

การนำโปรแกรม Stellarium มาใช้ประกอบการสอน

Great Nebula in Andromeda

Cassiopeia

NGC 1396

Cepheus

สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้
ในศตวรรษที่ 21

INQUIRY กำลังจะหายไป ?!?!

การประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์
ของ PISA 2015



Vera Rubin

นักดาราศาสตร์สตรี ผู้วัดความเร็ว ในการหมุนรอบตัวเองของกาแล็กซีเป็นคนแรก

ศ. ดร.สุทัศน์ ยกส้าน ราชบัณฑิต สำนักวิทยาศาสตร์ สาขาฟิสิกส์และดาราศาสตร์



(ที่มา : www.vassar.edu)

นับตั้งแต่สมัยของ Galileo คือเมื่อ 400 ปีก่อน ที่นักดาราศาสตร์ใช้กล้องโทรทรรศน์ศึกษาธรรมชาติของดาวเคราะห์ ดาวฤกษ์ ดาวหาง ดาวเคราะห์น้อย กาแล็กซี ฯลฯ ซึ่งเป็นวัตถุท้องฟ้าที่กล้องโทรทรรศน์สามารถเห็นได้ แต่ปัจจุบันโลกมีนักดาราศาสตร์อีกกลุ่มหนึ่งที่กำลังค้นหาสสารที่ตามองไม่เห็น บุคคลหนึ่งที่เป็นผู้บุกเบิกการวิจัยเรื่องนี้ คือ Vera Rubin

Vera Cooper Rubin เกิดเมื่อวันที่ 23 กรกฎาคม ค.ศ. 1928 ที่เมือง Philadelphia ในสหรัฐอเมริกา บิดา Phillip Cooper มีอาชีพเป็นวิศวกรไฟฟ้า มารดาเป็นพนักงานประจำที่บริษัท Bell Telephone Company เมื่อ Vera อายุ 10 ปี ครอบครัว Cooper ได้อพยพไปที่ Washington, D.C.

Vera สนใจดาราศาสตร์ตั้งแต่เด็ก เมื่อบิดาเห็นชัดว่าเธอสนใจและชอบดูดาวมาก จึงช่วยเธอสร้างกล้องโทรทรรศน์ขนาดเล็กเพื่อใช้ดูดาวที่บ้าน และมักพาเธอไปร่วมประชุมกับ

นักดาราศาสตร์สมัครเล่นผู้ใหญ่อื่น ๆ โดยนั่งเป็นเพื่อนเธอตลอดการฟังบรรยาย เพราะเธอเป็นเพียงเด็กหญิงเล็ก ๆ คนหนึ่งจึงไม่สมควรที่จะอยู่ท่ามกลางผู้ใหญ่ที่เป็นผู้ชายทั้งหมด

Vera เล่าว่า การที่เธอเป็นนักดาราศาสตร์เพราะได้รับแรงสนับสนุนจากทุกคนในครอบครัว แต่ไม่ได้รับแรงกระตุ้นจากโรงเรียนเท่าที่ควร เพราะครูวิทยาศาสตร์มักสนใจเด็กผู้ชายมากกว่า สำหรับครูแนะแนวนั้นก็ได้พยายามบอกเธอว่าชีวิตเธอจะก้าวหน้าแน่นอน ถ้าไม่คิดจะเป็นนักดาราศาสตร์

Vera จบชั้นมัธยมศึกษาเมื่ออายุ 16 ปี เวลาที่เรียน เธอชอบอ่านตำราดาราศาสตร์และชอบคณิตศาสตร์ ในยามว่างจะเล่นเปียโน ผ่อนคลายด้วยการทำงานศิลปะ และปั่นจักรยาน เธอไม่คบเพื่อนชายในเวลาเดียวกันหลายคน เธอชอบผู้ชายที่ฉลาด และรู้สึกตลอดเวลาว่าเธอมีนิสัยที่แตกต่างจากเด็กผู้หญิงคนอื่น ๆ ตรงที่เธอสนใจดาราศาสตร์ ซึ่งเป็นความต้องการที่ “ผิดปกติ” ของสังคมในสมัยนั้น

