

【附件三】成果報告

封面 Cover Page

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：PEE1110305

學門專案分類/Division：工程

計畫年度：111年度一年期 110年度多年期

執行期間/Funding Period：2022. 08. 01 - 2023. 07. 31

(以 FreeCAD 來進行「3D 建模及快速成型實務」課程之進階應用/
Advanced application in "3D modeling and fast prototype" course using FreeCAD)
(3D建模及快速成型實務 /3D model construction and fast prototype realization)

計畫主持人(Principal Investigator)：李博明

協同主持人(Co-Principal Investigator)：

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：(南臺科技大學／電子工程系)

成果報告公開日期：立即公開 延後公開 (統一於2025年7月31日公開)

繳交報告日期(Report Submission Date)：2023年7月20日

本文與附件 Content & Appendix

(以 FreeCAD 來進行「3D 建模及快速成型實務」課程之進階應用/

Advanced application in "3D modeling and fast prototype" course using FreeCAD)

1. 本文 Content

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

3D 列印是近幾年非常熱門的一個領域，不管是作產品設計又或者是動畫公仔人物等應用都有很多作品出來。而對於電子/電機/資工相關領域的學生而言，3D 列印可以解決許多專題設計上面的問題，特別是機器人、自走車或者是飛行載具等題目，在在需要應用到 3D 列印這項新工具。有鑑於此，計畫申請人於 104 學年開始進行「3D 建模及快速成型實務」課程的開授，藉此課程教授學生如何進行專題所需要的機械結構設計，並使用 3D 列印機將實作成果列印出來。

針對 3D 列印這個需求，最重要的並不是 3D 列印機，而是 3D 建模軟體!!，很多人看到這句話都會覺得不可思議，因為大部份的人都以為要進行 3D 列印的話首先得要先擁有一台很棒的 3D 列印機才行。在此我以列印一份報告為例來說明為什麼要印一份很棒的報告，重點並不是那台雷射印表機，而是我們所使用的排版軟體。

假設我們要印一份報告，但是沒有印表機怎麼辦？很簡單，我們可以拿這個報告的電子檔去影印店或是便利商店就可以印出來了。重點並不是那台印表機，而是我們手上是否有一個製作精美的報告電子檔？因此文件排版軟體就非常的重要，有一個很棒的文件排版軟體(以本計畫來說是 \LaTeX)來編排出報告電子檔之後，輸出絕對不會是問題，跟家裡有沒有雷射印表機無關，因為到處都可以找得到代印文件的商家。同樣的，要列印 3D 模型，重點在於**3D 建模軟體**，如果能找到一個功能強大的**3D 建模軟體**，可以完成我們想作的模型的話，那輸出 3D 模型絕對不是問題。

現在最主要的問題是：**3D 建模軟體**的取得及操作性。市面上有許多商用與自由軟體，商用 3D 建模軟體往往非常昂貴，對於學校師生而且都是很大的負擔，而自由軟體的功能沒有經過驗證，在使用上往往會有所疑慮。在這種情況下，要使用哪一個才符合我們的需求，除了在學校進行教學之外，是否也能推廣至業界進行使用就是另一個非常重要的課題。在 2020 年時有間公司因為使用盜版 SolidWorks 被告 [1] 從這個新聞可以看到業界對於 3D CAD 建模軟體其實有很高的需求，但是如果沒有注意到版權的使用合法性往往會很容易陷入法網。如果我們除了在學校教學之外也可以提供業界一個自由軟體的解決方案，那麼對於學校乃至於業界使用都可以獲得雙贏的效果。

2. 研究問題 Research Question

雖然 3D 列印是一門非常受到重視的技術，但是一般學校要跨入 3D 列印的領域首先會遇上硬體及軟體的問題，硬體的問題好解決，買一台 3D 列印機就有硬體可以使用，要不然

現在也有許多代印服務可以協助列印 3D 模型。軟體的部份相對比較麻煩，傳統機械製圖軟體例如 AutoCAD 或是 SolidWorks 之類的專業軟體要價不菲，不是一般個人甚至是學校買得起的。而受限版權的因素，教師亦不可能在學校使用盜版軟體，在這種情況下要跨入 3D 列印第一個門檻就是如何取得可用並且功能足以使用的軟體。學生及老師可以在沒有額外負擔的情況下使用這些軟體，並可以順利完成相關專題的製作。本次所提出之教學計畫所使用的軟體全部為自由軟體，不需要向任何公司付軟體購買或授權的費用，可以提供學校師生完整的使用權限。當然**免費**不是使用這些軟體來進行 3D 列印教學的唯一因素，另一個非常重要因素是**可用性**，如果一套軟體不用錢但是可用性不高的話，那麼使用這套軟體對學生也不會有太大的幫助。

有鑑於此，申請人在開始進行教學前作了很多功課，從商用軟體一直到自由軟體均進行初步的功能調查，最終選擇了 FreeCAD [2] 這套開源的 3D CAD 建模軟體。經過這幾年的實務教學與推動學生進行專題製作，加上對外參賽的經驗，讓我們對於 FreeCAD 的可用性獲得非常大的信心，認為本軟體不但適用於校內教學，更有非常高的機會可以推廣至業界使用。因此申請本年度之教學實踐研究計畫

3. 文獻探討 Literature Review

3D 列印是什麼東西？

很多人對於 3D 列印有不切實際的幻想，覺得 3D 列印很厲害，什麼都可以作。又有人覺得 3D 列印即將取代傳統工業生產模式。其實 3D 列印是個很好用的工具，但是我們不必對其功能太過神話，底下用比較簡單的方式來介紹一下 3D 列印這項技術。

