

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

計畫名稱： 認知技能形成與遷移中知識抽象化之研究

Study of knowledge abstraction on the acquisition and
transfer of cognitive skills

計畫編號： NSC 87-2511-S-032-007

執行期限： 86/06/01 ~ 88/01/31

主持人： 施郁芬 shih@mail.et.tku.edu.tw

執行單位： 淡江大學教育科技研究所

關鍵詞： 認知技能、學習遷移、知識抽象化、資訊教育、個案研究

Keywords: Cognitive skills, Learning transfer, knowledge abstraction, Case
Study

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

計劃名稱： 認知技能形成與遷移中知識抽象化之研究
Study of knowledge abstraction in the acquisition and transfer of cognitive skills
計劃編號： NSC 87-2511-S-032-007
執行期限： 86/06/01 ~ 88/01/31
主持人： 施郁芬 shih@mail.et.tku.edu.tw
執行單位： 淡江大學教育科技研究所
關鍵詞： 認知技能、學習遷移、知識抽象化、資訊教育、個案研究
Keywords: Cognitive skills, Learning transfer, knowledge abstraction, Case Study

一、中文摘要

在複雜多變的資訊時代裡，個人需要的是能靈活運用以解決問題的資訊處理能力及學習遷移能力。建構論及情境學習理論均強調應由學習者在情境中透過屬實的活動、賦予(impose)意義、建構知識。然而，只是提供情境即屬時的經驗就夠了嗎？是不是該有些思考，將知識抽象化，從經驗中悟出深一層的道理，避免「學而不思則罔」，進而「轉識成智」？學習遷移的理論及研究發現，情境影響學習遷移，但知識抽象化(knowledge abstraction)卻是學習遷移成功的關鍵因素。

隨著電腦的普及、資訊數位化以及網路的發展趨勢，電腦在每日的資訊處理工作中以漸不可或缺，而學習遷移及知識抽象對電腦的學習使用而言是重要且必要的。因為資訊處理工作件件不同、而電腦科技又進步迅速。電腦的使用學習屬於認知技能的形成，而在由生手變專家的過程中，知識抽象化策略、學習遷移如何發生？學習者的認知有何改變、如何改變？進一步的，如何促進知識抽象化與學習遷移？均是有待了解的問題。

本計畫以 Word 及 PowerPoint 之學習，探討認知技能的形成及學習遷移過程

中知識抽象化的情形。並採個案研究法，以訪談、自述、建概念圖、有聲思考、觀察記錄、及解題歷程記錄(將電腦操作過程記錄分析)等多元認知評量方式建立 Portfolio，進而了解：

1. 生手在學習 Word 的過程中，認知技能的改變情形(使用 Word 完成工作之過程及方法)。
2. 生手學習 Word 之初及學習之後，對電腦及該軟體之認知概念如何？
3. 生手在學習 PowerPoint 的過程中，認知技能的改變情形(使用 PowerPoint 完成工作之過程及方法)。
4. 生手學習 PowerPoint 之初及學習之後，對電腦及該軟體之認知概念如何？
5. 生手在認知技能遷移的過程中知識抽象化的情形如何？

ABSTRACT

Capability to solve problems in various situation and context is very important in this rapid-changing information society. Especially the ability to use computers to process information in everyday work.

Since the work is various, the way of using computer is diverse, how people acquire the skills and how could educators enhance transfer are important questions.

Constructivism and situated learning theories suggest that learner should construct their own knowledge via authentic experience in real situation. The active, real, and meaning-imposing learning avoid inert knowledge and enhance transfer. However, theories and research of cognitive skill and learning transfer suggest that knowledge abstraction is required to result transfer. Nevertheless, how do people abstract knowledge during their acquisition and transfer of cognitive skills as their expertise increase?

