

Capstone課程設計－從開放式 創意機械工程設計到畢業專題

2013/12/27

報告者：蕭述三
國立中央大學機械工程學系



Capstone 課程

- 學生整合大學四年所學的頂點課程
- 課程目的為提供學生一個應用所學核心能力於解決實際、複雜問題的機會

Complex Problem 符合要件

- 需應用工程知識與技能才能解決的實際問題
- 涉及廣泛或相互牴觸的技術、工程及其他議題
- 無顯而易見的解決方法，需透過抽象思考、獨創分析以推斷合宜的解決模式
- 非一般性、非常見的問題
- 將在多方面造成顯著影響及後果



先談..

中大機械 15年前的經驗

20年前中大機械系工程教育改革

第一期 (83-86)

- 基礎工程實驗課程之創新

第二期 (86-89)

- 開放式創意機械工程設計課程

第三期 (89-93)

- 技術創造力課程開發，光機電設計工程師養成教育

第一期 (83-86)

• 基礎工程實驗課程之創新

- 計算機軟體工具在工程科學上之應用
 - 吳俊謀、鄔蜀威
- 計算機輔助之實驗方法及儀器技術
 - 葉則亮、江士標
- **Capstone Design 高等設計**
 - 鄔福康、蕭述三
 - 美國行之有年
 - 第二期計畫前身



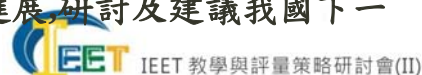
中大工程教育推手

鄔福康教授

榮獲

國際工程教育(ICEE)國際合作
傑出成就獎

- 中央大學機械系擔任客座教授, 82, 1.
- 中國機械工程師學會-學術委員會："全國大學機械工程教育訓練課程改進研討會", 82, 3.
- 李偉安 Win Aung、S. Carmi、王壽鐸 Albert S. D. Wang: [美國工程教育改革研討會], 鄔福康主辦, 82, 12.
- 科教處：實驗工程教育的改革計畫, 83, 2.
- 83,5, "第一屆國際工程教育研討會-邁向二十一世紀的工程教育"
- 84,5, "第二屆國際工程教育研討會-新科技進展對工程教育的影響"
- 84,10, 李偉安博士再訪, 美國的工程教育的進展, 研討及建議我國下一步工程教育改革的政策及重點.



第二期 (86-89)

• 開放式創意機械工程設計課程

- 開放式創意機械工程設計課程
 - 規劃與實證
 - 成效評估與課程改善
 - 與彰化師大陳偉民校長、蕭錫錡主任、趙志陽教授及成大顏鴻森教授合作
- 創意工程設計實作整合教材開發

第二期 (86-89) 開放式創意機械工程設計課程

課程合作

- **中大自由選題**，彰師大工業界題目，成大老師指定題目。
- 整體計畫三校請吳靜吉博士做創意評量：前測後測結果顯示，經過課程訓練，創意能力有所精進。
- 與本校資管系宋鎧教授課程「創意管理」合作，兩班同學共同專題創作。

第二期 (86-89) 開放式創意機械工程設計課程

創意工程設計實作整合教材 <http://cedesign.me.ncu.edu.tw/>



指導老師：蕭述三 吳俊謀 葉則亮 蔡錫錚

略研討會(II)

第三期 (89-93)

- 技術創造力課程開發，光機電設計工程師養成教育

- 技術創造力課程學習模組之發展、實證與評量-**工程、教育、資教的合作計畫**
- 光機電設計工程師養成教育

創意教材教學模組 (I)

■課程目標

- 模擬社會的團隊工作環境。
- 整合學生所學，活用於實際開放式問題。
- 培養獨立與創意性的工作精神、態度與方法。
- **了解創意思考過程。不但能做出成品，而且知道自己如何完成成品。**

創意教材教學模組 (II)

■課程主軸（上學期）

◆ 課程單元

- * 創思認知與解題
- * 創意歷程實例
- * 創意圖像與思考
- * 工程設計程序
- * 4Q與障礙點
- * 創造與發明、專利搜尋
- * 心智藍圖
- * 團隊合作學習

