

教育工學的理論基礎

趙美聲

一、前言

教育工學 (Educational Technology) 是一門新興的，還在發展中的學術領域。根據美國的教育傳播及科技學會所下的定義，它是一個「利用系統化方法，用來界定、發展、組織與利用各類的學習資源，並管理整體過程，以提昇人類學習的領域」(朱則剛，教學科技與媒體，民國八十一年二月)。其實，教育工學是一門整合性的學術，不像一般傳統的學術領域，有其固定的理論基礎；教育工學的理論來源甚廣，舉凡教育哲學、教學理論、學習原理、傳播理論，認知心理學等等，均可構成教育工學的理論基礎。再者，教育工學所談的是與教育有關的任何問題，含蓋的範圍太過於廣泛，主題不夠明確，所以本文的重點在研究教育工學的重心——教學科技 (Instructional Technology) 的理論基礎，使讀者有一個明確且較深入的了解。

早在一九五〇年代，當教育工學開始流行，其理念剛萌芽時，它的理論基礎是建立在心理學的學習原理上，引用

史欽納、桑代克等人的工具制約操作理論、嘗試錯誤理論等等來解釋並研究人類學習行為的發展。此外，傳播理論在當時也被許多學者用來解釋教與學的過程。而近年來，教育工學的理論較著重於個人內在心理活動之探討，學習成果之表現以及系統化的設計學習過程等等，也可以說，教育工學的理論基礎是建立在「訊息處理」(Information Process-
ing) 的理論上面。本文即針對這三項理論：學習原理、傳播理論以及訊息處理理論加以分析說明。

二、教育工學的理論基礎——學習原理

傳統的學習原理可以解釋一部份人類的學習現象，其中尤以連續性 (Continuity) 增強作用 (Reinforcement) 以及練習 (Practice) 這三種學習原則最具代表性，也最能解釋人類學習的某些過程。然而這三種原則並非只是簡單獨立的學習原則而已，它們是彼此相關的，所以才能產生所謂的「連結」(association)。「連結」是基本學習原理的主

導因素。從早期的古典制約 (Classical conditioning)，到較後期的工具制約 (Operant conditioning) 所談的重點都與「連結」有關。其中史欽納 (B.F. Skinner) 的工具制約理論，即將連續性、增強作用以及練習等三原則，做了明確的解釋。

史欽納的工具制約學說，其重點在於「增強作用」；這項學說是應用在自發性的行為上，與帕夫洛夫 (Pavlov) 所提倡的古典制約有明顯的不同。史欽納認為，古典制約是應用到被動的行為，它只能解釋某些具有反射本能的基本行為，如眼球的轉動、唾液的分泌等等；至於一些人類自發性的反應，如開車、寫信等行為，則無法解釋。而工具制約的學說，則可以說明人類的自發性行為。史欽納的假設是這樣的：某項行為發生後，若獲得令人滿意的結果，則其再發生的概率極可能增加，也就是說，行為反應的結果是決定這項行為再發生與否的重要條件。而所謂「令人滿意的結果」，也就是「增強作用」的表徵。所以，任何一件事或物，若能增加某項行為再發生的概率（連續性），即引稱之為「強化劑」 (Reinforcer)。所以「增強作用」與「連續性」之間是互為相關的。應用到教學上，我們可以說，具有正面性質的回饋，（強化劑）會促使某項學習行為連續不斷地發生（連續性）。當然，要注意的是，強化劑的功能會因人、時、地而有所差異。某項強化劑或許在某種特定時間、對於

某些人有效，但不見得對其他人或用在其他時間會有同樣的效果。教育工學的重點在於設計並解決與教育有關的問題，當然，「教學」是其中一個重要的問題；而「個別差異」又是教學上所面臨的一個大問題。如何適當地運用「強化劑」，或許可以提供一些解決之道。而「增強作用」的觀點，也為日後的「個別化學習」打下了初步的基礎。

