

教育部教學實踐研究計畫成果報告  
Project Report for MOE Teaching Practice Research Program (Cover Page)

計畫編號/Project Number：PEE 108479

學門分類/Division：工程

執行期間/Funding Period：108.08.01~ 109.7.31

環境規劃與管理的系統思維與實踐：問題導向式課程設計與翻轉教學/  
System thinking and practices in the course of environmental planning and management: problem-oriented course design and flip teaching

計畫主持人(Principal Investigator)：陳鶴文

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：東海大學/環境科學與工程系

繳交報告日期(Report Submission Date)：109 年 9 月 18 日

## 目錄

圖目錄.....	II
附件目錄.....	III
一、教學實踐研究計畫內容.....	1
1. 研究動機與主題目的.....	1
2. 文獻探討.....	2
3. 研究方法.....	5
4. 教學暨研究成果.....	14
二、參考文獻.....	15

## 圖目錄

圖一、本研究試圖解決之教學現場問題.....	1	錯誤! 尚未定義書籤。
圖二、數位課程內容規劃.....		錯誤! 尚未定義書籤。
圖三、環境議題知識樹之建立.....		錯誤! 尚未定義書籤。
圖四、數位課程內容.....		錯誤! 尚未定義書籤。
圖五、課堂講授程序.....		錯誤! 尚未定義書籤。
圖六、實務討論與操作流程.....		錯誤! 尚未定義書籤。
圖七、東海大學 E-PBL 教室.....		錯誤! 尚未定義書籤。
圖八、學習成效示意圖.....		錯誤! 尚未定義書籤。

## 表目錄

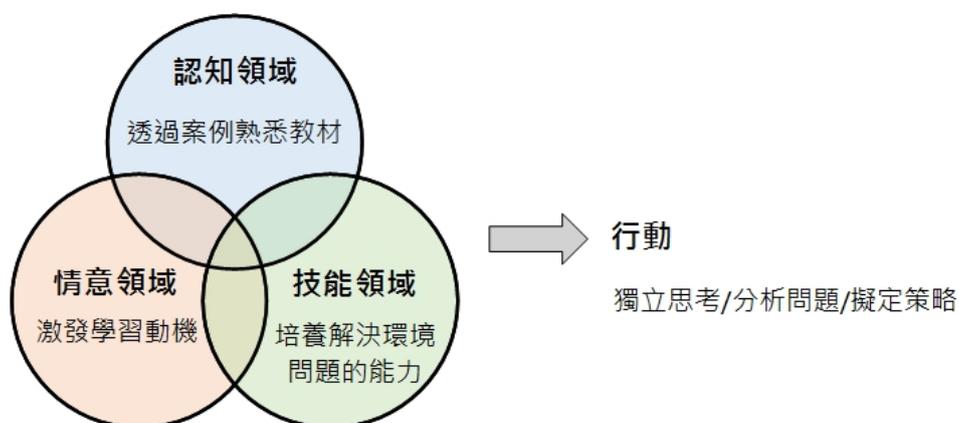
表一、課程進度安排.....	6	錯誤! 尚未定義書籤。
表二、本計畫四大領域之分項內容.....	12	錯誤! 尚未定義書籤。

## 一、教學實踐研究計畫內容

### 1. 研究動機與主題目的

#### (1) 教學實踐研究計畫動機

環境規劃與管理是一門跨領域、整合性課程，它涵蓋了經濟、社會與環境等不同領域的內涵，進行環境規劃與管理時，除需具備環境科學與工程的基礎知識外，更必須涉略經濟、社會、行政、法律、管理、統計以及計算機科學等領域的知識。因為缺乏永續經營與系統思維的核心概念，初學者不容易深入了解環境規劃與管理的精神與內涵，也經常陷入點狀的思考陷阱。面對越來越複雜的環境問題，管理者必須從不同面向更全面的了解環境問題的內涵，以及不同行動方案之間的互動關連，才能更有效的解決環境問題。完整的環境規劃與管理課程應該涵蓋系統性的管理思維、整合性的評估工具以及跨領域的議題知識。因為缺乏系統性與整合性的課程設計與實作計畫，學生對環境規劃與管理的認知過於碎裂化、也常受限於各自的領域經驗。傳統上，環境規劃與管理課程以講授為主，缺乏不同領域的溝通，也無法讓學生實際的參與環境規劃與管理案件的寫作、評析與省思，為了減緩、解決未來環境開發過程的可能衝突，需要一個系統性、跨領域與實踐為導向的整合性課程。環境問題具有動態複雜性，涉及的面向廣泛，將系統思維融入環境規劃與管理的教學中，有助於學生對環境問題的理解。如何在問題反思與案例討論的過程中，使學生具備「認知、技能、情意及行動」等四大核心能力(如圖一所示)，也是本課程設計和研究的重點。



圖一 本研究試圖解決之教學現場問題

#### (2) 教學實踐研究計畫主題及研究目的

本課程計畫以深化學習、跨領域學習與數位學習來擴充原有課程內容設計，透過跨領域討論、演習及實務操作等學習活動來強化學生自主學習的能力。因此本課程預計以深碗課程以及問題與案例導向方式進行課程操作與設計。主要的研究目的如下：

##### A. 創新/新興課程方案建構、教學方法探究

將系統思維導入問題導向的課程設計與翻轉教學，嘗試勾勒出環境規劃與管理的實際運用，包括：清晰與內省的問題意識與理念架構、以學習者為中心的學習設計、開放

與真實的問題情境，利用漸進式的問題導引以及多元教學方式。

#### B. 教材教具研發

以 8-15 分鐘為單位錄製一系列的數位教材，以問題的能力與知識需求進行碎裂式的影音教材與教案設計，並以互動討論的方式進行教學與學習的翻轉。

#### C. 教學效能或教學品質的提升

邀請不同領域的校、內外師資與業界師資組織跨領域教師社群，利用演講與數位教材錄製方式進行教材與教案整合協作，以共時授課方式進行案例評析，建立學生跨領域學習態度與行為。；利用數位學習平台(Tronclass)，進行議題討論與同儕互評，增強老師與學生之間的互動機制；利用深碗型課程，強化跨領域討論、演習及實務操作等學習活動

#### D. 學習評量改善

利用數位學習平台(Tronclass)，進行議題討論與同儕互評，增強老師與學生之間的互動機制，建立多元的評量方式。

### (3) 教學實踐研究計畫研究目標

欲透過本計畫的執行完成的具體目標為：1.完成跨領域環境規劃與管理學習教材；3.利用 TronClass 教學平台，建立師生討論與同儕學習的空間，並了解個別學生的學習狀況，以利後續學習成效分析；4.完成教材、案例與學生學習成效評估，作為後續課程、教法的改善依據。

