

國立虎尾科技大學

機械設計工程系

協同產品設計實習 bg5 期末報告

手足球系統設計與模擬

Foosball system design and simulation

學生：

40623201 王君庭、40623204 張晏晴、

40623217 楊傅博、40623223 任明彥、

40623229 陳宥安、40623232 余建杰、

40623242 高宇辰、40623243 盧逸誠、

40623244 林俊鎧、40623248 廖柏誠、

40423220 林易寬

指導教授：嚴家銘

2019.06.14

# 目錄

|  |     |
|--|-----|
| 目錄 . . . . .   | i   |
| 表目錄 . . . . .  | ii  |
| 圖目錄 . . . . .  | iii |
| 第一章 動機 . . . . .   | 1   |
| 第二章 設計與繪圖-零組件尺寸分析 . . . . .                                    | 2   |
| 2.1 零組件尺寸分析 . . . . .  | 2   |
| 第三章 設計與繪圖-參數設計與繪圖 . . . . .                                    | 9   |
| 3.1 手足球系統的零組件參數設計與繪圖 . . . . .                                 | 9   |
| 3.2 Onshape 零組件連結 . . . . .                                    | 9   |
| 第四章 設計與繪圖-細部設計與 BOM . . . . .                                  | 10  |
| 4.1 零件 BOM-手足球零組件材料表 . . . . .                                 | 10  |
| 4.2 零件尺寸圖 . . . . .  | 10  |
| 4.3 零件部分組裝圖 . . . . .  | 10  |
| 4.4 3D 零組件爆炸圖 . . . . .  | 10  |
| 第五章 V-rep 動態模擬-送球機構設計與模擬 . . . . .                             | 20  |
| 5.1 送球機構設計與模擬 . . . . .  | 20  |
| 第六章 V-rep 動態模擬-手足球設計與模擬 . . . . .                              | 40  |
| 6.1 手足球設計與模擬 . . . . .   | 40  |
| 第七章 V-rep 動態模擬-系統功能展示 . . . . .                                | 53  |
| 7.1 系統功能展示 . . . . .   | 53  |
| 第八章 Divide the Work. . . . .                                   | 54  |
| 8.1 Foosball System Design and Simulation 手足球系統設計與模擬 . . . . . | 54  |
| 第九章 參考文獻 . . . . .   | 55  |

## 表目錄

|                      |    |
|----------------------|----|
| 表 8.1 組員分工 . . . . . | 54 |
|----------------------|----|

# 圖目錄

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| 圖 1.1 手足球系統 . . . . .           | 1  |
| 圖 2.1 球尺寸分析 . . . . .           | 2  |
| 圖 2.2 球和球員尺寸分析 . . . . .        | 3  |
| 圖 2.3 球場和球員尺寸分析 . . . . .       | 4  |
| 圖 2.4 圖形的大小是否會影響球的行進 . . . . .  | 4  |
| 圖 2.5 足球進門時球的移動狀況 . . . . .     | 5  |
| 圖 2.6 送球機構之寬度分析 . . . . .       | 5  |
| 圖 2.7 足球之移動軌跡 1 . . . . .       | 6  |
| 圖 2.8 足球之移動軌跡 2 . . . . .       | 6  |
| 圖 2.9 足球之移動軌跡 3 . . . . .       | 7  |
| 圖 2.10 複斜面以防止球滾到角落時卡住 . . . . . | 7  |
| 圖 2.11 球員是否會撞到斜角 . . . . .      | 8  |
| 圖 4.1 桿子與手足球員材料表 . . . . .      | 11 |
| 圖 4.2 球檻材料表 . . . . .           | 12 |
| 圖 4.3 桿子與手足球員零件尺寸圖 . . . . .    | 13 |
| 圖 4.4 球場零件尺寸圖 . . . . .         | 14 |
| 圖 4.5 送球機構零件尺寸圖 1 . . . . .     | 15 |
| 圖 4.6 送球機構零件尺寸圖 2 . . . . .     | 16 |
| 圖 4.7 球員與球桿部分組裝圖 . . . . .      | 17 |
| 圖 4.8 球桿與球場部分組合圖 . . . . .      | 17 |
| 圖 4.9 抬球機構與球場組裝圖 . . . . .      | 18 |
| 圖 4.10 3D 零組件爆炸圖 . . . . .      | 19 |
| 圖 5.1 連桿機構 . . . . .            | 21 |
| 圖 5.2 軌道 . . . . .              | 22 |
| 圖 5.3 第一個撥桿 . . . . .           | 22 |
| 圖 5.4 主動軸 . . . . .             | 23 |
| 圖 5.5 第二個撥桿 . . . . .           | 23 |
| 圖 5.6 第二個撥桿到另一個軌道 . . . . .     | 24 |
| 圖 5.7 選擇圖檔 . . . . .            | 24 |
| 圖 5.8 將圖檔分成多個零件 . . . . .       | 25 |
| 圖 5.9 命名每個零件 . . . . .          | 26 |
| 圖 5.10 在形狀中添加轉動軸 . . . . .      | 27 |
| 圖 5.11 對齊相對應的位置 1 . . . . .     | 28 |
| 圖 5.12 對齊相對應的位置 2 . . . . .     | 28 |
| 圖 5.13 所有轉動軸對齊相對應的位置 . . . . .  | 28 |

|        |                    |    |
|--------|--------------------|----|
| 圖 5.14 | 將相關零件與轉動軸放入基礎零件 1  | 29 |
| 圖 5.15 | 將相關零件與轉動軸放入基礎零件 2  | 29 |
| 圖 5.16 | 將相關零件與轉動軸放入基礎零件 3  | 30 |
| 圖 5.17 | 將相關零件與轉動軸放入基礎零件 4  | 31 |
| 圖 5.18 | 將相關零件與轉動軸放入基礎零件 5  | 32 |
| 圖 5.19 | 將相關零件與轉動軸放入基礎零件 6  | 33 |
| 圖 5.20 | 添加 Dummy           | 34 |
| 圖 5.21 | 設定 Dummy 屬性        | 35 |
| 圖 5.22 | 將 Dummy 放入機構中 1    | 36 |
| 圖 5.23 | 將 Dummy 放入機構中 2    | 37 |
| 圖 5.24 | 設定各零件為動態           | 38 |
| 圖 5.25 | 主動軸參數設定            | 39 |
| <br>   |                    |    |
| 圖 6.1  | 選擇要放入的檔案           | 41 |
| 圖 6.2  | 將物件分解細部圖形          | 41 |
| 圖 6.3  | 分解為細部零件            | 42 |
| 圖 6.4  | 重新命名並主從連結 1        | 43 |
| 圖 6.5  | 重新命名並主從連結 2        | 44 |
| 圖 6.6  | 將每個人偶調色分成黑與紅       | 44 |
| 圖 6.7  | 調色後的樣子             | 45 |
| 圖 6.8  | 要求足球場架能有反應         | 46 |
| 圖 6.9  | 要求所有的旋轉軸馬達以及控制循環啟用 | 47 |
| 圖 6.10 | 要求所有的軸承物件要進行做動     | 48 |
| 圖 6.11 | 要求所有的平移軸馬達以及控制循環啟用 | 49 |
| 圖 6.12 | 要求所有的桿子物件要進行做動     | 50 |
| 圖 6.13 | 要求人偶能有反應           | 51 |
| 圖 6.14 | 將旋轉軸及平移軸控制循環關閉     | 52 |

# 第一章 動機

本專題為協同產品設計的簡單範例，運用我們所上過的工具，透過分組的方式，來完成一個可程式控制的機構，我們需要在這過程中解決任何的衝突發生，以及更精進我們的專業知識。

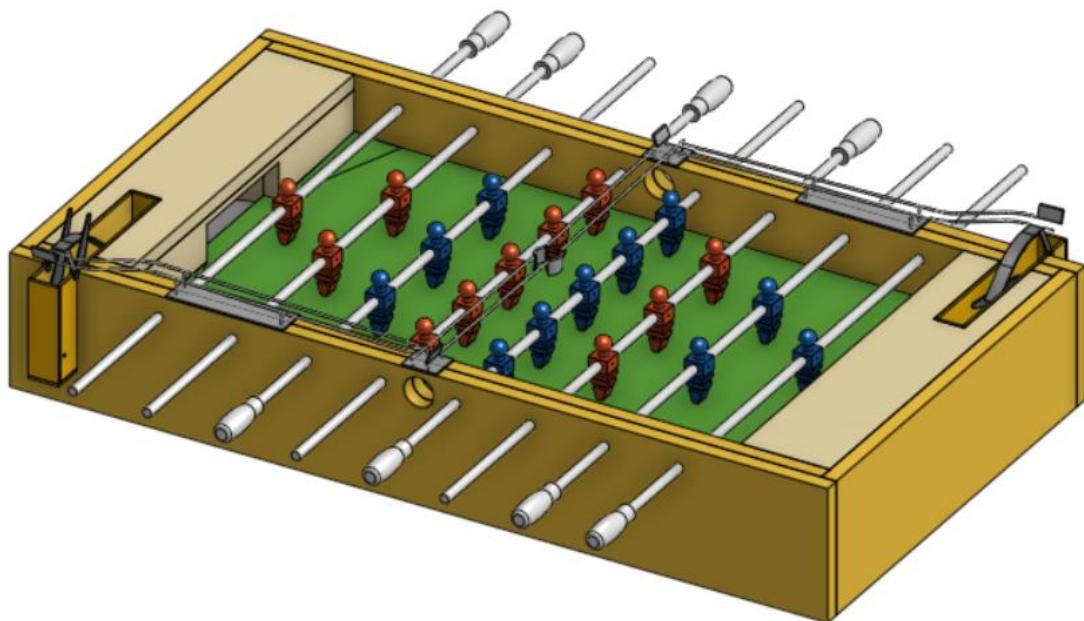


圖 1.1: 手足球系統

## 第二章 設計與繪圖-零組件尺寸分析

### 2.1 零組件尺寸分析

分析足球位於角落時是否卡住使球員無法接觸到球(圖 2.1)

分析球員與球員之間能在踢到球的情況下不會干涉到(圖 2.2)

因上述之設計因素考量,對球場與球員之間具與長度做修改(圖 2.3)

檢查圖形的大小是否會影響到球的行進(圖 2.4)

檢查足球進門時球的移動狀況是否會卡住(圖 2.5)

送球機構之寬度是否能確實使球維持於機件上(圖 2.6)

檢查足球之移動軌跡路徑(圖 2.7、圖 2.8、圖 2.9)

將球場的各個角落設計一個複斜面以防止球滾到角落時卡住(圖 2.10)

分析最接近斜角之球員是否會撞到斜角(圖 2.11)

