成功大學機械系
專題實作介紹

藍兆杰

教授兼機械實習工廠主任

2015年6月29日

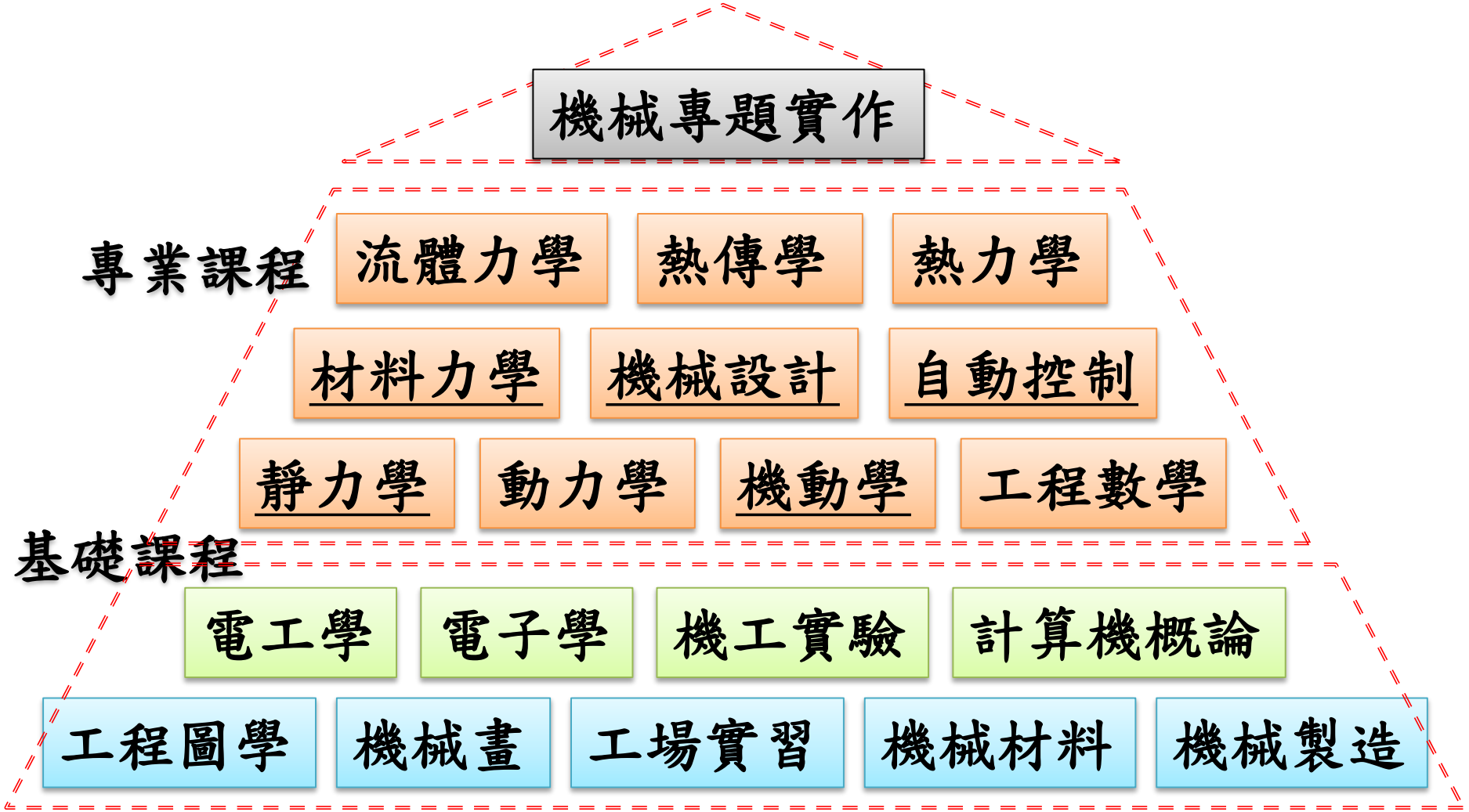
機械系Capstone課程的特色

- 大學部的Capstone課程，目的是透過專題計畫的方式，驗證學生對所學專業知識的熟練度及運用能力。
- 機械工程為一門研究產品製造的學科，包含前期的分析設計、中期的材料加工技術、及後期的維修管理，因此課程安排皆以培養學生具備產品製造能力為目標。
- 為驗證學習效果，機械系的Capstone課程，著重在原型實作能力，透過一指定之題目，學生必須親自設計、分析、並加工完成一原型，並透過實際競賽操作，反覆評估並修正其原型設計，以達所需功能。
- 機械專題實作
- 可視為DIY, Maker Movement(自造者運動)在大學教育裡的實踐。

