

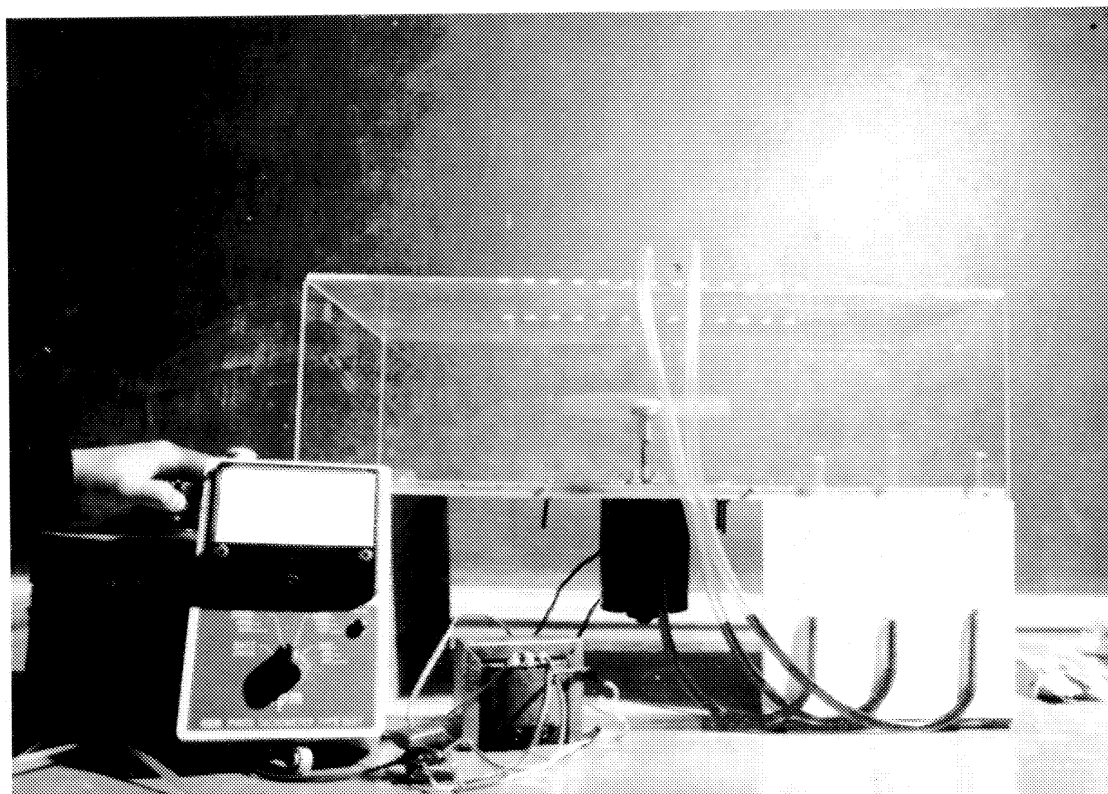
竹蜻蜓怎樣做才會飛得高，飛得遠，飛得久

高小組物理科第二名

臺北市西門國民小學

作者：盧俊樑、李怡慧
趙一先

指導教師：陳廷燦、連寬寬



一、研究動機與目的

上國語課時，老師讓我們欣賞一首兒童詩

蜻 蜓

我是一架靈巧的小飛機
沒有螺旋推進器，也不噴氣體
上上下下，自由自在

翱翔天空，輕快無比
我是一架新式的小飛機
不需要燃料，也不會污染大地
起飛降落，稱心如意

雖然是創造發明，卻不申請專利

我好喜歡這首詩，因為我曾在烏來看過蜻蜓飛翔，一會兒高一會兒低，當我靠近一捉，它卻一下子飛得遠遠的，我真希望它能和我作伴，今天我欣賞了這首詩，心裡便決定做一隻竹蜻蜓，一連做了幾隻，都飛了一下就掉下來了。於是我便去請教專門指導航空模型飛機的陳老師，請他教我製作一隻飛得高，飛得遠，飛得久的竹蜻蜓。