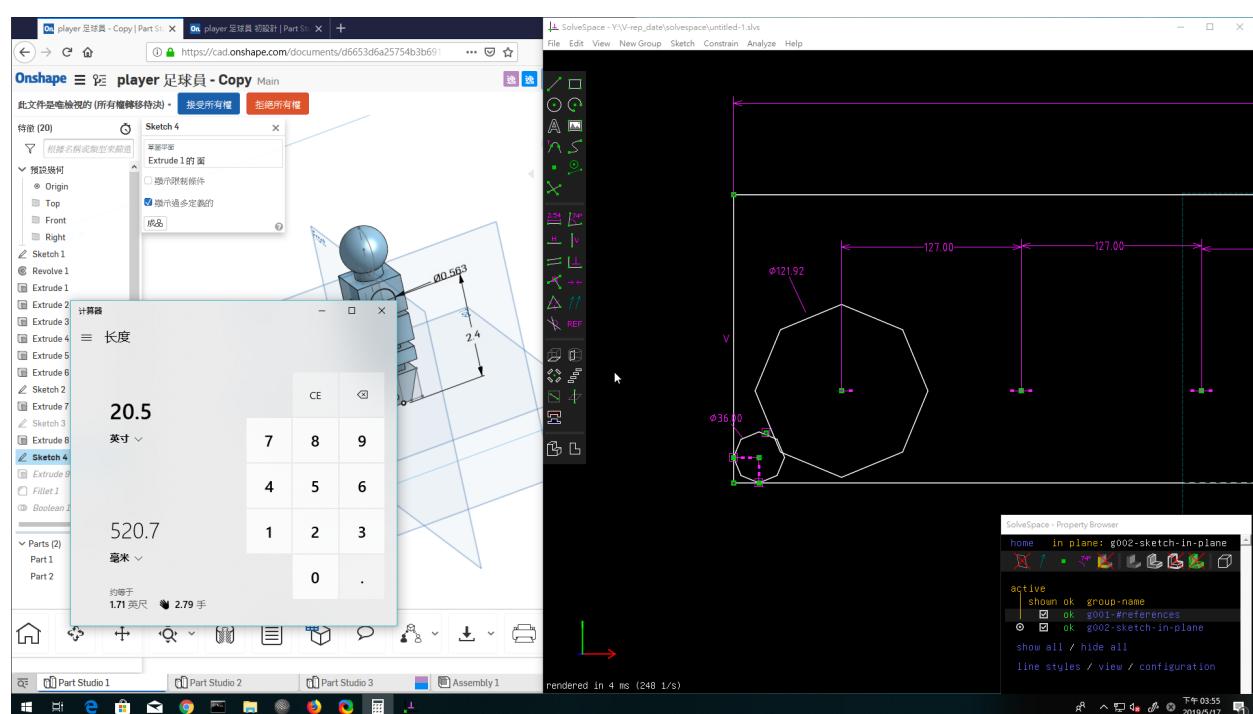


圖 2.1: 球尺寸分析

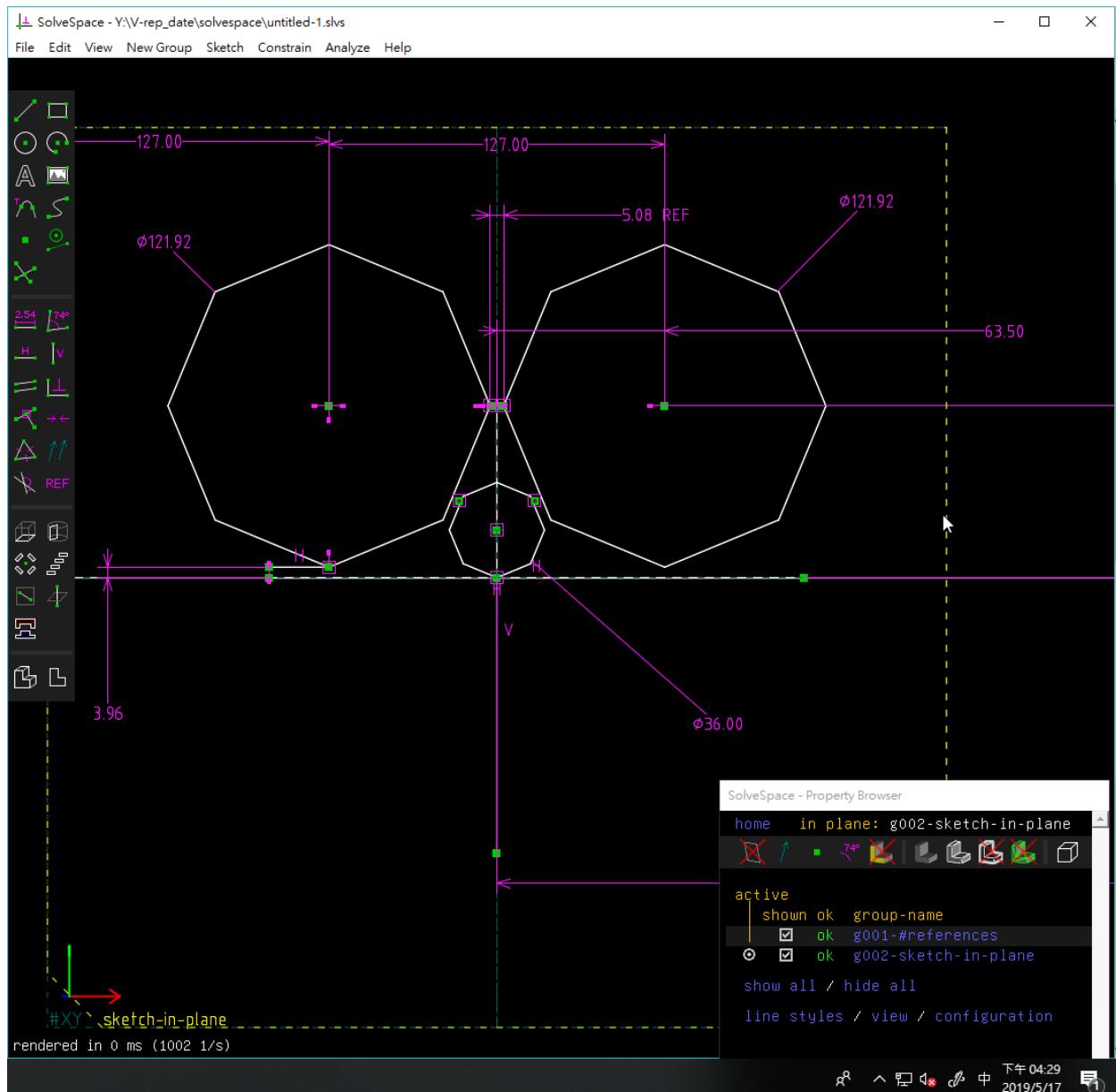


圖 2.2: 球和球員尺寸分析

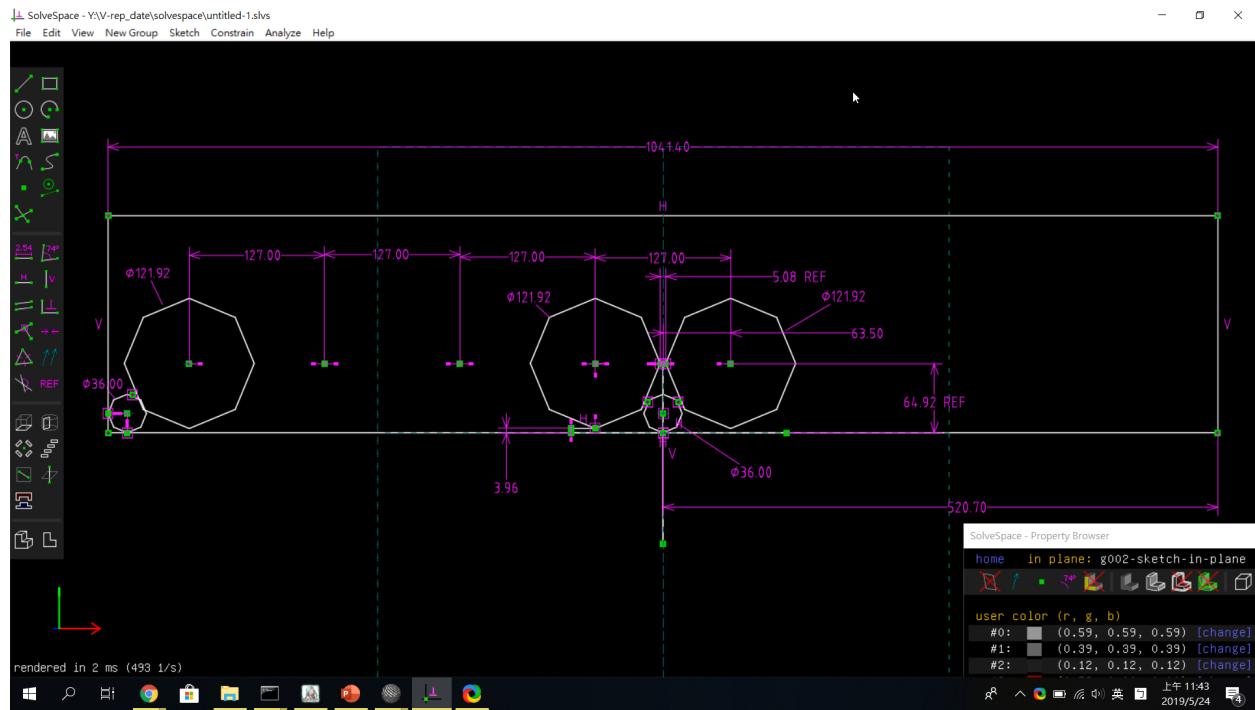


圖 2.3: 球場和球員尺寸分析

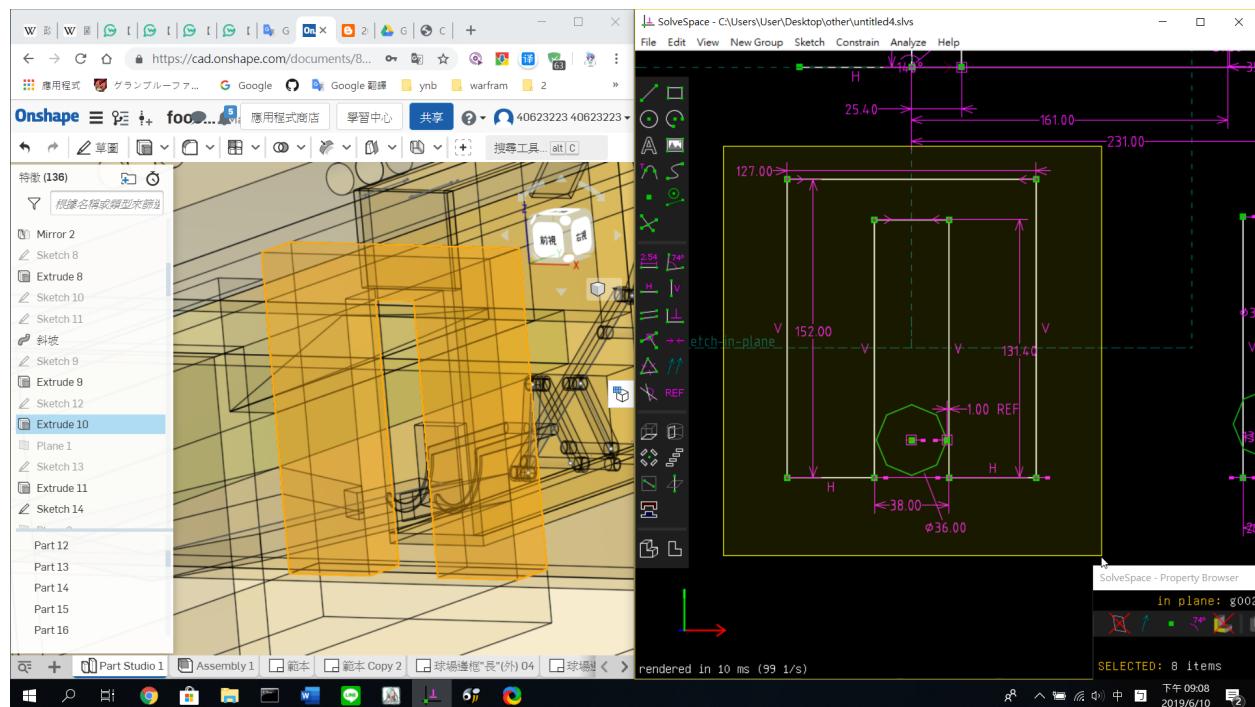


圖 2.4: 圖形的大小是否會影響球的行進

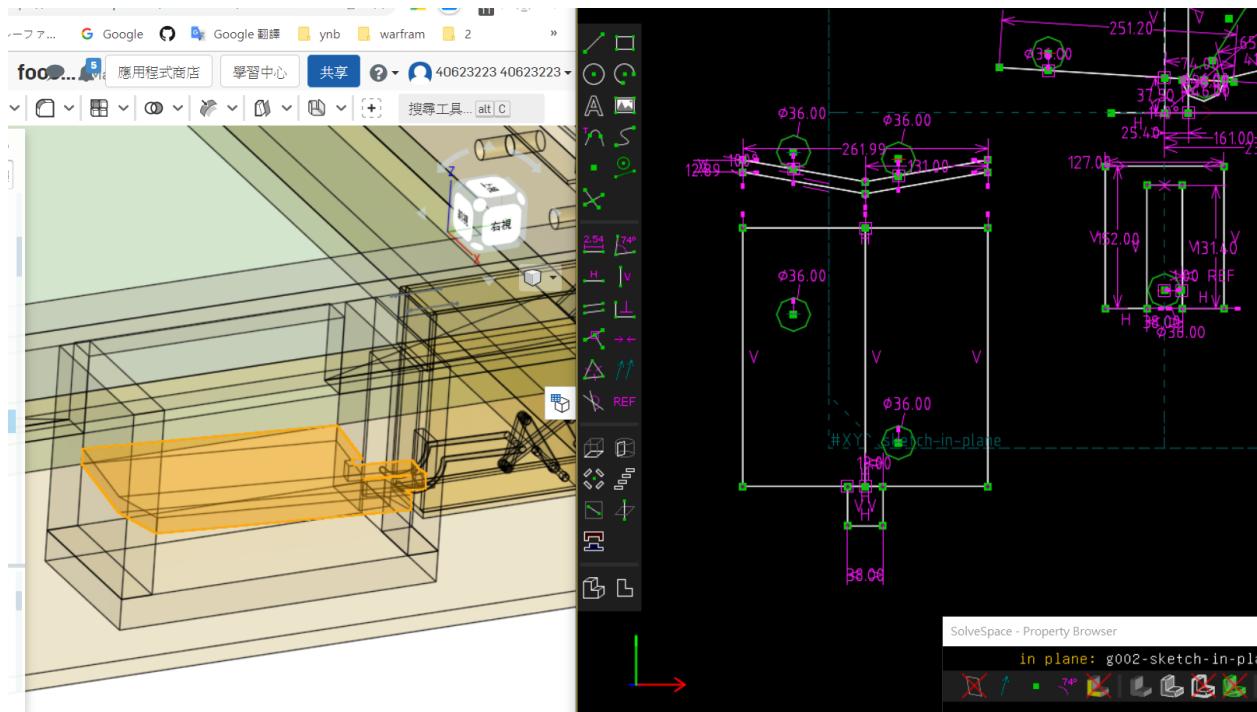


圖 2.5: 足球進門時球的移動狀況

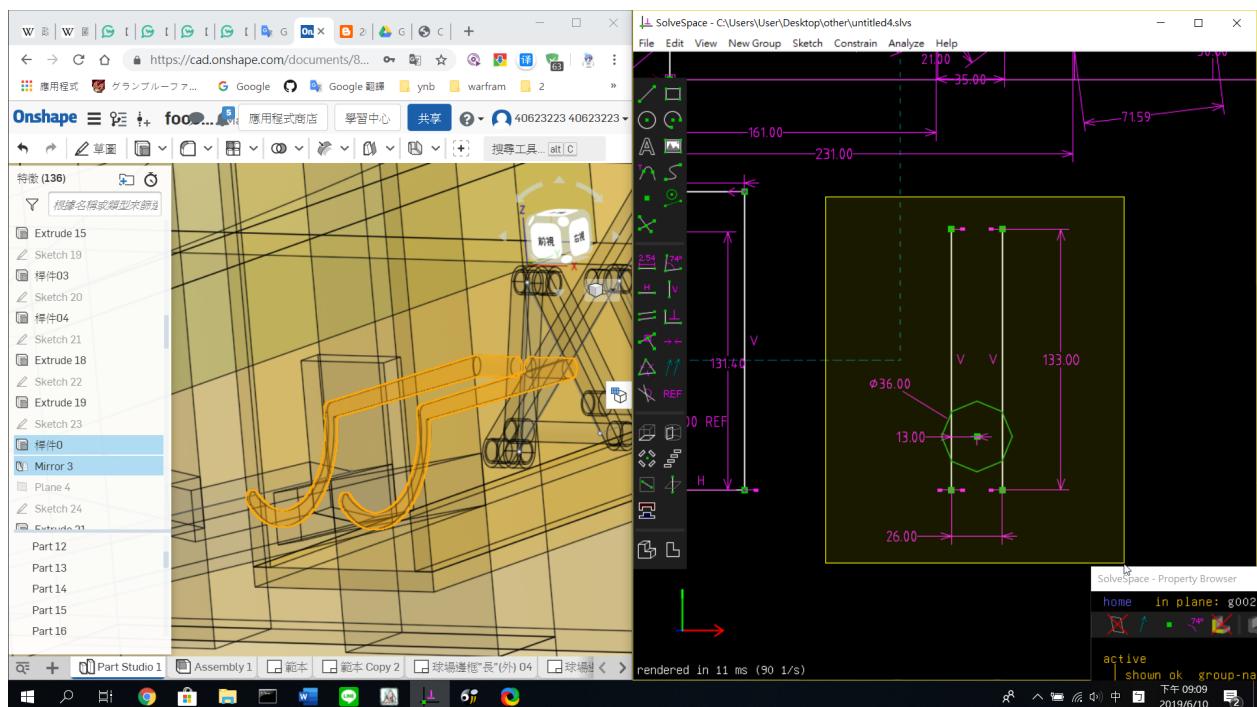


圖 2.6: 送球機構之寬度分析

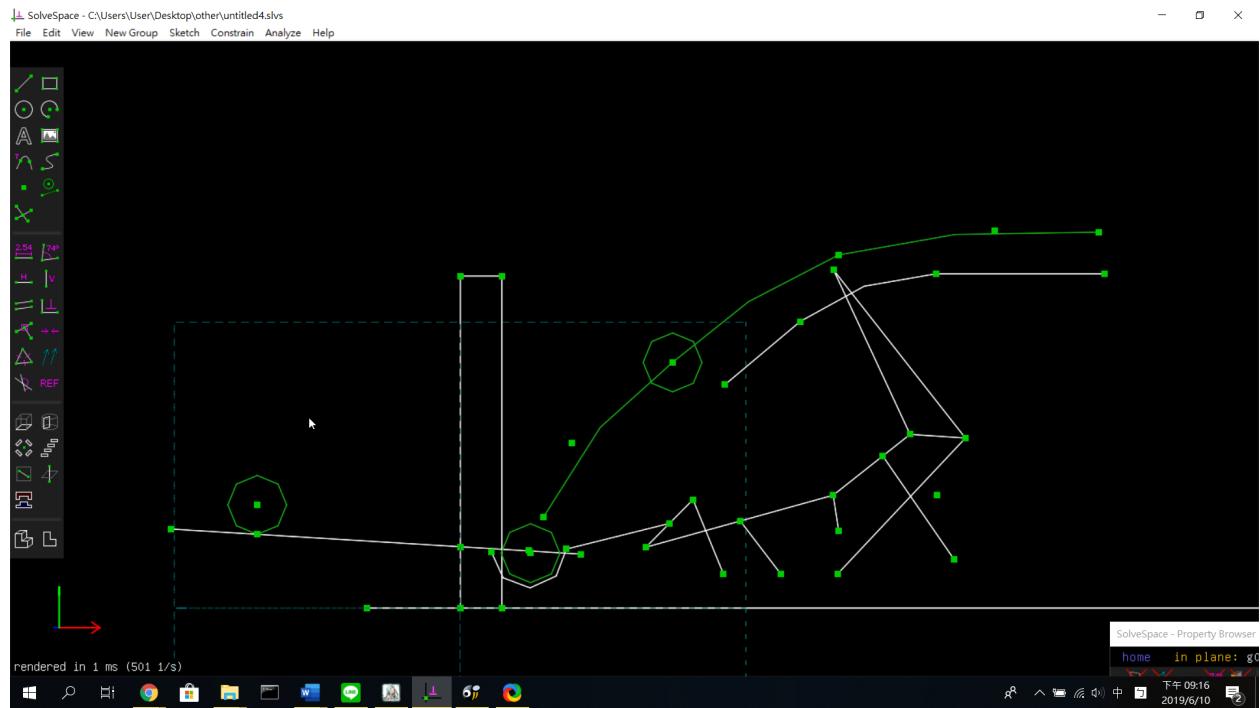


圖 2.7: 足球之移動軌跡 1

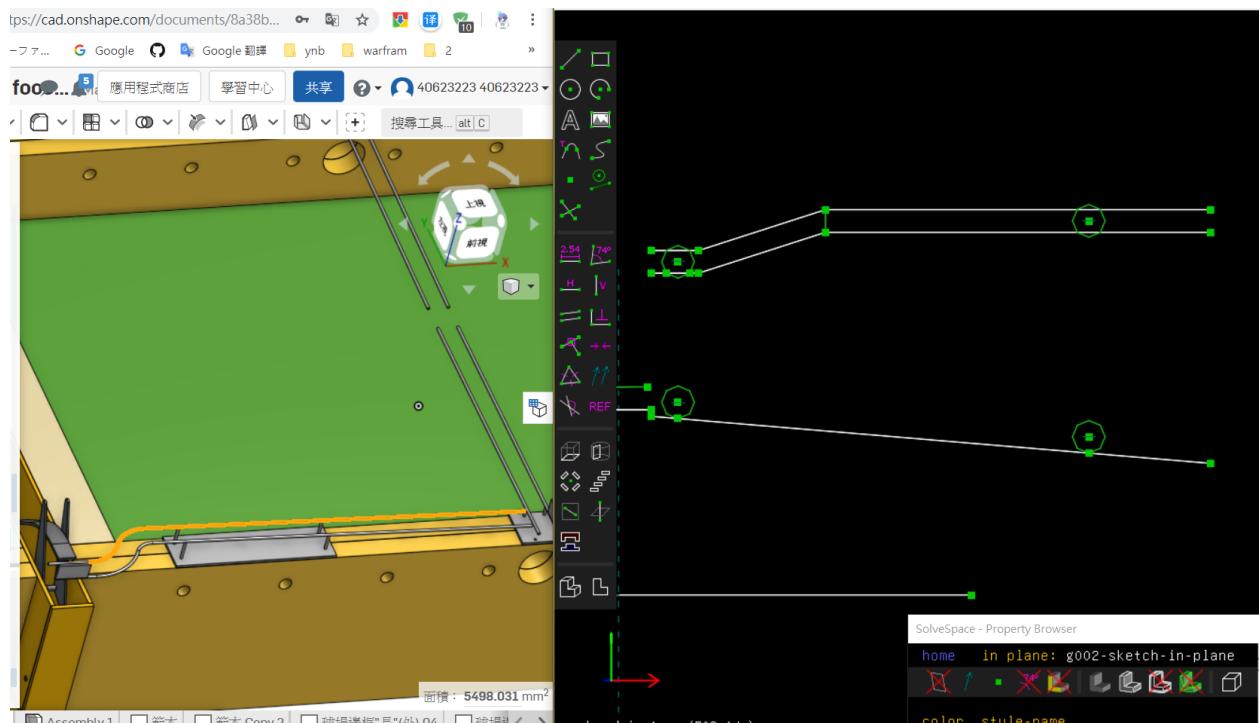


圖 2.8: 足球之移動軌跡 2

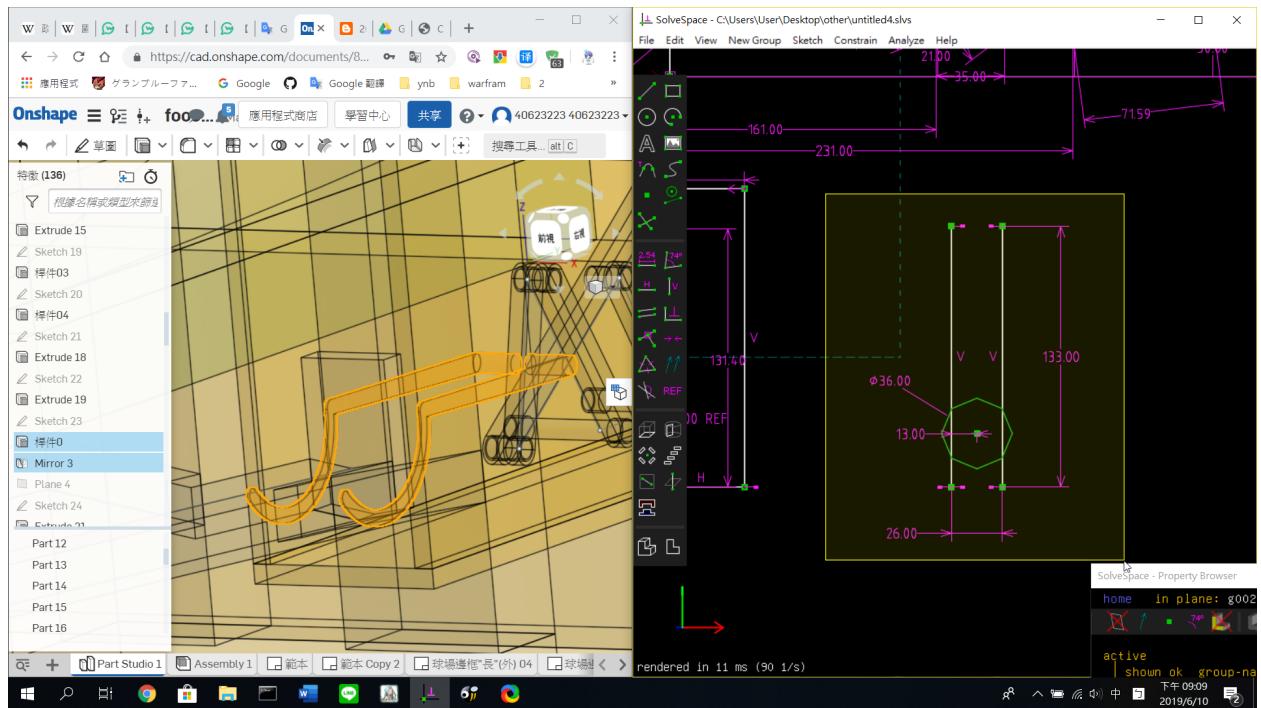


圖 2.9: 足球之移動軌跡 3

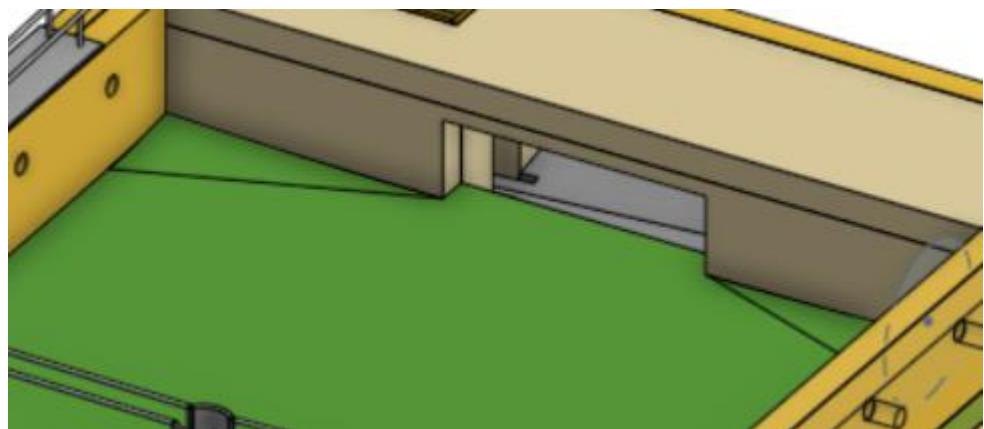


圖 2.10: 複斜面以防止球滾到角落時卡住

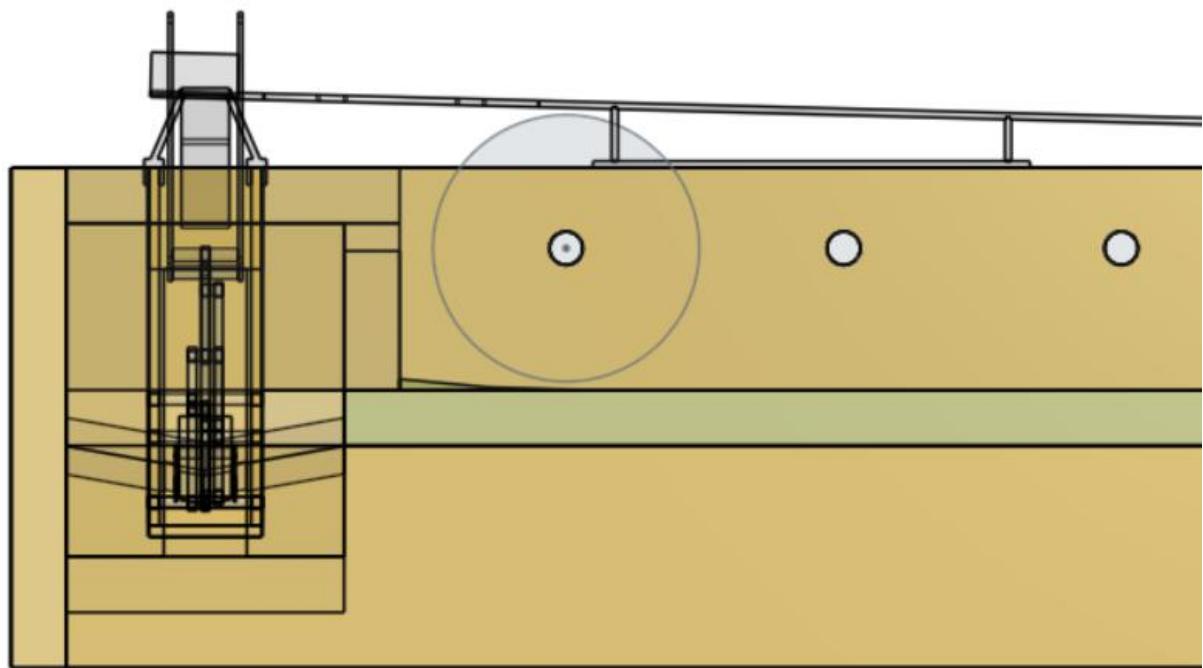


圖 2.11: 球員是否會撞到斜角

## 第三章 設計與繪圖-參數設計與繪圖

### 3.1 手足球系統的零組件參數設計與繪圖

足球員: 這是根據老師給的圖畫出來的，其中很多尺寸都是老師原圖上給的，其他是依據比例做出來的。

球: 大小是以人的大小，依比例畫出來的。

握桿: 直徑老師給的圖畫出來的，長度是以球場的寬度再加上手握的地方得到的長度。

球場: 依市面上常見的手足球滑的大概，握桿的地方是根據老師給的圖設定的，進球的地方是臨時設計的。

### 3.2 Onshape 零組件連結

足球員

握桿

球場

## 第四章 設計與繪圖-細部設計與 BOM

### 4.1 零件 BOM-手足球零組件材料表

桿子與手足球員材料表 (圖 4.1)