เมื่อเรียนถึงระดับอุดมศึกษา Vera ต้องการจะเรียนที่ Swarthmore College ในรัฐ Pennsylvania แต่อาจารย์ที่สัมภาษณ์คิดว่า เธอน่าจะเรียนวิชาดาราศาสตร์มากกว่า เมื่อถูกดูแลจน เธอจึงสมัครไปเรียนต่อที่ Vassar College ซึ่งอยู่ที่เมือง Poughkeepsie ในรัฐ New York เพราะที่นั่นเป็นวิทยาลัยเดียวในสหรัฐฯ ที่อนุญาตให้ผู้หญิงเรียนดาราศาสตร์ในระดับปริญญาตรีได้ นอกจากเหตุผลนี้แล้ว เธอยังรู้ว่า Vassar college เป็นวิทยาลัยที่เคยมีนักดาราศาสตร์ที่มีชื่อเสียงมากคนหนึ่งชื่อ Maria Mitchell เป็นครูสอน (ในปี ค.ศ. 1847 Mitchell วัย 29 ปี ได้พบดาวหาง Mitchell โดยใช้กล้องโทรทรรศน์ที่บิดาสร้างให้ และผลงานนี้ทำให้เธอ

ได้รับเลือกเป็นสมาชิกของสมาคม American Academy of Arts and Sciences ในปี ค.ศ. 1848 และเป็นศาสตราจารย์กับผู้อำนวยการแห่งหอดูดาวที่ Vassar College ด้วย)

เพราะครอบครัว Cooper มีฐานะไม่ดีนัก ดังนั้น Vera จึงต้องหาทุนเรียนที่ Vassar College ซึ่งเป็นวิทยาลัยที่สอนเฉพาะผู้หญิง ห้องเรียนที่นั่นมีเธอเป็นนิสิตเพียงคนเดียว ดังนั้นการเรียนการสอนจึงเป็นไปในลักษณะตัวต่อตัวกับอาจารย์ ซึ่งนับเป็นเรื่องดี เพราะเธอได้รับความสนใจจากอาจารย์ 100% เต็ม

ในปี ค.ศ. 1948 Vera วัย 20 ปีสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี และได้เข้าพิธีสมรสกับ Robert Rubin ซึ่งเป็นนักเคมีเชิงฟิสิกส์ ที่กำลังเรียนปริญญาเอกอยู่ที่มหาวิทยาลัย Cornell ด้วยเหตุนี้ Vera Rubin จึงได้ติดตามสามีไปเรียนต่อที่มหาวิทยาลัย Cornell และได้เรียนกับนักฟิสิกส์ที่มีชื่อเสียงระดับโลก เช่น Philip Morrison, Richard Feynman และ Hans Bethe เธอสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโทในปี ค.ศ. 1951 ด้วยวิทยานิพนธ์เรื่อง *ลักษณะการเคลื่อนที่ของกาแล็กซี 109 กาแล็กซี* เมื่อเธอนำผลงานวิจัยนี้ไปเสนอในที่ประชุมครั้งที่ 84 ของ American Astronomical Society (AAS) ไม่มีใครให้ความสนใจมาก อาจเพราะข้อมูลของเธอยังไม่สมบูรณ์ เธอรู้สึกท้อแท้ แต่สามีก็ยังให้กำลังใจสู้ต่อ โดยบอกเธอว่า การเรียนจบปริญญาโททางดาราศาสตร์มีได้หมายความว่า เธอได้เป็นนักดาราศาสตร์แล้ว เธอจึงมุ่งมั่นจะเรียนปริญญาเอกต่อ

