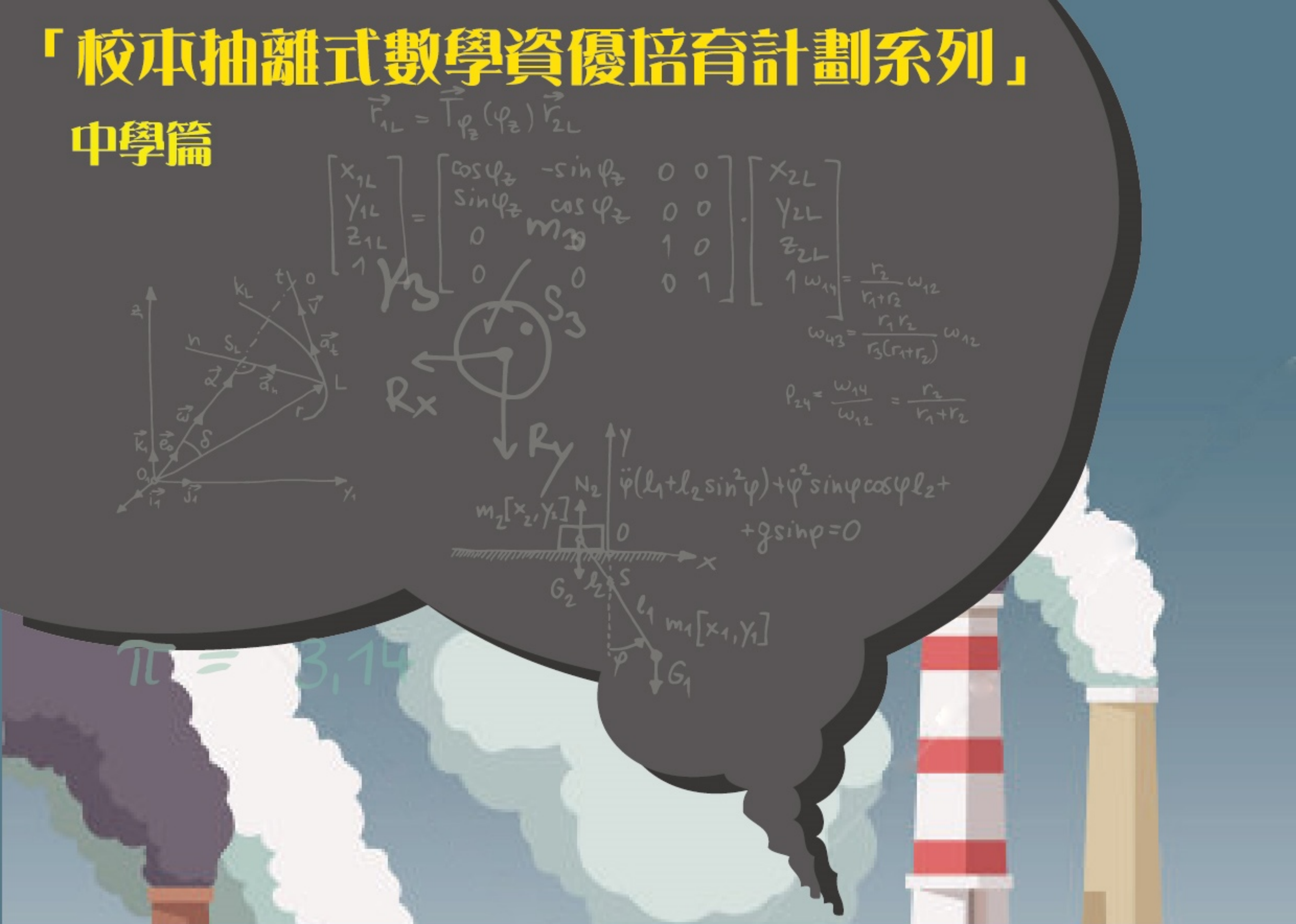


「校本抽離式數學資優培育計劃系列」

中學篇

以『空氣污染』為主題
作數學跨科專題探究

教育局資優教育組

「校本抽離式數學資優培育計劃系列」

以『空氣污染』為主題作數學跨科專題探究

內容

前言

1. 數學資優生的特徵及培育策略
    - 1.1. 何謂數學資優
    - 1.2. 數學資優生的學習需要
    - 1.3. 校本數學資優培育策略 － 抽離模式
    - 1.4. 培育計劃詳情
2. 數學資優培育計劃學生甄選方法
    - 2.1. 工作坊前預備
    - 2.2. 家長同意
3. 計劃內容
    - 3.1. 設計考慮： 透過衛星遙感圖像及地球信息科學培育資優學生
    - 3.2. 教師培訓工作坊
        - 3.2.1. 教師培訓工作坊教材
        - 3.2.2. 教師培訓工作坊問卷結果
    - 3.3. 學生工作坊
        - 3.3.1. 學生工作坊教材
        - 3.3.2. 學生工作坊問卷結果
    - 3.4. 工作坊花絮
    - 3.5. 校內專題研習
        - 3.5.1. 主題及要求
        - 3.5.2. 網上數據資源
        - 3.5.3. 研習方式
4. 校內研習成果匯報
    - 4.1. 匯報安排
    - 4.2. 口頭匯報花絮
    - 4.3. 學校簡報
    - 4.4. 參與計劃的學校研究報告概覽
        - 4.4.1. 香海正覺蓮社佛教正覺中學
        - 4.4.2. 香港四邑商工總會黃棣珊紀念中學
        - 4.4.3. 香港聖公會何明華會督中學
        - 4.4.4. 香港管理專業協會李國寶中學
        - 4.4.5. 基督教香港信義會元朗信義中學
        - 4.4.6. 藍田聖保祿中學

5. 就參與學校研習報告的整體評估撮要
    5.1. 與現實政策緊扣的例子
    5.2. 具科學探究精神的例子
    5.3. 具啟發性的例子
    5.4. 跨學科學習的例子
    5.5. 展現數據分析以及推斷能力的例子
    5.6. 具備多角度思維的例子

6. 參考資料

附件

- 附件 2.1：工作坊前課堂講義
- 附件 2.2：工作坊前課堂工作
- 附件 3.1：簡介各種空氣污染源、區域性和地區性擴散過程講義
- 附件 3.2：教師培訓工作坊教材 (數學跨科專題研習 - 空氣污染 - 老師版)
- 附件 3.3：學生工作坊教材 (數學跨科專題研習 - 空氣污染 - 學生版)
- 附件 3.4：工作坊用戶手冊 (數學跨科專題研習 - 空氣污染 - 用戶手冊)
- 附件 4.1：香海正覺蓮社佛教正覺中學
- 附件 4.2：香港四邑商工總會黃棣珊紀念中學
- 附件 4.3：香港聖公會何明華會督中學
- 附件 4.4：香港管理專業協會李國寶中學
- 附件 4.5：基督教香港信義會元朗信義中學
- 附件 4.6：藍田聖保祿中學

前言

校本抽離式資優培育計劃屬於資優教育三層架構推行模式的第二層教育服務。學校可以因應校內資源、教師專長和學生特質，為數學資優學生設計不同學習重點和內容的抽離式資優培育計劃，甄選合適的學生參加，以進一步發展他們在數學科的資賦優異潛能。

教育局課程發展處資優教育組在2015/16年度與6間中學協作，於課堂以外時間增設數學增益課程，對象為中二至中三級數學能力較高的同學，以探究形式進行學習，課程包括應用統計學，分析人造衞星遙感影像，及應用地理訊息系統（GIS）相關軟件處理來自不同機構所得的公開數據，以培養學生的探究及自學能力。

在此鳴謝以下學校及老師協助推行是次培育計劃（按校名筆畫序排）：

香海正覺蓮社佛教正覺中學 陳偉倫老師、林道涵老師、梁瑞貞老師

香港四邑商工總會黃棣珊紀念中學 徐崑玉老師

香港管理專業協會李國寶中學 盧偉樂博士

香港聖公會何明華會督中學 金偉明老師、簡嘉禧老師、關子雋老師

基督教香港信義會元朗信義中學 楊志強老師、鍾嘉鈴老師

藍田聖保祿中學 陳穎琳博士

如對本教材有任何意見和建議，歡迎以郵寄、電話、傳真或電郵方式聯絡教育局課程發展處資優教育組：

地 址： 九龍塘沙福道 19 號教育局九龍塘教育服務中心東座 3 樓馮漢柱資優教育中心

電 話： 3698 3472

傳真： 2490 6858

電郵地址：gifted@edb.gov.hk

1. 數學資優生的特徵及培育策略

1.1. 何謂數學資優

以下簡介數學資優生的常見特徵，相信對了解和辨別數學資優生會很有幫助。

學者 House (1987) 認為數學資優生常有以下特徵：

較早顯現對數量方面的好奇心及理解力；

能合乎邏輯地思考，並能以符號思考數量關係及空間關係；

能察覺及推斷數學規律、結構、關係及當中的運算；

能分析、演繹及歸納地進行推論；

能縮短數學推理過程，並尋找合理而較少步驟的解題方法；

數學活動中，思考過程富於彈性和可逆性；

能記憶數學符號、關係、證明、解題方法等；

能將學習轉移到新情景；

解決數學難題時顯現出幹勁和堅持；

從數學觀點看這個世界。

除此之外，其他學者還提出數學資優生常有以下特徵：

有較高提問能力，能提出數學結構較複雜的問題 (Ellerton, 1986)；

能彈性及創意地處理數學問題，而非因循舊有方法 (Miller, 1990)；

能創意地解決非常規的/不常見的數學問題 (Krutetskii, 1976);

(對數學)有極大的興趣和熱誠 (Renzulli, 1998).

1.2. 數學資優生的學習需要

數學資優生學習能力較強，並喜歡深入地思考問題。他們在著重操練的傳統課堂上容易感到沉悶，對學習容易失去興趣，以致潛能或未能充分發揮。

從日常的課堂觀察，我們不難發現即使部分數學資優生能在傳統考試中取得高分，也不等於他們的才華已經盡展；他們的能力其實可以遠超傳統課程的要求，只是他們沒有足夠的表現和學習機會罷了。
此外，資優生一般都喜歡與其他資優生切磋砥礪，互相激發思維，從中的學習可以是很有深度的。
基於數學資優生的特徵，及觀察到的資優生學習需要，我們建議下列校本資優生培育策略：

1.3. 校本數學資優培育策略　－　抽離模式

校本數學資優生培育模式，包括常規課堂(regular classroom)及抽離(pull-out) 模式。本教材主要是針對抽離模式而設計的。

學校教師在考慮各種照顧資優生的模式時，可嘗試把一些數學能力較強的學生集合成一小組，給與更進一步的數學思維能力訓練。另外亦可鼓勵學生參加一些公開的數學比賽，讓數學資優生有多些切磋砥礪、互相激發思維的機會。

可考慮的活動或課題策略

以下列舉一些活動或課題，供設計抽離式校本數學資優培育計劃時作為參考：

(1) 數學探究

a) 日常生活中的數學探究

數學家經常從日常生活現象尋找規律，並以數學公式或理論將之握要地表達出來，最後當然還要以嚴謹的方式証明有關公式及理論是正確的，能夠應用於一般情景。數學家在這過程中需要運用很多重要能力，包括觀察、概括、數學符號運用、表達、抽象化、概念化、推理、歸納和演繹等。因此我們應該為數學資優生提供足夠的機會，讓他們發展足夠的智能條件進行這類數學家經常探究的活動。

校本資優課程可提供機會，讓學生探究周遭生活現象，尋找箇中規律，表達成數學公式或理論，並嘗試證明。嚴謹證明通常是最難的，假如同學未能做到，可要求他們解釋為何數量間會有此等關係，並容許他們口頭作答或做實驗展示，這可給他們思考公式深層意義的機會，從而給自己一個信服的理由解釋數量之間的關係；雖然或許不太嚴謹，但某程度上這已提供了一種公式的「証明」或「解釋」。

b) 抽象世界中的數學探究

除了日常生活中的數學探究外，教師們還可以讓學生進行抽象世界中的數學探究；即問題未必直接和日常生活有關，但卻充滿探究趣味。例如，讓學生透過實驗和觀察自行發現一些速算公式，又或代數、幾何、數論方面的定理。

舉例說，教師可要求學生計算一些個位為5 的兩位數自乘(如25x25，5x35，45x45 等)，看看能否發現有關的速算公式；又或給學生試畫一些一筆畫及非一筆畫，從中發現一筆畫的充要條件；又例如可給學生不同長度的竹籤製作不同形狀的四邊形，從中推論出兩個四邊形全等 (congruent) 的充要條件。

(2) 跨科學習

資優生擁有較佳的智能條件，所以較能處理多層面(Multi- facets)的學習工作，諸如牽涉多個變量或因素的複雜難題、跨科學習等。數學和許多學科都關係密切，所以數學資優生很適宜進行各類跨科學習，例如:

數學與科學---例如估算人體細胞或其他生物細胞的數量，或利用圖像及統計技巧處理疾病、天氣、人口密度等數據，從而找出不同天氣、人口密度等因素與疾病發生率的關係；

數學與經濟---例如利用數學探討恆生指數，或其他有趣的經濟現象；

數學與社會 --- 例如利用人口數據，研究男女比例失衡衍生的社會問題，或其他學生有興趣的社會現象。

數學與地理---例如利用數學實地測量或估算山的高度、河的闊度或平原的面積；

數學與天文---例如利用數學測量或估算月球的直徑，或其他天體的距離；

數學與資訊科技---例如利用電腦程式研習及設計分形幾何藝術圖案；

等等

(3) 數學解難及數學名題

數學解難是很多數學資優生樂此不疲的活動，所以數學資優培育計劃少不了數學解難的成分。許多趣味數學難題都可以作為校本數學資優培育計劃的教材，例如著名的七橋問題、河內塔、古希臘三大幾何作圖難題、哥德巴赫猜想、希爾伯特的23 個數學難題等，都是深具啟發意義的好題目。即使學生最後也未能完全破解這些數學難題（通常也會如此！），他們在過程中不斷的思考和探索，已令他們大開眼界獲益良多。

高質素的數學比賽歷屆題目，也是寶貴的教學資源，教師可因應學生的興趣和能力，選擇一些合適的難題挑戰他們。

解難過程可以是個人的，也可以是小組的。解難後，最理想是讓學生有匯報解難策略的機會，及讓其他學生就解難策略作提問或給與意見。這可增加課堂互動，讓學生有更多的機會去表達及提問，並提升學生批判思考能力。

(4) 數學應用

一般而言，數學資優生擁有較佳的知識轉移能力(knowledge transfer)，能將課堂學到的知識，靈活運用到不同情景。所以資優培育計劃可多點要求學生將所學應用到不同層面，特別是日常生活上。例如，學生在常規課堂學習統計學，可能只限於閱讀簡單統計圖，或計算簡單平均值，那麼資優課可按此進一步提高要求，讓學生猜猜男同學還是女同學較喜歡打籃球（或其他學生感興趣的話題），然後以小組研習方式搜集數據印證或否證自己先前的想法，即進行類似假設檢定（hypothesis testing）的工作。這可讓學生將所學靈活運用，並體驗將知識轉移到實際情景的樂趣。又例如，學生在常規課堂學過三角學(trigonometry)，但都只是計算教科書上的習題，那麼資優培育課可進一步要求學生到戶外實地測量大廈的高度或海港的闊度，讓學生將三角學應用到日常生活上。

(5) 獨立學習

古語有云：「授人以魚，三餐之需；授人以漁，終生之用」，這對資優生尤其重要，因為他們通常學習胃口奇佳，無論你「教」多少給他們，他們也可能未感滿足，所以倒不如教他們一些自學的方法。例如，可要求他們搜尋一些數學家的生平及貢獻；又或揀選一些程度較深但感興趣的數學書進行自學；或可要求他們設定一些問題進行獨立研究。凡此種種，都可以幫助數學資優生發展正面的自學態度，但有一點值得注意：教師必須安排機會讓學生

匯報其學習成果，例如要求他們將所學製成研究報告、圖畫、模型或實作示範等，又或進行口頭匯報，這可給予他們展示研究成果的機會，從而肯定其努力。匯報對象方面，可以是老師、其他資優生或數學方面的專家學者，以便得到不同的提問和回饋，進一步刺激他們的思考。

(6) 估算

估算需要創意、分析、解難、批判等能力，數學資優生應該盡量發展這方面的智能條件以進行高層次的思維活動，所以校本資優計劃可考慮加入不同形式的估算活動。

當很多數學課題要求計算準確時，估算可說是一種很另類的經驗。估算許多時都是策略重於答案的。例如，估算某同學的頭髮數量，除非有時間及心機將頭髮逐一數算，否則差不多無法知道確切答案。而事實上現實生活中，許多時也不必知道確切答案，只需一個合理的近似值便足夠，於是乎快捷、可行、符合經濟效益而又盡量準確的估算策略是需要的，而這便要借助高層次思維能力了。此外，估算活動可擴闊數學資優生的眼界，讓他們看到數學除了有精確的一面，也有模糊近似的一面，這對提升他們數學實際應用方面，很有幫助。

(7) 空間、圖像、形象化、幾何

數學有頗大部分的內容（如幾何、立體、圖形、旋轉、軌跡等），是和空間、圖像及形象化有關的，所以空間感及形象化的能力很是重要。

此外不少數學家也認為，高維度空間（即三度或以上空間）的想像力是一項很重要的數學能力。所以校本資優計劃可考慮加入這些方面的訓練。

要加強學生空間及形象化方面的能力，圓規作圖、幾何解難題及証明題、立體空間解難、實地測量、各類圖象化策略（如溫氏圖、統計圖、變量圖等），甚至一些兒童玩意如剪紙、摺紙、拼圖遊戲等，都是培育資優生的好材料。

(8) 概率及統計

概率及統計這兩個課題，當中的探究、分析、解難及批判思考的元素很豐富，和現實生活關係也很密切，很適宜作為校本數學資優培育計劃的題材。

校本培育計劃可考慮進行各類有趣的概率實驗、用統計原理探究概率的實驗數值和理論數值、建構數學模型、進行統計調查、分析統計數據、進行假設檢定、基於統計結果提出改善建議等等。有些活動可考慮和公民教育、環保教育、健康教育等呼應，加強學習的意義和趣味。

(9) 高等數學

經驗告訴我們，初中甚至小學的數學資優生，是有能力學習一些高等數學的課題的，例如微積分、排列和組合、概率、數論、圖論、分形幾何、拓撲學等。校本資優培育計劃給予資優生一些接觸高等數學課題的機會是好的，可以擴闊他們的數學視野，深化他們的數學思維。

不過，最初階段宜減少單向教授諸如定義、公設、推論、嚴謹証明等較枯燥的東西，而應採用多些學生為本的學習模式，使學生有較佳學習動機。

學生為本的學習模式可以由趣味的遊戲、難題或活動開始，讓學生探究有關規律，匯報發現，然後才教授相關學理作為深化及整固。例如，教授圖論，可由趣味的一筆畫遊戲開始，讓學生小組探究哪些圖形可以一筆畫成，哪些不可以，並歸納出一筆畫的特點，然後小組匯報及同學就發現互相質詢，最後老師才教授相關學理作為深化；

於適當時候教授或讓學生閱讀有關圖論的數學發展史及歷史名題也是好的，可以補充有關課題的歷史背景，增加學習的意義和趣味。

1.4. 培育計劃詳情

正如上文 1.3 指出，跨科學習及數學應用對培育資優生很有幫助，所以本培育計劃也會刻意加入多些這方面的元素。

根據環境保護署，空氣污染是由懸浮粒子及一氧化碳和二氧化硫等有害氣體的排放而造成的。香港目前面對的最主要空氣污染問題是路邊空氣污染及區域性煙霧問題。空氣污染不但有損人類健康及生活質素，還會對臭氧層造成破壞，影響地球生態。人類活動對空氣污染的影響不容忽視，因此注意並減輕空氣污染物排放是非常重要的議題。

本年度的探究主題為『利用數學探究空氣污染』，目的為探討空氣污染問題之影響、背後的數學、科學及科技等。本培育計劃重點為進一步培育在數學範疇具濃厚興趣學生的數學跨科研習能力，所屬學校將與教育局資優教育組合作，於課堂及課堂以外時間安排數學增益課程，對象為中二至中三級數學能力較高的同學。希望透過一些課本以外有趣的課題，包括應用統計學，分析人造衞星遙感影像，及應用地理資訊系統處理來自不同機構所得的公開數據，以培養學生的數學探究能力，及對身邊環境的關注。

課程活動將包括課堂教授與實習，進行地點為所屬本校及教育局九龍塘教育服務中心進行，而其中有一整天的工作坊安排於香港中文大學太空與地球信息科學研究所內進行。

參與計劃的學校期望此課程能為數學能力較高學生提供發揮機會，讓他們運用數學知識技巧探究現實生活問題，從而成為主動的學習者。

本計劃的相關教材，歡迎學校老師參考及使用，以推行類似校本資優培育計劃。

2. <u>數學資優培育計劃學生甄選方法</u>

由於課程以小組抽離形式進行，涉及甄選學生過程，以下篇幅介紹如何在學校甄選校本資優培育計劃的學生。

校本資優培育計劃可採用多元化、多渠道的學生甄選方式，以盡量網羅有潛質的學生，減少漏網之魚。可以考慮的渠道包括：

數學成績；

老師推薦；

學生興趣/學生自薦；

家長推薦；

學生在非常規問題或實作評量中的表現；

學生在數學比賽中的表現；

等等。

藉著多元化、多渠道甄選學生的方式，教師也可更全面了解學生的能力及性向，於是更能挑選合適的學生參加有關課程。

2.1. <u>工作坊前預備</u>

- 附件 2.1：工作坊前之學生課堂工作紙（目的：讓學生透過探究了解線性相關的概念）

工作紙（一）

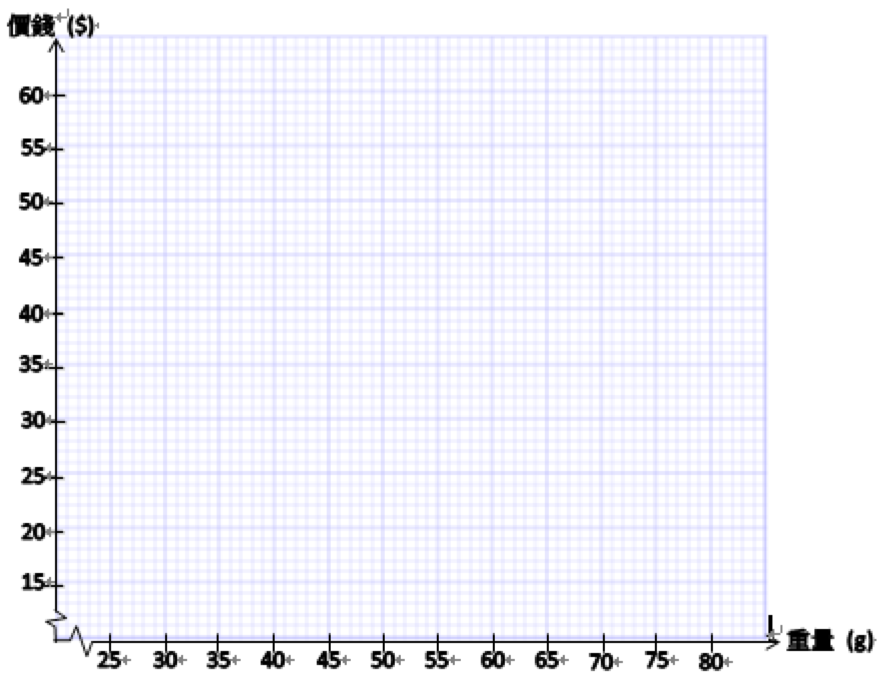
請細閱以下各數據組，並嘗試總結每組數據中兩個變量之間的關係：

1. 表內資料為一間糖果店售賣巧克力的價錢：

a) 從表中你看到兩變量之間有什麼關係？請盡量描述。

(變量 1) 巧克力重量(g)	(變量 2) 巧克力價錢($)
25	16
30	22
35	22
40	30
45	27
50	39
55	36
60	45
65	45
70	54
75	51
80	59

b) 試利用方格紙將兩變量的關係以圖像方式展示出來。

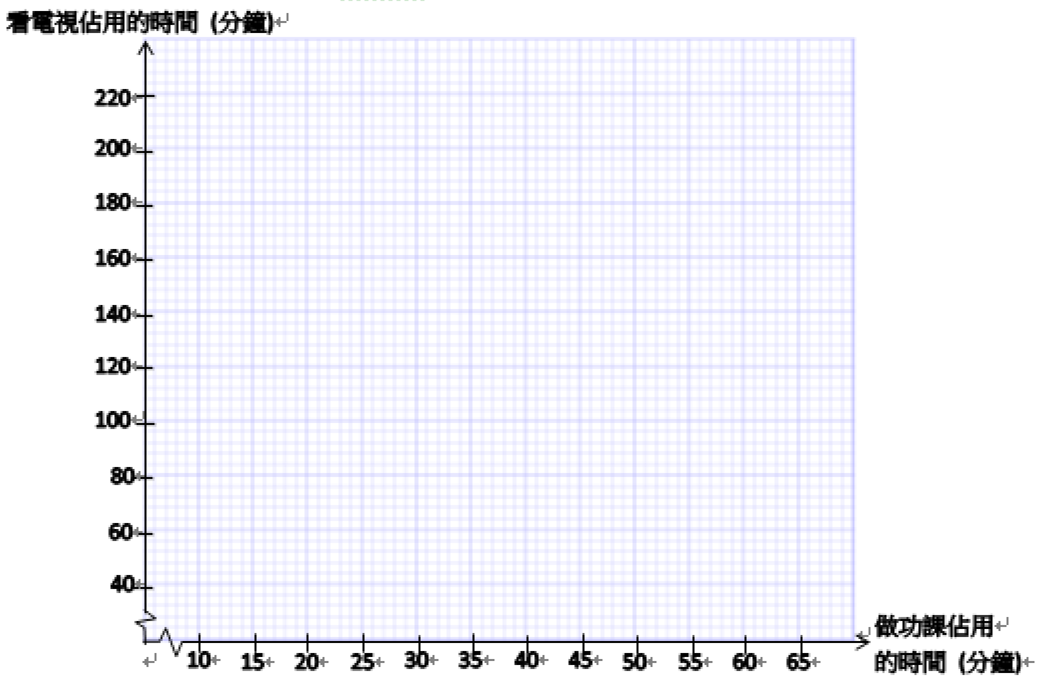


2. 表內資料為一組學生在家看電視及做功課所佔用的時間：

a) 從表中你看到兩變量之間有什麼關係？請盡量描述。

(變量 1) 學生看電視佔用的時間（分鐘）	(變量 2) 學生做功課佔用的時間（分鐘）
195	10
180	15
150	20
140	25
100	30
110	35
90	40
75	45
65	50
75	55
40	60
35	65

b) 試利用方格紙將兩變量的關係以圖像方式展示出來。

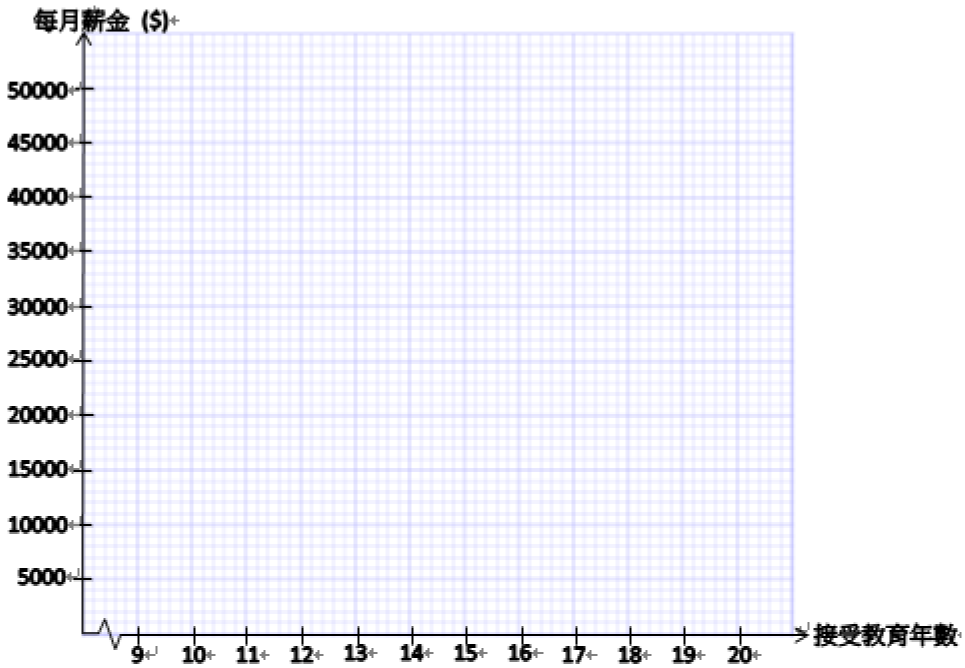


3. 表內資料為一間公司員工的每月薪金及其學歷程況：

a) 從表中你看到兩變量之間有什麼關係？請盡量描述。

(變量 1) 員工接受教育年數	(變量 2) 員工每月薪金($)
9	10,000
10	9,000
11	26,000
12	34,000
13	14,000
14	31,000
15	35,000
16	16,000
17	44,000
18	33,000
19	24,000
20	36,000

b) 試利用方格紙將兩變量的關係以圖像方式展示出來。



初步總結

同學從處理以上 3 個簡單例子的過程中，可能已可作出初步的結論，請在適合的位置打圈或書寫：

例 1 中，巧克力的重量越高，其售價亦會越______，我們稱這為正相關 ／ 負相關 ／ 零相關。

例 2 中，學生看電視佔用的時間越長，其做功課佔用的時間則會越______，我們稱這為 正相關 ／ 負相關 ／ 零相關。

例 3 中，員工接受教育的年數越高，其每月薪金亦大致上會越______，我們稱這為 正相關 ／ 負相關 ／ 零相關，惟相關性屬較__的程度。

練習 A

同學試從現實生活中，舉出更多相關的例子：

1. 正相關

2. 負相關

3. 零相關

(工作紙答案見下頁)

綫性相關 - 工作紙建議答案

工作紙（一）

請細閱以下各數據組，並嘗試總結每組數據中兩個變量之間的關係：

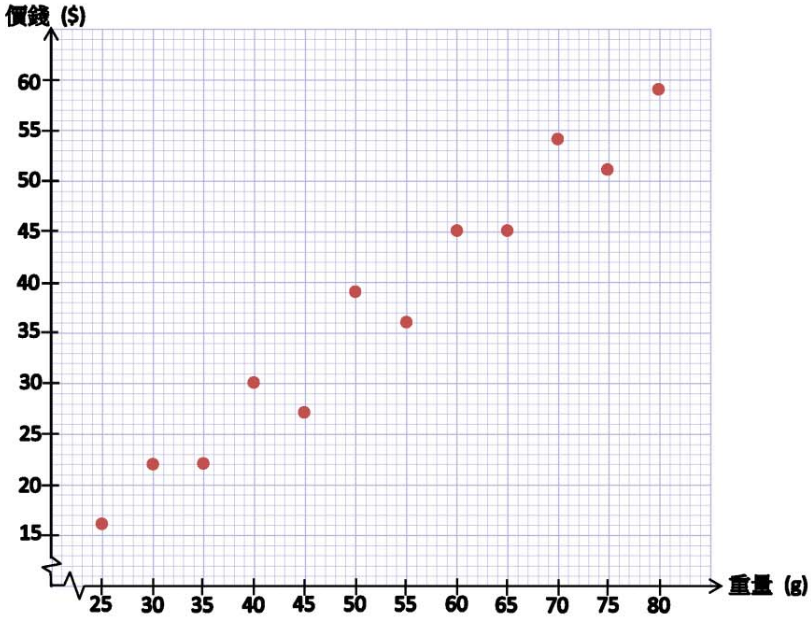
1. 表內資料為一間糖果店售賣巧克力的價錢：

a) 從表中你看到兩變量之間有什麼關係？請盡量描述。

當巧克力的重量增加時，其售價亦同時增加。

（變量 1）巧克力重量 （g）	（變量 2）巧克力價錢 （$）
25	16
30	22
35	22
40	30
45	27
50	39
55	36
60	45
65	45
70	54
75	51
80	59

b) 試利用方格紙將兩變量的關係以圖像方式展示出來。



工作紙1 建議答案

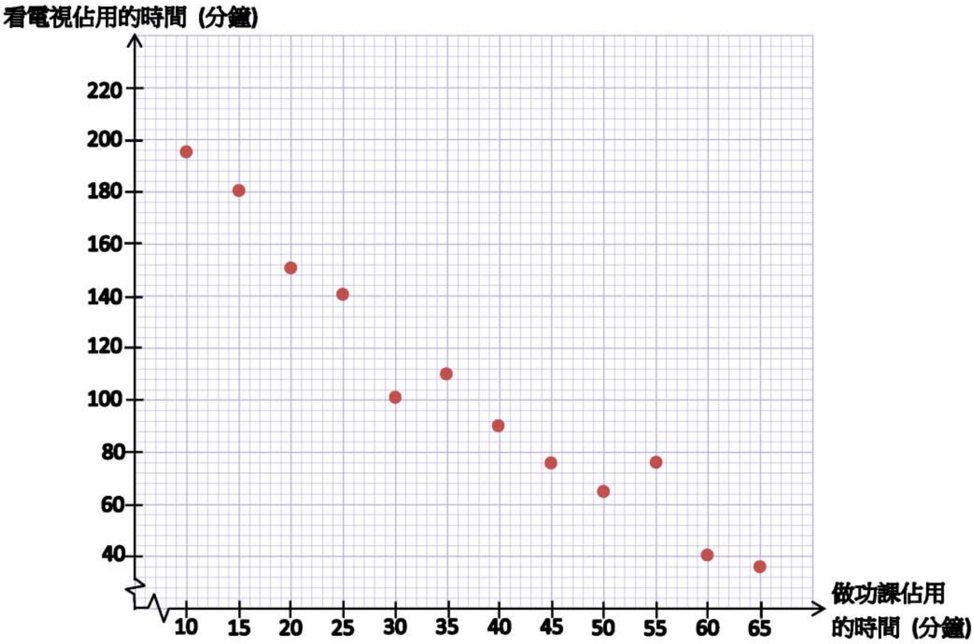
2. 表內資料為一組學生在家看電視及做功課所佔用的時間：

a) 從表中你看到兩變量之間有什麼關係？請盡量描述。

當學生看電視佔用的時間增加時，學生花在處理功課的時間則減少。

（變量 1）學生看電視佔用的時間 （分鐘）	（變量 2）學生做功課佔用的時間（分鐘）
195	10
180	15
150	20
140	25
100	30
110	35
90	40
75	45
65	50
75	55
40	60
35	65

b) 試利用方格紙將兩變量的關係以圖像方式展示出來。



「校本抽離式數學資優培育計畫系列」

工作紙2 建議答案

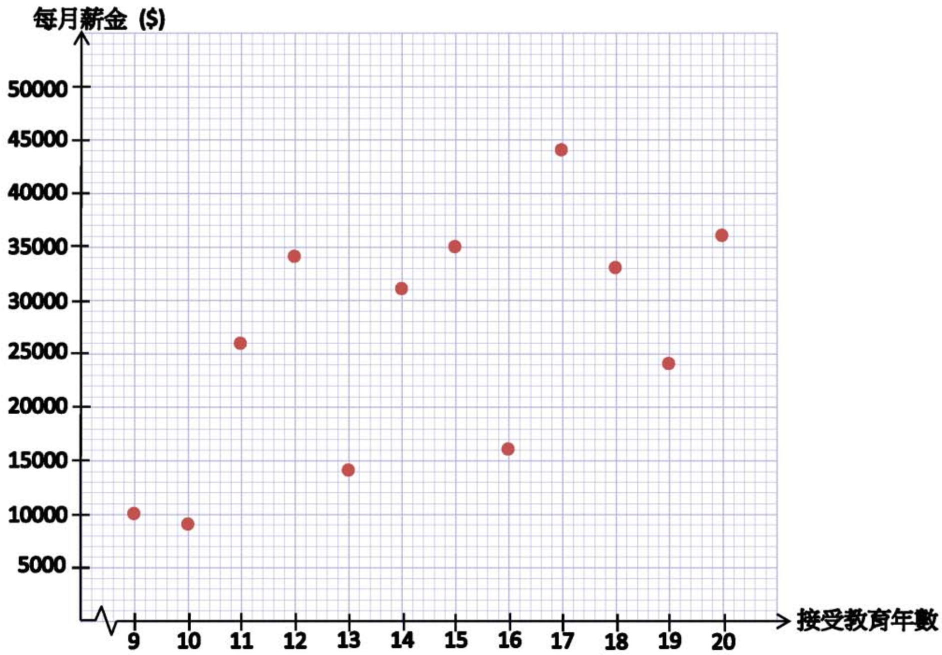
3. 表內資料為一間公司員工的每月薪金及其學歷程況：

a) 從表中你看到兩變量之間有什麼關係？請盡量描述。

當員工接受教育年數增加時，其每月薪金亦普遍增加，惟亦出現少許下降的情況，故相關性相對較弱。

(變量 1) 員工接受教育年數	(變量 2) 員工每月薪金($)
9	10,000
10	9,000
11	26,000
12	34,000
13	14,000
14	31,000
15	35,000
16	16,000
17	44,000
18	33,000
19	24,000
20	36,000

b) 試利用方格紙將兩變量的關係以圖像方式展示出來。



工作紙3 建議答案

「校本抽離式數學資優培育計畫系列」

初步總結

同學從處理以上3個簡單例子的過程中，可能已可作出初步的結論：

例1中，巧克力的重量越高，其售價亦會越__高__，我們稱這為正相關 ／ ~~負相關~~ ／ ~~零相關~~。

例2中，學生看電視佔用的時間越長，其做功課佔用的時間則會越__少__，我們稱這為 ~~正相關~~ ／ 負相關 ／ ~~零相關~~。

例3中，員工接受教育的年數越高，其每月薪金亦大致上會越__高__，我們稱這為 正相關 ／ ~~負相關~~ ／ ~~不相關~~，惟相關性屬__較弱__的程度。

練習A

同學試從現實生活中，舉出更多相關的例子：

1. 正相關

   盒裝飲品的重量與其體積的關係；同一座大廈單位的售價與其實用面積的關係；

2. 負相關

   運動員完成400m比賽所需的時間與其最快速度紀錄的關係；在同一時段量度山上的溫度與其距離地面高度的關係。

3. 不相關

   同學每天到校的時間與其住所和學校之間距離的關係；波鞋的售價與其尺碼的關係;

工作紙4 建議答案

2.2. <u>家長同意</u>

2015/16 抽離式校本數學資優培育計劃

「數學跨科專題研習課程---空氣污染」

_________學生家長：

為使對數學範疇具興趣及能力的學生得到適切的培育，本校將於下學期開展上述的校本數學資優培育計劃，以培養他們的高層次思維，盡展所長。

本計劃由教育局資優教育組與學校共同協作，將為 4-6 位中二至中三同學提供相關校本課程，預計由二零一六年四月開始，約於六月底完成。有關詳情可參閱附件一。

本校現誠邀 貴子弟參與上述校本課程，期望 閣下能與 貴子弟商討有關參與事宜，並協助督促 貴子弟主動和積極完成所有活動，以培養良好的自學精神。此外，本計劃部分活動過程可能會被攝錄，並連同學生的課業日後或會成為教育局課程資源（如網上教學資料、印刷品、光碟等），若 閣下同意 貴子弟參與以上計劃，可填妥所附回條，於 月 日交回 老師。

xxxxxxxxx 校長謹啟

二零一六年 xx 月 xx 日

回 條

敬覆者：

有關 貴校通告第 號「**2015/16 抽離式校本數學資優培育計劃**」一事，本人備悉一切，並(請在適當方格內✓)：

☐同意敝子弟參加以上課程，並讓教育局或其委托機構拍攝敝子弟的學習活動過程，和把他/她的課業收錄於相關課程資源內。本人亦會督促敝子弟主動和積極完成所有活動。

☐不同意敝子弟參加以上課程

此覆

xxxxxxxxxxxxxxxxx 校長

學生姓名：______________（ ）

班 別：_____級____班

家長簽署：__________________

家長姓名：__________________

二零一六年____月____日

2015/16 抽離式校本數學資優培育計劃簡介

「數學跨科專題研習課程---空氣污染」

計劃目的與課程內容

為進一步培育在數學範疇具濃厚興趣學生的數學跨科研習能力，本校將與教育局資優教育組合作，於課堂及課堂以外時間安排數學增益課程，對象為中二至中三級數學能力較高的同學。希望透過一些課本以外有趣的課題，包括應用統計學，分析人造衞星遙感影像，及應用地理資訊系統處理來自不同機構所得的公開數據，以培養學生的數學探究能力，及對身邊環境的關注。

本年度的探究主題為『利用數學探究空氣污染』，目的為探討空氣污染問題之影響、背後的數學、科學及科技等。

課程活動將包括課堂教授與實習，主要進行地點為本校；少部分課堂會於教育局九龍塘教育服務中心進行；當中亦將會有一天工作坊（詳情請參閱下表）安排於香港中文大學太空與地球信息科學研究所內進行。

本校期望此課程能為數學能力較高學生提供發揮機會，讓他們運用數學知識技巧探究現實生活問題，從而成為主動的學習者。

培訓項目	導師/講者/主持	日期	時間	地點
<u>**學生工作坊**</u> 統計技巧; 處理數據及分析人造衞星遙感影像; 地理訊息系統應用	嚴鴻霖博士 及彭奕彰博士 香港中文大學	2016 年 4 月 28 日(四)	上午 9 時 至下午 5 時	香港中文大學太空與地球信息科學研究所
<u>**小組專題研習**</u> 空氣污染	屬校教師	2016 年 5 及 6 月份	教師及學生 商議	所屬學校
學生分享研習成果	教育局 資優教育組	2016 年 6 月 27 日(一)	下午 2 時 30 分至下午 4 時 30 分	九龍塘沙福道 19 號馮漢柱資優教育中心

附件 2.2：工作坊前課堂學習 (目的：讓學生進一步了解線性相關的概念）

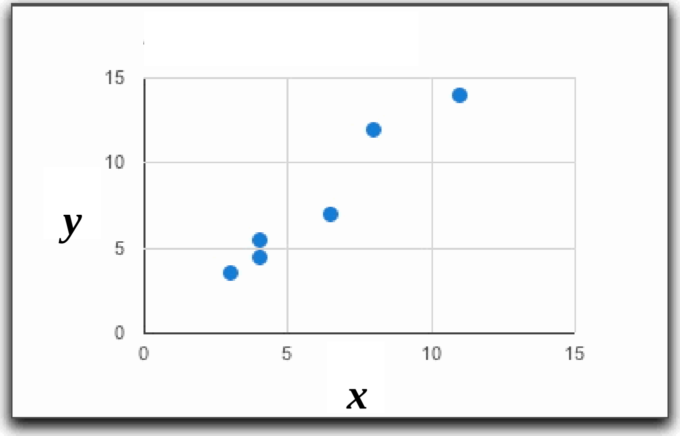
附件2.2：工作坊前之課堂講義 (ppt)

由於學生需要用到線性相關的數學知識才可進行探究，所以參與的學校教師需事前教授學生線性相關的知識，方便探究。

以下是學校教師教授學生線性相關的簡報

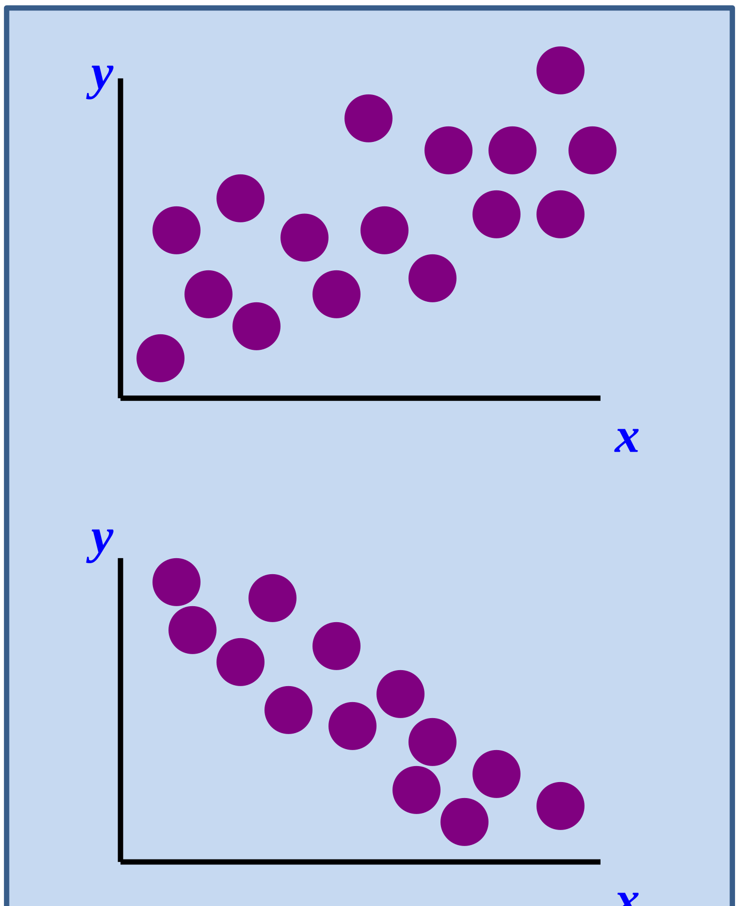
綫性相關(linear correlation)與散點圖(Scatter Plot)

- 要知道兩個變量是否有相關性，較簡單的方法是利用圖像(如散點圖)加以顯示。
- 以 x 軸代表其中一變量，再以 y 軸代表另一變量，數據必須組成序偶（x ， y）然後以點繪畫在直角座標圖上。

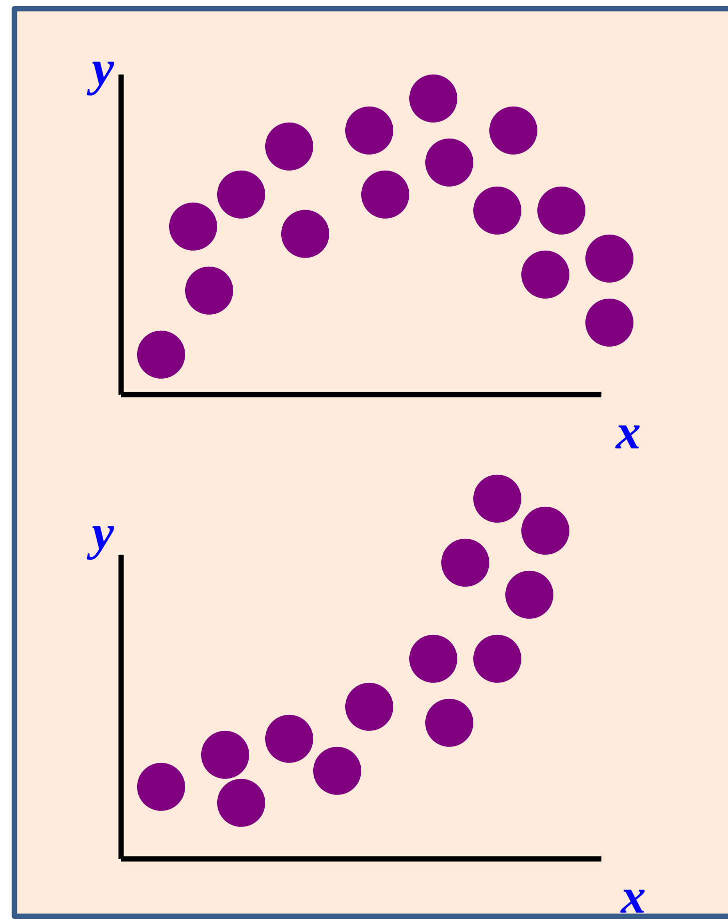


Scatter Plot
散點圖

綫性關係

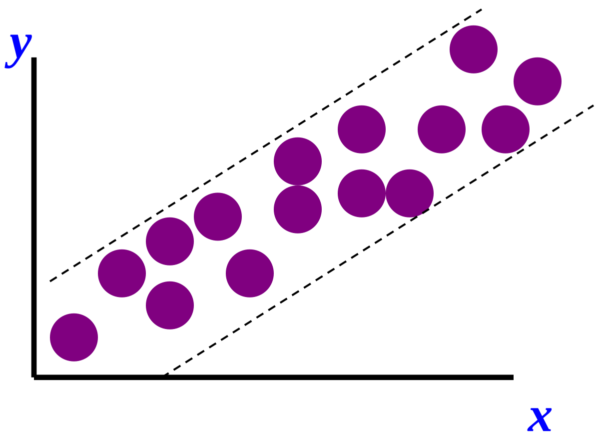


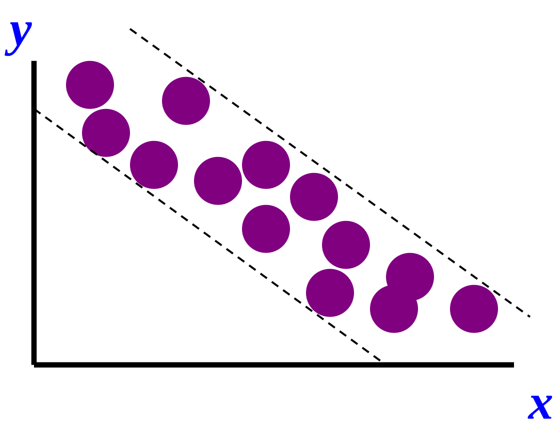
非綫性關係



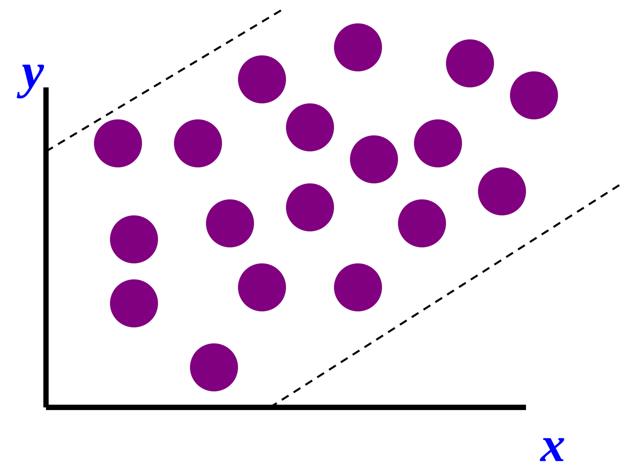
Scatter Plot
散點圖

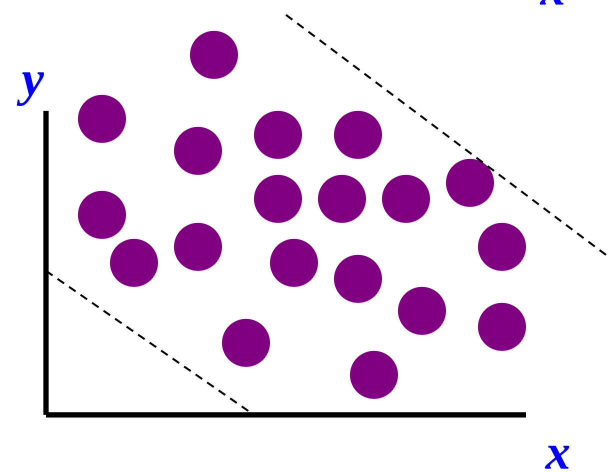
綫性相關程度大



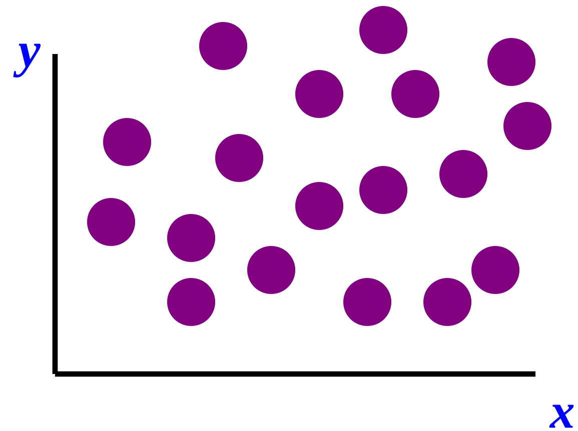


綫性相關程度小





Scatter Plot Examples
散點圖例子



不相關或
相關性很弱

22

相關係數 Correlation Coefficient

- **相關係數**可用作量度兩個變量之間的綫性相關程度。
- 皮爾森(Pearson) 相關係數(r)是一個很常用的相關係數

$$r = \frac{\sum (x-\bar{x})(y-\bar{y})}{n \cdot s_x \cdot s_y}$$

$$= \frac{n\sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[n(\sum x^2) - (\sum x)^2][n(\sum y^2) - (\sum y)^2]}}$$

皮爾森相關係數公式的簡單說明

- 研究兩個變量是否相關，等同於探討其中一個變量改變時，另一個變量會否出現相類似的改變。
- 故此，當認定兩個變量存在密切相關性時，理應可假設其中一變量與其平均值的偏差，大致上應和另一變量與其平均值的偏差有某程度的正比關係。
- 假若有5位男士被安排觀看不同次數的一款糖果廣告，然後再統計他們於一星期後所購買該款糖果的數目，結果如下：

男士	1	2	3	4	5	平均值	標準差
觀看廣告次數	5	4	4	6	8	$\bar{x} = 5.4$	$s_x = 1.67$
購買糖果數目	8	9	10	13	15	$\bar{y} = 11.0$	$s_y = 2.92$

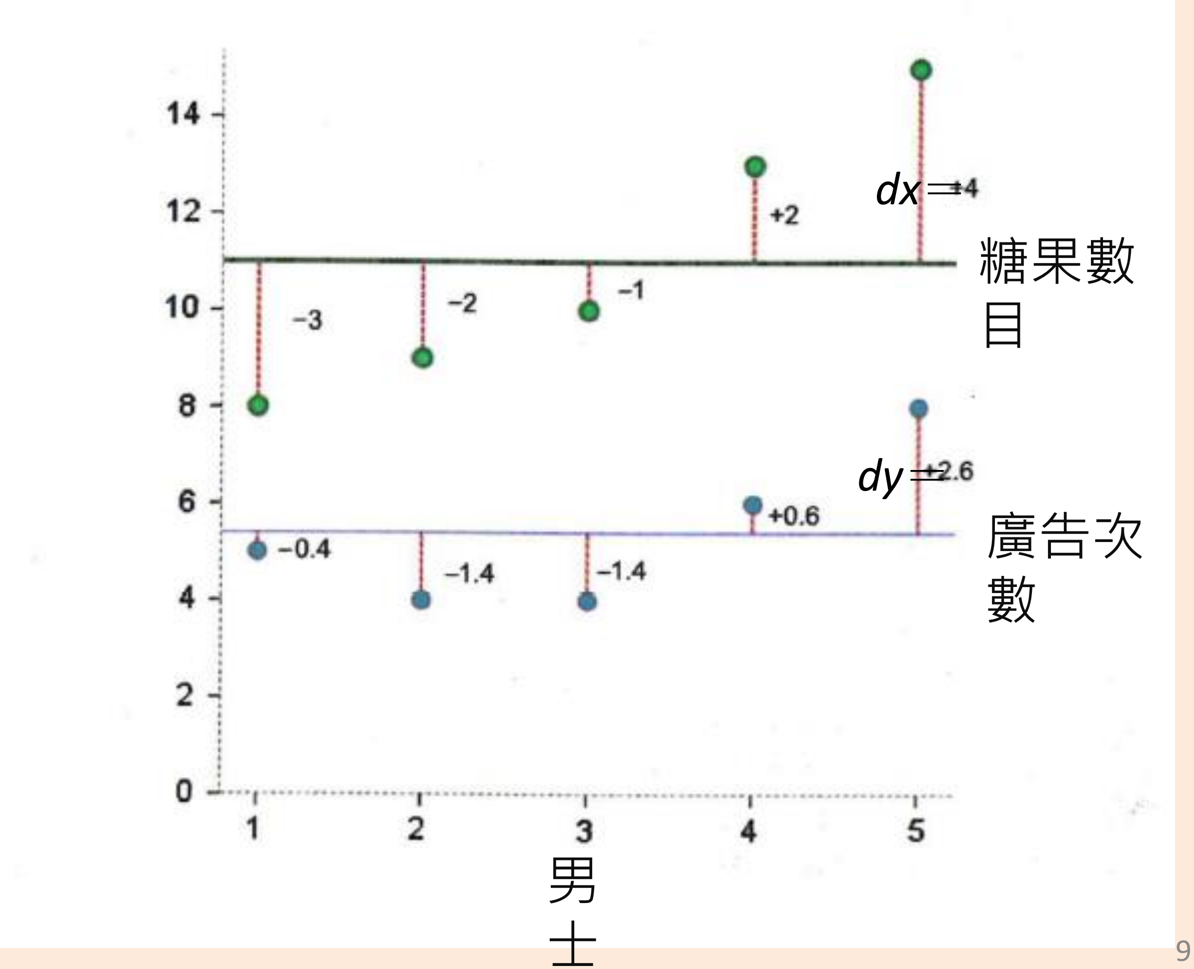
皮爾森相關係數公式的簡單說明

男士	1	2	3	4	5	平均值	標準差
觀看廣告次數 x	5	4	4	6	8	$\bar{x} = 5.4$	$s_x = 1.67$
購買糖果數目 y	8	9	10	13	15	$\bar{y} = 11.0$	$s_y = 2.92$

若以上兩個變量存在正相關性時，理應 x 與 $\bar{x}$ 的差距程度（d_x）正比於 y 與 $\bar{y}$ 的差距（d_y），且當 d_x 為負值時，d_y 也應為負值。

皮爾森相關係數公式的簡單說明

雖然 d_x 與 d_y 並不完全相等，惟當 d_x 為正值時，d_y 也為正值，而當 d_x 為負值時，d_y 也為負值。



皮爾森相關係數公式的簡單說明

男士	1	2	3	4	5	平均值	標準差
觀看廣告次數 x	5	4	4	6	8	$\bar{x} = 5.4$	$s_x = 1.67$
購買糖果數目 y	8	9	10	13	15	$\bar{y} = 11.0$	$s_y = 2.92$

$$r = \frac{\sum (x-\bar{x})(y-\bar{y})}{n \cdot s_x \cdot s_y}$$

$$= \frac{n\sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[n(\sum x^2) - (\sum x)^2][n(\sum y^2) - (\sum y)^2]}}$$

皮爾森(Pearson) 相關係數

相關係數大小的一般理解

相關係數（r）	相關程度
0.8 以上	極高
0.6 - 0.8	高
0.4 - 0.6	普通
0.2 - 0.4	低
0.2 以下	極低

$$r = \frac{n\sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[n(\sum x^2) - (\sum x)^2][n(\sum y^2) - (\sum y)^2]}}$$

$\sum x$ 表示所有 x 值之和

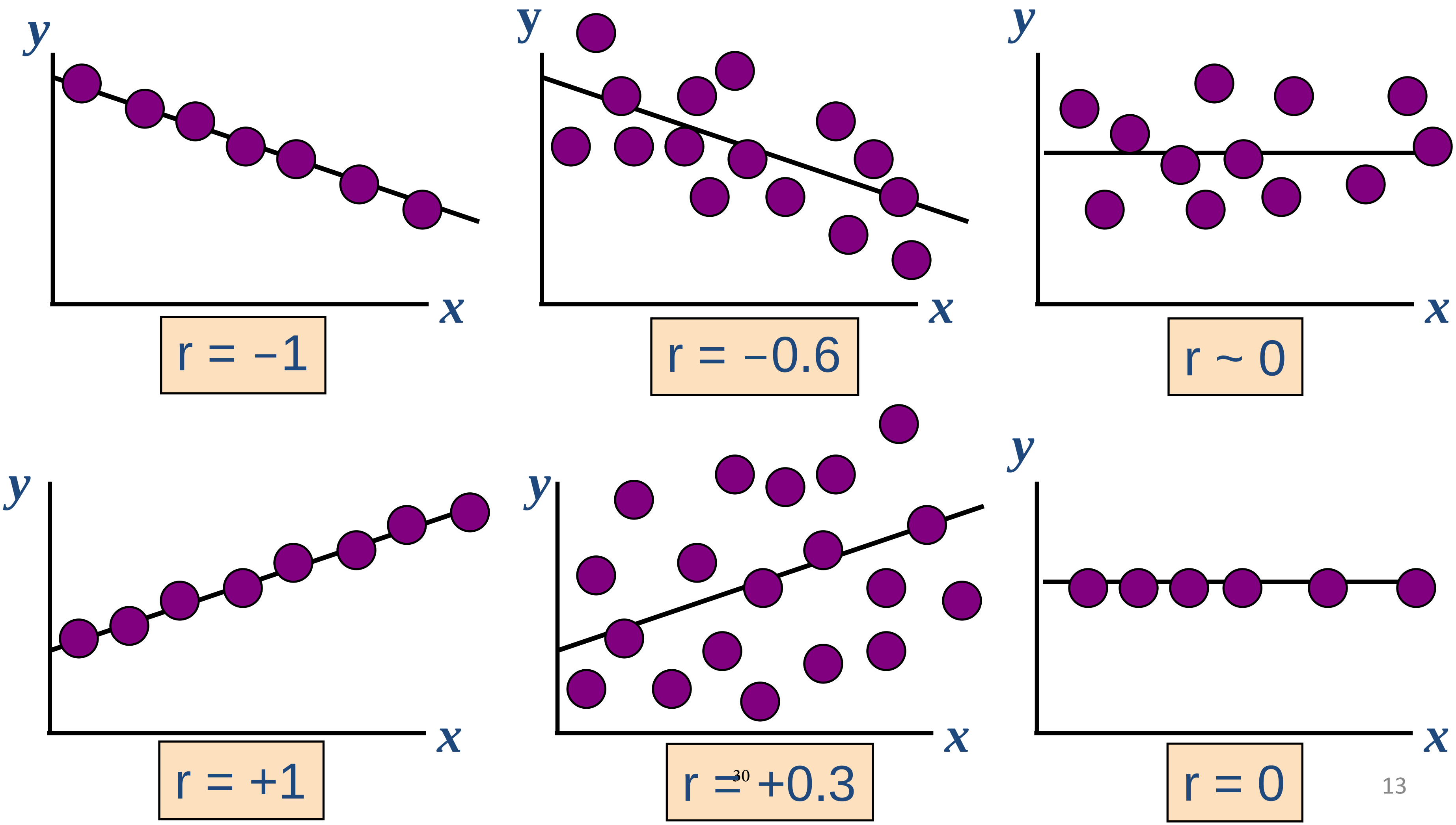
其中：r ＝ 相關係數
n ＝ 變量（x, y）的總數
x： 其中一個變量的數值
y： 另一個變量的數值

相關係數

- 量度兩個變量間的綫性相關程度。
- 數值由 -1 至 1，沒有單位。
- 正相關：$x \uparrow \rightarrow y \uparrow$
- 負相關：$x \uparrow \rightarrow y \downarrow$
- 零相關：$x \uparrow \rightarrow y$ 沒有明確改變方向

（數值越接近 0，表示越弱的綫性關係）

不同相關係數 r 所得出的散點圖



自行計算相關係數的步驟

$$r = \frac{n\sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[n(\sum x^2) - (\sum x)^2][n(\sum y^2) - (\sum y)^2]}}$$

$\sum x$ 表示所有 x 值之和

其中：r ＝ 相關係數

n ＝ 變量（x, y）的總數

x： 其中一個變量的數值

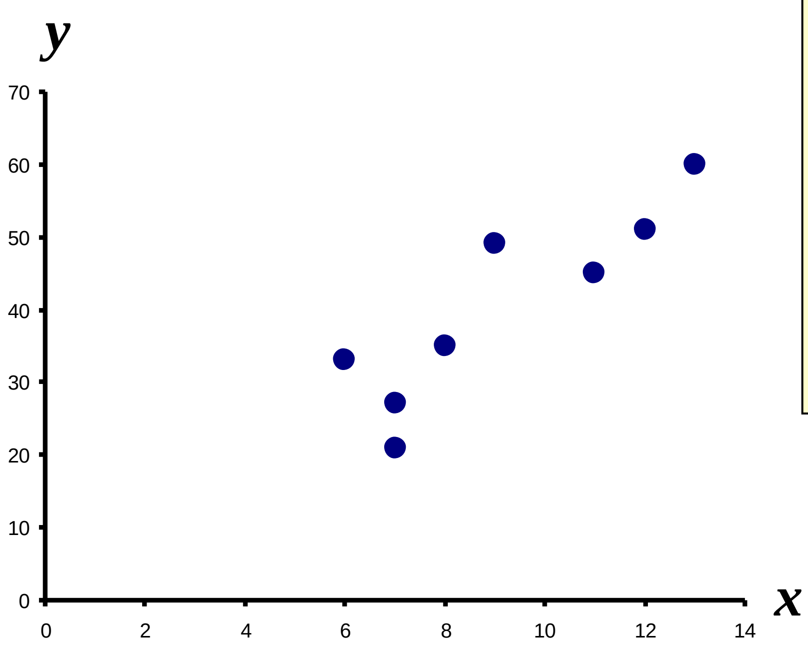
y： 另一個變量的數值

例：變量 x 與變量 y 的相關係數

x	y	xy	x^2	y^2
8	35			
9	49			
7	27			
6	33			
13	60			
7	21			
11	45			
12	51			

32

例:探討變量 x 與變量 y 的關係



$$r=\frac{n\sum xy-\sum x\sum y}{\sqrt{[n(\sum x^2)-(\sum x)^2][n(\sum y^2)-(\sum y)^2]}}$$

$$=\frac{8(3142)-(73)(321)}{\sqrt{[8(713)-(73)^2][8(14111)-(321)^2]}}$$

$$=0.886$$

$r = 0.866$

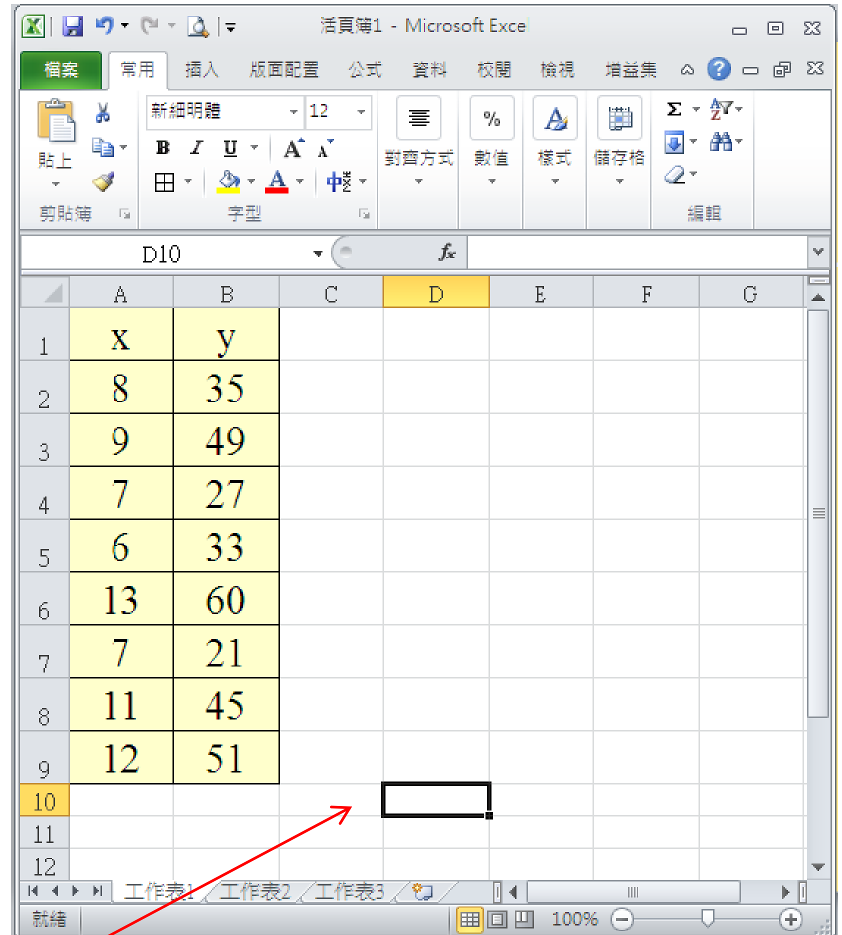
x 與 y 屬強的正綫性相關

33

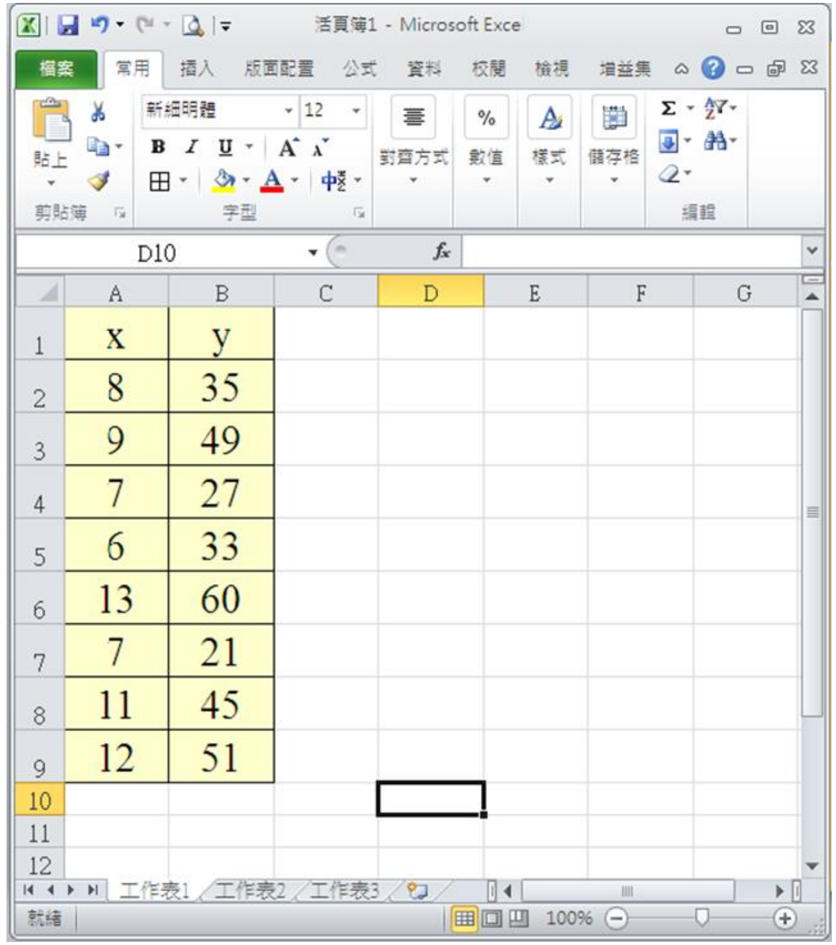
運用Excel 試算表求相關係數

x	y
8	35
9	49
7	27
6	33
13	60
7	21
11	45
12	51

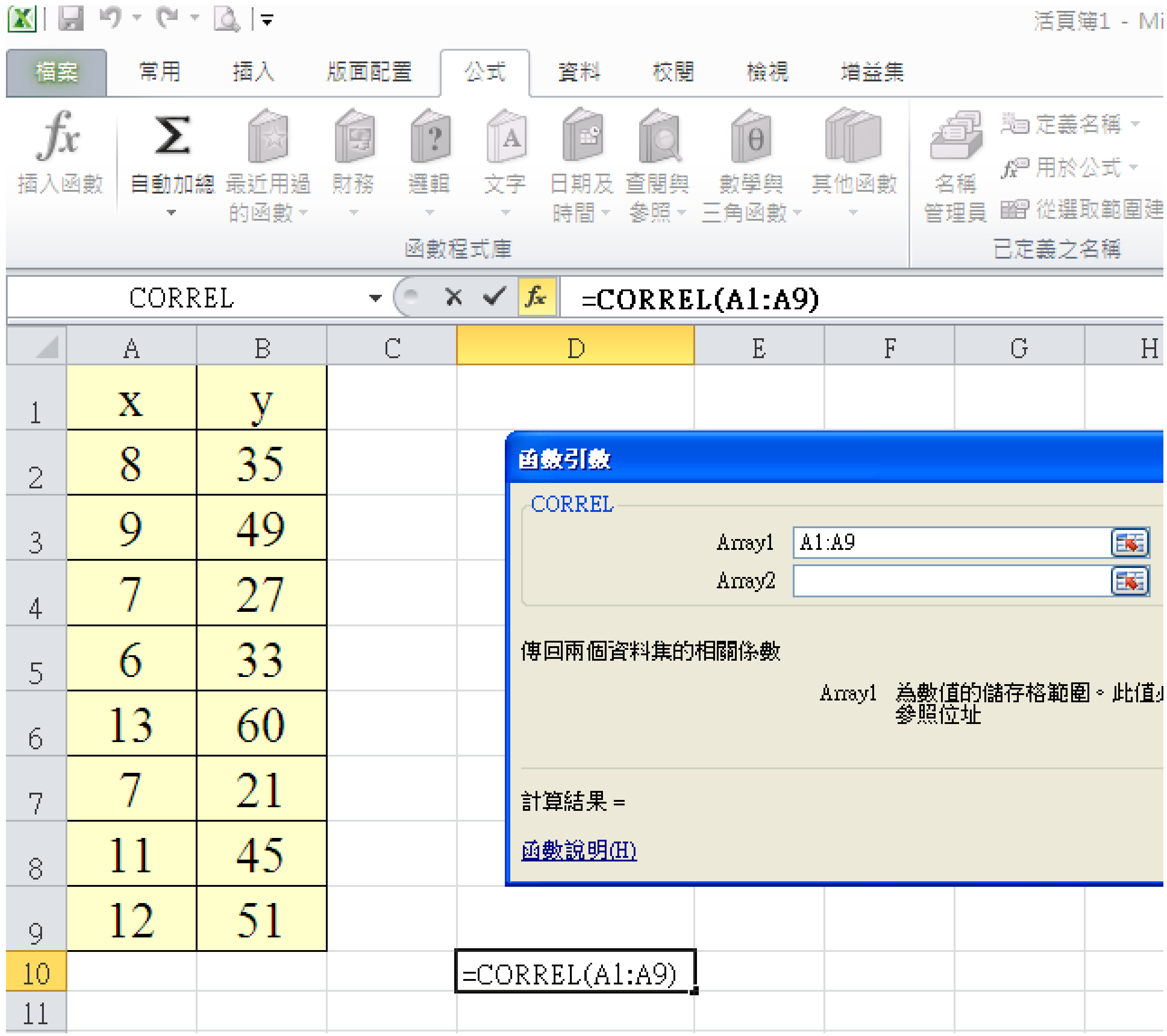
鍵入所有資料



選擇將要顯示相關係數的位置

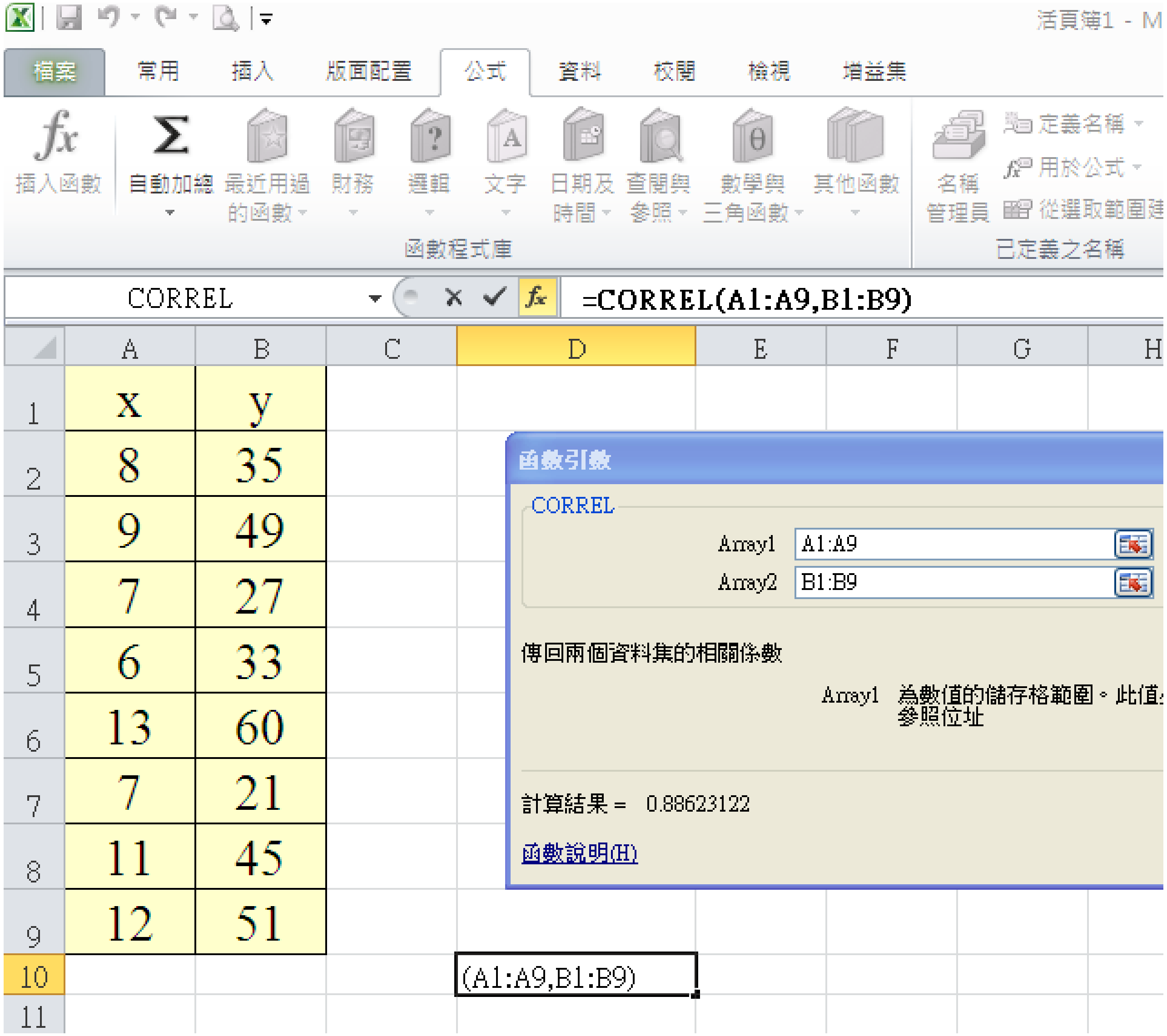


選擇: 公式 → 其他函數 → 統計 → CORREL



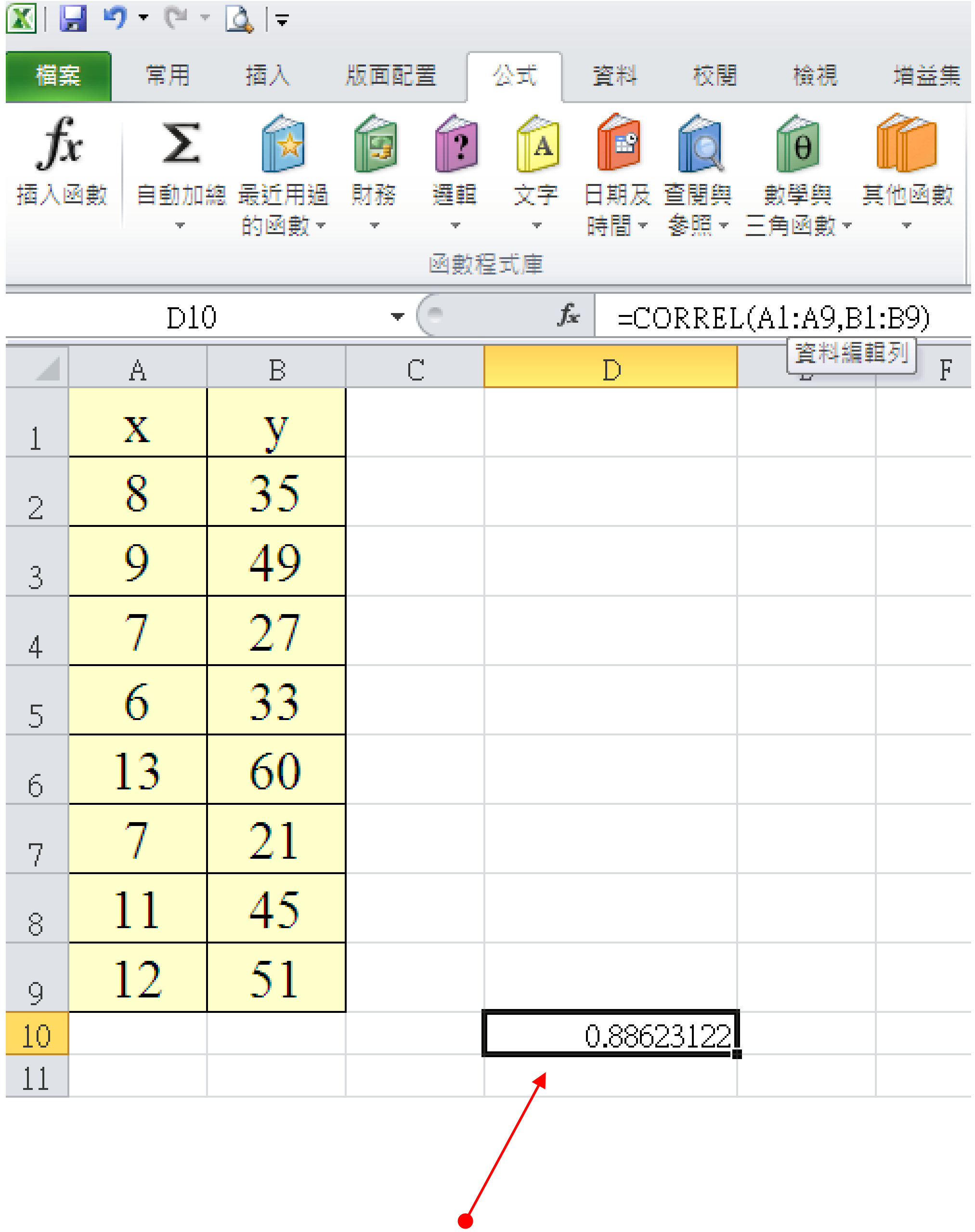
選擇Array1 → 標示A1至A9

36



再選擇Array2 → 標示B1至B9

37



按 確定 便可得出相關係數 38

3. <u>計劃內容</u>

3.1. <u>設計考慮： 透過衛星遙感圖像及地球信息科學培育資優學生</u>

由於資優學生好奇心強又喜歡探索「如何」及「為何」，他們一般都不會滿足於重複應用教師已教授的知識。因此，老師在制定資優培育計劃時最困難的，往往是難以找到合適的教材或課程。

有見及此，教育局課程發展處資優教育組嘗試開辦新的抽離式課程，協助學校推行第二層的校內支援：由學校推薦資優學生參加教育局及大專院校合作編寫的課程，讓資優學生有機會在學校老師的協助下，進行自主式探究學習。在課程設計方面，則結合多位資優教育學者所倡議的重要原則，讓資優生盡展潛能，擴濶視野。

本學年的抽離式校本數學資優培育計劃是與香港中文大學太空與地球信息科學研究所（ISEIS）合作設計的，在課程中也加入了嶄新的科技元素，資優生可透過觀察人造衛星遙感影像及衛星遙感軟件[1]，及應用地理資訊系統處理來自不同機構的公開數據，觀察空氣污染的例子。

工作坊也讓同學將數學應用於現實生活中，配合衛星遙感數據進行自主探究和分析日常生活與氣候變化相關的數據。

利用空氣污染為主題，讓學生研習相關數學應用題目，解答過程讓學生自由發揮，培養問題解決能力。導師從旁協助，助學生自行解題，最後評估研習成效。

人造衛星遙感影像屬尖端科技，加上所得數據源自真實環境，並非從虛構實驗或模擬所得，相信資優生會倍感新奇，而誘發更強的學習動機；至於研究所得結果，相信對於社會大眾亦具參考價值。

由學校推薦參與課程的資優生都會被安排到中文大學衛星遙感地面接收站參觀，並在站內進行學習活動，可近距離了解有關儀器的運作原理。由於經教育局建議的部分計劃內容，本屬大學碩士程度研究項目內容，所以參與學校的負責老師亦同時被安排接受相關培訓活動，以幫助老師在本科的教學，將地理信息科技融入課堂教學內容之中。

[1] 遥感是以無須直接接觸物體的方式獲得其資訊的一門科學及技巧。 遙感主要利用感測電磁波能源，如光、 熱和無線電、熱和無線電波的器材以探測及量度物件。 衛星遙感於人造衛星環繞地球時利用安裝在衛星的感測器獲取數據。

不同衛星遙感系統和平台會採用感測不同電磁波譜範圍的感測器。例如光學遙感能感測可見光所屬的波段；而雷達遙感則利用微波訊號去使感測器可全天候監察地面。

上圖: 中文大學衛星遙感地面接收站

上圖: 圖為資優教育組於香港中文大學霍英東遙感科學館舉行學生工作坊的情況：彭奕彰博士講解如何應用人造衛星遙感影像及地理訊息系統軟件輔助研究。

綜合本年度課程，其特色如下：

有創意（Creativity）

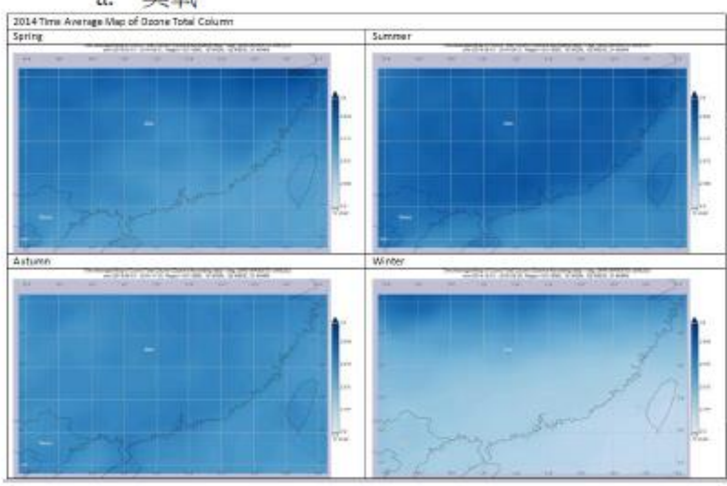
工作坊不但讓學生認識空氣污染及環保等熱門議題背後的理念，也讓學生透過自訂專題研習、運用數學知識及發揮創意，將環保知識帶回生活並在所屬學校推廣。

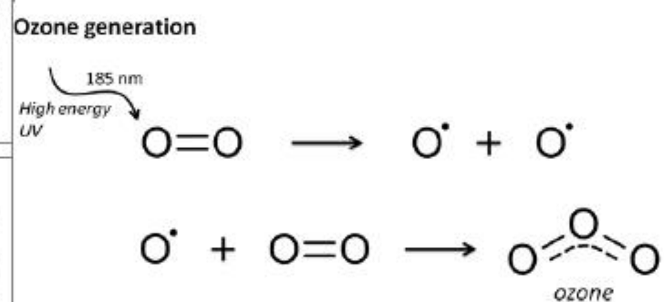
具挑戰（Challenge）

學生學習運用香港環境保護署的本地空氣污染數據及美國國家航空暨太空總署（NASA）衛星圖像等真實數據，讓學生作進階的探索及高層次思維的活動，如：學生需要分析南中國污染物的衛星圖像，並解釋四季變化。(見下圖)

比較污染物的時間平均圖，全年濃度分佈有何區別？試解釋。

a. 臭氧





- 臭氧總量列（平流層臭氧）於夏季達到最高，冬季最低。
- 這是因為季節性太陽輻射和天氣（如溫度）的變化。
- 太陽輻射（紫外線）於夏季最強，高溫促進光化學過程，產成臭氧。
- 而秋季北半球的太陽輻射和溫度仍然強烈，有利臭氧形成。
- 冬季因低紫外線及氣溫，不利於產生臭氧，臭氧濃度最低。

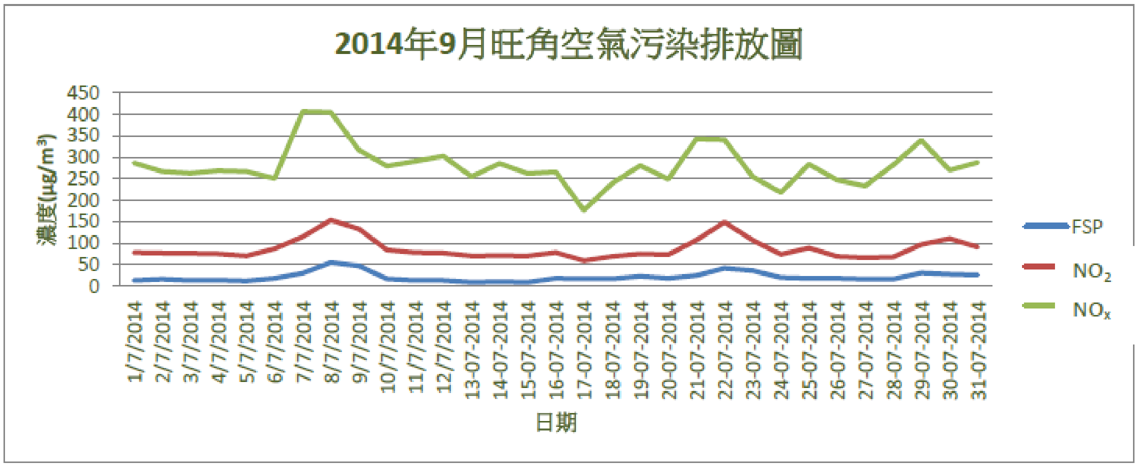
富複雜性（Complexity）

由於研究內容涉及大量的變數，包括不同空氣污染物的數據。下面是課程內其中一條題目，同學需透過計算空氣污染物之間的相關系數找出污染物的線性關係。(見下圖)

香港空氣污染物之間的每日相關系數相關是什麼？（參照工作手冊 <3. 相關性分析> 了解相關系數）

污染物之間的線性關係是怎樣？它們如何互相影響？

- 以下是東涌 2014 年 9 月的空氣污染物排放時間序列圖。



- 以下的相關係數顯示二氧化氮，氮氧化物分別與微細懸浮粒子之間有顯著的相互關係。

空氣污染物	相關係數
• FSP/NO_2	0.92
• FSP/NO_x	0.61

- 路邊二氧化氮，氮氧化物和微細懸浮粒子的主要排放源都是汽車，
- 因此，它們之間有顯著的相互關係。

具抽象性（Abstractness）

學生須從具體現象歸納出抽象概念，並根據一些原理、建構自己的模型或理論。藉著開放式問題，讓學生運用數學及所提供的工具自行思索研習及計算方法，從而增強解難能力；其間又考驗與團隊成員間的合作。下圖是課程內其中一條題目，同學使用空氣監測儀器實地測量中文大學的空氣污染情況。(見下圖)

