

教育研究集刊

第六十三輯第一期 2017年3月 頁31-67

大學學習成果總檢驗： 合頂石—總結性課程*



符碧真

摘要

第二輪大學系所評鑑及中華工程教育學會的國際認證都強調學習成果導向，然如何檢驗學習成果，各系所莫不苦思解決之道。「總結性課程」被視為檢驗學習成果最典型的方式。本文旨在探討：一、總結性課程是學習成果總檢驗的好方法嗎？二、總結性課程要發揮功效，需有哪些配套措施？結果指出，總結性課程的初衷在幫助學生達到統整、收尾、反思、銜接的功能，而學生最後產出的學習成果展現系所的教學成效，順勢檢驗核心能力達成程度，故同時被視為大學學習總檢驗真實可靠、有效果、高效率的方法。其次，學生學術準備度是總結性課程成敗的關鍵，系所宜系統性規劃課程，使學生具備紮實的學術基礎後，總結性課程才能發揮功效。對於總結性課程這個新概念，希望拋磚引玉，引發更多討論，以於實踐時更臻完善。

關鍵詞：合頂石、學習成果、總結性評量、總結性課程

*副標題「合頂石—總結性課程」中，「合頂石」取其在建構物的原始意義，「總結性課程」取其高等教育課程中的意涵。總結性課程等同於合頂石課程，全文以「總結性課程」行文，最後的實例則忠於實施機構，採用「合頂石課程」。

符碧真，國立臺灣大學師資培育中心教授

電子郵件：janefu@ntu.edu.tw

投稿日期：2016年03月22日；修改日期：2016年08月10日；採用日期：2016年11月25日

Bulletin of Educational Research
March, 2017, Vol. 63 No. 1 pp. 31-67

A Total Inspection of College Student Learning Outcomes: Capstone Courses as Summative Courses

Bih-Jen Fwu

Abstract

Student learning outcomes have been gradually emphasized in university program evaluation and IEET's accreditation. Every program is striving to determine the best way to assess student learning outcomes. Capstone courses have been viewed as a typical assessment of learning outcomes. This study investigated if capstone courses are an appropriate method to evaluate student performance, and searched for relevant measures to make capstone courses work. The results showed that capstone courses not only help students with integration, closure, reflection and transition, but also serve as an authentic, effective and efficient way of summative evaluation for student learning outcomes. Moreover, a systematic restructure of university curriculum, including implementation of prior cornerstone and keystone courses, is necessary to make capstone courses work successfully. Since capstone courses are an imported idea, the present article hoped to provoke more discussions on this issue, thus making future implementation of capstone courses more smoothly.

Keywords: capstone course, learning outcomes, summative evaluation, summative course

Bih-Jen Fwu, Professor, Center for Teacher Education, National Taiwan University

Email: janefu@ntu.edu.tw

Manuscript received: Mar. 22, 2016; Modified: Aug. 10, 2016; Accepted: Nov. 25, 2016.

壹、前言

一般人總認為進到大學必定有所學習，卻少有系統性的測量機制，以證明學生的學習成果。Arum與Roksa（2011）出版《學術漂泊：大學學習效果有限》（*Academically Adrift: Limited Learning on College Campuses*）一書，以標準化測驗檢視美國大學生的學習成果。該書引用2005～2009年間追蹤24所大學2,322位大學生參加「大學學習評量」（Collegiate Learning Assessment）的結果，發現45%的學生念完前兩年大學後，在「批判思考、邏輯推理、寫作表達」等關鍵能力上並無顯著進步。進一步追蹤四年教育後，仍有36%學生在這些關鍵能力上沒有顯著進步。此外，還發現許多畢業生無法區分「需要證據支撐的客觀事實」（fact）與「個人偏好意見」（opinion）兩者的差異，也寫不出清楚的論述（make a clear written argument）。結果引起美國媒體大幅報導及學術界熱烈討論。大學文憑被視為是進入各種專業的入場券，儘管學費高漲，仍有大批人蜂擁擠進大學殿堂。但大學未把培養學生學術能力列為首要任務，讓學術在大學中四處漂泊，以致學生學習效果有限。這樣的「學習成果」不但讓投入心血與金錢的學生及家長大失所望，也讓肩負教育使命的大學繳了一張不及格的成績單。

我國受「十年樹木，百年樹人」傳統文化的影響，普遍認為學習成效並非立竿見影，故未以系統化的測驗檢驗學生的學習成果。然從國立臺灣大學（2014）畢業生學習回顧調查發現，大學生的基本學術能力不足，35%無法掌握教師講課重點（聽），28%不知如何口頭報告（說），67%閱讀量多讀不完（讀），38%不會撰寫學術報告（寫），顯示美國大學「學術漂泊」的現象，在我國亦隱然存在。近來受到績效責任的影響，政府為確保高等教育品質，定期進行系所評鑑。隨著高等教育評鑑從重視「資源的輸入」與「過程」，轉為重視「產出」及「學生學習成果」的國際趨勢，「學生學習成效」遂成為評鑑的主流。國內的高等教育評鑑基金會參考國際趨勢，自2012年起系所評鑑即轉為重視「學生學習成果」，評鑑重點以學生學習成效為主軸，包括系所要培養學生什麼核心能力、資源如何配置、課程如何規劃、學生學習成效如何評量，以及學習成效不如預期時如何改善等議題（劉維琪，2010）。面對新的評鑑趨勢，各大學對於該如何

檢視畢業生學習成效頗感困擾，本研究試圖找出真實可信（authentic）、有效果（effective）、高效率（efficient）¹的方式，以因應以證據說話，證明學習成效的新局。

貳、大學學習成果的檢驗方式

學習成果的檢驗主要分為「直接評量」及「間接評量」兩種（Allen, 2008; Rogers, 2006）。直接評量係指以可測量的方式，直接觀察或檢驗學生的知識、技能，以評估學習成效。方法包括標準化測驗、學士論文、專題研究、展演等，藉此了解學生知道哪些知識、能做哪些事，提供學習成果的直接證據。間接評量係指學習者對學習經驗的知覺感受，或重要關係人對學習者知識、能力的看法。方法包括問卷、訪談、焦點討論等（Allen, 2008; Rogers, 2006）。直接評量所需的評量規準（rubrics）²雖需專業人員投入心血發展，但較為真實可信。間接評量雖可獲得學習者及重要關係人的多元觀點，但滿意度調查恐難反映學生的真實能力，即使是能力調查，也只是填答者對能力的知覺感受，未必是真正的能力；校友調查因居住地難以掌握，回收率不高；雇主調查常非雇主自己填寫，可信度遭質疑（Spurlin, Rajala, & Lavelle, 2008）。直接評量與間接評量各有優劣，Mayes與Bennett（2005）指出，檢驗學習成果最成功的方法是直接評量學生的課業表現，並輔以畢業生問卷調查的間接評量。

在臺灣，學習成果的檢驗方式主要是問卷調查，對象包括畢業生、校友、雇主，內容多聚焦於學系核心能力的達成程度，屬於間接評量。畢業生問卷係指修畢課程後，自評學到多少核心能力；校友問卷係指校友自評大學學到多少核心

¹ effective（有效果）係指「做對的事」（do the right things），檢視真實的產出（actual output）與想要的產出（desired output）是否相符。efficient（高效率）係指「用正確的方法做事」（do things in a right manner），著重以最少的成本，達到最大的效益。換言之，「效果」關注的是結果是否達到目標（ends），「效率」關注的是過程中的手段（means）是否划算（Drucker, 2006）。

² 評量規準係指以學習表現為基準的評估方式（performance-based），每個標準都明確定義達到什麼程度可以得到什麼等第，以期正確反映學生的學習效果（Edward, 2005）。

能力、滿意度、學用相符等；雇主問卷係請產、官、學界負責人，評估某校畢業生的表現或優劣勢。問卷調查或有以下缺失，首先是問卷回收率低。國立臺灣大學曾對校友發出13萬多份問卷，回收率10.84%（國立臺灣大學教學發展中心，2016a）。校友若平常沒感受到校方的關懷，到要評鑑時，才請其填寫問卷，填答意願恐不高；雇主面對各大學紛紛要求填寫問卷，不勝其擾，填寫意願亦不高，故在效率上未見優勢。其次，Gonyea（2005）指出自陳（self-report）問卷因填答者為符合社會期許造成的偏誤（social desirability bias）及以偏概全的月暈錯誤（halo error）會影響信度與效度，故可信度與真實性遭受質疑。再者，雇主問卷雖請負責人填寫，但因種種原因，³較難由直屬上司對特定對象評估是否具備該系所設定的核心能力，僅能憑印象或刻板印象填寫，故有效性及可信度亦受懷疑。綜上觀之，問卷調查雖然容易量化，但非直接評量，且在可靠性、有效性、效率性上受到質疑，因此並非良好的檢驗方法。

另一種常見的檢測方法是「核心能力雷達圖」（李秉乾、鄧鈞文，2011），即各學系先訂定畢業生應具備的核心能力，而後每門課授課教師確認要培養其中的哪幾項能力，以及各項核心能力的權重（各項能力的權重加起來為100）。期末每位學生在各門課程的成績、權重及學分數，經由公式換算後，雷達圖便顯示該生在各項核心能力的達成程度，以及離畢業時應具備的核心能力還差多遠。大學一年級時，核心能力雷達圖很小，隨著年級增加，修習課程的數目增多，核心能力愈來愈增加，雷達圖逐漸向外擴張，最終達到系所規劃應具備的核心能力。雷達圖提供學生隨時檢驗自己有哪些核心能力不足，可積極補強，也回饋系所及校方，了解學生的學習成效尚有哪些不足，尋求改進。

雖然雷達圖頗具創意、細緻、科學化、有效率，但其預設前提有待商榷。首先，部分的總和不等於整體。雷達圖預設：一、各年級在同樣的核心能力上，深度及廣度的層次相同；二、學到的核心能力會一直存在，不會削弱或減少，故學生在各年級習得的核心能力可以相加。但隨著年級增加，同樣的核心能力可能加深、加廣，但層次未必相同，且學生學到的能力亦未必延續不墜，因此各學期

³ 經訪談國立臺灣大學教學發展中心表示，寄發雇主問卷時，每個機構寄送一份，機構基於執掌常送人事單位填寫，然人事單位非聘用者的直屬上司，對各單位聘用者是否具有核心能力並不清楚，且聘用多位時，無法一一評量，這些均反映在問卷上。

