問題導向學習－
後京都時期全球化之能源與社會永續發展

黃富昌[1,*]、鍾 愛[2]、張陳基[3]

[1]南亞技術學院土木與環境工程系

[2]南亞技術學院化學工程與材料工程系

[3]南亞技術學院幼兒保育系

摘 要

在全球化競爭，因應知識經濟時代，學生更須充分具備學習的積極意願與就業技能。不論未來技職教育如何的轉型，賦予學生「獲得知識的能力」將是最大的挑戰，也就是說「學習如何學習」將是各類型技專校院學生學習的主軸。有鑒於「永續發展」對於國家、社會、地方、學校以及產業界的重要性，如何培育有創新力、有企圖心、有國際觀的 e 世代青年，如何培養年輕人的就業能力、生活能力、正確的社會價值和品質觀，使學生關心所處的環境及培養對社會的責任感，成為一個有深度學養與就業競爭力的未來公民。本課程嘗試在課程設計中添加 PBL 學習元素，讓教師重新審視課程設計與教學模式，改變自己的課程觀、教學觀和知識觀；學生加深加廣自我的學習能力，並加強生涯認知與試探，建立正確的工作價值觀，達到主動學習、合作學習的目的，增進學生跨科技整合與問題解決能力，以培養能解決問題的專業技術人員。同時將課程相關資料，整理編撰成 13 單元之「非同步教學教材」，置於 e-learning 網路學園教學平台，讓學習不受時間、空間之限制，擴大學習成效。從學習前、後測之分析結果，顯示採用 PBL 教學對同學之學習有顯著的助益，值得持續進行，擴大學習成效。

關鍵字：永續發展、問題導向學習

*Email：fchuang@nanya.edu.tw Tel：03-4361070#5141 Fax：03-4563674

PBL-The energy and society of sustainable development on the post-Kyoto for Globalization

Fu-Chang Huang[1,*] Ay Jong[2] Chen-Chi Chang[3]

1.Department of Civil and Environmental Engineering, Nanya Institute of Technology, Jhongli, Taiwan

2. Department of Chemical and Materials Engineering, Nanya Institute of Technology, Jhongli, Taiwan

3. Department of Early Childhood Care and Education, Nanya Institute of Technology, Jhongli, Taiwan

Abstract

Problem-Based Learning (PBL) is different from the traditional teaching method, the strategy is focus on students. The course is centered on the students who decide what to learn themselves. By using group discussions, it initiates students' motivations to seek for knowledge actively, and improves their learning efficiency. This study explores the application of the PBL approach to the general course of college students, and investigates its practicalities. Based on the analysis of qualitative as well as quantitative data collected during the PBL teaching experiment, and shares the observation of teaching and learning experiences generated in the experiment and proposes some advice to the prospective teachers and researchers who are willing to apply the PBL approach in the related field. The research found：PBL was effective to make a chance to share and discuss with peers and enhance students' mind via other tutors' identification. And this curriculum can cultivate students' abilities of multi–thinking, interpersonal intelligence, and solving problems.

Keywords：sustainable development, problem-based learning(PBL)

*Email：fchuang@nanya.edu.tw Tel：03-4361070#5141 Fax：03-4563674

壹、前　言

置身在一個能源逐漸匱乏的 21 世紀，不但要持續經濟發展又得兼顧環境的永續，因此能源議題不再只是一個研究的課題，而是延伸至全球人民之福祉。2009.04.15 全國能源會議，總統馬英九開幕致詞：『永續發展是人類文明共同的願景，而建立公平正義的社會，同時創造永續的經濟發展模式以及維持潔淨的自然環境，也就是經濟的發展、社會的公義以及永續的經營，是我們對後代子孫無悔的承諾。』值此全球高唱『節能減碳』、金融海嘯經濟蕭條之際，更要落實、推動環保與能源教育。

面對「國際上能源價格之波動及供應安全、京都議定書生效對溫室氣體減量的壓力、高能源價格的趨勢、傳統能源耗竭尋求替代能源的日益迫切等課題」，我國亦採取與世界各國相似的因應之道，即減少化石燃料使用量、使用較乾淨能源、開發新興再生能源、鼓勵節約能源等措施，積極進行再生能源與節約能源技術之發展。2006 年行政院成立能源政策及科技發展指導小組，由行政院副院長擔任召集人，兼顧能源、環境、經濟等面向之平衡發展，進行跨部會之協調整合。2008 年 6 月 5 日行政院核定「永續能源政策綱領」，並於同年 9 月 4 日通過「永續能源政策綱領－節能減碳行動方案」據以推動，為凝聚各界對永續能源政策目標之共識，以加速節能減碳之落實，行政院於 2009 年 4 月 15、16 日舉辦全國能源會議。2009 年並開始推動能源國家型計畫，能源研究經費預計於 4 年內將由每年 50 億元倍增至 100 億元，以提升科技研發能量，能源國家型計畫提出 3+1 規劃主軸，即能源科技政策、能源計畫、節能減碳、人才培育及輔導等四項，期能達成能源、環保與經濟三贏之政策目標。