下圖標記了指定地點用空氣污染物監測器量得的 PM2.5 濃度。

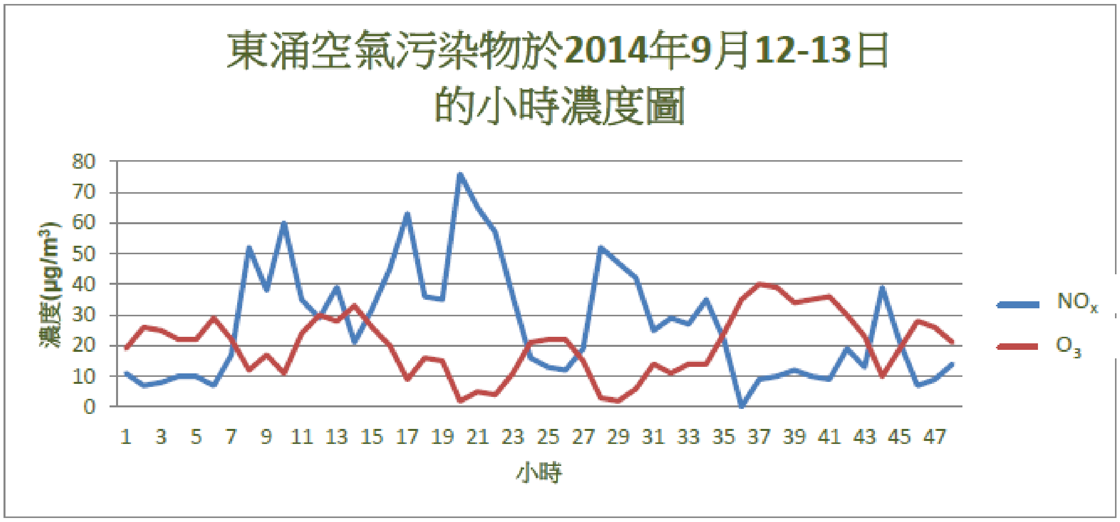
用 DUSTTRAK DRX 量度標記地點實時的 PM2.5 濃度。

利用下面方格紙，以相關圖校準上圖標記的 PM2.5 濃度及實時量度的濃度。

有深度（Depth）

本計劃讓學生學習應用香港污染物數據作探究；運用大氣科學知識解釋香港空氣污染的情況。並藉不同範疇的知識，建構跨學科的概念，應用在日常生活層面上。下面是同學運用環保署資料推算東涌臭氧與二氧化氮的情況。(見下圖)

O_3和 NO_x的線性關係是怎樣？它們如何互相影響？



- 臭氧和氮氧化物之間的小時相關係數是-0.77，
- 顯示臭氧和氮氧化物之間有強的線性關係。

- 上圖顯示了當氮氧化物濃度高時，臭氧濃度低。
- 當氮氧化物濃度低時，臭氧濃度高。

3.2. <u>教師培訓工作坊</u>

由於課程加入了嶄新的科技元素，所以中大也為學校老師特設了相關的培訓課程，使老師在學生正式進行探究時，也能支援及引導同學完成跨科探究。而該課程的教材套及筆記皆由中大提供，並由研究所彭奕彰博士及馮慧蓉小姐負責教授。

香港中文大學

太空與地球資訊科學研究所

2015 抽離式校本數學資優培育計劃 教師工作坊

日期：2016 年 4 月 18 日

時間：9:00 – 17:00

地點：香港中文大學霍英東遙感科學館 303 室

節次一	
9:00 - 10:00	人造衛星應用
10:00 – 11:00	簡介全球，區域和地區性的空氣污染 – 地理系嚴鴻霖教授講授
11:00 -11:30	收集 PM2.5 數據
11:30 - 12:30	午膳
節次二	
12:30 -12:45	用相關圖找出 PM2.5 數據的關聯
12:45 - 13:30	衛星數據使用指南 - USGS 和 NASA 數據下載
13:30 – 14:00	參觀香港中文大學衛星遙感地面接收站
14:00 – 14:45	地區空氣污染研究 – 珠江三角洲/南中國四季空氣污染變化 研究本地空氣污染
14:45- 15:30	數據下載 - 環保署及香港天文台
15:30- 16:30	研究香港空氣污染物的分佈
16:30 - 17:00	實用技能 – 預備衛星圖像教材

3.2.1. <u>教師培訓工作坊教材</u>

請見附件

- 附件 3.1. 簡介各種空氣污染源、區域性和地區性擴散過程 講義
- 附件 3.2 教師培訓工作坊教材 (數學跨科專題研習 - 空氣污染 - 老師版)
- 附件 3.4 工作坊用戶手冊 (數學跨科專題研習 - 空氣污染 - 用戶手冊)

3.2.2. <u>教師培訓工作坊問卷結果</u>

（一)	非常同意		同意		一般		不同意		極不同意	
是次活動能達到活動所訂目標。	5	45%	6	55%	0	0%	0	0%	0	0%
活動內容貼合主題。	4	36%	6	55%	1	9%	0	0%	0	0%
是次活動能夠達到我的期望。	4	36%	7	64%	0	0%	0	0%	0	0%
是次活動能增加老師之間在跨科教學上的交流。	5	45%	6	55%	0	0%	0	0%	0	0%

教師工作坊於 2016 年 4 月 18 日順利完成，是次培訓課程共有約十位教師參與， 以下是香港中文大學太空與地球信息科學研究所向出席老師發出的問卷調查結果:

是次活動與我的教學有關。	3	27%	6	55%	2	18%	0	0%	0	0%
活動能協助我把氣候變化融入跨科教學活動中。	5	45%	6	55%	0	0%	0	0%	0	0%
我認為是次活動有助數學科進行跨科教學。	5	45%	6	55%	0	0%	0	0%	0	0%
活動中派發的資料有用。	5	45%	6	55%	0	0%	0	0%	0	0%
活動時間安排理想。	4	36%	6	55%	1	9%	0	0%	0	0%
我對這次活動安排感到滿意。	5	45%	6	55%	0	0%	0	0%	0	0%

（二）我希望會有的跟進活動：

相關培訓		校本支援		技術支援	
3	27%	55	30%	2	18%

（三）其他建議

- data collection in the afternoon, using programme in the morning
- 相關培訓 +技術支援
- technical support too
- Please upload the workshop folder

3.3. 學生工作坊

所有參與本計劃的學生都必須出席兩次的全日工作坊，課程的教材套及筆記均由本所提供，並由研究所彭奕彰博士及馮慧蓉小姐負責教授。

香港中文大學

太空與地球資訊科學研究所

2016 年數學跨科專題研習 - 空氣污染

日期：2016 年 4 月 28 日

時間：9:00 – 17:00

地點：香港中文大學霍英東遙感科學館 303 室

節次一	
9:00 - 10:00	人造衛星應用
10:00 – 11:00	簡介全球，區域和地區性的空氣污染 – 地理系嚴鴻霖教授講授
11:00 -11:30	收集 PM2.5 數據
11:30 - 12:30	午膳
節次二	
12:30 - 13:00	用相關圖找出 PM2.5 數據的關聯
13:00 – 14:00	衛星數據使用指南 - USGS 和 NASA 數據下載 地區空氣污染研究 – 珠江三角洲/南中國四季空氣污染變化
14:00 – 14:30	參觀香港中文大學衛星遙感地面接收站
14:30 - 15:45	研究本地空氣污染 數據下載 - 環保署及香港天文台
15:45 - 17:00	研究香港空氣污染物的分佈

3.3.1. 學生工作坊教材

- 請見附件 3.3 學生工作坊教材 (數學跨科專題研習 - 空氣污染 - 學生版)

3.3.2. 學生工作坊問卷結果

工作坊共有 31 位學生參與，本所向出席同學發出調查問卷，其結果如下：

（一） 在這次工作坊中，我認為最大的學習收穫是：		
能有所學習	5	16.13%
學會了如何利用數學去表達空氣中的污染物質之間的關係	1	3.23%
學到了污染物的來源	1	3.23%
認識空氣污染	10	32.26%
認識如何測量空氣污染物	1	3.23%
認識空氣污染對學習有用	2	6.45%
認識人造衛星	1	3.23%
認識如果使用電腦軟件, 如 excel, google earth	2	6.45%
認識如何作資料搜集	2	6.45%
空氣污染的染物的組成和來源,同季節的污染情況	1	3.23%
問題解決能力	1	3.23%
繪畫圖像	1	3.23%
使用統計方法分析數據	2	6.45%
空氣污染物之間的關係	1	3.23%

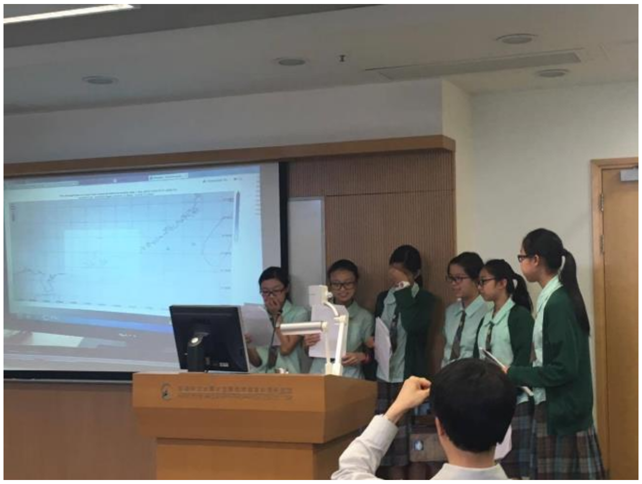
（二） 在這次工作坊中，我認為最具挑戰性的環節是：		
研習	8	36.36%
解答問題	3	13.64%
使用 google earth	3	13.64%
資料搜集	1	4.55%
繪圖	3	13.64%
理解空氣污染物之間的關係	1	4.55%
使用 excel	1	4.55%
匯報	1	4.55%
資料分析	1	4.55%

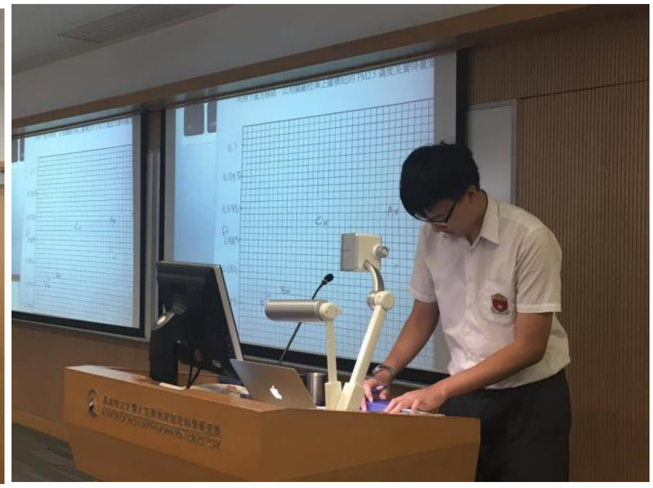
（三） 在這次工作坊中，我最喜歡的環節是：		
參觀衛星接收器	6	26.09%
完成數學跨科專題研習	1	4.35%
繪圖	1	4.35%
收集 PM2.5 數據	1	4.35%
使用 Google Earth 軟件	3	13.04%
教授的課堂講解	1	4.35%
與隊員工合作研習	1	4.35%
使用 excel 研究空氣污染	1	4.35%
整個活動	1	4.35%
午膳時間	7	30.43%
（四） 在這次工作坊中，我印象最深刻的情景是：		
匯報	2	8.33%
資料分析	1	4.17%
交通	4	16.67%
午膳時間	1	4.17%
教授的課堂講解	1	4.17%
繪圖	1	4.17%
學習研習	5	20.83%
到訪中大	2	8.33%
午膳時間	1	4.17%
參觀衛星接收器	6	25.00%

3.4. <u>工作坊花絮</u>


嚴鴻霖教授簡介全球、區域和地區性的空氣污染擴散過程。（左圖）彭奕彰博士 介紹衛星遙感及空氣污染監察應用。（右圖）


同學們學習收集戶外 PM2.5 數據 (上圖)





同學滙報研習所得。（上圖）

3.5. 校內專題研習

3.5.1. 主題及要求

校內研習目的是讓學生將工作坊學習到的內容應用於日常生活中，並透過研習向校內同學推廣科學，環保及公眾健康的訊息，並評估學習成果。研習目標 如下：

- 研究香港及/或內地空氣污染物的空間變化
- 報告研究結果
- 根據結果提出空氣污染對公眾健康的影響

題目示例：

- 內地與香港 PM2.5 水平的相關性
- 香港的 PM2.5 水平與風向的相關性
- 廣東及北京的霧霾
- 香港空氣污染的季節性變化

3.5.2. 網上數據資源

計劃的設計會利用真實環境的數據，期望誘發同學更強學習動機及創意的發揮，並相信研究所得結果，會對社會大眾具參考價值，所以建議同學參考以下網站提供的資源：

網頁名稱	網頁 所屬機構	網頁內容	網址
Mission China	U.S. Department of State Air Quality Monitoring Program	過去多年的中國 PM2.5 數據	http://www.stateair.net/web/historical/1/4.html
澳門地球物理暨氣象局	澳門地球物理暨氣象局	澳門天氣及空氣質素資訊	http://www.smg.gov.mo/
澳門地球物理暨氣象局	澳門地球物理暨氣象局	粵港澳珠江三角洲區域空氣監測網絡季度監測報告	https://www.tid.gov.hk/tc_chi/import_export/nontextiles/nt_rice/monthly_rice.html#a
空氣品質監測網	行政院環境保護署	台灣的空氣污染數據，如 SO_2、CO、O_3、NO_2、PM_{10}	http://taqm.epa.gov.tw/taqm/en/YearlyDataDownload.aspx
氣候	台灣中央氣象局	台灣氣象數據	http://www.cwb.gov.tw/V7/climate/dailyPrecip

			itation/dP.htm

3.5.3. 研習方式

校內研習以學校為單位，4-6 位學生為一組，進行探究活動，每組由老師協助，安排研習時間，並因應能付出的時間自行決定研習規模及深入程度。最後，所有參與計劃的學校須於 2015 年 6 月 29 日繳交、作口頭報告及接受即場提問。

4. <u>校內研習成果匯報</u>

所有參與學校的同學都能依時完成報告；部分同學也於教育局馮漢柱資優教育中心內進行了一次口頭匯報。詳情如下:

4.1. <u>匯報安排</u>

抽離式校本數學資優培育計劃
數學跨科專題探究 (口頭匯報)

日期：2015 年 6 月 29 日 (星期一) 下午 3 時至 5 時
地點：九龍塘沙福道十九號東座 3 樓馮漢柱資優教育中心 E303 室
程序：

時　間	**項　　目**
2:50 – 3:00	嘉賓、參與學校老師及學生就座，負責匯報同學將相關資料上載電腦及熟習電腦設施的操作模式。
3:00 – 3:10	簡介計劃目的及匯報程式
3:10 – 4:35	各校同學分別作口頭匯報，每校各有<u>不多於</u>15 分鐘時間講解專題研習過程、方法、發現、建議的跟進行動等(詳情參看中文大學學生工作坊講義)，另有 2 分鐘時間接受在場人士的提問。
4:35 – 4:50	總結及頒發證書
5:00	大合照

匯報地點已安裝基本電腦設施、實物投影器及一般軟件包括 MS Office 2010
若同學有其他額外要求，請盡早透過負責老師提出申請。

4.2. 口頭匯報花絮

同學口頭匯報情況

4.3. 學校簡報

請見附件:

- 附件 4.1 香海正覺蓮社佛教正覺中學
- 附件 4.2 香港四邑商工總會黃棣珊紀念中學
- 附件 4.3 香港聖公會何明華會督中學
- 附件 4.4 香港管理專業協會李國寶中學
- 附件 4.5 基督教香港信義會元朗信義中學
- 附件 4.6 藍田聖保祿中學

4.4. 參與計劃的學校研究報告概覽

經過三個月時間的資料搜集、鑽研、發現及引證，所有參與學校的同學都能依時提交研究報告，現將各學校在探究過程中所得的研究發現及成果撮錄如下：

4.4.1. 香海正覺蓮社佛教正覺中學

<氣象數據與空氣污染物>

同學從熱帶氣旋、陽光及降雨量對空氣污染物的影響提出三條探究問題：熱帶氣旋會否把污染物吹散？哪種污染物與陽光有最強的相關？降雨量對哪些污染物影響最高？分別提出數據，得出結論。

在第一部分熱帶氣旋方面，同學從過去數年八號熱帶氣旋的日子選取了二零一二年八月十六日作為研究日子，發現由風眼到外圍的風，有上下交替的間隔，因此在熱帶氣旋襲港前後期間，空氣污染有數天的峰值出現，而不是一面倒的把污染物吹散或困著。

第二部分陽光與污染物的關係方面，同學計算各污染物與雲量的相關係數，得出在陽光普照（較少雲）的日子，污染較高，尤其是二氧化氮（NO_2）空氣的結論。

第三部分降雨量與污染物的關係，同學先以水溶性高的污染物作為推斷，計算降雨量與空氣污染物的相關係數，發現在下雨的日子，空氣污染較低，微細懸浮粒子（FPS）和可吸入懸浮粒子（RPS）特別少。

4.4.2. 香港四邑商工總會黃棣珊紀念中學

<重建的污染——觀塘>

現時香港的空氣質量正不斷改善，但觀塘區的污染問題卻愈來愈嚴重，加上有不少報章也曾報導此問題是由近年觀塘區的重建計劃所導致的，因此同學便產生對這議題的探究興趣。是次專題研習將重點探討重建工程與空氣污染物的關係，以及污染物如何影響人體健康。

其實觀塘市中心項目是由 1998 年才被發展商探討，為方便進行是次研習，同學將 1999 至 2009 年定為重建前的時段，2010 至 2015 年定為重建中的時段，主要進行第一、二期的重建工程，而 2016 至 2020 年則將用作數據預測，預測各污染物的污染水平。

根據市區重建局的資料顯示，於 1999 至 2006 年期間，二氧化氮、氮氧化物、可吸入懸浮粒子、二氧化硫四種污染物均有持續下降的趨勢，而臭氧則有持續上升的趨勢。而於 2010 至 2015 年期間，大部份污染物，包括：二氧化氮、二氧化硫及可吸入懸浮粒子均呈一個下跌的趨勢。同學推測這與政府在 2010 至 2013 年推出了更換歐盟ＩＩ期柴油商業車輛，同時為新商業車輛提供資助，藉此改善香港空氣質量的計劃有關，因此 2012 年的多種污染物均呈下降趨勢。至於在 2016 至 2020 年，根據數據預測的推斷，觀塘區經過重建工程後，各污染物的濃度將明顯比預期為高。而正因為污染物亦會引致各種呼吸道疾病，附近居民需要提高警覺，小心空氣污染為健康帶來的威脅。

4.4.3. 香港聖公會何明華會督中學

<臭氧與氮氧化物的關係>

同學知道臭氧與氮氧化物的一小時平均濃度有顯著的負相關，所以嘗試找出臭氧與氮氧化物的一天平均濃度有沒有相類似的關係。同學收集於銅鑼灣的污染物數據，發現臭氧與氮氧化物的每日平均濃度仍具有低負相關性(r=-0.409)。

同學亦研究臭氧與紫外線之間的量化關係，因為臭氧的產生過程需要紫外線。同學發現銅鑼灣的臭氧濃度與紫外線指數的相關系數為 0.279，只有較小的相關性，與他們預期的結果略有不同。相反，東區的臭氧濃度與紫外線指數的相關系數為 0.541，有中度的相關性，與預期的結果大致吻合，從而得出紫外線與臭氧濃度具正相關關係，特別是污染度較高的區域。

另外，同學更製造了一個土製 PM2.5 測量器程式，利用專業儀器校準後，使用這個土製 PM2.5 測量器程式測量在學校附近不同地方的 PM2.5 濃度，發現教員室影印機出風口、學校旁的達摩廟等地方均有較高的 PM2.5 濃度。

4.4.4. 香港管理專業協會李國寶中學

<停車熄匙對改善空氣污染的影響>

同學從報章得知觀塘區臭氧水平持續飆升，為了加深了解各種天氣因素和政府政策對觀塘區臭氧及其他空氣污染物的影響，他們設定了三個焦點問題並進行探究：

1.港府推行停車熄匙政策有否減低空氣污染物指數

2.哪種天氣因素會影響臭氧和其他空氣污染物的水平

3.什麼因素會造成香港的市區和郊野空氣質素的變化

同學比較政策前(2008-2011)和政策後(2012-2015)的污染物變化，從線性關係圖發現觀塘區的氮氧化物有顯著的減少。同學亦以顏色變化圖展示出政策推行後，全港的二氧化氮、二氧化硫和臭氧指數都有下降，但影響不顯著，總結出全港臭氧水平有下降趨勢，而觀塘區只是輕微上升而不是飆升。

此外，同學發現濕度、雲量、雨量、氣壓顯著地影響臭氧和二氧化硫的水平。最後，同學提出一些影響市區和郊野空氣質素的變化的因素，如人口密度、樓宇密度、工業發展等。

4.4.5. <u>基督教香港信義會元朗信義中學</u>

<天文與政經因素對香港空氣污染的影響>

同學認為香港空氣污染日趨嚴重，便以數學的方式來找出香港空氣污染與天文因素及政經因素的關係，並提出改善香港空氣污染的建議。同學分別找出氣溫(r=-0.667)、氣壓(r=+0.664)和風速(r=+0.288)與空氣質素健康指數的關係，然後運用相關的科學知識去解釋關係。除天文因素之外，同學也運用政經因素去了解香港空氣污染，例如香港汽車領牌數量與空氣質素健康指數的關係呈現負相關性，從而提出此關係的潛在原因，例如 2007 年政府規定所有新登記車輛必須符合歐盟四期排放標準，最後得出政策對減少不同空氣污染物的濃度有成效的結論。同學提出電動車的好處並提議政府可多鼓勵市民使用電動車。

4.4.6. <u>藍田聖保祿中學</u>

<空氣污染與特別節日的關係>

同學從報章中發現銅鑼灣的空氣污染冠全港，並嘗試找出問題的根源。同學認為銅鑼灣空氣污染冠全港跟特別節日有關係，如 2 月 19 日至 23 日正值農曆新年，市民需要出外拜年，汽車的排放量自然上升，但工廠，公司卻因公眾假期而關門；而 6 月 1 日至 7 日是平日，所以將兩個時段比較從而找出令銅鑼灣污染指數上升的原因。

同學比較兩個時段的污染指數，發現二氧化氮和微細懸浮粒子在 2 月 19-23 日比 6 月 1-7 日濃密，並估計因為農曆新年交通較為繁忙，排出的二氧化氮和懸浮粒子也隨之上升。相反，二氧化硫在 6 月 1-7 日比 2 月 19-23 日多，因為農曆新年公司都關門，所以也減少排放二氧化硫，而在平日上班日子排放量就較多。

5. <u>就參與學校研習報告的整體評估撮要</u>

本資優培育計劃其中一個目的是讓同學發揮創意及解難能力，同學們在有限時間（約一個月）內，要從正常學習及活動中騰出時間以小組協作形式完成探究任務，對於初中學生確實有不容易之處。然而，從同學的文字及口頭滙報中，確能見到同學所付出的努力與成果成正比。

資優教育組在設計本培育計劃時，已預期學生會運用圖中的3個重要元素完成他們的專題探究，同時亦期望最後報告能展現出同學以下的特質：

創意

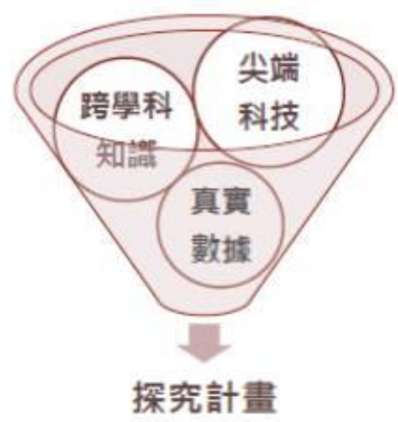
想像力

解難能力

分析能力

推斷能力

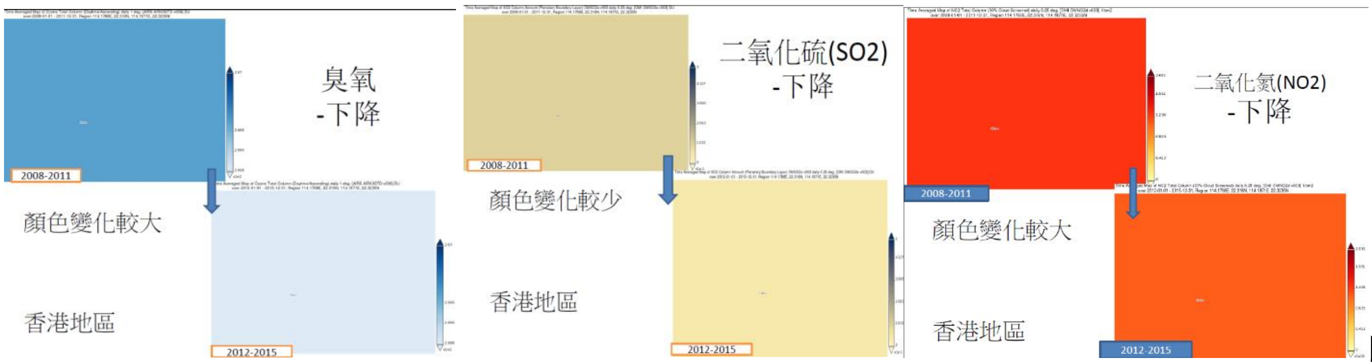
處理複雜問題能力



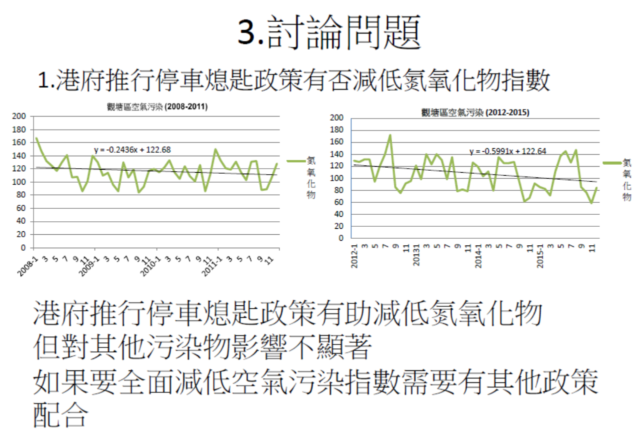
由於設計培育計劃時不打算以比賽形式進行，故未有設定評分準則，亦沒有就同學遞交的報告進行有系統的評鑑，惟從資優教育組到校探訪同學的對話、同學遞交的進度報告、口頭滙報及最後的文字報告中，都能掌握參與學校同學的整體表現，部分同學更有嘗試利用自創的方法解決問題或運用嶄新想法作合理假設並進行驗證，現列舉部分例子於後頁以供參考。

5.1. <u>與現實政策緊扣的例子</u>

同學具有清晰研究方向，更以政府的「停車熄匙」政策有否減低觀塘區空氣污染物指數為其中的焦點問題，緊密回應與現實環境政策。學生能善用搜集的數據，製作不同區域的空氣污染物的時間序列圖，作為探究的證據(圖一)，亦能應用學過的技巧，製作天氣與污染物的線性關係圖(圖二)，找出天氣因素與臭氧及其他空氣污染物的關係。同時亦能回應報導的說法，利用得出的結果指出報導忽略季節性變化，可看到同學探究的方向可以應用於現實中。(圖三)



<u>圖一</u>



<u>圖二</u>

<u>圖三</u>

5.2. <u>具科學探究精神的例子</u>

同學在工作坊中學到臭氧的產生過程需要紫外線，故預計兩者應有著正相關性的關係(圖四)。為了驗證他們的推測，同學搜集銅鑼灣區臭氧濃度和紫外線指數數據作線性關係分析，可惜，他們發現結果與預期有所出入(圖五)。不過，同學並無因此而放棄，他們能就研究結果修改原先預測，然後重新搜集東區的臭氧濃度和紫外線指數數據，最後成功找出在污染度較高的地區，臭氧與紫外線指數有著中度正相關性(圖六)，展現鍥而不捨的科學家精神以及出色的科學思維。

圖四

圖五

圖六

5.3. 具啟發性的例子

同學就銅鑼灣的空氣污染問題與時間的關係提出具啟發性的探究問題，推斷假日及平日有所不同，選取二月農曆新年及六月平日時段作比較（圖七），重申有機會忽略的時間因素的重要性。另外，同學亦清楚地列出選取日期的數據，比較兩個時段的污染物數量（圖八），並展現邏輯思維，能就得出的數據，推斷出合理的原因，如在週末的銅鑼灣較多車輛而更多的空氣污染物(圖九)，對社會及同學本身認知亦是甚具啟發性的議題。

選19-2-2015至23-2-2015和 1-6-2015至7-6-2015為研究日期原因

- 我們希望知道銅鑼灣空氣污染冠全港是否跟特別節日有關係,因為2月19日至23日正值農曆新年,大家都需要出外拜年，汽車的排放量自然上升，但工廠，公司卻因公眾假期而關門；而6月1日至7日是1個平常的星期,大家也要上學上班，所以想將兩個時段比較從而找出令銅鑼灣污染指數上升的原因。

圖七

污染物數量

	FSP	NO2	NOX	O3	SO2
19/2/2015	54	100	161	54	3
20/2/2015	37	85	146	46	1
21/2/2015	47	145	441	20	5
22/2/2015	41	114	355	7	2
23/2/2015	30	81	172	18	1
Mean	41.8	105	255	29	2.4

	FSP	NO2	NOX	O3	SO2
1/6/2015	21	83	219	9	8
2/6/2015	18	79	217	5	9
3/6/2015	17	81	248	5	10
4/6/2015	14	74	223	6	11
5/6/2015	18	83	235	6	10
6/6/2015	23	89	288	4	20
7/6/2015	20	76	198	7	12
Mean	18.7	80.7	232.6	6.0	11.4

污染物在兩個時段的比較

Average of 5 Pollutants in the period 19-23 Feb and 1-7 Jun 2015

	19-23 Feb 2015	1-7 Jun 2015
FSP	41.8	18.7
NO2	105.0	80.7
NOX	255.0	232.6
O3	29.0	6.0
SO2	2.4	11.4

圖八

分析

- 根據2個時段的比較，得出結果是氮氧化物濃度無論在2月19-23日還是在6月1-7日都為高
- 二氧化氮在2月19-23日比6月1-7日較濃密，因為車流量在農曆新年較多，燃燒物料也為多，然後就造就二氧化氮的形成。

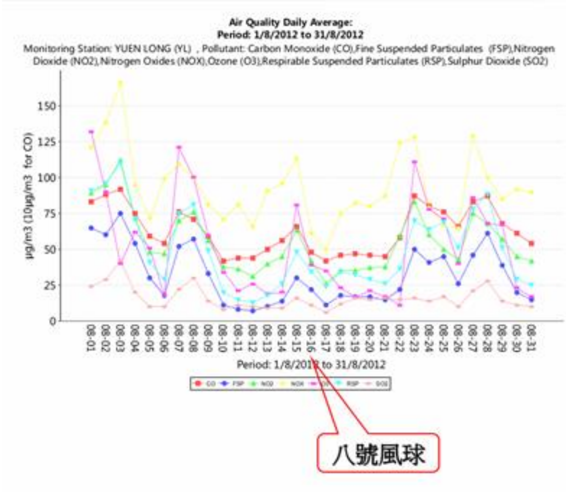
分析

- 微細懸浮粒子在2月19-23日比6月1-7日濃密，因為農曆新年交通較為繁忙，排出的懸浮粒子也隨之上升。
- 相反，二氧化硫在6月1-7日比2月19-23日多，因為農曆新年公司都關門，所以也減少排放二氧化硫，而在平日上班日子排放量就較多。

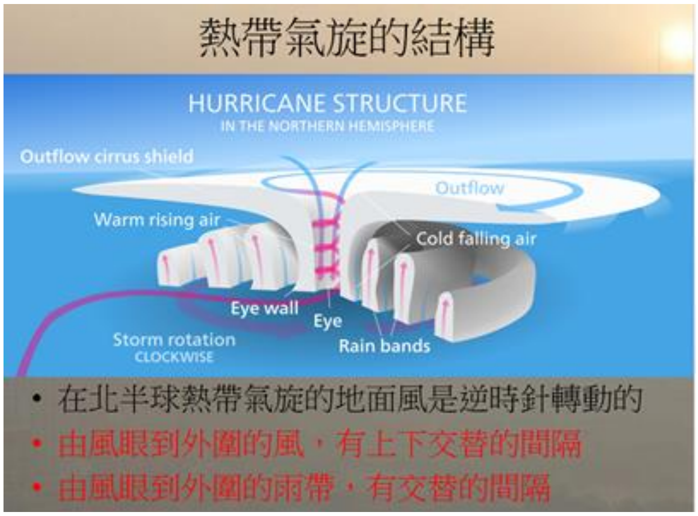
圖九

5.4. 跨學科學習的例子

同學能有效結合不同學科的知識，包括：數學、地理與化學科，過程中顯示同學在進行專題研習時能靈活運用不同學科的知識概念，並能加以融會貫通。學生善用各污染物的變化規律(圖十)，結合熱帶氣旋的結構(圖十一)，找出熱帶氣旋對空氣污染物的影響。此外，同學亦透過分析降雨量與不同空氣污染物的相關系數(圖十二)，以及利用水分子 H2O 的結構(圖十三)，客觀解釋在下雨的日子為何空氣污染較低的現象。以上皆表現出同學對各學科有一定程度的知識掌握，並有能力連繫不同知識、技能和各方面的經驗，相信對同學日後的學習都有莫大裨益。

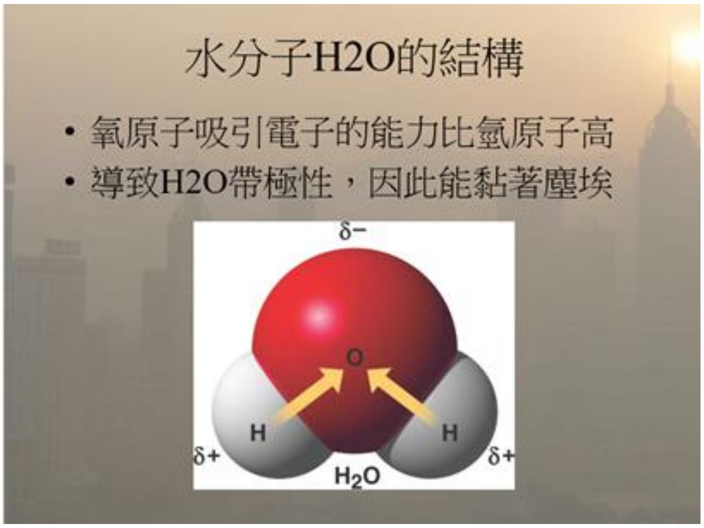


圖十



圖十一

圖十二

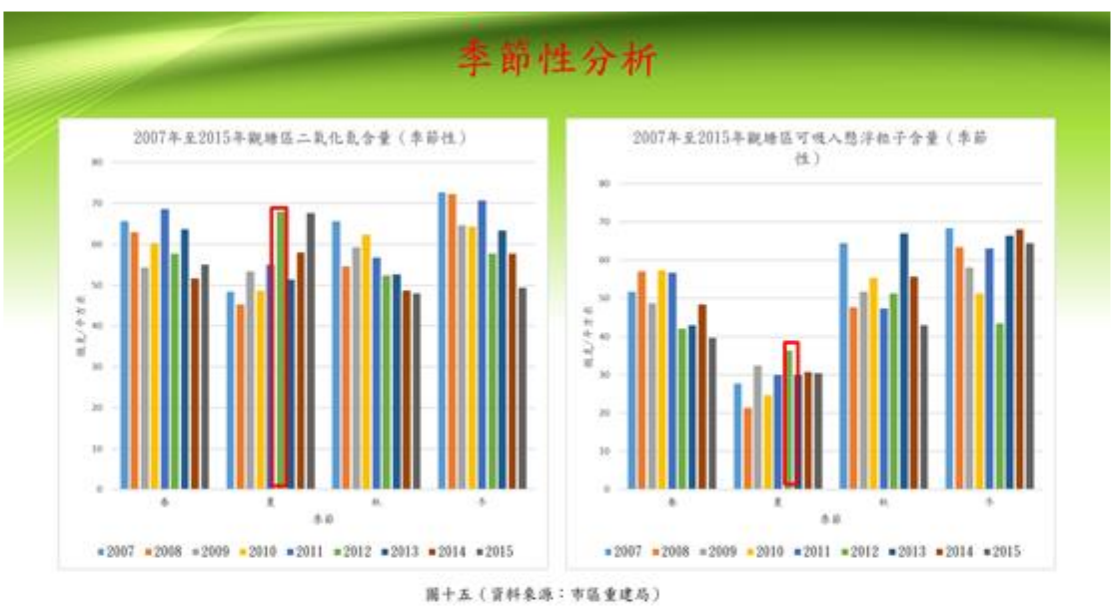


圖十三

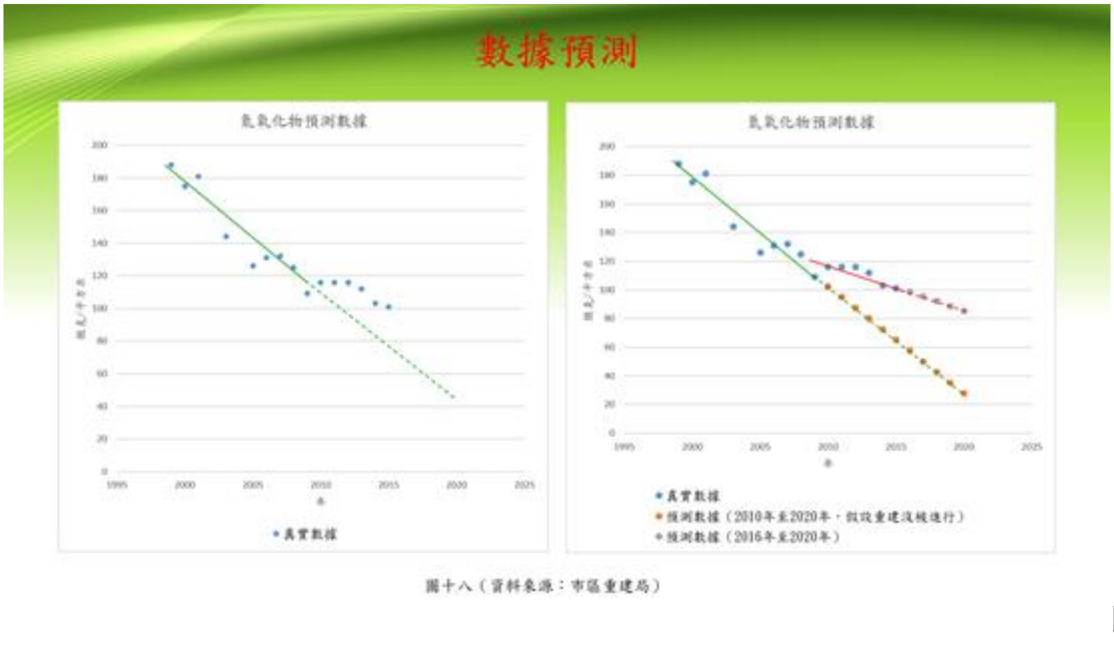
5.5. <u>展現數據分析以及推斷能力的例子</u>

同學能運用不同類型的數學統計圖表展現空氣污染物濃度的數據分析(圖十四)，反映同學在數學範疇具優良表現，特別於圖表製作方面。透過比較各空氣污染物季節性的變化(圖十五)，學生嘗試連結政府政策對污染物的影響，可見學生能於實際環境中運用數學統計圖表的知識概念，作出合理的推斷和數據詮釋。最後，學生積極嘗試在已有的學習基礎上，建構新的學習經驗。例如：因應不同的情境為各空氣污染物濃度作出數據預測(圖十六)，可見學生主動學習，具自學和反思的能力，展現關心社區的態度(圖十七)。

圖十四



圖十五


數據預測
氮氧化物預測數據
真實數據
氮氧化物預測數據
真實數據
預測數據（2010年至2020年，假設重建沒被進行）
預測數據（2016年至2020年）
圖十八（資料來源：市區重建局）

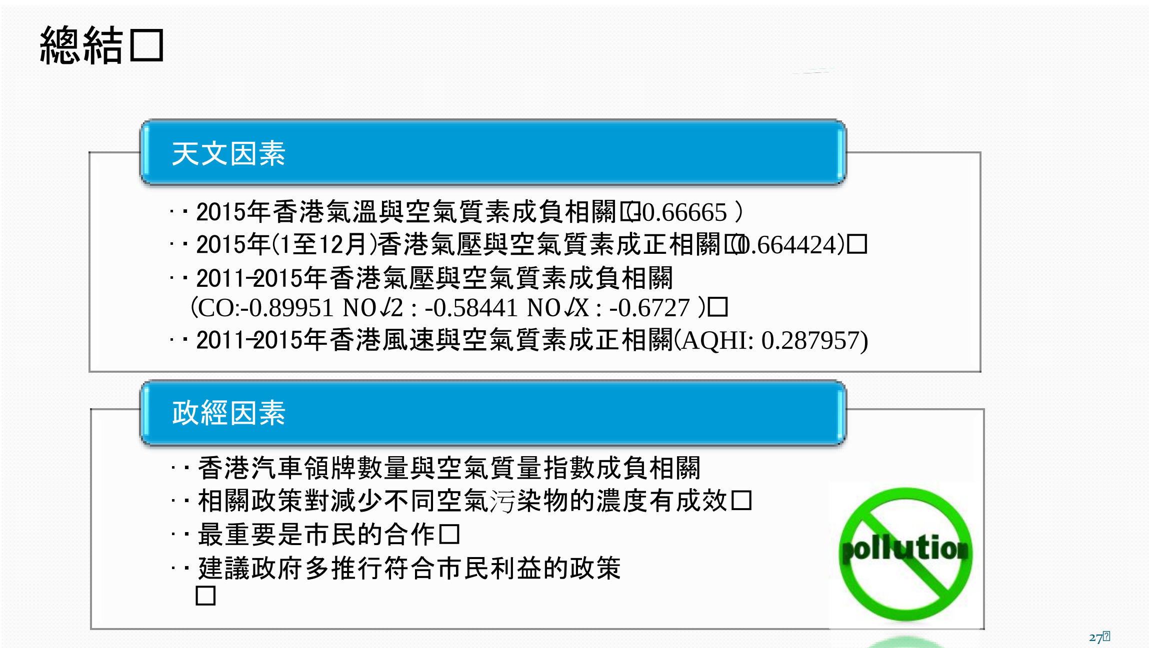
圖十六


總結
‧觀塘區經過重建工程後，污染物濃度明顯比預期為高
‧污染物亦會引致各種呼吸到疾病，威脅附近居民的健康

圖十七

5.6. 具備多角度思維的例子

是次計劃以空氣污染為主題，同學不僅展現科學思維了解空氣污染的問題，還展示以多角度探究問題，表現了專題研習的全面性。同學除了以氣溫、氣壓、風速等天文因素了解香港空氣污染問題外，還加入了政經因素，嘗試以政策和環境的角度解釋空氣污染的變化(圖十八)。可見同學具備多角度能力分析問題，而不是只局限於單方面。



圖十八

6. 参考資料

- 香港天文台

http://www.hko.gov.hk/

- NOAA 美國國家海洋暨大氣總署

http://www.esrl.noaa.gov/

- 工業貿易署

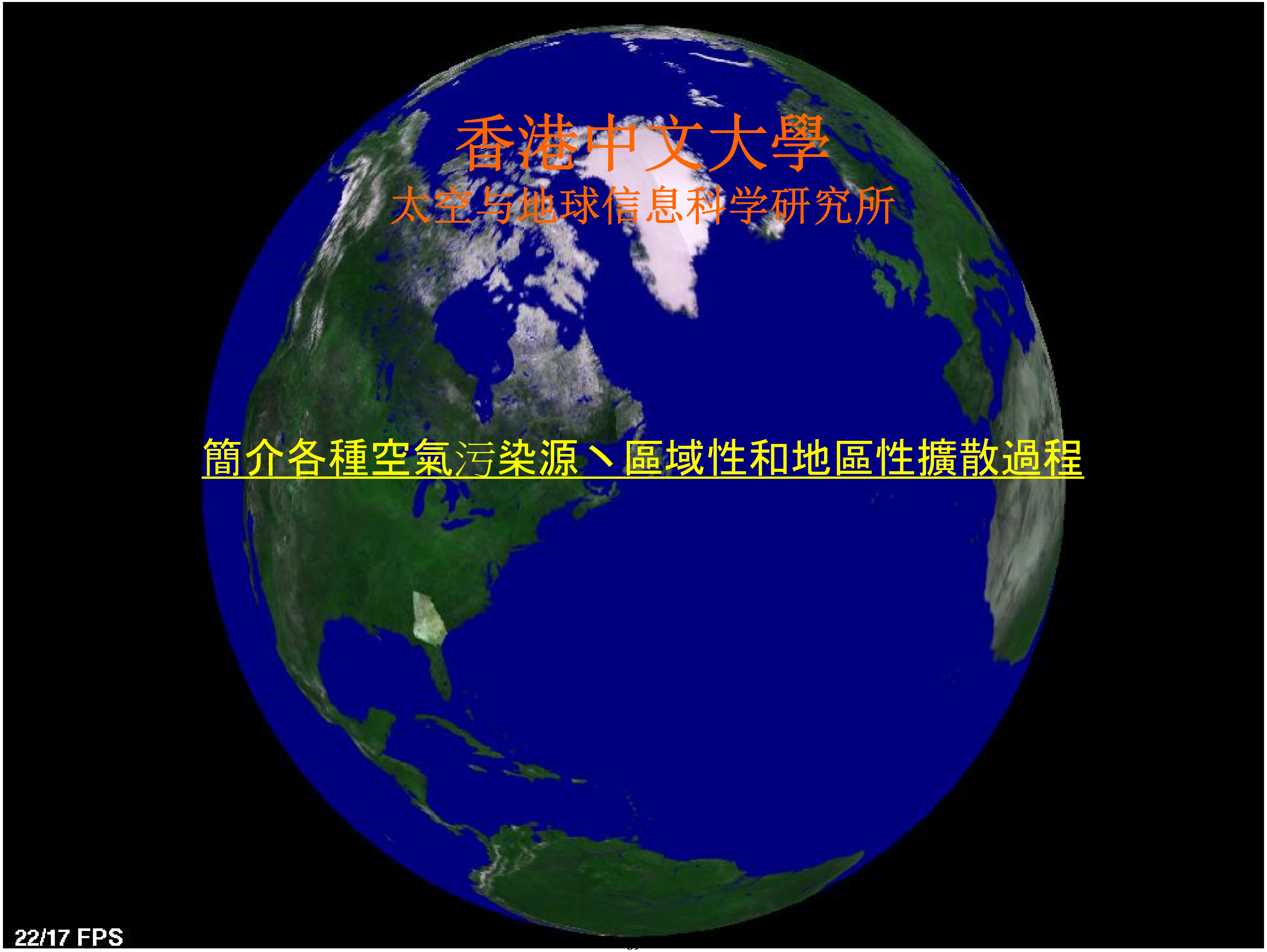
https://www.tid.gov.hk/

- 中華電力

https://www.clponline.com.hk/

- 香港中文大學 大空與地球信息科學研究所

http://www.iseis.cuhk.edu.hk/gb/


香港中文大學
太空与地球信息科学研究所
簡介各種空氣污染源、區域性和地區性擴散過程
22/17 FPS

空氣污染物的種類

- 兩種室外空氣污染物
  - 主要空氣污染物
  - 二次空氣污染物

2

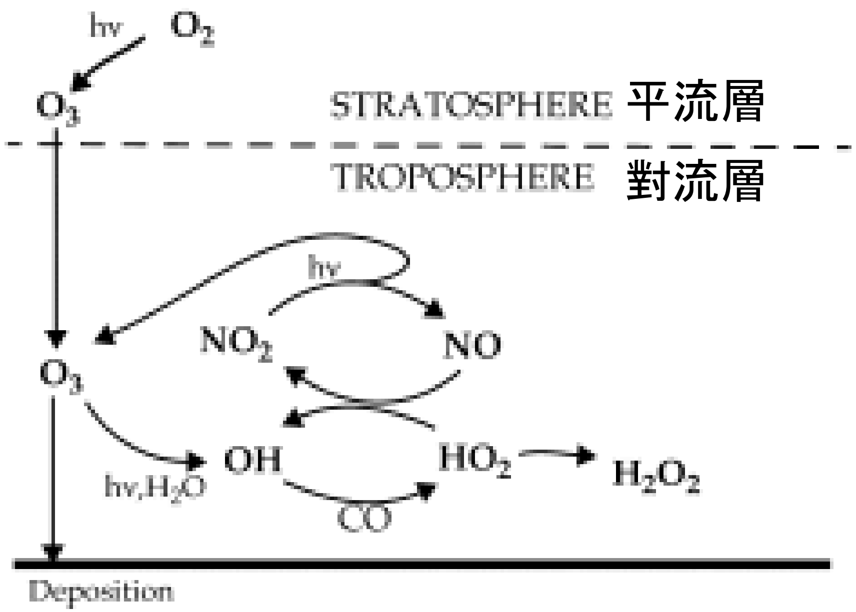
主要空氣污染物

- 主要空氣污染物
- 例子：從柴油發動機排出的黑碳 (Black Carbon)

Source: http://nilaeslit.files.wordpress.com/2012/05/auto-smog.jpg

二次空氣污染物

- 在大氣內形成(不是從源頭直接排放到大氣)
- 例子：臭氧 Ozone（O_3）



72

空氣污染物形態

- 氣態
- 顆粒

氣污染物形態：氣態

- 例子：二氧化硫(SO_2)、臭氧(O_3)、氮氧化物(NO_x)

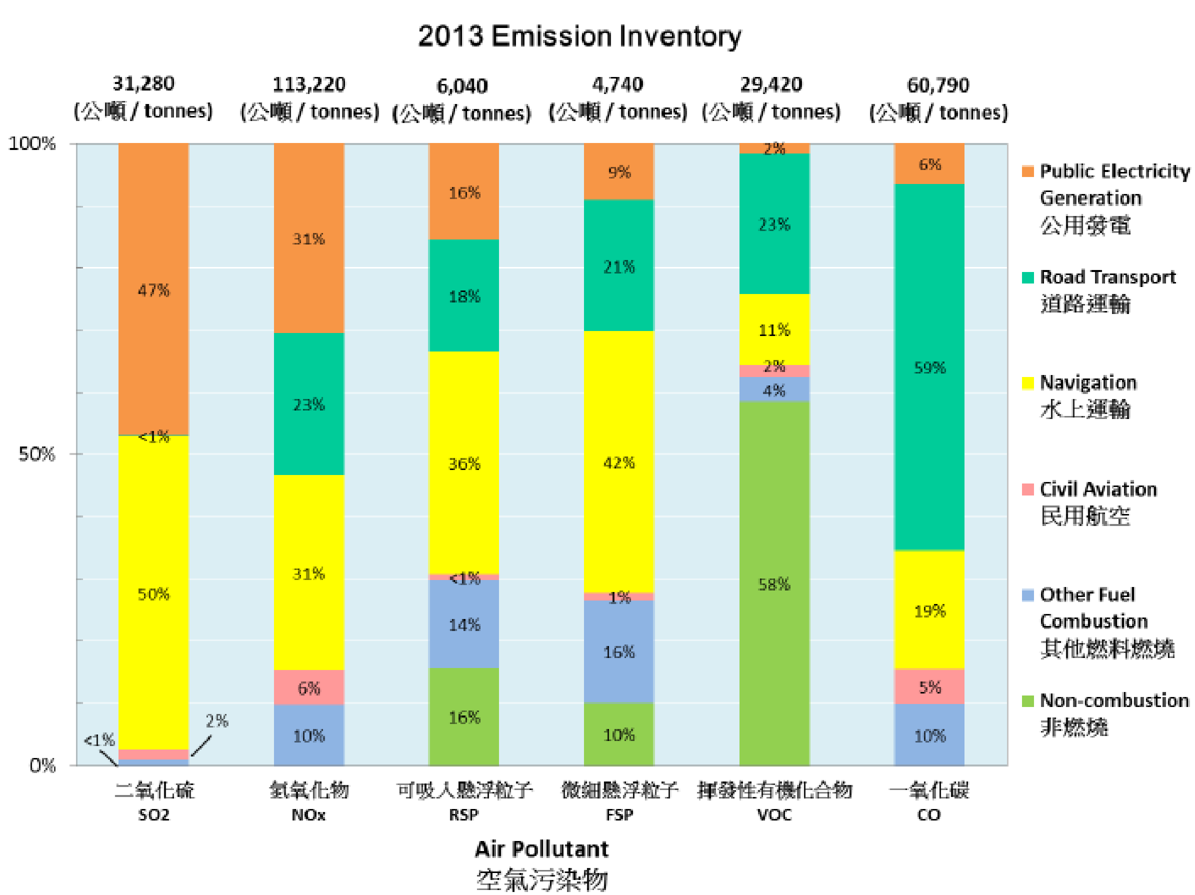
- 單位：
  - 每單位體積的質量 (Mass per unit Volume 如 $\mu g/m^3$)
  - 體積混合比 (Volume mixin ratio)
    - 百萬分之一 (Part Per Million, 1ppm)
    - 十億分之一 (Part Per Billion, 1ppb)

氣污染物形態:顆粒

- 例子:可吸入懸浮顆粒物(RSP / PM_{10}),微細懸浮物(FSP / $PM_{2.5}$)

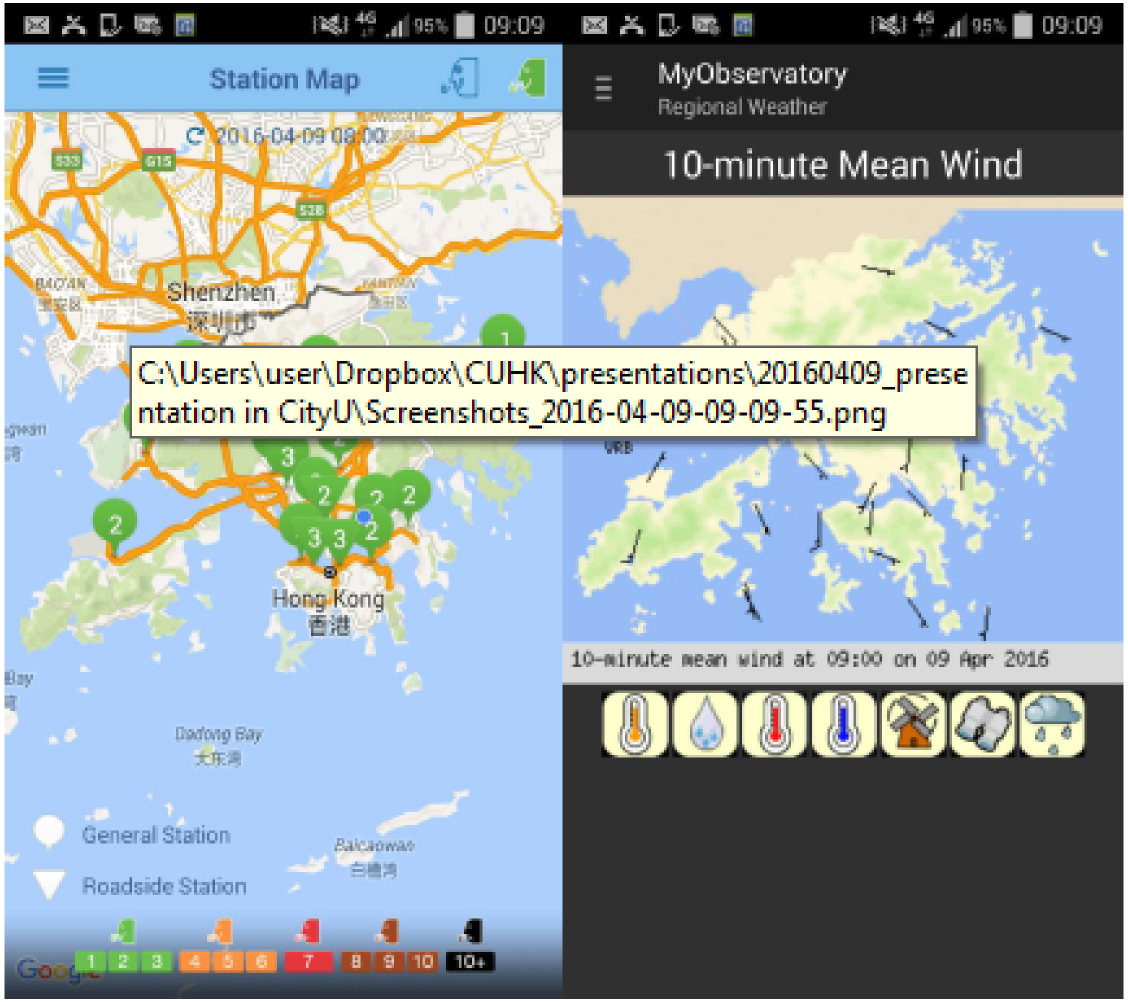
- 單位:
  - 每單位體積的質量 (Mass Per Unit Volume 如 µg /m^3)

香港的排放源頭類型

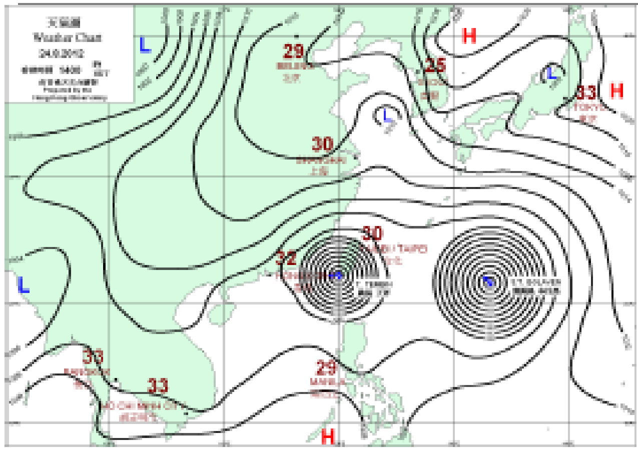


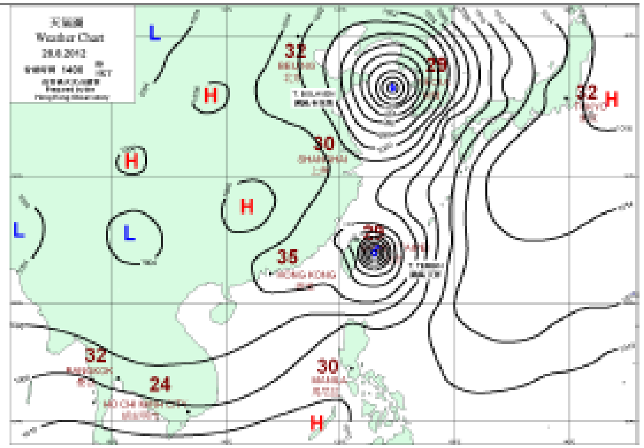
Source: HKEPD - http://www.epd.gov.hk/epd/english/environmentinhk/air/data/emission_inve.html

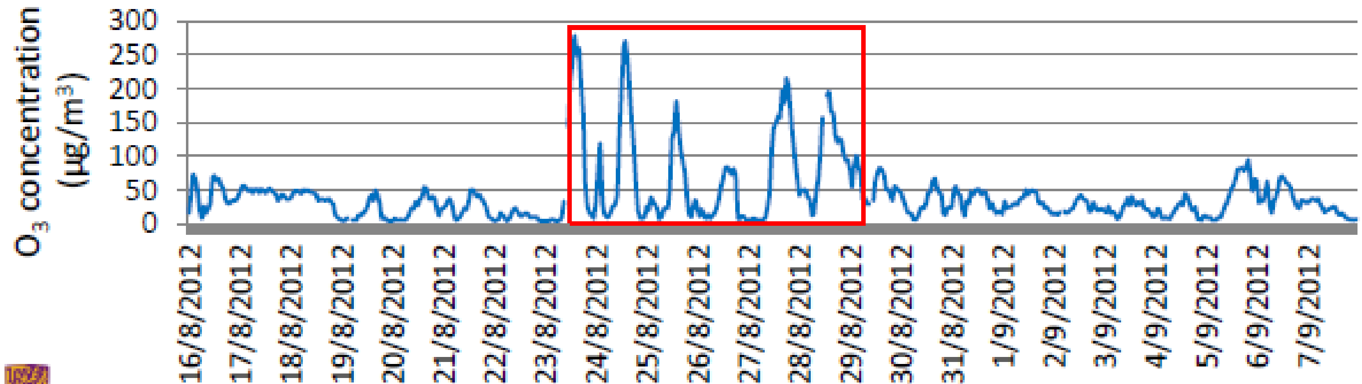
天氣與空氣污染


09:09
Station Map
2016-04-09 08:00
Shenzhen
深圳市
Hong Kong
香港
Dadong Bay
General Station
Roadside Station
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 10+
C:\Users\user\Dropbox\CUHK\presentations\20160409_presentation in CityU\Screenshots_2016-04-09-09-09-55.png
MyObservatory
Regional Weather
10-minute Mean Wind
10-minute mean wind at 09:00 on 09 Apr 2016

天氣與空氣污染：風暴對氣壓及臭氧的影響

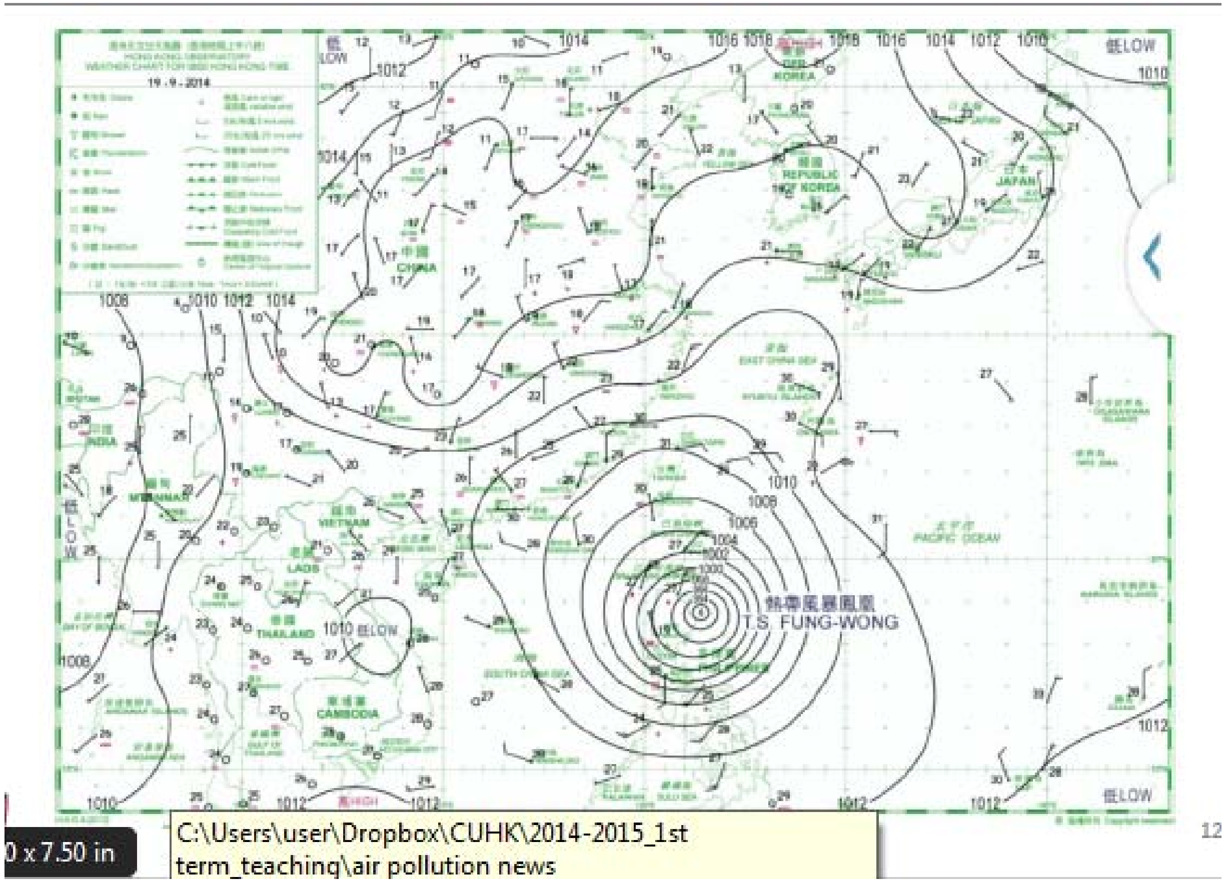






11

天氣與空氣污染


熱帶風暴鳳凰
T.S. FUNG-WONG
低LOW
PACIFIC OCEAN
0 x 7.50 in
C:\Users\user\Dropbox\CUHK\2014-2015_1st
term_teaching\air pollution news
12

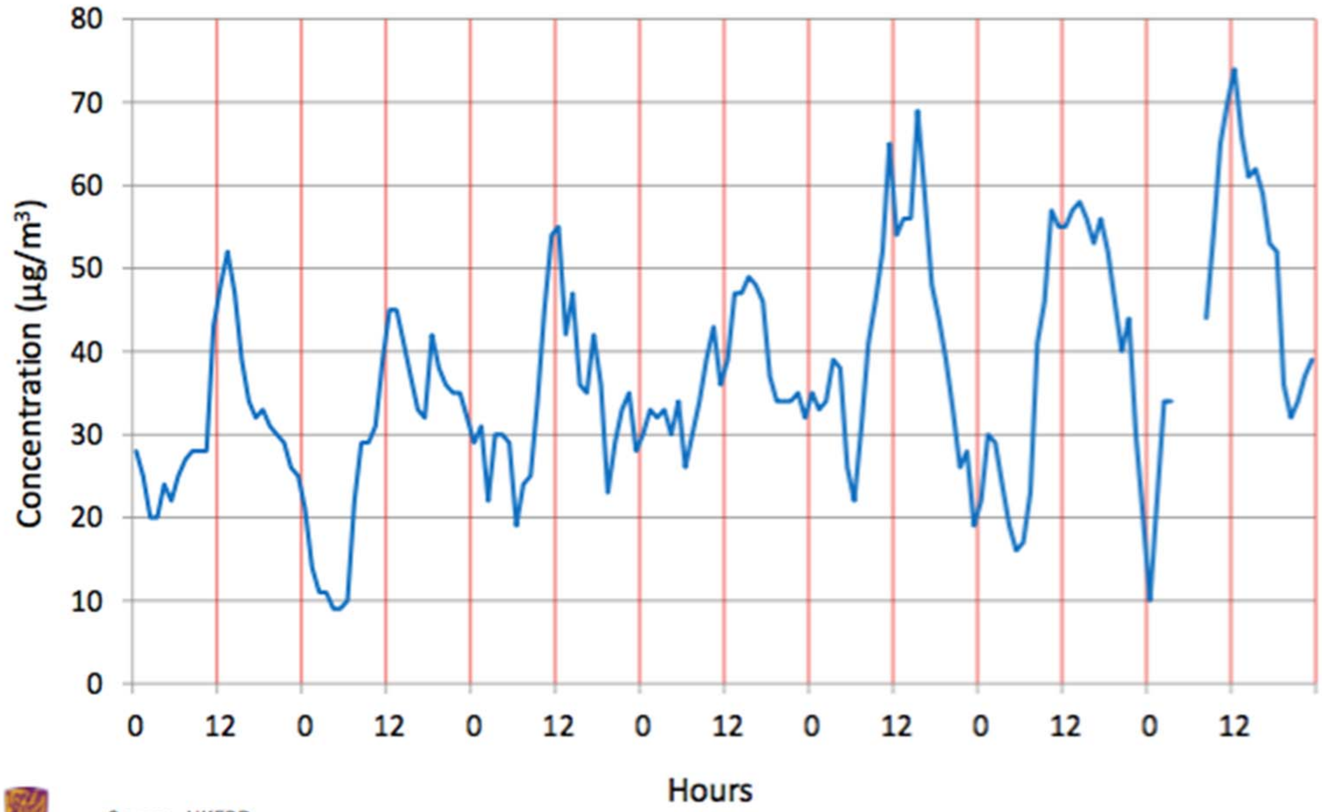
天氣與空氣污染


16:18
Station Map
2014-09-19 15:00
Longgang
Bao'an
Qianhai Bay
Chiwan Bay
Tuen Mun
On Shan
Hong Kong
Lantau Island
Dadong Bay
Wangjiao Bay
Lengfengyuan Bay
General Station
Roadside Station
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 10+
16:19
MyObservatory
Regional Weather
10-minute Mean Wind
VRB
10-minute mean wind at 16:00 on 19 Sep 2014

臭氧

- “好”的臭氧(在大氣層頂部，能阻擋陽光的紫外線)
- “壞”的臭氧(在大氣層底部，加劇溫室效應、霧霾天氣)

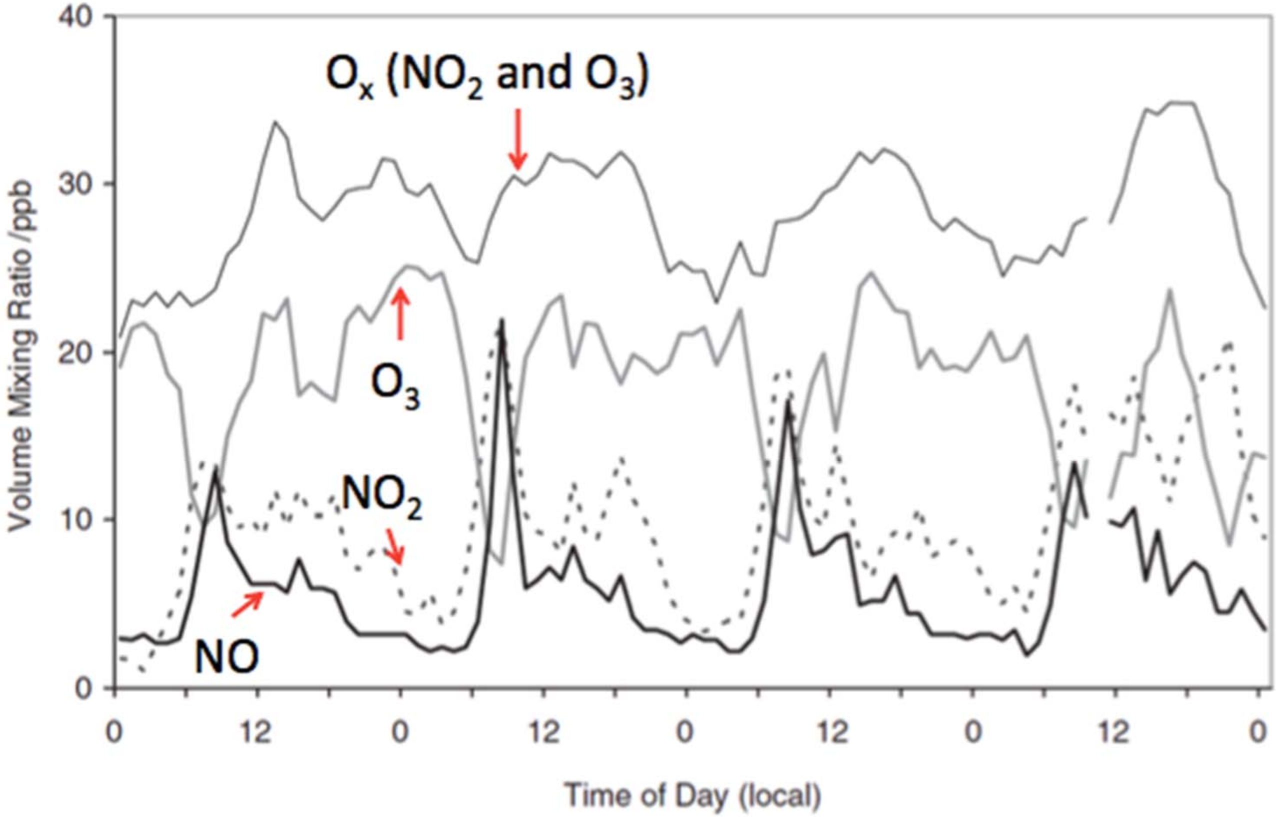
臭氧的晝夜變化



Source: HKEPD

15

二氧化氮與臭氧的關係:兩者為負相關關係

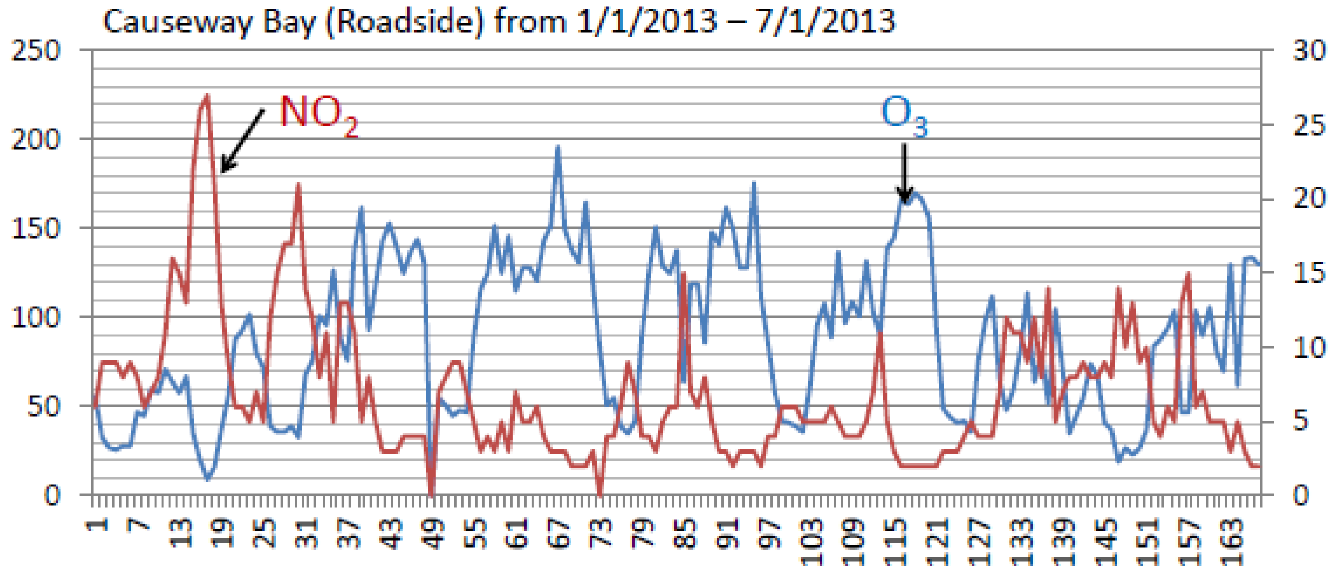


Pollutant concentration in Birmingham, UK over a four-day midweek period during autumn 2008

Source: Hertel and Goodsite 2009

16

二氧化氮與臭氧的關係:兩者為負相關關係

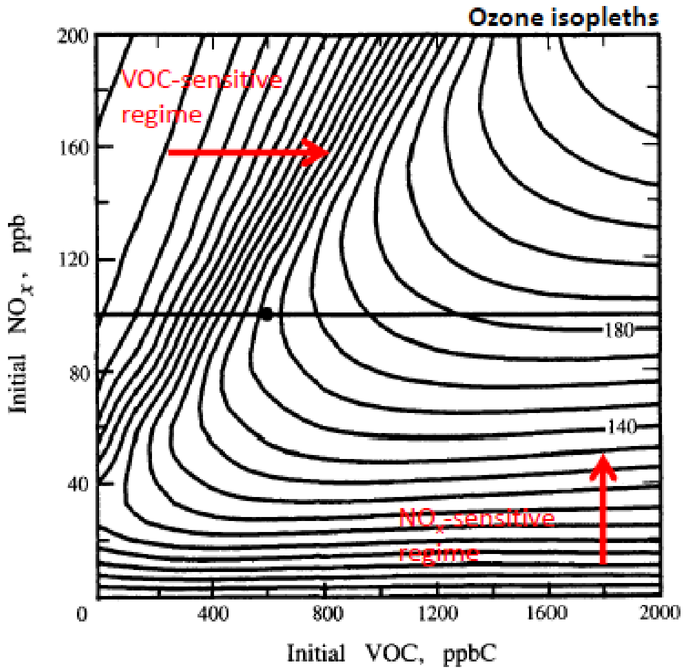


Source: HKEPD

17

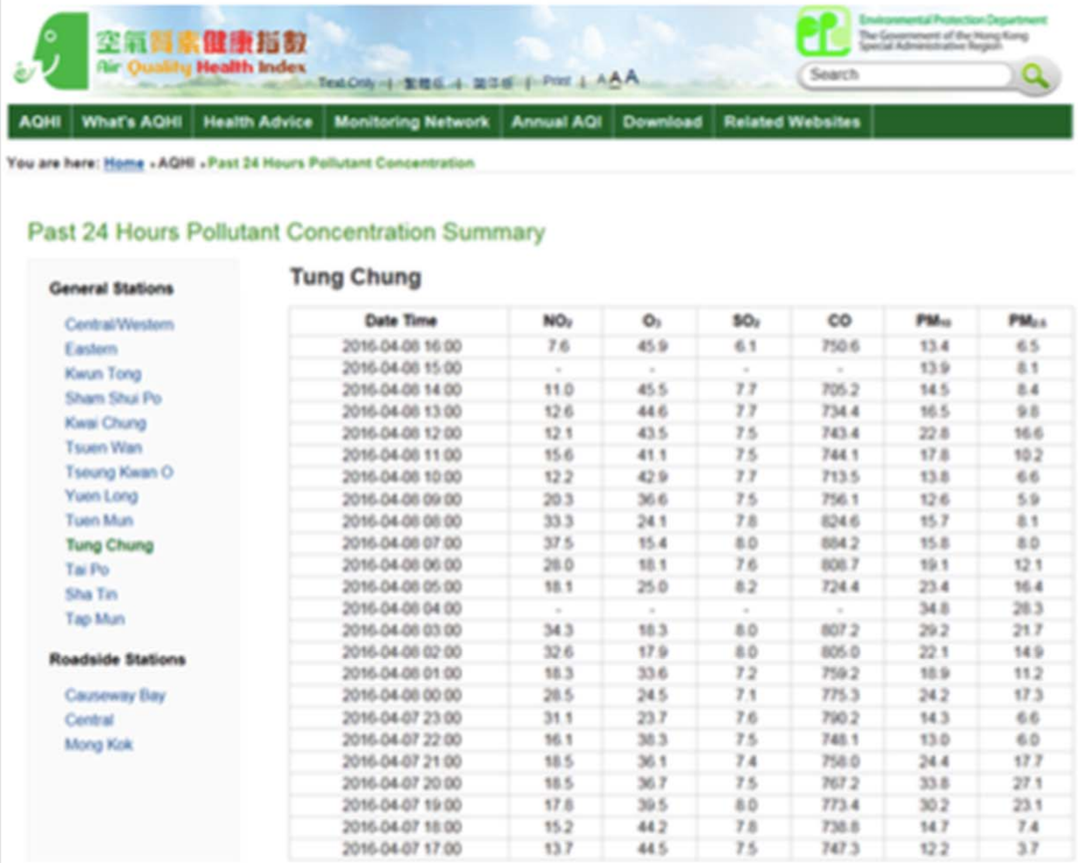
二氧化氮與臭氧的關係

- 於可揮發性有機化合物(VOC)敏感區域(市區):二氧化氮濃度越高、臭氧濃度越底
- 於二氧化氮敏感區域(郊區):二氧化氮濃度越高、臭氧濃度越高



Source: Jeffries and Crouse (1990)

一般空氣質素監察站



空氣質素健康指數 Air Quality Health Index

Environmental Protection Department

Text Only | 繁體版 | 简体版 | Print | A A A

Search

AQHI | What's AQHI | Health Advice | Monitoring Network | Annual AQI | Download | Related Websites

You are here: Home › AQHI › Past 24 Hours Pollutant Concentration

Past 24 Hours Pollutant Concentration Summary

General Stations

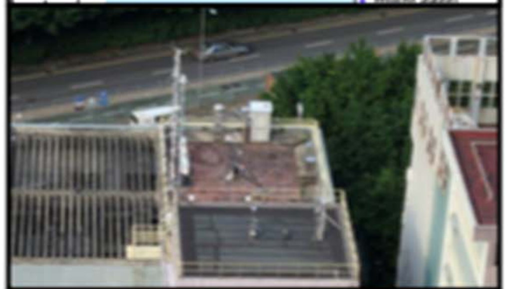
- Central/Western
- Eastern
- Kwun Tong
- Sham Shui Po
- Kwai Chung
- Tsuen Wan
- Tseung Kwan O
- Yuen Long
- Tuen Mun
- Tung Chung
- Tai Po
- Sha Tin
- Tap Mun

Roadside Stations

- Causeway Bay
- Central
- Mong Kok

Tung Chung

Date Time	NO_2	O_3	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$
2016-04-08 16:00	7.6	45.9	6.1	750.6	13.4	6.5
2016-04-08 15:00	-	-	-	-	13.9	8.1
2016-04-08 14:00	11.0	45.5	7.7	705.2	14.5	8.4
2016-04-08 13:00	12.6	44.6	7.7	734.4	16.5	9.8
2016-04-08 12:00	12.1	43.5	7.5	743.4	22.8	16.6
2016-04-08 11:00	15.6	41.1	7.5	744.1	17.8	10.2
2016-04-08 10:00	12.2	42.9	7.7	713.5	13.8	6.6
2016-04-08 09:00	20.3	36.6	7.5	756.1	12.6	5.9
2016-04-08 08:00	33.3	24.1	7.8	824.6	15.7	8.1
2016-04-08 07:00	37.5	15.4	8.0	884.2	15.8	8.0
2016-04-08 06:00	28.0	18.1	7.6	808.7	19.1	12.1
2016-04-08 05:00	18.1	25.0	8.2	724.4	23.4	16.4
2016-04-08 04:00	-	-	-	-	34.8	28.3
2016-04-08 03:00	34.3	18.3	8.0	807.2	29.2	21.7
2016-04-08 02:00	32.6	17.9	8.0	805.0	22.1	14.9
2016-04-08 01:00	18.3	33.6	7.2	759.2	18.9	11.2
2016-04-08 00:00	28.5	24.5	7.1	775.3	24.2	17.3
2016-04-07 23:00	31.1	23.7	7.6	790.2	14.3	6.6
2016-04-07 22:00	16.1	38.3	7.5	748.1	13.0	6.0
2016-04-07 21:00	18.5	36.1	7.4	758.0	24.4	17.7
2016-04-07 20:00	18.5	36.7	7.5	767.2	33.8	27.1
2016-04-07 19:00	17.8	39.5	8.0	773.4	30.2	23.1
2016-04-07 18:00	15.2	44.2	7.8	738.8	14.7	7.4
2016-04-07 17:00	13.7	44.5	7.5	747.3	12.2	3.7



19

Source: http://www.aqhi.gov.hk/en/aqhi/past-24-hours-pollutant-concentration.html

路邊空氣質素監察站

空氣質素健康指數 Air Quality Health Index

Text Only | 繁體版 | 简体版 | Print | A A A

Environmental Protection Department
The Government of the Hong Kong Special Administrative Region

Search

AQHI | What's AQHI | Health Advice | Monitoring Network | Annual AQI | Download | Related Websites

You are here: Home › AQHI › Past 24 Hours Pollutant Concentration

Past 24 Hours Pollutant Concentration Summary

General Stations

- Central/Western
- Eastern
- Kwun Tong
- Sham Shui Po
- Kwai Chung
- Tsuen Wan
- Tseung Kwan O
- Yuen Long
- Tuen Mun
- Tung Chung
- Tai Po
- Sha Tin
- Tap Mun

Roadside Stations

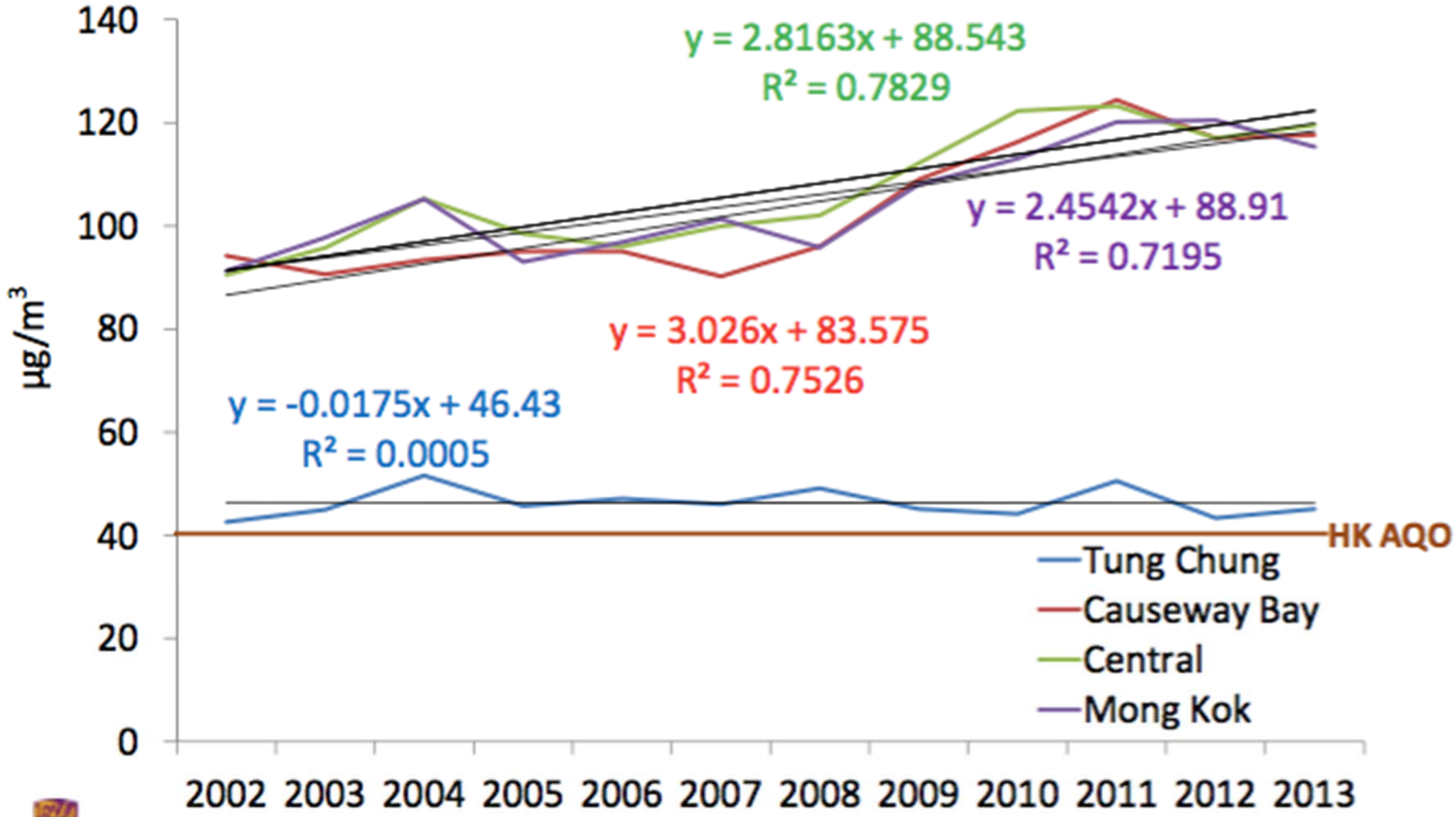
- Causeway Bay
- Central
- Mong Kok

Tung Chung

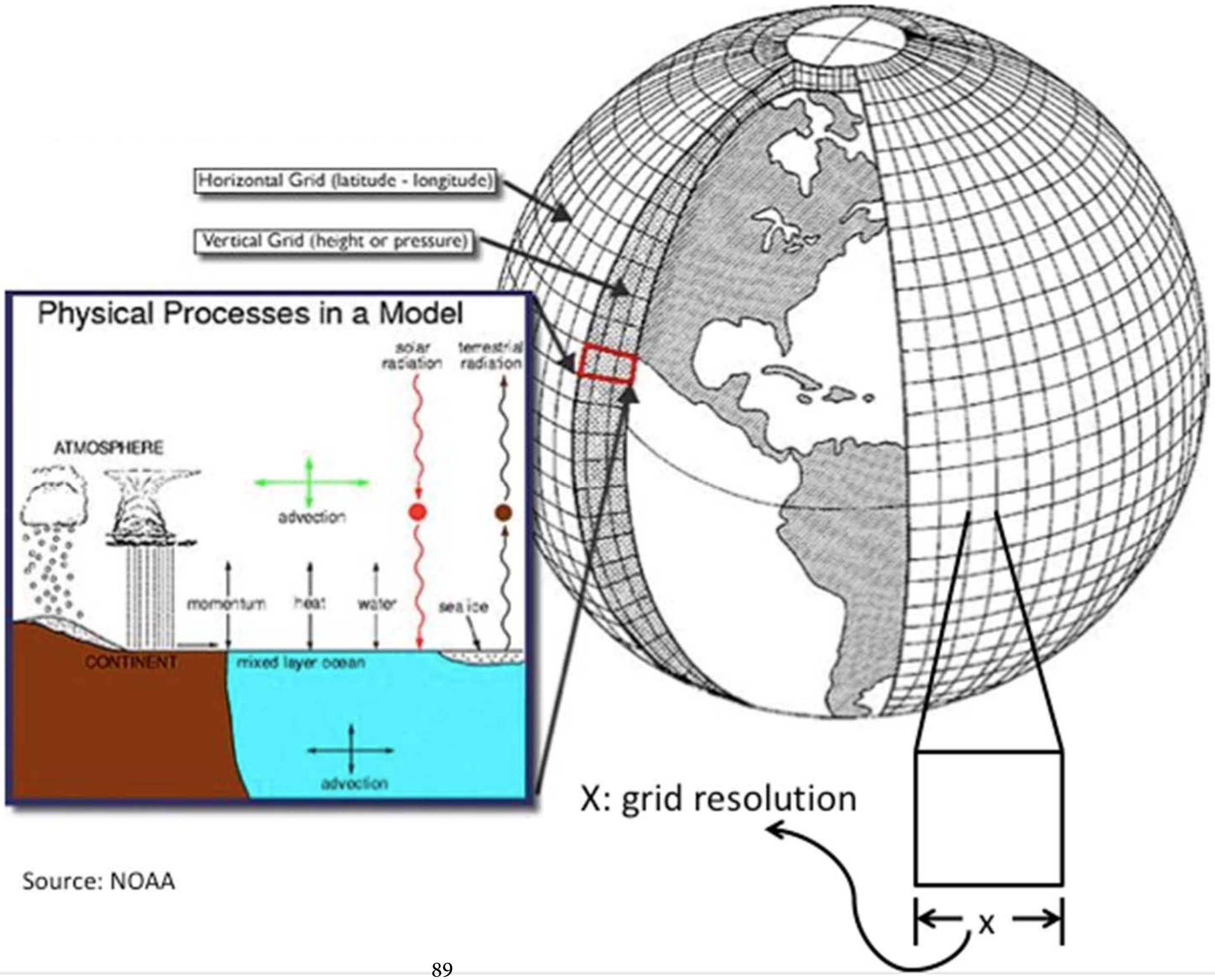
Date Time	NO_2	O_3	SO_2	CO	PM_{10}	$PM_{2.5}$
2016-04-08 16:00	7.6	45.9	6.1	750.6	13.4	6.5
2016-04-08 15:00	-	-	-	-	13.9	8.1
2016-04-08 14:00	11.0	45.5	7.7	705.2	14.5	8.4
2016-04-08 13:00	12.6	44.6	7.7	734.4	16.5	9.8
2016-04-08 12:00	12.1	43.5	7.5	743.4	22.8	16.6
2016-04-08 11:00	15.6	41.1	7.5	744.1	17.8	10.2
2016-04-08 10:00	12.2	42.9	7.7	713.5	13.8	6.6
2016-04-08 09:00	20.3	36.6	7.5	756.1	12.6	5.9
2016-04-08 08:00	33.3	24.1	7.8	824.6	15.7	8.1
2016-04-08 07:00	37.5	15.4	8.0	884.2	15.8	8.0
2016-04-08 06:00	28.0	18.1	7.6	808.7	19.1	12.1
2016-04-08 05:00	18.1	25.0	8.2	724.4	23.4	16.4
2016-04-08 04:00	-	-	-	-	34.8	28.3
2016-04-08 03:00	34.3	18.3	8.0	807.2	29.2	21.7
2016-04-08 02:00	32.6	17.9	8.0	805.0	22.1	14.9
2016-04-08 01:00	18.3	33.6	7.2	759.2	18.9	11.2
2016-04-08 00:00	28.5	24.5	7.1	775.3	24.2	17.3
2016-04-07 23:00	31.1	23.7	7.6	790.2	14.3	6.6
2016-04-07 22:00	16.1	38.3	7.5	748.1	13.0	6.0
2016-04-07 21:00	18.5	36.1	7.4	758.0	24.4	17.7
2016-04-07 20:00	18.5	36.7	7.5	767.2	33.8	27.1
2016-04-07 19:00	17.8	39.5	8.0	773.4	30.2	23.1
2016-04-07 18:00	15.2	44.2	7.8	738.8	14.7	7.4
2016-04-07 17:00	13.7	44.5	7.5	747.3	12.2	3.7

