



資料的蒐集與應用

— 以環境資訊為例

中央研究院資訊科學所 陳伶志
Email: ccljj@iis.sinica.edu.tw

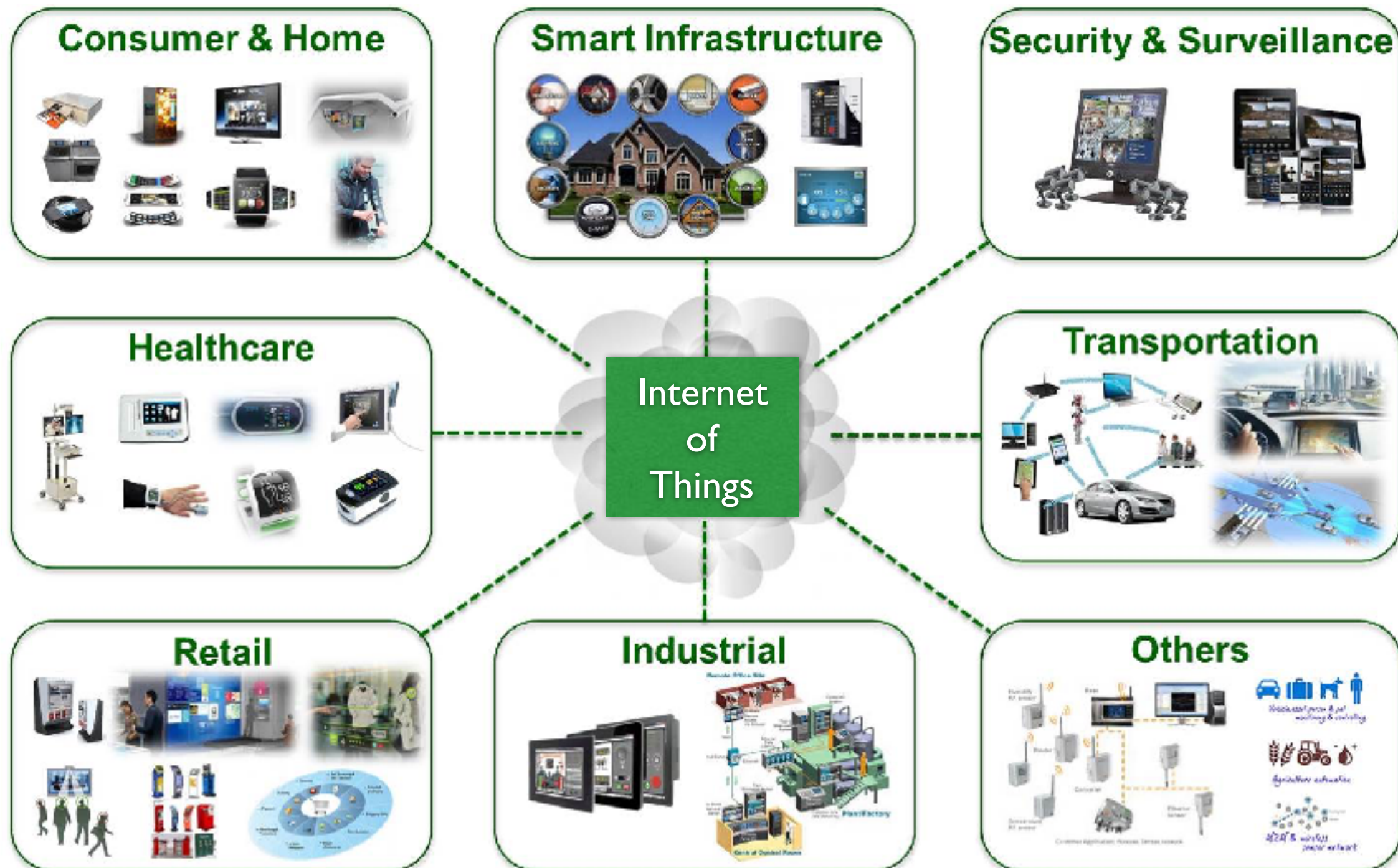


什麼是物聯網？

- 物聯網 ≠ 物連網
- 物聯網三要素：物、網、聯



物聯網的應用

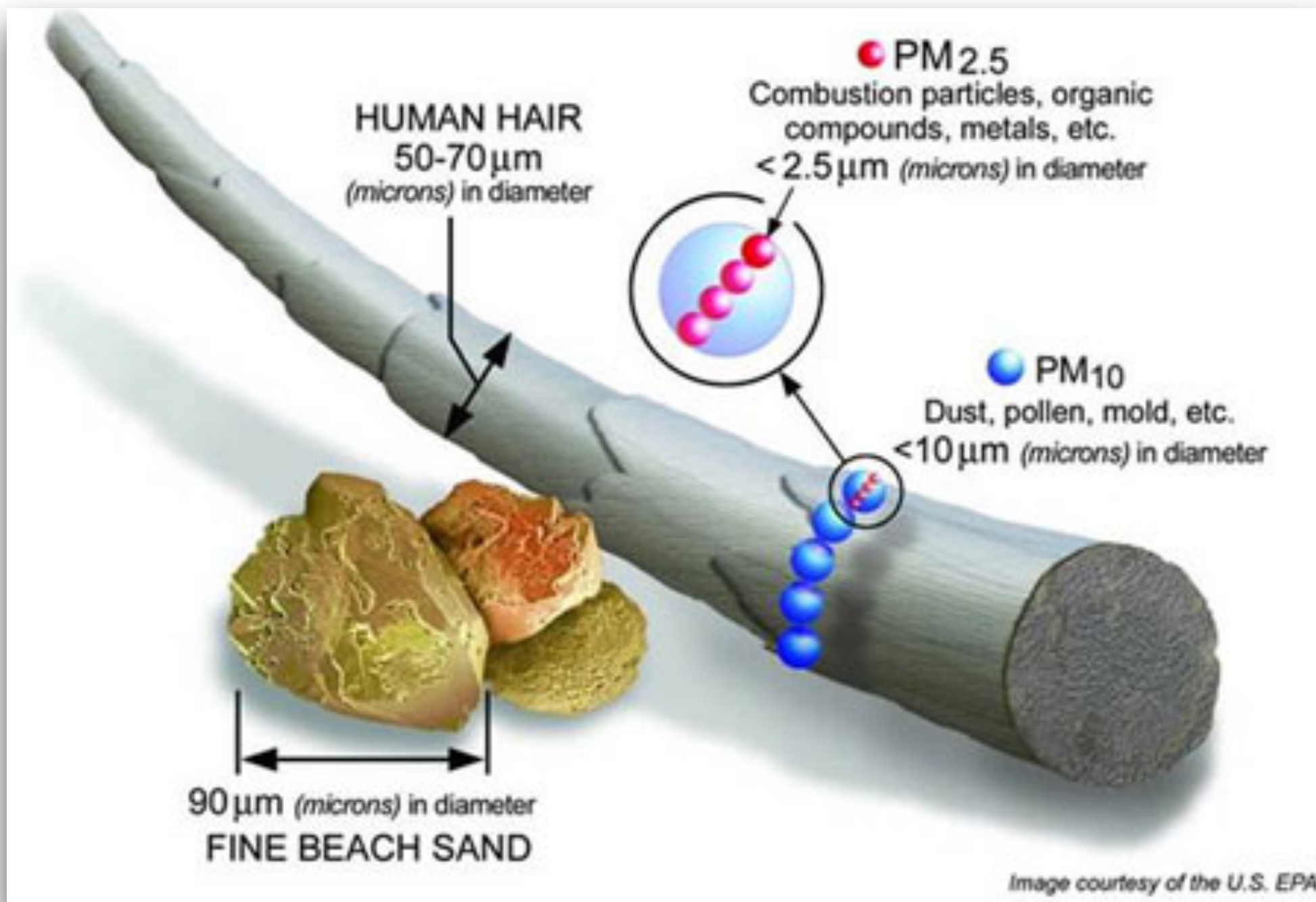


Vivante and the Vivante logo are trademarks of Vivante Corporation. All other product, image or service names in this presentation are the property of their respective owners. ©2013 Vivante Corporation

空氣盒子 (AirBox) 專案



什麼是 PM2.5?

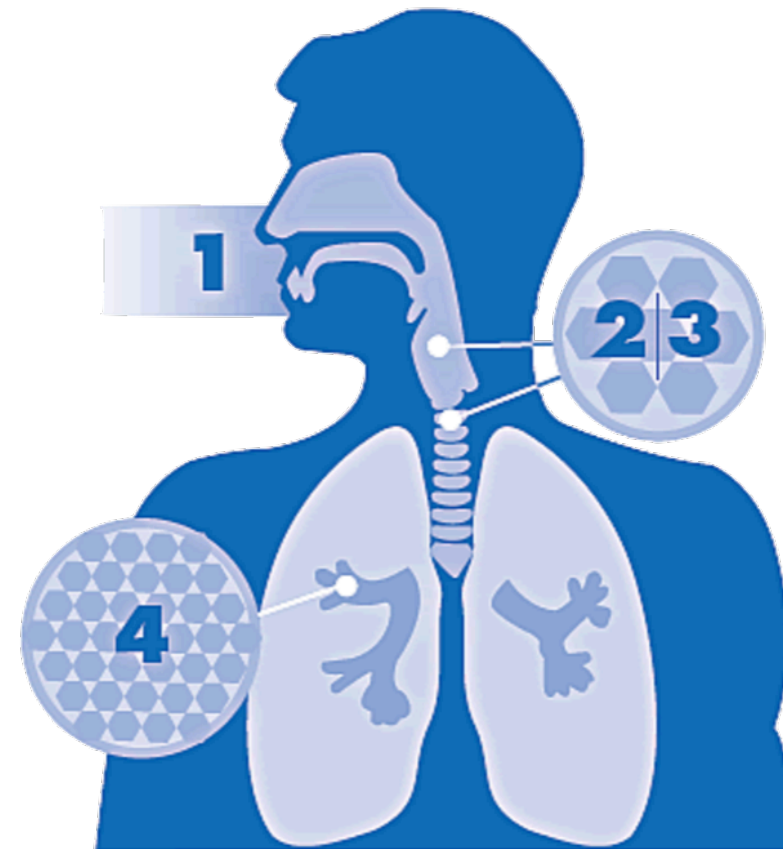


PM2.5 和呼吸系統

1. Particulate matter enters our lung system through the nose and throat.

2 | 3. The larger particulate (PM10) is eliminated through coughing sneezing and swallowing.

4. PM2.5 can penetrate deep into the lungs. It can travel all the way to the alveoli, causing lung and heart problems, and delivering harmful chemicals to the blood system.



為什麼在意 PM2.5 議題？

- 人可以三個月不進食、三天不喝水，
但沒有人可以不換氣超過三分鐘
- 我們可以選擇食物和水的來源，但卻
無從選擇接下來要呼吸的空氣



PM2.5 與健康 (WHO)



3 million deaths

attributable to ambient air pollution



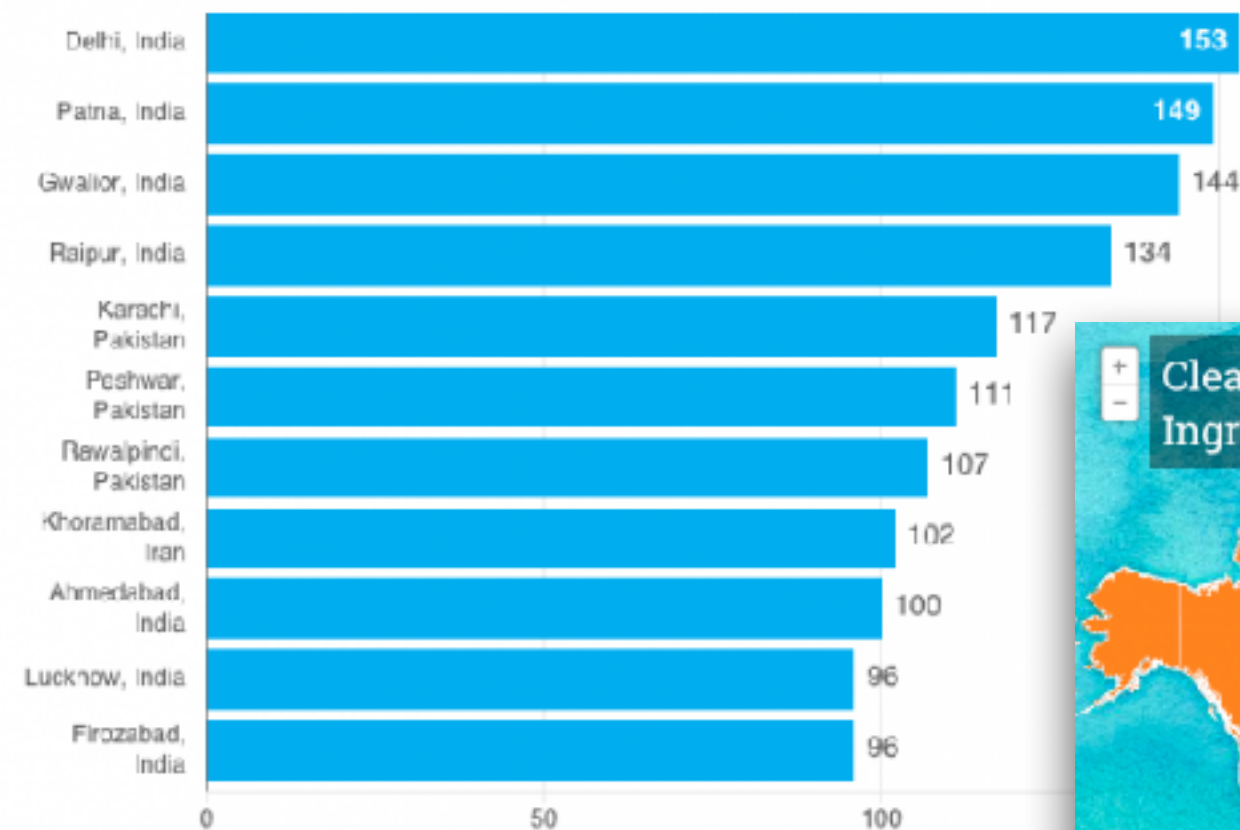
4.3 million deaths

attributable to household air pollution

PM2.5 與健康 (World)

Cities with the worst air

This chart shows the cities that had the highest annual levels of PM 2.5 — particles smaller than 2.5 microns that can be damaging to human health — in 2014.

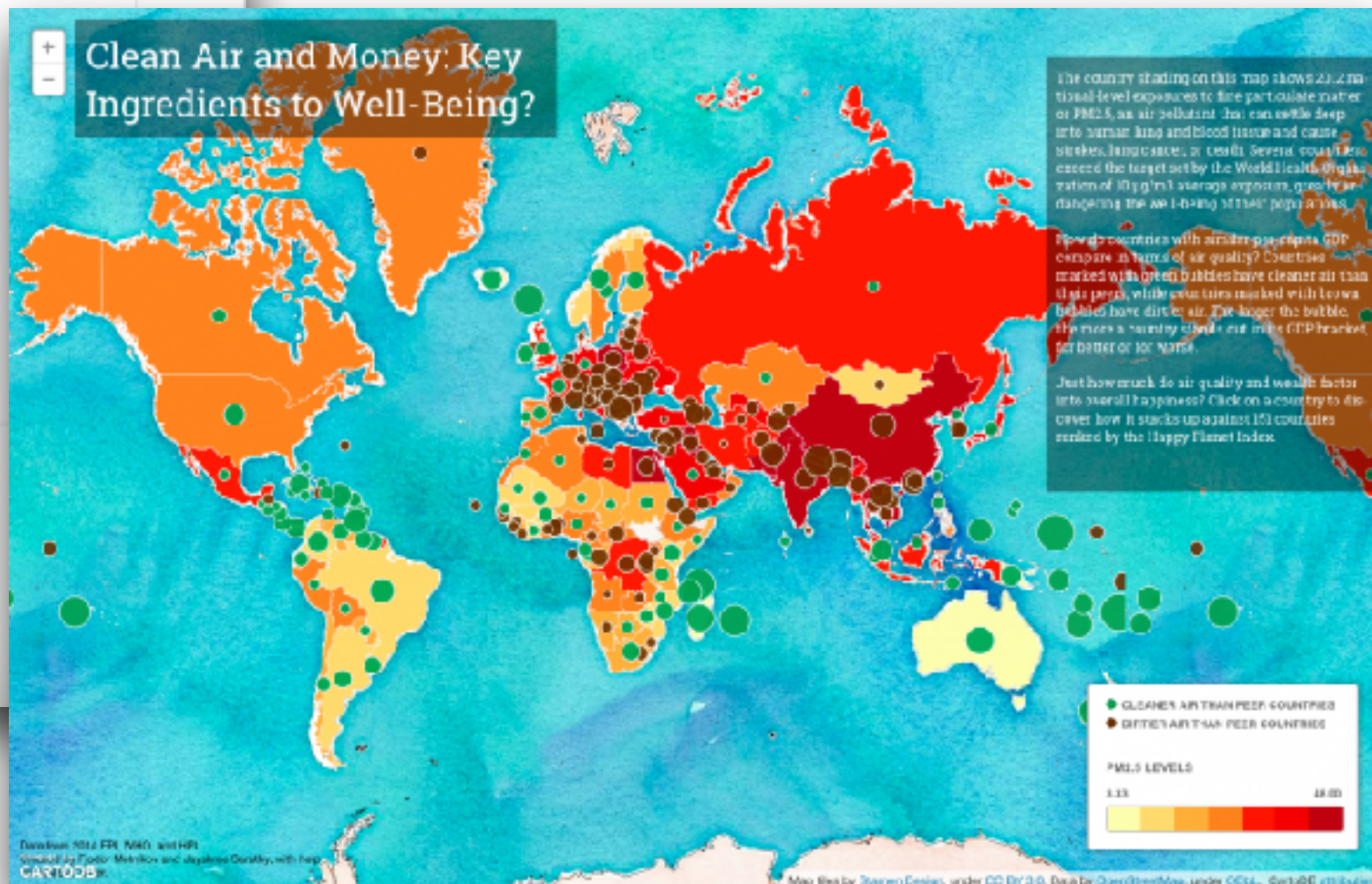


Notes

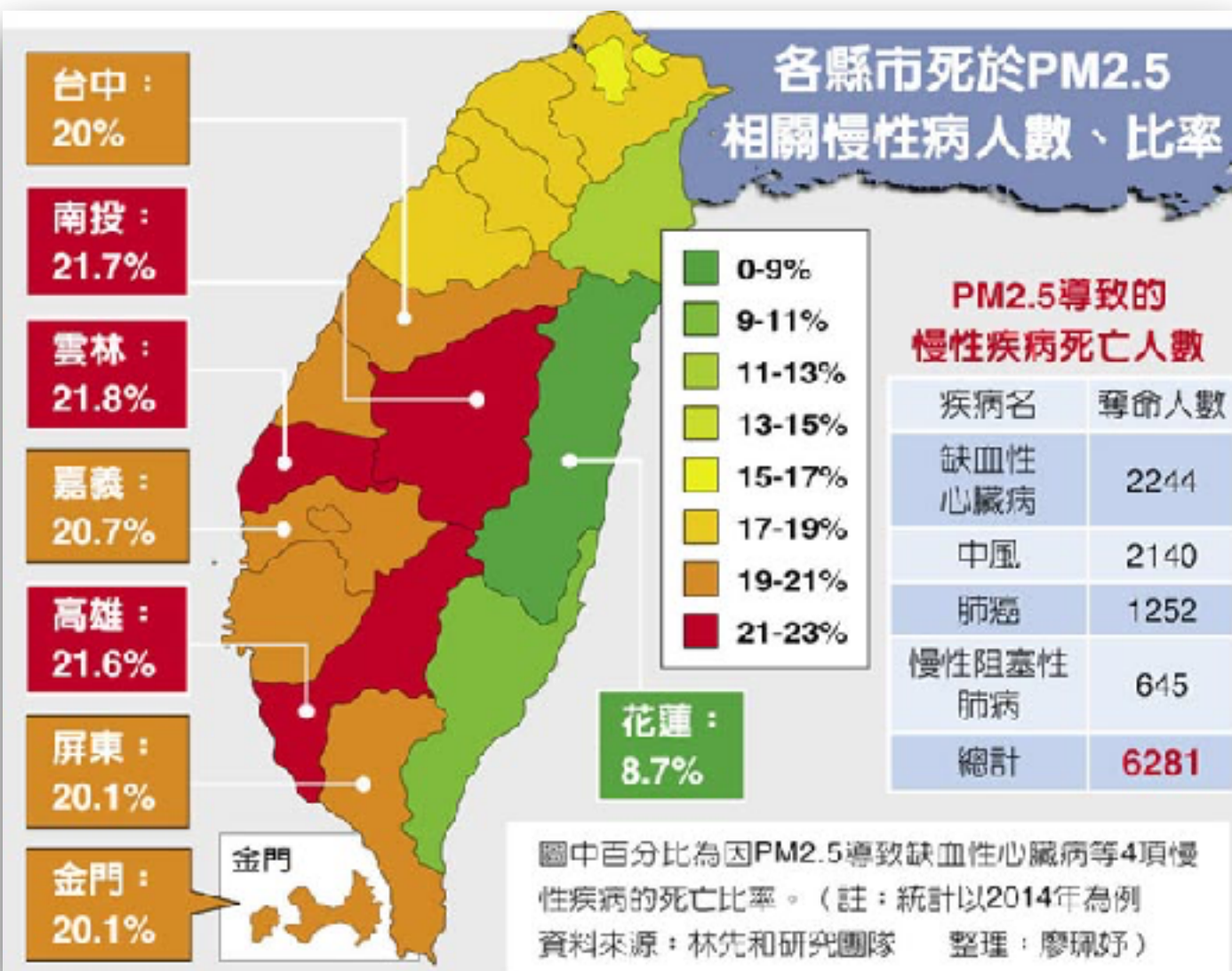
PM 2.5 levels are measured in units of microgram per cubic meter

