



新竹縣政府環境保護局

HsinChu County Environment Protection Bureau



空氣品質感測器布建點位說明及應用

113/9/26

113年新竹縣精進空品感測物聯網發展計畫



AGENDA

1 空氣污染認知

- 空氣污染來源及型態
- 懸浮微粒說明
- 懸浮微粒對健康的影響

2 空品感測物聯網及空氣品質監測說明

- 環境物聯網概念
- 空氣品質監測方式
- 國家監測站及微型感測器說明
- PM_{2.5}監測原因及數據來源
- 正確解讀空品數據方式

3 智慧大數據監控

- 精進空品感測器物聯網計畫
- 傳統空污監測管理與陳情案件處理
- 科技執法方式
- 空品大數據應用分析概要
- 環境部空氣網介紹

4 民眾版物聯網公開查詢平台

- 新竹縣空氣品質感測物聯網公開查詢平台

5 科技化污染管理

- 自動化污染通報系統
- 監測系統運作模式與告警處理

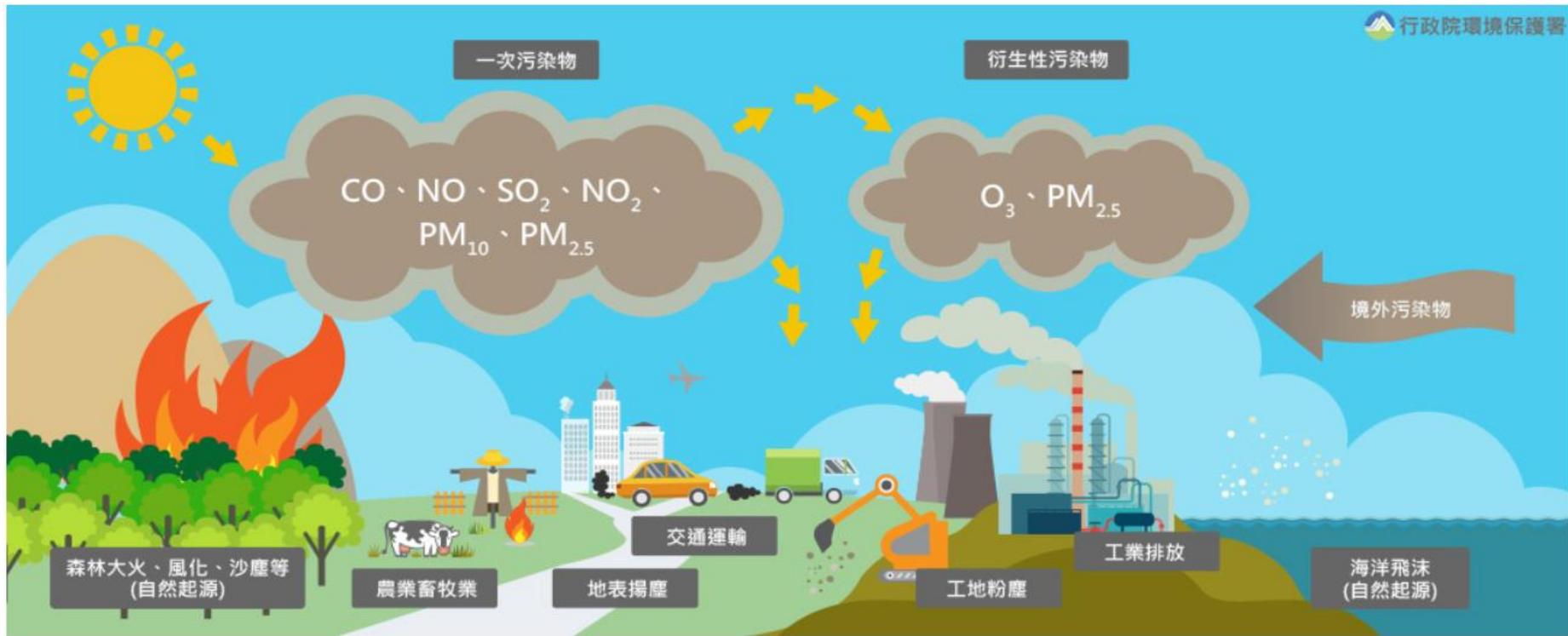


1 空氣污染認知

- 空氣污染來源及型態
- 懸浮微粒說明
- 懸浮微粒對健康的影響

空氣污染來源

空氣污染物來源主要為「自然界的釋出」以及「人類活動的製造」。自然界的釋出包括沙塵暴、火山活動、海鹽飛沫、森林火災、地殼岩石風化等自然現象所引起產生的；而人類活動的製造，可分為固定源（主要指工業污染）、移動源（主要指機動車輛污染）、逸散源（主要指營建與農業污染）與其他（餐飲與金紙燃燒等）。



雖然是空氣污染，但不只包含氣狀污染物，最近大家很重視的細懸浮微粒就屬於粒狀污染物，只是我們人類肉眼看不見，但也不能掉以輕心。

氣狀污染物

硫氧化物、一氧化碳、氮氧化物、碳氫化合物、氯化氫、二硫化碳、鹵化烴類、全鹵化烴類及揮發性有機物。

粒狀污染物

總懸浮微粒、懸浮微粒、落塵、金屬燻煙及其化合物、黑煙、酸霧、油煙。

衍生性污染物

光化學霧及光化學性高氧化物(O₃、PAN)。

毒性污染物

氟化物、氯氣、氨氣、硫化氫、甲醛、含重金屬之氣體、氯乙烯單體、多氯聯苯、氰化氫、戴奧辛類、致癌性多環芳香烴、致癌揮發性有機物、石棉及含石棉之物質。

惡臭污染物

硫化甲基、硫醇類、甲基胺類。

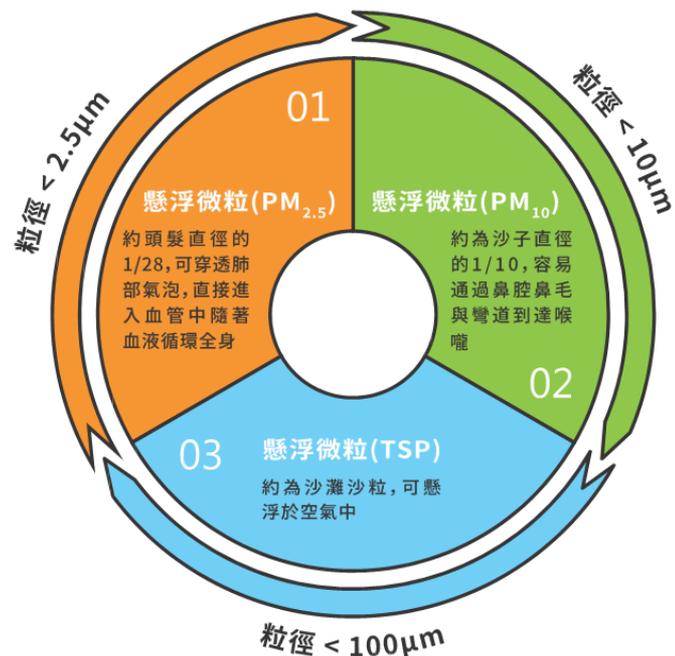
其他經中央主管機關指定公告之物質

異味污染物、「二氧化碳、甲烷、氧化亞氮、氫氟碳化物、六氟化硫及全氟化碳等溫室氣體」

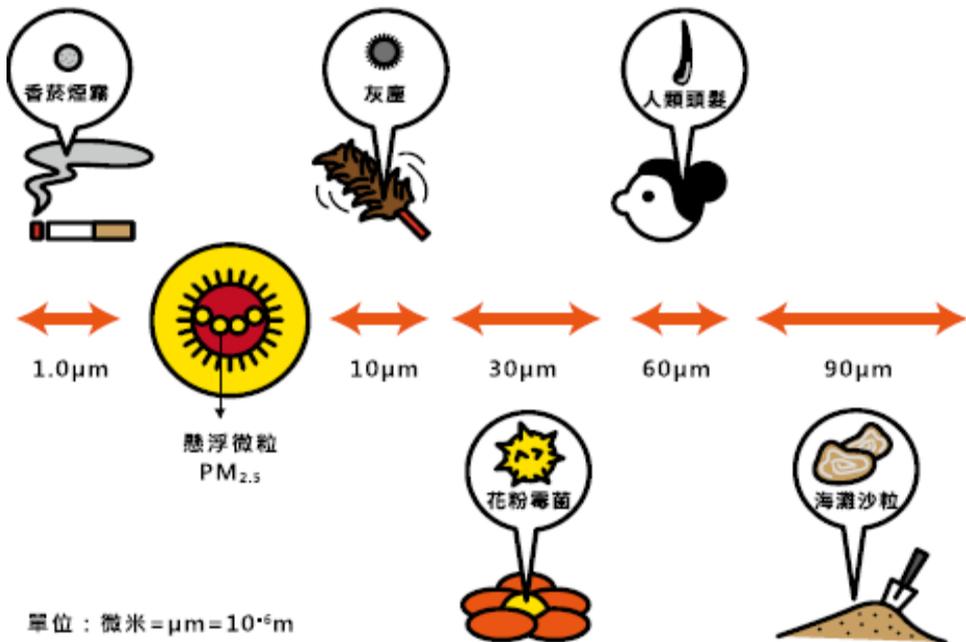
懸浮微粒是什麼呢？

飄浮在空氣中類似灰塵的粒狀物稱為懸浮微粒(particulate matter, PM)

