



การตรวจวัดก๊าซเรือนกระจกจากสถานีจุลอุตุนิยมวิทยา (Greenhouse Gas Measurement from Micrometeorology Tower)

โดย

ศูนย์ข้อมูลก๊าซเรือนกระจก

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

บทนำ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) เป็นผลมาจากปรากฏการณ์การเพิ่มขึ้นของปริมาณก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse effect) อาทิ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซมีเทน และก๊าซไนตรัสออกไซด์ ที่ปกคลุมโลกอยู่ในชั้นบรรยากาศโทรโพสเฟียร์ และสตราโตสเฟียร์ ส่วนใหญ่เกิดขึ้นจากการดำเนินกิจกรรมของมนุษย์ โดยก๊าซเหล่านี้มีคุณสมบัติในการดูดกลืนพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์และแผ่รังสีความร้อนบางส่วนลงสู่พื้นผิวของโลก ในขณะที่เดียวกันยังกักเก็บพลังงานความร้อนจากผิวโลกไม่ให้ผ่านออกสู่อวกาศได้อย่างปกติ ส่งผลให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกเพิ่มสูงขึ้น เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม และยังส่งผลกระทบต่อไปยังสภาพเศรษฐกิจ และสังคมของมนุษย์

ราวเกือบ 3 ทศวรรษ ประเทศที่อยู่ภายใต้กรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC) ให้ความสำคัญและร่วมมือในการรักษาความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศให้มีค่าคงที่และอยู่ในระดับที่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อระบบภูมิอากาศของโลก ข้อมูลการติดตามและตรวจวัดก๊าซเรือนกระจกอย่างต่อเนื่องทั้งในระดับมหภาค (Macro Scale) และจุลภาค (Micro Scale) เป็นข้อมูลที่สนับสนุนต่อการกำหนดนโยบายที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก เพื่อลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ในช่วงระยะที่ผ่านมา การศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการติดตามและตรวจวัดก๊าซเรือนกระจกในระดับ Macro Scale มีความก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว และสามารถเป็นข้อมูลเพื่อสนับสนุนการบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจกทั้งในระดับประเทศและในระดับนานาชาติ ในขณะที่การศึกษาวิจัยในระดับ Micro Scale ยังมีไม่มากนัก ซึ่งข้อมูลจากการติดตามและตรวจวัดก๊าซเรือนกระจกในระดับดังกล่าว จะเป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาปรากฏการณ์และผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อระบบนิเวศจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ รวมถึงเป็นข้อมูลสำคัญต่อการวางแผนในระดับนโยบายที่เกี่ยวข้องกับการลดก๊าซเรือนกระจก การวางแผนมาตรการลดผลกระทบ และการปรับตัวต่อเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมของประเทศไทยต่อไป

วัฏจักรก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas Cycle)

ก๊าซเรือนกระจกมีการไหลเวียนตลอดเวลาในชั้นบรรยากาศ โดยเฉพาะในชั้นโทรโพสเฟียร์ ซึ่งอยู่ในระดับความสูงจากพื้นผิวโลกขึ้นไปถึงระยะ 10 กิโลเมตร ซึ่งมีกระบวนการและปฏิสัมพันธ์ระหว่างก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศและแหล่งปล่อยและกักเก็บก๊าซเรือนกระจกที่ก่อให้เกิดการเพิ่มขึ้นของปริมาณก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ เช่น การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงฟอสซิลจากการขนส่ง กระบวนการผลิตอุตสาหกรรม กระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช กระบวนการหมักในระบบย่อยอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้อง การปลูกข้าว และการจัดการของเสีย เป็นต้น การไหลเวียนของก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญในชั้นบรรยากาศ เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซมีเทน สามารถอธิบายด้วยวัฏจักรของก๊าซเรือนกระจกแต่ละประเภทได้ ดังนี้

