

投稿類別：自然科學

篇名:

迎風揚帆之一起成為航海王

作者:

戴銘昱。中興國中。八年十五班

張藝敏。中興國中。八年十八班

張晉瑜。旭光國中。八年四班

## 壹●前言

### 一、研究動機

在不久之前和家人一起到澎湖遊玩的時候，認識了一位奧運風帆國手「張浩」，經由他的帶領，第一次體驗到迎風揚帆航行在水面上的樂趣，但對於新手來說，駕馭帆船需要經過複雜的練習。所以我們想透過遙控帆船的實驗，研究出易於操控的帆船，讓大眾更容易學習風帆的操縱，最終也能快樂的航行在美麗的大海上。

### 二、研究目的

1. 了解帆船行進的原理。
2. 探討船體造型對於航行速度的影響。
3. 探討帆面大小對於航行速度的影響。
4. 探討帆面形狀對於航行速度的影響。

### 三、研究方法



1. 以專業船模繪圖軟體 DELFTship free 繪製 3D 船體。
2. 使用 3D 列印機列印出船體。
3. 接著使用真空成型機製作出船殼。
4. 最後設計一套機電整合遙控系統，完成遙控帆船的基本船體。
5. 使用特製充氣水池及空氣門作為模擬具有側風海面的場地。
6. 依照研究目的逐項進行實驗並收集相關數據。
7. 透過分析實驗數據後，找出最佳遙控帆船的模型。

貳●正文

一、文獻探討：

1. 帆船簡介

帆船是船的一種，使用任何材料來操縱風力讓船航行前進，就叫做帆船，靠槳、櫓和篙作為無風時推進和靠泊與啟航的手段。帆船的種類及構造有很多，風帆的作用在於承受風力，藉助風力使帆船前進。是繼舟、筏之後的一種古老的水上交通工具，已有 5000 多年的歷史，中國宋、元、明、清時代使用過的帆船有平底沙船、尖底的福船、廣船和快速小船鳥船，以及大型戰船樓船和運糧的漕船。其分類如下：

- A. 按船桅數可分為單桅帆船、雙桅帆船和多桅帆船。
- B. 按船型劃分有平底和尖底帆船。
- C. 按首型分為寬頭、窄頭和尖頭帆船。
- D. 帆船通常為單體，也有抗風浪較強的雙體船。

(參考文獻:中文百科)

2. 帆船航行原理

空氣作用於帆的力有兩種形式：一種是動壓力（推力），即當空氣流動的時候，對擋住去路的物體能產生衝擊力。帆船順風行駛時，就是靠空氣的推力推動前進的。如圖 1 動壓力

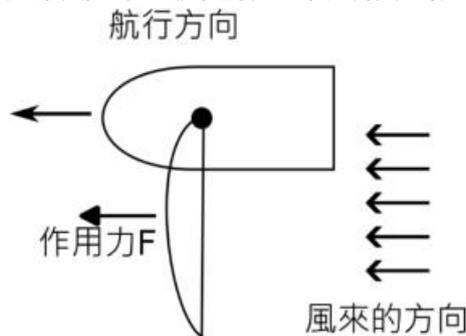


圖 1 動壓力

另一種是靜壓力（拉力）：當船帆的兩側空氣流速不同的時候，就會產生壓強差，這時風帆上就產生了拉力。換個說法，由“作用力與反作用力、力的分解與合成等等”的力學原理知道，當空氣向一個方向流動時，它向側面作用的力就要相對減小。

也就是說氣體流動速度越大的地方，動壓力壓強越大，而靜壓力壓強越小。流速愈小的地方，動壓力壓強愈小而靜壓力壓強愈大。這樣氣體流速小的地方對流速大的地方就會產生一個側向的壓力，這個力稱為靜壓力。

### 迎風揚帆之一起成為航海王

當迎風駛帆船時，船正是在風的靜壓力推動下前進的。帆所受靜壓力的產生，主要是帆具有像機翼一樣的弧形，如圖 2 靜壓力與拉力概念圖。

(參考資料：<https://kknews.cc/news/kjqm38.html>)

