

從實作評量探討小組解構問題發展程序性知識與新課綱核心素養

戴建耘¹ 丁淑觀^{1,*} 劉銘恩¹ 黃敦煌^{2,3}

¹國立臺灣師範大學 工業教育學系

²玄奘大學 資訊管理學系／研究所

³元培醫事科技大學 資訊管理系

摘要

本文主要從學生實作評量歷程，探討解構問題發展程序性知識，與實作歷程小組成員之間自發互動共好的情況。課程以國中跨領域協同教學設計，研究對象為國中152位學生分40小組，透過五個教學活動來探索學生對問題的解構想法及小組間核心素養形成。不同領域教師協同教學共同備課時討論出實作評量，用座標位置強弱區分發展程序性知識優劣，範圍以III區(優秀) > II區(基本、良好) > I區(不足、落後)，期望學生透過解構問題實作學習表現至少能夠進入座標第II區範圍以上。評量結果進入I區有四組占10.0%；進入II區、III區共有36組占90.0%，學習表現未達教學目標有10.0%。經實作前、後測量發現成績高分群差異性高於成績低分群，男生略高於女生，顯見實作學習力與成績高低有相關，與性別也有差異。另外草圖設計評量，大致具有花燈結構與造形外觀完整以上有97.5%，顯見國中生在圖案設計表現沒有問題。問卷內容以小組之間自發(主動探究、解構問題)、互動(團隊合作、知識分享)與共好(實作歷程、創意設計)相關性，三次徑路迴歸分析，皆達顯著，最後依研究結果提出課程設計與評量形式相互搭配等三項建議。

關鍵詞：協同教學、程序性知識、解構問題、實作評量

壹、緒論

網路興起知識累積快速翻倍，在全球資訊科技快速互動下，已打開無疆界學習環境，精通單一學科國文、英文、歷史、數學……的學習方式，已無法跟上不斷變化的世代。新課綱在自發、互動、共好的理念下，興起跨領域協同教學，教育部於2017年

10月26日以臺教授國字第1060091824號函，發布「國民中學及國民小學實施跨領域或跨科目協同教學參考原則」(教育部，2018)。長久以來教育只考慮到學習者的認知、技能、情意三大目標，忽略學習者的社會目標與生涯發展結合。而帶好每一個學生，一直是學校教育努力的方向，不僅從入學受教育公平性的起點去檢視，更重視他們在受教育階段

*通訊作者：丁淑觀，pijh01@pijh.hc.edu.tw

(投稿日期：民國109年6月9日，修訂日期：民國109年12月29日，接受日期：民國109年12月30日)

參與學習意願與生涯發展的未來性。教育不再只是知識概念的理解「為什麼？」「怎麼會是這樣？」，著重學習者自發性與他人切磋討論中獲益，在現象與問題之間尋求新的觀點，知識的建構不僅個人成長且能惠及他人形成共好目標。

林彥佑(2020)分析2020年國中會考各科考題，許多生活情境的題目，例如：臉書的留言、通訊軟體的文字訊息辨別真假、買麵包和飲料算折扣、英語科的蛋糕集點廣告、寫作題目「我想開設一家這樣的店」。當會考的題型呈現素養內涵，需要考生探究與思索。面對素養導向生活化與情境化考題不斷在正式測驗中出現，教師該思考的是教學現場該如何轉化，讓學生在生活上或在考場上都能輕鬆迎刃而解。面對世界驟變的浪潮，知識的載體不局限於學校、教師，而是在更寬廣的網路世界，教育系統傳遞知識的角色日漸式微，未來的人才需要有自主學習及終生學習的能力，其關鍵則是需要學會學習(learning to learn)(陳美如、郭昭佑，2019)。本文是以國中實施跨領域協同教學，透過五個教學活動課程規劃，從學生實作評量探討解構問題發展程序性知識與瞭解實作歷程小組成員之間核心素養形成。為讓學生反思實作前、後學習能力差異實作能力是否有增強？設計實作前、後測學生自評，另外教師問卷設計探討共好(實作歷程、創意設計)與小組之間自發(主動探究、解構問題)、互動(團隊合作、知識分享)的相關性。

貳、文獻探討

一、跨領域協同教學

Katz (2015)指出近10年來跨領域教學迅速發展，並提出跨領域方法更適合未來21世紀世界和工作職場的複雜性。盧秀琴、洪

榮昭與陳芬芳(2019)以Science, Technology, Engineering, Art, & Mathematics (STEAM)課程協同教學，整合三位教師跨領域專長，建議以STEAM課程設計為校訂彈性課程，有效提升教師教學效能與學生學習成效。跨領域一直沒有一個清楚、普遍的定義，做法也因不同的理念、實踐的環境、對於特定教育系統之功能的看法而有巨大的不同(Klein, 2013)。祝若穎與邱詩詠(2019)跨領域教育透過跨領域課程及多元互動對話，讓學生能與不同專業背景的同儕共同合作與解決問題，獲取更多的多樣性經驗，此即是跨領域教育中涵養多樣性經驗極佳的沃土。不同學者提出的跨領域也不相同。功能性不同，自然有不同跨領域定義，如：知識的跨領域、教學的跨領域、學習情境跨領域，本文研究跨領域所指不同領域教師協同教學，共同規劃課程。中等學校規劃素養導向課程、跨領域、多元學習、適性教育等，正是新課綱的重要理念；其中強調多元評量，就是為了瞭解不同性質學科的學習成果，給予教學者具彈性且有效度而採取的評量方式。如何證明已經學會了？學習者能夠「應用」所學，進而「遷移」，才是重點(湯誌龍，2019)。

Sandholtz (2000)將協同教學分為三類：(一)兩名或以上的教師鬆散地分擔責任；(二)團隊策劃，但要個別指導；(三)共同規劃，指導和評估學習經歷。而Jeon (2010)討論成功協同教學該有的四個要素：共同目標、共同信念、和諧互動和合作過程。除此之外教師們必須有一個相互商定的明確計畫，可以有效降低溝通錯誤的風險，並分享相似的教學信念有助於平穩合作關係。Honigsfeld與Dove (2016)認為成功的合作教學有三個組成：共同教學夥伴之間的信任，維持整個合作教學週期，包括共同計畫、共同教學、學生作業的共同評估，以及反思和領導支持。十二年

國民基本教育鬆綁了現有教學形式，開放學校嘗試「協同教學」，把不同科目的教師結合起來，一起備課、設計評量，用主題式教學讓學生學習更多知識層面與應用。「國民中學及國民小學實施跨領域或跨科目協同教學參考原則」的第二點明載著跨領域或跨科目協同教學的精神：「學校實施跨領域或跨科目協同教學，旨在組成教師協作團隊、形塑共學之文化，發展以核心素養為主軸之課程，落實自發、互動及共好之理念；並啟發學生生命潛能、陶養生活知能、促進生涯發展、涵育公民責任，達成學生適應現在生活及面對未來挑戰之目標」(教育部，2018)。

二、程序性知識

陳述性知識是最簡單的認知(Michalsky, 2012)，或關於某物的知識(Azevedo & Aleven, 2013)，也可說是一個人所知道的知識，如何學習及影響學習過程的因素的知識(Young & Fry, 2008)。

程序性知識用於實現特定學習目標能成功方法的知識，以及對如何在學習中應用特定認知技能(De Backer, Van Keer, & Valcke, 2012)。學生在進行實作學習時，對概念知識(概念性)和問題解決(過程性)是否理解是非常重要的。為了正確解決任何問題，學生需要同時具備基礎概念和程序性知識(Cracolice, Deming, & Ehlert, 2008)。歷程的學習可以幫助學生獲得科技素養及能力，更有助於實踐與整合概念性知識與程序性知識(Williams, 2000)。程序知識直接用於教學，可以幫助個人掌握新的科學知識(Zoupidis, Pnevmatikos, Spyrtou, & Kariotoglou, 2016)。程序性知識涵括了如何執行的技術、技能或能力(林人龍，2003)。

Robinson (2003)認為解決問題的能力被視為每一門課程重要成分，除了加強和闡明

知識外，能有系統性解決問題的方法才會使學生學習得更好。仰威融與林淑嫻(2020)研究發現國際學生能力評量計畫(Programme for International Student Assessment, PISA)測驗重視知識與生活情境相互連結，期望試題情境營造為符合學生生活環境，以檢視學生是否有能力在生活中應用所學。受試學生需要能夠靈活運用資訊理解、統整歸納、邏輯分析與推理預測等能力，才能正確回答出其中的問題。Jonassen (2004)提出，因為先前所學的定律可以應用於處理許多狀況，所以可視問題解構作為一個獨立思考的過程。Haláková與Prokša (2007)指出，解決任何領域的問題都是人類的思考高度複雜行為。問題解決也被認為是一種新型的學習方式，如問題程序性分析結果及思考應用哪些知識來解決(McGregor, 2007)。通常，每個人都需要具備解決問題的知識和技能(Taconis, Ferguson-Hessler, & Broekkamp, 2001)。

學者研究指出學習者科學素養發展受到阻礙，較難聯想到所學的知識可用於生活中解決問題(Calado, Scharfenberg, & Bogner, 2015)。以學習認知角度，陳述性知識如同單一概念或單一定理的說明。程序性知識則是知識與實踐的合一過程，能找到更實際有效解決方案。在時間上陳述性的獲得相對較為快速，不似程序性需要許多的實踐才逐漸獲得，程序性知識所花的時間相對冗長。

