

國立臺灣師範大學教育心理與輔導學系
教育心理學報，2012，43 卷，4 期，855-874 頁

回饋類型、問題呈現方式與 練習對問題解決的影響*

黃麗分
靜宜大學
觀光事業學系

吳庭瑜
明新科技大學
工業工程與管理學系

侯世環
國立交通大學
管理科學系

洪瑞雲
國立交通大學
工業工程與管理學系

本研究目的在探討回饋類型、問題呈現方式、與練習對問題解決的影響。147 位大學生被隨機分派至 3（回饋類型）× 2（問題呈現方式）的實驗情境中重複解決三個問題三次後，他們的解題時間及正確率顯示，相對於僅有文字敘述的問題，有提示圖表的問題呈現方式可以顯著的降低解題時間並提高正確率。此外，診斷性回饋可使參與者解題時間不致隨練習下降，且可提升解題正確率，但效果在兩次練習之後才會顯著。肯證性回饋的作用和無回饋的情況相似，會使解題的時間隨練習次數而快速下降，但正確率的提升則十分有限。以兩空間四階段的問題解決模式分析其中 71 位學生解題時的大聲思考資料則發現，若參與者的解題嘗試得到了肯證性回饋時，對問題的理解活動會下降，但在解答演算方面，其數值分析則會隨練習而增加。相對之下，診斷性回饋則會使參與者將重點放在問題的理解與定義等概念階段。此研究結果顯示，在解決低結構問題時，數值性的解題活動是在問題已清楚定義後才會出現。

關鍵詞：肯證性回饋、問題呈現方式、問題解決、診斷性回饋、練習

問題解決有賴一些外在的輔助條件，及個人內在的認知歷程，本研究的目的即在探討問題解決時的三個外在條件，外來回饋的類型、問題呈現方式及重複練習等因素對問題解決績效與歷程的影響。

一、問題解決的認知歷程

人是目標導向的，當一個人現在所處的狀態與目標所指的最終狀態間有差距時，問題便出現了。問題解決的過程是當事人為縮短現狀與目標狀態之間的差距而從事的一連串活動（Newell &

* 本篇通訊作者：黃麗分，通訊方式：LFHuang@pu.edu.tw。

Simon, 1972)。根據一個問題的作業結構，理論上我們可以建構出一個解決問題時，由現狀抵達目標狀態所需經歷的各種不同的解題路徑，Newell 與 Simon 稱此理論上的所有解題路徑為「問題空間」(problem space)，人解題時的認知歷程即是在此問題空間中尋找出一條可行的路徑。

Simon 與 Lea (1974) 隨後將 Newell 與 Simon 的單一問題空間的概念延伸為二空間的搜尋活動。根據他們的分析，人觀察到一些問題案例後，要歸納出這些案例背後的一般法則時，需要建構出兩個不同性質的空間，一為法則空間 (rule space)，一為案例空間 (instance space)。在法則空間中的物件是一個個可能解釋目前案例的可能法則 (或稱假設)，案例空間中的物件則是與法則相關的實際可觀察的案例。法則歸納的問題解決歷程是在此二空間中反覆來回的搜尋。例如，若每個英文字母代表不同的數字，DONALD + GEROLD = ROBERT，且已知 $D = 5$ ，其他英文字母所代表的數字為何？在解這個問題時， $D = 5$ 為已知案例、由十進位加法及 $D + D = T$ 的法則、 D 和 T 為不同數字，則可推知 $T = 0$ ， $R = 2L + 1$ ， R 為不為 5 的奇數等等。此解題歷程為根據已知條件在法則空間中尋找可能的假設的認知活動。再到案例空間中測試此假設，看依據假設所產生的案例是否和已知案例一致。

Klahr 與 Dunbar (1988) 則以實驗的方式探討科學發現的歷程，他們要大學生嘗試去找出一個玩具機器人的遙控器上的功能鍵所對應的機器人的動作。根據參與者解題過程中的語文資料，他們將人的解題過程分成兩類，一為在假設空間 (hypothesis space) 搜尋，亦即參與者對某一功能鍵可能對應的機器人動作先提出一些假設，如假設 A 鍵為前進，B 鍵為退後等；另一為在實驗空間 (experiment space) 中搜尋，例如按鍵測試時，按下某一控制鍵 (如 A3) 後，看機器人是否會前進 3 步。Klahr 與 Dunbar 發現，大學生的解題方式可分成兩群，一為先對功能鍵的功能提出假設，再按鍵測試其假設是否正確，此稱為「理論者」，另一群人則是在沒有明確的假設的情形下，直接先按鍵看機器人會有何反應，再根據測試結果提出假設，他們稱此類解題策略為「實驗家」。

Klahr 與 Dunbar 的假設空間和實驗空間和 Simon 與 Lea 的法則空間及案例空間可說是相似的。人在解題過程中，「假設空間」或「法則空間」中的活動是對問題進行概念性的分析或推導，進而綜合出一暫時性的解答 (稱為假設)，「實驗空間」或「案例空間」則是對現象進行操弄、演算等測試活動，以觀察測試的結果來形成假設或判斷假設 (解答) 是否正確。Klahr 與 Dunbar (1988) 的研究發現，理論家的解題正確率比實驗家高，顯示在行動前先對情境進行了解比嘗試錯誤的行動更有助於解決問題。

二、問題結構與問題解決模式

然而，Simon 與 Lea 或 Klahr 與 Dunbar 的「兩空間」模式的導出係來自參與者解一些定義清楚、可直接判斷解答對錯的高結構性問題 (well-defined problem)，如數學遊戲問題，或可具體操作驗證的程式指令。當面對定義不清楚，或沒有明顯對錯的低結構性問題 (ill-defined problem)，如管理上的人事決策問題或人際間的情感糾紛時，問題解決的要件在先對問題進行瞭解、診斷、與界定，只有當問題清楚的定義後，方能尋找適當的解決方案。為了分析管理者問題解決的特徵，Wang、Horng、Hung 與 Huang (2004) 將 Simon 與 Lea 及 Klahr 與 Dunbar 的二空間理論與 Kintsch (1998) 的文章理解的建構與整合理論整合，形成一個二空間四階段的問題解決模式來描述低結構的問題解決歷程。Kintsch 的建構與整合模式原是在解釋文章的理解歷程，但也是個一般的認知歷程模式。根據此理論，人接觸外在訊息，如一段文字、一個事件時，情境中所含的認知元件 (如文字，行為) 會自動激發長期記憶中的相關知識、經驗。將現有的刺激和記憶中激發出的知識進

一步整合後，人可以對該情境建立起一「情境模式」(situation model)，亦即對該情境的整體理解。此建構－整合的理解歷程是我們對週遭事物賦予意義的基本歷程，和 Simon 與 Lea 的「問題空間」及 Klahr 與 Dunbar 的「假設空間」相似，Wang 等人 (2004) 將此空間稱為「問題理解空間」，並將此空間中的認知活動分成兩個階段，一為由情境中選取相關的訊息，稱為資料輸入階段，一為根據此選取的訊息而衍生的一連串的理解及定義問題的活動，稱為推論及問題定義階段。至於「案例空間」或「實驗空間」，Wang 等人則稱為「解答空間」，此空間中解題的活動可再分成：一、解答方案及步驟的建立或演算，二、解答之可行性評估。Wang 等人用此模式來分析 44 個管理者解決人事問題的反應，發現以此二空間四階段的模式來衡量參與者的解題反應時，8 個變項經因素分析後得到四個與四階段類似的向度，共解釋了 88% 的解題行為的總變異量。