## 2. 文獻探討

系統思維(Systems Thinking)乃根據美國麻省理工學院 Jay W. Forrester 在 1950 年代後期所提出的系統動力學(System Dynamics)所發展而成的一套工具；系統思考是一種從整體性思維角度來思考事件的系統修練(Discipline)，是一種能幫助我們看清事件之間相互關聯的架構，而不是僅從單一事件來瞭解，並且能夠持續反應出事情變化的型態，而非單一時間點的現象(Forrester, 1971)。張添順 (2018)探討國中高低分群學生在數學學習活動中學習動機變化的起伏狀況與數學學習行為的問題，透過焦點團體的會議，以質化與系統思維法將過去文獻與統計研究建構成具有因果回饋關係概念的環路模式，另以系統基模研究學生數學學習行為，並發現學生學習行為方面，以「捨本逐末」基模呈現學生數學學習追求速解行為的副作用。洪千惠 (2016)運用系統思維觀點探討高等教育機構共享價值發展策略，價值創造為高等教育核心，從建構因果回饋環圖中，先行推演可能之策略性思考，降低決策錯誤之風險，發展共享價值策略為高等教育機構創造成長優勢，其定位取決於各校價值鏈中價值元素的設計與組成。許家銘 and 胡國強 (2005)從動機面探討學生行為的整體樣貌，以質化與系統思維法將過去文獻與統計研究建構成具因果回饋關係的概念模式，再以系統動力學法轉換成量化數學模型。研究發現此系統由自我效能、學習意義及努力增加資源等三個增強環路，與一個努力調節環路所組成，從而發現學生努力行為與時間、公平性、政策和學習目標之相關性及學生特徵等構面之關聯。過去許多教育相關的研究缺乏整合性去觀察分析完整學習歷程中動機變化，多以量化統計結果，論述方式描述各主題之間的變數關係，落入片面式的探討，從以上系統思

考研究整理，可以看到以系統思考分析探究教育相關問題，運用系統思考觀念能有效應對動態複雜性問題。系統化的探索問題，更能充分明瞭問題背後更深層的結構。

翻轉教室的概念起源於 2007 年，美國科羅拉多州洛磯山林地公園高中 (Woodland Park High School) 的化學老師 Jon Bergmann 與 Aaron Sams，兩位老師為了解決同學缺課的情形，開始使用螢幕擷取軟體，錄製 PowerPoint 簡報與講解旁白。先將預錄好的影片上傳到 YouTube 網站，讓學生自行上瀏覽習(何琦瑜、賓靜蓀、陳雅慧, 2013)。發現這種教學模式有所成效後，兩位老師開始改成以學生先在家看影片講解，再設計課堂互動時間來完作業或替實驗過程中遭遇困難的學生解惑方式進行課程教，同樣也獲得良好反應，此模被定名為「翻轉課堂(Flipped classroom)」，於國內，台灣大學電機系教授『葉丙成』教授，在 2013 年，從以翻轉教室的教學理念，並且將課堂知識結合自行開發的遊戲『PaGameO』，以由遊戲的形式，將要教授的知識融入遊戲中，並以同儕競賽的方式，激勵學生在遊戲中得到成就感，增進學習的意願。翻轉教育，也不僅止於數位教學，可就由課堂座位上的安排、上課表達狀況，設計不同程度的問題，讓所有孩子都能發表回答，以達到翻轉教育的目的。尚有許多翻轉教室的案例，胡欣慈 (2018) 透過文獻分析法及質性研究法探討數學教育如何在遊戲式教學與翻轉教學之下獲得新的教學方式。其中，翻轉教學部分為台東科學小菁英的案例分析，而遊戲式教學為資優教育下所作的遊戲式教學。結論為這兩種的教學法的成功共同處，分別為激勵內在動機、合作式學習、學生本位發想課程並在這次的研究探討過程中，將「台東科學小菁英」中不使用國際賽事題目與資優班「遊戲式學習」這兩部分進行綜合，並從中找出屬於體制外與體制內的內外特色，並將之設計成課程。彭淑華 (2016) 比較『傳統教學方式(講述方式)』與『翻轉教室概念』兩種教學方式，對於學生學習力在實施教學後的表現作出對照。其中，以新竹市某國中八九年級學生為研究對象，以翻轉教育方式進行教學，其對照組則用傳統教育進行，並以自編問卷以及定期測驗為收集資訊的工具加以分析。其分析結果皆為進行翻轉教育的學生，在國語文的學習表現、學習態度、學習活動皆有正向的進步與成長。

案例教學法源自於問題導向學習(Problem-based learning)之概念，由哈佛法學院長 Christopher Langdell 於 1870 年首創，並廣泛的應用於後來各學科的教學上，例如：課程發展、組織與管理、社會學等(Kowalski, 1995)。案例教學法是以學習者為中心的合作學習(Student-directed collaborative learning)，跨學科領域(Multidisciplinary)的學習架構，強化學習者主動參與的學習行為，並且透過真實世界存在的問題幫助學習者將所學的內容與生活連結。案例教學法藉由在教學過程中，教學者是引導者、協助者，而學習者才是此過程的主導者，因此，案例教學法不僅影響學習者的學習，同時也影響教學者的教學，促使教學者反思學習者的學習、課程的架構與組織、案例探究與教學內容的關連性，以及學科統整等問題 (M. A. Waterman, 1997; 王千偉, 1999)。案例教學法是以案例為教育工具(Educational instrument)，好的「案例」提供足夠的訊息，能夠引發多層次的討論分析和行動，教導學習者批判分析，以及仔細規劃行動的技巧(Merseth, 1991)。所謂的「案例」是指，以故事描述(Narrative)的手法，刻畫真實人物在複雜的真實情境中，所面臨的困境及必須採取的行動或決定(Wassermann, 1994; M. Waterman, McErlain, Rasinski, & Styslinger, 1997; 王千偉, 1999)。根據(Wassermann, 1994)的研究指出，在實施案例教學法後，學習者的學習動機普遍提升，也會主動地利用相關資料進行

研究、探索，試圖解決相互對立的問題。實施案例教學法需經過周詳的準備，教學者必須掌握案例的彈性，並能在不同主題中運用相同的案例進行教學。在案例教學法中，師生關係好比學習夥伴，學習與教學是不斷延續且沒有終點的過程。