成大機械系『機械專題實作』必修課

- 在大學部教育設計部分，經問卷調查結果，發現評價較低或比較期待我們繼續加強的部分多指向實驗、實作與實務工作部分，導致產學落差。
- 經100學年第1學期第2次系務會議決定，新開課程「機械專題實作」(大三下學期，三學分必修課[1小時授課、4小時實作])，由101學年度入學新生開始適用。
- 101~102學年度開設「機械專題實作」選修課，先行試教，進行課程初步規劃，並且培養種子助教人力。
- 機械系目前103學年度之大三下必修課「機械專題實作」，有3個班級上課，共約160名學生，由3位教師，6位助教，及3位工廠技師共同負責。
- 除了驗證專業知識外，專題實作預期培養學生之能力：創新思考、計畫管理、產品開發、團隊合作溝通、領導力、簡報技巧。

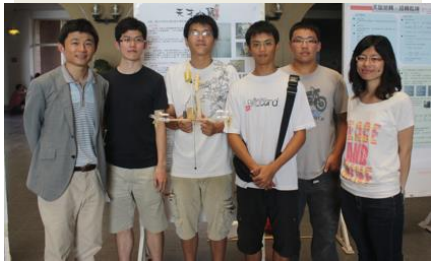
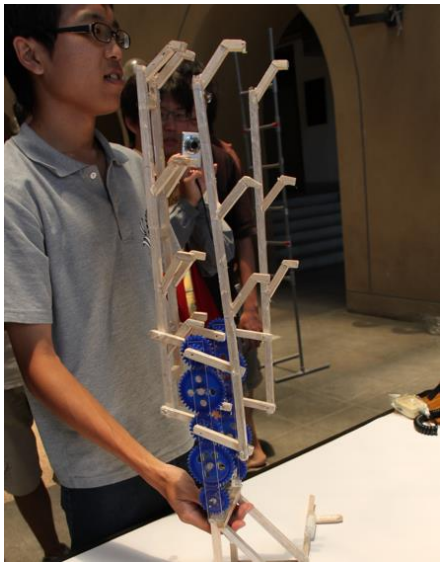
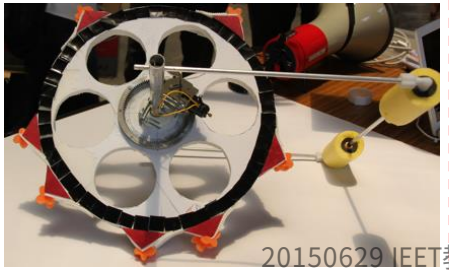
成大機械系必修課程規劃設計



早期之大學部機械專題實作

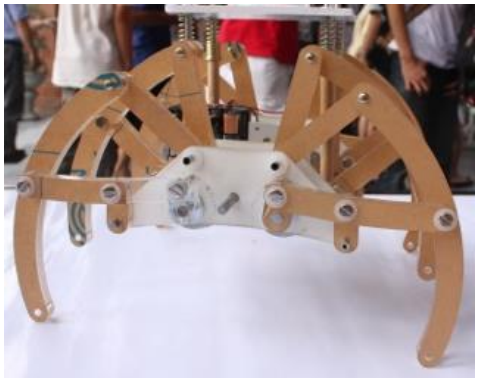
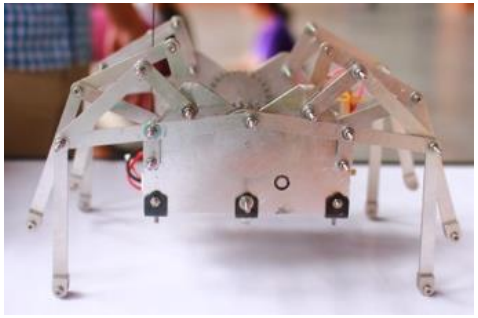
97:愛德華跳遠機

