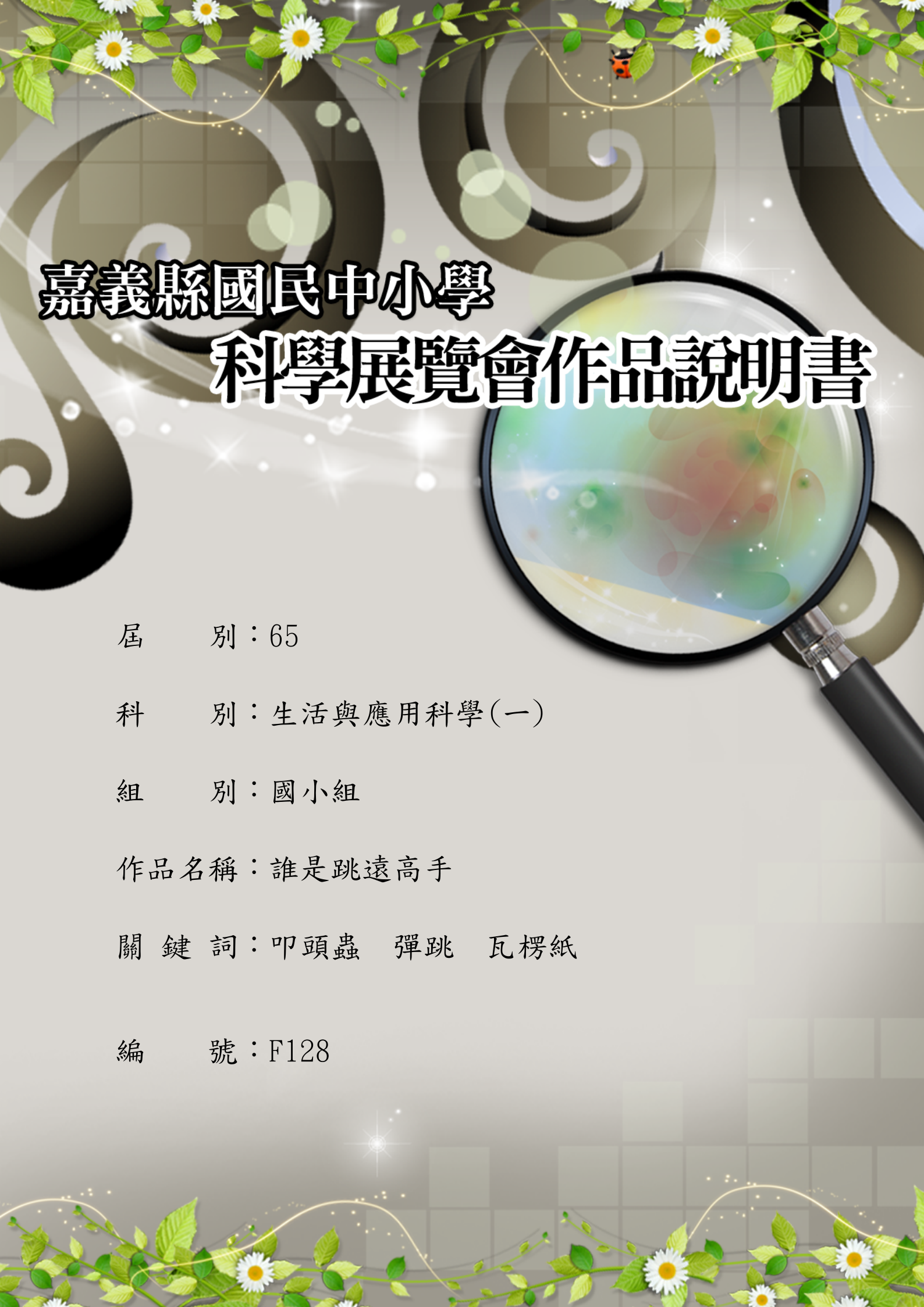




嘉義縣國民中小學 科學展覽會作品說明書

屆 別：65

科 別：生活與應用科學(一)

組 別：國小組

作品名稱：誰是跳遠高手

關 鍵 詞：叩頭蟲 彈跳 瓦楞紙

編 號：F128

嘉義縣第 65 屆國民中小學科學展覽會

作品說明書

科 別：生活與應用科學(一)

組 別：國小組

作品名稱：誰是跳遠高手

關 鍵 詞：叩頭蟲、彈跳、瓦楞紙

編 號：

作品名稱：誰是跳遠高手

摘要

回收紙箱可以做成叩頭蟲嗎？應如何製作？它可以跳多遠？都令我們感到十分好奇！

實驗結果得知較厚的紙板才適合製作模擬叩頭蟲。在實驗範圍內，紙板長度越長、橡皮圈越粗、數量越多、切口寬度越大、跳板斜角越大和起跳距離越長都會使彈跳距離越大，但紙板寬度、切口長度和橡皮圈直徑越大彈跳距離反而越小；至於紙板厚度在實驗範圍內對彈跳距離的影響不大。

綜合最終條件後試做的模擬叩頭蟲平均可多出近 100cm 的彈跳距離，我們終於做出可以跳得最遠的模擬叩頭蟲了！

壹、研究動機

自然課上到「動物的身體構造與功能」這個單元時，我們都對叩頭蟲避敵求生的彈跳絕招非常好奇，剛好這時老師問我們科展想研究什麼？平時很喜歡研究昆蟲的阿茂說：「我看過用紙板模擬叩頭蟲的彈跳，我們何不來研究怎麼做才可以跳得遠呢？」大家都覺得這是個不錯的點子，至於要如何製作以及哪些因素會影響彈跳的結果，都是我們感興趣的問題。於是我們就在老師的指導下，開始了一連串的研究。

