



PM2.5與健康

你不可不知
易致癌並深入肺泡心血管的
有害空氣懸浮微粒

目錄

PM2.5就在你身邊

- | | |
|------------------------------|----|
| 1.為什麼要知道PM2.5?..... | 02 |
| 2.什麼是細懸浮微粒- PM2.5? | 03 |
| 3.PM2.5的來源 | 05 |
| 4.何處可見PM2.5?何時可見PM2.5? | 06 |

PM2.5你和我

- | | |
|--------------------------------|----|
| 5.PM2.5對健康有何影響? | 08 |
| 6.空氣中對人體健康有害的PM2.5濃度是多少? | 09 |
| 7.PM2.5與沙塵暴有關嗎? | 10 |
| 8.PM2.5、能見度與疾病? | 12 |
| 9.PM2.5對健康危害? | 13 |

PM2.5在台灣

- | | |
|--------------------------------------|----|
| 10.台灣的PM2.5濃度是否東西南北有別?十餘年來是否減量?..... | 15 |
| 11.你知道彰化地區平常PM2.5的濃度是多少? | 16 |
| 12.國光石化排放物質是否致癌? | 18 |
| 13.你知道國光石化的營運會造成我們健康多大的影響嗎? | 19 |
| 14.減量PM2.5我能作什麼? | 19 |

行動篇：你我他

PM2.5你我他

先進國家PM2.5的現況及管制

- | | |
|---|----|
| 15.你知道目前先進國家對PM2.5的管制為何?..... | 20 |
| 16.空氣清淨法是否有成本效益? | 21 |
| 17.管控PM2.5，新加坡能、日本能、美國能、歐盟能、台灣不能? | 23 |

- | | |
|------------|----|
| 資料來源 | 24 |
|------------|----|



PM2.5就在你身邊



為什麼要知道PM2.5?

A：歐盟推估2005年其32國約有500萬民衆 只因PM2.5單一因素而喪命



PM 2.5 是燃燒排放物藉光化二度產生的細懸浮微粒，環保署與台塑沒有清楚告訴民衆其危害性。(柯金源攝)



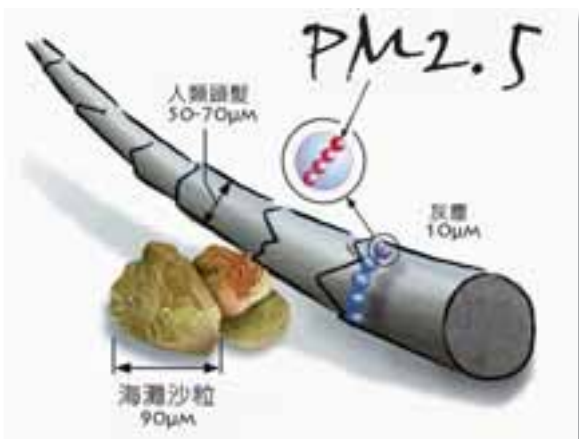
PM2.5引起的美國波士頓上空的褐雲。美麗的雲彩暗藏致命的PM2.5。

Q2

什麼是細懸浮微粒PM2.5?

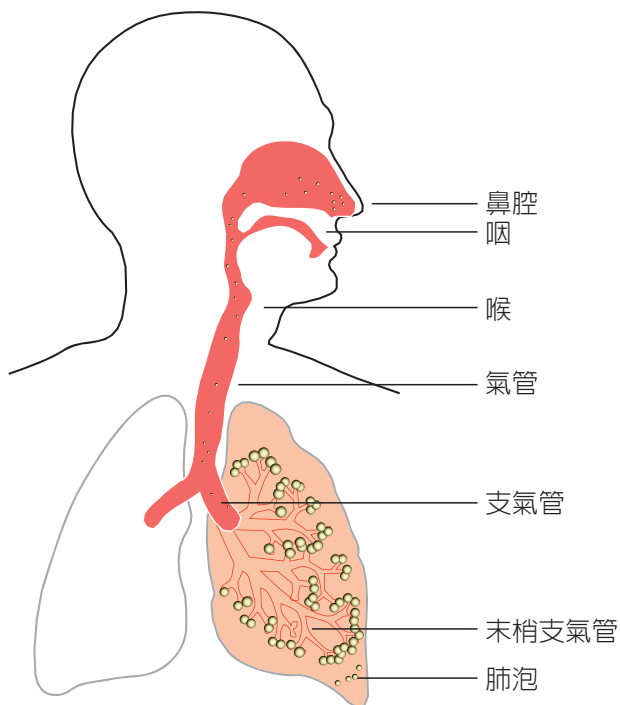
A：細懸浮微粒為飄散在空氣中的極微小的顆粒物質，英文名稱為 **particulate matter**。

