

中華民國第 64 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國小組 生活與應用科學(一)科

082805

外掃好幫手 EasyDump 垃圾籃～ 發展高效率
的外掃垃圾分類裝置

學校名稱： 高雄市三民區愛國國民小學

作者： 小五 蔡子晴 小五 詹鈞茗 小五 蔡少祺	指導老師： 曹秀美 張家慶
---------------------------------------	-------------------------

關鍵詞： 垃圾籃、升降平台、抖沙裝置

摘要

「EasyDump 垃圾籃」是協助國小學童打掃校園的好幫手。觀察學校外掃區的打掃情況，什麼時候會出現垃圾袋破掉的情況呢？答案是將垃圾袋拖出垃圾籃和將垃圾袋送上垃圾車的時候。因此，利用市售的三種升降平台，設計可以讓垃圾籃自動升降的功能。再強化升降平台的載重力，讓 EasyDump 垃圾籃可以承受更多的重量。接著利用 Arduino 及伺服馬達製作分離沙子和樹葉的抖沙器，減少沙子進入垃圾袋，讓同學可以更 Easy 取出垃圾袋。最後整合改良的垃圾籃、抖沙器、升降平台，讓 EasyDump 垃圾籃可以升到垃圾車車斗的高度，就能方便將裝滿垃圾的垃圾袋從垃圾籃中移動到垃圾車的車斗中。

壹、研究動機

升上五年級之後，學校安排我們去掃外掃區，而今年剛開學就接連遇到幾個颱風入侵台灣，對於掃外掃區的我們可真的是苦不堪言。外掃區被風吹落的樹枝、樹葉，不僅多還重，打掃的時候還不會覺得有什麼問題，但是要丟到垃圾車上時，問題就來了，因為要節省垃圾袋，所以我們都把垃圾袋裝滿、裝好，但我們沒有考慮到重量的問題，到了要把垃圾袋拿出垃圾籃的時候，「唰」的一聲，垃圾袋破了，垃圾掉出來了，唉！我們只好在清潔人員、志工媽媽們和老師們的注視下，趕快拿起掃把把垃圾清到垃圾車中。我們想到一般大樓的垃圾清運都是利用垃圾子母車的方式來清運垃圾，如果我們的垃圾籃可以具有和垃圾子車一樣的移動方式，是不是就能將垃圾袋直接倒入垃圾車的車斗中了呢？因此我們運用學校自然課、生活課、電腦課中所學的科學知識，畫出我們的「EasyDump 垃圾籃」，然後在發想、設計、組裝、測試、實驗等反反覆覆的驗證中，設計建構「EasyDump 垃圾籃」，希望能減少外掃區同學們的倒垃圾困擾。

貳、研究目的

- 一、提出「EasyDump 垃圾籃」的設計構想。
- 二、探討市售三款升降平台，哪一款最適合「EasyDump 垃圾籃」？
- 三、探討外加支架是否能让升降平台更穩定？
- 四、探討外加支撐物是否能让升降平台上升高度更高？
- 五、探討不同的抖沙方式對分離沙土和落葉的效果。
- 六、製作完整的 EasyDump 垃圾籃。

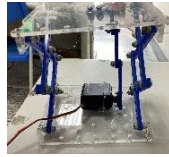
參、實驗材料與設備



水壓升降平台



直流馬達升降平台



金屬伺服馬達電動升降平台



Arduino uno



ULN2003驅動板



彈簧



樂高積木



伺服馬達



步進馬達



USB A to B傳輸線



杜邦線



3D 列印軌道



自製篩網



自製漏斗



電子秤



熱熔膠槍



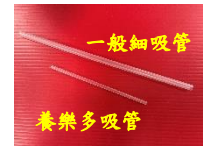
電鑽



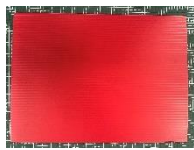
塑膠盆



塑膠盒



吸管



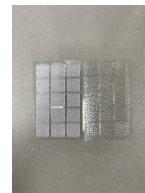
5mm高硬度PP版



木製垃圾籃



厚紙板垃圾籃



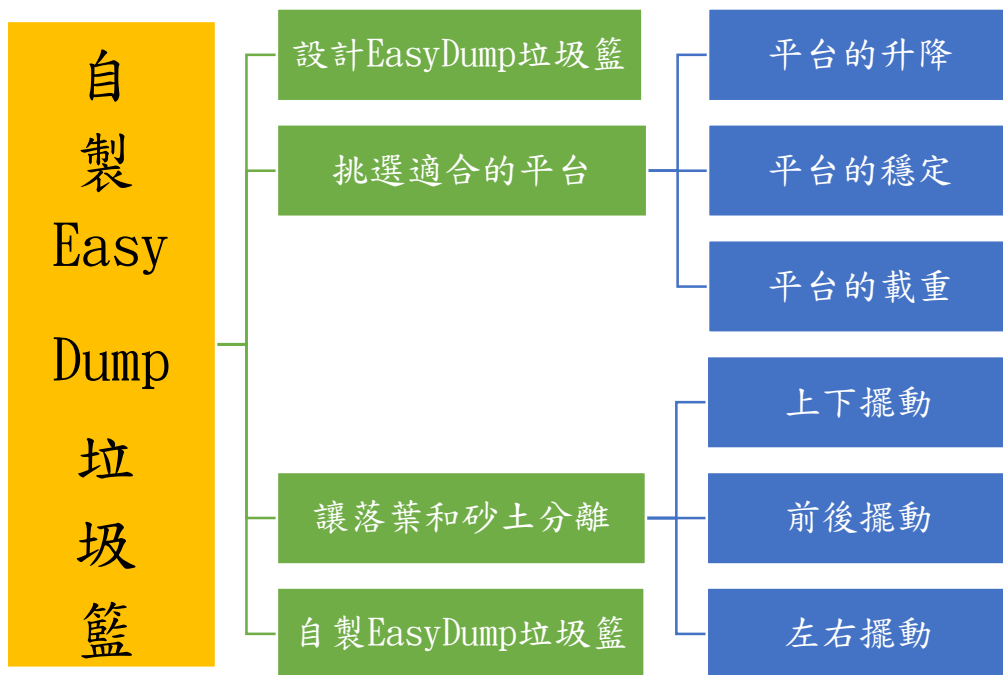
魔鬼氈



彈簧支架組

肆、研究架構圖

本研究首先找出學生在學校外掃區打掃時會遇到的困難，有：垃圾袋太重、垃圾袋不容易從垃圾籃中取出、要將垃圾袋丟進垃圾車車斗需要很大的力氣等。接著針對問題提出解決困難的方法，然後依據解決方法設計出適合國小學童使用的垃圾籃。尤其是在校地不變、學生人數減少的情況下，能減輕學童打掃外掃區的負擔，研究架構圖如下：

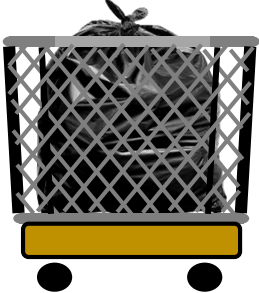


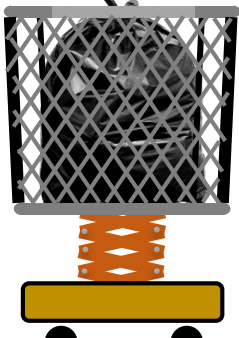

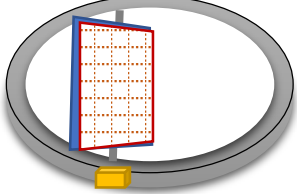
伍、研究過程與結果

研究一、提出「EasyDump 垃圾籃」的設計構想。

結果：根據向同學和學長、姊的詢問，大部分的人認為打掃外掃區時最大的問題是將垃圾袋從垃圾籃取出，然後丟進垃圾車內的時候。這時候，垃圾袋不僅重，而且容易破掉，尤其是裝入樹枝時，更是如此。因此針對這個問題，我們提出幾個解決方法。一、如果能讓垃圾籃升高到和垃圾車的車斗一樣高，就能直接丟垃圾袋；二、在垃圾籃上設置可開合的門片，讓垃圾袋可以直接拉出進垃圾車內，不需要將垃圾袋提出垃圾籃，再丟進垃圾車；三、垃圾袋沉重的原因，有大部分都是將沙子一併掃入垃圾袋內，因此將落葉、垃圾和沙子分開，減輕垃圾袋的重量。經過大家的腦力激盪之後，我們提出了「EasyDump 垃圾籃」的設計發想，如下表所示：

表 1 「EasyDump 垃圾籃」作品發想與預設做法

作品發想	預設做法
	<p>我們把學校常用的有輪子的垃圾籃加裝一層底部，底部內含有馬達、電控系統及升降平台，並把塑膠籃切割出一片可上下開合的門片，方便裝滿垃圾的垃圾袋從垃圾籃中移動到垃圾車的車斗。</p>

	<p>在垃圾籃的上方設有開關，可以控制垃圾籃的升降。升降機構是由兩組剪叉結構組成，通過剪叉結構的形狀達到垂直高度的變化。而垂直高度的變化則是利用減速馬達帶動不同的大小齒輪組合，把馬達的高轉速低扭力轉變成低轉速高扭力，然後通過齒輪條帶動剪叉系統開合。</p>
	<p>當垃圾籃的高度大致與垃圾車車斗一致時，將垃圾籃可開合的門片往下打開，就能方便的將裝滿垃圾的垃圾袋從垃圾籃中移動到垃圾車的車斗。倒完垃圾之後，先將門片扣回垃圾籃，在將垃圾籃降下倒固定的位置，即可輕鬆地讓垃圾籃回復成原來的樣子。</p>
	<p>在垃圾籃上方裝上篩網，利用伺服馬達的扭力搖晃篩網，讓沙土透過篩網搖落到篩網下方的收集盒裡，而落葉和垃圾則會被搖晃到垃圾袋裡。</p>

研究二、探討市售三款升降平台，哪一款最適合「EasyDump 垃圾籃」？

實驗步驟：

1. 準備 3 款不同升降平台裝置，分別是液壓升降平台、直流馬達電動升降平台及金屬伺服馬達電動升降平台。
2. 在三款升降平台上放置同一個厚紙板垃圾籃，觀察三款升降平台的上升情形。
3. 接著在三款升降平台上放置同一個木製垃圾籃，觀察三款升降平台的上升情形。

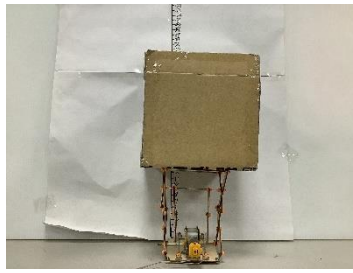
表 2 三款升降平台對厚紙板、木製垃圾籃的升降情形

升降平台 結果 垃圾籃種類	液壓升降平台	直流馬達 電動升降平台	金屬伺服馬達 電動升降平台
厚紙板垃圾籃	能升起，但無法維持	能升起	能升起
木製垃圾籃	無法升起	無法升起	能升起，但會傾斜

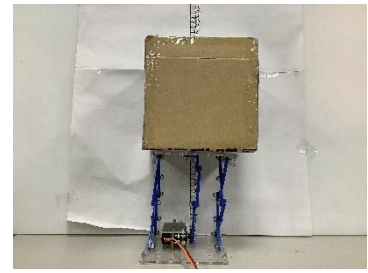
結果：三種升降平台都能夠升起厚紙板垃圾籃，但液壓升降平台是注射筒裝置，沒有反逆設備，當不再按壓注射筒，平台會自動下降。而木製垃圾籃，則只有金屬伺服馬達電動升降平台可以升起，但是因為木製垃圾籃較重，所以產生傾斜的狀況。



厚紙板垃圾籃&
液壓升降平台



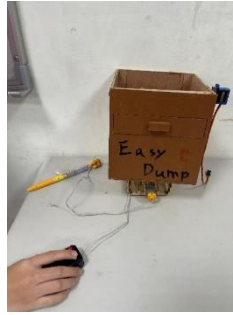
厚紙板垃圾籃&直流馬達
電動升降平台



厚紙板垃圾籃&金屬伺服
馬達電動升降平台



木製垃圾籃&
液壓升降平台



木製垃圾籃&直流馬達
電動升降平台



木製垃圾籃&金屬伺服
馬達電動升降平台

研究三、探討外加支架是否能讓升降平台更穩定？

實驗步驟：

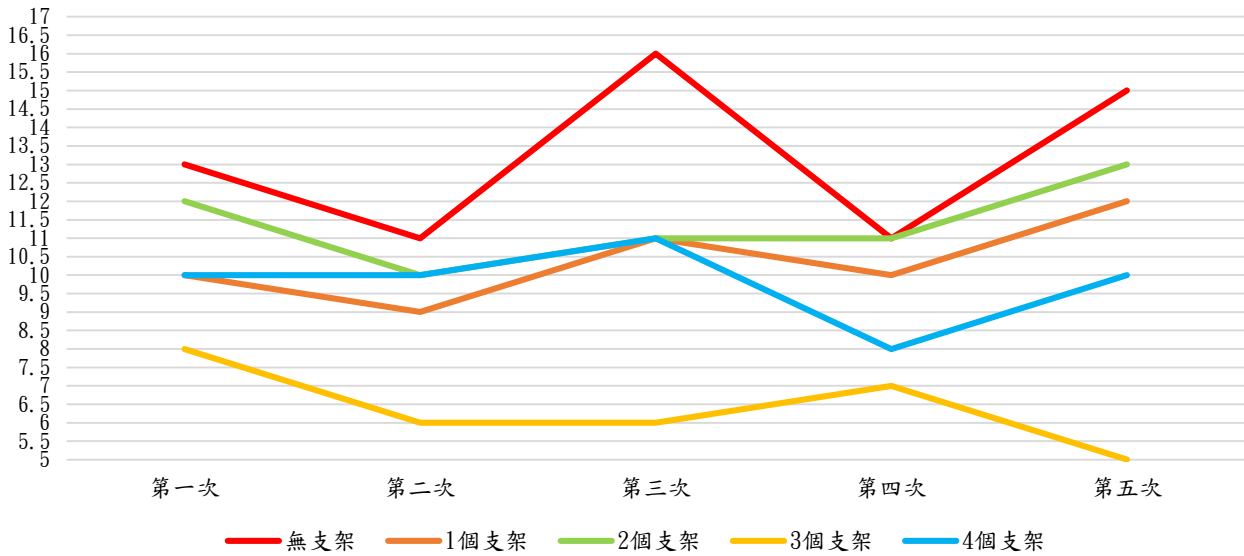
1. 先在牆上黏貼一張白紙，並在白紙畫一條基準線。
2. 在金屬伺服馬達電動升降平台上放置木製垃圾籃，並對準白紙上的基準線，將升降平台升到最高處後，畫出平台最低點和最高點，把最低點和最高點連成一條斜線，測量出斜線的角度。
2. 在金屬伺服馬達電動升降平台各加裝 1 支、2 支、3 支、4 支，利用樂高積木組成的支架，將升降平台升到最高處後，畫出平台最低點和最高點，把最低點和最高點連成一條斜線，測量出斜線的角度。
3. 分別重複進行實驗 5 次，觀察並記錄傾斜角度。

表 3 外加不同支架數量，平台的傾斜角度

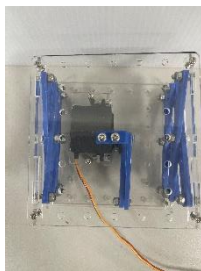
傾斜 角度 測量次數	無支架	1 支支架	2 支支架	3 支支架	4 支支架
第一次	13	10	12	8	10
第二次	11	9	10	6	10
第三次	16	11	11	6	11
第四次	11	10	11	7	8
第五次	15	12	13	5	10
平均	13.2	10.4	11.4	6.4	9.8

單位：度

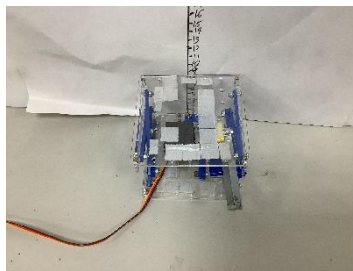
圖1 外加不同支架數量，升降平台的傾斜角度差異



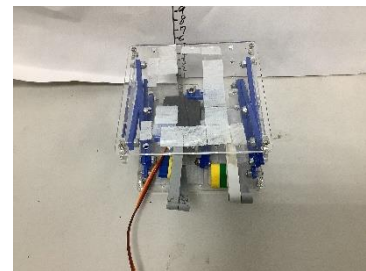
結果：沒有外加支架，平台平均傾斜 13.2 度；外加 1 支支架，平台平均傾斜 10.4 度；外加 2 支支架，平台平均傾斜 11.4 度；外加 3 支支架，平台平均傾斜 6.4 度；外加 4 支支架，平台平均傾斜 9.8 度。從表 3 和圖 1 可以發現，外加奇數支架數量都比偶數支架數量的傾斜角度小，但有外加支架都比沒有外加支架的平台更穩定。



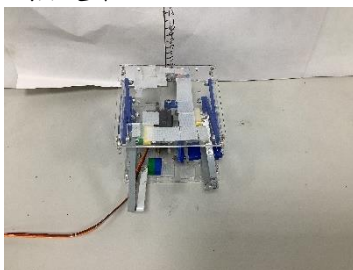
無支架



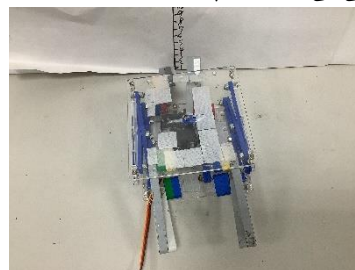
外加 1 支支架



外加 2 支支架



外加 3 支支架



外加 4 支支架

研究四、探討外加支撐物是否能讓升降平台上升高度更高？

實驗一：探討外加樂高支架對平台上升高度的影響。

實驗步驟：

1. 在金屬伺服馬達電動升降平台上放置木製垃圾籃，將升降平台升到最高點後，把

平台最高高度記錄下來。

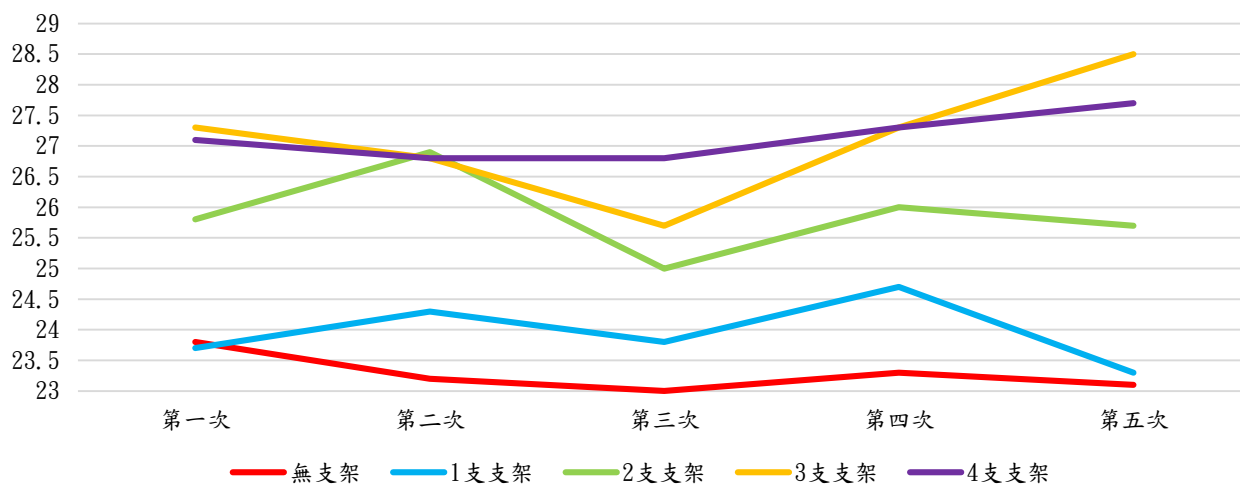
2. 在金屬伺服馬達電動升降平台各加裝 1 支、2 支、3 支、4 支，利用樂高積木組成的支架，將升降平台升到最高點後，分別把平台最高高度記錄下來。
3. 分別重複進行實驗 5 次，觀察並記錄平台最高高度。

表 4 外加不同支架數量，平台最高高度

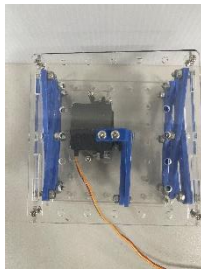
最高高度 測量次數	無支架	1 支支架	2 支支架	3 支支架	4 支支架
第一次	23.8	23.7	25.8	27.3	27.1
第二次	23.2	24.3	26.9	26.8	26.8
第三次	23.0	23.8	25.0	25.7	26.8
第四次	23.3	24.7	26.0	27.3	27.3
第五次	23.1	23.3	25.7	28.5	27.7
平均	23.2	23.96	25.88	27.12	27.14

單位：公分

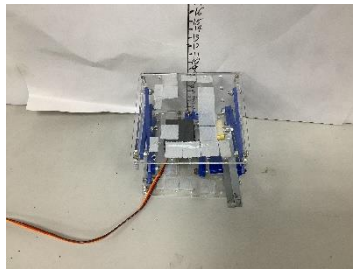
圖 2 外加不同支架數量，升降平台最高高度的差異



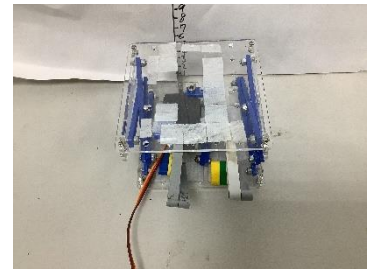
結果：沒有外加支架，平台平均最高高度是 23.2 公分；外加 1 支支架，平台平均最高高度是 23.96 公分；外加 2 支支架，平台平均最高高度是 25.88 公分；外加 3 支支架，平台平均最高高度是 27.12 公分；外加 4 支支架，平台平均最高高度是 27.14 公分。從表 4 和圖 2 可以發現，外加支架數量愈多，平台上升的高度也愈高。



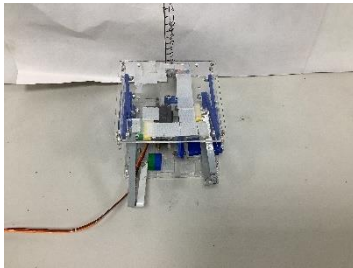
無支架



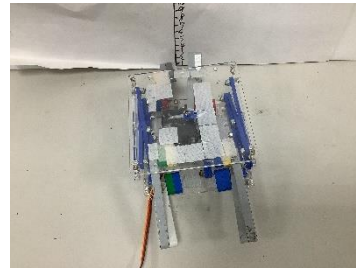
外加 1 支支架



外加 2 支支架



外加 3 支支架



外加 4 支支架

實驗二：探討外加彈簧對平台上升高度的影響。

實驗步驟：

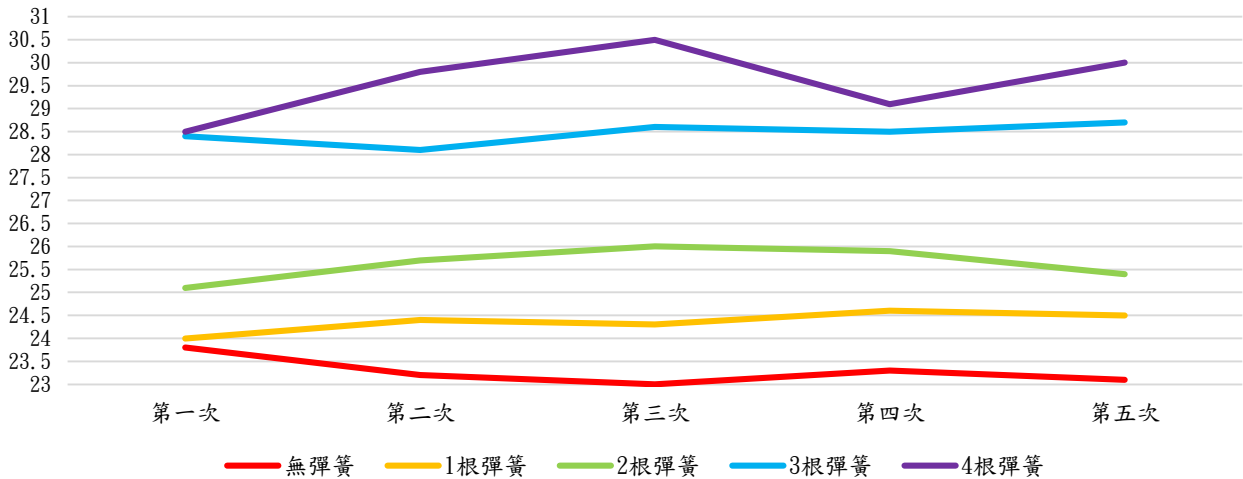
1. 在金屬伺服馬達電動升降平台上放置木製垃圾籃，將升降平台升到最高點後，把平台最高高度記錄下來。
2. 取 4 根長 10 公分的彈簧，在彈簧內先加裝一節由普通吸管和養樂多吸管組合而成的支撐桿，然後固定在魔鬼沾上。
3. 在金屬伺服馬達電動升降平台各加裝 1 支、2 支、3 支、4 支，有支撐桿的彈簧，將升降平台升到最高點後，分別把平台最高高度記錄下來。
3. 分別重複進行實驗 5 次，觀察並記錄平台最高高度。

表 5 外加不同支架數量，平台最高高度

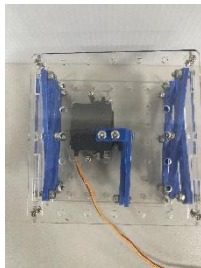
最高 高度 測量次數	彈簧數量				
	無彈簧	1 根彈簧	2 根彈簧	3 根彈簧	4 根彈簧
第一次	23.8	24.0	25.1	28.4	28.5
第二次	23.2	24.4	25.7	28.1	29.8
第三次	23.0	24.3	26.0	28.6	30.5
第四次	23.3	24.6	25.9	28.5	29.1
第五次	23.1	24.5	25.4	28.7	30.0
平均	23.2	24.36	25.62	28.46	29.58

單位：公分

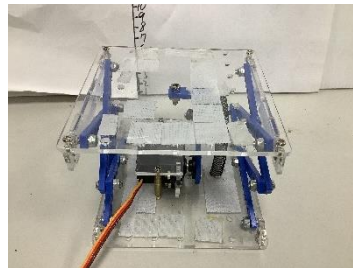
圖3 外加不同彈簧數量，升降平台最高高度的差異



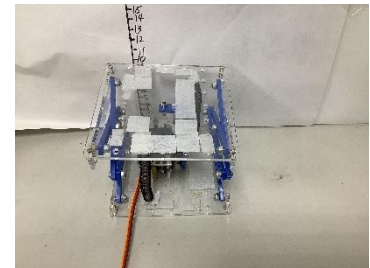
結果：沒有外加彈簧，平台平均最高高度是 23.2 公分；外加 1 根彈簧，平台平均最高高度是 24.36 公分；外加 2 根彈簧，平台平均最高高度是 25.62 公分；外加 3 根彈簧，平台平均最高高度是 28.46 公分；外加 4 根彈簧，平台平均最高高度是 29.58 公分。從表 5 和圖 3 可以發現，外加彈簧數量愈多，平台上升的高度也愈高，也比外加樂高支架的高度高。



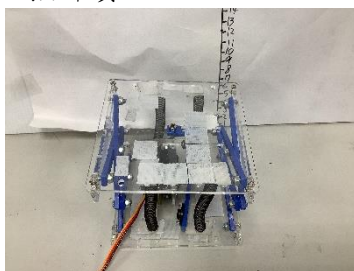
無彈簧



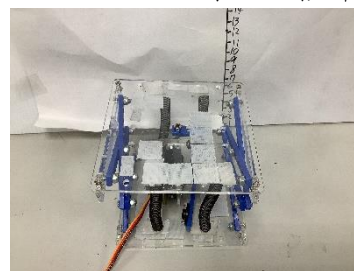
外加 1 根彈簧



外加 2 根彈簧



外加 3 根彈簧



外加 4 根彈簧

研究五、探討不同的抖沙方式對分離沙土和落葉的效果。

實驗一：利用伺服馬達讓篩網做前後搖晃對分離沙土和落葉的效果探討。

實驗步驟：

1. 取一個塑膠盆和一個塑膠盒，先將樂高積木用熱熔膠黏在塑膠盆上，然後將塑膠

盒黏在塑膠盆之上，最後在塑膠盒的上方加裝一個自製篩網，接著在篩網一邊的後端用電鑽鑽洞之後，置入伺服馬達。

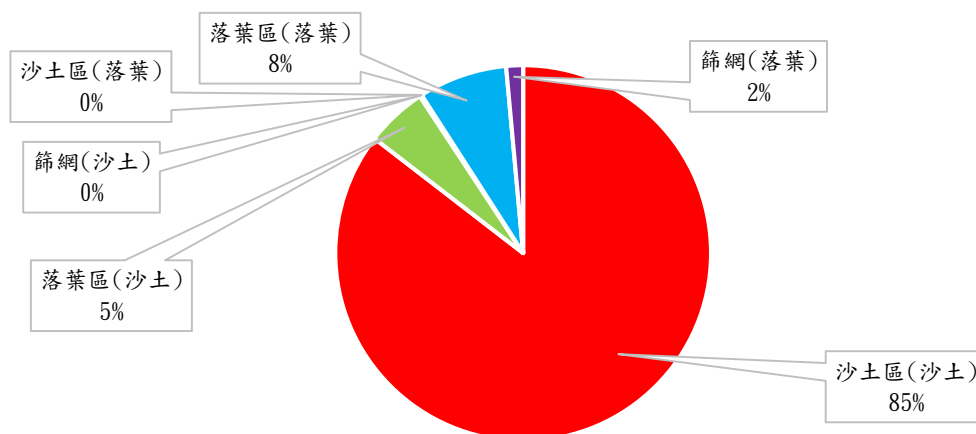
2. 將混和過後的沙土(100 克)和落葉(10 克)，利用自製漏斗自然倒在篩網上。
3. 讓伺服馬達以每分鐘 120 轉的轉速運行 60 秒，使篩網用前後搖晃的方式擺動，讓沙土和落葉自動落入塑膠盆(落葉區)和塑膠盒(沙土區)中。
4. 待實驗結束後，分別將落在落葉區、沙土區中的沙土和落葉秤重。
5. 重複進行實驗 5 次，觀察並記錄落葉區、沙土區中的沙土和落葉的重量。

表 6 利用伺服馬達讓篩網做前後搖晃，落葉區、沙土區、篩網的沙土和落葉的重量

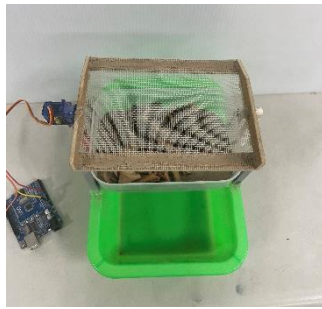
結果 實驗次數	區域	沙土區				落葉區				篩網			
		沙土	占比	落葉	占比	沙土	占比	落葉	占比	沙土	占比	落葉	占比
第一次		94	85%	0	0%	5	5%	9	8%	1	1%	1	1%
第二次		93	85%	0	0%	7	6%	9	8%	0	0%	1	1%
第三次		95	86%	0	0%	5	5%	8	7%	0	0%	2	2%
第四次		95	86%	0	0%	5	5%	6	5%	0	0%	4	4%
第五次		93	85%	0	0%	7	6%	10	9%	0	0%	0	0%
平均		94	85%	0	0%	5.8	5%	8.4	8%	0.2	0%	1.6	2%

單位：克

圖 4 利用伺服馬達讓篩網做前後搖晃，落葉區、沙土區、篩網的沙土和落葉的占比



結果： 平均有 94 克(85%)的沙土和 0 克(0%)的落葉落在沙土區，平均有 5.8 克(5%)的沙土和 8.4 克(8%)的落葉落在落葉區，平均有 0.2 克(0%)的沙土和 1.6 克(2%)的落葉留在篩網上。從表 6 和圖 4 可以知道沙土落在沙土區，落葉落在落葉區的比例非常高。



實驗二：利用伺服馬達讓篩網做上下搖晃對分離沙土和落葉的效果探討。

實驗步驟：

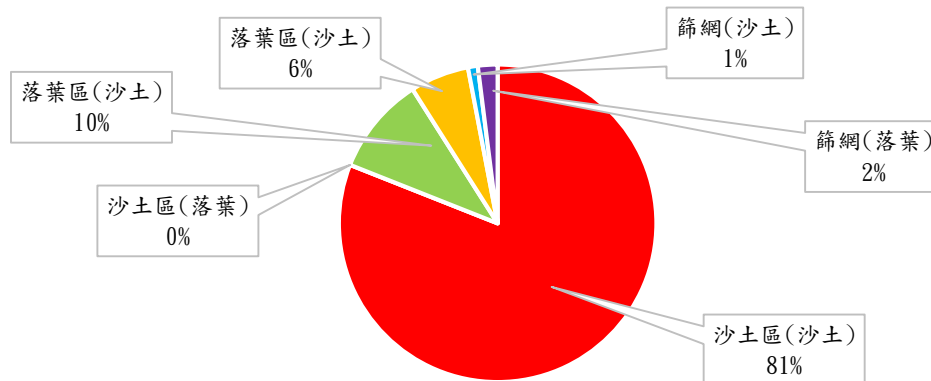
1. 步驟大致與研究五實驗一相同。
2. 將伺服馬達裝在篩網一邊的中間，讓伺服馬達以每分鐘 120 轉的轉速運行 60 秒，使篩網用上下搖晃的方式擺動。

表 7 利用伺服馬達讓篩網做上下搖晃，落葉區、沙土區、篩網的沙土和落葉的重量

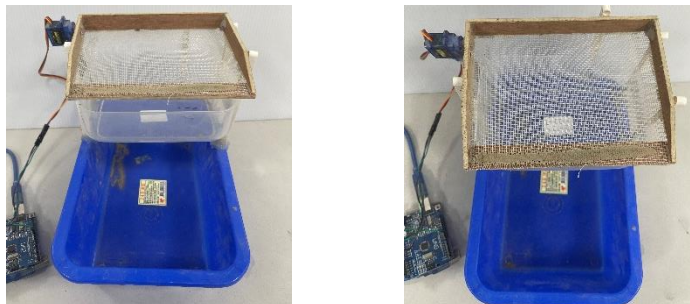
結果 實驗次數	區域	沙土區				落葉區				篩網			
		沙土	占比	落葉	占比	沙土	占比	落葉	占比	沙土	占比	落葉	占比
第一次		91	83%	0	0%	9	8%	9	8%	0	1%	1	1%
第二次		84	76%	0	0%	15	14%	6	5%	1	0%	4	1%
第三次		87	79%	0	0%	13	12%	7	6%	0	0%	3	2%
第四次		90	82%	0	0%	10	9%	5	5%	0	0%	5	4%
第五次		93	77%	0	0%	7	6%	8	7%	0	0%	2	0%
平均		89	81%	0	0%	10.8	10%	7	6%	0.2	1%	2.2	2%

單位：克

圖 5 利用伺服馬達讓篩網做前後搖晃，落葉區、沙土區、篩網的沙土和落葉的占比



結果： 平均有 89 克(81%)的沙土和 0 克(0%)的落葉落在沙土區，平均有 10.8 克(10%)的沙土和 7 克(6%)的落葉落在落葉區，平均有 0.2 克(1%)的沙土和 2.2 克(2%)的落葉留在篩網上。從表 7 和圖 5 可以知道沙土落在沙土區，落葉落在落葉區的比例非常高，但與前後搖晃的方式還是略遜一籌。



實驗三：利用步進馬達讓篩網做左右搖晃對分離沙土和落葉的效果探討。

實驗步驟：

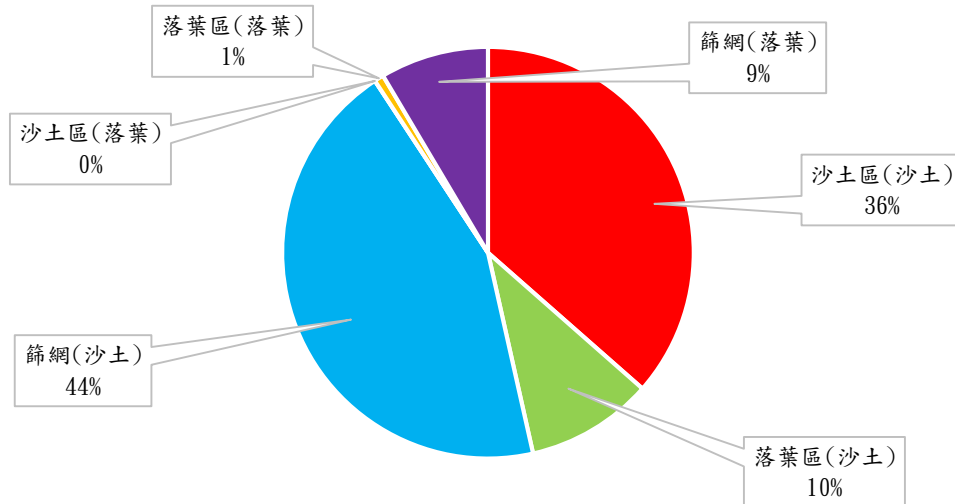
1. 步驟大致與研究五實驗一相同。
2. 將步進馬達裝在利用 3D 列印機列印的軌道上，並將軌道平行置於塑膠盆上方，然後讓步進馬達以每分鐘 15 轉的轉速運行 60 秒，使篩網用左右搖晃的方式擺動。

表 8 利用步進馬達讓篩網做左右搖晃，落葉區、沙土區、篩網的沙土和落葉的重量

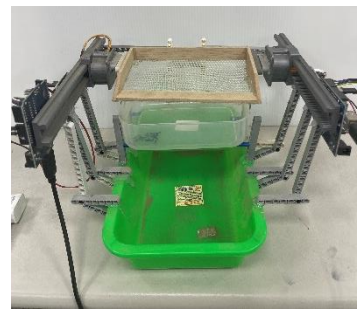
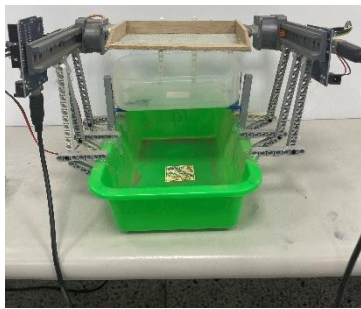
結果 實驗次數	區域	沙土區				落葉區				篩網			
		沙土	占比	落葉	占比	沙土	占比	落葉	占比	沙土	占比	落葉	占比
第一次		42	38%	0	0%	9	8%	0	0%	49	54%	10	9%
第二次		35	32%	0	0%	15	14%	0	0%	50	55%	10	9%
第三次		39	35%	0	0%	13	12%	1	0.9%	48	54%	9	8%
第四次		48	44%	0	0%	10	9%	2	2%	42	47%	8	7%
第五次		43	39%	0	0%	7	6%	1	0.9%	50	55%	9	8%
平均		41.4	36%	0	0%	10.8	10%	0.8	1%	47.8	44%	9.2	9%

單位：克

圖6 利用步進馬達讓篩網做左右搖晃，落葉區、沙土區、篩網的沙土和落葉的占比



結果：平均有 41.4 克(36%)的沙土和 0 克(0%)的落葉落在沙土區，平均有 10.8 克(10%)的沙土和 0.8 克(0%)的落葉落在落葉區，平均有 47.8 克(44%)的沙土和 9.2 克(8%)的落葉留在篩網上。從表 8 和圖 6 利用步進馬達讓篩網做左右搖晃，沙土和落葉留在篩網上的比例，比落在沙土區和落葉區高，可見此方式分離沙土和落葉的效果不好。



實驗四：利用步進馬達讓篩網做上下搖晃對分離沙土和落葉的效果探討。

實驗步驟：

1. 步驟大致與研究五實驗三相同。
2. 將步進馬達裝在利用 3D 列印機列印的軌道上，並將軌道垂直置於塑膠盆上，然後讓步進馬達以每分鐘 15 轉的轉速運行 60 秒，使篩網用上下搖晃的方式擺動。

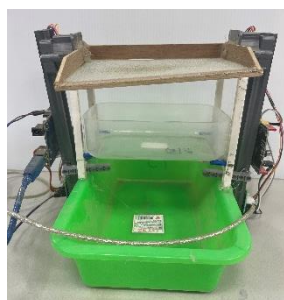
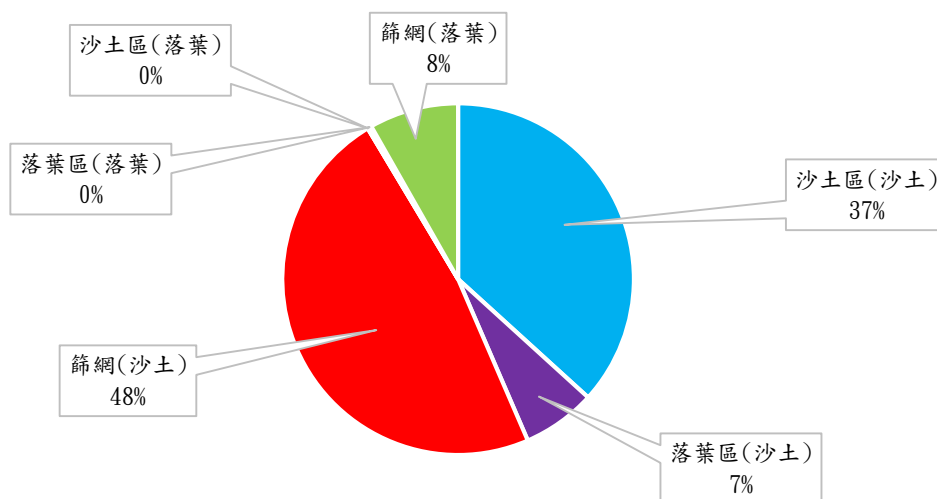


表 9 利用步進馬達讓篩網做上下搖晃，落葉區、沙土區、篩網的沙土和落葉的重量

結果 實驗次數	區域	沙土區				落葉區				篩網			
		沙土	占比	落葉	占比	沙土	占比	落葉	占比	沙土	占比	落葉	占比
第一次		35	32%	0	0%	4	4%	1	0%	61	55%	9	8%
第二次		48	44%	0	0%	6	5%	0	0%	46	42%	10	9%
第三次		45	41%	0	0%	7	6%	0	0%	48	44%	10	9%
第四次		36	33%	0	0%	16	15%	1	0%	48	44%	9	8%
第五次		37	34%	0	0%	4	4%	0	0%	59	54%	10	9%
平均		40.2	37%	0	0%	7.4	8%	0.4	0%	52.4	48%	9	7%

單位：克 7 利用步進馬達讓篩網做上下搖晃，落葉區、沙土區、篩網的沙土和落葉的占比



結果： 平均有 40.2 克(37%)的沙土和 0 克(0%)的落葉落在沙土區，平均有 7.4 克(8%)的沙土和 0.4 克(0%)的落葉落在落葉區，平均有 52.4 克(48%)的沙土和 9 克(7%)的落葉留在篩網上。從表 9 和圖 7 利用步進馬達讓篩網做上下搖晃，沙土留在篩網上的比例最高，比落在沙土區和落葉區高，可見此方式分離沙土和落葉的效果不好。

研究六、製作完整的 EasyDump 垃圾籃。

實驗步驟：

1. 利用後 120mm 的厚木板製作收納升降平台的底座，並在底座的一邊鑽一個洞，方便利用杜邦線連接金屬伺服馬達和控制器。然後在底座的下方裝上旋轉輪，讓垃圾籃可以自由移動(圖 8)。

- 將升降平台置入底座，並用杜邦線連接金屬伺服馬達和控制器，再將控制器固定在底座側邊(圖 9)。
- 利用後 35mm 的薄木板製作垃圾籃，在垃圾籃的一邊設置可開闔的門板，以利垃圾袋可順利取出(圖 10)。
- 在垃圾籃的上方設置篩網及砂土收集盒，在垃圾籃的側邊裝上伺服馬達和 Arduino UNO 板，讓伺服馬達和篩網做連接，控制篩網的搖晃方式和速度(圖 11)。



圖 8

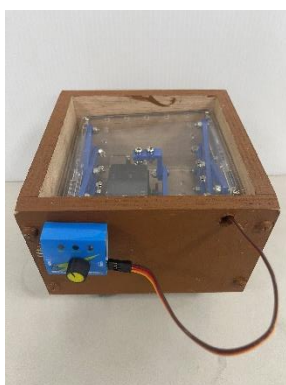


圖 9



圖 10



圖 11

5. EasyDump 垃圾籃成品圖。



陸、討論與建議

- 我們使用的三種市售升降平台，雖然以使用金屬伺服馬達的升降平台升降效果最好，但還是覺得扭力不太夠，所以我們嘗試用減速馬達去改進，但是減速馬達要加上齒輪必須使用套筒，在進行組裝的時候，不知道是手藝不精，還是材料有問題，無法很精準的連接減速馬達和齒輪，導致平台無法升降，因此只好暫時擱置此系統。不過，我們想到可以用樂高設計組裝成平台，然後利用樂高的馬達來抬升平台，發現效果並不差，只是因為時間的關係，垃圾籃的部分還未製作，我們會繼續努力，希望能在全國科展比賽會場上展示全新的 EasyDump 垃圾籃。

- 二、在測試平台的升降情形時，三種升降平台使用厚紙板垃圾籃(56 克)都可以將垃圾籃升起。雖然使用金屬伺服馬達的升降平台可以抬升木製垃圾籃(455 克)，但也造成平台傾斜，可能是因為木製垃圾籃的配重不均的關係所造成，因此我們就設計了外加樂高支撐架的實驗，希望能讓平台的升降更穩定。
- 三、原本設定用彈簧的彈力來增加平台的上升高度，但是發現彈簧雖然彈力很好，但是彈簧太軟對增加平台的高度並沒有太大幫助，所以我們就在彈簧內部增加用細吸管和養樂多吸管組成的支撐架，就解決了彈簧太軟的問題。
- 四、金屬伺服器升降平台原本就有一支支撐架(圖 12)，用以帶動兩旁的剪叉結構抬升平台，而為了增加支架，所以我們將支架的位置設計如圖 13~16。且為了支架移動方便，所以不使用熱熔膠固定支架，而是使用魔鬼氈固定支架。

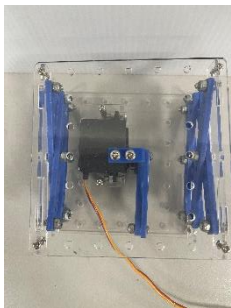


圖 12

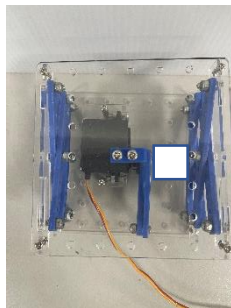


圖 13



圖 14

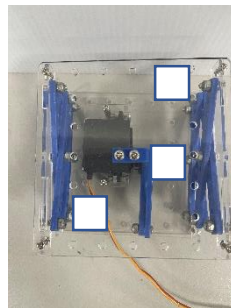


圖 5

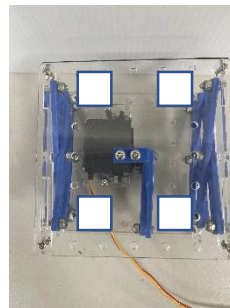


圖 16

- 五、使用步進馬達製作的 2 款抖沙器，分離砂土和落葉的效果都很不好，究其原因就是轉速太慢。我們購買的這款步進馬達，只要轉速寫到 20RPM，扭力就會下降，導致齒輪卡在軌道上，因此在不讓齒輪卡住的情形下，只能讓轉速變成 15RPM，所以會對抖沙效果產生很大的影響，未來可能要嘗試使用高轉速、高扭力的步進馬達，看看是否會提升抖沙效果。
- 六、在打掃外掃區有一項困擾就是垃圾太重。其實我們學校外掃區掃出來的幾乎都是落葉，很少有其他的垃圾。垃圾會重，是因為大家都把砂土都掃倒垃圾袋裡，垃圾當然會重啊！而且校園裡的沙子都被清掉了，樹木的根也就裸露在外，對樹木的生長並不是好事。因此如果在打掃時，能將落葉、垃圾與砂土分離，將砂土重新度回校園中，只把落葉和垃圾清掉，應該就能減少垃圾的重量，所以我們才進行抖沙的實驗。
- 七、進行抖沙實驗時，一開始是徒手將砂土和落葉的混和物直接倒在篩網上，發現混合物在篩網上的分布都很不均勻，因此我們設計了第一代的漏斗。第一代漏斗的進沙口太小，所以我們又研發了第二代漏斗。但發現漏斗太高，每次倒混合物都揚起煙塵，已經秤好的重量就改變了，故我們將漏斗的高度變矮，成為現在使用的第三代漏斗。



