

We are
Engineers[®]



PM Story

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาทิตย์ ยาวุฑฒิ

ตำแหน่งประธานหลักสูตร วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และระบบควบคุมอัตโนมัติ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี



อากาศทั่วไป จะมีอนุภาคละอองลอยขนาดเล็กหลายขนาดปะปนกัน (Polydisperse Aerosol) หากมีการคัดแยกอนุภาคเหล่านี้ออกมาเป็นอนุภาคตามขนาดต่างๆ แล้ว อนุภาคในแต่ละกลุ่มที่มีขนาดเดียวกันนี้จะเรียกว่าเป็นอนุภาคเชิงเดี่ยว (Monodisperse Aerosol)

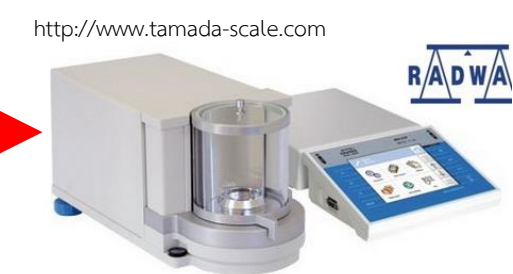
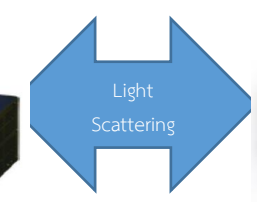
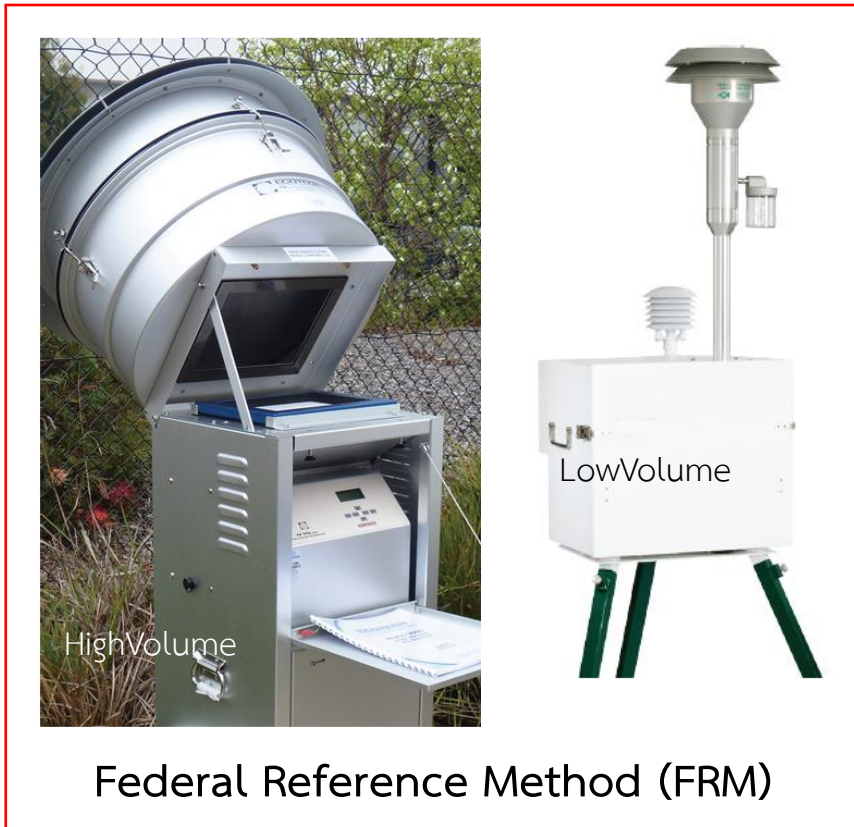
การแจกแจงขนาดของอนุภาค (Particle Size Distribution)

เชิงจำนวน (Number) หรือขนาด (Diameter)

เชิงจำนวน (Number) / พื้นที่ผิว (Surface Area) / ปริมาตร (Volume)

