



PUEY UNGPHAKORN INSTITUTE
FOR ECONOMIC RESEARCH

Night Lights, Economic Growth, and Spatial Inequality of Thailand

by

Thanee Chaiwat

May 2016

Discussion Paper

No. 26

The opinions expressed in this discussion paper are those of the author(s) and should not be attributed to the Puey Ungphakorn Institute for Economic Research.

แสงไฟยามค่ำคืน การเติบโตทางเศรษฐกิจ และความเหลื่อมล้ำเชิงพื้นที่ของไทย

Night Lights, Economic Growth, and Spatial Inequality of Thailand

ธานี ชัยวัฒน์*

Thanee Chaiwat

คณะเศรษฐศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โทรศัพท์ 0-2218-6230 e-mail : thanee.c@chula.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอวิธีการประมาณค่าอัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจรายจังหวัด โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียมที่แสดงแสงไฟยามค่ำคืนขององค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติ (NASA) เนื่องจากความสว่างของแสงไฟยามค่ำคืนมีพื้นฐานจากจำนวนกิจกรรมทางเศรษฐกิจของพื้นที่นั้นๆ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ความสว่างของแสงไฟมีความสัมพันธ์ทางบวกกับอัตราการเติบโตของเศรษฐกิจอย่างมีนัยสำคัญ แม้ว่าเราจะควบคุมปัจจัยที่อาจจะมีผลต่อความสัมพันธ์ เช่น จำนวนประชากร เวลา สัดส่วนมูลค่าภาคเกษตรหรืออุตสาหกรรมต่อ GPP ความสัมพันธ์ดังกล่าวก็ยังคงไม่เปลี่ยนแปลง ผลจากงานวิจัยนี้ยืนยันความสัมพันธ์ของความสว่างของแสงไฟและอัตราการเติบโตของเศรษฐกิจในรายจังหวัด นอกจากนี้ บทความยังประยุกต์ผลที่ได้เพื่อแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างระดับของเศรษฐกิจกับความไม่เท่าเทียมกันเชิงพื้นที่ในรายจังหวัด ซึ่งนำไปสู่ความเข้าใจในรูปแบบการพัฒนาของประเทศไทยในอีกมิติหนึ่ง

คำสำคัญ: แสงไฟยามค่ำคืน, การเติบโตทางเศรษฐกิจ, กิจกรรมทางเศรษฐกิจ, ผลผลิตมวลรวมรายจังหวัด

ABSTRACT

This paper explains the method using a set of night light imagery to estimate GPP of Thailand. This method is quite new but widely acceptable in the area of economics because luminosity of night lights is normally based on the amount of economic activities in each area. The results showed a high and significant correlation between the night lights and the GPP growth. Even if the estimation was controlled by some specific factors, such as population density, timing size of agricultural or manufacturing sector, the relationship is still robust. After this relationship is confirmed in the provincial level of Thailand, this research applied the results to show the relationship between economic values and spatial inequality, which indicates new understanding about spatial development patterns.

KEY WORDS: Night Lights, Economic Growth, Economic Activity, Gross Provincial Products

JEL Classification: E01, O47, R11

บทนำ

นักเศรษฐศาสตร์ให้ความสนใจมากขึ้นเกี่ยวกับความไม่เท่าเทียมกัน จากที่เคยให้ความสำคัญมุ่งเน้นไปที่การเติบโตทางเศรษฐกิจเป็นหลัก อย่างไรก็ตาม ความไม่เท่าเทียมกันที่มีการศึกษาในเชิงเศรษฐศาสตร์ตลอดช่วงที่ผ่านมาเป็นระยะเวลานานนั้นเป็น “ความไม่เท่าเทียมกันทางรายได้” (Income Inequality) เป็นหลัก ซึ่งมาจากการวัดความแตกต่างทางด้านรายได้ของแต่ละบุคคลหรือแต่ละครัวเรือนในพื้นที่หนึ่งๆ โดยหากกลุ่มบุคคลหรือครัวเรือนในพื้นที่เหล่านั้นมีรายได้ที่ใกล้เคียงกัน ย่อมแสดงถึงความเท่าเทียมกันที่สูง แต่หากกลุ่มบุคคลหรือครัวเรือนในพื้นที่ที่มีรายได้ที่แตกต่างกันมาก ย่อมแสดงถึงความเท่าเทียมกันที่ต่ำตามไปด้วย

อันที่จริง ความไม่เท่าเทียมกันทางรายได้ยังสามารถพิจารณาได้จากอีกมิติหนึ่ง นอกเหนือไปจากความแตกต่างระหว่างบุคคลหรือครัวเรือนแล้ว ยังสามารถพิจารณาในมิติของความแตกต่างระหว่างเชิงพื้นที่ หรือที่เรียกว่า “ความไม่เท่าเทียมกันเชิงพื้นที่” (Spatial Inequality) โดยความไม่เท่าเทียมกันในมิตินี้ นับได้ว่าเพิ่งได้รับความสนใจในช่วงไม่นานมานี้ เนื่องจากมีการใช้ค่าความสว่างของแสงไฟ (Luminosity of Nightlights) เข้ามาเป็นมาตรวัดในการวิเคราะห์หรือประมาณค่าความไม่เท่าเทียมกันในเชิงพื้นที่ การวัดความสว่างของแสงไฟใช้ข้อมูลที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียม ซึ่งสามารถแตกออกองค์ประกอบในภาพเป็นพื้นที่ย่อยๆ ที่เรียกว่า จุดภาพ (Pixels) ได้ ดังนั้น เมื่อทราบค่าของพื้นที่ย่อยๆ ก็ยังสามารถประกอบกันเป็นพื้นที่ที่กำหนดไว้สำหรับการวิเคราะห์ได้เช่นกัน คุณสมบัติของภาพถ่ายดาวเทียมที่มีข้อมูลของความสว่างแสงไฟจึงนับเป็นเทคโนโลยีที่ช่วยให้นักเศรษฐศาสตร์นำมาวิเคราะห์ความไม่เท่าเทียมกันในเชิงพื้นที่ได้

การนำค่าความสว่างของแสงไฟมาใช้ในการศึกษาริเริ่มมาจากการประมาณการมูลค่าของกิจกรรมทางเศรษฐกิจในพื้นที่ที่ไม่มีข้อมูลหรือข้อมูลที่ไม่มีความแม่นยำ โดยการศึกษาเหล่านั้นแสดงให้เห็นว่าแสงไฟเป็นตัวแทนของมูลค่าการพัฒนาเศรษฐกิจในพื้นที่หนึ่งๆ ได้เป็นอย่างดี (Doll, Muller, Elvidge 2000; Ebener, Tandom, and Elvidge 2005; Elvidge et al. 2007; Elvidge et al. 1997; Sutton, Elvidge, and Ghosh 2007; Sutton and Costanza 2002; Henderson, Storeygard, and Weil 2009) ในขณะที่พื้นที่ที่มีข้อมูลมูลค่าการผลิตที่ค่อนข้างแม่นยำ หรือมีคุณภาพของข้อมูลที่ติดอยู่แล้ว ค่าความสว่างของแสงไฟก็ยังมีมีความสัมพันธ์ที่สูงกับมูลค่าการผลิตในพื้นที่นั้นๆ เช่นกัน แต่หากพิจารณาการกระจายตัวของค่าความสว่างของแสงไฟก็จะช่วยให้การศึกษาความไม่เท่าเทียมกันเชิงพื้นที่นั้นมีความเป็นไปได้ และยังช่วยให้เกิดการพัฒนาการศึกษาในประเด็นของการแพร่กระจายความเจริญ (Diffusion) และการกระจุกตัวของการพัฒนา (Agglomeration) ได้อีกด้วย

การใช้ค่าความสว่างของแสงไฟมาประมาณค่าการวิเคราะห์ต่างๆ ทางเศรษฐศาสตร์นั้น ส่วนมากจะเป็นการศึกษาในระดับระหว่างประเทศ (Cross Country Level) ขณะที่มีการศึกษาในระดับประเทศ และระดับต่ำกว่าประเทศ (National and Sub-national Level) อยู่พอสมควร แต่ผลการศึกษาที่ว่าด้วยระดับความสัมพันธ์ของค่าความสว่างแสงไฟกับมูลค่ากิจกรรมทางเศรษฐกิจในพื้นที่นั้นๆ ยังคงต้องพิจารณาเป็นกรณีๆ ไป เนื่องจากแม้ว่าพื้นที่ส่วนใหญ่จะมีความสัมพันธ์อยู่ในระดับที่สูง แต่ในบางพื้นที่ก็ยังคงต้องควบคุมปัจจัยอื่นเพิ่มเติม (refs)

