



Εύρηκα

# 探討蝴蝶的獨特飛行

郭哲明

陳銓

廖庭毅

指導老師：賴奕帆



# Εύρηκα

## 目錄

- 指導教授
- 研究目標
- 研究設備
- 研究方法
- 研究結果
- 結論
- 特別感謝



Εύρηκα

指導教授



# 楊鏡堂

- 隸屬：台灣國立大學機械工程學系
- 實驗室：熱流光束實驗室
- 職稱：終身特聘教授
- 研究領域：能源與燃燒、微奈尺度生化流體系統、仿生力學與仿生工程、噴射推進
- 教學領域：流體力學、能源工程、實驗流體力學、微流體系統、熱傳學
- 提供實驗場地、實驗裝置、理論方面協助、各種實驗技術指導





Εύρηκα

研究設備



軟體

Εύρηκα



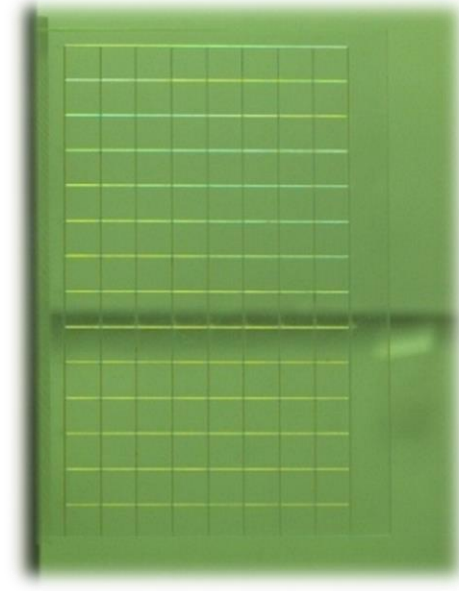
GeoGebra





拍攝

Εύρηκα



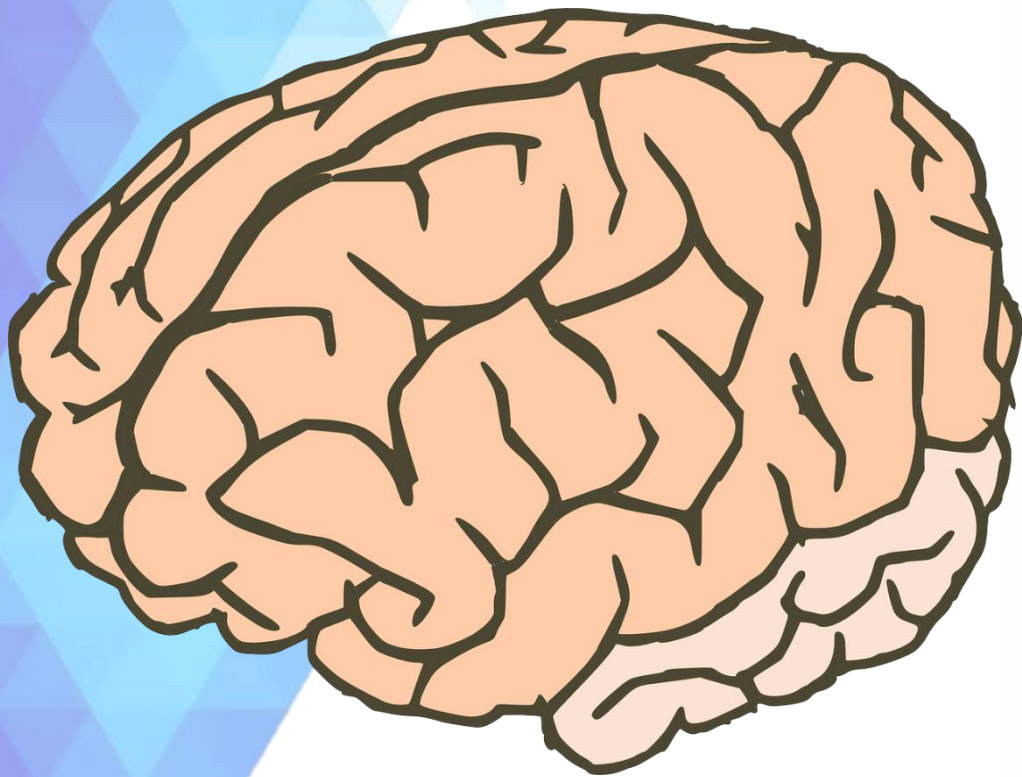
# 製作

Εύρηκα

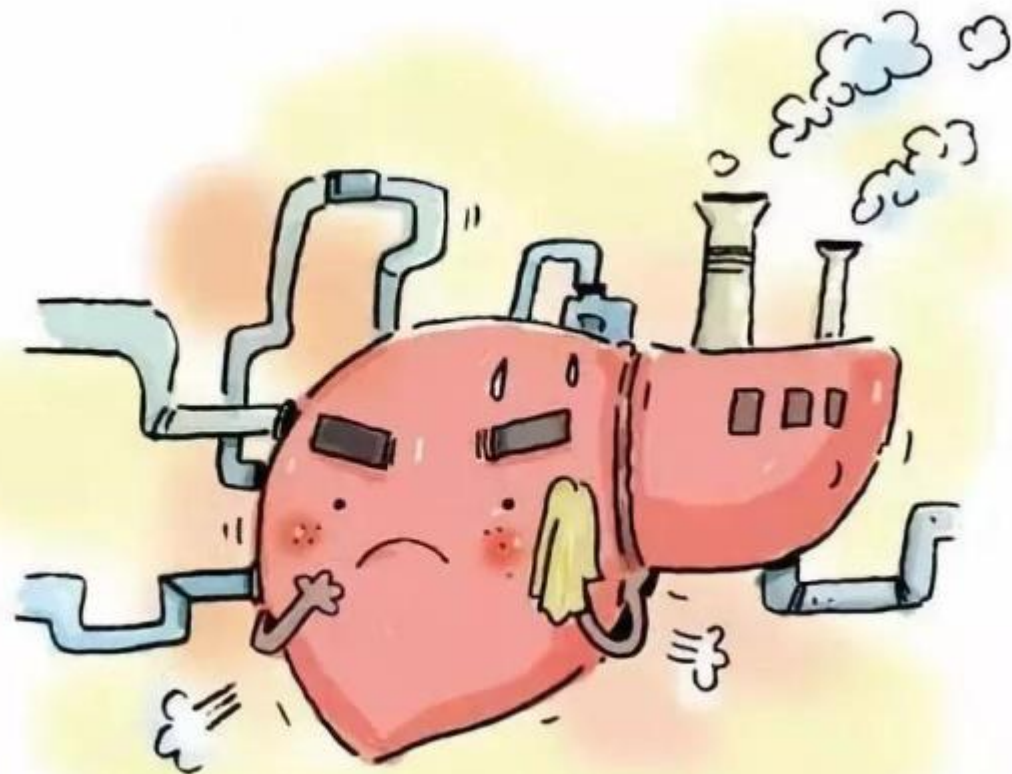




肉體



Εύρηκα