- 📎 3D 列印的學名稱為積層製造，這並不是一項新技術，相反的 3D 列印的技術在 30 年前就已經存在，一直到前幾年專利過期，相關產品才如雨後春筍般一一出現在市場上。
- 📎 3D 列印目前總共有七大成型技術，分別是 FDM（熔融沉積成型）、LOM（層狀物體製造）、DLP（數位光處理）、SLA（立體平板印刷）、3DP（3D 列印）、SLS（選擇性雷射燒結）以及 SLM（選擇性雷射熔化）等七種 [3]，一般我們最常見到的 3D 列印技術是使用 FDM 技術來進行 3D 列印。
- 📎 最常見的 3D 列印機使用的材質是 PLA 線材，隨著技術的演進，現在也有 3D 列印機可以使用樹脂、金屬粉末，甚至是水泥等材質來列印出各式各樣的物體。
- 📎 在 3D 列印流程中，最重要的部份並不是在於 3D 列印機，而是 3D 建模流程，想像一下如果各位有一台印表機，要印出漂亮的文件的話，花最多時間的地方是在列印文件還是以文書編輯軟體編寫文件，相信答案是文書編輯軟體這邊。因此要列印一個漂亮的 3D 模型，最重要的部份是在 3D 建模。只要模型建立的好，要列印出漂亮的 3D 模型就沒有什麼問題了。

3D 列印的重要性

3D 列印是一項非常受到重視的技術，甚至被稱之為第三次工業革命 [4]，當然隨著時間的流逝，當初的說法也受到質疑 [5]，不管 3D 列印會不會成為第三次工業革命，有一點可以確認的是 3D 列印這項技術正在改變我們的生活，美國太空總署 NASA 打算使用 3D 列印在火星列印房子以供人類居住 [6]、醫生打算使用 3D 列印技術來列印人體器官以供移植 [7]、有人使用 3D 列印這項技術來列印食物 [8]。還有其他各式各樣奇奇怪怪想得到想不到的應用，都有人嘗試用 3D 列印這項技術來解決，由此各見 3D 列印這項技術已經廣泛的應用在各個場域，假以時日等相關的技術更加成熟，也許會真的變成第三次工業革命也未可知。

有關 3D 列印教學

由於 3D 列印是跨越電子、機械兩個領域的實作課程，因此對於 3D 列印的教學可以分為 3D 建模及 3D 列印兩個層次，就 3D 建模方面我們主要採用 FreeCAD 這套自由軟體來進行教學。Free CAD 非常適用於學校單位、創客甚至是一般的小型企業來建模使用。而 3D 列印方面則採用了一般常見的 3D 列印機，並使用 Cura 這套自由軟體來進行轉檔以提供列印。我們將在底下研究方法中說明相關的教學流程，以及如何執行。

4. 教學設計與規劃 Teaching Planning

本課程的規劃學習流程如圖 1 所示。我們對於課程的規劃希望是由什麼機械製圖經驗都沒有的電子/電機/資訊相關科系學生，一步步的訓練到具有看圖以及建模的能力，進而到能夠操作 3D 列印機來列印模型，以提升學生實作及就業能力。為了研究學生在這門課程所獲得的知識為何，我們會在期初發放調查問卷，了解學生的學習動機、對此科目的認識、對 3D 製圖的基本能力 .. 等，先進行一個初步的調查。同樣的問卷調查會在學期末再作一次，藉此交叉比對以了解學生在學期初、學期末的成長。



圖 1: 3D 列印流程

5. 研究設計與執行方法 Research Methodology

A. 研究假設

本系列課程基於一個假設：學生沒有製圖基礎，因此無法自行建立專題所需之模型，事實上這個假設也是非常符合現況的。有鑑於電子/電機/資訊相關科系的學生完全沒有學過機械製圖，因此相關軟體的操作及 3D 列印機的使用對這些學生而言是全然陌生的領域。基於這個假設，我們規畫了此課程，由淺至深，提供學生學習電腦製圖的管道，以取得實作的能力。由於同學沒有機械製圖經驗，因此教授製圖的方式會與正規機械系學生的教學方式比較不同，舉例來說第一個例子會是桌子，如圖 2 所示。我們可以從圖 2 發現這個例子非常簡單，即使是一個從來沒有學過機械製圖的學生亦可以輕易看懂這張桌子的長、寬、高 .. 等參數。而看懂一張設計圖正是 3D 建模的基礎，如果一個學生可以看懂一張機械的設計圖，那麼要畫出來就沒那麼困難了。

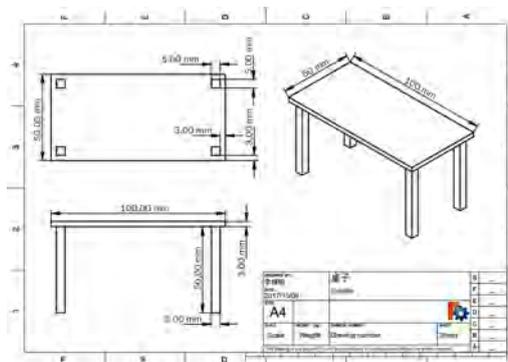


圖 2: 初學者的第一個練習：桌子

B. 研究範圍

本系列所使用的教學資源比較單純，主要為 Linux PC 伺服器，位於本系 P503 實驗室，這是系上自有專業電腦教室，以 Linux 相關教學為主，可容納最高 60 位同學同時修課。為了配合本課程的施行，每台電腦都另外加裝 3D 繪圖卡以便學生進行 3D 建模使用。本課程的規劃為單一性課程，學生僅需修習本課程即可將相關知識應用在專題實作方面。在進行課程規劃主要是先從簡單的設計圖開始訓練學生看圖的能力，接著一步步帶學生作更複雜的造型，一直到後來學生有能力自行設計自己所要畫的模型，如此一來才能變成一個真正的創客，利用 3D 列印機來列印專題所需要的造型。基本上本課程的授課順序如圖 3 所示。

