

中華民國第 58 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 地球科學科

(鄉土)教材獎

080511

風吹風吹-學校九月吹什麼風

學校名稱：高雄市新興區信義國民小學

作者：	指導老師：
小六 陳彥嘉	林宇涵
小六 郭昫彤	王淑湘
小六 梁浚誼	
小六 張靖敏	
小六 陳繹傑	

關鍵詞：海風、陸風

摘要

我們想瞭解學校九月吹的風是否為海風。我們利用假日至學校及海邊進行觀測，也於平日在學校進行相關的實驗。我們用兩個玻璃杯，以水浴方式改變溫度，並用線香的煙來方便觀察，模擬觀測同溫度及不同溫度的對流杯空氣是如何流動。我們發現，同溫時，空氣流動較慢；不同溫時，空氣流動快。我們也將海邊取來的海水及海沙分別放入兩個連通的過濾瓶內，發現加熱其中一邊時，另一邊的冷空氣會流入加熱的瓶中，證明熱空氣上升時，冷空氣會來填補熱空氣原本的位置。我們從海邊的觀測紀錄也發現，海沙及海水溫度差距越大時，海邊的風速也越強。在同一時間，在海邊測得的風向及風速的改變，皆與學校頂樓測到的相符，證明學校吹拂的即是海邊吹來的海風。

壹、研究動機

開學前的返校日，中午過後處處悶熱，老師帶我們一起到頂樓清理雜物。開啟出入口雙門，一股風迎面而來，說不上涼爽卻有消暑的感覺，老師順口說：「哇！好舒服的一股海風」。星期六我們全家到海邊玩沙，近中午時分，沙灘溫度很高，大家都躲進大遮陽傘，突然間，風把我們的大遮陽傘吹倒了，爸爸說：「海風太大了。」我突然想起老師說學校吹海風，這讓我感到疑惑，什麼是海風？為什麼會有風？風怎麼形成的？開學期間，學校吹的海風是否就是海邊吹來的海風，上學後我問老師，老師說這關係一年中氣溫與季節的變化，聽了我滿頭霧水，老師乾脆請大家一起來研究：學校九月吹什麼風。

貳、研究目的

- 一、了解為什麼會有風？
- 二、了解為什麼會有海風？
- 三、高雄的海風與夏季季風有什麼關係？
- 四、了解高雄九月份的海風風向與氣溫變化有什麼關係？
- 五、了解學校九月份吹的風與海邊吹來的風，風向有什麼相關？

參、研究設備及器材

15 公分高玻璃杯、打火機、線香、酒精燈、陶瓷纖維網、三腳架、過濾燒瓶、冰塊、碼表、海砂、海水、風速計、溫度計、指北針、自製風向器、電腦、25ml 玻璃針筒、塑膠管、白鐵鍋、試管夾、暖暖包、快煮壺、玻璃隔板、自製旋轉紙蛇。

肆、文獻探討

一、海風與陸風：由於海水溫度變化比陸地慢，當白天太陽照射時，陸地溫度上升比海面快，造成陸地熱、海面冷的情況，因溫度的差異，帶動空氣流動。此時，空氣會從較冷的海面流向較暖的陸地，形成涼涼的海風，反之，到了晚上，陸地散熱比海面快，所以陸地冷、海面熱，空氣又會由陸地流向海面，便吹起了陸風。

二、季風：因季節改變而自不同方向吹來的風。為什麼會產生「季風」？一天之內，風會有海、陸之分，延伸到長時間的季節，這便是「季風」了，陸地和海洋吸熱、散熱速度不同，也會造成不同的風。台灣位於世界上顯著季風區內，季風是台灣的氣候特徵，在台灣天氣變化上是最常見的影響因素。冬天吹東北季風，夏天吹西南季風，但這冬、夏時期的季風，無論是持續時間的長短或季風強度等，都大有不同。從十月到翌年四月，長達七個月之久，是東北季風盛行時期；從六月中旬至九月中旬，長約三個多月，是西南季風盛行時期。

三、高雄地區海陸風界定：海陸風是地區性的環流系統，在靠海的地區，海面和陸上的溫度，由於比熱的不同，白天的陸地溫度升高較快，且比海面溫度高，所以白天常常有風從海上吹向陸地，稱為「海風」。入夜之後，陸地散熱速度較快，海面氣溫反而比陸地要高，風自陸地吹向海洋，稱為「陸風」。此環流的規模很小，影響只限於沿海附近。根據江宙君(2007)之海陸風風向的定義，高雄市的海風方向為 $192^{\circ} \sim 304^{\circ}$ (南南西-西北西)，陸風風向為 $12^{\circ} \sim 124^{\circ}$ (北北東-東南東)。下表是我們依據台灣颱風論壇提供的資料，整理出的風向符號度數對照表：

表 4-1：風向符號度數對照表

方位	符號	中心角度	角度範圍
北	N	0	348.76~11.25
北北東	NNE	22.5	11.26~33.75
東北	NE	45.0	33.76~56.25
東北東	ENE	67.5	56.26~78.75
東	E	90.0	78.76~101.25
東南東	ESE	112.5	101.26~123.75
東南	ES	135	123.76~146.25
南南東	SSE	157.5	146.26~168.75
南	S	180.0	168.76~191.25
南南西	SSW	202.5	191.26~213.75
西南	SW	225	213.76~236.25
西南西	WSW	247.5	236.26~258.75
西	S	270	258.76~281.25
西北西	WNW	292.5	281.26~303.75
西北	WN	315	303.76~326.25
北北西	NNW	337.5	326.26~348.75
靜風	風速小於或等於 0.2m/s		

伍、研究過程與步驟

一、為甚麼會有風？

想法：想探討海風、陸風及季風的形成，但空氣看不見，風也看不見，要怎麼知道風是如何形成與流動的呢？根據自然課本第一冊敘述，空氣的流動會形成風，那又是

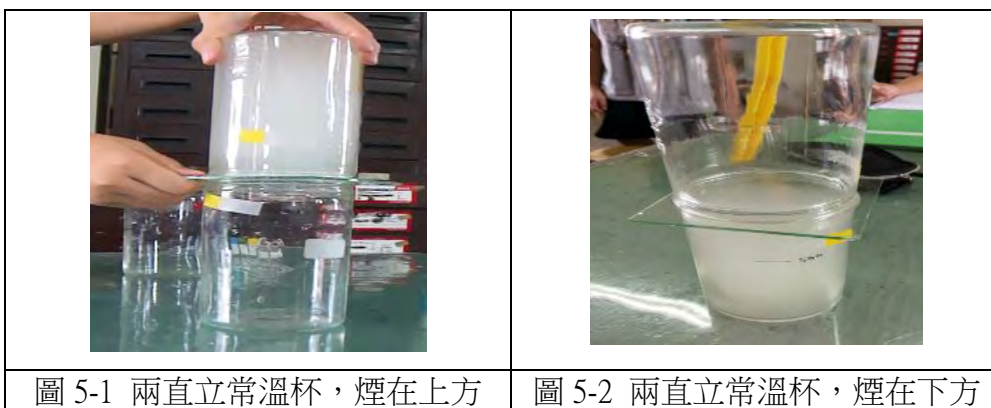
什麼造成空氣的流動呢？五年級自然課講到「空氣與燃燒」時，老師有提過：熱空氣會上升。那麼，是不是溫度的關係造成空氣的流動呢？因此，我們想從改變空氣溫度的方式，來觀察空氣是如何流動的。

研究問題一：兩個同溫度及不同溫度的對流杯內，空氣會如何流動？

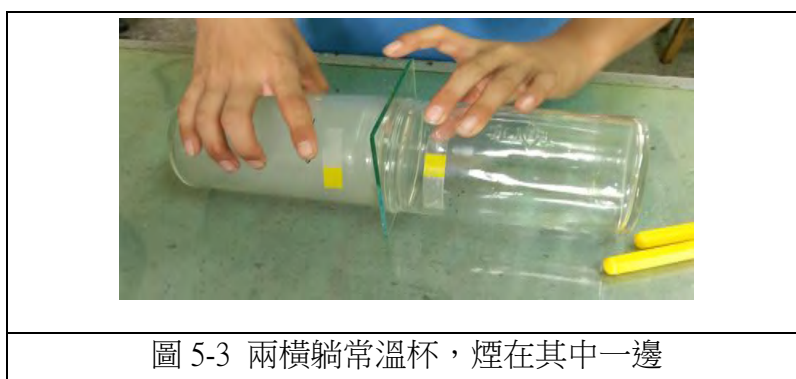
研究方法一：兩個同大的玻璃杯(高 15 公分直徑 10 公分)分別以水浴方式改變溫度，將對口相疊，中間隔著一片玻璃片，其中一杯插入 3 支點燃線香，2 分鐘後拉開玻璃片，測量煙流動到對杯頂部的時間，以及觀察煙如何流動。

探討一：兩杯溫度相同時，測量煙流動到對杯頂部的時間，以及觀察煙如何流動。

方式 1. 兩杯直立 (1)煙在上 (2)煙在下



方式 2. 兩杯橫躺，一邊灌入煙



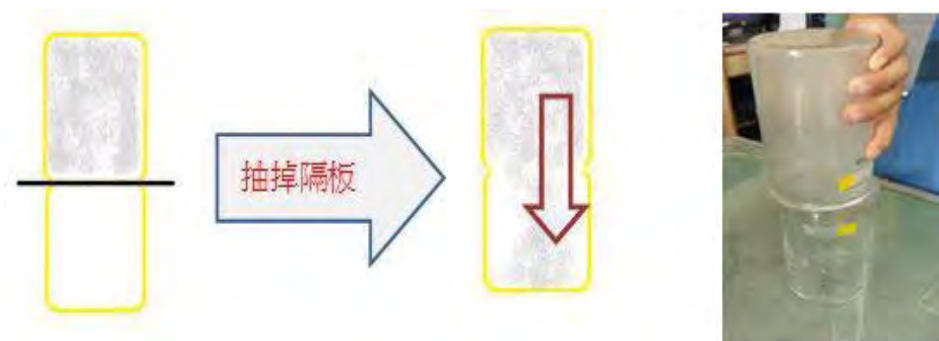
(一) 兩常溫 31 度對流杯，測量煙流動到對杯頂部的時間，以及觀察煙如何流動。

結果如下：

表 5-1 兩常溫 31 度對流杯，煙流動到對杯頂部的時間

煙的位置 次數	煙在上	煙在下	煙在左邊	煙在右邊
第一次	2.0 秒	5.7 秒	2.4 秒	3.0 秒
第二次	2.7 秒	5.0 秒	3.2 秒	2.9 秒
第三次	2.8 秒	6.1 秒	2.7 秒	2.4 秒
平均	2.5 秒	5.6 秒	2.8 秒	2.8 秒

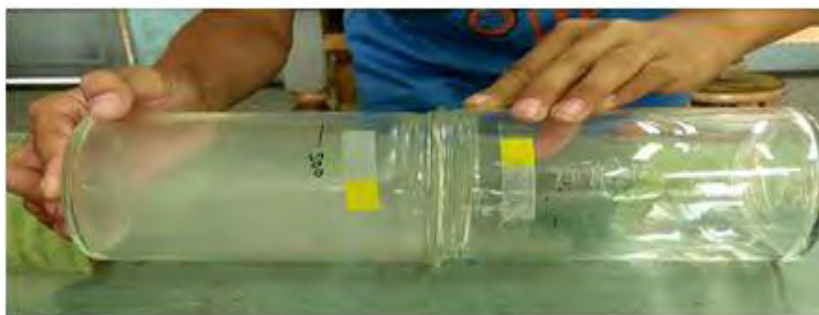
1. (1)兩杯直立，煙在上：煙往下降，約 2.5 秒到達底部。



(2)兩杯直立，煙在下：大部分的煙在下，少部分的煙約 5.6 秒到達頂部。



2. 兩杯橫躺，一邊灌入煙：煙從下方流動，約 2.8 秒煙到達另一邊。



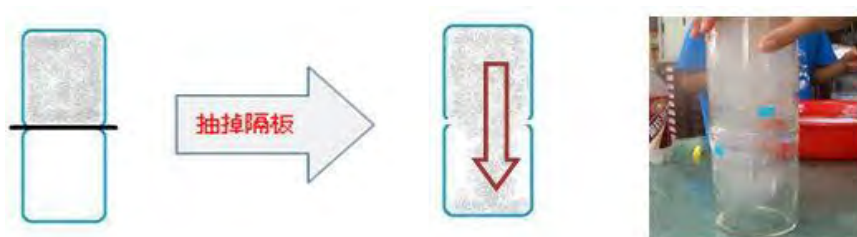
(二) 兩低溫 5 度對流杯，測量煙流動到對杯頂部的時間，以及觀察煙如何流動。

結果如下：

表 5-2 兩低溫 5 度對流杯，煙流動到對杯頂部的時間

煙的位置 次數	煙在上	煙在下	煙在左邊	煙在右邊
第一次	3.4 秒	3.5 秒	4.1 秒	3.8 秒
第二次	3.1 秒	4.9 秒	2.5 秒	2.9 秒
第三次	3.3 秒	2.2 秒	3.7 秒	2.7 秒
平均	約 3.3 秒	約 3.5 秒	約 3.4 秒	約 3.1 秒

