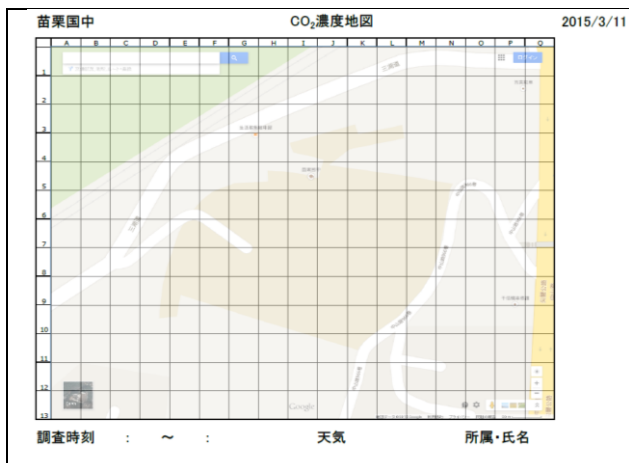


2015 年「區域性 CO₂ 濃度調查」體驗校園推廣環境 教育活動—流程紀錄單

| | |
|---|--|
| <p>活動時間：3 月 4 日至 3 月 13 日</p> | <p>活動地點：「區域性 CO₂ 濃度調查」 體驗校園推廣環境教育之各級機關 學校（共 16 所學校）</p> |
| <p>演講者：岡村 聖 副教授</p> | <p>翻譯：許容瑜 研究生</p> |
| <p>課程內容概述：</p> <p style="text-align: center;">流程一 實驗方法說明（約 15 分鐘）</p> <p>首先針對 CO₂ 濃度調查活動辦理目的進行介紹，與各項檢測儀器使用方法以及注意事項。</p> | |
|  | <p>1. 介紹 CO₂ 濃度調查活動辦理目的</p> <p>為促進環境保護行動，二氧化碳之產生絕大多數為人類所造成，因此 CO₂ 濃度調查活動，主要為與生活周遭環境有關係的人進行調查。</p> |
|  | <p>2. 介紹 CO₂ 濃度調查各項檢測儀器使用方法及注意事項</p> <p>透過方位風速測定儀器及可攜式 CO₂ 濃度測量儀器至選定範圍測量並紀錄（風向、風速、方位及 CO₂ 濃度），瞭解 CO₂ 濃度在各個地區的分布情形；解釋數據基本要點如附件一，授課簡報如附件二所示。</p> |



3. 選定 CO₂濃度調查測量範圍

事先準備測量點範圍之地圖進行分組，且依不同地形地物等因素分析 CO₂，待測量數據後進行綜合評估探討。



4. 植物光合作用實驗

準備保特瓶並裝八分滿水量，以及栽取一株植物（含莖）置於透明觀察盒內，周邊連接 CO₂濃度測量儀器與光源設備和備妥黑色塑膠袋，進行白天/夜間效果來即時監測排放與光合作用變化數值。

流程二 測量學校周邊 CO₂濃度及植物光合作用實驗（約 25 分鐘）

1. 由老師及環保局講師團帶領，每組分開測量學校周邊的 CO₂濃度、風向、風速強弱。（若時間允許可測 2 個點以上，且讓檢測者交換不同儀器測量）
2. 教室內同時進行植物光合作用實驗，關閉燈源後使用黑色塑膠袋蓋住並且偵測其 CO₂濃度監測變化情形。



