

教育部教學實踐研究計畫成果報告

Project Report for MOE Teaching Practice Research Program

計畫編號/Project Number：PBM1120389

學門專案分類/Division：商業及管理學門

執行期間/Funding Period：2023-08-01 ~ 2024-07-31

(降低認知負荷教學簡報設計與強化思考歷程教學活動影響學習成效之研究)
(國際物流與複合運輸課程)

計畫主持人(Principal Investigator)：陳昭華

共同主持人(Co-Principal Investigator)：-

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：中華大學/企業管理學系/智慧運輸與物流組

成果報告公開日期：立即公開 延後公開

繳交報告日期(Report Submission Date)：2024 年 8 月

降低認知負荷教學簡報設計與強化思考歷程教學活動影響學習成效之研究

一、 研究動機與目的 (Research Motive and Purpose)

「國際物流與複合運輸」課程(以下簡稱國際物流課程)為一學期物流專業必修課程，內容主要為國際物流服務管理者在提供顧客服務時所需具備專業知識，探討的議題包含文件資訊、付款條件(Terms of Payment)、國際貿易條件(Incoterms[®])、匯率曝險(Exposure)、國際保險、通關(Customs Clearance)、銷售合約、貨物包裝、貨物運輸、國際物流保安(Security)。此課程銜接與擴展大二「海洋運輸管理」的選修課程，在課程規劃上希望藉由國際物流課程，從國際貨物運送的知識擴大到產生國際貨物運送的國際貿易(交易)相關的知識介紹，培養學生對於整體國際物流服務體系的專業管理能力。

國際物流課程學生組成大部份為運輸管理背景，普遍缺乏國際經貿相關的知識，二分之一的學生於大二時選修過海洋運輸管理課程，該課程內容可視為國際物流課程的一部份先備知識(Prior Knowledge)。依過去實際教學經驗顯示，已修過海洋運輸管理課程的學生，當課堂上論及海洋運輸相關議題時，他(她)們的概念(Concept)與想法(Idea)與未曾修過該課的學生表現相較，並無明顯的差異，普遍的回應是無概念、無想法，顯示過去所學並未轉化成他(她)們的長期記憶(Long-term Memory)，以至於無法產生任何的連結。另外，過去教學的經驗也顯示，學生多以被動學習的心態聆聽課程，導致講解課程知識和說明作業程序和內容重點時，專心聽講者佔少數，大部份忙於滑手機而未專心聽講，故學習成效普遍低落。最後，本課程採用英文課本及英文簡報教材配合中文講授，但學生普遍畏懼英文，語言的隔閡似乎也造成學習的壓力而成為成績不佳的因素之一。

國際物流課程學習評量方式曾以考試或考試加期末計畫書面報告二種方式進行，考試採用過的題型以問答题型式為主，近二年來因線上互動學習系統的普及，才改採是非及選擇題。雖然二十年前到現在的學生素質已有所不同，但就平均成績的趨勢而言，是非及選擇題型是較問答题型有較高的分數趨勢，但問答题型因為較需要較多的綜合歸納及分析的回答，顯示出較能考出學生的程度。另外，含有期末書面報告方式的評量結果，經檢討後發現，期末報告成績確有彌補考試測驗成績不佳學生的總成績，但測驗成績不佳學生的期末報告成績也是不佳，顯示期末報告並無法提升此類學生的主動學習及學習成效。

基於上述教學經驗分析，本研究針對(1)因課程知識廣泛及英文教材而產生的聽講壓力，以及(2)對於廣泛課程知識聽講完就遺忘而不易形成記憶及缺乏對課程內容的概念和想法，此二問題進行研究。教學問題(1)採用降低認知負荷的簡報設計以達到降低學生聽講認知負荷壓力的教學目標；教學問題(2)透過課堂中應用強化學生思考歷程(Enhanced Thinking Routine)(即概念圖)的教學活動以達到強化思考歷程並幫助記憶的教學目標；並希冀由此二項教學活動的實施，達到改善學習成效的目的。

二、 研究問題 (Research Question)

基於國際物流與複合運輸課程教學經驗所得的二項教學問題：(1)因課程知識廣泛及英文教材而產生的聽講壓力，以及(2)對於廣泛課程知識聽講完就遺忘而不易形成記憶及缺乏對課程內容的概念和想法，故本研究的研究問題為：

如何降低學生聽講壓力並促進其學習與如何改善學生聽講時的思考歷程，提升其想法以連結、組織聽講內容並幫助記憶，最終改善課程的學習成效？

有關降低學生聽講壓力的期望，係透過課程簡報在降低認知負荷方面的重新設計以降低

英文教材及廣泛課程知識所引起的聽講壓力；而強化學生思考的期望，係透過概念圖建構的教學活動，強化學生聽課的思考歷程並幫助其記憶聽講的內容。

三、 文獻探討 (Literature Review)

傳統講授式教學法使用於課堂教學時，學生的學習成效與其學習態度、課程的參與融入 (Engagement) 程度有很大的關聯 (Ashwin & Mcvitty, 2015；Zepke, 2019)。教育學 (Pedagogy) 文獻關於學習理論 (Learning Theory) 可分為行為論 (Behaviorism)、認知論 (Cognitivism) 與建構論 (Constructivism) 三種 (Loveless, 2022a)。認知論專注於如何處理和思考學生於學習過程中接收資訊面向的研究，催生了許多基於證據的教育理論，包括認知負荷理論 (Cognitive Load Theory)、基模理論 (Schema Theory)、記憶雙碼理論 (Dual Coding Theory)；認知論認為學習是發生在學生透過尋找新的解釋或改編舊的解釋以重組資訊當下，而此時學生的知識產生了變化並儲存到其記憶 (Loveless, 2022a)。本計畫的教學目標著重在學生的學習壓力以及聽講完就遺忘且不易形成記憶並缺乏對課程內容的概念及想法而影響學習成效的研究，以認知論範圍內的認知負荷理論的觀點而言，這些都與學生上課時的認知負荷有很大的關係，又，認知負荷理論是以訊息處理理論為基礎的延伸與應用，且本研究採用的降低認知負荷教學簡報設計與「生成—分類—連接—推敲」思考技巧 (即概念圖 (Concept Map) 建構) 教學活動，皆與學生聽講學習有關，故以下分別回顧訊息處理理論 (Information Processing Theory)、認知負荷理論、哈佛大學零點計畫中有關思考歷程的內容，以及相關的應用研究。

(1) 訊息處理理論

資訊是人類賴以學習成長的重要資源，訊息處理是人類思考和學習的模式，且是認知觀點學習的復興的一部份 (Sucharitha et al., 2020)。訊息處理理論是研究訊息處理的心理學，訊息處理牽涉到一系列的歷程，包括獲取 (Acquiring) 訊息、保留 (Retaining) 訊息以及運用 (Using) 訊息三階段過程。獲取訊息時涉及感官的注意及選擇訊息；保留訊息涉及將訊息保存於感官記憶 (Sensory Memory)、短期記憶 (Short-Term Memory) 及長期記憶 (Long-Term Memory) 中；而運用訊息則涉及使用保留於記憶中的內容 (鄭婉敏, 1998)，如圖 1 的 Atkinson-Shiffrin 訊息處理模型 (Purdy et al., 2001) 所示。該模式假設感官記憶的容量是沒有限制的，但短期記憶 (即工作記憶) 的容量是有限的，而感官記憶所獲取的訊息是進入工作記憶中處理，因此其處理效率是會受到其容量限制的影響，亦即它是無法同時處理太多的訊息 (也就是無法認知訊息)，而太多的無法處理的訊息就加重了認知的負荷。

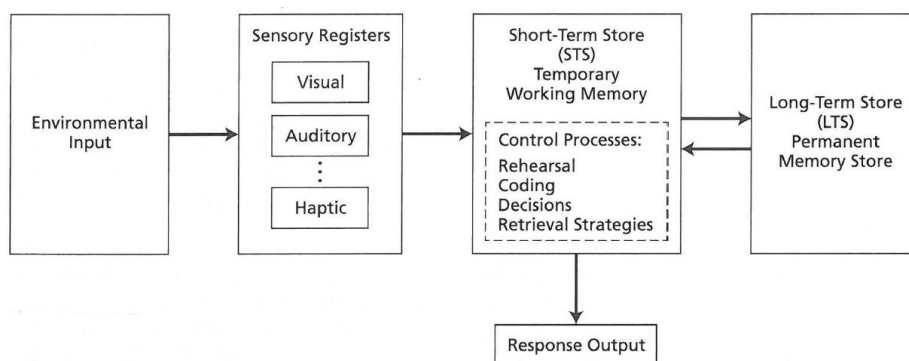


圖 1 Atkinson & Shiffrin 訊息處理模型 (Purdy et al., 2001)