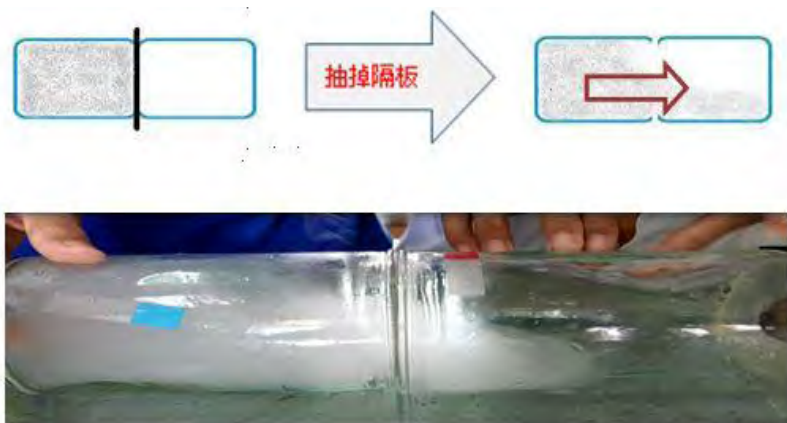
1. (1) 兩杯直立，煙在上：煙往下降，約 3.3 秒到達底部。



(2)兩杯直立，煙在下：大部分的煙在下，少部分的煙約 3.5 秒到達頂。



2. 兩杯橫躺，一邊灌入煙：煙從下方流動，平均約 3.25 秒流到對杯頂部。



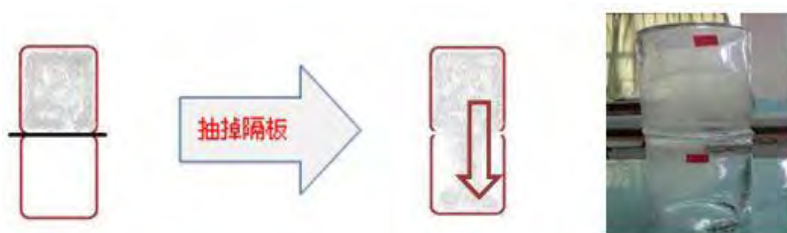
(三) 兩高溫 50 度對流杯，測量煙流動到對杯頂部的時間，以及觀察煙如何流動。

結果如下：

表 5-3 兩高溫 50 度對流杯，煙流動到對杯頂部的時間

煙的位置 次數	煙在上	煙在下	煙在左邊	煙在右邊
第一次	1.3 秒	2.6 秒	2.0 秒	2.3 秒
第二次	2.0 秒	2.2 秒	2.0 秒	1.8 秒
第三次	1.6 秒	2.3 秒	1.3 秒	1.5 秒
平均	約 1.6 秒	約 2.4 秒	約 1.8 秒	約 1.9 秒

1. (1)兩杯直立，煙在上：煙往下降，約 1.6 秒到達底部。



(2) 兩杯直立，煙在下：大部分的煙在下，少部分的煙約 2.4 秒到達頂部。

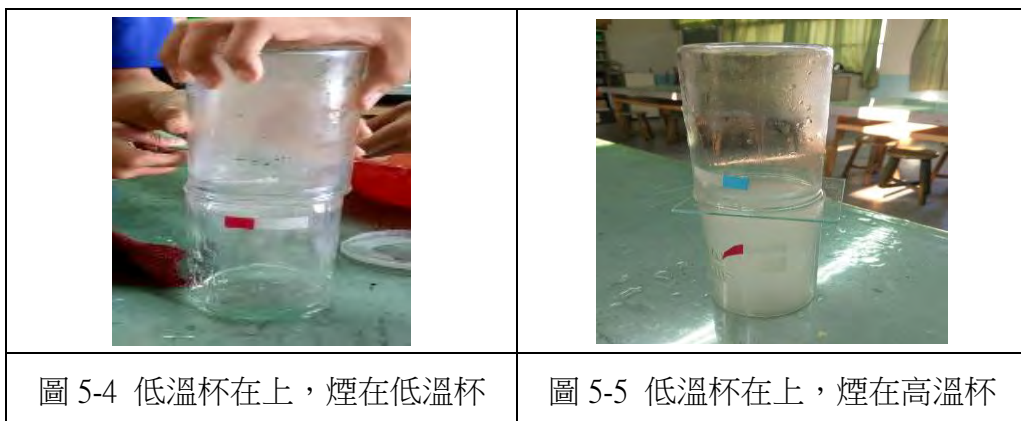


2. 兩杯橫躺，一邊灌入煙：煙從下方流動，約 1.9 秒，煙到達另一邊。

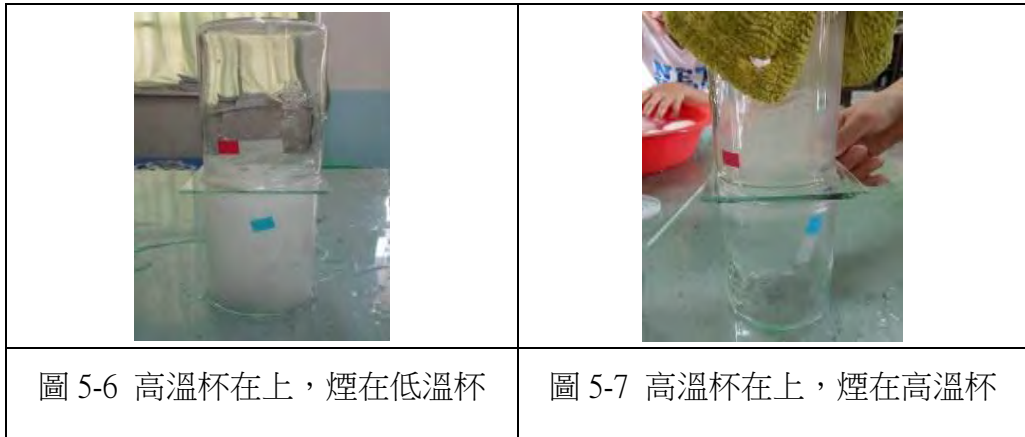


探討二：兩杯溫度不同，低溫 5 度及高溫 50 度的對流杯，測量煙流動到對杯頂部的時間，以及觀察煙如何流動。

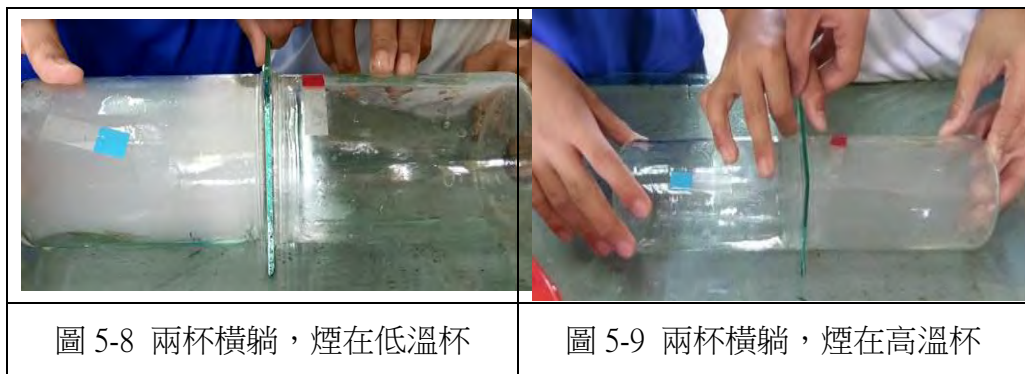
操作方式 1：兩杯直立，低溫在上 (1)煙在低溫杯 (2)煙在高溫杯



操作方式 2：兩杯直立，高溫在上 (1)煙在低溫杯 (2)煙在高溫杯



操作方式 3：兩杯橫躺 (1)煙在低溫杯 (2)煙在高溫杯



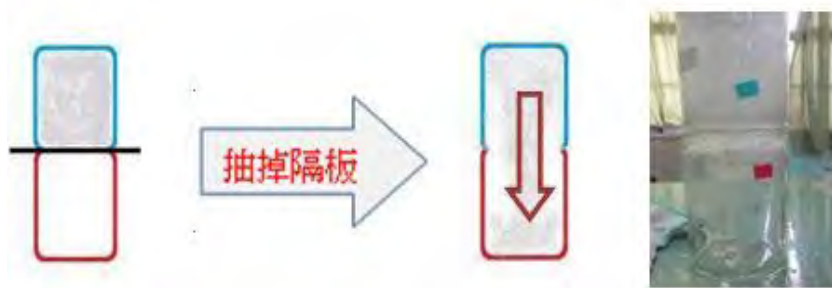
結果如下：

表 5-4 低溫 5 度及高溫 50 度的對流杯，煙流動到對杯頂部的時間

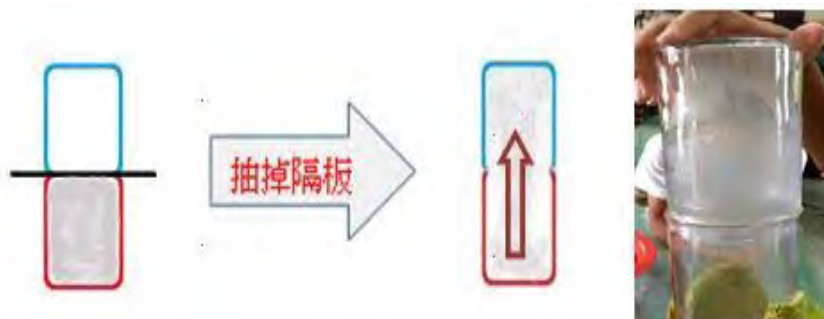
操作方式 次數	低溫杯在上		高溫杯在上		低、高溫杯橫躺	
	煙在低溫	煙在高溫	煙在低溫	煙在高溫	煙在低溫	煙在高溫
第一次	0.9 秒	1.5 秒	10 秒	5.2 秒	1.9 秒	2.9 秒
第二次	0.8 秒	0.9 秒	8 秒	5.9 秒	0.7 秒	0.5 秒
第三次	0.4 秒	1.0 秒	9 秒	5.1 秒	0.7 秒	0.3 秒
平均	0.7 秒	約 1.1 秒	9 秒	約 5.4 秒	1.1 秒	約 1.2 秒

1. 兩杯直立，低溫杯在上

(1) 煙在低溫杯：煙往下降，約 0.7 秒到達底部。



(2) 煙在高溫杯：煙往上升，約 1.1 秒到達頂部。

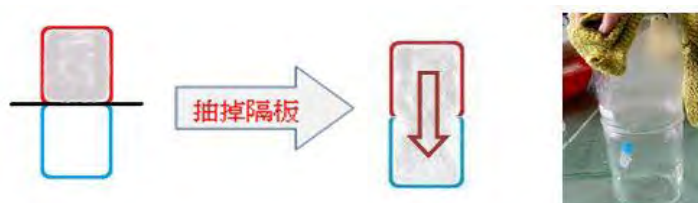


2. 兩杯直立，高溫杯在上

(1) 煙在低溫：大部分的煙在下，少部分的煙約 9 秒到達頂部。

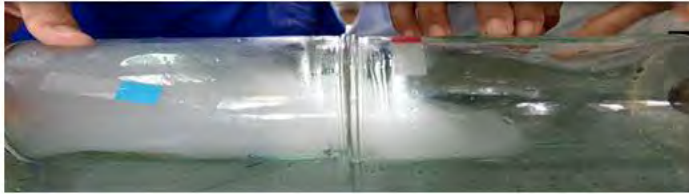


(2) 煙在高溫：煙過一陣子後才往下降，約 5.4 秒到達底部。



3. 兩杯橫躺：

(1)煙在低溫：煙從下方流過去，約 1.1 秒到達另一邊底部。



(2)煙在高溫：煙從上方流過去，約 1.2 秒到達另一邊底部。



- 發現：
1. 常溫下，直立兩對流杯的空氣流動都不快，但空氣由上往下流動比由下往上流動稍快。
 2. 在相同溫度對流杯，不管低溫或高溫，空氣都是由上往下流動比由下往上流動快。溫度越高，空氣流動越快。
 3. 在橫躺的相同溫度對流杯，空氣皆由下方流向對方瓶底，推測是由於煙體本身較重所造成。
 4. 在不同溫度對流杯直立時，低溫空氣在上、高溫空氣在下時，空氣流動速度快。
兩杯橫躺時，空氣流動時間差不多。
 5. 當兩杯溫度相同時，空氣流動較慢；當兩杯溫度不同時，空氣流動快，冷空氣流向熱空氣，產生空氣流動，而形成風。

質疑：為什麼冷空氣會流向熱空氣？

研究問題二：不同溫度時，空氣的體積是如何變化？

研究方法二：

1. 取 2 支 25ml 的玻璃針筒，將兩支針頭用膠管相連並固定，甲的內部空氣量 20ml，乙的空氣量 0ml，固定甲之後，將甲放入鍋內加熱，並放入溫度計。
2. 從室溫開始慢慢加熱，每上升 10 度記錄一次。
3. 不加熱時，再觀察乙針筒的變化。