1. 風向測量

利用手持竹筷綁線（或手持衛生紙）之方式，檢測者站於上風處進行風向的測量；以測定風向地點為中心，判定檢測者面對風吹來之方位。



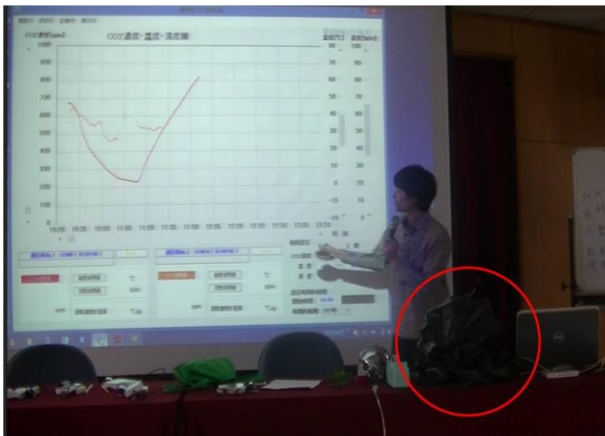
2. 風速測量

以風速測定儀器測量風速（或目測判斷強中弱），停留時間約 30 秒，該數值可能因為風的關係有所變動，以最高數值為主。



3. CO₂ 濃度測量

以測定風速地點為中心，測量者兩旁遠離人群，抬高 CO₂ 濃度測量器使之呈現無遮蔽狀態，測量此地 CO₂ 濃度，停留時間約 30 秒，該數值可能因為氣流擾動有所變動，選擇最常出現之數值為基準。



4. 植物光合作用

於進行測量學校周邊 CO₂ 濃度時，將同步進行植物光合作用實驗，透過每時段紀錄 CO₂ 濃度觀察其數值變化狀況，步驟如下：

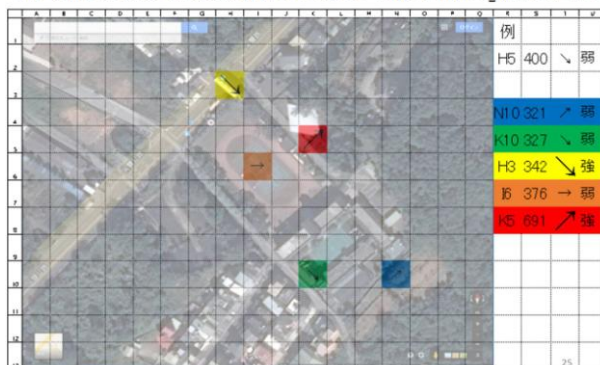
- (1) 光源照射：於測量學校周邊 CO₂ 濃度前，開啟光源製造白天效果，進行植物光合作用。
- (2) 移除光源：於外出測量時，將燈源關閉移除。
- (3) 遮幕：透過黑色塑膠袋（至少 2 層），由上而下蓋住製造夜間效果，觀察植物排放 CO₂。
- (4) 監測：透過 CO₂ 濃度測量儀器持續監測數值，觀察其變化情形。

流程三 CO₂ 濃度地圖的製作及綜合討論 (約 35 分鐘)

1. 將各組別資料進行回報測量數值，彙整後進行分析討論。
2. 透過 CO₂ 濃度測量儀器，探討植物光合作用進行分析討論。
3. 綜合課堂上所敘述及實驗分析結果進行討論，並彙整出 CO₂ 濃度使地球暖化的原因及因應對策。



儘可能以大銀幕來顯示在Google Map上的CO₂濃度地圖



1. CO₂ 濃度地圖製作

各組別逐一回報測量數值，統整後填寫一旁備註，並利用色筆將濃度高低區分 3~5 種類顏色，於地圖上標示顏色及風向箭頭，建檔內容包含：

- (1) 日期
- (2) 天氣
- (3) 測定時間
- (4) 測量地點 (座標代碼，如 H5)
- (5) CO₂ 測定值 (戶外基準質為 400ppm)
- (6) 風向 (●為無風，其餘依風向箭頭表示：北↓北西↘西→南西↗南↑南東↘東←北東↙)
- (7) 風速 (無、弱、強)
- (8) 地圖製作：首先將濃度數值由小到大依序排列，並以顏色區分濃度低至高，藍、綠 (中間色)、黃、橘 (中間色)、紅。



