



嘉義市第37屆中小學科學展覽會作品說明書



阿丟銅仔



探究自造存錢筒機器人



運轉順暢度及多功能性

科 別：物理科

組 別：國小組

作品名稱：阿丟銅仔~

探究自造存錢筒機器人功能運轉順暢度及多功能性

關鍵詞：摩擦力、斜面運動、微型減速馬達

中 華 民 國 一 〇 八 年 三 月 十 九 日

編號：

壹、摘要

本研究利用日常物品設計可以順暢投幣的機器人，改良錢盤裝置上斜坡板的角度及材質，將馬達軸心上的迴紋針更換成不同形狀、厚度、材質以增長軸心長度等，找出讓機器人存錢筒可以運轉更順暢可能的原因和條件。

研究結果顯示，斜坡板0度及25度可以讓機器人存錢筒運轉更順暢最好，錢盤的材質以紙板、PP板及塑膠片最滑順，固定在馬達軸心上的迴紋針更換成不同形狀、厚度時效果不佳，但改成吸管材質可以改善迴紋針容易鬆脫的情形，讓運轉非常流暢。本團隊試著增加趣味性的功能，如：紙鈔收納功能、以磁吸開合取出錢幣、車輪造型變身桌上型小垃圾筒，本團隊的研究提供同儕能自己動手做安全、好玩、有趣的機器人存錢筒外，兼具成就感與儲蓄理財的好功能。

貳、研究動機

開學那一天早上去打掃校長的辦公室中無意間發現，校長的桌上多了一個很可愛的河馬造型的存錢筒，校長大方的跟我們介紹這是國外旅遊時帶回來的紀念品，而且很有趣的地方是每次存錢的時候，河馬的尾巴都還會自動翹起來一下，相當好玩。為什麼投下去尾巴都還會自動翹起來一下？這裡面是有什麼機關嗎？我也想要自己來設計一個這麼有趣好玩的存錢筒。於是我試著上網找尋相關的資料，意外地發現，竟然還有可以自己把錢幣吃進去的機器人存錢筒，激發我更大的興趣來研究這個實驗。

【與教材相關性】

- 1.三上南一版第二單元 生活有趣的力
- 2.四下南一版第四單元 神奇電力
- 3.五下南一版第四單元 力與運動
- 4.六下南一版第一單元巧妙的施力工具

參、研究目的

1. 探究影響自造存錢筒機器人運轉順暢的條件。
2. 探究自造存錢筒機器人能一次準確性把硬幣投入錢筒內的原因。
3. 探討自造存錢筒機器人除了存錢之是否有其他的功能性及生活趣味性。

伍、研究過程方法

- 研究一、測試自造5台機器人存錢筒100個錢幣中可以一次成功放置入錢筒的次數。
- 研究二、探討自造機器人存錢筒改變錢盤斜坡板角度是否影響錢幣投入錢筒的準確性。
- 研究三、探討自造機器人存錢筒改變錢盤材質是否影響錢幣投入錢筒的準確性。
- 研究四、利用紙版改變內部馬達軸心上裝置形狀是否影響自造機器人存錢筒運轉情形。
- 研究五、利用紙版改變內部馬達軸心上裝置形狀厚度是否影響自造機器人存錢筒運轉情形。
- 研究六、利用吸管改變內部馬達軸心長度是否影響自造機器人存錢筒運轉情形。
- 研究七、比較馬達軸心上裝置軸心材質迴紋針及吸管的所產生的馬達扭力是否影響自造機器人存錢筒運轉情形。
- 研究八、小組討論自造機器人存錢筒除了可以存錢還有沒有其他的功能性。

研究一、測試自造5台機器人存錢筒100個錢幣中可以一次成功放置入錢筒的次數。

(一) 操縱變因：100個硬幣中可以一次成功放置入盒子的次數

應變變因：每台機器人投入100個硬幣內的累積次數

不變變因：10元硬幣大小、重量、表面紋路

(二) 本實驗步驟：

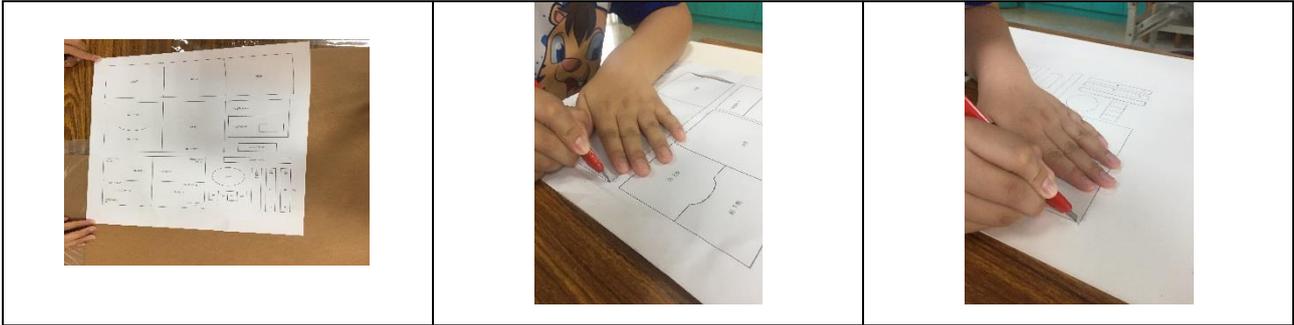
1. 進行機器人外部組裝：參考網路機器人版型(如下圖)放大至A3尺寸，把A3紙放在厚紙板上，小心的依圖裁切紙版。(圖1-1、1-2、1-3)
2. 先拿紙箱側板量背部 5cm 的中線，量好輕切刀紋到可以反折。紙板接黏順序如下圖，將底板>背部>左下>右下>前下側>左上>右上>頭頂>前上側>內部上方擋板。(圖 1-3、1-4、1-5)
3. 機器人手臂依照提供的紙板大小裁切、鑽洞。(圖 1-6)
4. 鋁線裁成 11cm 並於 1.5、9.5 做記號，將鐵絲一邊依照標記位置向下折 90 度穿入機器人身體後加上機器人手臂，最後將另一頭鐵絲裝上機器人手臂後一樣向下折 90 度。(圖 1-7、1-8)
5. 機器人雙手手臂使用熱熔槍固定後黏上中間紙板，再將錢幣放置的圓盤黏至中間紙板。(圖 1-9)

進行機器人內部組裝：

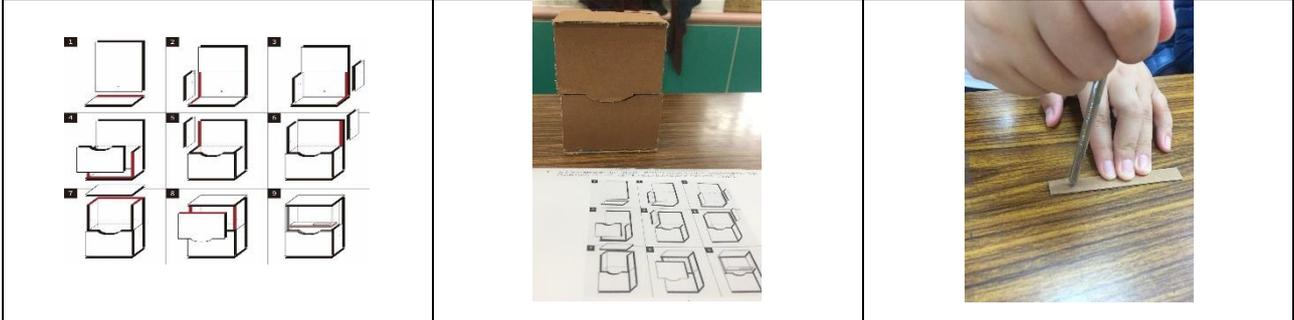
6. 將迴紋夾黏到馬達橫軸上，確認馬達為順時針旋轉，於電池盒黑線處做記號，放於一旁備用。(圖 1-10)
7. 將電池盒的紅黑線由機器人後方塞入，將紅線拉出機器人右邊洞口後與圓盤的長線以及後方的短線纏繞後使用熱熔膠固定，完成機器人右手配線並連接減速馬達。(圖 1-11)
8. 將馬達黏於底板中央，上方擋板位置後將馬達底板黏於機器人內部下方（黏貼位置約 1-2cm）。(圖 1-12)
9. 拿出風箏線先黏於上方洞口，測試機器人開口高度後固定下方風箏線；最後將機器人底盤黏接。(圖 1-13)
10. 取出全新 10 元硬幣 100 個，測試 5 台自造機器人存錢筒 100 個硬幣中可以一次成功放置入盒子的次數。(圖 1-14)