◆ 專家演講

- ◆ 創意競賽活動
- ◆ 專題實作

課程大綱（上學期）

週次	日期	課程內容			創意競賽 檢驗點	專題實作
		內容	教師	作業		進度
一	9.10	上課日期				
二	9.17	技術創造力培養與專題實作	蕭述三	關於專題作品的三個問題與課程期望	徵求比賽題目	
三	9.24	創造力與問題解決	吳俊謀	創意啟思練習		
四	10.01	創意困難與4Q分組	蕭術三			小組成立、繳交名單
五	10.08	V圖使用說明及實例	陳斐卿 莊承哲			
六	10.15	腦力激盪術	蕭述三	成品激盪過程報告	決定題目規則	
七	10.22	網路合作學習	陳斐卿			3至5個可能製作方向
八	10.29	可能製作方向報告	蕭述三			縮小範圍、加強思考深度
九	11.05	突破發明的門檻I	蕭述三	發明技巧應用	設計報告	初步市場評估

課程大綱（上學期-續）

十	11.12	突破發明的門檻II	蕭述三	發明技巧應用		加強思考深度、資料蒐集
十一	11.19	水平思考與心智藍圖	張佩芬	成品心智藍圖		題目決選
十二	11.26	專題題目決選	蕭述三		測試報告	針對成品專利搜尋
十三	12.03	發明與專利	蕭述三	專利搜尋報告		分工規劃 市場調查 專利搜尋 產品拆解 資料蒐集
十四	12.10	創意活動競賽	蕭述三		正式比賽	
十五	12.17	圖像表達與思考：抽象與具象	蔡錫錚	畫廊展示法練習		
十六	12.24	設計原理解決方法	蔡錫錚	物理效應求解練習	繳交創意活動總報告	
十七	12.31	專題正式提案：口頭報告	蕭述三			
十八	01.07	期末報告繳交	蕭述三			

創意遊戲

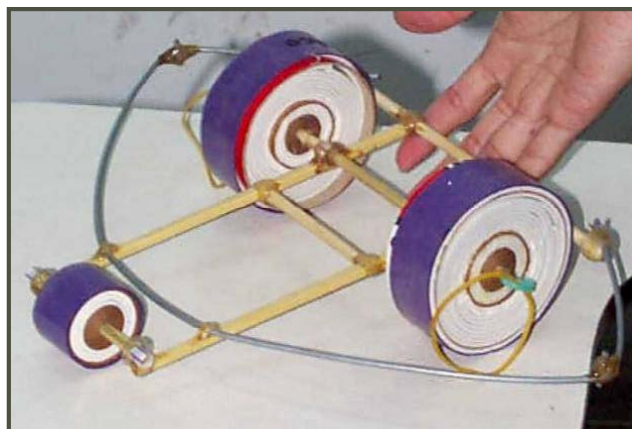
- 腦力激盪選擇題目
- 共同討論遊戲規則
- 自行發揮創意製作器具
- 比賽

創意競賽活動展示

- 歷年競賽題目
 - 筋輪之舉
 - 水火箭
 - 降落傘
 - 紙飛機
 - 投石車
 - 對戰迫擊砲

88學年度：筋輪之舉

以兩條橡皮筋維動力，
比直線距離、作品創意
(造型、機構設計)



創意競賽活動展示



創意教材教學模組 (III)

課程主軸（下學期）

✦ 專題實作

- 責任組、觀察組制度
- 互評機制
- 座談討論
- 展示

✦ 專家演講

✦ 學長經驗傳承



專題實作展示

配合當年「全國大專校院學生創意實作競賽」
主題為製作專題題目



太陽能通風背包



行李箱上樓梯

IEET 教學與評量策略研討會(II)

網路學習環境之建立：學習鷹架V-dot 圖



網路學習環境之建立

創意活動看版

創意競賽活動
困難搶鮮版
點子異動版

八十九學年度專題計畫

News	等級	版主	投票	最新張貼日期
1 公佈欄	50	teacher		2001-09-13 08:13:30
2 創意競賽活動	0	teacher		2004-01-15 17:02:44
3 困難搶鮮版	0	sysop		2004-01-03 15:31:51
4 點子異動版	0	sysop		2004-01-15 17:17:58
5 創意點子搶鮮版	0	sysop		2004-01-06 02:09:45
6 電路電子學與實驗評	0	teacher		2003-12-29 17:54:23
7 V圖發洩區	0	tlyeh		2002-05-18 22:49:37
	0	sysop		2004-01-05 00:21:46