貳、研究目的

- 一、探討各種變因對模擬叩頭蟲彈跳距離的影響
- 二、嘗試製作可以跳得最遠的模擬叩頭蟲

參、研究設備及器材

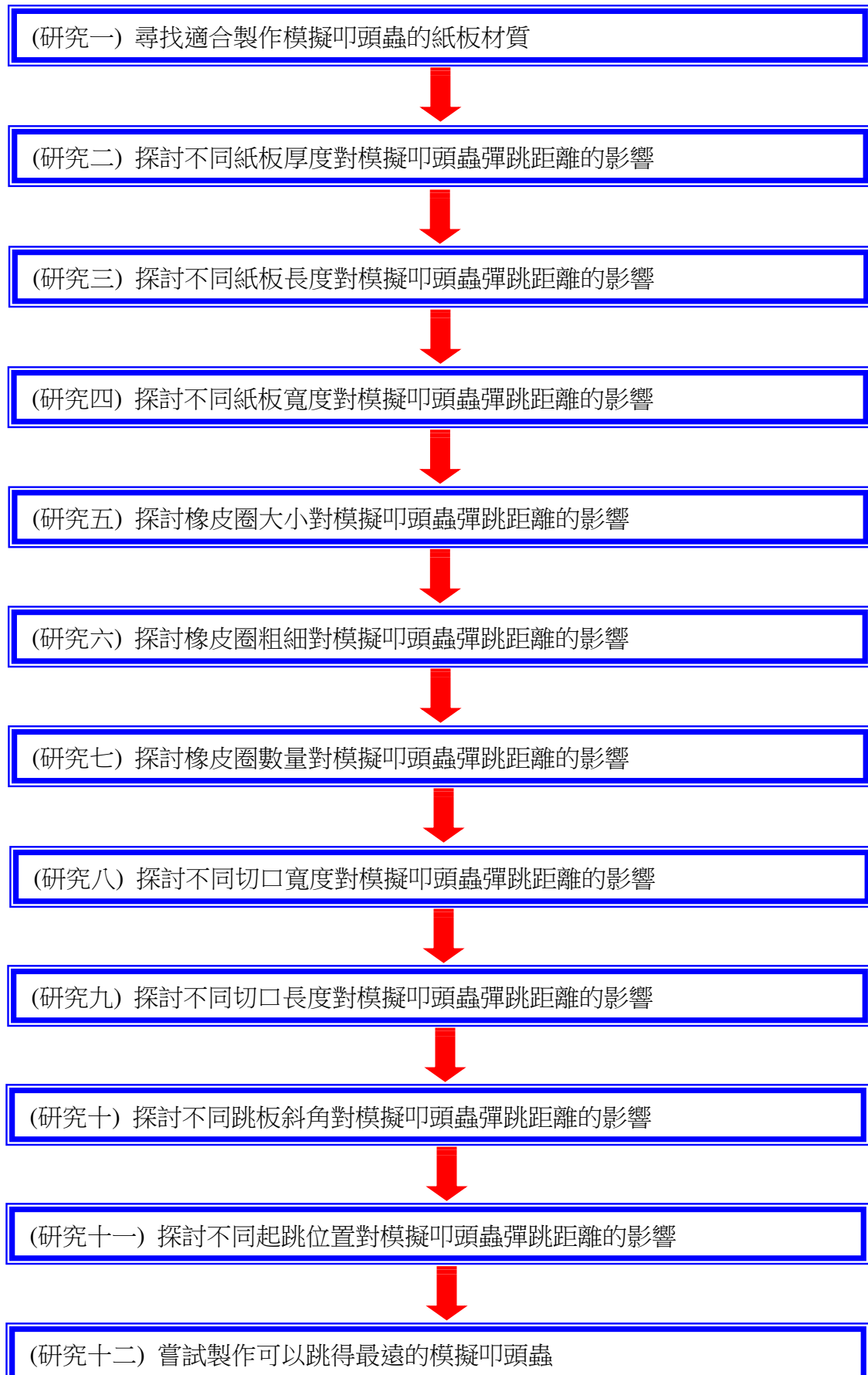
各種厚紙板、膠帶、橡皮筋、剪刀、美工刀、直尺、捲尺、量角器、跳板、電腦和計算機等。



圖 1：我們的研究器材

肆、研究過程與結果討論

流程圖：



研究(一)：尋找適合製作模擬叩頭蟲的紙板材質

方法：

1. 蒐集三種不同材質之紙板，分別是餅乾盒(<1mm)、厚紙板(1mm)和瓦楞紙(>1mm)。
2. 以上述紙板分別剪取長 10 公分、寬 5 公分之大小各二片，每片選一側就位置 1 和 2 分別剪取 2.5 公分之長度，二片另一側再以厚膠帶黏接，最後以橡皮筋網綁連結，完成模擬叩頭蟲的製作(圖 4 和 5)。



圖 2：餅乾盒和厚紙板



圖 3：瓦楞紙



圖 4：模擬叩頭蟲正面



圖 5：模擬叩頭蟲側面

結果：

紙板材質	餅乾盒(<1mm)	厚紙板(1mm)	瓦楞紙(3mm)
可否製作	×	○	○

表 1：不同材質紙板可否製作模擬叩頭蟲

討論：實作結果得知，須有一定厚度的紙板才適合製作，較薄的紙板(<1mm)做成的模擬叩頭蟲很容易折彎，普通的厚紙板(1mm)雖可製作但不耐用，用了二、三次後就報銷了，因此後續的實驗都以相對較厚的瓦楞紙來製作。

研究(二)：探討不同紙板厚度對模擬叩頭蟲彈跳距離的影響

方法：

1. 取厚度 1、2、3、4、5、6、7、8mm 瓦楞紙板各一片，依研究(一)之方法 2 各製作一隻模擬叩頭蟲。

- 2.取一片木板一端以物架高，固定斜角為 30° 做為跳板，再於距底端 60cm 處畫一紅線做為起跳點。
- 3.分別以不同厚度的模擬叩頭蟲置於跳板上彈跳，測量其彈跳距離並記錄，重複三次後取其平均值，結果如表 2 所示。

結果：



圖 6：各種厚度不同的紙板

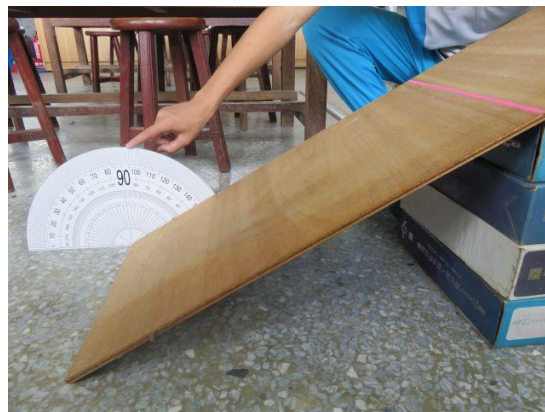


圖 7：固定斜角為 30° 的跳板



圖 8：將模擬叩頭蟲置於起跳線上準備起跳



圖 9：以捲尺測量彈跳距離

紙板厚度 (mm)	第一次	第二次	第三次	平均
1	101	102	110	104
2	86	77	83	82
3	117	105	96	106
4	89	84	85	86
5	92	81	83	85
6	99	93	94	95
8	82	85	82	83

