**พระเมรุมาศและประวัติ “เมตร”**

เมื่อวันก่อนผมได้มีโอกาสไปดูพระเมรุมาศที่สนามหลวง รอบ ๆ พระเมรุมาศมีอาคารแสดงนิทรรศการหลายอย่าง ซึ่งหนึ่งในสิ่งที่สะดุดตาผมคือในส่วนของราชรถที่ต้องใช้คนลากนั้นมีเชือกที่วางแสดงอยู่พร้อมทั้งห่วงตามตำแหน่งของคนลากแต่ละคน นอกจากนี้ยังมีไม้ที่ใช้วัดระยะระหว่างห่วง  
ไม้นี้แหละที่ดูแปลก ในยุคนี้โดยปกติเราคงระบุเพียงว่าระยะห่างระหว่างห่วงนั้นเป็นกี่เมตรหรือกี่เซ็นต์ก็พอ การนำเอาไม้มาใช้เพื่อวัดระยะจึงดูพิลึก ๆ

แต่ถ้าเราคิดต่ออีกนิดมันก็ไม่ได้พิลึกมากนัก เพราะนิยามของ “เมตร” ที่ผมจำได้คือเป็นความยาวของ “แท่งเมตร” ที่เก็บไว้ที่พิพิธภัณฑ์ในปารีส การจะอ้างอิงระยะห่างว่าเป็นกี่เท่าของไม้อันนั้นหรือของไม้ที่จัดแสดงนี้มันก็หลักเดียวกัน

ผมคุ้น ๆ ว่านิยามของเมตรที่อิงแท่งเมตรนี้เป็นของที่อ่านเจอช่วงมัธยม แต่เร็ว ๆ นี้ผมได้ฟัง talk ของนักฟิสิกส์/คณิตศาสตร์ ชื่อ Alain Connes บน Youtube ถึงได้รู้ว่านิยามมันเปลี่ยนไปแล้ว เลยไปไล่อ่านประวัติดู สนุกดีเหมือนกัน

ในตอนปลายศตวรรษที่ 18 ฝรั่งเศสและอังกฤษพยายามหามาตรฐานในการวัดระยะห่างสำหรับงานวิทยาศาสตร์ ในตอนแรกนั้นมีคนเสนอให้วัดจากระยะห่างจากความยาวของตุ้มถ่วงที่กวาดระยะจากซ้ายสุด ไปขวาสุดใน 1 วินาที หรือมีคาบเท่ากับ 2 วินาที แต่หลังจากเสนอก็มีคนพบว่าระยะห่างนี้แปรตามตำแหน่งที่วัดบนโลกด้วย นิยามนี้จึงไม่ผ่าน

ต่อมามีคนเสนอให้อิงตามความยาวของเส้นเมอริเดียน หรือเส้นที่ลากจากขั้วโลกเหนือไปใต้ โดยกำหนดให้ 1 เมตรคือ 1 ใน 10,000,000 เท่าของครึ่งหนึ่งของความยาวเส้นเมอริเดียนนี้ นั่นคือระยะจากขั้วโลกถึงเส้นศูนย์สูตร นั่นคือเส้นเมอริเดียนจะยาวประมาณ 20,000 กิโลเมตร  
(เนื่องจากโลกก็เกือบ ๆ กลม ดังนั้นความยาวเส้นศูนย์สูตรก็ประมาณ 40,000 กิโลเมตร)

จากนิยามนี้เราก็ต้องทำการวัด ในสมัยนั้นเราทำการวัดโดยอิงระยะห่างระหว่างเมือง Barcelona ในสเปน และ Dunkerque ในฝรั่งเศส โดยอาศัยดาวในการวัด เมื่อได้ระยะที่ต้องการก็จัดทำ “แท่งเมตร” หรือ “Le mètre-étalon” จากแพลตตินัม และเก็บไว้ที่ Pavillon de Breteuil ใกล้ ๆ ปารีส

ปัญหาเล็ก ๆ คือระยะที่ได้จากการประมาณระยะทางระหว่างเมืองมันไม่ถูกซะทีเดียว ถ้าลองหาจากวิกิจะเห็นว่าความยาวเส้นเมอริเดียนนั้นมันคือ 20,003.93 km ไม่ใช่ 20,000 km เป๊ะ ๆ  
วิธีแก้ปัญหานี้คือยกเลิกนิยามที่อิงเส้นเมอริเดียน และนิยามใหม่ว่า 1 เมตร ก็คือความยาวของแท่งเมตรนี้แทน