1) วัฏจักรคาร์บอน (Carbon Cycle) คือ การที่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไหลเวียนเข้าสู่สิ่งมีชีวิต หรือออกจากสิ่งมีชีวิตกลับคืนสู่บรรยากาศ เกิดการเปลี่ยนรูปของธาตุคาร์บอนในสถานะต่าง ๆ ที่หมุนเวียนเป็นองค์ประกอบในอากาศ แร่ธาตุ น้ำ สัตว์ และพืช ด้วยกระบวนการทางเคมีและการย่อยสลายของจุลินทรีย์จากระบบหนึ่งไปสู่ระบบหนึ่ง มีความสัมพันธ์ระหว่างพื้นดิน (Lithosphere) พื้นน้ำ (Hydrosphere) บรรยากาศ (Atmosphere) และสิ่งมีชีวิต (Biosphere) รวมถึงกิจกรรมของมนุษย์ คาร์บอนสามารถหมุนเวียนเป็นวัฏจักรได้หลายทาง อาทิ การหายใจของพืชและสัตว์ การย่อยสลายมูลสัตว์และซากพืชซากสัตว์ การเผาไหม้ของถ่านหิน น้ำมันและคาร์บอนเนต การละลายคาร์บอนในน้ำจืดและน้ำทะเลในรูปของกรดคาร์บอนิก การหายใจของพืชน้ำและสัตว์น้ำ และการสลายตัวของพืช สัตว์ และแพลงก์ตอนในแหล่งน้ำ การย่อยสลายอินทรีย์วัตถุและอินทรีย์วัตถุ การทับถมในรูปของฟอสซิล การสะสมอยู่ในชั้นหินและแร่ ซึ่งคาร์บอนจะถูกปล่อยออกสู่บรรยากาศในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) สำหรับกิจกรรมที่มีการตรึงคาร์บอน อาทิ กระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช และแหล่งเก็บสะสมในมวลชีวภาพและคาร์บอนในดิน

2) วัฏจักรมีเทน (Methane Cycle) คือ การที่ก๊าซมีเทนไหลเวียนเข้าสู่แหล่งกักเก็บก๊าซมีเทน หรือออกจากแหล่งกักเก็บกลับคืนสู่บรรยากาศ ก๊าซมีเทนเกิดจากการรวมกันของโมเลกุลคาร์บอน 1 โมเลกุลรวมกับโมเลกุลของไฮโดรเจน 4 โมเลกุล และจะเกิดการแตกตัวของโมเลกุลของไฮโดรคาร์บอนในกระบวนการย่อยสลายของแบคทีเรียในพื้นที่น้ำขัง ก๊าซมีเทนสามารถหมุนเวียนเป็นวัฏจักรได้หลายทาง อาทิ เหมืองแร่และหลุมขุดก๊าซธรรมชาติ ฟาร์มปศุสัตว์ พื้นที่ฝังกลบขยะ พื้นที่นาข้าวที่มีน้ำขัง พื้นที่ชุ่มน้ำ และป่าพรุ เป็นต้น

แนวทางการตรวจวัดก๊าซเรือนกระจก

การตรวจวัดปริมาณก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศมีความสำคัญสำหรับการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ แนวทางการตรวจวัดก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศเพื่อประเมินในแง่ของแหล่งปล่อยและแหล่งกักเก็บ สามารถจำแนกได้โดยสรุป 5 วิธี

1) การสุ่มตรวจวัดโดยตรง (Direct Sampling) การที่ขึ้นไปสุ่มเก็บอากาศในชั้นบรรยากาศโดยตรง เพื่อนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบในห้องทดลอง วิธีนี้สามารถทำได้ยาก เนื่องจากก๊าซเรือนกระจกมีการไหลเวียนในชั้นบรรยากาศตลอดเวลา อิทธิพลของอุณหภูมิและความเร็วลม รวมถึงต้องอาศัยงบประมาณและเวลาค่อนข้างมาก

