

專家與生手間問題解決能力的差異 及其在教學上的啓示

王春展

本文旨在探討專家與生手間問題解決能力的差異，藉此瞭解並歸納專家的問題解決策略，提供在教學上的參考與應用。文中簡述問題解決的基本概念，並歸納整理專家與生手間問題解決能力的差異現象，從文獻中可發現專家與生手間的問題解決能力的確有所差異，專家無論在「基模：先前知識與經驗」、「知識的組織」、「問題表徵」和「解題策略」上，都明顯優於生手，值得教育界重視與參考應用。在教導生手學生成為專家問題解決者的策略應用上，建議採用：提供豐富的知識基礎訓練、教導問題解決技能、強調問題解決歷程、期望產生特定學習遷移、設計合適的課程與情境等方法，以便幫助學生順利成為專家式問題解決者。

中文關鍵字：專家、生手、問題解決、問題表徵、解題策略

Keywords: expert, novice, problem solving, problem representation, solution strategy

壹、前言

「問題解決」(problem solving)是普遍日常生活及工作上的重要活動和技能，在其他許多工作職業與專業領域活動(如教育、科學、法律、商業、運動、醫藥、文學、創作、物理、娛樂等等)上，也都充斥著有待解決的問題；因此，「問題」解決的技能與能力乃成為人類生活中必要學習的重要課題，以便順利解決問題。

大體而言，人類的解決問題能力隨著其年紀、學習背景與經驗等因素而互異。其中因為人們問題解決能力的高低品質差異，在學界上有所謂「專家」(expert)與「生手」(novice)的區別與相關研究。不少學術研究顯示：「專家」的問題解決能力的確明顯「異於」或「優於」生手」的問題解決能力。也因為「專家」在專業領域上的「問題解決」知識、技能、策略等能力上較「生手」為優，因此其「如何」、「有何」與「為何」優於生手的事實，乃成為學術界與教育界的重要研究課題。本文的關心焦點在於探討專家與生手間問題解決能力的差異，並擬在本文中了解與歸納其間差異後，提出其差異在教學上的應用可能性與重要啓示。

貳、「問題解決」的基本概念

一、問題的意義與類型

在深入了解「問題解決」的基本概念之前，有必要先對「問題」的意義與類型做理解與定義釐清，以便進一步了解問題解決的意義。

問題的意義因人言殊，難有定論，但在認知心理學上有些學者的見解頗值得參考，有些學者認為所謂「問題」即是個人想達到某種目標，而必須找出方法來達成目標的情境；有的則認為其是「呈現狀態」(presented statement, 係指某問題的陳述狀況與描述)與「目的狀態」(goal statement, 係指該問題所希望達到的目標)的差異或距離；有的則認為當知覺和記憶因素相互作用的結果出現緊張狀態或壓力時，「問題」(尤其是知覺問題)便發生了；有的則認為問題是一種語義的網狀結構，包含元素和元素間的關係(黃秀瑄、林瑞欽，民80；黃希庭等人，民81；鄭昭明，民82；鍾聖校，民81；鄭麗玉，民82；Kahney, 1993)。

綜言之，「問題」即指人們所面臨的一種有待解決且令人緊張的情境，其中的目前呈現狀態和我們所要達到的目標狀態間存有距離(或差異)，此情境乃是目標導向的，解決者需要達成其情境目標。問題解決就是我們要想辦法將此距離(或差異)去除，以達到我們所要的目標(即解題或解決困境)。

基本上，不同的問題類型，所需要的解題技巧也有所不同，但有時也會有所重疊。Greeno(1978)曾分析許多不同的問題，他歸納提出三種不同問題類型，這三種類型也可以對應到解決問題所需的認知操作或認知技巧，以下簡要說明之(黃秀瑄、林瑞欽，民80；Barsalou, 1992;Greeno, 1978;Reed,1992)：