Εύρηκα

研究目標





資料來源:<https://www.youtube.com/watch?v=o7a7ZAqWBIs+>

# 研究目標

Εύρηκα

探討蝴蝶的獨特飛行

控制變因

• 蝴蝶本身

- 種類
- 路徑

拍翼機

頻率

上下拍時間比

探討面向

動態

流場



Εύρηκα

研究方法



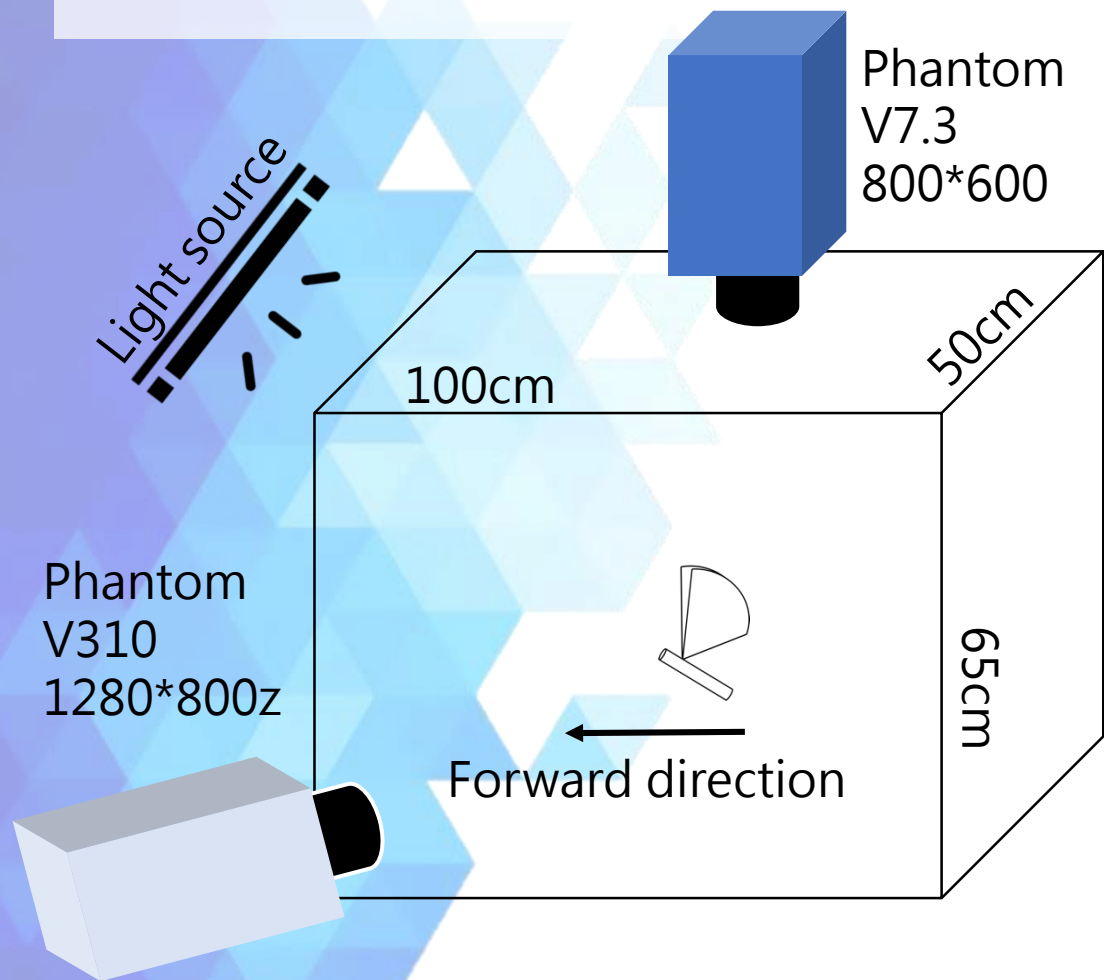


Εύρηκα

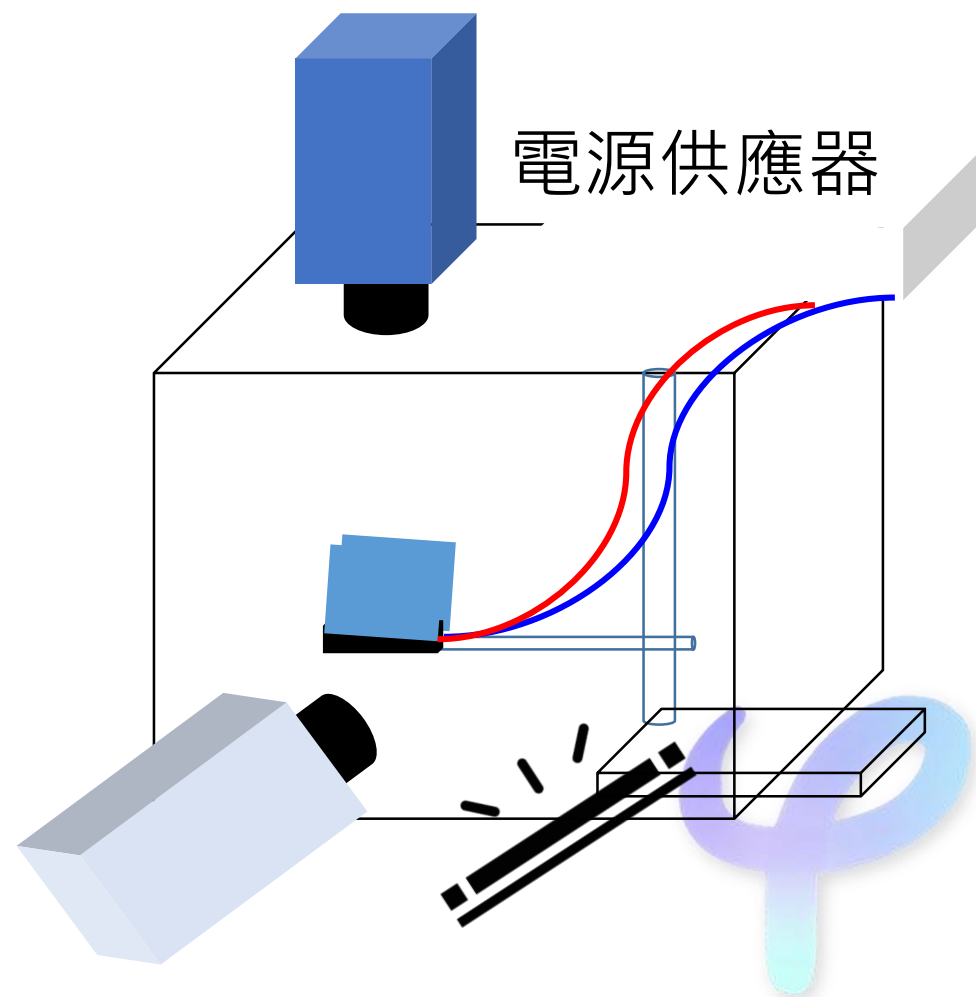
研究方法▶□拍攝📷



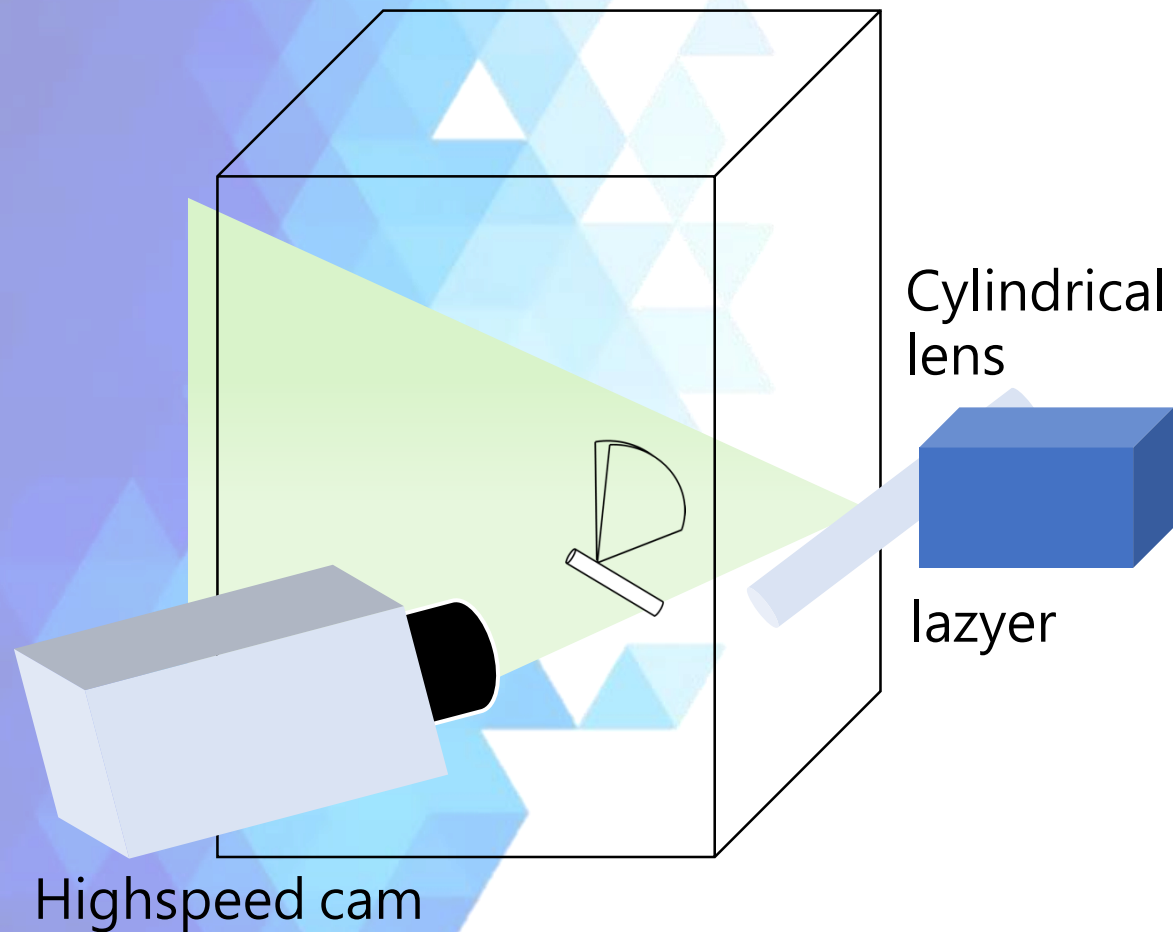
# 📷 動態拍攝



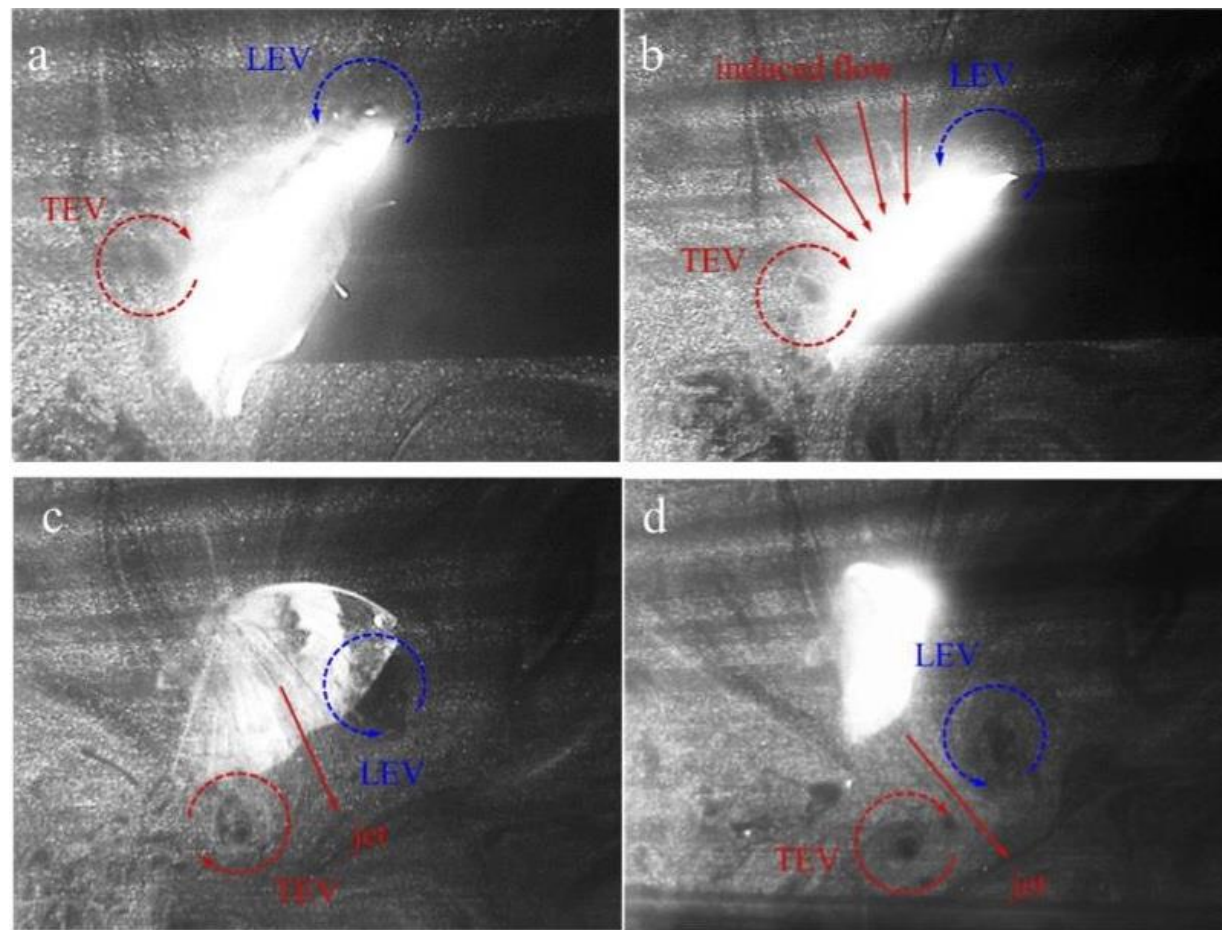
Εύρηκα



# PIV拍攝



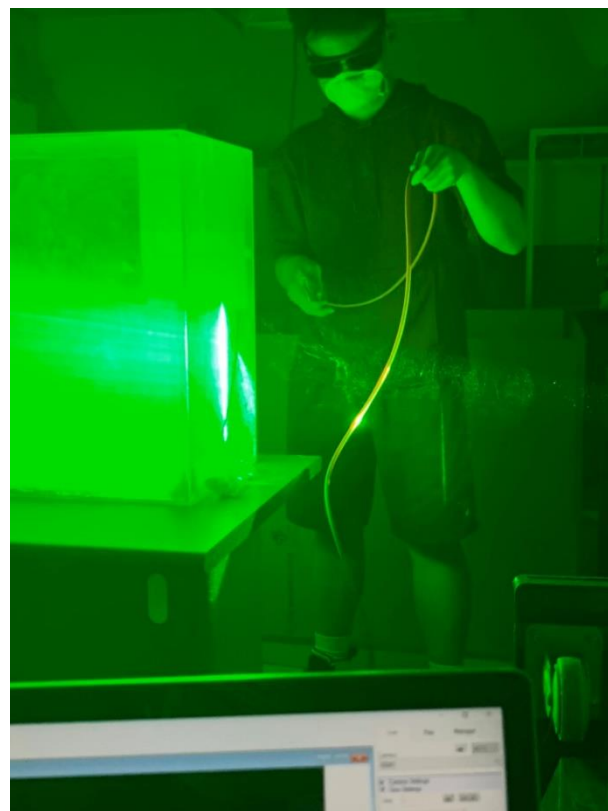
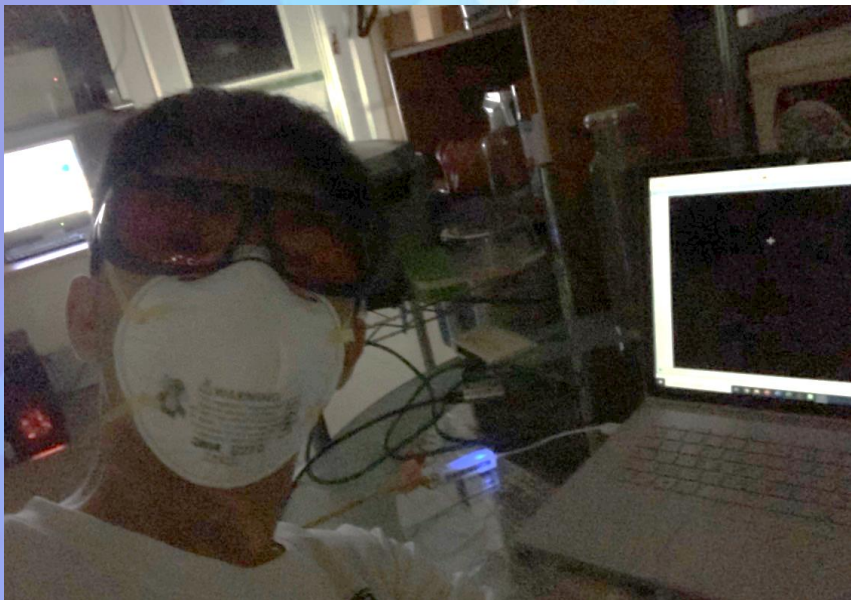
Εύρηκα



(圖片取自：費約翰 (2016))