貳、文獻回顧

一、京都議定書與全球溫室氣體減量對策

(一)京都議定書

1997 年在日本京都召開第 3 次締約國會議時所通過的京都議定書(Kyoto Protocol)，已於 2005 年 2 月 16 日正式生效。主要管制 38 個工業化國家及歐洲聯盟應於 2008 至 2012 年間將該國溫室氣體排放降至l990 年排放水準，平均再減 5.2%。開發中國家在第一承諾期(2008~2012 年)並無減量責任。管制 6 種溫室氣體，其中CO_2、CH_4、N_2O管制基準年為 1990 年，而HFC_s、PFC_S與SF_6 管制基準年為

1995 年。允許l990 年以後人為進行植林所吸收的二氧化碳可做為減量措施之一(李堅明，2008；梁啟源，2005)。

(二)由下往上的減量規範

對開發中國家而言，現階段應以由下往上(Bottom up)的規範訂定適切的目標，以確保國家永續發展。由上而下(Top down)：以制定共同遵守公約為模式，優先確定全球的排放上限，然後根據各締約國的責任和義務等方式來分配具法律約束力的減量目標(如表 1 所示)，如：京都議定書；由下往上(Bottom up)：各國依據其技術與政經情況，決定適合的排放量目標，再以類似貿易磋商的方式，由各國將自設承諾提出討論，並邀請其他國家提出類似提案，不具強制性目標及較無明顯經濟損失。(參考經濟部能源局網站資料重新整理)

表 1 各國溫室氣體減量目標比較表

國家	法令名稱	減量目標
日本、瑞士、歐盟、俄國斯等逾170國	京都議定書	2012年底，已開發國家排放量平均要比1990年排放量減少5.2%，預計2012年達成50億噸溫室氣體的減排目標。
中國	應對氣候變化國家方案	2010年，國內生產總值能源消耗比2005年降低20%。
英國	氣候變遷法草案	2020年達到比1990年減量26%~32%， 2050年較1990年減量60%。
愛爾蘭	氣候變遷策略	2020年回到1990年的量。
新加坡	國家級氣候變遷策略	2012 年較 1990 年排放密集度減少 25%。
韓國	氣候變遷法草案	2012 年，產業部門排放量較 2005 年減少 3.2%。
台灣	永續能源政策綱領	中程：2016 年~2020 年回歸 2008 年，2025 年回歸 2000 年。 長程：2050 年回到 2000 年的 50%。

二、我國溫室氣體減量對策

(一)我國溫室氣體減量立場及主軸

1.從氣候變遷國家角度：我國溫室氣體排放量約占全球 1%，受到各界關注。我國

身為容易受氣候變遷衝擊的島國，支持溫室氣體減量，有利於永續發展。

2.從國際環保政治角度：在國際環保政治中，各國所承擔之環境責任係經由談判協商決定，並尋求由單國自我設限。

3.從國家環境利益角度：溫室減量議題可作為改善我國污染負荷之動力，集中目標積極發展低耗能高附加價值產業以取代能源密集產業，逐步改善我國能源及產業結構，有利減輕污染負荷量。

4.從國家安全角度：我國能源過度依賴，面對日益增加之極端氣候災害損失及傳染病威脅等，應以國家安全角度建構我國因應調適能力。(參考經濟部能源局網站資料重新整理)

(二)催生溫室氣體減量法

1.積極參與國際會議：環保署歷年均積極參與COP(氣候變化綱要公約締約國大會，Conference of Parties)及MOP(京都議定書執行會議， the meeting of the Parties to the Protocol)歷次會議，掌握國際最新溫室氣體發展趨勢，亦蒐集許多寶貴資料。溫室氣體管理制度推動期程如圖 1 所示。

2.非締約國的困境：受限於我國特殊處境，無法簽署聯合國氣候變化綱要公約及京都議定書，亦無法實際參與公約相關法制作業及所提供之減量機制(諸如JI、ET及CDM等)。

3.減量成效不佳：儘管我國已規劃減量策略及行動方案，實際作為仍付之闕如，主要原因即為缺乏溫室氣體減量法之授權與規範。(參考經濟部能源局網站資料重新整理)