Source: World Health Organization.
Credit: Huizhong Wu/Mashable

Mashable



PM2.5 與健康 (TW)



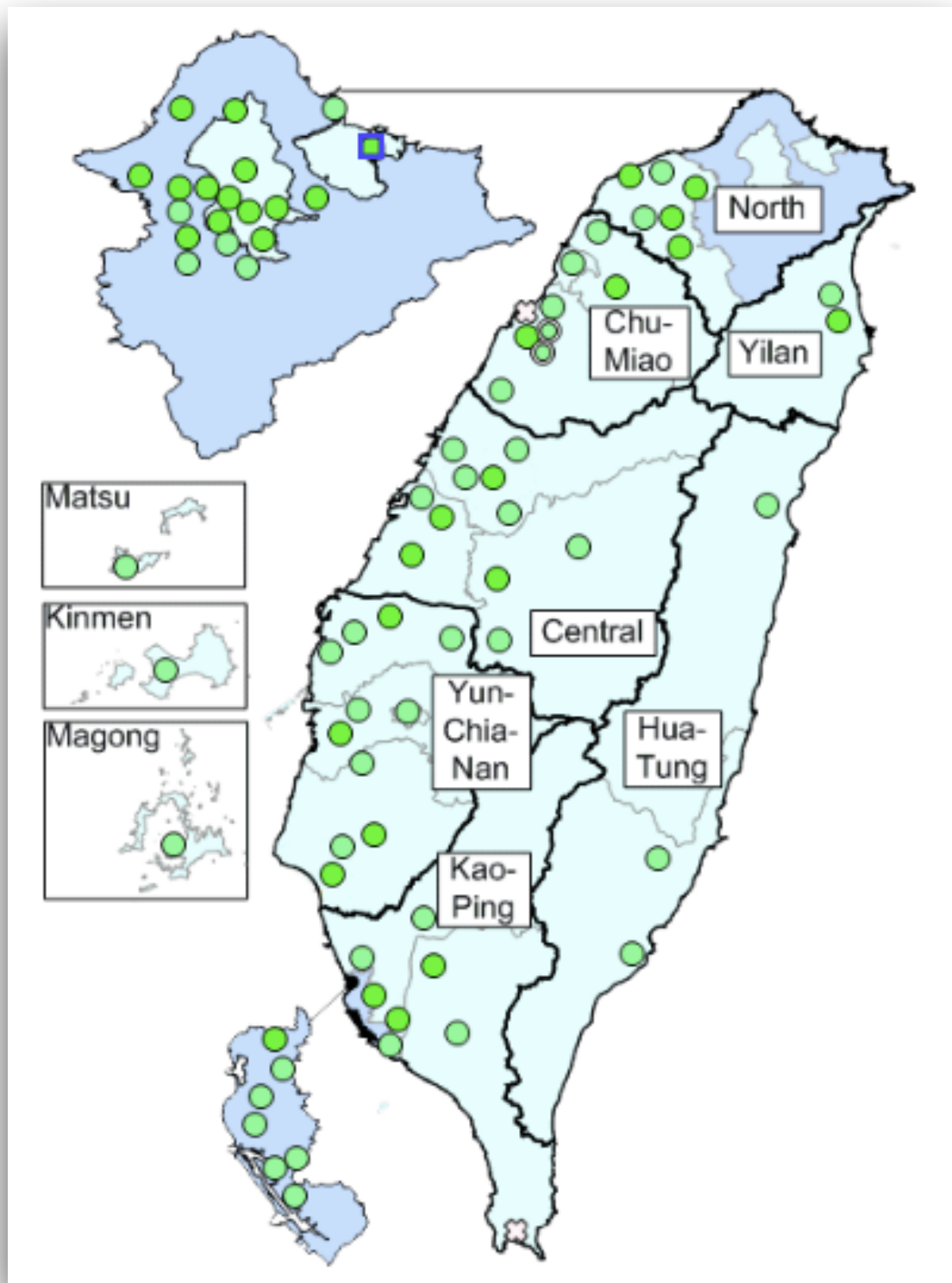
2017-06-07 11:52聯合報 記者羅真／即時報導 讚 589 分享 傳送



2015/12/25 中國時報

2017/6/7 聯合報

標準的官方測站



- 全台有 **76** 個多功能測站
- 體積龐大且價格**非常**昂貴
- 架設地點離地至少**10** 公尺高
- 針對混合均勻的**大氣背景**濃度

我們在意的问题其實都很簡單

請問「現在」 & 「這裡」
空氣品質好不好？



這個研究其實從 2013 就開始了

low-cost sensors

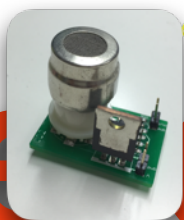
recruiting volunteers



MAPS

big data and spatio-temporal analysis

2013



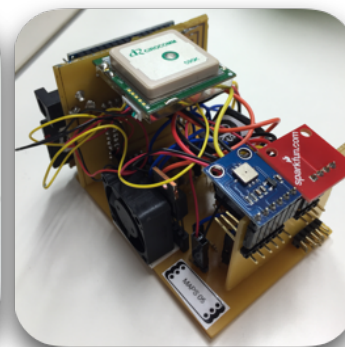
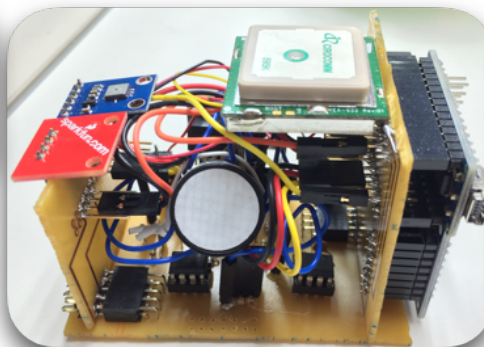
氣盒子

MAPS

Version 1.0
Arduino Uno

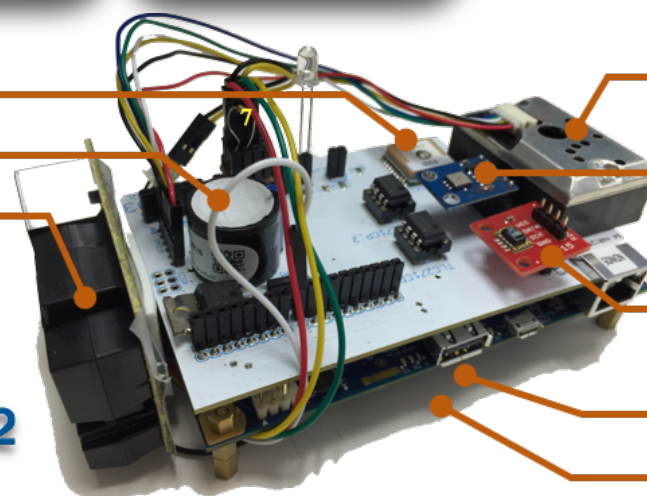


Version 2.0
Arduino Nano



2014

Version 3.0
Intel Galileo Gen 2



GPS
CO₂
PM 2.5 (PPD)

PM 2.5 (Sharp)
barometer
temperature/
humidity
cooling
fan

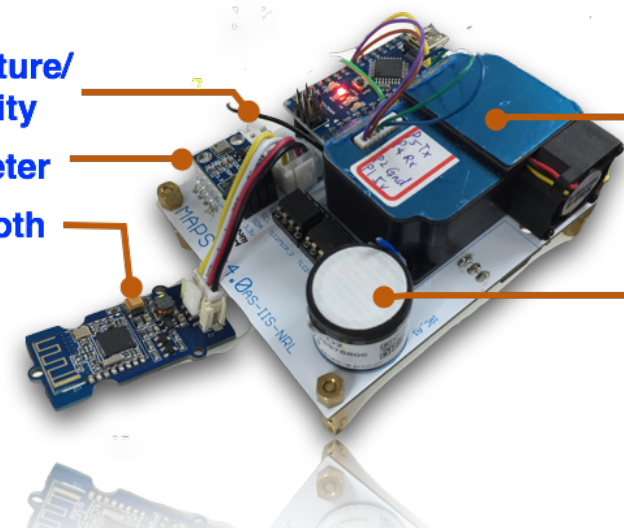
2015



Realtime Display

Version 4.0
Arduino Nano

temperature/
humidity
barometer
Bluetooth



PM
CO₂

但是，這個研究其實失敗了

~~low-cost sensors~~

cheap but inaccurate..

~~recruiting volunteers~~

friends and students..



~~big data and spatio-temporal analysis~~

The data is small, sparse, and nothing we can analyze

這項研究的轉折點 (2015/9)

MAPS



LASS 到底是什麼？

The collage consists of three overlapping screenshots:

- Top Left:** A screenshot of a GitHub repository page for "LASS - README". It shows the repository name, a README file, and a list of events including "Mini Maker Faire HsinChu".
- Top Right:** A screenshot of a Facebook page for "LASS-開源公益環境感測網路". The page features the LASS logo (a globe with a sun) and the text "Location Aware Sensing System". A sidebar on the left lists various community activities like "討論區", "成員", "活動", "影片", "相片", "檔案", "社團河察報告", and "管理社團".
- Bottom Right:** A screenshot of a GitHub repository page for "LinkitONEDevGroup / LASS". It shows the repository name, a description "Location Aware Sensor System by Linkit ONE", and a list of files and folders including "3dp", "DataPresentation", "Device_LinkitOne", "Doc", "LASS_DB", ".gitignore", and "LICENSE".

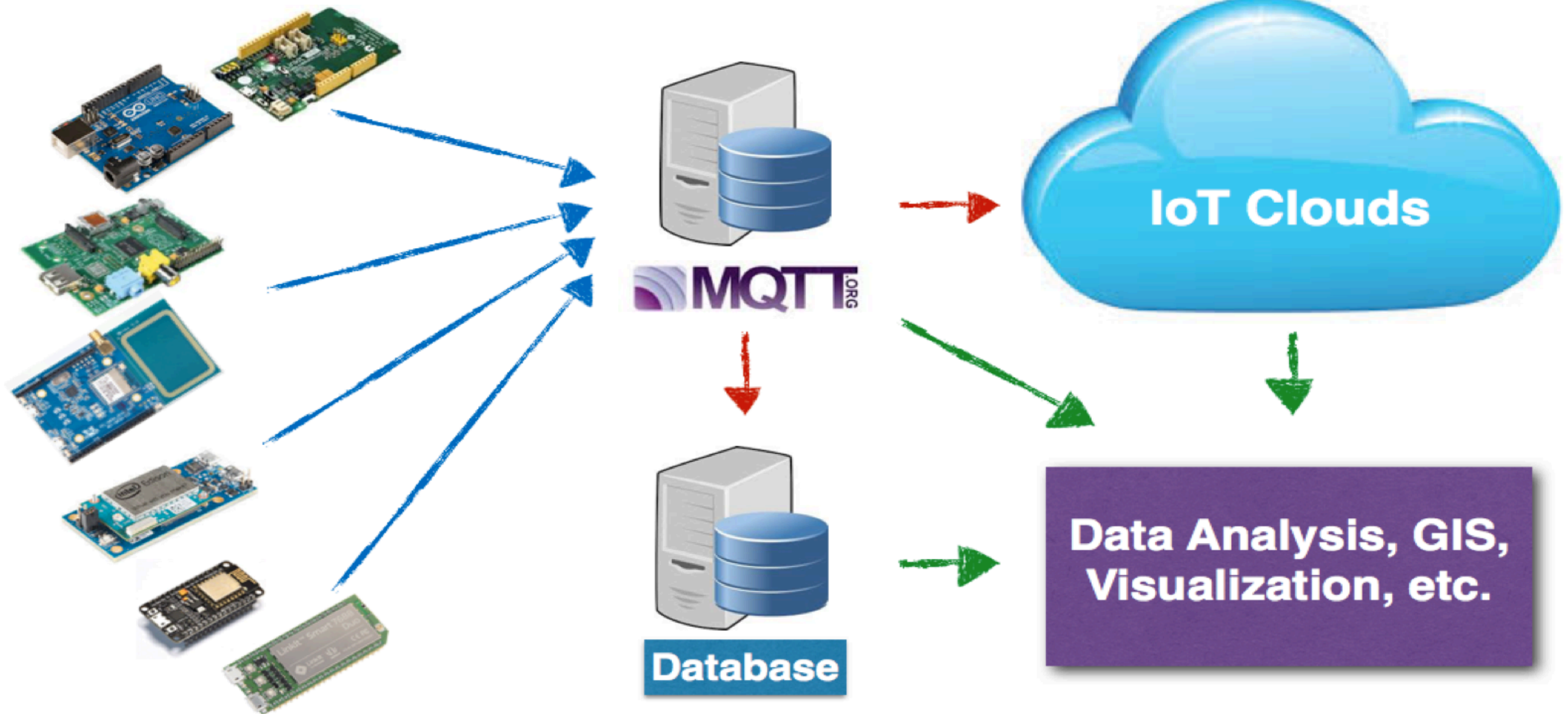
At the bottom left of the collage, there are three icons: a Facebook 'f' logo, a stylized 'H' logo, and the GitHub Octocat logo.

空氣盒子計畫怎麼開始的？

感知層

網路層

應用層



空氣盒子計畫怎麼開始的？



LASS

2015/10/17

LATEST CHANGE 11 MINUTES AGO

LASS

LASS Field Try #1 - 大家一起來

歡迎大家一起來感測一下我們的環境，給出自己的貢獻，此為共筆資料，大家自己填寫不用客氣

參加條件

沒有限制，填寫參加方法表格即可。

開始時間

Field Try 兩星期

- 11/28(六)：準備日，裝機開始收資料（之前準備好的，可以先開機收資料）
- 11/29 - 12/12：Field Try
- 12/13之後：隨喜撤收（沒要使用硬體的，希望繼續收資料，有要用的可以撤收）

空氣盒子計畫怎麼開始的？

🏠

🔍

LASS

🔗

⚙️

📡

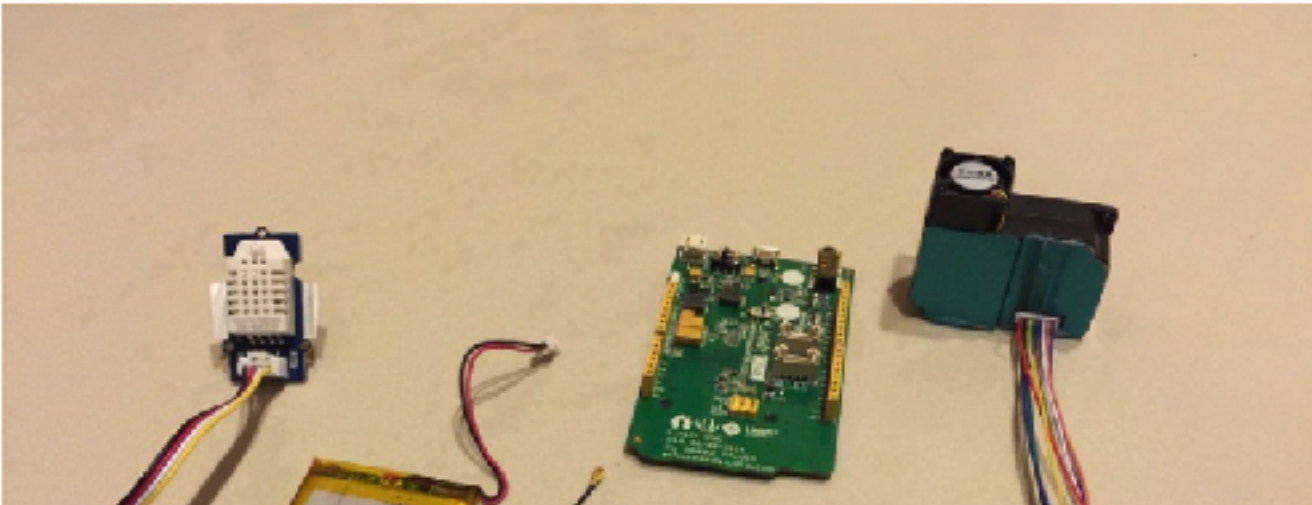
LATEST CHANGE 2 DAYS AGO

LASS

🌐 LASS Field Try 第一彈：PM2.5量測裝設指南

硬體安裝說明

- 準備下列硬體設備
 - LinkIt One開發板一套 (含電池、GPS、WiFi天線)
 - G3 PM2.5 sensor x 1
 - Grove - 溫度溼度傳感器 Pro x 1
 - Grove- 4x公端杜邦線+母座 to Grove 4pin 連接線 x 1
 - 以上硬體之套件包可以在下列網站購得：
 - ICSHOP LASS Field Try 套件包，
http://www.icshop.com.tw/product_info.php/products_id/20524



