

以探究式教學法結合 PBL 於水文學課程之教學實踐

陳宜清* 曾浩瑋

大葉大學環境工程學系

51591 彰化縣大村鄉學府路 168 號

*yiching@mail.dyu.edu.tw

摘要

現今之教學方法需求多元化，「問題導向學習法 (PBL)」近來年廣為所用。PBL 就是「以學生學習為中心」、「解決問題」、「合作學習」、「小組討論」之整合式教學法。本研究更結合以學生的操作活動之探究式教學，搭配 PBL 引導學生發現問題、分析問題，並擬定可行的解決方案，獲得結論並驗證之，讓學生從中學得解決問題的技能。而環境及生活就是最好的探索主題，從空氣、水到生態都能探究出重要的科學概念與工程應用，水文氣象與人類生活密切，水文的重要性與實用性容易引發學生「學習」動機。以質性訪談問卷中顯示學生均認為這門課有引導學生做到主動學習；也都認同小組合作及討論能對學生的學習有幫助；也都認同實際動手會獲得探索的樂趣；也都覺得小組探索及討論讓課程更加的有趣；研究發現確實在探究活動及 PBL 創新教學模式可以改變學生對工程課程學習態度與情緒。以 51 位修課學生為研究對象，經期中及期末量化成效檢核問卷之統計，在李克特五點量表比較下，學生對課程之評鑑之平均值由 3.94 提高至 4.02；對 PBL 教學之評鑑之平均值由 4.03 提高為 4.15；而學生個人成長自評之平均值由 3.93 提高至 4.04。各研究面向中，課程設計與個人成長有非常顯著高度相關，而 PBL 模式、業界教師也是與個人成長有非常顯著之中度相關。以學生誠實自評個人成長分級為積極組及消極組，兩組同學在掌握課程進度和重點、對課程學習動機有提升、有好好課前預習、有全心投入小組討論等面向中對課程及 PBL 模式皆有高顯著至非常顯著差異，積極組同學在學習成效上是滿意且有收穫的。然而在期中及期末之學習成效比較並無顯著，雖有進步但並不明顯，可能是施測時間相距不遠所致。

關鍵詞：問題導向學習法 (PBL)，探究式教學法，水文學，合作學習，小組討論

Pedagogical Practices for the Incorporation of Inquiry Teaching with Problem-Based Learning in a Hydrology Course

YI-CHING CHEN* and HAO-WEI TSENG

*Department of Environmental Engineering, Da-Yeh University
No.168, University Rd., Dacun, Changhua 51591, Taiwan, R.O.C.*

*yiching@mail.dyu.edu.tw



ABSTRACT

Today's educational systems promote the diversification of teaching methods. The problem-based learning (PBL) method has been particularly widely used in recent years. PBL is an integrated learning module focused on student-centered learning, problem solving, collaborative learning, and group discussion. In this study, an inquiry teaching method involving student activities was combined with PBL to help students gain problem-solving skills enabling them to identify and analyze problems, formulate feasible solutions, and draw and verify conclusions. Topics linked to the living environment, such as air, water, and ecology, and human life, such as hydrology and meteorology, were selected for the inquiry teaching intervention because they enabled the introduction of scientific concepts and engineering applications. The practicality of hydrology was expected to increase students' learning motivation. In qualitative interview questionnaires, the students indicated that the course encouraged active learning and that collaborative learning and group discussion also helped their learning. In addition, they enjoyed the hands-on exploration component and found that group exploration and discussion made the course more interesting. These results demonstrate that exploration activities and PBL can change and improve students' learning attitude in engineering courses. The 51 student participants also completed quantitative questionnaires scored on a 5-point Likert scale on learning effectiveness. Between the midterm and final evaluations, the average course evaluation score increased from 3.94 to 4.02, the average teaching evaluation score increased from 4.03 to 4.15, and the average personal growth self-assessment score increased from 3.93 to 4.04. Curriculum design and personal growth were highly significantly correlated. The PBL method, industry teachers, and personal growth were moderately significantly correlated. On the basis of their self-assessment of personal growth, the students were divided into positive and negative groups. The course and PBL models indicated highly to very highly significant between-group differences regarding whether students were focused, kept up with coursework, had improved learning motivation, were prepared for class, and engaged in group discussion. The students in the positive group felt satisfied and rewarded in their learning. Although moderate progress was noted, no significant differences were observed in learning effectiveness between the midterm and final evaluations, perhaps because the time points at which they were taken were too close together.

Key Words: problem-based learning (PBL), inquiry teaching, hydrology, collaborative learning, group discussion.

一、前言

(一) 引發學習動能

十多年來已有許多教育改革理論之實踐者發現，大多數的教育學者將科學僅視為知識體系，並將科學以權威式直接灌輸給學生。雖然早在西元十九世紀初之教育學者杜威 (J. Dewey) 已認為科學不應只是灌輸給學生大量的知識，卻忽略了學生思考的方法與態度，所以教育工作者應加強學生問題解決的過程與方法之學習，亦即學生在學習上應扮演主動的探究者的角色，而非被動的接受者。經濟合作暨發展組織 (OECD) 指出，2030年未來人才所需的核心能力涵蓋知識 (knowledge)、技能 (skills)、特質 (character) 與態度

(attitude)、後設學習 (meta-learning) 等四大面向，有效的學習就是將這四個面向的元素進行豐富的混合 [2]。其中也談到「好奇心+探索力=邁向未來新動能」，用教育現場的術語來說，就是要讓學生找到強勁的學習動能，激起好奇心、擁有探索力。在Scardamalia [16]在分析了建構新知 (knowledge building) 過程的特徵中，曾談到了一些讓學生引發學習動能的做法，而這些都是目前常用之權威式的講述法所無法達成知識建構之程序。例如：

1. 學生從生活中真實的問題出發，真正能引起學生關注的是生活中的真實問題，而不單是課本中的問題。
2. 學生自覺參與主導知識建構的過程，主動尋找提升知識



的方法。他們自主地訂立學習目標和計劃，主動參與並互相協商，作出自我評估。

3. 學生各成員或各個不同的群體都擁有各自的專門知識，當他們將自己的知識分享和交換，就能得著共同的知識增長。
4. 學生參與討論不單為了分享交流，他們還要改善和革新他們的想法，達至建構新知的目的。
5. 學生要經歷一些挑戰，包括要勇於發表未完善的意見、要面對別人對自己的意見的批判。持續地改進他們的想法和概念，以提升這些想法和概念的質素。

Bereiter and Scardamalia [14]也證實了「真實的想法及真實問題 (real ideas, authentic problems)」是建構新知的原則。