二、研究項目

老師告訴我們做竹蜻蜓時，要考慮槳的長度，寬度，斜面的角度才能使竹蜻蜓飛得好，於是我們共同擬定下面幾個項目來研究：

- (一) 不同回轉數和升力的關係。
- (二) 槳的長度和升力的關係。
- (三) 槳的寬度和升力的關係。
- (四) 槳的角度和升力的關係。
- (五) 槳的長度和飛行高度，滯空時間的關係。
- (六) 槳的寬度和飛行高度，滯空時間的關係。
- (七) 槳的角度和飛行高度，滯空時間的關係。
- (八) 多種三角翼形和飛行高度滯空時間的關係。

三、研究內容

(一) 預備實驗

1. 首先取竹片製作蜻蜓（ $2\text{ cm} \times 14\text{ cm}$ ），實驗中發現，不同的竹子不易做出大量相同厚度（ 2 cm ）的槳。
2. 取用進口的巴沙木，雖然製作時較方便，但質量輕，易斷，缺乏彈性。
3. 取木板作竹蜻蜓，由於硬度較大，不易磨平，規格難以一致

，時間上也不經濟。

4. 從以上的實驗過程中發現，竹蜻蜓的材料須要：(1)富有彈性
(2)有適當的比重。

難怪我國從古代到現在，竹蜻蜓的材料是竹材，在這預備實驗中得了答案，因為竹材的優點是取材容易，直纖維很直容易劈，具有適當的重量，且富於彈性，製作時簡單而有效。

5. 根據上項預備實驗，最後我們選了用2公釐厚的壓克力板做槳，因為壓克力板具有第4項的條件，但無第一項厚度不一致的缺點。
6. 在本預備實驗中，我們又發現竹蜻蜓的槳形狀跟飛行狀態有密切關係，又升力是靠槳的快速旋轉產生，所以本實驗是以各種槳的形狀與升力的關係為重點。

(二)製作升力測量天平的儀器

為測量竹蜻蜓升力值，用人工搓竹蜻蜓的軸飛行很難得到可靠的升力數字根據，因此設計了簡單的測量天平。

- 操作方法：
1. 先將槳裝在12V直流馬達上，用橡皮筋套牢。
 2. 再將鐵板面與預先畫在方格紙上的紅線平行。
 3. 調整彈簧秤，使其歸零。
 4. 通電後，再用迴轉錶固定馬達回轉數，即可看出上升時所需的重量。

(升力重量是克)

