

教育部教學實踐研究計畫成果報告

計畫編號：PEE1101128

學門專案分類：工程

執行期間：2021-08-01~2022-07-31

以人本設計為核心重構工程學系產品設計課程（I） - 課程模組化規劃與學習成效探討

Reconstruction of a Product Design Course for Engineering Students Based on
Human Centered Design Concept (I) -- Course Modules and Learning Effect
Analysis

配合課程名稱：

產品設計方法與實習(I) & (II)

計畫主持人：蔡錫錚

執行機構及系所：國立中央大學機械工程學系

成果報告公開日期：

立即公開 延後公開(統一於 2024 年 9 月 30 日公開)

繳交報告日期(Report Submission Date)：2022 年 9 月 19 日

摘要

本計畫以兩年為期，基於設計思考核心—人本設計之概念，重新建構產品設計課程。計畫目的係在培養「解決問題」的工程領域人才思維之外，更能使學生具有「提出問題」、「定義問題」等能力。

本年度計畫係在「產品設計方法與實習 I & II」課程中建立新的課程架構；同時為強化學生提出問題能力，課程跳脫傳統單向講述方式，改以案例討論、方法講述與演練等單元模式來進行教學。課程架構共分「產品設計與科技發展」、「價值發現與產品定義」、「概念發想與原型驗證」三個群組，各有設計專案階段工作報告、案例討論、方法演練等單元。各案例討論串聯課程主軸，設計方法演練則瞭解設計方法的重點與應用場合。同時為培養批判能力與同理心，在設計專案報告時，除透過互評對同學成果評論，並讓學生以角色扮演方式，做為他組專案的客戶，對設計的產品方案提出回饋。

本計畫重新建構適用工程背景學生之產品設計課程，可強化學生具有思辨與論證能力，亦產出各種「人本設計」下之產品設計相關課程單元教材，可供相關教師教學參考。而學生在新課程內容的學習成效，也透過專案觀察與問卷，也檢驗此教學模式對學生在學習設計上，也符合設定之目標。

Abstract

The product design curriculum will be reconstructed in this two-years project based on the concept of human-centered design, the core of design thinking. The aim of the project is not only to cultivate engineering students with "problem solving" ability, but also to enable them to have the ability to "ask questions" and "define problems".

In the project of this year, a new curriculum structure in the courses of "Product Design Methods and Practice I & II" is established; at the same time, in order to strengthen students' ability to "ask questions", the course jumped out of the traditional one-way didactic teaching method and changed to "course modules" model such as discussion of study cases, exercise of design methodology. The course structure is divided into three groups: "Product Design and Technology Development", "Value Discovery and Product Definition", and "Concept Ideation and Prototype Verification". Case study forms the main axis of the course, and the design method exercise help students to understand the focus and application of the design method. In order to cultivate ability of critical think and empathy, students do not only propose their comments on the results of classmates through peer review, but also give feedback on the designed product solutions through role-play as clients of other projects, when in design project phase report.

This project that reconstructs a product design course, is suitable for students with engineering background, which can strengthen students' ability of thinking and argumentation, and also produces various course materials related to product design under "human-centered design", which can be used for teaching reference by relevant teachers. In addition, through project observation and questionnaires, students' learning effectiveness in the new course content is also verified that this teaching model also meets the goals of the project.

目 錄

摘 要	II
ABSTRACT	II
目 錄	III
一、研究動機與目的	1
1.1 研究背景	1
(1) 教學與產學合作研究經驗所觀察到的問題	1
(2) 課程教學遭遇的問題	1
1.2 計畫架構	3
1.3 本年度目標	3
二、文獻探討	4
2.1 專案與問題導向課程發展與設計	4
2.2 設計思考與教學	5
2.3 產品設計相關議題	5
三、研究設計與方法	6
3.1 課程單元規劃	6
(1) 原有課程說明	6
(2) 新課程規劃之構想	7
(3) 課程模組規劃	7
3.2 課程單元進行流程	8
(1) 案例討論進行方式	8
(2) 練習單元進行方式	8
3.3 教學成效評量	9
四、教學成果	10
4.1 課程活動討論方法	10
4.2 課堂活動實例	11
(1) 圖廊法	12
(2) 案例討論- 軟木塞開瓶器與咖啡機之實物體驗	12
4.3 專案設計成果	13
(1) 第一組「遞紙條」	13
(2) 第二組「沙灘遊俠」	14
(3) 第三組「智慧感測裝置」	14
五、教學成效分析結果與討論	14
5.1 思考風格問卷結果與分析	14
5.2 團隊合作能力測試問卷	15
5.3 課程單元成效分析	16
(1) 學生對案例討論模組的自評	16

(2) 學生對練習單元模組的自評	16
(3) 專案設計的影響	17
5.4 設計專案之分析	18
(1) 設計思考階段達成指標	18
(2) 第一組「遞紙條」設計專案分析	19
六、建議與省思	20
參考文獻	21
附件	25

一、研究動機與目的

1.1 研究背景

(1) 教學與產學合作研究經驗所觀察到的問題

計畫主持人長期以來在教學上即以工程設計為主軸，計共開兩門、4 學期的課程，以期讓學生具備以設計方法與能力來解決問題：

- 「**精密機械設計 I&II**」課程：以完整的機器元件單元內容，搭配以拆解與觀察機器為內容之「團隊實作作業」、分階段進行之「設計作業」、參觀國際性質機械展覽會之「參觀心得報告」，以及課後講授相關軟體與重要元件計算的「習題講解」，讓學生除從課堂講授中學習到相關的機械系統與機器元件知識外，更可學習到如何將系統與元件知識與現代工具軟體應用到解決機器設計問題之能力。
- 「**產品設計方法與實習 I&II**」課程：為進階課程，期望讓同學可以套跳脫傳統工程技術的思維，以更全方位瞭解一個工程產品或服務如何從規劃、設計、分析以及完成解決方案。課程中除課程單元，亦發展出案例討論、方法演練及設計專案等課程活動。

但從多年的教學經驗與觀察，再對目前的教學方法進行反思，前述課程雖然以「問題導向教學」方法，讓同學統整所學習得到的工程理論與技術來解決實務問題已有成效。但是若從創新的角度來看，學生卻是很少可以獨立、主動發掘問題、提出洞見，甚至定義產品規格或問題方向。

另一方面，隨著國際局勢改變，全球生產供應鏈重組也為台灣帶來產業的變動。而這個改變也同時為國內產業帶來升級的機會。長期以來國內工程人才培育在解決問題能力養成著力甚多，也造就國內產業多集中在供應鏈中、下游。但如果要能再往上端移動，則不只需要「解決問題」的人才，同時更需要「提出問題」的人才，如此才可能從「代工」或生產「me-too」產品再進展到創新產品開發與規格制定。

目前在工程教育中發展「問題導向教學」方法則應該在「解決問題」的基礎上，再更進一步強化「提出問題」的教學內容，如此才能培養產業轉型所需的人才。而「提出問題」是今日設計領域新的概念，即以人本設計(Human Centered Design)為核心的「設計思考 (Design Thinking)」最為關注的設計行動：所設計的產品是否具有價值、是否可以滿足使用者的需求，端賴設計工作一開始所定義的問題。從人才培養的角度，這些內容應該引入到教學活動之中。

(2) 課程教學遭遇的問題

在過去十數年中，計畫主持人所講授兩個學期的「產品設計方法與實習 I&II」課程(以下簡稱「產品設計」課程或課程)在不同時期也經歷以下階段性的改變：

- **工程設計方法講授**：初期在課程中以德國傳統的工程設計方法(Pahl & Beitz, 1997, Roth, 2000)為基礎，並以設計專案串聯兩個學期的課程，而逐步規劃出完整的課程單元。在這階段關注使用者部份則僅在人因工程或人機介面方向。
- **設計思考概念導入**：在 2008 年開始，受到姚仁祿老師網路授課之影響，開始將設計思考概念融入課程單元之中；即以原有的講授單元內容，找出相關的 TED 演講，在課堂中讓同學觀看演講影片，並以小組方式就與設計相關的問題進行討論，並發表見解與同學分享，藉以傳達設計思考概念。
- **設計思考方法演練單元建立**：在 2016 年開始，由於參與「社會參與學程」，從社會實踐方向發展出社會設計方法課程單元，同時也同步開始將相關發想、分析與洞見階段的演練單元逐步在機械系的產品設計課程中建立。在學期總時數限制下，為能加入練習單元的時段，則調整原有的課堂演講時數，甚至改採以線上課程方式，讓學生自行觀看撰寫心得。

雖然「產品設計」課程不斷在不同階段進行調整，但從學生在課程的表現仍發現到他們尚未能有效體會到「提出問題」的重要性，在練習單元中僅完成要求的內容，也未能充份應用到後續的設計專案解決方案發展之中。因此計畫主持人反思目前已發展的教學方式，認為這落差應在對設計問題意識的轉換不足。此一問題可以從圖 1 描述工程背景學生在學科學習與創意發展的理想歷程的流程來說明：從學習的角度，學生應該從課程中學到自然界現象或工程產品的特色(What)、運作方式(How)以及原理(Why)。而從產品或技術創新的角度，卻是要從一個問題找出設計原理(Why)開始，建構出問題解決方案(How)，從而提出創新產品或技術(What)。然而這個設計是否具有價值，往往就取決於所提出的問題是否切中核心。經分析評估，這個落差就在於學生是否能夠將已有專業理論、知識轉化到提出一個問題，而可以發展出具有價值的設計方案或產品。從目前教學經驗來看，學生往往在專案進程的時間壓力下，以自己有限的經歷與體驗來思考，並提出自認有意義的設計問題與構想。也因此「產品設計」課程的內容也必須要重新規劃，以能補足這個缺口。

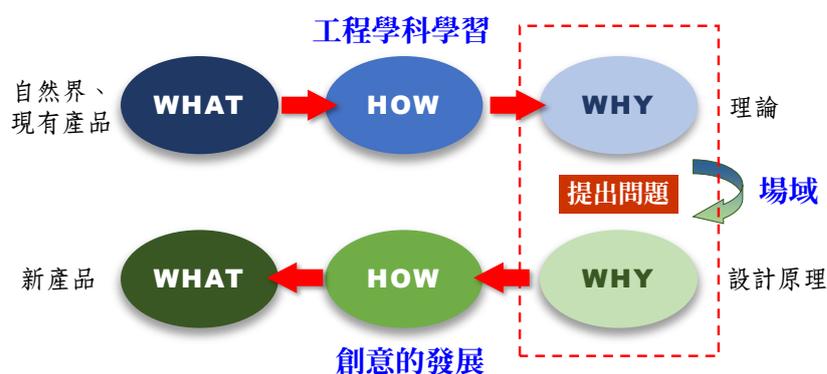


圖 1 工程學科學習與創意發展

在重新檢視目前的課程內容，可以歸納出以下必須解決的問題：

- **方法演練單元成效尚待提升。**方法演練單元加入，在 109-1 學期課程安排下，傳統的單元演講則改採線上閱聽以前之錄製影音，方法演練單元和案例討論就成為課程主要單元。此一跳脫傳統單向教學方式，雖然獲得學生喜歡，但演練單元彼此間雖有其脈絡，但學生卻未能有意識地圍繞在所期待的主軸上。另一方面，演練單元雖然也會先介紹背景理論，但卻無法如已發展的課程單元，可以有明確的課程主軸。
- **論辯能力有待加強。**由於演練單元加入，雖然學生實際練習機會增加，但反而減少論辯機會。相關的設計理念、議題以及透過討論的反思，也就因此在課程中的比重降低。
- **原型實作課程模組不足。**早期受限於加工設備，學生因實作能力不足，在要求實作產品時，往往會將精力放在克服加工能力，而失去原先規劃的目標。但目前數位加工設備普及狀況下，且學生多從低年級就開始接觸，因此有必要在課程中建立原型與產品創造關係的單元，並讓學體驗如何透過不同類型的原型進行構想、概念展現與溝通。
- **設計專案角色需強化：**過去課程中的設計專案扮演著統整內容的角色，從早期侷限在具有機構特性的產品，到目前不限主題、使用者的題目，讓同學可以自由發揮。但目前此種方式所形成的題目多元性，容易造成教師要花更多時間關照，同時也會讓學生忽略了場域觀察。題目選擇、規劃與場域鏈結強化也就扮演本課程重構的最後一哩路。