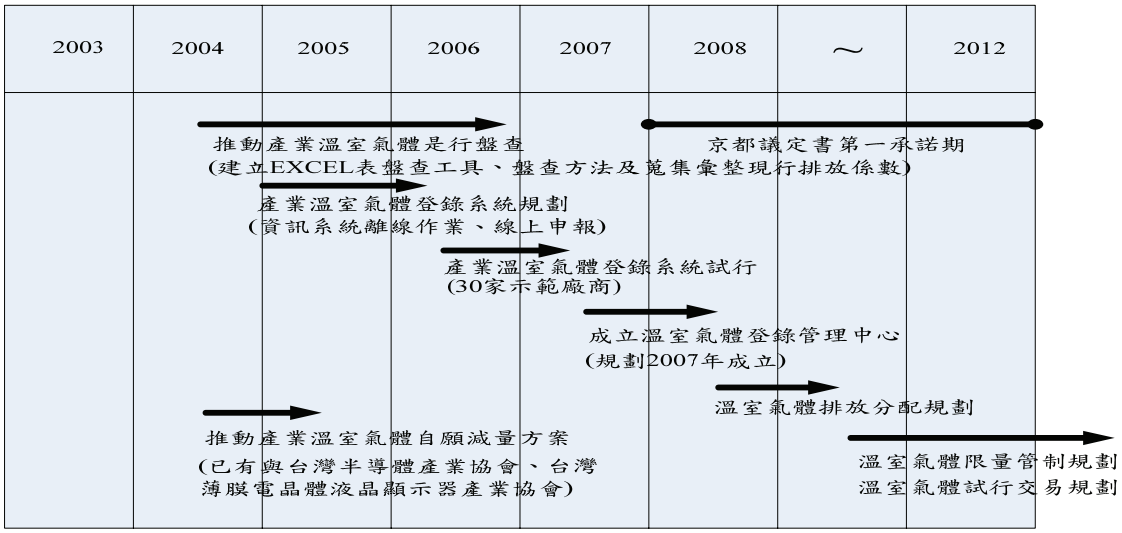


圖1 溫室氣體管理制度推動期程示意圖

三、哥本哈根會議協定

由於《京都議定書》的減排協議將於 2012 年屆滿，《聯合國氣候變化框架公約》的締約方，2009 年 12 月 7 日召開的哥本哈根會議，各國領袖必須在五個關鍵議題上達成共識，才能把未來氣溫的增幅控制在攝氏 2 度以內，決定地球將來的生態、經濟，及社會發展，牽動全球命運。『哥本哈根協定』（Copenhagen Accord）主要內容如下：

1.要求全球暖化程度應控制在攝氏兩度內，各國須在 2011 年 2 月 1 日前提交 2020 年前減碳目標，但未明確規範各國碳排量及須在哪年開始遞減。

2.富國承諾 2010 年至 2012 年三年間，出資約 300 億美元協助窮國，在 2020 年前，自「政府和民間、雙邊和多邊，包括替代財務資源等廣泛財源」，每年補助開發中國家 1000 億美元，但未提及各國須出資多少及如何分配等細節。

3.富國承諾將受到「聯合國氣候變化綱要公約」嚴密、健全且透明的機制檢視減排成果，開發中國家將根據一種「確保國家主權受到尊重」的方式下提出減排承諾報告。(參考經濟部能源局網站資料重新整理)

四、問題導向學習(PBL)介紹

從科學教育的觀點看，我們不能用填鴨式的方式教學生，要用inquiry base(問答為基礎的教學法)，用詢問問題在哪裡的方式教學生；教育並非訓練，教育是教學生解決還沒有解決過的問題，訓練是把人類已經知道的東西，把它做得更快，二者是不一樣的。只要學生會問問題，問題就已經解決了一半，會發問就是一個開始。問題導向學習是由教師在課程中設定問題，交由學生來解決，在問題解決過程中學習應用知識，養成自主管理與知識分享的態度(楊坤原，2005；洪榮昭，2006)。

PBL是一種以學生為中心，由教師所促進的教學。此種學習是一種挑戰學生「學會學習」(learning to learn)的教學活動，學生要在團體中與他人合作，共同找尋真實世界問題的解決方案，而這些問題通常可以激發學生參與的好奇心，連結相關的生活經驗，並培養他們批判及分析的思考能力，發展學生成為自我引導的學習者，因此其目標在於能力的學習，而非僅限於知識的學習。學習者在學習的過程中扮演積極參與的問題解決者，對於學習負有重要的責任，主導整個學習的進行，培養自我導向的終身學習技能、問題解決能力、團隊合作的溝通技能、以及資訊管理與應用的能力；教師則退居第二線，成為學習者解決問題的夥伴，擔任輔助、