因此，利用「問題導向學習法」(PBL, problem based learning) 結合探索學習的模式是目前翻轉教學 (flipped classroom) 常用之方法，教師只是引導角色，學生們透過設計的問題去嘗試解決，從探索中找到樂趣，他自己就能教自己學好。PBL在教學上是相當重視「啟發」，選取適當的教學方法及授課方式，目標就是能夠引起學生對這個課程的學習興趣。當你啟發了學生的求知慾之後，告訴學生怎麼樣去找解答，培養學生去找解答的能力。Yew and Goh[17]的研究比較PBL相對成效，也證明其對長期知識保留和知識應用方面的優越性方面是肯定的。

(二) 與人類生活密切的水文學

「水文學 (hydrology)」課程乃是由工程觀點，應用水文原理解決人類在水資源開發所面臨的問題。針對水在時間與空間上之變化特性，水文學試圖模擬水文循環過程中，水體總量與時間分佈之關係，以作為工程設計之標準，並進一步瞭解工程設施所面臨的風險。教學更重要的是啟發，教學方法的選取或是如何的授課方式，是不是能夠引起學生對這個課程的學習興趣？你啟發了他的求知慾之後，培養他去找答案的能力，之後就不太需要擔心了，因為他以後遇到問題，都能自己找出解決之道。因此引入 PBL 的模式，老師只是引導角色，學生們透過設計的問題去嘗試解決，從中找到樂趣，他自己就能教自己學好。或許，許多學生原本的「沒興趣」，其實是「不知道樂趣何在」？

如何讓學生看到「水文學」這門學問能夠如何應用於生活，就能向學生展示他們未發現的樂趣，進而引發學生的求知欲。例如：水文學與氣象相關聯，梅雨來了，首先身為水

文工程師的你如何量測降雨量呢？雨量觀測需要用到甚麼器具呢？量測到的降雨量只是數字，你又如何去分析成可運用的公式呢？如何從分析後的氣象資料推算可能最大降雨和可能產生的最大洪水？人們「學習」動機的引起及最終的目的，都是為了解決自己想要弄清楚的問題。我們可以說「解決問題」的過程，即是一種學習活動的過程。故「生活即教育」、「由做中學」是使人們能由處理日常生活的活動中獲得學習，也使知識存活於問題解決的活動中。水文氣象與人類生活密切，教師須先強調水文學課程的重要性與實用性，引發學生「學習」動機。

二、教學理念與理論基礎

(一) 探究式教學法

透過「預測 - 觀察 - 解釋」科學探究模式 (prediction-observation-explanation inquiry model, POE model) 的教育理論，可知在遭遇問題時，應該引導學生進行「預測答案、觀察現象、做出解釋」的探究歷程。科學好奇心可以提升學生的學習動機，但隨著年紀漸長，對事物的好奇心逐漸消失，導致疑問越來越少，跟著也就失去了創新發明的能力 [10]。「探究式教學」(Inquiry Instruction) 是以發現問題為起點，再以此問題進行探究，並讓學生經由實際的參與，在探究的過程中學得解決問題的技巧 [6]。探究式教學的目的在於引導學生發現及解決問題，是以學生的探究活動為中心，從開放的學習情境中，教師引導學生發現問題、分析問題，並擬定可行的解決方案，獲得結論並驗證之，經由問題解決的過程，讓學生從中學得解決問題的技能。

探究式教學是一種以學生為主的教學模式，在教師的輔助下，由學生策劃、執行及自我評估的學習方法，簡單來說就是一種以學生自主探究為主的學習方式。實踐探究式教學，教師需要引導學生進行自主式的學習及就議題獨立思考，特色有 [6]：(1)學生就自己感興趣的現象提出問題，並設計方法找出答案；(2)學生蒐集數據，決定如何表達數據，並測試所得結果的可靠性；(3)學生學習評鑑自己及同儕的工作；(4)學生能就別人對他們的探究結論或不足之處所作的挑戰，作出回應；(5)學生向別人分享自己的探究結果，並樂意接受批評。探究式教學法的優點有 [6]：(1)提升學生的學習興趣；(2)引導學生主動建構知識；(3)培養學生的問題解決能力；(4)促進和他人溝通的技能。探究式教學強調



在解決問題過程中學習，其實也就是解決問題式教學之一種。劉湘瑤 [7]認為教師實施「探究與實作」的課程發展時，探究活動可依學生就提出問題、規劃實驗、呈現結果等階段的自主程度做分級處理。在結構式、引導式到開放式三階段的探究中，「引導式的探究」則是較適合本案之教學模式，亦即教師布置一個主題情境或方向，引起學生的問題意識，最後由學生決定具體的研究問題，並且設計研究流程。

工程學科中，環境及生活就是最好的主題，從空氣、水到生態都能探究出重要的科學與工程概念。教師在教學與規劃時只要把握住幾項重要的原則，應該就不至於偏離探究的精神太遠了 [6]：(1)探究的題材應生活化、趣味化、創意化；(2)提供豐富多元的資源供學生使用；(3)利用小組合作學習，營造熱絡的學習氣氛；(4)活動的背後是有組織的課程架構；(5)注重過程中創造性思考、態度、技能的評量；(6)教師只是適當的導引，卻不過度的介入；(7)支持每一個學習者並尊重個別差異。

(二) PBL 教學法

鄭博真 [11]談到在資訊科技和知識經濟的時代，大學教育的任務和目的，也不再只是讓學生被動的接受現有的知識，而是要讓學生主動去建構自己的知識。大學教師的角色，不再只以教師教學為中心的知識權威者、傳遞者自居，更應該扮演以學生學習為中心的促進者、激勵者。傳統以教師為主導的講授式教學，已無法培育符合未來職場需求的學生。從個別式學習轉向合作式學習，學習需要以合作、團隊的方式進行，小組成員透過想法、意見的交流和分享，形成一種支持性的學習氛圍，並能從多元的觀點，獲得對學習內容的新理解。因此，PBL 近年來逐漸受到高等教育界重視，也開始在各大學院校積極推動與應用中。Biggs [15]也曾分析 PBL 會受重視的理由是因：(1)接觸過 PBL 的教師與學生都認為 PBL 比傳統有趣；(2)受過 PBL 方式訓練的畢業生在職場表現比傳統學生好；(3)學生比較能自我導向學習，與人分享提升團隊的智慧資本。而 PBL 教學法對教師本身的素養與教學技巧有很高的要求，教師從教學者變成引導者的角色，因此教師需要熟練並掌握相關領域的知識，同時必須具備相當的問題解決能力，還必須懂得靈活地運用知識、嚴密的邏輯思維與良好的組織管理能力，讓學生能在互動中寓教於樂，這樣才能夠引導出好的 PBL 學習法 [1]。