【何謂懸浮微粒】



【粒徑大小說明】



懸浮微粒是什麼呢？

環境部空氣品質標準規定如下：

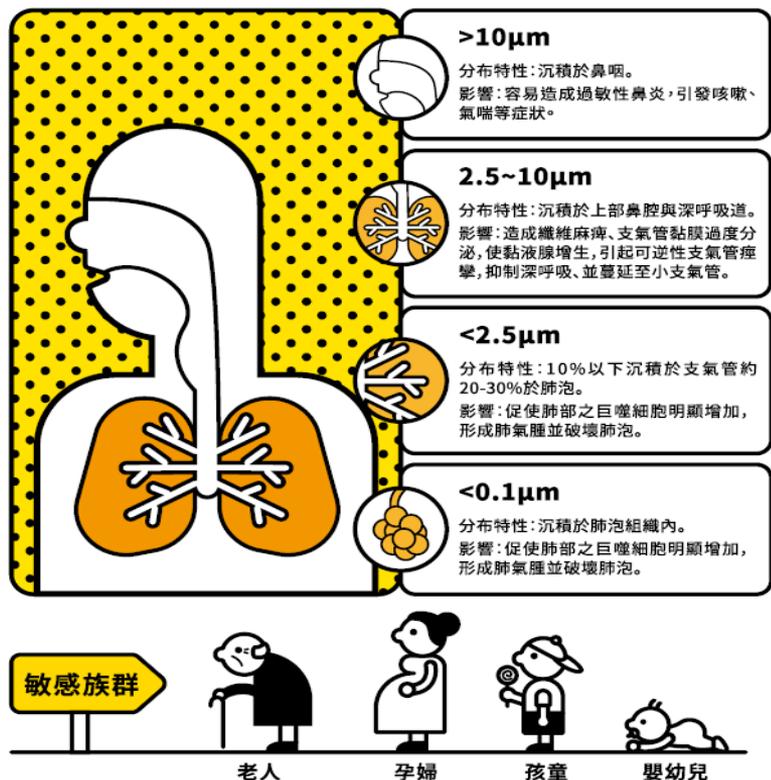
項目	標準值		單位
粒徑小於等於十微米(μm)之 懸浮微粒(PM_{10})	日平均值或二十四小時值	一〇〇	$\mu\text{g} / \text{m}^3$ (微克 / 立方公尺)
	年平均值	五〇	
粒徑小於等於二·五微米(μm)之 細懸浮微粒($\text{PM}_{2.5}$)	二十四小時值	三五	$\mu\text{g} / \text{m}^3$ (微克 / 立方公尺)
	年平均值	一五	

懸浮微粒是從哪裡來呢？

細懸浮微粒(PM_{2.5})係指顆粒直徑在2.5微米以下的粒狀物，可分為原生性及衍生性，兩者皆可由自然界或人為活動產生。原生性係指被排放到空氣中即為PM_{2.5}的粒狀物，而衍生性係指污染物以硫氧化物(SO_x)、氮氧化物(NO_x)、揮發性有機物(VOCs)等其他前驅物的形式，被釋放到大氣中，後續藉由複雜的化學變化與光化反應形成 PM_{2.5}微粒。



不同懸浮微粒粒徑分布對呼吸系統影響



資料來源：認識細懸浮微粒·104年10月·行政院環境保護署

- 進入人體的懸浮微粒短期內不會對人體造成變化，但長時間持續的暴露在外，會對我們的身體造成影響。
- 一樣的暴露，幼兒的危險是成人的10倍。

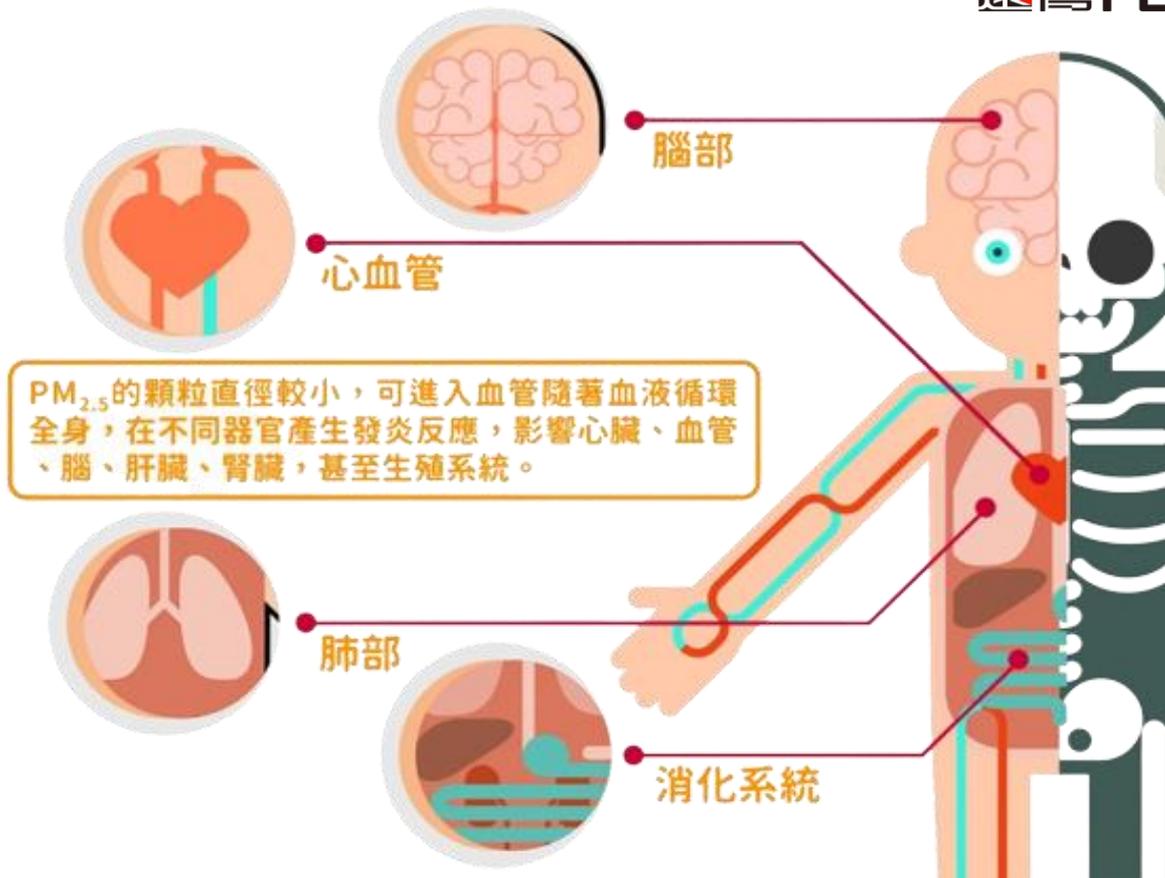


<출처: 환경정의>

資料來源：韓國學童宣導教材

【臺灣前五大癌症死亡率】

- (1) 氣管、支氣管和肺癌
- (2) 肝和肝內膽管癌
- (3) 結腸、直腸和肛門癌
- (4) 女性乳癌
- (5) 前列腺(攝護腺)癌



參考資料來源：綠綠好日

2 空品感測物聯網及空氣品質監測說明

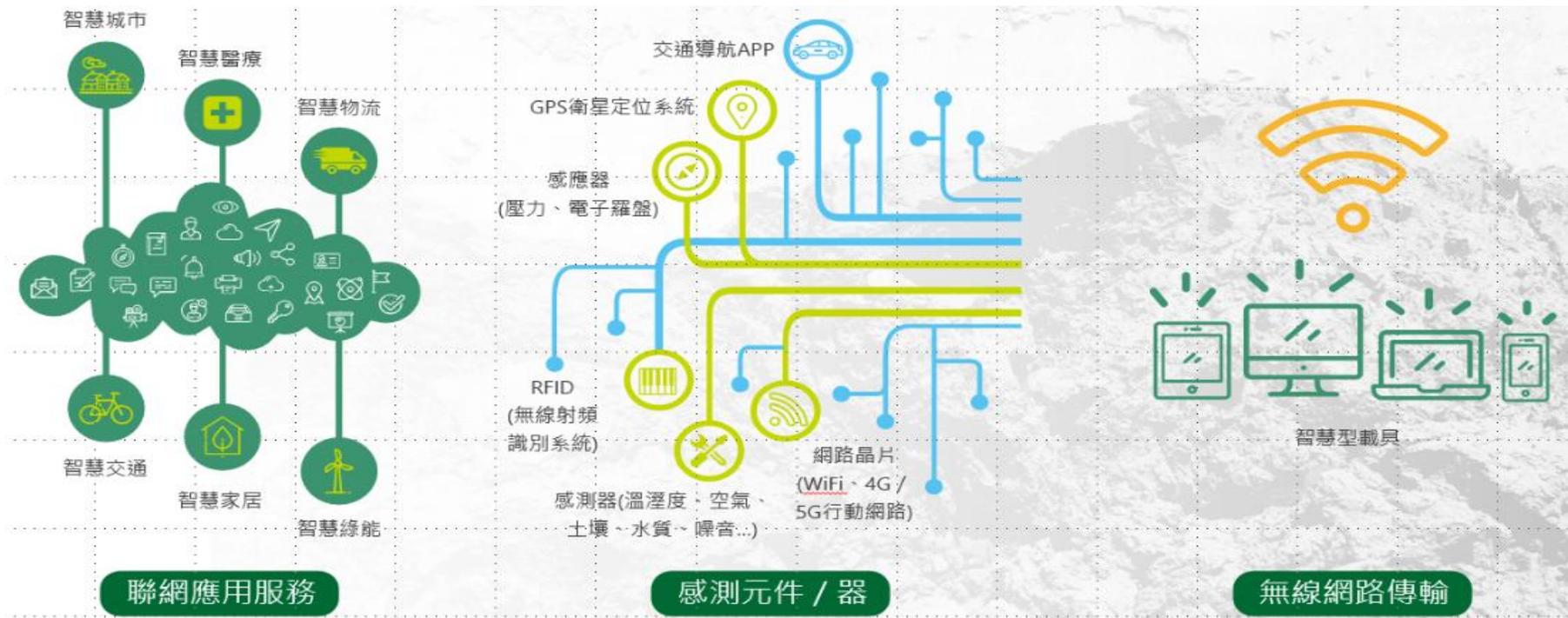
- 環境物聯網概念
- 空氣品質監測方式
- 國家監測站及微型感測器說明
- PM_{2.5} 監測數據來源
- 正確解讀空品數據方式

