

# 金門地區第 57 屆中小學科學展覽會 作品說明書



科 別： 地球科學

組 別： 國小組

作品名稱：紅色警戒、十面「霾」伏-金門空氣汙染成因調查

關 鍵 詞：AQI指數、PM2.5、落塵量

編 號：

# 作品名稱：紅色警戒、十面「霾」伏-金門空氣汙染成因調查

## 摘要：

金門空氣汙染情形嚴重，因此我們想對金門空氣汙染情況有更深入的了解。

經過研究發現金門空氣汙染有季節性變化，呈現夏秋空氣品質較佳，冬春空氣品質較差的週期性變化。若以全台北中南東及金門、上海六個地區做比較，金門、高雄及上海的空氣汙染情形最為嚴重。且金門地區空汙情形與單日風向變化相關性小，與季風變化相關性較高，金門地區空氣品質也與風速呈負相關，也就是當風級越高AQI指數越低，空氣品質越好。

透過實驗，我們也驗證了「戶外」的落塵量是最高的，其次是「空氣流通室內」，最少落塵的是放置在「門窗緊閉室內」，可知當空氣品質不佳時，減少戶外活動、適度關閉門窗才能防止我們吸入過多有害物質。

## 壹、研究動機

「學務組廣播:今天空氣品質為不良，AQI指數為156，請同學適度關閉門窗，避免戶外活動!」唉~又是不能出去玩的日子。金門的天空最近總是灰濛濛的，三天兩頭就看到學校懸掛空汙警示旗，到底金門空氣汙染的情況真有這麼嚴重嗎?是什麼原因造成金門空氣汙染呢?待在室內真的對身體有較小的危害嗎?這些存在心中的疑問，讓我們決定展開一場金門空氣汙染探究之旅~

## 貳、研究目的

- 一、了解金門空氣汙染的現況與危害。
- 二、比較金門地區空汙情形與台灣本島、大陸地區有何異同。
- 三、探討金門地區空汙情形與風向、風速之間的關係。
- 四、比較同一時間內，戶外、空氣流通室內及門窗緊閉室內落塵量是否不同。

## 參、研究設備及器材

- 器材：紀錄表、電腦、計算機、雙面膠、泡棉膠、簽字筆、塑膠片、保麗龍膠、相機。

## 肆、研究過程或方法

### 研究一：了解金門空氣污染的現況與危害。

#### 一、空氣污染相關資料搜尋：

- (一). 空氣品質指標(AQI)的定義：空氣品質指標為依據監測資料將當日空氣中臭氧(O<sub>3</sub>)、細懸浮微粒(PM<sub>2.5</sub>)、懸浮微粒(PM<sub>10</sub>)、一氧化碳(CO)、二氧化硫(SO<sub>2</sub>)及二氧化氮(NO<sub>2</sub>)濃度等數值，以其對人體健康的影響程度，分別換算出不同污染物之副指標值，再以當日各副指標之最大值為該測站當日之空氣品質指標值(AQI)。

		
<p>環保署空氣品質監測網即時資訊</p>	<p>學校電視牆播放空汙即時資訊</p>	<p>學校內懸掛並隨時更新空汙警示旗</p>

#### (二). 空氣品質指標(AQI)指標值對照表

空氣品質指標 (AQI)	0~50	51~100	101~150	151~200	201~300	301~500
對健康影響與活動建議	良好	普通	對敏感族群不健康	對所有族群不健康	非常不健康	危害
狀態色塊	綠	黃	橘	紅	紫	褐紅
人體健康影響	空氣品質為良好，污染程度低或無污染。	空氣品質普通；但對非常少數之極敏感族群產生輕微影響。	空氣污染物可能會對敏感族群的健康造成影響，但是對一般大眾的影響不明顯。	對所有人的健康開始產生影響，對於敏感族群可能產生較嚴重的健康影響。	健康警報：所有人都可能產生較嚴重的健康影響。	健康威脅達到緊急，所有人都可能受到影響。

### (三). 空氣汙染各項汙染物

#### 1. 細懸浮微粒 ( PM2.5 )

PM2.5係指微粒氣動粒徑小於2.5微米，單位以微克／立方公尺表示之，由於PM2.5較PM10更容易深入人體肺部，對健康影響更大，若細微粒又附著其他汙染物，將更加深呼吸系統之危害。

#### 2. 懸浮微粒 ( PM10 )

係指粒徑在10微米以下之粒子，又稱浮游塵。主要來源包括道路揚塵、車輛排放廢氣、露天燃燒、營建施工及農地耕作等，或由原生性空氣汙染物轉化成之二次汙染物，由於粒徑小於10微米以下，能深入人體肺部深處，如該粒子附著其他汙染物，則將加深對呼吸系統之危害。

#### 3. 二氧化硫 ( SO<sub>2</sub> )

除自然界產生外，一般為燃料中硫份燃燒與空氣中之氧結合者，為一具刺激臭味之無色氣體，易溶於水，與水反應為亞硫酸；於空氣中可氧化成亞硫酸，為引起酸雨的主要物質之一。

#### 4. 氮氧化物 ( NO<sub>x</sub> )

氮氧化物主要包括一氧化氮 (NO) 及二氧化氮 (NO<sub>2</sub>)，其生成原因係來自燃燒過程中，空氣中氮或燃料中氮化物氧化而成，一氧化氮為無色無味氣體，稍溶於水，燃燒過程生成之氮氧化物以一氧化氮為主要成份，光化學反應中可反應成二氧化氮。二氧化氮為具刺激味道之赤褐色氣體，易溶於水，與水反應為亞硝酸及硝酸；參與光化學反應，吸收陽光後分解成一氧化氮及氧，在空氣中可氧化成硝酸鹽，亦是造成雨水酸化原因之一。

#### 5. 一氧化碳 ( CO )

除森林火災、甲烷氧化及生物活動等自然現象產生外，主要來自石化等燃料之不完全燃燒產生，無色無味，比空氣輕，由於一氧化碳對血紅素的親和力比氧氣大得多，因此，可能造成人體及動物血液和組織中氧氣過低，而產生中毒現象。

#### 6. 臭氧 ( O<sub>3</sub> )

係一種由氮氧化物、反應性碳氫化合物及日光照射後產生之二次汙染物。具強氧化力，對呼吸系統具刺激性，能引起咳嗽、氣喘、頭痛、疲倦及肺部之傷害，特別是對小孩、老人、病人或戶外運動者有較大影響，同時對於植物，包括農作物有不良影響，對於人造材料，諸如橡膠 (輪胎等) 及油漆等，均能造成危害。