Jones and Meyer (1993)認為案例教學法可以分為三個階段，分別是：(1) 教學前，先讓學習者研讀相關案例；(2) 教學過程中，讓學習者針對案例進行小組討論；(3) 教學後，學習者必須對案例進行反思，故案例教學法的進行方式相當多元。Kowalski(1991)認為案例教學法乃是一種以案例為基礎進行討論的教學方式，其功效除了傳授理論與概念，更可藉由對問題的討論來訓練學生邏輯推理與批判思考的能力。周儒 (1993)認為講述、討論、腦力激盪、辯論會、公聽會、角色扮演、模擬與遊戲等，是環境教育中常用到的教學方法。學者(Loui, 2009)透過角色扮演的的方式，讓課堂的學員透過案例教學法了解幾項具爭議性的人權與科技的問題，例如：經濟發展與保育之衝突、人類幹細胞研究等，藉此促進各方角色、代表對話，使學習者能了解不同利害關係者所欲表達的立場。學者(May, 2000)的立場與 Loui 相似，認為環境教育相關的課程需透過分組探討進行，方能有效幫助學習者了解環境污染問題，並且可以透過小組進行案例式討論、擬定策略，此外也能提供學習者擔任領導者的機會。綜合上述研究可以發現案例式教學法具備的優點包含：1.使學習者具有較高度的學習動機；2.學習者透過收集資料，加深對知識的理解；3.學習者較為主動且積極；4.學習者具有較佳的思考習慣；5.學習者學習透過案例資料思考與探究，並在問題中找出對策；6.學習者可透過整合分析等方式探索問題，較能容忍、包容並面對事物的不確定性；7.學習者不僅學習知識更是問題的解決者；8.學習者較能發展出獨立思考的特質，且具備自我價值觀與信念，能藉此引導出自己的決定(decisions)；9.能建立學習者的溝通能力與傾聽能力，且能欣賞不同的價值觀；10.對於教學者而言，案例式教學可以創造個人的榮耀(personal reward)，例如：達成教學目標、改善教學方法等。

隨著行動裝置的普及，教育的型態也出現了更多選擇，大多數的成年人都擁有數個行動裝置，多數的行動裝置使用者集中在 18-29 歲，而這個年齡層涵蓋了大部分的高等教育的學習階段，研究表明移動學習可以用來支持學生在高等教育中的學習，移動設備輔助在學習時可以發現正面的結果(Crompton & Burke, 2018)。移動學習創造隨時隨地都可以學習的環境，吸引越來越多人的研究，特別是在高等教育的環境中，可以豐富且擴展傳統的教學方式，推動更廣泛且頻繁的學習活動(Pimmer, Mateescu, & Gröhbiel, 2016)。Shih, Chuang, and Hwang (2010)為了提高學生的學習成績，透過移動學習系統，並利用問卷及訪談的方式觀察學生課前及課後的學習效果，結果顯示，學生在學習方面獲得顯著正面的成果。好的數位教材可以支撐移動學習的持續力，Álvarez-Nieto et al. (2018)在開展數位教材的過程中發現，學生評估數位教材比專業人士具有更高的學習能力，Parsazadeh (2018)開發了一個評估移動學習應用效率的評估問卷，結果顯示交互式的移動學習，可以有效的提高學生的學習成績。移動學習被描述為滿足學生學習偏好的一種手段，通過設備可以突破時間和空間的限制，如即時性、互動性，來幫助教師克服問題或不便，教師可以將移動學習視為有效展開課程的一種方式(Hsieh & Tsai, 2017)。

### 3. 研究方法

#### (1) 研究說明

##### A. 教學目標

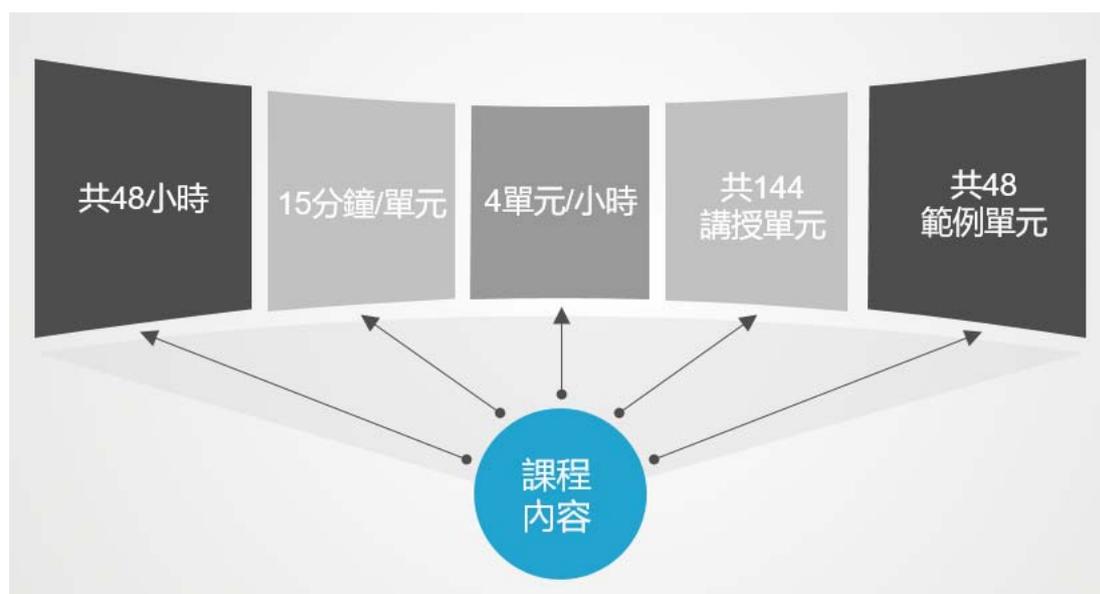
本課程預計以「環境規劃與管理」課程為對象進行實踐研究，本課程預計以系統思維為核心、數位教材與教案為輔助、案例討論與研究為方法進行教學，預計達成的教學目標為：

- 使學生具備系統思維的素養與能力
- 具備環境問題反思與跨域討論的能力
- 具備數位學習與自主學習的能力
- 具備使用系統分析工具的能力

##### B. 教材與數位內容設計與課程進度安排

申請人已完成「環境規劃與管理-系統理論、工具與實踐」一書，該書共分成「系統分析原理」、「環境系統與永續發展」、「永續環境系統規劃與管理的內容」、「環境政策工具」、「環境分析工具」、「環境成本與價值評估」、「環境系統設計、控制與調適」與「環境績效管理」等8個章節。本課程將以此書做為上課用書，並以國、內外重要研究報告作為上課參考資料，課程進度安排如下表所示。

為了達成以問題導向的方式進行課程與影音教材設計，本課程將選擇國、內外重要環境問題，分析該議題所需具備的「認知、技能、情意及行動」知識與能力，進行數位課程設計，單元內容如下圖所示，目前已完成大部分的錄制課程。

