

Reprint 952

香港戶外二氧化碳濃度測量分析

馮穎怡^{*}、陳兆偉、譚廣雄 & 林嘉仕^{*}

第二十五屆粵港澳氣象科技研討會

香港，2011 年 1 月 26-28 日

^{*}香港理工大學土木及結構工程學系

香港戶外二氧化碳濃度測量分析

馮穎怡¹ 陳兆偉² 譚廣雄² 林嘉仕¹

¹ 香港理工大學土木及結構工程學系

² 香港天文台

摘要

近年氣候變化及全球變暖的議題越來越受到廣泛關注，而二氧化碳是主要的溫室氣體，全球多處地區都有進行二氧化碳濃度的測量。香港天文台自 2009 年中開始在京士柏氣象站設置儀器，測量市區戶外二氧化碳濃度的變化，現已收集超過一年的資料。另外，天文台在 2010 年亦在香港南區的鶴嘴，測量郊區本底二氧化碳濃度。本文總結過去一年多香港市區二氧化碳濃度的變化，並嘗試分析其與各種氣象元素的關係，亦比較市區與郊區二氧化碳濃度的差異及討論未來發展的方向。

1. 引言

近年氣候變化及全球變暖的議題受到廣泛關注。二氧化碳(CO₂)是人類排放在大氣中最重要的溫室氣體，全球多處地區都有進行二氧化碳的測量[1]，而測量結果均顯示其濃度有不斷及急速上升的趨勢[2]。測量二氧化碳濃度對了解氣候變化的成因及未來趨勢提供不可或缺的數據。香港位處珠江三角洲東南部，是一個國際大都會，人口稠密。近三十年珠三角地區人口增長快，城市及工商業發展迅速，是全球排放二氧化碳的其中一個源頭。因此，為符合世界氣象組織有關指引，並填補中國東南沿岸資料的不足（見圖 1）[3, 4, 5, 6, 7, 8]，在香港進行二氧化碳測量，有助了解珠三角地區二氧化碳濃度變化的情況，為世界氣象組織溫室氣體資料庫提供有用的參考資料，促進有關氣候變化研究的工作。

香港天文台自 2009 年 5 月開始在京士柏氣象站設置儀器，實時測量市區戶外二氧化碳濃度，至今已收集超過一年的資料。2010 年 10 月開始，天文台與香港理工大學土木及結構工程學系合作，在香港島東南端鶴嘴半島的理大本底大氣監測站實時測量郊區二氧化碳濃度（見圖 2）。由於理大本底大氣監測站遠離市區，較少受到本地二氧化碳源的直接影響，其所測量的二氧化碳濃度大部分時間可代表香港及珠三角地區的本底二氧化碳濃度。本文總結了自 2009 年 11 月至 2010 年 10 月 12 個月內京士柏氣象站二氧化碳濃度變化的觀測結果，比較市區京士柏站和郊區鶴嘴站二氧化碳濃度變化的差異，並分析二氧化碳濃度與氣象參數的關係。最後亦討論未來天文台在二氧化碳測量的發展方向。

2. 測量方法

天文台在京士柏氣象站及鶴嘴理大本底大氣監測站進行二氧化碳濃度測量，均採用美國 LI-COR Biosciences 公司製造的 LI-820 二氧化碳分析儀。LI-820 分析儀是一種非色散紅外線(NDIR)二氧化碳分析儀。戶外空氣由採樣氣泵以每分鐘約 0.5 公升的流速，經過一個過濾器，然後進入分析儀的測量氣室中。分析儀的寬頻紅外光源(1-20 μm)發出紅外光，通過測量氣室及過濾片(3.95 及 4.26 μm)，再射到探測器。通過測量氣室的二氧化碳分子會吸收特定波長的紅外光，因此從探測器所測到的紅外光強度，便可得出空氣中二氧化碳的濃度。天文台所採用的 LI-820 分析儀的測量氣室長度為 14 厘米，可測量的二氧

化碳濃度範圍是 0 – 2000 ppm，不確定度為 2.5%[9]。

天文台在量度二氧化碳濃度初期，利用可追溯至美國國家標準 (NIST) 的標準氣體，每兩星期為 LI-820 分析儀進行校準。2010 年 10 月，天文台購置了由美國大氣及海洋局 (NOAA) 提供的一級標準二氧化碳氣體作為校正儀器的標準。從那時起，天文台每兩星期為京士柏及鶴嘴站的 LI-820 分析儀進行校準。在兩星期內，儀器讀數的偏差均小於 2 ppm (即約 0.5%)。由於整套二氧化碳分析儀還沒有剔除空氣中水氣對測量的影響[11]，這種校準方法只能確保實時測量的二氧化碳濃度相對 NOAA 標準的誤差維持在 10 ppm 以下(即 < 2.5%)。

2.1 京士柏氣象站實時戶外二氧化碳濃度觀測

京士柏氣象站 (22°19' N, 114°10' E) 位於九龍市區的一個小山丘上 (見圖 2)，離海平面約 65 米。氣象站四周頗為空曠，同時兼有建築物、樹木、草坪等 (見圖 3)，是一個較有代表性的戶外市區地點。此外，站內亦設置有多種氣象儀器，提供不同氣象數據以便分析。二氧化碳分析儀安裝在京士柏氣象站草坪上，入氣口安裝在一個百葉箱內 (見圖 4)，離地面約 1.5 米高，大概接近人體的高度。分析儀及數據傳輸裝置則安放在百葉箱下。

2.2 鶴嘴理大本底大氣監測站實時戶外二氧化碳濃度觀測

鶴嘴理大本底大氣監測站位於香港島最南端的鶴嘴半島 (22°12' N, 114°15' E)，離海平面約 60 米。監測站四周空曠，三面環海，是一個較有代表性的郊區地點 (見圖 5)。二氧化碳分析儀安裝在監測站內，而入氣口則安裝在離地面約 3 米高的金屬架上 (見圖 6)。

2.3 戶外二氧化碳巡測

為進一步了解香港戶外二氧化碳濃度及其分佈特徵，天文台與理大進行了一次約 3 小時的戶外巡測。巡測於 2010 年 11 月 4 日進行，由中午十二時左右至下午三時。當日，一輛配備了二氧化碳探測器 (美國 TSI 公司的空氣質素監測儀，型號 8762) 和全球定位系統的小型客貨車，沿九龍和新界的主要公路行駛，沿途收集二氧化碳濃度數據。二氧化碳探測器的分辨率為 1 ppm，每 5 秒採集樣本一次，而全球定位系統則每一秒記錄客貨車的實時位置和時間。圖 7 顯示了當天

的巡測路線圖。是次戶外巡測始於和終於京士柏氣象站，巡測路線途經九龍大部分地區和新界東北部的郊區。在巡測過程中，客貨車穿過大老山隧道往新界，而回程時則穿過獅子山隧道往九龍。在巡測前，二氧化碳探測器在京士柏氣象站利用標準氣體進行了校準，而二氧化碳的校準點為 0 和 603 ppm。

3 二氧化碳濃度整體測量結果

3.1 京士柏平均大氣二氧化碳濃度變化

圖 8 顯示 2009 年 11 月至 2010 年 10 月香港京士柏錄得的每月平均大氣二氧化碳濃度的變化。這十二個月的二氧化碳濃度平均值為 397 ppm，稍高於 2009 年全球平均 (386.8 ppm) 約 10 ppm [2]。另外，廣東省氣象局發表的 2009 年大氣成分公布表示廣東觀測的年平均為 389 ppm [10]。

從圖 8 可以看到京士柏氣象站的月平均二氧化碳濃度有明顯的季節性變化。圖 9 是根據 2009 年 11 月至 2010 年 10 月期間四季歸納出的季節性平均二氧化碳濃度周日變化。這四季的平均二氧化碳濃度為 403 ppm (春)、389 ppm (夏)、392 ppm (秋)、405 ppm (冬)。我們發現在冬季和春季京士柏氣象站的平均二氧化碳濃度較夏季和秋季高。除了受東北季候風影響外[11]，我們相信入冬後以至春初北半球的總植被量減少以至二氧化碳囤積有關[12,13]。