林明地 [3]則彙整多位國外學者對 PBL 的定義指出，PBL 在學習活動進行過程中，學習者必須主動負起學習的責

任（以學習者為中心），透過團隊（小組）合作的學習方式，從問題解決的過程中（包含定義問題、分析問題、解決問題、回饋與反思），透過團隊（小組）討論來實際提出解決問題的方法，呈現問題解決的成果，並從中獲得該特定方案的實質知識內容，以及其他技巧與能力。歸納而言，PBL 教學法就是「以學生學習為中心的教學」、「解決問題式的教學」、「合作學習的教學」、「小組討論的教學」之整合式教學法。

(三) 本教學實踐研究與傳統教學之差異

傳統教學，或稱講述教學（didactic instruction），是教師講解和學生聽講與練習的教學。它的主要活動是教師依教學進度，把課本內容依序講解給全班學生聽；學生則經由上課專心聽講或練習，以及課後的溫習來熟練課本與教師所講授的知識內容。必要時，教師會補充許多教材或經由考試增加許多練習的機會。雖有其簡單方便、經濟快速、省時省事、可以應付考試等優點。然現今，隨著社會資訊化的變遷此一優勢已面臨前所未有的挑戰，如今已在快速轉弱中，目前傳統教學擅長的是教出低階能力高成就和高階能力低成就的學生已經不合未來人力市場的需求 [5]。

蔡秉恒 [9]之論文研究也指出傳統教學雖然能夠有效的節省教學時間，但是由老師來主導學習的方式，但也伴隨著當老師如果呈現消極的態度時那對於教學現象就會出現缺點。其論述有六項缺點如：(1)學生被動學習、消極獲取知識。(2)缺乏探究，容易失去興趣與專注力。(3)教室不易觀察個別學習效果。(4)學生解決問題能力不易培養。(5)教師的教法、人格特質會影響學生學習較大。(6)整個教學活動以教師為中心，而非以學生為學習中心。張仁家等人 [4]在調查當前科技大學工程與技術教育使用教學方法後，發現教師最常使用的教學方法為講述式教學法，且明顯高於其他方法。隨著現今科學技術的發展，教學內容的複雜性，如果使用單一的教學方法，是不能有效地完成教學任務，尤其是採用較偏向低階思考能力的講述式教學。我們要重新思考，如何培養創新思考能力？培養正確的批判思考及問題解決能力？是教師在教學上重要的任務之一。劉鎔毓 [8]認為大學教師的教學一向以「教師為中心」，教師秉其專業，被視為是教室內的權威者，從課程目標的訂定、課程規劃、教學方式，乃至成績評量等都由教師完全主導，學生鮮少有機會參與。教師最常採用教學法卻是學生認為最無助於學習的方式，確實值得教師們省思。而今，為求更好的教學品質，應以「學生為中心」，在教與學的過程中促進學生智能及個人



與社會的發展。

現今工程與技術教育應重視實務訓練、符合產業需求，能培育工程科系學生創新創意思考、實踐能力、團隊合作等能力、自主自學能力等重點。在現今國內外工程與技術教育學界所肯定的「專題製作教學法」及「問題導向學習法 (PBL)」已逐漸有教師導入教學中，但使用比重仍不高。在專題製作課程中可培養學生團隊合作之精神與促進人際關係的學習，使學生能適應多變的社會現況，具備邏輯與直覺的思考能力、自我意志力與責任感、創造力、疑問與發問心 [12]。而問題導向學習法 (PBL) 則可以培養學生解決問題的能力並在過程中培養問題解決的精神與態度，以應付日學生活之所需等等的諸多優點，也是本研究擬採用之教學實踐方法。

三、教學策略與實踐歷程

(一) 教學實踐課程

本次教學實踐研究是以環境工程課程為準，特別選擇「水文學 (hydrology)」。水文學為環境工程之基礎課程，是研究地球上水的發生、循環、分佈、物理與化學特性以及和所有生物間的關係。本課程乃是由工程觀點，應用水文學原理解決人類在水資源運用及水污染整治所面臨的問題。水文學除工程特質外，也涉及環境保護與永續發展的重要議題，例如：氣候變遷、洪水乾旱、水源調配...等 [13]，學生除基礎學習外，也須延伸至關懷、探究及公民行動等層面，是相當適合運用 PBL 及探究式教學。

本教學實踐研究將透過「教學」、「研究」、「實踐」三步驟來達成師生共同成長及教學品質提升的目的。本研究著重於教學面，之研究目的為：

1. 探討學生對工程課程學習態度與情緒在探究活動及 PBL 創新教學模式下之改變。
2. 探討課堂互動討論 (利用議題及簡易工具製作等) 於探究教學的實施與學習成效。

(二) 探究活動設計與執行

課程安排兩次探究式學習活動特色有：(1)學生就教師提點或自己感興趣的現象提出自己想要弄清楚問題，並設計方法找出答案；(2)學生蒐集數據，決定如何表達數據，並測試所得結果的可靠性；(3)學生學習評鑑自己及同儕的工作；(4)學生必須向別人分享自己的探究結果，並樂意接受批評。探究式學習結合 PBL 活動以分組進行合作學習，先

製作簡易水文工具，再進行議題小組討論。

1. 簡易雨量計製作

水文學 vs 氣象，梅雨來了，首先身為水文工程師的你如何量測降雨量呢？雨量觀測需要用到甚麼器具呢？什麼是自記式雨量計？如何自記？簡易雨量計及教學型自記式雨量計如圖 1 所示。

製作完後進行小組討論，議題於一周前公布給學生以利準備，議題如：(1)雨滴形成的機制？那些因素影響雨滴的形成？(2)雨滴形成的大小？為什麼雨滴不會變很大？(3)雨量計觀測雨量的原理為何？(4)雨量計的擺設位置的考量注意要點？學生多能事先蒐集資料並互相分享，討論狀況還算投入。

2. 簡易風速儀製作

河水中的流量如何量測？測量流速需要流速儀，它的原理是什麼？我可不可以用量測風速原理來思考流速儀的操作？簡易風速儀及量測操作如圖 2 所示。

製作及量測完後進行小組討論，議題於一周前公布給學生以利準備，議題如：(1)風速儀校正，將轉動頻率 N 轉換為流速 V ，利用幾組 N 及 V 資料校正公式 $V = a + bN$ ，再以線性回歸找出 a 及 b ；(2)如將流速儀裝在船上，那麼船是順流行駛跟逆流行駛，觀測得到的流速 V_0 跟實際流速 V_f

