

คลื่นความโน้มถ่วง : หน้าต่างบานใหม่ของการศึกษาจักรวาล

Gravitational Wave : A new window of studying the universe

วรวุฒิ โตท่าโรง⁽¹⁾

⁽¹⁾กองการศึกษา โรงเรียนนายเรืออากาศนวมินทกษัตริยาธิราช

E-Mail: Worawoote@rtaf.mi.th

บทคัดย่อ

บทความนี้เขียนขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคลื่นความโน้มถ่วง ซึ่งอัลเบิร์ต ไอน์สไตน์ ได้ทำนายการมีอยู่ของคลื่นความโน้มถ่วงนี้ในทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไปเมื่อ 100 ปีที่แล้ว นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่ามีอยู่จริง แต่ยังไม่สามารถค้นพบได้โดยตรง จนกระทั่งเมื่อเร็ว ๆ นี้ นักวิทยาศาสตร์สามารถค้นพบได้เป็นครั้งแรก และอีกไม่กี่เดือนต่อมาหลังจากนั้น สามารถค้นพบได้เป็นครั้งที่สอง การค้นพบคลื่นความโน้มถ่วงทั้งสองครั้งนี้เกิดจากการชนกัน และหลอมรวมกันของหลุมดำสองหลุม การค้นพบนี้ทำให้องค์ความรู้ด้านจักรวาลของมนุษยชาติเปลี่ยนไปโดยสิ้นเชิง ทำให้ได้เรียนรู้จักรวาลในแง่มุมใหม่ ๆ อย่างที่ไม่เคยศึกษามาก่อน นับว่าเป็นการเปิดหน้าต่างบานใหม่ในการศึกษาจักรวาลอย่างแท้จริง

คำสำคัญ : คลื่นความโน้มถ่วง, กาลอวกาศ , จักรวาล

Abstract

The aim of this article is to make the fundamental knowledge about gravitational waves that Albert Einstein predicted the existence in general theory of relativity a hundred years ago. Scientists have believed that gravitational waves exist, until recently they have directly detected in the first time and a few month later they have detected for the second time. The both discoveries of gravitational waves came from the collision and merger of two black holes. This discoveries change the universe knowledge completely and learn to understand the universe in a new point of view that they haven't studied before. Considered to be the opening a new window into studying the universe actually.

Keywords : gravitational waves, spacetime , universe

1. บทนำ

การแถลงข่าวยืนยันการค้นพบครั้งสำคัญที่ว่ากันว่ายิ่งใหญ่ที่สุดในประวัติศาสตร์ของวงการวิทยาศาสตร์ซึ่งสร้างความฮือฮาไปทั่วโลก เมื่อวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2559 นักวิทยาศาสตร์จากหอสังเกตการณ์คลื่นความโน้มถ่วง ด้วยเลเซอร์อินเตอร์เฟอโรมิเตอร์ (Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory หรือ LIGO) ได้แถลงยืนยันการค้นพบคลื่นความโน้มถ่วง(Gravitational Waves) ว่ามีอยู่จริง ตามที่นักฟิสิกส์ที่มีชื่อเสียงมากที่สุดแห่งศตวรรษที่ 20 อัลเบิร์ต ไอน์สไตน์ (Albert Einstein) เคยทำนายไว้ด้วยทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไปเมื่อ 100 ปีที่แล้ว และอีกไม่กี่เดือนต่อมาในวันที่ 15 มิถุนายน 2559 LIGO ได้แถลงยืนยันการค้นพบคลื่นความโน้มถ่วงอีกครั้งเป็นครั้งที่สอง การค้นพบคลื่นความโน้มถ่วงทั้งสองครั้งเป็นการตรวจจับได้โดยตรง มีการตั้งสมมติฐานว่าคลื่นความโน้มถ่วงจะให้ข้อมูลต่างๆ เกี่ยวกับหลุมดำหรือวัตถุอื่น ๆ ในจักรวาลที่อยู่ห่างไกลโลกได้ และจะเป็นจุดเริ่มต้นของการที่จะค้นพบสิ่งใหม่ ๆ ตามมา นักวิทยาศาสตร์ล้วนให้ความสนใจกันเป็นอย่างมาก แต่เชื่อว่ายังมีคนอีกจำนวนไม่น้อยที่มีข้อสงสัย และมีคำถามคาใจ อาทิเช่น คลื่นความโน้มถ่วงคืออะไร เกิดขึ้นได้อย่างไร มีวิธีการตรวจวัดอย่างไร ตลอดจนจะมีประโยชน์กับมนุษยชาติอย่างไรบ้างกับการค้นพบคลื่นความโน้มถ่วงในครั้งนี้

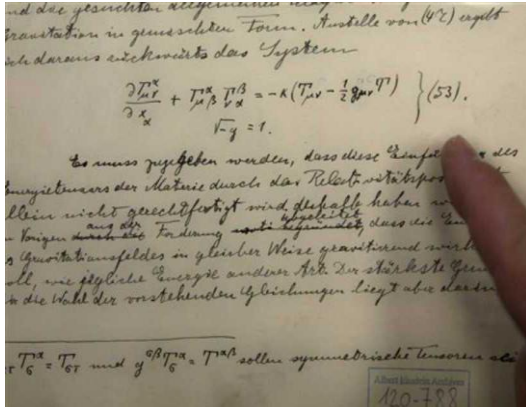


รูปที่ 1 นักวิทยาศาสตร์จากหอสังเกตการณ์ LIGO แถลงข่าวยืนยันการค้นพบคลื่นความโน้มถ่วงเมื่อ 11 ก.พ. 2558 [เครดิตภาพ LIGO]