表 2：不同紙板厚度的模擬叩頭蟲彈跳距離

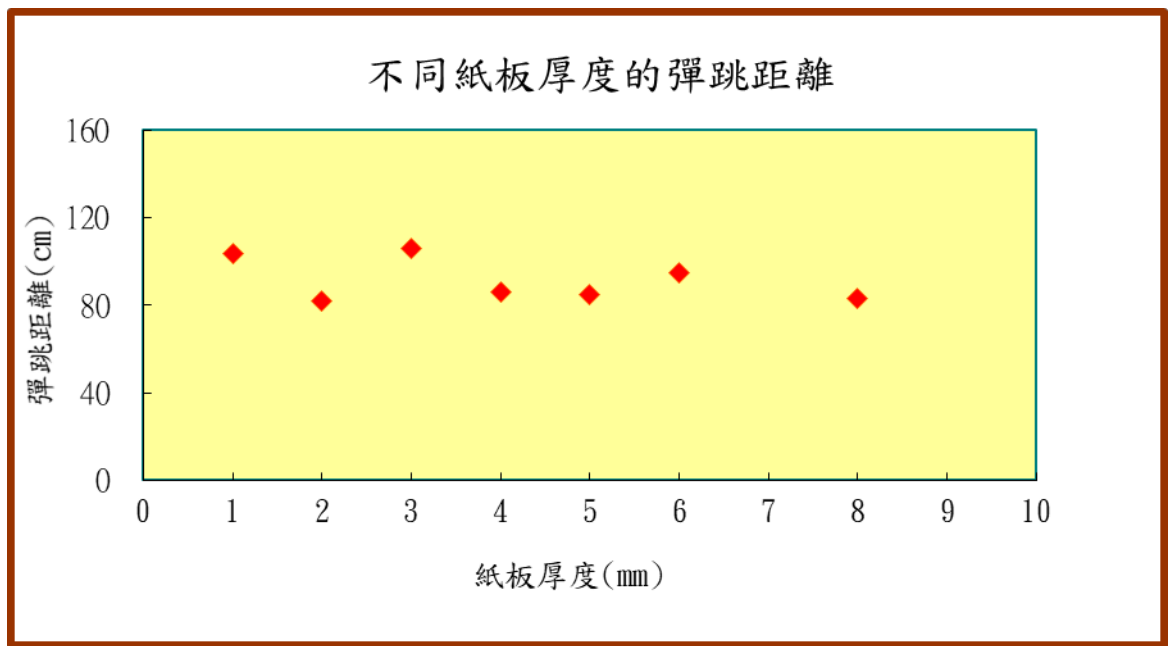


圖 10：不同紙板厚度的模擬叩頭蟲彈跳距離

討論：由圖 10 可知，在 1~8mm 厚度的範圍內，紙板厚度似乎對彈跳距離的影響不大，不過太薄的紙板不利於製作模擬叩頭蟲。

研究(三)：探討不同紙板長度對模擬叩頭蟲彈跳距離的影響

方法：

在進行此研究時，我們發現當紙板長度超過 10cm 時，如果紙板不夠厚，施加力量時就很容易折彎，於是選取厚度 6mm 的紙板來進行以下的實驗。

1. 取厚度 6mm 瓦楞紙板一片，設定長度為 12cm，其餘均依研究(一)之方法 2 製作一隻模擬叩頭蟲。
2. 將模擬叩頭蟲置於跳板上彈跳，測量其彈跳距離並記錄，重複三次後取其平均值。
3. 分別設定長度為 11、10、9、8cm 製作模擬叩頭蟲並重複步驟 2，結果如表 3 所示。

結果：

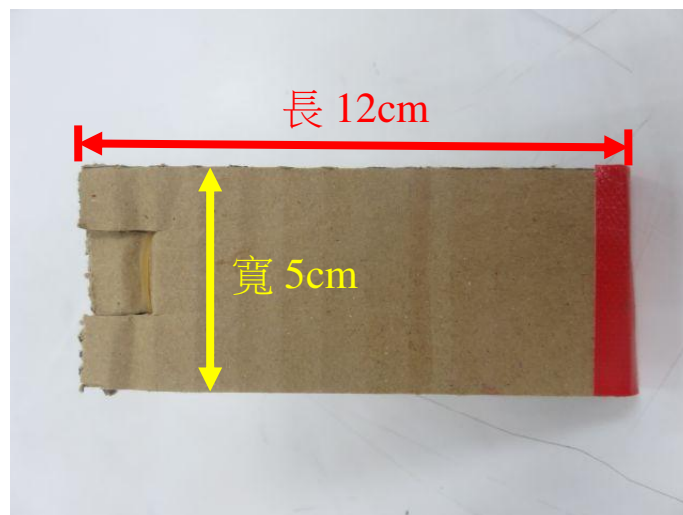


圖 11：長 12cm、寬 5cm 之模擬叩頭蟲

紙板長度 (cm)	第一次	第二次	第三次	平均
12	132	121	157	136
11	121	100	113	111
10	110	94	105	103
9	88	95	85	89
8	74	76	83	78

表 3：不同紙板長度的模擬叩頭蟲彈跳距離

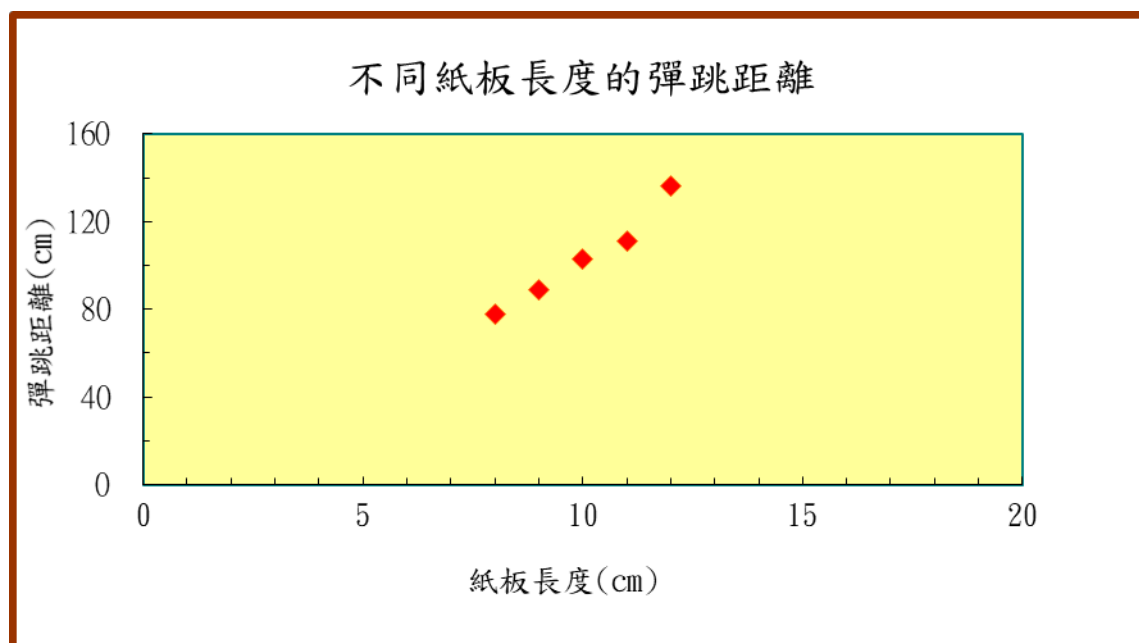


圖 12：不同紙板長度的模擬叩頭蟲彈跳距離

討論：由圖 12 可知，長度在 8~12cm 的範圍內，紙板長度越長彈跳距離也越大，但太長操作時紙板容易折彎且橡皮筋也不好綁，因此最長僅做到 12cm。

研究(四)：探討不同紙板寬度對模擬叩頭蟲彈跳距離的影響

方法：

在進行此研究時，我們發現雖然紙板不夠厚，施加力量時容易折彎，但太厚改變寬度時不容易剪取，於是選取厚度 4mm 的紙板來進行以下的實驗。

- 1.取厚度 4mm 瓦楞紙板一片，設定寬度為 8cm，其餘均依研究(一)之方法 2 製作一隻模擬叩頭蟲。
- 2.將模擬叩頭蟲置於跳板上彈跳，測量其彈跳距離並記錄，重複三次後取其平均值。
- 3.分別設定寬度為 7、6、5、4cm 製作模擬叩頭蟲並重複步驟 2，結果如表 4 所示。

結果：

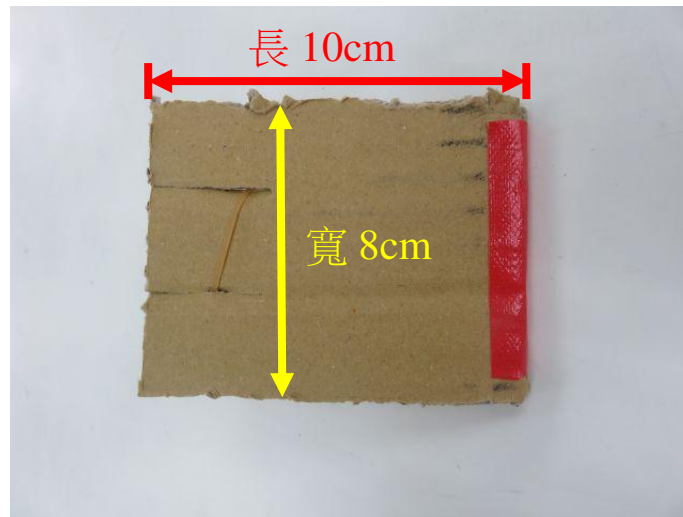


圖 13：長 10cm、寬 8cm 之模擬叩頭蟲

紙板寬度 (cm)	第一次	第二次	第三次	平均
8	96	84	91	90
7	82	95	88	88
6	79	86	83	83
5	93	92	112	99
4	126	122	118	122