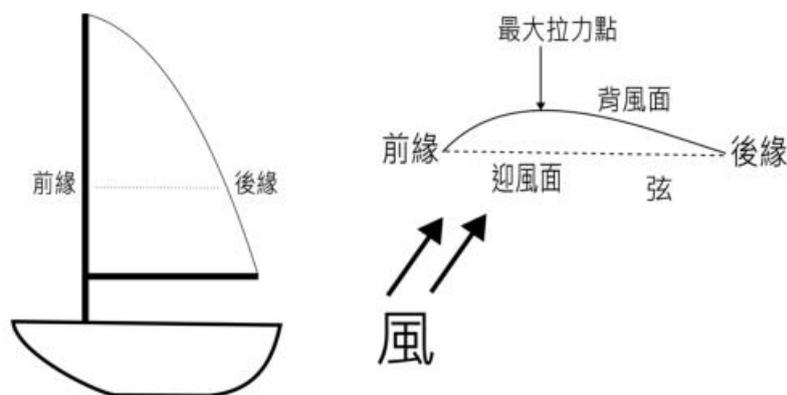


圖 2 靜壓力與拉力概念圖

### 3. 帆船航行技巧

帆船藉助帆的每一面所產生的力量沿著迎風方向移動。迎風面的正向力量（推力）和背風面的負向力量（拉力）合在一起形成了合力，這兩種力量都作用於同一方向就能讓帆船速度達到最快。由此可以清楚明瞭，順風航行不一定會產生最快的航行速度。

(參考資料：<https://kknews.cc/news/kjqm38.html>)

#### A. 順風行駛

順風行駛在一般人的想法中應該是最正常的行駛方式了，風從後方來，推動船隻向前行，有如人說“一帆風順”一般，如圖 3，但對小帆船的入門水手而言，順風卻是具有相難度的，問題在於順風時，風的來向和船平行，沒有橫向的壓力作為平衡之用，很容易因為失去平衡而翻船，在常微風的時候，順風航行的前進速度是最慢的，因為除了的推力外，沒有拉力的助力，而在強風的時候，又容易因風的推力集中在左舷或右舷，而一直向另一舷轉向。

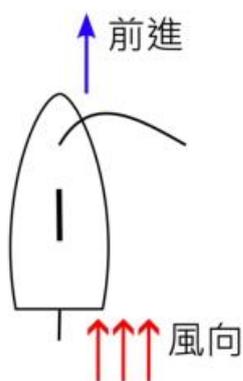


圖 3 順風行駛

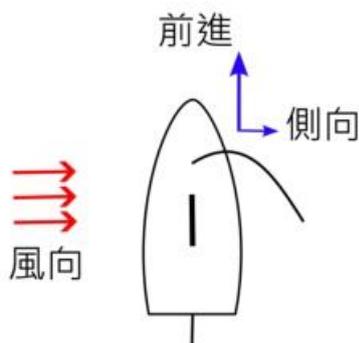


圖 4 側風行駛

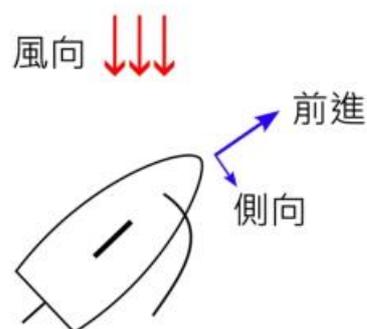


圖 5 逆風行駛

## B. 側風行駛

如圖 4，側風行駛時，風從側向來，被帆化作兩股力量，一個是讓船側滑的力量，一個是讓船前行的力量，而側滑的力量則被中央板化作側倒的力量，再由壓艙物的重心調整相抵，只剩極少的側移力量，稱作 Leeway，而大部分的力量是向前行，是側風行駛。

## C. 逆風行駛

如圖 5，逆風行駛的極限角度是風的來向左右各 35 度，但一般以 45 度為極限，這和船的設計有很大的關係，逆風行駛的觀念是和側風行駛相當接近的，只是頂風時，側向的力量較側為大，而前進的力量又小於側風，採用”之”字形逆風行駛。

## 二、實驗設計：

### 1. 製作基本帆船

A. 以專業船模繪圖軟體繪製船體後，使用 3D 列印機列印出三種常見船體外型(船型1寬度最窄，船型3寬度最寬)再使用真空成型機製作出船殼，最後設計一套機電整合遙控系統，完成遙控帆船的基本船體。

(船型1：長33寬13高5.5 船型2：長33寬14 高6 船型3：長33寬15 高7.5 單位：公分)