核心能力相加，等於畢業生具備的核心能力，在有效性上恐欠缺說服力。其次，形成性評量與總結性評量的功能不同，前者在了解學生學習成敗的原因，俾便修正；後者在總檢驗學生具備多少整合與應用先前所學的能力。以大學四年為完整的期程來看，雷達圖中各學年（期）的評量，類似形成性評量。但畢業時仍需要總結性評量，檢驗學生是否具備整合先前所學，並加以應用的能力。是以，雷達圖將各學期成績加總，等於總結性評量的結果，在有效性、真實性上恐有不妥。綜上觀之，核心能力雷達圖雖具科學化、有效率，但在可信度及有效性上受到質疑，因此並非良好的檢驗方法。

近年來，美、澳普遍實施的「總結性課程」（capstone course）被視為是最典型的學習成果總檢驗課程（Hauhart & Grahe, 2015; Holdsworth, Watty, & Davies, 2009）。中華工程教育學會（Institute of Engineering Education Taiwan, IEET）自2007年成為「華盛頓協定」（Washington Accord）的會員，是國內首個獲教育部認可的專業評鑑機構。通過該機構的認證，可免除教育部的系所評鑑，且畢業生的學歷亦獲參與國際認證協定的認可。⁴ IEET既為國際協定的會員，認證需與國際接軌，故其走向對國內高等教育評鑑具有指標性的意義。該會指出，愈來愈多大學推動「總結性課程」，並於2014年的認證規範中，要求參與認證的學系將「總結性課程」納入必修課程，作為檢驗學生四年學習成果的工具之一（劉曼君、呂良正，2014）。

本文旨在探討兩個研究問題：第一，總結性課程是學習成果總檢驗真實可信、有效果、高效率的好方法嗎？第二，總結性課程要發揮功效，有哪些配套措施？對國內而言，總結性課程這個國外引進的新課程概念，基於「慎乎始」，希望能拋磚引玉，引發更多討論，以於推動與實踐時更臻完善。以下分六部分說明：一、總結性課程的緣起與內涵；二、國外實施不同型態總結性課程的案例分折與實徵研究；三、學者對總結性課程的論辯；四、對總結性課程的評析；五、我國高等教育總結性課程實踐與系統性課程改革的實例；六、結語。

⁴ 未參加IEET認證者不表示學系「不優」，但經認證通過者，品質有相當的保證。主要是因國際認證要求證據為本（evidence-based），在此前提下，學系必須提出證據，經過外部審查驗證，符合者才可通過。其次，近年來國際認證新增合頂石課程作為檢驗的工具之一，但非全部，還需輔以其他資料佐證，作為通過與否的依據。

參、總結性課程的緣起與內涵

早期僅少數學校要求所有學生要修讀總結性課程，嗣後許多大學用這門課決定哪些學生可以榮譽（honor）資格畢業。1990年代，這門課已成為大學教育的標準型，現今則是各類型大學普遍實施且設計出不同的型態，以符合學生需求（Kuh, 2008; Starr-Glass, 2010）。美國對總結性課程曾進行四次大規模研究。第一次於1970年代由卡耐基高等教育政策研究委員會（Carnegie Council on Policy Studies in Higher Education）資助研究，結果發現僅3%的大學實施總結性課程（Levine, 1978）。第二次是Cuseo（1998）整合1990年代四次「大四經驗」及兩次「學生轉銜」的全國性會議資料，分析總結性課程的類型、目標及形式。第三次是Henscheid（2000）調查707所大學，結果發現549所大學至少提供一學期以上的總結性課程，讓畢業生體會主修專長的學術價值。第四次則為Henscheid與Barnicoat（2003）對707所大學的864位副校長及教務長進行全國性調查，並有了以下的重要發現。首先，約70%的大學提供總結性課程，目的在於統整與綜合主修專長的學習經驗、銜接大學所學與職場所需的知能、增進畢業生的職涯準備及專業發展。其次，大多數總結性課程以學系為規劃主體。再者，絕大多數大學對這門課授予學分，開課年級以大四居多，亦有開在大三者，修課時程以一學期最多，兩學期次之，一班約30人以下。此外，2014年美國全國性學生投入調查（National Survey of Student Engagement [NSSE], 2014）發現，在高影響力的教育經驗（high-impact educational practices）中，總結性課程排名第三，僅次於服務學習、實地經驗（field experience），足見總結性課程的重要性。

隨著大學普遍實施總結性課程，除了通論性研究，近些年更進一步探討學科領域的總結性課程，例如會計（Johnson & Halabi, 2011）、政治（Hummer, 2014）、傳播（Rodrick & Dickmeyer, 2002）、地理（Hefferan, Heywood, & Ritter, 2002）、電腦科學（Dugan, 2011）、工程（Meyer, 2008）、心理（Zinn, Reis-Bergan, & Baker, 2010）、數學（Problems, Resources, and Issues in Mathematics Undergraduate Studies [PRIMUS], 2013）等。Hauhart與Grahe（2015）出版《總結性課程的設計與教學》（*Designing and Teaching*

Undergraduate Capstone Course) 專書，提出推動總結性課程的務實策略，以符合學生的學習經驗。

一、為何要實施總結性課程 (Why?)

大學生面臨兩大轉折點：一是剛進大學，一是離開大學。美國於1980年代開始注意大一新生的學習經驗 (Astin, Knefelkamp, Levine, Wilson, & Upcraft, 1991)。許多大學投注心力，開設新生專題 (freshman seminar)，幫助新生從高中過渡到大學，融入大學生活 (Kuh, Kinzie, Schuh, & Whitt, 2005)。但是有關大四學習經驗，則直到1990年代，因社會大眾對大學績效責任的要求，以及對學費高漲卻未提升學習品質感到不滿，才引發關注。學者及雇主倡議大學不應僅止於提供學分、授予學位而已，而應幫助學生在畢業前總結先前所學經驗，並為銜接未來就業或升學做準備，因此大四的學習經驗至為重要 (Gardner & Van der Veer, 1998)。美國大學漸漸體會到大四經驗應像大一經驗一樣的特別，遂逐漸興起「強化大四經驗的運動」 (movement to strengthen the senior experience)。從學生角度，Levine (1998) 指出大四這一年應該包括ICRT四項功能：(一) 統整 (Integration)：大學多為一門一門獨立的課程，內容過於專精與零碎，最後一年應提供學生統整先前所學的機會，使大學學習不只是學分的累積，而是整合性、有意義的學習經驗；(二) 收尾 (Closure)：最後一年應該讓學生總結所學，為大學學習畫下完美的句點；(三) 反思 (Reflection)：藉由最後一年的統整與總結，讓學生反思學到了什麼？還有哪些不足，需要補強？(四) 銜接 (Transition)：透過最後一年的學習，讓學生產出成品，以具體的學習成果銜接畢業後的生涯，為未來就業或升學做好準備。

強化大四學習經驗最常見的方式就是總結性課程 (capstone course) (Gardner & Van der Veer, 1998; Levine, 1998)，其初衷是幫助學生達到統整、收尾、反思、銜接的功能。此課程在設計上，一方面要對應學系培養學生核心能力的特性，另一方面其內容、教法、評量的規劃都在於促使學生達成前述四項功能。透過總結性課程的實施，學生最後產出的學習成果，能具體展現學系的教學成效，順勢總檢驗學系核心能力達成的程度。這就是Dunn與McCarthy (2010) 認為總結性課程被視為「最理想總結性評量」的原因，因為從結果可了解學生是

否學到教師教導的內容，以及是否達到系所設定的目標，作為回饋學系調整課程與教學的根據。Clark等人（2008）的實徵研究指出，總結性課程非常有用，因為它記錄了學生對畢業的準備程度，學系可據此找出改進之處。他們還發現，許多未實施總結性課程的學系屆臨外部認證時，常忙於到處蒐集學習成果的證據，而實施總結性課程的學系則是好整以暇，早已備妥資料，認證過程相當順利，因此總結性課程在大學評鑑過程中被視為妥適的投資（well-placed investment）。換言之，總結性課程原先是從學生學習角度，幫助他們達成統整、收尾、反思、銜接的功能，後來發現，也能同時幫助學系於面對外部認可及評鑑時不必大費周章地另行蒐集資料（效率），而直接以學生總結性課程的學習成果，提供未經修飾（真實）、達成教學目標程度（效果）的資料，因此同時兼顧了學生學習及了解學系教學成效的雙重功能。

二、何謂總結性課程（What?）

“capstone”係指建築物完工時，放上最頂層、最後的一塊石頭，用以穩固建築結構，並表示落成，譬喻為登峰造極、最高的成就（crowning achievement）（Benjamin, 2010）。“Capstone course”放在高等教育的脈絡下，有四層意義。首先，這門課是大學畢業前「最後一筆」（finishing touch）的完封課程；其次，它是整合先前所學的課程；第三，它是最高、至高無上的成就；第四，近年來它被視為大學學習的總結性評量（El-Sayed & Beyerlein, 2007; Moore, 2005; Smith, 2011）。

三、如何實施總結性課程（How?）

總結性課程常見的型態有六，包括：（一）綜合考試（comprehensive examination）：藉由考試檢視學生掌握專業領域知識的程度，可以是校內的紙筆測驗、口試或展演，也可能是校外專業證照的考試；（二）畢業論文（thesis-based）：人文、社會、理科領域常針對專長領域中的特定議題，從文獻回顧、發展研究設計、蒐集並分析資料，最後提出結論與建議，著重與指導教授一對一的學習，較適合繼續攻讀研究所的學生；（三）專題計畫（project-based）：工程科技領域常針對特定主題或真實情境的問題，從形成問題、發展解決問題

方案、實際執行方案到解決問題，最後以書面及口頭方式呈現專題研究結果；（四）臨床與實習（*clinic-based and internship-based*）：醫學、教育領域常要求學生到醫院、中小學，應用所學並與現場工作者交流，反思理論與實務的差別，銜接大學與職場的學習經驗。由大學教師督導，實習機構的師傅（*mentor*）定期提供回饋意見，並評估學生的表現；（五）專題討論（*seminar-based*）：針對專業領域廣泛的議題，學生蒐集資料、閱讀、討論、建立對議題的論點，藉此延伸並整合所學知識，以口頭或書面報告作為最終的成績評量；（六）學習歷程檔案（*portfolio*）：藝術及設計領域學生蒐集自己多面向的學習活動、創作或作品（繪畫、攝影、視覺創作等）及反思報告（*reflection essay*），集結成冊（*Henscheid, 2000*）。

