

新竹市第四十一屆中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：地球科學

組 別：國小

作品名稱：

忍「氣」「生」吞-車輛排放廢氣對於學區空氣品質影響研究

以新竹科學園區學區為例

關 鍵 詞：車流、空氣污染、懸浮微粒

編 號：

摘要

本研究透過實地觀察紀錄後分析討論，實驗並驗證空氣品質產生原因，及該注意事項，從本研究中我們得到空氣品質污染源與距離、所處巷道寬度及地形、汙染物車輛有無、汽機車組成狀態、車輛移動狀態與車流出現時段相關，且在本研究數據中，所產生之廢氣及有毒物質濃度往往已會對人體產生危害，建議如果需要到道路上進行活動會須特別注意自身之防護以維持本身的健康。

壹、前言

一、研究動機

在新竹科學園區的上班、上課時間我們時常被迫困在車陣當中，那時總有形形色色的白煙在窗戶外飄來飄去，且當要下車時爸媽便提醒我一定要戴口罩，我總是不解，心想可能是與那些汽機車吐出來的白色煙霧有關，後來當我大一點當我開始走路上學時，總會覺得周圍街道特別熱，空氣也特別不好，但在進了校園後，空氣卻突然變得良好許多，小時候看到新聞上寫空氣汙染、車輛排放廢氣等相關報導時，並不在意，但是當我離開了車子的保護及上自然課時老師補充的肺癌等疾病，讓我不再能去思考這相關的話題。

空氣汙染是現在每個國家都必須面對的超級難題，因為人們不可能又要經濟高速發展而又要撇除掉高速經濟發展時，交通及設施所排放出來的廢氣，隨著溫室效應越來越嚴重，及人們因為周遭環境致癌的研究越來越多，真的不能不讓我們去正視這個問題，在此次研究中因為我們所有組員都生活在一個通勤壅塞大城-新竹，而也因為這樣造成我們每個人在與家人出遊、工作、上班時都受過因為交通而產生的汽車廢氣，且令人難以接受的是我們與家人上班上課的地點，都在這些有著種種臭氣的道路旁邊，於是我們利用這一次專題研究的機會，想要討論汽機車排放廢氣對於我們上課學區的影響，也希望透過這一次的研究讓更多人可以理解我們目前所遇到的現象及其所可能引發的結果。

二、研究目的與待答問題

研究目的

- 1.了解空氣汙染及不同汙染物的影響與種類的定義。
- 2.了解空器品質檢測儀的原理。
- 3.新竹科學園區學區的汽機車空氣汙染實地勘察。

待答問題

- 1.實地觀察並研究不同汙染物距離對於空氣品質的影響為何?
- 2.實地觀察並研究不同路段的空氣品質嚴重程度?
- 3.實地觀察並研究不同汽機車使用年份對於空氣品質的影響為何?
- 4.實地觀察並研究不同狀態車流對於空氣品質影響為何?
- 5.實地觀察並研究不同時間區段對於空氣品質影響為何?
- 6.分析如何避免空氣汙染的產生及影響?

貳、研究設備及器材

表一 研究器材表

線香	打火機	空氣品質檢測器	記錄板
捲尺	測距儀	溫溼度計	地圖
長尺	碼表	電腦	



圖一 空氣品質檢測器示意圖



圖二 溫溼度計示意圖

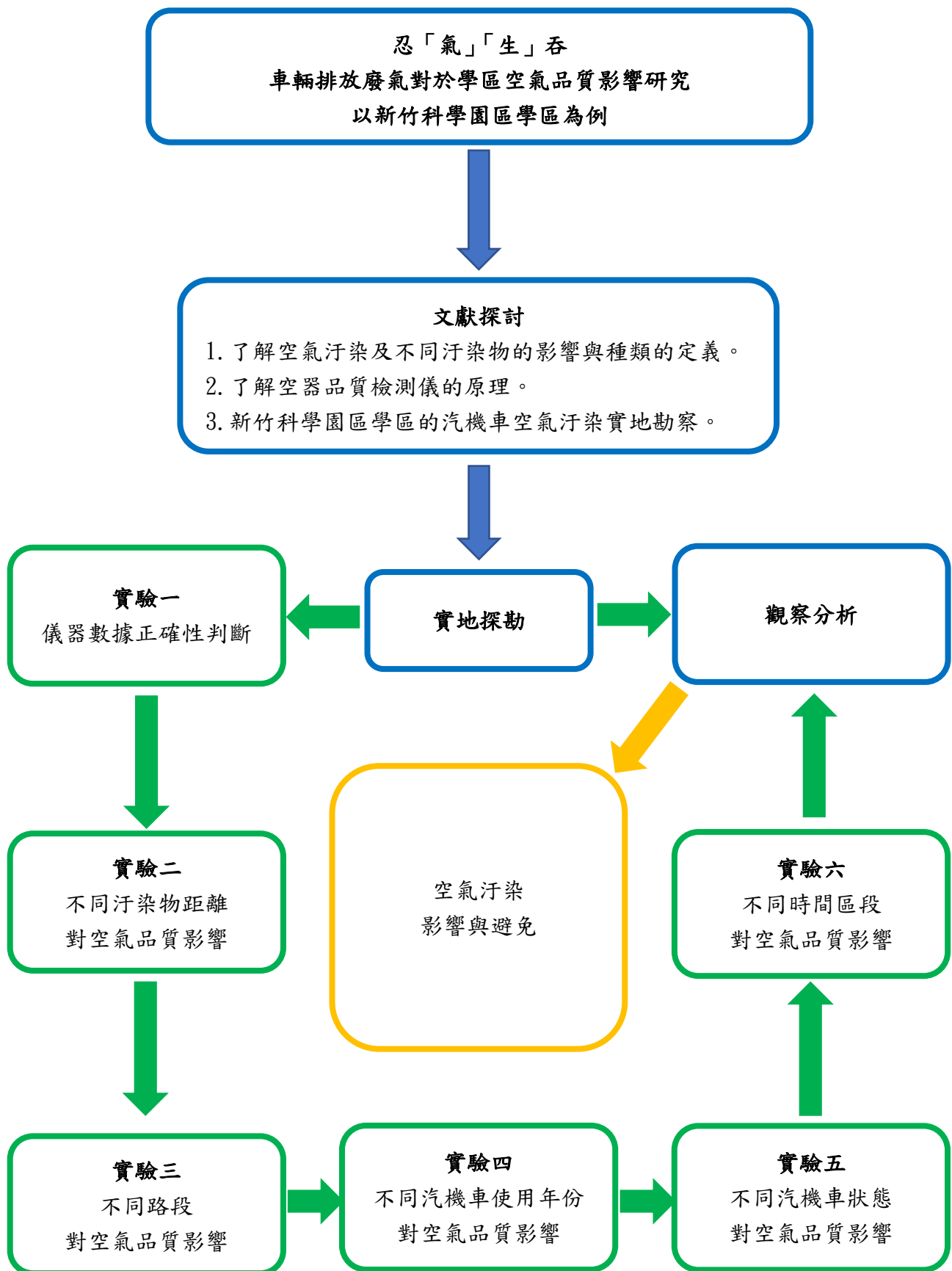


圖三 碼表示意圖



圖四 量尺示意圖

參、研究過程及方法



圖五 研究流程示意圖

一、 文獻探討

為了解本實驗所研究的議題與項目，所以先進行文獻探討了解本研究所要探討主題

(一)了解空氣汙染及不同汙染物的影響與種類的定義。

空氣汙染的定義是指危害環境及生物排放於大氣中的物質，這些物質並沒有特定的狀態或成分，且每次空氣汙染的組成並沒有嚴格的限制，在我們生活周邊最常出現的為一氧化碳，其次是二氧化碳，然後是其他氣體。但不管是何種氣體，當它過多及會危害到環境及生物體健康時，我們就會將它視為空氣汙染。



圖六 空氣汙染來源圖(引自空氣思庫)

而從上圖我們可以發現空氣汙染的來源有許多種，包含自然產生的及人為產生的，但對於本研究來說，我們最常接觸到的是來自於交通運輸所產生的廢氣。



圖七 新竹科學園區上班車流示意圖



圖八 新竹科學園區下班車流示意圖

由於早期新竹市並沒有針對新竹科學園區的交通有著極為完善的規劃造成，每當上下班

時間一到時，就會充斥著如同圖七及圖八那樣汽機車塞滿整個新竹主要幹道不能動彈的狀況，也因為這樣子，在車陣中的人們及路旁的行人就要面臨著空氣品質所帶來的空氣汙染堆積的影響。

空氣汙染物分類

氣狀 汙染物

以氣體形態存於大氣中之汙染物，如硫氧化物、(SO_2 & SO_3 合稱為 SO_x)、一氧化碳(CO)、氮氧化物(NO & NO_2 合稱為 NO_x)、碳氫化合物(C_xH_y)、氯氣(Cl_2)、氯化氫(HCl)、氰化氫(HCN)、二硫化碳(CS_2)、鹵化烴類($\text{C}_m\text{H}_n\text{X}_n$)、全鹵化烴類(CFCs)、揮發性有機物(VOCs)等。

粒狀 汙染物

以微粒形態存於大氣中之汙染物，如總懸浮微粒、懸浮微粒(PM_{10})、細懸浮微粒($\text{PM}_{2.5}$)、落塵、金屬燻煙及其化合物、黑煙、酸霧、油煙等。

圖九 空氣汙染物分類圖(引自空氣思庫)

而根據環保署資料，臺灣的境外空氣汙染主要可以分成兩類，分別是境外汙染源及境內汙染源，境外汙染主要為中國所排放的廢氣汙染及飛塵，而境內汙染源包括移動汙染源，主要為交通運輸排放之廢氣；與固定汙染源，包括火力發電廠，與鋼鐵與石化等高汙染產業工廠排放，其中老舊汽機車所排放的廢氣佔了移動汙染源極大的部分。



圖十 機車瀑布(記者李毓康攝)



圖十一 汽機車廢氣示意圖(記者莊漢昌報導)

在本研究中將會針對我們的儀器可以偵測到的一氧化碳、二氧化碳、TVOC、HCOC、懸

浮微粒(PM)來做解釋:

(一)一氧化碳:

一氧化碳是一種無色、無味、無臭、無刺激性的氣體，經由人為的和自然的燃燒碳不完全時所產生。最主要的人為來源是汽機車所排放的廢氣。

暴露於高濃度的一氧化碳可能會有生命危險，吸入過多一氧化碳的人們會產生頭痛、噁心、嘔吐、頭暈、視力模糊、混亂、胸痛、虛弱、心臟衰竭、呼吸困難、癲癇和昏迷的狀況。而有心臟或肺部疾病的人們更容易受到一氧化碳的毒性影響。

|| 一氧化碳影響人體之嚴重性

 健康醫療網

項次	一氧化碳含量	人體暴露時間及生理症狀
1	0.005%(50ppm)	8小時內無明顯症狀。
2	0.02%(200ppm)	2-3小時產生輕微頭痛。
3	0.04%(400ppm)	1-2小時會頭痛、噁心。
4	0.08%(800ppm)	45分鐘會頭痛、噁心、暈眩；1小時會昏迷。
5	0.1%(1,000ppm)	1小時會失去意識。
6	0.16%(1,600ppm)	20分鐘會頭痛、噁心、暈眩。
7	0.32%(3,200ppm)	5-10分鐘會頭痛、噁心、暈眩；30分鐘會昏迷。
8	0.64%(6,400ppm)	1-2分鐘會頭痛、暈眩；10-15分鐘會昏迷並有可能會死亡。
9	1.28%(12,800ppm)	1-3分鐘會昏迷並有可能會死亡。

資料來源：美國消防協會(NFPA)

圖十二 一氧化碳濃度影響圖(引自健康醫療網)

國家環境毒物研究中心曾指出在懷孕期間吸入高濃度的一氧化碳可能導致流產，而吸入較低濃度的一氧化碳可能會導致孩子的心智發展較一般正常孩子緩慢。動物實驗顯示，動物懷孕期間暴露於一氧化碳會影響出生體重、心臟、中樞神經系統和發育。研究證據顯示有哮喘的孩子們暴露於一氧化碳中，呼吸道更容易受到影響。

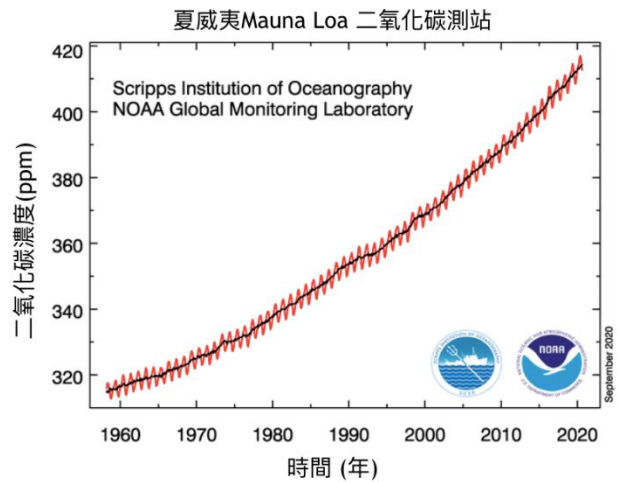
(二)二氧化碳

二氧化碳在大氣中主要所造成的現象主要是溫室氣體，但是其在濃度過高時也會對人體有不佳的反應，CO₂的正常含量是0.04%，當CO₂的濃度達1%會使人感到氣悶、頭昏、心悸，達到4%~5%時人會感到氣喘、頭痛、眩暈，而達到10%的時候，會使人體機能嚴重混亂，

使人喪失知覺、神志不清、呼吸停止而死亡。



圖十三 二氧化碳排放示意圖

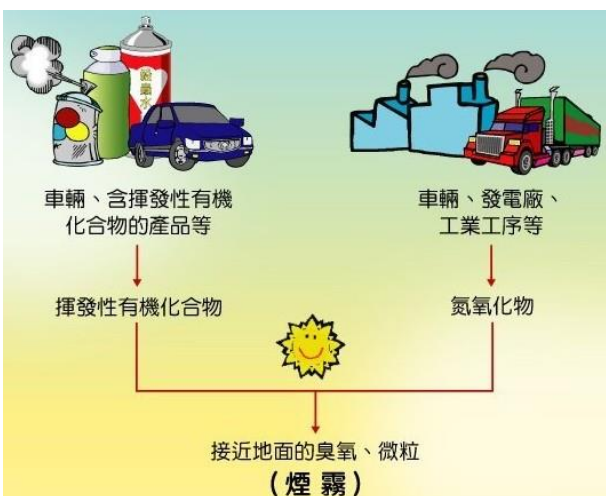


圖十四 二氧化碳濃度排放示意圖

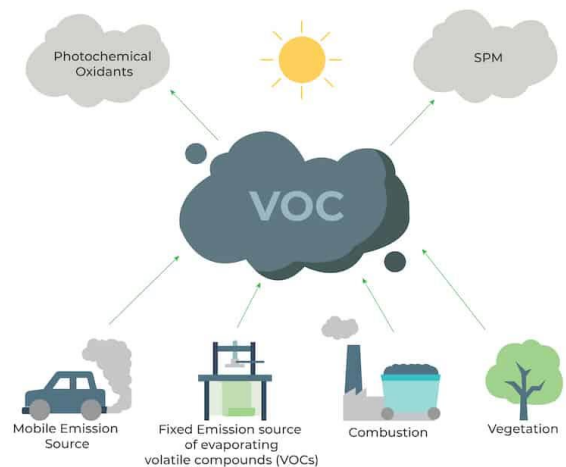
且因為會與水產生碳酸會對環境生嚴重影響，是對生態及環境會有重大影響的常見化合物，美國規定工作場所二氧化碳濃度的八小時平均不可以超過 0.5% (5000 ppm) 如果長期處於這個濃度的二氧化碳下容易出現了頭痛、嗜睡、遲鈍，易怒、睡眠中斷的症狀。

(三)TVOC (VOCs) :

