

推動與帶領大學生進行跨學期 專題研究之實務經驗分享 (以航太系為例)

逢甲大學 工程與科學學院

航太與系統工程學系

陳啟川

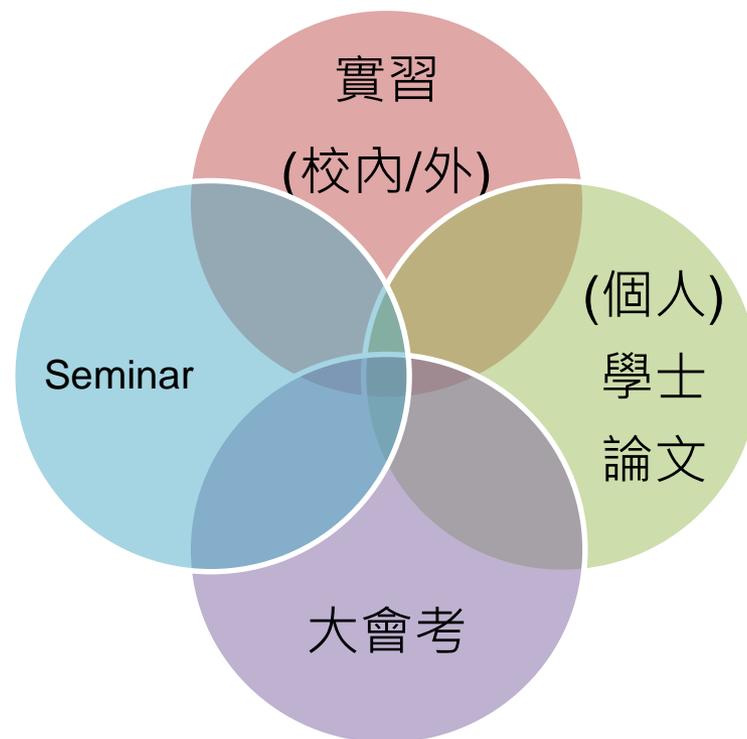
2019/10/04

103學年度起，IEET 認證規範要求學士學位的課程 須包括整合能力的專題實作 (Capstone Course)

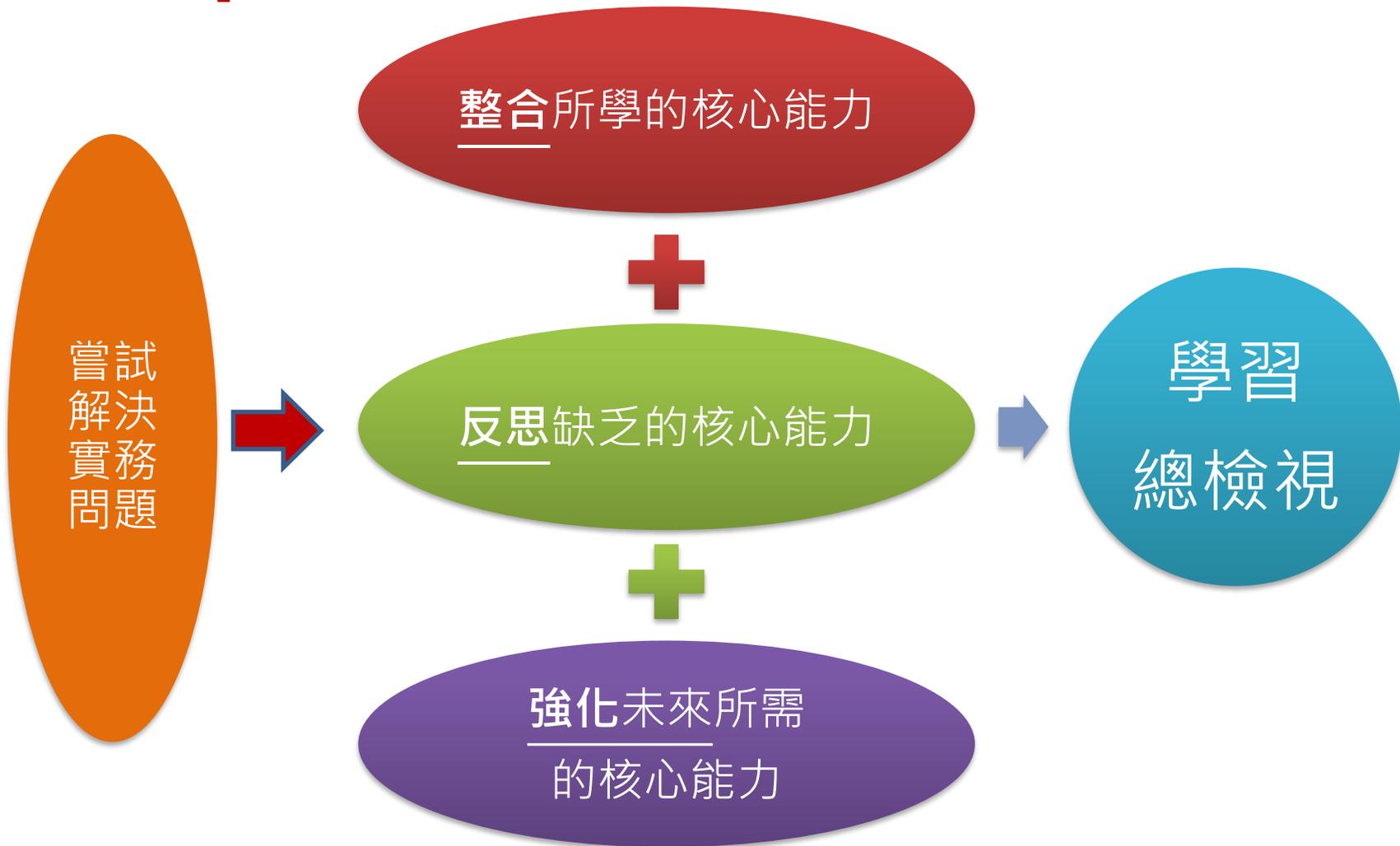
Capstone Course可以是...



但不是...