98:救難繩梯機器人

99:高空防落網清掃機

100:足肢式全域運輸器

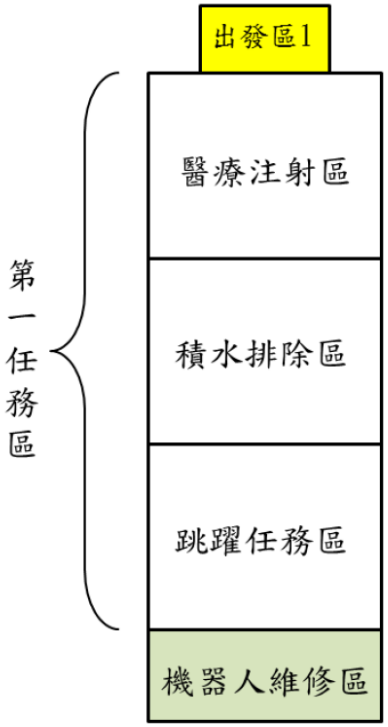
因應早期機械專題實作之改善

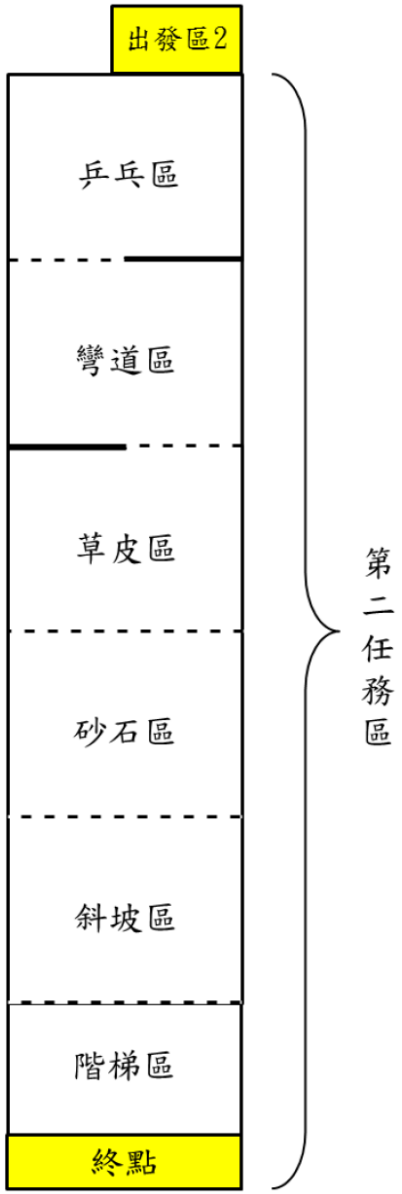
- 一開始機械實習工廠設備不完全，且工場實習課程未與實作課程緊密配合，因此早期學生實作成品較簡陋，有以保麗龍、木材等做為材料，且以快乾膠、黏土等作為接合之工具，以組成成品。
- 100年度開始，本系大力擴充實習工廠設備，添購可快速成型之工具機，並調整工場實習課程內容，以訓練學生實作所需之加工技術為主要教學目的。
- 早期之學生實作成品由馬達簡單驅動，未具有可程式控制、感測器回饋等功能，100年度開始，添購多部LEGO EV3作為控制及感測的平台，並鼓勵學生使用Arduino，Raspberry Pi等做為擴充控制功能的工具。
- 為加快學生設計的流程，在大學部的課程中，加入Scilab、Solidworks、及ANSYS等軟體的教學及採購，使學生具備以軟體分析複雜機械問題的能力，並與所學理論互相驗證。

103學年度大學部機械專題實作概況

- **競賽任務**：製作一戰地用之自動行駛機器人裝置，機器人進入戰場後必須依序達成各種指派任務(救護、維修、跳躍等)，並通過不同地形(草皮、沙地、階梯等)。

- **進行方式**：擬定目標，資料收集、觀察分析，了解此一載具應有的架構、元件、與功能，並根據之前所學，與本課程所補充的相關知識，經由小組討論與分工合作，自行設計、製造、組裝，實際完成此一載具；最後以競賽的方式，進行載具的測試，驗證是否達到所設定的目標。