由圖 3 中可以看到在繪製一個 3D 模型前必須先了解各圖面的參數意義，這也是初學 3D 製圖的人最常搞混的一點。舉例來說，圖 2 的桌子主要分為兩個部份，分別是桌面及桌腳，學生必須看懂桌面及桌腳的定義才能作圖。因此每次上課時，我們都一一針對現在要作畫的圖面進行講解，之後再切換至 FreeCAD 中進行教授，並以循序漸進的方式一一介紹各個工具的使用，務求學生能融會貫通，最後了解如何使用 FreeCAD 這個工具來建立 3D 模型。

有關係列課程的評量方式分為兩種：一是作業，以訓練學生每週回家練習，另一種則是上機實際操作，如此一來才能了解學生是不是只會紙上談兵。

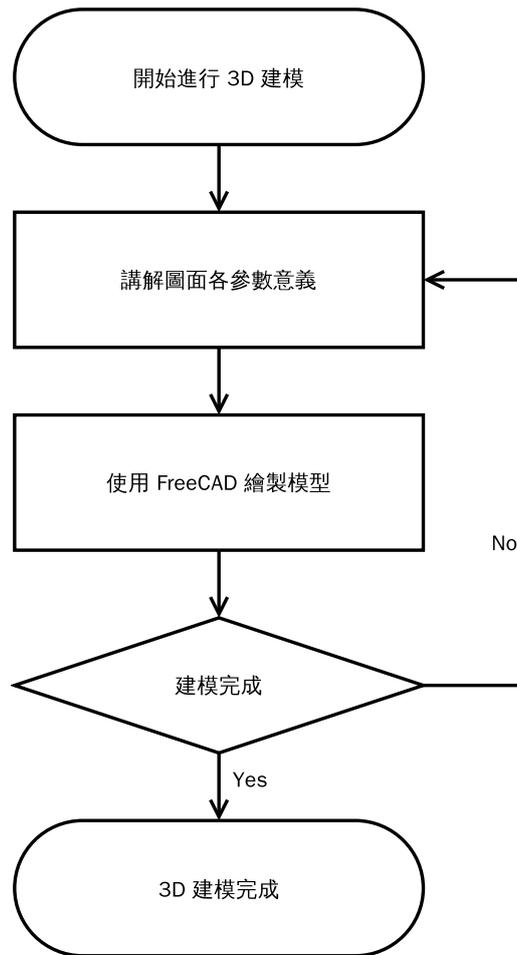


圖 3: 3D 建模授課順序

C. 研究對象

本研究的對象是南臺科技大學電子系的學生，由於本校是科技大學，因此學生的來源以高工、高職等學校為主，在就讀大學前已經受過三年的職業教育訓練。學生的優點在專業科目例如電子、電路學之類的知識較一般高生畢業生來得要豐富，但是缺點就是一些理論、語文方面的課程例如數學、英文方面的基礎會比較薄弱一點。由於學生的來源不一，品質也不一致，所謂英雄好漢來自四面八方，因此在課程規劃上面第一堂課「Unix/Linux 作業系統實務」是以從頭教授的方式來帶領學生，以解決學生程度不一的問題。至於本次申請課程「3D 建模及快速成型實務」則是配合學生專題實作需求，訓練學生進行實作。

D. 研究方法及工具

本研究的資料蒐集包括隨堂實作及一個學期兩次的課程問卷調查，底下說明：

隨堂實作

「3D 建模及快速成型實務」課程是個講究上機實作的課程，因此在上機時我們會分階段來進行隨堂實作，以了解同學學習狀況，進而評估後續課程實施進度。這種作法有一個好處就是可以在上課時針對同學進度作滾動式調整，以符合學生上課進度。這門課的另一個特色是學生的分數完全是以實作的方式來評定，在一個學期中我們安排了 10 次的作業，一次期中上機考以及一次期末上機考。這樣的評分方式可以確保學生對於實作方面的了解，也可以避免採用筆試學生只會填考卷，不懂實作的情況發生。

課程問卷調查

除了在各堂課進行隨堂實作以了解學生進度外，本課程在學期階段還固定安排兩次的線上教學問卷調查，讓學生可以在「匿名」的情況下發表他們對於教學的看法。調查結果會通知授課老師觀看，以進行即時修正，期初、期末問卷之內容請參考附件。

6. 教學暨研究成果 Teaching and Research Outcomes

(1) 教學過程與成果

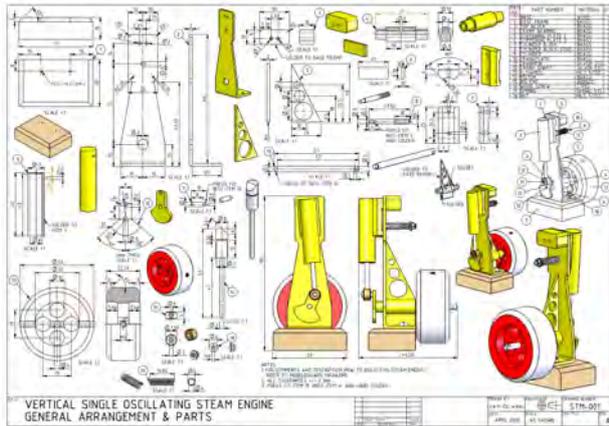
教學過程 本學期的教學過程依原訂規劃，採實務操作來進行，由於本學期有兩班同學上這門課，因此可以採用計畫組(採用新版教材)與對照組(採用傳統教材)來進行教學，以比較學生學習品質與教學意見。兩班的教材規劃如下：

- 📁 計畫組 - 採用全新教材，以兩個引擎為目的來進行教學，（從期初就開始作專題），其課程規劃如圖 4 所示。
- 📁 對照組 - 採用傳統教材，以主持人之前準備好的教學內容來進行教學，（以較小的模型來進行教學），其課程規劃如圖 5 ~ 7 所示。