前述總結性課程類型各有其較常用的評量方式，但大致可分為校內評估、校外評估、建立評量規準三個進化階段的趨勢。第一階段：學生在校內公開展現學習成果，如展演、論文海報展等，這是學生能力最直接、最未經過修飾的呈現。第二階段：學生將研究論文、專題研究結果投稿校外會議或海報競賽，由外部單位評鑑學生學習成果的品質。第三階段：系統性地分析學生學習成果，作為系所辦學品質的證據，以及課程、教學改進的依據。更細緻的做法是設計評量規準，系統性地評估總結性課程的作品，提供課程教學優劣的洞見（*Berheide, 2007*）。有鑑於近年來系統性評估漸獲重視，美國大學校院學會（*American Association of Colleges and Universities*）發展出14項一般性能力（*general ability*）的評量規準（*Valid Assessment of Learning in Undergraduate Education, VALUE*），包括探究與分析、批判思考、創造思考、寫作表達、口語表達、數量素養、資訊素養、團隊合作、問題解決、公民知識與參與、多元文化知能、倫理推理、終身學習、統整學習能力等，供各大學直接評量學習成果之用（*Rhodes & Finley, 2013*）。這些評量規準對總結性課程評量學生的作品幫助頗大。

綜上觀之，美國總結性課程的發展從早期只有少數學校實施，到近期近七成以上大學採行，不但提供畢業生整合所學的機會，更作為學系檢視學生學習成果的工具之一，一舉兩得。其次，總結性課程較務實的做法是由學系規劃，雖型態多樣，但隨領域而有別。再者，學習成果的評量從早期校內的評量，到外部單位檢驗，進而到系統性分析評量結果，作為學系改善依據，同時由專業協會建構出

一般能力的評量規準，評量方式日趨嚴謹。這些發展對於臺灣的高等教育有以下啟示。首先，配合成果導向系所評鑑的趨勢，各大學除了問卷調查、雷達圖等評量工具外，或可思考總結性課程對畢業生及機構的功能，加以推動。其次，各學系可參考國外不同領域偏好不同型態的總結性課程，考量學系特性，選擇最適合的型態。最後，評量規準的訂定頗為專業，或可由高等教育專業團體集中智慧，訂定適合臺灣環境脈絡的核心能力評量規準，供各大學因地制宜地修正採用，評量結果作為學系改善的依據。

肆、國外實施不同型態總結性課程的案例分析 與實徵研究

以下說明不同型態總結性課程的案例與相關實徵研究結果，以供參考。

一、綜合考試

美國「藥學教育認證委員會」（Accreditation Council for Pharmacy Education, ACPE）為確保藥學系學生能照顧病患及具備應有的藥學知能，列出在修習「藥學進階實務課程」之前（advanced pharmacy practice experiences），必須在哪些領域達到哪些標準。大學應設法幫助學生具備這些核心能力，並評估學生是否具備這些能力。例如：費城骨科醫學院（Philadelphia College of Osteopathic Medicine）藥學系開設一學期綜合考試型態的總結性課程，內容包括八個模擬藥學真實情境、複雜的巨型案例，學生必須準備每個案例的筆試及口試發表。另外，教授每週會選定主題幫助學生複習計算題、藥物動力學、藥方配置等。學期結束後，學生要通過「客觀結構式臨床技能測驗」。這項測驗是模擬「喬治亞藥學實際操作考試及綜合考試」及「北美藥學證照考試」，內容包括對案例的筆試及口試、多重選擇題、計算題、標準化病患經驗、臨床案例、配藥考試，藉以評量學生的學習成果。結果有95%的學生第一次就通過考試。學生對於總結性課程的結構組織、深度及廣度的滿意度相當高，且認為這門課幫助他們銜接「藥學進階實務課程」。這門課不但提供學生在實務、臨床、溝通技巧上完整的複習，也讓教師有機會嚴謹地評估課程的效果（Hirsch & Parihar, 2014）。

二、畢業論文

1990年代初期，美國Bellarmine大學數學系要求畢業生具備六項核心能力，但檢視所開課程後，發現忽略培養數學概念表達及數學應用的能力，遂開設「數學閱讀」（readings in mathematics）的總結性課程。課程分成前期作業（preliminary assignments）及研究論文（research project）兩部分。前期作業包括：（一）填寫反思問卷，回顧過去學習經驗及可資研究的潛在議題，師生共同討論，嚴肅以對的態度為這門課奠定良好基礎；（二）從期刊中找出數學領域的最新發展，撰寫三到五頁的摘要並口頭發表，以了解最新發展趨勢，從中找出研究議題，並清楚地傳達數學概念；（三）針對數學重要概念如 π 、代數、幾何、極限等，從數學史的角度探究其發展與演變，須以學術論文作為論述的證據，撰寫三到五頁的報告並口頭發表。至於研究論文，不是文獻的彙整，而是對議題深入的了解、創新的詮釋或應用，撰寫10~15頁的報告。完成後，學生除參加全校性的海報展外，還要在系上教授及同學面前發表15~20分鐘，最後師生提問及回饋。教師採用評量規準，系統性地評估學生學習成果。實施二十多年，學生在數學概念的表達能力進步頗多，且常選擇應用性的問題作為研究專題，提升數學應用的能力。對學系而言，研究論文的指導教師來自系上，漸漸凝聚對學系教育目標的共識；採用評量規準，改善了教師的評量技巧；學生在全校性海報展的優異表現，「數學意識」漸漸傳遍校園（Ackerman, Fenton, & Raymond, 2013）。

三、專題計畫

美國Delaware大學地理系強調培養學生口語及寫作表達能力、團隊合作、批判思考、電腦資訊素養等核心能力。總結性課程採取問題導向（problem-based learning）專題計畫型態，學生須完成團體作業。該課程提出一個水壩可能被恐怖份子下毒的問題情境，學生假設自己是森林服務部門的環境分析師，需整合先前所學，完成一項環境評估方案。雖然問題情境是虛構的，但學生可從水壩網址查出水質資料，從州政府網站查出植物、土壤、地質等真實資料，建立環境基礎線（baseline）資料，並據以提出可行方案，最後撰寫書面報告並口頭發表。為檢視學生是否具備學系的核心能力，該系發展出10項評量規準，每個規準都分成

優、良、可、待改進等四個等級，每個等級都有清楚的定義。研究過程中，教師以評量規準檢視專題計畫的進度，並提供必要的協助。學生指出評量規準有三項好處：第一，繳交最後版本報告前，評量規準提供即時回饋，提升學習成效；其次，為達成評量規準的要求，團隊多次討論，增加了彼此的對話與投入度；再者，評量規準有助於安排工作優先順序更有效率，並使報告更趨結構化。透過這些過程，學生有機會將教師的回饋納入後續討論加以修正，學習反思所學，對作業與總結性課程的關聯性有更清楚的了解，學生的學習成果有了明顯改善（Levia & Quiring, 2008）。

四、臨床與實習

美國New Hampshire大學心理諮商系採取實習型態的總結性課程，強調這門課有五大特徵：（一）以學生為中心的學習：學系提供實習機構的詳細資訊，學生據以選擇實習機構，並簽約載明學習目標與學習活動；（二）同理心的傾聽：不同於校內課程強調「閱讀」與「寫作」，校外實習強調帶有同理心的「傾聽」態度與技巧；（三）情意及體驗學習：討論實習過程中遭遇的困境、角色衝突、專業界線等，為銜接未來職業做準備；（四）透過分享的合作學習：分享實習過程中的成敗經驗及酸甜苦辣，彼此支持與鼓勵；（五）個人專業成長的寫作：反思所學與自己生活及未來生涯的關係。實習期間，學生不但在實習機構實習，接受師傅的督導，還要參加每週三小時的團體指導。最後撰寫書面報告，聚焦於實習過程中個人的專業成長，內容不必多，也不需要文獻探討，而是要反思大學所學內容與自我角色的認同及未來生涯的關係。有82%的修課學生認為大學最有價值的課程中，實習排名第一或第二。此外，多數學生認為實習真實的臨場感促進個人的專業成長、需要投入的時間與努力遠遠大於其他課程，是大學最刺激的一門課程，也是最具挑戰性的學習經驗。足見多數學生對實習型態的總結性課程抱持正面態度（Goldstein & Fernald, 2009）。

五、專題討論

美國Virginia Polytechnic大學生物保護系因所開課程愈來愈專精，且畢業生對於如何應用所學到職場也沒做好準備，而遭受外界批評，該系因此開設「科學

在自然資源管理的角色」總結性課程，以培養學生將資源管理應用到職場的能力。該課程討論的議題與傳統課程不同，主要是挑戰學生先入為主的觀念，包括自然資源保育過程及科學家在保育過程中扮演的角色等，並引用文獻提出另類觀點。課堂採取多元方式，包括閱讀文獻、班級討論、團體專題、科學家以自己的經驗討論該領域的重要議題，目的不在提供正確答案，而在幫助學生整合先前所學，並培養應用所學做判斷的能力。學生則藉此思考未來要成為政策分析家或是科學家的生涯重要決定。修課學生中，有87%認為這門課有助於釐清自己在資源管理過程中扮演的角色，有78%認為對進入資源管理領域工作有較好的準備，有61%認為有助於整合大學所學課程，有96%很高興自己修過這門課，有80%認為這門課應列為大四必修課程（Berkson & Harrison, 2001）。

六、學習歷程檔案

1990年初期，美國Southern Illinois大學要求藝術及設計系畢業生彙整自己的學習歷程檔案，作為大四作業（senior assignment）並輔以書面說明，以展現所學的能力。教授藉由評量學生作品，檢視學生的學習成效。初期學生只是將作品彙整，並未發揮整合、反思所學、銜接未來職涯的功能，以致作品相當貧乏、索然無味，被視為失敗的經驗。事後檢討發現，學生不知道為什麼要做歷程檔案、有何重要性，多只是把它當作大學課程中的一部分，沒有什麼特殊之處。嗣後，校方改弦更張，將該項作業設計為總結性課程，列為必修課。學系說明這門課在系上整體課程中的關鍵地位，並期待學生將所學經驗放到更大的脈絡中，加以整合、反思、應用、銜接職場所需。該課程要求學生達到藝術專業的共同標準，包括整合先前所學的藝術技巧、藝術史、寫作及批判思考能力，且要創造出自己獨特風格的歷程檔案，交由教師評審。在總結性課程調整過程中，教師們必須走出原有的舒適圈，重新檢視自己教學的基本預設，改變課程規劃與教學設計，必然帶給教師不舒服的感受。但事後許多教師指出，這是他們教學生涯中最有價值、最有意義的經驗（Sill, Harward, & Cooper, 2009）。

以上案例與實徵研究，呼應了總結性課程型態隨領域而有別：藥學領域採綜合考試型態，基礎學科數學採論文型態，工程領域採專題計畫，心理諮商採臨床與實習，藝術採用學習歷程檔案。其次，儘管各領域總結性課程採取的型態或有

不同，但多強調美國大學協會（American Association of University）所提到的一般性能力，包括口語及寫作表達能力、團隊合作、批判思考、電腦資訊素養，以及整合所學及應用所學做判斷的能力。這些案例與實徵研究對臺灣推動總結性課程最重要的啟示是，儘管各領域所學專業知識不同，採取的型態不同，但最後檢視的卻多是一般性核心能力。