增強作用的另一個要點，是將複雜的行為，分成幾項較簡單的行為，按部就班，一項一項慢慢地學習，這也就是所謂的「練習」。因為每一項簡單行為之間，都具有一些重複性，所以串連之後的複雜行為也較能持久；同時又因為每次學習的份量少，成功率極高，所以增強作用也較為堅固。前面提過，增強作用、連續性、以及練習是三者相互關連的；它們交互作用的結果，會產生「連結」或「連結的動力」 (Associative Strength) 而人類的學習也由單一的連結慢慢累積到「多重的連結」 (Multiple Associations)。當多重連結發生時，「干擾」 (Interference) 的現象也隨之產生。干擾的現象在傳播學稱之為「噪音」 (Noise)，意義是一樣的，都意味著影響正常學習的管道。從許多的研究結果可以看出，多重連結之間的相似點愈多時，干擾的現象也愈嚴重。如何克服干擾，是教學設計上的重點項目之一，當然，加強練習也被認為是其中一項有效的方法。

學習原理對於教育工學最具體的貢獻，可以說是「編序

教學」(Programmed instruction)的產生。現今廣為應用的「電腦輔助教學」，其基本概念即來自編序教學。當然，為了避免再犯編序教學的缺點而成爲「翻頁機器」，電腦輔助教學正在逐步改進某些缺點，最明顯的改變則在於：多種變化的畫面呈現以及回饋的適時提供，使學習不致於受得枯燥乏味。

傳統的學習原理，固然能解釋人類的某些學習現象，對於當時的所謂「教學革新」，也有重大的貢獻。但是，也有許多學者認爲，這種以行爲派心理學爲觀點的理論，應用在人類的學習行爲時，顯得呆板且機械化，所以在當時，有些學者主張以傳播學的理論來解釋教學的過程；希望透過這項理論的研究，能設計出更有效的教學過程。一直到現在，教育工學的理念還受到傳播理論的影響。

三、教育工學的理论基礎——傳播理論

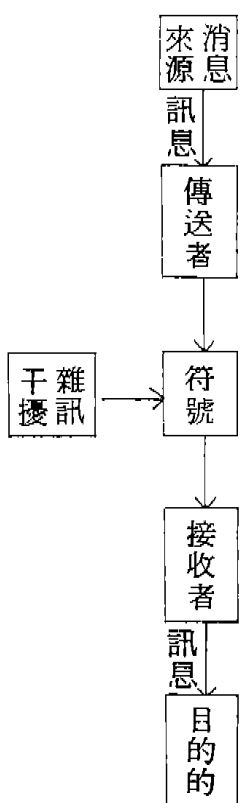
「傳播」是人類彼此連繫的最主要方式。「教」與「學」的活動牽涉到「傳送者」(Sender)與「接收者」(Receiver)之間的互動關係；而所傳遞與接收到的「訊息」(Message)，能否達到對方所預期的效果，必須根據幾項因素來決定：如雜訊的大小，管送之暢通，回饋的合宜等等。所以傳播理論與教學，尤其是教育工學，有極大的

關係。談到傳播理論，就難免提到一些「模式」，下面就依次介紹這些「傳播模式」並加以分析其與教育工學之間的相關性：(一)謝能與韋氏的模式；(二)施蘭姆的模式；(三)坎博的模式。

(一)謝能與韋氏的傳播模式 (Claude E. Shennor & Warren Weaver)

最早的傳播模式之一是謝能與韋氏所研究出來的。這個模式較著重技術層面的探討(見圖一)。由於謝能具有電話公司實驗室工作之經驗，他與韋氏所提出的模式，重點放在技術方面的傳播原理解析。但是應用到教學上，他可成爲極有效的一套教學模式。教育工學專家就嘗試將教學之過程，融入這個模式中(Heinich Molenda & Russel 1989)。以下就是一例：先從資料來源挑選出一項訊息，經由傳達者將其轉爲符號。以教學而言，這符號可以是口語，也可以是板書或印刷字體。符號被接收者經由耳朵或眼睛接收，然後到目的地，即學習者的心中。當然，在此過程中，會有所謂「雜訊」(Noise)的干擾，有可能是聲音，也可能是黑板的反光等非聲音的因素；或者是學習者的背景、觀念等，也可造成「雜訊干擾」。學者仍強調，「意義」的本身無法被傳遞。老師仍所能做的是將意義變爲符號，利用文字或圖畫

等媒體來表示，然後再將符號傳達給學生；而學生再將這些符號，轉變成他們所認為的意義。這也就是所謂「製碼」與「解碼」的過程。當然，「意義」本身經由老師的製碼到學生的解碼這二個過程，會造成詮釋上的一些差距；如何縮小這個差距，正是改進教學的主要目標之一。