第一代漏斗



第二代漏斗



第三代漏斗

八、用人力倒砂土和落葉混和物的速度或位置會影響抖沙器的抖沙效果，未來希望能在漏斗的中間設置一個阻隔板，先將混合物倒在阻隔板上，然後用 Arduino 控制開啟阻隔板，讓混合物自然掉落在篩網上，以期能減少人為的影響。

柒、結論：

- 一、在市售三種升降平台中，只有使用金屬伺服馬達的升降平台能夠將木製垃圾籃升高。
- 二、在平台中加裝樂高支架確實能減緩升降平台的傾斜角度，使平台的升降更穩固，其中以加 3 支樂高支架的效果最好。
- 三、在平台增加支架或彈簧都能有效提高平台的上升高度，且數量愈多，平台上升高度愈高，但其中以增加 4 根彈簧的平台高度增加最多。
- 四、不管是用伺服馬達或步進馬達製作的抖沙器都有分離砂土和落葉的效果，但是用伺服馬達製作的效果比用步進馬達的好，而其中更以用伺服馬達讓篩網前後搖晃的效果最好。
- 五、EasyDump 確實能成為學生打掃外掃區的好幫手，未來如能商品化，不僅能嘉惠學子，對於一般的清潔人員而言，也是一大福音。

捌、參考資料：

1. 洪國勝、洪月裡編著(2019)。中小學自造與程式設計 使用 Arduino 第一冊。高雄市：泉勝出版有限公司。
2. 楊明豐(2015)。ARDUINO最佳入門與應用。台北市：基峯資訊股份有限公司。
3. 章奇煒(2017)。Arduino創客·自造者的原力超入門。旗標科技股份有限公司。
4. [Arduino範例] SG90 Servo伺服馬達。引用自：
<https://blog.jmaker.com.tw/arduino-servo-sg90/>
5. 直線步進馬達-固定軸作動。引用自：
https://youtu.be/bPe-uT_u8nQ

6. 直線步進馬達-外驅軸作動。引用自：

<https://youtu.be/ApbxJo3ULqg>

7. SG90 伺服馬達與程式。引用自：

<https://youtu.be/3jQiIGgxrK8>

8. 10 個伺服馬達冷知識&原理大解析。引用自：

https://youtu.be/Yxp7e67_g5I

9. 什麼是步進馬達？引用自：

<https://twcn.rs-online.com/web/content/m/stepper-motors-guide>

10. Terrie Noll(2020)。木工接合大全：暢銷歐美 10 餘年，升級木工技藝的必備工具書

。台北市：楓葉社文化。

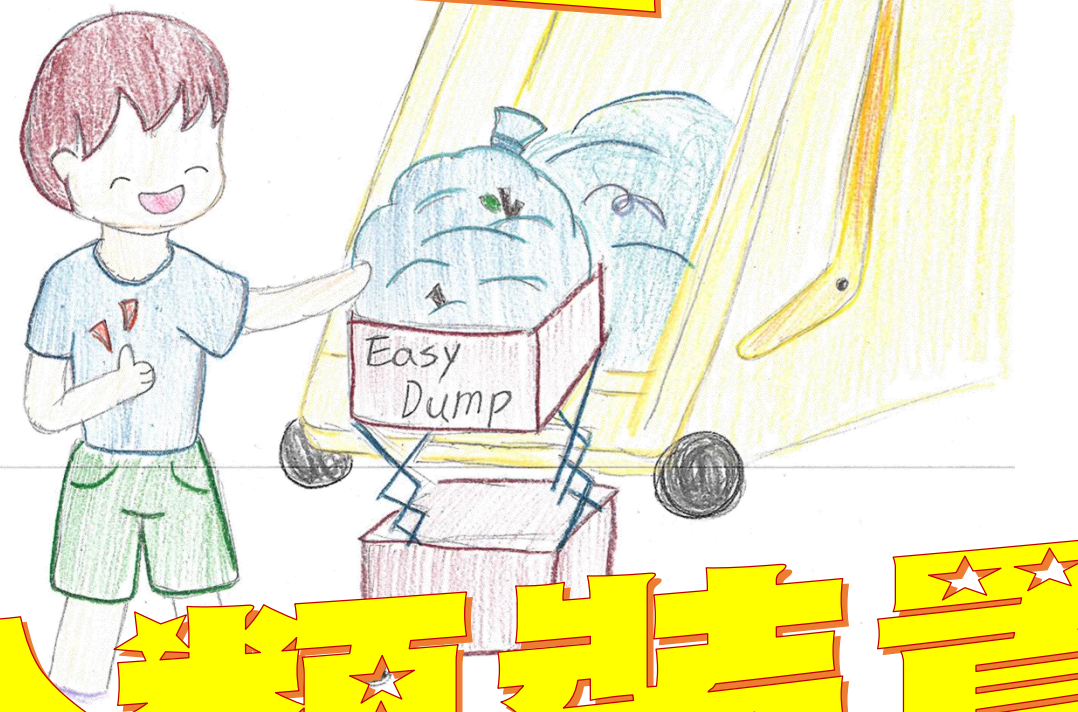
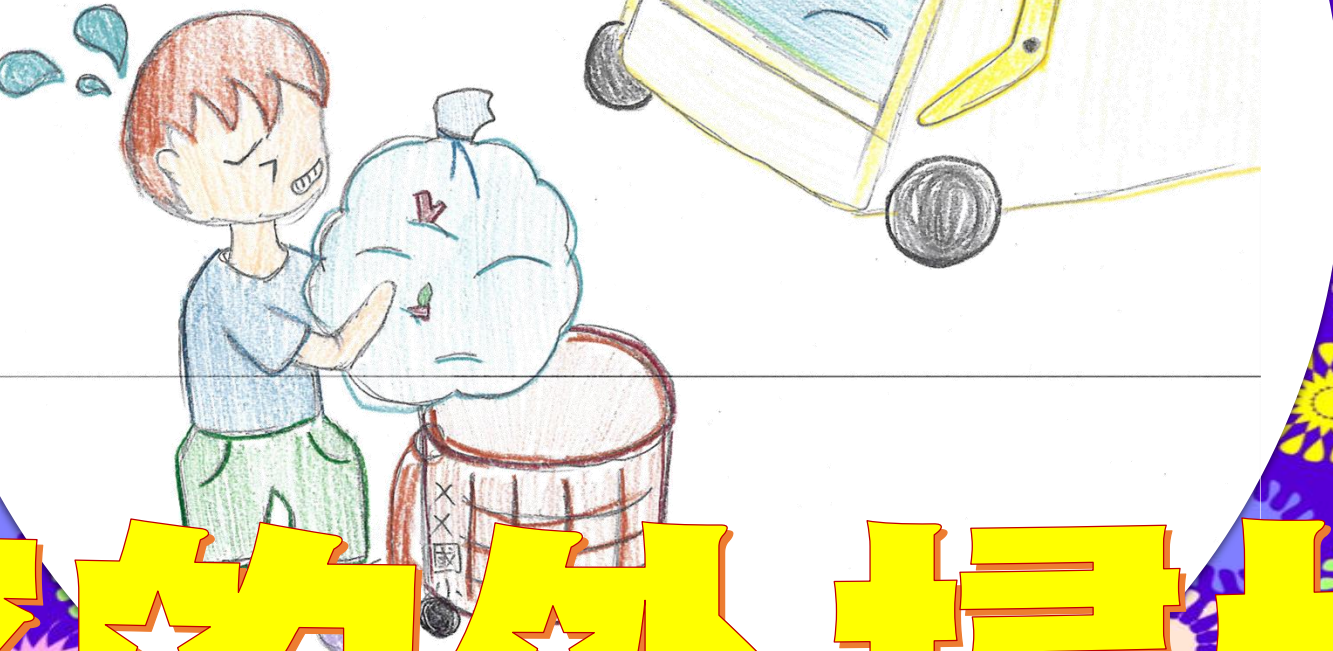
備註：本作品說明書中的圖片、照片、架構圖皆是由作者自行拍照或製作。

【評語】 082805

此件作品從日常生活中發現問題，設計了能夠自動升降和分離垃圾的智能垃圾桶，以解決學生在打掃校園時的困擾，選題貼近生活。作品從設計構想、選擇升降平台、改進穩定性和高度、分離沙土和落葉，具科學精神。建議可以進一步考慮產品的實用性和推廣性，如重量、成本等方面，使之更具市場潛力。

作品簡報

外掃好幫手 Easy Dump 垃圾籃



發展高效率的外掃垃圾分類裝置

摘要

「EasyDump垃圾籃」是協助國小學童打掃校園的好幫手。觀察學校外掃區的打掃情況，什麼時候會出現垃圾袋破掉的情況呢？答案是將垃圾袋拖出垃圾籃和將垃圾袋送上垃圾車的時候。因此，利用市售的三種升降平台，設計可以讓垃圾籃自動升降的功能。再強化升降平台的載重力，讓EasyDump垃圾籃可以承受更多的重量。接著利用Arduino及伺服馬達製作分離沙子和樹葉的抖沙器，減少沙子進入垃圾袋，讓同學可以更Easy取出垃圾袋。最後整合改良的垃圾籃、抖沙器、升降平台，讓EasyDump垃圾籃可以升到垃圾車車斗的高度，就能方便將裝滿垃圾的垃圾袋從垃圾籃中移動到垃圾車的車斗中。

壹、前言

一、研究動機

↑ 登上五年級，分配到外掃區

→ 把垃圾袋裝滿、裝好，結果破了

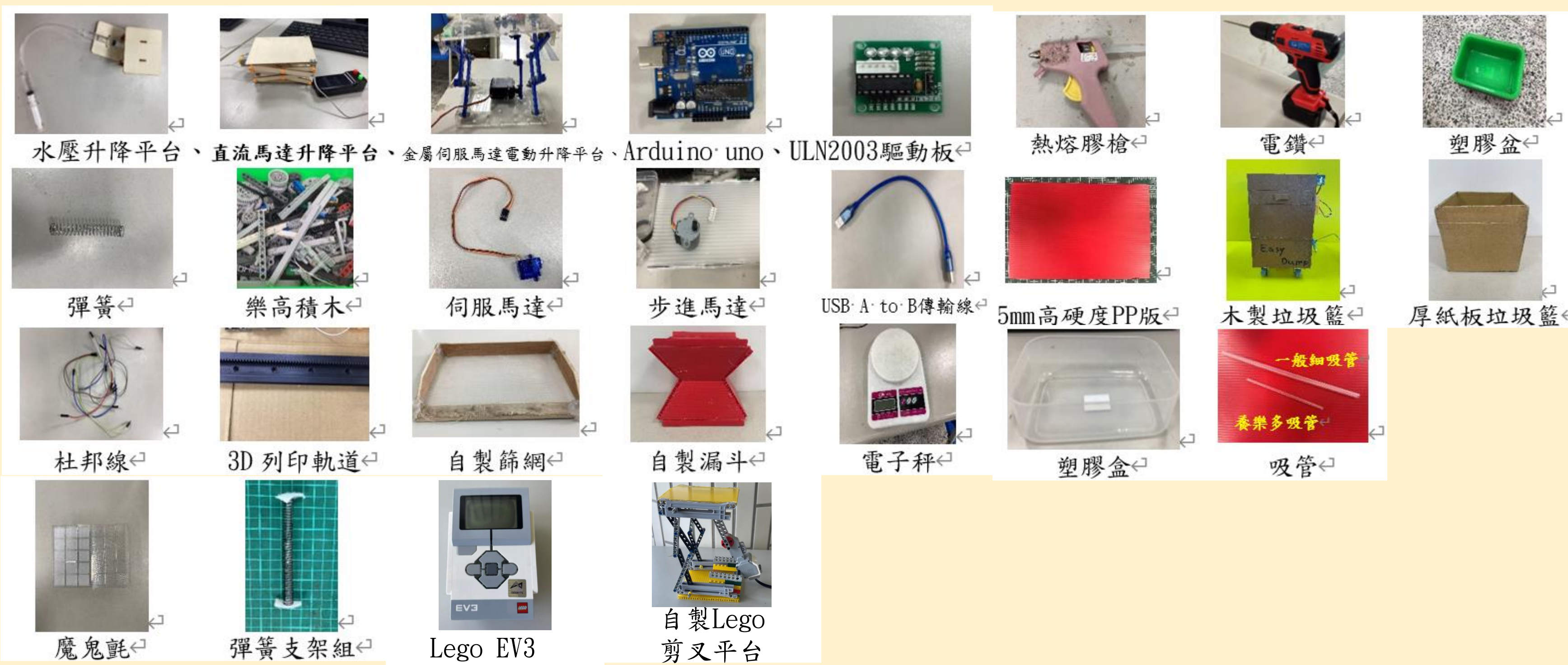
→ 如果垃圾籃和垃圾車移動方式相同.....

↓ 設計「EasyDump垃圾籃」，希望減少外掃區同學們的倒垃圾困擾。

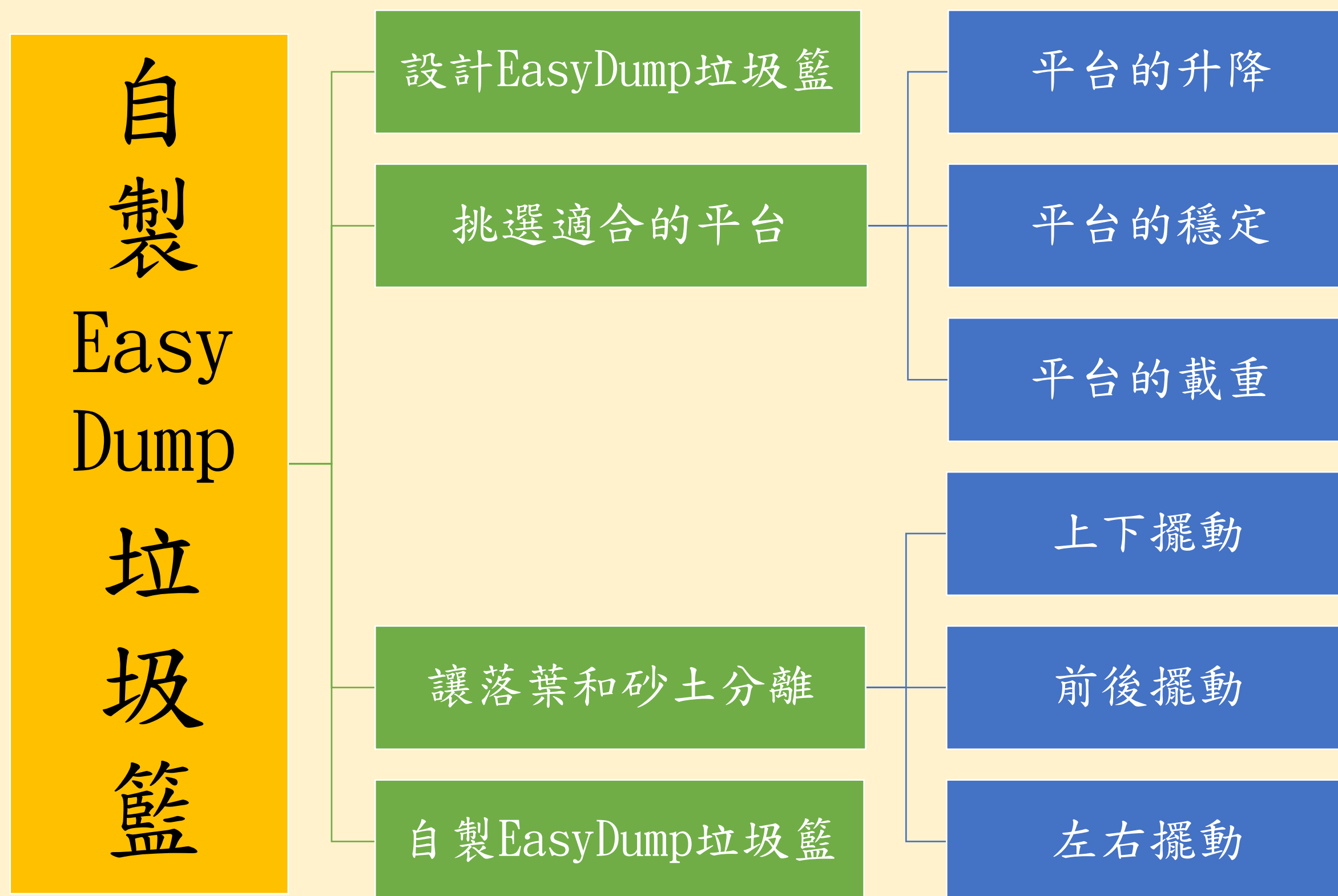
二、研究目的

- (一) 提出「EasyDump垃圾籃」的設計構想。
- (二) 探討市售三款升降平台，哪一款最適合「EasyDump垃圾籃」？
- (三) 探討外加支架是否能让升降平台更穩定？
- (四) 探討外加支撐物是否能让升降平台上升高度更高？
- (五) 探討不同的抖沙方式對分離沙土和落葉的效果。
- (六) 製作完整的EasyDump垃圾籃。