圖 5-10 甲針筒拉至 20ml，於鍋中隔水加熱



圖 5-11 乙針筒與甲針筒連接，但不加熱



圖 5-12 甲針筒膨脹的空氣會推動乙針筒

結果如下：

表 5-5：加熱甲針筒時，乙針筒的空氣變化量

水溫	乙針筒空氣量	增加%
30	0	0
40	2	10
50	3.5	17.5
60	5	20
70	8	40
80	10	50

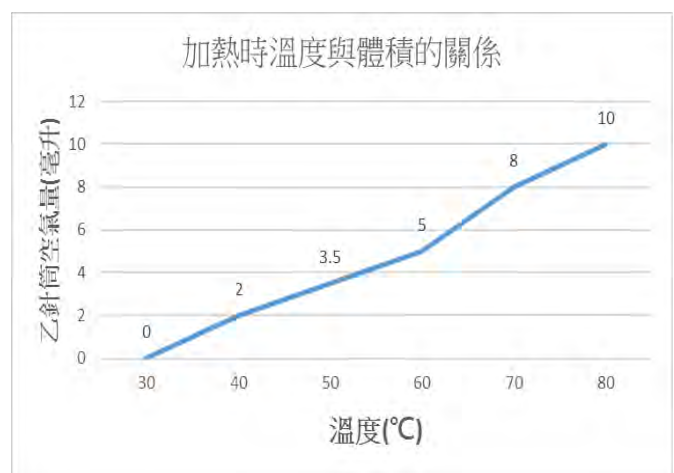


圖 5-13 加熱時，溫度與體積的變化折線圖

表 5-6 冷卻甲針筒時，乙針筒的
空氣變化量

水溫	乙針筒空氣量	減少%
80	10	50
70	8.5	42.5
60	6	30
50	4	20
40	2	10
30	0	0

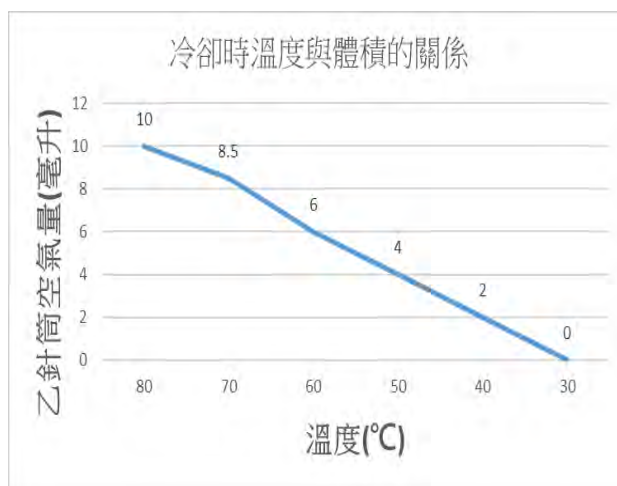


圖 5-14 冷卻時，溫度與體積的變化折線圖

發現：1.空氣加熱就會膨脹，體積與溫度成正比，溫度越高，體積越大。空氣冷卻就會收縮，體積又回到原來的大小，空氣有熱脹冷縮現象。

2.由實驗推測，空氣受熱後，體積膨脹，密度變小（變輕）就會上升，四周密度較大的冷空氣會來填補，空氣產生流動，而形成風。

二、為什麼會有海風？

質疑：早上在海灘感覺不出風的存在，但十點過後陣陣涼風吹來，午後風勢更大，是太陽曬熱陸地（沙灘）嗎？是不是沙子越熱，風勢越大？

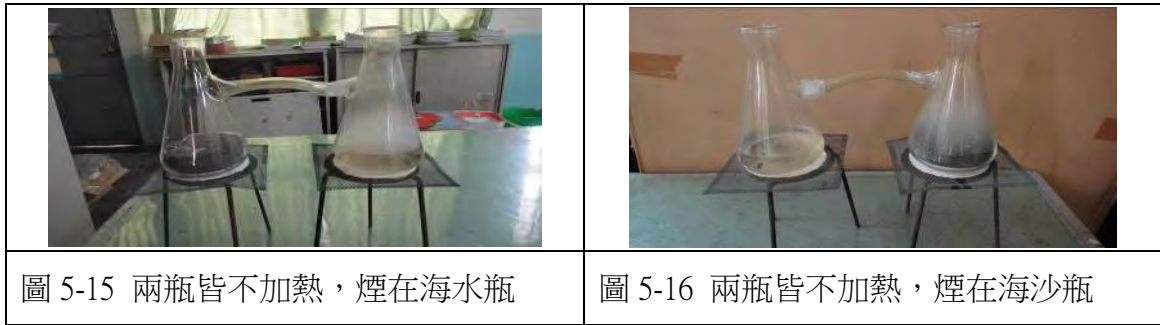
研究問題三：海沙溫度越高，空氣是否流動得越快？

研究方法三：

(一) 取兩個過濾燒瓶，一瓶裝 200 毫升的海沙，一瓶裝 200 毫升的海水，兩瓶的過濾嘴用透明塑膠管連通。

(二) 把其中的一個瓶子裝滿煙，觀察煙的流向，用溫度計測量兩瓶溫度。

方式 1. 海水與海沙皆不加熱，觀察煙的流向。

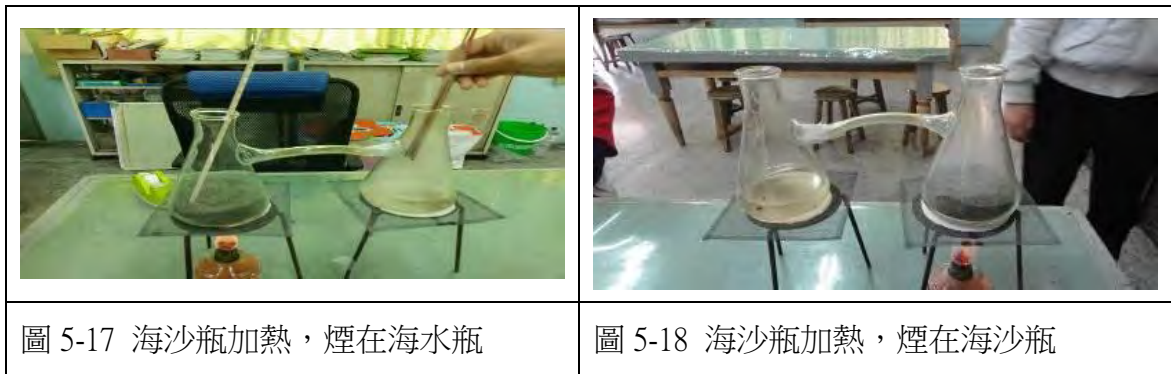


結果如下：

表 5-7 海水與海沙瓶不加熱時，煙的流向

煙的位置	溫度	煙的流向
海水瓶中	31	沒有流入另一瓶中
海沙瓶中	31	沒有流入另一瓶中

方式 2. 海沙加熱，海水不加熱，觀察煙的流向。



結果如下：

表 5-8 海沙瓶加熱，海水瓶不加熱時，煙的流向

煙的位置	溫度	煙的流向
海水瓶中	31	被吸入塑膠管中至海沙瓶內再流出瓶外
海沙瓶中	60	沒有流入另一瓶中

方式 3. 海沙瓶不加熱，海水瓶加熱，觀察煙的流向。

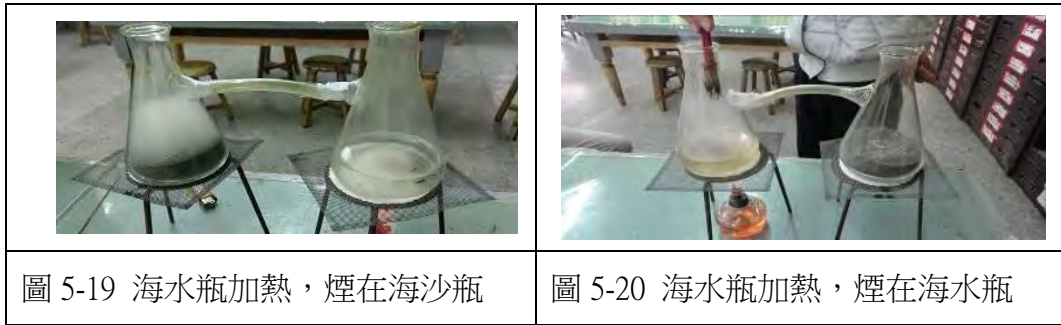


圖 5-19 海水瓶加熱，煙在海沙瓶

圖 5-20 海水瓶加熱，煙在海水瓶

結果如下：

表 5-9 海水瓶加熱，海沙瓶不加熱時，煙的流向

煙的位置	溫度	煙的流向
海沙瓶中	31	被吸入塑膠管中至海水瓶內再流出瓶外
海水瓶中	60	沒有流入另一瓶中

方式 4. 海沙瓶上裝旋轉紙蛇，觀察不同溫度時，紙蛇旋轉 10 圈所需之時間：

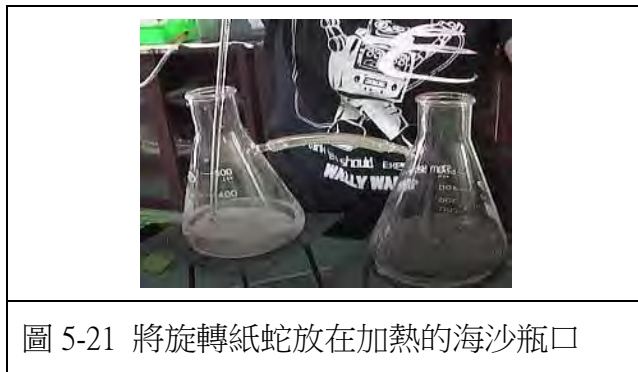


圖 5-21 將旋轉紙蛇放在加熱的海沙瓶口

結果如下：

表 5-10 不同溫度的海沙瓶口，紙蛇旋轉 10 圈所需之時間

次數 溫度	第一次	第二次	第三次	平均
40 度	32.56	52.17	29.31	38.01
50 度	7.71	6.70	14.77	9.72
60 度	7.28	6.26	13.25	8.93

發現：1. 海沙與海水溫度相同時，空氣不會流動。

2. 海沙溫度高而海水溫度低時，空氣會由海水瓶流向海沙瓶瓶口；海水溫度高而海沙溫度低時，空氣會由海砂瓶流向海水瓶瓶口。

3. 當海沙加溫溫度越高時，旋轉蛇轉 10 圈的時間越少，表示空氣流動越快。

4. 高雄的海風應該是白天陸地溫度高於海水溫度所形成。

三、高雄的海風與夏季季風有什麼關係？

想法：為了瞭解高雄何季較會吹襲海風，我們先搜尋高雄氣象局一年氣溫與風向資料。

研究問題四：高雄的海風與夏季季風有什麼關係？

研究方法四：我們搜尋高雄氣象站 2016 年 10 月到 2017 年 9 月的氣溫與風向資料。根據夏季季風風向角度，按月清點今年接近夏季季風風向的天數，製成表加以分析。我們根據文獻規範出夏季季風約是南風 180 度至西北西 310 度範圍內。

結果如下： 表 5-11 高雄氣象站 2016 年十月至 2017 年九月之氣象資料

日期 項目	2016 /10	2016 /11	2016 /12	2017 /01	2017 /02	2017 /03	2017 /04	2017 /05	2017 /06	2017 /07	2017 /08	2017 /09
平均氣溫	28.4	25.7	22.9	21.7	21.1	23.5	25.6	28.2	29.7	30.5	30.2	30.2
風向角度	320	350	360	350	360	360	190	320	170	60	320	320
平均風速	2	1.8	2	2	2.2	2.1	1.9	2	2.1	2.5	2.1	2.2
夏季季風 的天數	8	10	8	3	6	12	13	12	22	8	17	15

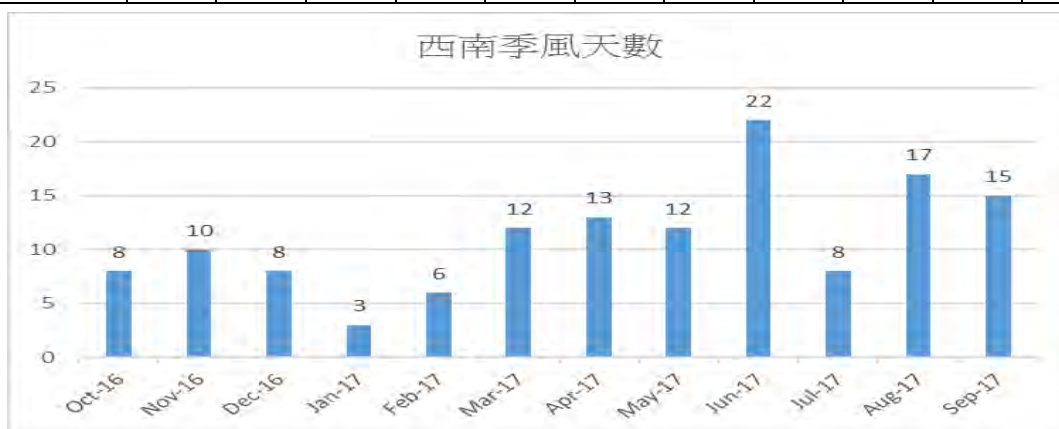


圖 5-22 高雄氣象站 2016 年 10 月至 2017 年 9 月之西南季風天數統計長條圖

表 5-12 高雄氣象站 2016 年十月至 2017 年九月主要風向（取眾數）













2016/ 10	2016/ 11	2016/ 12	2017/ 01	2017/ 02	2017/ 03	2017/ 04	2017/ 05	2017/ 06	2017/ 07	2017/ 08	2017/ 09
西北	北	北	北	北	北	南	西北	南	東北 西南	西北	西北
											