2. CO₂ 濃度測量數值分析

藉由 CO₂ 濃度數據結果，分析 CO₂ 基準濃度，並推測風速、風向、排放源、吸收源及區域環境對 CO₂ 濃度數值影響變化的原因。

- (1) 探討 CO₂ 濃度與植物關聯。
- (2) 探討 CO₂ 濃度與排放源關聯。
- (3) 探討 CO₂ 濃度與風向關聯。

| 國小 | 國中 | 高中 |
|---------|----------|----------|
| 太陽的能源 | 地球與空氣 | 溫室效應 |
| 東西的燃燒 | 炭素與水素的燃燒 | 碳氫化合物的燃燒 |
| 植物的光合作用 | 植物的光合作用 | 植物的光合作用 |
| 我們所能做的事 | 我們所生活的環境 | 地球暖化的對策 |

3. 各學齡層於探討方向之建議

對應本次 CO₂ 濃度調查活動辦理目的，依各學齡層探討分析方向給予建議（如左圖），透過知識面的討論並關注日常生活議題，達到環境友善落實。



4. 植物光合作用數值分析

- (1) 先前於課堂前所做之植物光合作用實驗，進行數值曲線圖分析，使學童瞭解其原理。
- (2) 透過有獎徵答的方式，誘導學童勇於表達自己的看法及想法，藉此提升學童專注力及思考能力。



5. 綜合討論

- (1) 透過本實驗之即時測量與探討，參與對象可加深了解地球暖化與週遭生活關聯性。
- (2) 在綠色植物比較多的地方 CO₂ 濃度就比較高，在道路附近 CO₂ 濃度就比較低（受風影響）。
- (3) 由測量得知，CO₂ 會依據風的吹動而擴散，即使在遠離排放源的地方也會受到影響。
- (4) 藉由測量結果可符合，即使在無人類活動的南、北極，CO₂ 濃度均藉由大氣層薄膜，由赤道往南、北兩極流動，得知 CO₂ 對全球性。

CO₂濃度與風

- 大氣是在由地表至上空11km處之間對流。對巨大寬廣的地球而言，其厚度有如薄膜。
- 由赤道往（南北）兩極流動。
- 不論有沒有排放源，CO₂ 均是在薄膜中往地球全体擴散。



29

結論與建議

- 一、本計畫藉由促進國際交流與合作之環境教育活動辦理，活動參與總人數計約 900 人次，宣導人數則達 839 人次。
- 二、透過本選定本縣內 16 所學校參與示範推廣以及各校教師先行參與「種子教師增能工作坊」瞭解實務課程推廣，再由名古屋產業大學岡村 聖副教授親臨各校講授「CO₂濃度調查之環境學習實務」，透過課程來誘發學童們的自主學習能力，使參與者逐步理解二氧化碳和區域及全球之關連性，讓參與者瞭解地球暖化和我們的生活息息相關，進而思考具體的行動以保護並改善環境問題。
- 三、藉由「種子教師增能工作坊」的實務課程，能讓各校教師與本局環境教育講師團能透過簡易測量儀器與生活化課程解說，更能讓學童們即時性來探討在不同的環境及空間 CO₂濃度的變化的情形，教學相長效益良好。
- 四、分析透過促進國際交流與合作之環境教育活動，絕大多數與會人員及校園回饋反應都相當踴躍，不論在課程內容、測量實驗操作、以及瞭解 CO₂對地球暖化影響或植物光合作用與 CO₂相關聯性，且有超過 8 成學童表示未來將參與相關體驗課程，讓環境教育邁向更多實作教育。
- 五、建議於往後 CO₂濃度調查活動推廣中，可融入在地域特色或相關時事性主題以及衍生更多生活上可探討議題，使內容更加豐富多元、生活化。
- 六、建議未來在校園推廣活動中，可多運用講師團的經驗及能力，亦將 CO₂濃度調查活動推廣拓展至縣內更多校園中，提升縣內學童環境教育認知素養及內涵。