運用物聯網 (Internet of Things, IoT) 技術，環境部規劃大量布建環境感測點，提升整體環境監控的時空間密度，透過網際網路傳輸、蒐集環境感測資料數據，以雲端串聯虛擬及實體介面，在後端的資料平台除了即時呈現所在環境的感測數值，再結合大數據分析等資料科學，發展出更多智慧化的應用，例如透過高密度的感測資料可以追蹤高污染傳輸路徑，也可以藉由長期資料分析掌握污染熱區。



環境物聯網概念(續)

為了提升環境治理及公眾服務品質，推動「環境品質感測物聯網發展建置及執法應用」的智慧化概念，以全方位發展環境品質物聯網，終極目標是希望環境物聯網能成為智慧城市重要一部分，並強化空氣品質之時空監測，更應用物聯網新興資通訊技術，藉由布建微型感測器進行街道尺度(空間)及分鐘尺度(時間)之空氣品質監控，輔助並強化環境部現有國家級測站空品網之時空分布。



大氣空氣品質監測

(主管機關)

- 國家級測站
- 地方環保局測站

特性工業區監測

(開發單位)

- 比照大氣空氣品質監測於周圍及所屬鄉鎮架設監測站

固定源工廠監測

(業者)

- 連續自動監測
- 周界測定

戶外微型感測系統

- 污染熱區

移動源車輛檢測

(主管機關及使用者)

- 新車審驗
- 使用中車輛定期檢驗、不定期檢驗、目測判定

室內空氣品質監測

(業者)

- 定期檢測(巡檢、定檢)
- 連續監測



【我國目前空氣品質監測網主要可分為三種類型】

國家監測站

依空污法設置
全國共 85 站



政府空污感測點

工業區、交通要道
約10,000個



民間空氣盒子

學校、住家陽台
約 5,000 個



我國有六種國家級空氣品質監測站，共計有78個測站為自動連續監測，當中31個測站兼PM_{2.5}自動與手動監測。



一般空氣品質監測站：19 站
設置於人口密度、可能發生高污染或能反映較大區域空氣品質分布狀況之地區，以表示一般民眾生活環境之空氣品質。



工業空氣品質監測站：5 站
設置於工業區之盛行風下風區，以了解工業污染之影響。測站應位於預期有高濃度出現且人口密集之地區。若顯著排放源之高度較低時，測站應佈設於緊鄰此區域下風邊緣，若屬高煙囪排放則設站於此區域下風數公里處。



交通空氣品質監測站：6 站
設置於交通流量頻繁之地區，以反映行人曝露狀態之空氣品質。所收集的監測數據將用以評估機動車輛管制之成效及評估行人曝露於車輛廢氣污染狀態的程度。



**國家公園空氣品質監測站：2 站
(其中1站兼一般空品測站)**
設置於國家公園內之適當地點，以了解此保護區內空氣品質現況及未來變化趨勢。測站在公園內的設置位置應避開主要道路、停車場或燃燒源等污染源干擾。



**背景空氣品質監測站：5 站
(其中3站兼一般空品測站)**
設置於較少人為污染地區或總量管制區之盛行風上風區，以監測其上風所挾帶之污染量。其佈設點均特別避開鄰近污染源之影響，以反映大尺度之空氣品質狀態，研判有無臺灣以外地區長程傳輸而來的污染。



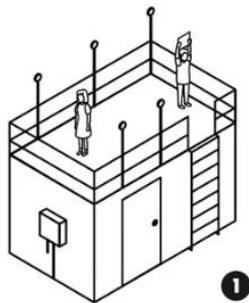
其他空氣品質監測站：2 站
埔里、關山及其他特殊監測目的所設之空氣品質監測站。其他較為特殊空品監測站包括：移動式監測車、研究型監測站等。



- 監測數據由環境部設置之空氣品質監測站測量而得。
- 國家級監測站站址之選定，係依據當時各地污染源排放資料、氣象及空氣品質濃度分布資料等，經審慎規劃、設計後設置完成，主要目的在監控大區域範圍之空氣品質狀況及長期趨勢。
- 監測站依不同監測目的，分為六種類型
 1. 一般空氣品質監測站
 2. 交通空氣品質監測站
 3. 工業空氣品質監測站
 4. 國家公園空氣品質監測站
 5. 背景空氣品質監測站
 6. 其他空氣品質監測站

國家級監測站

測站示意圖



測站介紹

①

測站名稱	國家監測站
監測目的	法規監測
數據應用	評估大範圍空氣品質是否符合空品標準及政策訂定依據
選址要求	嚴謹，依據空汙法施行細則設置選址要求
儀器原理	β射線衰減或慣性質量法
儀器認證或第三方測試	USEPA 等國際認證
布建前校正方式	符合國際認證標準



發展微型空品感測器

- 環境監測資訊與生活息息相關，民眾對於環境品質資訊的即時性需求提高，國家級測站雖監測數據較為精準，但**體積大、成本高、難以大量布建**，使得空間資訊解析度較低，僅能呈現大尺度空氣品質狀況，不易溯源執法及精確治理。
- 政府與民間可運用科技，發展智慧城鄉感測點及學校民間感測器，推動多層式空污物聯網。**微型感測器應用於空品監測作業，將可提升空品監測站的站點密度及時空解析度，以監測空氣品質變化及改善情形。**

智慧城鄉感測點



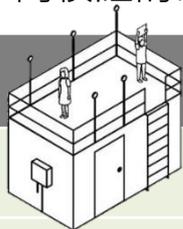
測站名稱	智慧城鄉感測點
監測目的	污染熱區鑑定感測
數據應用	小區域環境空氣污染熱區鑑定及污染排放追蹤溯源以污染執法應用
選址要求	以工業區、交通要道；鄰近工業區社區或無標準測站鄉鎮區等具有通風、可通電及有行動通訊特性者
儀器原理	物理光散射原理
儀器認證或第三方測試	工研院實驗室及現場測試
布建前校正方式	機器出廠時統一校正及布建前至標準監測站進行比對



如何正確解讀空品數據？

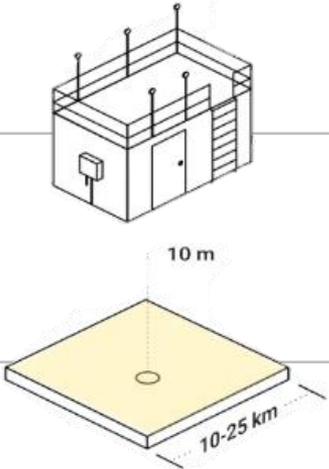
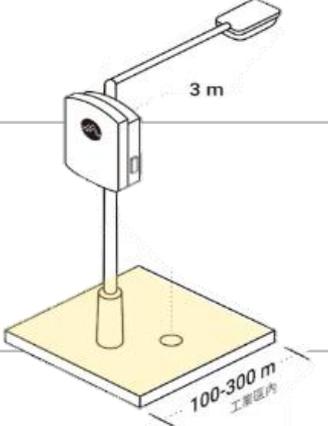
不同類型的感測器模組，雖然都能監測粒狀污染物(例如PM_{2.5})，但因製造廠商、維護方式與資料比對校正措施的差異，在數據解讀上，應考慮不同模組的感測特性，做出適當解讀。

類別	國家監測站	智慧城鄉感測器
監測目的	法規監測	污染熱區鑑定
數據應用	評估大範圍空氣品質，是否符合空氣品質標準及政策訂定依據	小區域環境空氣污染熱區鑑定，污染排放追蹤溯源、污染執法應用
儀器原理	β設線衰減或慣性質量法	物理光散射原理
粒徑定義	氣動粒徑： 將懸浮微粒粒徑以運動特性類比為具有相同特性的單位密度圓球粒徑。	光學粒徑： 雷射光照射微粒所測定的粒徑。 表面粗糙度、水分、吸光度會影響粒徑測定。
健康風險關係	現今皆以氣動粒徑進行健康風險研究、標準檢測方法。	光學粒徑尚未建立與健康風險的關聯性。



數據特性與使用限制

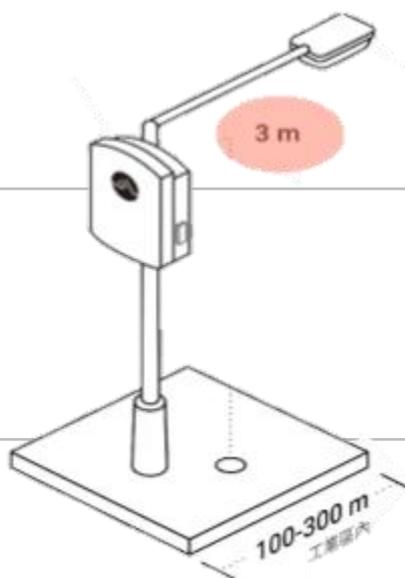
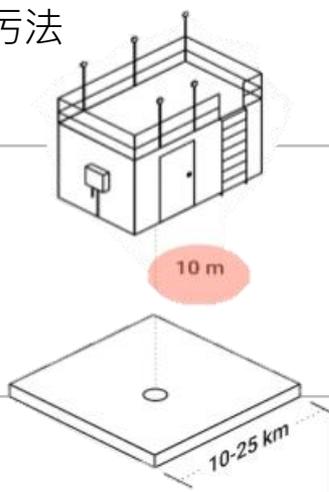
因為設置目的、數據應用和儀器原理的條件限制，不同儀器所產生的數據，有不同尺度的時空間解析度。空間解析度上，國家監測站的數據可達10至25公里。智慧城鄉感測器聚焦在工業區內，解析度約100至300公尺。時間解析度方面，可再區分為粒狀污染物與氣狀污染物。國家監測站每小時提供一次粒狀污染物濃度，微型感測器的數據更即時，平均1至5分鐘提供一筆。氣狀污染物則是每1至3分鐘提供一筆數據。

