

ข่าวแจก

สำหรับแจกโดยทันที

11 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559

คลื่นความโน้มถ่วงถูกค้นพบ 100 ปีให้หลังการคาดการณ์ของไอน์สไตน์

LIGO (อ่านว่า “ไลโก”) ได้เปิดหน้าต่างบานใหม่สู่จักรวาลด้วยการสังเกตการณ์คลื่นความโน้มถ่วงจากปรากฏการณ์หลุมดำชนกัน

วอชิงตัน ดี.ซี. / คาลิฟอร์เนีย อิตาลี

นับว่าเป็นครั้งแรกที่นักวิทยาศาสตร์ได้สังเกตการณ์ระลอกคลื่นในผืนผ้าใบกาลอวกาศที่เรียกว่าคลื่นความโน้มถ่วง ซึ่งเดินทางมายังโลกจากปรากฏการณ์ที่รุนแรงในจักรวาลอันไกลโพ้น นับเป็นการยืนยันการคาดการณ์หลักของทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไปของไอน์สไตน์ในปี 1915 และเปิดหน้าต่างบานใหม่สู่จักรวาลอย่างที่ไม่เคยมีมาก่อน

คลื่นความโน้มถ่วงนั้นนำพาข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุต้นกำเนิดอันรุนแรงและธรรมชาติของแรงโน้มถ่วงที่ไม่สามารถค้นพบได้ด้วยวิธีการอื่น นักฟิสิกส์ได้สรุปว่าคลื่นความโน้มถ่วงที่ตรวจจับได้นั้นมาจากเสี้ยววินาทีสุดท้ายของหลุมดำคู่ชนกัน ที่ท้ายที่สุดแล้วรวมกันเป็นหนึ่งในหลุมดำที่มีมวลมากขึ้น การชนกันของหลุมดำคู่นั้นเคยมีการคาดการณ์เอาไว้ แต่ไม่เคยมีผลการสังเกตการณ์มาก่อน

คลื่นความโน้มถ่วงนี้ถูกตรวจจับเมื่อเช้าวันที่ 14 กันยายน พ.ศ. 2558 เวลา 5 นาฬิกา 51 นาที ตามเวลา EDT (09:51 UTC) โดย Laser Interferometer Gravitational-wave Observatory (LIGO) คู่แฝดในเมือง Livingston รัฐหลุยเซียน่า และ Hanford รัฐวอชิงตัน สหรัฐอเมริกา LIGO นั้นได้รับการสนับสนุนจาก National Science Foundation (NSF) และดำเนินการโดย Caltech และ MIT การค้นพบได้รับการรับรองตีพิมพ์ในวารสาร Physical Review Letters จัดทำโดย LIGO Scientific Collaboration (ซึ่งรวมถึง GEO Collaboration และ Australian Consortium for Interferometric Gravitational Astronomy) และ Virgo Collaboration (อ่านว่า “เวียร์โก”) โดยใช้ข้อมูลจากเครื่องตรวจจับ LIGO ทั้งสองแห่ง

จากข้อมูลที่ตรวจจับได้ นักวิทยาศาสตร์ LIGO ประมาณการว่าหลุมดำในเหตุการณ์ครั้งนี้มีมวลคิดเป็น 29 และ 36 เท่าของมวลดวงอาทิตย์ และเหตุการณ์นี้ได้เกิดขึ้นเมื่อ 1.3 พันล้านปีมาแล้ว มวลประมาณ 3 เท่าของดวงอาทิตย์ถูกแปลงสภาพเป็นคลื่นความโน้มถ่วงภายในเพียงเสี้ยววินาที โดยที่กำลังสูงสุดนั้นคิดเป็น 50 เท่าของกำลังทั้งหมดในจักรวาลที่มองเห็นได้ เมื่อดูจากเวลาการมาถึงของสัญญาณ เครื่องตรวจจับที่ Livingston ตรวจจับเหตุการณ์นี้ 7 มิลลิวินาทีก่อนเครื่องตรวจจับที่ Hanford นักวิทยาศาสตร์ระบุว่าแหล่งที่มาของสัญญาณนั้นอยู่ห่างซีกโลกได้

อิงจากทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไป หลุมดำคู่ที่โคจรรอบกันและกันนั้นสูญเสียพลังงานผ่านคลื่นความโน้มถ่วง ทำให้หลุมดำทั้งสองโคจรใกล้กันมากขึ้นเรื่อยๆ ในเวลาหลายพันล้านปี และโคจรเข้าหากันเร็วมากขึ้นในช่วงนาทีสุดท้าย ในช่วงเสี้ยววินาทีสุดท้ายนั้น หลุมดำทั้งสองโคจรชนกันด้วยความเร็วเกือบครึ่งของความเร็วแสงและก่อกำเนิดหลุมดำเดี่ยวที่มีมวลมากขึ้น มวลส่วนหนึ่งของหลุมดำถูกแปลงเป็นพลังงาน ตามสูตร $E = mc^2$ ของไอน์สไตน์ พลังงานนี้ถูกปล่อยออกมาในรูปของแรงระเบิดคลื่นความโน้มถ่วง และคลื่นความโน้มถ่วงนี้เองเป็นสัญญาณที่ LIGO ตรวจจับได้

การค้นพบระบบดาวคู่ซึ่งประกอบไปด้วย pulsar และดาวอีกดวงหนึ่งของ Russel Hulse และ Joseph Taylor Jr. ในปี 1974 แสดงให้เห็นว่าคลื่นความโน้มถ่วงนั้นมีอยู่จริง ซึ่งภายหลังก้าวตอนนี้ถูกค้นพบว่าเป็นดาวนิวตรอน พวกเขาค้นพบว่าวงโคจรของ pulsar นั้นหดลงอย่างช้าๆเมื่อเวลาผ่านไปเพราะพลังงานนั้นถูกปลดปล่อยออกมาในรูปแบบของคลื่นความโน้มถ่วง และเพราะผลงานของพวกเขา Hulse และ Taylor ได้รับรางวัลโนเบลสาขาฟิสิกส์ในปี 1993 ระบบดาวคู่ Hulse-Taylor จะยุบรวมกันเป็นหลุมดำในอีก 300 ล้านปีนับจากนี้ ในผลการสังเกตการณ์ล่าสุด LIGO ได้สังเกตการณ์คลื่นความโน้มถ่วงโดยตรงจากวาระสุดท้ายของของระบบดาวคู่ที่ประกอบไปด้วยสองหลุมดำ ทำให้เห็นภาพเลี้ยววินาทีสุดท้ายของระบบดาวคู่นี้ในขณะที่มันกำลังกลายเป็นหลุมดำเดี่ยว

“การสังเกตการณ์คลื่นความโน้มถ่วงนั้นบรรลุเป้าหมายอันทะเยอทะยานที่ได้ตั้งเอาไว้เมื่อ 50 ปีก่อนที่ต้องการจะตรวจจับปรากฏการณ์ที่ยากจะอธิบายได้โดยตรงและเข้าใจจากราวได้ดียิ่งขึ้น และเติมเต็มมรดกตกทอดของไอส์ไตน์ในโอกาสครบรอบร้อยปีทฤษฎีสัมพัทธภาพ” David H. Reitze ผู้อำนวยการบริหารแลบ LIGO จาก Caltech กล่าว

การค้นพบนั้นเป็นไปได้ด้วยความสามารถที่เพิ่มขึ้นของ Advanced LIGO การอัพเกรดครั้งใหญ่ที่เพิ่มความไวของอุปกรณ์เทียบกับเครื่องตรวจจับ LIGO รุ่นแรก ทำให้เพิ่มปริมาณของจักรวาลที่ LIGO สามารถจับคลื่นความโน้มถ่วงได้ และนำมาซึ่งการค้นพบคลื่นความโน้มถ่วงในการสังเกตการณ์ครั้งแรก (first observing run) National Science Foundation เป็นผู้สนับสนุนทางการเงินให้แก่ Advanced LIGO ในขณะที่องค์กรสนับสนุนทางการเงินในเยอรมัน (Max Planck Society) สหราชอาณาจักร (Science and Technology Facilities Council, STFC) และออสเตรเลีย (Australian Research Council) ก็ให้การสนับสนุนที่สำคัญต่อโครงการนี้เช่นกัน เทคโนโลยีที่สำคัญบางอย่างที่ทำให้ Advanced LIGO มีความไวมากขึ้นถูกพัฒนาและทดสอบโดยกลุ่มเยอรมัน สหราชอาณาจักร และ GEO ทรัพยากรทางด้านคอมพิวเตอร์จำนวนมากได้รับการสนับสนุนจาก AEI Hannover Atlas Cluster, LIGO Laboratory, Syracuse University และ University of Wisconsin-Milwaukee มหาวิทยาลัยหลายแห่งออกแบบสร้าง และทดสอบส่วนประกอบสำคัญสำหรับ Advanced LIGO ได้แก่ The Australian National University, University of Adelaide, University of Florida, Stanford University, Columbia University ในนครนิวยอร์ก และ Louisiana State University