หน่วยการวัดฝุ่น

- ความเข้มข้นเชิงจำนวน (Particle Number Concentration)
รายงานเป็นจำนวนอนุภาค เช่น การวัดฝุ่นใน Clean Room
- ความเข้มข้นเชิงมวล (Particle Mass Concentration)
■ รายงานเป็น **มวล** ต่อ **ปริมาตรอากาศ** (SI Unit)



Federal Equivalent Method (FEM)

US EPA Field Trial Setup

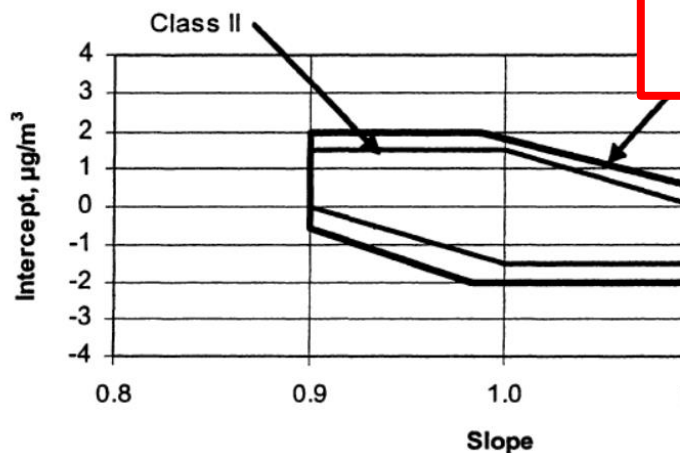
US EPA Field Trial Locations



TABLE C-4 TO SUBPART C OF PART 53—TEST SPECIFICATIONS FOR PM₁₀, PM_{2.5} AND PM_{10-2.5} CANDIDATE EQUIVALENT METHODS

Specification	PM ₁₀	PM _{2.5}			PM _{10-2.5}	
		Class I	Class II	Class III	Class II	Class III
Acceptable concentration range (R _j), µg/m ³ .	15–300	3–200 ..	3–200	3–200	3–200	3–200
Minimum number of test sites.	2	1	2	4	2	4
Minimum number of candidate method samplers or analyzers per site.	3	Pt. 53, Subpt. C, Fig. C-2				40
Number of reference method samplers per site.	3	FIGURE C-2 TO SUBPART C OF PART 53—ILLUSTRATION OF LIMITS FOR CLASS II AND CLASS III PM_{2.5} CANDIDATE				
Minimum number of acceptable sample sets per site for PM ₁₀ methods:						
R _j < 60 µg/m ³	3					
R _j > 60 µg/m ³	3					
Total	10					
Minimum number of acceptable sample sets per site for PM _{2.5} and PM _{10-2.5} candidate equivalent methods:						
R _j < 30 µg/m ³ for 24-hr or R _j < 20 µg/m ³ for 48-hr samples.	3					
R _j > 30 µg/m ³ for 24-hr or R _j > 20 µg/m ³ for 48-hr samples.	3					
Each season	10					

Acceptance Limits for Slope and Intercept for Class II and Class III PM_{2.5} Methods



List of Designated Reference and Equivalent Methods, June 15, 2021



UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY
CENTER FOR ENVIRONMENTAL MEASUREMENTS & MODELING
 AIR METHODS & CHARACTERIZATION DIVISION (MD-D205-03)
 Research Triangle Park, NC 27711

Office of
Research and Development

LIST OF DESIGNATED REFERENCE AND EQUIVALENT METHODS

Issue Date: June 15, 2021
www.epa.gov/ttn/amtic/criteria.html

Teledyne Advanced Pollution Instrumentation Model T640 PM mass monitor with 640X option
Automatic Equivalent Method: EQPM-0516-239

“Teledyne Advanced Pollution Instrumentation Model T640 PM mass monitor with 640X option,” continuous ambient particulate monitor operated at a volumetric flow rate of 16.67 Lpm, equipped with the louvered PM₁₀ inlet specified in 40 CFR 50 Appendix L, Figs. L-2 thru L-19, TAPI aerosol sample conditioner (P/N: 081040000), configured for operation with firmware version 1.0.2.126 or later, in accordance with the Teledyne Model T640 Operations Manual. This designation applies to PM₁₀ measurements only.