伍、學者對總結性課程的論辯

總結性課程實施後，有支持者，有挑戰與質疑者，亦有提出非戰之罪者，茲將各方論辯分述如下。

一、支持者的論點

（一）學生統整及應用所學

大學前三年的課程愈分愈細，愈趨於專精化，學生鮮少有機會統整所學，並應用所學的機會。前述所舉總結性課程的實徵研究，都強調提供學生統整先前所學、應用所學的機會。撰寫畢業論文者，對於自己能夠獨立完成研究，可以培養自信心；小組合作從事專題研究者，對於能夠合作找出解決真實情境的方案，亦可產生成就感；到第一線實際場域實習者，不再只是陸地上學游泳，最具臨場感；參與專題討論者，增加自己判斷力的深度與廣度，以及思考未來的生涯選擇；彙整學習歷程檔案者，不但反思所學，更銜接職場所需。針對總結性課程的助益，McKenzie、Trevisan、Davis與Beyerlein（2004）的研究指出，92%的學生認為總結性課程對他們非常重要；Hauhart與Grahe（2010）的研究指出，90%的學生認為總結性課程是主修課程中極有價值的部分；Goldstein與Fernald（2009）的研究指出，多數學生認為總結性課程是大學中最刺激、最具挑戰性的學習經驗。

（二）真實可信、有效果、高效率的檢視方法

總結性課程提供最直接、未經過濾（unfiltered）的訊息，可看出學生學習成果的真實樣貌，以供檢視「真實的產出」（actual output）與「想要的產出」（desired output）是否相符，因此被視為有效（effective）的評量工具（Berheide,

2007; Hartmann, 1992)。其次，總結性課程的作品，不論是專題、論文、實習或歷程檔案均應提供證據，有些還要通過口頭發表，公開檢視學生的真實能力，因此是真實可靠（authentic）的評量方法（Berheide, 2007; Boyer, 1987; Rowles, Koch, Hundley, & Hamilton, 2004）。再者，外部認證或評鑑時，以學生作品的既有資料作為學習成果的證據，不必勞師動眾另外蒐集資料，可減少教師及學系的負擔，因此被認為是有效率（efficient）的評量工具（Berheide, 2007; Moriarty, 2006）。另一方面，總結性課程亦可視為總結性評量，結果可提供辦學績效、教育目標達成度、課程規劃妥適度及教學品質優劣的寶貴訊息，作為學系相關決策調整的依據（Black & Hundley, 2004; Sum & Light, 2010）。基於總結性課程的真實可靠性、有效性及效率性，以及可提供學系回饋訊息等特性，因而得以成為評鑑學系是否達成學習目標的主要工具之一（Berheide, 2007）。調查發現，約有一半大學用總結性課程作為機構評鑑的工具（Henscheid, 2000）。

二、質疑者的論點

（一）學生準備度不足

影響總結性課程成效最關鍵的因素是學生的準備度。首先，學生欠缺綜合／統整的能力。授課教師總認為大四學生接近畢業，在這門課的討論及學術報告，應能夠整合先前所學，對相關議題有深刻的思考。但事實上，學生對相關議題僅有淺碟式的思考，也欠缺整合先前所學的能力。授課教師發現，自己必須明確地呈現如何歸納與整合的技巧給學生看，學生才能了解，因此預設大四學生自然就擁有歸納整合的高層次能力，恐怕過於天真。其次，教師期待大四學生具備專業寫作與表達能力，但學生寫出來的學術報告常讓人不忍卒睹，口頭表達能力亦令人大失所望。再者，許多學系不斷強調批判思考能力的重要性，許多課程亦在培養學生此方面的能力，因此教師期待大四學生在批判思考能力上應相當精煉，但事實卻非如此。以上種種說明了大四學生具備的能力與總結性課程所需要的能力有相當大的落差（Zinn et al., 2010）。

（二）學生的期望與行為

學生認為總結性課程與先前所學的其他課程沒有什麼差別，不知道這門課的要求比其他課程更高，學習策略與態度亦有所不同，導致期望落差。首先，總

結性課程的上課方式，主要採取討論方式、設計自己的專題研究計畫、撰寫有原創性的研究。部分學生認為教師的職責是「教學」，自己只是顧客，到大學來購買物品與服務而已。如果教師要求學生在課堂上扮演主動角色，要討論、要寫報告，有些學生會產生「為什我們花錢，工作卻是我們做」的期望落差。其次，師生對於該投注多少心力在這門課上，認知分歧。教師認為這門課對學生在智能上及工作量上的要求都比其他課程要高、要多，是主修領域中最勞力密集的課程。但學生抱持即將畢業，不太在乎的心態，有些學生已經錄取研究所，有些學生已找到工作，或有其他要務，以致學習動機不強（Zinn et al., 2010）。

（三）教師的期望與行為

Zinn等人（2010）指出，多數授課教師認為大四學生已具備應有的學術智能，不知道能力及動機，可能和其他課程一樣，落差很大。其次，教師以自己專長領域開設總結性課程，很驚訝且很失望地發現，為什麼自己投注許多心力的領域，卻激不起學生學習的熱情。再者，授課者對自己專長領域的偏好，常會將自己的意見強加於學生身上，但這不是總結性課程的宗旨。最後，授課教師本以為比起其他課程，教導已有相當基礎的大四學生，教學負擔應該比較輕鬆，但沒想到教學負擔加重，授課教師的挫折感大增。Fillebrown（2013）指出，該課程鼓勵學生找與自己興趣相同的導師（mentor）指導，導致導師工作量大增。其次，學生作業品質良莠不齊，有些是嘔心瀝血之作；有些只是先前課堂作業的延伸，未見新意；有些則是不當一回事，直到最後才向導師求救，讓導師不堪其擾。此外，Hauhart與Grahe（2010）指出，總結性課程強調整合主修領域的學習目標，但有時教師希望比較聚焦的課程內容，產生教師期望與學系目標之間的分歧。

三、非戰之罪的論點

面對前述學者對總結性課程的質疑，Hauhart與Grahe（2012）的全國性研究顯示，學生前三年學術準備的紮實程度是總結性課程成敗的關鍵，因此總結性課程要能成功，不只是這門課程，還牽涉到前三年的課程。Shaw（1994）的研究指出，學生認為前三年的課程並沒有幫他們打好穩固的學術基礎，學習如何統整過去所學內容的能力。Wright（2010）的研究亦指出，許多修習總結性課程的學生最後中輟，主要是因學術能力不足。Hauhart與Grahe指出，學生在這門課撰寫

報告時，常不知如何將所學理論與蒐集到的資料加以整合，亦不知如何在深度與廣度間有所取捨。Smith（2011）指出，上述這些對學生學術能力不足的批評，並不是總結性課程本身的問題，而是反映出學系整體的課程設計與教學方法出了問題，總結性課程只不過是代罪羔羊。總結性課程應該是有邏輯、有系統的整體課程中的最後一哩路，而不是相互沒有連結的課程外加的一門課而已。如果學生前三年學術能力不紮實，在修習總結性課程時才發現不足，想要補強，卻已是大學最後一年，為時已晚。

綜上觀之，總結性課程提供學生整合所學的機會，也提供機構真實可信、有效果、高效率檢視學習成果的好方法。但總結性課程的成敗，需要教師和學系通力合作與學生溝通該課程的重要性，更需要學系對前三年課程完整的規劃，幫助學生在前三年奠定紮實的基礎與準備度，才能竟其功。

陸、對總結性課程的評析

一、總結性課程與核心能力的緊密扣連

Glaser（1962）提出廣為教育界引用的一般教學模式，分成教學目標、起點行為、教學過程、成果評量等四個環節，如圖1所示。「教學目標」（why）係指為什麼要開設這門課，教學目標為何，期待學生經過教學過程後，具備哪些核心能力，有了清楚明確的教學目標，就可以指引教學過程及成果評量。「起點行為」（whom）係指學生尚未經過教學過程前的狀況，包括背景知識、學習態度及興趣等。「教學過程」係指教學目標與起點行為之間的差距，有賴教學過程予以補足，包括選擇什麼樣的教材（what）、採用什麼教法（how）達成目標。「成果評量」係指完成教學過程後，評量學生是否具備原先設定的核心能力（whether or not）以及具備多少（how much）。

將教學模式放大到學系層次，總結性課程的地位相當於最後一個環節的「成果評量」，是對學生達成多少教育目標、具備多少核心能力的總結性評量。面對學習成果導向的教育趨勢，總結性課程要發揮學習成果總檢驗的功能，必須與教學目標及核心能力緊密扣連，才能確知學生畢業時是否具備這些核心能力。至

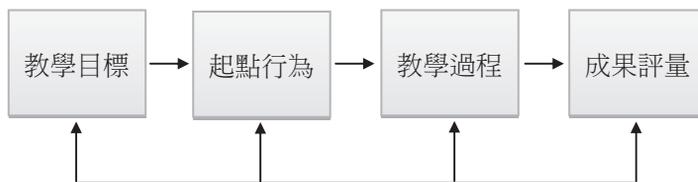


圖1 一般教學模式

資料來源：修改自“Psychology and Instructional Technology,” by R. Glaser, 1962, in R. Glaser (Ed.), *Training Research and Education* (p. 6), Pittsburgh, PA: University of Pittsburgh Press.