“ในปี 1992 ตอนที่งของ LIGO ในช่วงเริ่มต้นได้รับการอนุมัติ มันเป็นการลงทุนที่มากที่สุดเท่าที่ NSF เคยทำมา” France Córdova ผู้อำนวยการ NSF กล่าว “มันเป็นเรื่องที่ใหญ่ แต่ National Science Foundation ยอมรับความเสี่ยงเหล่านี้ เราสนับสนุนวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและวิศวกรรมในเส้นทางสู่การค้นพบในขณะที่เส้นทางนั้นเป็นไปได้ทุกอย่างยกเว้นความชัดเจน เราให้การสนับสนุนผู้ริเริ่ม และนี่เป็นสาเหตุที่ทำให้สหรัฐฯ เป็นผู้นำระดับโลกในการพัฒนาความรู้อย่างต่อเนื่อง”

งานวิจัย LIGO นั้นดำเนินการโดย LIGO Scientific Collaboration (LSC) กลุ่มนักวิทยาศาสตร์มากกว่า 1000 ชีวิต จากมหาวิทยาลัยทั่วสหรัฐฯ และอีก 14 ประเทศ มหาวิทยาลัยและสถาบันวิจัยมากกว่า 90 แห่งใน LSC ร่วมกันพัฒนาเทคโนโลยีเครื่องตรวจจับและวิเคราะห์ข้อมูล มีนักเรียนมากกว่า 250 ชีวิตที่มีส่วนช่วยสำคัญ เครื่องตรวจจับในเครือ LSC ประกอบด้วย LIGO Interferometer และเครื่องตรวจจับ GEO600 ทีม GEO (อ่านว่า “จีโอ”) ประกอบไปด้วยนักวิทยาศาสตร์จาก Max Planck Institute สาขาฟิสิกส์คลื่นความโน้มถ่วง (Albert Einstein Institute, AEI) Leibniz Universität Hannover ร่วมกับ University of Glasgow, Cardiff University, University of Birmingham และมหาวิทยาลัยอื่นๆในสหราชอาณาจักร และ University of the Balearic Island ในสเปน

“การค้นพบครั้งนี้ถือเป็นการเริ่มต้นยุคใหม่ ดาราศาสตร์สาขาคลื่นความโน้มถ่วงนั้นเป็นความจริงแล้ว” Gabriela González โฆษก LSC และศาสตราจารย์ด้านฟิสิกส์และดาราศาสตร์ที่ Louisiana State University กล่าว

LIGO เดิมทีถูกเสนอให้เป็นแนวทางในการตรวจจับคลื่นความโน้มถ่วงใน ช่วงปี 1980 โดย Rainer Weiss ศาสตราจารย์กิตติคุณจาก MIT Kip Thorne ศาสตราจารย์กิตติคุณจาก Caltech และ Ronald Drever ศาสตราจารย์กิตติคุณจาก Caltech เช่นกัน

“คำอธิบายของการค้นพบครั้งนี้ถูกอธิบายไว้อย่างสวยงามในทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไปของไอน์สไตน์ที่ถูกคิดค้นขึ้นเมื่อ 100 ปีก่อนและนับเป็นบททดสอบครั้งแรกของทฤษฎีเกี่ยวกับแรงโน้มถ่วงแรง มันคงจะเยี่ยมไปเลยถ้าเราสามารถเห็นหน้าไอน์สไตน์ถ้าเราสามารถบอกเขาได้” Weiss กล่าว

“ด้วยการค้นพบนี้ มนุษย์เรากำลังเริ่มต้นภารกิจใหม่ที่นามหัตถ์ศรรย: ภารกิจการสำรวจด้านเบี้ยวของจักรวาล - วัตถุและปรากฏการณ์ที่เกิดจากการอวกาศที่บิดเบี้ยว หลุมดำขงกันและคลื่นความโน้มถ่วงนับเป็นตัวอย่างแรกที่สวยงาม” Thorne กล่าว