Federal Register: Vol. 81, page 45285, 07/13/2016
Latest modification: 3/2020

หน่วยงานในประเทศไทยที่เกี่ยวข้องกับสารมลพิษในอากาศ

- พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ
 - คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ
 - คณะกรรมการควบคุมมลพิษ
- กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม
- กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
 - กรมควบคุมมลพิษ
- กระทรวงอุตสาหกรรม
 - กรมโรงงานอุตสาหกรรม

T640
Teledyne-API



TEOM



Beta Attenuation
Beta Ray



Federal Equivalent Method (FEM)

หน้า ๖๑
เล่ม ๑๒๗ ตอนพิเศษ ๓๗ ง ราชกิจจานุเบกษา ๒๔ มีนาคม ๒๕๕๓

ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ

ฉบับที่ ๓๖ (พ.ศ. ๒๕๕๓)

เรื่อง กำหนดมาตรฐานฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน ๒.๕ ไมครอน ในบรรยากาศโดยทั่วไป

หน้า ๓๗
เล่ม ๑๓๖ ตอนพิเศษ ๒๕๙ ง ราชกิจจานุเบกษา ๑๘ ตุลาคม ๒๕๖๒

ประกาศกรมควบคุมมลพิษ

เรื่อง เครื่องวัดและวิธีตรวจวัดค่าเฉลี่ยของก๊าซหรือฝุ่นละอองในบรรยากาศโดยทั่วไป ระบบอื่นหรือวิธีอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ

ข้อ ๓ วิธีตรวจวัดค่าเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน ๑๐ ไมครอน และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน ๒.๕ ไมครอน ดังนี้

(๑) วิธีเบต้า เรดิเอชัน แอทเทนนูเอชัน (Beta Radiation Attenuation หรือ Beta Ray Attenuation)

(๒) วิธีเทปเปอร์ อิลิเมนต์ ออสซิลเลติง ไมโครบาลานซ์ (Tapered Element Oscillating Microbalance; TEOM)

(๓) วิธีการกระเจิงของแสง (Light Scattering)

(๔) วิธีเก็บตัวอย่างด้วยเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศแบบไดโคโตมัส (Dichotomous Air Sampler)

ทั้งนี้ วิธีการตรวจวัดและวิธีเก็บตัวอย่างตามวรรค ๑ ต้องเป็นไปตาม Federal Equivalent Method (FEM) ที่องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (United States Environmental Protection Agency; US EPA) กำหนดด้วย

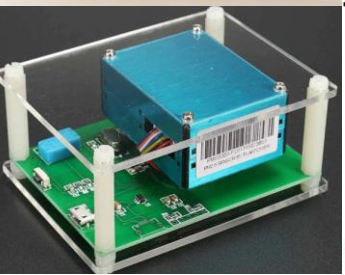
PM 2.5 PM 1.0 PM 10 Temp Humidity AQI Particle Matter