因此針對現有「產品設計」課程的不足以使同學能發現問題、掌握問題、提出洞見以及提出真正問題的困境，在本計畫中將以兩年的期程對目前較為凌亂的「產品設計」課程，重構出一個更具體、更有教學效益、以行動實踐導向的課程架構、課程內容以及進行方式！

1.2 計畫架構

在圍繞人本設計主軸上，本計畫研究架構如圖 2 所示，共分成三個次要主軸，圍繞在「課程發展與設計」以及「教學評量工具發展與分析」等兩個主要研究方法。各有相關的研究項目，彼此間亦相互關聯，說明如下：

- **課程架構建立**：為第一年主要進行工作，為建立課程各種單元模組教材以做為課程活動進行的依據。在第二年再根據學習成效分析進行修正內容，以期可更精進建立完整有成效的課程架構。
- **設計專案規劃**：在第一年中，設計專案仍將延續原有進行方式，其目的在瞭解新的課程架構對設計專案的影響。透過第一年課程教學活動的學習成效分析，配合預設的行動導向規劃構想，規劃新的設計專案進方式與題目方向，以及建立補充教材。
- **學習成效分析**：為本計畫貫穿全部課程的分析研究重點，將採問卷、觀察記錄以及作品/成果評量進行分析研究。

為強化同學勇於提問，課程將跳脫完全單向理論講述方式，而改以案例討論、方法講述與演練等模式來進行。因此在計畫進行方面，將先以單元模組的概念完成課程新架構建立與試教，以除探究學生在課程內容的學習成效，也同時檢驗課程教學模式對設計專案的影響。隨後則以第一年研究成果在第二年以行動實踐概念，引導同學進行設計專案，並探究整體的學習成效。

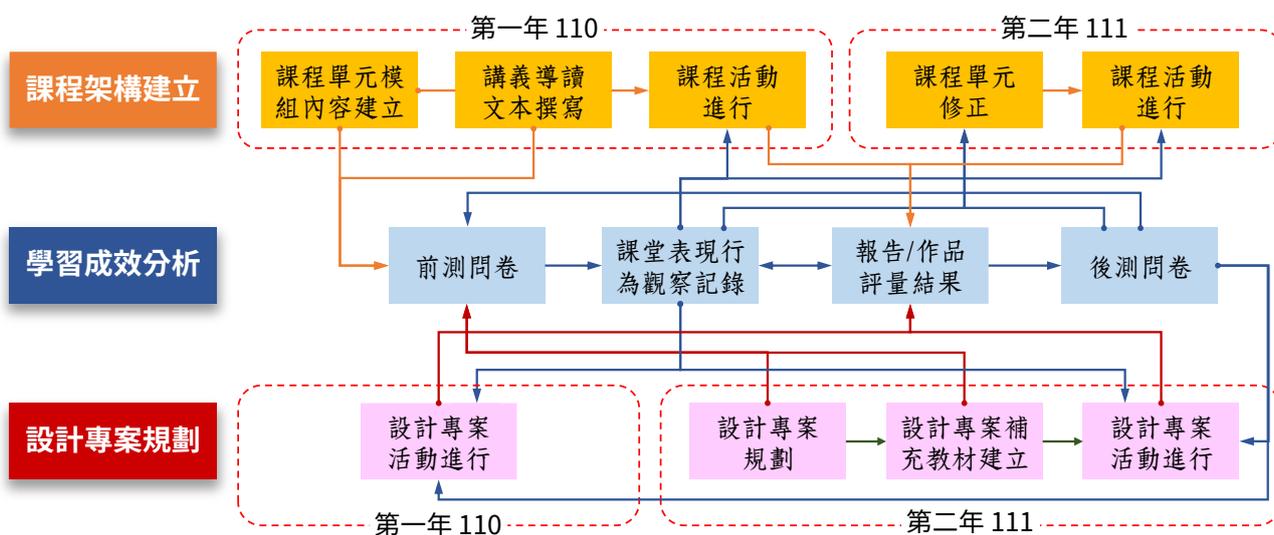


圖 2 計畫架構

1.3 本年度目標

根據圖 2 的計畫架構，本年度計畫則區分為以下重點工作：

- 建立以單元模組為主體的課程架構。為使課程架構能具有具體且能使學生更容易體認與瞭解學習的主軸與脈絡，將以全學年來進行整體規劃，建立或補充不足的課程模組，以統整各個單元模組與建立相互間之聯結關係。
- 發展「案例討論」單元以能串聯課程主軸。新的課程主軸將以案例討論方式來串聯，以期跳脫單純理論講述方式，在課堂單元做為引導同學瞭解如何分析、獲得設計理念之單元。因此要在現有基礎上進行調整與補充。
- 發展能完整涵蓋設計流程之「設計方法演練」單元。除現有之產品行銷策略演練單元外，將增加原型製作與展現之單元，使同學能透過實地演練，瞭解方法應用目的與重點，並進一步具有反思能力。

- 強化互評的方式。在課堂上將透過不同的議題導引同學掌握問題核心進行討論以及論辯，以強化辯證思考；另一方面，亦要規劃討論進行方式，以提高學生的動機，以主動態度來進行參與討論與思考問題。

二、文獻探討

2.1 專案與問題導向課程發展與設計

「問題解決能力」是工程教育中最為重要的關鍵技能，更是讓學生能將所學理論應用於實務現場，並內化成「帶著走能力」的重要樞紐。然而如何在課程中培養學生問題解決能力？從國內外的相關研究結果可以發現，在各領域中的專家與生手在問題解決能力上的確具有差異(蔡錫錚等, 2006, 2009; Atman et al. 1999, 2007, 2008)。但是即便生手學生的問題解決能力並不成熟，但若是能將專家使用的有效問題解決策略教導給生手，對於學生在解題上的表現，將有相當大的幫助。由於設計的解決問題是屬於程序上的知識，需要透過行動來獲得。因此相關研究也發現到設計與工程科學之間的差距很難透過課程銜接來克服(Carberry and McKenna, 2014; Silva et al., 2015)，特別是設計過程中所必經的不同概念辯論，也很少出現在高年級的設計專案中(Kittleson & Southerland, 2004)。

因此為解決學科發展與現實問題解決之間的落差，問題導向學習(Problem Based Learning, PBL)之概念也就被提出。PBL 最初是在醫學教育領域發展，隨後則紛紛應用在大學各領域課程。一般認為 PBL 教學模式上有六個主要特色(Barrows, 1996)：(1)以學生為中心的學習，(2)以小組方式學習，(3)教師為引導者，(4)學習的主軸來自真實生活問題，(5)問題本身是提升解決問題技巧的工具 (6) 學生藉由自主學習獲得新知。相對 PBL 著重在問題上，專案導向 (Project based Learning, PrBL) 的教學模式，讓學生參與更具體也更實際的專案，從中學習如何解決問題(Esche, 2002; Hadim & Eshe, 2002)。Dym 等人(2005) 並將專案導向學習 (Project based Learning) 區分出兩種教學模式：

- 設計取向專案(Design-oriented project-organized education)，主要處理 “*Know how*”，即綜合不同領域的知識，解決具體設計問題。
- 問題取向專案(Problem-oriented project-organized education)，主要處理 “*Know why*”，即透過相關重要的知識來得到理論問題的解決方案。

而 Tseng 等人(2013)的研究也指出以專案導向學習方式，可以提升學生對 STEM 學科學習的興趣。楊淳皓(2017)則更進一步整合問題導向、專案導向學習方法以及翻轉教室等教學方法在通識課程中，結果顯示對學生主動學態度上有顯著的影響。

另一方面，設計行為的研究也可以提供教師進一步引導學生的參考。歐洲在 90 年代起就開始進行相當多的研究，其中德國 Dörner, Pahl 與 Ehrlenspiel 首開先河，針對設計者的設計行為進行一系列研究(Pahl & Beitz 1997)，也透過不同研討會累積相當多的成果，結集成冊，如 (Frankenberger 1998, Lindemann 2003)。Hilton (2002) 則從思考風格探討設計科系學生的學習動機，葉則亮等人(2009)則從 Sternberg (1997)「思考風格」的理論架構為基礎，選定三位風格明顯且亦為設計新手的碩士生為受測對象，藉由設計實驗來紀錄受測者在設計過程中所表現的行為，加上訪談的資料輔助，確認思考風格是如何影響設計行為。這些行為研究有助於設計類課程之規劃(Tsai, 2007, 2008, 2009; Chang, 2009; 張佩芬, 2009)，或是在大一新生的導航課程(蔡錫錚, 2019)。

然而在課程的執行面上，不可諱言學生的學習動機扮演重要角色。因此要增加同學間的互動，以提升設計的創意，不少研究指出角色扮演(Role-playing)是一項不錯的方式 (Simsarian, 2003; Waterhouse, 2005; Kaario et al., 2009)。特別是在以人為本的設計思考概念下，學生透過角色扮演可以更能轉換思考角度，從中發掘產品設計的相關問題。

2.2 設計思考與教學

長久以來，創意問題解決(Creative Problem Solving)在教學扮演重要的角色。近年來強調同理心發掘問題以及不斷嘗試錯誤的設計思考(Design Thinking)概念，也逐漸在設計教學中受到重視。透過課程多元的活動，不只可以增進學生的課堂參與、創造良好的課室氛圍、加強師生的有效溝通與互動，更可以協助學生定義問題並發展出多元且創新的點子。Tim Brown (2008, 2009) 也以 IDEO 多年的經驗，提出「設計思考是以人為本的設計精神與方法，考慮人的需求、行為，也考量科技或商業的可行性」見解，認為應包括四個要素：創新、構想準則、以人為本、跨領域整合。他以發想(inspiration)、構思(ideation)與實現(implementation)等三個階段，以及技術可行性(Feasibility)、經濟存續性(Viability)和使用需求性(Desirability)三個面向，來建構不斷地反覆進行，而非線性、不可逆的創新流程。而設計思考也在 Stanford 大學的 d.School 的設計課程發展 (Kelley, 2014)，並更將流程擴展為同理心(Empathy)、需求定義(Define)、創意發想(Ideate)、製作原型(Prototype)以及實際測試(Test)等五個階段，圖 3，也進行連串的教學與推廣。這個流程亦可以看成兩個大迴圈，每個迴圈就包括發散與收斂的過程，從這樣兩個菱形模式的概念，亦可以發展出新的創新設計方法 (宮澤正憲，2017)。

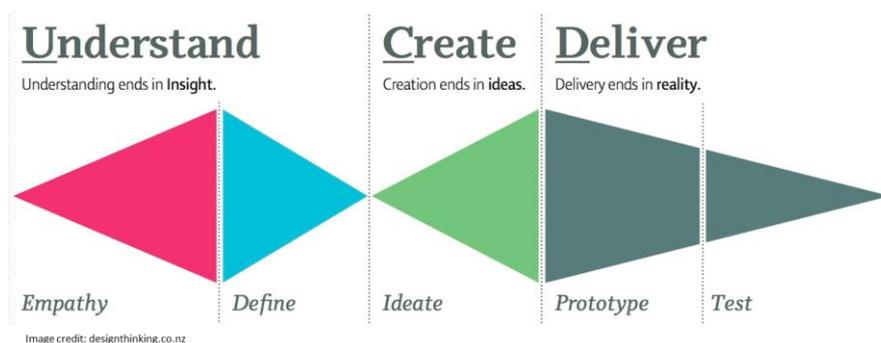


圖 3 設計思考五個階段

而設計思考相關教學方法也可以見諸相關手冊 (Lewrick, 2018)，以做為教學活動設計之參考。而 Gause 和 Weinberg (2011)更以專業角度面對客戶的需求，提供有系統的方法來釐清需求，以能達成產品最高的品質。在國內的教學中，Tu, Liu & Wu (2018) 探究設計思考的方法是否有助於改進教學，以及在導入課堂的過程中需要調整的面向為何。另一方面，以構思 Conceive、設計 Design、實現 Implement、運作 Operate 之流程，結合專案導向學習的概念而形成的 CDIO 教育方法也被工程教育領域所重視。「CDIO 提倡在基礎知識、個人能力、團隊溝通能力和系統能力四個層面上進行綜合培養的教學模式使之能夠成為符合企業實際需要的人才」(沈揚庭，2016)。

