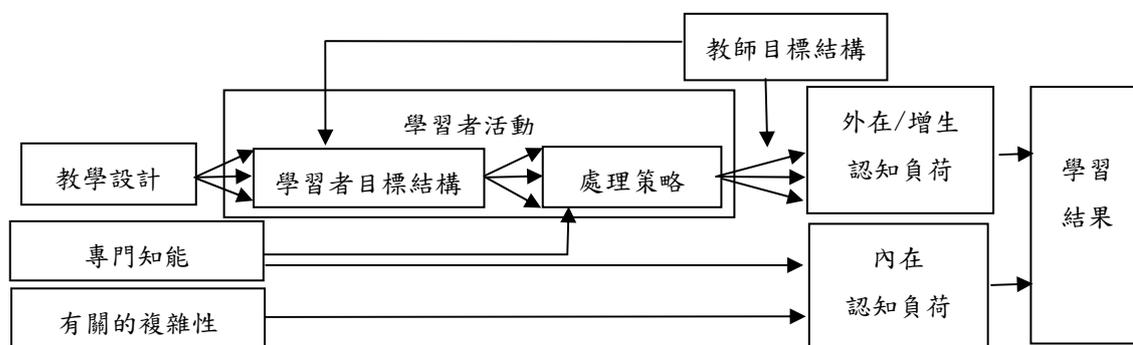


圖 1 Gerjets 和 Scheiter 的認知負荷理論概念架構圖 (取自 Gerjets & Scheiter, 2003:36)

架構圖中，教師目標結構不但影響學習者活動，也影響學習者活動產生外在認知負荷和增生認知負荷的歷程。學習者活動包含學習者目標結構和處理策略。專門知能影響內在認知負荷與處理策略（陳蜜桃 2003；Gerjets & Scheiter, 2003）。

Valcke 在 2002 年提出後設認知負荷（meta-cognitive load）的概念（概念架構如圖 2），其重視先備知識在認知負荷理論脈絡中的地位，也強調監控活動在訊息處理歷程中的重要性。任務（工作）環境影響外在認知負荷，外在認知負荷包含內在認知負荷，影響學習者的先備知識，先備知識影響增生認知負荷；增生認知負荷包含認知負荷的處理與後設認知負荷（引自陳蜜桃 2003）。

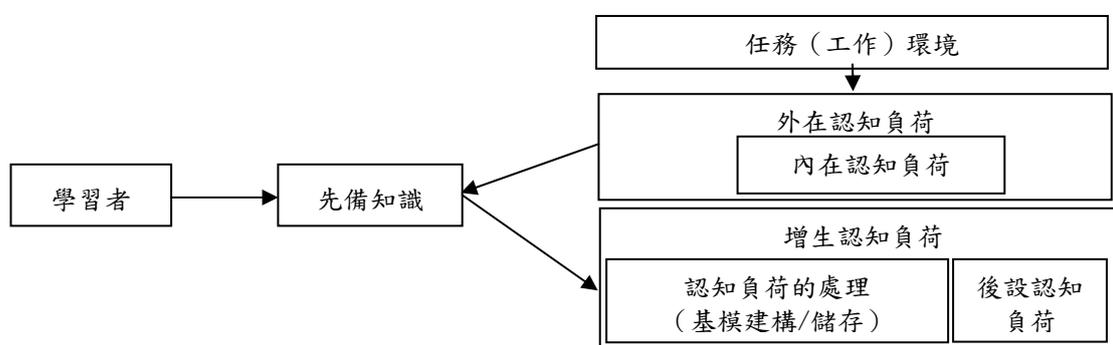


圖 2 Valcke 認知負荷理論概念架構圖（引自陳蜜桃 2003）

Gerjets 和 Scheiter 的理論架構重視學習者的歷程，認為學習者的目標和處理策略是教學設計與認知負荷之間的中介因素。Valcke 的理論架構則強調監控活動在訊息處理過程中的重要性，認為增生認知負荷包含認知負荷的處理與後設認知負荷。認知負荷對教學影響已開展到學習者的學習歷程，其在教學上的意涵是：教學過程中，應教學生「如何學習」的策略與後設認知策略，以產生增生認知負荷。

