

## 系統思考之實踐：專案導向式學習教學

莊秀文\* 陳炯皓\*\* 王雅萱\*\* 林均泓\*\* 陳曉君\*\*\* 葉佳幸\*\*

隨著全球化與科技發展，運用系統思考（systems thinking）釐清並解決複雜問題已是國際產學界的趨勢。在鼓勵創新、師生互動與學生自主的教育趨勢下，專案導向式學習（project-based learning, PBL）被認為是能有效提升教育實踐之方式。因此，本研究目的乃施行整合系統思考與 PBL 的創新課程。實行方法係採課程設計與田野專案實作方式，課程設計採用階層式議題法的設計原理，將 PBL 特色結合系統思考理論與方法，並將之分為五個整合教學與實踐的步驟。本研究參與者為本校醫務管理學系 2016 年第二學期開設系選修課程「系統思考之應用」之選修學生共計 8 人，專案實施場域為本校附設醫院之周遭區域，專案主題為：「降低醫院周遭隨意丟棄菸蒂」。結果顯示，採用結合系統思考與 PBL 課程設計提升了學生對於實際問題運用系統思考的能力。此種教學方式得以作為其他科目之教學參考。

關鍵字：專案導向式學習、系統思考、教育實踐

\* 作者現職：臺北醫學大學大數據科技暨管理研究所副教授

\*\* 作者現職：臺北醫學大學醫務管理學系學生

\*\*\* 作者現職：臺北醫學大學衛生政策健康照護研究中心研究助理

---

通訊作者：葉佳幸，e-mail: b508103039@tmu.edu.tw

# 壹、前言

世界經濟論壇報告 (Gray, 2016) 指出 2015 至 2020 年職場員工的十大技能需求，第一名為解決複雜問題的能力 (complex problem solving)，大前研一 (2009) 以在管理顧問領域累積三十年的經驗，認為以系統思考技術作為解決複雜問題的能力是產業界極需重視的技能。另外，在當代被譽為 21 世紀的管理聖經，Senge (1997) 在其著作〈第五項修煉〉中，提出系統思考，是組織在學習解決問題上，最需要修煉的核心能力。雖然系統思考於問題解決之重要性已受到國際高度的重視，Trochim 等人的研究卻發現系統思考之實踐面臨八項挑戰，包括支持動態與多樣化的網絡 (support dynamic and diverse network)、激發整體性的學習 (inspire integrative learning)、應用系統性衡量與模式 (use system measures and models)、推動系統整合性規劃與評估 (foster systems planning and evaluation)、擴展跨類別的資金來源 (expand cross-category funding)、運用系統激勵元素 (utilize system incentives)、探討系統典範的視角 (explore system paradigms perspective) 以及展現系統策略的潛力 (show potential of systems approaches) (Trochim, Cabrera, Milstein, Gallagher, & Leischow, 2006)，此八項挑戰是實踐系統思考應用時可能面對的困難，也是學校教育上所要面臨的課題。

我國在早年廣設大學的政策之下，造成了我國大學院所為全世界密度最高的國家之一。張峰彬 (2016) 針對已經進入職場工作的年輕人利用「台灣教育長期追蹤資料庫後續調查 (TEPS-B)」計畫於 2010 年所收集的問卷資料進行分析，結果顯示，一般大學畢業生及科技大學畢業生之中分別有 44% 以及 48% 對於自己在工作上能否學以致用抱持著保留態度。而高等教育「學用落差」近年來一直是社會關注的議題，學生普遍了解書本的知識與理論，但在實務上的問題解決能力卻與產業界的期望有差異 (張一蕃, 2014)。產業界的經理人認為不少大學畢業生在進入職場時無法符合企業的期待，而其中最主要的原因便是在傳統教學模式之下，學生易於制式化的填答問題，而忽略了整體性思考的論述體驗，以至於進入職場面對問題時，學生缺乏自我釐清問題以及自發性解決問題的能力 (林俊彥、陳幼珍, 2017)。為了使大學畢業生能在畢業後更加順利地與職場連接，推動大學生實踐「系統思考」的能力是勢之所趨。

有鑑於實踐系統思考時之挑戰、我國教育之被動式學習方式以及推動系統思考教育作為提升解決問題的能力之國際趨勢，教育界應在學校教育時期即應積極推動實踐系統思考的教學方法。另一方面，在鼓勵不斷創新、師生互動與學生自主的教育趨勢下，專案導向式學習 (project-based learning, PBL) 被認為是個能夠有效提升教育實踐之方式。因此，本課程研究遂針對此一需求，於系統思考之課程規劃中結合系統思考之技術知識與專案導向式學習之操作方式，

設計創新的教學模式，針對大學部三年級以上學生實行此一創新課程，目的是在學校學習的過程中，學生透過參與專案的方式，自主性地進行知識的了解及運用，並以所學探討實際問題，從中培養運用系統思考發現以及解決問題的能力。本文的目的乃說明系統思考結合專案導向式學習之創新課程的設計架構、執行方式及成果。

## 貳、文獻探討

以下分別說明系統思考與專案導向式學習之意義與其應用發展。

### 一、系統思考之意義

系統思考有諸多的定義，本文採用 Senge 第五項修煉（1997, pp. 46-51）的論述，他認為「系統思考是了解事物如何運作的思維方式，此種思維方式超越了事件的視角，尋找造成行為模式和事件的潛在系統性結構互動關係」，是組織學習成長中的第五項需要修煉的能力，而此項修煉的意義係藉由此一能力的增長——即系統思考的強化，能夠促進其他能力（自我超越、改善心智模式、建立共同願景及團隊學習）的增長，達到組織內解決問題的目的。當組織成功地轉型為學習性組織後，它就會像個具有生命的有機體，縱使空前未有的複雜、渾沌及變化撲肆而下，組織不論大小，總是會靈活伸展、輪轉向前。