圖一：謝能與韋氏的傳播模式

資料來源：Heinich Molenda & Russell, (1989) Instructional Media

ational Media

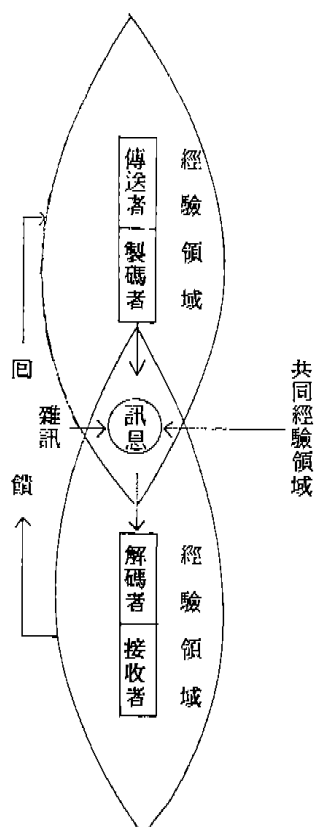
(二) 施蘭姆的模式 (Wilbur Schramm)

施蘭姆所發展出來的模式，基本上是将謝能與韋氏的模式擴大，增加一些因素，使整個模式看起來更為完整（見圖二）。

圖二：施蘭姆之傳播模式

資料來源：Heinich Molenda & Russell, (1989) Instructional Media

ational Media



基本上，施蘭姆是應用了謝能及韋氏模式技術上的觀點，再加上教學上的一些觀念，如經驗領域 (Field of experience) 和回饋 (Feedback) 等，組合而成新的模式。除了謝能與韋氏所強調的重點之外，施蘭姆認為傳播還要注意到「經驗領域」以及「回饋」這二項要素。以教學觀點而言，經驗領域的適當應用，對於老師的確是一項挑戰。教學的主要目的之一是将學生的經驗領域擴大；而理論上來說，教材範圍應該涵蓋在學生已有的經驗領域內，所以他可以學到他所需要的，但也需要包含一些學生經驗領域之外的東西，使學習具有挑戰性，同時可以擴展他們的經驗領域。然而，問題的重點在於，如何適宜地分配這二種經驗領域的比例，而不致使學生感到迷惑，又能引發其學習動機。學者專家認為，這與學生的學習能力有相當密切的關係。學者能

力強的學生，較能接受來自本身經驗領域之外的學習材料，反之，學者能力較差的學生，則只能接受來自本身經驗領域之內的學習材料。

至於回饋，施蘭姆認為，它是將接收者訊息傳回給傳送者，使其知道訊息是否傳遞成功或正確。他認為回饋的表現方式可以分成下列四種。第一種是肯定或否定的回饋。肯定的回饋會鼓勵傳送者，繼續傳遞訊息，也就是類似「強化學習」理論，而否定的回饋會減低傳送者再傳送類似訊息的可能性。第二種是內在的與外在的回饋。內在的回饋源自於傳送者本身，主觀的知覺認定；而外在的回饋，則來自於其他參與訊息交換的人。例如：節目製作人本身對其節目極有信心，這是內在的回饋；而其節目被公認的水準則是外在的回饋。第三種是立即的與延遲的回饋，與第四種自由的與限制的回饋，極為相關。在一個立即的與自由的回饋情況下，接收者的反應會立刻，毫不保留地傳送給原傳送者。例如：在一個政治性的羣衆聚會裏，演說者可以立即感受到羣衆對他反應。反之，延遲的與限制的回饋，往往無法將接收者的反應立即地，毫不保留地傳回給原傳送者。就好比讀者對報紙社論的批評，等到達主編手中時，已過了好幾天，這也是大眾傳播在回饋方式上的一種缺陷，既慢又受到限制。

不管是那一種方式的回饋，它的主要目的是讓傳送訊息者評估自己所傳遞的訊息是否成功、有效；同時，也提供接

收者表示意見的一種方式。應用到教學上，學者認為，回饋的方式有很多，不僅只是測驗一種方式而已；其他諸如臉部表情、肢體語言、討論的參與、作業等，均可視為回饋。教育專家認為，回饋不僅讓老師了解教學是否成功，同時也可抒解學生心裏的負擔。因為老師總認為，教學不成功是學生學習不當；其實，真正的原因或許是老師未能將訊息傳遞清楚罷了。