PM2.5的定義為粒徑範圍在 $2.5 \mu\text{m}$ (微米，即百萬分之一公尺)或以下的細懸浮微粒(粒徑範圍在 $2.5 \mu\text{m} \sim 10 \mu\text{m}$ 為粗懸浮微粒，PM2.5-10)，單位以微克/立方公尺($\mu\text{g}/\text{m}^3$)表示之。



PM2.5大約只有頭髮直徑的 $1/28$ 、沙子的 $1/35$ 。因為非常微細所以可以穿透肺泡，直接進入血管中隨著血液循環全身。

空氣中的懸浮微粒會經由鼻、咽及喉進入人體，10微米以上的微粒可由鼻腔去除，較小的微粒則會經由氣管、支氣管進入人體內部。



Q3

PM2.5的來源

A：細懸浮微粒來源有三種：

- | | |
|-----------------|---|
| 1. 自然源
懸浮微粒 | 火山灰、塵灰、海鹽懸浮微粒等（佔極少數） |
| 2. 原生性
細懸浮微粒 | 火力發電廠、石化工廠、一般工廠燃燒不完全所產生的，包括重金屬、戴奧辛、多環芳香烴、及柴油車燃燒不完全的有機碳。 |
| 3. 衍生性
細懸浮微粒 | 工廠、汽機車、石化業排放之硫氧化物或氮氧化物、有機碳化合物，受到日光照射後所產生的硫酸鹽、硝酸鹽及有機碳等細懸浮微粒。 |

主要來源是人為的火力發電廠、石化工廠、一般工廠所產生的原生及衍生性的懸浮微粒



石化工廠硫氧化物重金屬戴奧辛致癌物

Q4 何處可見PM2.5?何時可見PM2.5?

A：空氣的能見度可以略知一、二。懸浮微顆粒（PM）在大氣之中會吸收及散射太陽光線，使得所觀察的景物呈現朦朧感、降低能見度(如圖)，白天常被誤以為是薄霧所造成的朦朧感。



九九峰不見了 草屯往九九峰方向拍攝

(攝: 王國翹 提供)

PM2.5=47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ◦ 2005.09.20



(若連續三天沒下雨，不見九九峰。)

PM2.5=16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ◦ 2006.06.03



(梅雨季下雨後，九九峰清晰可見。)

PM2.5你和我



Q5

PM2.5對健康有何影響？

A：PM2.5懸浮微粒易附著戴奧辛、多環芳香烴以及重金屬等有毒物質，長期吸入會引起過敏、氣喘、肺氣腫、肺癌、心血管疾病、肝癌、血液疾病等。

根據美國學者波普等人的研究，每立方公尺增加十微克($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$)的PM2.5，就會增加8%肺癌死亡率、6%心肺疾病死亡率、4%總死亡率。

反之，PM2.5濃度每下降 $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，該地區居民平均壽命就增加0.61歲。

PM2.5濃度的增減可增減壽命 Pope2002

每增加 $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

增加死亡率

8%肺癌死亡率

6%心肺疾病死亡率

4%總死亡率

每降低 $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

增加平均壽命

0.61歲

或223天

Q6 空氣中對人體健康有害的PM2.5濃度是多少？

A：根據聯合國的標準，PM2.5每天24小時平均濃度最高不能超過 $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，全年每日平均濃度不能超過 $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

若超過 $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 對，將對敏感體質者如：老人、小孩、有心肺和血管疾病、或呼吸系統疾病的人有害。

若超過 $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，對全數國民的健康都會造成傷害。

超過 $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ 對人體有害

濃度 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	空氣品質
1. <15	良好，一年每天的平均濃度不能超過 $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ (WHO)
2. 16-35	中度，一天中PM2.5的濃度最高不能超過 $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ (WHO)
3. 36-65	對敏感體質的人:如老人、小孩、有肺病、心血管疾病等人的健康有害
4. >65	對所有人體健康都有害

(資料取自世界衛生組織)