เมื่อครอบครัว Rubin ย้ายไปตั้งรกรากอยู่ที่ Washington, D.C. Vera Rubin ได้ตัดสินใจเรียนดาราศาสตร์ต่อในระดับปริญญาเอกที่มหาวิทยาลัย Georgetown ซึ่งอยู่ไม่ไกลจากที่พัก ที่นั่นเธอได้พบ George Gamow นักฟิสิกส์ดาราศาสตร์ผู้มีบทบาทในการนำเสนอทฤษฎี Big Bang ของเอกภพ และ Gamow ได้แนะนำให้เธอศึกษาการกระจายตัวของกาแล็กซีในเอกภพว่า มีรูปแบบเช่นไร ขณะนั้นเธอมีลูก 2 คนแล้ว จึงต้องขอให้บิดามารดาของเธอมาช่วยดูแลลูก ยามที่เธอไปเรียน และเธอขอให้สามีขับรถไปส่งเธอเพื่อจะได้เข้าฟังการบรรยายทันเวลา จนเธอสำเร็จปริญญาเอกเมื่ออายุ 26 ปี แล้วได้เริ่มอาชีพอาจารย์ที่ Montgomery County Community College ซึ่งเป็นงานที่เธอขอรับเงินเดือนเพียง 2 ใน 3 เพราะเธอจะได้มีเวลาขับรถไปรับลูก ๆ ที่โรงเรียนทัน อีก 2 ปีต่อมาก็ได้งานเป็นอาจารย์ที่มหาวิทยาลัย Georgetown

จุดหักเหในชีวิตของ Vera Rubin เกิดในปี ค.ศ. 1963 เมื่อเธอได้ทุนวิจัยไปฝึกงานกับ Margaret Burbidge และ Geoffrey Burbidge แห่งมหาวิทยาลัย California ที่ San Diego เป็นเวลา 1 ปี โดยต้องใช้กล้องขนาด 82 นิ้ว ดูดาวที่ McDonald Observatory ที่ Texas เพื่อวัดความเร็วในการหมุนรอบตัวเองของกาแล็กซีเป็นครั้งแรกในประวัติศาสตร์

เมื่อกลับจากเมือง San Diego Vera Rubin ได้ไปติดต่อขอสมัครงานที่ Carnegie Institute of Washington ในตำแหน่งอาจารย์ที่ภาควิชา Terrestrial Magnetism ในการสัมภาษณ์แทนที่หัวหน้าภาควิชาจะถามคำถามวิชาการ เขากลับยื่นแผ่นฟิล์มภาพสเปกตรัมของดาวฤกษ์ แล้วขอให้เธอวัดความเร็วของดาวเหล่านั้น ซึ่งเธอก็ทำได้สำเร็จ จึงได้เข้าทำงานกับ W. Kent Ford ผู้เป็นนักฟิสิกส์ที่เชี่ยวชาญการออกแบบ image tube spectrograph ที่สามารถถ่ายภาพดาวด้วยวิธีเก็บแสงได้ดีกว่า และเร็วกว่า spectrograph ธรรมดา ความสามารถของ Ford ในการออกแบบเครื่องมือและความสามารถของ Rubin ในการวิเคราะห์ข้อมูล ทำให้คนทั้งสองมีผลงานตีพิมพ์ร่วมกันมากมาย

ถึงปี ค.ศ. 1965 Rubin วัย 37 ปี ได้เป็นสตรีคนแรกที่ได้รับอนุญาตให้ใช้กล้องดูดาวขนาด 200 นิ้ว (ซึ่งใหญ่ที่สุดในโลกขณะนั้น) ที่ภูเขา Palomar ใน California โดยเธอได้เสนอโครงการวิจัยจะวัดความเร็วของดาวฤกษ์ที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในกาแล็กซี Andromeda M31 ซึ่งเป็นกาแล็กซีที่อยู่ใกล้โลกที่สุด (2.2 ล้านปีแสง) และสุกใสที่สุด