(三)坎博的傳播模式 (Teri Gamble & michael Gamble)

近代的傳播學者坎博認為，完整的傳播模式，除了施蘭姆所提出的要素之外，還須強調管道 (Channel)，效果 (Effect) 與社會環境 (Context) 等三項重要因素。

影響傳播效果的因素，除了雜訊的大小，傳送者製碼能力之外，管道是否通暢也是一個主要因素。人類的五種感官：聽、音、聞、嗜以及觸覺等，均可用來傳遞訊息。根據傳播研究報告指出，人類普遍犯有「管道偏好」的通病；也就是說，我何都傾向於依靠某些管道，來傳遞與接收訊息。如果說，老師能了解學生偏好那一種管道來接收訊息，例如視覺圖片（看）、錄音帶（聽），或以語傳述（聽），那善加利用這些傳遞管道，可以幫助學生學習。同樣的，老師本

身也有管道的偏好，如何有效運用本身偏好的管道，會使知識的傳遞更有效果。

其次，坎博認為，效果也是構成傳播的要素之一。透過回饋作用，可以看出訊息的傳遞是否有效，以及其有效的程度如何，是正面的效果，還是負面的效果等等。當然，效果並非每次都是立即可見的，或可測量的；但是它總是存在的。學生接收了某樣訊息（如認知方面的學習），這項訊息在學生本身產生了效果（如聽懂了或聽不懂）；然後透過回饋作用，學生將這種效果傳回給老師，供老師作為下一次的傳送作參考。如此繼續下去，就達到雙向溝通的目的。

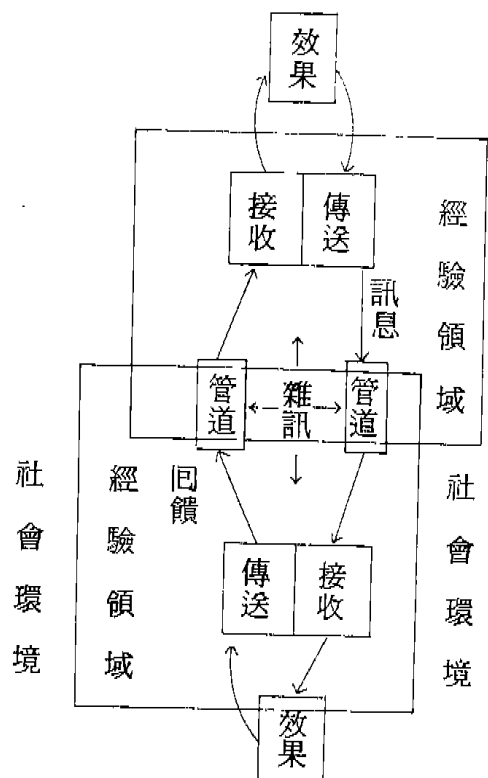
最後要提到是，社會環境對傳播所造成的影響。每一次的訊息傳遞，都會與現場的環境有密切的關係，因此社會環境能提供傳送者與接收者，所謂的「遊戲規則」或「行為準則」；而這些規則或準則，或多或少會影響到訊息的傳送與接收。例如：老師在大班制的教室裏口授教材，與老師在化學實驗室中演示實驗，學生的訊息接收與老師的訊息傳送，都有顯著的不同。

綜合以上所述，茲將坎博的傳播模式，圖示如下（見圖三）

圖三：坎博的傳播模式

資料來源：Gawble M.W et al (1989) Introducing mass

Communication, P 7



(四) 結論

有效的溝通，必須是雙向的，單向的溝通由於缺乏回饋與效果的評估，無法提供傳送訊息的具體方式，進而影響整個溝通的過程。傳播的模式由早期的謝能——韋氏到後來的施蘭姆，再到近代的坎博模式；其間的演變過程，可以歸納如下。首先，謝能——韋氏的傳播模式是單向的，它缺少了一個傳播的重要因素——回饋；沒有回饋作用，就無法提出改進方法，傳播的功能就打了一個很大的折扣。而坎博的模式比施蘭姆的又更加完整，因為在坎博的模式中，強調了「管道」這項因素；管道的通暢與否，直接影響到訊息的

傳達。而這二項因素：「回饋」與「管道」，在教學環境中，也是不可或缺的二個重點。老師若得不到學生的「回饋」，那些教學方法就難以改進；老師若不了解學生對溝通管道的偏好，就無法善用教學媒體來強化學習。所以坎博的觀點，應用在教育工學上，不但提供了相關的理論基礎，在實際應用上，也有很大的貢獻。