圖 10 是利用 2009 年 11 月至 2010 年 10 月的數據所計算出的京士柏平均二氧化碳濃度的周日變化。圖中清楚可見，二氧化碳濃度在早上 8 時及晚上 8 時到達峰值。因為白天植物進行光合作用，吸收二氧化碳，在接近中午時份二氧化碳濃度達到最低值。值得我們留意的是，經過晚間的積聚，早上 8 時二氧化碳濃度的峰值反比晚上 8 時的峰低值，這可能和日間與人類相關的活動而排放大量二氧化碳有關[14,15]，在 3.2 節我們會作進一步分析。

另外，從圖 9 我們還留意到一個現象，早上到達二氧化碳濃度峰值的時間隨季節會有所變化。早上峰值出現最早的季節依次是夏、春、秋、冬。夏季峰值出現在早上 5 時左右，而冬季峰值則在早上約 9 時才出現。參考天文台年曆，發現這現象很大機會與日出時間有關。在香港，夏季日出時間約在 5 時半至 6 時，植物開始進行光合作用，

並吸收二氧化碳，加上晚間近地面的穩定空氣開始在日間發展對流運動，累積在近地面的二氧化碳濃度會較快開始下降。但在冬季，日出時間較晚，約在 6 時半至 7 時，加上冬季近地面常出現較強的逆溫層，所以累積在近地面的二氧化碳濃度需要較長的時間才開始下降。

借用美國 Aqua 衛星上的大氣紅外聲納儀 AIRS (Atmospheric Infrared Sounder)的數據，我們繪製出 2009 年 11 月至 2010 年 10 月華南沿岸對流層中部整層大氣的十二個月平均二氧化碳濃度分佈圖。數據可於美國航天局戈達德地球科學數據和信息服務中心(NASA Goddard Earth Sciences (GES) Data and Information Services Center (DISC)。網址為 http://airs.jpl.nasa.gov/data/about_airs_co2_data/)免費下載，分辨率為 2.5 度(經度) x 2 度(緯度)。圖 11 顯示香港的對流層中部的平均二氧化碳濃度約為 389 ppm。

3.2 京士柏及鶴嘴二氧化碳濃度的比較及分析

圖 12 顯示 2010 年 10 月 23 日至 2010 年 11 月 22 日在京士柏氣象站及鶴嘴本底大氣監測站量度的一分鐘平均二氧化碳濃度的時間序列。在這段期間，京士柏的二氧化碳濃度比鶴嘴普遍較高，京士柏的平均二氧化碳濃度為 401 ppm 而鶴嘴則為 391 ppm，相差 10 ppm。我們亦留意到京士柏的二氧化碳濃度變化幅度比較大。從圖 13 以每小時平均二氧化碳濃度計算的日標準偏差分析顯示，京士柏的二氧化碳濃度的日平均標準偏差較高，相信主要是市區複雜的人為活動為市區空氣帶來較大的二氧化碳濃度變化。相反地，鶴嘴大氣監測站位處郊區，二氧化碳濃度變化很大部分取決於大氣背景二氧化碳濃度的變化或氣象因素的影響。

圖 14 顯示京士柏及鶴嘴二氧化碳濃度的周日變化（2010 年 10 月 23 日至 2010 年 11 月 22 日）。3.1 節我們已經提出京士柏二氧化碳濃度早上峰值較晚上峰值低的原因，但鶴嘴二氧化碳濃度變化剛好相反，早上峰值較晚上峰值高，這主要是因為鶴嘴監測站不直接受市區人為氣體排放影響，與國外不少研究結果吻合[5, 16, 17, 18]。這更加說明鶴嘴大氣監測站是量度香港本底大氣二氧化碳濃度較理想的地點。此外，京士柏二氧化碳濃度較鶴嘴高 2.4%。如果以鶴嘴二氧化碳濃度為本底濃度，那麼以京士柏和鶴嘴二氧化碳的濃度差，便可以估算出現時市區普遍因人為排放的二氧化碳濃度應佔約 2.4%。通過長時間的比較分析，可以幫助我們了解及監測市區人為排放二氧化碳的變

化情況。

3.3 戶外二氧化碳巡測數據分析

圖 15 顯示 2010 年 11 月 4 日進行戶外二氧化碳巡測時沿巡測路線的每分鐘平均二氧化碳濃度變化。由於全球定位系統不能在隧道內讀取位置數據，因此在圖 15 中有兩段在隧道內的數據沒有顯示出來。在這次巡測研究中，所有在九龍市區測量到的二氧化碳濃度均用來代表市區的濃度，而在新界區測量到的數據代表郊區的濃度。圖 15 顯示在一般情況下，市區的平均二氧化碳濃度為 486 ± 58 ppm 而在郊區相應的值是 443 ± 29 ppm。從統計角度來看(在 5%顯著性水平下)，在市區的二氧化碳濃度顯著地高於在郊區的濃度。

為了研究二氧化碳濃度在市區和郊區的分別，我們選擇了在最具代表性的彌敦道上測量的二氧化碳濃度為市區數據而以新娘潭道上的數據代表郊區。圖 15 顯示，在彌敦道上的二氧化碳濃度平均為 486 ppm，明顯地高於在新娘潭路上的濃度(412 ppm)。而且彌敦道上二氧化碳濃度的標準差約 54 ppm，遠遠超過在新娘潭路的約 3 ppm。這些結果表明，空氣質量在不同的土地用途下，具有獨特的變化（如市區和郊區）。在市區道路上，車輛和人的流動是主要的人為二氧化碳排放源。市區的二氧化碳濃度的特點是濃度高和變化大，而郊區的二氧化碳濃度則相反，數值比較低和變化小。

此外，戶外二氧化碳巡測數據顯示，京士柏氣象站的二氧化碳濃度比一般繁忙道路低。在巡測出發時和完成後，在京士柏氣象站探測到的二氧化碳濃度約為 400 ppm，這幾乎是這次巡測中測量到的最低值，與 3.1 節的測量結果相近。從數據分析顯示，即使京士柏氣象站位於鬧市中，在京士柏氣象站附近的氣團是不易直接受到鬧市上的行人及車輛影響。這可能是和京士柏氣象站寬廣的環境和海拔高度因數有關，因此在京士柏氣象站測量到的二氧化碳濃度可用作代表城市區域的氣團特性。

4 二氧化碳濃度與氣象參數關係的個案研究

從圖 16 我們可以發現京士柏氣象站年平均(2009 年 11 月至 2010 年 10 月)二氧化碳濃度和風向有明顯的關係。偏北風盛行的日子，二氧化碳濃度較高，而從海路吹來的風，二氧化碳濃度較低(詳情見 [11])。我們利用京士柏市區氣象站和郊區鶴嘴觀測站的觀測結果來檢

驗一下二氧化碳濃度和氣象參數的關係。圖 17 顯示 2010 年 10 月 27 日在京士柏及鶴嘴的二氧化碳濃度時間序列。當天香港主要受到東北季候風影響，天晴乾燥，吹和緩至清勁北至東北風。在充沛的陽光下，植物在日間進行光合作用，吸收大量的二氧化碳，在接近中午時市區京士柏氣象站和郊區鶴嘴監測站二氧化碳濃度均達到最低值。反觀圖 18 顯示 2010 年 11 月 5 日，香港受到東北季候風影響，吹和緩至清勁北至東北風，但天陰有雨，植物減少進行光合作用，使日間的二氧化碳濃度不跌反升。

圖 19 和圖 20 分別顯示 2010 年 11 月 12 日和 11 月 16 日在京士柏及鶴嘴的二氧化碳濃度時間序列。11 月 12 日天晴乾燥，東北季候風稍為減弱，東北風轉吹東風，早上二氧化碳濃度即隨著風向的轉變而下降。11 月 16 日初時多雲及有幾陣微雨，下午部分時間有陽光及有煙霞。東北季候風稍為增強，早上東風轉吹東北風，二氧化碳濃度即隨著風向的轉變而上升。