เกียรติประวัติที่ได้เป็นสตรีคนแรกที่ทำงานที่หอดูดาวเป็นเรื่องไม่ธรรมดาสำหรับคนทั่วไป เพราะหอดูดาว Palomar มีแต่ผู้ชาย จึงทำให้สถานที่นั้นเสมือนเป็น “วัด” แม้แต่ห้องน้ำก็มีป้ายปิดไว้หน้าห้องว่า “MEN” จน Vera Rubin ต้องหาห้องน้ำเล็ก ๆ ใช้น้ำ แต่เธอก็ไม่ได้อะไรที่ป้ายว่า สำหรับ “WOMEN” ขณะทำงานที่นั่น เธอเป็นคนควบคุมทิศของกล้องระยะเวลาที่สำรวจและต้องระบุว่าเธอต้องการใช้อุปกรณ์ใดบ้างในการบันทึกภาพ

ในการวิจัยเรื่องนี้ ความรู้วิทยาศาสตร์พื้นฐานที่นักดาราศาสตร์ทั่วไปต้องใช้ในการอธิบายคือ ทฤษฎีแรงโน้มถ่วง ของ Newton ซึ่งแถลงว่า สสารทุกชนิดดึงดูดกัน

ด้วยแรง ซึ่งแปรผกผันกับระยะห่างระหว่างมวลยกกำลังสอง และแปรโดยตรงกับผลคูณระหว่างมวลทั้งสองนั้น ในการใช้สูตรนี้กับระบบที่มีดวงอาทิตย์กับดาวเคราะห์ จะได้สูตร $GM = V^2r$ เมื่อ G คือ ค่าคงตัวโน้มถ่วงสากล M คือ มวลของดวงอาทิตย์ V คือความเร็วของดาวเคราะห์ และ r คือ ระยะห่างระหว่างดวงอาทิตย์กับดาวเคราะห์

เพราะ M ในกรณีของดวงอาทิตย์มีค่าคงตัว และ G เป็นค่าคงตัวโน้มถ่วงสากล จากสูตรเราจะเห็นว่าเมื่อ r เพิ่ม V จะลด ในทำนองตรงกันข้าม ถ้า r ลด V ก็เพิ่ม ทฤษฎีนี้จึงสามารถอธิบายได้ดีว่า เหตุใดดาวพุธที่โคจรรอบใกล้ดวงอาทิตย์ (r น้อย) จึงมีความเร็วสูง ในขณะที่ดาวเคราะห์แคระพลูโตซึ่งอยู่ไกลมาก (r มาก) จึงมีความเร็วต่ำ

ในกาแล็กซีซึ่งประกอบด้วยดาวฤกษ์นับแสนล้านดวง โคจรรอบจุดศูนย์กลางของกาแล็กซี ในทำนองเดียวกับในระบบสุริยะที่ดาวเคราะห์โคจรรอบดวงอาทิตย์ ความคาดหวังของนักดาราศาสตร์ทุกคนจึงมีว่า ดาวฤกษ์ที่อยู่บริเวณขอบของกาแล็กซีจะมีความเร็วต่ำ ส่วนดาวฤกษ์ที่อยู่ใกล้จุดศูนย์กลางของกาแล็กซีจะมีความเร็วมาก

แต่ Vera Rubin กลับพบว่า ดาวฤกษ์ในบริเวณกลาง ๆ ของกาแล็กซี มีความเร็วพอ ๆ กับดาวฤกษ์ที่อยู่บริเวณขอบ

นี่จึงเป็นความตื้นตันที่ถ้าเป็นจริงจะนำมาซึ่งการปฏิรูปความรู้ดาราศาสตร์ เพราะนั่นหมายความว่า กฎแรงโน้มถ่วงของ Newton ไม่สมบูรณ์คือ ผิด หรือไม่ก็เอกภพยังมีสสารอีกในปริมาณมากที่ตามองไม่เห็น

ในความเป็นจริง Jan Oort นักดาราศาสตร์ชาวเนเธอร์แลนด์ เมื่อต้นคริสต์ศตวรรษที่ 20 ได้เคยพบว่า แสงจากกาแล็กซี NGC 3115 ที่ส่งมายังโลกไม่สมนัยกับมวลที่มีในกาแล็กซีนั่น แต่ Oort มิได้พูดถึงสสารมืด (dark matter) อย่างชัดเจน