1. 引發結構的問題(problems of inducing structure)：這些結構包括問題中各組成中的關係。常見的例子是「類比問題」(analogy problem)，包括四個組成份，問題解決者必須決定四者相關的方式，而能適合A:B=C:D的結構(亦即A之於B就如同C之於D)，較簡單的類比例子如：祖父之於父親的父子關係就如同孫子之於父親的父子關係；複雜的問題則可能出現於不同前後事件的類比應用解決。Greeno (1978)認為解決這種問題所需要的主要認知能力是一種解題經驗的了解，有關類比問題的解題，Sternberg(1977)認為有五種主要連續歷程成份，即：編碼(encoding)、推論(inferring)、模比(mapping)、應用(applied)、與反應(response)。
2. 轉換問題(transformation problems)：一系列的運作，將呈現狀態轉換到目標狀態，例如以前流行的「魔術方塊」便是如此，此外有名的「河內之塔」(Tower of Hanoi, 在三個木栓上轉換安排三個不同大小圓圈)問題也是此類。根據Greeno(1978)的解釋，此問題需要的主要認知方法是「方法一目的分析」(means-end analysis)，方法一目的分析是指人們知覺到目前狀態和所欲狀態的差異，進

專家與生手間問題解決能力的差異及其在教學上的啓示

而設計出能減少此差異的解題行動。

3. 安排問題 (arrangement problems)：問題解決者根據某些效標重組問題。典型的例子是「字謎」(puzzle, 如 EIGMA)，做這類問題的主要認知技巧是建構式搜尋 (constructive search)，必須想出各種方法，有系統地嘗試各種可能的字母組合，直到找到答案爲止。

二、問題解決的策略

一個「問題」可視爲「呈現狀態」與「目的狀態」的差距，而問題解決就是利用某些方法與策略，使個人能從「呈現狀態」的情境達到「目的狀態」的情境（鄭昭明，民 82）。從呈現狀態到目的狀態之間有許多途徑，即問題的解決途徑 (solution paths)，而問題中的所有途徑稱爲「問題空間」(problem space)；因此，問題解決可說是解決者嘗試從問題空間中尋求正確的解決途徑（鄭麗玉，民 82）。

就問題解決策略而言，認知心理學家大抵認爲有兩種主要策略，即「定程式法」(algorithm) 和「捷思法」(heuristic)。以下分別簡要說明（鄭麗玉，民 82；鄭昭明，民 82；鍾聖校，民 81；黃希庭等人，民 81；Reed, 1992；Kahney, 1993）：

(一) 定程式法

定程式法是一種隨機尋求，途徑的選擇不需任何特殊知識，所以是將所有可能的解決方法列出，直到找出正確答案爲止，雖一定能找到正確答案，但是其效率非常低。

(二) 捷思法

捷思法是運用問題中的訊息來找出正確或較可能的途徑，他必須依賴問題解決者的知識與經驗。捷思法不需要一一探討所有途徑的可能性，因此較有效率，但並不保證一定會找出答案。以下簡介幾種常見的捷思法：

1. 方法—目的分析 (means-end analysis)：找出呈現狀態和目標（或次目標）之間的差異，並使用一些方法來減少其差異。問題解決者通常建立一些次目標，進而逐一循序漸進減少差距，最後達到目標，以解決問題。
2. 倒向解題法 (working backwards)：通常的解題方法是「順向解題法」(working forwards)，但有些問題卻適合於從目標倒向解題，如數學證明題，其方法是從未知推算到已知，可以避免走進死巷的機會，若與順向解題法並用，效果更佳。
3. 類比法 (analogy)：是指利用一個舊問題的解決方法與經驗，去解決另一個有類比關係的問題。
4. 繪圖 (diagram)：視覺符號有助於顯示整個關係的外貌與問題結構關係，可以

傳達很多概念，因此繪圖有助於問題解決。

在解決問題時，通常會有一系列的策略活動或步驟，不少學者提出見解和步驟，值得參考；例如 Solso(1991) 提出問題解決的六步驟：確認問題、問題表徵、計畫解決方法、執行計畫、評估計畫、評估解決方法。

此外，在進行問題解決時，無論專家或生手都要避免產生「心向」(problem-solving set, 係指解題者重複套用過去解題公式，無法以新的解題方式看問題) 或「功能固著」(functional fixedness, 係指解題者受限於事物的原有典型功能，以至於欠缺靈活其彈性和替代性功能) 等障礙，問題解決者宜視問題情境本質，採用合適的問題解決策略或步驟，以有效解決問題。