👤

📧

📧

WITH WULONG
SHEU, MINGWEI
CHENG, AND
OTHERS

硬體安裝說明

軟體安裝說明

測試與資料接收

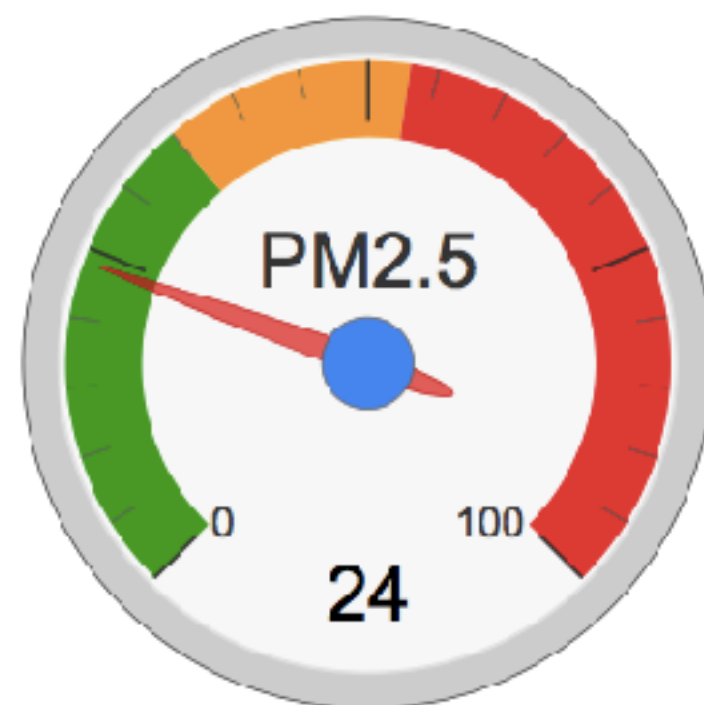
常見問題與解答

空氣盒子計畫怎麼開始的？

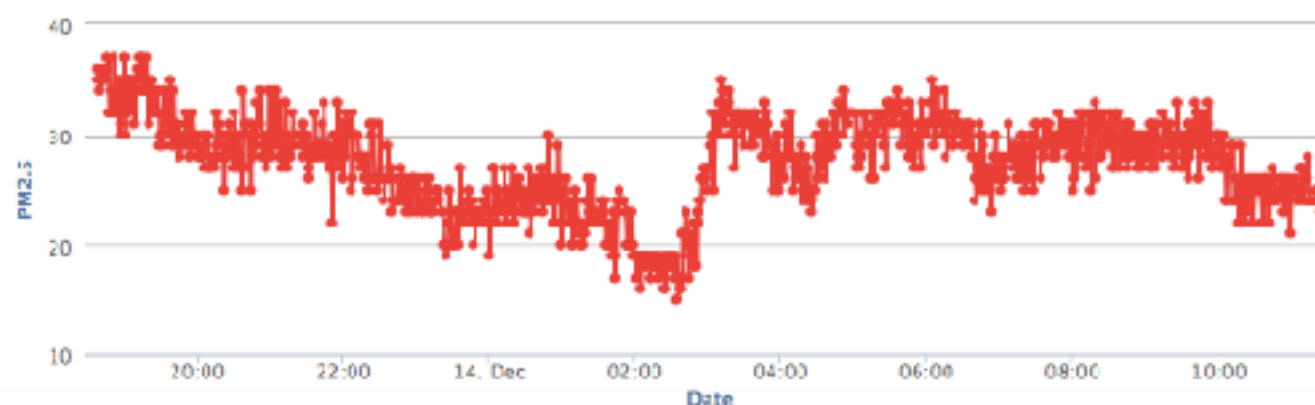
PM2.5 即時資訊： Miaoli County, Touwu Township, 田窩道

時間：Mon Dec 14 2015 11:26:14 GMT+0100 (CET)

溫度：21.2°C；濕度：88.4%



- 針對一般民衆的活動建議：正常戶外活動。
- 針對敏感性族群的活動建議：正常戶外活動。



空氣盒子計畫怎麼開始的？



Welcome, ([登入](#) or [註冊](#))

[產品目錄](#) ▼

請輸入關鍵字

[新進商品](#) [技術小知識](#) [購物車 0 items](#)

首頁 → [開發板](#) → [LinkIt ONE](#) → 368030200201

CATEGORIES

- 本月優惠
 - 收納盒全頁特價中
 - Arduino系列特價中
 - 出清特價
 - NG瑕疵
- 書籍/雜誌
- 半導體-晶片
- 半導體-被動元件
- 光電子-LED
- 傳感器模組
- 模組
- 開發板
- 電子積木
- 電子穿戴,紡織品
- DIY套件包
- 刺繡徽章,臂章
- 貼紙



LASS Field Try 套件包 貨號：368030200201

售價：**NT\$ 3,499.0 元**

製造商：

產地：

適用運送方式：7-11取貨付款,7-11純取貨,郵寄(單一運費),貨運,宅配,貨到付款,7

出貨時程：**可於2~4個工作天內出貨。** [分享](#)

輸入數量：

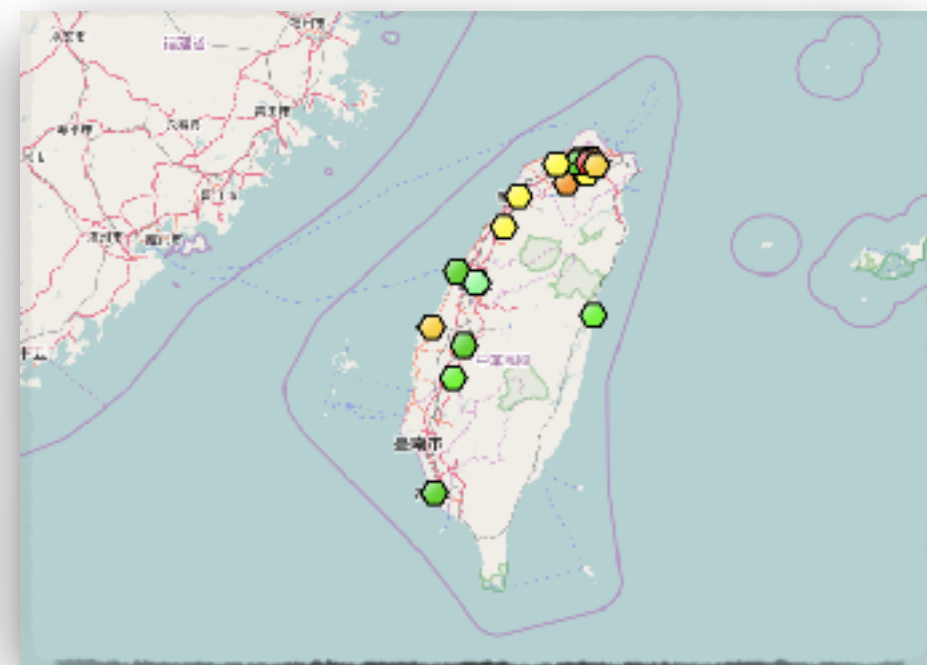
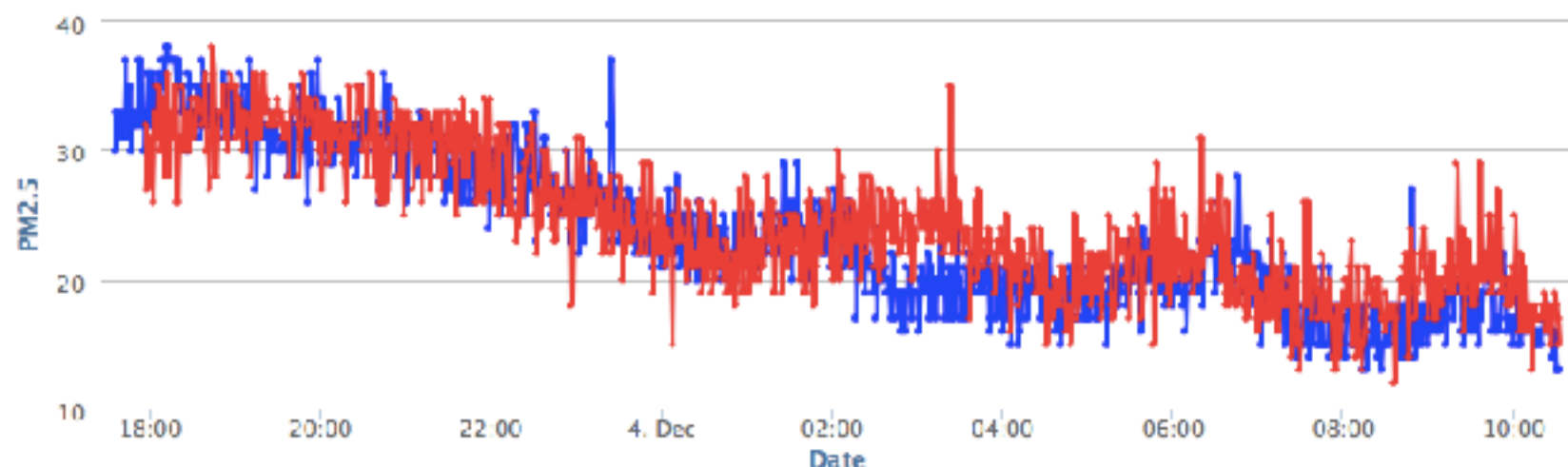
[ADD TO CART](#) 

[Add to wish list](#)

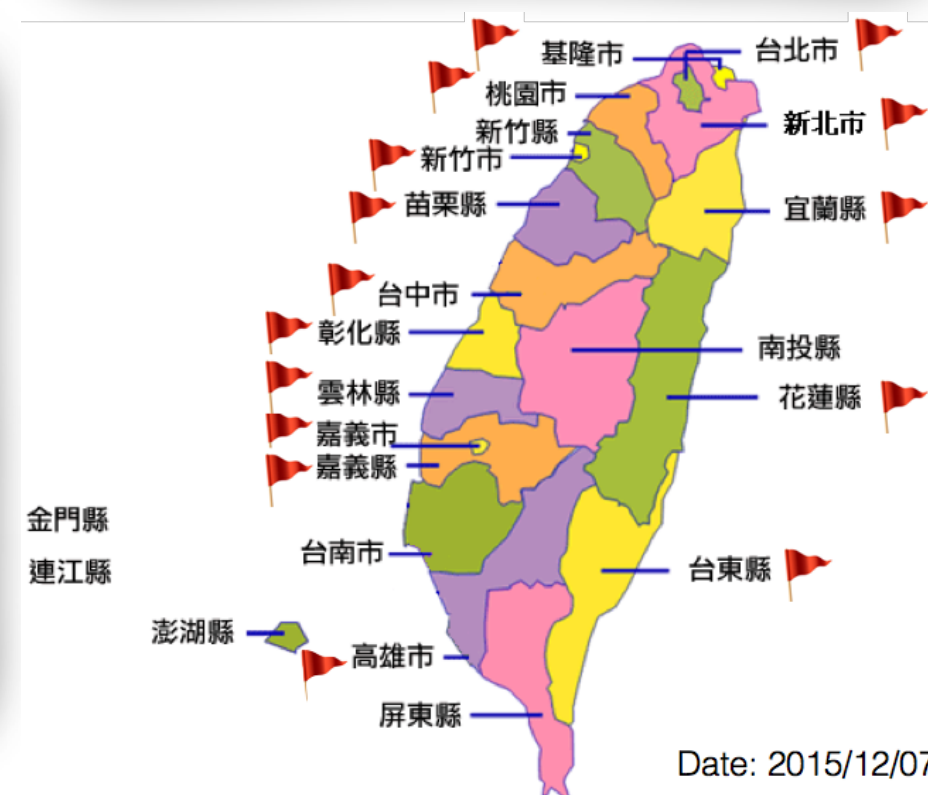
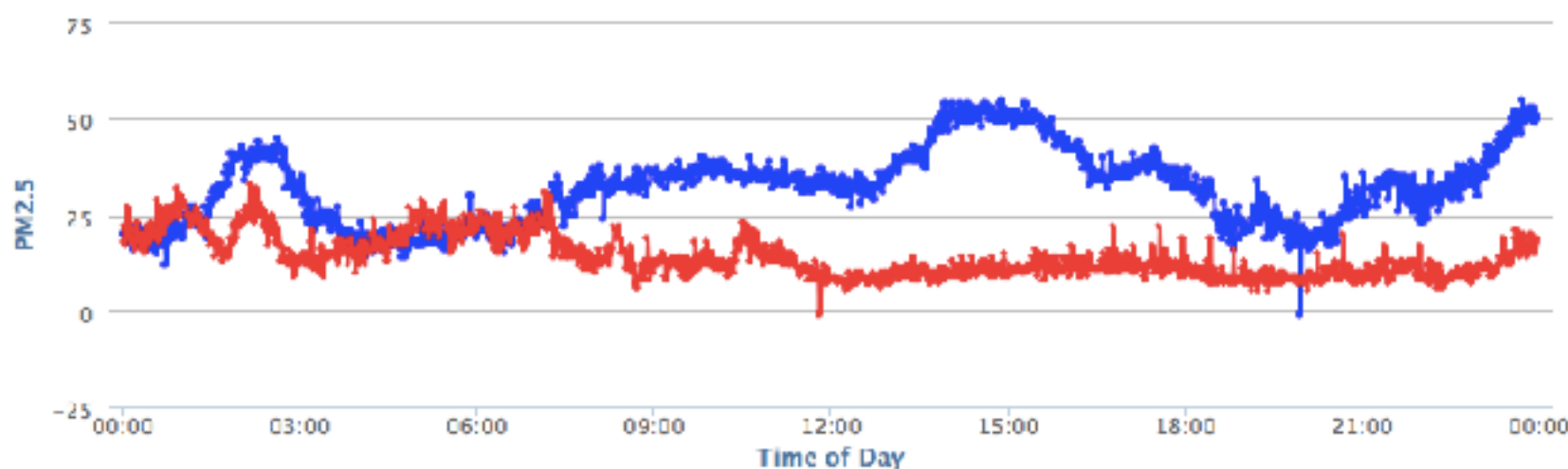
產品上架時間 2015 十一月 06 週五。

LASS 第一次活動的成果

PM2.5 即時資訊比較：FT1_001 vs FT1_031

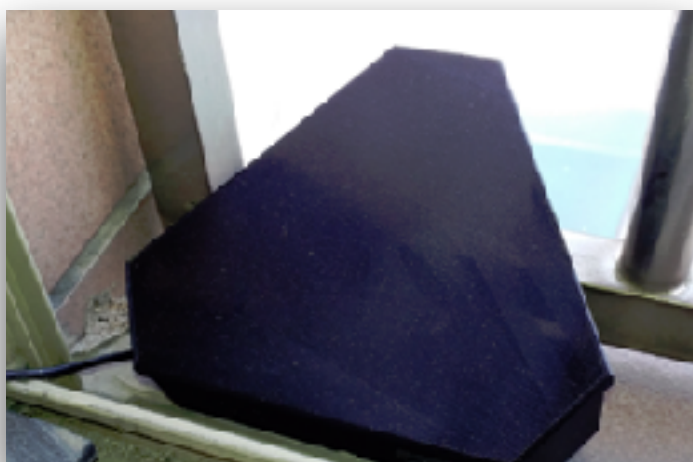


PM2.5 資訊比較 (FT1_001)：2015-12-01 vs 2015-12-02

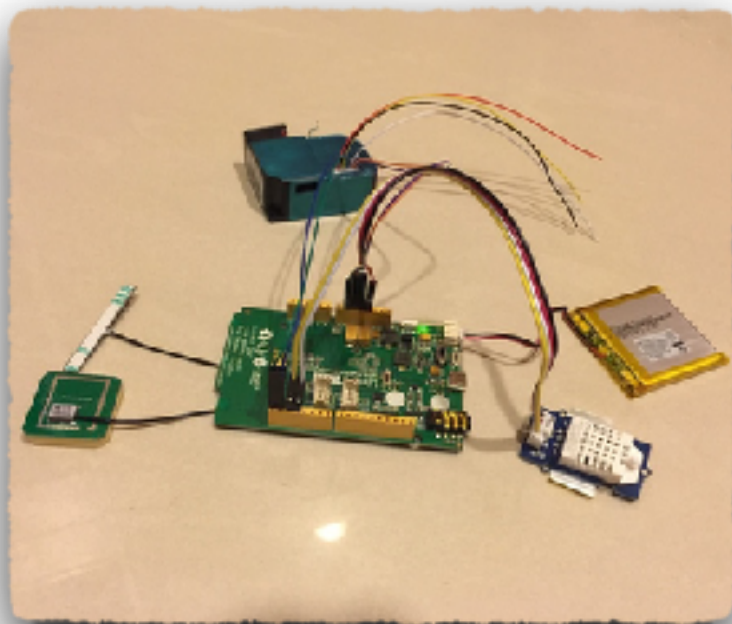


Date: 2015/12/07

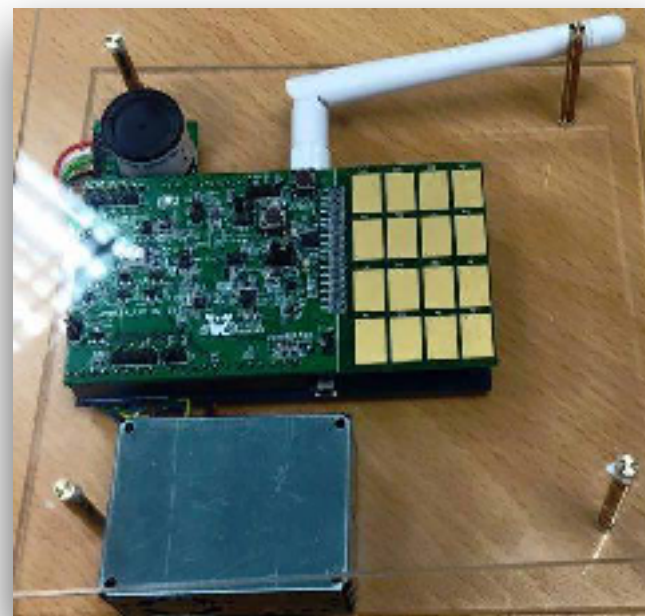
LASS 第一次活動的成果



LASS 第一次活動的成果



LASS
(LinkIt One)



LASS
(Realtek Ameba)



MAPS
(Arduino Nano)



and more...

空氣盒子計畫的轉折點



智慧城市

- 打造城市物聯網平台
- 市民參與Living Lab

環境教育

- 環境保護・從教育做起
- 瞭解環境・保護環境

即時資訊

- 即時資訊・污染現形
- 公開資訊・大數據分析

樂活城市

- 瞭解環境・快樂生活
- 瞭解污染・改善環境



- 300台空氣盒子
- 智慧城市與物聯網技術整合



- 雲端服務
- 入口網站

- 全民參與
- 環保教育



- 資訊局
- 環保局
- 教育局

- 大數據分析



中央研究院 資訊科學研究所
Institute of Information Science, Academia Sinica

- 環境監控預警
- 弱勢族群保護



中央研究院
環境變遷研究中心



空氣盒子計畫的轉折點

2017/6
Taoyuan city: 235

2016/3/22
Taipei City :143



2016/8/19
New Taipei City:298



2016/8/30
Tainan :220



2016/7/26
Kaohsiung :242



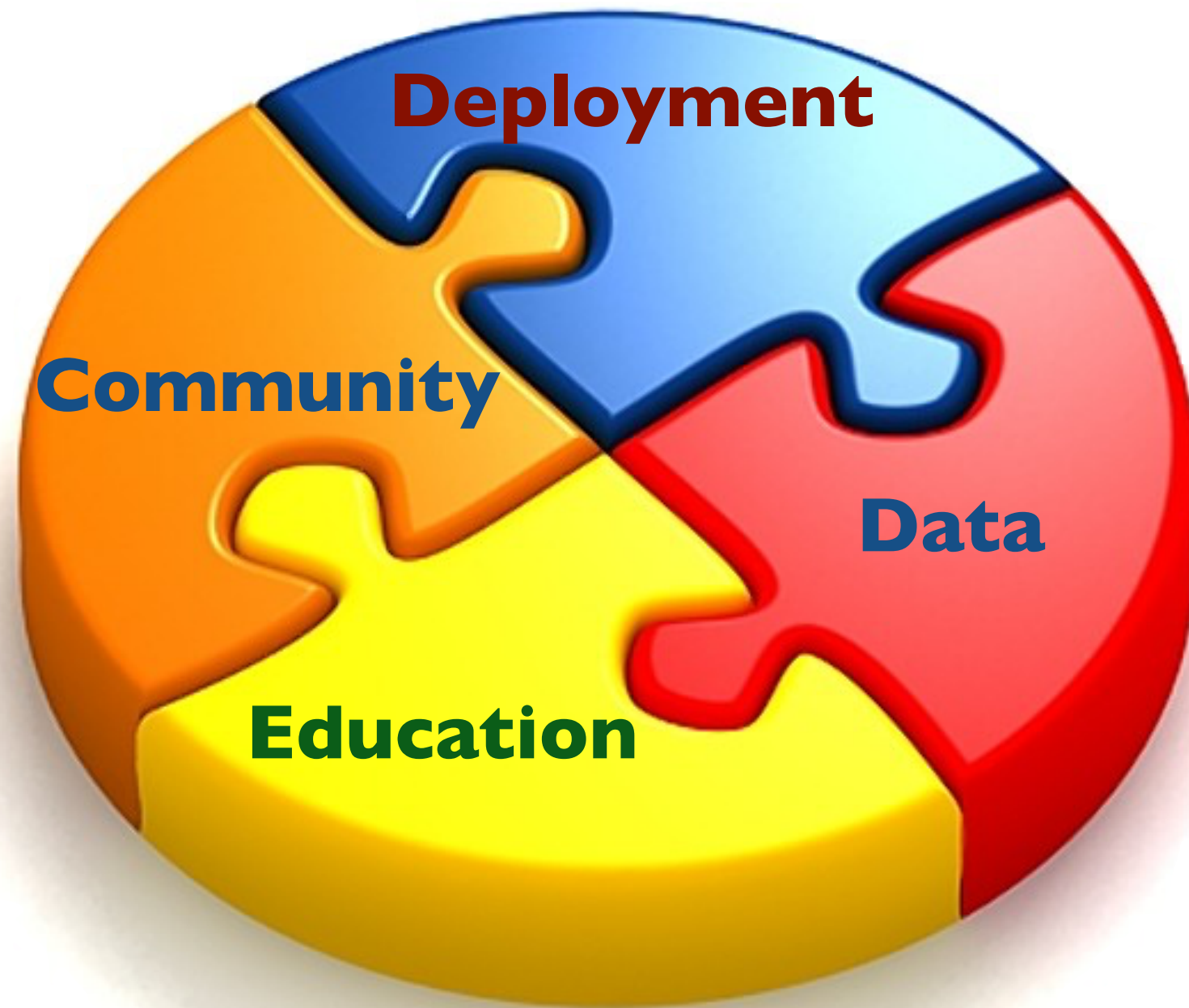
2016/8/17
Taichung: 230

空氣盒子計畫的現況



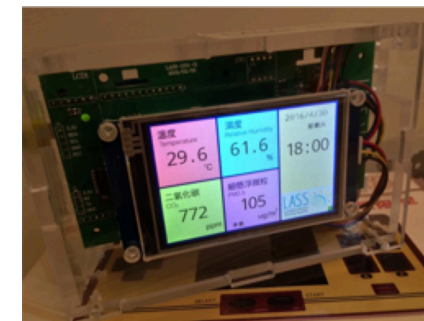
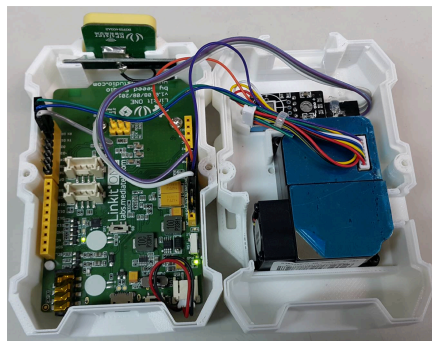
- 3,500+ devices
- 30 countries