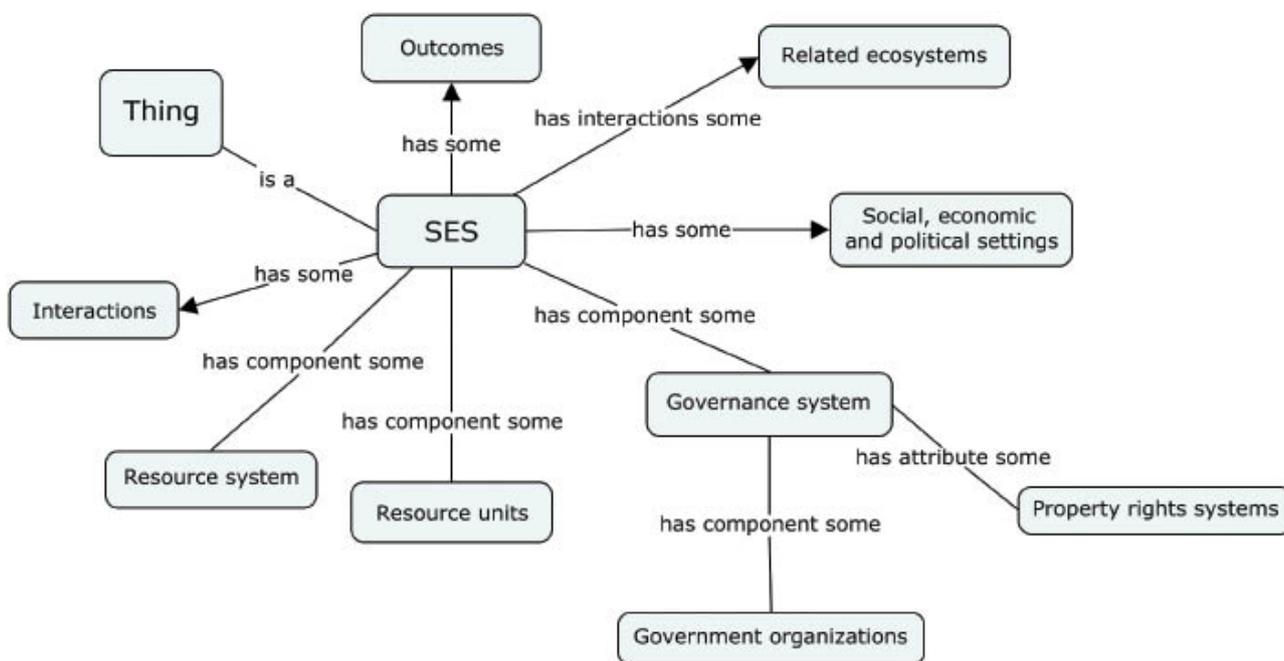


圖二 數位課程內容規劃

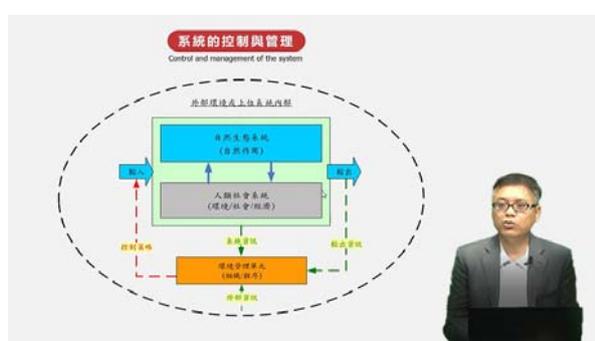
表一 課程進度安排

週次	課程主題	內容說明	備註
1	導論	邀請專家引言，提出各種環境規劃與管理的問題與挑戰	
2	系統分析原理	1.系統的內涵與特徵 2.系統的內涵與特徵 3.系統分析程序 4.案例分析	
3-4	環境系統與永續發展	1.環境系統與循環 2.永續環境管理的原則與內涵 3.永續環境管理概念的變化 4.案例分析	
5-6	永續環境系統規劃與管理的內容	1.環境規劃與管理的手段 2.環境管理的外部與內部環境 3.環境規劃與管理的對象 4.案例分析	
7	環境政策工具	1.政府失靈的原因 2.環境政策工具 3.案例分析	
8		1.環境政策的制定與選擇 2.案例分析	
9	期中考		
10	系統決策工具	1.環境模式的原理 2.模型建立的程序 3.案例分析	
11		1.環境模式介紹 2.案例分析	
12	環境績效管理	1.環境效率與績效指標架構 2.環境績效測量與品質管理	
13		1.常見的環境指標系統 2.案例分析	
14	環境系統設計、控制與調適	1.系統工程設計原理 2.綠色工程與生態化設計 3.循環經濟系統 4.案例分析	
15	期末專案成果發表	邀請產官學代表與會討論	
16	期末專案成果發表	邀請產官學代表與會討論	
17	期末專案成果報告	邀請產官學代表與會討論	
18	期末考		

碎裂式的影音教材與教案設計，將先以問題導向方式建立各自的知識樹(以圖三為例)，並以「環境規劃與管理-系統理論、工具與實踐」一書的內容為材料，建立碎裂式影音教材。拓過實際的教學實踐可以逐步修正知識樹架構並進行「環境規劃與管理-系統理論、工具與實踐」一書的內容修正。相關錄製檔案如圖