Atkinson-Shiffrin 訊息處理模型指出，工作記憶的訊息是透過認知以進行有意識的操弄 (Conscious Manipulation)，訊息在工作記憶內的去或留是由訊息是如何被處理 (Process) 而定，人可以選擇復述 (Rehearse) 他們認知到的訊息以增長它存在的時間，但若選擇不復述，則會很快地忘記它。此外，復述的型式也是另一項影響訊息在工作記憶內的去或留的因素，而 Purdy et al. (2001) 指出有文獻研究支持工作記憶是以聲音碼 (Acoustic Code) 的方式建立，但仍需後續

研究，因為有研究顯示聾子是以形碼(Visual Code)進行工作記憶的處理，代表人腦的工作記憶是可以其它類型的碼來處理。另外，鄭婉敏(1998)指出，編碼(Encoding)是將獲取訊息的物理特性轉換成另一種抽象形式，並儲存於長期記憶中，當需要輸出這些訊息時，就需要解碼(Decoding)，從長期記憶中解碼以供工作記憶使用，這解碼過程即稱為提取(Retrieval)。訊息的處理愈精緻化(Elaboration)，愈有可能存於長期記憶中而被提取。

Purdy et al. (2001)回顧文獻指出，衰減理論(Decay Theory)和干擾理論(Interference Theory)可用以說明工作記憶中的訊息會被忘記的原因，衰減理論認為不復述就會忘記，而干擾理論認為復述活動被干擾，也會因為這干擾中斷了復述而導致忘記。這二個理論也正好說明 Atkinson-Shiffrin 訊息處理模型中的工作記憶和長期記憶不僅在容量上不同，在儲存(Storage)時間長度上也相異。

(2) 認知負荷理論及相關應用研究

(i) 認知負荷理論

心理學家 Sweller 於 1988 年提出認知負荷理論，其基礎論點為「人的工作記憶的容量是有限的，當容量超載時就會降低教學的有效性」，並假設長期記憶是無限的且知識的學習是透過基模的建構和基模自動化(Automation)(Loveless, 2022b)。Sweller et al. (2011)指出，認知負荷理論是基於我們對人類認知架構(Cognitive Architecture)的了解而發展成的一種教學設計理論，且假設自然選擇的演化(Evolution by Natural Selection)和人類認知(Human Cognition)具有相似處，並將二者皆視為一種自然的資訊處理系統。因為在此假設下，可藉由了解自然選擇的演化道理來得知人類認知是如何運作的；而要了解人類認知的組織方式，須先對知識進行分類，其原因是不同類別的知識可用不同的方式獲取、組織和儲存，並且需要不同的教學程序(Instructional Procedures)。認知負荷理論依據 Geary 的研究以演化的方法將知識分類為生物學初級知識(Biologically Primary Knowledge)和生物學二級知識(Biologically Secondary Knowledge)，初級知識是藉由演化過程所獲得的，如辨識人臉、辨識言語、使用一般的問題解決策略以及參與基本的社會關係；二級知識是因為文化原因而變得重要的知識，例如閱讀、寫作或任何其他提供教學的主題。教學設計所關心的是二級知識，而不是初級知識；亦即，認知負荷理論的核心是在探討如何以教學設計的方法改善學習者學習二級知識的成效。

依據 Sweller et al. (2011)的研究，人類認知架構指的是人類認知組成份子如工作記憶和長期記憶的組織方式，人類認知的運作機制是依照五種基本原則如后：(1)資訊儲存原則(Information Store)、(2)借用與重組原則(Borrowing and Reorganizing)、(3)隨機性起源原則(Randomness As Genesis)、(4)限制小量變化原則(Narrow Limits of Change)、(5)環境組織與聯繫原則(Environmental Organizing and Linking)。由於認知負荷理論是一種教學設計理論，以下依序說明五種基本原則相對應的教學意涵(Sweller et al., 2011)：(1)長期記憶在學習和解決問題中的作用提供了教學的目的和功能，教學目的是要增加長期記憶的知識儲存，教學的功能是對透過教學而學到和儲存的內容有了更好的了解，而且可以作為教學主題的知識皆是特定領域的而非通用領域的如生物學初級知識。(2)借用與重組原則提供了我們獲取知識的主要程序，其教學意涵為我們應該為學習者提供盡可能多的相關資訊。(3)依據隨機性起源原則，我們需要鼓勵學習者參與隨機生成和測試的過程，而腦力激盪法技術似乎鼓勵隨機生成，且有證據顯示腦力激盪可能是成功教導問題解決者使用隨機生成程序的一個例子。(4)基於有限容量的工作記憶，教學設計應該著重在減少不必要的工作記憶負荷，並確保稀有的工作記憶資源是用到主要的課程內容及遠離部份不適當教學設計所需的活動。(5)環境組織與聯繫原則在教育中發揮關鍵的作用，因為教育的一個主要目的是讓我們能夠在環境中有選擇地從長期記憶中獲取資訊以做出適當的表現，但若我們沒有能力將大量熟悉的資訊從長期記憶轉移到工作記憶中，教育就沒有什麼意義。

有關認知負荷的種類，早期 Sweller et al. (1998)的研究將教學資訊加諸於學習者的工作記

憶的負荷分為內在(Intrinsic)、外在(Extraneous)以及增生(Germane)認知負荷三種，內在認知負荷是由學習者為實現學習目標而需要獲取的資訊的基本結構所強加的，與所使用的教學程序無關；外在認知負荷是由資訊呈現的方式或學習者必須參與的活動所強加的，亦即只與教學設計和教學程序有關；增生認知負荷和前二種認知負荷者不同，Sweller et al. (2011)指出它是專門用於處理因教材引起的內在認知負荷的工作記憶資源，且 Sweller 的後期研究(Sweller, 2023)研究亦指出，因為用於此的工作記憶資源的多寡是由內在、外在認知負荷所決定，且尚未有實際教學資料實證出增生認知負荷的教學結果，所以增生認知負荷已不再被認為是一種獨立的認知負荷來源。另外，Sweller et al. (2011)指出，內在和外在認知負荷的高、低水準由元素互動性(Element Interactivity)決定，元素是需要學習或處理的任何東西或已經學習或處理的東西，元素是典型的基模而基模通常是多個互動的元素，互動的元素被定義為必須在工作記憶中同時處理的元素，因為它們在邏輯上是相關的。學習的內容難，是指有限的工作記憶無法同時處理所有互動的元素，而不因為元素的數量很多。資訊內容可以被完全地理解，指的是所有的互動元素資訊可以在工作記憶處理。再者，Sweller et al. (2011)亦指出，從某種意義上來說，內在認知負荷無法改變，因為它是特定課題內在的本質，只有改變所學的內容或者是學習所做的事本身，才可以降低內在認知負荷。內在認知負荷的主要成份是互動元素間的關係，將互動元素間的關係改變為無關就可以降低內在認知負荷，但這種改變所學的內容的作法，無法達到理解所學。學習包含將工作記憶中被視為多個元素的一組交互作用的元素轉換為較少數量甚至單一元素這樣的作為，故學習的一個主要功能是藉由將互動元素納入基模來顯著減少元素互動性和內在認知負荷，因此，透過「基模獲取」(Schema Acquisition)以學習，可消除高元素互動資訊所帶來的工作記憶負荷(亦即降低內在認知負荷)。元素互動性不僅與內在認知負荷相關，也與外在認知負荷相關。由於外在認知負荷是來自於教學設計與教學程序，故可知若工作記憶無法完全處理由教學設計或教學程序所引起的高元素互動性時，就會產生外在認知負荷。這也即是文獻研究指出，要降低外在認知負荷，必須由教學設計和教學程序的改良著手。

(ii) 認知負荷理論相關應用研究

Loveless (2022b)彙整文獻研究指出，當學生擁有越多的先備知識，學習就會越有效率，因此，教師在教授較艱深的內容前，若能先授予學生相對應的預備的知識，將有助於學生的學習。這些預先的訓練將幫助學生建立基模以擴展他們的工作記憶，學生也就可以理解更困難的資訊了。Paas et al. (2004)的研究指出，長期記憶中存在著很多不同程度自動化基模，基模依據它們被使用的方式分類訊息，基模自動化允許無意識地處理這些基模，從而影響工作記憶；基模建構和基模自動化，能釋放工作記憶的容量，而知識以基模方式組織，允許學習者能將多種交互作用的訊息元素分類成單一元素，從而減少工作記憶的負荷。另外，經由廣泛的練習，基模可以變成自動化，從而讓學習者進一步繞過工作記憶容量的限制。因此，從教學設計的角度來看，教學設計應該鼓勵基模的建構和自動化。