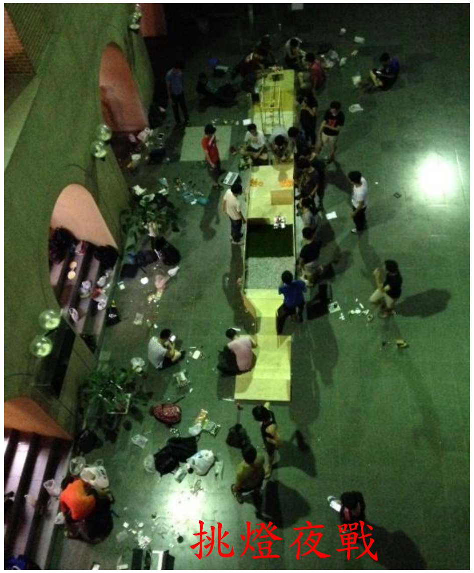


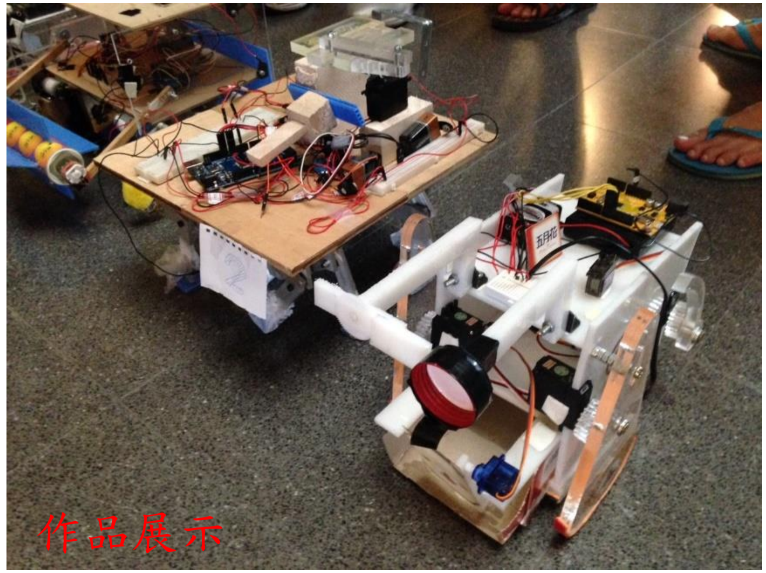
103學年度大學部機械專題實作概況

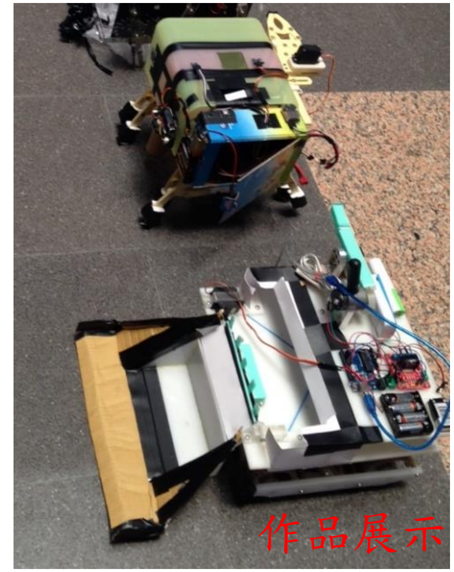
- **成績評比**：課程成績70%，競賽成績30%，專題實作展成績10%（此為加分項目）：各班挑選競賽成績前50%之組別，於系上舉辦之實作展中進行決賽，依實作展之競賽成績給分。
- **限制**：
  1. 機器人須以足型機構移動，不得以輪子或履帶移動，或是以輔助輪/支架支撐。
  2. 足部機構須自行設計與製作，不可使用LEGO零件。
  3. 機器人尺寸不得大於：長35cm x 寬35cm x 高30cm。
  4. 馬達、感測器與控制器可自行搭配，不以LEGO EV3為限。
  5. 機器人上需有標示組別之編號。
  6. 每組機器人製作經費上限為新台幣10,000 元整。