5. 結語及未來發展的方向

世界氣象組織報告過去 10 年全球大氣二氧化碳濃度每年平均增加約 1.9 ppm，促使我們開始緊密監測這種重要的溫室氣體在香港隨時間的變化情況。天文台和香港理工大學在香港率先在郊區和市區進行實時大氣二氧化碳濃度觀測，提供了珠三角地區的大氣二氧化碳濃度基準資料，亦為政府和研究氣候變化的工作者在可持續社會發展的研究上提供有用的參考[19]。

未來的發展將可包括採用更精確的儀器和方法進行測量，增加除去水氣的裝置及繼續收集香港長期的郊區大氣二氧化碳濃度與市區的數據作比較分析，以支持氣候變化的研究。

6. 鳴謝

作者們感謝香港天文台台長李本澄博士及梁榮武先生對本文的支持及意見，梁庭傑先生在儀器安裝和運作的協助，與及翁忠海先生和冼惠芬小姐在數據分析的幫忙。

7 參考文獻

- [1] World Data Centre for Greenhouse Gases. <http://gaw.kishou.go.jp/wdcgg/>.
- [2] World Meteorological Organization. 2010. The State of Greenhouse Gases in the Atmosphere Based on Global Observations through 2009, WMO Greenhouse Gas Bulletin.
- [3] Xu B.Q. et al. 2006. Variations of near-surface atmospheric CO₂ and H₂O concentrations during summer on Muztagata Science in China, Series D: Earth Sciences.
- [4] Wang Y. et al. 2002. Trend, seasonal and diurnal variations of atmospheric CO₂ in Beijing. Chinese Science Bulletin.
- [5] Erickson D.J. et al. 2008. An estimate of monthly global emissions of anthropogenic CO₂: Impact on the seasonal cycle of atmospheric CO₂. Journal of Geophysical Research-Biogeosciences.
- [6] Mu Q.Z. et al. 2008. Contribution of increasing CO₂ and climate change to the carbon cycle in China's ecosystems. Journal of Geophysical Research-Biogeosciences.
- [7] Zhou L.X. et al. 2003. The impact of local winds and long-range transport on the continuous carbon dioxide record at Mount Waliguan, China. Tellus Series B-Chemical And Physical Meteorology.
- [8] Jin. F.J. et al. 2008. Continuous monitoring and the source identification of carbon dioxide at three sites in Northeast Asia during 2004-2005. Advanced Environmental Monitoring.
- [9] LI-COR Biosciences. LI-820 CO₂ Analyzer Instruction Manual.
- [10] 廣東省氣象局。2009 廣東省大氣成分公報。
- [11] 謝偉明、譚廣雄、徐傑志。2010。香港戶外二氧化碳濃度初探。2010 年粵港澳氣象科技研討會。
- [12] Zhang X. et al. 2007. Temporal variations of atmospheric carbon dioxide in the southernmost part of Japan. Tellus Series B-Chemical And Physical Meteorology.
- [13] Higuchi K. et al. 2003. Regional source/sink impact on the diurnal, seasonal and inter-annual variations in atmospheric CO₂ at a boreal forest site in Canada Tellus Series B-Chemical And Physical Meteorology.

- [14] Law R. M. et al. 2010. Synoptic variations in atmospheric CO₂ at Cape Grim: a model intercomparison. *Tellus Series B-Chemical And Physical Meteorology*.
- [15] Levin I. et al. 1995. Long-Term Observations Of Atmospheric CO₂ And Carbon Isotopes At Continental Sites In Germany. *Tellus Series B-Chemical And Physical Meteorology*.
- [16] Matese A. et al. 2009. Carbon Dioxide Emissions of the City Center of Firenze, Italy: Measurement, Evaluation, and Source Partitioning. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*.
- [17] Angeles Garcia M. et al. 2008. Continuous carbon dioxide measurements in a rural area in the upper Spanish plateau. *Journal Of The Air & Waste Management Association*.
- [18] Haszpra L. et al. 1994. Carbon-Dioxide Concentration Measurements At A Rural Site In Hungary. *Tellus Series B-Chemical And Physical Meteorology*.
- [19] 李國志、李宗植。中國二氧化碳排放的區域差異和影響因素研究。

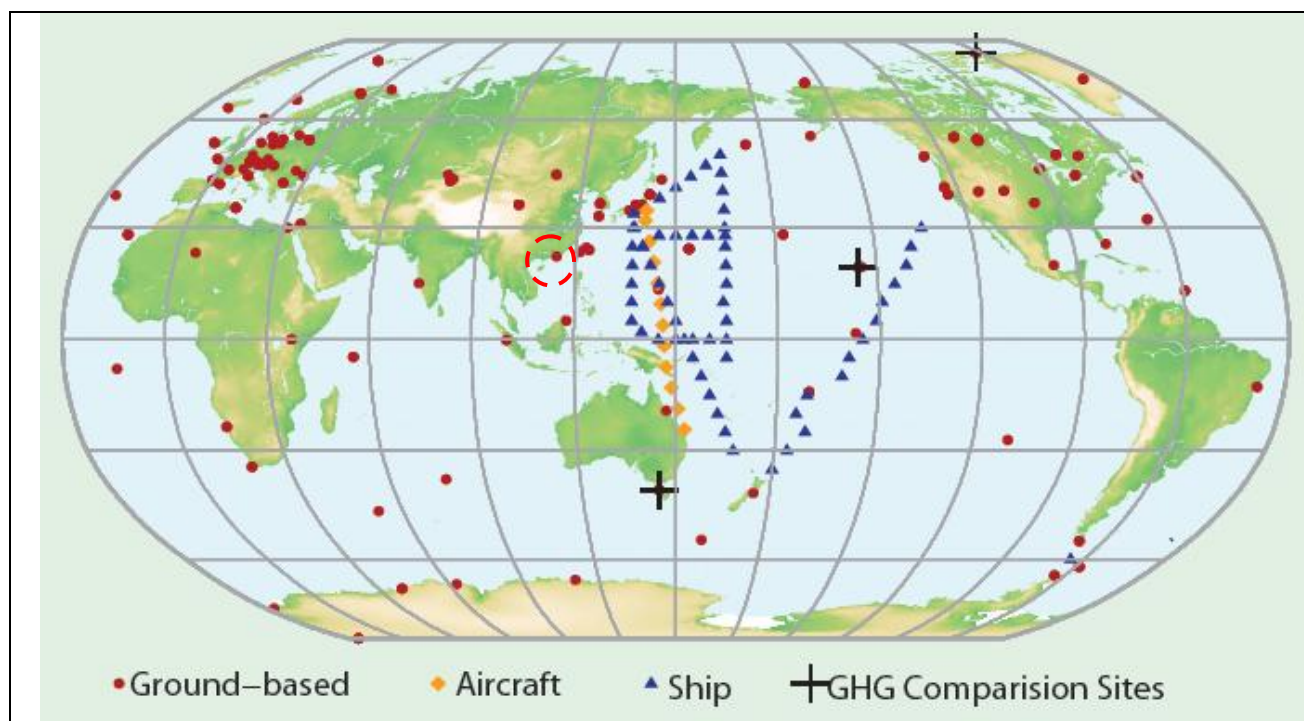


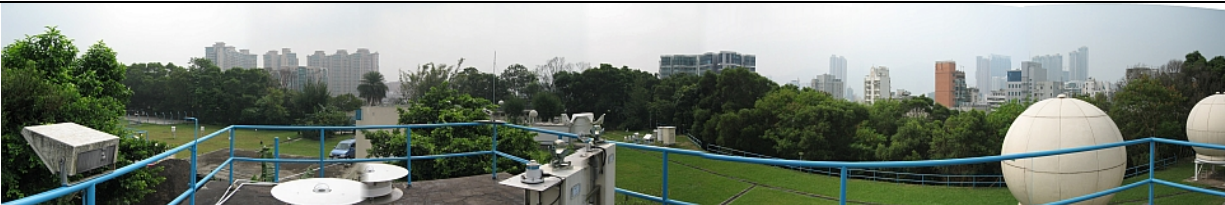
圖 1 世界氣象組織(WMO)全球大氣觀測計劃(GAW)下的全球二氧化碳測量網絡(紅圈所示為 2009 年新增的香港京士柏站)
(圖片取自世界氣象組織 2009 年溫室氣體年報[2])



