

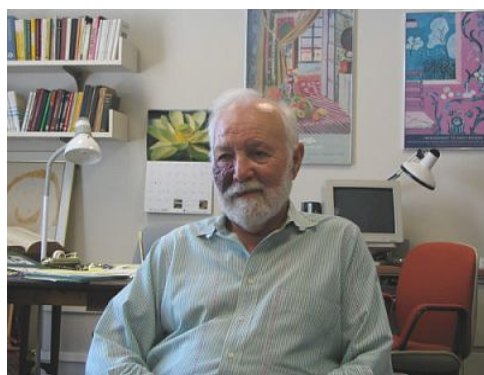
# สนทนากับนักคณิตศาสตร์ชั้นนำแห่งศตวรรษ

ศาสตราจารย์ อิศดอร์ เอ็ม ซิงเกอร์

สถาบันเทคโนโลยีแมตซาซูเซตส์ (MIT) สหรัฐอเมริกา

ศาสตราจารย์อิศดอร์ เอ็ม ซิงเกอร์ (Isadore M. Singer) ได้รับรางวัลเอเบล (Abel Prize) ประจำปี พ.ศ. ๒๕๕๗ ร่วมกับ เซอร์ไมเคิล ฟรานซิส อติยา (Sir Michael Francis Atiyah) เมื่อเดือนพฤษภาคมในปีเดียวกัน รางวัลนี้ถูกเชื่อมกับรางวัลโนเบลแต่มอบแก่สาขาคณิตศาสตร์ หลังจากอาจารย์ได้รับรางวัลนี้ไม่นานนัก ท่านเมตดาสะเวลาอันมีค่าให้อติชาติ เกดตะพันธุ์ และ Charlie Lertpattarapong เข้าสัมภาษณ์ที่ห้องทำงานของท่านที่สถาบันเทคโนโลยีแมตซาซูเซตส์ บทสัมภาษณ์นี้ได้รับการเรียบเรียงเป็นภาษาอังกฤษโดย Pramoo Khungurn และแปลเป็นไทยโดยอติชาติ เกดตะพันธุ์

**อติชาติ:** ผมอยากเรียนถามอาจารย์ว่าจะอะไรเป็นแรงบันดาลใจให้อาจารย์ค้นพบทฤษฎีครรชนี (Index Theory)



**ศาสตราจารย์ซิงเกอร์:** มีคำถามที่สำคัญในวิชาโทโพโลยี<sup>1</sup> (Topology) ว่าทำไมใน แมนนิโฟลด์<sup>2</sup> (Manifold) บางชนิด (ซึ่งเรียกว่าสปินแมนนิโฟลด์ (Spin manifold) ) อินทิกรัล (Integral) อันหนึ่งที่เราเรียกว่า  $\hat{A}$ -genus ถึงได้เป็นจำนวนเต็ม คำถามนี้ได้รับการแรงบันดาลใจมาจากสองส่วน ส่วนแรกเป็นผลงานของฮิซเบอริช (Hirzebruch) ที่เกี่ยวกับแมนนิโฟลด์ อันหนึ่งซึ่งอินทิกรัลของ L-genus นั้นเป็นจำนวนเต็ม และอีกส่วนมาจากสูตรที่ชื่อว่า “Atiyah-Hirzebruch Riemann

Roch formular” พวกเราได้ค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับคำถามนี้ และได้ผลลัพธ์ที่ไม่คาดฝันมาก่อน นั่นคือ การที่มันเป็นจำนวนเต็มนั้นเป็นเพราะว่ามันเป็นครรชนีของ โอเปอเรเตอร์ดิแรก<sup>3</sup> (Dirac operator) สำหรับสปินแมนนิโฟลด์ เราสองคนหาสูตรสำหรับหาครรชนีของโอเปอเรเตอร์ดิแรกซึ่งเชื่อมกับเวกเตอร์บันเดิล<sup>4</sup> (vector bundles) ได้อย่างรวดเร็ว แต่พวกเราใช้เวลาระยะหนึ่งในการหาวิธีพิสูจน์ทฤษฎีนี้ การที่จะได้คำตอบในเทอมของโอเปอเรเตอร์ดิแรกนั้นต้องมีการผสมผสานกันใหม่ระหว่างวิชาโทโพโลยี เรขาคณิต และ คณิตศาสตร์เชิงวิเคราะห์ (Analysis) ที่