This case study will investigate how two typical college students abstract knowledge while using and learning MS Word then Powerpoint. Qualitative data will include think-aloud protocol, recorded problem-solving process on computer, self-description, and interview. Data was analyzed and interpreted to answer following questions:

1. How a novice change his/her cognitive skill while expertise of Word increase? (How their problem-solving procedures and strategies change?)
2. What is the concept of computer and Word at the beginning and end of this study?
3. How a novice change his/her cognitive skill while expertise of Powerpoint increase? (How their problem-solving procedures and strategies change?)
4. What is the concept of computer and Powerpoint at the beginning and

end of this study?

5. What is the process of knowledge abstraction during the acquisition and transfer of cognitive skills?

Keywords: Cognitive skills, Learning transfer, knowledge abstraction, Case Study

二、計劃緣由與目的

背景說明

在複雜多變的資訊時代裡，個人需要的是能靈活運用以解決問題的資訊處理能力及學習遷移能力。學習遷移是教育的主要目標之一。建構論及情境學習理論均強調應由學習者在情境中透過屬實的活動經驗、賦予 (impose) 意義、建構知識。如此可以避免單向傳遞接收而形成僵化知識。人的認知，包含認知結構以及認知歷程，均是透過學習者個人與所處情境之互動而形成；是獨特的，由他／她本人的心智 (mind as a whole)，認知的對象 (所處情境中的人、事、物)，以及互動的經驗 (學習活動、方式、情境給予的回饋) 所構成。因此，學習的情境、人與情境的互動、以及個人的特質可說是學習成功的關鍵。

然而，除了除了提供情境及屬實的經驗之外，學習者，尤其生手 (novice) 更需要能夠將知識抽象化，從經驗中悟出深一層的道理，避免「學而不思則罔」，進而「轉識成智」，發展出可以應用在不同情境，解決不同問題的活用知識的能力，亦即學習遷移的能力。從學習遷移的理論及研究可知，情境影響學習遷移，當學習與新的遷移情境適度相似時，有助於學習遷移的發生；但當情境頗不相同時 (遠遷移)，多數人均表現不佳，但專家卻往往能解決這些陌生的問題。知識抽象化可以說是學習遷移的關鍵因素，讓學習的經驗知識能不受情境脈絡的束縛，促進學習遷移。

而在資訊時代中，每個人均需要良好的資訊處理能力，包括搜集、分析、綜整、應用和發展等，而電腦在每日職處理工作中已漸不可或缺，學習電腦的年齡及身份也已漸擴充至全面。而現今資訊的富饒與疾變，使資訊處理工作漸漸不同，而電腦科技又進步迅速，因此學習遷移及知識抽象化的能力對電腦的學習使用是重要且必要的。許多研究比較生手(novice)與專家(expert)的差異，也發現兩者的心智模式、知識結構(記憶及存取方式)、解題策略等均大不相同。應該協助學習者進行故是不是該有些思考，將知識抽象化，從經驗中悟出深一層的道理，避免「學而不思則罔」，進而「轉識成智」？學習遷移的理論及研究發現，情境影響學習遷移，但知識抽象化(knowledge abstraction)卻是學習遷移成功的關鍵因素(Baldwin & Ford, 1988; Beard, 1993; Beard, 1993; Bernardo & Morris, 1994; Cormier & Hagman, 1987; Grandgeneet & Thompson, 1991; Gentner & Stevens, 1983; Lin 1995; Paas & Merrienboer, 1994; Royer, 1979; Phe, 1989; Shih & Alessi, 1993)。

隨著電腦的普及、資訊數位化以及網路的發展趨勢，電腦在每日的資訊處理工作中以漸不可或缺，而學習遷移及知識抽象劃對電腦的學習使用而言是重要且必要的。因為資訊處理工作件件不同、而電腦科技又進步迅速。電腦的使用學習若只著重在操作使用能力的養成，則學習者常只知其然而不知其所以然，正常時能使用操作，情境或狀況稍微改變，學習者便不知所措(不能學習遷移)；但若只著重基本概念及知識，卻又不易了解易無法活用(只是僵化知識)，甚至趕不上電腦進步的速度。因此，如何藉由情境中的屬實經驗學習，並作知識抽象化，促進學習遷移，是頗重要的研究課題。