由於學習的目標是將工作記憶的新資訊轉移到長期記憶，因此，認知負荷理論建議教材和環境應該被設計成可以減少認知負荷，以減少分心而有利於工作記憶移轉至長期記憶的效率。Mayer (2002)提出五種降低認知負荷的準則：連貫準則(Coherency)、信號準則(Signaling)、冗餘準則(Redundancy)、鄰近準則—空間鄰近及時間鄰近(Contiguity Principle-Spatial Contiguity, Temporal Contiguity)。連貫準則建議將每一張投影片、頁面或工作表的訊息量應減少到僅是必要的，因此，不必要的圖、字或聲音都會加重認知負荷。信號準則建議應要透過凸顯出重要的細節，以幫助學生聚焦到我們正在談論的訊息上，而在重要訊息附近加註箭頭或用線圈出，即是凸顯重點很好用的方法，這也就是將工作記憶中的掃描訊息工作移除，以減少認知負荷。冗餘準則建議不要放太多的文字在教學簡報上，更不要讀稿，以免聽講者睡著。Sweller et al. (2011)指出，使用雙模式簡報(Dual-Mode Presentation)可以有效的增加工作記憶和改善學習。空間鄰近性準則建議標誌和其描述要放在一起，時間臨近準則建議同時呈現視覺圖像及其標

籤(Loveless, 2022b)。

過去的研究顯示，降低外在認知負荷，可提供學習者學習複雜認知工作的一種較有效的途徑，但 Paas et al. (2004) 歸納文獻指出，這常被誤解為學習者的認知負荷在學習過程中需要保持在最低限度，且教學設計者需要意識到，減少認知負荷不一定是有益，特別是在工作記憶容量未超過限制且負荷是已經可控的情況下；只要負荷是可控的，負荷的程度已不成問題，負荷的來源才是問題所在。認知負荷理論對學習材料的設計有許多影響，如果教學材料要有效，就必須在學習過程中盡量降低外在的認知負荷；然而，僅透過減少外在負荷來釋放認知容量，並不足以使教學條件變得有效，同時，教材應該是以盡可能提高用於學習的工作記憶資源的方式呈現；再者，在某些學習環境中，外在認知負荷可能和內在認知負荷有關，此時，對於教學設計者來說，專注於減少內在負荷可能會更好；另外，對於較複雜的教學內容，建立由簡單至複雜的程序鷹架(Scaffold)，可以減少內在認知負荷；教學設計以較簡單的內容呈現或使用專注於單一解決方案元素的模組化示範例(Modular Worked Examples)，也可以減少內在認知負荷。

Swellwer et al. (1998) 指出，認知負荷理論被運用以生成教學技巧，包含開放目標效果(Goal-Free Effect)、示例效果(Worked Example Effect)、完成問題效果(Completion Problem Effect)、分散注意力效果(Split-Attention Effect)、形式效果(Modality Effect)、重複效果(Redundancy Effect)與變化效果(Variability Effect)等。莊謙本等人(2011)探討開放目標效果與合適特定目標效果(Specific Goal Effect)二種不同教材內容組織設計和個人高、中、低三種先備認知結構影響教學成效的效果，研究結果顯示，先備知識結構與教材內容組織有交互作用外，開放目標效果的教材內容組織，適合具有高先備知識結構或低先備知識結構的學習者，而合適特定目標效果的教材內容組織，適合中先備知識結構的學習者。此結果印證了認知負荷理論提到的教學設計者應該整合目標學習者分析和知識分析，以利於使用適當的知識量傳達給相對應的學習者。亦即，認知負荷理論認為：學習者的專業程度對於教學設計者在分類資訊和活動是屬於學習者的內在認知負荷或外在認知負荷時，是非常重要的，因為如此做的話，教學設計者也可以預測其教學後學生的學習結果(Paas et al., 2004)。

(3) 哈佛大學零點計畫

哈佛大學零點計畫於 1967 年由 Nelson Goodman 在哈佛大學教育研究所創立，幾十年來，此計畫已擴展到大部分的課程，它涵蓋了各年齡層和教育領域，從幼兒到成人，從學校到博物館和公司等機構，從教師到不同知識領域的領導者。此計畫的使命是了解和培養全人類的潛能如學習、思考、道德、智力和創造力，並投入了大量心力於探索思維的發展、思維傾向的概念以及歷程(Routine)，可以用來支持跨年齡組、學科、理想、能力和人群的學生學習和思考的多種方式。思考歷程(Thinking Routines)源自於零點計畫的「可見思維」(Visible Thinking)的研究，此研究的目標一方面培養學生的思維能力和性情(Disposition)，另一方面深化內容學習(Content Learning)。歷經多年的研究者的努力，已經發展出很多種的思考歷程(Project Zero, 2022a)。

思考歷程是簡短易學的迷你策略，可以擴展和加深學生的思維，並成為日常課堂生活的一部分。思考歷程存在於所有的教室，它們是教師和學生在課堂環境中操作和開展學習和工作的模式。思考歷程可以被認為是重複用於管理和促進特定目標或任務完成的任何程序、過程或行為模式。零點計畫的「可見思維」研究，大量運用思維豐富的學習歷程(Learning Routines)，這些歷程具有簡單的結構，如一組問題或一系列簡短的步驟，可用於不同年級和內容領域。歷程是可以在各種情況下整合和使用的行動模式，教育工作者甚至可能在一節課使用不止一個歷程。歷程不會佔用教育工作者其他正在做的事情的時間，相反地，它們加強了課堂學習。零點計畫的思考歷程很多，分為四種：(1)核心(Core)歷程：針對不同類型思維的一小組歷程；(2)在一學習單元使用的歷程：介紹和探索想法(Introducing and Exploring Ideas)歷程，深入挖

掘想法(Digging Deeper into Ideas)歷程，綜合想法(Synthesizing Ideas)歷程；(3)用於探索主題領域或主題的歷程：對象和系統(Objects & Systems)歷程、藝術和對象(Art & Objects)歷程；(4)用於概念探索的歷程：可能性和類比(Possibilities and Analogies)歷程、觀點採集(Perspective Taking)歷程、觀點、爭議和困境(Perspectives, Controversies and Dilemmas)歷程 (Project Zero, 2022b)。

哈佛大學思考歷程目前置放於哈佛大學教育研究所的網站 <https://pz.harvard.edu/thinking-routines#GlobalThinking> 中，以工具箱的型式提供大眾免費選擇使用。工具箱中有助於改善學生聽講思考活動的思考歷程為「生成一分類一連接一推敲」(Generate-Sort-Connect-Elaborate)思考技巧，它是屬於綜合想法歷程，而在工具箱的說明中提到，此類歷程的主要功能為：幫助學生找到連貫性(Coherence)、得出結論以及提煉學習主題或經驗的主要成份。由於「生成一分類一連接一推敲」主要為概念圖的構建活動，而 Loveless (2022b)提到，概念圖屬於提取練習學習方法的一種，而提取練習學習方法主要為鼓勵學生主動而非被動地與參與教材的學習，它又被稱為測試效果(Testing Effect)或測試增強學習(Test Enhanced Learning)。另外，該研究也指出當學習者練習提取或積極參與某個主題的次數越多，對長期學習越好，提取練習可說是增進長期記憶最好的學習方法。提取練習也可以找出學生學習的困難點，顯示出學生的知識斷層，以供其知道後續學習所應關注的重點。另外，以認知負荷理論的觀點而言，提取練習學習方法可以增強學生已建立的基模，幫助他(她)們將訊息投入長期記憶。

Loveless (2022b)指出，概念圖類似寫作提示(Writing Prompt)，但不是學生寫論文，而是他(她)們會做各式各樣的關鍵字圖(Keyword Map)。學習者將從頁面頂部的一個帶有主題的大圓圈開始畫起，然後開始添加帶有與該主題相關的關鍵字的圓圈，如摘錄自零點計畫網站和維基百科的圖 2 所示。概念圖也稱為心智圖(Mind Map)，可以包括維恩圖(Venn Diagram)、時間線(Timelines)、流程圖或表格。