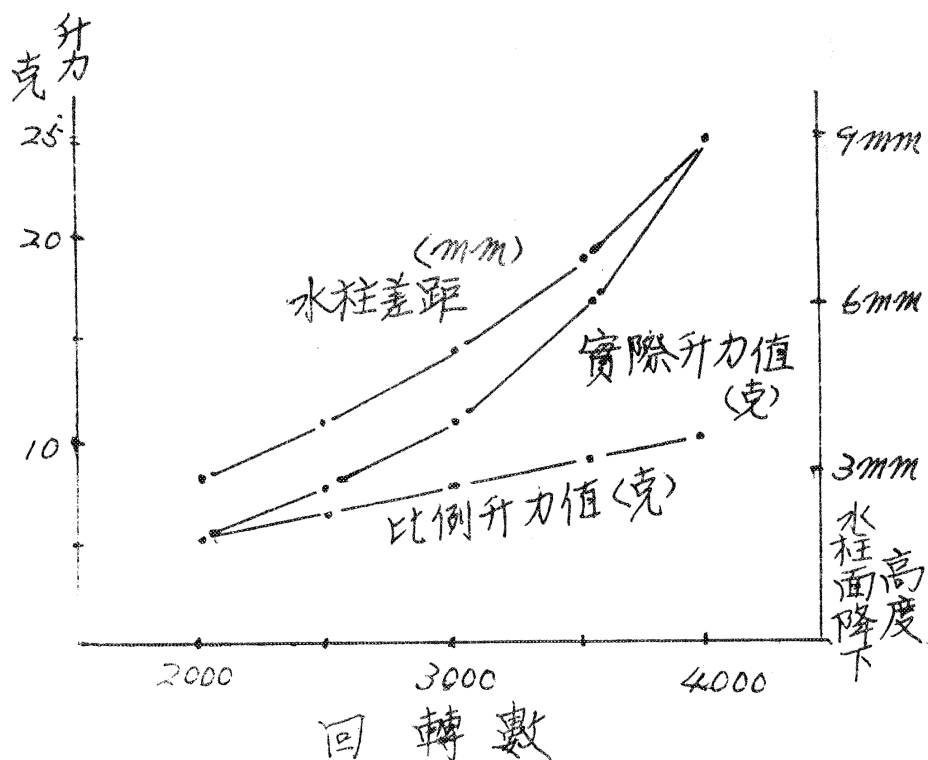
(三)實 驗

[實驗一] 不同回轉數和升力的關係

1. 方法：以同樣的槳(長度140 mm，寬度20 mm，角度 15°)。

改變迴轉數(2000轉~4000轉)

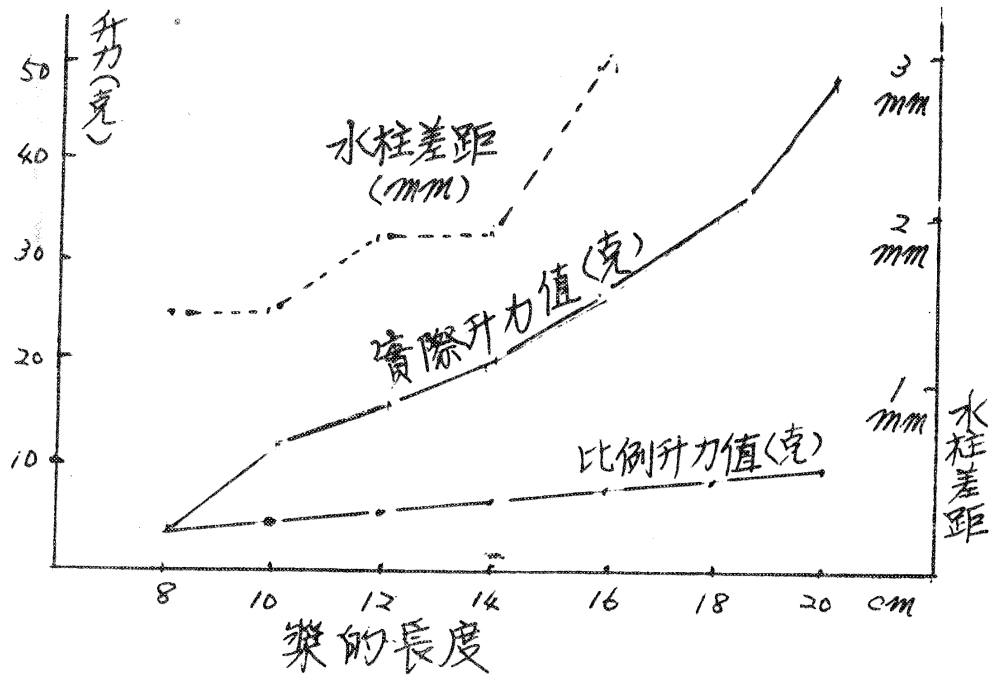
2. 結果：



由曲線圖得知，迴轉數與實際上的升力不成正比例，迴轉數越多，它的升力（克）顯著增加，其原因實在不易了解，於是請教老師幫忙。老師要我們觀察升力值的變化，結果發現25克不正是5的平方倍嗎？從實驗一裡，我們發現了迴轉數和升力（克）是成平方關係。