三、研究器材



貳、研究架構圖



參、研究過程、方法、結果與討論

研究一、提出「EasyDump垃圾籃」的設計構想。

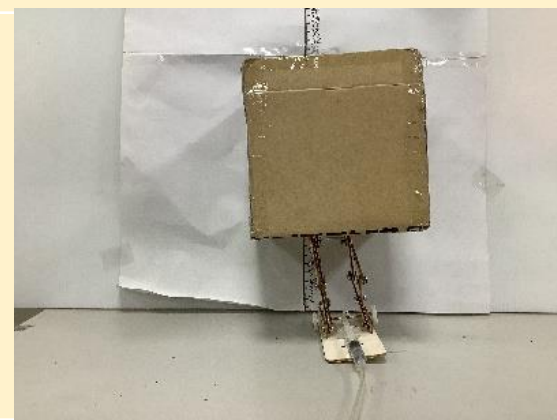
<p>在學校常用的有輪子垃圾籃加裝一層底部，底部內含有馬達、電控系統及升降平台，並把塑膠籃切割出一片可上下開合的門片方便裝滿垃圾的垃圾袋從垃圾籃中移動到垃圾車的車斗。</p>	<p>垃圾籃上方設開關，可控制升降。升降機構由兩組剪叉結構組成，通過剪叉結構形狀做垂直高度變化而垂直高度變化是利用減速馬達帶動大小齒輪組合通過齒輪條帶動剪叉系統開合。</p>	<p>當垃圾籃升高至垃圾車車斗一致時，打開可開合門片，就能把垃圾袋輕鬆移垃圾車車斗內。倒完垃圾後，將門片扣回，再把垃圾籃降回原本位置，輕鬆回復垃圾籃。</p>	<p>在垃圾籃上方裝上篩網，利用伺服馬達的扭力搖晃篩網，讓沙土透過篩網搖落到篩網下方的收集盒裡而落葉和垃圾則會被搖晃到垃圾袋裡。</p>

研究二、探討市售三款升降平台，哪一款最適合「EasyDump垃圾籃」？

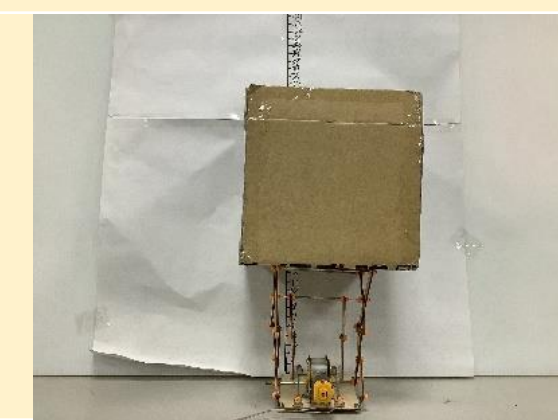
實驗過程：先在水壓升降平台、直流馬達電動升降平台及金屬伺服馬達電動升降平台擺上厚紙板垃圾籃，觀察三個平台的上升情形，再觀察三種平台替換成木製垃圾籃後的升降情形。

實驗結果：

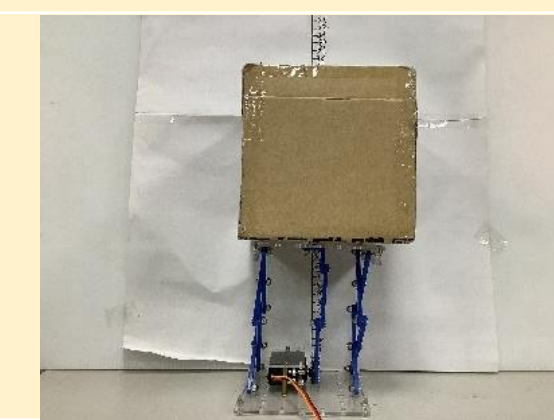
升降平台 垃圾籃種類	液壓升降平台	直流馬達 電動升降平台	金屬伺服馬達 電動升降平台
厚紙板垃圾籃	能升起，但無法維持	能升起	能升起
木製垃圾籃	無法升起	無法升起	能升起，但會傾斜



厚紙板垃圾籃 & 液壓升降平台



厚紙板垃圾籃 & 直流馬達電動升降平台



厚紙板垃圾籃 & 金屬伺服馬達電動升降平台



木製垃圾籃 & 液壓升降平台



木製垃圾籃 & 直流馬達電動升降平台

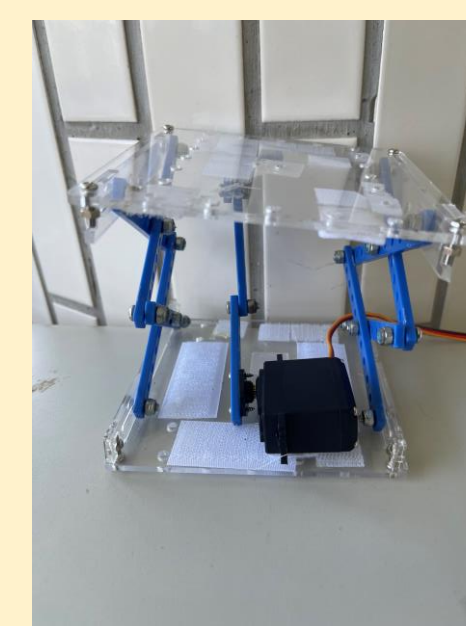
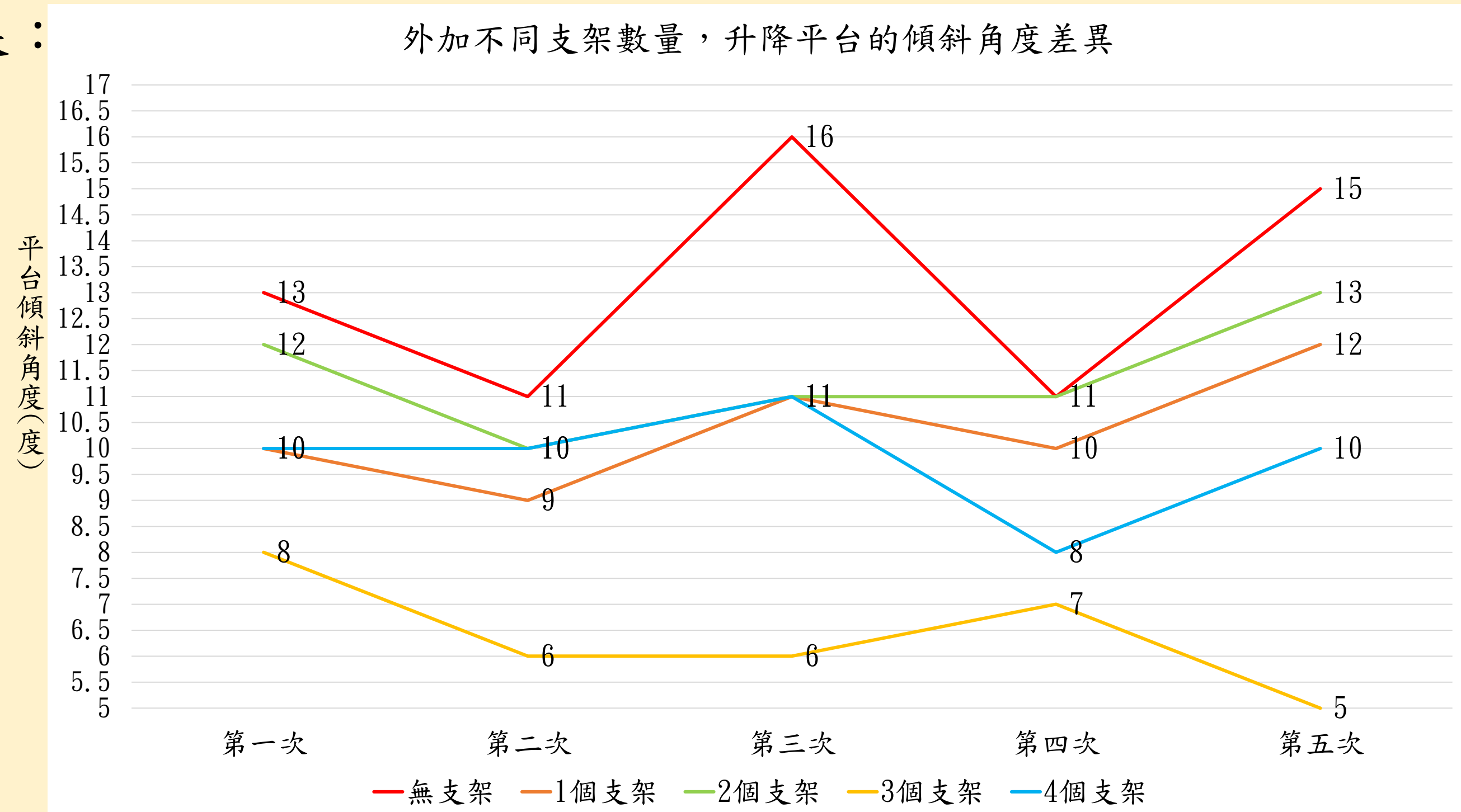