อย่างไรก็ตาม การจะนำค่าความสว่างของแสงไฟไปใช้ในการวิเคราะห์มิติอื่นๆ ทางเศรษฐศาสตร์นั้น จำเป็นต้องได้รับการยืนยันถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรดังกล่าวในระดับพื้นที่ที่สนใจก่อน เช่น หากต้องการวิเคราะห์ความไม่เท่าเทียมกันเชิงพื้นที่ การแพร่กระจายความเจริญ หรือการกระจุกตัวของการพัฒนาในรายจังหวัด ก็จะต้องแสดงให้เห็นถึงระดับความสัมพันธ์ของค่าความสว่างของแสงไฟกับมูลค่าของกิจกรรมทางเศรษฐกิจในรายจังหวัดก่อน

ในกรณีของประเทศไทย ยังไม่มีการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสว่างของแสงไฟตามค่าคืนกับมูลค่าของกิจกรรมทางเศรษฐกิจในรายพื้นที่ บทความนี้จึงนับได้ว่าเป็นขั้นแรกที่ได้ทำการศึกษาเพื่อยืนยันความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรดังกล่าวในระดับจังหวัดของประเทศไทย ซึ่งเมื่อค่าความสว่างของแสงไฟตามค่าคืนมีความสัมพันธ์กับมูลค่าของกิจกรรมทาง

เศรษฐกิจในระดับพื้นที่ของจังหวัดแล้ว ก็น่าจะนำไปสู่การศึกษาในประเด็นอื่น เช่น ความไม่เท่าเทียมกันเชิงพื้นที่ การแพร่กระจายความเจริญ หรือการกระจุกตัวของการพัฒนา ที่จะมีคุณูปการต่อแวดวงวิชาการต่อไปในอนาคต

กระนั้นก็ดี การใช้ภาพถ่ายดาวเทียมในประเภทความสว่างของแสงไฟยามค่ำขึ้นมาประมาณการสิ่งต่างๆ หรือเหตุการณ์ต่างๆ บนโลกนั้นอาจไม่ใช่เรื่องใหม่เสียทีเดียว ตั้งแต่ใน ค.ศ. 1972 the U.S. Air force Defense Meteorological Satellite Program (DMSP) เริ่มใช้เซนเซอร์ดาวเทียมที่สามารถตรวจจับคลื่นแสงที่มองเห็นได้และใกล้เคียงกับ InfraRed (Visible and Near InfraRed: VNIR) ที่ถูกปล่อยออกมาจากเมืองต่างๆ ได้ โดยวัตถุประสงค์ของการนำมาใช้ครั้งนั้นก็เพียงเพื่อประโยชน์ในการวัดค่าและคำนวณลักษณะของสภาพอากาศและก้อนเมฆเท่านั้น

ภาพถ่ายแสงไฟจากนอกโลกเริ่มถูกนำมากล่าวถึงเพื่อวัตถุประสงค์ในการประมาณการกิจกรรมทางเศรษฐกิจของมนุษย์ตั้งแต่ข้อมูลยังถูกบันทึกไว้ในรูปแบบ Film Strips โดย Croft (1973, 1978, 1979) เช่นเดียวกับ Welch (1980) ที่ใช้ข้อมูลดังกล่าวในการคำนวณหาอัตราการใช้พลังงานของเมืองใหญ่ จนกระทั่งต่อมา Sullivan (1989) นำภาพถ่ายดาวเทียมดังกล่าวมาผลิตเป็นภาพถ่ายที่มีความละเอียดอยู่ที่ 10x10 กม. จนกลายเป็นจุดเริ่มต้นในการเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่องในรูปแบบภาพถ่ายที่สามารถนำไปใช้ต่อยอดงานวิจัยได้

Elvidge et al. (1997) ทำการเชื่อมโยงแสงไฟยามค่ำคืนในช่วง พ.ศ. 2537-2538 ของพื้นที่ที่มีประชากรหนาแน่นใน 21 ประเทศกับกิจกรรมทางเศรษฐกิจ อันได้แก่ GDP และมูลค่าการบริโภคพลังงานไฟฟ้า ด้วยสมการแบบ log-linear โดยพวกเขาพบว่าตัวแปรต่างๆ ดังกล่าวมีความสัมพันธ์กันอย่างมากระหว่างกัน ขณะที่ Doll et al. (2000) ต่อยอดจากงานของ Elvidge et al. (1997) เขาใช้ค่าความสว่างของแสงไฟในระดับ 1x1 องศาไปคาดการณ์มูลค่า GDP ของประเทศต่างๆ ในโลก ซึ่งค่าที่คาดการณ์ได้นั้นค่อนข้างดี โดยมีความแม่นยำอยู่ที่ประมาณร้อยละ 80 เมื่อเปรียบเทียบกับมูลค่า GDP โลกที่รายงานโดย World Resource Institute

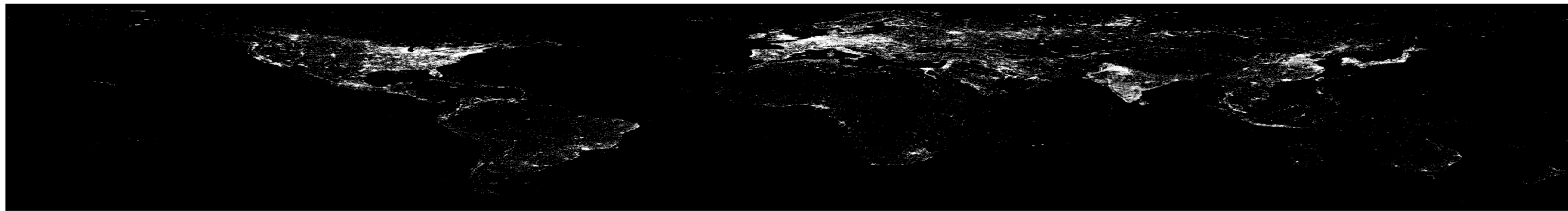
ความสัมพันธ์ระหว่างความสว่างของแสงไฟยามค่ำคืนกับรายได้ต่อหัวของประชากรนั้นถูกตั้งคำถามในเวลาต่อมา โดย Ebener et al. (2005) ทั้งในระดับประเทศและระดับที่ต่ำกว่าระดับประเทศ (Sub-National Level) โดยมีการทดสอบความสัมพันธ์ในหลายรูปแบบ และพบว่าทั้งผลรวมและค่าเฉลี่ยของความสว่างแสงไฟมีความสัมพันธ์ที่ค่อนข้างดีกับรายได้ต่อหัว อีกทั้งการจัดกลุ่มประเทศต่างๆ ตามระดับของผลผลิตทางการเกษตรก็จะให้ผลการประมาณค่าที่ดีขึ้น แม้ว่าการประมาณค่าในระดับประเทศจะค่อนข้างแม่นยำ แต่กลับทำได้ไม่ดีนักในระดับที่ต่ำกว่าระดับประเทศ สาเหตุที่เป็นเช่นนี้อาจทำความเข้าใจได้จากงานของ Sutton et al. (2007) ที่ทำการประมาณค่า GDP ในระดับรัฐของประเทศอินเดีย จีน ตุรกีและสหรัฐอเมริกา โดยพบว่าจำนวนประชากรของเมืองที่มีการย้ายถิ่นฐานนั้นมีบทบาทสำคัญต่อผลรวมของแสงไฟของแต่ละเมืองด้วย

การประมาณค่าอัตราการเติบโตแทนที่จะเป็นระดับของ GDP ด้วยความสว่างของแสงไฟในทางเศรษฐศาสตร์นั้นเริ่มมาจากการงานของ Henderson, Storeygard and Weil (2012)¹ ที่ทำการศึกษาประเทศต่างๆ ทั่วโลก และพบว่า อัตราการเติบโตของแสงไฟสามารถประมาณค่าอัตราการเติบโตของรายได้ต่อหัวได้ดี โดยเฉพาะหากเป็นประเทศที่มีระบบฐานข้อมูลบัญชีประชาชาติที่ดี เช่น กลุ่มประเทศพัฒนาแล้ว ขณะที่หากเป็นประเทศที่มีระบบฐานข้อมูลบัญชีประชาชาติที่ไม่ดี การประมาณค่าก็จะมีค่าความแม่นยำลดลง เช่น ประเทศในกลุ่มแอฟริกา อย่างไรก็ตาม พวกเขาได้ทำการพัฒนารอบแนวคิดทางสถิติเพื่อพิสูจน์ให้เห็นว่าอัตราการเติบโตของแสงไฟเป็นตัวประมาณค่าที่ดีของอัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจด้วย

หากพิจารณาจาก ภาพถ่ายของแสงไฟยามค่ำคืนจากดาวเทียมนอกโลกในภาพที่ 1 ซึ่งสีดำแสดงถึงความมืด และสีขาวแสดงถึงความสว่าง รวมทั้งยิ่งขาวมากก็จะมีแสงสว่างมากด้วย จะเห็นอย่างคร่าวๆ ได้ว่าพื้นที่ที่มีแสงไฟสว่างมาก ได้แก่ อเมริกาเหนือ ยุโรป ญี่ปุ่น และจีนตะวันออก ซึ่งสอดคล้องกับมูลค่า GDP ที่สูงของประเทศเหล่านั้นเช่นกัน

¹สาเหตุที่ใช้คำว่า “เริ่มมาจาก” ก็เพราะงานของ Henderson, Storeygard and Weil ได้นำเสนอในที่สาธารณะ และได้รับการเผยแพร่อย่างมากมายตั้งแต่ปี 2009 แต่ถูกนำไปตีพิมพ์ในปี 2012 ซึ่งทำให้ดูเหมือนซ้ำกว่าบทความวิจัยอีกหลายฉบับที่ถูกเขียนขึ้นตามมา

ภาพที่ 1 ความสว่างของแสงไฟทั่วโลกในปี 2552



ที่มา: NOAA's Earth Observation Group, 2009.