2) การสร้างแบบจำลองย้อนกลับ (Inverse Modeling) หรือเรียกเทคนิคนี้ว่า “Top-Down” เป็นการสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายกระบวนการแลกเปลี่ยนคาร์บอน โดยมีการวิเคราะห์การไหลเวียนของอากาศในชั้นบรรยากาศ (Transport Model) เพื่อสรุปปริมาณการแลกเปลี่ยนก๊าซเรือนกระจก (Carbon Flux) ระหว่างระบบนิเวศบนพื้นโลกและชั้นบรรยากาศ ซึ่งจะมีความแตกต่างกันตามที่ตั้งและช่วงเวลา

3) การสร้างแบบจำลองจากความรู้ความเข้าใจกระบวนการแลกเปลี่ยนคาร์บอนระหว่างระบบนิเวศบนพื้นโลกและชั้นบรรยากาศ (Process-Based Surface Modeling) เช่น แบบจำลอง DeNitrification and DeComposition (DNDC) ที่เน้นการประมาณค่าก๊าซ N_2O และ CO_2 อย่างไรก็ตามเป็นแบบจำลองเฉพาะพื้นที่ซึ่งอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลแวดล้อมของพื้นที่นั้น ไม่สามารถนำแบบจำลองดังกล่าวไปใช้ในพื้นที่อื่นได้โดยตรง

4) การตรวจวัดข้อมูลด้วยเทคโนโลยีการสำรวจข้อมูลระยะไกล (Remote Sensing) เป็นการตรวจวัดและอธิบายความสัมพันธ์ของวัฏจักรคาร์บอนบนพื้นผิวของโลกและในชั้นบรรยากาศ โดยผสมผสานการสร้างแบบจำลอง การใช้เทคโนโลยีการสำรวจข้อมูลระยะไกลด้วยดาวเทียม (Satellite) ที่ระดับพื้นผิวของโลก ทำให้สามารถบันทึกปริมาณค่าการสะท้อน และดูดกลืนคลื่นในย่านอินฟราเรดสะท้อน (Reflection Infrared) และย่านอินฟราเรดความร้อน (Thermal Infrared) ที่แตกต่างกัน ของอนุภาคก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศได้โดยตรง ครอบคลุมพื้นที่เป็นบริเวณกว้าง (High Spatial Coverage) และมีความถี่สูงในการตรวจวัดซ้ำตำแหน่งเดิม (High Temporal Resolution)

5) การตรวจวัดข้อมูลภาคสนามที่ระดับพื้นผิวของโลก หรือเรียกเทคนิคนี้ว่า “Bottom-Up” เป็นการตรวจวัดการแลกเปลี่ยนก๊าซเรือนกระจก เช่น คาร์บอน และ ก๊าซมีเทนระหว่างชั้นบรรยากาศกับพื้นดินจากสถานีตรวจวัดก๊าซเรือนกระจก หรือสถานีตรวจวัดจุลอุตุนิยมวิทยา (Flux Tower หรือ Micrometeorology Tower) เช่น บริเวณเหนือเรือนยอดต้นไม้ บริเวณแปลงพื้นที่เกษตร โดยข้อมูลจากการตรวจวัดจะเป็นข้อมูลเฉพาะพื้นที่ ไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้ในระดับภูมิภาคได้

การดำเนินกิจกรรมของมนุษย์ ส่งผลต่อวัฏจักรการแลกเปลี่ยนของก๊าซเรือนกระจกในการเข้าและออกของก๊าซจากสิ่งมีชีวิตหรือแหล่งกักเก็บและบรรยากาศ การตรวจวัดการแลกเปลี่ยนและติดตามก๊าซเรือนกระจกในระดับจุลภาค (Micro Scale) เพื่อศึกษาในระดับจุลอุตุนิยมวิทยา จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่สามารถได้ข้อมูลสนับสนุนและวางแผนเพื่อรับมือต่อการเปลี่ยนแปลงทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในพื้นที่นั้น ๆ ได้