木製垃圾籃 & 金屬伺服馬達電動升降平台

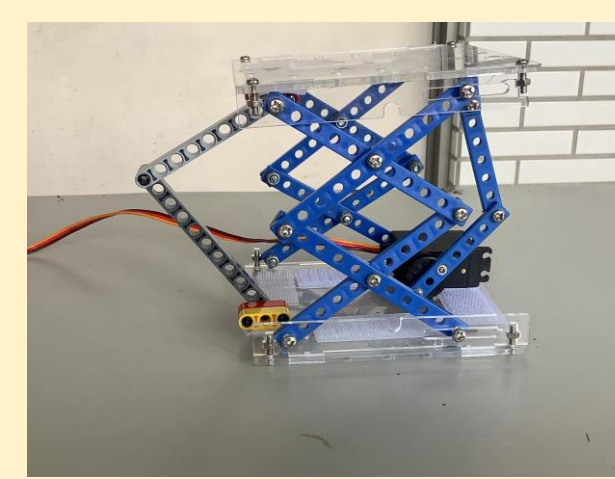
研究三、探討外加支架是否能让升降平台更穩定？

實驗過程：觀察在金屬伺服馬達電動升降平台各加裝1支、2支、3支、4支，利用樂高積木組成的支架後，升降平台升起前和升到最高處後的傾斜角度。

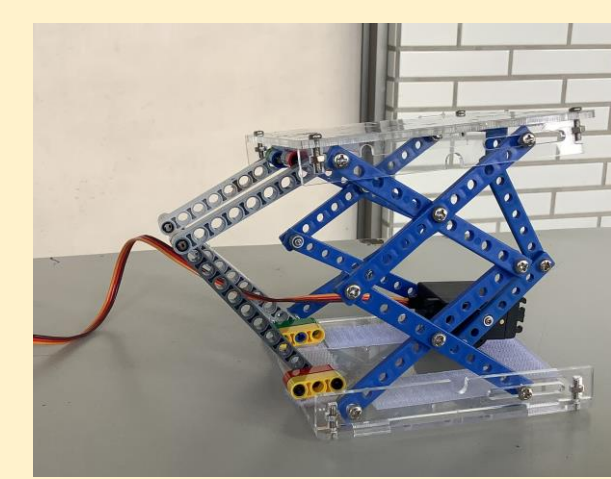
實驗結果：



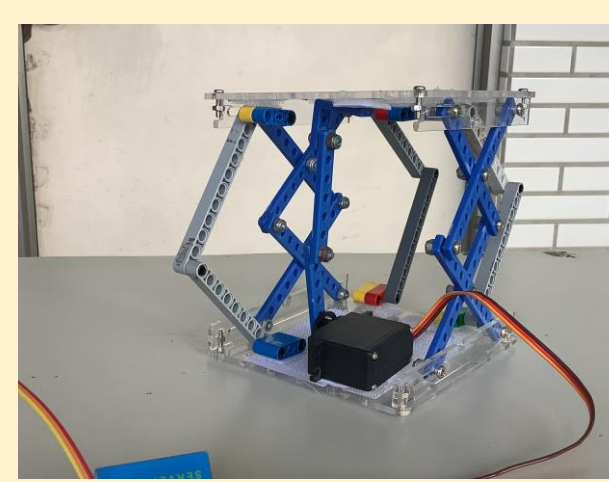
無支架



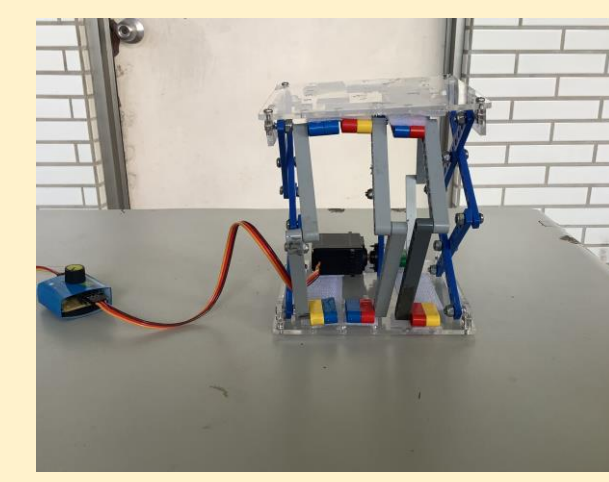
外加1支支架



外加2支支架



外加3支支架



外加4支支架

研究四、探討外加支撐物是否能让升降平台上升高度更高？

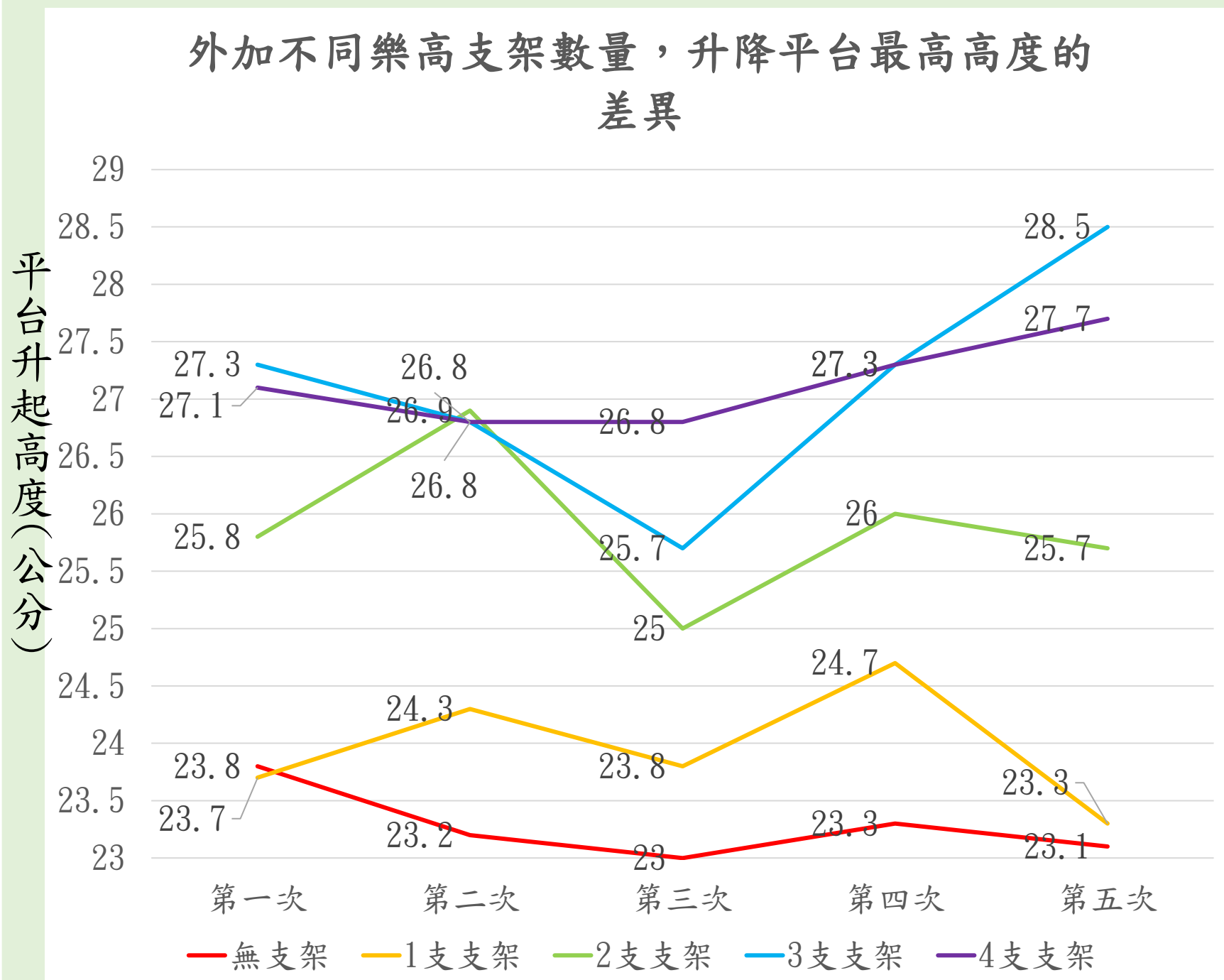
實驗一：探討外加樂高支架對平台上升高度的影響。

實驗二：探討外加彈簧組對平台上升高度的影響。

實驗三：探討自製EV3剪叉結構對平台上升高度的影響。

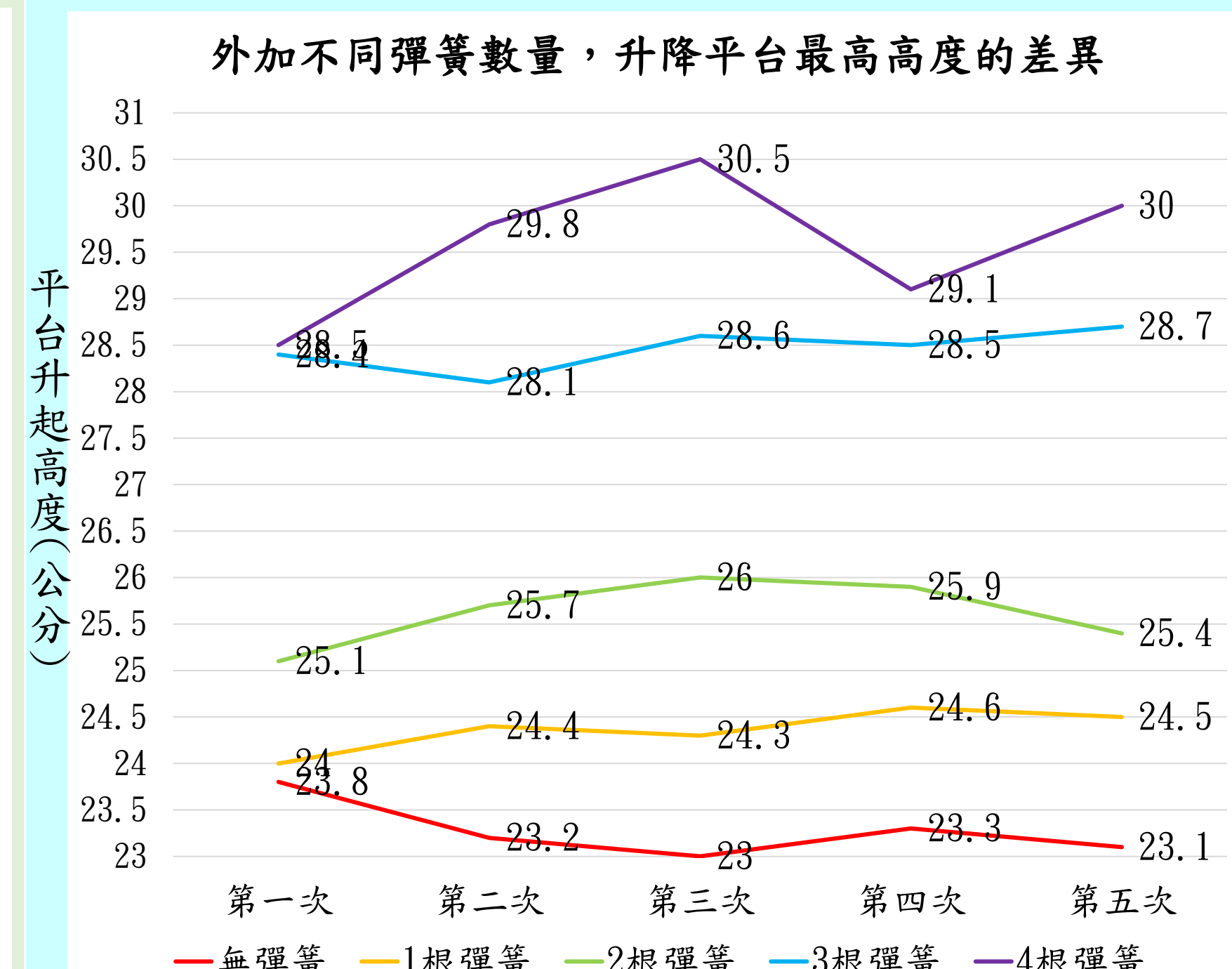
實驗過程：觀察在金屬伺服馬達電動升降平台各加裝1、2、3、4支樂高積木支架，升降平台上升的高度。

實驗結果：



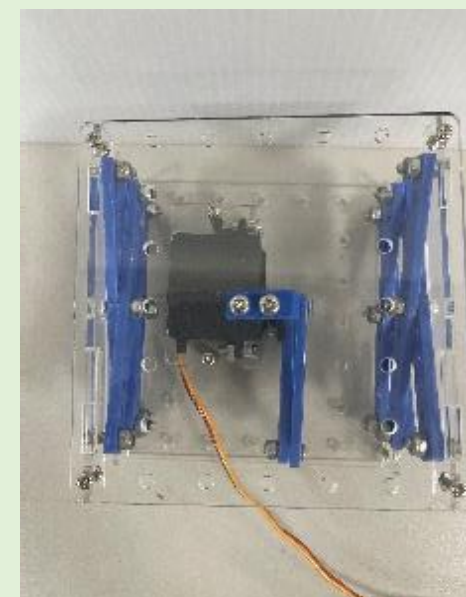
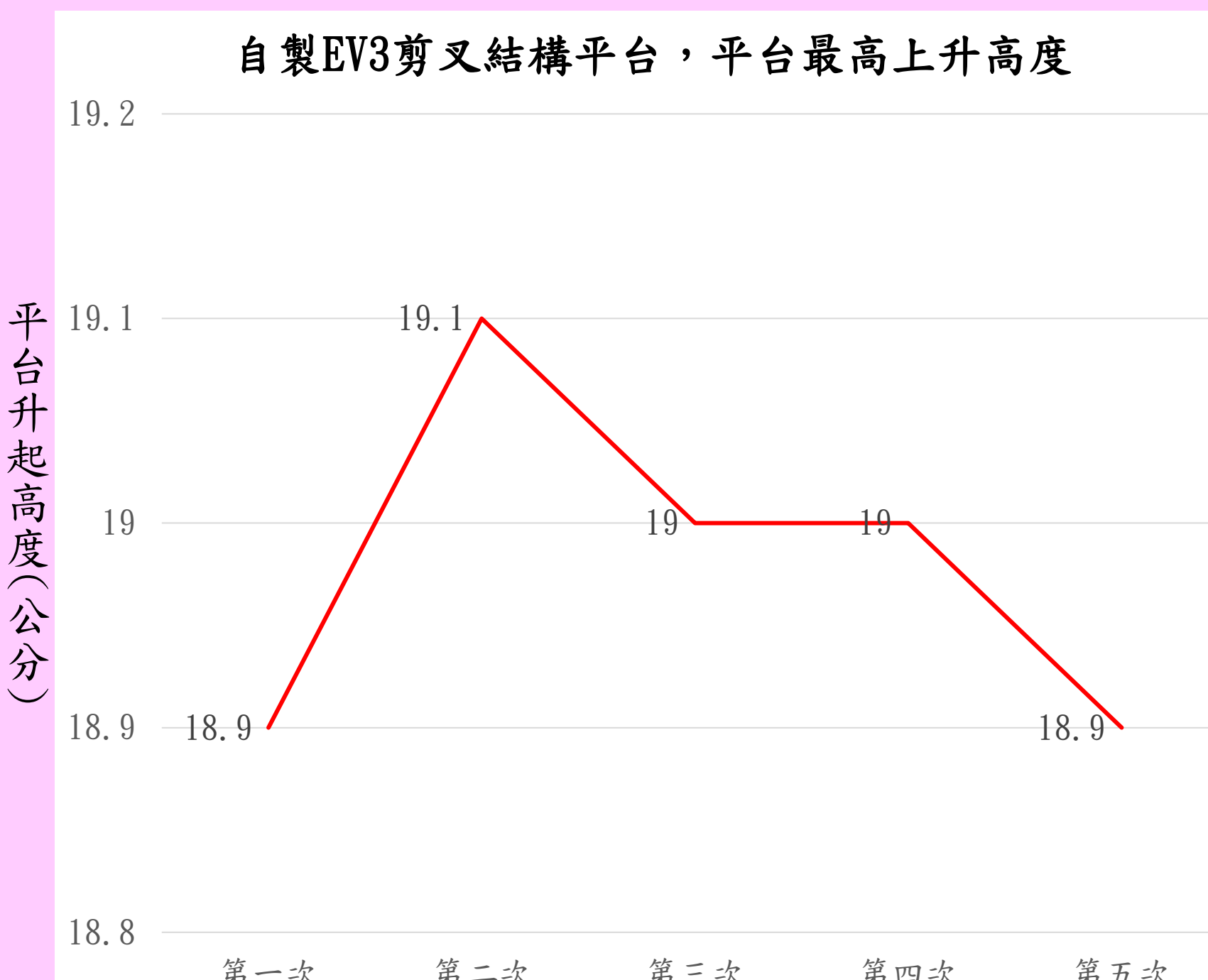
實驗過程：觀察在金屬伺服馬達電動升降平台各加裝1、2、3、4支彈簧組，升降平台上升的高度。