### (四). PM2.5細懸浮微粒的危害

PM2.5指的是大氣中的超細懸浮顆粒物 (直徑小於2.5微米的顆粒物)，也稱為可入肺顆粒物，它的直徑還不到人的頭髮絲粗細的1/28。事實上，我們平

常呼吸的空氣中充斥著PM2.5，因為它們可以在空氣中懸浮或隨著氣流四處漂浮，也易吸附著有毒物質如二氧化硫。一般PM10（懸浮微粒）在幾個小時之內，多會因地心引力而落地，但PM2.5（細懸浮微粒）卻會長時間在空氣中懸浮，直到附著雨水而沉澱於地面。

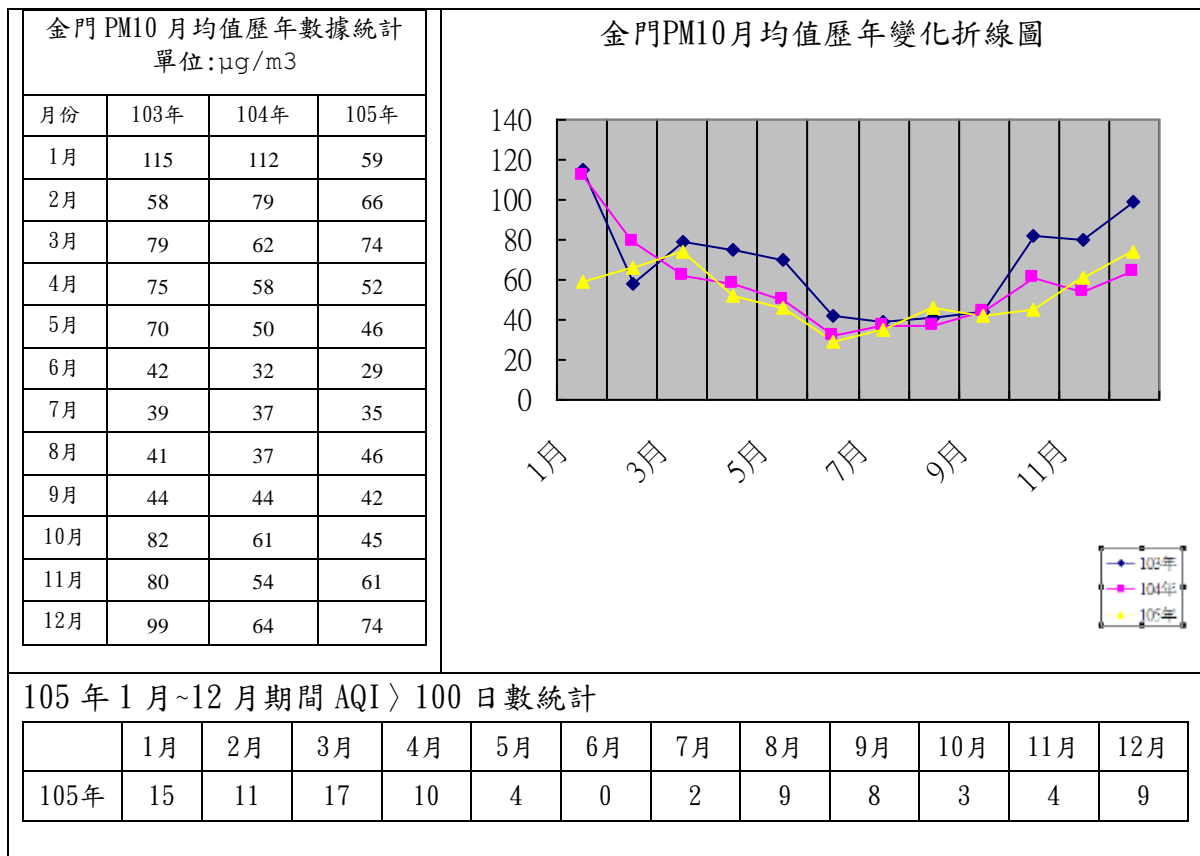
雖然PM2.5只是地球大氣成分中含量很少的組分，它對空氣質量和能見度等卻有重要的影響。PM2.5已經成為一項重要的監測空氣污染程度的指數。世界衛生組織空氣品質指引建議之PM2.5年平均濃度的標準為 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，日平均濃度的標準為 $25\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。這些空氣中的懸浮微粒（包括PM2.5）最直接的副作用，就是讓天氣產生像是薄霧般的朦朧感；PM2.5濃度越高，則能見度越低。

PM2.5能直接被人體吸入呼吸道內，進入肺部或進入肺泡，並能進入血液通往全身，這也是造成氣喘和慢性支氣管炎發作的主要原因。由於PM2.5本身的毒性或攜帶有毒物質，因而對人體健康會造成極大危害；其重金屬成分可以危害人體的多種部位，包括神經、腸胃、心臟、肺、肝、腎、皮膚等。

PM2.5極容易造成心血管疾病，濃度越高，天氣朦朧感越嚴重時，發病率就越高；也易降低患者的抵抗力。美國心臟協會估計當空氣被PM2.5污染後就導致美國每年約60,000人死亡。吸入的PM2.5有50%會沉積在肺中造成肺部硬化，其含有害的物質，如多環芳香烴等致癌物質，更是造就肺癌的頭號殺手。

