

類比教學的現況與類比教學模式

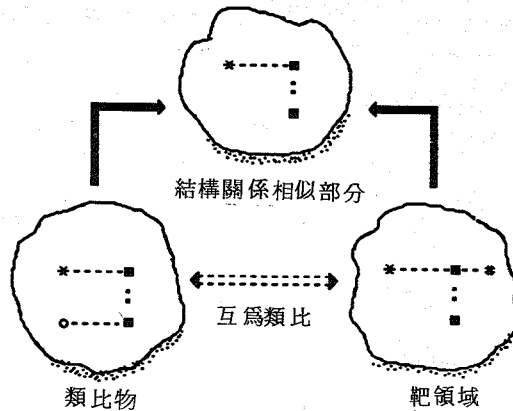
郭人仲
桃園縣中興國民中學

類比思考 (analogical thinking) 是人類的基本認知能力之一，我們常在日常生活中不知不覺地使用這種能力來解決所遭遇的問題 (Gentner & Jeziorski, 1990; Vosniadou & Ortony, 1989)。譬如古代的中國醫學家在為人體經絡上的穴道命名時，為了記憶方便，便有很多名稱取自大自然中的山川水澤或動植物之形狀、位置等（如犢鼻、百會），因為這些穴道的分布或形狀，與之有許多類似的地方（王家，民79）；生物學中的比較解剖學、分類學等，也是透過相似性的比較，運用類比的能力而建立一套有系統的科學體系。

回顧科學發展史，類比能力 (analogical ability) 的運用更是處處可見，因而出現了種種重大的創見與發明，如飛機、苯環 (benzene ring) 的結構、達爾文的天擇說 (Natural Selection Theory) 等 (Dreistadt, 1968)，進而導致科學上的革命，也改寫了人類未來的歷史。因此，善用這種天賦的本能學習科學概念，或是利用類比作為教學策略，應該都是一種值得鼓勵的方式。

壹、類比的意義

徵諸歷來的文獻，對於類比的定義可說是衆說紛紜，並沒有很一致的說法，只是提到它是一種透過「某種相似性」的知識轉移過程，至於透過何種相似性，則說法不一，甚至非常含糊。很可能這是因為所依據的理論或理念、看法不同所致。不過大致上可以看出的一個趨勢，即大多數的學者都傾向於這樣的說法：「類比是一種兩個不同領域 (domains) 的知識系統 (註一)，藉由彼此間『某種結構』的相似性，由已知的知識系統推導到欲知的知識系統，從而獲得或理解知識的過程 (Curtis & Reigeluth, 1984; Gilbert, 1989; Neufeldt & Guralnik, 1987; Stepich & Newby, 1988; Vosniadou & Ortony, 1989)。」(參閱圖一) 一般而言，就是一種透過相似性而達成的知識轉移過程，只不過它較偏重結構的相似性。



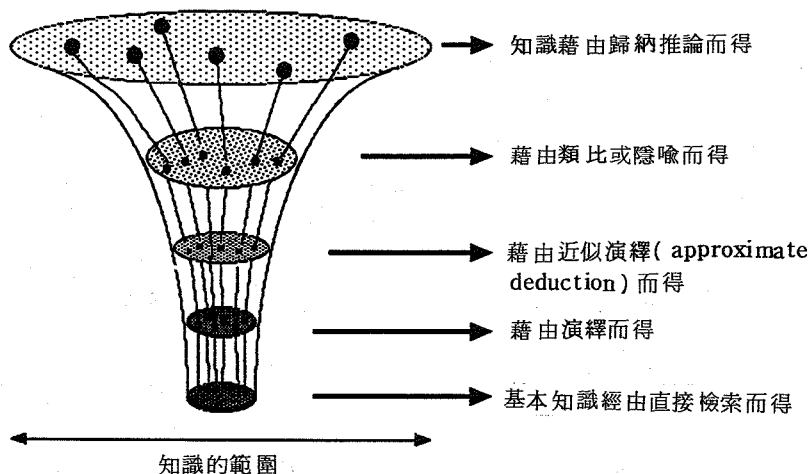
圖一 基模配對的情形。不規則的圓圈代表事物的表徵 (representation)，而圓圈內則表示事物的基模，最上面的表徵是代表共有的結構關係 (改自 Duit, 1991)。