類別	國家監測站	智慧城鄉感測器
數據空間解析度	約10至25公里 	工業區內100-300公尺 
數據時間解析度 (粒狀污染物)	1小時	1-3分鐘
數據時間解析度 (氣狀污染物)	1分鐘	1-3分鐘

設置特性比

不同類型的感測器在設置選址時有其監測目標，設置的高度、維護頻率也有差異。一般而言，空氣品質感測器都需要設置在有遮蔽且通風良好處。國家監測站以監測大氣背景濃度為目標，設置高度為10公尺；微型感測器則偏重一般大眾生活和呼吸的場域，高度多為2~3公尺。

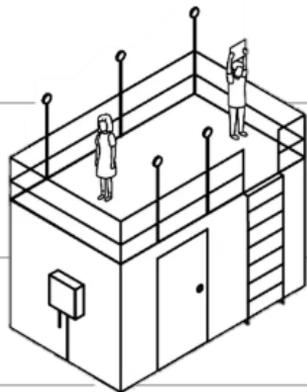
類別	國家監測站	智慧城鄉感測器
選址要求	嚴謹，依據空污法施行細則設置	以工業區、交通要道為主
設置高度	10公尺高	3公尺高
維護頻率	週、雙週、月及季維護	每季巡檢一次



品保品管制度

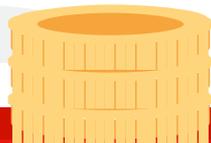
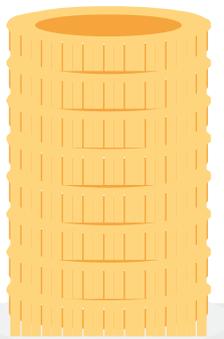
維護頻率和品保品管制度和儀器建置維護成本息息相關。政府布建得監測站或感測器，對於數據誤差跟品保要求嚴謹，相對來說維護成本也較高。校園或民間感測器，除了出廠前的校正外，後續維護校正主要是透過大數據分析，由後台使用演算法來偵測異常資料與測站。

類別	國家監測站	智慧城鄉感測器
儀器認證或 第三方測試	經USEPA等 國際認證	工研院實驗室及工廠測試
誤差範圍 (器差*)	小於10%	小於30%
布建前 校正方式	符合國際認證標準	機器出廠時統一校正+ 布建前至標準監測站進行比對
品保制度與 績效查核	有，一年一次	有，每年抽查10%
品管功能檢查	有，一年六次	有，每季巡檢一次



智慧城鄉感測器

國家監測站



➔ ③ 智慧大數據監控

- 精進空品感測器物聯網計畫
- 傳統空污監測管理與陳情案件處理
- 科技執法方式
- 空品大數據應用分析概要
- 環境部空氣網介紹

- 配合環境部「環境品質感測物聯網發展布建及執法應用計畫」，規劃布建鄉鎮市地區建置環境感測物聯網，以逐步建構階層式空氣品質監測體系，並能運用環境物聯網科技強化掌握高解析度空氣品質。
- 新竹縣截至113年布建600台固定式空品感測器。



環境部IOT數據後台

環境部布建空氣品質物聯網之計畫

目標	四年於全國布設1萬200個感測點
感測項目	細懸浮微粒(PM _{2.5})、溫度、濕度等
布建原則	<ul style="list-style-type: none">● 工業區、科學園區或加工出口區等工廠密集區域● 工業區鄰近社區● 都會區或商業區人口活動及交通密集區域● 20公里內無標準測站覆蓋鄉鎮區
預期效益	監測環境、智慧稽查，使稽查達事半功倍之效

精進空品感測器物聯網計畫(續)

- 採室外專用空品感測器，並符合空氣品質微型感測裝置資安標準，並經多場域的驗證及精進
- 感測項目包含溫度、溼度、懸浮微粒(PM_{2.5})及總揮發性有機物(TVOC)
- 感測器以進出氣口流道分離設計，避免自循環干擾
- 為確保感測器及資訊系統之安全，所提供通訊晶片、模組及通訊傳輸之相關設備，原場地不得為大陸地區。

設備認證

通過工研院感測裝置實地場域測試及實驗室評估

實績

設備已有執行環境部計畫經驗(環保署105/106年空品監測先導計畫觀音、鶯歌、大林蒲實績及台中地區)且107-113年度已有7個縣市選擇感測器作為布建設備

設備穩定性及成熟度

具備4,000台以上設備安裝及應用經驗，並完成精密度及準確度品保程序，兼顧穩定性與成熟度，已克服環境高低溫濕度之試煉

擴充與研發改進能力

設備具有因應其他氣體擴充應用，及各項安全與環境差異設計研發改進能力

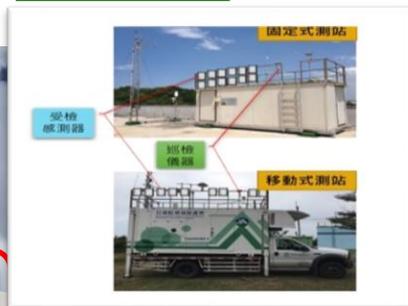


精進空品感測器物聯網計畫(續)

【空氣品質感測器品管】

- 1. 上線前一致性比對
- 2. 測站安裝比對站

第三方查驗

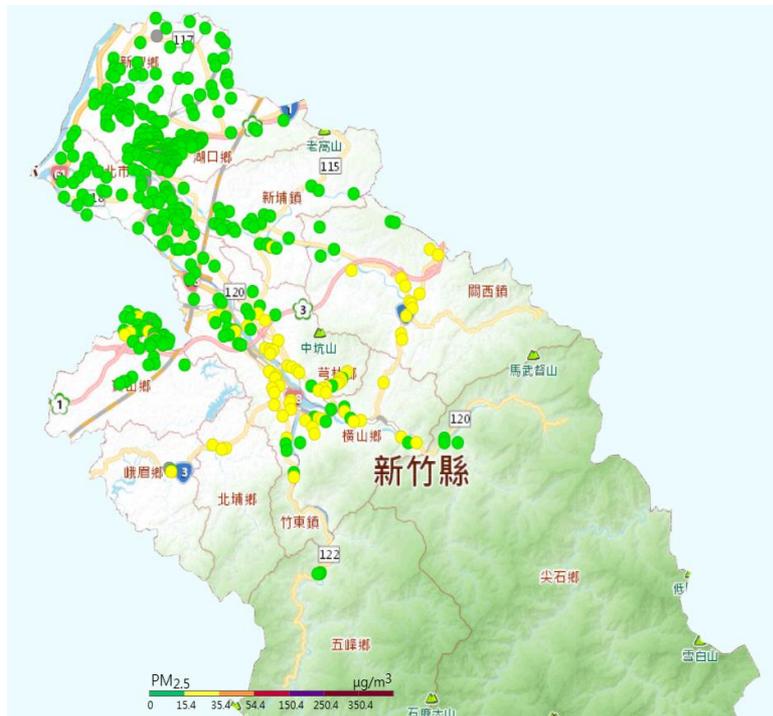


現場巡檢比對



精進空品感測器物聯網計畫(續)