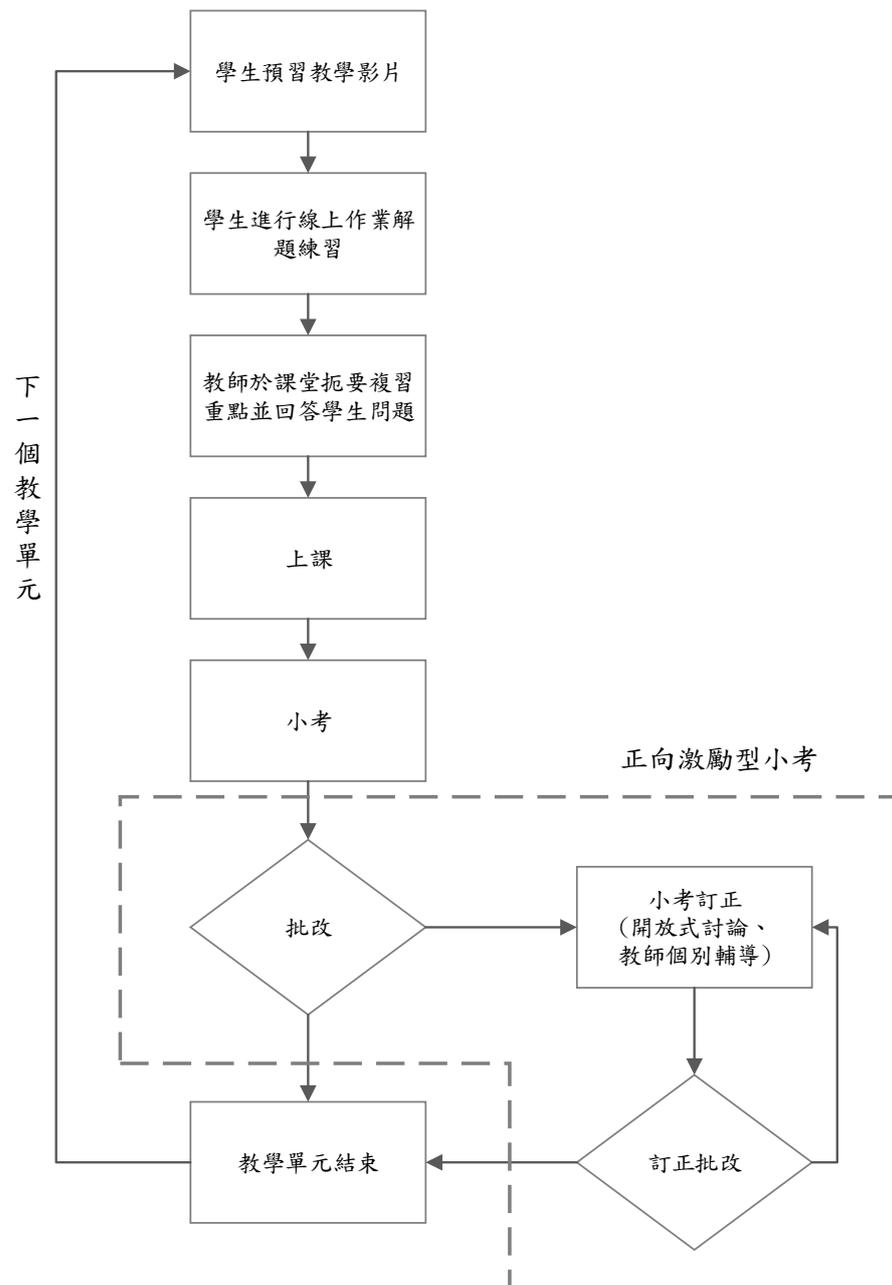
圖三 環境議題知識樹之建立(Frey and Cox, 2015)



圖四 數位課程內容

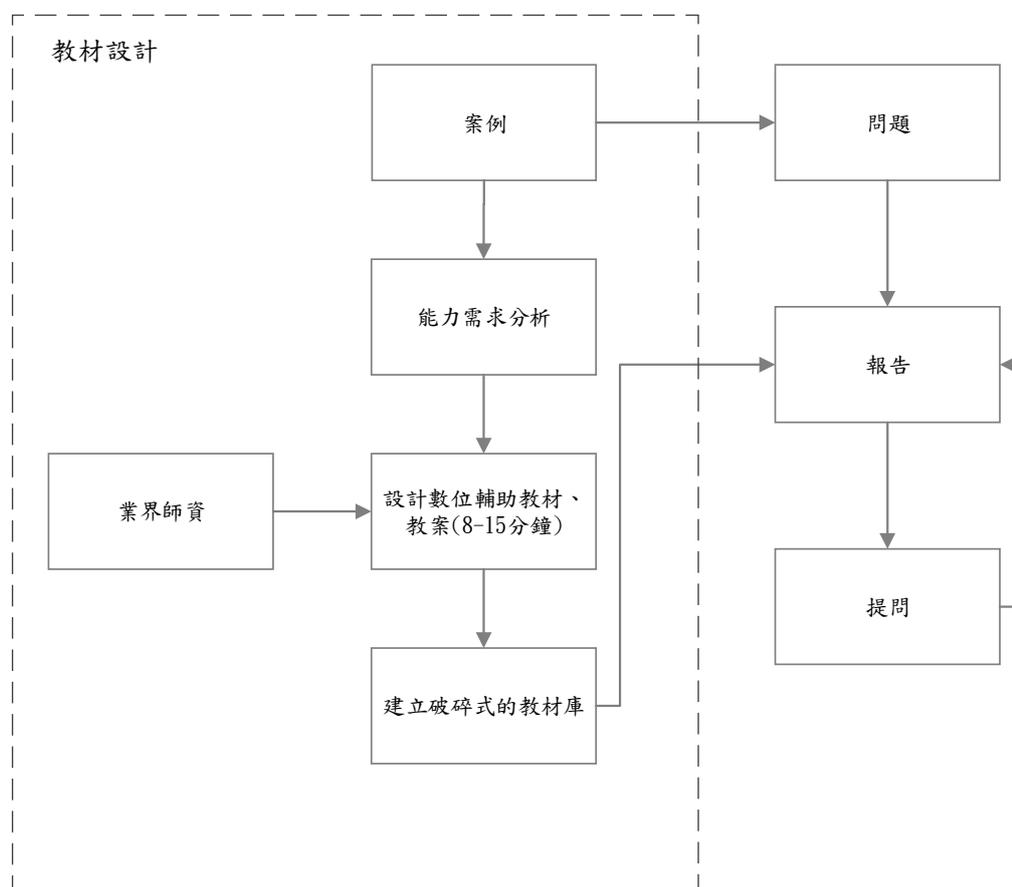
### C. 教學方法

本計畫預計以「環境規劃與管理」課程為對象進行實踐研究，實務操作將以分組進行，並邀請業界師資與相關領域專家以共時授課方式，進行案例分析與討論，達到跨領域學習的目的。課程講授將分成：課前議題分析、課中講演與課後反思的方式進行，並利用 TronClass 教學平台協助課後作業、討論的進行。實作課程部分將配合單元主題以案例研討方式進行，利用角色扮演方式使學生從開發單位、政府以及民眾角色看待環評過程的各項衝突以及解決之道，利用**概念圖(Concept mapping)**方式討論環評過程中的要素與關聯以及後續的評估作業。並藉由業界師資與領域專家的互動討論，使學生從案例中了解環境規劃與管理的作業內容以及如何整合跨領域知識。