圖 5-23 高雄氣象站 2016 年 10 月至 2017 年 9 月之平均氣溫折線圖

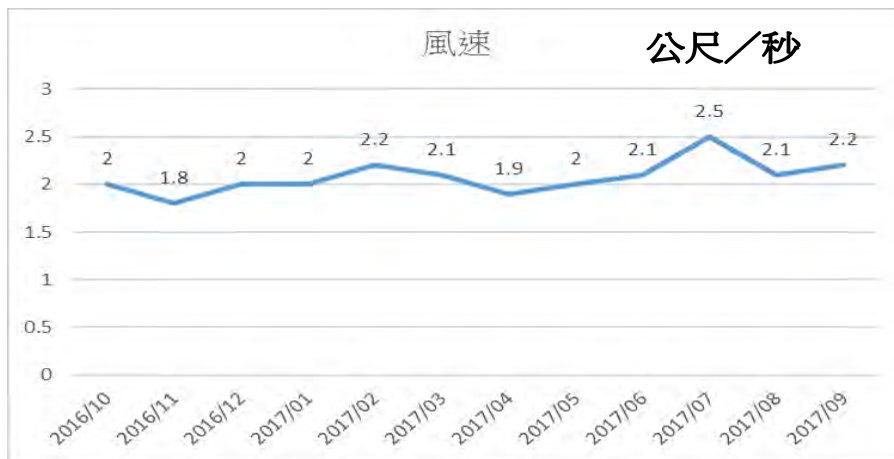


圖 5-24 高雄氣象站 2016 年 10 月至 2017 年 9 月之平均風速折線圖

- 發現：1. 氣溫高時會吹海風，高雄六、七、八、九月平均溫度都在 30 度上下，都是吹屬於西南風系的風向。
2. 2017 年台灣七月常受到颱風的影響，風向很不穩定。整月受到尼莎、海棠、南瑪都、塔拉斯、諾盧、庫拉、洛克、桑卡這幾個颱風直、間接的影響，風速較強，風向不定，西南風系日數低於其他夏季月份，算算只有 8 天。七月份有兩種風系同樣多天。
3. 高雄除了夏季有西南風系的風，其他月份也有西南風系風向的風，只是天數不多，我們整月統計表只顯示較多天的風向。

質疑：海風吹拂與炎熱的天氣有關，這是否表示海風受氣溫高低的影響？

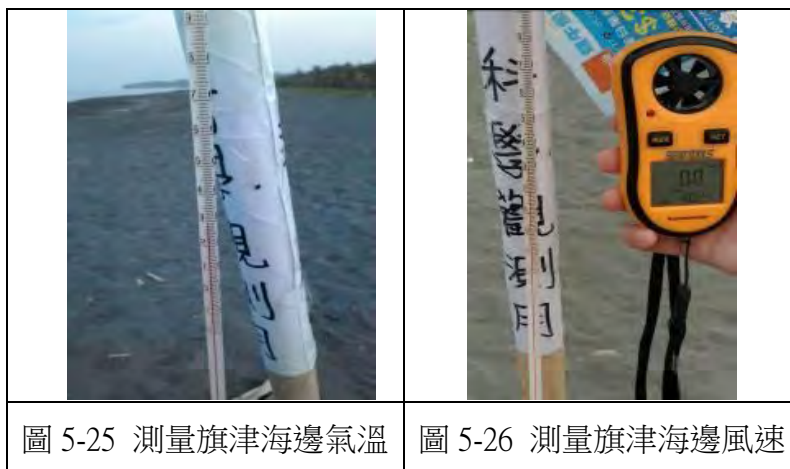
四、高雄九月份的海風風向與氣溫變化有何關係？

想法：因為九月才收心上課，所以我們九月初開始實驗測量高雄氣溫與海風風向資料。

研究問題五：高雄九月份的海風風向與氣溫變化有何關係？

研究方法五：

1. 利用 9 月份的星期假日（因 9 月 30 日補課，故最後測量日順延至 10 月 1 日），在海邊測量風向、風速、海水溫度、砂溫與氣溫。
2. 從早上 8 點至下午 5 點，每隔 1 小時記錄一次。
3. 增加晚上 8 點與隔日清晨 5 點。



結果如下：

表 5-13 旗津海邊氣溫紀錄（單位：℃）

	9/2	9/3	9/9	9/10	9/16	9/17	9/23	9/24	10/1	平均
05:00	27	28	28	28	28	28	28	28.1	27.5	27.8
08:00	27	30	29	32	31	33	30.5	32	30	30.5
09:00	27	29	30	31	32	32	31.5	33	30	30.6
10:00	28	28	31	33	34	32.5	31.5	31	32	31.2
11:00	29	29	31	33	34	32	31.5	31	32	31.4
12:00	30	31	31	34	34	34	32	31	33	32.2
13:00	29	31	32	33	34	33	33	35	34	32.7
14:00	30	30	32.5	34	34	32.5	35	39.5	35	33.6
15:00	30	30	32	33	32	33	31	38	34	32.6
16:00	30	30	31	33	32	32	33	35.5	34	32.3
17:00	30	30	31	31	31	32	31	32	33	31.3
20:00	29	29	29	30	30	29.5	29.5	30.5	30	29.6

表 5-14 旗津海邊海砂溫度紀錄（單位：℃）

	9/2	9/3	9/9	9/10	9/16	9/17	9/23	9/24	10/1	平均
05:00	28	28	29	30	31	31	30	29	29	29.4
08:00	31	32	32	32	32	33	33	33	31	32.1
09:00	31	33	34	34	34	36	38	38	34	34.7
10:00	34	35	37	35	42	38	39.5	43	38	37.9
11:00	39	41	43	41	46	45	40.5	47	44	42.9
12:00	42	44	46	45	51	48	45.5	45	48	46.1
13:00	42.5	45.5	46	45	52	50	46	51	49	47.4
14:00	41.5	43	47	44	51	50	44	54.5	48	47.0
15:00	39	41	44	42	52	48.5	43	51	49	45.5
16:00	37	39	42	42	41	46	41.5	46	45	42.2
17:00	36	37	39	38	38	42	40	41	40	39.0
20:00	33	33	35	36	36	36	34.5	34	33	34.5

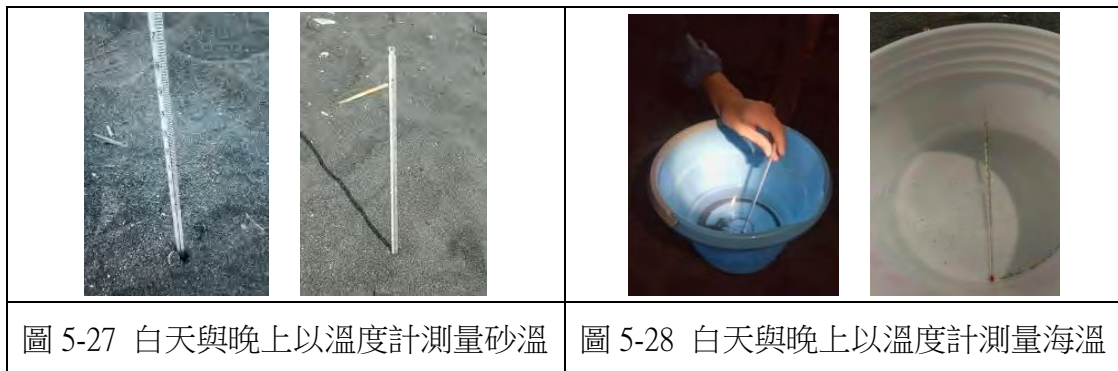


表 5-15 旗津海邊海水溫度紀錄（單位：℃）

	9/2	9/3	9/9	9/10	9/16	9/17	9/23	9/24	10/1	平均
05:00	27	28	30	30	30	29	27.3	29	28	28.7
08:00	27.5	28	29	28	30	30	28	29	28	28.6
09:00	28	28.5	29	28	30	31	28.5	30	29	29.1
10:00	28	29	30	31	31	31	29.5	30	30	29.9
11:00	28.5	29	30	30	31	32	31.5	30	30	30.2
12:00	29	30	31	31	32	34	32	30	30	31
13:00	30	30	32	31	32	32	33	32	30	31.3
14:00	30.5	30	32	32	30	32	33	32	31	31.4
15:00	30	31	32	31	30	32	32.5	31.5	31	31.2
16:00	31	31	31	31	31	31	32.5	30	29	30.8
17:00	30	30	31	30	31	30.5	32	30	29	30.8
20:00	28	29	31	31	31	30	30	30	29	29.9

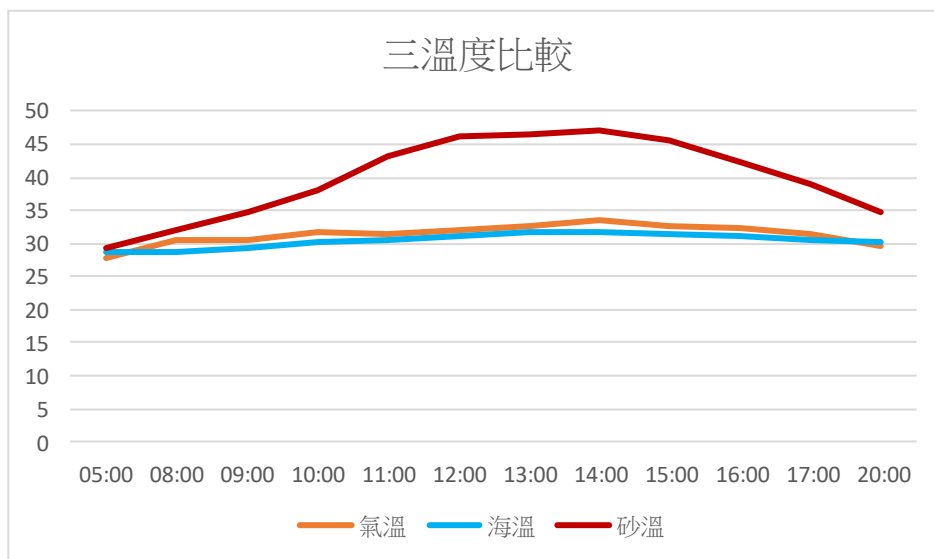


圖 5-29 旗津海邊不同時刻之平均氣溫、平均海溫與平均砂溫比較圖

表 5-16：旗津海邊風速紀錄表

	9/2	9/3	9/9	9/10	9/16	9/17	9/23	9/24	10/1	平均
05:00	1.5	3.8	0.3	1.2	1.7	2.9	0	2.0	0	1.49
08:00	1.6	4.2	0.8	0.2	1.5	2.3	0.8	3	1.2	1.73
09:00	0.9	3.5	2.6	1.2	2.7	1.2	1.9	2.0	2.1	2.01
10:00	1.6	2.3	2.5	2.4	2.8	3.2	1.5	2.5	1.8	2.29
11:00	2.5	3.7	2.2	3.7	3.5	3.4	2.5	2.7	2.4	2.96
12:00	3.1	3.5	2.5	3.8	4.2	4.1	3.0	2.3	2.6	3.23
13:00	2.8	4.6	2.5	3.7	3.9	4.2	4.3	2.0	2.8	3.42
14:00	3.6	3.9	3.1	4.4	3.7	3.4	3.5	3.2	3.3	3.57
15:00	4.3	4.0	2.1	4.1	3.3	3.1	3.7	3.5	5.0	3.68
16:00	3.3	3.6	1.9	3.9	3.3	2.7	3.9	3.9	3.8	3.37
17:00	3.0	2.2	1.4	3.3	3.0	2.2	4.5	4.7	3.1	3.04
20:00	2.5	1.9	1.5	1.2	3.3	1.8	1.2	2.7	1.6	1.97
平均	2.56	3.43	1.95	2.76	3.07	2.88	2.57	2.88	2.48	2.73