2.3 產品設計相關議題

然而在談論設計思考時雖會特別應用不少的方法，以能夠透過操作體認到同理發現問題的設計方向。但大部份的方法仍然是在傳統的設計工作中常會應用到的(Hanington, 2012)。對於工程背景學生而言，若單純以一般認知的設計思考方法來設計課程，雖然可以讓學生活化多方位問題的思考，但對於問題實踐，如何能從一個有創意的洞見與構想發展出真實可行的解決方案，卻也是不可忽略的。而在發展出產品的過程中，與設計相關議題相當多元與廣廣泛，若僅單純以技術面教導學生解決問題，則很難可以讓他們真正養成具備「提出問題」與「訂定規格」能力。因此在課程規劃上必須能跨出工程領域，帶領學生深入瞭解產品設計相關議題，且進一步充實素養。從多年的教學與產學合作研究與從跨域角度來看，產品設計課程至少應納入「人與科技發展」、「設計心理與行為」、「商業行銷」等議題。

在「人與科技發展」方面，掌握科技發展趨勢與脈動是發展科技產品所必須關注的 (Kelly, 2011)。這些趨勢的探討並不只是在科技面，而更多是在人類的需求產生的影響。有不少著作與網路資源，可供教學參考，如眾所熟知的 TED 中眾多的演講是做為參考。而科技產品創新

概念中，設計思考的概念雖然引發新的思維，但仍有新的論述提出，如 Verganti 提出了「意義創新」的理論，認為科技創新不單是以「提出解決問題」的創新導向，而更應該是「提出新意義」的創新 (Verganti, 2009, 2017)。而這意義創新看似與設計思考不相同，但是卻是可以相輔相成，也可以從使用者的客觀環境中，找出他們所忽略的。而另一方面，隨著新的科技發展，特別是電腦相關技術，人與機器的互動更加密切，如何將使用者操作流程與動作的考慮放到設計中，就必須納入互動設計的概念 (Moggridge, 2006)。與互動設計類似，也是考慮到使用者使用產品的行為，但考慮的層面更廣，就是「通用設計」(Universal Design)。透過「通用設計」的七個法則介紹，以及對產品的分析與實作，可以讓學生更瞭解使用者的行動與產品之間的影響關係 (中川聰, 2005; Herwig, 2008)。

在「設計心理與行為」方面，人的行為在在影響到產品的開發方向，也因此在這方面的討論是不可少的。如導入 Ariely 對人在經濟行為上的思考 (Ariely 2008, 2010)，有助於學生釐清設計方向決定的面向。而 Norman 從使用者角度出發，對產品好或不好的設計進行批判的觀點 (Norman, 2005, 2013)，更有助於學生設計時深思的借鏡。Kolko (2014) 更仔細提供明確實用方法以及具有洞察力的想法，來說明如何從同理心角度來做出好設計。Dörner (1997) 整理出不少人們決策思考上陷阱的實例可納入教材中，有助於工程學生跳脫習慣的線性思考。而實作教學中，Miller (1960) 提出的 TOTE (Test-Operation-TEST-Exit) 模型也影響至今。特別是在今日數位加工設備日益普及，快速完成原形進行展示溝通或測試，更能夠發揮此學習模式。

在「商業行銷」方面，傳統的行銷理論，如 STP (Segmentation, Targeting & Positioning)、4P (Product, Price, Place & Promotion) 或 Product-Market Profolio、BCG 矩陣，皆有必要納入教學中，以強化學生在產品策略方面的素養。而在「人本設計」觀點下，使用者對產品價值如何的認定，也是產品設計教學不可忽略的一環。一般來說，客戶對產品會投以關愛，並不是這產品具有那些特定的屬性，而是這些的屬性產生了讓使用者得到他想要的利益，這利益可以讓他達到個人所追求的價值。這樣的屬性—利益—價值鏈結關係就是管理領域最常使用的「方法目的鏈」(Means-End Chain, Gutman, 1982)。所以學生從同理出發，瞭解了互動設計與通用設計，則可以更進一步利用這「方法目的鏈」方法，從客戶端的價值找出產品應有的屬性 (Parry, 2001)。而前述的內容也總歸於商業模式的建立，因此商業模式圖 (Business Model Canvas) 就成為創新設計重要的一環 (Osterwalder & Pigneur, 2010)。透過有系統將主張價值與關鍵客戶、關鍵資源的聯結，再分析成本與獲利，學生可以延續「方法目的鏈」再進一步建立具體可行的構想。而價值主張的分析，更是商業模式的核心，因此透過價值主張圖 (Value Proposition Canvas, Osterwalder et al., 2014) 可以分析出「客戶素描」是否與「產品價值」適配，進一步掌握產品應有的價值。

三、研究設計與方法

3.1 課程單元規劃

(1) 原有課程說明

本計畫進行實踐的課程為在中央大學機械系開設的「產品設計方法與實習 I&II」，此課程原始目標主要在提供機械背景之學生能對工程產品開發流程，即從產品規劃、需求/規格定義、概念設計以及草圖設計等過程中相關議題與方法能有所瞭解。但隨設計領域各種新的設計理念與理論出現，例如設計思考，再加上個人教學經驗累積與反思，課程內容逐漸強化在引導同學從使用者角度尋找出產品的價值。因此在執行計畫前之課程規劃的活動如圖 4 所示，參與課程之學生則要求組成團隊，除進行設計專案，並在課堂上進行的活動以小組進行討論。而在課後也進行不同的活動與作業。此種規劃雖然看起來內容相當多元，但卻是因為逐年發展而來，使得課程活動無法聚焦反而顯現凌亂狀況。特別是課程的主軸仍然以附表 1 所列的課程講授單元依序進行。此種傳統單向講授方式並不受學生喜歡；相對之下，課程中的方法演練反而受到更多的肯定。因此在本計畫中將重新進行規劃。

(2) 新課程規劃之構想

整體的課程單元規劃係以專案設計為主軸，所以將圖 4 中部份課程活動整合，以能聚焦在規劃的三種課程模組類型：「專案設計」、「案例討論」、「練習單元」：

- 「專案設計」是主要的主軸，但在本年度計畫中先聚焦在課程模組規劃與發展，所以進行方式仍以過去採用階段報告為主的方式，再從本年度計畫的模組單元架構的教學成效，來探討模組單元與專案設計的連結關係，以做為下一年計畫精進方向。
- 「案例討論」則將過去在附表 1 所發展的學理部份搭配案例，以個案教學法進行，以提供發展專案設計解的學理以及設計理念之基礎。
- 「練習單元」則以實地演練方式，練習發展專案設計所需的各種設計方法。

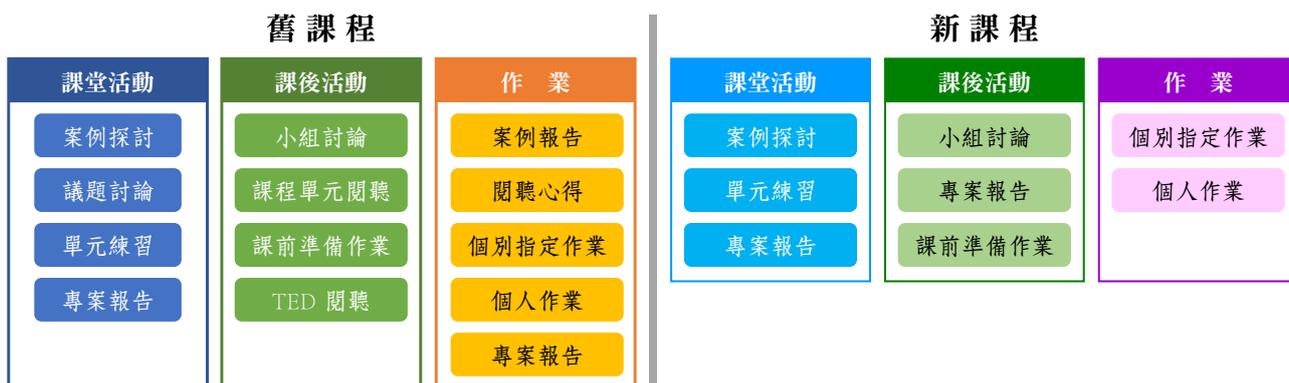


圖 4 產品設計課程活動前後比較

(3) 課程模組規劃

圖 5 為整體單元模組架構，圖中分別將「專案設計」、「案例討論」與「練習單元」等各單元。考慮到設計是非線性過程，迭代的工作型式是常態，因此課程單元就不採較細的分類，僅將內容參照一般設計流程常見的階段：問題釐清/靈感(ideation)、概念設計(Inspiration)、具體設計/實現(implementation)等三個階段進行統合。其中概念設計、具體設計與實現 整合為同一群組，因為在課程中會鼓勵同學就算在概念設計階段也可以不斷地實作模型或成品進行溝通與測試。而另一方面，考慮到學生對科技發展趨勢的觀察並不一定敏銳，因此在課程初期納入產品設計與科技發展議題。此三個群組主要傳達的方向與重點則說明如下：

- **產品設計與科技發展**：對於工程背景的學生，未來面對的產品也多與科技發展息息相關，因此除有關於設計團隊組織型態、設計流程等議題外，對科技發展下的生命週期以及科技浪潮下產品的創新與變動也是有必要引導同學瞭解整個科技演變過程中並非僅有科技的議題，而更要從「人」的議題切入。
- **價值發現與產品定義**：此群組對應到「設計思考」的「同理 *empathy*」與「定義 *define*」，但在這階段也更深入探討「人」的議題，包括行為經濟、行銷概念，以及價值尋求方法。在這階段中將同時面對消費者多樣的需求，從價值端定義出產品的規格與設計的需求。
- **概念發想與原型驗證**：此群組對應到「設計思考」的「概念 *ideate*」、「原型 *prototype*」與「測試 *test*」三個階段。但面對工程領域相關產品開發，也需要更深入的探討，因此將從原有課程「功能」角度發展概念設計解之方法基礎上，納入設計思考之原型與同理角度互動之方法以及實作驗證。

因此課程的進度安排就依照圖 5 之分類關係。而各個模組的內容介紹則列於附錄之附表 2「練習單元」、附表 3「案例討論」與附表 4「專案設計」之中，「練習單元」與「案例討論」表中亦列出各單元對應的「專案設計」階段。

產品設計 與 科技發展	PJ01A 相關產品/服務調查報告	CS01 IDEO 創新難題	EX01 棉花糖挑戰 (One-Picce)
		CS02 購物袋自動販賣機	EX02 Draw Toast 系統思考
		CS03 意義創新	EX03 設計思考方法
		CS04 產品開發與科技生態	
價值發現 與 產品定義	PJ01B 設計問題確認	CS05 共享經濟與新商業模式	EX04 同理心地圖
	PJ01C 產品策略擬訂	CS06 產品定位與策略	EX05 顧客旅程地圖
	PJ01D 產品/服務構想	CS07 產品策略尋求工具	EX06 使產品更有趣
	PJ02 設計需求定義	CS08 產品設計多樣化需求	EX07 價值主張圖
概念發想 與 原型驗證	PJ03 初步概念設計	CS09 師法自然 - 仿生設計	EX08 商業模式圖
	PJ04 設計概念	CS10 葡萄酒開瓶器	EX09 訂價與成本
	PJ05 設計原理結構解	CS11 銅板查驗器 - 型態圖表	EX10 方法目的鏈
	PJ06 設計概念之評估	CS12 咖啡機 -- 產品變異設計	EX11 從需求到規格
	PJ07 初步原型測試	CS13 產品評估與選擇	EX12 問題解決方法 - 圖廊法
	PJ08 設計解決方案	CS14 通用設計	EX13 一般化功能結構圖
	PJ-FIN 成果展示	CS15 設計法則	EX14 抽象與具象
			EX15 情境故事法