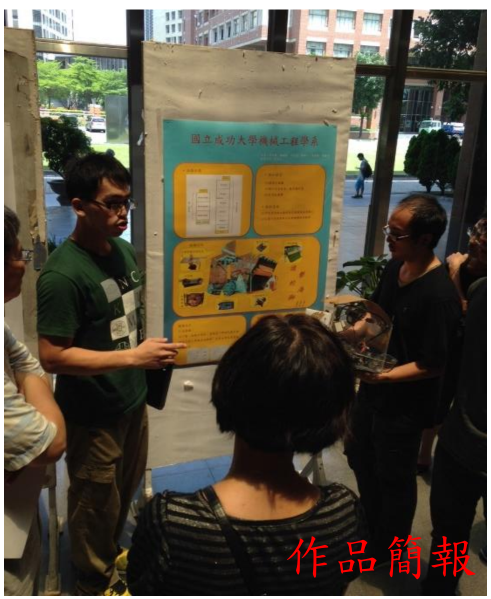
時間	第 2 週	第 5 週	第 8 週	第 13 週	第 17 週	第 19 週
內容	完成分組	專題計劃書	第一次 期中報告	第二次 期中報告	實作競賽	專題報告
工廠實作	概念設計、製圖、細部規劃、 系統分析		分組實作			

103學年度大學部機械專題實作概況

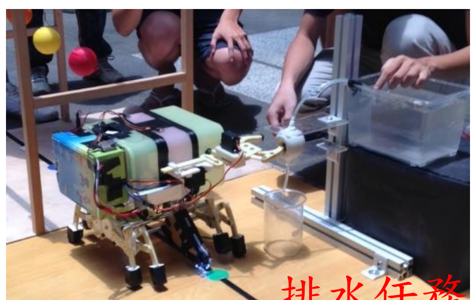

挑燈夜戰


作品展示

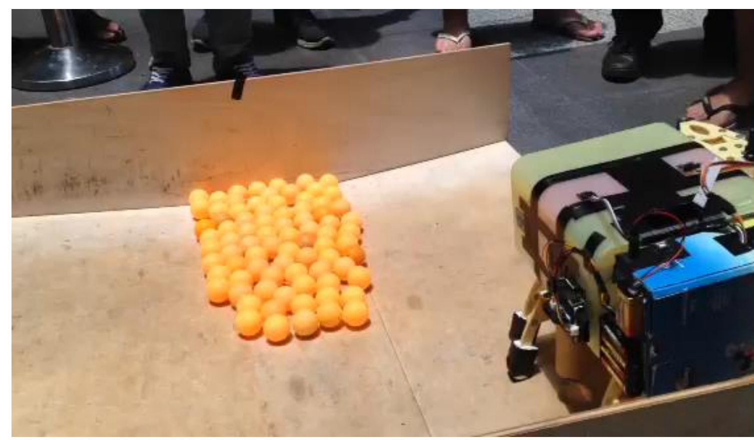

作品展示



作品簡報


排水任務

不同地形


取球任務

機械專題實作教室

1. 2台大型三軸雕刻機(MDX-540)。
2. 3台中型三軸雕刻機(MDX-40A)。
3. 2台3D列印機(Mojo and uPrint SE)。
4. CO_2雷射切割機(Universal)。
5. 每週提供三個時段(各4~5小時)供專題實作學生使用。
6. 機械實習工廠內還有多部銑床、車床、鑽床、及線切割機，提供給專題實作學生使用。