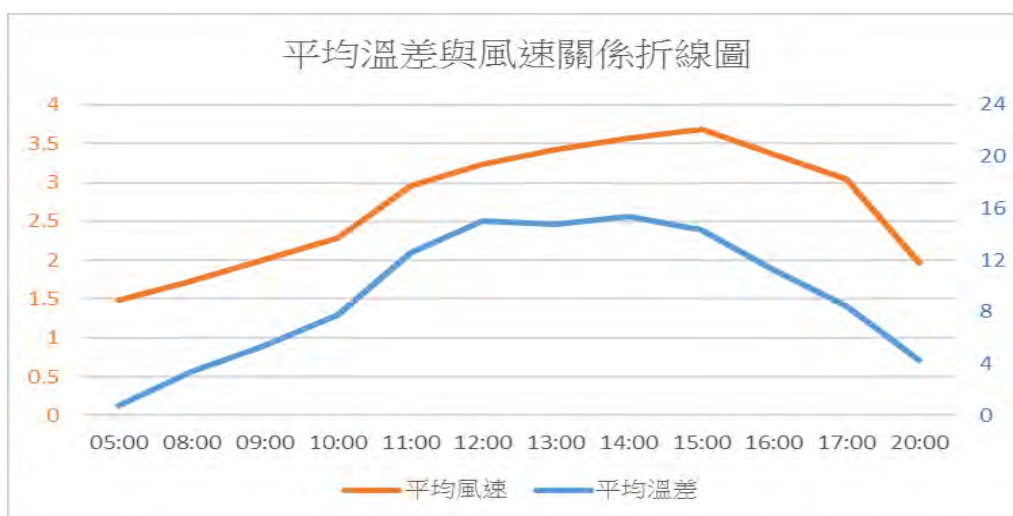


圖 5-30 旗津海邊平均溫差與風速關係折線圖

表 5-17 旗津海邊風向紀錄表

	9/2	9/3	9/9	9/10	9/16	9/17	9/23	9/24	10/1
05:00	東	東南	東南	東	北	北	西	東南	東南
08:00	東南	東南	南	靜風	北	北	南	東南	南
09:00	南	南	南	西	西	北	南	西	西南
10:00	南	南	南	西	西北	西	西南	西	西南
11:00	南	南	南	西北	西北	西北	西南	西	西南
12:00	南	南	西南	西	西北	西北	西	西南	西
13:00	南	南	西	西北	西	西北	西南	西	西
14:00	南	南	西	西	西	西北	西南	西南	西北
15:00	南	南	西	西北	西	西	西	西南	西
16:00	南	南	西	西北	西	西	西南	西南	西北
17:00	東南	南	西	西北	西	西南	西北	南	西南
20:00	南	南	西南	西	西北	西南	西北	南	東南
眾數	南	南	西	西、 西北	西	西北	西南	西南	西南

- 發現：1. 2017 年高雄的九月份平均溫度超過 30 度，整月都是高溫，下午 3 點測的風向幾乎都是西南風系。
2. 在清晨時，氣溫、砂溫、海水溫度接近一致，隨著太陽升起，三種溫度隨著上升，砂溫上升最快也最高，到午後已接近 50 度高溫，與海水相差近 20 度，這時吹著強勁海風。
3. 我們九月份 9 天假期所測的數據與氣象局略有不同，尤其風向有所出入，證明風是瞬息萬變的。
4. 9/2、9/3 受颱風外圍環流影響，所以測得結果與其他天有較大出入。

研究方法六：

1. 搜尋高雄氣象站 2013 年至 2017 年 9 月份，每天下午三點的風向資料。
2. 分析 2017 年與前 4 年的風向有何變化。
3. 統計西南風系之天數，以 180 至 310 度的風向為準。

結果如下：

表 5-18 高雄氣象站 2013~2017 年 9 月份下午三點之風向角（單位：度）

	2013	2014	2015	2016	2017
9 月 1 日	330	260	200	290	180
9 月 2 日	300	310	180	240	180
9 月 3 日	310	300	310	210	190
9 月 4 日	280	280	310	220	230
9 月 5 日	270	310	290	190	320
9 月 6 日	290	230	310	170	150
9 月 7 日	260	320	30	190	200
9 月 8 日	280	300	300	270	280
9 月 9 日	270	280	240	220	260
9 月 10 日	290	280	260	240	270
9 月 11 日	290	290	270	240	320
9 月 12 日	270	190	310	320	320
9 月 13 日	310	290	290	340	290
9 月 14 日	300	280	300	160	320
9 月 15 日	280	310	310	160	320
9 月 16 日	240	170	280	330	270
9 月 17 日	280	310	250	320	290

9月18日	310	310	290	320	280
9月19日	240	280	210	230	270
9月20日	290	190	290	230	300
9月21日	20	310	240	310	310
9月22日	150	230	310	300	300
9月23日	180	150	310	320	290
9月24日	290	210	310	300	230
9月25日	240	290	310	290	250
9月26日	250	310	300	310	300
9月27日	250	310	20	310	300
9月28日	290	310	330	200	290
9月29日	310	290	160	170	320
9月30日	300	310	170	160	310
合計(天)	27	29	25	21	23

發現：2017年的西南風系有23天，屬正常範圍。我們可以說，高雄的九月還處在夏季氣候型態之中。

五、了解學校九月份吹的風與海邊吹來的風，風向有什麼相關？

說明：學校與海邊直線距離約3公里，海風是否會吹到學校，我們想從氣溫、風向、風速三方面來觀察，測點以旗津、中山大學、學校頂樓三處來比較。

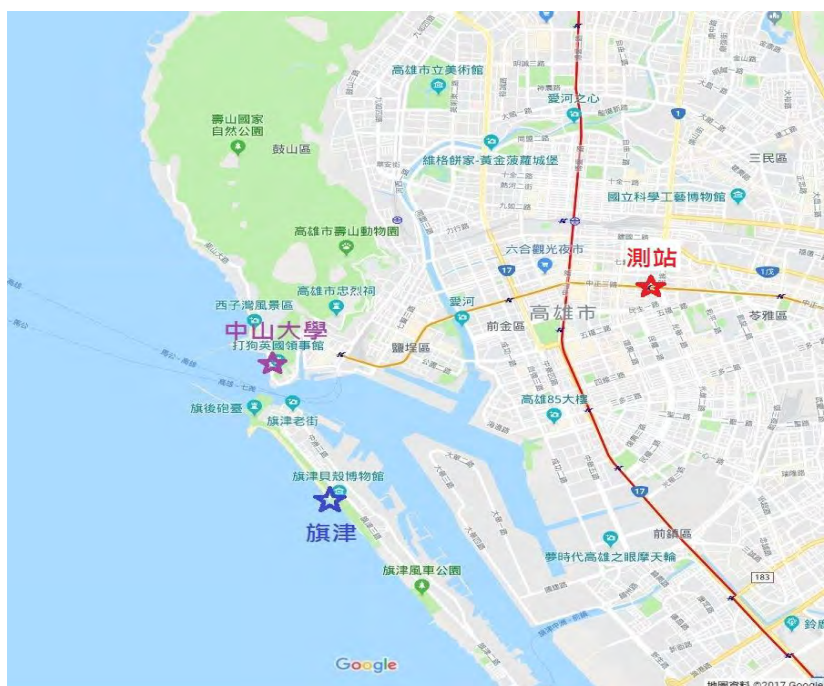


圖 5-31 三個測量點的相對位置

研究問題六：學校九月份吹的風與海邊吹來的風，風向有什麼相關？

研究方法七：

1. 9月24日星期日，分三組，同時至三地點測量風向、風速、氣溫。
2. 從早上8點至下午5點，每隔1小時記錄一次。晚上8點與隔日清晨4點和5點也各測一次。

結果如下：

表 5-19 三測量點的風向紀錄表

	旗津海邊	中山大學	學校頂樓
am8:00	南風	南風	東南風
am9:00	西風	南風	南風
am10:00	西南風	西南風	西南風
am11:00	西南風	西南風	西南風
pm12:00	西南風	西南風	西南風
pm1:00	西南風	西南風	西南風

pm2:00	西南風	西南風	西南風
pm3:00	西南風	西南風	西南風
pm4:00	西南風	西南風	西南風
pm5:00	西北風	西北風	西風
pm8:00	東南風	南風	東南風
am4:00	西北風(幾乎無風)	西北風(幾乎無風)	西北風(幾乎無風)
am5:00	西北風(幾乎無風)	西北風(幾乎無風)	西北風(幾乎無風)

表 5-20 三測量點的溫度及風速紀錄表 (單位：℃)

測量點 時間	旗津海邊		中山大學		學校頂樓	
	溫度	風速	溫度	風速	溫度	風速
am8:00	32	3	32	3.1	32	2.5
am9:00	33	2	33	2.1	34	1.3
am10:00	31	2.5	30	2.4	33	1.5
am11:00	31	2.7	31	2.6	33	1.9
pm12:00	31	2.3	31	2.6	32	1.9
pm1:00	35	2	34	1.9	36	1.3
pm2:00	39.5	3.2	38	3.3	39	2.6
pm3:00	38	3.5	37	3.8	39	3.3
pm4:00	35.5	3.9	34	3.7	37	3.3
pm5:00	32	4.7	32	4.8	33	4.1
pm8:00	30.5	2.7	30	2.5	29	2.3
am4:00	28	1.1	28	1.2	27	0.5
am5:00	28	2	28	1.6	27	1

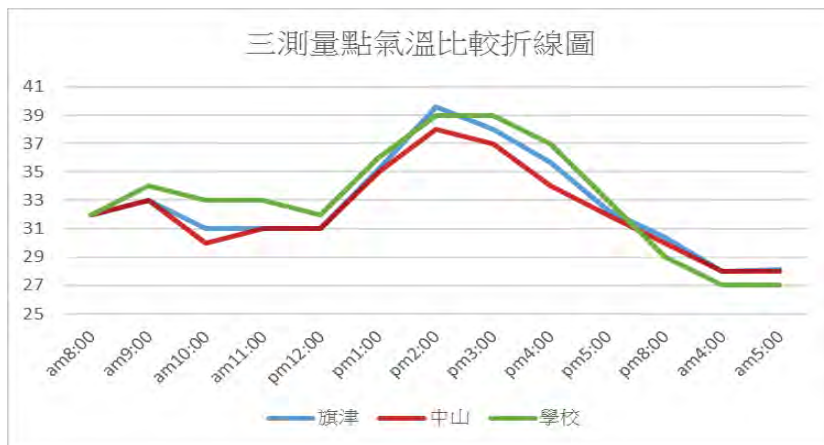


圖 5-32 三測量點溫度比較折線圖

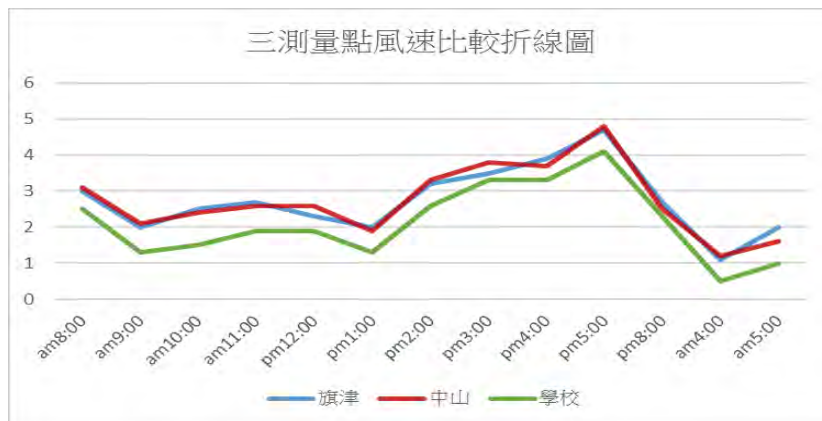


圖 5-33 三測量點風速比較折線圖

- 發現：
1. 風的吹向雖然瞬息萬變，但我們所測的三地幾乎相同，只有少部分不同，所以可以證明學校吹的風向與海邊吹的風向是相同的。
 2. 學校所吹的風速比海邊小。中午時段是海風最強的時候，清晨幾乎沒有風，這是高雄的特徵吧！
 3. 九月份高雄的溫度還是偏高，最高溫甚至可達 39 度。
 4. 溫度與海風風速有正向關係，溫度越高，風速越強。

陸、討論

- 一、我們為了呈現風的流動，我們先按照課本的方式，用水浴改變杯子內空氣的溫度，觀察冷熱空氣的流動，另外我們也增加將杯子橫躺的方式來觀察對流情形。但是再拿海沙及海水模擬海風實驗時，我們以酒精燈加熱海沙瓶時，因海沙升溫太快，玻璃無

法承受而不斷破裂。我們嘗試了很多種方式，最後發現在瓶子外包覆暖暖包以降低瓶子溫差，玻璃才不易破裂，實驗終於得以順利進行。

- 二、 當兩對流杯溫度相同時，煙的密度比空氣大，所以煙會往下降。而當兩對流杯溫度不同時，熱空氣膨脹變輕，就會往上升，冷空氣就會填補熱空氣原本的位置，形成風。由實驗可知空氣流動是溫差的關係，冷空氣與熱空氣溫差愈大時，流速愈快。
- 三、 海風在白天吹，陸風則在夜間吹拂，它們交替的時間是在清晨和傍晚。當海風和陸風交替時，空氣停止活動，而處於寧靜的無風狀態，分別發生在清晨和傍晚各一次。但高雄今年的9月，我們所測到的是白天有海風，而夜間氣溫才慢慢下降，直至清晨，海溫、氣溫、沙溫才趨於一致，所以只有微弱的陸風或無風狀態。
- 四、 我們只測量九月份的風向，按推理，高雄的夏季六、七、八、九月如果沒有颱風，應該都屬夏季季風型態，白天高溫吹海風，晚上吹微弱的陸風。
- 五、 我們在9月份9天假期中所測的數據雖與氣象局略有不同，風向有些許出入。可能是測量位置高度不同，時間點不同，甚至儀器精密度不同而有所差異。
- 六、 根據文獻，夏天在9月中旬已進入尾聲，天氣漸漸轉涼，但2017年9月份下旬，甚至到10月初，天氣還是持續炎熱，是否因地球暖化造成夏天溫度更高、天數更長，值得做進一步的探討。
- 七、 高雄九月吹西南風，因地理位置的關係，吹海風的方向與西南風向幾乎一致，這會助長西南風更強盛。
- 八、 西南季風的產生，除了氣溫變化外，還有許多原因，但這不在我們研究的範疇之內。