หมายเหตุ: สีขาวหมายถึงค่าความสว่างของแสงไฟสูง และสีดำหมายถึงค่าความสว่างของแสงไฟต่ำ.

การเป็นตัวประมาณค่าที่ดีของอัตราการเติบโตของรายได้ต่อหัวโดยความสว่างของแสงไฟไม่แตกต่างกันนักหากนำมาพิจารณาในกรณีของอัตราการเติบโตของ GDP Kulkarni et al. (2011) ทำการศึกษาใน พ.ศ. 2544-2550 ของรัฐต่างๆ ในประเทศจีน อินเดีย และสหรัฐอเมริกา และพบว่าความสว่างของแสงไฟมีความสัมพันธ์ที่สูงกับอัตราการเติบโตของ GDP ด้วยเช่นกัน

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของค่าความสว่างของแสงไฟกับเศรษฐกิจนอกระบบให้เห็นอยู่บ้าง Ghosh et al. (2009, 2010) ทำการศึกษาในประเทศเม็กซิโกและอินเดียตามลำดับ เพื่อหามูลค่าของเศรษฐกิจนอกระบบในแต่ละเขตการปกครองของแต่ละรัฐในประเทศนั้นๆ โดยใช้ค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการประมาณการกรณีของสหรัฐอเมริกามาคำนวณ แม้ว่า Ghosh et al. (2009, 2010) ได้ทำการควบคุมปัจจัยทางด้านประชากรและพื้นที่เกษตรกรรมตามที่งานวิจัยก่อนหน้านี้ได้เคยเสนอแนะไว้แล้ว แต่การใช้ค่าพารามิเตอร์ของสหรัฐอเมริกามาประมาณการกรณีของประเทศเหล่านี้ก็ยังคงถูกตั้งคำถาม

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสว่างของแสงไฟยามค่ำคืนและมูลค่าการผลิตในระดับจังหวัด ทั้งในเชิงของตัวแปรระดับและตัวแปรการเปลี่ยนแปลง โดยที่ Kulkarni et al. (2011) และ Henderson, Storeygard and Weil (2012) ได้เสนอเอาไว้แล้วว่า การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรการเปลี่ยนแปลงจะสามารถทำได้มีประสิทธิภาพมากกว่า เนื่องจากสามารถละเลยปัจจัยทางด้านความแตกต่างของคุณลักษณะรายเขตปกครองที่มีผลต่อความสว่างของแสงไฟ ซึ่งเป็นปัจจัยคงที่หรือมีการเปลี่ยนแปลงน้อยในแต่ละปีออกไปได้

หัวข้อต่อไปจะกล่าวถึงตัวแปรและแหล่งข้อมูล วิธีการประมาณค่า จากนั้นจะนำเสนอผลการศึกษา และบทสรุป

ตัวแปรและแหล่งข้อมูล

ข้อมูลต่างๆ ที่ใช้ในบทความนี้เป็นข้อมูลรายจังหวัดของประเทศไทยจำนวน 76 จังหวัด¹ ในช่วง พ.ศ. 2535-2552 เนื่องจาก พ.ศ. 2535 เป็นปีแรกที่มีการเผยแพร่ข้อมูลค่าความสว่างของแสงไฟยามค่ำคืน และ พ.ศ. 2552 เป็นปีล่าสุดที่มีการเผยแพร่ข้อมูล GPP อย่างเป็นทางการ

รายละเอียดของแต่ละข้อมูลและตัวแปรอธิบายได้ดังต่อไปนี้

แสงไฟยามค่ำคืน (Night Lights): แสงไฟยามค่ำคืนเป็นข้อมูลความสว่างที่อยู่ในรูปแบบของภาพถ่าย (Raster Image) จัดทำขึ้นโดย DMSP (Defense Meteorological Satellite Program) Department of Defense, Air force Space and Missile Systems (SMC) และเผยแพร่โดย NOAA's Earth Observation Group ข้อมูลจากภาพถ่ายของแสงไฟยามค่ำคืนมีความละเอียดอยู่ที่ 30 second arc หรือประมาณ 0.81 ตารางกิโลเมตรใกล้เส้นศูนย์สูตร โดยความสว่างของแสงไฟเหล่านี้ไม่รวมความสว่างที่เกิดจากไฟฟ้า หรือความสว่างที่เกิดจากธรรมชาติอื่นๆ เช่น แสงเหนือแสงใต้ จึงเป็นความสว่างที่ (เกือบจะ)เกิดจากการกระทำของมนุษย์เท่านั้น ค่าความสว่างวัดเป็นระดับด้วยจำนวนเต็มตั้งแต่ 0 ถึง 63 โดย 0 หมายถึงไม่มีแสงสว่างเลย และ 63 หมายถึงมีความสว่างมากที่สุด

ข้อมูลความสว่างของแสงไฟยามค่ำคืนที่ใช้เป็นข้อมูลค่าความสว่างของ “แสงไฟรวมแบบเสถียร” (Stable Total Lights) สาเหตุที่ใช้ค่าความสว่างรวมในรายจังหวัด เนื่องจากบทความนี้มุ่งไปที่การประมาณค่ามูลค่า GPP รวมของแต่ละจังหวัดเป็นหลัก ซึ่งจะทำให้ทั้งสองตัวแปรมีหน่วยในการวิเคราะห์ (Unit of Analysis) เดียวกัน และใช้ข้อมูลแสงไฟแบบเสถียรเพื่อตัดผลกระทบของแสงวูบวาบที่เกิดขึ้นแบบชั่วคราวออกไป

¹จังหวัดในประเทศไทยที่ทำการวิเคราะห์ไม่รวมจังหวัดบึงกาฬ เนื่องจากจัดตั้งขึ้นภายหลังช่วงเวลาของข้อมูลที่ใช้ทำการวิเคราะห์ ในส่วนของจังหวัดหนองบัวลำภู สระแก้ว และอำนาจเจริญที่จัดตั้งขึ้นระหว่างช่วงเวลาของการวิเคราะห์นั้น ข้อมูล GPP และจำนวนประชากรคำนวณย้อนหลังด้วยวิธีสมการถดถอยอย่างง่ายตามอนุกรมเวลา และนำไปหักออกจากจังหวัดเดิมของพื้นที่ ได้แก่ อุตรดิตถ์ ปราจีนบุรี และ อุบลราชธานี ตามลำดับ

อย่างไรก็ดี ภาพถ่ายความสว่างของแสงไฟในแต่ละปีมาจากดาวเทียมที่แตกต่างกันจำนวนหกดวง เนื่องจากมีการเปลี่ยนดาวเทียมเก็บข้อมูลในทุกๆ 5-8 ปี โดยหากมีการเก็บภาพถ่ายในปีที่ซ้ำกัน จะเลือกเอาข้อมูลจากดาวเทียมดวงที่ใหม่กว่าในการเก็บข้อมูลมาใช้ จึงอาจมีความคลาดเคลื่อนจากการเปลี่ยนดาวเทียมเก็บข้อมูลอยู่บ้าง โดยเป็นความคลาดเคลื่อนที่ไม่อาจมองเห็นได้ (Unobserved Error) แต่เชื่อว่าหน่วยงานทางด้านอวกาศของสหรัฐฯจะทำให้ค่านี้อยู่ในระดับที่ต่ำที่สุด จึงไม่ถูกนำมาเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ใดใดของบทความชิ้นนี้

มูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมรายจังหวัด (Gross Provincial Products): มูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมรายจังหวัด หมายถึงมูลค่าของสินค้าและบริการขั้นสุดท้ายที่ผลิตขึ้นภายในจังหวัดหนึ่งๆ ในปีหนึ่งๆ โดยข้อมูลชุดนี้รวบรวมจากสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