表 4：不同紙板寬度的模擬叩頭蟲彈跳距離

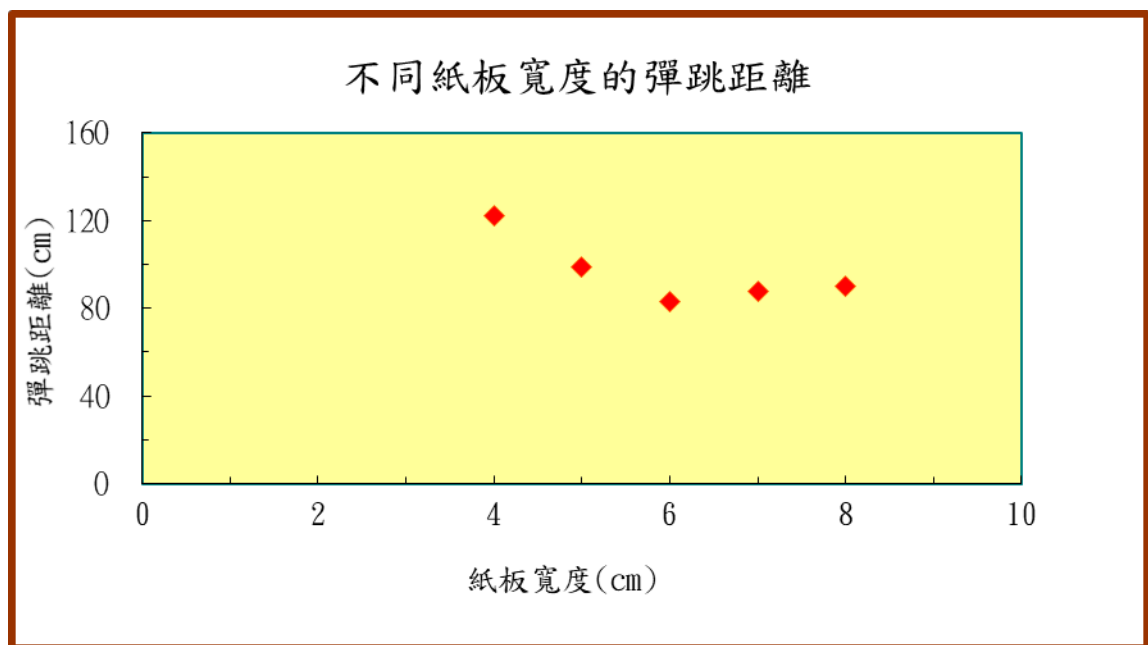


圖 14：不同紙板寬度的模擬叩頭蟲彈跳距離

討論：由圖 14 可知，寬度在 4~8cm 的範圍內，似乎紙板寬度越小彈跳距離也越大，但太小(<4cm)操作時橡皮筋不好綁，因此最小僅做到 4cm。

研究(五)：探討橡皮圈大小對模擬叩頭蟲彈跳距離的影響

方法：

在進行此研究時，我們蒐集較常見的直徑 3.5 和 5cm 二種橡皮圈來進行實驗，雖然還有更小的橡皮圈，但因不易網綁所以捨棄不用。

- 1.取厚度 4mm 瓦楞紙板一片，使用直徑為 3.5cm 的橡皮圈，其餘均依研究(一)之方法 2 製作一隻模擬叩頭蟲。
- 2.將模擬叩頭蟲置於跳板上彈跳，測量其彈跳距離並記錄，重複三次後取其平均值。
- 3.另使用直徑為 5cm 的橡皮圈製作模擬叩頭蟲並重複步驟 2，結果如表 5 所示。

結果：



圖 15：不同大小的橡皮圈

橡皮圈直徑 (cm)	第一次	第二次	第三次	平均
3.5	120	123	135	126
5	115	110	133	114

表 5：不同橡皮圈直徑的模擬叩頭蟲彈跳距離

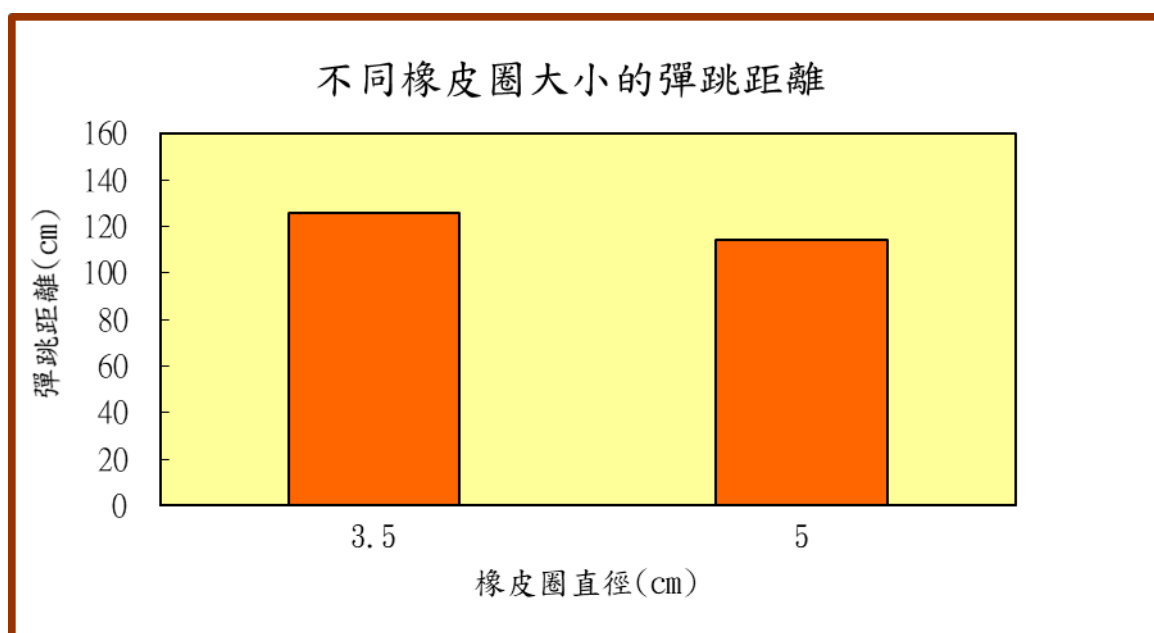


圖 16：不同橡皮圈大小的模擬叩頭蟲彈跳距離

討論：由圖 16 可知，在直徑 3.5 或 5cm 二種橡皮圈中，較小橡皮圈做成的模擬叩頭蟲跳得比較遠，不過較小的橡皮圈較不易綑綁，因此往後我們還是選擇較大的橡皮圈做實驗。

研究(六)：探討橡皮圈粗細對模擬叩頭蟲彈跳距離的影響

方法：

- 1.取厚度 4mm 瓦楞紙板一片，使用 1mm 粗的橡皮圈，其餘均依研究(一)之方法 2 製作一隻模擬叩頭蟲。
- 2.將模擬叩頭蟲置於跳板上彈跳，測量其彈跳距離並記錄，重複三次後取其平均值。
- 3.另使用 2mm 粗的橡皮圈製作模擬叩頭蟲並重複步驟 2，結果如表 6 所示。