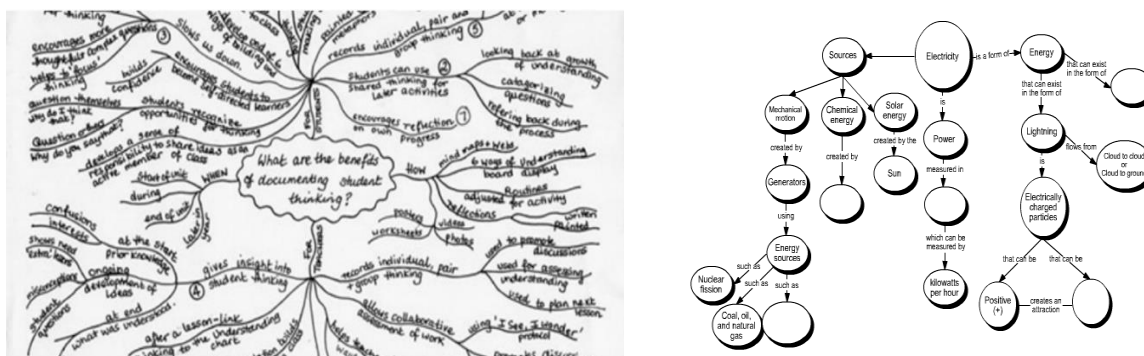


圖 2 概念圖示例

綜合以上文獻回顧可知，學生上課學習即是訊息理論提及的獲取、保留以及運用訊息三個階段的過程，而授課老師所使用的簡報教案即是學生課堂上獲取課程內容的主要來源，因此，簡報設計的型態將對學生接收到的訊息產生一定程度的影響，這也是 Atkinson-Shiffrin 訊息處理模型提到的「感官記憶所獲取的訊息是進入工作記憶中處理，因此其處理效率是會受到其容量限制的影響，亦即它是無法同時處理太多的訊息(也就是無法認知訊息)，而太多的無法處理的訊息就加重了認知的負荷」。前述認知負荷理論文獻回顧也提到，「學習的目標是將工作記憶的新資訊轉移到長期記憶，因此，認知負荷理論建議教材和環境應該被設計成可以減少外在認知負荷，以減少分心而有利於工作記憶移轉至長期記憶的效率」。綜上，本計畫應用 Mayer 提出的連貫準則、信號準則、冗餘準則、鄰近準則—空間鄰近及時間鄰近等五種降低外在認知負荷的準則，進行本計畫課程的簡報設計，以期達到降低學生上課聽講的認知負荷，改善聽講壓力，進而提升學習成效。有關學生對於課程知識聽講完就遺忘且不易形成記憶並缺乏對課程內容的概念和想法的教學問題，本計畫於課堂上應用哈佛大學零點計畫的「生成一分類一連接一推敲」思考技巧，亦即概念圖的建構教學活動，以強化學生聽講思考歷程

並幫助記憶聽講內容，進而提升學習成效。

四、 教學設計與規劃 (Teaching Planning)

本研究以「國際物流與複合運輸」必修課程，進行教學實踐研究，並以傳統的講授法教學，授課對象為大三學生，修課學生背景屬於一類(社會類)組，學生組成包含本系當期生及重修生、少數管理學院各系學生。教學場域為配有影音設備以及網路的教室，簡報教材可透過投影機撥放，網路可連接學校 IRS 線上互動系統以及 Moodle 數位學習平台。授課教師可藉由 IRS 與學生進行即時互動或線上測驗與考試，透過 Moodle 數位平台進行學生點名與線上測驗與考試。本研究的測驗考試，乃透過 IRS 或 Moodle 進行。

本研究的教學目標在於改善學生聽講的認知負荷壓力，以及強化聽講思考歷程並幫助其記憶聽講的內容；教學活動包含降低認知負荷的教學簡報設計以及「生成一分類一連接一推敲」思考技巧(概念圖建構)的強化學生思考歷程二項；並經由二項教學活動的實施，達到改善學習成效的研究目的，其間的關係如圖 3 所示。

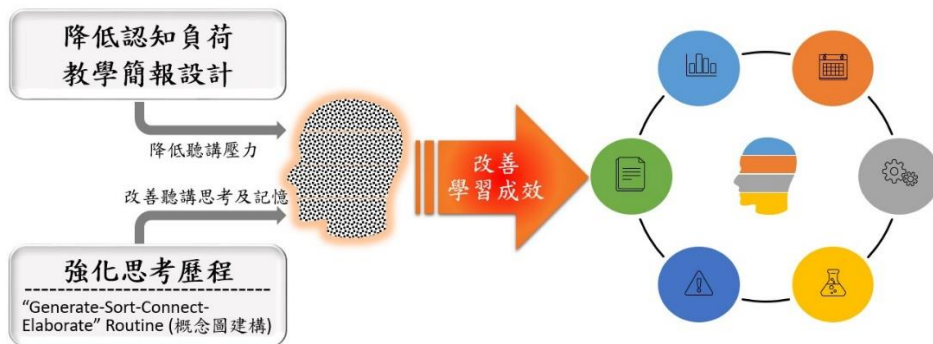


圖 3 教學實踐研究之教學方法與教學目標關係圖

降低認知負荷教學簡報設計乃依據 Mayer (2002)提出之連貫、信號、冗餘、空間鄰近、時間鄰近等準則，進行國際物流與複合運輸課程的簡報教材重新設計。強化思考歷程的教學活動乃應用哈佛大學零點計畫的思考歷程工具箱(Toolbox)中的綜合及組織想法(Synthesizing and Organization Ideas)類別下的「生成一分類一連接一推敲」思考技巧，針對課程教材內容較複雜的第 4、5、6、7、8、10、14、16 章，於講授完成後讓學生依照表 1 的活動程序進行概念圖建構教學活動，概念圖的建構步驟如活動程序 1 所示，其目的為控制建構活動的變異。

表 1 「生成一分類一連接一推敲」思考技巧活動程序及內容

程序	活動內容
1	<p>在課程單元的每節課講授完畢後，學生憑藉聽講的記憶(不可查閱講義或課本)，依據下列步驟，建構出講授內容的概念圖：</p> <ul style="list-style-type: none"> 回想剛講授完畢的課程內容，生成(或列出)所有你想到的想法和最初想法的清單。 依據想法的核心或離題特性，分類你生成的全部想法，將具有核心特性的想法寫在頁面中間，較離題的想法寫在核心想法外圍並靠近頁面外側的位置。 將具有共同特性的各個想法，兩兩畫線連接，並在連接線上以簡短字句，註明兩個想法被你連接的原因。 針對你至此生成的全部想法，朝擴大、延伸或添加的方向，推敲出這些想法的新想法。
2	<p>(1) 學生各自建構概念圖，且必須按照步驟建構。</p> <p>(2) 給予足夠的時間完成每一步驟後，再進入下一個步驟。並且不需要要求學生在首次建構時就生成詳盡的想法清單，但要確保學生有足夠的時間可以生成豐富且多樣的想法。</p> <p>(3) 告訴學生他(她)們可以隨時將新想法添加到想法清單，並將它們合併到概念圖中，但建議用不同顏色的筆寫。</p>
3	<p>學生以二人為單位分組，於課程單元講授完後，進行概念圖分享及討論。</p>

4	授課老師於講授完課程單元(一章)後，收集學生的概念圖。
---	-----------------------------

國際物流與複合運輸課程各週的課程進度與對應之教學活動與評量方法如表 2，其中概念圖建構教學活動依表 1 的程序及活動內容進行，惟第二週概念圖建構活動為練習，並於第三週進行檢討，以確保學生能建構出完善的概念圖。

表 2 「國際物流與複合運輸」課程進度及教學與評量方法

週	單元名稱與內容	教學方法	評量方法
1	<ul style="list-style-type: none"> 授課方式及學生配合事項說明 教學活動—概念圖的展示及建構方法說明 課程大綱與內容簡介 	-	-
2	國際貿易簡介 (International Trade)	講授、概念圖 建構	出席率、概念圖評量
3	國際供應鏈管理 (International Supply Chain Management)	講授、檢討概 念圖建構活動	出席率
4	國際基礎設施 (International Infrastructure)	講授	出席率
5	進入國外市場之方法 (International Methods of Entry)	講授、概念圖 建構	出席率、概念圖評量
6	國際合約 (International Contracts)	講授、概念圖 建構	出席率、概念圖評量
7	國際貿易條件 (Terms of Trade or Incoterms® Rules)	講授、概念圖 建構	出席率、概念圖評量
8	付款條件 (Terms of Payment)	講授、概念圖 建構	出席率、概念圖評量、 平時測驗(1)
9	交易風險管理 (Managing Transition Risks)	講授、概念圖 建構	出席率、概念圖評量
10	國際商業文件 (International Commercial Documents)	講授、概念圖 建構	出席率、概念圖評量
11	國際保險 (International Insurance)	講授、概念圖 建構	出席率、概念圖評量
12- 13	國際貨運—海運、空運、複合運輸 (International Ocean Transportation, International Air Transportation, International Land and Mutimodal Transportation)	講授、概念圖 建構	出席率、概念圖評量、 平時測驗(2)(第 12 週)
14	出口包裝 (Packaging for Export)	講授、概念圖 建構	出席率、概念圖評量
15	國際物流保安 (International Logistics Security)	講授、概念圖 建構	出席率、概念圖建構
16	進出口通關 (Customs Clearance)	講授、概念圖 建構	出席率、概念圖評量
17	應用國際物流創造競爭優勢 (Using International Logistics for Competitive Advantage)	講授	出席率、平時測驗(3)
18	期末考試	-	筆試測驗