<sup>1</sup> สาขาย่อยในวิชาคณิตศาสตร์ที่ศึกษาคุณสมบัติของรูปทรงทางเรขาคณิตซึ่งไม่เปลี่ยนแปลงตามการส่งผ่าน (mapping) ที่มีลักษณะเฉพาะ ซึ่งรวมถึงการขึงให้ตึง และการบิดโค้งรูปทรง เป็นต้น (ลิงก์)

<sup>2</sup> ปริภูมิทางโทโพโลยีอย่างหนึ่ง (ลิงก์)

<sup>3</sup> การส่งผ่าน (คล้ายคลึงกับฟังก์ชัน) อย่างหนึ่งทางคณิตศาสตร์ (ลิงก์)

<sup>4</sup> การส่งผ่าน (คล้ายคลึงกับฟังก์ชัน) อย่างหนึ่งทางคณิตศาสตร์ (ลิงก์)

ก้าวหน้ากว่าทฤษฎีฮอดจ์ (Hodge Theory) มันเป็นการทำลายกำแพงส่วนหนึ่งที่ขวางกั้นระหว่างวิชาโทโพโลยี เรขาคณิต และคณิตศาสตร์เชิงวิเคราะห์ ออกไป ซึ่งผมพูดได้ว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญมากในคณิตศาสตร์ยุคใหม่ที่เดียว

**อดิชาต:** ที่อาจารย์พูดมาน่าสนใจมากครับ เพราะถือว่าเป็นการนำศาสตร์หลายแขนงมาใช้ร่วมกัน

**ศาสตราจารย์จิงเกอร์:** ใช่ครับ ผมคิดว่ามันเป็นสิ่งที่น่าหลงใหลและน่าตื่นเต้นมากที่สุดอย่างหนึ่งที่ผมและอาจารย์เซอร์ไมเคิลได้ทำร่วมกัน

**อดิชาต:** มีนักคณิตศาสตร์จำนวนน้อยมากที่ประสบความสำเร็จเหมือนอาจารย์ ดังนั้นผมคิดว่าคนจำนวนมากคงอยากรู้ว่าอะไรเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้อาจารย์ประสบความสำเร็จอย่างสูงในผลงานของอาจารย์ครับ

**ศาสตราจารย์จิงเกอร์:** อืม ใครจะตอบคำถามนี้ได้ล่ะ... ผมคิดว่าทั้งอาจารย์เซอร์ไมเคิลและผมนั่นเป็นนักคณิตศาสตร์ที่มีความรู้พื้นฐานที่กว้างมาก แม้พวกเรามาจากพื้นฐานที่ต่างกันแต่เราก็สามารถแชร์ความรู้ลึกในความ เป็นหนึ่งเดียวของคณิตศาสตร์ เราไม่เห็นอุปสรรคระหว่างสาขาวิชาต่างๆ พวกเราแต่ละคนนั้นเปิดใจกว้าง พยายาม แก้ปัญหาด้วยวิธีที่เป็นไปได้อย่างหลากหลาย และมีความยืดหยุ่นมากกว่านักคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่ ผมคิดว่ามันคือสิ่ง ที่ช่วยเราอย่างมากในโจทย์คณิตศาสตร์ที่ได้กล่าวถึง