圖 2 京士柏及鶴嘴二氧化碳測量站在香港的地理位置。京士柏氣象站位於香港九龍市區的一個小山丘上。鶴嘴理大本底大氣監測站位於香港南區。



西北偏北至東南偏南



東南偏東至西南偏西



西南偏西至東北偏北

圖 3 京士柏氣象站的全境圖。京士柏氣象站位於九龍市區的一個小山丘上，離海平面約 65 米。氣象站四周頗為空曠，同時兼有建築物、樹木、草坪等，是一個較有代表性的戶外市區地點。



LI-820
二氧化碳分析儀

圖 4 安裝在京士柏氣象站草坪上的二氧化碳分析儀，入氣口位置在百葉箱內。插圖展示在百葉箱內的 LI-820 二氧化碳分析儀。



東北偏北至東南偏南



東南偏南至西南偏西



西南偏西至東北偏北

圖 5 鶴嘴理大本底大氣監測站的全境圖。監測站位於香港島最南端，離海平面約 60 米，四周空曠，三面環海，是一個較有代表性的市郊地區。



入氣口

圖 6 安裝在理大本底大氣監測站內的二氧化碳分析儀(上圖左)，入氣口(上圖右)安裝在離地面約 3 米高的金屬架上。

二氧化碳探頭 (TSI IAQ-Calc 型號 8762)



圖 7 2010 年 11 月 4 日途經九龍市區及新界市郊的戶外二氧化碳巡測路線。
圖上方為巡測所用的二氧化碳探測器和小型客貨車。

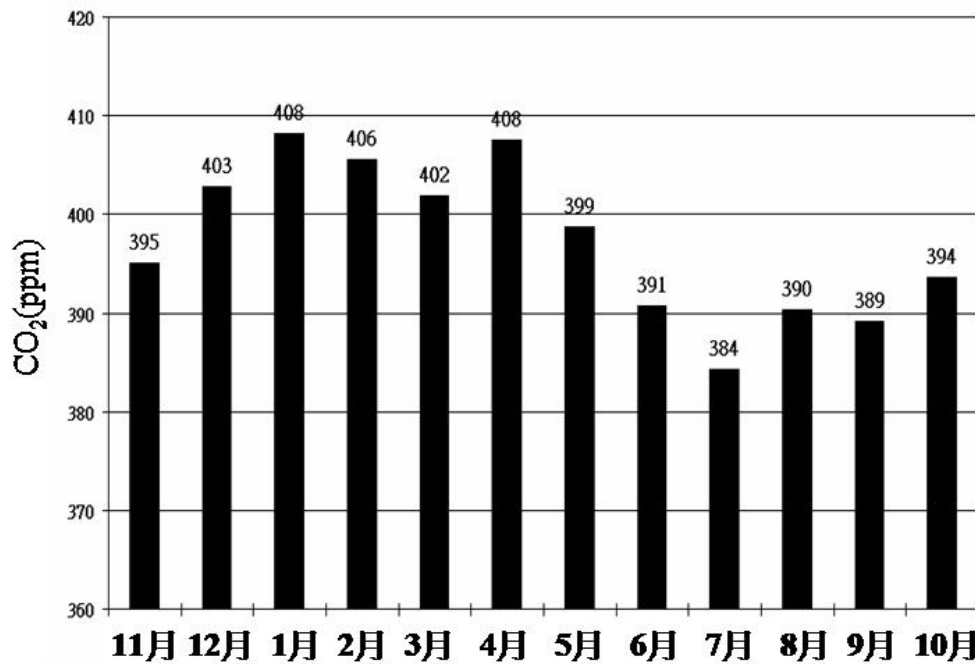


圖 8 京士柏月平均大氣二氧化碳濃度(2009 年 11 月至 2010 年 10 月)

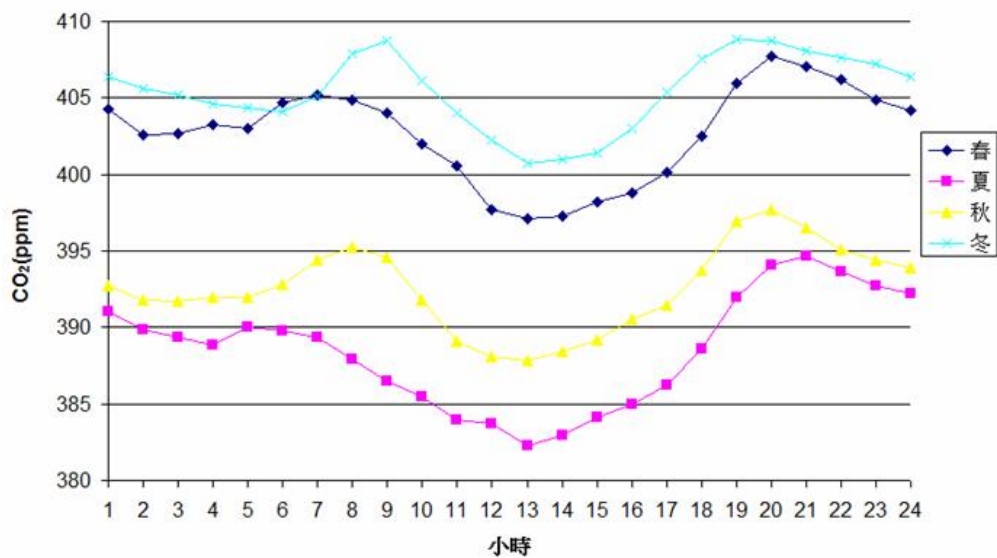


圖 9 京士柏的季節性平均二氧化碳濃度周日變化(2009 年 11 月至 2010 年 10 月)。上圖四季的定義為：春(2010 年 3 至 5 月)，夏(2010 年 6 至 8 月)，秋(2009 年 11 月及 2010 年 9 至 10 月)，冬(2009 年 12 月至 2010 年 2 月)。