球檯材料表 (圖 4.2)

### 4.2 零件尺寸圖

桿子與手足球員零件尺寸圖 (圖 4.3)

球場零件尺寸圖 (圖 4.4)

送球機構零件尺寸圖 (圖 4.5、圖 4.6)

### 4.3 零件部分組裝圖

球員與球桿部分組裝圖 (圖 4.7)

球員與球桿與球場部分組合圖 (圖 4.8)

抬球機構與球場組裝圖 (圖 4.9)

### 4.4 3D 零組件爆炸圖

3D 零組件爆炸圖 (圖 4.10)

---

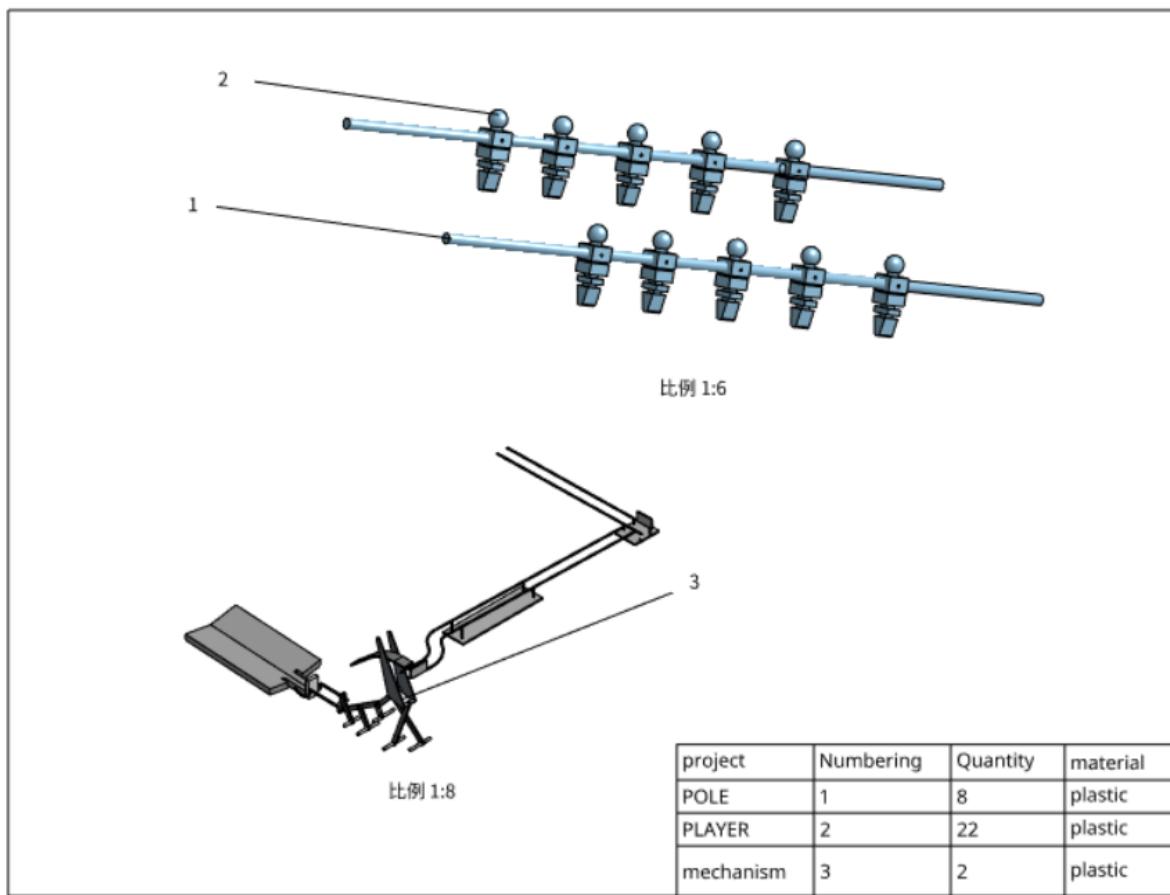
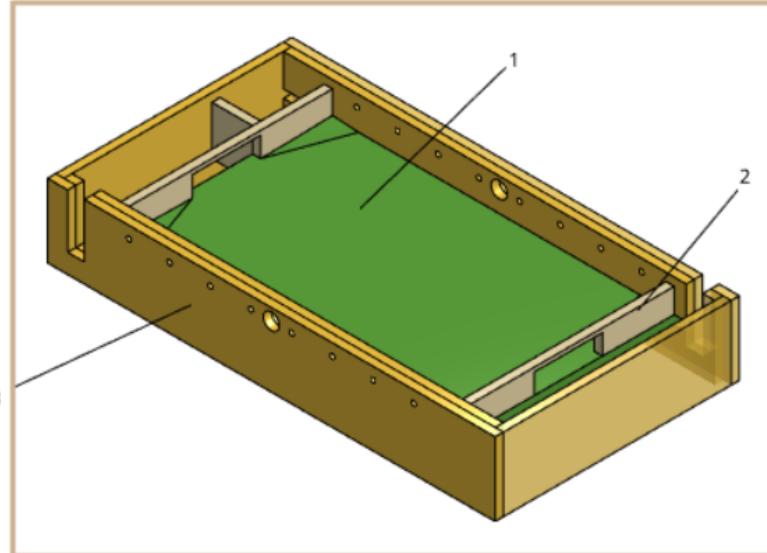


圖 4.1: 桿子與手足球員材料表



| project      | Numbering | Quantity | material |
|--------------|-----------|----------|----------|
| turf         | 1         | 1        | Nylon    |
| Football net | 2         | 2        | stone    |
| WALL         | 3         | 6        | board    |