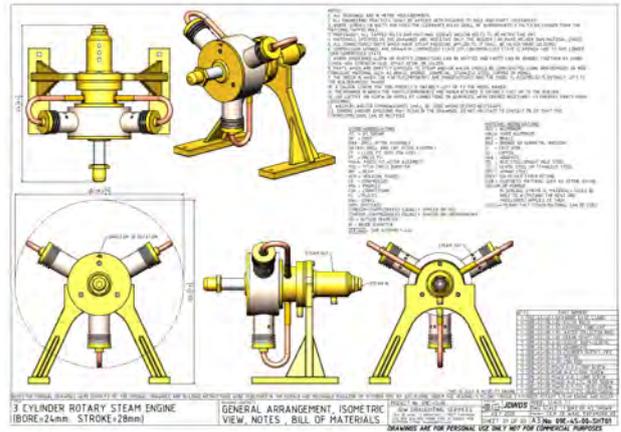
除了這兩班分別採用不同的教材外，本次計畫執行以實作為主，包括期中、期末考試都是以上機考試，因此學生無需進行筆試，只需熟悉本學期上課所教授之實作內容即可。

教學成果 - 教學影片上傳

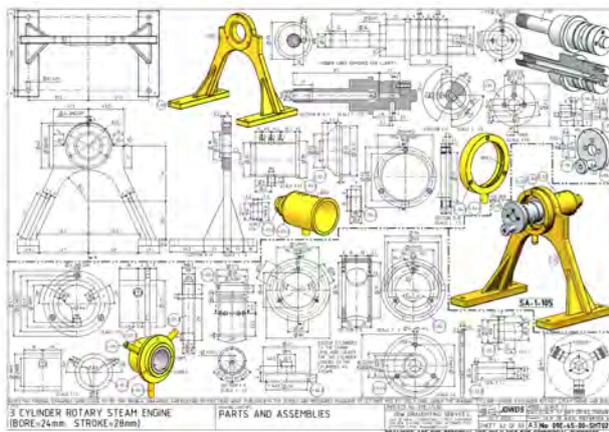
本次計畫所產生之最主要教學成果為課程之教學影片，由於 3D 建模牽涉相當多的操作，光是在建模過程中進行視角轉換就會有好幾個角度的視角要檢視，在這種情況下將上課內容錄製下來，並再重新編輯後提供學生課後複習將可以提高學習成果，目前所完成之教學影片內容及長度整理如列表 1 所示。從列表 1 中可以看到本次計畫所整理的總時數為 18 小時 40 分又 48 秒，如果依照數位學習課程的計算方式 [12]，一個小時影片可計算 4 個小時的工時的話，本計畫花費在影片上面的時間超過 74 小時，遠比一門課一學期授課時數為 $3(\text{小時/週}) \times 18(\text{週}) = 54$ 小時還多，可以看到我們對本計畫的投入!!



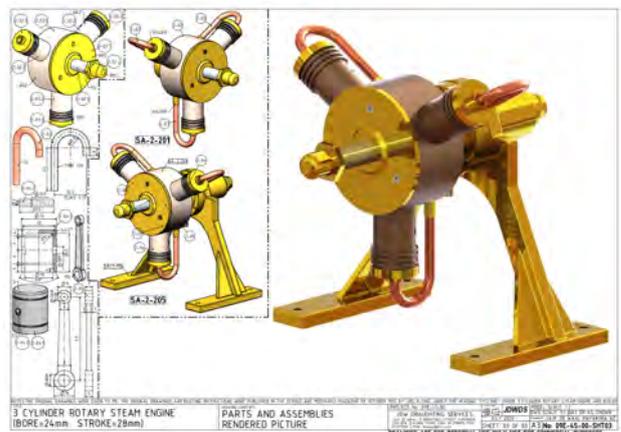
(a) 第一個部份 (期中考前)



(b) 第二個部份 #1 (期中考後)



(c) 第二個部份 #2 (期中考後)



(d) 第二個部份 #3 (期中考後)

