

中華民國第四十六屆中小學科學展覽會
作品說明書

國中組 生活與應用科學科

030810

以上帝為師~電子鼻在甲醛偵測的開發及應用

學校名稱：屏東縣立中正國民中學

作者：	指導老師：
國一 黃敏瑜	李天生
國二 王琪	章澤豐
國一 吳秋君	

關 鍵 詞：甲醛偵測、電子鼻、氣體吸附

以上帝為師~

電子鼻在甲醛偵測的開發及應用

摘 要

氣味能被吸附嗎？吸附後重量會增加嗎？甲醛是病態大樓症候群的元兇，要怎樣才能偵測得到？能模仿生物嗅覺模式組裝靈敏的甲醛偵測器嗎？這些引發出我的興趣。先利用炭材吸附蚊香味，以活性炭吸附 0.02g/g 最好，片狀竹碳磨碎後吸附增加 32 倍！但稱重法靈敏度很差(5900ppm)。為了改進，模仿生物的嗅覺模式以金屬氧化物晶片為接受器，吸附氣味後將改變電壓傳到示波器顯示，成功的開發電子鼻科技一號。反應電壓和甲醛濃度或注射量呈正相關，相關係數達 0.9 以上，靈敏度達 0.001ppm，再現性好，誤差只有 0.83%。科技一號偵測不受濕度影響，可應用到環境監測，偵測出裝潢三個月的櫃子約有 0.1ppm 的甲醛，驗證曝曬使合板甲醛易釋出，也可以辨識回鍋油，希望科技一號能對環保貢獻一份力量。

壹、研究動機

有一次買了一件 49 元的衣服，沒想到回家穿不到一天，就引發氣喘。想了想可能是衣服的原因。就像自然下冊第六章講人類與環境一樣，空氣污染會引起過敏、氣喘或其他呼吸道的疾病。而最近的新聞報導說中國大陸製的衣服上常含有過量的甲醛，而很多辦公大樓由於裝潢材料常會經年累月的持續釋放出過量的甲醛，引起『病態大樓症候群』影響健康。

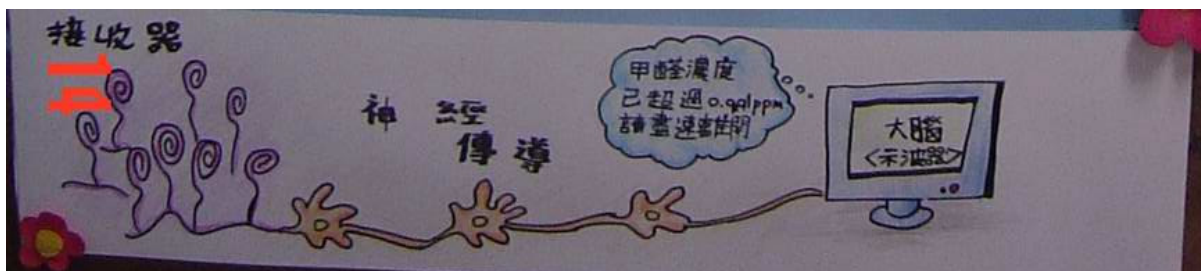
如果能夠發明一種靈敏的甲醛偵測器，就能預先知道衣服是否含過量的甲醛，避免掉氣喘發作。在大樓裝潢前避免使用含有過量甲醛的材料或對居住環境進行體檢，就能夠避免受到傷害。

人體就是一種甲醛偵測器，只不過一、不夠靈敏，人能聞到的最低濃度只有 0.8ppm，高出慢性傷害的風險濃度 0.004ppm200 倍，所以人的鼻子還不夠靈敏，否則我們一聞出有甲醛立刻走開就能避免傷害。二、甲醛氣體對人體有害，它會引起呼吸道、眼睛、鼻子、喉嚨等的傷害，甚至有潛在的致癌性，不能夠直接用人當偵測器。那麼發展出一個比鼻子更敏感的甲醛偵測器就是避免傷害的第一步了。

關於製造靈敏的甲醛偵測器，有幾個想法：一、氣味可不可以被吸附？二、被吸附的氣味會不會使重量增加？如果答案都肯定，那可以用各種碳材來吸附，看靈敏度如何？能不能比鼻子更敏感呢？

我看了電影機械公敵中，機器人在烤蘋果派給阿嬤享用時，突然想到，機器人怎麼聞味道的呢？他是不是像我們的鼻子，像自然上冊第五章學的感覺器官一樣，是有接受器、有神經傳導到腦去判斷呢？那我們可不可以直接模仿一些嗅覺靈敏度比人還高的動物如狗、貓、青蛙，將他們嗅覺部份(鼻黏膜；接受器)直接刮下來，再接上電線(當神經傳導)，最後連上電腦(當成人腦)來聞味道，就可以知道味道的濃度呢？

找了相關資料，知道有一家公司發展出相當於嗅覺接受器的晶片，用在各種不同場合如瓦斯、火災或喝酒過後的偵測上。雖然沒找到甲醛偵測的晶片，但是已經符合我的初步構想，也就是這種晶片是靈敏又不怕受傷害，而且還可重複使用，所以用市售晶片為起點，開發甲醛偵測器。相信可以上帝為師，模仿生物的嗅覺。最後成功開發出電子鼻科技一號，且可應用在各種環境品質的監測及回鍋油的辨識。



貳、研究目的

- 一、氣味是不是能被吸附?被吸附的氣味會不會使重量增加呢?
- 二、那一種炭材比較可以吸附污染氣體。
- 三、磨碎炭材對吸附的影響(那一種顆粒大小吸附得多?)。
- 四、吸附炭材最大能吸多少(飽和度實驗)?最少要吸多少才測得到(靈敏度實驗)?
- 五、尋找仿造生物~電子鼻的材料。
- 六、組裝電子鼻甲醛偵測器。
- 七、電子鼻科技一號靈敏度、專一性、再現性的測試。
- 八、電子鼻科技一號對室內、外環境品質的監測及應用。
- 九、電子鼻科技一號對回鍋油的辨識與應用。

叁、文獻探討

一、什麼是病態大樓症候群？

病態大樓症候群就是員工對室內工作環境的一種反應症狀，並不是一種明確的疾病。根據內政部建築研究所的調查發現，全台灣有 82% 的上班族在辦公室經常感到頭痛、疲倦甚至噁心，12% 的上班族甚至天天出現身體不適的症狀，包括打噴嚏、喉嚨乾燥、眼睛鼻子過敏、頭痛、昏昏欲睡、容易疲倦、咳嗽、氣喘、皮膚發癢、情緒起伏大...等，這種現象就是病態大樓症候群。

經調查後發現有一項是甲醛的問題，甲醛存在於家具或合板的黏膠上，剛裝潢過的大樓就會有味道，引發病症，甚至十年後還清除不掉這一類的味道，所以大樓症候群是應該深思的問題。

二、甲醛是什麼呢？

甲醛 (Formaldehyde; CH_2O) 為易燃性、有毒腐蝕性氣體。被廣泛應用在工業生產建築物材料及多數家用產品的化學原料，就像做油漆、膠合劑。像裝潢時候用的三合板、粒板，就用到膠合劑。它也是會在燃燒、抽菸、汽車廢氣等及一些自然過程中所產生。所以**甲醛會出現在室內及室外環境**。

甲醛製作的膠合劑黏度很高，市面上的膠合劑 80% 都以甲醛作原料。據調查甲醛是室內空氣污染最嚴重氣體。而傢俱中的甲醛慢慢的揮發，甚至 10 年以後都不會完全消失。

三、甲醛污染標準

美國規定較嚴格，連在裡面幾個小時的甲醛含量規定會因而不同，比如說 8 個小時甲醛含量規定標準是 0.001ppm、瞬間不可超過 0.3ppm。大陸則說醫院、養老院、辦公室... 第一區民用建築，不得超過 0.06ppm。台灣環保局目前只建議高限 0.1ppm，還不是規定，好像美國和大陸都比台灣先進，要求也嚴格！



肆、研究設備及器材

一、研究一 氣味吸附實驗

(一)、器材

			
電動磨碎機	各種大小不同粒徑篩網	烘箱、坩鍋	乾燥器
			
廣口瓶、紗網	微量上皿天秤	廣口瓶、蚊香、蚊香架	秤量紙、稱藥匙、鋁盤

(二)、藥品



相思木炭

備長炭

竹炭



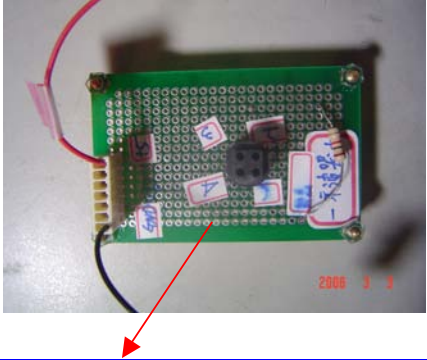
麥飯石

骨炭粉

活性炭

二、研究二 甲醛偵測電子鼻的開發實驗

(一)、器材

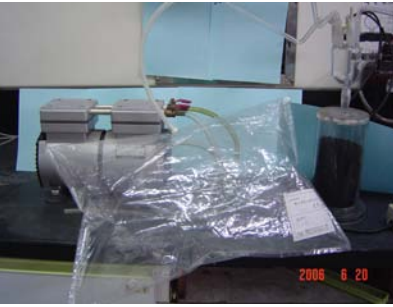
	
晶片(市售氣體感應晶片)	電路板(電子材料行代製)
	