## 參、認知負荷理論在資源班不同教學階段的應用

資源班的學生，在先天下有智能上的缺陷，其承受認知負荷的能力勢必比一般學生還要差。因此，凡有助降低內在與外在認知負荷的教學，都是資源班教學可加以運用的。研究者根據上述理論的教學意涵、相關教學文獻（朱敬先，2002；胡永崇，2001；Gagne, Yekovich, & Yekovich, 1993/2005）、Sweller, et al. (1998) 所提的教學設計原則、以及自己的教學經驗，提出在資源班進行數學與國語教學時，可供不同教學階段應用的策略、方法、或意見：

### 一、教學準備階段—依教材的結構與學習者的認知能力由易而難 IEP

學習者的認知能力、教材特質不同，其內在認知負荷亦不同。因此，資源班教師在設計 IEP 時，

必須考慮學生的認知能力、先備知識的程度，設計個別教育方案（IEP）。內在認知負荷受到教材特質的影響，要素間相互關聯性低的教材，學習時不需將大量的要素置入工作記憶中，內在認知負荷較低。所以設計 IEP 時，宜以工作分析法將學習目標做適當的細分。舉例如下：

**數學：**要達「能解 20 以內的加法問題」的目標，需同時理解與使用進位與不進位的技能，同時要達成二者，關聯性過高，增加學生的內在認知負荷，宜再細分成：能解 20 以內的不進位加法問題、能解 20 以內的進位加法問題；甚至再細分成：能利用具體物解 20 以內的不進位加法問題、能利用半具體物解 20 以內的不進位加法問題、能利用算式解 20 以內的不進位加法問題；至於進位加法亦同。細分的程度可視個別學生的能力而定。

**國語：**設計國語科教學目標時，亦需把目標加以工作細分，細分方法與數學雷同。

## 二、教學起始階段—宜進行先備知識的檢驗或複習

教材呈現方式不同，會造成學習者不同程度的外在認知負荷。故，教學之初先檢驗學生的先備知識，以瞭解學生是否已具先備知識，若未具備則予以補救或協助，以降低學習時的內在認知負荷，此時雖有稍高的外在認知負荷，學生也可順利學習。舉例如下：

**數學：**對於無法使用乘法計算的資源班學生，可暫時允許其使用計算機計算解乘法應用題。

**國語：**朗讀課文前，可先複習生字、詞，再朗讀課文。

## 三、教學活動階段

### （一）使用能降低外在認知負荷的教材呈現策略

Sweller 等人根據各學科的研究成果，提出開放目的、示例、完成問題、分散注意、形態、重複、變化等效應，做為降低外在認知負荷的教學原則（Sweller, et al., 1998; Van Merriënboer & Ayres, 2005），其可應用於資源班教學：