PJ 設計專案報告 CS 案例討論單元 EX 方法演練單元 ● 新增單元

圖 5 發展之課程單元模組與分類

3.2 課程單元進行流程

「案例討論」與「練習單元」兩種單元規劃目標不同，因此進行方式也會有所不同，圖 6 為此兩種單元進行流程，分別說明如後。

(1) 案例討論進行方式

「案例討論」的流程規劃係先以引導方式讓學生可以瞭解相關議題後，然後以自主學習方式準備要求內容，再於課堂報告與討論。相關說明如下：

- **相關學理介紹：**以案例角度導入相關學理，使科技發展、市場行銷、產品策略、設計原理等設計議題可更容易瞭解。
- **參考案例介紹：**以不同具體案例加以說明各學理應用方式，部份案例亦會以實物來體驗。
- **課後作業準備：**各小組課後則根據要求，搜尋與閱讀相關資料，並整理出簡報以及書面報告。
- **課堂報告討論：**小組在課堂上進行報告，並與同學進行討論，有些案例則會採取不同立場的辯論進行。

(2) 練習單元進行方式

由於「練習單元」主要係用以發展設計專案的解決方案，因此在流程上則掌握到如何讓學生瞭解為何應用此方法，如何使用方法，以及產生結果的討論。由於課堂的演練會受到時間的限制，因此在課堂上進行以熟悉方法為目標，在課後再進行精進發展專案設計解。相關流程說明如下：

- **設計方法解說：**說明設計方法之原理、解決之設計問題特點，以及相關應用工具與操作方法。

- **小組實際演練**：以設計專案為標的，即席根據將講授設計方法以逐步分階段方式，在課堂上進行演練。
- **成果報告討論**：在白板前或以實物投影機展示與分享小組的分析或設計成果。
- **課後精進演練**：小組在課後再針對設計專案的進度，重新再進行細節分析或發展設計專案。

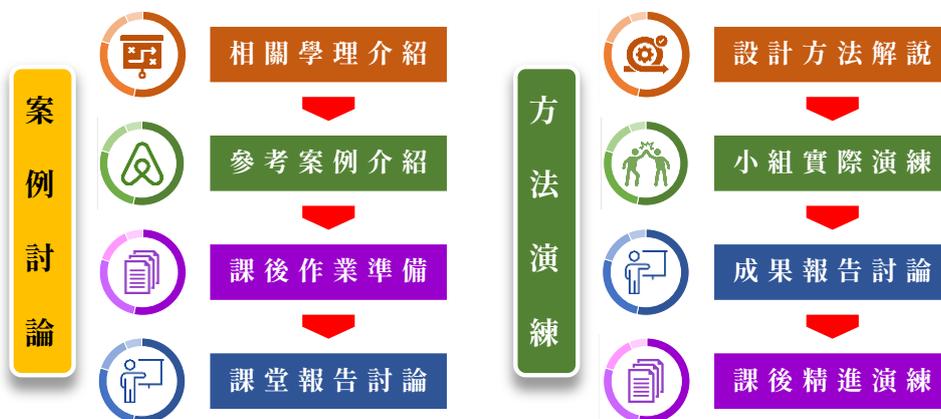


圖 6 「案例討論」與「方法演練」單元進行模式

3.3 教學成效評量

為能對課程單元模組化的教學進行成效評量，本研究採取如圖 7 所示四種分析方法，收集對應的資料，再進行交叉比對分析，以能將分析結果做為後續課程改善以及學生輔導之參考。由於課程橫跨兩學期，因此在問卷調查方面則分別在各學期進行一次，並對比分析。相關分析方法說明如下：

- **能力問卷分析**：為瞭解學生個人特質，計畫中擬訂三種量表，包括 Sternberg 思考風格量表 (Sternberg, 1997)，TWCT 量表 (Teamwork Competency Test, Aguado et al., 2014) 以及圖像表達量表 (Roam, 2012)。思考風格量表與 TWCT 量表之目的在進一步瞭解學生個人思考特質與團隊合作解決問題特質等背景資料，圖像表達量表則釐清學生在與設計相關的圖象表達能力，透過這些問卷分析可以做為學習觀察記錄之參考。
- **學習成果自評分析**：包括兩方面，首先以表 1 的評量指標與表 2 的達成指標，設計情境型式的自評問卷，瞭解學生解題的歷程。另外則對課程規劃之各單元透過詢問學生對案例探討與設計方法之印象深刻程度，來瞭解他們學習之成效。

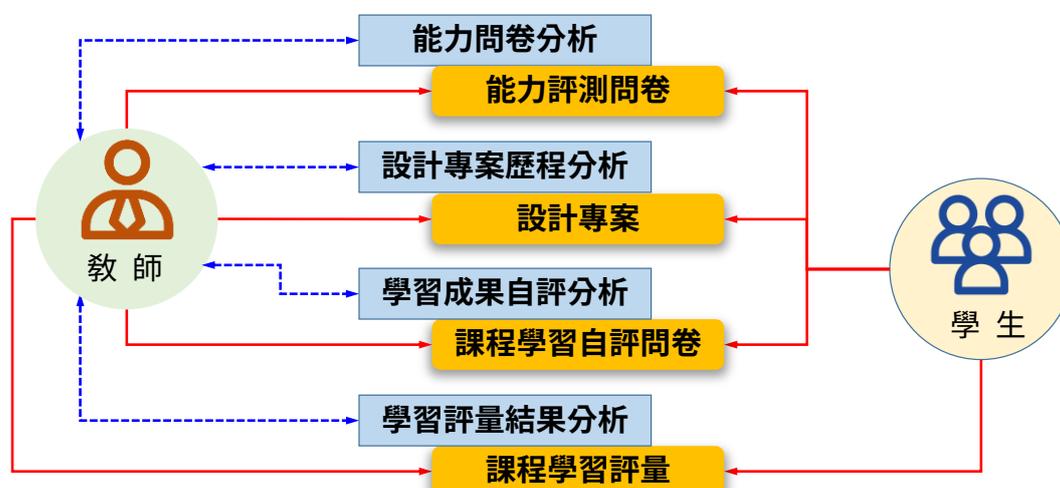


圖 7 教學成效採用之方法

- **設計專案歷程分析**：配合各階段之報告，就學生團隊之設計專案成果進行分析。透過他們的不同階段的成果，瞭解設計解決方案演變與產生歷程，同時也分析課程單元相關知識與設計方法對設計結果的影響程度。
- **學習評量結果分析**：期末口試採小組團體進行，學生需就開放式問題回答或補充其他同學的回答，藉此也可以與學期中的各種報告、練習及作業成績比對，以瞭解學習狀況。

表 1 設計思考類型之評量尺規

標準	精通	熟練	普通	不知如何應用
配分	90~95	80~89	70~80	50~60
I 同理心	能深度描述使用者的經驗與需求。	能廣泛描述使用者的需求。	對於使用者的需求僅有簡單且有限的描述	對於使用者的需求不關心或一無所知
II 洞見問題	能從觀察到使用者的經驗與需求中，能夠深入理解，發掘出真正的問題。	能從觀察到使用者的經驗與需求中，能夠重新詮釋，但尚無法完整定義出問題。	對使用者的經驗與需求，可以定義出問題，但並不清楚會面對的挑戰。	沒有對問題進行分析，或重新詮釋，提出要明確解決的問題。
III 發想規劃	能完整、有系統發想而產生許多想法，並且可以具體評估實踐的可能性，提出完整的規劃。	能對問題提出不同方向的想法、主張，並選擇其中少數想法進行規劃，但完整性略為不足。	針對問題提出直覺或眾所周知的想法，並以此發展出規劃案。	僅產生單一或少數直觀的想法，但以此發展的規劃過於簡陋。
IV 原型與驗證	發展的規劃案經過充份測試與修正，並經驗證可以解決使用者問題。	發展的規劃案有經過測試，並可掌握到改善的方向，但尚不完整。	發展的規劃案只有部份經過測試，其中只能解決使用者部份問題。	只完成部份的發展的規劃案，並沒有針對使用者狀況進行測試。

修改自吳穎涵/詹明峰「設計思考」學習評量

表 2 設計思考各階段之達成指標

階段	達成指標 (最佳狀況)	
I	指標 1	我認為自己可以聆聽、觀察使用者的經驗與需求，並且從中發掘出他們所遇到的真正問題。
II	指標 2	我開始喜歡面對問題、思考問題、提出問題，以及解決問題。
	指標 3	我開始會用同理心的態度，從被觀察者的角度來觀察場域，瞭解並思考其中發生的問題，進而找出發生問題的原因。
III	指標 4	我認為自己能夠完整而且有系統地對所發掘的問題進行發想，並且產生許多想法。
	指標 5	我認為自己能夠透過團隊不斷討論與課堂的回饋，可以找出設計專案構想的價值。
	指標 6	我可以對同伴提出的方案，給予具體評估是否具有實踐的可能性。
IV	指標 7	我可以透過使用歷程的方式，對小組方案建立清楚的想像，並且進一步提出完整的企劃案。
	指標 8	我能夠對發展的規劃案提出具體可行的商業模式，並且可以從中找出問題再進行修正。

四、教學成果

課程以圖 5 之各單元模組進行教學，在以下除介紹單元模組之實例以及專案設計之成果外，亦說明在課堂進行討論常用的方法。

4.1 課程活動討論方法

課程活動主要在中央大學機械系創意空間中進行，牆面設置白板可供討論，同時桌子亦採用梯形桌，可以根據需要組合不同型式。在課程活動進行小組討論或發表，常用方法如下。

- 課堂進行方式：在課堂主要採取兩種討論方式，白板討論與圓桌討論。白板討論多會是方法演練，同時搭配便利貼來提高討論效率；討論完畢後，則多會讓同學圍繞在白板前，由同學代表發表成果。而另一種方式是採用圓桌討論，多會討論一些議題，小組會將討論成果或結論寫在白紙上。然後利用實物投影機，播放在螢幕上分享與報告，並和台下同學討論。參見圖 8。
- 課後或線上討論：受到疫情影響而無法實體上課時，必須進行小組討論所採取的做法則是使用 Google Jamboard。Jamboard 是線上電子白板，除可以多人同時繪圖，亦可以使用其便利貼功能，因此線上課程則對每一小組給予一個線上白板，各組就各自進入進行討論。而 Jamboard 也由於有極佳的協作功能，因此學生也在課後需完成各種分析圖十，如同理心地圖或商業模式圖，也都會使用此工具來完成，參見圖 9。



圖 8 討論與發表方式：白板與圓桌討論，白板現地發表與使用實物投影機發表



圖 9 Jamboard 應用

4.2 課堂活動實例

課堂活動過程如前節與圖 6 之所述，在此舉兩種不同於單純白板或圓桌討論的規劃方式，而有較完整或實際體驗的課程設計。

(1) 圖廊法

圖廊法係腦力激盪法的變形，而是以圖像型式進行發散、收斂討論，進而產生更佳的好點子。此方法無需冗長的討論即可進行直覺的小組工作，其中主要使用草圖進行有效的想法交流，同時可以識別出個人貢獻以及容易評估和保存文件記錄。傳統圖廊法係先由主持人說明問題的內容與限制條件；參與成員以繪圖方式，個別產出想法。之後每位成員將畫作貼在牆上，眾人如同參觀畫展般，觀看與討論其他人的想法。參觀討論後，各成員再度進行第二輪的發展解決方案，可以在原來基礎上，或多或少加入觀看後的心得，或是或多或少採用他人解法來修正原來想法。眾人再根據所有的解決方案圖稿，挑選出可行的方案。必要時也可以合併數個想法。