監測網站顯示：綠色為良好，黃色要小心，橙色不健康，紅色是有害

	台灣量測數值	轉換AQI	
Good	0-15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0-50	Green
Moderate	16-35	51-100	Yellow
Unhealthy for Sensitive Groups	36-65	101-150	Orange
Unhealthy	66-150	151-200	Red
Very Unhealthy Alert	151-250	201-300	Purple
Hazardous	251-	301-500	Maroon

(資料取自世界衛生組織)



Q7

PM2.5與沙塵暴有關嗎？

A：沙塵暴在傳輸過程中會挾帶污染物，如硫酸鹽、硝酸鹽、重金屬及戴奧辛等，當中多為粗懸浮微粒(PM2.5-10)，細懸浮微粒(PM2.5)占的比例雖然較低，但更容易挾帶污染物且更長時間懸浮於空氣中。

興建大度攔河堰，大肚溪下游將成乾燥的沙場，當東北風吹起時，彰化將陷入沙塵暴的危機中

國光石化的營運日耗水38萬噸，需興建大度攔河堰卻由納稅人買單

(資料取自經濟部水利署)



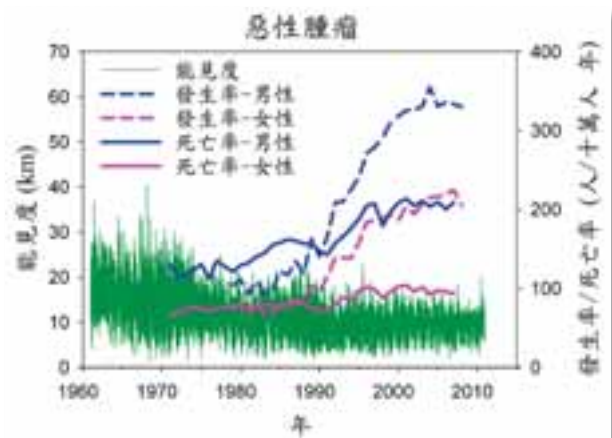
- 主方案：興建大度堰及輸水管線。
- 替代案：興建鹿港海淡廠(20萬噸)及大城海淡廠(40萬噸，由開發者自行建置)。

方案別	開發成本 (億元)	年維護 成本 (億元)	年處理 水量 (萬公噸)	
主方案	229億元	4.0億元	8.1	
替代案	鹿港區	99億元	12.4億元	18.2
	大城區	193億元	24.0億元	32.8
	合計	292億元	36.4億元	51.0