表 3 展示學生學習成效的評量工作、評量工具及評量內容。其中認知負荷量表衡量學生內、外在認知負荷的問項係參考 Leppink & van den Heuvel (2015) 研究而設計，如附件 I 所示。概念圖建構活動促進聽講思考歷程並幫助記憶自我評量問卷包含「促進聽講思考歷程」及「幫助記憶」二項評量指標，第一項指標依據「生成—分類—連接—推敲」思考技巧建立 4 個問項，第二項指標由於概念圖建構屬於提取練習學習方法的一種，故以此建立 2 個問項，如附件 II 所示。概念圖評量因為概念圖建構活動旨在強化學生聽講時的思考歷程，並無標準答案，但有適切性的問題，故以切題性、完整性、多樣性等三個指標，由授課老師評分；提升學習成效自我評量問卷如附件 III 所示。第(2)、(4)項學生自評問卷於期末執行，(1)、(3)項於較複雜課程單元授課完後立即執行，三次測驗均分於學期中舉行，其測驗範圍分別為一至六、七至十、十一至十七章。五項評量工具皆由授課老師自行設計及建立。認知負荷量表以 0 至 10 分為基準，二份自我評量問卷的評量指標，以李克特四點尺度為基準，概念圖評分表和測驗卷，皆以 100 分為滿分。

表 3 課程學習成效評量工作與評量工具及內容

評量工作	評量工具	評量內容
(1)教學簡報改善聽講認知負荷自我評量	量表	教學簡報是否達到降低學生認知負荷以減輕聽講壓力
(2)概念圖建構活動促進聽講思考歷程並幫助記憶自我評量	問卷	概念圖建構活動是否促進學生聽講思考過程並幫助記憶
(3)概念圖評量	評分表	以切題性(40%)、完整性(30%)、多樣性(30%)三個指標評量學生建構之概念圖
(4)提升學習成效自我評量	問卷	降低認知負荷教學簡報與概念圖建構活動是否改善學習成效
(5)三次測驗	測驗卷	是非及選擇題

五、 研究設計與執行方法 (Research Methodology)

基於上述教學目標、研究目的、教學活動、教學計畫內容、學習評量結果，本研究的研究架構如圖 4 所示，探討二項教學活動間的關聯性以及它們對於學習成效的影響，並進行以下教學活動評量分析以及學習成效評量結果分析等工作。

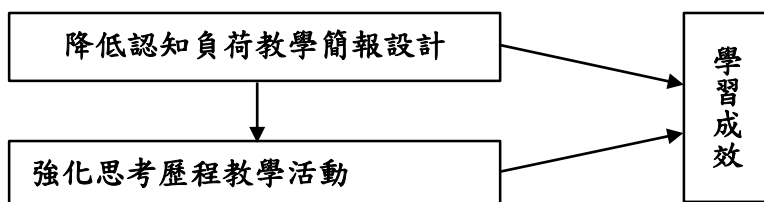


圖 4 研究架構

教學活動評量分析包含以下各項工作：(1)降低認知負荷簡報設計改善認知負荷自評結果分析；(2)概念圖建構活動促進聽講思考歷程並幫助記憶自評結果分析；(3)概念圖評量成績分析；(4)降低認知負荷簡報設計改善認知負荷自評結果與概念圖評量成績之關聯分析；(5)概念圖建構活動促進聽講思考歷程並幫助記憶自評結果與概念圖評量成績關聯分析。學習成效評量結果分析，包含以下各項：(1)三次測驗成績分析；(2)降低認知負荷簡報設計教學活動影響學習成效分析；(3)概念圖建構教學活動影響學習成效分析；(4)學習成效自我評量結果分析。

本教學計畫的執行依照以下步驟執行：(1)確立研究問題、(2)文獻回顧、(3)教學簡報設計與教學活動規劃：降低認知負荷教學簡報設計與概念圖建構教學活動、(4)計畫實施：依照所設計的各週課程進度執行教學、(5)實施成效評量與紀錄：包含降低認知負荷教學簡報影響認知負荷及聽講壓力評量、概念圖建構教學活動影響學生聽講思考歷程及記憶之評量、降低認知負荷教學簡報設計及概念圖建構教學活動影響學生學習成效之評量、概念圖評量、測驗考試等評量工作之實施與紀錄、(6)資料蒐集、分析與問題檢討、(7)結論與教學建議。

六、 教學暨研究成果 (Teaching and Research Outcomes)

1. 教學過程與成果

依據 Mayer (2002)五種降低認知負荷的準則設計的課程簡報成果，以設計前和設計後的簡報形式，示例如附件 IV 所示。教學實踐課程修課人數含重修生 5 人、應屆生 15 人，共 20 人，女生 7 人(佔 35%)和男生 13 人(佔 65%)，以下分別說明二項教學活動評量結果分析以及學習成效評量結果分析。

(1) 教學活動評量結果分析

(i) 降低認知負荷簡報設計改善認知負荷自評結果分析

問卷的信、效度分析結果如表 4，內、外在認知負荷構面的信度分別為 0.925、0.881，具

有足夠的內部一致性，而問卷內容為依據研究文獻設計，故具內容效度，且二構面的因素負荷量皆大於 0.675，故具構念(Construct)效度。表 5 為學生自評認知負荷的結果，表內數字為平均值，分數愈低代表簡報內容使學生產生的認知負荷愈低。由總認知負荷平均值為 3.0 及外在認知負荷平均值為 2.3 知，學生認為簡報內容使自己產生低的外在認知負荷。

表 4 認知負荷量表信、效度分析結果

認知負荷	問項	信度 (Cronbach's α)	效度 (因子負荷量)
內在認知負荷	教學簡報的內容，非常複雜。	0.925	0.938
	教學簡報的內容，包含了非常複雜的問題。		0.845
	在教學簡報的內容中，提到非常複雜的術語。		0.896
	我在教學簡報內容的複雜性上，花了很多的腦力。		0.809
外在認知負荷	教學簡報內容的解釋和說明，非常不清楚。	0.881	0.968
	教學簡報內容的解釋和說明，充滿了不明確的內容。		0.866
	教學簡報內容的講解和說明，對於學習來說非常無效。		0.675
	我在教學簡報內容不清晰且無效的解說上，花了很大的精力。		0.726

表 5 認知負荷量表自評結果

	問項	章							
		4	5	6	7	8	10	14	16
內在認知負荷	教學簡報的內容，非常複雜。	3.9	3.7	3.5	3.4	3.1	3.5	3.9	3.6
	教學簡報的內容，包含了非常複雜的問題。	4.6	3.9	4.2	3.5	2.7	3.6	3.5	3.5
	在教學簡報的內容中，提到非常複雜的術語。	4.1	3.9	4.4	3.7	3.3	4.2	4.2	3.6
	我在教學簡報內容的複雜性上，花了很多的腦力。	4.1	3.7	3.5	3.7	3.4	3.8	3.9	3.4
內在認知負荷平均		3.7							
外在認知負荷	教學簡報內容的解釋和說明，非常不清楚。	3.2	2.2	2.2	2.7	2.1	1.9	2.4	2.5
	教學簡報內容的解釋和說明，充滿了不明確的內容。	3.0	2.8	2.2	2.4	1.9	2.1	2.6	2.5
	教學簡報內容的講解和說明，對於學習來說非常無效。	2.4	1.8	1.8	1.2	1.3	1.6	1.4	2.0
	我在教學簡報內容不清晰且無效的解說上，花了很大的精力。	2.9	2.5	2.0	3.6	2.5	2.8	2.6	2.5
外在認知負荷平均		2.3							
認知負荷平均		3.0							

認知負荷自評結果的敘述性統計及以 Shapiro-Wilk 統計量檢定樣本數小於 50 的常態性假設如表 6 所示。常態性檢定結果顯示，各項目皆呈常態分配。使用成對樣本 t 檢定進行「 H_0 ：各章簡報內在認知負荷平均值等於其外在認知負荷平均值」的假說檢定，得檢定值為 0.00 小於 0.05，拒絕 H_0 ，顯示學生於各章簡報的內、外在認知負荷皆不相等，且各章簡報內容的內在認知負荷皆大於外在認知負荷。其次，使用無母數統計的 Friedman test 進行「 H_0 ：各章簡報認知負荷平均值相等」的假說檢定，得檢定值為 0.001 小於 0.05，拒絕 H_0 ，顯示各章簡報認知負荷平均值為不相等，且學生在各章簡報的認知負荷由小至大依序為：八、十六、十、六、五、十四、七、四章。

表 6 樣本認知負荷自評結果敘述性統計

項目	平均數	標準差	偏態	峰度	最小值	最大值	Shapiro-Wilk 常態性檢定
內在認知負荷	3.7	1.729	0.503	-.508	1.33	7.36	.380
外在認知負荷	2.3	1.597	0.953	.165	0.36	6.00	.056
認知負荷	3.0	1.595	0.779	-.321	0.86	6.38	.057
測驗 1 範圍認知負荷	3.1	2.019	0.436	-.563	0.00	7.00	.583
測驗 2 範圍認知負荷	3.1	1.920	0.722	-.053	0.25	7.50	.327
測驗 3 範圍認知負荷	2.9	1.608	0.700	-.533	0.88	6.25	.074

(ii)概念圖建構活動促進聽講思考歷程並幫助記憶自評結果分析

問卷資料敘述性統計及次數分配如表 7 及 8 所示，45%的學生出席率大於 80%、一週的課後複習平均時數為 1.7 小時，2 小時以內的佔 70%、55%課前不會預習、35%課後不會複習(含概念圖複習)、55%課後不會與同儕討論。這些結果顯示大部份學生都是上課時間聽講且每週課後複習時間少於上課時數的 3 小時，課後也不會與同儕討論。