圖 4.2: 球檯材料表

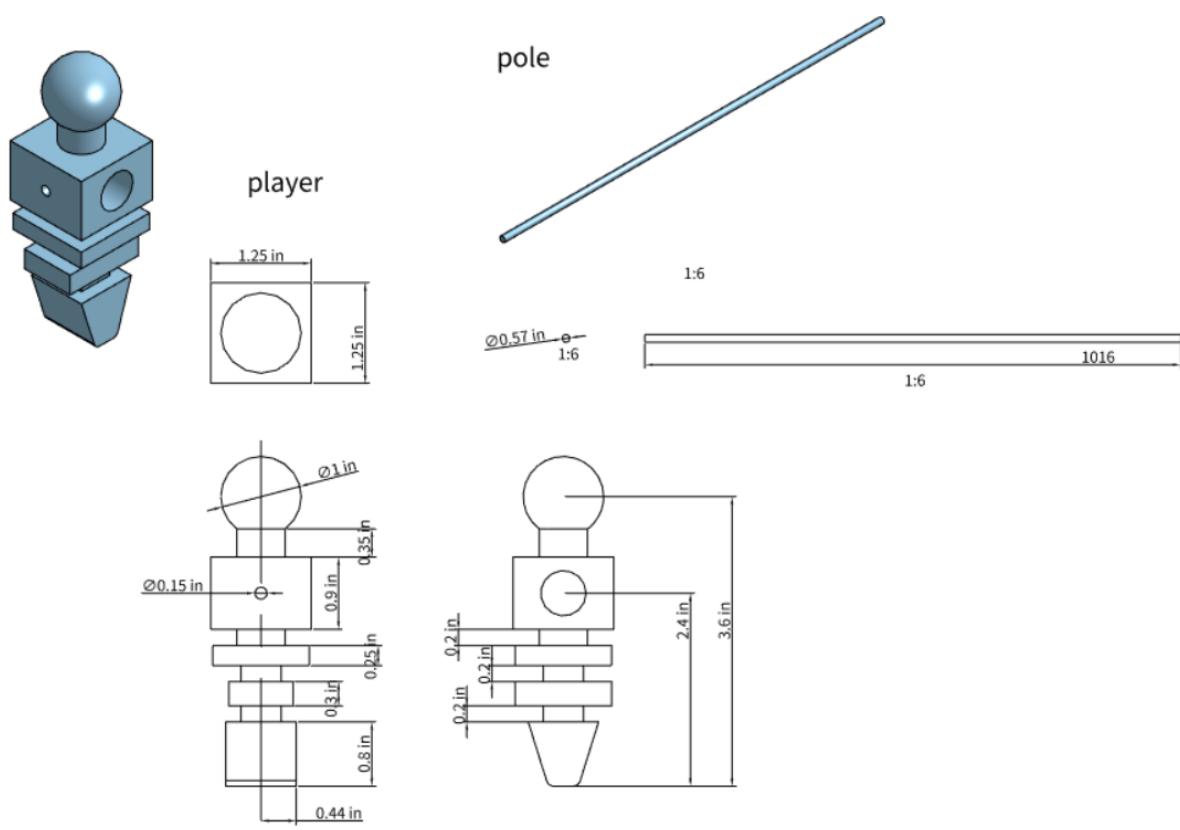


圖 4.3: 棍子與手足球員零件尺寸圖

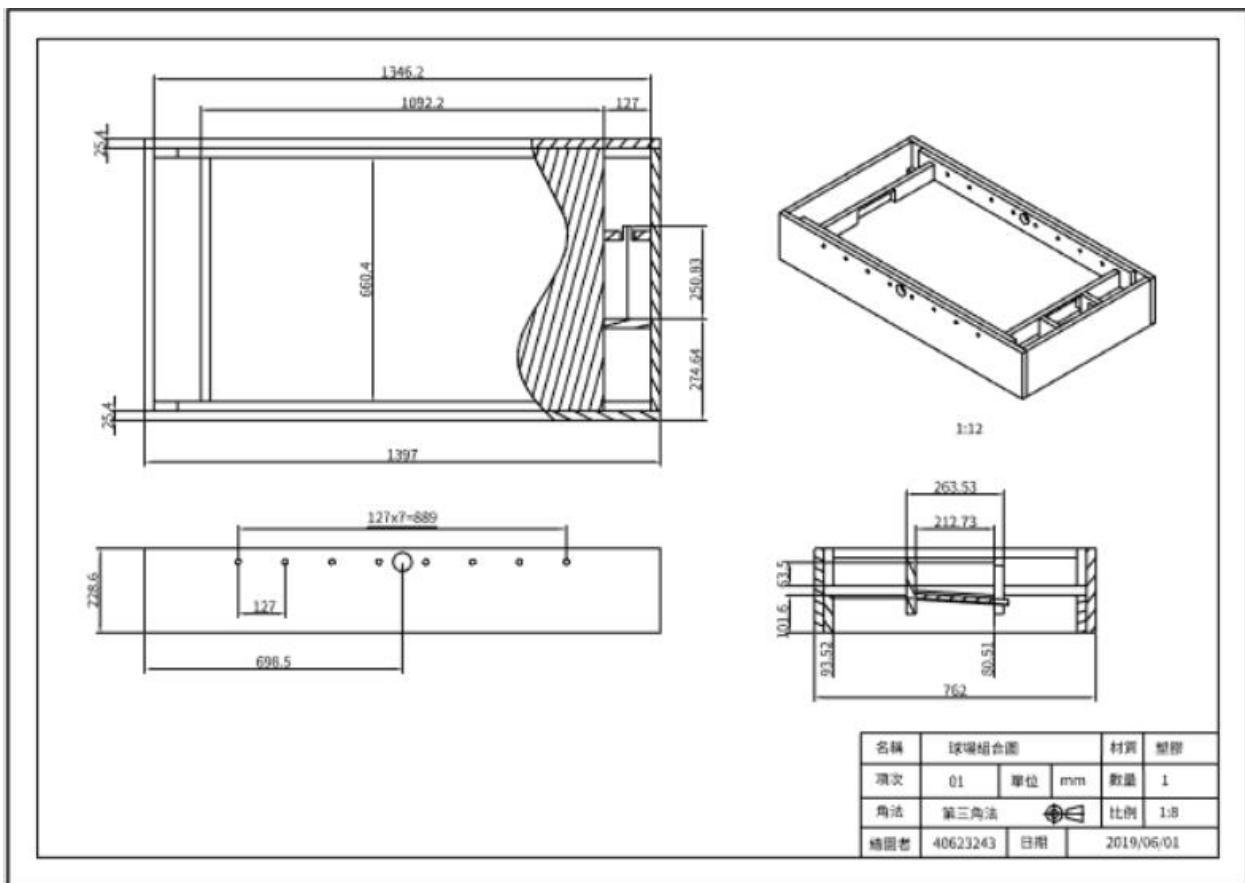


圖 4.4: 球場零件尺寸圖

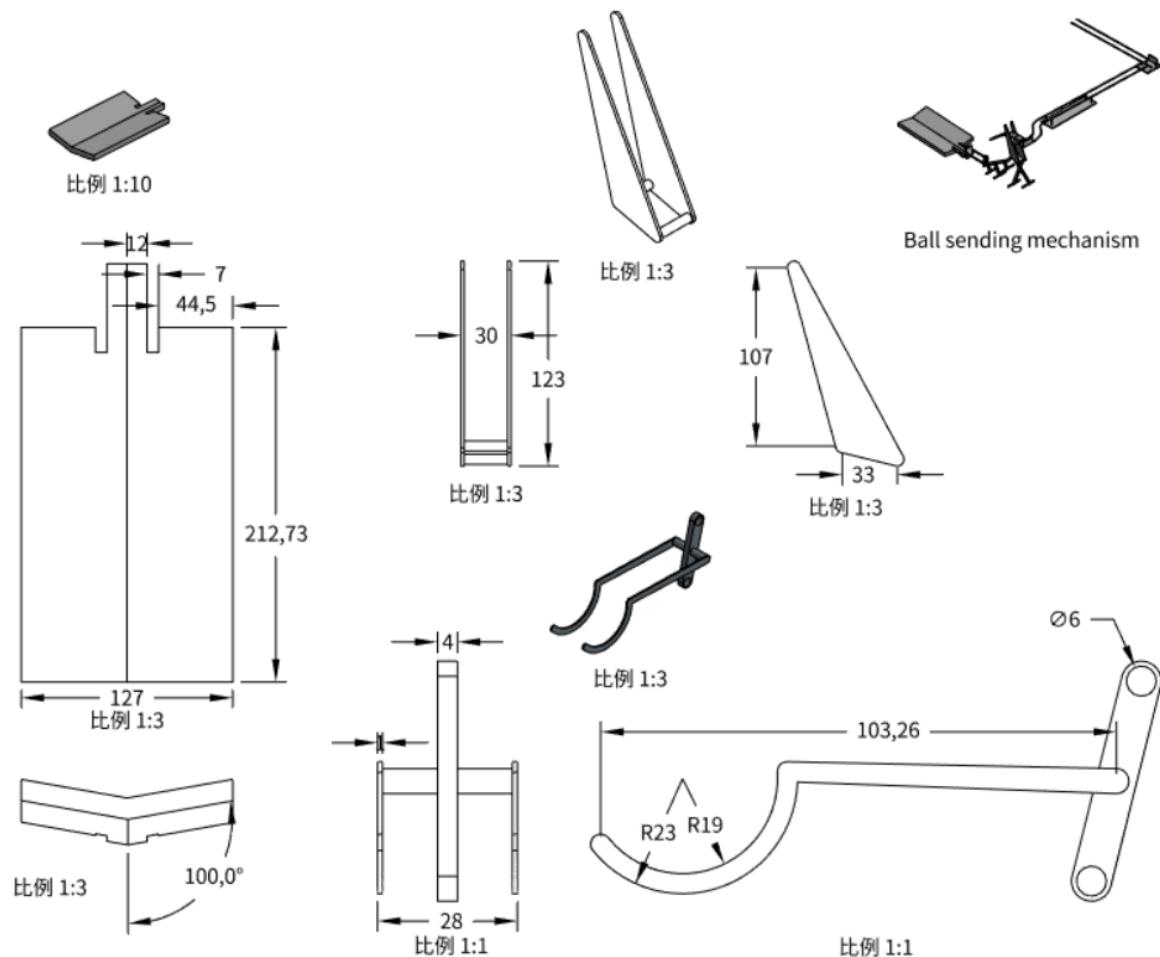


圖 4.5: 送球機構零件尺寸圖 1

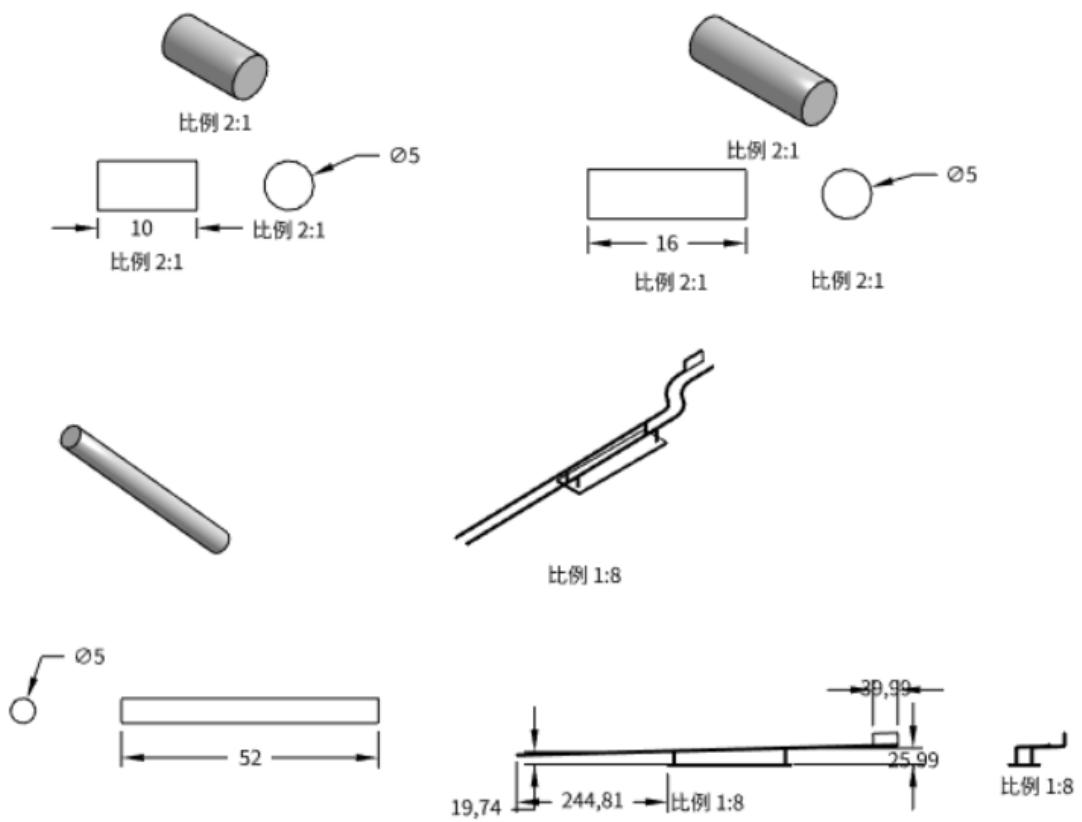


圖 4.6: 送球機構零件尺寸圖 2

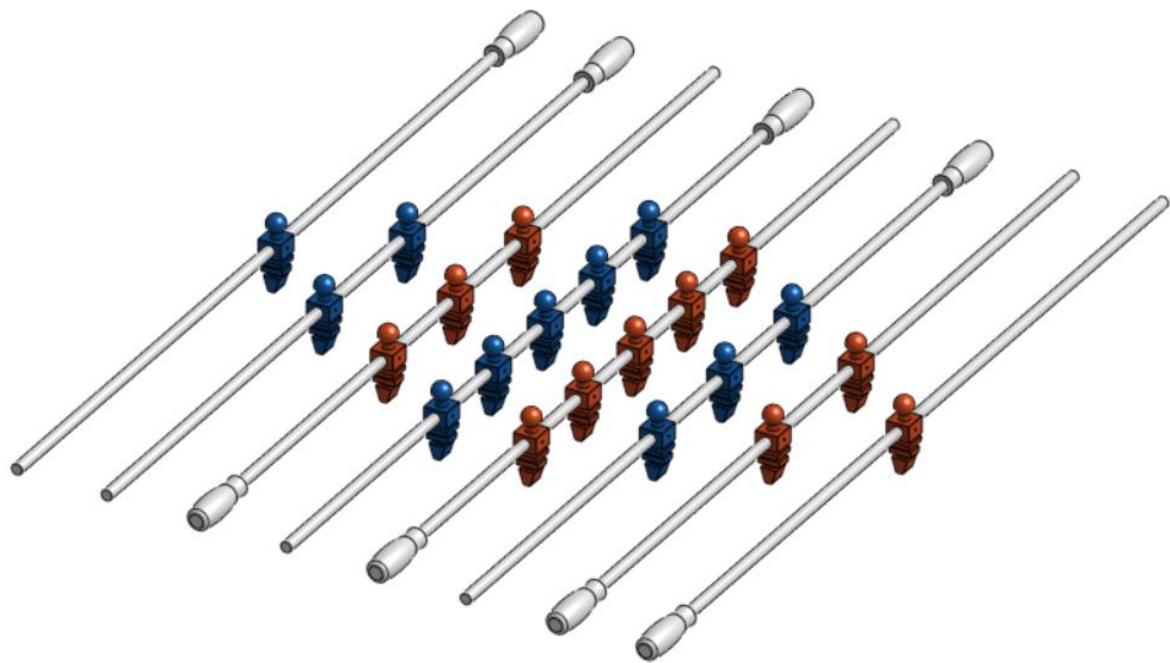


圖 4.7: 球員與球桿部分組裝圖

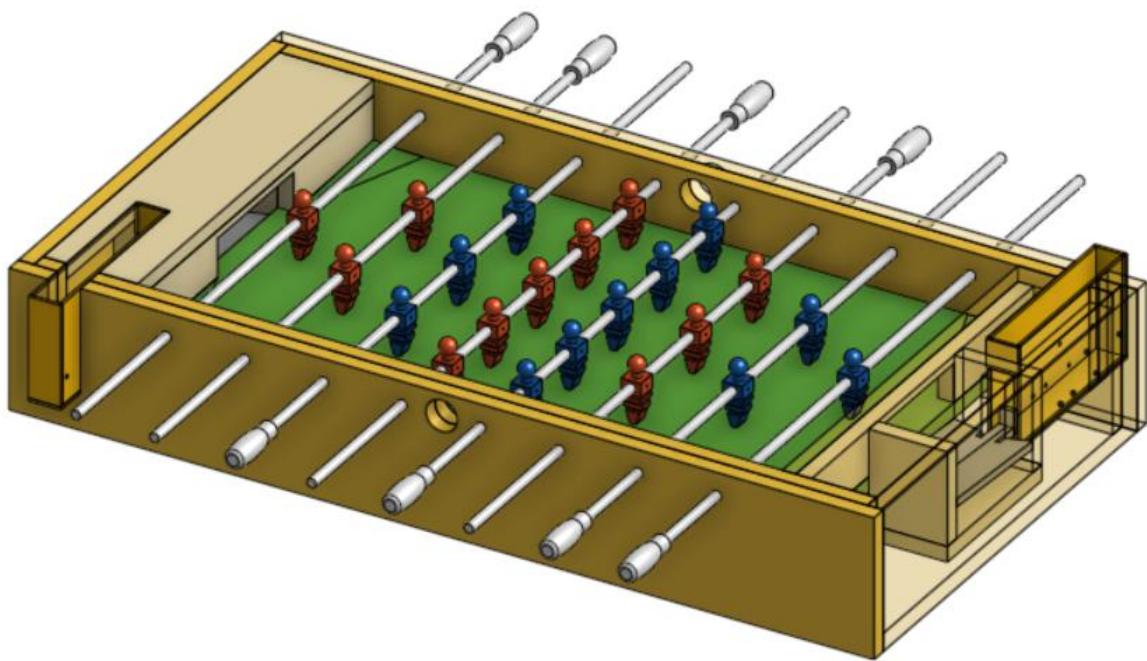


圖 4.8: 球桿與球場部分組合圖

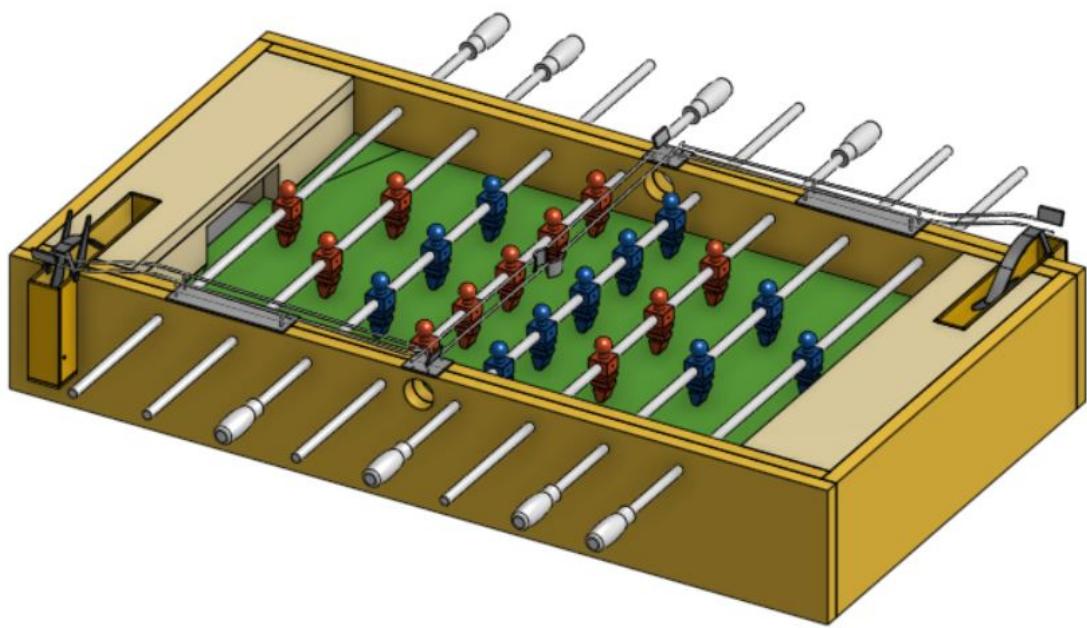


圖 4.9: 抬球機構與球場組裝圖

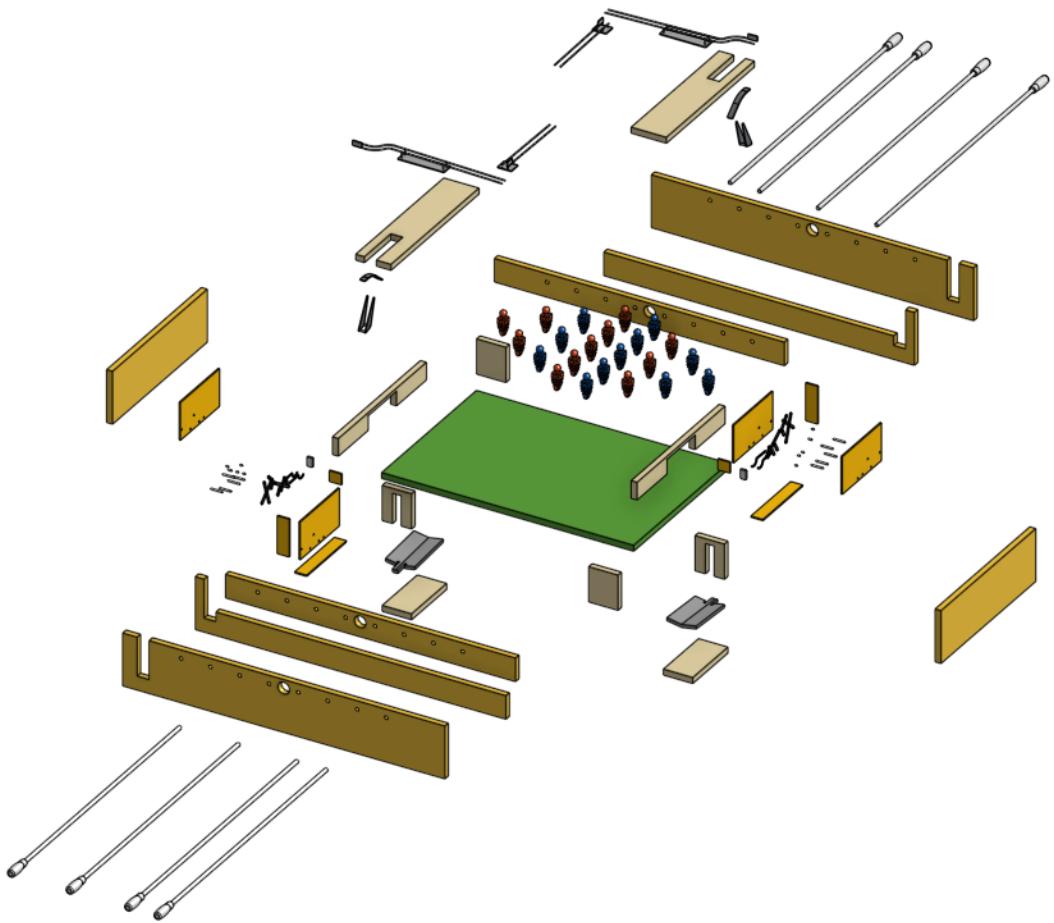


圖 4.10: 3D 零組件爆炸圖

# 第五章 V-rep 動態模擬-送球機構設計與模擬

## 5.1 送球機構設計與模擬

目的：將進球門的足球利用機構將足球送回場內，以便於進行下一場球賽。

構想：連桿機構 (圖 5.1)

主要連桿的運動行為：

1. 進球後，軌道會引導足球到第一個撥桿的位置。(圖 5.2)
2. 第一個撥桿。(圖 5.3)
3. 主動軸 (整個連桿機構運動主要桿件)。(圖 5.4)
4. 第二個撥桿 (原本想做成勺子來接球，不過球的相對位置不太好找，於是參考了老師的影片，改成圖片中的樣子，不需要精準抓到足球的位置)。(圖 5.5)
5. 第二個撥桿將足球運送到另一個軌道 (將球送入場內)。(圖 5.6)

模擬步驟：

1. 將圖檔導入到 V-rep 內。(圖 5.7)

Import your file to V-rep ( File -> Import -> Mesh ,and choose you file to import )

2. 傳入圖檔。(圖 5.8)

Choose your file ( Click right mouse button -> Edit -> Divide selected shapes, and the selcted shapes will be divided )

3. 命名每個零件。(圖 5.9)

Name each parts ( The picture is an example )

4. 在形狀中添加轉動軸，然後複製轉動軸以對齊相應的位置。(圖 5.10、圖 5.11、圖 5.12、圖 5.13)

Add the joints in the shapes ( Click right mouse button -> Add -> Joint -> Revolute ) , and copy the joint to align the corresponding position.

5. 逐步將每個零件與轉動軸放入基礎零件。(圖 5.14、圖 5.15、圖 5.16、圖 5.17、圖 5.18、圖 5.19)

Step by step to put each joint and part to the base ( One part connects to one joint , and there are two joints in the part C that there are two links to drive )

6. 在機構中添加 Dummy。(圖 5.20、圖 5.21)

Add Dummy in the shapes ( Add -> Dummy ,and set properties (Two Dummies are a group ) )

7. 逐步將 Dummy 放入機構中。(圖 5.22、圖 5.23)

Step by step to put Dummy to the shapes ( One part connects one joint , and the Dummy one side connects the part , the other side connects the joint )

8. 所有零件都必須是動態的。(圖 5.24)

All parts have to be dynamic.

9. 主動軸參數設定完即完成。(圖 5.25)

This setting to the Drive shaft ( In my file is C )