圖 4: 計畫組課程內容

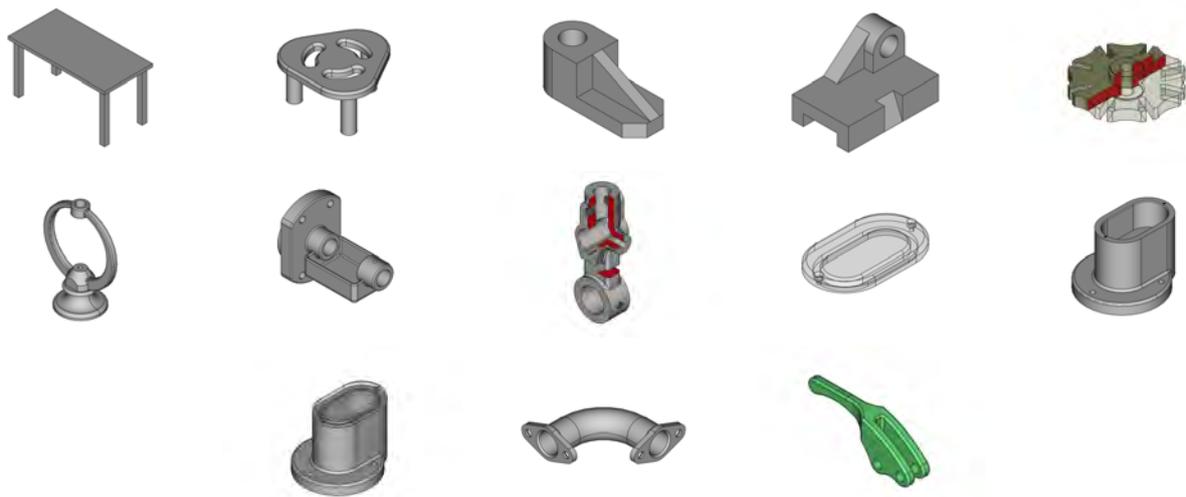


圖 5: 對照班課程內容 #1

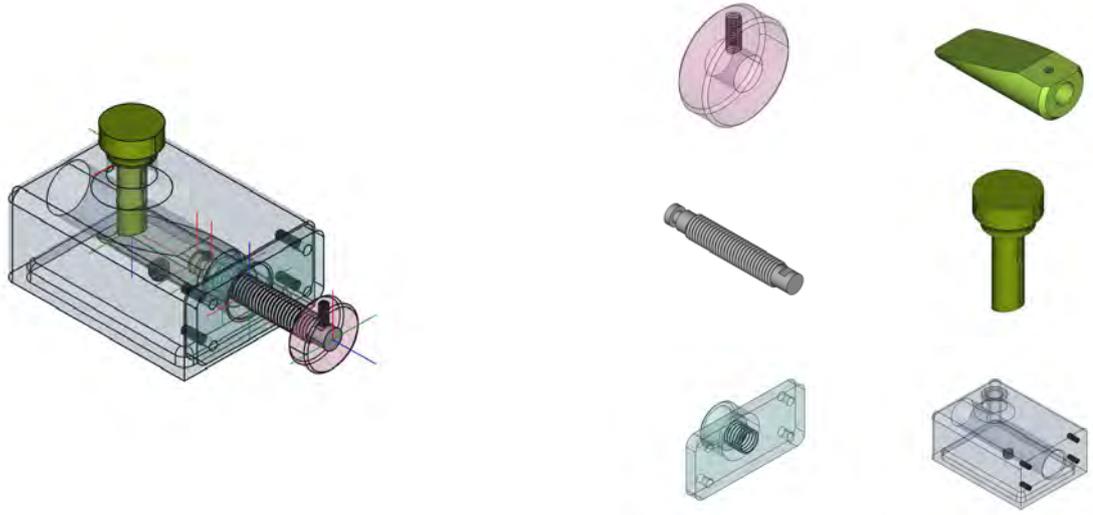


圖 6：對照班課程內容 #2

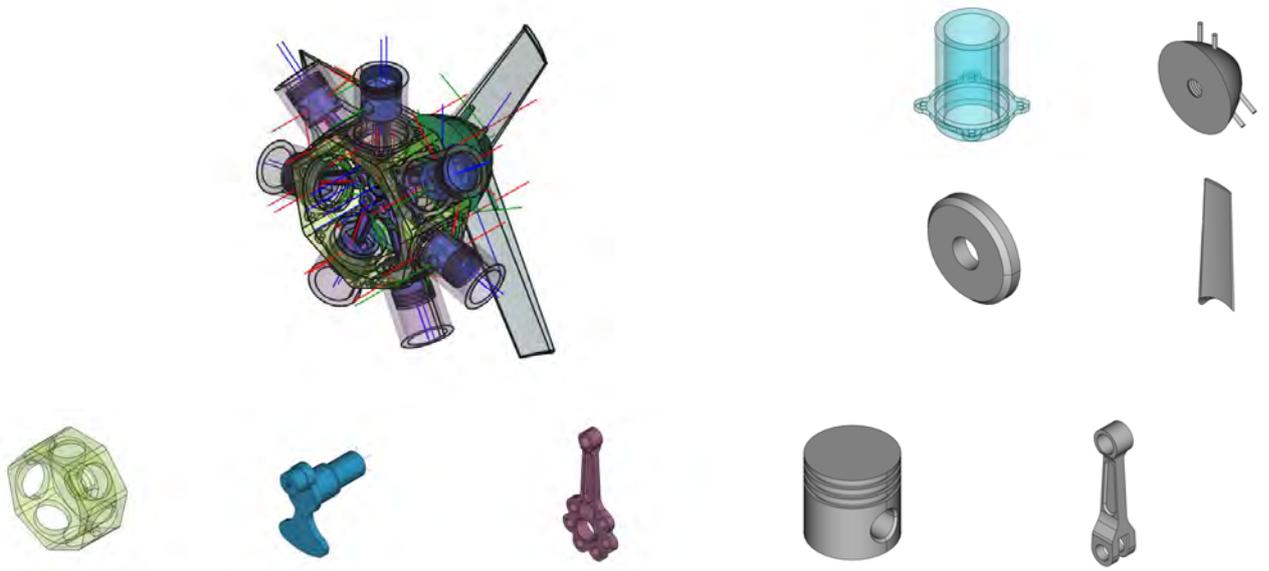


圖 7：對照班課程內容 #3

表 1: 「3D 建模及快速成型實務」課程影片

內容	播放清單網址	總時長
第一個部份 (期中考前)	https:// www.youtube.com/ watch? v=i51RNRIAn04 &list=PLdrYbn8q6soMTiFbTu0cUXEJEcFuH- jqn	07:47:29
第二個部份 (期中考後)	https:// www.youtube.com/ watch? v=mGzz-OPPKzw &list=PLdrYbn8q6soPXAFPY_mm0qIVYTcsUgFfE	04:36:29
JAVADA H15 (對照班)	https:// www.youtube.com/ watch? v=0m5YsWzsQ5Q &list=PLdrYbn8q6soP8gCeyV4gD5Twztz9A6ZRt	01:29:59
Motor Estrella (對照班)	https:// www.youtube.com/ watch? v=2nzWIMxSqFw &list=PLdrYbn8q6so0i_LNfHRN036Fcjlayhqq-	04:46:51
總時長		18:40:48

教學成果 - 導入 AI 工具

除了錄製教學影片之外，本學期課程為了方便學生吸收，還採用了 OpenAI Whisper [9]、[10] 這個新的 AI 工具來協助將教學影片上字幕，其效果也非常良好，根據個人的使用經驗其錯誤率僅有約略 5% 左右，其正確性相當的高，未來將會採用此 AI 工具來進行後續教學影片上字幕的工作。