電源供應器(GW 廠牌 GPC-3030D 型號)	示波器 (Tektronix 廠牌 TDS1012 型號)
	
100ml 氣體採樣瓶 (血清瓶)、 橡皮塞、鋁蓋、封口機	注射用玻璃罩、針筒、操作櫃

(二)、藥品

福馬林(37%)	酒精(95%)	甲醇	甲苯	醋酸(0.99%)
----------	---------	----	----	-----------

三、研究三 甲醛偵測電子鼻的應用

(一)、器材

		
10 公升空氣採樣袋	氣體採樣器	空氣幫浦
		
活性炭洗滌瓶	封口膜	以活性炭過濾的乾淨空氣洗袋

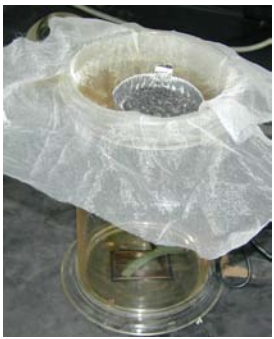
(二)、採樣地點

1.新裝璜的房間 及櫃子	2.車子排放廢氣	3.廚房油煙	4.戶外空氣	5.剛油漆的房間
-----------------	----------	--------	--------	----------

伍、研究過程、結果和討論

一 研究一、氣味吸附實驗

(一)研究過程

			
1.買來各種炭材，分成原樣品和磨碎過篩成不同粒徑 2、0.5、0.074 及 0.053mm 進行實驗。		2. 105°C 烘箱烘乾，拿出來放乾燥箱備用，避免吸濕。進行以下吸附實驗。	
			
(1) 點燃蚊香放於大廣口瓶內 把鋁盤(盛各炭材約 5 g 重，精確記到小數四位) 置放到紗布上，蓋上玻璃蓋。(紗網可請一個人 拿著，放在廣口瓶上，另一個人則蓋上大廣口 瓶的蓋子，可避免翻倒)		(2) 蚊香氣體吸附實驗裝置： 一定時間後自瓶內取出精確 稱重炭材吸附蚊香氣體後重量	

(二) 氣味是不是能吸附呢?被吸附的氣味會不會使重量增加呢?

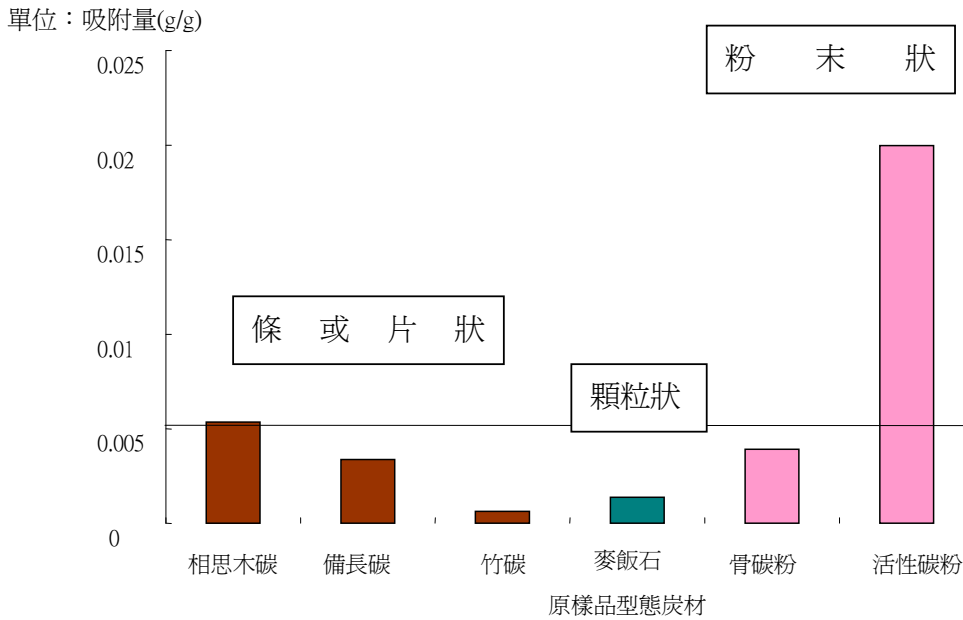
甲醛是無色透明氣體，分子量很小，若直接拿炭材來吸附，測不太出來，且甲醛有毒，如果直接用的話，怕影響健康，所以先拿蚊香來做實驗。由表一可以看出，各種炭材經過蚊香薰蒸後，重量增加了！證明氣味可被吸附，雖然看不到，吸附後重量增加了！增加在 0.0088~0.1017g 範圍之間。

表一、各種炭材吸附蚊香氣味 40 分鐘後的重量變化

炭材	粒徑 (mm)	實驗時間	鋁盤及炭材重(g)		增加重量 (g)
			吸附前	吸附後	
竹炭 (原樣品)	(1.5×3cm)	13:55-14:35	5.2294	5.2059	-0.0235
竹炭	0.5	13:18-13:58	6.2698	6.3715	0.1017
竹炭	0.074	9:53-10:33	6.2602	6.3412	0.0810
竹炭	0.053	9:48-10:28	6.2521	6.3390	0.0869
備常炭	0.5	13:10-13:50	6.2732	6.3436	0.0704
骨炭	0.5	9:57-10:37	6.2502	6.3344	0.0842
木炭	0.5	13:25-14:05	6.2177	6.2916	0.0739
活性炭	0.5	15:46-16:26	5.2801	5.3631	0.0830
麥飯石	2	16:28-17:03	5.2219	5.2309	0.0088

(三) 那一種炭材比較會吸附？

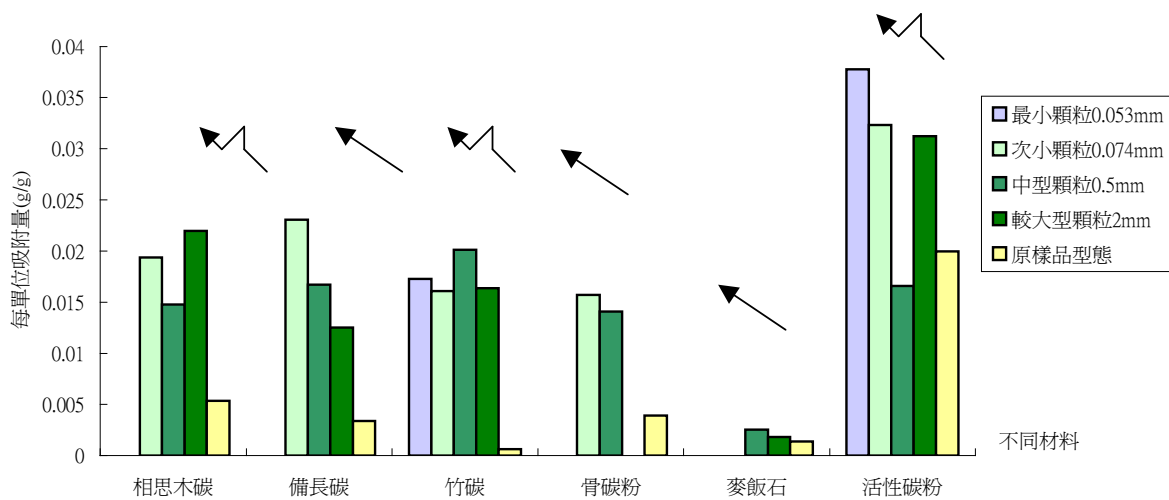
蚊香氣體的吸附實驗，發現活性炭吸附效果最好(圖一)，每克可吸 0.02g 的蚊香氣。顆粒狀、條狀炭材吸附力並不好，為什麼粉狀活性炭吸附力這麼好？因為條狀顆粒太大無法吸附嗎?所以把炭材磨碎過篩，以進行吸附實驗。



圖一：各種天然材料原樣品型態吸附蚊香氣體 40 分鐘後，每單位克重吸附能力比較
(顆粒狀吸附最差，條或片狀吸附也不好，粉狀活性炭吸附最好)

(四) 磨碎以後吸附量是否會增加？

磨碎以後，確實會使吸附較差的條狀炭材(竹炭、備長炭和相思木炭)都變的很好(圖二)。可以證明磨碎後顆粒小，表面積大可以吸附多。但竹炭、相思木炭的最小顆粒並不是吸附最多的？推測是還沒吸附飽和，所以進一步做隨時間吸附量變化實驗。

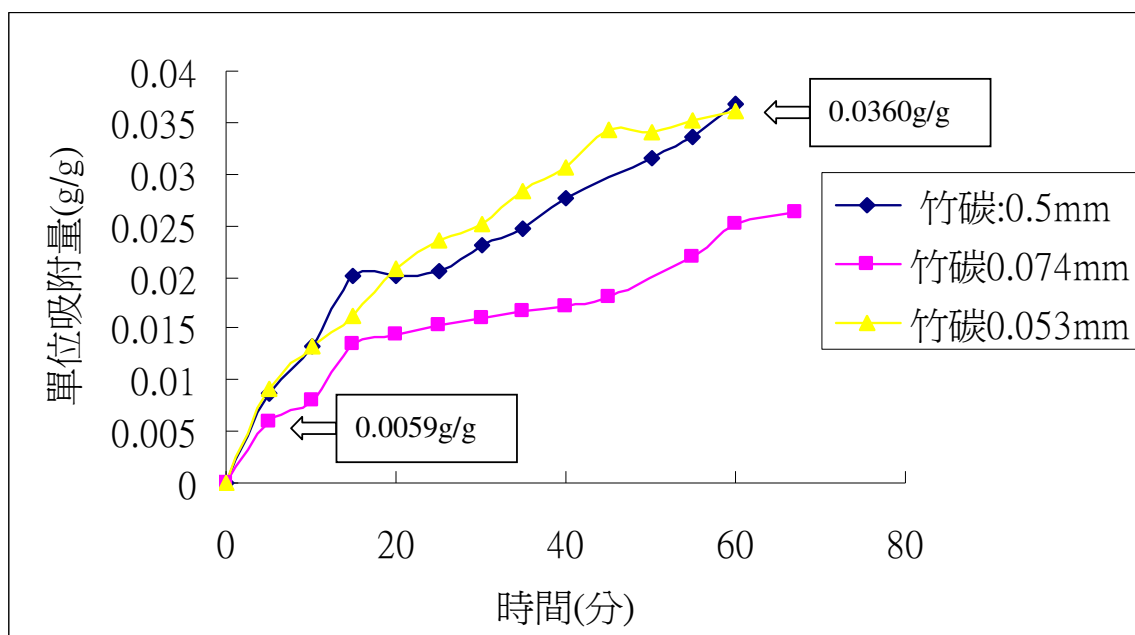


圖二：各種炭材料不同粒徑大小 吸附蚊香40分鐘後每單位克重吸附能力比較圖

(備長炭和麥飯石隨著顆粒變小，吸附量逐漸增加。但原來就很細的活性炭，過篩後 0.074mm 的顆粒，反而吸附力變差。竹炭、相思木炭的最小顆粒也不是吸附最多的)

(五) 飽和吸附曲線實驗及靈敏度實驗

竹炭吸附量隨時間增加(圖三)，前 20 分鐘吸附量增加很快，然後緩慢上升，一直到 60 分鐘還沒飽合，耗費時間很長，改變量最少 0.0059g 最多 0.03609g，實驗在 1L 廣口瓶中進行，吸附量換算成氣體濃度是 $5900\text{mg}/\text{m}^3$ (公式: $0.0059 \times 1000\text{mg}/1 \times 0.001\text{m}^3$)，假設密度為 1，就是 5900ppm。天啊！只能偵測到這麼濃的味道，一般污染都是只有幾 ppm 甚至於幾 ppb 而已啊！甲醛 1ppm，人就聞得到，所以我開始想，要怎麼樣模仿人鼻，來做出一個敏感度高的偵測器呢？



圖三：竹炭隨時間吸附蚊香氣體重量變化曲線

二、研究二、甲醛偵測電子鼻的開發實驗

(一)甲醛偵測方法的選擇~電子鼻

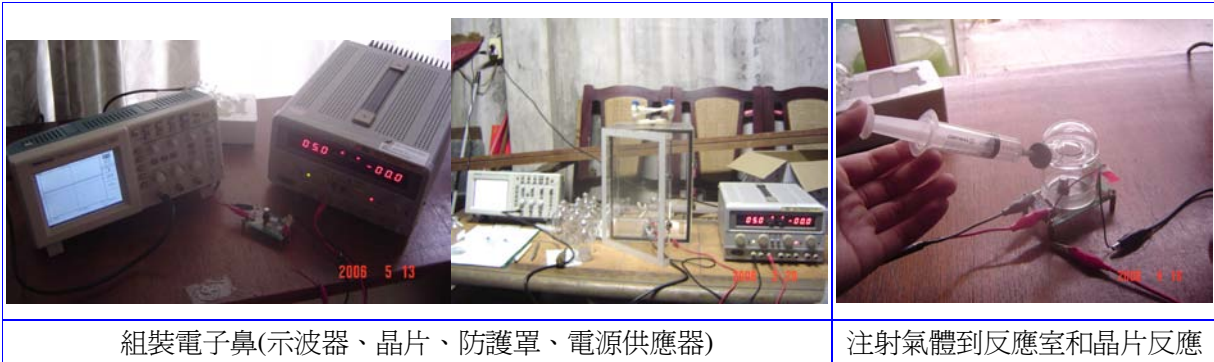
炭材吸附氣味要上千 ppm 才測得出來，但是環保署空氣品質的甲醛含量建議值只有 0.1pp.m，所以吸附重量法的靈敏度不夠高，最好要有 6 位數的天平，但 6 位數天平非常昂貴又很難秤。即使有 6 位數天秤，也只能測到十幾 ppm，這還是不夠的，因為美國職業安全與健康局規定環境安全的容許最高量(8 小時)是 0.016ppm，至少要找 8 位數的天平呢？實驗做到這裡，遇到了瓶頸，後來看了機械公敵那個會做蘋果派的機器人，我想機器人怎麼可以聞？生物課曾介紹：嗅覺靠的是感覺接受器接受氣味的刺激，然後再經由神經傳遞訊息，那機器人的接受器是甚麼？夠不夠靈敏？人對甲醛能聞到的最低濃度是 1ppm，人鼻是很靈敏的，人鼻是最好的偵測器，我們應效法上帝的傑作，模仿一下。是不是可以解剖青蛙的鼻子，挖一些鼻黏膜來當接受器，接上電線傳遞給電腦來判斷呢？我開始上網找資料，發現有很多電子鼻的應用，像是以電子鼻來偵測健康或火災等。也有一家公司賣晶片，可以自行組裝偵測器，很便宜，我很高興，就向他們公司購買進行測試。

(二)組裝電子鼻裝置

買到三種晶片後，請電子材料行，做了一個電路板，電路板中間有 4 支腳的插槽，就是晶片 4 支腳插入的地方。晶片裡有加熱板和金屬氧化物板，當有氣體通過受加熱並和金屬氧化物板反應，會改變電流及電壓。電路板的一端由電源供應器供給 5 伏特的電壓，另一端電壓輸出到示波器顯示，這樣完成電子鼻的裝置。

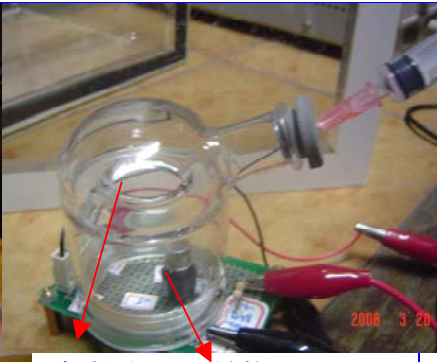
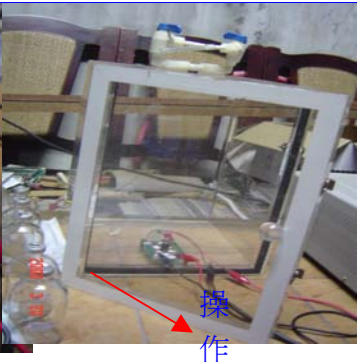
我們做了一個玻璃罩，罩住晶片當反應室，玻璃罩上有注射孔，用橡皮塞著，可用針筒注入氣體來看反應。因為測定的氣體可能有毒性，所以另外做一個壓克力箱子罩著，做成保護的隔離裝置。

測定的時候，供應電的電壓設定為 5 伏特，示波器用直流電來看，縱軸設在每四格顯示 1 伏特，橫軸顯示每一格 1 微秒，觀測反應後平均電壓值 (mV)，將反應平均電壓減去反應前的基準電壓的差值做為反應值。一般基準電壓約在 100-300 mV，反應值可由幾十毫伏特到幾個伏特值。



(三)電子鼻篩選實驗

1.研究過程

		
	玻璃罩 晶片	操作櫃
(1) 取 10ml 37%福馬林放入 100ml 血清瓶(注意：福馬林有毒，實驗必須在抽氣櫃裡做，帶上 N95 的口罩)，塞上橡皮塞、鋁蓋，以封口機封住瓶口。	(2)等過夜平衡，撕開鋁蓋，插入針筒，抽取上部氣體，注入晶片外的玻璃反應室，觀測示波器伏特值。	(3)要在操作櫃中實驗(避免毒性氣體外洩)

2.結果與討論

人的鼻子上有很多接受器，我們希望要從各種晶片中選擇出最好、最可以聞到甲醛的晶片來當嗅覺接受器。由表二 2 號晶片反應值最大。於是選定 2 號為測試晶片。

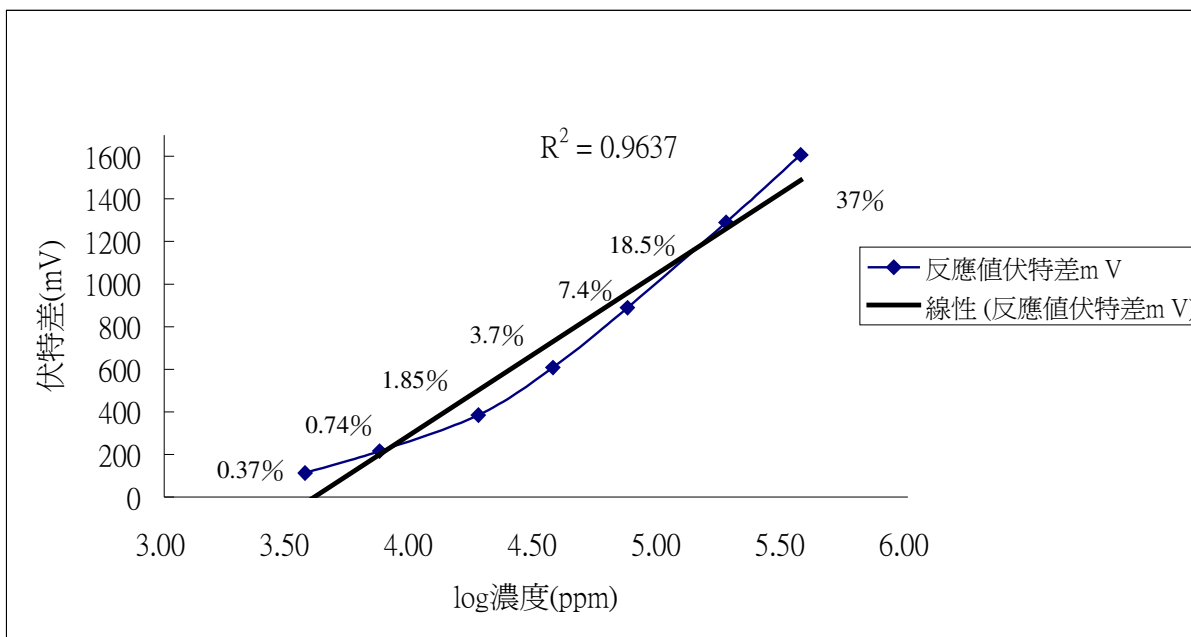
表二： 不同型號晶片測試 37% 福馬林的反應值(電壓)