結果：



圖 17：不同粗細的橡皮圈

橡皮圈粗細 (mm)	第一次	第二次	第三次	平均
1	38	37	37	37
2	107	125	112	115

表 6：不同橡皮圈粗細的模擬叩頭蟲彈跳距離

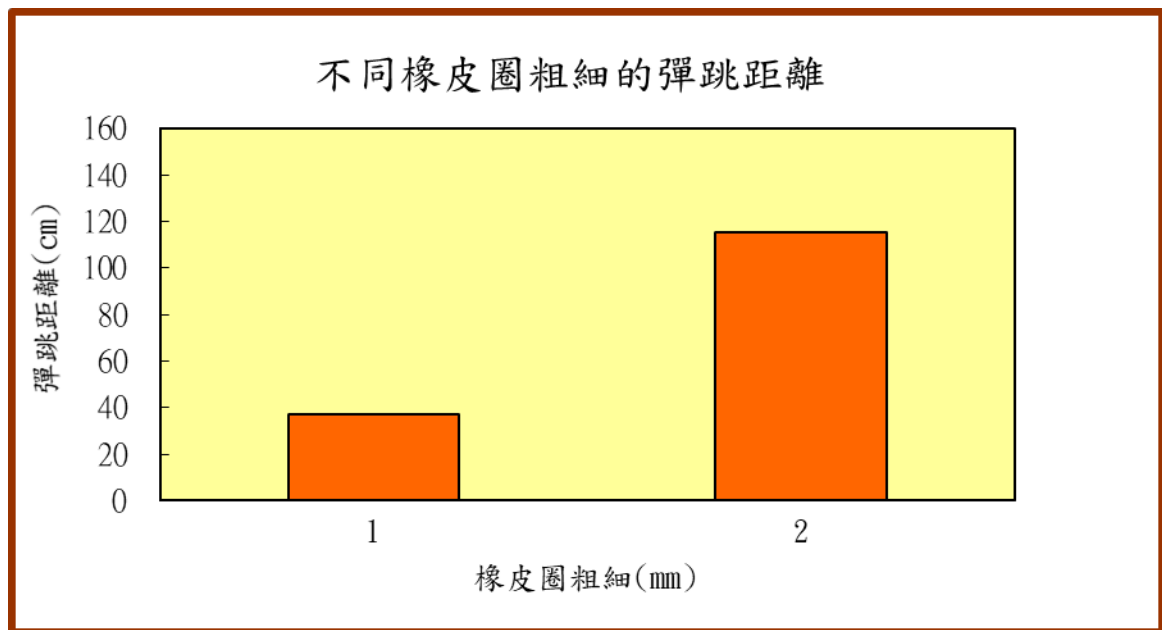


圖 18：不同橡皮圈粗細的模擬叩頭蟲彈跳距離

討論：由圖 18 可知，在粗細 1 或 2mm 二種橡皮圈中，較粗橡皮圈做成的模擬叩頭蟲跳得比較遠。

研究(七)：探討橡皮圈數量對模擬叩頭蟲彈跳距離的影響

方法：

在進行此研究時，我們發現如果紙板不夠厚，橡皮圈數量較多時容易折彎，於是選取厚度 6mm 的紙板來進行以下的實驗。

- 1.取厚度 6mm 瓦楞紙板一片，使用 1 條橡皮圈，其餘均依研究(一)之方法 2 製作一隻模擬叩頭蟲。
- 2.將模擬叩頭蟲置於跳板上彈跳，測量其彈跳距離並記錄，重複三次後取其平均值。
- 3.另使用 2 條橡皮圈製作模擬叩頭蟲並重複步驟 2，結果如表 7 所示。

結果：

橡皮圈數量 (條)	第一次	第二次	第三次	平均
1	91	85	86	87
2	148	141	130	140

表 7：不同橡皮圈數量的模擬叩頭蟲彈跳距離

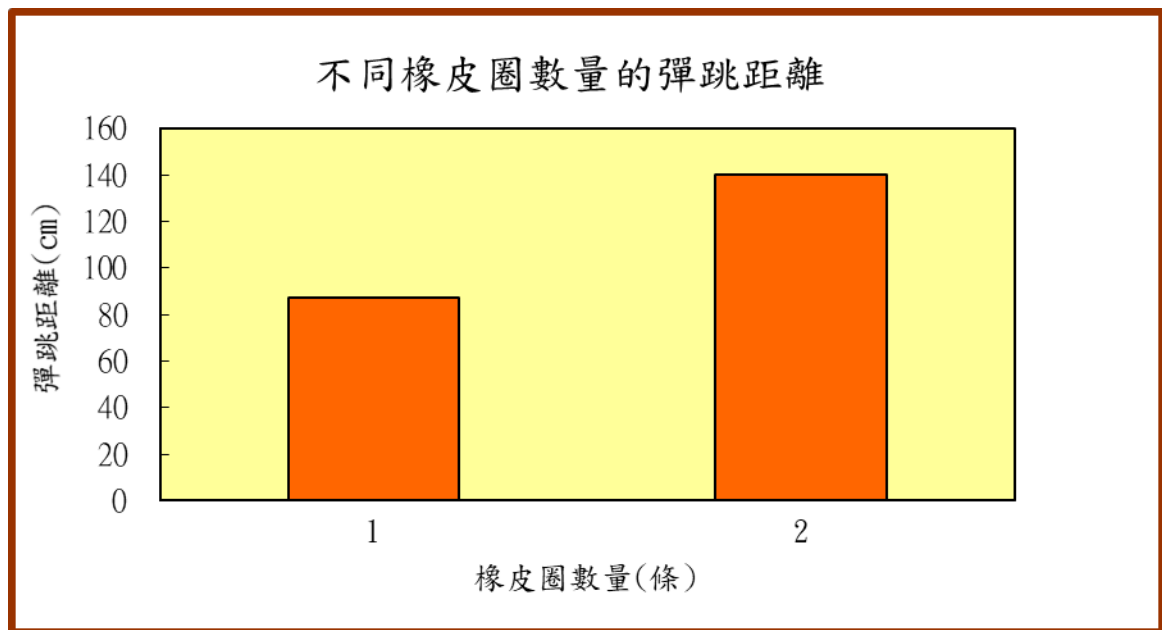


圖 19：不同橡皮圈數量的模擬叩頭蟲彈跳距離

討論：由圖 19 可知，在橡皮圈數量 1 或 2 條二種情況中，2 條橡皮圈做成的模擬叩頭蟲跳得比較遠。至於使用 3 條橡皮圈時，因紙板已發生折彎的現象了，因此未再繼續做下去。

研究(八)：探討不同切口寬度對模擬叩頭蟲彈跳距離的影響

方法：

- 1.取厚度 4mm 瓦楞紙板一片，設定長度為 10cm、寬度為 7cm，切口長度為 3cm、寬度為 1cm，其餘均依研究(一)之方法 2 製作一隻模擬叩頭蟲。
- 2.將模擬叩頭蟲置於跳板上彈跳，測量其彈跳距離並記錄，重複三次後取其平均值。
- 3.分別設定切口寬度為 2、3、4、5cm 製作模擬叩頭蟲並重複步驟 2，結果如表 8 所示。