貳、類比在學習歷程中所扮演的角色

Rumelhart 和 Norman 於 1981 年曾提出基模理論 (Schema Theory)，並以此理論為基礎，將學習分為三類。第一類稱為添加 (accretion)，即以現有的基模將新訊息予以編碼 (encode)，此時並沒有新的基模產生，顯然這種學習似乎和皮亞傑 (Piaget) 所說的同化過程 (assimilation) 很類似。另外兩種則分別是調合 (tunning) 或基模演進 (schema evolution)，及再結構 (restructuring) 或基模創建 (schema creation)，在此類比扮演了重要的角色，因為新基模是透過類比而產生的，即它將類比物的結構遷移到欲學習的事物上；很明顯的，這兩種學習又與皮亞傑所說的調適 (accommodation) 頗為相似 (Duit, 1991)。

以建構主義 (constructivism) 的觀點而言，學習是主動建構 (active constructing) 的過程，而且只有以先備知識 (prior knowledge) 為基礎，學習才可能發生，所以學習歷程基本上是主動運用已熟悉的事物去了解較陌生的新事物之過程 (Duit, 1991)。學習歷程並不只是概念的連續加大而已，事實上已有的概念、知識也會發生新的建構，而類比由於能幫助再建構現存記憶，並以此作為接受新訊息的準備，故在概念改變的學習上，具有舉足輕重的角色 (Duit, 1991)。

由 Collins 和 Michalski (引自 Michalski, 1989, p.128) 所提出的知識延伸發展



圖二 知識延伸發展的喇叭形模型 (摘自Michalski, 1989, p.128)。

的喇叭形模型 (Trumpet Model) 來看 (如圖二所示)，圖中越來越大的圓環是表示知識的擴展與延伸，由其演進過程也可看出類比是知識成長與發展相當重要的一環。

叁、類比實際應用面面觀

一、在教科書中的使用情形

既然類比有如此的重要功能和優點，那麼在實際的教學與學習應用上，又是一個什麼樣的情況呢？Curtis 和 Reigeluth (Curtis & Reigeluth, 1984; Curtis, 1988) 曾以量的方式 (根據作者所建立的類別)，分析26本科學教科書及26本社會科學教科書中類比使用的情形，結果發現使用的情形並不良好，不但使用的頻率偏低 (科學教科書的比率是每本平均8.3個，分布情形為0至18個；社會科學類則平均每本2.5個，分布情形為0至13個)，而且層次、品質也不高 (多半是表面相似的簡單型類比 [simpler analogy])，但物理科表現較好，很多都是結構相似的「功能性類比 [functional analogy]」；有關類比的種類可進一步參考該作者的文章)。

二、課堂上使用的實況

同樣的，在實際教學中的應用也有類似的情形。Treagust 等人 (1990) 曾以質的方式，研究八位 (實際上七位) 中學科學教師 (包括生物、物理、化學，教學年資為8至20年) 在課堂上使用類比教學的情形，由40節課的觀察記錄顯示，類比的使用次

數寥寥無幾（只有八次），而且多半是簡單型類比，或只是課本舉用的類比例子，此顯示他們心中並沒有一套良好且具成效的類比使用法，同時在使用上也不太有自信。然而，由課後的晤談卻發現，諸位教師都表示非常明瞭類比的優點和限制。

由師資培育的課程看來，此種矛盾的結果並不令人驚訝，因為當中並沒有訓練如何使用類比的課程單元，所以期待教師們能將類比用得淋漓盡致，無異是緣木求魚。同樣的在 Tierney（1988，引自 Duit，1991）的研究中也顯示，教師們很少查看所使用的類比是否能為學生理解，似乎就像教科書的編輯委員所假設的一樣，總認為類比的使用根本無需加以引導，學生自然可以自己理解。他們仍持有傳統的教學觀，因此不以建構主義的觀點使用，很少考慮學生的種種特性，所以困難重重實不為奇。