機械實習工廠現況

- 本系機械實習工廠為一有專屬面積200餘坪的實體工廠，內有60幾部大型工具機，大學部每年有六千餘人次使用。

專題實作展暨親師座談會

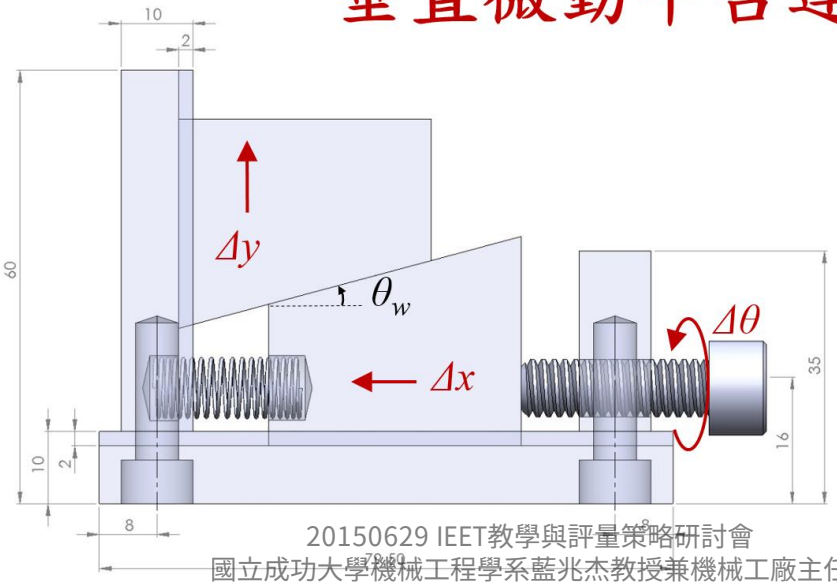
- 每年七月初舉行。
- 一個例行常設之舞台，以促進機械系大學部暨研究所同學之創意實作能力，並提升參與專題研究之風氣。
- 藉由家長參與以及親師座談，增進家長對機械系之了解。
- 邀請各高中學生到系進行參訪。
- 邀請廠商徵才。

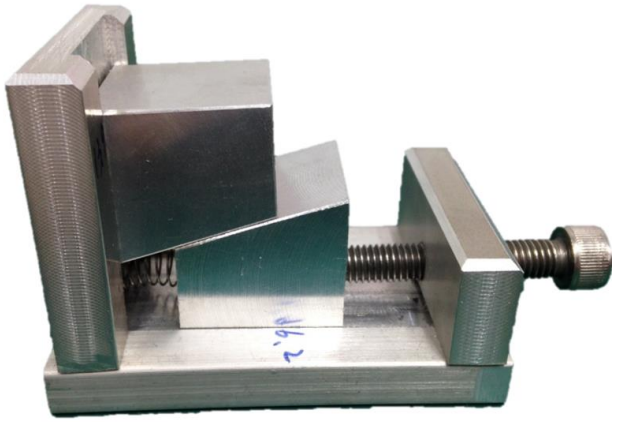
其他必修課的專題實作（工場實習）

- **學生需於課程內分組實作一成品，透過三種以上項目的訓練，才能加工完成品的所有零件**，因此可充分瞭解一個機構的組成，需要哪些適當的加工技術及加工順序，也可瞭解組裝及公差配合的概念。最後透過量測輸出與輸入的關係，驗證零件加工的準確度，也可複習所學過的工程圖學、靜力學、及機動學的概念，對於日後參加專題實作的能力提升有幫助。