เนื่องจากข้อมูล GPP ที่เผยแพร่โดยสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติถูกจำแนกออกเป็นสองไฟล์ ก่อนและหลัง พ.ศ. 2548 ซึ่งมีค่า GPP ของ พ.ศ. 2548 ร่วมกันแต่ไม่เท่ากัน (ปีฐานเดียวกัน) บทความนี้จึงทำการปรับค่าตามสัดส่วนให้ข้อมูลของ พ.ศ. 2545-2547 สอดคล้องกับข้อมูลที่เหลือโดยยึดจากข้อมูล พ.ศ. 2548 ที่เผยแพร่ที่หลังเป็นหลัก อย่างไรก็ตาม ค่าที่ได้ภายหลังการปรับมีความแตกต่างจากค่าตั้งต้นประมาณร้อยละ 9.6

จำนวนประชากรรายจังหวัด: จำนวนประชากรรายจังหวัดคือจำนวนประชากรที่มีการลงทะเบียนไว้ในจังหวัดนั้นๆ ตามนิยามของสำนักงานสถิติแห่งชาติ ข้อมูลนี้รวบรวมจากสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ และเนื่องจากมีข้อมูลในสองไฟล์แยกกันเช่นเดียวกับ GPP จึงทำการปรับค่าด้วยวิธีเดียวกัน โดยค่าที่ได้ภายหลังการปรับมีความแตกต่างจากค่าตั้งต้นประมาณร้อยละ 1.2

วิธีการประมาณค่า

หัวข้อนี้จะอธิบายถึงวิธีการประมาณการการเติบโตของเศรษฐกิจโดยอาศัยข้อมูลจากแสงไฟยามค่ำคืน เริ่มจากกำหนดให้ i แทนลำดับของจังหวัดในประเทศไทย X เป็นผลรวมของความสว่างของแสงไฟยามค่ำคืนค่าคืนในแต่ละจังหวัด และ Y คือระดับของ GPP โดยทั้งสองตัวแปรมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน

$$X \sim Y$$

กำหนดให้ความสัมพันธ์ระหว่างผลรวมของความสว่างของแสงไฟยามค่ำคืนค่าคืนและมูลค่า GPP อยู่ในรูปของสมการ Cobb-Douglas เนื่องจากแสงไฟยามค่ำคืนเกิดจากการกระทำของมนุษย์เช่นเดียวกับ GPP ดังนั้น พื้นที่ที่มีค่าความสว่างของแสงไฟในระดับสูงยิ่งจะถูกสมมติให้มีค่าระดับของ GPP เป็นศูนย์ด้วย ทั้งนี้ เพื่อให้สมการ Cobb-Douglas สามารถคำนวณค่าลอการิทึม (Logarithm) ได้ สมการแสดงความสัมพันธ์ดังกล่าวเขียนได้ว่า

$$X_i = Y_i^\beta Z_i^\delta E \quad (1)$$

เมื่อ Y เป็นค่า GPP และ Z เป็นเวกเตอร์แสดงคุณลักษณะเฉพาะของแต่ละจังหวัด β คือ ค่าความยืดหยุ่นของความสว่างจากแสงไฟที่มีต่อ GPP δ คือค่าความยืดหยุ่นของความสว่างจากแสงไฟที่มีต่อคุณลักษณะเฉพาะของแต่ละจังหวัด และ E คือความคลาดเคลื่อนของการวัดความสว่างจากแสงไฟด้วยดาวเทียม ซึ่งเป็นอิสระจากตัวแปรอื่นๆ

จากสมการดังกล่าว ทำการแปลงเป็นค่าลอการิทึม ทั้งสองข้าง จะได้

$$x_i = \beta y_i + \delta z_i + \epsilon_i \quad (2)$$

เนื่องจาก z เป็นเวกเตอร์ของค่าคงที่ และ ϵ เป็นค่าความคลาดเคลื่อนที่เป็นอิสระกับตัวแปรอื่นๆ เมื่อทำการหาค่าความแตกต่าง (Log Difference) ข้ามช่วงเวลาของตัวแปรต่างๆ ภายในจังหวัดเดียวกันของสมการที่ (2) จะได้

$$\Delta x_i = \beta \Delta y_i + \Delta \epsilon_i \quad (3)$$

ในส่วนแรกของสมการพื้นฐานของการประมาณค่านั้น Henderson, Storeygard and Weil (2012) ได้แสดงให้เห็นว่า ความสว่างของแสงไฟเป็นตัวประมาณค่าที่ดีของการเติบโตทางเศรษฐกิจ (Best Fit Predictor for Proxies for Growth) ดังนั้น ส่วนที่เหลือจากการประมาณค่าดังกล่าวจึงหมายถึงความคลาดเคลื่อนของการวัดค่า GPP ซึ่งถูกสมมติให้ค่าความคลาดเคลื่อนแต่ละตัวเป็นอิสระกันและมีการแจกแจงเหมือนกัน (Independent and Identical Distribution: iid)

สมการพื้นฐานของการประมาณค่า (Benchmark Equation) คือ

$$\Delta x_i = \beta \Delta y_i + \varepsilon_i \quad (4)$$

โดย ε_i คือค่าความคลาดเคลื่อนจากการประมาณค่า โดยหากเทียบเคียงกับสมการที่ (3) จะสามารถตีความได้ว่าเป็นความคลาดเคลื่อนอันเกิดจากตัวแปรอื่นของความสัมพันธ์ระหว่างการเติบโตของความสว่างของแสงไฟกับการเติบโตของมูลค่ากิจกรรมทางเศรษฐกิจ

อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้ได้ทำการควบคุมตัวแปรความหนาแน่นของประชากร ปีที่ทำการศึกษ ทั้งตัวแปรเชิงปริมาณและตัวแปรหุ่น ตัวแปรอัตราการเติบโตของ GPP ในปีที่ผ่านมา สัดส่วนผลผลิตเกษตรต่อ GPP และสัดส่วนผลผลิตอุตสาหกรรมต่อ GPP ด้วย เพื่อตรวจสอบสภาพทนทาน (Robustness Checks) ของการประมาณค่าความสัมพันธ์ดังกล่าวด้วย

ผลการศึกษา

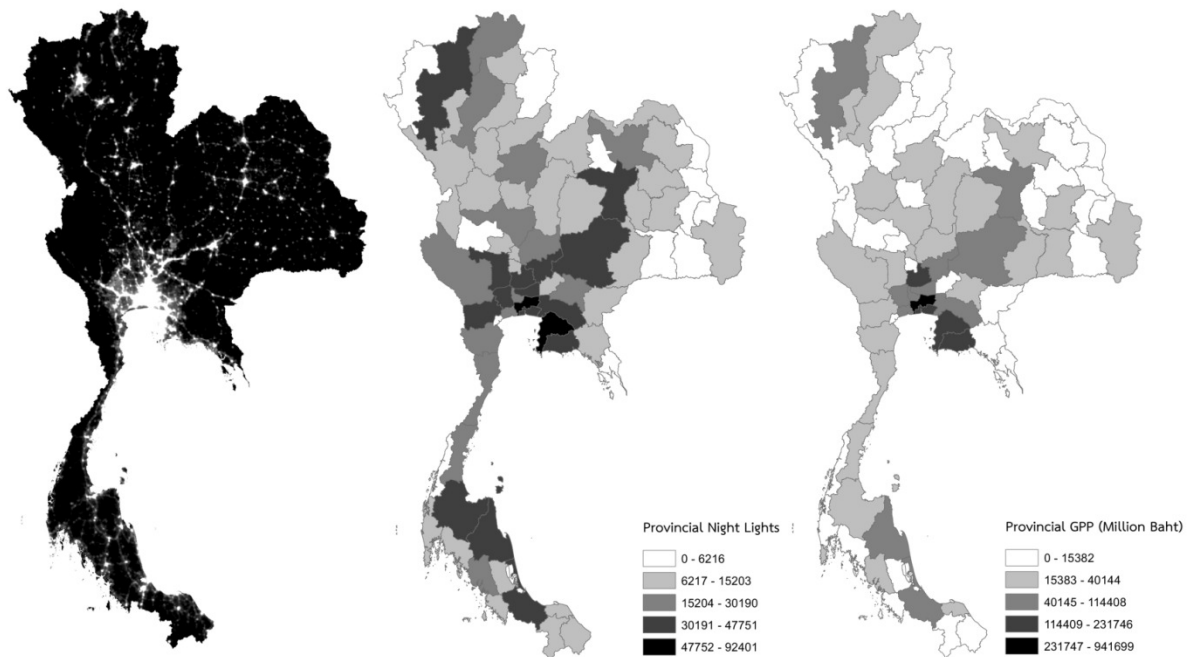
การนำเสนอผลการศึกษาจะเริ่มจากความสัมพันธ์ระหว่างความสว่างของแสงไฟกับมูลค่าของเศรษฐกิจเพื่อยืนยันความสัมพันธ์ของทั้งสองตัวแปร จากนั้นจะนำเสนอผลการประมาณค่าการเติบโตของความสว่างของแสงไฟที่สัมพันธ์กับการเติบโตของเศรษฐกิจ โดยเป็นวิธีการเดียวกับงานของ Henderson, Storeygard and Weil (2012) ที่ได้ชี้ให้เห็นว่า ความสว่างของแสงไฟมีความสัมพันธ์อย่างชัดเจนกับการเติบโตทางเศรษฐกิจ โดยเป็นการพิจารณาประเทศต่างๆ จากทั่วโลก แต่บทความนี้จะทำการทดสอบกับรายจังหวัดของประเทศไทย