三、學習時實際應用的情形

許多學者（Gick & Holyoak, 1980, 1983; Thagard, 1992）均曾指出，並非人人都能自發性類比（spontaneous analogy）於學習，甚至大多數都需要加以暗示（allusion）或引導（guidance）。雖然在日常生活中，自發性類比的使用非常普遍，但是顯然不論是學生、教師或教科書編輯委員似乎都沒有善用類比的天賦能力與技巧。

肆、類比教學模式

一、GMAT 模式

那麼到底要如何進行類比教學呢？Zeitoun（1984）曾從事文獻探討，發展出一類比教學模式的理論架構（如表一），並基於此理論架構發展出一類比教學模式，稱為 GMAT（General Model Analogical Teaching）（如表二），基本上這個模式是以 Rumelhart 和 Norman 所提出的基模理論為基礎，不過當中也融入了一些實用的考慮（Duit, 1991）。但是 Zeitoun 認為步驟一（見表二）可以做或不做的說法，到目前為止並沒有足夠的證據顯示可以如此。另外，此模式基於實用的觀點，卻似乎缺少了完整而有組織的理論基礎。再者，他對於許多有關類比使用的重要觀點並沒有納入模式當中，如對先備知識的重要性只是略而提及。最後，他所提及的例子由於有限，很難肯定這樣的模式是否能夠促進學習成效（Duit, 1991）。不過就整體而言，此模式考慮的很周到，對於實際教學仍深具參考價值（詳細的說明可進一步參閱該文章，或陳恆迪，民 82）。

表一 GMAT理論架構(整理自 Zeitoun, 1984)

架 構	內 容
1.類比的定義 (definition of analogy)	1. 欲學習的內容 (topic) 2. 類比物 (analog) 3. 類比屬性 (analogous attributes) 4. 不相關屬性 (irrelevant attributes)
2.類比學習 (analogical learning)	1. 以先前存在的基模學習新事物 2. 若無適當的基模,則利用類比物基模 (analog schemata)來產生一個新的基模 (topic schemata)
3.與類比學習相關的變數 (related variables)	1. 學生的特性 (characteristics) A. 對類比物的熟悉度 B. 對欲學習的事物之先備知識 C. 類比推理能力 D. 皮亞傑認知發展程度 E. 心智影像 (visual imagery) F. 認知複雜度 (cognitive complexity) 2. 教學變數 (instructional variables) A. 類比複雜度 (complexities) B. 類比的具體程度 (實體、圖片或語文說明) C. 使用多少類比物 (單一或多重類比) D. 類比呈現的方式 (混合或分開使用) E. 類比的教學策略 (學生自我發展的類比策略、引導式教學策略、說明式教學策略) F. 呈現類比物的媒體 (板書、語文說明、視聽媒體、示範、角色扮演、遊戲、模型、圖片、照片)
4.評估類比學習的結果	1. 檢視學生是否使用類比學習 2. 調查學生有關欲學習事物之屬性所具有的知識 3. 確認因類比造成的迷思概念
	1. 在以下情況可能沒有效: A. 學生對類比物不熟悉

表一 GMAT 理論架構（整理自 Zeitoun, 1984）

（續）

步 驟	內 容
5. 使用類比教學的限制	B. 學生對欲學習的事物擁有充足的知識 C. 學產可能缺乏某些能力（類比推理、視覺心像、認知複雜度） D. 類比物的不相關屬性太多 2. 可能導致迷思概念 3. 以類比教學並不能幫助學生獲得欲學習的事物之所有屬性