二十一世紀是資訊爆炸的時代；二十一世紀的人類急於吸取更多的訊息與知識。早期的學習原理，只能解釋人類低層次和技能方面的學習情形，且偏重於外在可見的行為改變方面，至於傳播理論，則強調了「管道」與「回饋」的重要性，對於人類學習情況的了解，又更深了一層，但仍然無法完整地解釋人類高層次的學習過程，如記憶、思考、解決問題、認知策略之形成等內在的學習活動。較新的教育工學理念，是採用「訊息處理」理論，來設計更完整有效的教學過程，以達成教育工學的目標。

四、教育工學的理论基礎——訊息處理

理论論 (Information processing Theory)

「訊息處理」的理論重點在討論人類的「智能」發展及功能。「訊息」，根據這項理論的分析，會經由「管道」(Channel)傳送到人類的腦中。但是，管道的容量有限，

所以訊息就必需通過「製碼」(Encode)的過程，儲存在管道中。既然有「製碼」，就必需要有「解碼」(decode)的過程，才能將所接收的訊息，轉換為別人可以了解的訊息。所以「製碼」與「解碼」是「訊息處理」中二項非常重要的概念。

也有許多人將「訊息處理」比喻成電腦的輸入與輸出裝置。多年來，許多專家學者一直致力於「人工智慧」的研究與開發，就是希望將人類的認知發展情形應用到電腦的軟體與硬體結構上，以解決更複雜，更高層次的問題。其實，教育工學的主要目的是以科學化的方式，來探討人類的學習過程，進而提出改進學習的方法；所以如何使「製碼」與「解碼」的過程更快，如何使人腦的記憶容量儲存更多的訊息，記得更久，檢索及應用時能更方便等等，都是教育工學專家致力研究的主題。下面就分別來探討：短期記憶、長期記憶、認知策略、解決問題等。

(一)短期記憶 (Short-Term Memory)

人類的記憶結構可以假設成一個處理輸入與輸出的盒子；這個盒子也就如電腦中的記憶體，有不同的種類，約略可分為短期記憶與長期記憶兩大類。

短期記憶的功能只可將訊息儲存極短暫的一段時間。根據皮氏 (Peterson) 在一九五九年的研究報告中指出，儲

存於短期記憶內的單項事物，遇到其他訊息干擾時，在二十秒內即會消失(Peterson & Peterson, 1959)。如果再深入的研究，會發現，主導短期記憶儲存的模式是「聽覺」(auditory)而非視覺；也就是說，人類在檢索短期記憶內的訊息時，大部份是經由「聽」的過程，而非「看」的過程來處理的。當然，在某些情況下，檢索的過程也透過「看」或「語意」的方式來處理。

訊息經由短期記憶轉入長期記憶時，會經過一個階段，蓋聶(Gagne)將其稱之為「工作記憶」(Working Memory)，也屬於短期記憶的範圍。工作記憶的主要功能是處理暫存在短期記憶內的訊息，而使之成為長期記憶內的訊息。它的處理方式有三種：一是將進入短期記憶的訊息與已經在長期記憶的訊息相比較；二是將新與舊的訊息連接或融合在一起，第三則是練習。經過了這三種過程，在短期記憶中的訊息就成為長期記憶中的一部份知識。

教育工學專家認為，短期記憶在教學設計上，佔了很重要的地位。如何克服短期記憶的限制，增加短期記憶之容量，一直是令專家仍感興趣的研究課題。

短期記憶的限制在於記憶的時間太短以及容量太小。可是，專家們一致認為，善加利用「演練」(Rehearsal)可以克服此項限制。研究結果指出，在設計教學時，一次給予學生的說明，不要超過三項或四項；同時也應避免同一時間

給予學生三、四種以上的學習刺激。否則，學生的短期記憶會不勝負荷，那麼學生有可能會要求再聽(或看)一遍指示，或者就會表現出令人不滿意的學習成果。所以在設計教學時，短期記憶的容量限制應詳加考量，否則不但無法獲得有效的學習，更會影響到學生的學習情緒與信心。

(I)長期記憶(Long-Term Memory)

