

中華民國第 60 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 生活與應用科學(二)科

第三名

082915

小蛙人的匍匐前進

學校名稱：臺南市東區東光國民小學

作者： 小五 楊貝兒 小五 林 蓁 小五 鄒皓丞	指導老師： 王雅麗 謝溫仁
-----------------------------------	---------------------

關鍵詞：小蛙人、匍匐前進、轉動弧度

摘要

有一天晚上看到電視「女兵日記」，其中最讓我驚訝的是女兵的「匍匐前進」，也就是在地面爬行，雙手和雙腳都呈現八字，交互爬行。剛好學校的「園遊會」，也有一個活動，很像「蛙人前進」，只要轉動操縱桿的左右扭動，就可以控制「小蛙人」的匍匐前進，真有趣。我們從設計製作「小蛙人匍匐前進」的玩具中，發現小蛙人的前進是靠著穿過吸管的繩子和管子間一來一往的阻力，使小蛙人前進，而且會朝向「八」字的尖端前進。如果把試驗器材變大，就可以應用在日常生活中的搬運物品及輸送物品。利用繩索、塑膠管及木板，就可以製作簡易輸送物品的器材，由樓下的人操作，使物資安全的送上去。

壹、研究動機

在一個星期五的晚上，全家人正在欣賞電視劇「女兵日記」，其中最讓我驚訝的是女兵的「匍匐前進」，也就是在地面爬行，雙手和雙腳都呈現八字，交互爬行前進。女兵爬行時，身體靠近地面快速前進，敵人的子彈才不容易打中。

校內的「園遊會」，六年級的攤位正好有一個活動，很像「蛙人前進」，只要轉動操縱桿的左右扭動，就可以控制「小蛙人」的匍匐前進，比賽時看誰的「小蛙人」最先到達目的就過關。

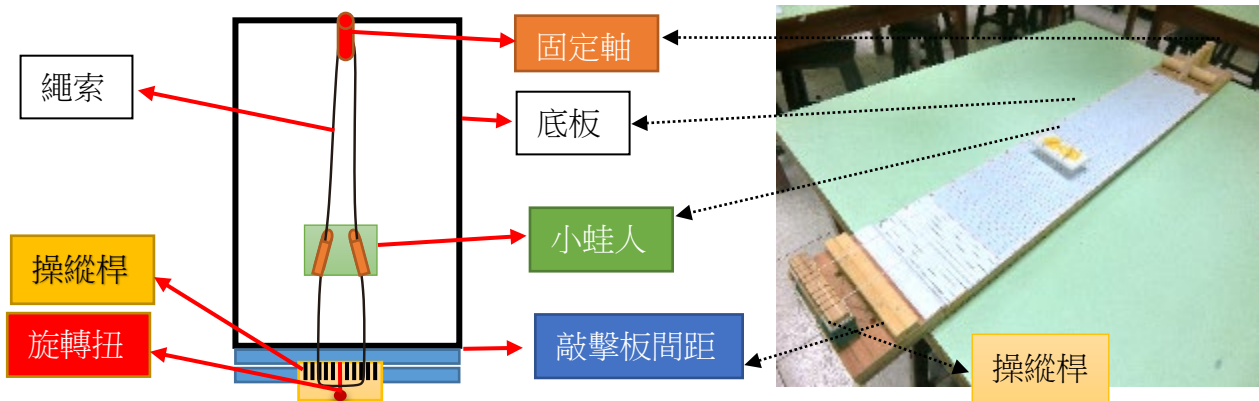
從園遊會的「小蛙人」前進，就可以模擬女兵的匍匐前進，真有趣，所以今年科展我們就以「小蛙人匍匐前進」為主題來研究。(作品與教材相關性：康軒五上-力與運動)

貳、研究目的

- 一、從設計製作「小蛙人匍匐前進」的玩具中，學習思考、討論、製作及操作工具的技能和合作態度。
- 二、從操作「小蛙人匍匐前進」時，發現「操作桿的前後轉動」是「小蛙人前進」的動力。而且知道小蛙人每次前進的距離和操作桿轉動的弧度有關。
- 三、從操作中，知道小蛙人的前進方向和小蛙人的塑膠管的「八」字有關，會朝向「八」字的上端前進。
- 四、從實作中，發現小蛙人的前進是靠著繩子和塑膠管之間的阻力才前進的。
- 五、從「小蛙人的匍匐前進」活動中，把試驗器材變大，應用在日常生活中可以輸送物品、緊急救助。

參、研究器材與模型

一、模型圖：



二、材料：

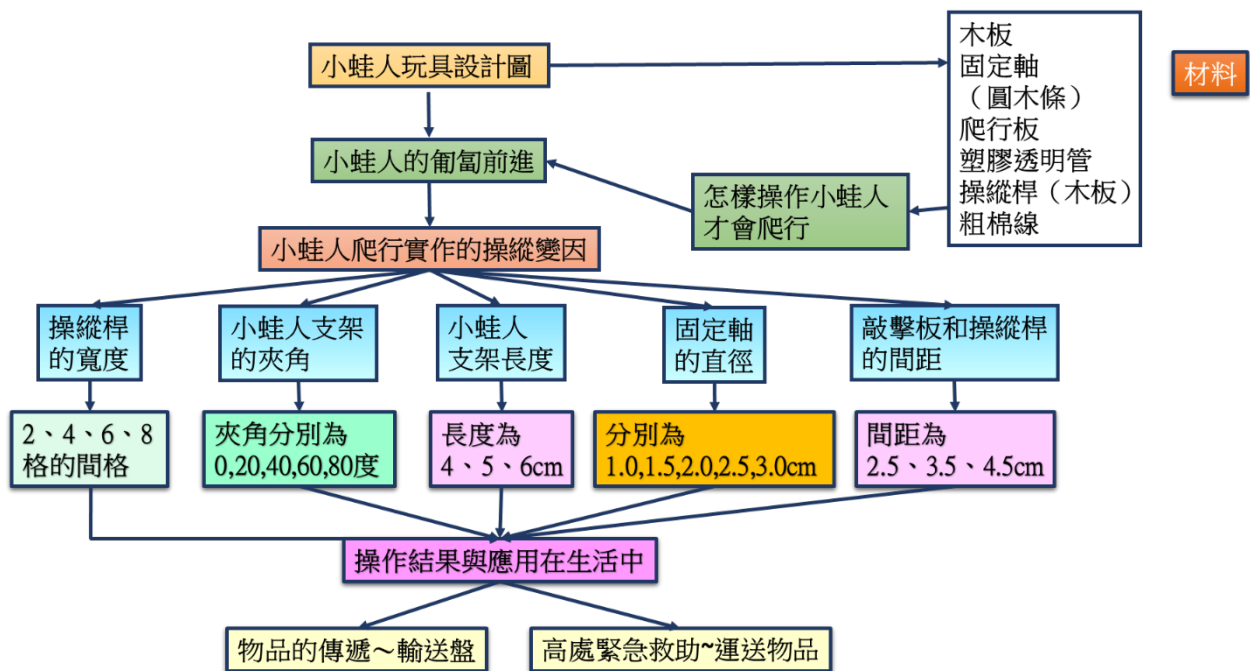
(一) 操作木板 (底板)：長：136 cm，寬：20 cm，厚度：4cm。

(二) 固定軸：圓木柱 (直徑 1.0、1.5、2.0、2.5、3.0cm，長度 5cm)

(三) 小蛙人：爬行板 (長：12cm，寬：6cm)，塑膠吸管：支架長：4,5,6cm，直徑：0.6cm

(四) 操縱桿：木板：長：12cm，寬：6cm，厚：2.3cm，夾縫間距：2cm，4cm，6cm，8cm

肆、研究架構圖



伍、研究過程

一、活動一：設計、製作「小蛙人的匍匐前進器」

(一) 觀摩園遊會的科學玩具—會爬樹的猴子：



小猴子在爬樹



小猴子在爬牆

1. 設計、製作小猴子的圖片



2. 小猴子的設計



小猴子圖片



小猴子在桌面操作



(二) 討論、設計、製作小蛙人模型

1. 我們先設計「小蛙人的匍匐前進器」。

2. 利用珍珠板設計、製作模型。

(1) 材料：珍珠板、吸管、棉線

(2) 在珍珠板上畫一個(8cm×6cm)的長方形，利用剪刀剪下來。

(3) 將吸管剪成兩小段，利用雙面膠貼在珍珠板上。

(4) 把棉線穿過吸管(棉線長度：300cm)。

(5) 將棉線套在固定軸上。

(6) 雙手拉住露出吸管外的棉線。



(7) 雙手輪流拉動繩子。

(8) 這時就可以讓珍珠板往前進。

(三) 製作的小蛙人前進器



(四) 大家玩玩看

1. 兩位同學在桌面上互相拉動小蛙人



2. 兩位同學隔岸拉動小蛙人



3. 兩位同學從樓下拉小蛙人到樓上



4. 拉拉看的結果：小蛙人怎麼向前進

(1) 當左右手交互拉動棉線時，小蛙人會向前進。

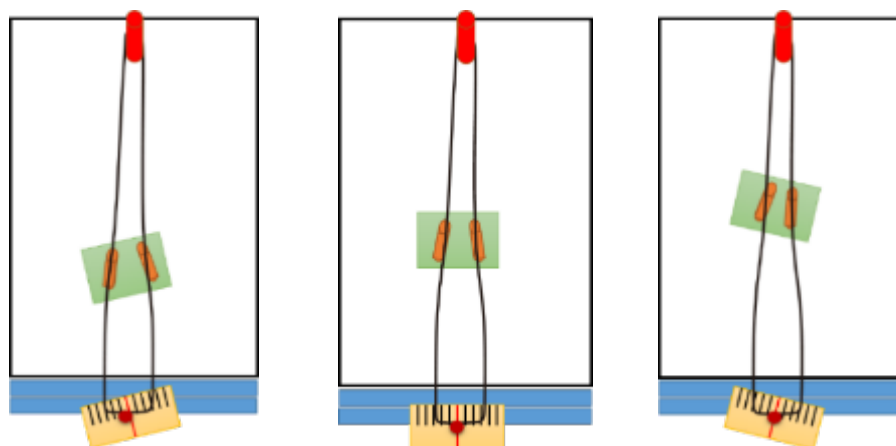
(2) 當左手拉棉線時，小蛙人左邊的支架會拉直，右邊的支架會些微向上轉彎。

(3) 當小蛙人的支架平行時，如果拉動左右棉線沒有一邊通順、另一邊卡住，小蛙人是不會前進的。

(4) 左右分別拉動小蛙人棉線時，套在固定軸的棉線會來回轉動。

(5) 小蛙人二支架的夾角越大時，左右手來回拉動棉線會比較用力，因為棉線被支架卡住得比較緊；如果二支架把二邊的棉線卡住了，小蛙人就不會前進；如果一邊卡住，另一邊棉線還會滑動，小蛙人就會前進。

5. 小蛙人的前進操作（分解動作）



（五）疑問：

1. 雖然小蛙人在左右手拉動棉線時會向前進，但是到底是怎樣前進的我們還是不清楚。
2. 小蛙人的前進和二支架的夾角有相關嗎？為什麼二支架平行時，有時候小蛙人不會前進？
3. 小蛙人支架長短不同，拉動棉線後，小蛙人前進的方向會怎樣？

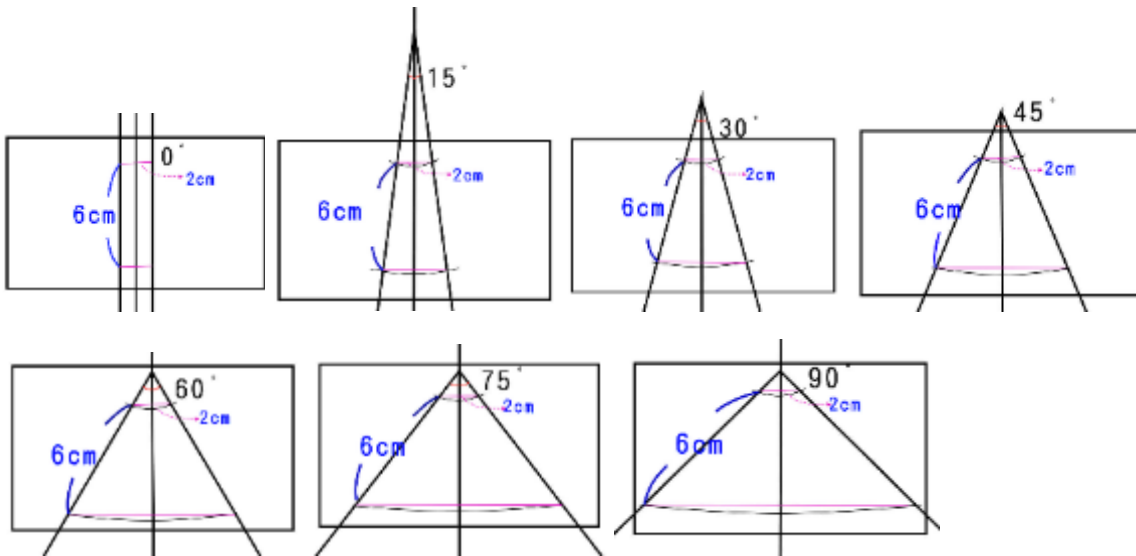
（六）檢討後改進製作：

1. 製作小蛙人的材料：
 - (1) 以輕便容易製作的珍珠板來製作小蛙人的身體。
 - (2) 以輕便透明的吸管當做小蛙人的支架。
 - (3) 以粗棉線來作為動力的傳遞。
2. 小蛙人的支架設計改進：
 - (1) 支架的長短：4、5、6cm。
 - (2) 支架的夾角：0、15、30、45、60、75、90度。
 - (3) 利用紙片黏住支架。
3. 操作板：利用木板製作（長：136cm，寬 20cm）
4. 固定軸：圓木柱製作

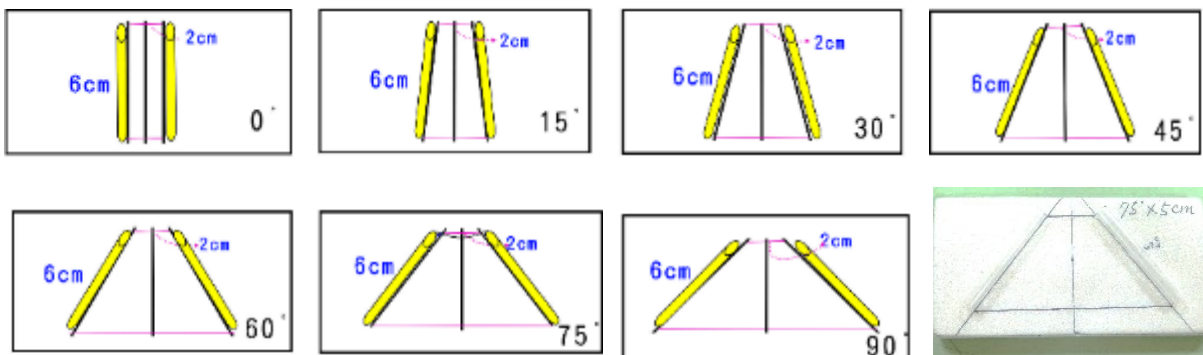
(七) 製作實驗用的「小蛙人前進器」

1. 製作支架夾角不同的小蛙人實驗器：

(1) 小蛙人支架的不同夾角設計：



(2) 小蛙人的設計圖：



(3) 製作成品：



2. 製作小蛙人前進的實驗架

(1) 簡易實驗架

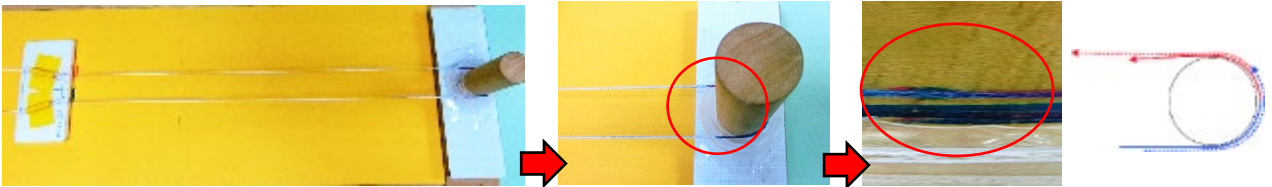


(八) 觀察小蛙人的前進：

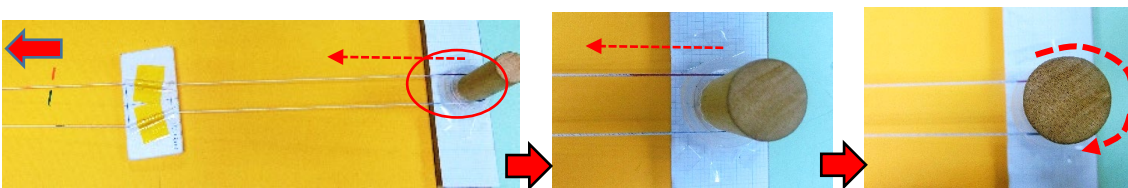
1. 觀察 1：左右手拉動棉線時，固定軸上棉線的運動。

(1) 左手拉動左邊的棉線時：固定軸上的紅色棉線會向左邊前進運動；藍色棉線會繞過圓木柱向左邊運動。

(2) 右手拉動右邊的棉線時：藍色、紅色棉線會繞回原來的位置。



- 固定軸上棉線的變化：一開始固定軸上的線一邊紅色一邊藍色。

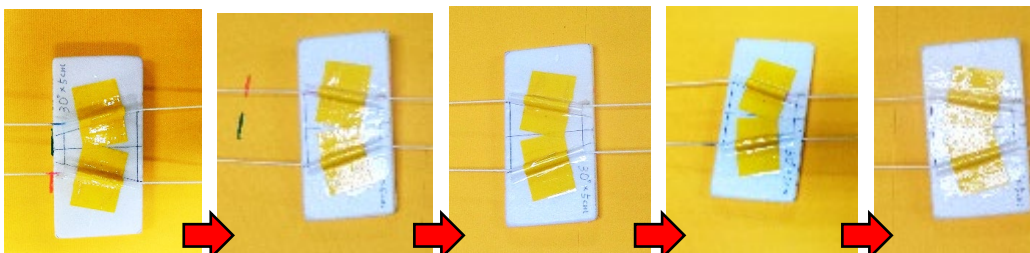
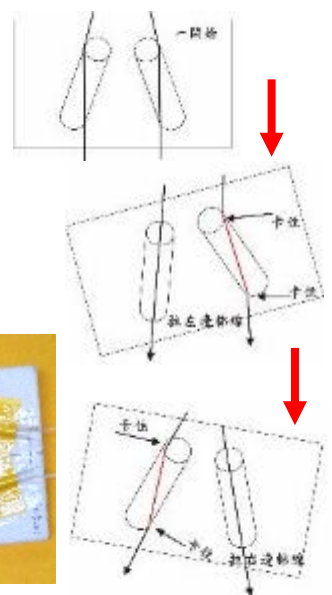
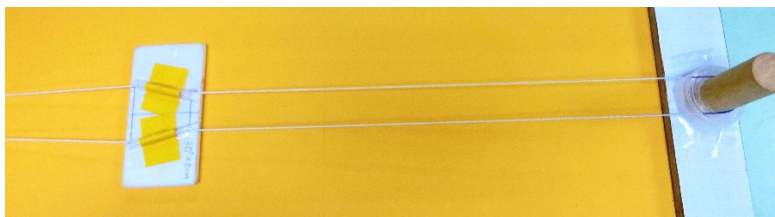