依據環境部「空品感測物聯網布建及數據應用指引」規範最適化點位調整。針對感測器點位進行整體性評估，使布建位置朝最適化點位規劃，確保數據合理性。



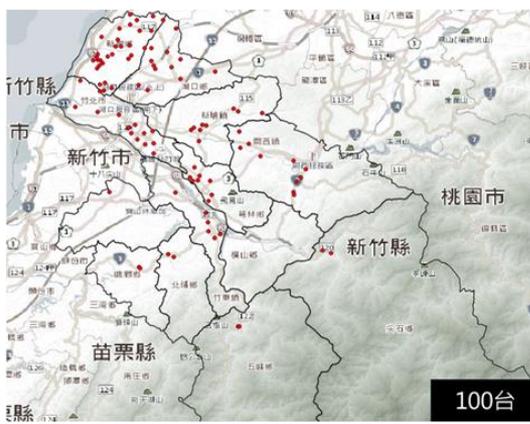
新竹縣空氣品質感測器布建期程

新竹縣環保局自106年起與環境部合辦空品感測器物聯網發展計畫，截至目前達到500台，本年度預計新增100台。

監測場域以新竹工業區、新竹科學園區、五華工業區及部分社區點為為主

監測場域以工業區外之大型污染源及陳情熱區為主

監測場域以敏感族群(學校、醫院、公害陳情位置等)、人口密集區及陳情熱區為主





陳情案件處理

- 仰賴陳情人之主觀陳述，影響稽查方向
- 找尋可疑源頭之時間較長，陳情與到場查詢時間有落差

依據陳情地點及陳情異味，稽查員至現場才能開始「尋找可疑源頭」



環境監測管理

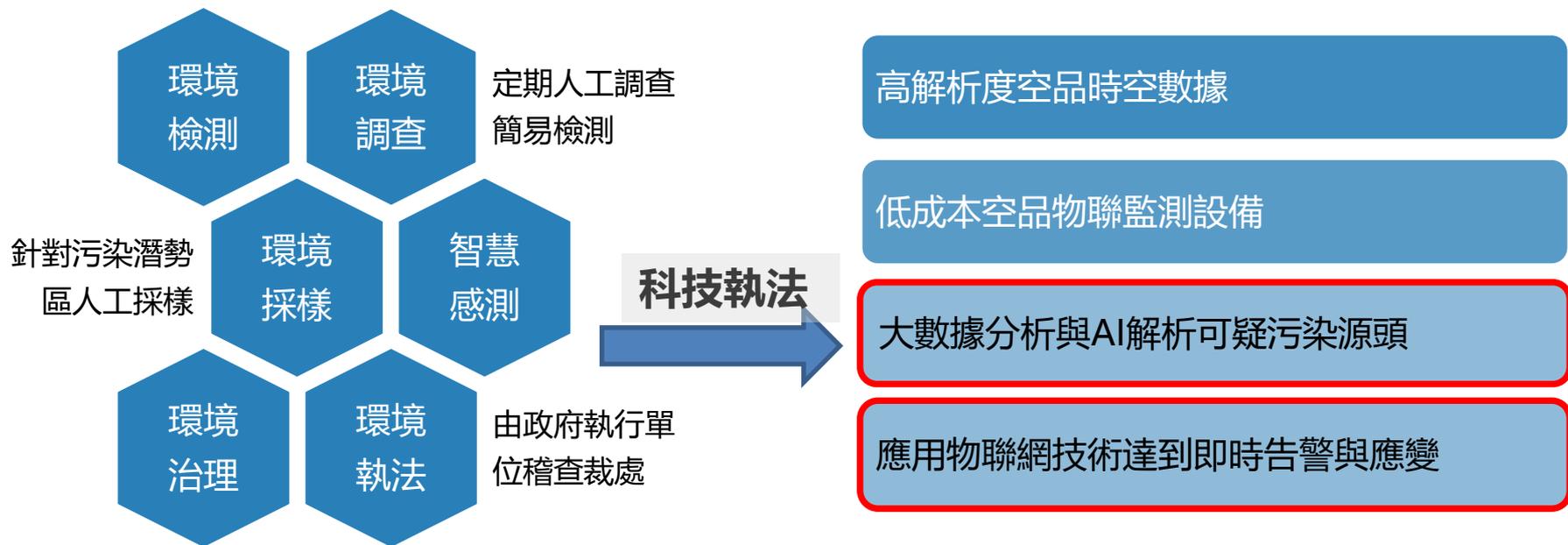
傳統環境監測管理，確認有異常污染情形以人工方法進行採樣分析，再進行環境治理

- 傳統取得知監測數據之流程會有時間及空間解析不足問題
- 容易耗費成本及人力



難以有效即時掌握空氣品質之變化趨勢

近年環境監測技術日益精進，且環境感測元件、資料分析、大數據處理與無線傳輸技術的進步，期以建立一套運用於空氣品質感測物聯網之整體解決方案，藉由增加小尺度的布建空間與時間間距的監測數值，搭配平台多種分析工具提出綜合性報告輔助污染溯源與稽查。