SW-825



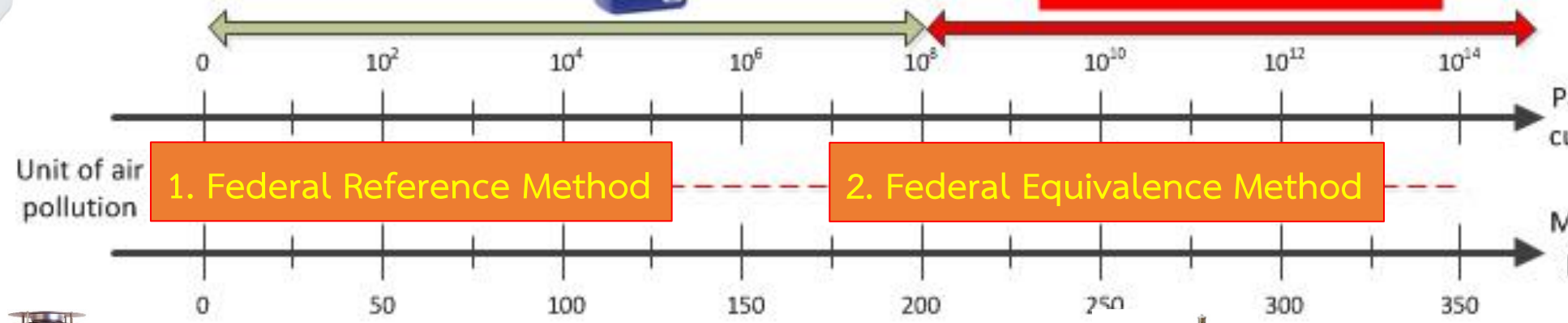
PM2.5



Particle counter for clean room



Air pollution





โครงการ "การติดตามตรวจสอบคุณภาพอากาศและสถานการณ์หมอกควันในภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยเพื่อการประเมินผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม"

วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อติดตามตรวจสอบฝุ่นขนาดเล็กในอากาศ ได้แก่ PM2.5 ฝุ่นละอองระดับ submicron ทัศนียภาพของฝุ่น ทางดัดประกอบทางเคมีที่สำคัญ หาตัวบ่งชี้แหล่งกำเนิด และประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ

เพื่อพัฒนาระบบการติดตามตรวจสอบปริมาณฝุ่น PM2.5 และ PM10 ร่วมกับหน่วยงานท้องถิ่น เพื่อเฝ้าระวังเรื่องมลพิษทางอากาศในพื้นที่

เพื่อหาสัดส่วนของการเผาในที่โล่งระหว่างพื้นที่ศึกษาและนอก



ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ

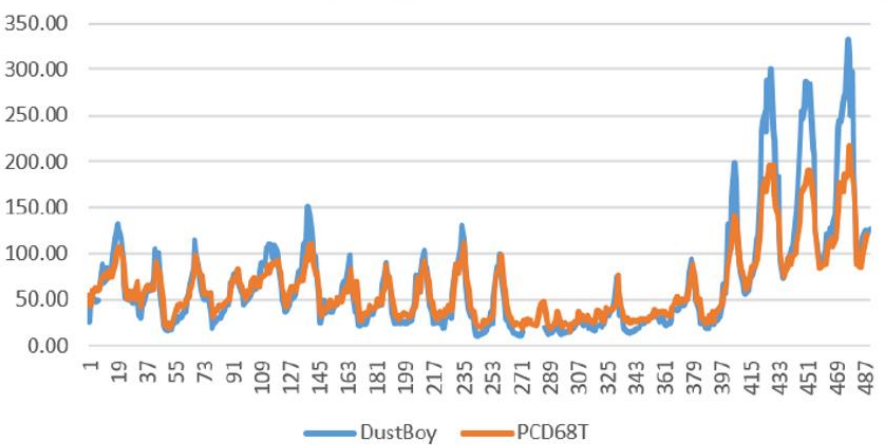
การสร้างมาตรฐานเครื่องวัดฝุ่นละอองลอย
ขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM2.5) แบบ Low Cost Sensor จากงานวิจัย



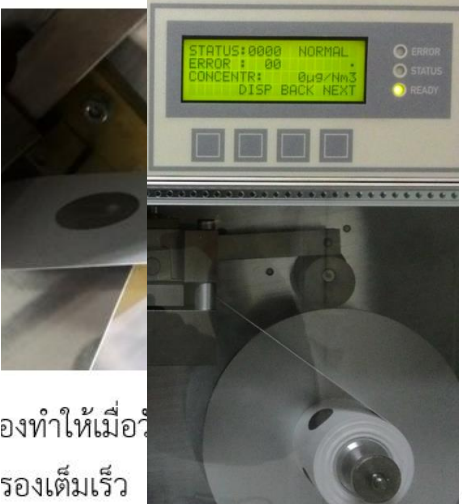
รูปที่ 14 การติดตั้งเซ็นเซอร์ AirEnvi และ สถานี PCD68T ศูนย์อุตุวิทยามหาวิทยาลัย จ.ลำพูน



รูปที่ 14 การติดตั้งเซ็นเซอร์ AirEnvi และ สถานี PCD68T



รูปที่ 15 การเปรียบเทียบค่าฝุ่นรายวันระหว่าง AirEnvi และ เครื่อง BetaRay วันที่ 22 ก.พ. - 14 มี.ค. 62