三、問題理解與問題表徵

將問題解決視為是在問題空間中搜尋解答的行為的一個涵意是，如果問題解決者無法正確建構出此問題空間、或是建構出一不恰當的問題空間，則問題將不可能獲得解決。Kintsch (1998) 因此將問題的理解視為是人解題成敗的一大關鍵，根據 Kintsch 的建構－整合理論，當事人對問題情境的線索、資訊的掌握，加上其長期記憶中所擁有的相關知識，問題解決者需要在其記憶中建構出一個問題的情境模式，再根據此情境模式去尋找解答。例如，Voss 與 Post (1988) 比較蘇聯的專家和大學生解決農業產量的問題的研究發現，面對低結構問題時，由於問題本身具有較多的開放性屬性、或不明確之參數，專家的思考歷程中有 24% 的時間是花在對問題進行了解及對問題重新定義；相對的，生手的解題內容中只有 1% 是在將問題做較清楚的表徵。其他的研究亦發現在解題過程中，專家會花較多時間在分析問題及了解問題，而生手較易直接進入尋找解答的階段 (如，Chi, Glaser, & Farr, 1988)。因此，問題情境中是否含有一些線索可以引導當事人的理解，以便建立正確的情境模式，便成了解題成敗的一個關鍵性因素。例如，研究指出，數學應用問題之所以困難主要來自解題者無法由語文的敘述中建構出一個恰當的數學的問題表徵方式，因套用了錯誤的解題公式而導致錯誤 (如，Kintsch & Greeno, 1985; Stern, 1993)。本研究的目的之一即在探討問題呈現時若提供可提示問題表徵方式的圖表架構時是否可提升問題解決的績效。

四、回饋與練習對問題解決的影響

外在世界的訊息多且複雜，往往超越了人的注意力可以及時處理的負荷範圍之外，選擇與限制訊息的流入因此是認知系統得以運作的先決條件。設定目標的作用即在引導我們將有限的認知資源集中在與目標有關的資訊上，並忽視無關的訊息。在問題解決歷程中，解題的活動是在縮短現狀與目標間的差距，因此，目標會引導任何解題的嘗試，解題成果只有透過與目標作比較方能判斷良闕。以 Klahr 與 Dunbar (1988) 的研究中為例，他們研究中歸類為理論家的大學生的解題策略是在行為嘗試之前先對情境中的變項提出假設，再根據此假設作測試，以瞭解自己的假設的對錯，進而修正下一步的測試行為；相對的，實驗家的特徵是在沒有明確的假設下由嘗試錯誤的方式去碰運氣，行動的後果可能因缺乏參照的標準而不易詮釋，解題的成功率因此比不上理論家。

由控制理論 (如，Lord & Levy, 1994; Johnson, Chang, & Lord, 2006) 的觀點來看，一個系統會應用來自環境的回饋資訊來調整及規範其行為以求達成目標及自我規範。人的行為是目標導向

的，在解題活動後，目標狀態是變得較近了，還是反而變遠了，這種正、負向「後果的知識」稱為回饋，它是當事人修正其解題行為的最主要依據。回饋對行為的控制有三個原則(Johnson, Chang, & Lord, 2006)：1. 目標是一種內在的知識表達方式，目標間依其重要性而階層式的組織起來的。2. 目標達成的行為是以負向回饋的方式控制的，亦即，當系統偵測到目前的狀態與目標狀態間有差距時，才會啟動目標達成的行為，差距消失達成後，目標達成的行為也將消失。3. 捨棄目標的現象主要與期待或信心有關。高度信心會提升目標追尋的行為，低的信心或期待會導致目標的放棄。

後果知識的回饋提供了當事人有關自己的行為是否能縮短目標與現狀間差距的重要訊息，是人類達成目標的重要條件。然而，依據控制理論，正向回饋是目標達成的訊息，只有負向回饋才會引發持續的問題解決活動。例如，Billalic、McLeod 與 Gobet (2008a, 2008b) 的研究發現，即使是極端優秀的西洋棋手，若先以一個方法成功解了一個下棋的問題後，在下一個類似的棋局中，大多沿用上次成功的解題方法而無法發現另一更佳的解。他們檢查這些棋手在解新問題時的眼球凝視點後，發現這些棋手的凝視點大多是在上次成功解題的相關棋盤位置上，因而阻礙或延遲他們去發現棋局中存在的更佳解。由此推論，肯證的正向回饋雖具有激勵的功用，但卻可能造成問題解決時的盲點，本研究因此欲探討肯證或負向的診斷式回饋對問題解決的認知歷程的影響。

在 Butler、Karpicke 與 Roediger (2008) 的研究中，他們操弄回饋的類型為直接提供正確解答，或是讓學習者自行尋找答案並在他發現正確解答後再加以確認，結果發現對簡單的記憶作業而言，二種回饋的效果相似。Lipnevich 與 Smith (2009) 的研究中改用申論的心理學試題，並由老師或電腦對學生的申論內容給予詳細的診斷性回饋，結果發現，只要有詳細的回饋，不論回饋是由教師或電腦給予的，學生的表現就會進步，且和學生所得的成績或讚美無關，由此顯示，回饋所提供的資訊才是影響回饋效果的主要因素。根據控制理論負向回饋是讓系統產生修正行為的主要機制，因此本研究預測，當接受到的回饋只是對目前解題行動的一種正向肯證時，人對重複出現的問題的解題的認知活動將遞減，反過來，若回饋是對上一次的嘗試所做的缺點診斷時，則可維持一個人對相同的問題的警覺性，解題的表現與歷程將與肯證式回饋不同。由於重複練習是回饋產生作用的必要條件，因此本研究的設計也要檢定回饋類型與重複練習間是否存有交互作用。

然如何給予回饋才能產生較佳的效果是個複雜的研究議題。就給回饋的時機而言，立即或延遲給予回饋對學習的助益可能不同，且其效果可能因作業的不同而有異。一般而言，對年齡較小或智能較低的動物，立即的回饋才較有塑造行為與學習的效果。然而對人而言，回饋的時間性所造成的影響就相當複雜，和學習的材料、學習的方式，或學習的目標有關。以 Maddox、Ashby 與 Bohil (2003) 的研究為例，他們以經驗學習的方式訓練大學生辨識複雜圖形中的規則性，結果發現只要辨識正確與否的回饋一延遲，學習的效果就快速遞減至完全無學習。然而，Butler 等人 (2008) 的研究以文章理解為實驗作業，在閱讀完 12 篇文章後以 6 個選項的選擇題來測試參與者的記憶。他們發現，在參與者答錯後立即提供正確的解答對學習的幫助不大，反而是延遲 10 分鐘後才給解答所造成的學習較大。由此判斷，不同時機提供的回饋的效果取決於人所要完成的認知作業的性質，當認知作業是複雜的法則萃取時，即時提供正確的回饋是必要的；當認知作業較簡單，如僅是內容的記憶時，延遲提供正確性的回饋相對上較有效，且不受回饋方式的影響。本研究中探討回饋對重複解決相同問題的影響，回饋時間因此設定在重複解同一個問題之前，並非在解題之後立即提供。

回饋的訊息來源也是決定回饋效果的因素之一。自己及他人都可以是回饋的來源。黃富源、洪瑞雲、廖家寧與呂柏輝 (2007) 即以電腦模擬的方式探討動態決策作業中的決策績效受自我回饋的影響。他們的研究中的大學生要面對一牧場經營的決策情境，推測牧草長度與牧群數量間的