Source: http://www.aqhi.gov.hk/en/aqhi/past-24-hours-pollutant-concentration.html

香港路邊二氧化氮呈上升趨勢

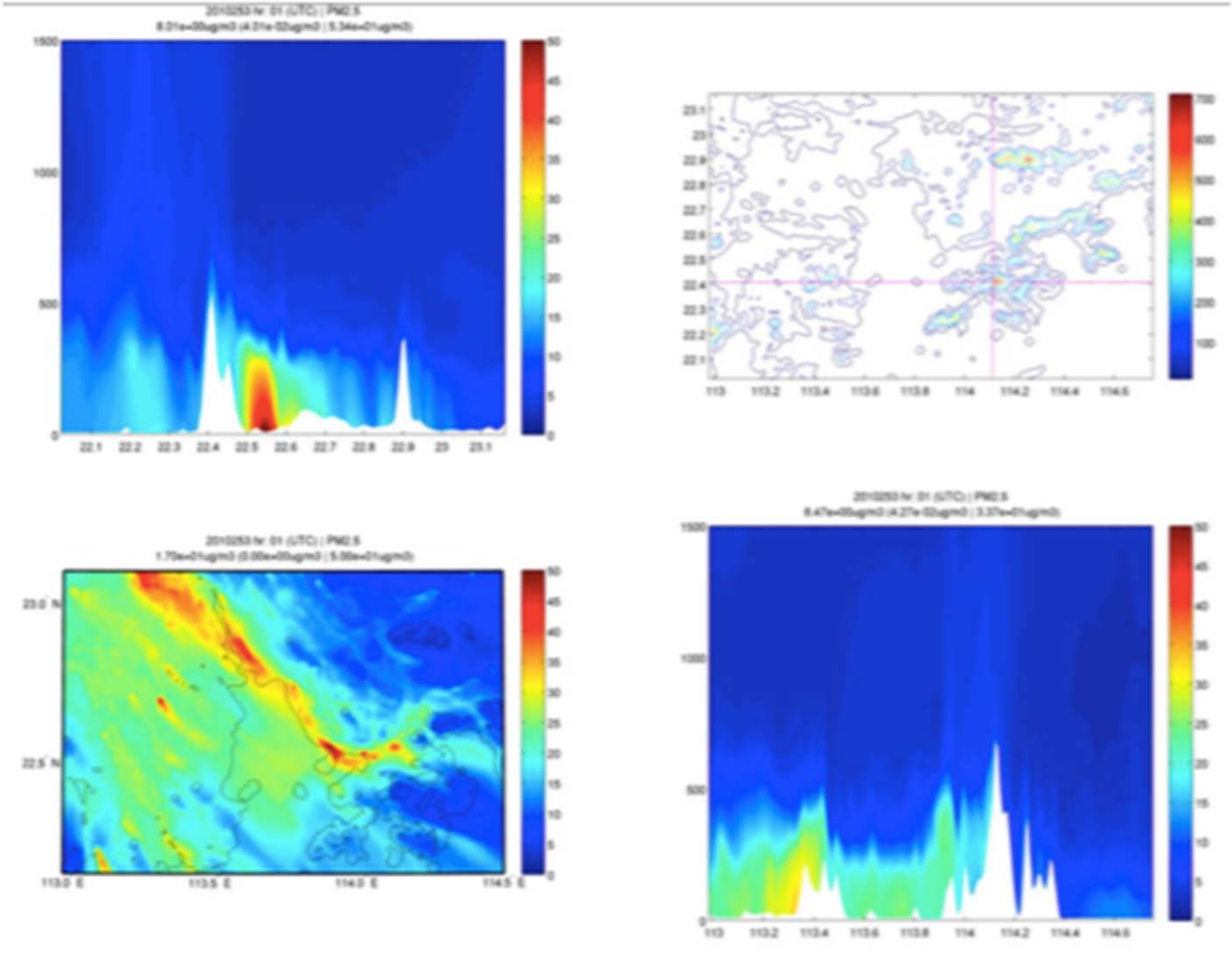


空氣質素評估 (大氣數值模擬)

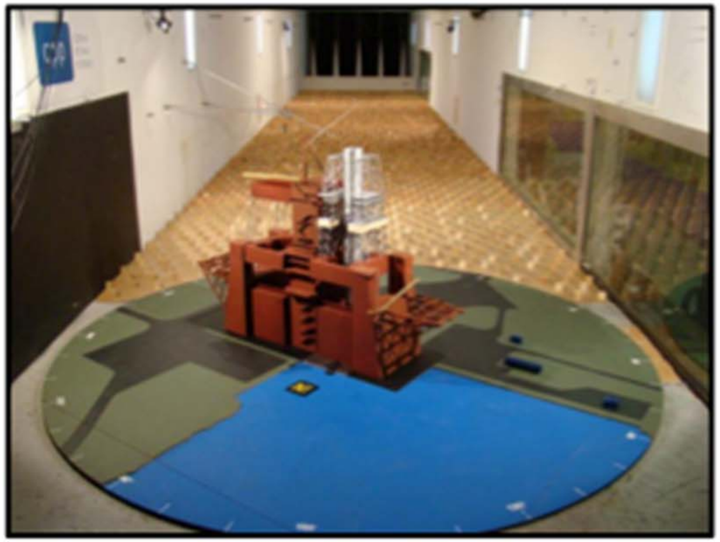


Source: NOAA

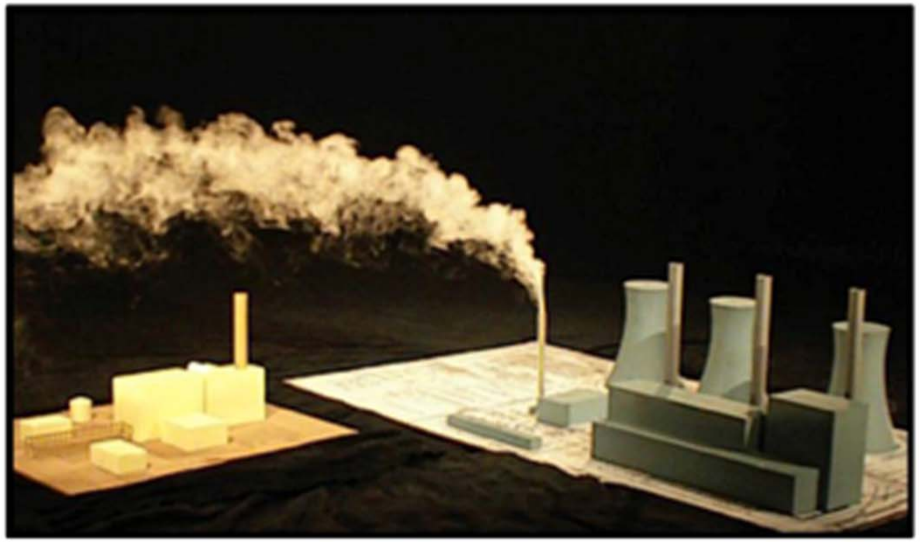
空氣質素評估 (大氣數值模擬)



空氣質素評估 (物理模擬)



Source: NASA



Source: http://www.aboutair.com/p7.htm

空氣質素評估 (測量)

Source: HKEPD

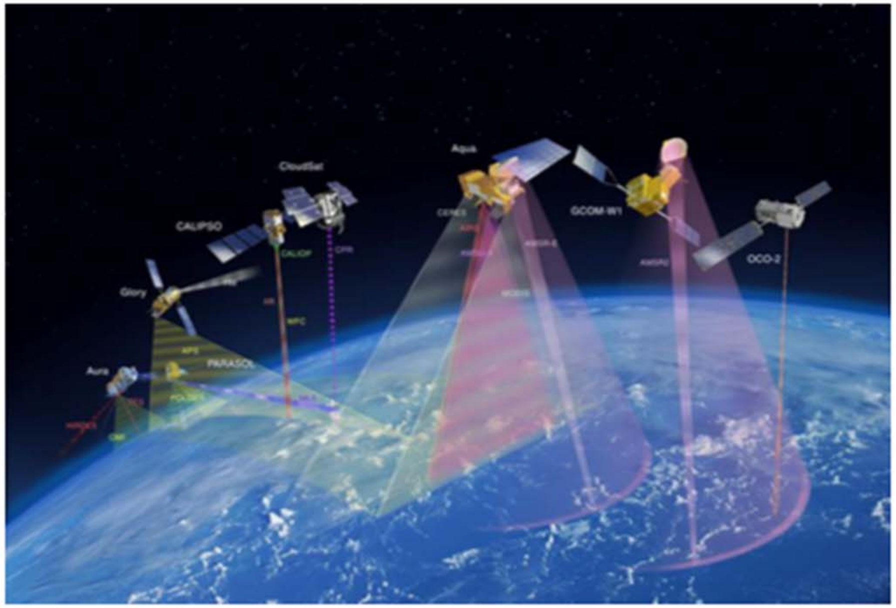
Source: HKEPD

空氣質素評估 (測量)

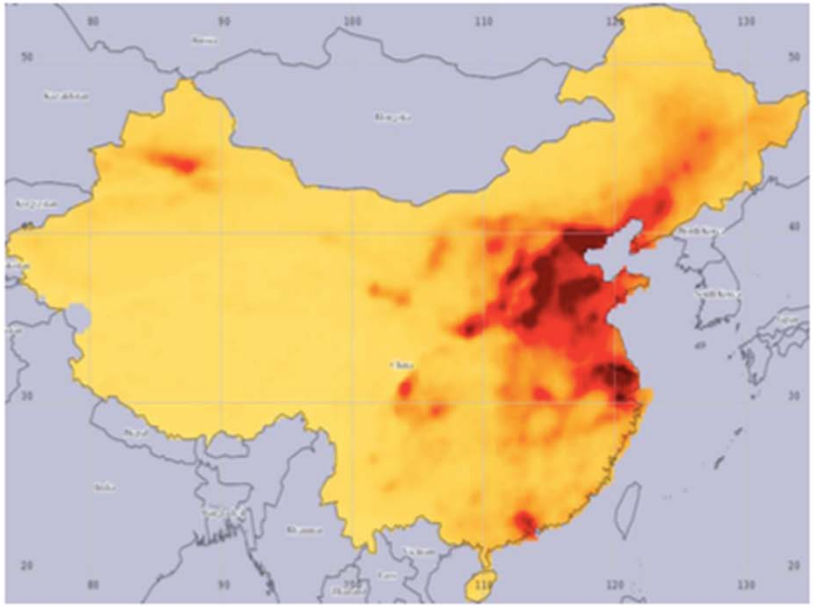
Source: http://www.gizmag.com/citisense-air-quality-monitor/25512/pictures#1

Source: http://www.gizmag.com/citisense-air-quality-monitor/25512/

空氣質素評估 (衛星遙感)



Source: https://vhub.org/wiki/SatelliteMonitoring/Image:A-Train_3D.jpg



香港環保署監察網絡

Source: HKEPD

28

香港環保署監察網絡：香港及珠三角

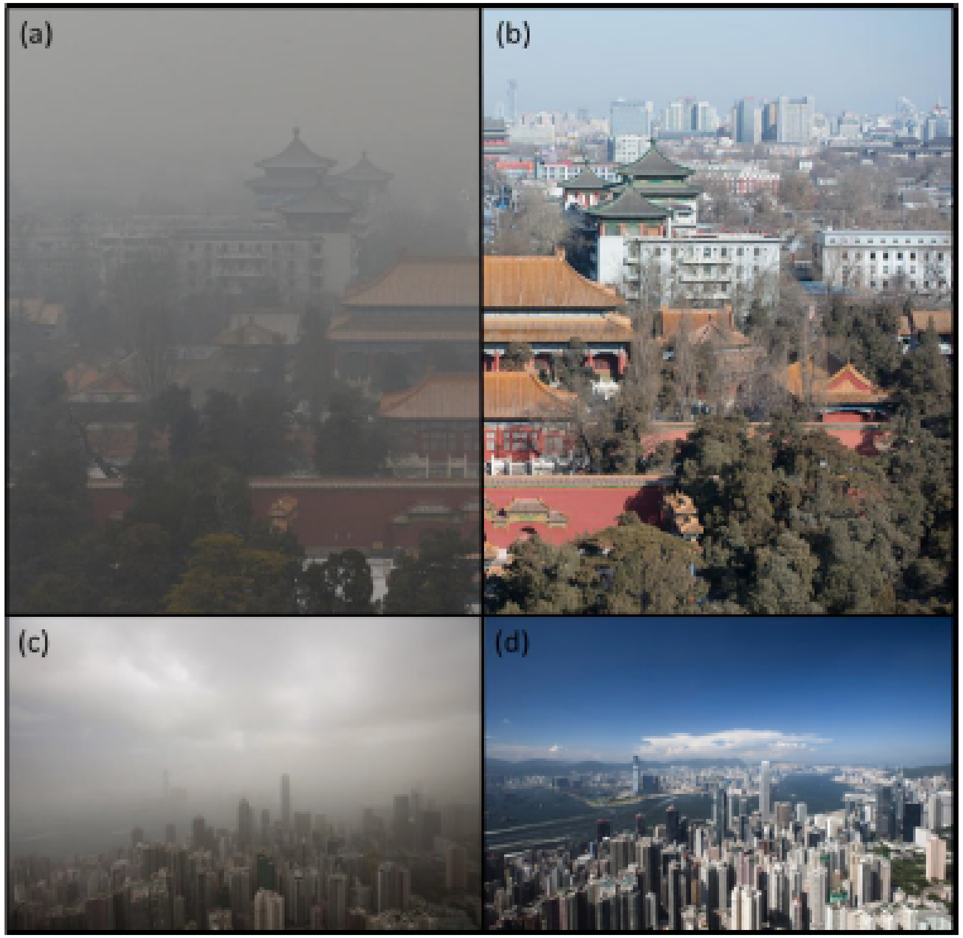
- **珠三角監察站包括**:廣州，深圳，珠海，佛山，中山，惠州，東莞，江門，肇慶，順德，惠陽，番禺，從化

ource: HKEPD

排放控制例子：淘汰歐盟四期以前柴油商業車輛

Source: HKEPD - http://www.epd.gov.hk/epd/english/environmentinhk/air/prob_solutions/Phasing_out_diesel_comm_veh.html 30

中國的空氣污染：那種情況是常態？

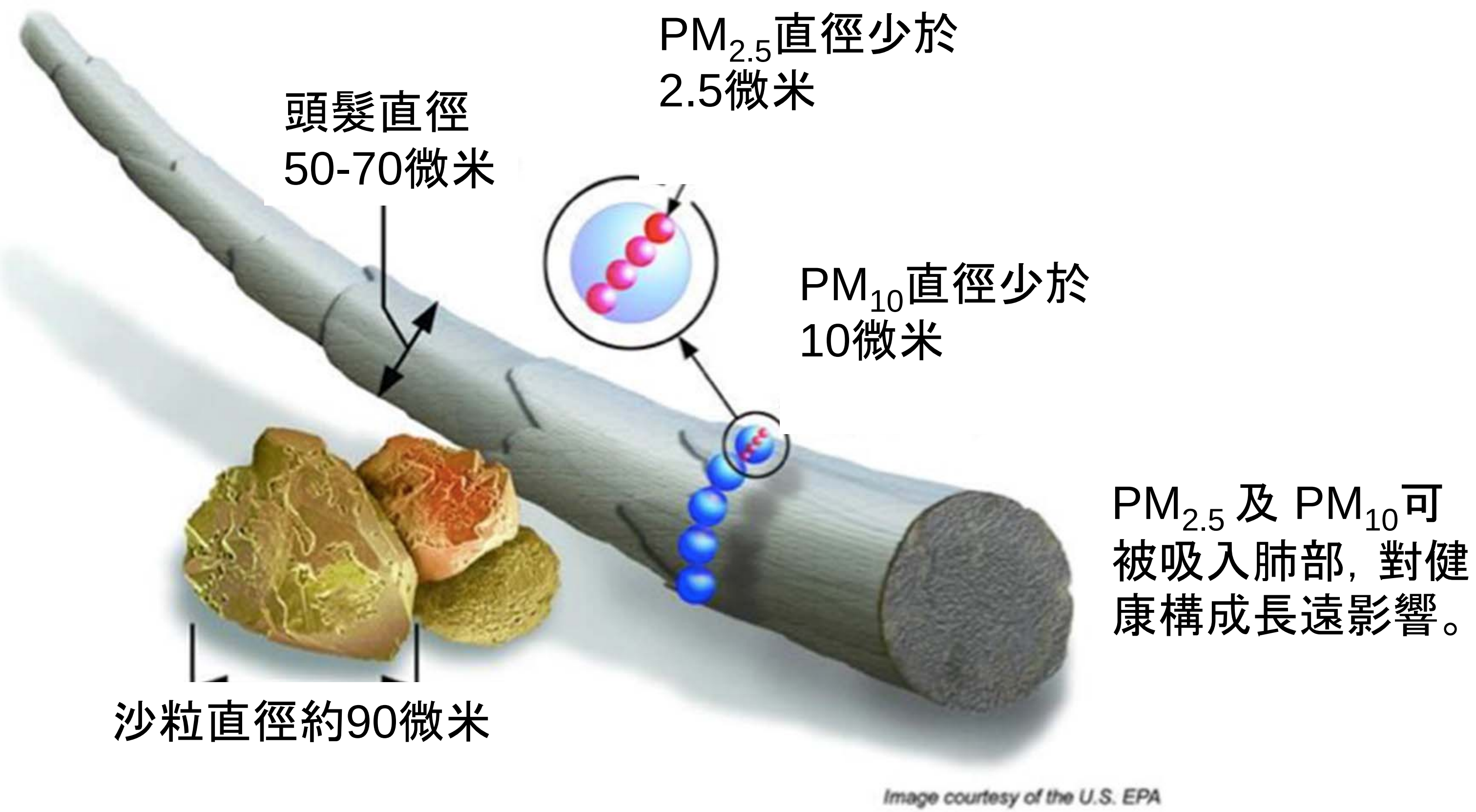


Source: http://photoblog.nbcnews.com/_nv/more/section/archive?date=2010/3

空氣污染對健康的影響

一氧化碳	• 影響心血管功能，特別心臟有毛病人士
未燃碳氫化合物（揮發性有機化合物的主要成分）	• 眼部感染及呼吸道感染 • 頭痛 • 視力障礙 • 記憶減退
氮氧化物	• 刺激肺部 • 減低呼吸道感染抵抗力
臭氧（碳氫化合物會形成地面臭氧）	• 肺功能受損 • 影響運動表現 • 增加氣道敏感 • 增加呼吸道感染及容易過敏 • 提高住院和急診人次 • 肺部炎，肺結構受損
懸浮粒子（煙塵是懸浮粒子的主要成分）	• 提早死亡 • 加重呼吸系統及心血管病 • 改變肺功能 • 增加呼吸道症狀 • 改變肺組織和結構 • 改變呼吸防禦機制

微細顆粒物



Source: http://acmg.seas.harvard.edu/people/faculty/djj/book/bookchap8.html

中國的空氣污染

- 柴靜霧霾調查: 穹頂之下

Chai Jing's review: Under the Dome – Investigating China's Smog
柴静雾霾调查：穹顶之下
https://www.youtube.com/watch?v=T6X2uwlQGQM

空氣污染對環境的各種影響：

- **地面**
  - 對葉子和樹皮直接傷害
  - 光合減弱作用和植物成長
  - 增加乾旱，極端寒冷，昆蟲，苔蘚和疾病傳播的機會

空氣污染對環境的各種影響：

- 地底
  - 土壤酸化
    - 土壤養分流失
    - 土壤中有毒金屬離子的釋放
    - 損害植物根部
    - 降低的養分和水的吸收

空氣污染對環境的各種影響：

- 被酸雨侵蝕的石

數學跨科專題研習

空氣污染

<老師版>

目錄

1. 地區空氣污染研究 - 珠江三角洲/南中國四季空氣污染變化........1
2.用相關圖找出 PM2.5 量度數據的關聯........3
3. 研究本地空氣污染........4
3.1.香港臭氧與氮氧化物的小時相關........4
3.2.香港 FSP, NO_2, NO_x 之間的日相關........5
4.研究香港空氣污染物的分佈........6
4.1. 時間序列圖........7
5. 校內專題研習........13
6. 其他有用資料........15

1. 地區空氣污染研究 - 珠江三角洲/南中國四季空氣污染變化

參照工作手冊 <1.1. 美國太空總署（NASA）數據> 下載以下污染物 2015 年於南中國每季的時間平均圖

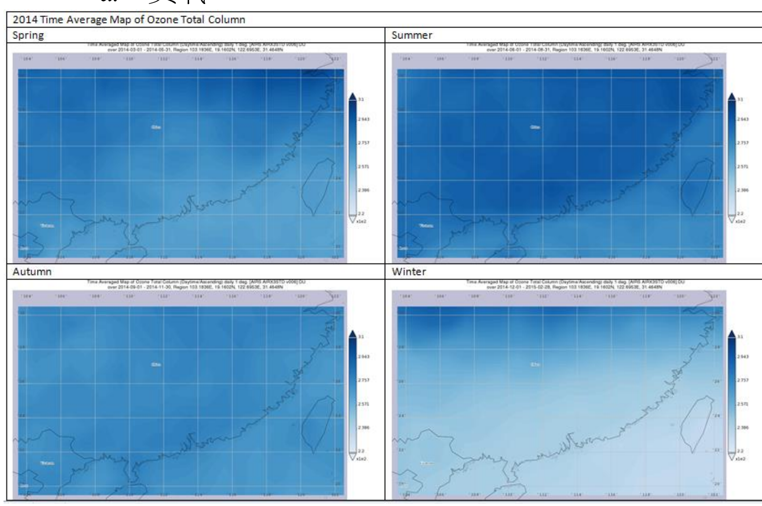
a. 臭氧 (O_3)
b. 二氧化氮 (NO_2)
c. 二氧化硫 (SO_2)

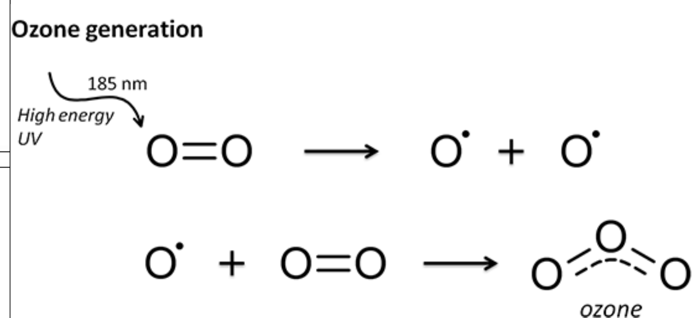
以下是香港四季的時段：

春季：三月至五月
夏季：六月至八月
秋季：九月至十一月
冬季：十二月至二月

比較污染物的時間平均圖，全年濃度分佈有何區別？試解釋。

a. 臭氧

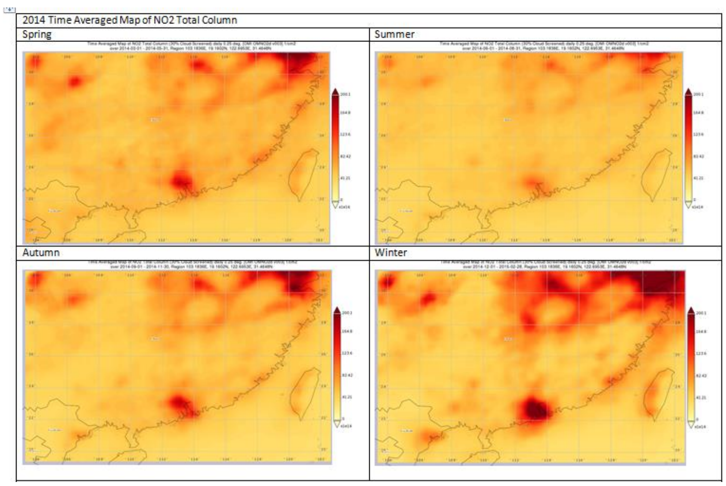


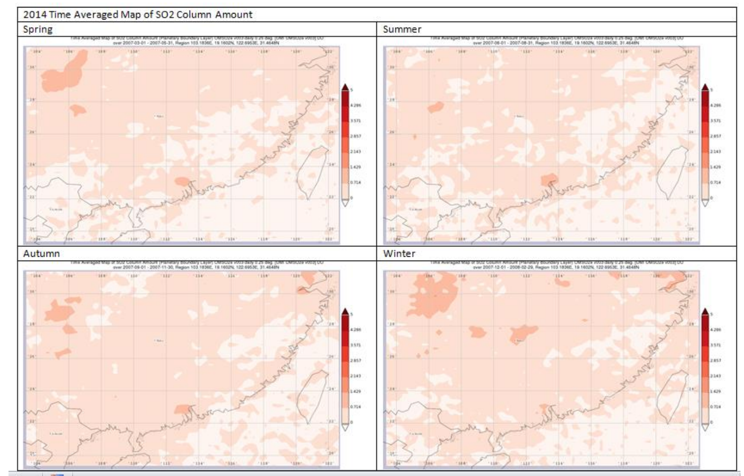


- 臭氧總量列（平流層臭氧）於夏季達到最高，冬季最低。
- 這是因為季節性太陽輻射和天氣（如溫度）的變化。
- 太陽輻射（紫外線）於夏季最強，高溫促進光化學過程，產成臭氧。
- 而秋季北半球的太陽輻射和溫度仍然強烈，有利臭氧形成。
- 冬季因低紫外線及氣溫，不利於產生臭氧，臭氧濃度最低。

b. 二氧化氮

- 二氧化氮是空氣污染的主要來源，通常是來自發電和車輛排放。
- 因此，已發展的珠江三角洲（珠三角）周圍量得高二氧化氮濃度。
- 珠江三角洲的二氧化氮濃度在冬季最高，夏季最低。
- 夏季向岸南風帶來的清新的海風，帶走空氣污染物。
- 至於冬季，暖氣使用會增加能源及燃煤需求，造成大量二氧化氮排放。
- 加上，中國北方因寒冷天氣對燃燒化石燃料需求增加，做成嚴重二氧化氮排放。
- 而冬季北風將大陸積累的二氧化氮帶到珠三角。





c. 二氧化硫

- 二氧化硫主要由車輛，船舶廢氣和發電廠排出。
- *珠三角沿岸有渡輪碼頭，因此珠三角周邊二氧化硫濃度強勁。*

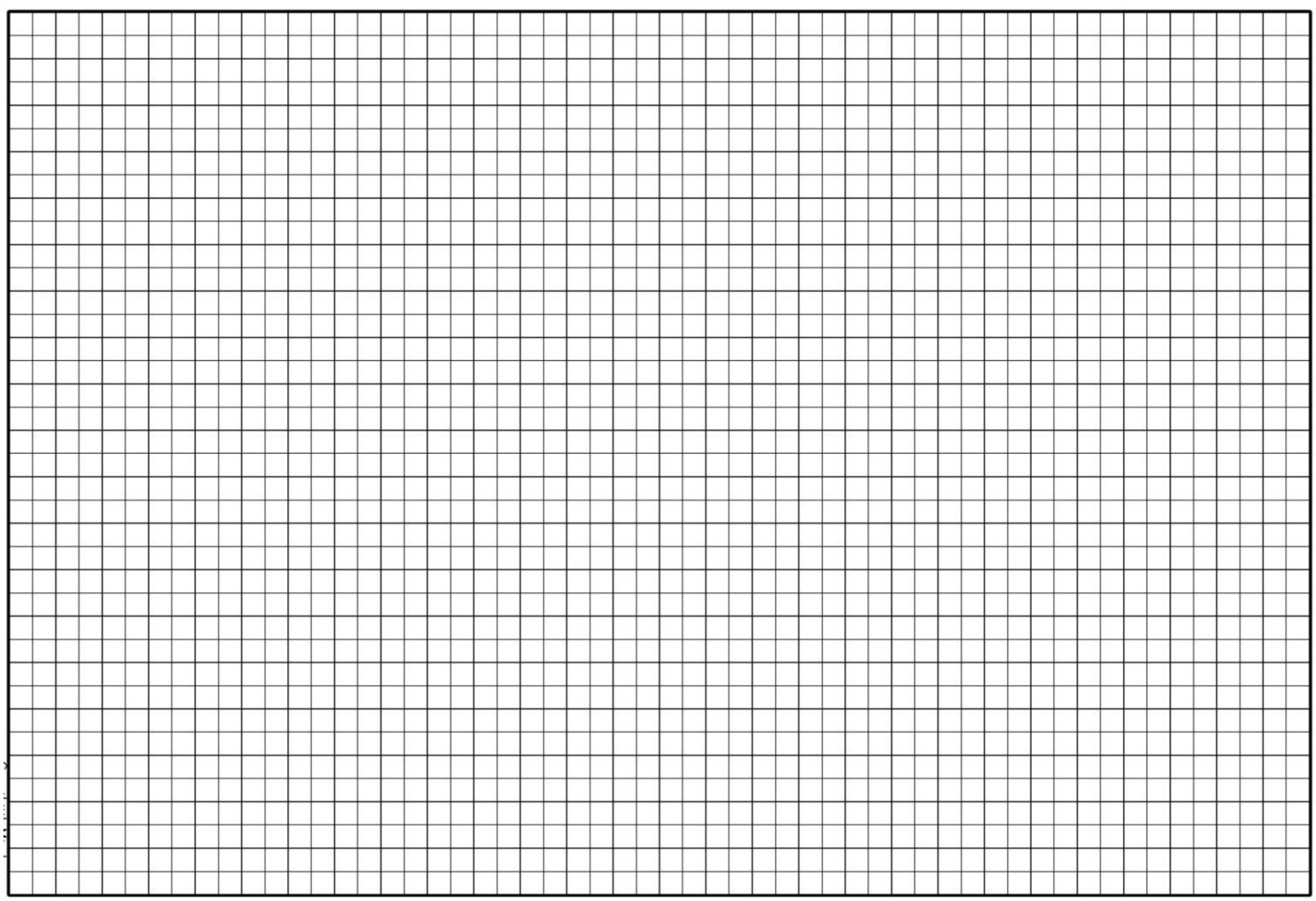
- 珠三角二氧化硫濃度在冬季和秋季最高，夏季最低。
- 夏季向岸南風帶來的清新的海風，帶走空氣污染物。
- 至於冬天，冬季北風為珠三角帶來大陸積累的污染物。
- 秋冬暖氣使用會增加能源及燃煤需求，造成大量二氧化硫排放。
- 加上，中國北方因寒冷天氣對燃燒化石燃料的需求增加，做成嚴重二氧化硫排放。
- 而冬季北風將大陸積累的二氧化硫帶到珠三角。

2.用相關圖找出 PM2.5 量度數據的關聯

下圖標記了指定地點用空氣污染物監測器量得的 PM2.5 濃度。

用 DUSTTRAK DRX 量度標記地點實時的 PM2.5 濃度。

利用下面方格紙，以相關圖校準上圖標記的 PM2.5 濃度及實時量度的濃度。



3. 研究本地空氣污染

以下練習需要對空氣污染數據進行分析。參照工作手冊 <2. 本地數據下載——計算空氣污染物的相關性> 到環保署網站下載空氣物濃度數據。

在 Excel 打開空氣數據，參照工作手冊 <3.1. Excel 的相關性功能>，<3.2. 時間序列圖>運用 excel 計算功能進行數據分析。繪製圖表並找出香港空氣污染物之間，及香港空氣污染與天氣之間的關係。

3.1.香港臭氧與氮氧化物的小時相關

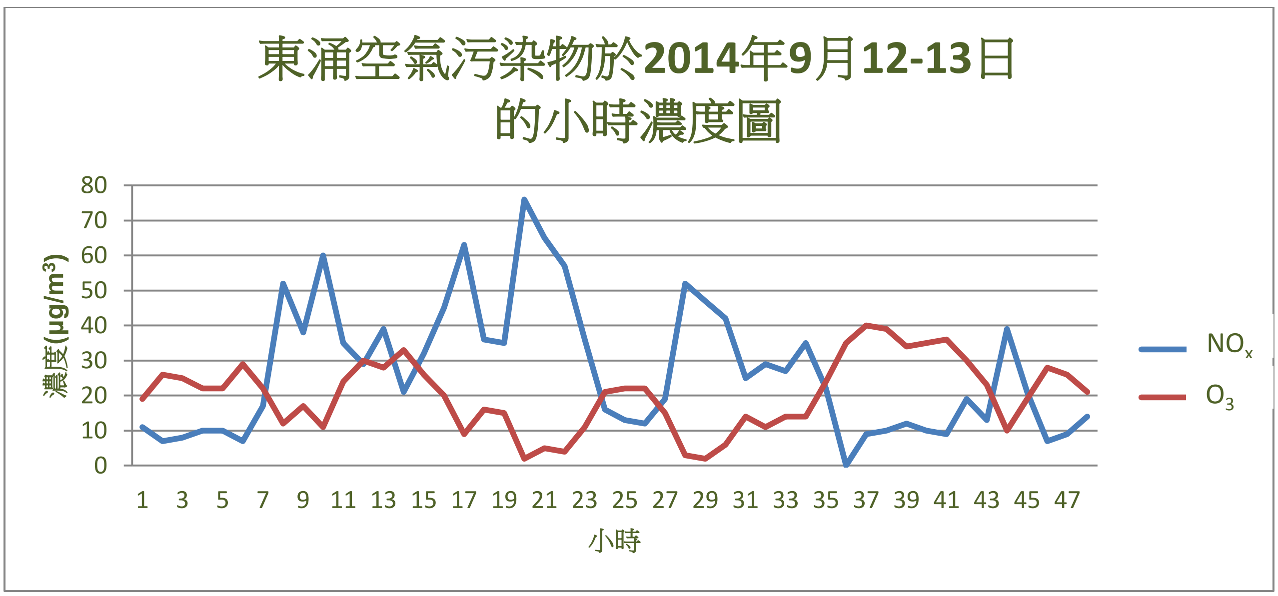
下載東涌 2014 年 9 月 12 至 13 日臭氧和氮氧化物每小時的濃度數據。

繪製 2014 年 9 月 12 至 13 日東涌臭氧和氮氧化物每小時的濃度圖，並找出臭氧和氮氧化物之間每小時的關係。

每小時臭氧（O_3）和氮氧化物（NO_x）之間的相關系數相關是什麼？（參照工作手冊 3. Correlation Analysis

了解何謂相關系數）

O_3 和 NO_x 的線性關係是怎樣？它們如何互相影響？



- 臭氧和氮氧化物之間的小時相關係數是-0.77，
- 顯示臭氧和氮氧化物之間有強的線性關係。

- 上圖顯示了當氮氧化物濃度高時，臭氧濃度低。
- 當氮氧化物濃度低時，臭氧濃度高。

3.2.香港 FSP, NO_2, NO_x 之間的日相關

利用旺角空氣監測站資料研究路邊空氣污染。

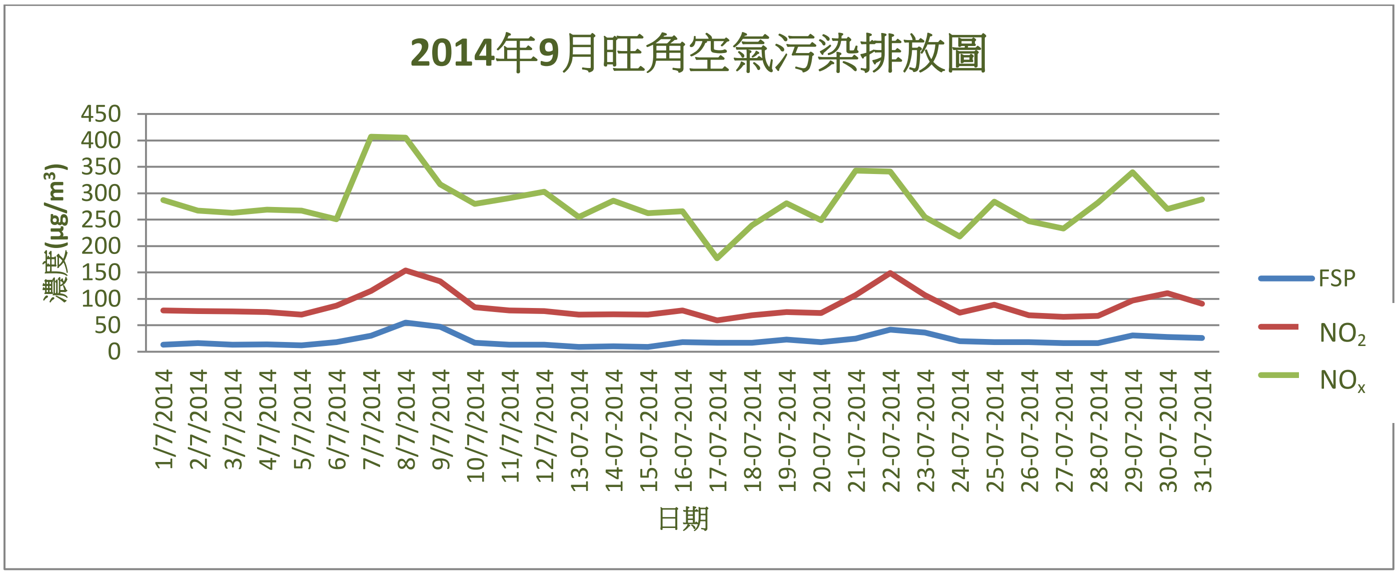
下載旺角 2014 年 7 月每天微細懸浮粒子(FSP)，二氧化氮(NO_2)，氮氧化物(NO_x) 的濃度。

繪畫 2014 年 7 月的旺角每天空氣污染圖，找出路邊微細懸浮粒子，二氧化氮，氮氧化物之間每日的關係。

香港空氣污染物之間的每日相關系數相關是什麼？（參照工作手冊 <3. 相關性分析> 了解相關系數）

污染物之間的線性關係是怎樣？它們如何互相影響？

- 以下是東涌 2014 年 9 月的空氣污染物排放時間序列圖。



- 以下的相關係數顯示二氧化氮，氮氧化物分別與微細懸浮粒子之間有顯著的相互關係。

空氣污染物	相關係數
• FSP/NO_2	0.92
• FSP/NO_x	0.61
• NO_2/NO_x	0.75

- 路邊二氧化氮，氮氧化物和微細懸浮粒子的主要排放源都是汽車，
- 因此，它們之間有顯著的相互關係。

4.研究香港空氣污染物的分佈

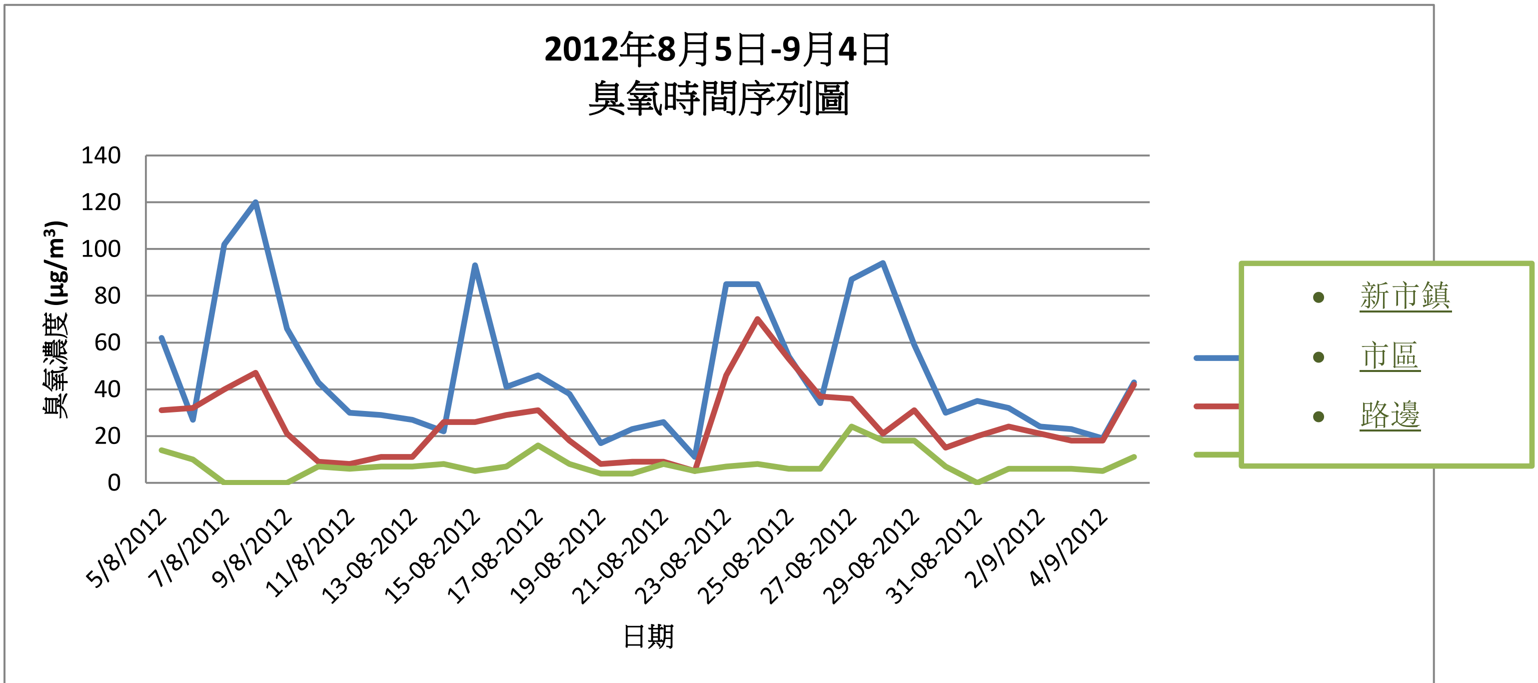
土地用途類別	土地用途特點	空氣質素監測站
市區	人口稠密的住宅區，夾雜一些商業及 / 或工業區	中西區、東區、葵涌、 觀塘、深水埗及荃灣
新市鎮	主要為住宅區	沙田、大埔、東涌、元朗及屯門
郊區	郊區	塔門 (背景監測站)
路邊	夾雜住宅 / 商業區的市區路旁，交通繁忙，四周高樓林立	銅鑼灣、中環及旺角

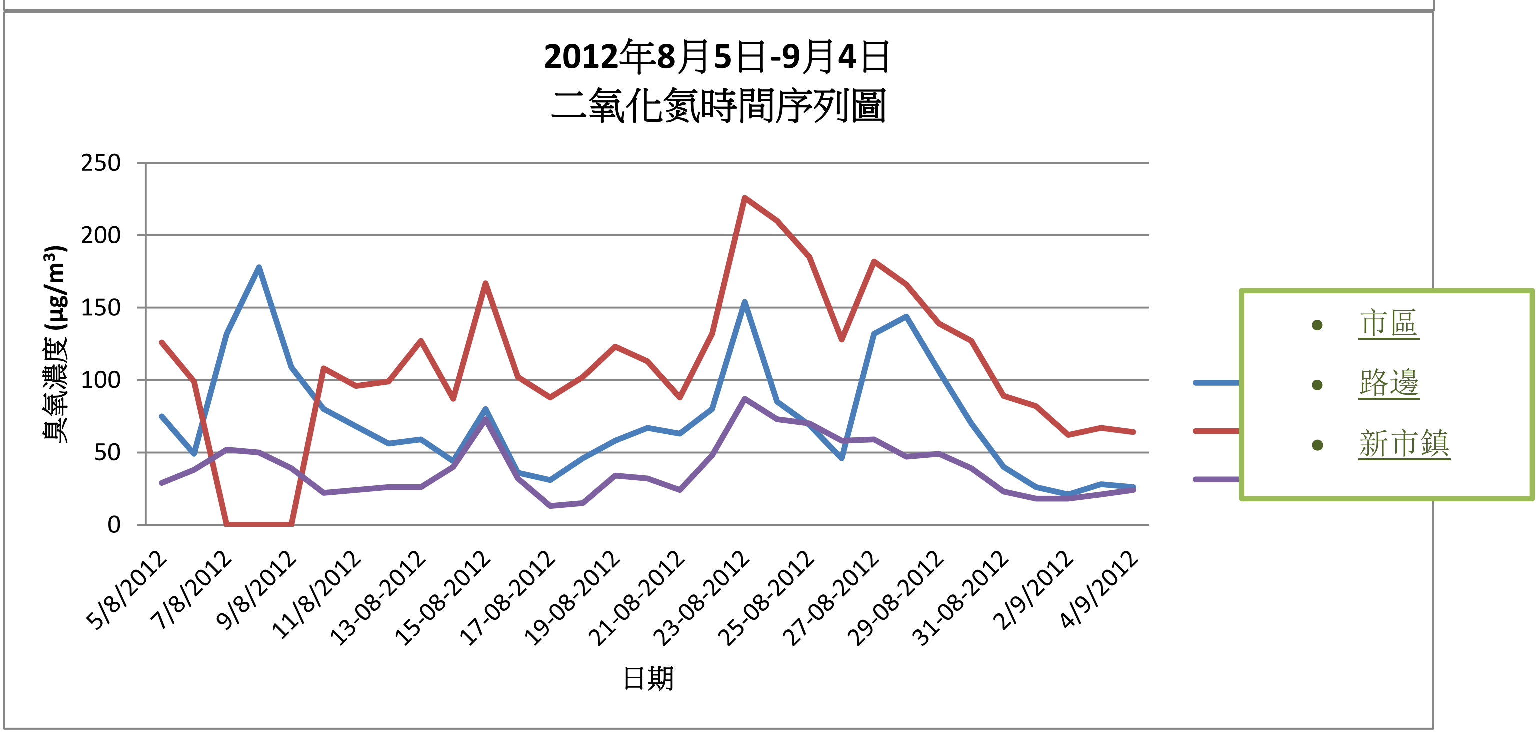
表格 4: 按土地用途劃分的空氣質素監測站

4.1. 時間序列圖

下圖顯示臭氧及二氧化氮於 2012 年 8 月 5 日- 9 月 4 日在香港三個監測站量得的濃度。

根據上面 <表格 4: 按土地用途劃分的空氣質素監測站>，推測以下圖所繪畫的空氣監測站所屬的土地用途類型，並於空格填上答案。





7

4.2. 地區分佈圖

Image ©2016 TerraMetrics, ImageLandsat, Image © 2016 DigitalGlobe, Image © 2016 CNES/Astrium

以上是香港六個監測站 2012 年 8 月 5 日至 9 月 4 日的臭氧濃度分佈圖（2012 年 8 月 5 日至 9 月 4 日的平均值）。紅柱表示臭氧濃度，越長的紅柱表示越高的臭氧濃度。（參照工作手冊 <3.3. 製作 3D 柱狀圖>了解柱狀圖作）試利用上圖解答以下問題。

什麼空氣污染物會影響臭氧的形成？試說明。

- 車輛排放的氧化氮會與臭氧發產化學作用，並消耗臭氧。
- 因此，交通繁忙的地區，臭氧濃度相對較低。

臭氧在上圖的地區分佈是怎樣？

- 如上圖所示，新市鎮，元朗及東涌的臭氧濃度最高。
- 可能是因為該地方的車輛較少，所以相對的的車輛污染及一氧化氮排放較少，
- 因此，臭氧濃度是最高。

- 上環及銅鑼灣是最繁忙的市區，
- 因此測量出最低的臭氧濃度。

4.3. 研究香港空氣污染物的分佈

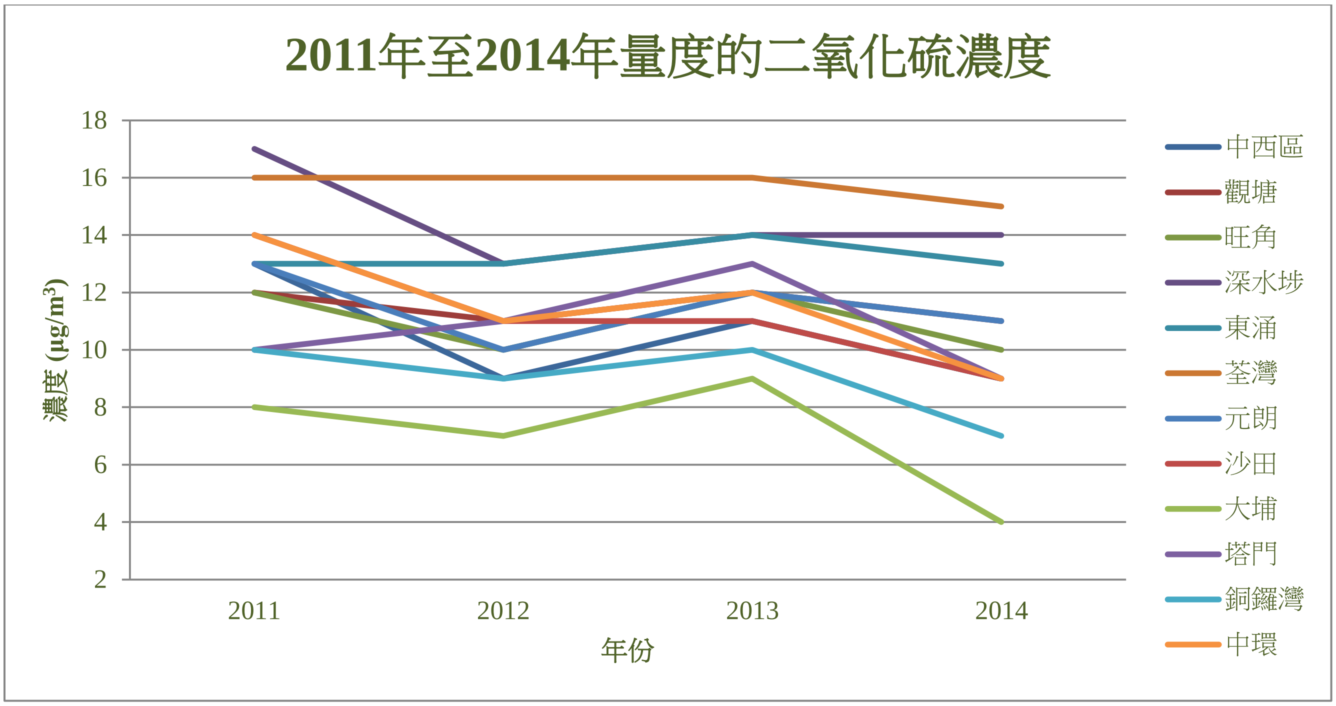
分別選出一個空氣監測站代表香港市區，新市鎮，郊區及路邊。以年做單位，於環保署網頁下載空氣污染物數據，分析香港空氣污染物的分佈情況。

為以下的空氣污染物繪畫2011年至2014年市區，新市鎮，郊區及路邊的時間序列圖：

a. 二氧化硫
b. 微細懸浮粒子
c. 二氧化氮
d. 氮氧化物

根據繪製圖表分析空氣污染物於香港市區，新市鎮，郊區及路邊的分佈趨勢。亦試解釋分佈情況。

a. 二氧化硫



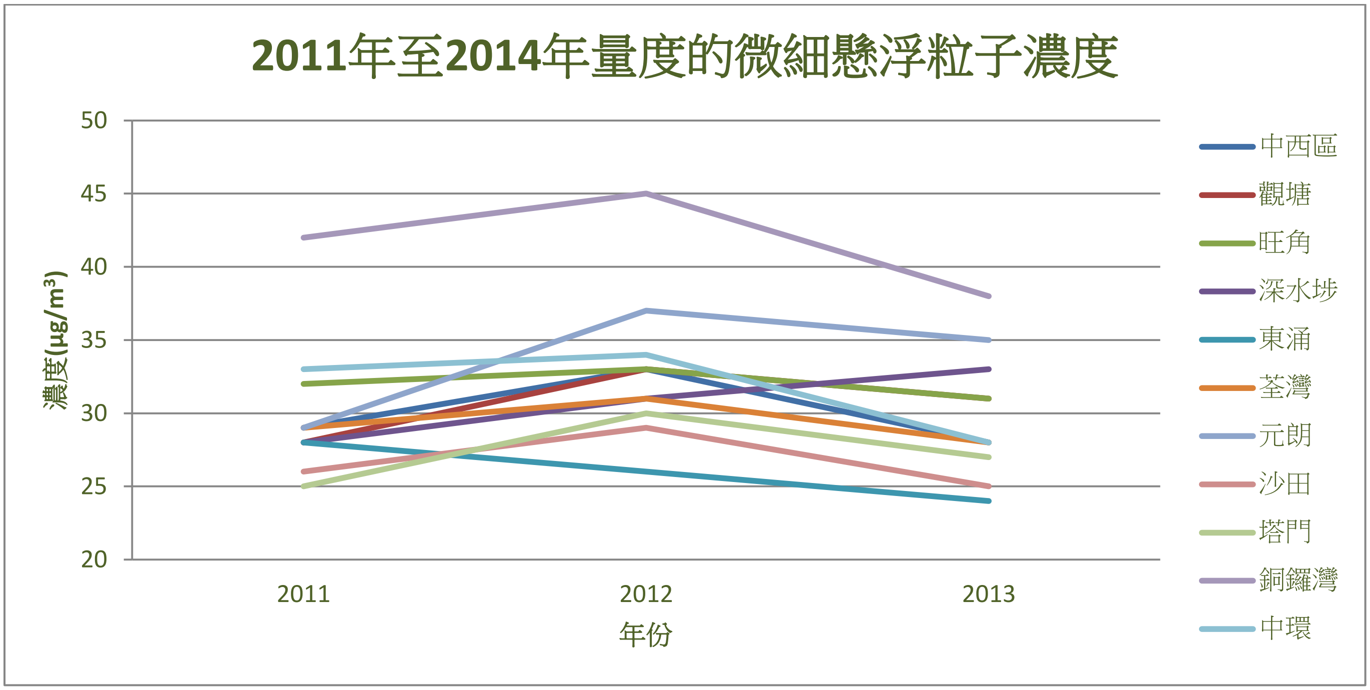
一般情況下，測量的二氧化硫濃度有這樣的趨勢：

- 市區> 新市鎮~ 郊區> 路邊

- 路邊監測站沒有量出最高的二氧化硫濃度，
- 因為政府已經禁止車輛使用含硫燃油，
- 車輛排放並不是二氧化硫的最高排放源。

9

e. 微細懸浮粒子



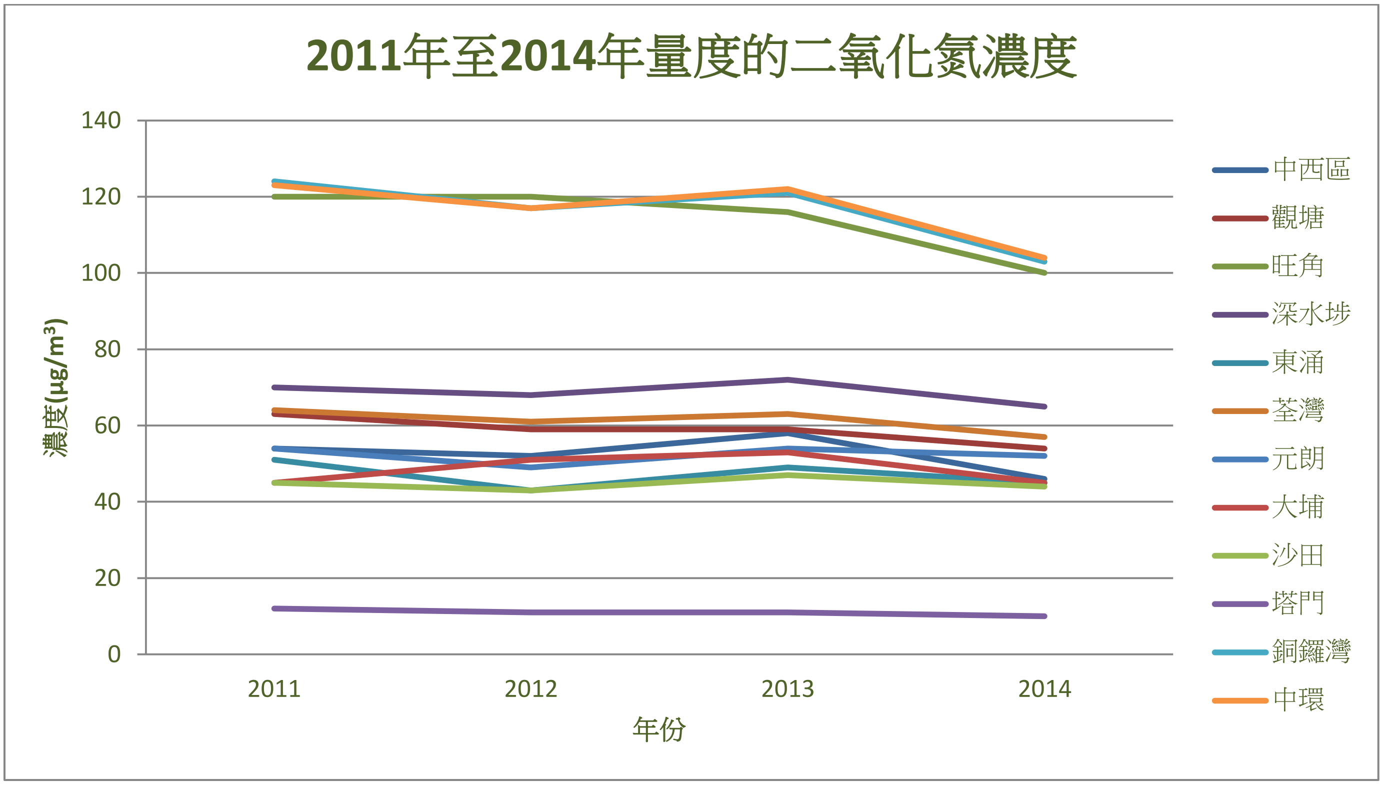
一般情況下，測量的微細懸浮粒子濃度有這樣的趨勢：

- 路邊> 市區> 新市鎮~ 郊區

- 元朗測出較高的微細懸浮粒子濃度。
- 這是由於元朗接近中國大陸，
- 跨境空氣污染把中國大陸的微細懸浮粒子帶來香港。

10

b. 二氧化氮

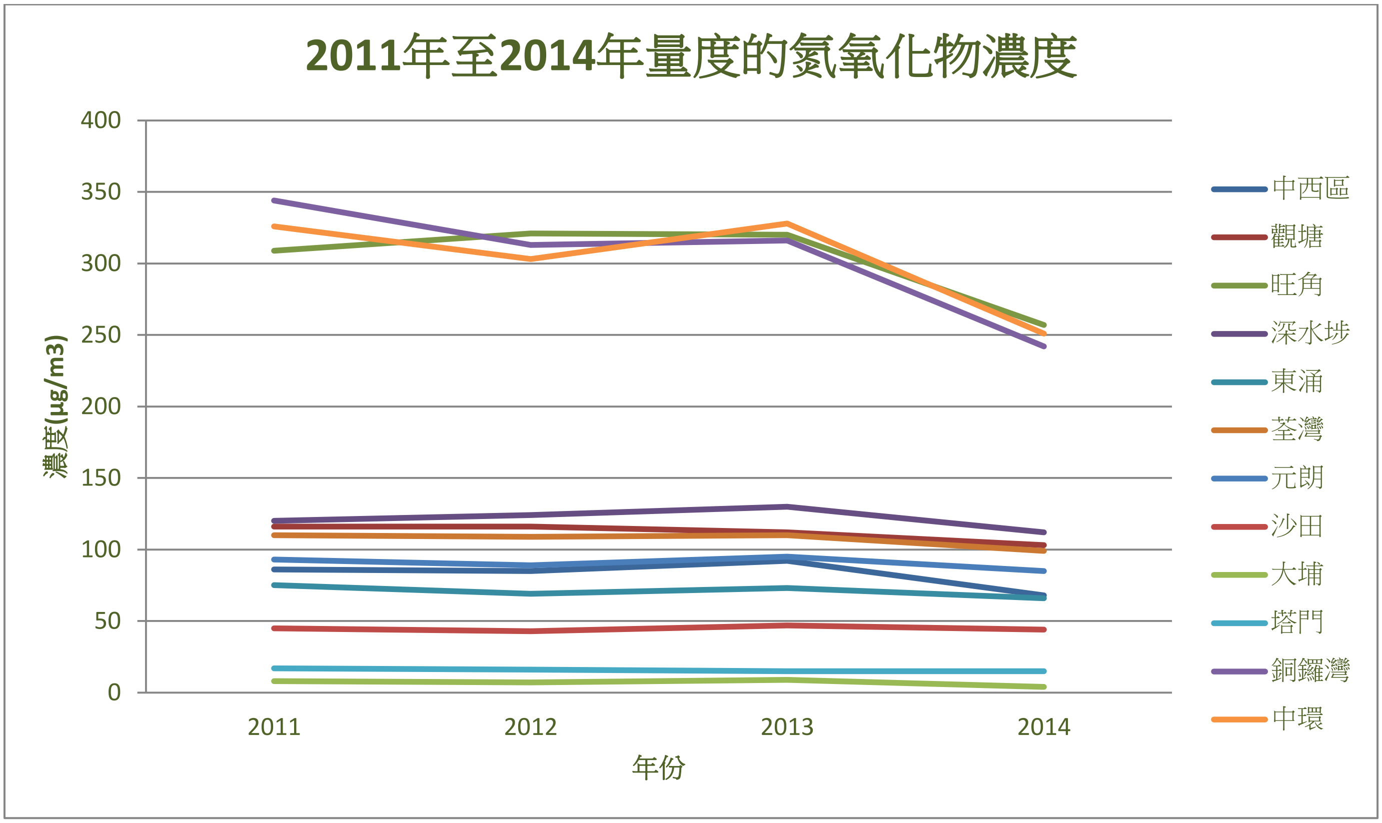


上圖很清楚地顯示，二氧化氮濃度有這種趨勢：

- 路邊> 市區> 新市鎮~ 郊區

- 元朗相對其他新市鎮量出較高的二氧化氮濃度。
- 這是由於元朗接近中國大陸，
- 跨境空氣污染把中國大陸的二氧化氮帶來香港。

c. 氮氧化物



上圖很清楚地顯示，氮氧化物濃度有這種趨勢：

- 路邊>市區>新市>郊區

- 元朗相對其他新市鎮量出較高的氮氧化物濃度。
- 這是由於元朗接近中國大陸，
- 跨境空氣污染把中國大陸的氮氧化物帶來香港。

5. 校內專題研習

目標

- 研究香港及/或內地空氣污染物的空間變化
- 報告研究結果
- 根據結果提出空氣污染對公眾健康的影響

題目示例

- 內地與香港 PM2.5 水平的相關性
- 香港的 PM2.5 水平與風向的相關性
- 廣東及北京的霧霾
- 香港空氣污染的季節性變化

1. 從新聞或其他消息來源找出一個空氣污染的問題

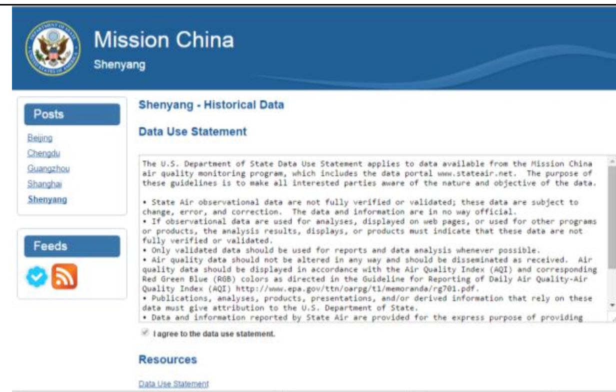
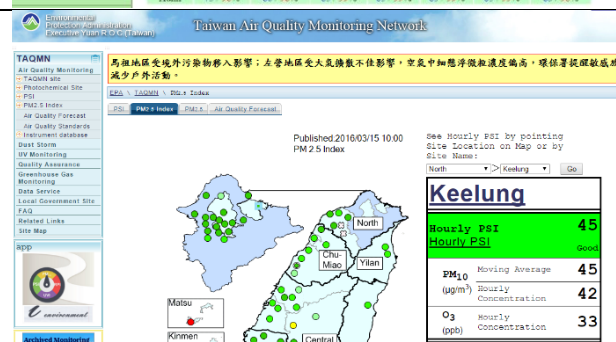
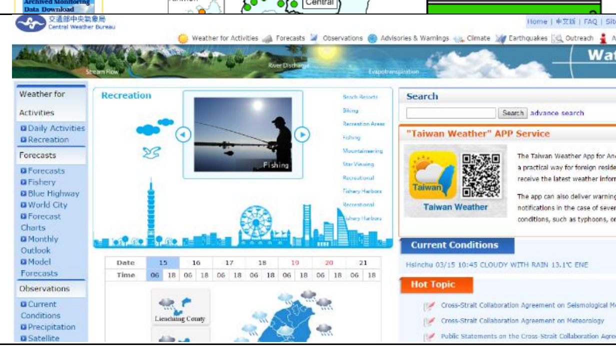
2. 提出一個合理的假設（例如某一空氣污染物的本地/地區性水平會因空間及時間而改變）

3. 收集數據

4. 證實假設

5. 結論（額外結論：提出對我們日常生活的影響）

6. 其他有用資料

Mission China http://www.stateair.net/web/historical/1/4.html • 過去多年的中國 PM2.5 數據	
澳門地球物理暨氣象局 http://www.smg.gov.mo/ • 澳門天氣及空氣質素資訊 http://www.smg.gov.mo/smg/airQuality/c_air_reports.htm • 粵港澳珠江三角洲區域空氣監測網絡季度監測報告	
台灣空氣品質監測網 http://taqm.epa.gov.tw/taqm/en/YearlyDataDownload.aspx • 台灣的空氣污染數據，如 SO_2、CO、O_3、NO_2、PM_{10}	
台灣中央氣象局 http://www.cwb.gov.tw/V7/climate/dailyPrecipitation/dP.htm • 台灣氣象數據	

數學跨科專題研習

空氣污染

目錄

1. 地區空氣污染研究 - 珠江三角洲/南中國四季空氣污染變化 1
2. 用相關圖找出 PM2.5 量度數據的關聯 2
3. 研究本地空氣污染 3
3.1. 香港臭氧與氮氧化物的小時相關 3
3.2. 香港 FSP, NO_2, NO_x 之間的每日相關 3
4. 研究香港空氣污染物的分佈 4
4.1. 時間序列圖 5
4.2. 地區分佈圖 6
4.3. 研究香港空氣污染物的分佈 7
5. 校內專題研習 8
6. 其他有用資料 10

1. 地區空氣污染研究 - 珠江三角洲/南中國四季空氣污染變化

參照工作手冊 <1.1. 美國太空總署（NASA）數據> 下載以下污染物 2015 年於南中國每季的時間平均圖

a. 臭氧 (O_3)
b. 二氧化氮 (NO_2)
c. 二氧化硫 (SO_2)

以下是香港四季的時段：

春季：三月至五月
夏季：六月至八月
秋季：九月至十一月
冬季：十二月至二月

比較所下載的污染物時間平均圖，全年濃度分佈有何區別？試解釋。

a. 臭氧

b. 二氧化氮

c. 二氧化硫

2. 用相關圖找出 PM2.5 量度數據的關聯

下圖標記了指定地點用空氣污染物監測器量得的 PM2.5 濃度。

用 DUSTTRAK DRX 量度標記地點實時的 PM2.5 濃度。

利用下面方格紙，以相關圖校準上圖標記的 PM2.5 濃度及實時量度的濃度。

3. 研究本地空氣污染

以下練習需要對空氣污染數據進行分析。參照工作手冊 <2. 本地數據下載——計算空氣污染物的相關性> 到環保署網站下載空氣物濃度數據。

在 Excel 打開空氣數據，參照工作手冊 <3.1. Excel 的相關性功能>，<3.2. 時間序列圖>運用 excel 計算功能進行數據分析。繪製圖表並找出香港空氣污染物之間，及香港空氣污染與天氣之間的關係。

3.1. 香港臭氧與氮氧化物的小時相關

下載東涌 2014 年 9 月 12 至 13 日臭氧和氮氧化物每小時的濃度數據。

繪製 2014 年 9 月 12 至 13 日東涌臭氧和氮氧化物每小時的濃度圖，並找出臭氧和氮氧化物之間每小時的關係。

每小時臭氧（O_3）和氮氧化物（NO_x）之間的相關系數相關是什麼？（參照工作手冊<3. 相關性分析> 了解何謂相關系數）

O_3和 NO_x的線性關係是怎樣？它們如何互相影響？

____

____

____

3.2. 香港 FSP, NO_2, NO_x 之間的每日相關

利用旺角空氣監測站資料研究路邊空氣污染。

下載旺角 2014 年 7 月每天微細懸浮粒子(FSP)，二氧化氮(NO2)，氮氧化物(NOx) 的濃度。

繪畫 2014 年 7 月的旺角每天空氣污染圖，找出路邊微細懸浮粒子，二氧化氮，氮氧化物之間每日的關係。

香港空氣污染物之間的每日相關系數相關是什麼？（參照工作手冊 <3. 相關性分析> 了解相關系數）

污染物之間的線性關係是怎樣？它們如何互相影響？

____

____

____

4. 研究香港空氣污染物的分佈

下表描述香港十五個空氣質素監測站所在地的土地用途類別及土地用途特點。

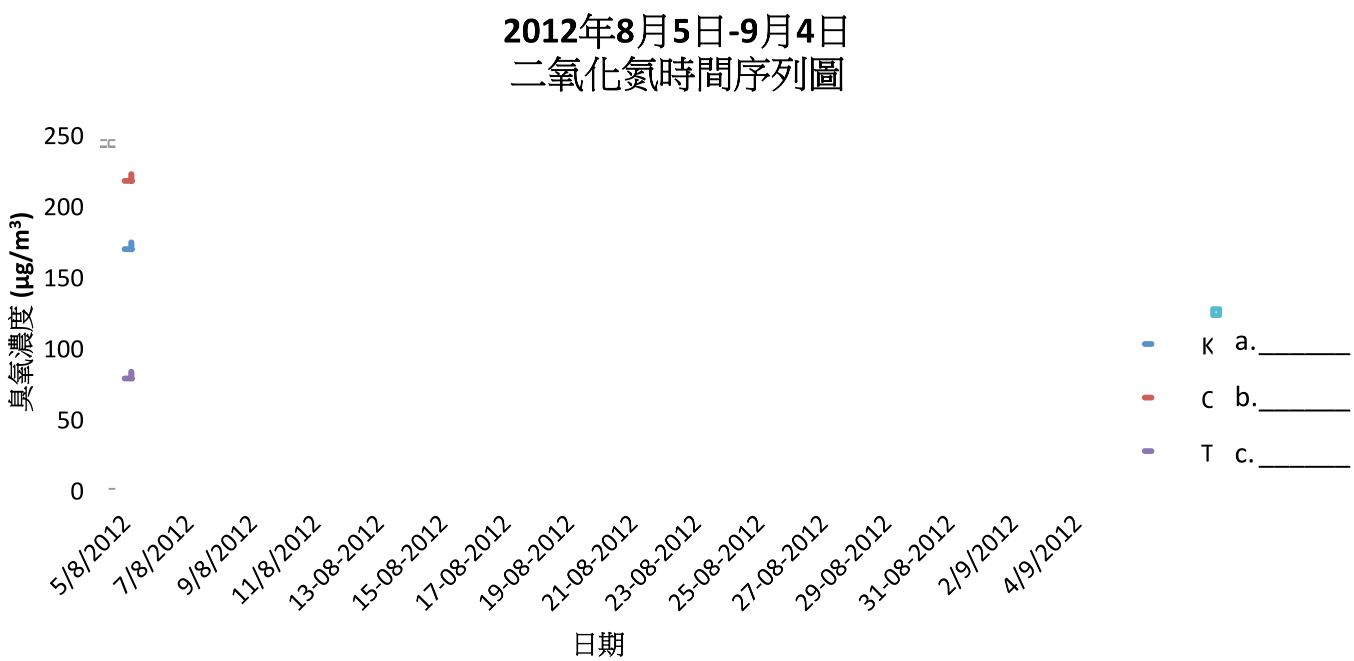
土地用途類別	土地用途特點	空氣質素監測站
市區	人口稠密的住宅區，夾雜一些商業及 / 或工業區	中西區、東區、葵涌、 觀塘、深水埗及荃灣
新市鎮	主要為住宅區	沙田、大埔、東涌、元朗及屯門
郊區	郊區	塔門 (背景監測站)
路邊	夾雜住宅 / 商業區的市區路旁，交通繁忙，四周高樓林立	銅鑼灣、中環及旺角

表格 4: 按土地用途劃分的空氣質素監測站

4.1. 時間序列圖

下圖顯示臭氧及二氧化氮於 2012 年 8 月 5 日- 9 月 4 日在香港三個監測站量得的濃度。

根據上面 <表格 4: 按土地用途劃分的空氣質素監測站>，推測以下圖所繪畫的空氣監測站所屬的土地用途類型，並於空格填上答案。



4.2. 地區分佈圖

Image ©2016 TerraMetrics, ImageLandsat, Image © 2016 DigitalGlobe, Image © 2016 CNES/Astrium

以上是香港六個監測站 2012 年 8 月 5 日至 9 月 4 日的臭氧濃度分佈圖（2012 年 8 月 5 日至 9 月 4 日的平均值）。紅柱表示臭氧濃度，越長的紅柱表示越高的臭氧濃度。（參照工作手冊 <3.3. 製作 3D 柱狀圖>了解柱狀圖作）試利用上圖解答以下問題。

什麼空氣污染物會影響臭氧的形成？試說明。

____

____

臭氧在上圖的地區分佈是怎樣？

____

____

4.3. 研究香港空氣污染物的分佈

選出代表香港市區，新市鎮，郊區及路邊的空氣監測站。以年做單位，於環保署網頁下載空氣污染物數據，分析香港空氣污染物的分佈情況。

為以下的空氣污染物繪畫2011年至2014年市區，新市鎮，郊區及路邊的時間序列圖：

a. 二氧化硫
b. 微細懸浮粒子
c. 二氧化氮
d. 氮氧化物

根據繪製圖表分析空氣污染物於香港市區，新市鎮，郊區及路邊的分佈趨勢。亦試解釋分佈情況。

a. 二氧化硫

____

____

____

b. 微細懸浮粒子

____

____

____

c. 二氧化氮

____

____

____

d. 氮氧化物

____

____

____

5. 校內專題研習

目標

- 研究香港及/或內地空氣污染物的空間變化
- 報告研究結果
- 根據結果提出空氣污染對公眾健康的影響

題目示例

- 內地與香港 PM2.5 水平的相關性
- 香港的 PM2.5 水平與風向的相關性
- 廣東及北京的霧霾
- 香港空氣污染的季節性變化

1. 從新聞或其他消息來源找出一個空氣污染的問題

2. 提出一個合理的假設（例如某一空氣污染物的本地/地區性水平會因空間及時間而改變）

3. 收集數據

4. 證實假設

5. 結論（額外結論：提出對我們日常生活的影響）

6. 其他有用資料

Mission China

http://www.stateair.net/web/historical/1/4.html

- 過去多年的中國 PM2.5 數據

澳門地球物理暨氣象局

http://www.smg.gov.mo/

- 澳門天氣及空氣質素資訊

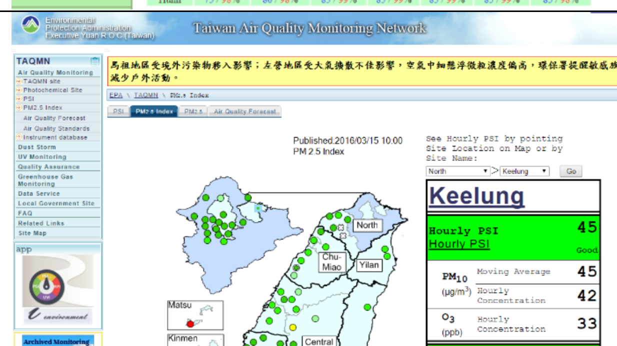
http://www.smg.gov.mo/smg/airQuality/c_air_reports.htm

- 粵港澳珠江三角洲區域空氣監測網絡季度監測報告

台灣空氣品質監測網

http://taqm.epa.gov.tw/taqm/en/YearlyDataDownload.aspx

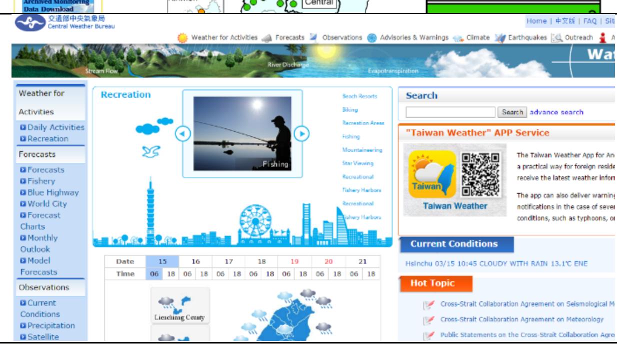
- 台灣的空氣污染數據，如 SO_2、CO、O_3、NO_2、PM_{10}



台灣中央氣象局

http://www.cwb.gov.tw/V7/climate/dailyPrecipitation/dP.htm

- 台灣氣象數據



數學跨科專題研習

空氣污染

<用戶手冊>

目錄

1. 下載美國太空總署（NASA）及美國地質調查局（USGS）數據 1

1.1. 美國太空總署（NASA）數據 1

1.2. 美國地質調查局（USGS）的陸地衛星（LandSAT）圖像（選擇性項目） 4

2. 本地數據下載——計算空氣污染物的相關性 8

2.1. 下載空氣污染數據 8

2.2. 下載氣象數據 9

3. 相關性分析 10

3.1. Excel 的相關性功能 10

3.2. 時間序列圖 12

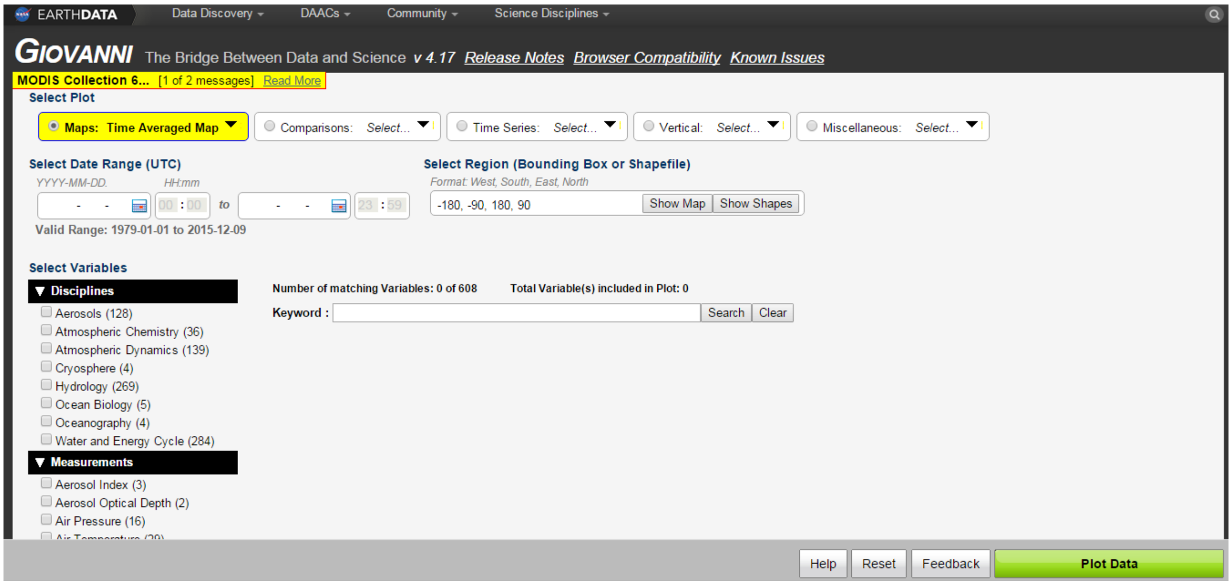
3.3. 製作 3D 柱狀圖 12

1. 下載美國太空總署（NASA）及美國地質調查局（USGS）數據

1.1. 美國太空總署（NASA）數據

美國太空總署（NASA）GIOVANNI 網站：http://disc.sci.gsfc.nasa.gov/giovanni

本筆記內使用之分析及視像資料均經由美國太空總署哥達德地球科學數據和信息服務中心（NASA GES DISC）開發及管理的 Giovanni 網上數據系統製成



i. 選擇數據類型

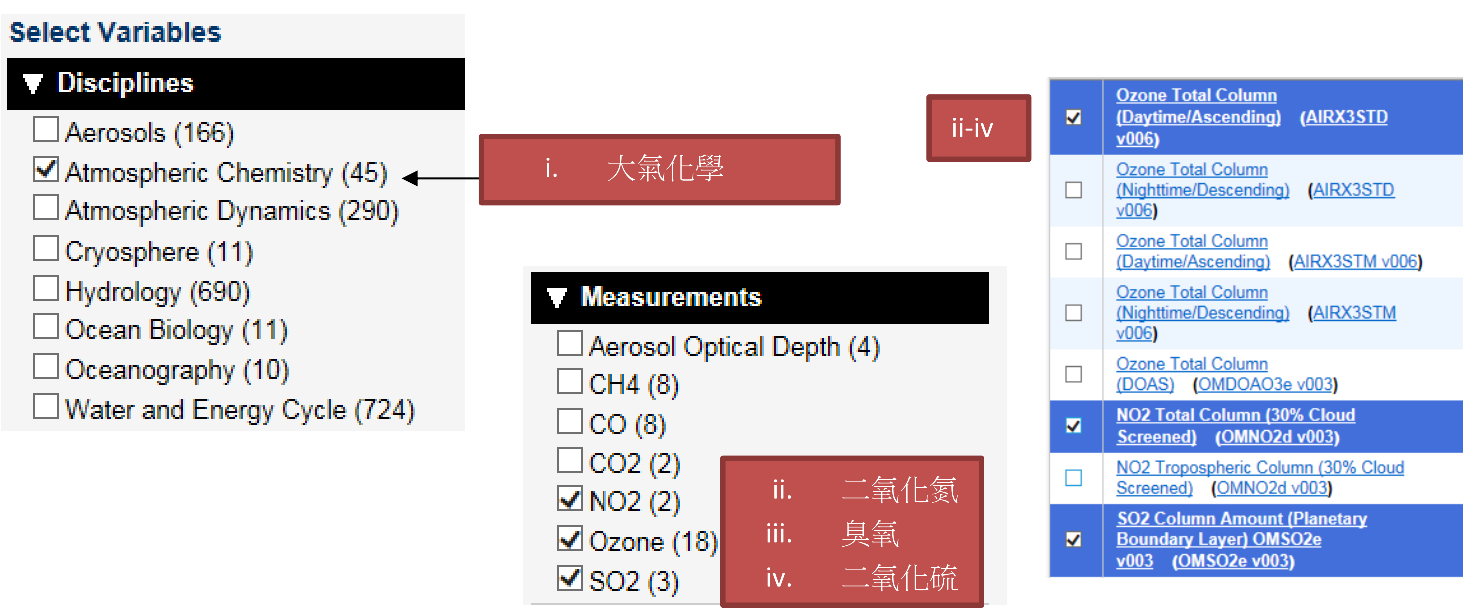
在<選擇變項>（<Select Variables>）一欄下，進入數據下載網站

i. 選擇：大氣化學（Atmospheric Chemistry）>

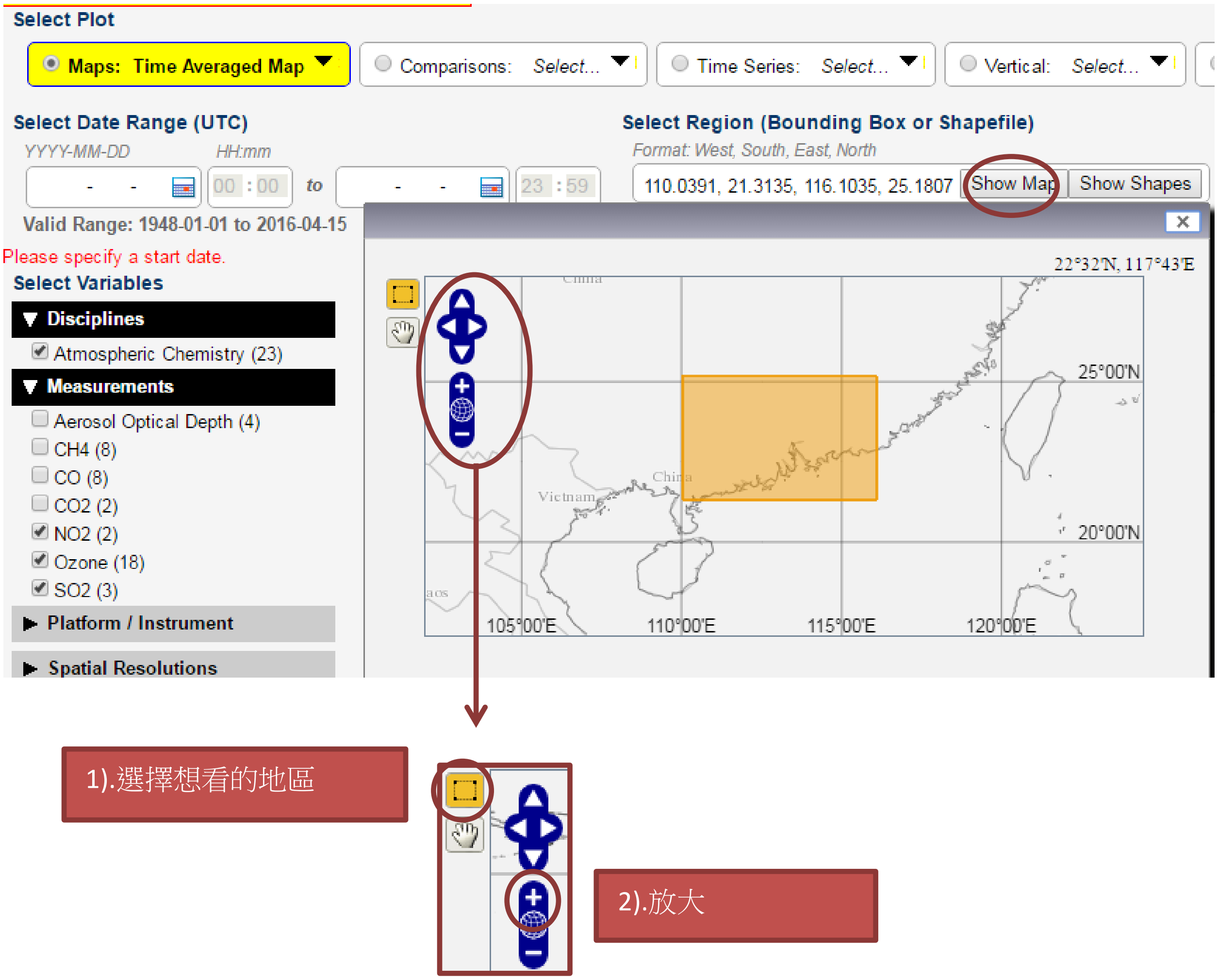
ii. 二氧化氮> 二氧化氮柱總量（30%雲經篩選）（NO2> NO2 Total Column (30% Cloud Screened)）

iii. 臭氧> 臭氧柱總量（日間/遞升）（Ozone> Ozone Total Column (Daytime/Ascending)）

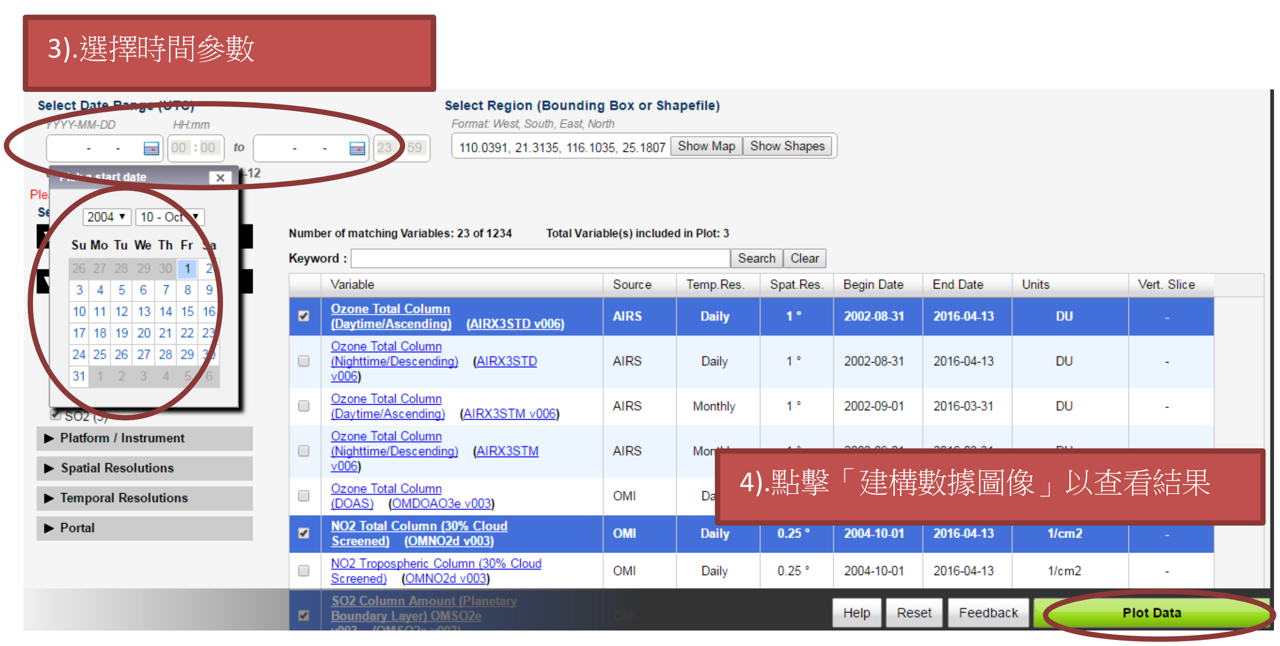
iv. 二氧化硫> 二氧化硫柱含量（行星邊界層）(OMSO2e v003)（SO2> SO2 Column Amount (Planetary Boundary Layer) (OMSO2e v003)）