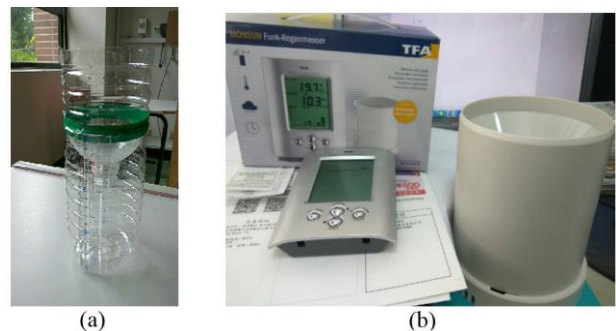


圖 1. (a)自製簡易雨量計；(b)自記式雨量計展示

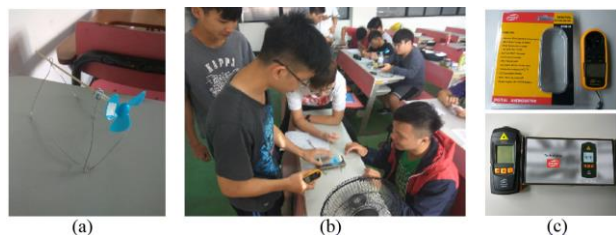


圖 2. (a)自製風速儀；(b)量測操作；
(c)校正用之風速計及轉速計



要如何校正?(3)如果河水泥沙含量高,對流速儀量測流速有什麼影響呢?(4)你認為測量表面流速(浮球法)跟水下流速(流速儀)有什麼不同呢?學生也多能事先蒐集資料並互相分享,討論狀況也還算投入。

四、研究方法

(一) 教學成效問卷設計

1. 學習成效問卷

問卷調查法是研究最常被使用的方法,為了使資料的收集能作得完備,迅速又能合乎研究主題的需要,常需要一套內容經過審慎安排的問卷作為研究的工具。問卷是對個人行為、想法、態度的一種量測技術,應用它得以對研究的現象或事物加以數量化,使我們在資料的整理分析上得到最大的便利,對於量化研究的幫助很大。

學生學習成效(student learning outcome, SLO)就是教師希望學生在課程結束後,對所獲得的知識與展現的能力的滿意度。然學習成效也受到個人因素干擾,包括參與度、學習態度及學習動機等層面。透過自行設計之期中問卷且經5位專家檢視完成專家效度,有「課程」、「PBL 模式」、「業界教師」、「個人成長」等四個構面及18個問題,以及在期末問卷增加「實地參訪」共五個構面及22個問題。問卷量表之評分採李克特五點量表,由「非常不同意」到「非常同意」給予1分至5分評量。問卷如附錄一所示。

2. 質性(訪談)問卷

所謂「質性研究」是指任何不是經由統計程序或其他量化手續而產生研究結果的研究方法,觀察與訪談則為主要研究工具。在質的研究中,仍然設計有一些待答的問題如下,並藉由訪談過程中發掘受訪者在學習過程的態度、作法、看法及收穫等。訪談問題如下:

- (1) PBL 強調學生的主動學習,你認為這門課有引導你做到嗎?無論有或無,為什麼?
- (2) PBL 強調小組討論,你認為小組合作及討論能對你的學習有幫助嗎?無論能或不能,為什麼?
- (3) 探索教學強調學生由探索主題(例如雨量計、流速儀等)中主動發掘答案,你認為有達到探索的樂趣嗎?無論有或無,為什麼?
- (4) 整體而言,這學期的部份課程(小組探索及討論)與其他課程有不同嗎?你認為更有趣嗎?無論有或無,為什麼?

麼?

- (5) 你還有要表達更多意見嗎?

(二) 統計分析

統計分析是為對收集到的有關數據資料進行整理歸類並進行解釋的過程,可大致分為描述性統計和推論性統計。描述性統計是將研究中所得的數據加以整理、歸類、簡化或繪製成圖表,以此描述和歸納數據的特徵及變數之間的一種最基本的統計方法。推論性統計是指用概率形式來判斷數據之間是否存在某種關係及用樣本統計值來推測總體特徵的一種重要的統計方法,常見有樣本 t 檢定及各構面相關性檢定,茲說明如下:

1. 描述性統計

呈現學習成效問卷各問項之平均數、標準差,平均數愈高表示該問項得分愈高,標準差愈高則表示組內個別差異愈大。

2. 獨立樣本 t 檢定

以學生性別、參與小組合作經驗、個人成長分級為自變項,先進行變異數相等的(Levene)檢定,再對依變項(課程、PBL 模式、業界教師、實地參訪)進行獨立樣本 t 檢定分析,檢定依變項在各問項之得分是否有顯著差異。

3. 成對樣本 t 檢定

評析學生在教學期中及期末前後,於課程、PBL 模式、業界教師、個人成長之依變項有無顯著差異。

4. 各構面相關性

以皮爾遜積差相關法(Pearson product-moment correlation)考驗各構面(課程、PBL 模式、業界教師、實地參訪)得分高低是否彼此顯著相關。

本研究使用 SPSS 進行樣本統計分析,SPSS 是一套學術界或一般企業常使用到的套裝統計工具,方便進行許多分析及處理。

五、結果與討論

(一) 研究對象及問卷信度分析

本研究以106學年度及107學年度修習水文學的大學部一年級學期學生為準,兩學年度修課同學分別有21人及37人,合計58人。於期中考同時發放期中問卷,兩學年度共收得有效問卷50份;期末考同時發放期末問卷,兩學年度共收得有效問卷51份。



問卷信度分析並以 Cronbach α 值來探查，以 α 值高於 0.7 為「可信」，以 α 值介於 0.7~0.9 間為「很可信」，以 α 值高於 0.9 為「十分可信」。期中及期末問卷之各構面 Cronbach α 如表 1 所列，結果顯示都在很可信至十分可信以上，表示本問卷測量具有一致性以及穩定性。

(二) 描述性統計分析

透過學習成效問卷量化分析，以條狀圖分析各題平均得分如圖 3 之期中平均得分介於 3.66~4.30，大致為普通至非常同意，分析如表 2 所列。

圖 4 為期末平均得分條狀圖，介於 3.84~4.49，大致為普通至非常同意，分析如表 3 所列。

表 1. 期中及期末問卷之信度分析

(a) 期中問卷		
構面	題數	Cronbach α
課程	5	0.871
PBL 模式	5	0.906
業界教師	3	0.845
個人成長	5	0.862
總量表	18	0.952
(b) 期末問卷		
構面	題數	Cronbach α
課程	5	0.884
PBL 模式	5	0.893
業界教師	3	0.901
實地參訪	3	0.891
個人成長	6	0.886
總量表	22	0.949