Capstone課程目的：對學生而言



Capstone課程目的：對學程及教師而言



學程

- 修正整體課程規劃與教學的依據
- 佐證畢業生核心能力達成度



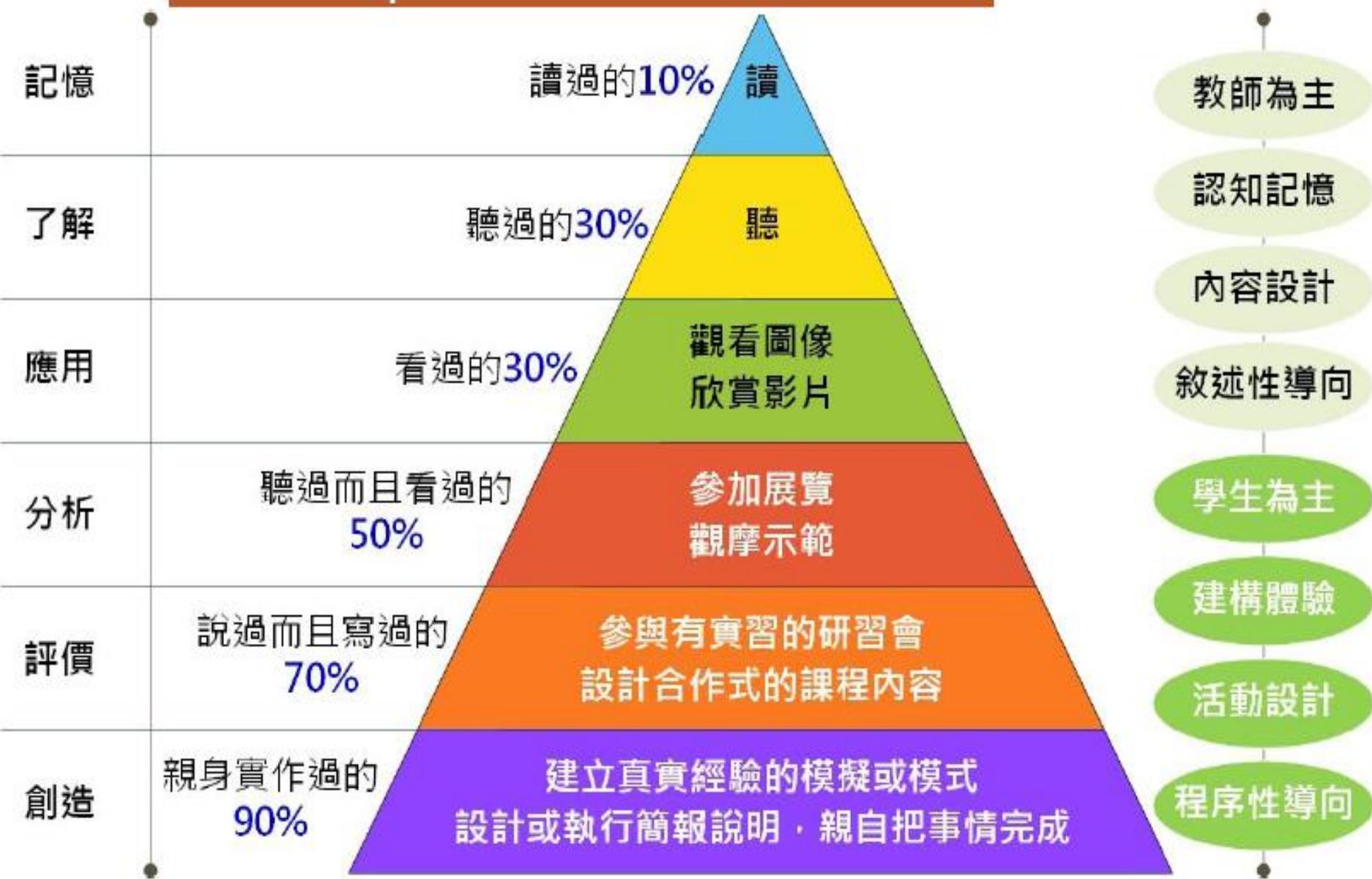
教師

- 瞭解學生學習狀況及成效
- 反思課程規劃(如教學方法、評量方法、課程內容與核心能力的連結性)

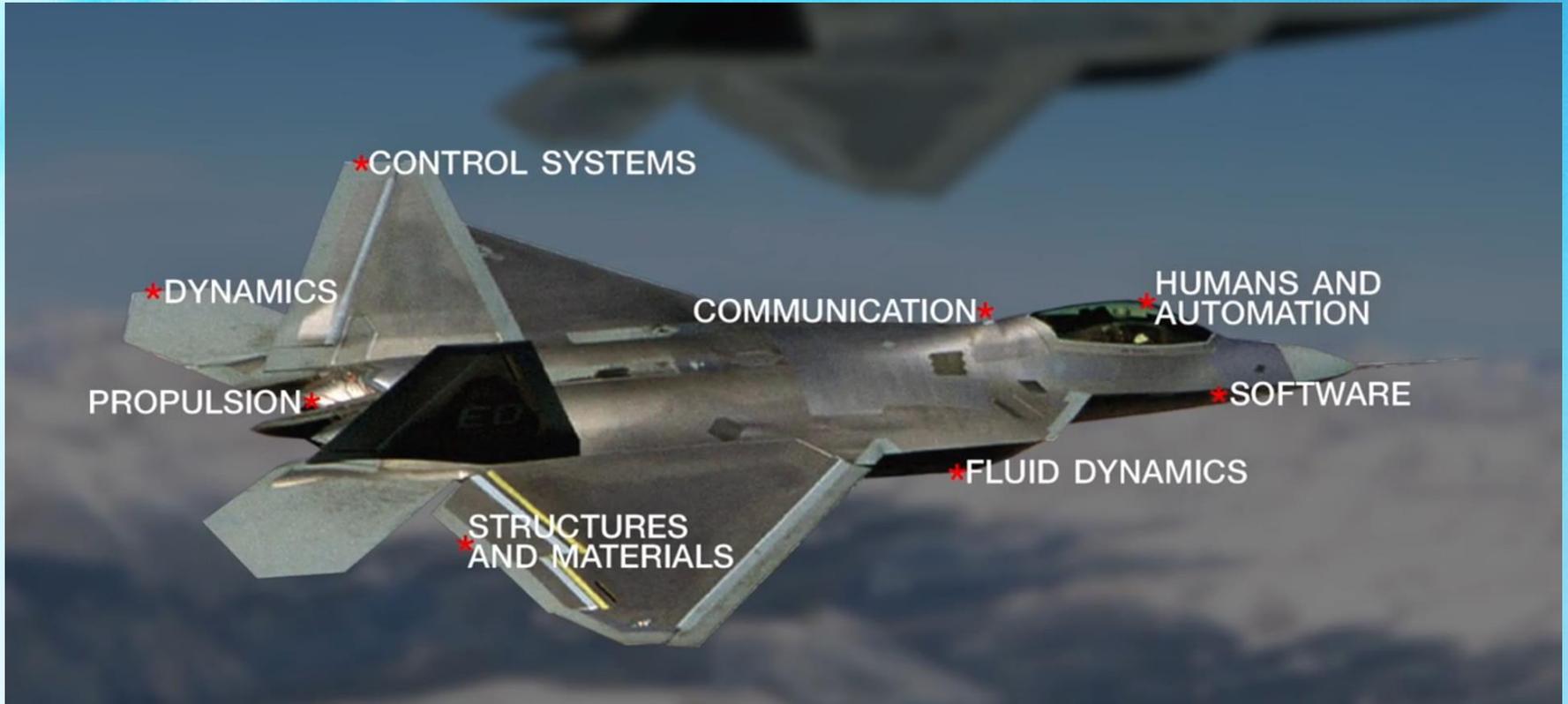
IEET 2014認證規範

- 3.1 運用數學、科學及工程知識的能力。
- 3.2 設計與執行實驗，以及分析與解釋數據的能力。
- 3.3 執行工程實務所需技術、技巧及使用現代工具的能力。
- 3.4 設計工程系統、元件或製程的能力。
- 3.5 專案管理（含經費規劃）、有效溝通、領域整合與團隊合作的能力。
- 3.6 發掘、分析、應用研究成果及因應複雜且整合性工程問題的能力。
- 3.7 認識時事議題，瞭解工程技術對環境、社會及全球的影響，並培養持續學習的習慣與能力。
- 3.8 理解及應用專業倫理，認知社會責任及尊重多元觀點。

Cone of experience 人們普遍能記得的比例



Aerospace engineering involves a tremendous number of sub disciplines



Boeing's attributes of a good engineer (1/2)

- A good understanding of engineering science fundamentals
 - Mathematics (including statistics)
 - Physical and life sciences
 - Information technology (far more than "computer literacy")
- A good understanding of design and manufacturing processes
- A multi-disciplinary, systems perspective
- A basic understanding of the context in which engineering is practiced
 - Economics (including business practices)
 - History
 - The environment
 - Customer and societal needs

Boeing's attributes of a good engineer (2/2)