TVOC 又稱為揮發性有機物 (英語 : Volatile Organic Compounds , 首字母縮略字 : VOCs) , 按照世界衛生組織的定義,如果在氣壓 101.32kPa 下,該化合物的沸點在 50°C-250°C ,就是揮發性有機物。它們會在常溫下以氣體形式存在。按其化學結構的不同,可以進一步分為八類:烷類、芳烴類、烯類、鹵代烴類、酯類、醛類、酮類和其他。VOC 的主要成分有:烴類、鹵代烴、氧烴和氮烴,它包括:苯系物、有機氯化物、氟里昂系列、有機酮、胺、醇、醚、酯、酸和石油烴化合物等。



圖十五 TVOC 產生示意圖

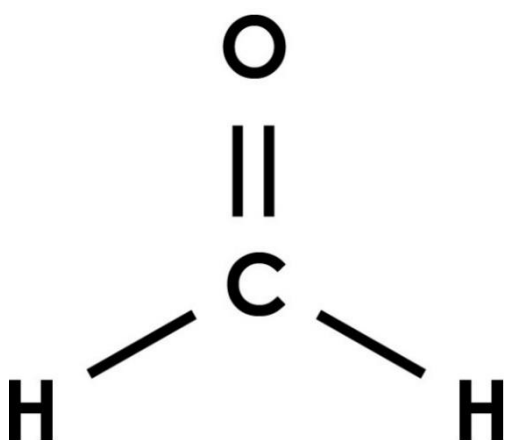


圖十六 TVOC 產生示意圖

揮發性有機物對於人體的危害很明顯，當它超過一定濃度時，在短時間內人們感到頭痛、噁心、嘔吐、四肢乏力；嚴重時會抽搐、昏迷、記憶力減退。且揮發性有機物傷害人的肝臟、腎臟、大腦和神經系統，其中還包含了很多致癌物質。

(四)HCOC:

甲醛（英語：Formaldehyde），又稱蟻醛，化學式 HCHO，是天然存在的有機化合物。無色的刺激性氣體，易溶於水，對人眼、鼻、皮膚等有刺激作用。體積百分比 40%的甲醛水溶液又稱福馬林（Formalin）。2011 年開始被美國國家毒理學計劃描述甲醛為「人類已知的致癌物」。



圖十七 甲醛結構式示意圖



圖十八 甲醛的排放來源示意圖

且目前在動物及人體實驗中已知甲醛若在空氣中的濃度超過 0.1 mg/m³，會導致眼睛和黏膜細胞的傷害。在體內，甲醛可能導致蛋白質不可逆的與 DNA 鍵結。動物實驗顯示暴露在大劑量的甲醛中會使得鼻子與喉嚨致癌的機率增加。

(五)懸浮微粒

懸浮顆粒（particulate matter，PM）又稱細懸浮微粒、懸浮微粒、粒狀物，簡稱顆粒（particulates）或微粒，泛指懸浮在空氣中的固體顆粒或液滴，顆粒微小甚至肉眼難以辨識但仍有尺度的差異；一般是指大氣中的顆粒，故又稱大氣懸浮微粒（atmospheric particulate matter）。

在現今的環境研究中，懸浮微粒為對於人體健康及環境主要影響的有害污染物，其來源主要為自然或人造霧中的細小為粒經由累積及溫度光線等化學反應產生對人體或環境有影響

的細小微粒。

粒徑 (μm)	PM粒徑大小說明
<100	通稱總懸浮微粒 (TSP)，約為海灘沙粒，可懸浮於空氣中
<10	通稱懸浮微粒 (PM ₁₀)，約為沙子直徑的1/10，容易通過鼻腔的鼻毛與彎道到達喉嚨
2.5~10	通稱粗懸浮微粒 (PM _{2.5-10})，約頭髮直徑的1/20 ~ 1/8大小，可以被吸入並附著於人體的呼吸系統
<2.5	通稱細懸浮微粒 (PM _{2.5})，約頭髮直徑的1/28，可穿透肺部氣泡，直接進入血管中隨著血液循環全身

資料來源：行政院環境保護署

圖十九 懸浮微粒粒徑說明圖(引自行政院環境保護署)

其中，懸浮微粒空氣動力學直徑小於或等於 10 微米 (μm) 的懸浮微粒稱為懸浮微粒 (PM10)；粒徑小於或等於 2.5 微米的懸浮微粒稱為細懸浮微粒 (PM2.5)，例如室內的二手菸霧。懸浮微粒能夠在大氣中停留很長時間，並可隨呼吸進入體內，積聚在氣管或肺中，影響身體健康。PM2.5 細小顆粒，比病毒大，比細菌小，容易帶有毒物質進入人體。

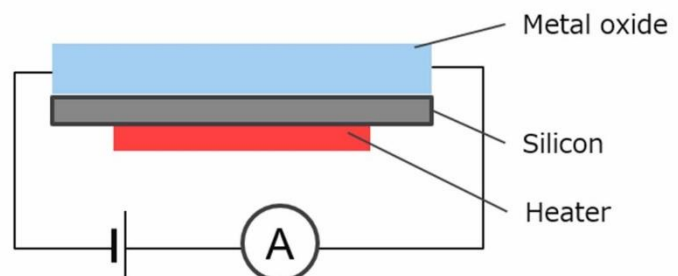
二、空器品質檢測儀的原理為何？

空氣品質檢測儀的原理五花八門有十分多種如半導體式、光學式、電化學、固態離子式等許多種，以下將著重討論本次實驗中會用到的半導體式及雷射光敏式：

(一) 半導體式



圖二十 半導體式氣體感測器

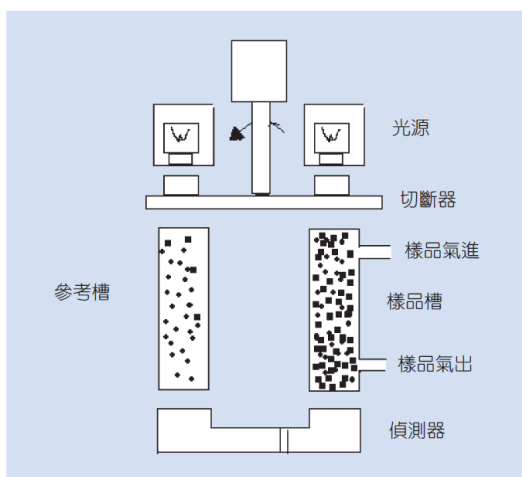


圖二十一 半導體式氣體感測器結構圖

半導體氣體感測器是檢測氣體的一種感測器，可以偵測一氧化碳、甲烷等各種氣體的存在。除家用漏氣警報器以外，也應用至各種機器。半導體氣體感測器的構造簡單，是在絕緣體上形成 SnO₂、ZnO、TiO₃、Fe₂O₃ 等的燒結體，兩端安裝電極。利用加熱器以偵測氣體附著表面產生的電阻值變化。

(二)雷射光學式

光學式氣體感測器的工作原理是利用氣體可以吸收特定波長的光線，而根據其吸收強度，即可得到氣體濃度的定量分析。非色散型紅外線光譜感測器 (non disperse infrared, NDIR)，是利用光進入樣品槽(sample cell) 及參考槽 (reference cell) 的吸收度不同來量測。光學式氣體感測器也有利用不同氣體的折射率 (reflectance) 來達到偵測 (detect) 的作用。光學式最大的優點是選擇性 (selectivity) 較佳，如果要準確性高的機型，則會有價格較貴、儀器設計較複雜及體積較大等缺點。(引自吳仁彰 2004 奈米材料應用於氣體感測器之發展)



圖二十二 光學式氣體檢測器測結構圖



圖二十三 光學式氣體檢測器式意圖

二、實驗設計

以下本研究將以實驗目的及待答問題進行實驗設計及實驗操作說明

實驗一: 了解不同汙染物距離對空氣品質影響為何?

(一)實驗說明:

為了解儀器感應靈敏性，所以操作此對比實驗了解儀器數據之可信程度

(二)實驗目的及步驟:

實驗目的:

為了解儀器之感應靈敏性

實驗步驟:



圖二十四 實驗操作式意圖



圖二十五 實驗操作式意圖

1. 至空曠地點，將欲測量的四台儀器皆放置於空曠通風處。
2. 儀器開機並校正，四台儀器並確認檢測孔皆無有任何阻塞物。
3. 計時 2 分鐘，讓儀器可測得環境狀態。
4. 每 30 秒測得一次數據並記錄，全部需測 30 次。
5. 輸入至電腦中，將數據由大至小排列刪去最高 8 個及最低 7 個數據，取中間 15 個數據然後計算平均，成為對照組數據。



圖二十六 實驗操作式意圖



圖二十七 實驗操作式意圖

6. 重新開機並校正，四台儀器並確認檢測孔皆無有任何阻塞物。
7. 點燃線香，並放置於接近儀器 10 公分位置。
8. 計時 2 分鐘，讓儀器可測得環境狀態。
9. 每 30 秒測得一次數據並記錄，全部需測 30 次。

10. 輸入至電腦中，將數據由大至小排列刪去最高 8 個及最低 7 個數據，取中間 15 個數據然後計算平均，成為實驗組數據。

實驗二：了解不同污染物距離對空氣品質影響為何？

(一)實驗說明:

為了解空氣品質中不同距離對於污染物的影響，所以操作此實驗。

(二)實驗目的及步驟:

實驗目的:

了解空氣品質中不同距離對於污染物的影響

實驗步驟:



圖二十八 實驗操作式意圖



圖二十九 實驗操作式意圖

1. 先與組員討論出觀測地點(地點 A:介壽路口、地點 B:大門口、地點 C:活動中心)。選擇原因為距離污染物距離於地圖上為一直線
2. 決定後於固定時間(上午 8:00)帶著儀器前往測量測量時間以半小時為限。
3. 儀器開機並校正，並確認檢測孔皆無有任何阻塞物。
4. 利用量尺擺放至 1.5m(行人身高)。
5. 計時 2 分鐘，讓儀器可測得環境狀態。
6. 每 30 秒測得一次數據並記錄，全部需測 30 次。
7. 輸入至電腦中，將數據由大至小排列刪去最高 8 個及最低 7 個數據，取中間 15 個數據然後計算平均，並分析數據。
8. 將三個地點皆依上列敘述進行測量，最後進行討論分析。



圖三十 不同污染物距離實驗示意圖

實驗三:了解不同路段對空氣品質影響為何?

(一)實驗說明:

為了解空氣品質中不同路段對於污染物觀測的影響，所以設計此實驗。

(二)實驗目的及步驟:

實驗目的:

了解空氣品質中不同路段對於污染物觀測的影響

實驗步驟:

1. 先與組員討論觀測地點(地點 A:介壽路口、地點 B:金山街口、地點 C:光復路口)。
2. 決定後於固定時間(上午 8:00)帶著儀器前往測量測量時間以半小時為限。
3. 儀器開機並校正，並確認檢測孔皆無有任何阻塞物。
4. 利用量尺擺放至 1.5m(行人身高)。
5. 計時 2 分鐘，讓儀器可測得環境狀態。
6. 每 30 秒測得一次數據並記錄，全部需測 30 次。
7. 輸入至電腦中，將數據由大至小排列刪去最高 10 個及最低 10 個數據，取中間 10 個數據

然後計算平均，並分析數據。

8. 將三個地點皆依上列敘述進行測量，最後進行討論分析。



圖三十一 不同路段實驗示意圖(紅色箭頭為車流前進方向)



圖三十二 實驗操作式意圖



圖三十三 實驗操作式意圖

實驗四:了解不同汽機車使用年份對空氣品質影響為何?

(一)實驗說明:

為了解不同汽機車使用年份對於空氣品質中污染物產生之影響，所以設計此實驗。

(二)實驗目的及步驟:

實驗目的:

為了解不同汽機車使用年份汙染物產生之差別。

實驗步驟:



圖三十四 實驗操作式意圖



圖三十五 實驗操作式意圖

1. 與老師討論並決定不同機車型號及使用年份。
2. 請老師將機車移動至開闊安全處以便測量。
3. 請老師將車輛發動並進入怠速狀態。
4. 儀器開機並校正，並確認檢測孔皆無有任何阻塞物。
5. 利用量尺擺放至距離機車排氣孔 1m 處。
6. 計時 2 分鐘，讓儀器可測得環境狀態。每 30 秒測得一次數據並記錄，全部需測 30 次。
7. 輸入至電腦中，將數據由大至小排列刪去最高 10 個及最低 10 個數據，取中間 10 個數據然後計算平均，並分析數據，並作為對照組數據。



圖三十六 實驗操作式意圖



圖三十七 實驗操作式意圖

8. 請老師坐上機車於原地催動油門，讓機車時速表上保持約 30Km 的時速。
9. 儀器重新開機並校正，並確認檢測孔皆無有任何阻塞物。

10. 利用量尺擺放至距離機車排氣孔 1m 處。
11. 計時 2 分鐘，讓儀器可測得環境狀態。
12. 每 30 秒測得一次數據並記錄，全部需測 30 次。
13. 輸入至電腦中，將數據由大至小排列刪去最高 10 個及最低 10 個數據，取中間 10 個數據然後計算平均，並分析數據。
14. 以同樣方式，測量不同年份汽車並記錄分析。

實驗五:了解不同汽機車狀態對空氣品質影響為何?

(一)實驗說明:

為了解不同汽機車運行狀態對於空氣品質中汙染物產生之影響，所以設計此實驗。

(二)實驗目的及步驟:

實驗目的:

了解不同汽機車運行狀態對於空氣品質產生之影響

實驗步驟:

1. 於固定時間(上午 8:00)帶著儀器前往測量區域(介壽路口與光復路一段 108 巷)。
2. 儀器開機並校正，並確認檢測孔皆無有任何阻塞物。
3. 利用量尺擺放至 1.5m(行人身高)。
4. 計時 2 分鐘，讓儀器可測得環境狀態。
5. 於綠燈後 60 秒測得數據並紀錄為移動組，需紀錄 30 次。
6. 於紅燈後 60 秒測得數據並紀錄為停止組，需紀錄 30 次。
7. 輸入至電腦中，將數據由大至小排列刪去最高 10 個及最低 10 個數據，取中間 10 個數據然後計算平均，並分析數據。
8. 將兩個地點皆依上列敘述進行測量，最後進行討論分析。

實驗六:了解不同時間區段對空氣品質影響為何?

(一)實驗說明:

為了解不同時間區段對於空氣品質中汙染物產生之影響，所以設計此實驗。

(二)實驗目的及步驟:

實驗目的:

了解不同時間區段對於空氣品質產生之影響

實驗步驟:

1. 於固定時間(上午 8:00、上午 9:00、上午 10:00)帶著儀器前往測量區域(介壽路口)
2. 儀器開機並校正，並確認檢測孔皆無有任何阻塞物。
3. 利用量尺擺放至 1.5m(行人身高)。
4. 計時 2 分鐘，讓儀器可測得環境狀態。
5. 每 30 秒測得一次數據並記錄，全部需測 30 次。
6. 輸入至電腦中，將數據由大至小排列刪去最高 10 個及最低 10 個數據，取中間 10 個數據然後計算平均，並分析數據。
7. 將三個時間點皆依上列敘述進行測量，最後進行討論分析。

肆、研究結果及討論

以下研究結果部分，將以回答待答問題的方式來進行討論本研究的結果

一、實地觀察並研究不同污染物距離對於空氣品質的影響為何?