ภาพที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างค่าความสว่างของแสงไฟจากภาพถ่ายดาวเทียม (ซ้าย) ค่าความสว่างของแสงไฟรวมในแต่ละจังหวัด (กลาง) และมูลค่า GPP ในแต่ละจังหวัด (ขวา) โดยทั้งหมดเป็นค่าเฉลี่ยตั้งแต่ พ.ศ. 2535-2552 ซึ่งจะเห็นว่าทั้งสามภาพมีความสัมพันธ์กัน พื้นที่ที่มีความสว่างเฉลี่ยของแสงไฟมากก็จะมีมูลค่าเฉลี่ยของ GPP มากด้วยเช่นกัน

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ด้วยแผนภาพกระจายในภาพที่ 3 (ซ้าย) ระหว่างค่าความสว่างของแสงไฟรวมในแต่ละจังหวัดกับมูลค่า GPP ในรายจังหวัด และ (ขวา) ระหว่างค่าความสว่างของแสงไฟรวมในแต่ละจังหวัดกับรายได้ต่อหัวของประชากรในจังหวัด จะพบว่า ทั้งสองภาพยังแสดงความสัมพันธ์ในทางบวกอย่างชัดเจน

ตารางที่ 1 แสดงผลการประมาณค่าความสัมพันธ์ระหว่างความสว่างของแสงไฟกับเศรษฐกิจด้วยสมการถดถอยอย่างง่าย คอลัมน์ที่หนึ่งและสองแสดงความสัมพันธ์กับมูลค่า GPP รวม ขณะที่คอลัมน์ที่สามและสี่แสดงความสัมพันธ์กับรายได้ต่อหัวของประชากรแต่ละจังหวัด

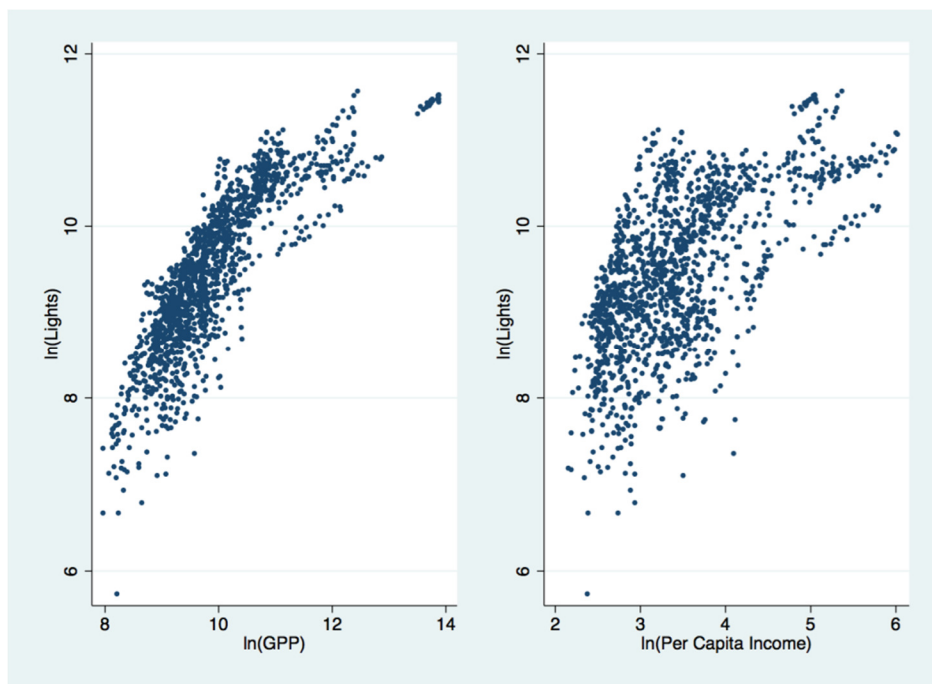
ภาพที่ 2 ความสว่างของแสงไฟจากภาพถ่ายดาวเทียม (ซ้าย) ค่าความสว่างของแสงไฟรวมในแต่ละจังหวัด (กลาง) และมูลค่า GPP ในแต่ละจังหวัด (ขวา)



ที่มา: (ซ้าย) NOAA's Earth Observation Group (กลาง) คำนวณจากข้อมูลของ NOAA's Earth Observation Group (ขวา) คำนวณจากข้อมูลสภาพัฒน์.

หมายเหตุ: ทั้งสามรูปเป็นค่าเฉลี่ยในช่วงปี 2535-2552.

ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ของค่าลอการิทึมของแสงไฟรายจังหวัดกับค่าลอการิทึมของ GPP (ซ้าย) ความสัมพันธ์ของค่าลอการิทึมของแสงไฟรายจังหวัดกับค่าลอการิทึมของรายได้ต่อหัวของจังหวัด (ขวา)



ที่มา: จากการคำนวณ.

ตารางที่ 1 ผลการประมาณค่าความสัมพันธ์ระหว่างความสว่างของแสงไฟกับมูลค่าทางเศรษฐกิจ

	ln(Lights)		$\Delta \ln(\text{Lights})$	
	(1)	(2)	(3)	(4)
Coefficients:				
ln(GPP)	0.9517***			
	0.0053			
$\Delta \ln(\text{GPP})$			0.7668***	
			0.0722	
ln(GPPPC)		2.6454***		
		0.0616		
$\Delta \ln(\text{GPPPC})$				0.7157***
				0.0683
Statistical Report:				
R ²	0.9970	0.9685	0.0405	0.0329
F-statistics	32078.51	1846.81	112.7	109.61
p-value	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
#Observations	1368	1368	1292	1292

หมายเหตุ: การคำนวณใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุดด้วยการถดถอย โดยกำหนดเงื่อนไขให้ค่าคงที่ = 0 เพื่อให้สอดคล้องกับข้อสมมติพื้นฐาน จำนวนหน่วยการวิเคราะห์มาจาก 76 จังหวัด $\times$ 18 ปี.

คอลัมน์แรกของตารางที่ 1 แสดงผลการประมาณค่าของความสัมพันธ์แบบ log-log ของระดับความสว่างของแสงไฟกับระดับมูลค่า GPP พบว่าสัมประสิทธิ์มีค่า 0.9517 ซึ่งหมายความว่า หากความสว่างของแสงไฟเพิ่มสูงขึ้นร้อยละ 1 จะทำให้มูลค่าของเศรษฐกิจเพิ่มสูงขึ้นประมาณร้อยละ 0.95 อย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01 หรืออาจกล่าวได้ว่าการเปลี่ยนแปลงของระดับความสว่างของแสงไฟและระดับ GPP มีค่า 1:1 และคอลัมน์ที่สองแสดงผลการประมาณค่ากับระดับรายได้ต่อหัว พบว่ามีความสัมพันธ์กันที่ 2.6454 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01

ความสัมพันธ์ในรูปแบบของอัตราการเติบโตแสดงผลในคอลัมน์ที่สามและสี่ของตารางที่ 1 เป็นการประมาณค่าด้วยความแตกต่างของค่า log ซึ่งทั้งมูลค่า GPP และรายได้ต่อหัวมีความสัมพันธ์กับแสงไฟไม่ต่างกันมากนัก คือ 0.7668 และ 0.7157 ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะมีการเปลี่ยนแปลงของประชากรไม่มาก ความสัมพันธ์ที่แสดงในทั้งสองคอลัมน์มีระดับนัยสำคัญ 0.01