# 📷 PIV 拍攝

Εύρηκα



Εύρηκα

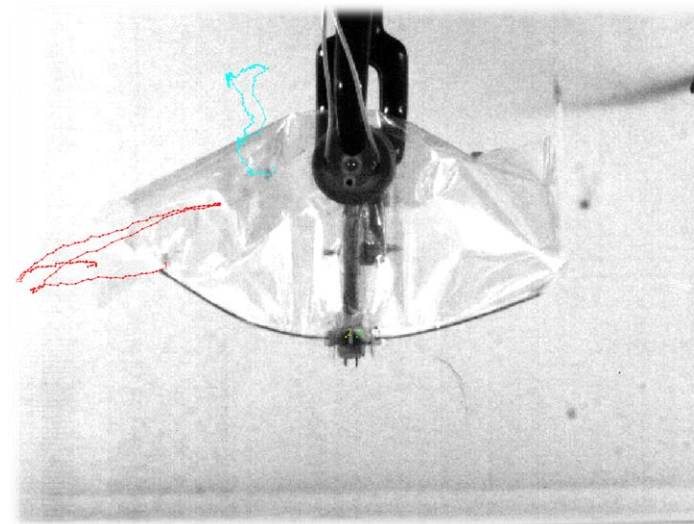
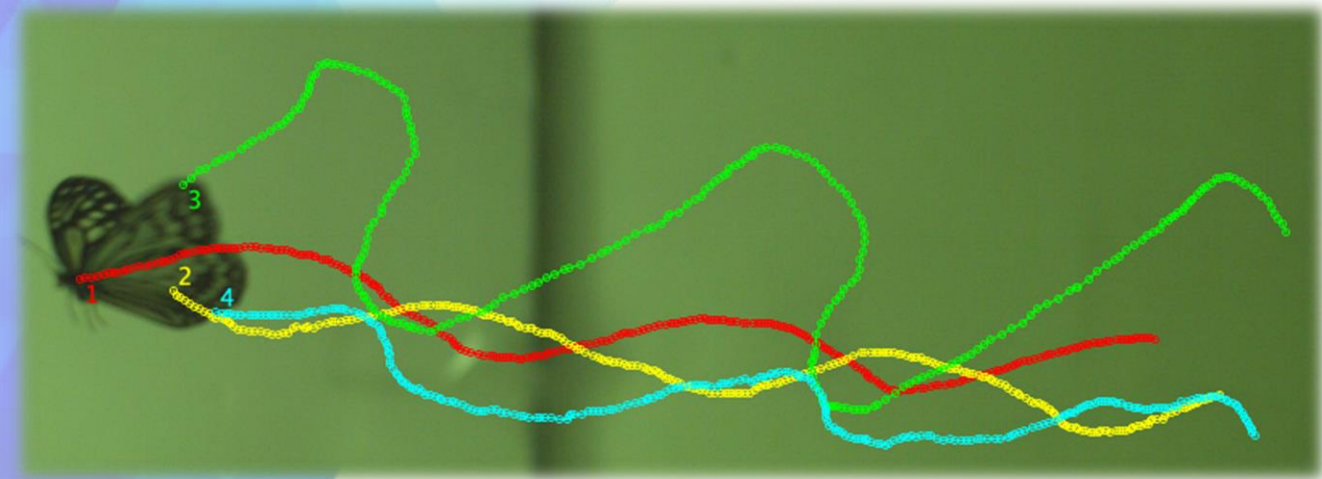
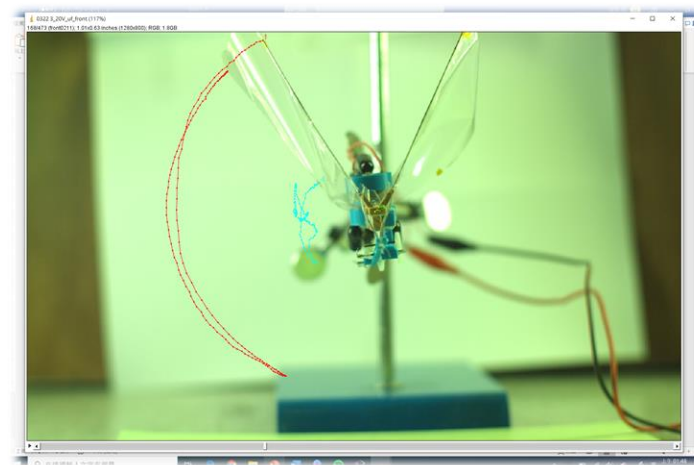
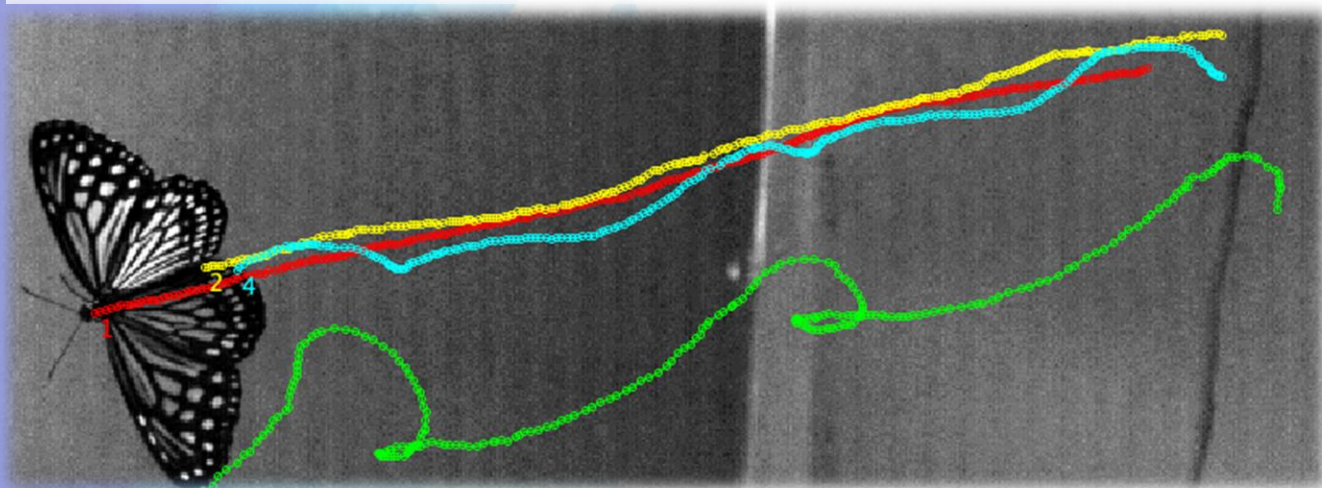
研究方法▶□分析與討論🗣️



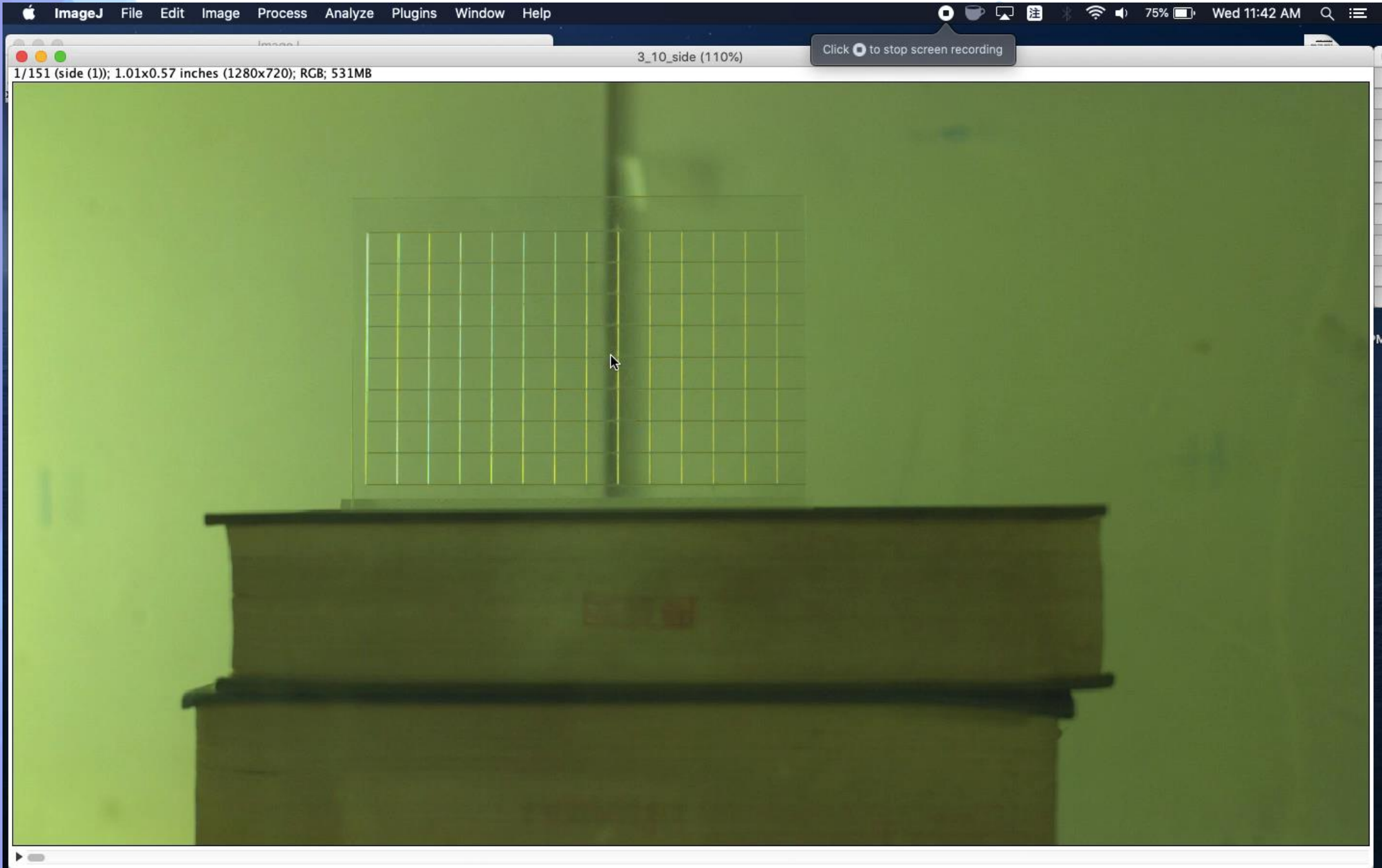


# 標點

Εύρηκα

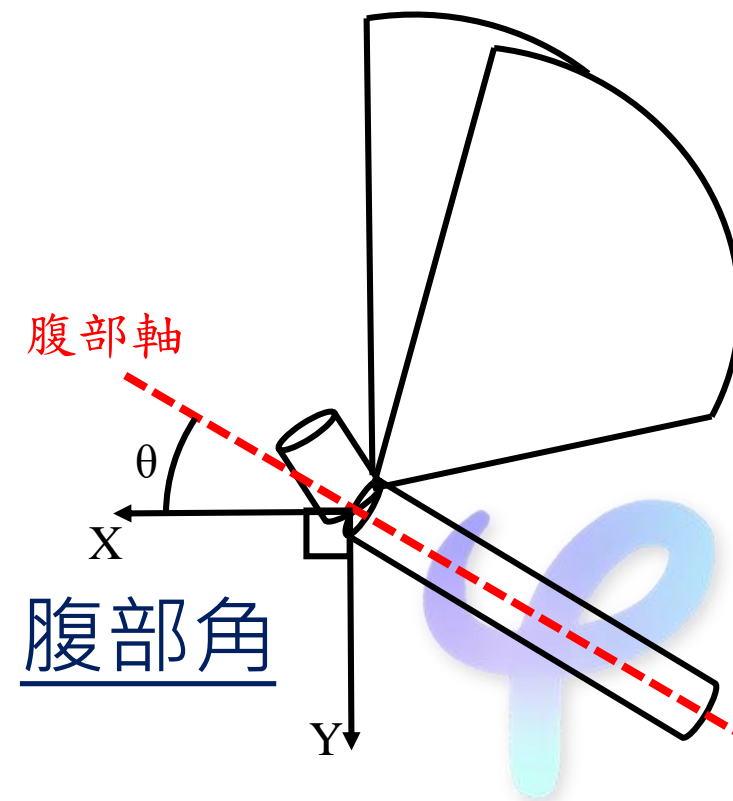
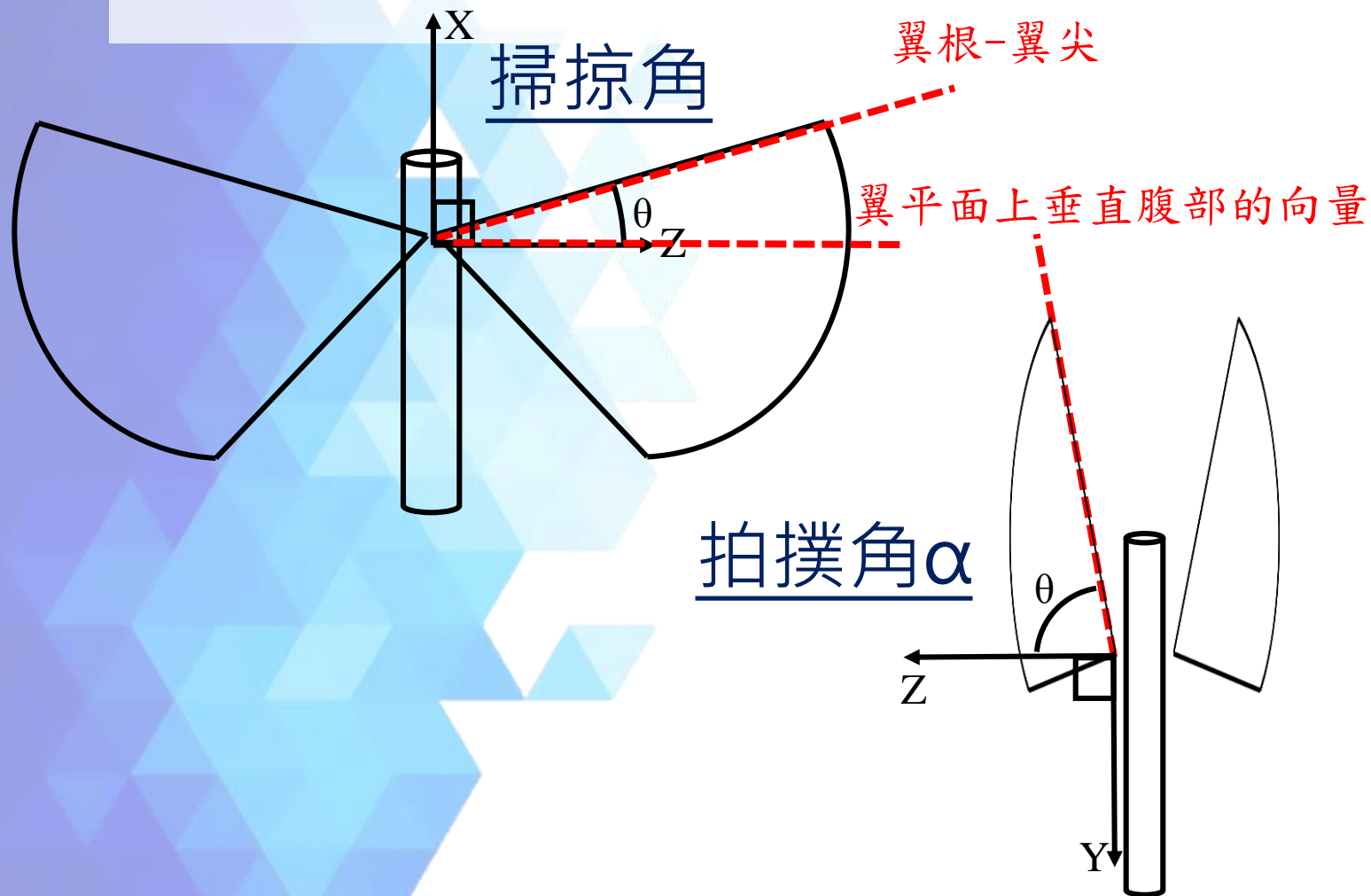