另一個我們採用的工具名稱為 Jumpcutter [11]，主要應用場景如下：在我們錄影教學影片時經常會有空白的時間，例如等待電腦進行運算或是等待網路載入資料等，這些時間如果不在上課後剪輯掉，會讓我們的影片看起來十分冗長，進而讓學生失去觀看的耐心，因此本學期課程使用 jumpcutter 這個工具來針對影片自動剪輯，其工作原理是偵測影片中沒有聲音的部份來加以快轉，以縮短影片長度，根據經驗平均可以縮短每段教學影片 5-15% 不等的長度，讓剪輯完的影片更緊湊，不會讓學生看了打瞌睡。

教學工具整理

本計畫所使用的教學工具整理如下，這些工具通通是自由軟體，通通免費，也通通都是跨平台工具，有 Linux、MacOS 及 Windows 版，非常適合推廣至學界乃至於產業界。

- 📎 OS: Linux
- 📎 桌面錄影: VokoscreenNG (<https://linuxecke.volkoh.de/vokoscreen/vokoscreen.html>)
- 📎 影片剪接: shotcut (<https://shotcut.org/>)
- 📎 自動上字幕: OpenAI whisper (<https://openai.com/research/whisper>
<https://github.com/openai/whisper>)
- 📎 自動縮短影片: jumpcutter (<https://jumpcutter.com/>)
- 📎 CAD 建模: FreeCAD (<https://www.freecad.org/>)

(2) 教師教學反思

本次課程安排由於有兩個不同的班級，因此得以在兩個不同的班級實施不同的教材，經過一個學期的教學後發現學生對於這兩種教材均能吸收，新採用的教材可以提供學生完整的引擎建模流程，而原本所設計的教材對於學生的學習效果也不錯。兩個班級所學出來的學生都可以將所學應用在專題的建模需求上，沒有任何問題。對於3D 列印機的操作也具有一定的程度，可以獨立完成列印的操作。

本次教學上的另一個反思是同學們的學習成果可以提高，教學影片功不可沒，扮演一個相當重要的角色。很多模型的建模流程牽涉到相當複雜的操作，因此即便上課時學生跟著老師的操作走完一次流程，但是回家後如果沒有馬上練習，可能在下週上課前就又忘記了，在這種情況下如果有教學影片可以提供同學在課後進行練習的話，那麼對於學生課後複習有相當良好的效果。甚至可以提供兩班同學互相學習另一班的教材，提升他們對此課程的了解。

(3) 學生學習回饋

本學期的學生教學反應調查如圖 8 所示，從此圖可以看到「3D 建模及快速成型實務課程」的分數分別是 4.1739 以及 4.5375，其中 4.1739 這班為對照組班級(三班合開)，所採用的教材為傳統教材，而 4.5375 這班為本次計畫教學班級，採用新的教材。由學生的教學分數可以看到兩班學生對於此課程均相當的滿意，唯合開班級因少部份學生對於教學進度較快有所不滿，因此其教學分數為 4.1739，略低於學校平均。

課程代碼	課程名稱	開課班級	問卷分數	課程平均	不及格率	修課人數	實際填答人數	有效填答人數	評估
30D1CJ01	3D建模及快速成型實務	四技電子四甲 四技電子四乙 四技電子四丙	4.1739	2.96	19.44%	32	25	23	Y
30D1CJ02	3D建模及快速成型實務	四技電子四丁	4.5375	3.91	-	19	16	16	Y
30M21001	EDA設計流程整合	博研電子一甲 碩研電子一甲	4.4286	3.71	-	15	14	14	Y

* 評估 (N)表示不列入計分

圖 8: 教與學意見

(4) 業界回饋

本計畫之教學影片由於是上網公開，因此獲得相當多人留言提供學習心得及反饋，其中甚至有來自苗栗的春喜工業來函如圖 9 所示，希望主持人提供工程圖方面的課程。這表

示本課程的影響層面已經超過學校教學範圍，而是可以提供國內中小企業另一種選擇了。我們也希望未來有機會再次申請教學實踐研究計畫，針對業界反饋來作更下一階段的教材規劃與錄製，提供國內產業使用開源軟體的機會，擺脫商用軟體高昂的授權費用。如此一來可以降低廠商的營運成本，提高利潤、進一步謀求產業升級的可行性。



圖 9: 春喜工業來函

7. 建議與省思 Recommendations and Reflections

「3D 建模及快速成型實務」是一門非常重視實作的課程，因此以一個學期 18 週，每週 3 個小時的上課時間來說，對學生是相當不足的，今年的學生學習回饋都有反應上課速度太快的問題，主要原因在於上課時間過短，無法讓每位學生都有充足的實作時間。

反過來說，這種情況也有可能是授課教師的教學內容太多，如果刪除一些教學內容的話，可以讓學生在課堂上有比較充足的實作時間，但是缺點會變成學生可以學習的內容變少了。如何在合理的壓力下讓學生有充份的學習進度是計畫主持人一直在探討的重點，我們希望在上完課把影片丟到 Youtube 能讓學生有充分的複習機會，以提高上課產能，並希望我的課程能成為國內 FreeCAD 教材的基本教材，讓大家都可以學習使用。