空氣盒子專案做了什麼？



系統佈建：設備

Deployment



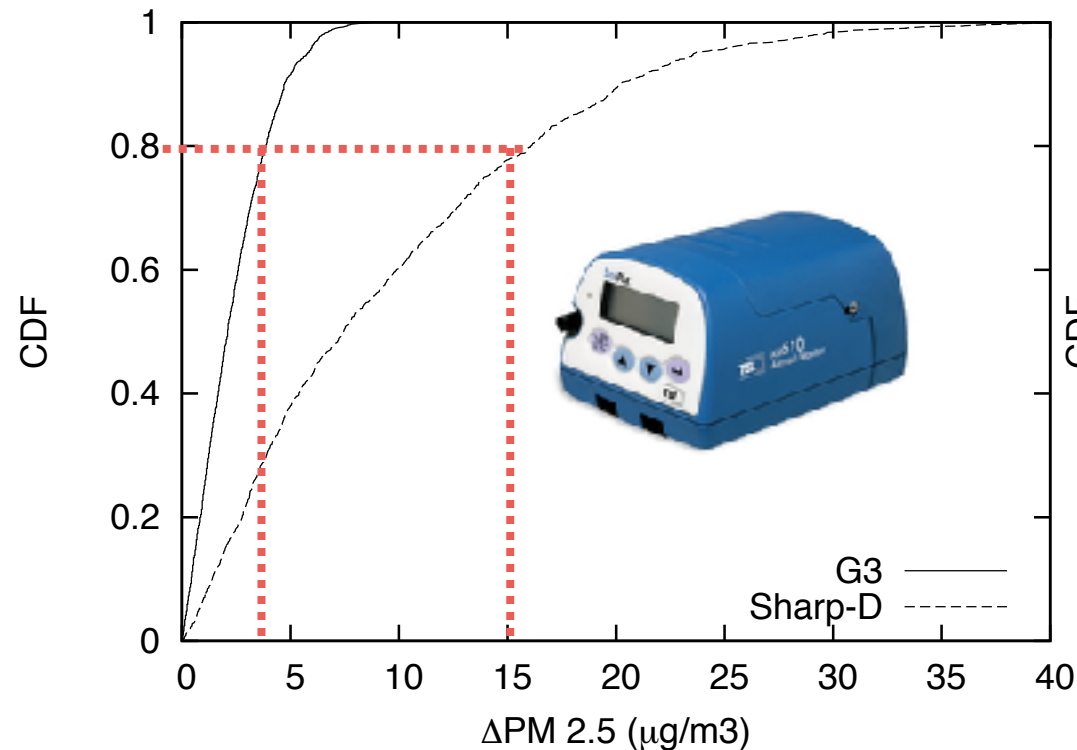
	LASS FT	AirBox	MAPS	LASS4U	87Live
Platform	MediaTek LinkIt One	Realtek Ameba	MediaTek LinkIt Smart 7688 Duo	Realtek Ameba	Realtek Ameba
T/H sensor	DHT22	HTS221	BME280	SHT31	SHT31
PM sensor	PMS3003	PMS5003	PMS5003	PMS3003	PMS3003
CO2 sensor	-	-	-	SenseAir S8	-
Air pressure	-	-	BME280	-	-
Open source	YES	-	YES	-	YES
Open data	YES	YES	YES	YES	YES
Phone app	-	YES	-	YES	YES
End user	makers	schools	academia	citizens	makers/citizens
Dimension (cm)	10.2 x 6.5 x 4.8	14.8 x 11.2 x 4.5	12.4 x 8.4 x 5.4	15 x 10 x 5	12 x 7 x 4.2
Price (USD)	90	110	90	140	60

感測資料：準確度與穩定度

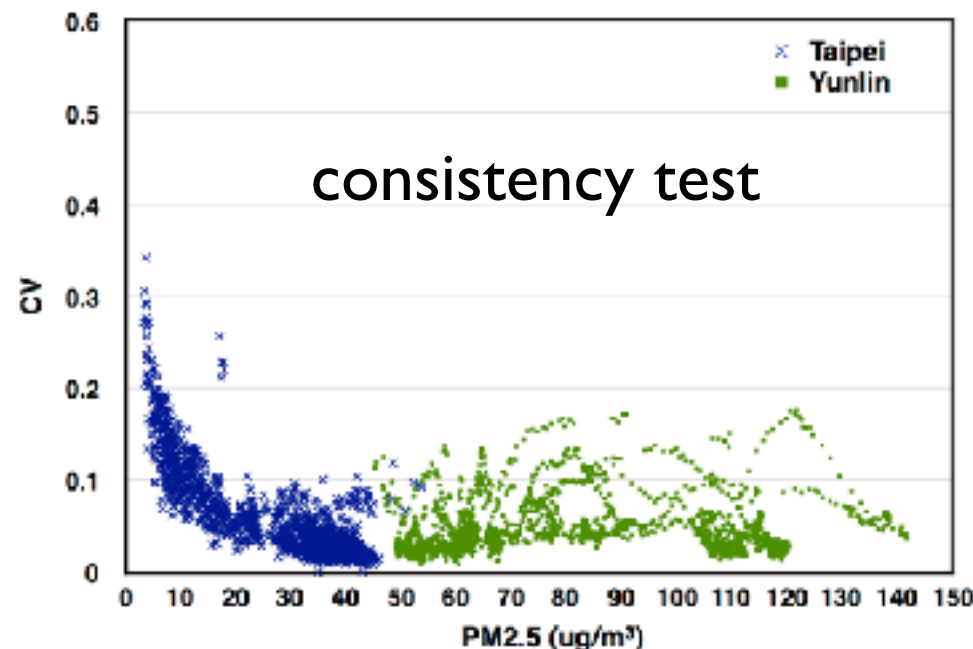
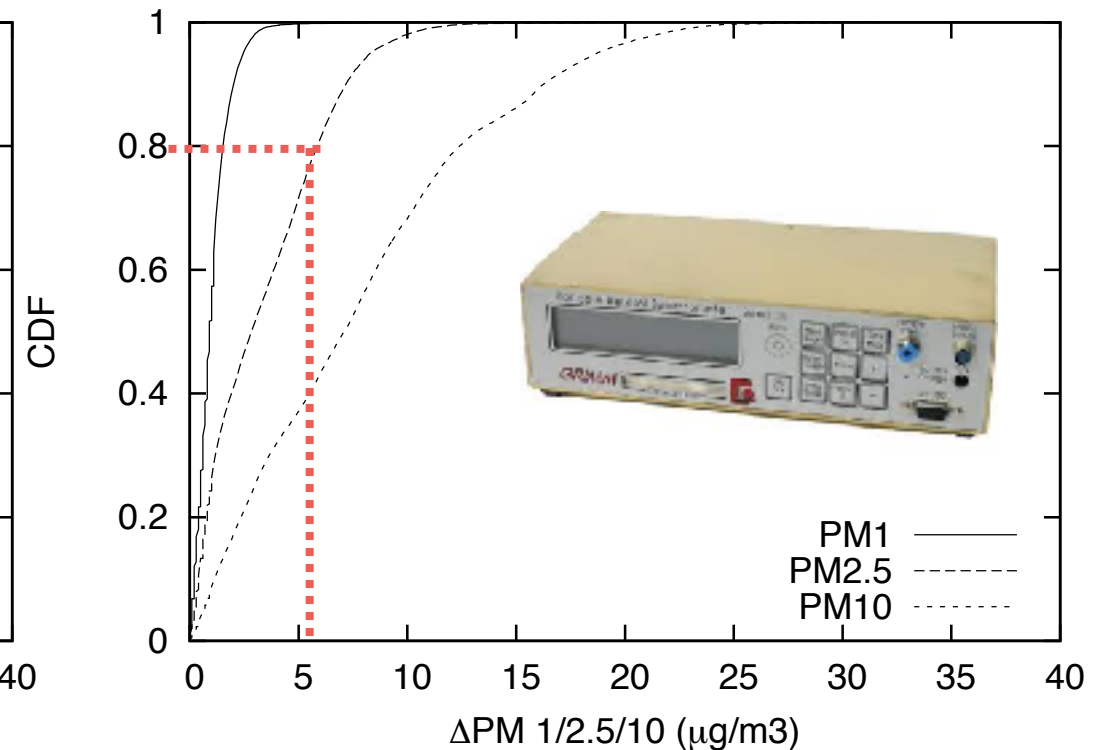
Deployment

Data

TSI AM510 (5,000 USD)



GRIMM Model 1.109 (30,000 USD)

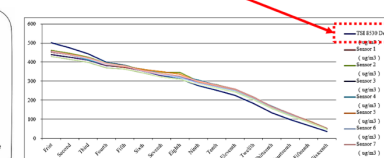


AirPro Vs. 고가 장비 간의 PM2.5 센서 정확도 테스트

- ✓ 고가 장비 대비 측정값이 편차가 약 5% 범위 내에서 챔버 및 실제 측정됨.
- ✓ 타이페이 시 주도로 초중고 대학교에 약 1,000 곳에 7개월째 서비스 중이며, 데이터의 정확도가 검증됨 → 16년도 말까지 대만 전역 총 5,000여 곳 설치 확정



TSI 5408 (Reference)	Sensor 1 (Capitol 3)	Sensor 2 (Capitol 3)	Sensor 3 (Capitol 3)	Sensor 4 (Capitol 3)	Sensor 5 (Capitol 3)	Sensor 6 (Capitol 3)	Sensor 7 (Capitol 3)	Sensor 8 (Capitol 3)
True	405	411	401	439	417	411	414	408
TSI	428	439	445	421	428	440	440	433
TSI	401	419	426	409	421	421	419	420
TSI	398	394	395	389	387	387	388	389
TSI	384	371	381	377	377	377	379	384
TSI	314	314	319	313	305	301	312	314
TSI	328	338	345	331	339	333	334	338
TSI	311	321	345	323	324	336	318	311
TSI	276	284	294	284	286	286	284	282
TSI	224	224	230	229	229	227	221	221
TSI	228	231	237	232	233	233	234	232
TSI	211	211	211	211	211	211	211	211
TSI	134	140	140	137	137	136	138	137
TSI	89	89	89	89	89	89	89	89
TSI	48	48	48	48	48	48	48	48
TSI	31	31	31	31	31	31	31	31



Sensor Consistency Analysis				
Max	Min	Avg	Tolerance (%)	
461	430	450	2	-4
445	415	434	2	-4
426	399	415	2	-3
395	369	385	2	-3
381	364	375	1	-3
361	342	354	1	-3
351	320	336	4	-4
345	311	326	5	-4
306	282	295	4	-4
280	263	275	1	-4
258	242	252	2	-3
216	202	210	2	-3
167	157	163	2	-3
130	119	126	3	-5
92	85	88	3	-3
52	46	49	5	-5

Conclusion : Sensor Accuracy : $\pm 5\%$

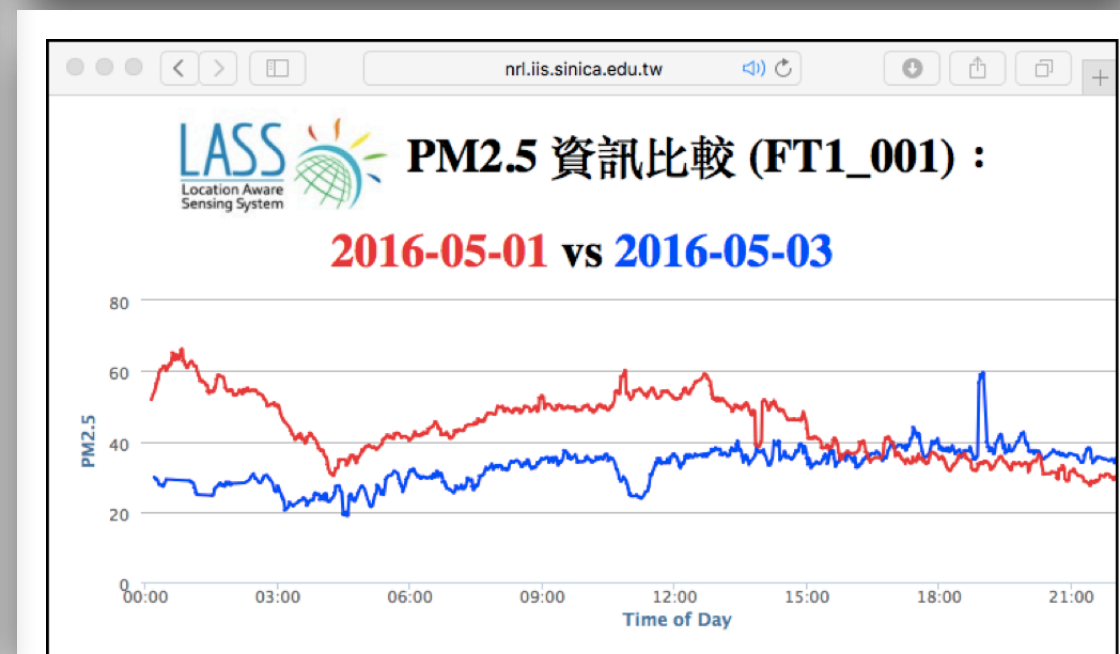
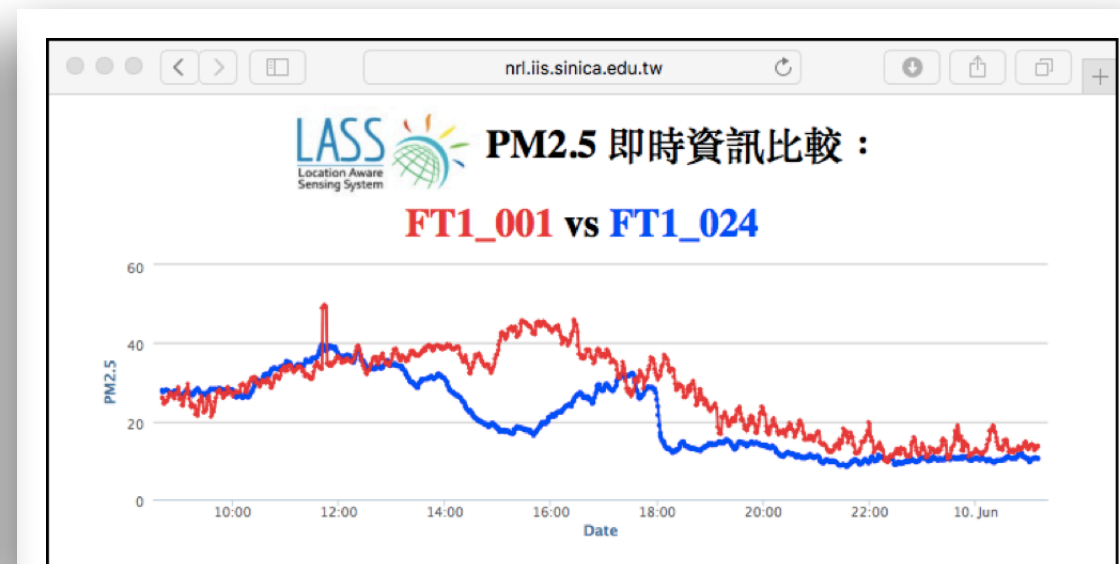
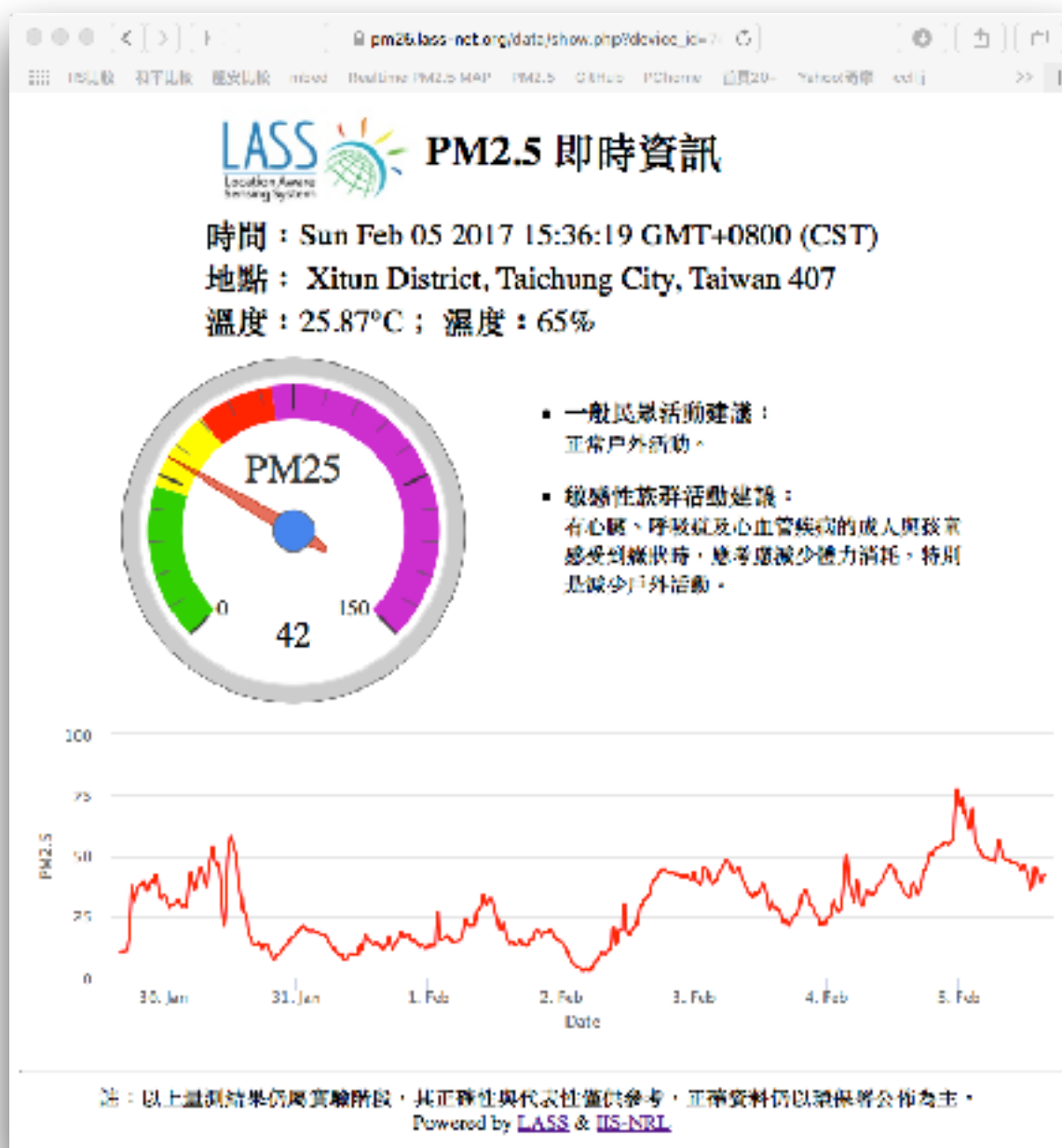
感測資料：開放資料

- The real time data is freely available

<https://sites.google.com/site/pm25opendata/open-data>

Deployment

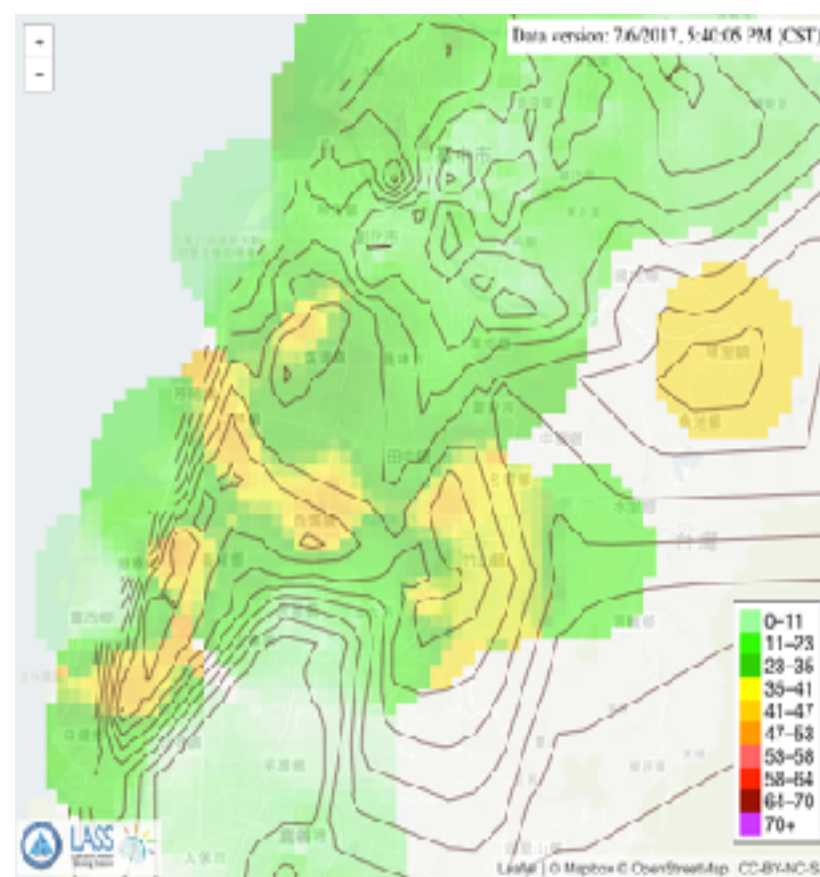
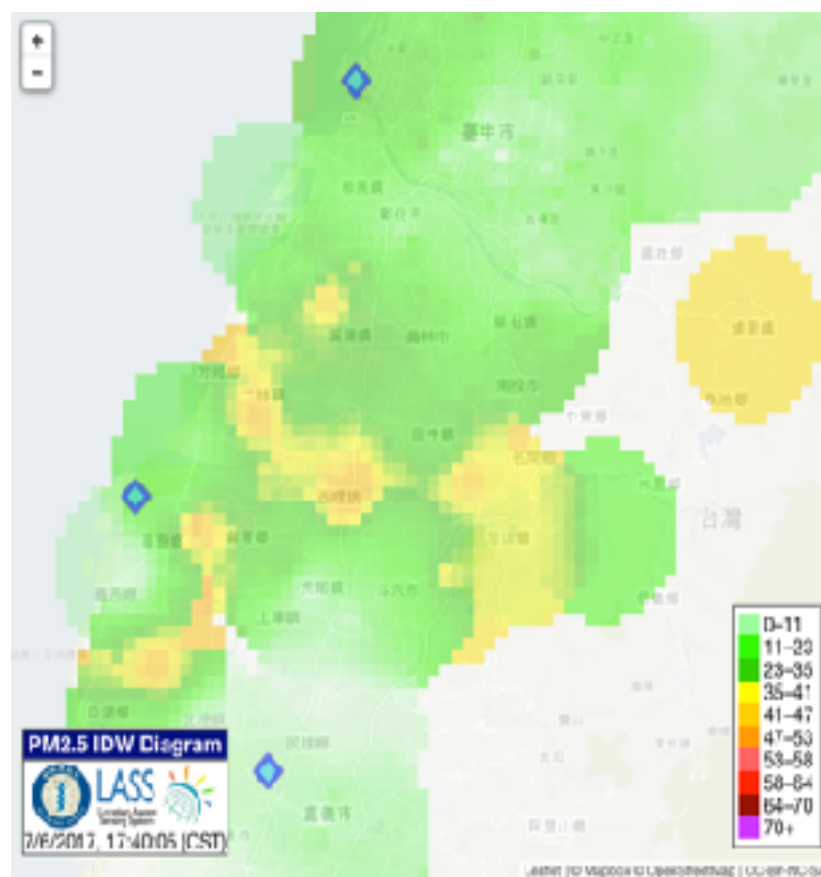
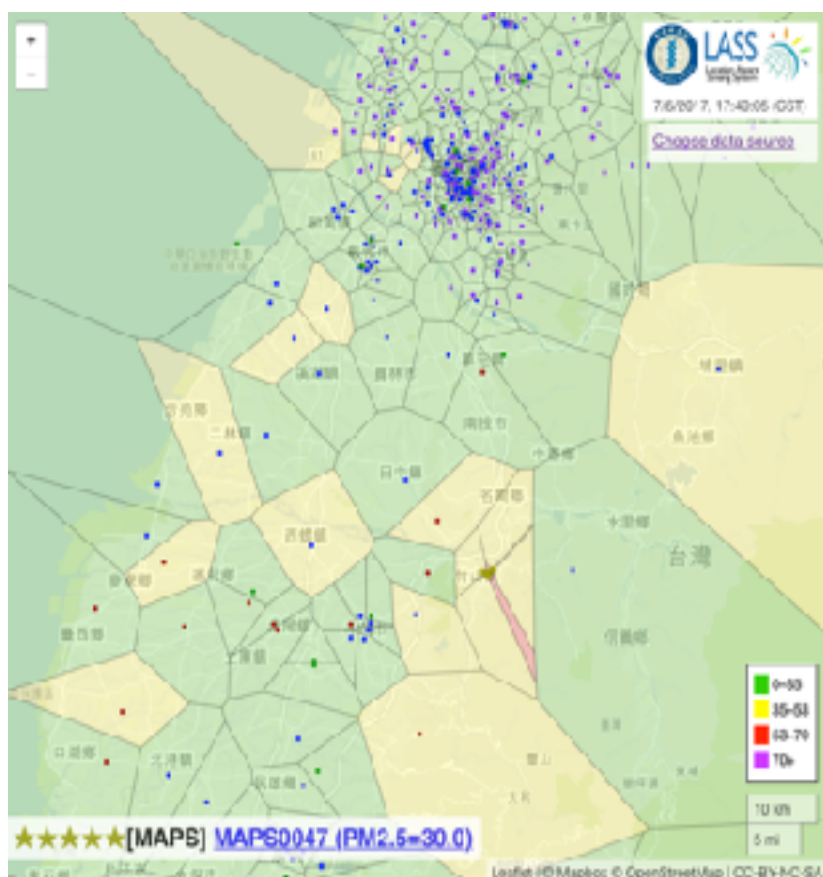
Data



感測資料：資料視覺化

Deployment

Data



<https://pm25.lass-net.org/GIS/voronoi/>



<https://pm25.lass-net.org/GIS/IDW/>



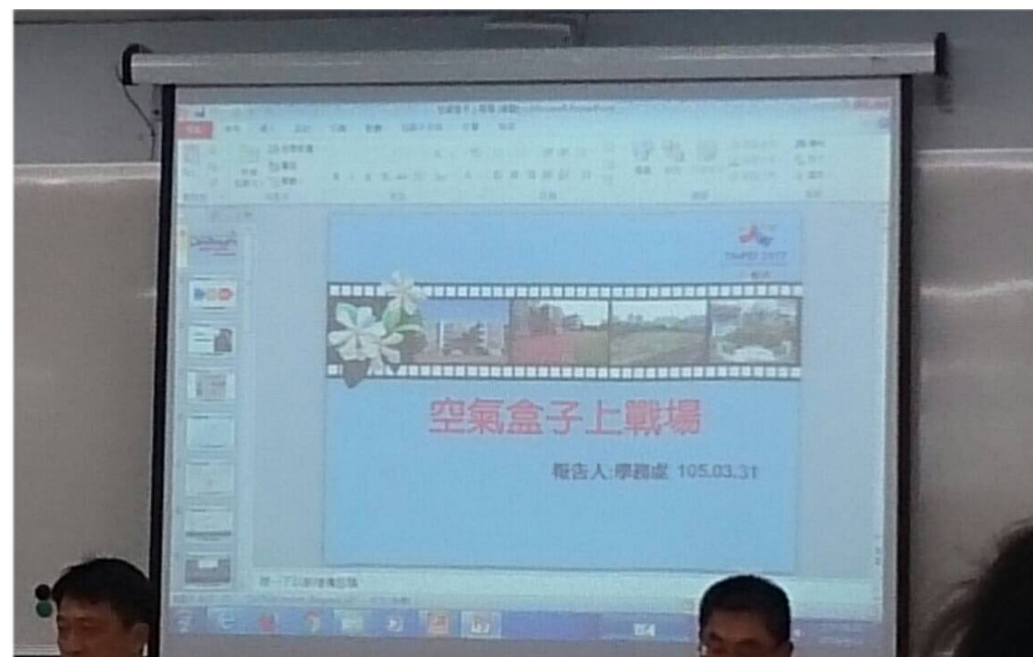
<https://pm25.lass-net.org/GIS/IDW/iso.html>

教育現場：環境教育

Deployment

Data

Education



社群擴散：公民專案

Deployment

Data

Education

Community



都會綠洲計劃 > 台中原點-台中空氣盒子認養計劃

(空氣盒子預計八月中旬到貨囉！有參與認養的請多支持...)
台中原點！台中空氣盒子認養計劃(空氣品質PM2.5監測站)
是一個運用公民科學的方式，讓公民找回環境「知情權」的自力行動！
透過推動公民自願設置簡易空氣監測站（一分鐘偵測一次）在台中遍地開花，藉由網路即時「計2」經易地讓市民了解自身環境空氣狀況，降低資訊取得門檻。
經由一定的空氣品質數據累積，後端亦可邀請專家學者加以分析，剖析汙染的趨勢，並進一步追蹤汙染的根源。..... 更多

Ray Tai
2月19日

反空汙遊行直播中！
<https://www.facebook.com/groups/1607718702812067/permalink/1816527851931150/>

宜蘭空氣品質討論與「空氣盒子」推廣

桃園空氣品質討論與空氣盒子推廣區

全台第一工廠登記家數10977家，工業區29家

林口
工三(119)工四(154)
華亞科技園區(168)

龜山(131)
中壢(433)

南崁溪
大園(204)
觀音(632)
桃園科工區(275)

老街溪
龍潭華映、渴望園區

大堀溪

註：1. 其他尚有永幼等工業區企業

Jason Huang 新增了6張相片 — 覺得很棒——和 Sally Kim, 在 慈心華德福國中小學。

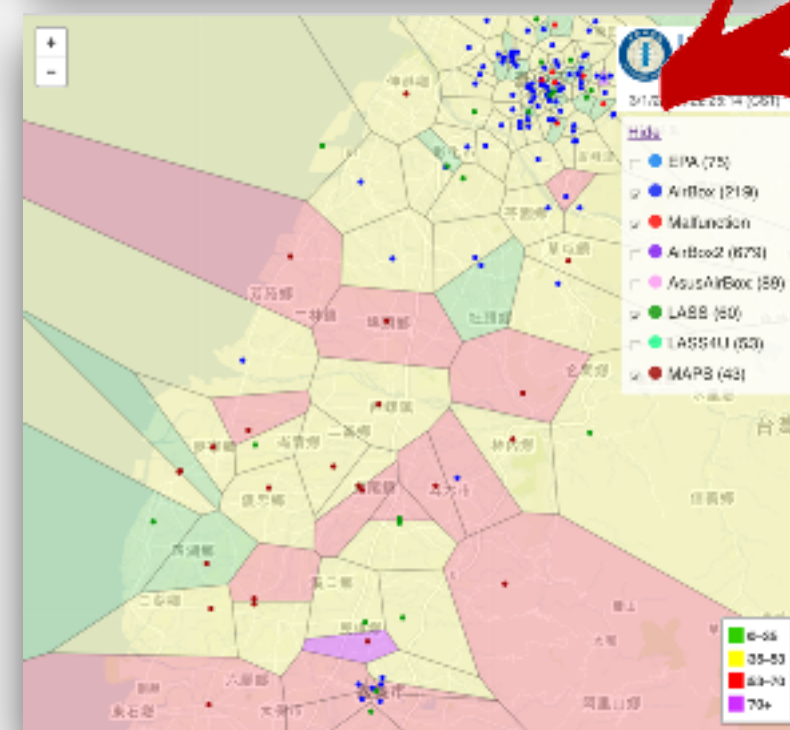
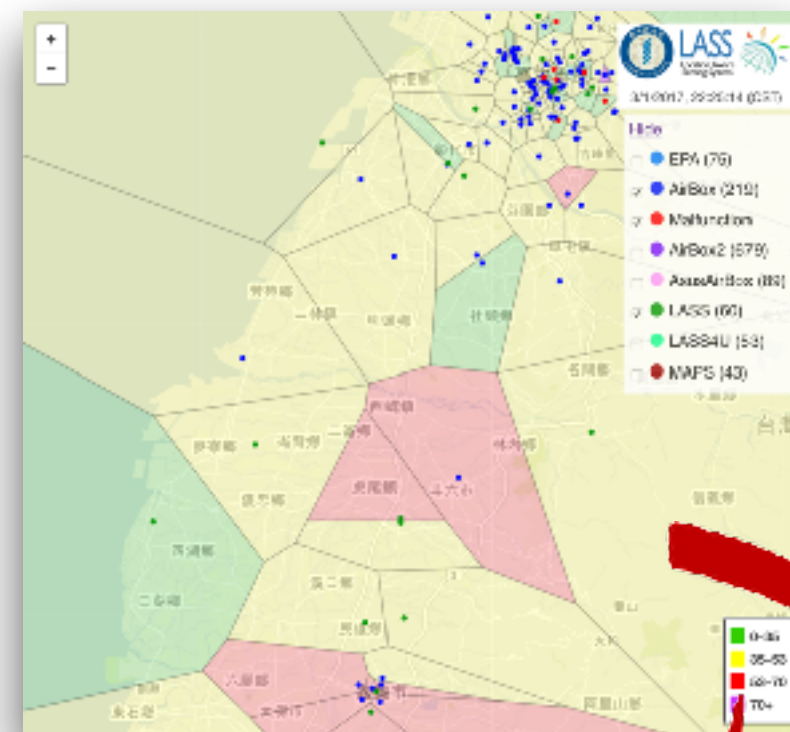
7小時前 · New Taipei City Shenghull · 上

乾淨空氣自己找！

Deployment

Data

Community



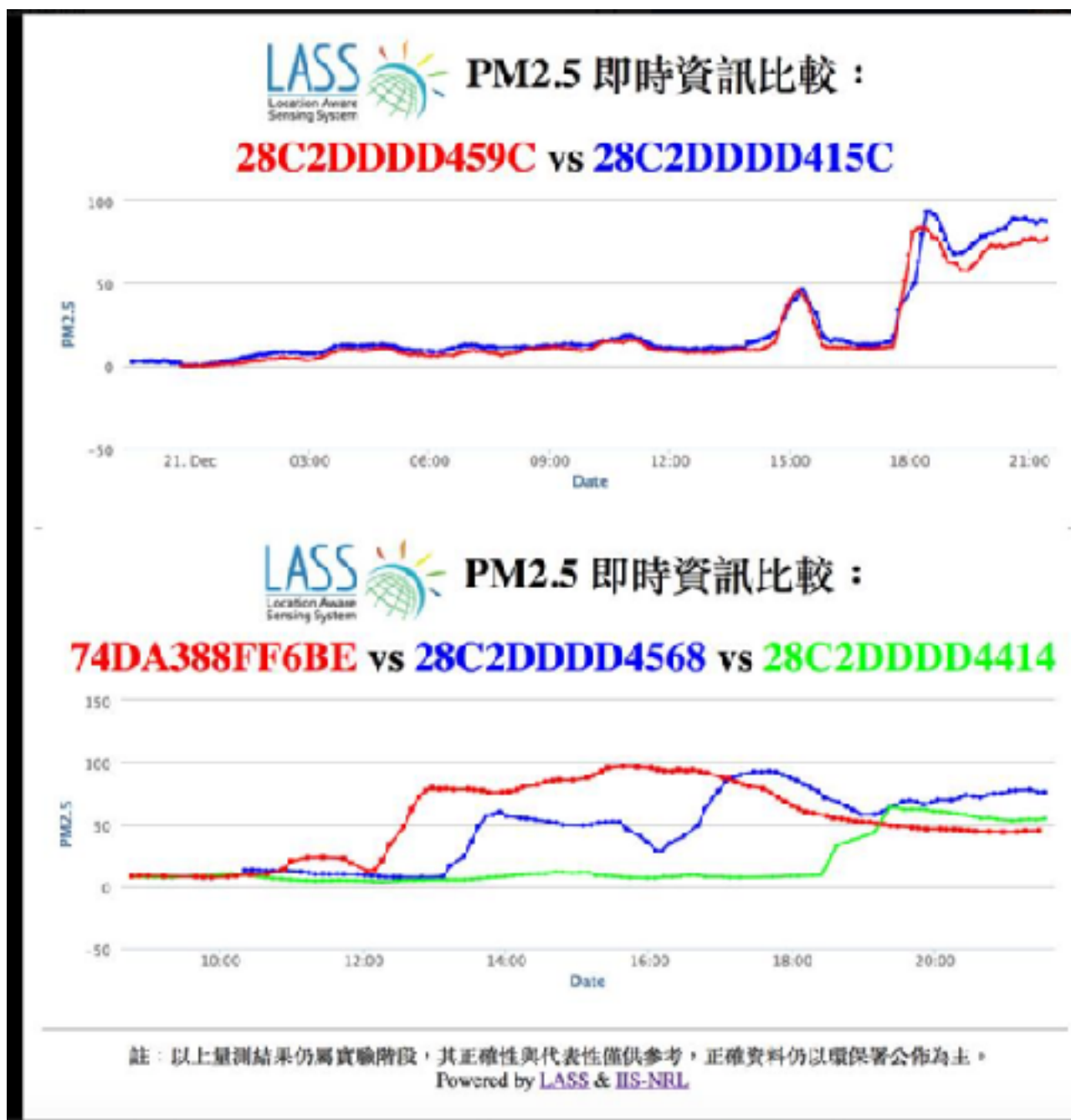
社群擴散：公民科學

Deployment

Data

Education

Community



陳伶志 ▸ PM2.5 開放資料：社群協同分析平台

2016年12月21日 · 9

這是今天(2016/12/21)傍晚台北紫爆的一點筆記

上圖是台北市大安區某國小高樓層(紅)和低樓層(藍)測站的比較圖，可以明顯看到在平常時刻，高樓層的曲線都是低於低樓層，但是在今天污染物侵入台北時，高樓層測站成為領先指標，未來民間測站的佈建，其實可以考慮在每個地區選定一個地點，同時架設高樓層與低樓層測站，對於資料判讀會有更大的幫助。

下圖是新北市淡水區某國中(紅)、台北市大同區某國小(藍)和台北市南港區某國小(綠)測站的比較圖，在地圖上剛好是由西到東的相對位置。從圖中可以觀察到三個測站的高峰出現的時間點與相對位置符合，同時高峰值有遞減的現象，符合PM2.5擴散的特性。

貼相片標籤 標示地點 編輯

讚 留言 分享

Danny Ho、江慶洲和其他 14 人



留言.....