( Imagej, mtrack )



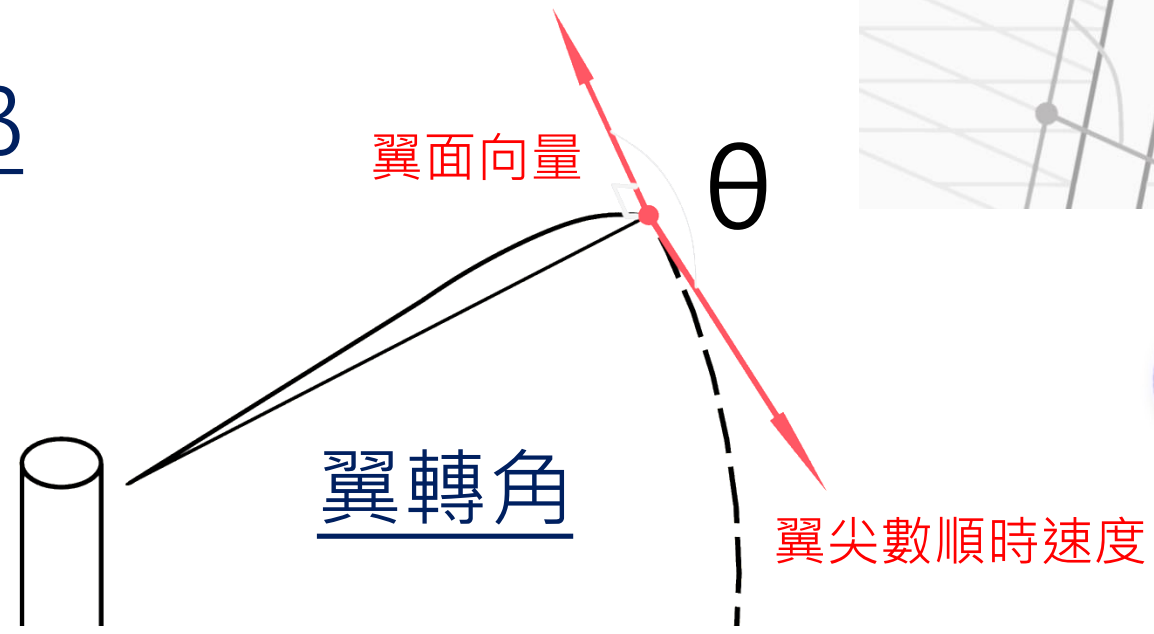
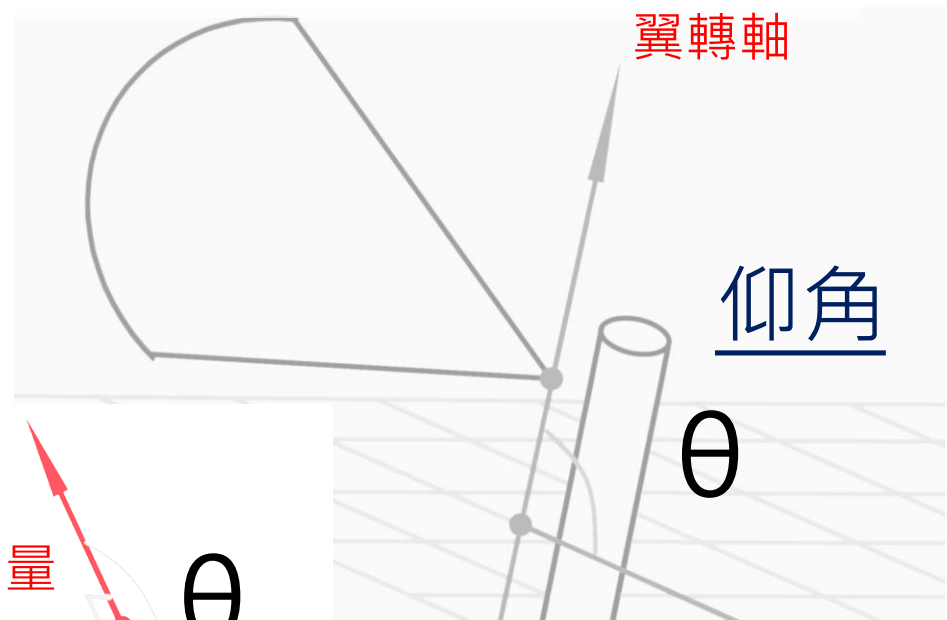
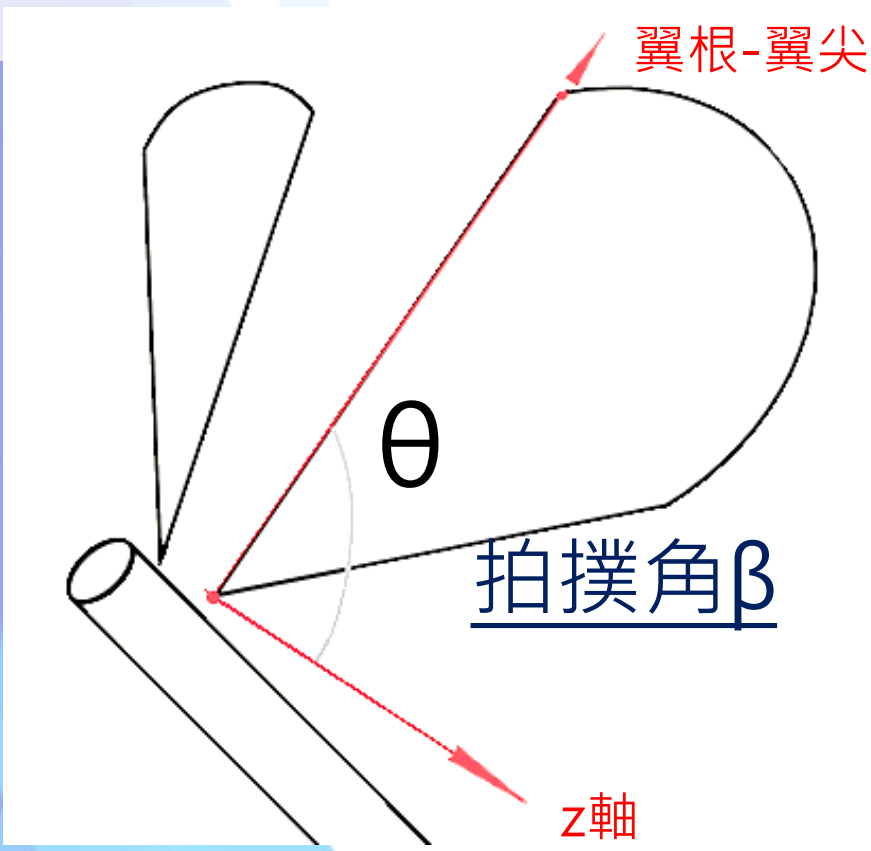
Εύρηκα