จุลอุตุนิยมวิทยาและสถานีจุลอุตุนิยมวิทยา

จุลอุตุนิยมวิทยา (Micrometeorology) เป็นการศึกษาอุตุนิยมวิทยาในบริเวณที่สนใจ โดยมีสถานีตรวจวัดจุลอุตุนิยมวิทยา ซึ่งทำหน้าที่ในการตรวจวัดภูมิอากาศภาคพื้นดินแบบระยะยาวที่ติดตั้งอยู่ในพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินที่แตกต่างกัน เช่น พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่เมือง เป็นต้น มีการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดแบบถาวรบนหอคอย หรือเรียกว่า “Flux-Tower” เพื่อตรวจวัดข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับอุตุนิยมวิทยา การแลกเปลี่ยนพลังงาน รวมถึงก๊าซเรือนกระจก เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เพื่อศึกษากระบวนการแลกเปลี่ยนคาร์บอนระหว่างชั้นบรรยากาศกับพื้นดิน เช่น กระบวนการแลกเปลี่ยนคาร์บอนระหว่างบริเวณเรือนยอดต้นไม้และชั้นบรรยากาศ ก๊าซมีเทน (CH_4) เพื่อศึกษากระบวนการแลกเปลี่ยนก๊าซมีเทนระหว่างชั้นบรรยากาศกับพื้นดิน โดยอุปกรณ์ที่ใช้ตรวจวัดข้อมูล ประกอบด้วยอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

1) ชุดอุปกรณ์ที่ติดตั้งบนตัวเสา (Monitoring Tower) ใช้ตรวจวัดข้อมูลอากาศทั่วไป เช่น อุณหภูมิ ความเร็วลม ทิศทางลม ความชื้นในอากาศ การแลกเปลี่ยนพลังงาน ปริมาณแสงที่เข้ามาในระบบ ปริมาณแสงที่พืชสังเคราะห์แสง ความหนาแน่นของใบต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ (LAI) ดังภาพประกอบที่ 1

นอกจากนี้ยังเก็บข้อมูลการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 $\mu\text{mol}/\text{m}^2$ ทั้งหมดที่เกิดขึ้นในระดับพื้นผิวโลกและชั้นบรรยากาศ เช่น การสังเคราะห์แสงของต้นไม้ในพื้นที่ป่า (การดูดกลับคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศ) การหายใจของต้นไม้ (การปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์สู่บรรยากาศ) รวมไปถึงการดูดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไปใช้ และการหายใจของจุลินทรีย์และสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ๆ

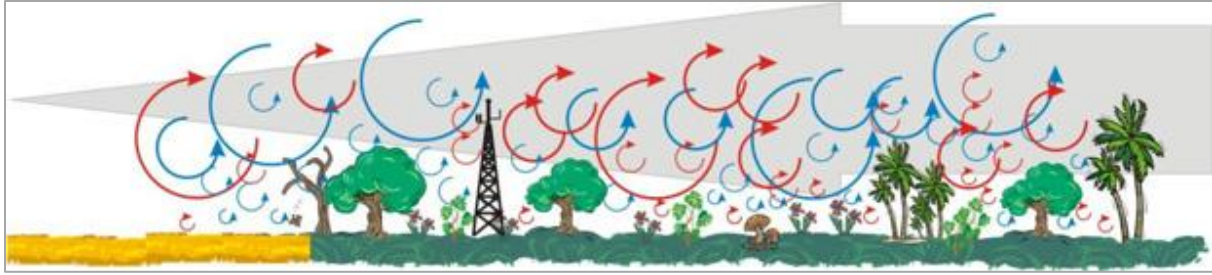


ภาพประกอบที่ 1 อุปกรณ์การตรวจวัดแบบถาวรบนหอคอยในพื้นที่ระบบนิเวศป่าเต็งรัง
ที่มา: การลงภาคสนามโดยการอนุเคราะห์จากวิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยา

การตรวจวัดข้อมูลดังกล่าว วิธีที่ใช้กันอย่างกว้างขวางในทางอุตุนิยมวิทยาในระดับจุลภาค (Micro) คือ วิธี Eddy Covariance ซึ่งมีองค์ประกอบแบบ 3 มิติ รวมการเคลื่อนที่ของอากาศในแนวตั้ง เทคนิคนี้จะถูกนำมาใช้สำหรับการตรวจวัดก๊าซ ความร้อน น้ำ และอื่น ๆ เหนือพื้นที่ที่สนใจ หลักการทั่วไปของการตรวจวัด Eddy Covariance คือ ตรวจวัดปริมาณของสิ่งที่สนใจซึ่งเคลื่อนที่ผ่านพื้นผิวปิดต่อหน่วยเวลา หรือตรวจวัดความแปรปรวนร่วมระหว่างความเข้มข้นของสิ่งที่สนใจกับความเร็วมวลในแนวตั้ง หรือเรียกว่า Flux (ภาพประกอบที่ 2)

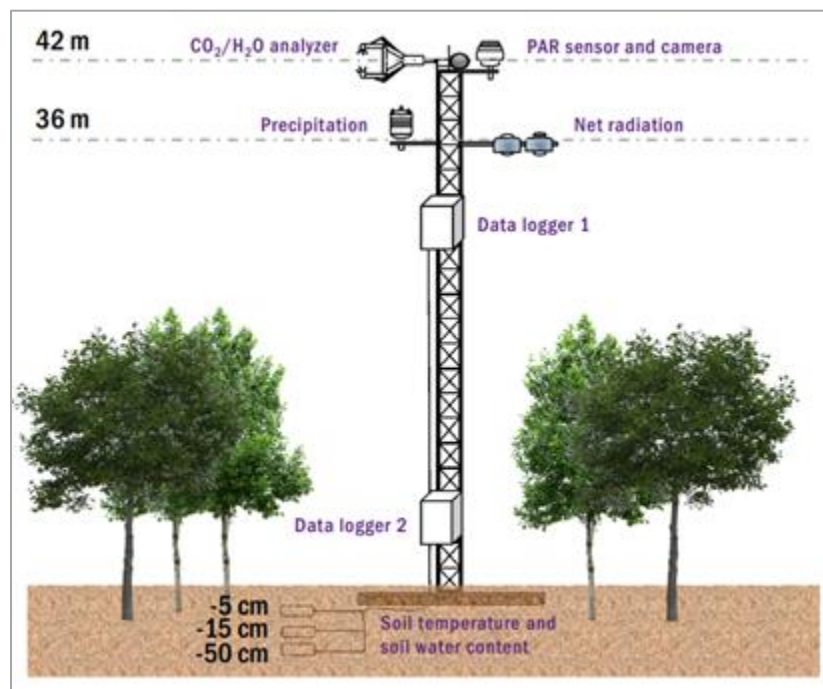
ถ้าปริมาณ Flux สุทธิ ถูกนำออกจากพื้นผิว พื้นผิวนี้เรียกว่า แหล่งกำเนิด (source) เช่น พื้นผิวของทะเลสาบเป็นแหล่งกำเนิดของน้ำที่ถูกปล่อยสู่บรรยากาศในกระบวนการการระเหย และในทางตรงข้ามพื้นผิวเรียกว่า แหล่งกักเก็บ (sink) พุ่มเรือนยอดของต้นไม้ จะเป็น sink ของ CO_2 ในช่วงเวลากลางวัน เพราะใบไม้จะดูด CO_2 จากบรรยากาศในกระบวนการสังเคราะห์แสง

2) ชุดอุปกรณ์ตรวจวัดความชื้นและอุณหภูมิในดิน ทั้งสองส่วนจะเชื่อมต่อโดยการใช้ Data logger model CR1000 ในการเก็บข้อมูลและทำการตรวจวัดตลอด 24 ชั่วโมง ซึ่งสามารถรายงานผลแบบ real time ได้