รูปที่ 16 การเปรียบเทียบค่าฝุ่นรายวันระหว่าง AirEnvi และ เครื่อง BetaRay วันที่ 22 ก.พ. - 14 มี.ค. 62



รูปที่ 17 แอปพลิเคชัน แสดงค่าฝุ่น PM2.5 ที่ค่า -1 มคก ต่อ ลบ



Low Cost Sensor

- DustBoy
- AirEnvi

PM2.5 24-Hr AVG
Comparison with

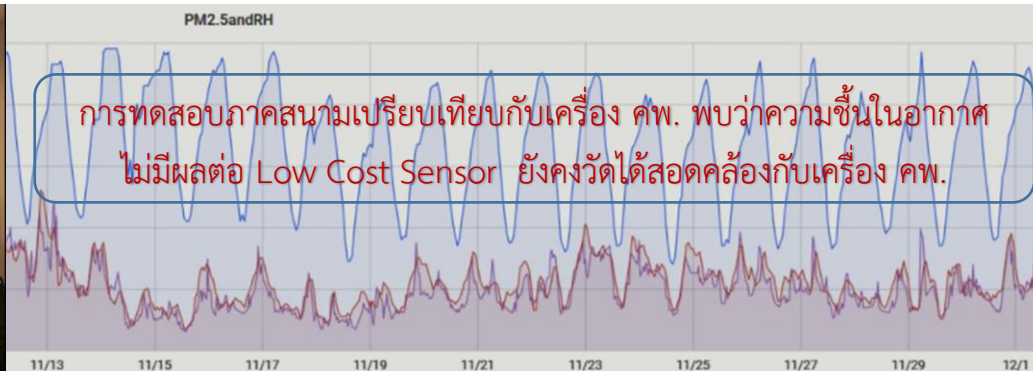
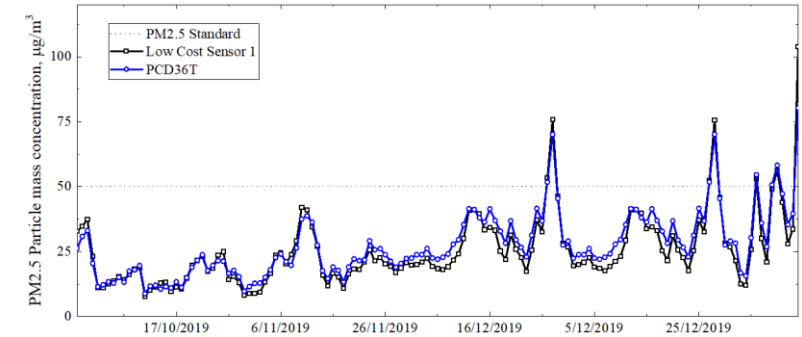
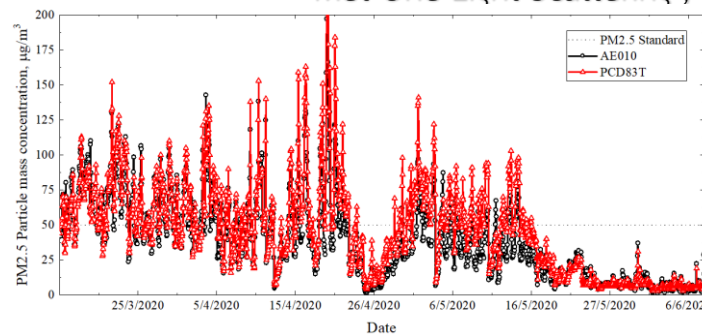
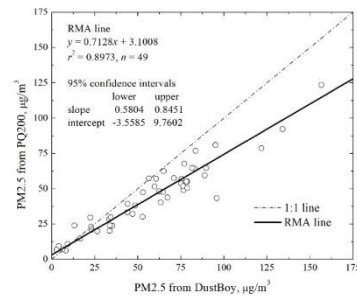
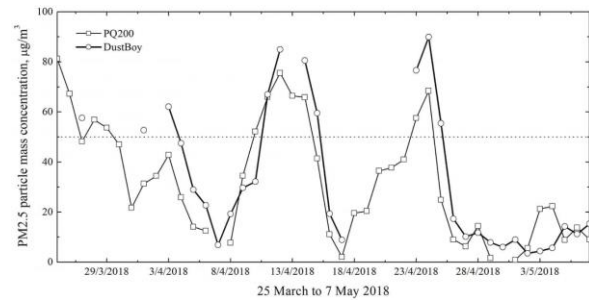
Federal Reference Method (FRM)