學習的最終目標是將所學的知識變為己有，也就是將其儲存於長期記憶中，以便隨時檢索與運用。蓋聶(Gagne)曾將學習內容分成好幾個類別；而一般認為，儲存於長期記憶中的訊息，已經是屬於「概念」以及「概念」之間的一種「連結」(Bower, 1975)。而根據蓋聶的解釋，「概念」可以是事物的特質或關係，也就是所謂「具體的概念」；而「概念」也可以是更高層次的「抽象概念」。大多數的學者，如安德森等人(Anderson, 1980; Rumelhart & Normen, 1975)均認為，長期記憶所儲存的訊息，是透過語意特質的方式來處理的；長久累積下來，儲存在長期記憶的訊息，便顯示出如網路般的功能，就如同電腦的網路工作站一般。也因此，就形成了「網路連結」的特性。一般認為，長期記憶的容量是極大的；而如何能快速地檢索並運用已有的訊息，同時又能再吸收新的訊息，正是教學科技專家們所感到興趣的。

儲存在長期記憶中的訊息，依其功能來分，可以略分為下列五類：文字資料(Verbal Information)（屬於背誦型知識）、智識能力(Intellectual skills)（屬於了解型知識）、認知策略(Cognitive strategies)、肢體技能(Motor skills)、以及態度等(Attitudes)等五項。其中除了認知策略，在下一個單元會有較詳細的敘述之外，筆者將其餘四項所需配合的學習情境以及教學設計上之應注意事項，簡述於後。首先，在學習文字資料時，不妨利用口語或書面印刷上的不同，來引起學生的注意；也可以提供一些相關的上、下文，來加強記憶的可能性。學習智識能力時，要隨時想到「學前條件」，因為這類的學習是有順序性的。時常提供一些口語上的暗示或整體性的複習，可使學生易於連想，能強化其記憶。此外，一定要多利用不同上、下文內容，來加強學習者的轉移能力。

在學習態度時，必需讓學生感覺到與其「偶像」有認同感，才會使他們更有自信地選擇自己所喜愛的各項活動。在學習肢體技能時，詳細的文字描述，是必要條件，然後一定要安排重複的練習，而最後要給予立即且確實的回饋，即具體的告知學生，他所做的距離完全正確還有多遠。這些原則可以提供給老師或教學設計專家們，在準備教學時可依據的一些準則。

前面提過，訊息一旦進入長期記憶，學習的基本目標才

算達成。有些學者們(Neves & Anderson, 1981)認為，儲存在長期記憶中的訊息，一直不停地在組合(Composition)。這種組合的結果，會導致學習速度的加快，最後會達到「自動化」學習的境地(Automaticity)。也有人認為，學習到了長期記憶的階段，最常被應用到三種原則分別是：一、增加(Accretion)，即新訊息的求取；二、轉換(Turning)，即訊息的分類必需時時調整；三、重新架構(Restructuring)，即認知架構的轉變與修正，以因應新的學習情況(Rumelhart & Norman, 1978)。下面就來談談認知策略的形成。

(三)認知策略(Cognitive Strategies)

近來，認知策略的形成與發展，一直是頗熱門的話題。基本上來說，認知策略控制著人類的學習過程。認知策略對於智能表現有著相當大的影響力。認知策略表現得最具體的有下列三種情形：一、學習；二、記憶；以及三、解決問題。以下就分別來說明。

認知策略可以很有效地用來控制並修正即將進入人腦的新訊息。在整個學習過程中，注意力的集中是首先要考慮到的。認知策略可以主導注意力的集中方式。有些學習者偏好以口述方式引起注意；有些則較傾向於印刷上的變化，如粗體字、劃線等等。此外，「製碼」在整個學習過程中，也佔

著相當重要的地位。所謂「製碼」就是將教材做有系統的組織，便於記憶與檢索。「製碼」的重點在於「系統性」及「相關性」。有系統地設計教材，才能使知識有條不紊地儲存在長期記憶中；設計教材時，一是要與舊知識有某些程度的相關，才能產生「網狀的連結」，便於檢索及運用。這也就是認知策略對於「記憶」所提供的一些方法。