柒、結論

- 一、 空氣同溫時，不太流動，有溫差時就會流動。溫差越大，流動越快。
- 二、 空氣受熱，體積就膨脹變大而上升，四周冷空氣會過來填補，而形成風。

- 三、 白天太陽照射陸地，陸地比熱小，溫度升高快，熱空氣上升；海水比熱大，溫度上升慢，海水的冷空氣就填補陸上上升的熱空氣，形成了海風。晚上剛好相反，形成陸風。只是，高雄的陸風較為微弱。
- 四、 高雄吹夏季季風約在 6 至 9 月，學校 9 月份白天吹的海風，應該是夏季季風之西南季風。
- 五、 統計高雄五年來 9 月份的氣象資料，可以發現高雄九月份的風向皆屬於西南季風的範圍內。
- 六、 學校至海邊之間有很多高樓阻擋，測試結果，風向多少被改變，但所吹拂的方向沒有大改變，所以學校 9 月份白天吹來的海風，雖是海陸間局部環流，因時間長至 3 個多月，也算是西南季風。我終於了解風的形成、海風、陸風、西南季風與更多的氣象知識。
- 七、 台灣的冬天吹東北季風，而高雄受山脈地形的阻擋，東北風較為微弱，以致空氣品質 pm2.5 濃度常居高不下，嚴重影響人民健康。研究發現，海水與陸地的溫差會影響海風的風速。如果我們想辦法在海邊的陸地加溫，例如：設置蓄熱板等，讓海水與陸地溫差加大，是否就能增強海風，降低 pm2.5 對人體的危害？值得做進一步的探討。

捌、參考資料

- 一、 康軒文教事業（2016）。國小自然與生活科技三上（第一冊）。新北市：康軒文教事業股份有限公司。
- 二、 康軒文教事業（2016）。國小自然與生活科技六上（第七冊）。新北市：康軒文教事業股份有限公司。
- 三、 江宙君（2007）。海陸風對台灣沿海地區空氣品質之影響。國立中央大學大氣物理研究所碩士論文。
- 四、 瑞祥高中國中部（2008）。輕風啟動，微風發電－高雄市前鎮地區夏季風電能蘊藏量之研究。高雄市 48 屆國中小科學展覽作品。
- 五、 台灣颱風論壇。http://twtybbs.com/portal.php

【評語】 080511

1. 利用學校頂樓與旗津和中山大學海邊的位置來與量測溫度與風速，了解區域溫度與風速變化，分析是否有海風影響，具有鄉土性。
2. 颱風季受颱風影響使風向變化大，在分析時須去除掉颱風影響的時間段，以減少可能誤差。
3. 結果認為學校九月的風是夏季季風的西南季風，似乎受海陸的影響不是那麼大，但根據量測資料(表 5-19)似乎有海陸風影響，可再仔細分析資料。

摘要

我們想瞭解學校九月吹的風是否為海風。我們利用假日至學校及海邊進行觀測，也於平日在學校進行相關的實驗。我們用兩個玻璃杯，以水浴方式改變溫度，並用線香的煙來方便觀察，模擬觀測同溫度及不同溫度的對流杯空氣是如何流動。我們發現，同溫時，空氣流動較慢；不同溫時，空氣流動快。我們也將海邊取來的海水及海沙分別放入兩個連通的過濾瓶內，發現加熱其中一邊時，另一邊的冷空氣會流入加熱的瓶中，證明熱空氣上升時，冷空氣會來填補熱空氣原本的位置。我們從海邊的觀測紀錄也發現，海沙及海水溫度差距越大時，海邊的風速也越強。在同一時間，在海邊測得的風向及風速的改變，皆與學校頂樓測到的相符，證明學校吹拂的即是海邊吹來的海風。

壹、研究動機

開學前的返校日，老師帶我們一起到頂樓清理雜物。開啟出入口雙門，一股風迎面而來，老師順口說：「哇！好舒服的一股海風」。星期六我們全家到海邊玩沙，風把我們的大遮陽傘吹倒了，爸爸說：「海風太大了。」我突然想起老師說學校吹海風，我感到疑惑，什麼是海風？為什麼會有風？風怎麼形成的？開學期間，學校吹的海風是否就是海邊吹來的海風。上學後我問老師，老師乾脆請大家一起來研究九月份學校吹的是什麼風。

貳、研究目的

一、了解為什麼會有風？

二、了解為什麼會有海風？

三、高雄的海風與夏季季風有什麼關係？

四、了解高雄九月份的海風風向與氣溫變化有什麼關係？

五、了解學校九月份吹的風與海邊吹來的風，風向有什麼相關？

參、研究設備及器材

15公分高玻璃杯、打火機、線香、酒精燈、陶瓷纖維網、三腳架、過濾燒瓶、冰塊、碼表、海砂、海水、風速計、溫度計、指北針、自製風向器、25ml玻璃針筒、電腦、塑膠管、白鐵鍋、試管夾、暖暖包、快煮壺、玻璃隔板、自製旋轉紙蛇。

肆、文獻探討

一、海風與陸風：由於海水溫度變化比陸地慢，當白天太陽照射時，造成陸地熱、海面冷的情況，空氣會從較冷的海面流向較暖的陸地，形成海風；反之，到了晚上，陸地散熱比海面快，陸地冷、海面熱，空氣由陸地流向海面，便吹起了陸風。

二、季風：因季節改變而自不同方向吹來的風。

三、高雄地區海陸風界定：根據江宙君（2007）之海陸風風向的定義，高雄市的海風方向為 $192^{\circ}\sim 304^{\circ}$ （南南西-西北西），陸風風向為 $12^{\circ}\sim 124^{\circ}$ （北北東-東南東）。

伍、研究過程與步驟

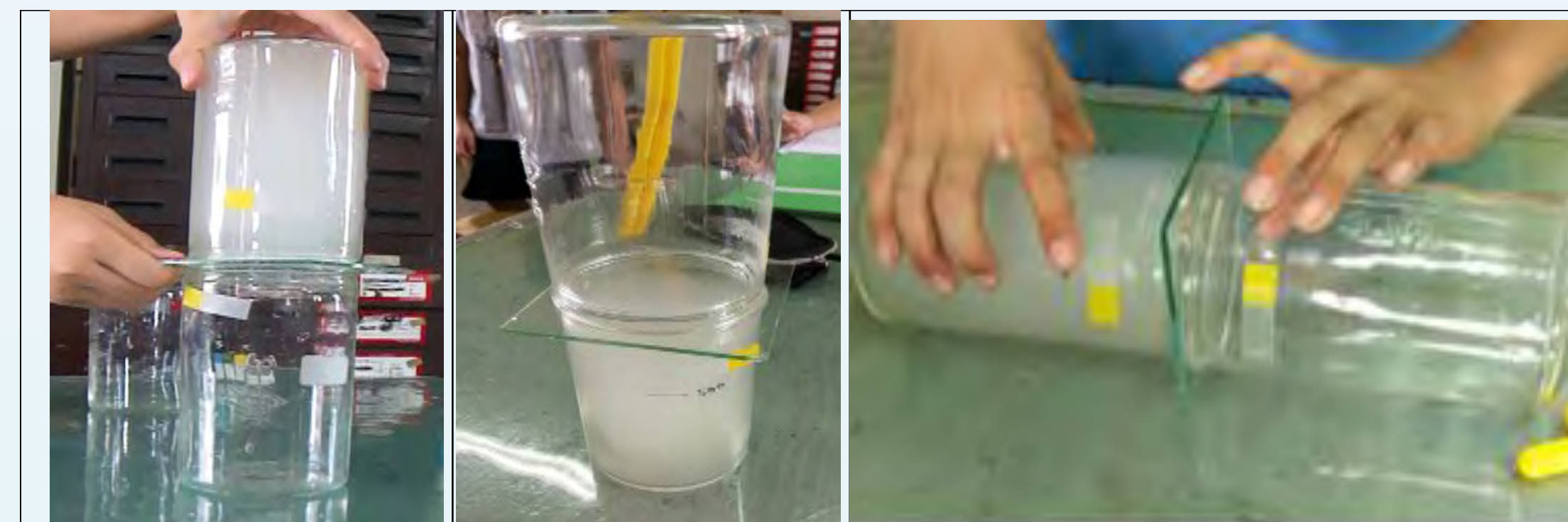
一、為甚麼會有風？

想法：想探討海風、陸風及季風的形成，根據自然課本第一冊敘述，空氣的流動會形成風，五年級自然課講到「空氣與燃燒」時，老師有提過：熱空氣會上升。因此，我們想從改變空氣溫度的方式，來觀察空氣是如何流動的。

研究問題一：兩個同溫度及不同溫度的對流杯內，空氣會如何流動？

研究方法一：兩個同大的玻璃杯（高15公分直徑10公分）分別以水浴方式改變溫度，將對口相疊，中間隔著一片玻璃片，其中一杯插入3支點燃線香，2分鐘後拉開玻璃片，測量煙流動到對杯頂部的時間，以及觀察煙如何流動。

探討一：兩杯溫度相同時，測量煙流動到對杯頂部的時間，以及觀察煙如何流動。我們分別作了 31°C 、 5°C 、及 50°C 三種溫度的同溫對流杯。



兩直立同溫對流杯，煙分別在上方及下方。

兩橫躺同溫對流杯，煙在其中一邊。

結果：

溫度	煙的位置	煙的流向描述	流到對杯底部所需時間（三次平均）
常溫 31°C	直立煙在上	往下降	2.5秒
	直立煙在下	少部分上升	5.6秒
	橫躺煙在其中一邊	從下方流動	2.8秒
低溫 5°C	直立煙在上	往下降	3.3秒
	直立煙在下	少部分上升	3.5秒
	橫躺煙在其中一邊	從下方流動	3.25秒
高溫 50°C	直立煙在上	往下降	1.6秒
	直立煙在下	少部分上升	2.4秒
	橫躺煙在其中一邊	從下方流動	1.9秒

探討二：兩杯溫度不同時，低溫 5°C 及高溫 50°C 的對流杯，測量煙流動到對杯頂部的時間，以及觀察煙如何流動。

結果：

對流杯位置	煙的位置	煙的流向描述	流到對杯底部所需時間（三次平均）
兩杯直立 低溫杯在上	煙在低溫	往下降	0.7秒
	煙在高溫	往上升	1.1秒
兩杯直立 高溫杯在上	煙在低溫	少部分上升	9秒
	煙在高溫	少部分下降	5.4秒
高、低溫杯 橫躺	煙在低溫	從下方流過去	1.1秒
	煙在高溫	從上方流過去	1.2秒

發現：

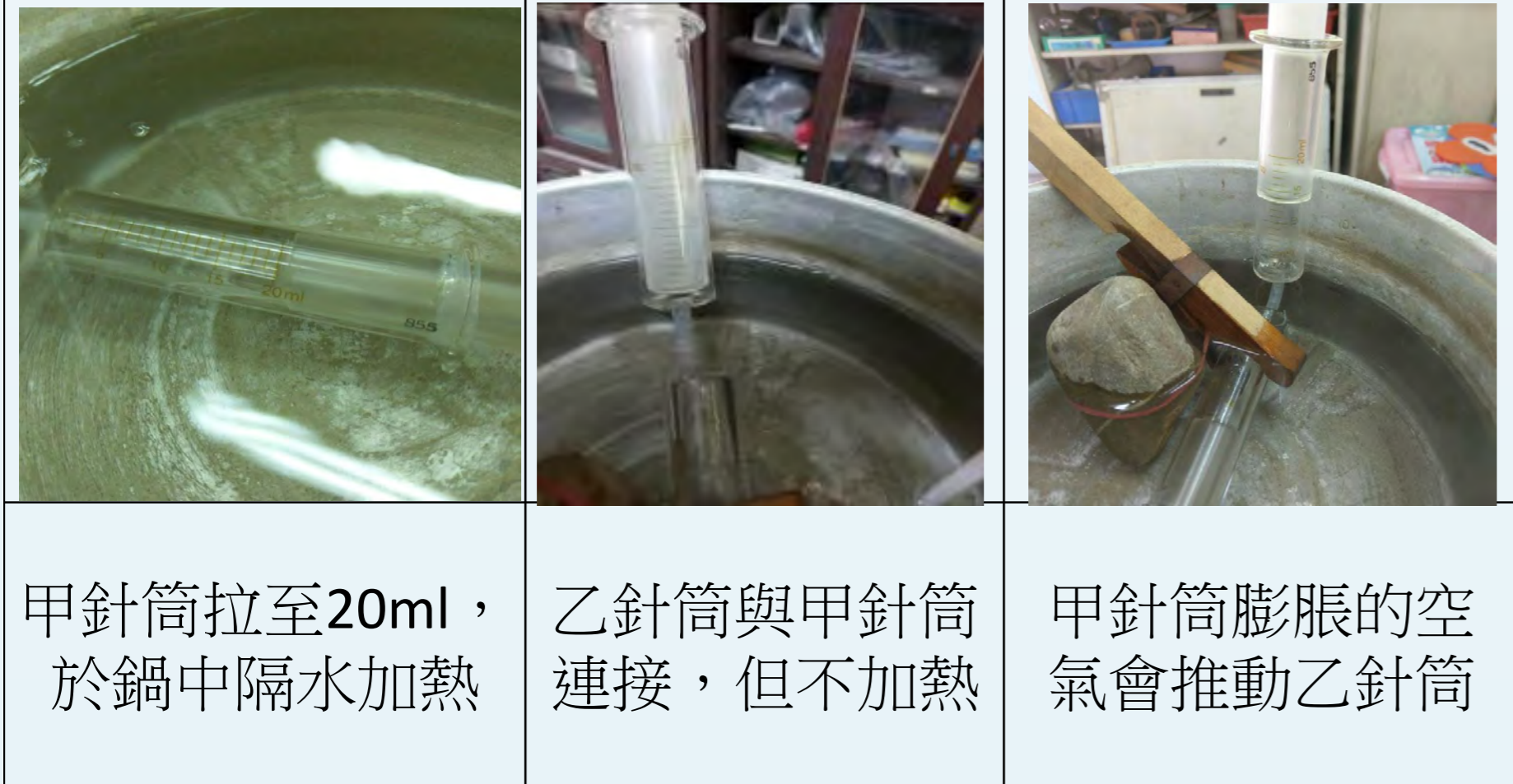
1. 常溫下，直立兩對流杯的空氣流動都不快，但空氣由上往下流動比由下往上流動稍快。
2. 在相同溫度對流杯，不管低溫或高溫，空氣都是由上往下流動比由下往上流動快。溫度越高，空氣流動越快。
3. 在橫躺的相同溫度對流杯，空氣皆由下方流向對方瓶底，推測是由於煙體本身較重所造成。
4. 在不同溫度對流杯直立時，低溫空氣在上、高溫空氣在下時，空氣流動速度快。兩杯橫躺時，空氣流動時間差不多。
5. 當兩杯溫度相同時，空氣流動較慢；當兩杯溫度不同時，空氣流動快，冷空氣流向熱空氣，產生空氣流動，而形成風。

質疑：為什麼冷空氣會流向熱空氣？

研究問題二：不同溫度時，空氣的體積是如何變化？

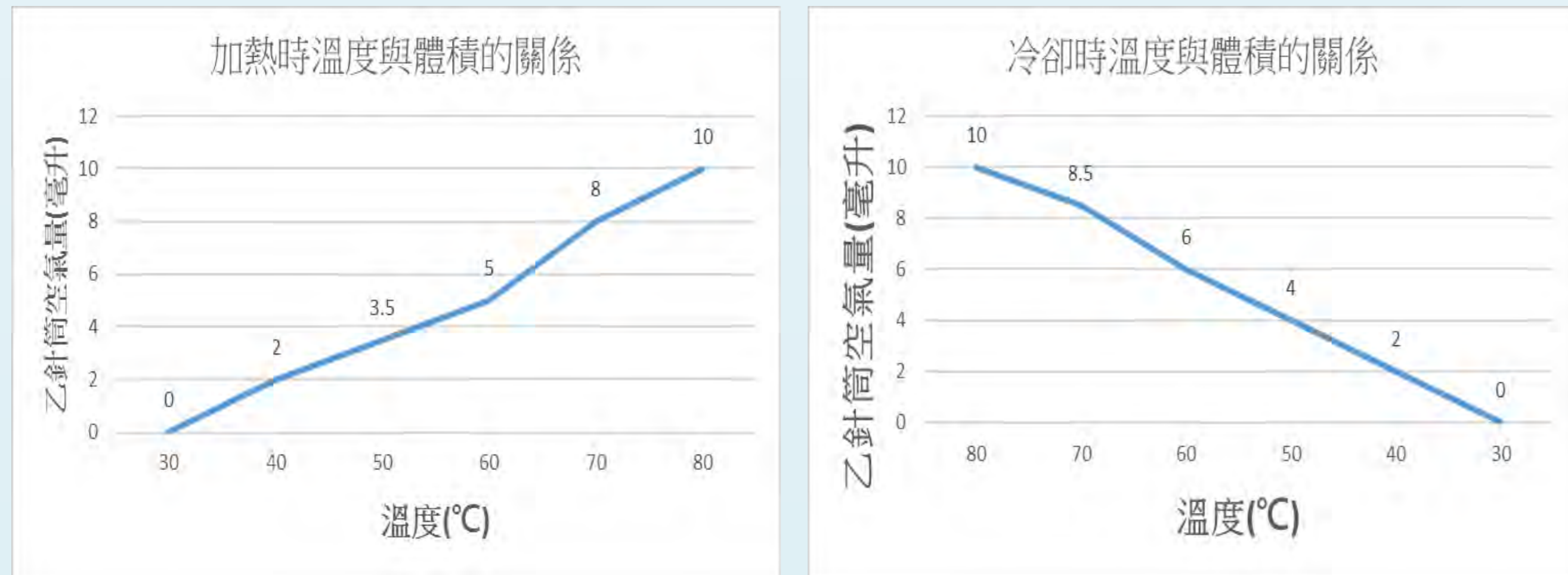
研究方法二：

- 1.取2支25ml的玻璃針筒，將兩支針頭用膠管相連並固定，甲的內部空氣量20ml，乙的空氣量0ml，固定甲之後，將甲放入鍋內加熱，並放入溫度計。
- 2.從室溫開始慢慢加熱，每上升10度記錄一次。
- 3.不加熱時，再觀察乙針筒的變化。



結果：

- 1.加熱甲針筒時，乙針筒的空氣變化量：
- 2.冷卻甲針筒時，乙針筒的空氣變化量：



發現：

1. 空氣加熱會膨脹，體積與溫度成正比，溫度越高，體積越大；冷卻時會收縮，體積回到原來的大小，空氣有熱脹冷縮現象。
2. 由實驗推測，空氣受熱後，體積膨脹，密度變小（變輕）就會上升，四周密度較大的冷空氣會來填補，空氣產生流動，而形成風。

二、為什麼會有海風？

質疑：早上在海灘感覺不出風的存在，但十點過後陣陣涼風吹來，午後風勢更大，是太陽曬熱陸地（沙灘）嗎？是不是沙子越熱，風勢越大？

研究問題三：海沙溫度越高，空氣是否流動得越快？

研究方法三：

- （一）取兩個過濾燒瓶，一瓶裝200毫升的海沙，一瓶裝200毫升的海水，兩瓶的過濾嘴用透明塑膠管連通。
- （二）把其中的一個瓶子裝滿煙，觀察煙的流向，用溫度計測量兩瓶溫度。



方式1. 海水與海沙皆不加熱，觀察煙的流向。

結果：

煙的位置	溫度	煙的流向
海水瓶中	31	沒有流入另一瓶中
海沙瓶中	31	沒有流入另一瓶中

方式2. 海沙加熱，海水不加熱，觀察煙的流向。

結果：

煙的位置	溫度	煙的流向
海水瓶中	31	被吸入塑膠管中至海沙瓶內再流出瓶外
海沙瓶中	60	沒有流入另一瓶中

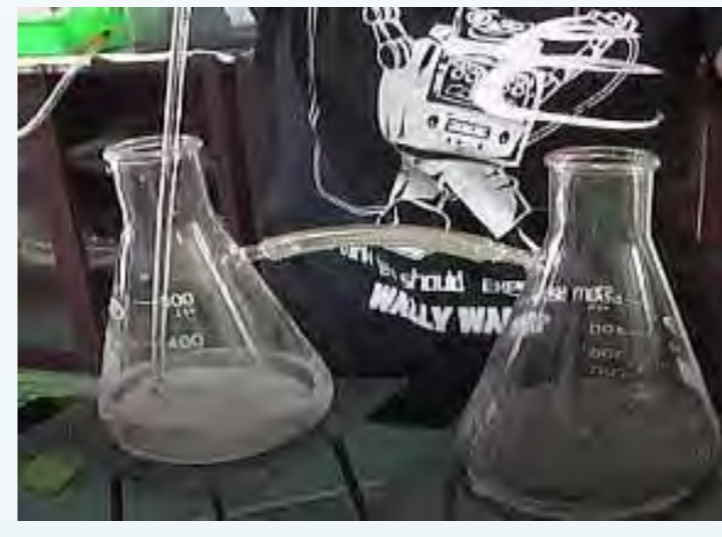
方式3. 海沙瓶不加熱，海水瓶加熱，觀察煙的流向。

結果：

煙的位置	溫度	煙的流向
海沙瓶中	31	被吸入塑膠管中至海水瓶內再流出瓶外
海水瓶中	60	沒有流入另一瓶中

方式4. 海沙瓶上裝旋轉紙蛇，觀察不同溫度時，紙蛇旋轉10圈所需之時間：

結果：



	第一次(秒)	第二次(秒)	第三次(秒)	平均(秒)
40度	32.56	52.17	29.31	38.01
50度	7.71	6.70	14.77	9.72
60度	7.28	6.26	13.25	8.93

發現：

1. 海沙與海水溫度相同時，空氣不會流動。
2. 海沙溫度高而海水溫度低時，空氣會由海水瓶流向海沙瓶瓶口；海水溫度高而海沙溫度低時，空氣會由海沙瓶流向海水瓶瓶口。
3. 當海沙加溫溫度越高時，旋轉蛇轉10圈的時間越少，表示空氣流動越快。
4. 高雄的海風應該是白天陸地溫度高於海水溫度所形成。

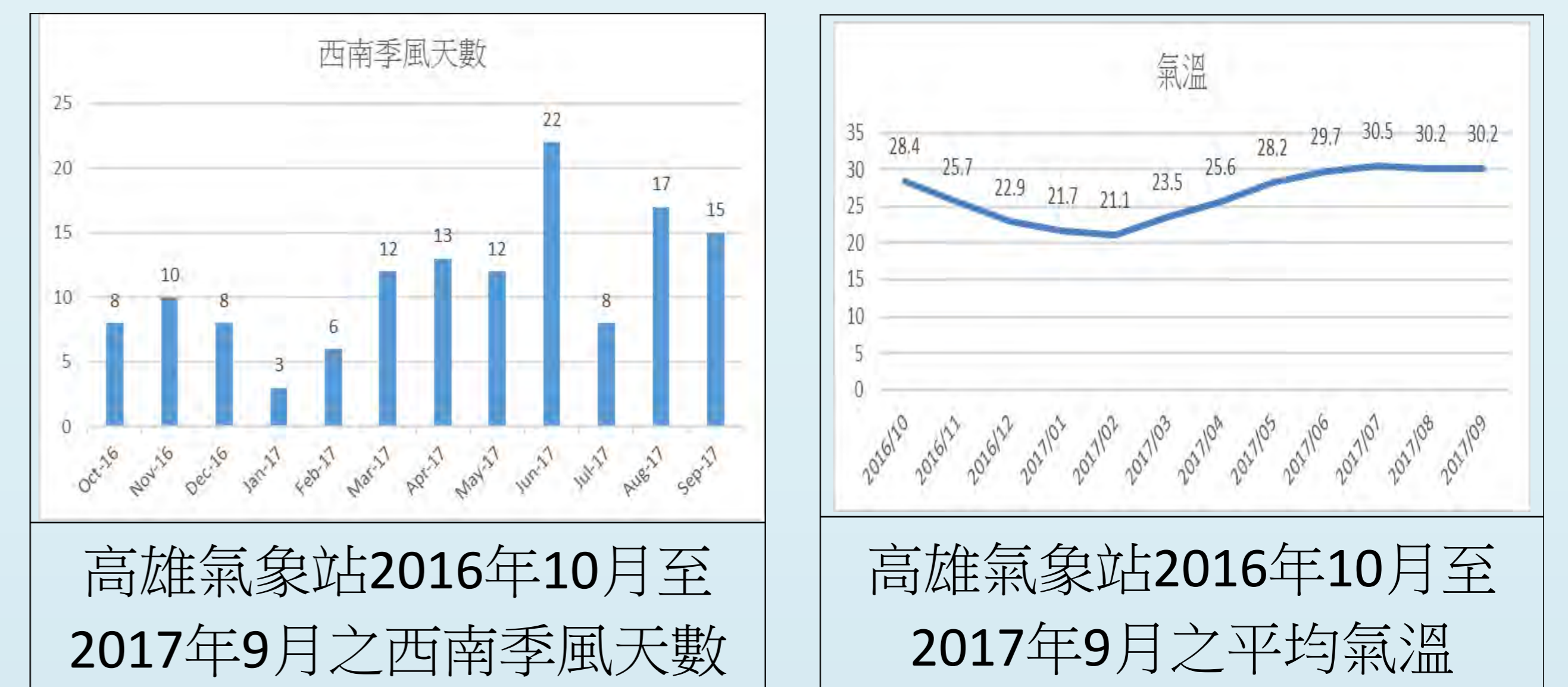
三、高雄的海風與夏季季風有什麼關係？

想法：為了瞭解高雄何季較會吹襲海風，我們先搜尋高雄氣象局一年氣溫與風向資料。

研究問題四：高雄的海風與夏季季風有什麼關係？

研究方法四：我們搜尋高雄氣象站2016年10月到2017年9月的氣溫與風向資料。根據夏季季風風向角度，按月清點今年接近夏季季風風向的天數，製成表加以分析。我們根據文獻規範出夏季季風約是南風180度至西北西310度範圍內。

結果：



發現：

1. 氣溫高時會吹海風，高雄六、七、八、九月平均溫度都在30度上下，都是吹屬於西南風系的風向。
 2. 2017年七月台灣常受到颱風的影響，風向很不穩定。整月受到尼莎、海棠、南瑪都、塔拉斯、諾盧、庫拉、洛克、桑卡這幾個颱風直、間接的影響，風速較強，風向不定，西南風系日數低於其他夏季月份，算算只有8天。七月份有兩種風系同樣多天。
 3. 高雄除了夏季有西南風系的風，其他月份也有西南風系風向的風，只是天數不多，我們整月統計表只顯示較多天的風向。
- 質疑：海風吹拂與炎熱的天氣有關，這是否表示海風受氣溫高低的影響？