- PQ200 ; $R^2 > 0.8$ (Nan and Chiangmai)

Federal Equivalent Method (FEM)

- BetaRay
 - PCD35T Chiangmai ; $R^2 > 0.92$
 - PCD36T Chiangmai ; $R^2 > 0.93$
 - PCD68T Lamphun ; $R^2 > 0.94$
 - PCD54T Bangkok ; $R^2 > 0.85$
- TeleDyne T640
 - PCD83T Ubon Ratchathani ; $R^2 > 0.88$

Met One Light Scattering ; $R^2 > 0.9$

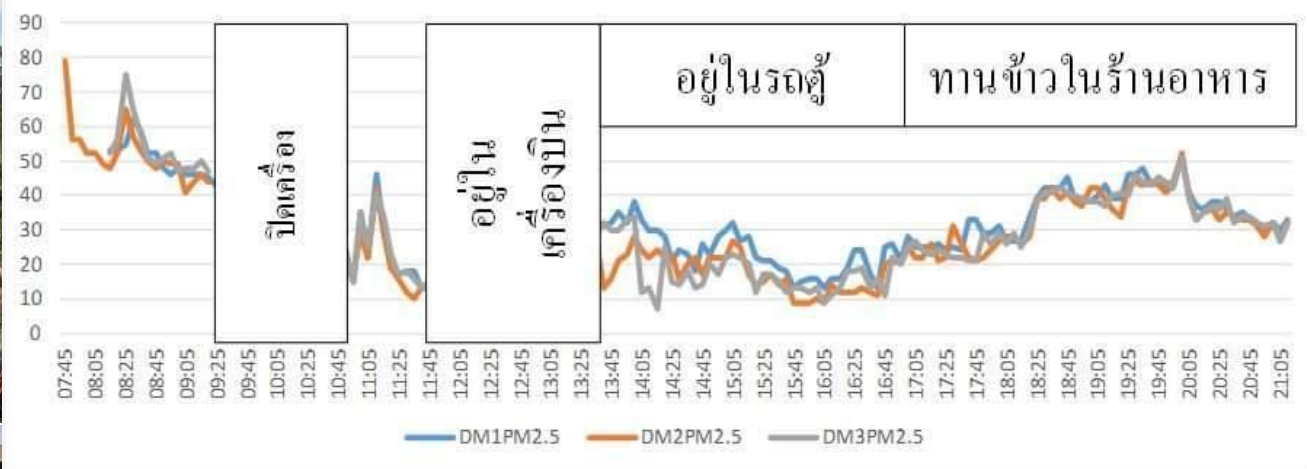


Comparison with T640 (15 March to 14 July 2020)

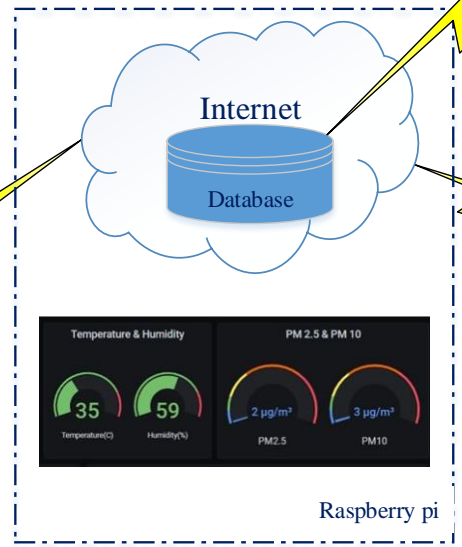
	% of Relative Humidity (AE010 vs PCD83T)						After Cal, with Polynomial Order3	
	0 - 50	50.1 - 60	60.1 - 70	70.1 - 80	80.1 - 90	> 90.1	0 - 100	0 - 100
R^2 (RMA)	0.8674	0.9357	0.9219	0.9247	0.9251	0.9345	0.9212	0.9308
Slope	1.1066	1.2090	1.1540	1.1734	1.0850	0.8539	1.1832	1.0773
• Upper 95%	1.1410	1.2359	1.1798	1.2029	1.1153	0.8868	1.1958	1.0881
• Lower 95%	1.0723	1.1821	1.1283	1.1439	1.0548	0.8210	1.1706	1.0666
Intercept	6.6252	0.4896	0.2665	-1.7101	-1.8717	0.3988	-0.3488	-2.1712
• Upper 95%	8.0710	1.8030	1.5252	-0.5777	-1.1172	1.0829	0.1665	-1.6716
• Lower 95%	5.1794	-0.8238	-0.9923	-2.8425	-2.6263	-0.2852	-0.8641	-2.6707
Data (N)	533	504	556	462	375	174	2604	2604