顧問、教練的角色，從旁給予必要的協助。綜合學者賦予「問題導向學習」之定義，如表2所示。傳統學習模式與PBL學習模式之差異如表3所示。(洪榮昭，2001，王千倖，2002；林我崇，2004；楊坤原，2005)

表 2 「問題導向學習」定義一覽表

學者	年代	定義
Barrows & Tamblyn	1980	問題導向學習是針對問題了解與解決過程中所進行的學習。其認為問題導向學習是一能讓學習者主控學習的較大部分，且鼓勵他們突破傳統學科之界線，並透過一特殊的問題進而整合相關知識的方法。
Walton & Mathews	1989	問題導向學習之原則是將學習者放置在特定之情境中，給他們一個學習任務與挑戰，並提供其資源。
Rankin	1992	問題導向學習是一種高結構、以學生為中心之教學方法，且如 Whitehead 所言之「自由引導式教育方法」，但並非自由形式之發現學習，而是具嚴謹性、實踐性之教與學過程。
Newman	1993	此名詞有著類似愛莉絲夢遊仙境(Alice-in-Wonderland)的特質，其最純粹的形式為一個問題呈現於一個小組之學習者前，而後小組決定與學習為了解決這個問題所需之知識與解決步驟。
Duch	1996	一種以問題為根基的教學方式，它利用真實之問題培養學習者的思考與問題解決能力，並獲得課程內之重要概念。
King et al.	1997	是一種催化批判與創造思考技巧的教學策略，也是一種催化後設認知之教學策略。
Albion & Gibson	1998	問題導向學習為一種教學設計。
Camp	1999	問題導向學習是一種影響學習者「全人」的教學模式，是屬於派典上之轉變(paradigm shift)，亦是教育方法與哲學的組合。整個學習方式是以學習者為主體，而學習焦點集中於所欲探討的問題之上。
Levin	2001	問題導向學習是一種鼓勵學習者運用批判思考、問題解決技能和內容知識，去解決真實世界的問題和爭議的教學方法。
Tam	2001	問題導向學習為一種教學形態，其特徵是透過真實生活形成的問題，在班級內進行小組教學及促進學習者之自我導向學習，在此一學習過程中，教學者居於催化、引導之角色。
洪榮昭	2001	問題導向學習是由教師在課程中設定問題，交由學生來解決，在問題解決過程應用知識，養成自主管理與知識分享的態度。
王千倖	1999	「問題導向學習」非常強調以「問題」為學習的起點，而不是像傳統的教學──先學習學科內容，再嘗試解決問題。

表3 傳統學習模式與PBL學習模式之比較

模式 項目	傳統學習模式	PBL模式
教師角色	教師是教學專家、授業者、解惑者	教師是設計者、引導者、評鑑者
學生角色	被動的學習者(看中學、聽中學)	主動的學習者、知識的建構與製造者(做中學)
學習方式	以教師為中心、以教為主軸	以學習者為中心、以學生為主軸
學習資源	教科書是主要學習資源	整合的學習資源及媒體
學習內容	主要學習內容是事實，通常是有標準答案的「結構性問題」	主要學習內容是解決問題，為沒有標準答案的「非結構性問題」
學習過程	先學習學科內容，再嘗試解決問題，偏重個人學習、單向式的對話	以問題為學習起點，偏重小組學習、以對話為主軸
教學目標	教學目標在獲得主題領域的知識	主題領域知識與關鍵能力的養成
教學特質	過度強調分科學習，無法因應真實世界複雜的工作或問題所需	強調科技整合取向的跨領域學習，理論與實務並重
資訊來源	教師提供整套資訊	資訊必須自己發掘、歸納整理
評鑑方式	單純式紙筆測驗評量	多元化(含真實性評量、檔案評量、學習日記、學習成就檢核表等)

叁、課程執行情形

PBL教學策略是以教師預設的「問題陳述」做引子，安排適當教學情境，教師協同教學，有效的引導討論，鼓勵學生主動探索，腦力激盪發現問題，提出可能的解決方案，並重覆資料蒐尋、整理及應用之流程以驗證提出之解決方案是否可行。學生必須擔負起學習的責任，教師的角色是指導後設認知學習技巧的教練，在解決問題的脈絡下，教導學生學習的策略和知識的建構。圖2為「後京都時期全球化之能源與社會永續發展」PBL課程架構圖。