圖五 課堂講授程序

- **課程講授規劃：**課堂講授流程如圖五所示，錄製或提供既有的環境案例或問題，讓學生在觀看後進行簡單測驗，以瞭解上課前對環境問題的「認知、技能、情意及行動」能力，並檢要回覆解答學生疑問或提供更深入的問題或不同觀點。以單元式的方式進行課程設計與講授，進行隨堂小考掌握學生學習狀況，了解授課前後的變化。
- **跨領域討論、演習及實務操作課程：**實務討論與操作流程如圖六所示，選擇國、內外環境管理案例，根據案例特性定義該案例的所必須具備的「認知、技能、情意及行動」能力，建立該案例之知識樹，並規劃數位影音內容。以「**環境規劃與管理-系統理論、工具與實踐**」一書為基礎，錄製數位輔助教學單元，以達到學、用一致的目標，必要時邀請跨領域專家進行對談與錄製教學單元。進行學生分組與問題指派，學生可從上課用書或事先錄製的輔助教學中，尋找解決問題的工具與方法，達成跨章節統合分析以及自主學習的能力。期末報告將採滾動式方式進行，以報告、提問、尋找答案再報告的方式持續進行，要求學生將學習歷程進行記錄以檢視學生學習途徑。



圖六 實務討論與操作流程

- **課程操作：**跨領域討論、演習及實務操作課程需要有合適的場域進行操作，預計使用東海大學新設之 E-PBL 教室(如圖七所示)，進行分組的討論，利用角色扮演方式使同學從不同利害關係者的角度，認識環境規劃與管理工作的衝突與妥協的方式。過程中將邀請政府或企業單位進行討論與分享。



圖七 東海大學 E-PBL 教室

#### D. 作業設計

作業設計將依據申請人所著「環境規劃與管理-系統理論、工具與實踐」一書為基礎進行設計，作業將區分成幾大類方式進行，1.影片觀賞，本課程將收集與環評案例有關之影片，並指定學生觀賞後於 TronClass 教學平台進行分享與討論，透過討論了解學生的態度與對問題的瞭解程度；2. 進行學習分組，使每一小組選擇不同類別的開發行為進行實作練習，並根據上課進度進行成果報告，為促進同儕學習將於 TronClass 教學平台建立討論區，使學生觀摩其他分組之作業，並強化學生與業界師資進行討論和互動。

#### E. 評量策略

將採用多元評量方式，利用期中考與期末考進行知識與技能的評估；透過 TronClass 教學平台協助，了解學生課堂參與情況，並評估學生的情意及行動能力；利用學生學習歷程與課堂討論過程了解學生的課程參與度；建立同儕評分制度，增加學生觀摩學習的能力。圖七、圖八與圖九為申請人利用 TronClass 教學平台進行學生參與度分析、教材點閱率、課程完成度的分析結果，可以用此結果進行學生學習參與度的分析。分析學生點閱數位課程內容的頻率、觀看單元的數量、參與討論的狀況以及期末報告作業的成績，作為本計畫成效的評估。

#### (2) 研究步驟說明

##### A. 研究架構

本研究計畫利用 PDCA 的管理循環進行課程設計、操作與學習成效評估。評估內容將區分成教材、教法與實作成效評估等三大部分，用以了解先備知識、參與狀況、以及案例學習對學生學習成效的影響。

## B. 研究假設

培育環境管理專業人才是一個漸進的過程。以學習者個人而言，環境知識的養成具有內在的延續性，其環境知識的建構可由零度至高程度。判斷學習者是否對所學具有專業知識，可以透過個人的行為得知，也就是說，個人可以將其所學習的成效透過所學的概念、技能與價值觀點展現在個人行為上。故本研究在執行過程中，可以依照基礎性、功能性與操作性三個階段，逐漸培育出具有環境規劃與管理知識基礎的人才。各階段說明如下：

- **基礎性**：除學習者本身擁有的先備知識外，應繼續發展出對環境的情意、敏感度、尊重自然系統的態度、關心自然和人類影響自然的大小程度，包括自然系統如何運作及人類社會系統與它相互的關係。為加強學習者對環境規劃與管理方法的知識基礎，適當透過案例解說當前環境問題也是不可或缺的方法之一，因為培養個人具備感知與主動關切自然環境資源與系統，了解自然環境與資源的使用及辨認環境污染的種類和意義，曾能將環境管理的理念正確的落實於生活中。
- **功能性**：強化學習者對自然或人類社會與自然系統互動中更廣泛的知識和瞭解，能夠在短時間內察覺及關心自然和社會系統所產生的負面影響、發展分析、整合和評量的技術。在充足的證據並且依個人的價值觀、倫理觀對環境問題或議題做合理的評估，傳達他們的發現和感受給予他人瞭解。此外能透過案例分析與角色扮演等方式，深度了解處理與管理環境污染發生的技術知識，並能夠調查、分析、研究、整合和評量環境問題/議題，且能夠主動或被動參與與環境議題相關的行動。
- **操作性**：指的是學習者對於環境知識、議題分析與處理技能，能明顯超越「功能」階段的能力，並且能獨立地進行蒐集資料、分析數據，並且可以適切地提出改善環境問題的策略方法。此外，學習者本身應具備對環境的使命感，也就是個人能透過本身具備的環境知識傳達給其他個人，在面對環境問題發生時，都能具有積極解決的意願且說服他人參與。

透過上述教學培育的三大階段，可以整理出本研究在「認知、情意、技能和行動」四大領域的執行情況。在認知領域上，本研究涵蓋並教導學習者對環境科學的基本素養，使學習者能透過各種類型的案例，理解用環境規劃與管理的相關理論與操作方法，更重要的是擁有環境永續的基本素養。在情意領域上，本研究運用案例教學法激發學習者對於環境問題的關注，學習者透過角色扮演的的方式為案例中各利害關係者發聲，目的在促進學習者能夠珍視環境資源，並察覺在人類、環境系統及公害問題間之相互關係與影響的重要性。在技能領域上，學習者能利用課堂案例與所學理論基礎，分析評估生活中的各種環境問題，最終實現整合、評估及提出策略之目的。在行動領域上，能激發學習者獨立思考環境問題，站在分析環境公害的角度上，提出綜合各利害關係者觀點的策略方案。綜合上述各領域在本研究中之說明，列點整理如表二所示。本研究假設認知領域、情意領域、技能領域、行動領域與學生之學習成效高度相關，因此建立以下幾項假設，並於課程實施過程進行相關資料之蒐集，以驗證以下假設。