附件一

數據說明表

| CO2濃度調查 | 日時 | 年 月 日 ()、 點 分~ 點 分、天氣 | 調查地點 | | |
|------------|---|------------------------|---|---|--|
| 評價項目 | 參考用數據 | | 調查數據 | 解釋數據的基本要點 | 備註(資料的作成) |
| 1. CO2基準濃度 | (1)附近的CO2濃度測量局的恆時測量數據 (2)附近氣象台的氣候數據(氣溫、風向、風速) (3)CO2濃度搜尋數據(調查一個月的時段平均值) | | CO2 ppm 氣溫 °C 風向 風速 m/s CO2 ppm | <ul style="list-style-type: none"> CO2濃度一天變化為，從上午6點前後開始減少，下午4點前後開始轉變為增加。 看得出來CO2濃度會應季節而有所變化。CO2的變動幅度為，春天開始擴大到夏天，夏天開始到隔年春天會縮小。 | <input type="checkbox"/> CO2濃度變化模式圖(No.1) |
| 2. 風速的影響 | (1)附近氣象台的風速數據 (2)CO2濃度地圖的數據(測量地點的風速數據) (3)CO2濃度搜尋數據(相似風速的時段平均值) | | 風速 m/s 風速 m/s 風速 m/s | <ul style="list-style-type: none"> 以觀測標準為基準的風速(氣象台所測量的風速)，會給CO2濃度一定程度的影響。 在地表測量到的風速，會因建築物等顯示出不規則的變化，CO2濃度也會跟著有所變化。 風速變強的話，CO2濃度一天的變化也會有所變動。CO2濃度減少的時間段會變短，CO2濃度的變動幅度也會隨著大氣的擴散縮小。 | <input type="checkbox"/> CO2濃度地圖(No.1) <input type="checkbox"/> CO2濃度變化模式圖(No.2) |
| 3. 風向的影響 | (1)附近氣象台的風向數據 (2)CO2濃度地圖的數據(測量地點的風向數據) (3)地圖數據(主要的土地利用) (4)CO2濃度搜尋地圖(相似風向的時段平均值) | | 風向 風向 CO2 ppm | <ul style="list-style-type: none"> 以觀測標準為基準的風向(氣象台所測量的風向)，會給CO2濃度一定程度的影響。 在地表測量到的風向，會因建築物等顯示出不規則的變化，CO2濃度也會跟著有所變化。 依上風處主要的土地利用，會給CO2濃度不同的影響。 | <input type="checkbox"/> CO2濃度地圖(No.1) <input type="checkbox"/> 土地利用圖(衛星空拍圖) <input type="checkbox"/> CO2濃度變化模式圖(No.3) |
| 4. 排放源的影響 | (1)CO2濃度地圖的數據(排放源附近的CO2濃度、風向・風速) (2)地圖數據(主要的土地利用) | | CO2 ppm 風向 風速 m/s | <ul style="list-style-type: none"> 風速較強時的CO2濃度變化，大多受風速的影響。 此外，風速較弱時，會受到風速的影響加上風向的影響外，尤其容易受到周圍排放源的影響。 | <input type="checkbox"/> CO2濃度地圖(No.1) <input type="checkbox"/> 土地利用圖(衛星空拍圖) |
| 5. 吸收源的影響 | (1)CO2濃度地圖的數據(吸收源附近的CO2濃度、風向・風速) (2)地圖數據(主要的土地利用) | | CO2 ppm 風向 風速 m/s | <ul style="list-style-type: none"> 風速較強時的CO2濃度變化，大多受風速的影響。 此外，風速較弱時，會受到風速的影響加上風向的影響外，尤其容易受到周圍吸收源的影響。 CO2濃度的季節變化，推測出主要是受到陸地植物活動的影響。夏天時，吸收源的影響會變大；冬天時，看不太出有什麼影響。 | <input type="checkbox"/> CO2濃度地圖(No.1) <input type="checkbox"/> 土地利用圖(衛星空拍圖) |
| 6. 區域環境的影響 | (1)CO2濃度搜尋數據(相似氣象條件的時段平均值) (2)CO2濃度地圖的數據(其他的調查事例) | | CO2 ppm 風向 風速 m/s | <ul style="list-style-type: none"> 引用上記的要點，進行總合解釋。 透過CO2濃度過去數據的檢證或CO2濃度地圖的比較等，探討CO2濃度與區域環境的關連。 | <input type="checkbox"/> CO2濃度變化模式圖(No.4)~ <input type="checkbox"/> CO2濃度地圖(No.2)~ |