實驗結果：

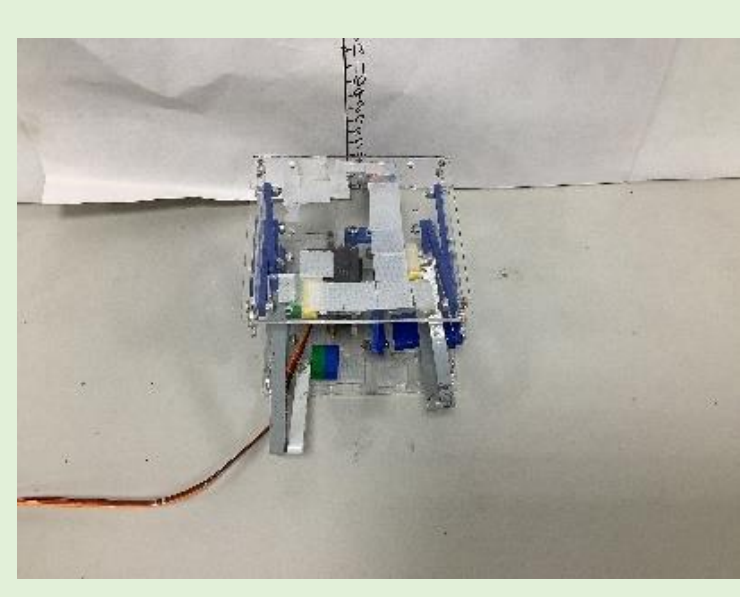


實驗過程：觀察自製EV3剪叉結構電動升降平台，升降平台上升的高度。

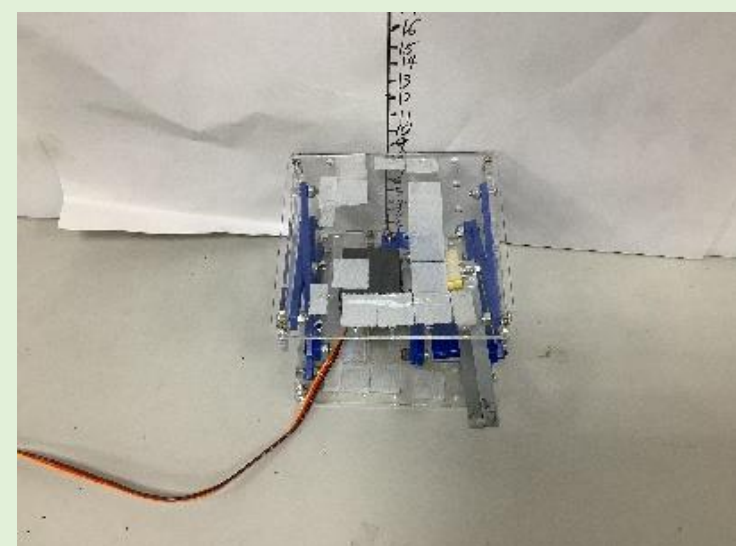
實驗結果：



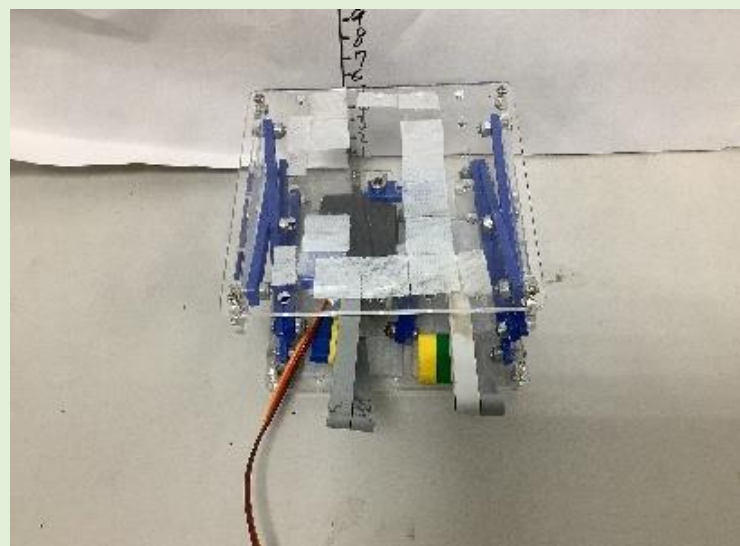
無樂高支架



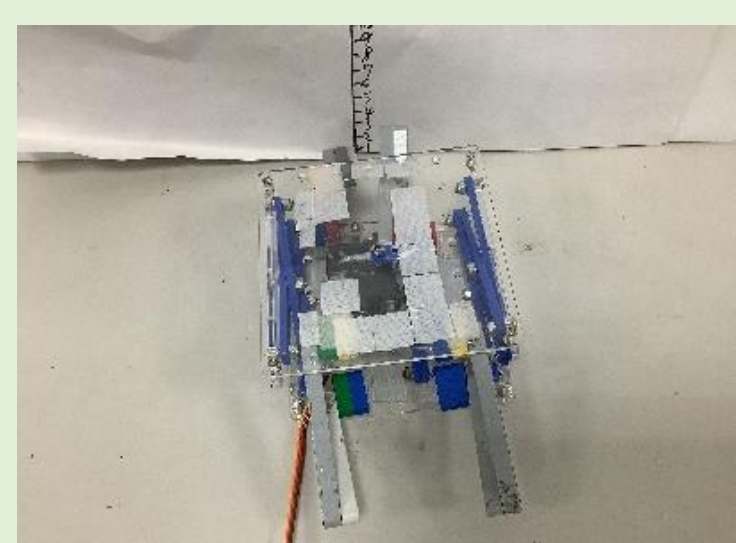
外加1支樂高支架



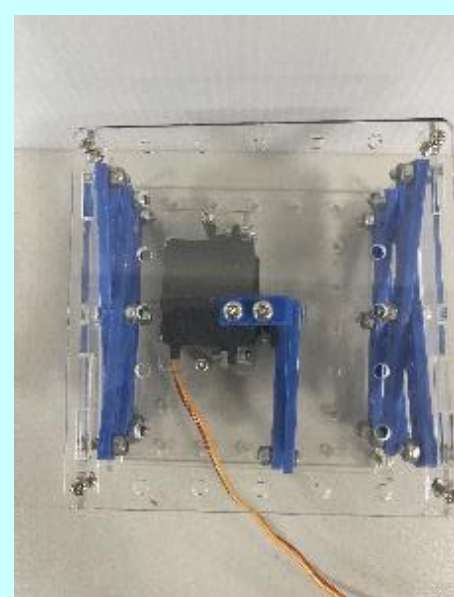
外加2支樂高支架



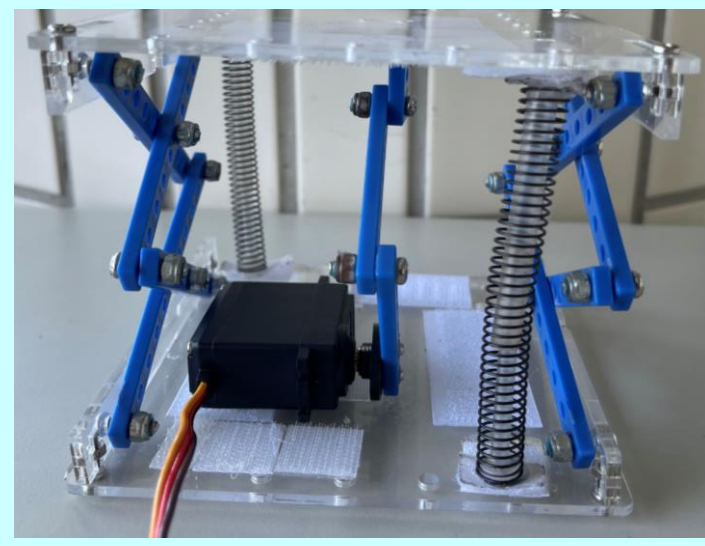
外加3支樂高支架



外加4支樂高支架



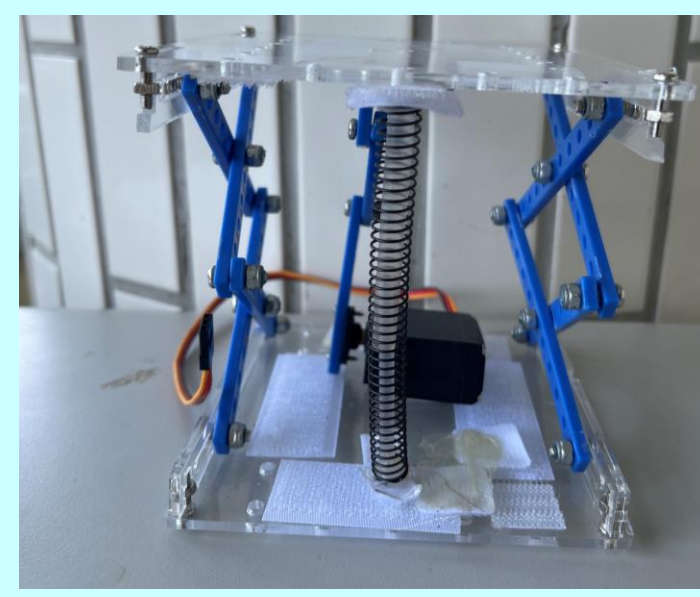
無彈簧組



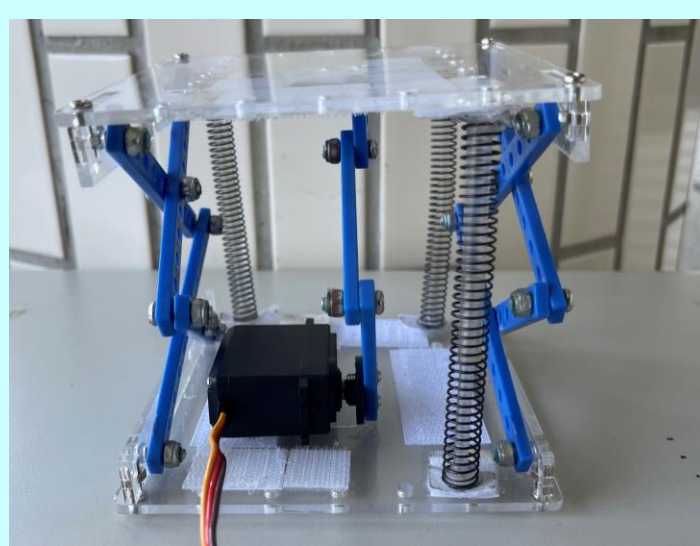
外加1組彈簧組



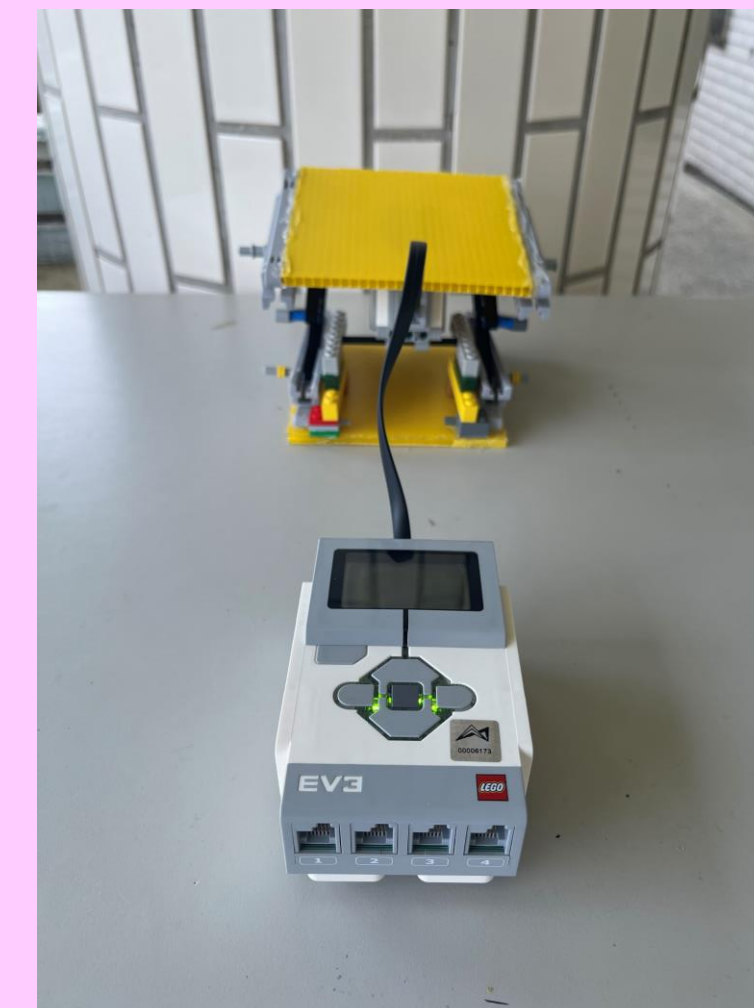
外加2組彈簧組



外加3組彈簧組



外加4組彈簧組

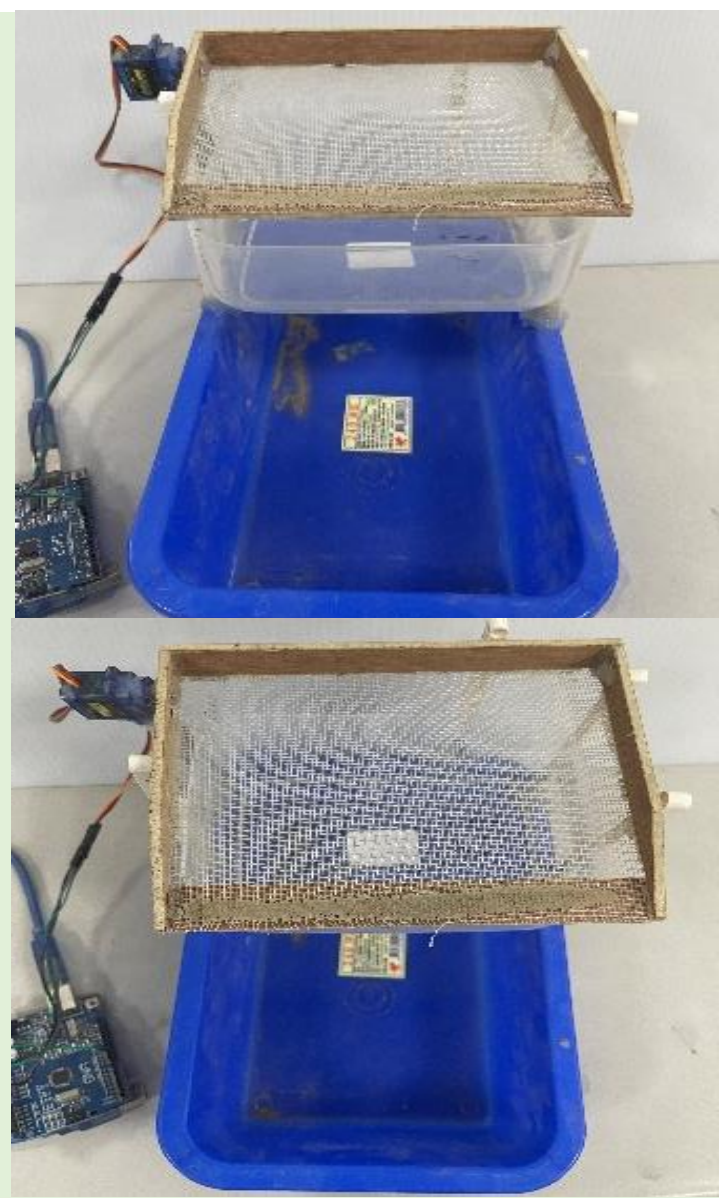
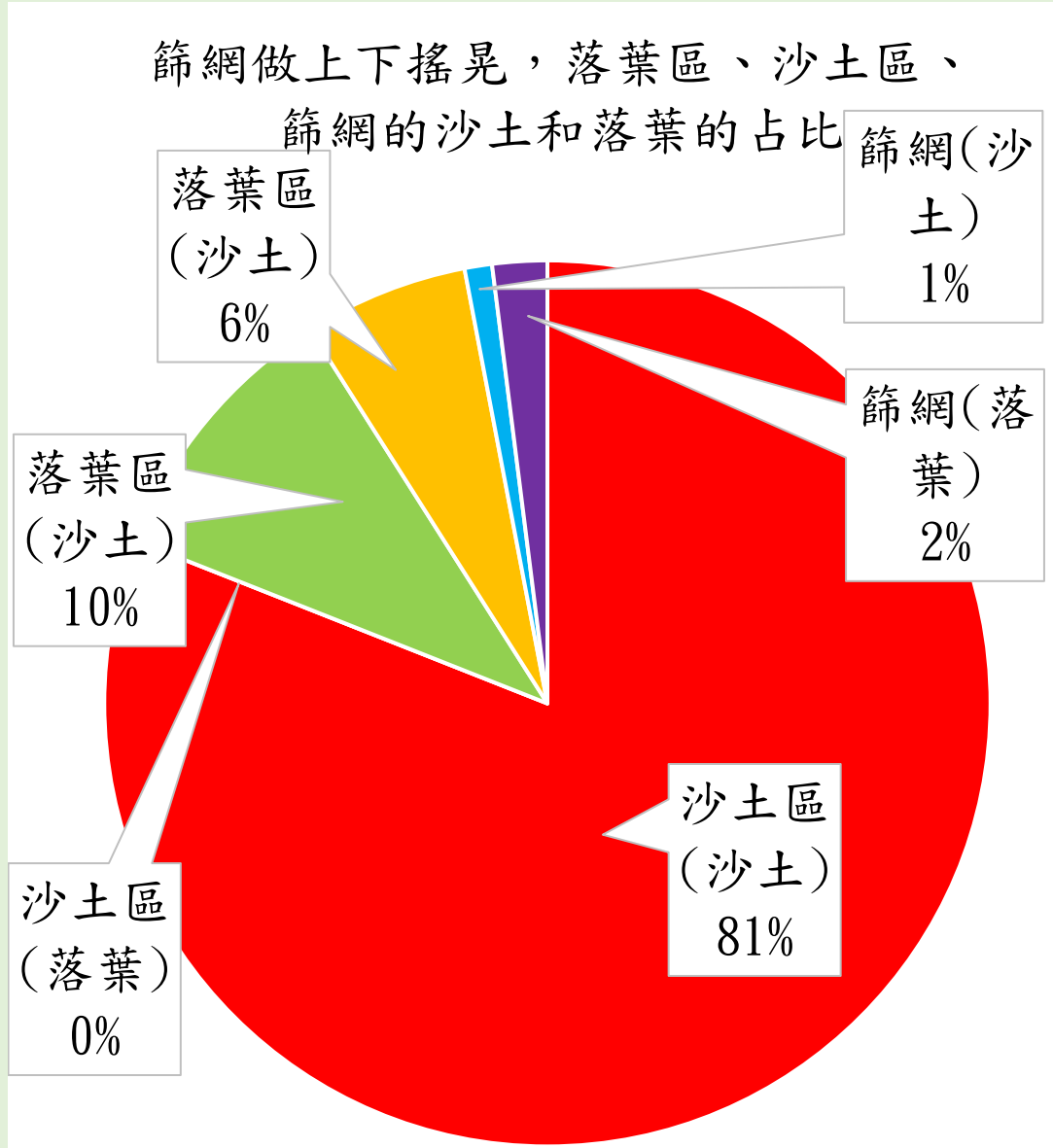