PM2.5 開放資料：社群協同分析平台

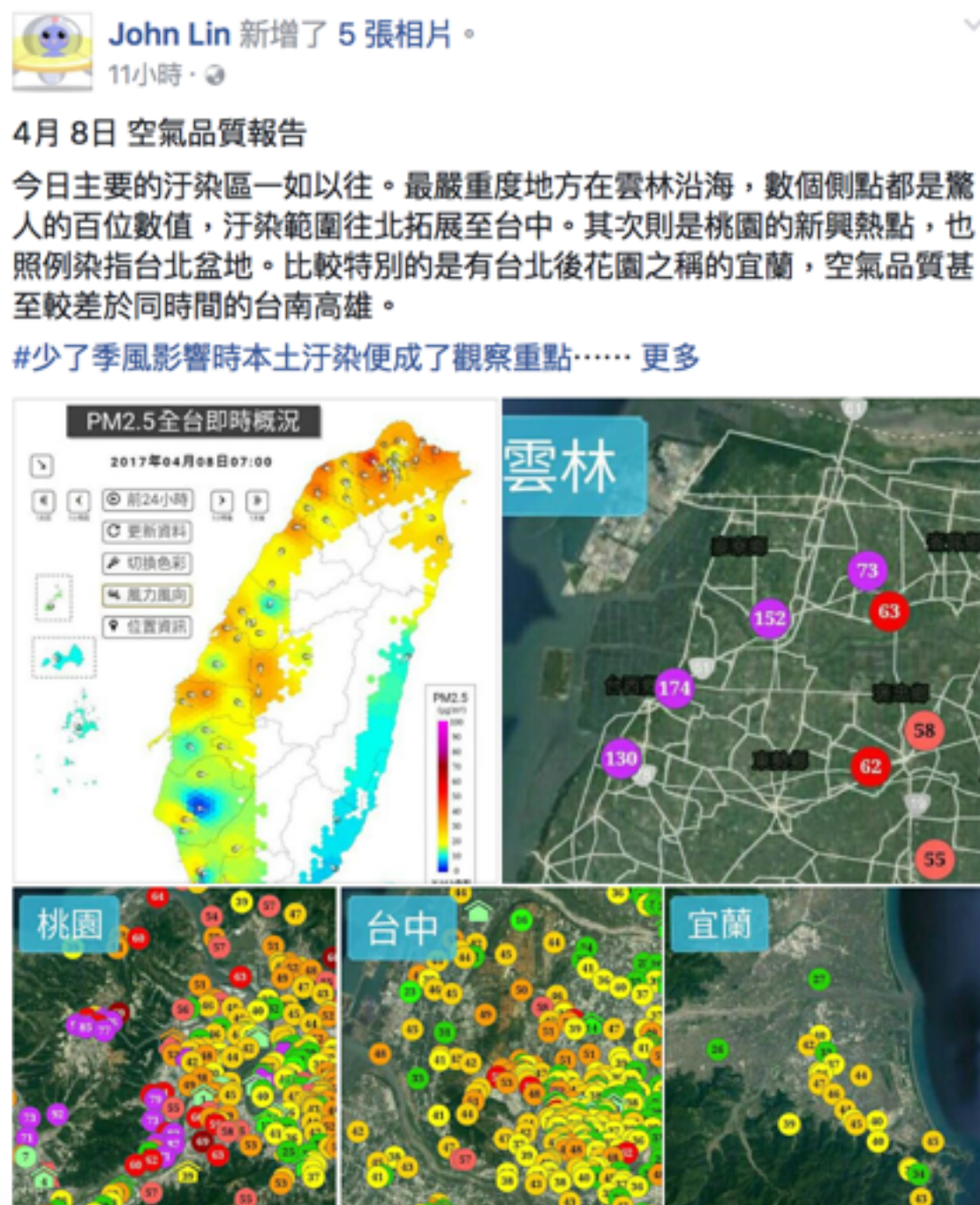
社群擴散：公民科學

Deployment

Data

Education

Community



f PM2.5 開放資料：社群協同分析平台

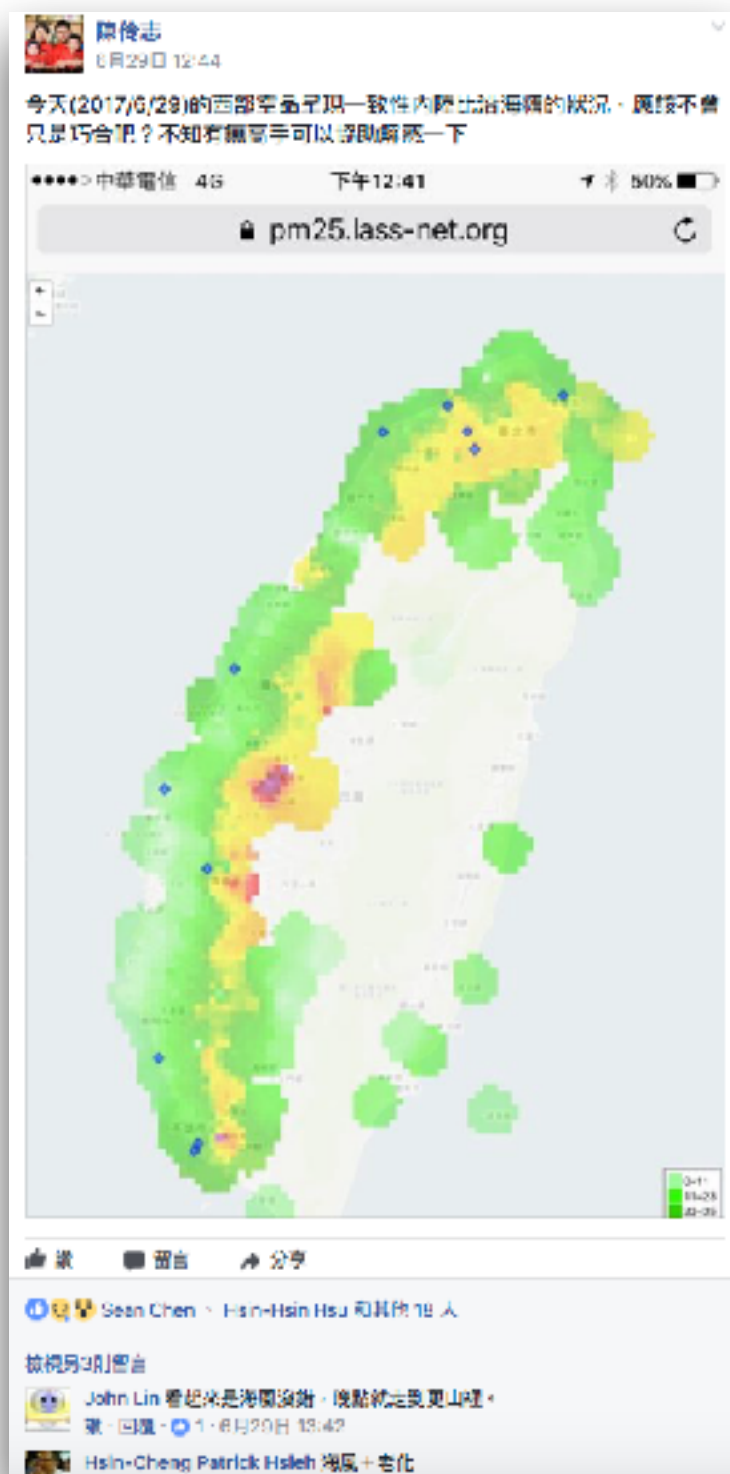
社群擴散：公民科學

Deployment

Data

Education

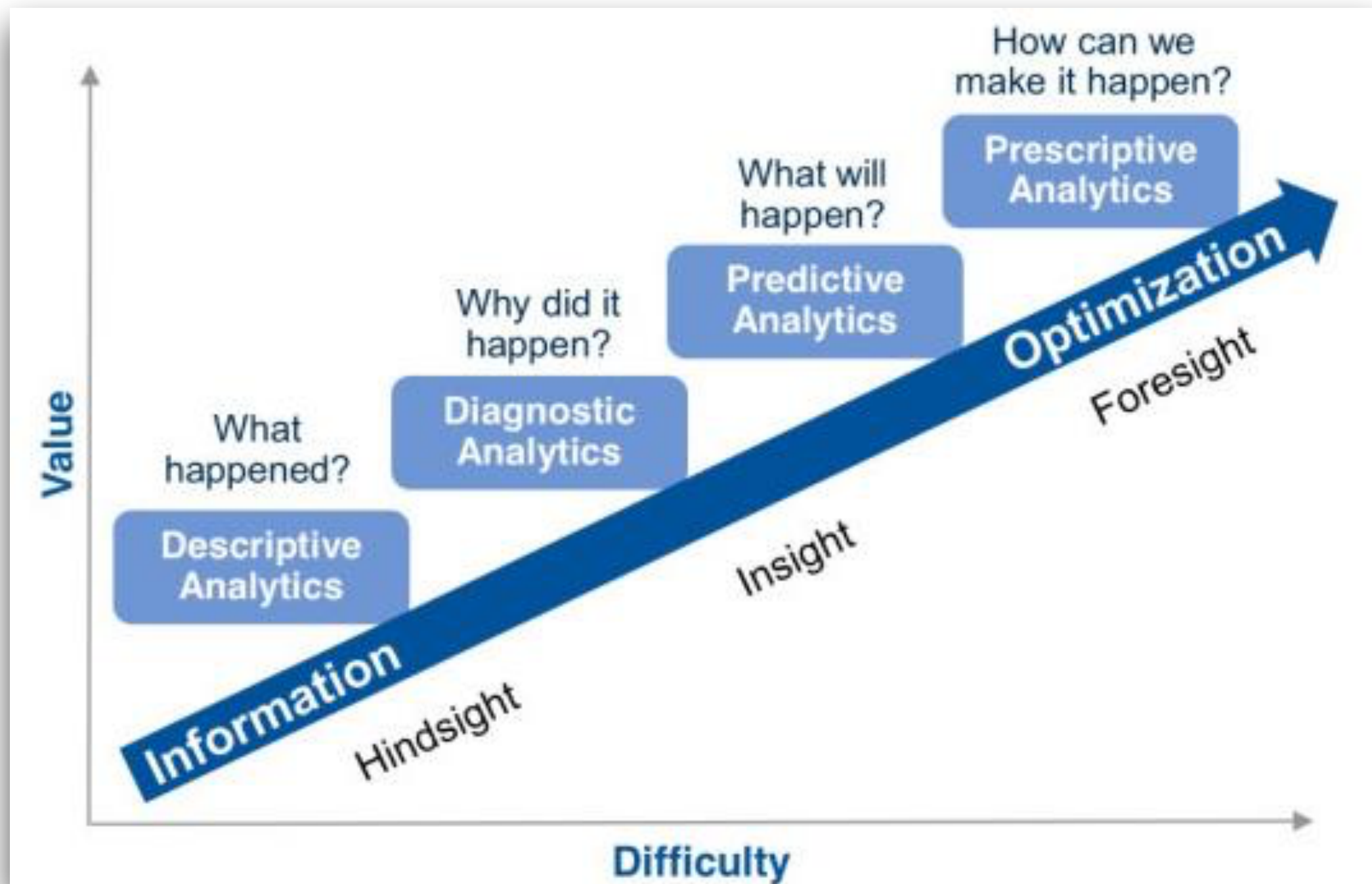
Community



從空氣盒子到智慧城市

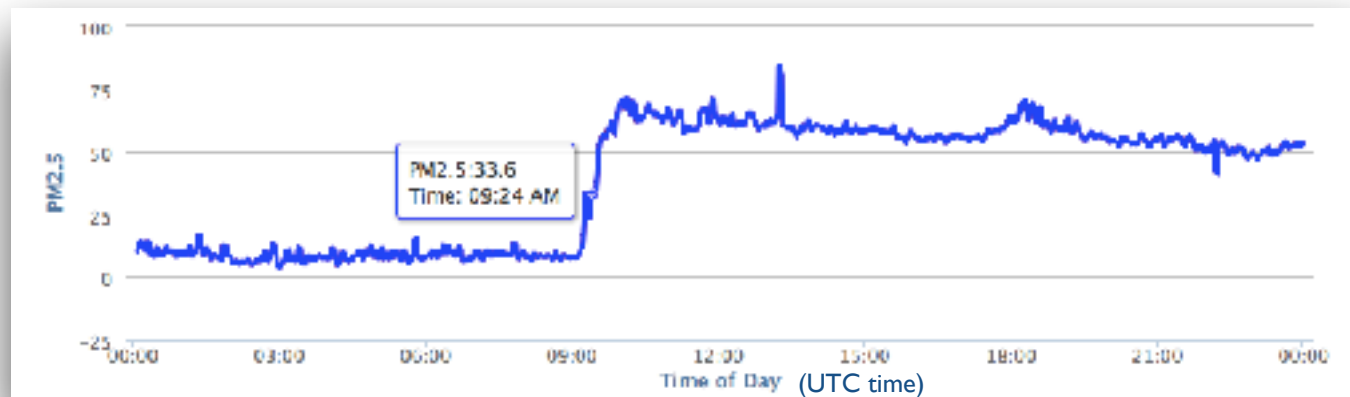
- 智慧城市不該只是
 - 從城市中收集很多資料，或者
 - 可以從手機看到很多城市的資料
- 目前空氣盒子只不過是智慧城市的基礎建設，離智慧城市的目標，還有一段路要走
- 如何做出沒有1,000個盒子所做不到的事情？
- 如何讓城市更有智慧？讓市民更開心？

回顧一下「資料分析」

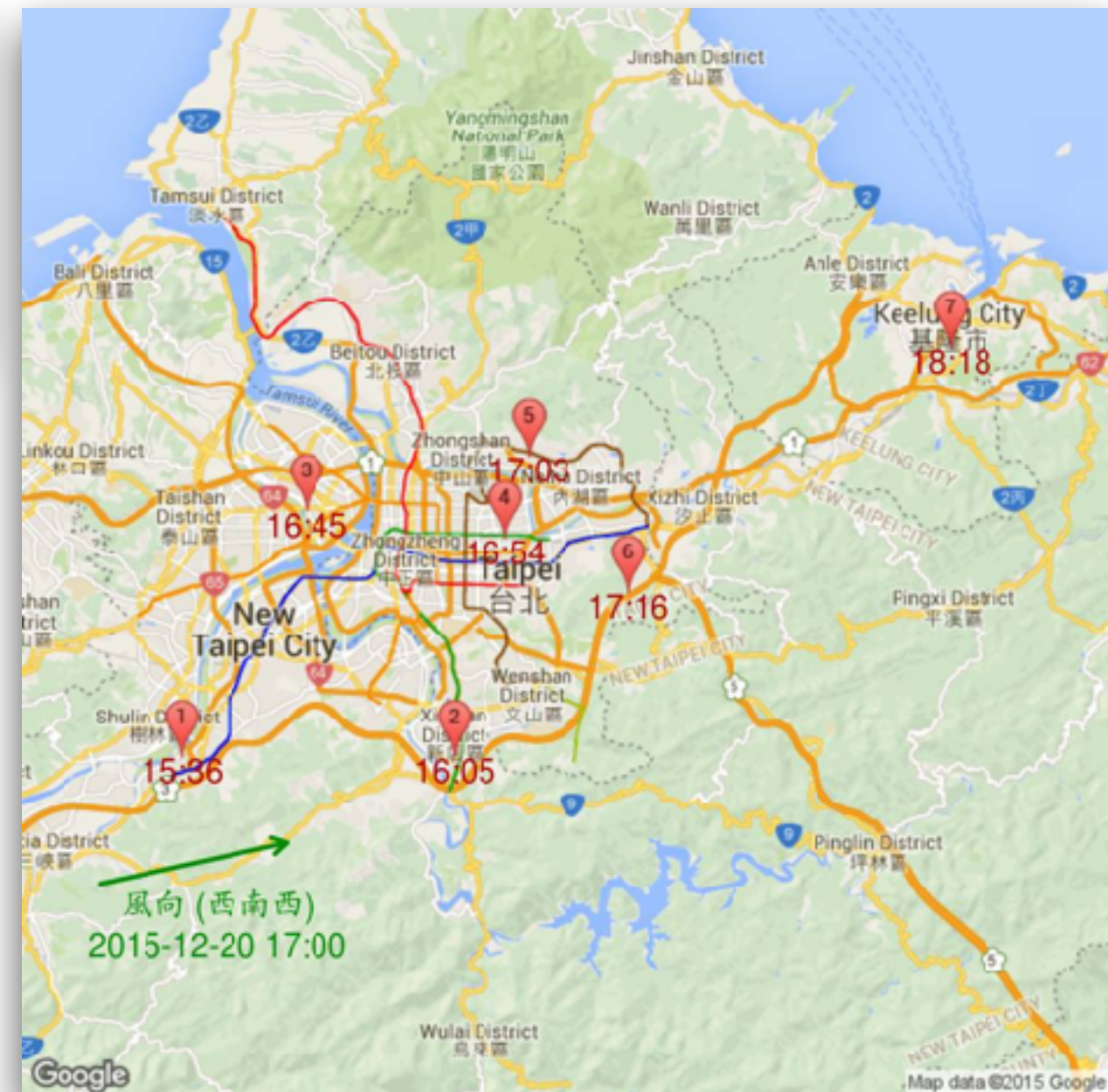
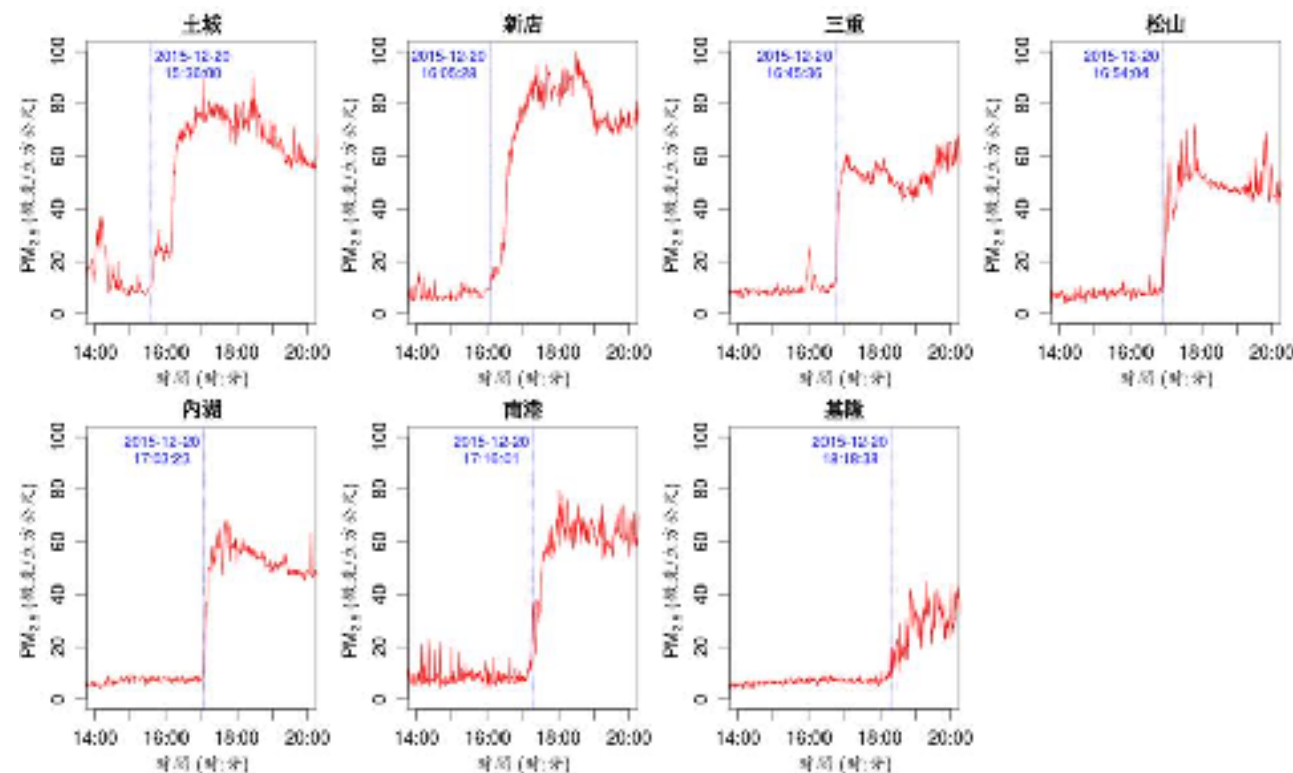