參、專家與生手間問題解決能力的差異

許多心理學家曾探討專家和生手在許多領域中的問題解決能力或方法是否有所差異，結果發現確實有所不同。Heller & Greeno(1979) 就曾歸納出專家和生手在算術、代數、物理、和熱力學等方面的解題差異，也發現：隨著問題解決者能力的增強，解決的程序也有所改變；其他學者也發現專家和生手間問題解決能力的確有所差異(黃幸美，民84；Bransford, et al., 1986; Brown, Collins, & Duguid, 1989；Chi, Feltovich, & Glaser, 1981; Scardamalia, Breiter, & Steinbach, 1984)。在下文筆者即從基模、知識的組織、問題表徵與解題策略等四項要點歸納並分析專家和生手間問題解決能力如何、有何及為何有所差異，差異情形如表一所示。

表一 專家與生手間問題解決能力的差異比較表

	專 家	生 手
基 模	<ol style="list-style-type: none"> 1. 先前知識(語意、策略、策略等知識)的質量較佳且多 2. 相關解題經驗較佳且豐富 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 先前知識的質量較差且少 2. 相關解題經驗較差且欠缺
知識組織	<ol style="list-style-type: none"> 1. 系統性組織的統整知識 2. 活用短期與長期記憶機制 3. 有系統結構的大單元串連記憶策略 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 缺乏系統性的零碎知識 2. 欠缺有效經濟的記憶技巧 3. 欠缺統整組織的零散訊息記憶
問題表徵	<ol style="list-style-type: none"> 1. 問題表徵能力較佳 2. 重視問題的深層結構意義，能理解問題的重心 3. 合適的問題知覺與分類 4. 有效合適的解題問題空間 5. 兼用陳述性與程序性知識 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 問題表徵能力較差 2. 傾向問題的表面結構意義，不能找出問題重心 3. 問題知覺與分類容易出錯 4. 問題空間較易出錯與沒效 5. 缺少有效的程序性知識
解題策略	<ol style="list-style-type: none"> 1. 能選用適當的解題方法 2. 進行有效的解題計畫 3. 傾向使用順向解題策略 4. 後設認知、類比推理等能力較佳，有利解題 5. 解決問題的效率較佳 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 不容易找出適當的解題法 2. 隨機找尋答案與解題方法 3. 傾向使用倒向解題策略 4. 後設認知、類比推理等能力欠缺，不易解題 5. 解決問題的效率欠佳

一、基模 (schemata)：先前知識與經驗

一般而言，專家的知識基模（先前知識與經驗所構成）會比生手來得多、廣而且深入，即具有較龐大有系統的知識庫，其在特定學科領域（如醫學、物理、工程、法律等領域）上更為明顯。而先前知識與經驗的質量如果較多、較佳且深入，相信對於問題解決時會有相當正面的助益，例如在問題表徵、分類、意義理解、解題技巧、策略、類比推理等高層次認知能力方面，這也是專家優於生手問題解決者的重要因素之一，而知識和經驗需要長時間的累積與心得歸納。

其中知識可有以下三種類型（林清山，民81；Mayer, 1987）：

1. 語意知識 (semantic knowledge)：關於世上的事實和概念的知識，如氮循環的知識和正方形定義的知識。
2. 程序知識 (procedural knowledge)：如何完成問題解決的一些程序的知識，如怎樣開車或操作實驗器械。
3. 策略知識 (strategic knowledge)：有關如何建立目標、選擇適當步驟、和監控進程以獲致目標等之知識。

Chase 和 Simon(1973) 曾估計一個下棋專家 (chess master) 至少儲存了 50000 到 100000 個串節訊息。Simon(1980) 認為「經驗」是無可替代的，且並沒有所謂不需要「知識」（廣泛而可存取的知識）的專家；Hayes(1981,1985) 提供某些證據也顯示：作曲者在能夠創作一首名曲之前，至少要花十年專心研究音樂，換言之，要成為一位專業藝術家是有「十年原則」；因此，要想在任何領域（從詩詞寫作到歷史學到各種運動）成為一位專家，同時必須具備問題解決技巧和該領域的特定知識；Hayes(1985) 也警告說：不太可能只使用各種教學策略，便能使生手不需花費大量時間，而獲得這些技能所根據的知識；總而言之，特定領域專家在問題解決時，不僅需要問題解決技能，而且也需要該領域的知識庫和經驗（林清山，民81；Mayer,1987）。

此外，根據 Splich 等人(1979) 針對棒球領域知識的不同高低知識程度的受試者分組之比較研究，發現：高棒球領域知識受試者在實驗中的回憶及回答之質與量明顯優於低棒球領域知識受試者，可見受試者的的棒球領域知識質量多少會影響其回憶與問題解決成效。Voss 等人(1983) 在研究社會科學領域（以蘇聯政治科學問題為例）中專家和生手問題解決的差異後，也強調問題解決者在組織訊息所需的「經驗」的重要性。