晶片編號	注射體積 (mL)	樣品	最大反應 (mv)
1	0.2	37%福馬林	40
2	0.2	37%福馬林	600
3	0.5	37%福馬林	240

(四)建立電子鼻測定氣體(甲醛)濃度和反應(電壓差)的關係圖

1. 改變甲醛濃度注入定量氣體體積實驗

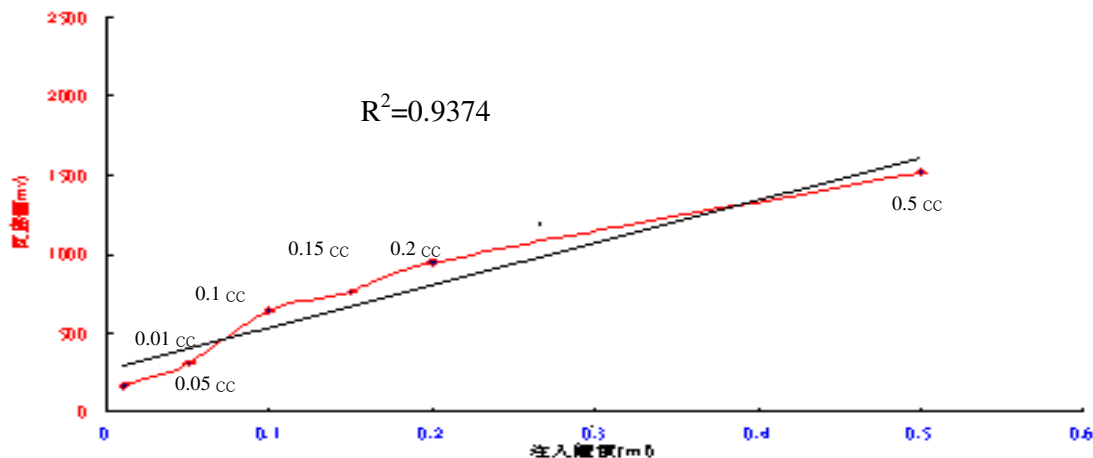
分別抽取裝 10mL 不同濃度(0.37~37%)福馬林的 100ml 血清瓶上部氣體 1ml，注入反應室。由圖四可以知道濃度(取對數值)與反應呈正相關，相關係數 0.9637，濃度越高，反應值越大。



圖四:抽取不同濃度甲醛上部空間氣體 1ml 注射後晶片伏特變化差值(液體濃度取對數值)

2. 固定甲醛濃度，改變注入氣體體積實驗

分別抽取裝 10ml 37%福馬林之上部氣體不同體積(0.01~0.5 ml)注入反應室，注入反應室，紀錄示波器反應值。由圖五知道注入體積與反應電壓有正相關，相關性也很好有 0.9374。



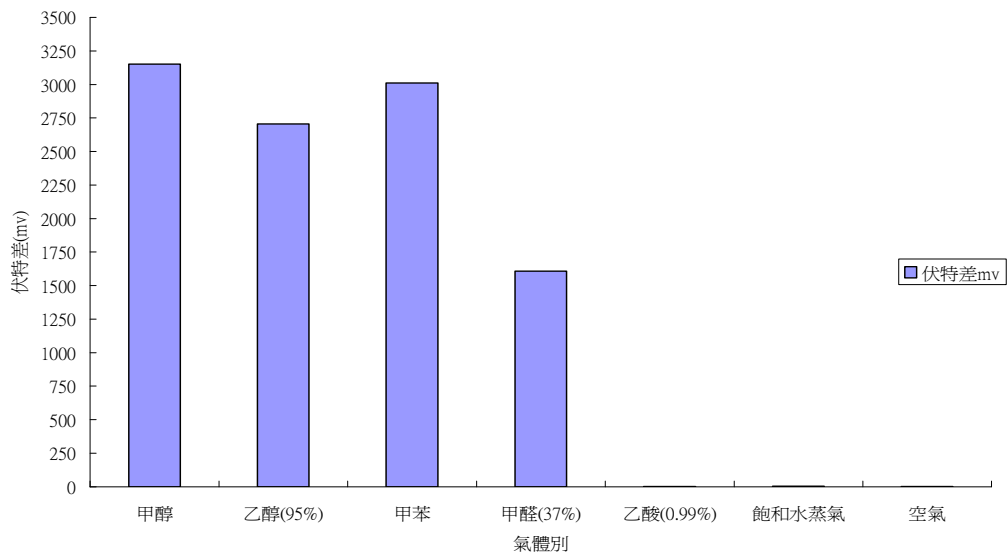
圖五：由裝 10mL 37%福馬林血清瓶抽取上部空間 各種氣體量注入後晶片反應值

由改變甲醛氣濃度及改變注入甲醛體積所得關係圖，可用於未來收集未知濃度甲醛氣體的濃度判定。

但是實際在大自然的狀況下，我們可能很難收集到單一成分之甲醛氣或所收集的氣體可能是混合物或根本不知是否含有甲醛？如果，我們注入這樣的氣體，電子鼻能辨別它嗎？於是，我們做了晶片的專一性實驗。

(五)晶片專一性實驗

由圖六晶片對乙酸、飽和水蒸氣或空氣均無反應，台灣海島型氣候，溼度變化大，對水氣沒有反應，任何溼度都可以用，很穩定。對甲醇、乙醇和甲苯有相當反應，這是晶片原先的設計，因此可以對多種空氣污染物進行監測。晶片對甲醛專一性雖比碳材還好，但因只有一個晶片，要能分辨這麼多味道很困難，我們的鼻子能分辨各種味道是因為有很多接受器。要提高辨識度，可能要多用幾個晶片。



圖六：注入 1ml 不同氣體後晶片反應伏特差值

(分別抽取 1ml 裝 10ml 甲醇、乙醇(95%)、甲苯、福馬林(37%)、乙酸(0.99%)、飽和水蒸氣的血清瓶上部空氣，另外一瓶什麼都不要裝，用空氣當對照組。)

(六)晶片再現性實驗

另外，我們也注入相同濃度的甲醛多次，測試晶片的再現性。結果再現性很好，標準偏差值為 14mV，誤差百分比只有 0.83%(表三)。

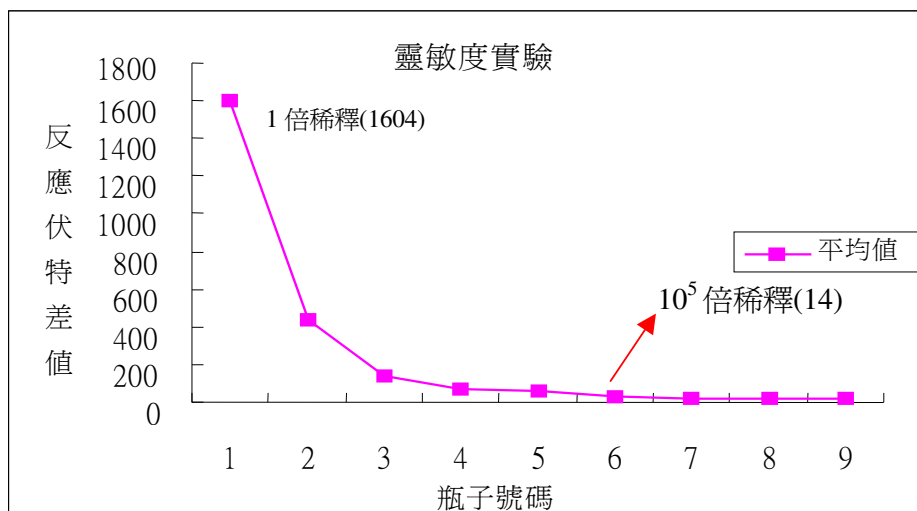
表三 抽取 1ml 裝 10ml 的 37%福馬林溶液血清瓶上部空間氣體後注入反應室晶片反應值

實驗次數	1	2	3	4	5	6	7	平均	標準偏差值
伏特差(mV)	1730	1708	1703	1718	1737	1707	1680	1712	14
誤差百分比(%)	1.05	0.23	0.53	0.35	1.46	0.29	1.87	0.83	

