

比天還要高－竹蜻蜓的研究

初小組物理科第二名

台北縣興南國民小學

作者：尹筱嵐、呂佳真、郭宸凱

指導教師：張政義、陳永福

一、研究動機

在上完有趣又好玩的自然實驗後，瞧見走廊圍集著同學興高彩烈的玩著買來的竹蜻蜓，看到同學的竹蜻蜓飛高飛低，此起彼落的，我也好奇的在旁觀賞。放學回家後，我著手用竹子也做了個竹蜻蜓，可是怎麼也飛不上去。我心想，為什麼一個小小的竹片會飛呢？它有什麼特別的地方？我的竹蜻蜓又為什麼不會飛呢？一連串的問題引起我研究的興趣。因此，在老師指導下，協同幾位同學做了這個研究。

二、研究目的

- (一)了解竹蜻蜓結構的特性。
- (二)探討力的大小與竹蜻蜓飛行的關係？
- (三)研究竹蜻蜓翼的角度、長度、寬度、重量及翼形對於竹蜻蜓飛行的影響？
- (四)探討竹蜻蜓飛行的原理？
- (五)希望藉研究來學習科學的方法，培養科學的知識，養成耐心、細心的科學態度，而使科學「生活化」。

三、研究設備器材

- (一)竹子、墊板、木條、鐵片、鋁片、紙板、塑膠板、空心鐵棒、木板、綿繩、粘土。
- (二)美工刀、電鑽、鐵釘、鋸子、挫刀、鐵鎚、尺、量角器、磅秤。
- (三)照相機。

四、研究過程或方法

- (一)只有竹蜻蜓會飛嗎？它有什麼特別的地方？

實驗一：（實驗過程略）

- 結果：1.四種紙飛機都能飛行。
2.我們發現用力越大飛的越高越遠，相反的，用力越小飛的越低越近。
3.直型不能旋轉飛行直接掉落。
4.摺型旋轉飛行平穩落下。
5.用羽毛做的螺旋都不會飛。
6.如果羽毛兩邊不平衡會掉得更快。
7.二種類型的飛盤都能飛行而且飛行情形平穩良好。

實驗二：（實驗過程略）

- 結果：1.發現竹片已經處理過而且具有傾斜角度。
2.旋轉軸和翼成直角銜接，翼長13.5公分寬1.5公分軸長16.7公分。
3.我們量出竹蜻蜓翼的斜角角度是20度~23度間而以20度最多。