二、知識的組織 (organization of knowledge)

一般而言，專家的知識來自多年的經驗與累積，大多使用階層式結構組織其知

識，其知識的組織通常能做有效且系統的分類，並且呈現有機關係之連結，甚至結合和編譯成爲自動化機制，因此專家在問題初步分析、基模應用、類比推理、創造思考、擴散思考、演繹推理、歸納推理、學習遷移、類化、搜尋選擇策略等解題行爲上較爲優秀，也因此問題解決時即能做快速與有效的反應。

專家的儲存策略也是傾向將知識（例如一些物理公式或其他學科領域原則）組織成爲有系統結構的大概念單元 (conceptual chunks) 記憶庫，例如 Chase 和 Simon (1973) 對西洋棋的研究便發現：專家棋手能以塊狀 (chunking) 方式做有效率且具系統意義的組合記憶，如果棋盤的棋子排列是有規則意義的呈現，則專家棋手的記憶策略（知識的組織）較具優勢；但如果棋子是任意擺佈，則專家棋手的優勢記憶效果則消失；在其他學科領域的研究中也有類似的發現，顯示出專家與生手間的差異並不能單純歸因於短期記憶廣度或能力的差異，記憶策略的優劣更是重要 (Kahney, 1993)。此外 Egan 和 Schwartz (1979) 在調查專家和生手的知識結構及其對於電路符號圖示回憶能力的影響後，也發現類似的結果與現象，其他一些研究也支持此現象 (Johnson, 1988)。

相對的，生手則傾向把知識組織成爲個別細節瑣碎的小單位片斷或字句（譬如背記每一個別的公式或原則）。影響所及，專家的解題行爲也不同於生手。例如在解物理學問題上，專家的解題行爲傾向使用一個較大公式（或原理）來解決問題，常能快速有效解決問題，例如以更自動化的程序全部一次的解決問題；而生手則傾向使用較小的知識單位，一步一步進行許多驗證，容易陷入不合宜的「問題空間」，影響其解題速度與效率。

三、問題表徵 (problem representation)

當個人面對一個問題時，他會發展一種「問題表徵」，即是問題解決者對於該問題陳述的詮釋，包含對問題的「知覺」(perception) 與「分類」(categorization)，問題表徵的良窳關係著問題解決的效率與正確性。通常專家解決者因爲較能明確理解問題的真正意義與問題重心，即使面對定義不良或複雜的問題也能如此，因此較能做合適的問題知覺與分類，進而能進行較合宜有效的解題「問題空間」(problem space)，從而較有效、較快解決問題；而生手則常會因先前知識與經驗的限制，而不容易找出問題焦點與關鍵解題技巧，在面對定義不良或複雜的問題便容易不知所措，其問題知覺、分類、與解題的問題空間也因而遠遜於專家解決者 (Johnson, 1988)，由上可見問題表徵的重要性。

問題表徵依不同問題特性而會有不同的複雜程度，例如物理學問題所需的問題表徵就遠比字謎問題更爲複雜，解決者必須探討問題的各項特質與其間關係以便詮釋該物理學問題。根據一些研究顯示：「生手」解決者傾向使用問題的「表面訊

息」(表面結構意義)來產生問題表徵；而「專家」解決者的問題表徵則通常根據表面陳述下的「概念關係」(深層結構意義)而產生(Chi, Feltovich, & Glaser, 1981; Novick, 1988; Hardiman, Durfrense, & Mestre, 1989),可見專家和生手間各自對於問題的「知覺」(perception)的確有所不同,例如Schoenfeld和Herrman(1982)即針對專家和生手數學問題解決者的問題知覺與知識結構做研究,發現:問題的有效知覺與解決者的問題解決能力有直接相關,將問題解決者所做的問題知覺,利用「階層群集分析」(hierarchical clustering method)顯示,生手認知問題是基於問題的表面結構,如問題的文字或目標描述;該研究中生手經過課程訓練後,生手認知問題的關連性更趨向專家的問題知覺,亦即依據原理原則或與解決問題有關方法之深層結構來做問題知覺表徵。