## 二、金門空氣汙染逐年變化情形：

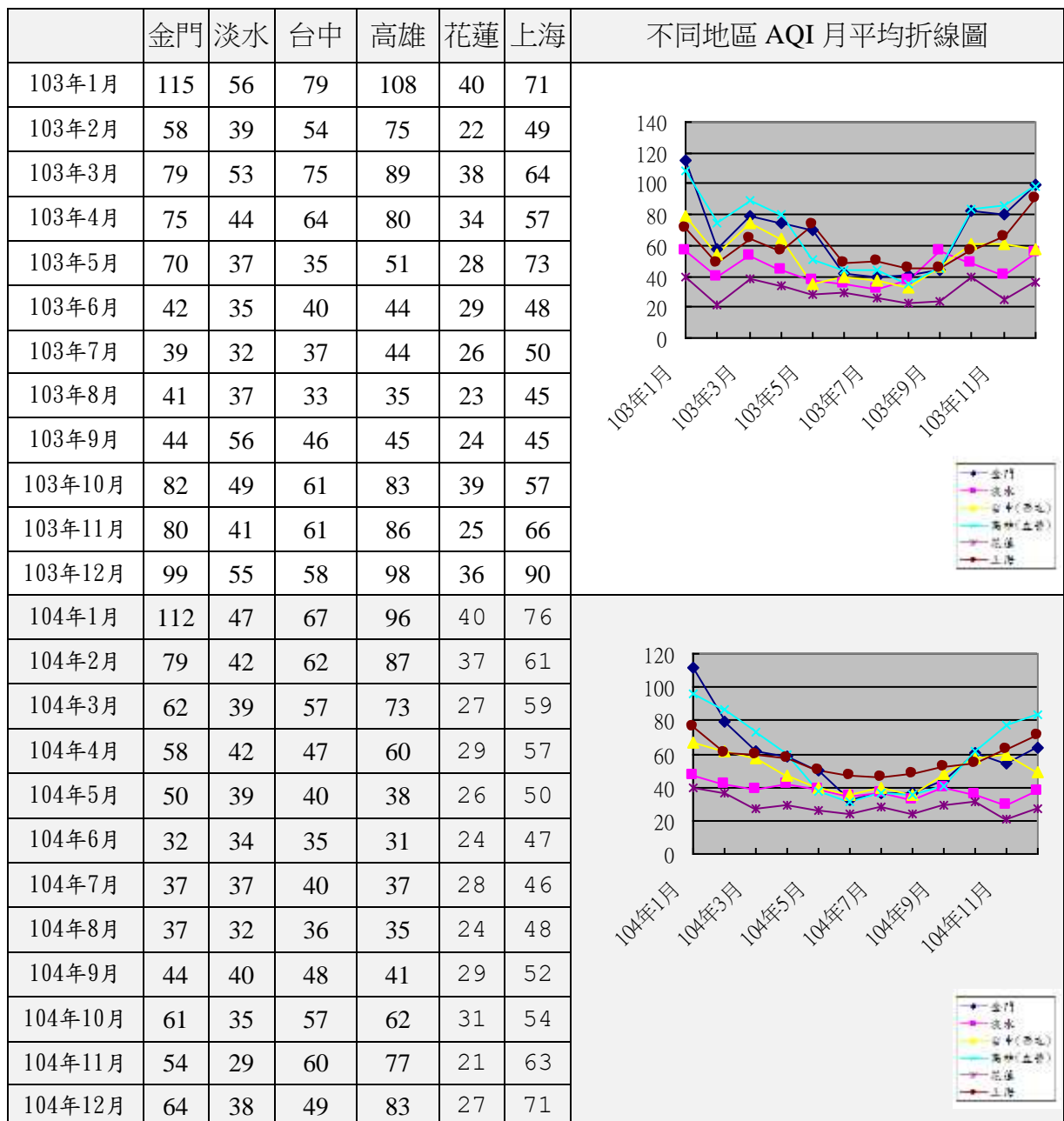
(一). 上網查詢環保署空氣品質監測網103年1月~105年12月期間PM10數值，並計算金門地區每月PM10平均值，製作成折線圖，比較近三年空氣品質變化情形。



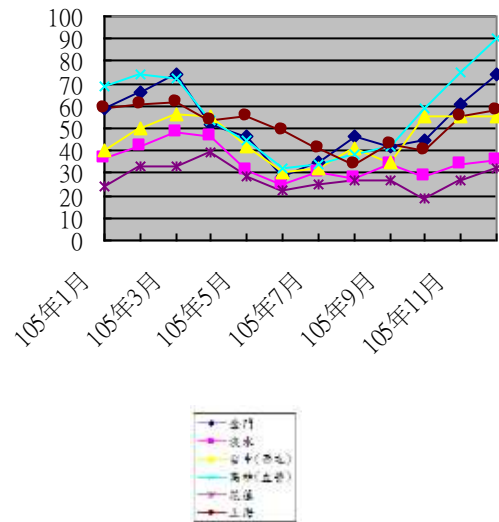
- (二). 根據金門103年1月~105年12月期間PM10數值變化及折線圖可以發現，金門空氣不佳，品質有逐年改善的跡象，可見民眾開始注意空氣污染議題後，對於大環境有逐步改善。
- (三). 發現金門空氣汙染情形有季節性變化，呈現夏秋空氣品質較佳，冬春空氣品質較差的週期性變化。
- (四). 依據105年數據顯示，1月、2月、3月、4月都有10天以上AQI指數 > 100，可見1-4月金門空氣汙染情況最嚴重。

### 研究二：比較金門地區空汙情形與台灣本島、大陸地區有何異同。

- (一). 以金門、台北淡水、台中西屯、高雄左營、花蓮及上海六個測站數值，分別代表金門、台灣北、中、南、東及大陸等六個地區空汙情形，計算103年1月~105年12月期間PM10月平均數值，製作成折線圖，比較近三年空氣品質是否有地區性變化。



105年1月	59	37	40	69	24	59
105年2月	66	42	50	74	33	61
105年3月	74	48	56	72	33	62
105年4月	52	46	55	54	39	54
105年5月	46	31	42	45	29	55
105年6月	29	25	30	32	22	49
105年7月	35	30	32	34	25	41
105年8月	46	28	41	38	27	34
105年9月	42	34	35	42	27	43
105年10月	45	29	55	59	19	40
105年11月	61	34	55	75	27	55
105年12月	74	36	55	90	32	58

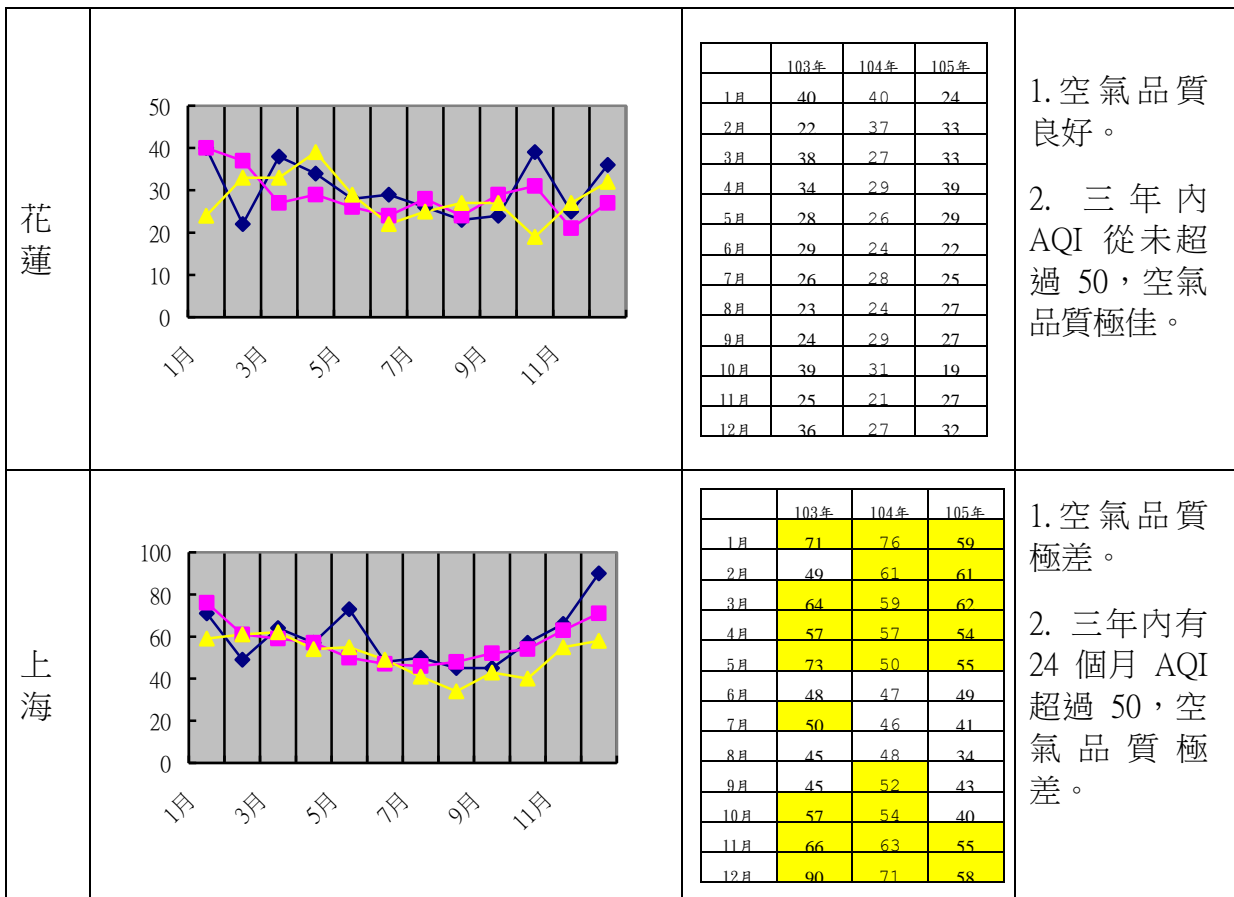


- (二). 從折線圖顯示全台及金門、大陸六地空氣品質情形中，台灣東部的「花蓮」空氣最佳，幾乎全年AQI數值都在50以下，其次為台灣北部的淡水測站。以金門、台北淡水、台中西屯、高雄左營、花蓮及上海六個測站數值比較，空氣品質良好程度為花蓮〉淡水〉台中〉上海〉金門〉高雄。
- (三). 金門、高雄及上海的空氣污染情形最為嚴重，不過金門、高雄明顯有夏秋空氣品質佳、冬春空氣品質差的週期性變化。
- (四). 上海空氣污染情形嚴重，季節性變化小，全年空氣品質均不佳。
- (五). 以金門、台北淡水、台中西屯、高雄左營、花蓮及上海六個測站數值，分別代表金門、台灣北、中、南、東及大陸等六個地區空汙情形，計算103年1月~105年12月期間PM10月平均數值，製作成折線圖，比較近三年空氣品質是否有地區性及週期性變化。

地區	103-105年 AQI 變化折線圖	數據	觀察																																																				
金門		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>103年</th> <th>104年</th> <th>105年</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1月</td><td>115</td><td>112</td><td>59</td></tr> <tr><td>2月</td><td>58</td><td>79</td><td>66</td></tr> <tr><td>3月</td><td>79</td><td>62</td><td>74</td></tr> <tr><td>4月</td><td>75</td><td>58</td><td>52</td></tr> <tr><td>5月</td><td>70</td><td>50</td><td>46</td></tr> <tr><td>6月</td><td>42</td><td>32</td><td>29</td></tr> <tr><td>7月</td><td>39</td><td>37</td><td>35</td></tr> <tr><td>8月</td><td>41</td><td>37</td><td>46</td></tr> <tr><td>9月</td><td>44</td><td>44</td><td>42</td></tr> <tr><td>10月</td><td>82</td><td>61</td><td>45</td></tr> <tr><td>11月</td><td>80</td><td>54</td><td>61</td></tr> <tr><td>12月</td><td>99</td><td>64</td><td>74</td></tr> </tbody> </table>		103年	104年	105年	1月	115	112	59	2月	58	79	66	3月	79	62	74	4月	75	58	52	5月	70	50	46	6月	42	32	29	7月	39	37	35	8月	41	37	46	9月	44	44	42	10月	82	61	45	11月	80	54	61	12月	99	64	74	<ol style="list-style-type: none"> <li>空氣品質逐年改善。</li> <li>每年夏天空氣最好，冬天空氣最差。</li> <li>三年內有20個月AQI超過50，2個月AQI超過100，空氣品質差。</li> </ol>
	103年	104年	105年																																																				
1月	115	112	59																																																				
2月	58	79	66																																																				
3月	79	62	74																																																				
4月	75	58	52																																																				
5月	70	50	46																																																				
6月	42	32	29																																																				
7月	39	37	35																																																				
8月	41	37	46																																																				
9月	44	44	42																																																				
10月	82	61	45																																																				
11月	80	54	61																																																				
12月	99	64	74																																																				