關係，由於牧草與牧群間存在一相互消長的關係，有效的牧場經營需要去找出牧草與牧群的一個最佳的均衡狀態方能永續經營。研究中，參與者的作業是在每一年初要決定該年所欲畜養的牧群數目，觀察牧草被牧群消耗的程度，以作為下一年牧群畜養數量的決策依據。實驗以 20 年為一世代，進行 10 代的重複練習，並在每一世代（20 次練習）後操弄自我回饋的有無，有自我回饋組的參與者在下一世代的練習開始前，會被要求以兩分鐘的時間回顧與解釋自己在上 20 次練習中的決策過程與心得，並推論所得結果與自己當初的預期間差異的原因。資料顯示，參與者的決策表現均會隨練習而上升，出現典型的學習曲線，但每一世代的練習中，只有有自我回饋者在練習的後端仍會持續的進步，無回饋組則快速的達到學習的高原期而停滯不前。但自我回饋組經過 10 世代的回饋與練習後，其表現仍未達理想的狀態，顯示自我回饋對複雜的系統行為的學習雖有幫助，但由於作業的複雜度太高，即使有 200 次的重複練習與 9 次的回饋，仍不足以產生大幅的法則學習，因此，在複雜作業中外來的回饋便有其重要性。然 Kruglanski 等人（2005）的研究指出，當資訊是來自他人時，只有當對方被判斷為比自己具有更高的專業權威時，此訊息所造成的知識改變才會較大。因此，本研究中的回饋將由身份為教授與博士生的實驗者提供，他們具有解題相關的知識，且回饋的內容均限定在解題行為上，回饋內容的正確性沒有爭議性。對大學生而言，此類回饋可視為專家層次的外來回饋。

五、研究問題與架構

本研究的目的是在探討回饋類型、問題呈現方式與練習對問題解決的影響。研究中，參與者被要求解決兩類低結構的問題，第一類是結構程度較高的兩個頓悟性問題，有正確的解答，問題表面上是機率問題，若用對問題表達方式，則問題的解完全不需要數學演算。第二類是結構程度較低的藥效比較問題，沒有明確的解答，需要先對資料進行整理、演算，綜合資料中所提供的訊息後方可提出詮釋。實驗中，一半人看到的是語文描述的問題；另一半人看到的問題除了語文描述外，還附有一空的圖表，若用此圖表整理問題中的資料，可將問題中隱藏的結構明示出來。每位參與者對此三個問題都有三次的解題機會，在解完三題一組的問題後，進行第二輪的解題嘗試前，進行回饋的操弄。在有回饋的情境中，實驗者會針對每個問題提供一個回饋，回饋的內容可能是指出其前一次問題解決過程中的一個優點，稱為肯證式回饋；回饋的內容也可能是指出其前一次問題解決過程中的一個缺點，稱為診斷式回饋。在沒有回饋的情境中，實驗者僅要求參與者再次嘗試解題。我們預測，提示結構的圖表、診斷式的回饋及練習可提升問題解決的績效。我們也將透過第二類較低結構的問題解決時大聲思考的語文資料分析探討回饋與練習所造成的解題歷程的差異。

方法

一、參與者

147 位大學生及研究生（男 116 人、女 31 人）被隨機指派至 3（回饋）× 2（作業呈現方式）的實驗情境之一，各情境中女生及研究生的人數大致相同。

二、問題解決作業的設計

研究中的三個問題解決作業（附錄一）結構程度不同，但都非高結構性問題，其中「禮物」（估計得到喜歡的上衣—長褲組合的機會）與「病房」（由已知的資料推論那個病人住那個病房及得了什麼病）兩題結構程度較高，雖有正確解答，但用數學演算並無法求得解答，解題的關鍵在發現適當的問題表徵方式；「藥物」題（根據已知的實驗數據去判斷不同藥物的療效）題結構程度較低，需要一些數學演算，且無唯一的正確解（不同的藥在長、短期藥效，平均療效，或療效的穩定性上並不一致）。然此三個問題有一共同處：表面上看起來是複雜的推演問題，且似乎沒有正確解答，但若使用了較適當的問題表徵方式（見附錄一），問題的解就很容易看出，甚至不需任何數學演算。以「禮物」題為例，題中的資訊若以「褲子顏色」及「襯衫顏色」二向度的矩陣來表徵，即使不懂機率也可得到正確答案。而「病房」題若以每個病人只能落在「病房」、「病人」、「病名」的 3×5 的組合方式中之一來表徵，再依序將已知條件填入 3×5 的方格中後，剩下的3個空格便可很容易的推知是何人、何種疾病、那一間病房了。至於「藥物」題，若能將文中數據轉成圖形，則較可清楚看出問題中相關變項的關係。

三、自變項的操弄

（一）問題呈現方式

實驗中三個問題解決作業係以兩種不同的書面方式呈現在 B4 紙上：

語文方式。問題以文字陳述，沒有提示問題表徵的圖表（附錄一）。

提示圖表方式。「禮物」與「病房」題除了文字的陳述外，另附有可表徵該問題結構的空的表格，可用來整理問題陳述中的資訊（附錄一）；「藥物」題則附有一個已整理好數據的表格及一個可供繪圖的空的框架，附上已整理好的數據表格的理由是我們在先期實驗發現，參與者都會將文中數據整理成表格形式，為了將參與者的注意力引導至繪圖的提示上，直接提供已整理好的數據表格。

（二）練習

研究中，參與者被要求重複解決 3 個問題三次。每一次練習時，三個問題的順序是相同的，但不同的參與者的題目的順序則是隨機決定的。

（三）回饋類型

參與者每解完 3 個問題後，在下次解同一問題之前，回饋組的參與者會得到他上一次解題的表現回饋，回饋的類型說明如下：

肯證式回饋。指再次解同一問題前，實驗者會指出參與者前次解題時的某一項行為並加以肯定，然後請他再嘗試一次，例如，「你將題目中的資料重新整理一遍是個優點」、「你第二次的答案和第一次是一致的」、「你將病名、病房、病人分列的資料整理方式很好」、「你會考慮不同時間的療效來下結論，很好」。

診斷式回饋。再次遭遇同一問題時，實驗者會指出參與者上次解題時的某一缺點，然後請他再嘗試一次，實例如，「喜歡的組合是否真的只有四種?」、「兩次的答案不同，再試試看」、「每個病人只能有一種病、一個病房，這三者必須同時考慮」、「請注意時間和療效的關係」、「你做很多

的演算，這不一定是最好的方式，或許可以試試其他方式」、「你的表格沒填滿，可以試試看能不能填滿」。

不論是肯證式或診斷式，回饋的內容均是實驗者由參與者實際的解題行為中臨場隨機選出，且所有的回饋均是只針對前一次的解題表現而已，且實驗者會提醒參與者這些回饋只是給他參考而已，在實際解題時他可自由決定是否沿用相同的解題方法。無回饋組的參與者再次遇到相同的問題時，實驗者只告訴他們可自由決定是否使用相同解決方式，對其先前的解題表現不提供任何回饋。

四、問題解決行為之測量

問題解決行為的衡量採用兩類不同的指標：解題績效與解題歷程分析。

(一) 解題績效

解題時間。指參與者讀完一個題目後，從開始作答到他認為已經將題目解出，或是他不願再繼續嘗試下去的這段時間。因參與者在每個實驗區間各解三個不同的題目，解題時間係以三個題目解題時間之總和來估計，計時單位為分鐘。每一參與者各有三次練習的 3 個解題時間。