**อดิชาต:** ผมมองว่าคนจำนวนไม่น้อยมักจะมุ่งศึกษาในสาขาเฉพาะด้านที่ตนถนัดมากกว่าที่จะหาทางเลือกใหม่ๆ

**ศาสตราจารย์จิงเกอร์:** พวกเราทั้งสองคนไม่ได้มีพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์แคบ ถึงแม้ว่าพวกเราจะมาจาก พื้นฐานที่ต่างกันแต่เราก็สามารถสื่อสารกันได้อย่างง่ายดาย

**ชาติ:** ไม่ทราบว่าคุณอาจารย์ได้ความคิดมาจากสาขาอื่นบ้างไหมครับ เช่น ฟิสิกส์ ชีววิทยา เคมี หรือว่าใช้แค่คณิตศาสตร์ บริสุทธิ์

**ศาสตราจารย์จิงเกอร์:** ในการศึกษาของเราที่ฟิสิกส์มีอิทธิพลมากเนื่องจากว่าเราใช้ดิแร็กโอเปอเรเตอร์ ผมอยากให้คุณนึกถึงสมการที่มีชื่อเสียงของดิแร็กสำหรับอิเล็กตรอนที่หมุนรอบ (spinning electron) ๒๐ ปีต่อมามีการ ประยุกต์ใช้ทฤษฎีควรรณีในวงการฟิสิกส์หลายด้าน

**อดิชาต:** อันที่จริงแล้ว นักเรียนนักศึกษาที่มีแนวโน้มที่จะเลือกเรียนสาขาวิชาที่เป็นที่นิยม เช่น แพทย์ กฎหมาย และวิ ศกรรมศาสตร์ (เป็นสาขาวิชายอดนิยมในสหรัฐอเมริกา-ผู้แปล) ซึ่งเขาสามารถสร้างรายได้ดีกว่า อาจารย์อยากจะ แนะนำสักนิดไหมครับเพื่อให้นักเรียนและนักศึกษาเก่งๆ หันมาสนใจเรียนคณิตศาสตร์และรวมทั้งวิทยาศาสตร์ บริสุทธิ์มากยิ่งขึ้น

**ศาสตราจารย์ซิงเกอร์:** ผมคิดว่านักเรียนนักศึกษาที่มีความสามารถควรจะได้รับการเปิดโอกาสให้ทดลองเรียนรู้ในหลากหลายสาขาวิชา และค้นหาสิ่งที่เขาชอบ ถ้าหากพวกเขาไม่โชคร้ายเกินไป การที่พวกเขาได้ค้นพบสิ่งที่น่าตื่นเต้นใน ชีวิตจะเป็นตัวนำพาพวกเขาไปสู่ความสำเร็จ นักเรียนนักศึกษาคควรมองถึงสิ่งที่เป็นไปได้ที่แตกต่างหลายทาง ซึ่งหวังว่าสถานศึกษาจะเปิดโอกาสให้มีตัวเลือกอันหลากหลายด้วย การเรียนแพทย์และกฎหมายนั้นเป็นวิธีที่นิยมเพื่อประกันความมั่นคงทางเศรษฐกิจ และยังเป็นวิธีทางในการมอบสิ่งดีต่อสังคมที่น่าพึงพอใจด้วย อย่างไรก็ตามผลปรากฏว่า แพทย์และนักกฎหมายจำนวนไม่น้อยกลับไม่มีความสุขเพราะเขาไม่ชอบงานที่เขาทำ ส่วนพวกเราที่ทำงานเกี่ยวกับคณิตศาสตร์และมีความสุขในการทำงานด้านนี้ก็ต้องถือว่าโชคดี พวกเราได้ทำงานตลอดทั้งวันกับสิ่งที่พวกเรา **ตื่นเต้น**