〔實驗二〕 槳的長度和升力的關係

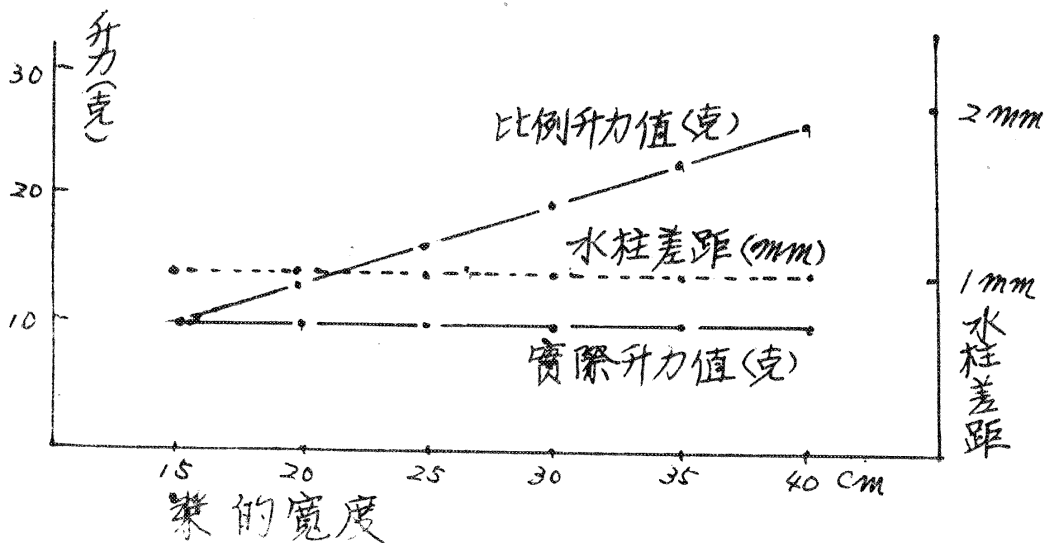
1 方法：控制槳的寬度（20 mm）、槳的角度（ 15° ）迴轉數。改變槳的長度（240 mm~8 mm），為求更正確的數值，以同一槳做實驗，方法是實驗一次後從槳端各剪1 cm，再做實驗，結果如下：



2 結果：由表顯示槳的長度和升力的關係，槳在 8 cm 和 16 cm 兩種長度時和升力（克）略成立方的關係。

〔實驗三〕 槳的寬度和升力的關係

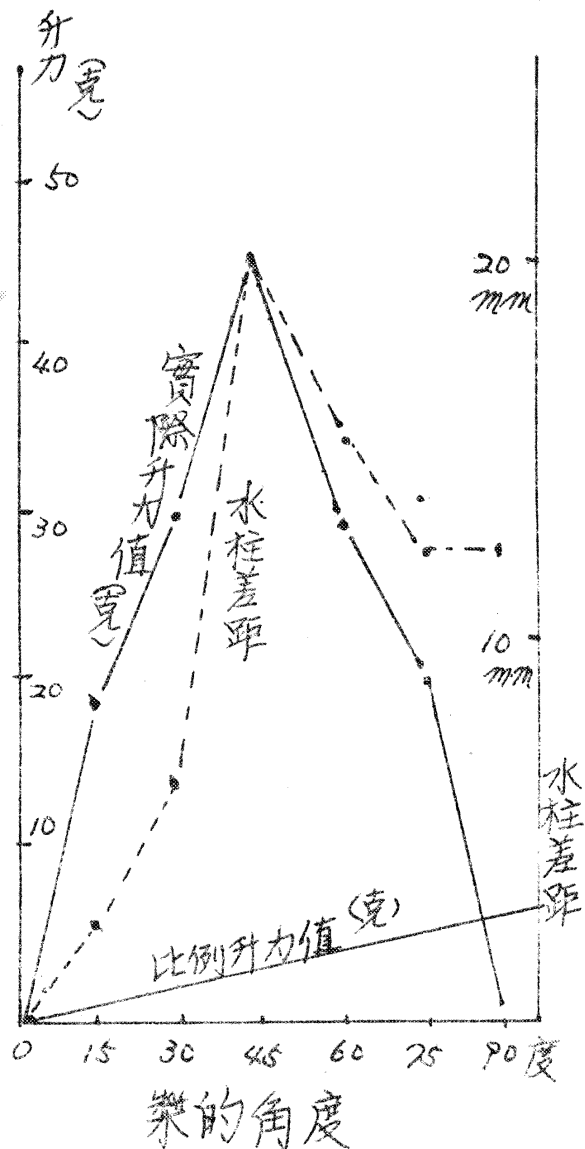
1 方法：控制槳的長度（140 mm），槳的角度（ 15° ）迴轉數。然後改變槳的寬度，實驗出槳的寬度和升力的關係。



2 結果：發現槳的寬度增加時升力值不變，這是不是因為槳的寬度加大，空氣的阻力越大？還得請教老師。

〔實驗四〕 槳的角度和升力的關係

1 方法：控制槳的長度（140 mm）槳的寬度（20 mm）迴轉數。改變槳的角度（ $0^\circ, 15^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 75^\circ, 90^\circ$ ）。