本計畫則在此基礎上規劃新的方法演練流程，如圖 10 所示。為讓學生不會在最終方案過於天馬行空，因此要求小組要再將構想實作出成品，並進行測試。課程則進行投蛋比賽，同學要以圖廊法完成構想，並在課後做出成品，於下次上課進行測試。以能體驗完整的設計流程。其過程中之成果如圖 11 所示。

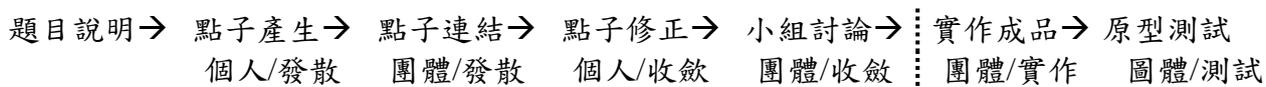


圖 10 圖廊法



圖 11 以圖廊法發展投蛋比賽之保護裝置

(2) 案例討論- 軟木塞開瓶器與咖啡機之實物體驗

由於軟木塞開瓶器之發展歷史久遠，因此市面上已經有許多種不同的設計，所以相當適合用來說明設計功能與型態圖表(Morphological Chart)的概念。一般而言，透過圖片來認識設計，雖然簡單且容易整理，但對學生在理解上並不深刻。因此透過收集十數種大小不一的開瓶器，在課堂加以說明與操作，反而有更深刻體驗，圖 12。

另一類似的案例討論則是咖啡機，由於不同種類的沖泡方式，產生出不同的設計。因此對功能結構圖的探討就極為合適，例如透過系統邊界的定義，滴漏式咖啡機和沖泡吊耳式咖啡，從設計原理與功能來看，其實是相同的。



圖 12 開瓶器

4.3 專案設計成果

本年度專案設計主題訂為「創新」，學生共分三組，以不同方式進行專案設計，相關成果簡述如下。

(1) 第一組「遞紙條」

本組同學最先是構思以電子書來減少紙本書籍的使用。後來在課堂各階段報告不斷地討論，最後修正為電子書平台。此平台訴求有完整書庫，能讓使用者快速獲得知識，與他人共同學習、共享經驗，以及優良社交平台，見圖 13。



圖 13 「遞紙條」電子書平台，App 介面

此平台具有以下商業機能：

- 商城：為一般電子書平台功能，可透過分類尋找與推薦書單方式，找到想閱讀書籍。
- 收藏庫：可將自己擁有書籍存放其中，隨點隨讀，亦可匯入自己其他的電子書檔案。
- 用戶設定：設定使用者個人資訊，調整會員制度，以及付款方式。
- 閱讀器：可透過此功能閱讀書籍。創建介面簡潔，可以隨意放大，滑順翻頁。同時也具有便條筆記系統，可以隨寫隨貼，自由變化大小便條，方便排版。便條可記錄文字、圖片、影音與連結。

● 線上功能：以現有的筆記即可創建圖書館室，邀請同好進入共享筆記或是協作。由於系統龐大，並無法全部完成，所以在第二學期後半段僅對便條筆記系統進行實作，小組也完成 App 的原型。

(2) 第二組「沙灘遊俠」

第二組專案的原始想法在清理海灘垃圾，所以提出垃圾清掃機器人。但光僅有機器人並無法提供足夠說服眾人的價值主張與永續經營的商業模式。因此在第一學期的課程中，經過不斷討論，擬訂的訴求是與人共存、美觀與低噪音的海灘清潔機器人，並訂出目標是「持續帶給世人乾淨的海灘」。所以擬訂的策略是承包淨灘工作以及舉辦教育活動。在第二學期則以重心放在海灘清潔機器人之設計，其初步原型如圖 14 所示。

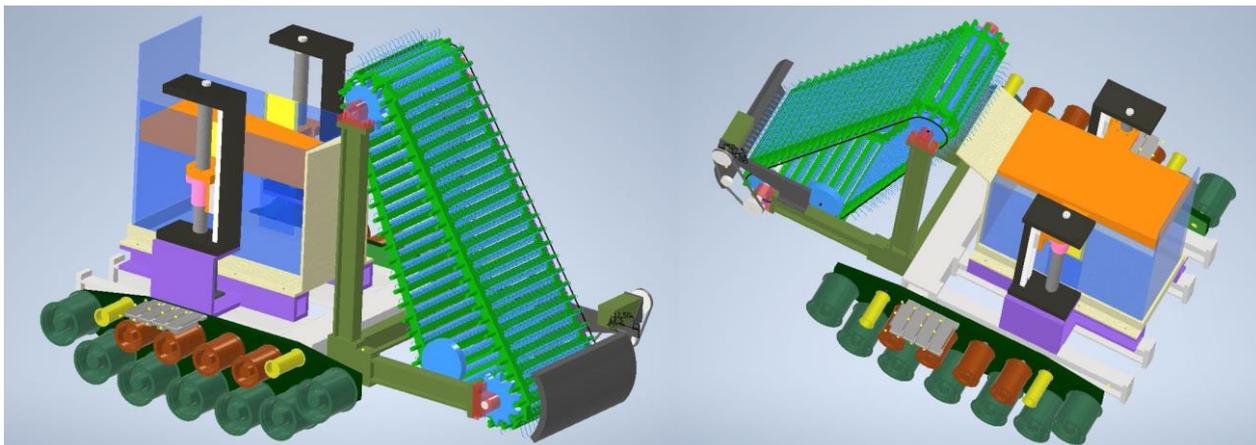


圖 14 海灘清潔機器人

(3) 第三組「智慧感測裝置」

第三組主要構想在降低上班族久坐之肌肉酸痛之問題。在課堂討論過程中，對原始構想不斷提出疑問與修正，最後朝向偵測肌肉與判讀 App，圖 15。



圖 15 「智慧感測裝置」

五、教學成效分析結果與討論

以圖 7 所採取的方法，進行分析與討論，以下分別說明相關結果。

5.1 思考風格問卷結果與分析

思考風格問卷的分析結果列於圖 16 中。從統計結果可以見到以下幾個特點：

- 兩組的思考風格大致上不會集中在單一風格。
- 在與創新有關的「立法」以及「外在」，兩組成員配置類似。
- 在形式上，兩組顯示有較強的「君主」風格，喜歡處理單一目標的工作，對喜歡議題無關的事物，則缺乏興趣。也因此討論如何擬訂合宜產品策略、商業模式時，學生往往無法從多個面向來看。

- 在層次上，第一組整體偏向「局部」，第二組則偏向「整體」風格。
- 在「自由」風格上第二組主導同學的表現較為強烈，反之第一組同學表現上傾向「保守」。此特點與課堂觀察一致。

學生上述風格展現，或多或少皆會在課堂表現出來，因此對於課程單元規劃與實施而有更應留意地方。特別是在專案設計各階段進行的指示，若無法給予更明確的內容，則學生通常會習慣性專注在指引文件中的關鍵字。

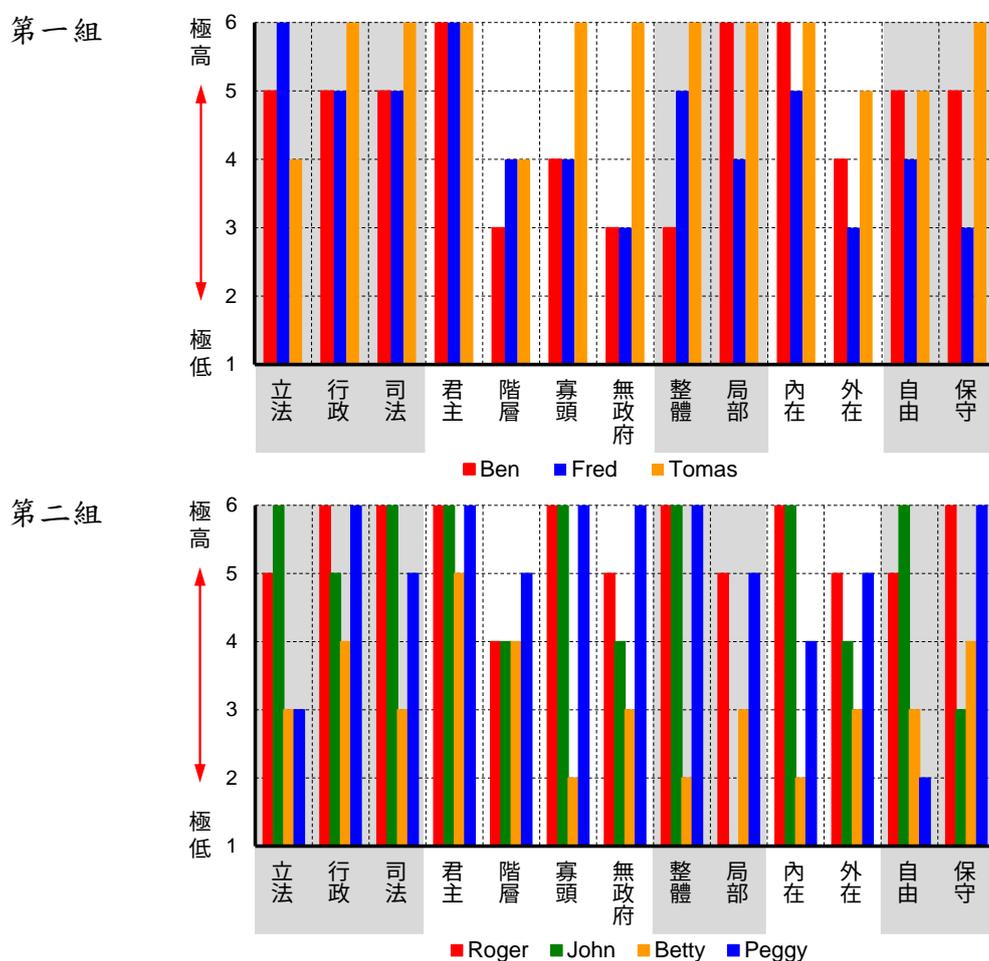


圖 16 各組成員思考風格分析

5.2 團隊合作能力測試問卷

TWCT 問卷分別在 110-1 與 110-2 進行施測。由於第二學期有兩位同學不再修課，因此僅對兩組資料進行分析。將兩學期的問卷結果並列呈現在圖 17。從中可以見到以下特點：

- 兩組皆在「進行決策」表現最弱，這與課堂上之觀察到學生在決策上欠缺自信與經驗的現象一致。另一方面，可以見到第一組在第一學期的進行決策的強度較第二組高，這亦與學生團隊中主要由其中一位同學主導作業進行有關，但在第二學期，其他同學亦逐漸融入，但也因意見不一，在決策上降低。反之，第二組因在第二學期專案設計方向趨向一致，較第一學期為高。
- 兩組各自在「規劃與協調」表現最強，此與成員在課程活動要求與學習經驗相關。
- 在課程結束時，第一組成員在團隊「解決問題」、「解決衝突」與「提供意見回饋」能力增強幅度較大。在「進行決策」、「非正式溝通」反而減弱。
- 在課程結束時，第二組則在「解決問題」、「進行決策」、「非正式溝通」增強幅度較大，但在「解決衝突」、「監督和評估」減弱。
- 團隊合作能力表現受專案設計經驗影響較顯著。