淡水		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>103年</th> <th>104年</th> <th>105年</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1月</td><td>56</td><td>47</td><td>37</td></tr> <tr><td>2月</td><td>39</td><td>42</td><td>42</td></tr> <tr><td>3月</td><td>53</td><td>39</td><td>48</td></tr> <tr><td>4月</td><td>44</td><td>42</td><td>46</td></tr> <tr><td>5月</td><td>37</td><td>39</td><td>31</td></tr> <tr><td>6月</td><td>35</td><td>34</td><td>25</td></tr> <tr><td>7月</td><td>32</td><td>37</td><td>30</td></tr> <tr><td>8月</td><td>37</td><td>32</td><td>28</td></tr> <tr><td>9月</td><td>56</td><td>40</td><td>34</td></tr> <tr><td>10月</td><td>49</td><td>35</td><td>29</td></tr> <tr><td>11月</td><td>41</td><td>29</td><td>34</td></tr> <tr><td>12月</td><td>55</td><td>38</td><td>36</td></tr> </tbody> </table>		103年	104年	105年	1月	56	47	37	2月	39	42	42	3月	53	39	48	4月	44	42	46	5月	37	39	31	6月	35	34	25	7月	32	37	30	8月	37	32	28	9月	56	40	34	10月	49	35	29	11月	41	29	34	12月	55	38	36	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 空氣品質逐年改善。</li> <li>2. 103 年空氣品質最差。</li> <li>3. 三年內僅有4個月AQI指數超過50，空氣品質佳。</li> </ol>
	103年	104年	105年																																																				
1月	56	47	37																																																				
2月	39	42	42																																																				
3月	53	39	48																																																				
4月	44	42	46																																																				
5月	37	39	31																																																				
6月	35	34	25																																																				
7月	32	37	30																																																				
8月	37	32	28																																																				
9月	56	40	34																																																				
10月	49	35	29																																																				
11月	41	29	34																																																				
12月	55	38	36																																																				
台中		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>103年</th> <th>104年</th> <th>105年</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1月</td><td>79</td><td>67</td><td>40</td></tr> <tr><td>2月</td><td>54</td><td>62</td><td>50</td></tr> <tr><td>3月</td><td>75</td><td>57</td><td>56</td></tr> <tr><td>4月</td><td>64</td><td>47</td><td>55</td></tr> <tr><td>5月</td><td>35</td><td>40</td><td>42</td></tr> <tr><td>6月</td><td>40</td><td>35</td><td>30</td></tr> <tr><td>7月</td><td>37</td><td>40</td><td>32</td></tr> <tr><td>8月</td><td>33</td><td>36</td><td>41</td></tr> <tr><td>9月</td><td>46</td><td>48</td><td>35</td></tr> <tr><td>10月</td><td>61</td><td>57</td><td>55</td></tr> <tr><td>11月</td><td>61</td><td>60</td><td>55</td></tr> <tr><td>12月</td><td>58</td><td>49</td><td>55</td></tr> </tbody> </table>		103年	104年	105年	1月	79	67	40	2月	54	62	50	3月	75	57	56	4月	64	47	55	5月	35	40	42	6月	40	35	30	7月	37	40	32	8月	33	36	41	9月	46	48	35	10月	61	57	55	11月	61	60	55	12月	58	49	55	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 空氣品質普通。</li> <li>2. 三年內有19個月AQI指數超過50，空氣品質仍有進步空間。</li> </ol>
	103年	104年	105年																																																				
1月	79	67	40																																																				
2月	54	62	50																																																				
3月	75	57	56																																																				
4月	64	47	55																																																				
5月	35	40	42																																																				
6月	40	35	30																																																				
7月	37	40	32																																																				
8月	33	36	41																																																				
9月	46	48	35																																																				
10月	61	57	55																																																				
11月	61	60	55																																																				
12月	58	49	55																																																				
高雄		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>103年</th> <th>104年</th> <th>105年</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1月</td><td>108</td><td>96</td><td>69</td></tr> <tr><td>2月</td><td>75</td><td>87</td><td>74</td></tr> <tr><td>3月</td><td>89</td><td>73</td><td>72</td></tr> <tr><td>4月</td><td>80</td><td>60</td><td>54</td></tr> <tr><td>5月</td><td>51</td><td>38</td><td>45</td></tr> <tr><td>6月</td><td>44</td><td>31</td><td>32</td></tr> <tr><td>7月</td><td>44</td><td>37</td><td>34</td></tr> <tr><td>8月</td><td>35</td><td>35</td><td>38</td></tr> <tr><td>9月</td><td>45</td><td>41</td><td>42</td></tr> <tr><td>10月</td><td>83</td><td>62</td><td>59</td></tr> <tr><td>11月</td><td>86</td><td>77</td><td>75</td></tr> <tr><td>12月</td><td>98</td><td>83</td><td>90</td></tr> </tbody> </table>		103年	104年	105年	1月	108	96	69	2月	75	87	74	3月	89	73	72	4月	80	60	54	5月	51	38	45	6月	44	31	32	7月	44	37	34	8月	35	35	38	9月	45	41	42	10月	83	62	59	11月	86	77	75	12月	98	83	90	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 空氣品質未見明顯改善。</li> <li>2. 每年夏天空氣最好，冬天空氣最差。</li> <li>3. 三年內有21個月AQI超過50，1個月AQI超過100，空氣品質差。</li> </ol>
	103年	104年	105年																																																				
1月	108	96	69																																																				
2月	75	87	74																																																				
3月	89	73	72																																																				
4月	80	60	54																																																				
5月	51	38	45																																																				
6月	44	31	32																																																				
7月	44	37	34																																																				
8月	35	35	38																																																				
9月	45	41	42																																																				
10月	83	62	59																																																				
11月	86	77	75																																																				
12月	98	83	90																																																				





1. 空氣品質良好。  
2. 三年內AQI從未超過50，空氣品質極佳。

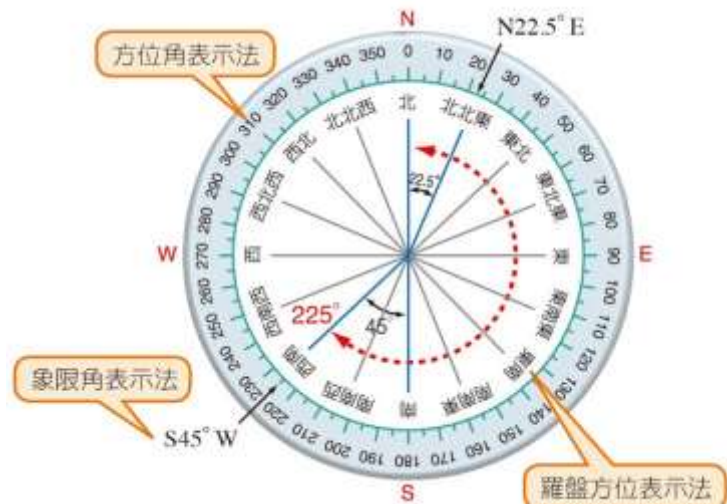
1. 空氣品質極差。  
2. 三年內有24個月AQI超過50，空氣品質極差。

**研究三：探討金門地區空汙情形與風向、風速之間的關係。**

一、由研究一、二可以發現，金門地區空氣汙染呈現「夏天空氣好，冬天空氣差」的季節性週期變化。過去金門長輩常說春天霧季時若吹南風，則空氣潮濕、濃霧漫佈；吹北風則空氣乾燥、天開雲闊。因此我們想驗證金門空氣品質是否與風向有顯著關聯。

- (一). 自106.02.23起至106.03.12期間，紀錄每天7:00-21:00期間，每兩小時AQI指數、風向及風速資料。
- (二). 風向是指風吹來的方向，本研究以航空氣象服務網-金門測站所顯示的方位角來記錄。在日常生活中，我們把空氣的移動稱之為「風」，「風速」是指空氣相對於地球某一固定地點的運動速率。本研究以公尺每秒m/s蒲福氏風級（英語：Beaufort scale或Beaufort wind force scale，又名蒲福風級）作紀錄。