(七)晶片對甲醛氣體偵測靈敏度實驗

研究一中碳材吸附氣味的靈敏度差(5900ppm)，那麼晶片對甲醛偵測的靈敏極限值為何呢？是否比人的鼻子敏感呢？

由圖七知道當 37%福馬林的上部氣體(濃度約 100ppm)被稀釋 10^5 倍時，反應值已近於標準偏差 14mV，故其偵測極限約為 10^5 倍時稀釋的濃度 0.001ppm。電子鼻靈敏度 0.001ppm，已經低於環保署的空氣品質建議的甲醛含量 0.1ppm，相對於人鼻子的靈敏度 0.86ppm 更好。



圖七：電子鼻晶片靈敏度實驗

(抽取 10mL 裝 10mL 37%福馬林血清瓶上部空間氣體，注入另一空的 100mL 血清瓶中。(此空血清瓶已先抽 10mL 空氣出來)，就是 10 倍稀釋。依此系列稀釋到 10^9 倍。抽取 1mL 注入反應室，觀測晶片反應值。)

很高興 2 號晶片組裝電子鼻通過了濃度－反應關係、專一性、再現性及靈敏度實驗，正式將它命名為『電子鼻科技一號』，開始應用在室內、外環境品質的監測。

三、研究三、甲醛偵測電子鼻的應用~室內、外環境品質監測

(一) 電子鼻科技 1 號對居家裝潢、汽機車排氣的偵測

1.研究過程

 左袋在抽氣，右袋在充氣洗滌	 2006 3 28
(1)先以活性炭過濾空氣來洗 10L 採樣袋三次,再到各個地方以小型採樣器收集氣體。	(2)以針筒抽取 10ml 採樣袋中氣體注入電子鼻的氣體反應室中，記錄伏特反應值，實驗三重複。

2.採樣



採樣裝潢房間



採樣裝潢抽屜



採樣汽車排氣



採樣廚房油煙

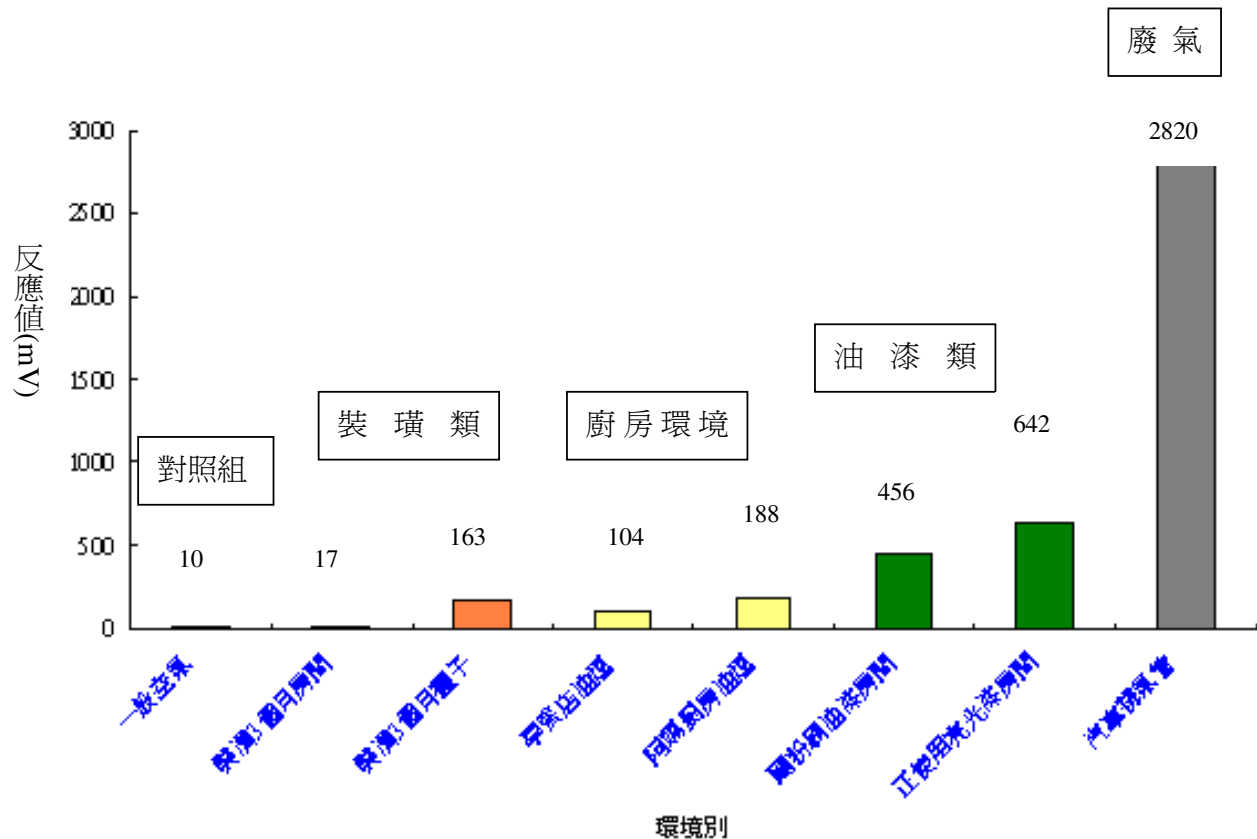
2.結果與討論

『電子鼻科技一號』實際測定各種環境中的氣味時，能夠分辨污染或乾淨的空氣，一般空氣和裝璜過三個月的房間測值較低(10-17mV)，在偵測極限上下，而裝璜櫃子及油煙、油漆或汽車廢氣數據就大於偵測極限。實際上我們在測定時櫃子確實有新的東西的味道，甚至會讓眼睛不舒服，而裝璜的房子則是味道較淡，基本上符合我們鼻子感官上的感覺。裝璜的櫃子反應值為 163mV，依照濃度和電壓反應的關係推測他可能有約 0.1ppm 的甲醛，不符合美國職業健康局規定的 8 小時環境限值容許量(NIOSH REL)0.016ppm，比危險量應離開現場值(NIOSH IDLH) 2.0ppm 要低，所以是安全的，比瞬間不可超過的瞬間暴露量(ACGIH STEL) 0.32ppm 也要低，與台灣環保署空氣品質建議值一樣，要注意！

櫃子為什麼比裝璜過的房間高 10 倍多呢?應該是通風不通風的關係吧！所以通風是讓毒氣排出的好方法！

廚房或早餐店油煙的反應值在 1、2 百之間，油煙是中國人煮飯特有的，也是造成媽媽們肺癌的可能原因，雖不知是不是甲醛，但在有油煙場合應該要戴口罩。

另外對於油漆類(油、水性泥漆、亮光漆)及車子排放之廢氣，不但可以偵測，數值還相當高。經換算正使用亮光漆房間有相對甲醛量 1.4ppm，已經超過瞬間不可超過的暴露量(0.32ppm)逼近應離開現場的危險值 2.0ppm 了！



圖八：電子鼻科技一號對室內、外環境品質現場監測結果
(以採樣袋採空氣樣後，抽取 10mL 注入晶片反應室)

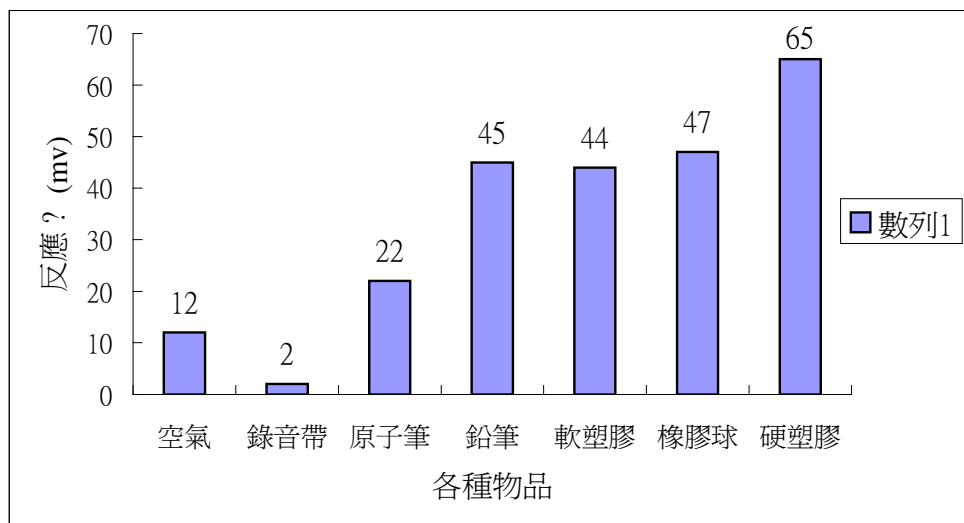
(二) 電子鼻科技一號還能聞到什麼？

1.研究過程

		
500ml 血清瓶實驗 把鉛筆、原子筆、橡膠球等放入 500mL 血清瓶中，封蓋平衡後，抽取 10 ml 注入反應室。	100ml 血清瓶實驗 把立可帶、保立龍、木屑等放入 100mL 血清瓶中，封蓋平衡後，抽取 10 ml 注入反應室。	25ml 量杯膠類實驗 膠類會破壞血清瓶，改用 25 ml 量杯，蓋上採樣罩，平衡 25 分鐘後抽取 5 ml 注入反應室。