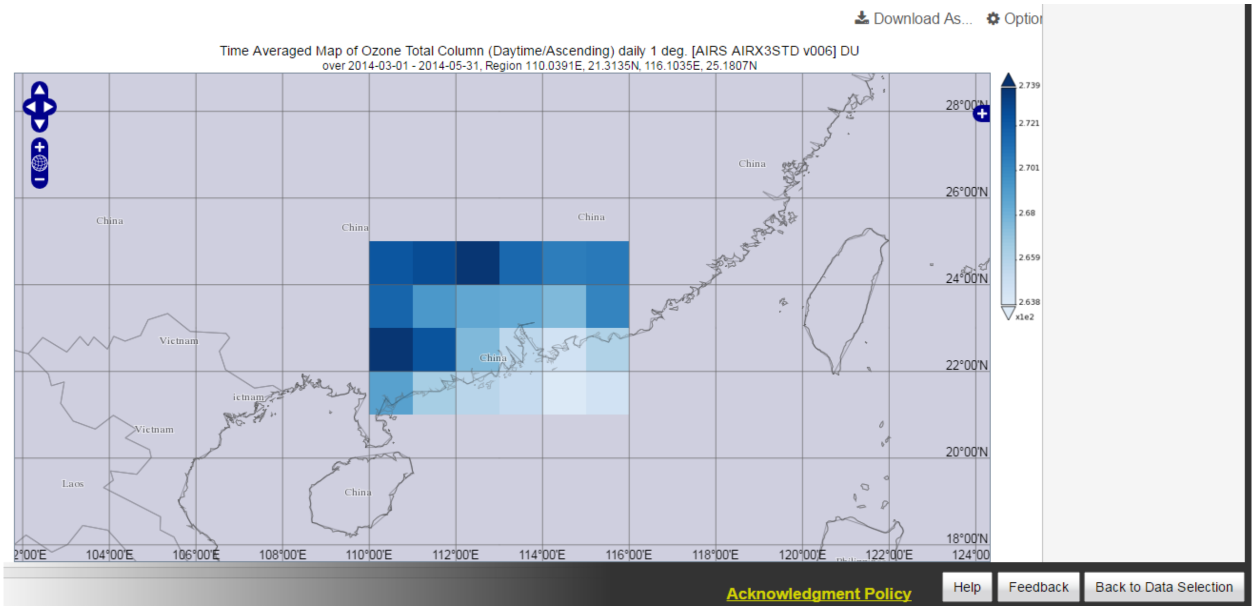
ii.　點擊<展示地圖>（<Show Map>）。點擊「放大」（Zoom in）並選擇想看的地區



iii.　選擇時間参數並建構數據圖像

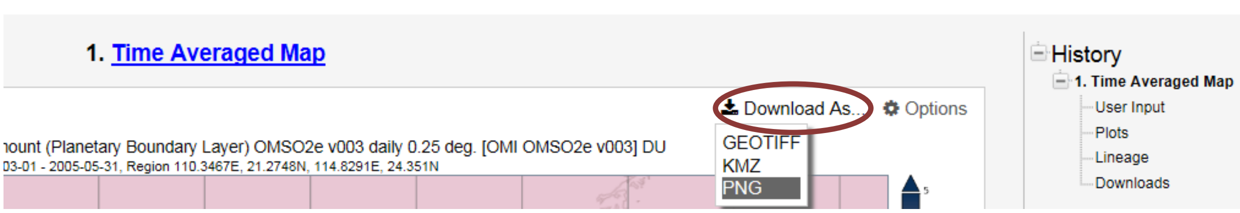


iv. 數據視像化



a. 選擇<選項>（<Options>）
b. 確保在<更改數據範圍>（<Change Data Range>）內每季的最低及最高值均為一樣
c. 在<更改校平功能>（<Change Smoothing>）一欄點擊<開>（<On>）
d. 你可以調整調色（Palette），使圖像更清晰
e. 點擊<重新建構圖像>（<Re-plot>）以完成圖像製作

v. 儲存圖像

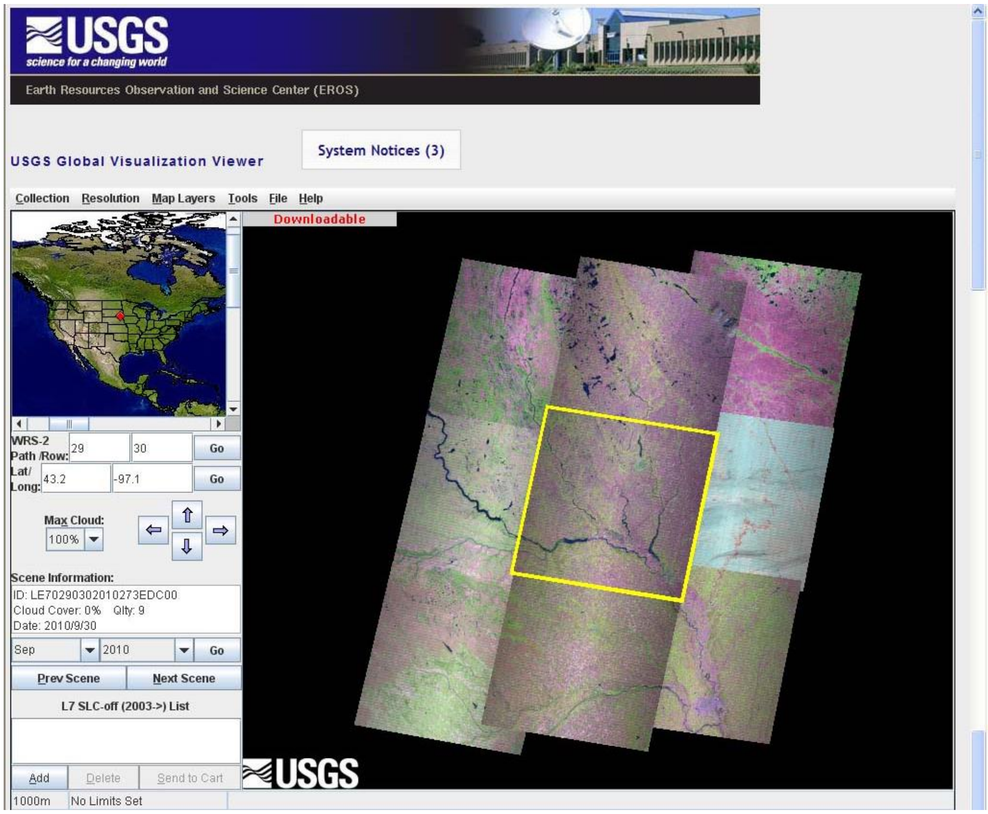


——點擊<下載為>（<Download As>）

——選擇 KMZ 或 PNG 為檔案格式

1.2. 美國地質調查局（USGS）的陸地衛星（LandSAT）圖像（選擇性項目）

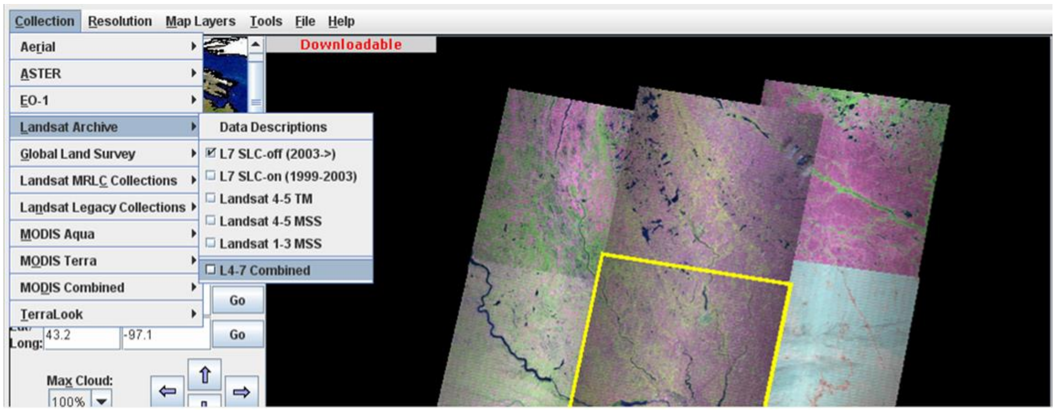
美國地質調查局（USGS）網站：http://glovis.usgs.gov/ 內含由 1973 年到目前為止的陸地衛星（LandSAT）圖像。



鳴謝：美國地質調查局（USGS）

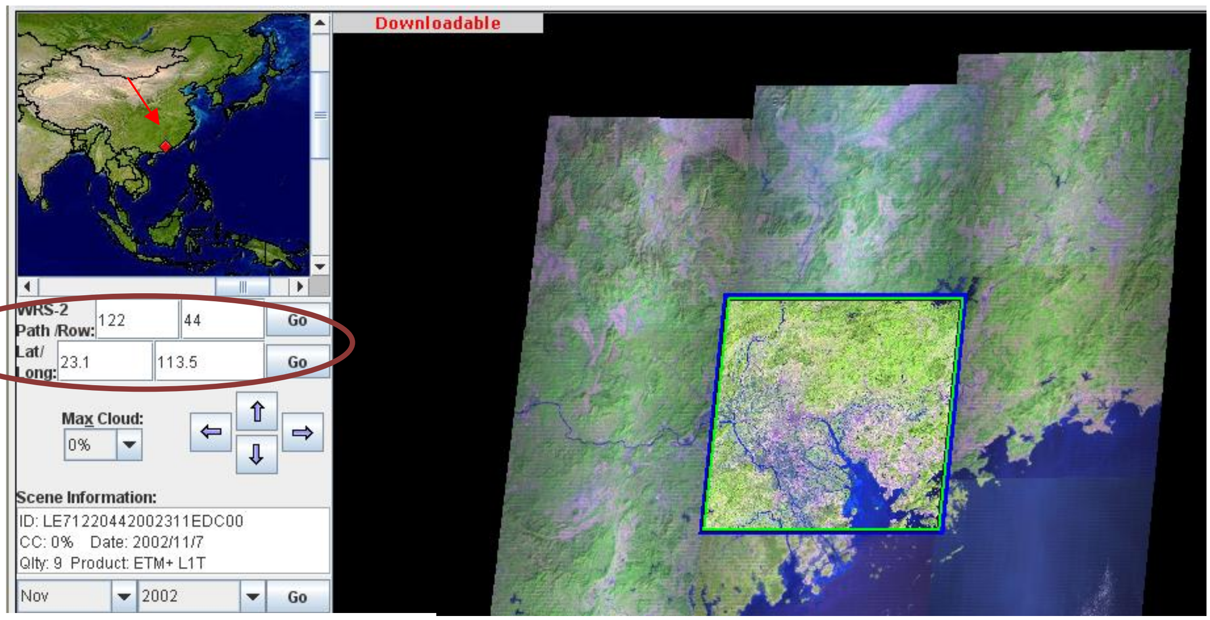
備註：美國地質調查局全球視像化檢視器（USGS Global Visualization Viewer）要求使用者的互聯網瀏覽器備有 Java 1.6 並獲 JavaScript 支援。某些瀏覽器可能會要求使用者安裝一個 Java 插件。

i. 選擇收藏（Collection）



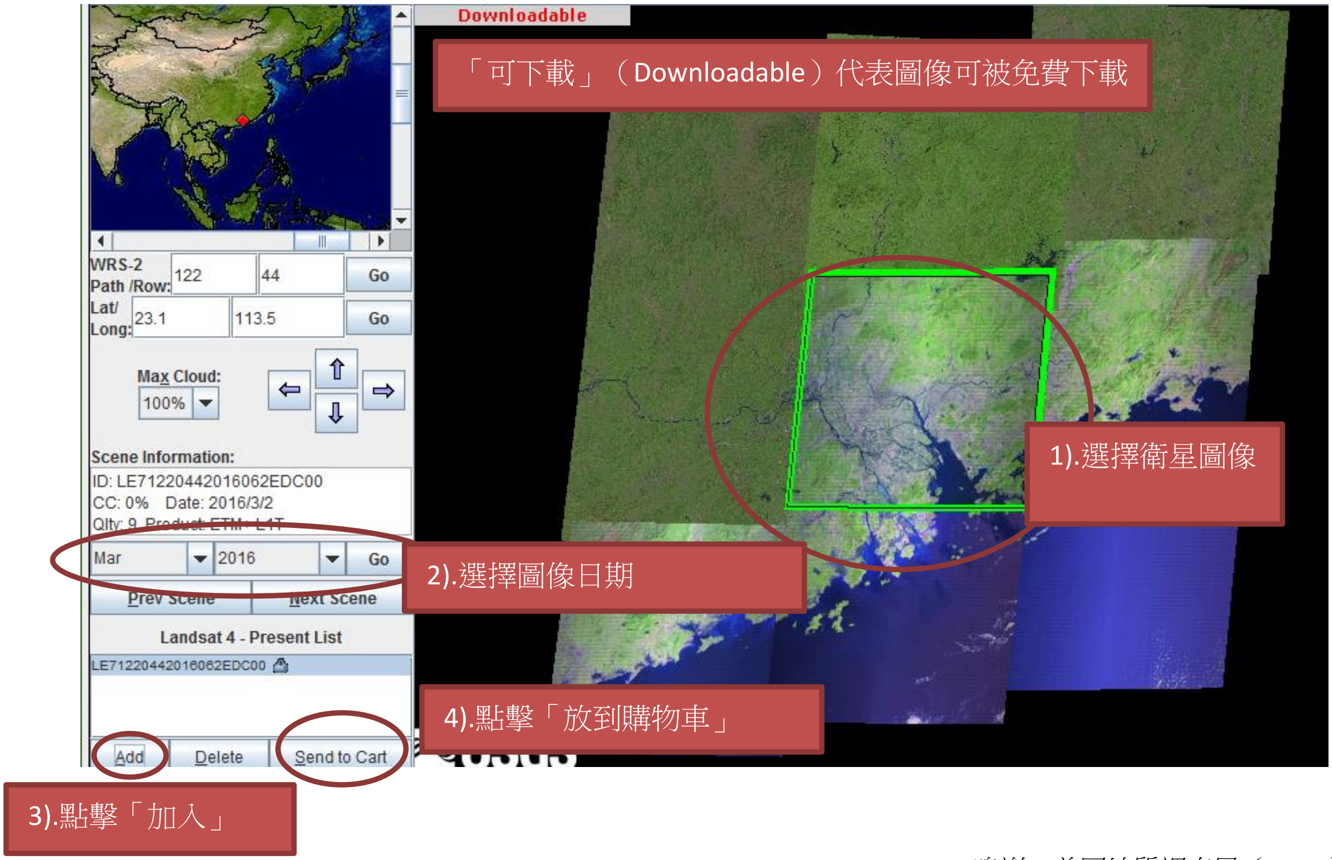
ii. ——點擊地圖以選擇目標地區（例如：點擊香港的所在位置）

- 輸入緯度或經度。



鳴謝：美國地質調查局（USGS）

iii. 選擇要下載的圖像



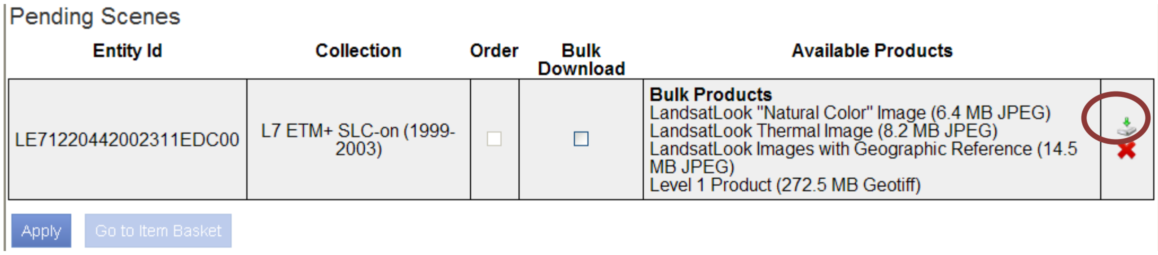
鳴謝：美國地質調查局（USGS）

iv. 註冊一個新的使用者帳戶來下載數據。

點擊「註冊」（Register）以建立新帳戶或登入你的現有帳戶。

v. 數據下載

點擊下載圖示（以紅圈標示）。



鳴謝：美國地質調查局（USGS）

選擇下載選項

鳴謝：美國地質調查局（USGS）

注釋

- 「自然色」圖像：陸地衛星（LandSAT）的增強版專題製圖儀（ETM+）及專題製圖儀（TM）圖像用波段 5、4、3；陸地衛星的多光譜掃描儀（MSS）圖像則用上段 2、4、1。
- 「熱像」（Thermal Image）圖像：波段 6（TM）及波段 61—高增益（ETM+）
- 來源：http://landsat.usgs.gov/LandsatLookImages.php

2. 本地數據下載——計算空氣污染物的相關性

從環境保護署及香港天文台網站下載空氣污染物數據及氣象數據。

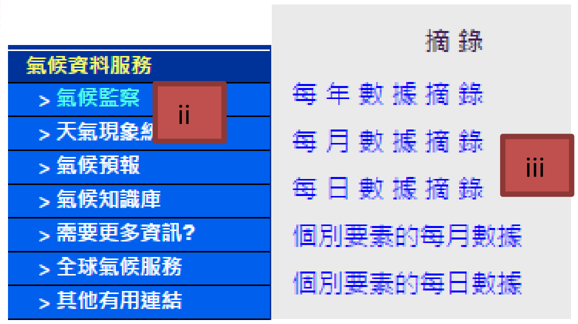
2.1. 下載空氣污染數據

進入環境保護署網站（http://www.epd.gov.hk/epd/）並選擇所需語言

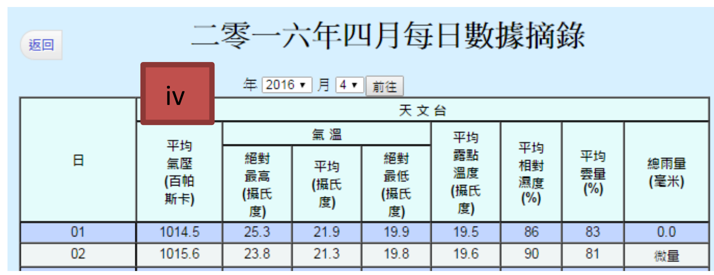
i. 點擊右邊的<空氣>圖示
ii. 點擊<資料與統計數字>
iii. 點擊<過去空氣質素監測數據>
iv. 點擊你想下載數據的監測站
v. 選擇參數
vi. 選擇平均時段並點擊<選擇>
vii. 選擇一個時段
viii. 按<下載 CSV>

2.2. 下載氣象數據

進入香港天文台網站（http://www.hko.gov.hk/）並選擇所需語言



1. 打開主目錄欄
2. 點擊氣候資料服務
3. 點擊每日數據摘錄
4. 選擇你要下載的數據所屬之年份或月份
5. 複製數據並貼於 Excel 內



日	天文台							
	平均氣壓 (百帕斯卡)	氣溫			平均露點溫度 (攝氏度)	平均相對濕度 (%)	平均雲量 (%)	總雨量 (毫米)
		絕對最高 (攝氏度)	平均 (攝氏度)	絕對最低 (攝氏度)				
01	1014.5	25.3	21.9	19.9	19.5	86	83	0.0
02	1015.6	23.8	21.3	19.8	19.6	90	81	微量

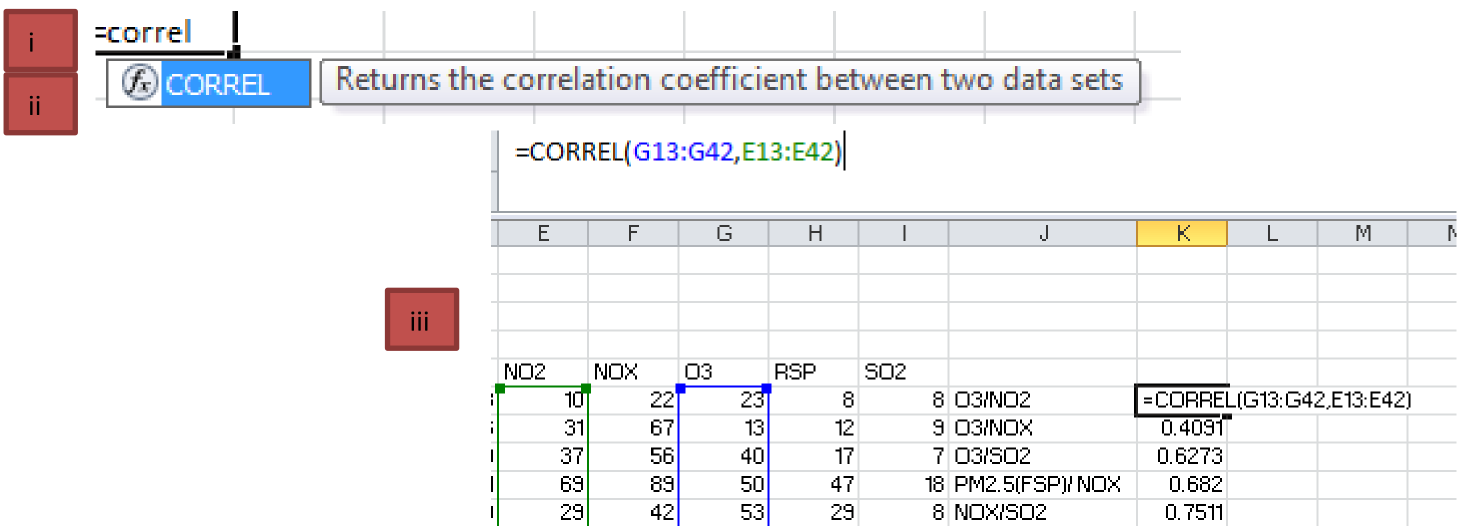
3. 相關性分析

相關係數（Correlation coefficient）是量度兩個變數的線性相關強度和方向。它是一個介乎 -1 至 +1 的數字。數字越接近-1 或+1，線性相關越強。+ / - 表示直線的斜率方向。一條線的相關係數是+1.0（-1.0）代表一條直線向右傾斜向上（向下）。當相關係數大於 0.5，兩個變數之間有強的線性關係。如相關係數是 0，代表兩個變數之間沒有線性關係。

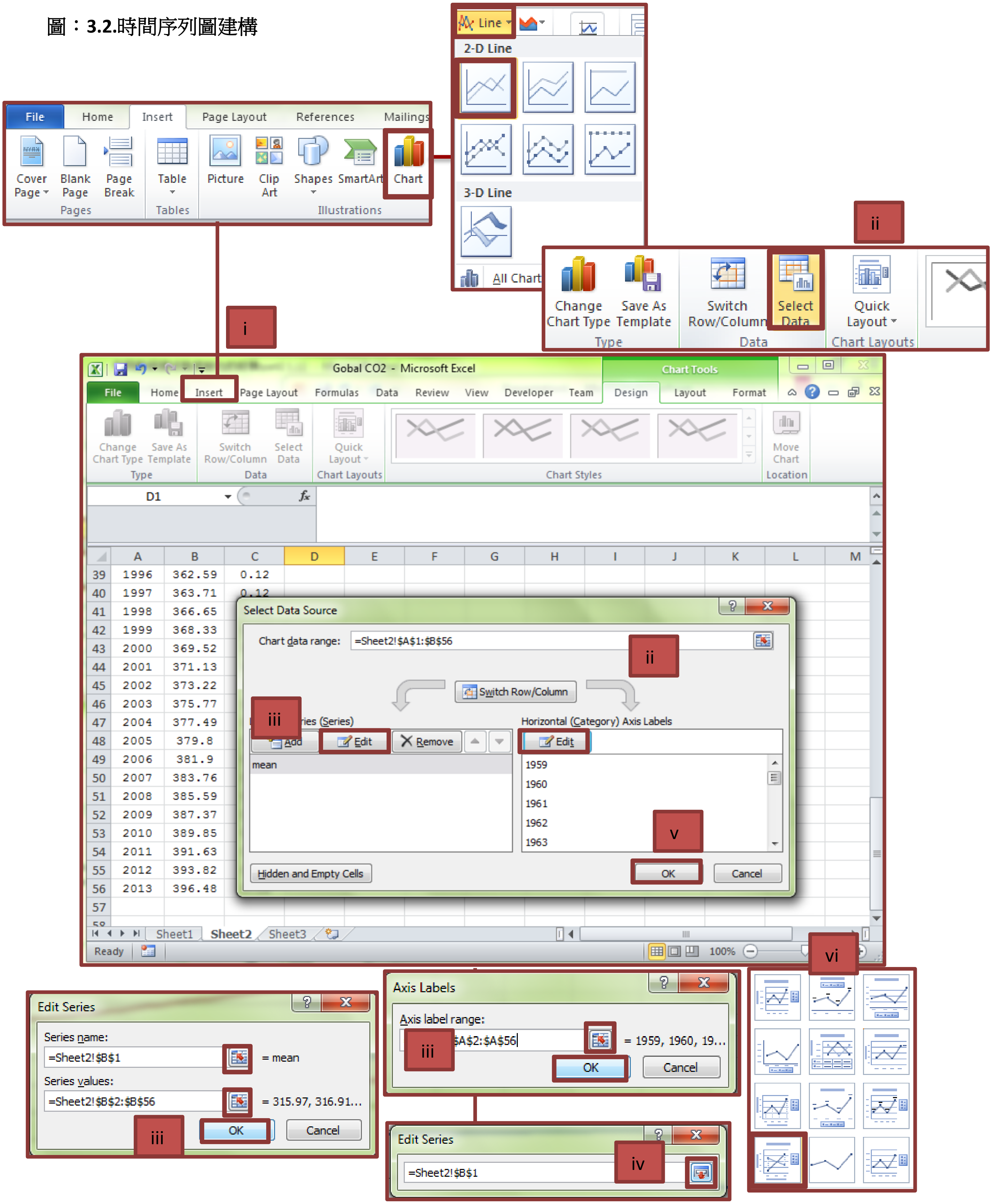
3.1. Excel 的相關性功能

以下為找出本港空氣污染物之相關性的步驟。

i. 在儲存格中輸入「=correl」並雙擊彈出的<CORREL>視窗以找出相關系數
ii. 然後選擇一組研究數據，並在選好後輸入逗號「,」
iii. 選擇另一組研究數據，再按下鍵盤上的<輸入>（Enter）鍵。



圖：3.2.時間序列圖建構

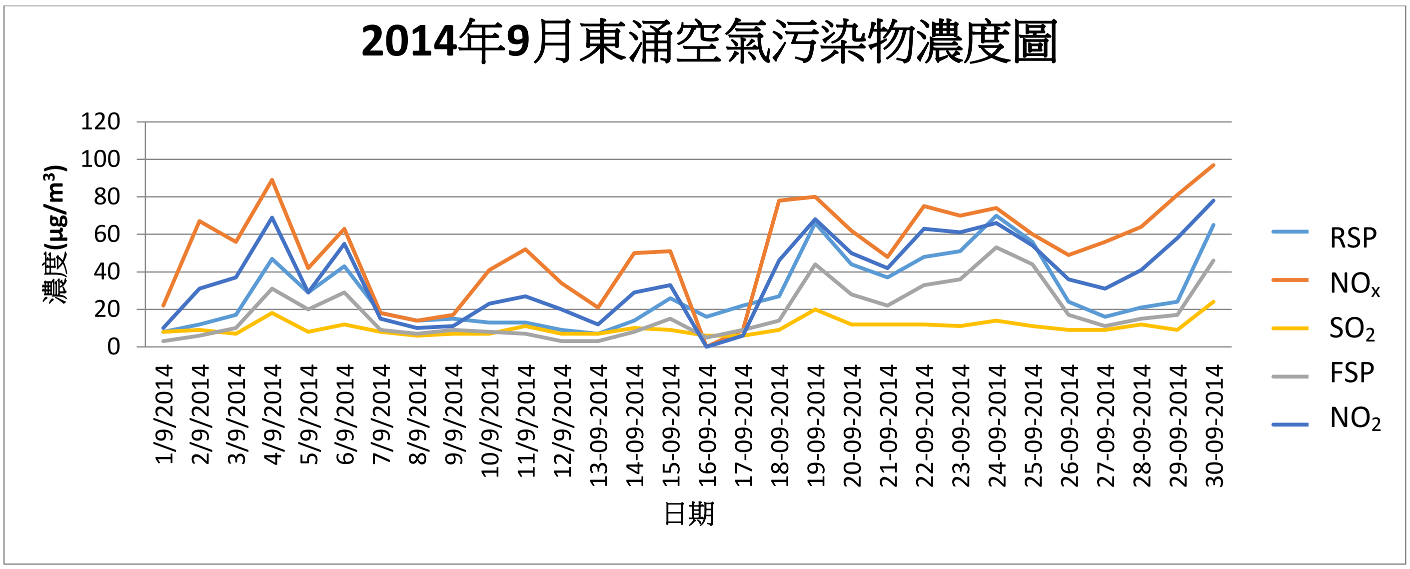

File
Home
Insert
Page Layout
References
Mailings
Cover Page
Blank Page
Page Break
Table
Picture
Clip Art
Shapes
SmartArt
Chart
Pages
Tables
Illustrations
Line
2-D Line
3-D Line
All Chart
i
ii
Change Chart Type
Save As Template
Switch Row/Column
Select Data
Quick Layout
Type
Data
Chart Layouts
Gobal CO2 - Microsoft Excel
Chart Tools
Formulas
Data
Review
View
Developer
Team
Design
Layout
Format
Chart Styles
Move Chart
Location
D1
Select Data Source
Chart data range:
=Sheet2!$A$1:$B$56
Switch Row/Column
iii
Legend Entries (Series)
Add
Edit
Remove
mean
Horizontal (Category) Axis Labels
1959
1960
1961
1962
1963
v
OK
Cancel
Hidden and Empty Cells
Sheet1
Sheet2
Sheet3
Ready
100%
vi
Edit Series
Series name:
=Sheet2!$B$1
= mean
Series values:
=Sheet2!$B$2:$B$56
= 315.97, 316.91...
Axis Labels
Axis label range:
$A$2:$A$56
= 1959, 1960, 19...
iv

3.2. 時間序列圖

下面是於 Excel 建構時間序列圖的步驟

i. [插入]>[圖表]>[線]（[Insert] > [Chart] > [Line]），Excel 將顯示一個未經編輯的**圖**像。
ii. 選擇[選擇數據] （[Select Data]），打開<選擇數據源>（<Select Data Source>）。
iii. 選擇[添加]（[Add]），打開編輯系列。點擊旁邊的正方形。
iv. 選取整個數據列，單擊正方形，然後單擊[確定]（[OK]）。重複以上步驟，把想處理的數據選取。
v. 單擊[確定]（[OK]）完成。
vi. 選擇圖表外型，並添加標題。

以下是使用 Excel 繪畫的 2014 年 9 月東涌空氣污染物濃度圖。

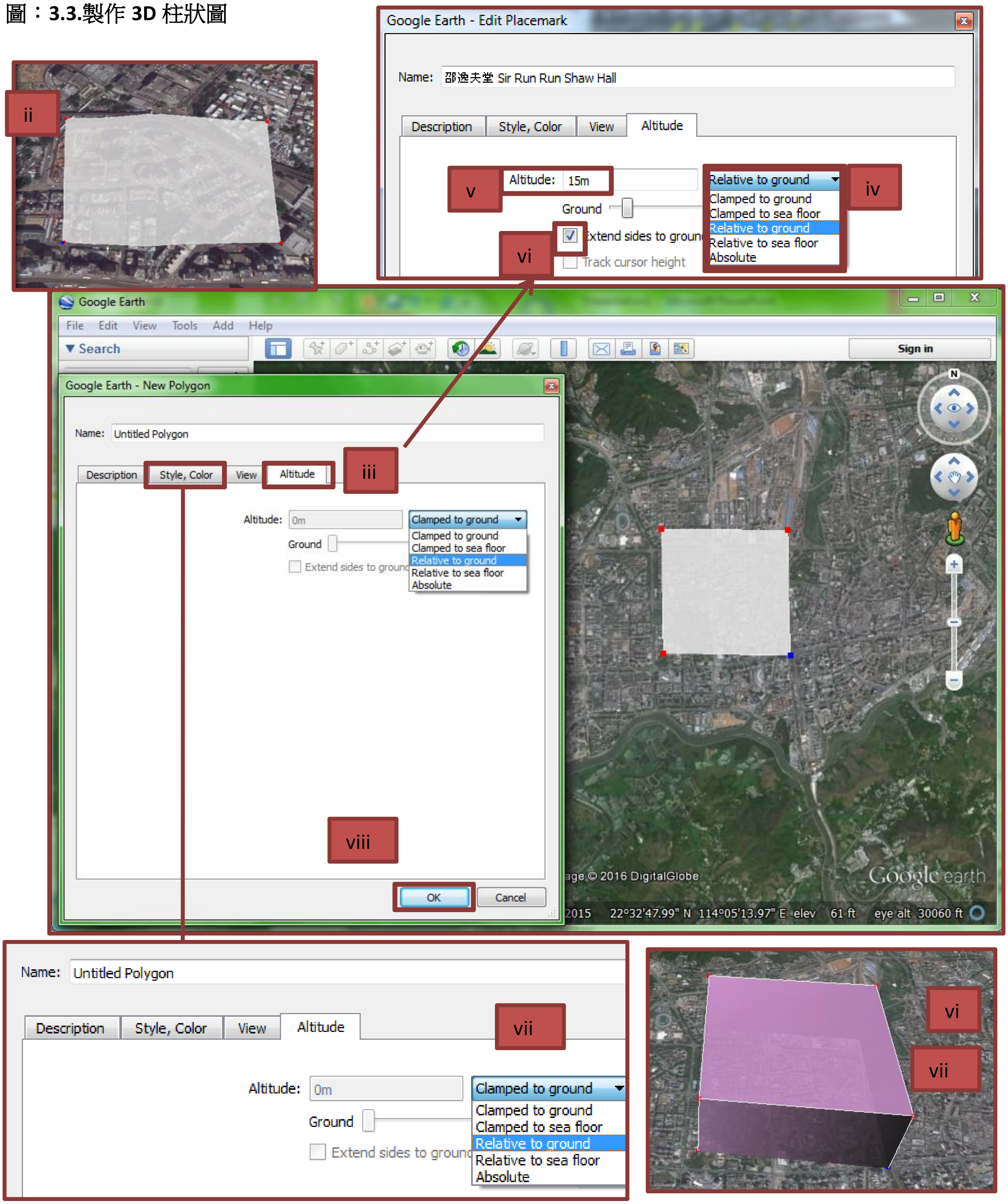


3.3. 製作 3D 柱狀圖

以下為於 Google Earth 上製作 3D 柱狀圖的步驟。

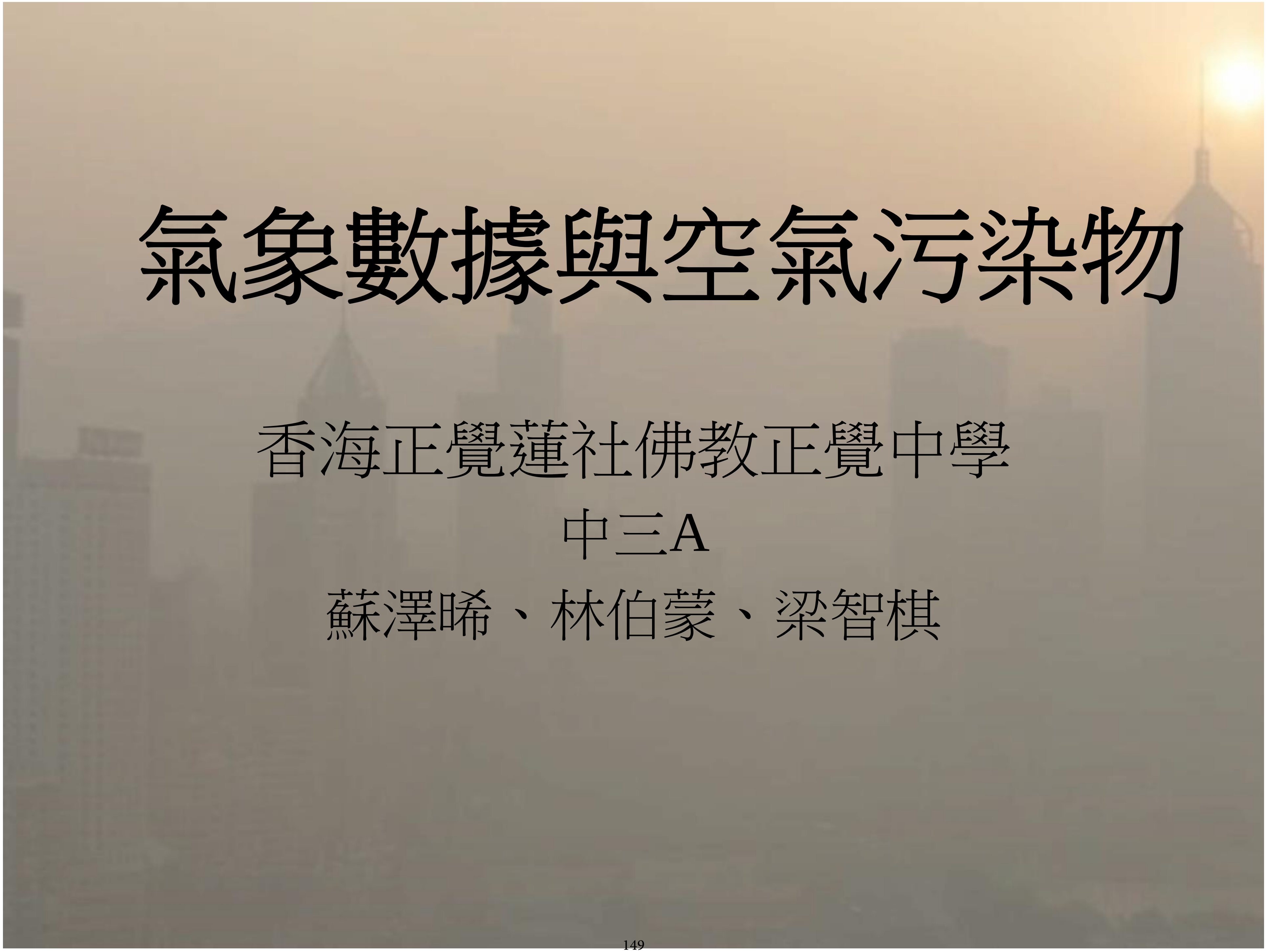
i. 繪畫一個多邊形。在上方的工具欄中，點擊**加入多邊形**（**Add Polygon**）(**CTRL + Shift + G**)。畫面上會出現一個新多邊形（New Polygon）對話視窗，鼠標會變成正方形繪畫工具。
ii. 點擊 3D 檢視器以繪畫你想要的圖形。
iii. 要將所繪圖形變成 3D 圖形，首先點擊新多邊形（New Polygon）視窗裡的**高度**（**Altitude**）分頁。
iv. 在下拉式目錄裡選擇適當的選項，在這個個案中即為「相對於地面」（Relative to ground）。
v. 輸入以米為單位的高度，或使用距離滑動軸來調整多邊形或路徑的高度。
vi. 剔選**將邊界延伸至地面**（**Extend sides to ground**）。
vii. 多邊形就會變成 3D 圖形了。點擊 **OK** 儲存。

圖：3.3.製作 3D 柱狀圖



©2015 Google, Image © 2015 CNES/ Astrium, Image © 2015 Digital Globe

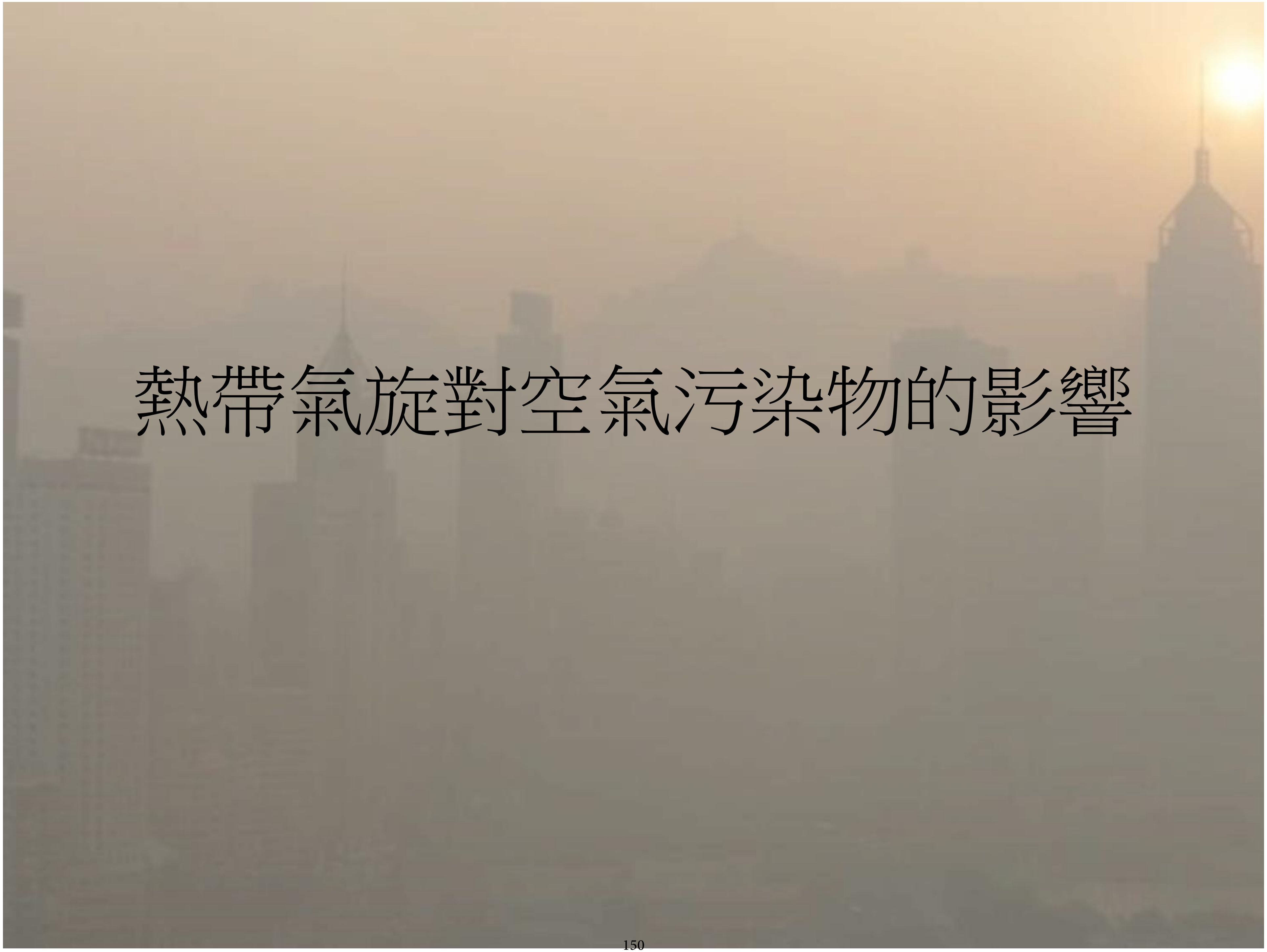
附錄：學生研習成果分享（完整版）

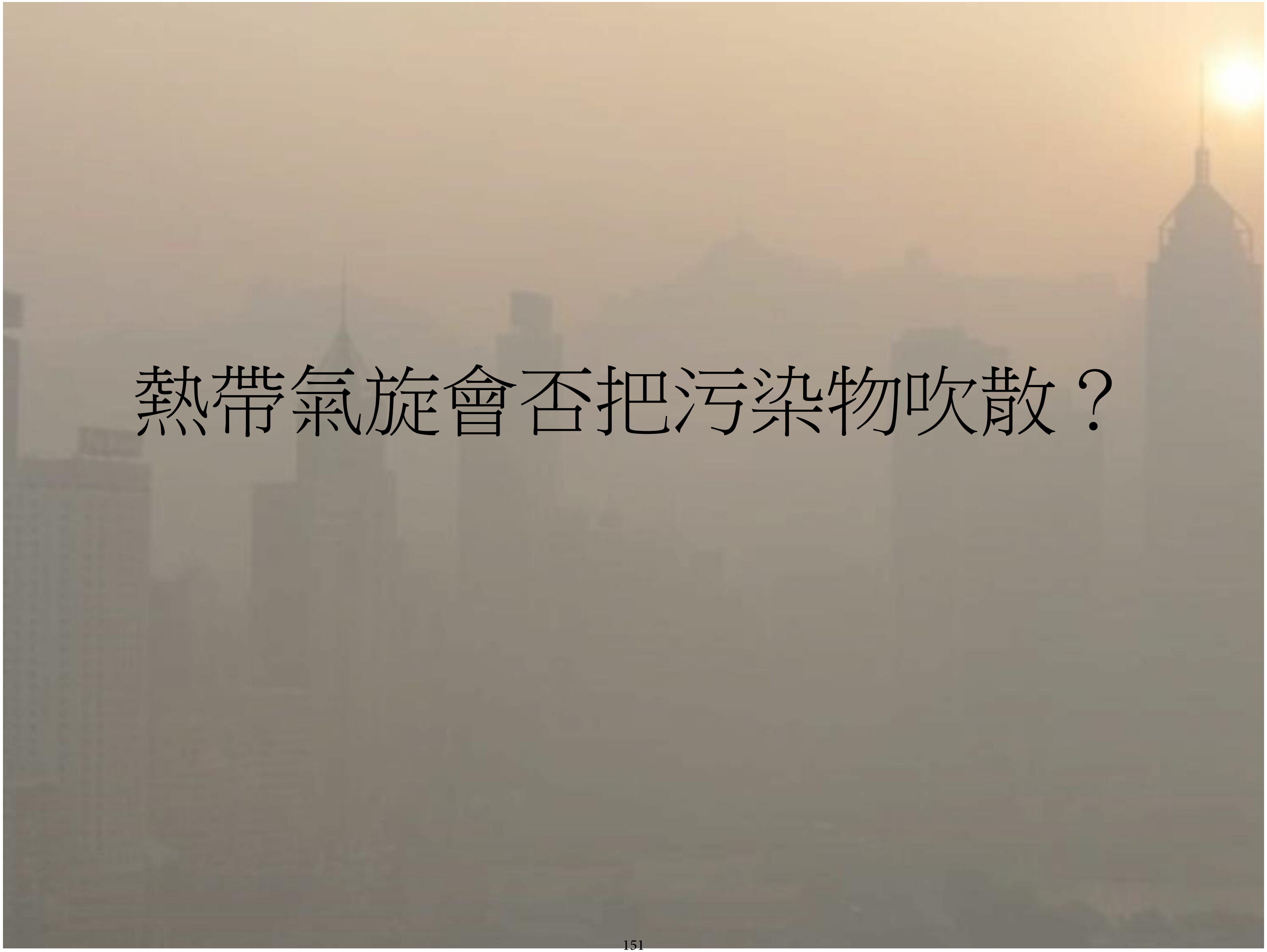


氣象數據與空氣污染物

香海正覺蓮社佛教正覺中學
中三A
蘇澤晞、林伯蒙、梁智棋

熱帶氣旋對空氣污染物的影響





熱帶氣旋會否把污染物吹散？

過去數年的8號熱帶氣旋的日子

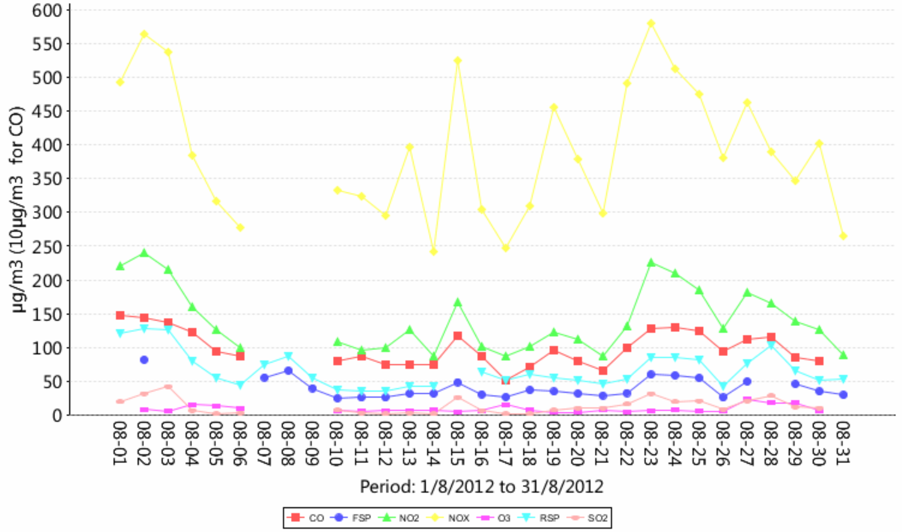
我們選了 2012/8/16作研究

2012/6/29	8 東北
2012/6/30	8 東南
2012/7/23	8 東北
2012/7/24	8 東南
2012/8/16	8 東南

環境保護署　　天文台

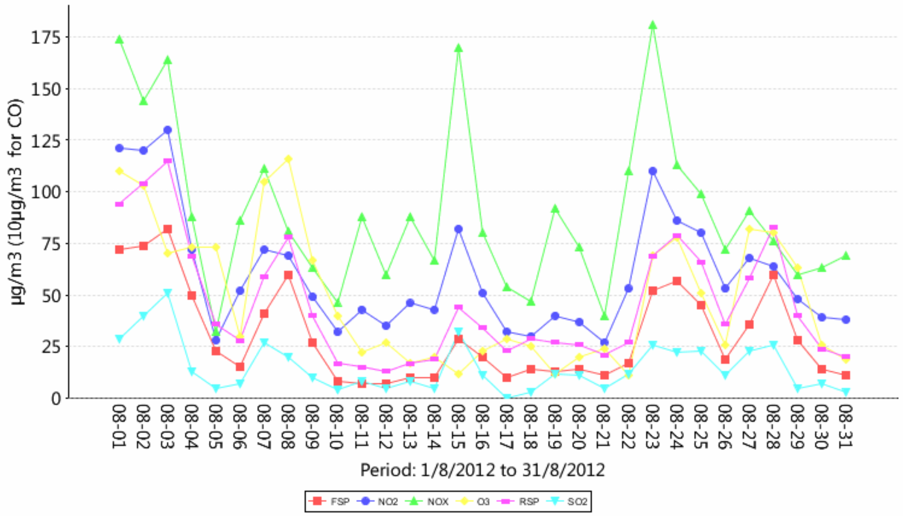
Air Quality Daily Average:
Period: 1/8/2012 to 31/8/2012

Monitoring Station: CAUSEWAY BAY (CB) , Pollutant: Carbon Monoxide (CO),Fine Suspended Particulates (FSP),Nitrogen Dioxide (NO2),Nitrogen Oxides (NOX),Ozone (O3),Respirable Suspended Particulates (RSP),Sulphur Dioxide (SO2)



Air Quality Daily Average:
Period: 1/8/2012 to 31/8/2012

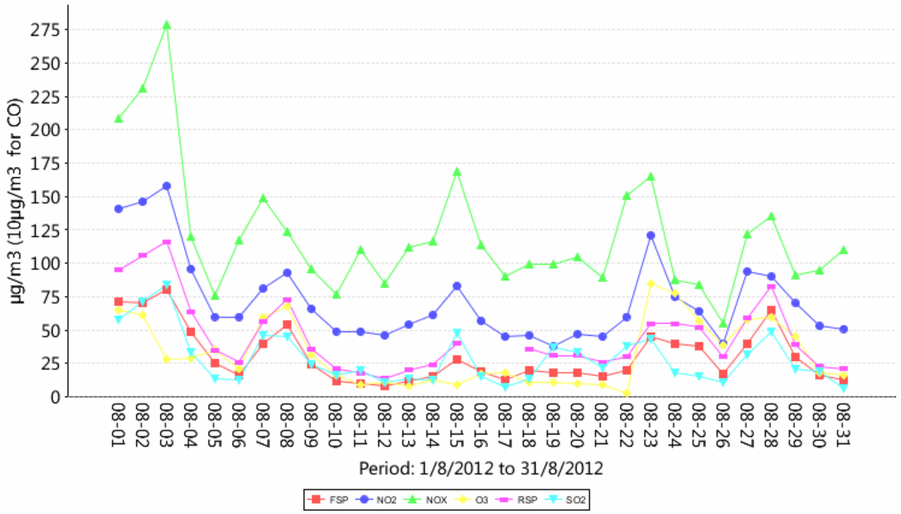
Monitoring Station: CENTRAL/WESTERN (CW) , Pollutant: Carbon Monoxide (CO),Fine Suspended Particulates (FSP), Nitrogen Dioxide (NO2),Nitrogen Oxides (NOX),Ozone (O3),Respirable Suspended Particulates (RSP),Sulphur Dioxide (SO2)



Remark: No available data for Carbon Monoxide (CO)

Air Quality Daily Average:
Period: 1/8/2012 to 31/8/2012

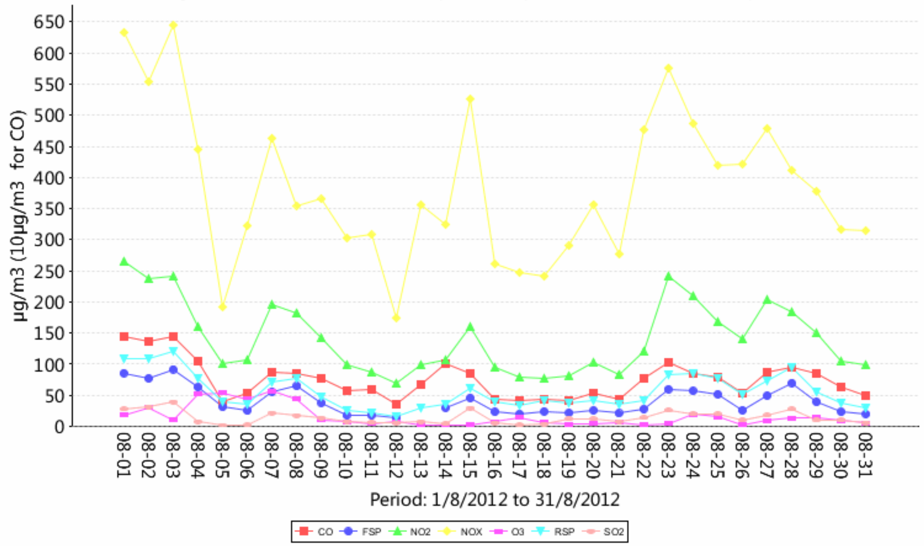
Monitoring Station: SHAM SHUI PO (SSP) , Pollutant: Carbon Monoxide (CO),Fine Suspended Particulates (FSP), Nitrogen Dioxide (NO2),Nitrogen Oxides (NOX),Ozone (O3),Respirable Suspended Particulates (RSP),Sulphur Dioxide (SO2)



Remark: No available data for Carbon Monoxide (CO)

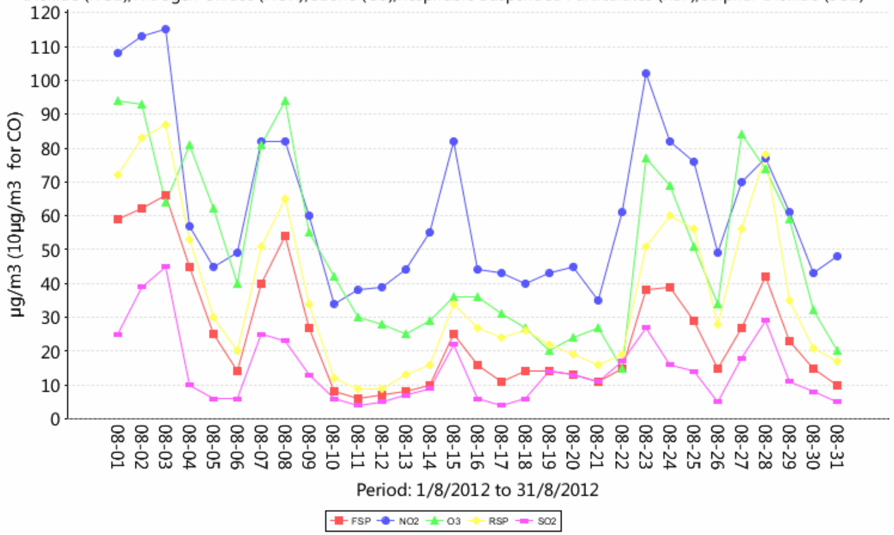
Air Quality Daily Average:
Period: 1/8/2012 to 31/8/2012

Monitoring Station: CENTRAL (CL) , Pollutant: Carbon Monoxide (CO),Fine Suspended Particulates (FSP),Nitrogen Dioxide (NO2),Nitrogen Oxides (NOX),Ozone (O3),Respirable Suspended Particulates (RSP),Sulphur Dioxide (SO2)



Air Quality Daily Average:
Period: 1/8/2012 to 31/8/2012

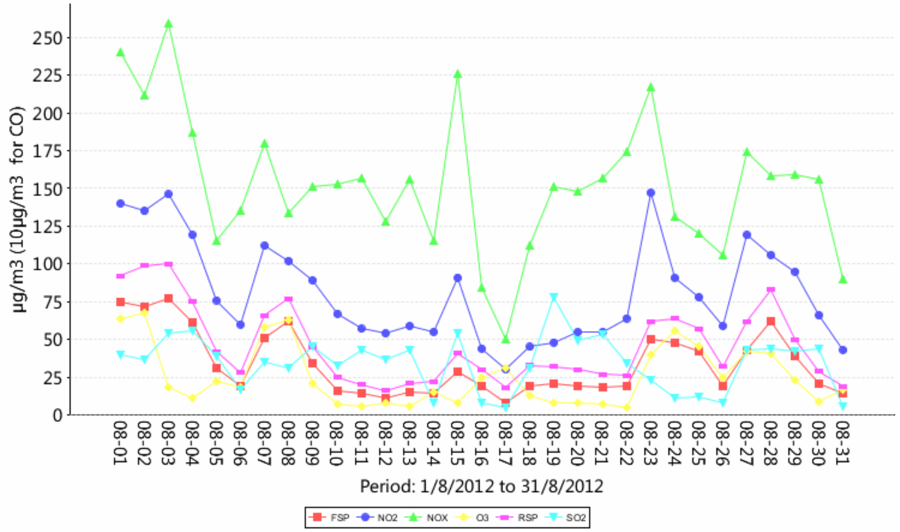
Monitoring Station: EASTERN (EN) , Pollutant: Carbon Monoxide (CO),Fine Suspended Particulates (FSP),Nitrogen Dioxide (NO2),Nitrogen Oxides (NOX),Ozone (O3),Respirable Suspended Particulates (RSP),Sulphur Dioxide (SO2)



Remark: No available data for Carbon Monoxide (CO), Nitrogen Oxides (NOX)

Air Quality Daily Average:
Period: 1/8/2012 to 31/8/2012

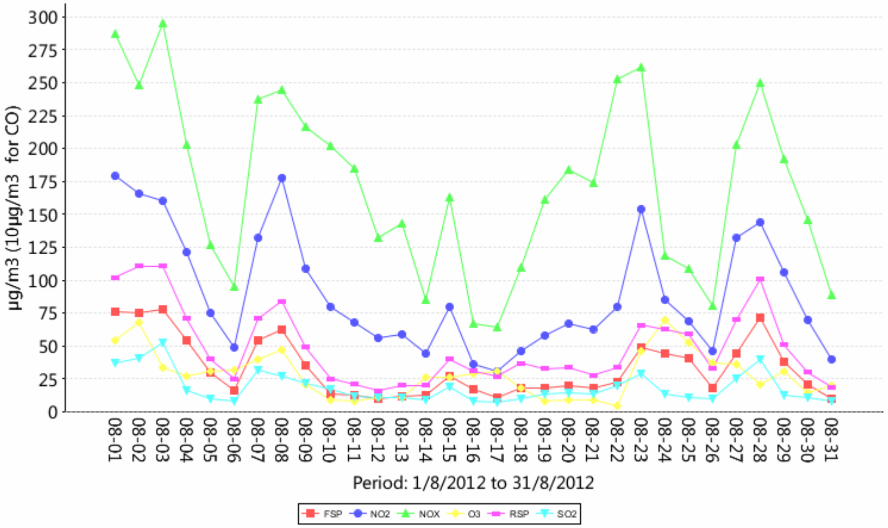
Monitoring Station: KWAI CHUNG (KC) , Pollutant: Carbon Monoxide (CO),Fine Suspended Particulates (FSP),Nitrogen Dioxide (NO2),Nitrogen Oxides (NOX),Ozone (O3),Respirable Suspended Particulates (RSP),Sulphur Dioxide (SO2)



Remark: No available data for Carbon Monoxide (CO)

Air Quality Daily Average:
Period: 1/8/2012 to 31/8/2012

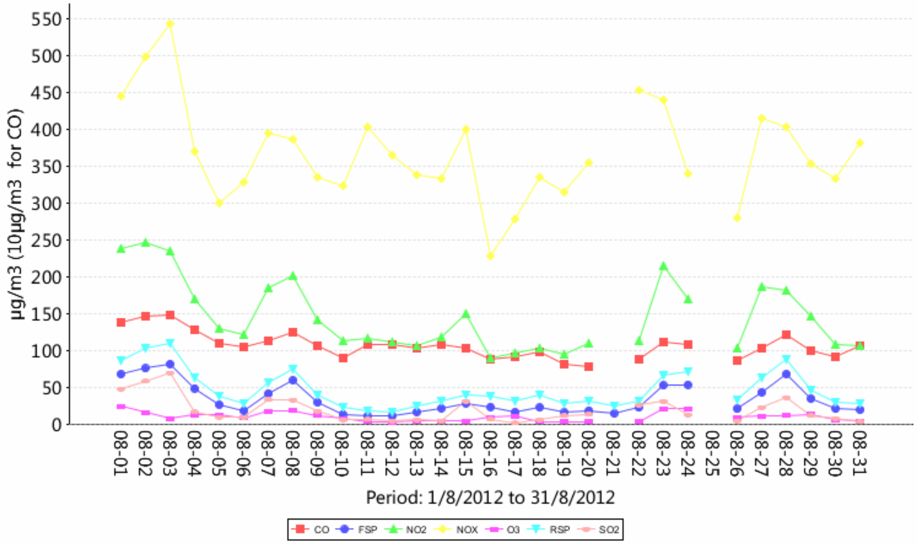
Monitoring Station: Kwun Tong (KT) , Pollutant: Carbon Monoxide (CO),Fine Suspended Particulates (FSP),Nitrogen Dioxide (NO2),Nitrogen Oxides (NOX),Ozone (O3),Respirable Suspended Particulates (RSP),Sulphur Dioxide (SO2)

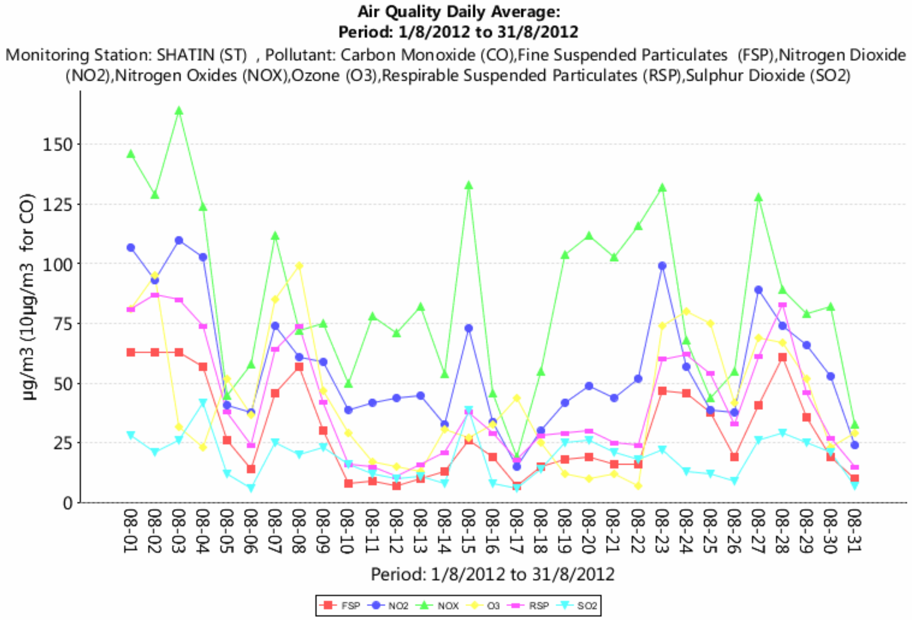


Remark: No available data for Carbon Monoxide (CO)

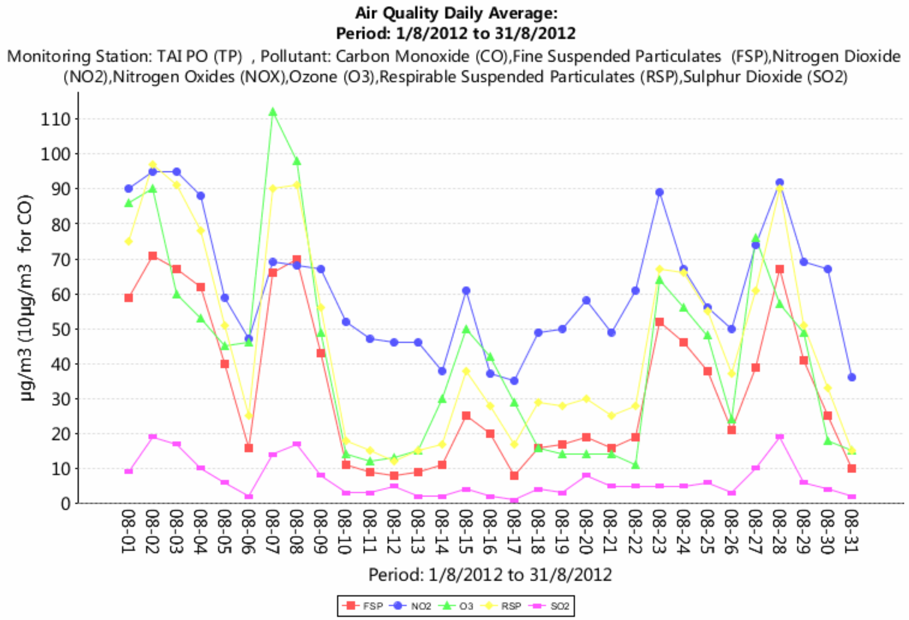
Air Quality Daily Average:
Period: 1/8/2012 to 31/8/2012

Monitoring Station: MONG KOK (MK) , Pollutant: Carbon Monoxide (CO),Fine Suspended Particulates (FSP),Nitrogen Dioxide (NO2),Nitrogen Oxides (NOX),Ozone (O3),Respirable Suspended Particulates (RSP),Sulphur Dioxide (SO2)

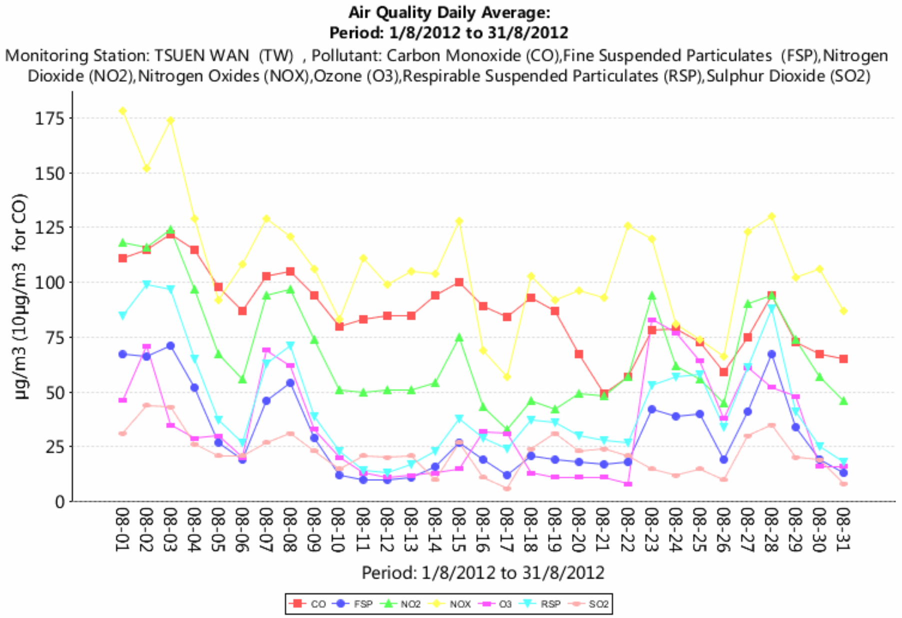


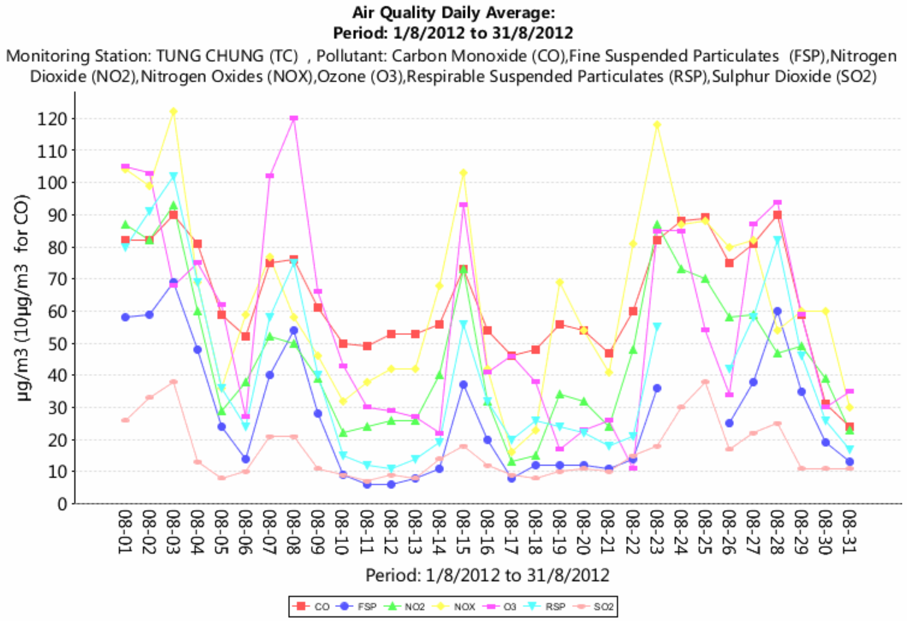


Remark: No available data for Carbon Monoxide (CO)

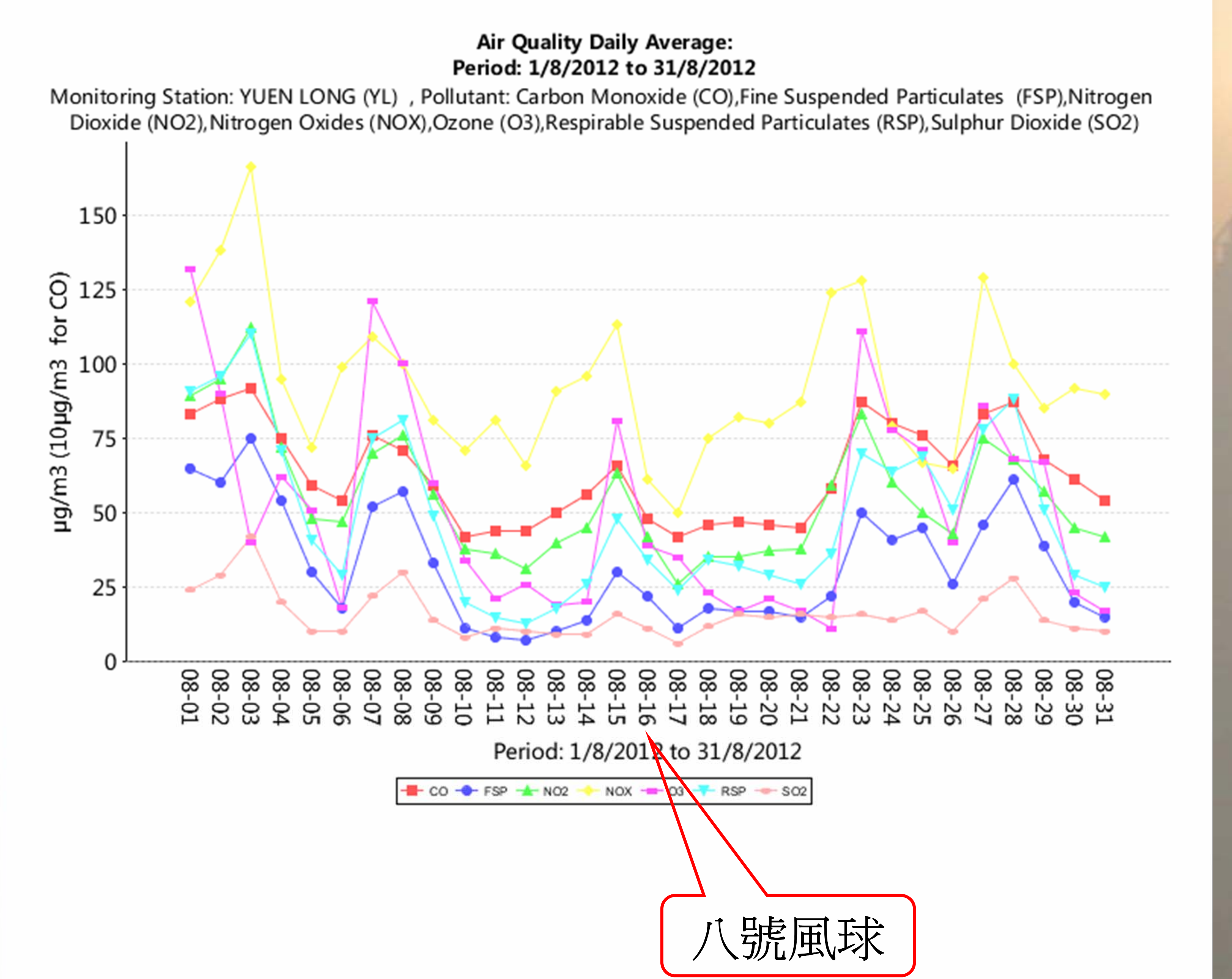


Remark: No available data for Carbon Monoxide (CO), Nitrogen Oxides (NOX)

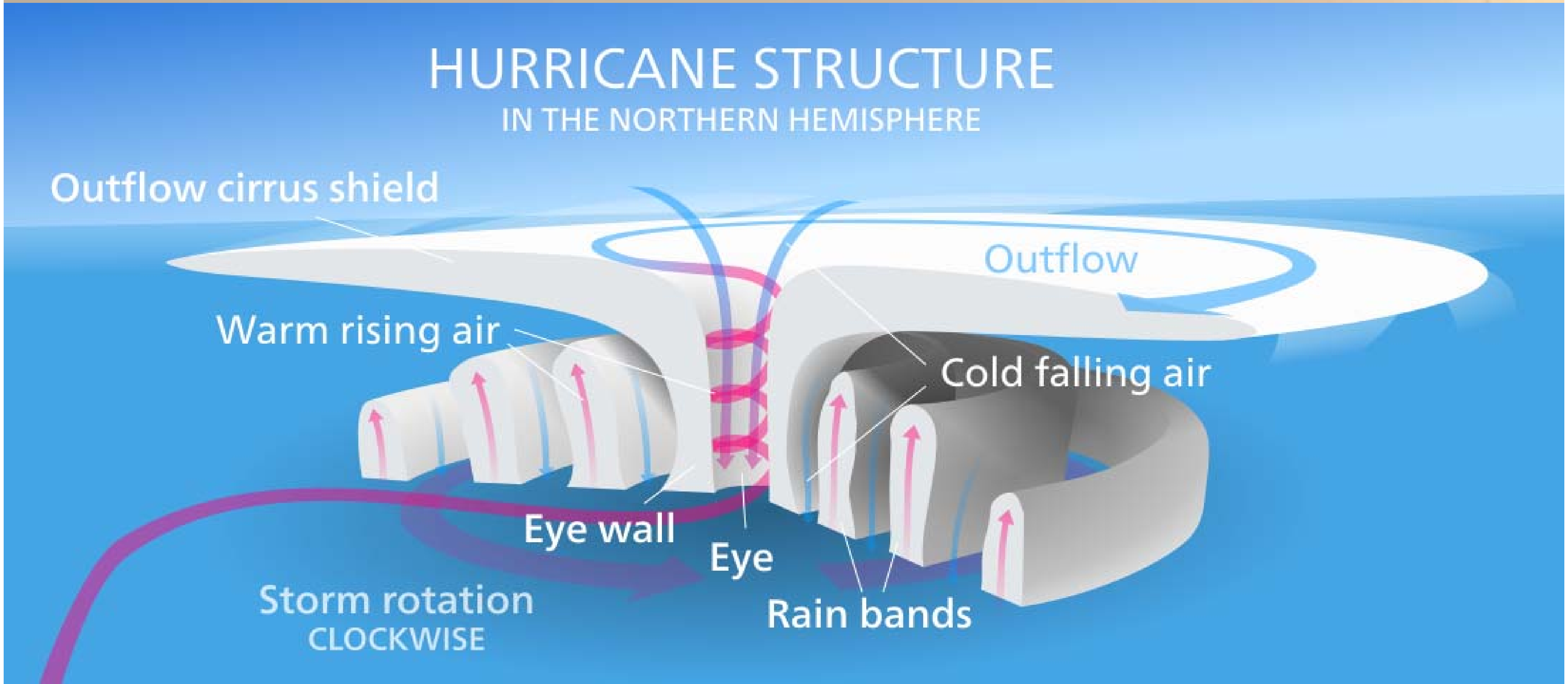





大家看到有甚麼規律呢?


Air Quality Daily Average:
Period: 1/8/2012 to 31/8/2012
Monitoring Station: YUEN LONG (YL) , Pollutant: Carbon Monoxide (CO),Fine Suspended Particulates (FSP),Nitrogen Dioxide (NO2),Nitrogen Oxides (NOX),Ozone (O3),Respirable Suspended Particulates (RSP),Sulphur Dioxide (SO2)
µg/m3 (10µg/m3 for CO)
150
125
100
75
50
25
0
08-01
08-02
08-03
08-04
08-05
08-06
08-07
08-08
08-09
08-10
08-11
08-12
08-13
08-14
08-15
08-16
08-17
08-18
08-19
08-20
08-21
08-22
08-23
08-24
08-25
08-26
08-27
08-28
08-29
08-30
08-31
Period: 1/8/2012 to 31/8/2012
CO
FSP
NO2
NOX
O3
RSP
SO2
八號風球

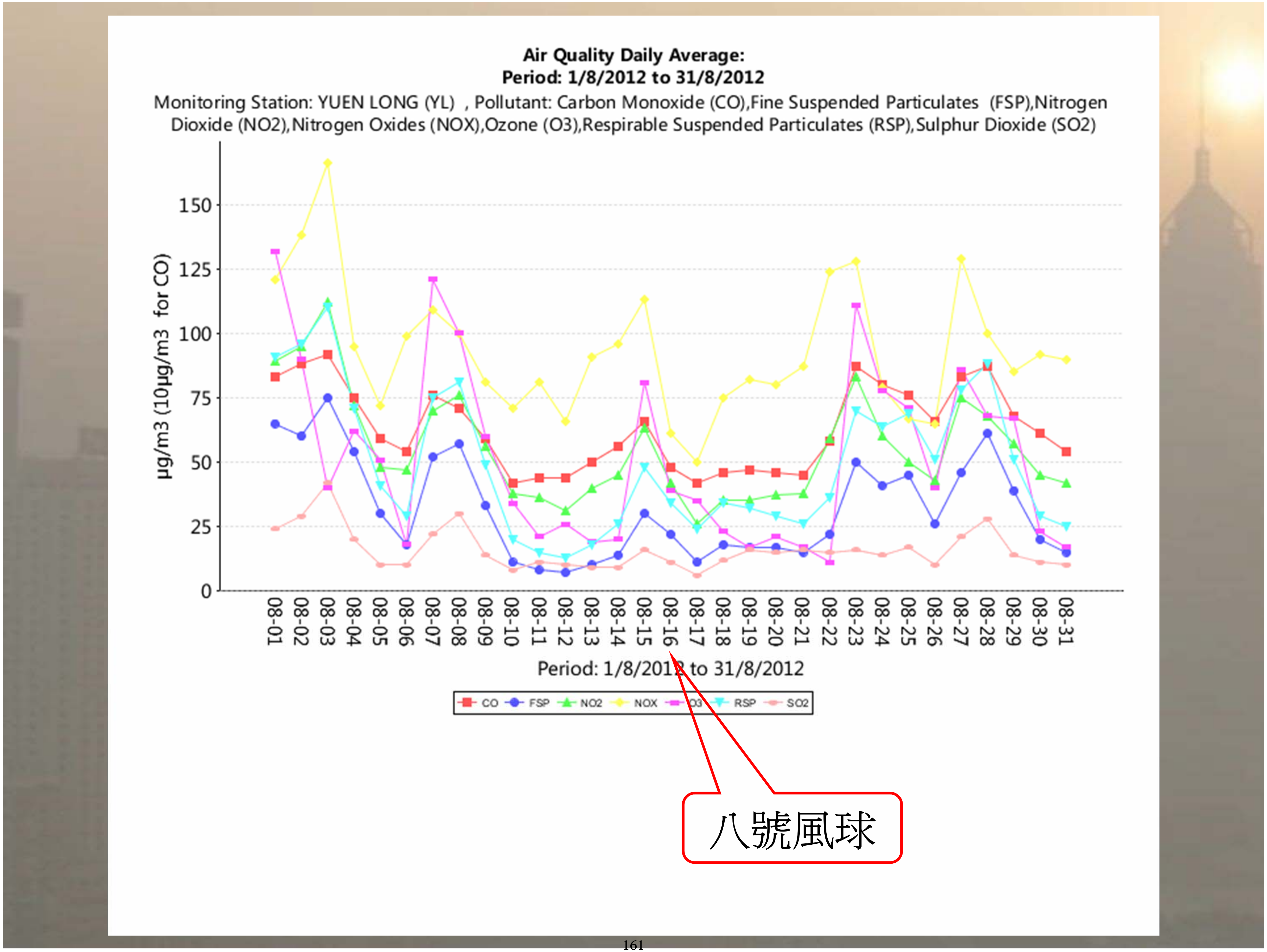
熱帶氣旋的結構



- 在北半球熱帶氣旋的地面風是逆時針轉動的
- 由風眼到外圍的風，有上下交替的間隔
- 由風眼到外圍的雨帶，有交替的間隔

一些熱帶氣旋的特性

- 行走速度 10-50 km/h
- 大小 100-2000 km


Air Quality Daily Average:
Period: 1/8/2012 to 31/8/2012
Monitoring Station: YUEN LONG (YL) , Pollutant: Carbon Monoxide (CO),Fine Suspended Particulates (FSP),Nitrogen Dioxide (NO2),Nitrogen Oxides (NOX),Ozone (O3),Respirable Suspended Particulates (RSP),Sulphur Dioxide (SO2)
µg/m3 (10µg/m3 for CO)
150
125
100
75
50
25
0
08-01
08-02
08-03
08-04
08-05
08-06
08-07
08-08
08-09
08-10
08-11
08-12
08-13
08-14
08-15
08-16
08-17
08-18
08-19
08-20
08-21
08-22
08-23
08-24
08-25
08-26
08-27
08-28
08-29
08-30
08-31
Period: 1/8/2012 to 31/8/2012
CO
FSP
NO2
NOX
O3
RSP
SO2
八號風球

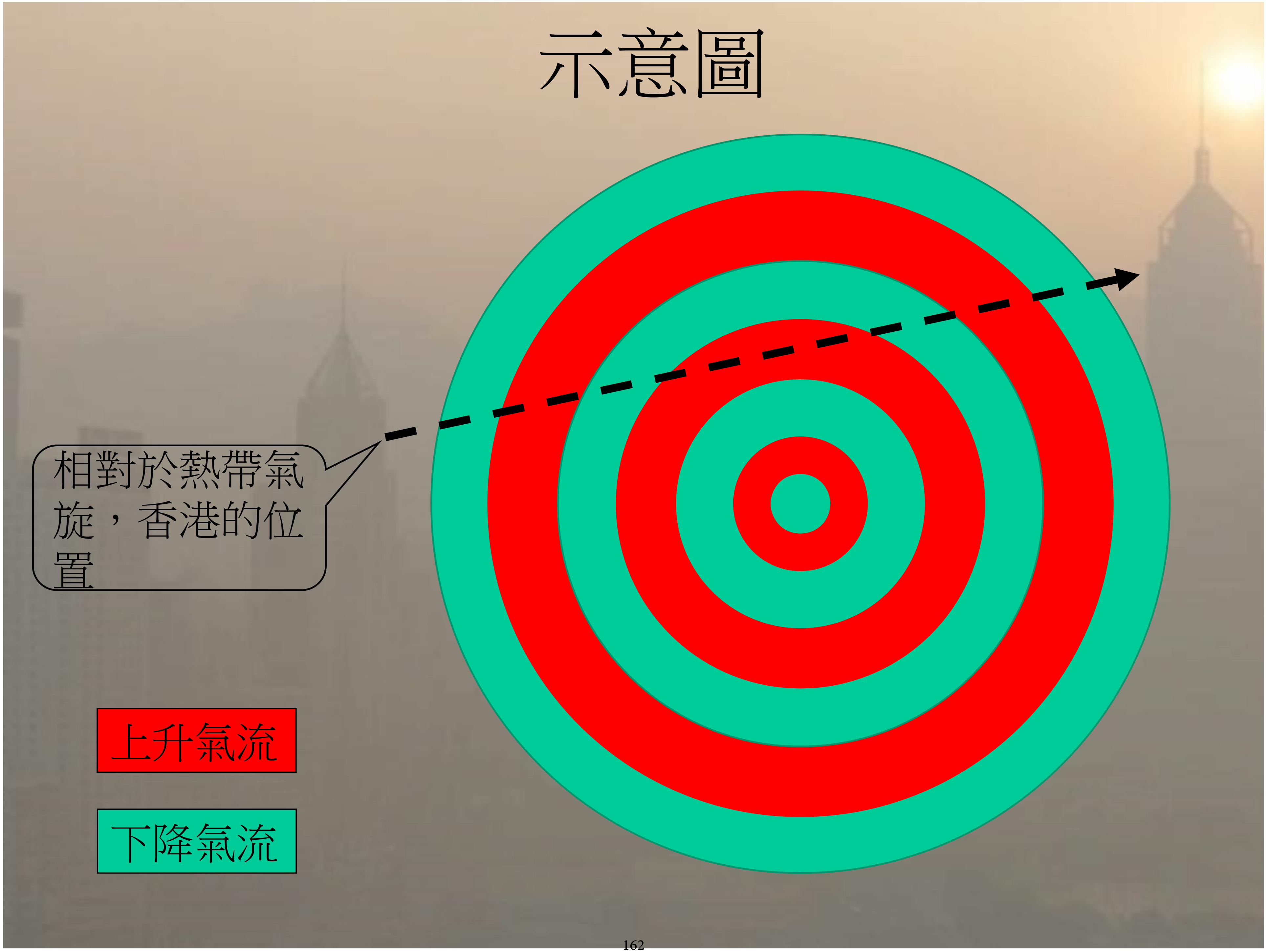
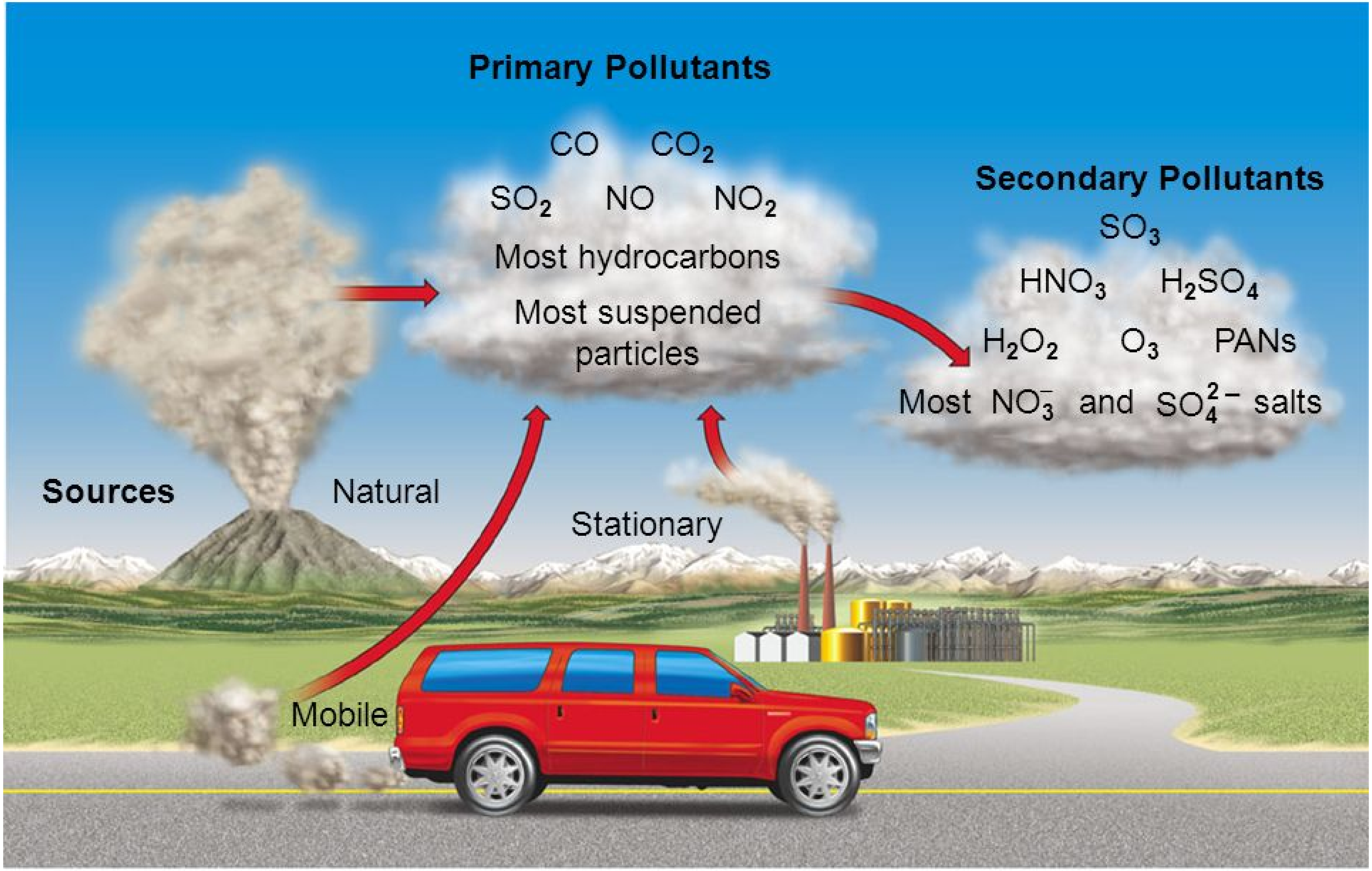
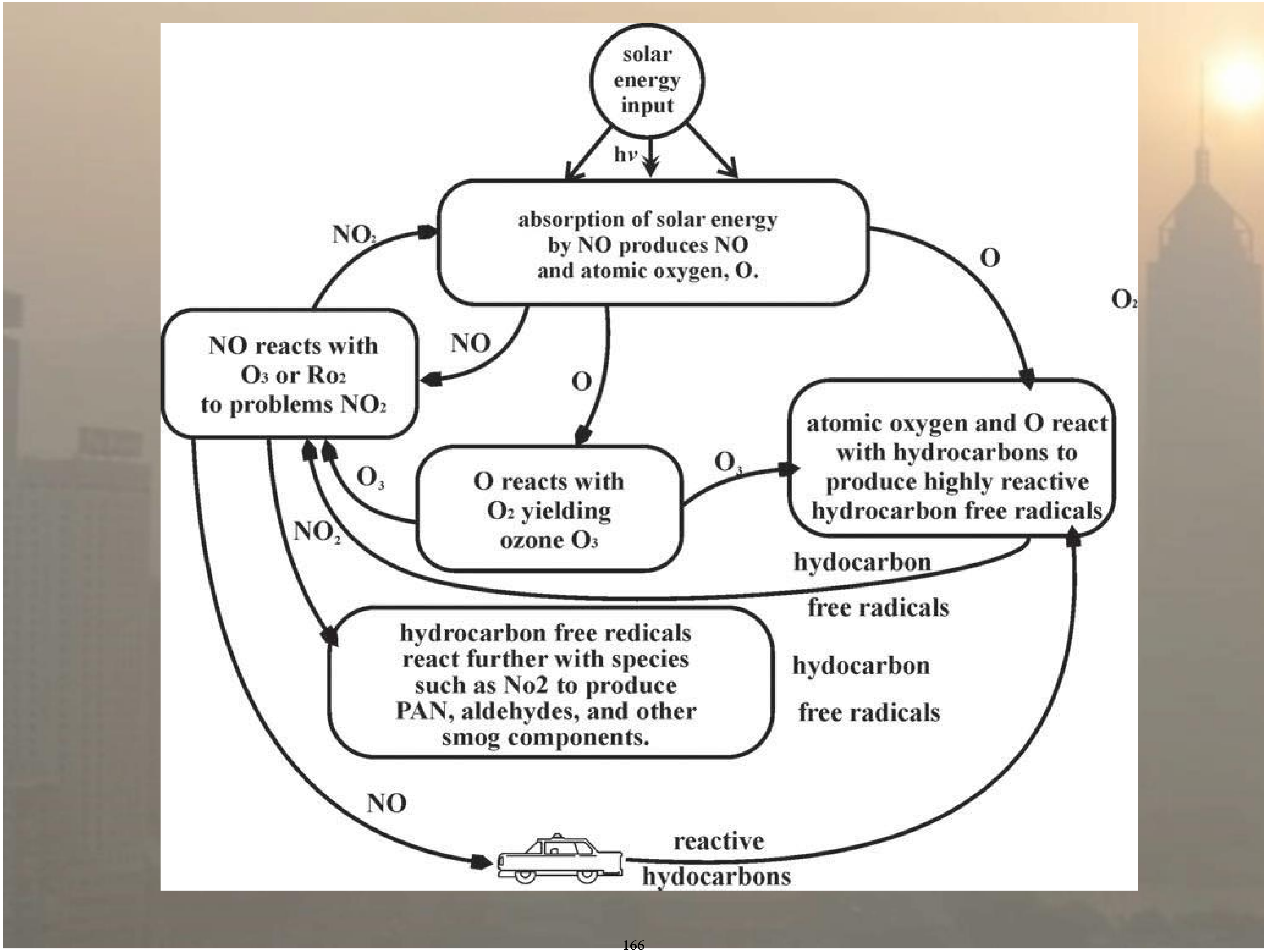


示意圖
相對於熱帶氣旋，香港的位置
上升氣流
下降氣流


陽光對空氣污染物的影響



Primary vs. Secondary



solar energy input
hν
absorption of solar energy by NO produces NO and atomic oxygen, O.
NO₂
O
O₂
NO
NO reacts with O₃ or Ro₂ to problems NO₂
O
O reacts with O₂ yielding ozone O₃
O₃
O₃
atomic oxygen and O react with hydrocarbons to produce highly reactive hydrocarbon free radicals
NO₂
hydocarbon
free radicals
hydrocarbon free redicals react further with species such as No2 to produce PAN, aldehydes, and other smog components.
hydocarbon
free radicals
NO
reactive
hydocarbons

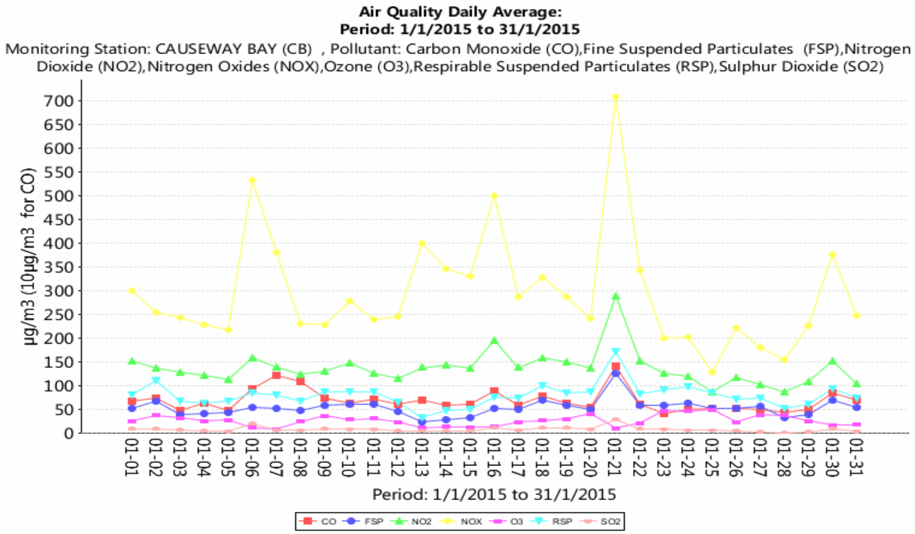
以下哪一種污染物與陽光有最強的相關?