Q8

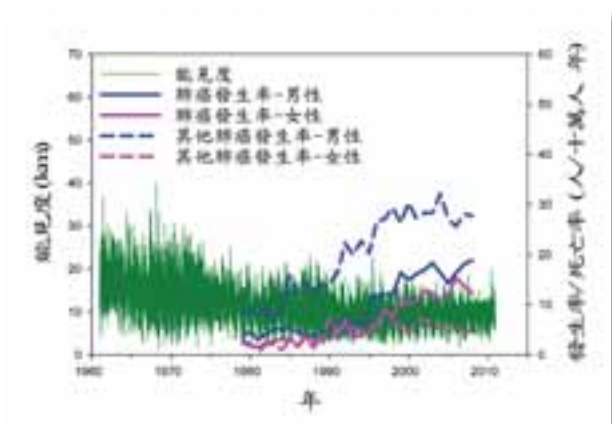
PM2.5、能見度與疾病？

A：能見度降低會增加惡性腫瘤的發生率與死亡率。



能見度愈低，PM2.5濃度越高，惡性腫瘤的發生率與死亡率愈高。（彰化縣）

資料來源：中興大學莊秉潔教授



能見度愈低，PM2.5濃度越高，肺腺癌及其他肺癌的發生率愈高。（彰化縣）

資料來源：中興大學莊秉潔教授

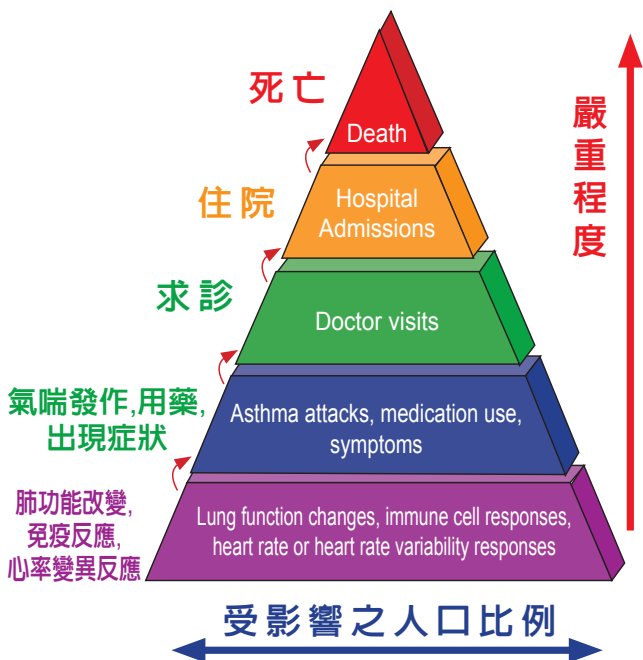
Q9

PM2.5對健康的危害？

A：近年來，許多流行病理學研究已確立PM2.5對於健康造成影響，包括：早逝、支氣管炎、氣喘、心血管疾病、肺癌等，無論長期或短期暴露在空氣污染物的環境之下，皆會提高呼吸道疾病及死亡的風險。

PM2.5的健康危害

"金字塔效應"



暴露在空氣污染的環境下，使人體健康不斷提高疾病及死亡的風險。

未來台灣老年人口比例即將驟升至總人口的二至三成，高達500萬700萬人，政府如不採取積極有效的行動管控PM2.5，則PM2.5不只危害民衆的健康，更將拖垮健保財政，成為健保致命的殺手。

高危險族群(含健保)

- 心血管疾病
- 肺病
- 糖尿病
- 肥胖
- 氣喘
- 社經弱勢族群
- 新生兒
- 嬰兒
- 孩童
- 老年人

PM2.5在台灣

Q10 台灣的PM2.5濃度是否東西南北有別？十餘年來是否減量？

A：是的，東部的PM2.5濃度顯著低於西部，但即使是污染程度最低的花東地區也無法符合美日的空氣品質標準；西部地區的濃度更是美日標準值的2-3倍。

此外，西部地區的細懸浮微粒濃度呈現由北向南逐漸增加的現象。

以1997-2009年間古亭空氣品質監測為例，經過長達十三年的努力，即連大眾運輸便捷污染較少的北市，PM2.5濃度並未顯著降低。



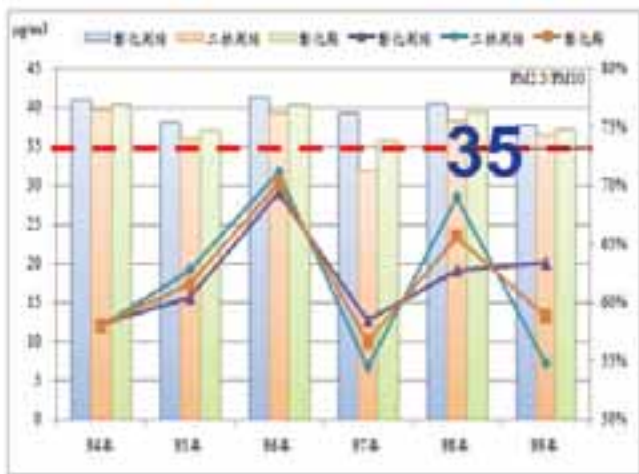
Q11 你知道彰化地區平常PM2.5的濃度是多少？

A：根據行政院環保署的資料，近年，彰化地區PM2.5年平均濃度約為 $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，夏季PM2.5月平均值可能會低於 $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，但在11月至4月之間，PM2.5濃度就經常超過 $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

台灣中、南部每兩天就有一天PM2.5濃度會超過 $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，我們已長期呼吸有害健康的空氣，而且PM2.5還經常會飆高到 $80-90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上，全面性危害國民健康。

彰化地區一年中PM2.5濃度分布

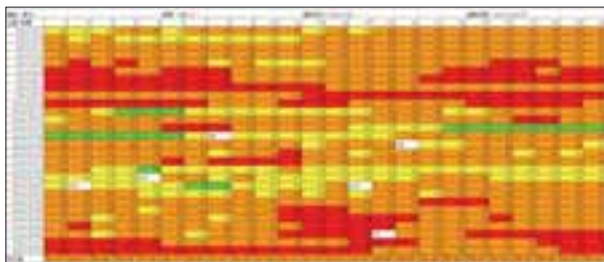
年平均	$40 \mu\text{g}/\text{m}^3$
5-10月（夏季）	$<40 \mu\text{g}/\text{m}^3$
11-4月（冬季）	$>65 \mu\text{g}/\text{m}^3$