此外,專家的問題表徵也包含「分類」(classifying)問題,而且專家會因為具有處理該特定問題類型的知識與經驗,而能合宜地考慮何種原則最為適用,並表徵該問題,進而選擇適當程序與策略以便有效解決該問題(Voss et al., 1983; Hardiman, Durfrense, & Mestre, 1989)。

Chi, Feltovich, & Glaser(1981)曾研究物理學專家和生手在解決物理學問題時的問題分類與表徵差異,結果發現:專家和生手在做問題表徵時,是由不同的「問題分類」開始(categorization of problem),然後以本身在該分類有關領域的先前「知識」和經驗來完成表徵的過程。因為專家和生手彼此間的相關知識和經驗不同,因此「專家」開始是以抽象的、深層結構且深層次的物理學原理進行問題分類、表徵與問題解決,其問題表徵含有較多的基本原則(如能量守恆、牛頓第二運動定律);然而「生手」則是根據問題表面的文字特性來做問題分類及建構問題表徵,因此會流於表面描述、瑣碎、較膚淺和具體的名稱表示。此外,專家的問題表徵除了含有「陳述性知識」(declarative knowledge)外,還含有「程序性知識」(procedural knowledge)。專家的「基模」(schemata)含有相當多明顯合用的「程序性知識」;而生手的基模則含有該問題的充足詳盡「陳述性知識」,但是卻缺乏具體的解決方法。如果生手在該領域的知識和經驗有相當程度的增加,可能其問題表徵會較豐富與較有效。

此外,一些認知學者在研究領域專家和生手的差異後,更認為生手之漸進成為專家的知識與技能習得歷程,可說是從描述性知識或命題形式(propositional form)到編譯化、程序化的條件行動形式(compiled, procedural, condition-action form)(Glaser, 1990)。生手基本上知道某些原理原則或特別專有名詞,但是卻不知道有效應用的條件時機;但是專家卻能將描述性知識「編譯」(compiling)並「結合」(assembling)成為有效率且自動化的程序性知識,並且知道有效應用的功能性條件時機(Glaser, 1990; Rumelhart & Norman, 1988)。

四、解題策略 (solution strategy)

通常，專家有許多解決問題的知識與經驗，所以他們能夠很快便知覺並看出問題的類型與解決要點，進而選擇適當的解答方法（如公式、原理）。

Larkin 等人 (1980) 曾研究物理學專家和生手在解物理學問題的差異，研究發現：專家在解決問題時傾向採用「順向解題」(work forwards)，即從已知到目標，將已知的數值插入適當的公式（專家的解題優勢），便可算出答案，專家通常會執行其「解題計畫」以便求解，很少需要採用另一程序重作；相反的，生手卻是傾向從目標到已知的「倒向解題」(work backwards)，幾乎隨機找尋含有所要數量（答案）的方程式，並不斷地代換數值，直到找到答案（林清山，民 81；Mayer, 1987）；其他學者也有類似研究發現與見解 (Kahney, 1993)。雖說領域專家比生手在問題解決上較為優異，但是當領域專家身處於完全不熟悉或是缺乏經驗的問題情境中時，專家也會退化或傾向採用方法一目的分析的倒向解題方法來解題。

「倒向解題」（類似方法一目的分析法）是生手面對任何學科問題時所能採取的較有力的策略，因為它可以縮小記憶庫中的搜尋範圍，逐步尋找目標，而專家較少採用此方法是因為專家較為熟悉解題技巧而且能知道導向目標的途徑，因此不會迷路。為了考驗這些觀察的正確性，Larkin 等人 (1980) 設計一個可模擬專家和生手解決問題的電腦程式，結果發現專家程式的輸出結果與人類專家的結果相當一致，生手亦同，可見這些模擬程式可以正確地描述出專家和生手在解決問題策略上的差異，顯示上述專家和生手的差異確有其事，專家的專業性是由於有許多解決問題的經驗，因此較能正確快速的辨識問題所在，從而判斷選擇合適的解答路徑與方法（林清山，民 81；鍾聖校，民 81；鄭昭明，民 82；鄭麗玉，民 82）。

Perkins & Salomon (1989) 也認為專家棋手的知識庫非常複雜，不只是幾步走法而已，通常他們可以認得許多棋譜，並用全盤的組合來思考，因此才能預先思考揣摩對策；要言之，專家技能包括一個特殊領域的大知識庫，能迅速辨認各種不同的型態，且能在辨認後向前推理，以獲得解答；而生手則不認識或無法很快認出有意義的型態，常用一般而表面的推理方式，用倒向的方法拿公式去套，因此錯誤率較高，效率也較差。