# 角度定義一



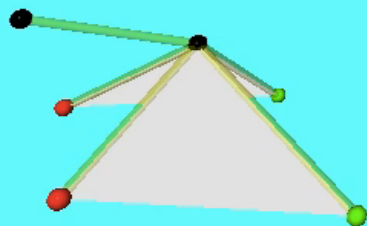
Εύρηκα

# 角度定義二



show path 0903 30\_4.xlsx, T=165, diffn of dwt=2

# 拍撲角 腹部角

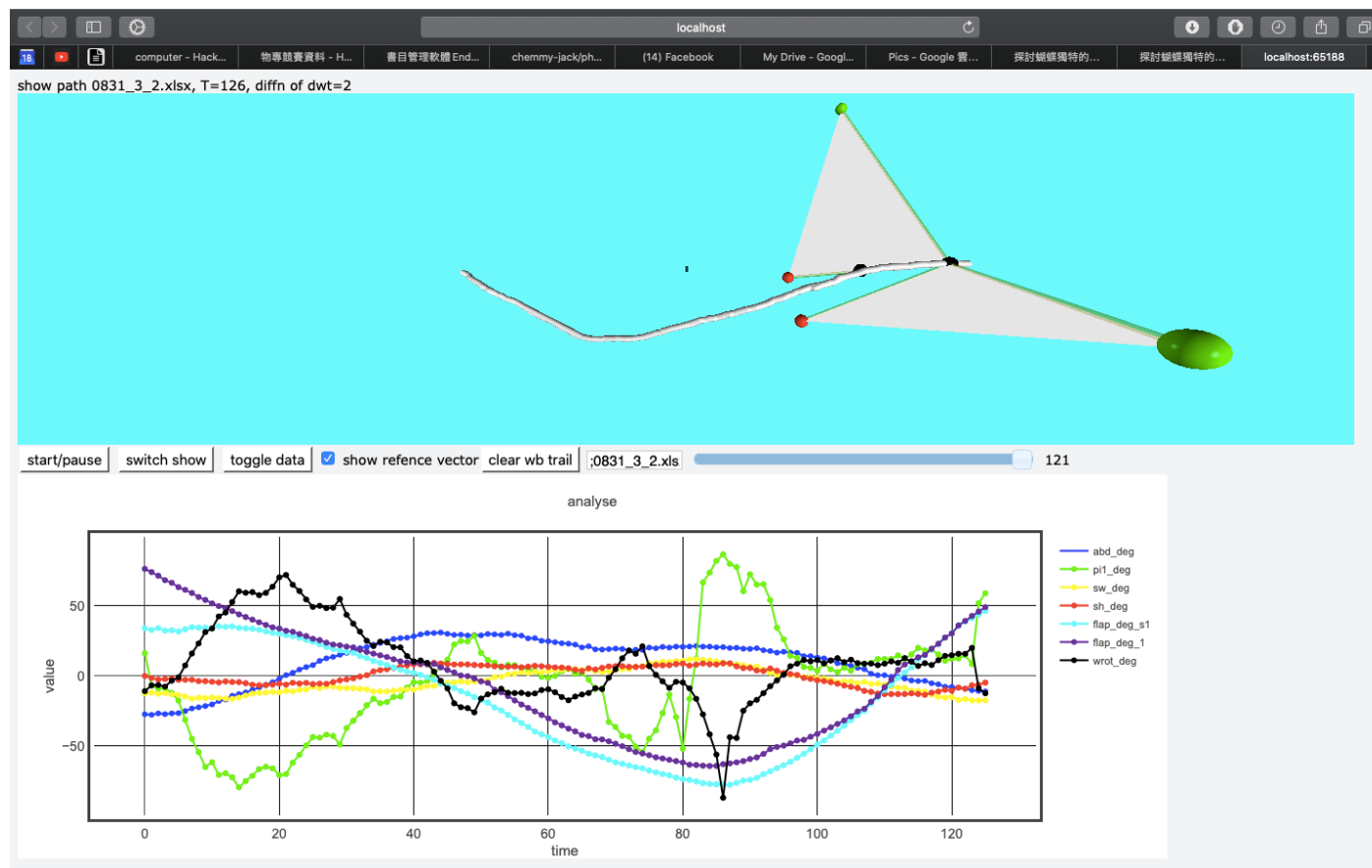




# 程式分析



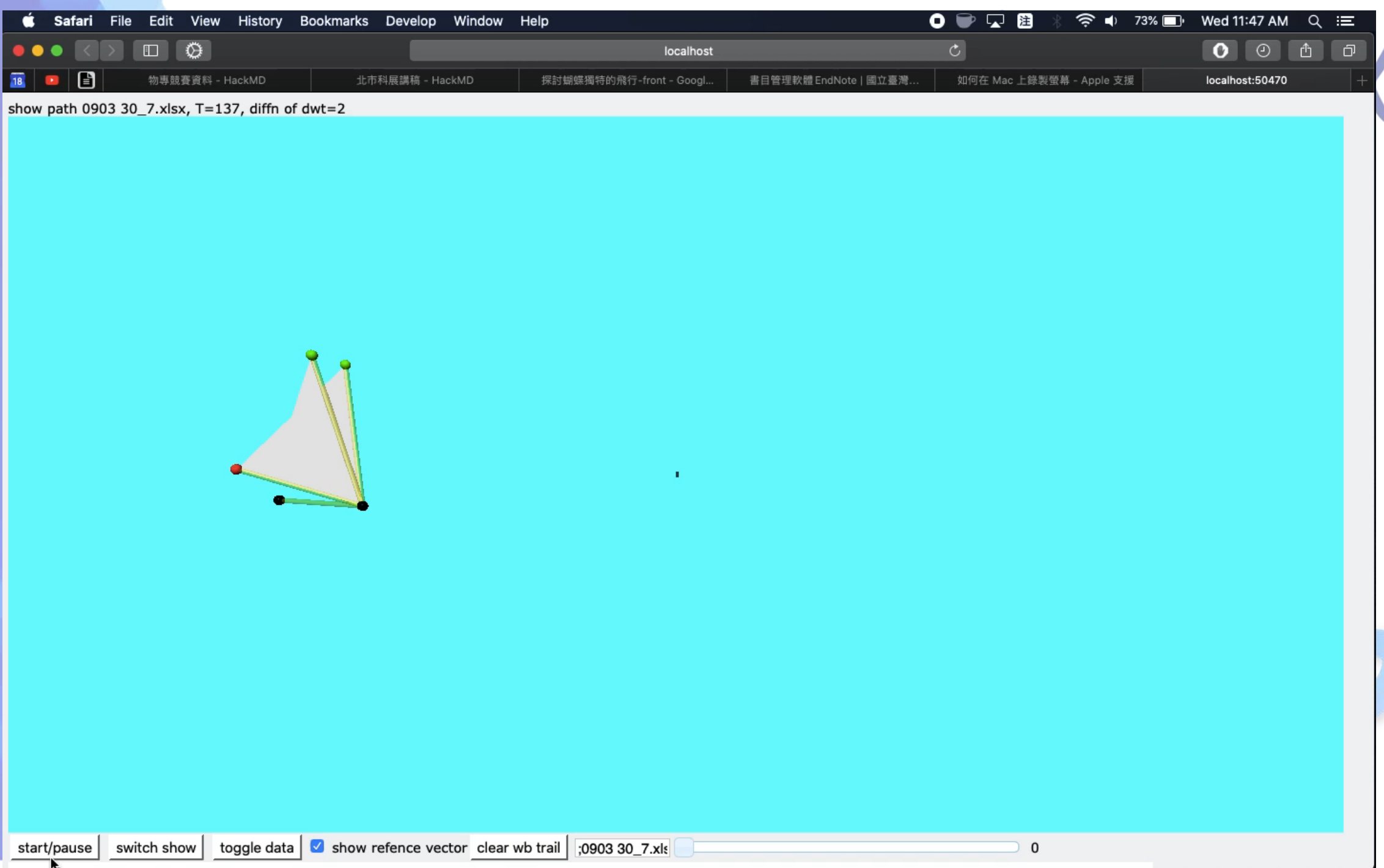
Εύρηκα



平面座標x2

三圍座標

角度



Εύρηκα

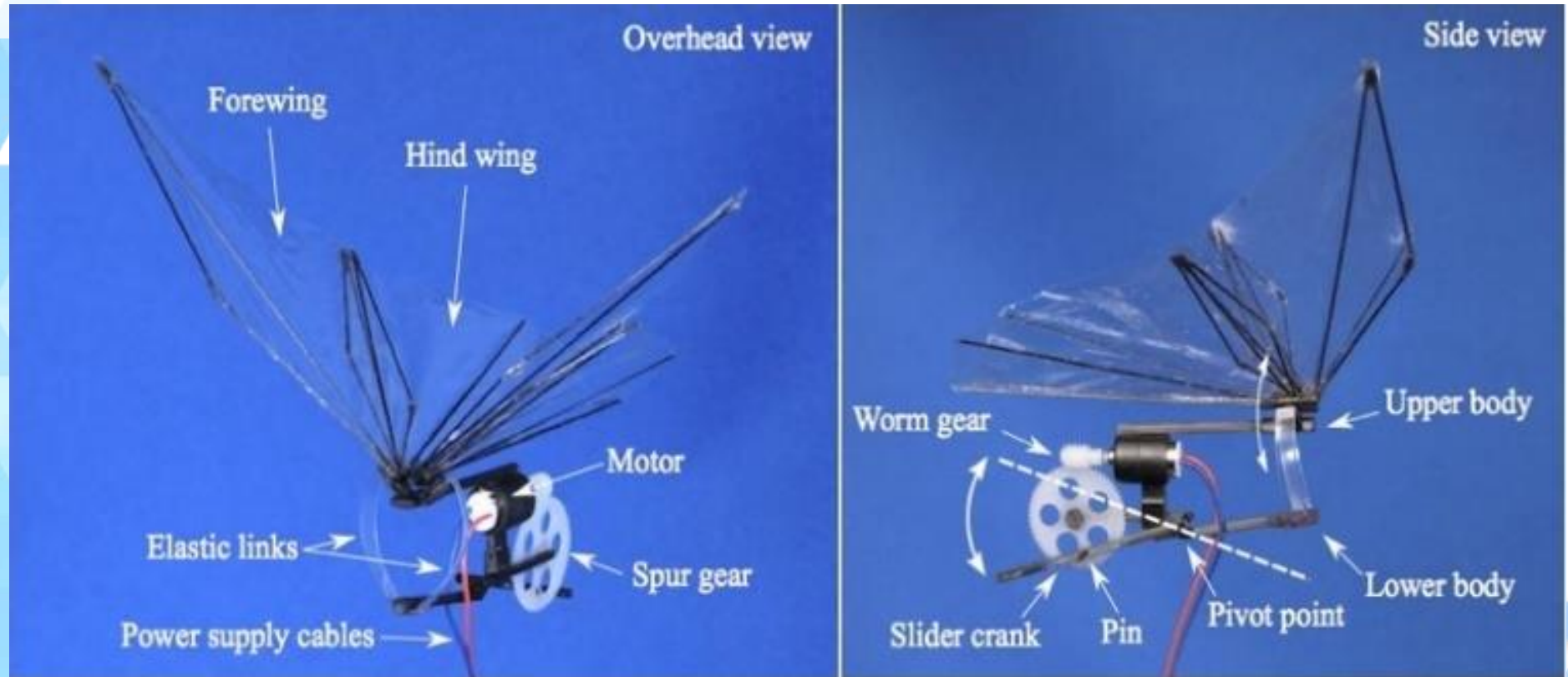
研究方法▶□製作🔧



## 🔧 參考資料

Εύρηκα

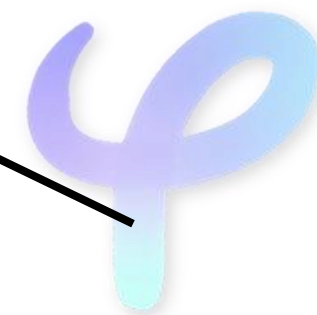
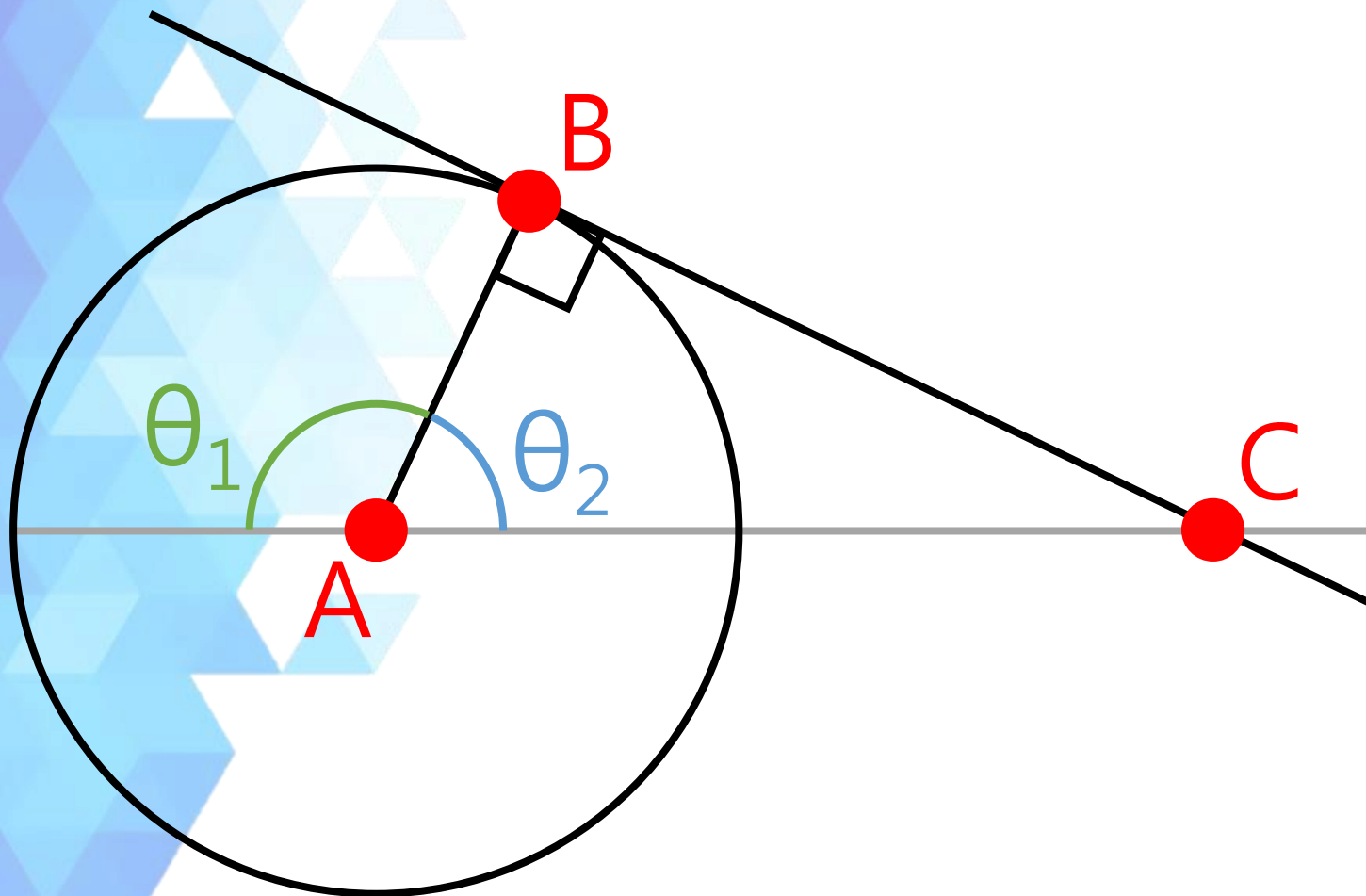
不同上下拍時間比



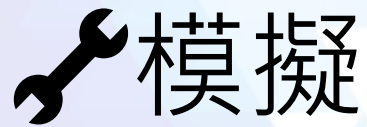
Taro Fujikawa & Koki Kikuchi(2018). development of a butterfly-style flapping robot with a posture control mechanism by varying the ratio of down and up stroke times. Journal of Japan Society for Design Engineering, 2019, Volume 54, Issue 3, Pages 199-210, Released March 05, 2019.