談到解決問題，就比較複雜了，這可以說是人類在智能學習層次最高的一種形式，它所牽涉的學習步驟相當廣泛。然而，最主要的一個重點是與「基模」(Schema)有關。一般認為，組織結構嚴密的整體知識，易促使問題的解決，而「基模」就是其中一項要素。所謂的「基模」是指儲存在於記憶中一套一般性的概念，隨時可依新的情況而有所修正。基模中所包含的知識是一些典型的，適用於經常發生的某些情況，也可被用來解決一些新的狀況。當問題出現時，學習者必須選擇一種最合適的架構來解決它。但是，如何來判定所選擇的架構一定適用於這個問題呢？這就要看整體知識的組織與結構是否嚴密了。如果所選擇的架構不適合這個問題，就會導致所謂的「失敗」，進而影響了學習者的信心與興趣，這是老師們及教學設計專家所不願見到的情形。因此我們不難歸納出解決問題的重心是：正確的架構以及充分的一套完整的知識領域。那麼，教育工學家的重責大任則是探討如何將大量的知識，有系統地組織起來，並加以適當地

歸類為幾個「架構」，便於學習者用來解決各項問題。

(四) 結論

訊息處理理論所強調的目標是「有效學習的條件」(Conditions for effective learning)，而這所謂的「條件」，事實上，有許多是指學習者本身的能力與特質，諸如視覺或聽覺能力，語言及閱讀能力等。換言之，即傳播學者所談的，學習者對於「管道」有所偏好；也因此，影響了老師傳遞教學的過程。所以有效學習的條件，以內在而言，除了以上所述各點，還包含了記憶、思考、認知策略等智能方面的因素；外在則指課程的編排、順序、組織等因素。訊息處理理論就是一直在探討這項主題。而教育工學的終極目標是以系統化與科學化的方法，來研究如何提昇人類學習的過程；所以，以訊息處理理論作為其理論基礎，確有其必要性。

五、總結

教育工學不是一門具有悠久歷史的傳統學術領域。它的發展有二個因素：一是推陳出新的硬體設備；一是人類學習現象的分析與探討。本文所說的重點偏重於後者。早期由於科技的不夠進步，教學科技的重點在於外在行為的探討，偏重於可觀察的行為改變，教學的設計也以行為派的觀點來主

導。近年來，科技的日新月異，尤其是電腦與人工智慧的普及，促使專家學者們更深入地去探索人類學習過程的產生。希望透過進步的科技，能歸納出更多的學習原則，來加速學習的過程。我們希望研究能帶動科技的發明，而科技能帶動教學的革新，使教學科技的目標能真正落實，而不再只是教育上的一種「裝飾品」了。

參考資料

1. 國立台灣師範大學學術研究委員會，教學媒體研究，民國八十年，五南圖書出版公司。
2. 中國視聽教育學會，系統化教設計，民國七十七年，師大書苑。
3. 張霄亭，視聽教育與教學媒體，民國七十七年，五南圖書出版公司。
4. 郭鳳蘭，國民小學自然科學教師運用視聽教育媒體態度之研究，民國七十七年。
5. 張霄亭，教育工業研究，民國六十五年，大聖書局。
6. Heinrich, R; Molenda, M, & Russell, J.D.(1989). Instructional Media, 3rd edition. Macmillan Publishing Company.
7. Knirk, F.G. & Gustafson, K.L.(1986). Instructional Technology. A systematic approach to education.

Hodt, Rinehart & Winston.

⁸Gagne, R.M.(edit)(1987). Instructional Technology: Foundations. Hillsdale, N.J. Laurence Erlbaum Associates Publishers.

⁹Eraut, M.(edit)(1989). The International Encyclopedia of Educational Technology. Per Gamon Press, Oxford.

¹⁰Turner, J.(1977). Cognitive Development. London: Methuen & Co., Ltd.

¹¹West, L.K, Farmer, J.A. & Wolff, P.M.(1991). Instructional Design: cemplications from Cognitive Science. Pocaire-Hall, Inc.

¹²Price, K.V.(1991). Computer-Aided Instruction. Brooks/Cole Publishing Company.

¹³Gagne, R.M., & Briggs, L.J.(1974). Principles of Instructional Design. Holt, Rinehart & Winston.

¹⁴Gagne, R.M.(1975). Essentials of Learning for Instruction. Holt, Rinehart & Winston.

¹⁵Reigeluth, C.M.(edit)(1987). Instructional-Design: Theories and Models. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

¹⁶Gamble, M.W., & Gamble, T.K.(1989) Introducing Mass Communication. McGraw-Hill Book Company.