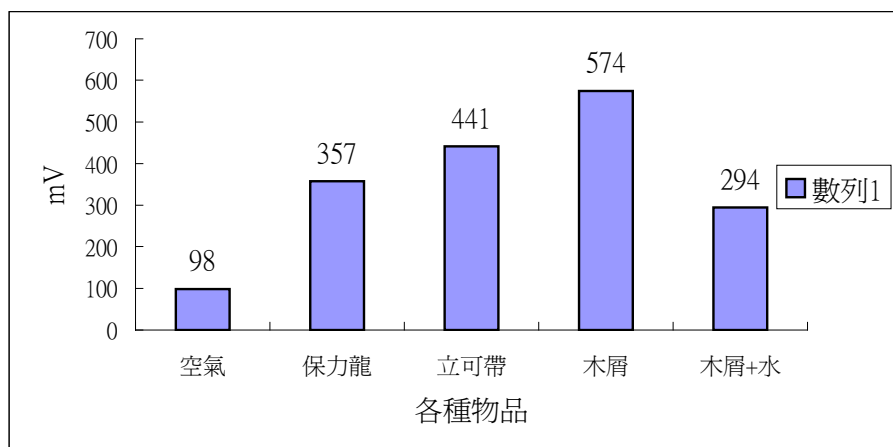
2.結果與討論

我們發現電子鼻科技一號和我們的鼻子很像，空氣或文具、塑膠都不太有味道，反應值也在 70 以下（圖九）；立可帶、木屑刺鼻反應值上百（圖十）；強力膠、油漆很臭反應值上千（圖十一）。



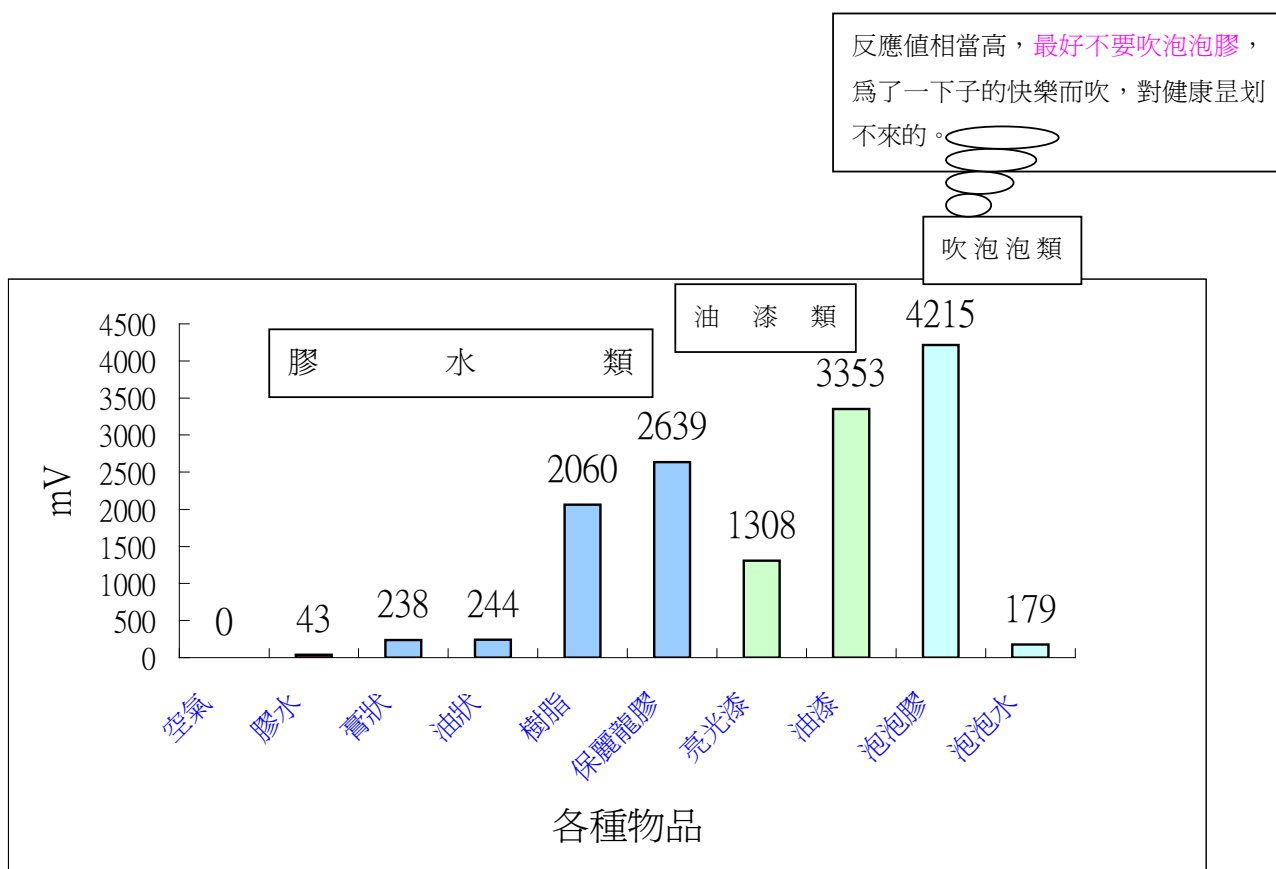
圖九：各種文具的氣味電子鼻科技一號反應值

*軟塑膠：是指塑膠袋，硬塑膠：是指塑膠瓶或錄音帶盒這種比較硬的塑膠。



圖十：各種物品的氣味電子鼻科技一號反應值

(木屑是各種裝潢板子裁下來的，很刺鼻，反應值也很高，
做合板用的尿素甲醛樹脂就是室內污染的甲醛最大來源)



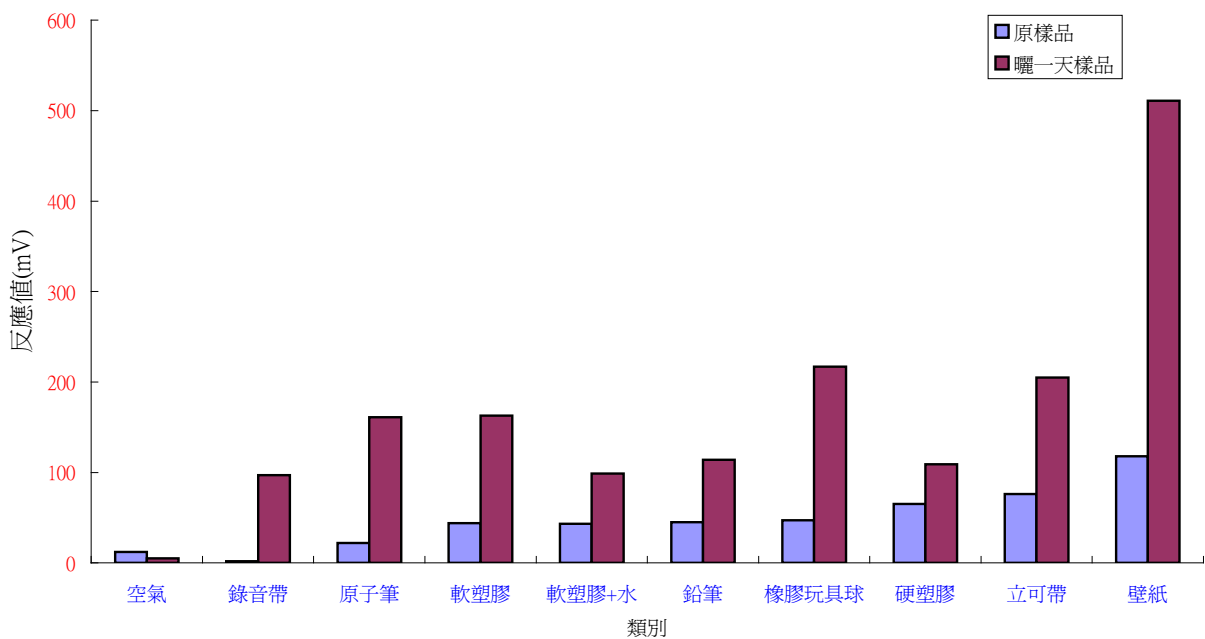
圖十一：各種物品的氣味電子鼻科技一號反應值

(樹脂、保麗龍膠、亮光漆和油漆反應都很強，亮光漆美勞課常常使用，文具上
並無標示成份，但查資料含甲苯、丙酮等有機溶劑，能少用就少用，或者要帶口罩使用)

在各項實驗過程，我們注意到不論什麼東西，放在車上曬以後釋放出的物質就增加。另外加了水以後，反應值就會下降。而屏東天氣炎熱陽光又強，車子裡面很悶，因此我們進行了下一個實驗，”什麼東西不要放在車上曬”？

(三) 什麼東西不要放在車上曬？

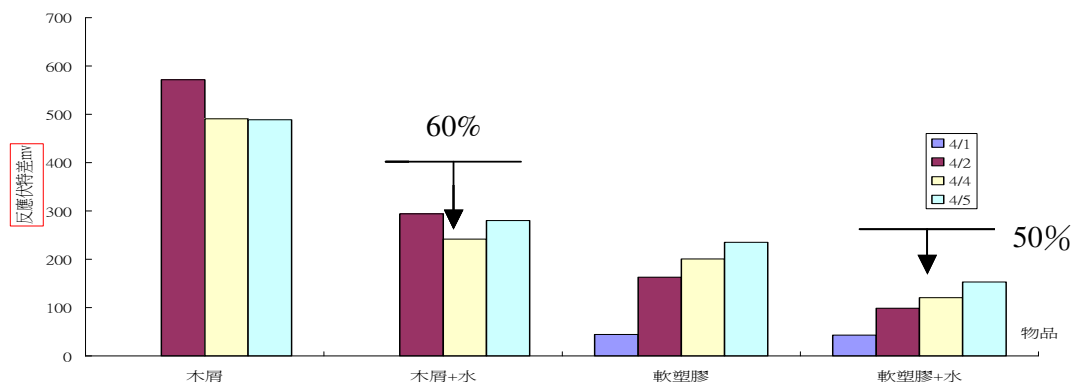
將各種物品放入血清瓶中平衡一天以後再拿到車上曬一天，車內陽光強的話溫度最高可到 60 度，晚上再拿回室內等和室溫一樣以後測定，我發現除了空氣不管什麼東西只要一曬，反應值就變高約 2-7 倍，表示有更多的東西，因為熱釋放。