ภาพประกอบที่ 2 การทำงานของการตรวจวัดด้วยเทคนิค Eddy Covariance

ที่มา: <https://hub.globalccsinstitute.com/publications/quantification-techniques-co2-leakage/22-atmospheric-monitoring-methods>



ภาพประกอบที่ 3 การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดก๊าซเรือนกระจกและอุตุนิยมวิทยา โดยใช้เทคนิค Eddy Covariance

ที่มา: พิมพ์ศิริ สุวรรณพัฒน์ และคณะ (2554)

สถานีจุลอุตุนิยมวิทยาในประเทศไทย

สำหรับประเทศไทย มีการติดตั้งสถานีจุลอุตุนิยมวิทยาเพื่อตรวจวัดข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับอุตุนิยมวิทยา การแลกเปลี่ยนพลังงาน รวมถึงก๊าซเรือนกระจก เพื่อศึกษากระบวนการแลกเปลี่ยนคาร์บอนระหว่างชั้นบรรยากาศกับพื้นดินในระบบนิเวศต่าง ๆ ของประเทศไทย หรือ ThaiFlux จำนวน 11 สถานี สรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 1 สถานีจุลอุตุนิยมวิทยาในประเทศไทย

ลำดับ	ชื่อสถานี	รหัสสถานี	พื้นที่	จังหวัด
1	Dry Dipterocarp Forest Flux Phayao Site Thailand	DPT	ระบบนิเวศป่าเต็งรัง	พะเยา
2	Dry Dipterocarp Forest Flux Ratchaburi	DFR	ระบบนิเวศป่าเต็งรัง	ราชบุรี
3	Kog-Ma Watershed	KMW	พื้นที่ลุ่มน้ำห้วยคอกม้า	เชียงใหม่
4	Rubber Flux Chachoengsao	RFC	พื้นที่ปลูกยางพารา	ฉะเชิงเทรา
5	Sakaerat	SKR	พื้นที่สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกกราช	นครราชสีมา
6	Mae Klong	MKL	พื้นที่สถานีวิจัยลุ่มแม่น้ำกลอง	กาญจนบุรี
7	Mae Moh plantation	MMP	พื้นที่โรงไฟฟ้าแม่เมาะ	ลำปาง
8	Diverse land-cover site at Tak	DTT	พื้นที่จังหวัดตาก	ตาก
9	Rubber Flux BuengKan	RFB	พื้นที่เพาะปลูกยางพารา	บึงกาฬ
10	(ตั้งอยู่ที่ ม.เกษตรศาสตร์ วิทยาลัยเขตบางเขน)	-	พื้นที่เมือง	กรุงเทพมหานคร
11	(ตั้งอยู่ที่ ต.นาบาน อ.ช้างกลาง)	-	พื้นที่สวนยางพารา	นครศรีธรรมราช

ข้อดีของสถานีจุลอุตุนิยมวิทยา

สถานีจุลอุตุนิยมวิทยา จะทำให้ได้ข้อมูลการตรวจวัดและติดตามการเปลี่ยนแปลงทางด้านอุตุนิยมวิทยา และก๊าซเรือนกระจกในพื้นที่ระดับ Micro Scale เพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนต่อการวางแผนการลดผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ตลอดจนการวางแผนรับมือการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สามารถสรุปข้อดีของสถานีจุลอุตุนิยมวิทยาสำหรับการศึกษาในระดับ Micro Scale ได้ดังนี้