結果：

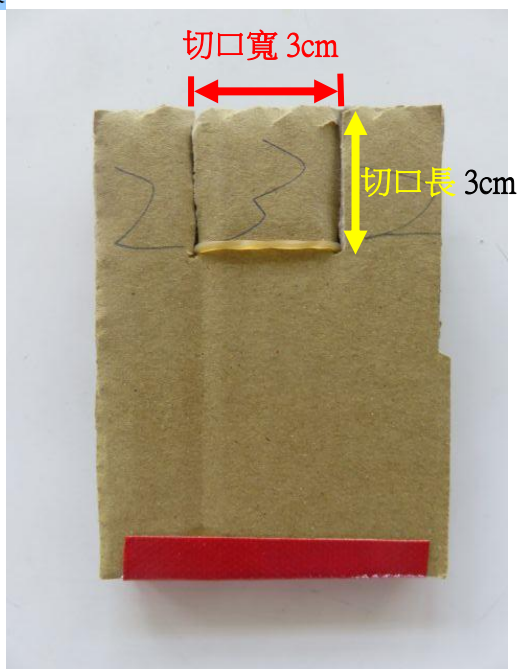


圖 20：切口長度 3cm、寬度 3cm 之模擬叩頭蟲



圖 21：從左至右分別為切口寬度 1、2、3、4、5cm 之模擬叩頭蟲(切口長度均為 3cm)

切口寬度(cm)	第一次	第二次	第三次	平均
1	37	34	48	40
2	55	45	46	49
3	93	82	110	95
4	104	127	93	108
5	140	140	121	134

表 8：不同切口寬度的模擬叩頭蟲彈跳距離

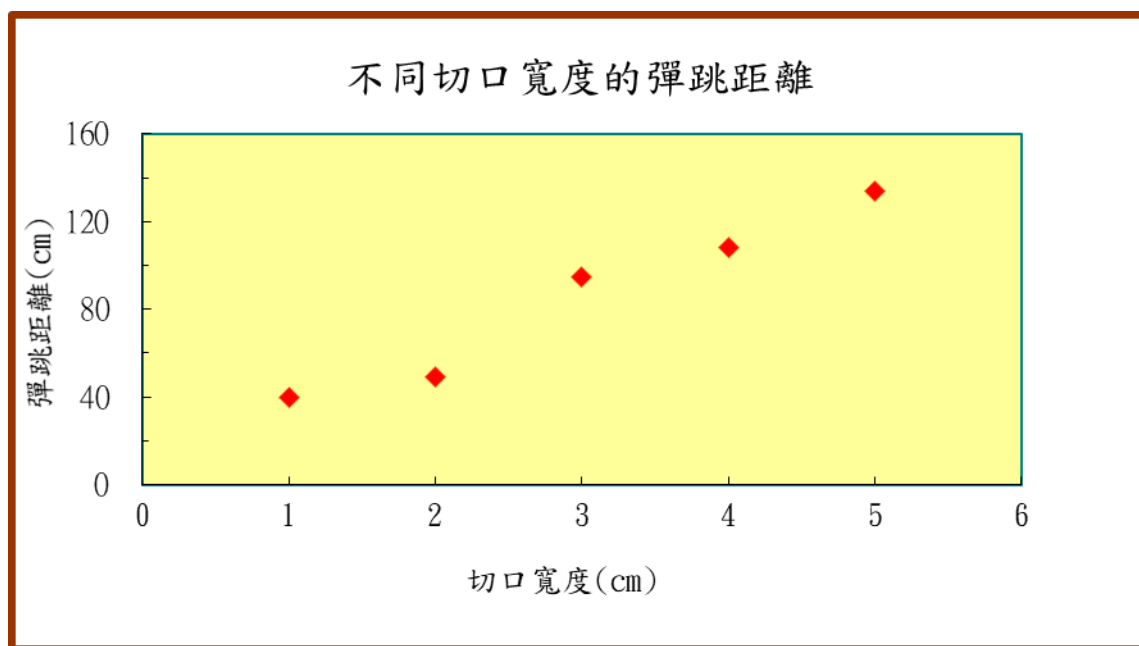


圖 22：不同切口寬度的模擬叩頭蟲彈跳距離

討論：由圖 22 可知，切口寬度在 1~5cm 的範圍內，切口寬度越大彈跳距離也越大。

研究(九)：探討不同切口長度對模擬叩頭蟲彈跳距離的影響

方法：

- 1.取厚度 4mm 瓦楞紙板一片，設定長度為 10cm、寬度為 7cm，切口長度為 1cm、寬度為 3cm，其餘均依研究(一)之方法 2 製作一隻模擬叩頭蟲。
- 2.將模擬叩頭蟲置於跳板上彈跳，測量其彈跳距離並記錄，重複三次後取其平均值。
- 3.分別設定切口長度為 2、3、4、5cm 製作模擬叩頭蟲並重複步驟 2，結果如表 9 所示。

結果：

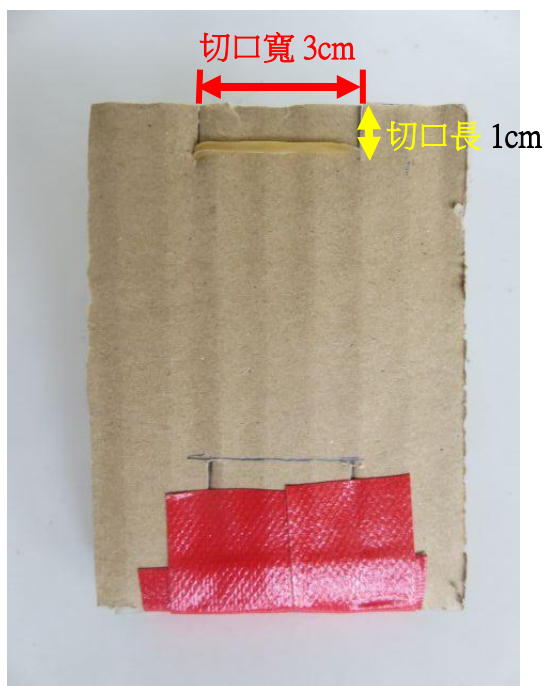


圖 23：切口長度 1cm、寬度 3cm 之模擬叩頭蟲

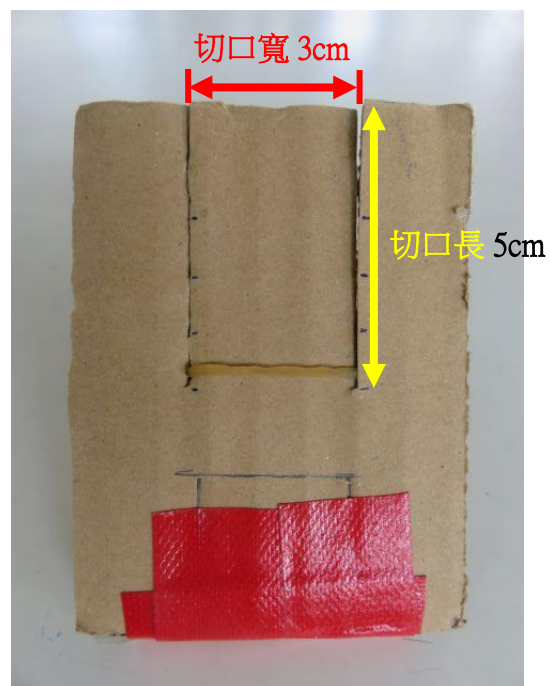


圖 24：切口長度 5cm、寬度 3cm 之模擬叩頭蟲

切口長度(cm)	第一次	第二次	第三次	平均
1	105	98	100	101
2	106	109	106	107
3	80	97	99	92
4	72	82	64	73
5	59	64	55	59