#### 1. 示例效應的應用—多舉類似題

示例效應意指教程序性知識前，先呈現適當的例子供學生參考。舉例如下：

**數學：**進行數學科的計算技能練習或解題策略的應用時，可多舉類似題供學生演練。

**國語：**句型練習教學時，可多舉一些範例供學生模仿練習。

#### 2. 完成問題效應的應用

完成問題效應是指呈現一半解法，剩下由學習者完成。舉例如下：

**數學：**除法直式教學（ $348 \div 6$ ）時，第一步驟（商 5）可由教師示範完、講解完成，第二步驟（商 8）由學生求解完成解答（商 58）。比較複雜的算式（如四則運算）或文字題，亦可用此法。

**國語：**進行造句教學時，可先提供前半句或後半句的提示，亦可提供填空的句字，或提示情境供學生練習，等學生熟悉句型後，再脫離提示自行造句。也可先口述造句後再進行造句書寫。

#### 3. 變化效應的應用

變化效應是指，進行解題練習時，變換不同的問題狀態和情境，有助於基模的建立與發展。舉例如下：

**數學：**比較型減法教學時，應多呈現不同情境的問題供學生練習：「紅繩子 15 公分，綠繩子 8

公分，誰比較長？長多少？」、「小明有 23 顆糖，小英有 16 顆糖，誰比較少？少多少？」、……等。

**國語：**此效應原應用於數學，但亦可延伸用於生字詞的教學。如，學生新「教」字，可舉有「教」的詞語（如：教室、教師、教學、教書……），讓學生理解該字的使用，甚至讓學生自行造詞。句型練習亦可應用之。

#### 4. 型態效應的應用

型態效應是指，處理訊息時，可經由多重管道，分別處理不同的性質的訊息，而非單一模式。運作記憶區有二套訊息處理系統—視覺（如：動畫）與聽覺（如：旁白）。二者同時出現可降低短期記憶負荷。此效應可應用於使用、自製或購買電子媒體或軟體，亦可運用於教學。舉例如下：

**數學：**當教師進行文字題教學時，教師可以搭配圖示與口語解釋進行教學。

**國語：**此效應原應用於數學，但亦延伸用於造句和作文教學，教師可對所舉的例字（視覺）加以口述（旁白）說明。

#### 5. 開放目的效應的應用—重視學生自然的想法

開放目的效應是指，讓學生不受限制表達自己的思考過程的任一步驟和成果。此效應在數學教學上的應用就是允許學生以其自然想法解題。此效應比較適用於**數學**教學。例如，教二下學生解：「一條口香糖有 7 片，買 3 條有幾片？」的乘法問題時，學生尚未建立乘法概念，也未熟練乘法表，教師可暫時開放學生使用任何合理的自然想法解題（如：利用連加解題），等乘法概念穩固，乘法表熟記後，再要求使用乘法策略解題，此時產生了增生認知負荷，內在認知負荷已降低，已能承擔較高的外在認知負荷。

#### 6. 分散注意力效應的應用

分散注意力效應是指，面對多重訊息，這些訊息需加以整合才能達到學習時，最好同時、同位置呈現，若不同位置或不同時間呈現，注意力分散，增加負荷。此效應比較適用於**數學**教學。例如，圖形和文字不同頁呈現，學習者必須分開閱讀，才能將圖形與文字整合而理解，因而產生分散注意力的效應。故，資源班教師進行教學、教材編輯、選書、或評量命題時，宜注意此效應的問題。

#### 7. 重複效應的應用

重複效應是指，面對多重訊息，但訊息自身可獨立呈現不需整合就能理解，若同時、同位置呈現，增加運作記憶負荷。此效應比較適用於**數學**教學。例如，當文字題已詳細說明時，不宜再有詳細的圖解說明，如此反增加學生的負荷（Chandler & Sweller, 1991），除非圖形與文字敘述具有補充說明的功用，否則單純詳細的文字敘述反而可降低學生的認知負荷。

### （二）教學生利用「學習策略」與「後設認知策略」學習知識或概念

Gerjets 和 Scheite 認為學習策略可促進增生認知負荷。Valcke 認為後設認知策略是增生認知負荷的一部份。所以，教學時宜使用或教學生使用學習策略、後設認知的策略幫學生學習。以下是相關文獻（朱敬先，2002；胡永崇，2001；Gagne, et al., 1993/2005）或研究者的經驗中，可供應用的策略：

