ชื่อโครงการภาษาไทย : โครงการการพัฒนาเซ็นเซอร์วัดอนุภาคฝุ่น PM0.1 ในอากาศแบบเรียลไทม์และการประยุกต์ใช้ในเครือข่ายนานาชาติและบริหารความเสี่ยงต่อสุขภาพในเมืองอัจฉริยะ
ชื่อโครงการภาษาอังกฤษ : PM0.1 Real-time Sensor Development for Atmospheric Monitoring and Applications to an International Network and Health Risk Management in a Smart City
หัวหน้าโครงการ : ศ.ดร.พีระพงศ์ ทีฆสกุล
สังกัด : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
Email : perapong.t@psu.ac.th
ทีมวิจัยและสังกัด : รศ. ดร.ระชา เดชชาญชัยวงศ์ / มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
รศ. ดร.ฐิติวร ชูสง / มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ดร.นพ.ธรรมสินธ์ อิงวิยะ / มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ดร.ธนาธิป ลิ่มนา / มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ดร.คทา จารุวงศ์รังสี / ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
Prof. Dr. Mitsuhiko Hata / Kanazawa University
Prof. Dr. Masami Furuuchi / Kanazawa University
Assoc. Prof. Dr. Akira Toriba / Kanazawa University
Assist. Prof. Dr. Makoto Fujiu / Kanazawa University
Mr. Fumikazu Ikemor / Nagoya City Institute for Environmental Sciences
Mr. Masashi Wada / Osaka Research Institute of Environment
Prof.Dr. Masao Nasu / Osaka Ohtani University

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้ได้พัฒนาเทคโนโลยีการตรวจวัดฝุ่นละอองขนาด PM0.1 แบบเรียลไทม์โดยใช้ personal nanoparticle sampler (PNS) ในการแยกอนุภาค PM0.1และศึกษาการใช้เทคโนโลยี Quartz Crystal Microbalance (QCM), Electrostatic Current (EC) และ Optical Particle Counter (OPC) มาประกอบเพื่อให้สามารถอ่านค่าความเข้มข้น PM0.1 ในอากาศได้แบบเรียลไทม์โดยการพัฒนาเครื่องตรวจวัดอนุภาคฝุ่น PM0.1 เป็นกิจกรรมที่เกิดขึ้นในปีที่ 1-2 ที่ผ่านมา สำหรับในปีที่ 3 ทีมวิจัยได้คัดเลือกเทคโนโลยี EC เป็นต้นแบบในการขยายผลเครื่องตรวจวัดฝุ่นละออง PM0.1 เนื่องจากมีความเป็นไปได้มากที่สุด ส่วน OPC ดำเนินการโดย Kanazawa University พบว่ามีข้อจำกัดเชิงเทคนิค สามารถอ่านค่าได้ถึง PM0.2 เท่านั้น ในการใช้ KEC ขยายผลเครื่องตรวจวัดฝุ่นละออง PM0.1 ผลการปรับเทียบสัญญาณของ electrometer ในการอ่านค่าน้ำหนักฝุ่นเป็นสัญญาณไฟฟ้า หน่วย mV พบว่ามีค่าสัญญาณ mV/cm3 ในช่วง 0.12 – 189.4 mV/cm3 สอดคล้องกับความเข้มข้นเชิงจำนวนในหน่วย particles/cm3 ในช่วง 0 – 11,000 particles/cm3 และสัดสMวนระหว่าง particles/cm3 ต่อ mV/cm3 เฉลี่ยเท่ากับ 58.42 ซึ่งหมายความว่า 1 mV/cm3 มีค่าเท่ากับ 58.42 particles/cm3 จากนั้นได้ดำเนินการปรับเทียบสัญญาณแรงดันไฟฟ้าของเครื่องตรวจวัดอนุภาคฝุ่น PM0.1 ให้เป็นความเข้มข้นเชิงมวลโดยเทียบกับเครื่อง TEOM ที่ได้รับรองมาตรฐานจาก US-EPA และปรับเทียบกับความเข้มข้นเชิงมวลของฝุ่นราย 24 ชั่วโมง กับ Nanosampler เพื่อให้ได้สมการสำหรับการปรับเทียบค่าสัญญาณแรงดันไฟฟ้าของเครื่อง Nano-EC เป็นความเข้มข้นเชิงมวลของฝุ่น PM0.1 ที่แท้จริง