三、解構問題

「解構」源自雅克·德希達(Jacques Derrida)的想法，德希達在當代始終都是最受爭議與矚目的思想家之一，學界對其評價可謂毀譽參半(Lawlor, 2006)，「解構」思想之重要性在於拆解既定思想與傳統的知識論預設(洪如玉，2016)。「解構」只能勉強說是

一種清理思想基地的操作(Schlag, 2005)，解構雖發展自德希達的哲學概念「瓦解」，卻比較接近「分析」、「解開」、「釋」(廖炳惠，2003)。解構是不接受既定的建構，把現象視為是社會、歷史與政治脈絡的產物，反對事情有固定的邏輯與思維，強調將事情拆解開來，不認為有固定的答案，強調多元思考與不同的邏輯看待事物，是一個較為多元的思維模式(林萬億，2006)。學者看法將解構歸納為四個重點：(一)是一種去中心化的思維策略；(二)是跳脫二元對立的思維邏輯；(三)強調意義的延伸性；(四)尊重多元異質意見(洪如玉、陳惠青，2016)。

網路使用便利，學生太依賴Google知識搜尋令人擔心，沒有實作經驗很難培養程序性知識深植腦海。McCormick (2004)也認為知識的學習必須能結合具體的背景，才能讓學習者深植腦海且能運用。解構問題之前必須先建構問題，將大的問題拆解成幾個子議題，是新問題還是一般傳統問題？先搞清楚問題。本文實作課程在進行也是一樣，教師首先要引導學習者建立問題，小組討論學習

界定問題解構問題。在解構問題的時候，喜歡用已經建立的習慣或經驗直接套用上去，讓自己更省力。余民寧(2011)也指出評定量表常被用來作為收集或記錄學生表現行為的評量工具之一，方式有好幾種，其中圖表型的評定量表，就是用一條表示該種特質或品質的連續性線條，標示足以代表學生表現程度適當位置的一種評量工具。透過課程設計教師共備討論出實作解構問題如圖1，學生實作整體畫面大致具有花燈結構與造型清晰且外形完整，學生學習表現就會在圖1中第II區；如果無法達到，學生表現就會在第I區；運用新的概念去解決問題，整體畫面具有花燈主結構與造型清晰且外形完整，學生學習表現就會在第III區。

學生被期待對自己的學習負責，教師在課程中的角色從課程設計者轉換為非同步學習資源的提供者(Davies, Dean, & Ball, 2013)。在過去實作課程用傳統方法解決舊問題，所有作品只是在同步學習教師的教法，同學們做出來作品相似性的比率高。108年新課綱科技領域強調實作的設計思考、運算思維與

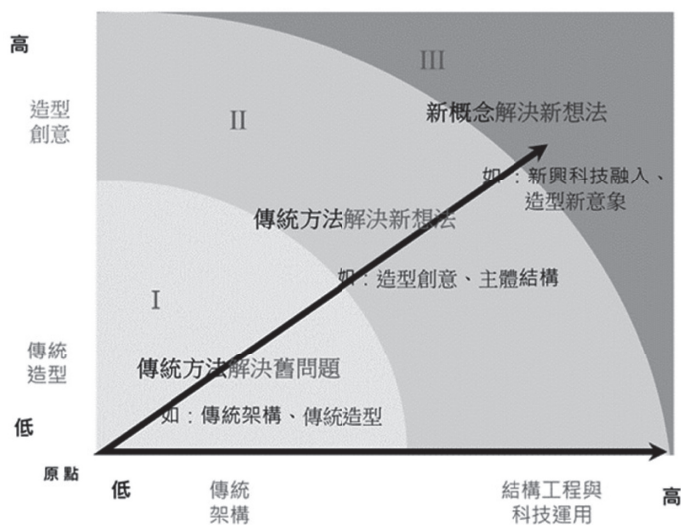


圖1：實作任務解構問題程序性知識發展圖

問題解決，任何主題領域的問題解構都是學習重點。本研究實作評量設計，希望小組成員透過課程問題的解構程序要能捨棄慣性思考，從不同的維度去看待問題的解決性，提升程序性知識建構，由協同教學教師就教學設計取向評分。不同向度採不同座標，因為單一分數無法檢測實作歷程解構問題程序，希望透過幾個向度思維解構問題，能有新方法解決新想法。

四、實作評量

做中學(learning by doing)的經驗模式理論強調科技活動應該提供學生有目的性的規劃，如何將科學知識應用於實作中，在設計製作過程中進行反思，以深化科學知識的應用，適切的解決問題。過去國中傳統實作課程，學習者只要把作品完成，課程就結束，過程中學習者遇到什麼問題？解決哪些問題？教學者都不知道，教學者只在意自己的教，不重視學習者的學。林淑楞(2019)研究探究教學實務歸納三個重要關鍵：(一)呈現現象，增強師生對話能力；(二)兼顧動手做與口語表達機會；(三)重視「學習要求和補救教學」和「系統化經營研究資料收集」，強調教與學的意義。

教學現場最常用的還是紙筆測驗，既省時又公平也方便，也有學者認為標準化評量只能測到表面的知識。想以標準化測驗來評量高層次思考，最後都是片段知識評量(Frederiksen, 1984)。王文中、呂金燮、吳毓瑩、張郁雯與張淑慧(2008)表示「實作」強調的是對能力評量的真實性，有意義的學習與評量重要性。實作評量有幾個共同的特徵：(一)需有被評量者實作的表現；(二)評量需在真實的情境中完成；(三)具有較不具結構的開放性問題；(四)重視問題解決的過程與結果；(五)重視小組的互動；(六)具有彈性的解題時間；

(七)多向度的評分系統。建構主義已成為科學教育中主要的核心思想觀念，其強調學習者的主動性，強調「發現式」或「問題解決式」的學習活動，透過對問題情境的思考、蒐集資料、設計解決方案、討論分享等(朱則剛，2002)。顧炳宏、陳瓊森與溫嫩純(2014)研究以實作評量探討引導發現式教學模式之學習成效得到三個結論：(一)紙筆測驗不易測得學生真正的理解和能力；(二)實作評量比紙筆測驗更能表現出學生真實的學習成效；(三)教學形式和評量形式應相互搭配。實作評量與真實生活較為相近，被認為實作評量是能夠增進學習的動機、提高參與和投入的程度、建構有意義的學習情境、發展問題的解決能力、批判性思考和表達自我的能力(莊佩玲，2002)。

歐滄和(2002)提到實作評分工具編制通常有幾個步驟：(一)和同事一起討論，共同決定評鑑表現與作品時所應包含向度；(二)針對各個向度給予明確定義；(三)發展一個連續等級量尺，用來描述學習表現在每一個向度精熟度；(四)除了採用各向度評分等級外，也可以選擇使用整體性的評分等級；(五)對學生家長公布評分工具。解構問題主要是主結構工程運算思維與造型創意設計思考的兩個向度，評量工具編制教師利用共備課程時，明確定義兩個向度評分等級，並對學生公布評分工具。

實作評量不論是針對過程、成果，或者是兩者綜合來進行判斷或評分，都需要使用某種系統方法。因此，本研究教師們設計教學活動與評量時，評量內容涵蓋層面多，最後決議解構主結構問題與整體造型設計兩個向度，評分等級分別由教師評分後，用座標點標示學生學習表現適當位置。考量量尺點數太多，評分者一致性偏低，量尺點數太少難區別學生之間差異能力。最後決定每個向度評分等級1~10。

家長最常用分數的高低來評定學習成效，往往讓孩子失去各種學習興趣與意願，只在乎分數高低，學習本身的意義被忽略。評量分數的使用，目的在提供解釋推論的適當性與意義性，教師可用課程分析來確定評量的範圍與方式(Messick, 1995)。因此，實作評量相較於傳統紙筆測驗有其教育功能與價值，教師必須進行一系列實境設計與有目的性評量活動，才能真實評量學生實作設計思考與運算思維。

五、核心素養

在這波教育改革，世界各國制定課程中，不再只強調知識、能力培養，許多國家都提到素養的發展。Pellegrino (2017)就「素養」(competence)指出，素養包含了三個重要領域：(一)認知領域：指認知歷程與策略、知識、創造力三個部分，還包括批判思考、推理、論證及創新等技能。(二)個體內的領域：包含智慧展現、工作倫理及責任、自我調整三個部分，還包括活化、主動與對於個體差異的後設認知技能。(三)個體間的領域：包含團隊合作、團隊領導二個部分，也包含溝通、衝突處理及協商等技能。蔡清田(2012)認為核心素養指透過不斷學習，個人能繼續發展新知識與能力，以達成個人目標並參與社會，而素養也會隨著社會變遷而有所不同，強調知識、技能、態度的應用與整合。核心素養具有終身學習、跨領域的特性，有助於達成多項重要的目標，能在生活情境中自主行動、溝通互動、社會參與。提到社會參與，蔡清田更具體說明，現階段的社會正步入一個相互依賴與科技整合的世界，社會生活需借助多元能力與專業，與他人建立合作默契與人際網絡，以及累積社會資本，發展人與人、人與他人、人與群體、人與自然等面向的能力。

國家教育研究院(2014)頒發〈十二年國民基本教育課程綱要：總綱〉，強調發展本於全人教育精神，以「自發」、「互動」及「共好」為理念，強調學生是自發主動的學習者，學校教育應善誘學生的學習動機與熱情，引導學生妥善開展與自我與他人、與社會、與自然的各種互動能力，協助學生應用及實踐所學、體驗生命意義，願意致力社會、自然與文化的永續發展，共同謀求彼此的互惠與共好。世界各國制定國定課程中的核心素養，儘管用詞不一，但培養學生具備「共同且重要的素養」、「跨領域的通用素養」，以及「21世紀生活所需的素養」的理念是相近的，依據楊俊鴻(2018)整理世界各國教育改革推動核心素養，研究者再整理出核心素養中共好相關部分如表1。