#### 1. 運用組織化（organization）策略增強記憶或概念

「組織」歷程是把訊息分成次級群組，然後指定出這些群組之間的關係歷程。他可以增強在提

取時對有限容量的工作記憶之管理，同時也可提供有效的提取線索。舉例如下：

**數學：**教三角形概念，可繪製三角形的組織架構圖。如：依角度可分鈍角、直角、銳角等三角形；依邊長可分等腰三角、正三角形、一般三角形；同時和角與邊有關者為等腰直角三角形。

**國語：**可用的方法有(1)**形聲字識字法：**形聲字具有部首表義及聲旁表音之特色。利用這些特色，學習一組具備相同「聲旁」的多字。例，「場、湯、腸」三字皆具有「易」之聲旁，即皆具有「尤」的音韻特性，教學時根據同韻及不同部首的特性，同時辨識這一組字。(2)**基本字帶字識字法：**將具有相同基本字的一組字同時學習，先教基本字，再以該基本字為識字線索，則有助於認識具有相同基本字之一組字。例，「稚、維、雜」三字皆具有「隹」之基本字，教學時先指導學生認識「隹」，再配上不同的偏旁即成為不同的文字。

## 2.使用詳細論述 (elaboration) 策略強化記憶或概念

「詳細論述」是去增加已學得知識的歷程。此歷程可以是一個推論、補續、例子、細節、心像、或是其他可以連結訊息的事物。簡單的說就是將訊息與長期記憶的相關記憶連結。舉例如下：

**數學：**進行線對稱教學時，可讓學生試著說明為何稱之為線對稱？生活中有哪些東西、形狀是屬於線對稱圖形？甚至讓學生繪製線對稱的圖形。

**國語：**要記「園」一字，可讓學生瞭解與「園」有關的詞：「花園」、「園地」、……，並進一步說明、想像（形成圖像），甚至造句……等，以加深學生的印象。此策略亦可運用於拼音教學。

## 3.採用脈絡策略記憶知識內容

有物理和心理的脈絡，例如：地方、房間、那天的感覺、跟誰一起等，記憶可透過此類脈絡進行搜尋。此策略比較適用於**國語**教學的詞語解釋、摘要大意、造句、作文的知識內容記憶。如，指導學生摘要大意，可指導學生透過相關脈絡（如，媽媽的長相、做事態度、與人相處的情形……）的回憶，進行大意的陳述。

## 4.利用記憶術策略 (mnemonic strategies) 改善學生的記憶力

記憶策略較適用於**國語**科教學，可資運用的策略如下：

(1)**複誦策略：**是指主動說出或重複學習的知識名稱。例如，看到「花園」一詞，說或讀出它。

(2)**意元化 (chunking) 策略：**將個別訊息位元加以組合，即可保留較多之訊息。要記住個別的生字，可藉由「詞」來記憶。例如，學「房」一字時，可透過「房間」、「房屋」來記憶。

(3)**諧音策略：**利用熟悉的相似音來記憶新訊息或知識。例如，嘻馬拉雅山高 8848m，可利用「爸爸 48 歲」的諧音記憶。

(4)**圖像策略：**把欲記憶的知識，想像成一幅或數幅圖加以記憶。例如，記憶李白的詩句：「白日依山盡，……」則可把該詩的景象加以想像或畫下，以便記憶。此策略亦可用於生字、詞語、句子、文章、甚至其他學科知識的記憶。圖像策略可以與諧音或意元化策略混合使用。

(5)**意義化識字策略：**利用中文字的六書原理及文字本身可能的意義或記憶線索，設計有助於記憶中文字的意義。例，「瞎」字的意義內容為「眼睛被害，就是瞎子了」。

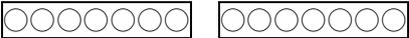
## 5.教導學生使用後設認知策略解題

後設認知策略包含兩類技能：個體必須解某項任務所需之技能，策略及資源，其次，個體必須了解如何及何時運用這些策略及知識以確保任務完滿達成。下列策略適用於**數學**教學：

#### (1)教導學生利用刪去法瞭解題意

應用問題中，有時會有無關的訊息阻礙學生掌握題意，教導學生依問題把不要的語句刪除。例如：「爸爸高 170 公分、重 65 公斤；媽媽高 162 公分，重 49 公斤，請問爸爸比媽媽多幾公斤？」