正確答題數。由「禮物」及「病房」二題的解答來估計。每答對一題得一分。分數的全距為 0-2 分。每一參與者分別有三次解題的 3 個正確答題數。

(二) 解題行為之歷程指標

以「藥物」題的大聲思考所得的逐字稿進行內容分析。刪去錄音品質不良，口語不清或不全的資料後，以隨機方式抽取出三次口語內容都完整的參與者 71 人（語文與圖表提示的情境中，控制組分別為 11 人，肯證回饋組分別為 12 人，診斷回饋組分別為 12 與 13 人）。「藥物」題是一個二因子實驗設計的資料詮釋問題，一般是透過統計方法，以數字演算的方式來得到結論。但在實驗中參與者並沒有電腦或計算機可使用，若此要對問題中的各種藥物的療效加以了解及比較，最簡單的方式是將題目中的數字以圖示的方式呈現出來。透過圖示，各組藥物之藥效隨時間而遞增或遞減的情形可以一目了然，不但可以呈現各藥物之平均藥效的差異，也可展示各藥效隨時間而變異情形。參與者在此題的反應以「二空間－四階段」的解題歷程分析。然而，也許是因為數值問題較缺乏爭議性或不確定性，依據「二空間－四階段」的問題解決模式進行內容分析後發現，參與者在提出答案後，極少再對自己的解答進行評估或提出辯解，因此「二空間－四階段」中的第四階段「評量解答」資料量甚少。我們乃決定在資料分析時只用「資料輸入」、「問題理解」及「搜尋方案及解答」前三階段，少數第四階段的反應被併入「問題理解」階段中。在進行大聲思考內容分析時，兩位受過訓練的獨立評分者先將逐字稿斷句後，依序將語文內容填入二空間三階段中的適當位置內，每一語文反應單位只能被歸類一次，不可重複。接下來，評分者再將每個階段中的語文資料量進一步分類編碼。兩位評分者的評分者內信度在 .67 ~ 1.00 之間，平均為 .94；評分者間信度在 .62 ~ 1.00 間，平均為 .93。分類編碼後各變項定義如下：

1. 問題理解空間中之變項

階段一：資料輸入階段。指參與者在解題時所提到的題目中的資訊，分兩類：

文字資料輸入量。指參與者在解題時使用到題目中的文字概念的次數。重複者不計算。同義字或語誤均視為有效資料。

數字資料輸入量。指參與者在解題過程所使用的題目中的數字資料數。重複使用的數字不重複計算。

階段二：問題理解階段。指參與者的語文內容並非直接取自題目，而是他對問題內容進一步推演而得的新概念或新數值。除了緊鄰的前後句中有明顯的語意重疊並不計算外，所有的反應均計算。亦分成兩類：

推論量。與文本中不同的概念數。

新數值量。指參與者演算後得之新數值的數量（非文本中數值）。

2. 解答空間中之變項

階段三：搜尋解答階段。分成解題方案及解題之運算兩種行為。此二者的差異在於方案是針對某一問題所提出的全面性的解答方式，例如，參與者看完題目後，面對題目中的一連串數字，可能提出「先將數字畫成表格」或「計算各種藥物的平均藥效」等方案，這些製表、畫圖、計算平均數等說明均屬資料處理的計劃，視為方案。此外，參與者在尋找可能的解題方案時，可能會嘗試由不同的角度來處理問題，例如，藥物的長期效應、短期效果、藥效，或藥效的差異程度等等，不同的角度隱含不同的資料處理及演算方式，亦被視為是解題方案。這些方案的執行可能需要數個子方案或數個運算動作來達成，例如，若參與者決定要算平均數時，那接下來先要將四週的數字加起來，再除以 4，參與者所進行的加、減、乘、除的活動均被視為是解題的運算量。此階段的每一反應除了前後緊鄰有明顯重複的現象者，一律計分。

解題方案數。指參與者針對問題所提出之概括性解題方向或策略之數量。

解題運算量。指參與者解題時實際執行的運算之數量。

為了檢定兩空間三階段模式的建構效度，我們以參與者三次解題所得的 6 個歷程變項進行因素分析，Varimax 正交轉軸後三個因素的解平均共解釋了 70% 的總變異量，且每個因素中所含的兩個變項均和上述兩空間三階段的分類大致相同，顯示以兩空間三階段的架構來分析本研究資料的建構效度是可行的。此三個因素中第一個是問題理解與定義，含推論量及解題方案數二變項，共解釋了 26% 的總變異量；第二個因素為搜尋解答，含演算後之新數值量，及解題運算量，解釋了 23% 的總變異量；第三個因素為資料輸入，含數值輸入及文字輸入，共解釋了 21% 的總變異量。然而，因素分析的結果雖與兩空間三階段的架構相同，但各階段中的變項則與原先的分類不完全相同。根據因素分析的結果，我們對 6 個變項所歸屬的階段重新調整，下面的資料分析即依據因素分析所得之架構。

五、過程

每一參與者來到實驗室後，按其被指派的情境進行問題解決作業。若是語文組，每一個題目皆是以文字的方式呈現在一張 B4 的紙張上面；若是提示圖表組，則 B4 的紙上除了文字敘述外，並附有可用來整理該題目中資訊的空表格或圖形。在實驗者（教授或博士生）說明實驗進行的方式後，參與者先以兩個二位數的加法問題練習「大聲思考」的方式，然後以一個僅有文字描述的練習題練習一邊解題，一邊將他們解題時思考的內容講出來。在練習題之後，三個問題解決作業會依序呈現給參與者，但不同的參與者的題序是隨機決定的。第一次練習時，參與者需將題目逐字唸一遍（之後再開始計時），第二及第三次練習時則不再要求唸題目，但若需要，他可隨時閱讀題目內容。有回饋的參與者在第二、三次解題練習之前，實驗者會拿出他上一次解該題時的 B4 紙張，根據參與者被指派的回饋情境，給予肯定性或診斷性回饋。重複解題時實驗者會強調參與者

可以任何他喜歡的方式來進行，包括重複他先前的解題方式，唯一的限制是不可以只給答案。實驗進行中實驗者在旁進行錄音及計時的工作，並觀察其解題方式，以做為回饋的依據。整個實驗約一個半小時。

結果

一、解題績效

參與者的解題行為分別以回饋種類、問題呈現方式為組間變項、練習為組內變項的 $3 \times 2 \times 3$ 重複量數變異數分析進行初步假設檢定，再以 LSD 法進行事後的平均數間的比較，若違反變異數同質性檢定時，則改以 Greenhouse-Geisser 法進行 F 檢定，再以 Dunnett T3 法進行平均數間的多重比較；顯著水準皆訂為 .05。解題時間及解題正確程度的分析結果如下：

(一) 解題時間

刪去十個解題時間超過平均數 2.5 個標準差以上及一個解題時間過短 (< 4 秒) 的參與者後，有效樣本為 136 人 (語文與提示圖表情境中，控制組分別為 23 人，肯證組回饋組分別為 22 人，診斷回饋組分別為 23 人)。重複量數變異數分析結果，練習的主效果顯著， $F(1.83, 241.62) = 27.55$ ， $MSE = 6.05$ ， $p < .001$ ；解題時間會隨著練習次數的增加而逐漸減少，(第一~三次， $M_1 = 9.33$ ， $SD_1 = 3.97$ ； $M_2 = 8.18$ ， $SD_2 = 3.67$ ； $M_3 = 7.43$ ， $SD_3 = 3.66$)。回饋與練習的交互作用， $F(3.66, 241.62) = 5.11$ ， $MSE = 6.05$ ， $p < .001$ ；及問題呈現方式與練習的交互作用， $F(1.83, 241.62) = 6.69$ ， $MSE = 6.05$ ， $p < .005$ ，亦皆顯著。

就回饋與練習的交互作用而言，由表 1 可以看出，練習會讓解題的時間縮短，但當接受到的是診斷性的回饋時，解題時間並無明顯下降。LSD 事後檢定發現，在第一次解題時，不同回饋組間的解題時間並無差異，在接受一次回饋後 (第二次解題)，三組的解題時間差距仍不大，但到第三次練習時，接受診斷性回饋組的解題時間顯著的長過肯證性回饋組及無回饋組約 2~3 分鐘，後二者間則無差異。

表 1 三次練習中不同回饋組的平均解題時間與正確率 (標準差)

練習 \ 回饋	無	肯證式	診斷式
解題時間 (單位：分鐘)			
1	9.50 (4.01)	9.29 (3.98)	9.21 (4.01)
2	7.83 (3.60)	7.73 (3.38)	8.92 (3.95)
3	5.96 (2.75)	7.14 (3.64)	9.10 (3.82)
正確率			
1	1.02 (0.73)	0.94 (0.79)	0.86 (0.78)
2	1.13 (0.67)	1.26 (0.77)	1.47 (0.70)
3	1.23 (0.66)	1.38 (0.68)	1.71 (0.54)