### 二、系統思考之國際應用趨勢

當全球化的浪潮與一日千里的科技發展，增加了國際間不同層面活動的相依性及問題的複雜性，如國際經貿、傳染病與網路社群傳播等。為解決此等複雜問題，許多國際組織、學術教育機構、產業界不斷地呼籲並推動應用系統思考作為解決問題的方式，如世界衛生組織（World Health Organization）（2009）積極向各國推廣採用系統思考方法解決全球衛生的問題。又文獻顯示近年來系統思考在教育界的推動逐漸受到國際的重視（Assaraf & Orion, 2005），且各領域運用系統思考在研究與實務的成果發表亦快速上升（Adam, 2014）。我國教育部為響應系統思考在國際發展之趨勢，於 2014 年著手規劃十二年國民教育基本課程綱要，並決定於 2018 年將「系統思考與解決問題」列為國人教育重點，以培育學子未來需具備的核心素養（教育部，2014）。學者亦建議教育系統對於不同階段的學習者，提出以系統思考為核心，另配合創意想像、未來導向之故事敘說等九大策略，以培育具備創意力、想像力及未來思考力的學子（詹志禹、陳玉樺，2011）。

### 三、專案導向式學習之意義

專案導向式學習 (project-based learning) 源自於 Dewey 提出的「做中學」(learning by doing) 的學習方式，並以活動 (activities)、專案 (projects) 與解決問題 (problem solving) 等方式作為學習的主軸 (Dewey, 1944)。專案導向式學習的目的是引導學生對某一主題或議題能夠主動積極參與，是一種以學生為中心且具創造性的學習，而非傳統式的期待教師給予問題的標準答案，做法為結合生活中具體、實務的主題與議題之學習活動，以學生獨立自主的學習並由教師從旁輔導的方式，透過問題的發現、流程設計、對策擬定、調查研究以及問題解決等學習活動完成學生專案，達到實踐學習的成效 (Katz & Chard, 2000; Kincheloe & Steinberg, 1997)。諸多研究者揭示專案導向式學習可以培養與促進學生解決複雜問題的能力、資訊搜尋與處理的技能、合作能力以及專案管理的技能，一個成功的專案式學習能將師生連結在一起，追求共同的目標，即讓學生得到更好、更深入的學習 (Pacific Education Institute et al., 2011; Mergendoller, Maxwell, & Bellisimo, 2006; Ravitz, 2008; Thomas, 2000)。

### 四、專案導向式學習於教育界之應用發展

近年來，專案導向式學習在國內外教育界呈現蓬勃的發展趨勢，Baker 等人 (2011) 認為運用 PBL 教學是 21 世紀教育界的重要推動目標，而國內教育界之專案導向式學習不僅已運用於國小課程，激發學生之批判思考精神、提升幾何關係論證能力的表現、增進師生互動關係及提升學生人際關係處理能力 (李郁芬, 2010; 蘇英子, 2004)，對於大專生的教育中，研究發現亦能培養學生對事物主動探索的學習經驗，讓學生在接受專案導向式學習之後，能從中建立成就感與增進創造力，在課程的學習、合作上也有明顯的進步 (謝依婷、周建智、黃美瑤, 2009; Lin, Chan, & Chang, 2012)。其他研究也運用專案導向式方法建構醫學生通識課程學習，培養醫學生人文素養、自我學習、團隊合作與批判能力 (廖世傑等, 2007)。綜言之，國內在教育界的應用，專案導向式學習可以有效增強學生對於課程的投入時間與精力，且能激發出學生的學習動機，透過做中學的方式提升學生的自信心 (蔡智孝, 2016)。

另外，許多研究也發現將系統思考能力運用於專案導向式學習對於課程學習效果是有正向的相關性，並指出因為系統思考的邏輯與應用技術能夠有效且清楚地認識複雜的系統，而專案導向式學習亦能夠有效地引導學生實際應用系統思考來體驗與釐清現實生活所遭遇的問題與議題，並訓練學生實踐並應用所學於專案上，培養出學生解決複雜問題的能力 (Arantes do Amaral & Gonçalves, 2015; Frank & Elata, 2005; Mat, Mohd Yassin, Ishak, Mohammad, & Pandaragan, 2012)。

## 參、課程設計

### 一、研究參與者

本課程為開設在本校醫務管理學系 2016 年第二學期，三年級之系選修課程「系統思考之應用」，為達到專案導向式學習的最佳目標，課程採小班制，以 12 位學生為上限。最終實際修課學生有六位醫務管理學系三年級學生，以及兩位外系加修之高齡健康管理學系四年級學生，主要參與者共計八位大學部學生與一位指導教師，其餘則為專案實施過程中相關單位的參與者。

### 二、教學課程設計

本課程設計採用系統工程學者 Hitchins (1992) 所提出的階層式議題法 (hierarchical issue method, HIM)，結合專案導向式學習特色，將系統思考的課程重新設計，運用 HIM 的七步驟議題解決原理，衡量學期教學的時間，將之濃縮為五步驟，如圖 1。課程設計即以知識技術講解、專案實作運用、問題回饋檢討三項為主軸，在各步驟內交叉運作。首先，由學生依據自身之能力與專案實施所需的時間，衡量並決定符合之專案問題，課程方式一方面教師先在課堂上教導學生如何應用系統思考每一單元的技術，另一方面，學生在課後對於每一單元所學之技術應用於專案實作上，並將專案實作中所遭遇的問題帶回課堂與教師討論，逐步一一運用所學以釐清確認問題的本質，直到提出解決問題的對策。課程講解與討論共計 18 堂課，每堂課 2 小時，而專案實作的時間以符合課程進度為原則，由學生自行安排與掌握。