於總結性課程如何與核心能力結合？首先，根據圖1教學模式的第一個環節，就是訂定教育目標與核心能力，然數量不宜太多，否則容易備多力分而失焦。近來國內大學系所幾乎都建立課程地圖，訂定核心能力。然不可諱言，有些系所訂定的核心能力數量太多，多達二、三十項，有些系所雖然只訂定五、六項，但每項核心能力下又包括好幾個面向的能力，林林總總加起來，亦相當可觀。其次，系所宜透過與教師溝通，建立共識，對核心能力有清楚、具體的定義，否則恐因各自解讀不同，在教學過程中偏離了系所期待培養的核心能力。第三，圖1中最後一個環節是成果評量，總結性課程的成果評量要與核心能力首尾呼應。如果核心能力能夠聚焦，且清楚明確，則訂定評量規準（rubrics）時，便能對每項核心能力清楚界定，達到什麼程度可以得到什麼等第，如此一來，於總結性課程成果評量時，便可以學習表現評估畢業生具備了多少系所的核心能力。

二、從理論到實務 vs. 從實務到理論

十九世紀初，西方現代大學受到德國洪堡德理念（Humboldt principle）的影響，強調科學化的學術研究（scientific research）及研究與教學合一（unity of research and teaching）。前者係指自然界的奧祕要靠實驗法才能解開，因此實驗法是現代科學最重要的特徵；後者係指教師要從事學術研究，並將研究成果作為教學的素材（Ludmerer, 1996）。這種經過科學方法驗證的知識，作為教學內容的知識論，稱為「技術理性知識論」（epistemology of technical rationality）（Schön, 1983, 1995）。此派典的預設是：（一）理論奠基於嚴謹的科學研究；（二）理論能幫助學習者有好的表現；（三）大學教師選擇相關理論納入課程中

(Schön, 1983)。落實的方法是：學者先用嚴謹的科學方法發展出理論知識，而後大學將這些理論知識切割成不同的學科，傳遞給學生。最後提供實習或實做的機會，學生自然會應用所學理論知識，實踐於實務現場 (Korthagen, Kessels, Koster, Lagerwerf, & Wubbels, 2001)。然這種「從理論到實務」(theory-to-practice)的方式認為學生學過理論後，自然而然會應用於解決實務問題的假設，並不必然成立，導致「學術象牙塔的研究」與「解決真實情境的問題」之間嚴重斷裂，引發許多批評。總結性課程的預設是，學生在前三年已獲得基礎知識，到這門收尾的課程時，應該能深入討論，且能應用所學解決問題。但前述對總結性課程的質疑，發現許多學生並不具備這樣的能力，凸顯技術理性知識論的預設並不成立，亦不切實際。

晚近Korthagen與Kessels (1999)反其道而行，提出「以實務為起點，走向理論」(practice-to-theory)的模式。該模式的基本預設是：學生唯有從實際的經驗與問題出發，才能發展出自己的學習概念。問題應該是鑲在情境脈絡之中，而且最好是日常過程中常碰到的問題。換言之，學習過程是從情境的實務出發，藉由學習者與問題情境的互動，不斷地試用理論知識、探究、反思、實際操作等過程，才能了解理論知識的真諦，縮短理論與實務的落差。有鑑於此，如果大學前三年的課程，以該學科領域日常生活中常見的實際問題切入，藉由理論與實務的不斷互動，讓學生體會土法煉鋼，欠缺理論知識的支撐，只會事倍功半，甚或無法解決問題，則可激發學生對理論知識的飢渴。嗣後學習理論時，親眼目睹並比較與有學理依據的差異，便能欣賞理論的妙用。經過三年理論與實務不斷地印證，學會判斷在什麼情況下，要用什麼理論解決實務問題，才不會到最後修習總結性課程時，驚覺不足，想要補救卻已時不我與。

三、化約論 vs. 系統理論

化約論 (Reductionism) 是R. Descartes的科學研究法，也是西方認識外在客觀世界的主流哲學觀，以「分析」為根本手段。一般是把事物分解成若干部分，不斷地分析，分析到最後無法還原的最小實體，然後再以部分的性質去說明複雜事物。藉由排除其他干擾因素，聚焦於分析各個小部分的功能，以建立因果關係。現今許多科學研究都是以化約論為基礎，將複雜的事物、現象解構

為各個部分，而後研究各個部分的行為或功能。其基本預設是，組成事物或現象的各個部分是相互獨立的，只要充分了解各個部分，部分的加總就能了解整體（Mazzocchi, 2010）。大學學科領域隨著知識的分工，日趨專門化，各門課程各自獨立，各有其功能。許多大學視總結性課程為大學眾多課程之一，功能是提供學生統整及應用所學的機會。換言之，是從化約論的角度來思考開設這門課程。然從前述總結性課程遭到頗多質疑，尤其是學生學術準備度不足可以看出，要培養統整及應用的能力，恐非畢業前開設一門課程可以竟其功。

Bertalanffy（1968）反對化約論的觀點，提出系統理論（system theory），即任何事物都可以看成是一個系統，系統是普遍存在的，可以大至浩瀚的宇宙，亦可小至一所學校、一個學系、一粒種子。系統是由各個部分所構成的整體，每個部分在系統中都處於一定的位置，各有其功能，但彼此之間相互關聯，構成了不可分割的整體，牽一髮而動全身，維持著動態平衡。因此，任何系統都是一個有機的整體，不是各個部分機械性的組合或簡單相加而已。從系統理論的觀點，總結性課程要發揮大學學習總檢驗的功能，恐怕不是採用「加法」，增設一門課程即可奏效，而是要從整體的角度來看，考慮要達成什麼教育目標，以及要達成的目標有哪些部分，各部分各有何功能，彼此之間如何互相關聯，維持動態的平衡。Berheide（2007）提醒大家注意總結性課程與系上其他課程之間的連結，喚醒大家對於課程、學習與總結性課程之間需相互呼應（alignment），才能發揮功效。美國大學協會的學者Ferren與Paris（2013）亦指出，總結性課程要發揮功能，校方對於學生的學習經驗，從入學起的課程規劃、教學方法、評量回饋，都要緊扣教學目標及核心能力，並採取有系統的漸進方式進行。這些都說明了，必須從系統的觀點來看總結性課程。

柒、我國高等教育總結性課程實踐與系統性課程改革的實例

國內部分大學早已開設畢業論文、專題研究、實習等課程，有列為選修者，亦有列為必修者。乍看之下，這類課程與總結性課程的型態沒有差異，但其旨在檢驗某特定專業知能是否達標，與總結性課程發揮收尾、統整、反思、銜接的

功能有不小差距。國內目前開設的這類課程，或許達到收尾的功能，但其他功能或有不足。首先，學系多以前述「技術理性知識論」的預設，認為學生到高年級時會自動整合、運用所學，而鮮少考慮如何將前三年課程與這類課程銜接，幫助學生奠定基礎學術能力，以發揮該類課程的統整功能。其次，這類課程較欠缺反思歷程的設計，讓學生了解自己過去三年學到了什麼，還有哪些不足需要補強。再者，這類課程著重檢驗學生是否具備特定的專業知能，而較忽略產出的成品與畢業後生涯的銜接，恐產生與職場需求脫節的問題。簡言之，與目前實施的畢業論文、專題研究、實習等課程相比，總結性課程強調統整、收尾、反思與銜接功能，具有更完整、更全面的教育意涵。

國內近年引進總結性課程的概念，北二區區域教學資源中心（2016）為激起夥伴學校對該課程的重視並提供典範，於2014年舉辦競賽，選出傳播、工程領域（專題計畫）及醫療領域（實習）九門課，供學系規劃參考。由於我國總結性課程尚在萌芽階段，將該書實例與發展成熟的美國總結性課程相比，立足點或有不公，但比較兩者的差異，可提供省思的機會。首先，國內實施總結性課程的領域有限，且型態僅限於專題計畫與實習兩種，其他領域及類型尚待開發。其次，國內有些總結性課程，像國外一樣強調一般性的核心，但有些則以專業知識為主，且項目繁多，核心能力是否宜聚焦於數項一般性能力，可再思考。第三，學習成效評估，有些採學生自陳的間接評量證據，第二節已陳述其缺點，有些課程採直接評量證據，但未見客觀的評估規準，或可強化。再者，總結性課程實施後，如何將學習成效評估結果回饋系所，作為課程或教學改進的依據，此部分較少著墨。最後，我國尚在起步階段，恐尚未體會學生前三年的預備學習以及學系對前三年的課程規劃，對總結性課程的成敗頗為關鍵。

一、國立臺灣大學實例

總結性課程要發揮功效，必須對大學四年課程做系統性的思考，但卻鮮少實例說明該從何著手。國立臺灣大學土木系近年對大學四年課程，提出奠基石（cornerstone）、拱門石（keystone）及合頂石（capstone）等實務性課程改革，符合前述「系統觀點」及由「實務到理論」的論點。此外，該等課程經過實踐執行、反思修正、再實踐執行，並比較修習新、舊課程的學生學習成果後，發現修

讀新課程者的表現較優，故引為成功範例，提供參考。

從土木專業角度，穩固的建築包括奠基石、拱門石及合頂石，各有其功能，且相互關聯（如圖2）。「奠基石」係指開工儀式時放的第一塊、最基礎的石塊，支撐整個建築物結構的基石。「拱門石」係指建築物拱門頂端的楔形石塊，是拱門的最後一塊石塊，鞏固所有石塊，讓拱門可承受重量。「合頂石」係指整個建築物的最後一塊石塊，放上這塊石頭，表示完工落成。該系引申此概念，系統性地規劃課程，分成奠基石、拱門石及合頂石課程。其次，採實務到理論的模式，三類課程都包括解決實務情境的問題，成為實作課程的三部曲。「奠基石課程」為首部曲，譬喻大學第一年最重要、最基礎的課程，藉由動手做，初步了解要學習哪些核心概念、實務技能，激發後續學習的動機；「拱門石課程」為次部曲，譬喻大二、大三的核心課程，藉由實驗與理論的印證，鞏固核心概念；「合頂石課程」為最終曲，譬喻大三下或大四的完封課程，藉由承攬顧問公司的規劃設計案，統整先前所學，解決實際情境的問題（呂良正，2014）。

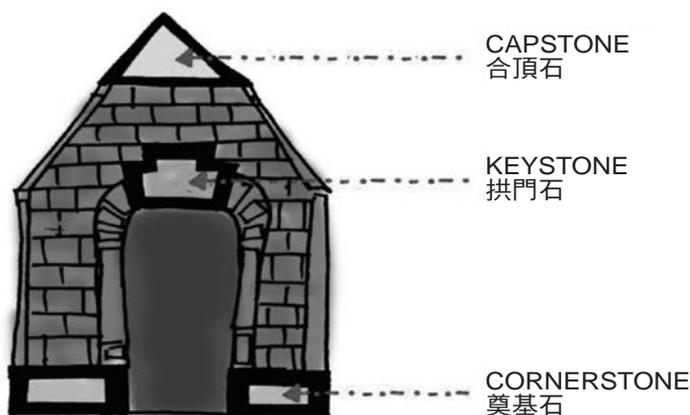


圖2 建築物的奠基石、拱門石、合頂石

資料來源：取自總整課程，國立臺灣大學教學發展中心，2016b，取自http://ctld.ntu.edu.tw/rp/ckc/capstone/intro.php#intro_video

追溯該系課程改革的軌跡，97學年度部分教師在流體力學、結構學的課程，提供學生動手試做模型的機會，讓創新課程發出嫩芽。99學年度推動課程創新改

54 教育研究集刊 第63輯第1期

進，先從大一的奠基石課程、大三或大四合頂石課程開始嘗試。原本大一土木工程概論由學者專家講演，學習效果欠佳，改為必修的奠基石課程，合頂石課程係為了配合中華工程教育學會（IEET）及美國工程與技術認證委員會（ABET）認證要求，新開選修課程，105學年度改為必修。100學年第二學期推動拱門石選修課程，101第二學期改為必修（陳俞澄、李紋霞，2015）。至此循序漸進地完成大一奠基石、大二下拱門石、大三或大四合頂石的課程結構重整。該系設定培養學生15項核心能力，包括應用科學、物理學、微積分、工程數學、工程統計知識的能力，設計、執行實驗及分析解釋數據的能力、國際視野及外語能力、專業倫理、人文素養及社會責任等（陳俞澄、李紋霞，2015）。該系課程結構如表1所示，有底色部分為新增實務導向課程。