以下將以實驗一的儀器比較測量討論出結果後，再進行實驗二的不同污染物距離對於空氣品質影響的討論；我們的儀器有分成下列代號白圓形、黑圓形、黑電池、白長方，以下將呈現我們進行實驗並刪去極端值(最大 8 個及最小 7 個)後的數據分析。

(一)實驗儀器驗證

表十 不同儀器靈敏度變化率表

	CO	CO2	HCHO	TVOC	PM1.0	PM2.5	PM10
黑電池	無	11.18	238.45	189.17	79.88	55.96	44.73
白長方	905.4	2950.8	0.98	12.71	無	無	無
黑圓形	23.26	12.16	15.06	34.7	無	4.67	3.7
白圓形	0.73	10.24	1.06	1.07	無	33.07	27.07

觀察與討論

1. 我們將附件中表二至表九的實驗組與對照組的數據進行分析與比較後整理出上述表十。
2. 我們可以從表十發現，我們從網路上購買的儀器並不是十分的準確，就算是相同價格的儀器也是相差許多，且費用較高的儀器在極端環境的變化率也較大，在我們上網查過每個檢測器單價之後也相信一分錢一分貨的道理。

3. 在本實驗中我們發現代號黑電池的儀器表現最好，不會有遇到極端環境還不會變化的情形，而代號白長方的儀器在一氧化碳的表現較為靈敏，且雖然白長方在二氧化碳的數據變化極大，但是我們在經過討論及觀察數據表現討論後決定還是以代號黑電池的儀器為準，輔以白長方的一氧化碳數據進行實驗。
4. 在本研究中，因為經費限制，我們認為我們的實驗觀察中，儀器的誤差可能偏大，所以我們將以變化幅度及比較的方式來進行討論。

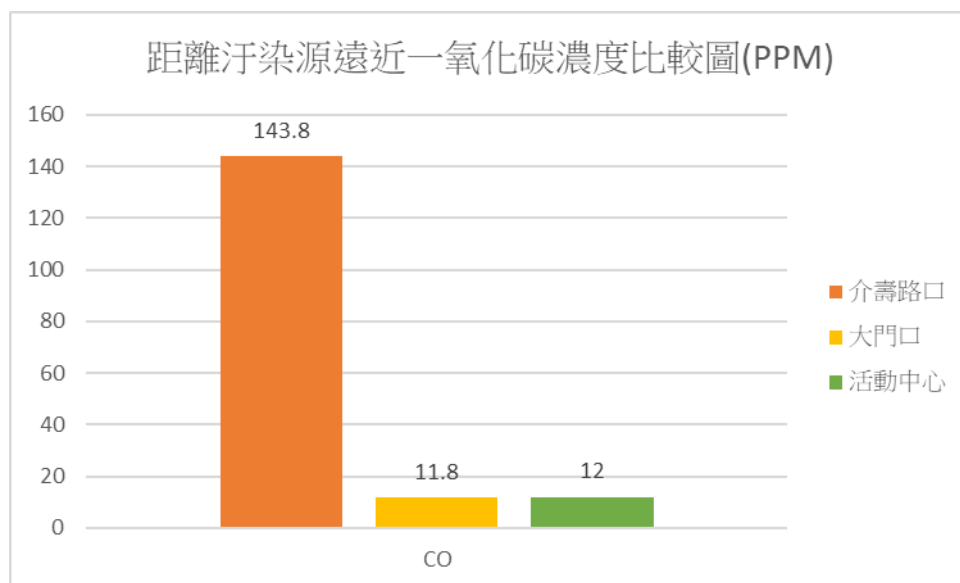
(二)不同距離對於空氣品質影響。

以下將呈現不同污染物距離遠近所記錄到的數據及分析結果，其地點分別有介壽路口、大門口、活動中心。

表十四 不同污染物遠近對於空氣品質影響平均比較表

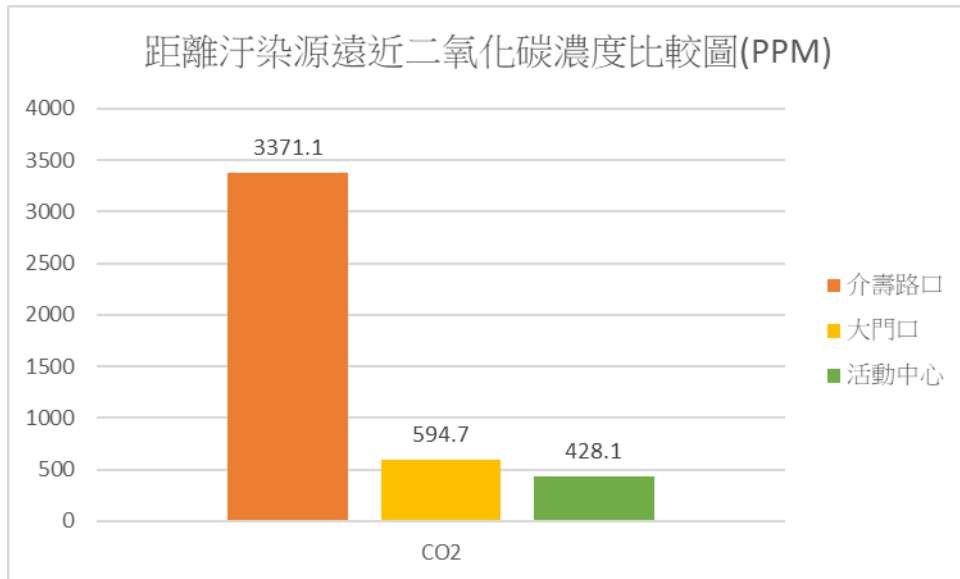
地點	CO	CO2	HCHO	TVOC	溫度	PM1.0	PM2.5	PM10
介壽路口	138	3371.1	0.378	1.3855	22	8.3	151.5	169.8
大門口	11.8	594.7	0.018	0.059	19.9	11.2	10	12.5
活動中心	12	428.1	0.079	0.0234	24.5	10.7	9.4	12
	ppm	ppm	mg/m ³	mg/m ³	°C	ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³

觀察與討論：



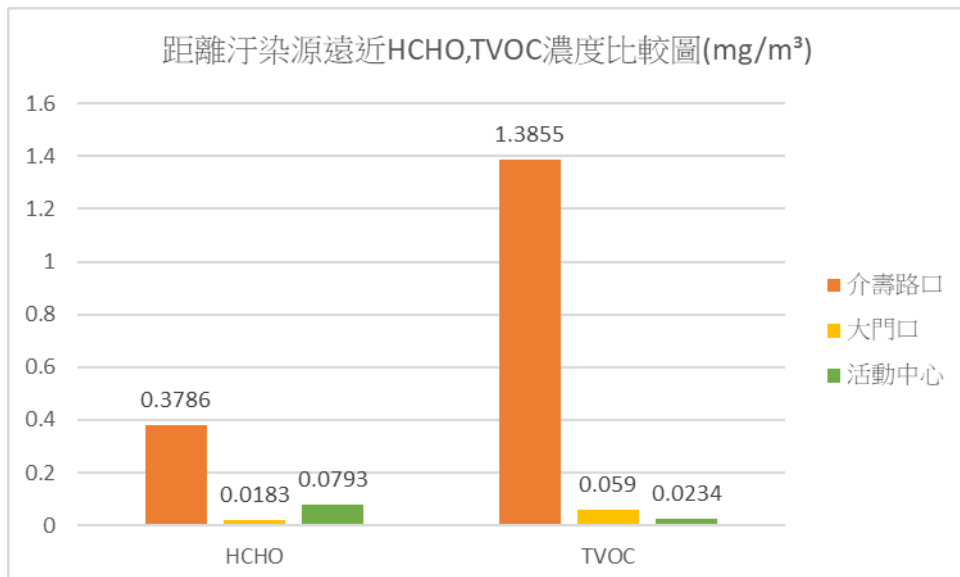
圖三十八 距離污染源遠近一氧化碳濃度比較圖(PPM)

1. 我們進行實驗並記錄，輸入到電腦中排序後刪去極端值，做出附件中表十一、表十二、表十三，並透過計算整理成上述表十四並繪製成圖三十八、圖三十九、圖四十及圖四十一，以便更好的分析。



圖三十九 距離污染源遠近二氧化碳濃度比較圖(PPM)

2. 藉由圖三十八，我們可以發現，CO 的濃度中，介壽路口最高，其次是活動中心，最後是大門口，但大門口與活動中心相差不多。
3. 藉由圖三十九，我們可以發現，CO₂ 的濃度中，介壽路口最高，其次是大門口，最後是活動中心。

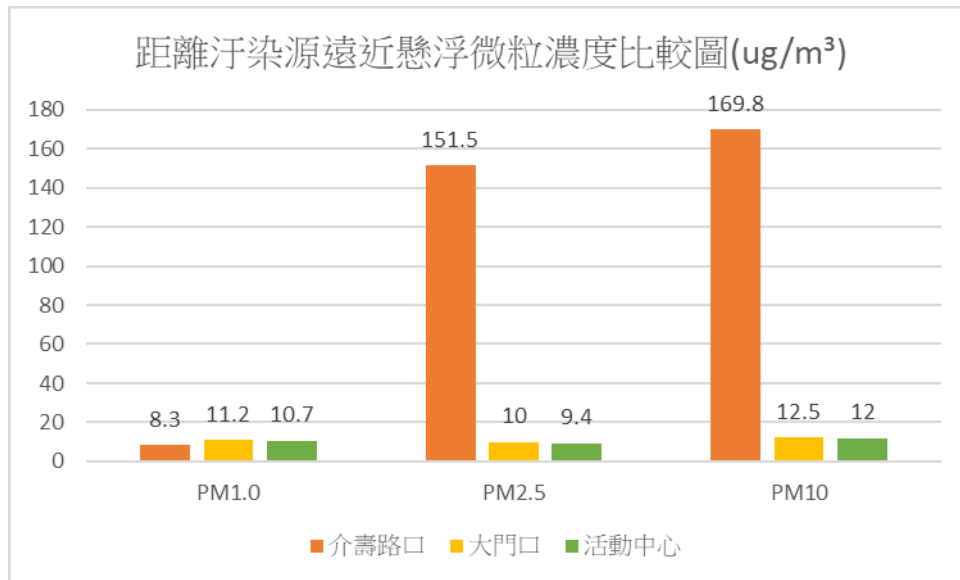


圖四十 距離污染源遠近 HCHO,TVOC 濃度比較圖(mg/m³)

4. 藉由圖四十，我們可以發現，TVOC 的濃度中，介壽路口最高，其次是大門口，最後是活動中心，HCHO 的濃度中，介壽路口最高，其次是活動中心，最後是大門口，而與之

前一樣的活動中心與大門口的數據與介壽路口的差別巨大，有著極為明顯的差距。

5. 藉由圖四十一，我們可以發現，PM1.0 的濃度中，大門口最高，其次是活動中心，最後是介壽路口；PM2.5 的濃度中，介壽路口最高，其次是大門口，最後是活動中心，PM10 的濃度中，介壽路口最高，其次是大門口，最後是活動中心。



圖四十一 距離污染源遠近懸浮微粒濃度比較圖(ug/m³)

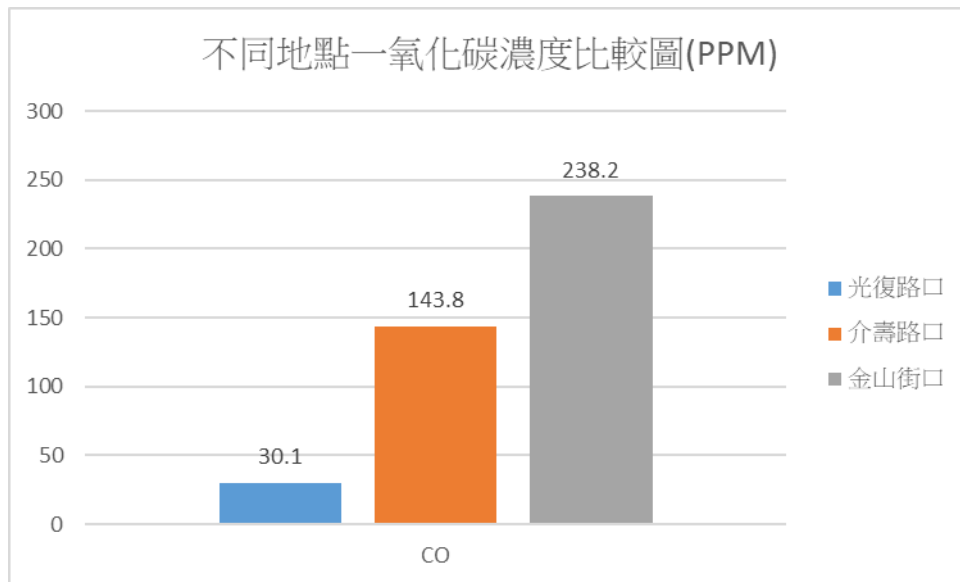
6. 經過觀察與討論，我們認為，只要離污染源越遠，CO、CO₂、TVOC 與 HCHO 的濃度就會越低，這在圖表中都有極為明顯的變化，我們推論車流所排放的廢氣會隨著距離影響會慢慢減弱，且會隨著地點改變而相差甚多。
7. 經過觀察與討論，在懸浮微粒的資料中與之前的研究相差較多，我們推論因為在校園中，小朋友在草皮上奔跑會揚起粉塵，而影響懸浮微粒的濃度，在之後的研究中會特別注意是何變項影響較多。

二、 實地觀察並研究不同路段的空氣品質嚴重程度?

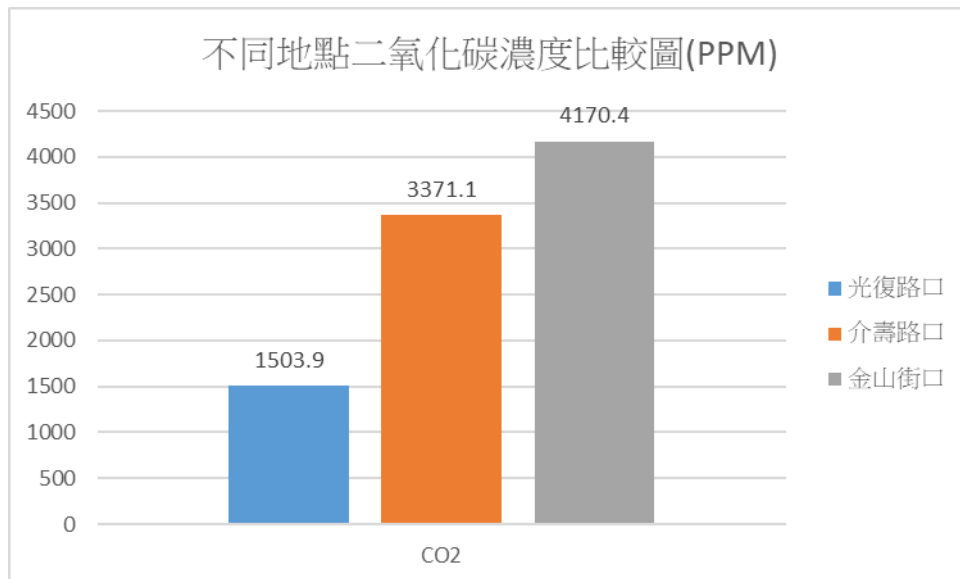
以下將呈現不同路段的數據及分析結果，其地點分別有介壽路口、金山街口與光復路口。

表十八 不同路段對於空氣品質影響平均比較表

地點	CO	CO ₂	HCHO	TVOC	溫度	PM1.0	PM2.5	PM10
光復路口	30.1	1503.9	0.2058	0.9625	19	5.3	41.8	65.7
金山街口	238.2	4170.4	0.5094	1.6073	26.6	9.7	159.4	211.4
介壽路口	138	3371.1	0.3786	1.3855	22	8.3	151.5	169.8
	ppm	ppm	mg/m ³	mg/m ³	°C	ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³



圖四十二 不同地點一氧化碳濃度比較圖(PPM)

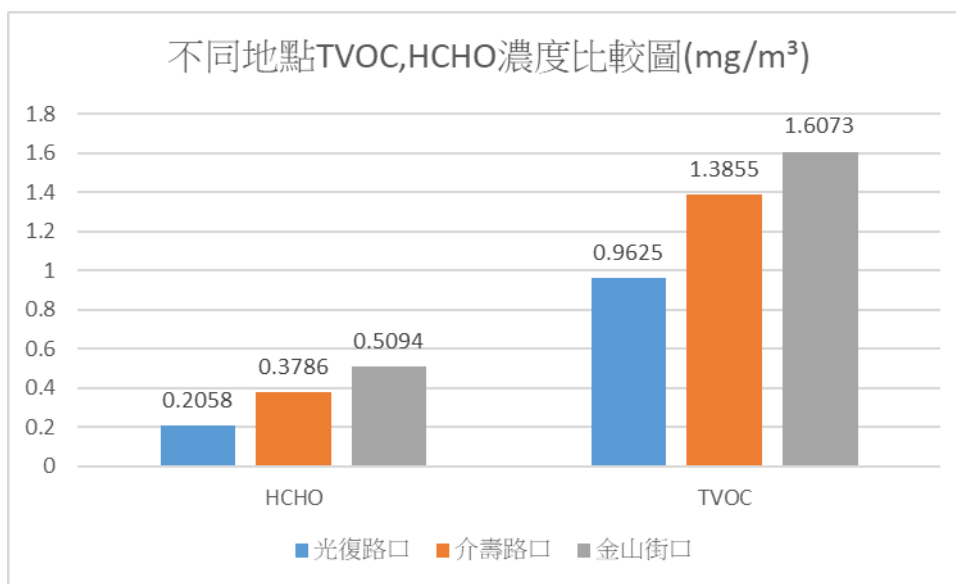


圖四十三 不同地點二氧化碳濃度比較圖(PPM)