表二 GMAT 類比教學模式（整理自 Zeitoun, 1984）

步 驟	內 容
1. 測量與類比教學相關的學生特性（characteristics）	1. 類比推理能力（analogical reasoning ability） 2. 皮亞傑認知發展程度 3. 心智影像（visual imagery） 4. 認知複雜度（cognitive complexity）
2. 評估學生對於欲學習的內容之先備知識	1. 教師可以使用口頭發問的方式 2. 研究人員則可以使用問卷、臨床晤談和成就測驗的方法
3. 分析欲學習事物的內容（learning material of the topic）	檢視欲學習的事物是否建立在類比上
4. 判斷類比的適宜性	1. 檢視是否容易使用或熟悉 2. 考慮其複雜度：優先考慮高複雜度者（利用屬性檢查表）
5. 決定類比的特性	1. 具體的程度（實體、圖片或語文說明） 2. 所使用的類比數（單一或多重類比） 3. 呈現的方式（混合或獨立使用）
6. 選擇教學策略和類比呈現的媒介（medium）	1. 教學策略（學生自發性類比策略、引導式教學策略、說明式教學策略） 2. 呈現類比物的媒介（板書、語文說明、視聽媒體、示範、角色扮演、遊戲、模型、圖片、照片）

步	驟	內 容
7. 呈現類比物給學生		1. 對類比不熟悉的學生應給予一個簡單的說明（包括對類比的定義和使用類比的方法） 2. 呈現的順序： A. 呈現欲學習的新事物 B. 假如學生對此類比物熟悉，則立刻呈現給學生（否則要教到熟悉為止） C. 呈現聯結類比物與學習內容的敘述 D. 提出類比屬性（尤其是明顯可觀察或重要的屬性） E. 呈現遷移的敘述：轉移學生的注意力 F. 提出不相關屬性，以改正可能造成的迷思概念
8. 評估類比的成效		1. 檢視學生是否使用類比來學習新事物 2. 評估學生對於欲學習的內容之屬性的知識 3. 確認是否因使用類比而造成學生的迷思概念
9. 修正模式的步驟		尤其是第七步驟所得到的回饋

二、TWA 模式

除了 Zeitoun 以外，Glynn 等人（引自 Duit, 1991）也嘗從建構主義的觀點，於 1989 年提出另一類比教學模式，稱為 TWA 模式（Teaching-with-Analogy Model）。此模式主要是基於過去對於類比使用、類比推理實證研究，和物理教科書中類比使用情形分析等文獻資料發展而成。主要有以下六個步驟：

1. 介紹欲學習的概念。
2. 喚起類比物概念。
3. 辨認概念間相似之處。
4. 映射（map，註二）相似部分。
5. 導出學習概念的結論。
6. 明示非互為類比之處。

由上觀之，此模式非常簡單明瞭，然而可惜的是只提供一般性原則，與 GMAT 模式相較之下，便顯得過於簡略。不過，此模式特別提到在類比製作時，應尋找兩者的上位概念（superordinate concept），然後以上位概念加以含攝（subsuming），從而刺激學生對於已學得的事物作一般化（generalize），並進而應用在其他概念的學習上。此

外，由其強調在二至五步驟的進行當中，一定要保證學生能理解教師所使用的類比範例，確保學生真的看出老師心中所認為的相似性看來，此模式確實提醒了老師應注意到學習的人是學生。

伍、結語

回憶過去楊榮祥教授曾語重心長的說：「學生學不會，是老師的責任！」。不禁捫心自問，身為教師的我們，到底在教學策略下了多少苦功？為什麼在某些概念，學生總是教不會？我想這個問題並不是就老師單方面就能解決的，事實上老師也是受到「老師的老師」教導，也是受到教科書的影響。課本的類比例子到底是根據理論設計的，抑或是編輯委員過去的學習經驗，都直接影響著學生的學習；所使用的學習理論是不是符合當代最被接受的講法（如建構主義），也都左右老師和學生的教與學。然而這方面的研究卻直如鳳毛麟角，正待我們加以探究。

「工欲善其事，必先利其器」，有具體而明確的教學策略，才能使教學免於進度的追趕，讓學生學習順利。透過以上的探討，希望對於類比有更進一步的認識，並進而樂於使用，正確的使用。

註一：大多數的文獻多半採用「領域」這個名詞來表示面臨的事物或情況，譬如作為類比物（analog，即用來比喻或過渡學習的事物）的事物或情況便叫做源領域（source domains），而欲學習的內容則稱為目標領域（target domains）。

註二：所謂映射就是利用源領域和目標領域的相似部分，然後應用在目標領域的學習遷移之過程。

參考文獻

一、中文部分

王家 編（民 79）。針灸學，台南：王家，頁 62。

陳恆廸（民 82）。國中學生物理概念類比學習之研究。國立彰化師範大學科學教育研究所論文。（未出版）

二、References:

Brown, D.E.(1992). Using examples and analogies to remediate misconceptions in physics: factors influencing conceptual change. Journal of Research in Science Teaching, 29(1), 17-34.