此外，專家的後設認知能力（包括計畫、監控、反省等）與類比推理等高層次能力通常比生手為佳，因此在其解題時更有助於思考、計畫與執行合宜的解題策略。Tudor (1992) 曾研究專家和生手在解決環境生態議題的解決策略之差異，結果發現：專家組和生手組的顯著差異顯示解決環境議題的策略表現是屬於領域特定的，環境生態學的領域專家的問題解決策略（推理、問題發展、解決方法發展、探索解決方法的應用）顯著優於其他不同學科領域的生手。其他一些學者 (Gardner, 1985)

專家與生手間問題解決能力的差異及其在教學上的啓示

的研究也發現：較幼小或重度智障學童的後設認知能力與類比推理能力（與學習遷移）比年長的或輕度智障的學童為差或不足。同理可證，專家的後設認知與類比推理等能力較生手為佳，加上其他優勢的高層次認知能力，因此領域專家的解題策略較佳且有效能。

肆、專家與生手間問題解決能力的差異 在教學上的啓示

綜合上述問題解決文獻與專家與生手間問題解決能力的差異，其在教學上有以下的重要啓示與應用意義：

一、問題解決具有可教性

雖然在學界上，「問題解決」是否可教見仁見智，有些學者認為：問題解決的演算法則難以真實測定、訓練課程可能背離實際問題情境課程、一般概括性問題解決策略的外在效度存疑，因此認為問題解決不可教（鍾聖校，民81）；但也有不少學者的研究顯示有些問題解決策略的確可教，例如 Schoefeld 和 Herrman(1982) 在其有關數學實驗的研究中便發現：生手在經過某問題解決技術的課程訓練之後，其更易採用類似專家式的深層結構認知、分類與表徵，其問題解決能力有顯著進步與訓練成效。Shavelson(1972) 在其物理教學實驗研究中，也發現受過訓練的學生的知識結構，與專家知識結構的差異隨著訓練日子而逐漸減少，可見該問題解決訓練的具體成效（林清山，民81）。Brown & Kane(1988) 曾研究學前教育學童的學習遷移成效，也發現學前兒童也能從範例中學習解決問題，且能從過去經驗選擇適當的類比。

目前學者大多贊成某些問題解決策略與技巧的教學，具有教育成效，只是其問題解決策略成份如何及其適用性仍有進一步研究的必要，同時特定問題解決策略較適用於特定領域，而非放諸四海皆準的萬靈丹。

二、教導生手學生成為專家問題解決者的策略

綜合一些學者的研究結果，可歸納出一些可教導生手學生學習成為專家問題解決者的策略，簡要說明如下（林清山，民81；鄭昭明，民82；Mayer, 1987）：

1. 提供豐富的知識基礎訓練：學生要想培養良好策略性程序知識等問題解決技巧之前，首先便需要豐富的基本原則和事實知識，作為問題解決的先前知識與基模基礎，充實描述性、程序性和策略性知識，以便做迅速有效的訊息處理、記憶搜