觀察與討論

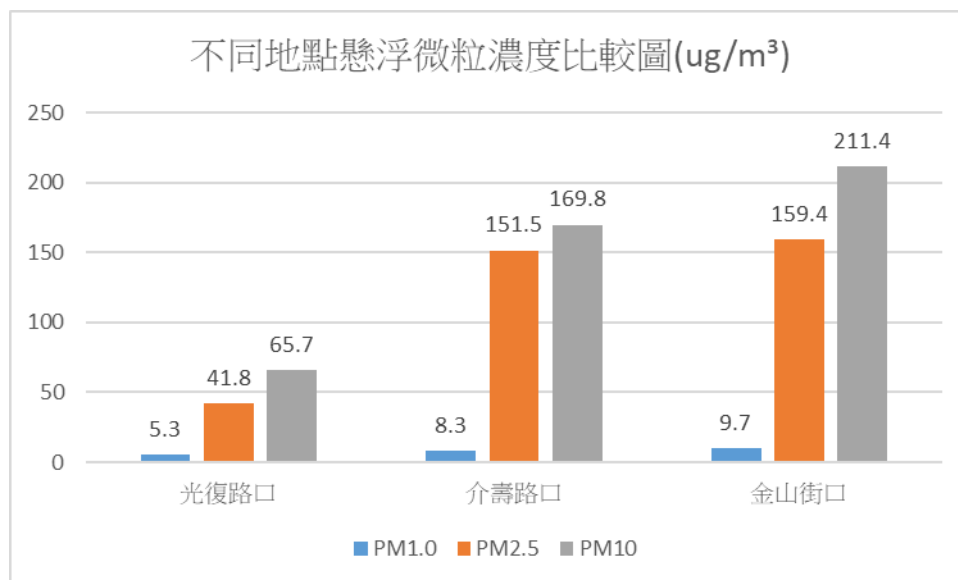
1. 我們進行實驗並記錄，輸入到電腦中排序後刪去極端值，做出附件中表十五、表十六、表十七，並透過計算整理成上述表十八並繪製成圖四十二、圖四十三、圖四十四及圖四十五，以便更好的分析。
2. 藉由圖四十二、圖四十三、圖四十四及圖四十五，我們可以發現，不管是 CO、CO₂、TVOC、HCHO 及各種大小的懸浮微粒濃度中，都是金山街口的濃度最高，其次是介壽路口，最後是光復路口。
3. 經過觀察與討論，我們發現不同路口不同的變項有道路的大小、車流量，紅綠燈時長所影

響，其中我們認為影響最大的會是巷道大小，因為金山街口的大小很明顯小於另外兩個道路。



圖四十四 不同地點 TVOC,HCHO 濃度比較圖(mg/m³)

4. 另外我們也在此實驗中明顯發現到在不同路段中，其數據有時也會相差甚大，在我們檢查過所有測量狀況後發現，在車陣中的車輛類型及老舊可能會極大影響我們的實驗及空氣品質的產生。



圖四十五 不同地點懸浮微粒濃度比較圖(ug/m³)

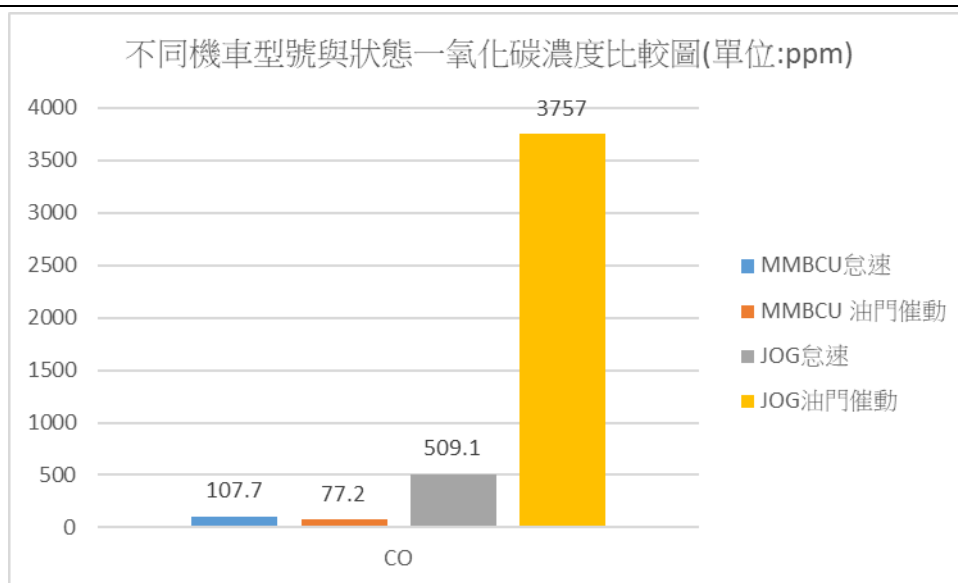
三、 實地觀察並研究不同汽機車使用年份對於空氣品質的影響為何?

以下我們將呈現不同機車使用年份:JOG(五期車)使用年份 15 年、MMBCU(七期車)使用年份 1 年及不同汽車使用年份:NISSAN 使用年份 20 年、BMW 使用年份 1 年，並分別針對其

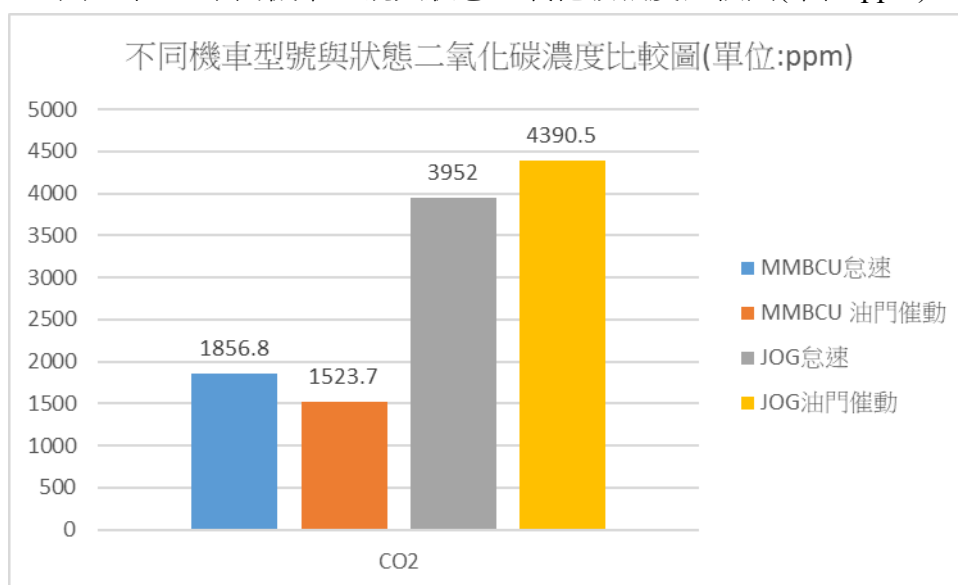
機車怠速及油門催動排放尾氣進行紀錄及分析。

表二十三 不同機車尾氣排放分析平均比較表

車型	濕度	CO	CO2	HCHO	TVOC	溫度	PM1.0	PM2.5	PM10
MMBCU 怠速	70	107.7	1856.8	0.13	0.41	21	8	103	150.8
MMBCU 油門催動	70	77.2	1523.7	0.06	0.6	20	9.2	183.7	240.5
JOG 怠速	70	509.1	3952	0.59	1.86	21	8.7	129.3	171.6
JOG 油門催動	70	3757	4390.5	0.80	1.95	17	15.3	265	347
	%	ppm	ppm	mg/m ³	mg/m ³	°C	ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³



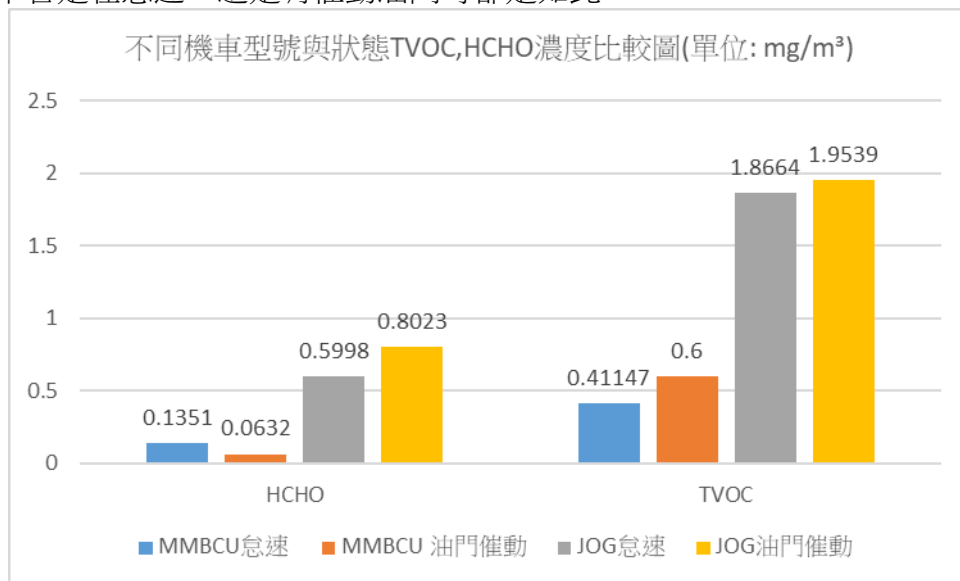
圖四十六 不同機車型號與狀態一氧化碳濃度比較圖(單位:ppm)



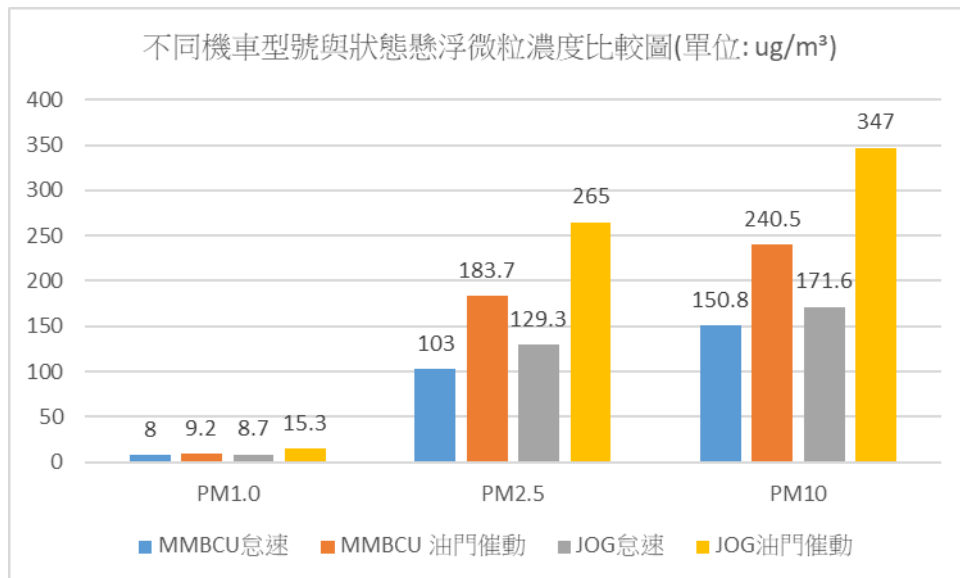
圖四十七 不同機車型號與狀態二氧化碳濃度比較圖(單位:ppm)

觀察與討論

1. 我們進行實驗並記錄，輸入到電腦中排序後刪去極端值，做出附件中表十九、表二十、表二十一及表二十二並透過計算整理成上述表二十三並繪製成圖四十六、圖四十七、圖四十八及圖四十九，以便更好的分析。
2. 我們可以從圖四十六、圖四十七、圖四十八及圖四十九，非常明顯的看到在 CO、CO₂、TVOC、HCHO 及各種大小的懸浮微粒濃度中，七期車的成績都要遠比五期車要來的好上許多，不管是在怠速，還是有催動油門時都是如此。



圖四十八 不同機車型號與狀態 TVOC,HCHO 濃度比較圖(單位: mg/m³)



圖四十九 不同機車型號與狀態懸浮微粒濃度比較圖(單位: ug/m³)

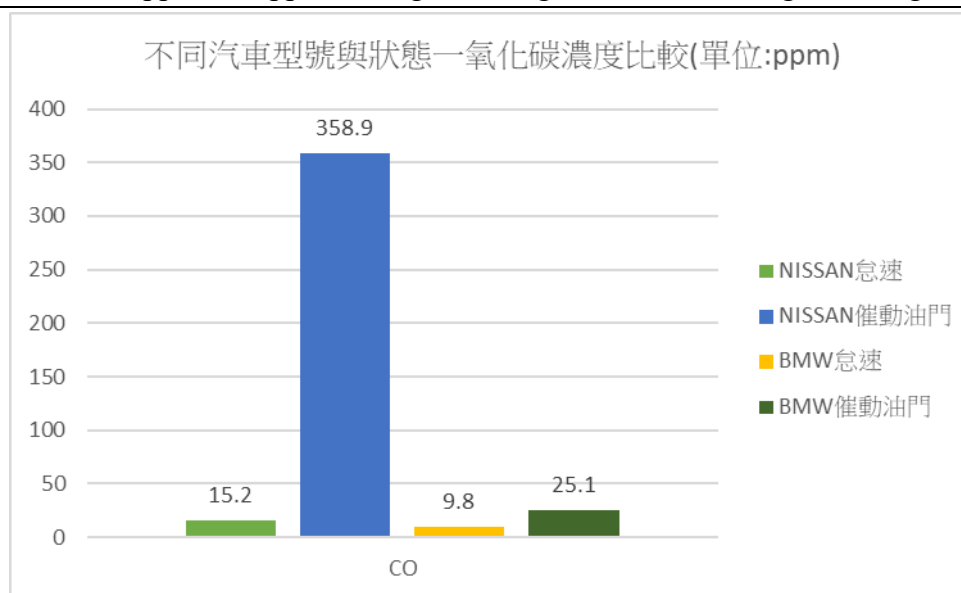
3. 經過我們討論後，我們認為影響空氣品質的原因一定有一個是高污染車輛，我們還跟老師詢問五期車是否有通過國家的測試，答案是有的，但也因為這樣讓我們非常訝異這樣的表

現竟然可以通過標準，這是值得我們深思的話題。

4. 在經過我們討論後，我們推論五期車與七期車表現差別許多的原因，有很大原因是來自於新引擎的設計及結構不同，因為兩者所加的油料皆為 95 無鉛汽油，但七期車的各項數據卻都極為環保。

表二十九 不同汽車尾氣排放分析平均比較表

車型	濕度	CO	CO2	HCHO	TVOC	溫度	PM1.0	PM2.5	PM10
NISSAN 怠速	15.2	475.8	0.0132	0.0351	20	7	239.2	309.5	15.2
NISSAN 油門催動	358.9	4613.8	0.6181	1.8333	20	7	261.2	342	358.9
BMW 怠速	9.8	947.5	0.0422	0.1257	20	7	163.1	214.2	9.8
BMW 油門催動	25.1	2876.4	0.1699	0.4287	20	7	184	240.6	25.1
	%	ppm	ppm	mg/m ³	mg/m ³	°C	ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³