由表1瞭解各國對共好理念是一致的，「共好」可說是因應未來生活與職場所需的社會認知，個人對團體的參與和貢獻，大家協力建立永續的未來，是一種可以合作關係，也是責任關係的建立，是可以共同為團體完成的共好。

六、國中標準本位評量

國立臺灣師範大學心理與教育測驗研究發展中心(簡稱心測中心)自2011年起，開始研發國中、小學生學習標準本位評量，提供與課程綱要相對應的評量說明，發展評量標準指引教師評量的範圍及評定學生獲得不同等級應具備的表現。教師若充分理解評量標準，更能落實課綱的內涵，並加強「課程—教學—評量」三者之間連結度，透過學生的評量表現，進而調整教學(國立臺灣師範大學心理與教育測驗研究發展中心[心測中心]，n.d.)。

依據心測中心發展視覺藝術評量規準，

表1：世界各國核心素養共好

國家	核心素養共好
芬蘭	分享、參與及建構一個永續的未來
紐西蘭	建立與他人的關係(relating to others) 參與和貢獻(participating and contributing)
法國	社會和公民素養(social and civic competence)
西班牙	社會和公民素養
新加坡	公民素養、全球意識與跨文化技能(civic literacy, global awareness, and cross-cultural skills)
臺灣	社會參與（共好）： 人際關係與團隊合作(interpersonal relations and teamwork) 多元文化與國際理解(multicultural and international understanding)
日本	在世界中行動的實踐能力(practical ability to act for the world)： 建立關係(relationship building)協作與責任 社會參與力(motivation to social participation) 建立永續未來的責任(responsibility for building a sustainable future)

資料來源：整理自楊俊鴻(2018)。世界各國國定課程中的核心素養：以日本、韓國與新加坡為例。《中等教育》，69(2)，21-39。

「評量標準」包含主題、次主題與表現描述，即期望學生學到哪些內容及做到什麼程度。評量規準可分為A～E五個標準，評量學生的自我表現與創作風格能力，能應用適當構成要素完整表現自己作品。

參、研究方法

一、研究設計

本研究採跨領域協同教學實作評量，針對有意願參與實作的國中七、八年級學生實施。教師共備課程時，思考教學與實作之間建構學習者哪些知識的學習？實作歷程分兩個向度觀察綜合記錄評量，評量標準規準採用心測中心發展國中標準本位評量，結果用座標位置標示。

美國的跨領域教育合作(Interprofessional Education Collaborative, 2011)明確指出跨領域協同實踐核心能力的定義，分別是跨領域實踐的價值觀、角色與責任、跨領域溝通、團隊合作。因此教師們在課程實施前共同備

課，問卷內容設計以新課綱「自發」、「互動」、「共好」三個實踐核心素養發展出團隊合作、主動探究、知識分享、解構問題、創意設計與實作歷程等六個部分，討論出33題問卷量表，問卷信效度採用探索性因素分析有信效度的構面。學生自我評量部分，學生在施作前、後看法如何？對自己能否完成實作任務而自評，均採實名制填寫瞭解個人想法，數理成績好壞是否有差異。

二、跨領域協同教學

兩個月30節課的跨領域協同教學，課程規劃以視覺藝術、資訊、生活科技、理化四科，課程活動分五部分：草圖設計思維、骨架實作與配電、花燈外型製作、基座裁切、機電裝配與藍芽配對、作品實作歷程說明與反思回饋。實踐過程小組探究解構問題所花的時間較為冗長，考量實作評量一致性，評量指引參考心測中心發展國中標準本位評量，由教師共備討論出的評量規準，並由跨領域教師共同記錄評量，相關教學內容整理如表2。

教學活動設計學習目標為：(一)能主動參與科技實作及資料蒐集，成員溝通釐清問題；(二)能選用適當資訊工具解構問題與他人合作完成；(三)在實作評量中，瞭解團隊學習與求知探究之歷程；(四)在反思中自己是否在問題建構中有能力理解且有解決問題策略？

表2：教學活動內容

課程主架構	教學活動與問題建構	時間	實作多元評量
教學活動一 草圖設計思維	課前準備：花燈製作影片及學習單 1.問題建構 (1)城隍廟傳統民俗藝術花燈介紹？花燈源自？ (2)豬年可以有什麼造型？怎麼設計？ 2.教學活動 (1)觀看去年花燈製作短片，引導學生探索，豬年可以有什麼造型與設計。 (2)分組：二至四人／組(同組成員不得為單一性別)。 (3)花燈草圖設計與描繪。	2節 90分鐘	1.施作前自我評量 2.小組草圖設計評分
教學活動二 骨架實作與配電	課前準備：學校工具準備及學生相關材料準備 1.問題建構 (1)需要哪些材料與工具？ (2)豬年造型骨架線圈試算？怎麼配線埋線？ (3)整體重心位置如何？影響因素？ 2.教學活動 (1)工具運用說明、鐵線骨架製作示範。 (2)製作插頭及配線埋線、燈泡上膠並捆絕緣物。 (3)重心位置試算教學與影響因素探討。	10節 450分鐘	1.生活科技、視覺藝術、理化課程中觀察紀錄 2.小組解構問題歷程觀察紀錄
教學活動三 花燈外型製作	課前準備：學校工具準備及學生相關材料準備 1.問題建構 (1)繃布、修剪布邊需要哪些材料與工具？ (2)紙、布之外還有哪些媒材適合？ (3)修補破口怎麼讓它平順不影響整體。 (4)主題臉部表情彩繪怎麼上色？ 2.教學活動 (1)繃布、修剪布邊、修補破口。 (2)主題臉部表情彩繪。	4節 180分鐘	1.生活科技、視覺藝術、理化課程中觀察紀錄 2.小組解構問題歷程觀察紀錄
教學活動四 基座裁切、機電裝配與藍芽配對	課前準備：工具及相關材料準備 1.問題建構 (1)傳統花燈如何融入新興科技？ (2)接觸過新興科技那些功能可以運用？ 2.教學活動 (1)基座製作切鋸適當的搭載平面。 (2)藍芽配對自行編寫程式，由手機操控裝置。 (3)機電裝配及蓄電池控制動力輸出。	10節 450分鐘	1.生活科技、視覺藝術、理化課程中觀察紀錄 2.小組解構問題歷程觀察紀錄 3.施作後自我評量
教學活動五 作品製作歷程說明與反思回饋	課前準備：各組完成作品、回饋問卷 1.各組說明作品設計與製作歷程。 2.素養學習反思回饋問卷填寫。	4節 180分鐘	1.程序性知識評量 2.小組作品設計與製作報告 3.素養學習回饋問卷

為了克服學習者學習障礙，教師採取一些措施來提高教學過程的有效性。因此在教學活動強化問題啟發與方法概念思考，每個教學活動都有問題建構與評量以提高學生的實作程序思考。

林進財(2018)認為教學方法與策略能彈性與適切的應用，有助於教師依據學生能力選擇適當的方法，運用教學資源、安排適合的教學活動，以更有效地達到教學目標，提升學生學習效能與學習興趣。課程設計與教學策略是評量學生實作能力重要關鍵，教師課程討論時在教學策略必須有一定共識。

三、研究對象

參與研究的學校是60班以上的大型學校，跨領域實作選擇九年級學生所學可運用知識較為深廣實作能力比較不擔心，但實作時間冗長，考量九年級升學課務重，因此採立意抽樣以國中七、八年級為主且有意願參加實作學生為研究對象，有153位參加自由組隊，每組人數在二至四人，共計40組參與實作評量。進行問卷相關性研究時回收的樣本數為153份，剔除無效樣本後之有效樣本數152份占99.53%。學生自評實作前、後測，因採實名制也以有效樣本做研究對象統計分析。

四、實作評量設計

學習表現是教學活動設計最重要的一環，教師們集結科學生活應用、藝術設計與

促進學生程序性知識建構，在學生學習表現評量可分為四個部分。

(一)實作前、後測

施作前、後學生自評，採實名制，每個學生實際填寫。

(二)設計思考評量

繪製草圖是把大家的想法具體呈現出來，也是視覺思考與交流，一般視覺藝術教學者會提醒學習者，設計草圖重點與目地，繪製草圖不是畫畫，不能太抽象、太藝術，它必須具體可行的有自己風格立體圖，是同伴探索和交流可以施作完成的想法。

課程活動評量依表現主題與次主題視覺探索，評量規準可分為優秀(A)、良好(B)、基本(C)、不足(D)、落後(E)五個標準(心測中心，n.d.)，視覺藝術教師共備討論列出評分指引，五個標準如表3。

(三)問題解構歷程

問題解構歷程是瞭解學習者設計思考與運算思維最具體方式，依據表2教學活動內容中，教學活動一至教學活動四跨領域教師建構實作問題共10題。教學過程花燈製作從主體結構三個重要部分分為頭(M_1)、身體(M_2)、底座(M_3)，這三個部分與底部距離分別為 X_1 、 X_2 、 X_3 ，整體結構重心位置計算 $X = \frac{M_1X_1 + M_2X_2 + M_3X_3}{M_1 + M_2 + M_3}$ 。不倒翁的概念，花

表3：實作草圖設計視覺藝術科評分規準

等級	教學者評分指引
優秀(A)	整體畫面具有明顯的結構與造型清晰且外型完整。
良好(B)	整體畫面大致具有結構與造型清晰且外形完整。
基本(C)	部分畫面具有條理結構與造型輪廓可見。
不足(D)	嘗試在畫面表現造型，但整體結構清晰效果不明顯。
落後(E)	未達D級。