電腦軟體學習中，最基本可說是Windows及MS Office。各種視窗軟體之主要功能極目的雖不同，但在基本功能及使

用操作上卻有諸多相同之處，尤其是介面背後電腦處理運作的方式。顯而易見的如滑鼠的使用、檔案的觀念及處理的功能和方式、工具箱的作用等。教不明顯的如命名原則、工作環境的設定、教有效率的工作方式(alternatives)、軟體應具有的功能、執行的方式及結果、及故障排除、維修、安裝方式等等均是原理相同而可學習遷移的。若學習者在使用的經驗中能將知識抽象化，將經驗知識作更深一層的領悟，形成較具彈性的認知或較抽象的知識基模，或說較一般性的產出法則(generalized rule)，便能不受情境及經驗的束縛，促進學習遷移。

舉例而言，生手學電腦，常只是硬記下操作方式及步驟，依樣畫葫蘆，沒有教的就不會，很難有學習遷移的發生；反之，專家學新軟體非常快速容易，幾乎立刻上手，因為他很容易推想出大致上會有什麼功能、如何運作，學習遷移自然發生。專家生手之主要差別應在於其對電腦及軟體的認知不同、及心智模式不同(Gentner & Stevens, 1983; Shih&Alessi, 1993)。另外由小孩玩電玩亦可看出，當新的遊戲推出，即使小孩不懂英/日文，看不懂遊戲規則、操作說明，也很容易就玩上手。而初上網的人，在尋找網站時，必得利用搜尋引擎或甚至不知如何找起；而熟手則很容易猜對欲尋網站的網址(URL)，因其對URL之命名有較抽象、一般性的知識，較易得到正確的推論。這些均可說是知識抽象化與認知技能學習遷移的例子。認知技能的形成與學習遷移究竟如何發生？學習者的認知有何改變、如何改變？均是有待了解的問題。

研究問題與方法

本計畫以Word及PowerPoint之學習，探討認知技能的形成及學習遷移過程中知識抽象化的情形。

1. 生手在學習Word的過程中，認知技

能的改變情形(使用 Word 完成工作之過程及方法)。

2. 生手學習 Word 之初及學習之後,對電腦及該軟體之認知概念如何?
3. 生手在學習 PowerPoint 的過程中,認知技能的改變情形(使用 PowerPoint 完成工作之過程及方法)。
4. 生手學習 PowerPoint 之初及學習之後,對電腦及該軟體之認知概念如何?
5. 生手在認知技能遷移的過程中知識抽象化的情形如何?

由於須深入了解學習的認知歷程及改變,收集質性資料,本研究屬質性研究,採個案研究法,由兩位(一男一女)文學院大一學生自願參與作為研究對象。兩位均初具電腦(Windows)及滑鼠使用經驗,曾使用 Word 打字寫報告。其他軟體如 PowerPoint 則無使用經驗。

研究以家教方式進行,先學 word 再學 PowerPoint,各為期一個月。家教時間每週兩次,每次約 2 小時,依事先安排好之進度進行。學習方式為家教大略說明當次內容及工作後,學習者進行當天之練習。練習問題為真實的工作(task),例如依指定格式打一份報告、信、海報、傳真等等。Word 及 PowerPoint 各有 8 題作業,作業經詳細的認知工作分析(cognitive task analysis)後設計,不同作業間有重複或類似的子工作(sub task),但陸續增加或複雜困難化。

Word PowerPoint

I, W1, W2...W8, I I, P1, P2...P8, I

Note: I: Interview + self-description

Word 及 PowerPoint 家教期前後,均進行訪談及研究對象自我描述其對電腦及該軟體的看法及了解。整個研究期間,研究對象並作筆記,記錄其日常使用該軟體的時間及情形。家教時間則由家教(兩位

研究生)大致說明當日的練習作業後,研究對象自行進行練習,同時作有聲思考(think aloud),練習作業的過程及有聲思考均以電腦錄製儲存為 *.avi 檔。家教則在旁觀察記錄,並視需要給予提示。