銑工
鉗工
線切割
量測

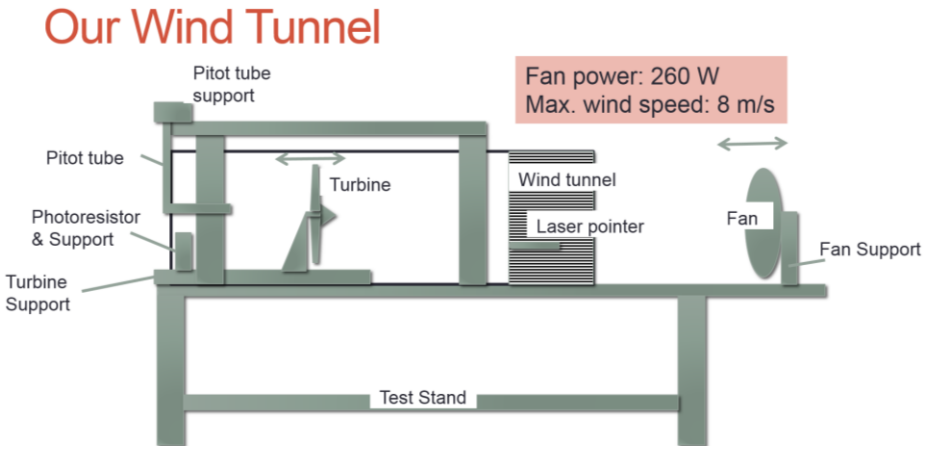
垂直微動平台運動分析

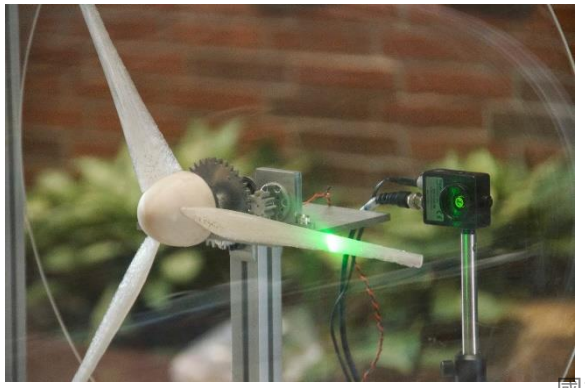




其他必修課的專題實作（大三上流體力學）

- **Objective:** design and build a wind turbine that can efficiently harvest energy under low wind speed, test the wind system against pre-determined criteria in a wind tunnel.





其他必修課程的專題實作（大三下熱傳學）

- **Objective:** design two containers, one of them is filled with cold water (or ice), and the other one is filled with hot water. Put the two containers outdoors for three hours under the sunlight, and measure the temperature at the center of two containers to compare which team's temperature difference is large.

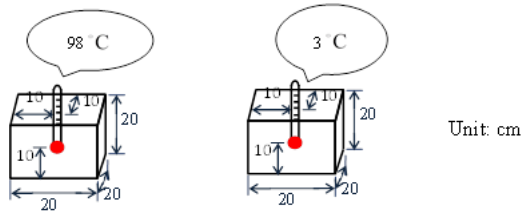


Figure (a) The initial temperature of the two boxes, which filled with cold and hot water. The initial temperature difference is 95 °C.

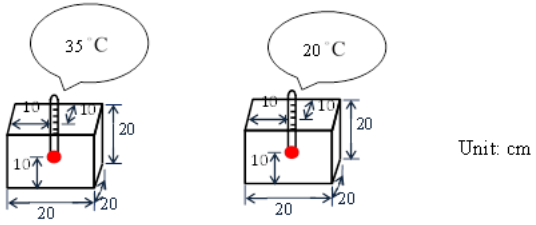


Figure (b) After leaving outdoors for three hours under the sunlight, the temperature difference is 15 °C.

其他選修課的專題實作

- 工學院機械、航太、工科、系統、醫工五系合開之選修課「機電創新實作專題」，每年約有有30名之學生選修。

- 大三四之機械系選修課『創意性工程設計』

『機械專題實作』必修課的挑戰

- 成大機械系為大系，若要同時容納160人以上修實作課，勢必造成本系長期人力財力極大的負擔，特別是人力部分，以兼任助教(學生)協助，無法維持長期穩定的教學品質，因此亟需數名專業之助教或技師，負責機械專題實作長期之行政管理，以減輕授課老師的負擔，增加其教學意願。
- 雖然成大校方鼓吹專題實作之風氣，但並沒有給予適當的人力支援，造成本系獨自扛下經營實作課之人力成本(目前由3位行政人員兼任負責)，勢必排擠其他行政教學之工作，長期發展是隱憂。
- 『機械專題實作』應設於大學最後一年(大四)，較符合Capstone精神，考量到目前碩士班入學考試都提早到大四上，因此目前本系設定課程於大三下舉行，但此時學生仍有部分必修課，因此學生未有更充分的時間參與。

『機械專題實作』必修課的挑戰

- 限制式或開放式的題目：限制式的題目容易控制規模、時程、及經費，但如設計不當，容易造成各組之間的模仿，最後成品差異不大，無法鼓勵創新。開放式的題目可鼓勵學生多思考，並與產業界鏈結，但學生可能因較無實務經驗，無法掌握題目的規模及複雜程度，課程管理不易，失敗率較高。
- 目前實作題目的設計，偏向驗證機動學、材料力學、機械設計、及自動控制為主，較容易成型，應思考更多元的題目，以同時驗證機械系其他重要必修學科，例如熱力學、流力、及熱傳學，也才能吸引更多老師參與。
- 除了標準零件可外購，學生必須親自完成的部分包含機構/結構、電機/驅動、及感測/控制，以驗證所學，但因時間限制及經驗不足，大部分學生僅能完成前兩部分，應此如何加強感測/控制部分的實作，為未來課題。

Mechanical/ Structural	Electrical/ Actuator	Sensing/ Control

感謝聆聽