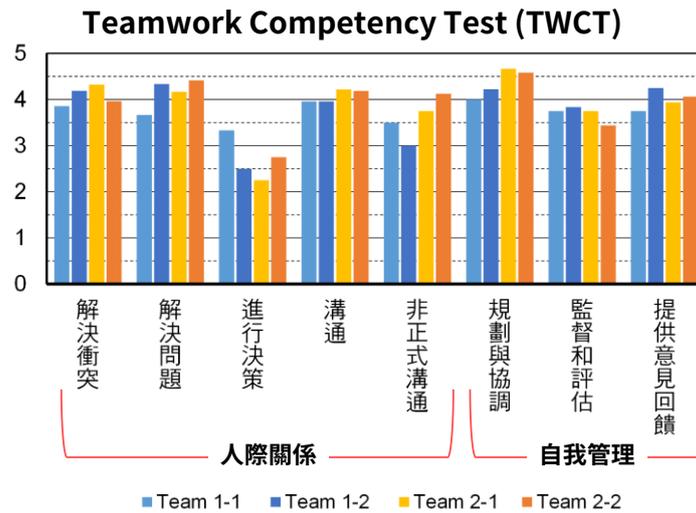


圖 17 TWCT 團隊能力測驗分析結果

5.3 課程單元成效分析

在自評問卷中，針對課程單元模組的架構，分別請學生評估對發展設計專案的幫助程度。相關分析結果如後所述。

(1) 學生對案例討論模組的自評

在問卷題目「以案例討論方式所介紹的設計理念或議題，對你們發展設計專案能夠給予你幫助的程度為」之結果如圖 18 所示。以 3.5 分為基準，4.5 為高標準，則可以有下發現：

- 學生皆同意大部份的案例討論對發展專案設計有所幫助。
- 「仿生設計」與「通用設計」兩項並未獲得較多的青睞，其原因係這兩項議題與他們設計專案的方向關聯性較低。此兩模組顯然可以做為「選擇性模組」，視學生設計專案的屬性來進行調整。
- 「產品定位與策略」、「產品策略尋求工具」、「產品設計多樣化需求」以及「產品方案評估與選擇」，等四項因與設計專案屬性關聯性較小，所以有較高的認同。

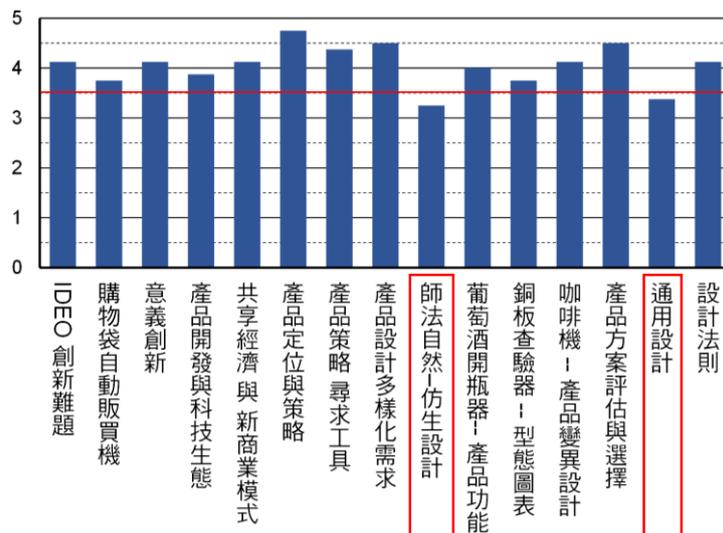


圖 18 案例討論之自評

(2) 學生對練習單元模組的自評

練習單元模組的自評問卷題目為「所有練習單元中所介紹的工具或方法，對你們發展設計專案能夠給予你幫助的程度」，結果呈現在圖 19 中。相關發現列舉如下：

- 與圖 18 的結果比較，可以很清楚見到學生的認知，練習單元對專案的影響普遍大於案例討論。
- 「圖廊法」與「抽象變化設計」兩項設計方法的幫助較小。雖然圖廊法的教案設計從點子發散、收斂、實作到測試，可以說相當完整，但相對其他方法，仍有部份學生並不認為有所幫助。此狀況其實反映在練習题目的影響。在其他獲得較大肯定的方法練習中，練習的题目多為設計專案，因此學生可以在練習過程中與同學老師討論，比較容易掌握到方法，同時課後也要求以相同方法精進發展設計方案。但圖廊法的練習主題與設計專案不同，學生雖然可以有較完整的演練過程，仍會因無特別要求應用此方法發展設計專案，使得學生對此方法的感受較為薄弱。但圖廊法可以展現一個完整的設計方案發展的歷程，因此如何將圖廊法練習與專案設計建立緊密連結，會在下一年度計畫要努力的重點之一。
- 「抽象變化設計」的方法偏向在機構設計，因此專案設計屬性為服務設計的同学對此的認同較低。
- 共有五個方法練習評價較高(約 4.5 分)：「便利貼白板討論」、「顧客歷程地圖」、「價值主張圖」、「商業模式圖」以及「訂價與成本」。白板討論為課堂討論最常應用到的討論方法，所以自然有此結果。而後四個方法則是在專案設計討論中，不斷提到的議題，連帶使得學生更加留意使用這些方法進行分析或發展設計專案。

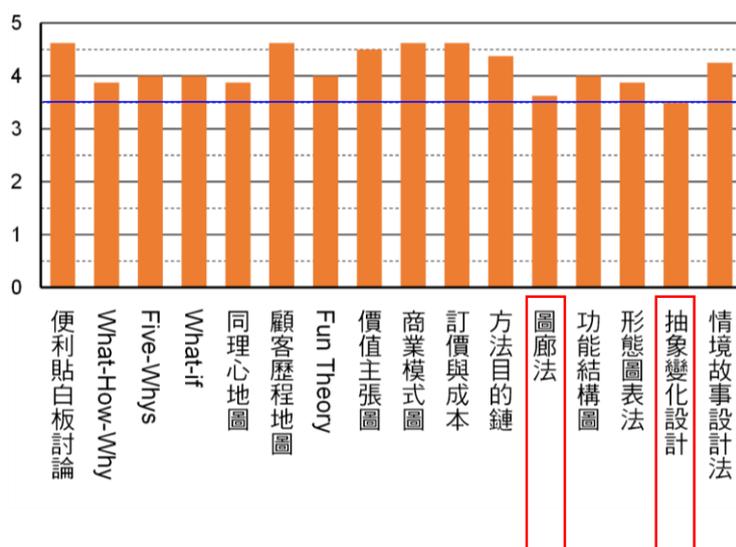


圖 19 練習單元之自評

(3) 專案設計的影響

由於課程主軸係透過「專案設計」來串聯「案例討論」與「練習單元」各個課程模組。因此從設計專案主題屬性可以見到學生會因為設計專案之關係，對較不相關之課程單元而產生較弱的認同，圖 20。第一組「遞紙條」為服務設計，第二組「海灘遊俠」與第三組「智慧感測裝置」為產品設計。而在第二學期所規劃的課程單元模組仍以「產品設計」為主，因此可以見到專案設計為「產品設計」類型的同學對偏向「硬體設計」屬性的課程單元較有明顯感受。例如在案例討論中，「咖啡機」與「葡萄酒開瓶器」兩項單元的設計，係搭配實物讓同學能親身體驗，以能瞭解產品的多樣性設計。因此第二、三組的同學會有較大的共鳴。但以軟體開發為主的第二組，對此兩課程單元模組卻不會有較高的認可。

而這結果也反映在期末口試表現上。在考題中三組學生皆有一題須完成某一產品功能結構圖，而第一組學生並無法完成正確說明產品架構與功能關係。



圖 20 設計專案主題屬性與課程單元之關聯

5.4 設計專案之分析

(1) 設計思考階段達成指標

以專案設計為主來評量學生在以人為本的設計思考達成狀況，在此分成整體全部學生以及兩組個別學生。分別以 110-1 與 110-2 兩學期間卷結果來呈現，達成指標見表 2。

- 全部學生整體表現：如圖 21 所示。很明顯學生在第一學期在指標一到三表現狀況優於其他指標，而第二學期在指標五到七則有較佳表現；此與課程安排具有正相關性。
- 兩個學期學生表現較弱之指標為指標四「我認為自己能夠完整而且有系統地對所發掘的問題進行發想，並且產生許多想法。」以及指標八「我能夠對發展的規劃案提出具體可行的商業模式，並且可以從中找出問題再進行修正。」顯然有部份學生仍對發掘問題之思考方式不太能適應。
- 如果以小組表現來看，大抵上第二組整體表現優於第一組，主要原因在於第二組組成員表現較為一致，而第一組成員中主導同學多為其中兩位，另外同學主動參與度較低。此狀況與期末評量口試亦有一致性。

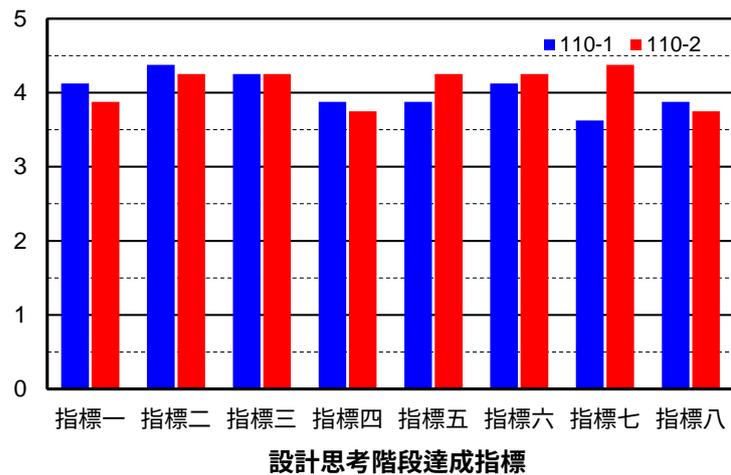


圖 21 設計思考階段達成指標(全員)

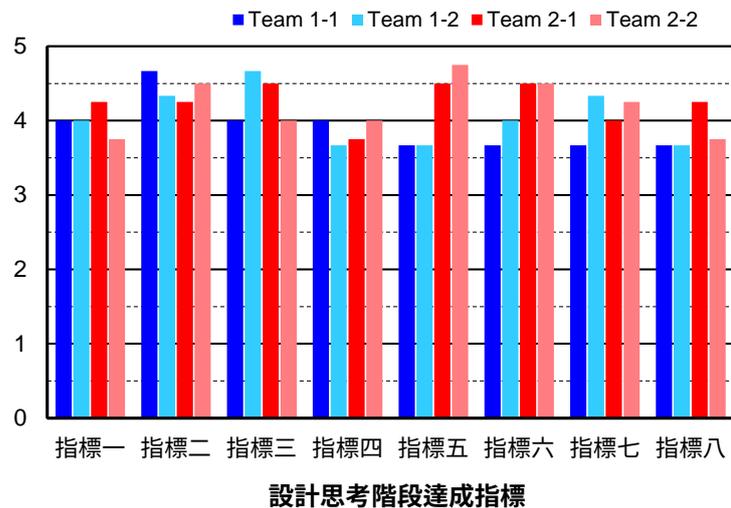


圖 22 設計思考階段達成指標(團隊分組)

(2) 第一組「遞紙條」設計專案分析

在此以第一組設計專案的個案分析，從設計演變歷程來評估課程模組的成效。此專案原始想法是希望強化電子書籍之使用，因此提出產品設計方向為製作一程式，來協助創作者產生電子讀物，而此讀物可以跳開傳統文字與圖像型式，更以動畫或遊戲方式吸引讀者。而此構想首先被詢問「為甚麼讀者會喜歡？作者會願意？」再透過同理心地圖與價值主張圖分析與討論，重新檢討設計的方向，見圖 23。

隨後學生重新調整方向，並透過「顧客旅程地圖」、「商業模式圖」以及「方法目的鏈」找出對使用者最直接、重要的需求。在期中他們提出電子書筆記分享之方向，並建立更舒適的閱讀、書寫與交流平台。其中在課堂鼓勵同學發展電子書筆記之構想，即在電子書不同頁面上加入額外的筆記，同時也可以與其他讀者共同分享筆記，圖 23。

而要完成最終的方案，則讓學生以「情境故事法」以及要求以 PPT 檔案建立超連結方式，來檢驗所設計 App 的頁面，以及流程是否順暢。學生同時也以寫出共享筆記小程序，驗證構想的可行性，圖 25。