感測
區域

數據收集

陳情/監測數據

環境部/環保局

- 空氣品質監測站
- PTR-MS
- 微氣象站
- 空氣品質感測器

縮小
範圍

比對分析

掌握污染流布

環境部/環保局

- PTR-MS進行細部物種界定
- 比對感測器熱點區域與時間

鎖定
對象

許可勾稽

許可物種確認

環境部/環保局

- 依據感測器熱點與強勢污染物種交叉比對許可原物料資訊

專案
查緝

稽查行動

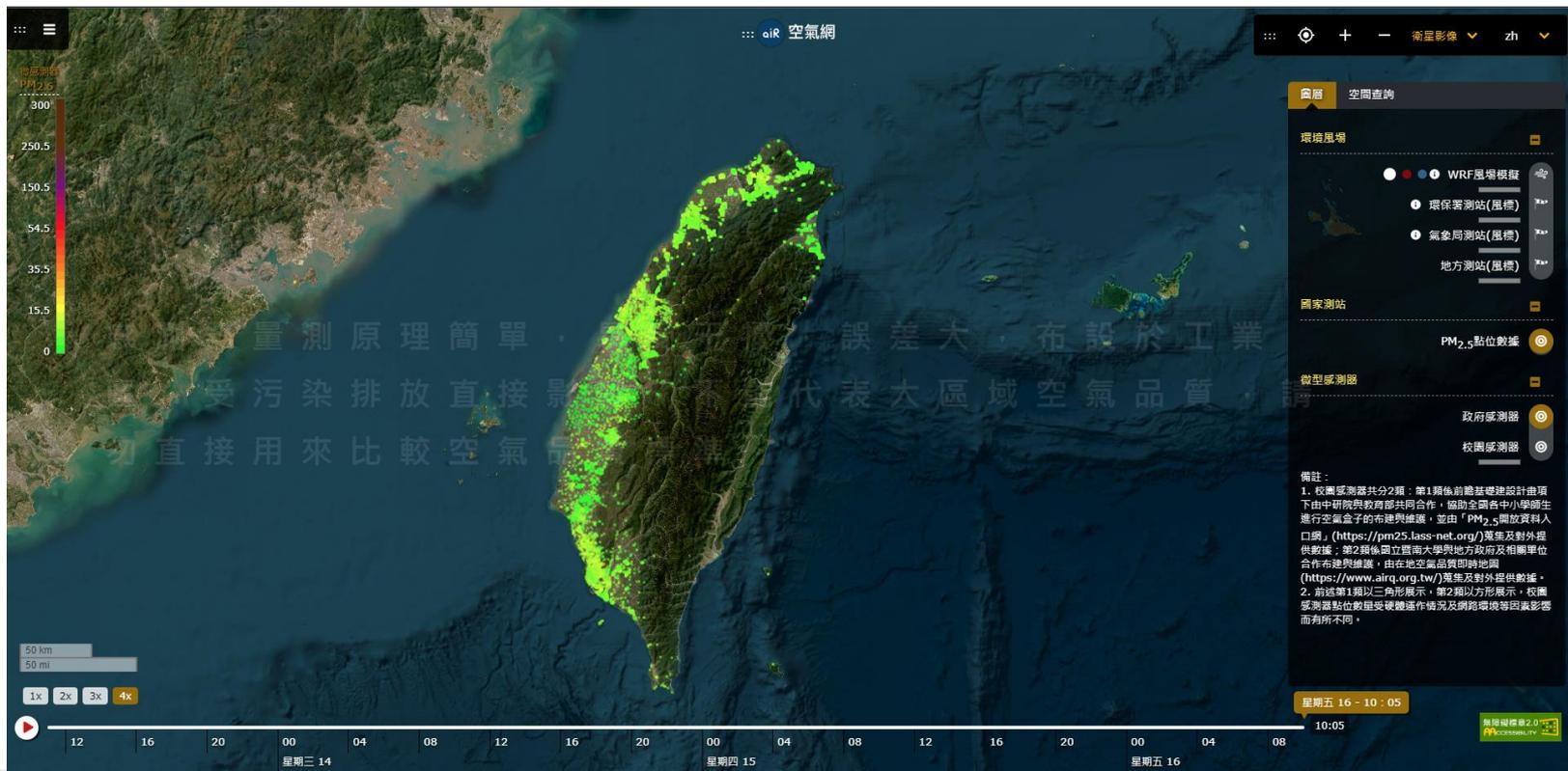
結合科技儀器

環保局

- 手持設備及地面稽查作業
- 透過許可管理, 減少民眾陳情

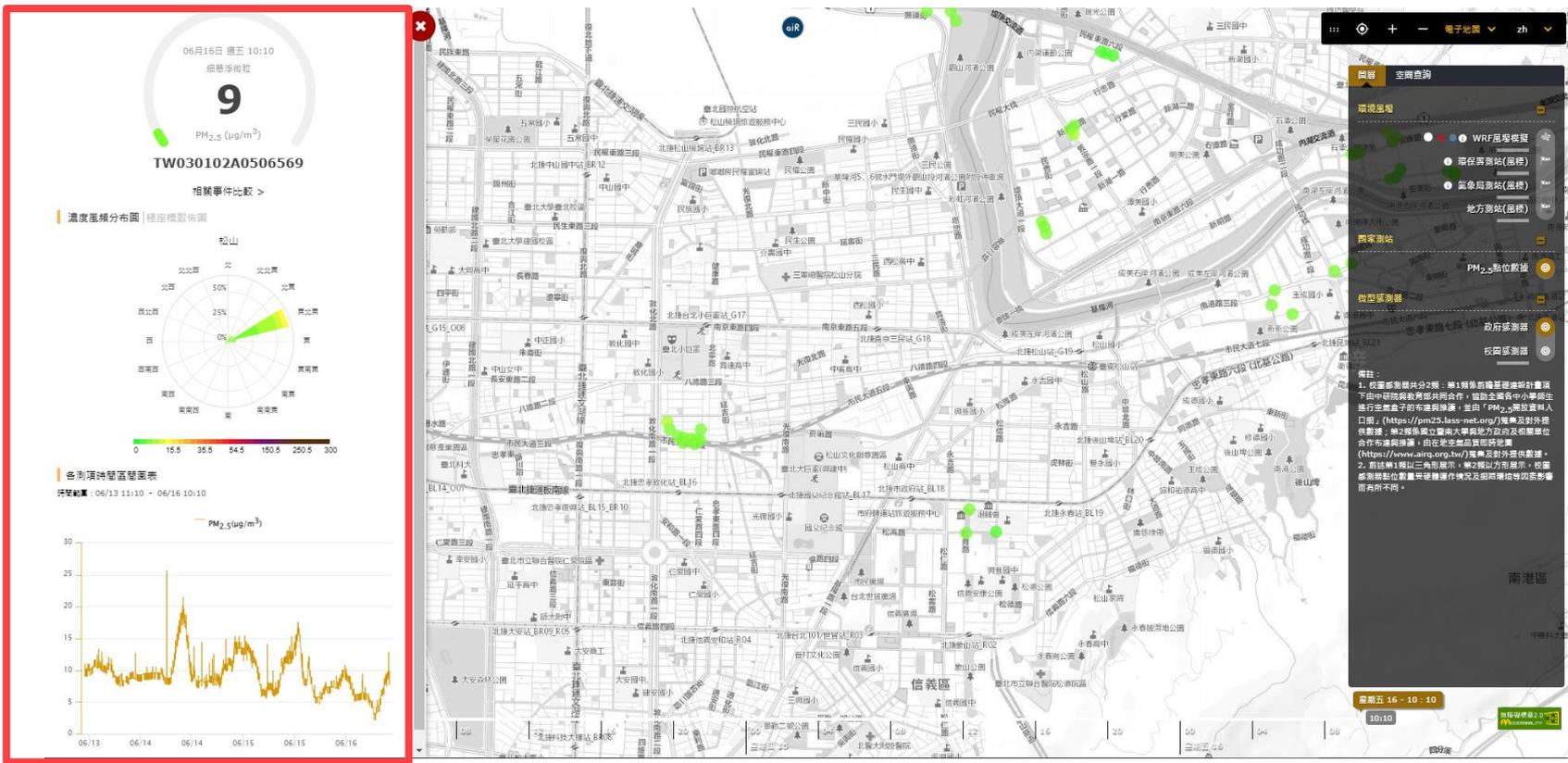
環境部空氣網介紹

環境部空污感測器提供每 1 分鐘 1 筆之溫度、相對濕度、PM_{2.5} 等感測數據，民眾可以透過空氣網查詢上述空污感測點每 1 分鐘 1 筆之感測數據。



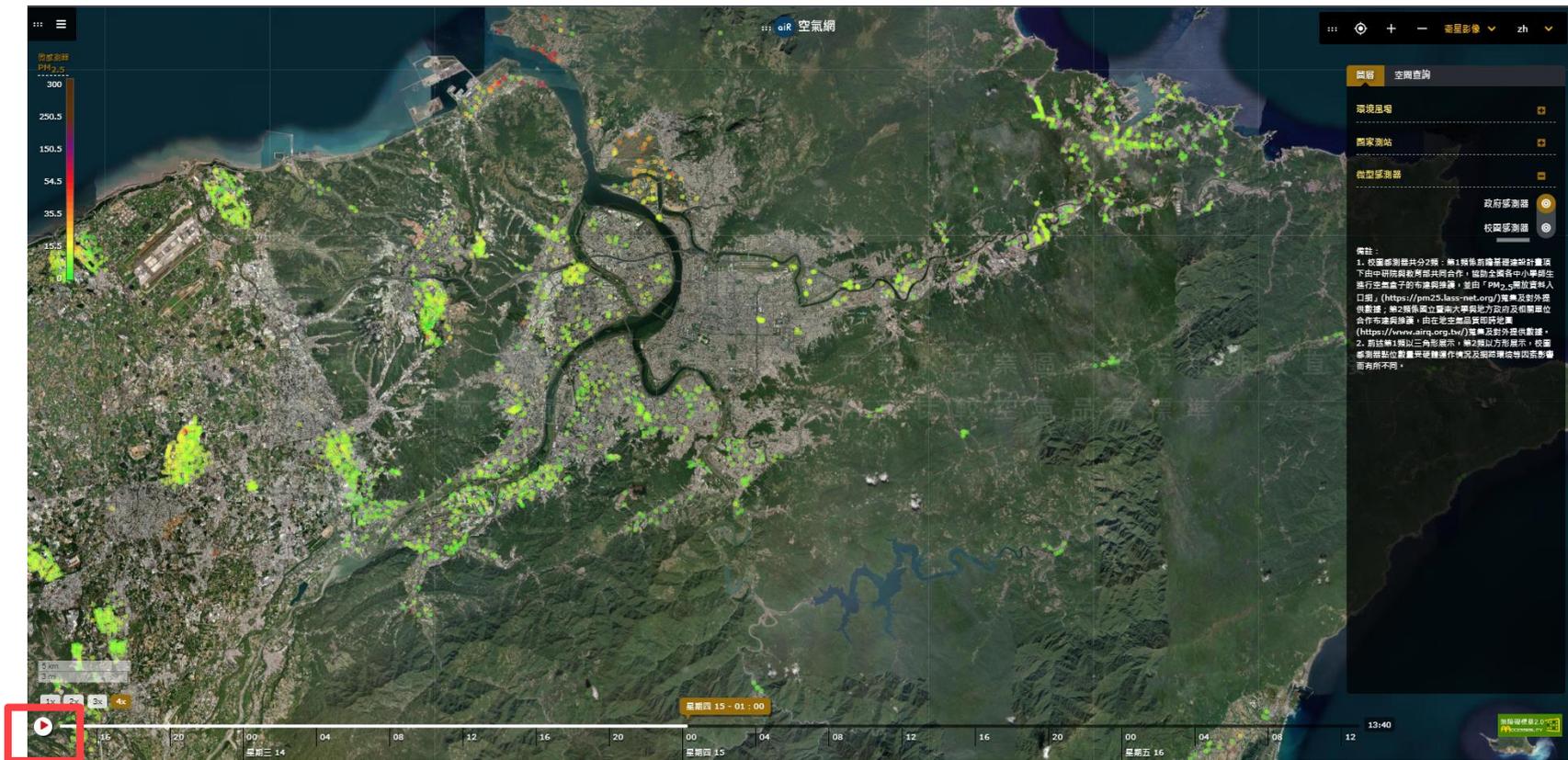
環境部空氣網介紹(續)

點選欲檢視感測器可觀看監測數值、濃度風頻分布圖、極坐標散佈圖及趨勢變化圖。



環境部空氣網介紹(續)

點選播放，可觀看感測器監測變化。



4 民眾版物聯網公開查詢平台

- 新竹縣空氣品質感測物聯網公開查詢平台

新竹縣空氣品質感測物聯網公開查詢平台



新竹縣空氣品質感測物聯網公開查詢平台

新竹市空品監測

環保署空品預報

特殊事件說明

空氣品質指標

環保局粉絲頁

認識微型感測器

檔案下載

歷史回播

22

AQI

良好

選擇行政區

選擇群組

查詢地址

VOC PM_{2.5}

2023-07-11 09:00:00

鄰近測站：竹東

PM_{2.5} 移動平均 6.7

($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

細懸浮微粒 小時濃度 6

PM₁₀ 移動平均 13

($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

懸浮微粒 小時濃度 18

O₃ 移動平均 13.2

(ppb)

臭氧 小時濃度 23.3

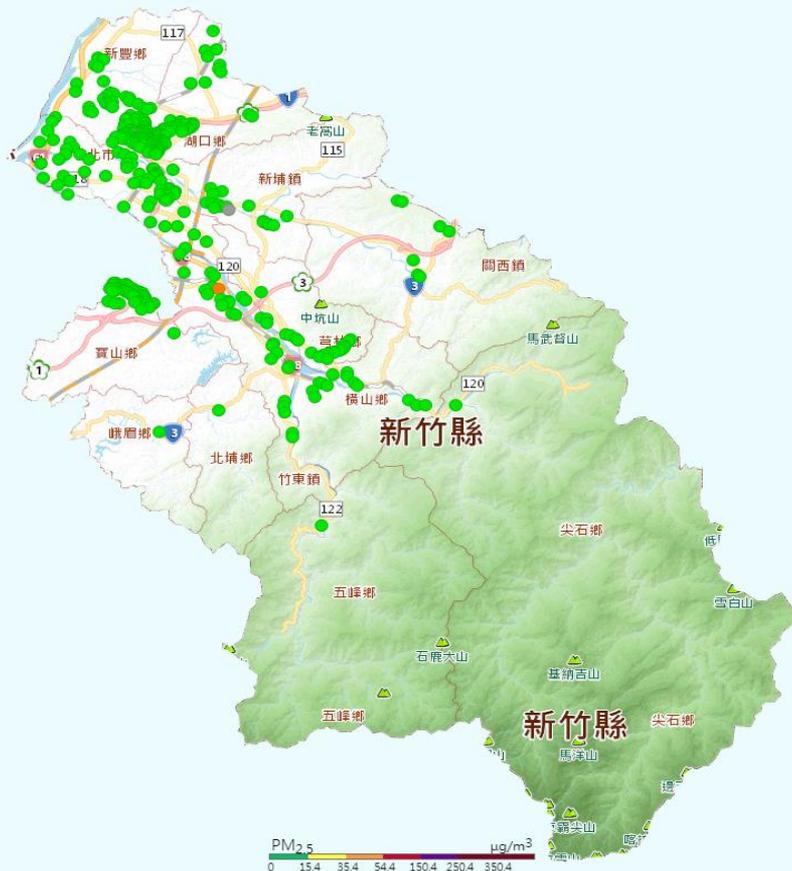
CO 移動平均 0.1

(ppm)