表 7 概念圖建構活動促進聽講思考歷程並幫助記憶自我評量問卷資料敘述性統計

項目	類別項目	次數	比例	平均值
出席率	41-60%	1	5%	-
	61-80%	10	50%	-
	81-100%	9	45%	-
一週之課後複習時數	1 小時以下	4	20%	1.7 小時
	1 至 2 小時	10	50%	
	2 至 3 小時	3	15%	
	3 至 5 小時	3	15%	
課前是否預習	是	9	45%	-
	否	11	55%	-
課後是否複習	是	13	65%	-
	否	7	35%	-
課後是否與同儕討論	是	9	45%	-
	否	11	55%	-

表 8 結果顯示幾乎所有學生皆同意概念圖建構活動會促進聽講思考歷程並幫助記憶，僅 1 位學生不同意概念圖建構教學活動有助於想到課堂聽講過內容的細節；而在促進思考歷程的問項中，以非常同意概念圖建構教學活動有助於分類課堂聽講過的內容佔比最高；在幫助記憶問項中，以非常同意概念圖建構教學活動使得我上課過程中會主動積極地專心聽講佔比最高。

表 8 概念圖建構活動促進聽講思考歷程並幫助記憶自我評量問卷資料次數分配

問項	題目	非常不同意	不同意	同意	非常同意
概念圖建構活動促進聽講思考歷程	概念圖建構教學活動，有助於回想起課堂聽講過的內容。	0	0	13 (65%)	7 (35%)
	概念圖建構教學活動，有助於分類課堂聽講過的內容。	0	0	12 (60%)	8 (40%)
	概念圖建構教學活動，有助於連結課堂聽講過內容之間的關係。	0	0	13 (65%)	7 (35%)
	概念圖建構教學活動，有助於想到課堂聽講過內容的細節。	0	1 (5%)	12 (60%)	7 (35%)
概念圖建構活動幫助記憶	概念圖建構教學活動，使得我上課過程中會主動積極地專心聽講。	0	0	8 (40%)	12 (60%)
	概念圖建構教學活動，有助於我記住聽講過的授課內容	0	0	11 (55%)	9 (45%)

(iii) 概念圖評量成績分析

學生建構之概念圖示例如附件 V 所示，表 9 為評量成績的敘述性統計及以 Shapiro-Wilk 統計量檢定的常態性假設，常態性檢定結果除了測驗 1 範圍概念圖評量成績的檢定值近似且小於 0.05 外，皆呈常態分配。另，各章的概念圖平均成績較佳的前三位依序是第四、五、十六章，最差的是第七章。

表 9 概念圖評量成績敘述性統計

項目	平均數	標準差	偏態	峰度	最小值	最大值	Shapiro-Wilk 常態性檢定
測驗 1 範圍概念圖評量成績	67.9	6.910	1.076	.953	57.70	84.10	.044*
測驗 2 範圍概念圖評量成績	64.4	6.825	-1.073	1.946	46.00	75.50	.136
測驗 3 範圍概念圖評量成績	65.6	9.245	-.830	1.647	40.20	78.70	.156
概念圖評量成績	66.0	6.065	-.068	-.250	53.10	76.67	.967

(iv) 降低認知負荷簡報設計改善認知負荷自評結果與概念圖評量成績之關聯分析

依據表 5 的內在認知負荷、外在認知負荷、認知負荷與和表 9 概念圖評量成績，以 Person 相關係數進行分析，得相關係數分別為 0.02、-0.161、-0.071，皆為不顯著，代表降低認知負荷的簡報使得學生有較低的認知負荷，但與學生概念圖成績則無顯著相關性，亦即，研究架構所提的「降低認知負荷簡報設計正向影響概念圖評量成績」的假說並不顯著。

(v) 概念圖建構活動促進聽講思考歷程並幫助記憶自評結果與概念圖評量成績關聯分析

依據表 8 的概念圖建構活動促進聽講思考歷程、概念圖建構活動幫助記憶、概念圖建構活動促進聽講思考歷程並幫助記憶等三項自我評分與表 9 的測驗 1、2、3 範圍、全部範圍概念圖成績等四項，以 Person 相關係數進行分析，得相關係數分別為-0.192、0.057、-0.089、-0.092、0.146、0.143、-0.096、0.086、-0.038、0.102、-0.097、-0.011，在 5%顯著水準下皆為不顯著，代表雖然學生認為概念圖建構活動促進其聽講思考歷程並幫助記憶，但與學生的概念圖成績則沒有顯著的相關性，這顯示概念圖建構活動促進學生聽講思考歷程並幫助其記憶的效果與學生的概念圖成績高低無關。

(2)學習成效評量結果分析

(i)測驗成績分析

三次測驗成績及平均成績的敘述性統計及以 Shapiro-Wilk 統計量檢定的常態性假設如表 10 所示，常態性檢定結果除了測驗 3 成績和三次測驗平均成績外，皆呈常態分配。

表 10 測驗成績敘述性統計

項目	平均數	標準差	偏態	峰度	最小值	最大值	Shapiro-Wilk 常態性檢定
測驗 1 成績	37.5	10.033	0.000	-.439	20.0	57.5	.743
測驗 2 成績	34.1	9.302	1.216	2.136	20.0	60.0	.501
測驗 3 成績	36.9	10.224	0.964	0.241	25.0	60.0	.010*
測驗平均成績	36.2	8.202	1.358	1.006	27.5	53.58	.001*

(ii)降低認知負荷簡報設計教學活動影響學習成效分析

依據表 6 的內在認知負荷、外在認知負荷、認知負荷與和表 10 測驗平均成績，以 Person 相關係數進行分析，得相關係數分別為 0.357、-0.025、0.18，皆為不顯著，顯示降低認知負荷的簡報即使學生自認為有較低的認知負荷，但與學生的測驗平均成績則沒有顯著的相關性，故無法得知是否有助於提升學習成效。

(iii)概念圖建構教學活動影響學習成效分析

依據表 9 測驗 1、2 及 3 範圍、全部範圍概念圖評量成績以及表 10 測驗 1、2 及 3 和平均測驗成績，以 Person 相關係數分別進行分析，得相關係數分別為 0.287、0.286、0.516*、0.395，僅測驗 3 範圍概念圖評量成績和測驗 3 成績在 5%的顯著水準下有顯著的正相關性，其餘皆為不顯著的相關性，但是全部範圍概念圖評量成績和平均測驗成績在 10%的顯著水準下有顯著正相關，這顯示概念圖建構教學活動部份有助於提升學生測驗成績的學習成效。

(iv)學習成效自我評量結果分析

學習成效的自我評量於學期末進行問卷調查，共回收 20 份有效問卷，問卷資料的敘述性統計與表 7 內容相同，而各問項题目的次數分配整理如表 11。自我評量結果顯示僅一位學生非常不同意「授課使用的教學簡報內容不複雜、說明清楚、容易理解，有效降低我聽講時的壓力」，其餘 95%皆為同意；100%學生同意「授課使用的教學簡報內容不複雜、說明清楚、容易理解，有效提升我的學習成效」；僅一位學生不同意「教學使用的簡報，整體而言，有效降低聽講壓力並提升學習成效」，其餘 95%皆為同意。這顯示學生認為降低認知負荷教學簡報設計對學習成效是有降低聽講壓力和提升學習成效的正向影響。另，100%的學生皆同意概念圖建構教學活動對學習成效有促進聽講的思考過程並幫助記憶，進而提升學習成效的正向影響。

表 11 學習成效自我評量問卷資料次數分配

問項	題目	非常不同意	不同意	同意	非常同意
降低認知負荷教學簡報設計對學習成效之影響	授課使用的教學簡報內容不複雜、說明清楚、容易理解，有效降低我聽講時的壓力。	1 (5%)	0	14 (70%)	5 (25%)
	授課使用的教學簡報內容不複雜、說明清楚、容易理解，有效提升我的學習成效。	0	0	13 (65%)	7 (35%)
	教學使用的簡報，整體而言，有效降低聽講壓力並提升學習成效。	0	1 (5%)	14 (70%)	5 (25%)
概念圖建構教學活動對學習成效之影響	概念圖建構教學活動，有助於促進聽講的思考過程，進而提升學習成效。	0	0	10 (50%)	10 (50%)
	概念圖建構教學活動，有助於幫助記憶，進而提升學習成效。	0	0	13 (65%)	7 (35%)
	概念圖建構教學活動，有助於促進聽講的思考過程以及幫助記憶，進而提升學習成效。	0	0	11 (55%)	9 (45%)