Brown, D.E., & Clement, J.(1989). Overcoming misconceptions via analogical reasoning: abstract transfer versus explanatory model construction. Instruction Science, 18, 237-261.

Catrambone, R., & Holyoak, K.(1985). The role of schemas in analogical problem solving. ERIC: ED 296 291.

Clement, J.(1978). The role of analogy in scientific thinking: examples from a problem-solving interview. ERIC: ED287 702.

Curtis, R.V.(1988). When is a science analogy like a social studies analogy? Comparison of text analogies across two disciplines. Journal of Science Education, 17, 169-177.

Curtis, R.V., & Reigeluth, C.M.(1984). The use of analogies in written text. Instructional Science, 13, 99-117.

Dreistadt, R.(1969). The use of analogies and incubation in obtaining insight in creative problem solving. The Journal of Psychology, 71, 159-175.

Duit, R.(1991). On the role of the use of analogies and metaphors in science. Science Education, 75(6), 649-672.

Gentner, D.(1989). The mechanisms of analogical learning. In Stella Vosniadou, & Andrew Ortony(eds.)(1989). Similarity and Analogical Reasoning. pp, 199-241. New York: Cambridge University Press.

Gentner, D., & Jeziorski, M.(1990). Historical shifts in the use of analogy in science. ERIC: ED 318 987.

Gick, M.L., & Holyoak, K.J.(1980). Analogical problem solving. Cognitive Psychology, 12, 306-355.

Gick, M.L., & Holyoak, K.J.(1983). Schema induction and analogical transfer. Cognitive Psychology, 15, 1-38.

Gilbert, S.W.(1989). An evaluation of the use of analogy, simile, and metaphor in science texts. Journal of Science Education, 26(4), 315-327.

Michalski, R.S.(1989). Two-tiered concept meaning, inferential matching, and conceptual cohesiveness. In Stella Vosniadou, & Andrew Ortony(eds.)(1989). Similarity and Analogical Reasoning. pp, 122-145. New York: Cambridge University Press.

Middleton, J. L.(1991). Student-generated analogies in biology. The American Biology Teacher, 53(1), 42-46.

Neufeldt, V., & Guralnik, D.B.(eds.)(1987). Webster's New World Dictionary of American English.

Spiro, R.J., Feltovich, P.J., Coulson, R.L., & Anderson, D.K.(1989). Multiple analogies for complex concepts: antidotes for analogy-induced misconception in advanced knowledge acquisition. In Stella Vosniadou, & Andrew Ortony(eds., 1989). Similarity and Analogical Reasoning. pp, 498-531. New York: Cambridge University Press.

Stavy, R.(1991). Using analogy to overcome misconceptions about conservation of matter. Journal of Research in Science Teaching, 28(4), 305-313.

Stepich, D.A., & Newby, T.(1988). Analogical instruction within the information processing paradigm: effective means to facilitate learning. Journal of Science Education, 17, 129-144.

Sternberg, R.J., & Nigro, G.(1989). Developmental patterns in the solution of verbal analogies. Child Development, 51, 27-38.

Thagard, P.(1992). Analogy, explanation, and education. Journal of Science Education, 29(6), 537-544.

Treagust, D.F., Duit, R., Joslin, P., & Lindauer, I.(1992). Science teachers' use of analogies: observations from classroom practice. Journal of Science Education, 14(4), 413-422.

Vosniadou, S., & Ortony, A.(eds.)(1989). Similarity and Analogical Reasoning. New York: Cambridge University Press.

Zeitoun, H.H.(1984). Teaching scientific analogies: a proposed model. Research in Science & Technological Education, 2(2), 107-125.