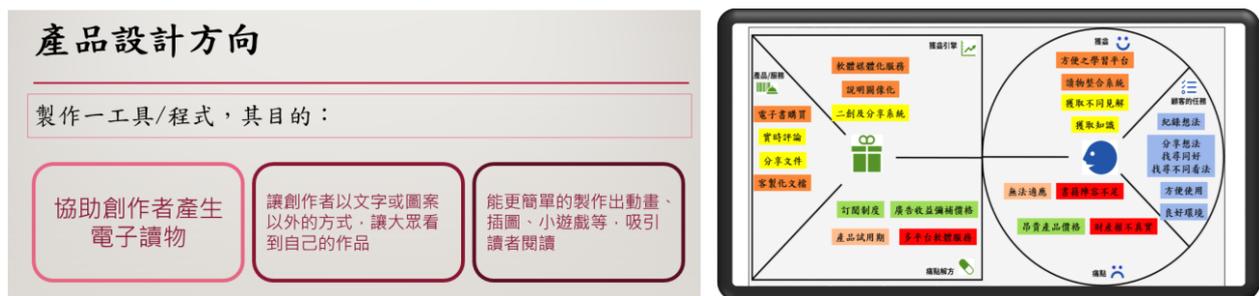


圖 23 原始想法與分析討論

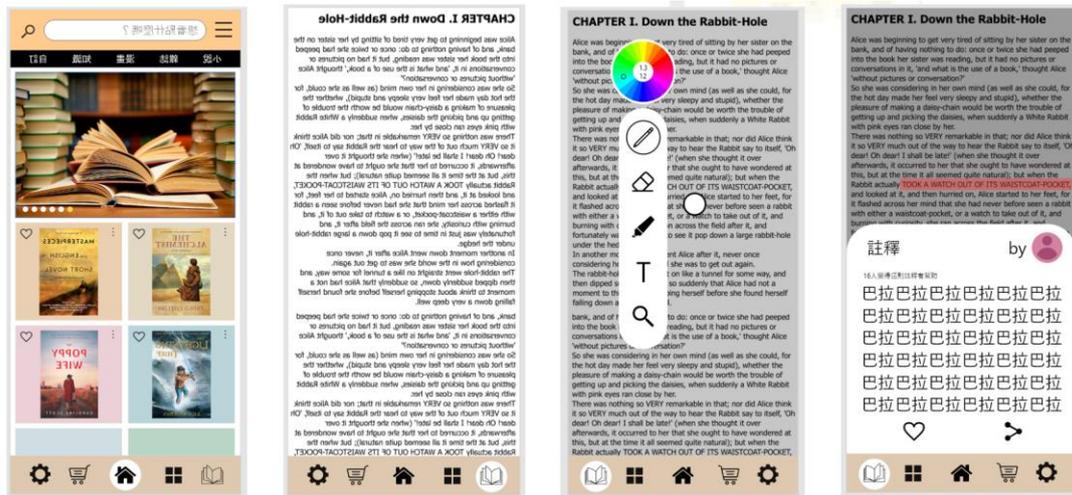


圖 24 修正方案



圖 25 最終方案

六、建議與省思

本研究提出以課程單元模組做為產品設計課程的主要架構，經過兩個學期的實踐，證明此做法具有可行性。在計畫執行中，以「案例討論」單元做為設計學理與視野之養成，「方法演練」單元做為發展設計專案所需的方法之培訓。在本學期共發展出 15 個「案例討論」單元以及 15 個「方法演練」單元，並進行教學成效評量，亦驗證此模式之可行性。從研究中可以獲得以下結論：

- 課程單元模組化有助於設計方法學習：計畫所建立的多元屬性單元模組化架構，除獲得學生肯定，也從學生表現見到成效。由於採模組化設計課程，因此可以在新學期隨時根據新課題增加課程單元，在重新調整順序下，並不會造成困擾。
- 專案設計扮演整合角色：學生學習焦點會在設計專案，研究顯示課程單元與設計專案關聯性若強烈，學生學習心得與成效會越顯著。
- 人本設計融入課程提供學生新思維：人本設計融入課程有助於學生不會侷限於技術，而可以從使用者角度進行思考，找出真正的問題。而此部份在課程操作上仍須再透過體驗方式來加深學生印象，以及強化體會心得。

而從本年度計畫之研究，亦發現到有些課程內容仍須持續改進：

- 強化產品實踐方法性質之課程單元：對完成產品所需之實作，將再規劃新課程單元，同時亦在部份單元納入，並讓學生逐步養成基本能力。
- 設計專案重新規劃：設計專案為學生自由選擇，除產品(硬體)設計，亦有服務(軟體)設計，為避免內容過於發散，造成課程單元無法與設計專案連結，將適當加以限制。
- 加強與場域的連結：本年度計畫學生與場域、使用者連結弱，也反應在專案設計之思考不足。將此因素納入專案設計規劃。

參考文獻

- Aguado, D., Ramón Rico, R., Sánchez-Manzanares, M., & Salas, E. (2014) "Teamwork Competency Test (TWCT): A Step Forward on Measuring Teamwork Competencies." *Group Dynamics Theory Research and Practice*.
- Ariely, D. (2008). *Predictably Irrational, Revised and Expanded Edition: The Hidden Forces That Shape Our Decisions*. 周宜芳 等譯，誰說人是理性的！：消費高手與行銷達人都要懂的行為經濟學。天下文化，2008。
- Ariely, D. (2010). *The Upside of Irrationality: The Unexpected Benefits of Defying Logic at Work and at Home*. 姜雪影 譯，不理性的力量：掌握工作、生活與愛情的行為經濟學。天下文化，2011。
- Atman, C. J., Chimka, J. R., Bursic, K. M., and Nachtmann, H. L. (1999). "A Comparison of Freshman and Senior Engineering Design Processes." *Design Studies*, 20(2), pp.131-152.
- Atman, C. J., Adams, R. S., Cardella, M. E., Turns, J., Mosborg, S., & Saleem, J. (2007). "Engineering Design Processes: A Comparison of Students and Expert Practitioners." *Journal of Engineering Education*, 96(4), pp. 359-379.
- Atman, C. J., Yasuhara, K., Adams, R. S., Barker, T. J., Turns, J., & Rhone, E. (2008). "Breadth in Problem Scoping: A Comparison of Freshman and Senior Engineering Students." *International Journal of Engineering Education*, 24(2), pp. 234-245.
- Barrows, H. S. (1996). "Problem-based Learning in Medicine and Beyond: A Brief Overview." *New Directions for Teaching and Learning*, 68. 3-11.
- Brown, T. (2008). "Design Thinking." *Harvard Business Review*, June, pp. 84-92.
- Brown, T. (2009). *Change by Design: How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation*. Harper Business. 吳莉君譯，設計思考改造世界。聯經出版公司，2010。
- Carberry, A. R., & McKenna, A. F. (2014). "Exploring Student Conceptions of Modeling and Modeling Uses in Engineering Design." *Journal of Engineering Education*, 103(1), pp. 77-91.
- Chang, P.-F., Tsai, S.-J., Chang, W.-L. (2009). "Exploring the Thinking Styles and Problem-Solving Preferences of Engineering Students in a Project-Based Design Course," International Conference on Technology Education in the Asia-Pacific Region (ICTE) 2009, Taipei.
- Dörner, D. (1997). *The Logic of Failure: Why Things Go Wrong and What We Can Do to Make Them Right?* 鄭明萱譯，錯誤的決策思考：如何避開思維模式的陷阱。聯經出版，1997。
- Dym, C. L., Agogino, A. M., Eris, O. et al. (2005). "Engineering Design Thinking, Teaching, and Learning." *Journal of Engineering Education*, pp. 103-120.
- Esche, S. K. (2002) "Project-Based Learning (PBL) in a Course on Mechanisms and Machine Dynamics." *World Transactions on Engineering and Technology Education*, Vol.1, No.2, pp. 201-204.
- Frankenberger, E., Badke-Schaub, P. and Birkhofer, H. (1998), *Designers, the Key to Successful Product Development*, Springer.

- Gause, D.C.; Weinberg, G. M. (2011). *Exploring Requirements: Quality Before Design*. 褚耐安譯，從需求到設計：如何設計出客戶想要的產品。經濟新潮社，2017。
- Gutman, J. (1982). “A Means-End Chain Model Based On Consumer Categorization Processes”, *Journal of Marketing*, 46, pp.60-71.
- Hadim, H. A, Eshe, S. K. (2002). “Enhancing the Engineering Curriculum through Project-based Learning.” 32nd ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, Boston.
- Hanington, B., Martin, B. (2012). *Universal Methods of Design: 100 Ways to Research Complex Problems, Develop Innovative Ideas, and Design Effective Solutions*. Rockport Publishers. 趙慧芬等譯，設計的方法，原點出版，2012。
- Herwig, O. (2008). *Universal Design*. Birkhaeuser Architecture. 龍溪，2010。
- Hilton, K.H. (2002), “A Relationship Between Thinking Styles and Design Degree Student Motivation”, Centre of Learning and Teaching of Art and Design Conference: Enhancing curricula, London.
- Kaario, P., Vaajakallio, K., Lehtinen, V., Kantola, V., & Kuikkaniemi, K. (2009). “Someone Else's Shoes - Using Role-Playing Games in User-Centered Service Design.” *First Nordic Conference on Service Design and Service Innovation*, 120-134.
- Kelly, K. (2011). *What Technology Wants*. 嚴麗娟譯，科技想要甚麼。貓頭鷹出版，2012。
- Kittleson, J. M., & Southerland, S. A. (2004). “The role of discourse in group knowledge construction: A case study of engineering students.” *Journal of Research in Science Teaching*, 41(3), pp. 267-293.
- Kolko, J. (2014). *Well Designed: How to Use Empathy to Create Products People Love*. Harvard Business Review Press. 李琬瑜譯，好產品背後拼的是同理心。大寫出版，2017。
- Lewrick, M., Link, P. & Leifer, L. (2018). *The Design Thinking Playbook: Mindful Digital Transformation of Teams, Products, Services, Businesses and Ecosystems*. John Wiley & Sons
- Lindemann, U. (Ed.) (2003). *Human behaviour in Design—individuals, teams, tools*. Springer-Verlag, Berlin.
- Miller, G.A.; Galanter, E.; Pribram, K.: *Plans and the Structure of Behavior*. New York: Holt, Rinehardt & Winston 1960. (TOTE)
- Moggridge, Bill (2006). *Designing Interactions*, The MIT Press. 徐玉玲譯，關鍵設計報告：改變過去影響未來的互動設計法則。麥浩斯，2008。
- Norman, D. A. (2013). *The Design of Everyday Things*, Rev. ed. 陳宜秀譯，設計的心理學：人性化的產品設計如何改變世界。遠流，2014。
- Norman, D. A. (2005). *Emotional Design: Why We Love (or Hate) Everyday Things*. 王鴻祥等譯，情感@設計：為什麼有些設計讓你一眼就愛上。遠流，2011。
- Osterwalder, A., Pigneur, Y. (2010) *Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers*. John Wiley and Sons. 尤傳莉譯，獲利世代：自己動手，畫出你的商業模式。早安財經文化，2012。
- Osterwalder, A., Pigneur, Y. et al. (2014). *Value Proposition Design: How to Create Products and Services Customers Want*. John Wiley and Sons. 季晶晶譯，價值主張年代：設計思考 X 顧客不可或缺的需求=成功商業模式的獲利核心。天下雜誌，2017。
- Pahl, G. and Beitz, W. (1997). *Konstruktionslehre*. 4th Ed., Springer Verlag, Berlin.
- Parry, M. E. (2001). *Strategic Marketing Management*. McGraw-Hill Education. 林宜萱譯，策略行銷管理：發揮產品優勢、打入利基市場的高效策略。麥格羅·希爾，2002。
- Rot, K. (2000). *Konstruieren mit Konstruktionskatalogen*. Springer.