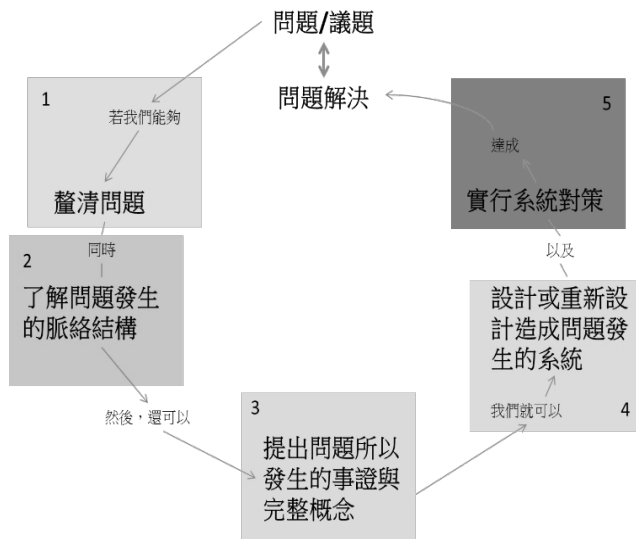


圖 1 系統思考創新課程五步驟

## 主題文章

本課程設計之五步驟意在循序漸進，結合教學與師生互動討論中進行，學習順序為建立學生系統概念的知識、辨識系統元件（system components）的方法以進行問題的釐清（步驟一），並透過系統圖像的說明與專案實作，了解問題發生的脈絡結構（步驟二）；講解系統建模的技術、在專案實作中運用系統模型建立實際問題之系統觀的完整概念（步驟三）；講解系統解決方案之評估與選擇方式，學生依據專案所建立之系統結構，提出系統設計或再設計的建議對策並評選出適當的系統對策（步驟四）；對策實施之實務規劃方式說明與討論，學生預估系統對策執行過程中可能遭遇之困難，並根據規劃之執行方式以及面對之實際困難進行問題解決之處理（步驟五）。而在專案實施過程上，學生依照此五步驟的教學內容，依序執行專案進度，並產出各步驟所應呈現的結果。

本課程過去以文獻查證、個案討論的教學模式授課，教師同樣於學期規定時間內完成授課，但因未規劃實體專案的執行，學生之學習成果僅能透過期中測驗及學生的期末口頭發表呈現。而本次採用創新之五步驟教學法，活化過去較為傳統的教學方式，轉換為學生自己選定問題、實際參與問題解決之學習過程，依據教師所講授的系統思考技術與知識，由學生對於專案所要解決的問題進行釐清、了解問題發生脈絡、設計問題處理方式，提出並實際執行系統對策與評估成果，過程皆由學生主動參與，進行問題分析及對策發想。而教師則是從旁協助指導，以達到專案導向式學習的目標。

## 肆、專案規劃

### 一、專案執行計畫

學生專案規劃需符合學期規定，根據實行系統思考五步驟的順序，將系統思考知識與技術循序漸進傳授給學生，並同時設定在學期間（18 週內）需執行專案並完成評估。故在專案的選擇與規劃上，師生必須共同討論學生所提出之各個可能專案，將時程與困難度兩要素納入考量，由學生主導選定適合於學期規定內完成的專案。其次，根據課程五步驟，各步驟專案的執行需一一呼應教學內容，搭配教師授課進度，師生在課程第一週內共同設計出一學期專案執行計畫如表 1，以作為後續專案執行時程控管的依據。

表 1 專案執行計畫

時程	教學內容	專案執行目標
第 1 週	專案討論與決定	專案主題選定
第 2~4 週 (步驟一)	何謂系統、何謂系統思考、系統思考目的、如何界定系統範圍	專案場域巡視與資料收集，並建立專案團隊分工執掌
第 5~6 週 (步驟二)	了解系統動態的複雜現象、定義系統元件與屬性、釐清系統特性及系統關係	田野調查、專案相關元素釐清與資料收集
第 7~11 週 (步驟三)	介紹系統圖像與特性、建構系統圖像之技術	了解專案系統之結構並繪製系統圖
第 12~15 週 (步驟四)	系統基模介紹、系統思考對策擬定、3F1A (function, fitness, feasibility, appearance) 評估法	運用系統基模尋找與評估系統對策
第 16~17 週 (步驟五)	系統對策執行與風險控管	執行系統對策與資料收集
第 18 週	專案成果發表與學生學習成效評估	評估系統對策成效與結案報告

## 二、專案場域選定

為符合學校教學時程之規定，以及因整個學習過程係以學生為中心，考慮時間、能力與成本因素，本課程最終選定專案實踐場域以學校附設醫院周遭區域為主，由學生共同決定將「降低醫院周遭隨意丟棄菸蒂」作為深入探討之專案題目，讓學生易於體驗與學習以系統思考解決問題的過程與方法。

## 三、資料收集與分析

本課程之執行成效評估分為專案執行成效及學生學習成效兩方面。針對專案執行成效，菸蒂落地現況調查的做法是由學生在專案執行前期至系統界定之觀察範圍先進行一次全面菸蒂清掃，目的是清除陳年累積之菸蒂，以確保現況調查之區域內皆為新棄置之菸蒂，避免舊有菸蒂造成資料污染。在系統對策執行開始前，亦由學生至觀察範圍先進行一次全面菸蒂清掃，以便於當系統對策介入實施後，所收集之落地菸蒂數量能夠合理呈現介入措施對於菸蒂隨意棄置的影響效果。然後將此兩次所收集的菸蒂數量比較作為專案執行成效評估的指標。

## 主題文章

另外，學生學習成效之評估方式為，在學期末最後一堂課程發放由學生填寫的學習成效自評問卷，本問卷係根據系所原有之學生學習自評表，特別針對系統思考與專案式學習的特性加以修正，以李克特（Likert）五分量表設計出四大構面共 13 個題項，構面分別為：「結合課程與專案之參與程度」、「課程專業了解」、「專案規劃與管理」與「專案執行力」，目的為了解學生對於系統思考之學習過程與結果的自我評估效果。而學生問卷回收後再經統計分析以評估學生的學習成效。

## 伍、課程實施成效

### 一、專案實施成效

本次專案係從學生所提出的三個議題中，由學生在課程第 1 週共同決定將「降低醫院周遭隨意丟棄菸蒂」作為深入探討之專案題目。專案實際於課程第 2 週開始執行直至第 17 週結束，並於第 18 週進行專案成果發表與學生學習成效評估。詳細專案執行時程與內容如表 2。

