



การตรวจวัดและติดตามความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ (Measuring and Monitoring Atmospheric Greenhouse Gas Concentration)

ภายใต้การศึกษาของโครงการ

การประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศด้วยเทคโนโลยีการสำรวจข้อมูลระยะไกล ระยะที่ 2

โดย

ศูนย์ข้อมูลก๊าซเรือนกระจก

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

บทนำ

การสะสมก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ ทั้งในส่วนที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และส่วนที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ที่ปล่อยสู่ชั้นบรรยากาศมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ส่งผลกระทบทั้งทางด้านสิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ และสังคมต่อเนื่องกันเป็นวงจรรูปโซ่ ปัจจุบันประเทศที่อยู่ภายใต้กรอบอนุสัญญาประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC)¹ ได้ให้ความสำคัญและร่วมมือในการรักษาความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศให้อยู่ในระดับที่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อระบบภูมิอากาศของโลก ซึ่งข้อมูลการตรวจวัดและติดตามระดับความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศอย่างต่อเนื่อง เป็นข้อมูลที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจกเพื่อให้บรรลุถึงจุดประสงค์และเป้าหมายของความตกลงปารีส นั่นคือ การควบคุมการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยของโลก ให้อยู่ระหว่าง 1.5 – 2 องศาเซลเซียส เมื่อเทียบกับระดับก่อนการปฏิวัติอุตสาหกรรม หรือระดับความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ ให้อยู่ระหว่าง 425 - 465 ppm²

¹ <https://unfccc.int/parties-observers>

² <https://www.climateinteractive.org/programs/scoreboard/>



องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) หรือ อบก. ได้พัฒนาการตรวจวัดและติดตามความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศในภูมิภาคอาเซียน เพื่อสนับสนุนภารกิจในการเป็นศูนย์กลางข้อมูลสถานการณ์ก๊าซเรือนกระจก รวมถึงนำเสนอข้อมูลสถานการณ์ก๊าซเรือนกระจกเชิงพื้นที่ที่ทันสมัย เพื่อสนับสนุนให้เกิดการมีส่วนร่วมในการลดก๊าซเรือนกระจก และมีความตระหนักถึงผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ รวมถึงประกอบการกำหนดนโยบายที่เกี่ยวข้องกับการลดก๊าซเรือนกระจก ตลอดจนการวางแผนการลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจก

ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases) คือ ก๊าซในชั้นบรรยากาศที่ดูดกลืนพลังงานแสงอาทิตย์ในช่วงคลื่นยาวที่มีการแผ่รังสีจากพื้นดิน (Terrestrial Radiation) เช่น ช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (Near-Infrared) ช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อน (Thermal Infrared) ทำให้ชั้นบรรยากาศชั้นโทรโพสเฟียร์ ซึ่งเป็นบริเวณที่มนุษย์และสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ มีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น และแผ่รังสีความร้อนบางส่วนกลับสู่บรรยากาศและพื้นผิวโลก ก๊าซเรือนกระจก สามารถแบ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติและเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ โดยไอน้ำ จัดเป็นก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติที่มีปริมาณมากที่สุดในชั้นบรรยากาศ คิดเป็นร้อยละ 60 ของก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด ซึ่งไอน้ำมีคุณสมบัติในการดูดกลืนพลังงานแสงอาทิตย์ในช่วงคลื่นอินฟราเรด ส่วนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จัดเป็นก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมของมนุษย์ที่มีปริมาณมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 65 ของก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากกิจกรรมมนุษย์ทั้งหมด³ โดยก๊าซเหล่านี้มีคุณสมบัติดูดกลืนพลังงานแสงอาทิตย์ในช่วงคลื่นอินฟราเรดที่แผ่มาจากพื้นผิวโลกและสามารถแผ่รังสีอินฟราเรดกลับสู่บรรยากาศได้

ปัจจุบันปริมาณก๊าซเรือนกระจกทั้งที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติและเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ซึ่งก๊าซเรือนกระจกที่ควบคุมโดย UNFCCC มี 7 ชนิด ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ก๊าซมีเทน (CH₄) ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N₂O) ก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs) ก๊าซเพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFCs) ก๊าซซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF₆) และก๊าซไนโตรเจนไตรฟลูออไรด์ (NF₃) มีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง เป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรโลกที่เป็นปัจจัยที่ส่งผลให้ปริมาณก๊าซเรือนกระจกเพิ่มสูงขึ้นจากการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ เพื่อเป็นต้นทุนในการผลิตพลังงาน อาหาร ที่อยู่อาศัย พื้นที่เกษตรกรรม รวมถึงการพัฒนาเทคโนโลยีและอุตสาหกรรมอย่างเข้มข้น เป็นปัจจัยที่ปล่อยและส่งผลให้ความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยจากการศึกษาของคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC) แสดงให้เห็นว่าก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญและมีสัดส่วนมากในชั้นบรรยากาศ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจาก 280 ppm ในช่วงปฏิวัติอุตสาหกรรม ราว ค.ศ. 1800 (พ.ศ. 2343) เพิ่มขึ้นเป็น 360 ppm ในปี ค.ศ. 2000 (พ.ศ. 2543) และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเป็น 407 ppm ในปี ค.ศ. 2017 (พ.ศ. 2560) เมื่อก๊าซเหล่านี้มีปริมาณเพิ่มขึ้นในชั้นบรรยากาศ ทำให้อุณหภูมิของโลกเพิ่มสูงขึ้น และเกิดปรากฏการณ์ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Effect) นำมาซึ่งการเกิดภาวะโลกร้อน (Global Warming) และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change)