燈越大重心位置不能太高，容易傾倒，如何改變重心或穩住花燈是學習者必須克服的問題。研究者將主體結構三個重要部分與底部距離繪製成平面圖與三維度立體示意圖如圖2。因此在草圖設計與重心改變策略及施作工法，這部分採用組別完成、共同討論花燈模型設計及花燈重心改變策略過程，由各領域教師記錄評量。

(四)素養學習問卷

回饋也是評量的一環，功用在於提供教師與學生之間的對話(史美瑤，2013)。評量不但幫助教師即時瞭解學生學習的現況，同時也能給予學生機會反省實作探究和問題解構過程。

1.問卷調查

本研究問卷內容構面分別是互動(團隊合作、知識分享)、自發(主動探究、解構問題)與共好(創意設計、實作歷程)去發展：團隊合作6題；主動探究6題；知識分享6題；解構問題5題；創意設計5題；實作歷程5題，合計33題，為降低學生填答時擔心教師的觀感，個人實作回饋問卷採無記名填答。

2.研究工具效度

問卷內容六個部分，依課程實施作編訂，採用探索性因素分析，透過因素分析建

構量表效度。編製題項總共有33題，量表採因素分析建構效度。Kaiser-Meyer-Olkin (KMO)是抽樣適配度的判定準則，檢測後KMO值介於0 ~ 1之間，很適合進行因素分析建構效度。經因素分析第一次操作得到結果KMO值為.828大於.800呈現良好標準。Bartlett球形檢定 $p < .001$ ，達顯著水準量表適合用因素分析。量表各個單項共通性均高於.4，表示各項次共同性越高，該變項可測量的共同特質越多越具影響力。題號為團隊合作第4題、知識分享第3題、主動探究第4題因素負荷量未超過.5，且成分矩陣橫跨三個主成分無法判斷，很不適合，因此刪除。

KMO抽樣適配度的判定準則，第一次因素分析KMO值為.828，Bartlett球形檢定 $p < .001$ 達顯著水準，刪除團隊合作第4題、知識分享第3題、主動探究第4題三題。再測KMO值為.836，適配度有提高，適配度越高越佳，Bartlett球形檢定 $p < .001$ 達顯著水準。刪除團隊合作第4題、知識分享第3題、主動探究第4題三題後總題項為30，經轉軸矩陣後得累積變異量達70.471%，刪除後素養學習問卷題目內容及題數如表4。

3.研究工具信度

量表總題數33題，第一次因素分析量得到信度 α 值 = .778，刪掉題號團隊合作第4

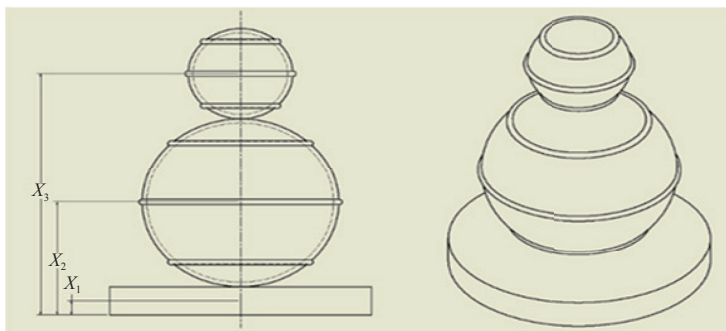


圖2：研究者依主結構重心計算三維度立體示意圖

題、知識分享第3題、主動探究第4題三題，總題數30題，做第二次因素分析得到信度 α 值 = .780，量表信度有提升， α 值接近.800表示量表信度佳。

4. 研究假說

問卷設計以探討小組之間自發(主動探究、解構問題)、互動(團隊合作、知識分享)

與共好(實作歷程、創意設計)相關性為設計，問卷內容的變項都是等距量尺。依據文獻探討「共好」可說是因應未來生活與職場所需的社會認知，個人對團體的參與和貢獻，大家協力建立永續的未來，是一種可以合作關係，也是責任關係的建立，是可以共同為團體完成的共好。教師共備課程討論不是團隊

表4：素養學習問卷題目內容及題數

構面	題目
自發問卷量表	
主動探究5題	1.實作時，我能主動探究和蒐集創作主題相關的資料 2.實作過程中，我能先評估後再持續進行修正 3.實作過程中，我會先瞭解設計燈泡亮度與數量，進行安全用電計算 5.實作過程中，我能瞭解探討花燈結構的重要性 6.實作過程中，我能運用不同工具持續進行探究
解構問題5題	1.在實作過程中，我能依設計圖形製作 2.實作過程中，我能選用適當的手工具 3.實作時，我能找出問題的細節，並想辦法解決 4.實作過程中，我能利用手工具進行切割和組裝接合工作 5.實作過程中，我會先設計小模型測試看看
互動問卷量表	
團隊合作5題	1.過程中小組把工作分配給我，對我學習有幫助 2.我覺得我們小組不會常吵架 3.過程中我們小組是值得我付出心力 5.過程中我認為我所屬的小組是最棒的 6.有團隊的分工合作增加我完成作品的信心
知識分享5題	1.小組成員對話的有創意是多方面的 2.小組成員對話時多是正面的，以建議代替批評 4.小組成員對話的意見表達有目標性(討論問題時不會扯到不相關的話題) 5.小組成員對話的知識表達能整理出具體做法 6.小組成員對話針對同一個議題每次討論皆有好的見解
共好問卷量表	
創意設計5題	1.實作過程中，我能透過討論繪製立體圖 2.實作過程中，我能透過小組花燈設計圖，預測花燈的造型特色 3.實作過程中，我能透過討論小組設計圖，選擇最佳設計與造型方案 4.實作時，我能透過小組討論設計方法，讓自己做的更順 5.實作時，小組會運用各種剪裁方式讓花燈繡的更美觀
實作歷程5題	1.實作過程中，我能根據小組修正，進行花燈結構最佳化的修正 2.實作過程中，我能瞭解小組電學，設計燈泡線路 3.實作過程中，我能發揮小組設計美感進行花布配色 4.實作過程中，我能學習小組規劃生活科技實作的知識與概念 5.實作過程中，小組合作更加深我對生活上實作的喜愛

合作，而是可完成的責任關係。認為實作歷程、創意設計是小組共好才能完成創意設計與作品，也是小組間解構問題發展程序性知識重要的兩個向度。瞭解自發、互動對共好是否有相關性？創意設計對實作歷程是否有相關性？因此研究假說設計九個假說，探討單向的相關影響，統計方法選擇徑路分析，用標準化迴歸來瞭解是否相關獲支持。九個研究假說如下：

- H1：團隊合作對創意設計有相關。
- H2：主動探究對創意設計有相關。
- H3：知識分享對創意設計有相關。
- H4：解構問題對創意設計有相關。
- H5：團隊合作對實作歷程有相關。
- H6：主動探究對實作歷程有相關。
- H7：知識分享對實作歷程有相關。
- H8：解構問題對實作歷程有相關。
- H9：創意設計對實作歷程有相關。

(五)教學活動與程序性知識學習流程

協同教學以為期兩個月30節課的跨領域教學，課程依序分五個教學活動：1.草圖設計思維；2.骨架實作與配電；3.花燈外型製作；4.基座裁切、機電裝配與藍芽配對；5.作品製作歷程說明與反思回饋。依據實作目標：1.能主動參與實作及資料蒐集；2.成員能溝通弄清問題；3.能選用資訊工具解構問題與他人合作完成；4.實作評量中，瞭解團隊學習與探究，搭配教學策略與實作評量漸層程序性知識學習，五個教學活動發展出解構問題與程序性知識成效評估流程如圖3。

肆、研究結果與討論

一、實作步驟施作前、後測

學生學習表現是教學活動設計最重要一環，教師們集結科學概念、藝術設計，施作前施作後參與實作學生填寫自評表，以填答學生的自然與數學兩科兩次段考分數平均值前四分之一為高分群，後四分之一為低分群，結果

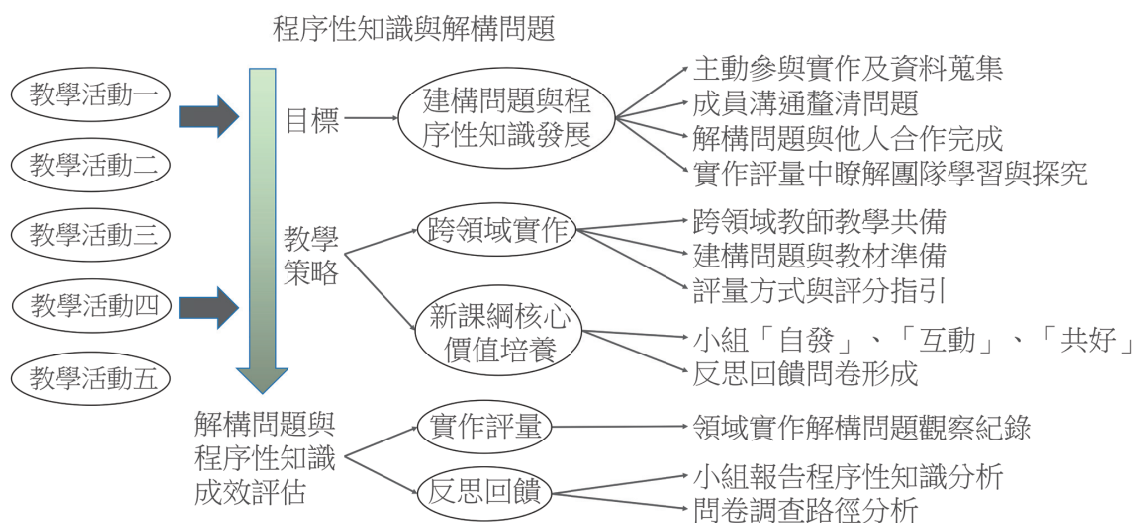


圖3：教學活動與程序性知識學習流程圖

如表5。施作前不管高分群組或低分群組學習者，經過兩個月課程實作後，高分群組或低分群組學習者自評分數均有明顯提升。

男生、女生在施作前與施作後想法是否不同？依據表5得知男生與女生在施作前自評平均分數均未達60分，施作後自評平均分數均達80分以上，男生前測與後測 $p < .001$ ，差異非常顯著，女生前測與後測 $p < .001$ ，差異非常顯著。在施作前不管高分群組或低分群組學習者自評，經過兩個月課程實作後，高分群組或低分群組學習者自評分數均有明顯提升，實作前、後差異性高分群高於低分群；男女學習者自評分數均有明顯提升，實作前、後差異性男生高於女生。