表 9：不同切口長度的模擬叩頭蟲彈跳距離

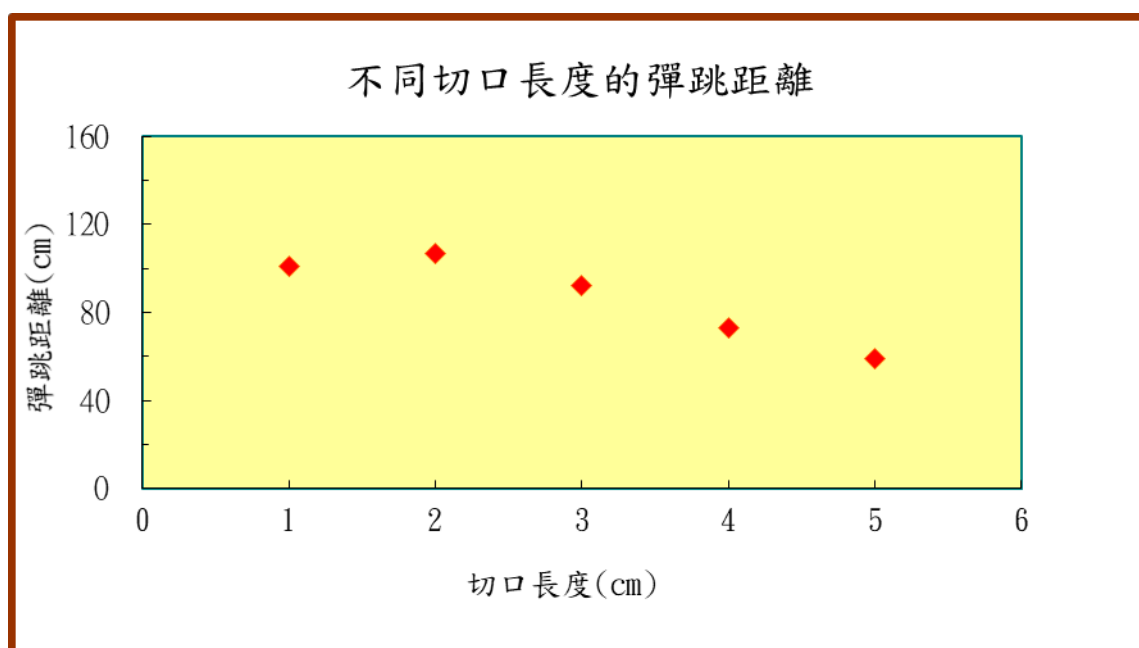


圖 25：不同切口長度的模擬叩頭蟲彈跳距離

討論：由圖 25 可知，切口長度在 1~5cm 的範圍內，切口長度越大彈跳距離反而越小。

研究(十)：探討不同跳板斜角對模擬叩頭蟲彈跳距離的影響

方法：

- 1.取厚度 4mm 瓦楞紙板一片，設定長度為 10cm、寬度為 7cm，切口長度為 3cm、寬度為 3cm，其餘均依研究(一)之方法 2 製作一隻模擬叩頭蟲。
- 2.將模擬叩頭蟲置於斜角為 30° 的跳板上彈跳，測量其彈跳距離並記錄，重複三次後取其平均值。
- 3.分別設定跳板斜角為 40° 和 50° 並重複步驟 2，結果如表 10 所示。

結果：



圖 26：將跳板調整至所需的斜角

跳板斜角(°)	第一次	第二次	第三次	平均
30	110	107	101	106
40	122	129	127	126
50	139	149	140	143

表 10：不同跳板斜角的模擬叩頭蟲彈跳距離

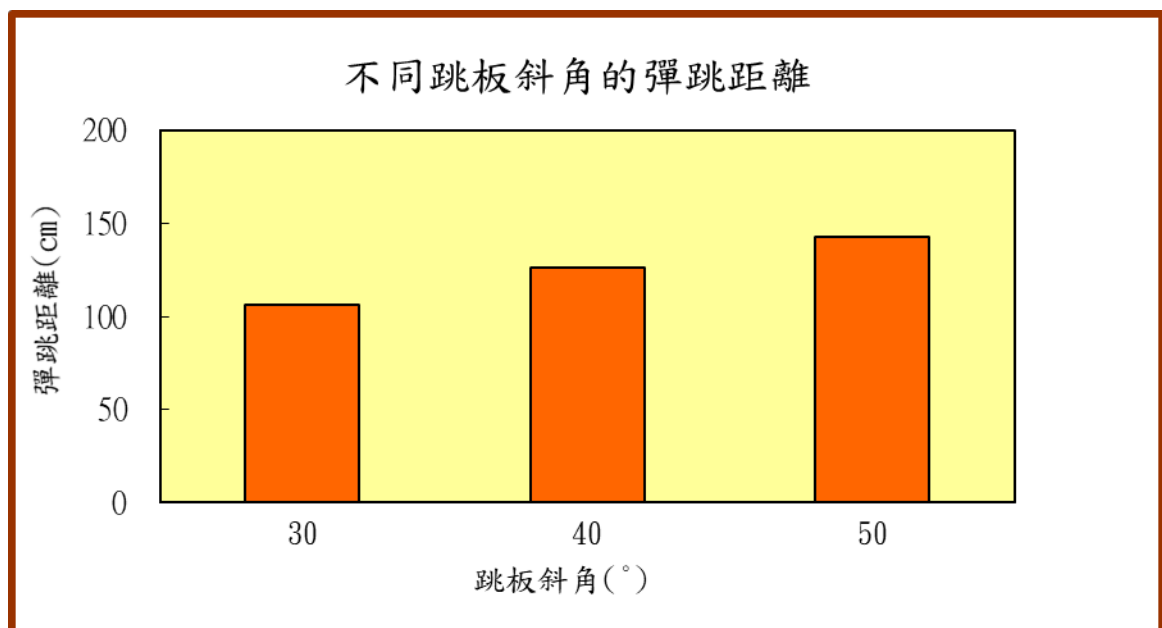


圖 27：不同跳板斜角的模擬叩頭蟲彈跳距離

討論：由圖 27 可知，跳板斜角在 30° ~ 50° 的範圍內，跳板斜角越大彈跳距離也越大，但因斜角越大起跳時模擬叩頭蟲越容易滑落，所以之後的實驗還是以斜角為 30° 來做測試。

研究(十一)：探討不同起跳位置對模擬叩頭蟲彈跳距離的影響

方法：

- 1.取厚度 4mm 瓦楞紙板一片，設定長度為 10cm、寬度為 7cm，切口長度為 3cm、寬度為 3cm，其餘均依研究(一)之方法 2 製作一隻模擬叩頭蟲。
- 2.將模擬叩頭蟲置於斜角為 30° 、距底端 30cm 的跳板上彈跳，測量其彈跳距離並記錄，重複三次後取其平均值。
- 3.分別設定距跳板底端為 40、50、60 和 70cm 起跳並重複步驟 2，結果如表 11 所示。