技術創造力學習之成效分析 (I)

課程之獲益方面

1. 創意思考訓練**激發學生創造力並創造作品**。
2. 課程模組中注入**多元思考的理論與實務**。
3. 學生具有發展較多**替代解決策略**之能力。
4. 學生展現較有效率的**運用團隊工作技巧**。
5. 學生**自我投入**的意願增加。

技術創造力學習之成效分析 (II)

- 課程之缺失

1. 創意展現因學生實作過程中整合能力與解決問題能力不足而受限。
2. 學生未感受網路互動方式對實作的重要性。
3. 學生遭遇的學習困難。
4. 工科學生對團隊合作方式的陌生感。

成果評量-期末成果發表會

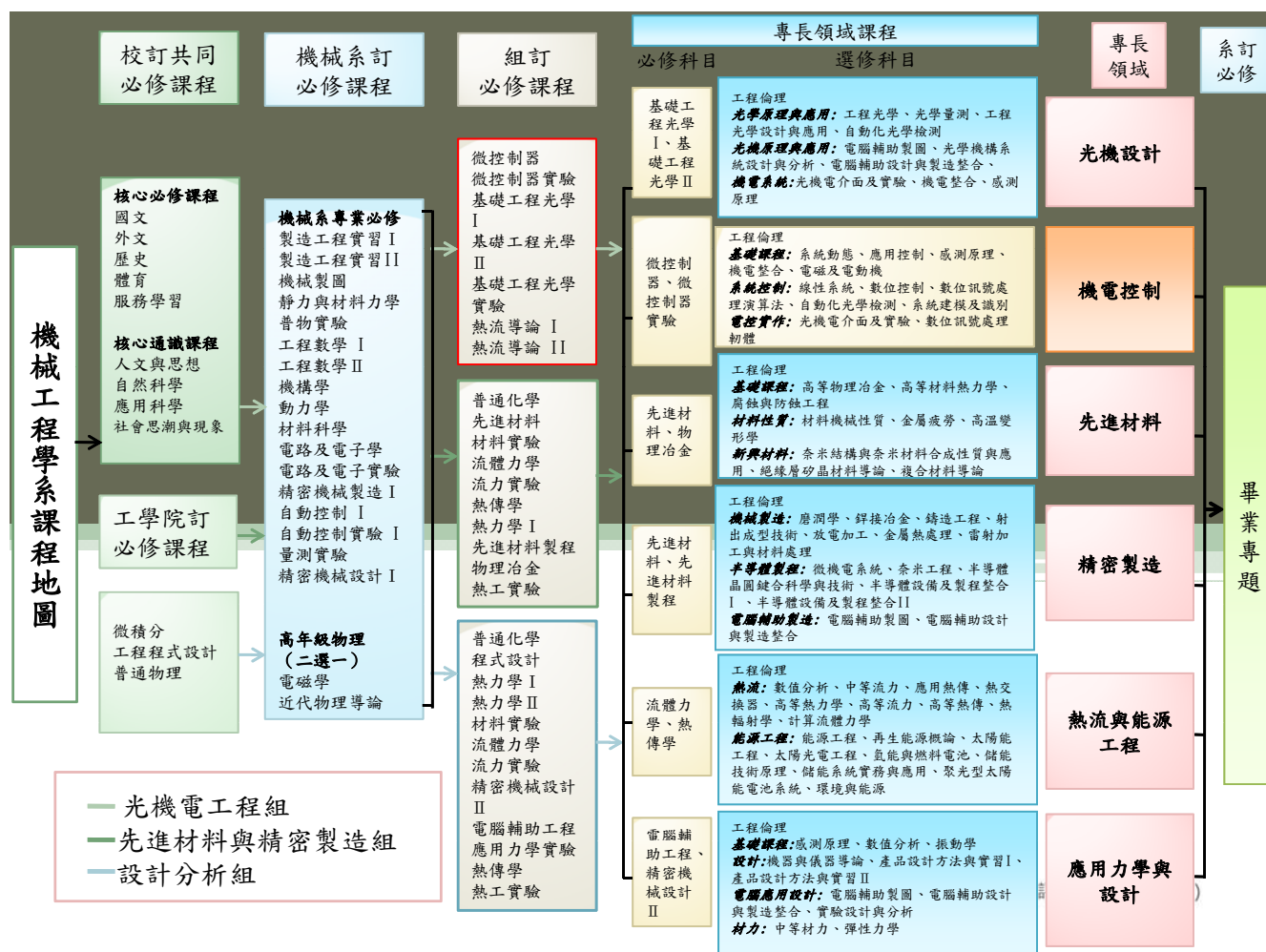
- 邀請老師共同評量
- 修課學生評量
- 小組互評
- 創作歷程檔案-V-dot圖鷹架