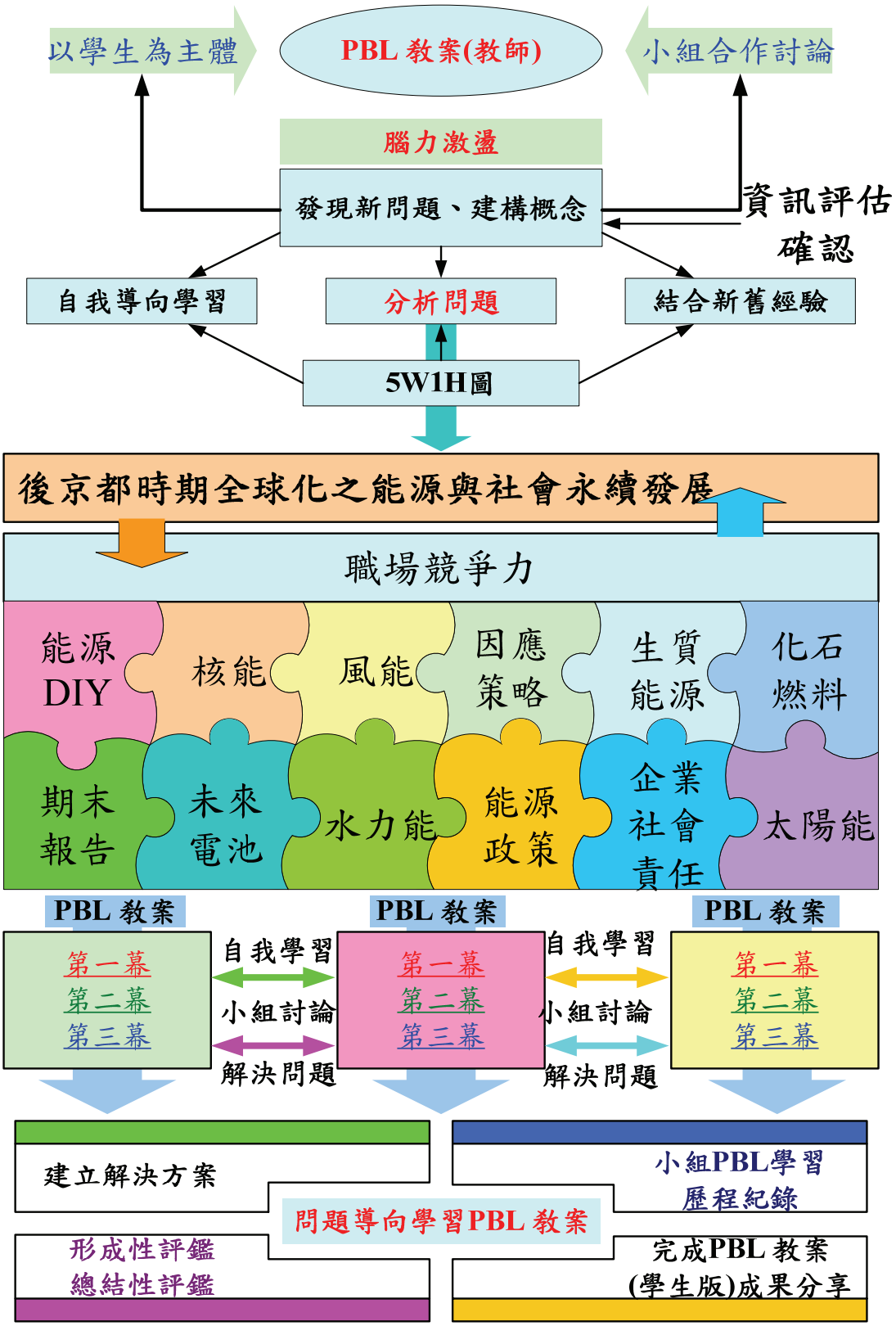


圖 2 「後京都時期全球化之能源與社會永續發展」PBL 課程架構示意圖

一、 PBL 的教學設計模式

本課程以問題導向學習(problem-based learning,PBL)教育理念融入教學活動中，提升大專生對問題的解決能力，及對全球能源的關懷度。希望透過 PBL 教學活動，有助於能源與社會永續發展覺知的學習、能源與社會永續發展態度與行為的改變。利用心智圖繪製學習地圖，面對問題，運用心智圖在最短時間內釐清思緒，找出問題與原因的連性及解決方案的方向，做出質量兼顧的抉擇，掌握問題規劃的完整性，培養全方位思考的能力。圖 3 以產品碳足跡盤查工作規劃為例說明。