尋、問題分類、表徵、判斷與解決問題。

2. 教導問題解決技能：將問題所需要的心智技能分割為一些可以教導的較小技能，以便循序漸進學習，包括「表徵技能」（用以建立一個連貫而有用的問題內在表徵）和「解決技能」（用於計畫、執行、和監控計畫），並練習利用「捷思法」以便做有效率的問題表徵與問題解決。此外，學生也要學習和練習有效且系統化結構的記憶策略、知識建構方法以及適用該學科領域的學習策略（如複誦策略、精緻化策略、結構組織策略、後設認知策略、自我調節策略、概念構圖策略、自動程序化策略等），以便解題時能進行有效的問題計畫、監控和解決。
3. 強調問題解決歷程：問題解決教學時，應該集中注意於「歷程」（process，即如何進行問題解決）而非「成果」（product，即得到正確答案），而且學生需要練習找出他們自己的問題解決歷程與楷模範例的問題解決歷程之關係，並從實作經驗中體會解題歷程與策略，從中思索與學習解決問題的訣竅和歷程，逐步發揮自己的潛能，「調整」本身的問題解決策略和歷程逐漸趨近於專家，以增進學習遷移與類比推理等能力。
4. 期望產生特定學習遷移：要想讓學生成為良好的或邁向專家式的問題解決者，最好讓學生練習那些與他以後會被要求做的相類似作業或問題情境，學用合一，以便發揮學習遷移效果。因為在不同的領域中，隔行如隔山，術業有專攻，不同領域專家在不同專業領域上各擅勝場，難以樣樣皆通。因此在特定的情境（醫學、法律、工程、教師等專業領域）中，要想幫助學生成為該領域專家，便需要設計該領域的問題解決課程或專業養成計畫，教特定的問題解決技巧，並教導該領域所屬原理原則的原由與適用情境，並做適當的練習、實習與回饋，最具有專業教育意義和教學成效。
5. 設計合適的課程與情境：通常問題的定義如果良好，則對於解決者會很有助益；如果問題定義模糊，則易誤導。同樣的，在問題解決教學時，為了增進學生良性的「正向遷移」效果，課程及情境便要做適當的安排，以免誤導學生。目前適用於教學適用的「問題解決課程」並不少，包括「智慧型電腦輔助教學」（Intelligent Computer Assisted Instruction，簡稱ICAI）、與「情境學習」（situated learning，重視在真實情境下的認知學徒式學習，參見鄭晉昌，民82）等，皆有助於學生培養與學習更有效的問題解決能力和策略，值得參考與應用。此外，學校課程和情境如果能兼顧皮亞傑的「知識衍生論」和維高斯基的「社會認知建構論」、「近側發展區」、「鷹架理論」的要義，對於學生的問題解決能力的提昇會有相當助益。

伍、結語

專家與生手間問題解決能力的差異及其在教學上的啓示

問題解決是人類生存的重要能力，個人在問題解決時，始於知覺、理解、分類與表徵問題，不同的問題類型需要不同的問題解決認知技巧，問題解決時也有一些不同的問題解決策略，同樣也有一些障礙因素的存在，在在需要問題解決者克服之。

綜言之，專家與生手間的問題解決能力的確有所差異，專家無論在「基模：先前知識與經驗」、「知識的組織」、「問題表徵」和「解題策略」上，都明顯優於生手，值得教育界重視與參考應用，基本上某些專家式問題解決方法與策略具有相當可教性和教育參考價值。因此，在學校教學上或其他專業領域（如師範教育等）問題解決教學上，宜參考專家式問題解決方法，營造並設計合適可行的問題解決情境與課程，並且教導學生充實基本知識和經驗、學習程序性策略，以利正向學習遷移，有效解決所面臨的問題，將來成爲領域專家。

參考書目

- 林清山譯（民81），**教育心理學：認知取向**（R. E. Mayer 原著）。台北市：遠流。
- 鄭昭明（民82），**認知心理學：理論與實踐**。台北市：桂冠。
- 鄭晉昌（民82），電腦輔助教學的新教學設計觀—認知學徒制。**教育資料與圖書館學**，第31卷，第1期，頁55-66。
- 鄭麗玉（民82），**認知心理學**。台北市：五南。
- 黃希庭等人譯（民81），**認知心理學**（R. L. Solso 原著）。台北市：五南。
- 黃幸美（民84），類比推理思考及其在教學上之應用。**教育研究資訊**，第3卷，第3期，頁128-142。
- 黃秀瑄、林瑞欽編譯（民80），**認知心理學**（J. B. Best 原著）。台北市：師大書苑。
- 鍾聖校（民81），**認知心理學**。台北市：心理。
- Anderson, J. R. (1990). *Cognition psychology and its implication*. New York: W. H. Freeman and Company.
- Barsalou, L. W. (1992). *Cognitive psychology: An overview for cognitive scientists*. Hillsdale, New York: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Bransford, J., Sherwood, R., Vye, N., & Rieser, J. (1986). Teaching thinking and problem solving: Research foundations. *American Psychologist*, 41(10), 1078-1089.
- Brown, S. J., Cllins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18(1), 32-42.
- Brown, A. L., & Kane, A. J. (1988). Preschool children can learn to transfer: Learning to learn and learning from example. *Cognitive Psychology*, 12, 493-528.
- Chase, W. G. & Simon, H. A. (1973). Perception in chess. *Cognitive Psychology*, 4, 55-81.
- Chi, M. T. H., Feltovich, P. J. & Glaser, R. (1981). Categorization and representation of physics problems by experts and novices. *Cognitive Science*, 5, 121-152.
- Egan, D. E. & Schwartz, B. J. (1979). Chunking in recall of symbolic drawings. *Memory and Cognition*, 7(2), 149-158.