#### (2)教導學生透過操作（半）具體物、畫線段圖理解題意

文字符號若能透過具體物或圖像（半具體）加以表徵，要比純文字還要令人容易理解。所以，教導學生以簡單的圖形（花片或線段）表徵題意，學生更容易掌握題意。例如：「一條口香糖有 7 片，2 條口香糖有幾片？」可用「」表徵。

#### (3)教導學生利用驗算、估算檢驗計算是否錯誤

加（乘）法是減（除）法的逆運算，可透過減（除）法檢驗加（乘）法計算是否正確。另，估算是一大概的數值計算，可利用  $70 \times 5$  檢驗  $69 \times 5$ ，二者若相差很近，表示計算大概是正確的。

### （三）使用促進基模精鍊的策略

基模的精鍊可降低內在認知負荷。基模的精鍊可採用下列的策略：同時呈現基模的例子與非例子、選擇相似的非例子、建立差異事件。舉例如下：

**數學**：進行正方形教學時，要呈現大小、顏色不同的各類正方形與非正方形的例子與非例子；接著呈現與正方形相似的菱形、箏形的非例子；最後比較這些例子與非例子的差異。

**國語**：解釋詞語或成語（如：欣欣向榮）時，可呈現正確（如：花園裡的樹木長得欣欣向榮）與不正確（如：哥哥長得欣欣向榮）的例子，再讓學生比較二者的差異（欣欣向榮只適用於植物的生長），甚至再讓學生利用這些詞語或成語造句，或運用於寫作。

## 四、教學評量階段—幫學生搭鷹架減輕學生的外在認知負荷

上課教材或評量題目的呈現方式過於簡略，將造成外在認知負荷；若藉由逐步減化問題（此作法類似郭秀緞（2005）將問題依序分成幾個次問題），幫學生搭鷹架，將可降低問題的難度。舉例如下：

**數學**：「一條火腿 450 克，3 條有多少公斤？」一題，學生要解題成功，需先進行乘法計算，再化成公斤，才能解題成功，學生的思考做二次轉折，難度較高；此題若是評量題目，可改成「1 條火腿 450 克，3 條有多少克？也可以說多少公斤？」藉多個次問題協助解題。若是教學中所布的問題，可逐步提問「3 條有多少克？」、「多少克 1 公斤？」、「1350 克是多少公斤？」的問題，來幫助學生搭鷹架，以減輕認知負荷。

**國語**：學生進行造句時，若學生想不出所要造的句子，教師可給予情境提示。例如，以「有……還有……」造句，可提示小朋友「你的鉛筆盒內有什麼東西？」、「還有呢？」、「把二句合起來，怎麼說？」、「再念一次」、「把念的寫下來」。

## 五、教學結束階段—促進基模與技能的自動化

藉由練習而將基模、技能運作自動化，可減少運作時所需的記憶空間，也降低認知負荷。尤其是加減計算技能的熟練和國字的認識與書寫，是眾多學科知識、技能的學習基礎。自動化的教學策

略有：精熟次技能或先備程序、促進組合、促進程序化等三個歷程。舉例如下：

**數學：**進行加計算技能學習時，先透過具體操作（積木）讓學生理解「不進位」加法的道理，再讓學生獨自解題；然後，同樣的過程進行「進位」加法學習；接著綜合練習不進位與進位的練習；最後進行有系統的複習以熟練計算。但有關心算與乘法表的熟練，可融入遊戲或出有思考性的問題（如： $1+2+3+\dots+9+10=()$ ，有沒有其他的解法？），以避免反覆練習所造成的疲乏與厭倦。

**國語：**讓學生習寫「地」一字時，可先透過舉例說明、造詞、圖片的方法，讓學生理解「地」的意思與常用的詞語，再引導學生分析「地」的組成部件是「土」與「也」，進而讓學生練習書寫；當學生會寫後，還需多練習幾次，且隨後的每天都要習寫一次，但只寫二、三遍就可，如此連續幾天，做有系統的複習，複習過程也可融入記憶、組織、詳細論述等策略。