機器人外部組裝步驟圖



進行機器人外部組裝：參考網路機器人版型(如下圖)放大至A3尺寸
把A3紙放在厚紙板上，小心的依圖裁切紙版。(圖1-1、1-2、1-3)



紙板接黏順序如上圖，將底板>背部>左下>右下>前下側>左上>右上>頭頂>前上側>內部上方擋板。(圖1-3、1-4、1-5)

機器人手臂依照提供的紙板大小裁切、鑽洞。(圖 1-6)



鐵絲裁成11cm並於1.5、9.5做記號，將鐵絲一邊依照標記位置向下折90度穿入機器人身體後加上機器人手臂，最後將另一頭鐵絲裝上機器人手臂後一樣向下折90度。(圖1-7、1-8)

機器人雙手手臂使用熱熔槍固定後黏上中間紙板，再將錢幣放置的圓盤黏至中間紙板。(圖 1-9)



機器人內部組裝步驟圖

<p>將迴紋夾黏到馬達橫軸上，確認馬達為順時針旋轉，於電池盒黑線處做記號，放於一旁備用。 (圖1-10)</p>	<p>將電池盒的紅黑線由機器人後方塞入，將紅線拉出機器人右邊洞口後與圓盤的長線以及後方的短線纏繞後使用熱熔膠固定，完成機器人右手配線並連接減速馬達。(圖 1-11)</p>	<p>將馬達黏於底板中央，上方檔板位置後將馬達底板黏於機器人內部下方（黏貼位置約 1-2cm）。(圖 1-12)</p>
<p>拿出風箏線先黏於上方洞口，測試機器人開口高度後固定下方風箏線；最後將機器人底盤黏接。(圖 1-13)</p>	<p>取出全新 10 元硬幣 100 個，測試 5 台自造機器人存錢筒 100 個硬幣中可以一次成功放置入盒子的次數(圖 1-14)</p>	

研究二、探討自造機器人存錢筒改變錢盤斜坡板角度是否影響錢幣投入錢筒準確性。

(一) 操縱變因：錢盤上斜坡板的角度

應變變因：每台機器人投入100個硬幣內的累積次數

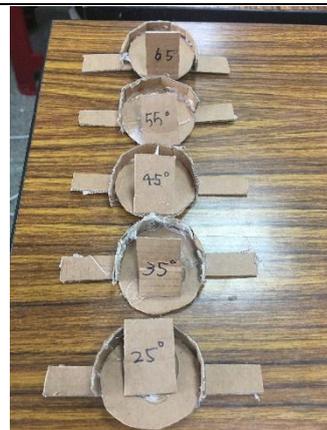
不變變因：錢盤材質、錢盤直徑、10元硬幣大小、重量、表面紋路

(二) 本實驗步驟(如下圖)：

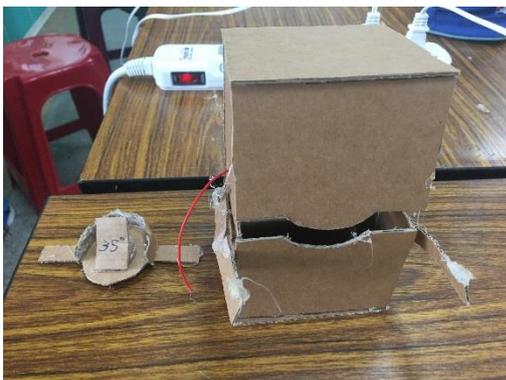
1. 利用量角器在錢盤上黏上25度、35度、45度、55度、65度斜坡板。
2. 更換錢盤測試各種不同的角度下，在100次數內，機器人能順利投進盒子的次數。
3. 進行存錢筒機器人1~5號的實驗討論記錄。



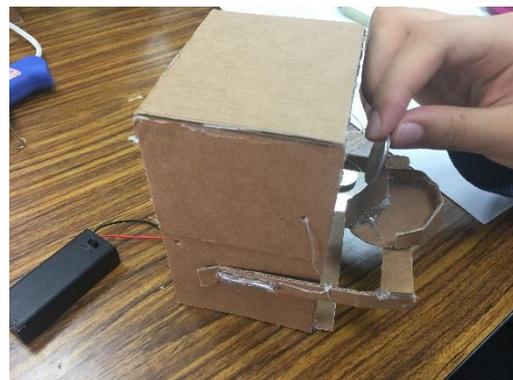
步驟一：準備好100枚全新10元硬幣及R1-R5機器人



步驟二：利用量角器在錢盤上黏上25度、35度、45度、55度、65度斜坡板



步驟三：更換錢盤測試各種不同的角度下，在100次數內，機器人能順利投進盒子的次數。



步驟四：進行存錢筒機器人1~5號的實驗討論記錄。

研究三、探討自造器人存錢筒改變錢盤材質是否影響錢幣投入錢筒的準確性。

(一) 操縱變因：不同錢盤材質是否影響錢幣投入盒子

應變變因：每台機器人投入100個硬幣內的累積次數

不變變因：錢盤直徑、10元硬幣大小、重量、表面紋路

(二) 本實驗步驟(如下圖)：

1. 製作不同材質的錢盤(PP板、砂紙、鋁箔紙、珍珠板、塑膠片)。
2. 更換錢盤材質測試各種不同材質的錢盤下，在100次數內，機器人能順利投進盒子的次數。
3. 進行存錢筒機器人1~5號的實驗討論記錄。



步驟一：準備好100枚全新10元硬幣及R1-R5機器人



步驟二：製作不同材質的錢盤由下而上(PP板、砂紙、鋁箔紙、珍珠板、塑膠片)



步驟三：更換錢盤材質測試各種不同材質的錢盤下，在100次數內，機器人能順利投進盒子的次數。



步驟四：進行存錢筒機器人1~5號的實驗討論記錄。

研究四、利用紙版改變內部馬達軸心形狀是否影響自造機器人存錢筒運轉情形。

(一) 操縱變因：100個硬幣中可以一次成功放置入盒子的次數

應變變因：每台機器人投入100個硬幣內的累積次數

不變變因：10元硬幣大小、重量、表面紋路

(二) 本實驗步驟(如下圖)：

1. 製作不同軸心形狀(三角形、四角形、五角形、六角形、七角形)。
2. 更換不同軸心形狀，在100次數內，機器人能順利將錢幣投進盒子的次數。
3. 比較和以迴紋針當做軸心與不同軸心形狀(三角形、四角形、五角形、六角形、多角形)存錢筒機器人存錢筒運轉情形的實驗討論記錄。

	
<p>步驟一：準備好100枚全新10元硬幣及R1-R5機器人</p>	<p>步驟二：製作不同軸心形狀由下而上(三角形、四角形、五角形、六角形、七角形)</p>
	
<p>步驟三：比較和以迴紋針當做軸心與不同軸心形狀(三角形、四角形、五角形、六角形、七角形)存錢筒機器人存錢筒運轉情形的實驗討論記錄。</p>	<p>步驟四：比較和以迴紋針當做軸心與不同軸心形狀存錢筒機器人存錢筒運轉情形的實驗討論記錄。</p>

研究五、利用紙版改變內部馬達軸心形狀厚度是否影響自造機器人存錢筒運轉情形。

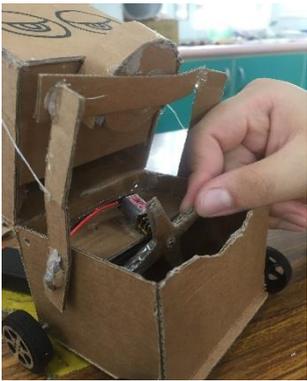
(一) 操縱變因：100個硬幣中可以一次成功放置入盒子的次數

應變變因：每台機器人投入100個硬幣內的累積次數

不變變因：10元硬幣大小、重量、表面紋路

(二) 本實驗步驟(如下圖)：

1. 製作不同軸心形狀(三角形、四角形、五角形、六角形、七角形)從2層紙板厚度再多增加一層紙板。
2. 更換增加厚度不同軸心形狀，在100次數內，機器人能順利將錢幣投進盒子的次數。
3. 比較和以迴紋針當做軸心與增加厚度的不同軸心形狀(三角形、四角形、五角形、六角形、七角形)存錢筒機器人存錢筒運轉情形的實驗討論記錄。

	
<p>步驟一：準備好100枚全新10元硬幣及R1-R5機器人</p>	<p>步驟二：製作不同軸心形狀(三角形、四角形、五角形、六角形、七角形)從2層紙板厚度再多增加一層紙板。</p>
	
<p>步驟三：更換增加厚度不同軸心形狀，在100次數內，機器人能順利將錢幣順利投進盒子的次數。。</p>	<p>步驟四：比較和以迴紋針當做軸心與增加厚度的不同軸心形狀(三角形、四角形、五角形、六角形、七角形)存錢筒機器人存錢筒運轉情形的實驗討論記錄。</p>

研究六、利用吸管改變內部馬達軸心長度是否影響自造機器人存錢筒運轉情形。

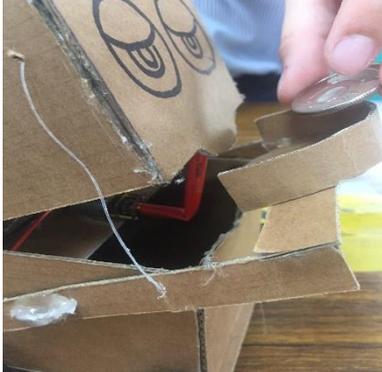
(一) 操縱變因：100個硬幣中可以一次成功放置入盒子的次數

應變變因：每台機器人投入100個硬幣內的累積次數

不變變因：吸管孔直徑、10元硬幣大小、重量、表面紋路

(二) 本實驗步驟(如下圖)：

1. 製作不同軸心長度的吸管(1.6公分、1.7公分、1.8公分、1.9公分、2.0公分)。
2. 更換不同軸心長度的吸管以熱熔膠固定在微型減速馬達的軸心，測試在100次數內，機器人能順利抬起盒子的次數。
3. 更換不同軸心長度的吸管以熱熔膠固定在微型減速馬達的軸心，測試在100次數內，機器人能讓錢幣順利投進盒子的次數。
4. 比較和以迴紋針當做軸心及以吸管製作不同軸心長度的吸管(1.6公分、1.7公分、1.8公分、1.9公分、2.0公分)進行存錢筒機器人1~5號的實驗討論記錄。

	
<p>步驟一：準備好100枚全新10元硬幣及R1-R5機器人</p>	<p>步驟二：製作不同材質的錢盤由下而上(PP板、砂紙、鋁箔紙、珍珠板、塑膠片)</p>
	
<p>步驟三：更換錢盤材質測試各種不同材質的錢盤下，在100次數內，機器人能順利投進盒子的次數。</p>	<p>步驟四：進行存錢筒機器人1~5號的實驗討論記錄。</p>

研究七、比較軸心材質迴紋針及吸管的馬達扭力是否影響自造機器人存錢筒運轉情形。

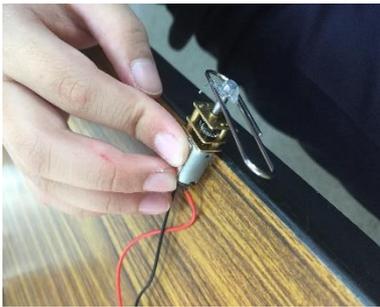
(一) 操縱變因：馬達上軸心材質迴紋針及不同軸心長度吸管

應變變因：馬達上軸心上裝置不同材質所產生的最大扭力

不變變因：微型減速馬達、電池4號串聯、彈簧秤

(二) 本實驗步驟(如下圖)：

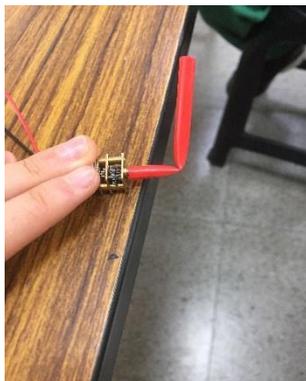
1. 準備不同軸心長度的吸管(1.6公分、1.7公分、1.8公分、1.9公分、2.0公分)。
2. 更換迴紋針材質以熱熔膠固定在微型減速馬達的軸心，以彈簧秤測量各種長度軸心吸管，每一次所產生最大的扭力，共10次。
3. 更換不同軸心長度的吸管以熱熔膠固定在微型減速馬達的軸心，以彈簧秤測量各種長度軸心吸管，每一次所產生最大的扭力，各10次。
4. 比較和以迴紋針當做軸心及以吸管製作不同軸心長度的吸管(1.6公分、1.7公分、1.8公分、1.9公分、2.0公分)所產生的扭力的實驗記錄。



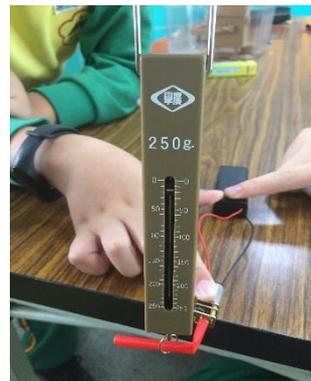
步驟一：更換迴紋針材質以熱熔膠固定在微型減速馬達的軸心



步驟二：彈簧秤測量各種長度軸心吸管，每一次所產生最大的扭力，共10次。



步驟三：更換不同軸心長度的吸管以熱熔膠固定在微型減速馬達的軸心，以



步驟四：彈簧秤測量各種長度軸心吸管，每一次所產生最大的扭力，各10次。

研究七、討論自造機器人存錢筒除了可以存錢還有沒有其他的功能性。

(一) 操縱變因：討論法(小組討論法)自造機器人存錢筒是否有其他的功能性?