所有資料包括訪談、自述、有聲思考之口語記錄(protocol)、觀察記錄、及解題歷程記錄(將電腦操作過程記錄為 avi 檔案並分析)等多元認知評量之 Portfolio。

三、結果與討論

研究搜集之資料整理分析後顯示,兩位研究對象非常肯定 Word 及 Powerpoint 的功能,在完成練習作業的時間及解題步驟及歷程上亦有所不同。

最明顯確定的結果為兩位研究對象在研究前後的訪談及自述中對於 word 及 PowerPoint 軟體的肯定及在了解上的進步及深入。在描述上由原來的簡短、浮泛變為具體而充實,顯示他們對於該軟體的學習成果。

“很好啊!可以呈現動畫”

“...作簡報可以利用簡報範本,也可以插入聲音、圖片,設定動畫...增加簡報的成效...,可以用上、下階層,大綱模式以及其他許多操作功能加簡報設計的速度...”

在 Word 有助於 PowerPoint 的學習上,兩位研究對象亦表示肯定,但較無法具體說明如何有所幫助。

“許多功能都很雷同...指令相同...”

而男同學卻覺得 PowerPoint 較簡單好學。也許是因 Word 的學習遷移有助於他後來學習 PowerPoint 所造成的感覺。

兩位亦都表示有聲思考有助於他們的學習,此與其他使用有聲思考的研究有相同發現。

“...有時候說出問題的時候,忽然想到答案...發現剛剛應該這樣作才對...”

事實上，有聲思考亦可視為一種學習的策略，在抽象的程度上，介於手的操作與腦中思考之間。或許有聲思考可有居中連結作用，促進經驗抽象轉化為知識。

有聲思考 protocol 及 avi 檔經整理為文字，並分析各子工作(subtask)後，資料非常繁多。解題歷程依子工作順序表列出其正確、錯誤、失誤、及不確定之步驟數。較明顯的改變為時間的縮短及步驟的減少。但可能在不同練習題中重複出現的子工作太簡單，通常在第二次出現時，研究對象即可馬上正確執行(perform)，如此便難以分析其知識改變的過程或方式。目前仍繼續研究綜整中。

另一發現為男研究對象(M)在學習 Word 時，明顯不如女(F)同學。M 的解題步驟高出 F 許多，雖然正確步驟的百分比同為 60%-80%，但錯誤、失誤、及不確定的步驟很多；反之，F 較多較無失誤、錯誤或不確定步驟，正確步驟亦較有效率。然而在學習 PowerPoint 時，情況幾乎相反。M 無論是在總步驟或正確步驟百分比上均優於 F。但 M 非常拙於言詞而害羞，從 Protocol 及訪談中難以了解其轉變的歷程。也許一些抽象知識的指筆測驗較能了解其認知的改變。

四、計劃成果自評

本研究之研究內容與原計劃相符程度很高。只有原定各軟體之練習題目為 12 題，但實際為 8 題。另原定各三個月，實際為兩個月。就所搜集的研究資料來看，一個月之差並不致有所影響。在達成預期目標上：

1. 學習 Word 及 powerPoint 過程中之認知技能形成及遷移之詳細多元資料 portfolio。--OK，如前所述。然而這些資料的整理耗時費力，非常困難。尤其在訓練研究生整理 protocol 及解題歷程檔案上更是困難，研究生亦覺困難而勉強。
2. 了解是否有知識抽象化的發生及發