研究五、探討不同的抖沙方式對分離沙土和落葉的效果。

實驗一：利用伺服馬達讓篩網做上下搖晃對分離沙土和落葉的效果探討。

實驗過程：讓篩網以上下方式搖晃60秒，讓自然倒在篩網上混和落葉的沙土，落下分離。

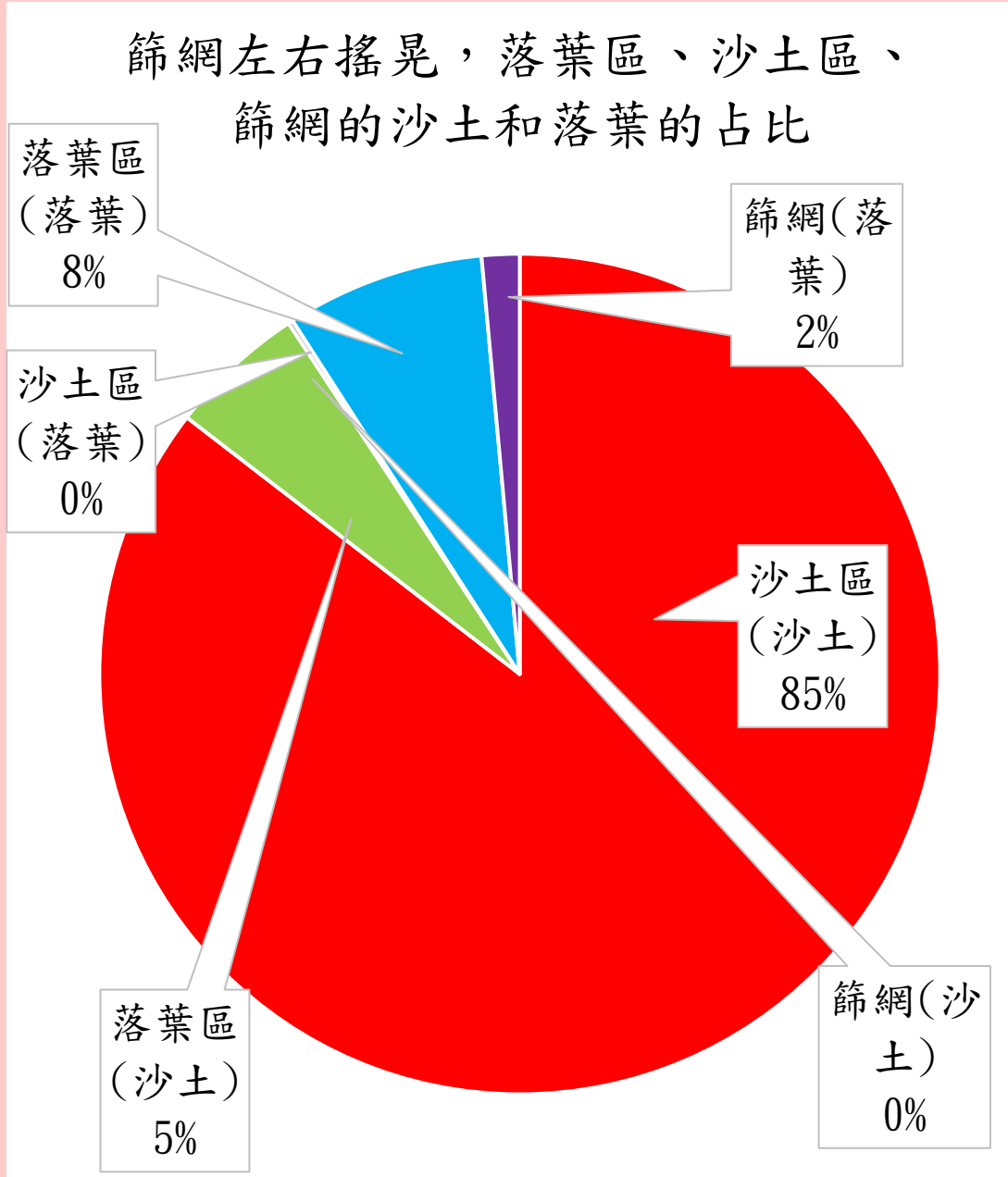
實驗結果：



實驗二：利用伺服馬達讓篩網做左右搖晃對分離沙土和落葉的效果探討。

實驗過程：讓篩網以左右方式搖晃60秒，讓自然倒在篩網上混和落葉的沙土，落下分離。

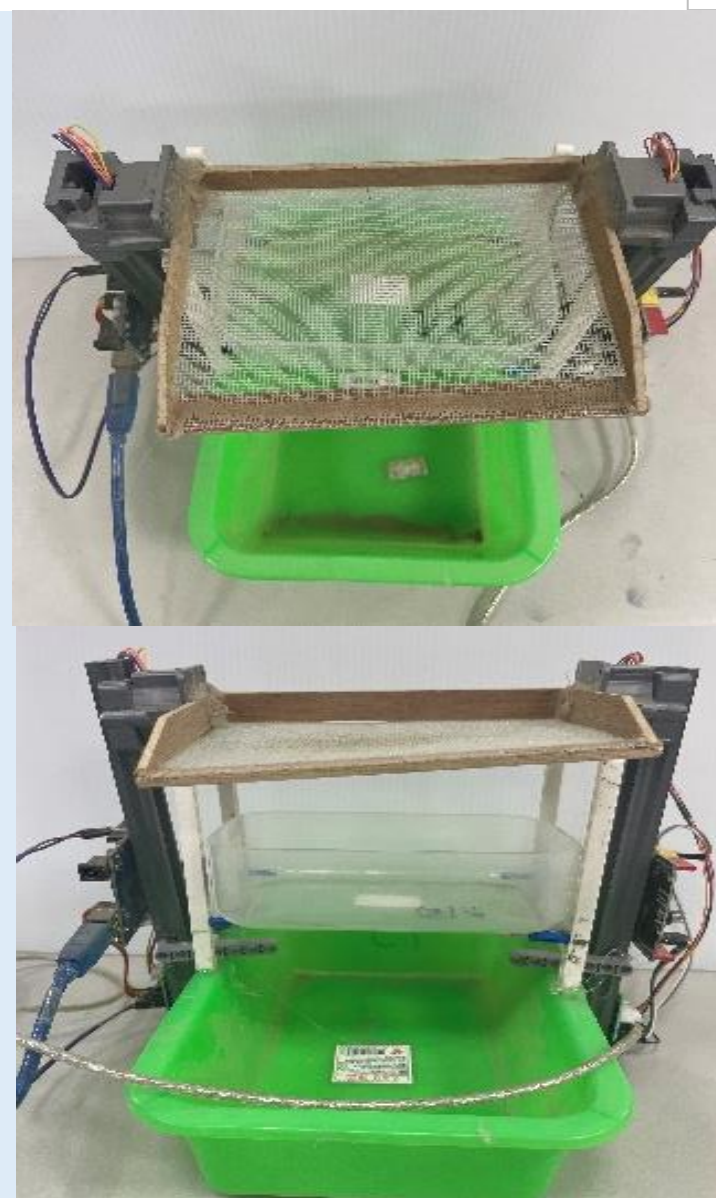
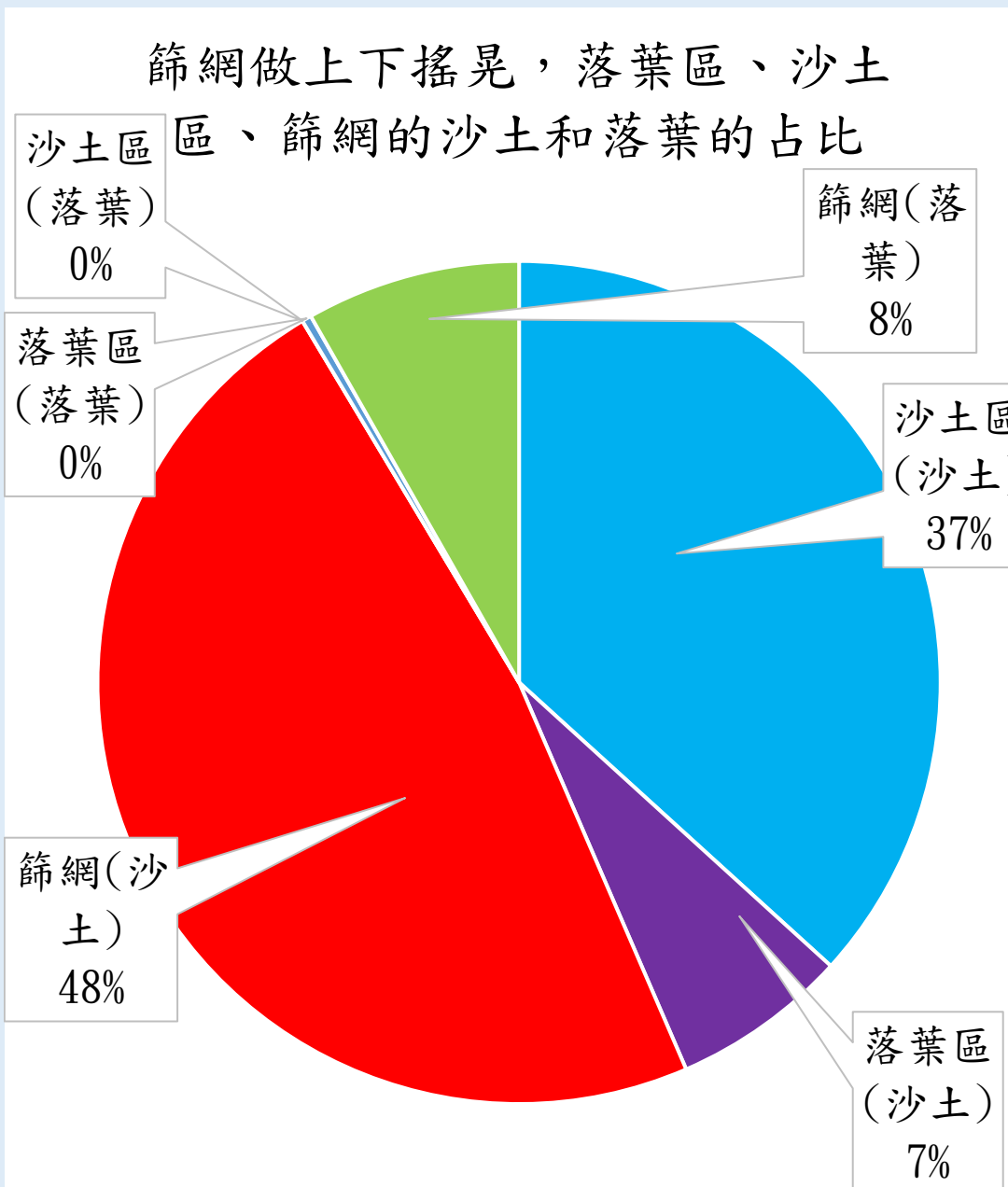
實驗結果：



實驗三：利用步進馬達讓篩網做上下搖晃對分離沙土和落葉的效果探討。

實驗過程：讓篩網以上下方式搖晃60秒，讓自然倒在篩網上混和落葉的沙土，落下分離。

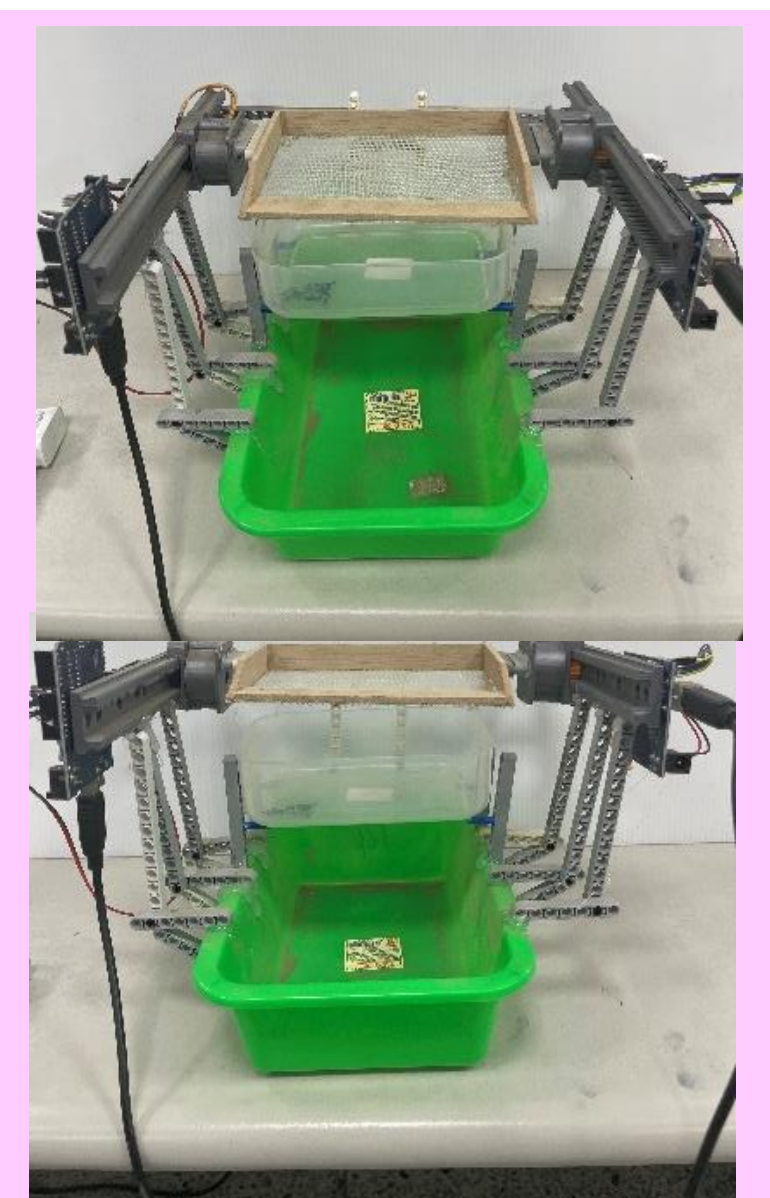
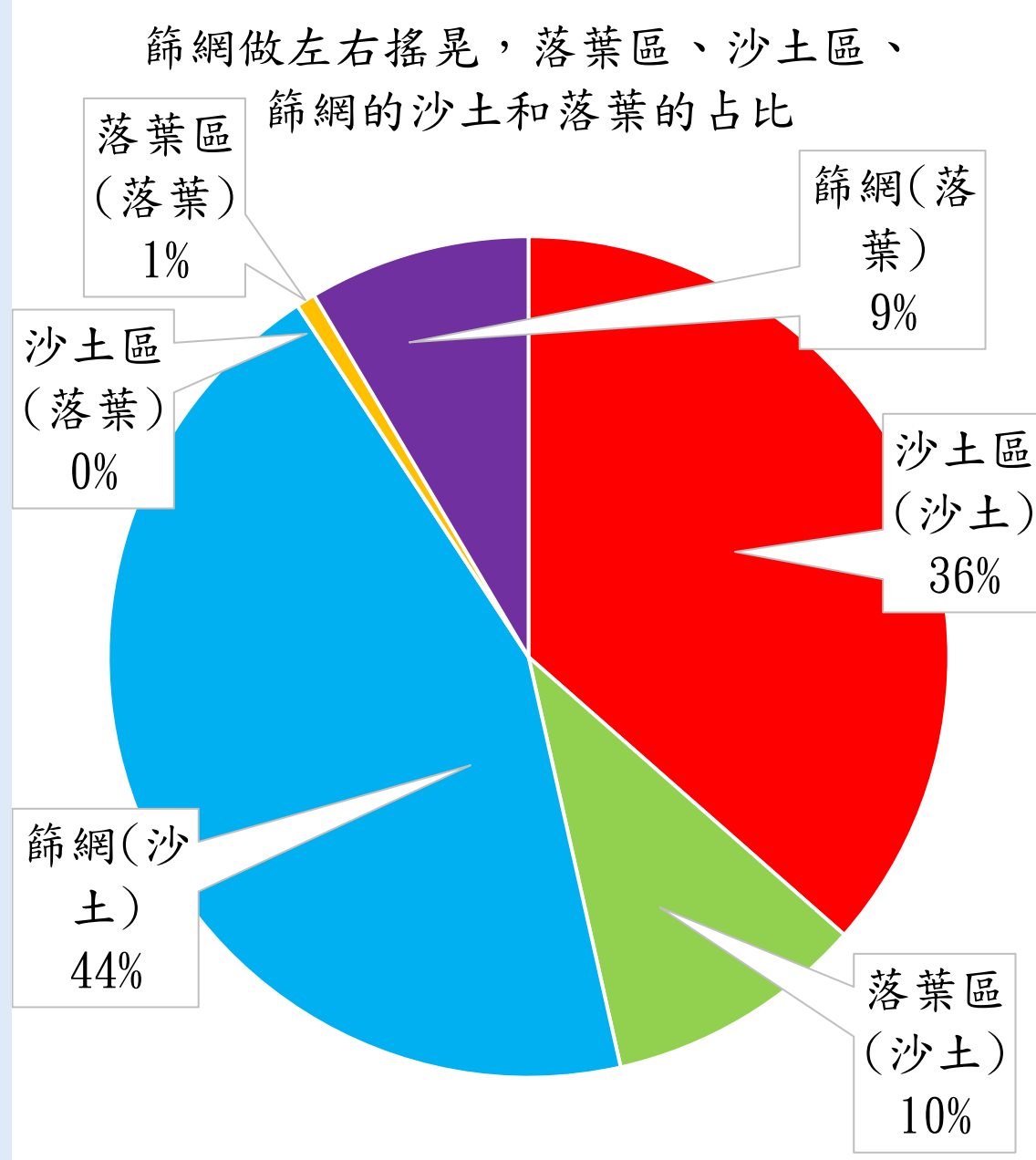
實驗結果：



實驗四：利用步進馬達讓篩網做左右搖晃對分離沙土和落葉的效果探討。

實驗過程：讓篩網以左右方式搖晃60秒，讓自然倒在篩網上混和落葉的沙土，落下分離。

實驗結果：



研究六、製作完整的EasyDump垃圾籃。

實驗結果：最後我們利用Lego EV3主機、大馬達和積木組裝成可升降平台，並另外製作適合的垃圾籃，如下所示：



肆、討論與結論

- 一、本研究設計出一個可升降及抖動沙土、落葉分離的垃圾籃，可減輕學生外掃工作的負擔。
- 二、在研究過程中發現增加三支樂高支架比四支樂高支架更能減緩升降平台的傾斜角度，也能讓平台上升的更穩定。
- 三、在平台增加支架或彈簧都能有效提高平台的上升高度，且數量愈多，平台上升高度愈高。但在改由樂高積木和EV3系統所組成的剪叉平台，平台的平均上升高度更提高到10公分，所以使用樂高積木和EV3系統的效果最好。
- 四、不管是用伺服馬達或步進馬達製作的抖沙器都有分離沙土和落葉的效果，但是用伺服馬達製作的效果比用步進馬達的好，其中更以用伺服馬達讓篩網左右搖晃的效果最好。
- 五、將製作的抖沙器放置於學校的垃圾籃中使用，確實能達到將沙土和落葉分離的效果。
- 六、研發製作三代漏斗以期沙土和落葉的混和物能自然的倒在篩網上，未來希望能在漏斗的中間設置一個阻隔板，先將混合物倒在阻隔板上，然後用Arduino控制開啟阻隔板，讓混合物自然掉落在篩網上，以期能減少人為的影響。



備註：本作品中所有照片及架構圖均由學生自己拍照及繪製。