表1
臺大土木系研究與實務導向的雙軌修課路徑

修課時機	研究導向修課軌跡	實務導向修課軌跡
大一	普通物理、普通化學與實驗	
	奠基石 土木工程概念設計：數位模型設計	
大二	研究導向課程 結構學與流體力學實驗：學術分析實驗	拱門石 結構學與流體力學實驗：設計與施作實體模型
	材料力學與土壤力學實驗	
		實務導向課程
大三	合頂石 土木工程設計實務	
暑假	研究室實習	工作實習
大四	進階選修課程	
	學士專題	合頂石 土木工程設計實務

資料來源：引自「臺大土木工程學系課程精進改革經驗」，陳俞澄、李紋霞，2015，杜風，92，取自http://www.ntuce-newsletter.tw/vol.92/T4_14.html

（一）奠基石課程

大一階段多為共同課程，較少專業課程，部分學生還不清楚就讀科系學些什麼就轉系。有鑑於此，該系大一開設「土木工程概念設計」及「土木工程基本實作」兩門奠基石課程，即使學生尚未學到土木分析及設計的理論，但從案例分析及親手實作的過程中，了解該系大概學些什麼，產生好奇心，為大學學習奠定基礎。大一上學期的「土木工程概念設計」課程有兩大重點，一是著名案例介紹，包括國外的雪梨歌劇院、舊金山金門大橋，以及臺灣的員山子分洪與高鐵等案例，強調工程師扮演的角色及面對的問題，以及問題解決能力的重要性。另一重點是將同時修習的測量學及工程圖學兩門課，應用在工作室中製作虛擬數位模型，例如曾設校園內任兩棟建築物的連通道、戶外表演舞臺、腳踏車停車棚等。學生選址、製作模型、設計出作品、海報發表，最後由授課教師、結構技師、建築師共同評審。大一下學期的「土木工程基本實作」強調從做中學，學生透過動手製作縮小尺寸實體模型、實驗室載重試驗，到最後的競賽，激發出學生潛能（呂良正，2014）。

曾經獲得金獎的「傳園，復元」作品，以臺大傅斯年校長的叮嚀「一天只有21小時，剩下三小時是用來沉思的」為其精神，在傳園裡建造「樹屋」，期許臺大人望著傅校長陵墓的同時，莫忘初衷，在身體休息的同時獲得心靈上的復元。為了不影響樹的生長，樹屋由多個平臺組成，沿著樹幹環繞而上的階梯，結合開放式的空間、木造的建築，打造出舒適的環境，在大自然的氛圍裡充分休息（劉曉梅，2016）。該系教師指出，大一學生儘管尚未正式學習土木工程分析、設計等專業課程，但是學生以常識、直覺，透過分組實作及競賽，激發出其潛力與想像力。同時藉由親身體驗遭遇的問題，激發出學習土木專業課程的動機（陳俞澄、李紋霞，2015）。

（二）拱門石課程

以往該系將「結構學」及「流體力學」這兩門拱門石課程與實驗，在不同學期開授，就像前述從「理論到實務」的結果，常產生理論與實驗的斷裂。有鑑於此，該系將結構學及流體力學課程與實驗開在同一學期，期望藉由解決實際問題的實驗，鞏固基礎學科的理論知識。實驗課有兩大重點，前半段是設計木橋，後半段是設計氣動力浮體。木橋設計的規模很大，一組12人，作品不但要能承載所

有組員的重量之外，還要兼顧結構學的原理、建築美觀及實用性。通常學生會先試做縮尺模型，測試結構合理性，然後再做大型實體模型，學期結束時進行評選與頒獎。至於氣動力浮體設計，則是利用流體力學的原理，設計氣動力浮體，並在校園的生態池實際測試。學生在實作過程中，興趣盎然（呂良正，2014）。

拱門石課程要求該系與實踐大學建築系合作，在一個月內，搭出一座跨距七公尺以上的人行橋。曾經搭起第一座橋卻倒塌的學生指出，當初做了很多模型、畫了很多設計圖，到模型載重測試時，欣喜模型比預期更為堅固。但到組裝木橋時，發現從小模型到等比例實體，忘記把材料本身的重量算進去，以及忽略考量如何施工的問題，導致橋拱本身無法穩固，且因高度太高，在抬升過程中造成扭力使橋變形，最後橋垮了。檢討失敗原因後，決定重建。第二次設計時，排定施工流程，並適當分工；在基地搭建時，事先預想可能遇到的問題及應對方法。學生從前次倒塌的經驗中，不但學到更多，也深切體會建築與土木密不可分，強建築而弱結構，華麗卻不穩固，弱建築而強結構，堅固卻不美觀，要試著在兩者之間取得平衡（童昱軒，2015）。該系教師指出，拱門石課程讓學生體驗從設計到施工落成的過程，不但有更多動手做的機會，體會理論應用於實務的問題與挑戰，並享受解決問題後的成就感（陳俞澄、李紋霞，2015）。

（三）合頂石課程

過去常見畢業生不知如何應用先前所學，解決實際問題。有鑑於此，該系結合教師的研究專長及業界工程師的專業，開設「土木工程設計實務」課程，擬訂案例，鼓勵學生組隊修課（約五人一組）。學生的角色相當於顧問公司，旨在承攬一個規劃設計案。案例曾包括溪頭纜車系統、霧社水庫排砂防淤系統的可行性評估與規劃興建，學生擇一實作。該系提供實驗室、電腦模擬與各種軟硬體支援、相關技術文件與資料、探勘現場的經費補助。該系對兩組採用不同教學方式，纜車組由業界及教師提供技術指導，並在各設計階段給予意見；水庫組則是在過程中，業界不參與，教師不主動提供技術指導，僅於期末評選會提供意見，讓學生有發揮空間。期末問卷調查顯示，兩組學生對課程內容、就業幫助、整合所學幾乎全部都填「滿意」。有趣的是，兩組學生對教學法的滿意度有顯著差異。纜車組僅一半滿意，而水庫組則全部滿意。究其因，纜車組的教師及專家在每階段都提供指導，限縮學生主動創新的機會，加上學生初期想法較不成熟，常

因學者專家的負面意見而受挫。水庫組學生自由揮灑，主動提出解決辦法，教師及專家僅是被動諮詢。顯見業界專家的參與固然重要，但宜適度。該系比較以往與課程改革後的學生，發現後者表現較優。推測原因，可能是修過奠基石及拱門石課程的學生，有多次將學理與實作結合的經驗，且熟悉相關軟體、儀器設備及整個實作過程，到合頂石課程時，很快上手，故奠基石及拱門石課程有助於合頂石課程的成效（呂良正，2014）。

合頂石課程期末調查顯示，許多學生表示，大一、大二應該認真學好基礎學科，有紮實的基礎，設計專題過程中更能得心應手（卡艾偉、廖文正，2016）。另有超過八成學生表示，該課程需要整合應用（integration）過去所學，會自動翻閱學科書籍及過去筆記，尋找解決問題的方法。該課程讓學生有機會熟悉土木工程實務內涵，有助於選擇研究所進修的領域及想要進入的業界，發揮收尾及銜接功能（closure & transition）。教學團隊藉由學生意見調查與座談，以及業界教師對學生提案的評論，反思改進之處（陳俞澄、李紋霞，2015）。

（四）成功範例的關鍵

該系教師回顧課程改革成功的關鍵有四：1. 主管支持高士氣的教學團隊：數位教師抱持教學創新的理念，對實作導向的課程模組頗有共識，願意嘗試改變；主管視課程教學改革為重要目標，給予人力、經費、空間的支持。2. 由下到上漸進式的改革：授課教師重新設計課程內容與教學法，或先開設選修課程，待有實際執行經驗且學生學習成效良好後，才提到課程委員會做制度面的規劃。3. 課程配套，避免增加師生負擔：在不增加畢業學分數的原則下，結構學與流體力學的拱門石課程，新舊並存，開設在不同學期，讓學生自由選擇；工程圖學、測量學、程式設計等理論及工具課程，調整順序，提前至大一修讀，讓學生儘早在實務課程應用所學。4. 爭取外部資源，避免排擠：實務導向與既有研究導向的路徑雙軌並行，惟實務導向課程所需資源，透過申請計畫、校友募款向外爭取，不影響原有資源配置，降低推動的阻力（陳俞澄、李紋霞，2015）。

二、評析

（一）實作課程激發學習驅力

Dewey認為教育始於學習者的好奇心，「問題」能引發學習者的興趣，學習

者的興趣一旦被引發，便會嘗試界定問題、進行探究、解決問題，經過持續不斷的過程，學習者便能培養面對問題、解決問題的能力，即使在真實世界遭遇前所未見的問題，也能迎刃而解（Kaufmann, 1959）。另依據Hull（1943）的驅力理論（drive theory），當有機體的需求得不到滿足時，會產生緊張狀態，驅使有機體採取有意圖的行為，滿足需求，以回到原先的均衡狀態。相反地，有機體沒有需求得不到滿足的情況，就難有學習的驅力。該系舊有教學方式是教師在課堂上講授理論知識，學生較難產生共鳴，因此欠缺學習動機。奠基石、拱門石、合頂石實作三部曲的新課程，都以實際情境問題為切入點，引發學生的好奇心。儘管三類課程要解決的問題層次不同，所需的先備知識、理論知識亦不同，但學生碰到問題都會產生緊張狀態，驅使他們採取有意圖的行動去解決問題，進而養成面對問題、解決問題的能力。這或許可以解釋為什麼該系學生到合頂石課程時，面對新問題很快上手，不會像前面文獻所述，學生學術準備度不足，而不知所措。

（二）課程結構符合鳳頭、豬肚、豹尾的原則

發表一場演講或撰寫一篇論文，一般都分成緒論（introduction）、主體（body）及結論（conclusion）三部分。緒論宜掌握「鳳頭」的原則，意指開頭要像鳳凰的頭吸引人；主體宜掌握「豬肚」的原則，意指中間要像豬的肚子充實飽滿；結論宜掌握「豹尾」的原則，意指收尾要像豹的尾巴強而有力（黃源河、符碧真，2011）。該系課程改革掌握了「鳳頭、豬肚、豹尾」的原則。第一年奠基石課程，學生經由設計遭遇九二一地震強度的模型、解決校園實際問題的親身體驗，發現只靠常識、直覺、嘗試錯誤、土法煉鋼蓋不出安全的建築物及產生學習基礎學科的需求與動機，因此奠基石課程發揮「鳳頭」的功能，吸引學生對該系基礎理論的好奇心。第二、三年拱門石課程，學生一邊學習「結構學」及「流體力學」核心課程，一邊實際實驗印證學理，並思考如何應用這些學理，解決當初大一模型設計及實驗課的實際問題，因此拱門石課程發揮「豬肚」的功能，讓所學的理论基礎更為紮實穩固。最後一年的合頂石課程，學生扮演相當於顧問公司的角色，承攬一個規劃設計案。他們必須統整與應用先前所學的一切，實際探勘、設計模型、完成規劃案，因此合頂石課程發揮「豹尾」的功能，為大學學習畫下完美的句點。