- 風向風向角示意圖（資料來源：<http://lovegeo.blogspot.tw/2015/08/12.html>）



● 蒲福風級說明表

蒲福風級	一般敘述	公尺每秒 m/s	
0	無風	煙直上	不足 0.3
1	軟風	僅煙能表示風向，但不能轉動風標。	0.3-1.5
2	輕風	人面感覺有風，樹葉搖動，普通之風標轉動。	1.6-3.3
3	微風	樹葉及小枝搖動不息，旌旗飄展。	3.4-5.4
4	和風	塵土及碎紙被風吹揚，樹之分枝搖動。	5.5-7.9
5	清風	有葉之小樹開始搖擺。	8.0-10.7
6	強風	樹之木枝搖動，電線發出呼呼嘯聲，張傘困難。	10.8-13.8
7	疾風	全樹搖動，逆風行走感困難。	13.9-17.1
8	大風	小樹枝被吹折，步行不能前進。	17.2-20.7
9	烈風	建築物有損壞，煙囪被吹倒。	20.8-24.4
10	狂風	樹被風拔起，建築物有相當破壞。	24.5-28.4
11	暴風	極少見，如出現必有重大災害。	28.5-32.6
12	颶風	-	32.7-36.9

(三). 整理後表格資料如下:

	2/23 星期四			2/24 星期五			2/25 星期六			2/26 星期日		
時間	AQI	風速	風向	AQI	風速	風向	AQI	風速	風向	AQI	風速	風向
7				73	5 9.6	40	72	3 5.2	40	61	3 4.6	40
9	47	4 7.7	40	88	5 9.8	30	73	4 5.5	40	62	4 6.5	30
11	46	5 8.8	50	95	5 8.9	40	73	4 5.5	20	58	4 7.2	50
13	48	5 9.0	40	96	4 7.5	40	65	3 5.2	30			
15	50	5 9.7	50	93	4 6.5	100	59	4 7.2	50			
17	46	5 9.2	50	91	4 6.6	40				56	3 5.4	60
19	45	5 9.7	50	77	5 9.2	40	61	4 6.7	40			
21	44	5 10.4	50	65	4 5.9	50	62	5 8.1	30	63	4 7.3	30
	2/27 星期一			2/28 星期二			3/1 星期三			3/2 星期四		
時間	AQI	風速	風向	AQI	風速	風向	AQI	風速	風向	AQI	風速	風向
7	128	4 7.3	20	160	3 3.5	30	174	1 0.6	風向 不定	165	2 2.5	10
9	146	5 8.1	10	154	3 4.1	10	178	2 2.3	320	151	3 5.2	20
11	152	4 6.6	20	156	4 5.8	40	181	2 2.3	180	137	4 6.5	40
13	152	4 7.7	40				182	2 2.2	180	126	4 7.7	70
15				155	3 5.4	50	178	2 1.9	120		4 6.1	
17				157	3 3.8	70	174	1 1.4	150	118	4 5.5	60
19	139	4 6.8	50	158	2 2.3	80	175	1 0.6	80	無	4 7.0	50
21	128	4 7.3	20	160	3 3.5	30	174	1 0.6	風向 不定	165	2 2.5	10

	3/3 星期五			3/4 星期六			3/5 星期日			3/6 星期一		
時間	AQI	風速	風向	AQI	風速	風向	AQI	風速	風向	AQI	風速	風向
7	99	5 8.0	20	126	1 0.6	320	134	1 1.1	340	99	5 8.0	88
9	109	4 5.9	20	145	2 2.4	330	153	1 1.0	風向 不定	109	4 5.9	89
11	109	4 6.0	40	153	1 1.1	160		1 1.8		109	4 6.0	105
13	109	4 5.5	20	154	2 2.5	140		2 2.0		109	4 5.5	107
15	98	3 3.4	90	158	1 1.5	110		1 1.5		98	3 3.4	109
17				153	1 1.2	100	123	2 2.8	220			108
19				113	1 1.0	80	119	2 2.8	180			90
21	85	2 3.1	40	98	1 0.3	80	109	2 1.9	220	85	2 3.1	88
	3/7 星期二			3/8 星期三			3/9 星期四			3/10 星期五		
時間	AQI	風速	風向	AQI	風速	風向	AQI	風速	風向	AQI	風速	風向
7	45	5 9.4	40	76	無 資料	30	79	3 5.0	40	80	3 4.7	30
9	44	5 10.6	40	84	無 資料	30	81	3 4.2	30	82	4 7.2	30
11	44	5 9.8	50	94	5 8.1	30	84	3 4.3	10	85	4 7.2	30
13	44	5 9.3	50	94	4 7.4	30	104	2 2.2	360	86	3 4.9	40
15	45	5 8.3	60	88	4 7.7	60	106	2 2.9	360			
17	50	5 8.7	60	77	4 7.3	50	98	3 4.5	50		4 5.6	
19	58	5 10.2	50	74	4 7.4	50	96	4 5.9	40		3 4.5	
21	57	5 9.6	40	68	5 8.3	40	97	4 5.8	40	90	4 7.5	40
	3/11 星期六			3/12 星期日								
時間	AQI	風速	風向	AQI	風速	風向						
7	114	1 1.2	20	87	3 4.7	40						
9	116	2 1.6	30	90	3 4.8	40						
11				88	3 4.1	360						
13	111	2 1.7	風向 不定	84	3 4.6	30						
15				84	2 3.0	60						
17	109	2 1.6	100	86	1 6.6	100						
19	109	1 1.1	80		2 2.0							
21	92	4 5.6	80	80	2 1.8	90						

(四). 記錄過程中有時因學校網路不穩、或是測站資料無法顯示，導致部分記錄缺失，經刪除遺漏值及風向不定等因素所得之有效數據共118筆。

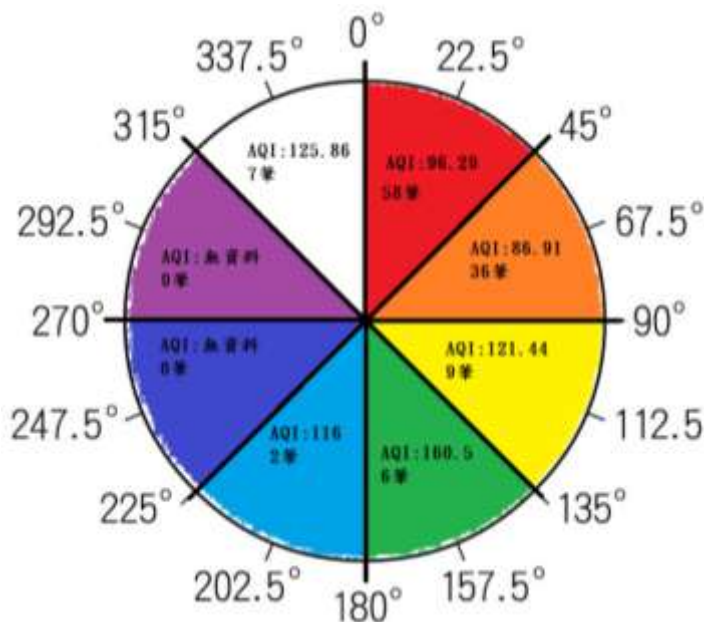
二、以風向風位角每45度為一個區間，統計出現有效數值筆數及AQI平均值，比較風向與空氣品質是否有相對關係，整理圖表如下：