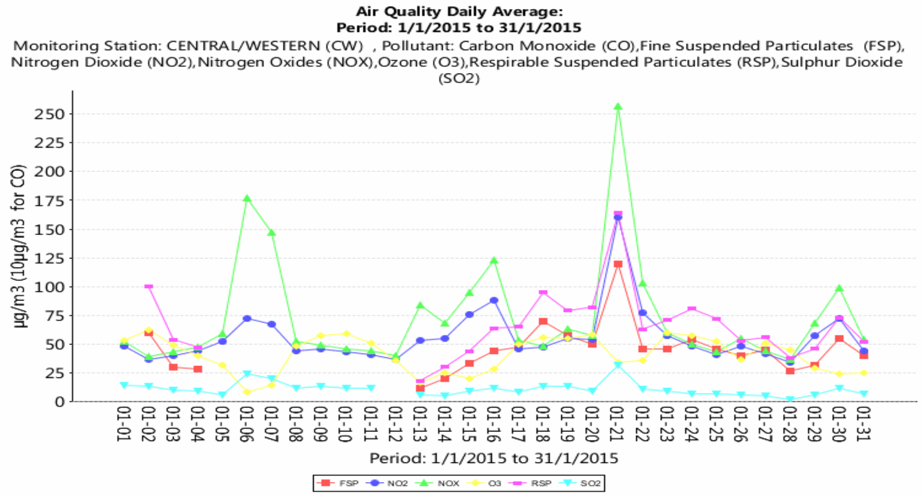
- 一氧化碳(CO)
- 微細懸浮粒子 (FSP)
- 二氧化氮 (NO2)
- 氮氧化物 (NOX)
- 臭氧 (O3)
- 可吸入懸浮粒子 (RSP)
- 二氧化硫 (SO2)

如何找到每天的陽光強度？

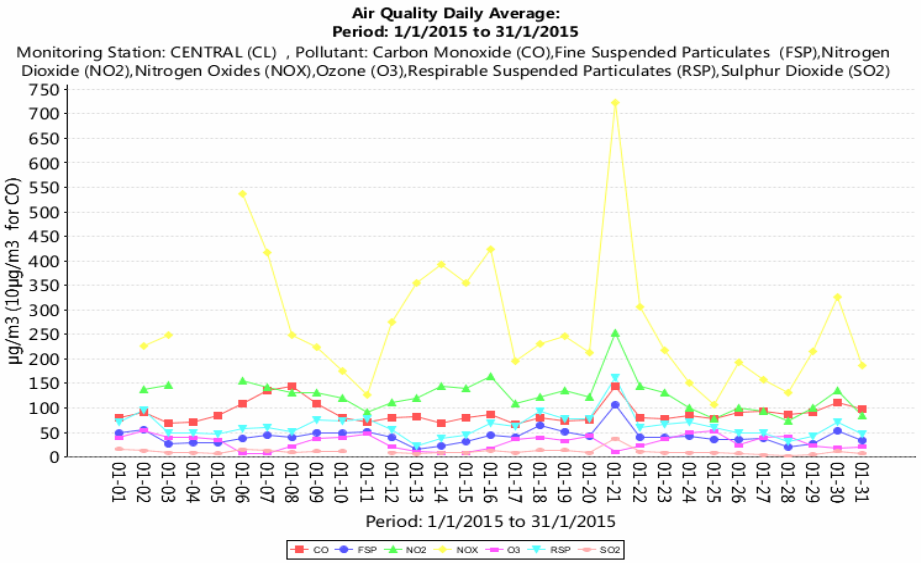
- 陽光的強度是直接與雲量有關
  - 天文台
- 其他空氣污染物數據則由環境保護署取得
  - 環境保護署

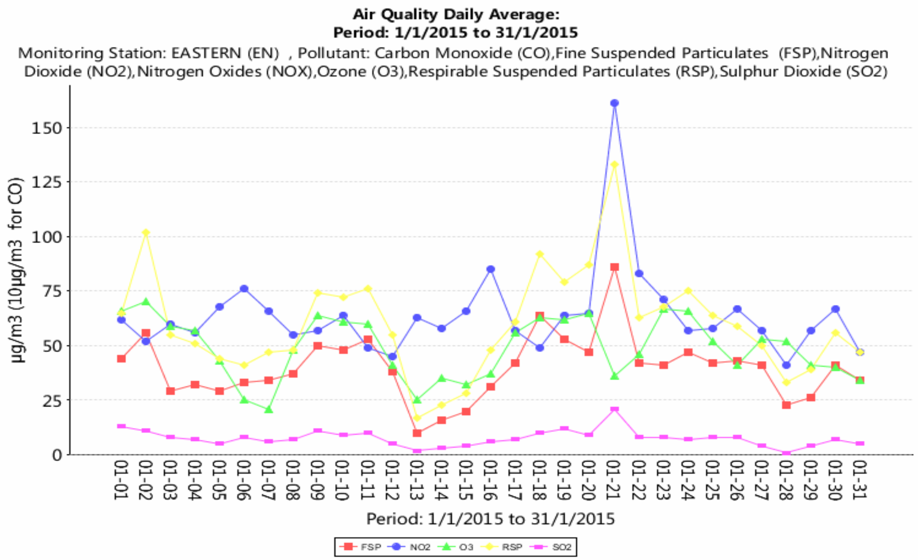
探究數據





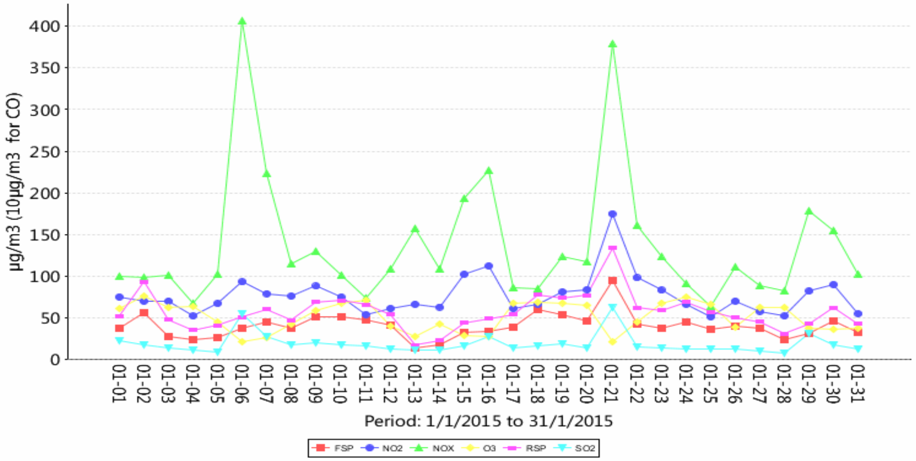
Remark: No available data for Carbon Monoxide (CO)





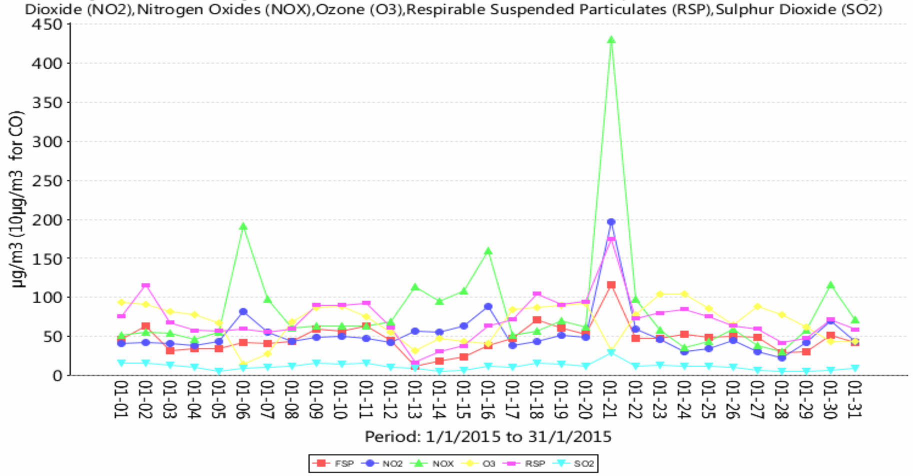
Remark: No available data for Carbon Monoxide (CO), Nitrogen Oxides (NOX)

Air Quality Daily Average:
Period: 1/1/2015 to 31/1/2015
Monitoring Station: KWAI CHUNG (KC) , Pollutant: Carbon Monoxide (CO),Fine Suspended Particulates (FSP),Nitrogen Dioxide (NO2),Nitrogen Oxides (NOX),Ozone (O3),Respirable Suspended Particulates (RSP),Sulphur Dioxide (SO2)



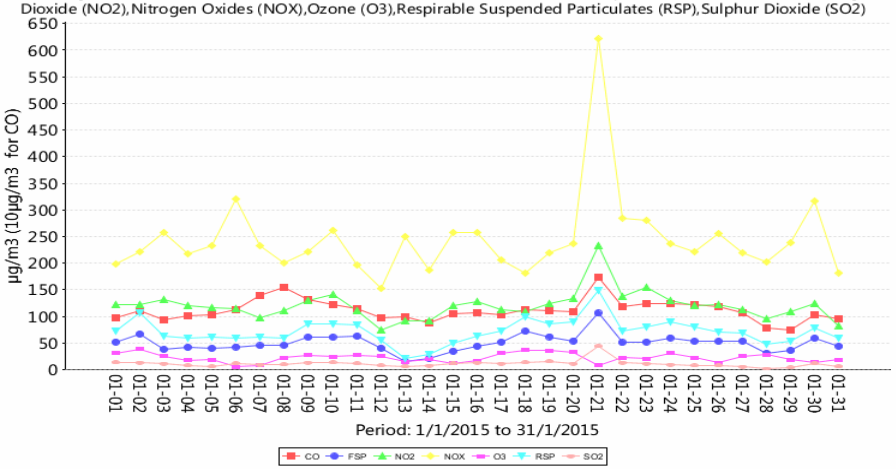
Remark: No available data for Carbon Monoxide (CO)

Air Quality Daily Average:
Period: 1/1/2015 to 31/1/2015
Monitoring Station: Kwun Tong (KT) , Pollutant: Carbon Monoxide (CO),Fine Suspended Particulates (FSP),Nitrogen Dioxide (NO2),Nitrogen Oxides (NOX),Ozone (O3),Respirable Suspended Particulates (RSP),Sulphur Dioxide (SO2)

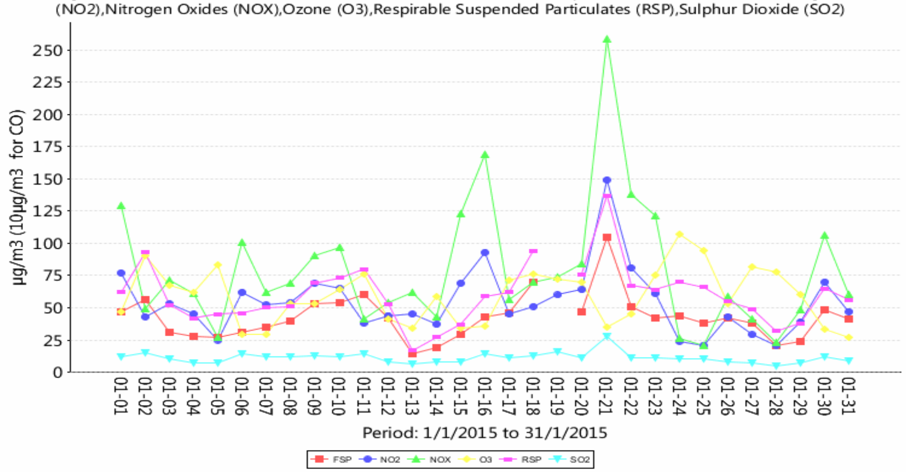


Remark: No available data for Carbon Monoxide (CO)

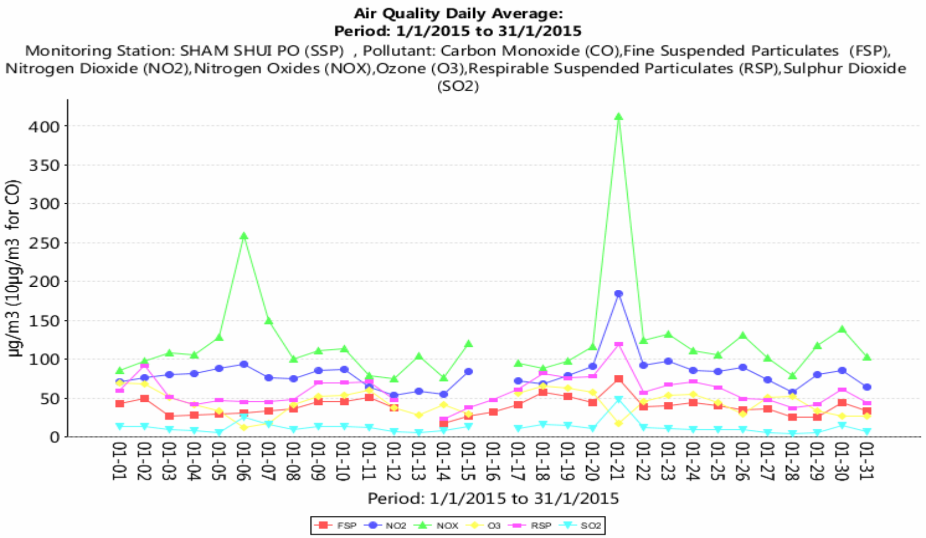
Air Quality Daily Average:
Period: 1/1/2015 to 31/1/2015
Monitoring Station: MONG KOK (MK) , Pollutant: Carbon Monoxide (CO),Fine Suspended Particulates (FSP),Nitrogen Dioxide (NO2),Nitrogen Oxides (NOX),Ozone (O3),Respirable Suspended Particulates (RSP),Sulphur Dioxide (SO2)



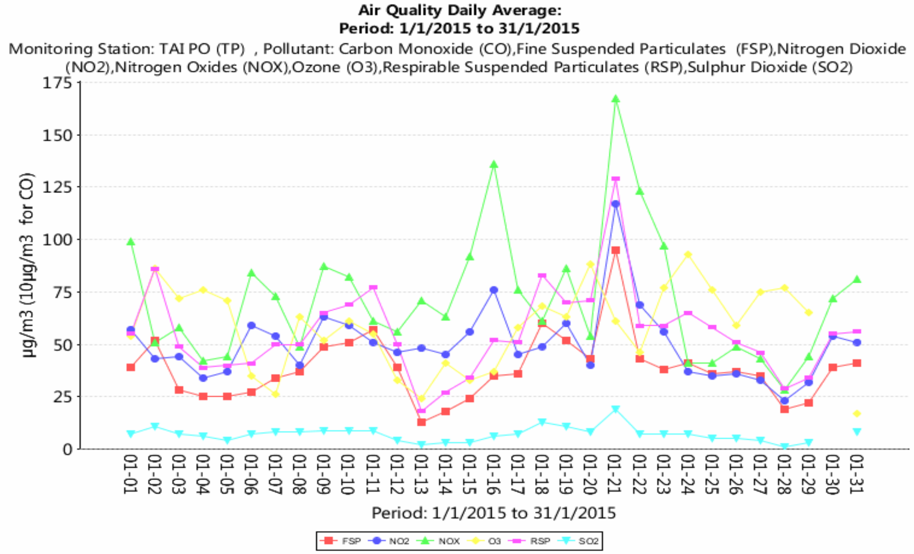
Air Quality Daily Average:
Period: 1/1/2015 to 31/1/2015
Monitoring Station: SHATIN (ST) , Pollutant: Carbon Monoxide (CO),Fine Suspended Particulates (FSP),Nitrogen Dioxide (NO2),Nitrogen Oxides (NOX),Ozone (O3),Respirable Suspended Particulates (RSP),Sulphur Dioxide (SO2)



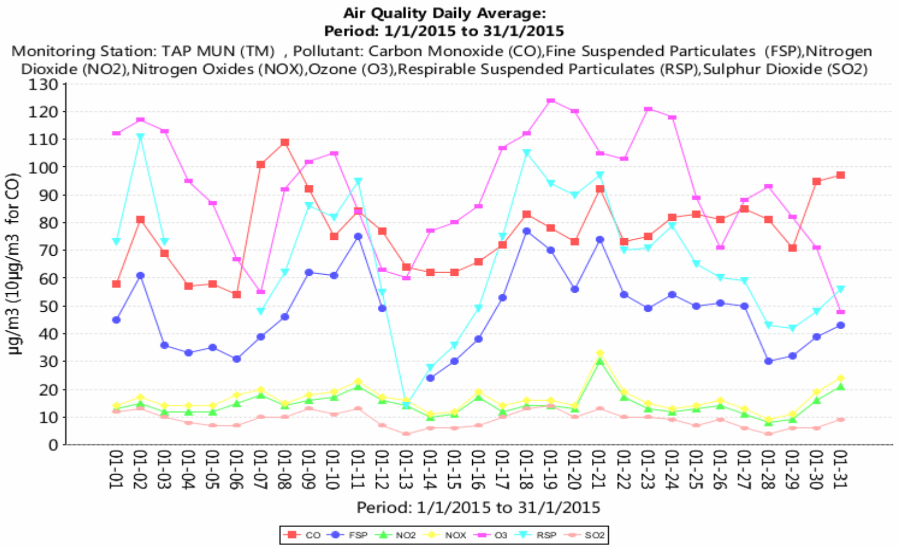
Remark: No available data for Carbon Monoxide (CO)

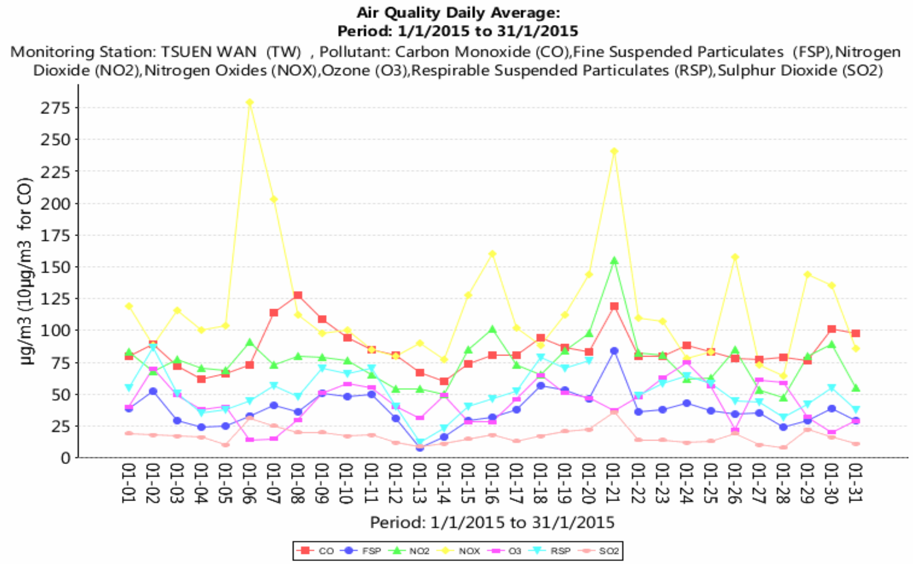


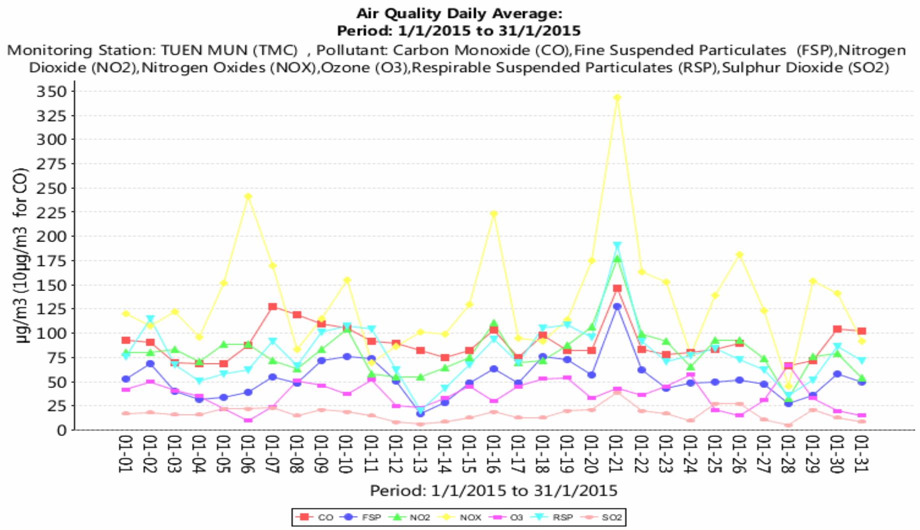
Remark: No available data for Carbon Monoxide (CO)

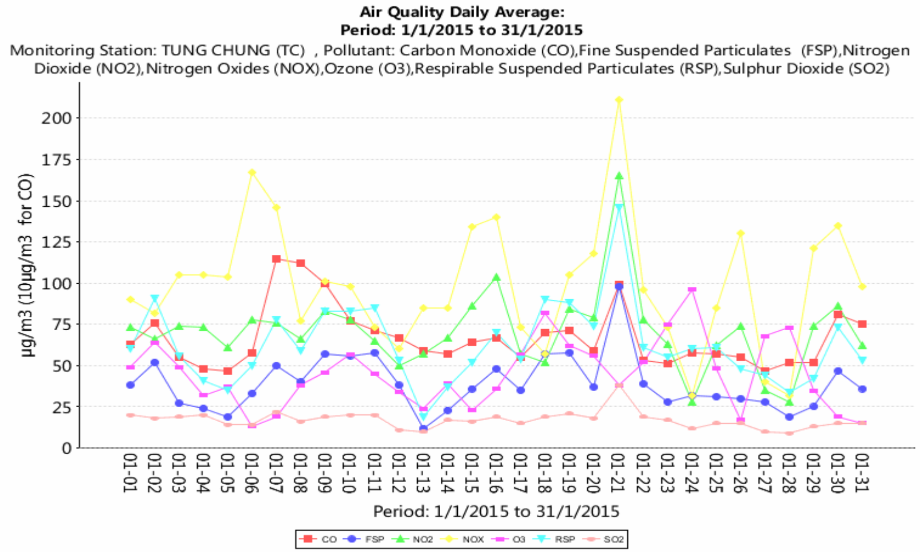


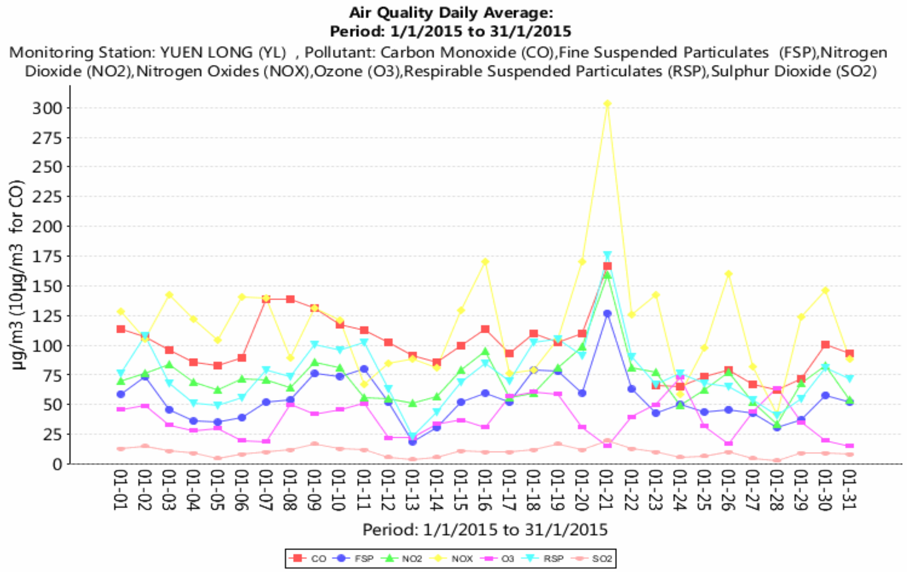
Remark: No available data for Carbon Monoxide (CO)

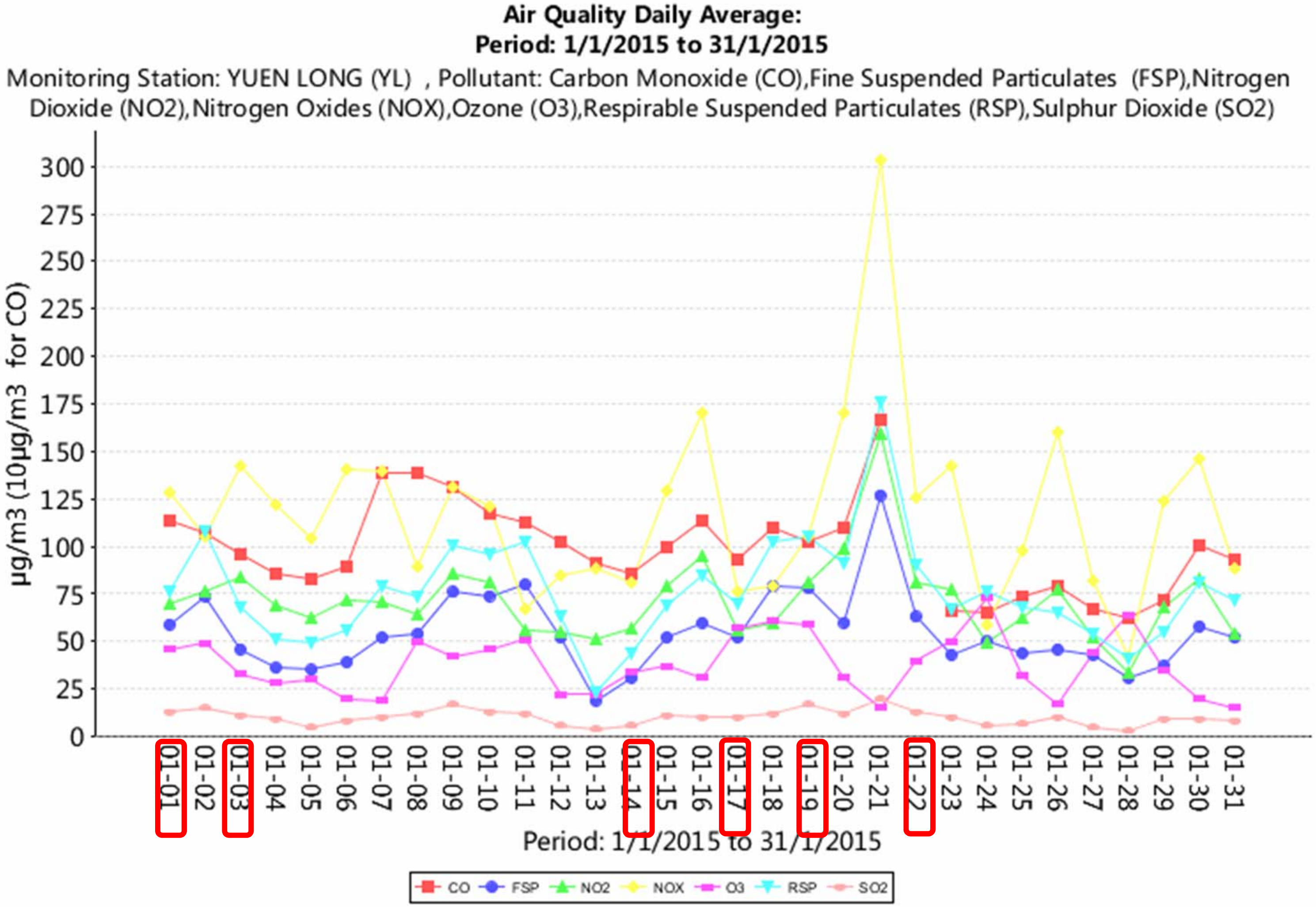





Air Quality Daily Average:
Period: 1/1/2015 to 31/1/2015
Monitoring Station: TUEN MUN (TMC) , Pollutant: Carbon Monoxide (CO),Fine Suspended Particulates (FSP),Nitrogen Dioxide (NO2),Nitrogen Oxides (NOX),Ozone (O3),Respirable Suspended Particulates (RSP),Sulphur Dioxide (SO2)
µg/m3 (10µg/m3 for CO)
Period: 1/1/2015 to 31/1/2015
CO FSP NO2 NOX O3 RSP SO2


Air Quality Daily Average:
Period: 1/1/2015 to 31/1/2015
Monitoring Station: TUNG CHUNG (TC) , Pollutant: Carbon Monoxide (CO),Fine Suspended Particulates (FSP),Nitrogen Dioxide (NO2),Nitrogen Oxides (NOX),Ozone (O3),Respirable Suspended Particulates (RSP),Sulphur Dioxide (SO2)
µg/m3 (10µg/m3 for CO)
Period: 1/1/2015 to 31/1/2015
CO FSP NO2 NOX O3 RSP SO2


Air Quality Daily Average:
Period: 1/1/2015 to 31/1/2015
Monitoring Station: YUEN LONG (YL) , Pollutant: Carbon Monoxide (CO),Fine Suspended Particulates (FSP),Nitrogen Dioxide (NO2),Nitrogen Oxides (NOX),Ozone (O3),Respirable Suspended Particulates (RSP),Sulphur Dioxide (SO2)
µg/m3 (10µg/m3 for CO)
Period: 1/1/2015 to 31/1/2015
CO FSP NO2 NOX O3 RSP SO2



Air Quality Daily Average:
Period: 1/1/2015 to 31/1/2015
Monitoring Station: YUEN LONG (YL) , Pollutant: Carbon Monoxide (CO),Fine Suspended Particulates (FSP),Nitrogen Dioxide (NO2),Nitrogen Oxides (NOX),Ozone (O3),Respirable Suspended Particulates (RSP),Sulphur Dioxide (SO2)
µg/m3 (10µg/m3 for CO)
300
275
250
225
200
175
150
125
100
75
50
25
0
01-01
01-02
01-03
01-04
01-05
01-06
01-07
01-08
01-09
01-10
01-11
01-12
01-13
01-14
01-15
01-16
01-17
01-18
01-19
01-20
01-21
01-22
01-23
01-24
01-25
01-26
01-27
01-28
01-29
01-30
01-31
Period: 1/1/2015 to 31/1/2015
CO
FSP
NO2
NOX
O3
RSP
SO2

各污染物與雲量的相關係數

2015-1

-0.04927	-0.08399	-0.38466	-0.23173	0.126058	-0.13335	-0.26989
CO	FSP	NO2	NOX	O3	RSP	SO2

2015-4

0.3499	-0.43211	-0.68397	-0.44705	-0.21448	-0.55441	-0.60282
CO	FSP	NO2	NOX	O3	RSP	SO2

2015-12

0.302885	-0.39247	-0.55107	-0.1165	-0.1922	-0.48891	-0.6526
CO	FSP	NO2	NOX	O3	RSP	SO2

降雨量對空氣污染物的影響

降雨量對哪些污染物影響最高？

- CO(一氧化碳)
- NOx(氮氧化物)
- NO2(二氧化氮)
- O3(臭氧)
- FSP(微細懸浮粒子)
- RSP(可吸入懸浮粒子)
- SO2 (二氧化硫)

哪些污染物的水溶性較高？

- CO(一氧化碳)
- NOx(氮氧化物)
- NO2(二氧化氮)
- O3(臭氧)
- FSP(微細懸浮粒子)
- RSP(可吸入懸浮粒子)
- SO2 (二氧化硫)

降雨量與空氣污染物的相關係數分析

1/2015

2	一月	Correl rainfall	-0.33947	-0.9244	0.121239	0.381565	-0.37077	-0.94891	-0.93187
4		Cloud	CO	FSP	NO2	NOX	O3	RSP	SO2
5	1	16	68	52	152	300	26	80	9
6	2	21	75	67	136	255	38	111	9
7	3	2	47	39	128	243	32	68	7
8	4	56	64	41	121	228	26	64	5
9	5	88	47	43	112	218	28	68	4
10	6	49	94	54	159	532	11	84	20
11	7	70	122	52	140	381	8	80	6
12	8	32	109	48	124	231	25	68	6
13	9	34	74	58	131	228	37	87	9
14	10	23	63	61	148	278	29	88	8
15	11	79	71	61	127	239	31	88	8
16	12	89	61	46	115	245	23	65	5
17	13	82	70	23	138	400	12	33	5
18	14	13	58	29	144	346	14	48	5
19	15	20	61	33	137	331	13	50	5
20	16	29	89	52	196	499	14	77	12
21	17	14	58	51	138	286	23	74	6
22	18	28	78	70	158	327	27	100	12
23	19	15	64	58	150	287	30	85	11
24	20	45	55	50	137	242	41	87	8
25	21	37	142	125	288	707	10	171	29
26	22	14	61	59	153	344	21	83	9
27	23	31	42	58	127	200	47	91	8
28	24	85	51	64	119	203	46	97	6
29	25	81	53	53	87	129	49	84	6
30	26	51	52	53	117	222	24	72	5
31	27	71	51	56	103	180	39	73	3
32	28	75	44	33	87	155	38	52	1
33	29	23	49	40	108	227	26	61	3
34	30	49	84	69	153	376	17	93	9
35	31	83	69	54	104	247	18	73	4

4/2015

2	四月	Correl rainfall	-0.17382	-0.69432	0.062277	0.310622	-0.23351	-0.80647	-0.17219
4		Cloud	CO	FSP	NO2	NOX	O3	RSP	SO2
5	1	80	112	31	91	241	7	45	1
6	2	80	115	28	88	224	11	41	2
7	3	82	105	26	71	175	16	39	2
8	4	74	124	27	95	247	10	39	1
9	5	38	104	30	70	144	N.A.	41	1
10	6	32	121	26	84	275	2	43	5
11	7	81	114	27	74	140	23	43	1
12	8	92	174	24	103	300	9	38	2
13	9	94	161	39	99	263	6	57	2
14	10	90	150	31	96	303	4	50	3
15	11	100	104	21	108	329	5	30	3
16	12	71	124	38	150	373	5	52	9
17	13	9	111	66	223	474	11	95	14
18	14	9	62	34	167	308	30	71	11
19	15	15	57	35	202	370	24	66	15
20	16	25	62	36	195	386	17	60	14
21	17	52	44	29	144	272	17	48	6
22	18	88	48	32	86	204	9	50	4
23	19	88	43	25	60	134	16	41	3
24	20	88	68	35	101	266	7	56	6
25	21	81	118	30	111	241	13	48	6
26	22	81	64	37	93	152	37	60	5
27	23	88	58	43	130	231	42	69	9
28	24	48	78	58	163	309	26	91	14
29	25	52	45	44	112	170	46	70	8
30	26	59	33	34	100	153	50	62	7
31	27	27	46	38	131	266	31	63	10
32	28	58	49	30	115	316	4	48	21
33	29	66	53	31	109	329	2	49	15
34	30	41	55	33	122	350	3	51	18

12/2015

2	十二月	Correl rainfall	-0.20629	-0.33562	0.04768	0.47402	-0.03648	-0.36066	0.0697
4		Cloud	CO	FSP	NO2	NOX	O3	RSP	SO2
5	1	85	44	38	98	176	30	55	7
6	2	69	50	34	87	153	27	53	6
7	3	93	77	N.A.	86	261	5	N.A.	8
8	4	88	70	N.A.	82	238	8	N.A.	8
9	5	91	57	32	81	237	18	52	8
10	6	91	82	18	93	283	5	27	8
11	7	86	71	28	100	350	6	41	10
12	8	90	65	29	100	306	7	40	9
13	9	95	68	25	92	331	8	32	9
14	10	80	85	36	117	444	3	46	13
15	11	72	50	24	97	269	9	36	8
16	12	88	43	35	81	152	25	54	5
17	13	83	48	37	77	142	31	56	5
18	14	84	92	40	115	365	13	59	10
19	15	70	83	34	109	328	4	47	10
20	16	11	62	63	112	261	18	87	14
21	17	25	36	32	115	301	21	54	15
22	18	11	49	41	116	290	14	63	14
23	19	71	63	47	126	327	12	71	12
24	20	88	55	43	97	219	14	59	9
25	21	87	36	27	81	186	18	36	6
26	22	88	42	35	69	156	20	49	6
27	23	79	77	57	95	257	8	75	8
28	24	70	80	49	103	369	6	66	10
29	25	89	110	28	93	276	4	38	10
30	26	87	98	38	94	280	10	52	11
31	27	90	114	43	84	277	7	59	10
32	28	85	82	23	80	240	8	34	8
33	29	78	54	38	94	197	26	57	7
34	30	86	82	55	86	220	16	73	8
35	31	66	71	49	85	205	18	65	7

你觀察到甚麼？

1/2015

一月	Correl rainfall	-0.33947	-0.9244	0.121239	0.381565	-0.37077	-0.94891	-0.93187
		CO	FSP	NO2	NOX	O3	RSP	SO2

4/2015

四月	Correl rainfall	-0.17382	-0.69432	0.062277	0.310622	-0.23351	-0.80647	-0.17219
		CO	FSP	NO2	NOX	O3	RSP	SO2

12/2015

十二月	Correl rainfall	-0.20629	-0.33562	0.04768	0.47402	-0.03648	-0.36066	0.0697
		CO	FSP	NO2	NOX	O3	RSP	SO2

你觀察到甚麼？

1/2015

一月	Correl rainfall						
		-0.33947	-0.9244	0.121239	0.381565	-0.37077	-0.94891	-0.93187
		CO	FSP	NO2	NOX	O3	RSP	SO2

4/2015

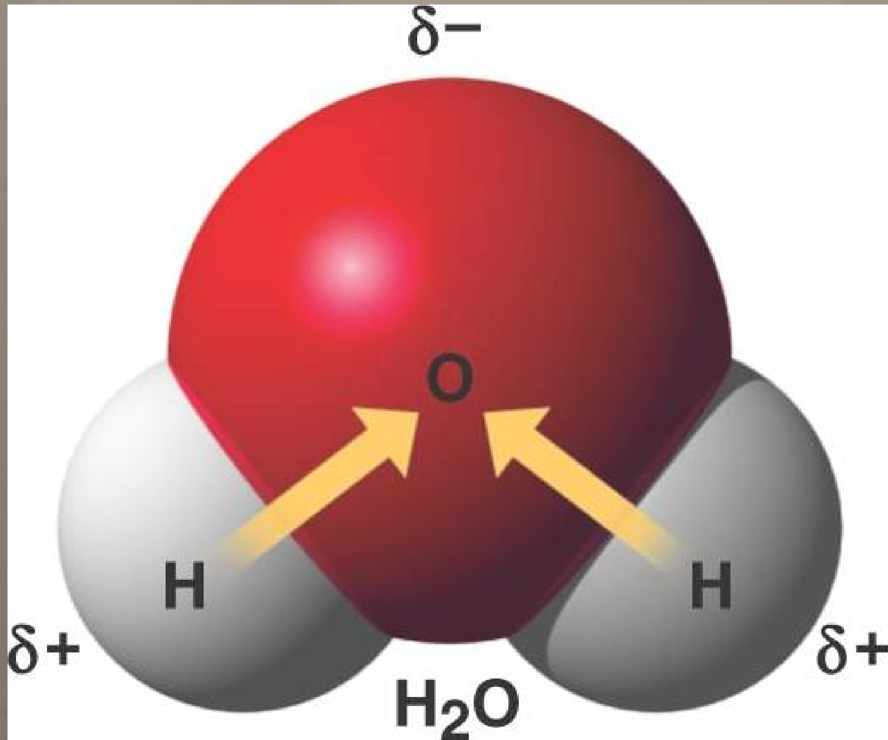
四月	Correl rainfall						
		-0.17382	-0.69432	0.062277	0.310622	-0.23351	-0.80647	-0.17219
		CO	FSP	NO2	NOX	O3	RSP	SO2

12/2015

十二月	Correl rainfall						
		-0.20629	-0.33562	0.04768	0.47402	-0.03648	-0.36066	0.0697
		CO	FSP	NO2	NOX	O3	RSP	SO2

水分子H2O的結構

- 氧原子吸引電子的能力比氫原子高
- 導致H2O帶極性，因此能黏著塵埃



我們的發現

1. 在熱帶氣旋襲港前後期間，空氣污染有數天的峰值出現，而不是一面倒的把污染物吹散或困著
2. 在陽光普照（較少雲）的日子，污染較高，尤其是二氧化氮（ＮＯ２）空氣
3. 在下雨的日子，空氣污染較低，微細懸浮粒子（ＦＰＳ）和可吸入懸浮粒子（ＲＰＳ）特別少

一些建議

- 有關部門可就這些發現再作深入研究
- 如加入更多的統計數據和動態模型分析等，強化預測能力
- 改善現時的空氣污染預警


謝謝！

香港四邑商工總會黃棣珊紀念中學
數學跨學科研究報告
空氣污染

重建的污染——觀塘

指導老師：徐崑玉老師

組員名單：歐嘉雯　陳煒棋

張艷芬　劉穎彤

吳煜榮　殷詩晴

引言

- 現時香港的空氣質量正不斷改善，但觀塘區的污染問題卻愈來愈嚴重
- 有不少報章也曾報導此問題是由於近年的觀塘區重建計劃所導致的
- 有居民表示每當經過裕民坊地盤都會覺得呼吸困難
- 本報告將探討重建工程與空氣污染物的關係，以及污染物如何影響人體健康。

相關內容

觀塘今年錄得空氣質素健康指數達7或以上的時數為344小時，有環團估計污染源主要來自重建工程及汽車。（林宇翔攝）

各區污染時數（小時）*

監測站	2015年#	2014年^	升跌
觀塘	48	24	↑
東涌	47	56	↓
屯門	40	55	↓
中西區	32	16	↑
元朗	31	52	↓
深水埗	26	30	↓
葵涌	26	39	↓
東區	22	8	↑
荃灣	21	31	↓
沙田	19	23	↓
大埔	17	10	↑
塔門	9	12	↓
總時數	338	356	↓

*一般監測站空氣質素健康指數達10或10+的時數

檢視相片

【經濟日報專訊】本港今年空氣質素健康指數（AQHI）共錄得338小時達10或10+的「爆燈」水平，較去年減5%，但觀塘的爆燈時數升一倍達48小時，首度成為污染重災區之首。

有環團估計，觀塘空氣污染源主要來自重建工程及汽車。環保署則指是受風向影響。

居於觀塘曉光街逾10年的馮先生，曾經「爆肺」，對空氣污染物特別敏感。他說每天上班必經裕民坊重建地盤，認為自從展開重建後，觀塘的空氣比以往更差。「觀塘原本就是交通匯點，空氣已經有很多塵。重建拆卸建築物期間，情況更嚴重。我在等車時，呼吸也辛苦了！」

大埔東區中西區 污染時數增

綠色力量分析環保署截至上月26日的數據發現，本港12個一般監察站的AQHI達10或10+的時數（即達甚高或嚴重健康風險級別）較去年減少18小時。

然而，觀塘、中西區、東區及大埔的污染時數卻不減反增，其中觀塘區更登上最污染地區「榜首」，反而去年3大污染

圖一（資料來源：雅虎香港）

觀塘市中心項目

- 觀塘市中心項目是一個龐大的重建計劃，其目的是為了重修建築物，改善衛生情況
- 項目分為5個發展區（見圖一）
  - 第一個發展區（舊月華街巴士總站）
  - 第二及第三個發展區（裕民坊及物華街一帶）
  - 第四個發展區（裕民坊臨時巴士總站及同仁街臨時小販市場一帶）
  - 第五個發展區（裕民坊舊樓宇區）

圖二（資料來源：市區重建局）

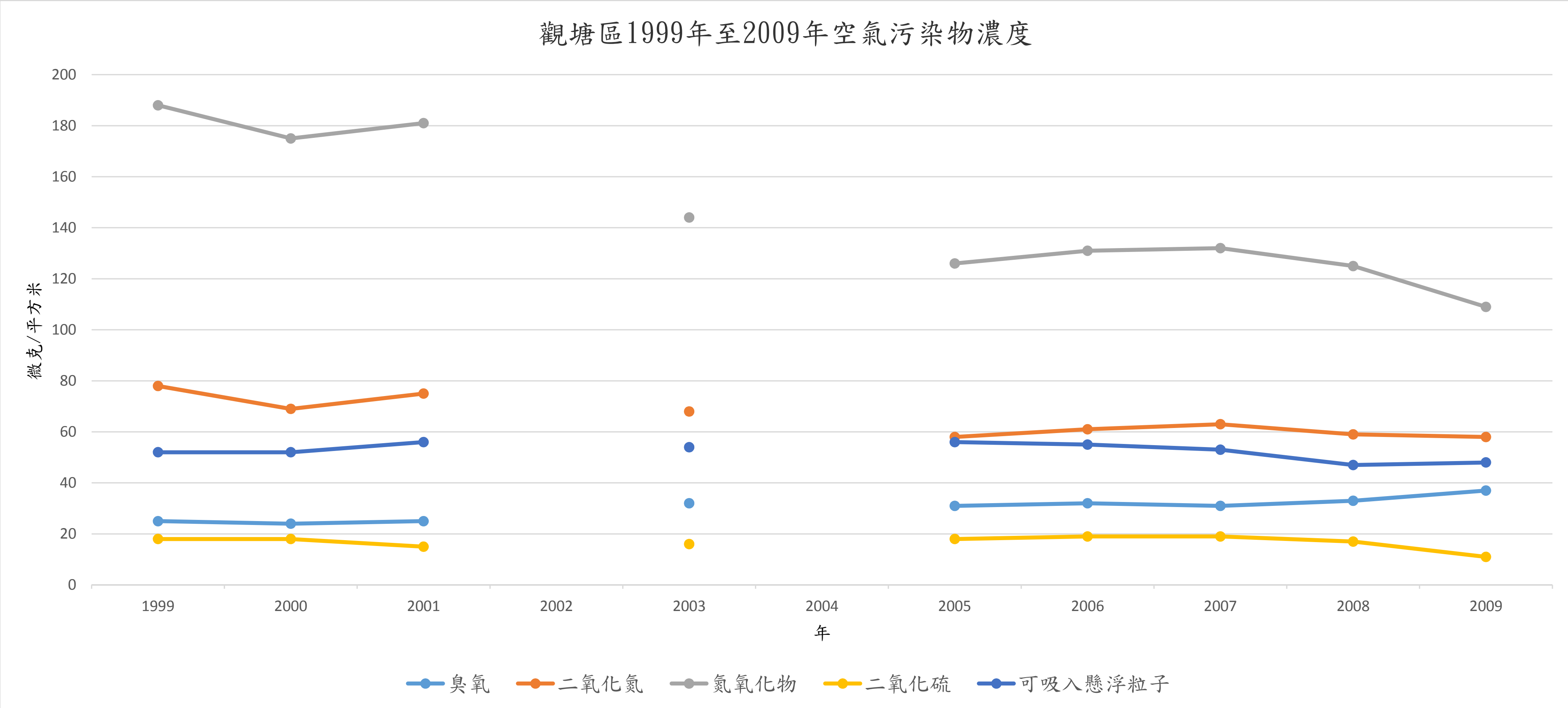
觀塘市中心項目

- 2006年開始進行諮詢
- 2007年向城規會提交藍圖
- 2008年開始收購樓宇工作
- 2009年1月23日敲定重建藍圖
- 2010年開展第一個發展區探土及開挖工程
- 2012年1月底第一個發展區完成開挖工程
- 2013年第二個發展區開始拆卸重建
- 2014年10月已完成第一個發展區
- 2015年至今正進行第二、三期發展區的重建工程

重建前

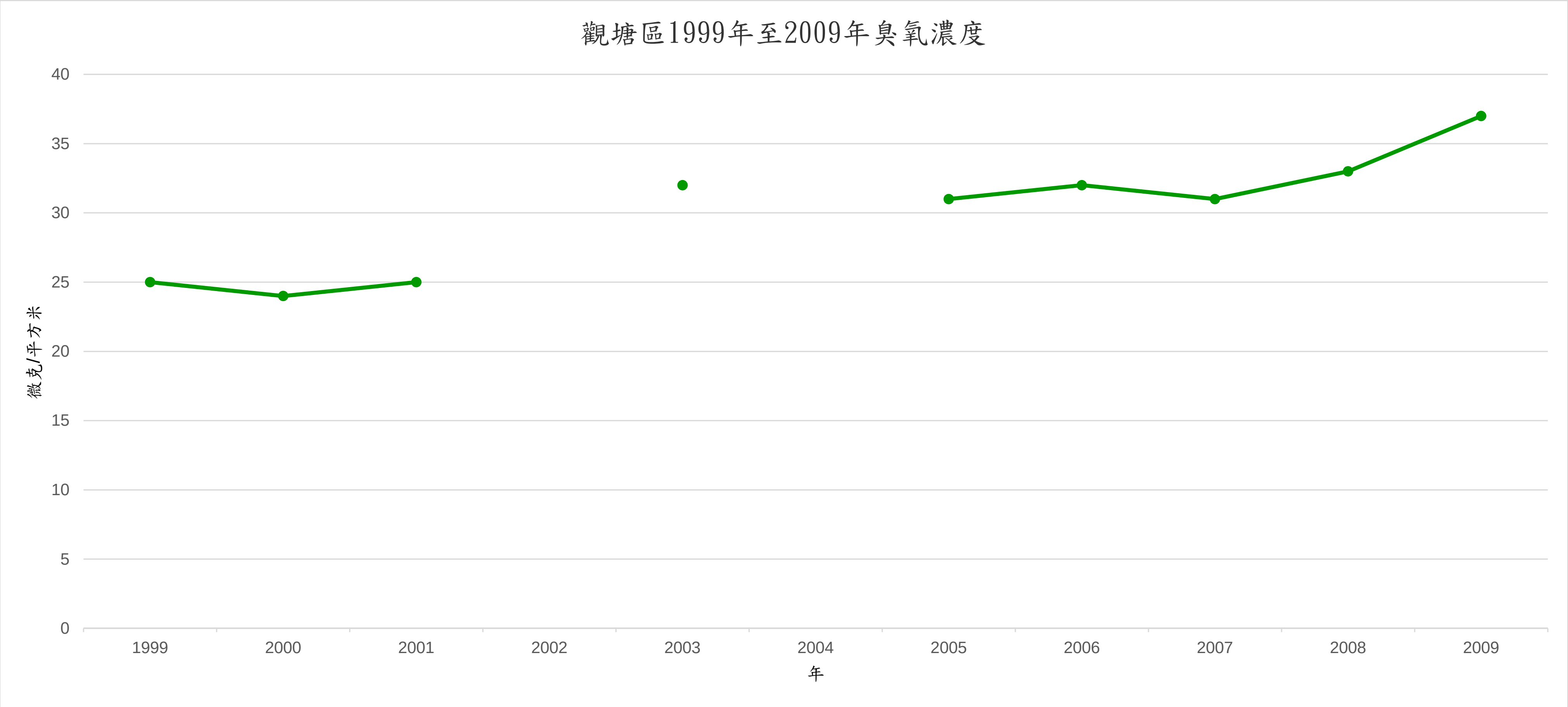
- 觀塘市中心項目由1998年被發展商探討
- 因此，我們將1999年至2009年定為重建前的時段
- 1999至2006年期間，二氧化氮、氮氧化物、可吸入懸浮粒子、二氧化硫四種污染物均有持續下降的趨勢
- 臭氧則有持續上升的趨勢

重建前污染物



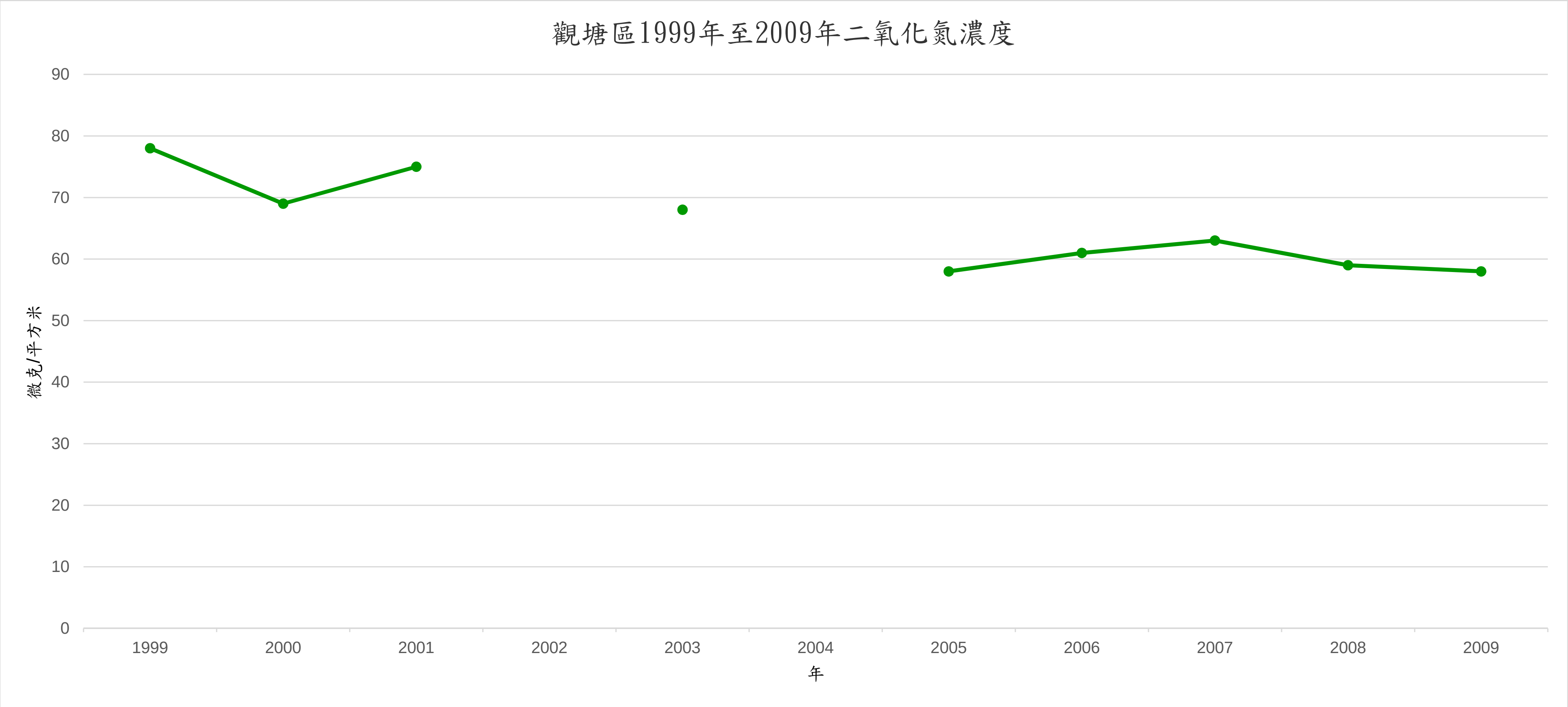
圖三（資料來源：市區重建局）

臭氧濃度（重建前）



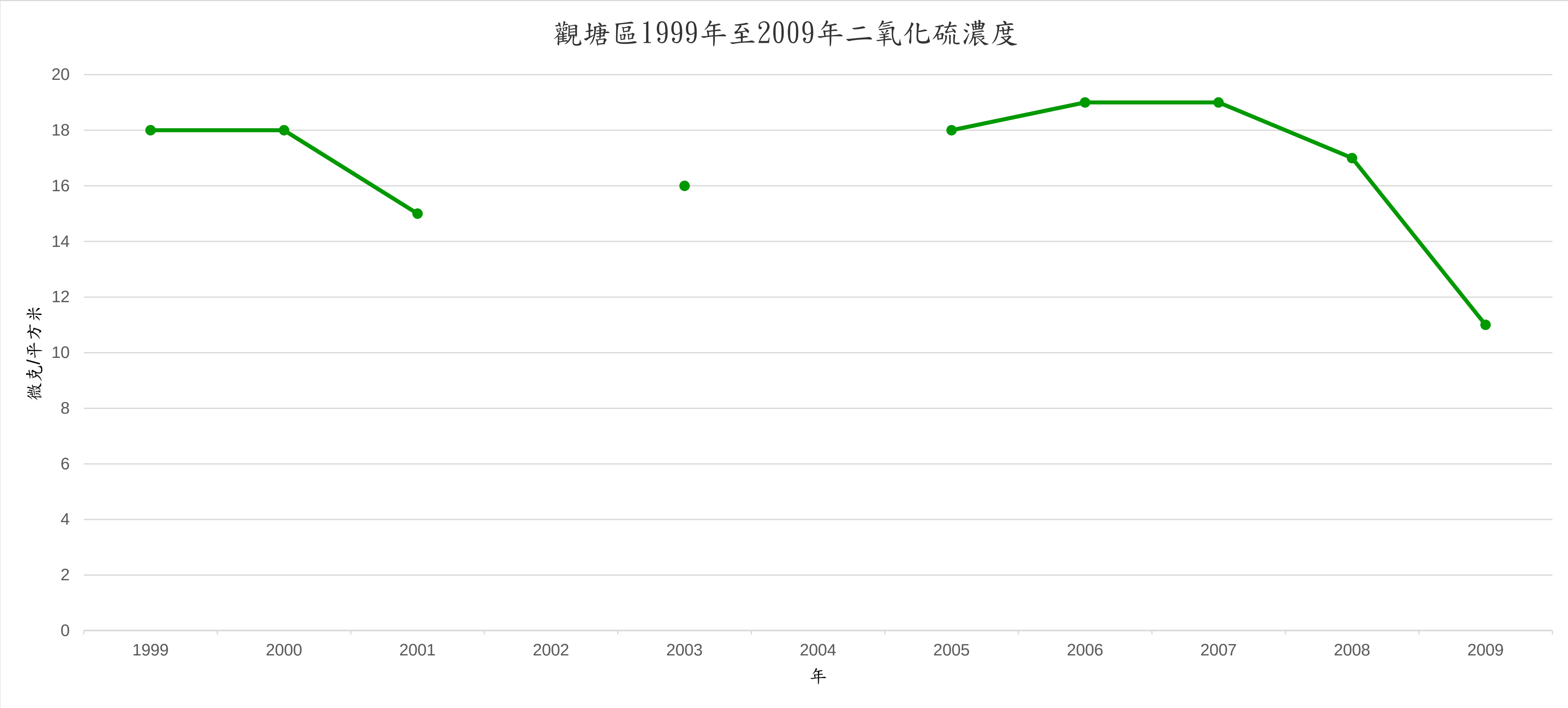
圖四（資料來源：市區重建局）

二氧化氮濃度（重建前）



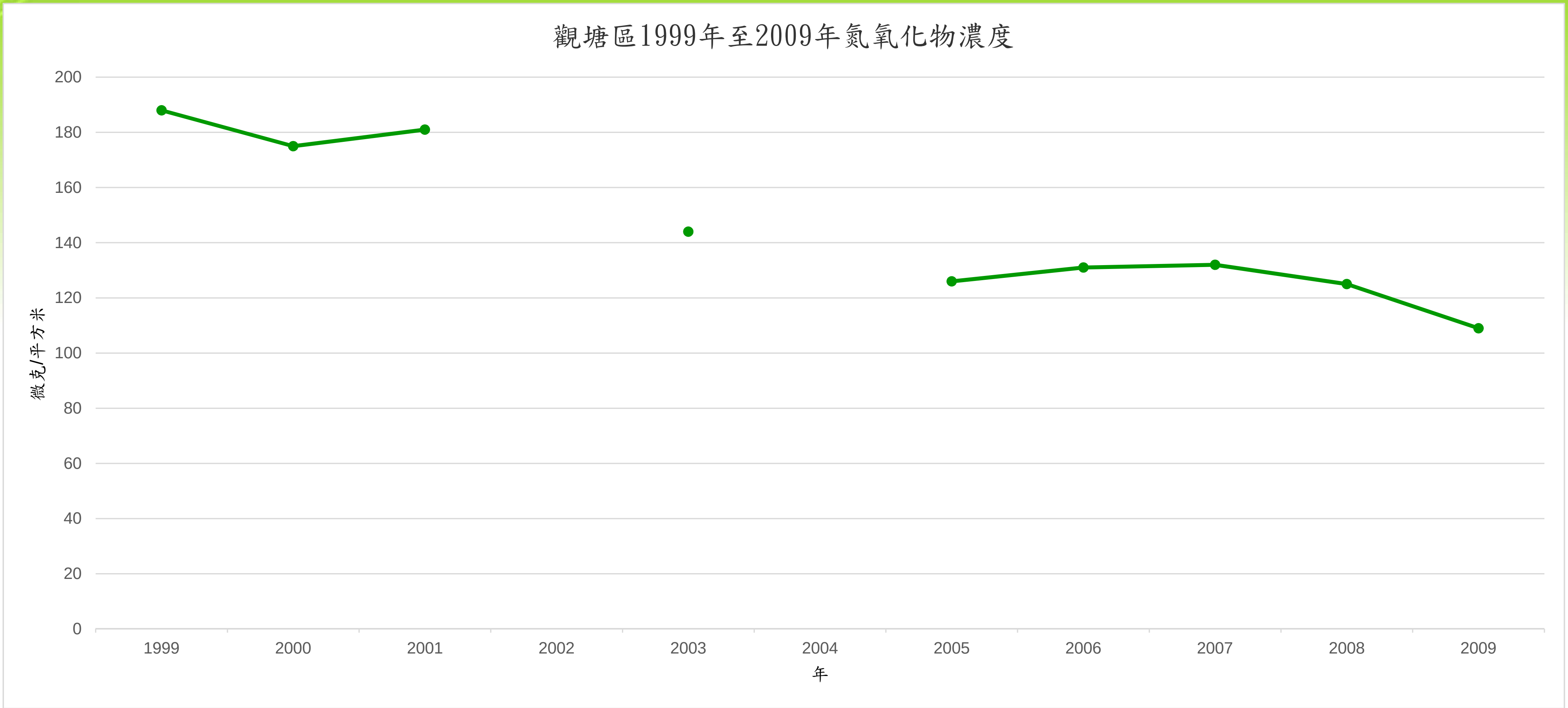
圖五（資料來源：市區重建局）

二氧化硫濃度（重建前）



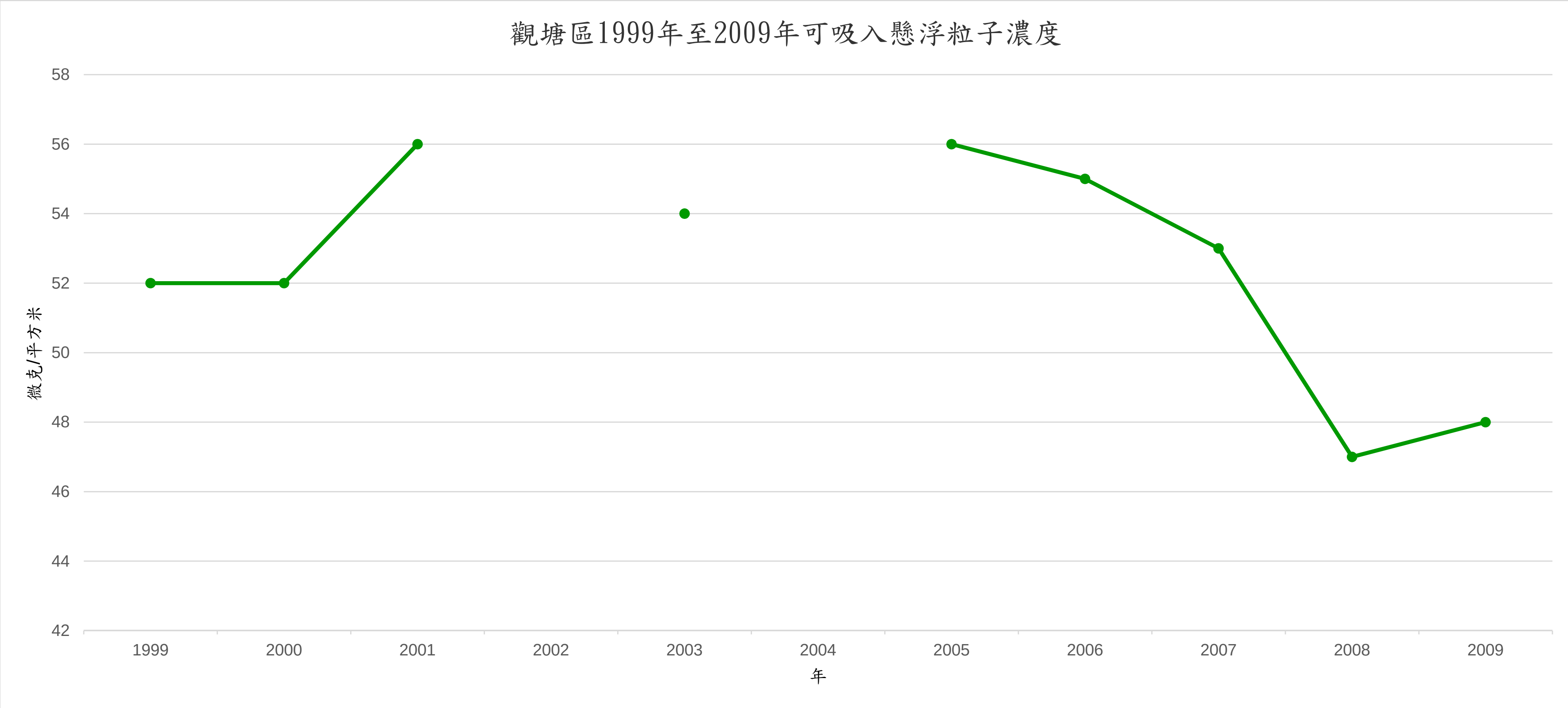
圖六（資料來源：市區重建局）

氮氧化物濃度（重建前）



圖七（資料來源：市區重建局）

可吸入懸浮粒子濃度（重建前）

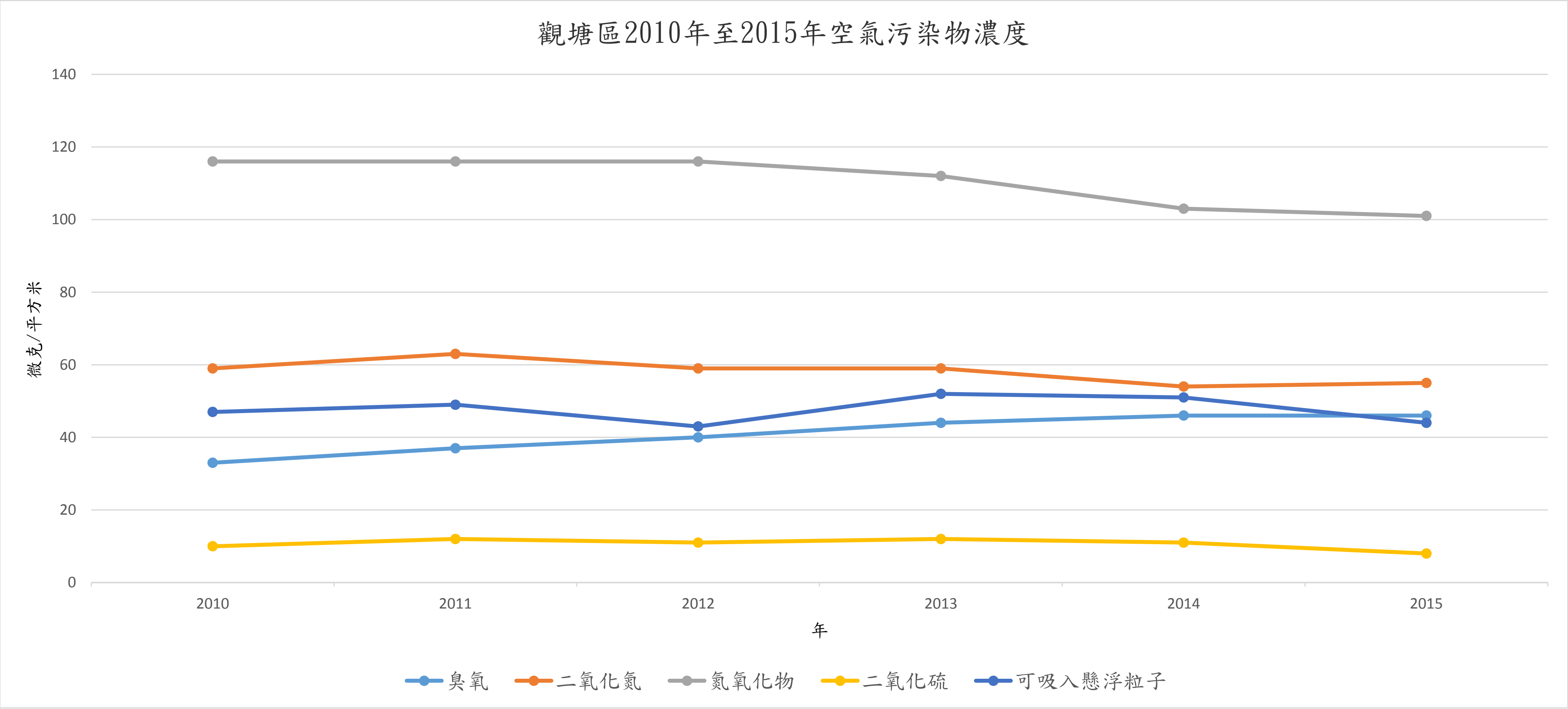


圖八（資料來源：市區重建局）

第一、二期重建工程

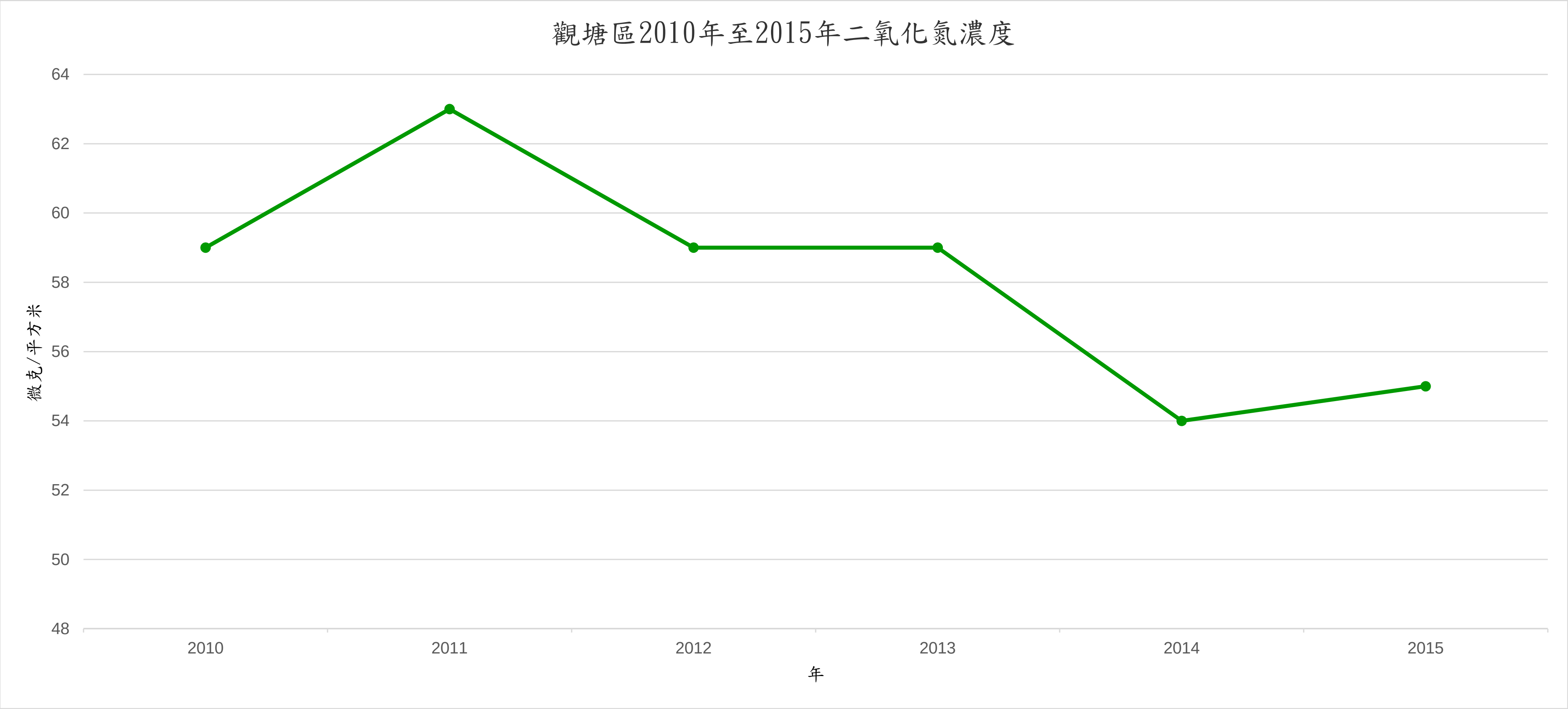
- 這個時段分為三個部份
  - 第一個發展區探土，開挖及拆卸工程（2010年至2012年）
  - 第一個發展區興建工程（2012年至2014年）
  - 第二期重建工程的時段（2013年至今）