(二)竹蜻蜓一定要加以旋轉才能飛行嗎？

實驗三：（實驗過程略）

結果：我們發現竹蜻蜓一定要用旋轉的方式才能飛行。

(三)竹蜻蜓沒有薄的翼可以嗎

實驗四：（實驗過程略）

結果：我們發現五種寬度的竹蜻蜓都無法飛行。

(四)用力的大小會影響竹蜻蜓的飛行嗎？

實驗五：（實驗過程略）

結果：我們發現搓動旋轉力越大，竹蜻蜓飛的越高，相反的，搓動旋轉的力越小飛的越低。

(五)竹蜻蜓的翼一定要傾斜嗎？

實驗六：（實驗過程略）

- 結果：1.我們發現自製翼斜角20度的竹蜻蜓並不是最好的角度。
2.竹蜻蜓飛行高度最好的翼的角度大約在32度~46度間。

(六)翼的質料和竹蜻蜓的飛行有關嗎？

實驗七：（實驗過程略）

結果：質料以硬的厚鋁片飛得最好最高。

(七)翼的長短、寬度影響竹蜻蜓的飛行嗎？

實驗八：（實驗過程略）

- 結果：1.翼太長或太短都不好，會影響竹蜻蜓的飛行，其中以翼長8公分飛得最好。
2.翼太寬或太窄會影響竹蜻蜓的飛行，其中以翼寬9公分飛得最好。

(V)竹蜻蜓和旋轉軸的關係怎樣？

實驗九：（實驗過程略）

結果：我們發現桿子較長的飛行距離較遠，以桿長28公分的竹蜻蜓飛得最遠。

(VI)竹蜻蜓的飛行原理怎樣？

實驗十：（實驗過程略）

結果：1. 我們發現竹蜻蜓由左向右旋轉（反時針方向），電扇扇葉由右向左旋轉。

2. 我們認為竹蜻蜓的飛行原理如下：

(1)竹蜻蜓以軸為中心旋轉力的作用而向右旋轉。

(2)因旋轉而使靜止的空氣產生氣流①的力。

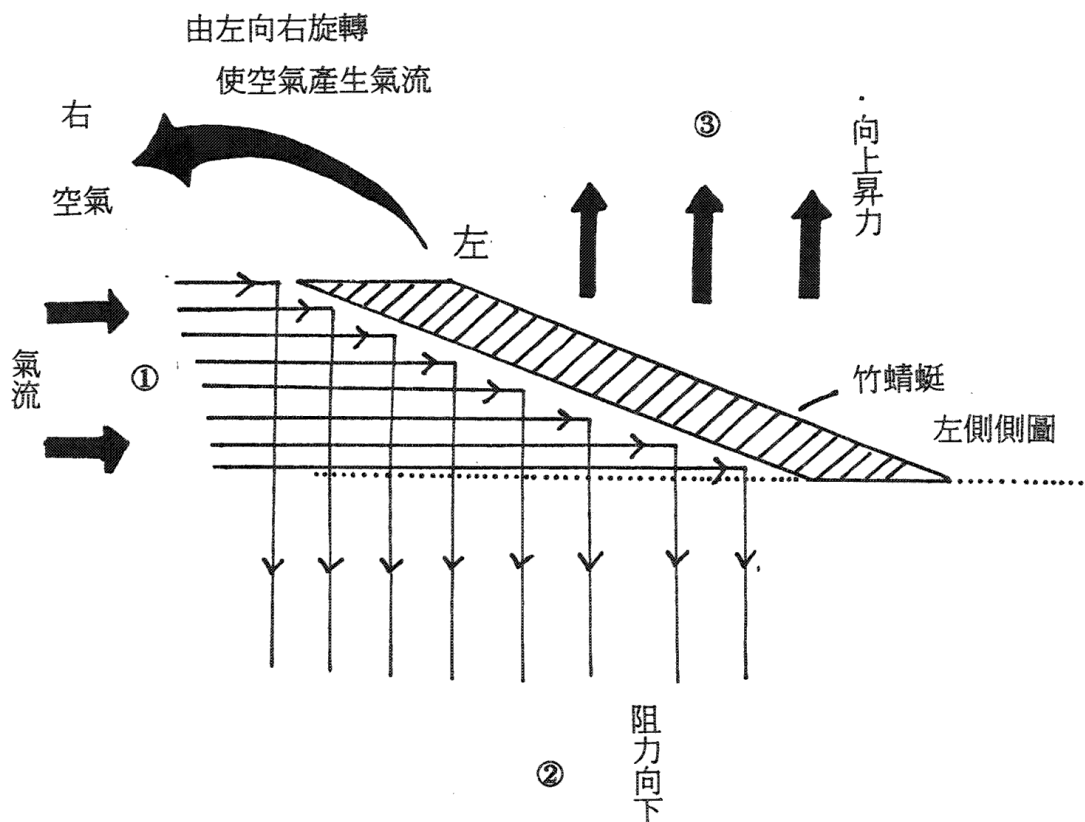
(3)①的力同時也為竹蜻蜓旋轉的阻力，因側翼傾斜20度而使氣流向下作用而產生②向下的力。

(4)因②向下的力的反作用力而產生③的昇力。

(5)如果③的昇力大於竹蜻蜓本身的重量，那麼竹蜻蜓就會飛起。

(6)等到③的昇力消失，竹蜻蜓就會掉下來。

竹蜻蜓飛行原理圖：



(十)我的竹蜻蜓最會飛。

實驗十一：（實驗過程略）

結果：翼半徑3.5公分的圓形竹蜻蜓飛的最好，可達2公尺多的高度。

五、討論

(一)根據我們實驗的結果發現製作竹蜻蜓的材料並不限於用竹子來做可以有許多變化，好玩又有趣。

(二)我們自己做的竹蜻蜓雖然使用塑膠片當材料而不是竹片，但是我們仍然叫它為「竹蜻蜓」。

(三)我們發現飛行情形與質料及傾斜角度有關。質料堅硬飛行時才不會變形或擺動，另外傾斜角度也需要在適當範圍內，這樣才能有效產生氣流阻力而使竹蜻蜓飛的越高。

(四)翼面的阻力面積愈大作用力愈大，因而反作用力也愈大（浮力也愈大），竹蜻蜓就飛得愈高。但是我們也發現阻力面積愈大，所需的旋轉力愈大，因此在實際竹蜻蜓的操作中並不實用，可能需要在力與角度面積中找出一個平衡點，使得竹蜻蜓省力好操作又飛得高。