B. 使用特製充氣水池及空氣門作為模擬具有側風海面的場地。

C. 依照研究目的逐項進行實驗並收集相關數據。

D. 透過分析實驗數據後，找出最佳遙控帆船的模型。

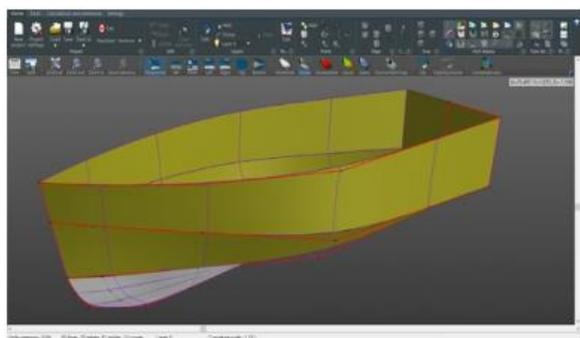


圖 6 船模設計

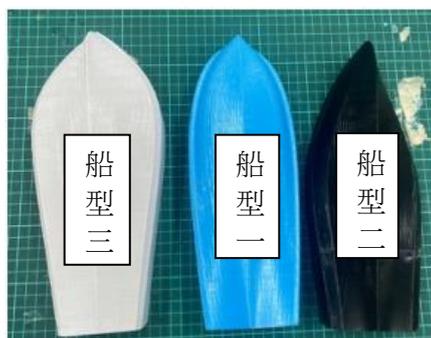


圖 7 3D 打印後的船模



圖 8 真空成型機壓製船模



圖 9 配置電路系統與組裝帆船各個部位

## 迎風揚帆之一起成為航海王

遙控器的程式



圖 10 遙控端程式

接收端程式

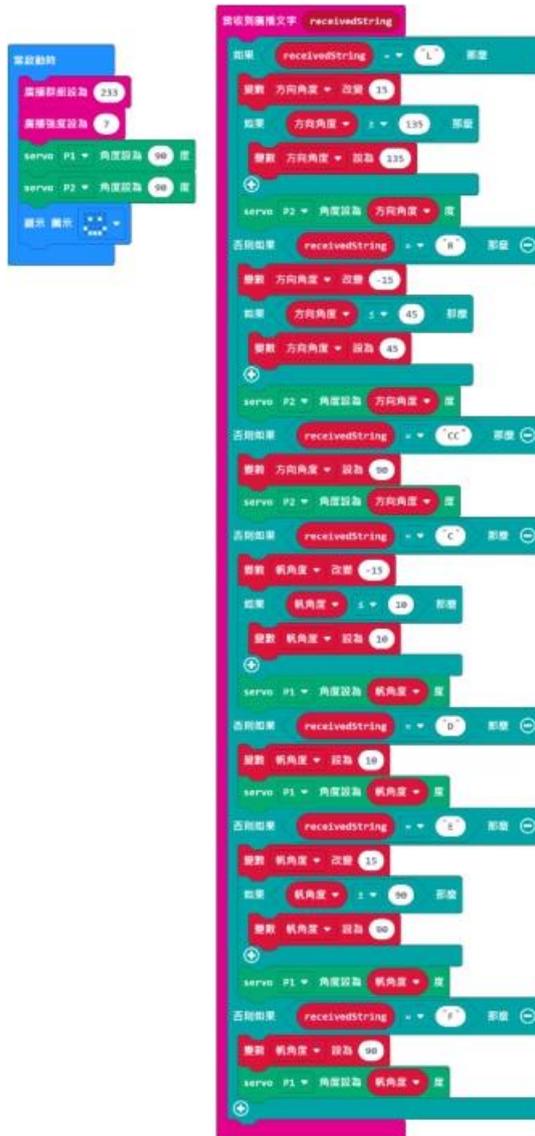


圖 11 船接收端程式

### 2. 製作不同帆型

- A. 依照桅桿製作出不同的帆型，其中帆型二的面積大於帆型一，預計可以產生較大的受風面積，產生更大的推進力。
- B. 帆型一及三雖然較為相似，但高度不同，雖然也可以產生較大的前行力量，但側傾的力量也相對有加大的可能。