表 2. 期中問卷之平均得分分析

面向	平均值
課程 (問題 1~5)	3.94
PBL 教學 (問題 6~10)	4.03
業界教師 (問題 11~13)	4.15
學生個人成長 (問題 14~18)	3.93
較高/較低得分題項評析	
<ul style="list-style-type: none"> 得分較高者： <ul style="list-style-type: none"> [問題 11] (4.30) 肯定業界教師的學識很豐富。 [問題 13] (4.18) 肯定業界教師的上課有助於這門課的學習。 [問題 8] (4.14) 肯定 PBL 討論方式有助於這門課的學習。 [問題 9] (4.06) 肯定課前預習有助於這門課的學習。 得分較低者 <ul style="list-style-type: none"> [問題 17] (3.66) 對於學生在這門課的有好好課前預習則表態普通。 [問題 5] (3.76) 對於了解老師講授的內容也表態普通。 [問題 12] (3.95) 對業界教師的上課內容很吸引人表態普通。 [問題 15] (3.78) 對學生在學習動機有提升表態普通。 [問題 14] (3.82) 對掌握這門課的單元進度和重點表態普通。 	

表 3. 期末問卷之平均得分分析

面向	平均值
課程 (問題 1~5)	4.02
PBL 教學 (問題 6~10)	4.15
業界教師 (問題 11~13)	4.25
實地參訪 (問題 14~16)	4.46
學生個人成長 (問題 17~18)	4.04
較高/較低得分題項評析	
<ul style="list-style-type: none"> 得分較高者： <ul style="list-style-type: none"> [問題 15] (4.49) 肯定參訪地點很能跟課程結合。 [問題 16] (4.49) 肯定參訪地點對水利工程有更多瞭解。 [問題 1] (4.18) 肯定課程跟生活相當貼近。 [問題 9] (4.18) 肯定課前預習有助於這門課的學習。 得分較低者 <ul style="list-style-type: none"> [問題 20] (3.84) 對於學生在這門課的有好好課前預習則表態普通。 [問題 5] (3.86) 對於了解老師講授的內容也表態普通。 [問題 12] (3.95) 對業界教師的上課內容很吸引人表態普通。 [問題 18] (3.98) 對學生在學習動機有提升表態普通。 [問題 4] (3.94) 對內容安排難易適中表態普通。 	

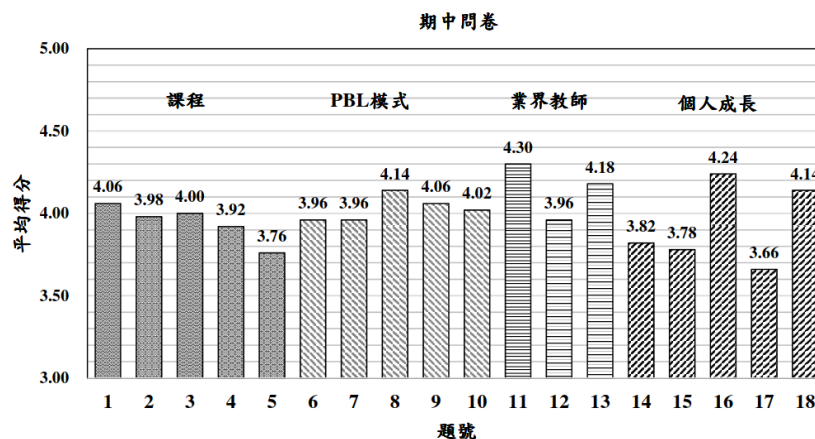


圖 3. 期中問卷各題平均得分



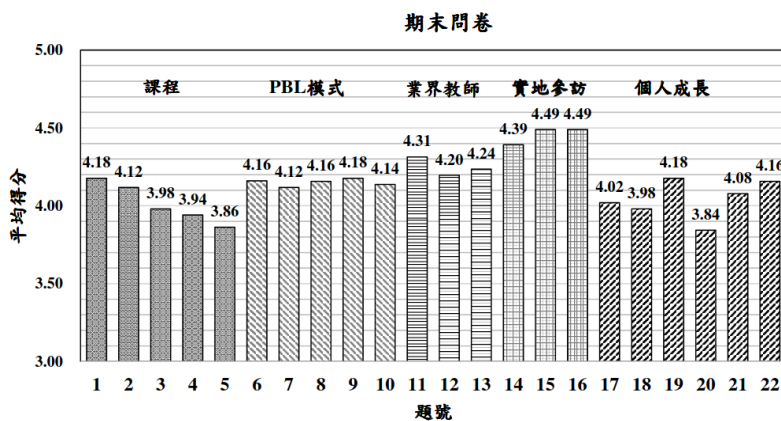


圖 4. 期末問卷各題平均得分

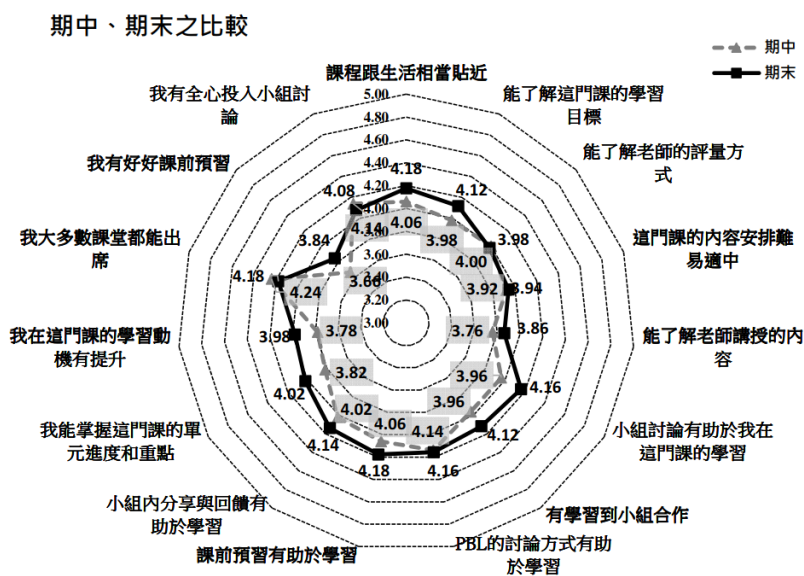


圖 5. 期中與期末比較之雷達圖

再以期中與期末來比較滿意度前後變化，如圖 5 所示，整體而言，期末得分比較期中是有提升的。

- 問題 1~5 之平均為 3.94→4.02，略有提高；
- 對 PBL 教學之評鑑：問題 6~10 之平均為 4.03→4.15，略有提高；
- 學生個人成長自評：問題 14~18 (或問題 17~21) 之平均仍為 3.93→4.04，略有提高。