（三）核心能力與學習總檢驗的扣連有待加強

該系實施初期有此成效頗為不易，惟若能對以下部分加以釐清、補強，將更臻完善。該系設定培養學生15項核心能力，恐怕太多，或可思考培養一般性的核心能力，以免備多力分。其次，宜再思考合頂石課程如何與核心能力緊密扣連（alignment），否則恐造成檢驗學習成果的難度。再者，合頂石課程要能成為學習成果總檢驗真實可靠、有效果、高效率的工具，必須發展出評量規準，並對各項規準清楚明確地定義。目前核心能力太多，恐造成設計評量規準的困難。最後，宜根據教學模式建立回饋系統，一旦總檢驗成效不如預期，有何機制修正教學目標、學生起點行為、教學活動及成果評量。

捌、結語

近年來，基於績效責任，成果導向教育成為「顯學」，各大學莫不苦思如何檢驗學習成果。臺灣常採用的問卷調查及學習雷達圖，在真實性、有效性、效率性上各有不足。總結性課程被視為是最典型學習成果總檢驗的方法。就理念而言，總結性課程的初衷是提供學生整合、收尾、反思、銜接的機會，順勢也提供學系真實可靠、有效果、高效率檢驗學習成效的直接證據，一舉兩得，且獲得部分實徵研究的支持。總結性課程多由學系規劃，雖有各種型態，但隨領域而有別。基礎學科多採論文型態，工程科技領域多採專題研究，醫學與教育領域多採臨床與實習，藝術領域多採歷程檔案。此外，成效評量愈趨嚴謹，從內部評量到外部評量，並進化到由專業協會建構出標準化的評量規準，供大學採用。實施多年後發現，從化約論的角度，僅在畢業前增加一門總結性課程，會因學生基礎能力不足及師生預期的差距，以致效果欠佳。唯有從系統論的觀點，對大學四年課程做整體規劃，搭配相關配套措施，才能使總結性課程發揮功效。換言之，唯有系統性規劃四年的課程，學生才能在總結性課程整合、收尾、反思、銜接，達到最高成就，且最後產出的學習成果能具體展現學系的教學成效，順勢檢驗學系核心能力達成程度，成為學習成果總檢驗最真實、有效果、高效率的方法。

國立臺灣大學土木系奠基石、拱門石、合頂石三階段的課程規劃，符合系統論的觀點，並從實務到理論的做法，獲得相當正面的回饋。從該系推動課程改革

的經驗，對未來各校實務推動上有以下建議。首先，學系內要有幾位願意推動課程創新的種子，由下而上，先在自己的課程內嘗試、修正，並獲主管的支持。其次，學系從系統論觀點及從實務到理論的角度，在不增加師生負擔的原則下，規劃鳳頭的奠基石、豬肚的拱門石、豹尾的合頂石課程模組。第三，課程改革不宜躁進，採循序漸進方式，累積成果，作為制度性調整時說服他人的證據。第四，初期宜採新、舊制雙軌並行，新課程所需經費與資源勿影響學系原來發展方向，以降低阻力。最後，學系核心能力最好聚焦於數個一般性的能力，並設計出與核心能力緊密扣連的評量標準，作為評量的工具。

後續研究上，該系合頂石課程原為選修課程，自105學年度起列為必修，屆時人力及資源如何調配，是否影響實施成效？其次，大三、大四皆可修習合頂石課程，大三修習，是否具備足夠的專業能力，整合所學，大四修習發現不足時，是否有足夠的時間補足，何時才是最佳修課時機？最後，土木專業內容廣泛，下分七個次領域。總結性課程是否要分兩階段，大三開設不分領域的基礎總結性課程，以整合土木專業共同知能；大四開設次領域總結性課程，以整合次領域知能。如此規劃是否可行？成效又如何？這些問題未來各系推動總結性課程時，都可能發生，故宜一併納入思考。

致謝：本研究感謝科技部經費資助（計畫編號：MOST 105-2410-H-002-139）。

DOI: 10.3966/102887082017036301002

參考文獻

北二區區域教學資源中心（2016）。整合、收尾、反思、過渡：總整課程成果彙集。臺北市：作者。

[Second Northern Taiwan Teaching Resource Center. (2016). *Integration, closure, reflection, and transition: Collection of capstone courses*. Taipei, Taiwan: Author.]

卡艾偉、廖文正（2016）。大大設計師：土地工程設計實務。載於北二區區域教學資源中心（主編），整合、收尾、反思、過渡：總整課程成果彙集（頁52-57）。臺北市：北二區區域教學資源中心。

[Li, C.-W., & Liao, W.-Z. (2016). Practicum of civil engineering design. In Second Northern Taiwan Teaching Resource Center (Ed.), *Integration, closure, reflection, and transition: Collection of capstone courses* (pp. 52-57). Taipei, Taiwan: Second Northern Taiwan Teaching Resource Center.]

呂良正（2014）。臺大土木系Capstone課程經驗分享。評鑑雙月刊，49，21-24。

[Leu, L.-J. (2014). Experiences of capstone course at NTU's Civil Engineering Department. *Evaluation Bimonthly*, 49, 21-24.]

李秉乾、鄧鈞文（2011）。逢甲大學以學生學習成效為主體之教學品質保證機制。評鑑雙月刊，34，5-11。

[Lee, B.-J., & Teng, C.-W. (2011). Outcome-based teaching quality assurance in Feng Chia University. *Evaluation Bimonthly*, 34, 5-11.]

國立臺灣大學（2014）。102學年度應屆大學畢業生學習回顧問卷調查報告。取自http://ctld.ntu.edu.tw/doc/rp/102senior_report.pdf

[National Taiwan University. (2016). *Report of senior survey 2013*. Retrieved from http://ctld.ntu.edu.tw/doc/rp/102senior_report.pdf]

國立臺灣大學教學發展中心（2016a）。2015年校友及雇主問卷調查報告。取自https://ctld.ntu.edu.tw/doc/rp/104employer_simple.pdf

[National Taiwan University-Center for Teaching and Learning Development. (2016a). *Report of graduate survey and employer survey 2015*. Retrieved from https://ctld.ntu.edu.tw/doc/rp/104employer_simple.pdf]

國立臺灣大學教學發展中心（2016b）。總整課程。取自http://ctld.ntu.edu.tw/rp/ckc/capstone/intro.php#intro_video

[National Taiwan University-Center for Teaching and Learning Development. (2016b). *Capstone course*. Retrieved from http://ctld.ntu.edu.tw/rp/ckc/capstone/intro.php#intro_video]

陳俞澄、李紋霞（2015）。台大土木工程學系課程精進改革經驗。杜風，92。取自http://www.ntuce-newsletter.tw/vol.92/T4_14.html

[Chen, Y.-C., & Lee, J.-W. (2015). Curriculum reform in NTU's Civil Engineering Department. *Newsletter*, 92. Retrieved from http://www.ntuce-newsletter.tw/vol.92/T4_14.html]

童昱軒（2015）。KEYSTONE結構學與流體力學實驗。杜風，92。取自http://www.ntuce-newsletter.tw/vol.92/T4_17.html

[Tong, Y.-X. (2015). Keystone course. *Newsletter*, 92. Retrieved from http://www.ntuce-newsletter.tw/vol.92/T4_17.html]

黃源河、符碧真（2011）。揭開日本學生傑出表現背後的秘密：教學研究。《教育科學研究期刊》，56（4），69-97。

[Hwang, R.-Y., & Fwu, B.-J. (2011). The most significant factor underling Japanese students' academic success: Lesson study. *Journal of Research in Education Sciences*, 56(4), 69-97.]

劉曼君、呂良正（2014）。透過Capstone課程培育與檢視畢業生核心能力。《評鑑雙月刊》，49，17-20。

[Liu, M.-J., & Leu, L.-J. (2014). Preparing and examining core competence of graduates through capstone course. *Evaluation Bimonthly*, 49, 17-20.]

劉維琪（2010）。推動學生學習成果評量的機制。《評鑑雙月刊》，26，6-7。

[Liu, V.-W. (2010). Promotion of outcome-based evaluation. *Evaluation Bimonthly*, 26, 6-7.]

劉曉梅（2016）。土木工程概念設計期末展覽。《杜風》，101。取自http://www.ntuce-newsletter.tw/vol.101/T5_b100.html

[Liu, X.-M. (2016). Curriculum reform on NTU's Civil Engineering Department. *Newsletter*, 101. Retrieved from http://www.ntuce-newsletter.tw/vol.101/T5_b100.html]

Ackerman, M., Fenton, W. E., & Raymond, A. M. (2013). Improving communication skills through a capstone experience. *PRIMUS*, 23(4), 315-325.

Allen, M. J. (2008). *Strategies for direct and indirect assessment of student learning*. Retrieved from <https://assessment.trinity.duke.edu/documents/DirectandIndirectAssessmentMethods.pdf>

Arum, R., & Roksa, J. (2011). *Academically adrift: Limited learning on college campuses*. Chicago, IL: University of Chicago Press.

Astin, A., Knefelkamp, L., Levine, A., Wilson, R., & Upcraft, M. L. (1991). *Perspectives on the freshman year, volume 1* (Monograph No. 2). Columbia, SC: University of South Carolina, National Resource for the Freshman Year Experience.

Benjamin, L. T. Jr. (2010). History of psychology as a capstone course. In D. S. Dunn, B. B. Beins, M. A. McCarthy, & G. W. Hill (Eds.), *Best practices for teaching beginnings and endings in the psychology major: Research, cases, and recommendations* (pp. 171-185). New York, NY: Oxford University Press.

Berkson, J., & Harrison, A. (2001). An integrative capstone course for the conservation biology curriculum. *Conservation Biology*, 15(5), 1461-1463.

Bertalanffy, L. V. (1968). *General system theory: Foundations, development, applications*. New York, NY: Braziller.

