



# 平面機構的設計與模擬

指導老師：易志誠 老師  
專題生：林耆旭、林柏寬、童勁翔

## 研究動機與目的

挖土機應是建築機械中使用最頻繁且最常見的機械了。大至救災現場，小至庭院整理，隨處可見，而且挖土機屬於功能取向的機械，除了進行挖掘，還可以依照當下情況來變化鏟斗，完成像是夾取、剪斷、拆除、修剪樹木等等不同的作業要求，一機多用途，相對能提升工作效率。

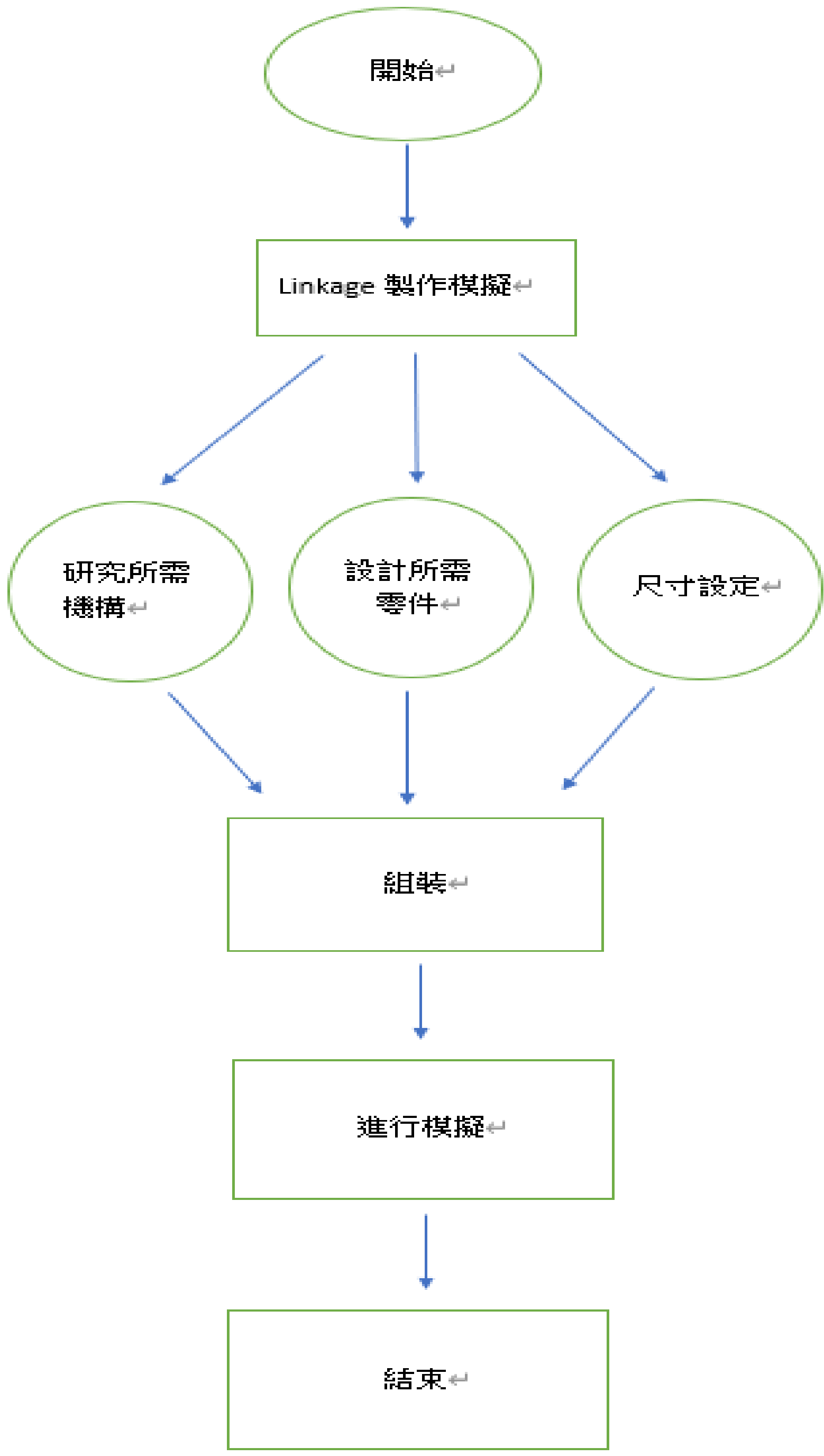
挖土機可概括成工作裝置、上部轉台和行走機構等三部分。其中工作裝置包含動臂、鏟斗、液壓油缸、管路、搖桿、連桿等。上部轉台包含發動機、駕駛室、油箱、配重、迴轉機構、迴轉接頭、轉台等。行走機構包含行走馬達、履帶、引導輪、支重輪等。

目前國內使用的挖土機品質大多參差不齊，加上工作環境的關係，常導致機械磨損亦難以察覺，往往總是等到完全無法使用才會進廠維修或更換零件。

若機械臂損壞將連帶鏟斗亦無法使用，因此若以機械臂的模擬，定期紀錄其變化，並建立維修履歷，進而提前更換消磨零件，達到預防保養之目的，即可省下更多維修工時及成本。

Linkage是一種免費的電腦輔助設計程式，程式約5M大小，用於連桿機構的快速原型設計。可以在同一視窗中進行編輯修改和動作模擬，以便在設計時進行快速分析和修改。

本研究是使用Linkage程式模擬各種挖土機之機械臂運動，可以輕易組裝並模擬各種機構。



## 研究內容

本研究是以Linkage進行繪圖與模擬

### 挖土機動臂運動流程

挖土機是通過柴油機把柴油的化學能轉化為機械能，由液壓柱塞泵把機械能轉換成液壓能，通過液壓系統把液壓能分配到各執行元件（液壓油缸、迴轉馬達+減速機、行走馬達+減速機），由各執行元件再把液壓能轉化為機械能。

柴油機→聯軸節→液壓泵（機械能轉化為液壓能）→分配閥→動臂油缸（液壓能轉化為機械能）→實現動臂運動

### 製作流程

- 1. 先把需要的零件用出來  
四角形\*2（模擬鏟斗、下動臂）  
三角形\*1（模擬上動臂）  
伸縮桿\*3  
支架\*2  
支點\*2

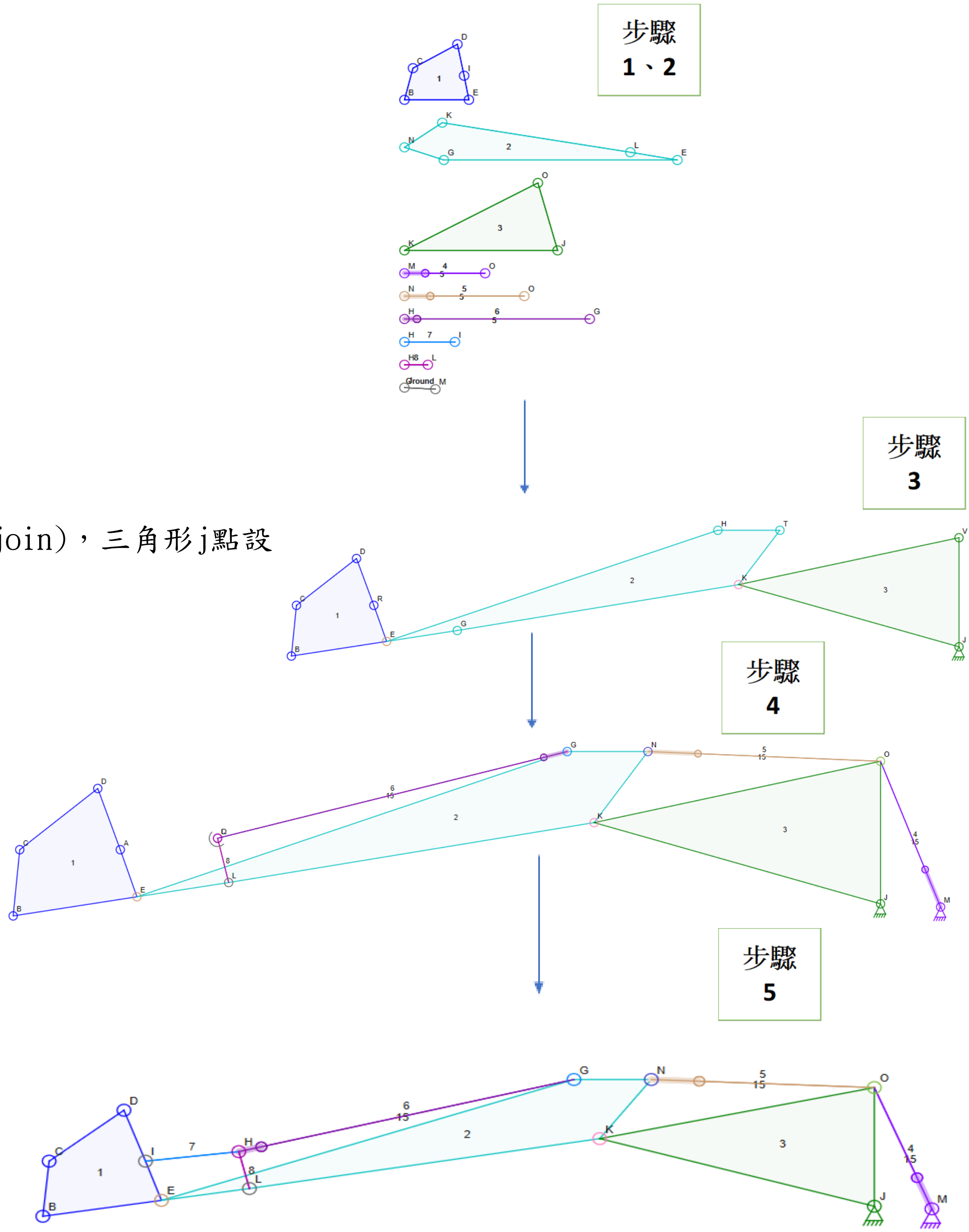
- 2. 按照實物進行比例調整。

- 3. 將四角型與三角形互相連接(join)，三角形j點設為支點。

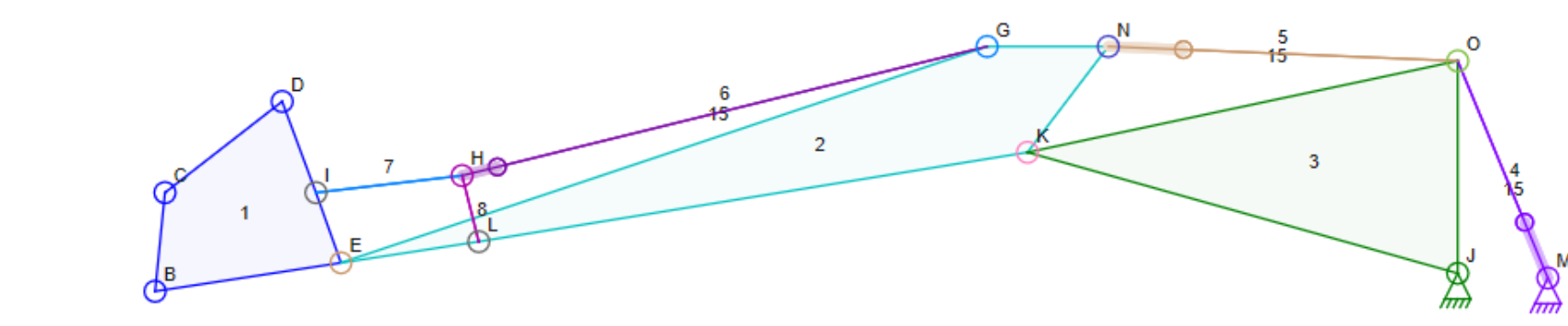
- 4. 將有支點的伸縮桿與O點連接(支點不能離三角形的支點太遠，不然伸縮桿會跟三角形卡到)，第二根伸縮桿O點連接N點，一個支架連接H點與四角形內的L點，並將第三根伸縮桿G點連接桿件H點。

- 5. 一個支架連接H點與四角形內的I點(I點不能設在四角形中央，不然支架過長會卡到)。

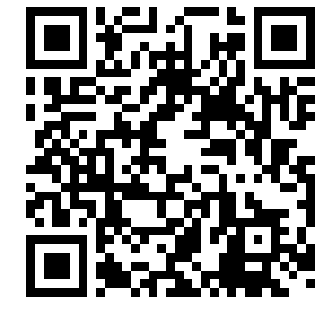
- 6. 進行模擬及調整。



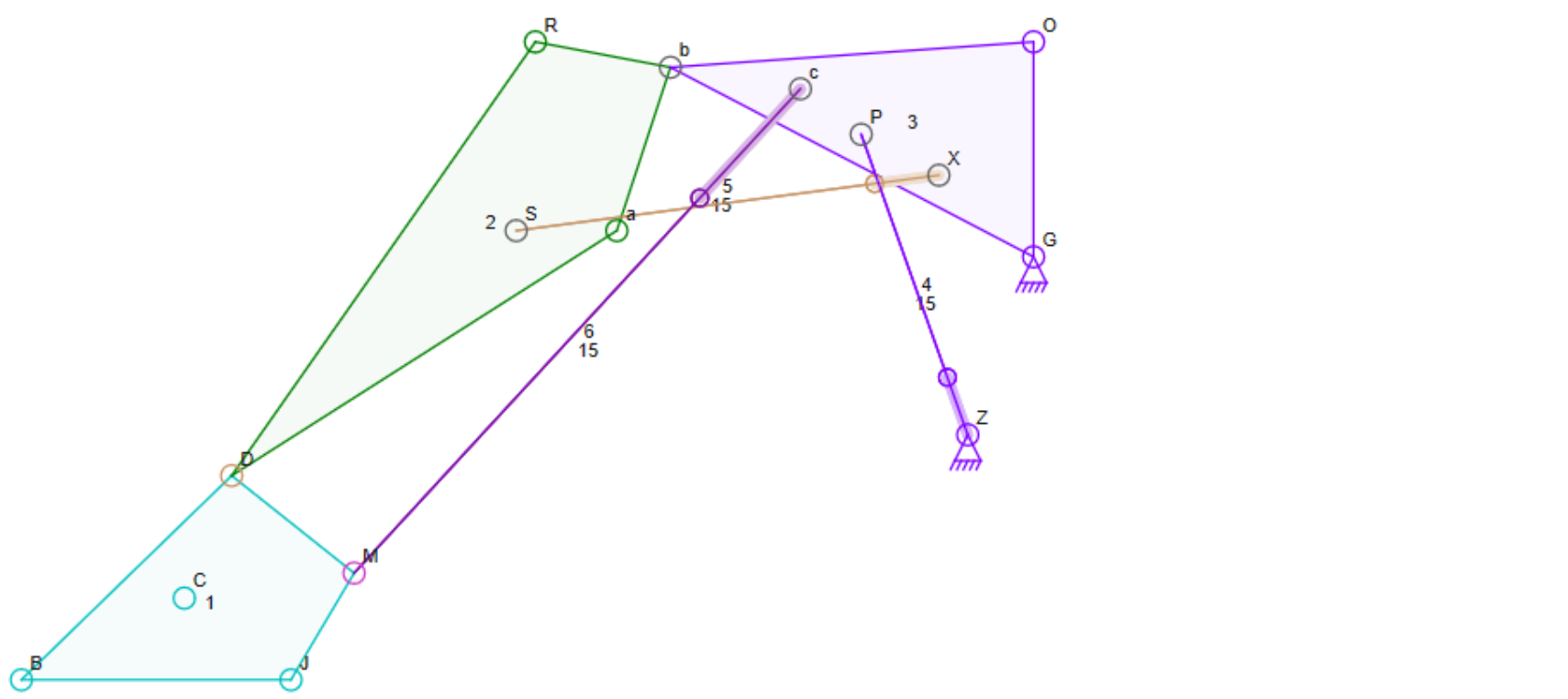
## 實驗結果



反鏟挖土機  
影片  
QR CODE



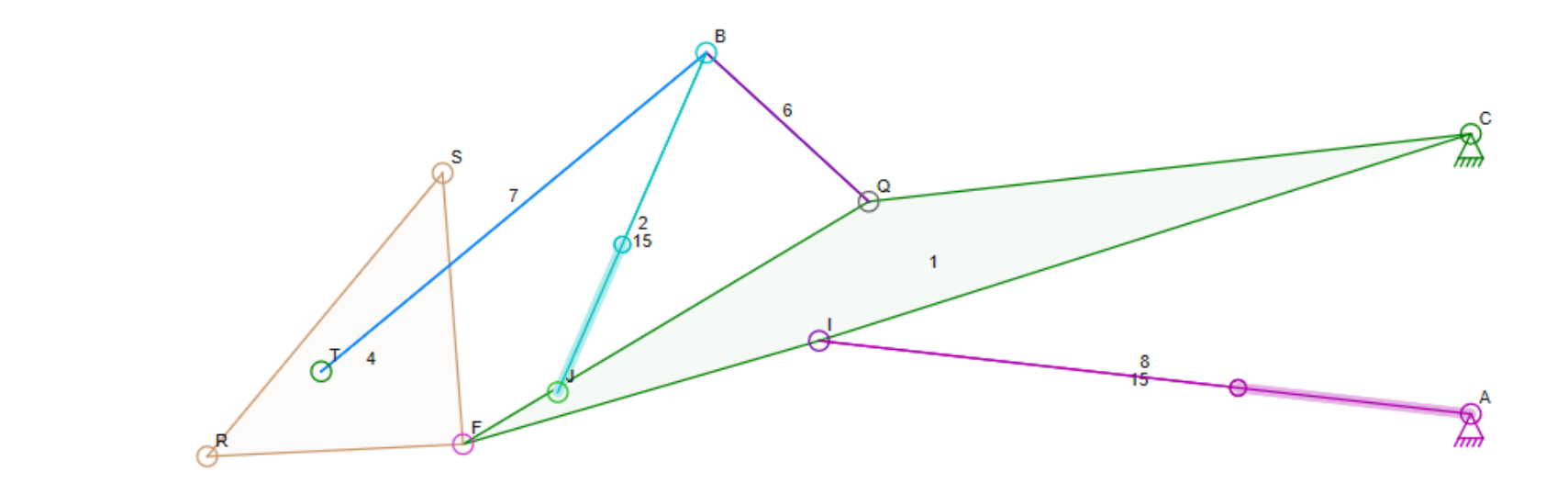
反鏟挖土機運作影片: <https://www.youtube.com/watch?v=1LIIdToMPVjg>



正鏟挖土機  
影片  
QR CODE



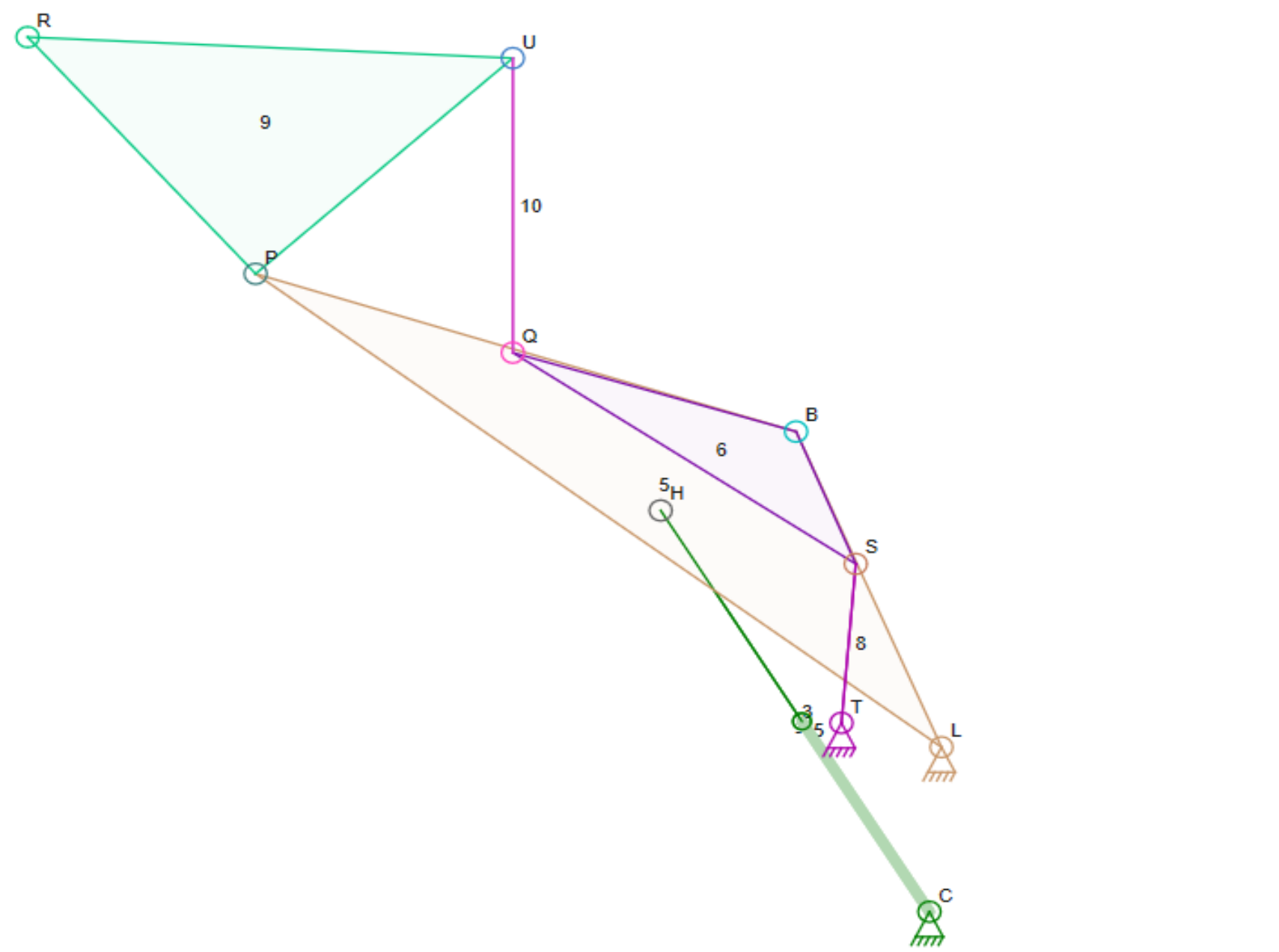
正鏟挖土機運作影片: <https://www.youtube.com/watch?v=-5EWITEFSPI>



volvo BL61 反鏟  
裝載機的前方鏟  
斗  
影片 QR CODE



volvo BL61 反鏟裝載機的前方鏟斗運作影片:  
[https://www.youtube.com/watch?v=\\_P7ZQT7VTB4](https://www.youtube.com/watch?v=_P7ZQT7VTB4)



volvo high lift  
L110E輪式裝載機  
影片 QR CODE



volvo high lift L110E輪式裝載機運作影片:  
<https://www.youtube.com/watch?v=7pAWXxSS-3Y>



# 輪框彎曲力矩應力分析

指導老師：張簡才萬 老師  
專題生：吳子暘、范睿彰

## 研究動機與目的

隨著汽車業的進步，車輪也不斷地在淘汰與進步，而在市面上的輪圈材料多樣，我們想了解何種材料的安全性最佳，根據國家CNS 7135汽車用輕合金盤型輪圈規範，輪圈必須通過三項試驗：