ผลที่ได้จากการประมาณค่าในระดับจังหวัดยืนยันข้อสรุปของ Henderson, Storeygard and Weil (2012) ที่ทำไว้ในระดับโลกว่า ความสว่างของแสงไฟมีความสัมพันธ์อย่างมากกับมูลค่าของเศรษฐกิจ อย่างไรก็ตาม ค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด (R-squared) ที่มีค่าสูงในกรณีของการประมาณค่าด้วยตัวแปรระดับนั้นอาจได้รับผลจากความสัมพันธ์ที่ไม่แท้จริง (Spurious Regression) เนื่องจากทั้งตัวแปรค่าความสว่างของแสงไฟและมูลค่ากิจกรรมทางเศรษฐกิจต่างก็มีความสัมพันธ์ข้ามเวลา และมีปัจจัยอื่นๆ มาเกี่ยวข้องด้วยกัน โดยเฉพาะคุณลักษณะในรายจังหวัด เช่น สัดส่วนของพื้นที่ทางการเกษตร สัดส่วนของผลผลิตภาคอุตสาหกรรม หรือนิสัยประหยัดไฟที่แตกต่างกันของคนในแต่ละจังหวัด การประมาณค่าด้วยตัวแปรอัตราการเติบโตของตัวแปรทั้งสองจึงช่วยคำนวณหาความสัมพันธ์ที่แท้จริงของตัวแปรแต่ละตัวได้ดีกว่า แม้ว่าค่าสัมประสิทธิ์การกำหนดจะต่ำลงก็ตาม โดยการประมาณค่าดังกล่าวสามารถทำได้จากสมการพื้นฐานที่ (4)

ตารางที่ 2 ผลการประมาณค่าความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเติบโตของความสว่างของแสงไฟกับการเติบโตของเศรษฐกิจ

	Δln(Lights)									
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Coefficients:										
Δln(GPP)	0.7668***	0.6903***	0.6978***	0.3368***	0.2534***	0.7665***	0.6919***	0.5864***	0.6850***	0.7867***
	0.0722	0.5562	0.0777	0.0811	0.0891	0.0733	0.0776	0.0884	0.0752	0.0765
Control Variables:										
						Population Density	Year	Δln(GPP) _{t-1}	Agricultural Fraction	Manufacturing Fraction
Constant Terms:										
Intercept	NO	YES	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Density Dummies	NO	NO	YES	NO	YES	NO	NO	NO	NO	NO
Year Dummies	NO	NO	NO	YES	YES	NO	NO	NO	NO	NO
Statistical Reports:										
R ²	112.7	0.0282	0.0435	0.2088	0.219	0.0405	0.0426	0.0302	0.0452	0.0417
F-statistics	19.74	79.05	29.47	72.26	58.11	62.55	66.63	69.42	80.62	57.36
p-value	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0407
#Observations	1292	1292	1292	1292	1292	1292	1292	1292	1292	1292

หมายเหตุ: เป็นการประมาณค่าสมการถดถอย โดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด ความหมายของตัวแปรต่างๆ ได้แก่ Population Density คือจำนวนของประชากรต่อจำนวนเซลล์ในภาพถ่าย Year คือตัวเลขปี Agricultural Fraction คือสัดส่วนมูลค่าภาคเกษตรต่อ GPP Manufacturing Fraction คือสัดส่วนมูลค่าภาคอุตสาหกรรมต่อ GPP Density Dummies คือตัวแปรหุ่นแทนความหนาแน่นของประชากรของจังหวัดใน ควอ ไทล์ที่ 1-4 Year Dummies คือตัวแปรหุ่นแทนทุกช่วงเวลา 1992-1995; 1996-2000; 2001-2005; 2006-2009 จำนวนหน่วยการวิเคราะห์มาจาก 76 จังหวัด x 17 ปี.

ตารางที่ 2 แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเติบโตของความสว่างของแสงไฟกับการเติบโตของเศรษฐกิจ โดยคอลัมน์แรกเป็นการประมาณการด้วยสมการถดถอยพื้นฐานที่กำหนดให้ค่าคงที่เป็นศูนย์ ทั้งนี้เพื่อให้สอดคล้องกับข้อสมมติที่ว่า เมื่อไรก็ตามที่มีการเปลี่ยนแปลงของมูลค่า GPP ก็ย่อมต้องมีการเปลี่ยนแปลงในความสว่างของแสงไฟด้วย ผลการประมาณค่าพบว่า หากมูลค่าของ GPP มีการเปลี่ยนแปลงไปร้อยละ 1 ความสว่างของแสงไฟจะเปลี่ยนไปร้อยละ 0.77 ด้วยระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01

การประมาณค่าได้ทำการยอมให้มีค่าคงที่ในสมการได้ในคอลัมน์ที่ (2) ภายใต้ข้อสมมติที่ว่าแม้ว่าจะไม่มีอัตราการเติบโตของ GPP ความสว่างของแสงไฟก็อาจเพิ่มสูงขึ้นตามระดับของเทคโนโลยีที่สูงขึ้น เช่น หลอดไฟรุ่นใหม่สว่างกว่ารุ่นเก่า ความสัมพันธ์ของอัตราการเติบโตของความสว่างของแสงไฟกับการเติบโตของเศรษฐกิจยังคงมีทิศทางบวกอย่างมีนัยสำคัญ

คอลัมน์ที่ (3) มีการควบคุมปัจจัยทางด้านความหนาแน่นของประชากร (Density Dummies) โดยการจำแนกจังหวัดออกเป็นสี่กลุ่มควอไทล์ตามความหนาแน่นของประชากร ทั้งนี้เนื่องจากความหนาแน่นของประชากรสามารถส่งผลกระทบต่ออัตราการเติบโตของความสว่างของแสงไฟด้วยระดับการเพิ่มแสงไฟในพื้นที่สาธารณะที่แตกต่างกัน เช่น จังหวัดที่มีความหนาแน่นของประชากรมากก็อาจมีไฟทางจำนวนมากกว่าด้วย ผลที่ได้จากการประมาณการความสัมพันธ์ของอัตราการเติบโตของความสว่างของแสงไฟกับการเติบโตของเศรษฐกิจยังคงมีทิศทางบวกอย่างมีนัยสำคัญเช่นเดิม

สมการทำการเพิ่มตัวแปรหุ่นปี (Year Dummies) ในคอลัมน์ที่ (4) เนื่องจากความสว่างของแสงไฟอาจมีความแตกต่างกันจากความไม่แน่นอนของนโยบายสนับสนุนการประหยัดไฟของรัฐบาลในแต่ละปี เช่น ในปีที่รัฐบาลรณรงค์การประหยัดไฟอย่างหนักก็จะทำให้การเติบโตของความสว่างเปลี่ยนแปลงไป ผลที่ได้จากการประมาณค่าไม่เปลี่ยนแปลงและยังคงมีนัยสำคัญ เช่นเดียวกับผลที่ได้ในคอลัมน์ที่ (5) ซึ่งควบคุมปัจจัยทั้งทางด้านความหนาแน่นของประชากรและตัวแปรหุ่นทางด้านเวลา

คอลัมน์ที่ (6) แสดงสมการที่ถูกประมาณค่าโดยควบคุมตัวแปรเชิงปริมาณของความหนาแน่นประชากรของแต่ละจังหวัด คอลัมน์ที่ (7) ควบคุมตัวแปรปี ซึ่งสามารถตีความเป็นแนวโน้มของการเติบโตของความสว่างของแสงไฟได้ คอลัมน์ที่ (8) ควบคุมตัวแปรอัตราการเติบโตของความสว่างของแสงไฟในปีที่ผ่านมา คอลัมน์ที่ (9) ควบคุมสัดส่วนมูลค่าผลผลิตในภาคเกษตร และคอลัมน์ที่ (10) ควบคุมสัดส่วนมูลค่าผลผลิตในภาคอุตสาหกรรม ผลที่ได้ทั้งหมดสอดคล้องกับคอลัมน์แรก

กล่าวโดยสรุปก็คือ ผลการประมาณค่าในทุกสมการของตารางที่ 2 ต่างก็แสดงให้เห็นว่า อัตราการเติบโตของความสว่างของแสงไฟมีความสัมพันธ์กับการเติบโตของเศรษฐกิจในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยไม่ว่าจะควบคุมปัจจัยกำหนดอื่นๆ อันได้แก่ จำนวนของประชากรต่อจำนวนเซลล์ในภาพถ่าย ตัวเลขปี สัดส่วนมูลค่าภาคเกษตรต่อ GPP สัดส่วนมูลค่าภาคอุตสาหกรรมต่อ GPP ตัวแปรหุ่นแทนความหนาแน่นของประชากรของจังหวัดในควอไทล์ที่ 1 ถึง 4 ตัวแปรหุ่นแทนช่วงเวลา ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเติบโตของความสว่างของแสงไฟกับการเติบโตของเศรษฐกิจก็ยังคงอยู่ในทิศทางที่เป็นบวกอย่างมีนัยสำคัญ