方向角	0°-45°	46°-90°	91°-135°	136°-180°	181°-225°	226°-270°	271°-315°	316°-360°
有效值筆數	58	36	9	6	2	0	0	7
平均AQI	96.29	86.91	121.44	160.5	116	無資料	無資料	125.86

(一). 風向有效數據共118筆資料中，方向角0°~90°即佔了94筆資料，證明金門地區2月到3月風向以東北風居多。

(二). AQI指數平均值最高者，出現在南南東方位(方向角135°~180°)，但此數值僅由六筆紀錄資料平均，且回溯資料記錄日期，此六筆資料集中在3/4-3/5出現，這兩天的紀錄中，幾乎每個時段AQI指數都高於100，因此此方位的AQI指數明顯較高。

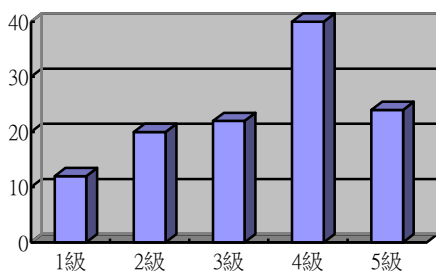
(三). 以方位角切分八大方位，觀察不同方位AQI指數的變化，鄰近的風向方位，並無顯著AQI數值變化趨勢，可見無法以單日風向變化來推斷AQI指數高低，以冬天、夏天的季風變化較能預測當季空氣品質程度。也就是冬天吹東北季風，AQI普遍較高、空氣品質差；夏天吹西南季風，AQI數值低，空氣品質佳。



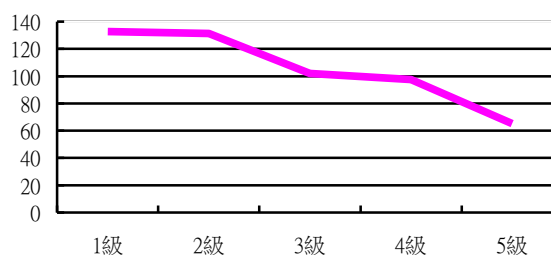
三、以蒲福風級為標準，統計各風級有效數值筆數及AQI平均值，比較風速與空氣品質是否有相對關係，整理圖表如下：

蒲福風級	1級	2級	3級	4級	5級
有效值筆數	12	20	22	40	24
平均AQI	132.8	131.3	102.0	97.5	65.3

• 金門風級有效次數統計圖



• 金門不同風級平均AQI折線圖







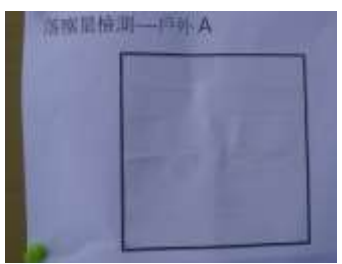
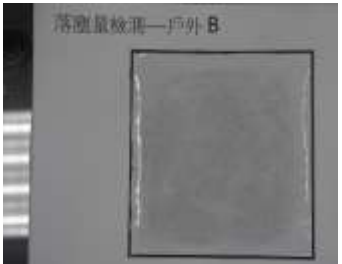

- (一). 金門地區吹4級「和風」機率最高，有效記錄次數約為其他風級兩倍。
- (二). 觀察金門不同風級平均AQI折線圖，發現風速與AQI指數呈負相關，也就是當風級越高AQI指數越低，空氣品質越好。相反的，風級越低，AQI指數越高，空氣品質越差。







**研究四：比較同一時間內，戶外、空氣流通室內及門窗緊閉室內落塵量是否不同。**

一、每次當空氣品質(AQI)大於100時，學校就會廣播，要大家室度關閉門窗，避免於戶外活動，減少空氣汙染的危害，因此我們想驗證是否室內確實比戶外落塵量較少？緊閉門窗與空氣流通的室內，落塵量是否有差異？

- (一). 繪製邊長為10公分、面積為100平方公分的正方形，分別以(A)白紙上黏貼雙面膠、(B)白紙塗滿保麗龍膠、(C)透明投影片貼雙面膠三種方法，自製落塵量檢測器。

	
繪製面積為100平方公分的正方形	黏貼雙面膠
	
透明投影片貼雙面膠	自製落塵量檢測器

	(A)白紙上黏貼雙面膠	(B)白紙塗滿保麗龍膠	(C)透明投影片貼雙面膠
戶外			

空氣流通室內			
門窗緊閉室內			

(二). 選擇校內三處環境:戶外(警衛室旁)、空氣流通室內(501教室)、門窗緊閉室內(教具室)放置三種自製落塵量檢測器。

		
戶外(警衛室旁)	空氣流通室內(501教室)	門窗緊閉室內(教具室)

(三). 放置一個禮拜後收回比較,請五位同學分別評分,在不同環境下,同一種落塵檢測氣上殘留的灰塵量標記0至3顆星,星號越多,表示落塵量越多。

		學生1	學生2	學生3	學生4	學生5	星數小計
(A)白紙 上黏貼 雙面膠	戶外	★★★	★★★	★★★	★★★	★★★	15
	空氣流通室內	★★	★★	★★	★★	★	9
	門窗緊閉室內	★	★		★	★	4
(B)白紙 塗滿保 麗龍膠	戶外	★★	★★★★	★★	★	★★★★	11
	空氣流通室內		★	★		★	3
	門窗緊閉室內		★				1
(C)投影 片貼雙 面膠	戶外	★★★★	★★★★	★★★★	★★★★	★★	14
	空氣流通室內	★★	★	★★	★★	★	8
	門窗緊閉室內	★	★	★	★		4

(四). 從統計結果可以發現,無論是(A)白紙上黏貼雙面膠、(B)白紙塗滿保麗龍膠或(C)投影片貼雙面膠的自製落塵檢測器,放置在「戶外」的落塵量都是最高的,

其次是「空氣流通室內」，最少落塵的是放置在「門窗緊閉室內」。

(五). 經過第一次實驗發現(B)白紙塗滿保麗龍膠的落塵檢測器，經過一個禮拜後，保麗龍膠均已硬化，幾乎難以附著灰塵。因此經夥伴討論後，決定將(B)落塵檢測器製法改成「白紙黏貼泡棉膠」，重新重複步驟(一)~(三)。