- 1) ติดตามการเปลี่ยนแปลงในระบบนิเวศ โดยในสถานีตรวจวัดมีการตรวจวัดพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับอุตุนิยมวิทยา เช่น ปริมาณน้ำฝน หมอกควัน ภัยแล้ง เป็นต้น
 - 2) เป็นตัวแทนในการตรวจวัดภูมิอากาศในระบบนิเวศให้กับภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และโลก
 - 3) เป็นข้อมูลที่ใช้สนับสนุนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งข้อมูลทางด้านอุตุนิยมวิทยา เช่น อุณหภูมิ ฝน ความชื้น ลม แสงแดด CO₂ จะเป็นประโยชน์ต่อการพยากรณ์ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาในอนาคต เช่น พยากรณ์ฝน - ความแห้งแล้ง พยากรณ์สมดุลความชื้นหรือน้ำในดิน พยากรณ์อุณหภูมิสะสม ซึ่งจะใช้ในการประเมินการเจริญเติบโตของพืชและแมลง พยากรณ์การระบาดของโรค - แมลงศัตรูพืช ช่วยสำหรับการวางแผนระยะยาว หรือตามฤดูกาล เพื่อเลือกพืชที่เหมาะสมที่สุดต่อเงื่อนไขสภาพอากาศในข้างหน้า ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และการจัดการด้านการเกษตร ในการลดความเสียหายจากสภาพอากาศ ปรับปรุงผลผลิต รวมถึงสร้างโอกาสที่จะเพิ่มปริมาณผลผลิตทางการเกษตร
- อย่างไรก็ตามพืชเกษตรในกลุ่ม C3 และกลุ่ม C4 จะมีความเชื่อมโยงกับการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ โดยระบบการสังเคราะห์แสงของพืชทั้ง 2 กลุ่มนี้ จะตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณ CO₂ ในชั้นบรรยากาศได้แตกต่างกัน ซึ่งภายใต้สิ่งแวดล้อมที่มีปริมาณ CO₂ สูง และอุณหภูมิสูง ส่งผลต่ออัตราการสังเคราะห์แสงและการสะสมคาร์บอนของพืช C4 เพิ่มขึ้นด้วย สรุปรายชื่อพืชทั้ง 2 กลุ่ม ได้ดังนี้

ตารางที่ 2 รายชื่อพืชเกษตรในกลุ่ม C3 และ C4 ที่ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณ CO₂ ในชั้นบรรยากาศ

พืชกลุ่ม C3	พืชกลุ่ม C4
ส่วนใหญ่ %95เป็นพืชในกลุ่มนี้ เช่น ข้าว ข้าวสาลี ถั่ว มะม่วง มะยม ขนุน เป็นต้น	ส่วนใหญ่เป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดในเขตศูนย์สูตร พบในพืชที่มีดอก และใบเลี้ยงเดี่ยว เช่น ข้าวโพด อ้อย ข้าวฟ่าง ข้าวบาร์เลย์ ดอกบานไม่รู้โรย หญ้าแห้วหมู ผักโขมจีน เป็นต้น

- 4) เป็นข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาวัฏจักรคาร์บอนในพื้นที่ป่าไม้ประเภทต่าง ๆ ภูมิอากาศ ซึ่งข้อมูลทางด้านอุตุนิยมวิทยา และด้านสรีรวิทยาป่าไม้ เช่น อุณหภูมิ ความชื้นในอากาศ ความชื้นในดิน อัตราการหายใจ ค่าดัชนีพื้นที่ใบ ปริมาณและความเข้มของแสง จะเป็นประโยชน์ต่อการประเมินการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งจะส่งผลต่อศักยภาพการดูดกลับก๊าซเรือนกระจก

- 5) เป็นข้อมูลจากสถานีภาคพื้นดินที่ใช้ในการปรับเทียบ (Calibration) และตรวจสอบความถูกต้อง (Validation) กับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม (Satellite Data) เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากสถานีจุลอุตุนิยมวิทยา จะเป็นข้อมูลที่มีการตรวจวัดอย่างต่อเนื่องในระดับจุลภาค (Micro Scale) ซึ่งสามารถใช้เป็นตัวแทนการปรับเทียบ (Calibration) และตรวจสอบความถูกต้อง (Validation) กับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ตรวจวัด/บันทึกข้อมูลทางด้านอุตุนิยมวิทยา และก๊าซเรือนกระจกในระดับมหภาค (Macro Scale)

การตรวจวัดข้อมูลจากสถานีจุลอุตุนิยมวิทยา และการตรวจวัดข้อมูลด้วยเทคนิคการสำรวจระยะไกล