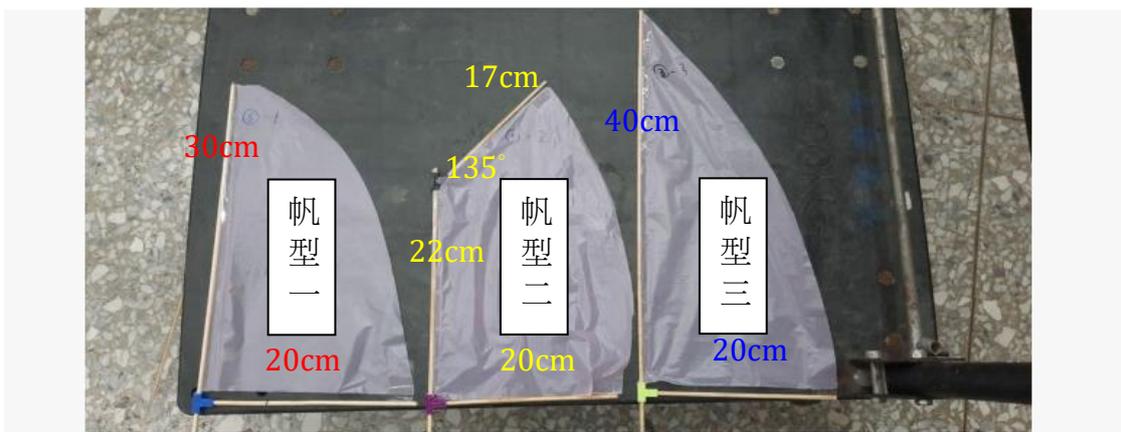


圖 12 不同種類的帆

## 迎風揚帆之一起成為航海王

### 3. 分析帆船航行時間

我們用影片分析出秒數，並使用 excel 折線圖分析帆船航行速度與穩定性。操作過程如下：



圖 13 使用手機錄製行進時間



圖 14 將航行時間記錄於表格中

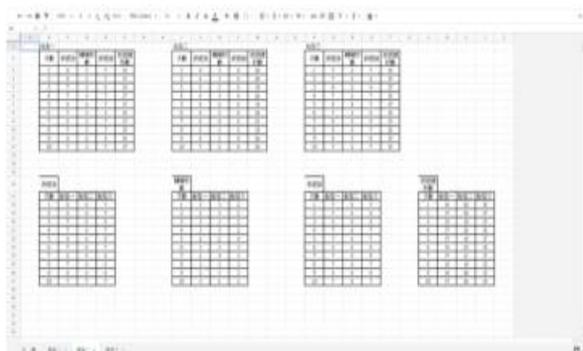


圖 15 彙整成表格



圖 16 製作成折線圖

### 4. 實驗結果

實驗一、A.不同船體帆船直線航行實驗方式與結果(如圖 17)

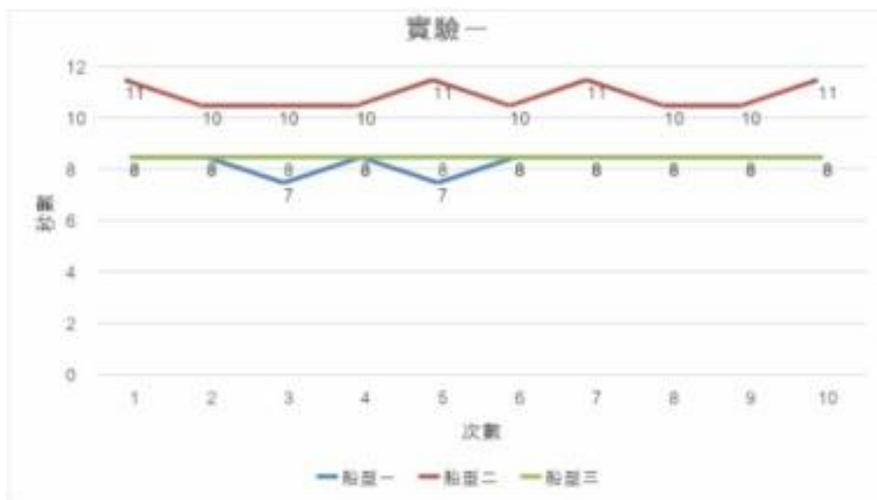
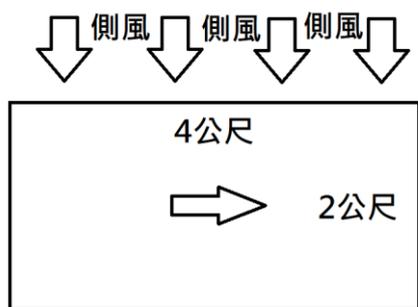