有趣的是，學生學習態度是隨學期進展反而怠惰，如出席狀況 4.24→4.18 及投入小組討論 4.14→4.08，不升反降似乎是常態。然最後依據期中及期末之學習成效檢核，可獲得以下之推論結果：

1. 學生認同 PBL 教學方法。

2. 學生認同小組討論之成效。
3. 學生對業界教師授課，基本上是肯定的。
4. 學生肯定參訪地點很能跟課程結合，對水利工程有更多瞭解。
5. 學生個人成長有顯著提升。
6. 學生在課前預習仍未養成習慣。
7. 學生在學習動機期末比期中是有提升，但仍未能達滿意。

(三) 獨立樣本 t 檢定

為探求期末之各構面如課程、PBL 模式、業界教師、實地參訪等以檢定其得分是否因學生性別、參與小組合作經驗、個人成長分級有顯著差異而進行獨立樣本 t 檢定分析。然其中參與小組合作經驗於期末 51 份問卷僅 3 份填答無經



驗，比例過低不予分析；而個人成長分級則以學生誠實自評為依據，在 5 點量表下以填答 4 及 5 分是歸類於參與度高及積極參與教學活動者，以「積極」定義之；反之，填答 3 分(含)以下是歸類於參與度較差及未能積極參與教學活動者，以「消極」定義之，再以兩組進行檢定分析。

1. 性別之檢定分析

男女各為 84% 及 16% 之比例，經獨立樣本 t 檢定分析結果如表 4，顯示各構面並無顯著差異 ($p>0.05$)，說明以創新教學模式應用並無性別之差異，包括個人成長亦無差異。

2. 能掌握課程進度和重點（個人成長 17 題）之檢定分析

高低成長各為 82% 及 18% 之比例，經獨立樣本 t 檢定分析結果如表 5，顯示在課程、PBL 模式、業界教師構面有非常顯著差異，參訪構面則無顯著差異，說明能掌握課程進度和重點之高成長組別對創新教學模式之課程、PBL 模式及業界教師輔助是滿意且有收穫的。

3. 對課程學習動機有提升（個人成長 18 題）之檢定分析

高低成長各為 74% 及 26% 之比例，經獨立樣本 t 檢定分析結果如表 6，顯示在課程、PBL 模式構面有非常顯著差異，業界教師、參訪構面則無差異，說明對課程學習動機有提升之高成長組別對創新教學模式之課程及 PBL 模式是滿意且有收穫的。

4. 大多數課堂都能出席（個人成長 19 題）之檢定分析

高低成長各為 88% 及 12% 之比例，經獨立樣本 t 檢定分析結果如表 7，顯示僅在 PBL 模式構面有顯著差異 ($p<0.05$)，在課程、業界教師、參訪構面則無差異，說明 PBL 模式對大多數課堂都能出席之高成長組有吸引力。

5. 有好好課前預習（個人成長 20 題）之檢定分析

高低成長各為 67% 及 33% 之比例，經獨立樣本 t 檢定分析結果如表 8，顯示在課程構面有非常顯著差異，在 PBL 模式、業界教師構面有高顯著差異，參訪構面則無差異，說明有好好課前預習之高成長組別對創新教學模式之課程、PBL 模式及業界教師輔助是滿意且有收穫的，特別是課程。

6. 有全心投入小組討論（個人成長 21 題）之檢定分析

高低成長各為 78% 及 22% 之比例，經獨立樣本 t 檢定分析結果如表 9，顯示在 PBL 模式構面有非常顯著差異，在課程構面有高顯著差異，在業界教師構面有顯著差異，參訪構面則無差異，說明有全心投入小組討論之高成長組別對創新教學模式之課程、PBL 模式及業界教師輔助是滿意且有收穫的，特別是 PBL 模式。

表 4. 性別變項在各構面之獨立樣本 t 檢定

構面	性別	人次	平均數	標準差	t 值	p
課程	男	43	4.00	0.591	0.569	0.572
	女	8	4.13	0.595		
PBL 模式	男	43	4.13	0.609	0.622	0.537
	女	8	4.28	0.575		
業界教師	男	43	4.21	0.596	1.102	0.276
	女	8	4.46	0.533		
實地參訪	男	43	4.43	0.588	0.886	0.380
	女	8	4.63	0.547		
個人成長	男	43	4.00	0.572	1.369	0.177
	女	8	4.29	0.486		

表 5. 能掌握課程進度和重點在各構面之獨立樣本 t 檢定

構面	組別	人次	平均數	標準差	t 值	p
課程	消極	9	3.33	0.500	4.525***	0.000
	積極	42	4.16	0.498		
PBL 模式	消極	9	3.38	0.514	5.294***	0.000
	積極	42	4.32	0.478		
業界教師	消極	9	3.63	0.611	3.954***	0.000
	積極	42	4.38	0.497		
實地參訪	消極	9	4.26	0.778	1.131	0.264
	積極	42	4.50	0.532		

$p<0.05$ 有顯著(*); $p<0.01$ 高顯著(**); $p<0.001$ 非常顯著(***)

表 6. 對課程學習動機有提升在各構面之獨立樣本 t 檢定

構面	組別	人次	平均數	標準差	t 值	p
課程	消極	13	3.32	0.533	6.789***	0.000
	積極	38	4.25	0.385		
PBL 模式	消極	13	3.65	0.649	4.023***	0.000
	積極	38	4.33	0.480		
業界教師	消極	13	4.00	0.745	1.083	0.078
	積極	38	4.33	0.508		
實地參訪	消極	13	4.41	0.696	0.337	0.738
	積極	38	4.47	0.546		

$p<0.05$ 有顯著(*); $p<0.01$ 高顯著(**); $p<0.001$ 非常顯著(***)

表 7. 大多數課堂都能出席在各構面之獨立樣本 t 檢定

構面	組別	人次	平均數	標準差	t 值	p
課程	消極	6	3.60	0.593	1.892	0.064
	積極	45	4.07	0.571		
PBL 模式	消極	6	3.70	0.724	2.026*	0.048
	積極	45	4.21	0.565		
業界教師	消極	6	3.89	0.720	1.619	0.112
	積極	45	4.30	0.561		
實地參訪	消極	6	4.17	0.691	1.315	0.195
	積極	45	4.50	0.562		



表 8. 有好好課前預習在各構面之獨立樣本 *t* 檢定

構面	組別	人次	平均數	標準差	<i>t</i> 值	<i>p</i>
課程	消極	17	3.61	0.638	3.944***	0.000
	積極	34	4.22	0.447		
PBL 模式	消極	17	3.82	0.628	2.979**	0.004
	積極	34	4.32	0.521		
業界教師	消極	17	3.94	0.604	2.814**	0.007
	積極	34	4.40	0.524		
實地參訪	消極	17	4.29	0.622	1.435	0.158
	積極	34	4.54	0.551		