# 🔧 機構示意圖

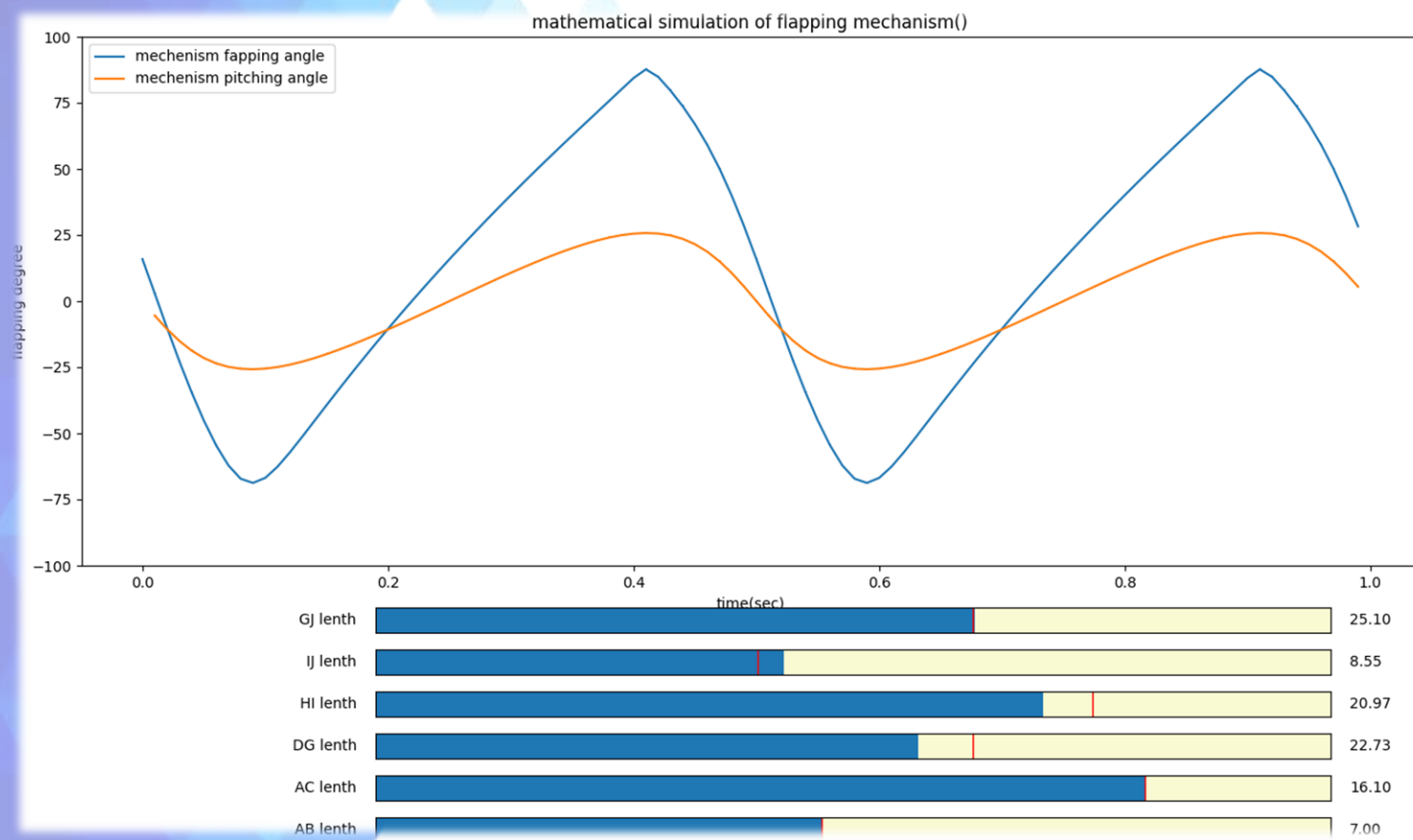
Εύρηκα



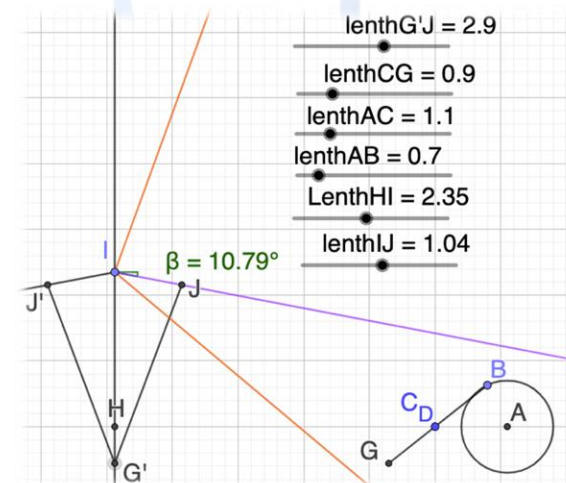




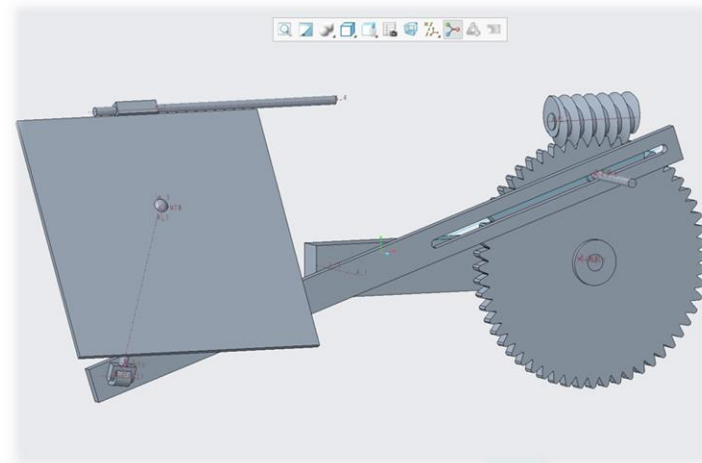
# Python: matplotlib



# Geogebra

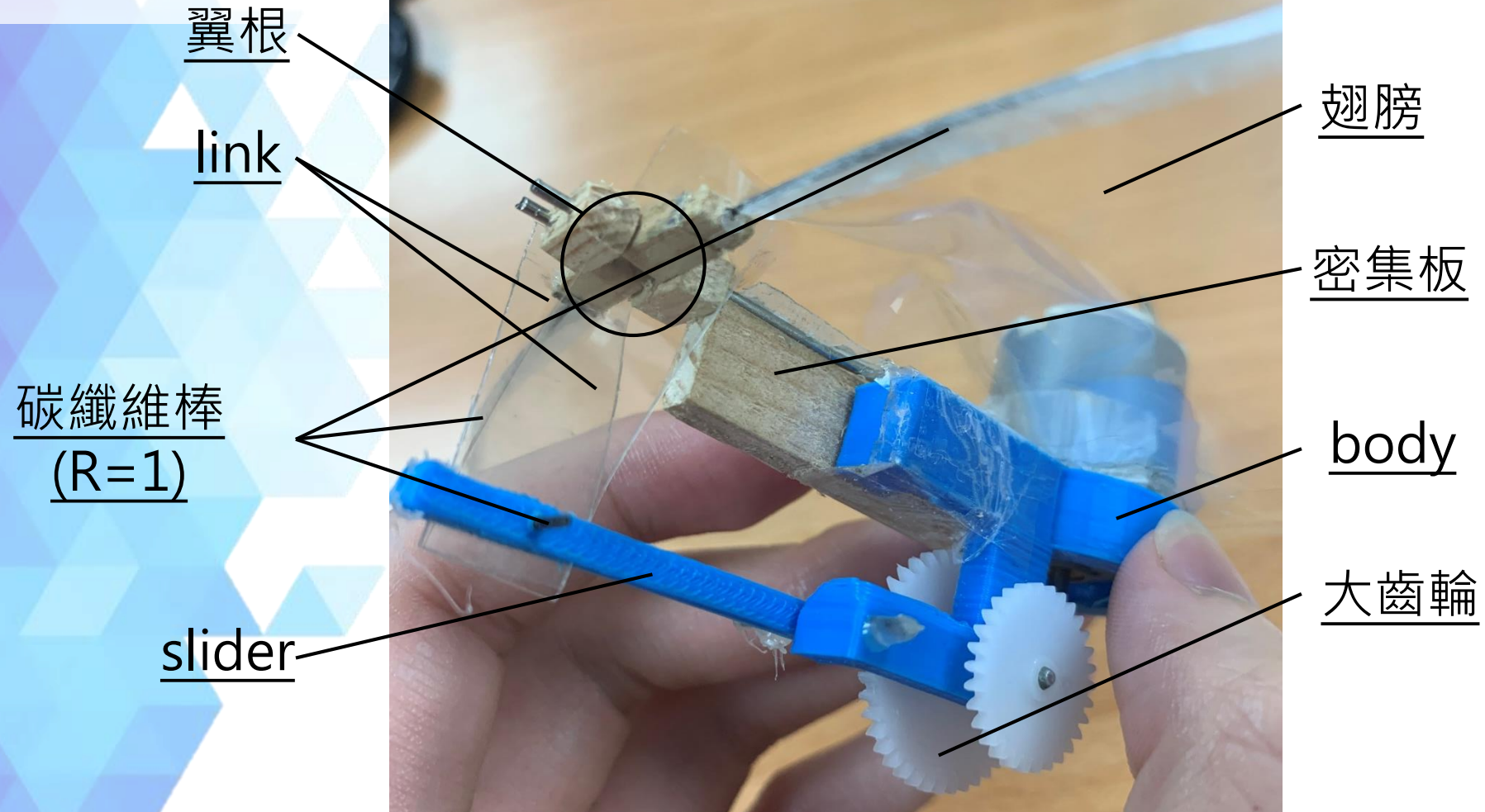


# Creo



Εύρηκα

## 🔧 實際製作



Εύρηκα

研究結果

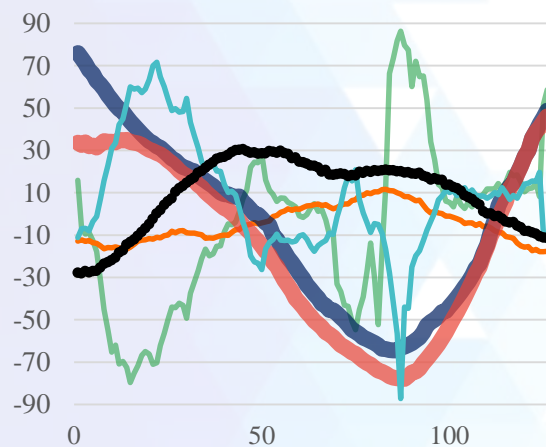


Εύρηκα

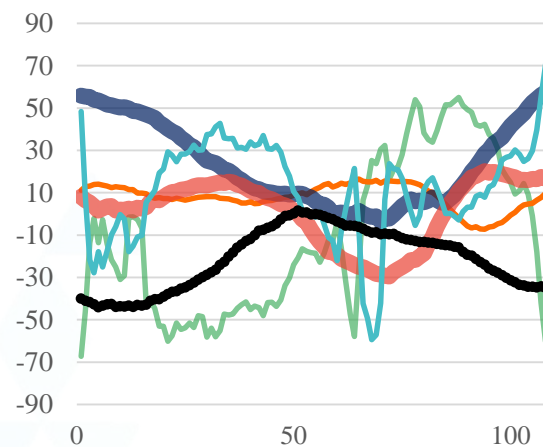
研究結果▶ □ 蝴蝶動態



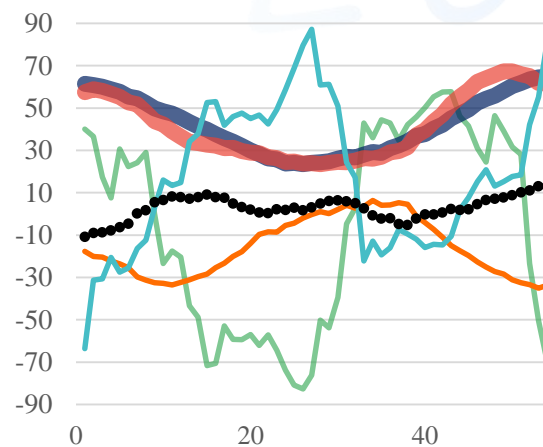
0831\_3\_2 T=126



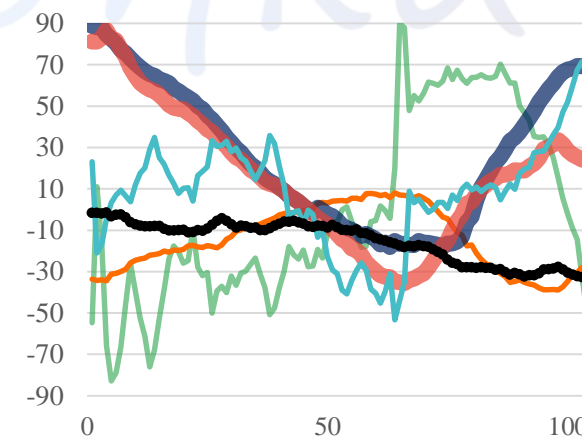
0831\_4\_1\_1 T=109



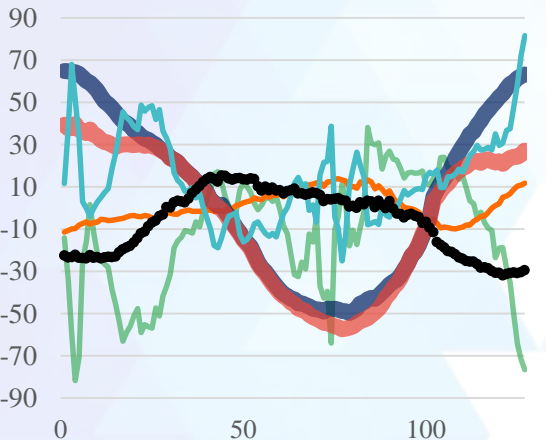
0903\_30\_5\_1 T=55



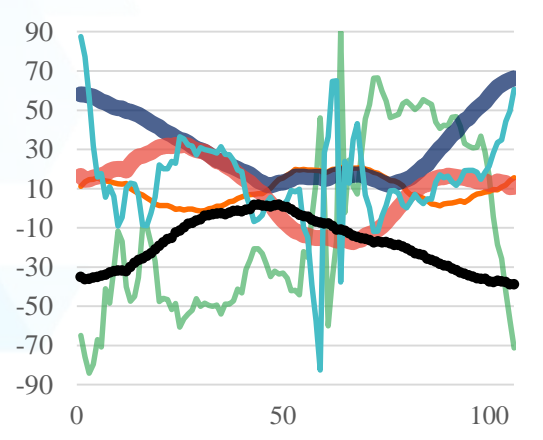
0903\_30\_4 T=106



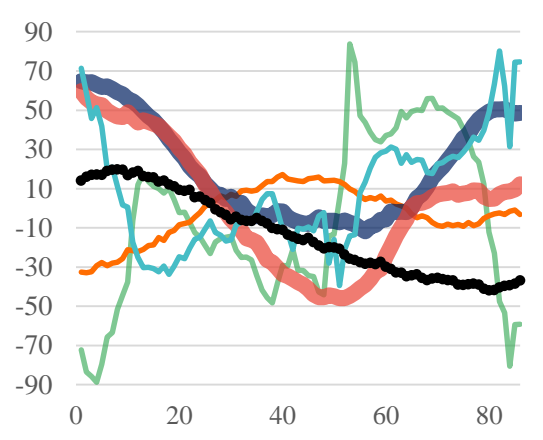
0831\_3\_10 T=126



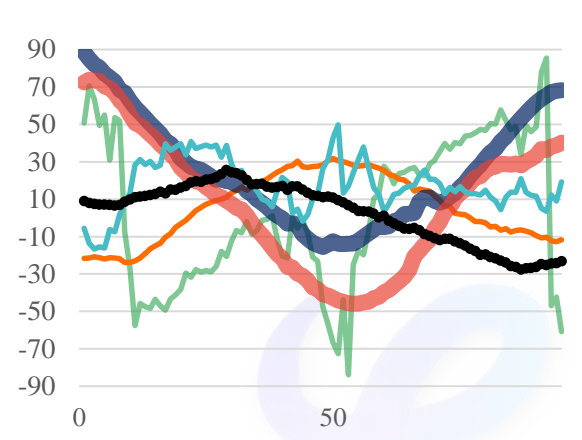
0831\_4\_1\_2 T=106