เมื่อปีงบประมาณ 2559 อบก. ได้ทำการศึกษาและประเมินการตรวจวัดข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศด้วยเทคนิคการสำรวจระยะไกล และพบว่าการตรวจวัดข้อมูลจากสถานีจุลอุตุนิยมวิทยา และการตรวจวัดข้อมูลด้วยเทคนิคการสำรวจระยะไกล ต่างมีข้อดีที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับขนาดพื้นที่ที่สนใจศึกษา ความสะดวกของข้อมูลที่ต้องการใช้ประกอบการวิเคราะห์ สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ข้อดีของการตรวจวัดข้อมูลจากสถานีจุลอุตุนิยมวิทยา และเทคนิคการสำรวจระยะไกล

การตรวจวัดข้อมูลจากสถานีจุลอุตุนิยมวิทยา	การตรวจวัดข้อมูลด้วยเทคนิคการสำรวจระยะไกล
1. ตรวจวัดข้อมูลอย่างต่อเนื่องในระดับเชิงพื้นที่ขนาดเล็ก (Small Spatial Scale)	1. ตรวจวัดข้อมูลอย่างต่อเนื่องในระดับเชิงพื้นที่ขนาดใหญ่ (Large Spatial Scale) รวมถึงพื้นที่ที่ไม่สามารถเข้าถึงได้
2. ความถี่ของข้อมูลในการตรวจวัดละเอียด (รายวินาที)	2. ความถี่ของข้อมูลในการตรวจวัดละเอียด (รายวัน)

แต่อย่างไรก็ตามการศึกษาข้อมูลทางด้านอุตุนิยมวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ เป็นการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ไม่มีขอบเขตของพื้นที่ทางการปกครองที่ชัดเจน การบูรณาการข้อมูลจากตัวแปรทางด้านอุตุนิยมวิทยา (Climate Parameters) ที่ได้จากการตรวจวัดด้วยเทคนิคการสำรวจระยะไกลจากภาพถ่ายดาวเทียม กับข้อมูลที่ตรวจวัดจากสถานีจุลอุตุนิยมวิทยาจะทำให้สามารถวิเคราะห์ปรากฏการณ์ที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทั้งบริเวณผิวพื้นดินและในชั้นบรรยากาศได้ ซึ่งจะสามารถเป็นข้อมูลสนับสนุนต่อการวางแผนต่อการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การนำข้อมูลจากการตรวจวัดด้วยทั้ง 2 วิธีดังกล่าวไปประยุกต์ใช้เพื่อศึกษางานที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสามารถสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 4 การประยุกต์ใช้ข้อมูลจากการตรวจวัดจากสถานีจุลอุตุนิยมวิทยา และเทคนิคการสำรวจระยะไกล

การตรวจวัดข้อมูลจากสถานีจุลอุตุนิยมวิทยา	การตรวจวัดข้อมูลด้วยเทคนิคการสำรวจระยะไกล
1. ใช้เป็นตัวแทนการปรับเทียบ (Calibration) และตรวจสอบความถูกต้อง (Validation) กับข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม	1. ใช้ติดตามการเปลี่ยนแปลงปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องในเชิงพื้นที่ได้
2. ใช้เป็นข้อมูลศึกษาระบบนิเวศขนาดเล็ก	2. ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมรายละเอียดสูงที่มีความแม่นยำจะสามารถใช้อธิบายปรากฏการณ์เชิงพื้นที่ขนาดเล็กได้

เอกสารอ้างอิง

Dorit M. Hammerling, 2012. “Global Atmospheric CO₂ Distributions from Satellite Observations”.

<https://hub.globalccsinstitute.com/publications/quantification-techniques-co2-leakage/22-atmospheric-monitoring-methods>

<http://impact.eng.ku.ac.th/cc/?p=119>

<http://www.siamchemi.com/>

<https://www.khanacademy.org/science/biology/photosynthesis-in-plants>