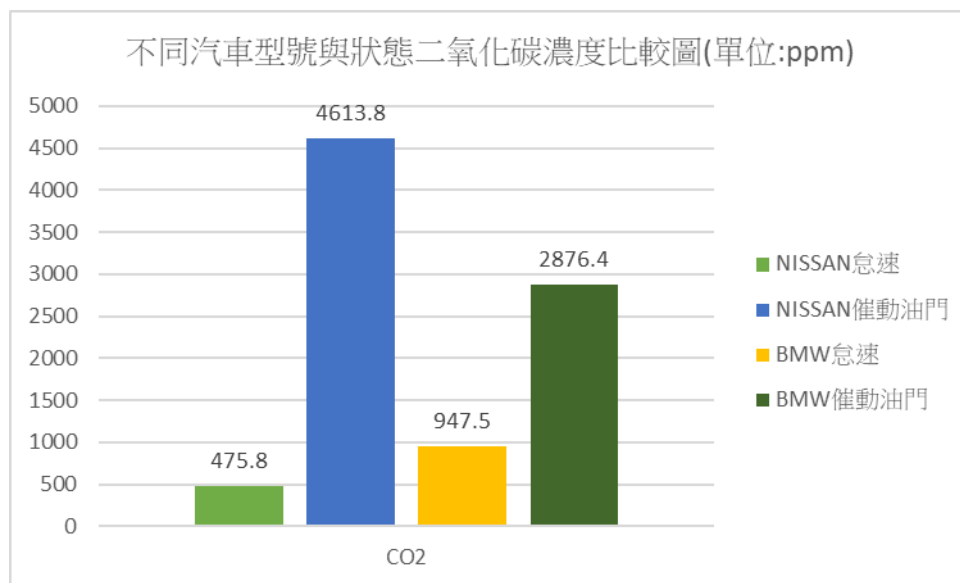


圖五十 不同汽車型號與狀態一氧化碳濃度比較(單位:ppm)

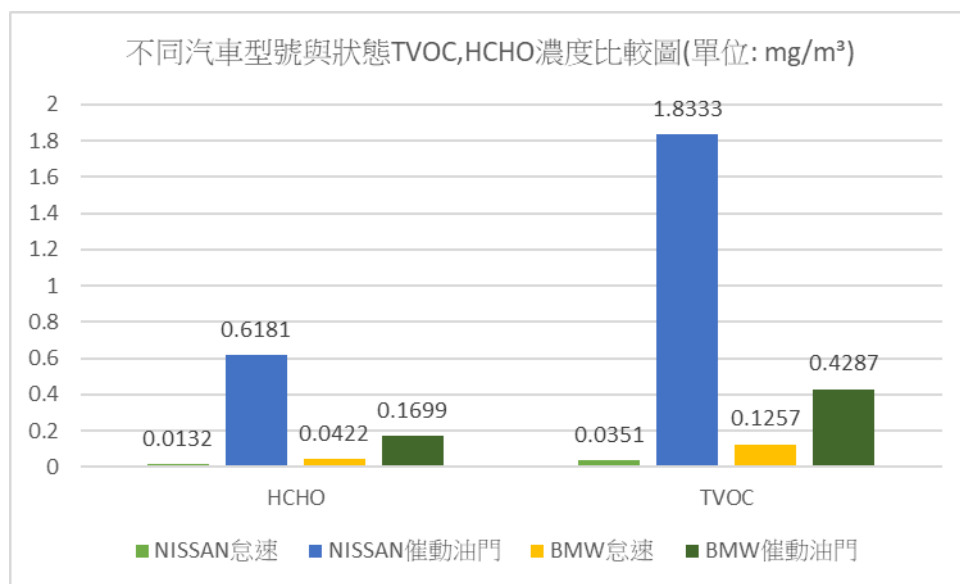
觀察與討論

1. 我們進行實驗並記錄，輸入到電腦中排序後刪去極端值，做出附件中表二十五、表二十六、表二十七及表二十八並透過計算整理成上述表二十九並繪製成圖五十、圖五十一、圖五十二及圖五十三，以便更好的分析。
2. 我們可以從圖五十、圖五十一、圖五十二及圖五十三，非常明顯的看到在 CO、CO2 中，年份較新的 BMW 的成績要遠比年份較舊的 NISSAN 要來的好上許多，不管是在怠速，還

是有催動油門時都是如此，所以我們可以由此推論在車陣中所測得的數據，與車子的組成與年份相關。

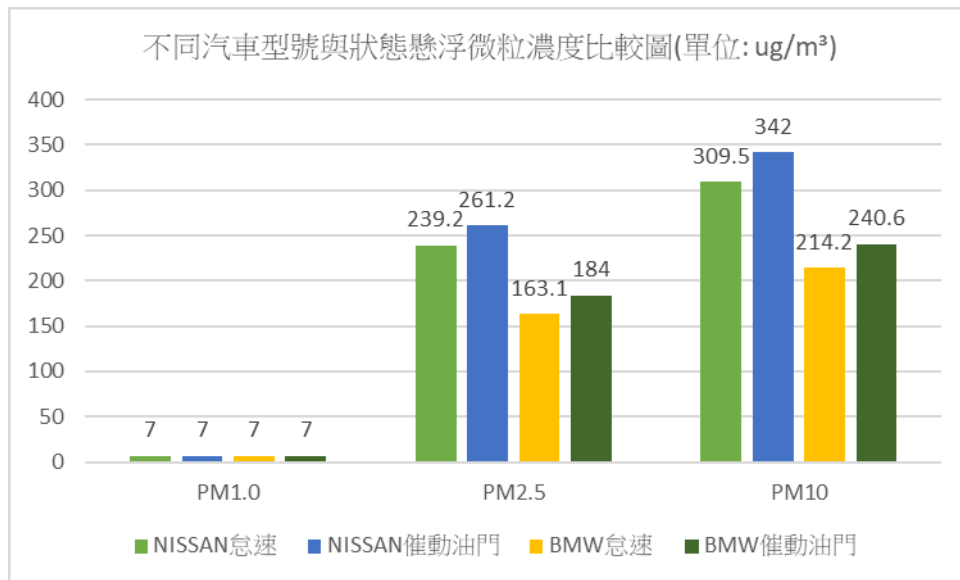


圖五十一 不同汽車型號與狀態二氧化碳濃度比較圖(單位:ppm)



圖五十二 不同汽車型號與狀態 TVOC,HCHO 濃度比較圖(單位: mg/m³)

- 但是我們在觀測中也有發現，雖然催動油門會讓 BMW 的表現要好於 NISSAN，但是我們也發現在怠速熄火時，BMW 的表現卻比 NISSAN 來的差，我們在與老師與提供車輛的家長討論後，推論認為這與汽車的排氣量級與引擎結構有關，但如果以污染性來看，年份較舊的車輛在移動時的确會造成較多污染。
- 而在懸浮微粒與 TVOC、HCHO 中我們可以一樣看到年份較舊的車輛在催動引擎時明顯較年份較低會造成較多的有害物質釋出。



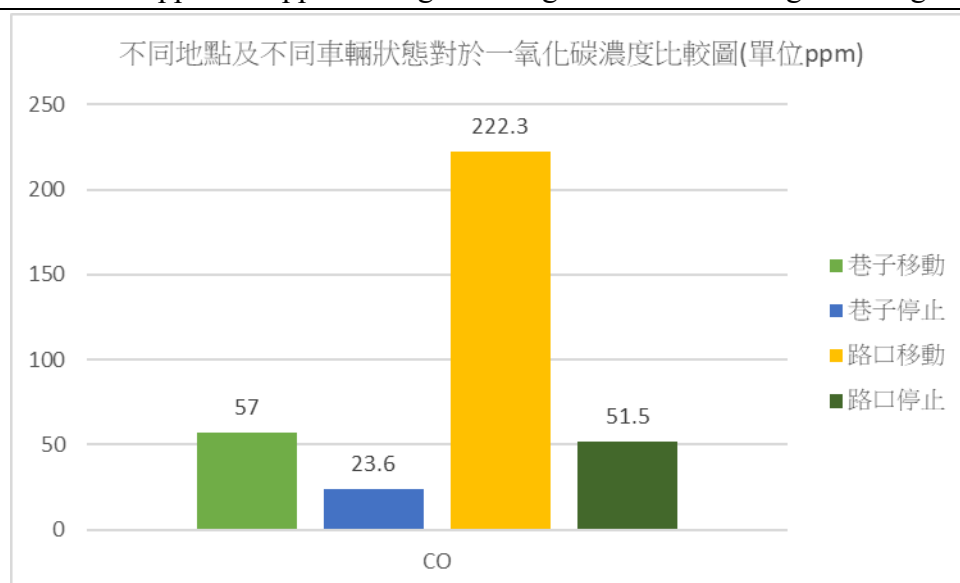
圖五十三 不同汽車型號與狀態懸浮微粒濃度比較圖(單位: ug/m³)

四、 實地觀察並研究不同狀態車流對於空氣品質影響為何?

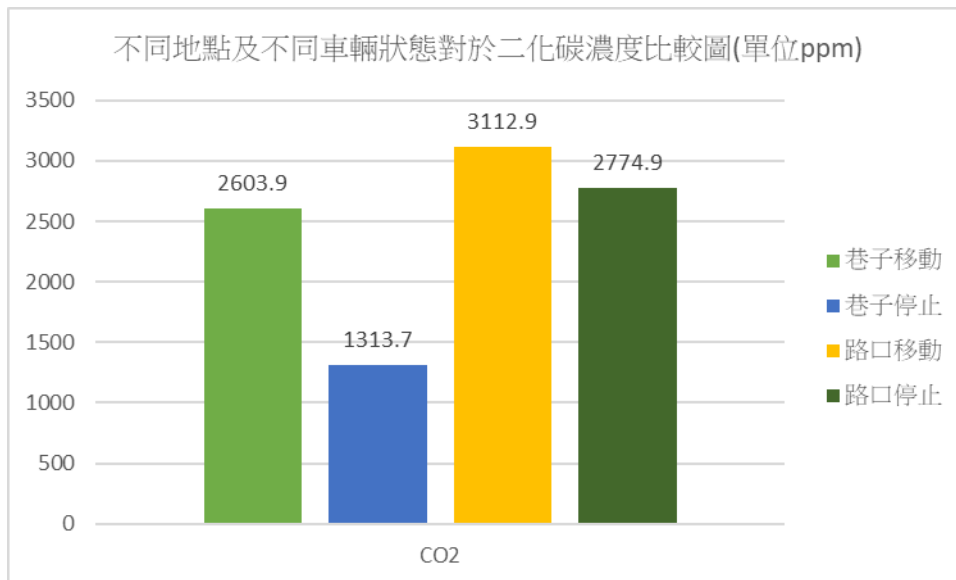
以下將呈現車輛行駛的不同狀態:移動與靜止，並將我們所觀察記錄分析的部分說明並討論。

表三十四 不同地點及不同車輛移動狀態對於污染物影響表

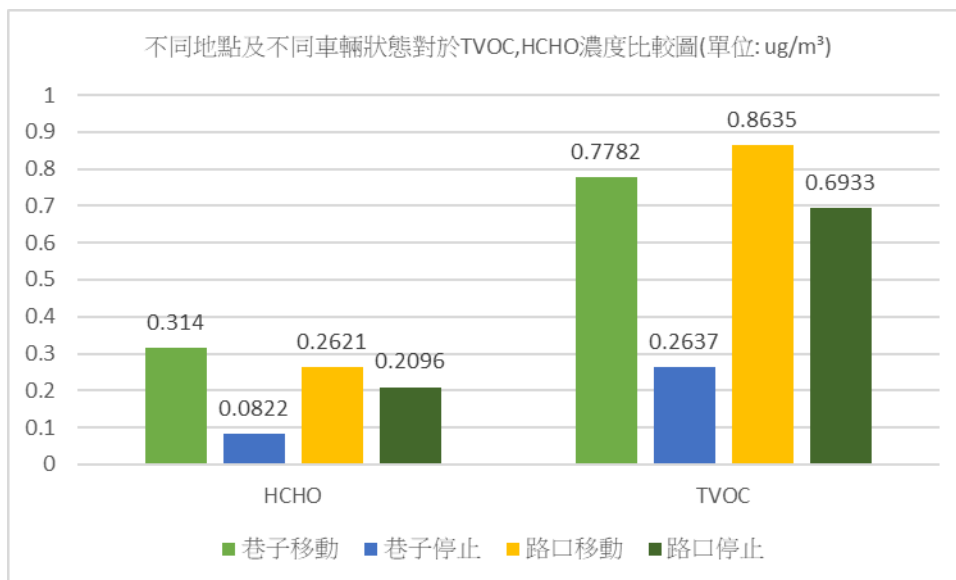
	濕度	CO	CO2	HCHO	TVOC	溫度	PM1.0	PM2.5	PM10
巷弄移動	64.1	57	2603.9	0.314	0.7782	17.6	6.4	171.9	221.3
巷弄靜止	64.6	23.6	1313.7	0.0822	0.2637	17.6	6.2	171.6	222
路口移動	61	222.3	3112.9	0.2621	0.8635	21.8	11.2	131.1	167.7
路口靜止	61	51.5	2774.9	0.2096	0.6933	21.8	11.1	122.7	132.7
單位	%	ppm	ppm	mg/m³	mg/m³	°C	ug/m³	ug/m³	ug/m³



圖五十四 不同地點及不同車輛狀態對於一氧化碳濃度比較圖(單位 ppm)



圖五十五 不同地點及不同車輛狀態對於二氧化碳濃度比較圖(單位 ppm)

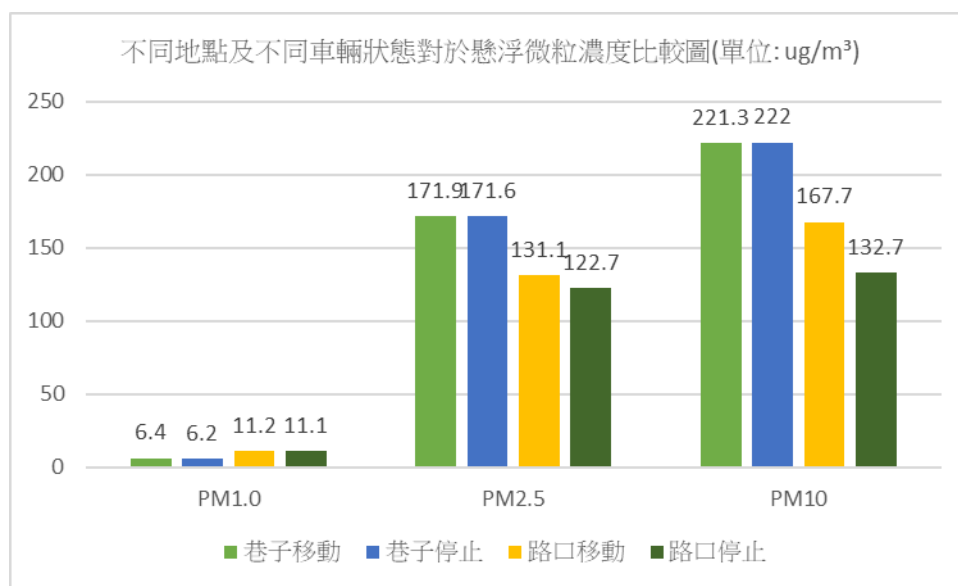


圖五十六 不同地點及不同車輛狀態對於 TVOC,HCHO 濃度比較圖(單位: ug/m³)

觀察與討論

1. 我們進行實驗並記錄，輸入到電腦中排序後刪去極端值，做出表三十、三十一、三十二及表三十三並透過計算整理成表三十四並繪製成圖五十四、圖五十五、圖五十六及圖五十七，以便更好的分析。
2. 我們可以從圖五十四、圖五十五、圖五十六及圖五十七，非常明顯的看到在 CO、CO₂、TVOC、HCHO 及各種大小的懸浮微粒濃度中，移動時的車流所帶來的廢棄及污染物都是高於停止時的車流，我們推論是因為在停止也就是車輛怠速時，並不需要催動油門，讓汽油進入燃燒，而移動時卻需要，也因為這樣多了許多污染物的排放。

3. 而此實驗的結果也與我們想得不太一樣，原本我們認為應該要停止時，這些廢棄物會比較容易堆積，但是此實驗中我們可以推論廢氣的多寡與車輛的狀態比較有相關。



圖五十七 不同地點及不同車輛狀態對於懸浮微粒濃度比較圖(單位: ug/m³)

4. 在本實驗中我們還有發現在 CO、CO₂、TVOC 及 HCHO 等分項上，介壽路口都要來的比巷弄中要高出許多，唯有懸浮微粒方面，巷弄中不管是停止或者是移動，數值都要比介壽路口要來的高，而這很明顯跟車流無關，我們在經過討論之後推論，應該是巷弄中的地形不容易讓外面氣流進入而帶走，讓他們不斷受到汽機車尾氣的影響而浮起造成此現象。

五、 實地觀察並研究不同時間區段對於空氣品質影響為何?