應變變因：自造存錢筒機器人可能的其他的功能性

不變變因：本研究團隊五人

(二) 本實驗步驟：

1. 每個成員所提出的觀念都應被尊重、對於每個意見不加任何批評
2. 每個人都可以根據別人的意見來表示自己之看法
3. 老師鼓勵那些未表示意見者提出看法。
4. 提出的想法愈多愈好。
5. 試著把提出來的想法實際操作表現出來。

伍、研究結果

研究一、測試自造5台機器人存錢筒100個錢幣中可以一次成功放置入錢筒的次數。



機器人1號

表1-1 機器人1號在100次錢幣中可以運轉一次投入盒子次數記錄如下：

1.	○	2.	○	3.	○	4.	○	5.	○	6.	○	7.	○	8.	○	9.	○	10.	○
11.	○	12.	○	13.	○	14.	○	15.	○	16.	○	17.	○	18.	○	19.	○	20.	○
21.	○	22.	○	23.	○	24.	○	25.	○	26.	○	27.	○	28.	○	29.	○	30.	○
31.	○	32.	○	33.	○	34.	○	35.	○	36.	○	37.	○	38.	○	39.	○	40.	○
41.	○	42.	○	43.	○	44.	○	45.	○	46.	○	47.	○	48.	○	49.	○	50.	○
51.	○	52.	○	53.	○	54.	○	55.	○	56.	○	57.	○	58.	○	59.	○	60.	○
61.	○	62.	○	63.	○	64.	○	65.	○	66.	○	67.	○	68.	○	69.	○	70.	○
71.	○	72.	○	73.	○	74.	○	75.	○	76.	○	77.	○	78.	○	79.	○	80.	○
81.	○	82.	○	83.	○	84.	○	85.	○	86.	○	87.	○	88.	○	89.	○	90.	○
91.	○	92.	○	93.	○	94.	○	95.	○	96.	○	97.	○	98.	○	99.	○	100.	○



機器人2號

表1-2 機器人2號在100次錢幣中可以運轉一次投入盒子次數記錄如下：

1.	○	2.	○	3.	○	4.	○	5.	○	6.	○	7.	○	8.	○	9.	○	10.	○
11.	○	12.	○	13.	○	14.	○	15.	○	16.	○	17.	○	18.	○	19.	○	20.	○
21.	○	22.	○	23.	○	24.	○	25.	○	26.	○	27.	○	28.	○	29.	○	30.	○
31.	○	32.	○	33.	○	34.	○	35.	○	36.	○	37.	○	38.	○	39.	○	40.	○
41.	○	42.	○	43.	○	44.	○	45.	○	46.	○	47.	○	48.	○	49.	○	50.	○
51.	○	52.	○	53.	○	54.	○	55.	○	56.	○	57.	○	58.	○	59.	○	60.	○
61.	○	62.	○	63.	○	64.	○	65.	○	66.	○	67.	○	68.	○	69.	○	70.	○
71.	○	72.	○	73.	○	74.	○	75.	○	76.	○	77.	○	78.	○	79.	○	80.	○
81.	○	82.	○	83.	○	84.	○	85.	○	86.	○	87.	○	88.	○	89.	○	90.	○
91.	○	92.	○	93.	○	94.	○	95.	○	96.	○	97.	○	98.	○	99.	○	100.	○

 機器人3號

表1-3 機器人3號在100次錢幣中可以運轉一次投入盒子次數記錄如下:

1.	<input type="radio"/>	2.	<input type="radio"/>	3.	<input type="radio"/>	4.	<input type="radio"/>	5.	<input type="radio"/>	6.	<input type="radio"/>	7.	<input type="radio"/>	8.	<input type="radio"/>	9.	<input type="radio"/>	10.	<input type="radio"/>
11.	<input type="radio"/>	12.	<input type="radio"/>	13.	<input type="radio"/>	14.	<input type="radio"/>	15.	<input type="radio"/>	16.	<input type="radio"/>	17.	<input type="radio"/>	18.	<input type="radio"/>	19.	<input type="radio"/>	20.	<input type="radio"/>
21.	<input type="radio"/>	22.	<input type="radio"/>	23.	<input type="radio"/>	24.	<input type="radio"/>	25.	<input type="radio"/>	26.	<input type="radio"/>	27.	<input type="radio"/>	28.	<input type="radio"/>	29.	<input type="radio"/>	30.	<input type="radio"/>
31.	<input type="radio"/>	32.	<input type="radio"/>	33.	<input type="radio"/>	34.	<input type="radio"/>	35.	<input type="radio"/>	36.	<input type="radio"/>	37.	<input type="radio"/>	38.	<input type="radio"/>	39.	<input type="radio"/>	40.	<input type="radio"/>
41.	<input type="radio"/>	42.	<input type="radio"/>	43.	<input type="radio"/>	44.	<input type="radio"/>	45.	<input type="radio"/>	46.	<input type="radio"/>	47.	<input type="radio"/>	48.	<input type="radio"/>	49.	<input type="radio"/>	50.	<input type="radio"/>
51.	<input type="radio"/>	52.	<input type="radio"/>	53.	<input type="radio"/>	54.	<input type="radio"/>	55.	<input type="radio"/>	56.	<input type="radio"/>	57.	<input type="radio"/>	58.	<input type="radio"/>	59.	<input type="radio"/>	60.	<input type="radio"/>
61.	<input type="radio"/>	62.	<input type="radio"/>	63.	<input type="radio"/>	64.	<input type="radio"/>	65.	<input type="radio"/>	66.	<input type="radio"/>	67.	<input type="radio"/>	68.	<input type="radio"/>	69.	<input type="radio"/>	70.	<input type="radio"/>
71.	<input type="radio"/>	72.	<input type="radio"/>	73.	<input type="radio"/>	74.	<input type="radio"/>	75.	<input type="radio"/>	76.	<input type="radio"/>	77.	<input type="radio"/>	78.	<input type="radio"/>	79.	<input type="radio"/>	80.	<input type="radio"/>
81.	<input type="radio"/>	82.	<input type="radio"/>	83.	<input type="radio"/>	84.	<input type="radio"/>	85.	<input type="radio"/>	86.	<input type="radio"/>	87.	<input type="radio"/>	88.	<input type="radio"/>	89.	<input type="radio"/>	90.	<input type="radio"/>
91.	<input type="radio"/>	92.	<input type="radio"/>	93.	<input type="radio"/>	94.	<input type="radio"/>	95.	<input type="radio"/>	96.	<input type="radio"/>	97.	<input type="radio"/>	98.	<input type="radio"/>	99.	<input type="radio"/>	100.	<input type="radio"/>

 機器人4號

表1-4 機器人4號在100次錢幣中可以運轉一次投入盒子次數記錄如下:

1.	<input type="radio"/>	2.	<input type="radio"/>	3.	<input type="radio"/>	4.	<input type="radio"/>	5.	<input type="radio"/>	6.	<input type="radio"/>	7.	<input type="radio"/>	8.	<input type="radio"/>	9.	<input type="radio"/>	10.	<input type="radio"/>
11.	<input type="radio"/>	12.	<input type="radio"/>	13.	<input type="radio"/>	14.	<input type="radio"/>	15.	<input type="radio"/>	16.	<input type="radio"/>	17.	<input type="radio"/>	18.	<input type="radio"/>	19.	<input type="radio"/>	20.	<input type="radio"/>
21.	<input type="radio"/>	22.	<input type="radio"/>	23.	<input type="radio"/>	24.	<input type="radio"/>	25.	<input type="radio"/>	26.	<input type="radio"/>	27.	<input type="radio"/>	28.	<input type="radio"/>	29.	<input type="radio"/>	30.	<input type="radio"/>
31.	<input type="radio"/>	32.	<input type="radio"/>	33.	<input type="radio"/>	34.	<input type="radio"/>	35.	<input type="radio"/>	36.	<input type="radio"/>	37.	<input type="radio"/>	38.	<input type="radio"/>	39.	<input type="radio"/>	40.	<input type="radio"/>
41.	<input type="radio"/>	42.	<input type="radio"/>	43.	<input type="radio"/>	44.	<input type="radio"/>	45.	<input type="radio"/>	46.	<input type="radio"/>	47.	<input type="radio"/>	48.	<input type="radio"/>	49.	<input type="radio"/>	50.	<input type="radio"/>
51.	<input type="radio"/>	52.	<input type="radio"/>	53.	<input type="radio"/>	54.	<input type="radio"/>	55.	<input type="radio"/>	56.	<input type="radio"/>	57.	<input type="radio"/>	58.	<input type="radio"/>	59.	<input type="radio"/>	60.	<input type="radio"/>
61.	<input type="radio"/>	62.	<input type="radio"/>	63.	<input type="radio"/>	64.	<input type="radio"/>	65.	<input type="radio"/>	66.	<input type="radio"/>	67.	<input type="radio"/>	68.	<input type="radio"/>	69.	<input type="radio"/>	70.	<input type="radio"/>
71.	<input type="radio"/>	72.	<input type="radio"/>	73.	<input type="radio"/>	74.	<input type="radio"/>	75.	<input type="radio"/>	76.	<input type="radio"/>	77.	<input type="radio"/>	78.	<input type="radio"/>	79.	<input type="radio"/>	80.	<input type="radio"/>
81.	<input type="radio"/>	82.	<input type="radio"/>	83.	<input type="radio"/>	84.	<input type="radio"/>	85.	<input type="radio"/>	86.	<input type="radio"/>	87.	<input type="radio"/>	88.	<input type="radio"/>	89.	<input type="radio"/>	90.	<input type="radio"/>
91.	<input type="radio"/>	92.	<input type="radio"/>	93.	<input checked="" type="radio"/>	94.	<input type="radio"/>	95.	<input type="radio"/>	96.	<input type="radio"/>	97.	<input type="radio"/>	98.	<input type="radio"/>	99.	<input type="radio"/>	100.	<input type="radio"/>



機器人5號

表1-5 機器人5號在100次錢幣中可以運轉一次投入盒子次數記錄如下：

1.	○	2.	○	3.	○	4.	○	5.	○	6.	○	7.	○	8.	○	9.	○	10.	○
11.	○	12.	○	13.	○	14.	○	15.	○	16.	○	17.	○	18.	○	19.	○	20.	○
21.	○	22.	○	23.	○	24.	○	25.	○	26.	○	27.	○	28.	○	29.	○	30.	○
31.	○	32.	○	33.	○	34.	○	35.	○	36.	○	37.	○	38.	○	39.	○	40.	○
41.	○	42.	○	43.	○	44.	○	45.	○	46.	○	47.	○	48.	○	49.	○	50.	○
51.	○	52.	○	53.	○	54.	○	55.	○	56.	○	57.	○	58.	○	59.	○	60.	○
61.	○	62.	○	63.	○	64.	○	65.	○	66.	○	67.	○	68.	○	69.	○	70.	○
71.	○	72.	○	73.	○	74.	○	75.	○	76.	○	77.	○	78.	○	79.	○	80.	○
81.	○	82.	○	83.	○	84.	○	85.	○	86.	○	87.	○	88.	○	89.	○	90.	○
91.	○	92.	○	93.	○	94.	○	95.	○	96.	○	97.	○	98.	○	99.	○	100.	○

表1-6 機器人1-5號在100次錢幣中可以運轉一次投入盒子次數綜合記錄如下：

機器人型號 投進次數	機器人 1 號	機器人 2 號	機器人 3 號	機器人 4 號	機器人 5 號
	100/100	100/100	100/100	99/100	100/100

表1-7 機器人1-5號在100次錢幣中可以運轉一次投入盒子次數百分比機率如下：

機器人型號 機率	機器人 1 號	機器人 2 號	機器人 3 號	機器人 4 號	機器人 5 號
	100%	100%	100%	99%	100%

(一) 從研究中發現

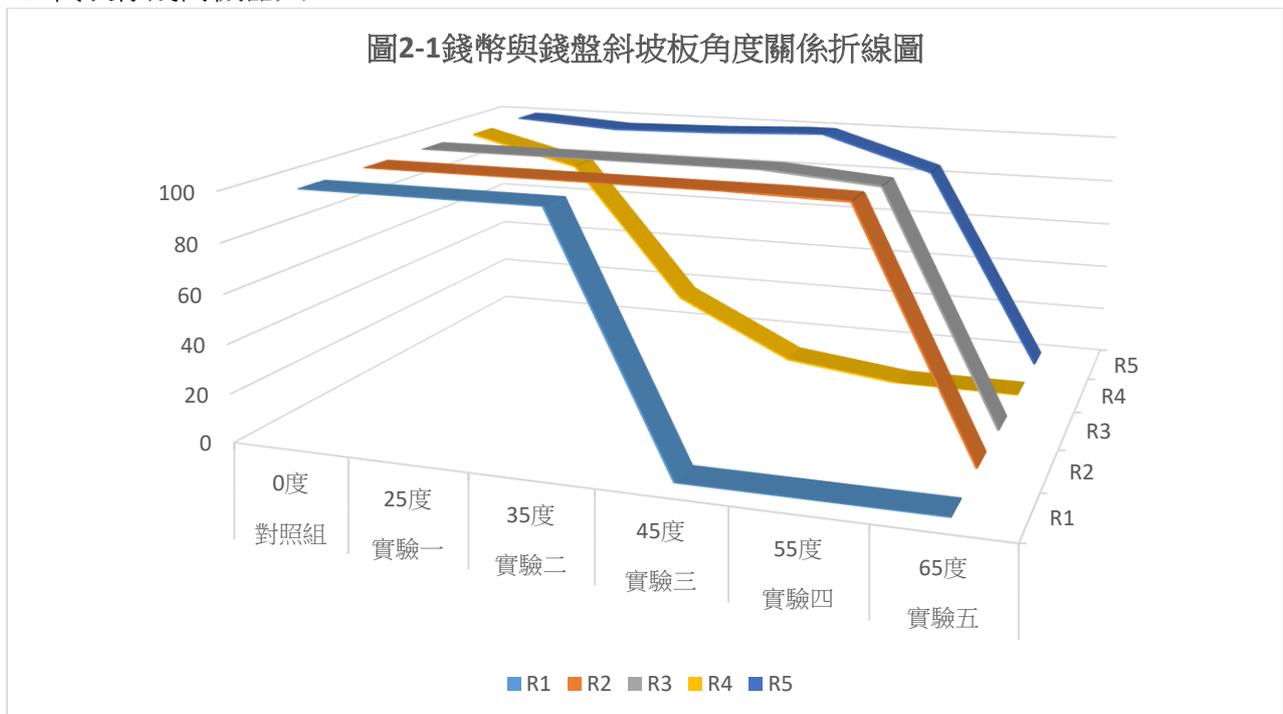
1. 從網路中搜尋資料中找到製作 AI 機器人存錢筒的製作方法，發現在製作的過程中的缺點，其中需要用**焊槍**連接電線，此做法對小學生過於危險，故而捨去，以熱熔膠代替。
2. 又因不能使用焊槍連接電線，以致於電線的接法以熱熔膠代替，會導製機器人在運轉的過程中不容易導電順暢，時常發生導電不產生，錯誤率達百分之五十以上，機器人無法順利透過錢幣當導體啓動開關使錢幣從錢盤上自動放入盒中。
3. **研究一本團隊自行設計存錢筒機器人啓動開關後，機器人透過微型減速馬達軸心上的迴紋針撐起頭部而自動打開嘴巴時，我們就把硬幣放入錢盤使錢幣可以順利滑進盒中。表 1-7 機器人存錢筒 1-5 號在 100 次錢幣中可以運轉一次投入盒子次數極近百分比機率皆可達到 100%的機率。**
4. **表 1-7 機器人 1-5 號在 100 次錢幣中可以運轉一次投入盒子次數極近百分比機率皆可達到 100%的機率。達到此結果，使本研究可以讓我們針對機器人存錢筒進行更進一步的探究。**

研究二、探討自造機器人存錢筒改變錢盤角度是否影響錢幣投入錢筒的準確性。

表2-1 機器人R1-R5投入100次錢幣不同錢盤角度能順利進入盒子中的累積次數記錄：

錢盤上斜板角度		機器人型號	R1	R2	R3	R4	R5
對照組	0度		100	100	100	99	100
實驗一	25度		100	100	100	87	97
實驗二	35度		100	100	100	30	98
實驗三	45度		0	100	100	6	100
實驗四	55度		0	99	96	0	85
實驗五	65度		0	1	0	0	0

*R 代表存錢筒機器人



從研究中發現

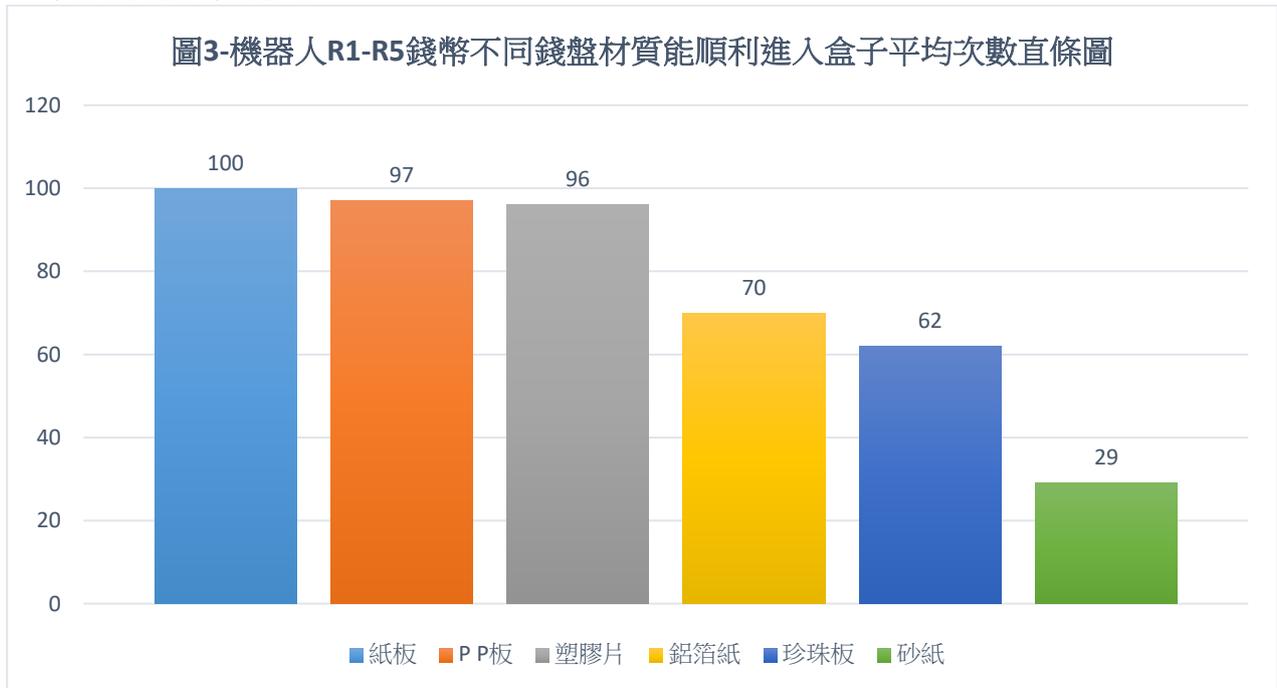
1. 研究一的實驗過程中，本研究團隊繼續思考如果我們把錢盤角度墊高增加錢幣滑動速度，可不可以讓錢幣滑入存錢的盒子裡面可以更為順暢？
2. 由上表 2-1 及圖 2-1 得知**對照組 0 度及實驗組 25 度的錢盤斜坡板角度**中錢幣滑入 R1-R5 機器人存錢筒的準確性**最順**。
3. 35 度開始 R1、R2、R3、R5 表現良好，但是 R4 滑入錢幣次數開始減少。
4. 45 度 R1、R4 錢幣滑入次數降至 10 次以下，R2、R3、R5 表現良好。
5. 55 度 R1、R4 錢幣滑入次數降至 0 次，R2、R3、R5 表現良好，次數略為下降。
6. 65 度會造成滑動速度太快而無法順利進入 R1-R5 機器人存錢筒中。
7. **測試實驗結果讓我們得知對照組 0 度及實驗組 25 度的錢盤斜坡板角度是可以成功滑入機器人存錢筒，35 度、45 度及 55 度則次之，65 度最不順。**

研究三、探討自造人存錢筒改變錢盤材質是否影響錢幣投入錢筒的準確性。

表3-1 機器人R1-R5投入100次錢幣不同錢盤材質能順利進入盒子中的累積次數記錄：

錢盤材質		機器人型號					
		R1	R2	R3	R4	R5	
對照組	紙板		100	100	100	99	100
實驗一	PP板		100	98	94	100	95
實驗二	砂紙		88	0	9	28	18
實驗三	鋁箔紙		85	100	98	99	100
實驗四	珍珠板		68	33	59	75	74
實驗五	塑膠片		74	25	85	90	74

*R 代表存錢筒機器人



從研究中發現

1. 研究二的實驗過程中，本研究團隊繼續思考如果我們把錢盤從原本的紙板材質更換成不同的材質下，改變錢幣和接觸面的材質可不可以讓錢幣滑入存錢的盒子裡面可以更為順暢？
2. 由上表 3-1 及圖 3-1 得知對照組紙板，實驗組 PP 板及塑膠片錢盤材質中錢幣滑入 R1-R5 機器人存錢筒的準確性在 100 次錢幣滑入機器人存錢筒中平均達 95 次以上。
3. 鋁箔紙、及珍珠板中錢幣滑入 R1-R5 機器人存錢筒的準確性在 100 次錢幣滑入機器人存錢筒中平均 60 次以上。
4. 砂紙滑入 R1-R5 機器人存錢筒的準確性在 100 次錢幣滑入機器人存錢筒中 30 次以下。
5. 測試實驗結果讓我們得知對照組紙板、實驗組 PP 板及塑膠片錢盤材質是可以成功滑入

機器人存錢筒為最順，鋁箔紙、及珍珠板則次之，砂紙最不順。

研究四、利用紙版改變內部馬達軸心形狀是否影響自造機器人存錢筒運轉情形。

表4-1 機器人R1-R5投入100次錢幣不同軸心形狀能順利進入盒子中的累積次數記錄：

錢盤材質		機器人型號					
		R1	R2	R3	R4	R5	
對照組	迴紋針		100	100	100	99	100
實驗一	三角形		0	0	0	0	0
實驗二	四角形		100	100	100	100	100
實驗三	五角形		0	0	0	0	0
實驗四	六角形		0	0	0	0	0
實驗五	多角形		0	0	0	0	0

從研究中發現

1. 研究三的實驗過程中，本研究團隊繼續思考如果我們設想把原本安裝在軸心上的迴紋針改變造型，可不可以讓錢幣滑入存錢的盒子裡面可以更為順暢？
2. 由上表 4-1 得知**對照組的迴紋針及實驗組四角形的形狀**滑入 R1-R5 機器人存錢筒的準確性在 100 次錢幣滑入機器人存錢筒中可達 100 次
3. 三角形五角形、六角形及多角形滑入 R1-R5 機器人存錢筒的準確性在 100 次錢幣滑入機器人存錢筒中皆為 0 次。
4. **測試實驗結果讓我們得知對照組的迴紋針及實驗組四角形的軸心形狀最順**，五角形、六角形及多角形**效果非常差**。

研究五、利用紙版改變內部馬達軸心形狀厚度是否影響自造機器人存錢筒運轉情形。

表5-1 機器人R1-R5投入100次錢幣不同軸心形狀厚度能順利進入盒子中的累積次數記錄：

錢盤材質		機器人型號	R1	R2	R3	R4	R5
對照組	迴紋針		100	100	100	99	100
實驗一	三角形		100	100	100	100	100
實驗二	四角形		100	100	100	100	100
實驗三	五角形		0	0	0	0	0
實驗四	六角形		0	0	0	0	0
實驗五	多角形		0	0	0	0	0

從研究中發現

1. 研究三的實驗過程中，本研究團隊繼續思考如果我們設想把原本安裝在軸心上的迴紋針改變厚度，可不可以讓錢幣滑入存錢的盒子裡面可以更為順暢？
2. 由上表 5-1 得知**改變軸心增加形狀厚度中對照組的迴紋針及實驗組四角形**滑入 R1-R5 機器人存錢筒的準確性在 100 次錢幣滑入機器人存錢筒中可達 100 次。
3. 三角形、五角形、六角形及多角形滑入 R1-R5 機器人存錢筒的準確性在 100 次錢幣滑入機器人存錢筒中皆為 0 次。
4. **測試實驗結果讓我們得知改變軸心增加形狀厚度中對照組的迴紋針及實驗組四角形最順，三角形、五角形、六角形及多角形效果非常差。**

研究六、利用吸管改變內部馬達軸心長度是否影響自造機器人存錢筒運轉情形。

表6-1 機器人R1-R5投入100次錢幣中不同軸心長度其吸管運轉中鬆脫次數記錄：

機器人型號			R1	R2	R3	R4	R5
軸心長度							
對照組	迴紋針		5	0	1	0	1
實驗一	1.6 公分		0	0	0	0	0
實驗二	1.7 公分		0	0	0	0	0
實驗三	1.8 公分		0	0	0	0	0
實驗四	1.9 公分		0	0	0	2	0
實驗五	2 公分		0	0	0	0	0

表6-2 存錢筒機器人R1-R5中投入100次錢幣中軸心長度運轉中鬆脫累積次數表:

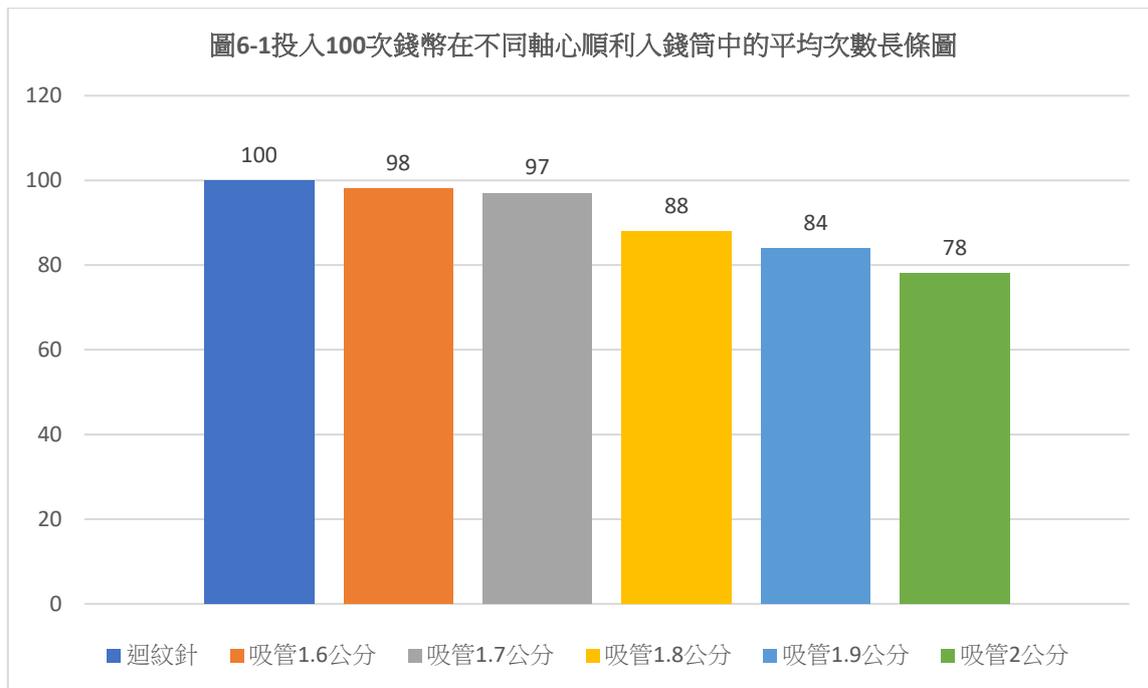
軸心長度 \ 鬆脫次數	迴紋針	吸管 1.6 公分	吸管 1.7 公分	吸管 1.8 公分	吸管 1.9 公分	吸管 2 公分
	7	0	0	0	2	0

表6-4 機器人R1-R5投入100次錢幣中軸心能順利進入盒子中的累積次數記錄：

機器人型號			R1	R2	R3	R4	R5
軸心長度							
對照組	迴紋針		100	100	100	99	100
實驗一	1.6 公分		100	100	100	92	97
實驗二	1.7 公分		100	100	100	96	88
實驗三	1.8 公分		50	100	100	91	100
實驗四	1.9 公分		33	100	100	86	100
實驗五	2 公分		100	97	100	94	100

表6-5 存錢筒機器人R1-R5投入100次錢幣中軸心能順利進入盒子中的平均次數記錄表：

軸心長度	迴紋針	吸管 1.6 公分	吸管 1.7 公分	吸管 1.8 公分	吸管 1.9 公分	吸管 2 公分
錢幣投入次數	100	98	97	88	84	78



從研究中發現

- 研究的實驗過程中，本研究團隊發現以迴紋針當軸心在機器運轉中會有鬆脫的情形發生我們設想把原本安裝在軸心上的迴紋針改成用吸管替代，並增加軸心的長度，可不可以讓鬆脫的次數減少？
- 由上表 6-2 存錢筒機器人 R1-R5 中投入 100 次錢幣中軸心長度運轉中鬆脫累積次數中對照組迴紋針鬆脫 7 次而實驗組吸管 1.6 公分 0 次、1.7 公分 0 次、1.8 公分 0 次、1.9 公分 2 次及 2 公分 0 次。
- 由上表 6-5 及圖 6-1 中存錢筒機器人 R1-R5 中投入 100 次錢幣中軸心長度運轉中順利入錢筒次數中 100 次中對照組迴紋針 100 次實驗組吸管 1.6 公分 98 次、1.7 公分 97 次、1.8 公分 88 次、1.9 公分 84 次及 2 公分 78 次。
- 測試實驗結果讓我們得知原本安裝在軸心上的迴紋針改成用吸管替代其軸心鬆脫次數實驗組均優於對照組。
- R1-R5 中投入 100 次錢幣中軸心長度運轉中順利入錢筒次數中 100 次中對照組迴紋針及實驗組吸管 1.6 公分、1.7 公分效果均優，1.8 公分、1.9 公分及 2 公分次之。

研究七、比較馬達軸心上裝置軸心材質迴紋針及吸管的所產生的馬達扭力是否影響自造機器人存錢筒運轉情形。

表7-1裝置軸心材質迴紋針及吸管的所產生的最大馬達扭力10次記錄表：

軸心長度 扭力(g)	對照組	實驗一	實驗二	實驗三	實驗四	實驗五
	迴紋針	吸管 1.6 公分	吸管 1.7 公分	吸管 1.8 公分	吸管 1.9 公分	吸管 2 公分
1.	60	20	10	30	20	20
2.	60	20	20	40	20	20
3.	70	10	20	20	20	20
4.	60	30	30	30	20	20
5.	60	10	20	20	40	30
6.	50	20	40	20	10	20
7.	50	20	20	10	30	10
8.	60	30	30	10	20	20
9.	60	30	20	30	20	40
10.	70	30	60	20	10	20
平均 最大扭力	60g	22g	27g	23g	21g	22g