課程轉型

- 縮短為一學期之課程
 - 通識課程
 - 核心通識課程
 - 機械系碩士在職專班課程
 - 大學部課程：創意性工程設計

再談..

中大機械
因應必修課之想法與做法



Capstone課程推動

- 如何推動成為必修課？
- 課程訓練應該涵蓋所有或多重核心能力。
- **不是**專題研究。
- 必修課怎麼run？（中大機械系一屆150人）
 - 授課老師
 - 學生心態
 - 經費來源
 - 制度建立之重要性

課程型式

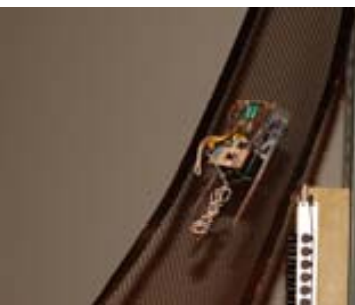
- 開放式專題製作
 - 老師指定題目
 - 學生選題（也許在某一主題下選題）
 - 產學合作題目
- 競賽型題目
- 學生組隊參加校外競賽
- ...

Caltech ME 72 Engineering Design Laboratory

- A project-based course in which **teams** of students design, **fabricate**, **analyze**, **test**, and **operate** an electromechanical device to compete against devices designed by other student teams.
- The class lectures and the projects stress the **integration of mechanical design, sensing, engineering analysis, and computation** to solve problems in engineering system design.



Scorable Steppes



Chain Hoist



 Team Foosketball
IEET 教學與評量策略研討會(II)

Syllabus for Capstone Project

畢業專題 課程規定

國立中央大學機械工程學系
教學與課程委員會
蔡錫錚



✦ 課程目標

1. 大學課程中**最後一哩**的教育。
2. 透過本課程之**實作專案**(Hands-on Project)，統整與深化大學所學之知識、技能。
3. 須以實作方式完成專案之指定項目，並展現出自己能夠具備本系要求之五項核心能力。



✦ 系核心能力對應之解決工程問題之能力

發掘、分析工程問題，並且運用數學、科學、工程知識以及應用現代化工具、方法加以解決。	ANALYSIS & PROBLEM-SOLVING
規劃、設計與執行實驗，並且可以分析實驗結果與解釋數據所代表意義。	TEST
工程系統、元件或製程之設計、規劃與整合能力。	PLANNING & DESIGN
計畫管理、表達溝通能力以及團隊合作精神。	TEAMWORK
關注當前與機械工程相關之技術發展、時事議題，並瞭解對環境、社會及全球的影響，從而體認專業倫理、社會責任，以及持續學習的重要。	TECHNOLOGY & ETHICS

✦ 課程進行方式

- 以主題式競賽做為本課程之主軸。
- 課程參與同學必須自組團隊，以完成競賽題目之要求裝置，於期末參與競賽。
- 在學期中設置多個查核點，需依規定完成進度並向課程負責教師與全體修課同學提報。
- 競賽之主題皆設計為以必修課程為基礎即能完成基本要求，因此本課程並無另外提供相關授課講演內容。
- 本課程不設指導教授，任何進行中所需問題請直接向相關課程之任課教師或實驗室尋求諮詢與協助。

★課程重要時程

週次	日期	課程內容	備註
3	3/4	設計概念提報	口頭＋書面報告
8~9	4/8 or 4/15	分析與設計結果審查	口頭＋書面報告
14~15	5/20 or 5/27	測試結果審查	口頭＋書面報告
17	6/10	成果展示（競賽）	競賽＋海報展示
19	6/27	完整書面資料與報告	書面報告＋影片