二、解構問題

主結構整體重心位置影響主結構擺設穩度，底座重量影響最大，重心位置儘量下降，才不會因為風大而整座翻倒，就是不倒翁的概念。解構問題過程在課堂中實作由生活科技、視覺藝術、理化、資訊教師綜合評量。

(一)小組實作解構問題歷程

由表6評量結果得知，跨領域綜合評量解構問題歷程，由領域教師記錄，兼顧不同專業看法。四位教師依學生課堂實作觀察評量結果，發現用新概念完成新想法有21組占52.5%(其中有一組不僅造型跳脫傳統豬，有

裙襪的豬小妹還融入新興科技由手機軟體藍芽操控)；新方法解決新想法有21組52.5%；傳統方法解決舊問題有15組占37.5%；解構問題能力不足有四組占10.0%。實作課程過程中有許多問題待解決，須有相關基本知識及解決問題能力，才能集體創作好作品。

(二)程序性知識實作評量

程序性知識則是知識與實踐的合一過程，因為是過程時間長，難用絕對分數評量，因此選用選擇心測中心發展標準本位評量，評量不同等級應具備的表現。評量規準可分為A～E五個標準評量，經評分教師共識將標準評量等級再細分，例如B等級分為很好(B+)及尚好(B)。結構工程與科技運用由生活科技、理化、資訊教師綜合評量，造形藝術及工法由視覺藝術與生活科技教師綜合評量。40組成員解構問題成效綜合評量結果用方格做分析，橫坐標為結構工程與科技運用層次，由低至高分為1～10等級，縱坐標為造形藝術與工法層次，由低至高分為1～10等級，評量規準：I區評量規準等級為不足(D)、落後(E)；II區評量規準為良好(B)、基本(C)；III區評量規準為優秀(A)。教師希望透過五個教學活動學習，學生學習表現能達到C以上，也就是進入II區以上。評量結果如圖4，進入I區有四組占10.0%；進入II區有15組占37.5%；進入III區有21組占52.5%，在III區

表5：高、低分群組施作前、後測檢定

類別	人數	前測		後測		t值
		平均數	標準差	平均數	標準差	
高分群	37	57.3	2.46	89.5	3.35	10.84**
低分群	38	47.7	3.77	75.6	3.20	7.82*
男生	78	59.6	8.45	82.3	8.35	62.27**
女生	74	57.9	9.42	80.2	8.62	52.88**

註：* $p < .01$ ，** $p < .001$ 。

有一組不僅豬造型跳脫傳有裙襬，還融入新興科技由手機軟體藍芽操控教師都給予高層次評定。依據程序性知識發展優劣依次III區

> II區 > I區，評量結果有四組占10.0%未能進入教學目標。

表6：小組實作解構問題歷程表

解構問題方式	小組完成內容	小組成員解構問題歷程摘要	組數及人數
新概念新設計解決新想法、新興科技融入	設計跳脫傳統豬概念花燈造型顏色及整體考量；配電能防水依照造型分配展現光的強弱；能運用科學原理製作；能解決重心問題；利用藍芽操控。	跳脫傳統豬的笨與醜概念設計，有時尚裙襬的豬小妹；底座添加科技裝置，三種顏色LED燈輪轉提高燈效，運用平板藍芽操控前進、後退與360度旋轉；避免晃動傾倒，問題解構在底座，增加兩個配重，有效降低重心，提高穩度防止旋轉時傾倒。	1組 4位
新概念解決新想法、造型新意象、重心移轉	有設計感花燈，配電能防水，依照造型分配光的強弱，能運用科學原理解決重心問題。	花燈造型顏色搭配好，會分配光的色調，強調光與造型搭配，每組都有解構問題的程序。例如：加尾巴固定或跑步動感作品外加底座固定；有兩組同學比較靈活，花燈重心歪了，直接改造型插手擺頭模樣有趣，也是跳脫傳統思維解構問題典型例子。	20組 78位
傳統方法解決想法、花燈造型新意象	有設計感花燈造型顏色整體考量；能配電能防水；花燈正常發光。	花燈製作基本款有配電會亮，沒有解決重心問題，花燈無法站立或可以站立遇到風容易倒。	15組 58位
傳統方法未能解決基本問題	完成基本花燈結構；造型、繃布顏色沒有規劃。	電路串並聯搞不清楚，插座接線也接不來、配電待學習，花燈無法正常發光。	4組 13位

註：LED：發光二極體(Light-Emitting Diode)。

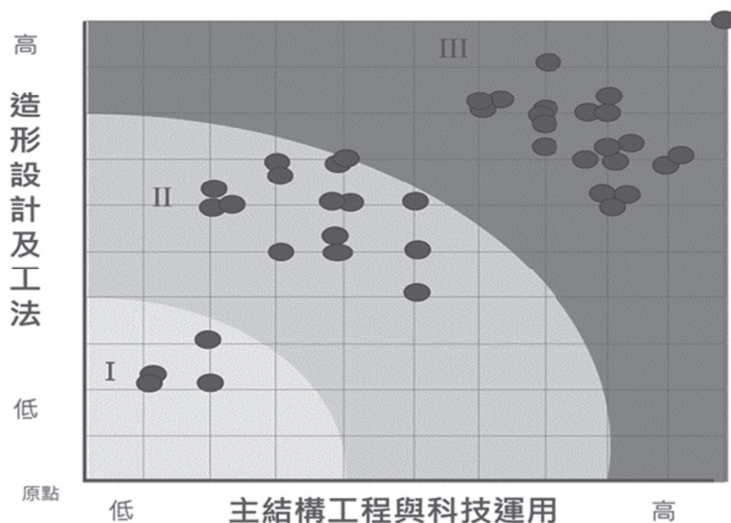


圖4：小組實作評量程序性知識發展座標圖

三、個人實作回饋問卷結果

(一)問卷結果信度分析

問卷內容包括三個向度六個構面題數共33題，問卷信效度採用探索性因素分析，經兩次因素分析刪題之後問卷有六個構面共30題。問卷結果信度分析如表7，整體信度分析 α 係數.918，「團隊合作」 α 係數.741；「主動探究」 α 係數.783；「知識分享」 α 係數.785；「解構問題」 α 係數.617；「創意設計」 α 係數.748；「實作歷程」 α 係數.592。

為深入瞭解學習者對團隊合作想法，隨機抽五組每組派一位組員接受訪談小組之間的團隊合作，訪談編碼依序第一碼為訪談問題；第二碼為團隊合作代碼；第三碼為受訪談者組別，訪談摘要如表8。

(二)研究假說徑路分析結果

依據九個研究假說分三個徑路迴歸分析，第一次徑路迴歸統計分析「團隊合作」、「主動探究」、「知識分享」、「解構問題」與「創意設計」的相關性， $p < .001$ ，達顯著相關。第二次徑路迴歸統計分析「團隊合作」、「主動探究」、「知識分享」、「解構問題」與「實作歷程」的關係， $p < .001$ ，達顯著相關。第三次徑路迴歸統計分析「創意設計」與「實作歷程」的關

係， $p < .001$ ，達顯著相關，相關徑路迴歸分析如表9。

表9的三次迴歸係數表與模型摘對應研究假說結果，九個研究假說徑路係數 β 值皆呈正數且 $p < .001$ 或 $p < .01$ 達顯著性，變項之間具有顯著相關獲支持，徑路迴歸分析結果如圖5。

伍、結論與建議

一、結論

(一)跨領域實作建構程序性知識

顧炳宏等(2014)實作評量除了能讓評量的情境和學習時的情境兩者彼此吻合外，由於其包含了對真實素材的辨識，因此更能瞭解學生將所學應用到真實情況的能力與程度。教師評量規準定義：I區評量規準等級為不足(D)、落後(E)；II區評量規準為良好(B)、基本(C)；III區評量規準為優秀(A)。研究結果，有四組同學未能達到程序性知識座標的II區，學習上還有不足與落後，在課程安排與教學流程教師進行檢討反思。除此之外協同教學教師都認為實作課程的優點在於能將縮小版設計草稿真實完成巨大作品，從學生實作歷程小組需集結豐富想像造形藝術與工法、結構工程與科技運用，雖是從原始單純的想法到真正堅持完成，過程中同學們常

表7：實作問卷之信度分析摘要表

實作問卷評估項目	F值	向度題數	Cronbach's α 係數
團隊合作	0.849	5	.741
主動探究	3.607	5	.783
知識分享	3.731	5	.785
解構問題	9.985	5	.617
創意設計	4.753	5	.748
實作歷程	9.519	5	.592
整體問卷	6.549	30	.918