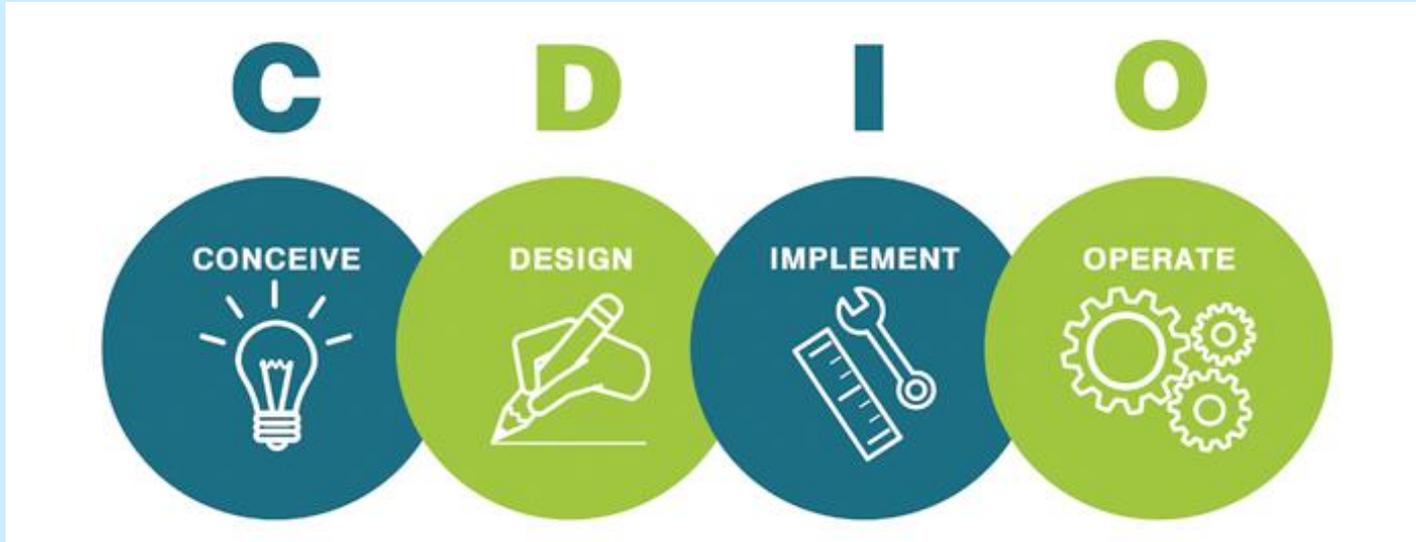
- Good communication skills
 - Written
 - Oral
 - Graphical
 - Listening
- High ethical standards
- An ability to think both critically and creatively
- Flexibility – the ability and self-confidence to adapt to change
- Curiosity and a desire to learn throughout life
- Ability to work independently and cooperatively
- A profound understanding of the importance of teamwork

New trend for engineering education

- What is the full set of knowledge, skills, and attitudes that engineering students should possess as they leave the university, and at what level of proficiency?
- How can we do better at ensuring that students learn these skills?

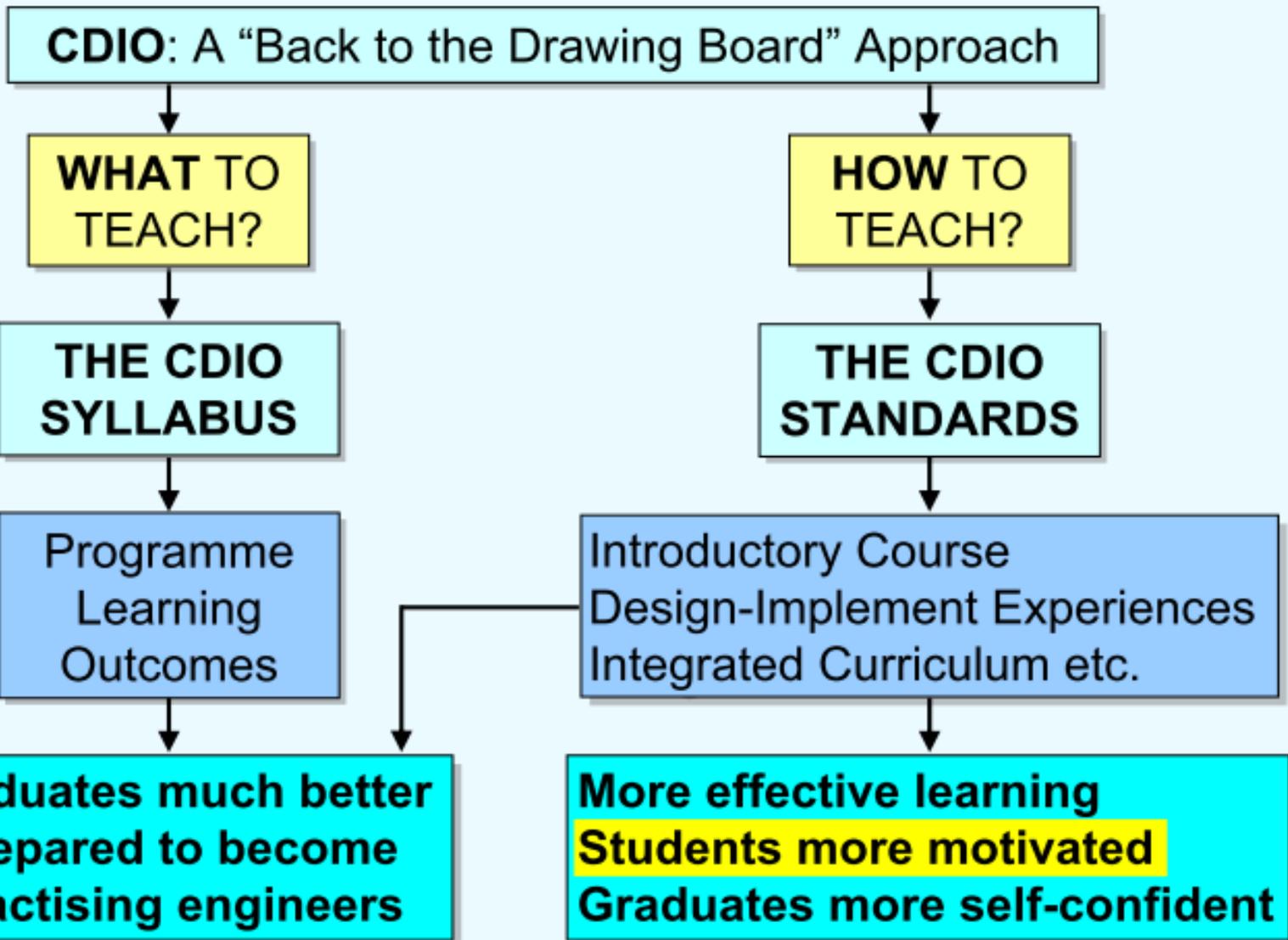
Crawley, E., Malmqvist, J., Ostlund, S., & Brodeur, D. (2014). *Rethinking engineering education: The CDIO Approach (2nd ed)*. Springer Singapore: Springer.