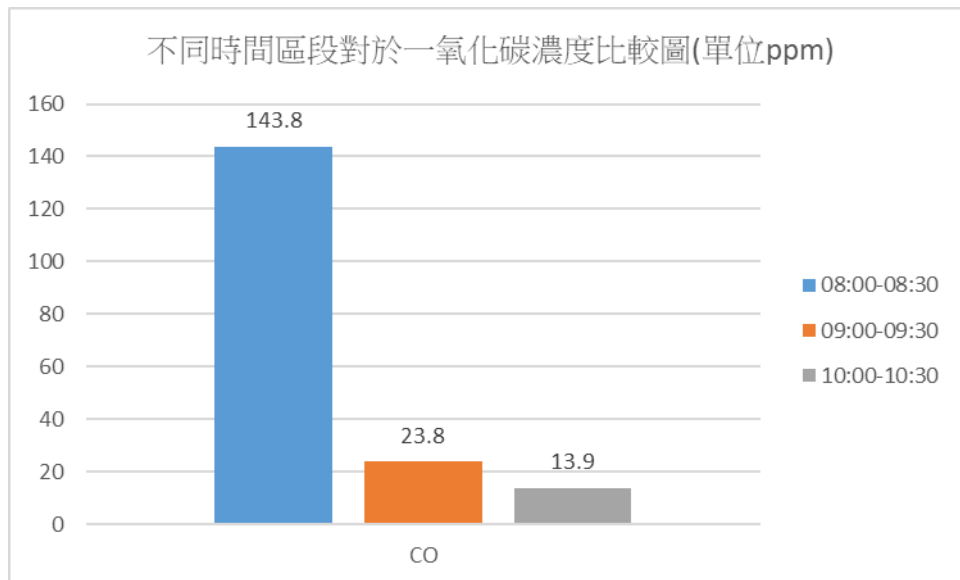
我們利用不同時間點，分別是早上 8:00-8:30、早上 9:00-9:30 及早上 10:00-10:30 作為操控變因進行觀測紀錄及分析

表三十八 不同時間區段對於空氣品質影響表

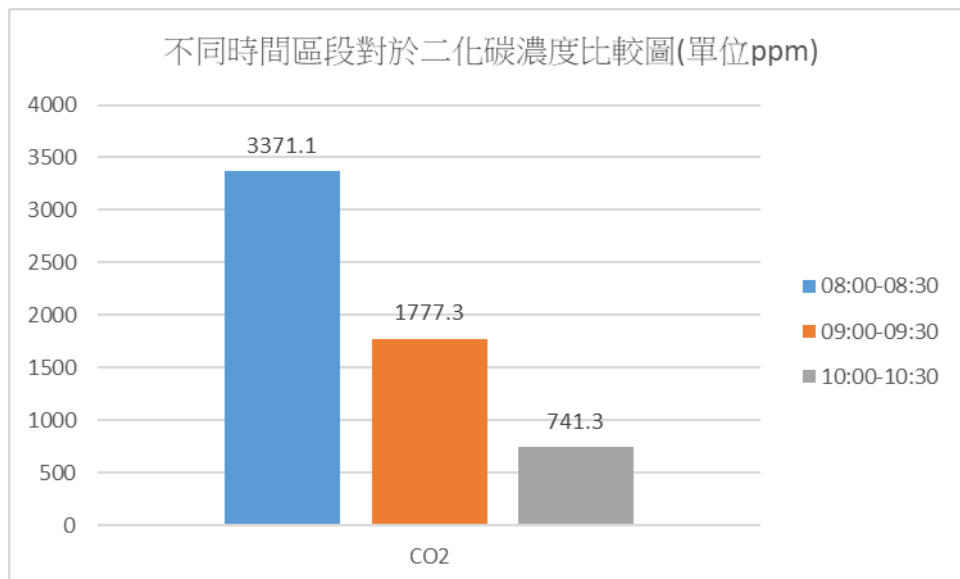
	CO	CO ₂	HCHO	TVOC	溫度	PM1.0	PM2.5	PM10
08:00-08:30	143.8	3371.1	0.3786	1.3855	22	8.3	151.5	169.8
09:00-09:30	23.8	1777.3	0.1078	0.389	21	9.7	166.1	172.4
10:00-10:30	13.9	741.3	0.0317	0.1038	21	10.5	105.9	138.6
單位	ppm	ppm	mg/m ³	mg/m ³	°C	ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³

觀察與討論

1. 我們進行實驗並記錄，輸入到電腦中排序後刪去極端值，做出表三十五、三十六及表三十七並透過計算整理成表三十八並繪製成圖五十八、圖五十九、圖六十及圖六十一，以便更好的分析。

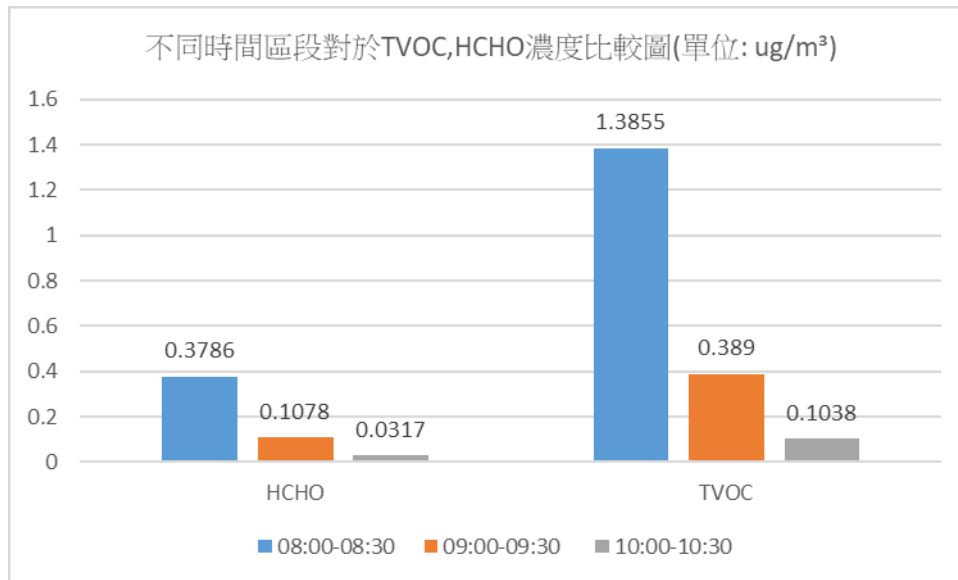


圖五十八 不同時間區段對於一氧化碳濃度比較圖(單位 ppm)

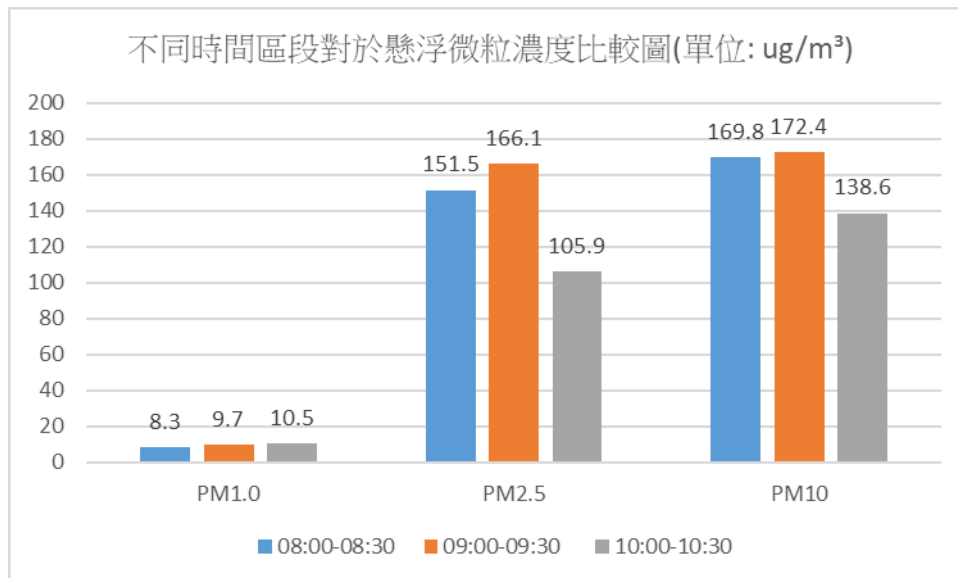


圖五十九 不同時間區段對於二氧化碳濃度比較圖(單位 ppm)

- 我們可以從圖五十八、圖五十九、圖六十及圖六十一，非常明顯的看到在 CO、CO₂、TVOC、HCHO 及各種大小的懸浮微粒濃度中，都會隨著車流量巔峰時段(8:00-9:00)的時間流逝，而有大幅的下降，特別是在 CO、CO₂、TVOC、HCHO，而我們在討論後推論，這四種物質主要是來自於汽油燃燒所產生的空氣汙染物，所以受車潮影響巨大。
- 但是我們也發現在不同大小的懸浮微粒濃度中，其濃度大小並沒有隨車流量巔峰時段而漸減，反而中間有上升的趨勢，所以我們在此推論懸浮微粒影響的變項並不完全是因為引擎尾氣，可能跟飛砂或其他因素有相關。



圖六十 不同時間區段對於 TVOC,HCHO 濃度比較圖(單位: ug/m³)



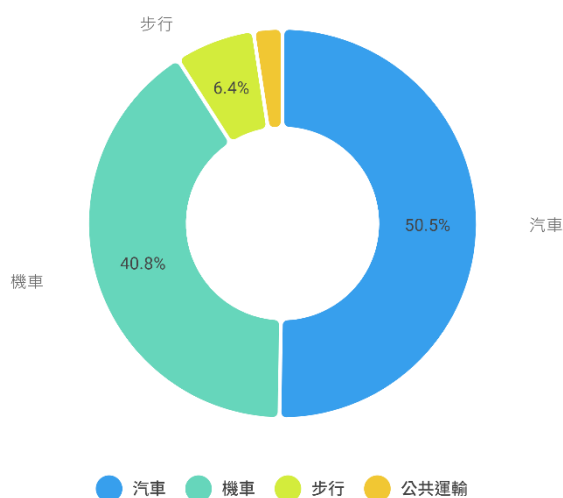
圖六十一 不同時間區段對於懸浮微粒濃度比較圖(單位: ug/m³)

六、 分析如何避免空氣污染的產生及影響?

在本研究中我們發現空氣汙染對於人們的影響可能跟下列因素有著極為密切的關係

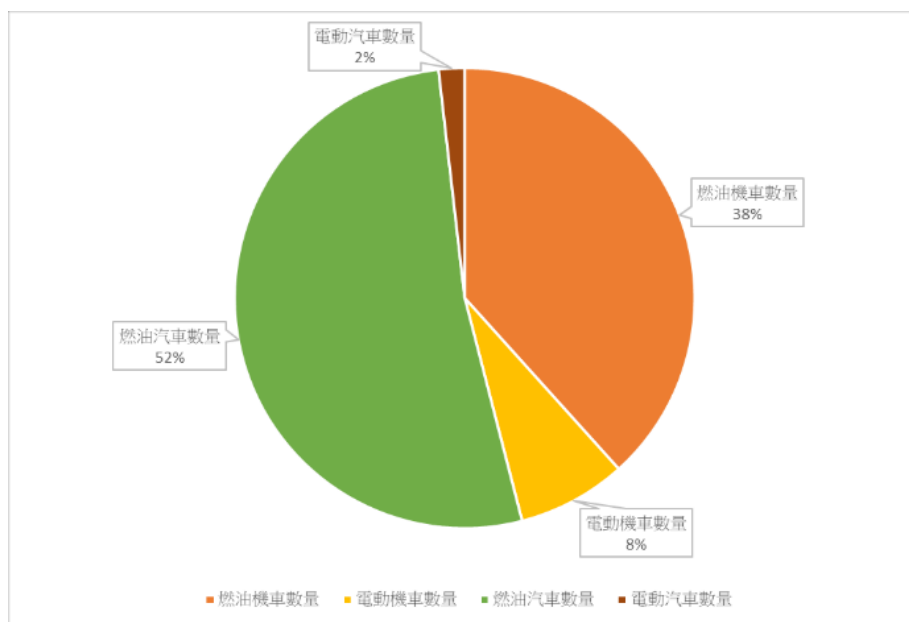
- (一)與汙染物之間的距離
- (二)巷道之間的大小
- (三)重汙染或易汙染車輛的有無
- (四)車輛本身的移動與否
- (五)車流量

而在本研究進行實地觀察時，我們同樣有設計問卷詢問大眾，我們的問卷受眾對象為在園區工作或學習的人們，我們想要以此驗證我們所觀察到的情形是否符合我們觀察到的現象，以下分析情形有效問卷為 93 份。



圖六十二 園區出門交通工具選擇圖

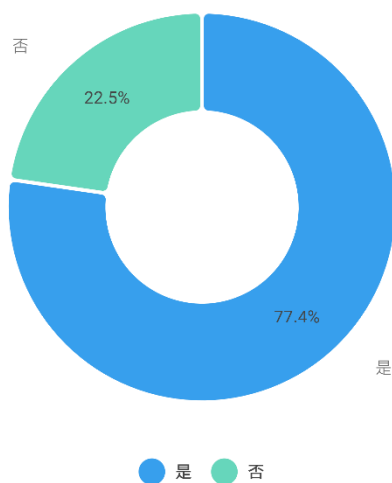
我們從圖六十二中可以很明顯看到這樣的統計結果與我們每次觀測到的車流量是完全符合的，絕大多數的汽車與機車充斥著車道，只有少數的人步行和搭乘公車，而我們也推論這樣的現象是造成我們學區空氣品質極差的原因。



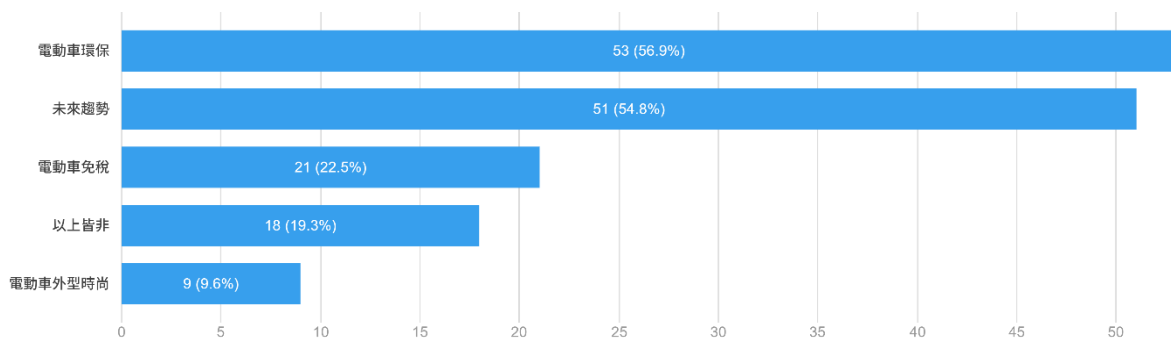
圖六十三 不同類型機車比例圖

而從我們的 93 份有效問卷中可以歸納出全部自家使用汽機車數量共 274 輛，燃油機車為 105 輛、電動機車為 21 輛；而燃油汽車為 143 輛，但電動汽車只有 5 輛而已，而從此份數據

整理出來的圖表我們發現，在此份問卷中，每個人會擁有 2.94 輛交通工具，且燃油機器就佔了其中的 90%，而我們在討論後也推論這可能就是我們研究中造成巨大車流廢氣產生的主因。