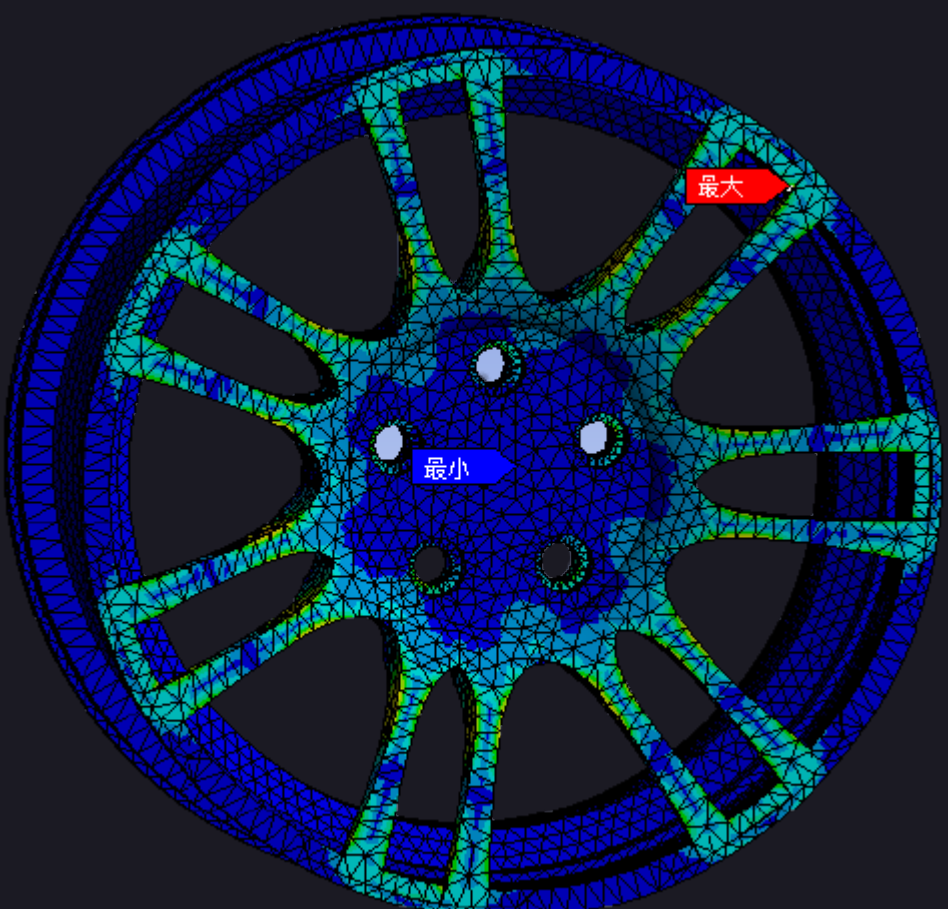
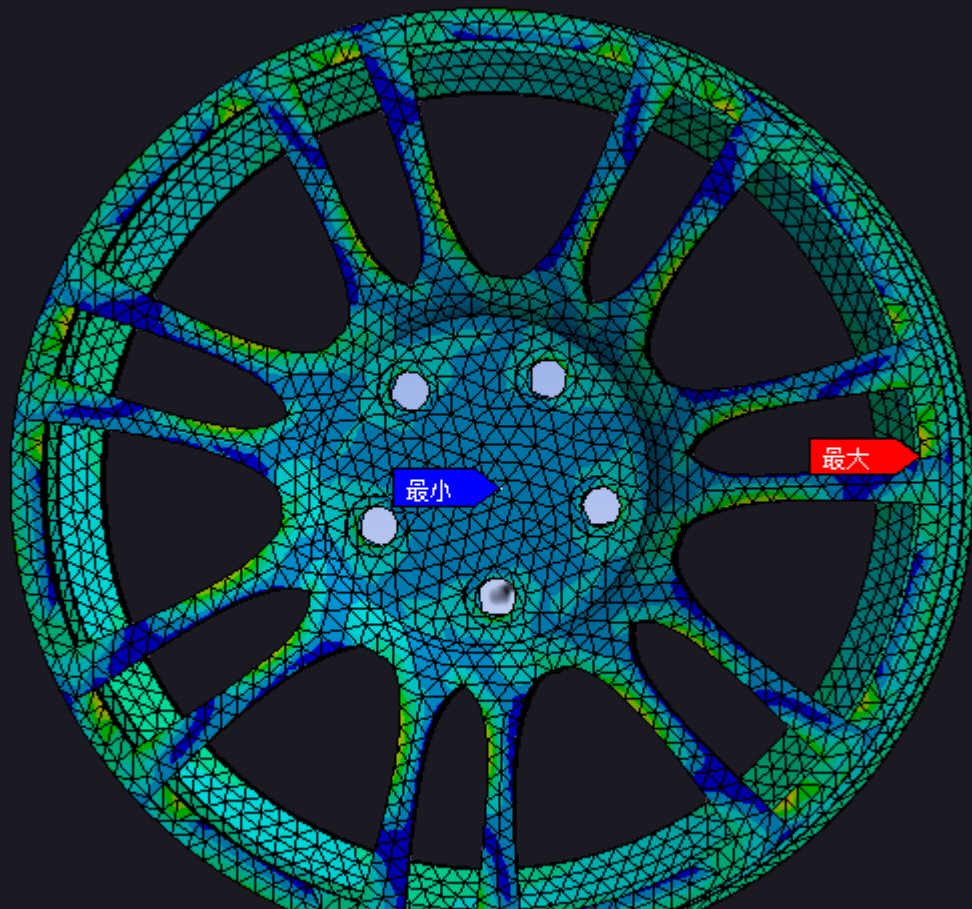
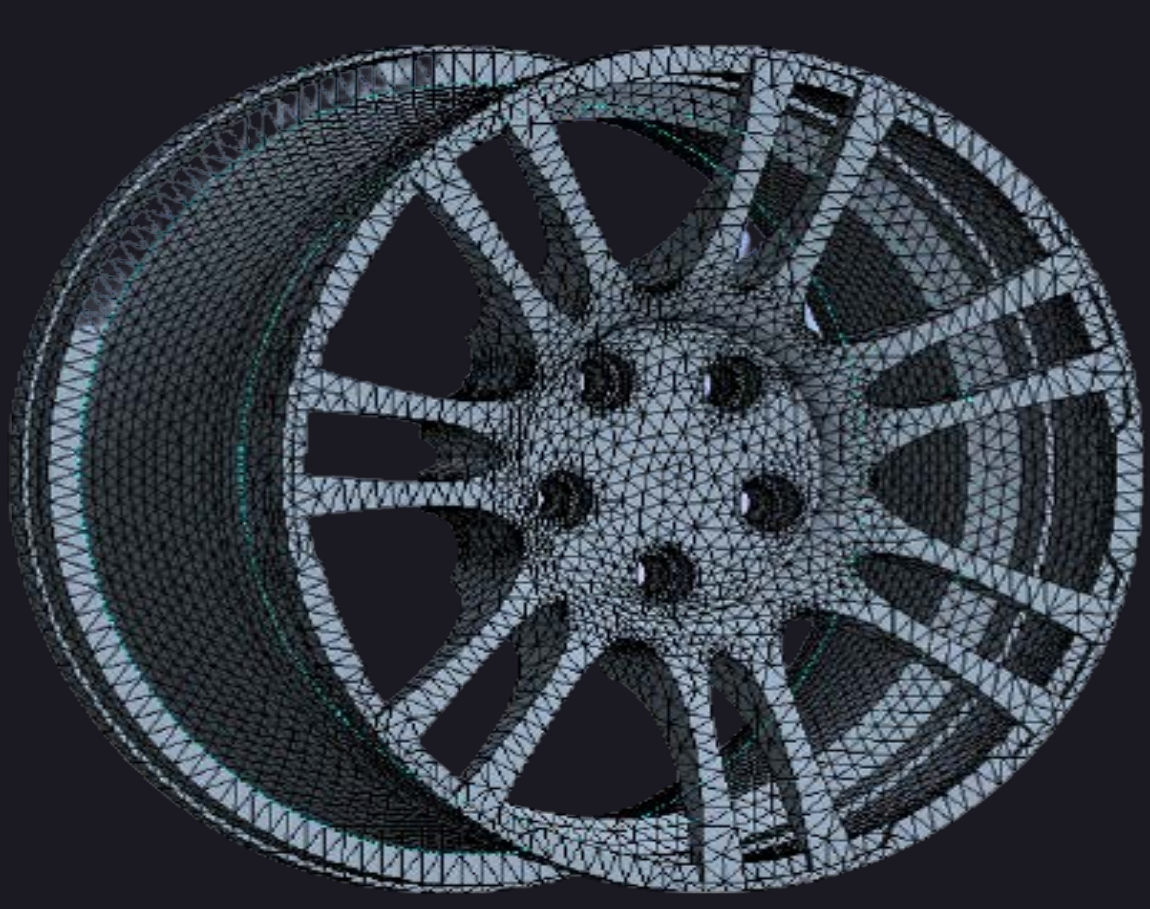
- 1. 彎曲力矩耐久性試驗
- 2. 耐衝擊性試驗
- 3. 徑向負載耐久性試驗

本專題以輪框為分析對象，選擇了彎取力矩耐久性試驗來進行，並在台灣CNS 7135汽車用輕合金盤型輪圈下繪製輪圈，以ANSYS進行分析輪圈在汽車轉彎時，必須要承受的彎曲。

## 研究內容

18x8j et42 5/114.3為我們選擇的輪框尺寸。繪製完成後，就可以設定邊界條件，我們以螺絲孔作為固定支撐，並且考慮到輪胎施予輪框的力所以在輪框外圍施加100N往X方向的力矩，施加3500N的力往Y方向螺絲孔，以surface force來對它產生力，求解以穩態進行，完成設定後將成品進行網格化，如果網格化成功，則不用在回去檢查繪製方面哪裡出了問題，再網格化後，將輪框材質給套上鎂合金、鋁合金與碳鋼3種材質。

對網格模型進行不同材料的state structural，對各種材料施加同樣邊界條件，完成後的結果應是映力集中在螺絲孔，越往外越小，到達輪框外圍才變大。接著將三種材料進行彎矩分析，本次研究想要以三種不同的比較，不同的材料在同樣的彎曲力矩下何者較為安全，以及彎曲力矩多大時會超過材料的剛性，跟局部網格細化與網格等粗細比較，透過上列三種測試方法來比較三種材料的各項差異，以及網格化的差異。

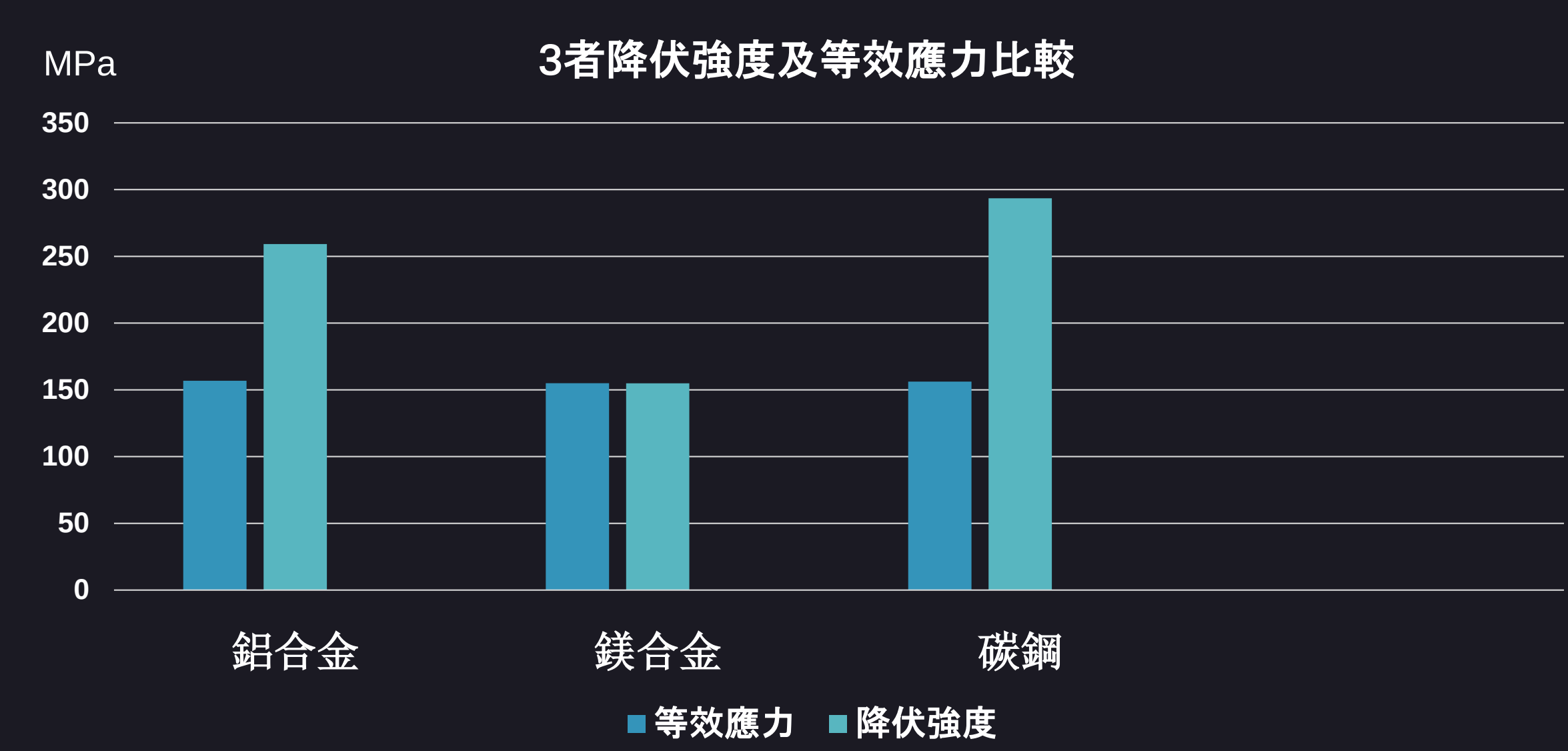


網格化後的輪框

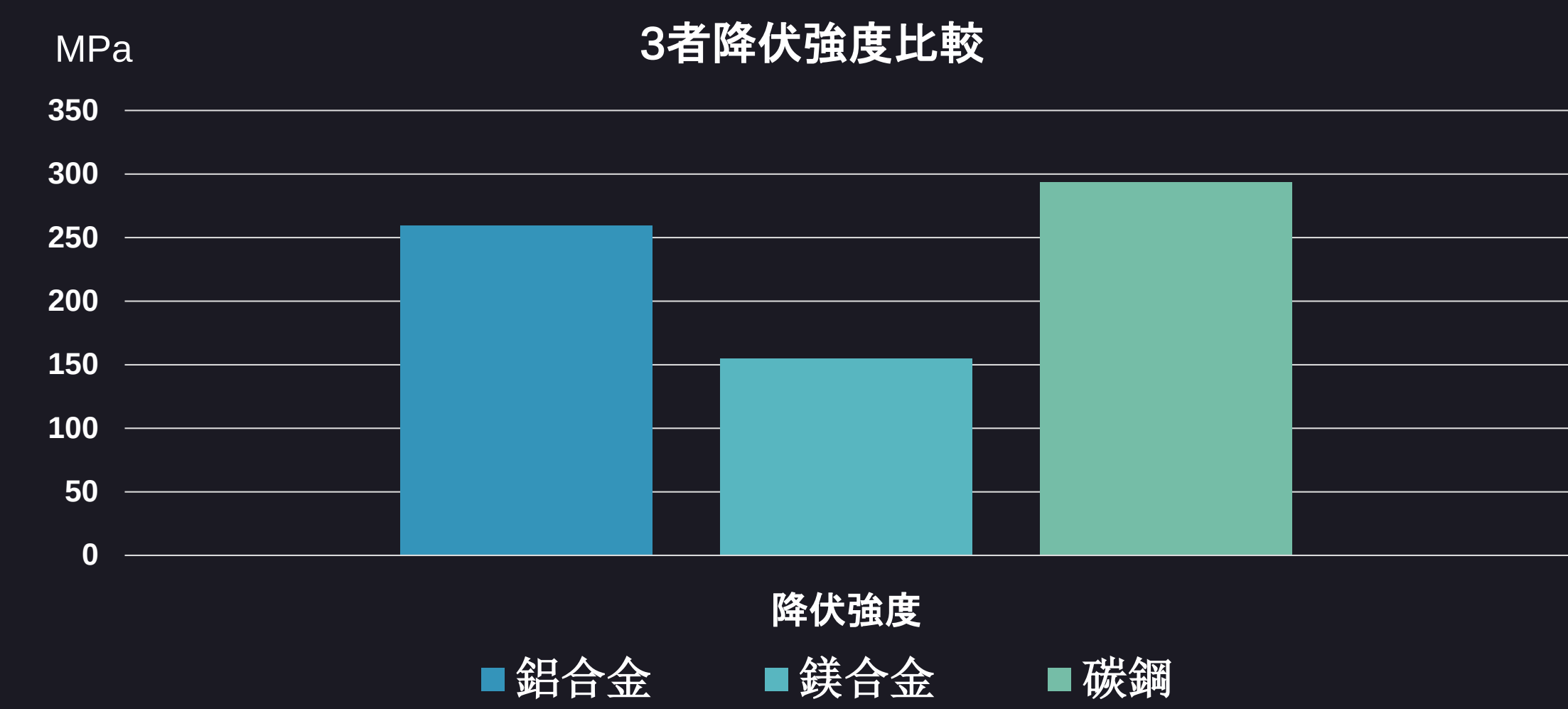
分析後的輪框應力分布圖

## 實驗結果

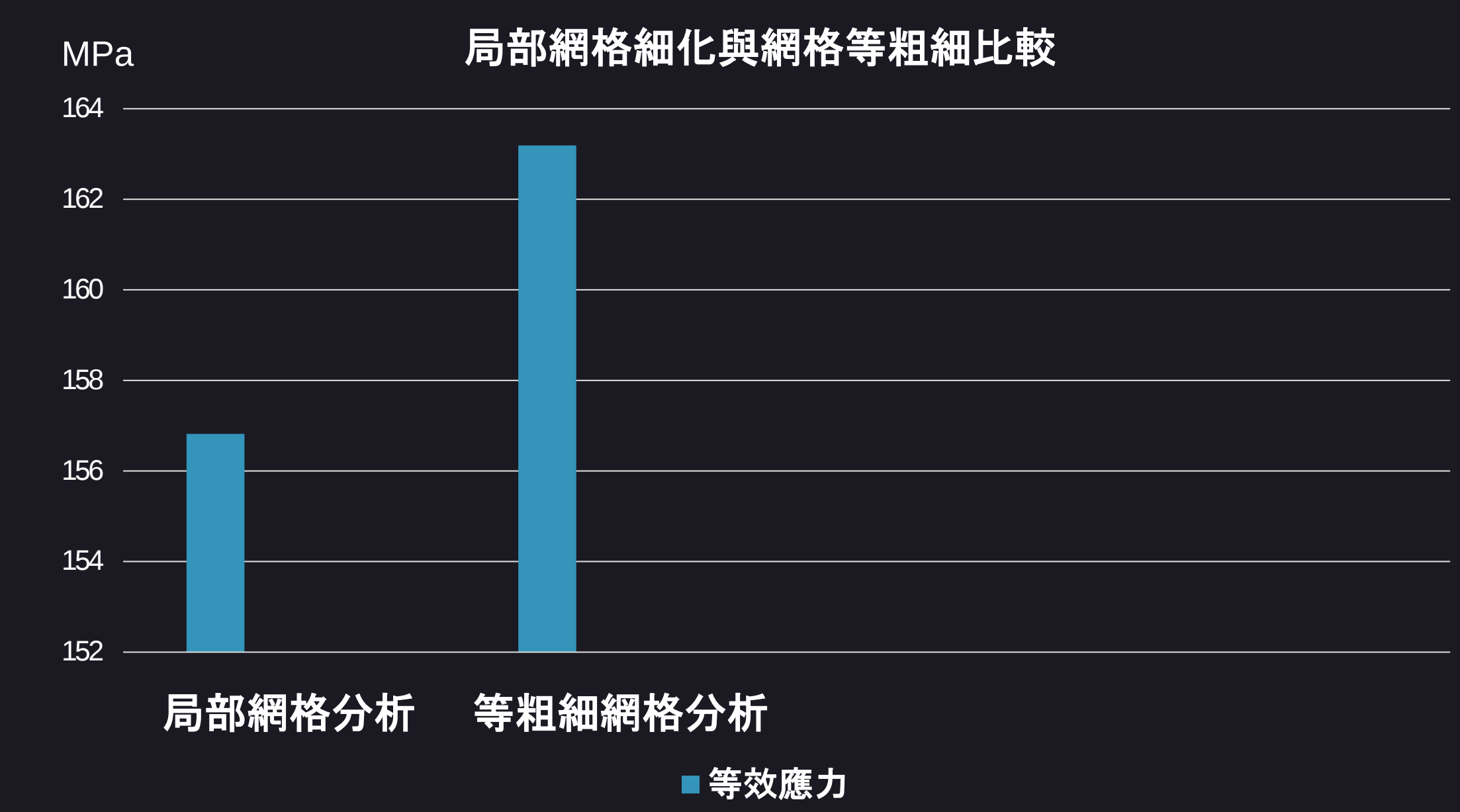
### 1. 三種材料進行彎矩分析



### 2. 彎曲力矩多大時會超過材料的剛性



### 3. 局部網格細化與網格等粗細比較



看完上述圖表可以得知

- 1. 鎂合金的能承受的應力相對最小 鋁合金與碳鋼能承受更多的應力。
- 2. 碳鋼與鋁合金相比能承受更大的等效應力。



實際實驗方式



選擇輪框受力點



# 鋼板之高壓水柱去除銹皮的探討

指導老師：陳建霖老師

專題生：陳篁修、陳晉渝、許芳園

## 網格建立分析

鋼鐵在鍛造過程中極容易產生銹皮，如果產品因為在製作過程中銹皮去除不善將會導致品質下降，透過數據顯示，鋼胚缺陷比例有所提高，藉由推測歸納出主要原因為除銹不完全所導致；在考慮成本影響最小的情況下，所以模擬噴頭的配置設計，以求增強鋼板表面的衝擊壓力(Impact)，並分析其造成的剪應力分布。

在計算噴頭配置所產生的衝擊力時，發現影響的因素不只是高度和角度而已，噴流所涵蓋的面積、空氣的阻力、衝擊的壓力、水的溫度等都會影響噴頭的配置、單個噴嘴的幾何佈置與噴嘴間噴流的重疊交互作用，其影響產生的衝擊力有所不同。另外為了避免噴流間的相互撞擊，工業界的一般作法取偏轉角 $\beta=15^\circ$ 來改善，但此方法是否有帶來影響可以藉由本數值模擬探討，這便成為我們的研究動機。

## 研究內容

本研究利用逆向工程技術，掃描與CAD繪製實體噴嘴，然後使用CFD技術模擬除銹設備之熱流場現象，並藉由模擬獲得的數值，探討除銹設備內水之交互行為，並觀察水的壓力的分布區域，用以評估如何改善增加水的衝擊力，使噴流水柱之鋼板剪應力合乎要求，提供未來改良除銹設備之參考基礎，且同時改善鋼胚生產成品的表面品質。

### (一)、物理模型之建構(圖一)

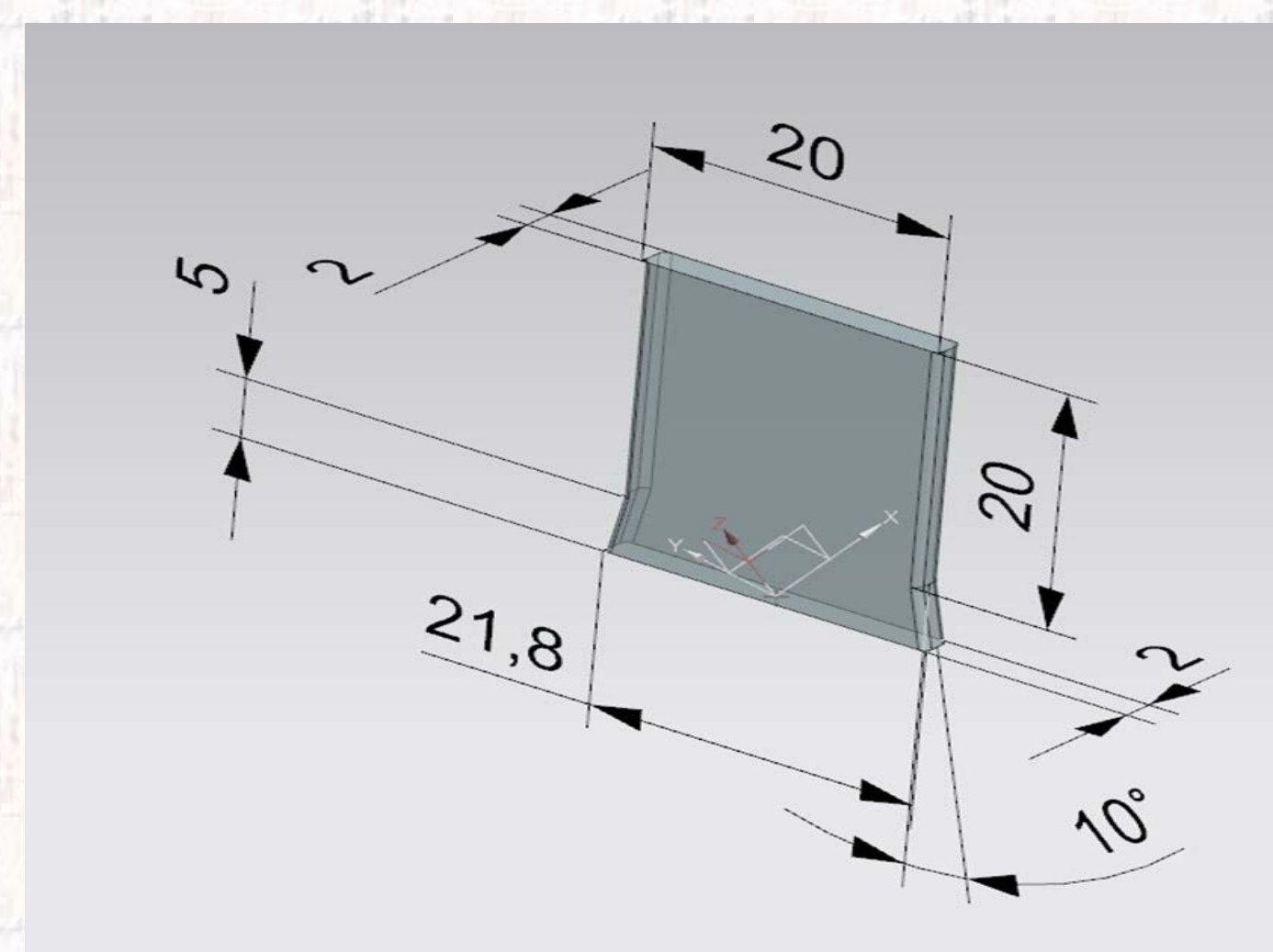
使用ANSYS Fluent軟體分析模型時，先建立仿真實體模型，為此我們必須量取實驗機體的幾何外型尺寸後再依比例繪製模型，利用CAD軟體繪製完成後再導入Fluent。本研究以CAD軟體Solidworks及西門子UG NX進行數值模型的建模。由於分析速度受電腦硬體等級與建模網格多寡之影響，為了更迅速地求解水利除銹之問題，所以將除銹設備進行模型簡化，來提升數值模擬的效率。