MIT developed a concept referred to as CDIO 構思-設計-實施-操作



MITx - 16.00x ; 1.4.3 What is Aerospace Engineering?
(02:12~03:28)

edX MITx - 16.00x Introduction to Aerospace Engineering: Astronautics and Human Spaceflight



CDIO國際組織

- 當前工程教育偏重 Science、Technology、Engineering、Mathematics (STEM) 的理論教學，過度強調知識傳授，因而由四所大學共同發展出CDIO人才培育模式，培養學生設計、團隊合作和溝通等方面的能力，縮短學用落差。



- 目前全世界共130多所學校加入CDIO國際組織，亞洲地區已有新加坡、中國大陸、馬來西亞、越南、日本加入。
- 本校為臺灣第一所成功加入CDIO國際合作組織的學校。

CDIO的人才培育理念

CDIO是一套完整的產業人才培育架構，其標準是直接參考產業界需求，對照波音公司和ABET的標準EC 2000所制定，以真實世界的產品/系統為導向，進行構思、設計、實施、操作等全產品設計過程的教育，讓學生掌握紮實的基礎知識，構思並設計新的產品，同時能夠實施及操作，成為學用合一的產業人才。

除了工程領域外，CDIO的人才培育模式亦應用於商業、管理、人文社會科學等其他領域。

WHAT is CDIO

C

構思

- 定義客戶需求
- 產品設計兼顧技術及商業因素
- 發展概念性的商業計畫

D

設計

- 給予較詳細的資訊描述產品設計
- 設計產品的草圖

I

實施

- 將草圖轉換於產品設計
- 軟硬體製造、測試和改進

O

操作

- 改進產品
- 產品維護、回收、升級
- 銷售、客戶服務

- 教育理念：以產品、過程和系統的**構思、設計、實施、運作**，整個生命週期為背景
- 以**CDIO教學大綱和標準**為基礎，讓學生以主動的、實際問題為導向的、**課程之間具有關聯性**的方式，獲得工程相關能力

CDIO的課程規劃：整合式課程設計

- 重新調整原有課程規劃，使得這些課程之間相互連結並相互支持，而不是個別且獨立的
- 我們必須將學生視為一個初階工程師，在專業學科知識和技能之間建立協同的關係，而成為專業工程師
- 每門課程都規範明確的學習效果，確保學生獲得未來成為工程師的良好基礎
- 能力應該透過多門課程、不同的老師來教授及評量
- 評量方式為多元評量，且於學習前、中、後進行，包括：
 - ✓ 紙本測驗及口語
 - ✓ 學生表現之觀察和評分：採用Rubric
 - ✓ 學生的學習記錄和學習檔案

逢甲大學CDIO課程規劃

讓學生都能在大學四年，反覆經歷CDIO的學習經驗

- 統整所學
- 養成具備完成**終端課程**的能力

- 專業探索
- 學習如何在大學學習

- 統整四年所得
- 升學及就業準備



實習

深碗專題
1

深碗專題
2

深碗專題
3

跨學期畢業專題

Freshman Project
CDio

cDio

CDIO

大一

大二

大三

大四



What ? 深碗專題的組成

課程結合：

- ① 決定深碗專題方向
- ② 檢視要用哪些課程支持深碗專題
- ③ 結合2~3門課程(水平，同一學期)，共同完成一個專題

專題課程

支援課程1
(工具)

支援課程2
(知識)

2~3門課程共同完成一專題

CDIO課程實施經驗分享：以航太系為例

Freshman Project

- 新鮮人成長營(開學前一週)
- 定錨課程專題(開學後)

跨學期畢業專題

- 航太專題與實作(一)、(二)、(三)

Freshman Project

Fly ~ 夢想起飛



Freshman Project計畫目標

- “認識飛行與體驗飛具設計所需之基本概念” 包含飛行原理、空氣動力學、飛具結構與飛行控制等專業學科之基本概論。
- 透過飛行模擬器訓練、無人飛機設計與製作等課程進行體驗搭配「定錨專題」之無人飛機製作與飛行測試競賽之舉行，讓學生體驗飛行、發揮創造力、培養團隊合作與訓練實作能力，落實理論與實務之結合，並且透過期末飛行測試競賽來評量學生是否達成本計畫之目標。



課程說明

本計畫之進行方式為採用兩階段之課程來施行，包含第一階段一日之密集課程與第二階段之學期間實作課程。

第一階段

利用開學前新生訓練前後，召集大一新鮮人(含僑外籍生約120人)參與本系之Freshman Project，以一日之課程，透過教師講授、同學討論及發表等方式，讓同學對航太工程有基礎認識，同時了解本系相關課程的學習目標。另外，對於無人飛機之發展現況與開發及其設計規劃與目標亦作簡要說明。

新鮮人成長營專題

專題設計：2018 航太初體驗 (陳啟川 & 黃振鴻 & 方俊 老師)				
	單元一	單元二	單元三	成果發表
日期/時間	9/4(二) 80mins (陳啟川 & 黃振鴻 & 方俊 老師)	9/5(三) 180mins [上、下午/甲/乙班交替進行] (黃振鴻 & 方俊 老師)	9/5(三) 180mins [上、下午/乙/甲班交替進行] (陳啟川 老師)	9/6(四) 80mins (陳啟川 老師)
目標	破冰、建立各班級團隊、 新鮮人專題活動介紹、系所基本認知	無人機之應用及發展趨勢、無人機設計之範例展示、Solidworks/3D建模介紹	TELLO四軸無人機介紹/實機飛行操作/體驗、以Scratch程式化TELLO與試飛	未來「定錨專題」產出說明與案例展示
內容設計	13:50-14:10 (黃振鴻 老師) 破冰/分組/專題活動介紹 14:10-14:40 (陳啟川 老師) 航太系課程規劃與發展 14:40-15:10 (方俊 老師) CAD/CAM/CAE之應用	(甲)09:00-10:00 / (乙)14:00-14:20 無人機之應用及發展趨勢 (甲)10:10-10:40 / (乙)14:20-15:20 無人機設計之範例展示 (甲)10:40-12:00 / (乙)15:30-17:00 Solidworks/3D建模介紹	(乙)09:00-10:00 / (甲)14:00-14:20 TELLO 空拍機介紹/展示 (乙)10:10-10:40 / (甲)14:20-15:20 TELLO 飛行操作/體驗 (乙)10:40-12:00 / (甲)15:30-17:00 Scratch 程式化與試飛	13:50-14:10 定錨專題介紹/產出說明 14:10-14:40 初階無人飛機設計與製作 14:40-15:10 案例說明與成品展示
工具/方法(如：設計思考工具、創能學院工具)	CAD/CAM/CAE之應用：介紹「電腦輔助設計、製造及工程分析」相關軟體-SolidWorks、CATIA、ANSYS Workbench (Simulation / CFX / FLUENT / AUTODYN)等相關知識。	行二館電腦教室：無人機系統(UAS)之應用及發展趨勢、無人機(UAV)設計之範例展示、Solidworks軟體入門/3D建模介紹/操作/體驗。	圖書館二樓：多軸旋翼機飛行原理、TELLO 四軸無人機功能介紹/實機飛行操作/體驗、以麻省理工學院開發之 Scratch 軟體來程式化TELLO與試飛。	導入MIT之MOOCs / edX (MITx: 16.00x) 課程影片並介紹何謂 Aerospace Engineering及CDIO創新教學理念、介紹國內外UAV相關之參考網站...等。
資源需求(場地需求、環境設備、耗材)	科航B102	工319電腦教室 [甲、乙兩班分班交替進行] (Solidworks電腦輔助軟體)	圖書館二樓 [甲、乙兩班分班交替進行] (TELLO鋰電池&充電器...等耗材)	科航B102