http://www.rosebt.com/uploads/8/1/8/1/8181762/6779091_orig.jpg

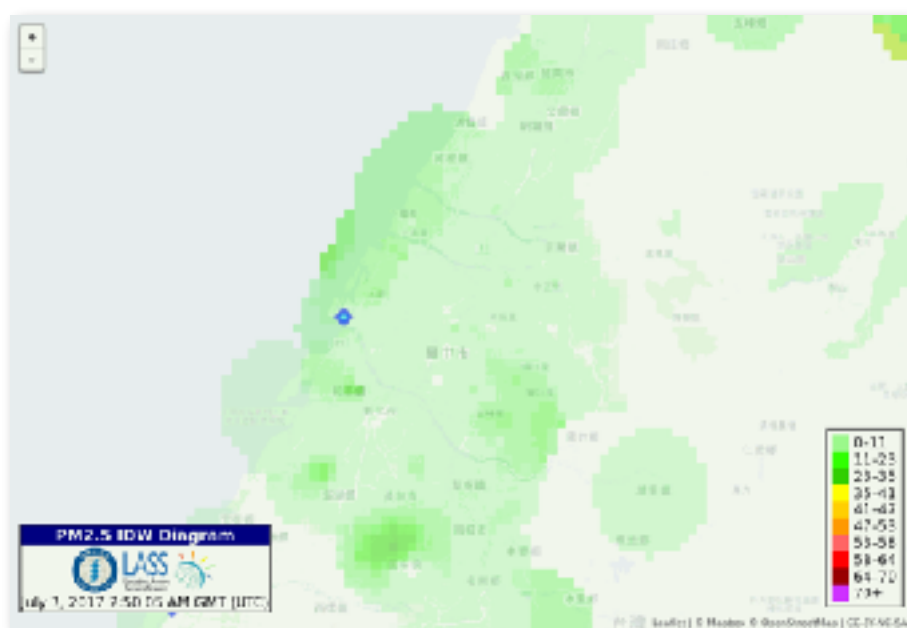
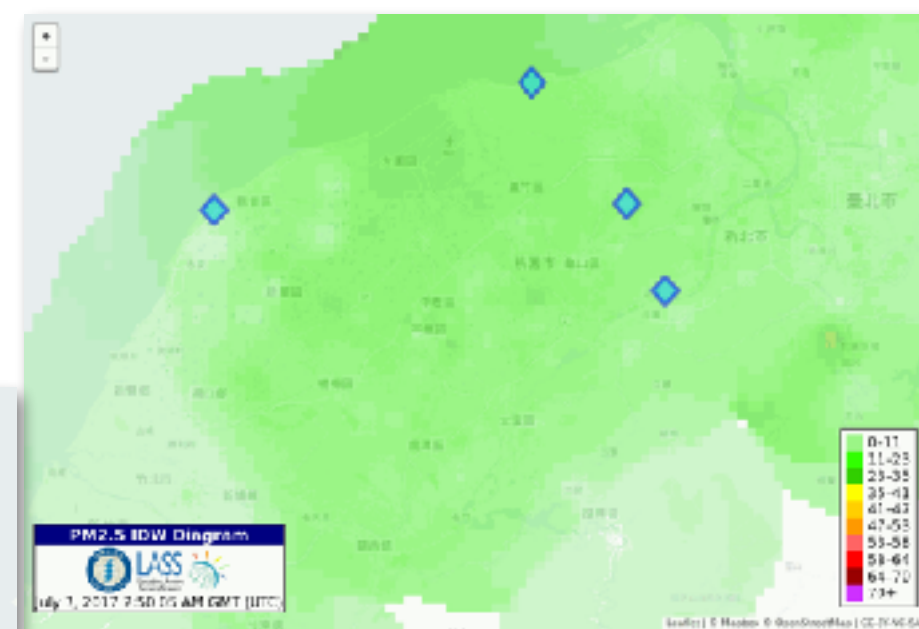
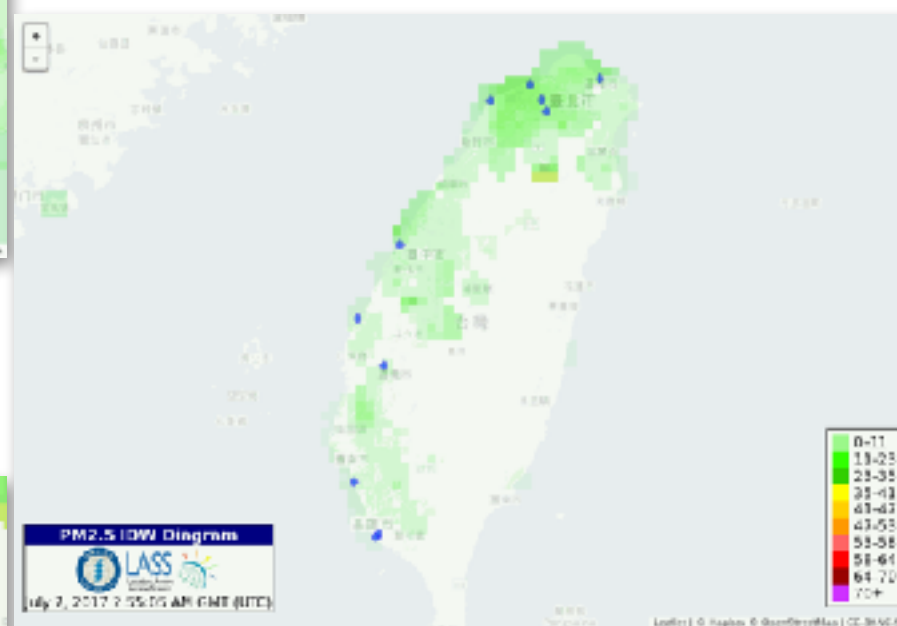
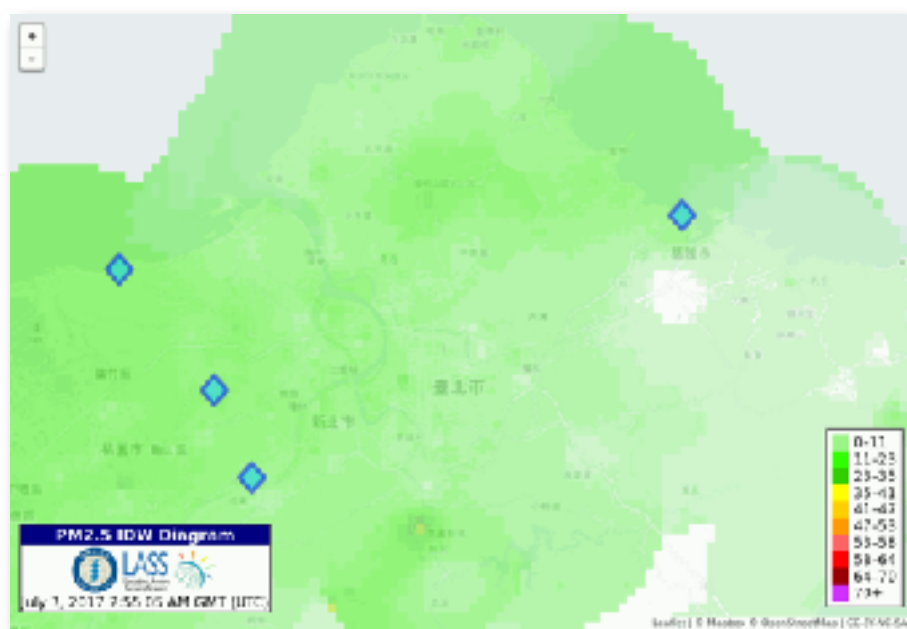
應用範例一：污染源追蹤



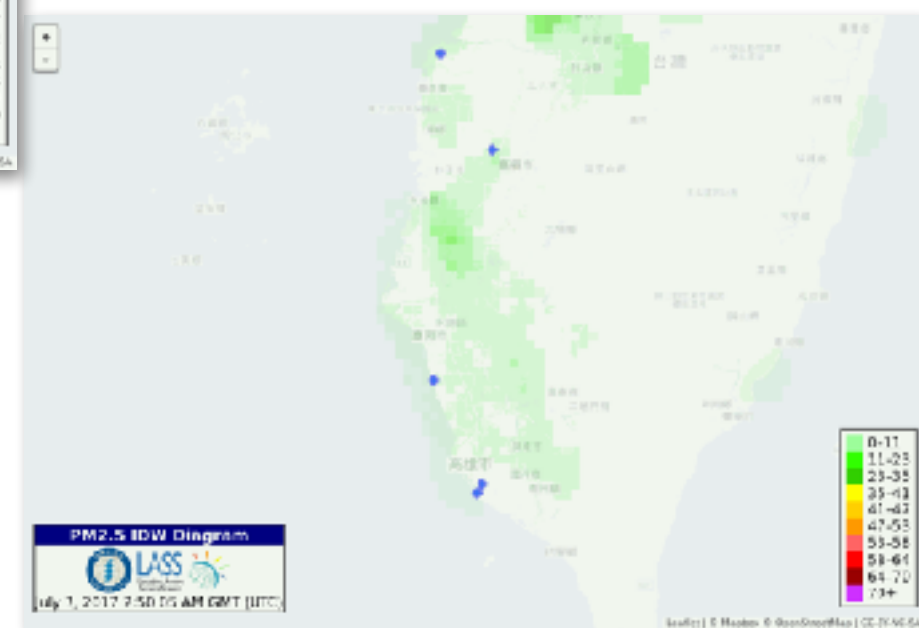
Something happened on 2015/12/20



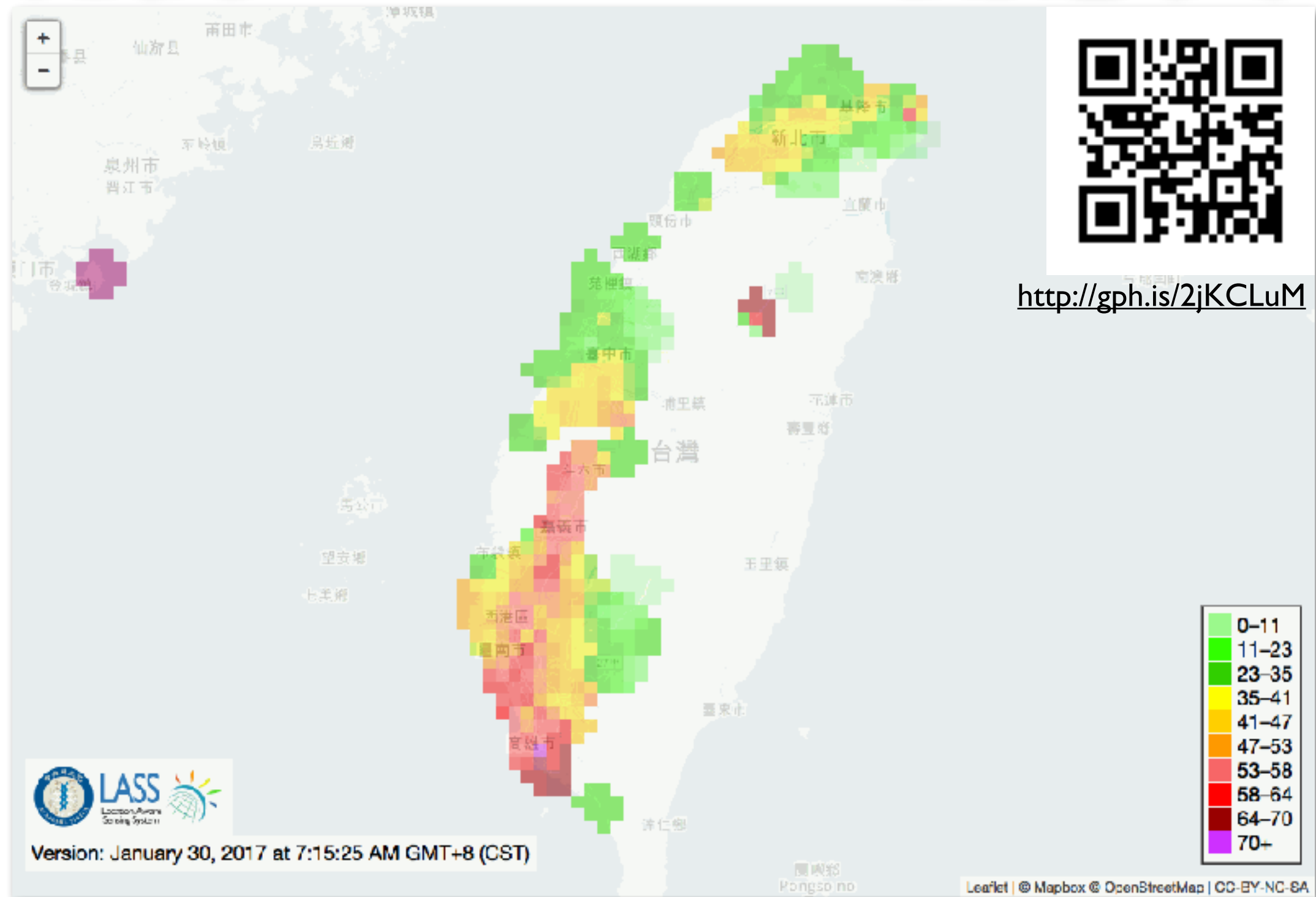
應用範例二：PM2.5 動畫



<https://pm25.lass-net.org/en/#animation>

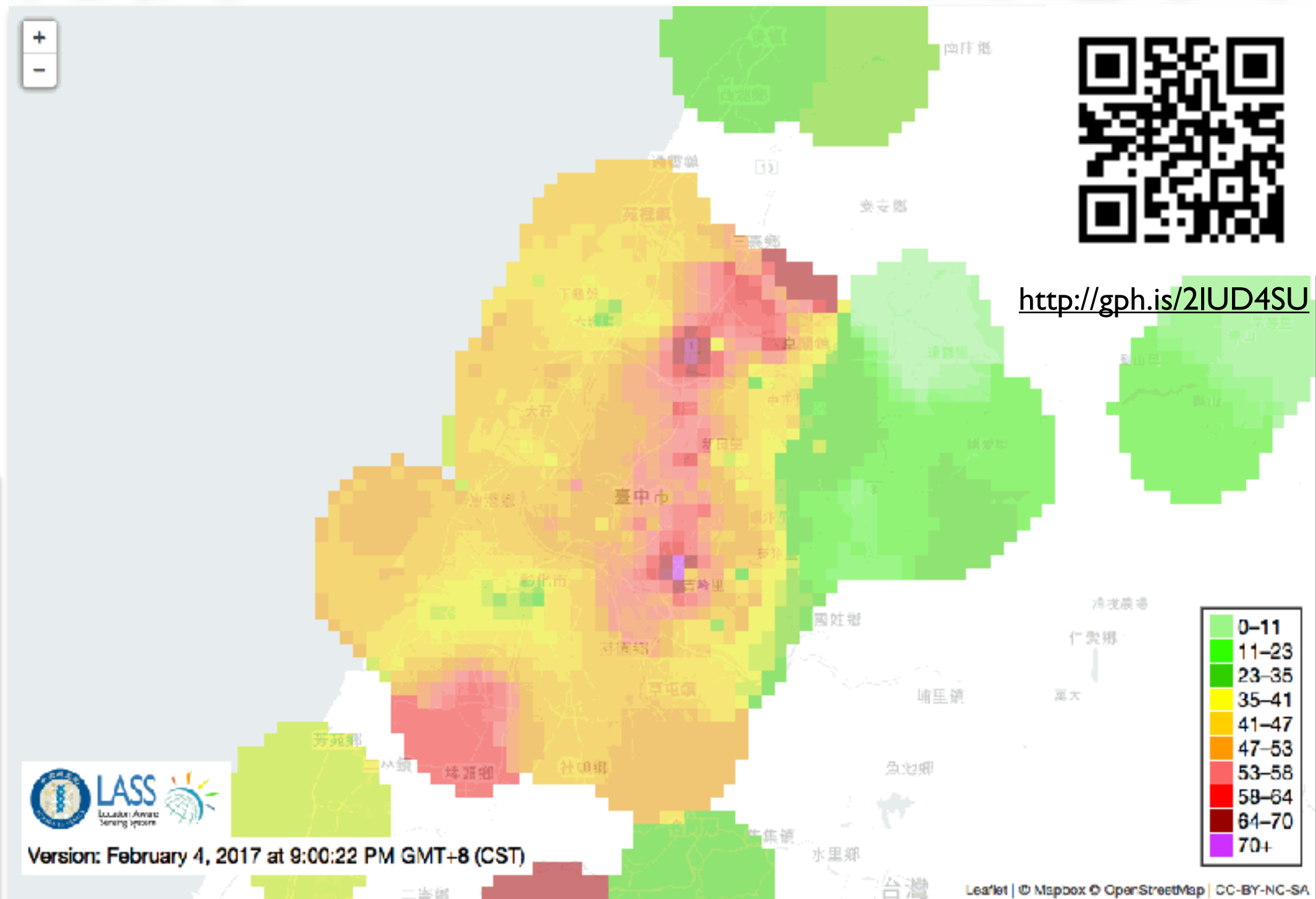


應用範例二：PM2.5動態圖



Smog from China on 2017/01/30

應用範例二：PM2.5動態圖



農曆正月初九是天公生日
所謂的天公，也就是玉皇上帝，是地位最尊貴的神明，所以天公生的拜拜，排場最特殊，也最講究。從初八的11點（子時）就可以開始拜了，因為愈早拜表示愈有誠意，而子時是一天的開始，所以大部分人都是初八的11點就拜，最晚的話，則不要超過早上七點。

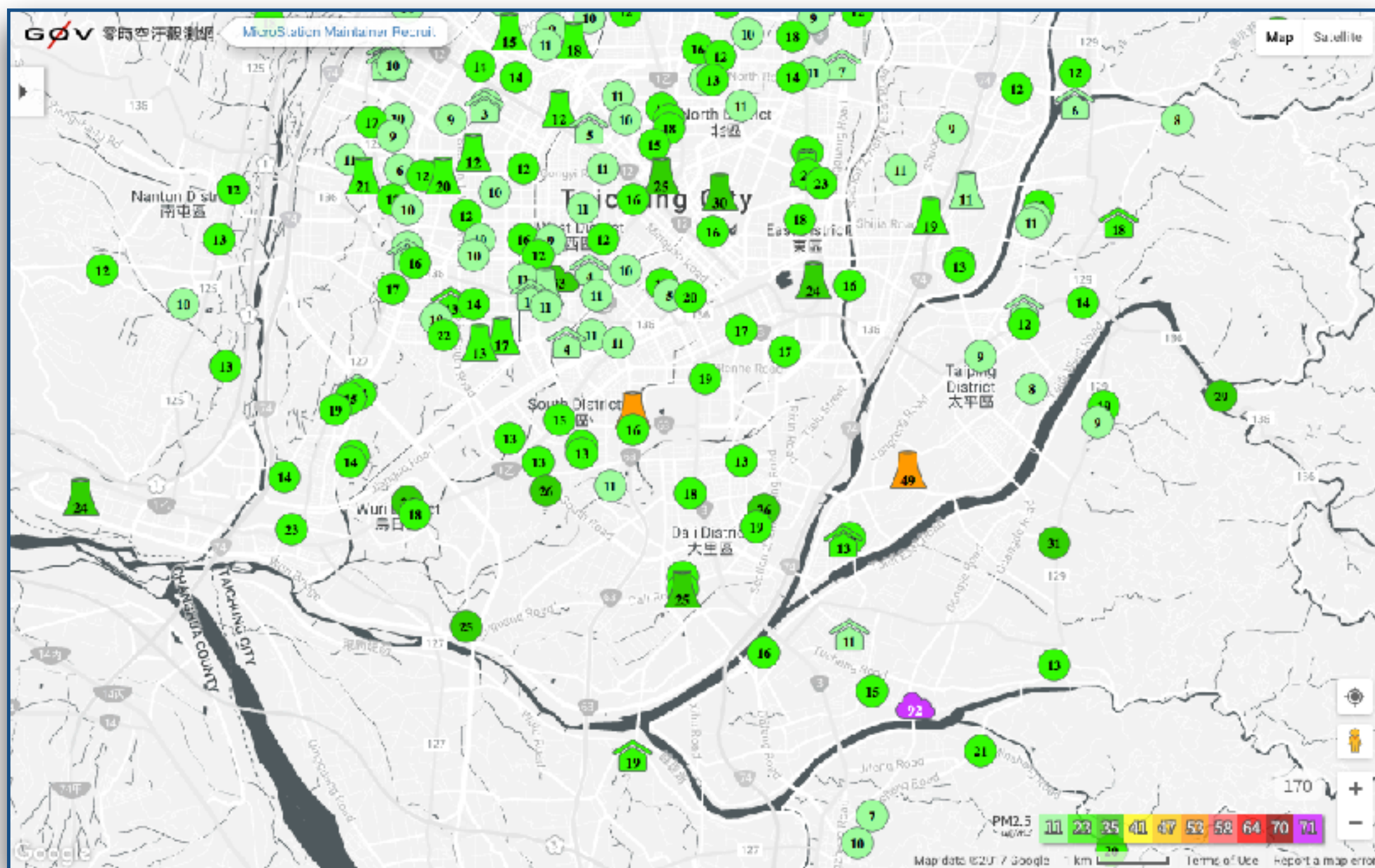
2017/02/04 21:00 - 2017/02/05 04:00 初九天公生