註： $n = 152$ 。

表8：實作團隊合作訪談摘要表

訪談大綱	訪談編碼	訪談摘要結果
花燈製作過程中，我所屬的小組都有付出心力的	1-團隊合作-2	花燈製作過程很長，每個人都有付出才能完成。
	1-團隊合作-4	因為大家都有付出很少出錯很快完成。
	1-團隊合作-5	每個人貢獻度不一樣，同學都有付出。
花燈製作過程，小組成員把工作分配給我，對我有幫助	2-團隊合作-1	工作有分配大家才不會計較，對我有幫助。
	2-團隊合作-3	分派工作給我，針對分配工作我會有想法。
	2-團隊合作-5	花燈製作過程很長有人會計較，但是分配給我的我會完成。
我覺得自己所屬的團隊不會經常吵架	3-團隊合作-1	我們這一組順利完成，大家很用心，很少意見不合。
	3-團隊合作-2	有些時候意見不合有人就翻臉，最後大家還是繼續完成。
	3-團隊合作-3	作品不小心崩壞，同學就會說氣氛不好，因為不是故意的。
	3-團隊合作-4	同組同學有一個很厲害，因為他會告訴大家，印象中大家不會吵架。
我認為我所屬的小組是不錯的	4-團隊合作-1	我們這一組做的很順利，我能在這一組很幸運。
	4-團隊合作-2	雖然有時候意見不同，大家會合力完成很不錯。
	4-團隊合作-5	最讓我受不了的是每次遇到考試，小組成員很多以課業為重受影響，除此之外我所屬的小組是不錯的。
小組成員團隊分工合作可以增加我做事的信心	5-團隊合作-1	分工後大家很配合，順利完成後，我覺得我信心增加很多。
	5-團隊合作-2	有些時候意見不合，有人修養不好就翻臉，最後大家還是繼續完成，做事的信心，我覺得我有增加。
	5-團隊合作-3	同組同學有一個很厲害，因為他會告訴大家，一起合作所以大家很有信心。

表9：徑路迴歸三次模型摘要

徑路迴歸	<i>R</i>	<i>R</i> ²	調整後 <i>R</i> ²	估計的標準誤	<i>R</i> ² 變更	顯著性
1, 2, 3, 4→5	.649	.422	.406	2.3037	.422	< .001
1, 2, 3, 4→6	.772	.596	.585	1.6008	.596	< .001
5→6	.632	.399	.395	1.9314	.399	< .001

註：1為團隊合作；2為主動探究；3為知識分享；4為解構問題；5為創意設計；6為實作歷程。

常顧得了結構，顧不了造型，每一個步驟、每一個工法對小組都是考驗都是學習。程序性知識則是知識與實踐的合一過程是漸層發展，過程時間長難用單一分數來評量，楊雅茹(2017)研究提出強化程序性知識學習，在歷程的教學有許多的模式與流程，如設計流程、問題解決流程……等，教師於不同的教學策略時可以使用不同的歷程，其歷程的學

習可為動機與調查、發想、繪製、計畫、製作、評鑑反思，使學生在單元活動中學習到設計與製作的步驟。

(二)實作探究培養協力共好

Kang與Lee (2016)指出韓國教育積極培養學生具備核心素養，教與學須做改變，教學活動關注在核心素養與深度理解的培養，

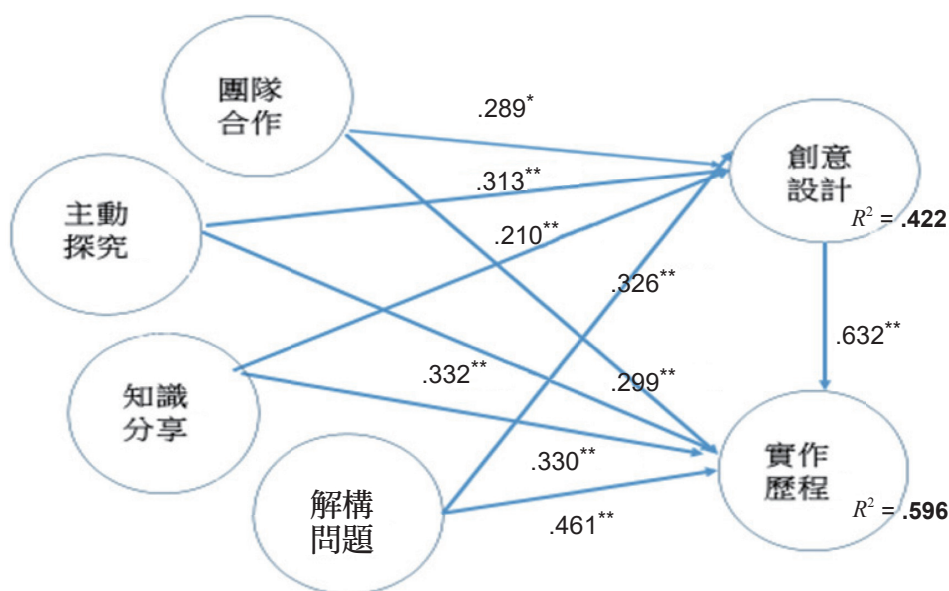


圖5：徑路迴歸分析圖

註：* $p < .01$, ** $p < .001$ 。

教師應提出科目的核心關鍵問題，而學生透過實作與問題解決的歷程進行體驗學習。Xiaoxia與Edward (2020)實作課程的探究是讓學生找到自己的答案，使學生從錯誤中糾正錯誤的觀念，然後分享發生了什麼問題及如何改進。「共好」是因應未來生活與職場所需的社會認知，個人對團體的參與和貢獻，是一種可以合作關係，也是責任關係的建立，是可以共同為團體完成的共好。本研究經素養回饋問卷調查結果，九個假說皆達顯著水準，實作中自發、互動對共好之間具有顯著性相關獲支持。「團隊合作」經訪談後小組之間在過程中有意見不合，但都能配合小組討論完成，顯見實作解構問題課程最能培養小組之間共好核心素養。跨領域之實作課程規劃，教師們在共備時要先界定主題，一個學習者可執行的主題課程，掌握基本知識運用解構問題；其次學生在真實的或有意

義的情境下進行，尊重個體差異的後設認知技能培養共同完成作品，可落實新課綱核心素養「共好」的養成。

二、建議

(一)課程設計與評量形式相互搭配

國中教學易受到紙筆測驗影響，普遍用傳統講述式教學，導致學生對於學習的目的局限於知識的獲得，真正應用知識的能力通常被忽略(吳挺鋒，2011)。知識來自個體主動建構、學習來自社會互動及參與實踐之理念基礎，知識須由學習者主動建構，將新知與舊知識連結才具學習意義(曾文鑑、黃秀雯，2019)。史美瑤(2013)評量是學習中的進行曲而不是學習樂章的終止。每一次的評量都是一次再學習的機會。課程實施成效取決於完善的評量設計，教學與評量是一體兩面，好的評量規準不僅提供學生一個能力規範的檢

視，也是對結果的詮釋與應用之重要依據。尤其是實作課程設計必須與評量形式相互搭配，才能瞭解課程執行成效與意義。

(二)課程轉化教師有共識

張珮珊、賴吉永與溫嫻純(2017)好奇心驅使的主動探索是人類認識自然世界的方式，也是科學發展的動力。探究與實作應是科學課程的起點與核心，科學學習需藉由探究與實作的落實，來強化學生知能整合與生活應用能力。因此跳脫傳統的知識教學課程轉化已是勢在必行，許多文獻研究顯示，跨領域思考無法由學習者自發性地產生，需要

大量的時間讓學習者在實踐中取得適當的專業概念。缺少情境的科學問題，會讓學生較難瞭解科學知識與現實生活如何連結，使得科學學習缺乏價值與意義，而減少學習動機(余曉清、林煥祥，2017)。通常，學生實作過程中遇到問題必須有基本知識概念才能克服完成，教學者也需要採取多種策略來提高學習者解構問題思考性，跨領域協同教學教師需共備有共識。學校是有系統、有規劃地建構知識，學習是一段終身持續過程，雖然網路資料很多可以蒐尋，該讓學習者學會的是如何駕馭、運用知識。

參考文獻

1. 王文中、呂金燮、吳毓瑩、張郁雯、張淑慧(2008)。教育測驗與評量——教室學習觀點(第二版)。臺北市：五南。
[Wang, W.-C., Lu, C.-H., Wu, Y.-Y., Chang, Y.-W., & Chang, S.-H. (2008). *Educational assessment: A classroom learning perspective* (2nd ed.). Taipei, Taiwan: Wu Nan.]
2. 史美瑤(2013)。評量也是學習。評鑑雙月刊，43，34-36。
[Shih, M.-Y. (2013). Pingliang yeshi xuexi. *Evaluation Bimonthly*, 43, 34-36.]
3. 朱則剛(2002)。建構主義知識論對教學與教學研究的意義。收錄於詹志禹(編著)，建構論：理論基礎與教育應用(頁208-214)。新北市：正中。
[Chu, C. T.-K. (2002). Jiangou zhuyi zhishilun dui jiaoxue yu jiaoxue yanjiu de yiyi. In Z. Y. Zhan (Ed.), *Jiangoulun: Lilun jichu yu jiaoyu yingyong* (pp. 208-214). New Taipei, Taiwan: Cheng Chung.]
4. 仰威融、林淑楞(2020)。運用PISA科學素養評量架構探討國中生物教科書中問題的特徵。教科書研究，13(1)，75-106。doi:10.6481/JTR.202004_13(1).03
[Yang, W.-R., & Lin, S.-F. (2020). Features of grade 7 biology textbook questions explored using the framework for PISA scientific literacy assessment. *Journal of Textbook Research*, 13(1), 75-106. doi:10.6481/JTR.202004_13(1).03]
5. 余民寧(2011)。教育測驗與評量：成就測驗與教學評量(第三版)。臺北市：心理。
[Yu, M.-N. (2011). *Educational testing and assessment* (3rd ed.). Taipei, Taiwan: Psychological.]
6. 吳挺鋒(2011年4月25日)。臺灣孩子八成不想當科學家。查詢日期：2020年5月20日，檢

自<https://www.cw.com.tw/article/5011939>。

[Wu, T.-F. (2011, April 25). *Taiwan haizi bacheng buxiang dang kexuejia*. Retrieved May 20, 2020, from <https://www.cw.com.tw/article/5011939>]

7. 余曉清、林煥祥(2017)。PISA 2015臺灣學生的表現。臺北市：心理。

[She, H.-C., & Lin, H.-S. (2017). *Taiwan student performance on PISA 2015*. Taipei, Taiwan: Psychological.]