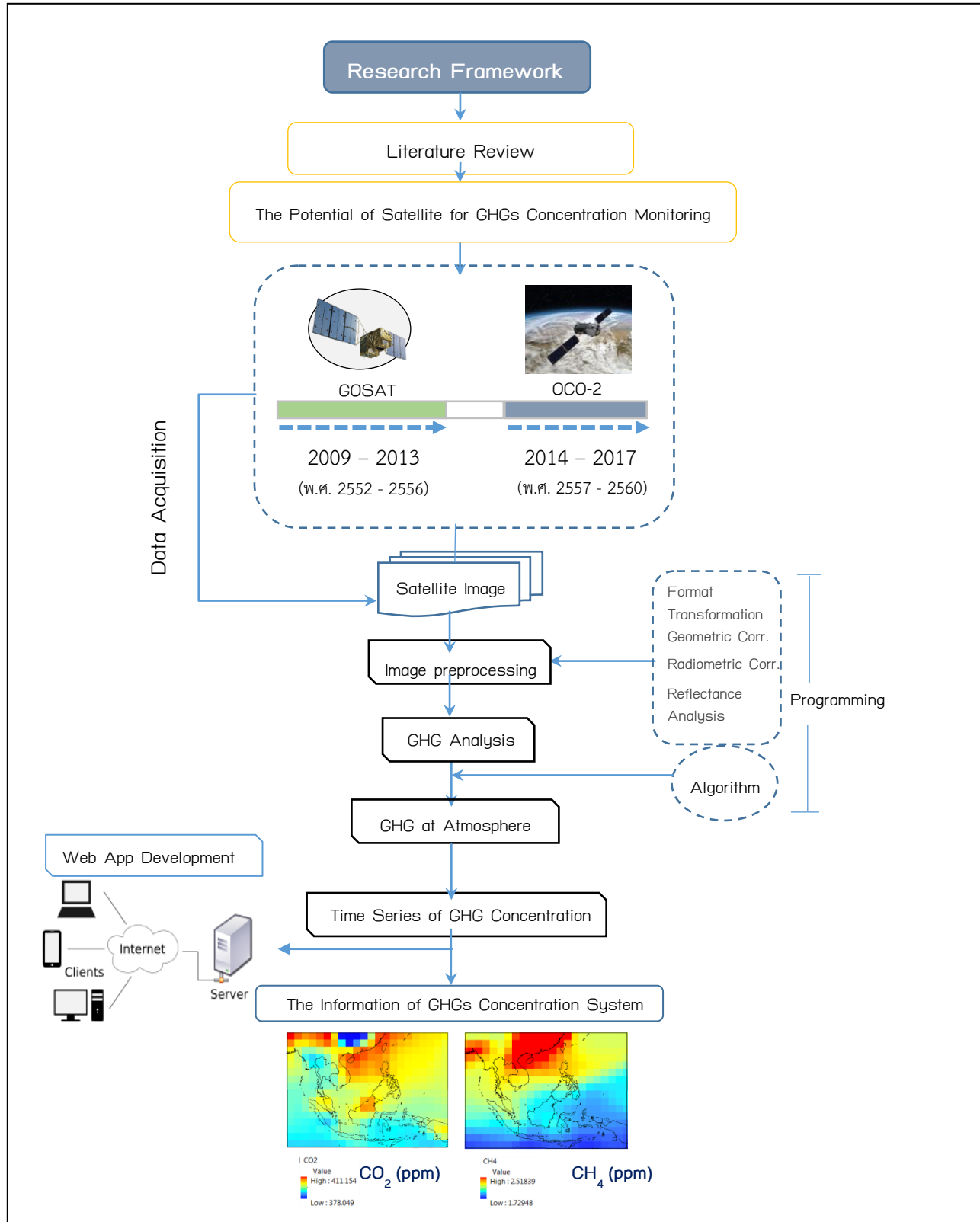
³ <https://www.epa.gov/ghgemissions/global-greenhouse-gas-emissions-data>

หน่วยในการวัดความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจก

หน่วยในการวัดความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกที่อยู่ในชั้นบรรยากาศ แสดงในสัดส่วนโมล (Mole Fraction) นั่นคือ อัตราส่วนของจำนวนโมลของส่วนประกอบในปริมาตรที่กำหนดต่อจำนวนโมลทั้งหมดขององค์ประกอบในปริมาตรดังกล่าว ซึ่งรายงานในลักษณะอากาศแห้ง (Dry Air) โดยหน่วยความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ มักแสดงในหน่วยส่วนในพันส่วน (parts per thousand: ppt) ส่วนในล้านส่วน (parts per million: ppm) และส่วนในพันล้านส่วน (parts per billion: ppb) ตัวอย่างเช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศ 411 ppm หมายถึง ในชั้นบรรยากาศมีโมเลกุลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ 411 ส่วนในหนึ่งล้านส่วนโมเลกุลของอากาศแห้ง

ขอบเขตและวิธีการศึกษา

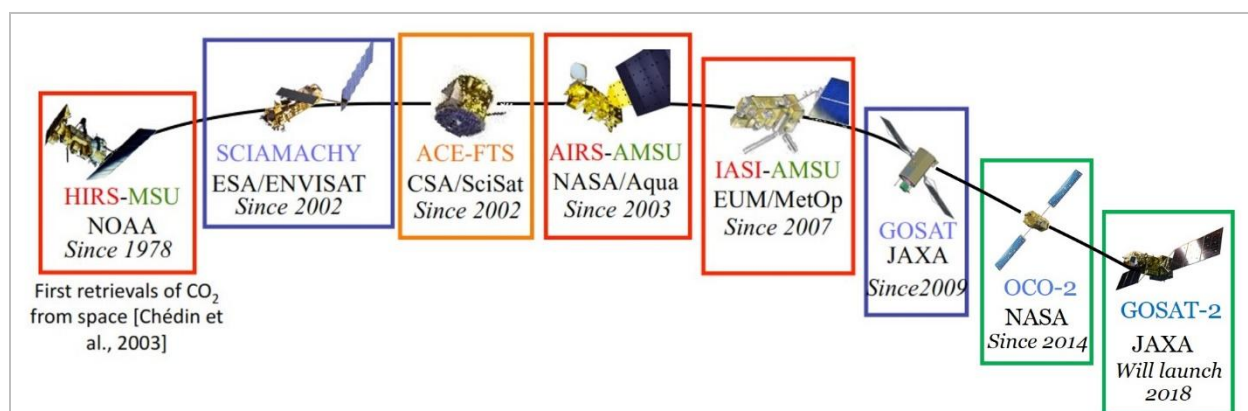
การศึกษากการตรวจวัดและติดตามความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ ภายใต้โครงการประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศด้วยเทคโนโลยีการสำรวจข้อมูลระยะไกล ซึ่งเป็นโครงการต่อเนื่องจากโครงการในระยะที่ 1 เมื่อปีงบประมาณ 2559 ทำการศึกษาครอบคลุมพื้นที่ประเทศไทยและภูมิภาคอาเซียน โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทางด้านการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) ด้วยดาวเทียม (Satellite) และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System) ในการได้มาซึ่งข้อมูล (Data Acquisition) การวิเคราะห์ประมวลผลข้อมูล (Data Processing) การจัดการข้อมูล (Data Management) ตลอดจนการแสดงผลข้อมูล (Data Visualization) และติดตามสถานการณ์ความเข้มข้น (Concentration) และการกระจาย (Distribution) ของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ จากนั้นจัดทำเป็นระบบสารสนเทศการแสดงผลข้อมูลสถานการณ์ก๊าซเรือนกระจกระดับชั้นบรรยากาศของประเทศไทยและภูมิภาคอาเซียน โดยรายละเอียดขอบเขตและวิธีการศึกษา สรุปดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ขอบเขตและวิธีการศึกษา