0903\_30\_5\_2 T=86



0903\_30\_7 T=95

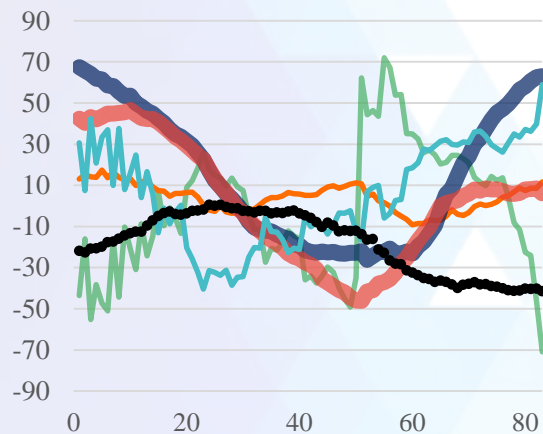


●腹部角(1, 2) ●拍撲角 $\alpha$ (1) ●掃掠角(1)  
 ●拍撲角 $\beta$ (2) ●翼轉角(2) ●仰角(2)

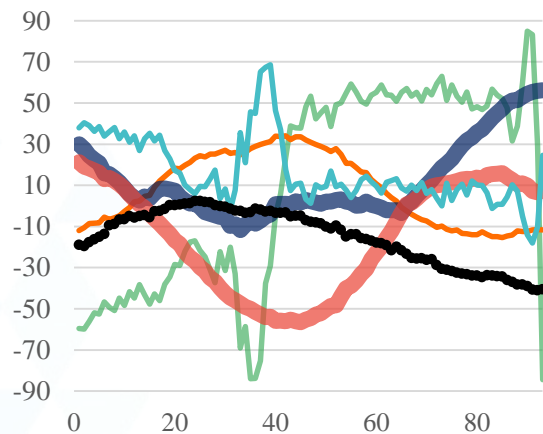
橫軸: time (1 ms) 縱軸: angle (degree) 週期: T



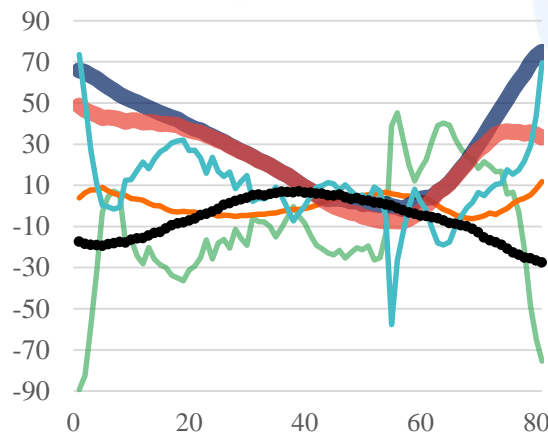
0902\_15\_5 T=81



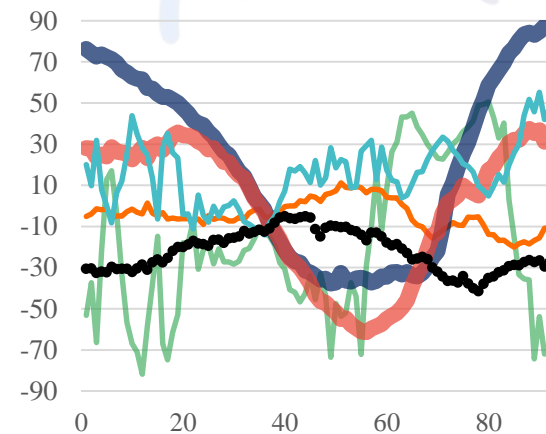
0902\_6\_4 T=93



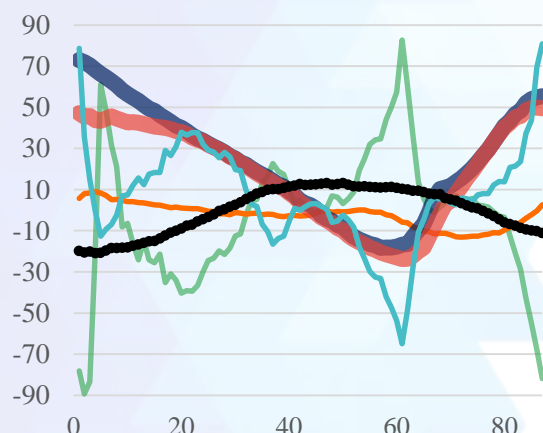
0902\_14\_2 T=83



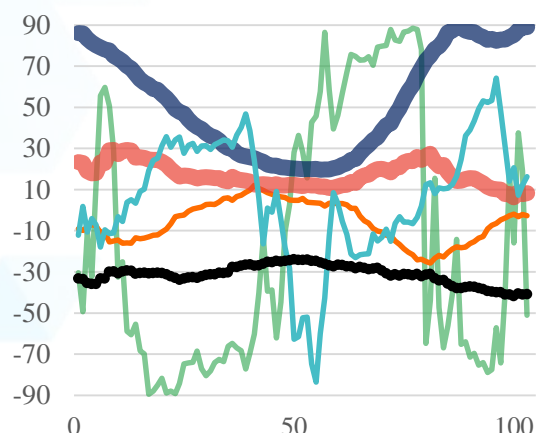
0902\_10\_1\_1 T=92



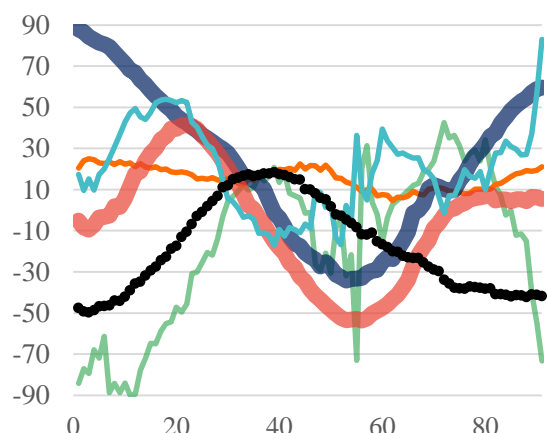
0902\_15\_9 T=87



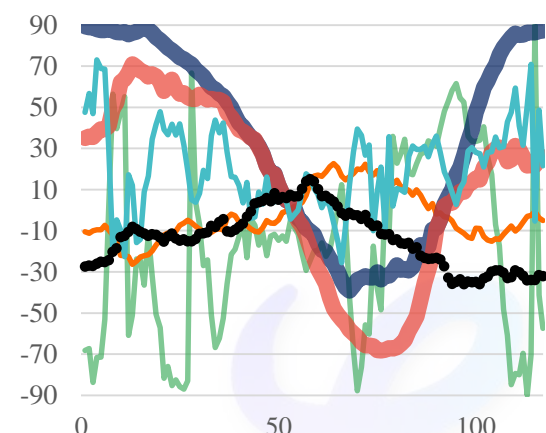
0903\_28\_2 T=103



0902\_14\_4 T=91



0902\_10\_1\_2 T=117



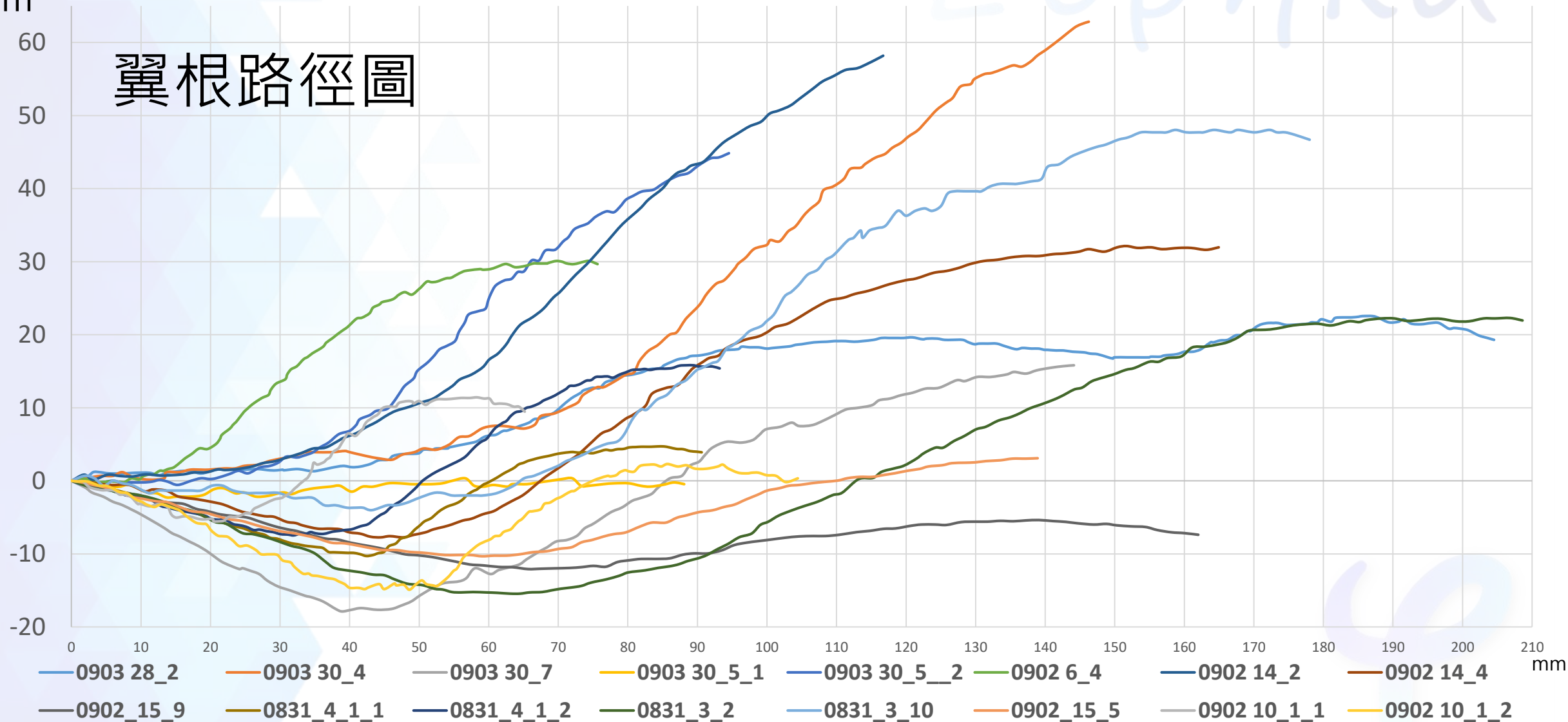
●腹部角(1,2) ●拍撲角 $\alpha$ (1) ●掃掠角(1)  
 ●拍撲角 $\beta$ (2) ●翼轉角(2) ●仰角(2)