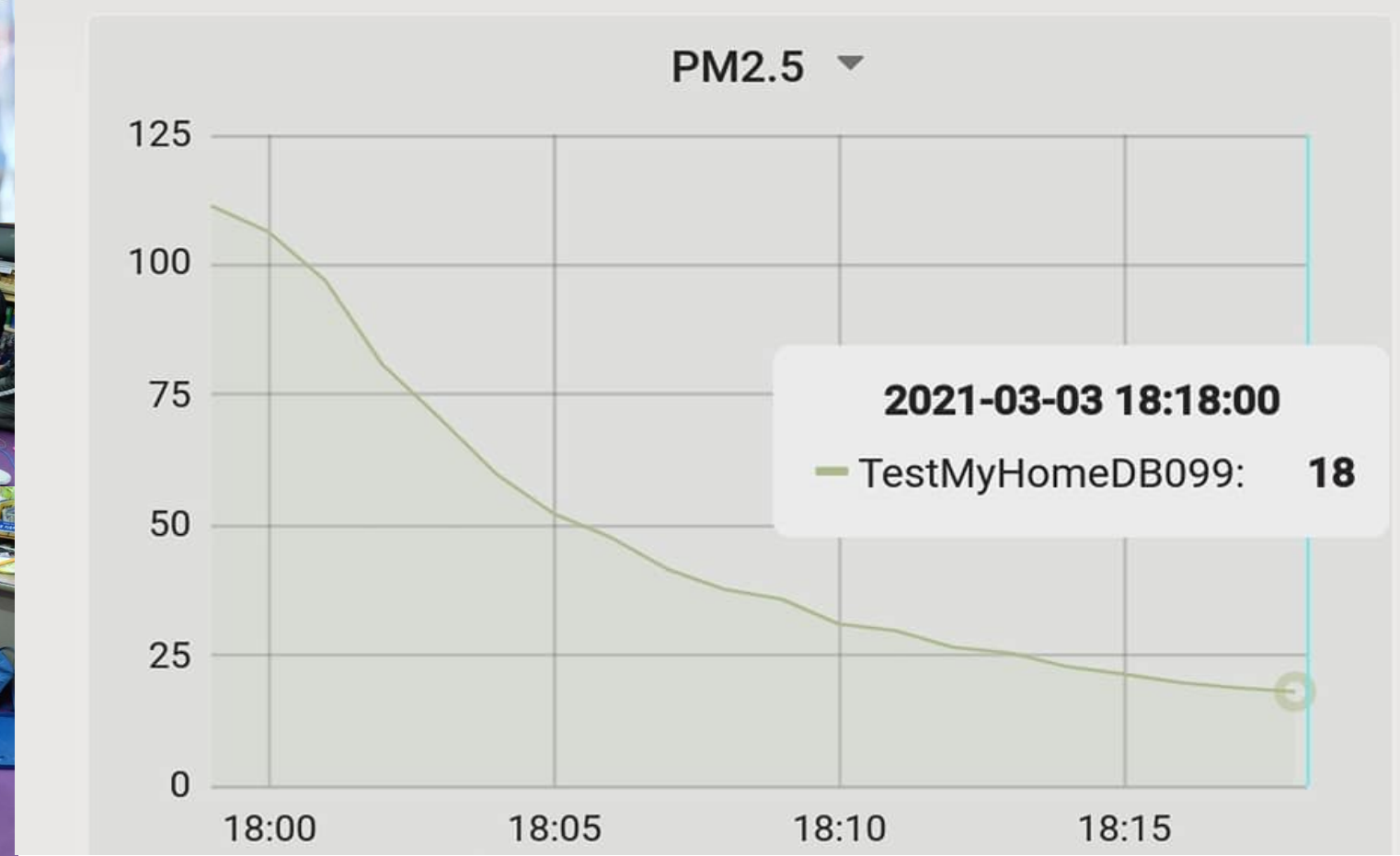
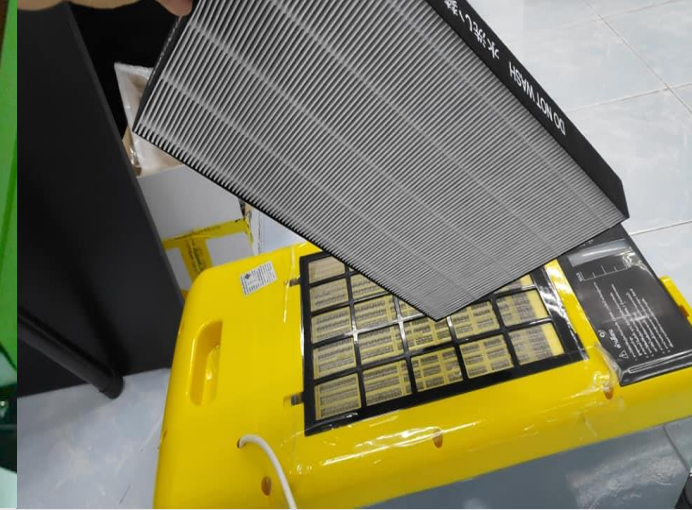
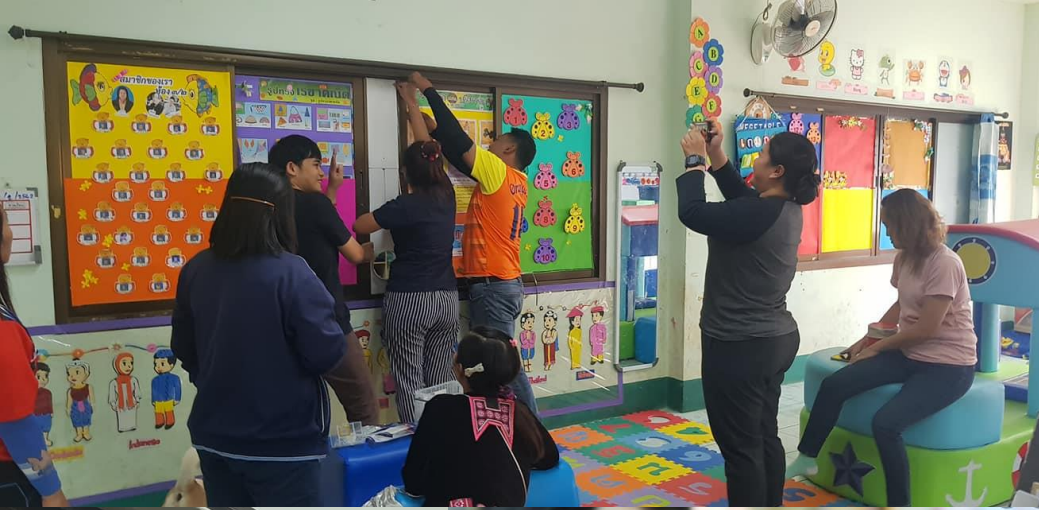
PM2.5 from DustMobile



- Sensor
- PM2.5 and PM10
 - Wind Speed and Direction
 - Air Humidity and Temperature
 - Rain



- Sensor
- PM2.5 and PM10
 - Air Humidity and Temperature
 - GPS Tracking



We are
Engineers®



Thank You

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาทิตย์ ยาวุฑฒิ

ตำแหน่งประธานหลักสูตร วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และระบบควบคุมอัตโนมัติ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