結果：

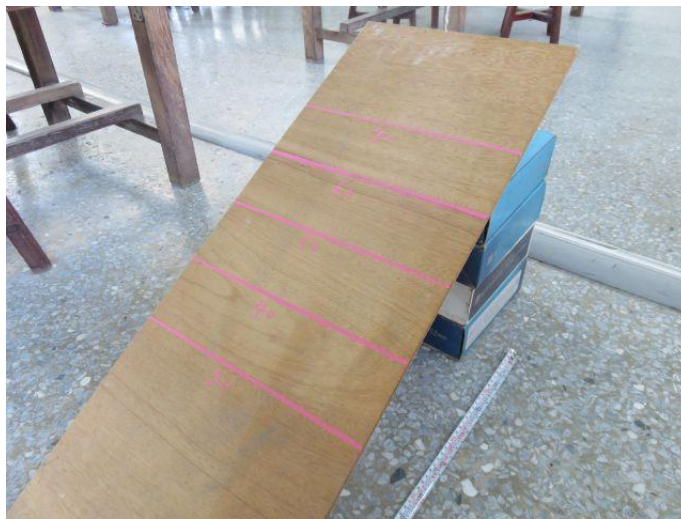


圖 28：距跳板底端分別為 30、40、50、60、70cm 之起跳線

起跳距離(cm)	第一次	第二次	第三次	平均
30	100	87	107	98
40	99	88	100	96
50	111	110	100	107
60	127	112	131	123
70	129	114	113	119

表 11：不同起跳位置的模擬叩頭蟲彈跳距離

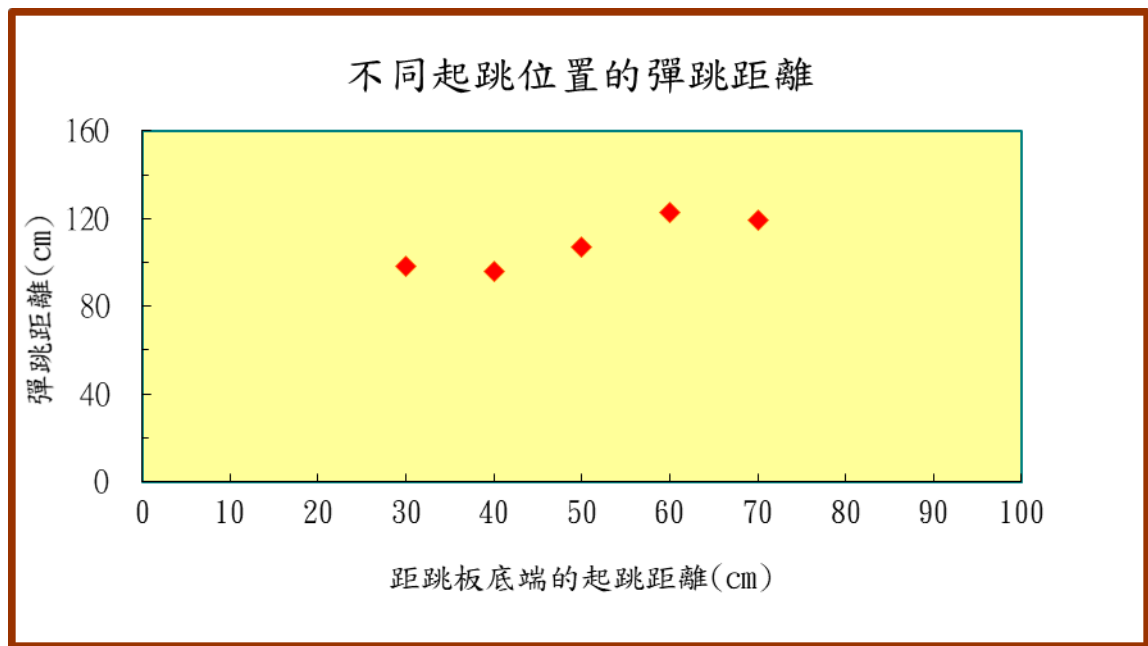


圖 29：不同起跳位置的模擬叩頭蟲彈跳距離

討論：由圖 29 可知，起跳距離在 30~70cm 的範圍內，起跳距離越長似乎跳得也越遠。

研究(十二)：嘗試製作可以跳得最遠的模擬叩頭蟲

方法：

1.綜合以上的研究結果，各項變因的最佳條件如表 12 所示，但受限於各種因素導致無法採用最佳條件、改採最終條件的理由一併表列如下。

研究項次	操作變因	最佳條件	最終條件	無法選用最佳條件的理由
一	紙板材質	瓦楞紙	瓦楞紙	-
二	紙板厚度	3mm	4mm	厚度不足紙板容易折彎
三	紙板長度	12cm	12cm	-
四	紙板寬度	4cm	5cm	不能小於切口寬度
五	橡皮圈大小	3.5cm	5cm	橡皮圈太小不易綑綁
六	橡皮圈粗細	2mm	2mm	-
七	橡皮圈數量	2 條	2 條	-
八	切口寬度	5cm	4cm	不能大於紙板寬度
九	切口長度	2cm	2cm	-
十	跳板斜角	50°	30°	斜角太大起跳時叩頭蟲會下滑
十一	跳板位置	60cm	60cm	-

表 12：各項操作變因的最佳條件和最終條件

2.依上表最終條件設定各項變因，其餘均依研究(一)之方法 2 製作一隻模擬叩頭蟲。

3.將模擬叩頭蟲置於跳板上彈跳，測量其彈跳距離並記錄，重複三次後取其平均值，結果如表 13 所示。

結果：



圖 30：試做最佳條件之模擬叩頭蟲

次數	第一次	第二次	第三次	平均
彈跳距離(cm)	226	215	240	227

表 13：綜合最終條件的模擬叩頭蟲彈跳距離

討論：由表 13 可知，縱使無法每項變因都符合最佳條件，但綜合最終條件後試做的模擬叩頭蟲也表現得相當不錯，平均可多出近 100cm 的彈跳距離；至於能否再突破，由於時間有限只能留待日後再研究了。

伍、結論

- 一、實作結果得知，須有一定厚度的紙板才適合製作模擬叩頭蟲。
- 二、在 1~8mm 厚度的範圍內，紙板厚度似乎對彈跳距離的影響不大。
- 三、長度在 8~12cm 的範圍內，紙板長度越長彈跳距離也越大。
- 四、寬度在 4~8cm 的範圍內，似乎紙板寬度越小彈跳距離也越大。
- 五、在直徑 3.5 或 5cm 二種橡皮圈中，較小橡皮圈做成的模擬叩頭蟲跳得比較遠。
- 六、在粗細 1 或 2mm 二種橡皮圈中，較粗橡皮圈做成的模擬叩頭蟲跳得比較遠。
- 七、在橡皮圈使用 1 或 2 條的情況下，2 條橡皮圈做成的模擬叩頭蟲跳得比較遠。
- 八、切口寬度在 1~5cm 的範圍內，切口寬度越大彈跳距離也越大。
- 九、切口長度在 1~5cm 的範圍內，切口長度越大彈跳距離反而越小。
- 十、跳板斜角在 30°~50°的範圍內，跳板斜角越大彈跳距離也越大。
- 十一、起跳距離在 30~70cm 的範圍內，起跳距離越長似乎跳得也越遠。

十二、綜合最終條件後試做的模擬叩頭蟲平均可多出近 100cm 的彈跳距離，我們終於做出可以跳得最遠的模擬叩頭蟲了！

陸、參考資料

- 一、吳宗勳等七人（民 114）。國小自然與生活科技（三下）。臺南市：翰林出版事業股份有限公司。
- 二、馮翊旻、林弘展、蔡岳廷（民 102）。看誰爬得快－機器人競速。嘉義縣第 53 屆中小學科學展覽會作品說明書。