重建中污染物



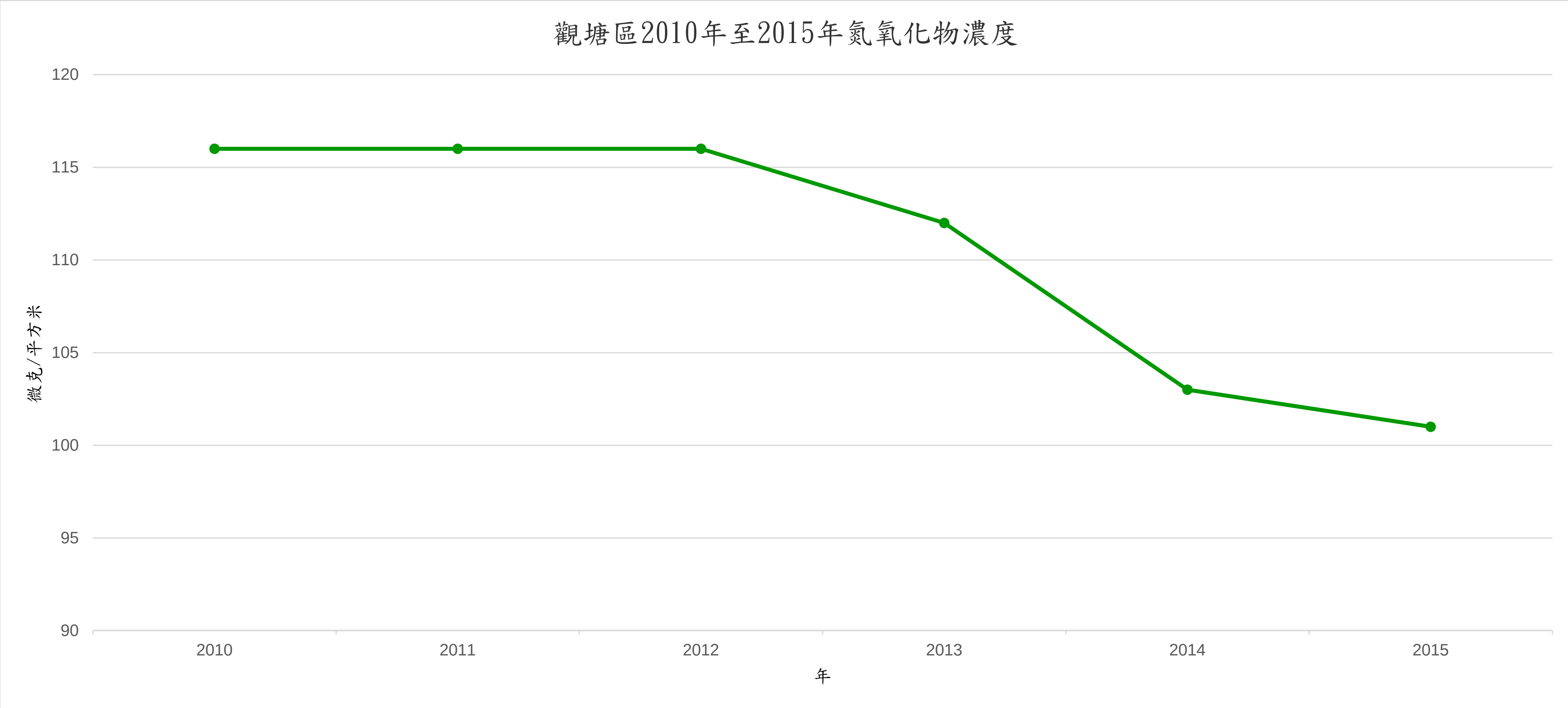
圖九（資料來源：市區重建局）

二氧化氮濃度（重建中）



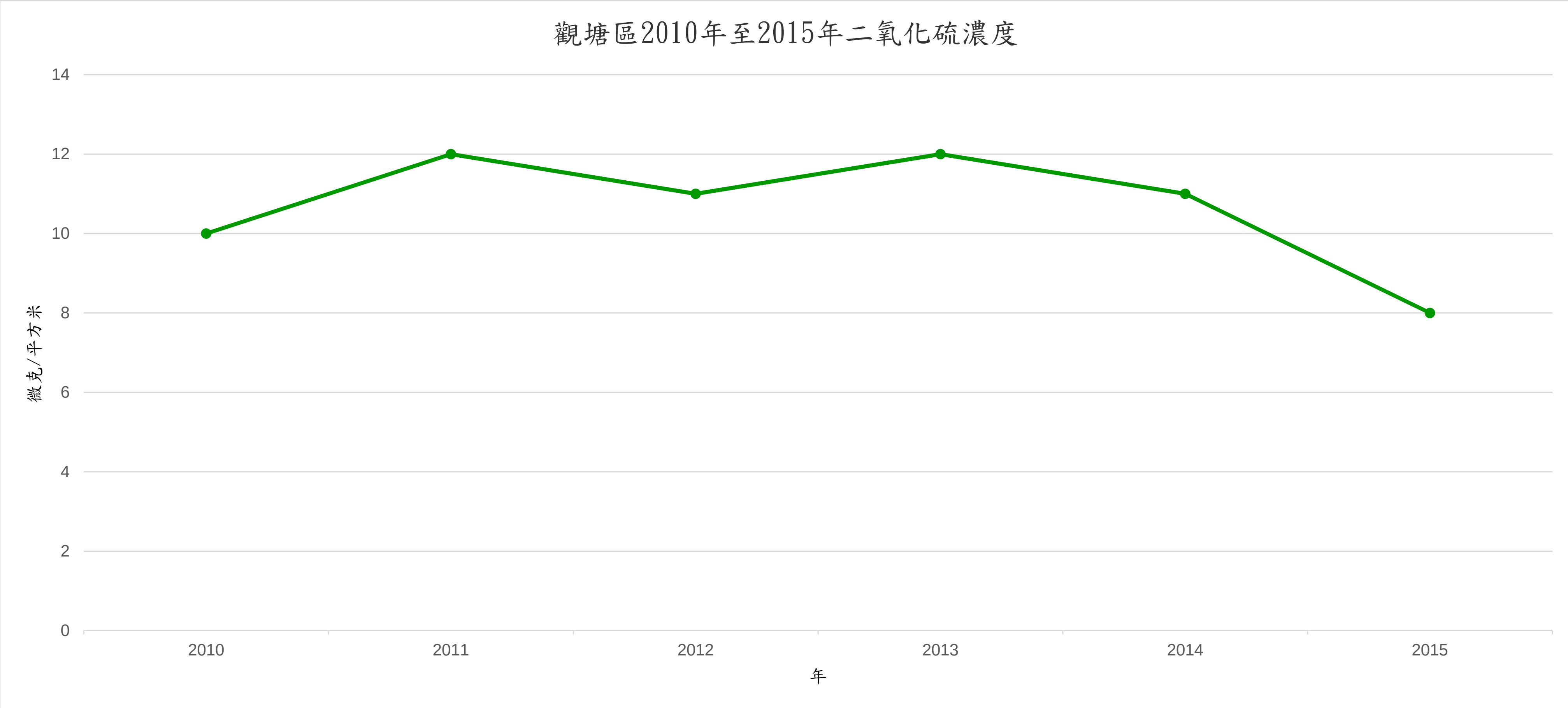
圖十（資料來源：市區重建局）

氮氧化物濃度（重建中）



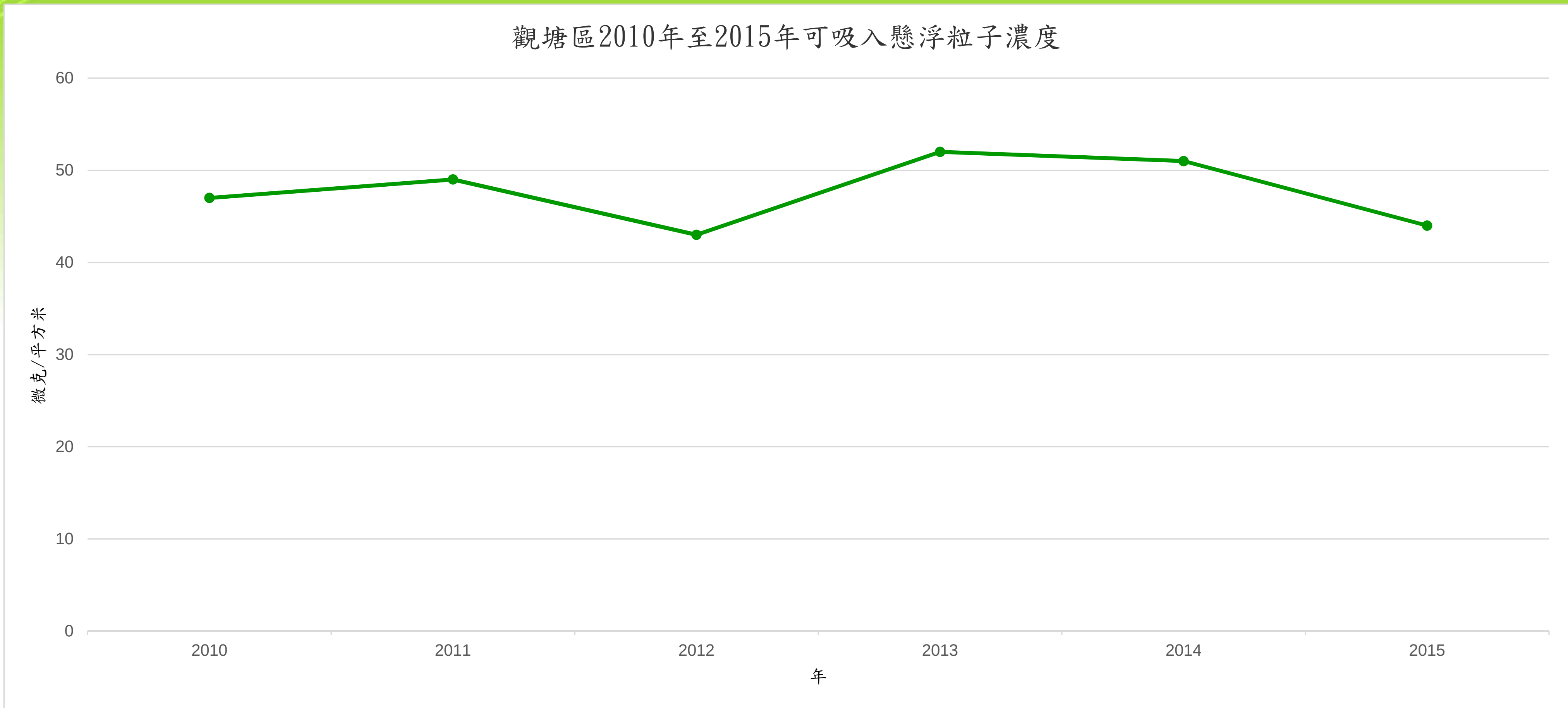
圖十一（資料來源：市區重建局）

二氧化硫濃度（重建中）



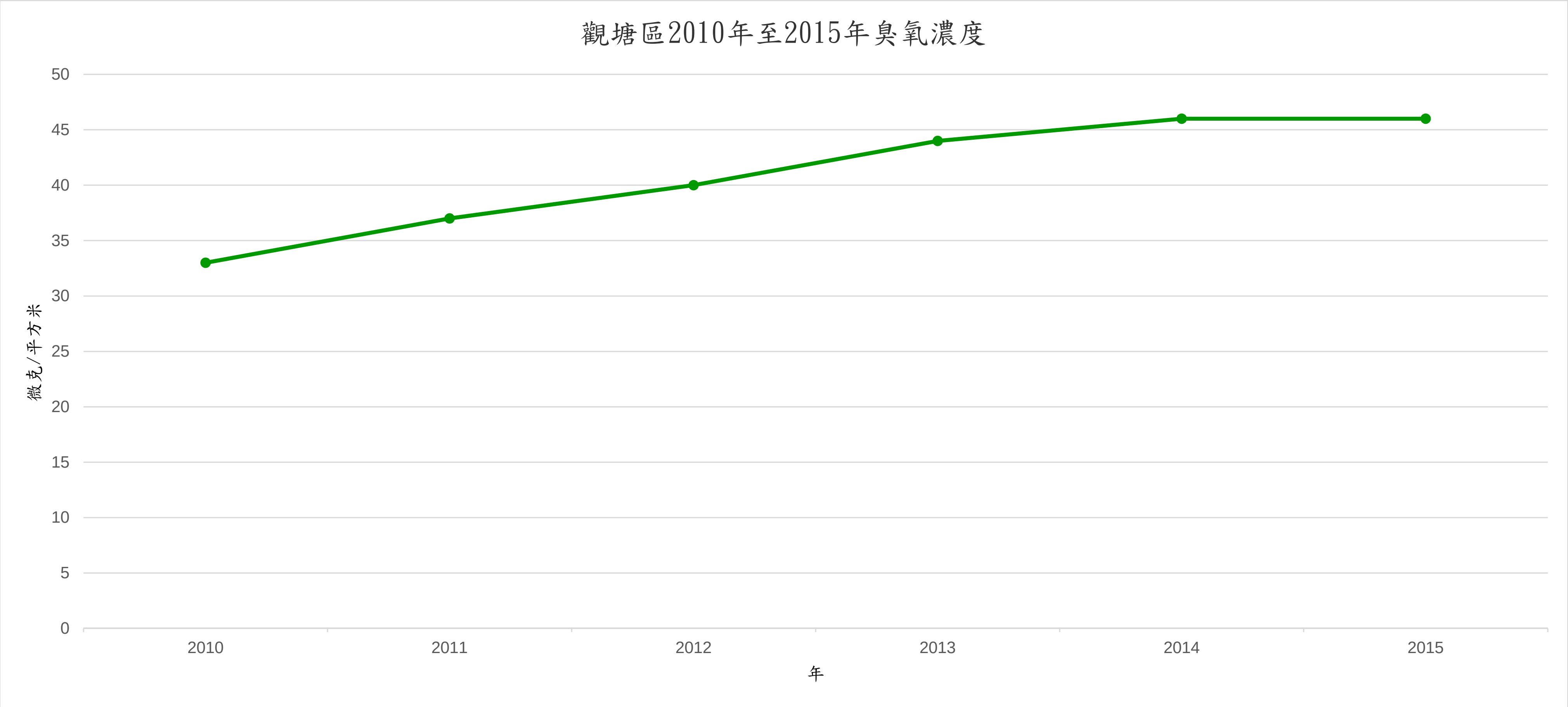
圖十二（資料來源：市區重建局）

可吸入懸浮粒子（重建中）



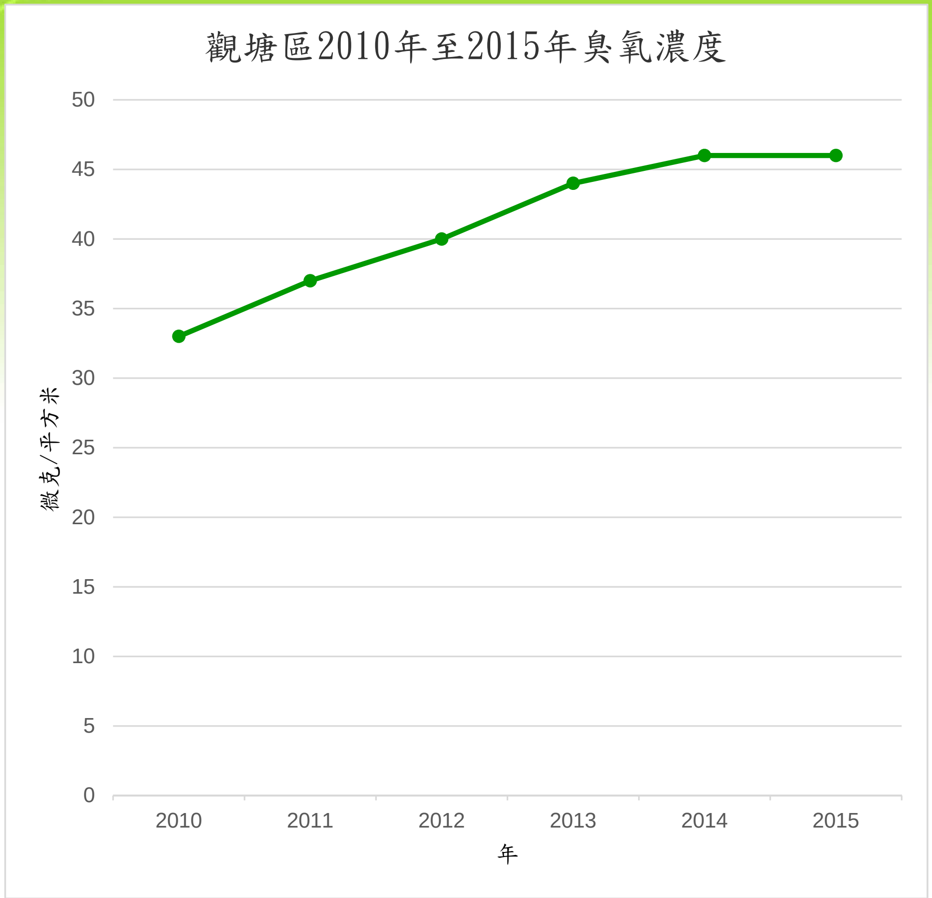
圖十三（資料來源：市區重建局）

臭氧濃度（重建中）

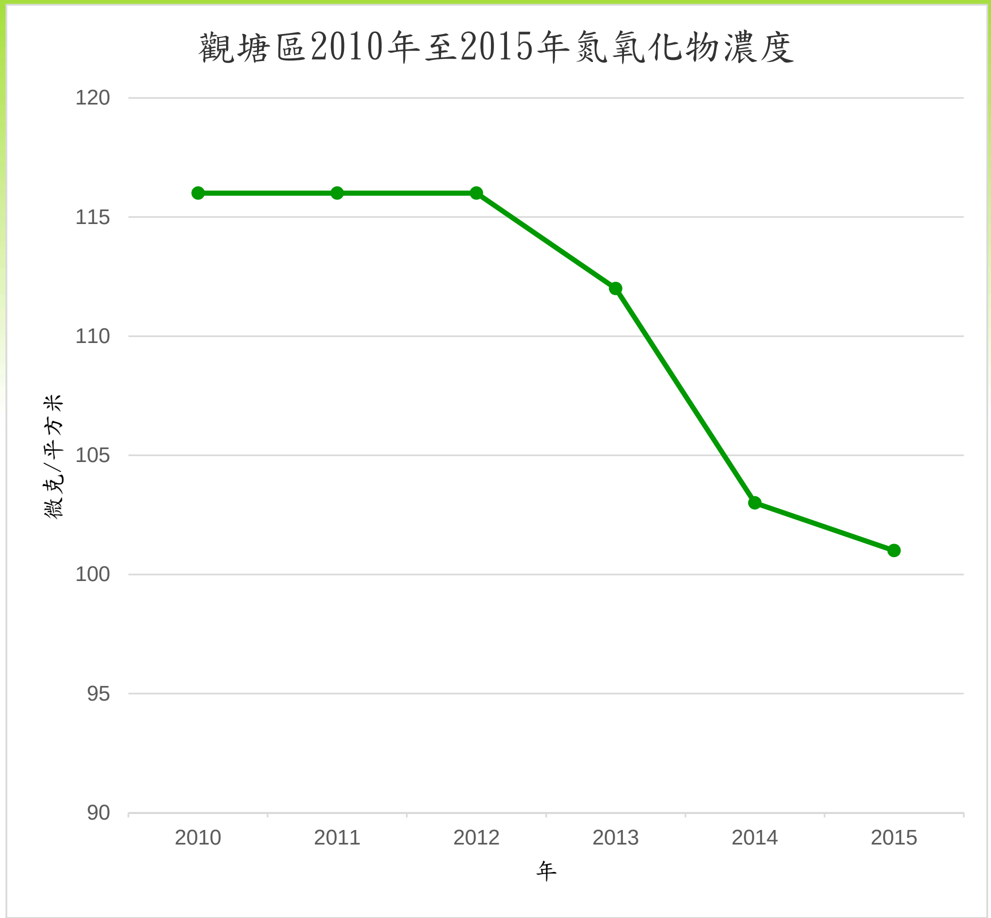


圖十四（資料來源：市區重建局）

臭氧濃度、氮氧化物濃度



圖十五（資料來源：市區重建局）

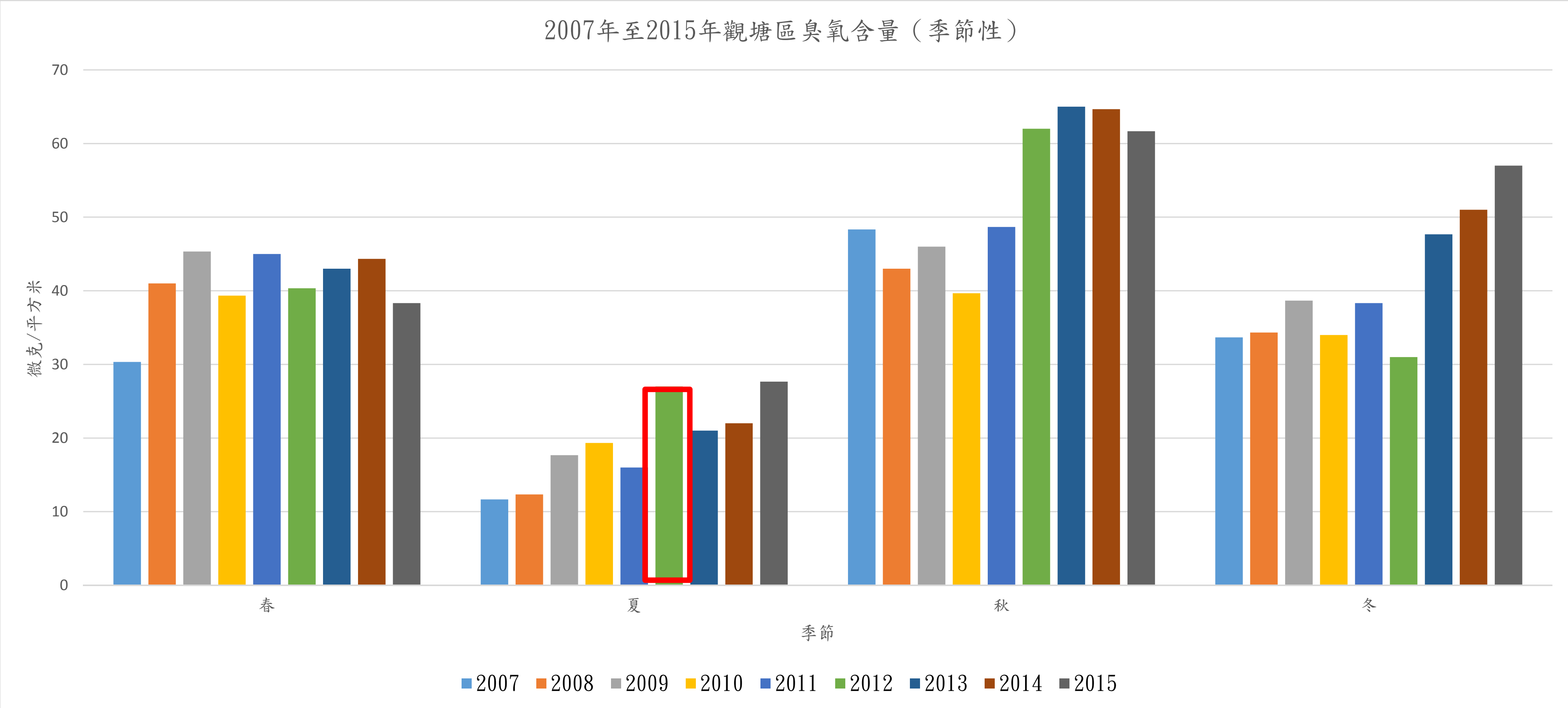


圖十六（資料來源：市區重建局）

政府的政策對污染物的影響

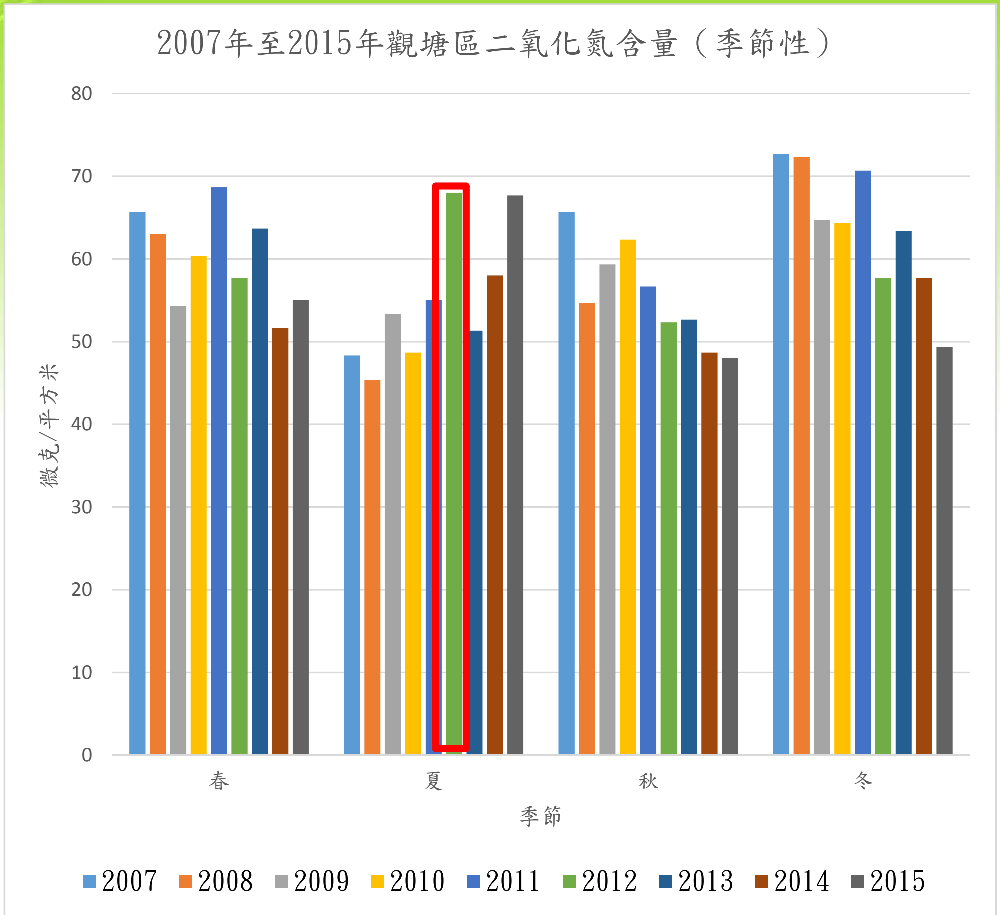
- 政府在2010年至2013年推出了更換歐盟ＩＩ期柴油商業車輛為新商業車輛資助計劃，藉此改善香港的空氣質量
- 因此，2012年的多種污染物均呈下降趨勢

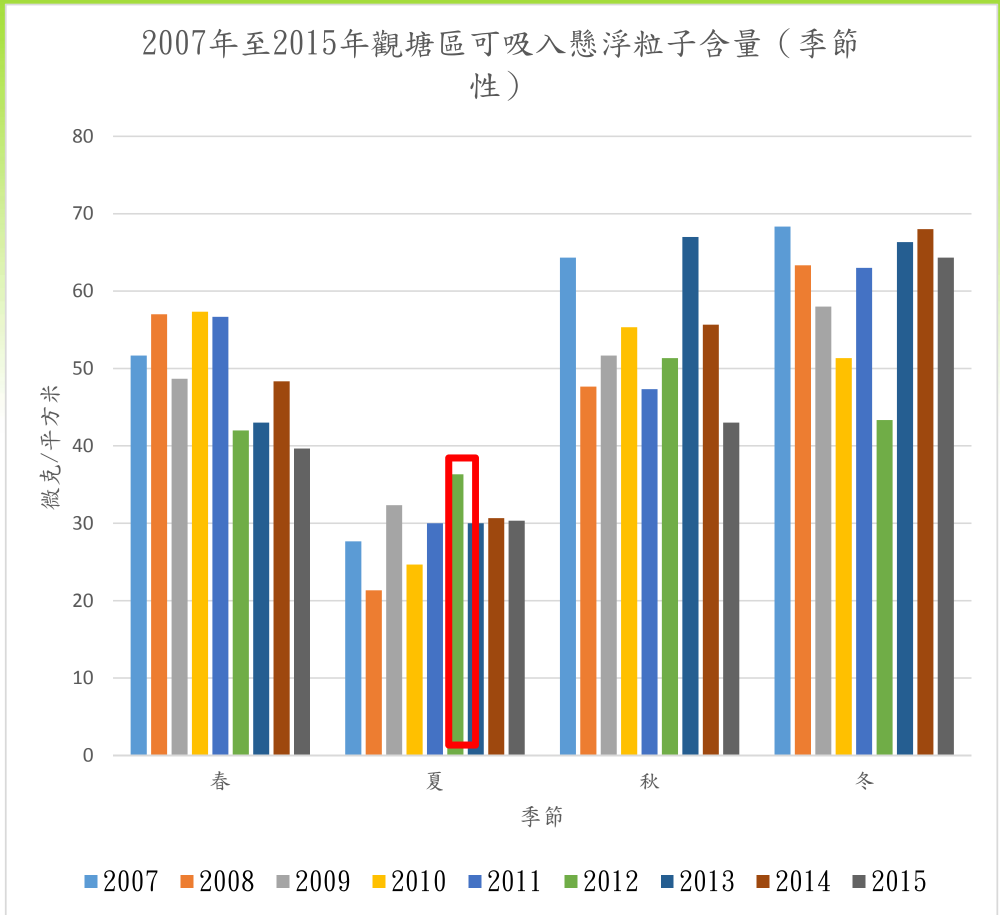
季節性分析



圖十七（資料來源：市區重建局）

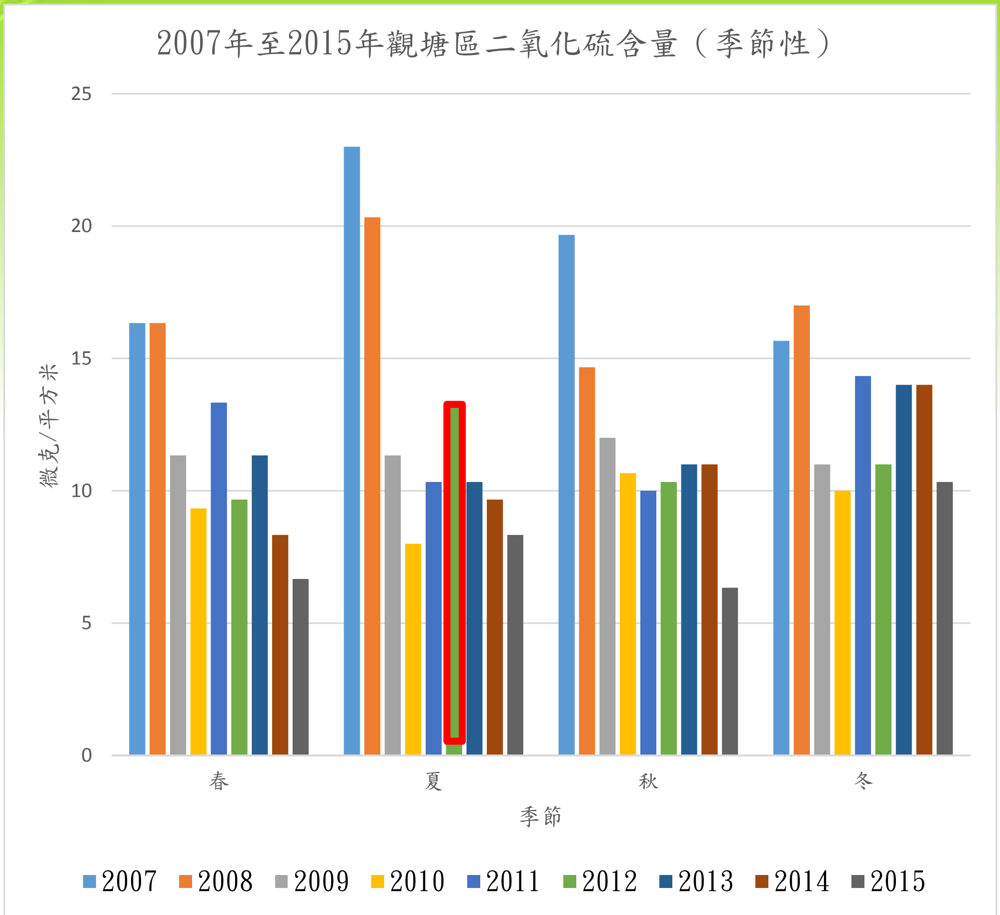
季節性分析

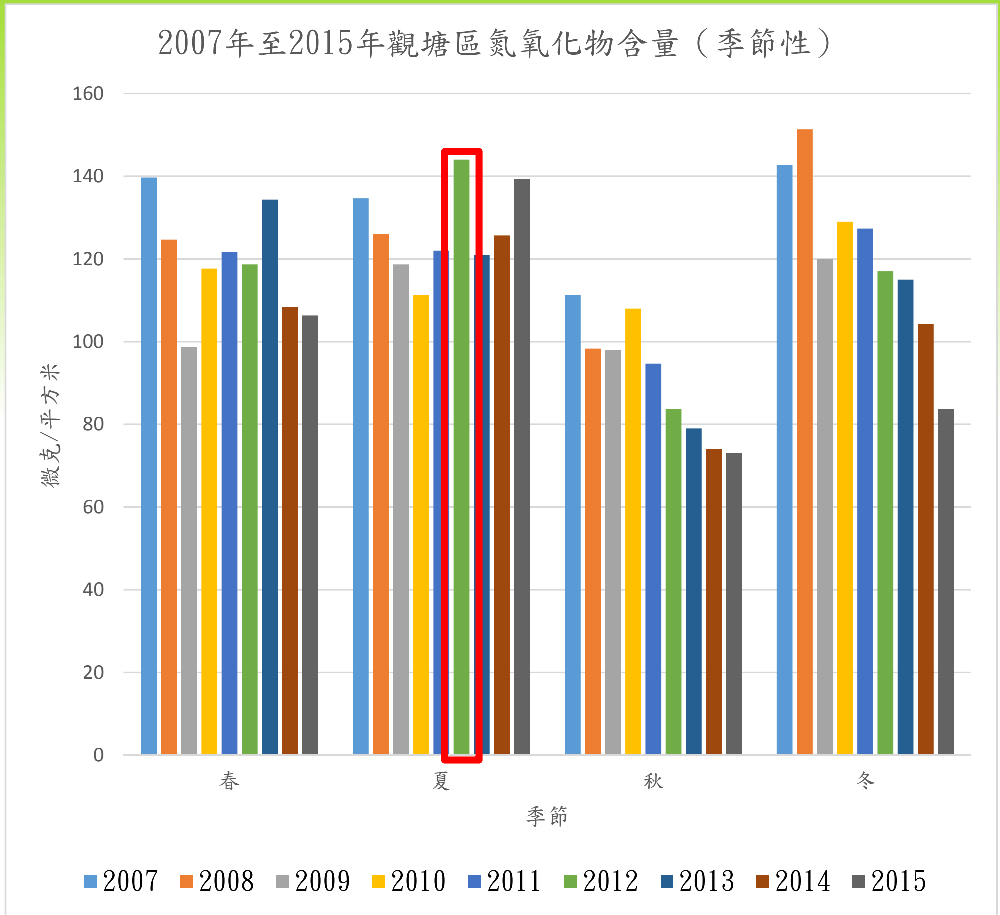




圖十五（資料來源：市區重建局）

季節性分析





圖十六（資料來源：市區重建局）

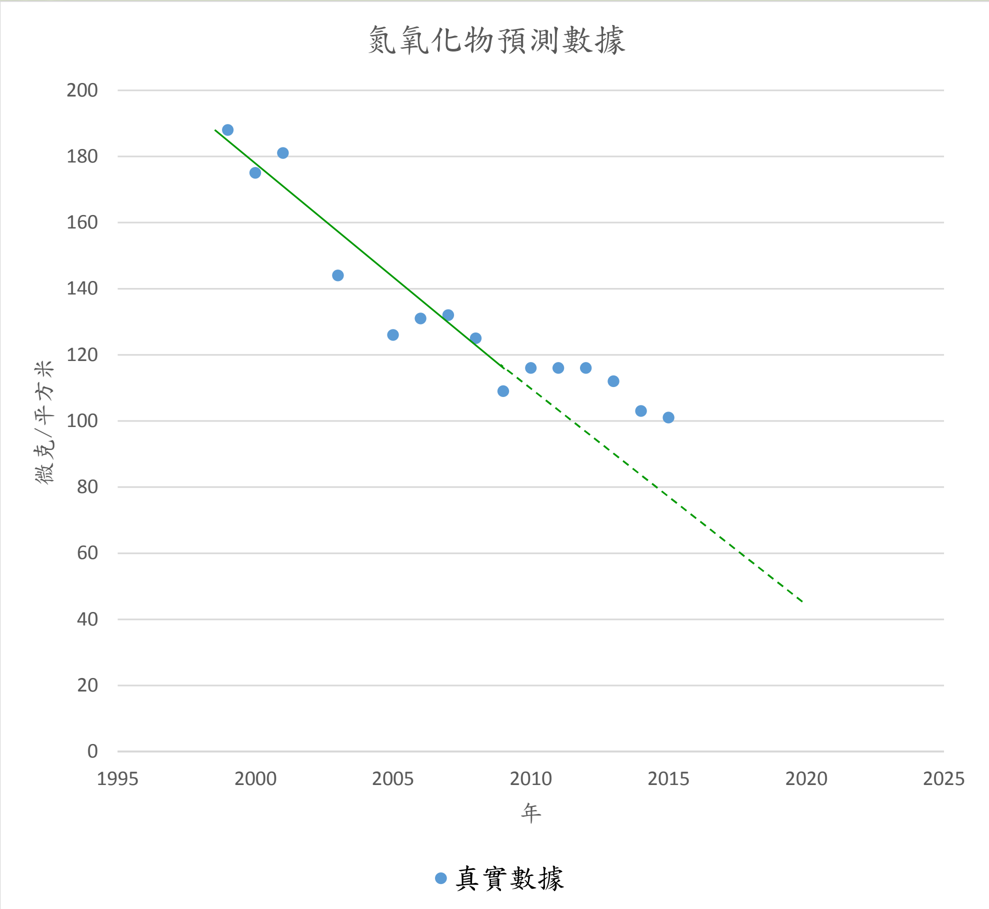
實地考察

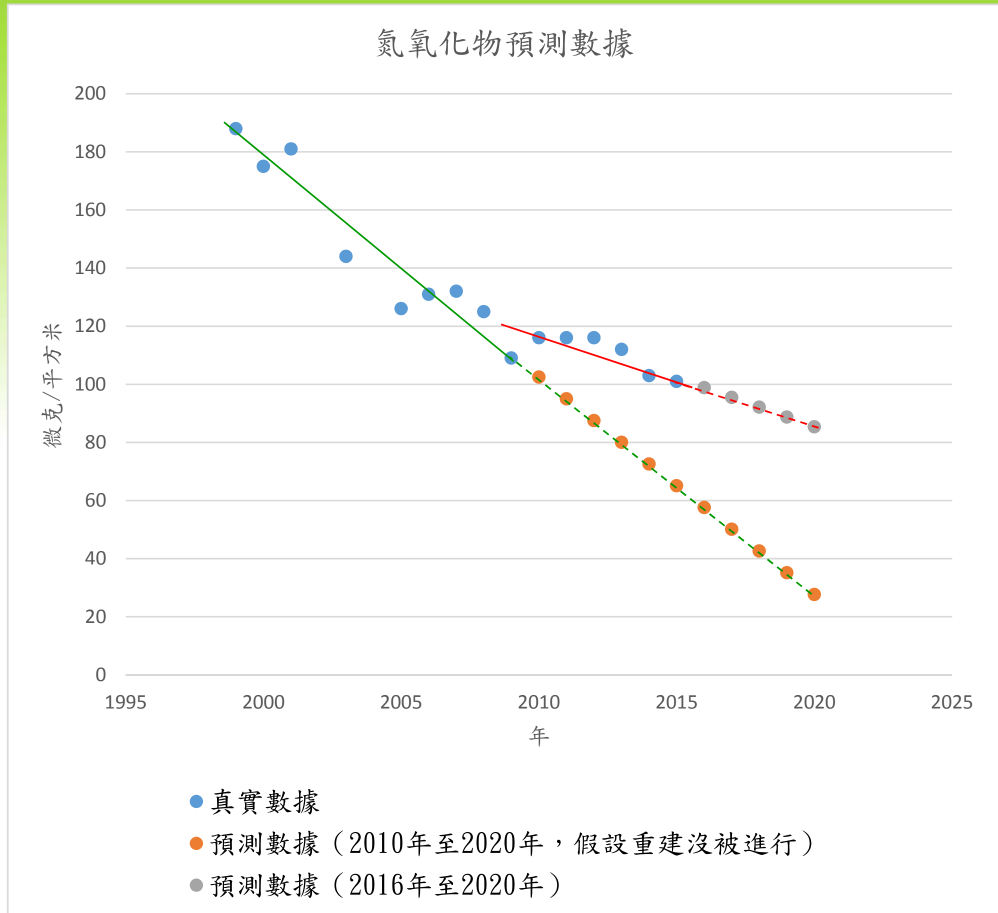
- 在第一期的範圍，原有高台上的巴士總站已轉變成一座高樓大廈（觀月·樺峯）
- 我們亦觀察到二至五期重建的範圍被鐵板圍繞著
- 該處塵土飛揚，污染物或對附近居民造成影響

各種污染物對人類的影響

- 二氧化硫
  - 長期吸入會影響黏膜或細胞正常功能
  - 增加患上或惡化氣管炎、氣喘病的機會
- 二氧化氮
  - 長時間接觸可能會減弱肺部功能，並降低呼吸系統抵抗疾病的能力
- 可吸入懸浮粒子
  - 與呼吸系統及心血管疾病有着重要的關連
  - 被國際癌症研究機構界定為人類致癌物
- 臭氧
  - 刺激眼睛
  - 引致或惡化呼吸系統的疾病

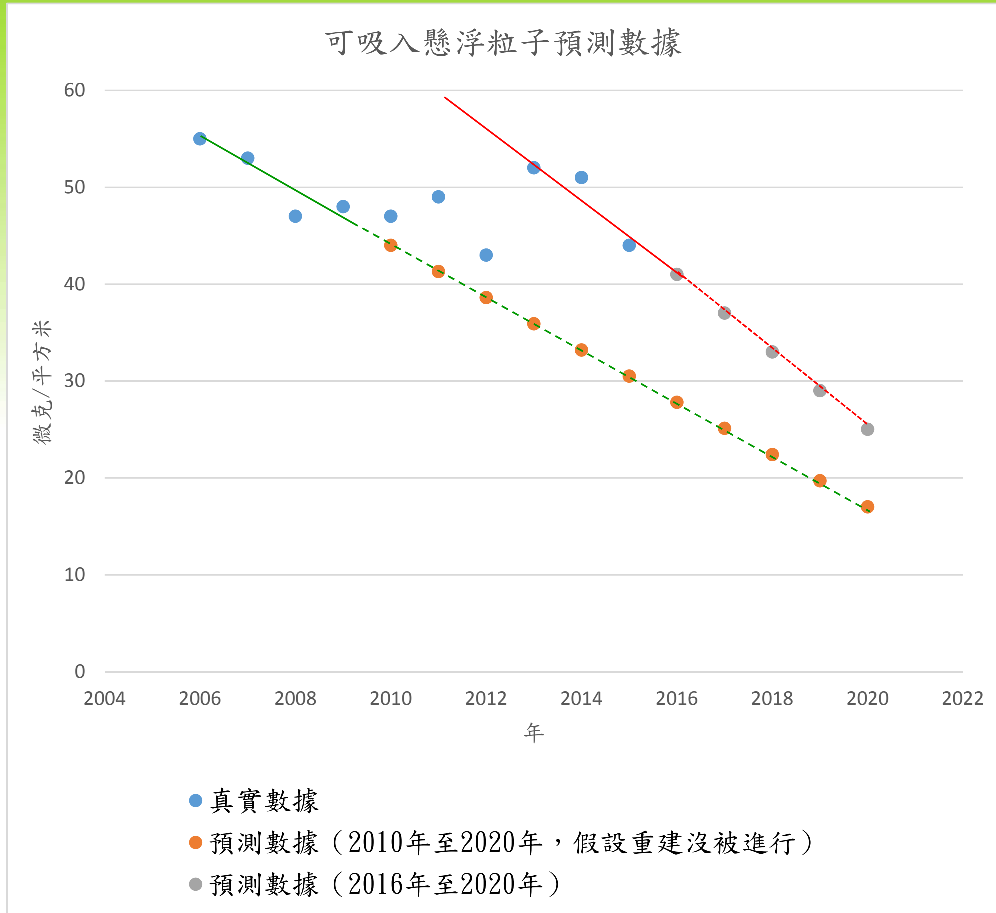
數據預測





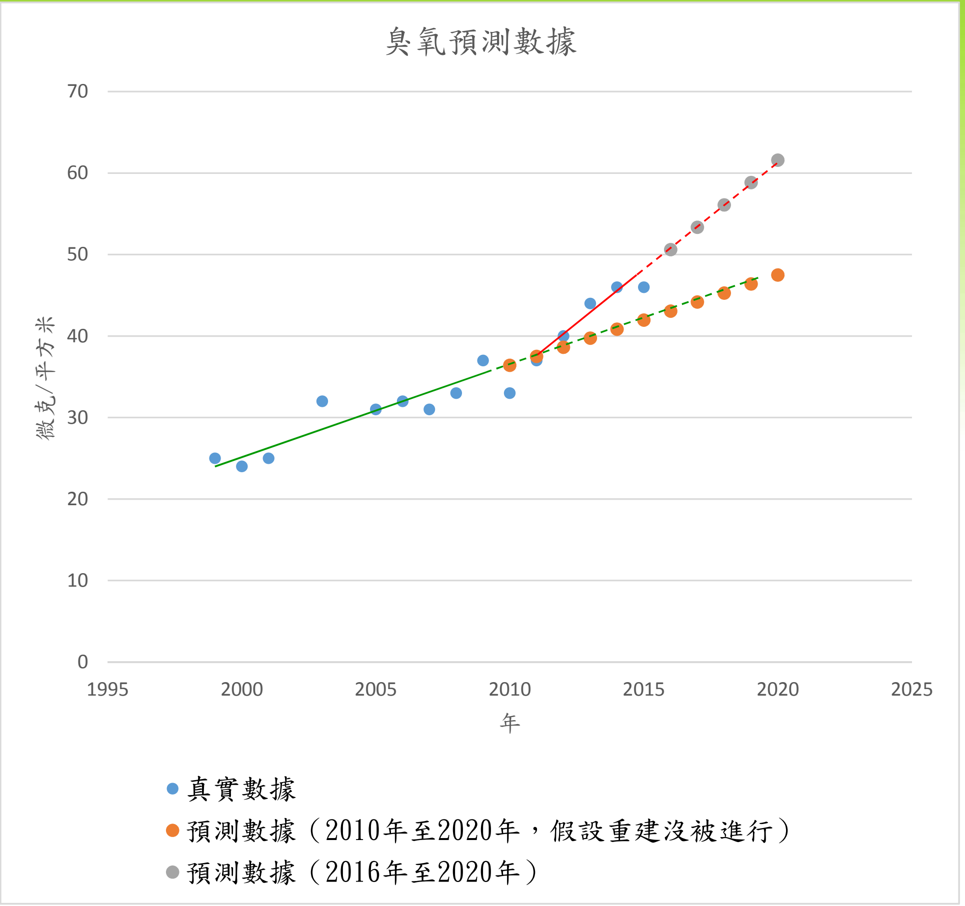
圖十八（資料來源：市區重建局）

數據預測



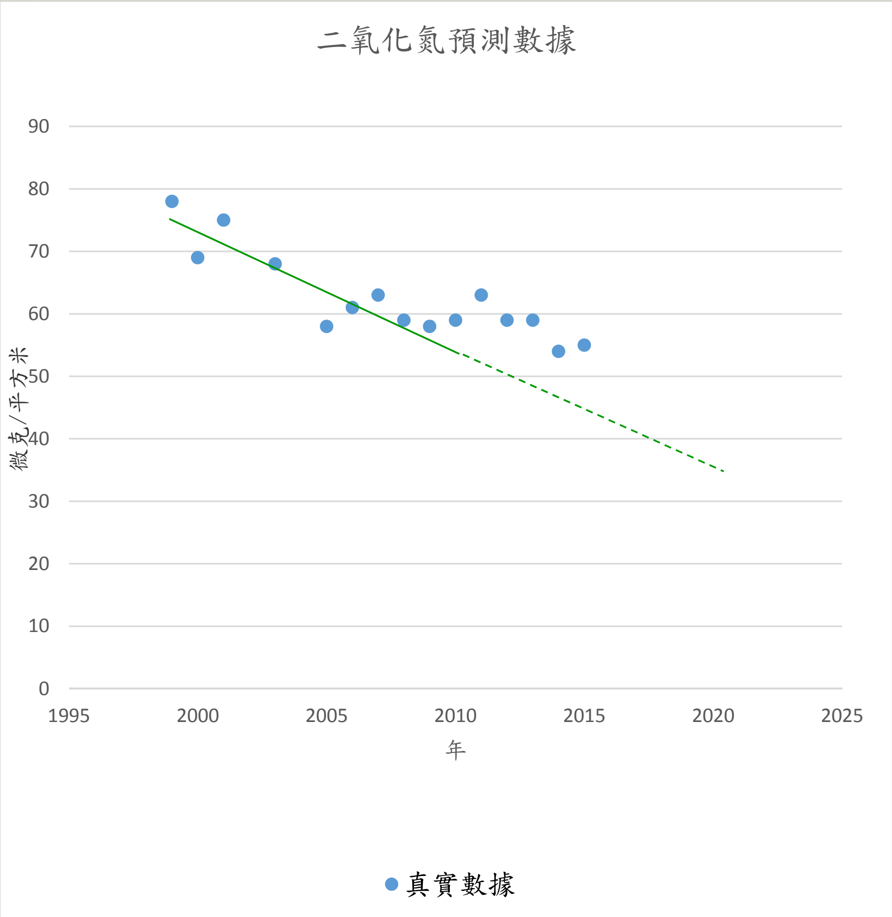
圖十九（資料來源：市區重建局）

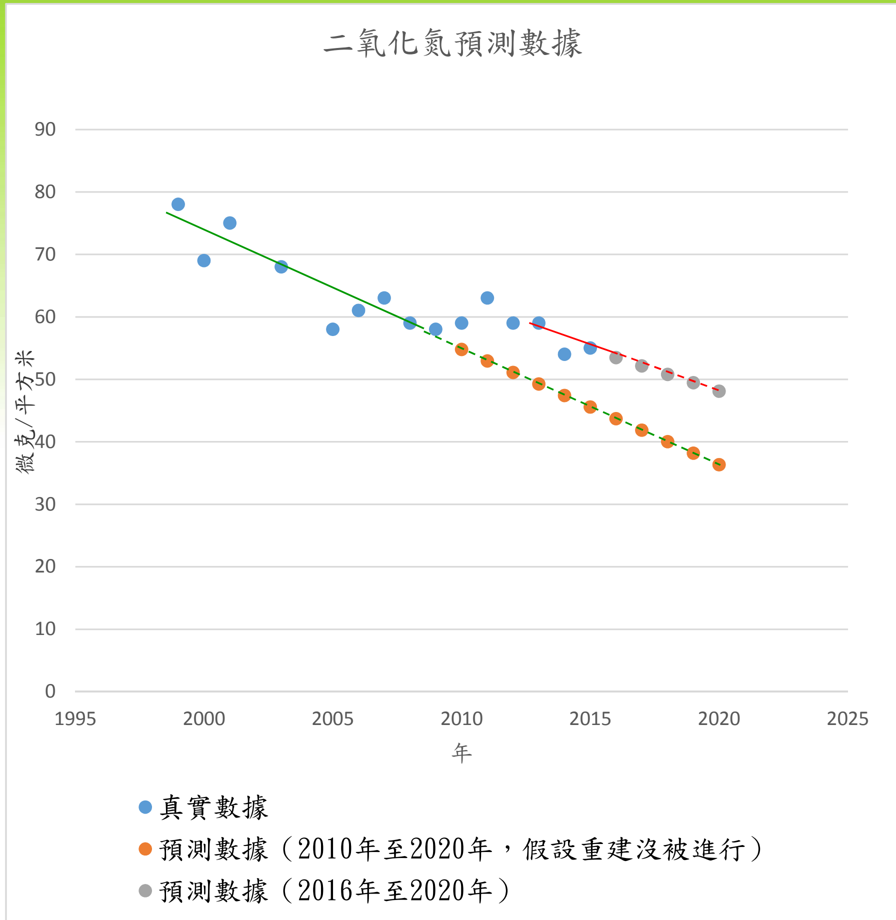
數據預測



圖二十（資料來源：市區重建局）

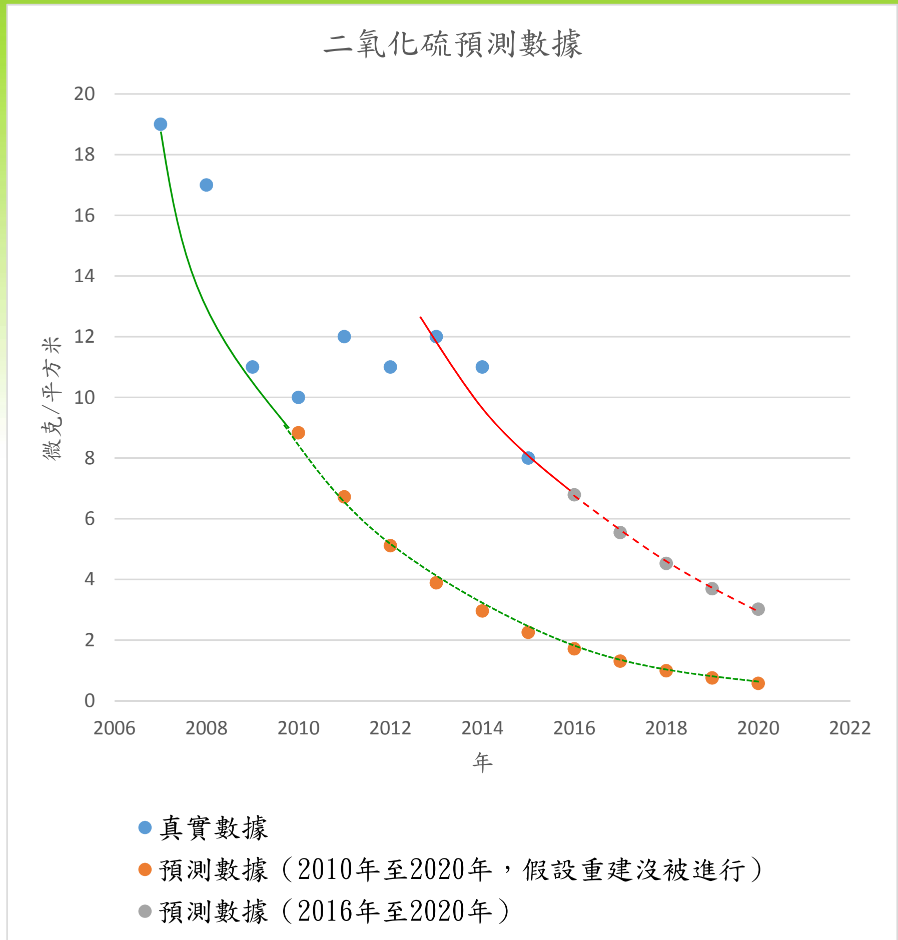
數據預測





圖二十一（資料來源：市區重建局）

數據預測



圖二十二（資料來源：市區重建局）

總結

- 觀塘區經過重建工程後，污染物濃度明顯比預期為高

- 污染物亦會引致各種呼吸到疾病，威脅附近居民的健康

~The End~

香港聖公會何明華會督中學
STEM Project - 空氣污染

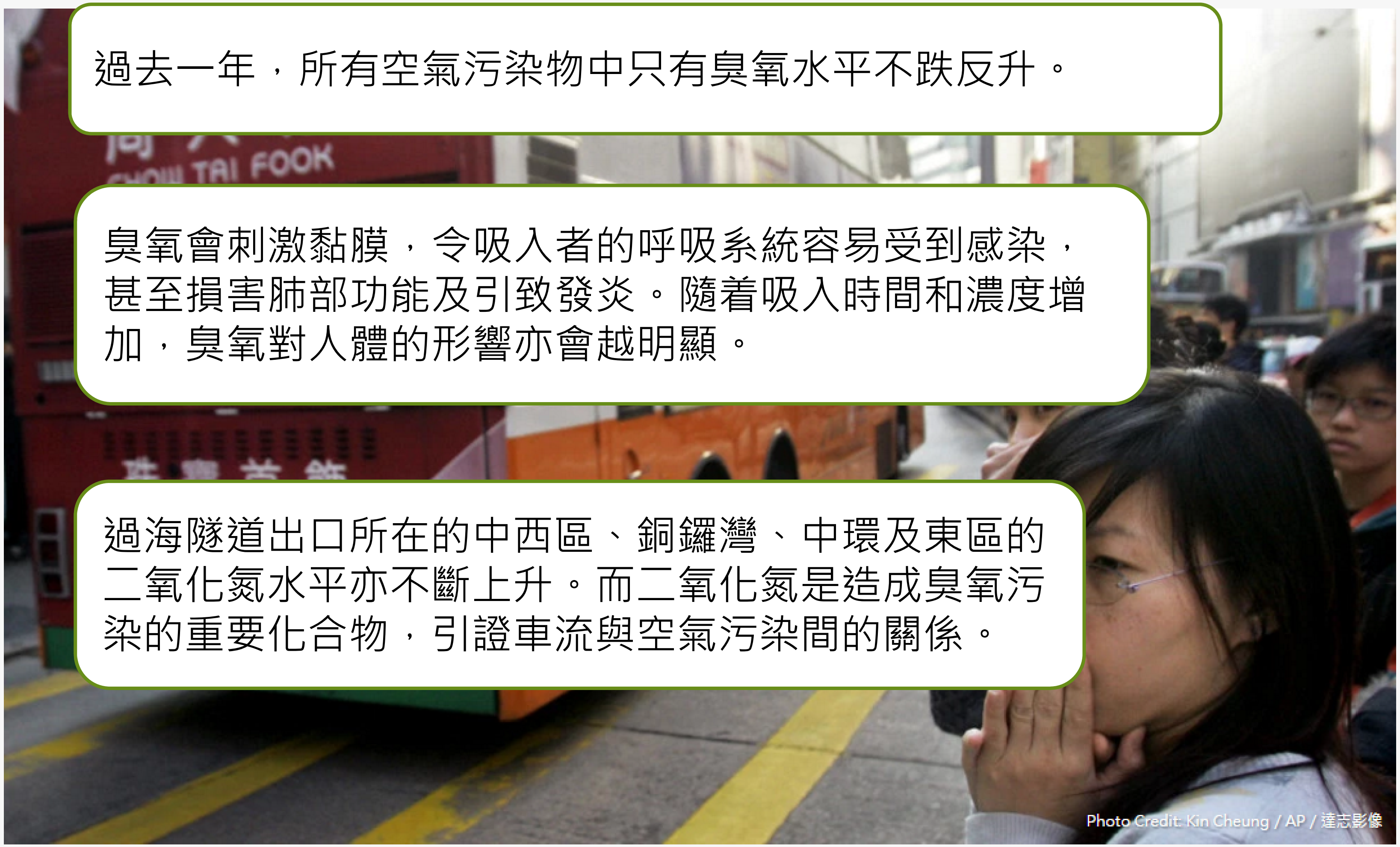
參與學生：
3C 范德鎮 楊珏希
唐浩權 方靖

指導教師：金偉明、簡嘉禧

空氣污染新聞分享

2016/01/12, 新聞

2015香港臭氧水平不跌反升 環保署：風向及跨境污染所致 環團：汽車增加亦是主因



過去一年，所有空氣污染物中只有臭氧水平不跌反升。

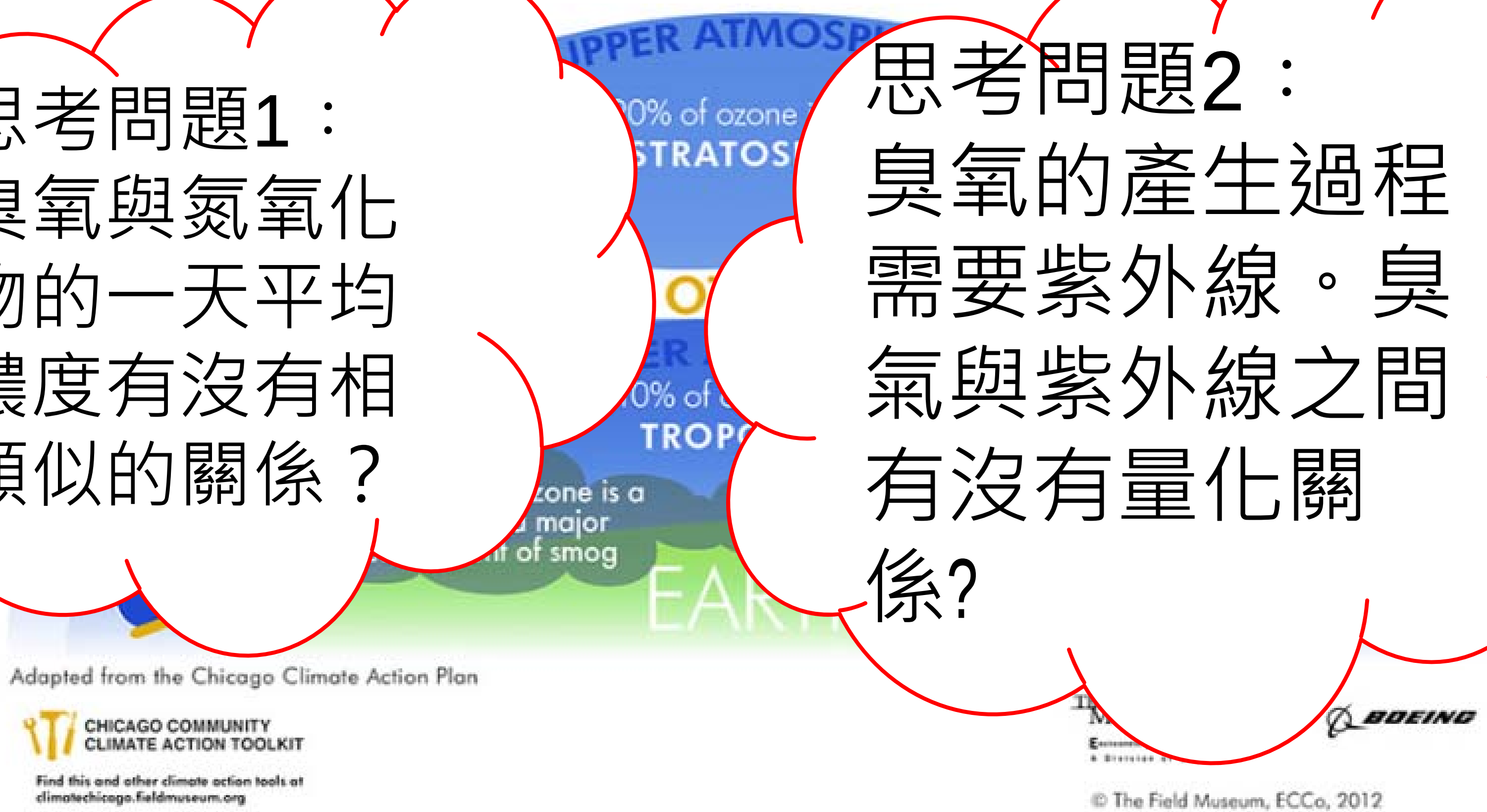
臭氧會刺激黏膜，令吸入者的呼吸系統容易受到感染，甚至損害肺部功能及引致發炎。隨着吸入時間和濃度增加，臭氧對人體的形響亦會越明顯。

過海隧道出口所在的中西區、銅鑼灣、中環及東區的二氧化氮水平亦不斷上升。而二氧化氮是造成臭氧污染的重要化合物，引證車流與空氣污染間的關係。

Photo Credit: Kin Cheung / AP / 達志影像

臭氧與氮氧化物的關係

- 臭氣與氮氧化物的一小時平均濃度有顯著的負相關。



思考問題1：
臭氧與氮氧化物的一天平均濃度有沒有相類似的關係？

思考問題2：
臭氧的產生過程需要紫外線。臭氣與紫外線之間有沒有量化關係?

本地空氣污染數據 – 環境保護署

- http://epic.epd.gov.hk/EPICDI/air/station/?lang=zh

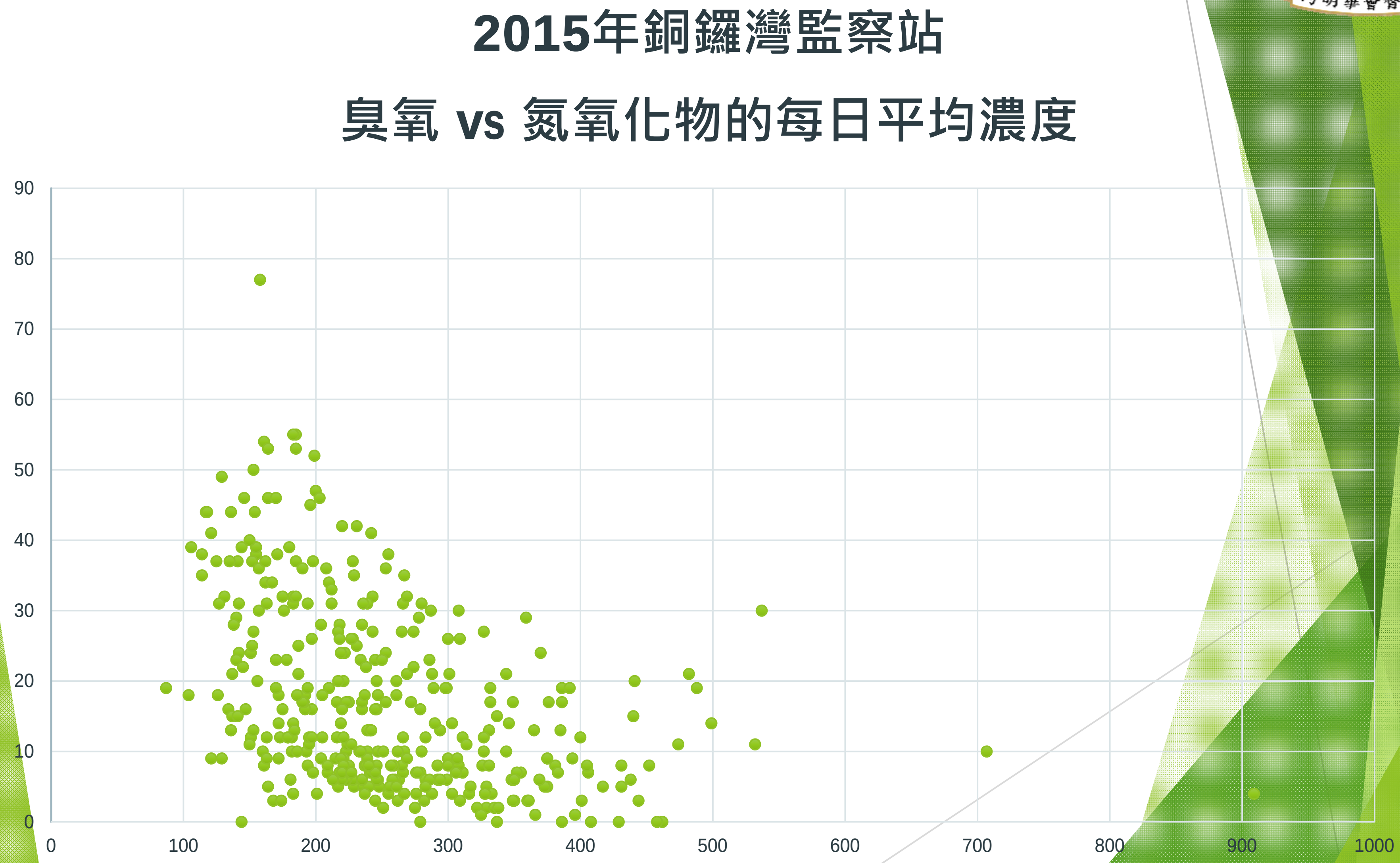
請選擇其中一個監測站

一般監測站			路邊監測站
中西區	深水埗	將軍澳	銅鑼灣
東區	沙田	荃灣	中環
葵涌	大埔	屯門	旺角
觀塘	塔門	東涌	

本地空氣污染數據- 環境保護署

日期	監測站	CO	FSP	NO2	NOX	O3	RSP	SO2
1/1/2015	銅鑼灣	68	52	152	300	26	80	9
2/1/2015	銅鑼灣	75	67	136	255	38	111	9
3/1/2015	銅鑼灣	47	39	128	243	32	68	7
4/1/2015	銅鑼灣	64	41	121	228	26	64	5
5/1/2015	銅鑼灣	47	43	112	218	28	68	4
6/1/2015	銅鑼灣	94	54	159	532	11	84	20
7/1/2015	銅鑼灣	122	52	140	381	8	80	6
8/1/2015	銅鑼灣	109	48	124	231	25	68	6
9/1/2015	銅鑼灣	74	58	131	228	37	87	9
10/1/2015	銅鑼灣	63	61	148	278	29	88	8
11/1/2015	銅鑼灣	71	61	127	239	31	88	8
12/1/2015	銅鑼灣	61	46	115	245	23	65	5
13/1/2015	銅鑼灣	70	23	138	400	12	33	5
14/1/2015	銅鑼灣	58	29	144	346	14	48	5
15/1/2015	銅鑼灣	61	33	137	331	13	50	5
16/1/2015	銅鑼灣	89	52	196	499	14	77	12
17/1/2015	銅鑼灣	58	51	138	286	23	74	6
18/1/2015	銅鑼灣	78	70	158	327	27	100	12
19/1/2015	銅鑼灣	64	58	150	287	30	85	11
20/1/2015	銅鑼灣	55	50	137	242	41	87	8
21/1/2015	銅鑼灣	142	125	288	707	10	171	29
22/1/2015	銅鑼灣	61	59	153	344	21	83	9
23/1/2015	銅鑼灣	42	58	127	200	47	91	8

本地空氣污染數據 – 散點圖分析



2015銅鑼灣污染物相關性分析

	CO	FSP	NO2	NOX	O3	RSP	SO2
C				0.536	-0.157	0.394	0.049
F				0.455	0.375	0.978	0.239
N				0.785	0.065	0.726	0.516
NO					-0.409	0.4	
O3	-0.157	0.375	0.065	-0.409		0	
RSP	0.394	0.978	0.726	0.417	0.468		
SO2	0.049	0.239	0.516	0.644	-0.269	0	

發現1：
臭氧與氮氧化物的每日平均濃度仍具有低負相關性。

發現2：
懸浮粒子濃度與氧化物的每日平均濃度相關系數極高。

1. 濃度單位為微克/立方米 (除一氧化碳為十微克/立方米)
2. N.A. = 沒有資料
3. CO = 一氧化碳
4. FSP = 微細懸浮粒子
5. NO2 = 二氧化氮
6. NOX = 氮
7. O3 = 臭氧
8. RSP = 可吸入懸粒子
9. SO2 = 二氧化硫

臭氧濃度與紫外線的關係

- 研究限制：在天文台只能找到過去一天(每天上午8時至下午6時)的每小時紫外線指數，並以京士柏為準。

紫外線指數 (每小時更新)

日期：21/06/2016

香港時間	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
十五分鐘平均紫外線指數* (每小時前十五分鐘)	2	4	8	7	10	11	7	6	4	2	0.5
一小時平均紫外線指數*	1	3	6	7	8	10	8	8	5	2	0.9

臭氧濃度與紫外線的關係

- 銅鑼灣的臭氧濃度與紫外線指數的相關系數為0.279
- 只有較小的相關性，與預期的結果略有不同。

下午4時後紫外線減弱後，臭氧濃度仍高。我們懷疑可能因日間累積所致？

日期時間	臭氧	紫外線指數
2016-06-21 08:00	3.7	1
2016-06-21 09:00	0.7	3
2016-06-21 10:00	1.7	6
2016-06-21 11:00	9.2	7
2016-06-21 12:00	15.3	8
2016-06-21 13:00	25.7	10
2016-06-21 14:00	12	8
2016-06-21 15:00	10.3	8
2016-06-21 16:00	16.9	5
2016-06-21 17:00	21	2
2016-06-21 18:00	15.8	0.9

崇德尚藝
何明華會督中學

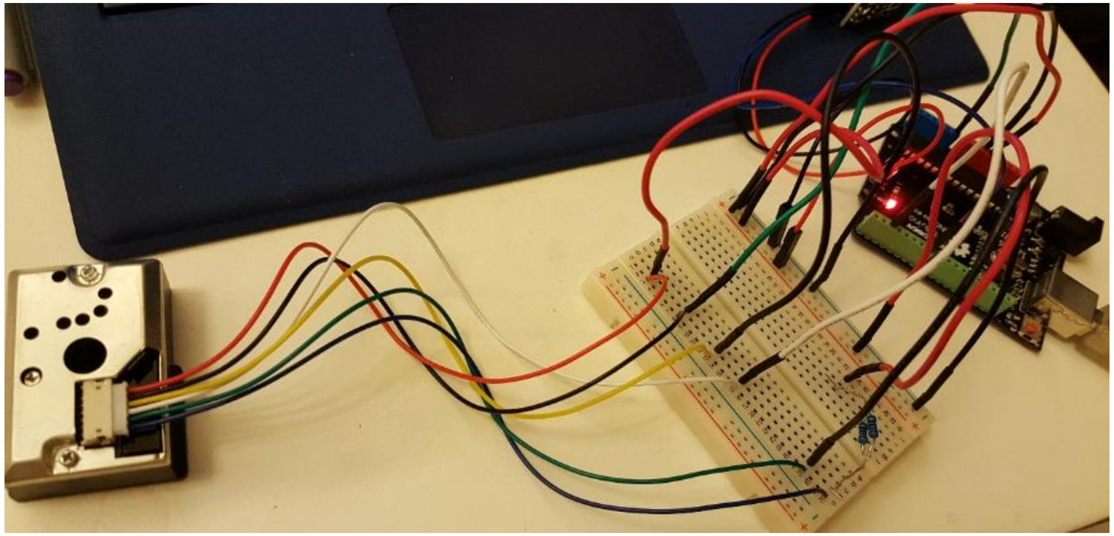
臭氧濃度與紫外線的關係

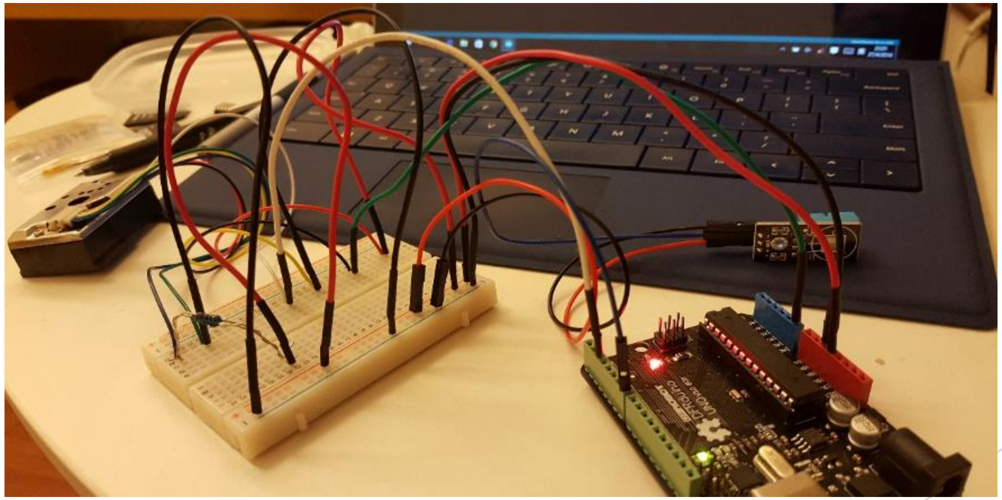
- 東區的臭氧濃度與紫外線指數的相關系數為0.541
- 有中度的相關性，與預期的結果大致吻合。

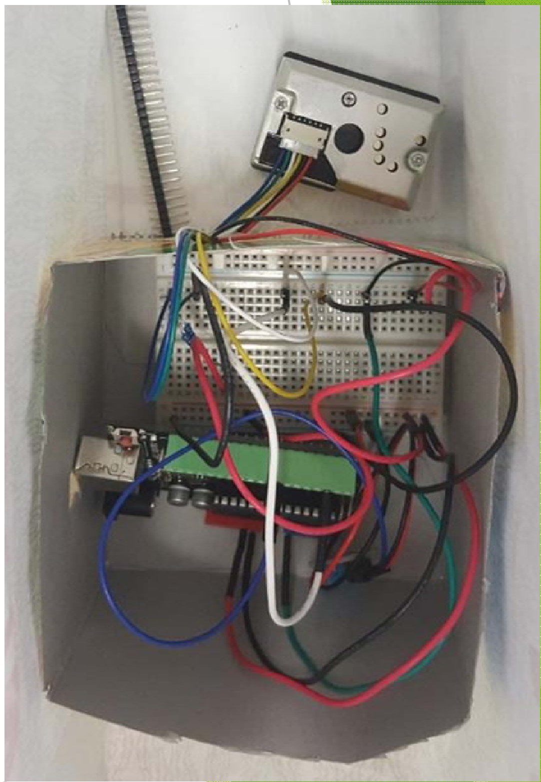
結論：紫外線與臭氧濃度具正相關關係，特別是污染度較高的區域。

日期時間	臭氧	紫外線指數
2016-06-21 08:00	34	1
2016-06-21 09:00	21.5	3
2016-06-21 10:00	30.4	6
2016-06-21 11:00	36.2	7
2016-06-21 12:00	41.8	8
2016-06-21 13:00	51.9	10
2016-06-21 14:00	56.7	8
2016-06-21 15:00	45.6	8
2016-06-21 16:00	43.8	5
2016-06-21 17:00	40	2
2016-06-21 18:00	41.5	0.9

土製PM2.5測量器







土製PM2.5測量器程式

```
#include <dht.h>
#define DHT11_PIN 7

int dustPin=0;
int dustVal=0;
int ledPower=2;
int delayTime=280;
int delayTime2=40;
float offTime=9680;
dht DHT;

void setup() {
  // put your setup code here, to run
once:
  Serial.begin(9600);
  pinMode(ledPower,OUTPUT);
  pinMode(0, INPUT);
  Serial.print("DHT Lib version: ");
  Serial.println(DHT_LIB_VERSION);
}

void loop() {
// ledPower is any digital pin on the
arduino connected to Pin 3 on the sensor
//  Serial.print("DHT11, \t");
  Serial.print("DHT11 Status: ");
  int chk = DHT.read11(DHT11_PIN);
```

```
// DISPLAY DATA
  Serial.print("Humidity: ");
  Serial.print(DHT.humidity,1);
  Serial.print(",\t");
  Serial.print("Temperature: ");
  Serial.print(DHT.temperature,1);
  Serial.print(",\t");

digitalWrite(ledPower,LOW); // power on the
LED
delayMicroseconds(delayTime);
dustVal=analogRead(dustPin); // read the dust
value via pin 5 on the sensor
delayMicroseconds(delayTime2);
digitalWrite(ledPower,HIGH); // turn the LED
off
Serial.print("dustVal: ");
Serial.println(dustVal);

delayMicroseconds(offTime);

delay(3000);
}
```

校準過程


香港中文大學太空與地球信息科學研究所
INSTITUTE OF SPACE & EARTH INFORMATION SCIENCE CUHK

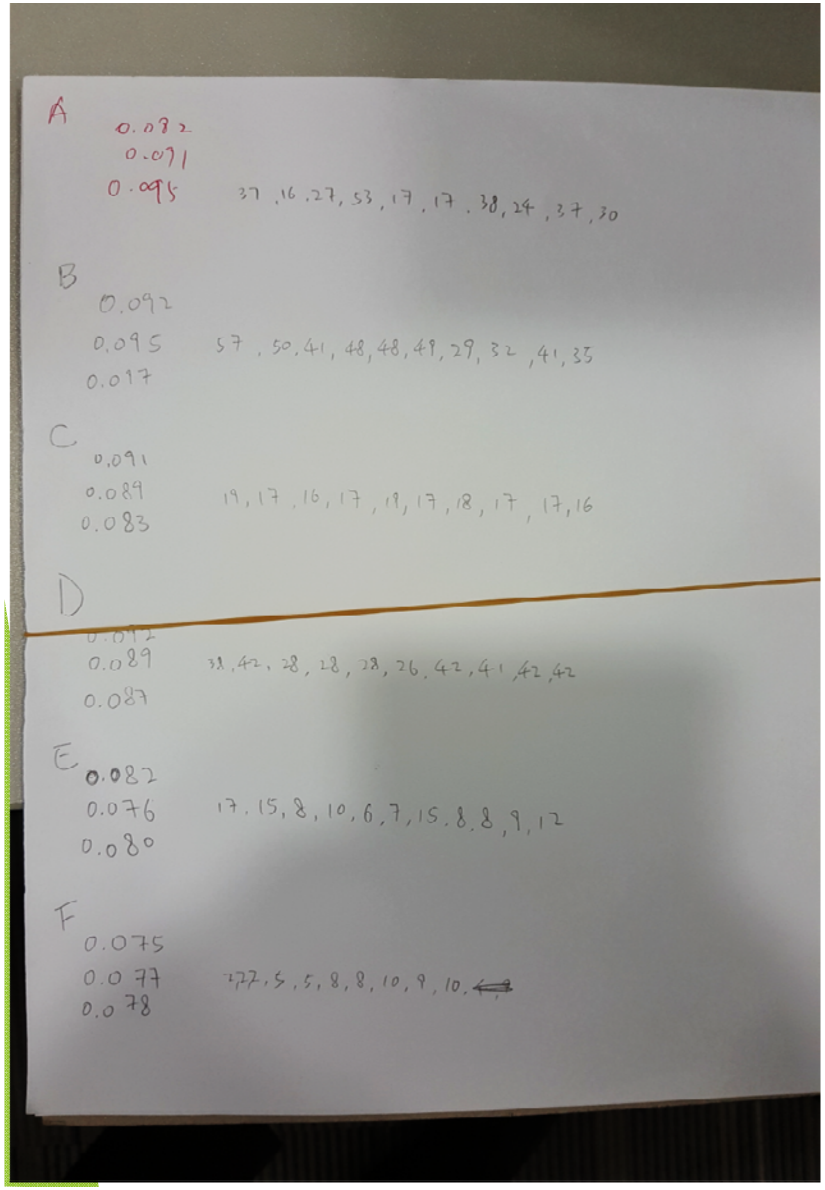

DUSTTRAK DRX

校準過程


New Asia Cir
Friendship Lodge
會友樓
情人路
The Chinese
University of
Hong Kong
香港中文大學
Ch'ien Mu Library
錢穆圖書館
Xuesi Hall
學思樓
0.1
合一亭
Grace Tien Hall
志文樓
0.27
0.09
New Asia Cir
Chih Hsing Hall
知行樓
香港中文大學志文樓
Satellite Remote
Sensing Station
衛星地面接收站
0.09
0.08
Daisy Li Hall
New Asia College
新亞書院
學生餐廳
United Rd
Google My Maps
New Asia Cir
Gentleman Tower
君子塔
0.3

校準過程

校準過程



Data from DUST TRAK DRX						
	A	B	C	D	E	F
Reading1	0.082	0.092	0.091	0.092	0.082	0.075
Reading2	0.091	0.095	0.089	0.089	0.076	0.077
Reading3	0.095	0.097	0.083	0.087	0.08	0.078
Average	0.0893	0.0947	0.0877	0.0893	0.0793	0.0767

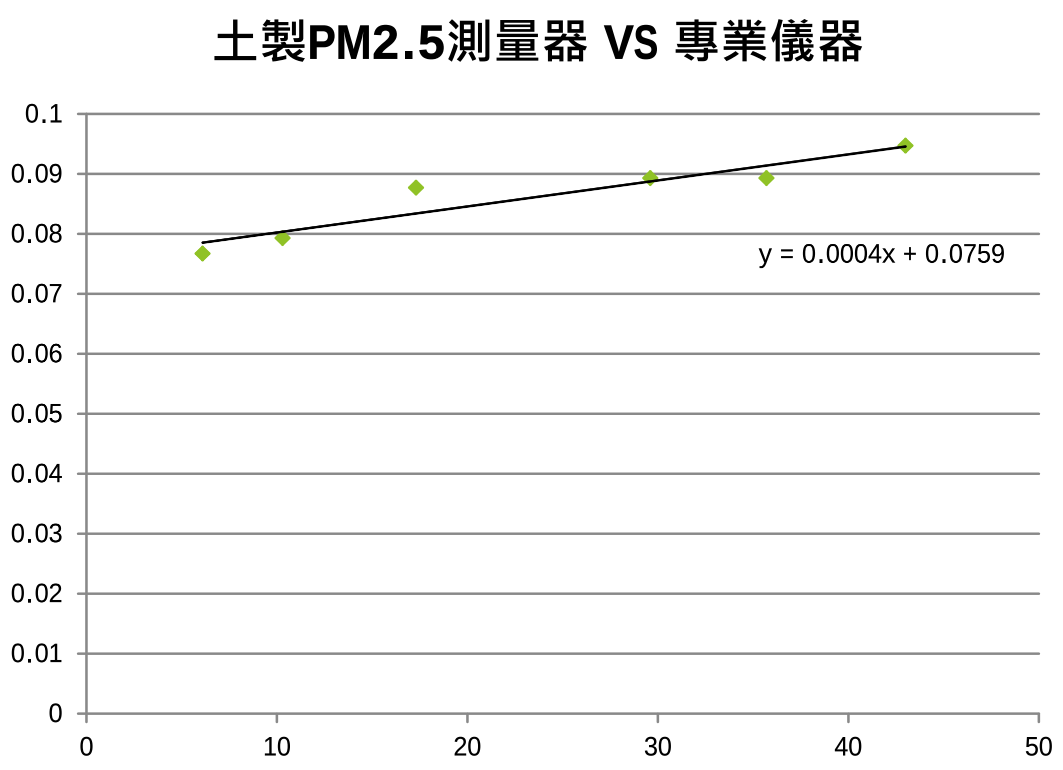
Data from Self-made PM2.5 Reader						
	A	B	C	D	E	F
Reading1	37	57	19	38	17	2
Reading2	16	50	17	42	15	2
Reading3	27	41	16	28	8	2
Reading4	53	48	17	28	10	5
Reading5	17	48	19	28	6	5
Reading6	17	49	17	26	7	8
Reading7	38	29	18	42	15	8
Reading8	24	32	17	41	8	10
Reading9	37	41	17	42	8	9
Reading10	30	35	16	42	9	10
Average	29.6	43.0	17.3	35.7	10.3	6.1

校準過程

	專業	土製
讀數1	0.0893	29.6
讀數2	0.0947	43
讀數3	0.0877	17.3
讀數4	0.0893	35.7
讀數5	0.0793	10.3
讀數6	0.0767	6.1

相關系數 = 0.939

校準過程：迴歸分析



斜率	0.000434
垂直軸截距	0.075891

學校附近不同地方的PM2.5濃度 - 學校一樓(室外)

土製讀數	2.6
預計PM2.5讀數	0.0759

學校附近不同地方的PM2.5濃度 - 教員室

土製讀數	8.2
計PM2.5讀數	0.0795

學校附近不同地方的PM2.5濃度
-教員室影印機出風口

土製讀數	19.8
預計PM2.5讀數	0.0845

學校附近不同地方的PM2.5濃度-何明華路邊監察站

土製讀數	323
預計PM2.5讀數	0.2161

學校附近不同地方的PM2.5濃度
-學校旁的達摩廟

崇德尚藝
何明華會督中學

土製讀數	931
預計PM2.5讀數	0.4801

專題研習(李國寶中學)

題目:停車熄匙對改善空氣污染的影響

組員: 姚穎琳
區梓靖
楊逸
曾敏棋

指導老師:盧偉樂博士

目錄

1.前言
-背景
-研究目標
-研究方法
-焦點問題

2.資料分析

3.討論問題

4.結論及建議

5.反思

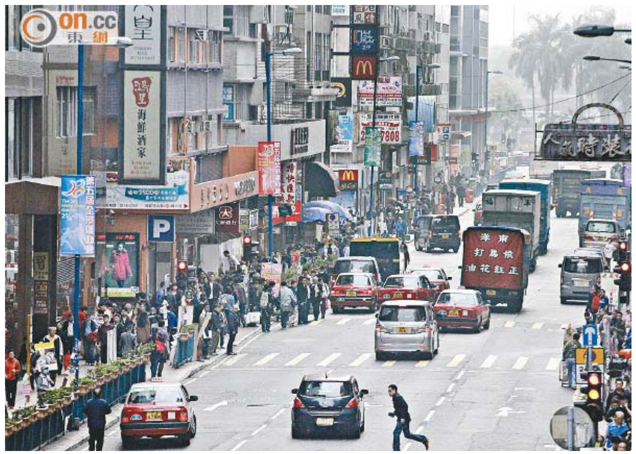
6.參考資料

前言(背景)

根據東方新聞2016年1月5日報導,觀塘區臭氧水平持續飆升。為了加深了解各種天氣因素對觀塘區臭氧及其他空氣污染物的影響,我們決定從氣溫,濕度,雲量,氣壓以及雨量5方面作出研究,並分析港府從2011年實施的停車熄匙有否改善觀塘區空氣質素。

前言(研究目標)

- 1.分析2011年前後各空氣污染物於旺角,大埔和觀塘的分佈趨勢
- 2.探討港府從2011年實施的停車熄匙政策有否改善觀塘區空氣質素



前言(研究方法)

- 1.提出合理的假設
- 2.從環保署及天文台搜集數據
- 3.透過歷年來數據繪製出各區時間序列圖
- 4.分析時間序列圖結果並加以証實假設
- 5.結論(提出對港府改善空氣質素建議)

前言(焦點問題)

1.港府推行停車熄匙政策有否減低空氣污染物指數

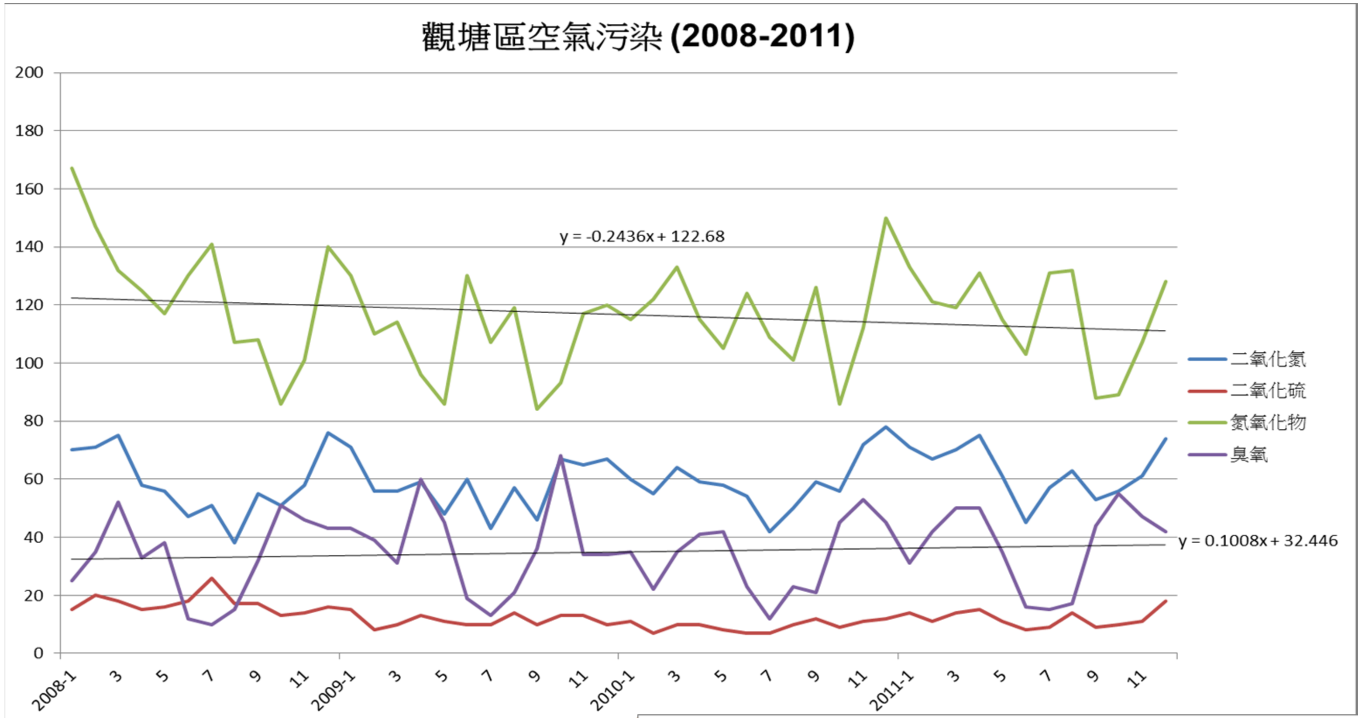
2.哪種天氣因素會影響臭氧和其他空氣污染物的水平

3.什麼因素會造成香港的市區和郊野空氣質素的變化

資料分析

- 觀塘2008-2011 和 2012-2015 污染物
- 旺角和大埔2012-2015污染物(作為參考)
- 香港2008-2011和2012-2015污染物變化
- 天氣因素與污染物的線性關係

2008-2011: 政策前
2012-2015: 政策後



氮氧化物
-下降

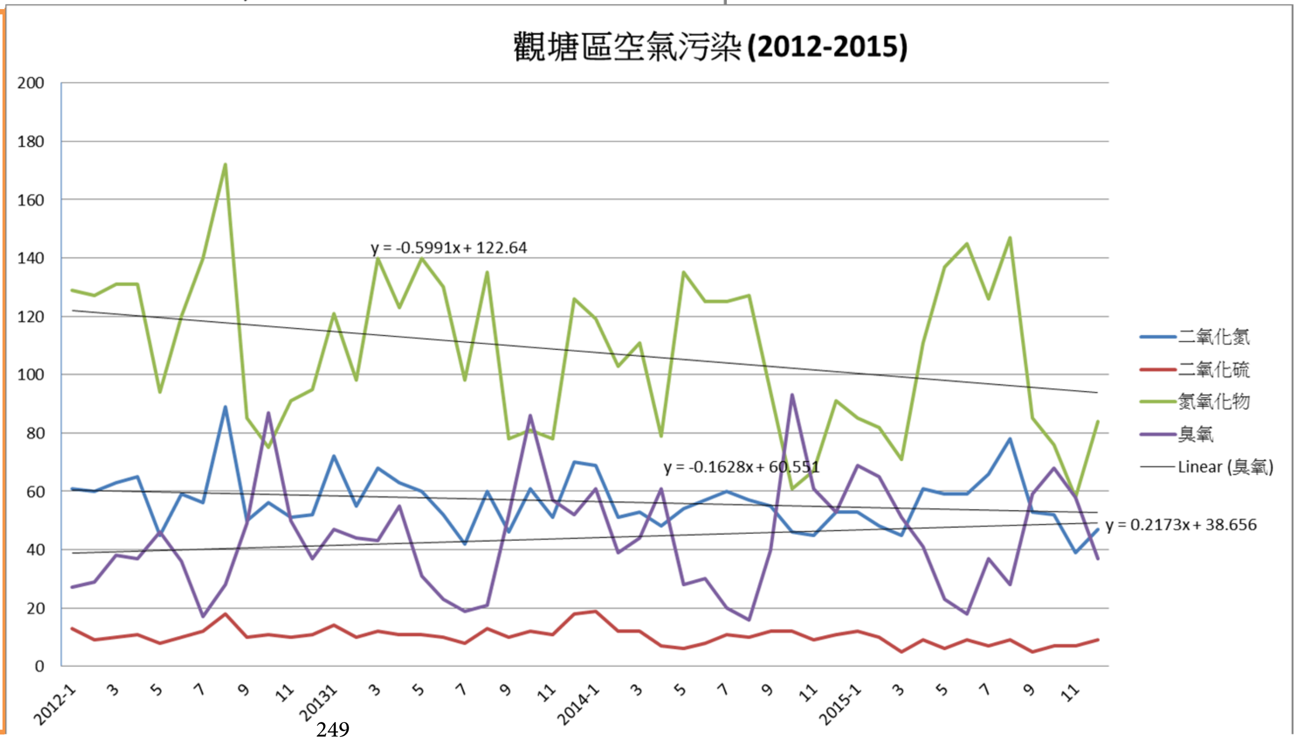
政策對氮氧化物
有更顯著的減少

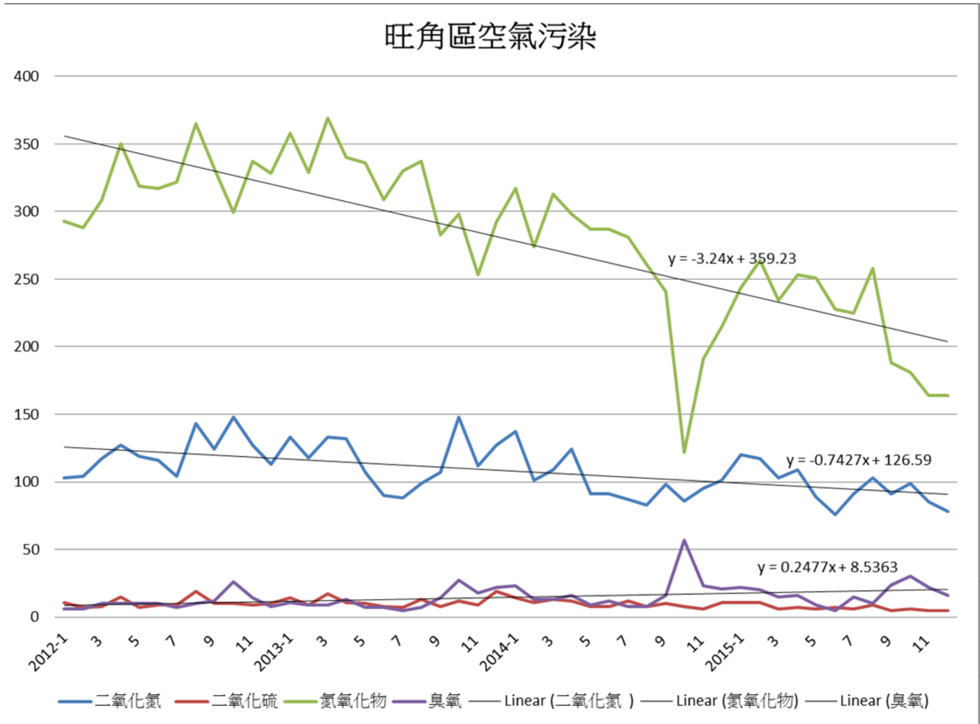
臭氧
-輕微上升

二氧化氮
-輕微下降

二氧化硫
-輕微上升

可能要設立其他政策 去控制
以上污染物



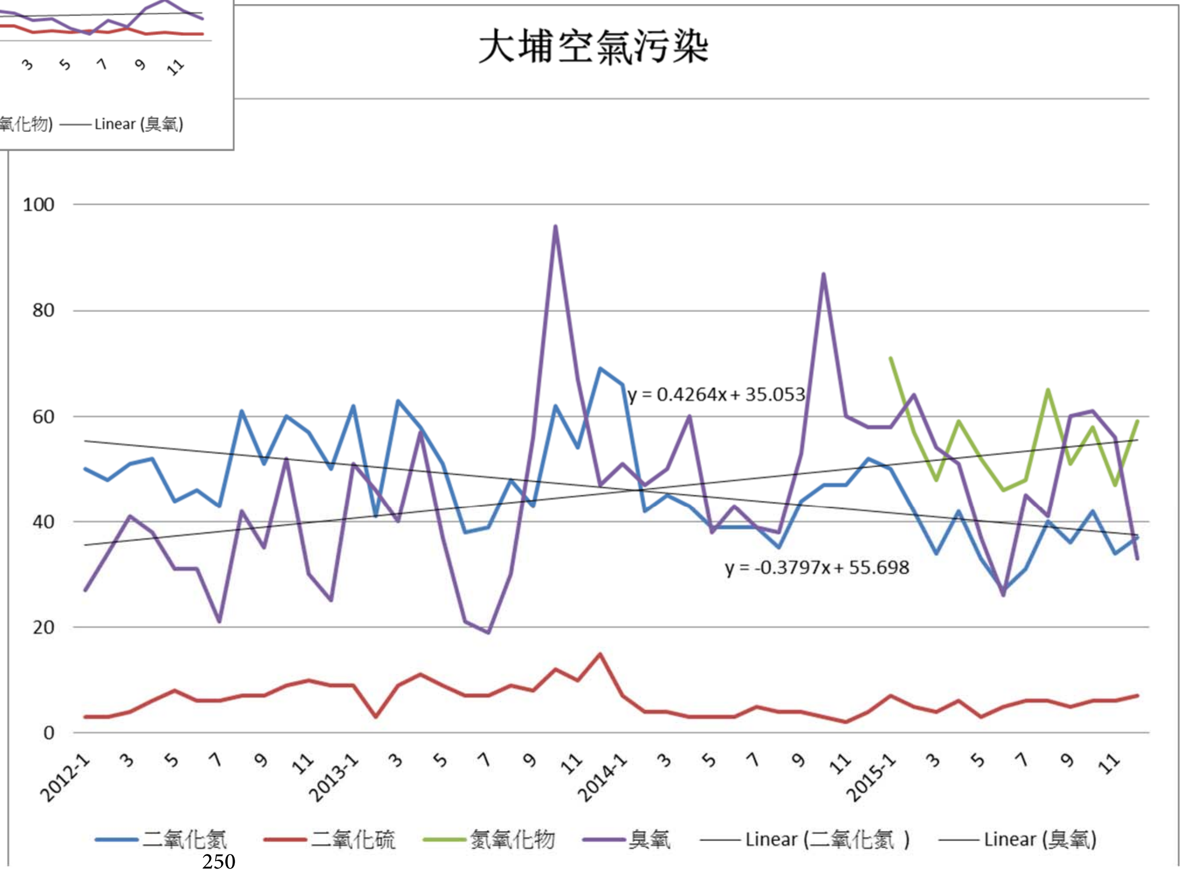


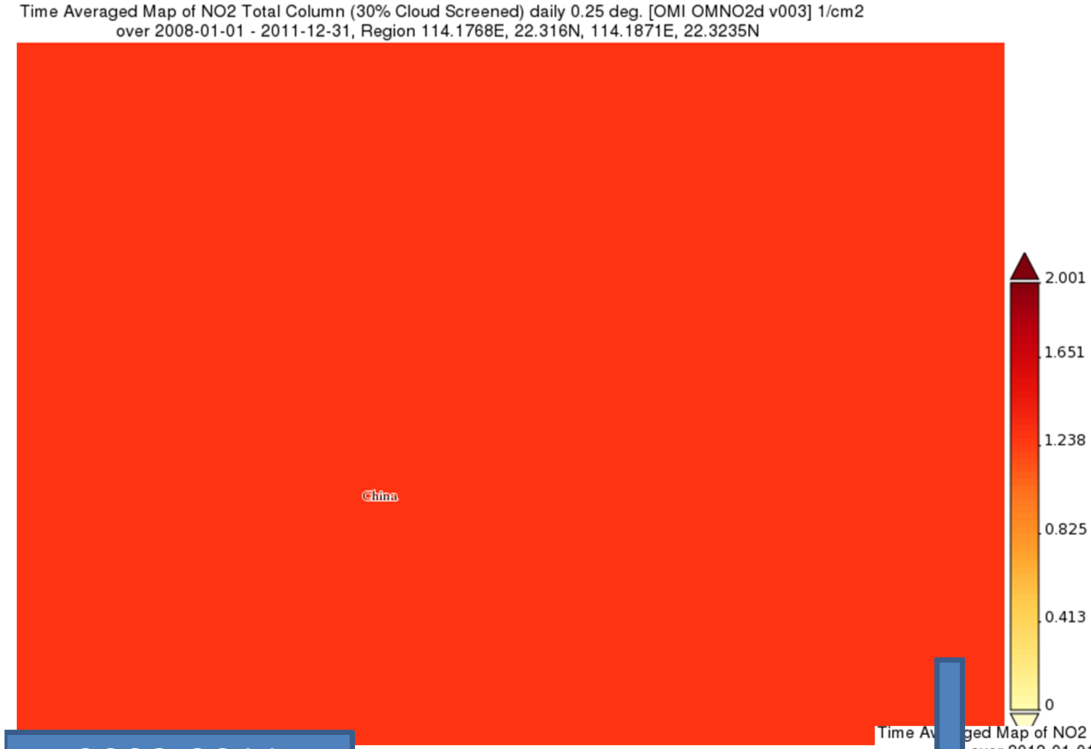
氮氧化物
-明顯下降

臭氧
-上升

二氧化氮
-下降

二氧化硫
-輕微上升





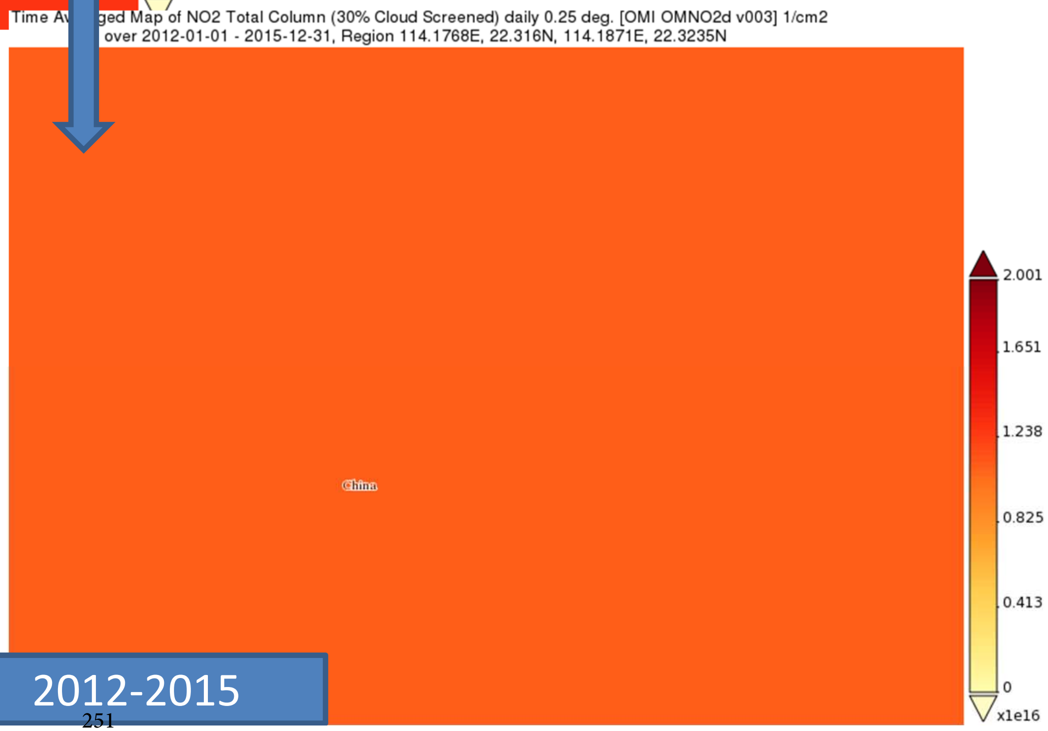
2008-2011

二氧化氮(NO2)