2. 參考文獻 References

Bibliography

- [1] Yahoo 新聞網址 - <https://tw.stock.yahoo.com/news/曾捐4億給北大-卻用盜版軟體慘被告-070524447.html>
- [2] FreeCAD 官網 - <https://www.freecadweb.org/>
- [3] 電腦王「3D印表機的7大成型技術，材質與固化方式你知道多少？」 - <https://www.techbang.com/posts/18161-3d-printer-technology-talk>
- [4] 品牌趨勢：3D列印掀起第三次工業革命 - <https://www.expbravo.com/1587/品牌趨勢-3D列印掀起第三次工業革命.html>
- [5] 天下雜誌「3D列印 印不出第三波工業革命」 - <https://www.cw.com.tw/article/article.action?id=5077660>
- [6] 泛科學「為移民火星鋪路－NASA研發3D列印機器人」 - <https://pansci.asia/archives/62732>
- [7] 天下雜誌「器官也能列印？移植手術新曙光」 - <https://www.cw.com.tw/article/article.action?id=5068976>
- [8] TVBS「真的可以吃！ 日研發3D列印數位壽司」 - <https://news.tvbs.com.tw/tech/899329>
- [9] OpenAI Whisper 官方網頁 - <https://openai.com/research/whisper>
- [10] OpenAI Whisper Git Hub 官方網頁 - <https://github.com/openai/whisper>
- [11] Jumpt Cutter 官方網頁 - <https://jumpcutter.com/>
- [12] 教育部補助大學深化數位學習推動與創新應用計畫項目經費 - <https://ws.moe.edu.tw/Download.ashx?u=C099358C81D4876CA89ABD8A8B76D9997C8CD1ED0B5A2F1BF1D776D6A961231E444D0EAA403469564CFEC25BFBD616A63E710945E5D2C1256164C06FF929E8E21BF8E0326A55A50DA20990BAEB490BF&n=CB5D20F41E4732144A9272E2BEC3BC917FF23552689863640D390BCC25563B157E017F7BE9170418537FBA5115117F6E&icon=.pdf>

3. 附件 Appendix

期初問卷：

3D 建模及快速成型實務期初問卷		對照班		實驗班	
題目	選項	總數	百分比	總數	百分比
您是否曾經接觸過3D建模或3D列印的相關知識？	是	9	34.6%	9	56.3%
	否	17	65.4%	7	43.8%
您對於3D建模的認識程度是？	完全不了解	4	15.4%	1	6.3%
	有聽過但不了解詳情	12	46.2%	4	25%
	知道一點，但沒有實際操作過	6	23.1%	5	31.3%
	有實際操作過	4	15.4%	6	37.5%
您對於3D列印的認識程度是？	完全不了解	4	15.4%	2	12.5%
	有聽過但不了解詳情	13	50%	4	25%
	知道一點，但沒有實際操作過	6	23.1%	4	25%
	有實際操作過	3	11.5%	6	37.5%
您期望透過這門課程獲得哪些知識和技能？	3D建模的技巧和知識	4	15.4%	0	0%
	3D列印的技巧和知識	3	11.5%	0	0%
	CAD軟體的應用技巧	2	7.7%	0	0%
	硬體設備的操作和維護技巧	0	0%	0	0%
	以上皆是	17	65.4%	16	100%
您認為3D建模和列印的應用範圍是？	只有工程師和科學家才需要	0	0%	0	0%
	可以應用在任何領域	14	53.8%	6	37.5%
	只有藝術領域才需要	0	0%	0	0%
	任何領域都需要	12	46.2%	10	62.5%
您認為3D建模和列印的未來發展前景如何？	沒有太大的發展前景	0	0%	0	0%
	會逐漸普及並且成為產業的重要技術	22	84.6%	16	100%
	只會在特定領域得到應用	4	15.4%	0	0%
您期望這門課程的難易度是？	很容易	1	3.8%	2	12.5%
	難易適中	15	57.7%	8	50%
	挑戰性很大	8	30.8%	5	31.3%
	地獄等級!	2	7.7%	1	6.3%
您對於使用 FreeCAD 進行建模有多少了解？	完全不了解	12	46.2%	6	37.5%
	有一些了解(只懂得皮毛)	13	50%	7	43.8%
	了解(但不到精通等級)	1	3.8%	3	18.8%
	非常了解(精通)	0	0%	0	0%
您報名這門課程的主要原因？	對 3D 技術感興趣	9	34.6%	6	37.5%
	希望學習如何設計 3D 模型	10	38.5%	5	31.3%
	想學習使用 3D 列印機	4	15.4%	2	12.5%
	其他 (請填寫)	3	11.5%	3	18.8%
在上這門課之前，你曾經使用過哪些 3D 建模或 3D 列印的軟體或工具？	Tinkercad	0	0%	2	12.5%
	Fusion 360	0	0%	0	0%
	SolidWorks	3	11.5%	2	12.5%
	Blender	0	0%	0	0%
	FreeCAD	6	23.1%	5	31.3%
	其它(請填寫)	17	65.4%	7	43.8%

期末問卷：

3D 建模及快速成型實務期末問卷		對照班		實驗班	
題目	選項	總數	百分比	總數	百分比
您認為這門課對於您的學習需求是否有幫助？	a) 非常有幫助	11	35.48%	17	89.47%
	b) 有幫助	18	58.06%	2	10.53%
	c) 普通	2	6.45%	0	0.00%
	d) 不太有幫助	0	0.00%	0	0.00%
	e) 沒有幫助	0	0.00%	0	0.00%
您對於課程內容的組織和呈現方式是否滿意？	a) 非常滿意	11	35.48%	13	68.42%
	b) 滿意	16	51.61%	5	26.32%
	c) 普通	4	12.90%	0	0.00%
	d) 不太滿意	0	0.00%	1	5.26%
	e) 不滿意	0	0.00%	0	0.00%
您對於使用 FreeCAD 軟體進行 CAD 建模的學習過程是否順利？	a) 非常順利	3	9.68%	7	36.84%
	b) 順利	15	48.39%	9	47.37%
	c) 普通	10	32.26%	2	10.53%
	d) 有些困難	3	9.68%	1	5.26%
	e) 非常困難	0	0.00%	0	0.00%
課程中提供的練習和實作任務是否有助於您理解和應用所學內容？	a) 非常順利	17	54.84%	12	63.16%
	b) 順利	11	35.48%	6	31.58%
	c) 普通	2	6.45%	1	5.26%
	d) 有些困難	1	3.23%	0	0.00%
	e) 非常困難	0	0.00%	0	0.00%
您認為課程中所涵蓋的內容對於您未來在相關領域的實務應用是否具有價值？	a) 非常有價值	11	35.48%	11	57.89%
	b) 有價值	14	45.16%	7	36.84%
	c) 普通	5	16.13%	1	5.26%
	d) 不太有價值	1	3.23%	0	0.00%
	e) 沒有價值	0	0.00%	0	0.00%
課程中的教學材料（講義、影片等）是否清晰且易於理解？	a) 非常清晰且易於理解	10	32.26%	12	63.16%
	b) 清晰且易於理解	15	48.39%	5	26.32%
	c) 普通	6	19.35%	2	10.53%
	d) 不太清晰或易於理解	0	0.00%	0	0.00%
	e) 不清晰且不易於理解	0	0.00%	0	0.00%
您對於教師的教學能力和表達清晰度是否	a) 非常滿意	13	41.94%	12	63.16%
	b) 滿意	12	38.71%	5	26.32%
	c) 普通	5	16.13%	1	5.26%