งานวิจัย Virgo นั้นดำเนินการโดย Virgo Collaboration ที่ประกอบไปด้วยนักฟิสิกส์และวิศวกรมากกว่า 250 ชีวิตจากกลุ่มวิจัยในยุโรป 19 กลุ่ม: 6 กลุ่มจาก Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) ในฝรั่งเศส; 8 กลุ่มจาก Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) ในอิตาลี; 2 กลุ่มจาก Nikhef ในเนเธอร์แลนด์; Wigner RCP ในฮังการี; กลุ่ม POLGRAW ในโปแลนด์ และ European Gravitational Observatory (EGO) แลปซึ่งเป็นเจ้าของโครงการเครื่องตรวจจับVirgoใกล้เมืองปิซาในอิตาลี

Fulvio Ricci โฆษก Virgo กล่าวว่า “นี่เป็นก้าวสำคัญของวงการฟิสิกส์ แต่ที่สำคัญไปกว่านั้นคือการเริ่มต้นการค้นพบสิ่งใหม่ๆทางฟิสิกส์ดาราศาสตร์ที่จะมากับ LIGO และ Virgo”

Bruce Allen ผู้อำนวยการ Max Planck Institute for Gravitational Physics (Albert Einstein Institute) เสริมว่า “ไอน์สไตน์คิดว่าคลื่นความโน้มถ่วงนั้นอ่อนเกินกว่าจะตรวจจับได้ และไม่เชื่อว่าหลุมดำมีอยู่จริง แต่ผมไม่คิดว่าเขาจะใส่ใจที่เขาผิด!”

“เครื่องตรวจจับ Advanced LIGO นั้นเป็นความสำเร็จทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ทำให้เกิดขึ้นได้โดยทีมเจ้าหน้าที่เทคนิค วิศวกร และนักวิทยาศาสตร์นานาชาติ” David Shoemaker หัวหน้าโปรเจกต์ Advanced LIGO จาก MIT กล่าว “เรามีความภูมิใจอย่างมากที่ทำให้โครงการที่ได้รับสนับสนุนจากNSFนี้เสร็จภายใต้เวลาและงบประมาณที่กำหนด”

ในแต่ละหอสังเกตการณ์ อินเทอร์เฟอโรมิเตอร์รูปตัว L ความยาวสี่กิโลเมตรใช้เลเซอร์ที่ถูกแยกเป็นสองทางที่เดินทางกลับไปมาในแขนทั้งสอง (ภายในท่อสุญญากาศเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 ฟุต) ลำแสงนั้นใช้เป็นตัววัดระยะทางระหว่างกระจกที่ปลายแขนที่ถูกจัดตำแหน่งไว้อย่างแม่นยำ อิงจากทฤษฎีของไอน์สไตน์ ระยะทางระหว่างกระจกจะเปลี่ยนเล็กน้อยเมื่อคลื่นความโน้มถ่วงเดินทางผ่านเครื่องตรวจจับ การเปลี่ยนแปลงในระยะทางของแขนที่มีความยาวเล็กกว่าหนึ่งในหมื่นของเส้นผ่าศูนย์กลางของโปรตอนนั้นสามารถถูกตรวจจับได้

“การที่ก้าวใหม่ที่สำคัญนี้เป็นไปได้ต้องอาศัยความร่วมมือของนักวิทยาศาสตร์ทั่วโลก - เทคโนโลยีเลเซอร์และเทคโนโลยีการแขวนที่ถูกพัฒนาเพื่อนำไปใช้กับเครื่องตรวจจับ GEO600 ของเรานั้นถูกนำไปใช้เพื่อช่วยให้ Advanced LIGO เป็นเครื่องตรวจจับแรงโน้มถ่วงที่มีความซับซ้อนมากที่สุดเท่าที่เคยสร้างมา” Sheila Rowan ศาสตราจารย์ด้านฟิสิกส์และดาราศาสตร์ University of Glasgow กล่าว

ความไม่ขึ้นต่อกันและกันและความห่างของหอสังเกตการณ์นั้นจำเป็นต่อการระบุทิศทางของปรากฏการณ์ที่สร้างคลื่นความโน้มถ่วง และรวมทั้งช่วยยืนยันว่าสัญญาณนั้นมาจากอวกาศและไม่ได้มาจากเหตุการณ์ในท้องถิ่น

“หวังว่าการสังเกตการณ์ครั้งแรกนี้จะเร่งการสร้างเครือข่ายเครื่องตรวจจับทั่วโลกเพื่อให้การระบุตำแหน่งที่แม่นยำนั้นเป็นไปได้ในดาราศาสตร์ยุค multi-messenger” David McClelland ศาสตราจารย์ด้านฟิสิกส์และผู้อำนวยการ Center for Gravitational Physics ที่ Australian National University กล่าว

###