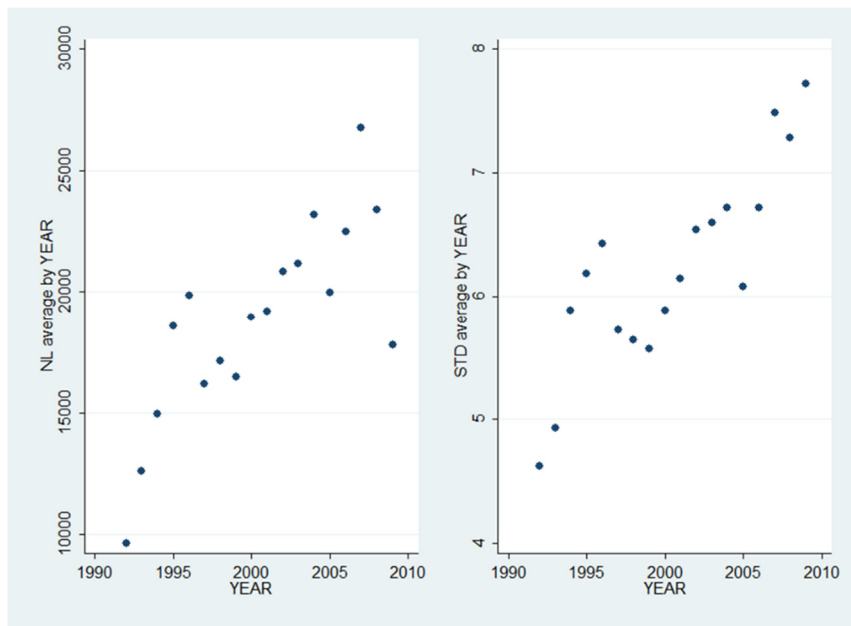
บทประยุกต์: ระดับการพัฒนาเศรษฐกิจและความเหลื่อมล้ำเชิงพื้นที่

เมื่อผลรวมของค่าความสว่างของแสงไฟยามค่ำคืนในรายจังหวัดมีความสัมพันธ์ที่แข็งแกร่งกับค่าอัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจในรายจังหวัด นั้นย่อมหมายความว่าในกริด (Grid) หนึ่งๆ การกระจายตัวของแสงไฟก็น่าจะมีความสัมพันธ์กับการกระจายตัวของกิจกรรมทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นในกริดนั้นๆ ด้วยเช่นกัน ประเด็นที่น่าสนใจซึ่งนับเป็นคุณูปการสำคัญของการใช้ค่าความสว่างของแสงไฟยามค่ำคืนก็คือการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างการเติบโตของค่าความสว่างของแสงไฟยามค่ำคืนกับการกระจายตัวของค่าความสว่างดังกล่าว เพื่อนำไปสู่คำถามที่ว่า การเติบโตของประเทศไทยนั้นมีการกระจายตัวแบบทั่วถึง หรือมีการกระจุกตัวเฉพาะในบางกริดเท่านั้น โดยหากจะทำการวัดการกระจายตัวของค่าความสว่างของแสงไฟแบบง่ายก็สามารถทำได้โดยการหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระหว่างกริดในจังหวัดนั้นๆ ซึ่งหากส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่ามาก

หมายความว่าความเหลื่อมล้ำเชิงพื้นที่อยู่ในระดับสูง แต่หากส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าน้อย ย่อมหมายความว่าความเหลื่อมล้ำเชิงพื้นที่ต่ำ

ภาพที่ 5 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความสว่างของแสงไฟยามค่ำคืนค่าคืนของประเทศไทยเมื่อเวลาผ่านไปตั้งแต่ พ.ศ. 2535-2543 ซึ่งแสดงให้เห็นแนวโน้มว่าประเทศไทยมีการเติบโตทางเศรษฐกิจไปพร้อมๆ กันกับความเหลื่อมล้ำเชิงพื้นที่ที่สูงขึ้นด้วย

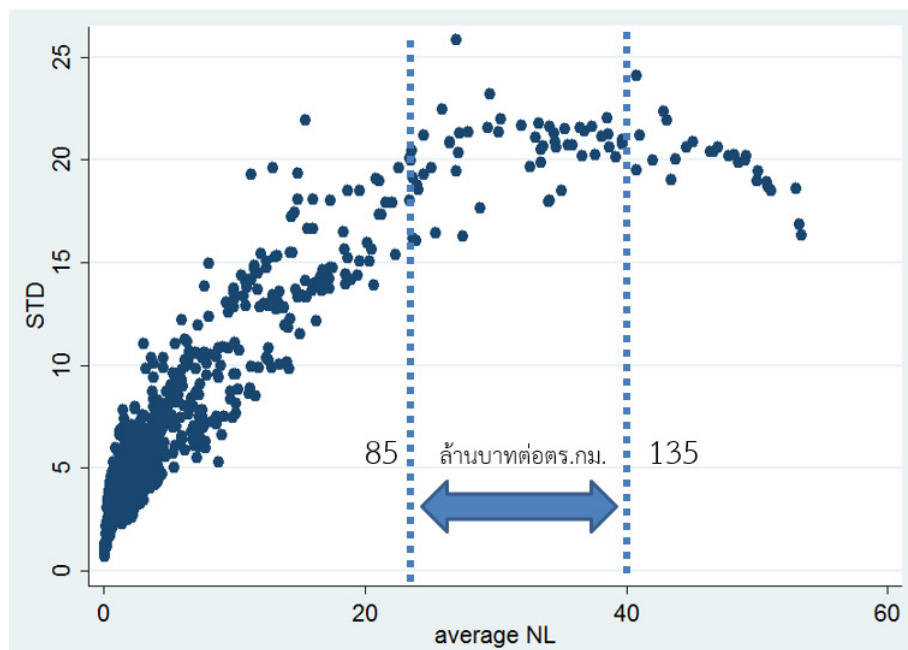
ภาพที่ 5 (ซ้าย) ค่าเฉลี่ยและ (ขวา) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความสว่างของแสงไฟยามค่ำคืนค่าคืนในระดับประเทศของประเทศไทยในช่วงปี 2535-2543



ที่มา: จากการคำนวณ.

หากพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างมูลค่าทางเศรษฐกิจที่วัดจากค่าความสว่างของแสงไฟในแต่ละกริดกับความเหลื่อมล้ำเชิงพื้นที่ ซึ่งวัดจากส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความสว่างของแสงไฟ โดยมีพื้นที่ภายในจังหวัดเป็นหน่วยของการวิเคราะห์ และพิจารณาจากการแสดงความสัมพันธ์อย่างง่ายด้วยแผนภาพกระจาย (Scatter Plot) จะพบว่าความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งสองมีลักษณะโค้งเว้า (Concave) ที่ชัดเจน ดังภาพที่ 6 นั้นหมายความว่าในระดับจังหวัดแล้ว ระดับการพัฒนาทางเศรษฐกิจในช่วงแรกจะส่งผลให้ความเหลื่อมล้ำเชิงพื้นที่เพิ่มสูงขึ้น แต่เป็นการเพิ่มสูงขึ้นในอัตราที่ลดลงเรื่อยๆ จนกระทั่งถึงจุดหนึ่ง การพัฒนาทางเศรษฐกิจที่เกินกว่าค่านั้นจะส่งผลให้ความเหลื่อมล้ำเชิงพื้นที่ลดลง

ภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างมูลค่าทางเศรษฐกิจที่วัดจากค่าความสว่างของแสงไฟเฉลี่ยกับความเหลื่อมล้ำเชิงพื้นที่ ซึ่งวัดจากส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความสว่างของแสงไฟ ในระดับจังหวัด



ที่มา: จากการคำนวณ.

นอกจากนี้ ระดับของค่าเฉลี่ยแสงไฟที่สูงที่สุดที่เปลี่ยนจากความสัมพันธ์ซึ่งเป็นบวกระหว่างค่าเฉลี่ยของค่าความสว่างของแสงไฟกับความเหลื่อมล้ำเชิงพื้นที่มาเป็นความสัมพันธ์ซึ่งเป็นลบนั้น หากแปลงค่าความสว่างของแสงไฟดังกล่าวมาเป็นมูลค่าทางเศรษฐกิจต่อพื้นที่(ประมาณ) 1 ตารางกิโลเมตรจากค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากสมการถดถอยจะอยู่ที่ประมาณ 85 – 135 ล้านบาทต่อตารางกิโลเมตร

นัยของความสัมพันธ์แสดงให้เห็นว่า ในช่วงแรกของระดับการพัฒนาเศรษฐกิจของแต่ละจังหวัดจะเกิดการพัฒนาด้านต่าง นั่นคือเป็นมูลค่าทางเศรษฐกิจจะมีการกระจุกตัวในเขตเมืองและเกิดการละทิ้งเขตชนบท จนกระทั่งมีระดับการพัฒนาที่สูงพอหรือมีมูลค่าทางเศรษฐกิจประมาณ 100 ล้านบาทต่อตารางกิโลเมตร การพัฒนาจะเริ่มกระจายออกในแนวราบ ซึ่งในเขตชนบทจะเริ่มได้รับผลดีจากการล้นออก (Spillover) ของมูลค่าเศรษฐกิจดังกล่าว ทั้งนี้อาจเกิดจากความหนาแน่นหรือระดับการแย่งชิงทรัพยากรที่สูงเกินไปในเขตเมือง