滿意？	d) 不太滿意	1	3.23%	0	0.00%
	e) 不滿意	0	0.00%	1	5.26%
課程中的互動和討論活動對於您的學習是否有幫助？	a) 非常有幫助	10	32.26%	13	68.42%
	b) 有幫助	14	45.16%	5	26.32%
	c) 普通	7	22.58%	1	5.26%
	d) 不太有幫助	0	0.00%	0	0.00%
	e) 沒有幫助	0	0.00%	0	0.00%
您對於課程中提供的額外資源 (FlipClass 網站、教學影片等) 是否滿意？	a) 非常滿意	11	35.48%	14	73.68%
	b) 滿意	15	48.39%	4	21.05%
	c) 普通	5	16.13%	1	5.26%
	d) 不太滿意	0	0.00%	0	0.00%
	e) 不滿意	0	0.00%	0	0.00%
您認為課程中的學習目標是否明確且達到了預期效果？	a) 是的，目標明確且達到了預期效果	10	32.26%	12	63.16%
	b) 是的，但目標沒有完全達到預期效果	15	48.39%	6	31.58%
	c) 有些模糊，但達到了預期效果	5	16.13%	1	5.26%
	d) 目標模糊且沒有完全達到預期效果	1	3.23%	0	0.00%
	e) 目標模糊且完全沒有達到預期效果	0	0.00%	0	0.00%
您在課程中所學到的知識和技能對於您的個人興趣和職業發展是否具有價值？	a) 非常有價值	8	25.81%	11	57.89%
	b) 有價值	17	54.84%	6	31.58%
	c) 普通	2	6.45%	2	10.53%
	d) 不太有價值	1	3.23%	0	0.00%
	e) 沒有價值	0	0.00%	0	0.00%
您認為課程中所提供的實務操作機會是否足夠？	a) 非常足夠	11	35.48%	14	73.68%
	b) 足夠	14	45.16%	4	21.05%
	c) 普通	4	12.90%	1	5.26%
	d) 不太足夠	2	6.45%	0	0.00%
	e) 不足夠	0	0.00%	0	0.00%
	a) 是的，得到了及時解答和支持	16	51.61%	13	68.42%

您在課程中遇到的問題和困難是否得到及時解答和支持？	b) 是的，但有些問題和困難未能得到及時解答和支持	9	29.03%	5	26.32%
	c) 有些問題和困難得到了解答和支持，但不夠及時	6	19.35%	0	0.00%
	d) 很少得到問題和困難的解答和支持	0	0.00%	0	0.00%
	e) 幾乎沒有得到問題和困難的解答和支持	0	0.00%	1	5.26%
您認為課程中的評量方式是否能準確反映您的學習成果？	a) 是的，評量方式準確地反映了我的學習成果	17	54.84%	13	68.42%
	b) 是的，但評量方式在某些方面不夠準確	14	45.16%	4	21.05%
	c) 評量方式一般，有待改進	0	0.00%	2	10.53%
	d) 不太準確地反映了我的學習成果	0	0.00%	0	0.00%
	e) 評量方式完全不準確地反映了我的學習成果	0	0.00%	0	0.00%
課程中的學習資源和設施（如電腦實驗室、3D 列印機）是否滿足您的需求？	a) 非常滿足	15	48.39%	15	78.95%
	b) 滿足	3	9.68%	3	15.79%
	c) 普通	1	3.23%	1	5.26%
	d) 不太滿足	0	0.00%	0	0.00%
	e) 不滿足	0	0.00%	0	0.00%
您認為課程中的內容和技能對於您未來的學術或職業發展是否具有可行性？	a) 非常具有可行性	12	38.71%	10	52.63%
	b) 具有可行性	13	41.94%	8	42.11%
	c) 普通	5	16.13%	1	5.26%
	d) 不太具有可行性	1	3.23%	0	0.00%
	e) 完全不具有可行性	0	0.00%	0	0.00%
您是否能運用所學的3D 建模和快速成型技能解決實際問題？	a) 是的，完全能夠運用所學技能解決問題	8	25.81%	6	31.58%
	b) 是的，但有些問題解決能力還需要進一步提升	17	54.84%	11	57.89%
	c) 有一些困難，但能夠應對一些實際問題	4	12.90%	1	5.26%

	d) 解決問題的能力有限	2	6.45%	1	5.26%
	e) 完全無法應用所學技能解決問題	0	0.00%	0	0.00%
您在課程中獲得的知識和技能是否超出您的期望？	a) 是的，超出了我的期望	11	35.48%	8	42.11%
	b) 符合我的期望	14	45.16%	8	42.11%
	c) 普通	5	16.13%	3	15.79%
	d) 不太符合我的期望	1	3.23%	0	0.00%
	e) 完全不符合我的期望	0	0.00%	0	0.00%
您對於這門課的整體滿意度是？	a) 非常滿意	14	45.16%	14	73.68%
	b) 滿意	14	45.16%	4	21.05%
	c) 普通	3	9.68%	0	0.00%
	d) 不太滿意	0	0.00%	0	0.00%
	e) 不滿意	0	0.00%	1	5.26%

31人

19人