生的過程和情形。--資料顯示研究對象的卻發展出有關此二軟體的一些較抽象、一般性的知識，但無法了解其發生的過程和情形。

3. 增加對知識抽象化的了解。--OK，應是增加對知識抽象化的信心和興趣。研究顯示的確知識轉變，併發展出較抽象、一般性的知識，但上無法分析了解其歷程。但因而搜集研讀了一些分析方法的文獻（微因法、protocol analysis, cognitive task analysis...）。
4. 增加對教學 Word, PowerPoint 及類似軟體之經驗及知識。--本研究所設計之練習問題，研究對象覺得非常有用，許多同學均 copy 學習。真實、實作、有意義的學習方式確實有效亦增加學習動機。
5. 為後續相關研究建立研究工具及文獻資料庫。--所設計之練習問題、訪談大綱、自述指引、有聲思考之說明指引及練習、錄製解題歷程之軟體及設備(HyperCAM & 麥克風耳機)。
6. 培養研究人才。--研究生認為此類研究太過困難而辭職。最後只能讓研究生作資料整理打字的工作，而此亦頗耗時費日，因而延長半年。

目前研究者仍繼續在研究所搜集之資料，與之前有關「知識抽象化」之研究成果及文獻探討整合後，計劃發表於學術研討會或期刊。

五、參考書目

- Anderson, J. R. (1987). Skill acquisition: compilation of weak-method problem solutions. *Psychological Review*, 94(2), 192-210.
- Baldwin, T. T., & Ford, J. K. (1988). Transfer of training: a review and

- directions for future research. Personnel Psychology, 41, 63-105.
- Beard, C. H. (1993). Transfer of computer skills from introductory computer courses. Journal of research on computing in education, 25(4), 413-430.
- Bernardo, M. A., & Morris, J. D. (1994). Transfer effects of a high school computer programming course on mathematical modeling, procedural comprehension, and verbal problem solution. Journal of Research on Computing in Education, 26(4), 523-536.
- Brown, J. S., Collins, A. & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. Educational Researcher, 18(1), 32-42.
- Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1990). Anchored instructional and its relationship to situated cognition. Educational Researcher, 19(6), 2-10.
- Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1992). The Jasper experiment : an exploration of issues in learning and instructional design. Educational Technology Research and Development, 40(1), 65-80.
- Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1993). Anchored instruction and situated cognition revisited. Educational Technology, 33(3), 52-70.
- Cormier, S. M., & Hagman, J. D. (Eds.). (1987). Transfer of learning : contemporary research and applications. Sam Diego : Academic Press.
- Duffy, T. & Jonassen, D. (1992). Constructivism and the technology of instruction: A conversation. LEA: NJ.
- Gentner, D. & Stevens, A. L. (Eds), Mental models. Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates.
- Gick, M. L., & Holyoak, K. T. (1983). Schema induction and analogical transfer. Cognitive Psychology, 15, 1-38.
- Gick, M. L., & Holyoak, K. T. (1987). The cognitive basis of knowledge transfer. In S. M. Cormier & J. D. Hagman(Eds), Transfer of learning. Contemporary research and application, p. 9-46. San Diego, CA : Academic Press.
- Greeno, J. G., Smith, D. R. & Moore, J. L. (1991). Transfer of Situated Learning. In D. Detterman & R. Sternberg (Eds.), Transfer on Trial : Inteligence, cognition & instruction. (pp. 99-167). Norwood, NJ: Ablex.
- Jonassen, D. (1996). Mindtools: Computers in the classroom. Prentice Hall: NJ.
- Lajoie, S. & Dery, S. (Eds). (1993). Computers as cognitive tools. LEA: NJ.
- Lin, X. (1995). Roles of metacognitive and technology in support of students' problem-solving transfer. In Proceeding of ICCE 95. Singapore: the Asia-Pacific Chapter of AACE., 486-493.

- Paas, F. G. & Merrienboer, J. J. (1994). Variability of worked examples and transfer of geometrical problem-solving skills: a cognitive-load approach. Journal of Educational Psychology, 86(1), 122-133.
- Phye, G. D. (1989). Schemata training and transfer of an intellectual skill. Journal of Educational Psychology, 81(3): 347-352.
- Shih, Y. F. & Alessi, S. M. (1993-4). Mental models and transfer of learning in computer programming. Journal of Research on Computing in Education, 26(2), 154-175.
- Solomon, G. (Ed.) (1993). Distributed cognition: Psychological and educational consideration. Cambridge U. Press: Cambridge.