### (二)、CFD模式：綜合以上結論，本案CFD模擬做法如下：

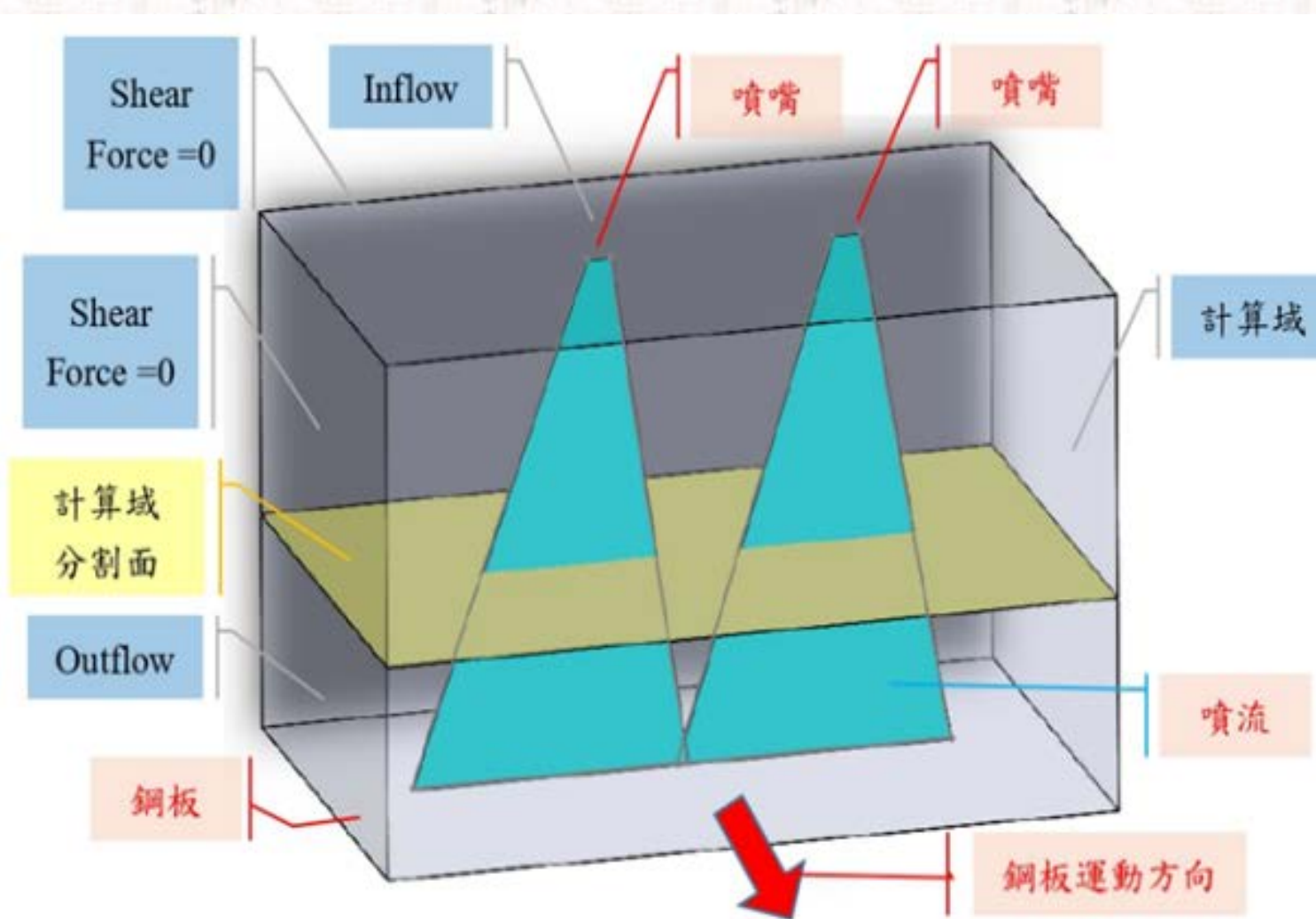
- 三維定常紊流場(3D steady turbulent flow)，使用K- $\omega$ 紊流模式，網格數最大可以取用約1000萬非結構型網格。
- 啟動VOF(Volume of Fluid)技術執行噴流的自由液面(free surface)模擬
- 啟用兩相流模型(Two phase model)模擬水與空氣之兩相交作用流場。
- 啟用能量方程式，模擬溫度場(確立可模擬水汽蒸發模型)，計算鋼板表面因噴流形成的剪應力，已初步驗證可以忽略此溫度效應。

### (三)、CFD數值計算域(圖二)

- 計算域需夠大，以降低外圍干擾，簡化邊界條件。
- 給定噴嘴入流(Inflow)條件，流量與溫度。
- 虛擬一個計算域分割面，上方設定剪應力為零，此有助於計算穩定與收斂，也可保持物理特性。
- 虛擬一個計算域分割面，下方設定出口邊界條件pressure out，此有助於計算穩定與收斂，也可保持物理特性。
- 鋼板可維持等速運動，也可設定高溫條件，給定速度與溫度。
- 計算鋼板表面之壓力分佈、剪應力、溫度分布。



圖一、除銹系統模擬模型

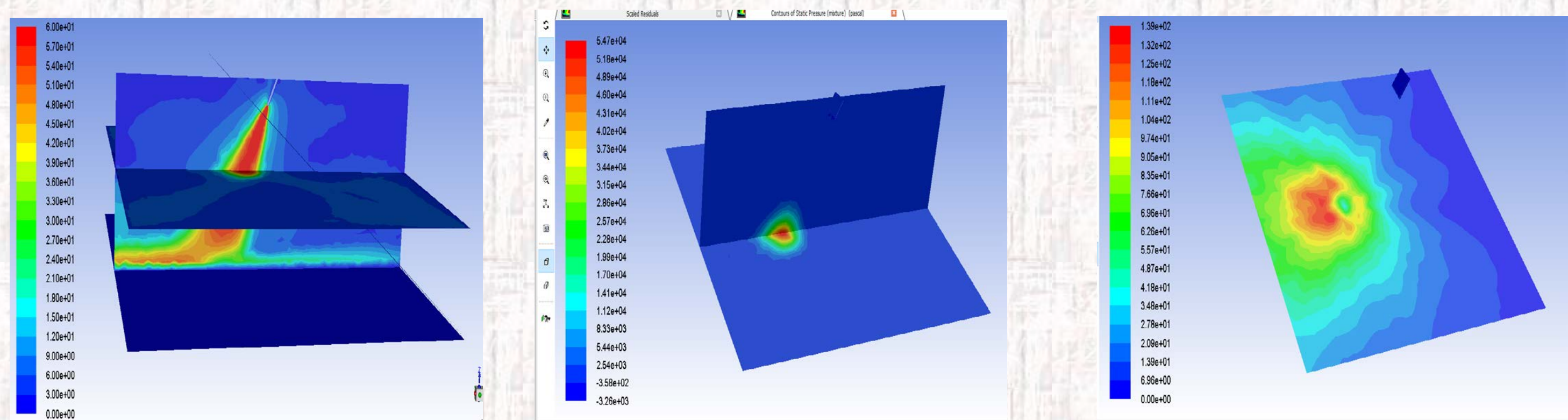


圖二、CFD數值計算域

## 研究動機與目的

### (一)、60萬網格(六面體)

初期使用60萬+網格時，可清楚看出斜噴流之壓力、速度、剪應量分佈，但在底部時暈散。然而所使用的一階上游差分法，擴散量很強，所以需增加計算精度，降低下游的數值擴散強度，以便呈現真正物理擴散量，預測如此底部在收斂收斂後，會呈現較符合噴嘴的壓力分佈。



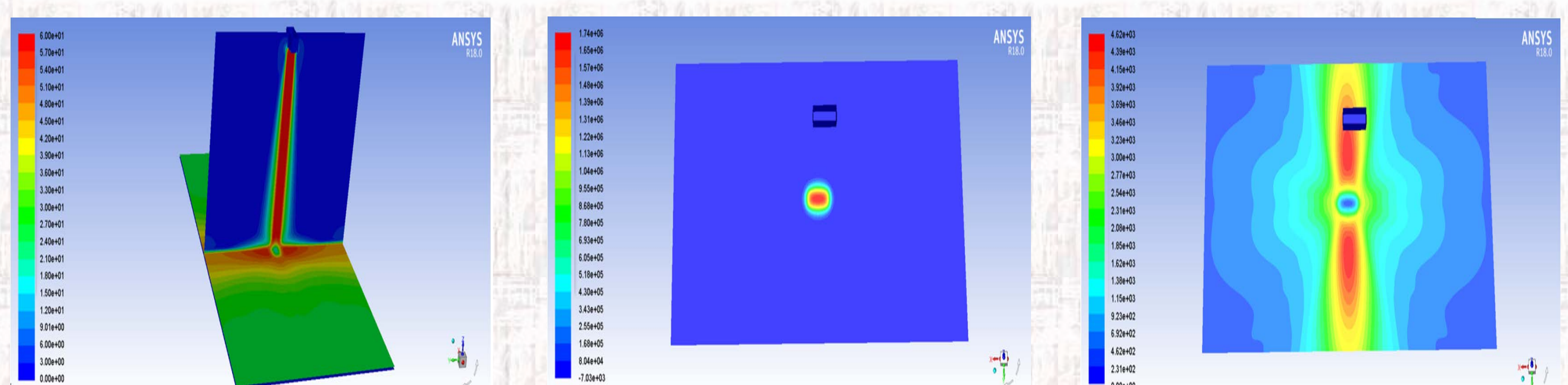
速度分布(側向視圖)

底部壓力分佈

剪應力分佈  
(除銹能力相關)

### (二)、200萬網格(六面體)

以下是200萬網格的垂直噴流的速度、壓力以及剪應力分布圖。可以發現，使用K- $\omega$ 紊流模式，二階上游差分(2nd order upwind scheme)的測試結果，有效成功消除數值擴散，保留真正的物理擴散機制。



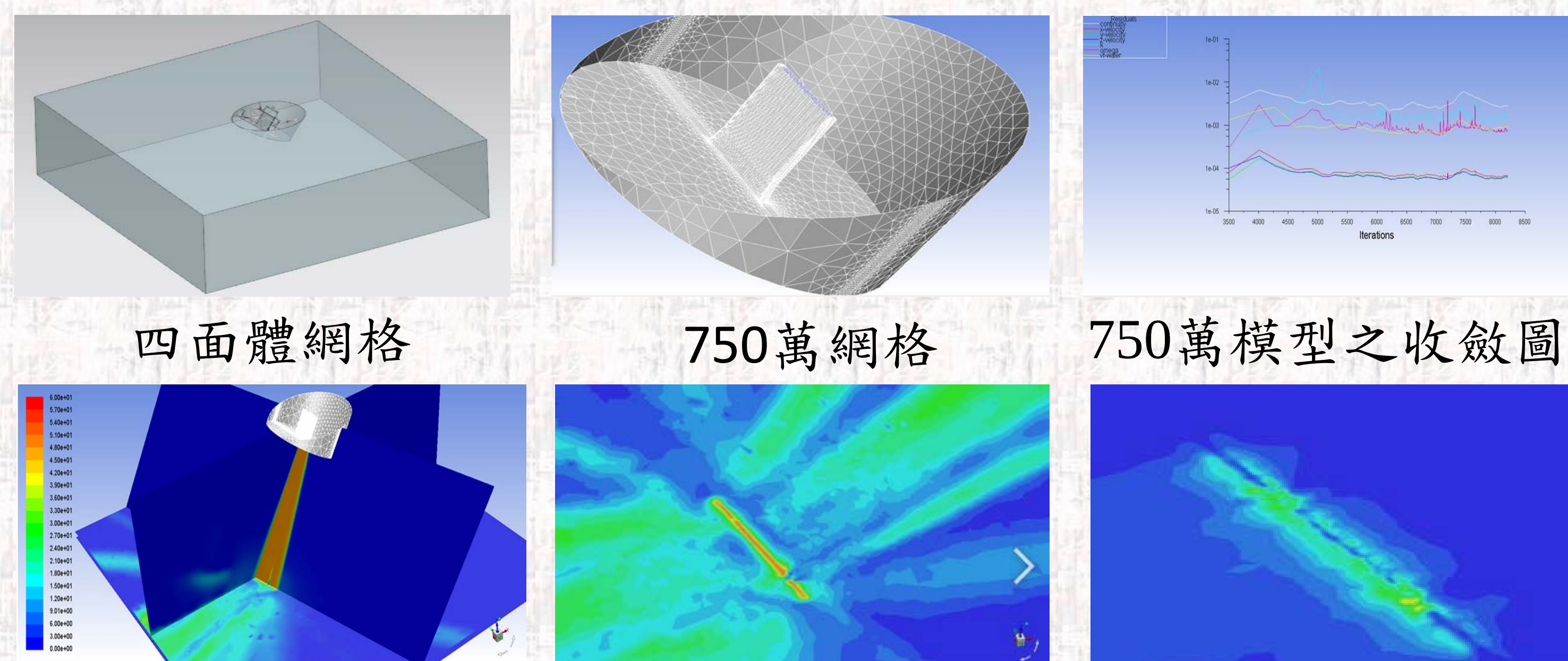
速度分布(側向視圖)

鋼板上壓力分佈

鋼板處剪應力分佈

### (三)、750萬網格(六面體)

經過不斷的測試與改良，最後以750萬網格(四面體)建立改良噴頭模型，本次研究採二階上游差分，K- $\omega$ 紊流並選用SST模式，進口參數 $V=60\text{m/s}$ ，表壓力為 $4 \times 10^7$ ，使用改良型模型之噴嘴，最終模擬驗證結果相當成功。以下是750萬網格的速度及剪應力分布圖。



速度分布(側向視圖)

速度分布圖(俯仰向視圖)

剪應力分佈圖

## 實驗結果

本文成功利用計算流體力學(CFD)，分析除銹系統的數值模擬情形，未來並將其模擬結果更進一步探討偏轉角 $\beta$ 造成噴流間的撞擊交互作用的影響，並探討改善噴流間的撞擊交互作用是否有助於提升除銹效果，以下為本先期研究結果之重點整理：

- 1.750萬網格(四面體)有效解決了數值擴散造成的誤差。
- 紊流模式以K- $\omega$ 加上SST模式有不錯效果。
- 噴嘴型態是噴流形狀最重要關鍵。
- 從收斂圖與底部鋼板上的剪力與噴流速度圖可看出暫態效應很強。
- 未來做法是測試噴流間的撞擊交互作用有助於提升除銹效果。



# 客製化口罩輔具之設計與製作

指導老師:陳建霖 老師

專題生:陳伯恩、陳俞錡、蔡丞婷、曾寶得

## 研究動機與目的

2019年造成全球亂象的COVID-19，以非常快的速度蔓延到諸多地方；在疫苗與藥物尚未研發成熟時，(World Health Organization,WHO)官方組織認可戴口罩可以預防飛沫傳染，也是目前對抗病毒最有效的防範方式。市面上的口罩依舊有些缺點，例如:壓條無法完全服貼臉部達到最佳的防疫效果、掛耳式彈力繩長時間配戴的不適感等；本研究目標是防疫口罩輔具的客製化設計，利用電腦輔助設計(Computer Aided Design, CAD)/電腦輔助製造(Computer Aided Manufacturing, CAM)的技術，按照使用者的脸型幾何，製作硬質的輔具框架，搭配市面上的口罩，可以有效防止新冠肺炎的傳播。

## 研究方法

本研究將人臉利用3D掃描儀測量出點雲資料，匯入逆向工程軟體Geomagic Studio15進行點資料整理，然後轉成\*.stl檔，再由高階CAD軟體Siemens NX進行逆向曲面鋪設。然後將薄殼體轉換成STEP格式進入SolidWorks建立完整實體模型，最後利用3D Printer將輔具印出。