表 2 專案執行內容

時程	專案執行內容
第 2~4 週 (步驟一)	初步調查醫院周遭菸蒂落點位置及分散狀況，依據課程時間與人力限制條件將菸蒂最多區域（分為 A、B 兩區）作為本專案所界定之系統範圍。
第 5~6 週 (步驟二)	學生兩人一組輪流觀察並記錄系統範圍中，菸蒂落點位置之環境因子及其屬性、抽菸者人口學及行為特徵。
第 7~11 週 (步驟三)	深入專案場域觀察菸蒂落地相關因素，建構該專案完整系統觀以釐清影響抽菸者隨地棄置菸蒂之整體系統結構並繪製系統圖。
第 12~15 週 (步驟四)	根據抽菸者隨地棄置菸蒂之整體系統結構，運用系統基模發想出可能改善的對策，並與相關機構（如臺北市政府環保局）詢問隨地棄置菸蒂之相關法規，並以 3F1A 方式評估對策可行性，篩選出未來執行改善之對策。
第 16~17 週 (步驟五)	與醫院管理部門溝通欲執行對策之可行性，進而規劃對策之執行方式，並於執行後收集資料進行成果評估。



## （一）菸蒂之系統圖與系統元件的屬性分析

專案團隊運用系統思考所學，釐清「醫院周遭隨意丟棄菸蒂」之行為係由眾多因素相互作用之複雜結構，建構出以人（吸菸者）、社區文化和社區建置為中心，連結法令執行、清潔與交通運輸為結構之系統圖，如圖 2 所示。此系統圖提供造成吸菸者隨地棄置菸蒂之整合性相互作用的系統結構概念，有助於未來改善對策之擬訂。

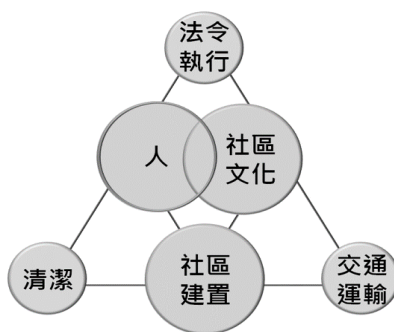


圖 2 吸菸者隨地棄置菸蒂系統圖

該系統圖顯示三個主要的系統元件（因素）：人（吸菸者）、社區文化、與社區建置；三個次要的系統元件：法令執行、清潔、與交通運輸。此六項系統元件彼此互相影響，尤其以「人（吸菸者）」與「社區文化」之相互依賴關係最為明顯，是影響吸菸者隨地棄置菸蒂之重要因素。另外，「社區建置」是指社區內吸引吸菸者隨意棄置菸蒂的物件或環境。而「法令執行」、「清潔」與「交通運輸」亦直接或間接地影響吸菸者隨意棄置菸蒂之行為。以下分別介紹兩個主要及一個次要系統元件之屬性分析。

### 1.人（吸菸者）

專案團隊觀察 110 位吸菸者，以及吸菸者聚集所在地屬性收集的資料，顯示 58% 的人是坐著吸菸，37% 的人站著吸菸，5% 的人邊走邊吸菸；另外，58% 的人是單獨抽菸，42% 的人是多人群聚抽菸。而吸菸者最容易聚集的地方，以石椅休憩處為最多，佔 57%，顯示出石椅休憩處可供人們坐著休息的屬性最易吸引吸菸者，造成該處菸蒂最多，詳細資料如表 3 所示。

## 主題文章

表 3 吸菸人口特質因素表 (n=110)

人口特質	人數 (%)
吸菸者吸菸之姿勢	
坐	64 (58)
站	41 (37)
移動 (邊走邊抽)	5 (5)
吸菸者群聚情況	
單獨吸菸	64 (58)
多人聚集	46 (42)
吸菸者位置	
網狀水溝蓋旁	10 (9)
騎樓下	11 (10)
機車、腳踏車旁	11 (10)
馬路邊與人行道交接處	15 (14)
石椅休憩處	63 (57)

## 2. 社區建置

社區建置係指在醫院周遭之設施、擺置物品、道路與裝置景觀等。專案團隊依照系統範圍內的地理特性，將系統範圍分為 A、B 兩區。A 區的社區建置特徵為較多路樹、花叢及機車、腳踏車，且死角較多；B 區則有較多石椅休憩處，許多吸菸者會坐在此處抽菸，並隨手丟棄菸蒂於樹叢、石階縫隙或水溝蓋上，詳細資料如表 4 所示。

## 3. 法令執行

法令執行係指與隨地棄置菸蒂議題相關之法律規範，在影響該議題的系統架構中，法令執行層面相對於「人（吸菸者）」、「社區文化」及「社區建置」為次要因素。專案團隊總結出主要相關法令為「菸害防制法」及「建築法」。根據「菸害防制法」第四章，醫療機構所在場所全面禁止吸菸，包含所有入口處設置明顯的禁菸標示區域，並不得供應與吸菸有關之器物，且直轄市、縣（市）主管機關對規定場所及吸菸區之設置及管理事項應定期派員檢查。而「建築法」規定，除了醫院周圍特定巷弄區與蒲葵樹間為臺北市政府都市發展局准予停放腳踏車之外，其餘地點無法將既有綠地空間之使用目的變更為停放腳踏車。此二法令之考量提供本專案改善對策擬訂之參考。

表 4 社區環境因素菸蒂數量分布表

菸蒂落點環境特性	菸蒂數量分布 (%)	
	A 區 (n=1995)	B 區 (n=2071)
路面縫隙	299 (15)	N/A
花叢、樹叢	279 (14)	456 (22)
路樹	339 (17)	290 (14)
石椅休憩處	319 (16)	518 (25)
機車、腳踏車	279 (14)	N/A
馬路邊與人行道交接處	N/A	248 (12)
網狀水溝蓋	N/A	559 (27)
落點分散於人行道	480 (24)	N/A