สมัยผมเป็นนักศึกษาปริญญาตรีผมไม่สามารถตัดสินใจได้ว่าจะเลือกเรียนวิชาเอกอะไรระหว่างอังกฤษกับฟิสิกส์ ต่อมาผมก็รู้ว่าเพื่อนๆ ผมที่เรียนอังกฤษนั้นสามารถเข้าใจงานวรรณกรรมได้อย่างง่ายดายในขณะที่ผมต้องเรียนอย่างหนักเพื่อทำความเข้าใจที่ตีบทหนึ่ง ในขณะที่เดียวกันผมสามารถเข้าใจฟิสิกส์ได้อย่างง่ายดายในขณะที่เพื่อนคนอื่นเรียนวิชานี้อย่างยากลำบาก นั่นก็ทำให้ผมรู้ว่าผมมีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์มากกว่าวรรณคดี



ถึงแม้ว่าในขณะที่นั้นอาจารย์อีเลนเบิร์ก (Eilenberg) และอาจารย์สตีน์ร็อด (Steenrod) ทำงานอยู่ที่มหาวิทยาลัยแห่งมิชิแกน ผมไม่รู้ว่าคนทั่วไปสามารถทำงานเป็นนักคณิตศาสตร์ที่เน้นการทำงานวิจัย เมื่อผมเรียนจบปริญญาตรีก็ได้ไปทำงานร่วมกับกองทัพสหรัฐฯ โดยได้นำตำราเรียนคณิตศาสตร์ติดไปด้วยเพื่อที่หล่อหลอมความเข้าใจของผมให้แนบแน่นกับวิชาคณิตศาสตร์ควอนตัมและทฤษฎีสัมพัทธภาพ เมื่อผมกลับมาเรียนระดับบัณฑิตศึกษาหลังจากสงครามโลกครั้งที่สอง ผมก็เลือกเรียนวิชาเอกคณิตศาสตร์เพื่อที่จะวางแผนกลับไปเรียนฟิสิกส์หนึ่งปีหลังจากนั้น

แต่ผมเองไม่เคยทั้งคณิตศาสตร์เลย เมื่อผมได้รับปริญญาเอก (พ.ศ. ๒๔๙๓) โชคดีที่มหาวิทยาลัยหลายแห่งเปิดรับสมัครงานหลายตำแหน่งมาก ถึงแม้ว่าจะไม่ใช่มหาวิทยาลัยชั้นแนวหน้าก็ตาม ดังนั้นจึงเป็นไปได้ที่จะใช้ชีวิตอย่างเรียบง่ายและมีความสุขกับการสอนและการวิจัย ผมโชคดีที่มีตัวเลือกมาก ในช่วงเวลานั้นผมทำงานอย่างหนักเพื่อช่วยเยาวชนแสวงหาโอกาสที่พวกเขาจำเป็นต้องใช้ในการพัฒนาพรสวรรค์ของพวกเขาเอง

ผมไม่รู้ว่าระบบการศึกษาในเมืองไทยเป็นอย่างไร แต่หวังว่าจะมีที่สำหรับคนมีพรสวรรค์ที่จะแสวงหาสิ่งที่เขารักจะทำ และได้ทำสิ่งนั้นในที่สุด ผมเชื่อว่าอิสรภาพในการเลือกนี้จะทำให้ประเทศได้รับผลประโยชน์ในภาพรวม

**อดิชาติ:** อันที่จริงแล้วประเทศไทยก็มีโครงการส่งเสริมนักเรียนนักศึกษาให้ศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ ซึ่งเรียกว่า “โครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (พสวท.)” โครงการนี้ให้ทุนการศึกษาและการฝึกอบรมกับนักเรียนนักศึกษาที่มีพรสวรรค์ให้ศึกษาสาขาเหล่านี้ตั้งแต่มัธยมศึกษาปีที่ ๔ จนถึงปริญญาเอก นี่เป็นสิ่งหนึ่งที่รัฐบาลไทยพยายามทำอยู่ซึ่งเป็นโครงการระยะยาวมาก