圖十二：不同物品放在 500ml 血清瓶置於車內曬一天後氣體釋放變化值

*抽取血清瓶上部氣體 10ml 注射入電子鼻科技一號反應室

另外我們注意到水是很好的溶劑，只要瓶子有加水，氣體釋放量就會減半，如圖十三軟塑膠加水以後平均下降 60%，木屑加了水，平均下降 52%，所以推測如果車上放瓶裝水，在車內溫度高到 50~60℃的情況下，釋出的化學物質會溶解到水中，那麼這種水是不建議也不適合飲用的。



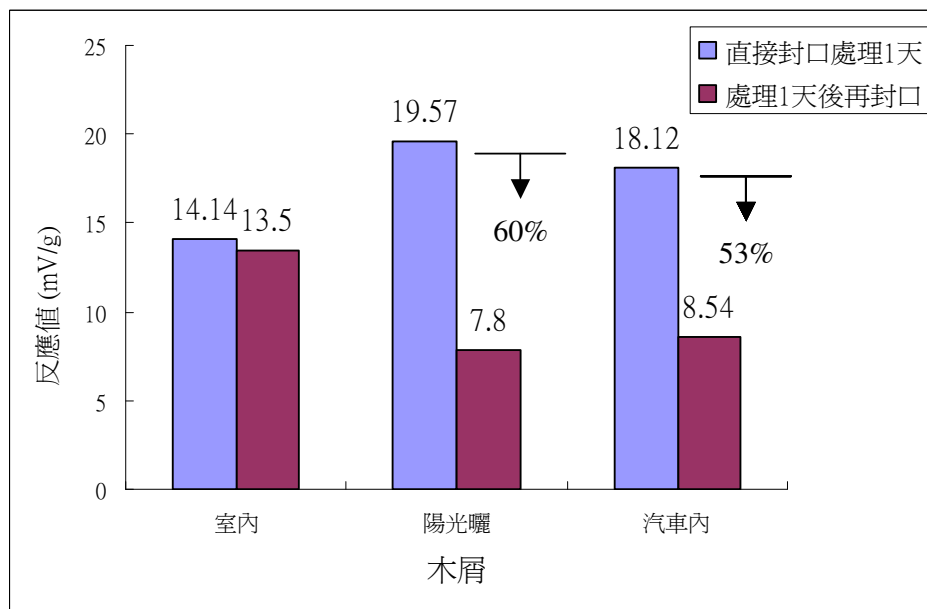
圖十三：比較加與不加水時的氣體釋放變化(4/2~4/6 車溫平均 54℃)

(木屑以 100ml 血清瓶盛裝，軟塑膠以 50ml 血清瓶盛裝，都抽取 10ml 注入測定)

曬過以後氣體釋放會增加，那麼是不是可以利用屏東的這項天然資源，來處理合板甲醛過量的問題呢？我們做了下一個實驗 ”如何去除甲醛？”

(四) 如何去除合板的甲醛？

我們發現不管是陽光照射或是放在車內 50~60℃ 的溫度約 4 小時，釋放出的氣體會減少 50% 以上的味道（圖十四），所以建議在合板出廠前，可以用溫度或 U.V 照射，加速甲醛的逸散！



圖十四：陽光或高溫處理過後木屑的氣體釋放量

(把木屑秤約 6 克重放入血清瓶中，三瓶封口，另外三瓶不封口。分別放在室內用鋁箔紙包住、室外曬陽光及汽車上。一天後未封口的封住，平衡 4 小時以上，抽取 10ml 上部空氣檢測。)

(五)回鍋油的辨別？

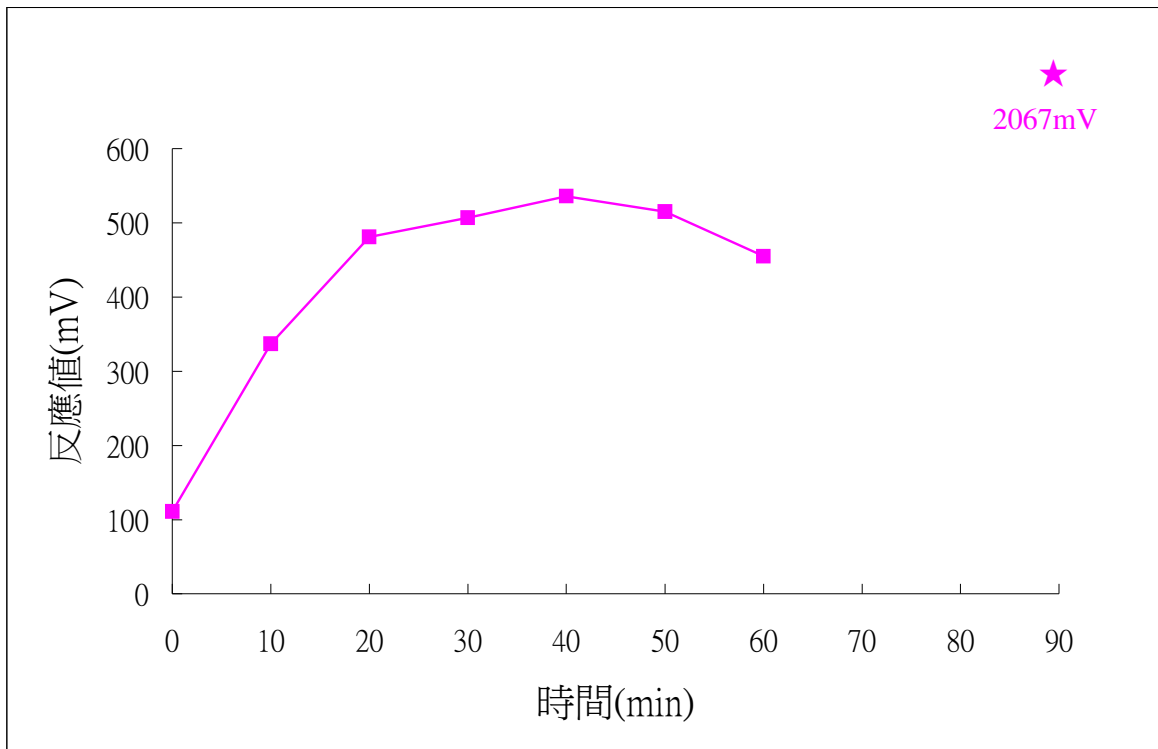
因為網路上的資料說油如果氧化變質後也會產生甲醛，老師們也都勸導不要吃油炸食品，可是炸鹹酥雞的油含有甲醛嗎？植物油、動物油加熱後有差別嗎？所以我開始用電子鼻科技一號去測看看能不能分出回鍋油與新鮮油？

1.研究過程

		
加熱不同時間的油，顏色越來越深		取自不同店家的炸油
(1)取各種油放到鍋子裡以小火加熱。 (2)每十分鐘取出來放到採樣瓶。 (3)等涼了以後取 10ml 放到 100ml 血清瓶中。	(4)平衡 4 小時以上，以針筒取 10ml 上部氣體注入反應室。	(5)另外到街上向店家要新鮮及用過的油來進行實驗。

2.結果與討論

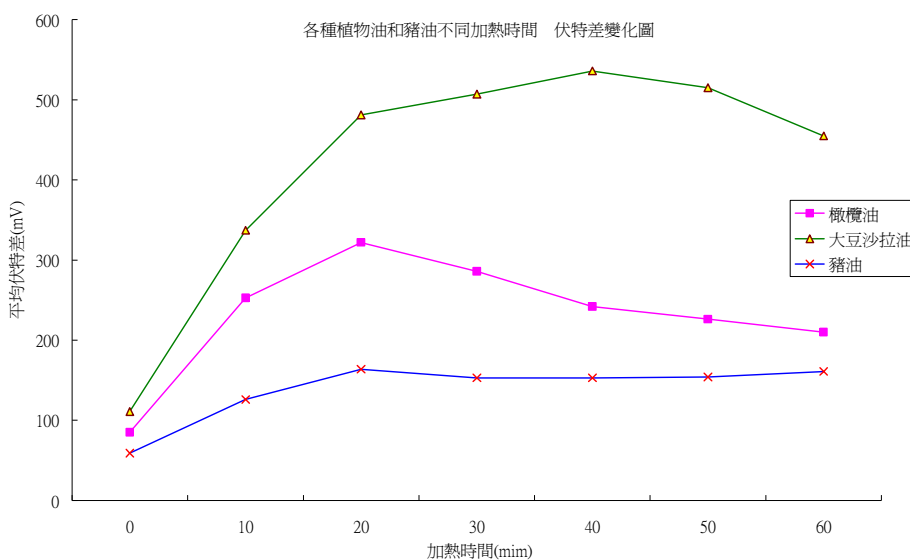
隨著加熱時間，油顏色越來越深，而反應值也越高似有油裂解的現象(圖十五)，40 分鐘以後達到飽和，反應值不再加大，有油聚合現象，但到 90 分鐘，可能因為快煮乾了，所以變的很焦黑，反應就高達 2067mV。但是有加熱過 10 分鐘以上是可以和新鮮油區分的出來的。