8. 林人龍(2003)。生活科技課程中設計與製作的學習歷程。教育研究資訊，11(4)，3-24。

[Lin, R.-L. (2003). Images students reflect in a living technology classroom. *Educational Research & Information*, 11(4), 3-24]

9. 林彥佑(2020年5月21日)。談會考之「素養」大爆發。查詢日期：2020年5月21日，檢自<https://talk.ltn.com.tw/article/paper/1374176>。

[Lin, Y.-Y. (2020, May 21). *Tan huikao zhi "suyang" dabaofa*. Retrieved May 21, 2020, from <https://talk.ltn.com.tw/article/paper/1374176>]

10. 林淑榜(2019)。探討學生科學能力與教師探究教學實務的關係。科學教育學刊，27(4)，251-274。doi:10.6173/CJSE.201912_27(4).0003

[Lin, S.-F. (2019). Investigating the relation between students' scientific competences and their teacher's inquiry teaching practices. *Chinese Journal of Science Education*, 27(4), 251-274. doi:10.6173/CJSE.201912_27(4).0003]

11. 林進財(2018)。教學設計與教學方法之應用。T&D飛訊，243。查詢日期：2020年5月2日，檢自<https://ws.csptc.gov.tw/Download.ashx?u=LzAwMS9VcGxvYWQvNy9yZWxmaWxlLzEyMjIwLzIzNDk4LzlhOWI3ZTA2LWVmMzItNGIwNC04YTJjLTJjYTE1OGJhM2M4OC5wZGY%3d&n=MjA0NGU4NzgzMjc0YjAzMGRhMTJjZTk5MTE0NzFiZWVmucGRm&icon=.pdf>。

[Lin, J.-C. (2018). Jiaoxue sheji yu jiaoxue fangfa zhi yingyong. *T&D Fetion*, 243. Retrieved May 2, 2020, from <https://ws.csptc.gov.tw/Download.ashx?u=LzAwMS9VcGxvYWQvNy9yZWxmaWxlLzEyMjIwLzIzNDk4LzlhOWI3ZTA2LWVmMzItNGIwNC04YTJjLTJjYTE1OGJhM2M4OC5wZGY%3d&n=MjA0NGU4NzgzMjc0YjAzMGRhMTJjZTk5MTE0NzFiZWVmucGRm&icon=.pdf>]

12. 林萬億(2006)。當代社會工作：理論與方法。臺北市：五南。

[Lin, W.-Y. (2006). *Dangdai shehui gongzuo: Lilun yu fangfa*. Taipei, Taiwan: Wu Nan.]

13. 洪如玉(2016)。Derrida解構思想之探析及其教育蘊義。教育實踐與研究，29(1)，173-198。

[Hung, R.-Y. (2016). An exploration of Derrida's philosophy of deconstruction and its implications for education. *Journal of Educational Practice and Research*, 29(1), 173-198.]

14. 洪如玉、陳惠青(2016)。解構哲學之探討及其對審美教育學之啟示。教育科學研究期

- 刊, 61(1), 115-137。doi:10.6209/JORIES.2016.61(1).05
- [Hung R.-Y., & Chen H.-C. (2016). Exploring deconstruction and its implications for aesthetic education. *Journal of Research in Education Sciences*, 61(1), 115-137. doi:10.6209/JORIES.2016.61(1).05]
15. 祝若穎、邱詩詠(2019)。怎麼跨？跨領域學位學生的多樣性經驗對跨域整合能力之影響。教育與心理研究, 42(4), 65-98。doi:10.3966/102498852019124204003

[Chu. J.-Y., & Chiu S.-Y. (2019). How to be interdisciplinary? An impact of interdisciplinary students with diversity experiences in interdisciplinary integration. *Journal of Education & Psychology*, 42(4), 65-98. doi:10.3966/102498852019124204003]

 16. 國立臺灣師範大學心理與教育測驗研究發展中心(n.d.)。十二年國教課綱國民中小學素養導向標準本位評量計畫。查詢日期：2020年4月24日，檢自<https://www.sbasa.ntnu.edu.tw/SBASA/Assessment/assessment1.aspx>。

[Research Center for Psychological and Educational Testing, National Taiwan Normal University. (n.d.). *Standard-based assessment of student achievement for elementary and junior high school students*. Retrieved April 24, 2020, from <https://www.sbasa.ntnu.edu.tw/SBASA/Assessment/assessment1.aspx>]

 17. 國家教育研究院(2014年11月28日)。十二年國民基本教育課程綱要：總綱。查詢日期：2020年4月24日，檢自<https://www.naer.edu.tw/upload/1/16/doc/288/%E5%8D%81%E4%BA%8C%E5%B9%B4%E5%9C%8B%E6%95%99%E8%AA%B2%E7%A8%8B%E7%B6%B1%E8%A6%81%E7%B8%BD%E7%B6%B1.pdf>。

[National Academy for Educational Research. (2014, November 28). *Curriculum guidelines of 12-year basic education: General guidelines*. Retrieved April 24, 2020, from <https://www.naer.edu.tw/upload/1/16/doc/288/%E5%8D%81%E4%BA%8C%E5%B9%B4%E5%9C%8B%E6%95%99%E8%AA%B2%E7%A8%8B%E7%B6%B1%E8%A6%81%E7%B8%BD%E7%B6%B1.pdf>]

 18. 教育部(2018年1月9日)。教育部公布「國民中學及國民小學實施跨領域或跨科目協同教學參考原則」。查詢日期：2020年4月21日，檢自https://www.edu.tw/News_Content.aspx?n=9E7AC85F1954DDA8&s=1A3C3F7BC29B1BD1。

[Ministry of Education. (2018, January 9). *Ministry of Education gongbu "Guomin zhongxue ji guomin xiaoxue shishi kualingyu huo kuakemu xietong jiaoxue cankao yuanze."* Retrieved April 21, 2020, from https://www.edu.tw/News_Content.aspx?n=9E7AC85F1954DDA8&s=1A3C3F7BC29B1BD1]

 19. 莊佩玲(2002)。發展孩子的真實能力——實作評量的施行與設計。師友月刊, 417, 38-42。doi:10.6437/EM.200203.0038

[Zhuang. P.-L. (2002). Fazhan haizi de zhenshi nengli—Shizuo pingliang de shixing yu sheji. *The Educator Monthly*, 417, 38-42. doi:10.6437/EM.200203.0038]

20. 陳美如、郭昭佑(2019)。非學校型態實驗教育之活化教學個案研究：學會學習的系統觀點。課程與教學季刊，22(1)，39-70。doi:10.6384/CIQ.201901_22(1).0003
[Chen, M.-J., & Guo, C.-Y. (2019). A case study of the activated teaching on non-school type experimental education-learning to learn system perspective. *Curriculum & Instruction Quarterly*, 22(1), 39-70. doi:10.6384/CIQ.201901_22(1).0003]
21. 張珮珊、賴吉永、溫嫻純(2017)。科學探究與實作課程的發展、實施與評量：以實驗室中的科學論證為核心之研究。科學教育學刊，25(4)，355-389。doi:10.6173/CJSE.2017.2504.03
[Chang, P.-S., Lai, C.-Y., & Wen, M.-C. L. (2017). The development, implementation and assessment of a scientific inquiry and practice curriculum: The scientific argumentation in the laboratory. *Chinese Journal of Science Education*, 25(4), 355-389. doi:10.6173/CJSE.2017.2504.03]
22. 曾文鑑、黃秀雯(2019)。適性、合作與對話：學研議教學模式的理論基礎與教學策略。學校行政，122，123-140。doi:10.6423/HHHC.201907_(122).0007
[Tseng, W.-J., & Huang, H.-W. (2019). Adaptability, collaboration and dialogue: Constructing learning, research, and dialogue teaching strategy model theory. *School Administrators*, 122, 123-140. doi:10.6423/HHHC.201907_(122).0007]
23. 湯誌龍(2019)。推動實作評量的意涵與因應。臺灣教育評論月刊，8(9)，46-50。
[Tang, Z.-L. (2019). Tuidong shizuo pingliang de yihan yu yinying. *Taiwan Education Review Monthly*, 8(9), 46-50.]
24. 楊俊鴻(2018)。世界各國國定課程中的核心素養：以日本、韓國與新加坡為例。中等教育，69(2)，21-39。doi:10.6249/SE.201806_69(2).0016
[Yang, C.-H. (2018). An international study of the core competencies in national curriculum—Taking Japan, South Korea and Singapore as examples. *Secondary Education*, 69(2), 21-39. doi:10.6249/SE.201806_69(2).0016]
25. 楊雅茹(2017)。整合概念性與程序性科技知識的實作教學之初探——以機構玩具為例。工程與科技教育學術研討會論文集，6，67-73。doi:10.6571/CETE.2017.05.06
[Yang, Y.-R. (2017). A preliminary study on the integration of conceptual and procedural technological knowledge in hands-on activity: A case study of automata toys. *The 6th Conference on Engineering and Technology Education*, 6, 67-73. doi:10.6571/CETE.2017.05.06]
26. 廖炳惠(2003)。關鍵詞200：文學與批評研究的通用辭彙編。臺北市：麥田。
[Liao, P.-H. (2003). *Guanjianci 200: Wenxue yu piping yanjiu de tongyong cihuibian*. Taipei, Taiwan: Rye Field.]
27. 蔡清田(2012)。課程發展與設計的關鍵DNA：核心素養。臺北市：五南。
[Tsai, C.-T., (2012). *Key DNA of curriculum development and design: Core literacy*. Taipei,

Taiwan: Wu Nan.]