(五)我們發現翼重會影響竹蜻蜓的飛行，適當的翼重可增加飛行的穩定性，但也不可太重，否則無法飛行。

(六)在竹片竹蜻蜓、圓形竹蜻蜓、方形竹蜻蜓的實驗中，不論是用發射台發射或手搓動發射，圓形竹蜻蜓飛行的情形都很好，因此，竹蜻蜓的翼也可以用圓形來製做，相信玩得會更有趣。

(七)我們爲了了解竹蜻蜓和旋轉軸的關係，我們曾經把自製與竹子的竹蜻蜓做秤重的比較並測試載重的情形如下：

比較結果名	翼重	中間木塊	桿重	總重
竹製竹蜻蜓	2.8克	無	1.8克長 16.7公分	4.6克
自製竹蜻蜓	2克 (二翼)	3克	無	5克

名區 稱別 結果 項目	自製竹蜻蜓載重量											
	無承載盒	有承載盒	黏土重量									
重量	5.91	8.22	1克	2克	3克	4克	5克	6克	7克	8克	9克	10克
飛行(可否)			○	○	○	○	○	○	○	○	○	×

結果我們發現自製竹蜻蜓（全長14公分、寬2.6公分、翼傾斜20度）共可以載重12.4克重。

(V)我們發現，在玩竹蜻蜓時，因為”手搓動力”及”飛行方向”控制不易，所比較危險，常有打到臉、頭的顧慮。我們很高興能製作傾斜角度好的竹蜻蜓在發射台上發射，即安全又好玩，我們玩得很高興。

(VI)在測試記錄竹蜻蜓飛行高度及距離時，會受風的影響，使得測量不易。另外，用木條尺以目測方式進行測量較易產生誤差，似應加以改進。

(VII)為了避免各項實驗受風力的影響我們改在室內操作測試。但有時風還是會吹進來影響實驗的準確性。另外，室內的天花板不夠高，竹蜻蜓飛行時常碰到天花板，使得高度、距離的測量受到影響，這是需要改進注意的地方。

六、結論

(一)紙飛機、紙螺旋、飛盤和竹蜻蜓都會飛，它們都有翼，因此我們認為竹蜻蜓旋轉後會飛和翼有關。

(二)關於竹蜻蜓翼的設計我們發現：

- 1.翼最好的長約8公分、寬9公分。傾斜32~46度之間飛行最好。
- 2.任何質料都可以製作但是太軟容易變形及太輕做的都不會飛。
- 3.翼的重量適當質料較硬可以飛得高。
- 4.翼一定要傾斜。

(三)關於竹蜻蜓軸的設計，我們發現有軸無軸都會飛。

(四)關於使竹蜻蜓飛行的”力”我們實驗多次發現：用力愈大竹蜻蜓旋轉次數愈多旋轉愈快飛的也愈高。

(五)經過以上的實驗和觀察，我們發現竹蜻蜓最好的設計是圓形型的竹蜻蜓，而質料以輕且不易變形的為佳。

(六)竹蜻蜓的飛行是因為翼旋轉而產生氣流及阻力，進而產生反作用力及向上的昇力，當昇力大於竹蜻蜓的重量時，竹蜻蜓就飛起來了。

七、參考資料

(一)小牛頓兒童科學園地（15、25、48、55期）。

(二)中國孩子的疑問（174~175頁）。

(三)中華兒童百科全書（第二輯426頁）。

(四)科學教授（148~149頁）。

評語

竹蜻蜓結構與飛行關係的研究，往年都有參展。但在本作品中作者對變因的控制考慮較週到，例如自製發射器控制旋轉力的大小等。較有創意的是自製氣流壓力實驗器，以簡單方法觀察不同翼面斜角的竹蜻蜓的效果。又使用氣流實驗器直接觀察竹蜻蜓轉動時的氣流變化等。實驗方法具創意，結論亦完整。