圖 17 不同船型在水中直線航行秒數比較圖

#### B.分析與討論

(a)由上述圖表可知，1號船直線航行秒數較短，推測是因為船身吃水較淺，阻力較小。

(b)2號船直線航行秒數最長，推測是因為船身不夠穩定，搖晃導致航行速度較慢。

## 迎風揚帆之一起成為航海王

實驗二、A.不同船體帆船折返航行實驗(過程如圖 18-1，實驗結果如圖 18-2)

時間點記錄方式

1. 船艏通過折返物停止計時-記錄一
2. 船艏離開折返物停止計時-記錄二
3. 回到起點停止計時-記錄三

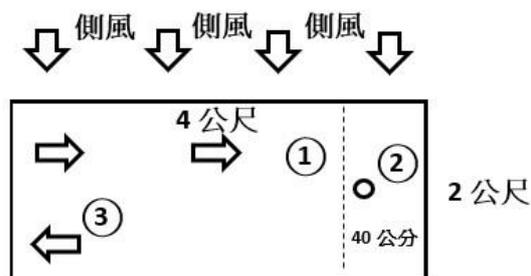


圖 18-1 實驗二航行路線示意圖(①：折返去 ②：轉彎 ③：折返回)

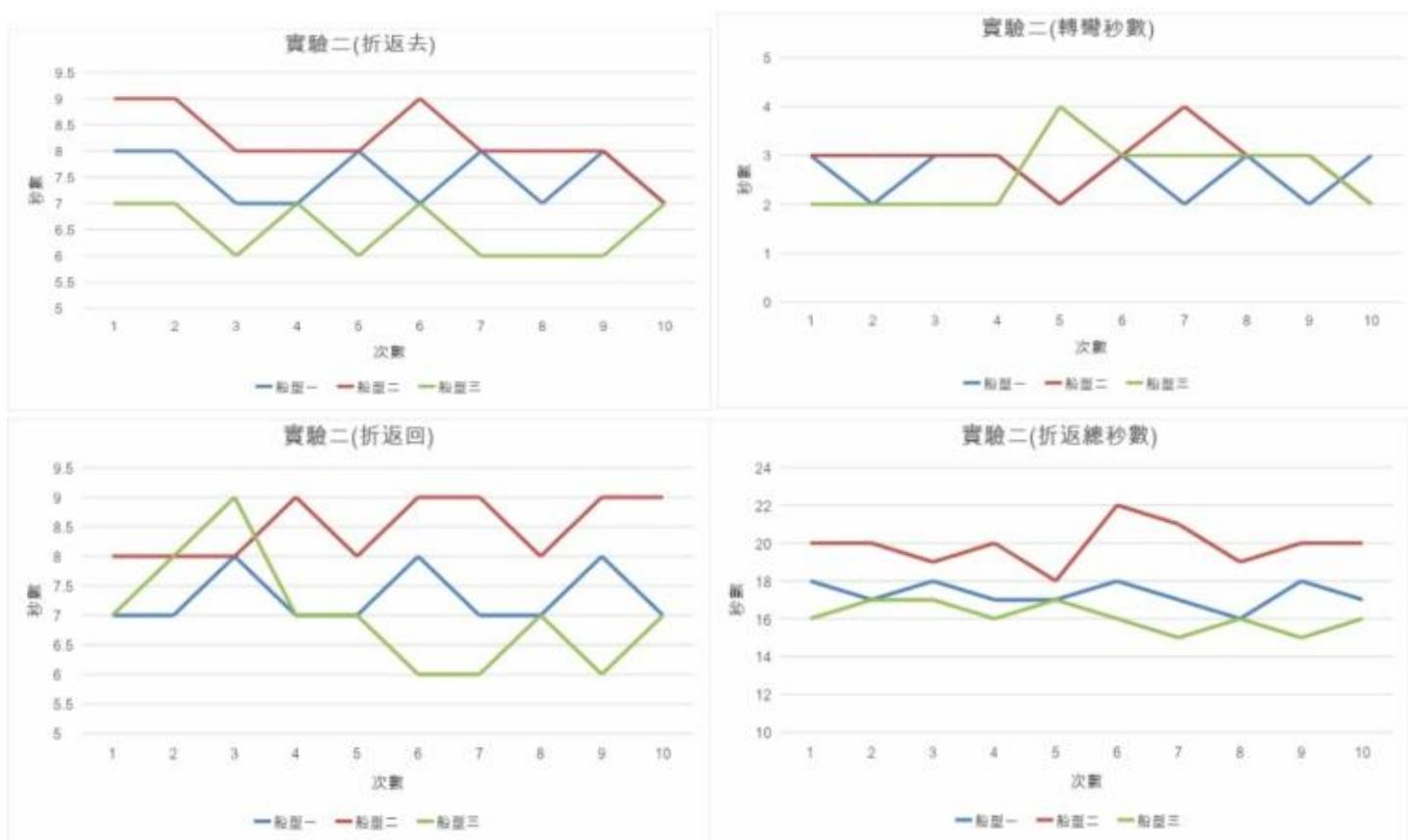


圖 18-2 不同船型在水中航行秒數比較圖

B.分析與討論:

- 經由不同船型在水中航行秒數比較圖(圖 18-2)可知，船型二由於船體較窄容易側傾，造成船身吃水較深，前進阻力增大，且較不容易於轉向。
- 船型三的船速度較船型一快，推測可能是因為在強風時，由於 3 號船體較寬，不容易導致側傾，前進阻力因而較小。
- 在實驗二中(折返總秒數)，船型三的速度較快。因此選擇 3 號船作為實驗三的船體。

實驗三、A.不同船帆帆船航行實驗結果(如圖 19)(說明：實驗一、二所測試之帆型編號為③-1 本實驗所測試之第二、三種帆型編號為③-2 及③-3)



圖 19 不同帆型水中航行秒數比較圖

B.分析與討論:

- (a)、經由不同帆型在水中航行秒數比較圖(圖 19)可知，2 號帆操控性不佳，經常撞上泳池邊緣。
- (b)、1 號帆和 3 號帆數據相近，2 號帆雖帆面較寬大，但行駛穩定性差，而 1 號帆速度稍快，推測可能是因為 3 號帆轉彎較慢，所以總秒數稍長。