彰化縣PM2.5年平均濃度介於

35~40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 之間。

全月空氣良好的日子不到5天



2011年二月全月彰化監測站測得PM2.5的結果

Q12 國光石化排放物質是否致癌？

A：六輕/國光石化排放之氯乙烯、丁二烯、苯等都是主要第一級致癌物質，長期暴露會直接造成人體發生血癌、肝癌、鼻癌、肺癌、膀胱癌、前列腺癌等癌症。



六輕/國光石化排放之主要第一級致癌物質及所致癌症（國際癌症研究組織 IARC）

Chemical	IARC Group	Cancer type by IARC [summarized by Hu]
Vinyl chloride (氯乙烯)	1	肝血管瘤及肝癌
1,3-Butadiene (丁二烯)	1	白血病(血癌)
Benzene (苯)	1	白血病(血癌)
Sulfuric acid (acid mist)	1	鼻癌、鼻竇癌、喉癌及肺癌
Arsenic / Inorganic arsenic	1	飲用水: 膀胱癌、肺癌及皮膚癌 高無機砷: 皮膚癌及肺癌
Beryllium compounds	1	肺癌
Cadmium compounds	1	肺癌及前列腺癌
Chromium compounds	1	肺癌
Nickel compounds	1	肺癌及鼻癌

上表為石化業主要排放之第一級致癌物質，會造成肝癌、肺癌、白血病(血癌)、喉癌、鼻竇癌、膀胱癌、皮膚癌等癌症。

Q13 你知道國光石化的營運會造成我們健康多大的影響嗎？

A：國光石化造成癌症死亡率將比六輕多**150%**，若國光石化營運後，國光石化營運每年淨增加癌症死亡人數多達**4260**人，台灣人的平均壽命減少**23**天。

國光石化營運造成健康的影響

全台癌症死亡率	增加 150%
每年癌症死亡人數	增加 4260 人
台灣人的平均壽命	減少 23 天

資料來源國立中興大學環境工程研究所莊秉潔教授

Q14 減量PM2.5我能作什麼？

A：原生性及衍生性細懸浮微粒PM2.5為人為產生，你我盡份心力小小減量累積力量大：

- 1.減少抽菸、烤肉、高溫油炸、拜香、燃燒金紙或稻草、煤炭、石油，少騎乘高污染汽機車。
- 2.避免二手菸，適時戴口罩等。
- 3.通勤多走路，使用腳踏車或坐公車等大眾運輸系統。
- 4.關心高耗能、高污染之產業政策，例如石化產業、煉鋼產業和高科技產業。關心你我環境、健康、及對世世代代子孫的影響。

行動篇：你我他

PM2.5你我他

先進國家PM2.5的現況及管制

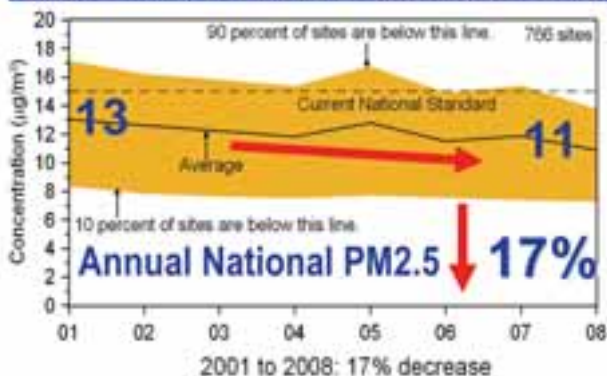
Q15 你知道目前先進國家對PM2.5的管制為何？

A :

先進國家PM2.5的管制 濃度單位 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

	日平均	年平均	
美國	35 (2006年)	15 (1997年)	法律1997年制定
日本	35 (2009年)	15 (2009年)	法律
新加坡		16-19	12 (2030年)
歐盟		20 (2015年)法律	18 (2020)法律
WHO	35	15	
台灣	未管制	為所欲為	為所欲為

美國年平均 PM2.5濃度從2001年的 $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 減至2008年的 $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，期間減少17%