表 2 三次練習中不同問題呈方式的平均解題時間與正確率（標準差）

練習 \ 問題呈現	文字	提示圖表
解題時間（單位：分鐘）		
1	9.08 (3.89)	9.58 (4.07)
2	8.53 (4.00)	7.82 (3.31)
3	8.08 (4.19)	6.77 (2.91)
正確率		
1	0.84 (0.73)	1.04 (0.79)
2	1.14 (0.71)	1.44 (0.71)
3	1.27 (0.65)	1.62 (0.62)

就問題呈現方式與練習的交互作用而言，由表 2 可以看出，以語文的方式呈現問題時，解題時間隨練習而遞減的程度並沒有圖表組那麼大。LSD 事後檢定顯示，在第一次及第二次解題時，語文組與提示圖表組的解題時間差距並不顯著，但在第三次練習時，提示圖表組解題的時間已比語文組顯著快了近 1.31 分之多，顯示圖表的提示有助於縮短解題的時間。

（二）正確率

刪去一個有遺漏值的參與者後，有效樣本為 146 人（語文與提示圖表情境中，控制組分別為 24 人，肯證組回饋組分別為 23 人，診斷回饋組分別為 25 人）。重複量數變異數分析結果，問題呈現方式的主效果顯著， $F(1, 140) = 8.43$ ， $MSE = 1.05$ ， $p < .005$ ；練習的主效果亦顯著， $F(1.71, 239.84) = 47.52$ ， $MSE = 0.23$ ， $p < .001$ 。此外，回饋內容與練習的交互作用亦顯著， $F(3.43, 239.84) = 7.04$ ， $MSE = 0.23$ ， $p < .001$ 。整體而言，練習會使正確解答的數目上升（第一～三次， $M_1 = 0.94$ ， $SD_1 = 0.76$ ； $M_2 = 1.29$ ， $SD_2 = 0.72$ ；第三次， $M_3 = 1.45$ ， $SD_3 = 0.65$ ），但練習與回饋間的交互作用（表 1）以 LSD 事後檢定顯示，剛開始未接受回饋時不同回饋組間的差異不顯著，但在接受一次回饋後，接受診斷性回饋組的解題正確數顯著的高過無回饋組；接受肯證式回饋組的解答正確數居中，但與診斷性回饋組及控制組間均無顯著差異。兩次回饋後，診斷性回饋組的解題正確數持續上升，且顯著的高過肯證式回饋組與無回饋組，後二組間的差距仍不顯著。

就問題呈現方式對解題正確率的主效果而言，提示圖表組的解題正確率在三次練習中持續高於語文組（表 2），顯示在题目的敘述外提供空的圖表以提示參與者將题目中資料所隱藏的關係表達出來是提升解題正確率的一種方式，但圖表的提示效果要到第二次與第三次練習時才達顯著程度。

整體而言，重複練習不僅可提升解題的正確率，也可以降低解題時所需的時間。圖表的提示對正確解題也有明顯的助益。但回饋對解題時間和正確率的影響則視回饋內容而定，相對於無回饋的情形，僅肯定解題者的優點的肯證式回饋對解題的時間或正確程度沒有任何效果，而指出參與者解題行為上不足之處的診斷性回饋則可以持續不斷的提升解題者的正確率，相對上這些參與者解題時間隨練習而下降的情形也就明顯的不如其他二組，顯示解題的正確率是否可以持續的進步和花在解題上的時間有關。至於這些多花的時間是究竟用來作什麼的，則由下面的解題歷程的分析來探討。

二、解題歷程的分析

分析解題歷程的目的在進一步探討回饋與練習間的交互作用(表3)是如何產生的。因樣本數較小($N = 71$)，三因子重複量數變異數分析可能因組內誤差項的自由度下降而降低統計檢定力，因此，在三因子變異數分析外，我們另以回饋(3) × 問題呈現方式(2)的二因子變異數分析檢定三次練習中的簡單主效果，再以Dunnett T3法進行平均數間的比較。

就全部解題語文反應量而言，不同實驗情境間並沒有任何顯著差異($F_s < 1.81$)，顯示隨著練習而降低的解題時間反映的不是反應量降低，而只是反應速度變快。下面由兩空間三階段的反應來分析回饋前(第一次練習)與回饋後(第二、三次練習)與問題呈現方式對解題的子歷程所造成的影響。

表3 各應變項之平均數(括弧中為標準差)

練習 \ 回饋	無回饋	肯證式回饋	診斷式回饋	全體
<u>資料輸入階段</u>				
文字資料輸入				
1	2.09 (2.39)	2.71 (3.04)	1.76 (2.55)	2.18 (2.67)
2	1.50 (1.63)	1.46 (1.56)	1.36 (1.96)	1.44 (1.70)
3	1.73 (2.27)	1.13 (1.85)	0.48 (1.00)	1.08 (1.81)
數字資料輸入				
1	10.73 (5.81)	13.54 (6.30)	11.40 (6.92)	11.92 (6.40)
2	9.23 (6.46)	9.63 (7.13)	12.52 (6.96)	10.52 (6.93)
3	9.05 (7.52)	8.00 (6.68)	10.44 (6.46)	9.18 (6.85)
<u>問題理解階段</u>				
推論量				
1	9.50 (5.83)	9.50 (5.24)	9.68 (5.61)	9.56 (5.48)
2	8.45 (5.14)	9.46 (6.10)	8.76 (5.45)	8.90 (5.52)
3	7.09 (4.44)	10.46 (6.63)	10.92 (6.95)	9.56 (6.29)
解題方案數				
1	3.14 (3.37)	2.00 (1.69)	2.64 (2.71)	2.58 (2.66)
2	3.05 (2.80)	2.62 (2.06)	3.72 (2.82)	3.14 (2.59)
3	2.77 (2.81)	2.13 (1.90)	4.16 (3.34)	3.04 (2.85)
<u>搜尋解答階段</u>				
解答運算量				
1	2.30 (4.17)	1.54 (3.27)	1.68 (3.34)	1.81 (3.54)
2	1.91 (2.83)	2.04 (3.61)	1.16 (2.19)	1.69 (2.90)
3	1.36 (2.87)	0.87 (1.77)	0.79 (2.67)	1.00 (2.46)
新數值				
1	6.60 (7.68)	3.33 (6.03)	3.96 (5.74)	4.51 (6.50)
2	5.24 (7.12)	5.67 (6.52)	1.32 (2.95)	3.99 (5.99)
3	3.14 (5.29)	6.71 (7.53)	4.71 (7.11)	4.90 (6.81)

(一) 問題理解空間

1. 資料輸入階段。

此階段的資料輸入分成文字性資料及數值性資料，二者的和則為全部輸入資料量。若僅由全部資料來看，三因子重複量數變異數分析發現，練習的主效果顯著， $F(2, 130) = 5.74$ ， $MSE = 45.63$ ， $p < .005$ 。資料輸入量會由第一次的 14.10 ($SD = 7.59$)，降至第二次時的 11.96 ($SD = 7.38$)，及第三次的 10.27 ($SD = 7.48$)。但僅第一次與第二次間的差異顯著 ($p < .05$)，顯示在練習一次後，參與者對題目中的訊息所投注的注意力即顯著降低，轉而依賴長期記憶中對問題的認識進行解題活動。