從研究中發現

1. 表7-1軸心材質迴紋針及吸管的馬達扭力10次記錄表中得知對照組的平均最大扭力大約60g，而實驗組扭力約為21-27g之間。
2. 我們推論此實驗結果可以說明以迴紋針當軸心材質容易鬆脫的原因應該是因為扭力過大所導致。

研究八、討論自造機器人存錢筒除了可以存錢還有沒有其他的功能性。

表 8-1 學生意見發表內容:

學生代號	學生意見描述
S1	我認為機器人存錢筒除了可以存錢外，還可以收集開心果或是瓜子等等點心的殼。以前在吃瓜子時，瓜子的殼常常四散各處，如果這個機器人存錢筒可以收集瓜子殼的話，那在丟瓜子殼時一定會更加的方便及有趣。
S2	我發現如果機器人存錢筒加裝 LED 燈在眼睛的部分，並在投錢時發光，就能增加機器人存錢筒的互動性。而且這樣一來，會吸引更多人投錢進入機器人存錢筒。
S3	我覺得機器人存錢筒除了可以存錢之外，也可以加裝其他功能，例如：原本要將錢從機器人裝錢的部分取出來，需要將嘴巴打開，把錢倒出來，這樣十分麻煩，如果將機器人存錢筒的腹部切開，加裝磁鐵利用磁力，想必會變得更加便利。
S4	在偶然之下，我聽到有人說我們的機器人存錢筒很呆版，所以我認為應該可以在機器人身上加裝輪胎，這樣在投錢時的震動就可以讓輪胎轉動，進而讓機器人移動，不但可以使機器人內部的錢幣平均分散，增加空間，還可以讓機器人存錢筒更加有動感，外觀也變得可愛。
S5	我想到機器人除了可以吃錢以外，還可以把頭部開洞裝紙鈔，也可以拿來裝指甲。其實在市面上比較少看到拿來存紙鈔的存錢筒，所以我們想開發一個可以存紙鈔的機器人存錢筒。另外，之前在剪指甲時，雖然底下有墊衛生紙，但是也不好集中，而且指甲也會從衛生紙中掉出來，所以用機器人取代衛生紙來集中指甲，方便使用者處理指甲。

S:代表學生

8-1 學生發表實作圖：

	
圖 8-1 收集開心果殼，比較好集中丟開心果殼。	圖 8-3 磁吸式原理，比較容易集中將錢拿出來。
	
圖 8-4 加裝輪胎，增加趣味，也更有動感。	圖 8-5 在頭部設計開關，可以裝紙鈔。

陸、結論

- (一) 研究一本團隊自行設計存錢筒機器人啓動開關後，機器人透過微型減速馬達軸心上的迴紋針撐起頭部而自動打開嘴巴時，我們就把硬幣放入錢盤使錢幣可以順利滑進盒中。表 1-7 機器人存錢筒 1-5 號在 100 次錢幣中可以運轉一次投入盒子次數極近百分比機率皆可達到 100%的機率。
- (二) 研究二探究自造存錢筒機器人能一次準確性把硬幣投入錢筒內的結果得知，改變錢盤斜坡板角度中光滑錢幣在斜面運動上，隨著坡度增加，速度亦會增加，配合機器人存錢筒的順暢度只需要 0-25 度之間即可，斜坡角度太高，速度太快反而使錢幣不容易入錢筒中，還會掉在外面。
- (三) 研究三改變錢盤材質測試實驗結果，錢幣在與錢盤材質之間因為產生的摩擦力較小，所以對照組紙板、實驗組 PP 板及塑膠片的錢盤材質可以成功滑入機器人存錢筒為最順。
- (四) 研究四及研究五中改變軸心的形狀及厚度，與機器人存錢筒能一次準確性把硬幣投入錢筒內無直接關聯性。
- (五) 研究六把軸心的迴紋針改成吸管材質，可以大幅度改善軸心上材質鬆脫的情形而且實驗組吸管 1.6 公分、1.7 公分能一次準確性把硬幣投入錢筒內，存錢筒機器人運轉情形也順暢。
- (六) 研究七實驗結果表 7-1 可以說明以迴紋針當軸心材質容易鬆脫應該是因為扭力過大所導致，而使用吸管材質可以減少扭力又可以順利撐起機器人的頭吃下錢幣。
- (七) 研究八中本團隊利用討論實際操作的方式延伸自造存錢筒機器人除了存錢之外的功能有紙鈔收納功能、將錢筒前身擋板以磁吸式方便容易開合將錢幣取出的功能、存錢筒機器人把腳改成車輪造型方便移動亦可當做桌上型小垃圾筒的功能。

柒、討論

- (一) 綜合以上的研究，首先在製作的存錢筒機器人連接電路上不使用焊槍連接電路，增加小學生操作上的安全性。在資料搜尋上發現可以網路上有互動性的機器人存錢筒，一放錢幣在錢盤上就可以自動啓動開關吃下錢幣，本研究中**運用改變錢盤材質使摩擦力小及斜坡角度改變錢幣滑動速度，也可以得到類似的效果**，四年級小朋友懂得電路原則就可以自行動手製作。再加上把**軸心上的裝置迴紋針改成吸管材質，可以大幅度改善軸心上材質運轉時容易鬆脫的情形，機器人存錢筒運轉情形也順暢。**
- (二) 研究四及研究五中改變軸心上的裝置形狀及厚度，設計實驗的想法上想要改變其形狀角度，當撐起機器人頭部而自動打開嘴巴的速度變化，硬幣更可以順利滑進盒中。實際操作後才發現，角度愈多撐起機器人頭部而自動打開嘴巴的速度愈快，根本沒有辦法吃進錢幣。而厚度上的改變只會增加馬達軸心運轉上的負擔，反而會不斷前後擺動，使機器人存錢筒吃不下硬幣也更不流暢。
- (三) 研究六把軸心上的裝置迴紋針改成吸管材質，原本是想要改善迴紋針有的時候會撐不起機器人頭部而打不開嘴巴的情況，**把六年級所學的輪軸的概念去設想加長軸心有沒可能增加撐起機器人頭部力量****卻意外的發現可以大幅度改善軸心上材質鬆脫的情形。**
- (四) **研究七表 7-1 的實驗中也推翻我們自己研究六的想法，加長馬達上軸心長度沒有增加撐起機器人頭部力量利用簡單的彈簧秤測試最大扭力其實力量介於 22g 和 27 之間，反而是迴紋針扭力可能過大以致於軸心上材質鬆脫的情形。也是我們在此實驗中很意外的發現結果。**
- (五) 本實驗中，R1-R5 的機器人我們一開始要求到可以很順暢的運轉吃下錢幣，在研究的過程中，發現在 2 台機器人存錢筒的內部安裝馬達上的隔板和馬達安裝的位置上略有 1-2 公分的誤差，以致於在實驗數據判讀有些差異。我們討論過後，修改機器人存錢筒的內部些微差異重新再做實驗記錄。
- (六) 本實驗中，R1-R5 的機器人存錢筒運轉速度並不都一樣，其中 R4 機器人運轉順暢，但速度上明顯較其他機器人慢，是本團隊實驗中值得再深究的地方。
- (七) 本研究團隊在研究過程亦不放棄研究互動性機器人存錢筒的可能性，團隊中再分出一隊研究結果投至另一類科展組。

捌、參考資料

- 一. 南一書局。國小自然與生活科技 四下 教師手冊。民106年2月。
- 二. 南一書局。國小自然與生活科技 五上 教師手冊。民106年8月。
- 三. 南一書局。國小自然與生活科技 六下 教師手冊。民106年2月。
- 四. 【自造DIARY】AI機器人存錢筒，存錢動力UP！UP！UP！

<https://makerpro.cc/2018/07/diy-ai-coin-bank/>