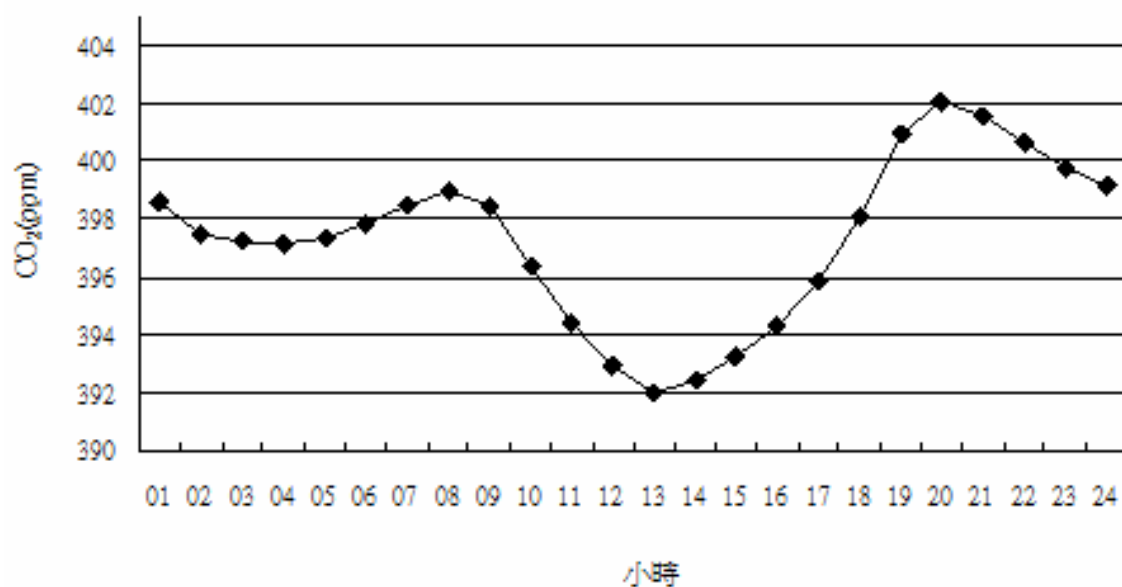


圖 10 京士柏二氧化碳濃度的周日變化(2009 年 11 月至 2010 年 10 月)。

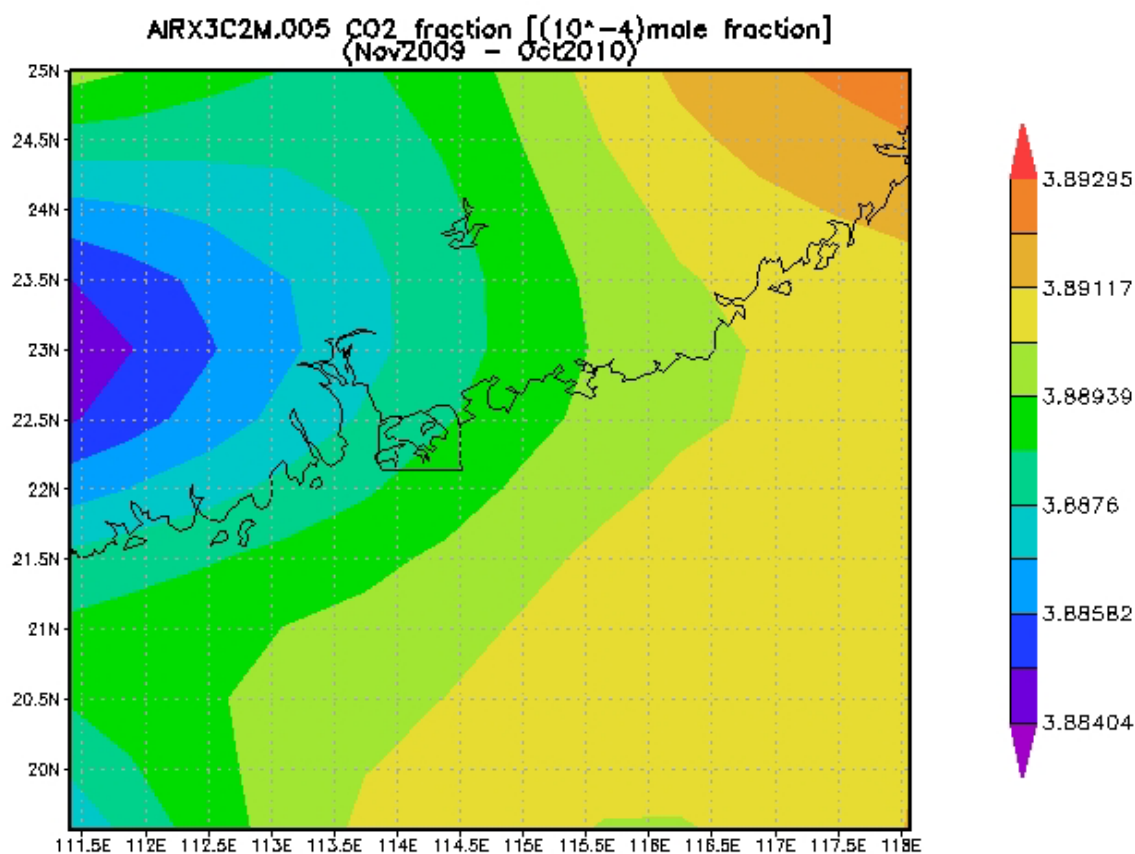


圖 11 利用美國 AIRS 衛星上的大氣紅外聲納儀的數據繪製出的華南沿岸對流層中部整層大氣的十二個月平均二氧化碳濃度分佈圖 (x10² ppm) (2009 年 11 月至 2010 年 10 月)。

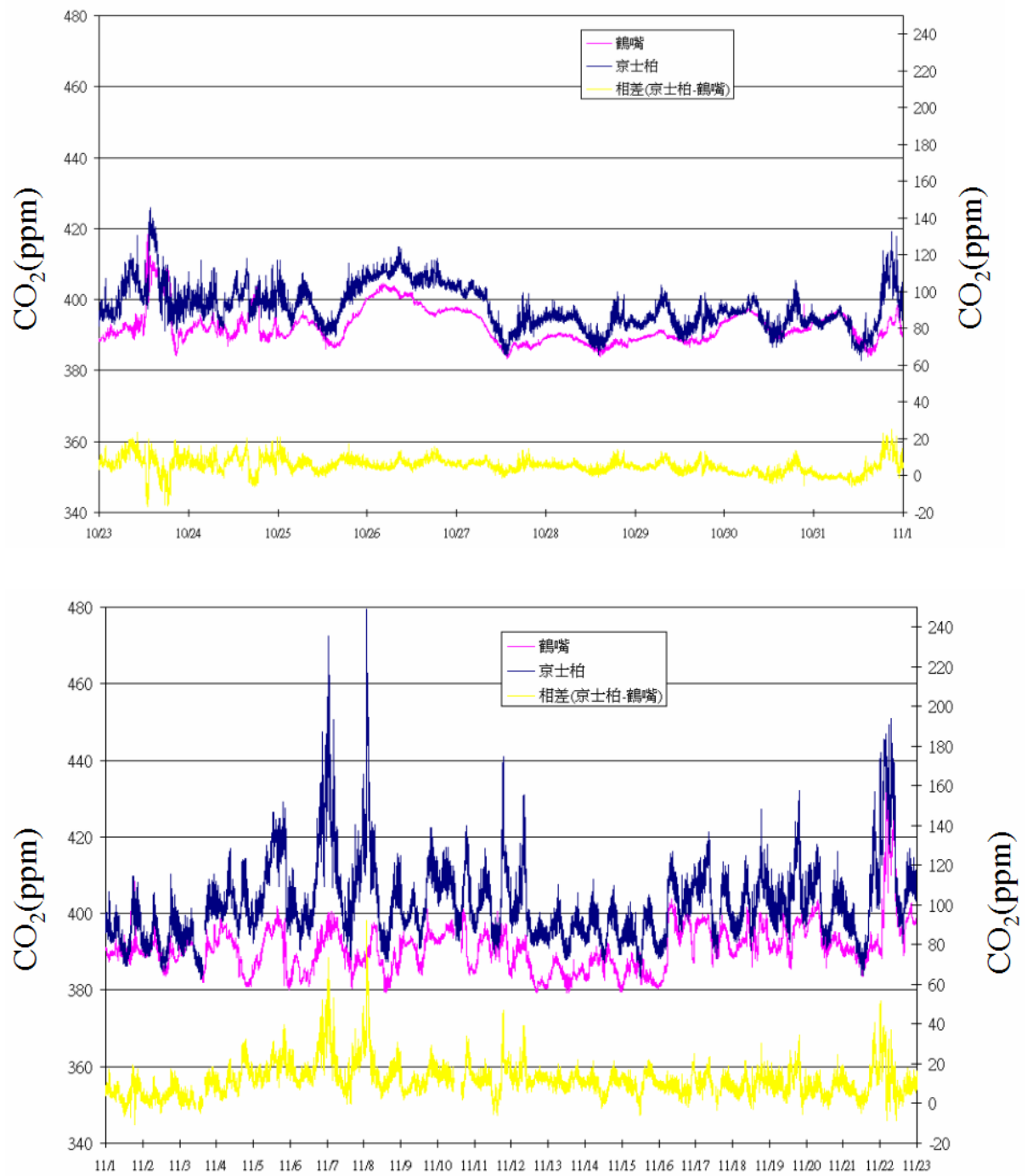


圖 12 京士柏及鶴嘴一分鐘平均二氧化碳濃度變化（2010 年 10 月 23 日至 2010 年 11 月 22 日）。

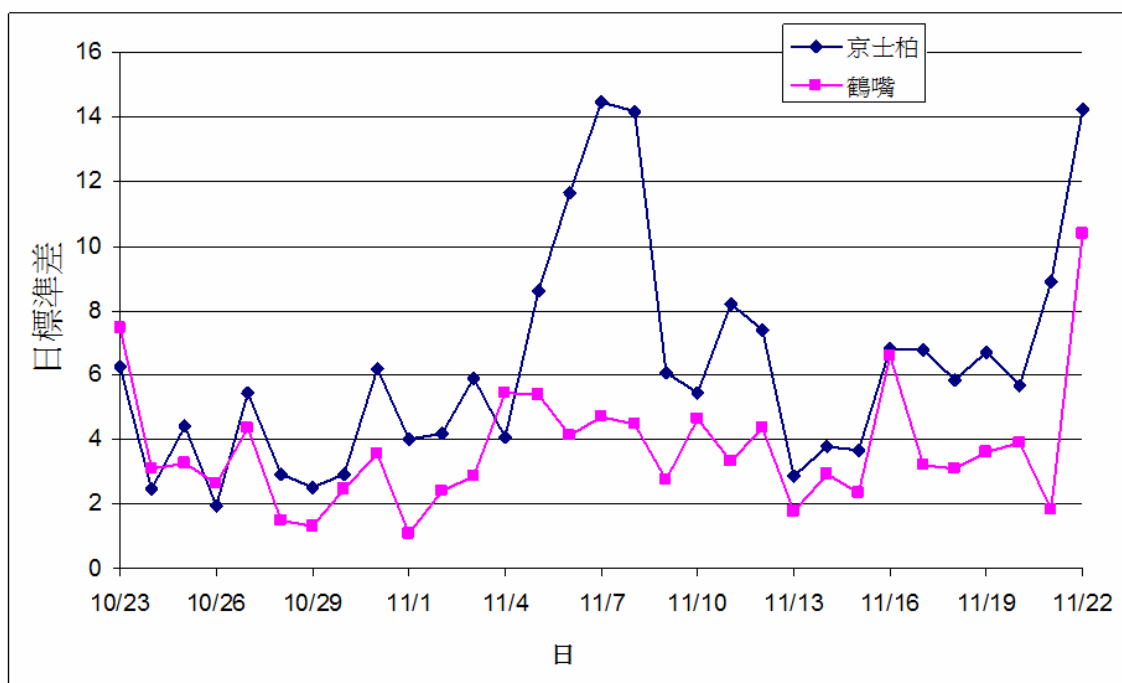


圖 13 京士柏及鶴嘴每小時平均二氧化碳濃度的日標準偏差(2010 年 10 月 23 日至 2010 年 11 月 22 日)。

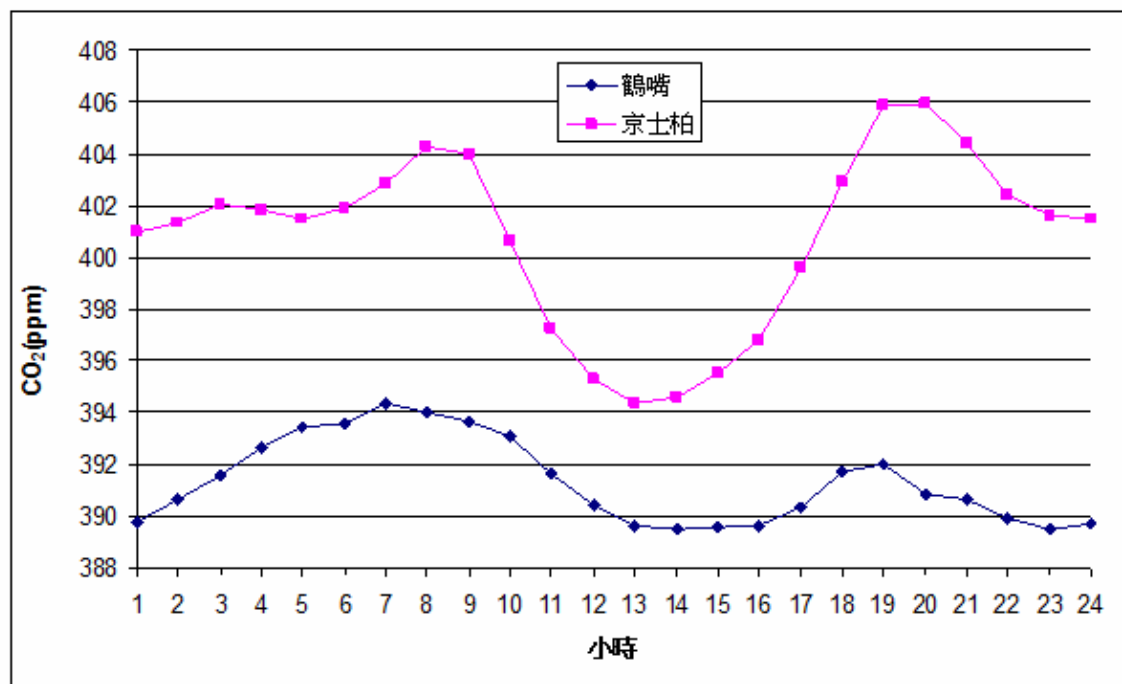


圖 14 京士柏及鶴嘴二氧化碳濃度的周日變化(2010 年 10 月 23 日至 2010 年 11 月 22 日)。

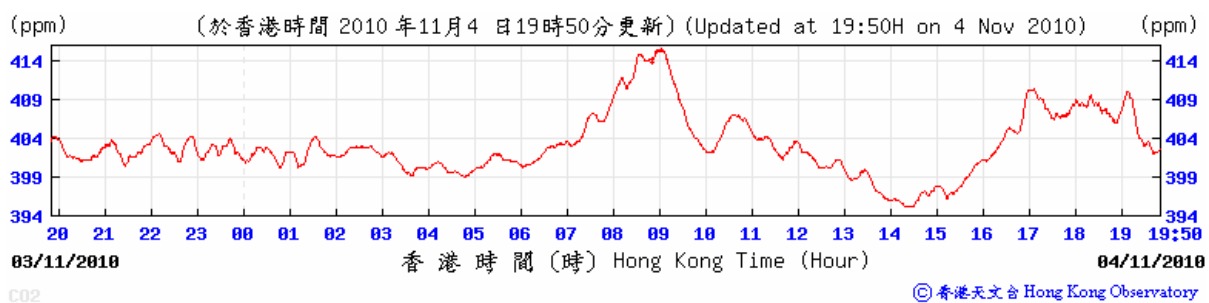
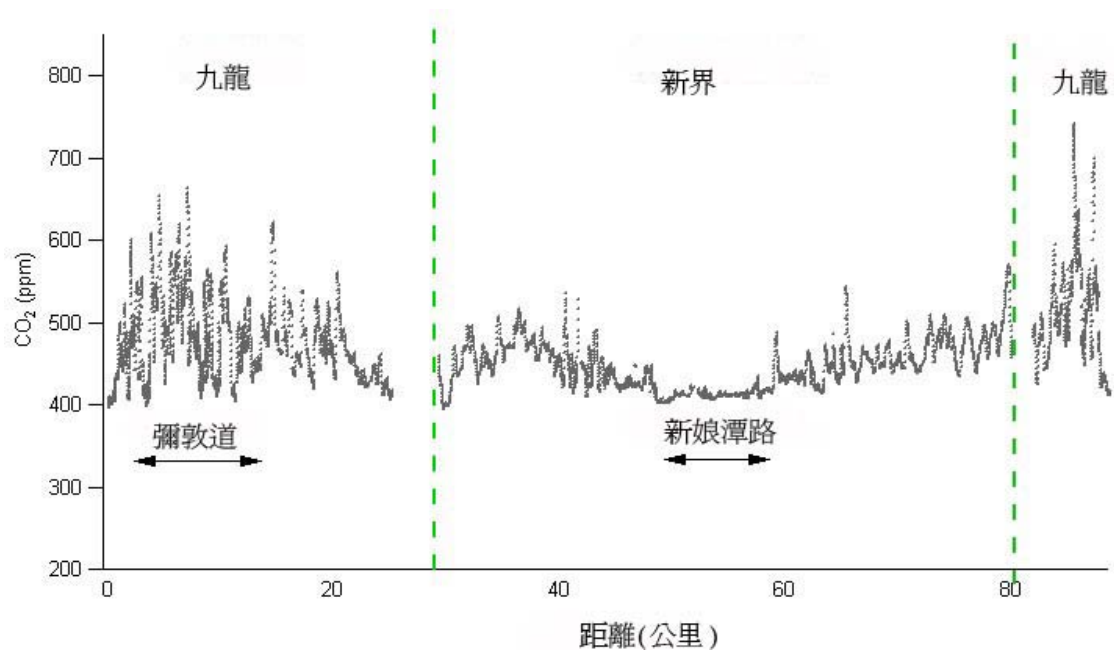


圖 15 2010 年 11 月 4 日中午 12 時至下午 3 時進行戶外巡測的二氧化碳濃度變化情況。下方為當天京士柏的二氧化碳濃度變化。

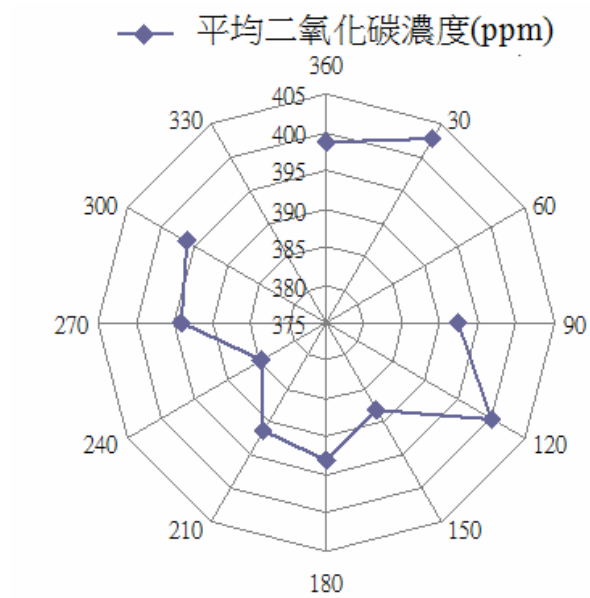


圖 16A 京士柏二氧化碳濃度與京士柏盛行風方向的關係(2009 年 11 月至 2010 年 10 月)。

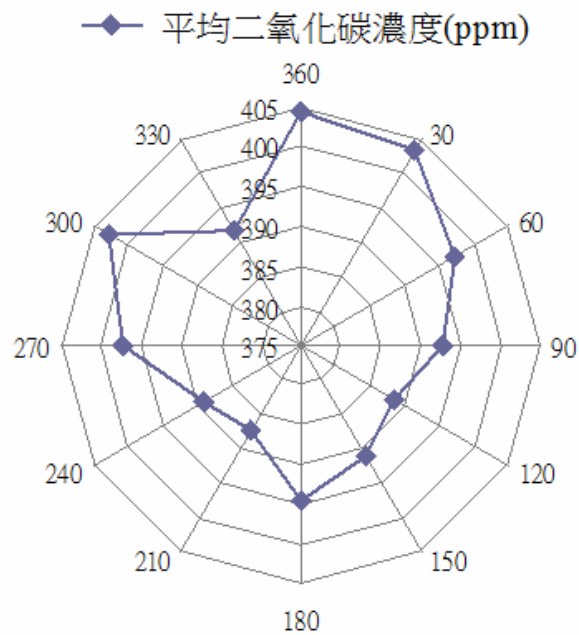


圖 16B 京士柏二氧化碳濃度與橫瀾島盛行風方向的關係(2009 年 11 月至 2010 年 10 月)。

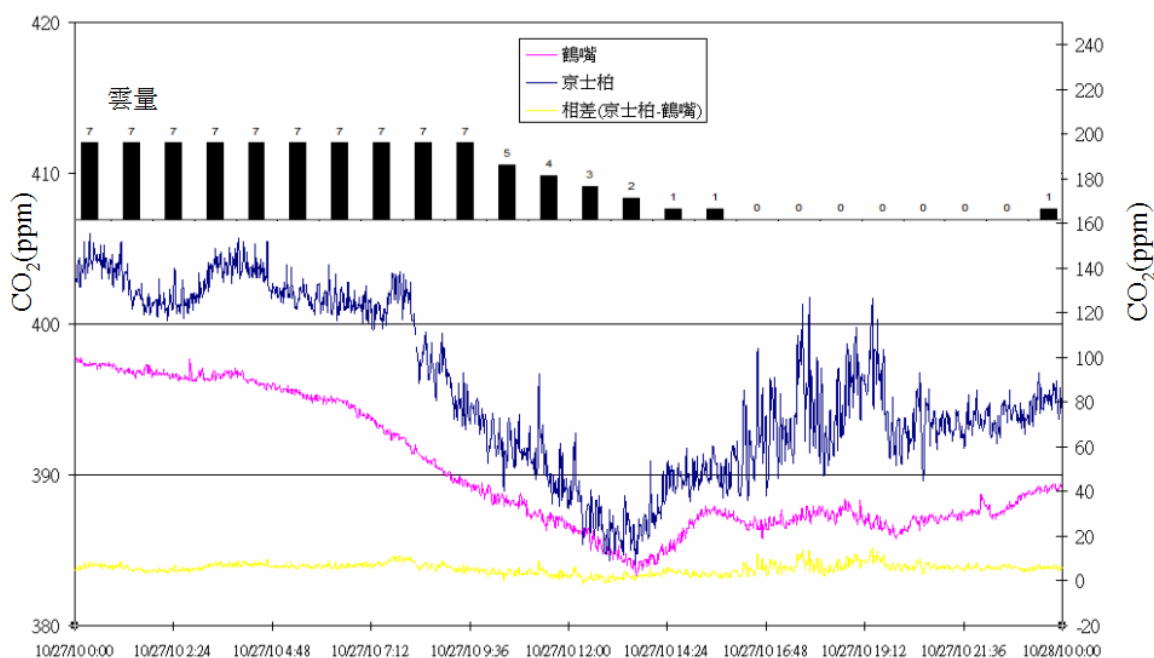


圖 17 2010 年 10 月 27 日在京士柏及鶴嘴的二氧化碳濃度時間序列。
香港當日受到東北季候風影響，天晴乾燥，吹和緩至清勁北至
東北風。插圖為天文台當天的雲量。