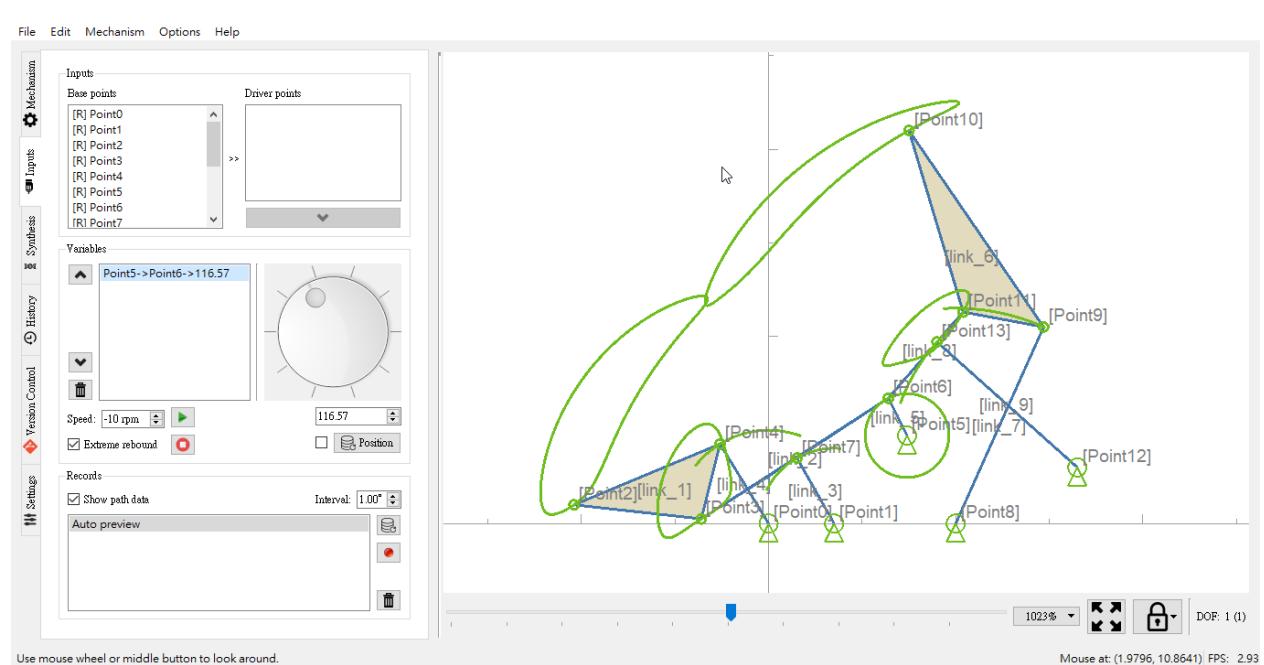


圖 5.1: 連桿機構

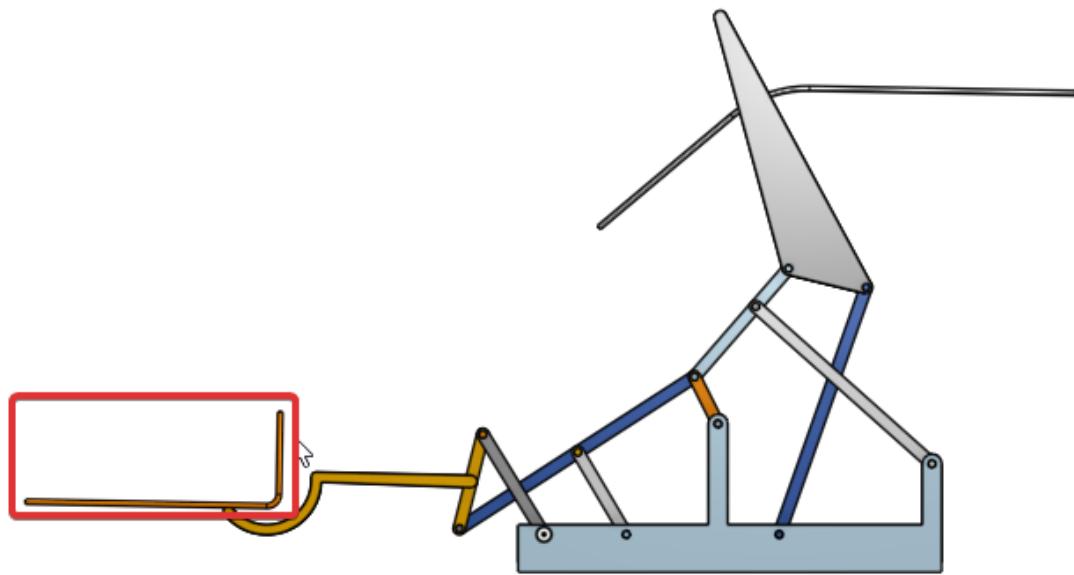


圖 5.2: 軌道

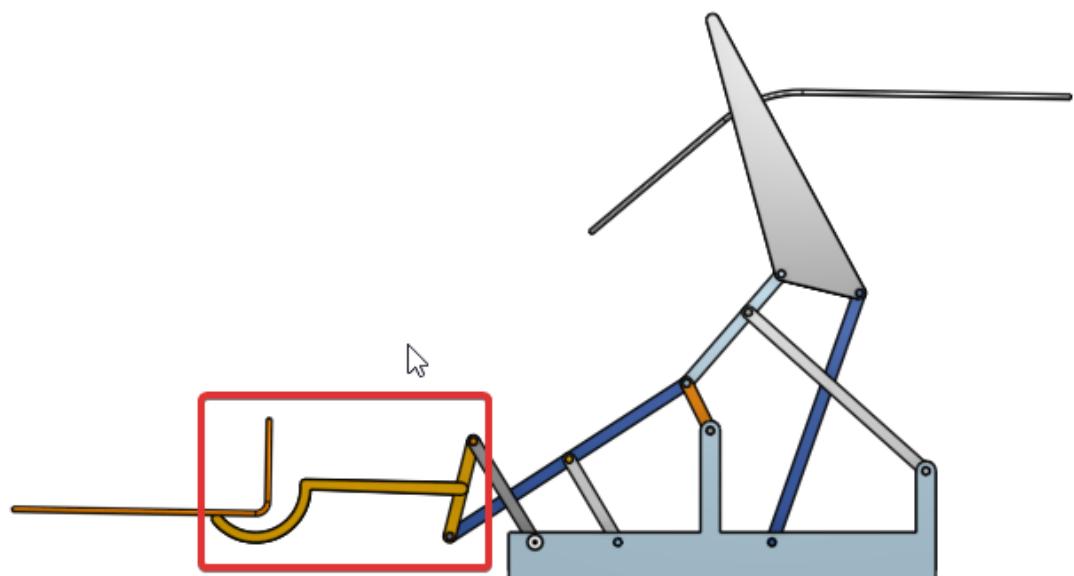


圖 5.3: 第一個撥桿

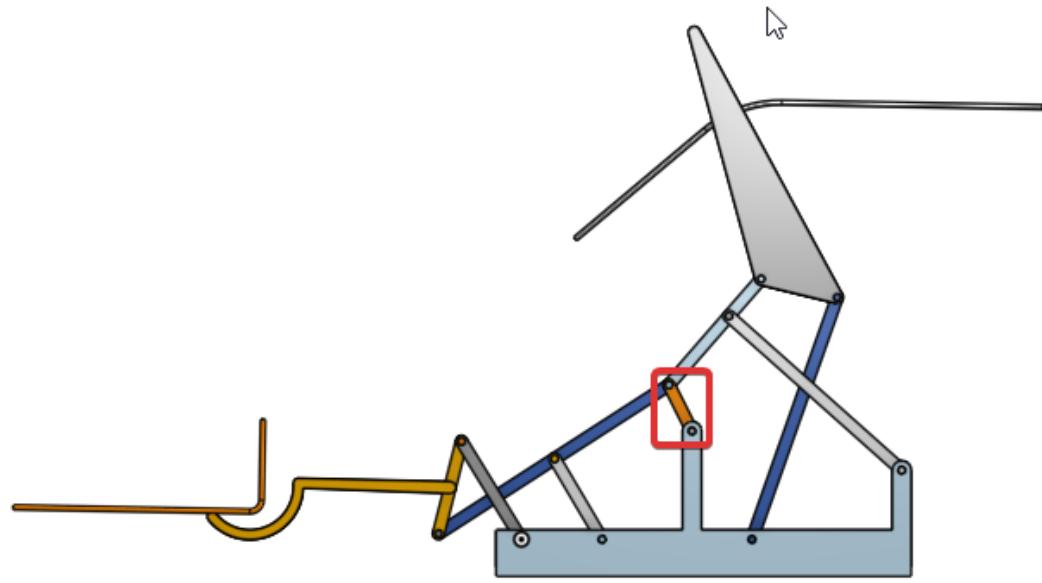


圖 5.4: 主動軸

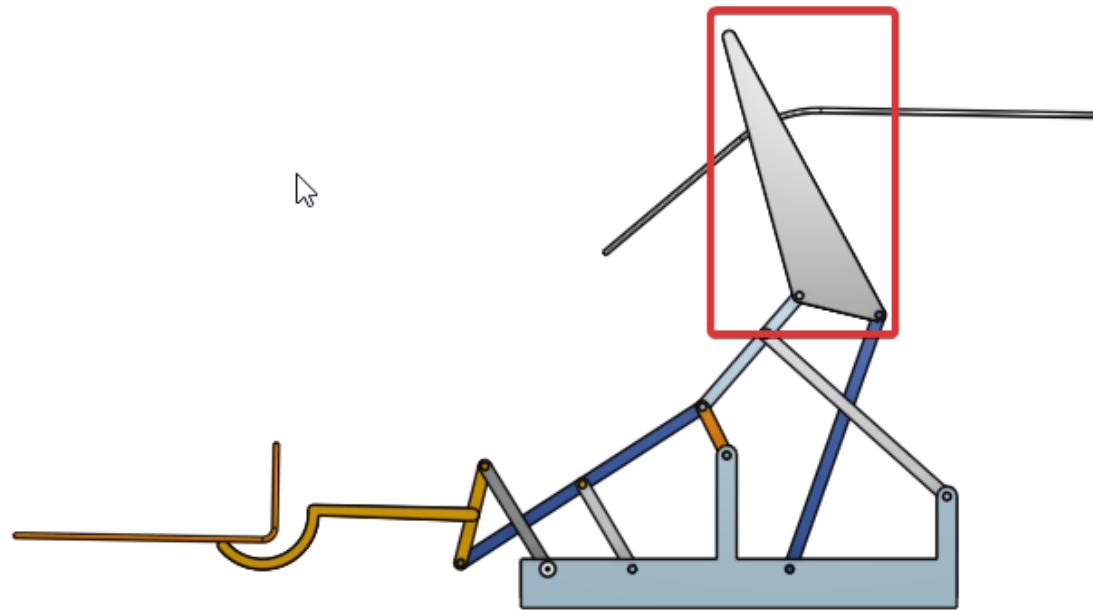


圖 5.5: 第二個撥桿

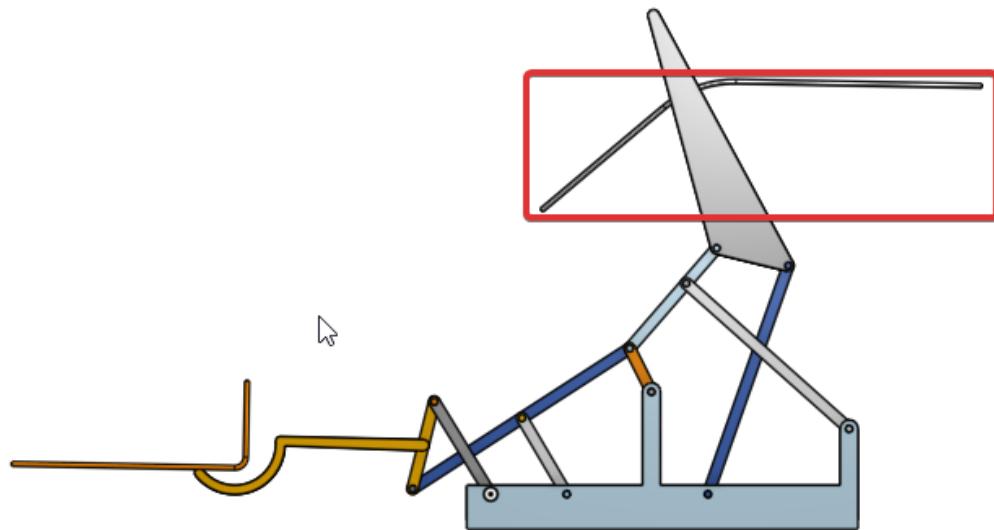


圖 5.6: 第二個撥桿到另一個軌道

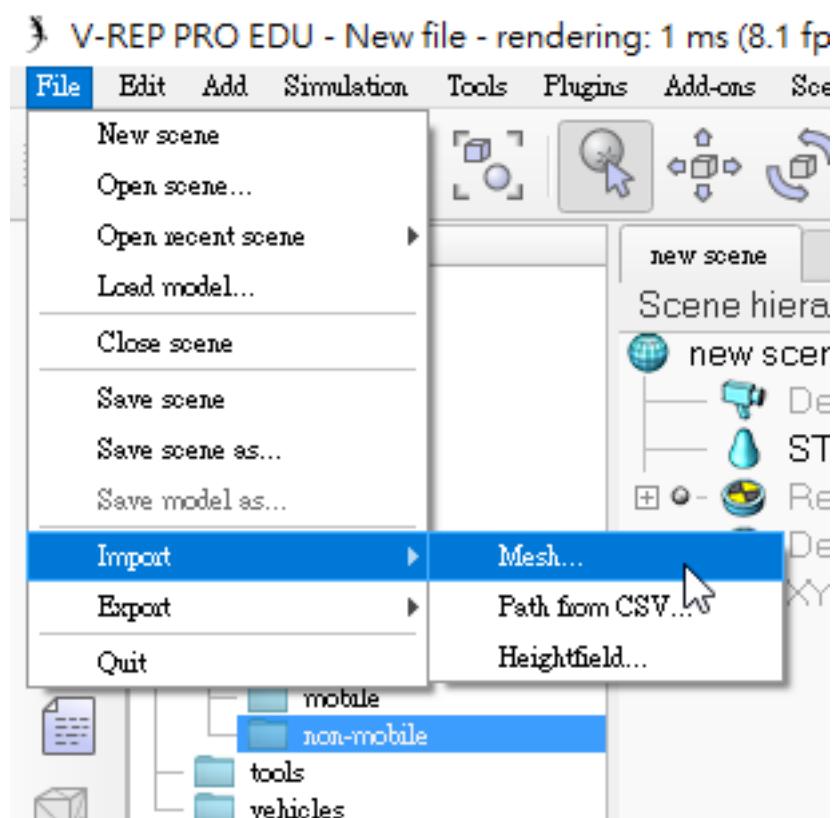


圖 5.7: 選擇圖檔

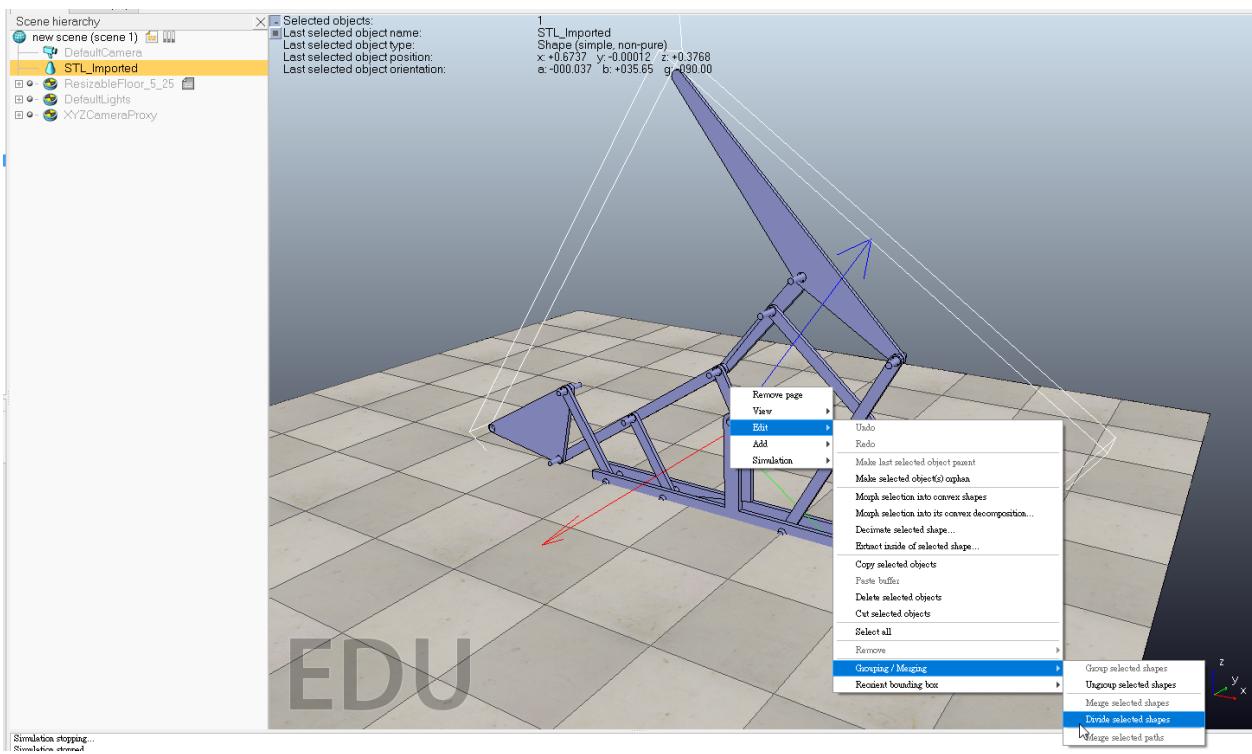


圖 5.8: 將圖檔分成多個零件



圖 5.9: 命名每個零件

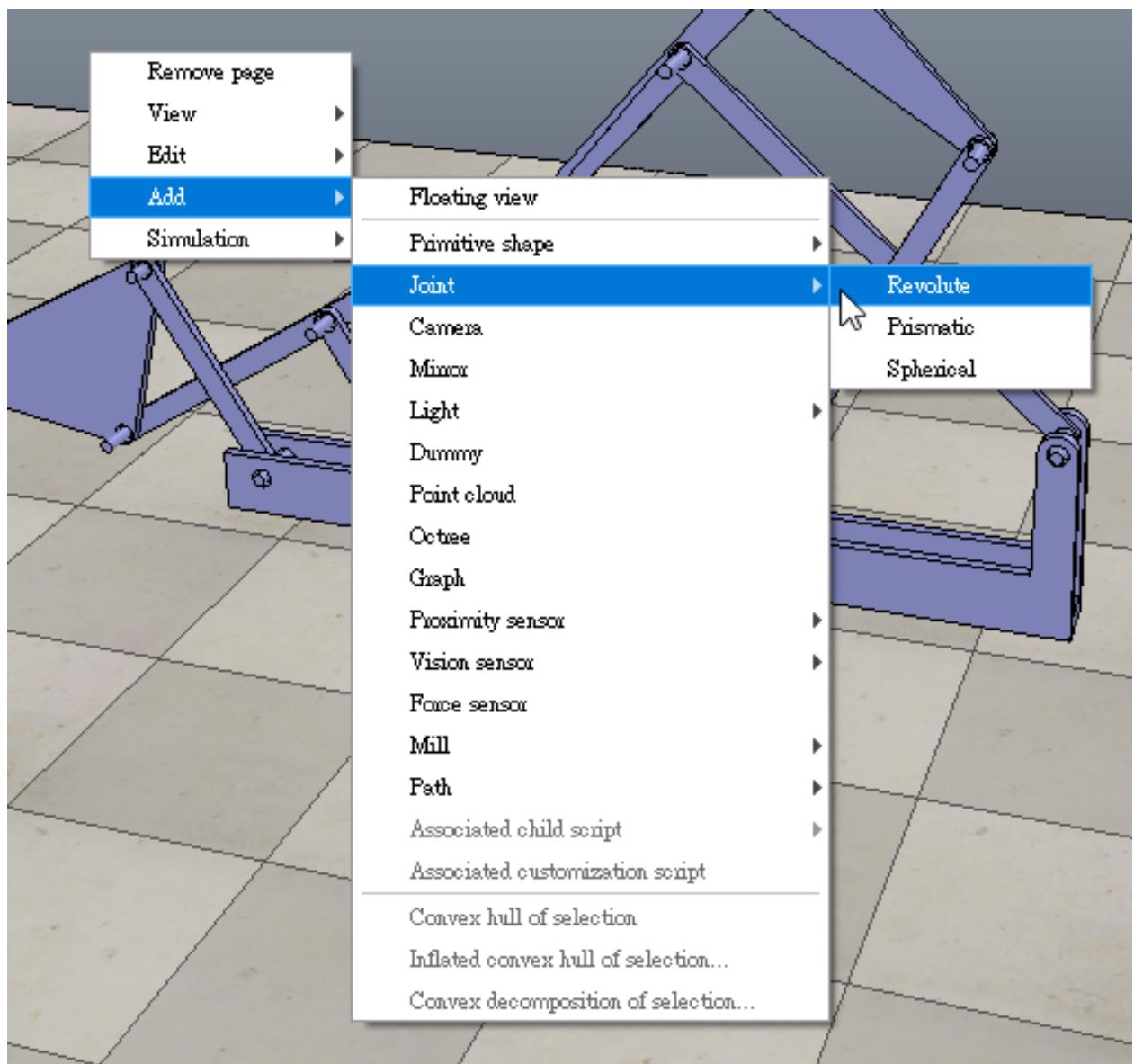


圖 5.10: 在形狀中添加轉動軸

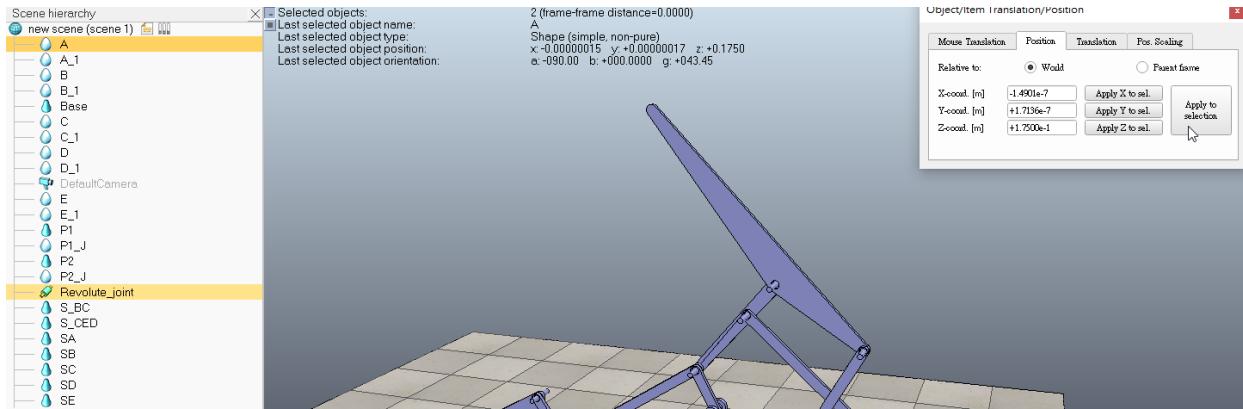


圖 5.11: 對齊相對應的位置 1

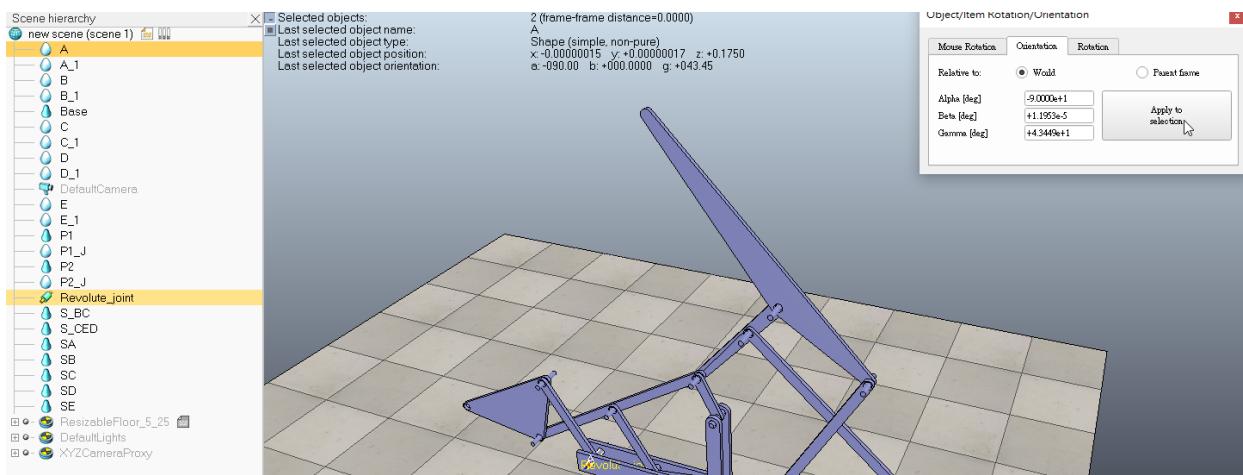


圖 5.12: 對齊相對應的位置 2

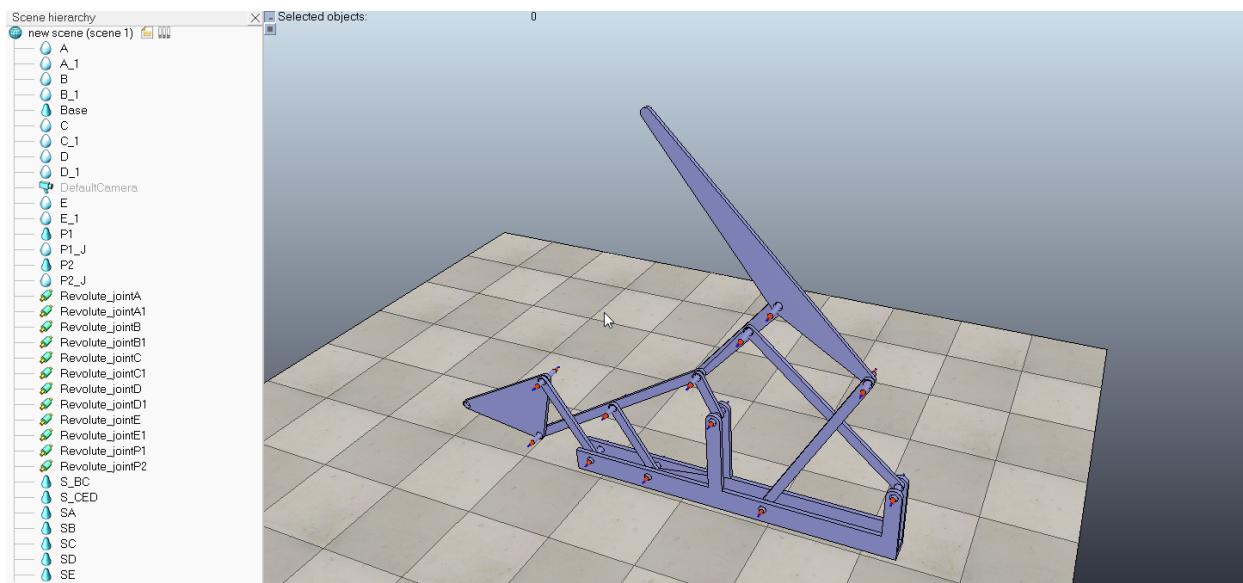


圖 5.13: 所有轉動軸對齊相對應的位置

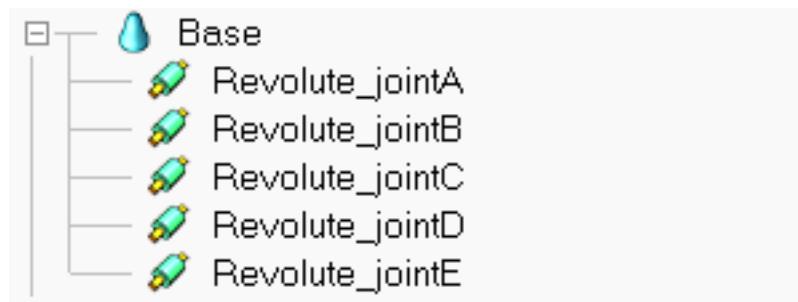


圖 5.14: 將相關零件與轉動軸放入基礎零件 1

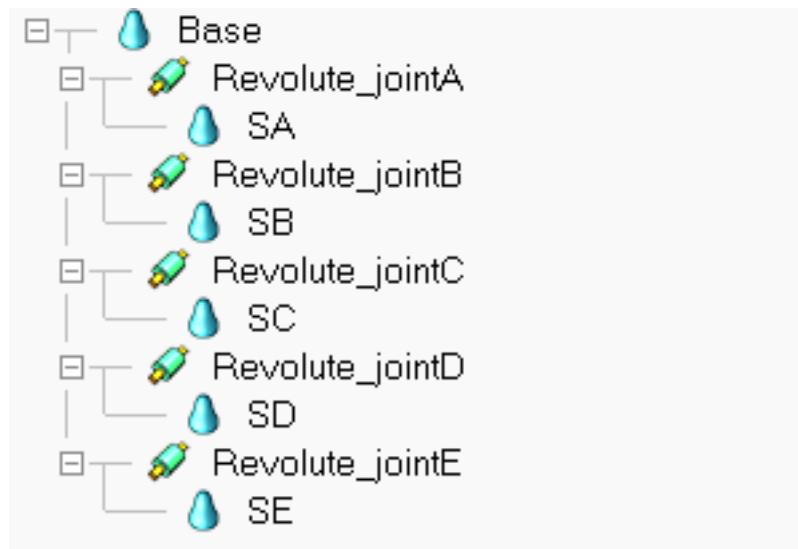


圖 5.15: 將相關零件與轉動軸放入基礎零件 2

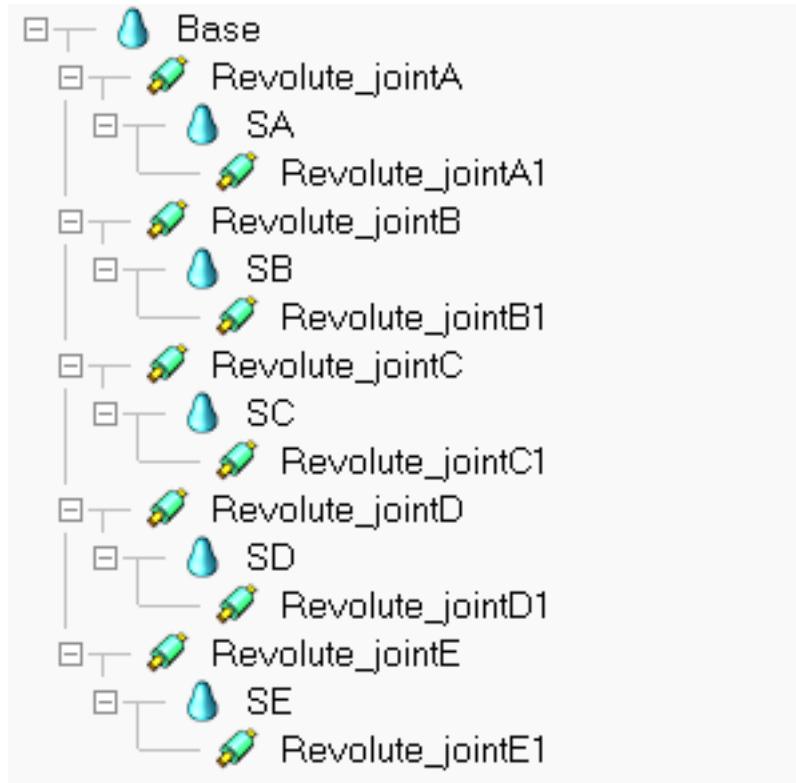


圖 5.16: 將相關零件與轉動軸放入基礎零件 3