一氧化碳 小時濃度 0.17

SO₂(ppb) 小時濃度 1.2

二氧化硫

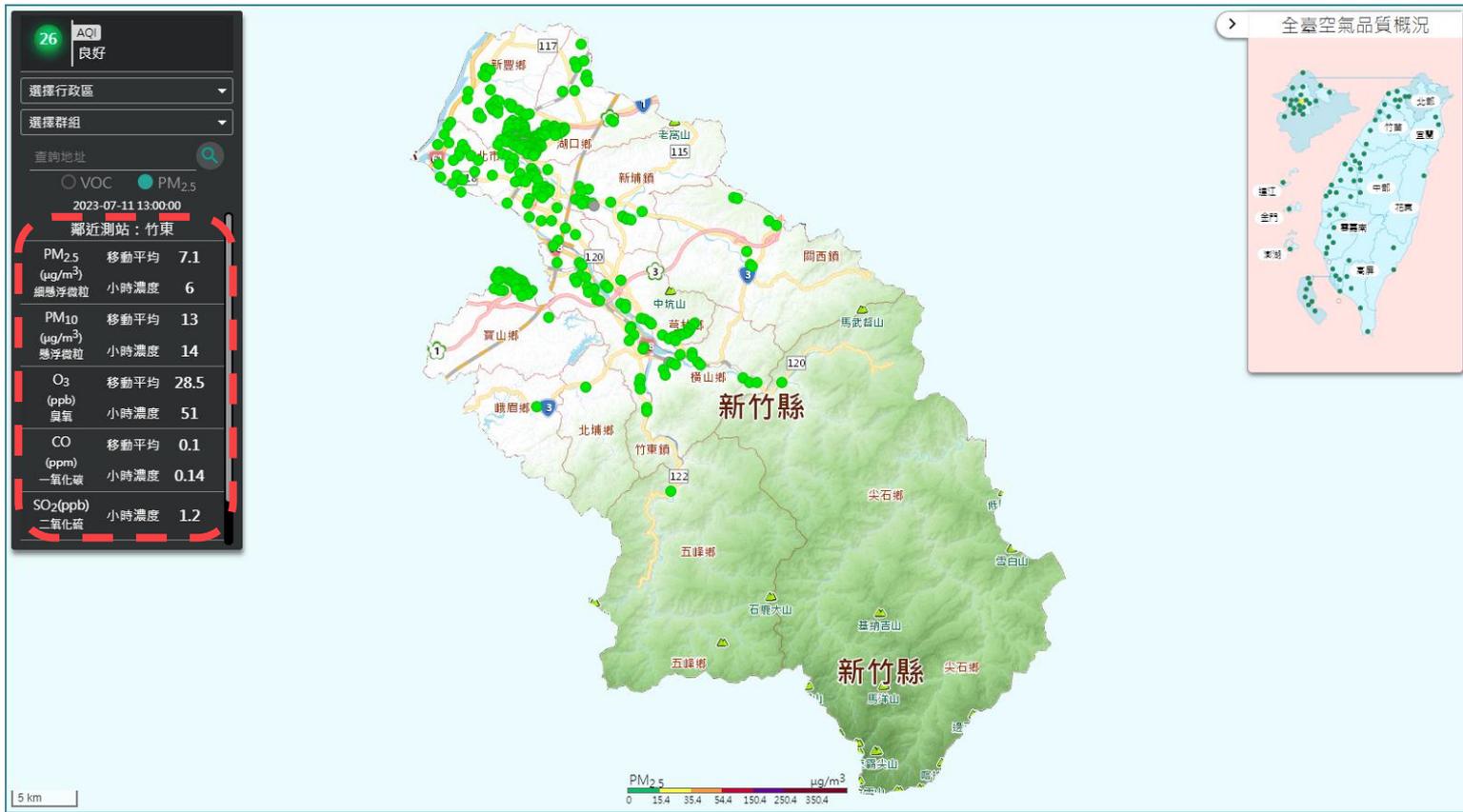


全臺空氣品質概況

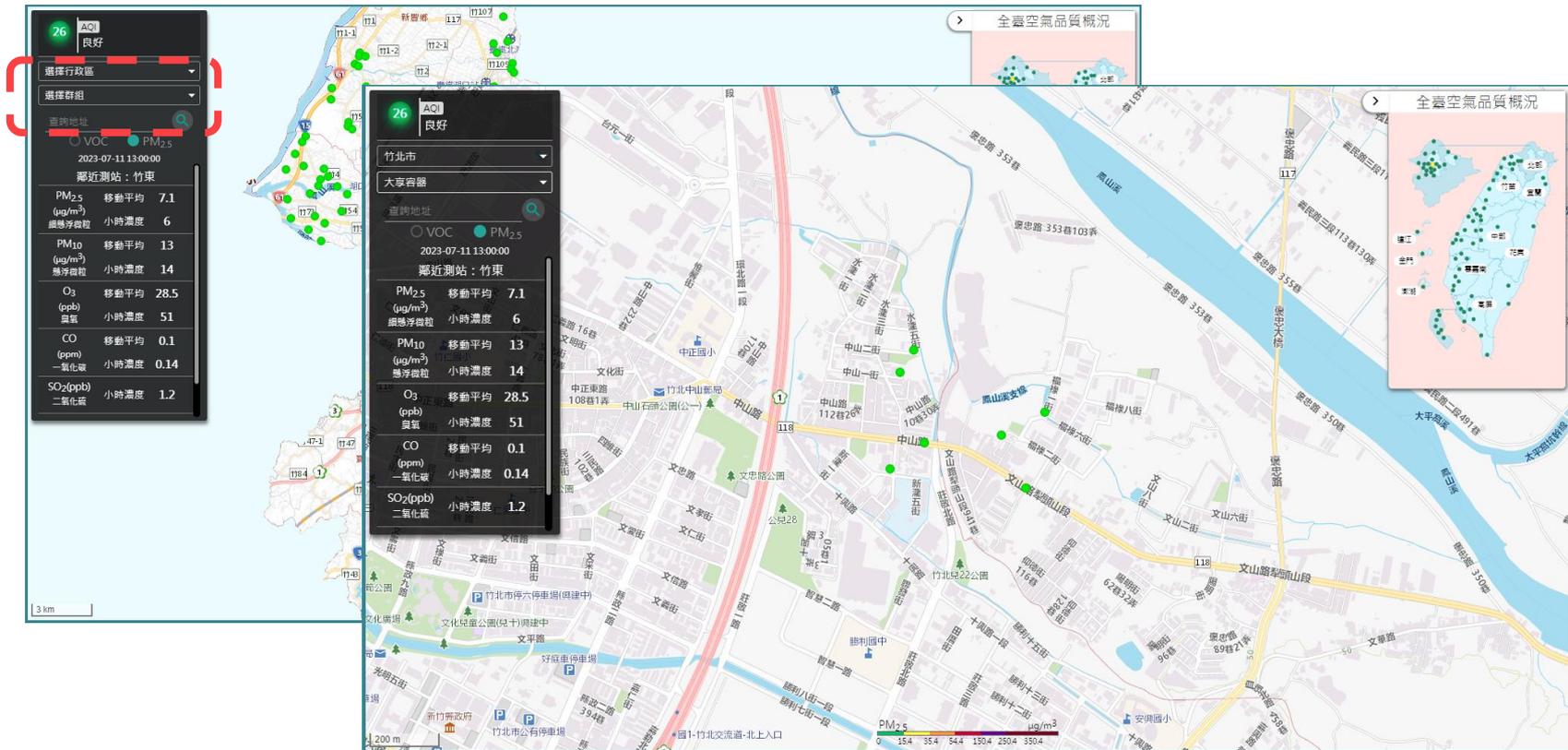


5 km

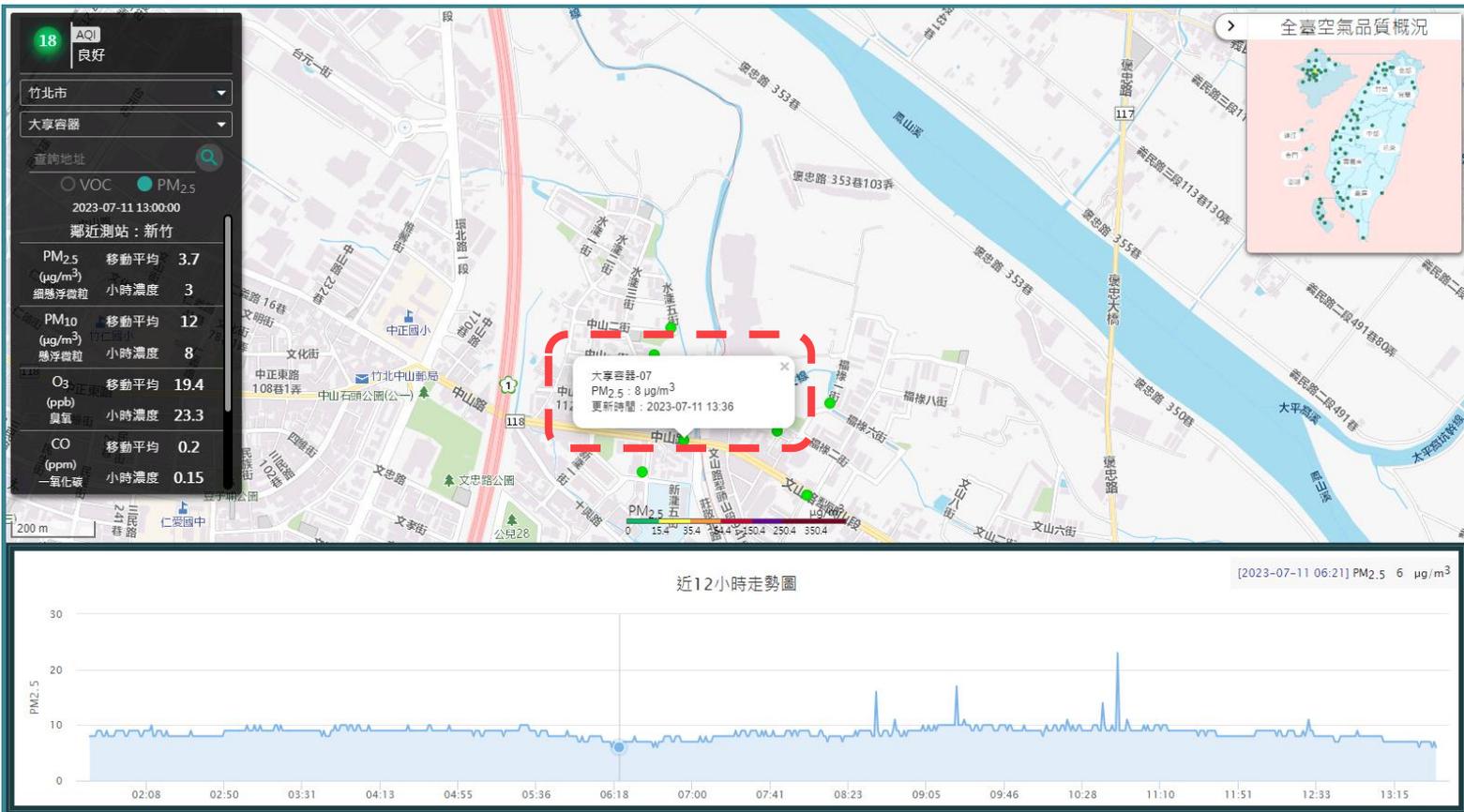
PM_{2.5} $\mu\text{g}/\text{m}^3$
0 15.4 35.4 54.4 150.4 250.4 350.4