ดูเหมือนทุกอย่างเรียบร้อยดี แต่เอาเข้าจริงกลับมีปัญหาด้านการใช้งาน หน่วยงานในโลกที่ต้องการวัดระยะในหน่วยเมตรต้องหาวิธีทำสำเนาแท่งเมตรนี้ไว้ใช้ด้วย ไม่งั้นจะทำอะไรทีก็ต้องบินมาวัดที่ปารีส ดังนั้นจึงเริ่มมีการจัดทำสำเนาของแท่งเมตรนี้เพื่อแจกจ่ายไปยังประเทศต่าง ๆ ที่ต้องการใช้หน่วยวัดนี้

ปัญหาเล็ก ๆ ต่อมาคือแล้วเราจะรู้ได้ไงว่าขนาดของแท่งเมตรที่สำเนามานั้นถูกต้อง? คำตอบในยุคนั้นคือวัดโดยใช้หลักการแทรกสอดของแสง โดยอุปกรณ์ที่เรียกว่า interferometer ที่ก็เป็นพื้นฐานที่ระบบ LIGO ใช้ในการตรวจจับคลื่นแรงโน้มถ่วงนั่นเอง ในยุคนั้นแสงที่ใช้นั้นมาจากแคดเมียม ซึ่งมีความยาวคลื่นประมาณ 644 นาโนเมตร  
คุณ Albert A. Michelson สามารถนำเอาหลักการแทรกสอดนี้มาใช้วัดความยาวของแท่งเมตรนี้ได้ละเอียดในระดับ 1 ใน 10 ของความยาวคลื่นนี้ ซึ่งเป็นหนึ่งในงานที่ทำให้เขาได้รางวัลโนเบลฟิสิกส์

ต่อมามีคนเสนอว่าในเมื่อเราสามารถใช้ความยาวคลื่นในการตรวจสอบขนาดที่แน่ชัดของแท่งเมตรทำไมเราไม่นิยาม “เมตร” ใหม่จากความยาวคลื่นเลยล่ะ? ในปี 1960 ในงานสัมมนาการชั่งและการวัด (General Conference on Weights and Measures) จึงได้มีการตกลงนิยามใหม่ของเมตรขึ้นโดยให้เท่ากับ 1,650,763.73 เท่าของความยาวคลื่นในที่ว่างของคริปตอนไอโซโทป 86 (Krypton-86)  
ของที่แปลกคือนิยามนี้ไม่ได้มาจากการวัดแท่งเมตร แต่มาจากการเปรียบเทียบกับความยาวคลื่นของแคดเมียมที่ใช้เป็นมาตรฐานก่อนนี้

หลังจากมีการประดิษฐ์เลเซอร์ การวัดการแทรกสอดก็ทำได้ดีขึ้นเรื่อย ๆ โดยมีการเปลี่ยนจากคริปตอนเป็นธาตุอย่างอื่นเช่นมีเธนหรือฮีเลียม จนมีการเสนอนิยามใหม่ของเมตรที่ไม่ขึ้นกับธาตุที่ใช้ นั่นคือให้ 1 เมตรเท่ากับ “ระยะทางที่แสงเคลื่อนที่ได้ในเวลา 1 ⁄ 299,792,458 วินาที”  
โดยหลักการแล้วมันก็กลับไปคล้าย ๆ กับนิยามแรกที่อิงคาบของตุ้มถ่วง นั่นเพราะเราวัดระยะเวลาได้แม่นกว่าระยะทาง แต่คราวนี้เราวัดอะไร ๆ ได้แม่นกว่าเดิมเยอะ

ใน talk นั้นคุณ Connes ยังเล่าเรื่องอื่นอีก ที่ฟังแล้วมึน ๆ แต่จะขอสรุปเท่าที่เข้าใจละกัน

คุณ Connes บอกว่าหนึ่งในการค้นพบพื้นฐานที่สำคัญของควอนตัมฟิสิกส์คือการคำนวณที่ใช้นั้นสลับที่ไม่ได้ นั่นคือ a คูณ b ไม่เท่ากับ b คูณ a ซึ่งตัวคุณ Connes ได้พัฒนาคณิตศาสตร์ในกลุ่มนี้ขึ้นมาเรียกว่า Noncommutative Geometry

ในเรขาคณิตปกติ หรือ Commutative Geometry นั้น มี concept หนึ่งที่ดูจะสำคัญมาก นั่นคือ “localization” ซึ่งแกแกบอกว่าผลของ localization นี้เทียบได้กับการมีแท่งเมตรมาตรฐานสำหรับ ds ที่เราต้องใช้ทุกครั้งเวลาคำนวณอิทิกรัล การที่เราสลับที่ไม่ได้นั้นทำให้แกต้องนิยามวิธีการวัดระยะห่างใหม่จาก “operator” ต่าง ๆ ในเรขาคณิตใหม่นี้

ข้อดีของเรขาคณิตใหม่นี้คือทำให้เราสามารถวิเคราะห์ควอนตัมฟิสิกส์ร่วมกับทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไปได้