

教育部107年度大專校院教學實踐研究計畫

教育部教學實踐研究計畫成果報告

Project Report for MOE Teaching Practice Research Program

計畫編號/Project Number：PEE107152

學門分類/Division：工程 / Engineering

執行期間/Funding Period：2018.8.1~2019.7.31

應用問題與專案導向教學法於大學機械系學生自主學習 之研究(I)-導航課程之教學規劃與成效

**Study on the Active Learning for Undergraduate Students in Mechanical
Engineering Using Problem and Project Based Teaching Strategies (I) -
Curriculum Planning and Teaching Effectiveness of an Introduction Course**

課程名稱/Course Name：

機械工程概論/Introduction to Mechanical Engineering

計畫主持人(Principal Investigator)：蔡錫錚

共同主持人(Co-Principal Investigator)：

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：

國立中央大學機械工程學系 Mechanical Engineering, National Central University

繳交報告日期(Report Submission Date)：2019.8.31

摘要

本計畫嘗試平行於現有的有機械工程專業教學架構，以問題與專案導向學習方式建立學生自主學習模式，透過縱向、橫向整合各年級的專業知識、技能，以有效提昇學生學習成效。

本年度計畫工作包括兩部份：(一)建立實作創意空間，以及(二)對機械系大一學生，規劃導航課程。

首先在機械系館使用學校補助款建立適合討論互動之實作創意空間，並做為導航課程課堂進行教學場所。另一方面協助校內學生社群，自主規劃整建現有創客空間，以建立食農教育相關自主學習課題。

而在導航課程規劃與教學方面，則透過不同於傳統單向講授式教學，以課程討論、演練、競賽以及專案實作方式，引導學生培養問題解決、溝通與表達、團隊合作以及自主學習等能力。共完成以下成果：

- (1) 開發以設計思考技法為主的課程模組、教材與課程評量模式；
- (2) 以「校園改善挑戰專案做」為問題與專案導向學習之主軸，配合課程單元設計，激發學生建立主動、自主之學習態度，並習慣以團隊合作方式解決問題；
- (3) 觀察與分析學生之思考模式與問題解決行為的關聯性，結果可做為後續自主學習模式與相關課程發展之參考。

本計畫之教學研究成果可提供機械或其他工程領域同儕做為改進基礎課程之參考。

關鍵詞：問題導向學習、專案導向學習、自主學習、設計思考

Abstract

Parallel to the existing teaching framework of mechanical engineering, this project attempts to establish an active learning model for students by using the concepts of problem based learning and project based learning. This learning model will vertically and horizontally integrate the professional knowledge and skills of students during each grade in order to effectively improve students' learning outcomes

This year's project work consists of two parts: (1) establishing a learning space for creativity, and (2) planning an introduction course for a freshman class in mechanical engineering.

First, a new learning space is established in the department which is very suitable for discussion and interaction in class, and also used as a teaching place for the introduction course. On the other hand, the project team assists a student community to plan and rebuild an existing maker space independently to establish autonomous learning topics related to food and agriculture education.

In terms of the proposed curriculum, students are guided by different methods, such as course discussion, exercises, competitions and term project, to develop the abilities in problem solving, communication, expression, teamwork and active learning. The following results are achieved:

- (1) Curriculum modules, teaching materials and assessment models for the topic “design thinking” are developed.
- (2) A “Campus Improvement Challenge Project” is conducted in the course as the focus of project- and problem-based learning and in conjunction with the curriculum units. Students are inspired to establish an active and independent learning attitude, and accustomed to solving problems through teamwork.
- (3) The relationship between students' thinking styles and problem solving behavior is observed and analyzed. The results can be used as a reference for follow-up active learning mode and related curriculum development.

The teaching research results of this project can provide reference for the improvement of basic courses in mechanical or other engineering fields.

Keywords: Problem Based Learning, Project Based Learning, Active Learning, Design Thinking

目錄

摘要	2
ABSTRACT	3
目錄	4
圖目錄	6
表目錄	8
1. 研究動機與目的 RESEARCH MOTIVE AND PURPOSE	1
(1) 教學實踐研究計畫動機	2
(2) 計畫主題	2
(3) 計畫研究目的及目標	2
2. 文獻探討 LITERATURE REVIEW	4
3. 研究方法 RESEARCH METHODOLOGY	6
(1) 基本研究方法	6
A. 問題與專案導向課程設計	6
B. Bloom 教育目標分類法	6
C. Sternberg 思考風格	7
(2) 系列課程規劃	8
(3) 導航課程整體教學目標與評量規劃	10
A. 課程整體教學目標	10
B. 課程架構規劃	11
C. 課程評量規劃	11
D. 課程進度	11
(4) 導航課程單元設計	14
A. 挑戰專案	14
B. 團隊建立與棉花糖挑戰	15
C. 設計思考概論	15
C. 同理心與場域觀察	15
D. 情境故事法	16
E. 競賽	16
F. 表達能力	16
G. 參觀	16
(5) 自主學習空間改善	16
A. 改造學習活動空間	17
B. Maker 空間、設備改善	17
4. 教學暨研究成果 (TEACHING AND RESEARCH OUTCOMES)	19
(1) 專題導向式自主學習推動	19
(2) 實作創意空間建立與改造	19

(3)	導航課程實施與學生成果-----	20
	A. 課程討論型式-----	20
	B. 棉花糖競賽-----	21
	C. 設計思考概論-----	22
	D. 同理心與場域觀察-----	23
	E. 情境故事法-----	24
	F. 期中競賽-----	25
	G. 學期挑戰專案-----	27
	H. 工廠參觀-----	29
(4)	學生學習評量與回饋分析-----	29
	A. 設計思考類型單元之評量-----	29
	B. 課程單元問卷設計-----	30
	C. 挑戰專案之設計思考能力自評結果-----	31
	D. 課程單元問卷調查結果-----	31
(5)	學生學習成果案例探討 – 學期專案-----	33
	A. 成員組成與行為風格特性-----	33
	B. 專案發展與改變歷程-----	33
	C. 小結-----	35
5.	結論 (CONCLUSION)-----	36
	5.1 計畫總結-----	36
	5.2 未來精進方向-----	36
	參考文獻(REFERENCES)-----	37
	附錄(APPENDIX)-----	40
	附錄 1 前測問卷與統計結果-----	40
	附錄 2 課後問卷題目-----	46
	附錄 3 期末報告互評表-----	53
	附錄 4 國立中央大學機械工程學系大學部「自主學習專題」課程實施辦法-----	55

圖目錄

圖 1	BLOOM 教育目標新舊版本對照表	7
圖 2	自主學習模式架構	9
圖 3	課程進行之場域	12
圖 4	課程主要領域與相關單元	12
圖 5	課程單元之間關係	14
圖 6	不同討論型式對創意發想的影響	17
圖 7	中大機械系現有傳統型式之教室	17
圖 8	中大機械系討論類型課程進行之現狀	17
圖 9	機械系現有數位加工設備(部份)	18
圖 10	機械系 DIY 工作原有狀況	18
圖 11	機械系新建創意空間與亮點	19
圖 12	機械系 IDEA ME 點我空間現況	19
圖 13	現有創意空間之討論模式	20
圖 14	小組圓桌會議	20
圖 15	圓桌討論結果與上台報告(實物投影機)	21
圖 16	上台報告(電腦簡報報告)	21
圖 17	棉花糖挑戰規則	21
圖 18	棉花糖挑戰	22
圖 19	設計思考暖身練習之主題與流程	22
圖 20	設計思考暖身練習之成對訪談	22
圖 21	設計思考練習之成果	23
圖 22	小組使用白板討論同理心地圖	23
圖 23	同理心地圖成果	23
圖 24	小組使用白板討論情境故事	24
圖 25	使用白板發展情境故事	24
圖 26	情境故事腳本	25
圖 27	小組發表故事	25
圖 28	小組成果影片擷圖(部份)以及完整影片連結	25
圖 29	「廢柴機器人大戰」相關規定與要求(部份呈現)	26
圖 30	小組介紹影片擷圖(部份)與網路連結	26
圖 31	小組作品(部份)	26
圖 32	比賽狀況(部份)	27
圖 33	小組反思影片擷圖(部份)與網路連結	27
圖 34	「學期挑戰專案」相關規定與要求(部份呈現)	28

圖 35	企業參訪	29
圖 36	設計思考能力自評結果	31
圖 37	課程教授方法印象強度之統計	32
圖 38	問卷調查之課程單元印象強度	32
圖 39	第八組團隊成員思考風格	34
圖 40	挑戰問題場域與問題	34
圖 41	初步構想(左)以及修正後重新分析結論	34
圖 42	期末提案	34

表目錄

表 1	BLOOM 教育目標二維向度與參考範例 (IOWA STATE UNIVERSITY, 2018)	7
表 2	思考風格的區分、類型與特徵以及設計行為特質之關聯	8
表 3	系列課程學習目標與挑戰專案、專業課程之關聯表	10
表 4	達成必備核心能力之認知等級	10
表 5	預期學習成果、教學策略及方法與評量方式	11
表 6	課程各單元學習目標與對應課程活動內容、評量以及達成之核心能力	12
表 7	課程進度規劃	13
表 8	挑戰題目、發現的問題以及執行策略與構想	28
表 9	設計思考類型之評量尺規	30
表 10	設計思考各階段之達成指標	30
表 11	第八組團隊成員行為特質	33

1. 研究動機與目的 Research Motive and Purpose

機械工程在工程技術領域中，因發展歷史早，所以隨著科技進展發展出眾多分支，並且累積相當多的基礎技術。因此在傳統的大學教學架構中也多以次領域區分出不同的重要理論、或技術系列課程，並且形成一個循序漸進的課題導向教學體系。國內大學工程教育也在這樣的專業教學方式下，在過去培養出許多重要機械專業人才，創造出產業榮景。然而機械系課程涵蓋領域甚廣，而且同時又具有工程科學理論與工程實務技術兩大面向。在新興科技快速演變的今日，我們觀察到在目前的課程架構下。學生並無法掌握到真正要解決的問題，往往在學習過程中會因此迷失學習的大方向，而無法學會如何善用知識、工具解決問題，甚至喪失學習動機，而只流於應付各課程之考試，僅習得瑣碎的知識。我們認為造成這些問題有以下原因：

- 在循序漸進的架構下，機械專業的問題需要先備專業知識，這些知識傳授多在低年級基礎課程中講授，而理論知識與真實問題間的落差，導致學生在修習相關基礎課程時，並無法瞭解到如何應用課堂所教授的方法來解決問題。
- 各課程間欠缺縱向與橫向連結，而使得學生較難瞭解彼此間脈絡，更無法統整相關課程。
- 課程之實作與理論屬性明顯，理論課程架構嚴謹完整，多以數學方法為主，學生較無法瞭解如何將所習得知識、方法應用於如何解決真實問題。
- 在工程領域的課程學生能力養成比重中，多著重在分析(Analysis)能力，少部份具有綜合(Synthesis)能力培養，而辯證(Dialectical)能力卻是少見。

另一方面從計畫主持人所教授的設計類課程，包括早期「機構學」(大二、必修，已不開)，以及持續講授的「精密機械設計 I 與 II」(大三、必修)、「產品設計方法與實習 I 與 II」(大四、研，選修)、「機器與儀器導論」(大一，選修)，以及指導的畢業專題也發現到以下情況：

- 從部份學生在大三或大四等高年級修習設計類課程或畢業專題之統整課程，可以見到他們在課程結束時已經可以逐漸掌握到一些方法與技巧來處理較複雜的系統性質問題。
- 在大一、或大二修習過以實作解決問題為目標的「機器與儀器導論」課程之學生，在後續課程表現狀況大致上皆較同儕為佳。
- 在團隊中表現活躍的學生，通常表達、思考與解決問題能力皆較優於其他同學。但可以發現有些學生在部份基礎課程表現卻不盡人意。
- 學習狀況較差的學生在學習過程中，通常著重在記憶知識，即只在學習的內容(What)，對其原理、意義(Why)並無過大的感覺，而且也不太清楚如何應用知識與工具來解決問題(How)。

造成這些問題的原因也不盡然是個別課程的問題，而更多的問題是在目前課程架構所造成。由以上的觀察與反思，中央大學機械系一群教師在多次討論後認為若能從大一開始，以問題與專案導向教學策略，平行透過一連串系列課程設計，引導學生以自主學習方式，在各

年級縱向與橫向整合不同專業課程，相信可以提生學生學習成效。

(1) 教學實踐研究計畫動機

近年來國內逐漸以學生為本位進行相關的教育改革，特別是透過建立多元、彈性與跨領域的學習環境，以培養學生自主學習、跨域學習能力。本校在教學創新領域積極培養學生四種關鍵能力：自主學習能力、跨域合作能力、社會實踐能力、以及國際移動能力。其中在建立自主學習能力方面，除創建「ideaNCU 中大創意園區」與「創意創業學院」，鼓勵教師投入問題解決及學生自我實現能力養成之實驗教育，另一方面也開辦自主微學分，激勵學生以志趣做為探索學習，並推動學生自主社群，形成創意、創業團隊。

目前這些自主學習架構多屬於通識課程。學生透過自組跨域團隊，主動解決挑戰任務，遇到問題時，則會設法與所就讀學系的專業課程進行連結，以達自主學習之目標。然而在實務上，若要達成預期效果，就必須投入相當多的跨域師資來輔導學生，在目前的師生比與教學生態下，並無法持續擴大參與面。

計畫主持人與機械系內一群熱心教學的教師們，面對傳統教學模式造成學生學習意願日趨低落，學習成效亦不佳的困境，亟欲在不改變現有的教學架構下，尋求新的教學模式，以協助學生建立學習自信，厚植問題解決能力。因此計畫主持人從過去開授過大一至大四各年級的必修與選修課程，以及近年參與校內「社會參與學程」的經驗與心得為基礎下，透過一連串的同儕討論後，決定進行一實驗性質之教學模式：

在平行現有的專業教學架構，應用問題與專案導向的教學策略，建立一個創新的學生自主學習模式。期待以此模式，可以促進機械系學生在專業課程的主動學態度與學習成效。

(2) 計畫主題

本計畫將探討平行於現有機械工程的專業教學架構，另外規劃以問題與專案導向學習(Problem and Project Based Learning)方式建立學生自主學習模式，以整合各年級的專業知識、技能。在這樣的計畫構想下，本年度計畫將針對以大一學生為主之導航課程，進行初步課程規劃與教學成效的探討，以做為發展後續專業課程自主學習模式的參考；並期望能透過本計畫之研究，可以突破現有機械工程專業教學架構無法提昇學生成效的困境。

(3) 計畫研究目的及目標

本計畫預計以三年為期，建立以機械專業為主體的自主學習之系列課程，引領機械系學生建立自主學習模式。在本年度計畫中，將針對機械系大一學生，規劃此自主學習之系列課程之導航課程，引導學生培養問題解決方法、溝通與表達、團隊合作以及自主學習等能力。計畫中將達成以下目標：

- 透過問題與專案導向學習模式(Problem and Project based Learning) 完成導航課程規劃與課程單元設計；

- 激發學生建立主動、自主之學習態度，並習慣以團隊合作方式解決問題；
- 開發以設計思考(Design Thinking)技法為主的課程模組與教材；
- 建立適當的課程評量模式，除做為學生學習成效之評估，亦能做為課程教學成效改善之依據；
- 觀察學生之思考模式，以建立與問題解決行為之間的關聯性，俾能協助日後自主學習模式與相關課程之發展。

2. 文獻探討 Literature Review

在工程中的問題通常是定義不清楚、目標不明確、解決方法未知，也因此相關研究也證實一般具有標準答案之工程問題解法，在要解決工程設計問題時即無法適用(Samuel & Lewis, 1991)。然而對大一新生而言，並不一定可以瞭解問題是甚麼。劉霆與劉正良即因此提出大一課程改革建言(劉霆等, 1994)，顯見在當時即已體認到大一新生並無法對機械工程領域有任何問題，而且傳統演講型式的課程安排，也並無法引發他們進一步瞭解機械專業的動機。而 Silva 等人 (2015) 因體認到畢業生投入職場時，學校教育中欠缺有效溝通以及能整合非技術問題能力的養成，因此他們以工程設計角度，針對大一學生在課堂中規劃一個設計專案來融合一系列傳統課程。透過這樣具有跨學科的設計專案，有效地提生學生在傳統機械工程課程中所不足的技能。

所以「問題解決能力」是達成工程教育目標重要的關鍵技能，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，其在問題解決能力上的確具有差異（蔡錫錚等, 2006；Atman et al. 1999, 2005, 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。在另一方面，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 and Southerland, 2004)，因而「設計思考」(Design Thinking)近幾年來不斷被提出(Brown, 2008, 2009)，甚至也有學者更認為「設計思考」是設計概念要突破的關鍵點 (Johnson et al., 2013)。

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。

但對於工科學生而言，相同縮寫、但不同意涵的專案導向 (Project based Learning) 的教學模式，更具體也更實際來讓工程領域學生學習如何解決問題(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。

他們並將 PBL 應用於大一的基礎課程。並對如何增進 PBL 教學成效提出建議，

- 在不同的工程學科和學系教育目標下，應如何調整問題、專案、團隊合作、技術之間的

比重關係。

- 如何管理、引導跨學科的小組自主學習？
- 如何才能真正評量參與設計專案的學生，如根據所產生設計成品與過程的關係，個人認知發展與團隊集體發展？

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。

在專案導向學習的概念下，以構思 Conceive、設計 Design、實現 Implement、運作 Operate 之流程結合之教育理念 CDIO 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、戴沛吟, 2016)。類似的概念也在 Stanford 大學的 d.School 的設計思考課程中見到(Kelley, 2014)。「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。」(Brown, 2008)。設計思考的簡單流程包括 Empathy (同理心)、Define (需求定義)、Ideate (創意發想)、Prototype (製作原型) 以及 Test (實際測試)。

然而學生在專案導向學習模式下，以設計概念解決問題時，不可避免地，不同學生會有不同解決方式，因此在課程發展上，就必須妥善規劃。一般在教學規劃中，各種課程活動的教育目標擬訂與學習行為的認知有關，其中以 Bloom 的分類法最為廣泛應用(Bloom, 1965; Anderson, 2001)，相關應用於教學與課程發展資料相當完備¹。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。

¹ 如 Iowa State University (2018), Revised Blooms Taxonomy. <http://www.celt.iastate.edu/teaching/effective-teaching-practices/revised-blooms-taxonomy>

3. 研究方法 Research Methodology

(1) 基本研究方法

A. 問題與專案導向課程設計

在本計畫中，將以問題與專案導向的教學方法規劃整個課程系列，因此為讓學生得以實作方式培養出解決問題的能力，將採取以下五個原則：

- **建立問題與專案為學習之核心：**配合教師所設計、規劃之教學環境，提供學生進行問題相關資料的蒐集、思考與討論等合作式學習互動，進而整合問題的相關資訊，以達解決問題之目的。這些問題將環繞在挑戰專案，透過完成最終成品的目標，在不同階段透過適當引導問題思考，進而讓學生尋找出真正的問題。
- **以小組方式進行：**由學生組成團隊，透過各種合作、互動的方式來解決問題。在這過程中，學生之間可以在互動下有效地學習如何解決問題，並分享彼此的學習心得。
- **以實作為主的學習過程：**學生依循課程所設計之問題情境，透過實作方式可以快速遭遇新的問題或製作失敗，因此可以很具體進一步進行除錯或討論新解法，藉以整合出能夠解決問題的方案，以能夠在小組作業過程中，逐一完成要求內容。
- **主動學習與獨立思考：**在課程進行過程中，教師或助教僅以引介者角色，引導學生主動思考如何解決問題、擬訂階段性工作進度、與進行解決方案評估；並能在小組的學習環境中，主動地與他人進行互動討論與分享。
- **場域與情境規劃：**學生在大學的學習場域除課堂外，也可以是校園或校外。因此在給定挑戰問題的必要條件是，問題必須存在於真實的場域中，學生才能更具體地面對問題，尋找出「對的問題」。因此在問題擬訂的同時，也必須選擇適當的場域與設定合適的情境，以能夠讓學生有更大的挑戰動機。

在這樣原則下，本計畫初步有 4 位教師加入協同教學，他們相關教學經歷與成果，以及授課課程列於。在計畫執行後亦會鼓勵其他不同專業之教師共同參與協同教學，並加入學生輔導團隊。

B. Bloom 教育目標分類法

在課程規劃方法中，Bloom 教育目標分類法是一套相當有效的工具。早期的分類方式係將學習認知過程，從最簡單的「知識回憶」，到最複雜的「價值判斷」共區分為六大類(Bloom et al., 1956)。而為能更廣泛考慮到影響教學的各種因素，在 2001 年 Anderson 等人修訂 Bloom 分類法(Anderson & Krathwohl, 2001; Anderson, 1999)。此版本與舊版不同之處在於區別學習中「知道什麼」(思維的內容)和「知道如何做」(解決問題所採取的步驟)。前者屬於「知識向度」，為新增加部份，而後者則為「認知歷程向度」。新舊版本架構如圖 1，「知識向度」分為四大類：事實知識、概念知識、程序知識和後設認知知識。事實知識包括獨立的片段資訊，如名辭定義、有關特定的細節知識等。概念知識則多為具系統架構知識，包括能分類和類別

的資訊。程序知識包括運算法則、相關實作技能與方法等知識。後設認知知識則是有關思考的知識，以及如何有效掌握思考過程所需的資訊。而修訂版的「認知歷程向度」，與原分類法一樣有六種技能，但從名詞屬性改變為動詞屬性，並將原有的綜合能力提升為創造。新版本因為具有「知識向度」與「認知歷程向度」兩項分類工具，因此可利用此二向度作為框架(參見表 1)，以能在課程設計時，可以使學習目標、教學活動與學習評量達成一致。因此在本計畫中，則依此方法進行課程規劃與設計。

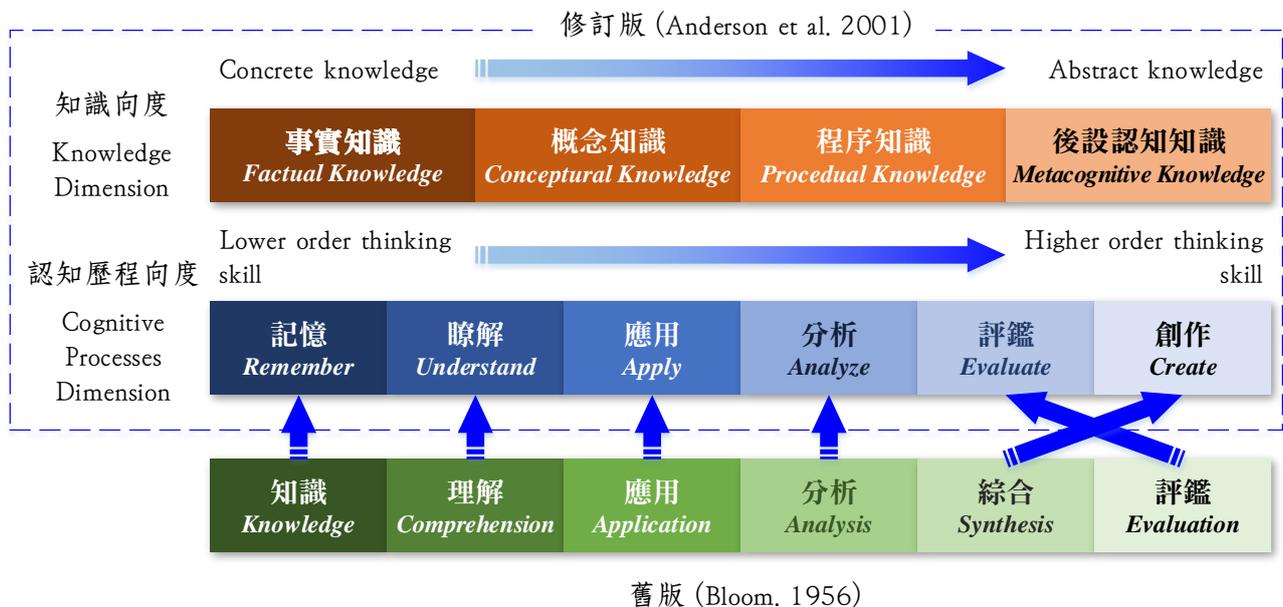


圖 1 Bloom 教育目標新舊版本對照表

表 1 Bloom 教育目標二維向度與參考範例 (Iowa State University, 2018)

		認知歷程向度					
		記憶	瞭解	應用	分析	評鑑	創作
知識向度	事實知識	List primary and secondary colors.	Summarize features of a new product.	Respond to frequently asked questions.	Select the most complete list of activities.	Check for consistency among sources	Generate a log of daily activities.
	概念知識	Recognize symptoms of exhaustion.	Classify adhesives by toxicity.	Provide advice to novices.	Differentiate high and low culture.	Determine relevance of results	Assemble a team of experts
	程序知識	Recall how to perform CPR	Clarify assembly instructions.	Carry out pH tests of water samples.	Integrate compliance with regulations.	Judge efficiency of sampling techniques	Design efficient project workflow
	後設認知知識	Identify strategies for retaining information.	Predict one's response to culture shock.	Use techniques that match one's strengths.	Deconstruct one's biases.	Reflect on one's progress.	Create a learning portfolio

C. Sternberg 思考風格

Sternberg 的思考風格基本理論架構(Sternberg, 1997)，係將一個人所謂的「心理自治」(mental self-government) 根據功能(Function)、形式(Form)、層次(Level)、範圍(Scope)、傾向(Leaning)等方面加以區分出不同的類型，從中可以找出每個人的特點。Sternberg 的「心理自治」理論的基本想法源於政府的形式，正如同世界各國的政府皆有所不同，每個人的想法與

風格也有所不同。也因此每一個人在面對人、事、物的時後，對待與處理的態度也各不相同，正如各個政府般。所以 Sternberg 將個人的「思考風格」以心理自治的功能分類為似三權分立政府：即行政(Executive)、立法(Legislative)與司法 (Judicial)等三種類型。在形式方面則選擇君主型(Monarchic)、階級(Hierarchic)、寡頭(Oligarchic)與無政府(Anarchic)等四種類型。而就層次則分成：整體(Global)與局部(Local)兩種類型；在範圍則為內在(Internal)與外在(External)，在傾向上分成自由(Liberal)與保守(Conservative)，表 2。

此思考風格分類在本研究中將做為觀察學生的依據，在之前研究計畫(葉則亮等人，2009)中，透過觀察實驗，已確定了部份思考風格對問題解決/設計行為特質的關聯性，但尚有部份風格的行為特質尚未確立，所得到之思考風格與設計行為特質之關聯見表 2。在本計畫中亦將持續以觀察記錄方式，瞭解思考風格在團隊合作與設計規劃之關聯性。如內在型與外在型性格在互動上，以及整體型與局部型在決策上的表現差異性。

表 2 思考風格的區分、類型與特徵以及設計行為特質之關聯

區分	類型	思考風格與設計行為特質
功能	立法型	喜歡以自己的方式從事工作。也因此他們多喜歡規劃、創造事物。喜好以自己的方式來進行設計，能不受局限的思考，同時能夠轉換思考來改變設計的方式。
	行政型	做事喜歡能有一明確的指示何事要做、如何做，即為執行者。希望問題能明確有條理，以能使他們逐步完成。對题目的敘述要求做詳細的確認，同時具有依循程序的傾向，會盡量達成他人的期望。
	司法型	喜好對事物進行分析，評估以及提出建議，同時能夠比較想法或方案的優劣。
形式	君主型	以自己有興趣的部份作為整個設計的中心思考，完全以自己的喜好為出發點來進行設計，並會全力以赴，但不喜歡被打斷。而且對與喜歡的議題無關的事物，通常是缺乏興趣。
	階層型	會在工作前，會注意到相關工作目標的階層關係，同時會循序漸進，注意到不同目標的優先順序。在問題的解決與決定判斷上，他們都會展現出有系統與組之的特點。
	寡頭型	會將各個目標等同認真對待，因此在面對多件事情時會想辦法同時處理，但是卻無法決定優先序。結果常是遭遇到資源合理分配的難題。
	無政府型	通常遇到眾多目標或問題，在整理與歸納上會有困難，而展現出無組織的作為，但往往又會有異於他人的創造力。
層次	整體型	喜歡處理宏大且抽象的問題，不喜歡需注意細瑣的事，簡而言之，即「見林不見樹」。
	局部型	喜歡處理細節問題，簡而言之，即「見樹不見林」。
範圍	內在型	處理問題時喜歡單獨來處理，欠缺與他人互動的認知。
	外在型	喜歡和他人共同工作，易與他人互動。
傾向	自由派型	不喜歡以現有的規則來做事，喜歡接受最大的挑戰以不同方式來做事。
	保守型	喜歡依以前正確的經驗、方式或程序來做事情、解決問題。

(2) 系列課程規劃

本計畫所規劃之自主學習模式構想如圖 2 所示：在透過一個挑戰專案為主軸下，首先透過導航課程-機械工程概論(大一下開課)，引導學生學習基本問題解決技法，以及基本表達素養，讓學生開始挑戰專案探索相關問題，以及初步想法與做法。而參與這樣模式的學生將在

四個學期中，透過專題製作課程，除逐一完成此挑戰專案外，更會配合該學期主要修課的專業課程，以實作方式學習必要的技能。

這樣規劃的學習模式係平行於現有的漸進型式的專業學習模式，在此 5 門課程中，除以問題與專案導向教學方式，達成學生逐步解決問題的知識、技能的縱向整合外，也透過這樣學習方式，在具目標規劃下，可以橫向整合各學期的專業課程。

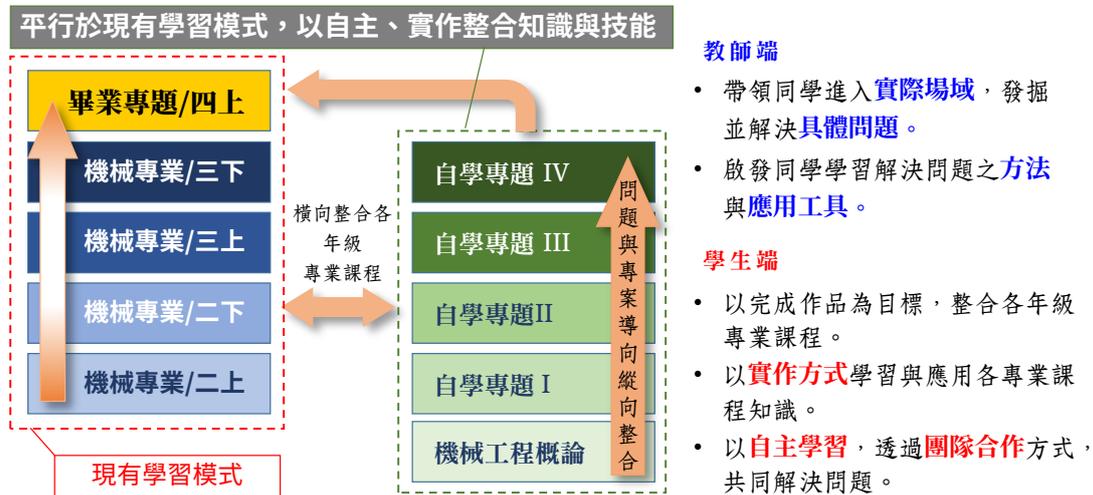


圖 2 自主學習模式架構

因此系列課程將與所對應的機械領域的專業課程以及挑戰專案著重的內容、目標相結合，在各學期規劃出不同目標。以中央大學機械系課程架構為例，與挑戰專案、主要專業課程關係彙整於表 3，而相關內容與構想簡述如下。

- **挑戰專案**：目的在給予參與學生一個挑戰的目標，讓他們在參與課程時，有一個動力可以持續進行，並能克服困難。本計畫在 106 學年度第二學期將先行試開，目前挑戰專案已先與校內附設幼稚園達成共識，學生將在此校內場域中，設計出一個供幼稚園小朋友喜愛使用的玩具，而且此玩具必須具備可動之功能。學生將在整個系列課程中(共五個學期)，逐步完成一個玩具的設計製作。在機械工程概論的導航課程中，學生可以學習到基本的問題解決方法以及表達與溝通能力。而在後續 4 個學期中，則配合專題製作課程，逐一完成機構、電控、整體設計，以及製作、測設。最後在幼稚園場域中對小朋友提報成品，並讓他們評分。
- **系列課程**：在導航課程—機械工程概論將以激發學生學習動機與培養基本能力為主，並提供在後續實作專題中，解決問題的基本方法與工具。而在後續的 4 個專題課程中，學生以自主學習方式，除了必須依挑戰專案所訂的目標進行專題成品、設計與製作、測試外，同時也配合各學期學習的主科，開始加入連結。如在專題製作 I 規劃下，學生要完成構想的機構雛型，因此必須嘗試將機構學、動力學以及精密機械製造等課程在該學期專題進行整合，並透過實作方式，掌握相關問題；例如，連桿關節間隙、重量分配對傳動的影響。而在專題製作 II，學生則學習如何使用 Arduino 板，控制機構運動。因此會促使學生必須連結所修習的電路與電子學以及程式語言課程。在專題製作 III，學生則需提出整體成品的構想，因此必須掌握到相關機器元件的知識與應用方法。而如果成品會應用到

流體力學等，則可以進一步連結該課程。在專題製作 IV 中，學生必須完成最終的成品，並在指定場域中向情境對象提報，以獲得成績，因此更會讓學生有動力學習如何統合所有修習過的相關課程。

學生透過這樣模式可以逐步養成發掘問題、解決問題以及實作的能力，因此在後續的畢業專題就能以更成熟的能力，投入更深入的專業課題，再進一步於展現出更佳成果。

表 3 系列課程學習目標與挑戰專案、專業課程之關聯表

No	自主學習課程	學期	課程主要學習目標	挑戰專案	橫向連結專業課程
1	機械工程概論	大一下	基本能力養成	成品構想提出	--
2	專題製作 I	大二上	實作具動作之機構：學習整合機構學	機構設計構想進度報告	機構學、動力學、精密機械製造
3	專題製作 II	大二下	使用 Arduino 控制單元製作可控制之機構	電控設計構想進度報告	電路與電子學、程式語言
4	專題製作 III	大三上	完成完整的機械整合設計	完整設計構想報告	精密機械設計、流體力學、自動控制
5	專題製作 IV	大三下	測試規劃與展示	場域成果報告	相關專業課程

(3) 導航課程整體教學目標與評量規劃

A. 課程整體教學目標

在以成果導向架構下，在課程規劃下必須考量到大學生必備的核心能力。我國工程教育認證(IIEET EAC)係依循華盛頓協定(Washington Accord)之核心能力規範。在 IIEET 架構下，核心能力共 8 項，部份項目整合華盛頓協定之 12 項核心能力。在本計畫導航課程之核心能力設定，仍以華盛頓協定之 12 項核心能力做為依據，表 4 為在此課程中對修課學生達成此 12 項核心能力時，預期他們應有的認知等級。

表 4 達成必備核心能力之認知等級

序次	大學生必備之核心能力	記憶	瞭解	應用	分析	評鑑	創作
1	工程知識 Engineering Knowledge						
2	問題分析 Problem Analysis						
3	設計／產生解決方案 Design/Development of Solutions						
4	調查 Investigation						
5	現代工具的使用 Modern Tool Usage						
6	工程師及社會 The Engineer and Society						
7	環境與永續 Environment and Sustainability						
8	專業倫理 Ethics						
9	獨立工作及團隊合作 Individual and Team Work						
10	溝通 Communication						
11	計畫管理及財務 Project Management and Finance						
12	終身學習 Lifelong learning						

本計畫所設計之導航課程與傳統透過演講來引導學生了解專業領域的方式並不同，而是希望透過課程規畫與教學單元設計，使學生學習以主動方式了解機械工程領域之問題。因此課程教學目標即為：讓大一學生在指定場域中學習如何實地發掘、分析與瞭解問題，同時也學習如何與同學共處、互動、溝通與討論，最後通過團隊合作提出初步解決方案。因此在成果導向精神下，導航課程之預期學習成果、教學策略及方法與評量方式規劃如**錯誤! 書籤的自我參照不正確**。所示，在表中核心能力之編號如表 4 所列。

表 5 預期學習成果、教學策略及方法與評量方式

No	預期學習成果	教學策略及方法	評量方式
1	學生具備發掘、分析、瞭解問題能力	課堂講授創新設計方法、實地演練、專案報告	活動成果評量 報告評量
2	學生具備團隊合作與溝通能力	以團隊方式進行專案	專案檔案評量
3	學生具備書面寫作與口語表達能力	課堂講授寫作與口語表達方法，學生實地演練	口頭報告 書面報告
4	學生具備實作、測試成品能力	以競賽方式，讓學生實作要求之成品	競賽成果評量
5	學生能夠關注當前與機械工程相關之技術發展、時事議題。	透過工廠參觀與資料收集。	參觀心得報告

B. 課程架構規劃

在前述課程目標下，本課程將分別在課堂、校園與校外場域進行，**圖 3**。如此可使學生可以更能夠具備問題思所之能力。在課程安排上，則區分出「創新思考」、「溝通與表達」、「自造者」三個課程模組，每一個課程模組又再有不同的課程單元，**圖 4**。透過專案、競賽、工廠實地參訪、報告等多元學習方式，提供學生創新思考與溝通表達等基本方法，使學生具備獨立思考、問題分析與解決、團隊合作溝通與表達等能力，並可瞭解機械工程技術之發展方向。

C. 課程評量規劃

根據預期學習成果、教學策略及方法與評量方式，可以再擬訂出本課程各單元所要對應的課程活動設計、評量方式以及應達成的核心能力。相關內容列於表 6。

D. 課程進度

本課程在 107 學年度第二學期開課之進度規畫見**表 7**，由於課程為兩學分，共需 36 小時之授課。所以課程中之學生在課堂後準備各相關工作之自主學習，如場域觀察與記錄、構想草案發展等雖有較多時數，但鐘點數無法預估，仍以扣除課堂活動等固定時數後，所餘之時數。因此在課堂進行之時數為 29 小時，約佔 81%；而給予學生自主學習的課堂鐘點數為 3 小時佔 8%；校外場域進行時數為 4 小時，約佔 11%。相對於固定的時段，加諸給學生自主學習時間更多，但相對鐘點數反較少，此種方式對學生上課習慣有明顯改變，但接受度是否可以因此提高，仍有待分析與觀察。

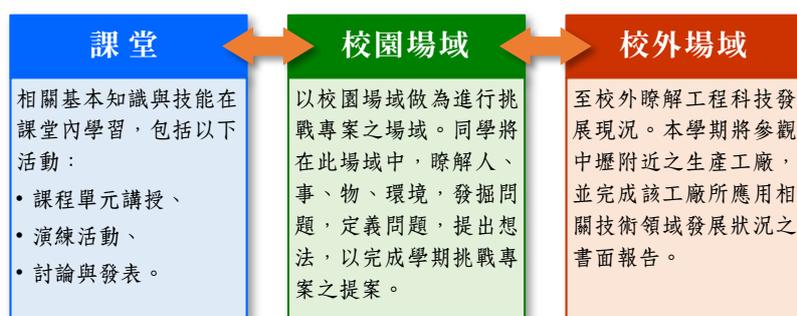


圖 3 課程進行之場域



圖 4 課程主要領域與相關單元

表 6 課程各單元學習目標與對應課程活動內容、評量以及達成之核心能力

單元	主題	單元活動內容	評量方式	核心能力
U1	工程科技發展省思	A. 以 World Café形式討論	活動成果評量	1, 2, 6, 7, 9, 10
		B. 課後問題	報告評量	1, 2, 4, 12
U2	棉花糖挑戰	A. 棉花糖挑戰活動	--	1, 2, 3, 9, 10
		B. 如何進行團隊合作：挑戰檢討與說明	活動成果評量	2, 4, 10
U3	設計思考概論	A. 講課：設計思考基本概念、問題定義與創新	--	1, 2
		B. 練習：設計思考流程暖身練習	活動成果評量	1, 2, 9, 10
U4	同理心	A. 講課：場域觀察與記錄方法	--	1, 2
		B. 練習：使用者旅程地圖與同理心地圖分析	活動成果評量	1, 2, 4, 5, 9, 10
U5	情境分析與發展	A. 講課：應用情境故事法發展解決方案。	--	1, 2
		B. 練習：情境故事法	活動成果評量	1, 2, 4, 5, 9, 10
U6	簡報與口語表達	A. 講課：簡報與口語表達	--	1, 2, 5
		B. 作業：期末成果報告	報告評量	1, 2, 4, 5, 6, 7
U7	論文與報告寫作	A. 講課：論文與工程報告寫作	--	1, 2, 5
		B. 作業：工廠參觀書面報告	報告評量	1, 2, 4, 5, 6, 7
U8	期中競賽	A. 小組成品檢驗	--	1, 2, 3, 5, 9, 10, 11, 12
		B. 競賽	成果評量	9, 10
U9	工廠參觀	A. 工廠參觀	--	6, 7, 8, 12
U10	場域觀察	A. 場域觀察與記錄	--	1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10
		B. 觀察結果報告	報告評量	5, 10
		C. 團隊溝通討論	--	9, 10, 11

單元	主題	單元活動內容	評量方式	核心能力
U11	構想草案發展	A. 團隊溝通討論	--	9, 10, 11
U12	構想發展	A. 團隊溝通討論	--	9, 10, 11
U13	期末計畫提案	A. 發表所規劃之提案	報告評量	5, 10
		B. 問題詢答	報告評量	10

表 7 課程進度規劃

週次	主題	內容	時數
1	課程說明	<ul style="list-style-type: none"> 本課程內容與規定說明； 系列課程介紹； 密碼卡發放 	2
2	工程科技發展省思	<ul style="list-style-type: none"> 以 World Café形式討論新興科技之發展問題 	3
3	棉花糖挑戰--建立團隊	<ul style="list-style-type: none"> 棉花糖挑戰 如何進行團隊合作：挑戰檢討與說明 學期專案進行方式說明與討論 	3
4	設計思考概論	<ul style="list-style-type: none"> 講課一：設計思考基本概念、問題定義與創新 練習：設計思考流程暖身練習 講課二：以同理心概念發掘所隱藏的問題 	3
5	簡報與口語表達	簡報目的、內容、圖表呈現與技巧、口語表達技巧與注意要點	2
6	論文與報告寫作	工程報告種類、格式與寫作習慣、參考範例、編輯軟體使用技巧	2
7	場域觀察與分析	<ul style="list-style-type: none"> 觀察結果報告 練習：使用者旅程地圖與同理心地圖分析 	3
8	情境分析與發展	<ul style="list-style-type: none"> 應用情境故事法發展解決方案。 練習：情境故事法 競賽題目說明 	3
9	工廠參觀	台達電子	4
11	期中競賽	小組成品檢驗與競賽	3
13	計畫提案	期中預報	2
17	期末計畫提案	發表所規劃之提案	3
1~3	建立團隊	班級成員互動、小組建立，成員認識	0
4~6	場域觀察	小組自行至指定場域進行觀察並記錄，提出看到的狀況，以及有何問題(不在課堂進行)。	0
7~10	競賽準備	小組自行準備競賽(不在課堂進行)。	0
7~10	專案構想草案發展	小組自行聚會，發展專案構想草案	0
11~12	構想原型發展測試	小組自行聚會，測試所發展專案構想草案	0
13~17	專案構想原型修正	修正專案原型，準備專案期末提案	0
合計			33

(4) 導航課程單元設計

導航課程活動可以分成三大類別：自主學習、課堂講授以及課堂練習。進行主軸仍圍繞在學生自主學習，利用課堂講授以及課堂練習，引導學生逐步進行構想發想與提案。而各課程單元間並非各自獨立，而如圖 5 的說明，各單元彼此之間具有關聯性，並且與學生自主學習互相結合。以下分別說明各個課程單元內容設計與相關活動進行方式。

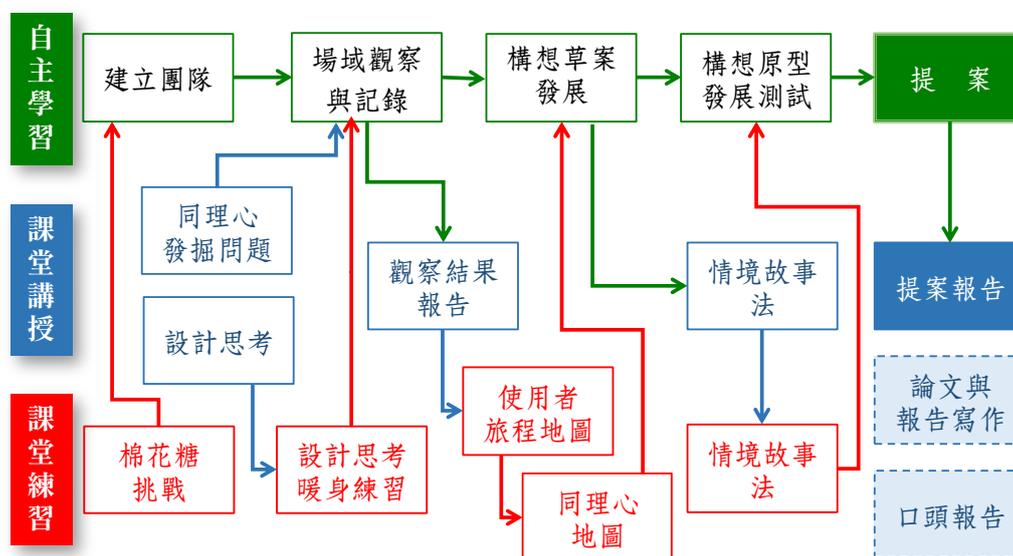


圖 5 課程單元之間關係

本學期課程中先以「工程科技發展省思」開始，探討能源問題。之後透過「棉花糖挑戰」活動開始，協助學生「建立團隊」，隨後講授「設計思考」原理，並進行「設計思考暖身練習」後，再介紹如何以「同理心發掘問題」。學生團隊則可以由此開始以自主方式進入場域，進行「場域觀察與記錄」，之後在課堂進行「觀察結果報告」。在課堂上再以學生的觀察記錄，學習使用「同理心地圖」分析工具，並將分析結果統整，再帶回團隊進行討論，逐步發展「構想草案」。而在課堂講授「情境故事法」原理之後，即以草案進行「情境故事法」演練，其結果與心得則可以再做為「構想發展」的基礎，再進一步完成提案，並在課堂進行口頭報告。而「論文與報告寫作」以及「口頭報告」亦同時培養學生在這過程中相應基本能力，得以順利完成口頭與書面報告。

A. 挑戰專案

挑戰專案是本計畫要使學生達成自主學習模式重要的動力來源，因此在課程中將以此引導學生可以在課程中開始學習如何以自主學習方式完成此挑戰任務。在本學期之挑戰任務為「為中大校園(特別是機械系館)中設計一個讓大家感到有趣的、而願意去做、去改變的“東西”，讓中大更有趣。」

學生則要應用這課程單元所教授的方法，針對這個挑戰任務進入到校內場域，即幼稚園中，仔細觀察小朋友的行為，並與幼教老師交談討論，以找出真正的需求。再由團隊發散討論各種可能性，經過分析、辯證，收斂得到適切的構想，並在期末提出初步的概念提報。

B. 團隊建立與棉花糖挑戰

團隊是自主學習重要的要素，因此在本導航課程中，第一個工作就是建立團隊。目前規劃之方式，初步僅會要求中大機械系三個組學生必須打散平均分配到各組，再利用 Sternberg 問卷，瞭解組成學生個人思考風格的特質。

而為能快速讓學生組成團隊，建立基本默契，在課堂中會進行棉花糖挑戰活動 (Marshmallow Challenge) (Wujec, 2010)。此活動相當簡單，學生小組必須使用發放的材料：20 根義大利麵條、一卷膠帶、一卷細繩及一粒棉花糖。所有的團隊必須在 18 分鐘內，用義大利麵條建造一個最高、能自我支撐的結構，而且棉花糖必須放在頂端。此活動在 Tom Wujec 推廣下，已經成為團隊建立的重要活動，因為此活動「要在很短的時間內，強迫人們建立團隊、並迅速合作。」(Wujec, 2010)。從過去在各個不同課程(包括跨域學生的通識課程)舉辦此活動的經驗顯示，學生接受度很高，可以快速地與陌生的同學認識。

在這單元中，並同時讓學生以小組檢討挑戰成功或失敗之處，並逐一上台進行簡短報告。隨後再由教師補充說明團隊合作的重要原則。

C. 設計思考概論

設計思考(Design Thinking)為近年來受矚目問題解決方法，其核心係以使用者為核心，問題解決者係從設計者的角度，透過同理心的觀察，發掘出被察覺到的需求或渴望。換言之，要使問題解決者設法由問題場域中體會到新的事物，或者由不同的角度觀察問題，以能夠獲得啟發、產生新的洞見，進而提出新的解決方案，並快速透過不斷的實現、驗證構想的可行性。此方法並不難，在簡化下也區分三個階段：發想(inspiration)、構思(ideation)、執行(implementation)。但其中操作空間相當大，學生必須經過實地演練，並不斷透過討論，才能體會到其本質，改變思考方式，才不會流於固定樣版做法。

在此課程單元中，將先以相關實例提供學生瞭解設計思考之相關背景資料，再藉由暖身練習單元讓學生演練設計思考流程。練習係由兩位學生組成一組，首先互相說明各自心中練習指定產品之特點，再由個別學生畫出對方之構想，並利用相關素材進行實踐驗證。

C. 同理心與場域觀察

在設計思考方法中，最重要的是如何使用同理心概念發掘所隱藏的問題，因此在課堂中將會以案例搭配方式，說明如何從使用者、當事人角度來發掘問題的本質，以能夠提出「對的問題」。因此在課程設計上將以兩次上課方式進行：學生在聽完說明後，則利用 3 週的時間，進到學校場域，實地瞭解、發現校園存在的問題。在下次課堂上，學生將先報告他們根據前次課堂說明原則所完成的場域觀察記錄，隨後則進行「同理心地圖」分析方法演練(Lidwell, et al. 2011)，以協助找出觀察過程中容易忽略的地方。此分析將會使用便利貼(post-it)方式進行討論(Hammarberg and Sundén, 2014)。

D. 情境故事法

情境故事法(Scenario based Design)是最常應用在解決問題之方法之一。透過想像的故事情境，將不同使用者的特性、所遇到的事件、以及目標產品與使用環境之間的關係串聯起來，並且能夠讓從其中發掘出在所設想的情景下，要解決的問題與產品構想(Lidwell, 2011; Anggreeni, 2009; Moggridge, 1993)。而情境與具體影像相關，因此多會以圖像或是影音方式呈現。在課堂上因受限於時間與場地，所以在課堂練習中將會讓學生以圖像方式述說他們的故事。而課後則會要求學生以影音方式呈現他們親身、實地排演方式，如此更容易找出問題，以及產品應具備的特性。

E. 競賽

競賽在導航課程扮演著兩種角色：一為透過競賽激勵學生的參與課程動力，另一為激發學生實作精神。一般而言，以實作為主的競賽在工程領域通常需要基本實作能力，因此這類型的競賽對新手而言，通常需要較多的時間，並提供更多的加工技能訓練。因考慮到此種競賽類型在導航課程中，容易排擠到其他課程單元的進行，使學生花更多時間在加工、製作上，因此在本課程之競賽則導入在國內、外 Maker 圈最常舉辦的 HEBOCON(廢柴機器人大賽)²。HEBOCON 規則很簡單，參加者必須製作低技術能力的機器人，進行相撲大賽。競賽規則反對應用高科技技術或策略，只要機器人單純會動就行。所以在這樣不是嚴肅的競賽，不計較輸贏，讓學生以不正經、好笑的方式創作，即滿足本單元之目標。

F. 表達能力

大學生在學習過程中，最重要的表達能力除了在團隊合作中的溝通表達外，在個人部份主要呈現在書面報告或論文寫作，以及口語簡報。因此在導航課程中，以大學之學術慣例與倫理，來引導學生瞭解如何應用現代軟體完成合宜的書面與口頭報告。此兩項能力可透過工廠參觀書面報告，以及挑戰專案期末提案口頭報告等來評量。

G. 參觀

在本課程規劃參觀生產工廠，讓學生能實地在校外場域認識現代生產科技，同時也要求學生要在參觀後，搜集與參觀場域相關技術之資料，並完成一自訂主題之書面報告。本計畫年度的課程則帶領學生參觀位於桃園區之台達電子研發中心。由於近年來台達電子投注資源在工業 4.0 生產模式，因此透過參觀研發成果展示之活動，除可以讓學生透過實際接觸的感受，對智慧製造、智慧節能等現代技術產生興趣。在參觀後並要求學生搜集、整理資料，以及撰寫具有架構的書面報告。

(5) 自主學習空間改善

良好的學習環境對學生自主學習而言，就如同拉力般，將學生吸引進入相關場域，完成各自不同的學習目標。本計畫在此部份之工作分成兩部份，分別說明如下。

² 參見 <https://youtu.be/xPjvgApRcKU>

A. 改造學習活動空間

推動學習自主學習背後的目的在希望導引學生能發揮其創意，結合專業知識、技能解決專注議題相關問題，然而討論型式會影響到創意之激發。如傳統會議桌型式之討論已比不上團隊成員以小組面對面、或站或坐地隨時提出見解討論來得有效(圖 6)。而目前中大機械系現有之研討室與教室皆採傳統型式(圖 7)，並不適合用於創意發想的教學活動(圖 8)。特別是本計畫之導航課程規劃也已導入類似創意發想之討論或活動的教學型式，但現有可用教室空間與桌椅型式，卻使課程效果打折扣。

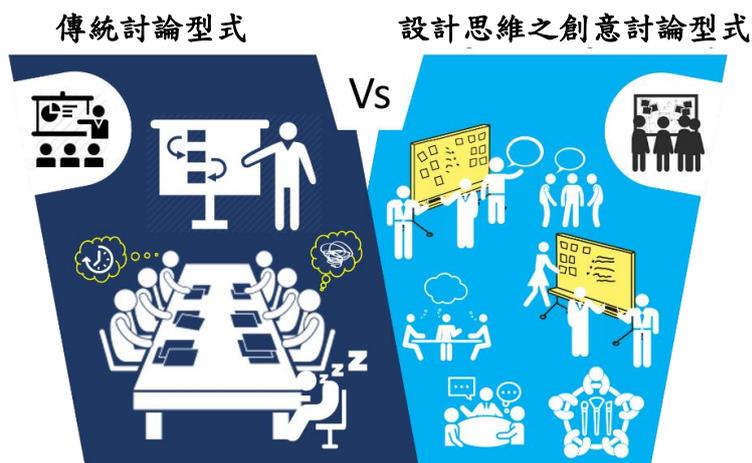


圖 6 不同討論型式對創意發想的影響



圖 7 中大機械系現有傳統型式之教室



圖 8 中大機械系討論類型課程進行之現狀

B. Maker 空間、設備改善

不論是教育理論或教學實務都證實學生透過實作是學習創意不二法門。因此中大機械系除傳統實習工廠外，在 16 年前即創立實作空間(DIY 工作坊)提供大學部、研究所學生自行製

作各種機械成品，並在 3 年前在實習工廠改建一間數位加工實驗室，包括 3D 列印機、雷射切割機、CNC 雕刻機(圖 9)，目前已有可供學生自主製作各類成品之設備、工具列於表 1。

由於 16 年前所創立 DIY 工作坊已顯破舊，地面地板也老化(圖 10)，因此本計畫協助機系爭取學校資源進行整頓空間，除整理牆面、淘汰老舊機台，並重新鋪設地面(採環氧樹脂地板)，調整空間配置，以提供學生更舒適之工作空間。

表 1 機械系現有加工設備一覽表

No	設備名稱	數量	備註
1	3D 列印機	5 台	數位加工實驗室
2	雷射切割機	1 台	數位加工實驗室
3	3 軸 CNC 雕刻機	1 台	DIY 工作坊
4	5 軸 CNC 雕刻機 (小型)	1 台	數位加工實驗室
5	立式銑床	1 台	DIY 工作坊
6	小型車銑複合加工機	1 台	DIY 工作坊
7	線鋸機	2 台	DIY 工作坊
8	金工切動機	1 台	DIY 工作坊
9	木工砂輪機	1 台	DIY 工作坊
10	光學量測投影機	1 台	DIY 工作坊
11	各式電動電鑽、起子機、電鋸等電動工具	1 批	DIY 工作坊
12	各式手工具	1 批	DIY 工作坊
13	各式量具	1 批	DIY 工作坊
14	各式刀具(鑽頭、車、銑、鉸刀、螺絲攻)	1 批	DIY 工作坊
15	各式小五金(螺絲、墊圈、關節釘等)	1 批	DIY 工作坊



圖 9 機械系現有數位加工設備(部份)



圖 10 機械系 DIY 工作原有狀況

4. 教學暨研究成果 (Teaching and Research Outcomes)

(1) 專題導向式自主學習推動

本計畫所提出以各學期實作專題之概念來縱向與橫向整合各專業課程的構想，在本計畫執行期間，亦在中央大學機械工程學系內傳達此構想，並在 2019 年 6 月在系務會議中通過「自主學習專題」課程實施辦法(見附錄四)。全系在 108 學年度開始嘗試以多議題方式進行新的課程教學型態，以期強化學生學習動機與建立新的教學模式。

(2) 實作創意空間建立與改造

在本計畫進行過程中，以自主學習理念，配合中大機械系實作創意空間創設計畫，協助規劃三間實作創意空間，見圖 11。其中改建一間實驗室，建立可以站立於白板前或小組圓桌會議討論型態的空間 - 「點我 idea ME」，以能進行設計思考教學活動。在此教室中，課桌椅採活動式梯形桌、椅，在四周牆面設置白板，窗戶部位則設置活動式白板，圖 12。教室採取電子式門禁管理，除可以讓學生方便使用，也有利於行政上統籌管理。



在白板與可組合式桌子所構成的創意空間中，學生們可以在課堂上互動討論，激發出創意；也可引導相關課程從單向授課改變成雙向互動的教學模式，強化學生創意思考、討論溝通與自主學習能力



支援手工製作、組裝、檢驗等工作為主，做為學生進行專題製作與討論的創意實作空間，以培養學生動手實作能力。



設置 3D 列印機以及雷射切割機等數位加工設備，協助學生快速實現創意點子。同時也用於學生畢業專題、研究生論文研究以及實驗模擬。

圖 11 機械系新建創意空間與亮點



圖 12 機械系 idea ME 點我空間現況

而「點我」此類型空間適合進行兩種類型的討論活動：開放式問題與主題式練習(圖 13)。此兩者可以使用如 World Café 方式之圓桌討論或利用白板的站立討論，並靈活應用現有設備，如實物投影機，進行成果分享。在 idea ME 進行課程施教，學生反映相關好，不單是空間明亮，環境舒適，更因為白板規劃，使得討論更加順暢。

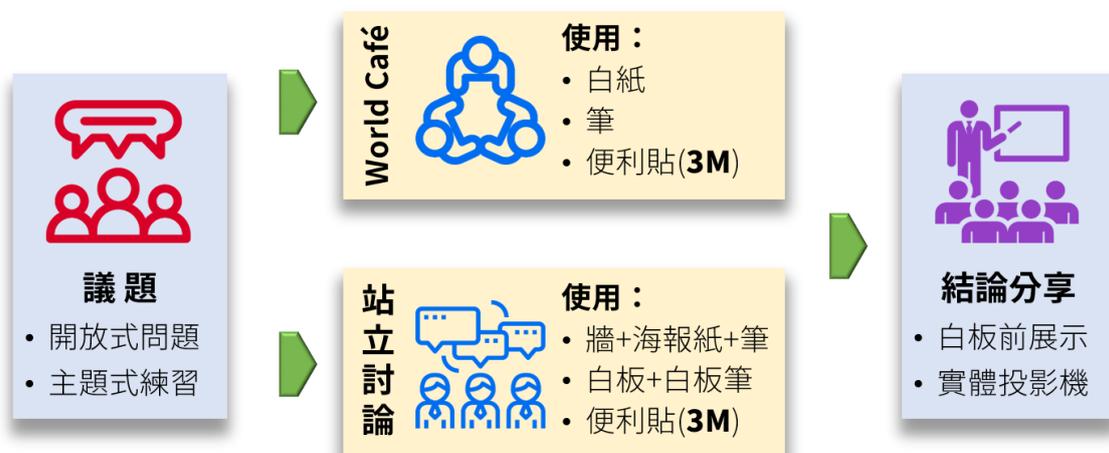


圖 13 現有創意空間之討論模式

(3) 導航課程實施與學生成果

導航課程各主要單元以所規劃之內容在 107-2 學期進行，共有 46 位學生選修。以下簡要說明課堂討論進行方式，以及各單元實施狀況與學生的成果。

A. 課程討論型式

本課程主要課堂單元雖然保留必要的講課型式，以傳達重要的觀念。但各單元都會採取小組圓桌討論、上台發表分享或小組白板站立討論、現地發表分享。例如在「工程科技發展省思」單元探討能源問題，先由負責教師簡要提示介紹台灣能源轉型的問題，如種類、配置比例等相關議題。之後再觀看報導影片後，討論幾個開放式問題：「台灣傳統的、主流的能源有哪些？能源轉型要從現有的型態轉變為那一種型態？為何要轉型？」學生再以小組圓桌會議方式進行討論(圖 14)，同時將討論結果繕寫在白紙上，拿到螢幕前利用實物投影機發表(圖 15)。另外一種使用投影螢幕發表的方式為常用的使用筆電、簡報檔發表，圖 16。而課程另一種討論的方式則使用白板進行，相關說明則見以下有關設計思考系列課程單元說明。



圖 14 小組圓桌會議

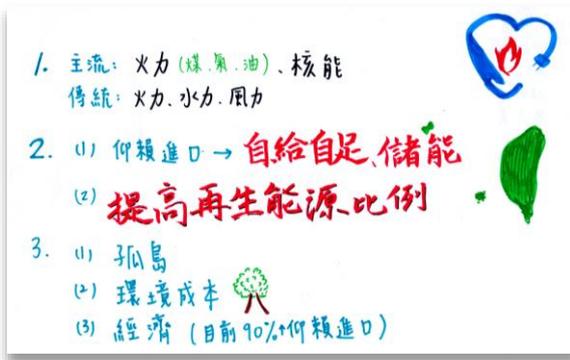


圖 15 圓桌討論結果與上台報告(實物投影機)



圖 16 上台報告(電腦簡報報告)

B. 棉花糖競賽

棉花糖競賽為學生分組後第一個考驗組員默契的活動，共分九組，比賽規則很簡單，每組發給 20 根義大利麵、膠帶、棉繩以及一顆棉花糖，要求在 18 分鐘內用材料組成一個結構，而棉花糖放在頂端，以棉花糖距離地面最高者為優勝，圖 17。活動之後，學生小組聚在一起討論，並上台報告討論心得。由於是限時的實作活動，學生可以立即見到成果，同時也瞭解到在過程中自己與夥伴的默契，圖 18。課程活動後，則由負責教師進行團隊合作議題說明，包括此活動推動者 Wujec 在 TED³的演講，以及團隊合作必須考慮到的幾項注意事項。此項活動設計因為具有立即點出學生常犯的問題，容易產生共鳴，因此給學生留下強烈印象。

你們會有甚麼？	你們要做什麼？
<p>棉花糖挑戰</p> <p>The Marshmallow Challenge</p>  <p>20 根 義大利麵 + 1 公尺 膠帶 + 1 公尺 棉繩 + 1 顆 棉花糖</p> <p>棉花糖挑戰 MC_3/ 02.2018</p>	<p>在18分鐘內使用桌上的器材，將義大利麵組成一個結構。並將完整的棉花糖放在結構最頂端。</p>  <p>Start  18 Minutes</p> <p>棉花糖挑戰 MC_4/ 02.2018</p>

圖 17 棉花糖挑戰規則

³ 見 https://www.ted.com/talks/tom_wujec_build_a_tower



圖 18 棉花糖挑戰

C. 設計思考概論

此單元是設計思考系列課程的第一個單元，在課堂上除以案例介紹說明「設計思考」以人為本的思維核心，以及如何解決問題。隨後以「改善夥伴的午餐用餐體驗」為主題(圖 19)，讓學生兩兩為小組，互相訪談來學習如何發現問題，找到合適的解決方案(圖 20)。學生討論過程繪製記錄部份可參考圖 21。

今天的挑戰

改善午餐的體驗

2019/3/12 設計思考 3

進行流程一覽

回想	訪談	發掘問題	產生方案與測試	改進方案與測試	反思
回想自己經歷與體驗。	以初步與深入訪談，瞭解對方體驗。	從訪談結果，發現出背後的原因(朋見)與提出論點。	從論點產生初步方案，並與夥伴討論意見。	由回饋意見，進一步發展改進方案，並與夥伴再討論，找到不足之處。	進一步由回饋意見反思可能方向與新的觀點。

學習聆聽對方意見、觀察內容與發現背後原因

2019/3/12 設計思考 4

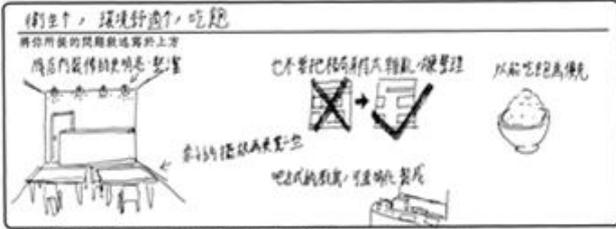
圖 19 設計思考暖身練習之主題與流程



圖 20 設計思考暖身練習之成對訪談

構思：產生多個不同方案進行測試

5. 畫出3-5個可以滿足你的夥伴需求的解決方式 5 min



6. 對夥伴分享你的解決方案以及得到他/她的回饋 10 min (2 x 5 min)



由回饋進行反覆設計

7. 反思與產生新的設計 3 min

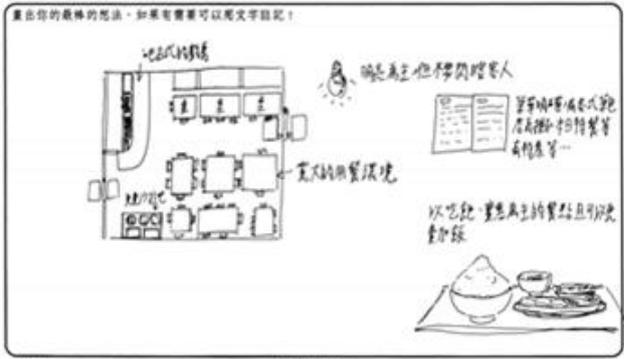


圖 21 設計思考練習之成果

D. 同理心與場域觀察

同理心與場域觀察單元分成兩次課堂進行，前次上課先說明同理心之議題，之後在課程空檔中，讓學生以小組方式在校園中找尋與觀察相關議題，並進行討論，再將結果在此課程單元提報。由於學生已經先在校園中觀察與體驗，因此在場域觀察次單元中，再強調一些方法以及同理心地圖代表意義，最後讓學生進行同理心地圖演練(圖 22)。部份小組在白板上完成的同理心地圖成果可參見圖 23。



圖 22 小組使用白板討論同理心地圖



圖 23 同理心地圖成果

E. 情境故事法

情境故事法是要讓學生對未來創造出想像，因此在課堂講授中，先以故事發展以及個人體驗為重點出發，讓學生瞭解情境故事法重點。在介紹中以廣告以及產品設計案例來加以解說，以補強理論之抽象不易理解。隨後使用系統方式，逐步引導學生發展故事架構。學生則使用便利貼在白板前，以小組方式進行討論，圖 24：小組先討論構想的優缺點，隨後發展出可行的策略與構想；之後創建故事四要素，即人物、環境、事件與產品/服務。而故事情節可從之中根據時間軸逐一發展，圖 25。各小組的學生則據此以四格漫畫的方式畫出故事，圖 26。在課堂最後則各組帶著所畫的漫畫，利用實物投影機上台發表成果，圖 27。在課後，則要求學生到各組所選擇之議題場域，利用影片拍攝進行體驗，建立想像思考空間。學生成果部份擷圖請見圖 28，完整影片請由圖中二維碼上網觀看。



圖 24 小組使用白板討論情境故事

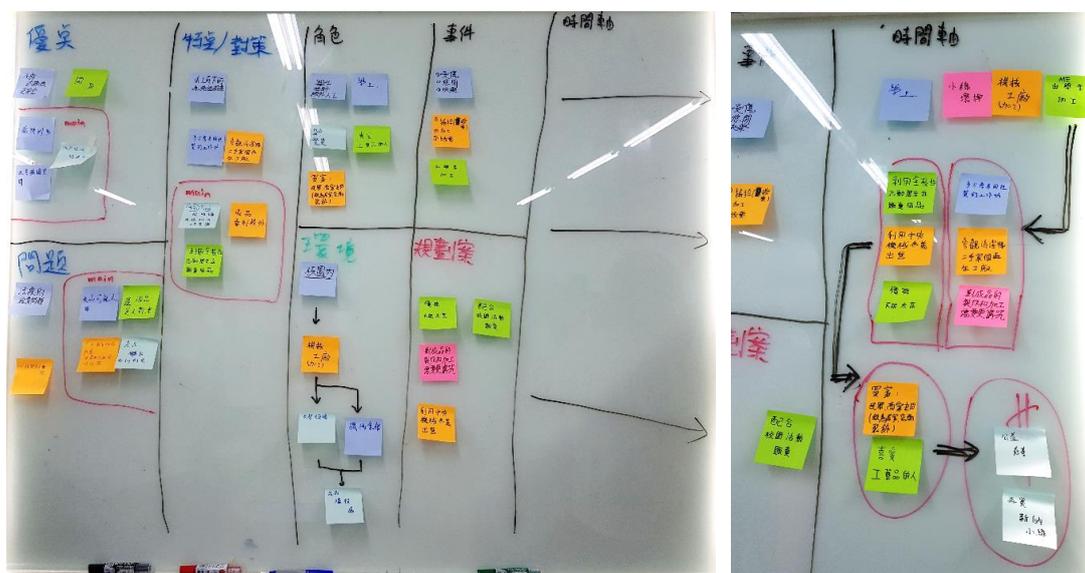


圖 25 使用白板發展情境故事

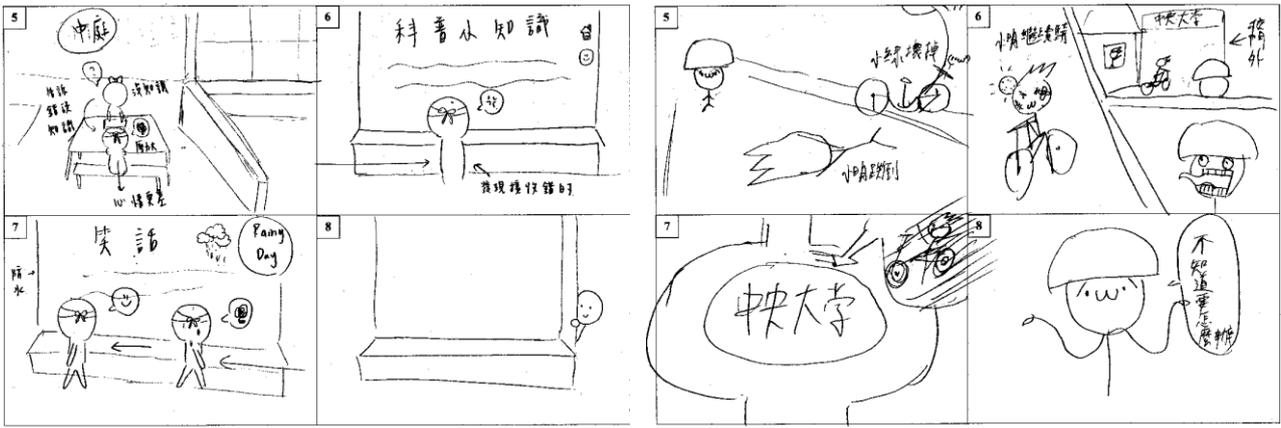


圖 26 情境故事腳本

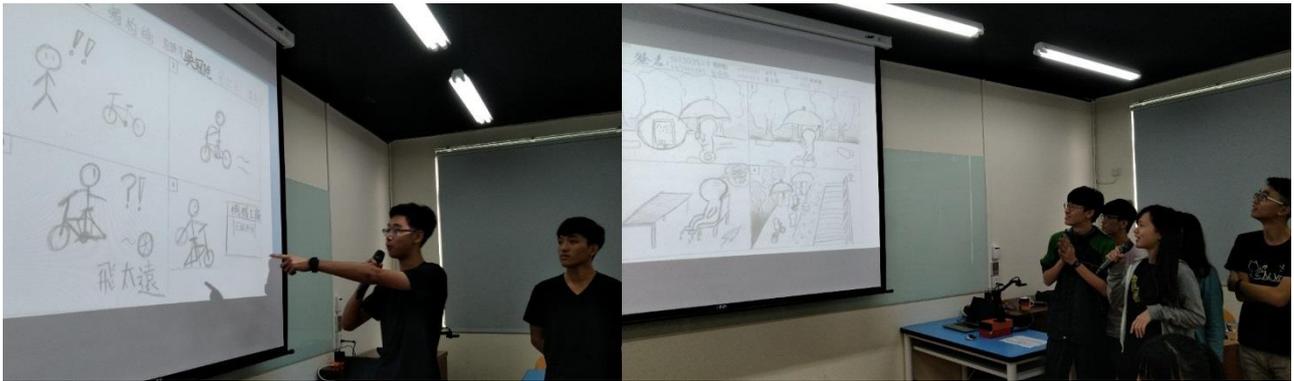


圖 27 小組發表故事



圖 28 小組成果影片擷圖(部份)以及完整影片連結⁴

F. 期中競賽

為強化學生團隊合作以及創意能力，在期中競賽中學生必須重組團隊，在本次課程共有 16 組團隊進行「廢柴機器人大戰」⁵。此競賽準備部份採限時方式進行，學生要在一個月時間內完成製作，並參加競賽。比賽相關要求與進度可參考圖 29。

為控管學生準時完成，要求學生必須在比賽前一週上傳介紹影片，讓學生使用所熟悉之影音傳播方式來表達自己的概念，圖 30。比賽中學生的作品與過程，請見圖 31 與圖 32。同時也要求學生在課後完成反思報告，讓學生能夠學習反思能力，圖 33。此一競賽由於簡單，但也有許多天馬行空的創作空間，所以學生們的興致相當高。

⁴ 或 <https://www.youtube.com/playlist?list=PL8Ma6CjSGca6t2UeP1IhAd1YqcnOxyXLD>

⁵ HEBOCON 請參考 <https://www.youtube.com/watch?v=xPjvgApRcKU>

機械工程概論
2019 NCUME Competition
期中競賽
廢柴機器人大戰

低技術限定!



啟版上程概論 廢柴機器人大戰 3

時程

1	2	3	4	5
4/2	4/9	4/16	4/23	4/30
分組開始	規則說明 場次抽籤	材料領取 完畢	場地開放	比賽
共分16隊 14隊每隊3人 2隊每隊2人 4/9 前完成上網登記	完成初步構想 開始領取材料 領取同時登記隊名		開放競賽場地提供測試之用，地點：idea Werk 4/28 上傳2分鐘介紹短片	10:00-12:00 地點：E2-101前 小廣場 5/26 上傳3-5 分鐘反思短片

啟版上程概論 廢柴機器人大戰 5

製作要求

- 材料自己找，越廢越好。
- 課程可提供(不用亦可)：
 - 一顆馬達
 - 速度控制盒
 - 變壓器
- 機器人限制：
 - 重量 <1000 g
 - 底面積 < 400x200 mm
- 如過於科技，需修改至符合廢的標準(老師說了算)!



啟版上程概論 廢柴機器人大戰 9

比賽規則

- 比賽場地規格：直徑120mm圓形場地。
- 採用相撲規則，摔倒或出場外就算輸了。
- 一直不動也算輸。
- 一次定輸贏。
- 可以用手動電源線方式操控，但**不可有sensor，不可用遙控**
- 限定時間3分鐘，若仍不分勝負時，以猜拳或兩隊議定方式決勝負。
- 沒有說的就是可以！但拒絕太高科技的作品！



啟版上程概論 廢柴機器人大戰 10

圖 29 「廢柴機器人大戰」相關規定與要求(部份呈現)



圖 30 小組介紹影片擷圖(部份)與網路連結

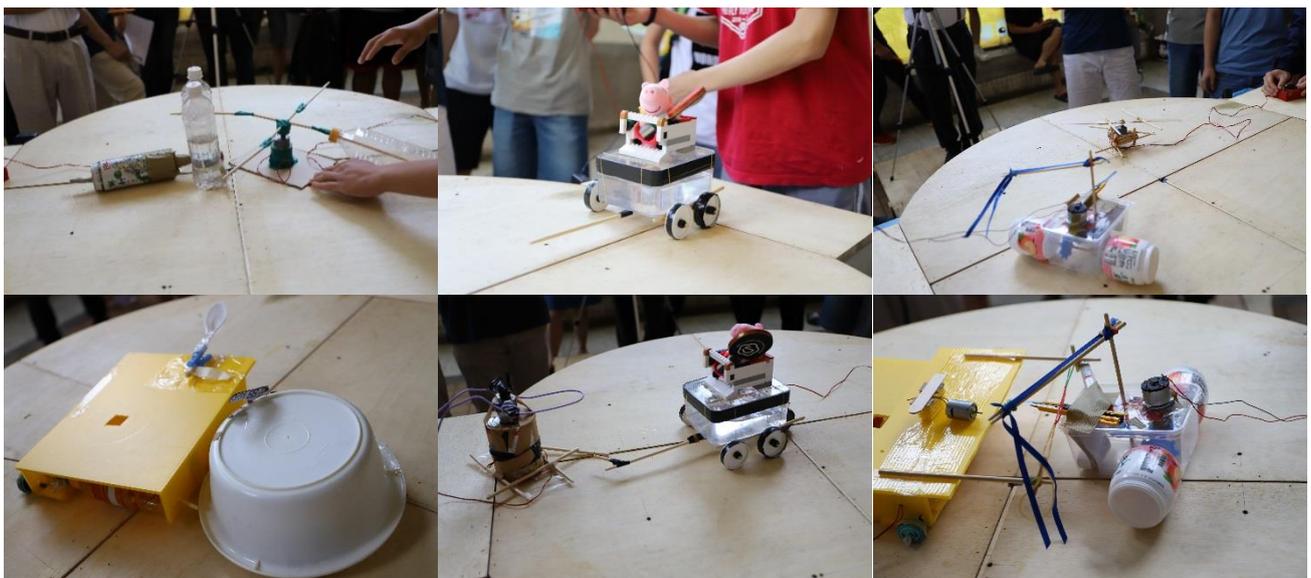


圖 31 小組作品(部份)



圖 32 比賽狀況(部份)



圖 33 小組反思影片擷圖(部份)與網路連結

G. 學期挑戰專案

課程的自主學習主軸是「學期挑戰專案」，這學期挑戰的目標是要如何讓中大更有趣。學生要進到校園中尋找出要能夠改變的議題，然後提出一個改善但更有趣的方案，圖 34。為輔導學生能夠以團隊小組自學方式自行在課堂外進行專案，在課程進度規劃方面，則配合課程單元，要求學生逐一完成。相關進度安排請另見表 7 之課程進度表。本屆大一學生所選定的題目、發現的問題以及執行策略與構想見表 8，其中共有三組不約而同選擇校內共享腳踏車—小綠，不過有各自的方向。其他有改善校園自行車停車問題，或機車棚停車不便問題，或校園內裝置、人行步道等問題，表 8。從學生議題的發展來看，各組學生的構想有許多值得觀察與分析地方。

例如第 9 組針對學生宿舍機車停車場停車不便問題，討論初期著重在硬體設備與動線的改善，之後在討論過程中發現到這些的改善措施是顯而易見，但並非學生們可以獨立完成。而機車棚的問題長期存在，並未改善的根源則來自學校行政單位的重視程度。因此學生小組則將解決方法轉變成一系列活動規劃，希望透過引起使用者(學生)的重視，進而引起管理者(學校)的重視，而能促使改善。又如第 1、3、5 組雖然都關注於校園共享單車，但卻有默契以不同角度切入。第 1 組提出以服務學習來維護共享單車，提高妥善率，以能擴大校園使用；第 3 組則針對停放管理問題，提出不同的想法；而第 5 組則提出腳踏車零件活化，來充份利用報廢品。

而第 8 組針對機械系館腳踏車停車場因建置「白色能源屋」而造成週邊停車亂象問題，提出新的構想。此小組從先提出天馬行空的停車塔時，經提示應回到現場，到找出真正的問題源由而修正構想等歷程，皆是有趣值得探討。此部份將在後述再深入分析。

挑戰專案

讓中大更有趣

為中大校園(特別是機械系館)中設計一個讓大家感到有趣的、而願意去做、去改變的“東西”

挑戰專案 Challenge-2/02.2019

任務說明

場域 中大校園、機械館
客戶 同學、師長
諮商 師長、同學
目標 需要是同學們喜愛
限制 需目前未出現的構想方案
成果 提案，包括3~5分鐘短片。要證明可行、且容易讓人瞭解，可製作模型。

挑戰專案 Challenge-2/02.2019

創新設計之基本階段

靈感 一個設計挑戰
 如何開始
 如何進行篩選
 如何保持以人為本

概念 設計想法
 如何應用所學到的
 如何轉化想法成物質構想
 如何做出繪圖

實現 創新設計
 如何使想法實現
 如何評估是否可行
 如何思考可有永續性

挑戰專案 Challenge-5/02.2019

挑戰專案的目標

建立團隊 組成團隊
培養默契

場域觀察與記錄 至中大校園或系館進行觀察與教師訪談，在場域中找出真正的問題。

構想草案 根據所提出的問題發想並整理出初步的構想。

構想發展與測試 由草案透過敘事方式，再進一步分析，測試可行性，最後發展出可行的構想。

提案 在期末提出小組的構想計畫案，包括口頭發表與書面報告

進度請參見課程進度表

挑戰專案 Challenge-6/02.2019

圖 34 「學期挑戰專案」相關規定與要求(部份呈現)

表 8 挑戰題目、發現的問題以及執行策略與構想

組別	議題	問題	對策與構想
第 1 組	大一服學，小綠維修	小綠作為學生共有的代步工具，品質實在是太差了，容易造成騎乘者(甚至是假日在中央大學散步、休息的民眾)在正常使用的情況下受傷。	藉由融合服務學習的方法，把學生認為沒有意義且不投入的服務學習更改為更加符合機械系專長的維修腳踏車，使學生能賺取服務學習時數、學習機械系專長，並且讓中央大學的學生、師長，甚至是外校人士能更安全的騎乘小綠，擁有更加舒適的校園體驗。
第 2 組	穿堂牆面改造	那塊介紹系館歷史的布效益極少(似乎只有介紹歷史)，我們想將它的效益增加。	建造一個電子牆，除了介紹系館歷史之外還有更多其他用途，如：公告更顯著、有多樣變化、開設面板管理課程供學生學習控制或設計、有問題討論區供大家討論、學習上更多元等等。
第 3 組	小綠優化	我們發現小綠，經常遭人們不經意地破壞，或是牽出校外	了利用智慧鎖的方式來管控小綠，以學生證的方式解鎖，可以讓每個學生能夠對自己每次所騎乘的小綠負責。

組別	議題	問題	對策與構想
第 4 組	百花川行人道	在中央大學，行人大多都不走人行道，都走在柏油路上，和公車與腳踏車並行爭道，很危險，	我們希望利用讓行人道不積水，的拱型特殊設計人行道路面，來讓行人願意走上行人道上。
第 5 組	小綠改造	廢棄物品希望有效運用，將物品再利用	自己動手做藝術品
第 6 組	讓中大變得更綠	機械館中間的庭院，有點髒亂，且只有觀賞用徒	讓那裡可以收集雨水，並用透水鋪面，比較美觀，功能也較強。
第 7 組	下課不忘傘	時常看到有人的傘弄丟或者是下課忘在教室	設計一個可以讓人不會遺失傘的裝置
第 8 組	改善停車亂象問題	停車不太方便、停進去的誘因也不大，	改善動線、增加並拓寬入口、增建車棚擋陽光擋雨，以增加誘因
第 9 組	男 13 舍機車棚	十三舍機車棚本質上太過老舊以及重視度並不高的問題	討論從一開始著重在硬體設備上的改良轉變成後來我們希望引起大家重視進而引起學校的重視

H. 工廠參觀

本學期課程參訪地點為位於龜山工業區的台達電子研發中心。該大樓為節能綠建築，同時也有主要產品之展示空間，可提供學生從參觀過程實地掌握到智慧機械中製造與節能兩大主軸議題。為能避免學生以「觀光客」心態進行參訪，在行前規劃作業要求學生根據補充資料以及問題，自行尋找資料進行作答；參訪後學生也要完成心得報告。



圖 35 企業參訪

(4) 學生學習評量與回饋分析

為能檢視學生的學習成效，在本課程中除一般的評量方式外，亦採取評量尺規方式針對設計思考歷程進行質性的評量以及利用課程之後測問卷進行課程單元內容詢問之自測類型的評量。有關本導航課程各單元對學生以團隊方式解決問題之過程

A. 設計思考類型單元之評量

為評量學生在以設計思考方式進行專案對相關能力掌握程度，在本計畫中根據吳穎油/詹明峰「設計思考」學習評量尺規進行修改，表 9。共根據歷程區分出四個階段，每一個階段所對應的達成指標與配分分別如怎表列。此評量尺規亦做為專案總評之依據，並在課堂傳達給學生，以做為自我之檢驗。

B. 課程單元問卷設計

在課程結束時亦進行課程單元問卷(見附錄 2)，做為學生自我評量，並以此結果與教師評量與觀察交叉比對。此期末問卷採線上填答方式進行，共分個人資料、互動狀況自評、挑戰專案反思、課程回饋與其他建議等五部份。其中「互動狀況自評」為評斷學生的思考風格，將 Sternberg 思考風格問卷部份，依課程進行過程之情境進行改寫描述；「挑戰專案反思」則以將表 9 改寫成 7 個專案歷程中達成指標，表 10；「課程回饋」則讓學生反映課程各單元以及教授方法之印象。

表 9 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。

修改自吳穎洵/詹明峰「設計思考」學習評量

表 10 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 6	我可以透過說故事的方式，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 7	我能夠對發展的規劃案提出具體可行的測試計畫，並且可以從中找出問題再進行修正。

C. 挑戰專案之設計思考能力自評結果

46 位學生共有 37 位填寫問卷，學生針對七個指標(見附表 10)以自己狀況進行評量，最為符合為 5，最不符合為 1，依次降低。統計自評結果如圖 36 所示。從圖中的數據顯示，填答 4 與 5 之學生最多的指標為 2(32 人)，指標 4 次之(31 人)，指標 1 再次之(29 人)。而填答 3 以下的人數最多的是指標 6(17 人)。由學生自評結果，可以見到以下的觀察，並可以對課程未來規劃提供進一步改善的依據：

- 將近 86%左右的學生自認在本課程後可以開始喜歡面對問題、思考問題、提出問題，以及解決問題。此結果顯示本課程要讓學生學到不害怕問題的目標可以達成。
- 約 84%左右的學生認為經過課程學習與安排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。雖然從學生專案來看初學者的表現，此項指標並不顯著，但從學生的反饋可以見到，挑戰專案若能依序規劃各階段之工作，而非讓學生漫無目標進行，是可以讓學生自覺到可以有系統發掘問題，產生想法。
- 約 78%左右的學生認為自己可以聆聽、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。這也反映到設計思考暖身練習對學生快速瞭解設計思考的方法也有一定的重要性。
- 約 45%左右的學生認為自己在說故事方面的能力仍有遲疑。顯然有一半學生尚無信心建立如何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之能力。

從執行專案來評估你們在課程單元的學習「設計思考」的成果。在以下的問題，希望能從你們個人學習的角度來瞭解專案進行的狀況，因此請根據自己實際的參與經歷以及觀察結果來回答。

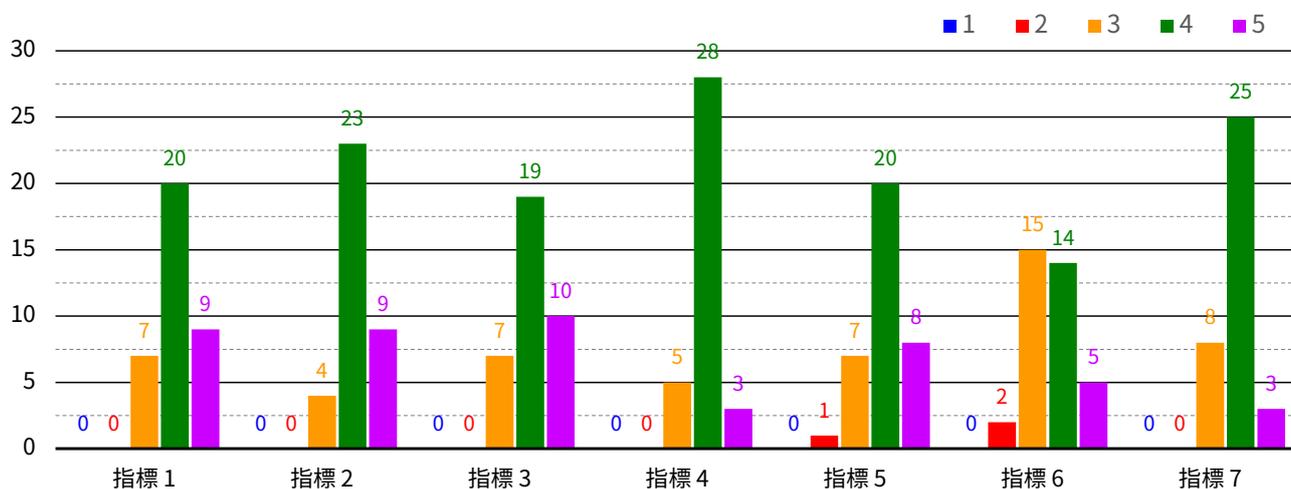


圖 36 設計思考能力自評結果

D. 課程單元問卷調查結果

在課後問卷中動對課程進行的活動以兩類型詢問同學之印象強度：課程教授之設計方法或工具，以及主要課程單元或活動。相關結果簡述如下：

- 設計方法或工具：在八個項目中，選填 4 與 5 之學生人數最多的為「小組實作」(34 人)，其次依序為「情境故事」(26 人)，「圓桌討論」(25 人)，見圖 37。後續其他之方法亦皆超

過 20 人以上。「小組實作」受到青睞之原因為要求學生進行「挑戰專案」以及「廢柴機器人大戰」，其結果亦與教育理論中，以實作並說出想法最容易讓學習者留下學習成果之結論一致。「情境故事」方法居第二，也是除在課堂上以漫畫方式演練外，在課後需以影片方式來完成情境演練有關。

- 課程單元：在各課程單元中，以「廢柴機器人大戰」(37 人)以及「棉花糖挑戰」(34 人)最為受歡迎。這兩項課程單元實作屬性強烈，所以獲得學生重視。而其次分別為「工廠參觀」(31 人)以及「情境分析」(24 人)與「場域觀察分析」、「設計思考概論」(皆 23 人)。最弱的兩項為「口語簡報」、「報告寫作」，此兩課程單元在設計上因學生間互動與討論較低，所以評價較差。

以學生自評結果，可以見到透過課程設計，導入實作元素，或是進行小組互動、討論，可以提高課程教學成效。而「棉花糖挑戰」單元亦給予我們啟示，若可以在課堂當場讓學生對自己所做過的內容知道犯的錯誤，進而產生共鳴。此兩點是在課程規劃中可以納入的。

在課程各單元所介紹的工具或方法，那些在學期挑戰專案的各階段中，最能夠給予你幫助？

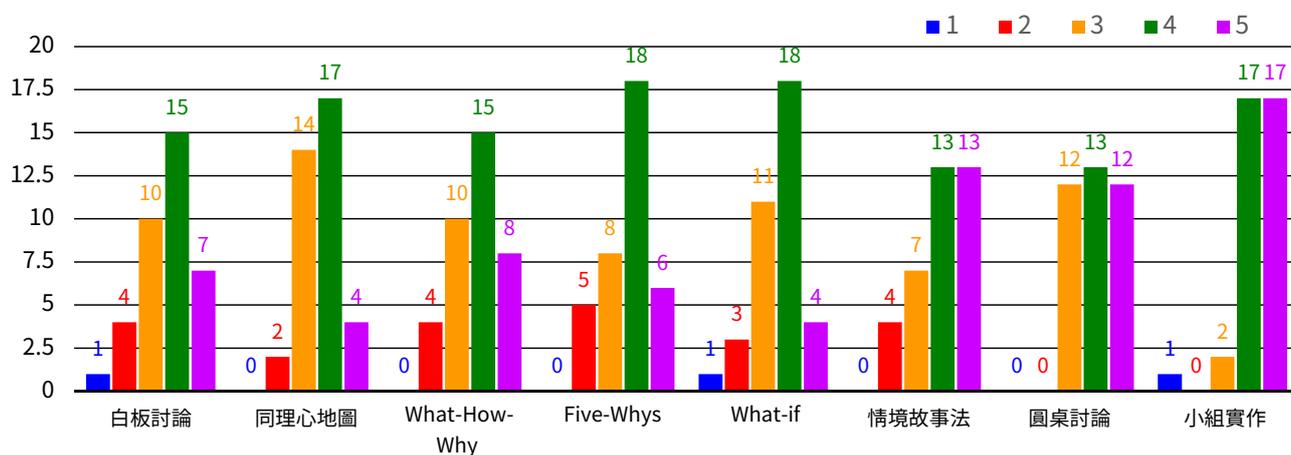


圖 37 課程教授方法印象強度之統計

請你寫出對以下課程單元的印象強度，也就是說，那些單元留存在腦海中的程度。

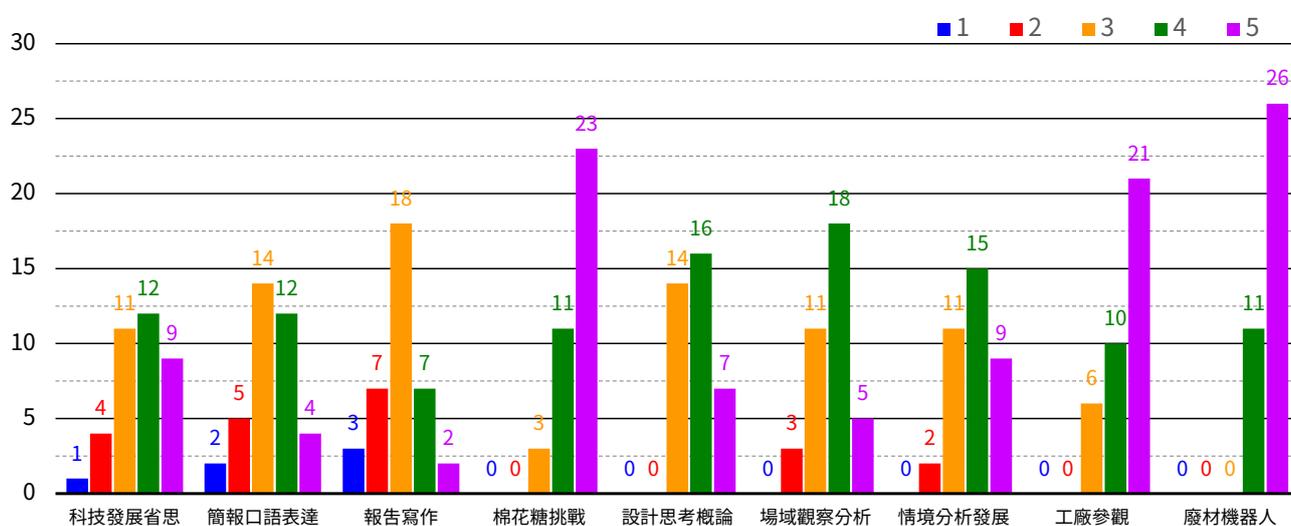


圖 38 問卷調查之課程單元印象強度

(5) 學生學習成果案例探討 – 學期專案

本學期共分九組進行學期挑戰專案(參見表 8)，在本計畫中將先針對第八組團隊，從成員行為風格特性觀點以及專案發展歷程，進行分析與探討。

A. 成員組成與行為風格特性

第八組成員共五人，分別以代名表示。經前測問卷中對思考風格以及視覺思考類型之結果，彙整在表 11 與圖 39。從圖 39 可以見到團隊中皆有成員擁有各種行為特質強度高部份，分佈狀況有不同狀況：如思考功能分佈上，皆有立法型、行政型與司法型顯著者，而層次上整體型與局部型之區隔較不明顯；範圍則多屬內在型，傾向多為保守型。如果從個別成員的表現觀察來看，Lewis 是此小組中的核心人物，其特質也反映在思考風格上，如思考功能為小組唯一的立法型，形式則明顯為君主型，兼有寡頭型、無政府型，在層次上則整體型與局部型併重，在範圍則屬內在型，傾向於自由派型，亦為小組唯一顯著者。

B. 專案發展與改變歷程

第八組所選擇的問題是機械館腳踏車停車問題。此問題源於 2018 年暑假，機械系因執行國家能源計畫，需建立教研場域(白色能源屋，圖 40 右)，以展示儲能、節能、創能等技術成果。最終選址落於機械館腳踏車停車場(圖 40 左)，開學後因停車位減少，造成紛紛停在消防通道。在第一次進度提報，他們提出一個向上發展的停車塔構想，並製作簡單的模型加以說明。雖然有創意，但並非找到能解決問題的最簡單解。因此鼓勵學生重新回到停車場進行觀察，找出問題的本質與洞見。因此在第二次報告時，他們提出對白色能源屋設立對停車問題的因果關係：由於設立位置影響到停車場的進出動線，因而使較多學生選擇違規放置，圖 41。

而學生在期末提案報告時，則再更進一步以動畫模擬方式展現他們的構想，除建議將學生進到系館路線第一個進出口清空，並建議設立太陽能車棚，增加學生停放之誘因，圖 42。

表 11 第八組團隊成員行為特質

行為特質 (前測)		Larry	Charlie	Brian	Lewis	Harry
思考風格功能	立法型	2	2	2	4	4
	行政型	2	3	4	3	5
	司法型	4	5	4	2	5
思考風格形式	君主型	1	6	4	6	4
	階層型	2	1	2	2	2
	寡頭型	5	4	4	6	4
	無政府型	3	2	2	6	3
思考風格層次	整體型	3	5	3	4	4
	局部型	4	4	3	4	4
思考風格範圍	內在型	4	4	3	6	6
	外在型	1	3	4	4	1
思考風格傾向	自由派型	1	3	2	5	3
	保守型	5	3	5	2	5
視覺思考類型	R-Pen	Y-Pen	R-Pen	Y-Pen	Y-Pen	

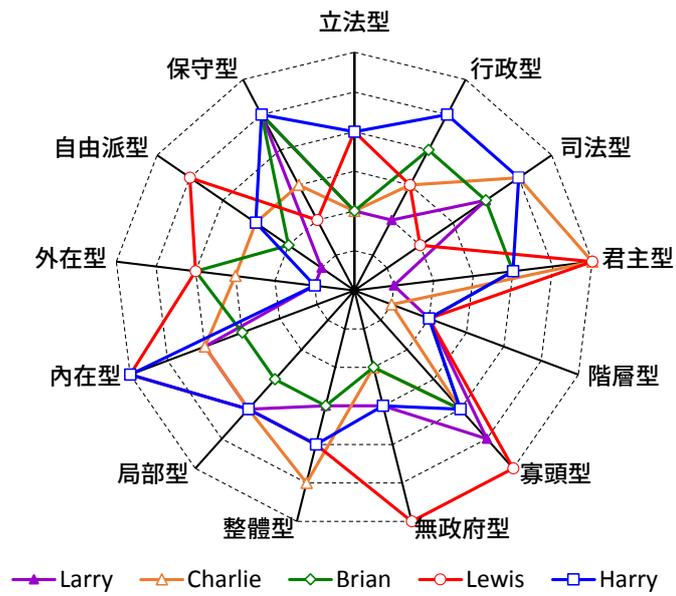


圖 39 第八組團隊成員思考風格

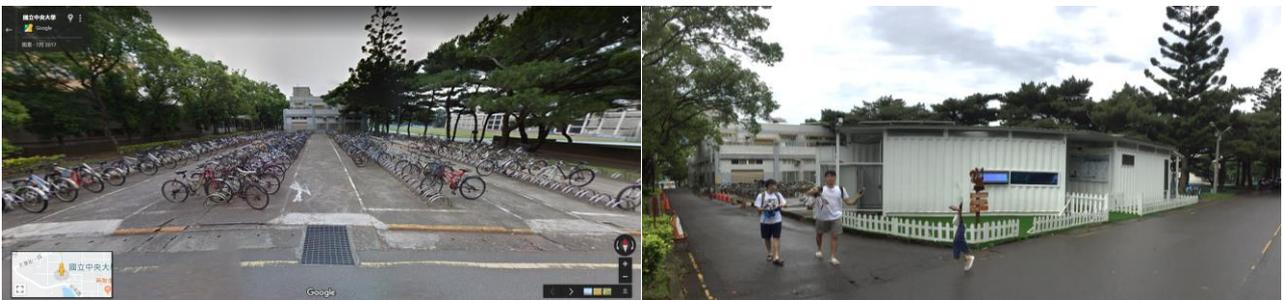


圖 40 挑戰問題場域與問題



圖 41 初步構想(左)以及修正後重新分析結論

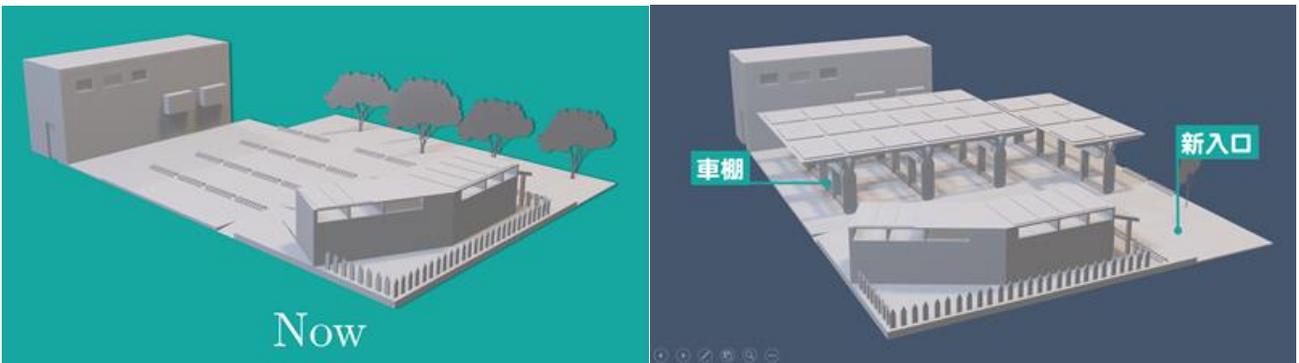


圖 42 期末提案

C. 小結

第八組的成員組合呈現出 Lewis 較強勢的作為。在全組多為內在型的思考風格狀況下，集明顯立法型、自由型以及君主型風格的 Lewis，很容易讓 Lewis 在和同伴在討論專案問題時，會自己獨自地發現到問題，而且會挑戰傳統的想法，而會嘗試使用他人都沒用過的方法來完成。同時在和同伴討論時，都會想到什麼就直接說出來。因此他的提案都很快被其他組員所接受。同時在專案過程中，也會用自己的想法及策略來解決所遇到問題時，而且會努力實踐自己的解法，並觀察能否成功。

本案例所展現的是一種典型的團隊合作：小組之組長主導意識強，但組員相對較弱的狀況下，小組運作衝突較小。但如果無外在之反饋，則無法改變小組之方向。此種組合特別在新手中更容易見到。換言之，對於以新生為主之導航課程，若規劃以團隊合作方式進行相關實作專案，則應瞭解學生之思考風格與行為模式，以能適時引導。

5. 結論 (Conclusion)

5.1 計畫總結

由本計畫所進行之大一新生導航課程規劃、進行以及成果評量等所累積之資料，以及由學生的問卷回饋與課程觀察，可以獲得幾個有趣的結論做為在課程規劃與教學方法參考。相關說明如下：

- 本計畫所發展之大一導航課程，不同於傳統介紹機械技術領域之知識面方式，以教導學生解決問題能力為目標，發展出設計思考方法系列課程模組。其課程設計參考設計思考之技法，帶領學生學會面對問題，並學習找到真正問題的本質，並進而規劃出合宜的設計解決方案。此類型的課程規劃獲得學生好感度高，同時學生表現也是可圈可點。
- 以學生問卷自評結果與對學生自學方式發展專案歷程、成果分析相互比對，可以見到具有一定程度吻合，驗證本計畫所發展的多元教學課程單元設計，可以有效提高學生分析問題、解決問題能力，同時也可讓學生體會到以團隊型式透過自主學習，有利大一新生逐步完成專案。
- 在以本課程規劃方式進行課程活動，最好需要有適當的教學空間，例如有白板、小組討論桌等之較寬敞的空間。與 106 年度在傳統教室進行各種相同課程活動相比較，本年度課程在新建立的創意空間進行活動有更佳的教學成效。
- 對於如何發掘問題以及使用不同方法來解決問題、提出好的解決策略，學生還是喜歡直接以實作方式來解決問題。因此在學生尚無法習慣進行抽象思考時，適當地以實作方式來達成目標是必要的方法。
- 在本計畫中可以很明顯見到工院大一學生的辯證思維能力不夠，在敘事力與批判力的表現上明顯不足。此部份在課堂中雖有相關活動進行，但是在人數多與時間短的限制下，仍然無法給予個別學生之反饋。

5.2 未來精進方向

針對本年度計畫中之課程教學成果，有以下改善之方向：

- 針對大一學生在敘事力能力較薄弱的問題，雖然可以透過情境故事法單元與相關課後作業的演練，但以現有做法所達成之效果有限。在下年度之課程單元設計，將嘗試利用課堂表演方式
- 在課程中受大一學生喜愛的單元具有實作以及立即呈現成果特性。相對應於此，如何將較抽象內容的演練，結合具體的實作案例，或是立即可以讓學生產生共鳴，則是未來努力方向。

參考文獻(References)

- Anderson, L. W. & Krathwohl, D. R. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing*. New York: Longman.
- Anderson, L. W. (1999). *Rethinking Bloom's Taxonomy: Implications for Testing and Assessment*. ED 435630.
- Anggreeni, I., and van der Voort, M.C. (2009) "Supporting Scenario-Based Product Design: the First Proposal for a Scenario Generation Support Tool." *Proceedings of the 19th CIRP Design Conference – Competitive Design*, Cranfield University, pp. 475-4840.
- 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., Cardella, M. E., Turns, J., & Adams, R. (2005). "Comparing Freshman and Senior Engineering Design Processes: an In-depth Follow-up Study." *Design Studies*, 26(4), pp. 325-357.
- 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.
- Bloom, B.S., Englehart, M.D., Furst, E.J. et al. *Taxonomy of Educational Objectives: Handbook 1: Cognitive Domain*, New York: Longman, 1956.
- 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.
- 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 Herbert Birkhofer (1998), *Designers, the Key to Successful Product Development*, Springer.
- Hadim, H. A, Eshe, S. K. (2002). "Enhancing the Engineering Curriculum through Project-based Learning." 32nd ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, Boston.
- Hammarberg, M. and Sundén, J. (2014). *Kanban in Action*. Manning Publications. 霍金健等人譯，看板實戰：用一張便利貼訓練出 100 分高效率工作團隊，博碩文化，2017。
- 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, April, 2002.

- Lindemann, U. (Ed.) (2003). *Human behaviour in Design—individuals, teams, tools*. Springer-Verlag, Berlin.
- Johnson, C., Bull, K., and Osmond, J. (2013). “Cooperative Design and Communities of Practice.” In Y. Luo (Ed.), *Cooperative Design, Visualization, and Engineering*, pp. 141-152. Berlin: Springer.
- Kelley, D. and Kelley, T. (2014) *Creative Confidence: Unleashing the Creative Potential within Us All*. William Collins. 林育如譯，創意自信帶來力量。聯經出版公司，2014。
- Kelley, T. (2005) *The Ten Faces of Innovation*. Crown Business. 林茂昌譯，決定未來的 10 種人：10 種創新，10 個未來/你屬於哪一種？大塊文化，2008。
- 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.
- Krathwohl, D.R., Bloom, B.S. and Masia, B.B. *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals Handbook II: Affective Domain*. New York: McKay Company. Inc. 1956.
- Lidwell, W., Holden, K., Butler, J. (2011). *Universal Principles of Design*. Rev. Ed., Rockport Publishers. 呂亨英等人譯，設計的法則。原點，2011。
- Moggridge, B.(1993), “Design by Story-Telling.” *Applied Ergonomics*, 24/1:15-18.
- Pahl, G. and Beitz, W. (1997). *Konstruktionslehre (Engineering Design)*. 4th Ed., Springer Verlag, Berlin, pp. 58-67.
- Roam, D. (2012). *The Back of the Napkin: Solving Problems and Selling Ideas with Pictures*. Marshall Cavendish International (Asia) Pte Ltd. 韓文正譯，餐巾紙的背後：一枝筆＋一張紙就可以解決問題＋說服老闆&客戶。遠流，2014。
- Samuel, A. E., and Lewis, W. P. (1991). “Evaluation of Students' Strategies for Concept Application in Engineering Design”. *Instructional Science*, 20(4), 311-329.
- 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.
- 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. 27-31 July 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
- Wujec, T. (2010) Build a Tower, build a Team. Talk at TED2010.
https://www.ted.com/talks/tom_wujec_build_a_tower

- 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。
- 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
- 劉霆、劉正良 (1994) 宏觀視野的機器導論課程。機構與機器設計 (中華民國機構與機器原理學會會刊)。
- 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 (NSC96-2516-S-008-001-MY2) 計畫成果報告。
- 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。

附錄(Appendix)

附錄 1 前測問卷與統計結果

機械工程概論課前問卷

姓名：_____ 學號：_____

為瞭解各位同學在思考、學習等習慣，以做為發展教學模式與方法之參考依據，請各位仔細閱讀以下各題，請儘可能以直覺評估自己的習慣。你的自我評估或是選擇結果並無優劣之分。

第一部份 自我評估

請細讀以下各题目的敘述，請您從各敘述有關在學校生活、家庭生活、工作上或是學習等，以七等級來評定您實際的行為作風。依照題目敘述符合的程度與得分依序為

1 2 3 4 5 6 7
相當不符合 不是很符合 稍微符合 尚可 符合 很符合 極度符合
亦即若是题目的敘述非常貼近您的實際狀況，請勾選 7 分；反之，若相當不符合則請勾選 1 分。

I. 思考習慣

- | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. 當我和大家討論或是描述想法、意見時，我會固守自議題主旨且不會離題。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 2. 面臨問題時，我運用自己的想法及策略去解決。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 3. 我可以隨時放下手邊正在作的事情，而去執行另一件事；因為每件事對我而言都是一樣重要的。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 4. 我喜歡自己徹底地了解對所要作的事情，而不需要請教他人。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 5. 我在工作上比較容易忽略細節。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 6. 我喜歡思考如何按照某些特定規則或方法解決問題。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 7. 我喜歡在執行一項工作前，對所要作的事情先設定優先順序。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 8. 當我執行一項工作時，能瞭解各個細節與整體目標之間的關係。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 9. 在我執行一項任務之前，我會喜歡和夥伴一起腦力激盪、共同討論出可行的想法。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 10. 當我有很多事情要處理時，不管時間夠不夠，我都會盡力多做幾件工作。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 11. 我喜歡試著去實踐自己的想法，並觀察能發揮到什麼程度。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 12. 我比較喜歡處理具體的單一問題，而不是普遍、多樣化的問題。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 13. 我喜好一心多用，能夠同時做好幾件事。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 14. 我通常會按照一定的程序來做事。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |

- | | | | | | | | |
|-----------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 15. 我比較在乎所要處理事物的整體狀況，而不是其中的細節。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 16. 我在解決問題時，通常會注意到要用合適的方法來解決。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 17. 我喜歡挑戰舊想法或做事的方法，尋求另外更佳的方式。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 18. 我作決定時會以自己的判斷作為依據。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 19. 我喜歡處在可以比較與評判不同作事方法的工作環境。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 20. 我喜歡檢視相對或相衝突的觀點，並評比其優劣。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 21. 作報告或討論時，我喜歡將我自己與他人的想法結合起來。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 22. 事情由我負責處理時，我喜歡依照往例進行。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 23. 有時候我分不清楚許多該處理的事中，應該以哪些事為優先。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 24. 我喜歡嘗試用自己的方法解決問題。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 25. 面臨難題時，我喜歡用新的策略或方法來解決。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 26. 當討論一個主題時，我認為清楚說明小處細節比整體大綱重要。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 27. 當我試著做決定時，會傾向只考量單一因素。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 28. 我喜歡獨自一人做事情或解決問題。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 29. 我喜歡處於有常規可循的工作環境。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 30. 我較重視議題的全貌或是工作方案的整體效果。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 31. 我喜歡參與可以研究與評估不同觀點的專案。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 32. 在處理難題時，我可以拿捏問題的重要性，並且確定從那個問題開始著手處理。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 33. 我喜歡用別人都沒用過的方法來做事。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 34. 進行一項工作時，我喜歡和別人分享自己的想法並聆聽別人的意見。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 35. 我一向知道什麼事是應該做的，但是有時候拿不定主意要從哪一件做起。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 36. 我喜歡為我正在進行的作業收集細微且明確的資訊。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 37. 我喜歡按照指示來做我能夠勝任的工作。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 38. 如果有許多件重要事情要辦理，我會先去做我認為最重要的那件事情。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 39. 我喜歡被指派去執行可以評論與判別他人設計的任務。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 40. 我喜歡可以獨力完成的工作。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |

- | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 41. 我喜歡處理各式各樣的問題，即使是瑣事也不例外。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 42. 我喜歡按照自己的想法著手執行一項工作。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 43. 我喜歡處理需要留心細節的問題。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 44. 我比較喜歡可以按照固定程序執行的任務，以及可以按照固定規則解決的問題。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 45. 在工作中若是有多項一樣重要的事要處理，我會設法同步處理。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 46. 我喜歡參與需要處理整體、普遍的問題，而不是有關於瑣碎細節的工作。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 47. 我喜歡處在可與他人互動及共同工作的情況中。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 48. 同時有多件事情要作的時候，我很清楚要循什麼順序做起。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 49. 我喜歡具有清楚架構及明確目標的工作任務。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 50. 我喜歡更改常規以改進工作的執行方式。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 51. 當在討論或是表達意見想法時，我想到什麼就說什麼。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 52. 面臨問題時，我喜歡按照既有之方式來解決。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 53. 我喜歡從事需要進行分析、比較與評比的工作。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 54. 我喜歡一次專注於做一件事。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 55. 我將較多的注意力集中在所要處理任務的各部分上，而較少注意到整體的影響。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 56. 我發現解決一個問題時，通常會引出許多別的問題，而這些問題也同樣重要。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 57. 我喜歡在可以運用自己想法、作法的環境來工作。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 58. 我喜歡可以實行自己想法、而不用依靠他人的工作。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 59. 我喜歡找出舊的問題，再利用新的方法予以解決。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 60. 我在執行一項任務之前，喜歡將所要作的事依其重要性列表。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 61. 解決問題或執行任務時，我喜歡依照明確的規則和操作方法做。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 62. 如果有許多事要進行處理，我通常會把時間精力平均分配給每一件事。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 63. 當我和同伴討論或說明意見、想法時，喜歡表達出想法的來龍去脈，也就是表達意見的全貌。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 64. 我如果需要額外的資訊，我比較喜歡去請教別人，不太喜歡自己去尋找翻閱相關報導。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 65. 我喜歡在完成一件事後，再著手進行另一件事。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |

II. 學習習慣

- | | | | | | | | |
|----------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. 我認為書寫有助於記憶知識。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 2. 我上課聽老師用講的會比閱讀課本更能記得更多內容。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 3. 我喜歡選修有要考試的課程。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 4. 我喜歡在研讀時吃零食或嚼口香糖。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 5. 當我專心聽講時，我不必寫筆記就可以記得重點。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 6. 我喜歡書面的說明，不喜歡口頭的說明。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 7. 我擅長於拼圖玩具、迷宮遊戲或桌遊。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 8. 我喜歡上課時老師會給隨堂考。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 9. 我認為上課時放投影片與影片，可以助於對課程的瞭解。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 10. 閱讀一本書比聽老師講述會使我記得更多的重點。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 11. 我通常需要寫下電話號碼才能記得起來。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 12. 我比較喜歡聽或看方式，而不喜歡用閱讀文字方式得知新聞。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 13. 我喜歡在聽新聞或廣播時，手邊有一枝筆或鉛筆來記錄。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 14. 我習慣抄下老師寫在黑板上的範例以便後來再複習。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 15. 我喜歡老師口頭說明，不喜歡題卷上或黑板上的書寫說明。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 16. 我喜歡課本附有圖表及圖片，因為它們有助於我對教材的瞭解。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 17. 當我要閱讀一則短篇故事或戲劇時，我比較喜歡用聽的。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 18. 我習慣列出我要做的事，以便記下來逐步完成。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 19. 我可以只要大略瀏覽作業，便可以找出其中的錯誤。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 20. 我比較喜歡閱讀報紙或電子報，而不喜歡聽新聞頻道。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 21. 我用聽的方式便可記下電話號碼。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 22. 我喜歡用手或使用工具來完成作業。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 23. 當我寫一些東西，我需要大聲唸出來，這樣才讓我記得它。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |
| 24. 當我寫一些東西，我需要到處走動，這樣才能把內容記得更好。如：溫習功課時走動；在教室玩一些需要活動的遊戲。 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="checkbox"/> |

第二部分 自我認知

請您從以下各題目所敘述的情境，從中選擇你認為最為符合您實際的行為習慣，將對應的阿拉伯數字填寫在框中。

- A. 若你的工作背景為新聞業，請選擇你所偏好的工作性質：
1. 籌畫一系列專欄報導。
 2. 撰寫新聞稿並據實報導。
 3. 評判投稿稿件並選出合適刊登的文章。
 4. 其他(請說明) _____
- B. 針對學校歷史課的課堂活動而言，請選擇你感興趣且願意著手進行的項目：
1. 由老師給定一歷史題材，並依照所指定的格式大綱完成報告。
 2. 自行選擇在歷史上發生過的事件，並著手改寫成另一個故事與結局。
 3. 分析某一歷史事件的起因，並評論、比較此事件中各個主要的人物。
 4. 其他(請說明) _____
- C. 假設你現在為一工作團隊的成員，你認為哪一件事可以讓你有最大的成就感？
1. 樂於處理其他成員所交付的問題，並以擔任實行者為榮。
 2. 評估工作方案的架構與可行性，並分析成員的提議是否適用。
 3. 規劃、設計與決定工作方案的執行方式，並可以按照此方式進行。
 4. 其他(請說明) _____
- D. 在參加一場創意會議，看見會議室有個白板，我會：
1. 走到白板前，拿起筆，開始畫些方格、圓圈等圖案。
 2. 先研究白板上已經畫上的東西。
 3. 走向白板，寫下要討論的要點。
 4. 把現有的圖做一些修改，使它們看起來更清楚。
 5. 不想在這裡浪費時間。
 6. 討厭開會討論！
- E. 當有人交給我一疊 Excel 製作的試算表，我會先：
1. 瞄了幾眼，就放下來，眼不見為淨。
 2. 逐頁瀏覽表中的數字，希望找出一些有趣的東西。
 3. 看每行和每列的標題，以便能先掌握類別。
 4. 選定某一行和某一列來鎖定那一格的數字，再尋找類似的資料。
 5. 找出最大或最小的數值，再回頭找出它的類別。
 6. 翻來翻去，希望能從中找出某項的規律性。
- F. 開完一場大型工作會議後，在餐廳用餐時恰好遇到同一活動專案、但缺席會議的同學，他請我詳述會議中所討論的計畫內容，我會：
1. 隨手拿身邊的紙頭，並拿起(借)一支筆，在上面以寫、繪方式解釋。
 2. 拿桌上的物品做示範。
 3. 展示我的 PowerPoint 向他說明。
 4. 以口頭方式對他說，「內容包括三個重點，……。」
 5. 認為三言兩語說不完，先多點一些飲料。
 6. 說這很難解釋，先用完餐，以後回社團後再說，並把這問題丟給他。
- G. 當看見一輛車子車廂後方貼有「看見世界和平」，我會：
1. 開始幻想世界和平的景像。
 2. 想到我的偶像。
 3. 開始默念這幾個字。
 4. 想像這個車主的模樣。

5. 想到世界和平的同音字。
 6. 不在乎，嘲笑車者是神經有問題。
- H. 如果你漂浮在外太空，你會：
1. 深深吸一口氣，放鬆心情，欣賞眼前壯麗的美景。
 2. 希望看到你的家，至少能找到你的國家。
 3. 設法描述你看到的一切。
 4. 但願隨身帶了相機，能把這景像拍下來。
 5. 閉起眼睛，享受寧靜。
 6. 設法找到太空船，快點回到上頭。
- I. 當有人拿一枝筆給我，請我把我的想法畫出來時，我會：
1. 多要幾枝筆，最好是不同顏色。
 2. 先畫再說。
 3. 先推辭，如果對方堅持，還是畫一些。
 4. 先寫出一些關鍵字，再以方框框起來，有時還會加一些線條。
 5. 把筆放下，直接用講的方式，陳述我的想法。
 6. 全力推辭，無論如何就是不做。

附錄 2 課後問卷題目

「機械工程概論」107學年度期末問卷

*必填

說明

本問卷僅做為瞭解各位在「機械工程概論」這門課程中的各種表現與心得，填寫內容並無優劣之分。請你花費約20~30分鐘，仔細且確實完成問卷。

※問卷列入課程單元的作業之一，填寫完成並繳交者，則本單元之平時成績以100分計，未繳交者以0分計。若填寫明顯不確實者，會約面談，以進行瞭解箇中原因。

個人資料

問卷內容與後續資料處理，會遵循個人資料保護法之規範，不會洩漏任何有關個人資料。

1. 你的姓名 *

2. 你在學期挑戰專案的小組 *

單選。

- 第1組 「大一服學，小綠維修」
- 第2組 「穿堂牆面改造」
- 第3組 「小綠優化」
- 第4組 「百花川行人道」
- 第5組 「小綠改造」
- 第6組 「讓中大變得更綠」
- 第7組 「下課不忘傘」
- 第8組 「改善停車亂象問題」
- 第9組 男13舍機車棚

3. 你在廢柴機器人的小組

單選。

- 1_旋轉吧衣架
- 2_三輪車_
- 3_靖傑小色鬼
- 4_吃我壓路機
- 5_霹靂風火輪
- 6_滑出去
- 7_洪金野獸
- 8_大象鼻子很長
- 9_Let it go
- 10_想隊名是件很困難的事
- 11_想不到吧我們還真的想不到呢
- 12_小心點
- 13_推土機
- 14_國道323號
- 15_地心引力
- 16_吃我吸管套

互動狀況自評

一、團隊中與同學的互動狀況

為瞭解你在本課程的專案(學期挑戰專案、期中競賽)中與同學互動的表現狀況，請你仔細閱讀以下各題目文字所敘述的情境，根據自己的經驗與做法，給予符合的狀況。

4. 1. 我和同伴在討論專案要處理的問題時，我可以自己獨自地發現到問題。*

單選。

- 1 2 3 4 5
- 相當不符合 極度符合

5. 2. 在小組進行專案工作分派時，我喜歡選擇能讓我做我能夠勝任的工作。*

單選。

- 1 2 3 4 5
- 相當不符合 極度符合

6. 3. 在討論專案時，我都習慣會分享自己的看法，並且聆聽同伴的意見。*

單選。

- 1 2 3 4 5
- 相當不符合 極度符合

7. **4.** 相較和同伴一起討論，我比較喜歡先單獨決定方向與解決方案，然後才會在討論會議中提出。*

單選。

1 2 3 4 5
相當不符合 極度符合

8. **5.** 在我負責處理專案工作時，我喜歡依照既有的方法或習慣的想法進行。*

單選。

1 2 3 4 5
相當不符合 極度符合

9. **6.** 在專案進行過程中，我喜歡分析、比較與評估小組所提出的方案，以能夠改進原來的規畫。*

單選。

1 2 3 4 5
相當不符合 極度符合

10. **7.** 在分配專案工作時，我喜歡參與需要面對處理整體、大方向的問題，而不是一些瑣碎的工作。*

單選。

1 2 3 4 5
相當不符合 極度符合

11. **8.** 在進行專案工作時，我能夠同時做好幾件不同的工作。*

單選。

1 2 3 4 5
相當不符合 極度符合

12. **9.** 當我和同伴討論時，我會控制好討論的主題，而且不會讓意見討論離題。*

單選。

1 2 3 4 5
相當不符合 極度符合

13. **10.** 在進行專案工作時，我喜歡挑戰傳統的想法，而會嘗試用其他人都沒用過的方法來完成。*

單選。

1 2 3 4 5
相當不符合 極度符合

14. **11.** 在進行專案過程中，遇到問題時，我會用自己的想法及策略來解決；而且會嘗試著去實踐自己的解法，並觀察能否成功。*

單選。

1 2 3 4 5
相當不符合 極度符合

15. **12.** 在小組工作分工時，我喜歡選擇有清楚架構以及明確目標的任務。*

單選。

1 2 3 4 5
相當不符合 極度符合

16. **13.** 在和同伴共同討論時，我喜歡將我自己與其他人的想法結合起來，提出一個完整的構想。*

單選。

1 2 3 4 5
相當不符合 極度符合

17. **14.** 我喜歡專注在專案工作的細節問題。*

單選。

1 2 3 4 5
相當不符合 極度符合

18. **15.** 在執行專案工作時，我喜歡和同伴一起腦力激盪、共同討論出可行的想法。*

單選。

1 2 3 4 5
相當不符合 極度符合

19. **16.** 我喜歡在執行專案前，預先對要做的工作分別設定不同的優先順序。*

單選。

1 2 3 4 5
相當不符合 極度符合

20. **17.** 當和同伴討論時，我想到什麼就會直接說出來。*

單選。

1 2 3 4 5
相當不符合 極度符合

27. 6. 我可以透過說故事的方式，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。

*
單選。

1 2 3 4 5
相當不符合 極度符合

28. 7. 我能夠對發展的規劃案提出具體可行的測試計畫，並且可以從中找出問題再進行修正。

*
單選。

1 2 3 4 5
相當不符合 極度符合

三、挑戰專案綜合反思。為瞭解你對挑戰專案的請以簡單的文字(字數不限)回答以下問題。

29. 1. 說明你所加入小組要挑戰的目標是甚麼？ *

30. 2. 說明你們小組發現的問題與解決方法是甚麼？ *

31. 3. 你對小組所提的方案認為是否可行？為什麼？ *

32. 4. 請寫出在挑戰專案執行過程中，印象最深刻的一件事。 *

課程回饋

四、課程單元的規畫。為瞭解課程規畫是否能達到目標，請根據自己實際的學習心得回答以下問題。5分為最高，1分為最低

33. 1. 在課程各單元所介紹的工具或方法，那些在學期挑戰專案的各階段中，最能夠給予你幫助？ *

每列請僅選取一個答案。

	1	2	3	4	5
便利貼(Post-Its)－白板討論	<input type="radio"/>				
同理心地圖	<input type="radio"/>				
What-How-Why	<input type="radio"/>				
Five-Whys	<input type="radio"/>				
What-if	<input type="radio"/>				
情境故事法	<input type="radio"/>				
小組圓桌討論	<input type="radio"/>				
小組實作	<input type="radio"/>				

34. 2. 請你寫出對以下課程單元的印象強度，也就是說，那些單元留存在腦海中的程度。 *

每列請僅選取一個答案。

	1	2	3	4	5
工程科技發展省思：台灣能源問題	<input type="radio"/>				
簡報與口語表達	<input type="radio"/>				
論文與報告寫作	<input type="radio"/>				
棉花糖挑戰－建立團隊	<input type="radio"/>				
設計思考概論：設計思考基本概念、問題定義與創新、同理心，設計思考流程暖身練習	<input type="radio"/>				
場域觀察與分析：同理心地圖分析	<input type="radio"/>				
情境分析與發展：應用情境故事法發展解決方案、情境故事法練習	<input type="radio"/>				
工廠參觀：台達電子	<input type="radio"/>				
期中競賽：廢材機器人大賽	<input type="radio"/>				

35. 3. 請簡單說明為何你選擇印象最強課程單元的原因。 *

其他建議

五、課程各種意見或建議

36. 請寫出你對本課程各種意見或建議。本部份所填寫內容僅做為教學規劃改進之參考，不會影響到任何個人或小組作業之評分。*

技術提供：



附錄 3 期末報告互評表

機械工程概論 107 學年度成果總評 互評單

姓名： [REDACTED] 所屬組別： 四

【說明】：

1. 本表做為個人對它組同學報告表現之互評記錄。各組之表現評語皆必須填寫，將視填寫內容優良程度給予 0-5 分之加分，但未交者則將扣 3 分。
2. 每人有資金 10 點，請根據其他各組之報告，決定您要投資的額度。額度最小單位為 1 點(以無條件退位去除小數點)，亦即請在以下表格中，所青睞的組別填入 1-10 的整數數字。
 - 可將全部的額度投注在特定一組。
 - 或將額度適度投注在不同組別。
 - 投資總金額不得高於 10 點，超過者將逕自扣除最高投資項目。
 - 不可投注給自己所屬之組；若有此狀況，不論點數，該標單作廢。
3. 優異組：經統計各組最終所獲得之資金最高之組為最優，全組共同獲得獎品。
4. 投標分紅：若所投標之組獲得最優，且所投標之點數佔初算總點數 1/100 以上者，將依個人投標單元數所佔最後符合條件之總點數比例，分配紅利獎品。

組別	點數	評語
第一組	4	這種既可以實作練習也可滿足學校的服務學習時數
第二組	1	簡報美觀、影片有趣，雖然有方法可以防潮，但感覺對經費有限的機械系仍十分困難
第三組	1	想法很好，成本不高，但大家可能沒那麼熱心去通報
第四組		
第五組	0	雖然可以廢物利用，但廢棄的小線都拿來做藝術品有點太多餘，且市場供需的需求可能沒那麼多。
第六組	1	中壢時常下雨，太陽能板可能需要再考慮， 圖 目的、方法都很清楚地說明
第七組	0	圖書館外也有類似的設計，但仍會有人忘記拿跟拿錯的問題
第八組	1	有點理想化，成本問題、工程浩大，但 ppt 很厲害，很有說服性
第九組	2	提出的問題是很需要改善的，很有安全的疑慮，但電子公告欄等等需要較多成本的可能無法實現
合計		

機械工程概論 107 學年度成果總評 互評單

姓名： XXXXXXXXXX

所屬組別： 第九組 - 2

【說明】：

1. 本表做為個人對它組同學報告表現之互評記錄。各組之表現評語皆必須填寫，將視填寫內容優良程度給予 0-5 分之加分，但未交者則將扣 3 分。
2. 每人有資金 10 點，請根據其他各組之報告，決定您要投資的額度。額度最小單位為 1 點(以無條件退位去除小數點)，亦即請在以下表格中，所青睞的組別填入 1-10 的整數數字。
 - 可將全部的額度投注在特定一組。
 - 或將額度適度投注在不同組別。
 - 投資總金額不得高於 10 點，超過者將逕自扣除最高投資項目。
 - 不可投注給自己所屬之組；若有此狀況，不論點數，該標單作廢。
3. 優異組：經統計各組最終所獲得之資金最高之組為最優，全組共同獲得獎品。
4. 投標分紅：若所投標之組獲得最優，且所投標之點數佔初算總點數 1/100 以上者，將依個人投標單元數所佔最後符合條件之總點數比例，分配紅利獎品。

組 別	點 數	評 語
第一組	1	我覺得提案當中的 3+3 課程非常有創意，而且可以讓有興趣的機械系同學去實作完成。至於服學課程則是可以減輕大同學的負擔，我覺得很不錯！但實際執行面可能有更多地點和成本的問題要考量！
第二組	3	個人覺得中庭的佈告欄和歷史介紹的確是較為有趣且不會吸引同學老師去佇足。而且報告者也很詳細縝密的介紹當中應該包含的資訊，以及用影片和小模型來解說，可以實際考慮系統變得更好！
第三組	0	小綠 2.0 也很有創意。但是報告者演講得速度太快了，切換畫面太快以致來不及聽懂。當中還是有較到有趣的點子，比如維修系統以及和第一、第五分派、分工合作的例子。希望真的可以實際來改善！
第四組	0	人行道的點子我認為現階段可行性不高，畢竟學校才剛整修完百花川的人行道，但是當中紅磚瓦材質和動線研究規劃看起來似乎低成本又有其可行性，也可解決人車爭道的情況！
第五組	2	小綠工廠很有創意，而且將廢壞的小綠做成如筆筒的裝飾品，還能有開源的效果，但是一年廢棄的數量不一定能量化成可製作銷售的團生生產全速，但是動手拆解安裝的確實體現機械精神！
第六組	1	綠能是現代公民所必須關注的問題，能有組別提出我覺得很棒而且是關於雨水蓄水桶以及太陽能問題，但蓄水桶的成本交交益所帶來的回饋是否不夠多？以及安全上疑慮的問題。
第七組	0	舞架的模型設計很不錯，但也必須了解同學如果一宿蜂一壘班每人都使用兩年，其實空間仍舊不夠，這是關鍵問題，以及走廊空間的佔用和排隊阻塞的問題，可能要多加評估！
第八組	3	我影片的呈現非常美觀，而且新舊狀況的圖卡模型示意，和動線規劃都非常有條理，並且成本並沒有原先所述的停車塔那麼高，車棚的架設在多雨溼滑的桃園實屬需要！
第九組		
合 計		

附錄 4 國立中央大學機械工程學系大學部「自主學習專題」課程實施辦法

國立中央大學機械工程學系 大學部「自主學習專題」課程實施辦法

108.06.21 課程與教學委員會會議修訂通過

108.06.25 系務會議通過

- 一、為鼓勵學生在有規劃之引導下，透過特定主題之實作專題，以自主學習與團隊合作方式統整各相關專業基礎課程知識與擷取新興科技知識，並進而實踐所學知識，得以培養跨域創新精神，打造符合個人特質之學習歷程及職涯規劃，特訂定本實施辦法。
- 二、本辦法所稱之「自主學習專題」(以下簡稱本課程)，係指學生團隊或本系教師(以下簡稱課程申請者)所申請之專題課程，並經教學與課程委員會(以下簡稱委員會)審核通過者。
- 三、課程開課申請：
 - (一) 本課程採主題型式開課，課程內容以整合專業課程之實作專題型式為主。主題由課程申請者自行擬訂。
 - (二) 各主題之課程規劃必須以團隊方式進行，進行方式依主題特性自訂。
 - (三) 課程申請者須擬具課程申請表，於公告課程申請時間送交委員會審核通過後，始得執行課程活動。
 - (四) 各主題團隊應設導師，其中至少 1 名導師應具本系教師資格，負責課程規劃、成績評量及修習期間相關諮詢與輔導。
 - (五) 各主題團隊學生應相互推舉一位學生擔任召集人，負責團隊成員管理、課程進行過程之成員聯絡以及期末學習成果彙整。
- 四、課程授課原則：
 - (一) 本課程共開設 4 學期，每學期 1 學分。課程皆須具有符合主題目標的實作專題，並且應有 16 小時以上之課堂課程，其中須有至少 6 小時知識性講授課程及至少 20 小時實作課程，以統整學生自各相關專業課程所獲得知識。學生在課後以自主學習方式完成要求專題之時數則不納入。
 - (二) 各主題團隊之課堂課程授課教師不限由教師擔任，得視課程單元特性另外推薦不同身份人士擔任講師。授課時數不納入教師之授課鐘點。
 - (三) 每一主題團隊人數至少 5 名、至多 50 名學生，前述人數若包括未修課、但參與課程之外系學生得經課程會審核後納入計算。
- 五、學生選課
 - (一) 為鼓勵跨域學習，本課程授課對象為本校學生。
 - (二) 欲選修本課程之學生須於正常修業學期間之校曆規定加退選前，經本系公告之各主題

團隊導師簽名同意，始得拿取密碼卡於加退選期間選課，並加入單一主題學習團隊。各主題團隊學生召集人須在加退選結束後，將團隊成員名單送交系辦公室備查。

(二) 學生不得以修習本課程之原因申請延長修業年限。

(三) 學生修習本課程之相關課務規範如同一般課程，退選與停修仍須依規定程序進行。

六、課程支持資源

(一) 為鼓勵本系教師規劃主題式自主學習專題，比照機械工程學系助教分配辦法不佔補助助教員額。

(二) 各主題之課程進行所需之必要經費，得視課程需求與經費狀況予以補助，相關規定另訂之。

七、成績之評定：本課程對學生之評量區分以下部份

(一) 課程導師評量：佔 50%。由各主題導師依申請書之評量方式對個別學生進行評量，並於校曆規定期末考週將各堂學習成果報告單(含簽到表)以及成績送交系辦公室備查與彙整。

(二) 學習成果公開發表：佔 50%。各主題之學生團隊必須在校曆規定期末考前，參與聯合成果展示。發表會之評審委員由委員會聘請本系教師或校外業師擔任。

(三) 成果影片：各主題之學生團隊必須製作 5~10 分鐘自主學習成果影片，並在校曆規定期末考後一週內繳交至系辦公室。未繳交者，該團隊全體學生學期成績扣 20 分。

八、專長領域選修學分認定：

(一) 學生獲得本課程之學分得採計為本系專業選修科目之學分。若學生完成同一主題之課程共 4 學分，則得以納入本系課程地圖中之六大【專長領域課程】之學分，若未滿足則不入【專長領域課程】之學分。

(二) 選修本課程之學生，同一學期至多同時修習 2 門本課程。

九、本辦法如有未盡事宜，依「課程與教學委員會」之決議處理之。

十、本辦法經系務會議通過後開始實施，修正時亦同。