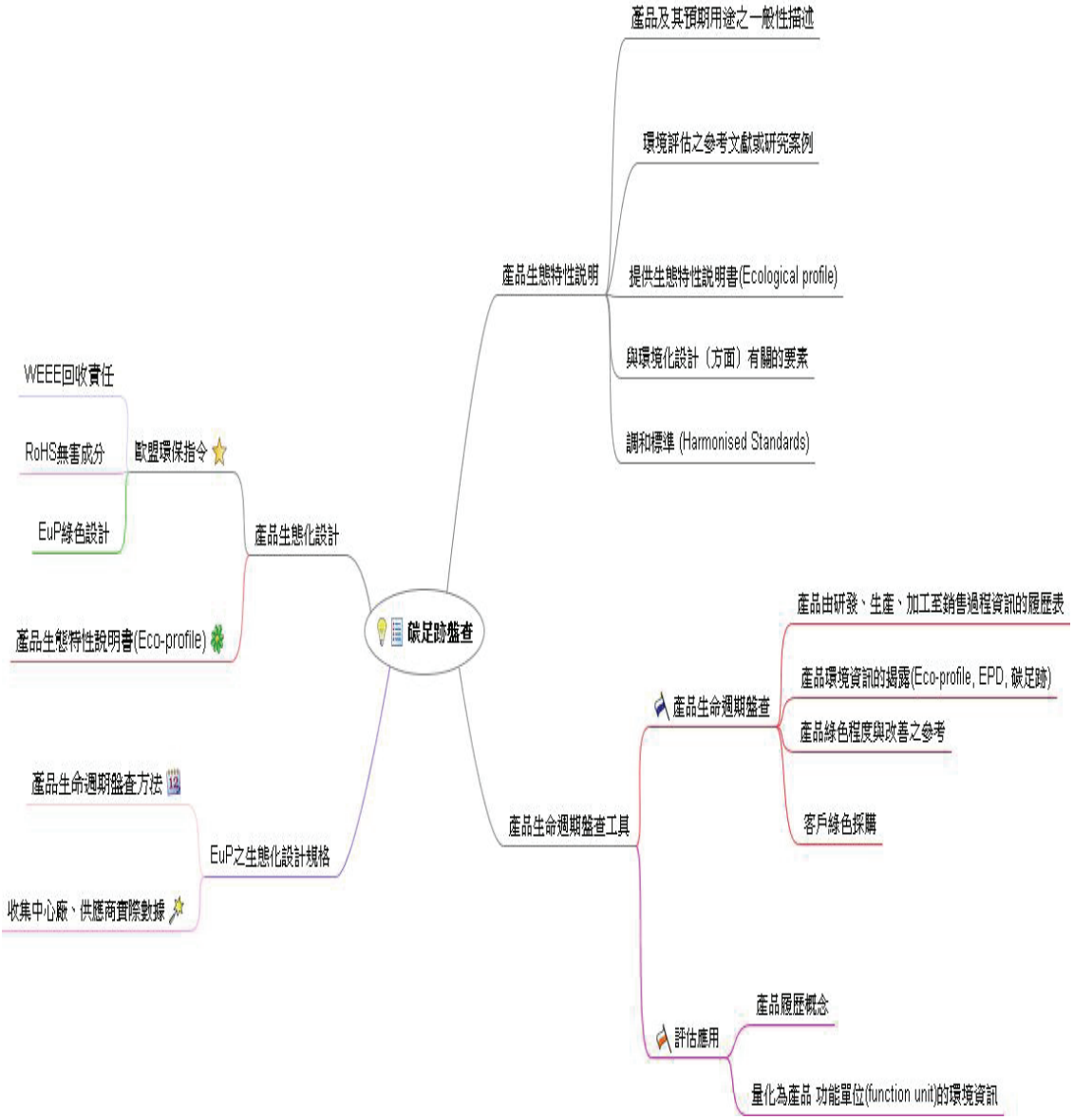


圖 3 產品碳足跡盤查工作規劃心智圖

二、PBL教學運作流程

PBL教學運作的基本流程(如圖4所示)，說明如下：

1.佈題：老師以開放式、無固定答案的問題，讓學生自行思索問題。

2.界定問題：學生依據老師所拋出的問題，界定問題的範圍和方向。

3.小組討論：透過小組討論，擬定解決問題的方法和策略。

4.教師引導：學生有疑問之處可透過與老師討論及老師的引導，再次聚焦問題之所在。

5.小組再討論：透過小組討論，再次擬定解決問題的方法和策略。

6.問題解決：依據所擬定的方法和策略來解決問題，若無法解決可再次思索問題之所在。

7.評量：教師針對問題解決的過程實施評量，瞭解學生問題解決的方法、策略及思考模式。

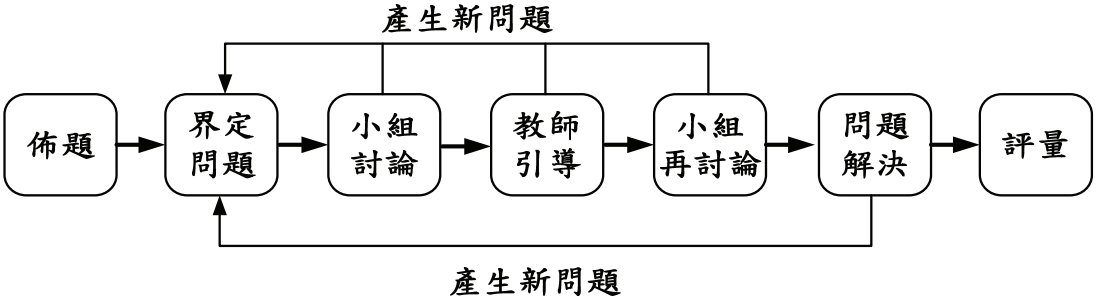
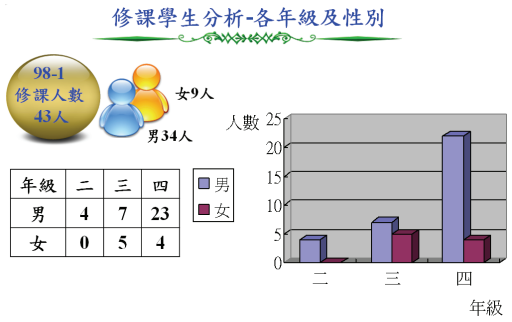


圖 4　PBL 教學流程示意圖

肆、研究結果與討論

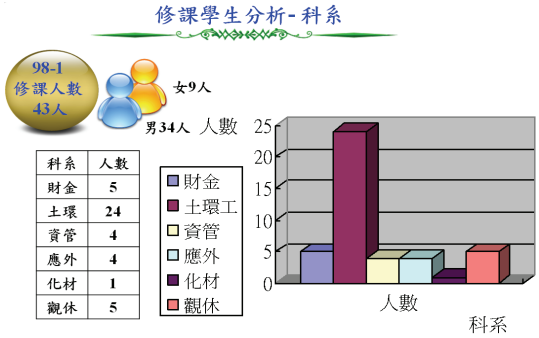
一、修課學生分析

本課程教學運用「問題導向學習」(Problem-Based Learning, PBL)模式，將主動教學之精神應用實施於厭倦學習的學生上，以學生為中心的教學策略，期能建立批判思考及推理技術，增進學生的創造力及獨立性，協助學生在學習過程中獲得成就感；最終目標是引領學生經由解決問題的能力，訓練自己做出適切的決策，提升技職校院學生通識教育的素養，培養終身學習態度。