N/A 表示該區無此環境特性

## (二) 系統對策訂定

專案團隊根據上述系統圖內各元件屬性與其交互作用發想出 10 個可能系統對策 (詳見表 5)，並透過「3F1A」(Function, Fitness, Feasibility, Appearance) 評估與篩選可行之對策，其中 Function 為每個對策的執行功能與目的；Fitness 為是否有主觀條件上的認同與符合法規；Feasibility 為客觀條件上的評估成本、時間與人力，並須得到相關機構之同意；Appearance 則為對策內展示物的外觀吸引人的程度 (Asawachatroj, Banjerdpongchai, & Busaratragoon, 2014; Paas, Renkl, & Sweller, 2003)。評估後，師生共同選定三項系統對策：「醫院內電視牆播放宣導片」、「醫院外舉辦宣導活動」及「醫院外設置海報立牌」，做為本次專案之最終實施對策。

## 主題文章

表 5 系統對策 3F1A 分析

對策	Function	Fitness	Feasibility	Appearance
*1.醫院內電視牆宣導片：以PPT 投影片方式自動播放	有宣導、警惕效果；提升醫院形象	影片長度與影片內容符合醫院規定	學生自力完成、成本可接受、執行時間妥當、且醫院同意	醒目、吸睛
*2.醫院外舉辦宣導活動：包含里民活動中心上課、遊街、穿布偶裝遊街、發傳單、撿菸蒂、隨機訪談民眾	宣導、吸引民眾注意，讓民眾知道有一群大學生非常重視醫院周遭之清潔；提升醫院形象	舉辦地點與方式符合醫院規定	僅有發傳單、撿菸蒂、隨機訪談民眾方式符合時間與人力成本，且獲得醫院事務組許可與支持	工作人員統一穿著醒目的學校服務學習背心
*3.醫院外設置海報立牌：設置三種帶有警語與宣導標語的海報	有醒目、宣導、警惕效果；具備機動性；能防雨、防風；表達學生之關心	尺寸大小與擺放位置符合醫院對公共空間之規定	成本可負擔，且醫院同意擺放 3 個月	海報架為鋁合金底座，能放入 A2 大小的學生自製海報
4.於路邊電線桿上設置菸蒂集中盒	可收集菸蒂、易清理	綁在路邊電線桿上，不符合「菸害防制法」規定	成本可負擔	外觀吸睛、不易燃燒的材質
5.醫院外拉紅布條	有醒目、宣導、警惕效果；維護容易且能防雨	考量布條長度、顏色與擺放方式	成本可負擔，但不符醫院美觀之考量	材質防雨、長寬高適中、具設計感
6.設置圓筒落地菸灰缸於醫院周遭禁菸區	可收集菸蒂、易清理	影響用路行人，且不符合「菸害防制法」規定	周遭店家設置意願低	圓筒型、穩定不易倒

對策	Function	Fitness	Feasibility	Appearance
7. 改變石階與石椅設置，變更為腳踏車架	破壞易吸引吸菸者之屬性；可集中吸菸者；改變該區塊休息功能	「建築法」規定非臺北市政府都市發展局核准區域不得設置腳踏車架	成本太高無法執行；醫院未予許可	腳踏車造成擁擠，可能不美觀
8. 石椅休憩處增加其他功能	吸引非吸菸者前來，避免在休息區吸菸	可能影響原本想休息的病人	成本太高無法執行；醫院未予許可	擺攤位、設計活動
9. 建議學校服務學習增加撿菸蒂項目	直接減少菸蒂，促進醫院形象	無實際學習效益，不符學校服務學習中心開課規定	學生人數多但選擇意願低	學生著服務學習背心，醒目吸睛
10. 增加醫院派遣清潔人員的清掃頻率	增加清潔次數與大面積清掃效果	增加頻率的清掃是否符合醫院合約規定	人力成本高	無

\* 師生最終共同選定之三項系統對策

### (三) 執行與成效評估

在執行三項對策時所遭遇到的執行困難包括：與醫院行政單位的直接溝通不易以及相關法規限制與院方意願等。學生在對策實施過程中學習應對行政程序的需求，包含正式公文的研擬與送交、以學生身分實際向醫院行政單位叮囑進度、以及電洽相關主管單位確認系統對策之適法性及建議措施。另外，學生亦須對時間及天候（風雨考量）等影響採取適當的應變措施，如遇風雨時需派員確保室外海報立牌穩固，避免倒塌造成民眾不便或危險。綜上所述，學生針對專案實行中遭遇的困難採取不同的因應方案，使得專案得以繼續執行。

此三項系統對策於 2017 年 6 月 7 日開始執行 10 天，並於首次執行當日先清除 A、B 兩區菸蒂，以避免舊有菸蒂造成資料污染。在對策執行期間，亦每日觀察並記錄菸蒂數量直到對策措施結束（2017 年 6 月 16 日）。首先，專案團隊於對策執行首日早上在醫院舉辦宣導活動，呼籲菸友勿隨意棄置菸蒂，並隨

## 主題文章

機訪談民眾對於菸蒂隨意棄置的看法，也藉機教育民眾促進公眾健康的理念。進而，專案團隊在系統範圍內擺放四支警語海報，上面註明相關標語以及可能違法的警語，於執行當天開始之後每日早上八點放置海報，並於晚上十點收回，總共放置 10 天。同時，在醫院內門診等候區的電視螢幕也定時播放專案團隊自製的宣導影片，不只以院外的吸菸者為目標群眾，也希望院內等待看診的潛在吸菸者或家屬也能重視這個公眾健康議題。

對策介入前後之菸蒂數量比較，如圖 3 所示。對策介入後菸蒂數量有明顯的降低，對策介入前平均每天菸蒂數量為 518 支，介入後平均每天菸蒂數量為 135 支，降幅為 73.9%。