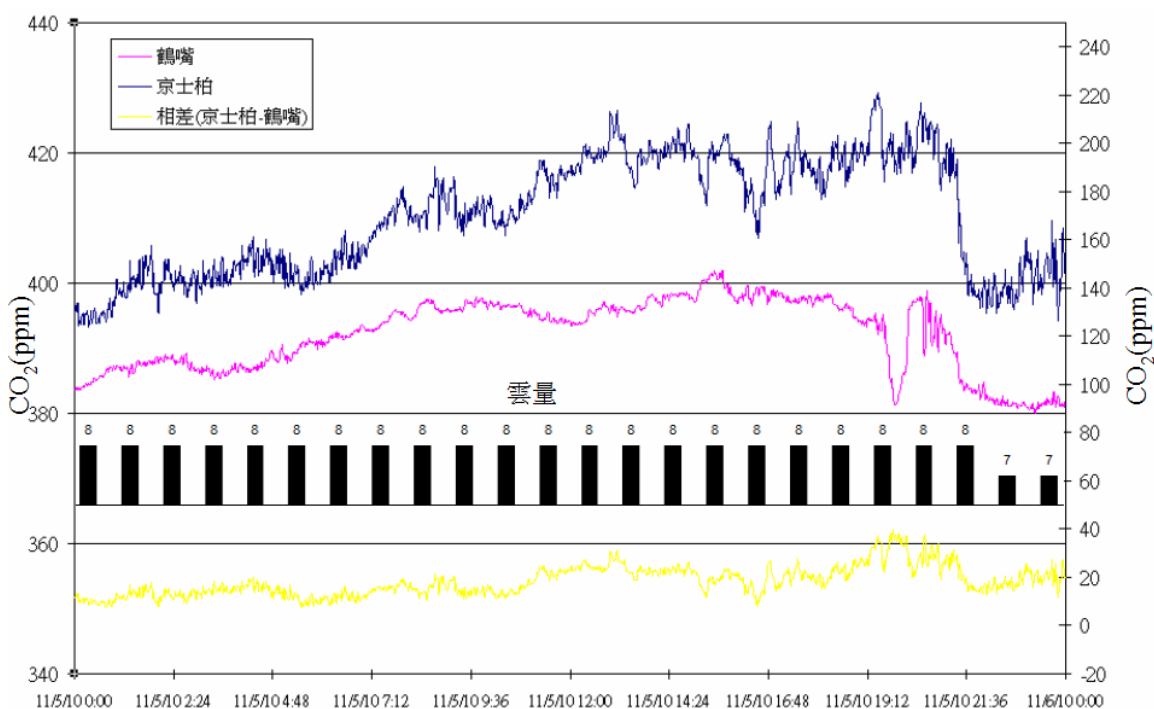


圖 18 2010 年 11 月 5 日在京士柏及鶴嘴的二氧化碳濃度時間序列。
香港當日受到東北季候風影響，吹和緩至清勁北至東北風，但
天陰有雨。插圖為天文台當天的雲量。

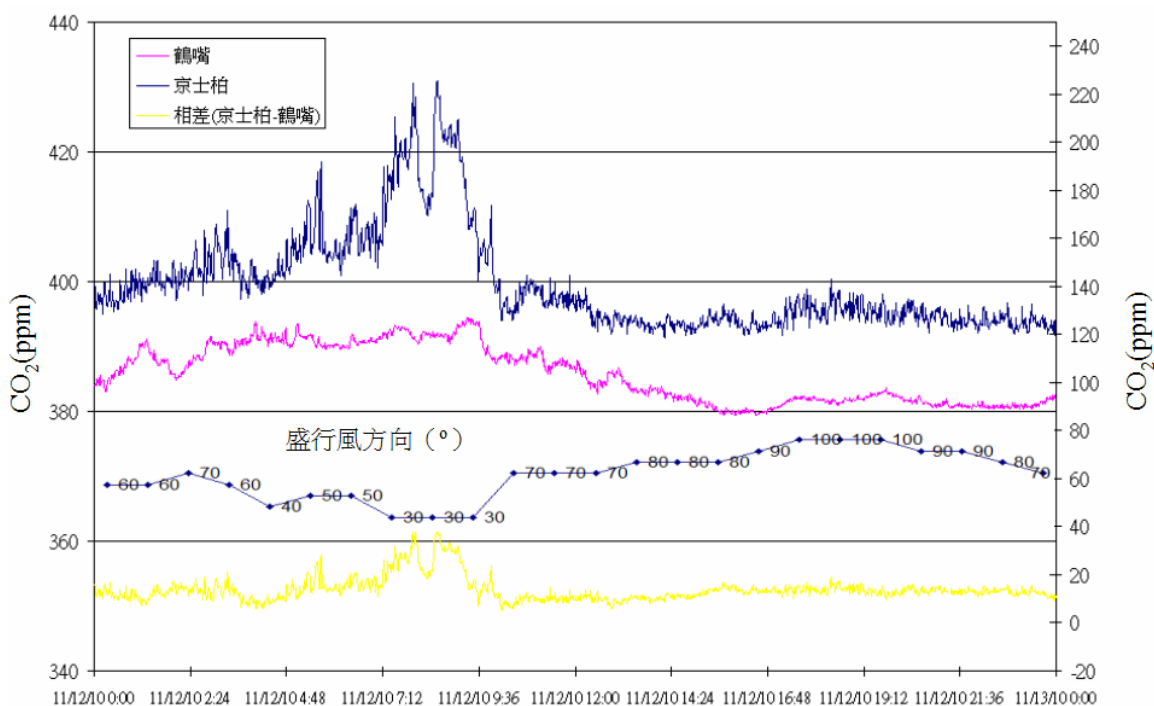


圖 19 2010 年 11 月 12 日在京士柏及鶴嘴的二氧化碳濃度時間序列。
香港當日天晴乾燥，東北季候風稍為減弱，東北風轉吹東風。
插圖為橫瀾島盛行風方向。

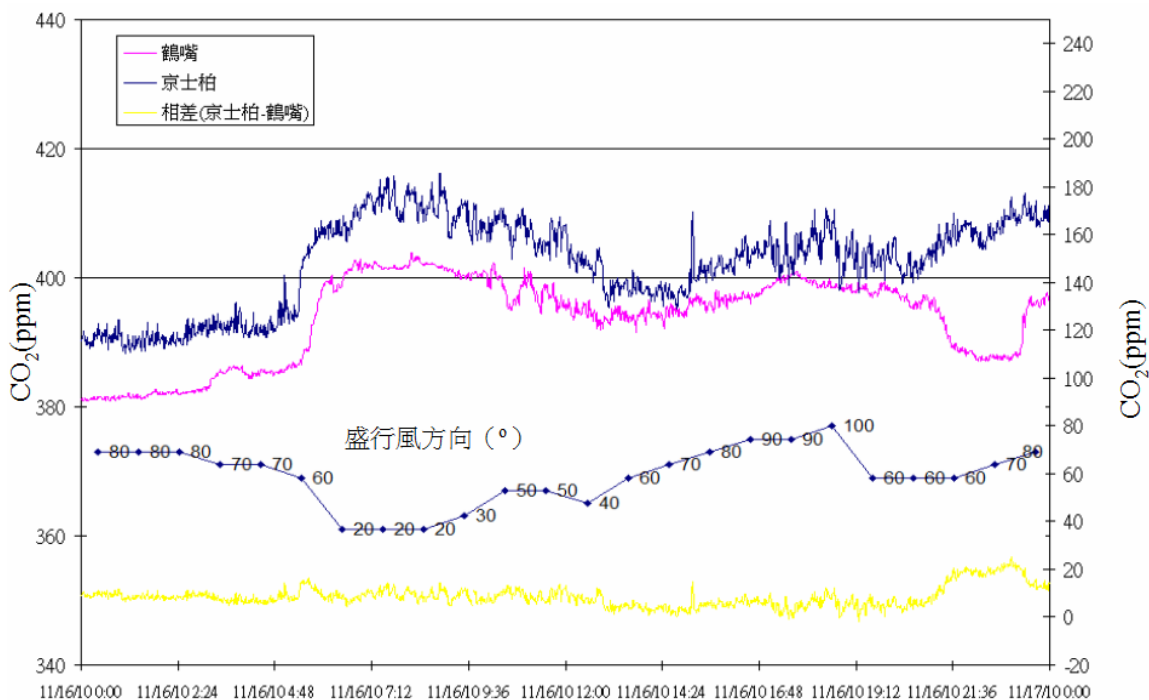


圖 20 2010 年 11 月 16 日在京士柏及鶴嘴的二氧化碳濃度時間序列。
香港當日初時多雲及有幾陣微雨，下午部分時間 有陽光及有
煙霞。早上東北季候風稍為增強，東風轉吹東北風。插圖為橫
瀾島盛行風方向。