本課程為全校通識選修課程，共有 43 位學生選修，學生背景分析如圖 5~圖 7 所示。



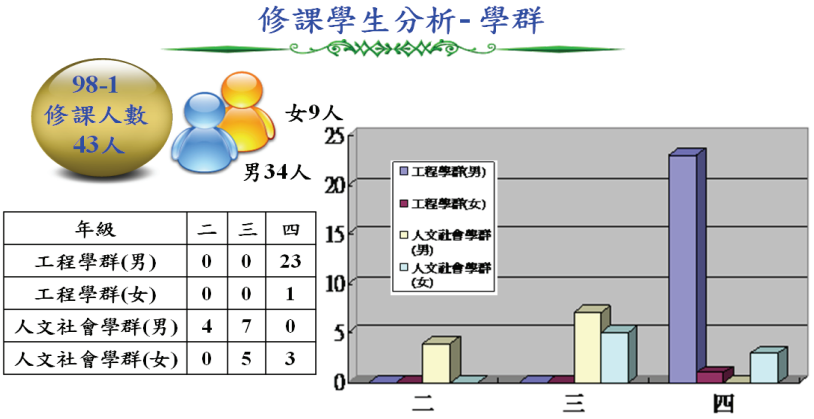
年級	二	三	四
男	4	7	23
女	0	5	4

圖 5 修課學生年級及性別分析示意圖



科系	人數
財金	5
土環	24
資管	4
應外	4
化材	1
觀休	5

圖 6 修課學生科系分析示意圖



年級	二	三	四
工程學群(男)	0	0	23
工程學群(女)	0	0	1
人文社會學群(男)	4	7	0
人文社會學群(女)	0	5	3

圖 7 修課學生學群分析示意圖

二、學生學習評量

本課程透過學生學習前、後測差異檢定，以瞭解學生學習成效。前測平均成績為：42.25 分，後測為 52.37 分，顯示 PBL 學習之後，同學的平均成績有提升，進一步以成對樣本 T 檢定，結果顯示：t =-2.373(p<0.05)，經過 PBL 教學之後，同學成績進步具統計顯著性。

Paired Samples Statistics		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	前 測	42.25	43	9.933	1.948
	後 測	52.37	43	12.401	2.432