將文字資料及數值性資料分開分析時，就參與者使用的文字資料的數量而言，三因子重複量數變異數分析發現，練習的主效果顯著， $F(1.79, 116.09) = 5.50$ ， $MSE = 4.36$ ， $p < .01$ 。Dunnett T3 法檢定結果，文字資料輸入量在第一次 ($M = 2.18$ ， $SD = 2.67$) 與第二次練習 ($M = 1.44$ ， $SD = 1.71$) 間差異不顯著，第三次時降至 1.08 ($SD = 1.81$)，與第一次間的差異顯著 ($p < .05$)。就數值資料的使用量而言，三因子重複量數變異數分析發現，練習的主效果顯著， $F(2, 130) = 3.63$ ， $MSE = 37.12$ ， $p < .05$ 。Dunnett T3 法檢定結果，數值資料輸入量在第一次 ($M = 11.92$ ， $SD = 6.40$) 與第二次練習 ($M = 10.52$ ， $SD = 6.93$) 間差異並不明顯；但第三次時則降至 9.18 ($SD = 6.85$)，與第一次間的差距達顯著程度 ($p < .05$)。整體而言，在解題過程中所使用的資料以數值性資料為主，占了 87%，文字性資料只有 13%，這和研究所使用的問題為數值問題有關，而回饋與問題呈現方式對資料輸入並無影響。

2. 問題理解階段。

根據題目中已有的資料進行推論以找出問題所在的行為分成推導與定義問題的推論量及產生的解題方案兩類。此二類反應的和即為問題理解的總反應量。就總反應量而言，變異數分析結果沒有任何效果達到顯著程度。但若將推論量 (77%) 與解題方案數 (23%) 分開來，就推論量而言，二因子變異數分析結果發現，在第三次練習時回饋的主效果接近顯著， $F(2, 64) = 2.71$ ， $MSE = 38.32$ ， $p = .07$ 。以 LSD 事後比較結果，無回饋組的推論量 ($M = 7.09$ ， $SD = 4.44$ ， $N = 22$) 顯著的低於診斷性回饋組 ($M = 10.92$ ， $SD = 6.95$ ， $N = 25$)，其與肯證式回饋組 ($M = 10.46$ ， $SD = 6.63$ ， $N = 24$) 的差距則不顯著。就解題方案數而言，二因子變異數分析結果發現，在第三次練習時回饋的主效果顯著， $F(2, 65) = 3.59$ ， $MSE = 7.64$ ， $p = .03$ 。Dunnett T3 事後比較也發現，在第三次回饋時診斷性回饋組的解題方案數 ($M = 4.16$ ， $SD = 3.34$ ， $N = 25$) 顯著的高過肯證式回饋組 ($M = 2.13$ ， $SD = 1.90$ ， $N = 24$)，但此二組與控制組 ($M = 2.77$ ， $SD = 2.81$ ， $N = 22$) 的差異均不顯著。此分析顯示，診斷性回饋對問題推論的效益高於控制組，在解題方案上也相對較肯證式回饋有幫助。肯證式回饋對推論及解題方案數而言則與控制組相似。

(二) 解答空間

在解題時，數值演算往往是不可或缺的，根據數值演算的結果可得到問題的解答或結論的依據。數值演算使用的解題運算量及產生的新數值的分析如下。

解題運算量。就參與者所使用的解題運算量而言，三因子重複量數變異數分析發現，練習的主效果接近顯著， $F(1.79, 109.02) = 3.05$ ， $MSE = 6.83$ ， $p = .06$ 。一至三次練習中的解題運算量隨練習而減少，分別是 1.81 ($SD = 3.54$ ， $N = 69$)、1.69 ($SD = 2.90$ ， $N = 70$)、1.00 ($SD = 2.46$ ， $N = 69$ ， $p < .05$)，但差異不顯著。若以解題運算的數目推測受試者執行演算活動的話，顯示參與者在重複解數字問題時，對已演算過的資訊也會轉而依賴記憶提取而非重新計算。

新數值量。就演算後所得到的新數值而言，回饋的效果在第二次練習時顯著， $F(2, 64) = 4.04$ ， $MSE = 34.28$ ， $p < .05$ 。以 Dunnett T3 法進行平均數間多重比較顯示，在接受一次診斷性回饋後，參與者所使用的新數值量 ($M = 1.32$ ， $SD = 2.95$ ， $N = 25$) 大幅下降，和肯證式回饋組 ($M = 5.67$ ， $SD = 6.52$ ， $N = 24$) 間的差異顯著，和無回饋組 ($M = 5.24$ ， $SD = 7.12$ ， $N = 21$) 的差異也顯著。此現象顯示在得到診斷性回饋後，若對前一次解題過程有所質疑，將降低使用上次解題中產生的新數值。相反的，肯證的回饋的作用和控制組相當，均可能讓人直接提取上一階段解題所產生的知識與經驗來解相同的問題。到第三次練習時，三組間差異則不復顯著（無回饋組 $M = 3.14$ ， $SD = 5.29$ ， $N = 22$ ；肯證式回饋組 $M = 6.71$ ， $SD = 6.53$ ， $N = 24$ ；診斷式回饋組 $M = 4.71$ ， $SD = 7.11$ ， $N = 24$ ）。

就三次練習中回饋類型所產生的差異而言，控制組的解題運算量由第一次到第三次練習時，依序是 2.30、1.91、及 1.36；其使用的新數值則由 6.60，降至 5.24，再降至 3.14，顯示沒有回饋的情形下，數值分析的量會隨練習而下降。肯證式回饋組的運算活動到第三次練習時已降低（第一到三次，1.54、2.04、0.87），但解題時使用的新數值量則隨練習而上升（第一到三次分別為 3.33、5.67、6.71），但是第三次練習時使用的解題運算量其實很少，顯示此次練習時使用的新數值有部分可能是由記憶中提取出來的前兩次練習的演算結果。就診斷性回饋組而言，其解題運算的數量由 1.68 降至 1.16，最後停留在 0.79；而其使用的新數值量則由 3.96 陡降至 1.32，再回升至 4.71，由於診斷性回饋組在問題理解階段的認知活動較多，我們推論，此這些數據所顯示的是診斷性回饋組在得到診斷式性訊息後重新解題時會減少解題空間中的數值演算與分析，而將問題解決的注意力放在問題情境的理解上，等問題理解確定後，解題者才會再度將注意力投注到數值的分析上。由此推論，精細的數值分析行為是在問題理解與定義之後才會成為解題的重點。

最後，問題呈現的方式對解題歷程的影響很少，僅出現在解題方案數與新數值的使用量上。就解題方案而言，只在第二次練習時語文組所提出的解題方案數 ($M = 3.77$ ， $SD = 2.66$ ， $N = 35$) 高顯著過提示圖表組 ($M = 2.53$ ， $SD = 2.40$ ， $N = 36$)， $F(1, 65) = 4.17$ ， $MSE = 6.46$ ， $p < .05$ ，此可能是因為圖表提示在第二次練習時已對正確率產生助益，到第三次練習時，問題呈現方式對解題方案數的效應可能已達天花板效應，因此沒有額外的效果出現。就新數值而言，在第一次練習時，語文組的新數值使用量 ($M = 6.45$ ， $SD = 7.01$ ， $N = 33$) 顯著高於提示圖表組 ($M = 2.72$ ， $SD = 5.51$ ， $N = 36$)， $F(1, 63) = 6.11$ ， $MSE = 39.39$ ， $p < .05$ ，顯示圖表的提示可以減少參與者的新數值演算，但此效果到第二、三次練習時就消失了。

此外，由全體參與者在問題理解空間及解答空間的解題反應量的比例來推論，在解決定義不清的問題時，問題理解空間的搜尋（第一次 80%，第二次 83%，第三次 82%）相對上比在解答空間的搜尋（第一次 20%，第二次 17%，第三次 19%）重要。診斷式回饋則會讓參與者的注意力維持在問題理解空間（依序為 82%，94%，82%），相反的，肯證式回饋則會讓問題理解空間的行為由 84%，77%，至 75%，依序下降。