應用範例三：空氣盒子屬性診斷

No.	Site	Site ID	Ranking	Survey	Pollution ongoing	Site Attributes		
						No Comments	Indoor	Close to Emissions
1	taichung99	74DA3895C55A	★★★★★	not yet	none			
2				not yet				
3			★★★★★	not yet				
4			★★★★★	not yet				
5			★★★★★	not yet				
6			★★★★★	not yet				
7	taichung92	74DA3895C318	☆☆☆☆☆	not yet	none		likely (0.937)	
8	taichung91	74DA3895C38C	★★★★☆	not yet	none			
9	taichung90	74DA3895C598	★★★★★	not yet	none			
10	taichung89	74DA3895C2E4	☆☆☆☆☆	not yet	none		likely (0.829)	

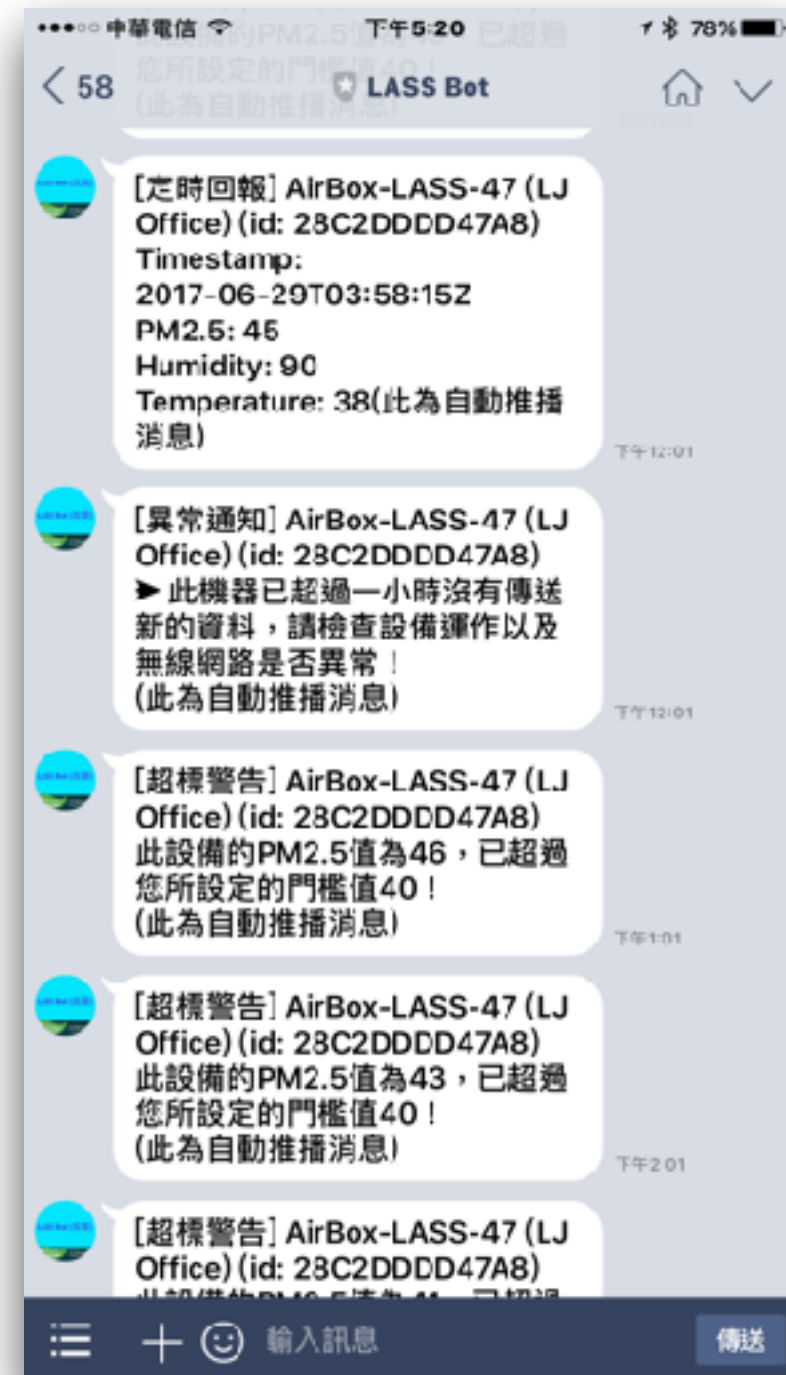
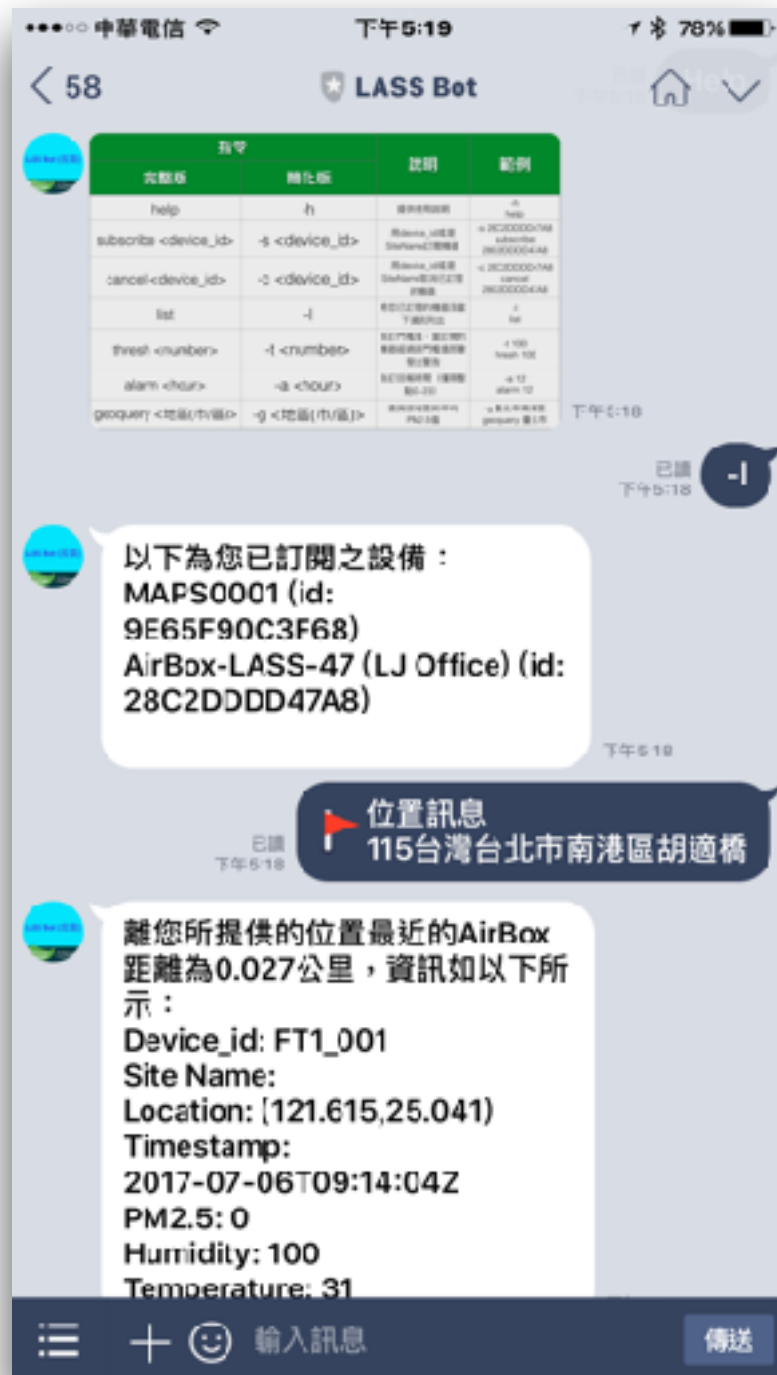


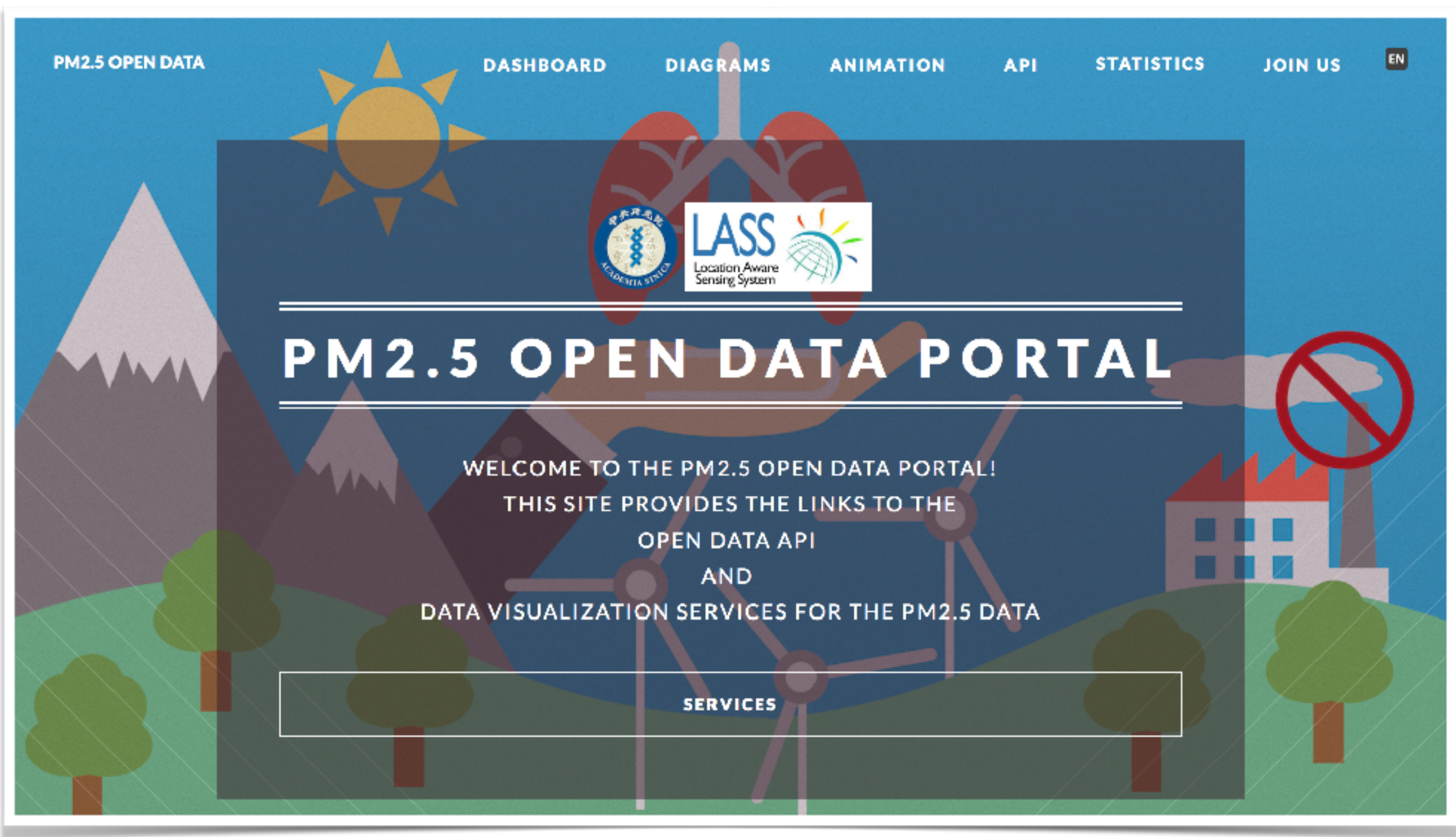
應用範例三：空氣盒子屬性診斷



<https://airmap.g0v.asper.tw>

應用範例四：個人化簡訊服務





<https://pm25.lass-net.org/>

這一切不再只是純學術研究

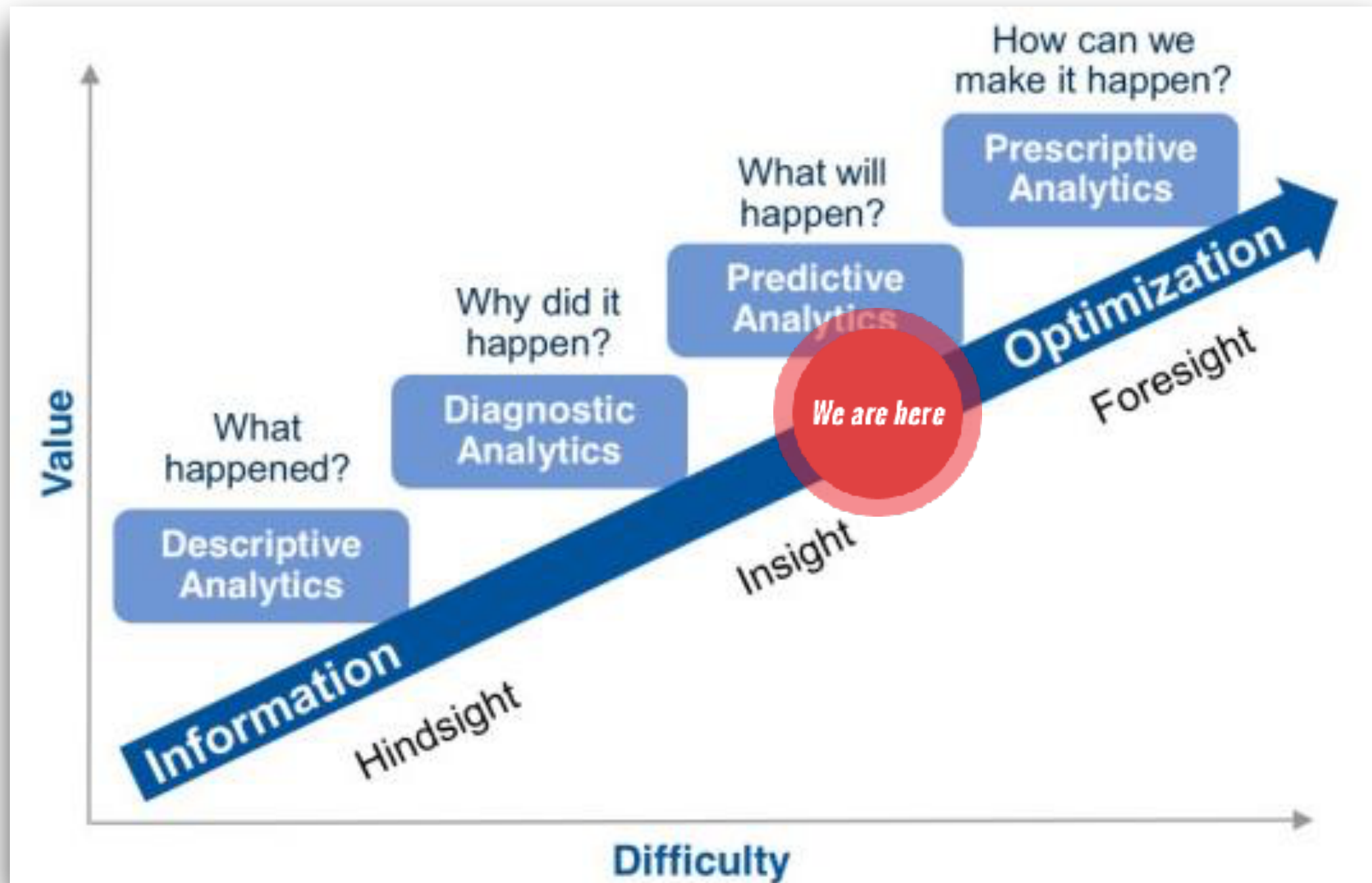
- 我們主動通知政府相關單位我們的資料分析成果
- 目前已有環保署和某些地方環保局介接我們的分析結果
- 我們期待也願意協助政府，能將數據分析結果，用於智慧稽查、智慧治理與政策擬定



也有一些非技術的議題

- 持續增進空氣盒子佈建的質和量
- 積極促進跨領域的合作解決現實問題
- 結合更多現場教師透過創客教育和環境教育，將關心空污的概念傳遞給下一代
- 以空氣盒子為範例，成為台灣以物聯網輸出國際的成功範例

再回顧一下「資料分析」



http://www.rosebt.com/uploads/8/1/8/1/8181762/6779091_orig.jpg

沒有「資料」就沒有下一步

- 排放源資料（工廠、廟宇...）
- 微氣候資料（風速、風向）
- 即時道路使用狀況資料
- 即時事件資料（火災、道路開挖、施工...）
- ...

政府的「開放資料」可以促進更多科學研究！

許多待解的議題 = 充滿無限的可能



空氣盒子是一個開放的生態系



WE NEED YOU!

Become the **first** node in your community

Promote **AirBox** in your community

Pass the **spirit** to your students

Work together on **data** analysis

Contribute your **crazy** ideas
and work together on that



結語

- 空氣盒子是一個透過公民參與建構而成的PM2.5 監測物聯網系統與開放生態系
- 空氣盒子正由“物聯網系統”走向“智慧城市”，而“大數據分析”扮演其中重要的角色
- 物聯網系統應追求“**must-have**”的價值，而非僅僅是“*nice-to-have*”的新鮮感
- 開放資料 + 公民科學 = 更多的挑戰與可能！

致謝

- **Government:** TW EPA, TPE, KH, New TPE, Tainan, Taichung, NCHC, MOST, ...
- **Academia:** AS-IIS, AS-RCEC, SUTD, ...
- **Industry:** Edimax, Realtek, ...
- **Community:** LASS, GoV, CENTRA, CECEA, PRAGMA, ...
- **Hard-working bees:** my research teams, students, interns, and many friends



中央研究院

資訊科學研究所

副研究員

陳 伶 志 博士

地址：臺北市南港區研究院路二段128號
中央研究院 資訊科學研究所
郵件：ccljj@iis.sinica.edu.tw
網址：http://www.iis.sinica.edu.tw/~ccljj/

電話：(02)2788-3799 ext. 1702
傳真：(02)2782-4814
統編：04142327



ACADEMIA SINICA

Institute of Information Science

Associate Research Fellow

Ling-Jyh Chen Ph.D.

128, Section 2, Academia Road
Institute of Information Science
Academia Sinica, Nankang
Taipei 11529, Taiwan

Tel : +886-2-27883799 ext. 1702
Fax: +886-2-27824814
E-mail: ccljj@iis.sinica.edu.tw
http://www.iis.sinica.edu.tw/~ccljj/