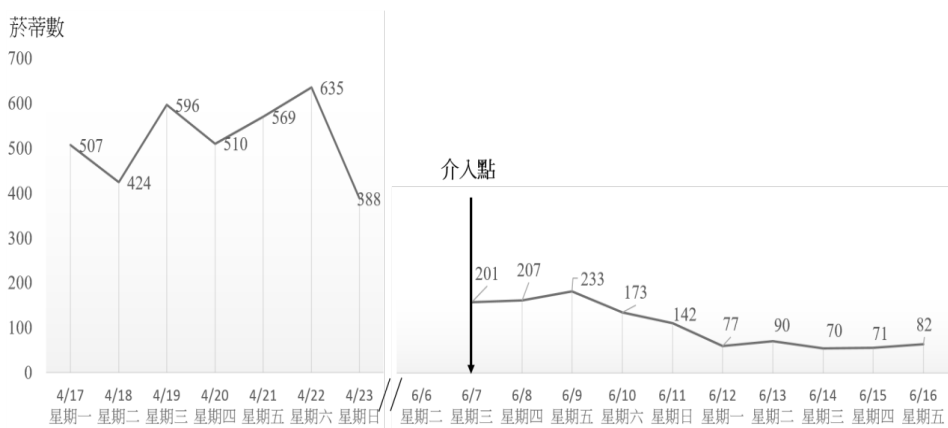


圖 3 介入前後菸蒂數量之差異比較

## 二、學生學習成效

本課程於學期結束前，請所有參與學生填寫學生自評表，回收樣本數為 8 份。分析結果顯示學習成效的四個構面之平均分數皆大於 4 分，表示學生對於該課程之整體學習結果有相當的成效，詳細資料如表 6。

其中，構面 1 中「專案各步驟的討論與參與度」以及「課程規劃與學習目標的切合度」兩題項皆得最高 4.9 分，表示學生熱衷參與此類專案式課程，教師課程規劃也與學生學期目標期望達一致切合；構面 2 中「對於系統思考各種專有名詞的了解」題項為 4.4 分，顯示學生於完成課程後，對系統思考之基本認知具備一定水準的理解；構面 3 中「對策構想的規劃與決策評估能力」題項為 4.6 分，代表學生實際執行專案後學習到對策之構想與評估能力；而構面 4

中「解決方案的執行能力」題項為 4.6 分，可見學生於專案執行的過程中已逐漸培養出執行專案之能力。

另外，構面 2 中「系統思考分析問題的掌握度」及「問題核心之系統架構的建構能力」兩題項得到 4.1 分，相較於同構面其他項目之學習成效略低，顯示出雖然學生在系統思考基礎知識、理論具備相當認知，然而在實際應用的掌握尚顯不足，推測其原因為系統思考應用之養成需長期累積，學生僅在短短一學期內學習相關專有名詞、理論與架構，隨後即快速進入實際專案執行與應用，故影響系統思考之整體掌握度；而構面 3 的「專案管理及組織能力」題項得到 4.1 分，推測學生可能在專業知識或實務經歷仍有不足，面對實際問題時其架構與組織能力難免有疏失遺漏，加上學生們大多第一次參與全案之專案執行，因此在專案管理的能力與成熟度得分略低。

表 6 學生學習成效表 (n=8)

學習成效構面	平均分數
1. 結合課程與專案之參與程度	4.7
1.1 專案各步驟的討論與參與度	4.9
1.2 投入專案的主動積極性	4.4
1.3 教學與專案應用的進行方式	4.6
1.4 課程規劃與學習目標的切合度	4.9
2. 課程專業了解	4.2
2.1 以系統思考分析問題的掌握度	4.1
2.2 對於系統思考各種專有名詞的了解	4.4
2.3 問題核心之系統架構的建構能力	4.1
3. 專案規劃與管理	4.4
3.1 專案管理及組織能力	4.1
3.2 對策構想的規劃與決策評估能力	4.6
3.3 團隊內外的溝通協調能力	4.4
4. 專案執行力	4.4
4.1 解決方案的執行能力	4.6
4.2 知識整合建議問題解決方案的能力	4.4
4.3 執行過程遇到困難並知道如何克服的能力	4.3

# 陸、系統思考之教育實踐

本創新課程結合系統思考與專案導向式學習，針對學生之系統思考能力的提升，經過一學期的實際操練與親身參與，不僅在專案實施成效上達到預期，更重要的是學生的學習成效也極為明顯。首先，根據本課程的經驗，發現運用專案導向式學習重要的成功因素有二，其一為良好先期規畫且貼合專案執行與教學內容的課程設計，其二為專案問題困難度的拿捏與課程時間的掌控。

本課程設計採用系統思考的教學與 PBL 專案實踐之特色，設計了五個課程實施步驟，從釐清問題、了解問題發生脈絡、提出問題所以發生的事證與完整系統概念、設計或重新設計造成問題發生的系統結構，至執行系統對策，其系統思考教學循序漸進地引導學生應用課程所學，有計畫地執行專案的細部內容，使得學生有所遵循與控制專案進度。另外，因為學期時間有限，較高困難度之專案執行上恐超出教學時程規定，無法完整進行系統思考五步驟的學習與專案執行，故本課程於一開始即規畫切合學生能力的專案做為實施目標。本專案選擇「醫院周遭菸蒂隨意棄置」，此一主題有具體、容易親身體驗、資料易收集與時程掌控容易等特性，因此容易達成該教學設計的總體目標。

近年來，學校教育創新，鼓勵教師活化教學方法。本課程原來之教學方法係以個案討論為主，雖然亦可獲得一些成效，然比較學生之參與度與對問題之發想能力，與專案式學習方式有明顯差異，其中最顯著的是學生對於問題的關心與對策擬定的投入，專案式學習方式為學生們決定自己關心的專案，逐步執行專案，在五步驟教學設計的學習與專案實施過程中，學生對於學習的自信與樂趣是本課程中最大的動力。