ดาวเทียมที่ใช้ในการตรวจวัดก๊าซเรือนกระจก

การพัฒนาดาวเทียมเพื่อใช้ในการตรวจวัดก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ ได้แก่ CO_2 , CH_4 , N_2O มีการศึกษาวิจัยและพัฒนาอย่างแพร่หลายจากอดีตจนถึงปัจจุบัน โดยอาศัยคุณลักษณะของก๊าซเรือนกระจกที่มีปฏิสัมพันธ์เชิงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในแต่ละช่วงคลื่น (Wavelength) มีค่าการดูดกลืน (Absorption) คลื่นในย่านอินฟราเรดสะท้อน (Reflection Infrared) และย่านอินฟราเรดความร้อน (Thermal Infrared) ที่แตกต่างกัน รวมทั้งหน่วยงานที่มีการกิจด้านอวกาศในระดับนานาชาติ มีการวางแผนการพัฒนาโครงการเกี่ยวกับดาวเทียมสำหรับตรวจวัดก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ โดยเริ่มส่งดาวเทียมดวงแรก คือ HIRS-MSU ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1978 (พ.ศ. 2521) และมีดาวเทียมต่อเนื่องมาอีกหลายดวง เช่น SCIAMACHY ในปี ค.ศ. 2002 (พ.ศ. 2521) ดาวเทียม GOSAT ในปี ค.ศ. 2009 (พ.ศ. 2552) ดาวเทียม OCO-2 ในปี ค.ศ. 2014 (พ.ศ. 2557) และในอนาคตยังคงมีแผนพัฒนาการตรวจวัดให้มีความหลากหลายของชนิดก๊าซเรือนกระจก และพัฒนารายละเอียดเชิงพื้นที่ให้มีความแม่นยำที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง



รูปที่ 2 การพัฒนาดาวเทียมเพื่อใช้ในการตรวจวัดก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ

การศึกษานี้ได้เลือกใช้ภาพถ่ายดาวเทียมจำนวน 2 ดวง คือ ดาวเทียม The Greenhouse Gases Observing Satellite หรือ GOSAT ซึ่งมีอุปกรณ์ในการตรวจวัดระดับความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจก 2 ชนิด คือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซมีเทน และเนื่องจากดาวเทียม GOSAT ได้หยุดการให้บริการข้อมูลตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2556 ดังนั้นเพื่อให้ข้อมูลสถานการณ์ก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศมีความต่อเนื่อง จึงได้จัดหาข้อมูลจากดาวเทียม The Orbiting Carbon Observatory-2 หรือ OCO-2 ซึ่งมีอุปกรณ์ในการตรวจวัดระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทั้งนี้ดาวเทียมทั้ง 2 ดวง สามารถตรวจวัดและติดตามปริมาณก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศในระหว่าง ปี พ.ศ. 2552 ถึง ปี พ.ศ. 2560 ในรูปแบบหน่วยส่วนในล้านส่วน (ppm) ตารางที่ 1 แสดงรายละเอียดของดาวเทียมและภาพถ่ายดาวเทียมที่ใช้ในการศึกษา

ตารางที่ 1 รายละเอียดของดาวเทียมและภาพถ่ายดาวเทียมที่ใช้ในการศึกษา

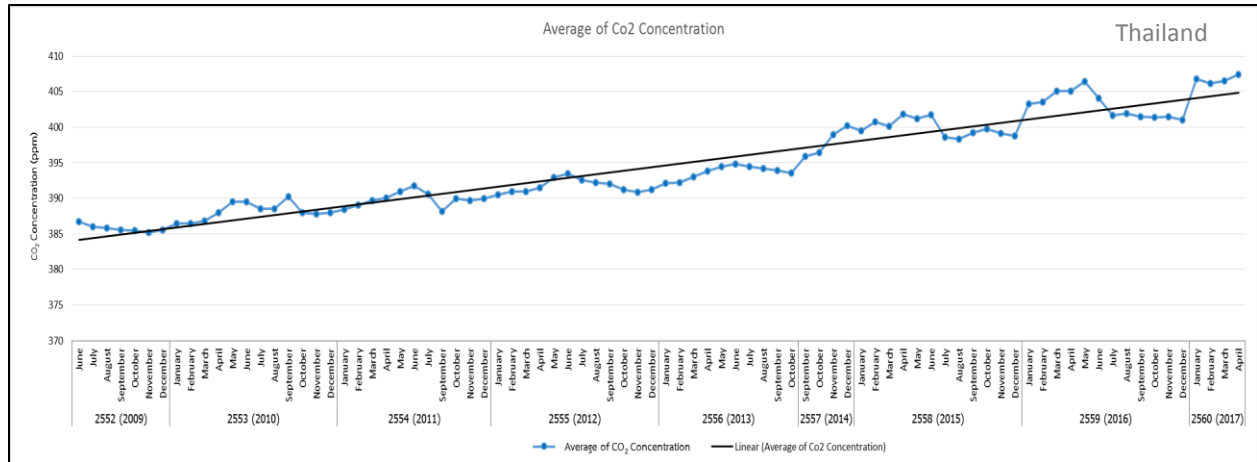
ดาวเทียม	ประเทศ ผู้ผลิต	หน่วยงาน	ปีที่ตรวจวัด ข้อมูล (พ.ศ.)	ก๊าซเรือนกระจก	ระยะเวลาของภาพถ่าย ดาวเทียม (เดือน/ปี)	จำนวนภาพถ่าย ดาวเทียม
GOSAT	ญี่ปุ่น	- Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA) - National Institute for Environmental Studies (NIES) - Ministry of the Environment, Japan (MOE)	2552 - 2556	CO ₂	06/2552 – 10/2556 *ยกเว้น: 08/2554	52 ภาพ
				CH ₄	06/2552 – 09/2556 *ยกเว้น: 10/2552, 05/2553, 12/2553, 07/2554, 10-12/2555	45 ภาพ
OCO-2	สหรัฐอเมริกา	National Aeronautics and Space Administration (NASA)	2557 - ปัจจุบัน	CO ₂	09/2557 – 04/2560	32 ภาพ
ดาวเทียม	อุปกรณ์ตรวจวัด (Sensor)		ความละเอียดเชิงพื้นที่ (Spatial Resolution)		ความละเอียดเชิงเวลา (Temporal Resolution)	รูปแบบการ ตรวจวัด
GOSAT	Thermal and Near-infrared Sensor for carbon Observation (TANSO) - The Fourier Transform Spectrometer (FTS) - The Cloud and Aerosol Imager (CAI)		12.5° x 12.5° (≈ 10.5 km)		3 วัน	ตามระดับความสูง (Column Abundance)
OCO-2	- 3 Co-bore-sighted - High resolution - Imaging grating spectrometers		1.29 km x 2.25 km		16 วัน	ค่าเฉลี่ยคอลัมน์ (Column Average)

ความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ

การวิเคราะห์ความเข้มข้น และการกระจายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซมีเทนในชั้นบรรยากาศของประเทศไทยและภูมิภาคอาเซียน จากภาพถ่ายดาวเทียม GOSAT ระหว่างปี พ.ศ. 2552 – 2556 และ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากภาพถ่ายดาวเทียม OCO-2 ระหว่างปี พ.ศ. 2557 – 2560 ดำเนินการวิเคราะห์โดยการแปลงโครงสร้างข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิคการคำนวณพีชคณิตเชิงแผนที่ (Map Algebra) เทคนิคการประมาณค่า (Interpolation) เพื่อวิเคราะห์ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซมีเทนในแต่ละระดับความสูงเฉลี่ยรายเดือน (Height Level) และตามช่วงเวลาเฉลี่ยรายเดือน (Time Series) จากภาพถ่ายดาวเทียม GOSAT และการวิเคราะห์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ตามช่วงเวลาเฉลี่ยรายเดือน (Time Series) จากภาพถ่ายดาวเทียม OCO-2 ในขอบเขตพื้นที่ประเทศไทยและภูมิภาคอาเซียน จากนั้นแสดงผลข้อมูลทั้งในรูปแบบแผนที่และกราฟเส้นเพื่อให้เห็นถึงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซมีเทนในชั้นบรรยากาศเชิงช่วงเวลา

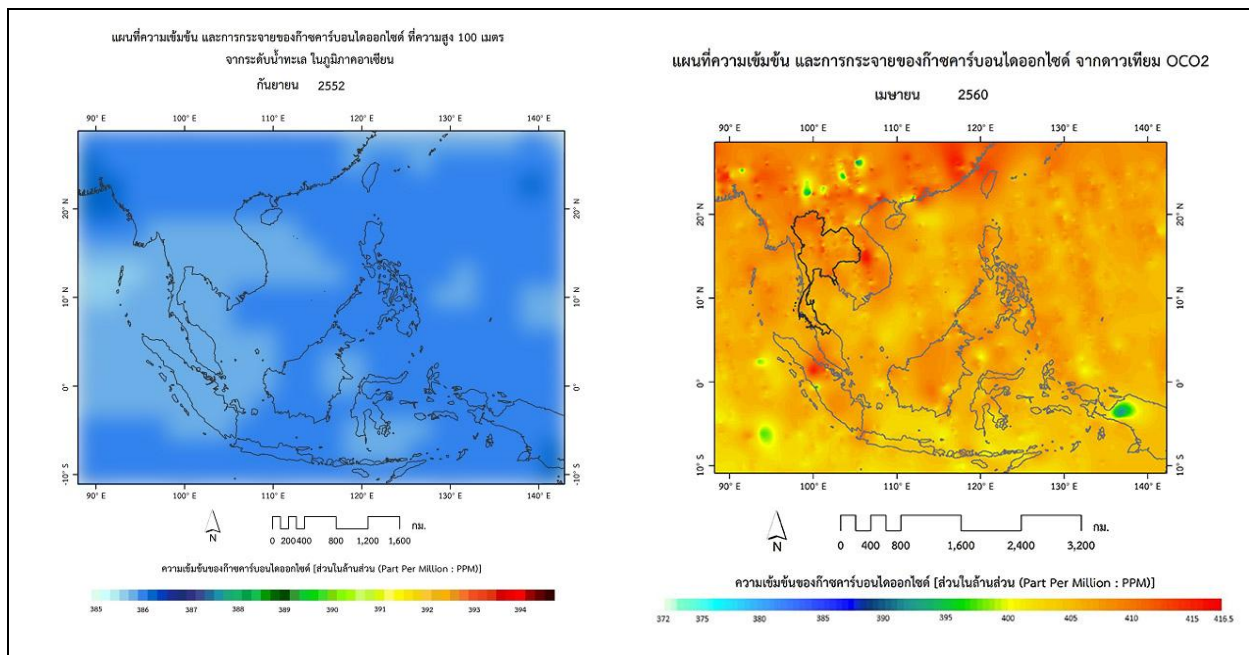
ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศ

ผลการศึกษาข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียม GOSAT และ OCO-2 พบว่า ในช่วงปี พ.ศ. 2552 - 2560 ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศของประเทศไทยเฉลี่ยรายเดือนมีค่าต่ำสุดในเดือนพฤศจิกายน ปี พ.ศ. 2552 ที่ระดับความเข้มข้น 385.19 ppm และมีค่าสูงสุดในเดือนเมษายน ปี พ.ศ. 2560 ที่ระดับความเข้มข้น 407.40 ppm ลักษณะของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงในรอบ 1 ปี ตามฤดูกาล รูปที่ 3 แสดงให้เห็นถึงความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงฤดูแล้ง เนื่องจากเป็นช่วงที่พืชมีการผลัดใบ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จึงถูกตรึงมาใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสงลดลง อุณหภูมิในอากาศที่เพิ่มขึ้นทำให้ความชื้นในอากาศลดน้อยลง กระบวนการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุโดยจุลินทรีย์จึงอยู่ในอัตราต่ำ ประกอบกับความชื้นในอากาศอยู่ในระดับต่ำทำให้กระบวนการแปลงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไปเป็นกรดคาร์บอนิคลดลง รวมถึงการเผาไหม้ชีวมวลจากพื้นที่เกษตรกรรมหลังฤดูกาลเก็บเกี่ยว นอกจากนี้อุณหภูมิของโลกที่สูงขึ้นยังทำให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายอยู่ในน้ำทะเลในมหาสมุทรระเหยแยกตัวออกมา และฤดูร้อนมีการใช้เชื้อเพลิงในปริมาณที่เพิ่มขึ้น จึงทำให้ปริมาณความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศเพิ่มสูงขึ้นในช่วงฤดูแล้ง สำหรับในช่วงฤดูฝน ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีแนวโน้มลดลง เนื่องจากพืชมีอัตราการสังเคราะห์แสงเพิ่มมากขึ้น ทำให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศถูกตรึงมาใช้ในการสังเคราะห์แสงและแปลงเป็นคาร์บอนสะสมอยู่ในรูปของเนื้อไม้ เมื่อพิจารณาในภาพรวม ปี พ.ศ. 2552 ประเทศไทยมีความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ย 385.75 ppm และต่ำสุดในปี พ.ศ. 2559 เพิ่มขึ้นเป็น 403.02 ppm ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2552 – 2559 ประเทศไทยมีความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น 17.27 ppm หรือคิดเป็นร้อยละ 4.48 และมีอัตราการเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 2.16 ppm ต่อปี หรือคิดเป็นร้อยละ 0.56



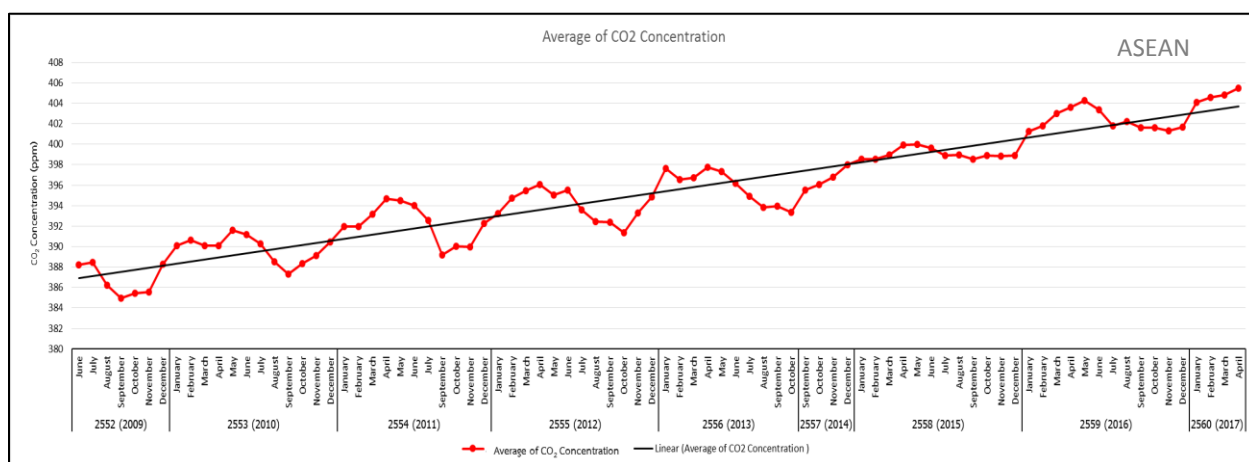
รูปที่ 3 ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศเฉลี่ยรายเดือน
ระหว่าง พ.ศ. 2552 – 2560 ในประเทศไทย

สำหรับในภูมิภาคอาเซียน พบว่า ช่วงปี พ.ศ. 2552 - 2560 ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศของภูมิภาคอาเซียนเฉลี่ยรายเดือนมีค่าต่ำสุดในเดือนกันยายน ปี พ.ศ. 2552 ที่ระดับความเข้มข้น 384.96 ppm และมีค่าสูงสุดในเดือนเมษายน ปี พ.ศ. 2560 ที่ระดับความเข้มข้น 405.50 ppm ลักษณะความเข้มข้นและการกระจายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แสดงในรูปแบบแผนที่ โดยใช้สัญลักษณ์สีแดงแสดงระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งมีความผันแปรตามตำแหน่งที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ (Site) รวมถึงรูปแบบกิจกรรมบนพื้นดินของมนุษย์ (Anthropogenic Activities) แสดงดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 แผนที่ความเข้มข้นและการกระจายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในภูมิภาคอาเซียน
เดือน กันยายน พ.ศ. 2552 (รูปซ้าย) และ เมษายน พ.ศ. 2560 (รูปขวา)

นอกจากนี้รูปแบบการเปลี่ยนแปลงในรอบ 1 ปี ตามฤดูกาล เหมือนกับที่พบในประเทศไทย คือ ความเข้มข้นจะเพิ่มสูงขึ้นในฤดูร้อนช่วงต้นปีและลดลงในช่วงกลางปีซึ่งเป็นฤดูฝน และเพิ่มขึ้นอีกครั้งในช่วงปลายปีซึ่งเข้าสู่ฤดูหนาว เนื่องจากเป็นช่วงหลังฤดูการเก็บเกี่ยวผลผลิต ส่งผลให้เกิดการเผาไหม้ชีวมวลจากพื้นที่เกษตรกรรมหลังฤดูการเก็บเกี่ยว รวมถึงการเกิดไฟป่าทั้งในพื้นที่ประเทศไทย และภูมิภาคอาเซียน และเมื่อพิจารณาในภาพรวมปี พ.ศ. 2552 ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ย 386.74 ppm และล่าสุดในปี พ.ศ. 2559 เพิ่มขึ้นเป็น 402.29 ppm ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2552 – 2559 ภูมิภาคอาเซียนมีความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น 15.55 ppm หรือคิดเป็นร้อยละ 4.02 และมีอัตราการเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 1.94 ppm ต่อปี หรือคิดเป็นร้อยละ 0.5 แสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศเฉลี่ยรายเดือน ระหว่าง พ.ศ. 2552 – 2560 ในภูมิภาคอาเซียน

หากพิจารณาความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในประเทศไทยและภูมิภาคอาเซียนกับโลก ซึ่งรายงานโดยหน่วยงานองค์การบริหารสมุทรศาสตร์และบรรยากาศแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NOAA) จากค่าเฉลี่ยของการเก็บตัวอย่าง⁴ ซึ่งมีการตรวจวัด ณ จุดเก็บตัวอย่างอากาศ จำนวน 43 จุดทั่วโลก⁵ ที่ตั้งอยู่บริเวณที่ห่างไกลในทะเล มีทิศทางลมที่แน่นอน เหมาะสมกับการเป็นตัวแทนของบรรยากาศขนาดใหญ่ ณ เดือนเมษายน ปี 2560 มีค่าเท่ากับ 406.33 ppm แม้ว่าเทคนิคการตรวจวัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะแตกต่างกัน และจุดที่ทำการอาจส่งผลต่อการกระจายของก๊าซ อย่างไรก็ตาม พบว่า ค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นไปในทิศทางเดียวกัน โดยประเทศไทยมีค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่าค่าเฉลี่ยโลก 1.07 ppm และในภูมิภาคอาเซียนมีค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยโลกเพียงเล็กน้อย โดยมีค่าแตกต่างอยู่ 0.83 ppm

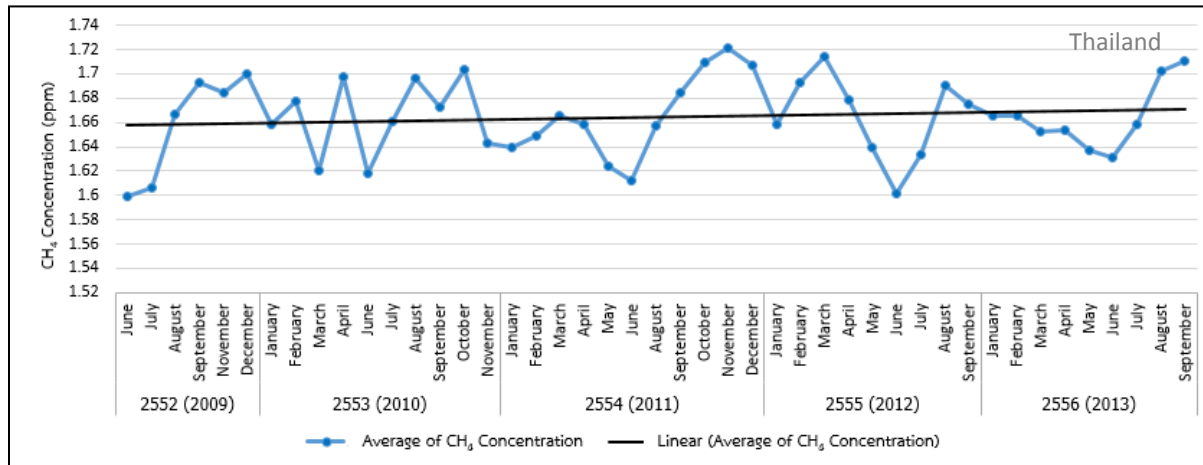
⁴ ftp://aftp.cmdl.noaa.gov/products/trends/co2/co2_mm_gl.txt

⁵ <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/mbl/map.php?param=CO2>

ความเข้มข้นของก๊าซมีเทนในชั้นบรรยากาศ

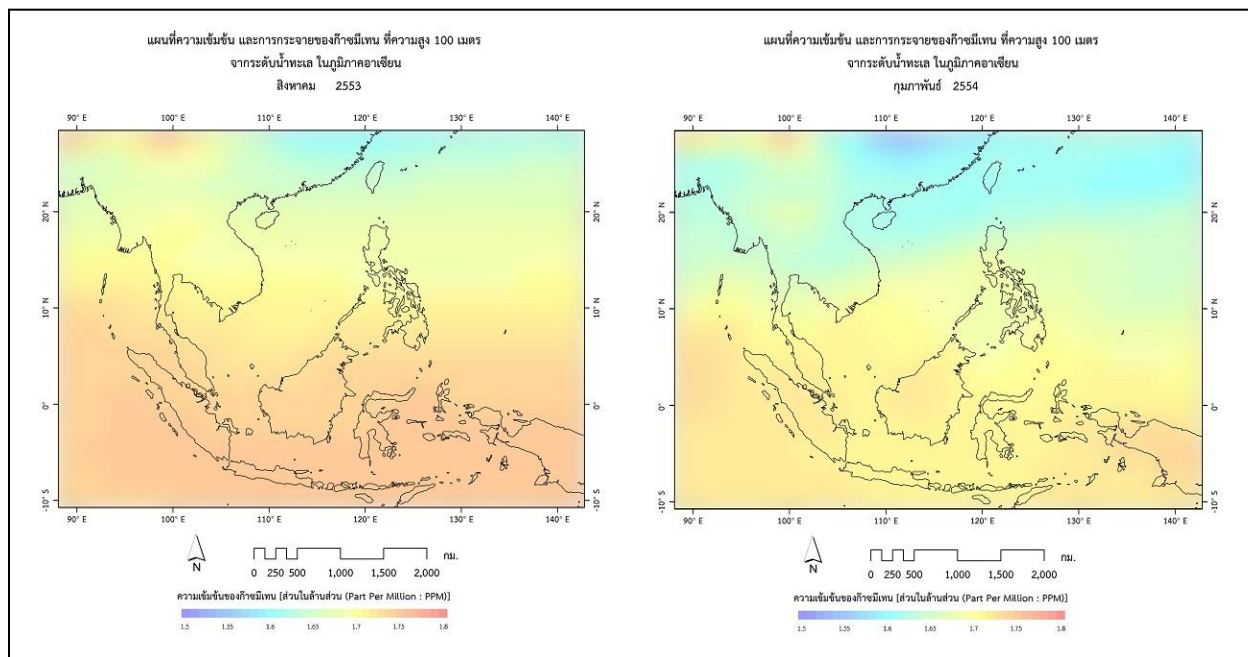
สำหรับก๊าซมีเทน จากการศึกษาข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียม GOSAT พบว่า ในช่วงปี พ.ศ. 2552 – 2556 ความเข้มข้นของก๊าซมีเทนในชั้นบรรยากาศของประเทศไทยเฉลี่ยรายเดือน มีค่าต่ำสุดในเดือนมิถุนายน ปี พ.ศ. 2552 ที่ระดับความเข้มข้น 1.59 ppm มีค่าสูงสุดในเดือนพฤศจิกายน ปี พ.ศ. 2554 ที่ระดับความเข้มข้น 1.72 ppm และค่าต่ำสุดในเดือนกันยายน ปี พ.ศ. 2556 ที่ระดับความเข้มข้น 1.85 ppm

ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของก๊าซมีเทนของประเทศไทยมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงในรอบ 1 ปี ตามฤดูกาล รูปที่ 6 แสดงให้เห็นถึงความเข้มข้นของก๊าซมีเทนมีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงฤดูแล้ง และลดลงในช่วงกลางปีซึ่งเป็นฤดูฝน และมีความสัมพันธ์กับกิจกรรมแหล่งปล่อยภาคพื้นดินและปฏิทินการเพาะปลูก โดยแหล่งปล่อยก๊าซมีเทนที่สำคัญของประเทศไทย คือ พื้นที่นาข้าวที่มีการขังน้ำ ซึ่งในฤดูแล้งภายหลังที่ระดับน้ำขังลดต่ำลง ทำให้ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำไม่เพียงพอสำหรับการย่อยสลายของแบคทีเรีย แบคทีเรียกลุ่มที่ไม่ต้องใช้ออกซิเจนในการย่อยสลาย (Anaerobic Bacteria) จะทำให้เกิดการแตกตัวของโมเลกุลของไฮโดรคาร์บอน ทำให้เกิดก๊าซมีเทนในชั้นบรรยากาศ ดังนั้น ค่าความเข้มข้นของก๊าซมีเทนในชั้นบรรยากาศจึงเพิ่มสูงขึ้นในฤดูแล้ง และเมื่อพิจารณารายปี พบว่า ค่าความเข้มข้นของก๊าซมีเทนในชั้นบรรยากาศในแต่ละปีไม่แตกต่างกันมากนัก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.65 ppm และ 1.66 ppm ในปี พ.ศ. 2552 และ 2556 ตามลำดับ ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2552 – 2556 ประเทศไทยมีความเข้มข้นของก๊าซมีเทนเพิ่มขึ้น 0.01 ppm หรือคิดเป็นร้อยละ 0.6 และมีอัตราการเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.002 ppm ต่อปี หรือคิดเป็นร้อยละ 0.12



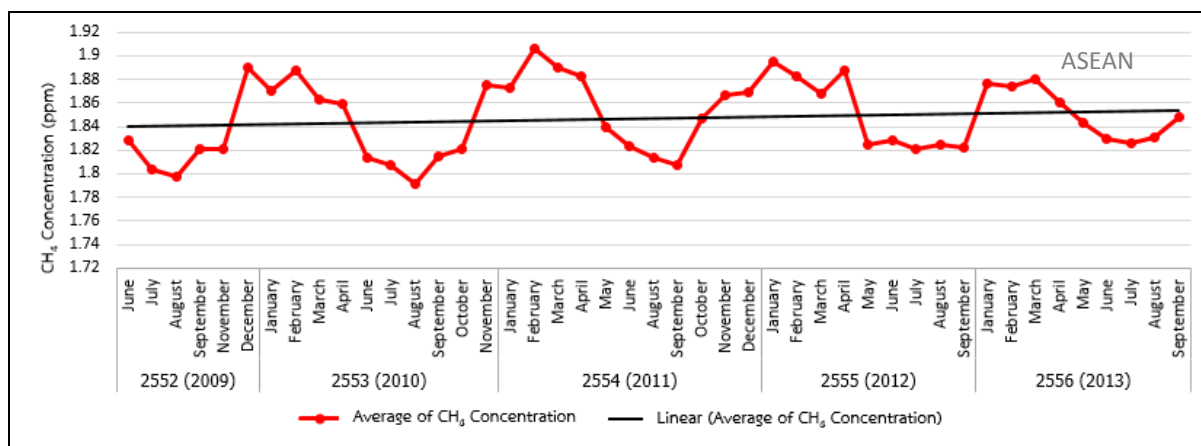
รูปที่ 6 ความเข้มข้นของก๊าซมีเทนในชั้นบรรยากาศเฉลี่ยรายเดือน ระหว่างปี พ.ศ. 2552 – 2556 ในประเทศไทย

สำหรับในภูมิภาคอาเซียน พบว่า ช่วงปี พ.ศ. 2552 - 2560 ความเข้มข้นของก๊าซมีเทนในชั้นบรรยากาศของภูมิภาคอาเซียนเฉลี่ยรายเดือน มีค่าต่ำสุดในเดือนกันยายน ปี พ.ศ. 2556 ที่ระดับความเข้มข้น 1.71 ppm สำหรับค่าต่ำสุดปรากฏในเดือนสิงหาคม ปี พ.ศ. 2553 ที่ระดับความเข้มข้น 1.80 ppm มีค่าสูงสุดในเดือนกุมภาพันธ์ ปี พ.ศ. 2554 ที่ระดับความเข้มข้น 1.91 ppm ลักษณะความเข้มข้นและการกระจายของก๊าซมีเทนแสดงในรูปแบบแผนที่ โดยใช้สัญลักษณ์สีแสดงระดับความเข้มข้นของก๊าซมีเทน ซึ่งมีความผันแปรตามตำแหน่งที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ (Site) รวมถึงรูปแบบกิจกรรมบนพื้นดินของมนุษย์ (Anthropogenic Activities) แสดงดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 แผนที่ความเข้มข้นและการกระจายของก๊าซมีเทนในภูมิภาคอาเซียน
เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2553 (รูปซ้าย) และ กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554 (รูปขวา)

ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของก๊าซมีเทนของประเทศไทยและในภูมิภาคอาเซียนมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงในรอบ 1 ปี ตามฤดูกาล โดยความเข้มข้นของก๊าซมีเทนมีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงฤดูแล้ง และลดลงในช่วงกลางปีซึ่งเป็นฤดูฝน ทั้งนี้ค่าความเข้มข้นของก๊าซมีเทนในแต่ละปีไม่แตกต่างกันมากนัก อย่างไรก็ตามความเข้มข้นของก๊าซมีเทนโดยเฉลี่ยในภูมิภาคอาเซียนมีค่ามากกว่าประเทศไทย โดยในปี พ.ศ. 2552 ประเทศไทยมีค่าความเข้มข้นของก๊าซมีเทนเฉลี่ยเท่ากับ 1.65 ppm ขณะที่ภูมิภาคอาเซียนมีค่าความเข้มข้นของก๊าซมีเทนเฉลี่ยเท่ากับ 1.83 ppm และในปี พ.ศ. 2556 ประเทศไทยมีค่าความเข้มข้นของก๊าซมีเทนเฉลี่ยเท่ากับ 1.66 ppm ขณะที่ภูมิภาคอาเซียนมีค่าความเข้มข้นของก๊าซมีเทนเฉลี่ยเท่ากับ 1.85 ppm ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2552 - 2556 ภูมิภาคอาเซียนมีความเข้มข้นของก๊าซมีเทนเพิ่มขึ้น 0.02 ppm หรือคิดเป็นร้อยละ 1.09 และมีอัตราการเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.004 ppm ต่อปี หรือคิดเป็นร้อยละ 0.22 แสดงในรูปที่ 8