上述分析主要是針對解題的過程來分析，然而，過程不同並不表示結果就不同。為了對問題解決的品質做一個初步的估計，我們隨機由 6 個實驗組中各抽取 5 份資料，從他們三次解題時的大聲思考資料去判斷，結果發現，到第三次練習時，仍可以提出新解題方案的人分別是：無回饋組 2 人（20%）、肯證回饋組 5 人（50%），診斷回饋組 9 人（90%），顯示出診斷性回饋對解題的功效，但是問題呈現方式則和是否有新解題方案無關。

結論與討論

一、回饋與練習對問題解決的影響

本研究旨在探討回饋類型、問題呈現方式與練習對問題解決的影響。參與者在兩個有正確解答的低結構問題上的表現顯示，肯證式回饋組與控制組三次練習的正確率相近，且解題時間皆會隨練習次數而降低，顯示人重複處理相同問題時可能是傾向憑記憶提取先前成功的解題方案來處理問題，因而解題速度變快，但對提升解題正確率並無助益。相對的，診斷性回饋組在重複解相同問題時，所花的時間沒有顯著下降，且正確率也在第三次練習（接受兩次回饋後）時顯著高過其他二組，顯示診斷性回饋可能使人對問題重新審視，檢查是否有不同的理解或更好的解，重複練習對問題解決因此才有持續的學習效應。這些研究發現與控制理論的預測相符。亦即，只有負回饋（診斷性回饋）才會讓人採取行動去了解問題所在與進行解題嘗試，只是負回饋的效用是在兩次練習之後才顯著，顯示重複練習是讓回饋產生作用的條件之一。正向（肯證式）回饋對問題解決的效果與沒回饋的控制組相似，顯示來自環境中的回饋若與預期相似（肯證）會讓人對問題的敏感度下降，重複練習也不會產生新學習，呈現典型的負加速的學習曲線（Anderson, Fincham, & Douglass, 1999）。

研究中我們另以兩空間三階段的問題解決模式（Wang et al., 2004）分析參與者解一題無正確答案的低結構問題時的大聲思考資料，目的在瞭解重複練習時究竟回饋是如何產生學習效應。在解題的兩空間三階段中，資料的輸入提供了解題者建構問題之素材。但問題的理解與定義則是由資料之間關係的推論來決定，再由解答之運算來判斷不同方案的優劣。由大聲思考的語文資料分析結果發現，重複練習對人的解題行為最大的影響在問題理解空間中的資料輸入階段。當重複面對相同的問題時，可能因可直接由記憶中提取先前成功的問題表徵，若參與者先前的解題表現未得到否證，則他們再度檢視問題情境的嘗試將逐次下降，也會減少問題的推理活動，以加快解題的時間。然此後果是，當初沒有注意到的細節、事實便持續的被忽視，成了阻礙成功解題的一個因素。

控制組的資料顯示，人對問題理解的認知活動會隨練習而遞降，顯示練習若要對問題解決有影響，需要有其其他的條件。本研究的資料顯示，一個人對問題的看法一旦形成後，若要讓他的看法有所改變，需借助於診斷性回饋。在第一次解題嘗試後得到診斷性回饋，對問題的推論量會顯著高於控制組，所提出的解題方案數也隨練習而遞增。而肯證性回饋組與無回饋組的推論量與解題方案數相似，且皆隨練習而遞減，顯示當一個人知道自己的解答仍未盡完善，需要設法改進時，他們在問題的重新理解與表達上的認知活動才會持續。診斷性回饋組與肯證性回饋組解題行為另一差異在，接受一次診斷性回饋後，參與者解題時使用的新數值的數量比另二組少，直到第二次診斷性回饋後，參與者使用新數值的量才上升，顯著高於控制組，顯示診斷性回饋促使參與者將思考重心放在概念分析而非數值分析。相較之下，肯證性回饋會讓人對自己概念的正確性不再存疑，其認知活動的重心因而專注於較精緻的數值分析，使用新數值的數量因而不僅不會如控制組般隨練習而下降，且反而會隨練習而上升。此現象顯示肯證性回饋可維持人解題的動機，只是重心可能是放在解題的程序選擇上，嘗試對同一問題進行較精確或較精緻的演算；但無法促進參與者對問題的表徵方式產生改變。

此外，由大聲思考資料發現，在三次問題解決過程中，參與者在問題理解空間的語文反應約為全部語文反應量的 82%，只有 18% 的反應量是落在解答空間。在問題理解空間的反應量又平均

分配在資料輸入（49%）與問題之理解與定義（51 %）上，顯示問題理解是問題解決的首要認知作業。若一個人認為問題已被成功的解決，他再碰到相同問題時，即可能套用先前解題的經驗，以相同的方式去處理同一問題，而加快解題速度（Anderson, 1982; Anderson et al., 1999）。我們由實驗中也觀察到，控制組在重複解題時的確有延用前面的解題方案的傾向；肯證性回饋組的這種傾向似乎更加明顯；只有診斷性回饋可以減輕這種練習的「習慣養成」的歷程，並促成觀念重組及新的認知聯結。

由上述解題過程的發現推論，問題解決過程中因練習與回饋而來的解題歷程之轉變可以簡述如下。在沒有任何回饋的情形下，人面對問題時，對問題的理解與表徵主要在第一次解題嘗試時進行；此後，重複面對相同的問題時，解題的方式傾向於依據第一次建構起來的問題理解與解決方式。隨著練習的次數增加，由於答案已經熟記了，解題的程序性細節也就被省略而快速的減少。亦即，在沒有回饋的情況下，人對已經建立起來的觀念架構傾向重複使用，不易主動的去變動或修訂它。診斷性回饋的功用主要在告知現狀與目標之間尚有差距，以驅使問題解決者重新去審視其對問題原有的認識，重新審視問題陳述、重新建構問題之核心，並依此而提出不同的解題方案。肯證性回饋提供的則是解題行為達成目標的訊息，此訊息會讓人以為自己對問題的理解與定義是正確的，因而將注意力傾注在尋找較精緻的數值分析與演算方法。因此，在教育與實務上，在何種狀況下提供診斷性的回饋，在何種狀況下提供肯證性回饋，何時不需提供回饋，是教師或管理者所需要掌握的一個能力。

二、問題呈現方式對問題解決的影響

由問題解決歷程來看，一開始便掌握住問題情境中的重要屬性，進而對問題有正確的理解與定義是問題解決的要件。就這一點而言，如何呈現資訊以集中學習者或解題者的注意力於重要的資訊上便成了一個重要的情境設計的問題。本研究中所提供的問題表徵的提示圖表對問題解決的正確率有顯著的主效果；且在語文的問題描述中加入提示圖表不僅沒有提高解題時間，且在第三次練習時顯著的降低了解題時間。然而，提示圖表對正確率的效益在第一次練習時尚不顯著，只有到第二次練習及第三次練習時，提示圖表的效果才顯著，顯示參與者在一開始時可能忽視問題中所提供的提示圖表，僅有當有機會重複練習時，才會注意到此資訊而加以利用。這些現象顯示，複雜的認知作業如問題解決，不僅需要持續不斷的由不同的角度重複嘗試以尋求一較佳的解決方案，也需要環境中存在有利的輔助條件，如及時的回饋、問題表徵方式的提示線索等。