新鮮人成長營：(1) Solidworks/3D建模介紹



DJI Tello 空拍機

天空視角，盡興玩樂

雙天線設計帶來更穩定的高清图傳，配合強大的續航能力，讓 Tello 盡情飛行。在家中，在球場，或是在公園中，通過天空視角能發現更多驚喜。

13分鐘

續航

100米

飛行距離

720P

高清图傳

2天線

智能切換



新鮮人成長營：(2) TELLO四軸無人機相關活動

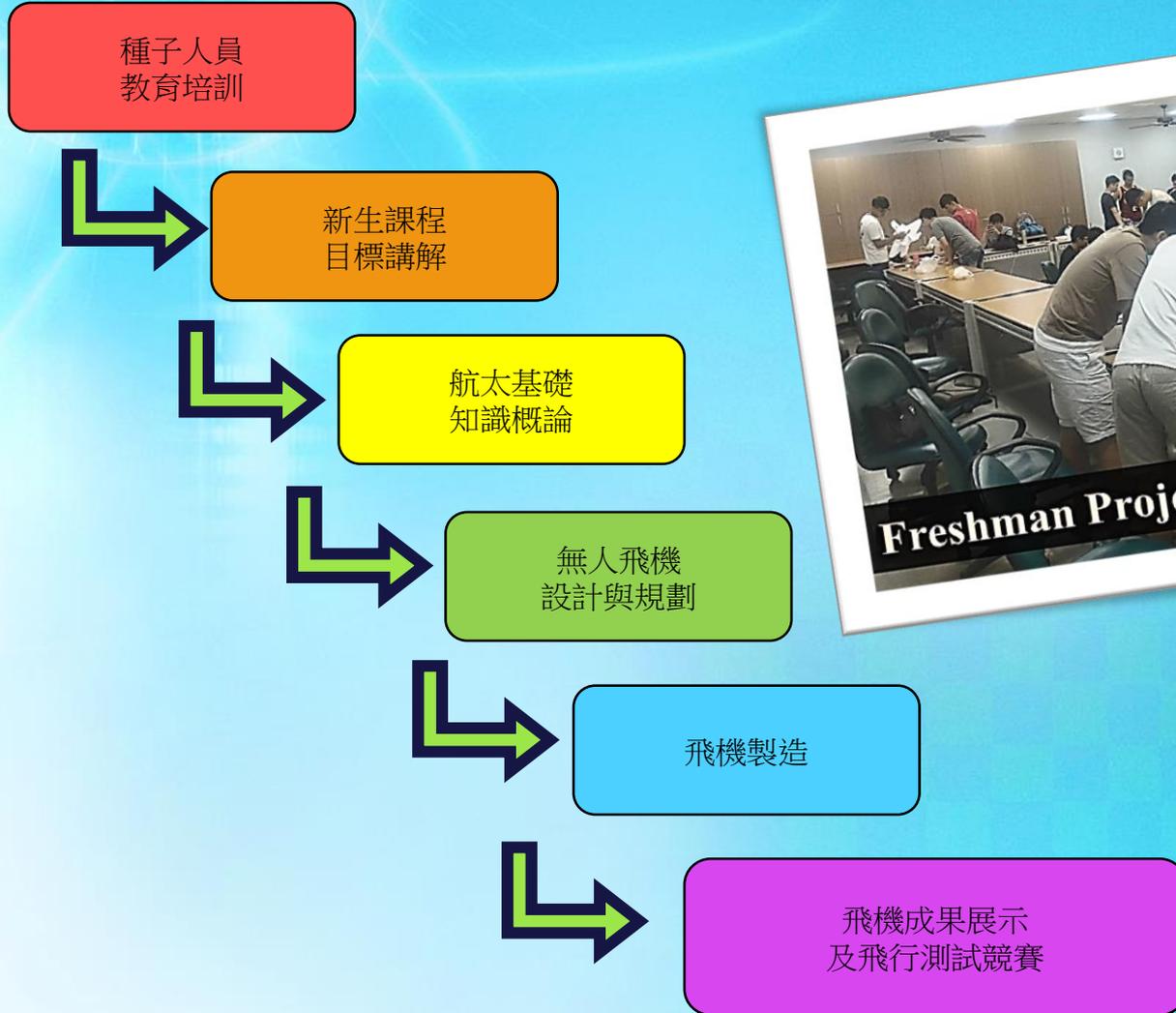


課程說明(續)

第二階段

於學期間進行，將結合「航太工程概論」課程，主要內容是讓學生了解飛行載具設計的實施方式，並且透過理論與實務之結合，讓學生分組進行無人飛機設計與製作，最後以製作成果展示的方式進行競賽。此外，亦讓學生學習飛行控制基本原理、模擬軟體之操作及如何實際操控無人飛機。同學將利用課餘時間與老師、助教(學長)檢核進度，並在最後讓各組進行飛行測試競賽，對於表現優異的組別給予平時成績加分之獎勵。

課程規劃執行步驟



定錨課程設計

定錨課程設計：航太工程概論 (陳啟川 老師)				
週次	單元名稱與內容	授課方式	教學科技引入	評量方式
W1	課程概要/飛行原理概述(定翼機)	課堂講授/線上課程影片輔助/飛行模擬器	FMS(Flying Model Simulator)遙控飛行模擬器操作/體驗 (FMS模擬器/2人發一組)	期末考核/專題所產出之UAV飛行操作 地點：待定
W2	緒論/工程倫理/飛機發展史	課堂講授		期中考核/作業
W2-1 9/17 ~ 9/20 (18:00~21:00)	製作水火箭 (Water Rocket)	課餘實作	航模社-水火箭組之技術支援	個別製作水火箭成品
W3	航空器分類/飛機之組成/氫氣球/熱氣球	課堂講授/線上課程輔助(Delft University)	MOOCs / edX (DelftX: AE1110x)	期中考核/作業
W3-1 9/25(二) & 9/27(四) (12:10~13:00)	水火箭飛行測試考核	課餘實作	航模社-水火箭組之技術支援	飛行測試考核 / 地點：操場
W4	標準大氣層	課堂講授/線上課程輔助(Delft University)	MOOCs / edX (DelftX: AE1110x)	期中考核/作業
W4-1 10/1 ~ 10/4 (18:00~21:00)	製作手擲機 (Hand-launched Glider)	課餘實作	航模社-手擲機組之技術支援	個別製作手擲機成品
W5	基礎空氣動力學(一)	課堂講授/線上課程輔助(Delft University)	MOOCs / edX (DelftX: AE1110x)	期中考核/作業
W5-1 10/9(二) & 10/11(四) (12:10~13:00)	手擲機飛行測試考核	課餘實作	航模社-手擲機組之技術支援	飛行測試考核 / 地點：操場
W6	基礎空氣動力學(二)	課堂講授		期中考核/作業
W7	基礎空氣動力學(三)	課堂講授		期中考核/作業
W8	翼切面/機翼及其他空氣動力構型(一)	課堂講授/線上課程輔助(Delft University)	MOOCs / edX (DelftX: AE1110x)	期中考核/作業
W9	翼切面/機翼及其他空氣動力構型(二)	課堂講授		期中考核/作業
W9-1 11/7(三) (12:10~13:00)	期中考試			
W10	翼切面/機翼及其他空氣動力構型(三)	課堂講授		期末考核/作業
W11	飛行力學與飛機性能概述(一)	課堂講授/線上課程輔助(Delft University)	MOOCs / edX (DelftX: AE1110x)	期末考核/作業
W12	飛行力學與飛機性能概述(二)	課堂講授		期末考核/作業
W12-1 12/1(六) (9:10~16:00)	定錨專題：初階無人飛機設計與製作(一)	課餘分組實作	航模社/大四學長專題實作經驗及技術支援	地點：科航館202/204/205/206室
W13	飛行穩定性與控制概述(一)	課堂講授/線上課程輔助(Delft University)	MOOCs / edX (DelftX: AE1110x)	期末考核/作業
W13-1 12/2(日) (9:10~16:00)	定錨專題：初階無人飛機設計與製作(二)	課餘分組實作	航模社/大四學長專題實作經驗及技術支援	地點：科航館202/204/205/206室
W14	飛行穩定性與控制概述(二)	課堂講授		期末考核/作業
W14-1 12/15(六) (9:10~12:00)	定錨專題之UAV飛行前安裝確認與測試	課餘分組實作	航模社/大四學長專題實作經驗及技術支援	地點：科航館505室
W15	推進系統概述	課堂講授/線上課程輔助(Delft University)	MOOCs / edX (DelftX: AE1110x)	期末考核/作業
W15-1 12/17(一) (12:10~14:00)	定錨專題之UAV實際飛行測試考核	課餘分組實作	航模社/大四學長專題實作經驗及技術支援	飛行測試考核 / 地點：操場
W16	太空飛行概述	課堂講授/影片(HBO：飛向月球)	多媒體影片	期末考核/作業
W17	FMS遙控飛行模擬器操作期末考核	註：乙班遇放假日改至108年1月7日考核	FMS遙控電腦模擬飛行軟體體驗	地點：待定
W17-1 108年1月2日(三) (12:10~13:00)	期末考試			
W18 108年1月8~10日(統籌科目期末會考日)	依規定停課一次			
W18-1 108年1月7日(一) (13:10~15:00)	FMS遙控飛行模擬器操作期末考核	註：乙班W17遇放假日改至本星期一考核	FMS遙控電腦模擬飛行軟體體驗	地點：待定