รูปที่ 8 ความเข้มข้นของก๊าซมีเทนในชั้นบรรยากาศเฉลี่ยรายเดือน ระหว่างปี พ.ศ. 2552 – 2556
ในภูมิภาคอาเซียน

หากพิจารณาความเข้มข้นของก๊าซมีเทนในประเทศไทยและภูมิภาคอาเซียนกับโลก ซึ่งรายงานโดยหน่วยงานองค์การบริหารสมุทรศาสตร์และบรรยากาศแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NOAA) จากค่าเฉลี่ยของการเก็บตัวอย่าง⁶ ซึ่งมีการตรวจวัด ณ จุดเก็บตัวอย่างอากาศ จำนวน 45 จุดทั่วโลก⁷ ที่ตั้งอยู่บริเวณที่ห่างไกลในทะเล มีทิศทางลมที่แน่นอน เหมาะสมกับการเป็นตัวแทนของบรรยากาศขนาดใหญ่ ณ เดือนกันยายน ปี พ.ศ. 2556 มีค่าเท่ากับ 1.82 ppm แม้ว่าเทคนิคการตรวจวัดก๊าซมีเทนจะแตกต่างกัน และจุดที่ทำการอาจส่งผลกระทบต่อความกระจายของก๊าซ อย่างไรก็ตาม พบว่า ค่าความเข้มข้นของก๊าซมีเทนเป็นไปในทิศทางเดียวกัน โดยประเทศไทยมีค่าความเข้มข้นของมีเทนสูงกว่าค่าเฉลี่ยโลกเพียงเล็กน้อยอยู่ 0.03 ppm และในภูมิภาคอาเซียนมีค่าความเข้มข้นของก๊าซมีเทนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยโลกอยู่ 0.11 ppm

การพัฒนาระบบสารสนเทศสถานการณ์ก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ

การพัฒนาระบบสารสนเทศสถานการณ์ก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ เป็นการนำเสนอชุดข้อมูลความเข้มข้นและการกระจายของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศครอบคลุมประเทศไทยและภูมิภาคอาเซียนผ่าน Website เพื่อให้บริการข้อมูลแก่ผู้ที่สนใจ โดยสามารถติดตามสถานการณ์ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซมีเทนในชั้นบรรยากาศในรูปแบบแผนที่เคลื่อนไหว การกระจายและการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น ซึ่งจะมีการแปรผันตามสภาพที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ แหล่งปล่อยและแหล่งกักเก็บก๊าซเรือนกระจกในระดับภาคพื้นดิน รวมถึงปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยา นอกจากนี้ยังนำเสนอกราฟแสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง และตารางข้อมูล และพัฒนาฟังก์ชันการสืบค้นโดยระบุช่วงเวลา ตำแหน่งที่ต้องการทราบข้อมูลความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจก รวมถึงผู้ที่สนใจสามารถดาวน์โหลดข้อมูลไปใช้ประกอบการอ้างอิง ตลอดจนแสดงสถานการณ์ความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศล่าสุดของประเทศไทย ภูมิภาคอาเซียน และโลก ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการติดตามสถานการณ์ความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ และเป็นข้อมูลสนับสนุนการศึกษาเพื่อการบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจกในระดับพื้นที่ต่อไป

⁶ ftp://aftp.cmdl.noaa.gov/products/trends/ch4/ch4_mm_gl.txt

⁷ <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/mbl/map.php?param=CH4>

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะที่ได้จากการศึกษา

จากการศึกษาการตรวจวัดและติดตามความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ สามารถสรุปผลการศึกษา รวมถึงข้อเสนอแนะในการนำผลการศึกษาไปพัฒนาต่อยอด เพื่อพัฒนาข้อมูลความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น รวมถึงเป็นข้อมูลสนับสนุนการดำเนินงานด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สรุปได้ดังนี้

- อำนวยความสะดวกให้แก่ประชาชน นักวิจัย ในการเข้าถึงและได้รับทราบสถานการณ์ความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศได้อย่างรวดเร็วผ่านเว็บไซต์ ส่งผลให้เกิดการมีส่วนร่วมในการลดก๊าซเรือนกระจกและมีความตระหนักถึงผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
- เป็นข้อมูลที่ใช้ในการประเมินและพัฒนาการรายงานก๊าซเรือนกระจกระดับประเทศ (Greenhouse Gas Emission Inventories)⁸
- เป็นข้อมูลสนับสนุนให้หน่วยงานภาครัฐ กำหนดนโยบายและวางแผนการดำเนินโครงการในการลดปริมาณการปล่อยและเพิ่มการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกที่มีประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับคุณลักษณะของพื้นที่
- เป็นข้อมูลสนับสนุนให้หน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคประชาชนวางแผนรับมือการลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระดับท้องถิ่น รวมถึงการวิจัยที่จะต่อยอดไปสู่การจัดการและการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่อาจเกิดขึ้น เช่น การศึกษาปรากฏการณ์เกาะความร้อนในพื้นที่เมืองขนาดใหญ่ (Urban Heat Dome) การศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ของระบบภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงในระบบนิเวศขนาดเล็ก การปรับตัวของระบบนิเวศจากปัจจัยการกระจายของโรคพืชและจากแมลงที่ส่งผลกระทบ รวมถึงการจัดการด้านการเกษตรกรรมเพื่อสร้างโอกาสในการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรจากการเพิ่มขึ้นของอัตราการสังเคราะห์แสงจากผลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้น เป็นต้น

⁸ http://www.nies.go.jp/soc/en/documents/guidebook/GHG_Satellite_Guidebook_1st_12b.pdf