- 左手拉動棉線後，固定軸上的紅色和藍色棉線向左移動；換右手拉動時，紅色和藍色棉線又回到原來的位置。

2. 觀察 2：左右手拉動棉線時，小蛙人上的支架會有什麼變化。

(1) 當左手拉動左邊的棉線時，小蛙人左邊穿過支架的棉線會和支架平行，小蛙人可以自由前進，而小蛙人右邊的支架會向右邊轉彎；這時穿過吸管的棉線前端卡住吸管的右側；後端卡住吸管的左側(如右下繪圖)。

(2) 左邊的棉線向下運動時，會帶動右邊的棉線向上前進，也帶著被卡住的小蛙人前進。



開始






左邊棉線向下拉

右邊棉線向下拉

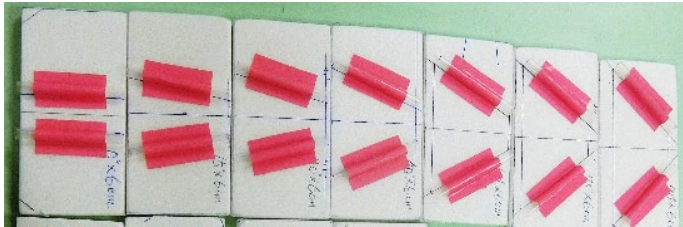
(九) 影響小蛙人前進的因素：







1. 固定軸：圓柱直徑 (cm)

圖示					
套住繩子的圓柱直徑	1.0cm	1.5cm	2.0cm	2.5cm	3.0cm

2. 小蛙人支架的夾角：參考 (七) 0°、15°、30°、45°、60°、75°、90°


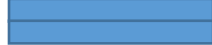



3. 操縱桿的夾縫間距

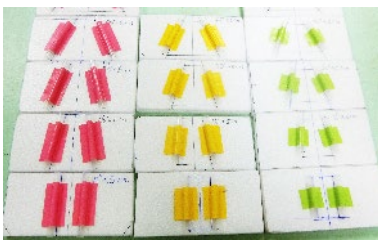
操縱桿				
夾縫間距	2cm	4cm	6cm	8cm



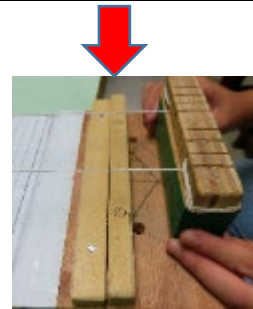
4. 操縱桿與敲擊板的間距

操縱桿 敲擊木板			
間距	1.5cm	3.0cm	4.5cm

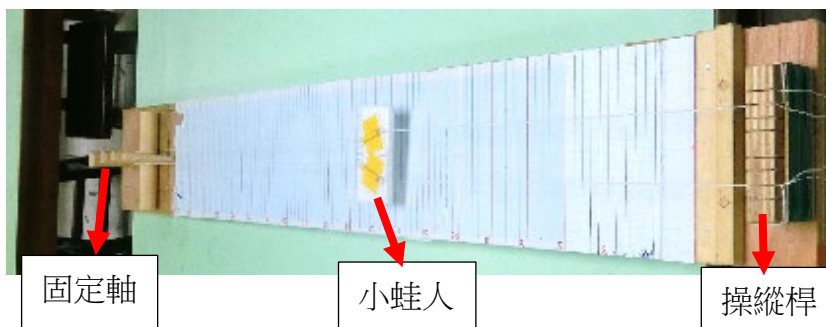
5. 小蛙人支架的長短：4cm、5cm、6cm



6cm 5cm 4cm



(十) 實驗用的小蛙人實驗操作板

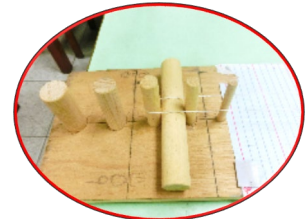
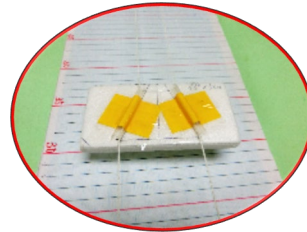
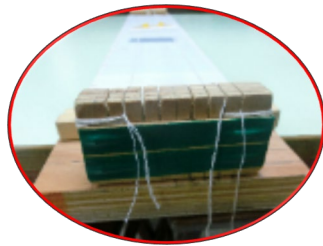


二、活動二：哪些變因會影響「小蛙人的前進」？

(一) 目的：想依據「活動一」影響小蛙人前進設計實驗、觀察、比較，找出影響小蛙人前進的原因，及探究出小蛙人前進的動力來源。

(二) 器材：參考，「參、研究器材」中的器具。

(三) 裝置



(四) 實作過程：

操縱桿

小蛙人（支架）

固定軸

1. 實作 1：操縱桿的夾縫間距不同，會不會影響小蛙人的前進距離

(1) 變因方面

甲. 操縱變因：操縱桿夾縫間距的不同，

分別為 2.0、4.0、6.0、8.0cm

乙. 控制變因：

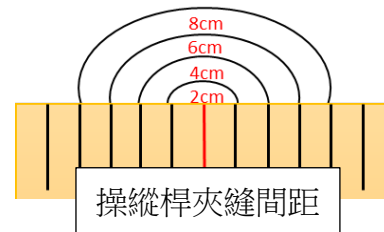
(甲) 小蛙人支架夾角固定（分別為：0°、15°、30°、45°、60°、75°、90°）

(乙) 操縱桿與敲擊板的間距（3.0cm）

(丙) 固定軸的直徑一定（2.0cm）

(丁) 同一位同學操作

丙. 應變變因：操縱桿前後轉動 20 次小蛙人前進距離



(2) 操作步驟：

甲. 把「小蛙人匍匐前進器」固定在操作台上。

乙. 調整固定軸、操縱桿夾縫與敲擊板的間距，在一定位置。

丙. 同一個小蛙人各操作 20 次。

丁. 把小蛙人前進距離記錄下來。

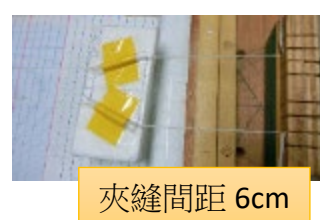
(3) 操作方法：

甲. 方法 1：操縱桿夾縫間距為：2.0cm

乙. 方法 2：操縱桿夾縫間距為：4.0cm

丙. 方法 3：操縱桿夾縫間距為：6.0cm

丁. 方法 4：操縱桿夾縫間距為：8.0cm



(4) 結果：

甲. 結果 1：操縱桿夾縫間距為 2.0cm 的實作結果。

單位：cm

次數 支架夾角	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	合計	平均
0°	6.5	6.2	4.8	5.2	5.0	4.6	5.6	4.5	6.0	4.5	52.9	5.3
15°	17.0	16.8	17.0	17.4	17.5	17.2	17.4	17.0	17.5	17.4	172.2	17.2
30°	8.5	9.2	10.0	10.0	10.2	9.8	9.6	10.0	10.2	9.8	97.3	9.7
45°	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
60°	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
75°	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
90°	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

乙. 結果乙：操縱桿夾縫間距為 4.0cm 的實作結果。

單位：cm

次數 支架夾角	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	合計	平均
0°	8.2	6.2	0.0	6.0	5.4	5.0	5.3	6.0	6.0	8.0	56.1	5.6
15°	36.3	36.1	35.6	35.8	35.6	34.6	35.2	35.8	35.8	35.6	356.4	35.6
30°	32.0	32.0	32.0	32.0	32.0	32.0	31.5	31.6	31.8	31.8	318.7	31.9
45°	22.6	22.5	22.4	22.2	22.2	22.5	22.2	22.0	22.0	22.0	222.6	22.3
60°	5.0	5.9	6.3	7.0	6.2	6.8	7.0	7.8	8.0	7.4	67.4	6.7
75°	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
90°	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

丙. 結果丙：操縱桿夾縫間距為 6.0cm 的實作結果。

單位：cm

次數 支架夾角	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	合計	平均
0°	45.2	45.4	45.5	45.2	45.4	45.4	45.6	46.0	46.2	46.2	456.1	45.6
15°	55.8	56.5	56.5	56.4	56.0	56.2	55.8	56.5	56.4	56.0	562.1	56.2
30°	52.2	52.8	52.0	52.0	52.4	52.0	52.6	52.8	52.2	52.2	523.2	52.3
45°	44.0	44.8	44.8	44.6	44.2	44.6	44.6	44.4	44.8	44.2	445.0	44.5
60°	30.0	30.2	30.2	30.4	30.4	30.2	30.6	30.6	30.4	30.6	303.6	30.4
75°	12.0	12.4	12.0	11.8	11.6	11.8	12.0	12.0	11.8	12.4	119.8	12.0
90°	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

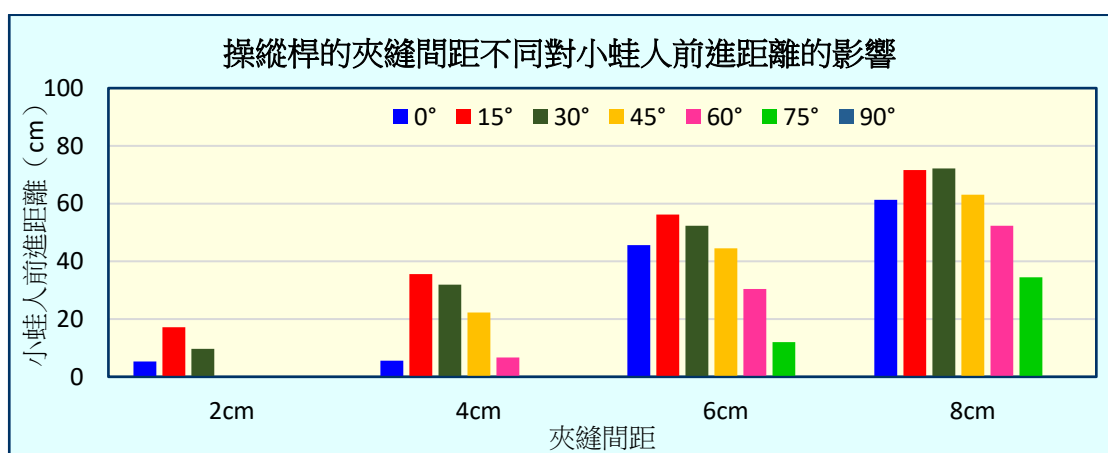
丁. 結果丁：操縱桿夾縫間距為 8.0cm 的實作結果。

單位：cm

次數 支架夾角	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	合計	平均
0°	62.5	62.0	61.0	61.5	60.5	60.5	61.0	61.5	61.2	61.0	612.7	61.3
15°	69.8	71.2	71.0	70.8	71.8	72.2	72.4	72.0	72.4	72.0	715.6	71.6
30°	72.4	71.2	72.6	72.4	71.8	72.4	72.4	72.6	71.8	72.6	722.2	72.2
45°	62.6	63.5	63.0	63.2	62.8	63.2	63.0	63.2	63.0	63.0	630.5	63.1
60°	52.2	52.5	52.4	52.0	52.6	52.2	52.0	52.4	52.6	52.4	523.3	52.3
75°	33.6	34.2	35.0	34.6	34.8	35.2	34.6	34.6	34.2	34.2	345.0	34.5
90°	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

(5) 實驗比較

單位：cm



(6) 討論：

甲. 操縱桿的間距為 2cm 時：

(甲) 小蛙人支架的夾角為：45°、60°、75°和 90°、操縱桿前後轉動時，左右支架中的棉線都會卡住前端外側的管壁和末端支架內側的管壁，使棉線只能左右搖擺。

(乙) 小蛙人支架的夾角為 0°（平行）、15°和 30°，操縱桿前後轉動時，左右支架就會一邊卡住，一邊通暢，所以小蛙人就會前進。

乙. 操縱桿的間距為 4cm 時：

(甲) 小蛙人支架的夾角在 0°、15°、30°、45°和 60°時，操縱桿前後轉動，都會一邊管壁卡住，另一邊管壁不會卡住，所以小蛙人會前進。

丙. 操縱桿的間距為 6cm 和 8cm 時：

(甲) 小蛙人支架的夾角在 0°~75°時，操縱桿前後轉動時都會有一邊支架卡住；另一邊支架不會卡住，所以小蛙人會前進。

(乙) 可是小蛙人支架夾角為 90°時，左右支架都卡住了，所以小蛙人不會前進。

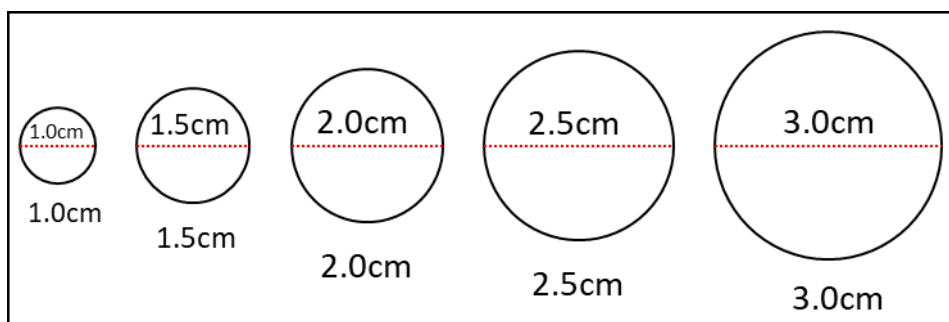
丁. 當操縱桿的間距為 6cm 和 8cm 時：

(甲) 小蛙人的支架夾角在 0° 、 15° 、 30° 、 45° 和 60° 時，小蛙人在操縱桿和敲擊板間距為 3cm 時，只要操縱桿前後轉動 20 次，就可以前進 50cm 以上，而且小蛙人支架夾角為 15° 和 30° 時，間距 6cm 時，前進最遠約 50cm 以上，間距為 8cm 時，前進約 70cm 以上。

2. 實作 2：固定軸直徑不同，會不會影響小蛙人前進的距離（1.0、1.5、2.0、2.5、3.0cm）

(1) 變因方面：

甲. 操縱變因：固定軸的直徑不同，分別為：1.0、1.5、2.0、2.5、3.0cm



乙. 控制變因：

(甲) 小蛙人的支架的夾角固定，分別為： 0° 、 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° 、 90°

(乙) 操縱桿夾縫的間距為 6.0cm。

(丙) 操縱桿與敲擊板的間距 3.0cm。

丙. 應變變因：操縱桿前後轉動 20 次小蛙人前進距離

(2) 操作步驟：參考實作 1

(3) 操作方法：

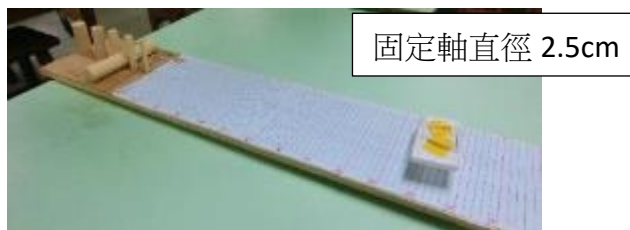
甲. 方法 1：固定軸的直徑為 1.0cm

乙. 方法 2：固定軸的直徑為 1.5cm

丙. 方法 3：固定軸的直徑為 2.0cm

丁. 方法 4：固定軸的直徑為 2.5cm

戊. 方法 5：固定軸的直徑為 3.0cm



(4) 操作步驟：

甲. 把小蛙人前進器固定在操作台上。

乙. 固定軸直徑分別為：1.0、1.5、2.0、2.5 和 3.0cm

丙. 選出二支架夾角為 0° 的小蛙人為實作工具。

丁. 做完 20 次的實作後，再分別選出二支架夾角為 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° 、 90° 的小蛙人來實作。

戊. 把操作結果記錄下來比較。

(5) 實作結果：

甲. 結果 1：固定軸的直徑 1.0cm

單位：cm

次數 支架夾角	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	合計	平均
0°	43.5	45.0	44.6	43.6	44.0	44.2	45.0	43.8	44.2	44.8	442.7	44.3
15°	53.2	52.0	52.6	53.0	52.5	53.5	53.0	52.8	52.4	52.6	527.6	52.8
30°	53.0	53.5	53.2	53.6	53.8	54.0	53.0	53.2	53.0	53.6	533.9	53.4
45°	45.4	44.2	45.2	45.0	44.8	45.2	45.6	45.8	45.4	44.8	451.4	45.1
60°	30.5	32.0	31.5	30.5	31.4	32.2	32.0	30.6	30.8	31.6	313.1	31.3
75°	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
90°	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

乙. 結果 2：固定軸的直徑 1.5cm

單位：cm

次數 支架夾角	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	合計	平均
0°	45.8	47.2	48.2	46.7	49.5	49.2	47.5	49.4	48.0	49.5	481.0	48.1
15°	53.8	54.2	54.5	55.0	54.5	53.8	54.0	54.8	55.0	54.5	544.1	54.4
30°	53.6	53.8	54.0	53.8	54.2	54.0	53.0	53.2	53.4	53.8	536.8	53.7
45°	47.5	46.8	46.5	46.4	47.2	47.4	47.4	47.8	47.4	46.5	470.9	47.1
60°	32.0	32.4	32.0	32.8	32.4	32.0	32.6	32.4	32.6	32.2	323.4	32.3
75°	18.6	18.6	18.4	18.2	18.0	18.8	17.8	17.8	18.6	18.4	183.2	18.3
90°	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

丙. 結果 3：固定軸的直徑 2.0cm

單位：cm

次數 支架夾角	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	合計	平均
0°	49.1	49.2	48.6	49.0	49.2	49.2	49.4	49.0	49.4	49.0	491.1	49.1
15°	54.0	55.4	56.6	55.0	55.6	55.4	55.8	55.4	56.5	55.8	555.5	55.6
30°	53.2	54.8	54.5	54.6	54.2	54.3	54.5	54.4	53.6	53.8	541.9	54.2
45°	44.2	43.6	44.0	44.4	43.8	43.6	44.8	44.2	44.6	44.8	442.0	44.2
60°	33.0	33.4	33.2	32.8	33.6	33.2	33.4	33.6	33.4	33.2	332.8	33.3
75°	15.4	15.5	15.8	16.0	15.8	16.2	15.6	16.5	15.6	16.4	158.8	15.9
90°	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

丁. 結果 4：固定軸的直徑 2.5cm

單位：cm

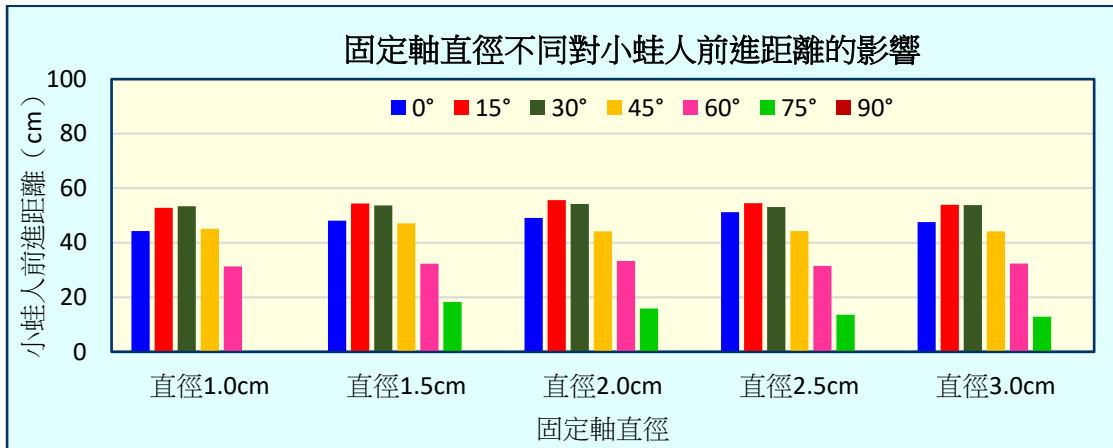
次數 支架夾角	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	合計	平均
0°	53.5	52.5	50.5	51.5	52.0	50.0	51.5	50.0	50.2	50.5	512.2	51.2
15°	53.0	55.5	54.5	55.0	54.5	55.5	53.8	54.6	55.0	53.8	545.2	54.5
30°	52.2	53.8	53.4	52.6	52.8	53.0	53.4	53.2	53.3	53.6	531.3	53.1
45°	44.2	44.6	44.6	44.0	43.8	44.4	43.6	44.2	44.8	44.6	442.8	44.3
60°	31.0	31.8	31.8	31.6	31.2	31.4	31.6	31.8	31.4	31.8	315.4	31.5
75°	13.0	13.8	13.2	13.4	13.8	13.2	14.0	13.8	14.2	14.0	136.4	13.6
90°	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

戊. 結果 5：固定軸的直徑 3.0cm

單位：cm

次數 支架夾角	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	合計	平均
0°	48.5	46.5	47.0	48.2	48.0	47.5	46.8	47.0	48.0	48.5	476.0	47.6
15°	53.0	54.0	53.6	53.0	54.0	54.0	54.8	54.0	54.4	54.6	539.4	53.9
30°	53.5	54.0	53.8	54.0	53.8	53.6	53.8	53.4	53.6	54.0	537.5	53.8
45°	44.0	44.8	44.0	43.8	44.8	44.2	44.0	43.8	43.6	44.6	441.6	44.2
60°	32.4	32.2	32.6	32.2	32.0	32.4	32.4	32.6	32.4	32.6	323.8	32.4
75°	12.8	12.8	12.8	13.0	12.8	13.2	13.0	12.6	12.4	13.4	128.8	12.9
90°	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

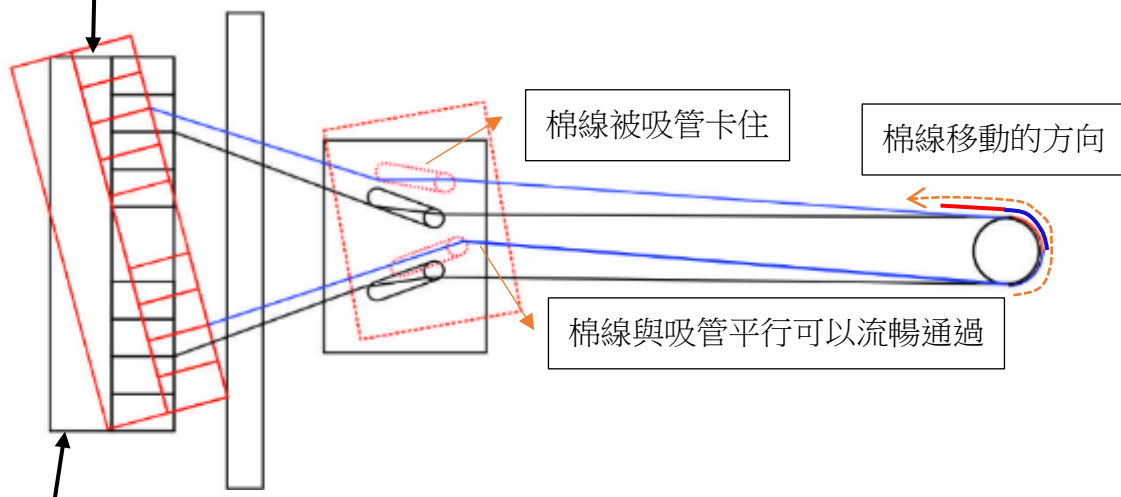
(6) 實驗比較



(7) 討論：

第一階段：操縱桿左邊往後轉動時，棉線和小蛙人的變化。

棉線會沿著圓周逆時針方向運動，也就是紅色線段會向下方移動；藍色線也跟著逆時針方向運動。



第二階段：操縱桿左邊向前轉動到卡住，棉線和小蛙人的變化：纏繞圓柱的紅色和藍色都會回到原來的位置。

甲. 操縱桿來回的轉動時，纏繞在固定軸的棉線會原地來回拉動；而小蛙人的二支支架在操縱桿來回轉動時，會使穿過支架的棉線一邊會卡住，另一邊會流暢的通過。這時只要來回拉動棉線，小蛙人就會前進了。

乙. 固定軸直徑的長短，也就是圓木柱的粗細，從實作中發現對小蛙人的前進影響不大。可是當固定軸直徑在 1.0cm 時，小蛙人支架夾角在 75 度時，因為棉線會被支架卡住，所以在拉動操縱桿時，小蛙人只會在原地左右搖動，不會前進。

3. 實作 3：操縱桿和敲擊板的間距會不會影響小蛙人的前進（1.5、3.0、4.5cm）

(1) 變因方面：

甲. 操縱變因：操縱桿和敲擊板的間距，分別為：1.5、3.0、4.5cm

乙. 控制變因：

(甲) 小蛙人支架夾角固定（分別為：0°、15°、30°、45°、60°、75°、90°）

(乙) 固定軸的直徑一定（2cm）

(丙) 操縱桿的夾縫一定（6cm）

丙. 應變變因：操縱桿前後轉動 20 次小蛙人前進距離

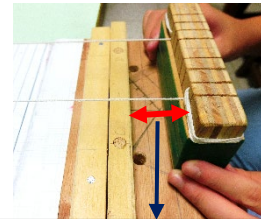
(2) 操作步驟：參考（實作 1）

(3) 操作方法：

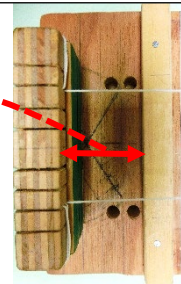
甲. 方法 1：操縱桿和敲擊板間距為 1.5cm 時

乙. 方法 2：操縱桿和敲擊板間距為 3.0cm 時

丙. 方法 3：操縱桿和敲擊板間距為 4.5cm 時



操縱桿和敲擊板間距 3.0cm



間距 4.5cm

(4) 實作結果：

甲. 結果 1：操縱桿與敲擊板的間距為：1.5cm 時，小蛙人前進距離。 單位：cm

次數 支架夾角	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	合計	平均
0°	22.0	22.8	23.5	23.8	23.8	23.0	22.2	22.4	22.4	22.2	228.1	22.8
15°	23.0	23.4	23.8	23.2	23.4	23.6	23.8	23.4	23.6	24.2	235.4	23.5
30°	19.5	18.6	18.4	18.0	19.4	18.8	19.4	19.0	18.8	19.5	189.4	18.9
45°	10.0	9.4	9.6	9.4	9.8	9.5	9.4	9.8	9.8	9.6	96.3	9.6
60°	3.0	3.2	2.8	2.4	1.8	1.6	1.8	2.0	2.2	1.8	22.6	2.3
75°	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
90°	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

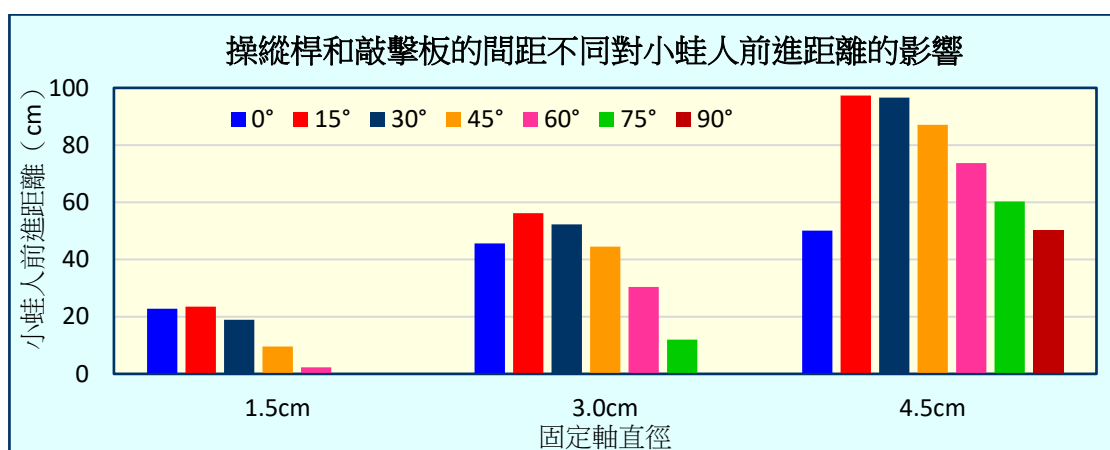
乙. 結果 2：操縱桿與敲擊板的間距為：3.0cm 時，小蛙人前進距離。 單位：cm

次數 支架夾角	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	合計	平均
0°	45.2	45.4	45.5	45.2	45.4	45.4	45.6	46.0	46.2	46.2	456.1	45.6
15°	55.8	56.5	56.5	56.4	56.0	56.2	55.8	56.5	56.4	56.0	562.1	56.2
30°	52.2	52.8	52.0	52.0	52.4	52.0	52.6	52.8	52.2	52.2	523.2	52.3
45°	44.0	44.8	44.8	44.6	44.2	44.6	44.6	44.4	44.8	44.2	445.0	44.5
60°	30.0	30.2	30.2	30.4	30.4	30.2	30.6	30.6	30.4	30.6	303.6	30.4
75°	12.0	12.4	12.0	11.8	11.6	11.8	12.0	12.0	11.8	12.4	119.8	12.0
90°	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

丙. 結果 3：操縱桿與敲擊板的間距為：4.5cm 時，小蛙人前進距離。 單位：cm

次數 支架夾角	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	合計	平均
0°	51.0	49.2	49.5	50.6	48.6	49.5	52.2	51.2	50.0	49.5	501.3	50.1
15°	97.0	97.2	98.0	97.0	96.5	96.0	97.0	98.0	98.0	98.0	972.7	97.3
30°	98.0	97.0	96.0	95.5	96.0	96.5	96.0	98.0	97.0	96.0	966.0	96.6
45°	88.0	86.5	86.4	87.0	87.4	88.0	86.8	86.4	86.6	88.2	871.3	87.1
60°	72.8	73.5	74.2	73.6	73.8	74.4	74.0	73.2	73.8	74.0	737.3	73.7
75°	59.5	61.5	58.6	61.5	60.6	59.8	61.0	61.4	59.8	59.6	603.3	60.3
90°	51.0	49.2	49.5	50.6	48.6	49.5	52.2	51.2	50.0	49.5	501.3	50.1

(5) 實驗比較

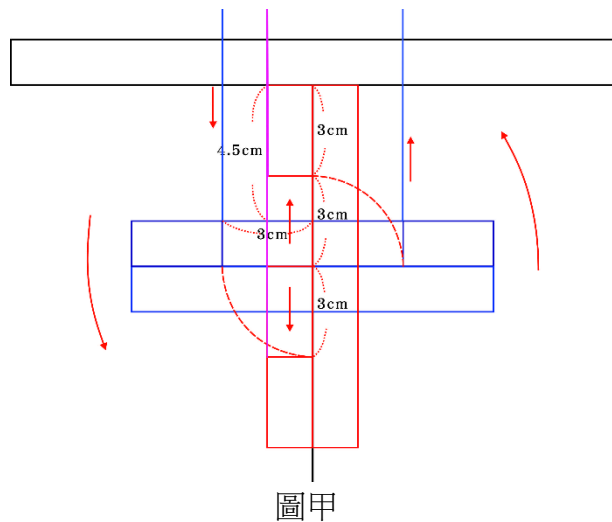


(6) 討論：

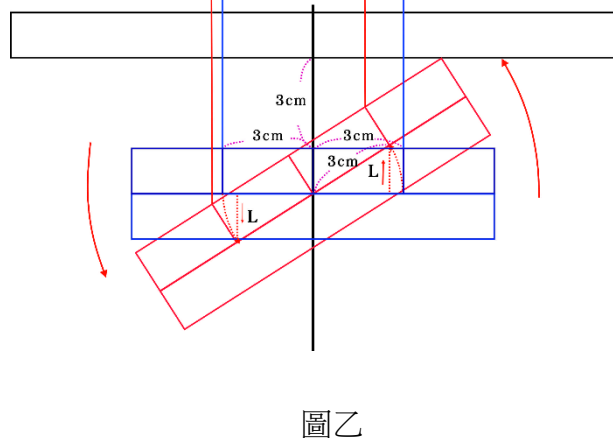
甲. 從操縱桿和敲擊板不同距離的實驗比較，發現當操縱桿和敲擊板的距離在 1.5cm 時，小蛙人的支架夾角從 0 度（也就是二支架平行時），穿過支架的棉線，有一邊會卡住，另一邊會流暢，所以只要操縱桿前後轉動時，小蛙人就會前進。可是小蛙人支架的夾角越大，在 75 度、90 度時，棉線就不會被卡住，即使左右轉動小蛙人支架，也不會前進。

乙. 當操縱桿和敲擊板的間距在 3.0~4.5cm 時，操縱桿前後轉動的旋轉弧度就越大；間距 4.5cm 時，操縱桿旋轉弧度約 90 度(圖甲)；也就是小蛙人前進的距離為 3.0cm；操縱桿和敲擊板間距為 3.0cm 時，旋轉弧度比較小，也就是小蛙人前進距離較近。(圖乙)

- 操縱桿和敲擊板的間距 4.5cm
操縱桿旋轉弧度約 90 度，
小蛙人前進距離為 3.0cm



- 操縱桿和敲擊板間距為 3.0cm
旋轉弧度比較小，
小蛙人前進距離比較近。



4. 實作 4：小蛙人支架的長短會不會影響小蛙人的前進。

(1) 變因方面：

甲. 操縱變因：小蛙人支架長度不同，分別為 4.0cm、5.0cm、6.0cm

乙. 控制變因：

(甲) 小蛙人的身體固定：珍珠板厚度 1cm，長 12cm，寬 6cm

(乙) 小蛙人二支架夾角固定為：30°

(丙) 操縱桿間距固定為 6.0cm

(丁) 操縱桿和敲擊板間距固定：3.0cm

(戊) 固定軸直徑固定：2.0cm

(己) 操縱桿前後轉動次數固定：20 次

(庚) 同一位同學操作

丙. 應變變因：小蛙人前進的距離

(2) 操作步驟：操考（實作 1）

(3) 操作方法：當操縱桿前後轉動 20 次後，小蛙人前進的距離

甲. 方法 1：小蛙人的支架長度為 4cm 時

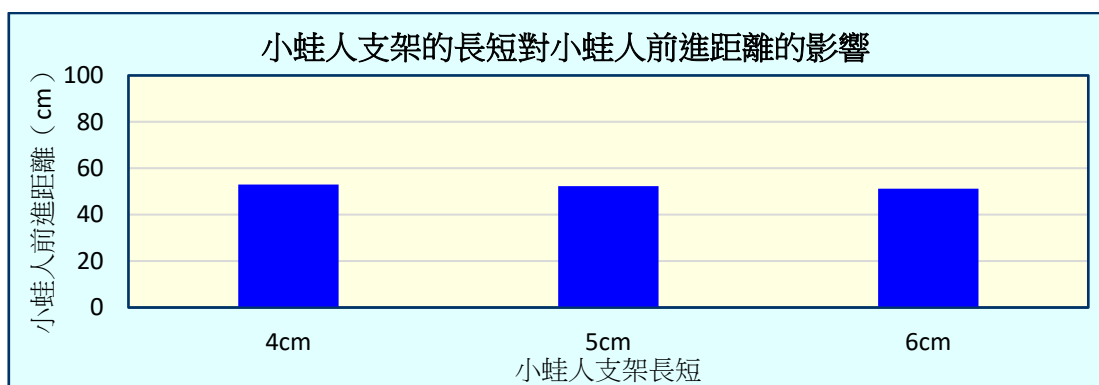
乙. 方法 2：小蛙人的支架長度為 5cm 時

丙. 方法 3：小蛙人的支架長度為 6cm 時

(4) 結果：

次數 吸管長度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	合計	平均
4cm	53.0	52.8	53.0	52.8	53.0	53.2	53.2	53.0	53.2	52.8	530.0	53.0
5cm	52.2	52.8	52.0	52.0	52.4	52.0	52.6	52.8	52.2	52.2	523.2	52.3
6cm	50.4	51.4	51.0	51.4	51.8	51.0	50.8	51.8	51.0	51.2	511.8	51.2

(5) 實驗比較：



(6) 討論：

甲. 小蛙人支架的長短，對小蛙人前進的距離影響不大。從實際的操作實驗中，以小蛙人的支架夾角 30 度、操縱桿和敲擊板的間距為 3.0cm、固定軸直徑為 2.0cm，而且前後轉動次數為 20 次時，不論支架的長短為 4、5、6cm 時，小蛙人前進的距離約在 51~53cm 之間，相差不大，可以說很接近。

乙. 如果要很精確的比較，支架長度越短，在 4cm 時，小蛙人會前進一點，約 1~2cm 之間；也許是操作時的不準確。可是我們每做一次實作都很注意公平性。

5. 實作 5：操作板的傾斜角度不同，會不會影響小蛙人的前進。

(1) 變因方面

甲. 操縱變因：操縱板的傾斜角度不同

乙. 控制變因：參考實作 4

丙. 應變變因：小蛙人前進的距離

(2) 操作步驟：參考實作 1、2

(3) 操作方法：

甲. 方法 1：操作板的傾斜角度為 0°時

乙. 方法 2：操作板的傾斜角度為 15°時

丙. 方法 3：操作板的傾斜角度為 30°時

丁. 方法 4：操作板的傾斜角度為 45°時

戊. 方法 5：操作板的傾斜角度為 60°時

己. 方法 6：操作板的傾斜角度為 75°時

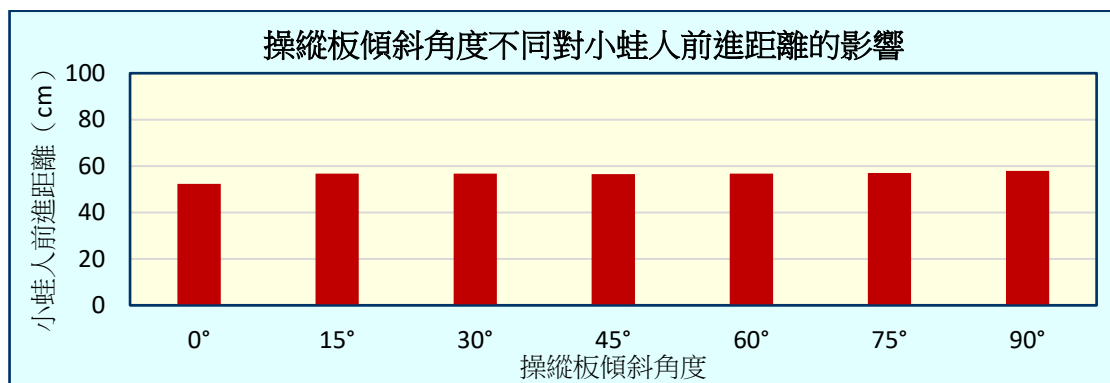
庚. 方法 7：操作板的傾斜角度為 90°時



(4) 結果：

次數 支架夾角	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	合計	平均
0°	52.2	52.8	52.0	52.0	52.4	52.0	52.6	52.8	52.2	52.2	523.2	52.3
15°	56.0	56.2	57.0	57.0	56.9	57.2	57.0	56.8	56.7	56.6	567.4	56.7
30°	56.6	56.0	56.9	56.7	56.1	57.0	56.8	56.9	57.1	56.9	567.0	56.7
45°	57.0	56.2	55.6	56.8	55.9	56.0	56.8	56.7	56.7	56.8	564.5	56.5
60°	56.9	57.5	56.8	56.5	57.2	56.7	56.1	56.1	56.8	56.8	567.4	56.7
75°	56.8	57.1	57.2	57.0	56.8	57.2	56.8	57.0	57.2	57.3	570.4	57.0
90°	57.9	58.0	57.8	57.7	57.8	57.9	58.0	57.7	58.0	57.8	578.6	57.9

(5) 實驗比較



(6) 討論：

甲. 當實作的控制變因為：①小蛙人的夾角為 30 度、②支架長度為 5cm、③操縱桿的間距為 6cm、④操縱桿和敲擊板間距為 3.0cm、⑤固定軸直徑為 2cm、⑥操縱桿左右敲擊次數為 20 次時。

小蛙人在不同傾斜角度的實作板上運動，運動的距離都很接近。除了實作板在水平時的運動距離約為 52.3cm 外，其他的傾斜角度都在 56.7~57.9cm 間，是很接近的。

乙. 從上面的實作結果，我們可以認定小蛙人在水平的板上運動，前進距離比較短；而在 15 度~90 度的前進離比較長。

三、活動三：小蛙人的匍匐前進應用在搬運物品

(一) 目的：

1. 從小蛙人匍匐前進的實作中，當操縱桿前後轉動時，棉線和塑膠管間的相互摩擦阻擋；棉線順暢通過支架的管子和把小蛙人推向前面，利用這個原理，只要把搬運物品繫在小蛙人的塑膠管，就可以往高處運送。
2. 從小蛙人匍匐前進的實作中，將平板加裝輪子，可以運用在傳遞食物。

(二) 器材：小蛙人匍匐前進器、斜板（長度：120cm）、搬送的物品、輸送的載物盒（載重板：底面，圓球輪、車輪、木材面、載物板

(三) 裝置：



在平臺運送食品



往二樓輸送救濟品



在平臺上運送品

(四) 生活應用

1. 應用 1：平面物品的傳遞～輸送盤

今年 2~4 月正好是武漢疫情嚴重階段，為了防止病毒的傳染，餐廳中傳遞食物時，為了避免人在傳送過程中發生狀況，我們設計一個輸送盤，讓食物放置在上面，再利用小蛙人的拉動方式，將食物經過輸送台送到客人前面。

(1) 製作與操作：

甲. 我們根據小蛙人的實驗器材，設計一個輸送盤。

乙. 請老師利用木板幫我們製作，並在輸送盤下裝訂輪子方便滑行。

丙. 將八字塑膠管裝訂在輸送盤下。

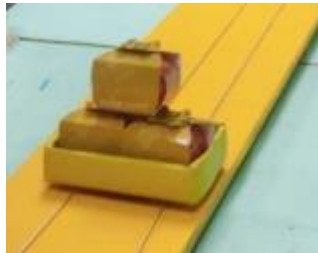
丁. 在木板的頂端布置固定軸。

戊. 把較粗的繩子穿過的八字塑膠管。

己. 繩索的一端可以用雙手拉住。

庚. 當左右兩手交互拉動繩子。

辛. 輸送盤上的物品就會經輸送帶輸送到客人的前面。



(2) 實作：

甲. 不同食物放置在輸送盤上的運送

乙. 將輸送盤上放置不同的物品，繩索固定在固定軸上。

丙. 輸送盤放在另一端。

丁. 雙手分別拉緊繩索二端，左右拉動。

戊. 觀察輸送盤上的運送。

(3) 實作例子：

甲. 餐飲店輸送飲料，如：咖啡、紅茶、冰品、果汁、甜品、蛋糕等。

乙. 麵食、飯類：炒麵、炒飯、焗烤、菜類等。

丙. 圖書室：借書、畫等。

丁. 傳送餅乾類。



在輸送平臺上輸送物品



餅乾傳送到同學的前面就可自由取用



將果汁輸送到選定的同學前面



可以運送較多餅乾類



由同學自由選擇食品，再送到前面



操作小蛙人二條棉線



食品就會慢慢送到同學前面，非常方便



2. 應用 2：木板的傾斜角度不同會不會影響輸送盤的上升。

- (1) 將木板抬升到不同的角度（0 度、15 度、30 度、45 度）。
- (2) 操作方法（和應用 1 相同）。
- (3) 輸送盤放置在木板的低處。
- (4) 拉動繩索。
- (5) 觀察輸送盤運送的過程。



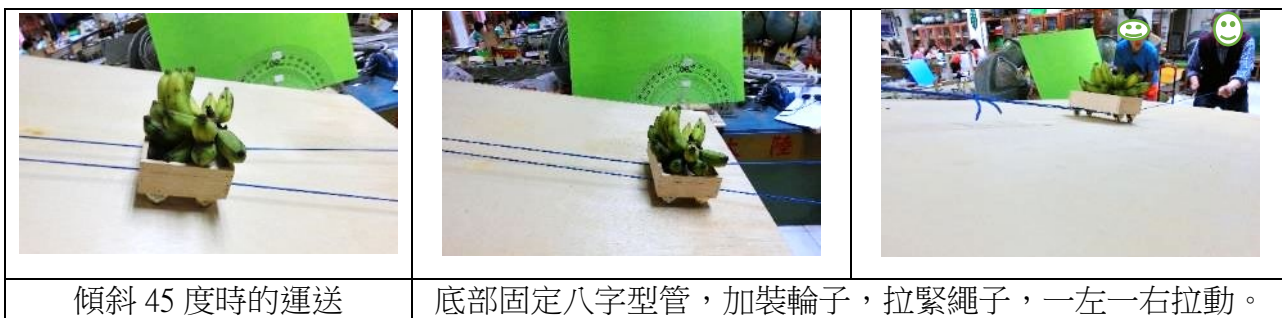
平面（0 度）運送



傾斜 15 度時的運送



傾斜 30 度運送



3. 應用 3：高處運送物品～載物台

今年的四、五月南部地區一連下了幾天的大雨，靠近海邊的村子積水很深，居民都躲在二樓等待救援。從電視上看見載送救濟品的小船上的人們把物品往二樓丟，有的食物摔落在洪水中，流走了很可惜。如果用我們做的輕便搬運器，把物品送到二樓就方便多了。

(1) 製作與操作：

甲. 我們根據小蛙人的實驗結果，設計一個輕便又可以載物的支架。

乙. 請老師利用水管幫我們製作。

丙. 利用水管做成梯形

丁. 在頂端布置固定軸。

戊. 把較粗的繩子穿過輸送盤的八字型塑膠管。

己. 繩索的兩端點綁在一起。

庚. 二隻手各操控繩子的兩端，上下交替拉動。

辛. 載物台上的物品就可以慢慢的上升到目的地。



利用小蛙人傳送食物到樓上



把食品綁在小蛙人
支架二邊



二位同學合作的把小
蛙人拉上去



食物吊在小蛙人上，
慢慢上升。



小蛙人把食物拉到上面



小蛙人上升時，棉線是
直直的。



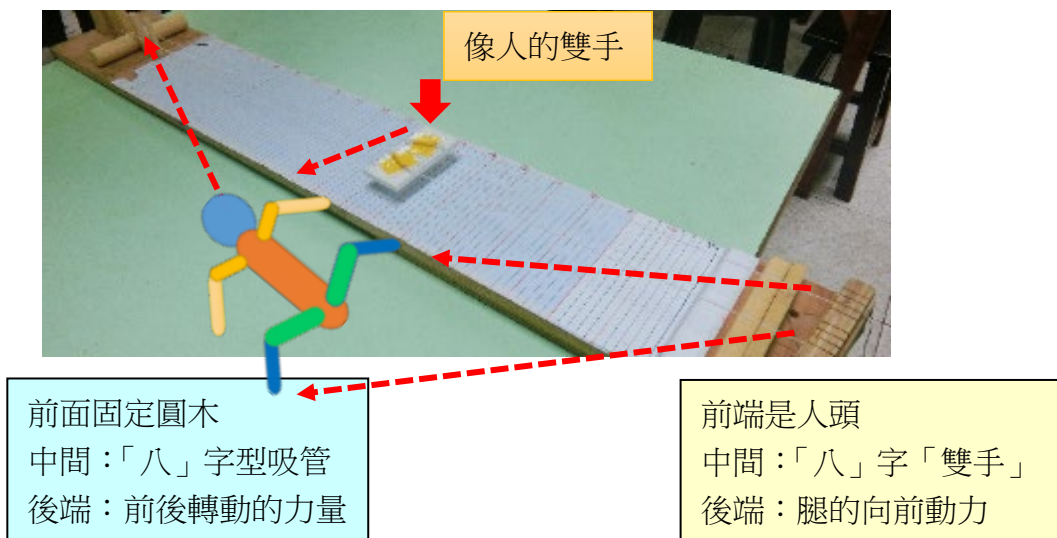
小蛙人把食品拉到樓
上了，大家好高興。

(五) 結果與討論：

1. 利用水管製作的輕便簡易的高處運送物品～載物台，十分輕巧，很容易操作，我們練習一下就可以輕鬆地將載物台由下往上輸送。
2. 當我們在載物台上綁上物品，試著拉動時，也不會費力；如果放的物品比較重時，拉動時可以兩個人交互左右上下拉動。
3. 利用木盒子加裝輪子製作的輸送盤運用在傳遞食物時，可以在平台上輸送避免人的接觸，輸送過程中，食物可以安全穩定送達；當在不同的傾斜角度板上輸送時，因輸送盤底部有輪子，再加上受到地心引力的影響，因此 30 度以上的位置就不易送達。
4. 利用簡易的塑膠硬管做成的八字型小蛙人輸送帶，可以輕便的把生活用品拉上二樓，安全又方便。

陸、結論

- 一、在「小蛙人的匍匐前進」的活動中，我們感到最神奇的是一條繩子穿過二根「八」字的吸管，靠著繩子套掛在前端的圓形木頭上。當拉動吸管兩端的繩子時，左右上下拉動，套在頂端圓木上的繩子會在地上一來一往，就會使「八」字上的小蛙人前進，真是好玩。
 - 二、小蛙人的前進是靠著穿過吸管的繩子和管子間一來一往的阻力，使小蛙人前進。這個前進和我們爬在地面上，前端的二隻手的姿勢是「八」型；後面二支腿一前一後的使力推動，使身體前進。看起來小蛙人和人的匍匐前進好像是有相同的地方。
- (一) 在小蛙人的設計中：二個相比較。



(二) 運動前進比較：

1. 小蛙人的動力是後端操縱桿的一上一下，來拉動繩子，使繩子和使八字中的一根管壁產生卡住，另一根管中的棉線可以順利通暢，也拉動前端固定板的繩子一前一後，使小蛙人前進。
2. 真正的人「匍匐前進」是靠著後端的大腿左前右上，也就是左右大腿交互前進，產生動力；再配合前端的左右手交叉前進，人體就向前運動了。

(三) 「小蛙人的匍匐前進」是好玩的玩具，設計製作很簡單，可是玩法很多，變化就在「八」字及操縱桿的一上一下，除了好玩又可以幫助我們做很多事。

1. 可以搬運物品：設計一條輸送板，可以把物品送到對方。最近的武漢病毒，餐廳就可以利用它來輸送物品，如：茶、飲料、咖啡、飯、菜到客人前面，自由選取，方便又衛生。
2. 輸送物品到樓上：只要有一個「大型的小蛙人」，就可以運送物品到樓上了。



把物品綁在小蛙人的支架，左右手拉動繩子，就可以拉上去了。



樓上的人們接到救助品了

柒、參考資料

康軒文教事業股份有限公司（2012）。國民小學自然與生活科技五上(力與運動)。

臺北市：康軒文教事業股份有限公司。

鄒紀萬（2000）。科學勞作力學動力篇。臺北市：美勞教育出版有限公司。

跟著鄭大師玩科學 親子活動（二十三）小猴子爬樹，取自

<https://www.masters.tw/89531/%E8%A6%AA%E5%AD%90%E6%B4%BB%E5%8B%9523>

【評語】 082915

本研究以「力與運動」原理發想的實驗，參考猴子爬樹的物理原理具備科學基礎。並將科學小遊戲延伸製作成輸送帶，具有創意。實驗模擬時的狀況與後續規劃實際運送物品時的考量是不同的，未來應用時建議可考量棉線材質、如何順利且安全投擲到高處及載重負荷建議可納入考量。

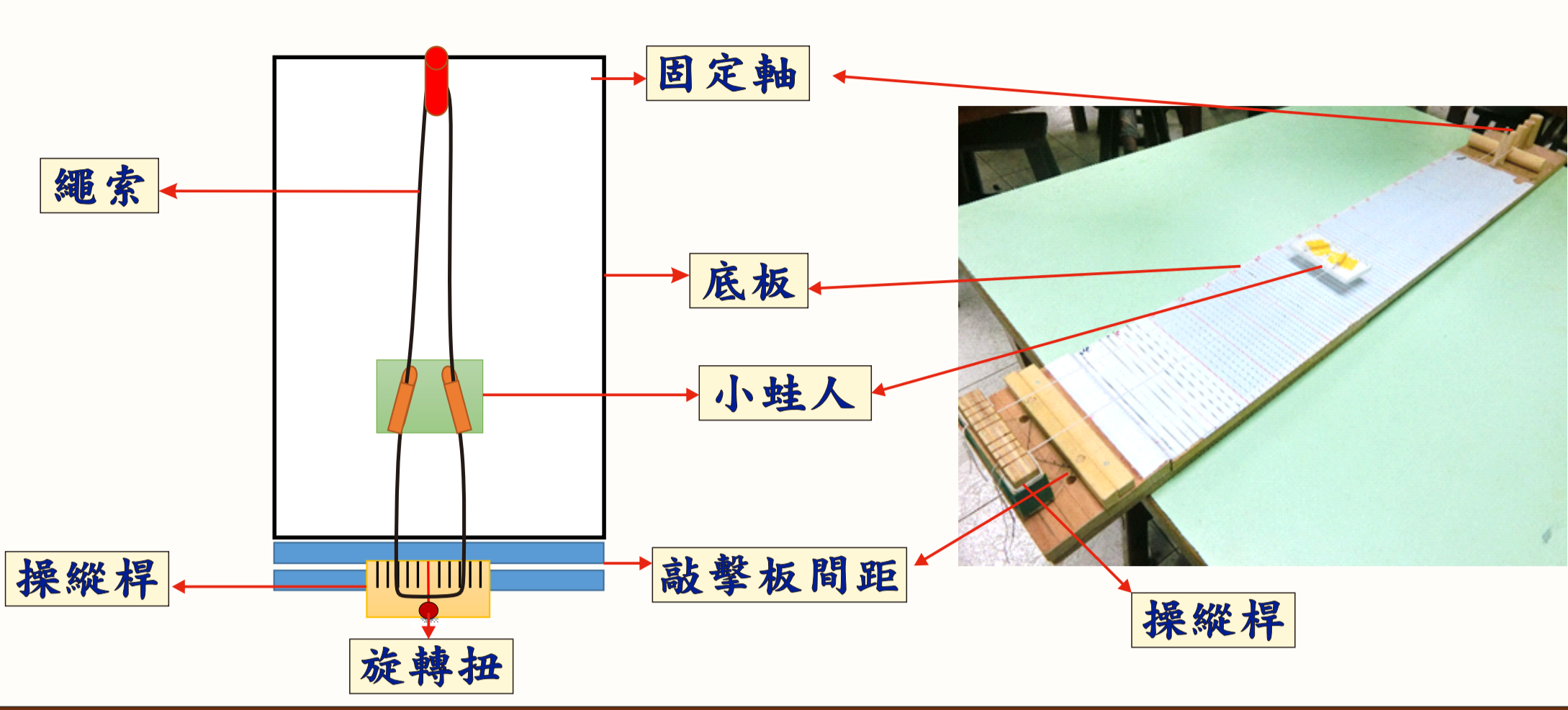
壹：研究動機

欣賞電視劇「女兵日記」，其中最讓我驚訝的是女兵的「匍匐前進」，也就是在地面爬行，雙手和雙腳都呈現八字，交互爬行前進。女兵爬行時，身體靠近地面快速前進真有趣，所以今年科展我們就以「小蛙人匍匐前進」為主題來研究。

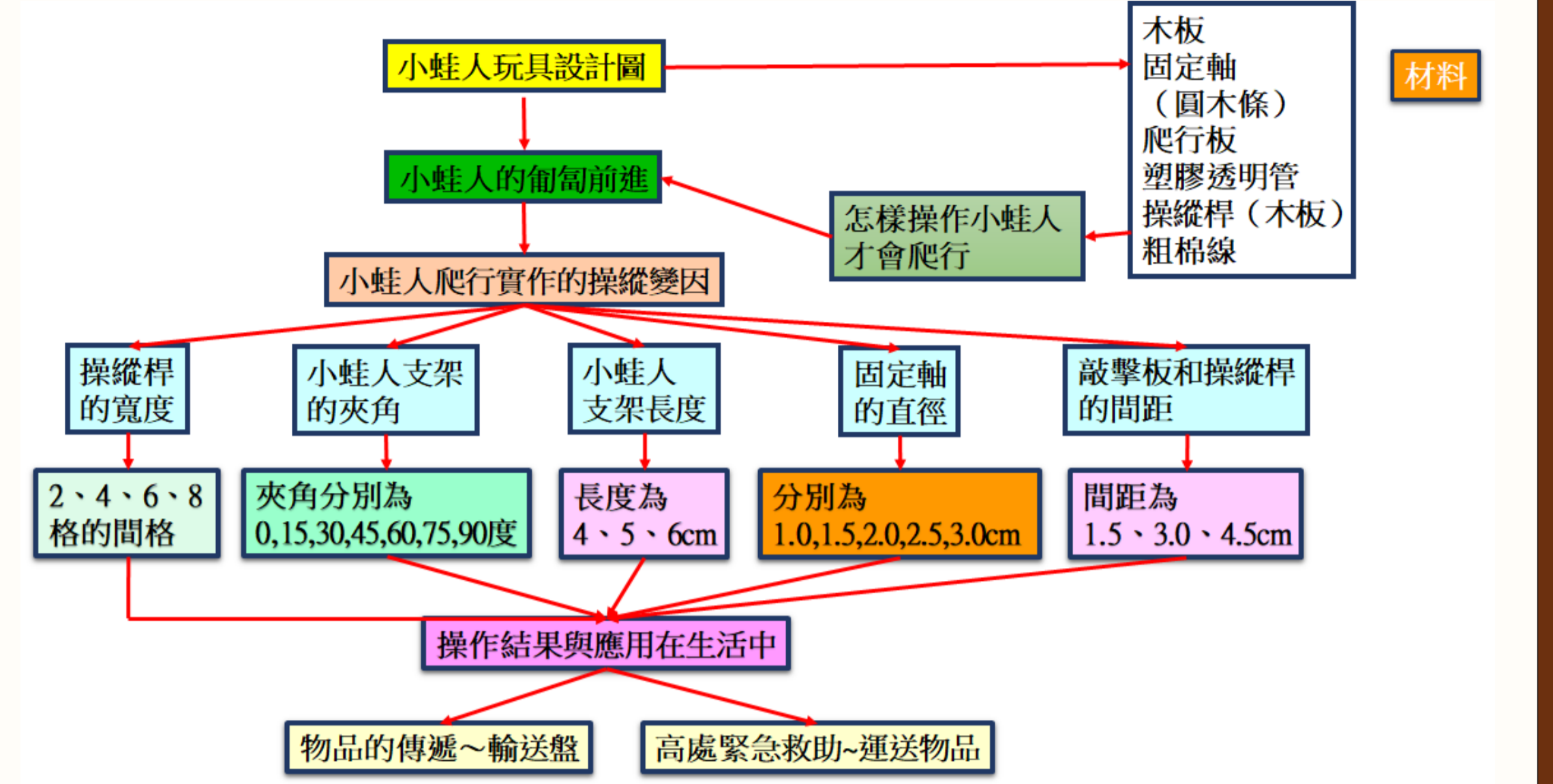
貳：研究目的

- 一、從操作「小蛙人匍匐前進」時，發現「操作桿的前後轉動」是「小蛙人前進」的動力。而且知道小蛙人每次前進的距離和操作桿轉動的弧度有關。
- 二、從實作中，發現小蛙人的前進是靠著繩子和塑膠管之間的阻力才前進的。
- 三、從「小蛙人的匍匐前進」活動中，把試驗器材變大，應用在日常生活中可以輸送物品、緊急救助。

參：研究器材與模型



肆：研究架構



伍：研究過程與結果

活動一：設計、製作「小蛙人的匍匐前進器」

(一) 設計、製作小猴子的圖片。

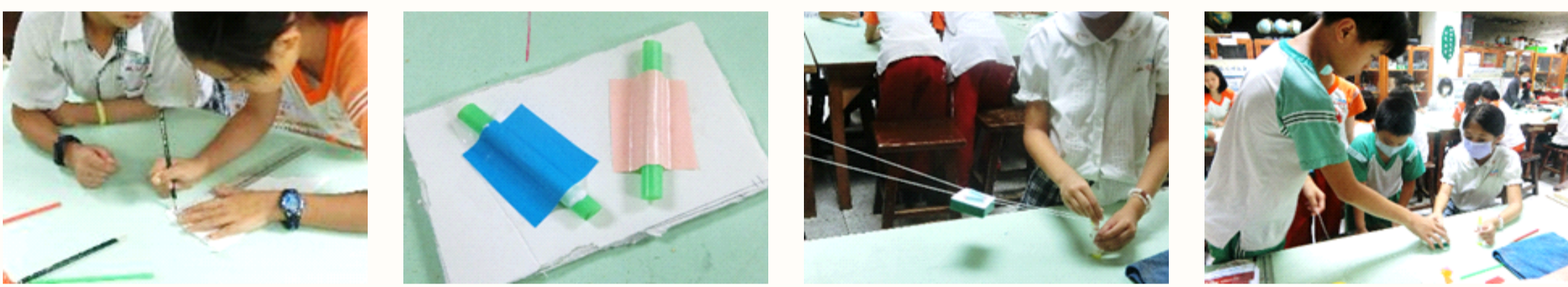


小猴子的設計

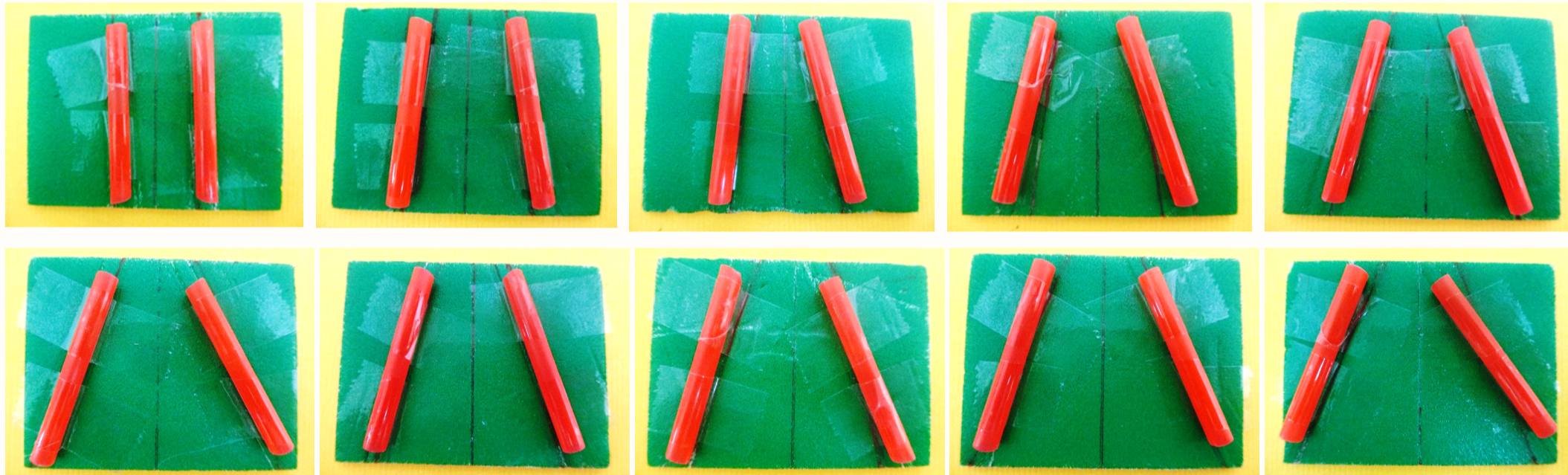
小猴子在桌面操作

(二) 討論、設計、製作小蛙人模型

1. 我們先設計「小蛙人的匍匐前進器」。
2. 利用珍珠板設計、製作模型。



(三) 製作的小蛙人前進器

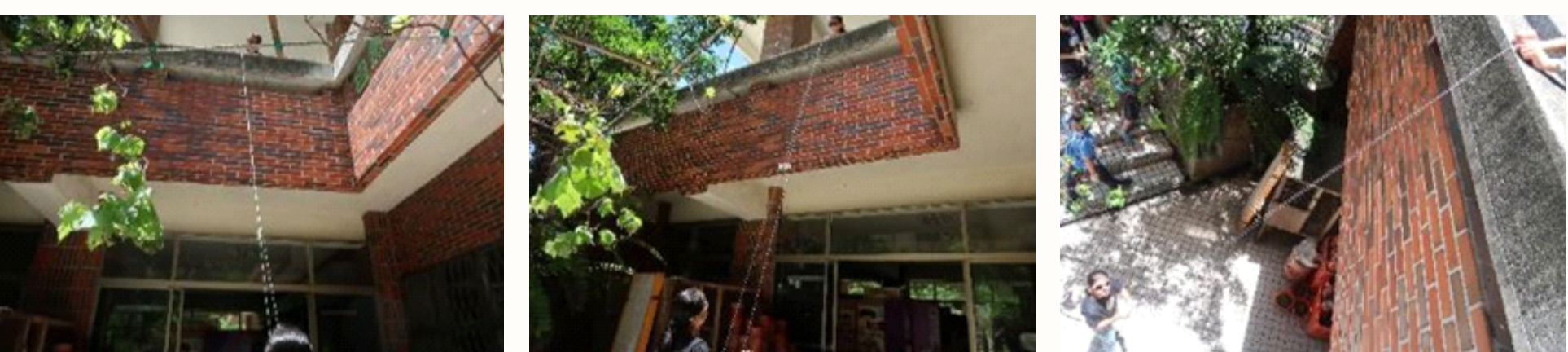


(四) 大家玩玩看

1. 兩位同學在桌面上互相拉動小蛙人
2. 隔岸拉動小蛙人



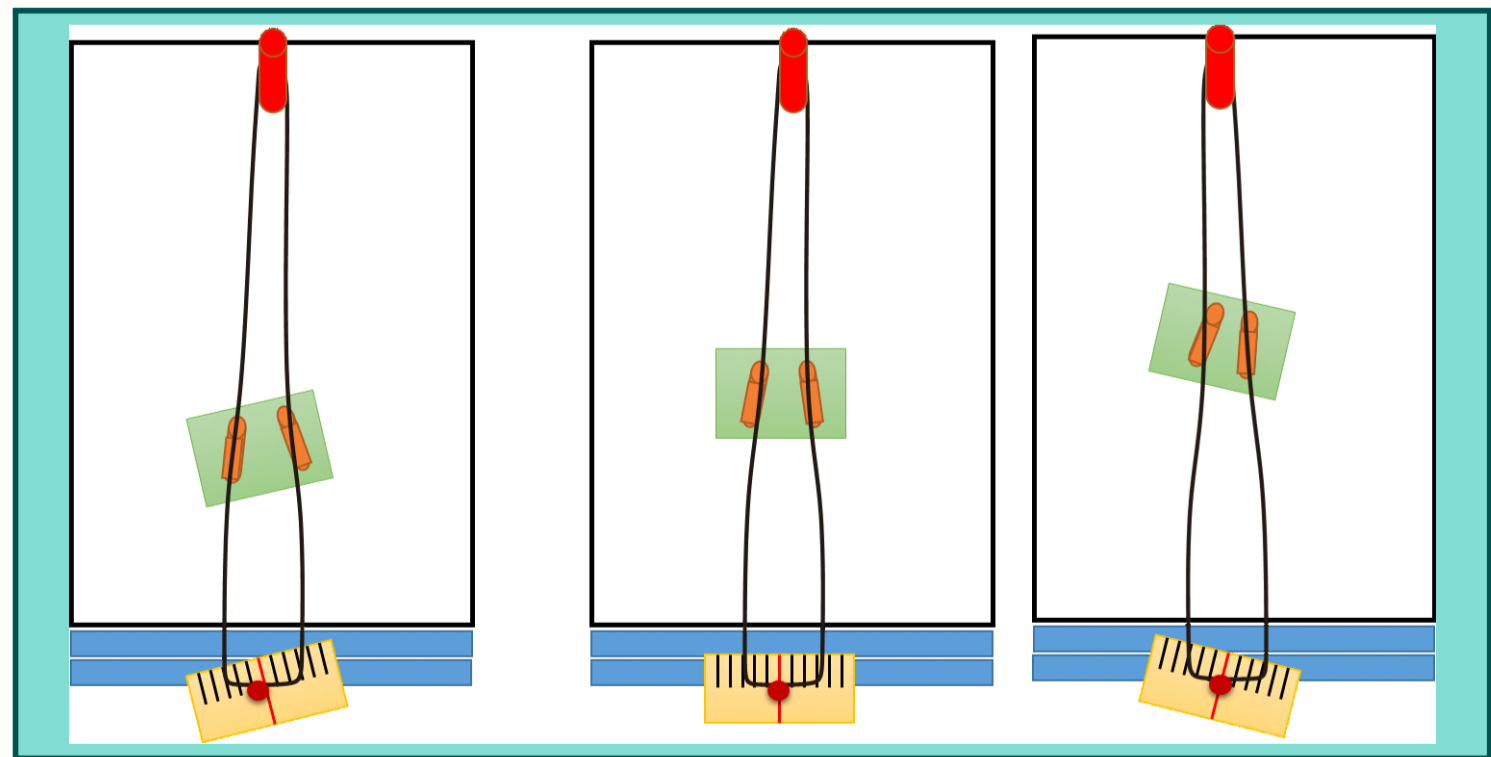
3. 兩位同學從樓下拉小蛙人到樓上



4. 拉拉看的結果：小蛙人怎麼向前進

- (1) 當左右手交互拉動棉線時，小蛙人會向前進。
- (2) 當左手拉棉線時，小蛙人左邊的支架會拉直，右邊的支架會些微向上轉彎。
- (3) 左右分別拉動小蛙人棉線時，套在固定軸的棉線會

5. 小蛙人的前進操作 (分解動作)

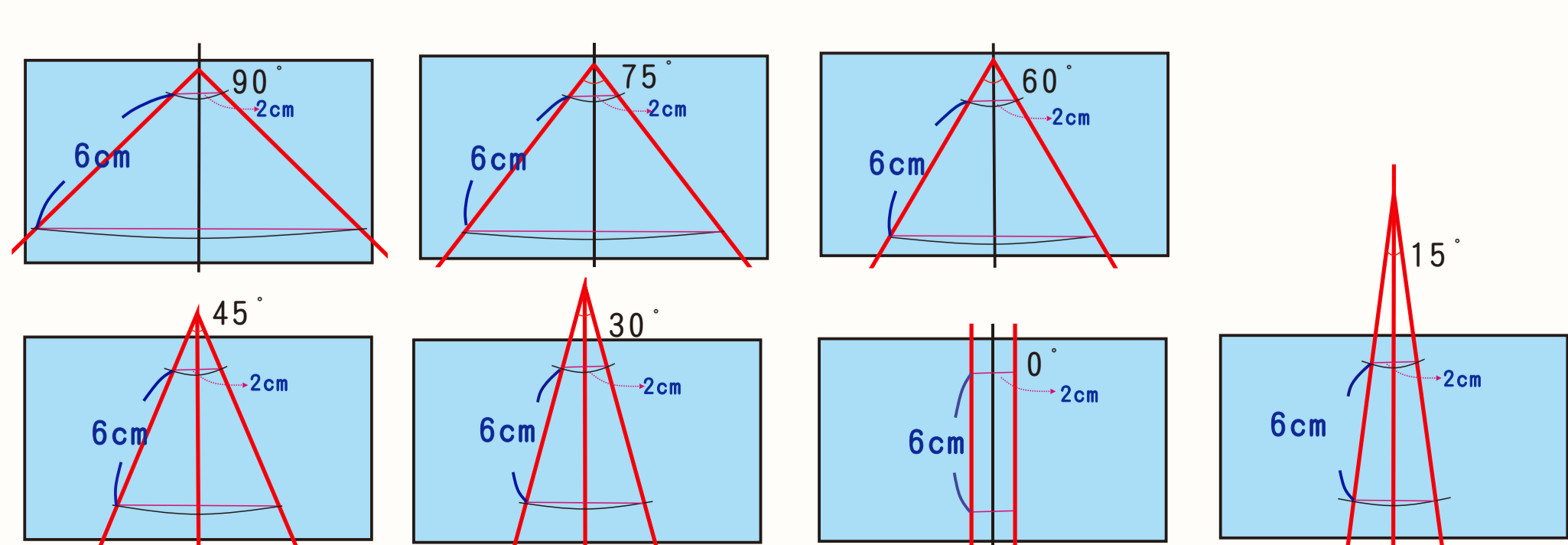


(五) 疑問：小蛙人的前進和二支架的夾角和小蛙人支架長短不同，有相關嗎？

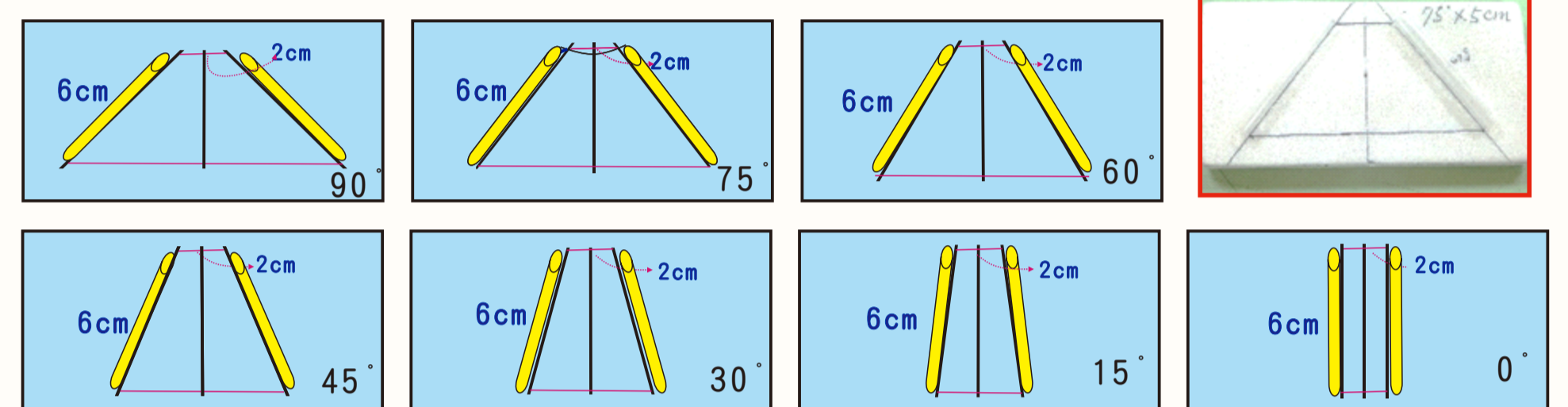
(六) 製作實驗用的「小蛙人前進」

1. 製作支架夾角不同的小蛙人實驗器：

(1) 小蛙人支架的不同夾角設計：



(2) 小蛙人的設計圖：



(3) 製作成品：

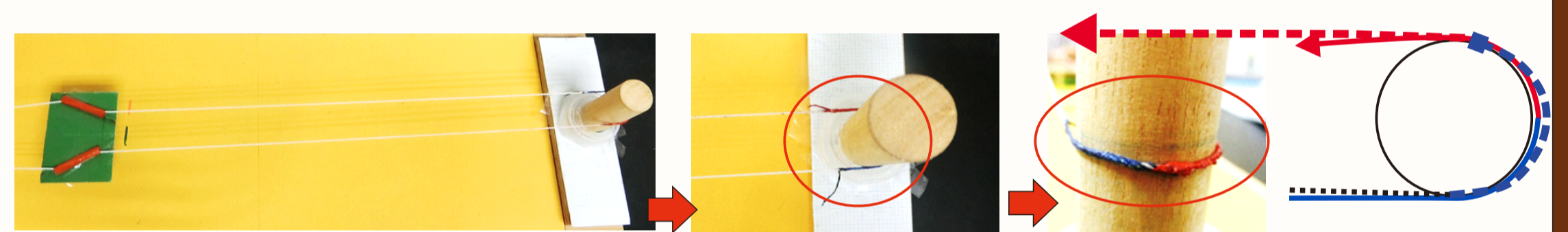
2. 製作小蛙人前進的實驗架



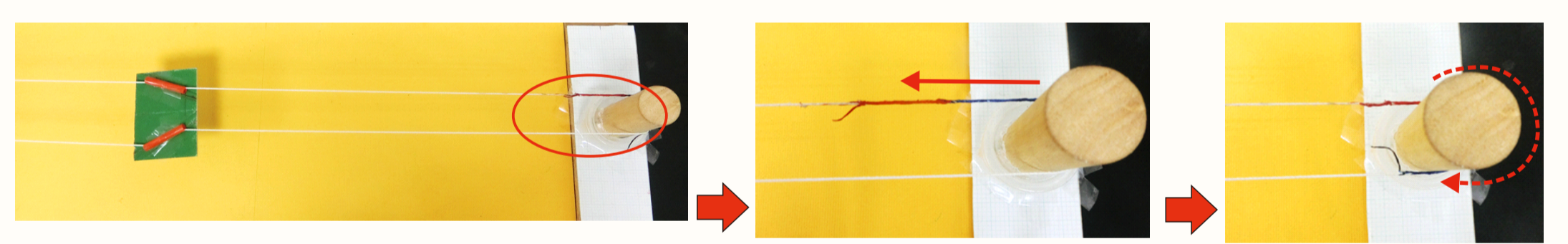
(七) 觀察小蛙人的前進：

觀察1：左右手拉動棉線時，固定軸上棉線的運動。

- (1) 左手拉動左邊的棉線時：固定軸上的紅色棉線會向左邊前進運動；藍色棉線會繞過圓木柱向左邊運動。
- (2) 右手拉動右邊的棉線時：藍色、紅色棉線會繞回原來的位置。