Artea EVA  
掃描儀操作

Geomagic  
Studio  
模型修補

Siemens NX  
SolidWorks  
輔具造型修整

3D列印  
實體建模

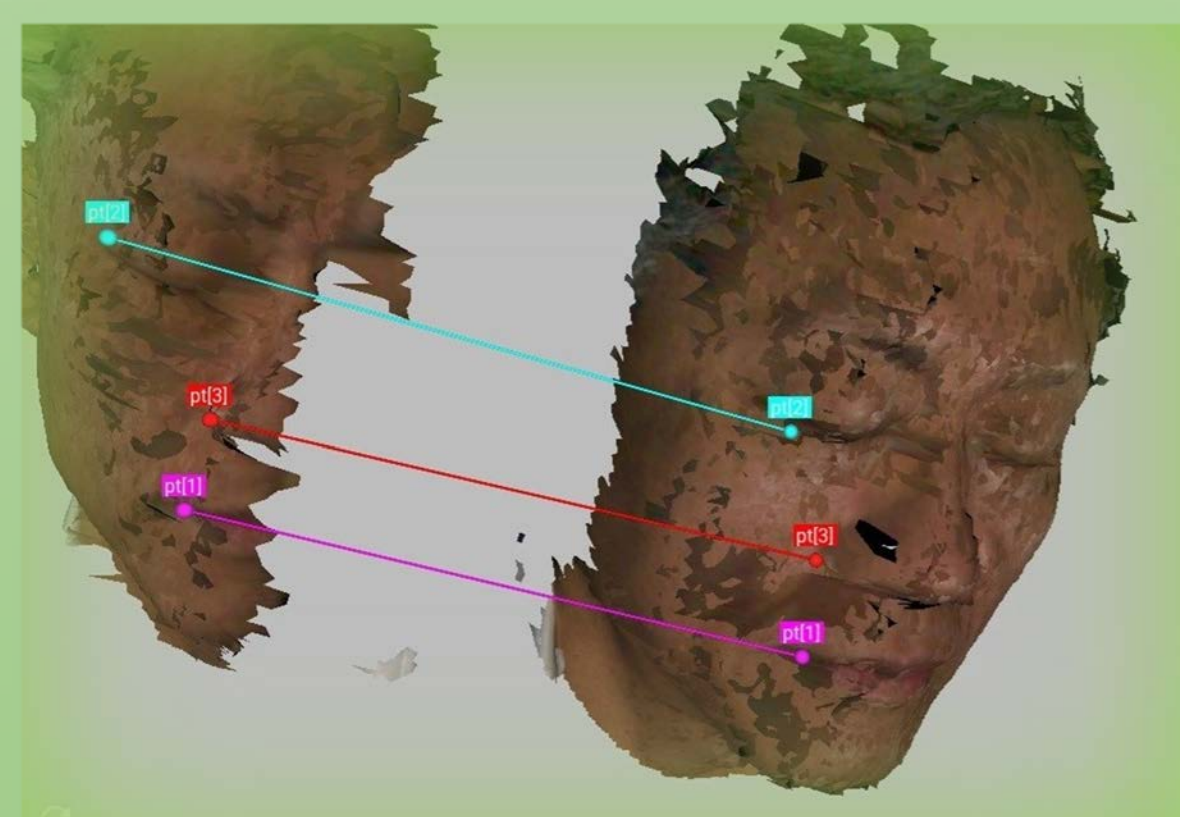
輔具整合測試

### 掃描

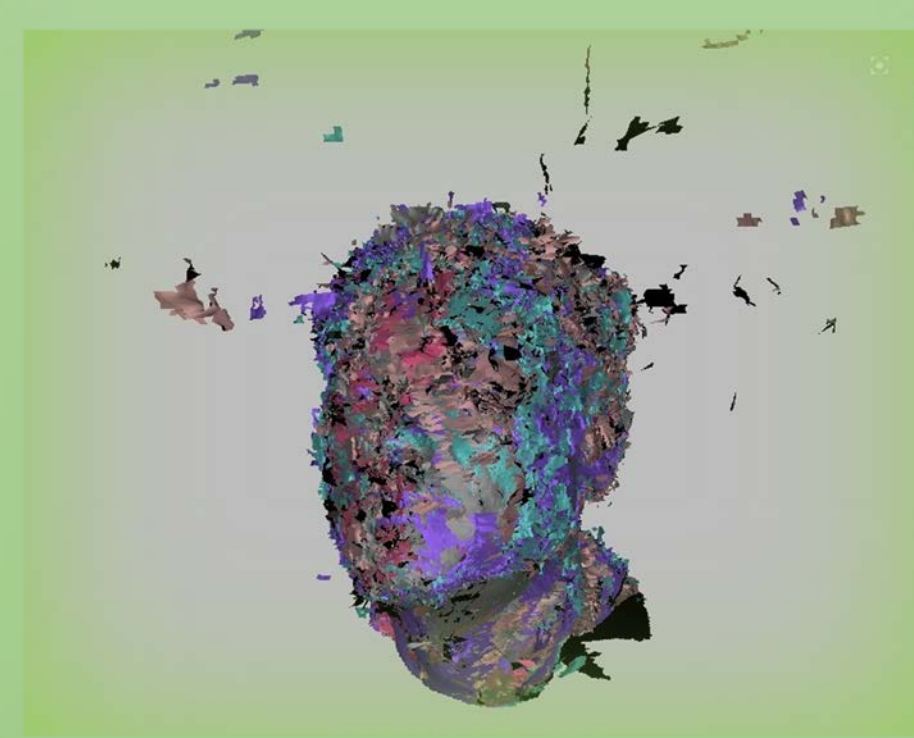


3D掃描儀

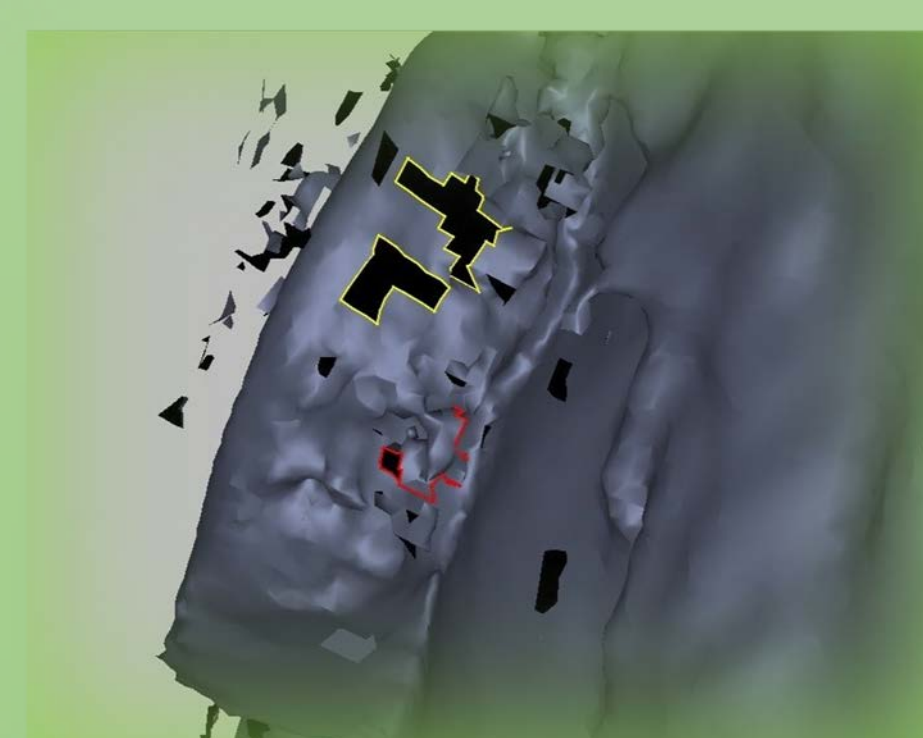
### 模型修補



對齊



離群雜點



修補空洞

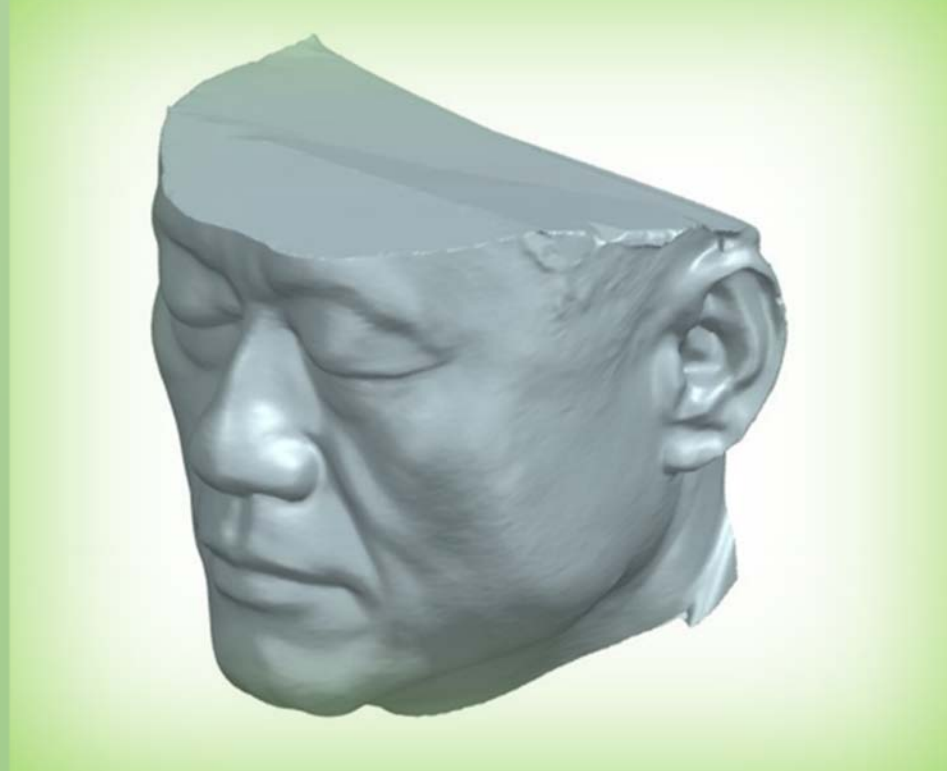


模型裁切

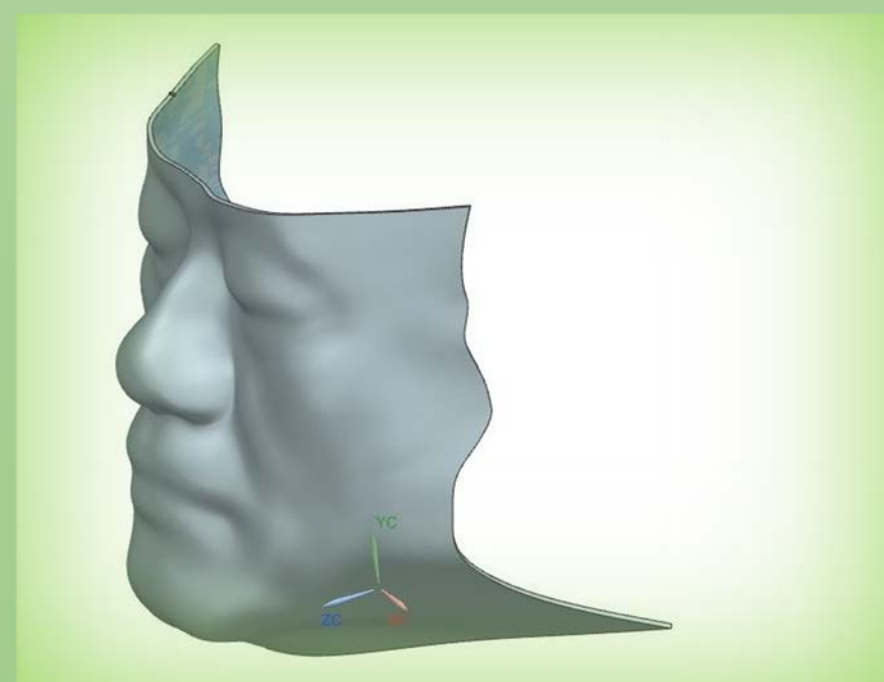


修補結果

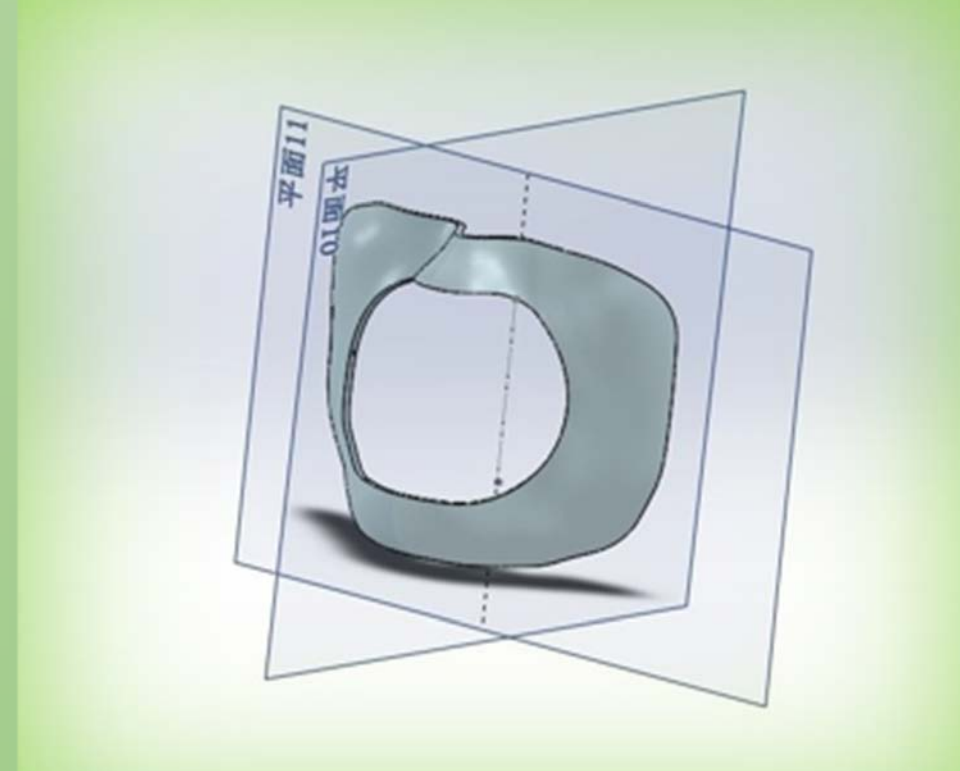
### 造型修整



修整前



修剪成薄殼體

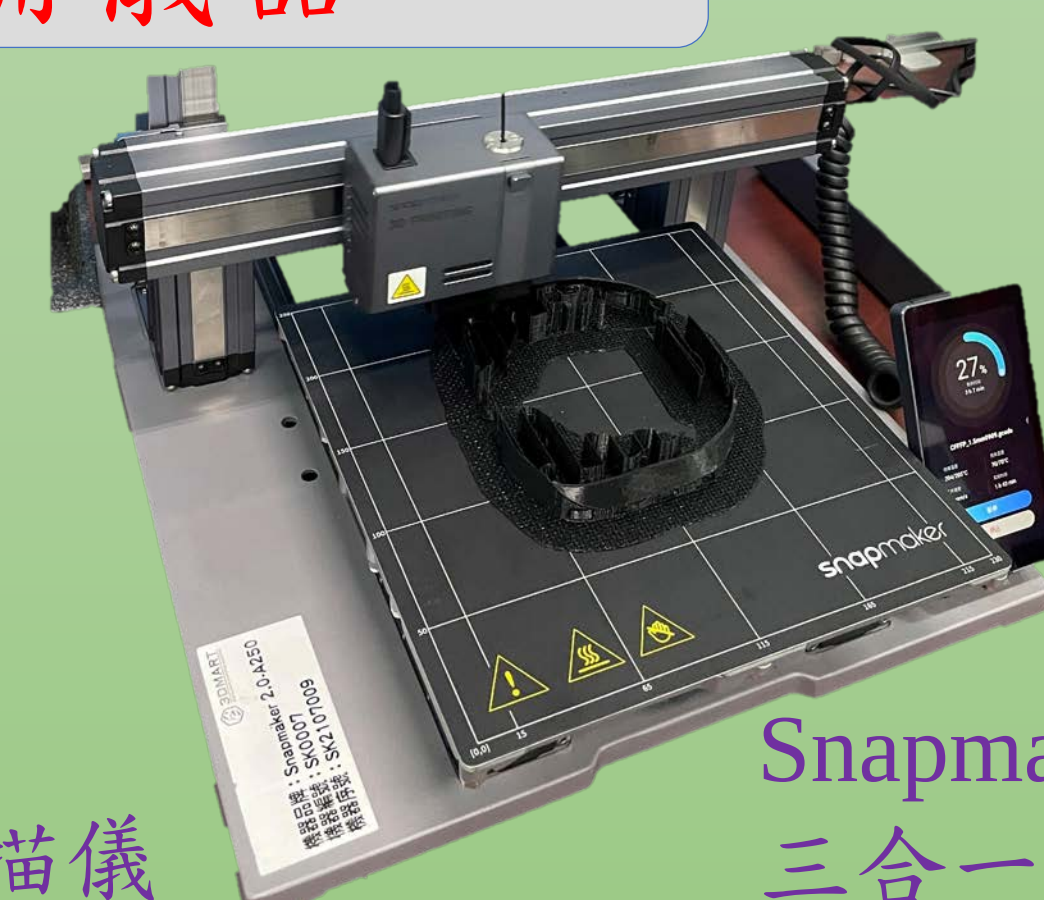


修整成品

### 設備儀器



Artec EVA  
手持式光學掃描儀



Snapmaker A250  
三合一3D列印機

## 實驗結果

這次實驗選用兩種線材分別為PLA與TPU，兩者線材加熱溫度與平台溫度設定相近，但在實體上前者材質較為堅硬在佩戴上舒適感與密合度欠佳，所以需依靠矽膠口罩支撐來解決密合度之缺點；而後者實體材質較為彈性，可增加臉部與輔具的密合度，不僅能改善PLA密合度缺點，重量也比PLA材質輕盈許多。



PLA材質輔具



輔具實際佩戴樣貌



TPU材質輔具



輔具實際佩戴樣貌



# 無人機之功能模組設計

## 機械與自動化工程學系

指導老師：陳建霖 老師

專題生：林品呈、楊秉勳、任翰睿、胡警智

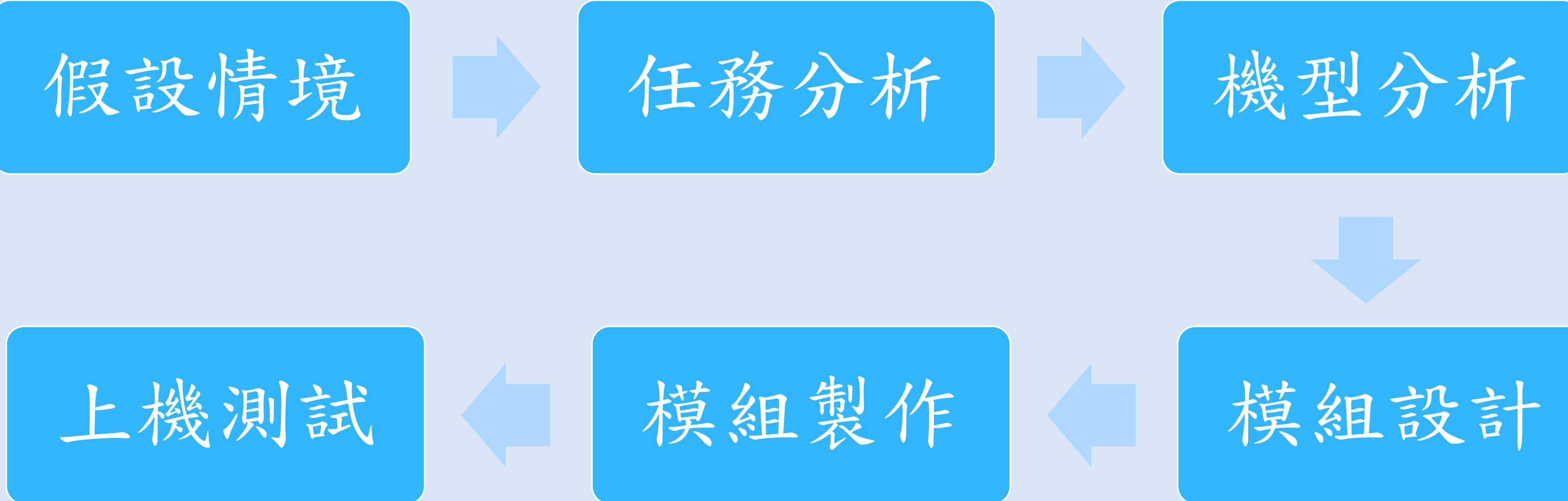
### 摘要

目前的無人機大多分為兩種:定翼機、旋翼機，定翼機具有高航程及高航速，但需要起降跑道;多旋翼機雖不需跑道，但航程較短且航速慢，VTOL 布局可以兼顧上述兩者的優點，並且讓機體配件可以依照任務內容更換模組。

### 研究動機

近年來無人機的崛起，使得在諸多領域都具有突破性的發展，但是就我們所觀察，目前市面上的無人機大多功能是專一或變更功能的程序繁瑣，並沒有功能模組的設計，因此我們發想出設計不同種功能的夾艙，可因應不同的狀況裝配在機型上，就不用為了單一功能而再購買一台無人機。

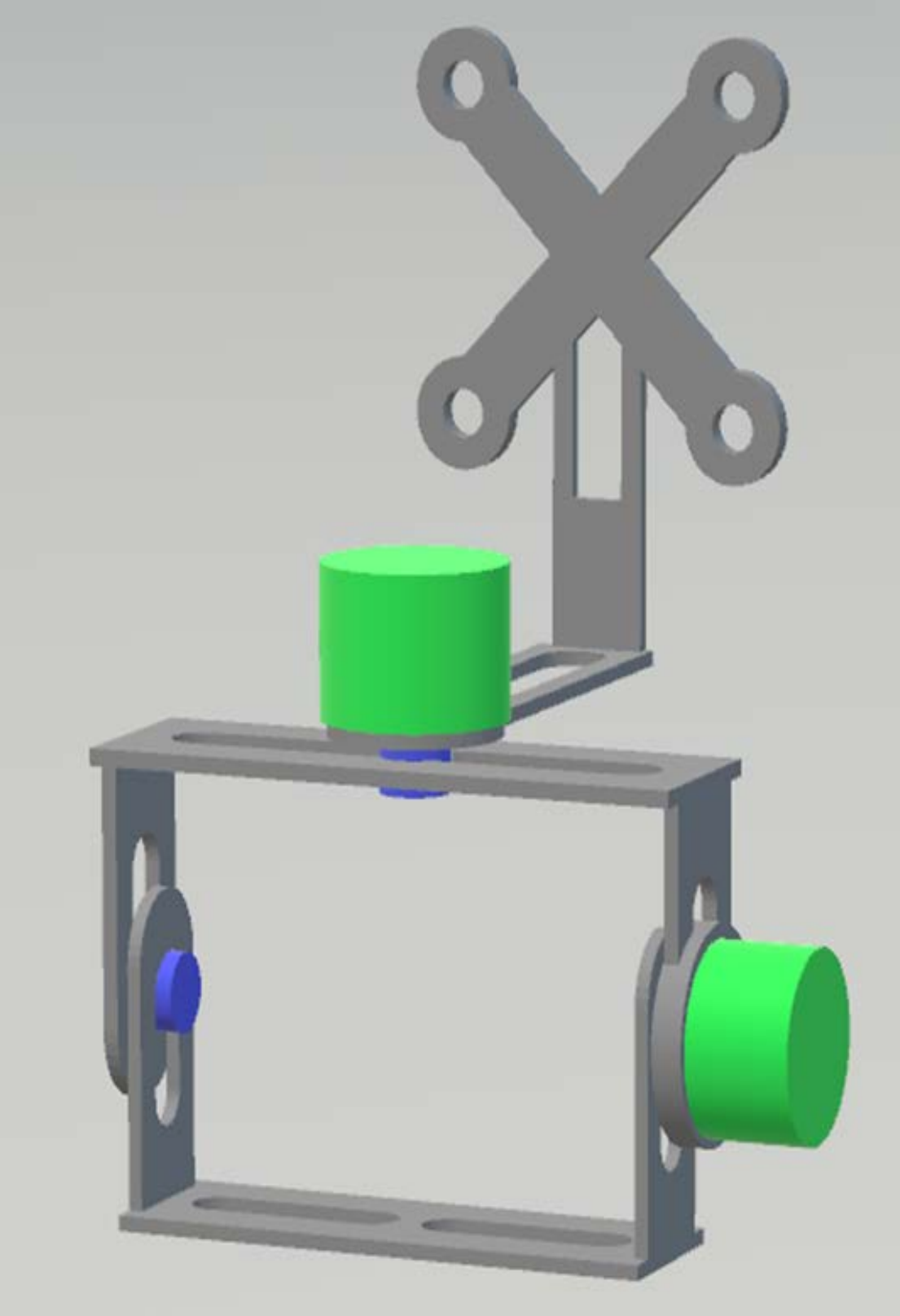
### 研究內容



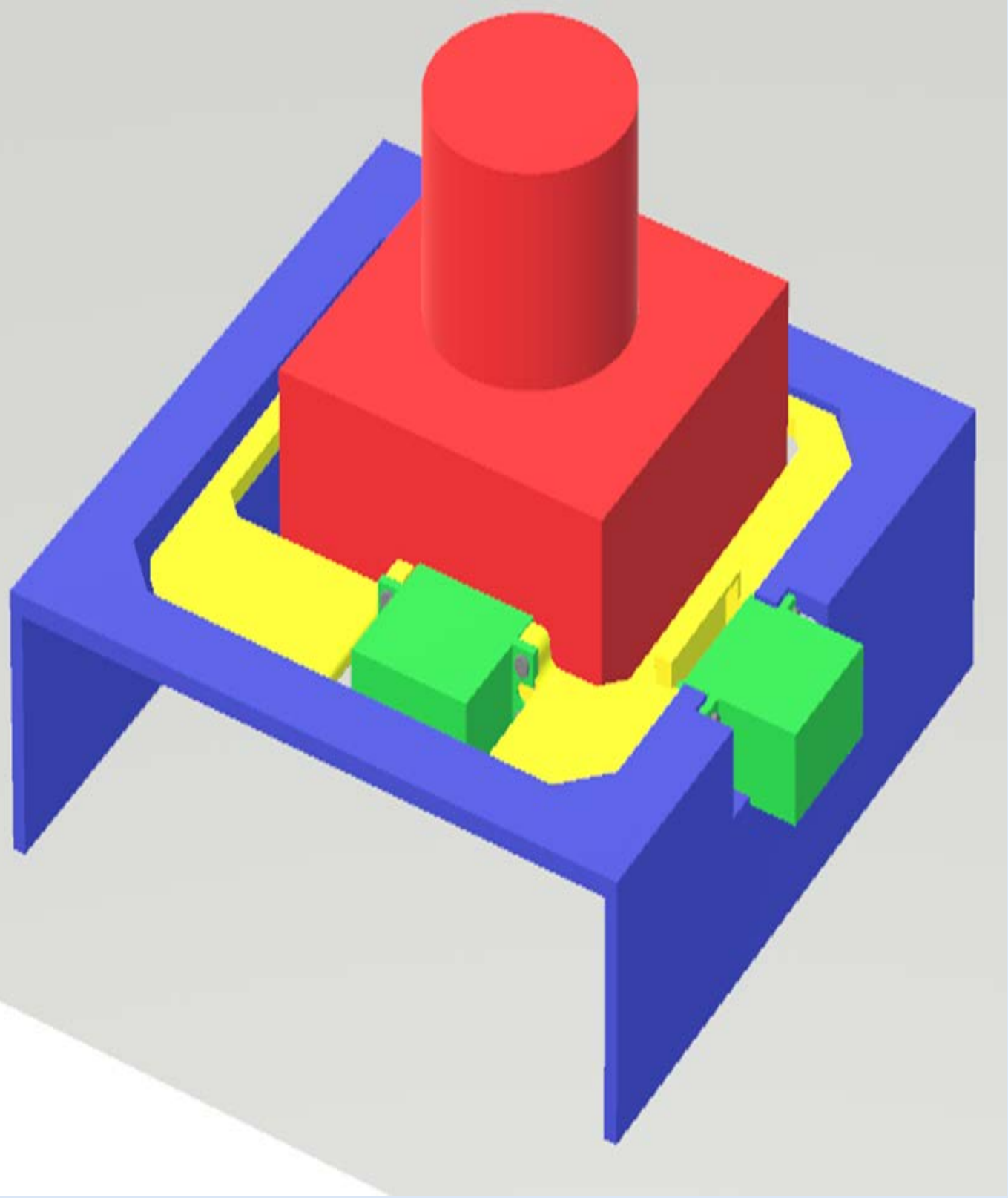
- 針對任務目標對機體進行功能模組的設計
  - VTOL：VTOL可以在多旋翼及固定翼之間切換模式，可以完成多數飛行需求，所以選定其作為假設機種 (圖6)
  - 多旋翼：為市場上主流的機型所以選定其做為測試通用性的機型 (圖7、8)
- 設計相對應的組件
  - 雲台：1. 空拍雲台 (圖1) 2. 航測雲台 (圖2)
  - 貨艙：1. 一般貨艙 (圖4) 2. 空投貨艙 (圖5)
  - 脫扣器 (圖3)
- 模組製造
  - 機型及模組設計：
  - 使用SOLDWORK進行機構設計，轉為STL檔使用切片軟體進行3D列印或其他材料進行製造及組裝
- 模組測試
  - 將製造出來的模組，安裝於測試機上，進行遙控器的通道及機體飛控的調整，並測試其功能是否正常

### 研究結果

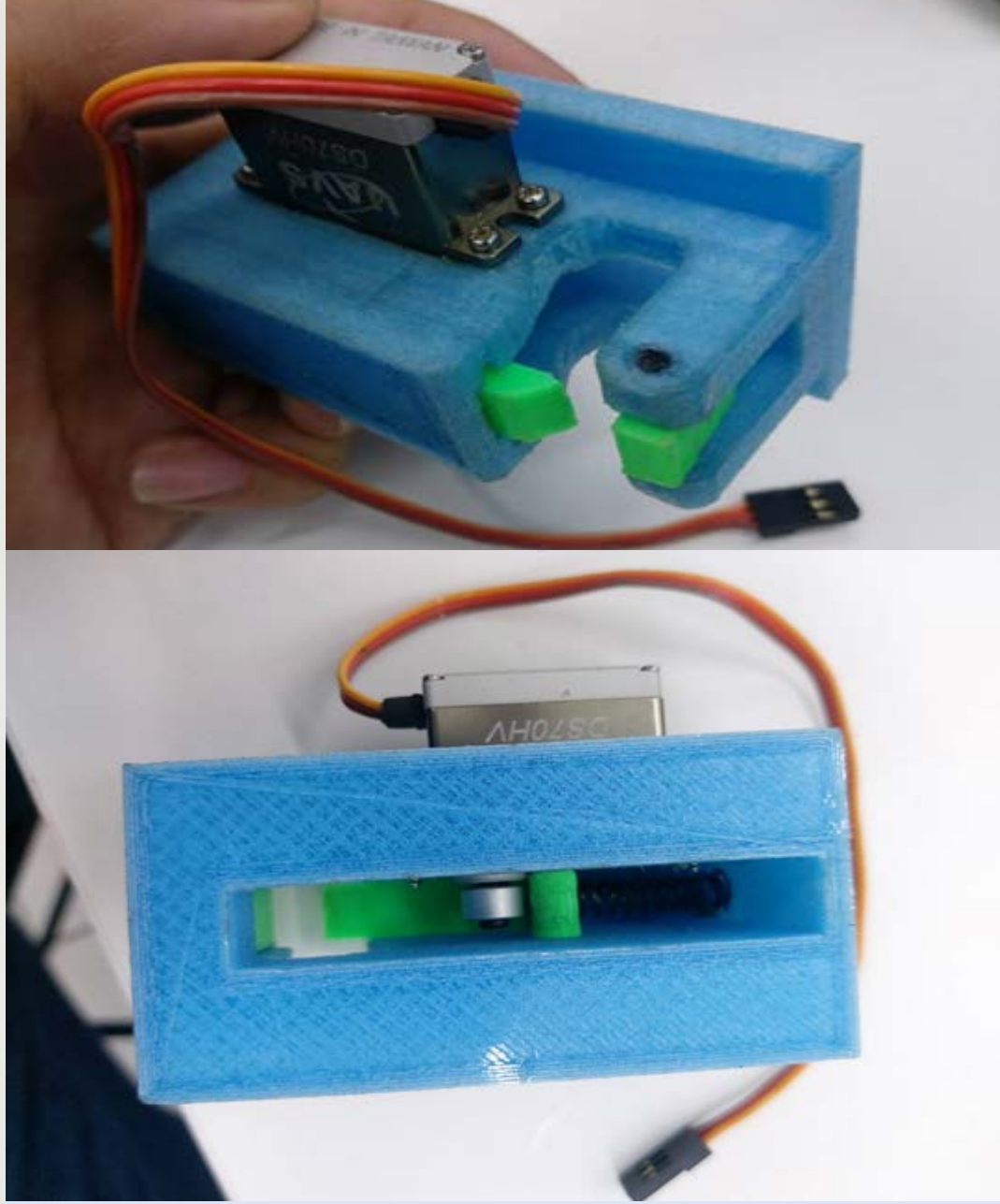
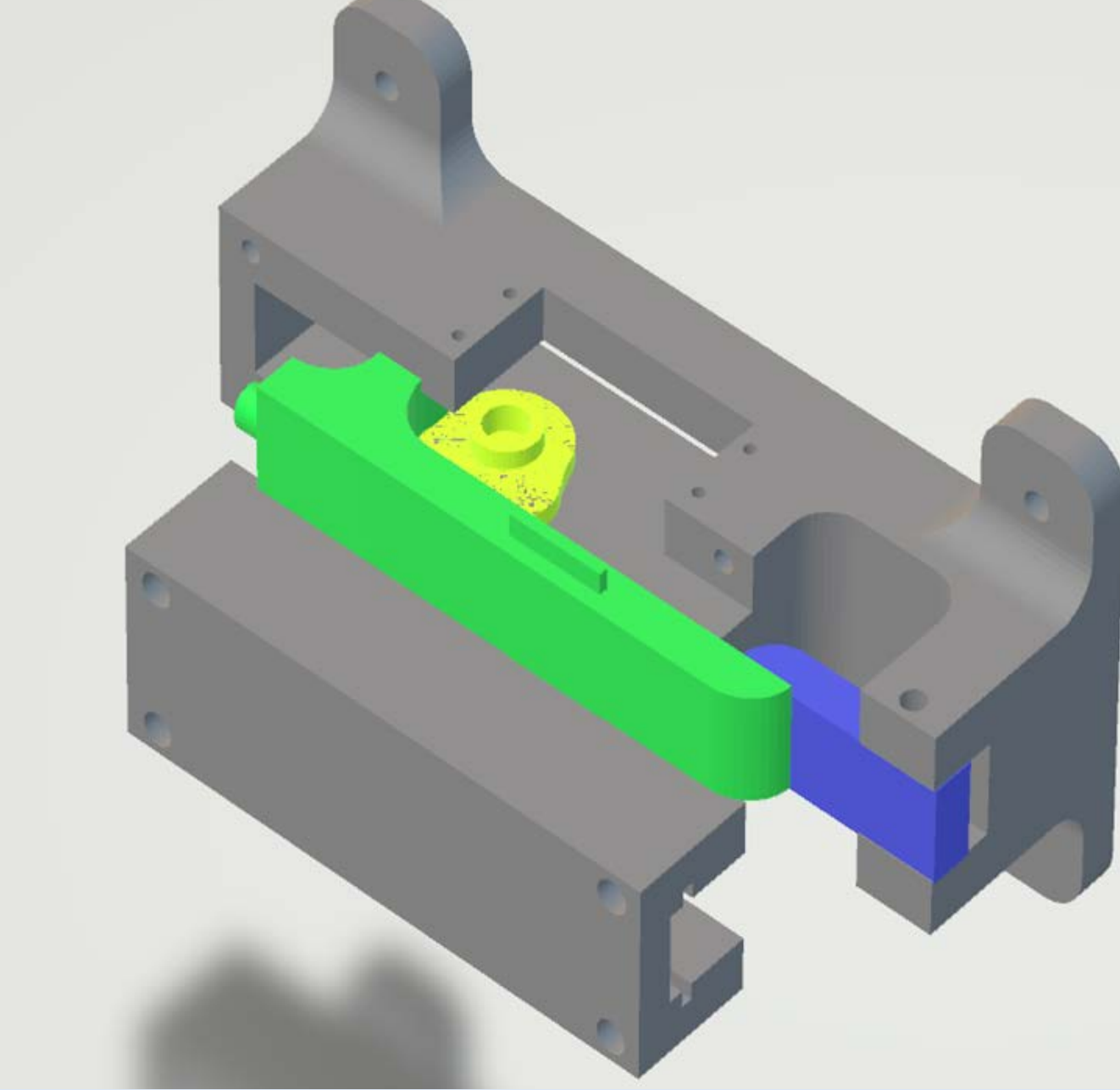
航拍雲台 (圖1)