★階段進度報告進行方式

- 採取小組口頭報告進行，每組口頭報告15分，問題回覆5分鐘。
- 報告完畢後要繳交
 - 完整簡報檔。
 - 精簡書面報告。

◆階段一：設計概念提報（第2~3週）

- 必須說明根據題目之要求所產生設計概念，包括
 - 釐清要解決的問題、
 - 解決問題策略、
 - 採取解決方法與
 - 對應設計。
- 設計概念提報具有公開發表性質，日後他組若變更原始構想，改引用相同或相近方法，在評分上會有所調整。

◆階段二：分析與設計結果審查

- 約在第8~9週進行。
- 本階段必須提出分析模擬結果以及初步設計圖面。
- 分析模擬結果必須說明如何根據設計概念進行分析模擬：
 - 內容應包括採取之分析模擬方法與分析結果。
 - 分析模擬方法可以是模型模擬測試、元件效能測試、或是現有軟體或自建軟體分析模擬。
- 設計結果必須提出可供製作成品必須之設計圖面。

◆階段三：測試結果審查

- 約在第14~15週進行。
- 本階段必須提出製作成果以及測試報告。
- 製作成果需包括：
 - 成品展示，
 - 製作方法與重點。
- 測試報告需包括：
 - 測試方法之規劃與使用儀器、器材，
 - 測試數據與結果分析，
 - 測試後之改進內容。

◆階段四：成果展示

- 原則在第17週進行。
- 成果展示包括海報與競賽。
- 海報展示併同一般研究型專題之海報展示，公開陳列與評分。張貼時程要求亦同，請見系辦公室公告（原則將在當週公開展示五天）。
- 競賽展示，將在競賽進行驗收測試。
 - 最終場地將在第14~15週製作完成公開。
 - 視組數多寡，依競賽主題分別同時或依序進行。
 - 競賽規則則另見各競賽主題之要求。
 - 當天進行流程與地點將另行公佈。

✦ 期末文件繳交(1/2)

- 於學期結束後繳交，燒錄光碟中。
- 光碟內容包括
 - 期中進度書面報告與口頭簡報檔
 - 海報
 - 紀錄影片（另繳簽名之紙本授權書）
 - 書面總結報告。
- 紀錄影片：
 - 約10分鐘之影片，紀錄小組設計與製作之歷程，包括說明此裝置設計之概念，開發、製作與測試過程，競賽表現。
 - 此影片將在網路公開（另填授權書）



IEET 教學與評量策略研討會(II)

✦ 期末文件繳交(2/2)

- 書面總結報告以PDF檔繳交，內容區分兩部份應包括：
 - 完整之製作記錄報告，包括
 - 基本設計構想
 - 設計版本演變（包括分析模擬方法與結果）、最終版本說明
 - 測試方法與結果
 - 設計結果評鑑
 - 相關數據記錄：包括分析結果、設計圖面、實驗結果記錄、重要零件規格表。



IEET 教學與評量策略研討會(II)

課程活動	評量方式		比重
進度報告	報告表現（教師評分，3次）	40%	30%
	報告表現（同儕評分，3次）	40%	
	進度書面報告（教師評分，3次）	20%	
成果展示	海報展示成績	25%	50%
	競賽成績	75%	
期末書面報告	期末書面報告（教師評分）	60%	20%
	總結影片（教師評分）	20%	
合計			100%

★評量方式(1/2)

- 採教師評分與同儕評分兩種。
- 各進度口頭報告由教師與組外同儕使用評分表評量。
- 各進度書面報告與總結書面報告（含影片）由教師使用評分表評量。
- 評分表(Rubrics)
 - 採四級分達成指標(0~3)。
 - 達成指標事先公佈。
 - 只要依階段要求完成指定內容，皆可得到基本分數（80分）。
 - 各項指標權重不同。

✦ 評量方式(2/2)

- 海報併同一般研究型專題由全系教師共同評分。
- 各組個人最終成績採組成績與貢獻度合併相乘計算。
 - 貢獻度採組內同儕互評方式決定。

Capstone課程的理念需要老師們的認同
Capstone課程的經營需要老師們的投入
Capstone課程的推動需要老師們的合作

期望大家的努力，能夠讓學生感受到收穫

Thanks for Your Attention