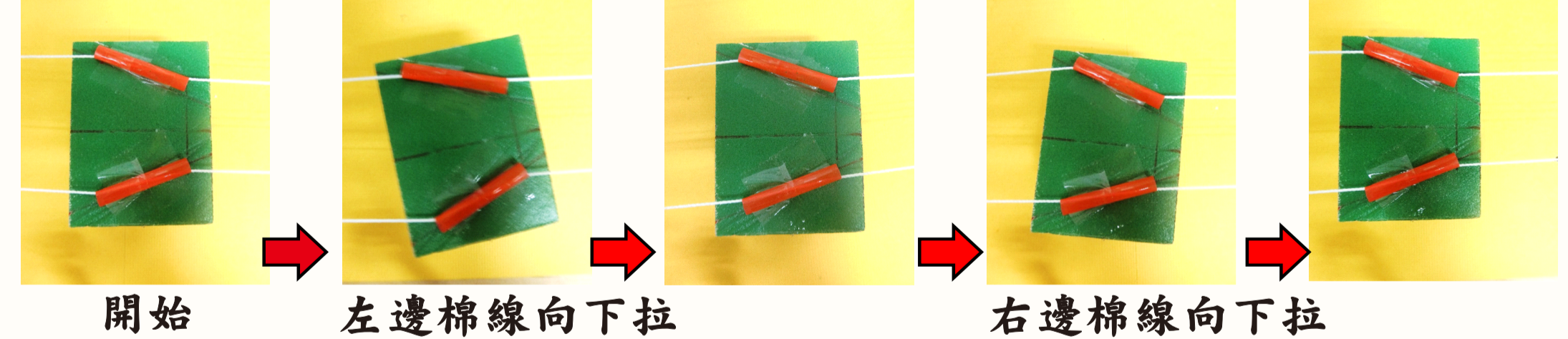
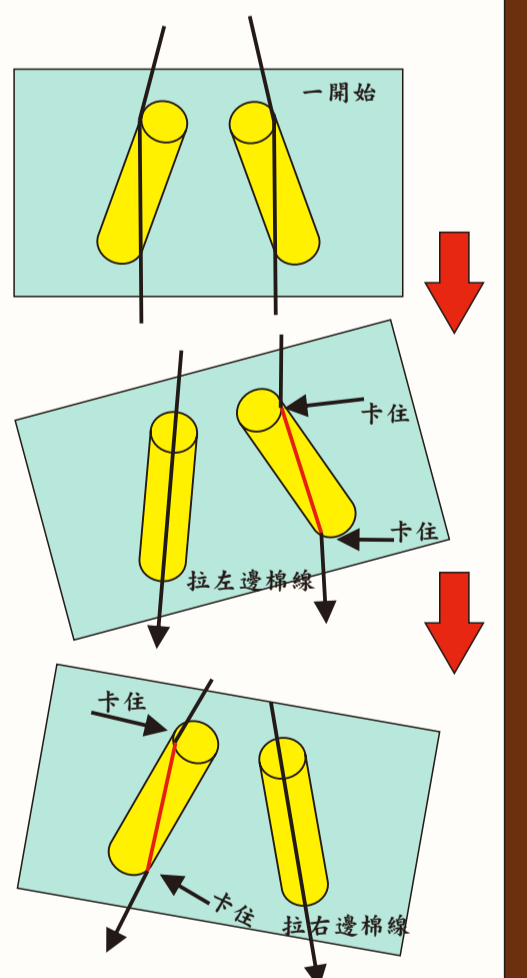
● 固定軸上棉線的變化：一開始固定軸上的線一邊紅色一邊藍色。



● 左手拉動棉線，固定軸的紅色和藍色棉線向左移動；換右手拉動時，紅色和藍色棉線又回到原來的位置。

觀察2：左右手拉動棉線時，小蛙人上的支架會有什麼變化。

- (1) 當左手拉動左邊的棉線時，小蛙人左邊穿過支架的棉線會和支架平行，小蛙人可以自由前進，而小蛙人右邊的棉線會向左邊轉彎；這時穿過吸管的棉線前端卡住吸管的右側；後端卡住吸管的左側(如右繪圖)。
- (2) 左邊的棉線向下運動時，會帶動右邊的棉線向上前進，也帶著被卡住的小蛙人前進。



(八) 影響小蛙人前進的因素：

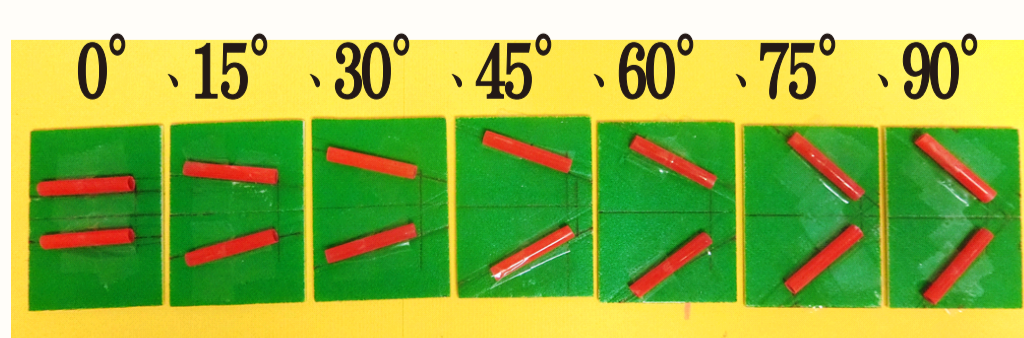
1. 固定軸的直徑 (cm)：

圖示					
套住繩子的圓柱直徑	1.0cm	1.5cm	2.0cm	2.5cm	3.0cm

2. 操縱桿的夾縫間距

操縱桿				
夾縫間距	2cm	4cm	6cm	8cm

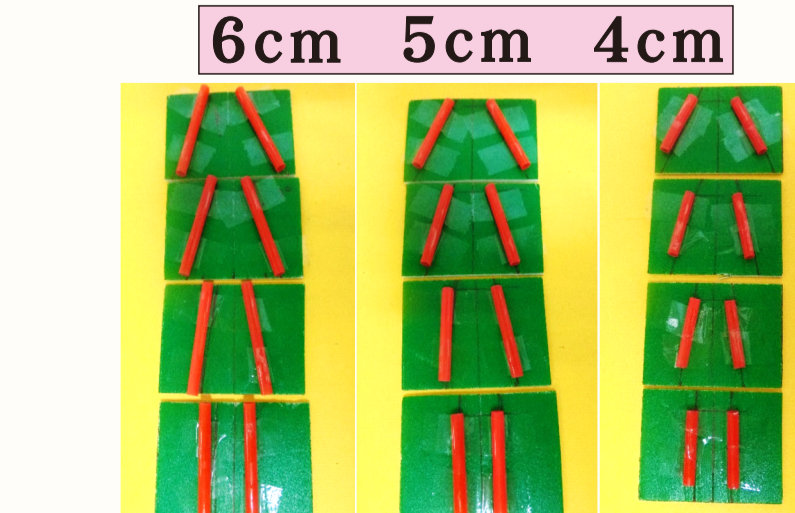
3. 小蛙人支架的夾角：



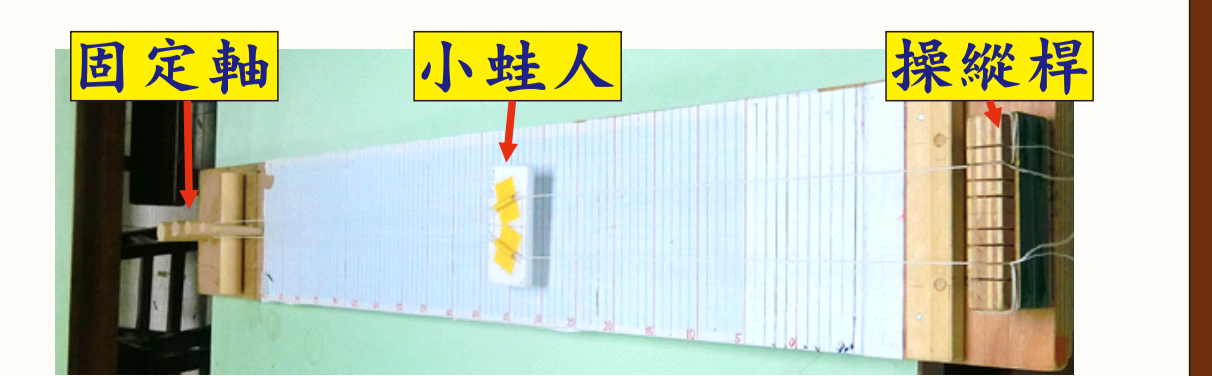
4. 操縱桿與敲擊板的間距

敲擊木板			
間距	1.5cm	3.0cm	4.0cm

5. 小蛙人支架的長短：



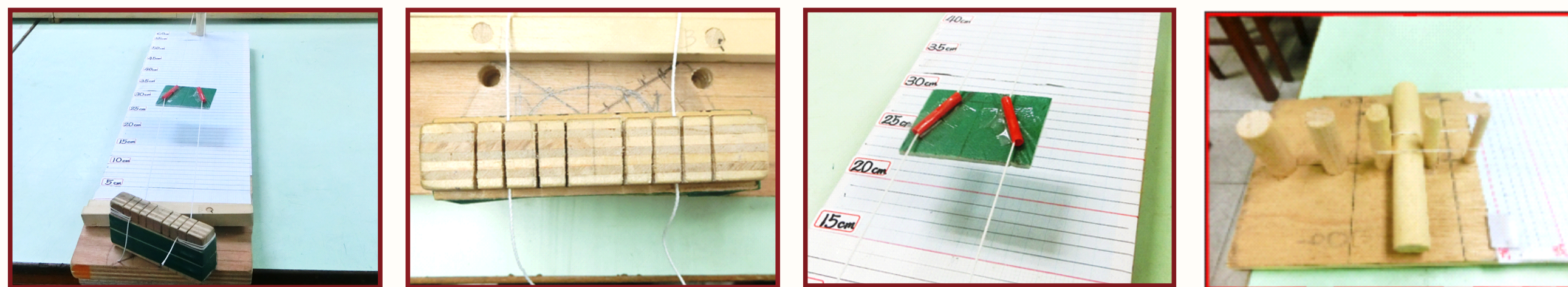
(九) 實驗用的小蛙人實驗操作板



活動二：哪些變因會影響「小蛙人的前進」？

(一) 目的：想依據「活動一」影響小蛙人前進設計實驗、觀察、比較，找出影響小蛙人前進的原因，及探究出小蛙人前進的動力來源。

(二) 裝置：



實驗架 操縱桿 小蛙人 (支架) 固定軸

(三) 實作過程：

實作1：操縱桿的夾縫間距不同，會不會影響小蛙人的前進距離。

(1) 操縱變因：操縱桿夾縫間距的不同，分別為2.0、4.0、6.0、8.0cm

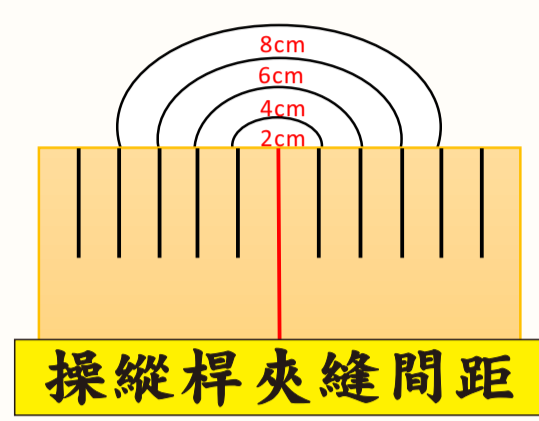
(2) 控制變因：

- 甲.小蛙人支架夾角固定 (分別為：0°、15°、30°、45°、60°、75°、90°)
- 乙.操縱桿與敲擊板的間距 (3.0cm)
- 丙.固定軸的直徑一定 (2.0cm)
- 丁.同一位同學操作

(3) 應變變因：操縱桿前後轉動20次小蛙人前進距離

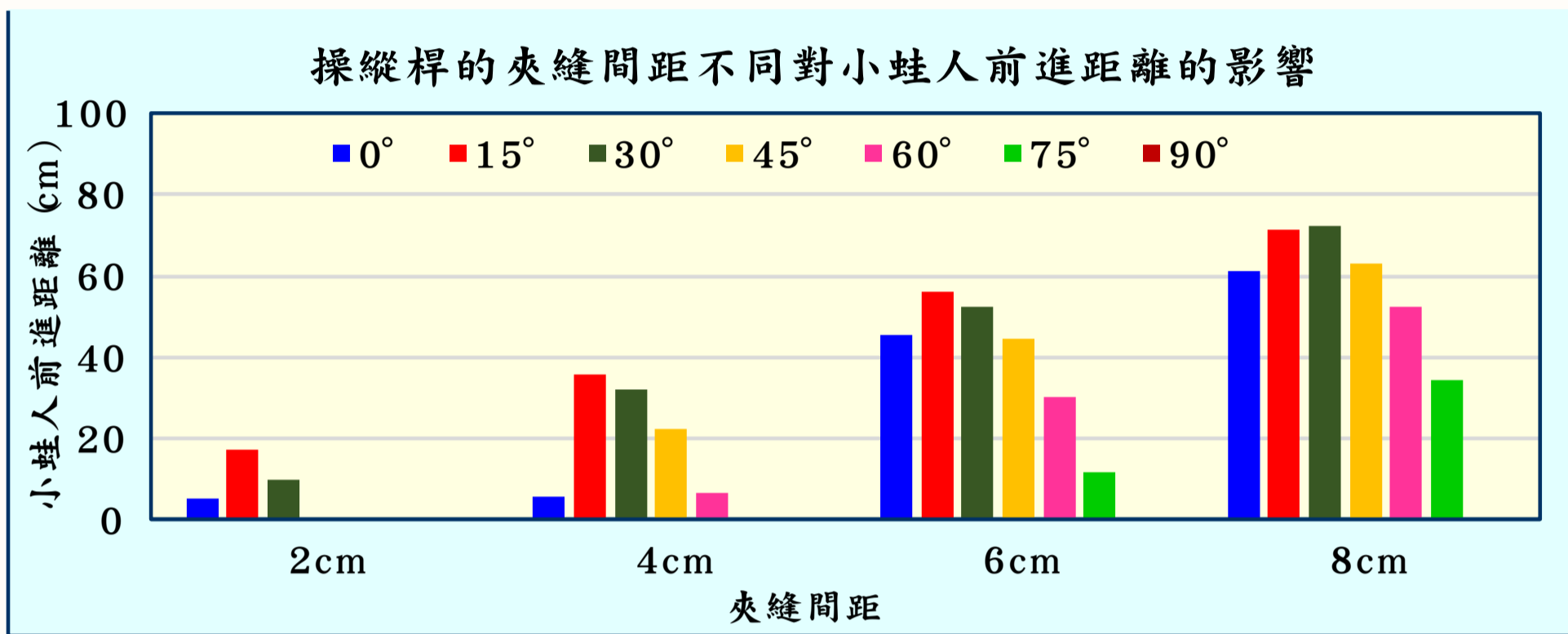
(4) 操作步驟：

- 甲.把「小蛙人匍匐前進器」固定在操作台上。
- 乙.調整固定軸、操縱桿夾縫與敲擊板的間距，在一定位置。
- 丙.把一個小蛙人各操作20次。
- 丁.把小蛙人前進距離記錄下來。



夾縫間距2cm 夾縫間距4cm 夾縫間距6cm 夾縫間距8cm

(6) 結果：



(7) 討論：

甲.操縱桿的間距為2cm時：

- (甲)小蛙人支架的夾角為：45°、60°、75°和90°，操縱桿前後轉動時，左右支架中的棉線都會卡住前端外側的管壁和末端支架內側的管壁，使棉線只能左右搖擺。
- (乙)小蛙人支架的夾角為0° (平行)、15°和30°，操縱桿前後轉動時，左右支架就會一邊卡住，一邊通暢，所以小蛙人就會前進。

乙.操縱桿的間距為4cm時：

小蛙人支架的夾角在0°、15°、30°、45°和60°時，操縱桿前後轉動，都會一邊管壁卡住，另一邊管壁不會卡住，所以小蛙人會前進。

丙.操縱桿的間距為6cm和8cm時：

- (甲)小蛙人支架的夾角在0°~75°時，操縱桿前後轉動時都會有一邊支架卡住；另一邊支架不會卡住，所以小蛙人會前進。
- (乙)可是小蛙人支架夾角為90°時，左右支架都卡住了，所以小蛙人不會前進。

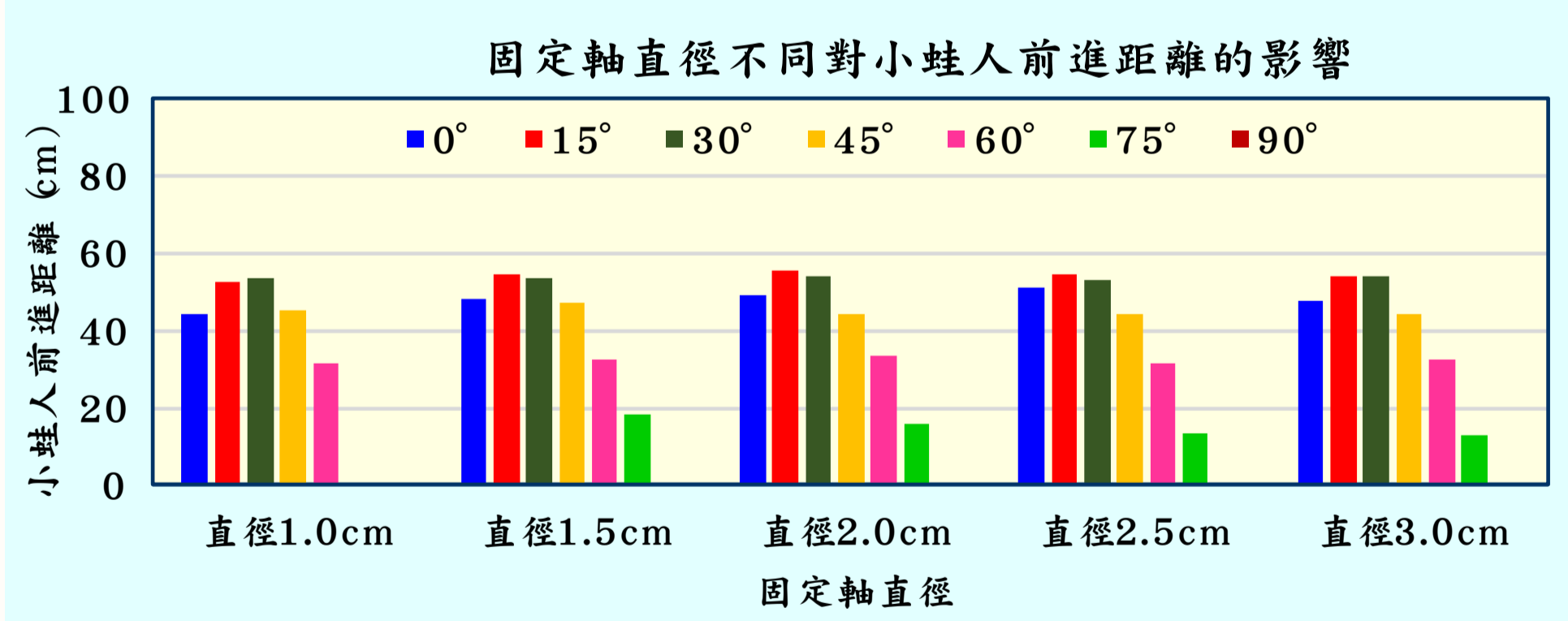
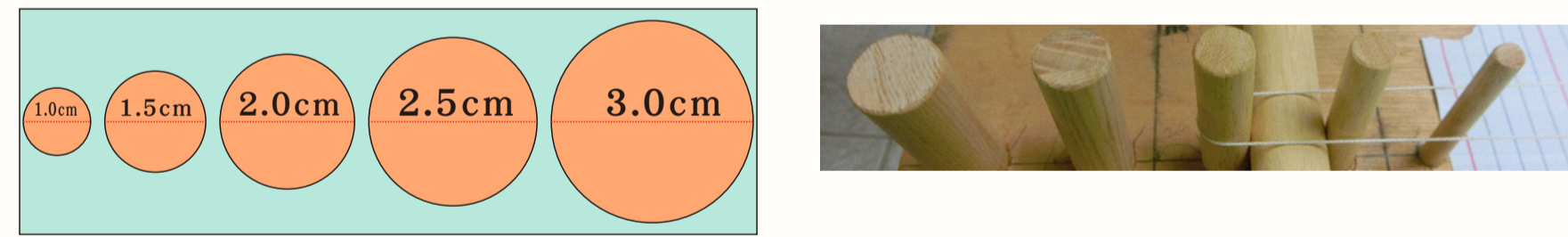
丁.當操縱桿的間距為6cm和8cm時：