綜觀專案導向式學習的應用實例，無論在語文（謝依婷等，2009）、數理邏輯訓練（李郁芬，2010）、大學理工課程（Chang, Wong, & Chang, 2011）或科技大學畢業專題（周怡君，2017）等教學上，皆有學者結合專案導向式學習的方法重新設計課程或教學法，且均得到顯著的成效。本課程根據系統思考的知識內涵，配合專案導向式學習的精神，有階段性目標地實踐各項所學，逐步增加學生運用系統思考的能力。然而，現代社會的問題複雜性遠遠大於本次學生所要解決的問題，而系統思考的內涵知識也涵蓋更深入一些科學技術，如運用系統建模技術，推導出策略性系統策略等，皆非在本課程內所能傳授的內容。面對不同複雜性與其他領域的問題，實踐系統思考做為解決問題的工具與思考方式，其所面臨的八項挑戰（Trochim et al., 2006）則需要不同的課程設計與專案執行規劃。因此，對於未來該課程之修訂，須考量如何在課堂內控管多個不同專案、增加學生人數、或增加專案之複雜度上重新設計。

再者，以教育實踐之目標而言，本課程設計之實施強調四項意義，第一，



在課程設計上，參考其它應用專案導向式學習的案例，突顯本研究強調學生針對實際問題之親自探索、解析與問題處理可以是有步驟性、階層性的，且驗證了專案導向式學習得以運用在各種不同的領域與學科。第二，在專案規劃上，除了基本的步驟設計與團隊合作，本研究顯示專案複雜程度與專案主題選定對於 PBL 在教育實踐的重要性。第三，在教育政策方面，呼應當前產、學間的學用落差，本研究再次強調了系統思考作為中高等教育基礎的重要性，也與當前的教育施政方向一致。第四，在學生參與上，本研究突顯了學生參與課程專案執行的角色與特色，從時程的規劃到目標的管控，脫離以往全由教師負責的傳統教學思維。

鑑於培養系統思考能力用於提升問題解決能力已是世界的潮流（大前研一，2009；Gray, 2016），不論在教育界或是產業界對於系統思考之應用人才皆有殷切的需求，雖然教育部已開始推動將系統思考列入高中課程，且教育學者也嘗試著運用系統思考推動 107 課綱的改革（教育部，2014、2016；陳雅慧，2017），然而當今教育界卻仍未將系統思考充分應用於教學，也尚未將系統思考列為核心課程或必修課程，其中意涵為系統思考可能在課程規劃上較不受到重視，或是系統思考在教學上對教師來說較不易講授，因此學校對問題分析與解決能力所提供的教育與訓練仍是不足的（賴明豐、王宣智、黃仟文，2013），此等因素或許亦是導致產學落差的原因之一。

本文清楚地提出如何結合系統思考與專案式導向學習的方法與進行步驟，引導學生親自參與專案執行、循序漸進實踐所學，並在整體課程設計的導引下，讓學生體會對策實施過程中遭遇困難的可能性，啟發學生面對困難的解決潛力，透過專案團隊的合作分工、有效溝通與協調，一一排除問題並落實專案問題的解決與達成專案目標。應用系統思考提升問題解決能力已是世界的潮流，加強大學教育在提升學生問題解決能力的目標方面，可行的方式之一即為在學校教育期間充分運用專案導向式學習，增加學生實踐問題解決的機會，以提升學生面對未來職場上工作挑戰的能力。本創新課程的課程設計與專案規劃及成功因素，或許可作為其他學科的教學參考。

## 參考文獻

- 大前研一（2009）。**思考的技術**。臺北市：商周。
- 李郁芬（2010）。**運用互動式電子白板於專題導向學習對國小二年級學生幾何學習效應之研究**（國立臺北教育大學教育學院課程與教學研究所碩士論文）。取自 <https://hdl.handle.net/11296/sbdqt4>

## 主題文章

- 周怡君 (2017)。整合合作式學習法與專題導向學習法於第二外語學習。**正修通識教育學報**，**14**，43-58。
- 林俊彥、陳幼珍 (2017)。縮小「學用落差」是產官學共同的責任。**臺灣教育評論月刊**，**6** (8)，45-48。
- 張一蕃 (2014)。以「職能導向學位課程認證」協助科技校院發展特色。**評鑑雙月刊**，**50**，47-49。
- 張峰彬 (2016)。**巷口仔社會學—高教擴張與學用落差**。取自 <https://twstreetcorner.org/2016/04/26/changfengpin/>
- 教育部 (2014)。**十二年國民基本教育課程綱要**。取自 <https://www.naer.edu.tw/files/15-1000-7944,c639-1.php?Lang=zh-tw>
- 教育部 (2016)。**高中優質化輔助方案**。取自 <http://140.122.249.211/sap/index.php>
- 陳雅慧 (2017)。薛喬仁：用系統思考，找 107 課綱改革槓桿點。**親子天下**。取自 <https://flipedu.parenting.com.tw/article/3282>
- 詹志禹、陳玉樺 (2011)。發揮想像力共創台灣未來—教育系統能扮演的角色。**教育資料與研究雙月刊**，**100**，23-52。
- 廖世傑、黃崑巖、洪英聖、陳偉德、洪武雄、吳錫金 (2007)。以專題式學習法建構醫學生對臺灣原住民史之認知。**通識教育學報**，**11**，69-88。
- 蔡智孝 (2016)。專案導向學習模式對科技大學學生學習投入與學習成效之影響。**德明學報**，**40** (1)，25-38。
- 賴明豐、王宣智、黃仟文 (2013)。**全球與臺灣人才培育發展現況、問題與趨勢**。取自 <https://portal.stpi.narl.org.tw/index/history>
- 謝依婷、周建智、黃美瑤 (2009)。專題導向學習對大學生創造力之研究。**北體學報**，**17**，84-95。
- 蘇英子 (2004)。**專題導向式學習應用於國小藝術鑑賞教學之行動研究** (國立嘉義大學視覺藝術研究所碩士論文)。取自 <https://hdl.handle.net/11296/6z6p5d>
- Adam, T. (2014). Advancing the application of systems thinking in health. *Health Research Policy and Systems*, *12*(50), 1-5.