-下降

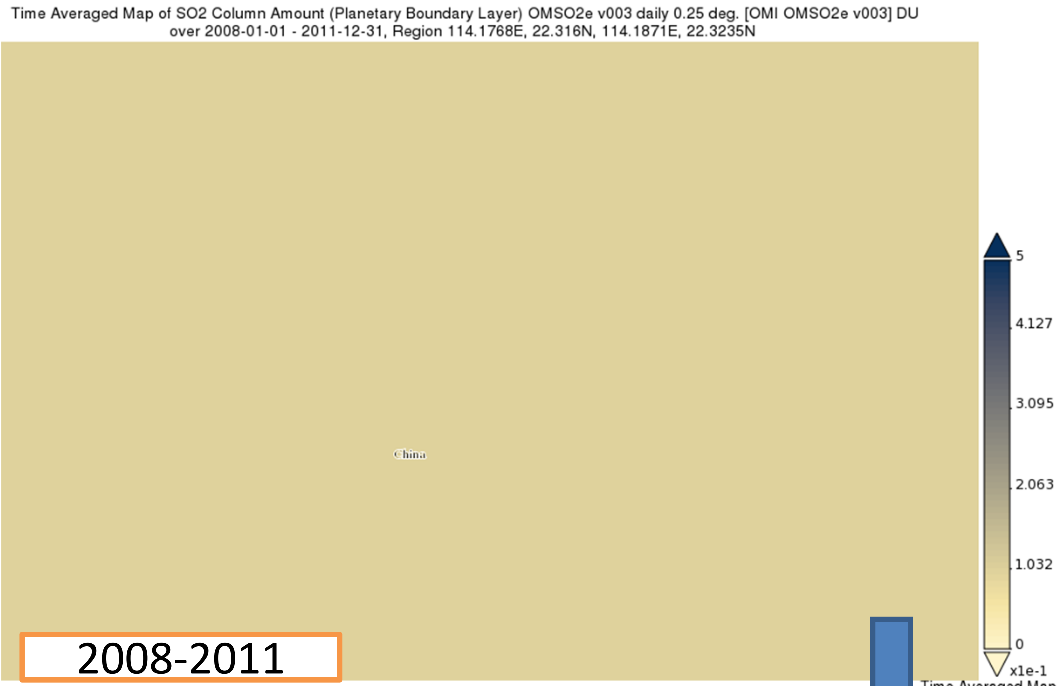
顏色變化較大

香港地區



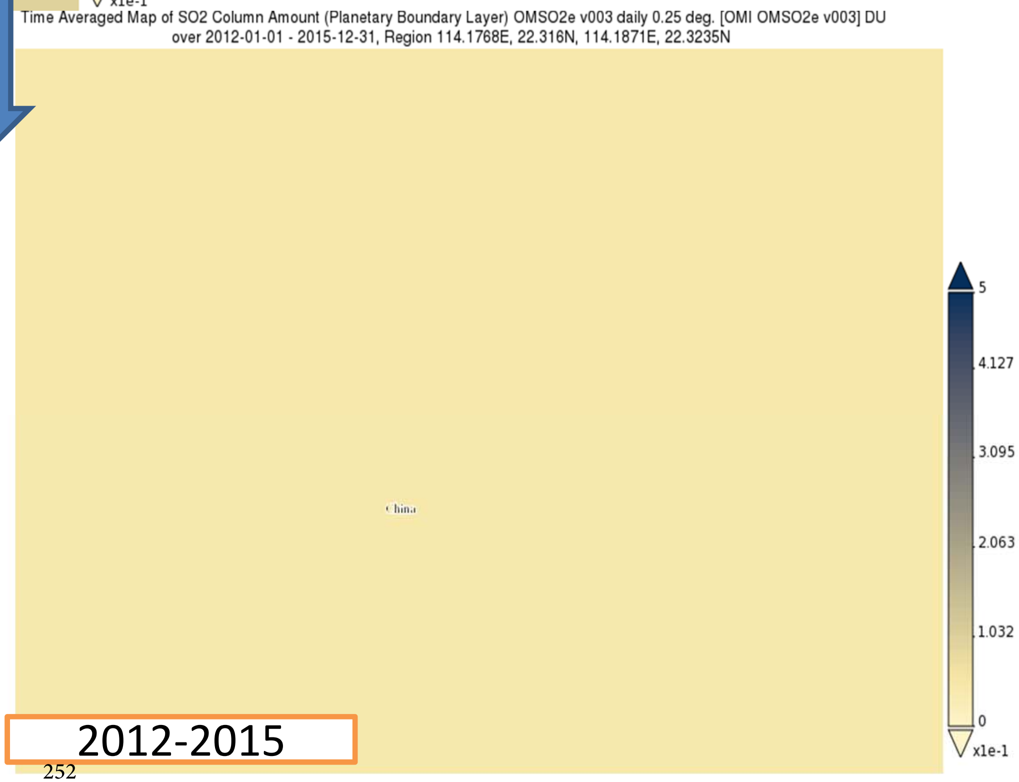
2012-2015

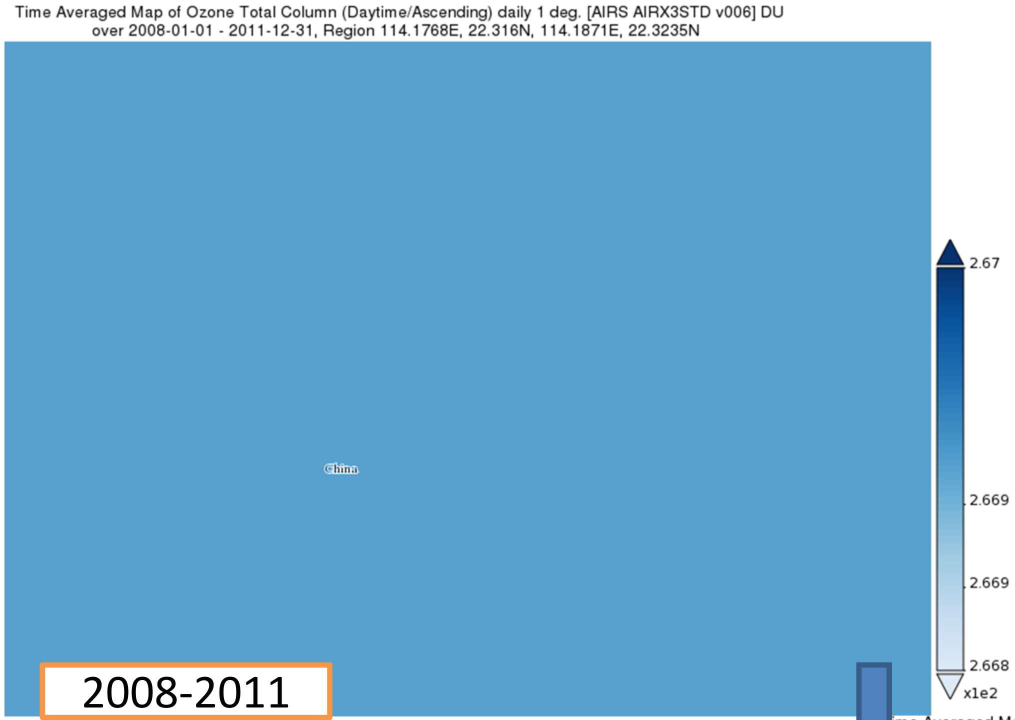
二氧化硫(SO2)
-下降



顏色變化較少

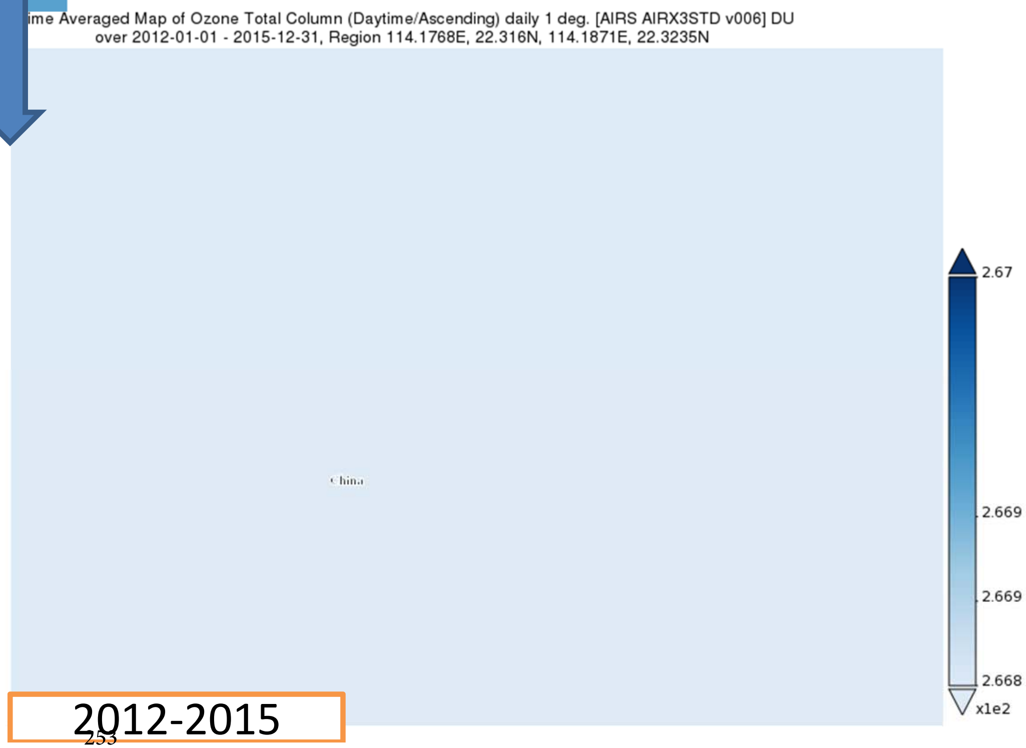
香港地區





臭氧
-下降

颜色變化較大



香港地區

觀塘2012-2015的天氣因素及污染物

	二氧化氮	二氧化硫	氮氧化物	臭氧
氣温	0.0336828	-0.315394	0.1972626	-0.282243
濕度	-0.210321	-0.531995	0.2651476	-0.539212
雲量	-0.172601	-0.541113	0.2365687	-0.521263
總雨量	-0.013944	-0.256575	0.4530979	-0.576689
氣壓	-0.198464	0.210757	-0.473415	0.5263677

臭氧

氣壓: 正的明顯線性關係

濕度,雲量,雨量: 負的明顯線性關係

氮氧化物

雨量:正的明顯線性關係

氣壓:負的明顯線性關係

二氧化硫

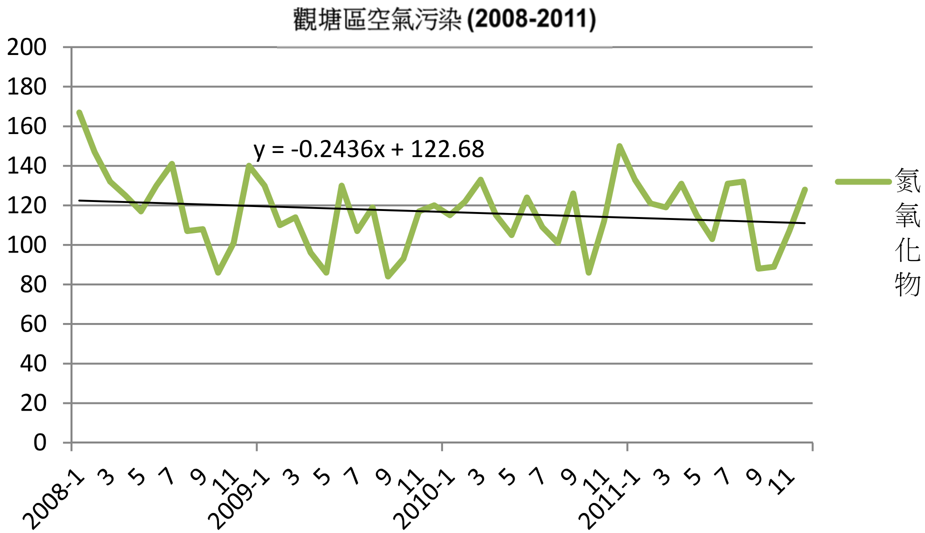
濕度,雲量:負的明顯線性關係

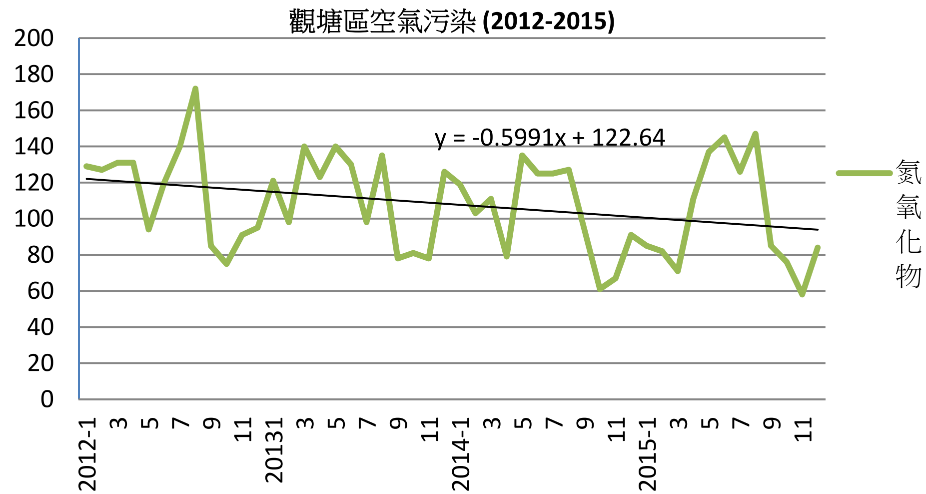
二氧化氮

與天氣因素沒有明顯的線性關係

3.討論問題

1.港府推行停車熄匙政策有否減低氮氧化物指數





港府推行停車熄匙政策有助減低氮氧化物
但對其他污染物影響不顯著
如果要全面減低空氣污染指數需要有其他政策配合

3.討論問題

2.哪種天氣因素會影響臭氧和其他空氣污染物的水平

	二氧化氮	二氧化硫	氮氧化物	臭氧
氣温	0.033683	-0.31539	0.197263	-0.28224
濕度	-0.21032	-0.532	0.265148	-0.53921
雲量	-0.1726	-0.54111	0.236569	-0.52126
總雨量	-0.01394	-0.25657	0.453098	-0.57669
氣壓	-0.19846	0.210757	-0.47342	0.526368

濕度,雲量,雨量,氣壓
會顯著影響臭氧和二氧化硫的水平

3.討論問題

3.什麼因素會造成香港的市區和郊野空氣質素的變化

市區(觀塘,旺角)

- 人口比較稠密
  (55204/km^2); (44045/km^2)*
- 樓宇密度較高
- 土地限制較難實施綠化措施
- 工業發展較蓬勃

郊野(大埔)

- 人口比較稀少
  (2181/km^2)*
- 樓宇密度較低
- 綠化措施比較完善
- 工業發展比較少工業發展

*2011年人口普查

結論

- 我們發現溫度,濕度,雲量和雨量會影響二氧化氮,二氧化硫,氮氧化物和臭氧的存在。

- 濕度,雲量,雨量,氣壓,會明顯地影響臭氧和二氧化硫的水平。

- 港府推行停車熄匙政策有非常有效地減低氮氧化物和有效地減低二氧化氮。

- 回應東方日報報導，就數據分析所得，全港臭氧水平有下降趨勢, 而觀塘區只是輕微上升而不是飆升，東方日報報導時可能沒有考慮到季節性因素。

建議

- 個人
- 使用公共交通代替私家車
- 多買低污染汽車(電動車)
- 政府
- 推廣低污染汽車及電動自行車
- 加強非法油品驗查及檢測
- 加強監管餐飲業排放減量
- 推廣自行車政策

參考資料

-天文台

http://www.hko.gov.hk/contentc.htm

-環保署

http://www.epd.gov.hk/epd/tc_chi/top.html

-N.A.S.A.

http://www.disc.sci.gsfc.nasa.gov/giovanni

反思

- 通過完成一份研究,我們發現研究跟平時一般在學校做的報告是大大不同
- 受著資源的限制,要搜集所有數據原來是十分困難
- 團隊合作對一份研究是十分重要,大家可以發揮所長
- 這份研究可以幫助我們日後的數學和地理科的學習

謝謝

基督教香港信義會元朗信義中學
2016數學跨科專題研習

天文與政經因素對香港空氣污染的影響

組長: 何旻峰
組員: 曾冬兒
林曉嵐
陳玥彤
吳維民

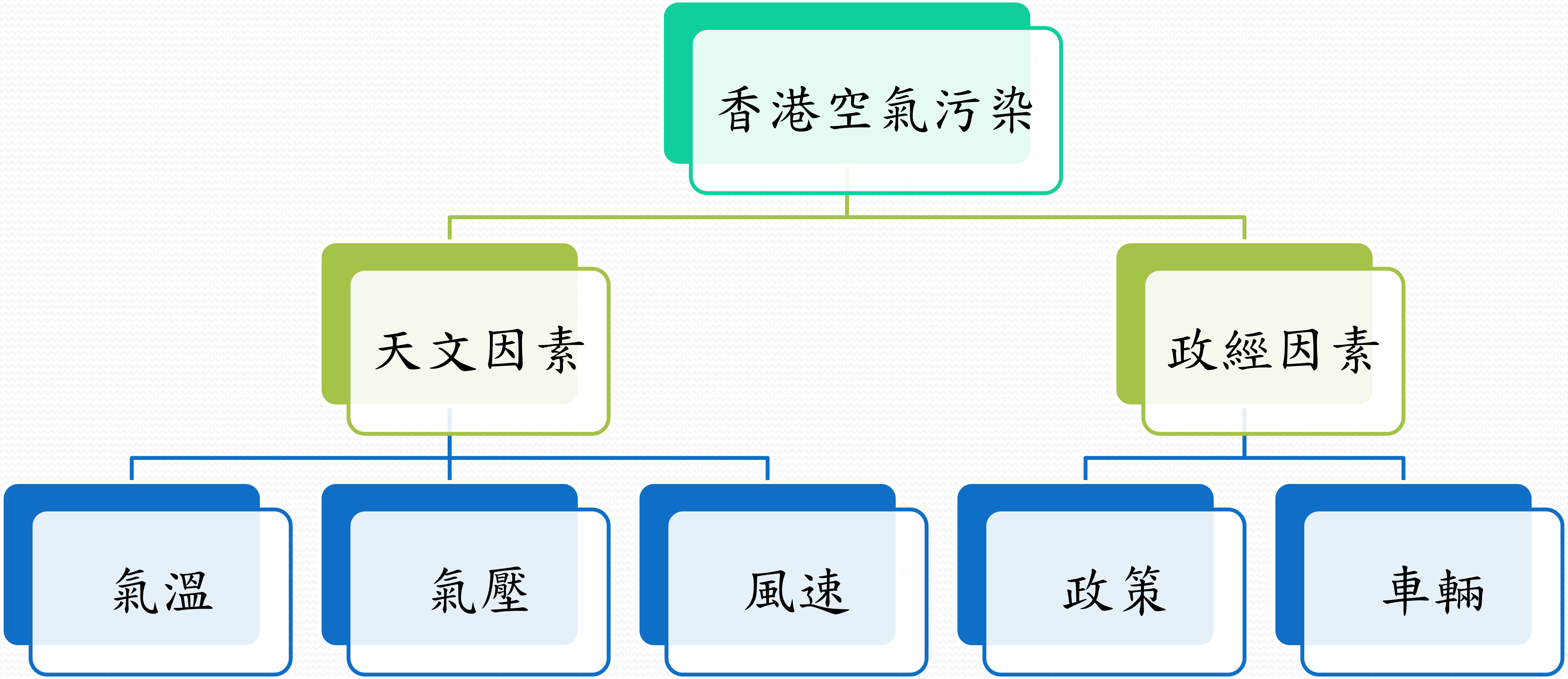
指導老師:
陳巧虹老師
楊志強老師
李國威老師
鍾嘉鈴老師

目的

天文與政經因素對香港空氣污染的影響

- 香港空氣污染日趨嚴重
- 以數學的方式來找出香港空氣污染與天文因素及政經因素的關係
- 提出改善香港空氣污染的建議

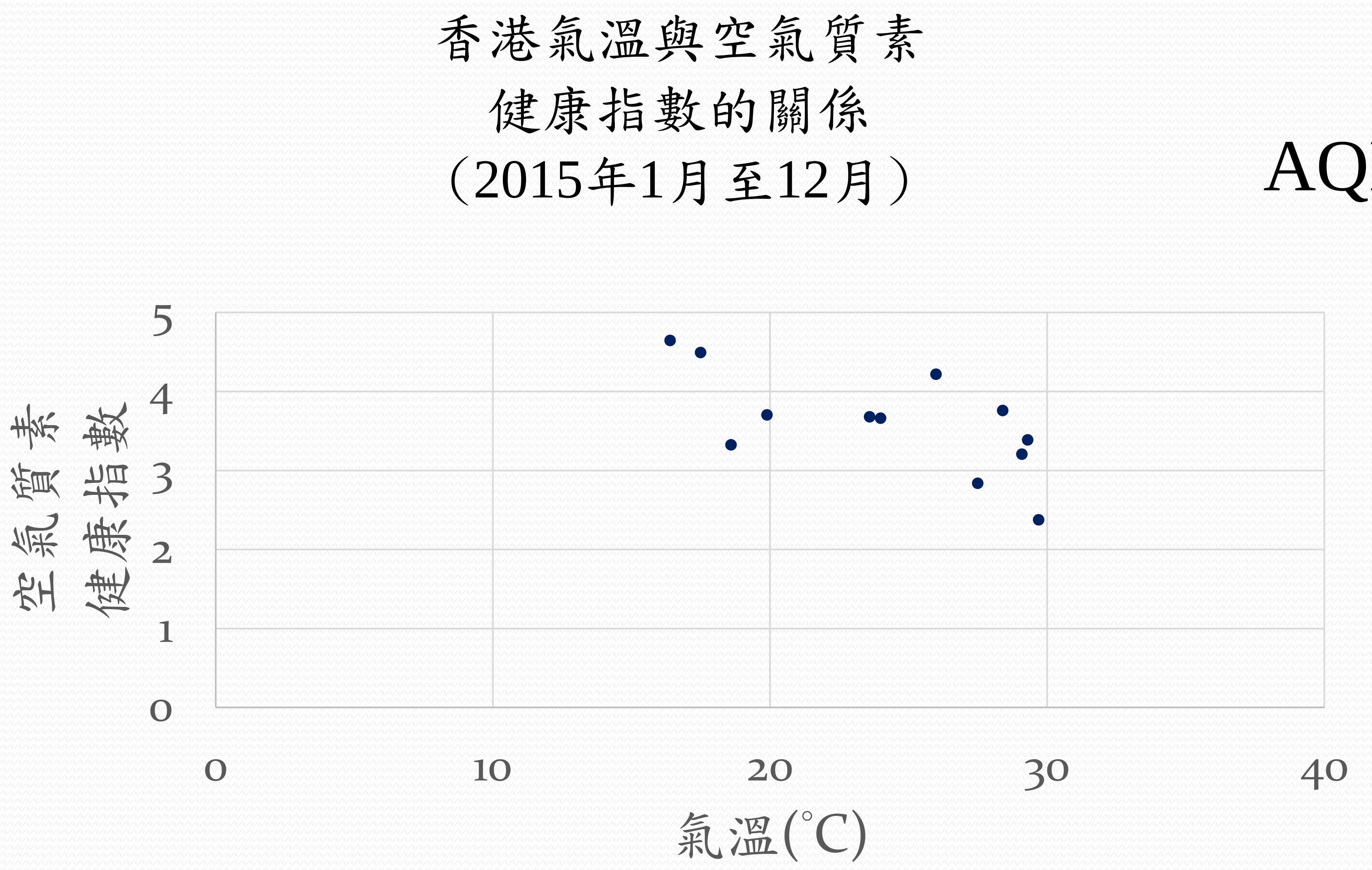
目錄



天文因素

天文因素

➢ 氣溫



AQHI: -0.66665

CO: -0.67479

FSP: -0.89625

NO_2: -0.89729

NO_X: -0.90135

O_3: 0.656763

RSP: -0.92979

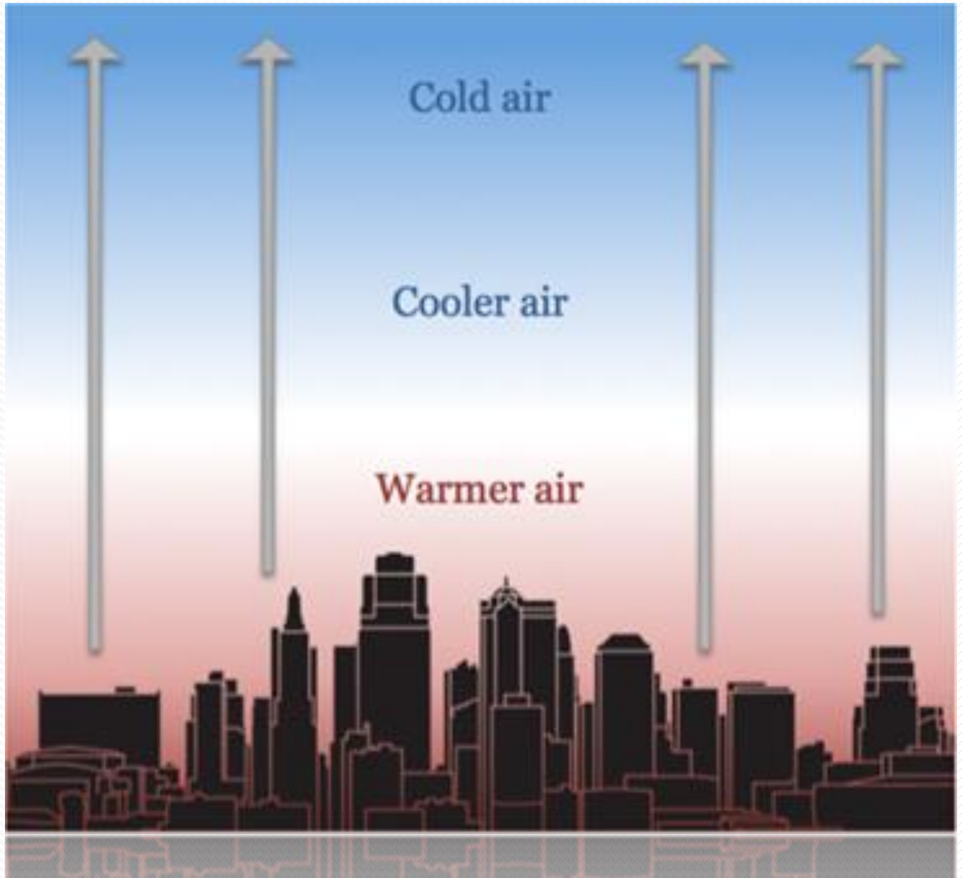
SO_2: -0.95937

天文因素

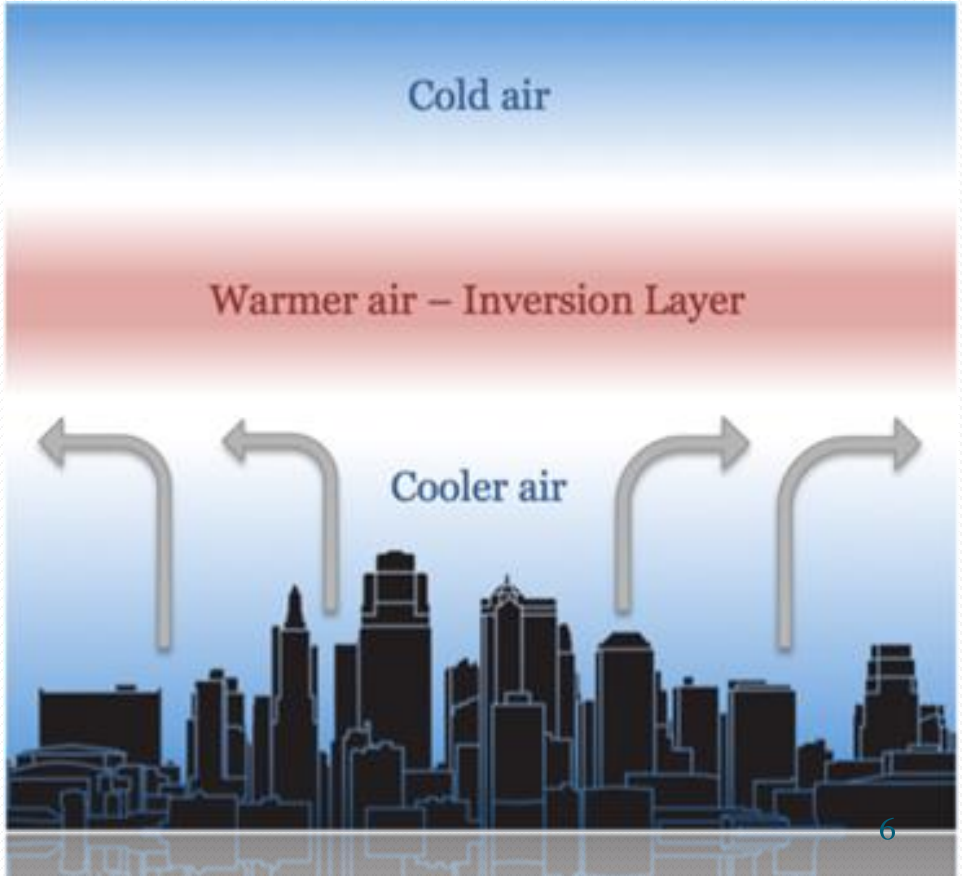
氣溫愈高，濃度愈低(臭氧除外)

- 高溫 – 加速空氣中的化學反應
- 逆溫 (Temperature Inversion)

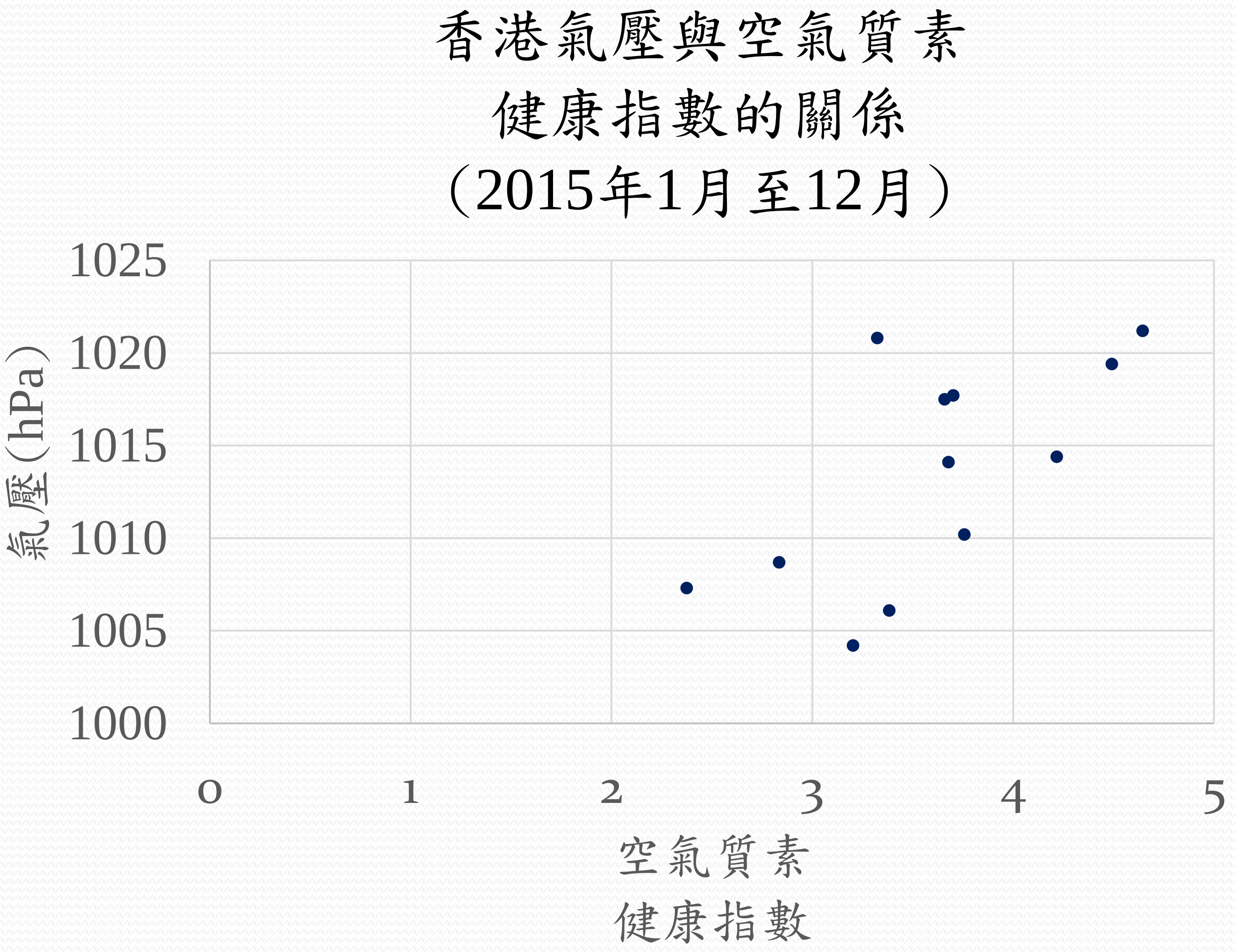
正常



逆溫



- 氣壓



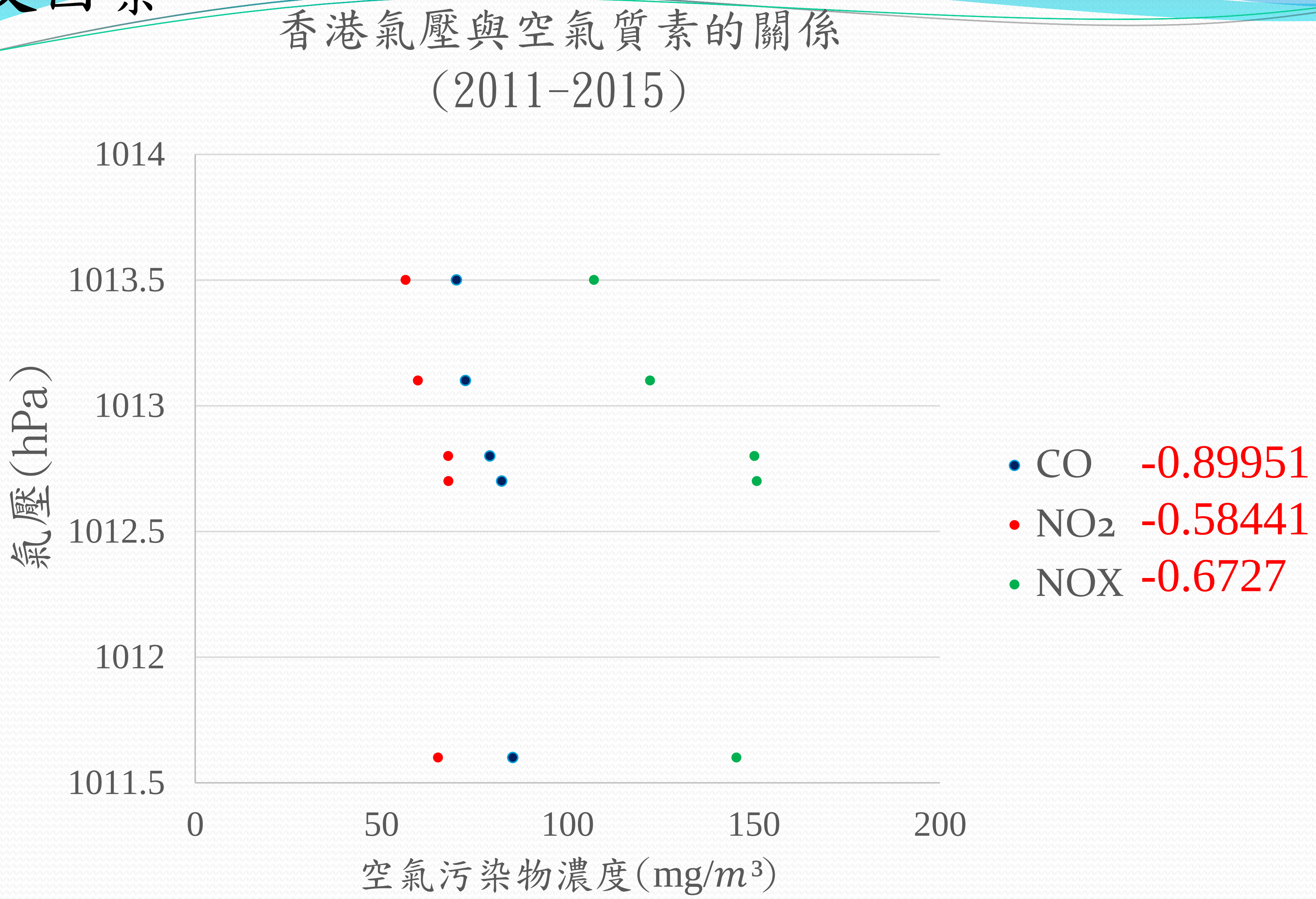
AQHI: 0.664424

天文因素

➢短期

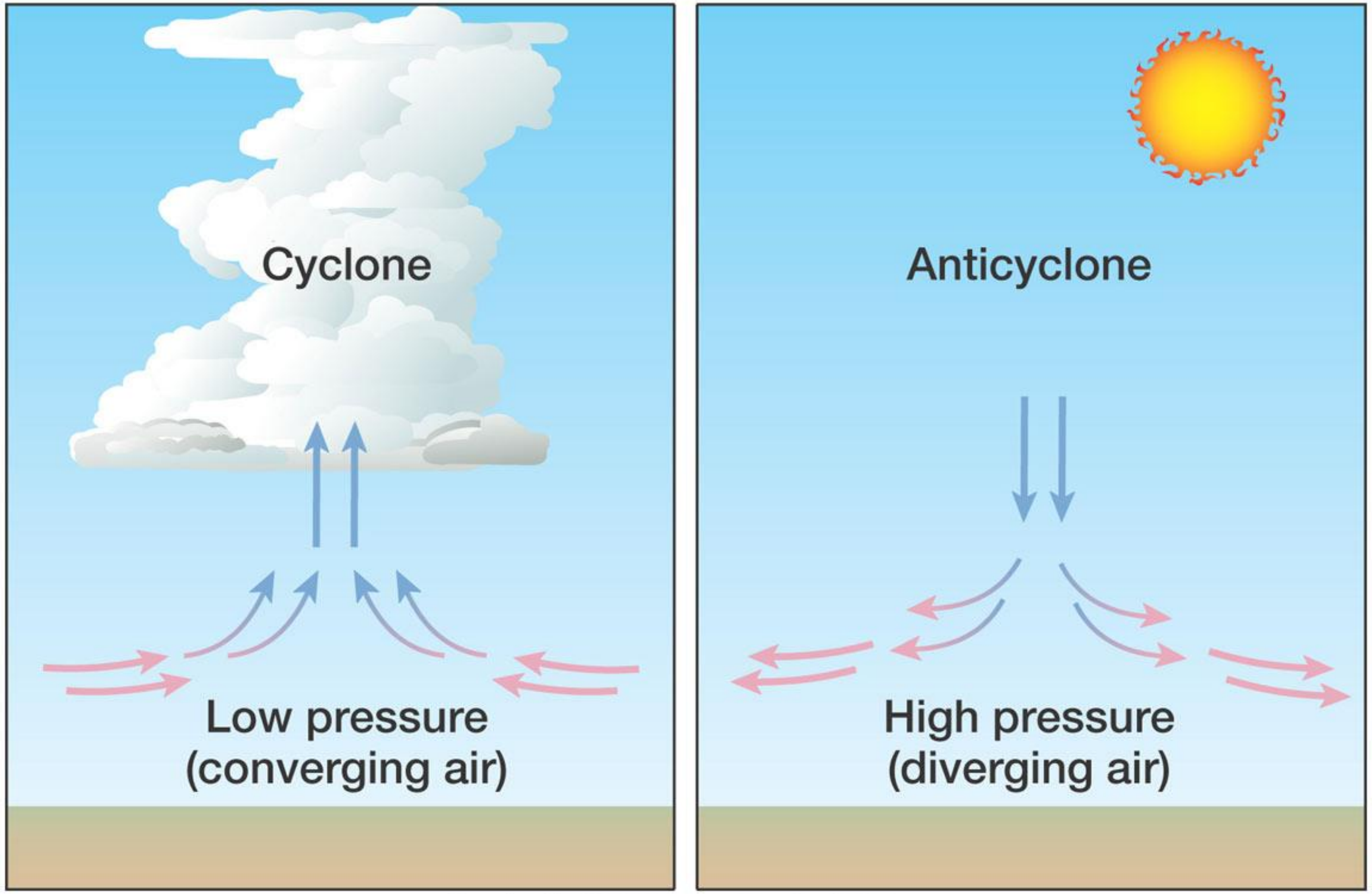
高氣壓	低氣壓
• 空氣通常會聚集在一起 • 令空氣污染物積聚	• 風雨交加 • 令污染物被分散或被雨水沖走

天文因素


香港氣壓與空氣質素的關係
(2011-2015)
1014
1013.5
1013
1012.5
1012
1011.5
0
50
100
150
200
氣壓(hPa)
空氣污染物濃度(mg/m³)
CO -0.89951
NO2 -0.58441
NOX -0.6727

天文因素

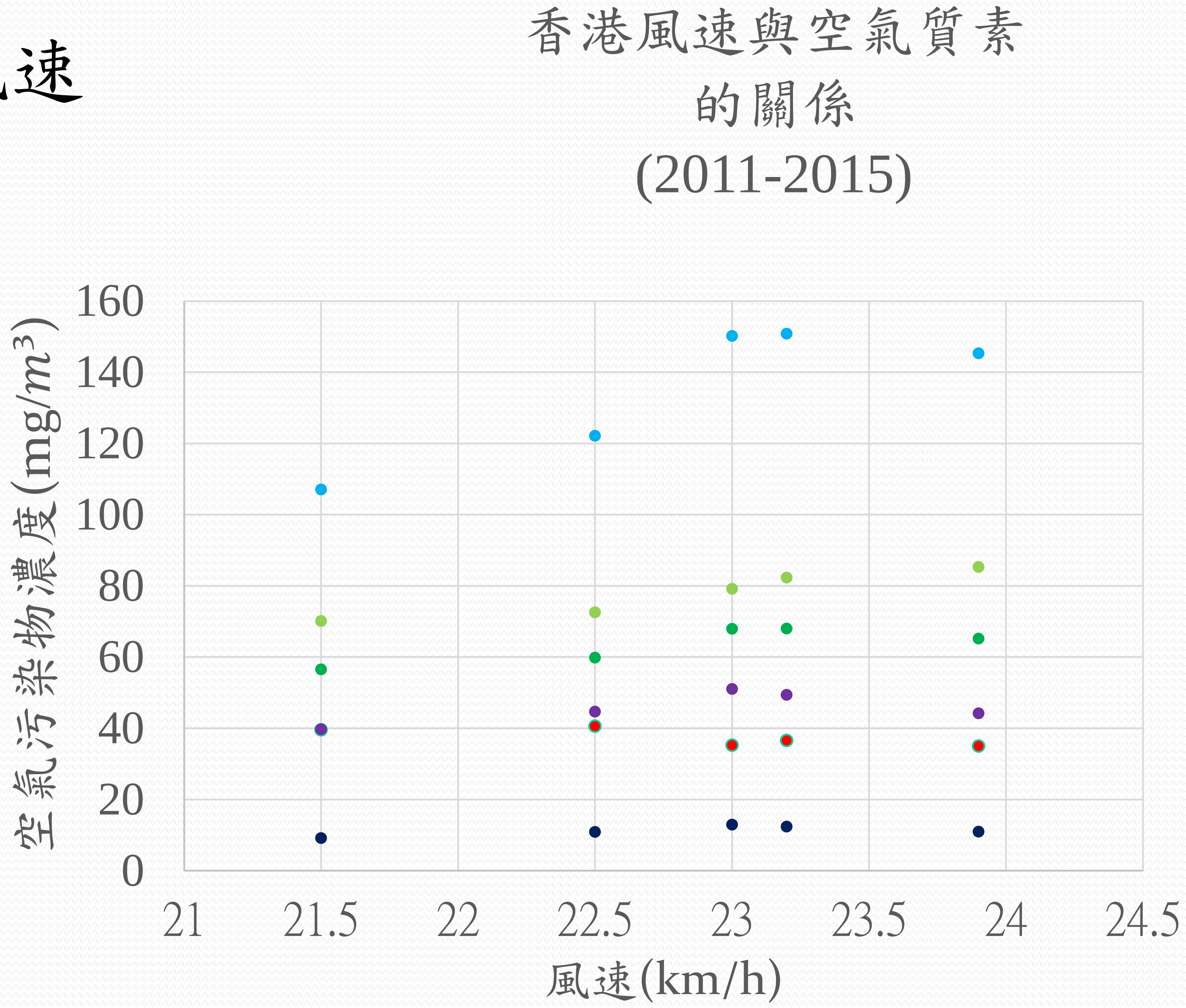
- 長期



Cyclone
Low pressure
(converging air)
Anticyclone
High pressure
(diverging air)

天文因素

➢風速



AQHI: 0.287957

•	CO	0.954209
•	NO_2	0.80547
•	NOX	0.871049
•	O_3	-0.7873
•	RSP	0.557321
•	SO_2	0.638604

天文因素

強烈季候風

香港天文台的統計數字:

2011至2015年間懸掛的強烈季候風信號共有110個

當中有59個信號的風向是東面，40個是北或東北面，其餘11個是東南或西南面

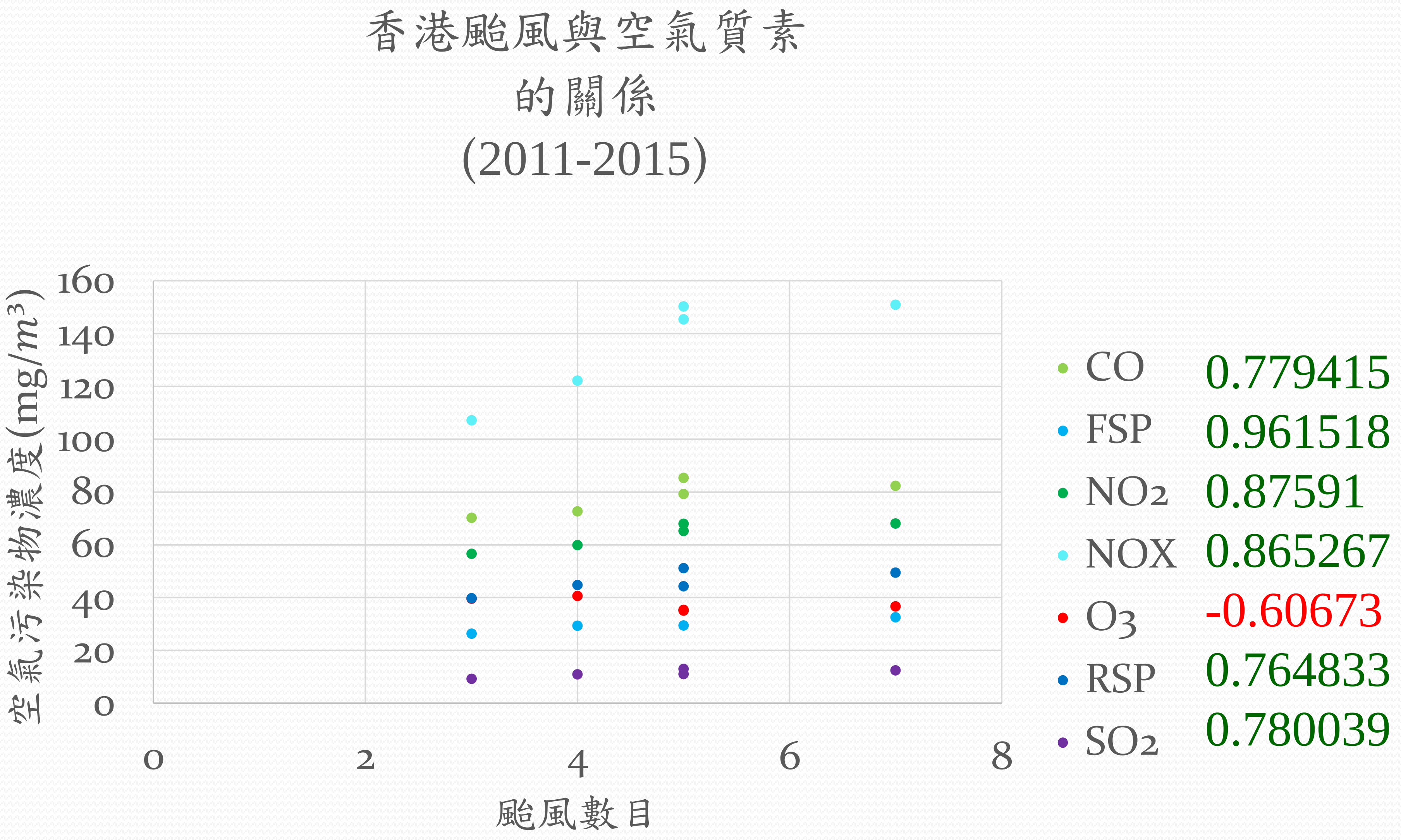
天文因素

強烈季候風

Map of Hong Kong
Shenzhen
深 圳
NEW TERRITORIES
新 界
KOWLOON
HONG KONG
Hong Kong
香 港
Victoria Harbour
維多利亞港
Lantau Island
大 嶼 山
Sai Kung Peninsula
西貢半島
Guangdong
Hong Kong SAR
赤鱲角機場
Hong Kong Int'l Airport (HKG)

天文因素

➢颱風

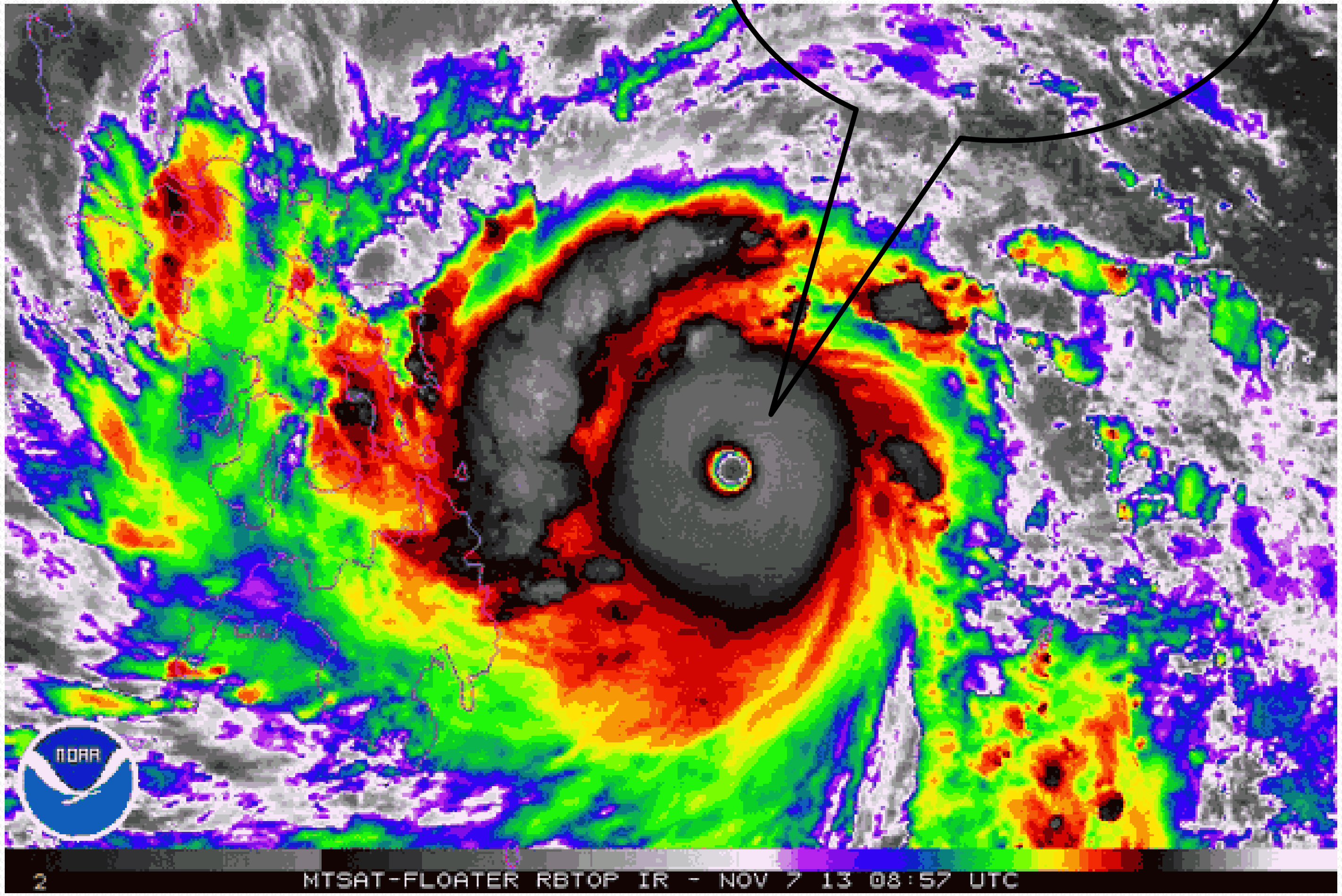


香港颱風與空氣質素
的關係
(2011-2015)
160
140
120
100
80
60
40
20
0
空氣污染物濃度(mg/m³)
0
2
4
6
8
颱風數目
CO 0.779415
FSP 0.961518
NO2 0.87591
NOX 0.865267
O3 -0.60673
RSP 0.764833
SO2 0.780039

天文因素

為什麼？

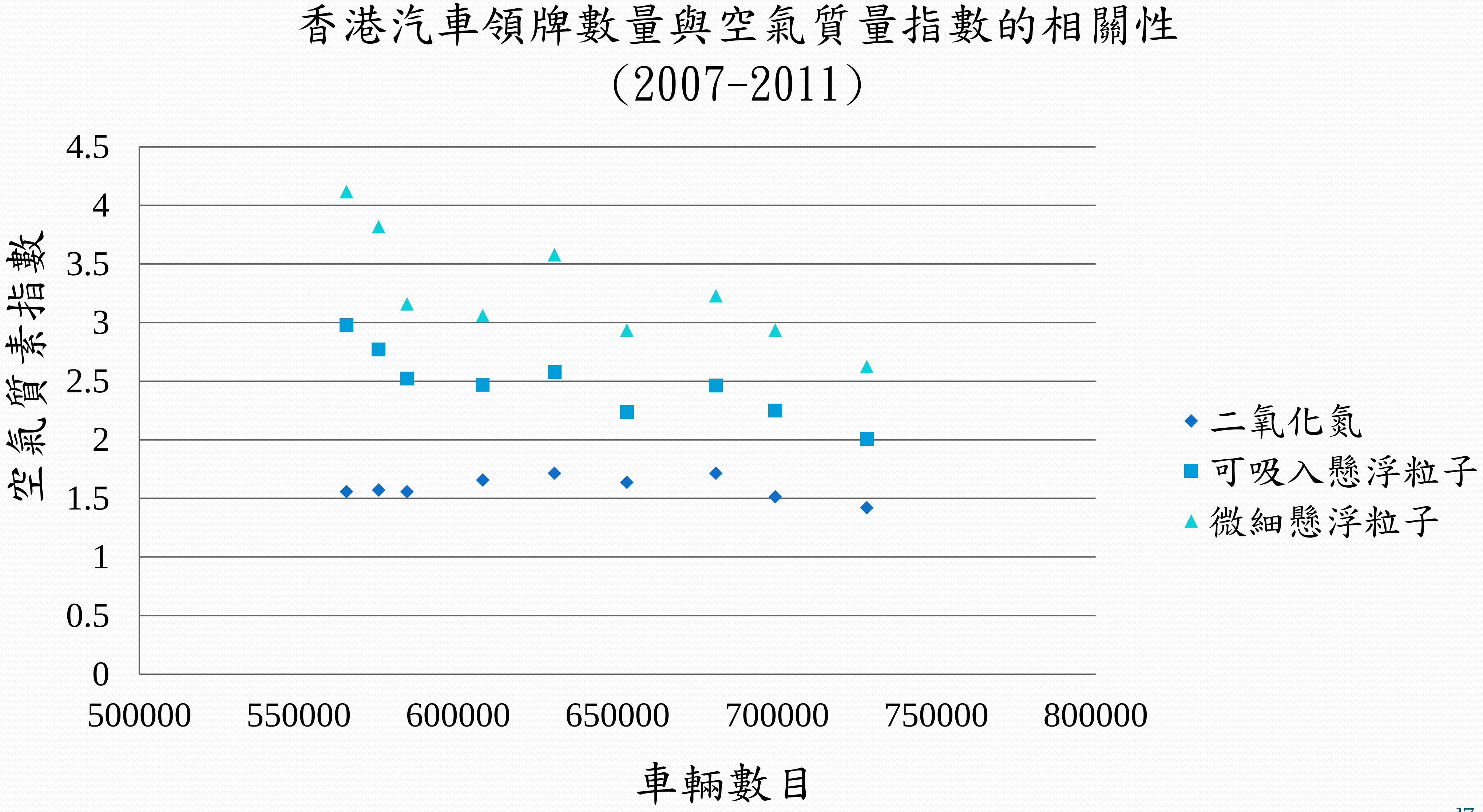
關我咩事啊？



政經因素

政策　　　　車輛

車輛愈多，空氣污染愈輕微

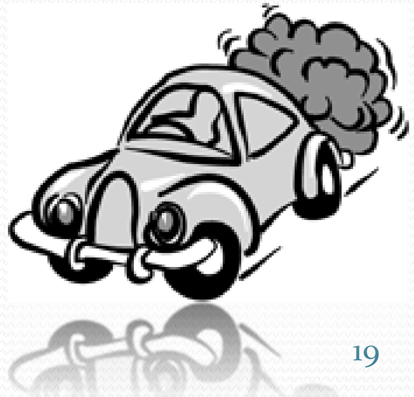


香港汽車領牌數量與空氣質量指數的相關性

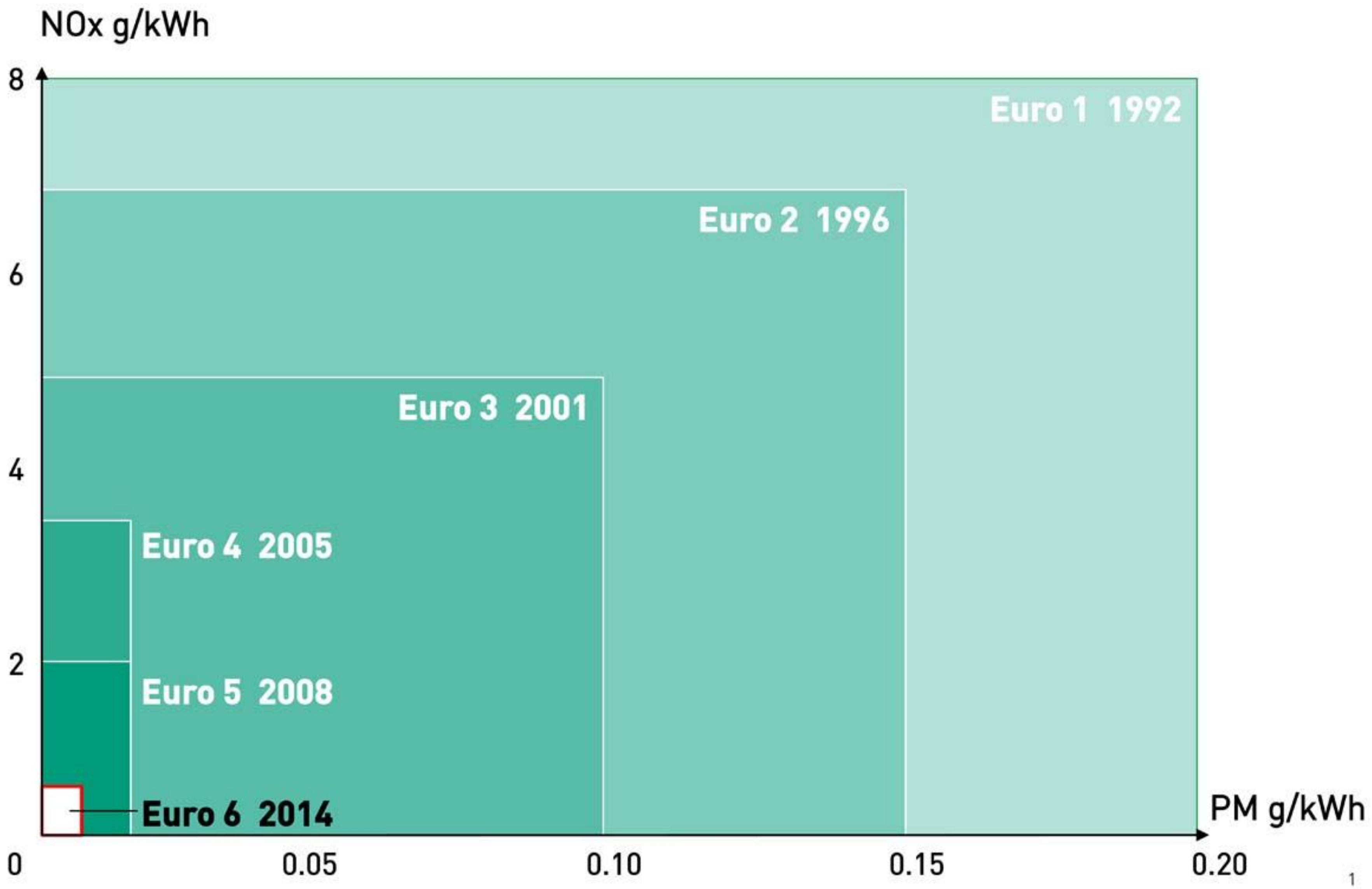
	AQI 二氧化氮	AQI 可吸入懸浮粒子	AQI 微細懸浮粒子
2007-2015	-0.25743	-0.87321	-0.77542
2007-2010	0.898161	-0.88615	-0.88687
2011-2015	-0.84943	-0.7932	-0.82662

政策(2007)

- 所有新登記車輛必須符合歐盟四期排放標準
- 所有歐盟前期柴油車輛必須安裝認可的減排器件
- 寬減首次登記稅，鼓勵選用環保汽油私家車
- 資助，鼓勵商業車輛的車主更換新車，約17000輛舊車被更換(約佔合資格車輪總數的29%)



歐洲汽車廢氣排放標準比例



政策

2008

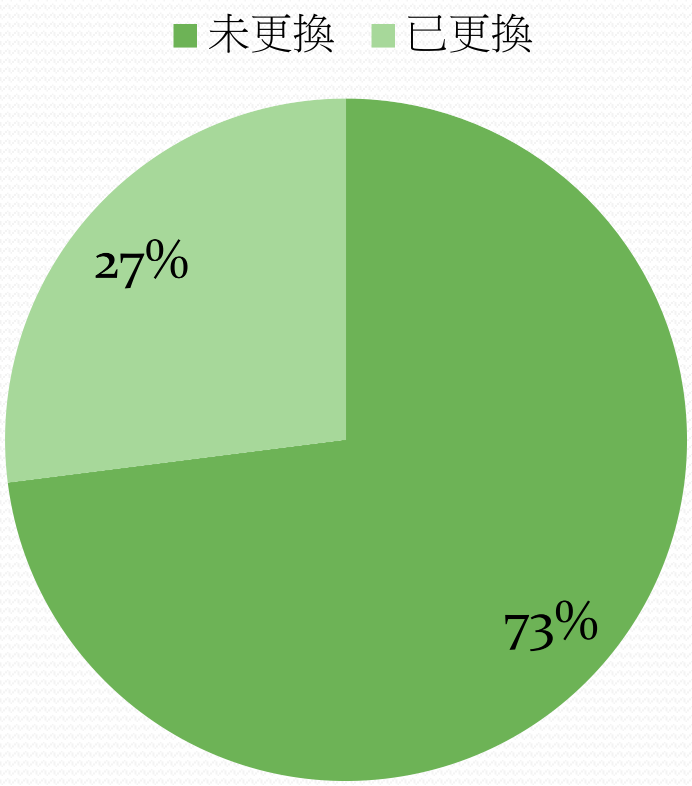
- 寬減車輛首次登記稅，鼓勵使用環保商用車輛

2010

- 向歐盟二期柴油商業車輛的車主提供資助

- 約7,400部柴油商業車
（約佔合資格車輛總數的27%)被更換

2010-2013香港更換柴油商業車的比率



政策(2011)

- 汽車引擎空轉(定額罰款)條例
  禁止汽車停泊時引擎空轉

- 所有新登記車輛必須符合歐盟五期排放標準

政策(成效)

<u>2007年 環保署</u>

- 15,000 石油氣車輛的廢氣排放數據
- 約17% 石油氣的士廢氣排放較為偏高
- 一氧化碳、碳氫化合物和氮氧化物的排放量有不同程度的偏高
- 車輛機件老化，維修不足

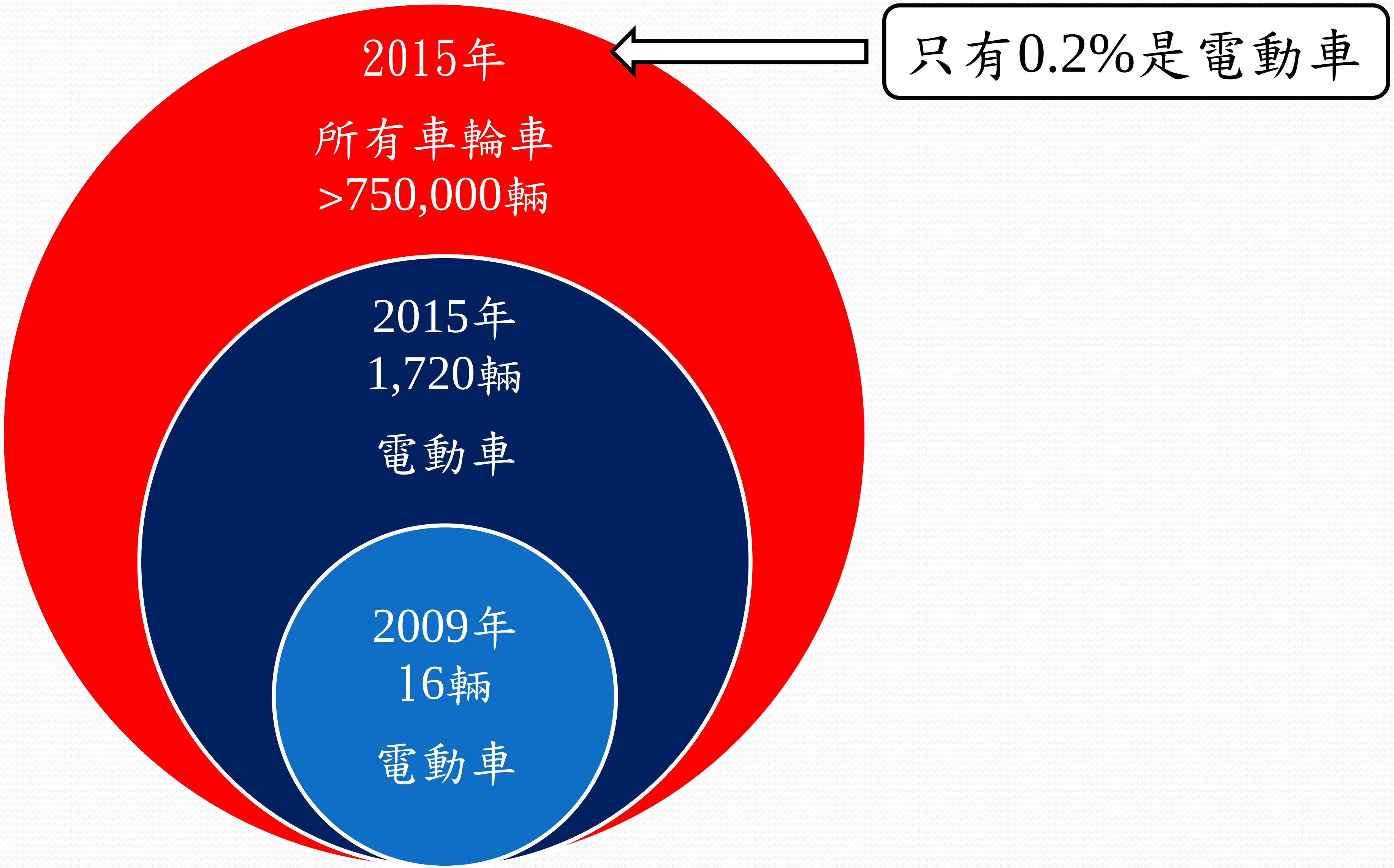
	汽車領牌數量與二氧化氮的相關性
2007-2015	-0.25743
2007-2010	0.898161
2011-2015	-0.84943

2011年禁止汽車停泊時引擎空轉

車輛(電動車好處)

- 行駛時不會產生污染
- 整體能源使用效率仍比傳統車輛高出將近 2 倍

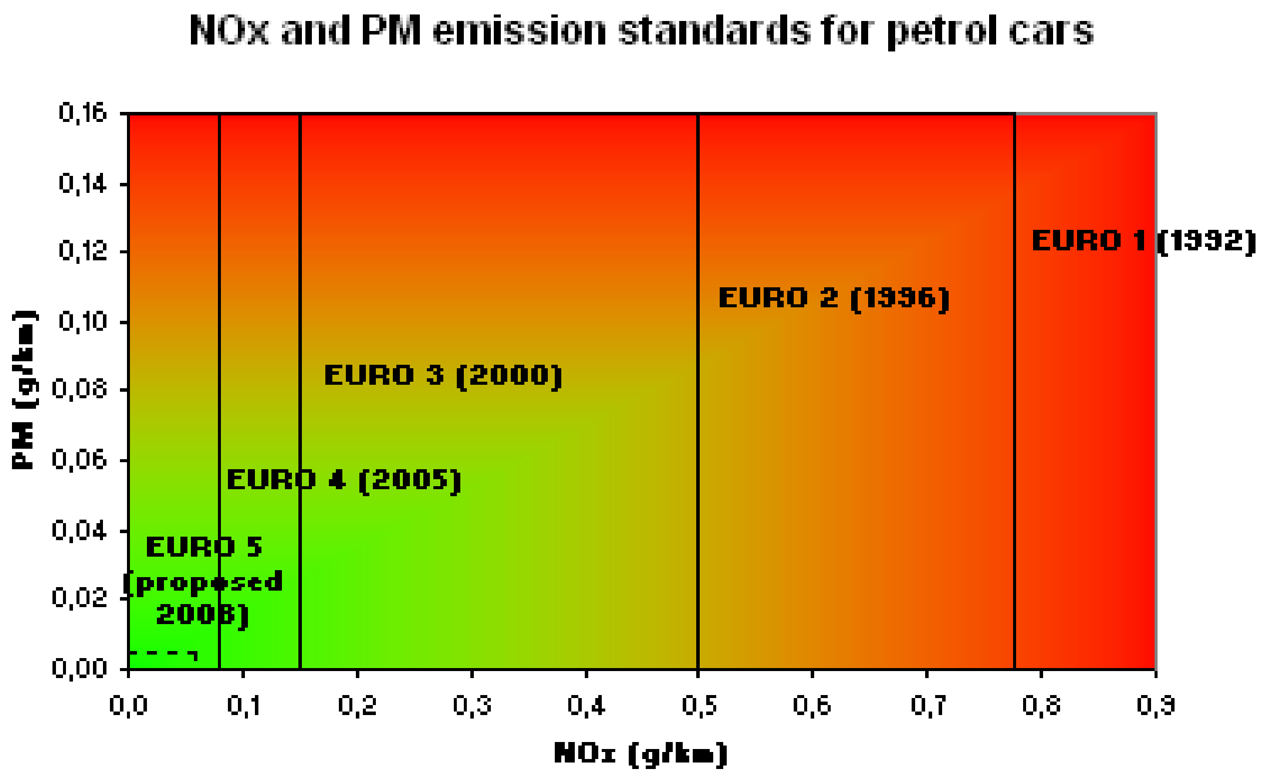
車輛(電動車數量)



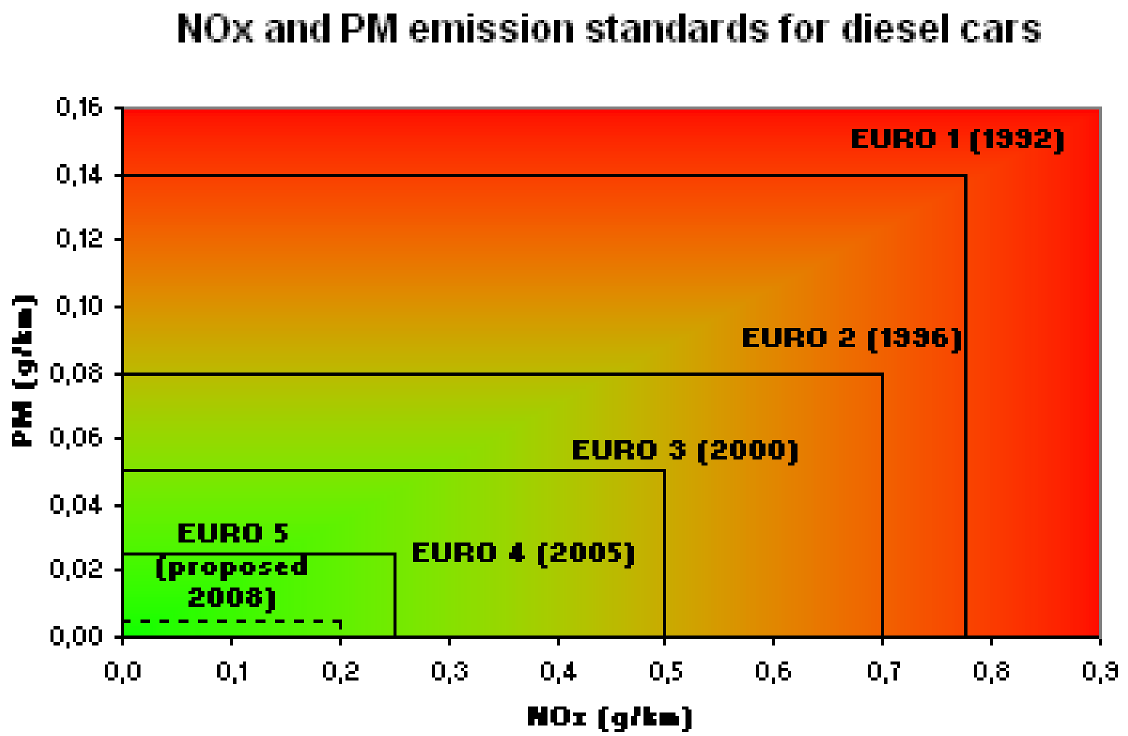
車輛(歐洲汽車廢氣排放標準)

- 限制車輛排放氮氧化物（NO_x）、一氧化碳（CO）和懸浮粒子（PM）

汽油車輛



柴油車輛



總結

天文因素

- 2015年香港氣溫與空氣質素成負相關（-0.66665）
- 2015年(1至12月)香港氣壓與空氣質素成正相關（0.664424）
- 2011-2015年香港氣壓與空氣質素成負相關（CO:-0.89951 NO_2: -0.58441 NO_X: -0.6727）
- 2011-2015年香港風速與空氣質素成正相關(AQHI: 0.287957)

政經因素

- 香港汽車領牌數量與空氣質量指數成負相關
- 相關政策對減少不同空氣污染物的濃度有成效
- 最重要是市民的合作
- 建議政府多推行符合市民利益的政策

參考資料

- 環境保護署

  http://www.aqhi.gov.hk/tc/aqhi/statistics-of-aqhi/past-aqhi-records.html

  http://www.epd.gov.hk/epd/tc_chi/environmentinhk/air/air_maincontent.html

  http://epic.epd.gov.hk/EPICDI/air/station/?lang=zh
- 運輸署
- Environmental Health Perspectives
- Fort Air Partnership
- Enviropedia

  http://www.air-quality.org.uk/06.php

  http://www.enviropedia.org.uk/Weather/Pressure.php
- 香港天文台

  http://www.hko.gov.hk/cis/yearlyExtract_uc.htm

  http://www.hko.gov.hk/cis/monthlyExtract_uc.htm

  http://www.hko.gov.hk/cis/climat_c.htm

  http://www.hko.gov.hk/informtc/tcStatistic_uc.htm
- 新聞公報

  http://www.info.gov.hk/gia/general/200711/21/P200711210186.htm
- LittleECO電動汽車資訊網

  http://tw.car.littleco.info/compare1.html

謝謝！

空氣污染

藍田聖保祿中學

銅鑼灣空氣污染冠全港

- 【本報訊】 環保團體健康空氣行動分析過去年及今年空氣質素健康指數數據，發現銅鑼灣的空氣質素健康指數，今年至今有九十九日處於高（7）或以上，即全年有兩成七日子身處銅鑼灣的市民，暴露在高度空氣污染風險之下，位列十五個空氣監察站之首，也是連續兩年高踞該榜的頭兩位。而排第二的監察站是中環及旺角，各有六十六日空氣質素健康指數屬於高（7）或以上。

來源:東方日報 (31-12-2015)

目的

- 眾所周知尖沙咀、中環等一帶是香港的金融交匯處，而官塘，新蒲崗等就密密麻麻地佈滿工廠大廈，但是為什麼銅鑼灣的空氣污染會冠全港呢？
- 因此，我們希望探討一下銅鑼灣的空氣污染這個問題好使我們能夠滿足好奇心並擴闊視野。
- 希望透過這個專題研習去找出問題的根源，從而能深入了解這個問題。

研究對象

- 我們今次主要研究五種污染物，包括臭氧（O_3）、二氧化硫（SO_2）、二氧化氮（NO_2）、微細懸浮粒子（FSP）和氮氧化物（NOX）和它們在銅鑼灣的狀況。

臭氧(O_3)

- 臭氧（分子式為O_3）是氧氣（O_2）的同素異形體，在常溫下，它是一種有特殊臭味的淡藍色氣體。
- 臭氧主要存在於距離地球表面20公里的臭氧層中，含量約50ppm。它吸收對人體有害的短波紫外線，防止其到達地球。
- O_2經紫外光照射而得。在大氣層中，氧分子因高能量的輻射而分解為氧原子（O），而氧原子與另一氧分子結合，即生成臭氧。臭氧又會與氧原子、氯或其他游離性物質反應而分解消失，由於這種反覆不斷的生成和消失，乃能使臭氧含量維持在一定的均衡狀態，而大氣中約有90%的臭氧存在於離地面15到50公里之間的區域，也就是平流層，在平流層的較低層，即離地面20到30公里處，為臭氧濃度最高之區域，是為臭氧層。
- 臭氧層具有吸收太陽光中大部分的紫外線，以屏蔽地球表面生物，不受紫外線侵害之功能。

影響

- 因臭氧反應活性遠遠比氧（O_2）強，是強氧化劑，對植物、動物及很多結構材料如塑膠、橡膠有害。它還會傷害肺組織，嚴重會導致肺出血而死亡，因此當空氣中臭氧含量過高時，一般建議老人和幼兒不宜於戶外作劇烈運動，以免吸入過量臭氧。低層空氣中臭氧有時稱為「有害的」臭氧，主要源於汽機車排氣中二氧化氮產生的光化學煙霧。

- 由於工業和汽車廢氣的影響，尤其在大城市周圍農林地區，在地表臭氧會形成和聚集。地表臭氧對人體，尤其是對眼睛、呼吸道等有侵蝕和損害作用。地表臭氧也對農作物或森林有害。

- 與「有害的」臭氧相反，「有益的」臭氧存在於地球大氣層的平流層上部，覆蓋著地球表面，阻隔大部分破壞生物組織的太陽紫外線輻射。而稀薄的臭氧會給人以清新的感覺，因此在大雷雨後，空氣總是特別清新。

臭氧對人體的影響

- 臭氧具有強烈的刺激性，吸入過量對人體健康有一定危害。它主要是刺激和損害深部呼吸道，並可損害中樞神經系統，對眼睛有輕度的刺激作用。
- 當大氣中臭氧濃度為0.1mg/m³時，可引起鼻和喉頭粘膜的刺激；
- 臭氧濃度在0.1－0.2mg/m³時，引起哮喘發作，導致上呼吸道疾病惡化，同時刺激眼睛，使視覺敏感度和視力降低。
- 臭氧濃度在2mg/m³以上可引起頭痛、胸痛、思維能力下降，嚴重時可導致肺氣腫和肺水腫。
- 臭氧還能阻礙血液輸氧功能，造成組織缺氧；使甲狀腺功能受損、骨骼鈣化，還可引起潛在性的全身影響。
- 臭氧對人體也有致畸性，母親孕期接觸臭氧可導致新生兒瞼裂狹小發生率增多。

二氧化硫（SO_2）

- 二氧化硫，（sulphur dioxide , sulfur dioxide）化學式是SO_2。是最常見的硫氧化物。
- 無色氣體，有強烈刺激性氣味。在許多工業過程中也會產生二氧化硫。
- 當二氧化硫溶於水中，會形成亞硫酸（酸雨的主要成分）。
- 若把SO_2進一步氧化，通常在催化劑如二氧化氮的存在下，便會生成硫酸, 這就是對使用這些燃料作為能源的環境效果的擔心的原因之一。

二氧化硫對健康的威脅

- 二氧化硫具有酸性，可與空氣中的其他物質反應，生成微小的亞硫酸鹽和硫酸鹽顆粒。
- 當這些顆粒被吸入時，它們將聚集於肺部，是呼吸系統症狀和疾病、呼吸困難，以及過早死亡的一個原因。
- 如果與水混合，再與皮膚接觸，便有可能發生凍傷。與眼睛接觸時，會造成紅腫和疼痛。

二氧化氮（NO_2）

- 室温下為有刺激性氣味的棕紅色氣體
- 主要来自高温燃燒過程的釋放，比如機動車尾氣、鍋爐廢氣的排放等
- 工業合成硝酸的產物
- 一種主要的大氣污染物，也是酸雨的成因之一

二氧化氮影響

- 由於它是酸雨的成因之一，所帶來的環境效應各式各樣，包括：對濕地和陸生植物物種之間競爭與組成變化的影響，大氣能見度的下降，地表水的酸化、富營養化（因為水中富含氮、磷等營養物藻類大量繁殖而導致缺氧）以及增加水中有害魚類和其他水生生物的毒素含量
- 二氧化氮吸入後對肺組織具有強烈的刺激性和腐蝕性

微細懸浮粒子（FSP）

- 懸浮在空氣中的粒子，標稱氣動直徑為2.5微米或以下
- 由煙、塵、煤灰和液體點滴等組成
- 透過不同來源排出，例如燃料燃燒過程，車輛廢氣及工業排放等

微細懸浮粒子影響

- 含有大量有毒、有害物質，人體一旦吸入可深入肺部細胞及血液循環，損害呼吸系統、心血管系統等健康，甚至影響腦部發展。
- 增加哮喘病發風險或惡化
- 增加因患肺癌而死亡的風險
- 增加心臟病發風險
- 腦部認知能力減退

氮氧化物（NOX）

- 由氮、氧兩種元素組成的化合物 ，例如一氧化氮、二氧化氮
- 主要來源為發電廠及路面車輛
- 非可燃物，不過也可以助燃，有些遇高温或可燃性物質能引起爆炸
- 有毒，而且多為神經毒氣
- 氮氧化物中有許多酸酐，遇水可生成硝酸、亞硝酸等酸類

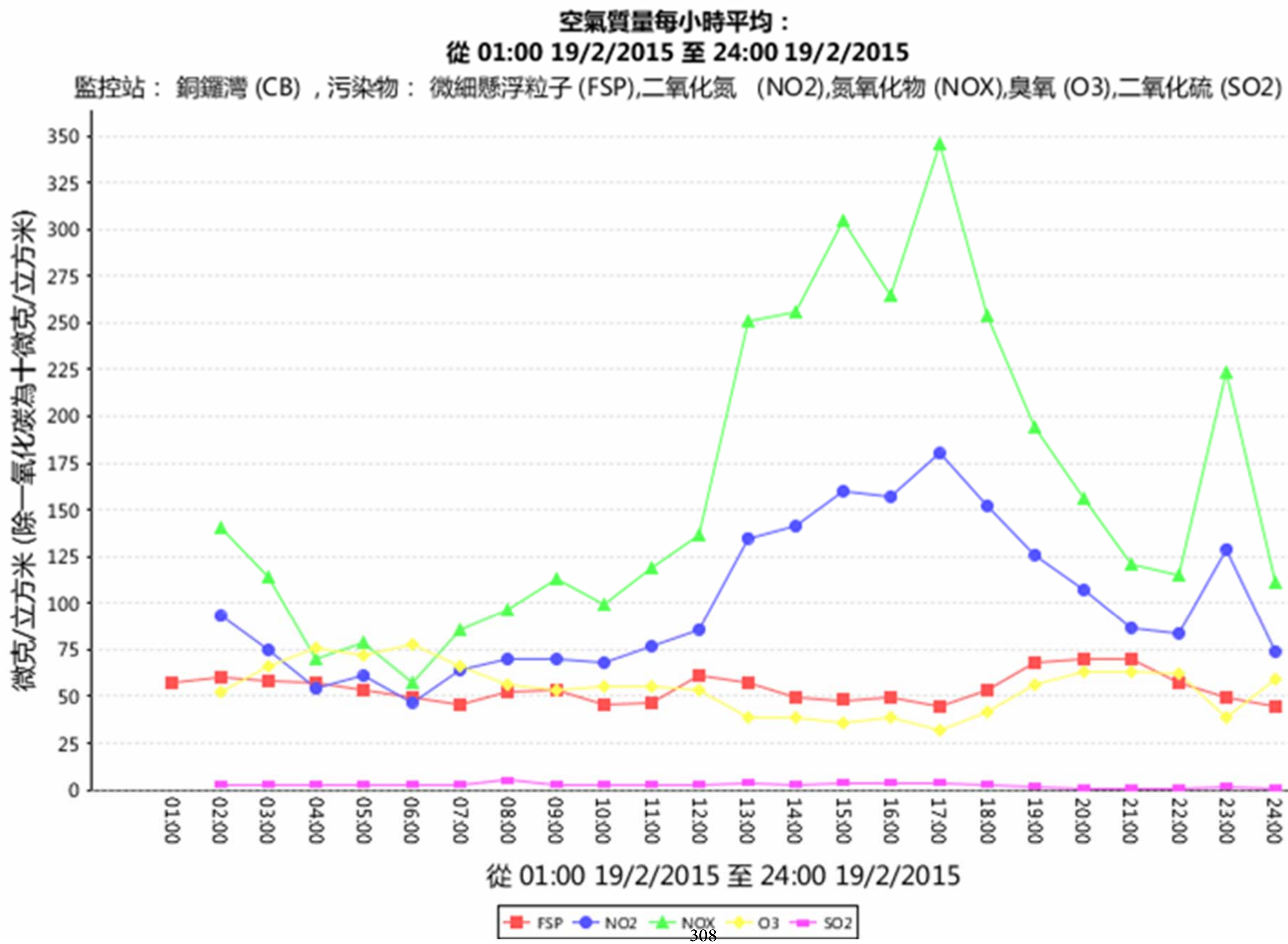
氮氧化物影響

- 對人體神經危害，會破壞人體的中軀神經，長期吸入會引起腦性麻痹，手腳萎縮等危害。大量吸入時會引起中軀神經麻痹，記憶喪失，四肢癱瘓，甚至死亡等病變，特別是二氧化氮的危害特別明顯
- 導致酸雨，在陽光照射下，氮氧化物會與活躍的有機化合物發生化學作用，產生另一種污染物——臭氧