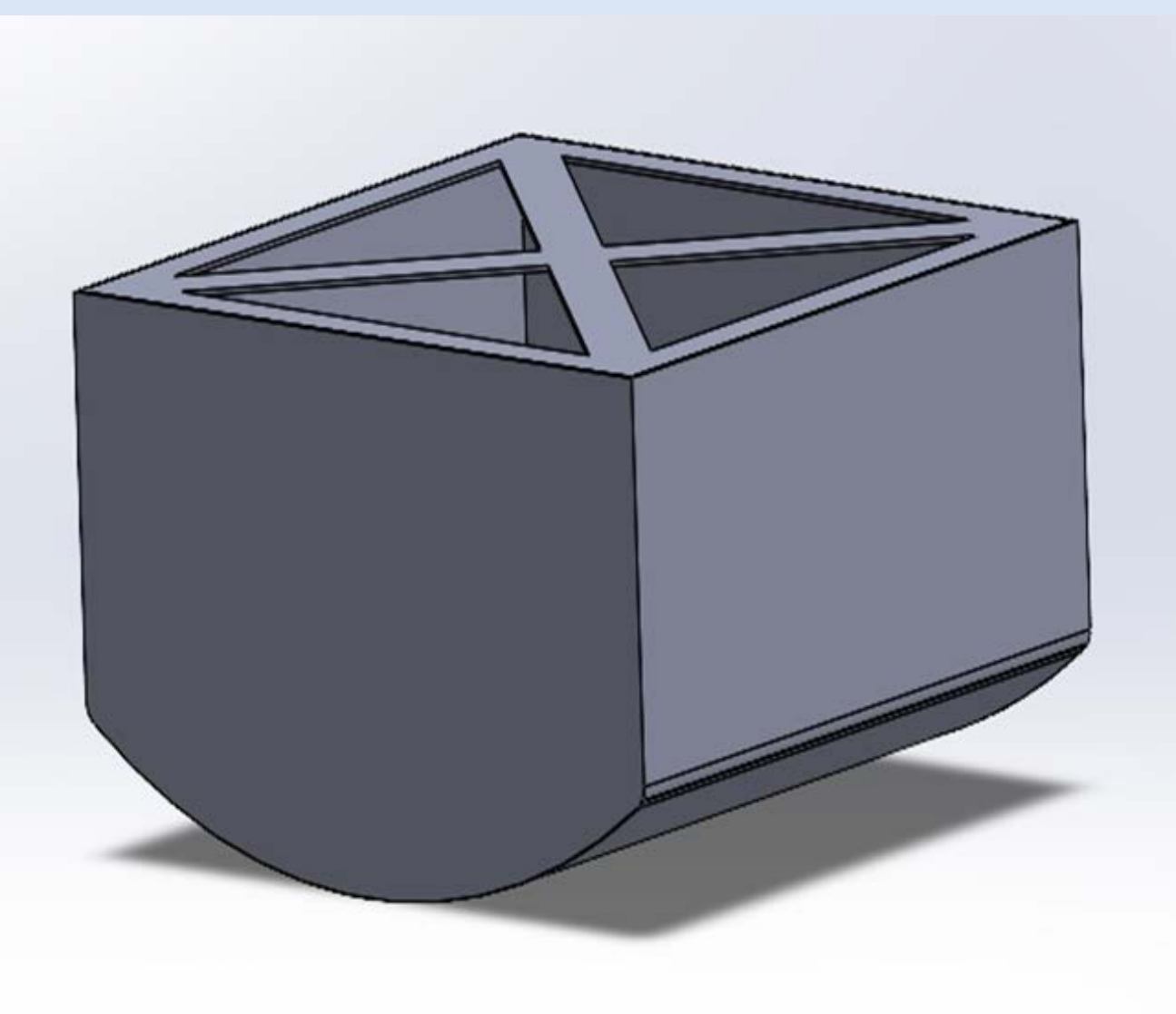
航測雲台 (圖2)



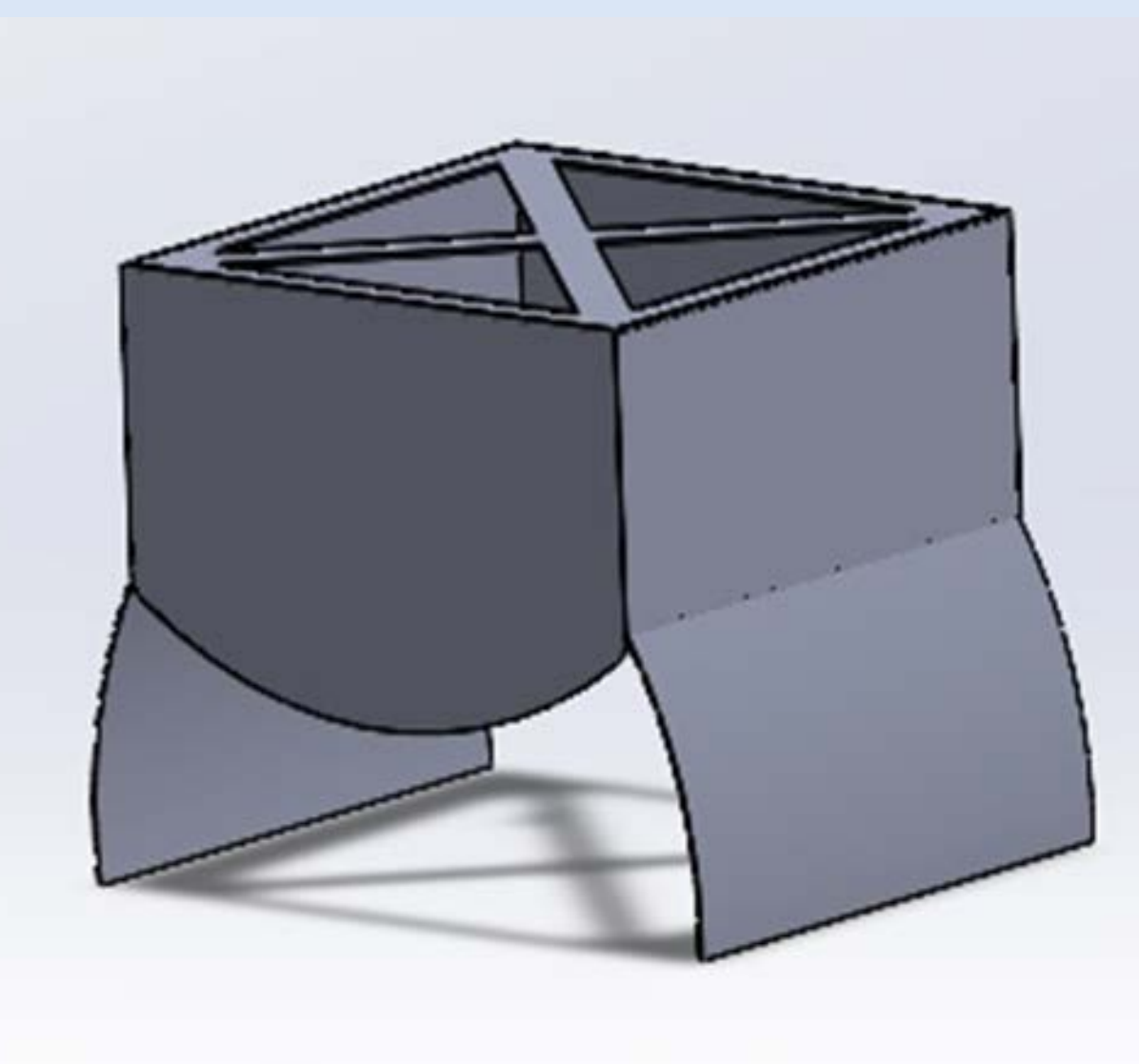
脫扣器 (圖3)



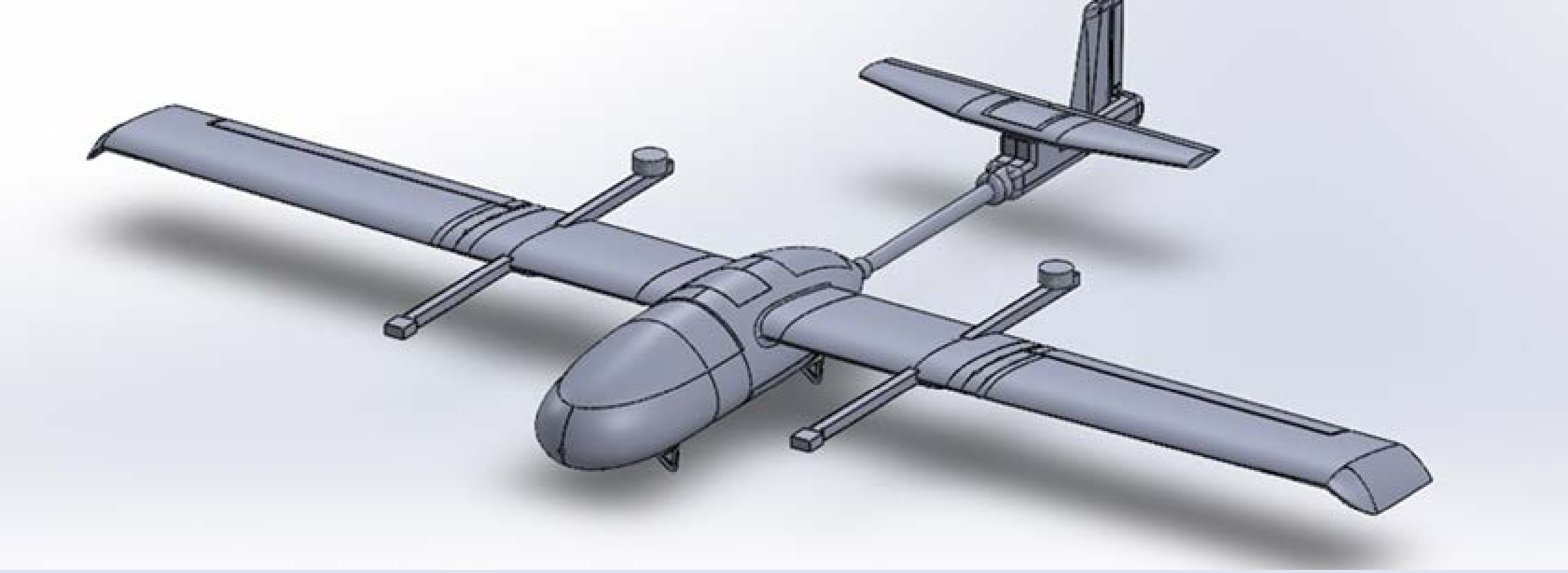
一般貨艙 (圖4)



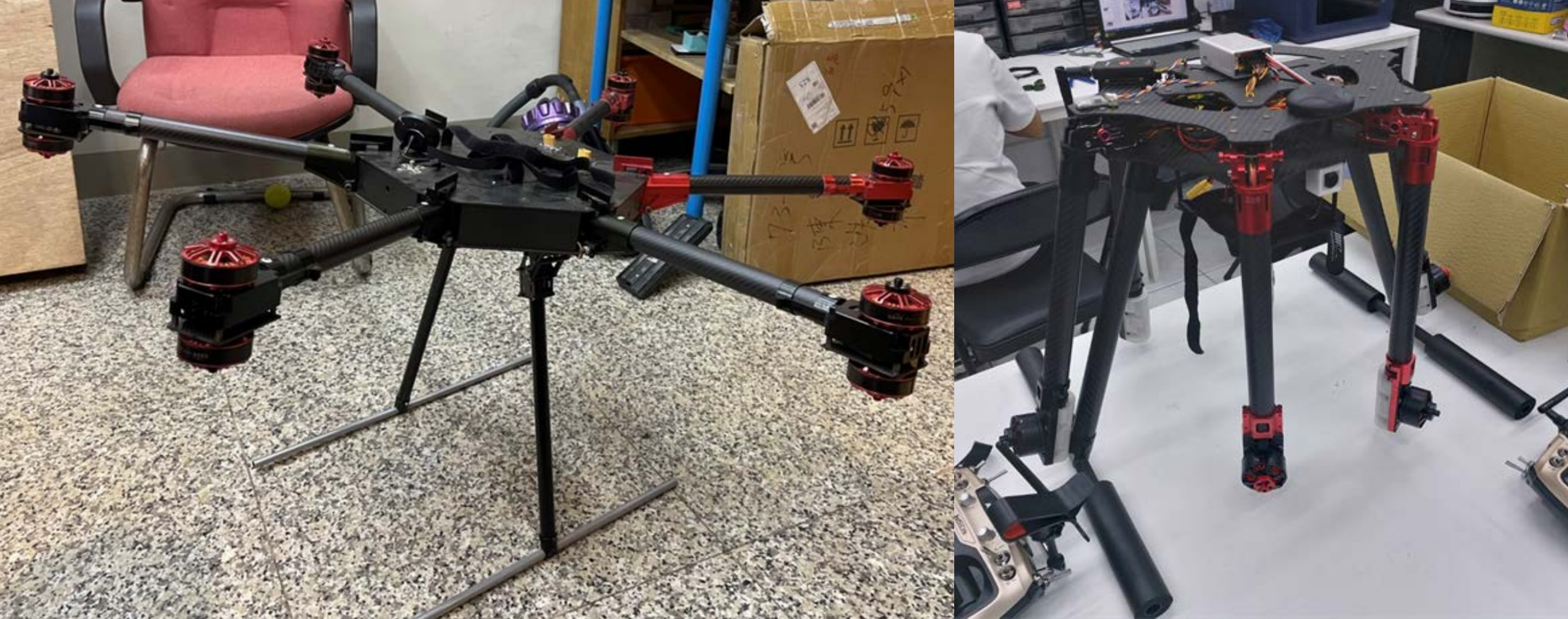
空投貨艙 (圖5)



假設機型 (圖6)



測試通用性機型 (圖7、8)



# 噴頭的逆向工程建模與應用

指導老師:陳建霖  
專題生:吳孟哲、傅柏昌

義守大學機械與自動化工程學系

## 研究動機與目的

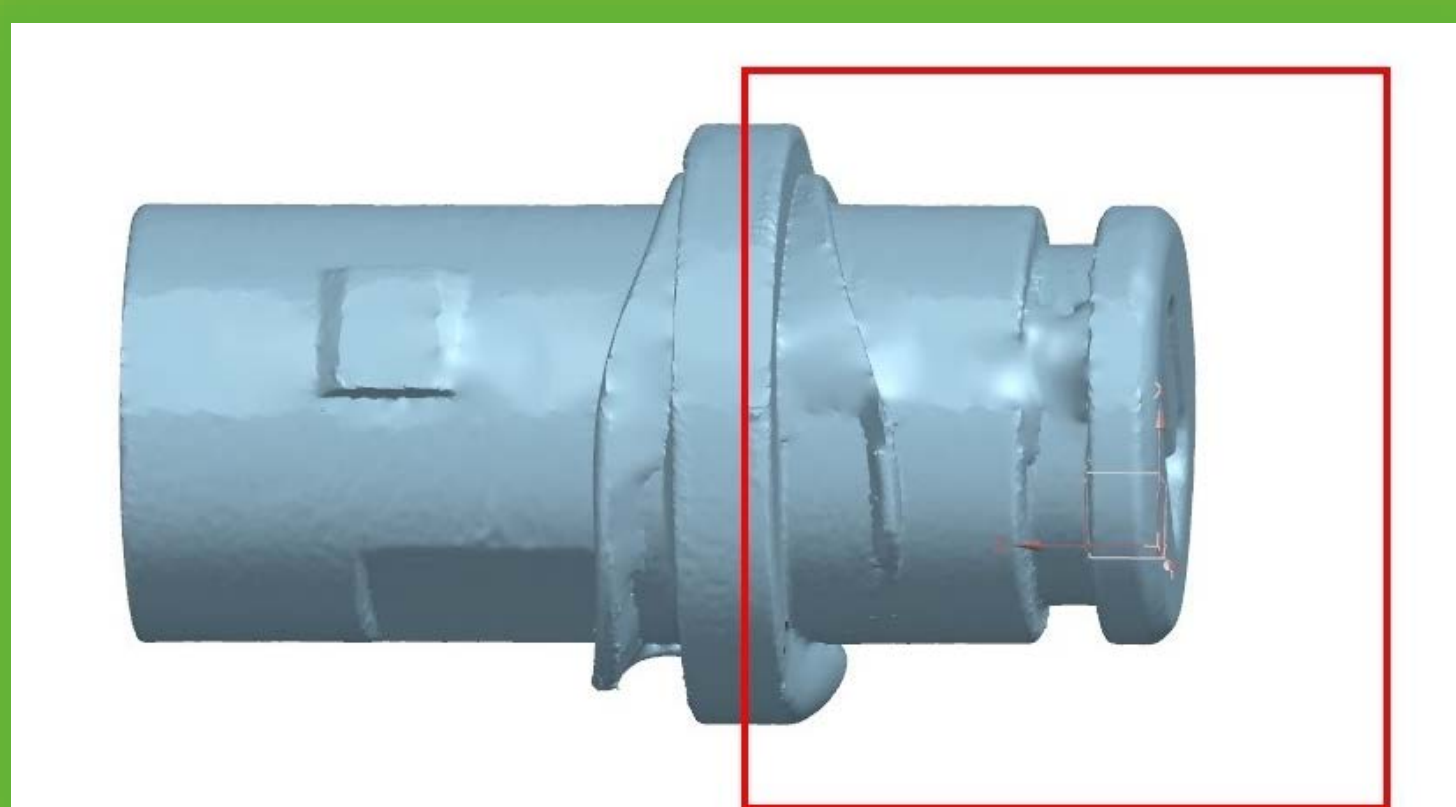
本研究因應燁聯鋼鐵公司的鋼板除銹計畫需求，藉由3D掃描的噴頭數值模型來執行計算流體力學(CFD)的工程分析，因此我們對於實體噴頭進行逆向工程掃描以取得3D數值模型。在逆向工程中，實體的3D CAD模型重建是整個流程的關鍵。在模型重建之前，我們先詳細了解實體樣件的幾何特徵、數據特點(類型、完整性)，以及後續的熱流、結構分析、加工等特性，綜整研判後選擇有效的建模方式，然後搭配軟硬體的逆向工程後，所完成的3D模型就可以應用於此工程分析。

## 研究方法

因3D掃描技術以及光電科技、微電子技術的快速發展，現今多使用非接觸式的光學掃描儀進行測量。由於測量所得大量的點資料(點雲)無法一次建立出完整的物體表面，因此需要進行多個角度的測量，再透過點雲配對的方式取得完整的物體表面。本研究先在噴頭噴上消光漆，利用3D雷射掃描儀測量出點雲資料，然後轉成STL檔，匯入逆向工程軟體Geomagic Studio進行修飾與UG NX實體建模來得到更精確的曲面、縮短電腦運算的時間。



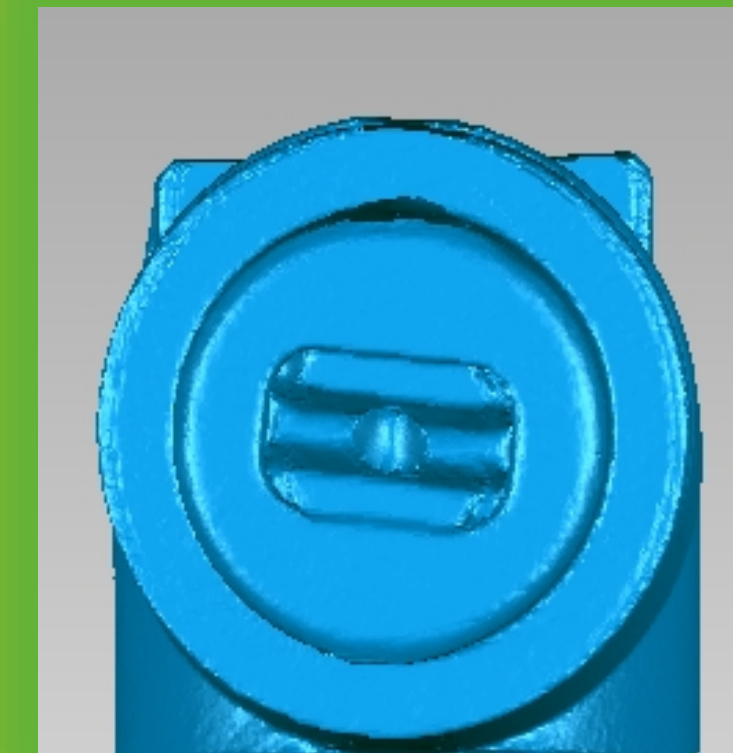
噴頭的實體



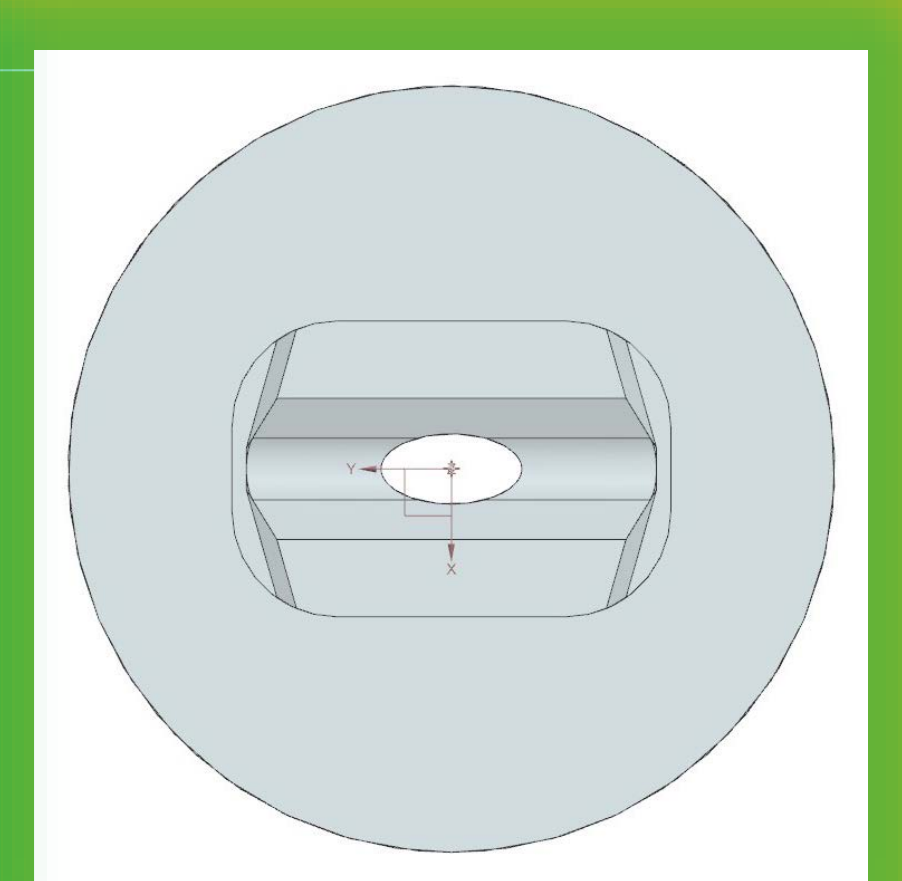
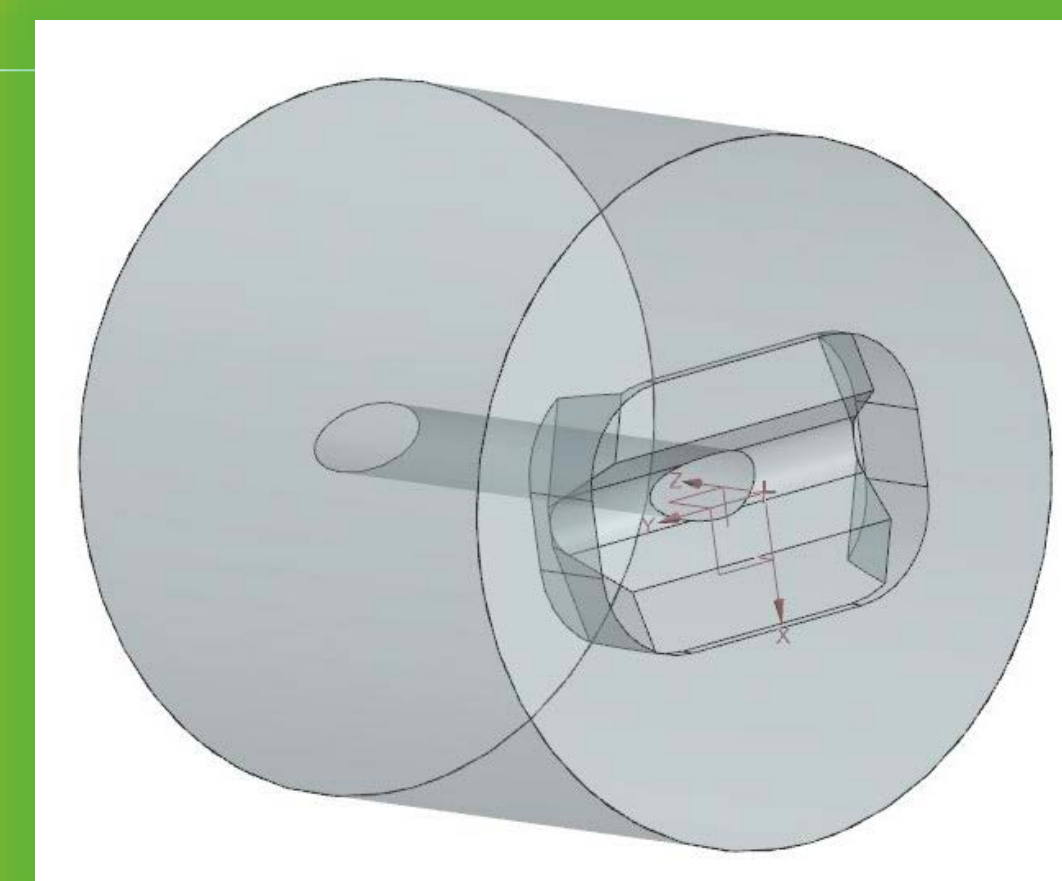
修飾與實體建模