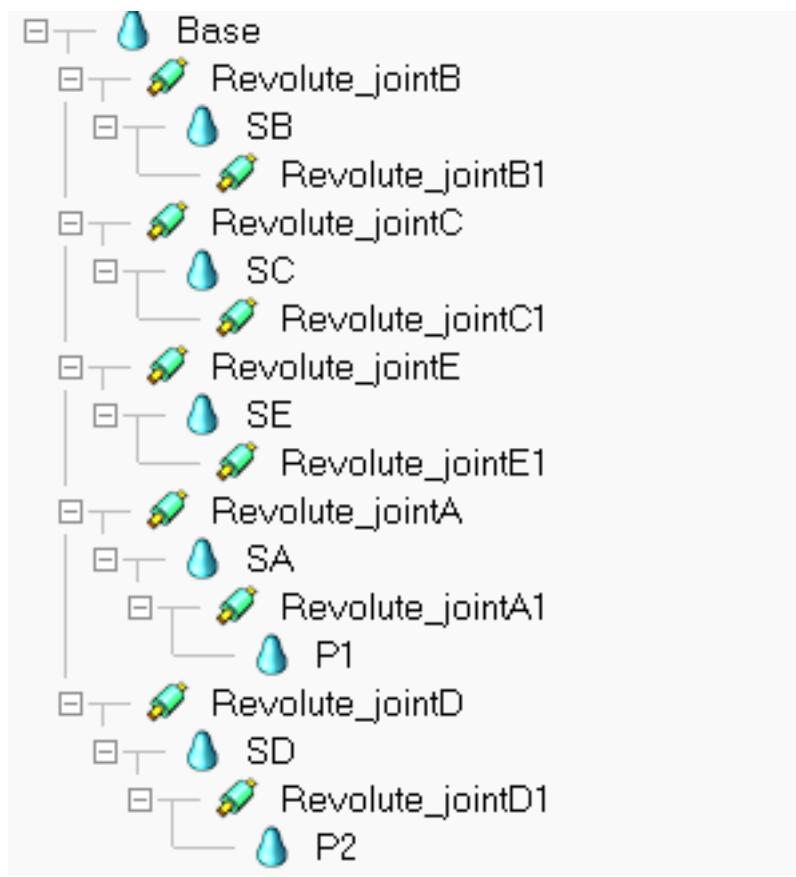


圖 5.17: 將相關零件與轉動軸放入基礎零件 4

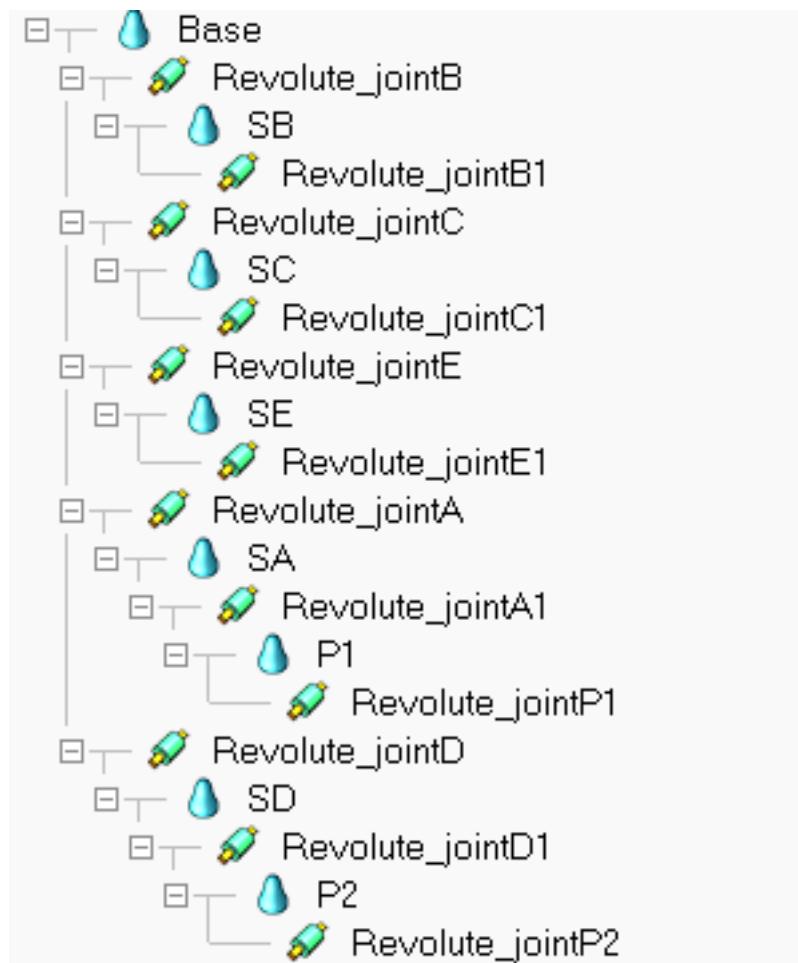


圖 5.18: 將相關零件與轉動軸放入基礎零件 5

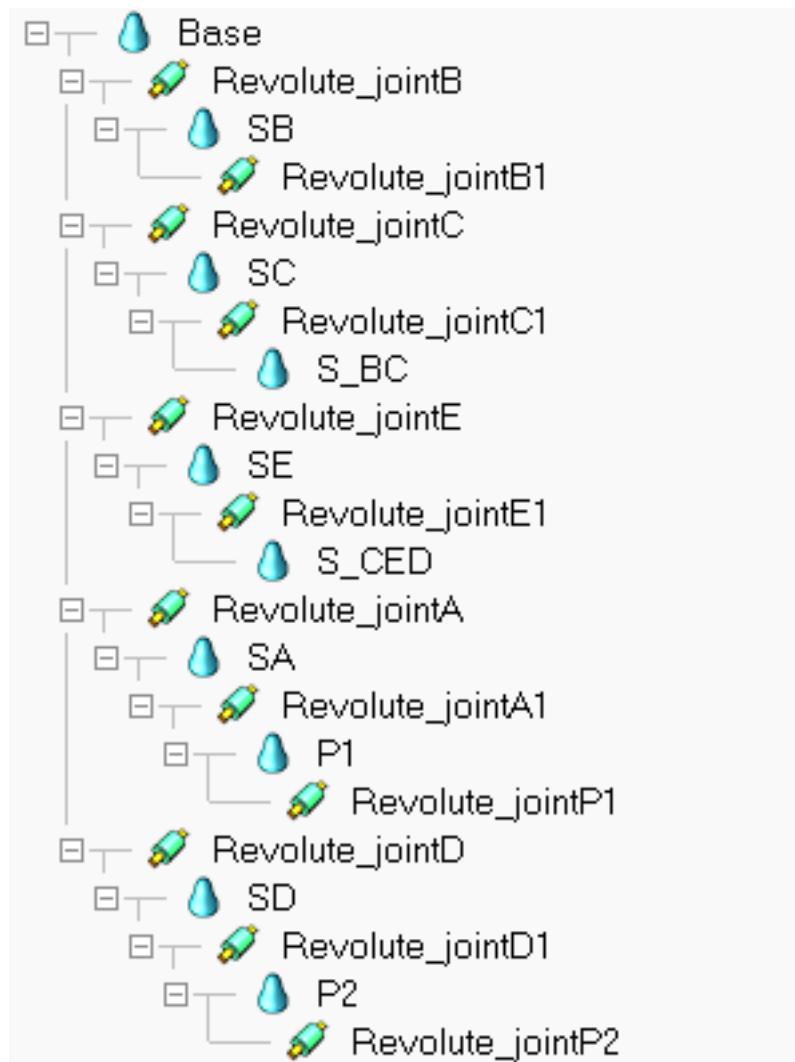


圖 5.19: 將相關零件與轉動軸放入基礎零件 6

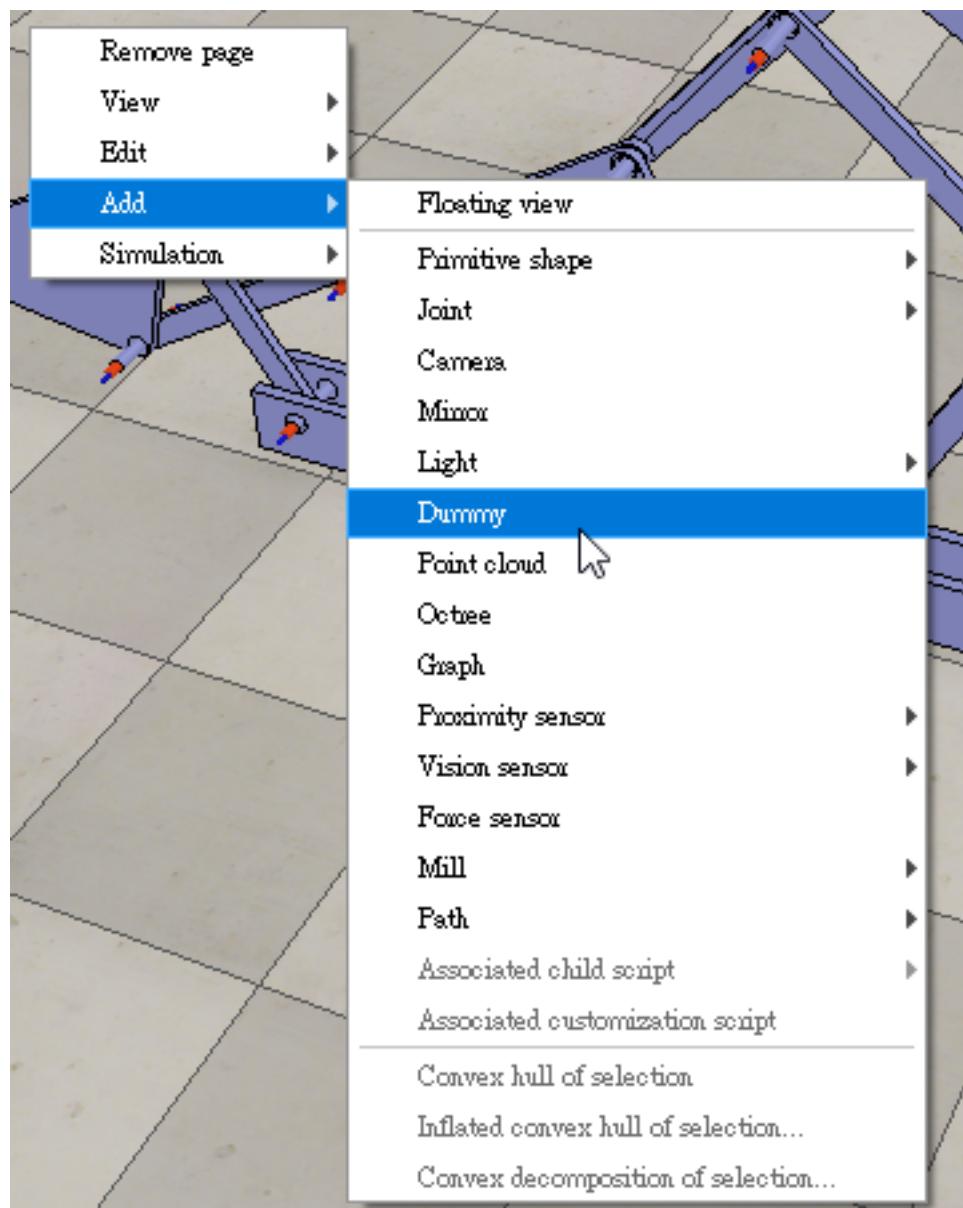


圖 5.20: 添加 Dummy

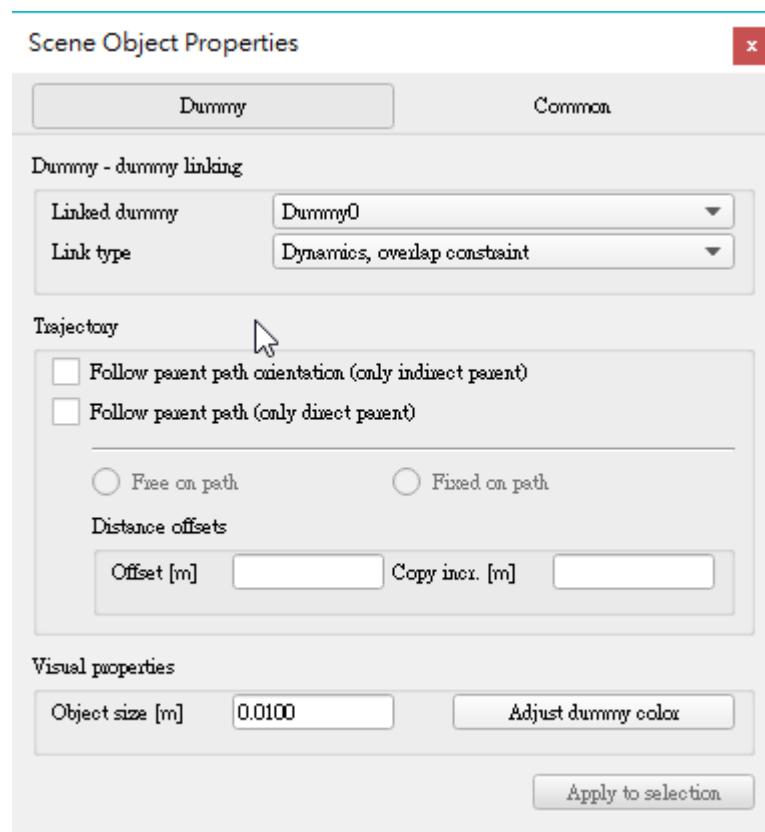


圖 5.21: 設定 Dummy 屬性

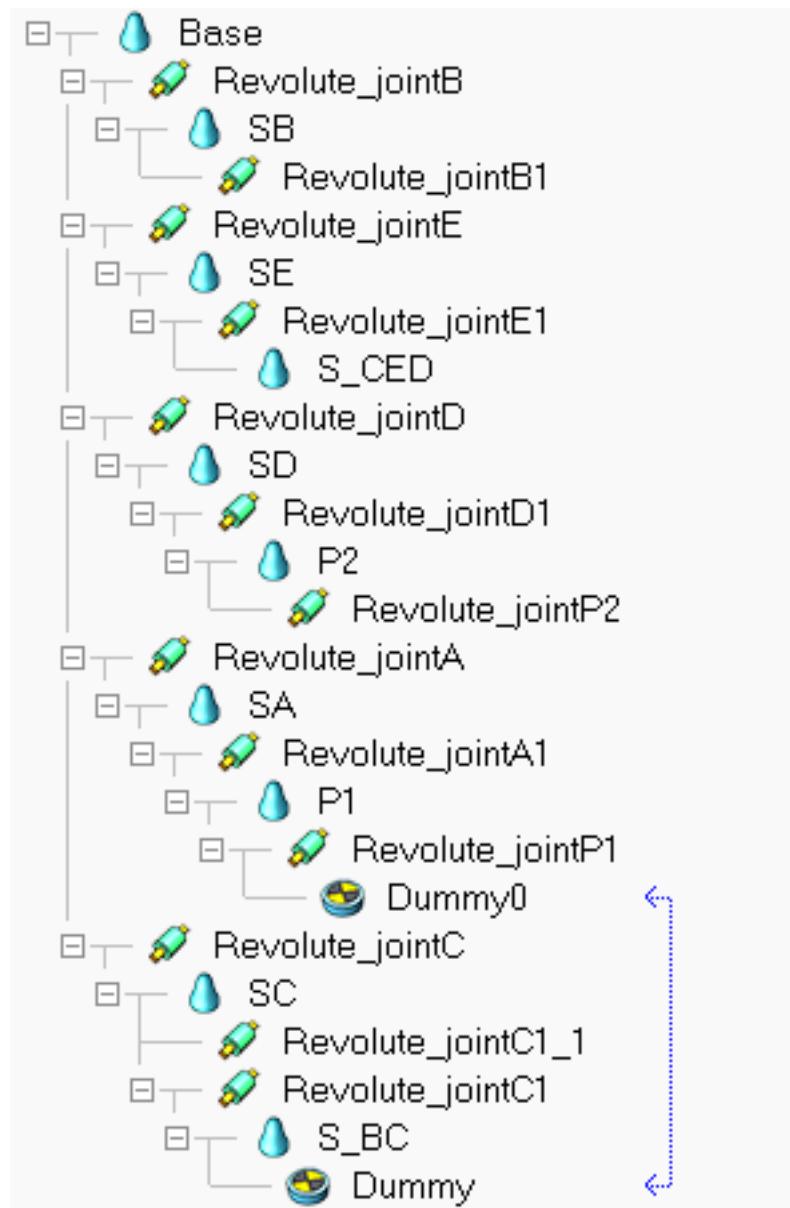


圖 5.22: 將 Dummy 放入機構中 1

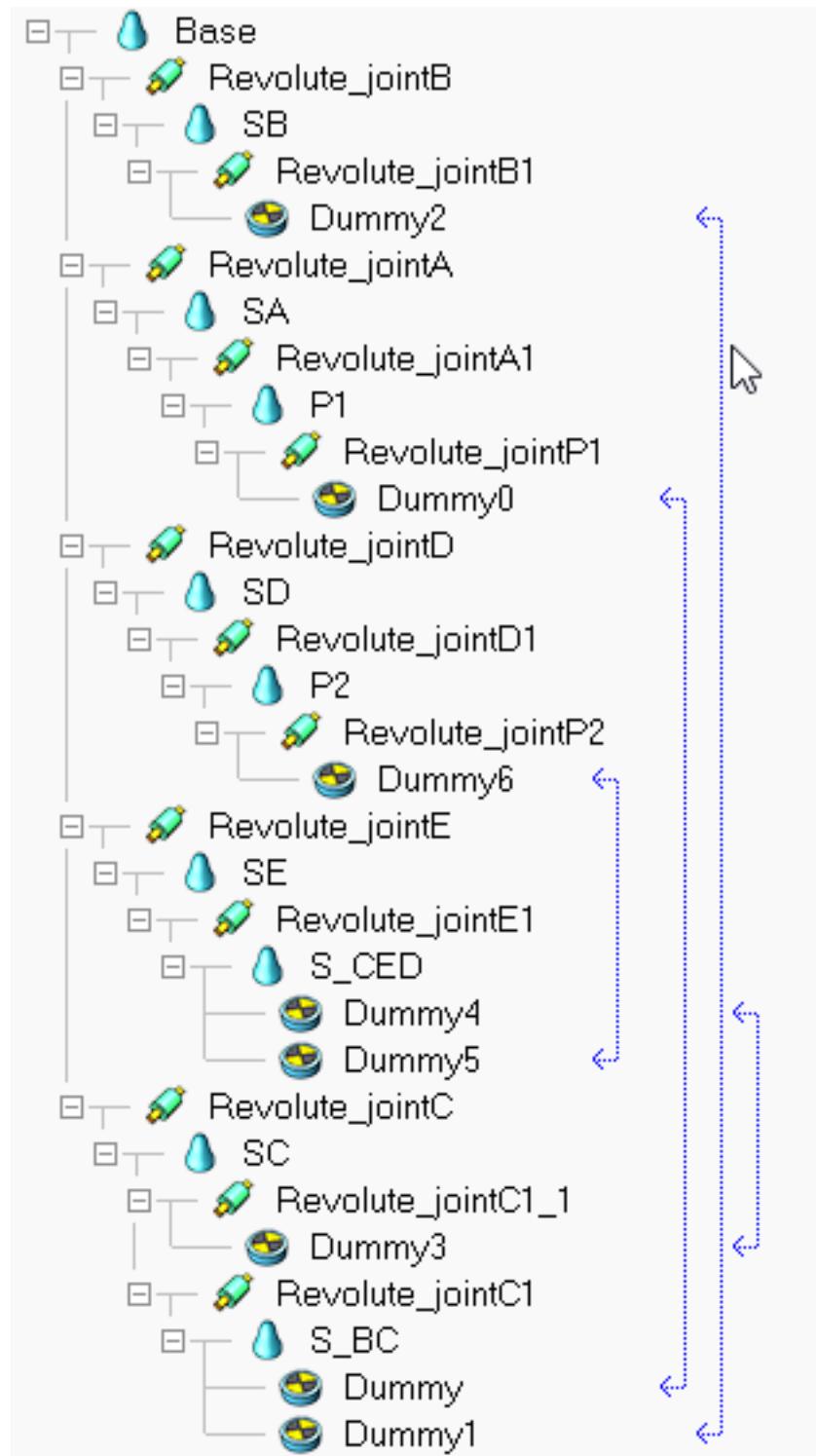


圖 5.23: 將 Dummy 放入機構中 2

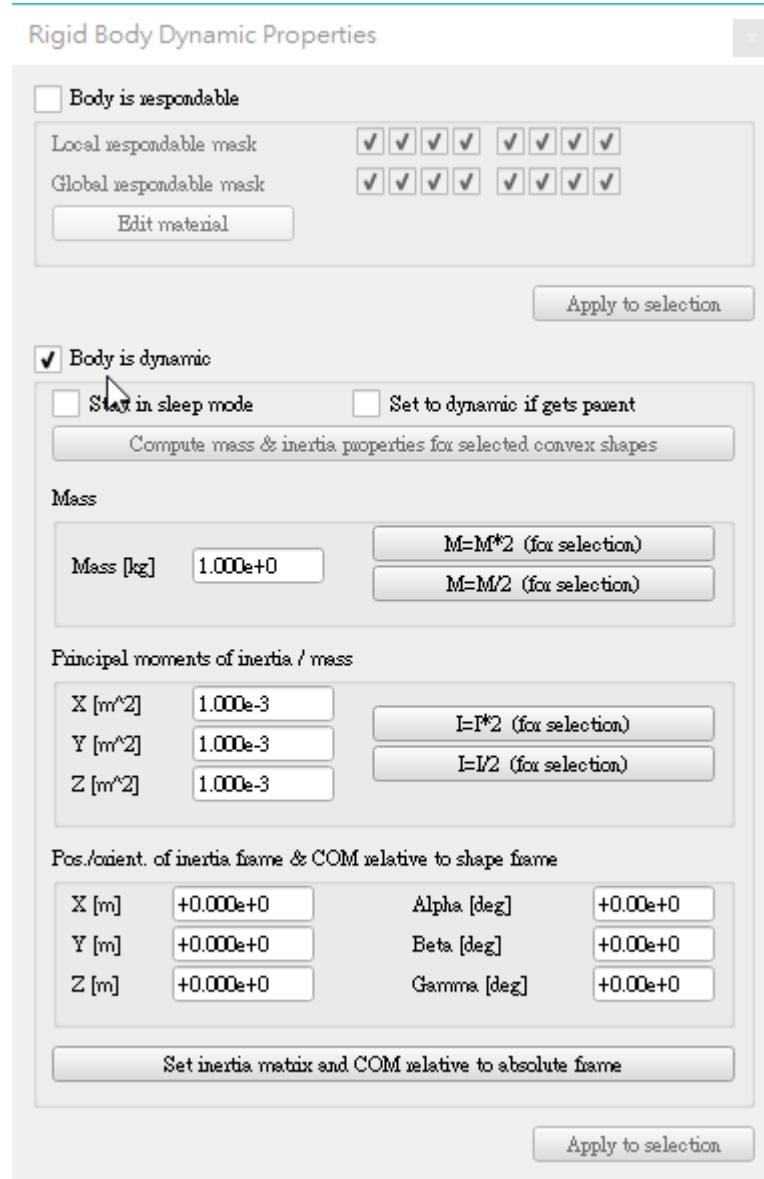


圖 5.24: 設定各零件為動態

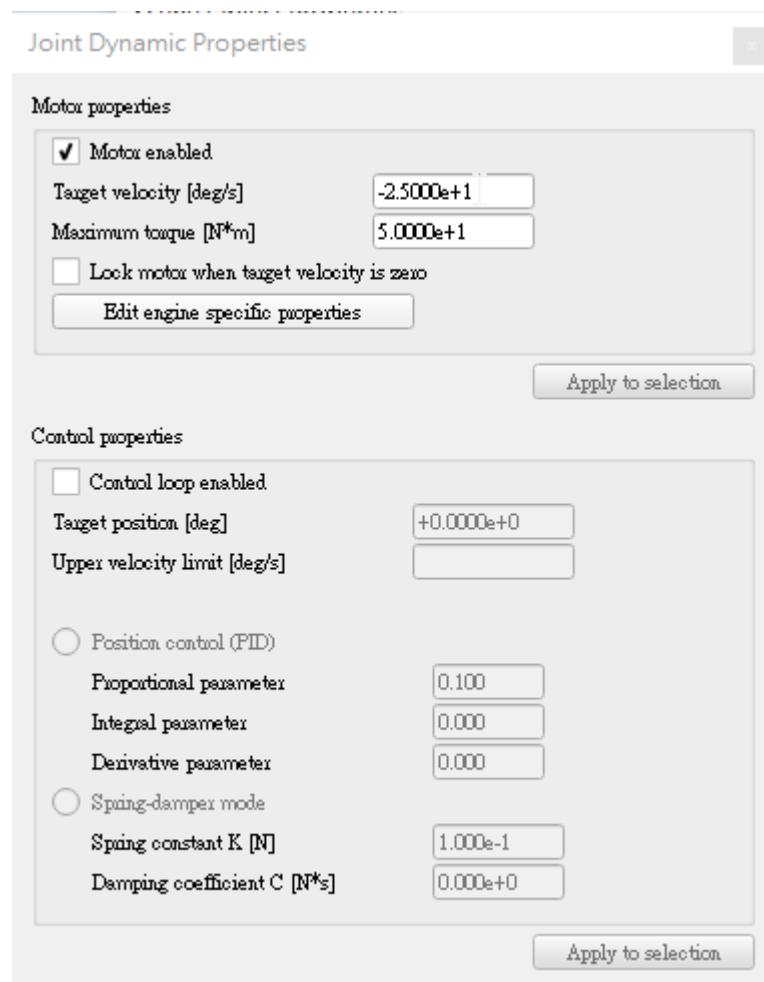


圖 5.25: 主動軸參數設定

# 第六章 V-rep 動態模擬-手足球設計與模擬

## 6.1 手足球設計與模擬

物件設定步驟：

1. 先從 file -> import -> mesh (選擇要放入的檔案)。 (圖 6.1)
  2. 針對本體 shape -> 滑鼠右鍵 -> Edit -> Grouping/Merging ->divide selected shapes (為了要將物件分解細部圖形)。 (圖 6.2)
  3. 分解後細部的零件後，將它們重新命名並將這些零件進行主從連接。 (圖 6.3、圖 6.4、圖 6.5)
  4. Scene Object Properties -> Adjust color -> Ambient/diffuse component (將每個人偶調色，分成黑與紅兩方)。 (圖 6.6、圖 6.7)
  5. for foosball : Scene Object Properties -> show dynamic properties dialog -> check Body is respondable (要求足球場架能有反應)。 (圖 6.8)
  6. for all joint : Scene Object Properties -> show dynamic properties dialog -> check Motor enabled and Control loop enabled (要求所有的旋轉軸馬達以及控制循環啟用)。 (圖 6.9)
  7. for all bearing : Scene Object Properties -> show dynamic properties dialog -> check Body is dynamic (要求所有的軸承物件要進行做動)。 (圖 6.10)
  8. for all slider : Scene Object Properties -> show dynamic properties dialog -> check Motor enabled and Control loop enabled (要求所有的平移軸馬達以及控制循環啟用)。 (圖 6.11)
  9. for all pole : Scene Object Properties -> show dynamic properties dialog -> check Body is dynamic (要求所有的桿子物件要進行做動)。 (圖 6.12)
  10. for people : Scene Object Properties -> show dynamic properties dialog -> check Body is respondable (要求人偶能有反應)。 (圖 6.13)
  11. 針對人對電腦及電腦對電腦的旋轉軸及平移軸須將 Control loop 關閉才可做動。 (圖 6.14)
-