最後必須一提的是，此研究是以兩空間四階段的模式來探討問題解決的認知歷程，問題解決含問題發現（資料輸入、問題理解與定義）與問題解答（搜尋解決方案、評估方案）兩類不同的行為。在教育及實務上，此模式可用來區隔問題解決與學習間之不同。學習所需要的認知歷程主要在問題理解空間中的資料輸入階段，學習的作業為偵測與接收外來的資訊，並將此資訊納入記憶中原有的知識體系中。問題解答則需要對情境中的資訊進一步的檢定以推論問題所在（亦即資訊不足之處），再進入問題解答空間搜尋可能的解答，並透過邏輯、演算等方式確定答案的正確性。此模式提供了一個簡單的架構可供教師在設計教材及評估學生認知活動時參考。然而，由於研究中的「藥效」問題為簡單的統計問題，因此在此研究中並未發現參與者有出現第四階段解答評估的行為，因此，此模式的完整性仍有待未來的研究加以驗證。

參考資料

- 黃富源、洪瑞雲、廖家寧、呂柏輝 (2007)：自我回饋、長期資訊輔助與休息對動態決策績效之影響。人因工程學刊，9，11-20。
- Anderson, J. R. (1982). Acquisition of cognitive skill. *Psychological Review*, 89, 369-406.
- Anderson, J. R., Fincham, J. M., & Douglass, S. (1999). Practice and retention: A unifying analysis. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 25, 1120-1136
- Bilalic, M., McLeod, P., & Gobet, F. (2008a). Inflexibility of experts-reality or myth? Quantifying the Einstellung effect in chess masters. *Cognitive Psychology*, 56, 73-102.
- Bilalic, M., McLeod, P., & Gobet, F. (2008b). Why good thoughts block better ones: The mechanism of the pernicious Einstellung (set) effect. *Cognition*, 108, 652-661.
- Butler, A. C., Karpicke, J. D., & Roediger, H. L. III (2008). The effect of type and timing of feedback on learning from multiple-choice tests. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 13, 273-281.
- Chi, M. T. H., Glaser, R., & Farr, M. J. (Eds.) (1988). *The nature of expertise*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Johnson, R. E., Chang, C.-S., & Lord, R. G. (2006). Moving from cognition to behavior: What the research says. *Psychological Bulletin*, 132, 381-415.
- Kintsch, W. (1998). *Comprehension : A paradigm for cognition*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Kintsch, W., & Greeno, J. G. (1985). Understanding and solving word arithmetic problems. *Psychological Review*, 92, 109-129.
- Klahr, D., & Dunbar, K. (1988). Dual space search during scientific reasoning. *Cognitive Science*, 12, 1-55.
- Kruglanske, A. W., Raviv, A., Bar-Tal, D., Raviv, A., Sharvit, K., Ellis, S., Bar, R., Pierro, A., & Mannetti, L. (2005). Says who?: Epistemic authority effects on social judgment. *Advanced in Experimental Social Psychology*, 37, 345-392.
- Lipnevich, A. A., & Smith, J. K. (2009). Effects of differential feedback on students' examination performance. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 15, 319-333.
- Lord, R. G., & Levy, P. E. (1994). Moving from cognition to action: A control theory perspective. *Applied Psychology: An International Review*, 43, 335-367.
- Maddox, W. T., Ashby, F. G., & Bohil, C. J. (2003). Delayed feedback effects on rule-based and information integration category learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 29 (4), 650-662.

- Newell, A., & Simon, H. A. (1972). *Human problem solving*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Simon, H. A., & Lea, G. (1974). Problem solving and rule induction: A unified view. In L. W. Gregg (Ed.), *Knowledge and cognition* (pp. 105-127). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Stern, E. (1993). What makes certain arithmetic word problems involving comparison of sets so difficult for children? *Journal of Educational Psychology*, 85, 7-23.
- Voss, J. F., & Post, T. A. (1988). On the solving ill-structured problems. In M. T. H. Chi, R. Glaser, & M. J. Farr (Eds.), *The nature of expertise* (pp. 261-285). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Wang, C.-W., Horng, R.-Y., Hung, S.-C., & Huang, Y.-C. (2004). The effects of creative problem solving training on cognitive processes in managerial problem solving. *Problems and Perspectives in Management*, 1, 101-112.

收稿日期：2010年08月02日

一稿修訂日期：2010年12月16日

二稿修訂日期：2011年03月29日

三稿修訂日期：2011年04月29日

接受刊登日期：2011年05月02日

Bulletin of Educational Psychology, 2012, 43(4), 855-874

National Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan, R.O.C.

Effects of Feedback Type, Problem Presentation, and Practice on Problem Solving

Li-Fen Huang

Department of Tourism
Providence University

Ting-Yu Wu

Department of Engineering Management
Ming-Hsin University of Science and Technology

Shih-Huan Hou

Department of Management Science
National Chiao Tung University

Ruey-Yun Horng

Department of Industrial Engineering and Management
National Chiao Tung University

The purpose of this study was to investigate the effects of feedback type, problem presentation, and practice on problem-solving. One hundred and forty-seven college students were randomly assigned to 3 (feedback type) \times 2 (problem presentation) experimental conditions to solve three problems for three times. The results showed that when word problems were presented with graphic representational cues, the time would decrease significantly and the accuracy increased. Repetitive practice alone did not improve the performance. In addition, only when practice was augmented with diagnostic feedback would the accuracy rate increase and efforts to solve the same problem repetitively be sustained, but such effects would be significant only after two rounds of practice. The effects of confirmatory feedback on problem-solving were similar to the control group in that it speeded up problem-solving, but there was little improvement in accuracy across practices. Analyses of 71 participants' problem-solving protocols according to a two-space four-stage model showed that diagnostic feedback would direct participants' cognitive activities to problem comprehension and problem definition, while confirmatory feedback would induce participants to put more efforts in computational analyses. This pattern of findings suggests that in solving ill-defined problems, numerical analysis is conducted only when the problem has been clearly defined.

KEY WORDS: confirmatory feedback, diagnostics feedback, practice, problem presentation, problem solving.

附錄：問題解決作業及提示圖表

一、禮物（圖表組）

小姍生日，祖母打算從下面五件褲子中選一件當他的生日禮物：藍色牛仔褲、藍色西裝褲、藍色吊帶褲、卡其褲、淺灰色西裝褲。外祖母則打算從下面五件襯衫中選一件送她：淺藍色襯衫、深藍襯衫、咖啡色襯衫、紅色長袖襯衫、紅色短袖襯衫。小姍認為下面的襯衫－長褲組合會比較好看：紅襯衫－藍色長褲、咖啡色襯衫－卡其褲、深藍襯衫－灰長褲、淺藍色襯衫－卡其褲。請問小姍可以接到她喜歡的襯衫－長褲組合的機會有多大？

褲子 \ 襯衫	1	2	3	4	5
1					
2					
3					
4					
5					

二、病房（圖表組）

有五個病人住在同一家醫院裡，他們分別罹患了五種不同的疾病：1. 氣喘病患者住在 101 室，2. 亞力先生得了癌症，3. 歐本先生住在 105 室，4. 魏而先生得了肺炎，5. 白血症患者住在 104 室，6. 湯森先生住在 101 室，7. 魏而先生住在 102 室，8. 有一人患的是糖尿病，9. 有一人住在 103 室。請問楊先生患的是什麼病？

病 房	病 人	病 名

三、藥物（圖表組）

有個醫生正在從事一項癌症的藥物實驗，他將患有相同疾病的病人分成 4 組，他們的病情嚴重指數均為 250，第一組接受 A 種藥物治療、第二組接受 B 種藥物治療、第三組接受 C 種藥物治療、第四組接受 D 種藥物治療。醫生每隔一週檢驗一次病情的發展狀況。4 週下來，發現第一組病人的病情嚴重指數由原先的 250 依序下降為 205、175、157 及 148；第二組病人的病情依序變為 230、182、157 及 143；第三組的病情變為 213、179、155 及 130；第四組則是變為 200、184、156 及 160。請問這醫生對這四種藥物的療效可以做怎樣的結論？

藥物 \ 週別	1	2	3	4
A	205	175	157	148
B	230	182	157	143
C	213	179	155	130
D	200	184	156	160