(六). 第二次檢測結果如下：

		學生1	學生2	學生3	學生4	學生5	星數小計
(A)白紙 上黏貼 雙面膠	戶外	★★★	★★★	★★★	★★★	★★★	15
	空氣流通室內	★★	★★	★★	★★	★	9
	門窗緊閉室內	★	★	★	★	★	5
(B)白 紙黏貼 泡棉膠	戶外	★★	★★★	★★★	★★★	★★★	14
	空氣流通室內	★	★★	★★	★★	★★	9
	門窗緊閉室內	★	★	★	★	★	5
(C)投影 片貼雙 面膠	戶外	★★★	★★★	★★★	★★★	★★	14
	空氣流通室內	★	★★	★★	★★	★	8
	門窗緊閉室內	★	★	★	★		4

(七). 從統計結果可以發現，無論是(A)白紙上黏貼雙面膠、(B)白紙黏貼泡棉膠或(C)投影片貼雙面膠的自製落塵檢測器，放置在「戶外」的落塵量都是最高的，其次是「空氣流通室內」，最少落塵的是放置在「門窗緊閉室內」。

(八). 經過雙重驗證，確認「戶外」的落塵量是最高的，其次是「空氣流通室內」，最少落塵的是放置在「門窗緊閉室內」，可知當空氣品質不佳時，減少戶外活動、適度關閉門窗確實能防止我們吸入過多有害物質。

## 伍、研究結果

### 一、『金門空氣污染的現況』之研究結果：

- (一). 金門空氣不佳，但品質有逐年改善的跡象。
- (二). 發現金門空氣污染情形有季節性變化，呈現夏秋空氣品質較佳，冬春空氣品質較差的週期性變化。
- (三). 依據105年數據顯示，1月、2月、3月、4月都有10天以上AQI指數 > 100，可見1-4月金門空氣污染情況最嚴重。

### 二、『金門地區空汙情形與台灣本島、大陸地區有何異同』之研究結果：

- (一). 以金門、台北淡水、台中西屯、高雄左營、花蓮及上海六個測站數值比較，空氣品質良好程度為花蓮 > 淡水 > 台中 > 上海 > 金門 > 高雄。
- (二). 金門、高雄及上海的空氣污染情形最為嚴重，不過金門、高雄明顯有夏秋空氣品質佳、冬春空氣品質差的週期性變化。
- (三). 上海空氣污染情形嚴重，季節性變化小，全年空氣品質均不佳

### 三、『金門地區空汙情形與風向、風速關聯』之研究結果：

- (一). 金門地區2月到3月風向以東北風居多。
- (二). 單日風向變化無法推斷AQI指數高低，以冬天、夏天的季風變化較能預測當季空氣品質程度。冬天吹東北季風，AQI普遍較高、空氣品質差；夏天吹西南季風，AQI數值低，空氣品質佳。
- (三). 金門地區吹4級「和風」機率最高，有效記錄次數約為其他風級兩倍。
- (四). 風速與AQI指數呈負相關，也就是當風級越高AQI指數越低，空氣品質越好。相反的，風級越低，AQI指數越高，空氣品質越差。

### 四、『戶外、空氣流通室內及門窗緊閉室內落塵量是否不同』之研究結果：

- (一). 「戶外」的落塵量是最高的，其次是「空氣流通室內」，最少落塵的是放置在「門窗緊閉室內」，可知當空氣品質不佳時，減少戶外活動、適度關閉門窗確實能防止我們吸入過多有害物質。

## 柒、結論

- 一、金門空氣汙染情形有季節性變化，呈現夏秋空氣品質較佳，冬春空氣品質較差的週期性變化，尤其1-4月金門空氣汙染情況最嚴重，此期間應避免外出，減少空氣汙染危害。
- 二、以全台北中南東及金門、上海六個地區做比較，金門、高雄及上海的空氣汙染情形最為嚴重，不過金門與高雄同樣有夏秋空氣品質佳、冬春空氣品質差的週期性變化，上海空氣汙染情形嚴重，季節性變化小，全年空氣品質均不佳。
- 三、金門地區空汙情形與單日風向變化相關性小，與季風變化相關性較高，風速與AQI指數呈負相關，也就是當風級越高AQI指數越低，空氣品質越好。相反的，風級越低，AQI指數越高，空氣品質越差。
- 四、「戶外」的落塵量是最高的，其次是「空氣流通室內」，最少落塵的是放置在「門窗緊閉室內」，可知當空氣品質不佳時，減少戶外活動、適度關閉門窗確實能防止我們吸入過多有害物質。

## 捌、學生心得感想

### ● 學生一：

做完科展，我學到空氣不好會帶給人不好的影響，例如：氣喘、器官發炎、心臟疾病等不好的影響，所以我們應該要遵循學校的廣播，才不會得一些奇怪的疾病。如果空氣汙染嚴重的時候，我們應該要天天戴口罩，適度關閉門窗，養成這些好習



慣，就可以遠離疾病！

● 學生二：

這一次的科展，因為要每天上網查今日的空氣品質，這才讓我發現，原來金門的空氣品質這麼差呀！透過科展也讓我學到，在空氣品質不好時，一定要戴著口罩，要不然會對身體不好，有可能會導致心臟病發作、氣喘……等。希望大家在空氣品質不好時，盡量少出門，養成每天上網查空氣品質的好習慣，再看看今天要不要出門。

● 學生三：

這一次的科展，讓我學到了怎樣用電腦畫折線圖，也學會看圖表比較各地的空氣汙染情形，我覺得這是很寶貴的經驗。而且雖然每天都要記錄很辛苦，但是可以完成一件這麼困難的科展對我來說是很棒的體驗。

● 學生四：

我覺得空氣品質不好時，會影響人體健康，而且可能會得心臟疾病，氣喘，咳嗽……等現象，所以我們可以戴口罩，上網查詢今天空氣品質，想想看今天要不要出門。希望大家可以遵守這些規定，跟疾病說掰掰。

● 學生五：

做完這次科展，我才知道原來空氣汙染是有週期性的，冬春空氣汙染差幾乎是無可避免的，還好夏秋空氣品質較佳，這樣我才可以出門去盡情玩耍。如果有一天我們四季的空氣品質都很好，我想「風獅爺」應該會很高興吧！所以我們每個人都應該好好愛護環境，金門才不會上演下一場「倫敦煙霧事件」。

## 玖、參考資料及其他

1. <http://www.huf.org.tw/essay/content/581>主婦聯盟-PM2.5 要命！-認識細懸浮微粒。檢索日期:106年3月15日。
2. <http://taqm.epa.gov.tw/taqm/tw/default.aspx>行政院環保署，空氣品質監測網。
3. <http://aoaws.caa.gov.tw/AWS/index.php>航空氣象服務網。
4. <http://www.cwb.gov.tw/V7/index.htm>中央氣象局
5. <http://www.semc.gov.cn/aqi/home/DayData.aspx> 上海空氣汙染監測網