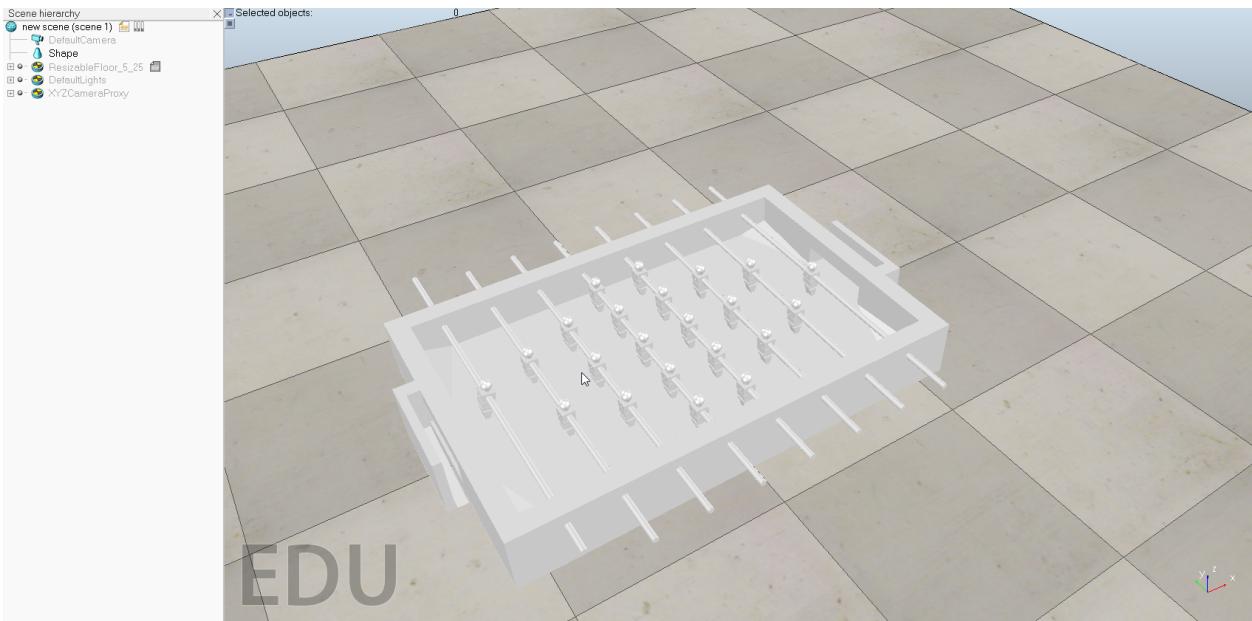


圖 6.1: 選擇要放入的檔案

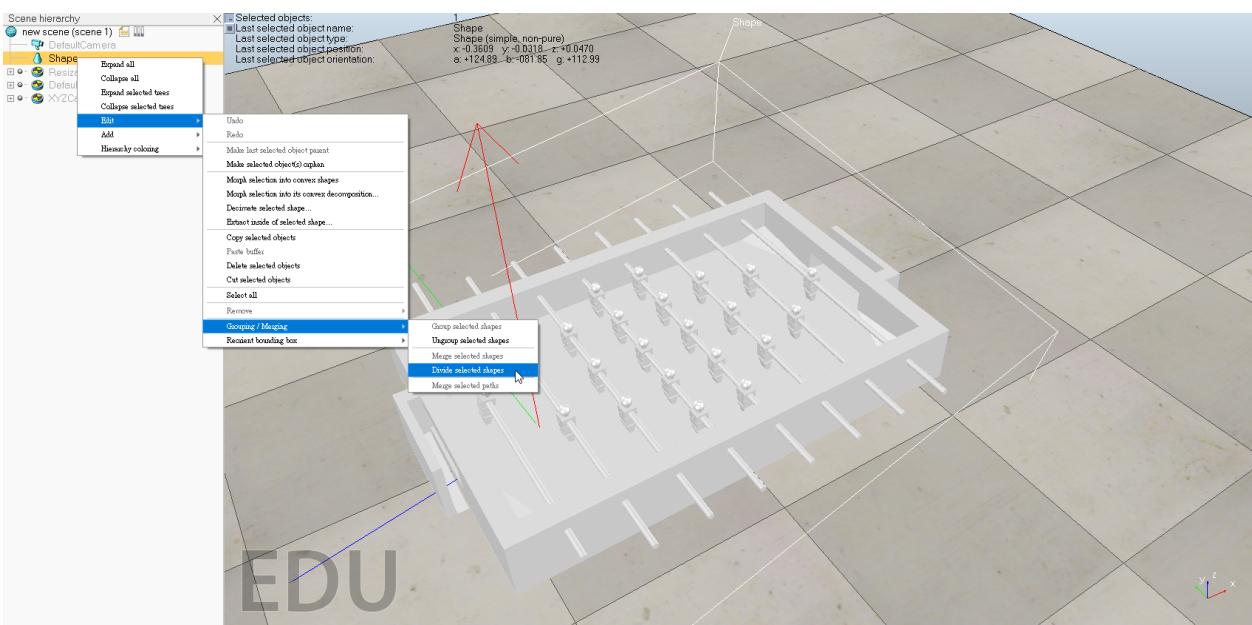


圖 6.2: 將物件分解細部圖形

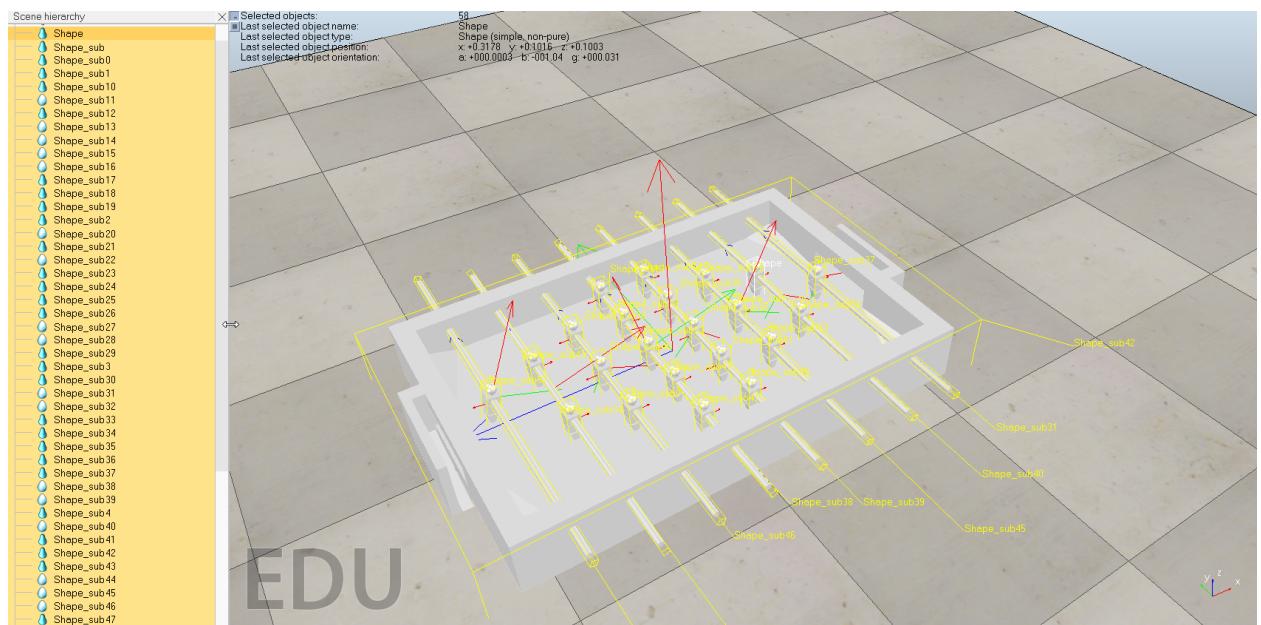


圖 6.3: 分解為細部零件

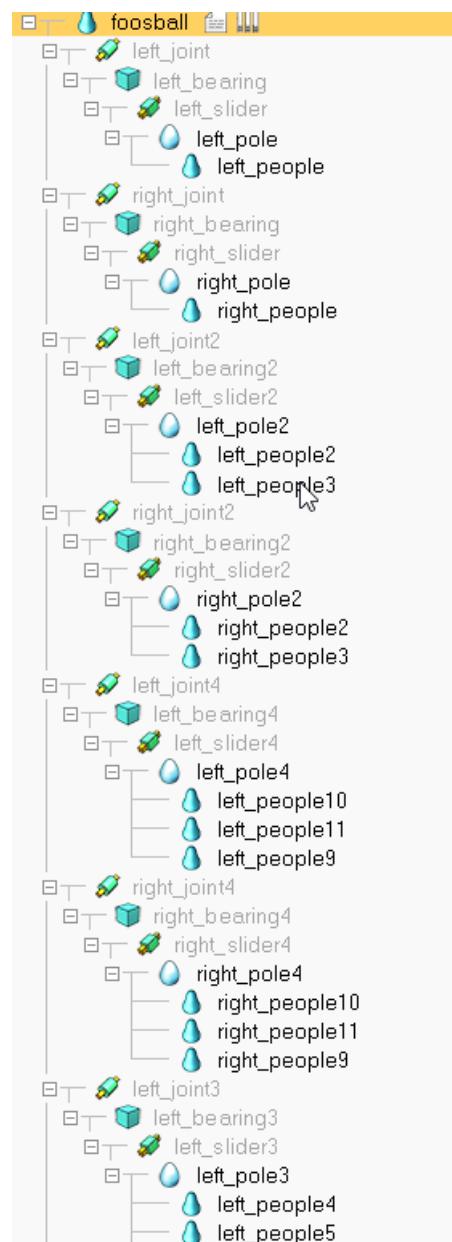


圖 6.4: 重新命名並主從連結 1

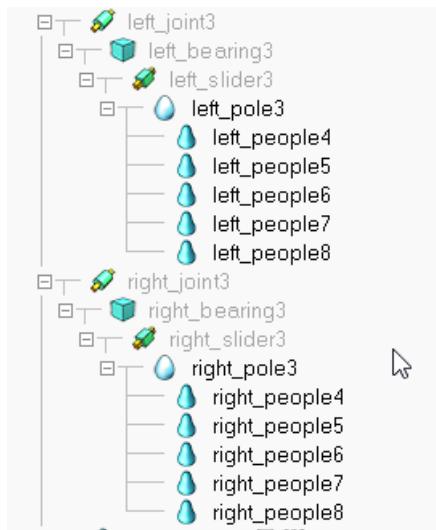


圖 6.5: 重新命名並主從連結 2

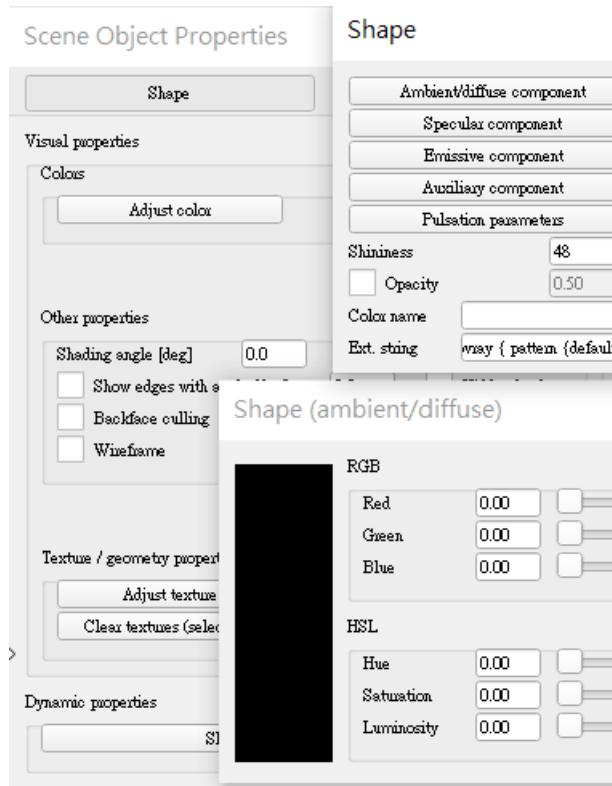


圖 6.6: 將每個人偶調色分成黑與紅

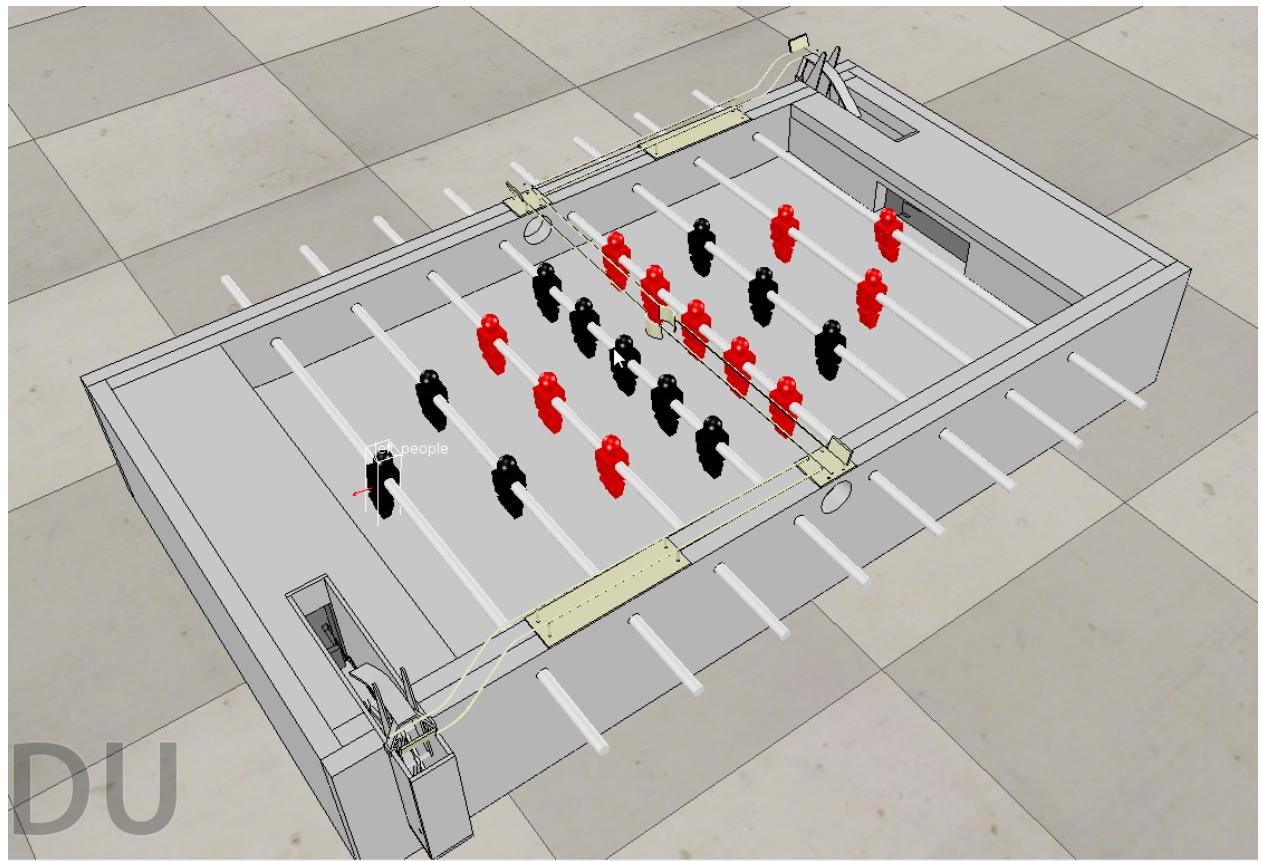


圖 6.7: 調色後的樣子

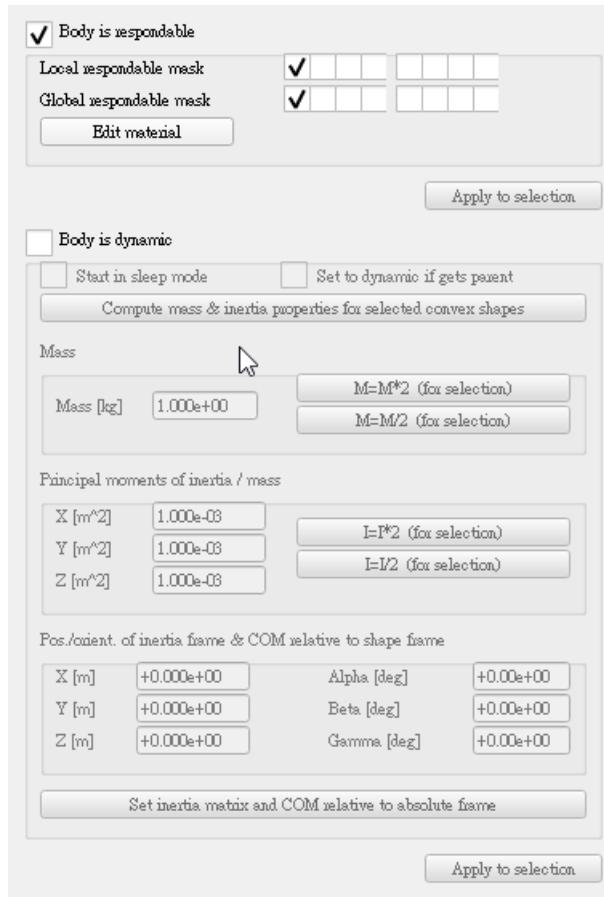


圖 6.8: 要求足球場架能有反應

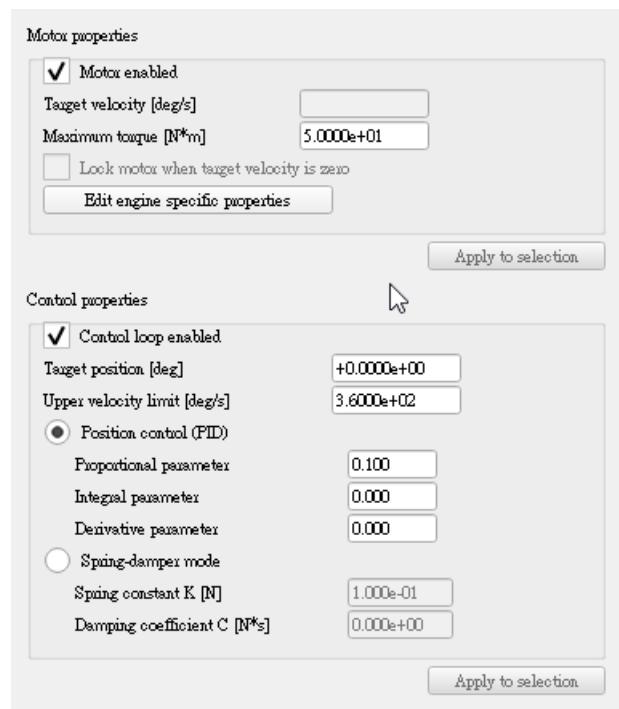


圖 6.9: 要求所有的旋轉軸馬達以及控制循環啟用

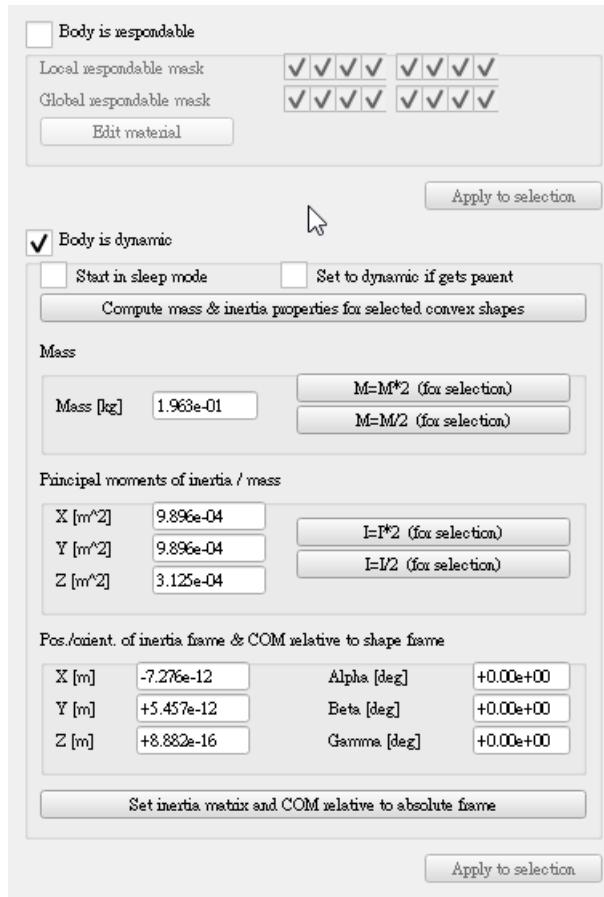


圖 6.10: 要求所有的軸承物件要進行做動

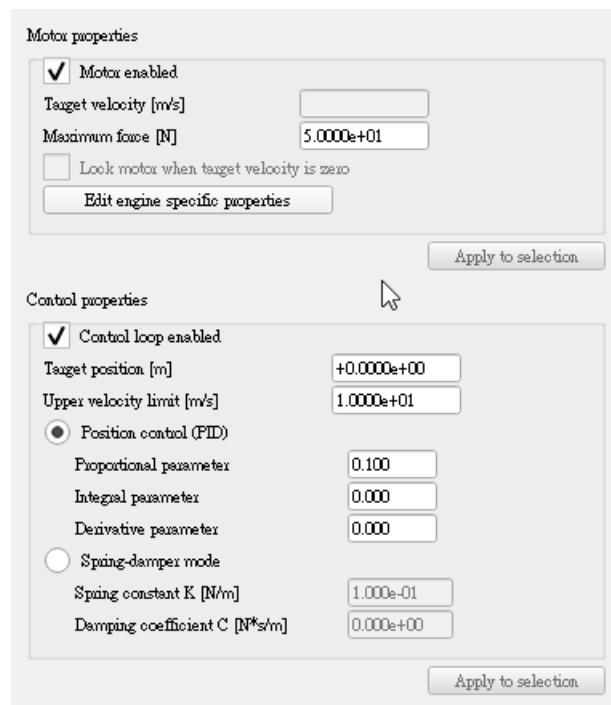


圖 6.11: 要求所有的平移軸馬達以及控制循環啟用

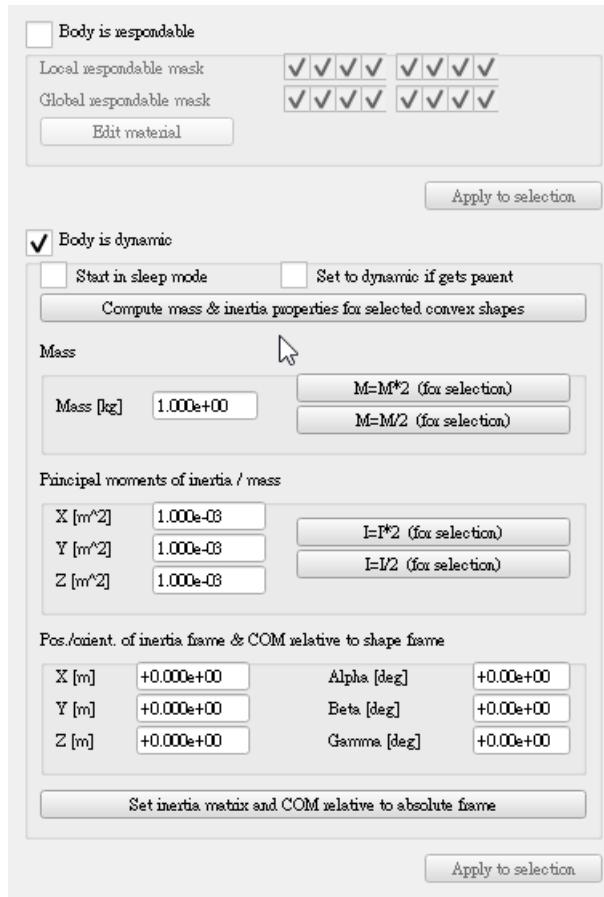


圖 6.12: 要求所有的桿子物件要進行做動

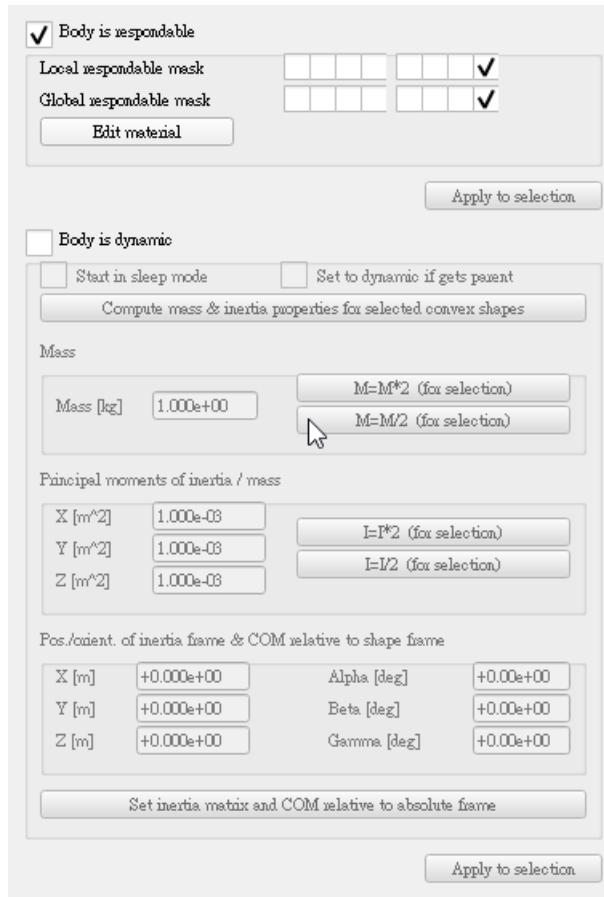


圖 6.13: 要求人偶能有反應

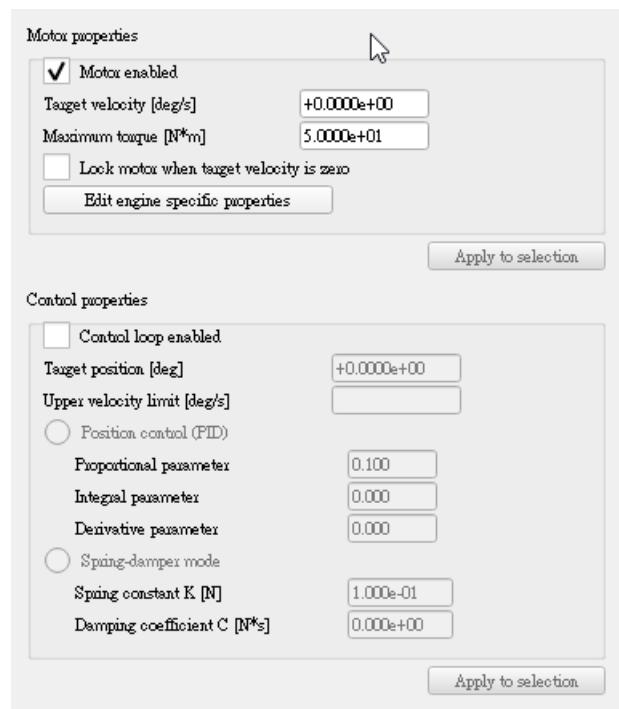


圖 6.14: 將旋轉軸及平移軸控制循環關閉

# 第七章 V-rep 動態模擬-系統功能展示

## 7.1 系統功能展示

human and human

human and computer

computer and computer

送球機構

## 第八章 Divide the Work

### 8.1 Foosball System Design and Simulation 手足球系統設計與模擬

表 8.1: 組員分工

| Student Number | Name | Work                                |
|----------------|------|-------------------------------------|
| 40623201       | 王君庭  | 執行規劃、專案報告書                          |
| 40623204       | 張晏晴  | 參數設計與繪圖、細部設計與 BOM                   |
| 40623217       | 楊傳博  | V-rep 動態模擬 (手足球)                    |
| 40623223       | 任明彥  | 零組件尺寸分析                             |
| 40623229       | 陳宥安  | X                                   |
| 40623232       | 余建杰  | 細部設計與 BOM                           |
| 40623242       | 高宇辰  | 執行規劃、V-rep 動態模擬 (手足球)、專案口頭簡報        |
| 40623243       | 盧逸誠  | 細部設計與 BOM                           |
| 40623244       | 林俊鎧  | V-rep 動態模擬 (送球機構)                   |
| 40623248       | 廖柏誠  | 參數設計與繪圖、細部設計與 BOM、V-rep 動態模擬 (送球機構) |
| 40423220       | 林易寬  | X                                   |

## 第九章 參考文獻

Pyslvs 單自由度三段式接球機構設計與模擬

鋼球循環運動系統模擬

Pyslvs 建立多邊形連桿

Lua