$p < 0.05$ 有顯著(*); $p < 0.01$ 高顯著(**); $p < 0.001$ 非常顯著(***)

表 9. 有全心投入小組討論在各構面之獨立樣本 *t* 檢定

構面	組別	人次	平均數	標準差	<i>t</i> 值	<i>p</i>
課程	消極	11	3.56	0.497	3.123**	0.003
	積極	40	4.14	0.553		
PBL 模式	消極	11	3.62	0.610	3.742***	0.000
	積極	40	4.30	0.514		
業界教師	消極	11	3.94	0.712	2.027*	0.048
	積極	40	4.33	0.528		
實地參訪	消極	11	4.36	0.737	0.601	0.550
	積極	40	4.48	0.539		

$p < 0.05$ 有顯著(*); $p < 0.01$ 高顯著(**); $p < 0.001$ 非常顯著(***)

表 10. 學習成效問卷在期中及期末之成對樣本 *t* 檢定

構面	組別	人數	平均數	標準差	<i>t</i> 值	<i>p</i>
課程	期中	50	3.94	0.582	0.720	0.475
	期末	51	4.02	0.591		
PBL 模式	期中	50	4.03	0.658	1.116	0.270
	期末	51	4.16	0.606		
業界教師	期中	50	4.15	0.610	1.079	0.286
	期末	51	4.26	0.588		
個人成長	期中	50	3.93	0.620	0.975	0.334
	期末	51	4.04	0.571		

表 11. 各構面間之皮爾遜相關係數及顯著水準

構面	課程	PBL 模式	業界教師	實地參訪	個人成長
課程	1				
PBL 模式	0.662*** (0.000)	1			
業界教師	0.525*** (0.000)	0.675*** (0.000)	1		
實地參訪	0.303* (0.031)	0.388** (0.005)	0.591*** (0.000)	1	
個人成長	0.758*** (0.000)	0.706*** (0.000)	0.646*** (0.000)	0.403** (0.003)	1

$p < 0.05$ 有顯著(*); $p < 0.01$ 高顯著(**); $p < 0.001$ 非常顯著(***)

(四) 成對樣本 *t* 檢定

主要是比較學習成效問卷在期中及期末所測得在各構面之得分有無顯著差異，如表 10 所列。結果顯示各構面並無顯著差異 ($p > 0.05$)，說明以創新教學模式應用於期中及期末之檢視及包括個人成長，雖有進步但並不明顯，可能是施測時間相距不遠所致。

(五) 各構面相關性

相關性以相關係數 $r \geq 0.75$ 為高度相關， $0.75 > r \geq 0.5$ 為中度相關， $0.5 > r \geq 0.25$ 為低相關及 $r < 0.25$ 為缺乏相關。結果如表 11 所列，僅課程與個人成長有非常顯著高度相關，其餘構面間為顯著至非常顯著之中度相關。

(六) 質性問卷反饋意見整理

透過質性問卷個別訪談 5 位較積極參與課程之學生，反饋意見如附錄二所列，受訪同學均認為這門課有引導學生做到主動學習；也都認同小組合作及討論能對學生的學習有幫助；也都認同實際動手會獲得探索的樂趣；也都覺得小組探索及討論讓課程更加的有趣。

六、結論與建議

本研究旨在探討 PBL 教學模式在「水文學」課堂上的應用，並輔以探索式教學，以瞭解課堂上合作學習與互動討論教學的實施與學習成效，並探討學生學習動機的提升及學生對於探索式創新教學的量化及質化反饋情形。

在研究目的達成上，以質性訪談問卷中顯示學生均認為這門課有引導學生做到主動學習；也都認同小組合作及討論能對學生的學習有幫助；也都認同實際動手會獲得探索的樂趣；也都覺得小組探索及討論讓課程更加的有趣；研究發現確實在探究活動及 PBL 創新教學模式可以改變學生對工程課程學習態度與情緒。在探究教學與 PBL 的實施與學習成效上，經期中及期末量化成效檢核問卷之統計上，發現課程設計與個人成長有非常顯著高度相關，而 PBL 模式、業界教師也是非常顯著之中度相關。積極組同學在課程、PBL 模式、業界教師構面有高顯著至非常顯著差異，積極組同學特別對創新教學模式之課程、PBL 模式及業界教師輔助是滿意且有收穫的。

在教學建議上，於 PBL 模式是需要要求學生課前預習，然這方面學生較缺乏能確實執行，須強化學生課前預習之習慣。在小組合作及討論上，討論氣氛有時並不熱烈，有必要



再鼓勵積極參與。再者，學生們仍然對於 PBL 強調以學生為中心的角色並不清楚，還是習慣期待老師給予答案。期望大學內能多多推動 PBL 教學或翻轉教學之課程，提升學生訓練及練習機會，形成氛圍促使學生自然而然融入其中。

參考文獻

1. 未來 Family 雜誌 (105 年 12 月 2 日)，想培養出未來的人才，不能不認識 PBL 學習法! (林怡伶記者)，109 年 3 月 1 日，取自：<https://futureparenting.cwgv.com.tw/family/content/index/1973>
2. 未來 Family 雜誌 (106 年 6 月 1 日)，看見未來教育 21 種教室新樣貌 (黃啟菱、王惠英記者)，109 年 3 月 1 日，取自：<https://futureparenting.cwgv.com.tw/family/content/index/7804>
3. 林明地 (民 94)，適用於校長專業發展的 PBL 教案設計，教育研究月刊，129，79-91。
4. 張仁家、蕭錫錡、王麒 (民 103)，當前科技大學工程與技術教育使用教學方法之調查，科技與工程教育學刊，47(1)，21-47。
5. 張靜譽 (民 85)，傳統教學有何不妥，建構與教學，4，1-3。
6. 楊建民 (民 98)，探究式教學法與講述式教學法在國小 Scratch 程式教學學習成效之研究，國立屏東教育大學資訊科學系碩士論文。
7. 劉湘瑤 (民 105)，科學探究的教學與評量，科學研習，55(2)，5-11。
8. 劉鎔毓 (民 96)，台灣大學生學習經驗與教學方法偏好之研究，載：高等教育與學生事務論文集(鄧毓浩主編)，頁 270-289，台灣師範大學公民教育與活動領導學系，台北。
9. 蔡秉恒 (民 91)，國小六年級學生運用網路數位學校學習柱體與錐體成效之研究，國立屏東師範學院數理教育研究所碩士論文。
10. 葉嬋嬋 (105 年 6 月 8 日)，以探究式學習激發好奇心，科技大觀園，109 年 3 月 1 日，取自 <https://scitechvista.nat.gov.tw/c/sWy2.htm>。
11. 鄭博真 (民 97)，緒論，載：大學卓越教學法—原理、方法與實例 (鄭博真主編)，頁 1-30。中華醫事科技大學教學卓越中心，台南。
12. 蕭錫錡、趙志揚、許世卿、許錫銘、曾世虹、陳婉如 (民 90)，從專題製作課程論大學工程學生創意思考能力之培養，工業教育學刊，21，15-28。
13. 羅敏輝、李明旭 (105 年 4 月 12 日)，水與生活：水與氣候，科技大觀園，109 年 3 月 1 日，取自 <https://scitechvista.nat.gov.tw/c/s2aP.htm>
14. Bereiter, C. and M. Scardamalia (2010) Can children really create knowledge? *Canadian Journal of Learning and Technology*, 36(1), 1-15.
15. Biggs, J. and C. Tang (2011) *Teaching for Quality Learning at University*, 4 ed., Open University Press, UK.
16. Scardamalia, M. (2002) Collective cognitive responsibility for the advancement of knowledge. In: *Liberal Education in a Knowledge Society*. B. Smith (Ed.), 67-98. Open Court, Chicago.
17. Yew, E. H. J. and K. Goh (2016) Problem-based learning: an overview of its process and impact on learning. *Health Professions Education*, 2(2), 75-79.