紅外線點雷射掃描儀



掃描儀所獲得3D數據



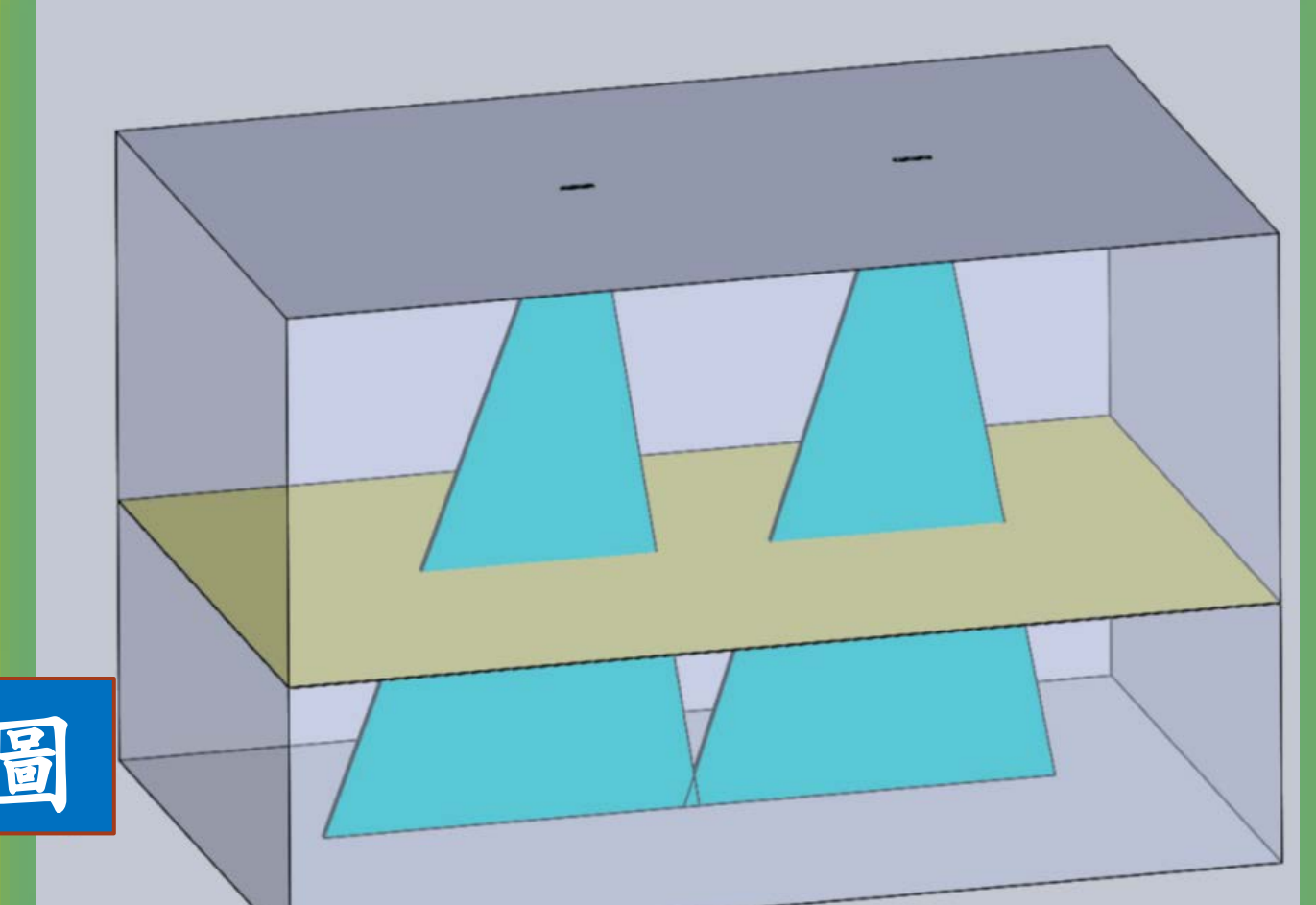
UC NX完成之3D實體建模

## CFD工程分析

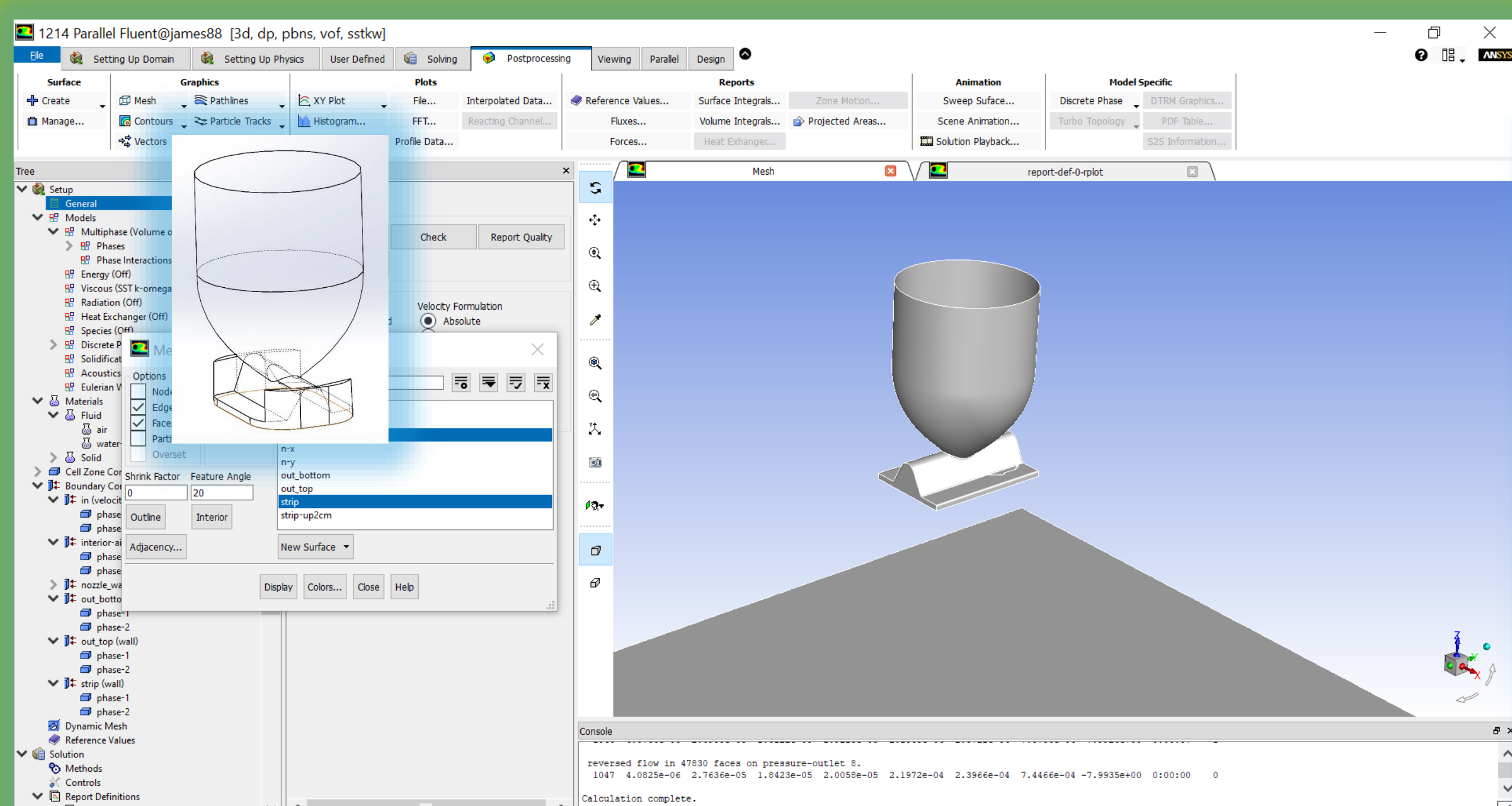
本研究以計算流體力學技術(CFD)分析鋼板製程的熱流物理問題，本研究使用ANSYS Fluent進行工程分析。首先輸入3D模型，然後以Meshing建構3D網格，然後以SIMPLE法則與VOF技術求解Navier-Stokes動量方程組；包含使用K- $\omega$ 紊流非壓縮兩相流模式求解能量方程式的非線性方程組。

$$\frac{d}{dt} \oint_V \rho \phi dV + \oint \rho \phi \vec{u} \cdot d\vec{A} = \oint \Gamma_\phi \nabla \phi \cdot d\vec{A} + \int_V S_\phi dV$$

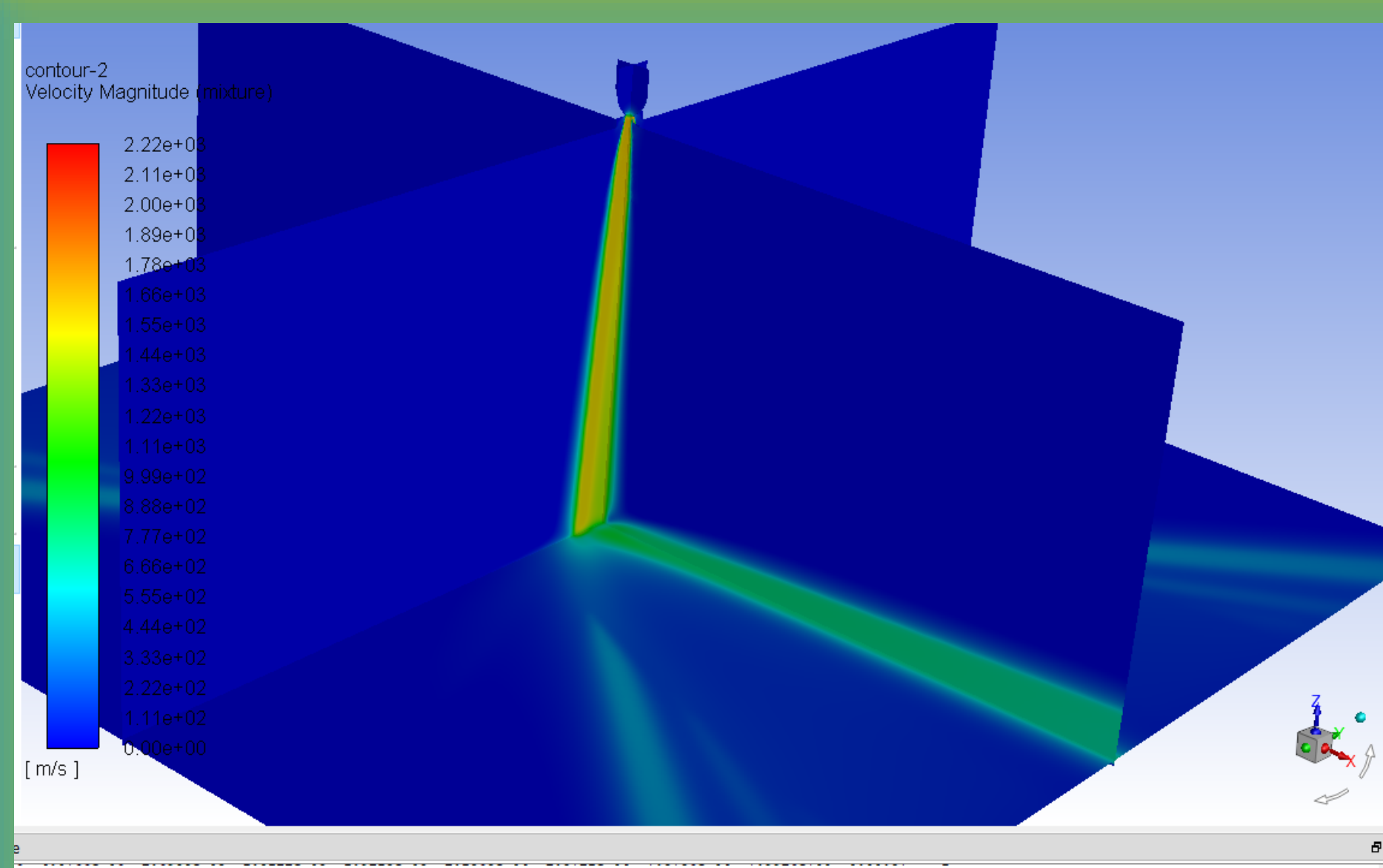
非線性方程組



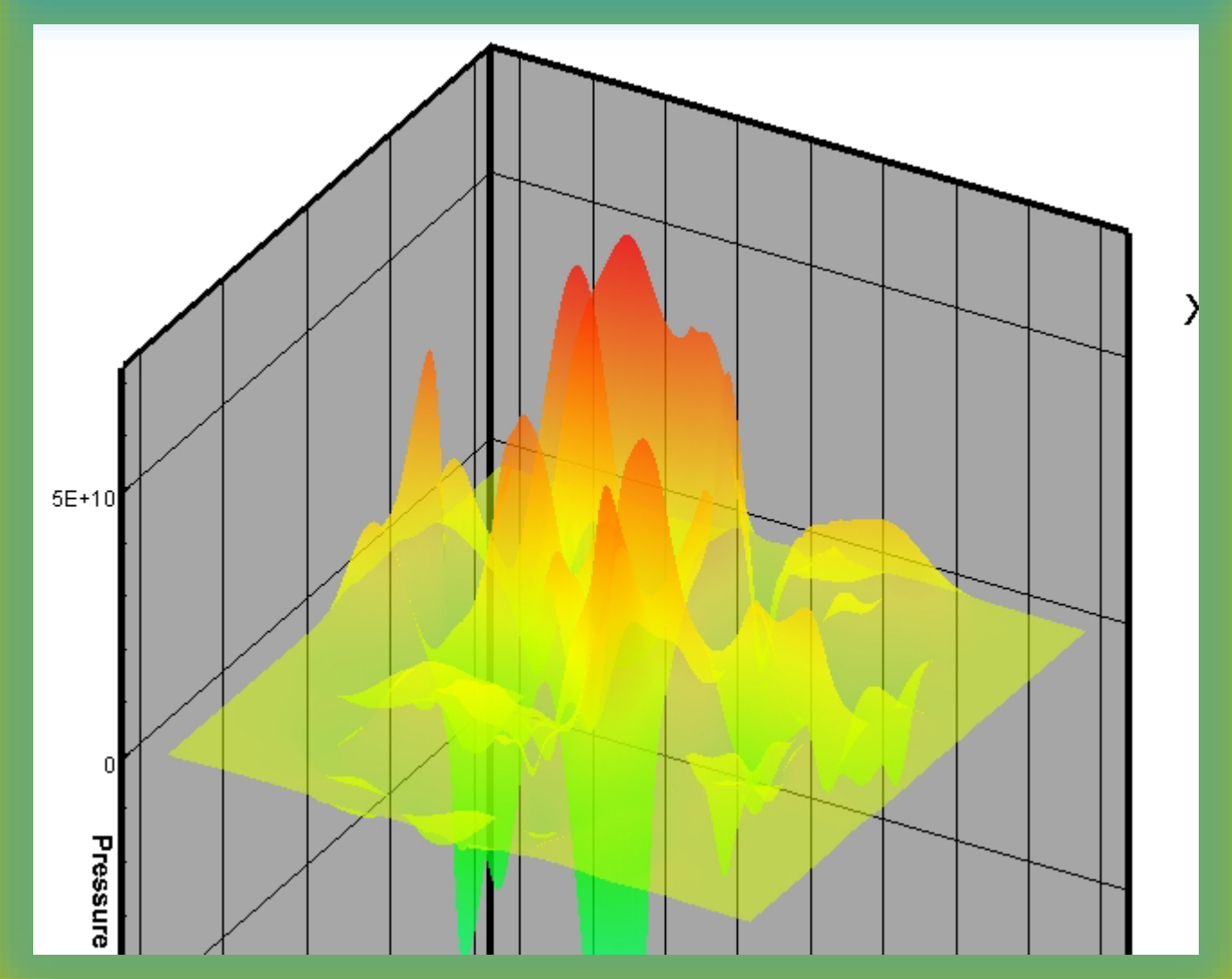
CFD模擬模型示意圖



ANSYS Fluent泛熱流軟體



高速水噴流模擬圖



因噴流之鋼板表面壓力分佈



# 以物流為導向的無人機分析設計與實際飛行測試

指導教授：陳建霖 教授

專題生：曹力仁、陳則旭、李尚謙、陳緯倫

機械與自動化工程學系

## 摘要

此研究是參與2020交通部「無人機整合示範計畫」-運送物流組，所設計之機台，利用VTOL布局設計一台用於物流的無人機，並以物流為導向的相關設計進行分析，並在確立方向後開始著手製造競賽用飛機。

由於比賽的項目是必須跨海飛行且距離遙遠，兩點間無法用目視確認，所以我們必須使用Mission Planner設定飛行航線，為了能夠驗證此種方式是否可行，我們先製作一台測試機來進行試飛，再將試飛成功的航線參數設定用於我們所設計的競賽用飛機，進行最後的飛行測試。

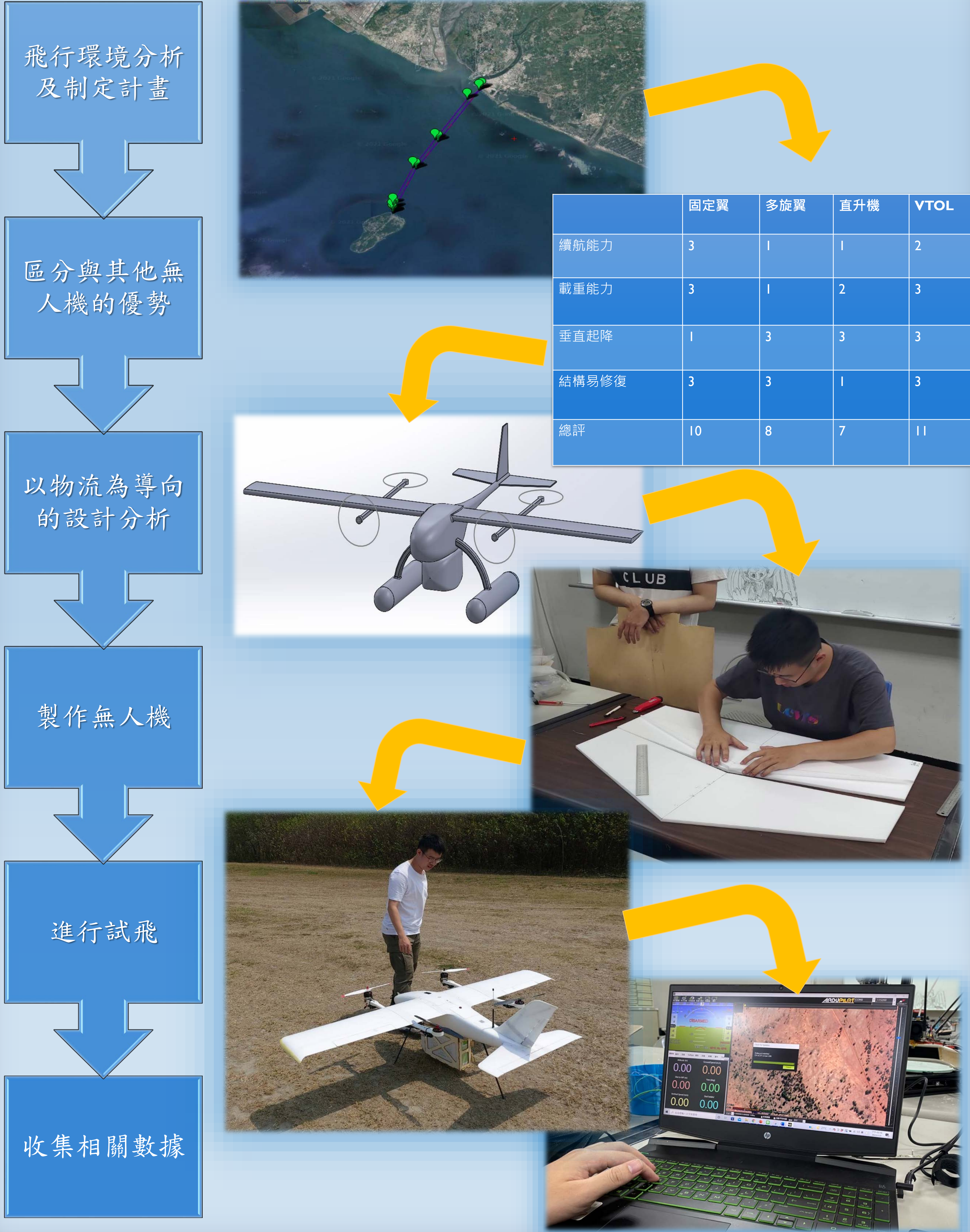
## 目的

多軸旋翼機和變距直升機，這兩種機型都有可以垂直起降的優勢，但由於這兩種機型電量的消耗是很大的，並不適合長距離的飛行。因此，我們想找有沒有一種機型是可以垂直起降又同時有較長的續航力和航程的飛行器。

## 研究方式

目前主要都是以多軸旋翼機與變距式直升機為主要大宗，用於物流方面的機型也是以這兩種為主，我決定設計一種能夠提高航程的同時又能在有限的範圍內起降物流為導向的無人機設計所以我將分成以下步驟進行無人機的開發。

將五公斤的貨物從東港海岸邊透過無人機運輸至小琉球指定目的地來回。



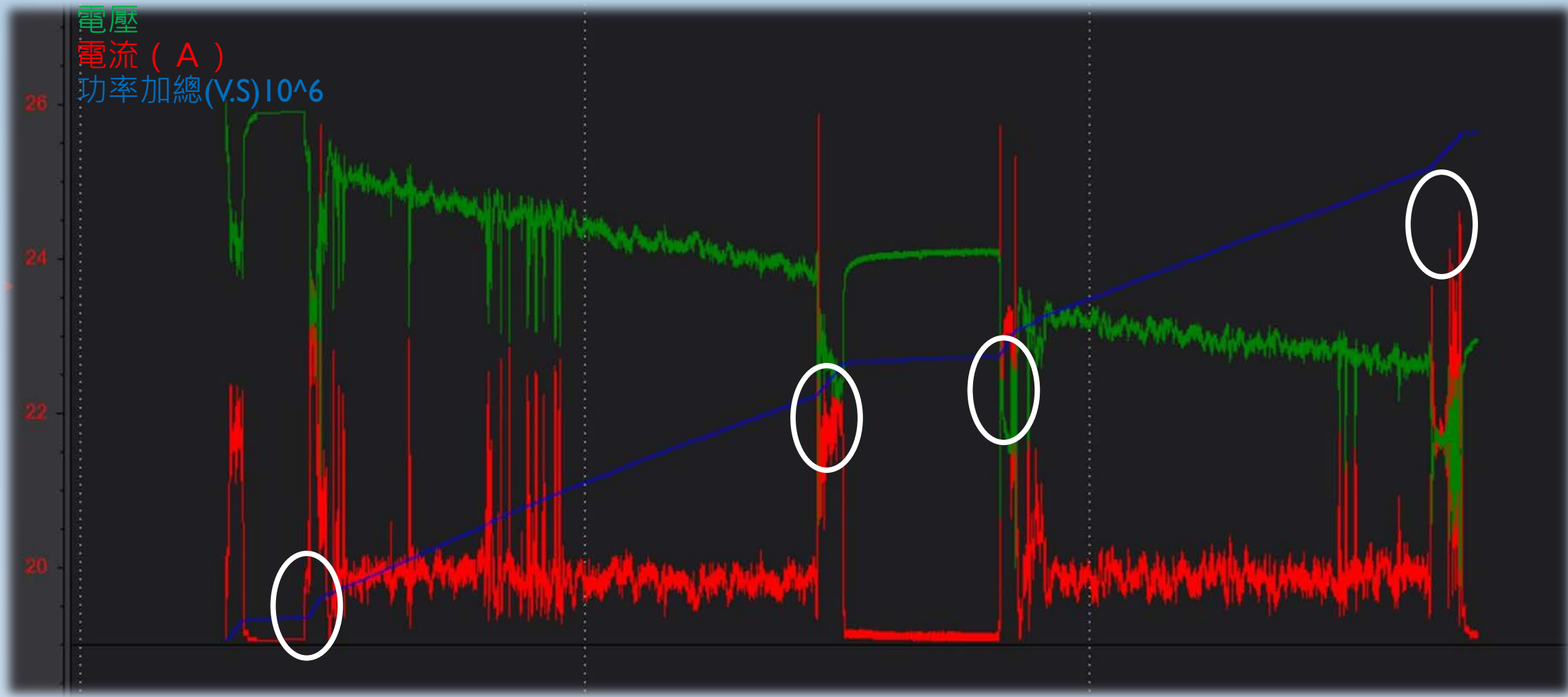
測試用無人機完成品

## 結論

測試飛行完成，貨物成功取得



由藍色功率曲線可得知vtol布局 and 一般常見無人機在運輸任務時所消耗的能量差別。vtol布局除了在起降時會有較大的能量消耗外長距離飛行時會比一般無人機來的有優勢。