28. 歐滄和(2002)。教育測驗與評量。臺北市：心理。

[Ou, C.-H., (2002). *Jiaoyu ceyan yu pingliang*. Taipei, Taiwan: Psychological.]

29. 盧秀琴、洪榮昭、陳芬芳(2019)。設計STEAM課程的協同教學——以「感控式綠建築」為例。教育學報，47(1)，113-133。

[Lu, C.-C., Hong, J.-C., & Chen F.-F. (2019). Designing a collaborative teaching of the STEAM course: The case of “green building with sensor-controls.” *Education Journal*, 47(1), 113-133.]

30. 顧炳宏、陳瓊森、溫嫻純(2014)。以實作評量方式探討引導發現式教學模式之學習成效——以「聲音」概念為例。科學教育學刊，21(1)，57-86。doi:10.6173/CJSE.2014.2201.03

[Ku, B.-H., Chen, C.-S., & Wen, M.-C. L. (2014). Exploring the effectiveness of guided discovery teaching by performance assessment on the concept of sound wave. *Chinese Journal of Science Education*, 22(1), 57-86. doi:10.6173/CJSE.2014.2201.03]

31. Azevedo, R., & Aleven, V. (2013). *International handbook of metacognition and learning technologies*. New York, NY: Springer Science & Business Media Press.

32. Calado, F. M., Scharfenberg, F.-J., & Bogner, F. X. (2015). To what extent do biology textbooks contribute to scientific literacy? Criteria for analysing science-technology-society-environment issues. *Education Sciences*, 5(4), 255-280. doi:10.3390/educsci5040255

33. Cracolice, M. S., Deming, J. C., & Ehlert, B. (2008). Concept learning versus problem solving: A cognitive difference. *Journal of Chemical Education*, 85(6), 873-878. doi:10.1021/ed085p873

34. Davies, R. S., Dean, D. L., & Ball, N. (2013). Flipping the classroom and instructional technology integration in a college-level information systems spreadsheet course. *Educational Technology Research and Development*, 61(4), 563-580. doi:10.1007/s11423-013-9305-6

35. De Backer, L., Van Keer, H., & Valcke, M. (2012). Exploring the potential impact of reciprocal peer tutoring on higher education students' metacognitive knowledge and regulation. *Instructional Science*, 40(3), 559-588. doi:10.1007/s11251-011-9190-5

36. Frederiksen, N. (1984). The real test bias: Influences of testing on teaching and learning. *American Psychologist*, 39(3), 193-202. doi:10.1037/0003-066X.39.3.193

37. Haláková, Z., & Prokša, M. (2007). Two kinds of conceptual problems in chemistry teaching. *Journal of Chemical Education*, 84(1), 172-174. doi:10.1021/ed084p172

38. Honigsfeld, A., & Dove, M. G. (2016). Co-teaching ELLs: Riding a tandem bike. *Educational Leadership*, 73(4), 56-60.

39. Interprofessional Education Collaborative. (2011). *Core competencies for interprofessional collaborative practice: Report of an expert panel*. Retrieved May 2, 2020, from <https://www.>

pcpcc.org/resource/core-competencies-interprofessional-collaborative-practice

40. Jeon, I.-J. (2010). Exploring the co-teaching practice of native and non-native English teachers in Korea. *English Teaching*, 65(3), 43-67. doi:10.15858/engtea.65.3.201009.43
41. Jonassen, D. H. (2004). *Learning to solve problems: An instructional design guide*. San Francisco, CA: Wiley.
42. Kang, H.-S., & Lee, J.-E. (2016). Inquiry on narrative's application to subject matter education: Focused on the 2015 revised national curriculum. *Asia-Pacific Journal of Educational Management Research*, 1(1), 109-114. doi:10.21742/ajemr.2016.1.16
43. Katz, P. M. (2015). *Interdisciplinary undergraduate education*. Washington, DC: Council of Independent Colleges. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 569 211)
44. Klein, J. T. (2013). The transdisciplinary moment(um). *Integral Review*, 9(2), 189-199.
45. Lawlor, L. (2006). *Jacques Derrida*. Retrieved February 5, 2020, from <http://plato.stanford.edu/entries/derrida>
46. McCormick, R. (2004). Issues of learning and knowledge in technology education. *International Journal of Technology and Design Education*, 14(1), 21-44. doi:10.1023/B:ITDE.0000007359.81781.7c
47. McGregor, D. (2007). *Developing thinking, developing learning. A guide to thinking skills in education*. Berkshire, UK: Open University Press.
48. Messick, S. (1995). Standards of validity and the validity of standards in performance assessment. *Educational Measurement: Issue and Practice*, 14(4), 5-8. doi:10.1111/j.1745-3992.1995.tb00881.x
49. Michalsky, T. (2012). Shaping self-regulation in science teachers' professional growth: Inquiry skills. *Science Education*, 96(6), 1106-1133. doi:10.1002/sce.21029
50. Pellegrino, J. W. (2017). Teaching, learning and assessing 21st century skills. In S. Guerriero (Ed.), *Pedagogical knowledge and the changing nature of the teaching profession* (pp. 223-251). Paris, France: Organisation for Economic Co-operation and Development. doi:10.1787/9789264270695-12-en
51. Robinson, W. R. (2003). Chemistry problem-solving: Symbol, macro, micro, and process aspects. *Journal of Chemical Education*, 80(9), 978-979. doi:10.1021/ed080p978
52. Sandholtz, J. H. (2000). Interdisciplinary team teaching as a form of professional development. *Teacher Education Quarterly*, 27(3), 39-54.
53. Schlag, P. (2005). A brief survey of deconstruction. *Cardozo Law Review*, 27(2), 741-752.
54. Taconis, R., Ferguson-Hessler M. G. M., & Broekkamp, H. (2001). Teaching science problem solving: An overview of experimental work. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(4), 442-468. doi:10.1002/tea.1013

55. Williams, P. J. (2000). Design: The only methodology of technology? *Journal of Technology Education*, 11(2), 48-60.
56. Xiaoxia, A. N., & Edward, P. T., Jr. (2020). Building undergraduate STEM majors' capacity for delivering inquiry-based mathematics and science lessons: An exploratory evaluation study. *Studies in Educational Evaluation*, 64. Retrieved May 5, 2020, from <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2019.100833>
57. Young, A., & Fry, J. D. (2008). Metacognitive awareness and academic achievement in college students. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, 8(2), 1-10.
58. Zoupidis, A., Pnevmatikos, D., Spyrtou, A., & Kariotoglou, P. (2016). The impact of procedural and epistemological knowledge on conceptual understanding: The case of density and floating-sinking phenomena. *Instructional Science*, 44(4), 315-334. doi:10.1007/s11251-016-9375-z

Developing Performance Assessment of Procedural Knowledge From Deconstruct the Problem and New Course Outline Core Literacy

Chien-Yun Dai¹, Shu-Kuan Ting^{1,*}, Ming-En Liu¹ and Duen-Huang Huang^{2,3}

¹Department of Industrial Education, National Taiwan Normal University

²Department of Information Management, Hsuan Chuang University

³Department of Information Management, Yuanpei University of Medical Technology

Abstract

This study explored the students' practical evaluation process they develop during their use of procedural knowledge during the deconstruction of problems and teamwork. One-hundred fifty-two junior high students volunteered to participate in this investigation. Investigators explored students' problem solving strategies and the construction of procedural knowledge through actual operations. Teachers involved in this study had two goals when preparing lessons: (1) to develop students' procedural knowledge from deconstruct the problems and (2) to engage students in spontaneous self-driven, interactive, and mutually beneficial teamwork. In accordance with the development of procedural knowledge, coordinated assessment levels were defined as zone III > zone II > zone I. Throughout the course of instruction, students' learning objectives were to achieve at least assessment level II or above. Results showed that 10.0% of the participants achieved zone II and 90.0% of the participants achieved zone III. Before and after implementation, the high-score groups had higher discrepancy of scores before and after the actual operation as compared with scores from the low-score groups. Males had higher discrepancy than females. There was a correlation between the learning ability from actual operation and achievement scores. Difference in test scores existed between males and females. Cubic path analysis results showed that the procedure of the actual operations and creative design were significantly positive and correlated with spontaneous initiative, interactive, and mutual benefit. Two suggestions from the mutual match between course design and type of assessment are also put forward.

Key words: Collaborative Teaching, Procedural Knowledge, Deconstruct the Problem, Performance Evaluation

* Corresponding author: Shu-Kuan Ting, pijh01@pijh.hc.edu.tw