2 結果：由上表得知 0° 和 90° 時不產生升力而 45° 時升力值最大。

從以上實驗，我們以天平測出迴轉數，槳的長度、寬度、角度和升力的關係。經討論後得知迴轉數愈多，動力增強，升力大；槳愈長

所受壓力大，可見壓力對升力有很大的影響，所以想採用測量槳的上下壓力來證明氣壓與升力的關係經老師協助之下，我們終於完成壓力實驗器。

製作方法：用5mm厚透明壓克力做成「」型，下面用三夾板墊底，板中央裝置12V直流馬達，壓克力板上挖一氣壓孔做上方壓力測驗，三夾板馬達邊又一個孔做下方壓力測驗，右下方貼方格紙上置細玻璃管，內置紅墨水。以便觀測水柱差距。

操作方法：先固定槳然後通電，此時固定迴轉數即可看出水柱差距。

〔實驗五〕 不同迴轉數與升力的關係

1方法：材料與實驗一相同，惟改用壓力實驗器測量，觀察出水柱的差距，得知壓力的大小。

2結果：（迴轉數和水柱差距成平方倍）見實驗一圖表

2000 迴轉數時，成3mm水柱差距。

4000 迴轉數時，成9mm水柱差距。

〔實驗六〕 槳的長度和升力的關係

1方法：材料與實驗二同，其操作法如實驗五。

2結果：槳的長度為8cm時，水柱差距約為1.5mm，16cm時約3mm，也略成立方關係。

（見實驗二圖表）

〔實驗七〕 槳的寬度和升力的關係

1方法：材料與實驗三相同，其餘操作法如實驗五。

2結果：改變槳的寬度，水柱差距都保持在1mm左右，並不影響升力。

〔實驗八〕 槳的角度和升力的關係

1方法：材料與實驗四相同，其操作法如實驗五。

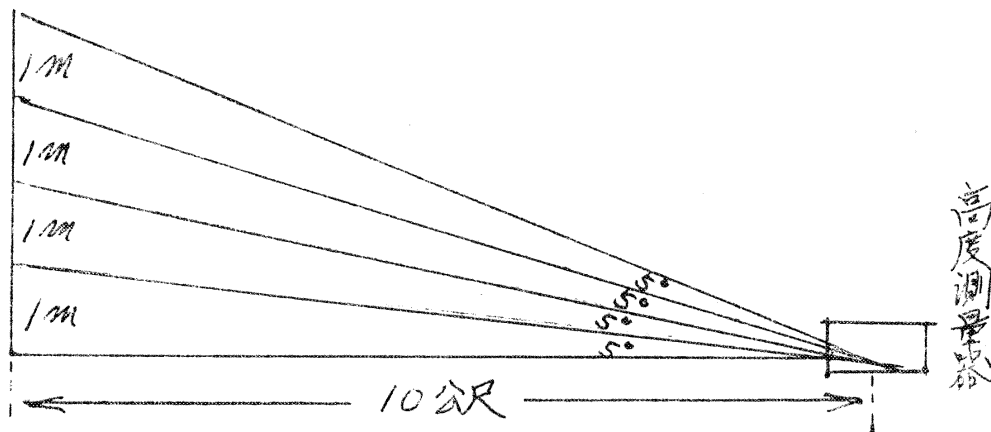
2結果：45°角時（水柱差距是20mm）水柱差距最大，與45°角時，升力重量最大，情形一樣。但從75°角～90°角時，水柱差距保持在13mm 怎麼不下降

呢？我們一直想不出原因？

經過八種實驗後，知道那種竹蜻蜓飛得最好，但是我們還想，知道靠自己的搓力那種竹蜻蜓飛得最高，最久？我們很快的就量出那種飛得最久，但是那種飛得最高，卻不易測量出來，所以我們試著用長竹竿幫助目測，或是以校舍的高樓作標準測量，但是卻費力又費神，並且不準確，同學間也常為誰飛得高引起爭論，幸好陳老師指導我們設計高度測量器。