收件：109.03.12 修正：109.05.14 接受：109.06.17



附錄一

「水文學」期中學習成效檢核

基本資料

性別：男 女我上過的課程曾經有過小組合作/小組討論的模式? 是 否

題項	題目	非常同意	同意	沒意見	不同意	非常不同意
課程						
1	我覺得這門課跟生活相當貼近	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	我覺得我能了解這門課的學習目標	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	我覺得我能了解老師的評量方式	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	我覺得這門課的內容安排難易適中	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	我覺得我大多能了解老師講授的內容	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PBL 模式						
6	我覺得課堂中的小組討論有助於我在這門課的學習	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	我覺得我有學習到小組合作	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	我覺得問題導向的討論方式有助於我在這門課的學習	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	我覺得課前預習有助於我在這門課的學習	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	我覺得小組內分享與回饋有助於我在這門課的學習	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
業界教師						
11	我覺得業界教師的學識很豐富	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	我覺得業界教師的上課內容很吸引人	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13	我覺得業界教師的上課有助於我在這門課的學習	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
個人成長						
14	我覺得我能掌握這門課的單元進度和重點	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15	我覺得我在這門課的學習動機有提升	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16	我認為我大多數課堂都能出席	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17	我認為我有好好課前預習	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18	我認為我有全心投入小組討論	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



「水文學」期末學習成效檢核

基本資料

性別：男 女我上過的其他課程曾經有過小組合作/小組討論的模式？是 否

題項	題目	非常同意	同意	沒意見	不同意	非常不同意
課程						
1	我覺得這門課跟生活相當貼近	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	我覺得我能了解這門課的學習目標	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	我覺得我能了解老師的評量方式	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	我覺得這門課的內容安排難易適中	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	我覺得我大多能了解老師講授的內容	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PBL 模式						
6	我覺得課堂中的小組討論有助於我在這門課的學習	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	我覺得我有學習到小組合作	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	我覺得問題導向的討論方式有助於我在這門課的學習	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	我覺得課前預習有助於我在這門課的學習	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	我覺得小組內分享與回饋有助於我在這門課的學習	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
業界教師						
11	我覺得業界教師的學識很豐富	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	我覺得業界教師的上課內容很吸引人	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13	我覺得業界教師的上課有助於我在這門課的學習	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
實地參訪						
14	我覺得實地參訪有助於對課程學習更深入	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15	我覺得集集攔河堰/農田水利文物館是很能跟課程結合的參訪地點	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16	我覺得集集攔河堰/農田水利文物館參訪讓我對水利工程有更多瞭解	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
個人成長						
17	我覺得我能掌握這門課的單元進度和重點	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18	我覺得我在這門課的學習動機有提升	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19	我認為我大多數課堂都能出席	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20	我認為我有好好課前預習	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21	我認為我有全心投入小組討論	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22	我認為我有用心觀察參訪地點各項設施	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



附錄二

質性問卷訪談之反饋意見

學生	反饋意見
同學 1	(1) 有，熟悉本科系的領域以及應用 (2) 有幫助，透過分組討論每個人看的觀點不同，討論出不同的東西，比起自己想來的好。 (3) 有，實際動手會來的更有印像。 (4) 更有趣，結合水文學一起校外教學認識更多。 (5) 無。
同學 2	(1) 有的，因小組討論以及實作的課程，會讓我想在事前去找資料，以至於讓討論等能更加順利。 (2) 有，小組討論能讓組員互相溝通，不同的意見能夠促進彼此學習，而不是單單一個人自己想。 (3) 有，因這些主題，讓我用自己的觀點來觀察，而不是老師直接跟我講述的那種氛圍。 (4) 有，能增加同學們彼此間的關係，通過小組討論，來多方比較更加的有趣，而不是死板板的聽老師上課。 (5) 實作很有趣!!!
同學 3	(1) 比起以往聆聽式的教學，我覺得這樣主動的教學更能讓我們自己去學習，自己去找答案能夠讓我們映像更深刻。 (2) 小組討論讓我學習到課程以外，還有分工合作，以及討論方法等重要的課題。 (3) 有，我在這之前比較沒有參與到這類似的課程，這課程讓我很新奇也覺得很有趣。 (4) 針對分組討論這方面，我覺得比其他課程更有趣。因為這樣主動學習的課程讓我受益良多，比起任何死讀書的方法還要好的多。 (5) 課程多一些實作更好。
同學 4	(1) 有。課堂實作報告，能夠讓學生在課堂外時間自行尋找答案，更進一步學習。 (2) 有。透過小組討論，互相幫忙能夠讓課程更有趣不單調。 (3) 有。實作能夠貼近老師與學生距離，並且讓同學更了解上課的內容。 (4) 有。因為有小組討論時間，所以如果有問題可以馬上問同組的同學，我覺得這樣是很好的。 (5) 無。
同學 5	(1) 有，讓我們主動搜尋問題 解決和思考問題。 (2) 有，增加團隊討論 及團隊思考能力。 (3) 有，簡單製作 讓我們能夠清楚理解基本原理。 (4) 有，有更多討論 與和他人交流思考 學習更加有趣。 (5) 沒有。