[定錨課程設計.pdf](#)

[航概MOOCs教學規劃書.pdf](#)

[應用磨課師教材教學經驗分享.pdf](#)

「定錨專題」之無人飛機製作與飛行測試競賽



飛行測試成績建議標準

- 學長代飛 (扣5分)
- 成功起飛降落(90 ±5分)
- 有起飛未成功降落(80 ±5分)
- 有起飛未持續飛行(70 ±5分)
- 未成功起飛(65 ±5分)

「定錨專題」之飛行測試競賽(影片)



2018年航太系
新鮮人成長營暨定錨專題實作

CDIO實施經驗分享：以航太系為例

Freshman Project

- 新鮮人成長營(開學前一週)
- 定錨課程專題(開學後)

跨學期畢業專題

- 航太專題與實作(一)、(二)、(三)

跨學期畢業專題

[航太專題與實作.pdf](#)



	課程/活動名稱	必/選修	學分數	授課教師	學期/開課年級
跨學期 畢業專題	航太專題與實作 (一)	必	1	全體教師	上學期/大三
	航太專題與實作 (二)	必	1	全體教師	下學期/大三
	航太專題與實作 (三)	必	1	全體教師	上學期/大四

跨學期畢業專題(續)

- 本系之**Capstone**課程如：**航太專題與實作(一)**、**航太專題與實作(二)**及**106學年度正在進行之航太專題與實作(三)**...等課程，此係為**IEET**於多年前建議所開設之課程，其內涵基本上與本校正進行的**CDIO**概念有異曲同工之妙。
- 因為學生須在**三個學期內由構思一直到模擬與製作完畢一架UAV並操作進行試飛**，期間所面臨的問題將可藉由所學之航太領域專業知識統整併用，藉此可有效評估學生的學習成效。
- 課程**主導教師**(三位教師)再配合每一位教師指導一組的模式下，配合定期開會及**Google Site**協作平台的協助，藉此可提供即時回饋與學習輔導。

跨學期畢業專題(續)

- 學生們除了可以**學習團隊合作**，課程更賦予他們與同實驗室之大四專題生以「**師徒制**」進行傳承。
- 當該屆學生於(大四)進行航太專題與實作(三)時，除了須以「**師徒制**」協助下一屆(大三)學生進行航太專題與實作(一)之學習外，各組(大四&大三)亦將**輔導大一新生**進行**Freshman Project**之成果製作。
- 藉由部分成績採計**多元評量**之方式，使高低年級學生之期末成績亦會有些微之交互影響。如此一來，大四**學長姐**將以「**教導者**」的角色進行溝通與教學，應該可以深化其學習策略與動機。

舉辦「航太系無人飛機設計專題實作成果發表會」



無人飛機設計專題實作成果簡報/海報展

逢甲大學

航太與系統工程學系 航太專題與實作

指導教授：陳啟川 老師

組長：陳嘉君 組員：劉書辰 許峻銘 張毓容 蔡明峰 楊竣智 張文珊 張文鈺 蔡涵婷

摘要

本專題之目的為從構思、設計、轉機、分析到實際製作以完成具備機身之無人飛行載具，並完成重量不超過350公克之規定並花費不超過萬元之預算。另需研討設計附加功能並評估其應用之可行性。同時應用指導老師實驗室之能量，將其實驗室資源運用於載具上，最後製作進行實際飛行並執行任務。

目標	設計與製作無人載具
主要	重量350公克
附加	不落地載重、控速
花費	5000元以內

實驗室資源：APM與LabVIEW
運用APM偵測載具飛行參數，並將資料傳輸至地面監控站，飛行員可獲得飛機的即時參數，以遠視觀察飛行，以輔助飛手執行任務。

部位	構型	注意事項
主翼	平直翼	在總機重心上設置螺絲或掛環，使用自製3層的軟木膠地面膠片，並在地面建立物體舉引裝置增加取機率
尾翼	趙形	

機身	性能
主翼翼型	NACA4410
主翼翼展	1.5公尺
主翼弦長	0.25公尺
展弦比	6
主翼裝配角	+3°
機身總長	1.32公尺
尾翼翼型	NACA0008
尾翼裝配角	-5°

機身最大負載 12公斤
巡航速度 17公尺/秒
續航力 約5分鐘
爬升距離 79公尺
爬升速度 7公尺/秒

副翼：次系統(APM、馬達、等)、電池、350公克水喉

構思需求 → 概念設計 → 初步設計 → 細部設計 → 製造 → 測試修正 → 完成目標

Feedback

流場、結構、穩定分析

機身最大可負載12公斤
最佳巡航速度=17m/s

圖向構分析Cm~α圖

次系統

APM 飛行控制 → LabVIEW 接收數據 → 分析 → 地面站

地面監控站

LabVIEW解碼

APM裝置

製造

製作過程 - 裝定

專題成果

專題經過以上程序不斷分析修改，最終設計出以定翼機為構型之無人飛行載具，專案估計重量為2公斤，經實際製造後重量為2.8公斤。在當初設計時，我們有預留馬達餘力，因此在經過轉機後，載具尚有足夠馬力完成載重之基本任務。不落地載重、控速及地面監控站等附加功能再待試飛之後做最後調整。

航太專題與實作

組員：陳宥仁(組長)、張永洪、何齊友、劉伯穎、羅賢達、劉信甫、曾祥欽、王世宇、蕭明宇
指導教授：葉俊良 教授

大綱介紹

UAV(無人飛行載具)為當代許多研究計畫的主題，應用範圍極廣，例如物資投送、軍事及農業上空都能看到無人飛行載具的蹤跡。UAV不但用途廣，而且成本較一般飛行載具低，意外失事的損耗及機會也很低。故此以目前臺灣的經濟與科技來說，UAV實屬一項非常值得投資的項目。配合IEEE及航太系之專題實作，本次專題目的為透過系統工程的觀念來製作一台無人飛行載具並完成為其三個月期的專題實作。而本組的理念為「可操作無人飛行載具」配合遙控控制釋放子彈或水喉等。

整個專題貫穿三大範疇，包含結構、流場及系統組。我們組別結合模擬分析及模型製作軟體ANSYS、SOLIDWORKS及實際作業再大部分完成機身本體，首先再SOLIDWORKS設計機身本體，再利ANSYS-FLUENT來SOLIDWORKS-FLOW SIMULATION軟體進行流場分析，壓力、力矩係數及壓力分佈圖可獲得。在實際飛行之前獲得載具動力特性的估算及結構應力分析結果，大大降低時間及成本的花費。最後運用多種材料製作、組裝完成本次專題。最後將會整合三個月期的設計、分析、文獻探討、載機結構及結果數據。

實踐

專題架構

設計

材料選擇

結構圖

項目	規格
翼展	0.75 m
翼面積	0.602 m ²
翼弦長	0.265 m
翼梢弦長	0.250 m
重量	0.9 kg
展弦比	7.2
翼型	1
翼剖面數	4.713 kg/m ³

項目	規格
總重	0.900-1.000 kg
展弦比	22
最佳巡航速度	7.170 m/s
最大爬升速度	8.424 m/s
飛行時間	8-10 分鐘
動力	150W, 1500RPM
最大馬力	1.5