製作方法：用羽毛球筒做成雙筒望遠鏡的形狀，中心點下面裝一塑膠管，內套一彈簧，使鉛筆與紙面保持彈性接觸，調整左右方向，並上下移動雙筒，當竹蜻蜓進入鏡中時，即可自動記錄高度。

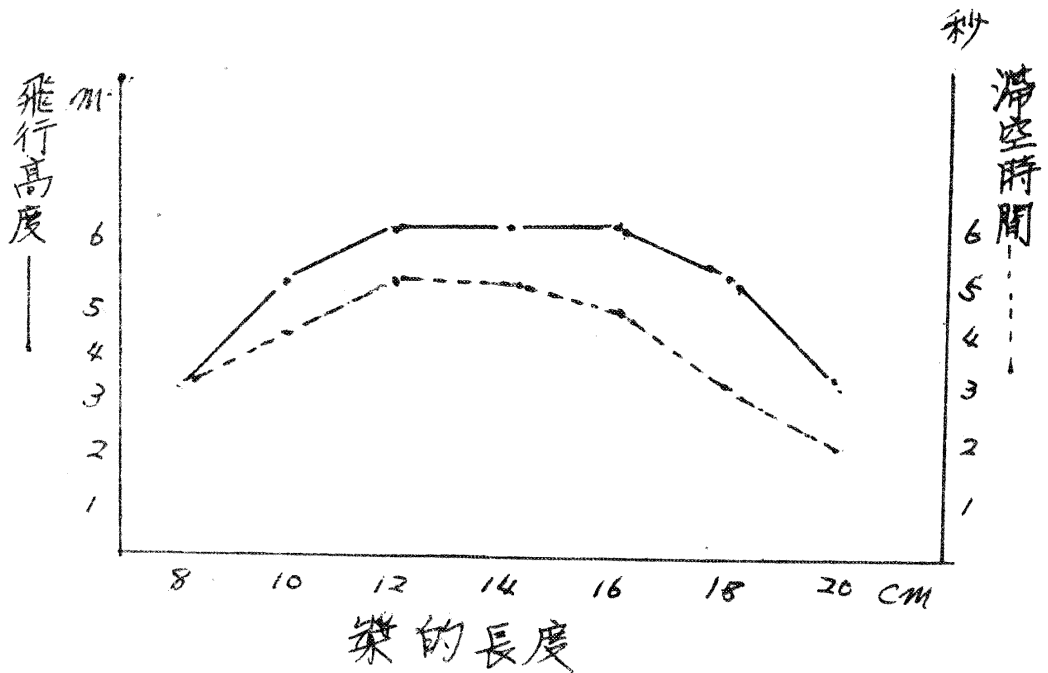
- 操作方法：
- 1 使操作者與測量者保持 10 公尺距離。
 - 2 以方格紙與雙筒中心點為半徑（20 公分）。
 - 3 每畫 2 公分為 1 公尺高。



〔實驗九〕 槳的長度與飛行高度，滯空時間的關係

1 方法：平均高度測量法（利用三角透視法）

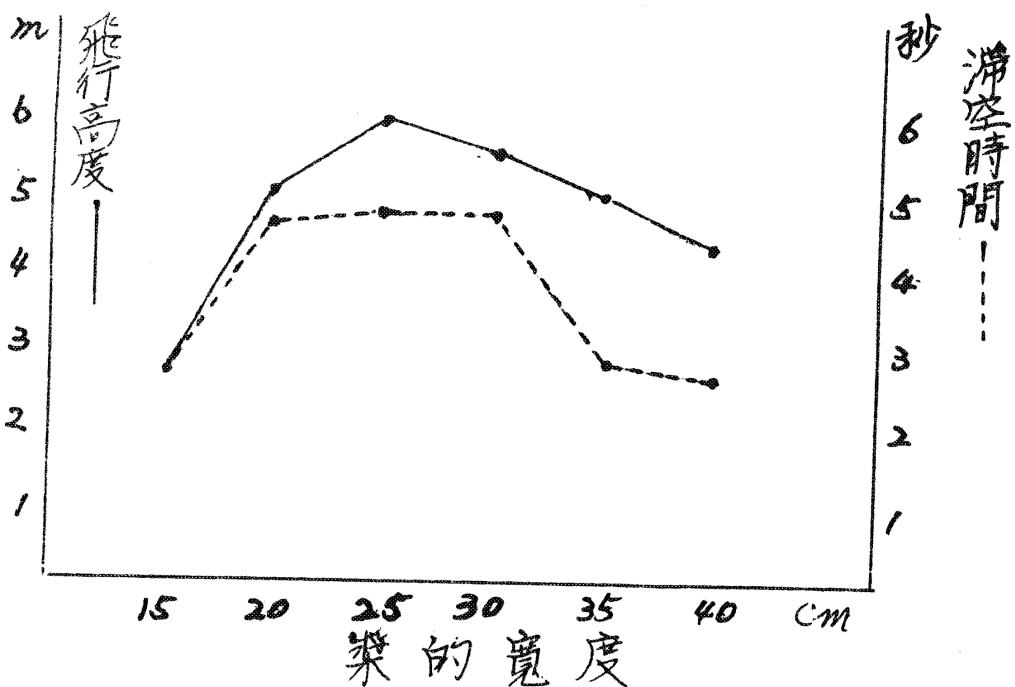
製作 2mm 厚木板，角度 15° 槳的長度每飛一次槳端各鋸掉 1 公分，固定一人在操場做飛行實驗，測量平均高度，時間，每種做 100 次（如表）。