圖六十四 電動車購買意願圖



圖六十五 電動車購買意願原因圖

而從上述的問卷整理中我們可以發現，有效問卷中有將近 77.4% 的人們願意購買電動汽車，且其中有將近 56.9% 的人們是為了環保考量而購買，在我們的討論後，我們認為如果要盡快改善空氣品質增加電動車購買意願是極為重要的是，而盡快讓人知道我們所處的環境有奪糟糕不失為一個很好的辦法。

本研究也發現，在一些本身風較強且平坦較無巷弄的地方，反而廢氣堆積現象就沒那麼嚴重，而我們也建議各位在不同情境時能盡量注意下列事項。

- (一)請盡量在搭乘機車及走在街上時攜帶口罩。
- (二)在車上時請盡量不要在車陣中搖下車窗。
- (三)在建設建築及道路，或是相關城鎮設計時須注意城市風廊的設計。

(四)較為老舊的汽機車可以考慮換成電動車又或者是使用年份較新的車輛。

(五)不要在車陣中待上許久，會有害身體健康。

伍、結論

一、並不是每個儀器都是極為準確的，在測試前必須要先進行測量及試驗，以了解儀器本身的可靠性。

二、相同價格的儀器也是相差許多，且費用較高的儀器在極端環境的變化率也較大，在我們上網查過每個檢測器單價之後也相信一分錢一分貨的道理。

三、離汙染源越遠，CO、CO₂、TVOC 與 HCHO 的濃度就會越低，隨著距離變化都有極為明顯的變化，我們推論車流所排放的廢氣會隨著距離影響會慢慢減弱，且會隨著地點改變而相差甚多。

四、在校園中懸浮微粒可能會因為其他情境而變多，需要特別注意此現象，而我們也從此推論，懸浮微粒的出現並不完全是因為交通廢氣所組成。

五、我們發現不同路口不同的變項有道路的大小、車流量，紅綠燈時長所影響，其中我們認為影響最大的會是巷道大小。

六、我們在此實驗中明顯發現到在不同路段中，其數據有時也會相差甚大，在我們檢查過所有測量狀況後發現，在車陣中的車輛類型及老舊可能會極大影響我們的實驗及空氣品質的產生。

七、我們認為影響空氣品質的原因一定有高污染車輛，且我們討論後推論五期機車與七期機車表現差別許多的原因，有很大原因是來自於新引擎的設計及結構不同，所以燃燒效率有差，因為兩者所加的油料皆為 95 無鉛汽油，但七期車的各項數據卻都極為環保。

八、在汽車中我們發現空氣汙染物的多寡與汽車的排氣量與年份相關，排氣量較大的車種的怠速排廢氣量會較高，但是影響巨大的是在催動油門後的高汙染廢氣量。

九、移動時的車流所帶來的廢棄及汙染物都是高於停止時的車流，我們推論是因為在停止也就是車輛怠速時，並不需要催動油門，讓汽油進入燃燒，而移動時卻需要，也因為這樣多了許多汙染物的排放。

十、在本研究所觀察的汙染物中可以簡易分成兩類，第一類為主要會隨車流量大小而明顯變

化的如: CO、CO₂、TVOC 與 HCHO，而第二類就是各種不同大小懸浮微粒，他們除了車流量變化外更會隨地形其他外在條件影響而變化。

十一、 在本研究中我們發現空氣汙染對於人們的影響可能跟下列因素有著極為密切的關係

1.與汙染物之間的距離、2.巷道之間的大小及地形、3.重汙染或易汙染車輛的有無 4.車輛本身的移動與否、5.車流量

十二、 在路上行走時，強烈建議戴上口罩對於身體的健康會極為有幫助，也請不要在車陣中搖下車窗。

十三、 大眾對於電動車的接受度有一定高度，如果要快速改變生活環境的空氣品質，需要加高宣導及讓人們了解目前空氣汙染的嚴重程度。

陸、未來研究

因本實驗的實驗時間有限，希望未來能針對下列幾點作出調整及再實驗

一、更多不同巷道及地形變化

二、更精準的儀器校正或是自製儀器

三、車流量與不同時段(上下班)影響

四、繪製學區廢氣熱點圖

柒、參考文獻

傅強 曾佩如 朱珮芸。市區公車減少排污因應對策之初探。2018 年

吳仁彰。奈米材料應用於氣體感測器之發展。科儀新知第二十六卷第三期

鄭家燊。高架道路型式及街谷環境條件對 都市微氣候影響之研究 以臺北市新生高架道路為例。2021 年

蔡孟裕。街谷中三維尺度空氣汙染物擴散現象之研究。2015 年

林子平。讓路給風走：都市退燒的特效藥。2021 年

附件

表二 不同儀器靈敏程度實驗表(無煙+黑圓形)

	CO	CO2	HCHO	TVOC	溫度	PM1.0	PM2.5	PM10
1	1	407	0.007	0.013			197	258
2	1	407	0.008	0.012			191	250
3	3	408	0.005	0.009			189	247
4	3	407	0.002	0.007			190	249
5	1	405	0.007	0.016			190	249
6	0	405	0.003	0.008			195	255
7	0	404	0.006	0.01			202	268
8	0	407	0.01	0.022			211	276
9	1	407	0.001	0.007			212	278
10	1	404	0.006	0.015			210	275
11	0	405	0.01	0.021			202	265
12	1	409	0.003	0.007			194	254
13	2	406	0.005	0.012			189	247
14	1	409	0.004	0.008			185	241
15	0	407	0.006	0.014			183	238
平均	1	406.46	0.005	0.0120			196	256.66
單位	ppm	ppm	mg/m ³	mg/m ³	°C	ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³

表三 不同儀器靈敏程度實驗表(有煙+黑圓形)

	CO	CO2	HCHO	TVOC	溫度	PM1.0	PM2.5	PM10
1	1	5000	0.006	0.013			994	999
2	1	5000	0.006	0.012			732	955
3	1	5000	0.006	0.013			610	780
4	1	4168	0.007	0.014			406	523
5	1	5000	0.007	0.014			999	999
6	132	5000	0.408	1.999			999	999
7	73	5000	0.295	1.741			999	999
8	2	5000	0.007	0.015			999	999
9	1	5000	0.007	0.013			999	999
10	8	5000	0.007	0.099			999	999

11	81	5000	0.241	1.071		999	999
12	3	5000	0.018	0.072		999	999
13	1	5000	0.008	0.022		999	999
14	1	5000	0.008	0.057		999	999
15	42	5000	0.219	1.127		999	999
平均	23.3	4944.5	0.083	0.42		915.4	949.7
單位	ppm	ppm	mg/m ³	mg/m ³	°C	ug/m ³	ug/m ³

表四 不同儀器靈敏程度實驗表(無煙+白圓形)

	CO	CO ₂	HCHO	TVOC	溫度	PM1.0	PM2.5	PM10
1	1	407	0.005	0.013			20	26
2	2	409	0.006	0.008			24	31
3	1	406	0.009	0.018			26	34
4	2	403	0.002	0.005			23	31
5	1	405	0.009	0.016			25	32
6	1	406	0.005	0.012			20	26
7	1	407	0.012	0.02			26	32
8	2	408	0.011	0.017			24	31
9	2	410	0.008	0.019			23	30
10	2	411	0.009	0.012			27	35
11	2	409	0.005	0.019			22	26
12	1	406	0.009	0.012			23	30
13	2	408	0.006	0.014			20	26
14	2	408	0.009	0.017			22	28
15	1	408	0.007	0.017			26	35
平均	1.5	407.4	0.0074	0.0146			23.4	30.2
單位	ppm	ppm	mg/m ³	mg/m ³	°C	ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³

表五 不同儀器靈敏程度實驗表(有煙+白圓形)

	CO	CO ₂	HCHO	TVOC	溫度	PM1.0	PM2.5	PM10
1	1	4687	0.006	0.013			422	578
2	1	4948	0.007	0.014			455	567
3	1	2324	0.006	0.014			245	339
4	1	2092	0.007	0.013			162	115

5	1	2340	0.006	0.013		519	717	
6	1	3147	0.006	0.012		914	999	
7	1	5000	0.006	0.012		999	999	
8	1	5000	0.007	0.014		999	999	
9	1	5000	0.007	0.013		999	999	
10	1	5000	0.006	0.019		999	999	
11	2	5000	0.012	0.064		999	999	
12	1	3590	0.013	0.006		999	999	
13	1	5358	0.006	0.012		999	999	
14	1	4138	0.017	0.003		999	999	
15	2	5000	0.007	0.013		899	960	
平均	1	4687	0.006	0.013		422	578	
單位	ppm	ppm	mg/m ³	mg/m ³	°C	ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³

表六 不同儀器靈敏程度實驗表(無煙+黑電池)

黑電池	co	co2	HCHO	TVOC	溫度	PM1.0	PM2.5	PM10
1		412	0.003	0.012	25	11	15	18
2		406	0.002	0.006	26	12	16	18
3		400	0.002	0.009	25	12	19	22
4		404	0.002	0.009	25	12	16	19
5		406	0.002	0.008	25	11	16	21
6		448	0.005	0.012	25	11	16	18
7		409	0.003	0.01	25	11	15	17
8		412	0.003	0.011	24	11	15	18
9		409	0.003	0.012	24	11	15	19
10		421	0.001	0.005	24	10	15	19
11		412	0.004	0.016	24	12	15	20
12		400	0.001	0.005	24	10	12	14
13		415	0.003	0.015	24	12	14	19
14		418	0.002	0.009	25	11	15	17
15		466	0.004	0.016	25	10	16	20
平均		416	0.003	0.010	24	11	15	19
單位	ppm	ppm	mg/m ³	mg/m ³	°C	ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³

表七 不同儀器靈敏程度實驗表(有煙+黑電池)

黑電池	co	co2	HCHO	TVOC	溫度	PM1.0	PM2.5	PM10
1		4161	0.476	1.473	25	192	328	409
2		4703	0.649	1.999	25	170	370	391
3		4703	0.649	1.999	25.56	4177	629	704
4		4499	0.649	1.999	25.56	39	171	214
5		4703	0.649	1.999	25.56	1630	1869	1717
6		4703	0.649	1.999	26.67	1411	1722	1730
7		4703	0.649	1.999	26.67	300	735	796
8		4703	0.638	1.932	26.67	678	328	644
9		4703	0.636	1.929	26.67	68	211	228
10		4694	0.649	1.999	26.67	373	862	854
11		4703	0.649	1.999	26.67	436	802	930
12		4703	0.649	1.999	26.67	229	659	614
13		4703	0.649	1.999	26.67	1011	1157	134
14		4703	0.649	1.999	26.67	1281	1284	1393
15		4703	0.649	1.999	26.67	1345	1746	1722
平均		4652	0.636	1.955	26.22	889	858	832
單位	ppm	ppm	mg/m ³	mg/m ³	°C	ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³

表八 不同儀器靈敏程度實驗表(無煙+白長方)

白長方	co	co2	HCHO	TVOC	溫度	PM1.0	PM2.5	PM10
1	11	526	0.022	0.2				
2	11	521	0.019	0.2				
3	11	519	0.022	0.2				
4	11	521	0.017	0.2				
5	12	521	0.02	0.2				
6	10	517	0.017	0.2				
7	12	523	0.019	0.2				
8	9	517	0.017	0.2				
9	10	517	0.012	0.2				
10	11	521	0.02	0.2				
11	8	515	0.021	0.2				
12	8	517	0.019	0.2				
13	8	514	0.017	0.2				
14	10	519	0.019	0.2				
15	9	517	0.018	0.2				

平均	10.06	519	0.0186	0.2				
單位	ppm	ppm	mg/m ³	mg/m ³	°C	ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³

表九 不同儀器靈敏程度實驗表(有煙+白長方)

白長方	co	co2	HCHO	TVOC	溫度	PM1.0	PM2.5	PM10
1	1075	2850	1.256	17				
2	550	1718	0.645	8.4				
3	584	1813	0.651	9				
4	316	1165	0.327	4.3				
5	928	2431	0.906	12				
6	937	2598	1.053	13				
7	961	2465	1.057	14				
8	983	2585	0.998	13				
9	904	2483	1.019	14				
10	1130	2800	1.073	13				
11	885	2495	0.978	12				
12	984	2708	1.094	13				
13	996	2636	1.041	14				
14	1252	3181	1.317	17				
15	945	2549	1.086	14				
平均	895.333	2431.8	0.96673	12.5133				
單位	ppm	ppm	mg/m ³	mg/m ³	°C	ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³

表十一 不同汙染物遠近對於空氣品質影響表-介壽路口

	地點	CO	CO2	HCHO	TVOC	溫度	PM1.0	PM2.5	PM10
1	介壽路口	161	3657	0.449	1.512	22	10	160	182
2	介壽路口	161	3515	0.417	1.495	22	10	160	181
3	介壽路口	161	3506	0.417	1.444	22	10	160	181
4	介壽路口	155	3506	0.408	1.443	22	10	158	178
5	介壽路口	144	3333	0.383	1.428	22	10	158	178
6	介壽路口	144	3300	0.373	1.339	22	7	152	173
7	介壽路口	138	3300	0.373	1.339	22	7	152	173
8	介壽路口	134	3256	0.326	1.297	22	7	139	153
9	介壽路口	91	3212	0.324	1.286	22	6	138	151
10	介壽路口	91	3126	0.316	1.272	22	6	138	148
	平均	138	3371.1	0.3786	1.3855	22	8.3	151.5	169.8
	單位	ppm ³	ppm	mg/m ³	mg/m ³	°C	ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³

表十二 不同汙染物遠近對於空氣品質影響表-大門口

	地點	CO	CO2	HCHO	TVOC	溫度	PM1.0	PM2.5	PM10
1	大門口	13	738	0.03	0.097	27	12	10	14
2	大門口	13	718	0.024	0.083	27	12	10	14
3	大門口	12	662	0.024	0.081	26	12	10	13
4	大門口	12	654	0.02	0.063	17	12	10	12
5	大門口	12	602	0.019	0.062	17	11	10	12
6	大門口	12	546	0.018	0.055	17	11	10	12
7	大門口	11	530	0.014	0.044	17	11	10	12
8	大門口	11	514	0.013	0.044	17	11	10	12
9	大門口	11	499	0.012	0.031	17	10	10	12
10	大門口	11	484	0.009	0.03	17	10	10	12
	平均	11.8	594.7	0.0183	0.059	19.9	11.2	10	12.5
	單位	ppm ³	ppm	mg/m ³	mg/m ³	°C	ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³

表十三 不同汙染物遠近對於空氣品質影響表-活動中心

	地點	CO	CO2	HCHO	TVOC	溫度	PM1.0	PM2.5	PM10
1	活動中心	13	453	0.2	0.043	28	11	10	13
2	活動中心	13	445	0.2	0.031	28	11	10	12
3	活動中心	13	442	0.17	0.028	28	11	10	12
4	活動中心	12	427	0.1	0.023	23	11	10	12
5	活動中心	12	421	0.06	0.022	23	11	9	12
6	活動中心	12	421	0.03	0.021	23	11	9	12
7	活動中心	12	418	0.012	0.019	23	11	9	12
8	活動中心	11	418	0.008	0.017	23	10	9	12
9	活動中心	11	418	0.007	0.016	23	10	9	12
10	活動中心	11	418	0.006	0.014	23	10	9	11
	平均	12	428.1	0.0793	0.0234	24.5	10.7	9.4	12
	單位	ppm ³	ppm	mg/m ³	mg/m ³	°C	ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³

表十五 不同路段對於空氣品質影響表-介壽路口

	地點	CO	CO2	HCHO	TVOC	溫度	PM1.0	PM2.5	PM10
1	介壽路口	161	3657	0.449	1.512	22	10	160	182
2	介壽路口	161	3515	0.417	1.495	22	10	160	181
3	介壽路口	161	3506	0.417	1.444	22	10	160	181

4	介壽路口	155	3506	0.408	1.443	22	10	158	178
5	介壽路口	144	3333	0.383	1.428	22	10	158	178
6	介壽路口	144	3300	0.373	1.339	22	7	152	173
7	介壽路口	138	3300	0.373	1.339	22	7	152	173
8	介壽路口	134	3256	0.326	1.297	22	7	139	153
9	介壽路口	91	3212	0.324	1.286	22	6	138	151
10	介壽路口	91	3126	0.316	1.272	22	6	138	148
	平均	138	3371.1	0.3786	1.3855	22	8.3	151.5	169.8
	單位	ppm ³	ppm	mg/m ³	mg/m ³	°C	ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³