Vtol布局能源消耗曲線



# 注射筒式機械手臂的設計與3D列印

指導教授:陳建霖

研究生:趙國涓、林睿致、謝明璋、崔承泰

## 研究動機與目的

隨著工業物聯網(IIoT)與工業4.0時代的來臨，工廠的生產方式已經由人工生產進化成智慧機械生產加工。為了加快生產速度及降低人事成本，機械手臂及機器人已經被逐漸重視，但工廠裡的機械手臂往往都是十分的浩大，又笨重，無法輕易移動，所以我們團隊決定設計製作一個尺寸小，且方便移動的機械手臂，藉由3D列印方式印出來，可以由氣壓的方式手動操作，並作為課堂上教學展示用。

這次專題之所以研究機械手臂，是因為智慧機械越來越先進，用3D列印技術印出是未來的一種主流，因為它可以滿足客製化的需求，零件都可以依照客戶想要的規格印出來。3D列印機就像10年前的印表機，也許10年後家家戶戶都有一台3D列印機列印想要成品。

## 3D列印在機械手臂工業上的應用

**工業用途：**工業型機器人的使用以製造業為大宗，由於其環境已知且單純，故常被固定在某處，其發展目標朝向精密控制為主。人工智慧等議題則非該類型的機器人的重點，自然也不需要大量的電腦運算能力，視為機器人發展史上最久、亦最成熟的類型。

**服務型態：**服務型機器人是提供人們所需要的各種服務。該類型的機器人無論在軟體或硬體上的設計困難度均高於工業型，因為服務的對象是人類，因此在人機互動上也須親合友善。

**智慧製造：**由3D列印作為各式材料的客製化製造運用，利用電腦輔助設計與製造(CAD/CAM)的技術，得以減少耗材的成本，以及初步設計時，分析、製作、測試修改需要的時間消耗也隨之減少，可以解決過去傳統式的加工所帶來的資源浪費和能源浪費議題。

## 研究架構流程

設計 (Solidworks)

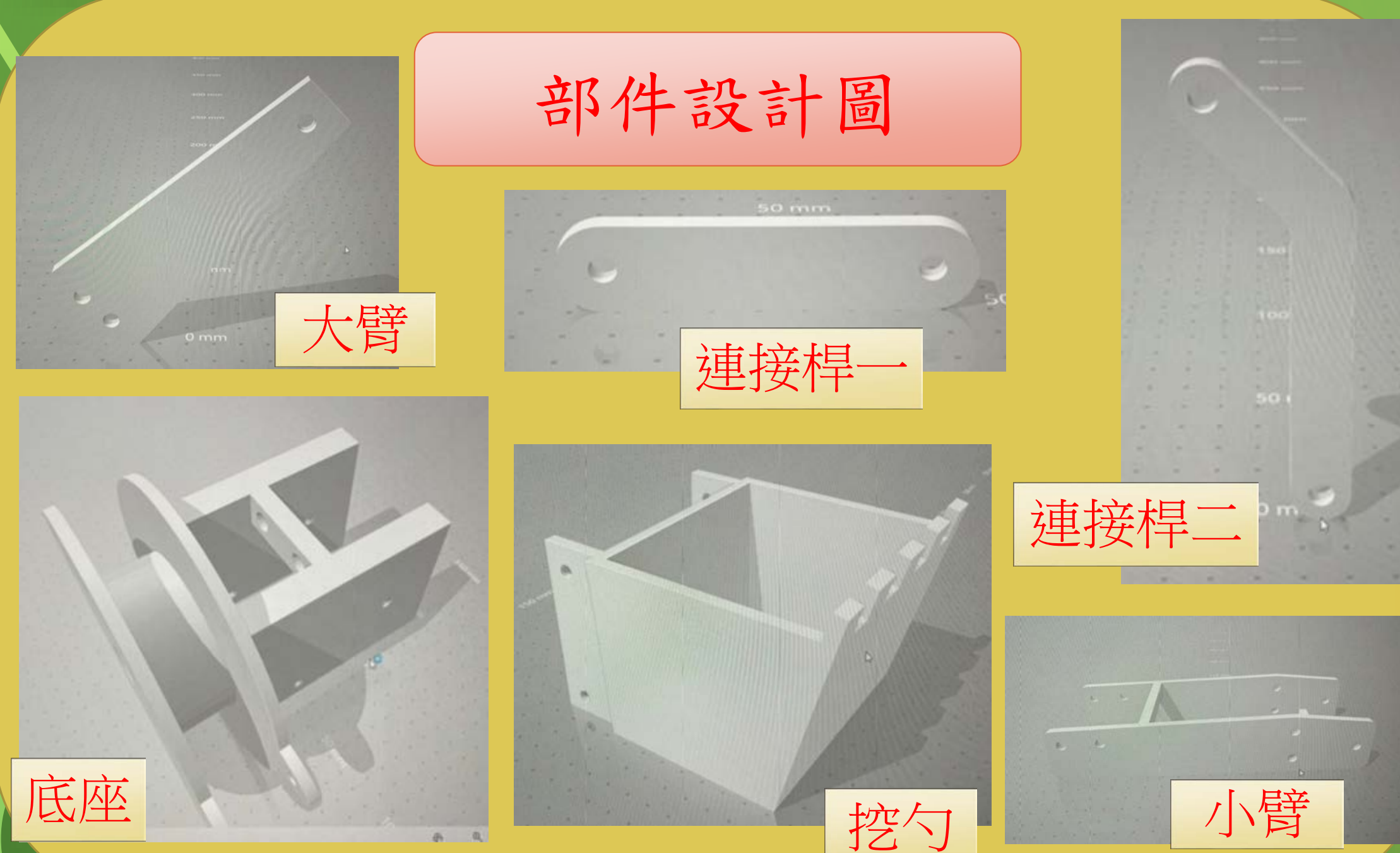
掃描 (Ultimaker Cura)

列印

調整細節

組裝

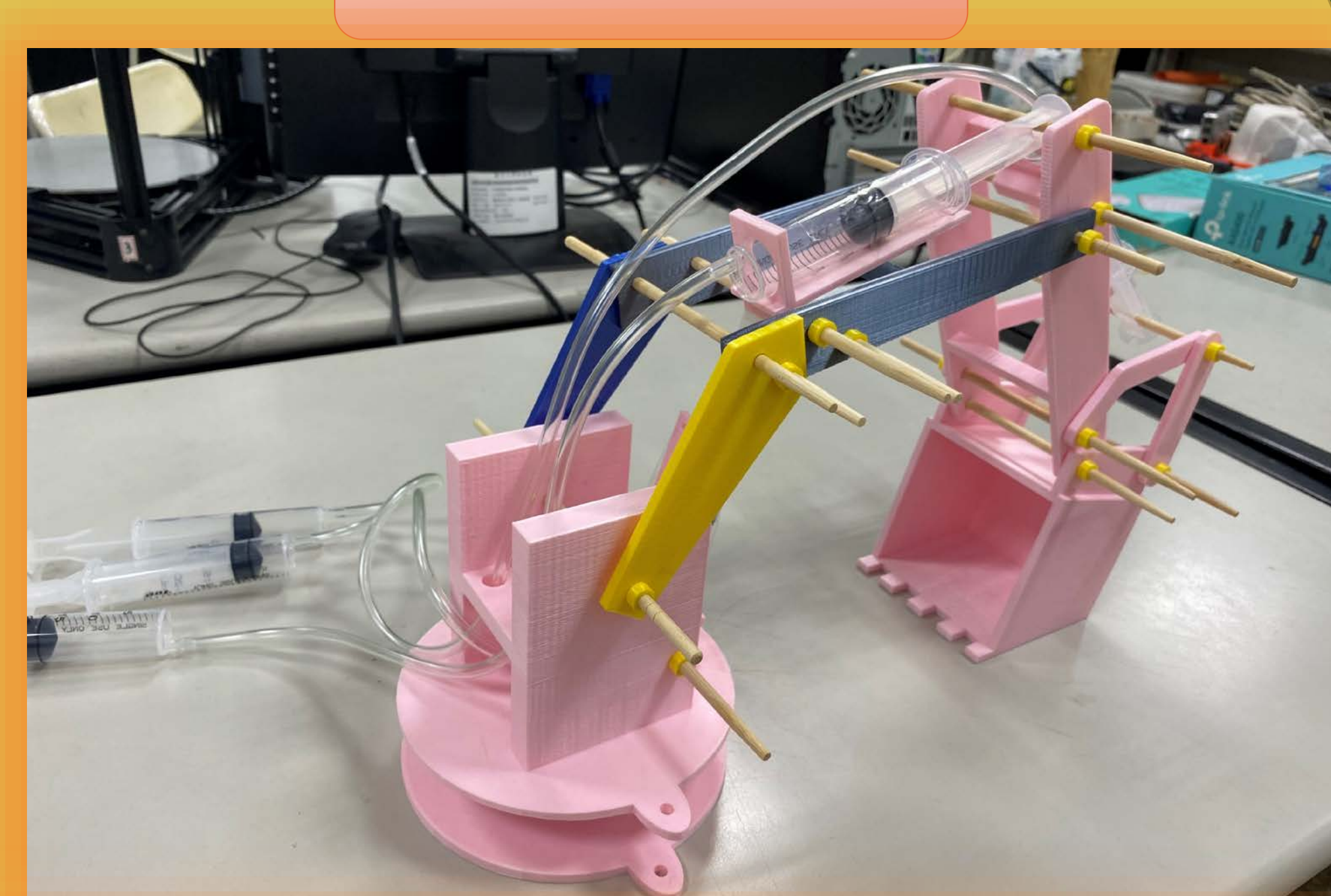
### 部件設計圖



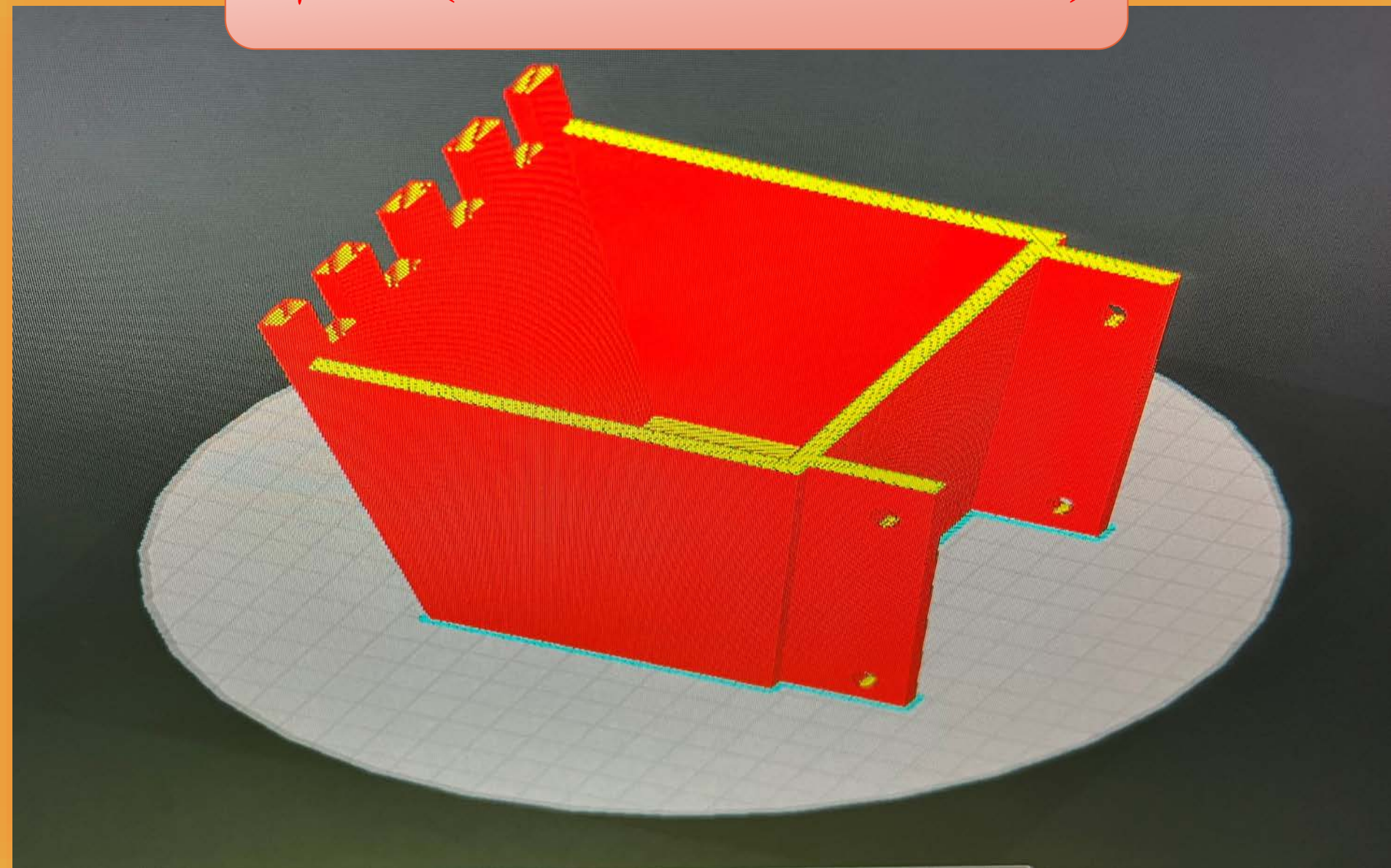
### 列印



### 組裝完成



### 掃描(Ultimaker Cura)



### 安裝注射筒動力源



## 研究結果

### 組合測試



組件經過本團隊多次改良尺寸，我們可藉由徒手操控機械手臂，利用注射筒的帕斯卡氣壓原理操作手臂上下左右，挖起所需物品。

**1.初次測試：**安裝好後，中間的軸承原本是用3D列印出來，材料支撐力不夠就斷裂了，這說明製造的方式是很多樣的，薄平板型與細長型尺寸不適用FDM的3D列印機。另外用空氣方式作動，因為空氣具壓縮性問題，力量無法正確傳遞，太重物品會無法被挖起。

**2.第二次測試：**這次的軸承換成竹筷，材料強度提升，關節處就不會失效。另外注射筒內以水作為動力源媒介，因為水(或液壓油)是非壓縮性流體，手臂作動時，可正確傳遞人員操作的壓力；測試結果顯示，透過液壓的力量，提升物品的功能可以輕鬆完成。



# 凸緣螺帽瑕疵的影像分析

指導教授:葉南銘

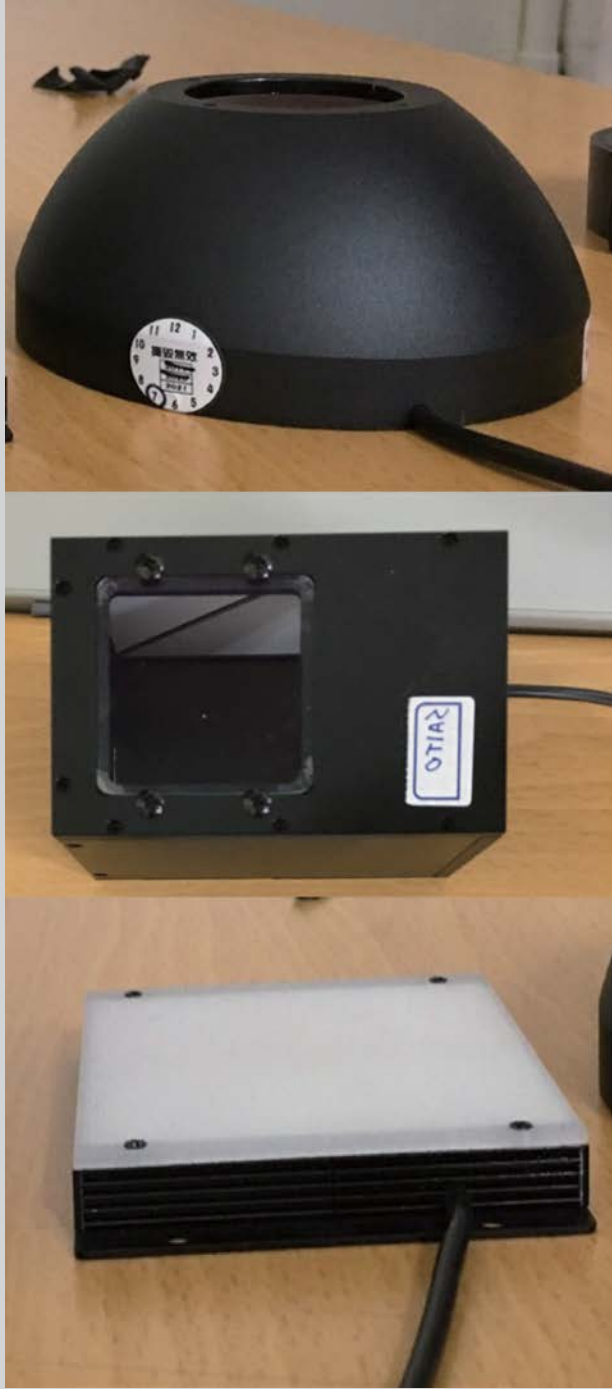
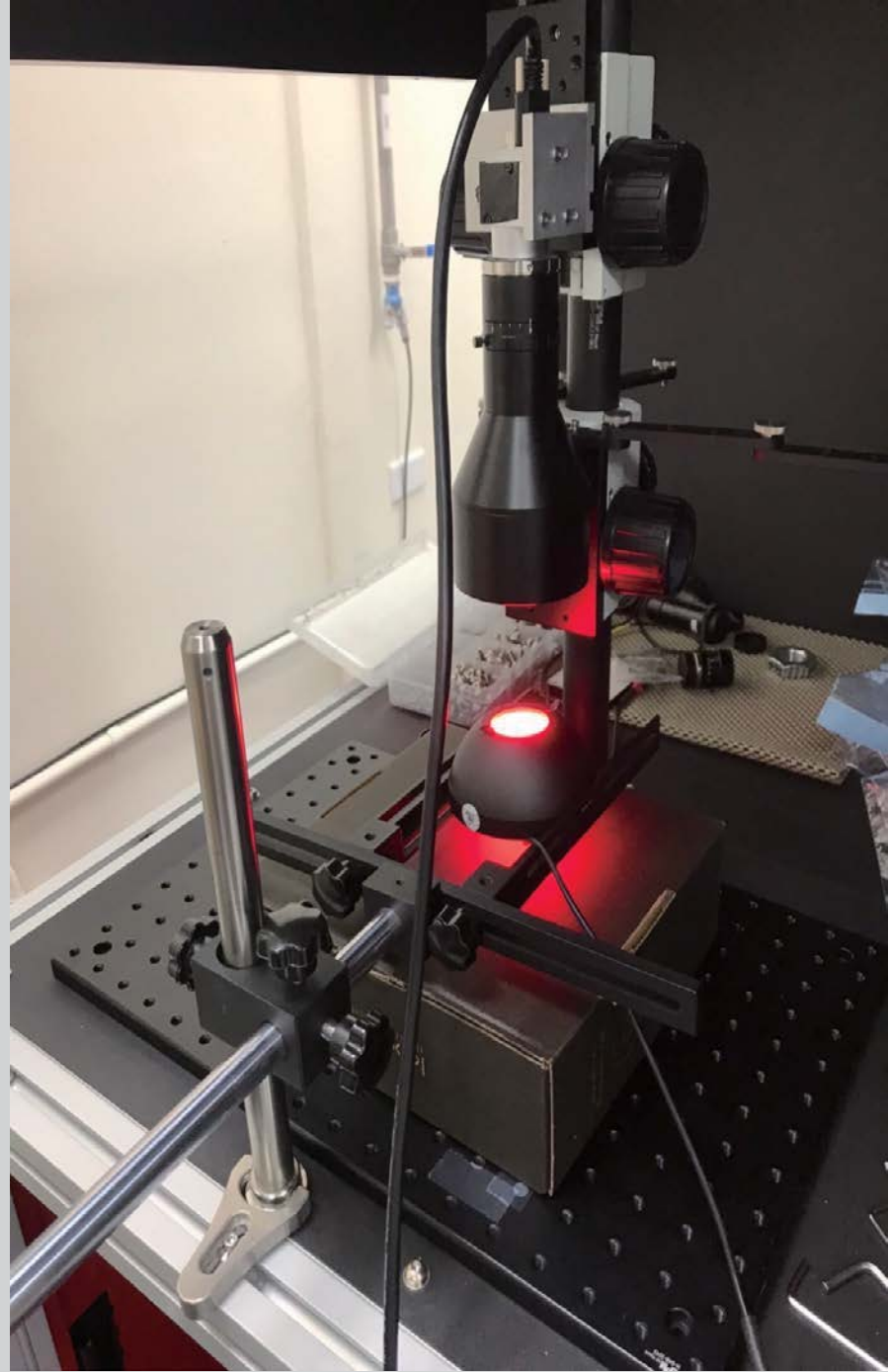
學生:黃柏翔、蔣明宏、黃秉沅、江俊鋒

## 研究動機

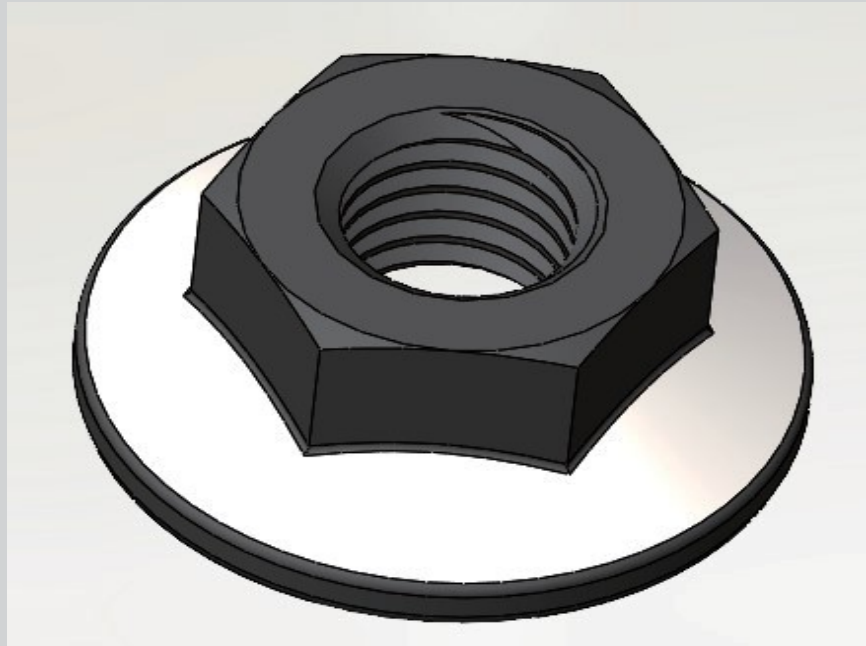
一個產品是多個零組件所組成，因此零組件的良率是一個重要的指標，大部分產品都是大量化生產，檢測的耗時會造成成本上一個很大的負擔，所以我們想以影像檢測分析的方式去加速檢測之流程，透過影像定格方式檢測產品外觀是否有瑕疵與工件尺寸的量測是否符合規範等。

## 研究方法

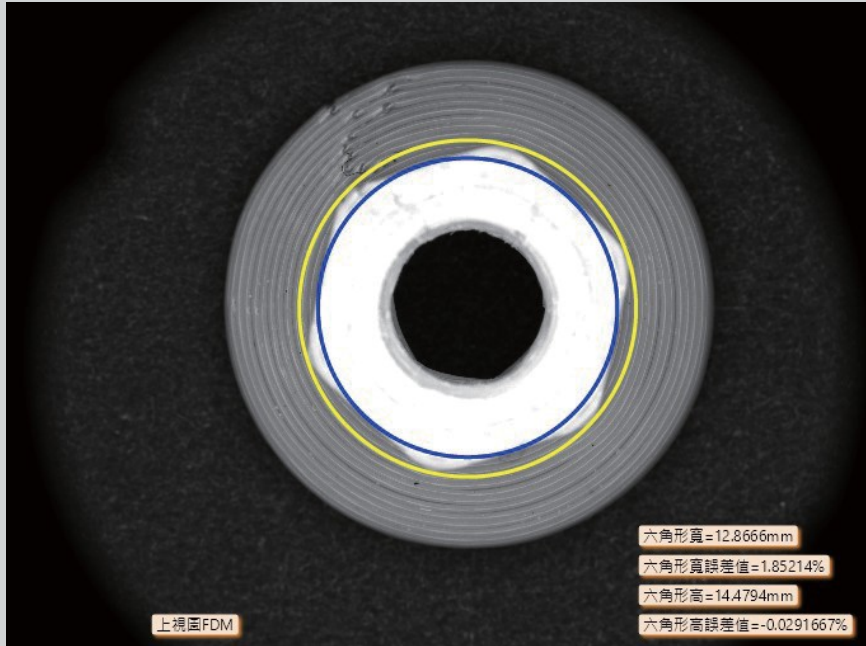
本專題之研究方法主要著重於影像辨識程式的設計。藉由相關文獻的探討，了解尺寸量測及表面瑕疵檢測的常用方法。並依照老師給予的工件，以電腦機械輔助製圖的形式出圖，並以3D列印的方式製作出來。接著用COMS鏡頭拍攝AOI圖後，進行Halcon程式分析。