- Silva, A., Fontul, M. and Henriques, E. (2015) "Teaching design in the first years of a traditional mechanical engineering degree: methods, issues and future perspectives". *European Journal of Engineering Education*, Vol. 40, No. 1, pp.1-13.
- Simon, H. (2015). *Confessions of the Pricing Man: How Price Affects Everything*. Springer. 蒙卉薇、孫雨熙譯，精準訂價：在商戰中跳脫競爭的獲利策略。天下雜誌，2018。
- Simsarian, K.T. (2003). "Take It to the Next Stage: The Roles of Role Playing in the Design Process." In *CHI '03: Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, 10, 12-13. New York: ACM.
- Sternberg, R.J. (1997). *Thinking Styles*. Cambridge University Press, Cambridge, 1997. 中譯本：斯特恩柏克，活用你的思考風格 薛絢譯，天下遠見，臺北，1999。
- Tsai, S.-J., Chang, P-F. and Yeh, T.L. (2007). "A study on the roles of the thinking styles in the design behaviors". International Conference on Design ICED 2007, Paris France, 29.08~31.08 2007.
- Tsai, S.-J., Yeh, T.L., Li, C.K., Wang, N.C. (2008). "Teaching Strategies for Design Realization in Engineering Design Education". International Conference on Engineering Education 2008. Pécs-Budapest, Hungary.
- Tsai, S.-J., Chang, P.-F., Chang, W.-L., Li, C.-K. and Huang, G.-L. (2009). "Exploring the Problem-Solving Styles of Freshmen from a Hands-on oriented Course". International Conference on Engineering Education 2009, 24-28 August 2009, Seoul, Korea.
- Tseng, K.-H., Chang, C.-C., Lou, S.-J. and Chen, W.-P. (2013) "Attitudes Towards Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) in a Project-based Learning (PjBL) Environment." *International Journal of Technology and Design Education*. 23, pp. 87-102
- Tu, J. C. Liu, L. X. & Wu, K. Y. (2018) Study on the Learning Effectiveness of Stanford Design Thinking in Integrated Design Education. *Sustainability* 10 (8)
- Verganti, R. (2017). *Overcrowded: Designing Meaningful Products in a World Awash with Ideas*. MIT Press. 吳振陽譯，追尋意義：開啟創新的下一個階段。行人文化實驗室，2019。
- Verganti, R. (2009). *Design-Driven Innovation: changing the rules of competition by radically innovating what things mean*. Harvard Business Press. 呂奕欣譯，設計力創新。馬可孛羅，2011。
- Waterhouse, N. (2005). "Design Improve: An Investigation into Creating a Design Method for Interaction Design That Is Based on the Ideas of Improvisational Theatre." Ivrea: *Interaction Design Institute*.
- 中川聰 (2005)。通用設計教科書。張旭晴譯，龍溪，2006。
- 沈揚庭、戴沛吟(2016)以 CDIO 精神發展創客育成模式之課程設計與評估，高等教育研究紀要，81-100。
- 宮澤正憲 (2017)，東大教養学部「考える力」の教室。鍾嘉惠譯，東大生搶破頭都要修的「思考力」教室：打破天才迷思，讓創意思考大躍進的 5 堂課。台灣東販，2018。
- 張佩芬、蔡錫錚、張琬琳、林妙真 (2009) 探究國內大一學生思考風格與問題解決歷程之關係。台灣心理學會第 48 屆年會，台北。
- 楊淳皓 (2017)，促進學生主動學習通識課程的教學策略：問題本位學習、專題式學習法與翻轉教室的整合。通識學刊：理念與實務，5(2)，1-40
- 葉則亮、蔡錫錚、張佩芬(2009) 基於多樣化思考心理型態之工程設計教學策略之研究。國科會成果報告。
- 蔡錫錚、林秀芬、葉則亮 (2006)。設計者思考風格與設計行為關連性之研究初探。研討會主題。第九屆全國機構與機器設計學術研討會暨 2006 年海峽兩岸機構學學術研討會，台灣高雄正修科技大學。

蔡錫錚、李建寬、張佩芬、葉則亮(2009)。設計新手之設計行為特質。第十二屆全國機構與機器設計學術研討會。中正大學，嘉義。

蔡錫錚 (2019)。題與專案導向自主學習模式下機械系導航課程教學規劃與成效。第二十二屆全國機構與機器設計學術研討會。中正大學，嘉義。

附件

附表 1 產品設計課程現有課程單元

Parts	Chapters / Topics
1. Fundamentals of Product Design	LT01The Nature of Design: <i>Design in Product Development; Organization of Product Development; Products & Design</i> LT02Technology vs. Product Design: <i>Life-Cycle of Products; Technology in the Future; Problems in the Development of Technology</i> LT03Design Methodology and Rational Design Processes: <i>The Necessity of Design Methods; Rational Design Process of Products</i>
2. Analysis of Engineering Products	LT04Human Behaviors and Functions in Product Design: <i>Human Behaviors? Bad Designs! Functions of Products</i> LT05Human-Centered Product Design: <i>Universal Design; Interaction Design</i>
3. Product Planning and Marketing Strategies	LT06Marketing for Products: <i>Marketing and PPD; Marketing Strategies;</i> LT07Customer Centered Product Strategies: <i>Value of Products; Pricing Strategies</i> LT08Methods for Finding Product Strategy : <i>Product-Market Matrix; PEST & SWOT Analysis; BCG Matrix</i>
4. Clarifying the Task	LT09Identifying the Requirements for Product Concepts: <i>Importance of identifying the requirements; How to Identifying the Requirements; Requirement List</i>
5. Methodical Development of Principle Solution	LT10Methods for Solution Finding: <i>Fundamentals of Problem-Solving Methods; Design from Nature; Thinking and Acting Operations</i> LT11Systematic Combination of Solutions : <i>Fundamental of Morphological Chart; Generating Morphological Chart; Strategies for Convergence of Solutions</i> LT12Function Structures for Product Concepts: <i>Fundamentals of Function Structures; General Function Structures; Working with Function Structures</i> LT13Abstraction and Realization: <i>Graphic Representation & Symbolization; Abstraction & Variation of Concepts; Variation of Mechanism</i> LT14Designing Using Physical Effects: <i>Fundamental of Physical Effects; Design Method using Physical Effects; Example: Stone Thrower</i> LT15Designing Using Logical Functions: <i>Boolean Algebra; Logical Function Structure; Example: Children Safety Lock in Automotive</i>
6. Methods for Evaluating of Solutions	LT16Methods for Evaluating and Selecting of Solutions: <i>Introduction to Engineering Evaluation; Technical-Economic Evaluation; Use-Value Analysis</i>
7. Embodiment Design	LT17Fundamental of Embodiment Design: <i>What is Embodiment Design; Working Methods for Embodiment Design; Basic Rules of Embodiment Design,</i> LT18Principles for Embodiment Design: <i>Force Transmission; Division of Tasks; Self-Help; Fault Free Design; Friction Systems; Tolerance; Function Integration and Function Separation; Thermal Deformation</i> LT19DFX & Green Design: <i>DFX; Design using Plastics; Green Design</i>
8. Product Design Management	LT20Product Variants Management: <i>Size Range Development; Modular Products</i> LT21Cost Management for Product Design: <i>Cost Types; Cost Calculation; Early Identification of Cost; Rules for Cost Reduction</i>

附表 2 產品設計課程現有練習單元探討主題(110 學年度)

群組	練習單元	演練主題與內容
產品設計與科技發展	EX01: 棉花糖挑戰	以簡單的小遊戲讓同學快速形成團隊與練習默契。
	EX02: Draw Toast - 系統思考	以圖像思考方式解決複雜系統問題。
	EX03: 設計思考 - 概念與暖身練習	瞭解設計思考方法與流程，並練習解決夥伴問題。
	EX04: 以同理心地圖發現隱藏問題	以預先訪視場域結果，練習應用同理心地圖尋找出問題。
價值發現與產品定義	EX05: 顧客歷程地圖	從初步構想或現有產品，以顧客歷程地圖發現其中問題與痛點。
	EX06: 使產品更有趣	練習如何發展一個有趣設計來改變行為
	EX07: 價值主張圖與發現價值	以價值主張圖探討價值與顧客需求間之適配性。
	EX08: 商業模式圖與永續經營	以商業模式圖發展設計專案之合宜的商業模式。
	EX09: 訂價與成本計算	以成本計算方法瞭解如何透過訂價方式提高收益。

群組	練習單元	演練主題與內容
	EX10: 方法目的鏈	由定義的專案價值目標，以方法目的鏈找出產品/服務屬性。
概念發想與原型驗證	EX11: 產品需求與規格擬訂	由已定義產品/服務屬性，深入分析設計需求與建立設計規格。
	EX12: 問題解決方法 - 圖廊法	以圖廊法練習以圖像方式進行腦力激盪，提出一個設計概念解
	EX13: 果汁機 - 一般化功能結構圖	對不同原理果汁機建立一般化功能結構圖，以瞭解運作功能
	EX14: 抽象與具象 - 變異設計方法	練習將機構抽象化到機構簡圖，發展不同的變異設計。
	EX15: 情境故事產品設計方法	以情境故事法發展設計專案之情境腳本，做為設計驗證。

附表 3 產品設計課程現有案例探討主題(110 學年度)

群組	探討案列	主題與內容
產品設計與科技發展	CS01: IDEO創新難題	以IDEO 開發Visor與否之公案探討IDEO創新程序與文化。
	CS02: 購物袋自動販賣機	以自動販賣機開發與購物袋銷售，探討資本財產品行銷
	CS03: 意義創新	從尋找出產品/服務的意義，發展出創新的價值。
	CS04: 產品開發與科技生態	探討產品不同觀點之生命週期以及科技生態對新產品衝擊。
	CS05: 共享經濟與新的商業模式	探討共享經濟的內涵，現有的產業模式與遇到的問題或衝擊。
價值發現與產品定義	CS06: 產品定位與策略	探討如何建立產品開發策略以及常見行銷策略。
	CS07: 投資策略 - BCG 矩陣應用	以BCG 矩陣對不同型態產品(Star/Dog)之投資選擇判斷與對策
	CS08: 產品設計多樣化需求	以目前市場各類型多樣產品為例，探討使用者多樣化的需求。
	CS09: 師法自然 - 仿生設計	以各種設計案例說明如何取法自然界原理，應用在設計解之中。
	CS10: 軟木塞拔取器 - 功能分析	以各種軟木塞拔取器探討共同的設計功能與對應的設計原理
概念發想與原型驗證	CS11: 銅幣分類機 - 型態圖表	以銅幣分類機探討如何有效發展型態表，找出設計解
	CS12 咖啡機 - 變異設計	以不同型態咖啡機探討如何利用功能結構發展變異設計
	CS13: 產品評估與選擇	以案例方式介紹幾種主要的工程評估方法。
	CS14: 通用設計	探討符合通用設計法則之產品與設計特點
	CS15: 設計法則	以各個案例介紹具體化細部設計會應用到設計法則

附表 4 產品設計課程現有設計專案階段報告主題 (110 學年度)

階段報告主題	重點與內容
PJ01-A. 產品調查報告	決定產品/服務初步方向、調查相關產品市場狀況以及類似產品使用與特色
PJ01-B. 情境分析	以情境故事法(Scenario) 描述產品之使用與定義產品特色
PJ01-C. 產品策略	STP分析確認開發重點與策略，以方法目的鏈分析產品之重要屬性與達成價值
PJ01-D. 產品概念	產品初步構想與功能，重要特色與價值
PJ01-Fin. 產品概念企劃	產品與特色，客層分析與價值定位，產品發展策略與設計的重點
PJ02. 設計任務與需求定義	設計任務描述與定義，設計基本需求定義，需求表
PJ03. 設計概念初步方案	定義設計主要與次要功能（情境設計法），建立型態圖表，發展設計可能原理解
PJ04. 設計概念	延續型態圖表，發展出功能結構圖，以及整合多組可能的初步設計解
PJ05. 設計原理結構解	發展出完整之整體結構設計解(手繪)，以及製作簡易模型
PJ06. 設計概念之選定	分析不同設計方案之特點，建立評估要點，完成評估結果與分析。
PJ07. 初步草圖	完成設計之初步CAD設計草圖
PJ08. 尺寸草圖	完成設計之具實際尺寸比例關係之CAD設計圖
PJ-Fin. 產品成果期末總評	市場行銷角度下產品設計理念、產品策略，產品功能、設計特點與設計結構