- Berheide, C. W. (2007). Doing less work, collecting better data: Using capstone courses to assess learning. *Peer Review*, 9(2), 27-30.
- Black, K. E., & Hundley, S. P. (2004). Capping off the curriculum. *Assessment Update*, 16(1), 3.
- Boyer, E. L. (1987). *College: The undergraduate experience in America*. New York, NY: Harper & Row.
- Clark, J. E., Engel, D., Napolitano, M., Richardson, J., Rodriguez, M., Sterling-Deer, C., & Kasprzak, C. (2008). *Integration, reflection, closure & transition advancing capstone learning at LaGuardia*. Retrieved from http://tedsm.math.ntnu.edu.tw/TEDS-M_2008_International_Study_in_Taiwan_Mathematics_Teacher_Education.pdf
- Cuseo, J. B. (1998). Objectives and benefits of senior year programs. In J. N. Gardner & G. Van der Veer (Eds.), *The senior year experience: Facilitating reflection, integration, closure and transition* (pp. 21-36). San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Drucker, P. F. (2006). *The effective executive: The definitive guide to getting the right things done*. New York, NY: Harper Paperbacks.
- Dugan, R. F. Jr. (2011). A survey of computer science capstone course literature. *Computer Science Education*, 21(3), 201-267.
- Dunn, D. S., & McCarthy, M. A. (2010). The capstone course in psychology as liberal education. In D. S. Dunn, B. C. Beins, M. A. McCarthy, & G. W. Hill (Eds.), *Best practices for teaching beginnings and endings in the psychology major* (pp. 155-170). New York, NY: Oxford University Press.
- Edward, E. (2005). Assessment that drives instruction. In G. L. Taggart, S. J. Phifer, J. A. Nixon, & M. Wood (Eds.), *Rubrics: A handbook for construction and use* (pp. 1- 22). Lanham, MD: Rowman & Littlefield.
- El-Sayed, M., & Beyerlein, S. W. (2007). Creating a capstone course. In S. W. Beyerlein, C. Holmes, & D. K. Apple (Eds.), *Faculty guidebook: A comprehensive tool for improving faculty performance* (pp. 273-276). Lisle, IL: Pacific Crest Software.
- Ferren, A., & Paris, D. (2013). How students, faculty, and institutions can fulfill the promise of capstones. *Peer Review*, 15(4), 4-7.
- Fillebrown, S. (2013). Capstone: Why it didn't work for us. *PRIMUS*, 23(4), 412-418.
- Gardner, J. N., & Van der Veer, G. (1998). *The senior year experience: Facilitating reflection, integration, closure and transition*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Glaser, R. (1962). Psychology and instructional technology. In R. Glaser (Ed.), *Training*,

- research and education* (pp. 1-30). Pittsburgh, PA: University of Pittsburgh Press.
- Goldstein, G., & Fernald, P. (2009). Humanistic education in a capstone course. *College Teaching*, 57(1), 27-36.
- Gonyea, R. M. (2005). Self-reported data in institutional research: Review and recommendations. *New Directions for Institutional Research*, 127, 73-89.
- Hartmann, D. J. (1992). Program assessment in sociology: The case for the bachelor's paper. *Teaching Sociology*, 20, 25-28.
- Hauhart, R. C., & Grahe, J. E. (2010). The undergraduate capstone course in the social sciences: Results from a regional survey. *Teaching Sociology*, 38(1), 4-17.
- Hauhart, R. C., & Grahe, J. E. (2012). A national survey of American higher education capstone practices in sociology and psychology. *Teaching Sociology*, 40(3), 227-241.
- Hauhart, R. C., & Grahe, J. E. (2015). *Designing and teaching undergraduate capstone courses*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Hefferan, K. P., Heywood, N. C., & Ritter, M. E. (2002). Integrating field trips and classroom learning into a capstone undergraduate research experience. *Journal of Geography*, 101(5), 183-190.
- Henscheid, J. M. (2000). *Professing the disciplines: An analysis of senior seminars and capstone courses*. Columbia, SC: University of South Carolina, National Resource Center for the Freshman Year Experience and Students in Transition.
- Henscheid, J. M., & Barnicoat, L. R. (2003). Capstone courses in higher education. In J. W. Guthrie (Ed.), *Encyclopedia of education* (Vol. 1, pp. 239-241). New York, NY: Macmillan.
- Hirsch, A. C., & Parihar, H. S. (2014). A capstone course with a comprehensive and integrated review of the pharmacy curriculum and student assessment as a preparation for advanced pharmacy practice experiences. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 78, 192. doi:10.5688/ajpe7810192
- Holdsworth, A., Watty, K., & Davies, M. (2009). *Developing capstone experiences*. Retrieved from http://melbourne-cshe.unimelb.edu.au/___data/assets/pdf_file/0020/1761203/Capstone_Guide_09.pdf
- Hull, C. L. (1943). *Principles of behavior*. New York, NY: Appleton-Century-Crofts.
- Hummer, J. A. (2014). The content and integrative component of capstone experiences: An analysis of political science undergraduate programs. *Journal of Political Science Education*, 10(2), 222-242.

- Johnson, G. F., & Halabi, A. K. (2011). The accounting undergraduate capstone: Promoting synthesis, reflection, transition, and competencies. *Journal of Education for Business*, 86(5), 266-273.
- Kaufmann, F. (1959). John Dewey's theory of inquiry. *The Journal of Philosophy*, 56(21), 826-836.
- Korthagen, F., & Kessels, J. (1999). Linking practice and theory: Changing the pedagogy of teacher education. *Educational Researcher*, 28(4), 4-17. doi:10.3102/0013189X028004004
- Korthagen, F., Kessels, J., Koster, B., Lagerwerf, B., & Wubbels, T. (2001). *Linking practice and theory: The pedagogy of realistic teacher education*. Mahwah, NY: Lawrence Erlbaum Associates.
- Kuh, G. D. (2008). *High-impact educational practices: What they are, who has access to them, and why they matter*. Washington, DC: Association of American College and Universities.
- Kuh, G. D., Kinzie, J. I., Schuh, J. H., & Whitt, E. J. (2005). *Student success in college: Creating conditions that matter*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Levia, D. F. Jr., & Quiring, S. M. (2008). Assessment of student learning in a hybrid PBL capstone seminar. *Journal of Geography in Higher Education*, 32(2), 217-231.
- Levine, A. (1978). *Handbook of undergraduate curriculum*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Levine, A. (1998). A president's personal and historical perspective. In J. N. Gardner & G. Van der Veer (Eds.), *The senior year experience: Facilitating reflection, integration, closure and transition* (pp. 51-58). San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Ludmerer, K. M. (1996). *Learning to heal: The development of American medical education*. Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press.
- Mayes, T. S., & Bennett, J. K. (2005, June). *ABET best practices: Results from interviews with 27 peer institutions*. Paper presented at Proceedings of the 2005 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition, Washington, DC.
- Mazzocchi, F. (2010). Complexity in biology. Exceeding the limits of reductionism and determinism using complexity theory. *EMBO Reports*, 9(1), 10-14.
- McKenzie, L. J., Trevisan, M. S., Davis, D. C., & Beyerlein, S. W. (2004, June). *Capstone design courses and assessment: A national survey*. Paper presented at Proceedings of American Society for Engineering Education Annual Conference, Salt Lake City, UT.
- Meyer, D. G. (2008). The capstone experience at the baccalaureate, master's, and doctorate levels. In J. E. Spurlin, S. A. Rajala, & J. P. Lavelle (Eds.), *Designing better engineering*

- education through assessment* (pp. 285-304). Sterling, VA: Stylus.
- Moore, R. C. (2005). The capstone course. In W. B. Christ (Ed.), *Assessing media education: A resource for educators and administrators* (pp. 439-462). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Moriarty, L. J. (2006). Investing in quality: The current state of assessment in criminal justice programs. *Justice Quarterly*, 23(4), 409-427.
- National Survey of Student Engagement. (2014). *Bringing the institution into focus-Annual results 2014*. Bloomington, IN: Indiana University Center for Postsecondary Research.
- Problems, Resources, and Issues in Mathematics Undergraduate Studies. (2013). *Special Issue on Capstone Courses*, 23(4). Retrieved from <http://www.tandfonline.com/toc/upri20/23/4>
- Rhodes, T. L., & Finley, A. (2013). *Using the VALUE rubrics for improvement of learning and authentic assessment*. Washington, DC: Association of American Colleges and Universities.
- Rodrick, R., & Dickmeyer, L. (2002). Providing undergraduate research opportunities for communication students: A curricular approach. *Communication Education*, 51(1), 40-50.
- Rogers, G. (2006). Direct and indirect assessments: What are they good for? *Community Matters*, 4, 3.
- Rowles, C. J., Koch, D. C., Hundley, S. P., & Hamilton, S. J. (2004). Toward a model for capstone experiences: Mountaintops, magnets, and mandates. *Assessment Update*, 16(1), 1-2, 13-15.
- Schön, D. (1983). *The reflective practitioner: How professionals think in action*. New York, NY: Basic Books.
- Schön, D. (1995). Knowing-in-action: The new scholarship requires a new epistemology. *Change*, 27(6), 26-34. doi:10.1080/00091383.1995.10544673
- Shaw, A. R. (1994). *Performance-based evaluation of student learning: A continuum from K-12 through the university level: A process evaluation report of the FIPSE project*. Retrieved from ERIC database. (ED 414844)
- Sill, D., Harward, B. M., & Cooper, I. (2009). The disorienting dilemma: The senior capstone as a transformative experience. *Liberal Education*, 95(3), 50-55.
- Smith, L. D. (2011). *Capstone courses- An overview*. Retrieved from <http://www0.sun.ac.za/ctl/wp-content/uploads/2011/12/What-is-a-capstone-course8.pdf>
- Spurlin, J. E., Rajala, S. A., & Lavelle, J. P. (2008). Assessing student learning: Ensuring undergraduate students are learning what we want them to learn. In J. E. Spurlin, S. A. Rajala, & J. P. Lavelle (Eds.), *Designing better engineering education through assessment*

(pp. 23-58). Sterling, VA: Stylus.

Starr-Glass, D. (2010). Reconsidering the international business capstone: Capping, bridging, or both? *Journal of Teaching in International Business*, 21(4), 329-345.

Sum, P. E., & Light, S. A. (2010). Assessing student learning outcomes and documenting successes through a capstone course. *Political Science and Politics*, 43(3), 523-532.

Wright, K. (2010). Capstone programming courses considered harmful. *Communications of the ACM*, 53(4), 124-127.

Zinn, T. E., Reis-Bergan, M. J., & Baker, S. C. (2010). Ten things I hate about my capstone course- And a few ways to fix them. In D. S. Dunn, B. B. Beins, M. A. McCarthy, & G. W. Hill (Eds.), *Best practices for teaching beginnings and endings in the psychology major: Research, cases, and recommendations* (pp. 237-251). New York, NY: Oxford University Press.

期刊徵稿：<http://www.edubook.com.tw/CallforPaper/BER/?f=oa>

高等教育出版：<http://www.edubook.com.tw/?f=oa>

高等教育知識庫：<http://www.ericdata.com/?f=oa>