小蛙人的支架夾角在0°、15°、30°、45°和60°時，小蛙人在操縱桿和敲擊板間距為3cm時，只要操縱桿前後轉動20次，就可以前進50cm以上，而且小蛙人支架夾角為15°和30°時，間距6cm時，前進最遠約50cm以上，間距為8cm時，前進約70cm以上。

實作2：固定軸的直徑不同，會不會影響小蛙人前進的距離 (1.0、1.5、2.0、2.5、3.0cm)

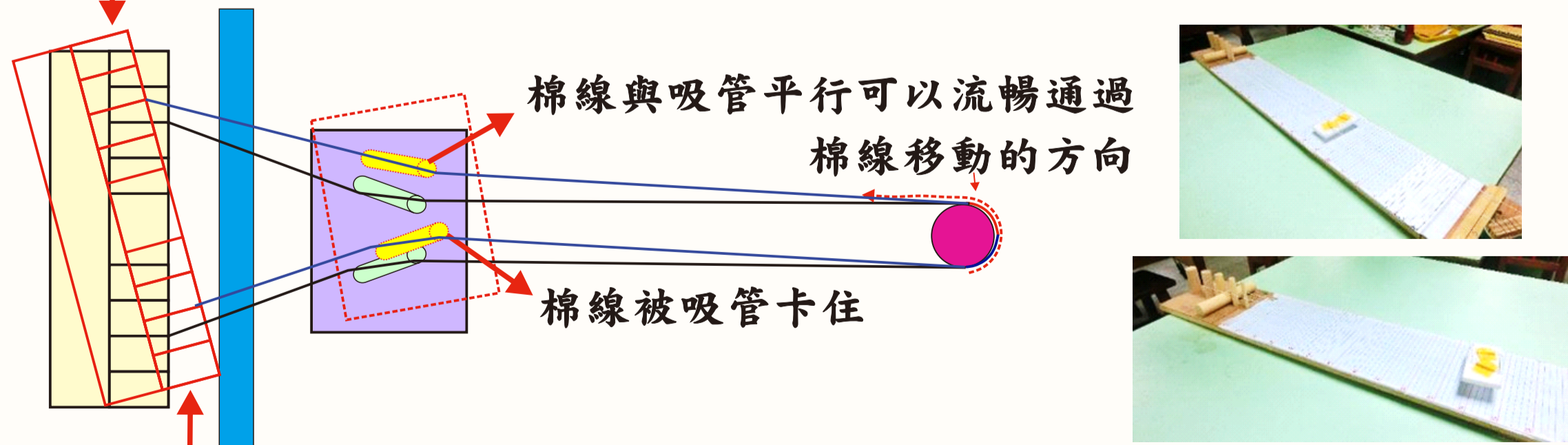
(1) 操縱變因：固定軸的直徑不同

(2) 實作結果：



(3) 討論：

第一階段：操縱桿左邊往後轉動時，棉線和小蛙人的變化。
棉線會沿著圓周逆時針方向運動，也就是紅色線段會向下方移動；藍色線也跟著逆時針方向運動。



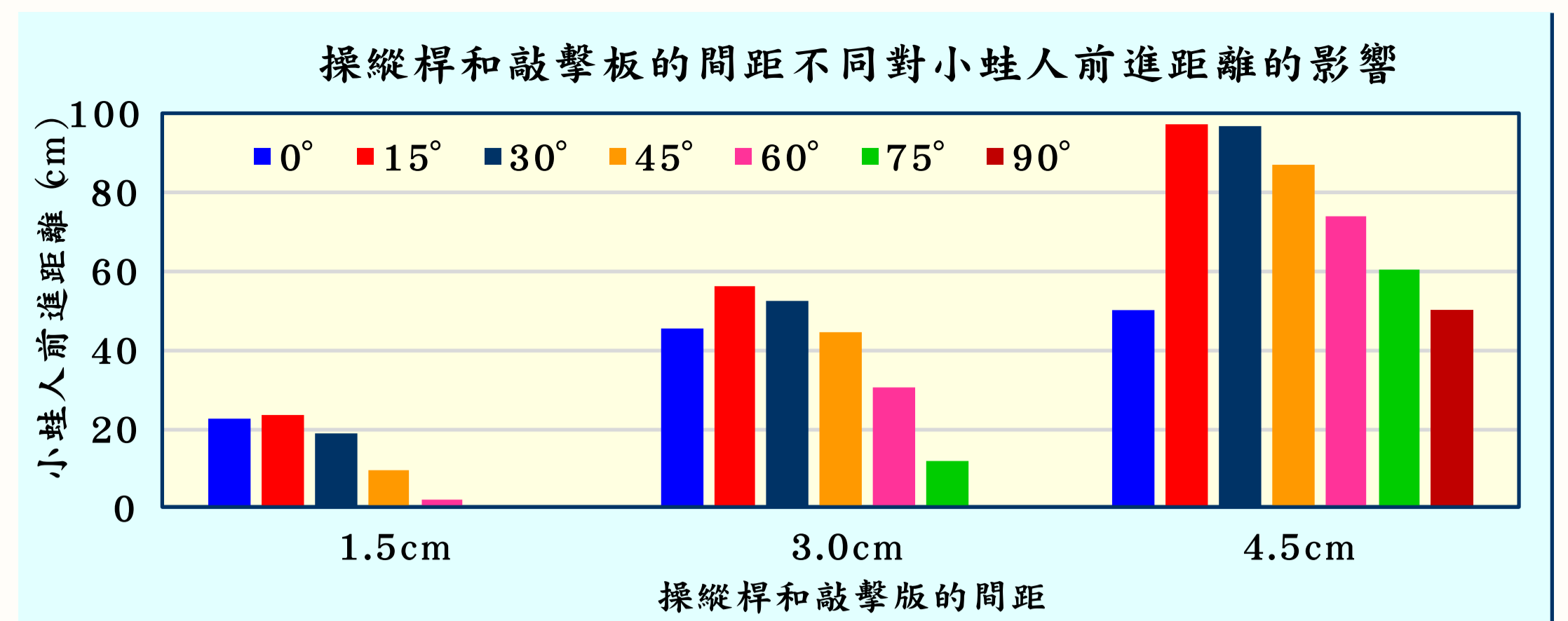
第二階段：操縱桿左邊向前轉動到卡住，棉線和小蛙人的變化：
纏繞圓柱的紅色和藍色都會回到原來的地方。

甲.操縱桿來回的轉動時，纏繞在固定軸的棉線會原地來回拉動；而小蛙人的二支支架在操縱桿來回轉動時，會使穿過支架的棉線一邊會卡住，另一邊會流暢的通過。這時只要來回拉動棉線，小蛙人就會前進了。

乙.固定軸直徑的長短，也就是圓木柱的粗細，從實作中發現對小蛙人的前進影響不大。可是當固定軸直徑在1.0cm時，小蛙人支架夾角在75度時，因為棉線會被支架卡住，所以在拉動操縱桿時，小蛙人只會在原地左右搖動，不會前進。

實作3：操縱桿和敲擊板的間距會不會影響小蛙人的前進距離。

- (1) 操縱變因：操縱桿和敲擊板的間距，分別為1.5、3.0、4.5cm
- (2) 操作結果與比較：



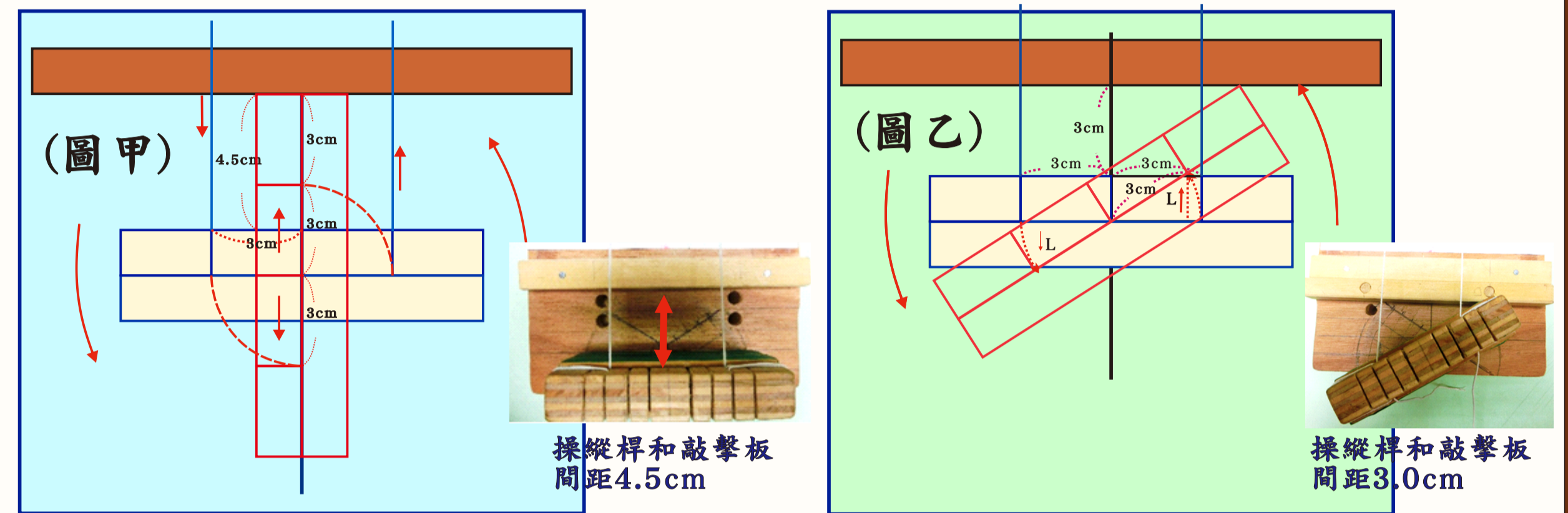
(3) 討論：

甲.從操縱桿和敲擊板不同距離的實驗比較，發現當操縱桿和敲擊板的距離在1.5cm時，小蛙人的支架夾角從0度 (也就是二支架平行時)，穿過支架的棉線，有一邊會卡住，另一邊會流暢，所以只要操縱桿前後轉動時，小蛙人就會前進。可是小蛙人支架的夾角越大，在75度、90度時，棉線就不會被卡住，即使左右轉動小蛙人支架，也不會前進。

乙.當操縱桿和敲擊板的間距在3.0~4.5cm時，操縱桿前後轉動的旋轉弧度就越大；間距4.5cm時，操縱桿旋轉弧度約90度 (圖甲)；也就是小蛙人前進的距離為3.0cm；操縱桿和敲擊板間距為3.0cm時，旋轉弧度比較小，也就是小蛙人前進距離較近。(圖乙)

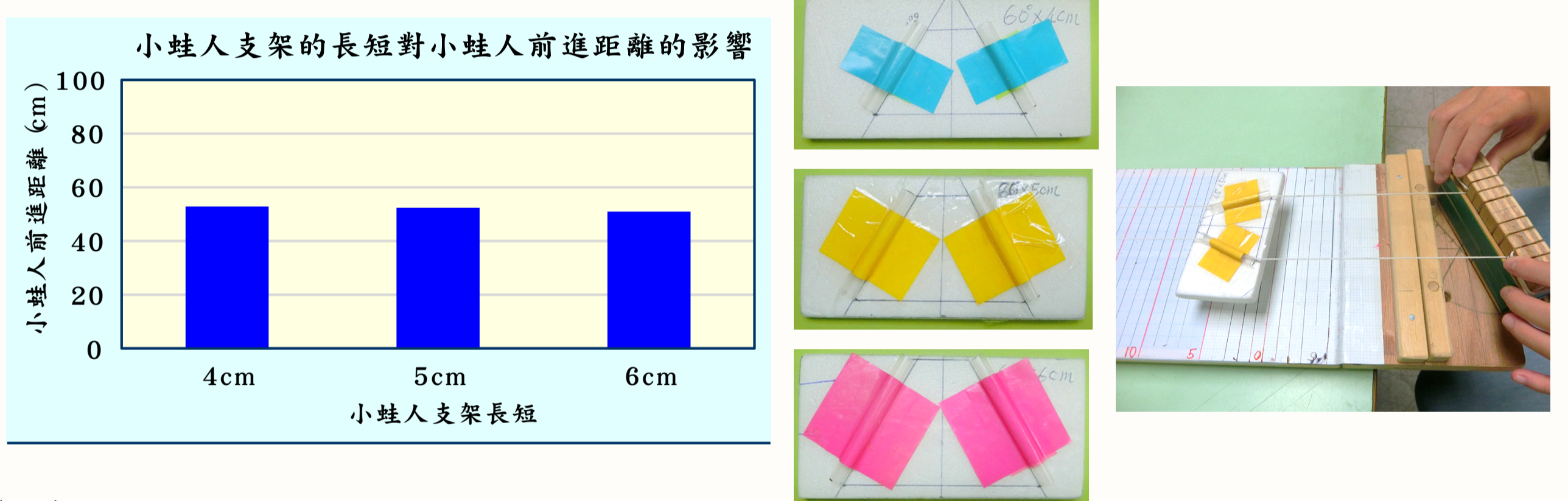
操縱桿和敲擊板的間距4.5cm
操縱桿旋轉弧度約90度，
小蛙人前進距離為3.0cm

操縱桿和敲擊板間距為3.0cm
旋轉弧度比較小，
小蛙人前進距離比較近。



實作4：小蛙人支架的長短會不會影響小蛙人的前進距離。

- (1) 操縱變因：小蛙人支架長度不同，分別為4.0cm、5.0cm、6.0cm
- (2) 實作結果：



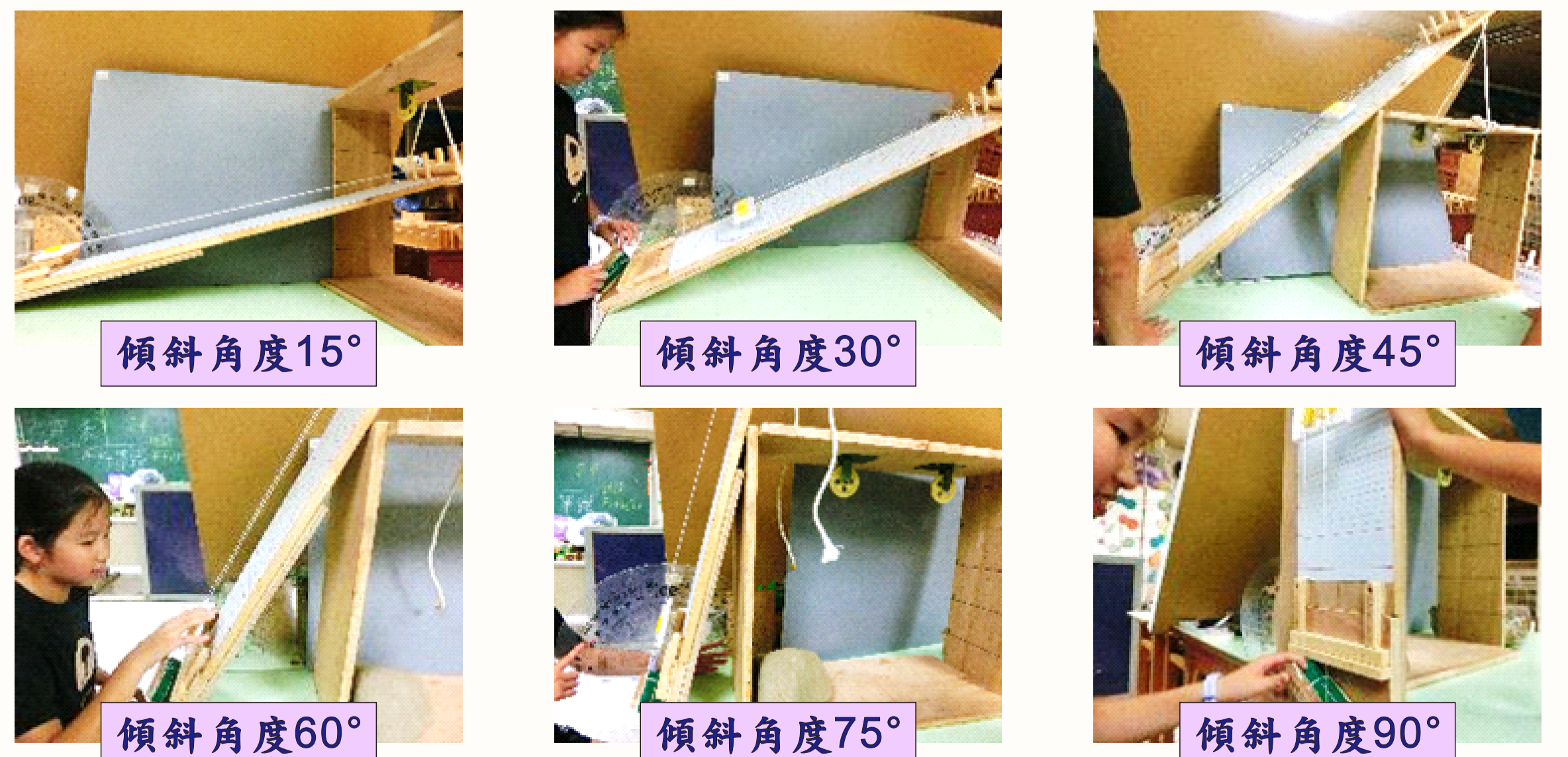
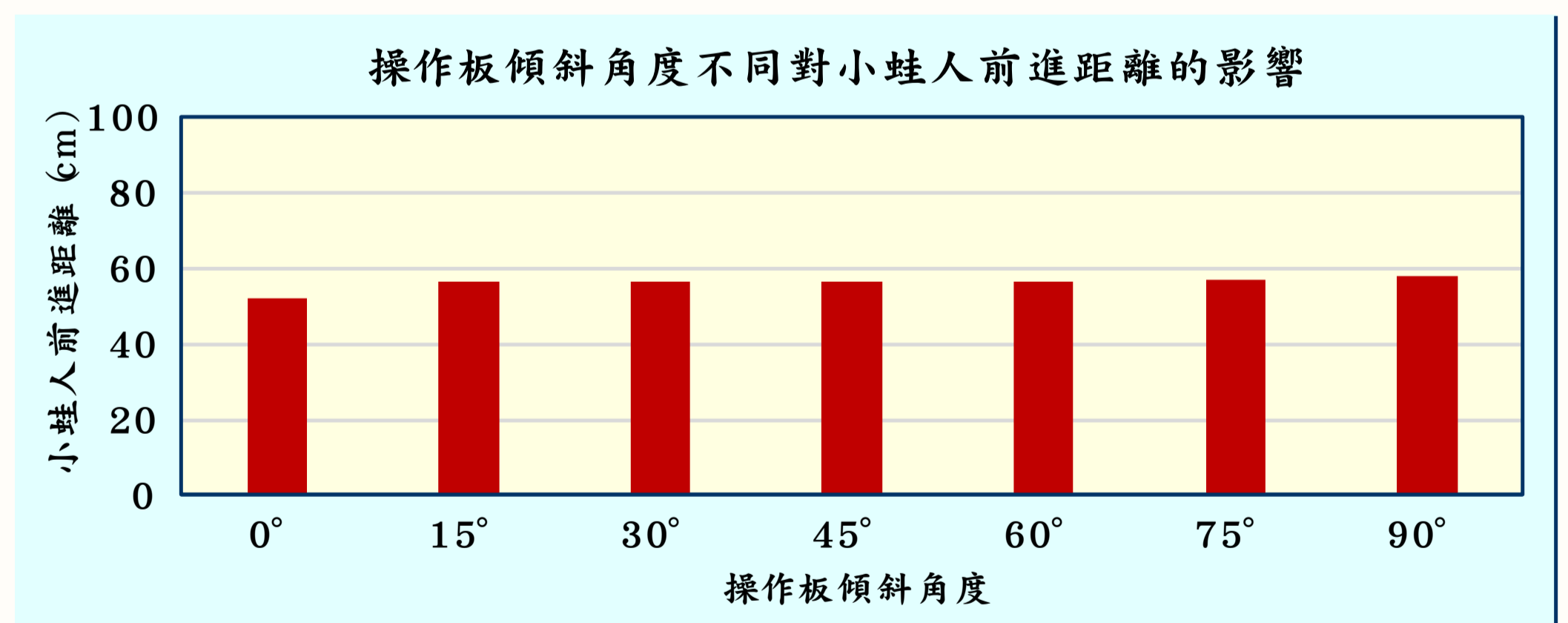
(3) 討論：