選擇行政區及群組，可查看該區感測器分布位置，監測項目部分可選擇VOC及PM_{2.5}

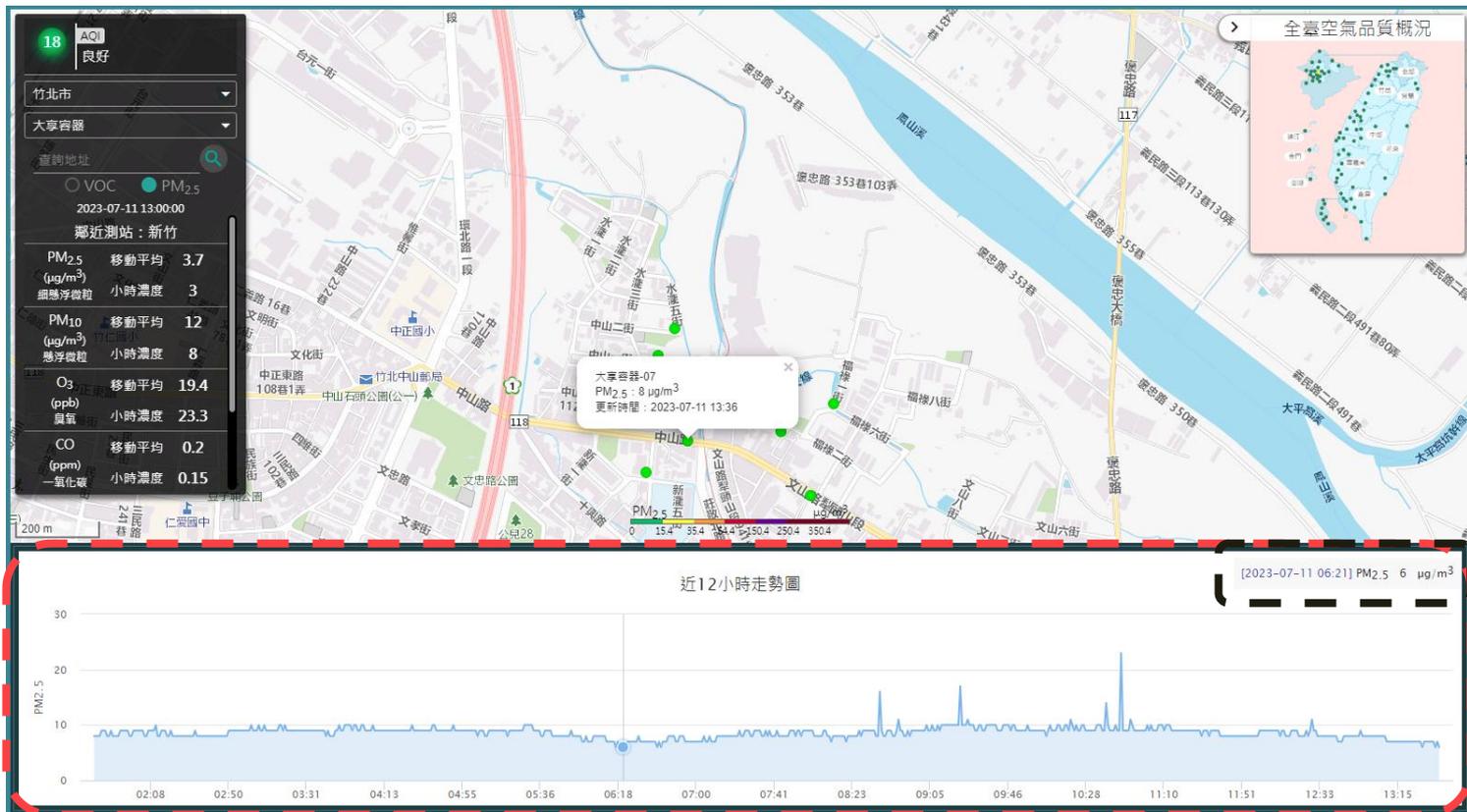


點選感測器，可檢視該感測器監測資料





點選感測器亦可查詢近12小時趨勢圖，於趨勢圖點選可察看不同時段監測資料





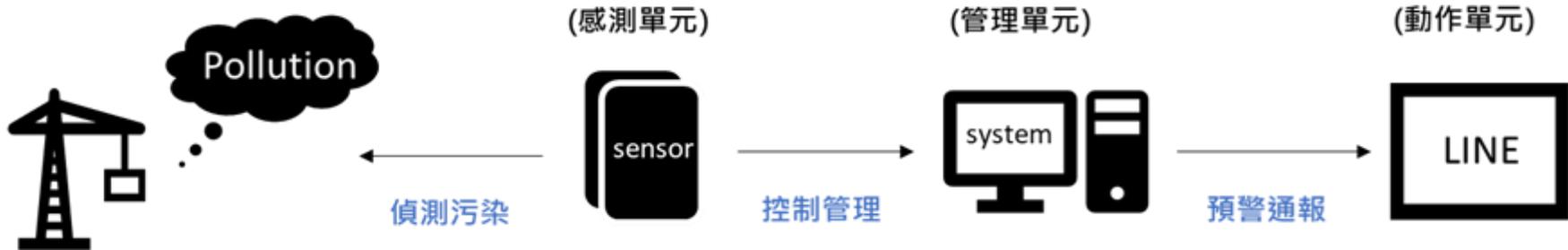
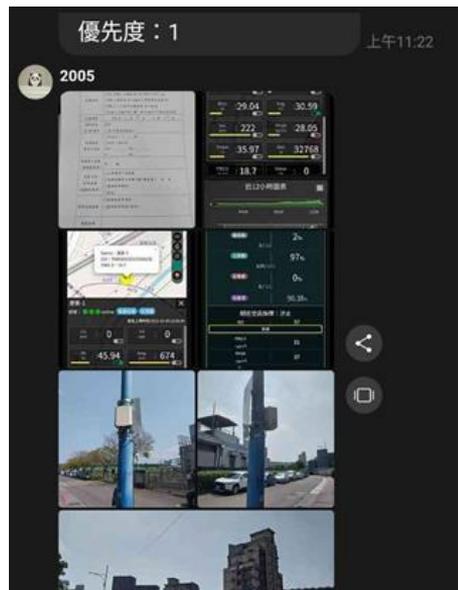
5 科技化污染管理

- 自動化污染通報系統
- 監測系統運作模式與告警處理

自動化污染通報系統

- 具備污染即時通報功能。
- 可即時將感測器數值通報給使用者。
- 相關應變措施須配合人力執行。

自動通報 → 人力應變!



預設監測告警標準

PM_{2.5} 監測濃度 $\geq 50\mu\text{g}/\text{m}^3$
噪音監測音量 $\geq 72\text{db}$

優化

PM_{2.5} 監測濃度 $\geq 35\mu\text{g}/\text{m}^3$
噪音監測音量 $\geq 67\text{db}$

(AQI的空品不良預警下限值)

智慧化管理架構

設置監測儀器



架設顯示看板



建立通報機制

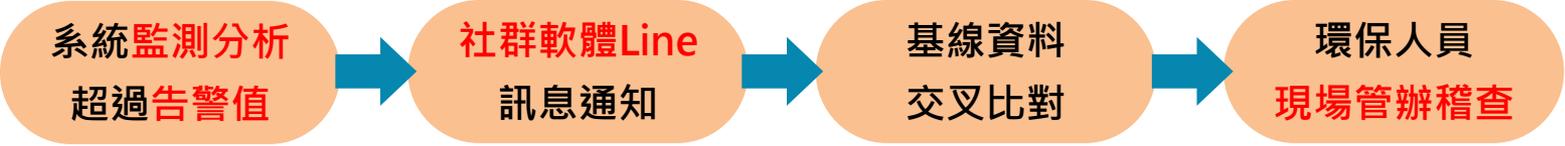


自動灑水設施



感測器作為基礎，結合空氣品質、噪音偵測，藉由物聯網進行管控搭配系統即時告警聯動灑水系統，並通知相關人員即時處理，整合以上打造科技化管理

告警通報
運作機制



新竹縣空氣品質感測物聯網公開查詢平台

The screenshot displays the web interface of the Hsinchu County Air Quality Monitoring Platform. It features a map of the county with numerous green dots representing air quality sensors. A data panel on the left shows the current AQI (26, Good) and a list of pollutants with their respective concentrations and 1-hour averages. The pollutants listed are PM2.5, PM10, O3, CO, and SO2, with values ranging from 0.1 to 28.5. A search bar and a dropdown menu for selecting administrative regions are also visible.

環保局透過感測器輔助稽查，成功查證多件工廠違規事件，業者平時可透過空氣品質感測物聯網公開查詢平台隨時查詢工廠周界空品狀況，進行自主管理。



新竹縣空氣品質
感測物聯網公開
查詢平台



<http://airhcc.myfhn.giot.net/#/>



只有遠傳 沒有距離

— Thank You! —