- Gardner, M. K. (1985). Cognitive psychology approaches to instructional task analysis. In E. W. Gordon (Ed.), *Review of research in education* (Vol. 12, pp. 157-195). Washington, DC: AERA.
- Glaser, R. (1990). The reemergence of learning theory within instructional research. *American Psychologist*, 45(1), 29-39.
- Glass, A. L. and Holyoak, K. J. (1986). *Cognition* (2nd. ed.). New York: Random House.
- Greeno, J. G. (1978). A study of problem solving. In R. Glaser (Ed.), *Advances instructional psychology, Vol.1*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Hardiman, P. T., Durfresne, R., & Mestre, J. P. (1989) The relation between problem categorization and problem solving among experts and novices. *Memory & Cognition*, 17(5), 627-638.
- Hayes, J. R. (1981). *The complete problem solver*. Philadelphia: Franklin Institute Press.
- Hayes, J. R. (1985). Three problems in teaching general skills. In S. F. Chipman, J. W. Segal & R. Glaser (Eds.), *Thinking and learning skills: Volume 2, Research and open questions*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Heller, J. I. & Greeno, J. G. (1979). *Information processing analyses of mathematical problem solving*. Paper presented at the Applied Problem Solving Conference, Evanston, IL.
- Johnson, S. D. (1988). *A cognitive analysis of expert and novice troubleshooting performance*. (unpublished manuscript). Champaign, IL: Department of Vocational & Technical Education, University of Illinois.
- Kahney, H. (1993). *Problem solving: Current issues* (2nd. ed.). Buckingham: Open University Press.
- Mayer, R. E. (1987). *Educational psychology: A cognitive approach*. Harper Collins Publishers.
- Larkin, J., McDermott, J., Simon, D. P. & Simon, H. A. (1980). Expert and novice performance in solving physics problems. *Science*, 208, 1335-1342.
- Novick, L. R. (1988). Analogical transfer, problem similarity, and expertise. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 14(3), 510-520.
- Perkins, D. N., & Salomon, G. (1989). Are cognitive skills context-bound? *Educational Researcher*, 18(1), 16-25.
- Reed, S. K. (1992). *Cognition: Theory and applications* (3rd. ed.). Pacific Grove, California: Brooks/Cole Publishing Company.
- Rumelhart, D. E. & Norman, D. A. (1988). Representation in memory. In R. C. Atkinson, R. J. Herrnstein, G. Lindzey, & R. D. Ruth (Eds.), *Stevens's handbook of experimental psychology*. New York: Wiley.
- Scardamalia, M., Breiter, C., & Steinbach, R. (1984). Teachability of reflective processes in written composition. *Cognitive Science*, 8, 173-190.
- Schoenfeld, A. H. & Herrman, D. J. (1982). Problem perception and knowledge structure in expert and novice mathematical problem solvers. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 8(5), 484-494.
- Shavelson, R. J. (1972). Some aspects of the correspondence between content structure and cognitive structure in physics instruction. *Journal of Education Psychology*, 63, 225-234.
- Simon, H. A. (1980). Problem solving and education. In D. T. Tuma, & F. Reif (Eds.), *Problem solving and education: Issues in teaching and research*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

專家與生手間問題解決能力的差異及其在教學上的啓示

- Splich, G. J., Vesoner, G. T., Chiesi, H. L. & Voss, J. F. (1979). Text processing of domain-related information for individuals with high and low domain knowledge. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 18, 275-290.
- Solso, R. L. (1991). *Cognitive psychology*(3rd. ed.). Boston: Allyn and Bacon.
- Sternberg, R. J. (1977). Component processes in analogical reasoning. *Psychological Review*, 84 (4), 353-378.
- Tudor, M. T. (1992). Expert and novice differences in strategies to problem solve an environmental issue. *Contemporary Educational Psychology*, 17, 329-339.
- Voss, J. F., Greene, T. R., Post, T. A., & Penner, B. C. (1983). Problem solving skills in the social science. In G. H. Bower (ED.), *The Psychology of learning and motivation: Advances in research theory* (Vol. 17, pp. 165-213). New York: Academic Press.

王春展，國立臺灣師範大學教育研究所碩士，國立政治大學教育研究所
博士班研究生