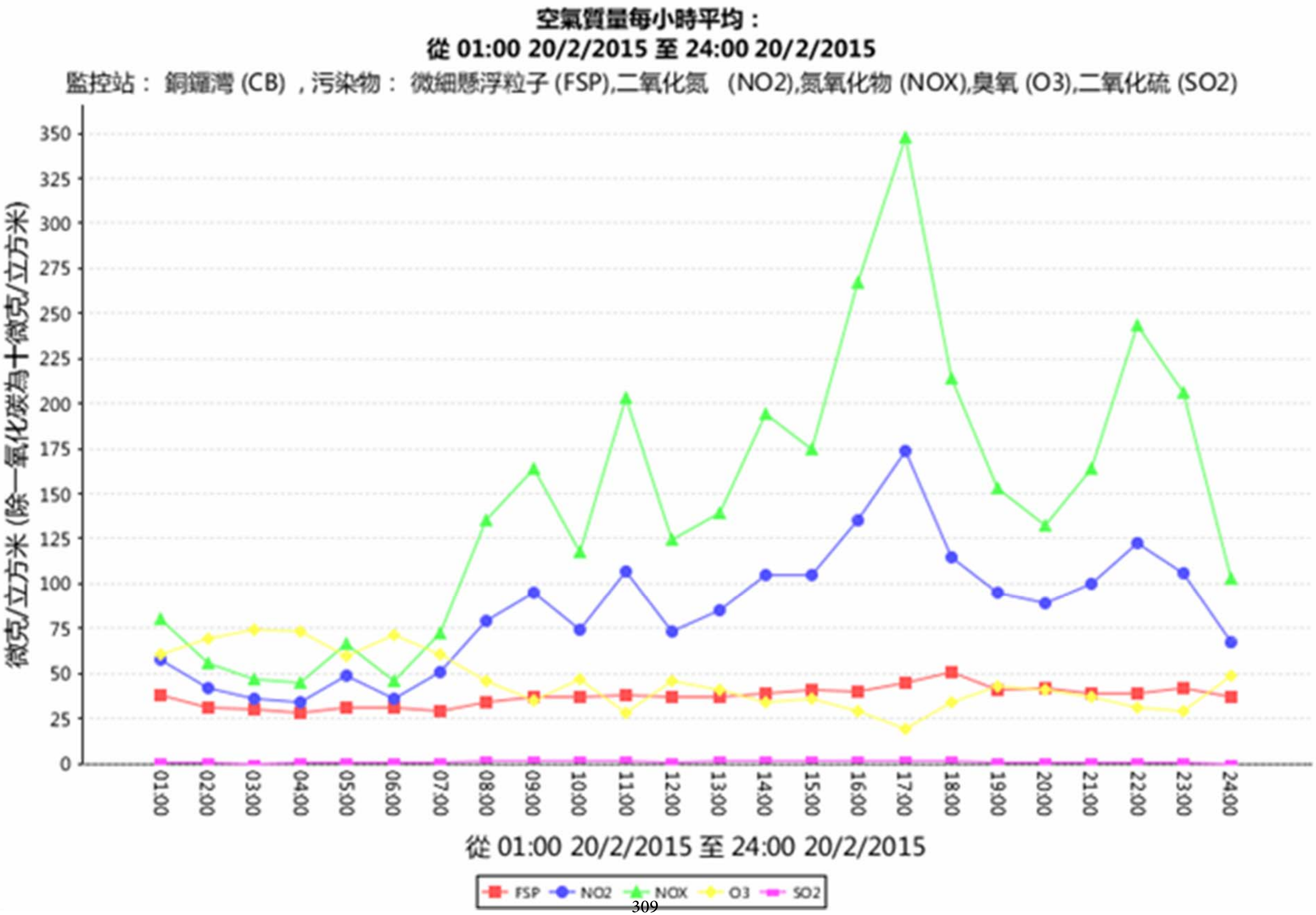
選19-2-2015至23-2-2015和1-6-2015至7-6-2015為研究日期原因

- 我們希望知道銅鑼灣空氣污染冠全港是否跟特別節日有關係,因為2月19日至23日正值農曆新年,大家都需要出外拜年，汽車的排放量自然上升，但工廠，公司卻因公眾假期而關門；而6月1日至7日是1個平常的星期,大家也要上學上班，所以想將兩個時段比較從而找出令銅鑼灣污染指數上升的原因。

2015年2月19日

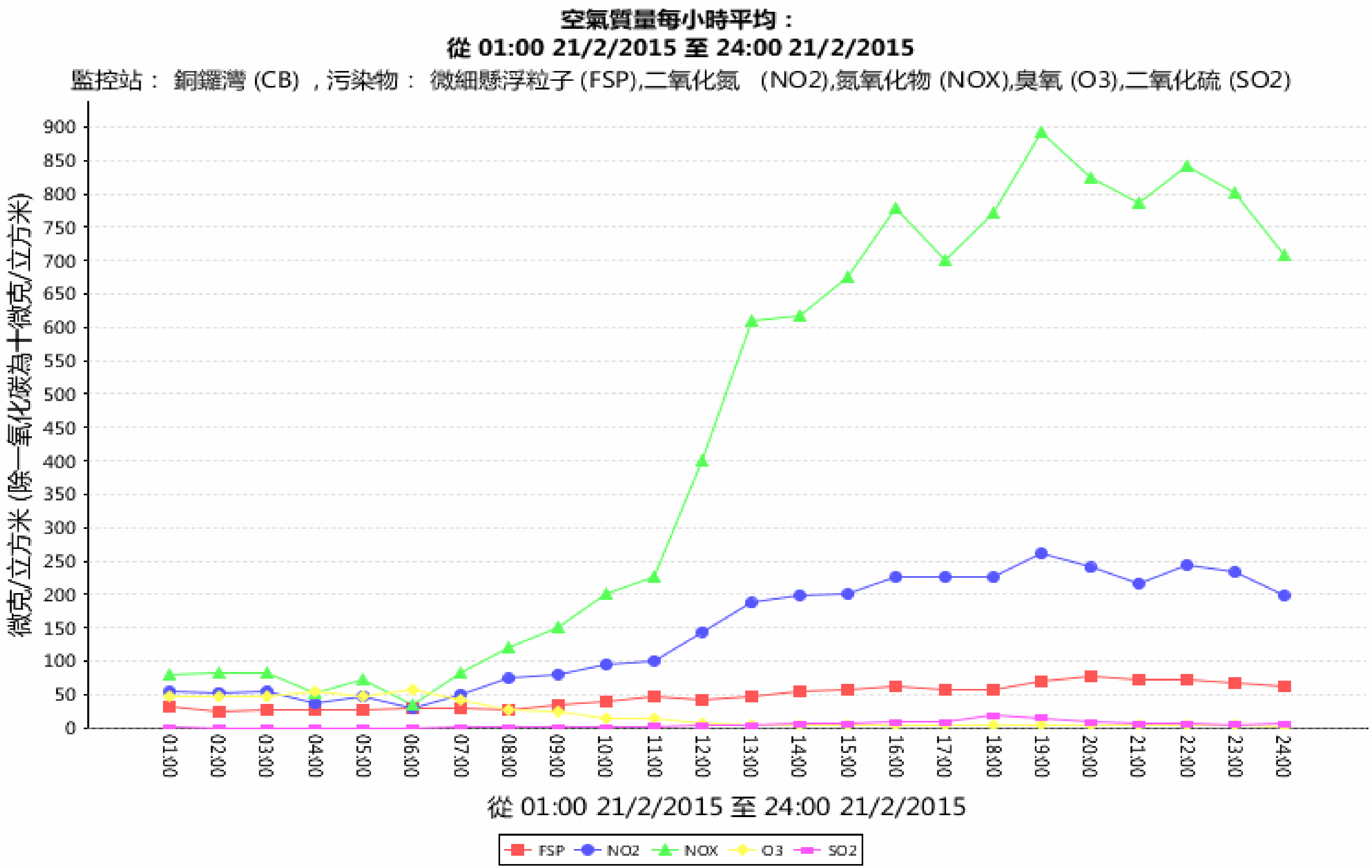

空氣質量每小時平均：
從 01:00 19/2/2015 至 24:00 19/2/2015
監控站： 銅鑼灣 (CB) ，污染物： 微細懸浮粒子 (FSP),二氧化氮 (NO2),氮氧化物 (NOX),臭氧 (O3),二氧化硫 (SO2)
微克/立方米 (除一氧化碳為十微克/立方米)
350
325
300
275
250
225
200
175
150
125
100
75
50
25
0
01:00
02:00
03:00
04:00
05:00
06:00
07:00
08:00
09:00
10:00
11:00
12:00
13:00
14:00
15:00
16:00
17:00
18:00
19:00
20:00
21:00
22:00
23:00
24:00
從 01:00 19/2/2015 至 24:00 19/2/2015
FSP
NO2
NOX
O3
SO2

2015年2月20日



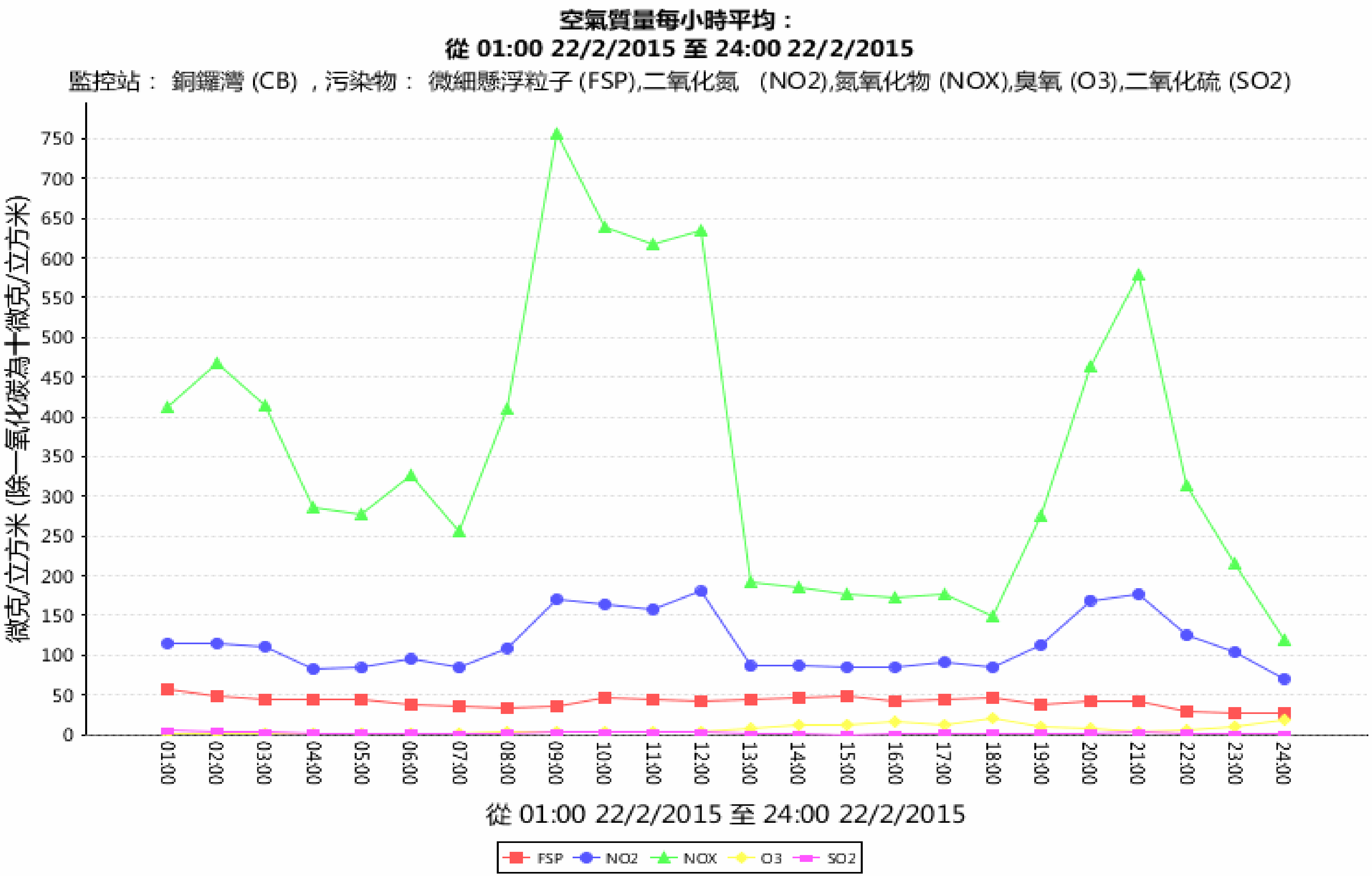
空氣質量每小時平均：
從 01:00 20/2/2015 至 24:00 20/2/2015
監控站： 銅鑼灣 (CB) ，污染物： 微細懸浮粒子 (FSP),二氧化氮 (NO2),氮氧化物 (NOX),臭氧 (O3),二氧化硫 (SO2)
微克/立方米 (除一氧化碳為十微克/立方米)
350
325
300
275
250
225
200
175
150
125
100
75
50
25
0
01:00
02:00
03:00
04:00
05:00
06:00
07:00
08:00
09:00
10:00
11:00
12:00
13:00
14:00
15:00
16:00
17:00
18:00
19:00
20:00
21:00
22:00
23:00
24:00
從 01:00 20/2/2015 至 24:00 20/2/2015
FSP
NO2
NOX
O3
SO2

2015年2月21日



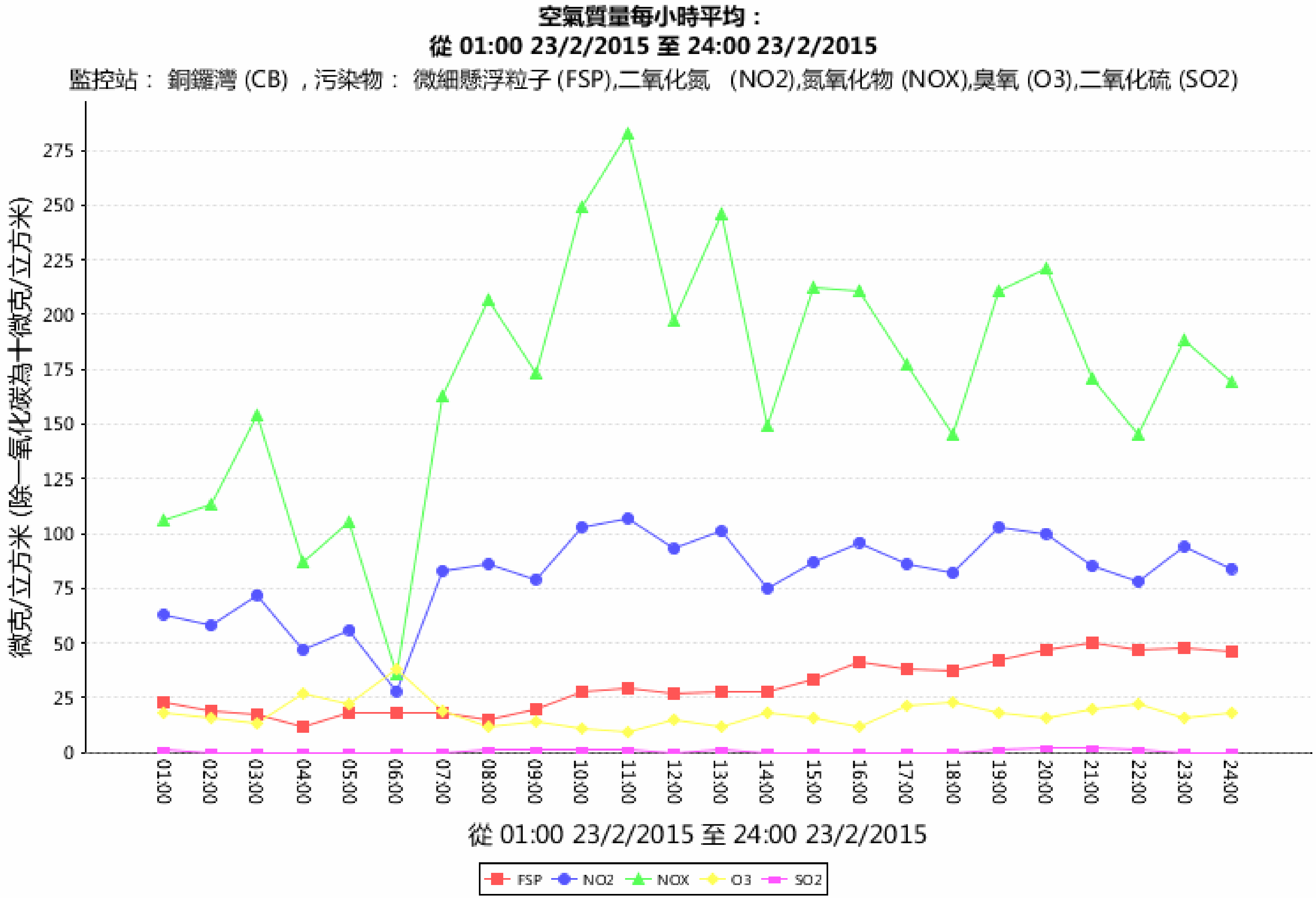
空氣質量每小時平均：
從 01:00 21/2/2015 至 24:00 21/2/2015
監控站： 銅鑼灣 (CB) ，污染物： 微細懸浮粒子 (FSP),二氧化氮 (NO2),氮氧化物 (NOX),臭氧 (O3),二氧化硫 (SO2)
微克/立方米 (除一氧化碳為十微克/立方米)
900
850
800
750
700
650
600
550
500
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
01:00
02:00
03:00
04:00
05:00
06:00
07:00
08:00
09:00
10:00
11:00
12:00
13:00
14:00
15:00
16:00
17:00
18:00
19:00
20:00
21:00
22:00
23:00
24:00
從 01:00 21/2/2015 至 24:00 21/2/2015
FSP
NO2
NOX
O3
SO2

2015年2月22日



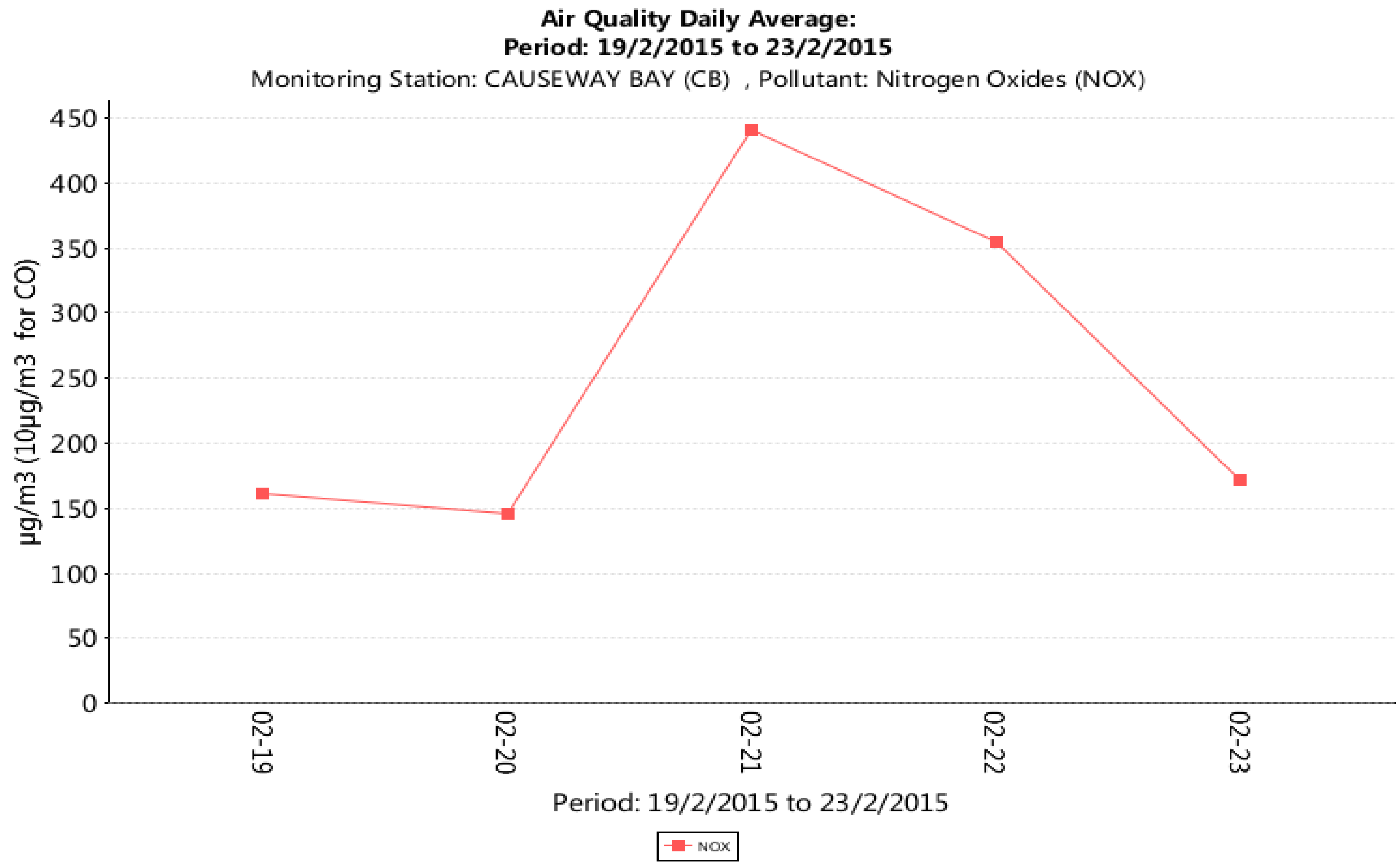
空氣質量每小時平均：
從 01:00 22/2/2015 至 24:00 22/2/2015
監控站： 銅鑼灣 (CB) ，污染物： 微細懸浮粒子 (FSP),二氧化氮 (NO2),氮氧化物 (NOX),臭氧 (O3),二氧化硫 (SO2)
微克/立方米 (除一氧化碳為十微克/立方米)
750
700
650
600
550
500
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
01:00
02:00
03:00
04:00
05:00
06:00
07:00
08:00
09:00
10:00
11:00
12:00
13:00
14:00
15:00
16:00
17:00
18:00
19:00
20:00
21:00
22:00
23:00
24:00
從 01:00 22/2/2015 至 24:00 22/2/2015
FSP
NO2
NOX
O3
SO2

2015年2月23日

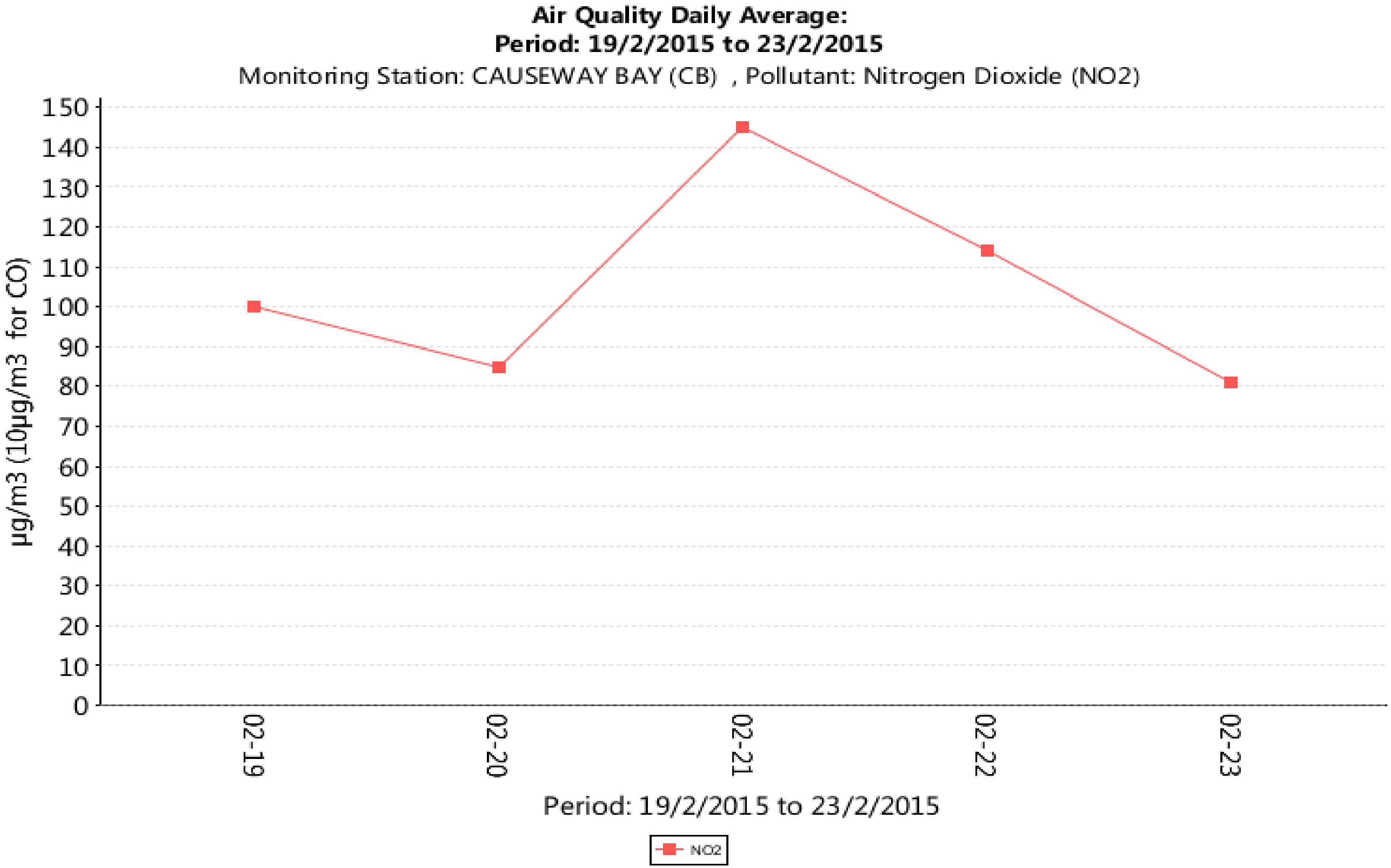


空氣質量每小時平均：
從 01:00 23/2/2015 至 24:00 23/2/2015
監控站： 銅鑼灣 (CB) ，污染物： 微細懸浮粒子 (FSP),二氧化氮 (NO2),氮氧化物 (NOX),臭氧 (O3),二氧化硫 (SO2)
微克/立方米 (除一氧化碳為十微克/立方米)
275
250
225
200
175
150
125
100
75
50
25
0
01:00
02:00
03:00
04:00
05:00
06:00
07:00
08:00
09:00
10:00
11:00
12:00
13:00
14:00
15:00
16:00
17:00
18:00
19:00
20:00
21:00
22:00
23:00
24:00
從 01:00 23/2/2015 至 24:00 23/2/2015
FSP
NO2
NOX
O3
SO2

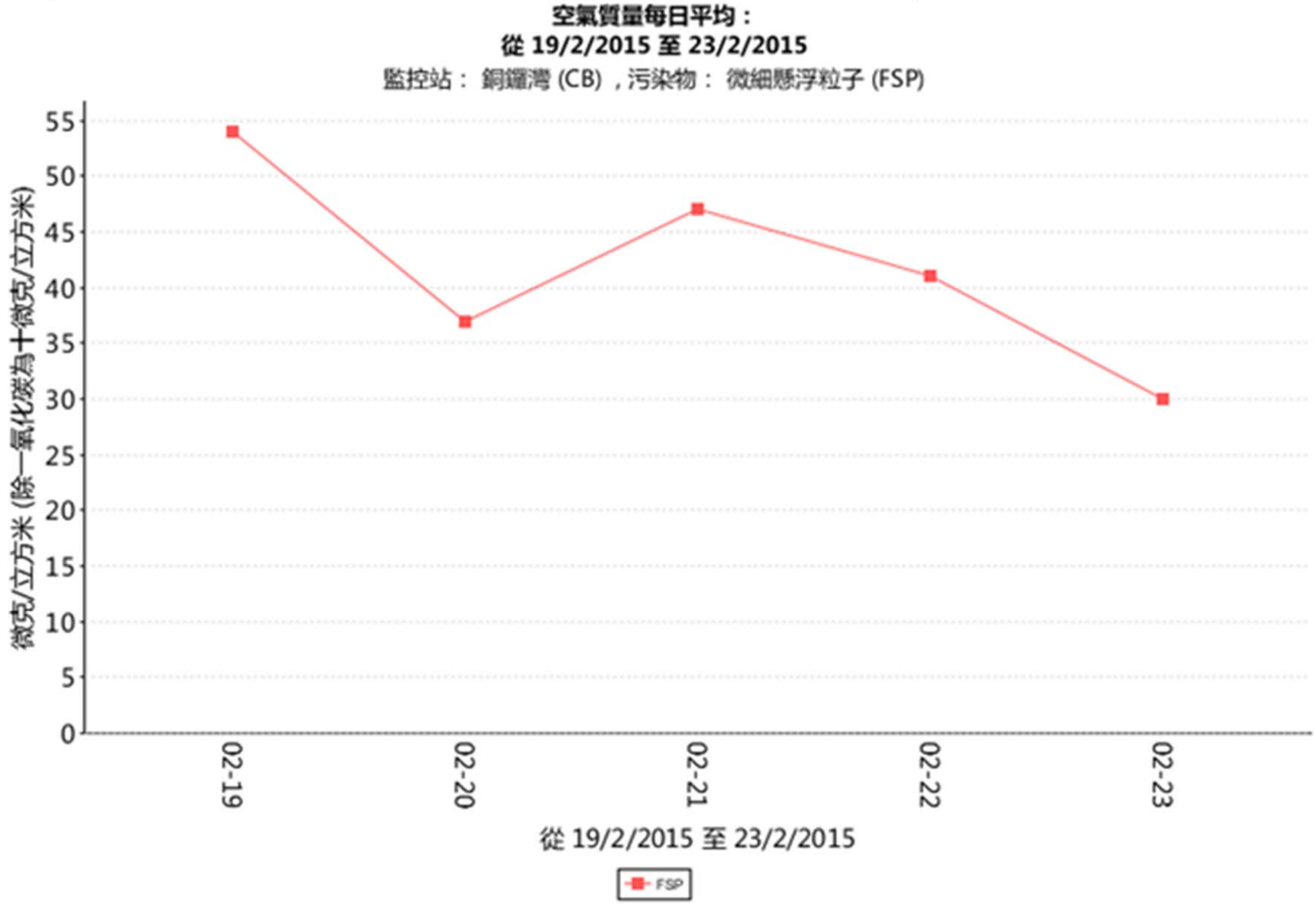
空氣（氮氧化物）每日平均質量（19-2-2015至23-2-2015）



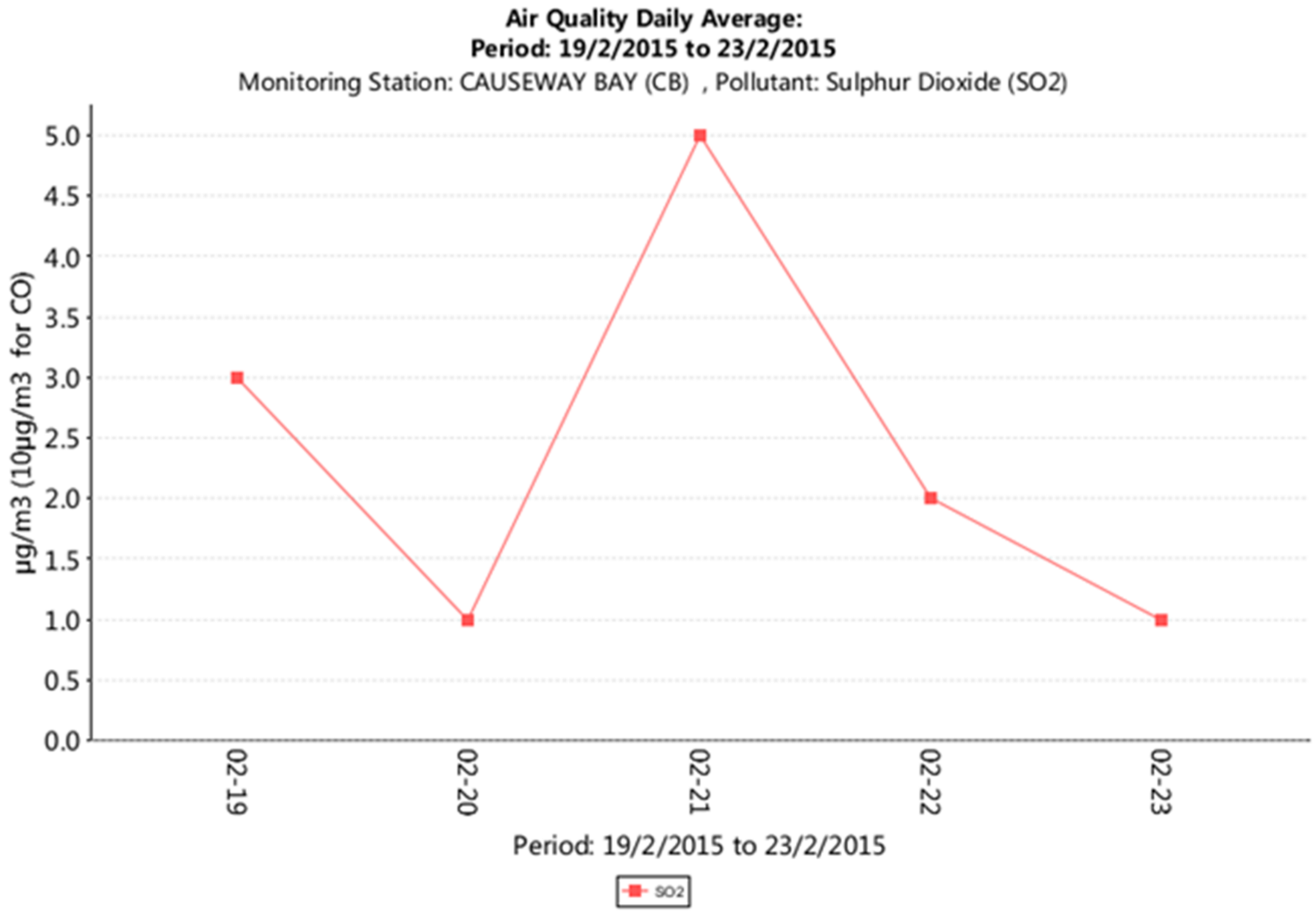
空氣（二氧化氮）每日平均質量（19-2-2015至23-2-2015）



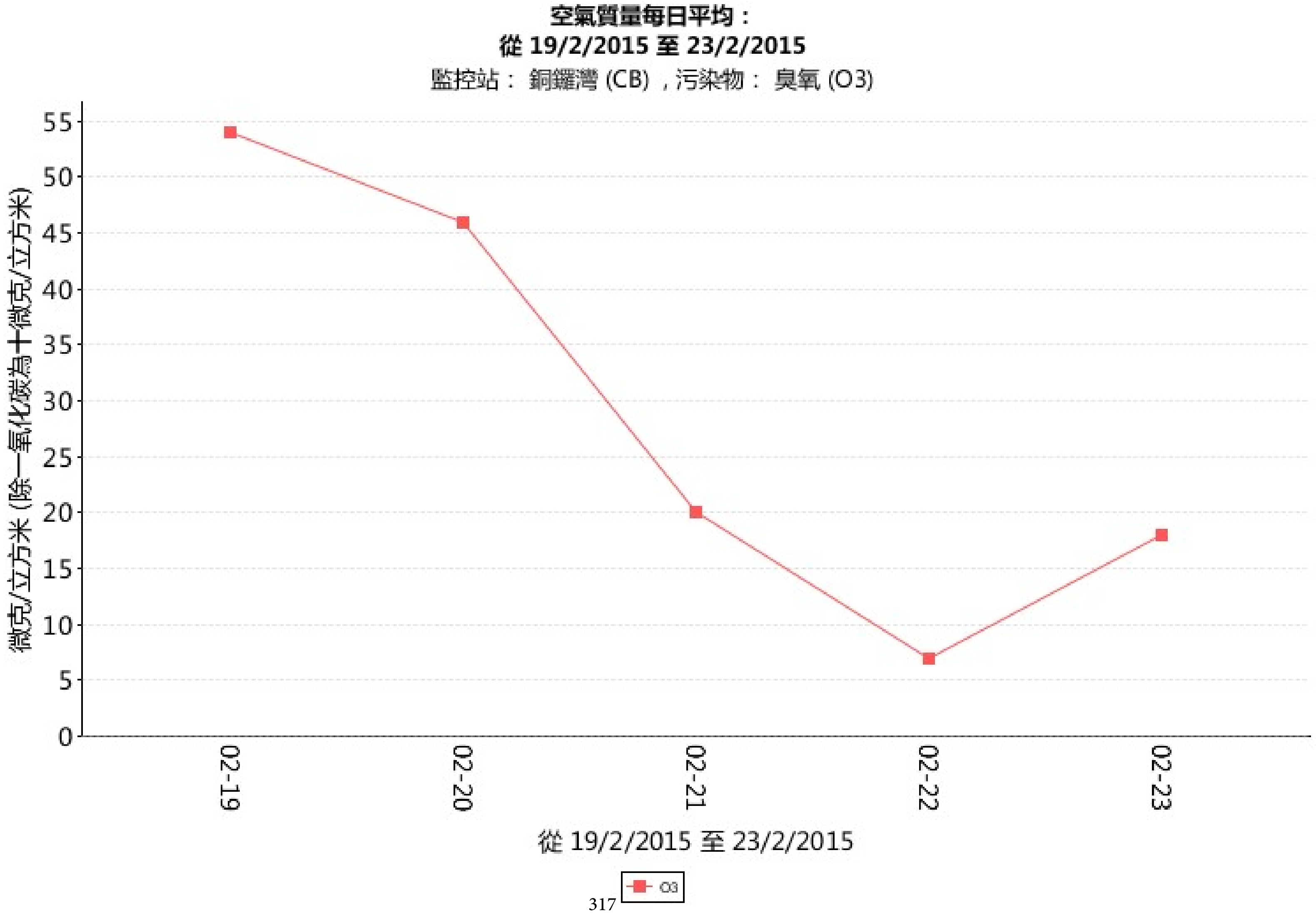
空氣（微細懸浮粒子）每日平均質量（19-2-2015至23-2-2015）



空氣（二氧化硫）每日平均質量（19-2-2015至23-2-2015）



空氣（臭氧）每日平均質量（19-2-2015至23-2-2015）



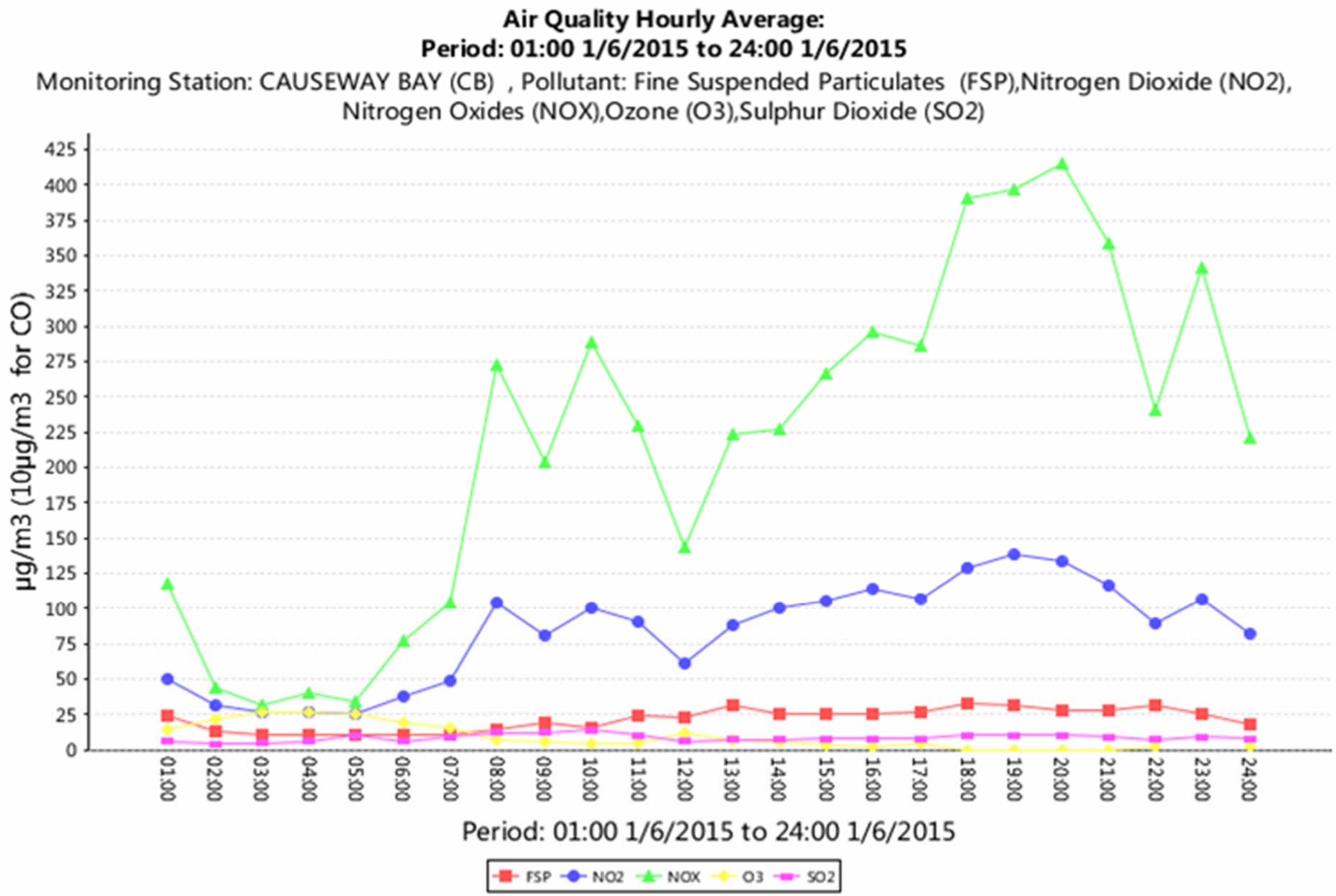
分析

- 由前面幾幅圖我們能見到臭氧濃度在2月19至20日（星期四至五）特別高，特別在凌晨時分；相反在21至23日（星期六至一）濃度整天都很低
- 而氮氧化物五天都挺平均，不過通常在白天濃度較高，這證明了它跟氣溫和汽車流量有關。多數白天較熱，而且人人也要上班上學，汽車排放較多導致更多氮氧化物的形成。

分析

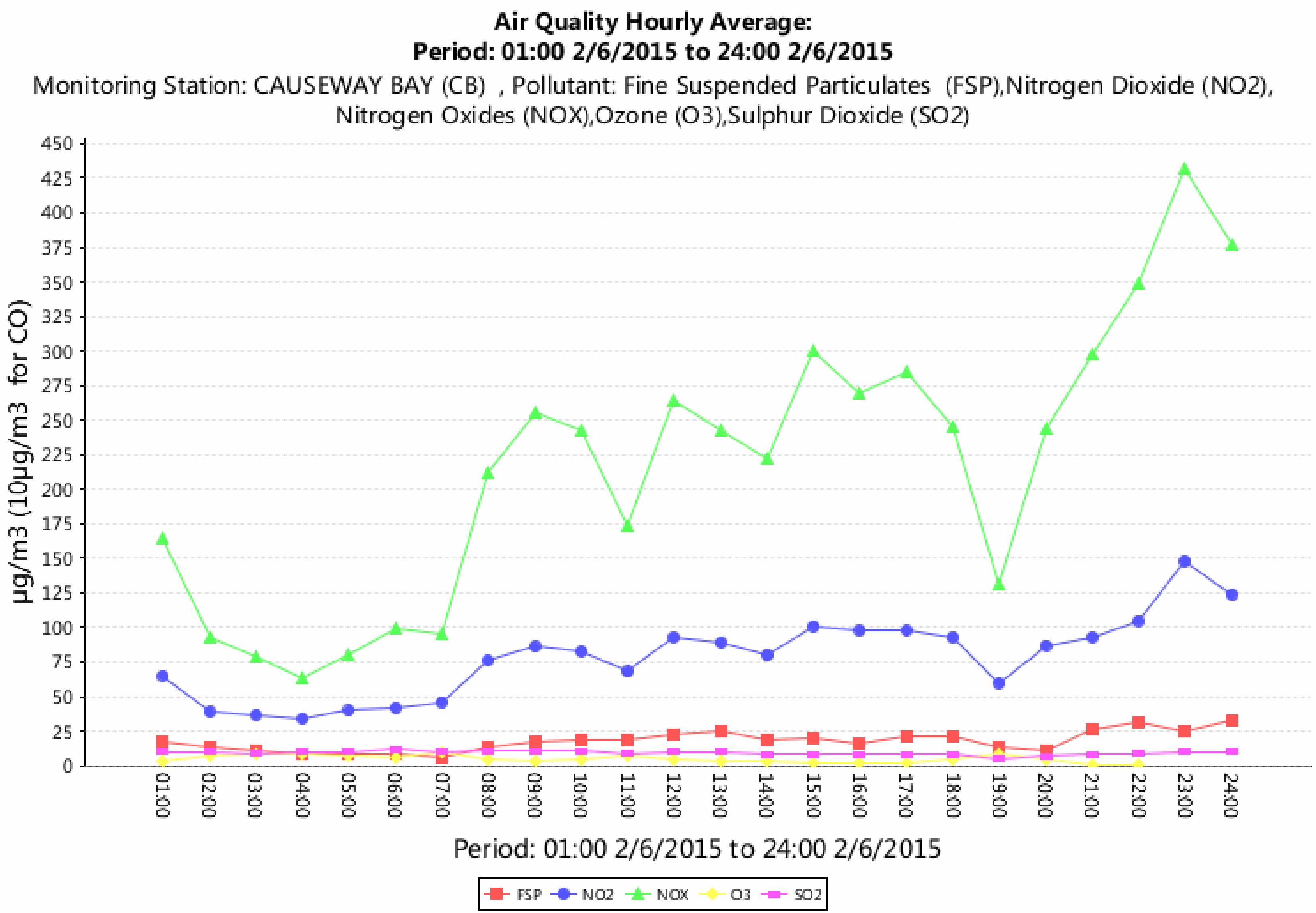
- 二氧化氮在週末較少，而平日較多，多數白天較濃。因為它是從燃燒燃料而產生出來，跟車排放量有莫大關係，所以在車多的時間二氧化氮也自然高。
- 微細懸浮粒子也在週日為多，週末為少，但整日都平均分佈。它跟二氧化氮主要形成都是跟車排放量有關，所以也是週日較多。
- 多數二氧化硫是處於最低處，排放最少。二氧化硫是在工業生產過程形成，但由於銅鑼灣屬於商業地帶，工廠較少，所以二氧化硫排放量較低。

2015年6月1日

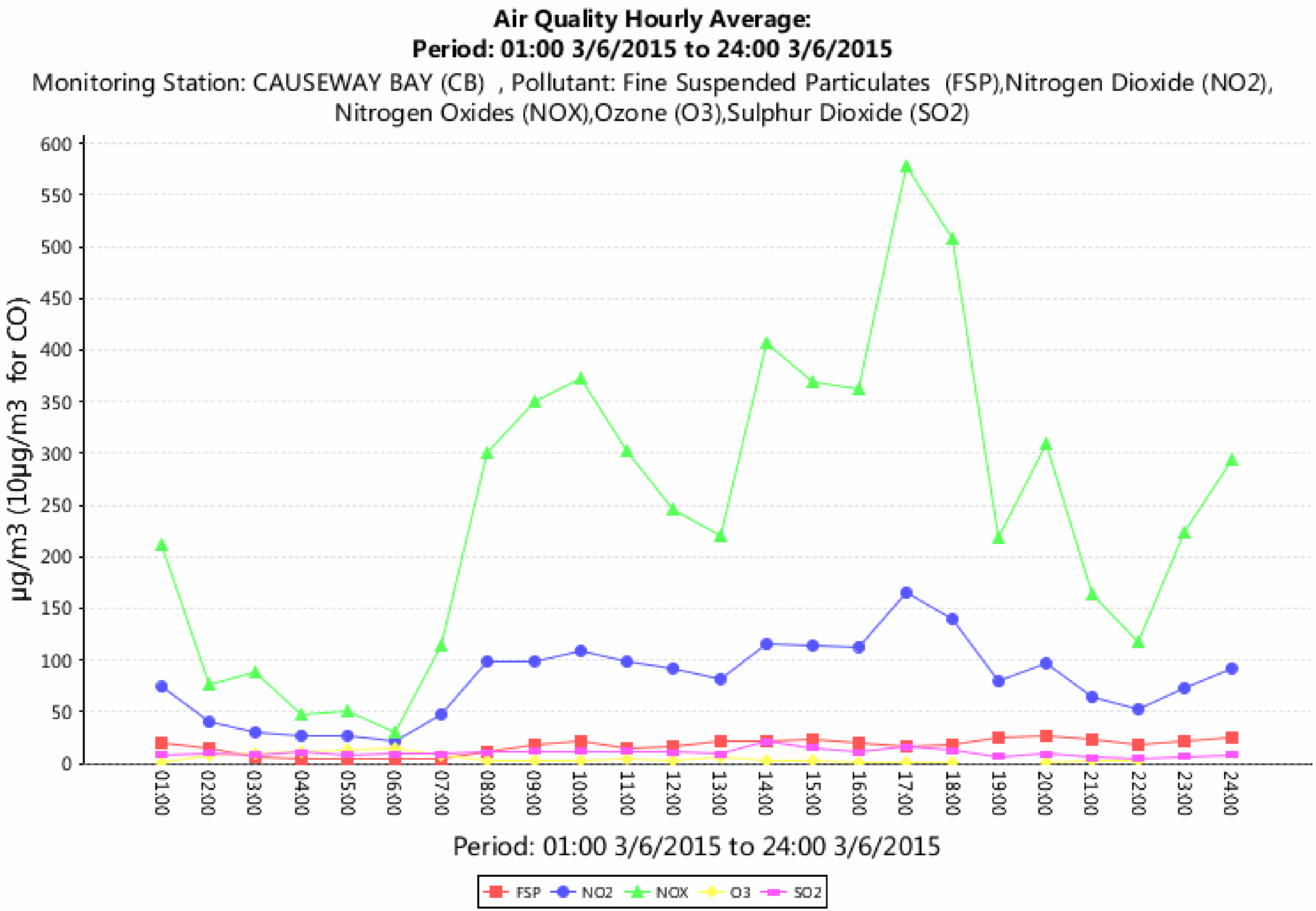


Air Quality Hourly Average:
Period: 01:00 1/6/2015 to 24:00 1/6/2015
Monitoring Station: CAUSEWAY BAY (CB) , Pollutant: Fine Suspended Particulates (FSP),Nitrogen Dioxide (NO2), Nitrogen Oxides (NOX),Ozone (O3),Sulphur Dioxide (SO2)
µg/m3 (10µg/m3 for CO)
425
400
375
350
325
300
275
250
225
200
175
150
125
100
75
50
25
0
01:00
02:00
03:00
04:00
05:00
06:00
07:00
08:00
09:00
10:00
11:00
12:00
13:00
14:00
15:00
16:00
17:00
18:00
19:00
20:00
21:00
22:00
23:00
24:00
Period: 01:00 1/6/2015 to 24:00 1/6/2015
FSP
NO2
NOX
O3
SO2

2015年6月2日

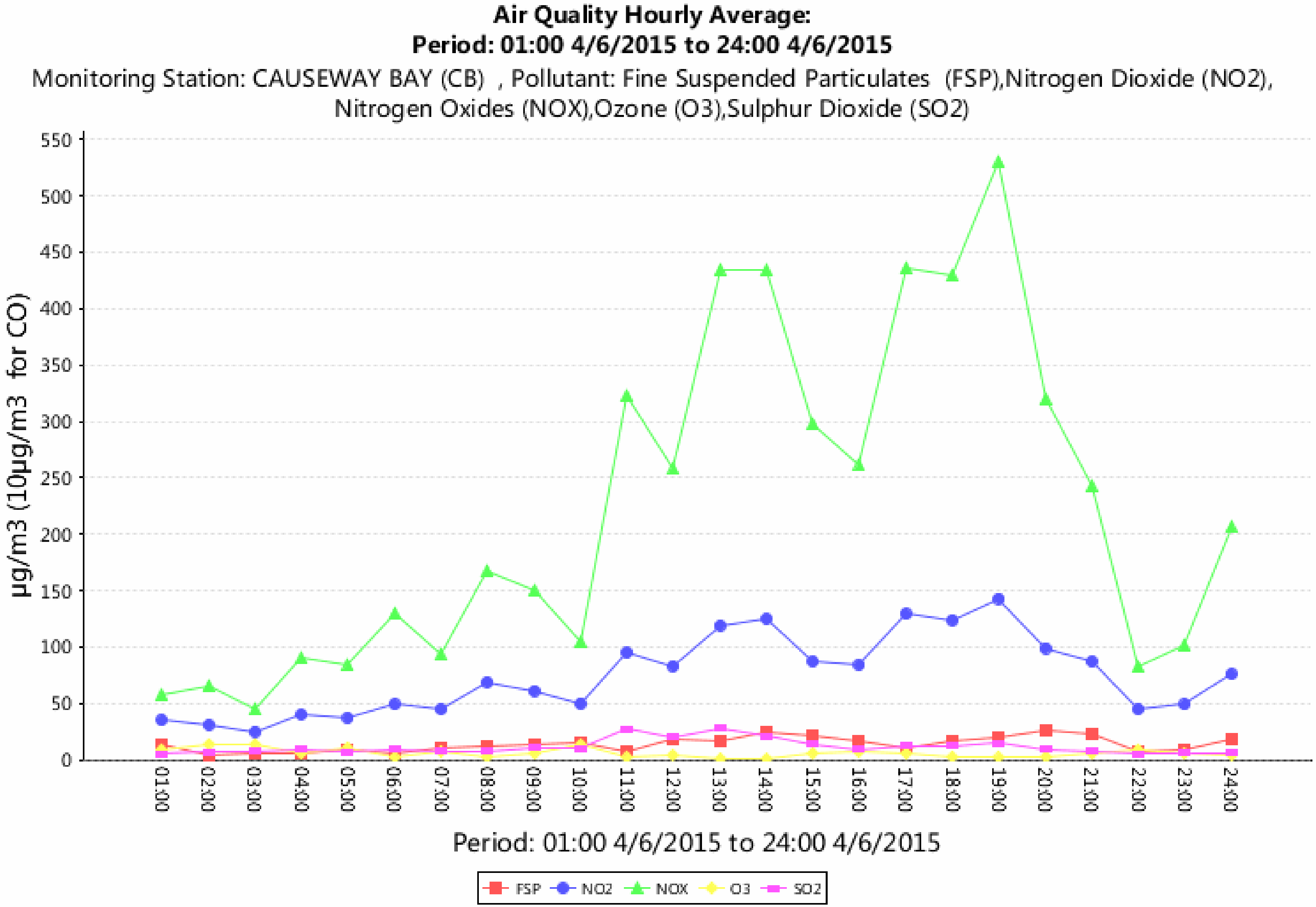

Air Quality Hourly Average:
Period: 01:00 2/6/2015 to 24:00 2/6/2015
Monitoring Station: CAUSEWAY BAY (CB) , Pollutant: Fine Suspended Particulates (FSP),Nitrogen Dioxide (NO2), Nitrogen Oxides (NOX),Ozone (O3),Sulphur Dioxide (SO2)
µg/m3 (10µg/m3 for CO)
Period: 01:00 2/6/2015 to 24:00 2/6/2015
FSP
NO2
NOX
O3
SO2

2015年6月3日

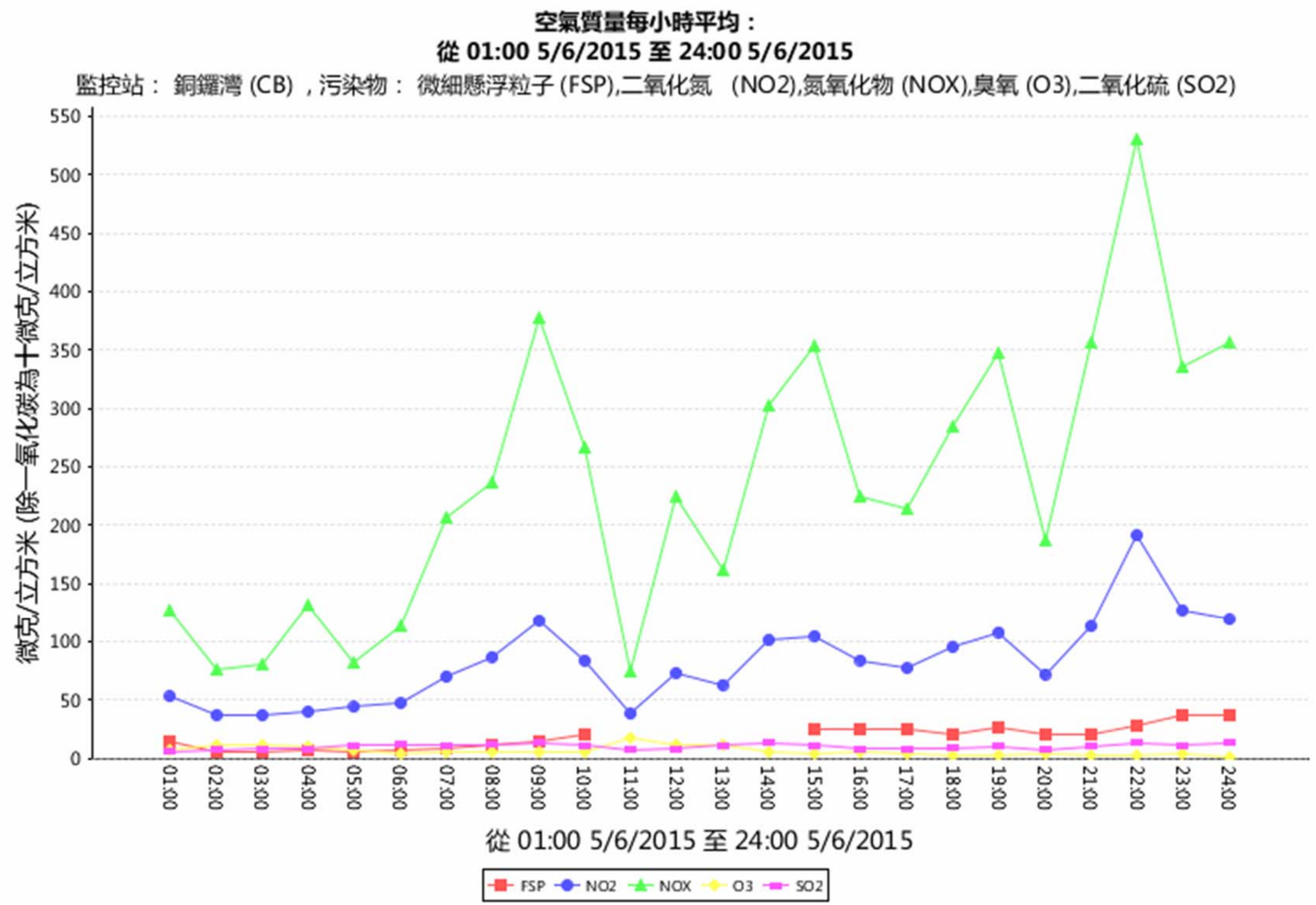


Air Quality Hourly Average:
Period: 01:00 3/6/2015 to 24:00 3/6/2015
Monitoring Station: CAUSEWAY BAY (CB) , Pollutant: Fine Suspended Particulates (FSP),Nitrogen Dioxide (NO2), Nitrogen Oxides (NOX),Ozone (O3),Sulphur Dioxide (SO2)
µg/m3 (10µg/m3 for CO)
0
50
100
150
200
250
300
350
400
450
500
550
600
01:00
02:00
03:00
04:00
05:00
06:00
07:00
08:00
09:00
10:00
11:00
12:00
13:00
14:00
15:00
16:00
17:00
18:00
19:00
20:00
21:00
22:00
23:00
24:00
Period: 01:00 3/6/2015 to 24:00 3/6/2015
FSP
NO2
NOX
O3
SO2

2015年6月4日

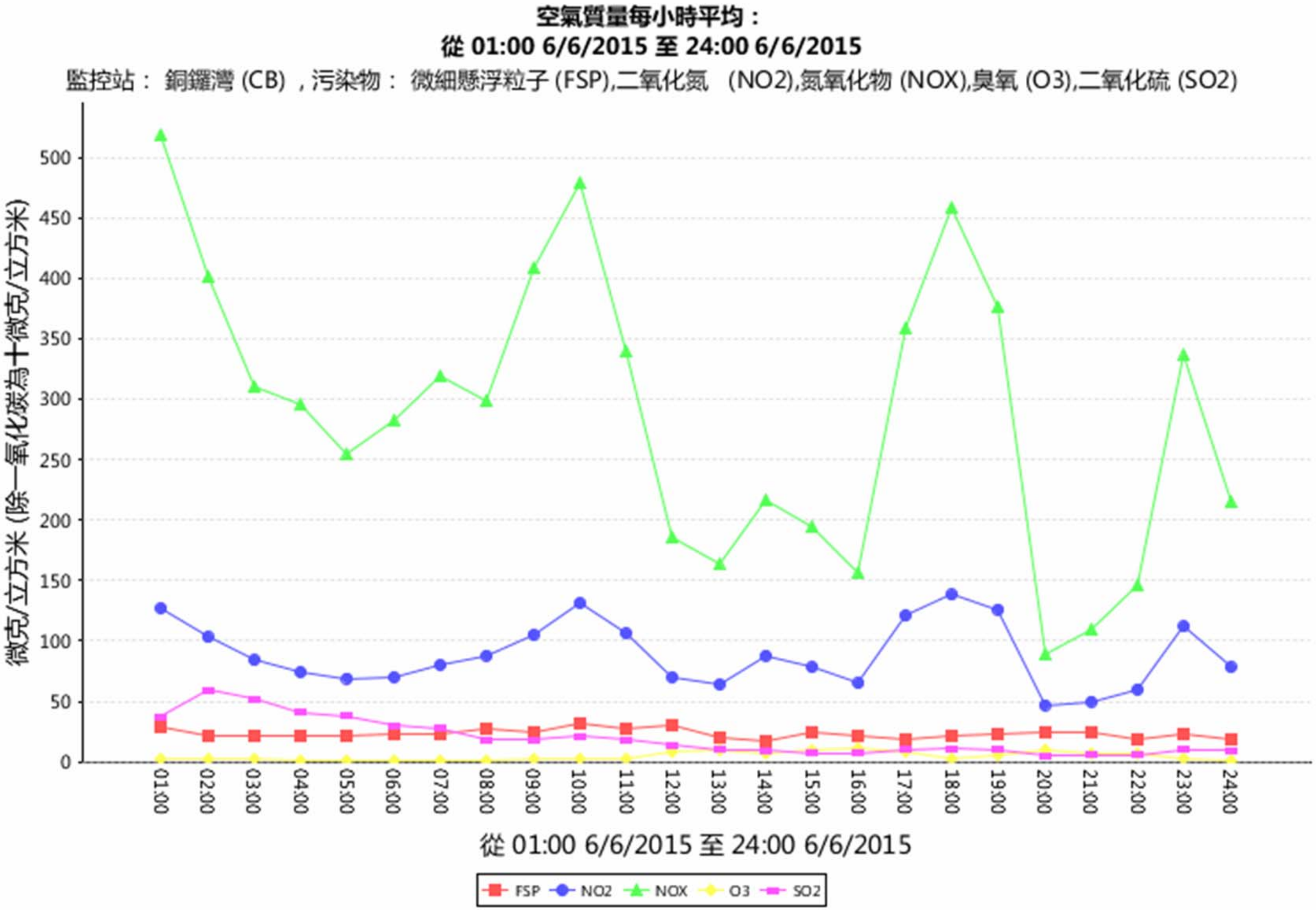

Air Quality Hourly Average:
Period: 01:00 4/6/2015 to 24:00 4/6/2015
Monitoring Station: CAUSEWAY BAY (CB) , Pollutant: Fine Suspended Particulates (FSP),Nitrogen Dioxide (NO2), Nitrogen Oxides (NOX),Ozone (O3),Sulphur Dioxide (SO2)
µg/m3 (10µg/m3 for CO)
0
50
100
150
200
250
300
350
400
450
500
550
01:00
02:00
03:00
04:00
05:00
06:00
07:00
08:00
09:00
10:00
11:00
12:00
13:00
14:00
15:00
16:00
17:00
18:00
19:00
20:00
21:00
22:00
23:00
24:00
Period: 01:00 4/6/2015 to 24:00 4/6/2015
FSP
NO2
NOX
O3
SO2

2015年6月5日



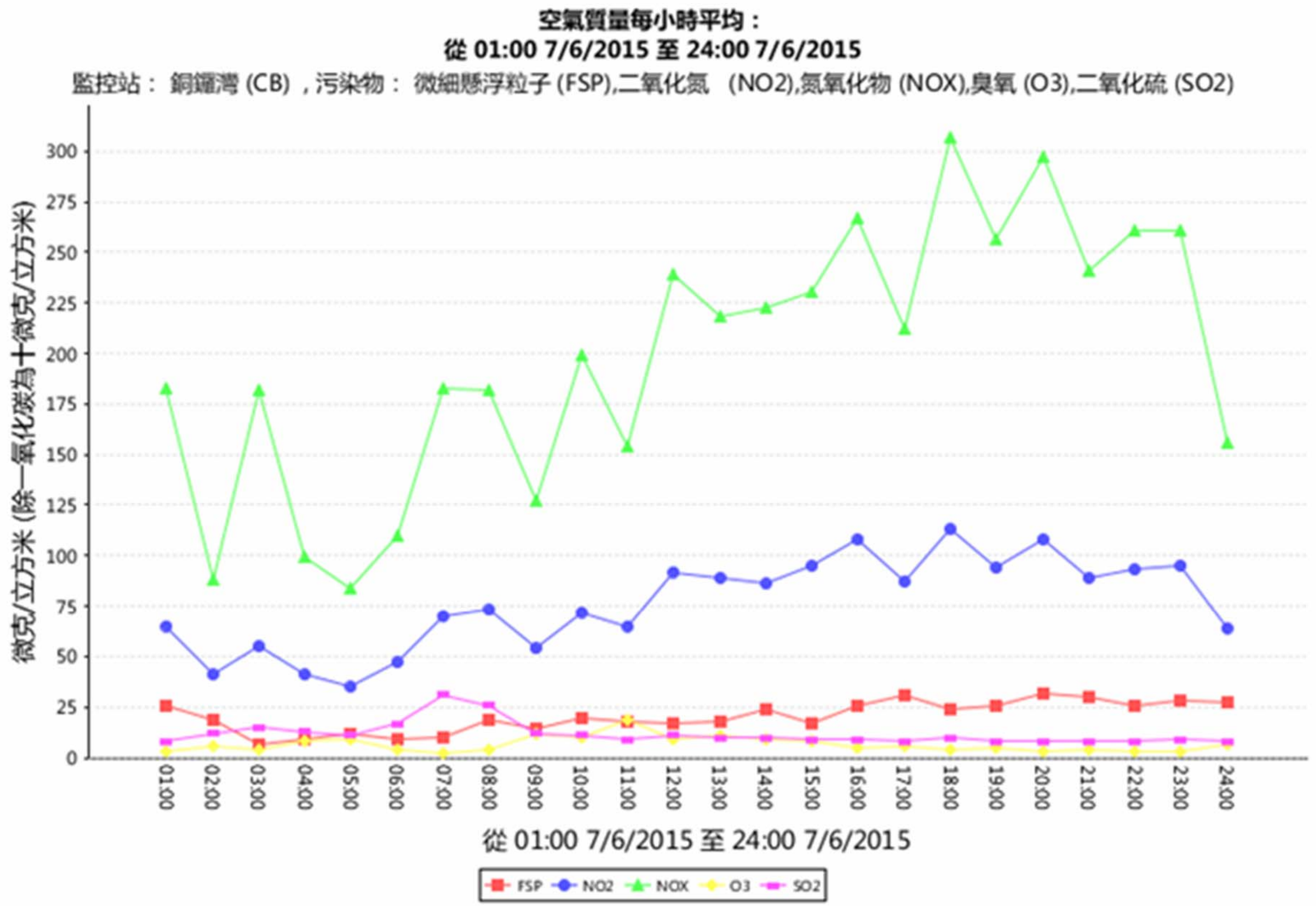
空氣質量每小時平均：
從 01:00 5/6/2015 至 24:00 5/6/2015
監控站： 銅鑼灣 (CB) ，污染物： 微細懸浮粒子 (FSP),二氧化氮 (NO2),氮氧化物 (NOX),臭氧 (O3),二氧化硫 (SO2)
微克/立方米 (除一氧化碳為十微克/立方米)
550
500
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
01:00
02:00
03:00
04:00
05:00
06:00
07:00
08:00
09:00
10:00
11:00
12:00
13:00
14:00
15:00
16:00
17:00
18:00
19:00
20:00
21:00
22:00
23:00
24:00
從 01:00 5/6/2015 至 24:00 5/6/2015
FSP
NO2
NOX
O3
SO2

2015年6月6日



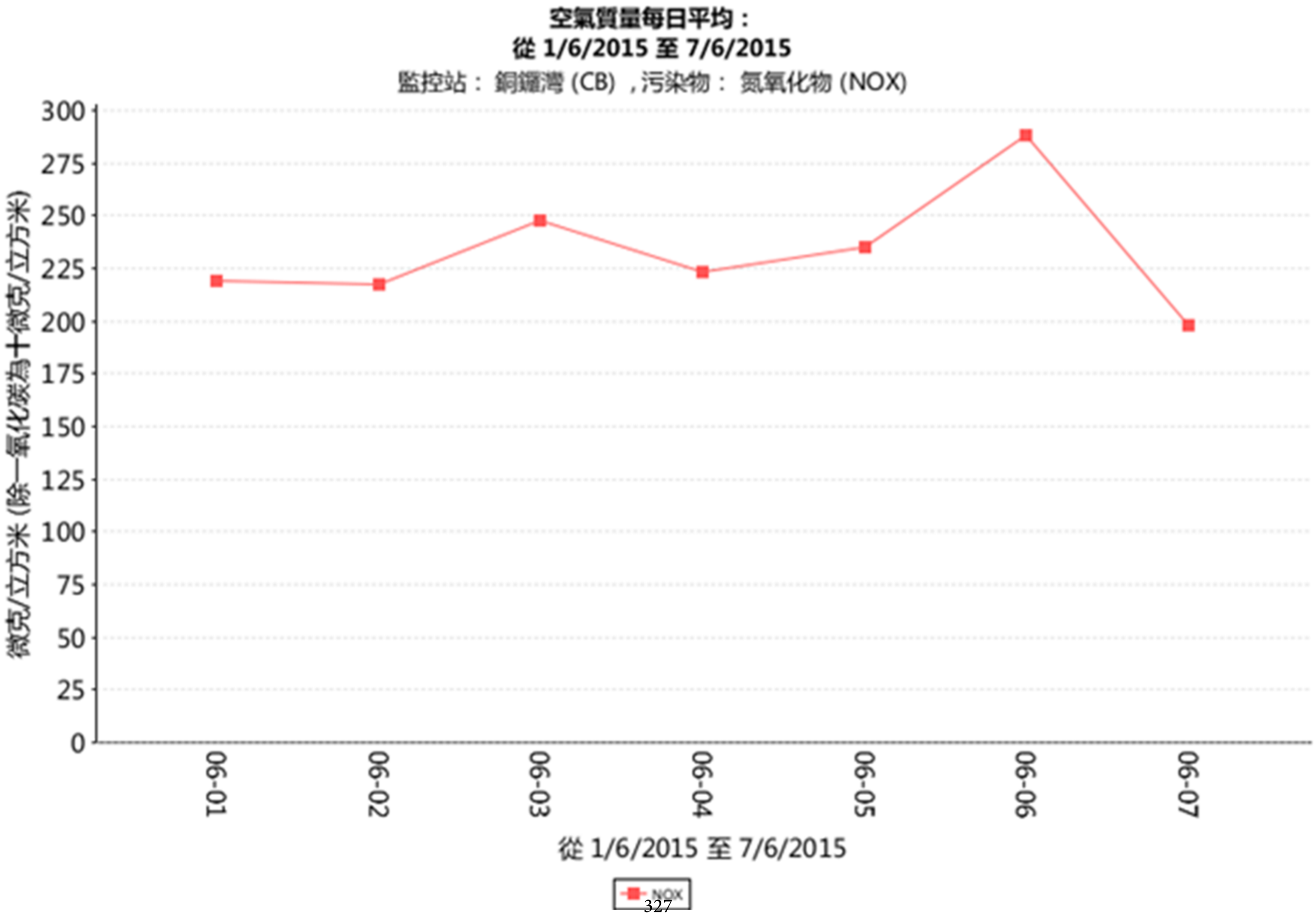
空氣質量每小時平均：
從 01:00 6/6/2015 至 24:00 6/6/2015
監控站： 銅鑼灣 (CB) ，污染物： 微細懸浮粒子 (FSP),二氧化氮 (NO2),氮氧化物 (NOX),臭氧 (O3),二氧化硫 (SO2)
微克/立方米 (除一氧化碳為十微克/立方米)
500
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
01:00
02:00
03:00
04:00
05:00
06:00
07:00
08:00
09:00
10:00
11:00
12:00
13:00
14:00
15:00
16:00
17:00
18:00
19:00
20:00
21:00
22:00
23:00
24:00
從 01:00 6/6/2015 至 24:00 6/6/2015
FSP
NO2
NOX
O3
SO2

2015年6月7日

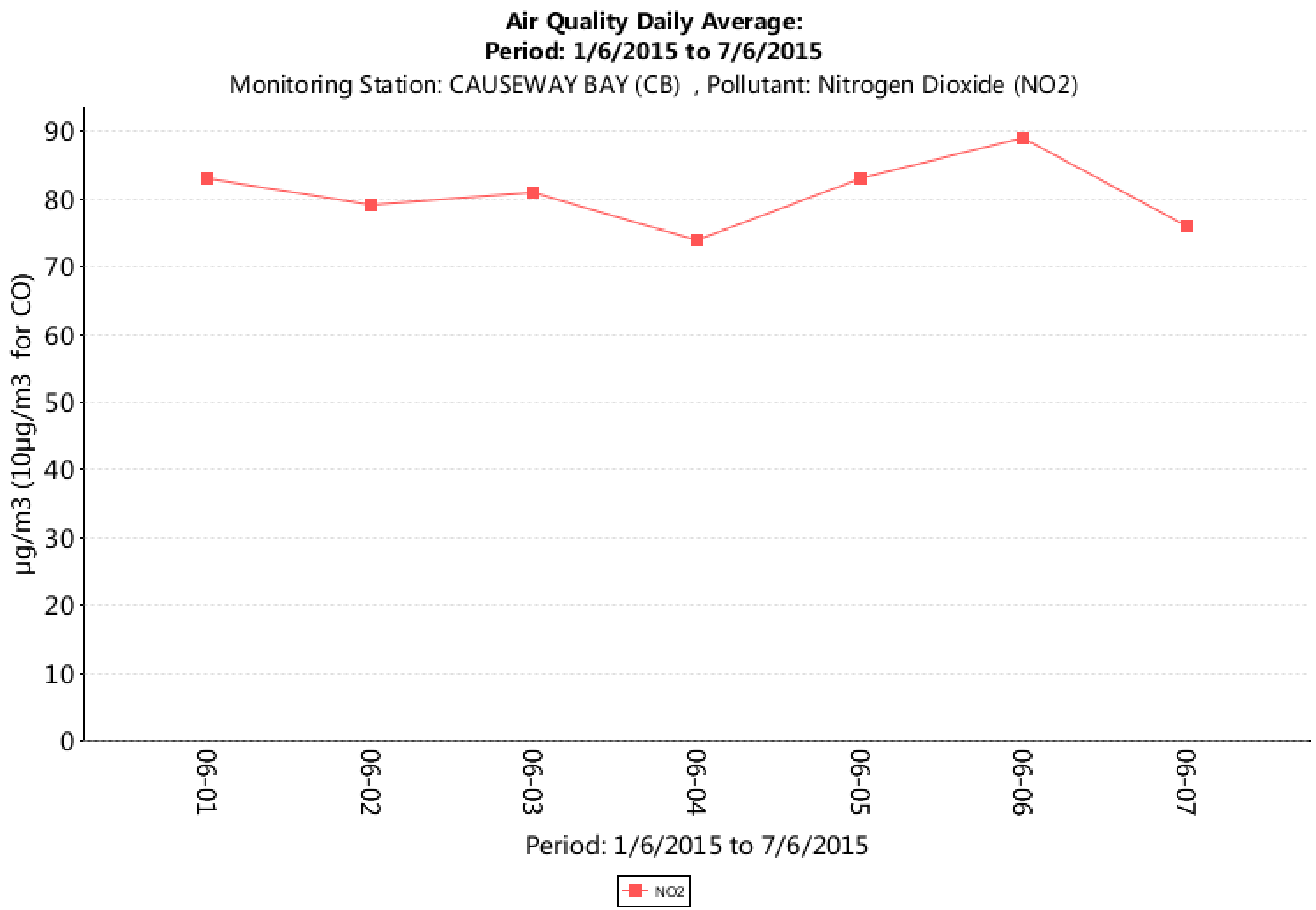


空氣質量每小時平均：
從 01:00 7/6/2015 至 24:00 7/6/2015
監控站： 銅鑼灣 (CB) ，污染物： 微細懸浮粒子 (FSP),二氧化氮 (NO2),氮氧化物 (NOX),臭氧 (O3),二氧化硫 (SO2)
微克/立方米 (除一氧化碳為十微克/立方米)
從 01:00 7/6/2015 至 24:00 7/6/2015
FSP NO2 NOX O3 SO2

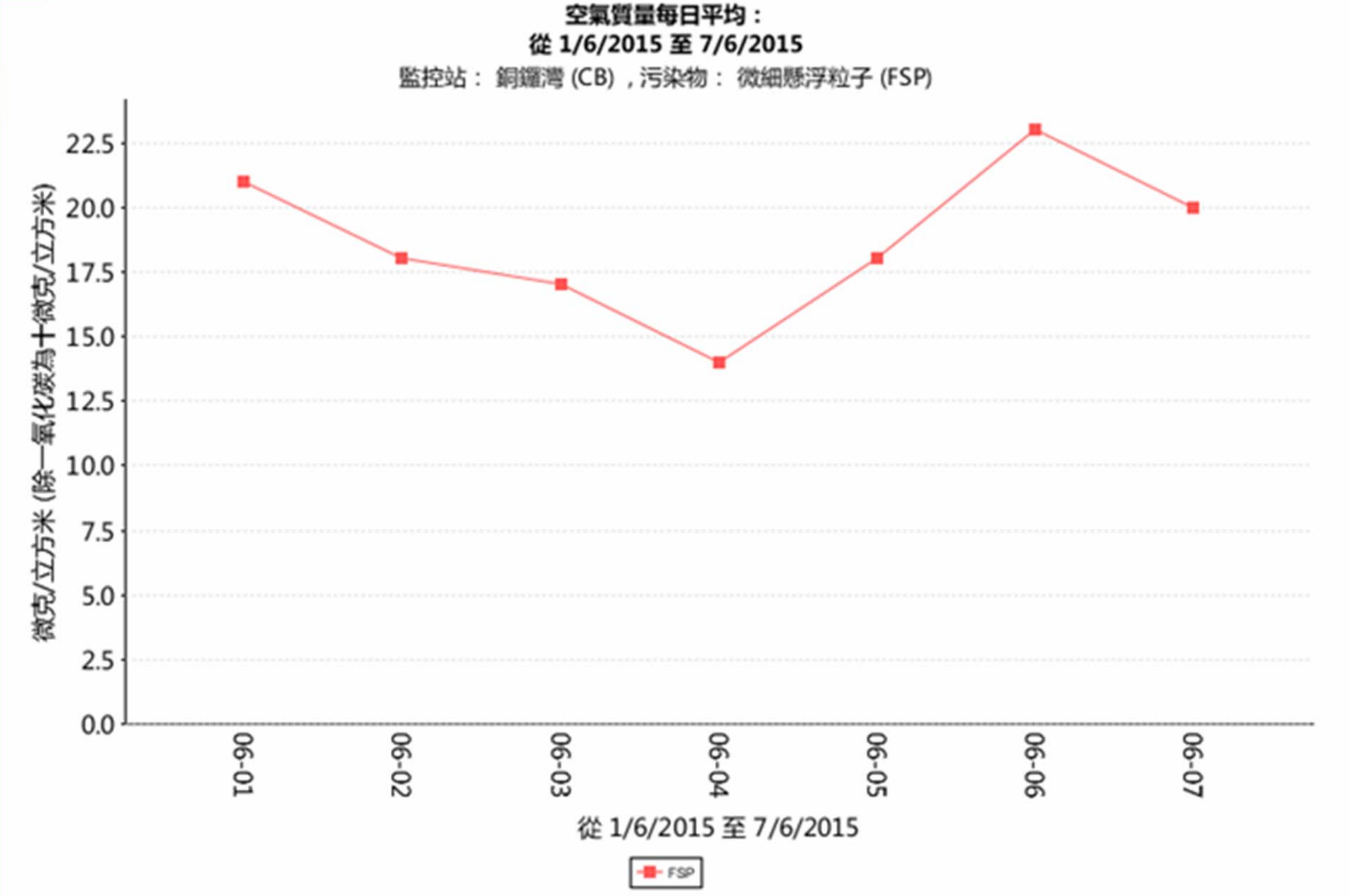
空氣（氮氧化物）每日平均質量（1-6-2015至7-6-2015）



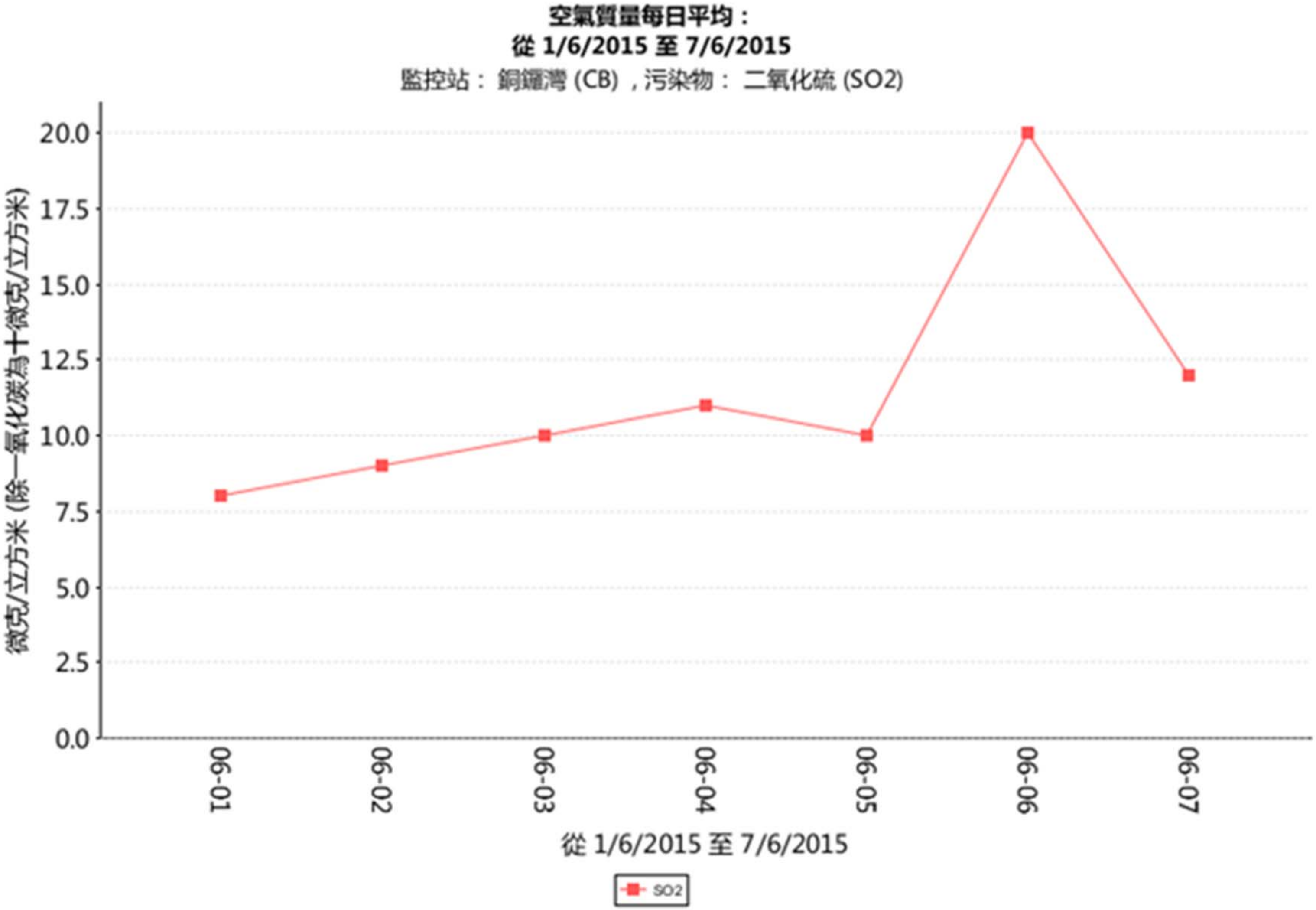
空氣（二氧化氮）每日平均質量（1-6-2015至7-6-2015）



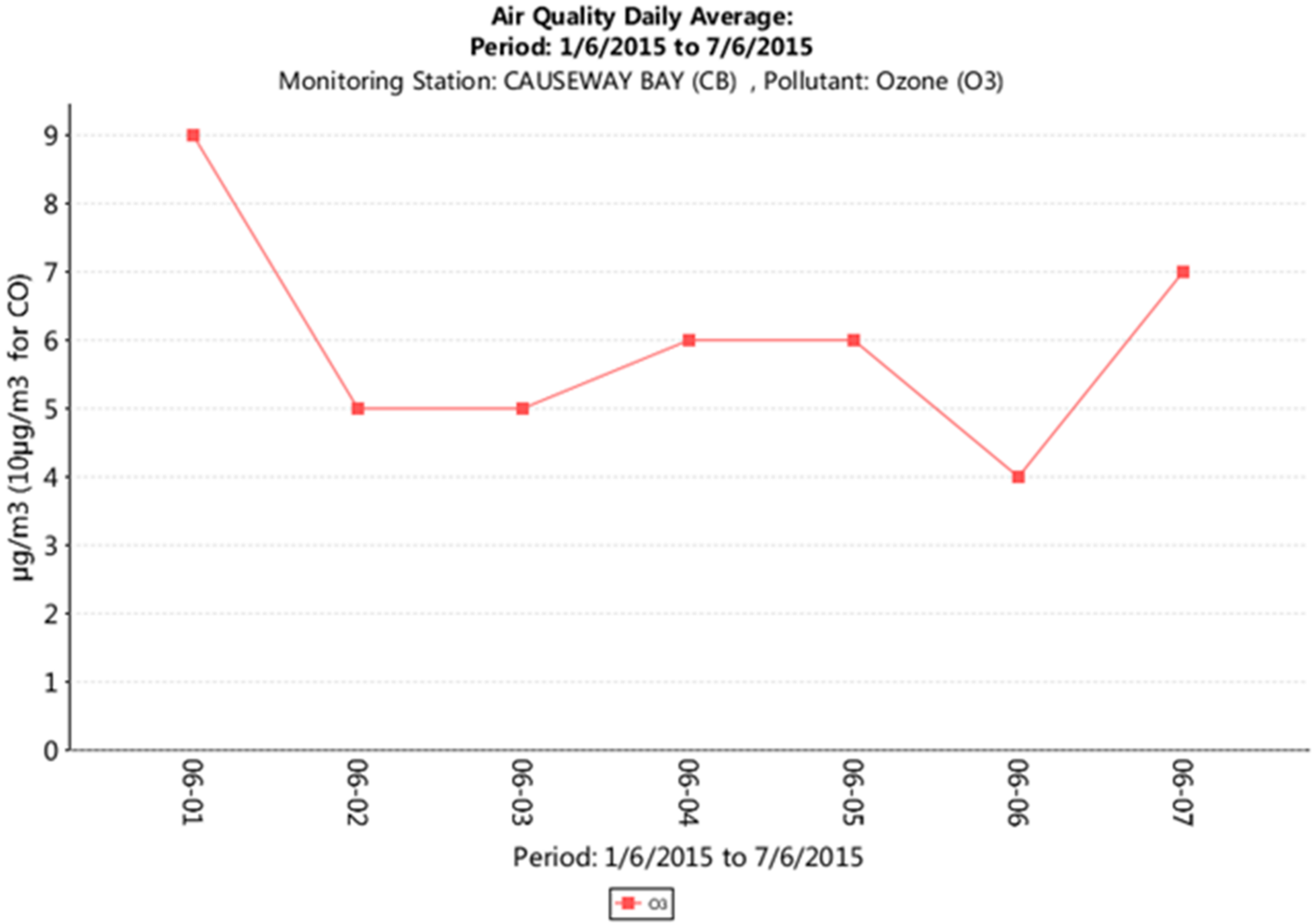
空氣（微細懸浮粒子）每日平均質量（1-6-2015至7-6-2015）



空氣（二氧化硫）每日平均質量（1-6-2015至7-6-2015）



空氣（臭氧）每日平均質量（1-6-2015至7-6-2015）



分析

- 根據2個時段的比較，得出結果是氮氧化物濃度無論在2月19-23日還是在6月1-7日都為高
- 二氧化氮在2月19-23日比6月1-7日較濃密，因為車流量在農曆新年較多，燃燒物料也為多，然後就造就二氧化氮的形成。

分析

- 微細懸浮粒子在2月19-23日比6月1-7日濃密，因為農曆新年交通較為繁忙，排出的懸浮粒子也隨之上升。
- 相反，二氧化硫在6月1-7日比2月19-23日多，因為農曆新年公司都關門，所以也減少排放二氧化硫，而在平日上班日子排放量就較多。

污染物數量

	FSP	NO2	NOX	O3	SO2
19/2/2015	54	100	161	54	3
20/2/2015	37	85	146	46	1
21/2/2015	47	145	441	20	5
22/2/2015	41	114	355	7	2
23/2/2015	30	81	172	18	1
Mean	41.8	105	255	29	2.4

	FSP	NO2	NOX	O3	SO2
1/6/2015	21	83	219	9	8
2/6/2015	18	79	217	5	9
3/6/2015	17	81	248	5	10
4/6/2015	14	74	223	6	11
5/6/2015	18	83	235	6	10
6/6/2015	23	89	288	4	20
7/6/2015	20	76	198	7	12
Mean	18.7	80.7	232.6	6.0	11.4

污染物在兩個時段的比較

Average of 5 Pollutants in the period 19-23 Feb and 1-7 Jun 2015

	19-23 Feb 2015	1-7 Jun 2015
FSP	41.8	18.7
NO2	105.0	80.7
NOX	255.0	232.6
O3	29.0	6.0
SO2	2.4	11.4

Thank you !