橫軸: time (1 ms) 縱軸: angle (degree) 週期: T

Εύρηκα

# 翼根路徑圖

mm



# Εύρηκα

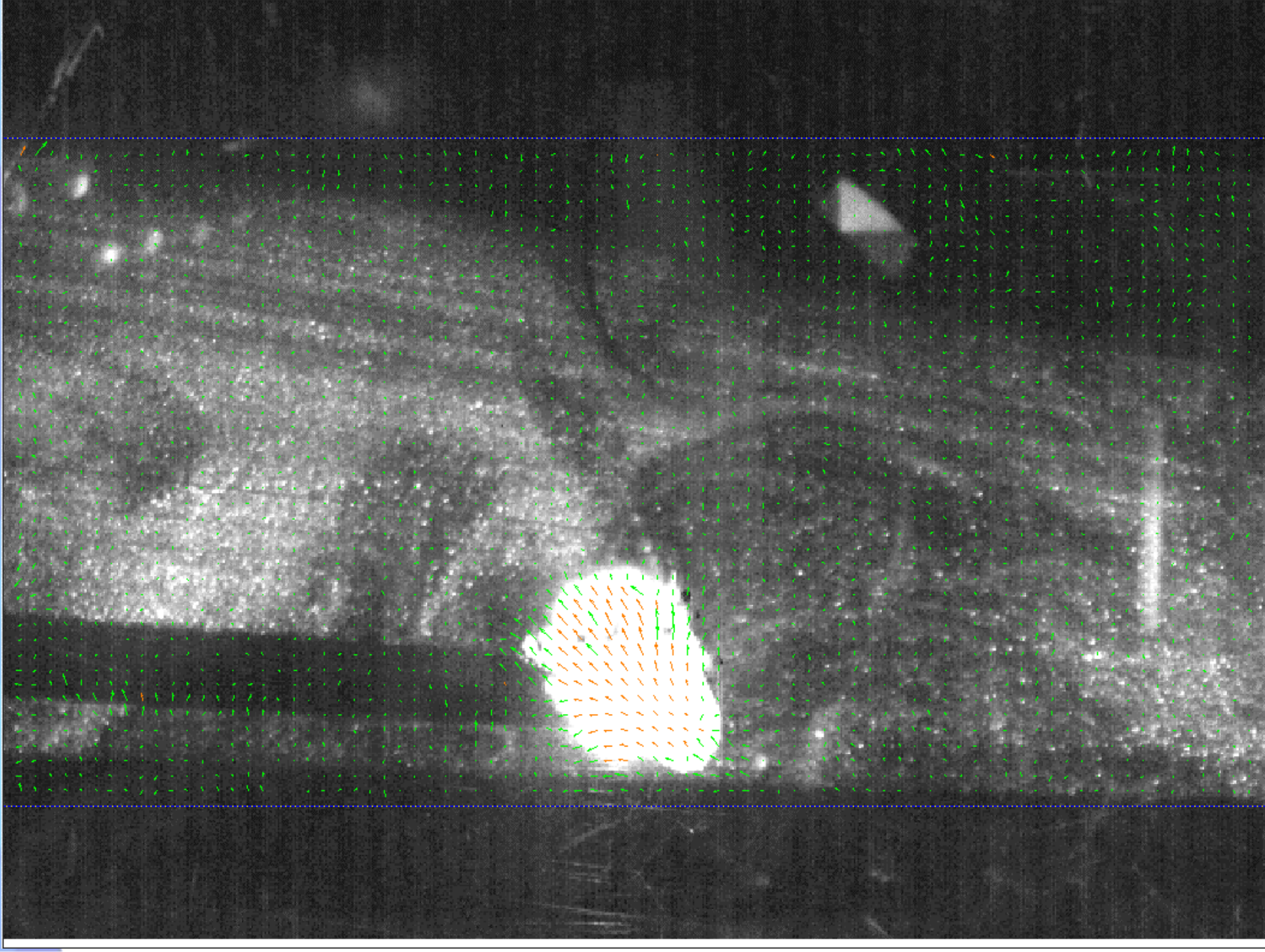
編號	種類	翼面積	span	x	T	平均拍翅震幅	下拍佔比	單位翼面負重	重量	爬升角	位移距離
3.0	大鳳蝶	48.0	7.0	193.	126.	126.5	62.3	5.2	502.	10.3	197.2
4,6	小姬紋青斑蝶	19.0	4.0	91.9	108.	58.0	68.0	3.2	121.	6.0	92.6
10.0	黃粉蝶	3.9	2.3	84.8	97.0	127.0	52.7	6.2	48.2	4.3	85.2
14.0	無尾白紋鳳蝶	12.4	4.7	140.	87.0	107.0	60.4	10.3	256.	18.7	149.2
15.0	紅紋鳳蝶	22.0	5.0	150.	84.0	83.0	68.0	6.5	288.	-0.7	150.6
28.0	小紫斑蝶	14.0	4.8	204.	103.	78.0	52.4	13.2	370.	5.4	205.4
30.0	小紋青斑蝶	15.7	5.4	118.	86.0	80.5	55.6	8.2	257.	13.7	130.8
	cm2	cm2	cm	mm	ms	degree	%	mg/cm2	mg	degree	mm

Εύρηκα

研究結果▶□蝴蝶流場







$\alpha$





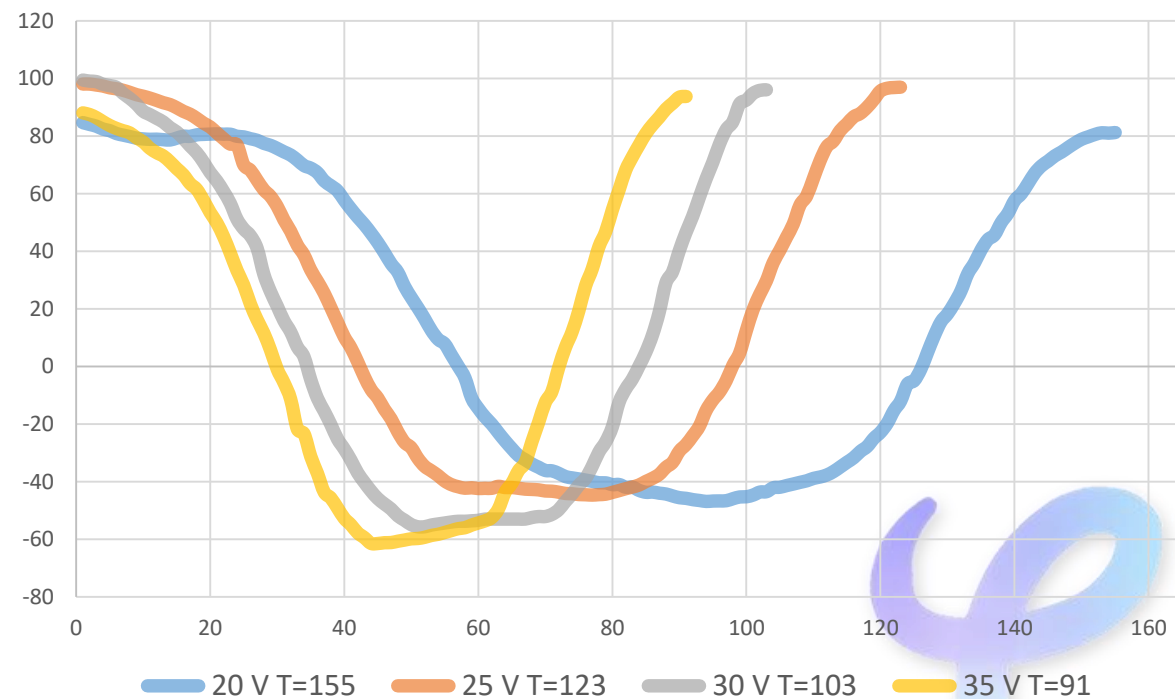
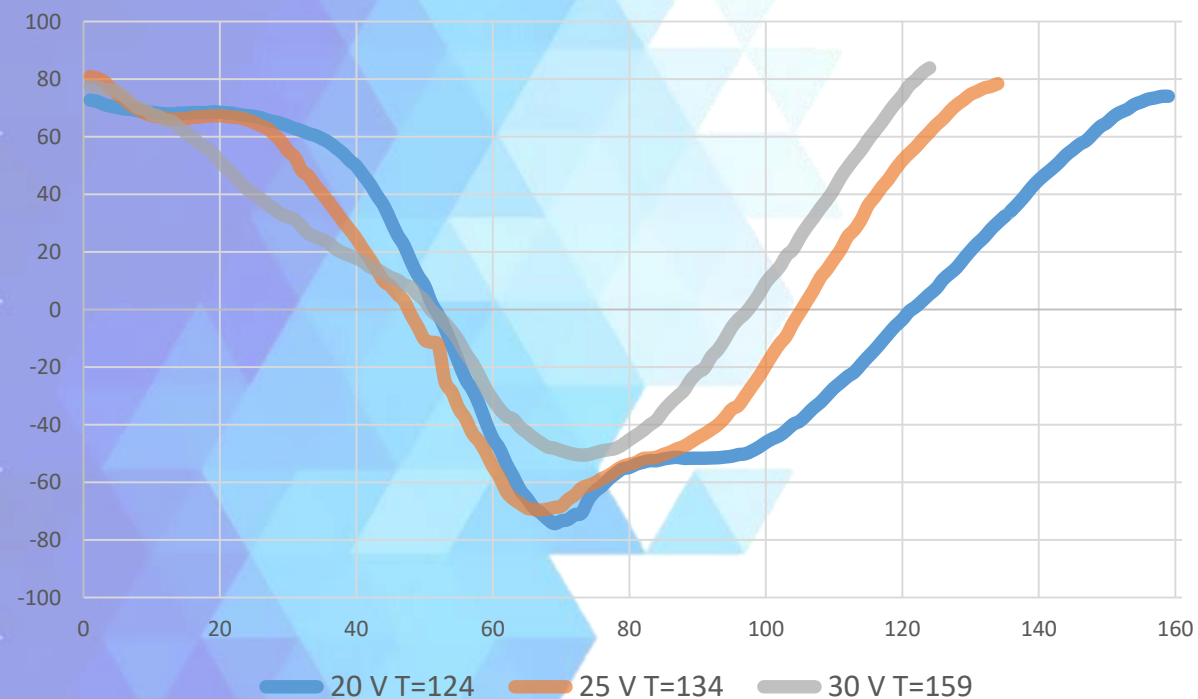
Εύρηκα

# 拍翼機動態



# 拍翼機

Εύρηκα



# 拍翼機

Εύρηκα

down fast				up fast		
	頻率	震幅	下拍占比	頻率	震幅	下拍占比
20V	6.2	141.6	44%	6.4	132.1	61%
25V	7.4	151.4	51%	8.0	135.9	59%
30V	7.9	141.5	50%	9.6	155.6	50%
35V	---	---	---	11.4	159.6	57%
單位：震幅(degree), 頻率(Hz)						

Εύρηκα

結論



## 結論

1. 上下拍時間比
2. 抬升腹部來穩定重心
3. 蝴蝶升力與掃掠角有極大關係
4. 腹部抬升程度與飛行模式無太大關聯
5. 拍翼機：下拍慢
6. 拍撲角度、翼展、翼面面積







Εύρηκα

特別感謝



# 特別感謝

- 賴奕帆老師（建國高級中學數理資優班物理專題指導教師）
- 楊東穎學長（台灣國立大學, 熱流光束實驗室碩士研究生）
- 孫文博老師（建國高級中學生科科任教師）
- 林沛群教授（台灣國立大學, 仿生機器人實驗室教授）
- 陳柏勳學長（台灣國立大學, 仿生機器人實驗室研究生）
- 楊龍杰教授（淡江大學, 奈微米系統研究室教授）