ถึงปี ค.ศ. 1933 เมื่อ Fritz Zwicky และ Sinclair Smith ศึกษากระจุกของกาแล็กซี และพบว่า บางกาแล็กซีในกระจุกมีความเร็วสูงจนไม่น่าจะอยู่เป็นกระจุกได้ คือน่าจะกระเด็นหลุดออกมา ยกเว้นว่าในกาแล็กซีนั่นมีมวลลึกลับที่ไม่มีใครเห็นดังพูดไว้ ข้อเสนอของ Zwicky และ Smith ไม่ได้รับความสนใจ เพราะไม่มีใครเคยเห็น missing mass ที่ว่านี้เลย

ตัว Vera Rubin เองมีความศรัทธาในความคิดที่ว่า กฎของ Newton ไม่ถูกต้องสมบูรณ์ และสมควรได้รับการแก้ไข แต่

นักวิทยาศาสตร์คนอื่น ๆ ส่วนใหญ่ยังยืนยันกรานในความถูกต้องของกฎแรงโน้มถ่วง ซึ่งได้รับการสนับสนุนโดยทฤษฎีของไอน์สไตน์ ดังนั้นเธอจึงคิดว่า กาแล็กซี Andromeda จะต้องมียสสารมืดแฝงอยู่ภายใน โดยอาจประกอบด้วยอนุภาคชนิดใหม่ที่นักฟิสิกส์ยังไม่รู้จักก็เป็นได้

ณ วันนี้ปัญหานี้จึงเป็นประเด็นวิจัยร้อนที่มีความสำคัญมาก การศึกษาในเวลาต่อมา แสดงให้เห็นว่า ไม่เพียงแต่กาแล็กซี Andromeda เท่านั้นที่มีสสารมืด กาแล็กซีอื่น ๆ ในเอกภพก็มีสสารมืดเช่นกัน

ดังนั้น Vera Rubin จึงคิดว่า ผลงานที่สำคัญที่สุดในชีวิตเธอคือ การพิสูจน์ได้ว่า เอกภพมีสสารมืด

ตลอดชีวิต Rubin มีผลงานวิจัยตีพิมพ์กว่า 200 เรื่อง ในปี ค.ศ. 1981 เธอเป็นนักดาราศาสตร์สตรีคนที่สอง (หลัง Margaret Burbidge) ที่ได้รับเลือกเป็นสมาชิกของ National Academy of Sciences เมื่อถึงปี ค.ศ. 1993 ประธานาธิบดี Bill Clinton ได้มอบเหรียญ National Medal of Science ที่มีศักดิ์ศรีสูงสุดให้แก่เธอ

ในปี ค.ศ. 1996 เธอได้รับเหรียญทองจาก Royal Astronomical Society เธอจึงเป็นนักดาราศาสตร์หญิงคนที่ 2 ต่อจาก Caroline Herschel (ผู้ซึ่งเป็นน้องสาวของ William Herschel ผู้พบดาวยูเรนัส) ที่เคยได้รับในปี ค.ศ. 1828

เธอได้รับปริญญา Doctor of Science จากหลายมหาวิทยาลัยรวมทั้ง Harvard และ Yale รวมถึงได้รับเลือกเป็นสมาชิกของ Pontifical Academy of Sciences แห่ง Vatican ด้วย

เธอแต่งหนังสือชื่อ Bright Galaxies: Dark Matter ซึ่งจัดพิมพ์โดย American Institute of Physics Press ในปี ค.ศ. 1996

และยังมีดาวเคราะห์น้อย 5276 ชื่อ Rubin ด้วย สำหรับคำแนะนำของเธอต่อนักวิทยาศาสตร์รุ่นหลัง ๆ คือ “จงทำในสิ่งที่ชอบ”

ณ วันนี้นักดาราศาสตร์ได้ตรวจพบว่ามวล 96% ของเอกภพ เป็นสสารและพลังงานมืดที่กล้องโทรทรรศน์ไม่เห็น และองค์ความรู้นี้มาจากสตรีชื่อ Vera Rubin ผู้มีลูก 4 คนครับ