2 結果：由上表得知槳的長度在 12 公分和 14 公分時，竹蜻蜓飛行得最好，飛得最高，飛得最久，飛得最好。

〔實驗十〕 槳的寬度和飛行高度，滯空時間的關係

1 方法：製作 2mm 厚木片，角度 15° ，槳的長度 14 cm，翼的寬度分別為 15 mm，20 mm，25 mm，30 mm，35 mm，40 mm 等六種，實驗方法同實驗九。

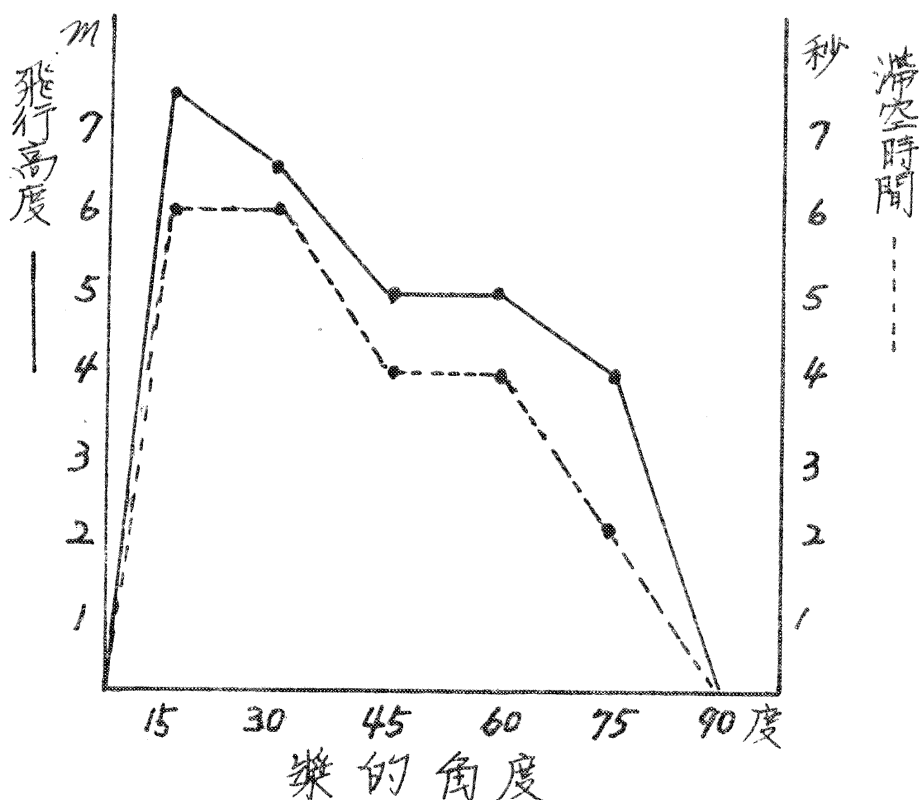


2 結果：由上表得知槳的寬度在 25mm 和 30 mm 時，飛行高度最高，飛行時間最長。

〔實驗十一〕 槳的角度和飛行高度，滯空時間的關係。

1 方法：實驗方法與實驗九相同。

製作時固定槳的寬度，槳的長度作 $0^\circ, 15^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 75^\circ, 90^\circ$ 等七種角度。