**ศาสตราจารย์ซิงเกอร์:** ผมตั้งใจที่ได้ยินเรื่องนี้ MIT สะท้อนความรู้สึกที่ว่าคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์สาขาหลักซึ่งประกอบด้วยฟิสิกส์ และเคมี และทุกวันนี้ก็รวมถึงชีววิทยาด้วย ได้เป็นพื้นฐานสำหรับผู้ที่จะจริงจังในการมูมานะในด้านต่างๆ ต่อไปในอนาคต วิชาเรียนหลักของนักศึกษาปีชั้นปีที่หนึ่งและปีที่สองที่นี้วางอยู่บนพื้นฐานของปรัชญานี้ ซึ่งผมคิดว่าเป็นปรัชญาที่ถูกต้อง นักศึกษาของเราเรียนหนักในวิชาเรียนหลักเหล่านี้ โดยพวกเขาเชื่อว่าสิ่งที่พวกเขาเรียนนี้จะมีประโยชน์ไม่ว่าเขาจะตัดสินใจไปทำอะไรก็ตาม

**อดิชาติ:** ไม่ทราบว่าคุณอาจารย์มองอนาคตของคณิตศาสตร์ในสองสามทศวรรษหน้าอย่างไร ในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และศาสตร์อื่นอย่างเช่นสังคมศาสตร์



**ศาสตราจารย์ซิงเกอร์:** ผมคิดว่าอนาคตของแต่ละสาขาวิชาที่คุณพูดมานั้นแตกต่างกัน ผมขอวิจารณ์อย่างกว้างๆ ผมเองรู้จักกับคนในหลากหลายสาขา และพอจะสังเกตได้ว่าคนที่เข้าใจคณิตศาสตร์อย่างลึกซึ้งไม่ว่าจากการฝึกฝนหรือพรสวรรค์ก็ตาม จะคิดเชิงวิเคราะห์ได้เป็นอย่างดี ซึ่งถือว่าเป็นสิ่งที่มีประโยชน์ ผมมองว่าได้มีการแผ่ขยายการใช้คณิตศาสตร์ในสาขาวิชาอื่นอย่างไม่เหมาะสมจากคนที่ไม่ได้รับการฝึกฝนทางด้านคณิตศาสตร์หรือไม่มีความสามารถพิเศษในการคิดเชิงคณิตศาสตร์

**อดิชาติ:** ผมจำได้ว่าเมื่อผมเรียนวิชาเศรษฐศาสตร์ระดับปริญญาตรี เมื่ออาจารย์ผู้สอนอธิบายสิ่งต่างๆ ด้วยคณิตศาสตร์ ผมรู้สึกว่าเป็นสิ่งที่ไม่ค่อยตรงกับความเป็นจริงนัก อาจารย์คิดเช่นเดียวกันไหมครับ สังคมศาสตร์อย่างพฤติกรรมของมนุษย์และเรื่องอื่นนั้นซับซ้อนกว่า ผมจึงคิดว่ามันยากกว่าที่จะใช้คณิตศาสตร์ในสาขาวิชาเหล่านั้น

**ศาสตราจารย์ซิงเกอร์:** ผมเห็นด้วยกับคุณว่ามนุษย์นั้นซับซ้อนกว่ามากเมื่อเทียบกับแบบจำลองคณิตศาสตร์อย่างง่ายที่ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพกับการประยุกต์ทางฟิสิกส์ และเคมี (hard sciences) เราสามารถแยกอนุภาคหรือดาวเคราะห์ที่กำลังเคลื่อนที่ออกมาศึกษาต่างหาก และสามารถอธิบายถึงการเคลื่อนที่ของมัน ส่วนมนุษย์นั้นซับซ้อนกว่ามาก นักวิทยาศาสตร์ที่ใช้คณิตศาสตร์ในการศึกษาสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์จำเป็นต้องระวังเกี่ยวกับข้อสรุปที่เอามาจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อย่างง่าย แม้กระนั้นแบบจำลองทางสถิติก็ถือเป็นตัวอย่างที่มีประสิทธิภาพมาก การใช้ความรู้ของเราเกี่ยวกับบรรทัดฐานธรรมชาติของมนุษย์เพื่อค้นหาและศึกษาขึ้นที่มีข้อบกพร่องรวมทั้งการ