表十六 不同路段對於空氣品質影響表-金山街口

	地點	CO	CO2	HCHO	TVOC	溫度	PM1.0	PM2.5	PM10
1	金山街口	317	4545	0.618	1.838	28	11	168	220
2	金山街口	285	4504	0.596	1.816	28	10	168	220
3	金山街口	255	4374	0.57	1.781	28	10	167	219
4	金山街口	245	4302	0.55	1.699	27	10	167	219
5	金山街口	244	4295	0.516	1.599	26	10	163	213
6	金山街口	235	4079	0.502	1.531	26	10	163	213
7	金山街口	228	4166	0.47	1.529	26	9	162	212
8	金山街口	196	4022	0.428	1.452	26	9	157	206
9	金山街口	191	3712	0.423	1.438	26	9	157	206
10	金山街口	186	3705	0.421	1.39	25	9	122	186
	平均	238.2	4170.4	0.5094	1.6073	26.6	9.7	159.4	211.4
	單位	ppm	ppm	mg/m ³	mg/m ³	°C	ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³

表十七 不同路段對於空氣品質影響表-光復路口

	地點	CO	CO2	HCHO	TVOC	溫度	PM1.0	PM2.5	PM10
1	光復路口	77	3306	0.352	1.206	19	6	98	127
2	光復路口	36	2930	0.342	1.124	19	6	97	127
3	光復路口	34	2772	0.325	1.113	19	6	96	121
4	光復路口	33	2021	0.27	1.033	19	5	79	115
5	光復路口	23	927	0.194	1.027	19	5	12	103
6	光復路口	22	782	0.18	1.003	19	5	10	19
7	光復路口	22	772	0.168	0.834	19	5	7	16
8	光復路口	19	616	0.133	0.832	19	5	7	11
9	光復路口	18	499	0.048	0.741	19	5	6	10
10	光復路口	17	414	0.046	0.712	19	5	6	8

平均	30.1	1503.9	0.2058	0.9625	19	5.3	41.8	65.7
單位	ppm	ppm	mg/m ³	mg/m ³	°C	ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³

表十九 不同機車尾氣排放分析表-MMBCU 怠速

	濕度	CO	CO2	HCHO	TVOC	溫度	PM1.0	PM2.5	PM10
1	70	778	3205	0.303	0.999	21	11	103	166
2	70	72	2966	0.216	0.704	21	10	103	162
3	70	59	2224	0.215	0.5277	21	9	103	162
4	70	46	2022	0.135	0.436	21	9	103	156
5	70	31	1742	0.121	0.384	21	7	103	152
6	70	30	1369	0.096	0.297	21	7	103	148
7	70	22	1329	0.078	0.227	21	7	103	148
8	70	14	1322	0.07	0.208	21	7	103	140
9	70	13	1259	0.063	0.192	21	7	103	137
10	70	12	1130	0.054	0.14	21	6	103	137
平均	70	107.7	1856.8	0.1351	0.4115	21	8	103	150.8
單位		ppm	ppm	mg/m ³	mg/m ³	°C	ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³

表二十 不同機車尾氣排放分析表-MMBCU 油門催動

	濕度	CO	CO2	HCHO	TVOC	溫度	PM1.0	PM2.5	PM10
1	70	160	2951	0.186	0.6	20	13	188	246
2	70	138	2202	0.115	0.6	20	12	188	246
3	70	133	1888	0.081	0.6	20	12	187	245
4	70	98	1844	0.064	0.6	20	10	187	245
5	70	81	1624	0.055	0.6	20	10	187	245
6	70	51	1308	0.04	0.6	20	7	184	241
7	70	33	1210	0.038	0.6	20	7	181	237
8	70	30	1026	0.036	0.6	20	7	179	234
9	70	30	618	0.01	0.6	20	7	178	233
10	70	18	566	0.007	0.6	20	7	178	233
平均	70	77.2	1523.7	0.0632	0.6	20	9.2	183.7	240.5
單位		ppm	ppm	mg/m ³	mg/m ³	°C	ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³

表二十一 不同機車尾氣排放分析表-JOG 怠速

	濕度	CO	CO2	HCHO	TVOC	溫度	PM1.0	PM2.5	PM10
1	70	803	3952	0.649	1.999	21	17	134	189

2	70	779	3952	0.649	1.963	21	12	134	175
3	70	576	3952	0.639	1.96	21	10	133	175
4	70	576	3952	0.621	1.95	21	9	131	174
5	70	507	3952	0.618	1.932	21	7	131	171
6	70	496	3952	0.616	1.911	21	7	127	171
7	70	428	3952	0.56	1.88	21	7	127	166
8	70	331	3952	0.559	1.719	21	6	126	166
9	70	308	3952	0.553	1.717	21	6	125	165
10	70	287	3952	0.534	1.633	21	6	125	164
平均	70	509.1	3952	0.5998	1.8664	21	8.7	129.3	171.6
單位		ppm	ppm	mg/m ³	mg/m ³	°C	ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³

表二十二 不同機車尾氣排放分析表-JOG 油門催動

	濕度	CO	CO2	HCHO	TVOC	溫度	PM1.0	PM2.5	PM10
1	70	3757	4703	1.711	1.999	17	21	265	347
2	70	3757	4703	0.983	1.999	17	20	265	347
3	70	3757	4703	0.817	1.999	17	15	265	347
4	70	3757	4677	0.801	1.999	17	14	265	347
5	70	3757	4478	0.681	1.999	17	14	265	347
6	70	3757	4420	0.649	1.994	17	14	265	347
7	70	3757	4350	0.649	1.975	17	14	265	347
8	70	3757	4226	0.642	1.911	17	14	265	347
9	70	3757	3911	0.55	1.862	17	14	265	347
10	70	3757	3734	0.54	1.802	17	13	265	347
平均	70	3757	4390.5	0.8023	1.9539	17	15.3	265	347
單位		ppm	ppm	mg/m ³	mg/m ³	°C	ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³

表二十五 不同汽車尾氣排放分析表-NISSAN 怠速

	CO	CO2	HCHO	TVOC	溫度	PM1.0	PM2.5	PM10
1	18	662	0.021	0.07	20	7	260	333
2	18	508	0.021	0.062	20	7	254	322
3	17	499	0.02	0.051	20	7	240	314
4	16	492	0.02	0.042	20	7	240	310
5	15	464	0.019	0.04	20	7	237	308
6	15	446	0.008	0.02	20	7	235	305
7	14	436	0.006	0.019	20	7	233	304
8	13	418	0.006	0.017	20	7	232	304

9	13	418	0.006	0.016	20	7	232	300
10	13	415	0.005	0.014	20	7	229	295
平均	15.2	475.8	0.0132	0.0351	20	7	239.2	309.5
單位	ppm	ppm	mg/m ³	mg/m ³	°C	ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³

表二十六 不同汽車尾氣排放分析表-NISSAN 油門催動

	CO	CO2	HCHO	TVOC	溫度	PM1.0	PM2.5	PM10
1	518	4703	0.646	1.96	20	7	263	345
2	444	4703	0.641	1.951	20	7	263	343
3	416	4703	0.641	1.943	20	7	263	343
4	410	4703	0.641	1.851	20	7	262	342
5	393	4703	0.64	1.841	20	7	261	342
6	362	4571	0.613	1.814	20	7	260	341
7	326	4526	0.612	1.787	20	7	260	341
8	257	4526	0.598	1.77	20	7	260	341
9	240	4506	0.582	1.717	20	7	260	341
10	223	4494	0.567	1.699	20	7	260	341
平均	358.9	4613.8	0.6181	1.8333	20	7	261.2	342
單位	ppm	ppm	mg/m ³	mg/m ³	°C	ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³

表二十七 不同汽車尾氣排放分析表-BMW 怠速

	CO	CO2	HCHO	TVOC	溫度	PM1.0	PM2.5	PM10
1	10	1085	0.057	0.153	20	7	170	223
2	10	1030	0.047	0.152	20	7	169	221
3	10	1016	0.047	0.145	20	7	166	219
4	10	991	0.046	0.133	20	7	166	217
5	10	985	0.045	0.123	20	7	165	217
6	10	936	0.041	0.122	20	7	164	216
7	10	898	0.037	0.11	20	7	163	215
8	10	882	0.036	0.107	20	7	162	213
9	9	846	0.033	0.106	20	7	155	203
10	9	806	0.033	0.106	20	7	151	198
平均	9.8	947.5	0.0422	0.1257	20	7	163.1	214.2
單位	ppm	ppm	mg/m ³	mg/m ³	°C	ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³

表二十八 不同汽車尾氣排放分析表-BMW 油門催動

	CO	CO2	HCHO	TVOC	溫度	PM1.0	PM2.5	PM10
1	43	3194	0.245	0.797	20	7	186	244
2	31	3144	0.234	0.686	20	7	186	244
3	28	3144	0.231	0.684	20	7	186	244
4	28	3130	0.226	0.539	20	7	186	244
5	27	3122	0.218	0.439	20	7	184	241
6	22	3118	0.162	0.437	20	7	184	241
7	19	3110	0.156	0.32	20	7	184	238
8	18	3058	0.141	0.136	20	7	182	238
9	18	2910	0.046	0.128	20	7	182	236
10	17	834	0.04	0.121	20	7	180	236
平均	25.1	2876.4	0.1699	0.4287	20	7	184	240.6
單位	ppm	ppm	mg/m ³	mg/m ³	°C	ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³

表三十 不同車輛狀態對於空氣品質汙染物影響-移動狀態(光復路巷弄中)

	濕度	CO	CO2	HCHO	TVOC	溫度	PM1.0	PM2.5	PM10
1	66	99	4324	0.643	1.736	20	10	200	255
2	66	99	4089	0.567	1.612	20	9	195	250
3	64	78	3753	0.522	1.307	20	8	191	233
4	64	62	3287	0.418	1.188	20	7	178	232
5	64	54	2982	0.372	0.768	16	5	177	225
6	64	53	2968	0.214	0.696	16	5	172	225
7	64	36	1541	0.203	0.182	16	5	168	224
8	64	35	1105	0.094	0.137	16	5	164	210
9	63	34	1040	0.069	0.13	16	5	138	181
10	62	20	950	0.038	0.026	16	5	136	178
平均	64.1	57	2604	0.314	0.778	17.6	6.4	171.9	221.3
單位	%	ppm	ppm	mg/m ³	mg/m ³	°C	ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³

表三十一 不同車輛狀態對於空氣品質汙染物影響-停止狀態(光復路巷弄中)

	濕度	CO	CO2	HCHO	TVOC	溫度	PM1.0	PM2.5	PM10
1	65	35	3054	0.25	0.79	20	9	195	249
2	65	33	3044	0.235	0.728	20	9	190	246
3	65	28	2986	0.214	0.33	20	9	188	244
4	65	26	806	0.041	0.33	17	5	185	236
5	65	24	790	0.03	0.145	17	5	180	234
6	65	19	778	0.027	0.106	17	5	179	233

7	65	19	430	0.009	0.077	17	5	178	230
8	65	19	421	0.007	0.076	16	5	153	200
9	63	17	420	0.005	0.042	16	5	137	177
10	63	16	408	0.004	0.013	16	5	131	171
平均	64.6	23.6	1313	0.082	0.263	17.6	6.2	171.6	222
單位	%	ppm	ppm	mg/m ³	mg/m ³	°C	ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³

表三十二 不同車輛狀態對於街谷效應污染物影響-移動狀態(介壽路口)

動	濕度	CO	CO2	HCHO	TVOC	溫度	PM1.0	PM2.5	PM10
1	61	323	3402	0.344	1.106	23	13	143	178
2	61	293	3368	0.335	1.084	23	12	138	177
3	61	259	3267	0.321	1.078	23	12	136	176
4	61	256	3210	0.297	0.96	23	12	136	175
5	61	256	3152	0.263	0.845	21	12	135	170
6	61	251	3124	0.251	0.839	21	11	134	163
7	61	206	3078	0.243	0.821	21	11	123	161
8	61	141	2958	0.208	0.693	21	11	123	161
9	61	125	2936	0.191	0.671	21	11	123	159
10	61	113	2634	0.168	0.538	21	7	120	157
平均	61	222.3	3112.9	0.2621	0.8635	21.8	11.2	131.1	167.7
單位	%	ppm	ppm	mg/m	mg/m	°C	ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³

表三十三 不同車輛狀態對於街谷效應污染物影響-停止狀態(介壽路口)

停	濕度	CO	CO2	HCHO	TVOC	溫度	PM1.0	PM2.5	PM10
1	61	93	3486	0.354	1.013	23	13	137	167
2	61	85	3352	0.343	1.012	23	13	133	161
3	61	76	3136	0.283	0.909	23	13	132	154
4	61	71	2972	0.198	0.68	23	12	130	152
5	61	53	2943	0.195	0.651	21	11	128	124
6	61	49	2684	0.176	0.622	21	11	128	124
7	61	28	2653	0.176	0.562	21	11	123	118
8	61	23	2634	0.137	0.558	21	10	115	111
9	61	23	1967	0.118	0.544	21	10	107	110
10	61	14	1922	0.116	0.382	21	7	94	106
平均	61	51.5	2774.9	0.2096	0.6933	21.8	11.1	122.7	132.7
單位	%	ppm	ppm	mg/m ³	mg/m ³	°C	ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³

表三十五 不同時段對於空氣污染物質影響表(08:00-08:30)

	CO	CO2	HCHO	TVOC	溫度	PM1.0	PM2.5	PM10
1	161	3657	0.449	1.512	22	10	160	182
2	161	3515	0.417	1.495	22	10	160	181
3	161	3506	0.417	1.444	22	10	160	181
4	155	3506	0.408	1.443	22	10	158	178
5	144	3333	0.383	1.428	22	10	158	178
6	144	3300	0.373	1.339	22	7	152	173
7	138	3300	0.373	1.339	22	7	152	173
8	134	3256	0.326	1.297	22	7	139	153
9	126	3212	0.324	1.286	22	6	138	151
10	114	3126	0.316	1.272	22	6	138	148
平均	143.8	3371.1	0.3786	1.3855	22	8.3	151.5	169.8
單位	ppm	ppm	mg/m ³	mg/m ³	°C	ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³

表三十六 不同時段對於空氣污染物質影響表(09:00-09:30)

	CO	CO2	HCHO	TVOC	溫度	PM1.0	PM2.5	PM10
1	26	2353	0.161	0.621	21	11	175	184
2	25	2303	0.15	0.591	21	10	172	180
3	25	2213	0.149	0.506	21	10	172	180
4	24	1928	0.118	0.46	21	10	171	179
5	24	1888	0.116	0.382	21	10	171	179
6	23	1849	0.111	0.376	21	10	165	171
7	23	1470	0.081	0.271	21	10	165	171
8	23	1377	0.073	0.235	21	10	160	163
9	23	1322	0.066	0.228	21	8	159	163
10	22	1070	0.053	0.22	21	8	151	154
平均	23.8	1777.3	0.1078	0.389	21	9.7	166.1	172.4
單位	ppm	ppm	mg/m ³	mg/m ³	°C	ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³

表三十七 不同時段對於空氣污染物質影響表(10:00-10:30)

	CO	CO2	HCHO	TVOC	溫度	PM1.0	PM2.5	PM10
1	17	1786	0.094	0.273	21	11	131	173
2	16	1160	0.086	0.27	21	11	122	160
3	16	1157	0.055	0.18	21	11	112	146
4	16	622	0.034	0.131	21	11	111	145
5	15	530	0.021	0.067	21	11	108	141
6	13	487	0.014	0.044	21	10	107	140

7	13	433	0.004	0.031	21	10	101	132
8	12	415	0.003	0.015	21	10	97	127
9	11	415	0.003	0.014	21	10	97	127
10	10	408	0.003	0.013	21	10	73	95
平均	13.9	741.3	0.0317	0.1038	21	10.5	105.9	138.6
單位	ppm	ppm	mg/m ³	mg/m ³	°C	ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³