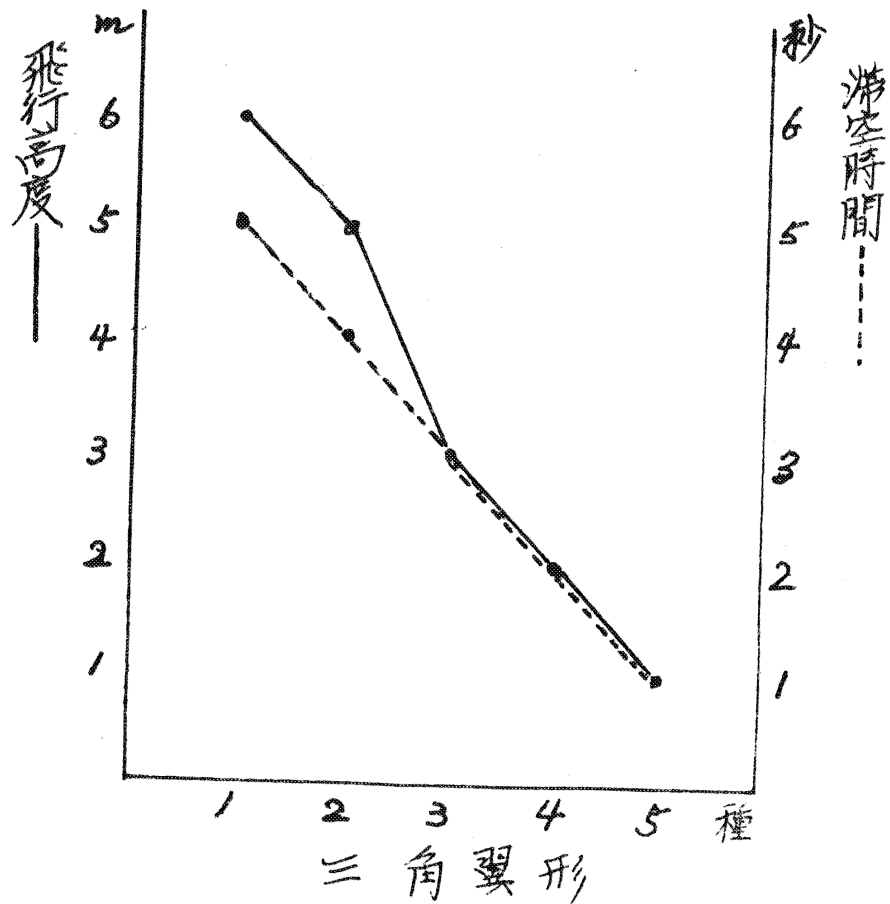


2 結果：由上表得知槳的角度在 15° 角時，飛行高度最高，滯空時間最長，槳的角度越大，飛行狀況越不好。

〔實驗十二〕 多種三角翼形和飛行高度，滯空時間的關係。

1 方法：實驗方法與實驗九相同

製作五種三角翼，槳的長度 14 cm 角度為 15° ，最寬的地方為 3 cm。



由上表得知第一種三角翼形飛行得最好，因為重心在中間。

四、結 論

- (一) 迴轉數愈高，升力愈大，二者成平方的關係。
- (二) 槳的長度愈長，對升力愈有幫助，其間成立方的關係。
- (三) 槳的寬度不影響升力，其間成直線關係。
- (四) 槳的角度成 45° 角時升力最大（爬昇力強，速度快，但迴轉停止時落地也快）而 0° ， 90° 角時幾乎無升力。
- (五) 實際操作飛行時，發現槳的長度為 $12 \sim 14 \text{ cm}$ 。長槳的寬度為 20 mm 左右，槳的角度為 10° 左右的竹蜻蜓，飛得又高，又遠，又久。

評語：研究確實、具完整性；在結論中，并呈現力求理論關係式之企圖心。理論關係式有錯誤，但也顯示學生自己做的成分多。