甲.小蛙人支架的長短，對小蛙人前進的距離影響不大。從實際的操作實驗中，以小蛙人的支架夾角30度、操縱桿和敲擊板的間距為3.0cm、固定軸直徑為2.0cm，而且前後轉動次數為20次時，不論支架的長短為4、5、6cm時，小蛙人前進的距離約在51~53cm之間，相差不大，可以說很接近。

乙.如果要很精確的比較，支架長度越短，在4cm時，小蛙人會前進一點，約1~2cm之間；也許是操作時的不準確。可是我們每做一次實作都很注意公平性。

實作5：操作板的傾斜角度不同，會不會影響小蛙人的前進距離。

- (1) 操縱變因：操作板的傾斜角度不同
- (2) 實作結果：



(3) 討論：

甲.當實作的控制變因為：1小蛙人的夾角為30度、1支架長度為5cm、1操縱桿的間距為6cm、操縱桿和敲擊板間距為3.0cm、固定軸直徑為2cm、操縱桿左右敲擊次數為20次時。

小蛙人在不同傾斜角度的實作板上運動，運動的距離都很接近。除了實作板在水平時的運動距離約為52.3cm外，其他的傾斜角度都在56.7~57.9cm間，是很接近的。

乙.從上面的實作結果，我們可以認定小蛙人在水平的板上運動，前進距離比較短；而在15度~90度的前進距離比較長。

活動三：小蛙人的匍匐前進應用在搬運物品

(一) 目的：

1. 從小蛙人匍匐前進的實作中，當操縱桿前後轉動時，棉線和塑膠管間的相互摩擦阻擋；棉線順暢通過支架的管子和把小蛙人推向前面，利用這個原理，只要把搬運物品繫在小蛙人的塑膠管，就可以往高處運送。
2. 從小蛙人的匍匐前進的實作中，將平板加裝輪子，可以運用在傳遞食物。

(二) 裝置：



在平臺運送食品



往二樓輸送救濟品



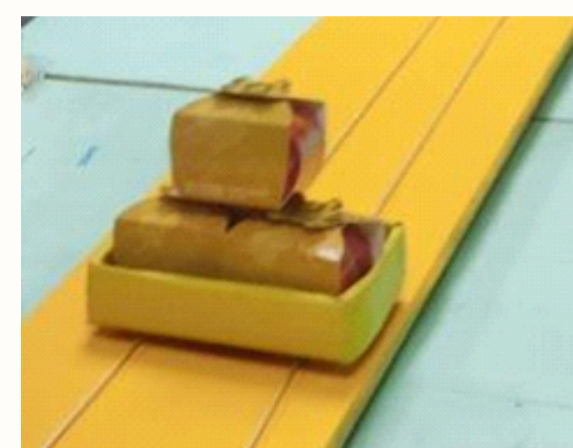
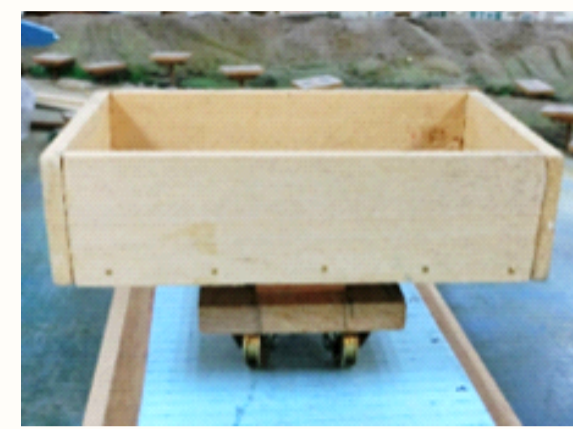
在平臺上運送品

(三) 生活應用

應用1：平面物品的傳遞～輸送盤

(1) 製作與操作：

- 甲. 我們根據小蛙人的實驗器材，設計一個輸送盤。
- 乙. 請老師利用木板幫我們製作，並在輸送盤下裝釘輪子方便滑行。
- 丙. 將八字塑膠管裝訂在輸送盤下。
- 丁. 在木板的頂端布置固定軸。
- 戊. 把較粗的繩子穿過的八字塑膠管。
- 己. 繩索的一端可以用雙手拉住。
- 庚. 當左右兩手交互拉動繩子。
- 辛. 輸送盤上的物品就會經輸送帶輸送到客人的前面。



(2) 實作：

- 甲. 不同食物放置在輸送盤上的運送
- 乙. 將輸送盤上放置不同的物品，繩索固定在固定軸上。
- 丙. 輸送盤放在另一端。
- 丁. 雙手分別拉緊繩索二端，左右拉動。
- 戊. 觀察輸送盤上的運送。



在輸送平臺上輸送物品

(3) 實作例子：



餅乾傳送到同學的前面就可自由取用



將果汁輸送到選定的同學前面

- 甲. 餐飲店輸送飲料。
- 乙. 餐廳送麵食、飯類。
- 丙. 圖書室：借書、畫等。
- 丁. 傳送餅乾類。



可以運送較多餅乾類



由同學自由選擇食品，再送到前面。



操作小蛙人二條棉線



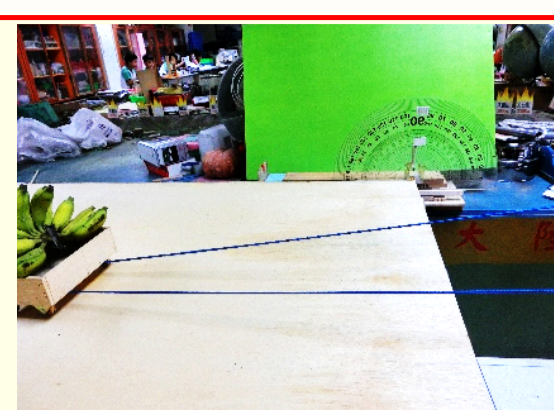
食品就會慢慢送到同學前面，非常方便。

(四) 結果與討論

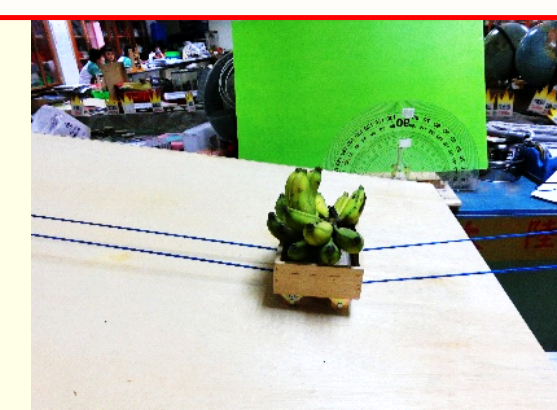
1. 利用水管製作的輕便簡易的高處運送物品～載物台，十分輕巧，很容易操作，我們練習一下就可以輕鬆地將載物台由下往上輸送。
2. 當我們在載物台上綁上物品，試著拉動時，也不會費力；如果放的物品比較重時，拉動時可以兩個人交互左右上下拉動。
3. 利用木盒子加裝輪子製作的輸送盤運用在傳遞食物時，可以在平臺上輸送避免人的接觸，輸送過程中，食物可以安全穩定送達；當在不同的傾斜角度板上輸送時，因輸送盤底部有輪子，再加上受到地心引力的影響，因此30度以上的位置就不易送達。
4. 利用簡易的塑膠硬管做成的八字型小蛙人輸送盤，可以輕便的把生活用品拉上二樓，安全又方便。

應用2：木板的傾斜角度不同會不會影響輸送盤的上升。

- (1) 將木板抬升到不同的角度(0度、15度、30度、45度)。
- (2) 操作方法(和應用1相同)。
- (3) 輸送盤放置在木板的低處。
- (4) 拉動繩索。
- (5) 觀察輸送盤運送的過程。



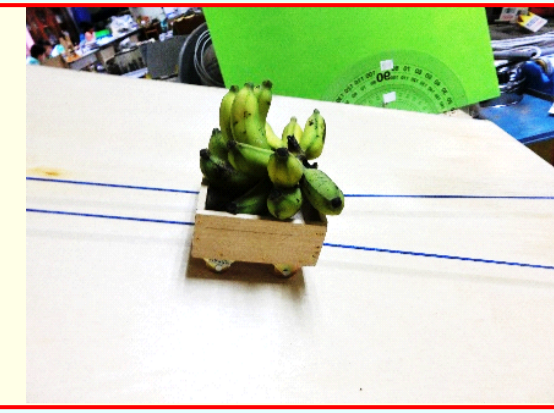
平面0度運送



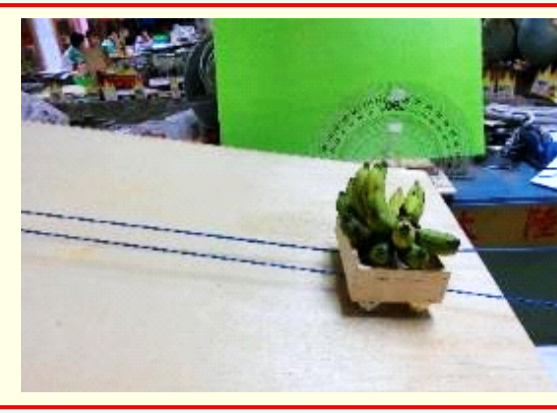
傾斜15度運送



傾斜30度運送



傾斜45度運送



底部固定八字型管，加裝輪子，拉緊繩子，一左一右拉動。

應用3：高處運送物品～載物台

今年的四、五月南部地區一連下了幾天的大雨，靠近海邊的村子積水很深，居民都躲在二樓等待救援。從電視上看見載送救濟品的小船上的人們把物品往二樓丟，有的食物摔落在洪水中，流走了很可惜。如果用我們做的輕便搬運器，把物品送到二樓就方便多了。

(1) 製作與操作：

- 甲. 我們根據小蛙人的實驗結果，設計一個輕便又可以載物的支架。
- 乙. 請老師利用水管幫我們製作。
- 丙. 利用水管做成梯形
- 丁. 在頂端布置固定軸。
- 戊. 把較粗的繩子穿過輸送盤的八字型塑膠管。
- 己. 繩索的兩端點綁在一起。
- 庚. 二隻手各操控繩子的兩端，上下交替拉動。
- 辛. 載物台上的物品就可以慢慢的上升到目的地。



利用小蛙人傳送食物到樓上



把食品綁在小蛙人支架二邊



二位同學合作的把小蛙人拉上去



食物吊在小蛙人上，慢慢上升。



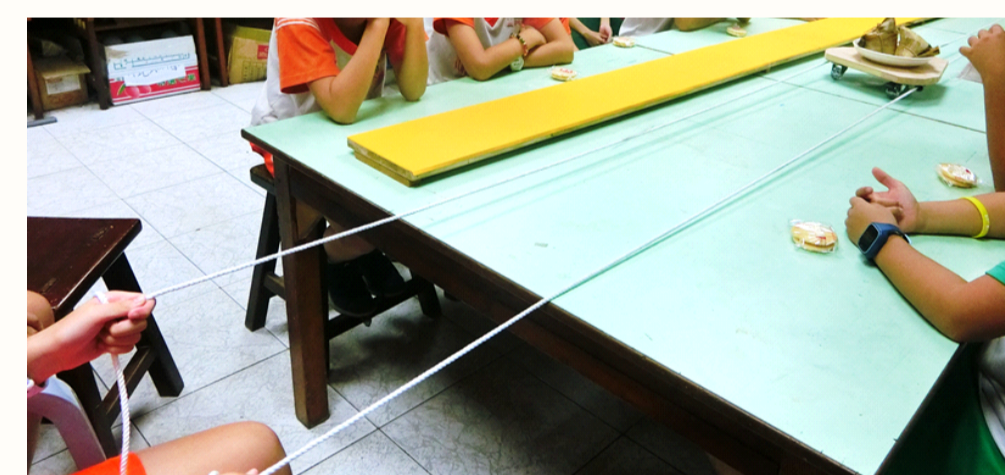
小蛙人把食物拉到上面



小蛙人上升時，棉線是直直的。



小蛙人把食品拉到樓上了，大家好高興。



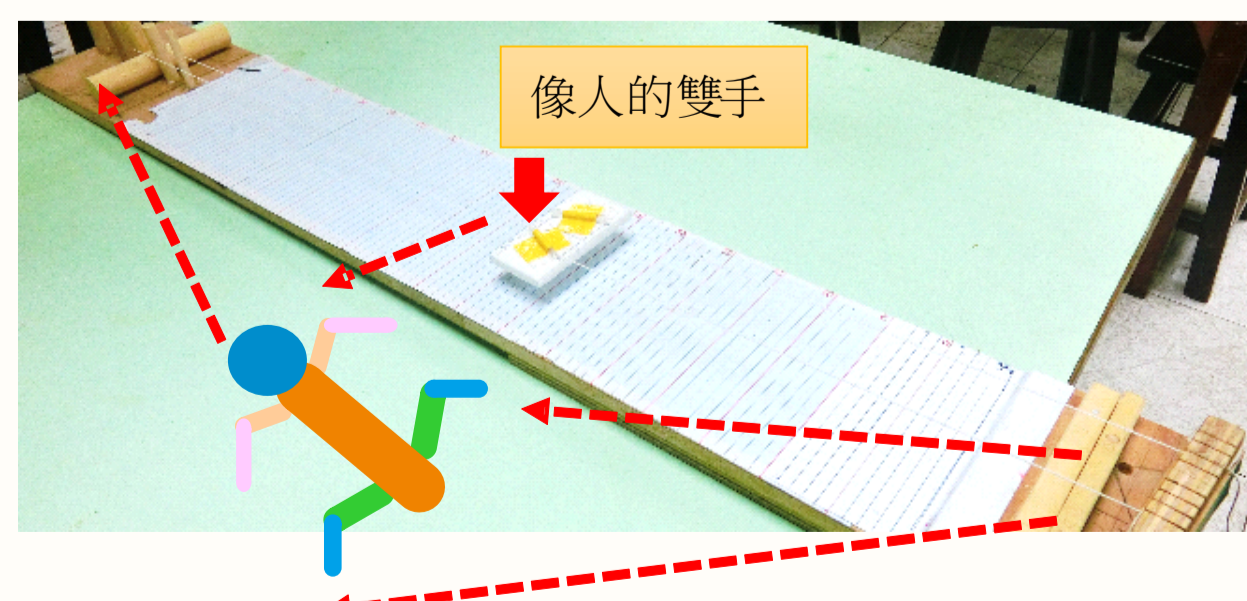
陸：結論

- 一、在「小蛙人的匍匐前進」的活動中，我們感到最神奇的是一條繩子穿過二根「八」字的吸管，靠著繩子套掛在前端的圓形木頭上。當拉動吸管兩端的繩子時，左右上下拉動，套在頂端圓木上的繩子會在原地上一來一往，就會使「八」字上的小蛙人前進，真是好玩。
- 二、小蛙人的前進是靠著穿過吸管的繩子和管子間一來一往的阻力，使小蛙人前進。這個前進和我們爬在地面上，前端的二隻手的姿勢是「八」字型；後面二支腿一前一後的使力推動，使身體前進。看起來小蛙人和人的匍匐前進好像是有相同的地方。

(一) 在小蛙人的設計中：二個互相比較。

(二) 運動前進比較：

1. 小蛙人的動力是後端操縱桿的一上一下，來拉動繩子，使繩子和使八字中的一根管壁產生卡住，另一根管中的棉線可以順利通暢，也拉動前端固定板的繩子一前一後，使小蛙人前進。
2. 真正的人「匍匐前進」是靠著後端的大腿左前右上，也就是左右大腿交互前進，產生動力；再配合前端的左右手交叉前進，人體就向前運動了。



前端是人頭
中間：「八」字「雙手」
後端：腿的向前動力

前面固定圓木
中間：「八」字型塑膠管
後端：前後動力

(三) 「小蛙人的匍匐前進」是好玩的玩具，設計製作很簡單，可是玩法很多，變化就在「八」字及操縱桿的一前一後，除了好玩又可以幫助我們做很多事。

1. 可以搬運物品：設計一個輸送板，可以把物品送到對方。最近的武漢病毒，餐廳就可以利用它來輸送物品，如：茶、飲料、咖啡、飯、菜到客人前面，自由選取，方便又衛生。
2. 輸送物品到樓上：只要有一個「大型的小蛙人」，就可以運送物品到樓上了。