假設一：先備知識會影響學生學習成效

假設二：學習歷程會影響學生的學習成效

假設三：案例式教材可以增進學生對教材的理解力

假設四：同儕學習和案例式教材可以激發學生的學習動機

假設五：教師社群與教材協作可以激發教師跨域能力

假設六：翻轉教學與自主學習有助於提升學生學習動機與成效

表二 本計畫四大領域之分項內容

四大領域	分項指標	基礎性 (%)	功能性 (%)	操作性 (%)
認知	1-1 具備環境科學與環境永續基本素養	100		
	1-2 具備環境規劃與管理理論基礎	80	20	
	1-3 理解環境規劃與管理操作方法	60	20	20
	1-4 具備解讀環境公害案例的能力	100		
情意	2-1 感知人類行為與環境互動關係的重要性	80	20	
	2-2 察覺環境污染對人類及環境系統的影響	80	20	
	2-3 透過案例了解利害關係者的角色與立場	70	20	10
技能	3-1 具有判斷環境公害問題的能力		40	60
	3-2 具備分析評估環境公害的能力		40	60
	3-3 具備制定環境公害防治策略的能力		40	60
行動	4-1 具備主動參與環境議題的行動力		60	40
	4-2 能透過團隊合作規劃環境問題的解決方案		20	80
	4-3 能利用科學知識說服他人共同關心並實踐環境永續		10	90

說明：各分項分配比例合計為 100 %

### C. 研究範圍

本課程以大四學生為研究對象，理論講授以「環境規劃與管理-系統理論、工具與實踐」一書為核心，實務介紹以環保署出版的「環境保護 25 周年回顧與展望」系列叢書為主要參考內容，並輔以國內外重要研究報告。教學資源的使用，將善用東海大學所提供的教學資源，包含：籌組跨域教師社群、使用專業攝影棚錄製線上輔助教材、利用 E-PBL 教室進行課程翻轉教學、申請深碗型課程引入外界業師資參與實作課程、使用學校教學平台進行多元教學與學習互動及指導學生社群參與學校社會責任計畫(「誠食夥伴、好氣社區」)等。

## D. 研究對象

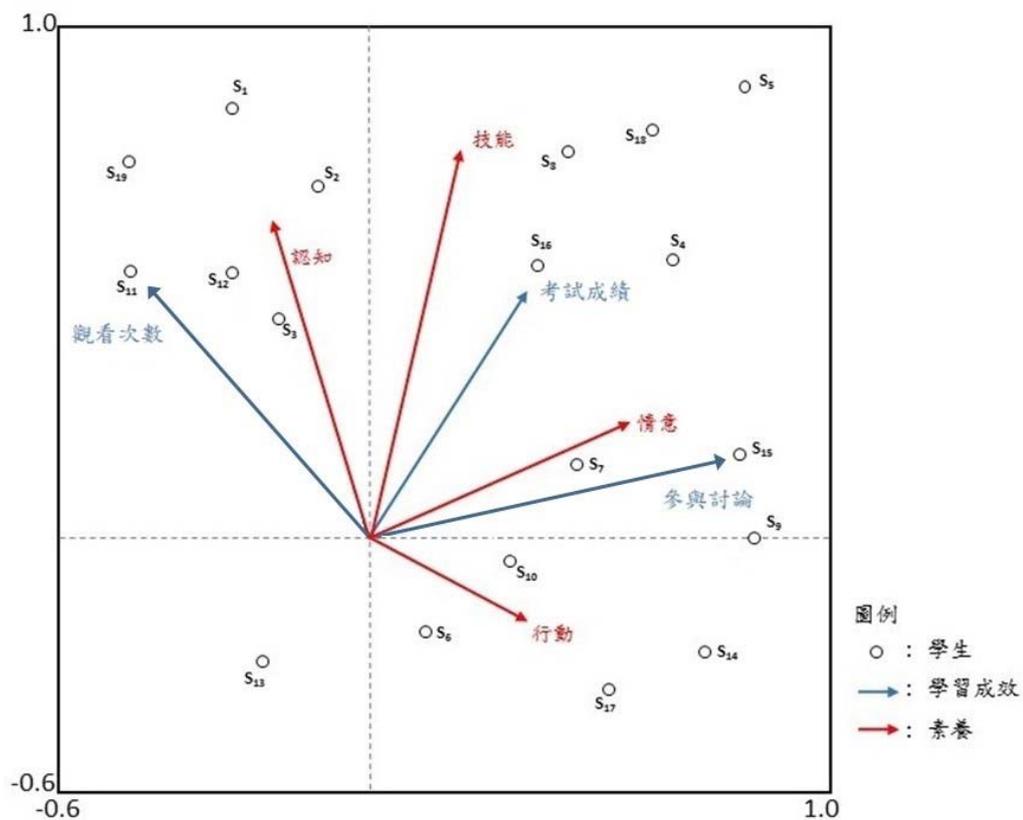
本課程為環境科學與工程系之頂石課程(capstone)，學生需具備統整過去學習成效並進行綜合應用的能力，先備知識與學生學習成效有非常大的關係，因此本課程將彙整修課學生的修課紀錄進行學生特性分析，了解學習成效與學生特性之間的關聯，同時針對學習不佳的同學進行訪談，了解他們欠缺的先備知識，提供系上課程修正的依據，同時逐步建立相關的數位輔助教學單元，協助學生進行補救學習。

## E. 研究方法及工具

未達成研究目的，需建立一系列的資料蒐集計畫，本計畫所需資料包含：學生的修課歷程、課程參與狀況、教材與教案適合度、環評案例的有效性等相關資料。為此，我們將利用 TronClass 教學平台進行各項問卷的填寫，並進行線上或實體測驗以了解學生各項基礎資料。

## F. 資料處理與分析

為了瞭解先備知識、學習態度與學習成效之間的關係，本計畫預計利用冗餘分析(Redundancy Analysis)探討其三者之間關聯性，預計成效如圖十一所示。冗餘分析是多元迴歸分析的延伸，而「冗餘」代表解釋變異的意思。冗餘分析為多元迴歸分析延伸成之多元依變數數據模式，其為不對稱之分析：Y 軸為依變數的變量表，X 軸為自變數的變量表。



圖八 學習成效示意圖

冗餘分析和典型相關分析的差別類似於線性回歸分析和線性相關分析，同時冗餘分析也可以說是主成分分析的擴展分析，因為其標準排序向量是依變數 Y 的線性組合。冗餘分析之方程式如(1)，其中 S 代表變異數， $\lambda$  代表特徵值，u 為特徵向量：

$$(S_{YX}S^{-1}_{XX}S'_{YX}-\lambda_k I)u_k=0 \quad (1)$$

其方程式可通過多元線性回歸得到，並利用主成分分析分解，其計算可以使用任何標準的通用統計軟體來進行，前提是能使用多元回歸以及主成分分析。當依變數表 Y 可通過主成分分析來進行時，才代表使用 RDA 是適合的。進行冗餘分析前數據矩陣必須做以下的準備：