總結

完整機身

運作

飛行影片

成果

ANSYS 流場分析

應力分析

Fluent 流場分析

結論

這次的UAV專題製作讓整個團隊對於航太製等領域有了更加深入了解，從使用軟體設計到分析都是很好的經驗，也因此對理論與實作有了進一步的驗證。也結合了Freshman Project，讓新生們學習的同時也在堅定自己所學到的知識，最後在師長制度與會繼續幫助同學們完成專題，走向越來越高品質的專題製作。

無人飛機設計專題實作成果簡報/海報展(續)

專題成果發表

第七組
逢甲大學航太與系統工程學系
FCU Aerospace Subject



指導教授：
宋齊有 老師
賴盈誌 老師

The 空中救援無人機 First Rescue

規格參數

最大速度	Max speed	80km/h
巡航速度	Cruising speed	56~64 km/h
最大範圍	Max range	16 km
最大航程	Max distance	32 km
飛行時間	Hanging time	30 mins
空重	weight	1650 g
額外酬載	Extra payload	500 g

產品特色

空中航拍
自動導航
快速組裝
投放莢艙
3D打印



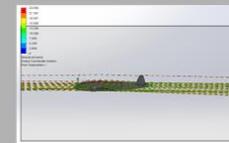
航太專題與實作

設計流程



流場分析

攻角	0 degree	5 degree	10 degree
升力(L)	45.42N	68.83N	112.99N
阻力(D)	6.14N	9.48N	20.45N
L/D	7.40	7.26	5.53



零度攻角流場圖



五度攻角流場圖



十度攻角流場圖

專題組員

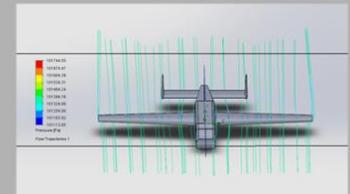
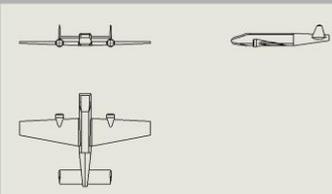
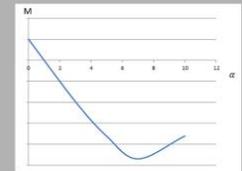
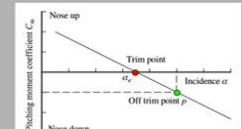
指導教授：方俊 教授

組員：陳宏宗
胡明熙
蕭乃禎
張佐安
張庭璋
王奕翔
吳書印
黃志傑
詹琮琛

飛機規格

翼展	180cm
全長(機身)	135cm
機身高	18cm
上反角	0度
安裝角	3度
主翼翼型	Clark Z
垂尾及水尾翼型	Naca0015
Root Chord	0.4m
Tip Chord	0.2m
翼面積	0.54m ²
後掠角	0度
平均弦長	0.311m
漸縮比	0.5

縱向穩定分析



無人飛機設計專題實作成果簡報/海報展(續)

2017逢甲大學航太系專題實作

指導教授:賴盈誌老師 第12組

學生:趙冠豪、王柏鈞、黃永瑞、陳冠宇、李俊毅、吳敦定、易泳嫻、蔡宗軒、林家安

空汙偵測 無人機

概念設計

- 功能訂定
- 載具外觀

初步設計

- 流場分析
- 結構分析

細部設計

- 元件組成
- 結構優化

動機

高度發展的現今社會帶來許多便利及正面效益卻也造成了大量的汙染及對自然環境的迫害，空氣品質的優劣進而影響生活環境是否安全。因此我們希望設計一個能夠即時檢測空氣品質的無人載具，並且具備自動定位功能再由載具上的鏡頭拍攝回傳影像數據到地面。藉由這次設計讓地區內的人們得知居住品質及瞭解其生活環境是否潛藏著危機，抑或是對人體有哪些危害進而降低傷害。

監測系統

載具任務

1. 解讀當下的pm2.5訊息跟環境影像
2. 可以在特定區域飛行
3. 同時偵測空氣品質
4. 利用鏡頭所拍到的畫面加以分析

未來展望

台灣空氣汙染已影響深厚，希望藉由這次的專題對空氣汙染這方面盡一份心力，藉由空拍機測得的影像和數據，馬上傳至網路，使民眾對於空汙的影響有更進一步的了解，藉此希望工廠改善工作環境因而漸漸改善國內空氣品質。

載具規格參數

全機總寬	182cm	巡航速度	55km/hr
全機總長	140cm	巡航時間	20min
總重	2.6kg	航程	15km
最大起飛重量	3.2kg	巡航高度	60m
展弦比	5.733	推重比	0.8
翼面積	5160cm ²	升阻比	6.5
翼荷載	5.04kg/m ²	動力系統	電動無刷馬達

驚碳號 無人飛行載具

1.簡介:

本學期的專題與實作課程主要分成手做飛機以及飛行操作兩個部分，而手做飛機結合實驗室資源。

2.製作方式:

整架驚碳號大部分結構都是以巴爾沙木構成，部分結構補強則是運用玻璃纖維以及碳纖維包覆。

3.飛機各部位介紹:

圖1. 主翼翼型為NACA6412，翼展1.8m，弦長3m，以巴爾沙木製作，並用碳棒連接肋片，中間連桿長度為0.56m，兩片垂直尾翼翼型為NACA0018，翼展為0.2m，以巴爾沙木製作，使用玻璃纖維補強。

圖2. 水平尾翼翼型為NACA0018，翼展0.5m，弦長0.15m，以巴爾沙木製作，並用碳棒連接肋片。

圖3. 機身長0.45m，寬0.14m，高0.14m，機身使用航空合板製作，側面使用碳纖維補強，機頭使用珍珠板製作。



圖1



圖2



圖3

4.飛機成品:



老師:郭文雄 教授
 組員:戴翊婷 林冠廷 黃鴻鈞 葉書宏 謝文洛
 莫川慶 黃允皓 陳鈺凱 梁文威 陳聯全 王新儒

無人飛機設計專題實作成果簡報/海報展(續)

航太UAV專題期末報告

指導教授：謝宗翰 教授

組員：洪友賢 許立中 許立升 張傳欣 賴彥文 蔡恩維 林柏丞 林儒敬 那凱捷

前言

進入最後一學期的專題，我們開始親手打造我們的夢想飛機，過程中雖然比想像的難，遇到許多實作才會遇到的挫折，但我們仍然依循我們的設計理念，找出問題點，一步一步的，我們的瑪莉蓮雙孿就正式準備起飛。

飛機圖



飛機細部設計



飛機材料經費規劃

品項	單價	數量
馬達、電變 C5045/AV600/80A電調	1100	1
電池 11.1V/2250mAh	580	2
螺絲鑽	160	1
碳纖維	60	4
EPP板	1190	2
起落架	305	2
ABS煉料	1300	1

飛機規格

機身長	44cm
機身高	10 cm
機身寬	10 cm
翼弦長	30 cm
翼展	150cm
機翼面積	4500 cm ²
飛機總重	1.13 kg
負載重量	1.43 kg
馬達最大推力	1.4 kg

飛行驗證計畫

- 第一次飛行：起落架穩定性，內裝性能規格是否符合
- 第二次飛行：飛機穩定性，是否有干擾造成失控
- 第三次飛行：調整發現之問題，做出微調再次試飛
- 第四次飛行：機翼分離效果，測試擋板衝擊狀況
- 第五次飛行：未搭配載重時完整飛行降落
- 第六次飛行：搭配350克載重物的飛行穩定狀況

航太專題與實作

指導老師：黃柏文

組員：林佳敏 劉岱嘉 林承正
李冠緯 呂重睦 張右暉
葉治浩 陳潔榮 傅家濤

前言

設計之概念為水占地球上的面積為三分之二，若將克服困難將此資源作為飛機起降的場地，此領域的發展無量，歷史上曾有水上飛機除了擔負護航、偵查反潛、轟炸與射擊標定之外，也擔任對其他海上目標的魚雷攻擊、空戰等等，啟發了我們做水上浮筒式無人飛機念頭。