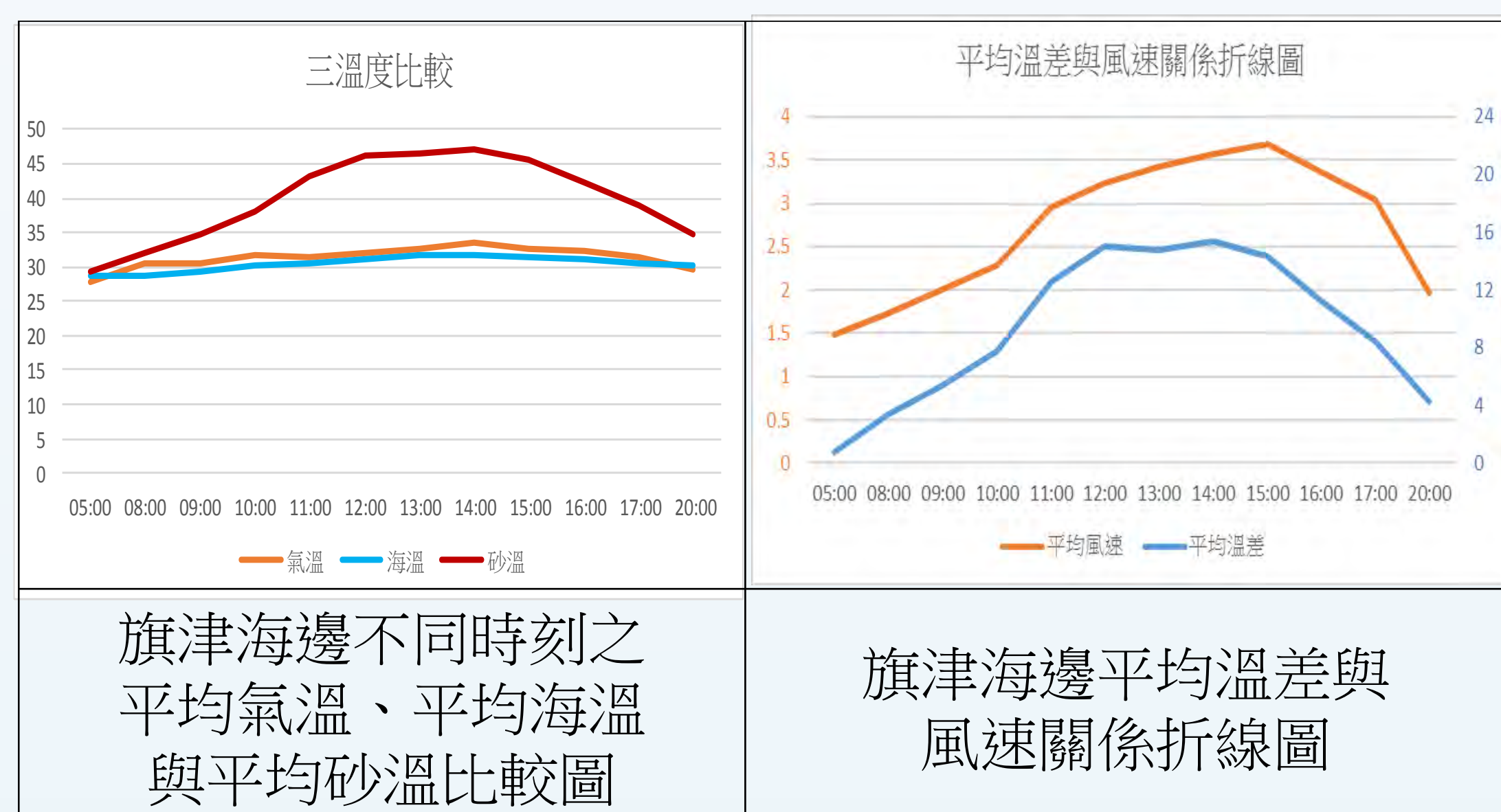
四、高雄九月份的海風風向與氣溫變化有何關係？

研究問題五：高雄九月份的海風風向與氣溫變化有何關係？

研究方法五：

1. 利用9月份的星期假日（因9月30日補課，故最後測量日順延至10月1日），在海邊測量風向、風速、海水溫度、砂溫與氣溫。
2. 從早上8點至下午5點，每隔1小時記錄一次。
3. 增加晚上8點與隔日清晨5點。

結果：



發現：

- 2017年高雄的九月份平均溫度超過30度，整月都是高溫，下午3點測的風向幾乎都是西南風系。
- 在清晨時，氣溫、砂溫、海水溫度接近一致，隨著太陽升起，三種溫度隨著上升，砂溫上升最快也最高，到午後已接近50度高溫，與海水相差近20度，這時吹著強勁海風。
- 我們九月份9天假期所測的數據與氣象局略有不同，尤其風向有所出入，證明風是瞬息萬變的。
- 9/2、9/3受颱風外圍環流影響，所以測得結果與其他天有較大出入。

研究方法六：

- 搜尋高雄氣象站2013年至2017年9月份，每天下午三點風向資料。
- 分析2017年與前4年的風向有何變化。
- 統計西南風系之天數，以180至310度的風向為準。

結果：

	2013	2014	2015	2016	2017
西南風系合計天數	27	26	24	21	23

發現：

2017年的西南風系有23天，屬正常範圍。我們可以說，高雄的九月還處在夏季氣候型態之中。

五、了解學校九月份吹的風與海邊吹來的風，風向有什麼相關？

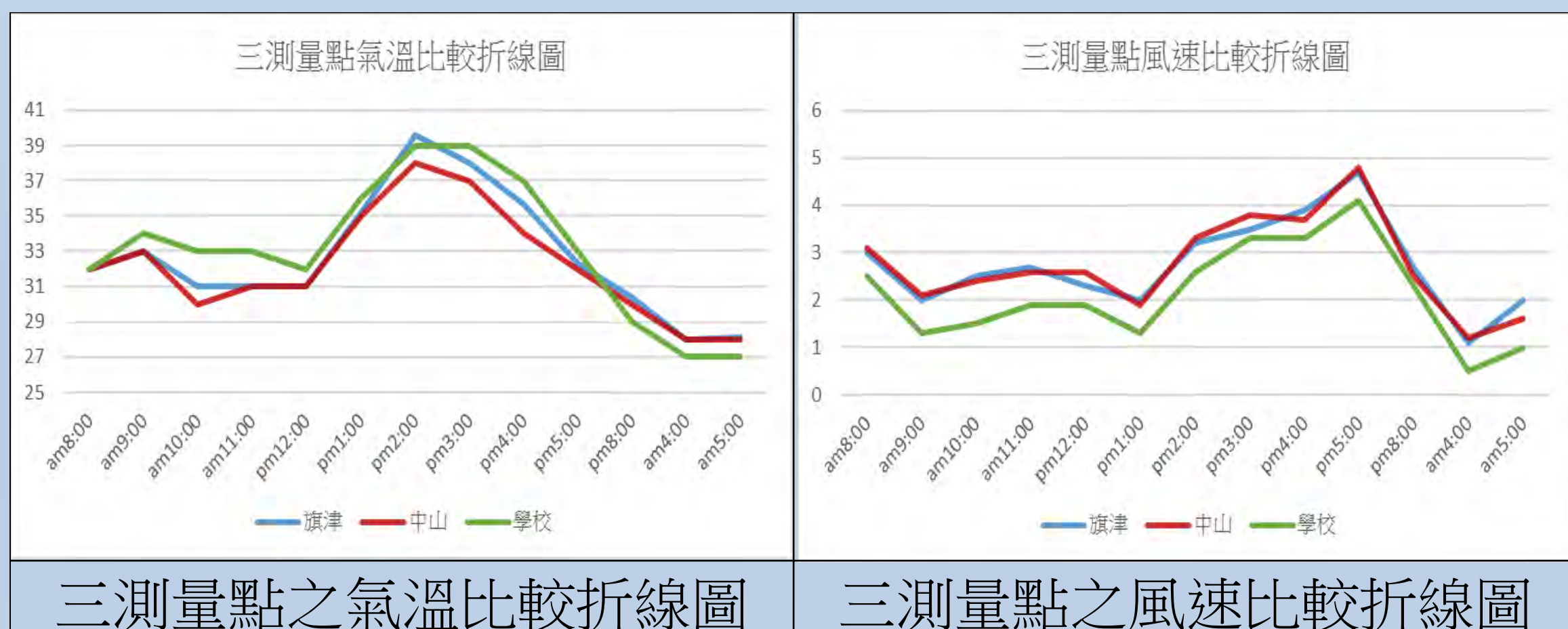
說明：學校與海邊直線距離約3公里，海風是否會吹到學校，我們想從氣溫、風向、風速三方面來觀察，測點以旗津、中山大學、學校頂樓三處來比較。

研究問題六：學校九月份吹的風與海邊吹來的風，風向有什麼相關？

研究方法七：

- 9月24日星期日，分三組，同時至三地點測量風向、風速、氣溫。
- 從早上8點至下午5點，每隔1小時記錄一次。晚上8點與隔日清晨4點和5點也各測一次。

結果：



發現：

- 風的吹向雖然瞬息萬變，但我們所測的三地幾乎相同，只有少部分不同，所以可以證明學校吹的風向與海邊吹的風向是相同的。
- 學校所吹的風速比海邊小。中午時段是海風最強的時候，清晨時幾乎沒有風。
- 九月份高雄的溫度還是很高，最高溫甚至可達39度。
- 溫度與海風風速有正向關係，溫度越高，風速越強。

陸、討論

- 為了呈現風的流動，我們用水浴改變杯子內空氣的溫度，觀察冷熱空氣的流動，另外也增加將杯子橫躺的方式來觀察對流情形。但是模擬海風實驗時，酒精燈加熱海沙會升溫得太快，玻璃無法承受而不斷破裂。我們嘗試了很多種方式，最後發現在瓶外包覆暖暖包降低瓶子溫差，玻璃才不易破裂。
- 當兩對流杯溫度相同時，煙會往下降。而當兩對流杯溫度不同時，熱空氣上升，冷空氣就會填補熱空氣原本的位置，形成風。由實驗可知空氣流動是溫差的關係，冷空氣與熱空氣溫差愈大時，流速愈快。
- 高雄今年的9月，我們所測到的是白天有海風，而夜間氣溫才慢慢下降，直至清晨，海溫、氣溫、沙溫才趨於一致，所以只有微弱的陸風或無風狀態。
- 我們只測量九月份的風向，按推理，高雄的夏季六、七、八、九月如果沒有颱風，應該都屬夏季季風型態，白天高溫吹海風，晚上吹微弱的陸風。
- 我們在9月份9天假期中所測的數據雖與氣象局略有不同，風向有些許出入。可能是測量位置高度不同，時間點不同，甚至儀器精密度不同而有所差異。
- 2017年9月份下旬，甚至到10月初，天氣還是持續炎熱，是否因地球暖化造成夏天溫度更高、天數更長，值得做進一步的探討。
- 高雄九月吹西南風，因海岸線為西北-東南走向，吹海風的方向與西南風向幾乎一致，這會助長西南風更強盛。
- 西南季風的產生，除了氣溫變化外，還有許多原因，但這不在我們研究的範疇之內。

柒、結論

- 空氣同溫時，不太流動，有溫差時就會流動。溫差越大，流動越快。
- 空氣受熱，體積就膨脹變大而上升，四周冷空氣會過來填補，而形成風。
- 白天太陽照射陸地，陸地比熱小，溫度升高快，熱空氣上升；海水比熱大，溫度上升慢，海水的冷空氣就填補陸地上上升的熱空氣，形成了海風。晚上剛好相反，形成陸風。只是，高雄的陸風較為微弱。
- 高雄吹夏季季風約在6至9月，學校9月份白天吹的海風，應該是夏季季風之西南季風。
- 統計高雄五年來9月份的氣象資料，可以發現高雄九月份的風向皆屬於西南季風的範圍內。
- 台灣的冬天吹東北季風，而高雄受山脈地形的阻擋，東北風較為微弱，以致空氣品質pm2.5濃度常居高不下。研究發現，海水與陸地的溫差會影響海風風速。若想辦法在海邊的陸地加溫，例如：設置蓄熱板等，讓海水與陸地溫差加大，是否就能增強海風，降低pm2.5對人體的危害？值得做進一步的探討。

捌、參考資料

- 康軒文教事業（2016年）·國小自然與生活科技三上（第一冊）·新北市：康軒文教事業股份有限公司。
- 康軒文教事業（2016年）·國小自然與生活科技六上（第七冊）·新北市：康軒文教事業股份有限公司。
- 江宙君（2007年）。海陸風對台灣沿海地區空氣品質之影響。國立中央大學大氣物理研究所碩士論文。
- 瑞祥高中國中部（2008）。輕風啟動，微風發電—高雄市前鎮地區夏季風電能蘊藏量之研究。高雄市48屆國中小科學展覽作品。
- 台灣颱風論壇。<http://twtybbs.com/portal.php>