รวมตัวกันของจีน ก็อยู่บนพื้นฐานกระบวนการทางสถิติที่ซับซ้อน แบบจำลองที่ถูกคิดค้นมาอย่างปราณีตนี้ใช้งานได้ดีมาก

ผมพบว่าการใช้คณิตศาสตร์ในทางเศรษฐศาสตร์ส่วนหนึ่งเป็นไปอย่างตื้อๆ แต่ก็มีคนเก่งๆ หลายคนในสาขานี้ซึ่งเข้าใจคณิตศาสตร์และใช้มันอย่างสมเหตุสมผลในการวิเคราะห์ปัญหาทางเศรษฐศาสตร์ คณิตศาสตร์นั้นสามารถถูกนำไปใช้อย่างพิสดารได้

**อติชาต:** อาจารย์คิดว่าคนจำนวนมากไหมครับที่ใช้คณิตศาสตร์อย่างพิสดาร

**ศาสตราจารย์ซิงเกอร์:** ผมไม่รู้ว่ามียังมากหรือไม่ แต่รู้ว่ามียังจำนวนหนึ่งแน่นอน คนเหล่านั้นทำกินตัวโดยเอาผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับสถานการณ์ที่ไม่ซับซ้อนมาประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ที่ซับซ้อนกว่า การทำอย่างนั้นไม่ได้ผลดีนัก

**อติชาต:** ผมอยากจะขอบคุณอาจารย์มากครับที่สละเวลาในการสัมภาษณ์ครั้งนี้

**ศาสตราจารย์ซิงเกอร์:** ผมอยากให้กำลังใจเยาวชนไทยที่มีพรสวรรค์ทางคณิตศาสตร์ให้สนใจศึกษาคณิตศาสตร์ ซึ่งมีประโยชน์ในหลายด้าน ผมมั่นใจว่าพรสวรรค์และการฝึกฝนอบรมของพวกเขาจะก่อให้เกิดการประยุกต์ใช้ที่สำคัญในที่สุด MIT เป็นตัวอย่างหนึ่งของความความผสมผสานกันเป็นอย่างดีเยี่ยมของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ ขณะที่คุณศึกษาอยู่ที่นั่นคุณอาจสังเกตเห็นแล้วว่าพวกเรามักพูดว่า “ที่นี่กำลังสะเทือน!” (The place is buzzing!) ผมไม่สามารถเดินจากสถานีรถไฟจตุรัสแคนดอลมายังที่ทำงานของผมโดยไม่พบอะไรใหม่ นี่เป็นสิ่งที่น่าตื่นเต้น นี่คือนี่สิ่งที่มหาวิทยาลัยควรจะเป็น ผมหวังว่านักเรียนนักศึกษาในเมืองไทยสามารถหาประสบการณ์ที่น่าตื่นเต้นทำนองเดียวกันในวิธีทางของพวกเขาเองในทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ และหวังว่าพวกเขาจะได้เป็นส่วนหนึ่งของสิ่งเหล่านั้น

**อติชาต:** คำพูดปิดท้ายของอาจารย์เป็นคำพูดที่ให้กำลังใจมากครับ ขอขอบคุณครับ

**ศาสตราจารย์ซิงเกอร์:** โชคดีครับ!

- 
- [อ่านต้นฉบับภาษาอังกฤษ](#)
  - เว็บไซต์รางวัลเอเบล - <http://abel2.ravn.no/en/>
- 

ตีพิมพ์ครั้งที่ [เว็บไซต์สยามเสวนา](#) วันที่ ๑๕ พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๔๘