飛機規格及細部圖

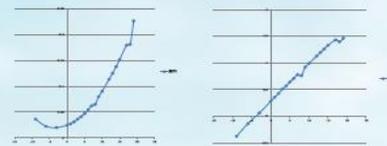
翼型：NACA 4412
翼展：1.8m
翼弦長：0.3m
馬達：500Rpm/v

機身長：1.2m
機身寬：0.15m
全機重：4.3kg



機翼

升阻力與攻角模擬分析圖



阻力與攻角

升力與攻角



機身



馬達座

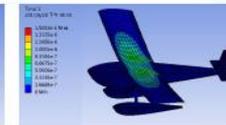
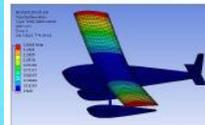
飛機結構圖、靜態分析圖



浮筒



水平尾翼



全機側視圖

無人飛機設計專題實作成果簡報/海報展(續)

航太系畢業專題

無人載具

FINAL ROUND

【About UAV】

隨著科技越來越進步，環保議題逐漸被重視，空氣污染是其中之一。而台中市的空氣品質污染排名全台灣前幾名，根據報導指出，長期持續的污染可能會改變參與進食的人口結構。為此，我們設計出一台具有探測空氣污染的無人載具，能夠探測局部範圍的空氣指數。

2017台灣空污分布 臺灣空污即時地圖系統之部署 台灣十大城市排行

【分析與模擬結果】

升阻比 D-V剖面圖(速度14m/s)

【UAV規格】

翼展: 2.16m
機身長: 1.5m
高: 3.85m
弦長: 0.3m
主翼翼型: NACA 6412
垂尾翼型: NACA 0012
尾桿: 0.7m
翼面積: $0.3 \times 2.16 = 0.648 \text{m}^2$
展弦比: 7.2
上反角: 0度
馬達: N3542 1000KV
主翼twist: 0度
範圍: 升降1、方向舵1、副翼2

組圖

【結構加強及加工說明】

UAV的材料以EPO/EPG為主

機翼-機翼總長度為 216 cm，為可拆式以方便攜帶，並將兩個內外徑可結合的碳棒來做為卡榫使用。

尾桿-我們用碳纖維包成紙捲製作成尾桿，在機身後方挖出一個長方體的孔洞，再利用3D列印做出與孔洞相符的模型，讓碳纖維與機身能密切的結合。

機身尾部-為了加強對機身尾部的材料結構，我們在機身尾部份貼上碳纖維，由於我們的UAV是採用後推式的，而我們的機身是保麗龍材質，所以貼上碳纖維可以降低保麗龍的應力傷害。

尾翼-尾翼在按照原設計將垂直及水平兩翼結合，使用現有材料(如：航空合板、巴爾沙木)加強結合處的支撐及垂直面的強度，並且使用巴爾沙木及L型直角固定鐵片來做加強。

【次系統-空汙感測器】

台中市的空汙問題相當嚴重，所以我們計畫將空汙感測器安裝在我們所設計的無人載具上，藉由巡航的過程中蒐集對流層中的空氣品質狀況。

我們利用Arduino寫出程式做出空汙感測器，並且做出電腦介面讓我們在操作的時候能夠在第一時間得知飛機當時的飛行高度、位置、速度及姿態等以方便飛行。

空汙感測器 人機介面 顯示介面

【成果】

完成品

未來我們希望能結合不同的領域，例如空汙感測器、風扇探測器...等，能為這環境帶來更大的貢獻與幫助。

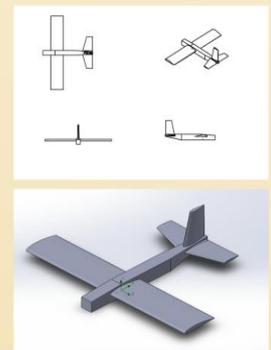
【指導老師】 黃振海教授

【組員】 曾煥海、林子安、翁詩聯、李偉駿、黃祥恩、郭亮辰、莊懷恩、黃政維、歐陽廷

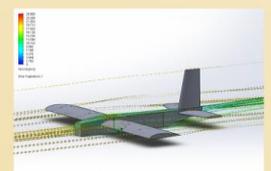
太陽能無人飛行載具 Solar Powered UAV 逢甲大學航太與系統工程學系 第四組

指導教授: 李永明
組員: 戴士強、李奕璋、李俊賢、陳宇廷、陳柏祥、陳昱丞、湯皓軒、趙恆、謝字品

需求確認	翼展	152cm
↓	機身長	120cm
概念設計	上反角	0°
↓	主翼翼型	NACA 4412
初步設計	水平尾翼型	NACA 0012
↓	翼面積	4118cm ²
細部設計	展弦比	5.6
↓	機翼負載	4.44kg/m ²
載具製作	漸縮比	1



模型建立(SolidWorks)



模擬流場分析(SolidWorks)



機體製作

太陽能板規格



功率	長x寬	重量	厚度
1.45w	26x15cm ²	26g	0.61mm

於台中「亞拓飛行場」進行期末UAV試飛



於台中「亞拓飛行場」進行期末UAV試飛(續)



跨學期畢業專題(影片)



UAV Design Teams(影片)



航太與系統工程學系網頁

航太系學習發展

航太系系友會籌備會徵求會員入會公告

更多內容

航太系系友會

系所亮點

航太系整合電腦輔助工程軟體之教學創新

ANSYS 教學範例

CATIA 教學範例

Simscape 教學範例

MATLAB for Arduino 教學範例

Simulink 教學範例



「2017全國儲能應用專題創意競賽」本系師生榮獲銀牌獎

2017全國儲能應用專題創意競賽榮獲佳績



「2017台灣無人飛機創意設計競賽」本系師生榮獲佳績

2017無人飛機創意設計競賽榮獲佳績



「107全國大專院校智動化設備創作獎」本系師生榮獲第2名

2018全國大專院校智動化設備創作獎榮獲佳績



「2018臺灣無人飛機創意設計競賽」本系師生榮獲佳績

2018臺灣無人飛機創意設計競賽榮獲佳績



劉彥君同學榮獲「鴻海科技傑出研究獎」

劉彥君同學榮獲「鴻海科技傑出研究獎」



「2019年第二屆全國電動車創新設計與實作競賽」本系師生榮獲佳績

2019年第二屆全國電動車創新設計與實作競賽榮獲佳績



逢甲大學新生專區

校內常用連結

與你息息相關的行政單位

校內學生組織/社團

逢甲行事曆

畢業生注意事項

校友服務



後記

- 學校提供實作經費、場地...等資源。
- 協助之學生TA可記功或折抵服務學習時數。
- 提升參與專題實作學生之學習意願。
- 高低年級學生之師徒制傳承確實可分擔教師之負荷。
- 挑選並鎖定年度學生可參與之校內外競賽或活動。此外，其內涵是否可以微調並適用於高中生營隊或中小學生之「特色活動/課程」，以達向下紮根之效。
- 教師參與帶領專題或其他提升「教與學」之活動(如：成長社群、服務學習...等)的附加價值?
→ 與您相關之「關鍵字」搜尋...會看到甚麼?

招生專業化個人申請

評量尺規說明建議(3/4)

逢甲大學招生事務處
Office of Student Recruitment and Admission, Feng Chia University

- ◆依教育部新近「大學十八學群選才需求調查報告」顯示，大學端最重視的評量面向為：
 - 「英文」、「國文」分佔第一、二名
 - 「綜合活動跨科課程」、「進階程式設計」、「工程設計專題製作」、「科技跨科專題」、「跨領域傾向」、「專題實作」、「問題解決」等也有一定程度的認同。