- ✓ 依變數 Y 必須是 N×P 的表格，其中 N 為對象(樣本)之數量，P 為變量之數量，並將變數中心化或標準化，若其變量非均勻比例(如 pH、溫度、濃度...等)，則先經過主成分分析。
- ✓ 自變數 X 必須是 N×M 的表格，其中 M 為自變數之變量數量，並將變數做中心化，標準化則非必要條件。

以上階段為檢查其變量的分佈，以及 X 和 Y 之間的線性關係，並根據需要使其分佈更適用於線性的關係，並降低異常值的影響。

## G. 實施程序

將採用定期評量方式進行，學期前進行先備能力之調查與測驗，學期中以一個月為單位進行成效評估(包含學生自評)，每一個案例完成講授、練習與討論後進行案例成效分析，期末則進行總體成效評估。課程講授與實務操作程序請參考圖五、圖六。

## 4. 教學暨研究成果

### (1) 預期完成之教學成果

本研究預計以案例式學習方式協助學生進行跨領域課程學習，預計完成一系列數位教學單元內容，完成線上課程或 MOOCs 課程的前期準備工作，修訂申請人專書「環境規劃與管理-系統理論、工具與實踐」。

### (2) 預期達成之學生學習成效

學習成效指標將區分成質性與量化指標，量化指標以課程內各式測驗為主，質性指標由學生參與活動性與討論狀況而定，包含對問題的解析能力、跨域學習的能力、邏輯組織能力以及解說能力等。

### (3) 預計教學成果公開發表分享之規劃

利用冗餘分析進行課程成效分析後，預計將發表一篇國際研討論論文，並投稿至教育相關的國際期刊，將以研討會辦理學生期末發表會邀請國內專家進行成果審查。

### (4) 教學成果對教學社群／參與社區發展(申請 USR 專案)/技術實作(申請技術實作專案)可能產生之影響與貢獻

環境規劃與管理為一跨領域課程，學生可以透過不同領域教師的指標，了解如何運用與整合不同領域的知識，並應用環境規劃與管理的議題上。利用案例式學習的方式也能讓學生將理論與實務緊密結合，透過同儕學習和評比相互學習各自的優點，達到反思和自主學習的目的。在社會影響上，環境規劃與管理是社會上的重大議題，我們必須教育學生讓他們了解在面對經濟與環境的衝突時，如何思考未來並進行衝突管理，建立數位內容可以讓學生反覆學習，並選擇與選定議題相關的數位內容進行觀看，有助於未來相關人員之培訓工作。

## 二、參考文獻

- Álvarez-Nieto, C., Richardson, J., Parra-Anguita, G., Linares-Abad, M., Huss, N., Grande-Gascón, M. L., . . . López-Medina, I. M. (2018). Developing digital educational materials for nursing and sustainability: The results of an observational study. *Nurse Education Today*, 60, 139-146. doi:<https://doi.org/10.1016/j.nedt.2017.10.008>
- Crompton, H., & Burke, D. (2018). The use of mobile learning in higher education: A systematic review. *Computers & Education*, 123, 53-64. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.04.007>
- Forrester, J. W. (1971). Counterintuitive behavior of social systems. *Technological Forecasting and Social Change*, 3, 1-22. doi:[https://doi.org/10.1016/S0040-1625\(71\)80001-X](https://doi.org/10.1016/S0040-1625(71)80001-X)
- Hsieh, W.-M., & Tsai, C.-C. (2017). Taiwanese high school teachers' conceptions of mobile learning. *Computers & Education*, 115, 82-95. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.07.013>
- Jones, R., & Meyer, C. (1993). Promoting active learning: Strategies for the college classroom. *San Francisco: Josey-Bass*.
- Kowalski, T. J. (1995). Case studies on educational administration.
- Loui, M. C. (2009). What can students learn in an extended role-play simulation on technology and society? *Bulletin of Science, Technology & Society*, 29(1), 37-47.
- May, T. S. (2000). Elements of success in environmental education through practitioner eyes. *The Journal of Environmental Education*, 31(3), 4-11.
- Merseeth, K. K. (1991). *The Case for Cases in Teacher Education*: ERIC.
- Parsazadeh, N., Ali, R., Rezaei, M., & Tehrani, S. Z. (2018). The construction and validation of a

- usability evaluation survey for mobile learning environments. *Studies in Educational Evaluation*, 58, 97-111. doi:<https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2018.06.002>
- Pimmer, C., Mateescu, M., & Gröhbiel, U. (2016). Mobile and ubiquitous learning in higher education settings. A systematic review of empirical studies. *Computers in Human Behavior*, 63, 490-501. doi:<https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.05.057>
- Shih, J. L., Chuang, C. W., & Hwang, G. J. (2010). An inquiry-based mobile learning approach to enhancing social science learning effectiveness. *Educational Technology and Society*, 13(4), 50-62.
- Wassermann, S. (1994). *Introduction to Case Method Teaching. A Guide to the Galaxy*: ERIC.
- Waterman, M., McErlain, E., Rasinski, T., & Styslinger, M. (1997). *Cases as tools for educational change: A research agenda emerging from practice*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, Chicago, IL.
- Waterman, M. A. (1997). Curriculum and Teacher Development in Biology via Case Writing.
- 王千偉. (1999). 案例教學法. Paper presented at the 迎向千禧年—新世紀中小學課程改革與創新教學學術研討會, 彰化: 國立彰化師範大學.
- 何琦瑜、賓靜蓀、陳雅慧. (2013). 翻轉教育-未來的學習·未來的學校·未來的孩子.
- 周儒. (1993). 環境教育的規劃與設計. *環境教育*, 16, 17-25.
- 洪千惠. (2016). 高等教育機構共享價值發展策略之研究 -運用系統思考觀點. (碩士), 中國文化大學, 台北市. Retrieved from <https://hdl.handle.net/11296/xb6u7z>
- 胡欣慈. (2018). 遊戲式學習結合翻轉教育的新數學教學法. (碩士), 國立臺北教育大學, 台北市. Retrieved from <https://hdl.handle.net/11296/223n2d>
- 張添順. (2018). 以系統思考探討國中生數學學習動機. (碩士), 大葉大學, 彰化縣. Retrieved from <https://hdl.handle.net/11296/9f8wx6>
- 許家銘, & 胡國強. (2005). 從動機面探討晉級考試下學生的努力行為--採質化與系統動力學模擬之研究.
- 彭淑華. (2016). 翻轉教育對國中生國語文學習成就與學習態度影響之研究. (碩士), 元培醫事科技大學, 新竹市. Retrieved from <https://hdl.handle.net/11296/e336w5>