2. 教師教學反思

學生自評降低認知負荷的簡報有助於減少外在認知負荷，且呈現課程內容較多且複雜並含有較多中文簡報內容的第八章的效果最好，相對於課程內容較少且較不複雜並含有較少中文簡報內容的第四章的效果為最差。因此，降低認知負荷簡報設計以及簡報內容含中文的影響，印證了文獻所言，資訊的呈現方式及樣態是會影響學習者認知這些資訊所需的認知活動所帶來的複雜度並影響工作記憶的運作，且額外的外在認知負荷是會降低教學的有效性。

降低外在認知負荷的簡報設計使得學生有較低的認知負荷，但與學生建構的概念圖成績則無顯著的相關，這結果印證了認知負荷理論提及的學習者的工作記憶容量和教學有效性的直接關係，且僅降低學習者的外在認知負荷是不足以有益於其學習，工作記憶資源是否能有效處理高元素互動性資訊，才是有益於其概念圖的成績。

絕大多數的學生自評認為概念圖建構教學活動促進聽講思考歷程並幫助記憶，但由於教學活動時間僅於課後 10 至 15 分鐘內執行，使得學生不易於短時間內達到增加長期記憶的效果，造成其與概念圖評量成績沒有顯著的相關。

學生自評認為二項教學活動對於其學習成效是有改善的作用，但降低認知負荷簡報設計教學活動與測驗成績則沒有顯著的相關，可能的原因為簡報僅降低學生的外在認知負荷，工作記憶資源並未將課堂所學轉化為長期記憶，所以，學生的測驗成績普遍偏低而未達顯著的相關性。另外，概念圖建構教學活動與測驗成績則有部分的正相關，可能原因為概念圖建構本質上是提取練習的學習方法，有助於增進長期記憶，所以測驗 3 範圍和全部測驗範圍的概念圖評量成績，分別在 5%和 10%的顯著水準條件下，與測驗 3 成績和全部測驗平均成績有顯著的正相關；其次，測驗 1 和 2 範圍的概念圖成績和最應範圍的測驗成績則無顯著相關，其原因可能與學生每週課後複習時間少於 3 小時的上課時數且出席率低的事實比較有關係。

3. 學生學習回饋

學生學習回饋主要顯示於學生對於二項教學活動的自評結果，包含(1)降低認知負荷簡報設計改善認知負荷自我評量、(2)概念圖建構活動促進聽講思考歷程並幫助記憶自我評量、(3)學習成效自我評量。

學生自評本研究重新設計的降低認知負荷簡報，確實達到降低外在認知負荷的效果，而且是課程內容越複雜的單元，效果越好。關於概念圖建構的教學活動，學生自評結果顯示，僅有 1 位學生不同意概念圖建構教學活動有助於想到課堂聽講過內容的細節，而在促進思考歷程的問項中，以非常同意概念圖建構教學活動有助於分類課堂聽講過的內容所佔的比例最高，在幫助記憶的問項中，以非常同意概念圖建構教學活動使得我上課過程中會主動積極地專心聽講所佔的比例最高，顯示學生認為概念圖建構活動是有助於促進聽講思考歷程並幫助記憶的效果。

學生學習成效的自我評量回饋從表 7 資料顯示，45%的學生出席率大於 80%、55%課前不會預習、一週的課後複習時數小於 1 小時的佔 20%，2 小時以內的佔 50%、55%課後不會與同儕討論。此結果顯示學生出席率不佳，大部份出席的學生都是上課時間聽講及學習，且每週課後複習時間少於上課時數的 3 小時、有問題也不會與同儕討論。自我評量結果顯示僅一位學生非常不同意「授課使用的教學簡報內容不複雜、說明清楚、容易理解，有效降低我聽講時的壓力」，其餘 95%皆為同意；100%學生同意「授課使用的教學簡報內容不複雜、說明清楚、容易理解，有效提升我的學習成效」；僅一位學生不同意「教學使用的簡報，整體而言，有效降低聽講壓力並提升學習成效」，其餘 95%皆為同意。這顯示學生認為降低認知負荷教學簡報設計對學習成效是有降低聽講壓力和提升學習成效的正向影響。另，100%的學生皆同意概念圖建構教學活動對學習成效有促進聽講思考過程並幫助記憶，進而提升學習成效的正向影響。

七、 建議與省思 (Recommendations and Reflections)

本研究透過降低認知負荷簡報設計和概念圖建構二項教學活動，降低學生聽講時的認知負荷與減少聽講壓力、強化學生思考歷程並幫助學生聽講時的思考及記憶，以達成提升學習成效的教學目標。相關結論與省思以及建議，分述如下：

結論與省思：(1)學生自評降低認知負荷的簡報有助於減少外在認知負荷，且課程內容較多且複雜並含有較多中文簡報內容的第八章的效果最好。此結果呼應了文獻所言資訊的呈現方式及樣態會影響學習者認知活動所帶來的複雜度並影響工作記憶的運作，且額外的外在認知負荷會降低教學的有效性。(2)降低外在認知負荷的簡報使學生有較低的認知負荷，但與學生概念圖成績無顯著相關，此結果呼應認知理論認為學習者的工作記憶容量和教學有效性的直接關係，僅降低學習者的外在認知負荷並無法保證有益於其學習，工作記憶資源是否能有效處理高元素互動性資訊才是有益於其概念圖的成績。(3)絕大多數學生認為概念圖建構教學活動促進聽講思考歷程並幫助記憶，但由於教學活動時間較短，使其不易於短時間內達到增加長期記憶的效果，故其與概念圖評量成績無顯著相關。(4)學生認為二項教學活動對於其學習成效有提升的作用，但因降低認知負荷的簡報僅降低學生的外在認知負荷，工作記憶資源並未將課堂所學轉化為長期記憶，故其與測驗成績未有顯著相關，但是，因概念圖建構教學活動本質是提取練習的學習方法，有助於增進長期記憶，其測驗 3 範圍和全部測驗範圍的概念圖成績分別在 5%和 10%顯著水準下，與測驗 3 成績和全部測驗平均成績有顯著的正相關。另，測驗 1、2 範圍的概念圖成績和測驗成績無顯著相關的原因，可能與每週課後複習時間太少而缺乏提取練習以轉化為長期記憶且出席率低的事實比較有關。

建議：(1)針對內容較複雜的課程單元，可增加中文內容於簡報中，以再進一步減少學生的外在認知負荷；另，教學設計和呈現方式上，可針對較複雜的教學內容，檢討簡報內是否有很多高元素互動性的部份，並依據認知負荷理論的人類認知運作機制的五種基本原則進行改善，或建立由簡單至複雜的程序鷹架，以減少學生的內在認知負荷，進而提升其學習成效。(2)可在授課進度允許的條件下，酌予拉長概念圖建構教學活動的時間，幫助學習者能將課堂所學轉化為長期記憶而提升學習成效。(3)針對出席率低且課後複習時間較少的學生，研提具有誘因的方案，增進學生加長課後複習時間的動機。

參考文獻 (References)

- 周珮儀，「從認知心理學探究教科書插圖設計及其教學轉化」，教科書研究，第 8 卷第 2 期，頁 139-174，2015。
- 莊謙本，黃議正，沈家仔，「植基認知負荷取向在課程教材設計及其教學成效分析」，屏東教育大學學報-教育類，第 36 期，頁 169—206，2011。

- 鄭婉敏，「訊息處理模式學習研究對教學的啟示」，國民教育研究集刊，第6期，頁65-79，1998。
- Ashwin, P. and Mcvitty, D. (2015). The Meanings of Student Engagement: Implications for Policies and Practices. *The European Higher Education Area*, Curaj et al. (eds.).
- Loveless, Becton. (2022a). Fifteen Learning Theories in Education - A Complete Summary. Education Corner.com, <https://www.educationcorner.com/learning-theories-in-education/>, Accessed November.
- Loveless, Becton. (2022b). Cognitive Load Theory - The Definitive Guide. Education Corner.com, <https://www.educationcorner.com/cognitive-load-theory/>, Accessed November, 2022.
- Loveless, Becton. (2022c). What is Retrieval Practice and Why is it so Powerful? Corner.com, <https://www.educationcorner.com/retrieval-practice/>, Accessed November, 2022.
- Mayer, Richard E. (2002). Cognitive Theory and the Design of Multimedia Instruction: An Example of the Two-Way Street Between Cognition and Instruction. *New Directions for Teaching and Learning*, 89, Spring, 55-71.
- Pass F., A. Renkl, J. Sweller. (2004). Cognitive Load theory: Instructional Implications of Interaction between Information Structures and Cognitive Architecture. *Instructional Science*, 32, 1-8.
- Project Zero. (2022a). What is PZ? Harvard Graduate School of Education. <http://www.pz.harvard.edu/who-we-are>, Access November.
- Project Zero. (2022b). Project Zero's Thinking Routines Toolbox. Harvard Graduate School of Education. <https://pz.harvard.edu/thinking-routines#CoreThinkingRoutines>, Access November.
- Purdy, J., M. Markham, B. Schwartz, and W. Gordon. (2001). *Learning and Memory*. 2nd ed. Wadsworth, a division of Thomson Learning Inc.
- Sucharitha G., A. Matta, K. Dwarakamai and B. Tannmayee. (2020). Theory and Implications of Information Processing. S. N. Mohanty (ed.), *Emotion and Information Processing*, Chapter 4, https://doi.org/10.1007/978-3-030-48849-9_4.
- Sweller, J., G. van Merriënboe, and F. Paas (1998). Cognitive Architecture and Instructional Design. *Educational Psychology Review*. 10 (3), 251-296.
- Sweller, J., P. Ayres and S. Kalyuga (2011). *Cognitive Load Theory*. Springer New York.
- Zepke, N. (2019). Student Engagement Research 2010-2018: Continuity and Emergence. *Advance*. https://advance.sagepub.com/articles/Student_engagement_research_2010-2018_continuity_and_emergence/7871984, Accessed 25, 2020.