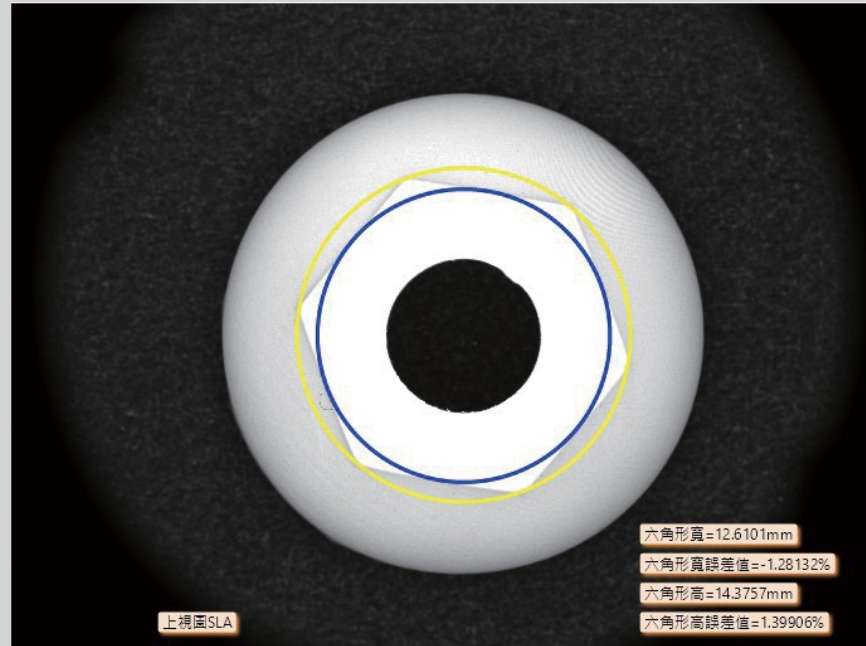
拍攝儀器(鏡頭用CMOS、光源分別用碗型光、同軸光、背景光)



凸緣螺帽工件成品



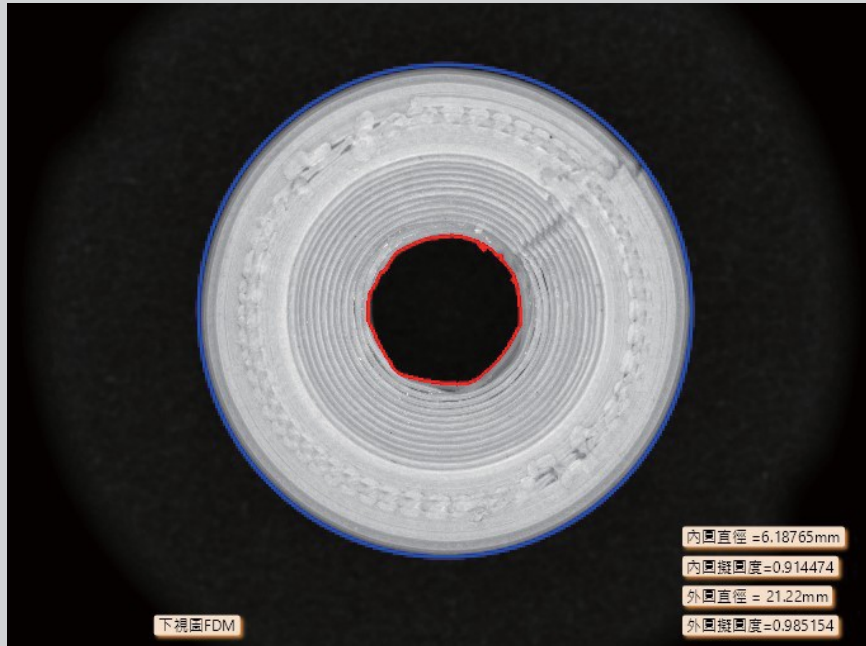
上視圖FDM-尺寸分析



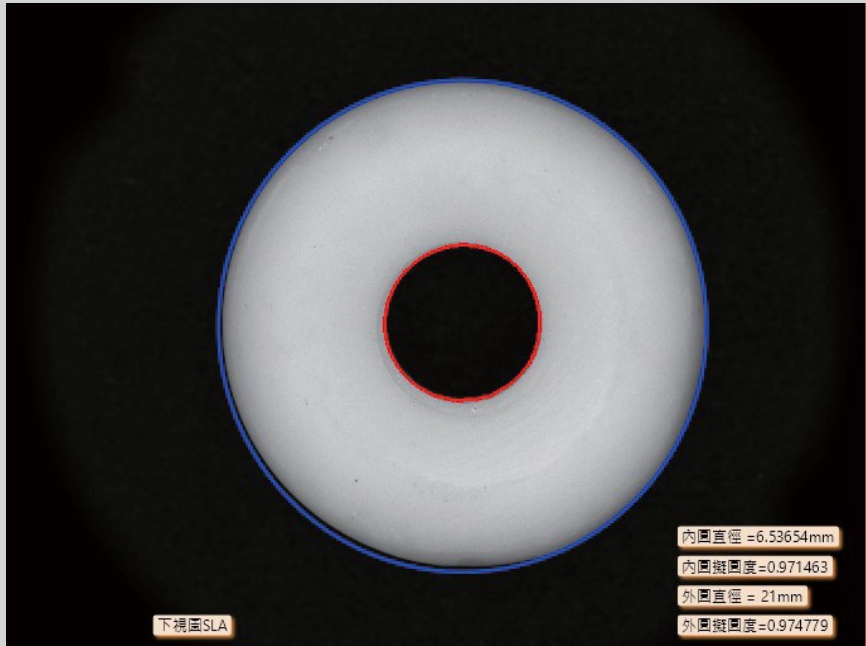
上視圖SLA-尺寸分析

| 視圖                 | 直徑             | 誤差     |
|--------------------|----------------|--------|
| 上視圖<br>(六角形邊到邊的距離) | FDM 12.8666 mm | 1.852% |
|                    | SLA 12.601 mm  | 1.281% |
| 上視圖<br>(六角形點到點的距離) | FDM 14.4794 mm | 0.029% |
|                    | SLA 14.3757 mm | 1.391% |

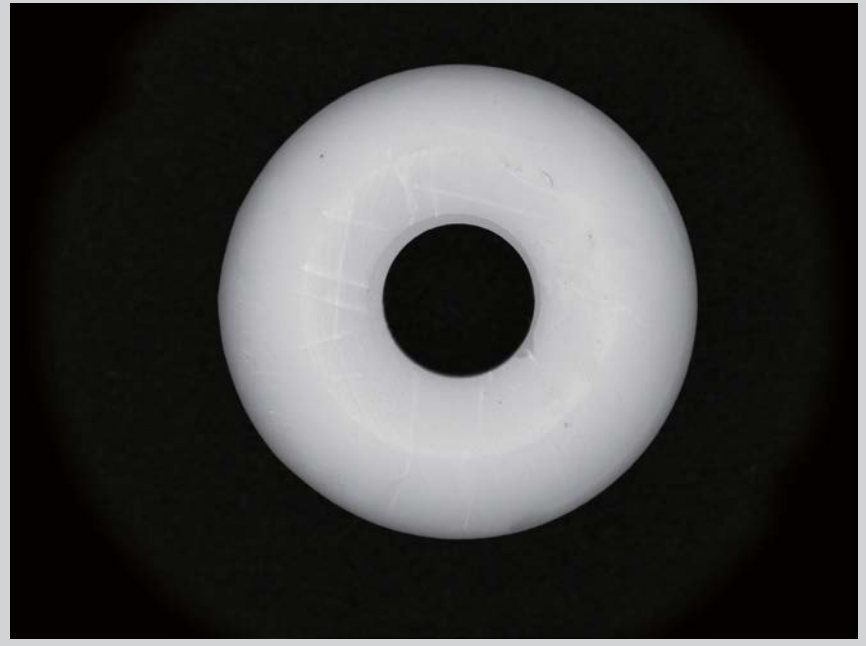
↑誤差值<4%↓合格



下視圖FDM-尺寸分析



下視圖SLA-尺寸分析



下視圖瑕疵SLA

| 視圖             | 真圓度      |
|----------------|----------|
| 下視圖- SLA(內圓直徑) | 0.971463 |
| 下視圖- FDM(內圓直徑) | 0.914474 |
| 下視圖- SLA(外圓直徑) | 0.974779 |
| 下視圖- FDM(外圓直徑) | 0.985154 |

真圓度定義:數值介於0到1之間，越靠近1則越接近理想值。

合格標準:需介於0.9到1之間才算合格。

| 視圖            | 直徑               | 誤差     |
|---------------|------------------|--------|
| 下視圖<br>(內圓直徑) | FDM(一):6.18765mm | 9.005% |
|               | SLA(一):6.53654mm | 3.874% |
| 下視圖<br>(外圓直徑) | FDM(二):21.22mm   | 0.985% |
|               | SLA(二):21.00mm   | 0.943% |

↑誤差值<4%↓合格

| 拍攝種類      | 拍攝影像 | 瑕疵分析 |
|-----------|------|------|
| 下視圖良品SLA  |      |      |
| 下視圖不良品SLA |      |      |

我們能觀察到不良品上的刮痕。

## 研究結論

本次實驗是利用機械視覺的輔助，去提升檢測的效率和準確度。在實作的過程中，我們可以確切地抓物件尺寸和細節上的表面瑕疵，以此去檢測出出廠工件與設定值上的誤差，藉此知道此物件是否為不良品。

載入影像

灰圖化、二質化

選擇量測範圍

布林運算

尺寸分析

瑕疵分析

圖形丈量

先高斯濾波  
再均值濾波

圖型與工件圖對比

影像分析軟體

HALCON

## 尺寸分析

將圖像二值化，分割得到前景和背景，然後進行聯通區域檢測以及面積、周長等特徵的分析，從而得到Blob的過程。

## 瑕疵分析

採用雙閾值法來減少假邊緣數量的方法。先使用高閾值會得到一個邊緣圖像，此圖像含有很少的假邊緣，但由於閾值較高，產生的圖像邊緣無法閉合，因此會用另外一個低閾值使其閉合。



# 仿真膽道內視鏡結構3D列印

## 3D Printing of Simulated Biliary Endoscopy Structures

專題學生：任青祥、林柏融、曹恩晁、王亭皓、吳驊宸

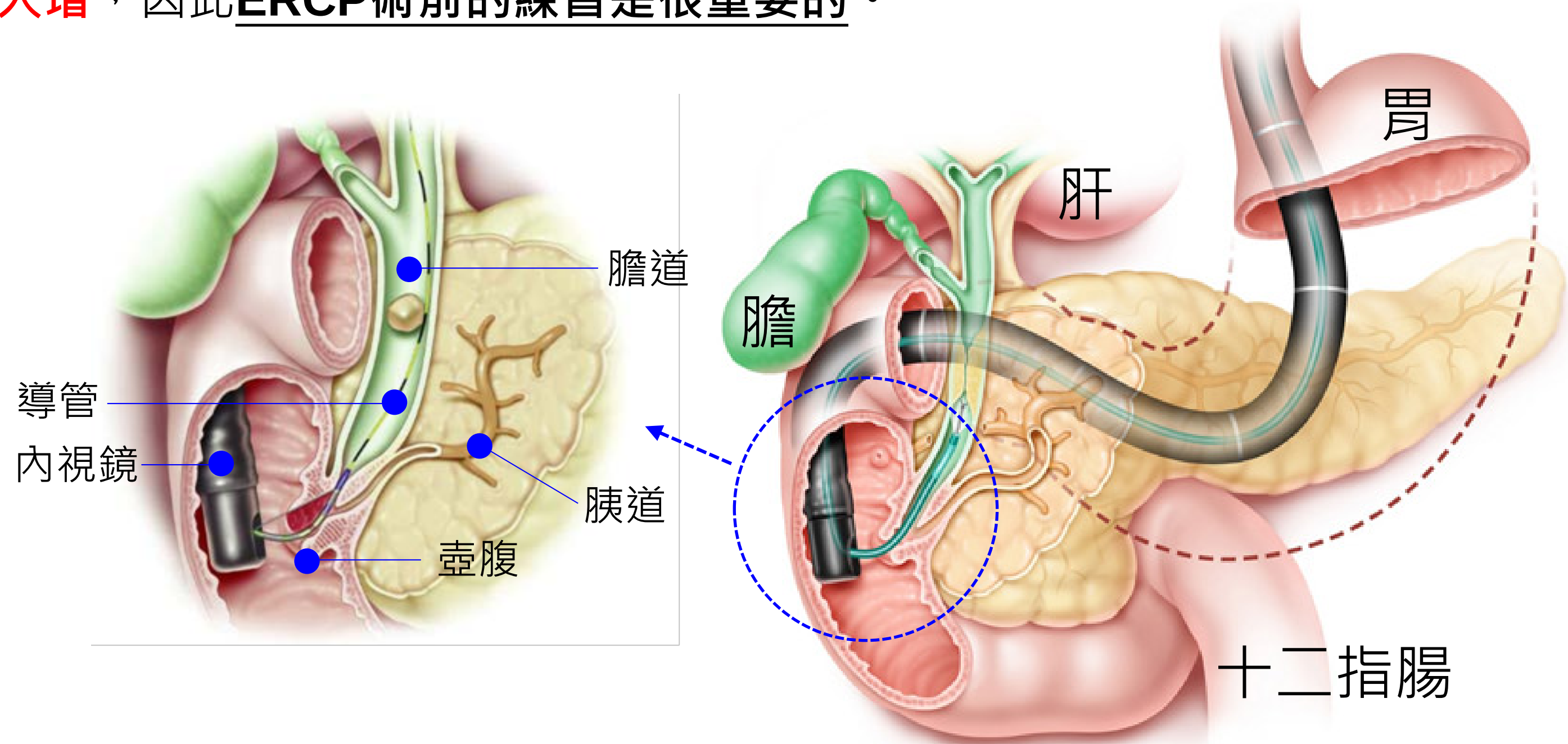
指導教授：顏仲崑 博士

\*本研究另感謝高雄長庚醫院 肝膽腸胃科 梁世新 醫師 醫學知識與技術協助

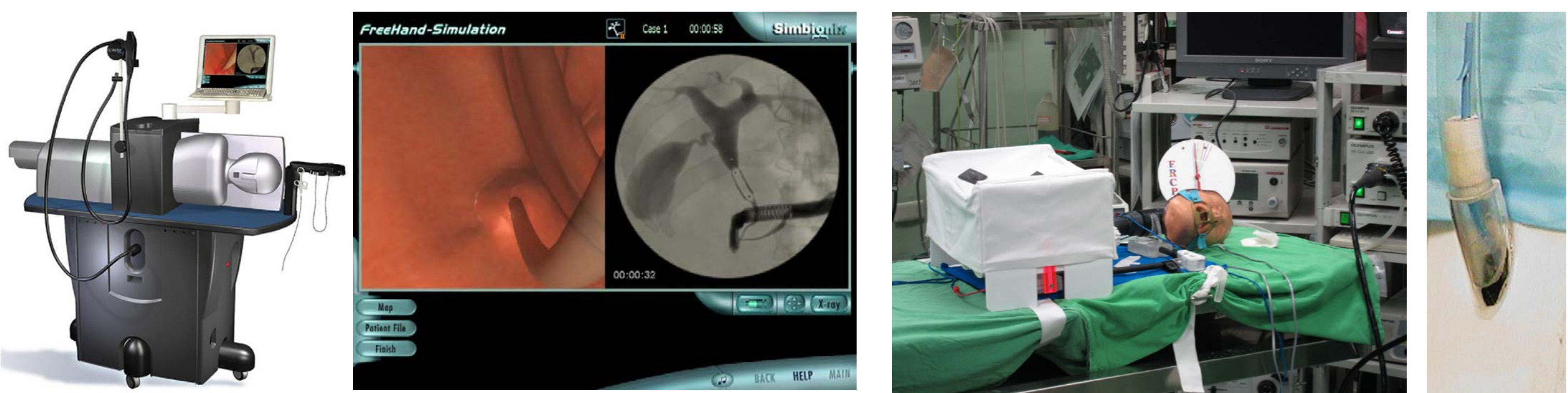
### 前言 (Introduction)

I

內視鏡逆行性膽胰管攝影技術(Endoscopic Retrograde Cholangio - Pancreatography, ERCP)是臨床上較困難的內視鏡技術，技術門檻較高，且風險性高，美國胃腸內鏡學會(American Society for Gastrointestinal Endoscopy, ASGE)建議至少200位病患的練習，且導管置入成功率大於80%以上才被稱為有經驗的ERCP醫師，其必須經過至少200位病患的練習。沒經驗的醫師對於病患來說，會大幅增加手術時間和胰臟發炎的風險。傳統的ERCP訓練是動手(Hand On)實務的教學，須有監督者在場，然而ERCP術後胰臟炎併發症的發生機率會隨著插管(Cannulation)時間而增加，尤其是插管三次失敗後或是插管時間大於十分鐘，術後胰臟炎的機會就大增，因此ERCP術前的練習是很重要的。



目前ERCP的術前訓練模型有三種



Computer simulator-透過電腦模擬的方式進行訓練，其缺乏手部直接觸感與真實感

Mechanical simulators-結構簡單無法真實仿真，且只一種壺腹



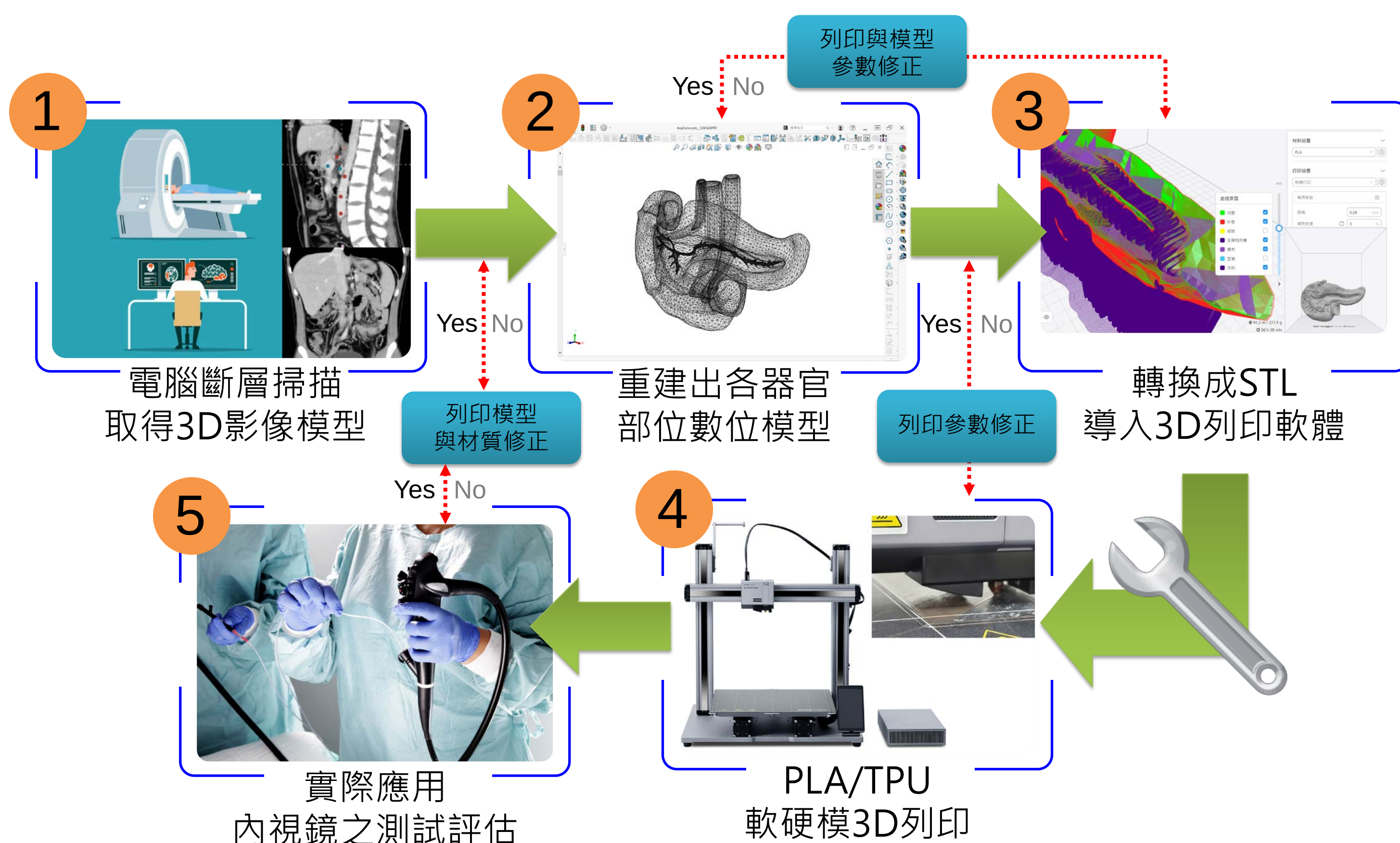
Ex-vivo porcine stomach model-僅能單次使用

因此，本研究將開發出模擬較真實的教具來教導醫學院學生或年輕醫師，以減少在實行ERCP過程中併發症的發生為目標。

### 研究方法 (Research methods)

II

主要分成電腦斷層掃描(Computed tomography, CT)取得3D影像模型，包含胃、十二指腸以及連通至膽道與胰道之部位，其運用3D建模軟體(Solidworks)，重建出該部位之模型，過程中包含模型破損修整、比例大小調整以及設計出可更換不同種類的壺腹乳突周圍型態結構並經醫師判定及確認，取得客製化模型之外觀參數後藉由轉換成STL檔將可導入3D列印軟體(Snapmaker Luban)，進行部位硬模雛型之列印(PLA材質-普遍常見之材質對於列印參數設定較為簡易，因此第一次針對模型乃用PLA材質)，最後與醫師確認後將透過熱塑性聚胺酯(Thermoplastic Polyurethane, TPU)，進行進行部位軟模雛型之列印(軟性材料較趨近於人體器官之彈性係數)。研究之最後將模型放至正成比例後進行TPU材質之3D列印，並實際應用於內視鏡之測試評估，其流程如下圖所示。



### 結果與討論 (Results and discussion)

III

本研究經過CT取得3D影像模型後，轉入於Solidworks 3D建模軟體中，其發現有破模之現象，這是因為從CT取得之影像通常為空腔且些為塌陷，且邊緣會不平滑，因此其另透過Solidworks修補曲面的方式，將模型修正成適當的空腔大小與粗糙面，如圖1所示。對於在3D列印過程中，其硬材(PLA)列印溫度會控制在噴嘴溫度：110°C-120°C，平台溫度：50°C-70°C，其軟材(TPU)列印溫度會控制在噴嘴溫度：190°C-200°C，平台溫度：50°C-70°C，其列印速度PLA為50 mm/s；TPU降為15 mm/s。其列印結果發現模型在沒有支架的情況下，模型會產生列印不完全或層與層偏移現象(圖2-a)，因此在模型中透過支撐架的設計(圖2-b)，其可成功列出硬材與軟材之器官模型，如圖3所示。然而，將已完成列印之器官模型進一步與醫師討論後發現，當器官模型以公模來看的話，將會有幾個問題產生，一再未來器官與器官連接上會有無法搭配之問題；二為由於3D列印的模型壁厚無法達到真實之壁厚，此兩問題其研究中將公模轉換成母模的方式，如次一來將可突破3D列印無法達到之厚度限制，其器官裝配上由於母模的外觀設定為矩形立方體，因此可透過類似模具定位插銷的方式進行精密的組裝成形(圖4)。

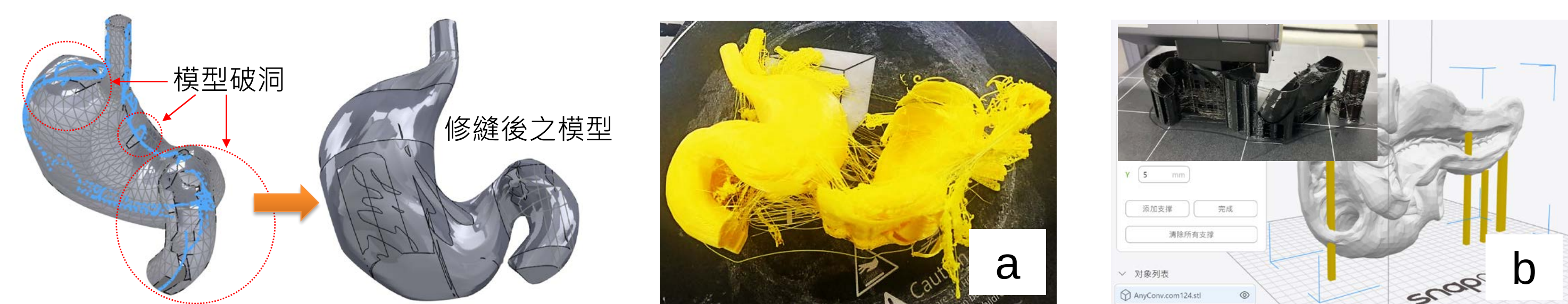


圖1：模型破洞縫合狀況

圖2：偏層現象以及透過Luban軟體建構支架



圖3：成功列出硬材與軟材之器官模型

圖4：透過類似模具定位插銷的方式進行精密的組裝成形

### 結論 (Conclusion)

IV

本研究成功地解決CT取得3D影像模型後，轉入於3D建模軟體中，其發現有破模之現象，透過3D列印的方式，將硬材與軟材之器官模型列印成型，其更創新利用類似模具定位插銷的方式，將各器官進行精密的組裝成形，對於日後醫學院學生或年輕醫師在實行ERCP過程中，期望可降低併發症的產生。為來此研究亦透過教學成效評量表進行統計分析，其可做為模型修正的依據。

What is  
ERCP