บทสรุป

บทความนี้ได้นำเอาค่าความสว่างของแสงไฟมาคำนวณค่าคืนที่เก็บข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียมมาประมาณความสัมพันธ์ของมูลค่ากิจกรรมทางเศรษฐกิจในรายจังหวัด ซึ่งถือเป็นบทความชิ้นแรกของประเทศไทย โดยพบว่าทั้งสองตัวแปรมีความสัมพันธ์กันสูง และเมื่อควบคุมปัจจัยทางด้านคุณลักษณะรายจังหวัดที่อาจส่งผลกระทบต่อความสัมพันธ์แล้ว ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความสว่างของแสงไฟมาคำนวณค่าคืนกับมูลค่ากิจกรรมทางเศรษฐกิจในรายจังหวัดมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก นั่นคือมีความสัมพันธ์ที่ทนทาน ดังนั้น การยืนยันความสัมพันธ์ดังกล่าวของบทความนี้น่าจะนำไปสู่การต่อยอดทางวิชาการในประเด็นอื่นๆ ทางเศรษฐศาสตร์ต่อไป

นอกจากนี้ บทความยังได้ทำการประยุกต์ใช้ผลที่ได้ง่ายด้วยแผนภาพการกระจาย เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมูลค่าทางเศรษฐกิจที่วัดจากค่าความสว่างของแสงไฟเฉลี่ยกับความเหลื่อมล้ำเชิงพื้นที่ ซึ่งวัดจากส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความสว่างของแสงไฟในระดับจังหวัด และพบว่า มีลักษณะเป็นโค้งคว่ำ ซึ่งตีความได้ว่าในช่วงแรกของระดับ

การพัฒนาเศรษฐกิจของแต่ละจังหวัดจะเกิดการพัฒนาในแนวตั้ง นั่นคือเป็นมูลค่าทางเศรษฐกิจจะมีการกระจุกตัวในเขตเมือง และเกิดการละทิ้งเขตชนบท จนกระทั่งมีระดับการพัฒนาที่สูงพอหรือมีมูลค่าทางเศรษฐกิจประมาณ 100 ล้านบาทต่อตาราง กิโลเมตร การพัฒนาจะเริ่มกระจายออกในแนวราบ ซึ่งในเขตชนบทจะเริ่มได้รับผลดีจากการล้นออกของมูลค่าเศรษฐกิจดังกล่าว

อย่างไรก็ดี เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายในการนำเสนอวิธีการประเมินเศรษฐกิจรายจังหวัดโดยเครื่องมือสมัยใหม่ ผลที่ได้จึงอยู่ภายใต้ข้อจำกัดบางประการ ประการแรก ผลการประมาณการยังนับได้ว่าค่อนข้างหยาบ เนื่องจากไม่ได้ควบคุมตัวแปรอื่นๆ ที่อาจจะมีผลกระทบต่อการเติบโตของค่าความสว่างของแสงไฟในแต่ละจังหวัด ประการที่สองคือ บทความนี้มุ่งเน้นไปที่การประมาณการอัตราการเติบโต ไม่ใช่มูลค่า ดังนั้น อัตราการเติบโตที่มีค่าสูงนั้นอาจเป็นเพราะการมีมูลค่าที่ต่ำ หรืออัตราการเติบโตที่ต่ำ แท้จริงแล้วก็อาจเป็นเพราะจังหวัดนั้นๆ มีมูลค่าเศรษฐกิจที่สูงก็เป็นได้ การนำเอาผลการศึกษาไปเรียงลำดับความสำคัญรายจังหวัดในการนำเสนอนโยบายจึงเป็นสิ่งที่พึงระวัง ประการที่สาม การย้ายถิ่นของประชากรทั้งชั่วคราวและถาวร(แบบที่ไม่ได้ย้ายทะเบียนบ้าน)มีผลอย่างมากต่อนัยเชิงนโยบาย และค่าความสว่างของแสงไฟ ซึ่งอาจต้องทำการศึกษาต่อไปในอนาคต ประการสุดท้าย ลักษณะของจังหวัดที่มีสัดส่วนกิจกรรมทางเศรษฐกิจในตอนกลางวัน และกลางคืนที่แตกต่างกันก็อาจส่งผลกระทบต่อความถูกต้องของการประมาณการความสัมพันธ์เช่นกัน

เอกสารอ้างอิง

- Croft, T. A. (1973). Burning Waste Gas in Oil Fields. **Nature** 245, 375-6.
- _____. (1978). Nighttime Images of the Earth from Space. **Scientific American** 239, 68-79.
- _____. (1979). The Brightness of Lights on Earth at Night, Digitally Recorded by DMSP Satellite. In **Stanford Research Institute Final Report**. Palo Alto, CA: US Geological Survey.
- Doll, Christopher N.H., Jan-Peter Muller, and Jeremy G. Morley (2006). Mapping Regional Economic Activity from Night-time Light Satellite Imagery. **Ecological Economics**, 57(1), 75-92.
- Doll, Christopher, Muller, J-P., and Christopher D. Elvidge. (2000). Nighttime Imagery as a Tool for Global Mapping of Socio-economic Parameters and Greenhouse Gas Emissions. **Ambio**, 29, 157-162.
- Ebener, Steeve, Christopher Murray, Ajay Tandon, and Christopher D. Elvidge. (2005). From Wealth to Health: Modelling the Distribution of Income per Capita at the Sub-national Level using Night-time Light Imagery. **International Journal of Health Geographics**, 4(5), 1-17.
- Ebener, Steve, Christopher Murray, Ajay Tandon, and Christopher Elvidge. (2005). From Wealth to Health: Modeling the Distribution of Income per capita at The Sub-national Level Using Nighttime Lights Imagery. **International Journal of Health Geographics**, 4(5), 5-14.
- Elvidge, Christopher D., Jeffrey Safran, Benjamin Tuttle, Paul Sutton and Pierantonio Cinzano, et al. (2007). Potential for Global Mapping of Development via a Nightsat Mission. **GeoJournal**, 69, 45-53.
- Elvidge, Christopher D., Kimberley E. Baugh, Eric A. Kihn, Herbert W Kroehl, Ethan R. Davis and C. W. Davis. (1997). Relation between Satellite Observed Visible-near Infrared Emissions, Population, and Energy Consumption. **International Journal of Remote Sensing**, 18, 1373-1379.
- Ghosh, Tilottama, Sharolyn Anderson, Rebecca L. Powell, Paul C. Sutton and Christopher D. Elvidge. (2009). Estimation of Mexico's Informal Economy and Remittances Using Nighttime Imagery. **Remote Sensing**, 1, 418-444.

- _____, Rebecca L. Powell, Sharolyn Anderson, Paul C. Sutton and Christopher D. Elvidge. (2010). Informal Economy and Remittance Estimates of India Using Nighttime Imagery. **International Journal of Ecological Economics & Statistics**, Spring2010, Vol. 17, 16-50.
- Henderson, Vernon, Adam Storeygard, and David N. Weil. (2012). Measuring Economic Growth from Outer Space. **American Economic Review**, 102(2), 994-1028.
- Henderson, Vernon, Adam Storeygard and David Weil. (2009). Measuring Economic Growth from Outer Space, NBER Working Paper Series, Vol. w15199, 2009.
- Kulkarni, Rajendra, Kingsley E. Haynes, Roger R. Stough and James D. Riggie. (2011). Revisiting Night Lights as Proxy for Economic Growth: A Multi-Year Light Based Growth Indicator (LBGI) for China, India and the U.S. (March 4, 2011). **GMU School of Public Policy Research Paper** No. 2011-12.
- Schneider, Friedrich, Andreas Buehn and Claudio E. Montenegro (2010). New Estimates for the Shadow Economies all over the World. **International Economic Journal**, 24(4), 443-461.
- Sullivan, W. T. (1989). A 10 km Image of the Entire Nighttime Earth based on Cloud-free Satellite Photographs in the 400-1100 nm Bands. **International Journal of Remote Sensing**, 10, 1-15.
- Sutton, Paul C., Christopher D. Elvidge and Tilottama Ghosh. (2007). Estimation of Gross Domestic Product at Sub-National Scales using Nighttime Satellite Imagery. **International Journal of Ecological Economics & Statistics**, Summer 2007, Vol. 8, No. S07, 5-21.
- Sutton, Paul C., Robert Costanza. (2002). Global Estimates of Market and Non-market Values Derived from Nighttime Satellite Imagery, Land cover, and Ecosystem Service Valuation. **Ecological Economics**, V.41(3), 509-527.
- Welch, R. (1980). Monitoring Urban Population and Energy Utilization Patterns from Satellite Data. *Remote Sensing of Environment*, 9, 1-9.