## 肆、結語

由 Sweller 引入教育的認知負荷理論，以人類如何接受訊息、處理訊息的認知觀點，陳述人類學習時的限制，及如何改善這些限制的理論，因而提出認知負荷理論。本文介紹認知負荷的基本假定、來源、類型、理論架構等理論。其基本假定有：工作記憶的容量是有限的、長期記憶的容量是無限的、知識是以基模型態存於長期記憶中、基模自動化可降低工作記憶的負荷量等，這些假定點出人類知識學習的限制與展望，及突破限制的方法；認知負荷的來源包括因果要素與評估要素，這些要素影響學生的學習。以教學設計的觀點來分類認知負荷的來源，其可分內在認知負荷、外在認知負荷、及增生認知負荷；內、外在認知負荷妨礙學習，增生認知負荷卻是適當的負荷，有益學習，但三者的負荷總量不能超過工作記憶負荷量的限制。認知負荷理論架構則擴大此理論的發展，增加學習策略與後設認知負荷對認知負荷的影響。

研究者就認知負荷的觀點，蒐集相關文獻及自己在資源班的教學經驗，分別於教學準備、教學起始、教學活動、教學評量、教學結束等階段，提出教學方法、策略、或意見。例如，**教學準備階段**，宜把 IEP 的目標再細分；**教學起始階段**，宜進行先備知識的檢驗或複習；**教學活動階段**，宜使用能降低外在認知負荷的教材呈現策略（如：示例、完成問題、變化、型態、開放目的、分散注意力、重複等效應之應用）、教學生利用「學習策略」（組織化、詳細論述、脈絡、記憶術等策略）與「後設認知策略」學習知識或概念、使用促進基模精鍊的策略；**教學評量階段**，宜幫學生搭鷹架減輕學生的外在認知負荷；**教學結束階段**，宜促進基模與技能的自動化。本文提出上述各階段的教學方法、策略、或意見供資源班老師參考，期望對資源班教學有所助益。

## 參考文獻：

- 朱敬先（2002）。*教育心理學—教學取向*，台北：五南。
- 宋曜廷（2000）。*先前知識文章結構和多媒體呈現對文章學習的影響*。未出版博士論文，國立臺灣師範大學，台北。
- 胡永崇（2001）。不同識字教學策略對國小三年級閱讀障礙學童教學成效之比較研究。*屏東師院學報*，

14, 179-218。

陳密桃 (2003)。認知負荷理論及其對教學的啓示。《教育學刊》，21，29-51。

陳彙芳 (1999)。《多媒體電腦輔助學習之實驗研究：探討認知負荷對學習成效之影響》。未出版碩士論文，國立中央大學，桃園。

郭秀緞 (2005)。以認知負荷的觀點探討數學問題設計的適切性。《教育研究》，13，169-182。

Chandler, P., & Sweller, J. (1991). Cognitive load theory and the format of instruction. *Cognition and Instruction*, 8, 293-332.

Gagne, E. D., Yekovich, C. W., & Yekovich, F. R. (2005)。《教學心理學—學習的認知基礎》(岳修平譯)。台北：遠流。(原著出版於 1993)

Gerjets, P., & Scheiter, K. (2003). Goal configurations and processing strategies as moderators between instructional design and cognitive load: Evidence from hypertext-based instruction. *Educational Psychologist*, 38(1), 33-41.

Mousavi, S. Y., Low, R., & Sweller, J. (1995). Reducing cognitive load by mixing auditor and visual presentation modes. *Journal of Educational Psychology*, 87(2), 319-334.

Pass, F., Tuovinen, J. E., Tabbers, H., & Van Gerven, P. W. M. (2003). Cognitive load measurement as means to advance cognitive load theory. *Educational Psychologist*, 38(1), 63-71.

Paas, F., & 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(1), 122-133.

Sweller, J. Van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. G. W. C (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10(3), 251-296.

Van Merriënboer, J. J. G., & Ayres, P. (2005). Research on cognitive load theory and its design implications for e-learning. *Educational Technology Research & Development*, 53 (3), 5-13.