附件 (Appendix)

I. 認知負荷評量表

認知負荷	問項	完全不符合 - 完全符合 0 - 10
內在認知負荷	教學簡報的內容，非常複雜。	
	教學簡報的內容，包含了非常複雜的問題。	
	在教學簡報的內容中，提到非常複雜的術語。	
	我在教學簡報內容的複雜性上，花了很多的腦力。	
外在認知負荷	教學簡報內容的解釋和說明，非常不清楚。	
	教學簡報內容的解釋和說明，充滿了不明確的內容。	
	教學簡報內容的講解和說明，對於學習來說非常無效。	
	我在教學簡報內容不清晰且無效的解說上，花了很大的精力。	

II. 概念圖建構活動促進聽講思考歷程並幫助記憶自我評量問卷

概念圖建構活動促進聽講思考歷程並幫助記憶評量表				
<p>答題說明：本評量表為記名問卷，請在以下各問題選項中，勾選或填答您的答案。</p>				
<p>一、基本資料：</p> <p>1. 性別：<input type="checkbox"/>女；<input type="checkbox"/>男。</p> <p>2. 「國際物流與複合運輸」出席率：<input type="checkbox"/>20%以下；<input type="checkbox"/>20~40%；<input type="checkbox"/>40~60%；<input type="checkbox"/>60~80%；<input type="checkbox"/>80~100%。</p> <p>3. 一週平均花多少時間於課後複習「國際物流與複合運輸」：_____小時。(請寫至小數第一位)</p> <p>4. 「國際物流與複合運輸」的修課態度 (複選題)：<input type="checkbox"/>課前會預習；<input type="checkbox"/>課前不會預習；<input type="checkbox"/>課後會複習；<input type="checkbox"/>課後不會複習；<input type="checkbox"/>課後會與同儕討論；<input type="checkbox"/>課後不會與同儕討論。</p>				
	非常不同意	不同意	同意	非常同意
<p>二、概念圖建構活動「促進聽講思考歷程」</p>				
1. 概念圖建構教學活動，有助於回想起課堂聽講過的內容。				
2. 概念圖建構教學活動，有助於分類課堂聽講過的內容。				
3. 概念圖建構教學活動，有助於連結課堂聽講過內容之間的關係。				
4. 概念圖建構教學活動，有助於想到課堂聽講過內容的細節。				
<p>三、概念圖建構活動「幫助記憶」</p>				
5. 概念圖建構教學活動，使得我上課過程中會主動積極地專心聽講。				
6. 概念圖建構教學活動，有助於我記住聽講過的授課內容。				

III. 學習成效自我評量問卷

「國際物流與複合運輸」課程之影響學習成效評量表

答題說明：本評量表為記名問卷，請在以下各問題選項中，勾選或填答您的答案。

一、基本資料：

1. 性別：女；男。
2. 「國際物流與複合運輸」出席率：20%以下；20~40%；40~60%；60~80%；80~100%。
3. 一週平均花多少時間於課後複習「國際物流與複合運輸」：_____小時。(請寫至小數第一位)
4. 「國際物流與複合運輸」的修課態度 (複選題)：課前會預習；課前不會預習；課後會複習；課後不會複習；課後會與同儕討論；課後不會與同儕討論。

非常 不同意	不同 意	同 意	非常 同意
-----------	---------	--------	----------

二、降低認知負荷之教學簡報設計，對學習成效之影響

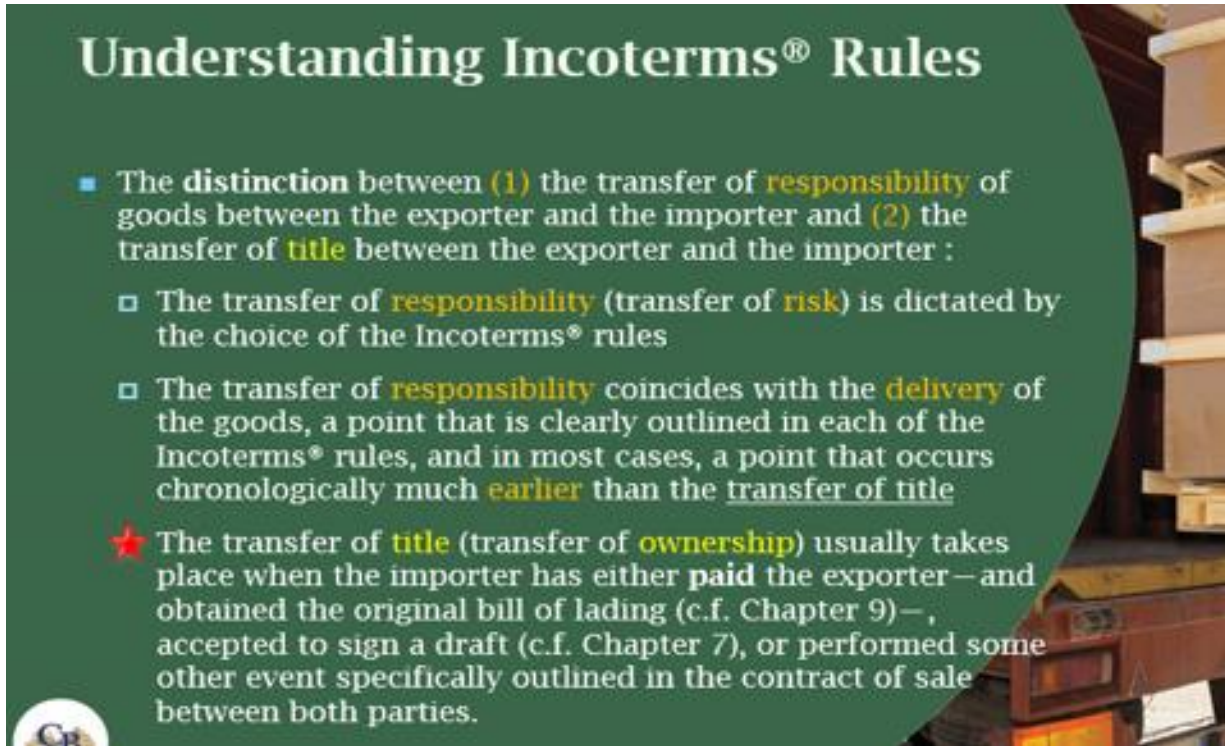
- | | | | | |
|--|--|--|--|--|
| 1. 授課使用的教學簡報內容不複雜、說明清楚、容易理解，有效降低我聽講時的壓力。 | | | | |
| 2. 授課使用的教學簡報內容不複雜、說明清楚、容易理解，有效提升我的學習成效。 | | | | |
| 3. 教學使用的簡報，整體而言，有效降低聽講壓力並提升學習成效。 | | | | |

三、概念圖建構教學活動，對學習成效之影響

- | | | | | |
|---|--|--|--|--|
| 4. 概念圖建構教學活動，有助於促進聽講的思考過程，進而提升學習成效。 | | | | |
| 5. 概念圖建構教學活動，有助於幫助記憶，進而提升學習成效。 | | | | |
| 6. 概念圖建構教學活動，有助於促進聽講的思考過程以及幫助記憶，進而提升學習成效。 | | | | |

IV. 降低認知負荷簡報設計前與設計後示例

設計前：



Understanding Incoterms® Rules

- The **distinction** between (1) the transfer of **responsibility** of goods between the exporter and the importer and (2) the transfer of **title** between the exporter and the importer :
 - The transfer of **responsibility** (transfer of **risk**) is dictated by the choice of the Incoterms® rules
 - The transfer of **responsibility** coincides with the **delivery** of the goods, a point that is clearly outlined in each of the Incoterms® rules, and in most cases, a point that occurs chronologically much **earlier** than the transfer of title
- ★ The transfer of **title** (transfer of **ownership**) usually takes place when the importer has either **paid** the exporter – and obtained the original bill of lading (c.f. Chapter 9) –, accepted to sign a draft (c.f. Chapter 7), or performed some other event specifically outlined in the contract of sale between both parties.

設計後：



V. 學生建構之概念圖示例