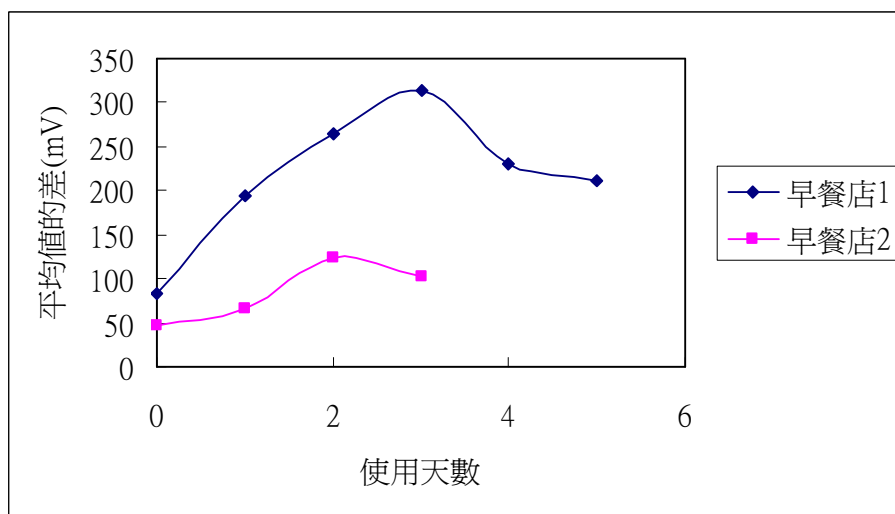
圖十五：電子鼻科技一號對加熱不同時間的油上部氣體反應值

無論是植物性或動物性油，均會隨著加熱時間越久，反應值越大(圖十六)，，特別是大豆沙拉油釋放最多，較不穩定。**兩种植物油**均較**豬油**。可能是含較多可反應的多元不飽和脂肪酸吧！此與前人研究是吻合的。

到各早餐店取用過不同天數的炸油，反應值也是呈現上升後下降的情形(圖十七)，但**科技一號**仍可辨識出回鍋油。

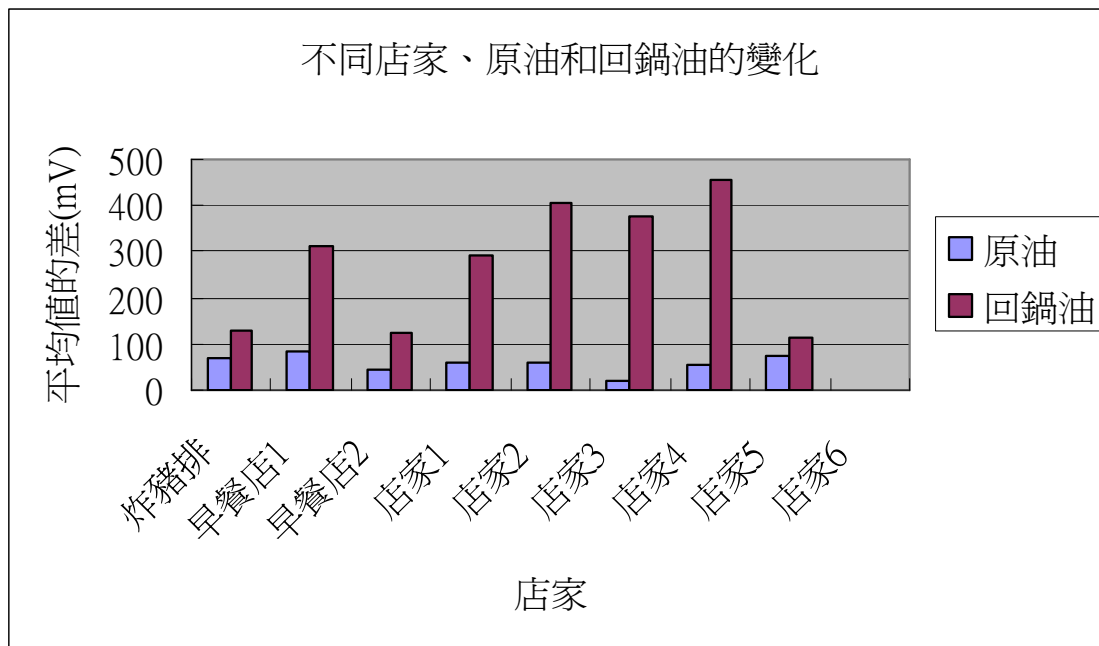


圖十六：**電子鼻科技一號**對加熱不同時間的油上部氣體反應值



圖十七 **電子鼻科技一號**對各店家使用天數不同的油上部氣體反應值

另外到各商家取的油由淺到褐色甚至是黑色，但是同一店家用過、沒用過的反應值，都相差數倍(圖十八)，所以初步電子鼻科技一號可以區分同一家用的是不是回鍋油。要能更精準分辨各家的油，還需要進一步研究。



圖十八 電子鼻科技一號對各店家原油及回鍋油上部氣體反應值

陸、結論

這一次可能因為買大陸衣服而引起氣喘，所激發對污染環境中甲醛氣體的研究，很高興地我們得到了下列的結論：

一、氣味吸附實驗：

- (一)蚊香氣味是可以被各種碳材所吸附的，吸附後重量會增加。
- (二)原樣品型態的各種碳材中，活性碳粉末吸附力最好是 0.02g 蚊香氣/g。
- (三)碳材磨碎後，吸附氣體的效果可增加最多 32 倍，可能是因接觸表面積增加。
- (四)碳材對氣味的飽和吸附時間超過 60 分鐘，對於偵測空氣中各種氣味濃度耗費時間太長，實用性不好，且靈敏度太低(5900 ppm)，比人類鼻子遲鈍很多。

二、甲醛偵測電子鼻的開發實驗

- (一)模仿生物嗅覺反應神經傳導途徑模式：感覺接受器→神經傳導→大腦 模式，我們**成功的組裝了『電子鼻科技一號』甲醛偵測器**。
- (二)從研究中顯示電子鼻科技一號之專一性較各種碳材為佳，唯相對於人鼻仍有待加強。甲醛濃度或注入甲醛量和晶片反應電壓呈正比關係，相關係數達 0.9 以上，再現性之誤差百分比為 0.83%，靈敏度為 0.001 ppm。

三、電子鼻科技一號的應用：

- (一)在環境監測上，電子鼻科技一號可以區分污染或乾淨的空氣。偵測新裝璜的櫥櫃推測含有甲醛約 0.1 ppm。
- (二)電子鼻科技一號也可以聞出以下的汙染味道：裝璜、油漆、廚房油煙、汽車廢氣、保麗龍、立可帶、木屑、強力膠及吹泡泡膠...等等。
- (三)以電子鼻科技一號偵測各種在車上曬過物品，其釋放氣體量明顯增加且易溶在水中，故建議在車上曬過的瓶裝水不要喝。
- (四)建議合板出廠前，應實施加熱或光照處理，以加速甲醛的逸散。
- (五)**電子鼻科技一號**初步已經可以分辨出新鮮油或回鍋油。

經由此次的研究我們發現，如果時間許可，應該針對甲醛的專一性，再尋找更適當的晶片或材料，來製作嗅覺接受器，或許也可以從生物的鼻黏膜，直接刮取或研究生物嗅覺辨識模式之概念，來更進一步研發、改進專一性問題。

這一次我們收集氣體的方法是用空氣採樣袋，它的方便性和普遍性，有待加強。如何把電子鼻科技一號縮小成體積小，可攜帶型之測定器，是進一步要研究的課題。

另外，生活中危害人體的氣體不僅是甲醛之類，諸如：甲苯、氨氣、煤氣...等，甚至於每年因那樣無色無味而中毒死亡之**一氧化碳**氣體，無一不是。如何分別偵測這些有害氣體，研究出各種靈敏度、專一性及再現性均佳的嗅覺接受器，並精緻化如：青蛙、狗、人的鼻黏膜般功能，還有一段很長的路程要走。

以上帝為師，從生物的 **DNA、RNA** 及各種生化反應模式，我們訝異造物主的巧奪天工！發現我們人類的渺小，誠如愛因斯坦所說：「如果我們所認識知道的是一個圓，當這個圓愈大，所碰觸的未知就愈多！」

柒、參考資料

- 一、董宴嘉. 等 (民 94) 自然黑鑽—生物性炭材神奇妙用之探索 中華民國第 45 屆中小學科展作品說明書。
- 二、氣體感測器 科技公司產品說明書。
- 三、施靜茹 (民 95 年 2 月 7 日)。上班打噴嚏 病態大樓症候群。聯合報 A3 版。
- 四、室內空氣品質建議值草案(民 94)。環保署公告 公告文號:環署空字第 0940106804 號。
- 五、網路查詢資料：
 - (一)Technology transfer network air toxic website~formaldehyde ,U.S.EPA,
from <http://www.epa.gov/ttn/atw/hlthef/formaldehyde>。
 - (二)櫥櫃用了十年還放毒甲醛污染成普遍現象。取自
<http://www.longhoo.net/big5/longhoo/news2004/njnews/shehui/userobjectlai363102.html>
 - (三)甲醛(formaldehyde) 染化資訊網。取自 <http://www.dfmg.com.tw/safe/safe/7119.html>。
 - (四)物質安全資料表。 甲醛 序號 62。取自 <http://www.iosh.gov.tw/data/f11/n62.htm>。

評語

030810 以上帝為師~電子鼻在甲醛偵測的開發及應用

利用現成氣體感應器完成電子鼻，維此感應器並不是單純針對甲醛，其他氣體會干擾實驗準度。