ข้อมูลจากเครื่อง Nano-EC-PSU#01 และ Nano-EC-PSU#02 ถูกส่งเข้าสู่ระบบแพลตฟอร์มออนไลน์บนเว็บไซต์ https://airthai.in.th/th/projects/6448003c8bfbef4f1f741f01 เพื่อแสดงผลความเข้มข้น PM0.1 บนแผนที่ และความเข้มข้น PM0.1 แบบเรียลไทม์ทั้งรายชั่วโมงและรายวัน สำหรับผลการตรวจวัดความความเข้มข้น PM0.1 ในเมืองอัจฉริยะ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา ตั้งแต่เดือนกันยายน 2565 ถึงเดือนมีนาคม 2566 พบว่าค่าเฉลี่ยความเข้มข้น PM0.1 รายเดือนอยู่ในช่วง 0.56±0.19 ถึง 2.23±0.80 µg/m3 และผลการตรวจวัดความเข้มข้น PM0.1 ในเครือข่าย EA-NanoNet ณ อ.เมือง และ อ.ดอยสะเก็ด จ.เชียงใหม่ ในเดือนมกราคมและเดือนมีนาคม 2566 พบว่าค่าเฉลี่ยความเข้มข้น PM0.1 รายเดือนอยู่ในช่วง 17.16±1.60 - 22.07±1.95 µg/m3 ทั้งนี้ค่าที่สูงเกิดจากหมอกควันทั้งจากการเผาในพื้นที่และข้ามแดนจากประเทศเพื่อนบ้าน ในส่วนการบริหารความเสี่ยงต่อสุขภาพในเมืองอัจฉริยะโดยผลการทำนายความเข้มข้นของ PM0.1 จาก PM2.5 พบว่ารูปแบบสมการที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการทำนายเป็นแบบ cubic spline จากการวิเคราะห6 เชื่อมโยงความเข้มข้นของ PM0.1 กับโรคต่าง ๆ พบว่าการเพิ่มขึ้นทุก ๆ 1 µg/m3 ของ PM0.1สัมพันธ์การเพิ่มขึ้นของประชากรโรคหัวใจและหลอดเลือด และโรคทางเดินหายใจ และฝุ่นละอองขนาดละอองละเอียดมาก PM0.1 มีโอกาสทำใหKเกิดหรือเพิ่มความเสี่ยงการเกิดโรคได้มากขึ้น นอกจากนี้ทีมวิจัยได้ร่วมมือกับสำนักโรคจากการประกอบอาชีพที่ 12 สงขลา เพื่อรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ผลกระทบสุขภาพจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก ปัจจุบันมีโรงพยาบาลใน 7 จังหวัด จำนวน 53 โรงเข้าร่วม โดยกำหนดให้มีการเฝ้าระวัง 4 กลุ่มโรคใหญ่ ได้แก่ โรคทางเดินหายใจ โรคหัวใจและหลอดเลือด โรคผิวหนังอักเสบ และโรคตาอักเสบ และได้มีการพัฒนา Dashboard เพื่อใช้เฝ้าระวังทางกฎหมายและมีการแจ้งเตือนเมื่อมีจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้นมากกว่าเกณฑ์เฝ้าระวังแล้ว นอกจากนี้ได้ดำเนินการเปรียบเทียบค่า PM0.1 ที่ได้เครื่องตรวจวัดที่พัฒนาขึ้น กับค่า PM0.1 ที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์พบว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ หากมีข้อมูลเพิ่มขึ้นจะสามารถนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับสุขภาพต่อไป

คำสำคัญ ละอองลอย มลภาวะอากาศ เครื่องมือตรวจวัดคุณภาพอากาศ ความเสี่ยงต่อสุขภาพ ไอโอที

Abstract

Technology for continuous and real-time atmospheric PM0.1 or nanoparticle monitoring was developed. A personal nanoparticle sampler (PNS) was used to cut off particles larger than 0.1 micron in aerodynamic diameter. Quartz Crystal Microbalance (QCM), Electrostatic Current (EC) and Optical Particle Counter (OPC) techniques were investigated for the PM0. 1concentration measurements. Results from the first 2 years indicated that EC was the most probable technique for this purpose and it has been used for the application in the third year. Results from the OPC investigation by Kanazawa University counterpart showed that it can reach to the 0.2 micron at best due to limitation of the laser diode scattering. Calibration of the electrometer in the EC technique to relate the collected particles to electrical signalsshowed that the obtained signals between 0.12 – 189.4 mV/cm3 are corresponded to particle number concentration in the range 0 – 11,000 particles/cm3. The ratio between number concentration (particles/cm3) to the signal (mV/cm3) was 58.42 suggesting that every 1 mV/cm3 increase of the signal represent an increase of 58.42

particles/cm3.Subsequently, the electrical signals of the Nano-EC were field calibrated with values calculated from the TEOM reading of PM2.5. Finally, it was field calibrated with values from a nanosampler employing 24 h gravimetric method. Data of atmospheric particles from Nano-EC-PSU#01 and Nano-EC-PSU#02 installed in Hat Yai Smart City have been recorded and shown in the developed platform accessible from:https://airthai.in.th/th/projects/6448003c8bfbef4f1f741f01 for 1 h and 24 h real-time display for the locations shown on a map. Results of PM0.1 concentrations in Hat Yai Smart City from September 2022 to March 2023 showed that the monthly PM0.1 were 0.56±0.19 to 2.23±0.80 µg/m3 while the values in Chiang Mai city under EA-NanoNet in January and March 2023 were extremely high between 17.16±1.60 - 22.07±1.95 µg/m3 due to the haze from domestic forest burning and cross-boundary open biomass burning. In the smart city health risk management, PM0.1 from PM2.5 empirical correlation showed every 1 µg/m3increase in PM0.1 was related to the increase in the incidence of cardiovascular and respiratory disease. This indicated that PM0.1 has a possible risk factor of the diseases. In addition, the researchers have collaborated with the Office of Disease Prevention and Control - Region 12, Songkhla to collect data for the analysis on health impact from fine and ultrafine particles where 53 hospitals from 7 provinces have been participating in. The surveillance system has been monitoring incidence of respiratory, cardiovascular, dermatitis and eye diseases. A dashboard for legal monitoring and warning when number of patients increases beyond the 10setting criteria was developed. Finally, agreement of the values of PM0.1 concentrations from the Nano-EC and fitting with PM2.5 from PCD station was acceptable with the Pearson’s correlation of around 0.6. More continuous collection of data is needed to improve the health risk evaluation from PM0.1.

Keywords : Aerosol, air pollution, air quality measurement detector, health risk, IoT