- Arantes do Amaral, J. A., & Gonçalves, P. (2015). The use of system thinking concepts in order to assure continuous improvement of project based learning courses. *Journal of Problem Based Learning in Higher Education*, 3(2), 109-119.
- Asawachatroj, A., Banjerdpongchai, D., & Busaratragoon, P. (2014). Enhancement of investment decision making using real options with application to advanced process control project. *Engineering Journal*, 18(3), 37-54.
- Assaraf, O. B., & Orion, N. (2005). Development of system thinking skills in the context of earth system education. *Journal of Research in Science Teaching*, 42, 518-560.
- Pacific Education Institute, Baker, E., Trygg, B., Otto, P., Tudor, M., & Ferguson, L. (2011). *Project-based learning model: Relevant learning for the 21st century*. Retrieved from [https://pacifieducationinstitute.org/wp-content/uploads/2017/03/Project-based-Learning-Model\\_Guide\\_FINAL.pdf](https://pacifieducationinstitute.org/wp-content/uploads/2017/03/Project-based-Learning-Model_Guide_FINAL.pdf)
- Chang, C. S., Wong, W. T., & Chang, C. Y. (2011). Integration of project-based learning strategy with mobile learning: Case study of mangrove wetland ecology. *Tamkang Journal of Science and Engineering*, 14(3), 265-273.
- Dewey, J. (1944). *Democracy and education: An introduction to the philosophy of education*. Portland, OR: The Floating Press.
- Frank, M., & Elata, D. (2005). Developing the capacity for engineering systems thinking (CEST) of freshman engineering students. *Systems Engineering*, 8(2), 187-195.
- Gray, A. (2016, Jan 19). The 10 skills you need to thrive in the Fourth Industrial Revolution [World Economic Forum]. Retrieved from <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-10-skills-you-need-to-thrive-in-the-fourth-industrial-revolution/>
- Hitchins, D. K. (1992). *Putting systems to work (Vol. 325)*. Chichester, UK: Wiley.
- Katz, L., & Chard, S. C. (2000). *Engaging children's minds: The project approach* (2nd ed.). Westfield, MA: Praeger.
- Kincheloe, J., & Steinberg, S. R. (1997). *Changing multiculturalism*. Buckingham, UK: Open University Press. Retrieved from <https://www.mheducation.com/>

## 主題文章

- Lin, Lily Y. Y., Chan, W. P., & Chang, N. C. (2012). Students' perspectives on project-based learning in a course, "Katzreading literary classics: The interpretation of dreams." *J Med Education*, 16, 114-121.
- Mat, S., Mohd Yassin, R., Ishak, N., Mohammad, N., & Pandaragan, S. L. (2012). Model of problem-based learning using systems approach. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 60, 541-545.
- Mergendoller, J. R., Maxwell, N. L., & Bellisimo, Y. (2006). The effectiveness of problem-based instruction: A comparative study of instructional methods and student characteristics. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 1(2), 49-69.
- Paas, F., Renkl, A., & Sweller, J. (2003). Cognitive load theory and instructional design: Recent developments. *Educational Psychologist*, 38(1), 1-4.
- Ravitz, J. (2008). *Project based learning as a catalyst in reforming high schools*. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/267257245\\_Project\\_Based\\_Learning\\_as\\_a\\_Catalyst\\_in\\_Reforming\\_High\\_Schools](https://www.researchgate.net/publication/267257245_Project_Based_Learning_as_a_Catalyst_in_Reforming_High_Schools)
- Senge, P. M. (1997). The fifth discipline. *Measuring Business Excellence*, 1(3), 46-51.
- Thomas, J. W. (2000). *A review of research on project-based learning*. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/238162544\\_A\\_Review\\_of\\_Research\\_on\\_Project-Based\\_Learning](https://www.researchgate.net/publication/238162544_A_Review_of_Research_on_Project-Based_Learning)
- Trochim, W. M., Cabrera, D. A., Milstein, B., Gallagher, R. S., & Leischow, S. J. (2006). Practical challenges of systems thinking and modeling in public health. *The American Journal of Public Health*, 96, 538-546.
- World Health Organization. (2009). *Alliance for health policy and systems research*. Retrieved from [https://www.who.int/alliance-hpsr/alliancehpsr\\_reader.pdf](https://www.who.int/alliance-hpsr/alliancehpsr_reader.pdf)

# Implementation of Systems Thinking: Teaching in Project-Based Learning

**Sheuwen Chuang \***    **Chiung-Hao Chen\*\***  
**Ya-Hsuan Wang\*\***    **Jun-Hong Lin\*\***  
**Hsiao-Chun Chen\*\*\***    **Chia-Hsing Yeh\*\***

Complexity of issues has been accelerated on account of globalization and technology development. Application of systems thinking has been recognized as a useful approach to solving complex problems by both academics and industries. Nevertheless, implementing systems thinking is still their challenges. Given the current trend of encouraging continuous innovation, teacher-student interaction, and student self-directed education, project-based learning (PBL) has been proved to be an effective learning and implementation approach. Therefore, the study aims to facilitate an integration of systems thinking and PBL into an innovated course. The hierarchical issue method (HIM) was adopted to redesign the course, synthesizing PBL and systems thinking into a five-step teaching and project implementation approach. The participants were 8 students who enrolled the elective course, “Application of Systems Thinking,” at School of Healthcare Administration in the second semester of 2016. The surrounding area of the university affiliated hospital was the project implementation field, and the project was “Reducing cigarette butt waste around the hospital.” After implementing this course, improvements were found in both project performance and student learning effectiveness. The results showed that the students have improved their capability of using systems thinking through PBL processes. This teaching approach systematically provided students with opportunities to practice systems thinking skills in school education. To well prepare students for practical challenges in the future, this course can be used as a reference for other subjects in education.

Keywords: project-based learning, systems thinking, educational implementation

主題文章

- \* Sheuwen Chuang, Associate Professor, Graduate Institute of Data Science,  
Taipei Medical University
- \*\* Chiung-Hao Chen, Ya-Hsuan Wang, Jun-Hong Lin, & Chia-Hsing Yeh,  
Undergraduate Student, Department of Health Care Administration, Taipei  
Medical University
- \*\*\* Hsiao-Chun Chen, Research Assistant, Health Policy and Care Research Center,  
Taipei Medical University

---

Corresponding Author: Chia-Hsing Yeh, e-mail: b508103039@tmu.edu.tw