Paired Samples Test	Paired Differences					t	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference			
				Lower	Upper		
Pair1 前測 後測	-8.192	14.408	2.826	-14.012	-2.373	-2.899	0.008**

**： p<0.01

三、教學成效分析與檢討

1.小組討論：增加學生表達自己意見的機會，提升溝通能力。

2.擔任主席：學習領導統御，掌控會場秩序，分配發言時間，提升領導能力。

3.擔任紀錄：學習傾聽、摘錄重點，活絡思路，提升寫作能力。

4.小組報告：學習資料蒐集、整理、分析，並與同學討論，提升閱讀能力。

5.期末報告：學習製作簡報資料，強化簡報技巧，提升表達能力。

6.影音編輯：學習影像處理，錄音整理，提升電腦影像處理能力。

7.期末作品：激發學生創作力與發揮團隊合作精神。

8.老師在上課前將教案先放至e-learning網路學園教學平台，有助同學事先預習。

9.教材教案放在網路上，方便同學隨時溫習。

10.討論版之發言，可隨時與老師討論，即時解惑。亦可隨時發表學習心得，或是提出相關建議。由於通識課程，大家分屬不同系科與年級，透過課程網站交談，可打破時間與空間之距離，隨時溝通聯繫。

11.有些同學較內向，不習慣在課堂上發問，可透過教學平台與老師聯繫，提升學習樂趣。

12.老師可將參考資料與相關網站連結放在網站上，讓學習更便利。

伍、結論與建議

藉由本課程之執行，獲得一系列學習回饋資訊，更加確認本教學工作團隊PBL教學策略之正確性。教學工作團隊認為技職校院學生的學習成效最迫切需要的就是對問題的解決能力和積極的學習態度。本課程運用PBL教學策略在教學活動中，提升學生學習的動機、機會和環境，培養學習者主動積極的學習。結果顯示：對技職體系學生而言，將PBL教學理念融入課程中，可使課程更具深度、內涵，能提升學生的求知興趣，化被動學習為主動探索，且在創造力培養及解決問題能力上均有正向提升之效果，讓通識教育更為落實。期使後續教學工作更順暢，教學工作團隊提出幾點建議作為改善教學活動之參考：

1.激發學生學習動機：學生學習的第一個要素就是學習的動機，即學生必須有意願去學習各領域中的內容，因此動機是學習的起點。如何激發學生的內在動機，使學習本身成為是極大的樂趣來源，而不是來自於分數或其它任何外在的增強物，將是教師的第一個課題。

2.建立小組合作的學習模式：小組合作的學習模式可以使學生的學習過程中，經由

小組討論腦力激盪的過程，可使之從其中發現他人的獨特想法以刺激自我靈感，並藉由自我獨立思考作業的過程中將所得外界線索與自我想法相結合，激盪出更多樣化之思維，而為「創造力」之衍生。

3.建立思考活動訓練模式：無論何種教學無非是希望提供思考機會，鼓勵學生踴躍發言。教學者常常需要提出許多問題引導學生思考，因此一般教學活動中之思考模式是老師引導學生思考，主動思考的人是老師，學生是思考的被引導者。而「PBL教學」，在思考活動中，有著擴散性思考和聚斂性思考的思考活動訓練，學生的角色成為問題的提出者、問題的解決者，主動思考的人是學生，老師是教學活動的推動者。

4.在面對學生反應不如預期時，教學者會感到錯愕及沮喪，常會對自我教學效能感到懷疑，不知是否能順利完成整個實驗教學過程，因此，需多加自我鼓勵及與其他教師商討，增強教學研究動力。

5.學生在面對以學生為主體之教學方式的改變時，因早已習慣於「小孩子有耳無嘴」的模式下，在需思考、發表自我意見的情境下，顯得較為怯懦、退縮，需教師加以多加引導及鼓勵以增進學生信心。

陸、參考文獻

1.李堅明，2008，〈聯合國氣候變化綱要公約最新發展與觀察〉。《經濟部能源報導》，3：5-9。

2.洪榮昭，2006，《問題導向學習課程發展理論與實務》。台北：師大書苑。

3.梁啟源，2005，《台灣未來經濟發展面臨之挑戰－京都議定書》。國改研究報告。

4.楊坤原、張賴妙理，2005，〈問題本位學習的理論基礎與學習歷程〉。《中原學報》，33(2)：215-235。

5.林我崇、黃水金，2004，〈以理論基礎及學習歷程探討問題導向教學策略之研究〉。《南開學報》，2(1)，93-102。

6.王千倖，1999，〈合作學習和問題導向學習—培養教師及學習者的科學創造能力〉。《教育研究》，28，31-39。

7.經濟部能源局，http://www.moeaboe.gov.tw/。