Q16

空氣清淨法是否有成本效益？

A：美國環保署2011年3月1日評估報告指出，空氣清淨法（Clean Air Act）1990年版修正案在2010年所削減的細懸浮微粒與臭氧污染，預防16萬人免於因污染而過早死亡。

報告並推斷，到了2020年，修正案遏止細懸浮微粒與地面臭氧污染雖花費650億美金，但所獲得的效益，可達約2兆美元，而單在2020年即可挽救23萬民衆死亡。削減大氣懸浮微粒後，相關的過早死亡案例因而減少，此所獲得的效益約佔2兆美元中的85%。



美國環保署2011年3月1日報告，空氣清淨法（Clean Air Act）遏止細懸浮微粒與地面臭氧污染的效益

美國施行空氣清淨法 預防了以下案例的發生

	2010年 (案例數)	2020年 (案例數)
成人死亡人數	160,000	230,000
嬰兒死亡人數	230	280
死亡人數	4300	7100
慢性支氣管炎	54,000	75,000
心臟病 (急性心肌梗塞)	130,000	200,000
氣喘(急性、惡化)	1,700,000	2,400,000
急診	86,000	120,000
減少學童病假天數	3,200,000	5,400,000
減少員工病假天數	13,000,000	17,000,000

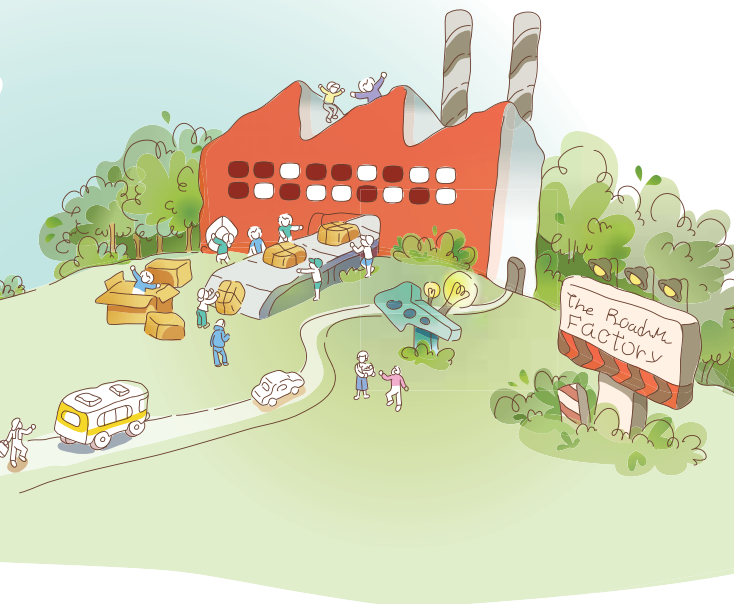
美國今年最新報告，在1990年所公布的空氣清淨法後所減少的PM2.5，估計在2010年減少16萬成人死亡，預估2020年則會減少23萬成人死亡。

Q17 管控PM2.5，新加坡能、日本能、美國能、歐盟能、台灣不能？

A：PM2.5對健康的危害是全面而顯著的，不分黨派、族群、階級，全民受害均可引發心肺血管疾病或肺癌等。

為了孩童、為了讓即將佔台灣人口三成的長者安享晚年；政府有責任有義務管控PM2.5，只要PM2.5濃度降至美國永準，台灣人民平均就可多活五百天。

我們強烈建議台灣要立法管控PM2.5，捍衛台灣的健康，守護台灣的未來。



PM2.5與健康

資料來源

- 1.行政院環境保護署
- 2.Pope : JAMA 2002
- 3.98年度：環保署/國科會(PM2.5)空氣品質標準建議及分析
- 4.環境報導: 1173位學者聯署: 沒有國光石化人民比較幸福 (2010)
- 5.圖片 王國翹 柯金源提供
- 6.彰化縣政府環境保護署
- 7.龍世俊：PM2.5的流行病學研究：Environmental Health Risk 2010年第三季季刊
- 8.Pope : NEJM, 360, 376-386, 2009.
- 9.周崇光：「細懸浮微粒」：空氣品質管理的新重心.中研院週報1276期
- 10.美國環境保護署
- 11.阮國棟：環境中奈米微粒. 科學發展2008 年1 月421 期
- 12.European Environment Agency
- 13.US Environmental Protection Agency
- 14.詹長權：台灣石化產業發展的新加坡條件