- (c)、經由不同帆型在水中航行秒數比較可知，2 號帆在轉彎時常常失控而撞上泳池，而 1 號帆和 3 號帆秒數差距不大，雖 1 號帆速度整體稍快，但 3 號船的行進穩定度，不論是哪一階段均較使用 1 號帆為高，較易於操控。

參●結論

- 一、由實驗一可知，窄體船的船體正面破水的阻力小，直線航行速度偶爾較快。
- 二、由實驗二可知，由於寬船體可以減少側傾，達到類似壓舷的效果，因此有助於航行時的船身平穩度與行進穩定度，並獲得較佳的操控性。
- 三、由實驗三可知，較高的船帆，雖不見得能增加船速，卻有機會得到較佳的操控體驗。
- 四、根據上述實驗結果，可知帆型較高的寬體船在帆船航行時能提供較佳的操控性，對於想親近水上活動者，或設計此類風帆產品的業者而言，應是為較理想的選擇。畢竟相對於陸上的交通工具來說，超級跑車雖然可以提供較高的車速，但當速度提升時，駕駛起來反不如一般家庭房車來得更容易上手，這也是本次研究想要追尋的目標---找出適合讓所有人更容易享受海上風帆運動的船型。

肆●引註資料

- 一、風帆物理與六分儀。麥克 袁振凱 陳育鋒 郭霞翰
- 二、【揚起夢想之帆---「航海夢工場」-2017 帆船特展專刊】。國立海洋科技博物館。
- 三、中文百科。帆船:起源，近現代發展，各時期發展，結構，原理，動力來源，航向限制效益，控制和轉向\_中文百科全書
- 四、國立海洋科技博物館。船舶與港口終身學習網路教材-船舶種類-遊憩船舶/帆船
- 五、海洋教育數位典藏。<http://meda.ntou.edu.tw/activities/?t=1&i=0045>
- 六、2022 臺灣學校網界博覽會。  
[http://library.taiwanschoolnet.org/cyberfair2005/ymjhsky/web/Sail\\_theorem.htm](http://library.taiwanschoolnet.org/cyberfair2005/ymjhsky/web/Sail_theorem.htm)
- 七、國立海洋科技博物館。「風」與「帆」的角力