2. คลื่นความโน้มถ่วงคืออะไร

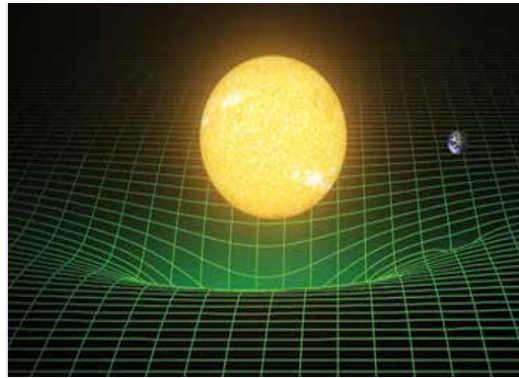
ก่อนที่จะกล่าวถึงคลื่นความโน้มถ่วง ขออธิบายถึงแรงโน้มถ่วงตามทฤษฎีสัมพัทธภาพของไอน์สไตน์ก่อน ในปี พ.ศ. 2448 (ค.ศ. 1905) อัลเบิร์ต ไอน์สไตน์ ได้เสนอทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษ (Special Relativity) โดยในทฤษฎีสัมพัทธภาพพิเศษนั้น ไอน์สไตน์ ได้ปรับเปลี่ยนทฤษฎีกาลิเลโอของกาลิเลโอ (Galileo) และเซอร์ไอแซก นิวตัน (Sir Isaac Newton) เพื่อให้สามารถนำไปใช้ได้กับทฤษฎีแม่เหล็กไฟฟ้าของแมกซ์เวลล์ (Maxwell) จนได้พบว่าจักรวาลต้องมี 4 มิติ คือ 3 มิติของอวกาศ และ 1 มิติของเวลา เพื่อให้การอธิบายปรากฏการณ์ด้านกายภาพได้อย่างสมบูรณ์ ต่อมา ปี พ.ศ. 2548 (ค.ศ. 1915) ไอน์สไตน์ได้เสนอทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไป (General Relativity) ซึ่งเป็นทฤษฎีที่สร้างความเข้าใจเกี่ยวกับแรงโน้มถ่วงที่สมบูรณ์กว่าทฤษฎีแรงโน้มถ่วงของเซอร์ไอแซก นิวตัน เป็นทฤษฎีที่ได้เปลี่ยนแปลงแนวคิดเกี่ยวกับแรงโน้มถ่วง อวกาศ และเวลา ไปอย่างสิ้นเชิง โดยแนวคิดหลักของทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไปคือแรงโน้มถ่วงเกิดจากมวลสารและทำให้เกิดการโค้งงอของกาลอวกาศ (Spacetime)

ซึ่งกาลอวกาศมีลักษณะเหมือนพื้นผิวของผืนผ้าใบที่กางไว้ หากมีมวลสารวางอยู่ในอวกาศ ผืนผ้าใบอวกาศจะโค้งงอลงไปตามมวลที่วางอยู่



รูปที่ 2 ภาพเอกสารลายมืออัลเบิร์ต ไอน์สไตน์ ที่ทำนายการมีอยู่ของคลื่นความโน้มถ่วงในทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไป [เครดิตภาพ Universe Today]

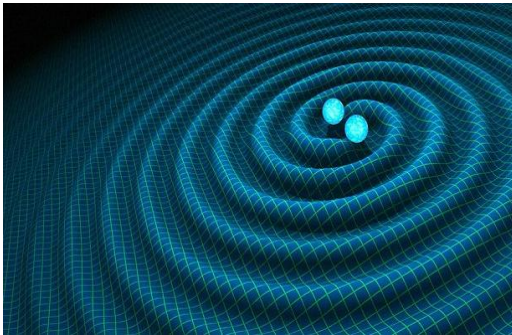
และเป็นที่มาของแรงโน้มถ่วง การโค้งงอของกาลอวกาศนี้จะเป็นตัวส่งผลให้วัตถุมีการเคลื่อนที่อย่างที่เราสังเกตเป็นแรงโน้มถ่วงนั่นเอง ยกตัวอย่างเช่น มวลสารของดวงอาทิตย์ทำให้กาลอวกาศรอบๆ โค้งงอ ซึ่งความโค้งงอดังกล่าวส่งผลให้มวลสารอย่างดาวเคราะห์เกิดการโคจรไปรอบๆ ดวงอาทิตย์ และผลอีกอย่างหนึ่งคือแรงโน้มถ่วงจะสามารถ ทำให้ระยะทางและเวลาเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ ซึ่งสามารถพบได้ชัดเจนในบริเวณที่มีแรงโน้มถ่วงสูง อย่างเช่น บริเวณรอบๆ หลุมดำ นอกจากนี้ทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไป ยังทำนายไว้อีกมากมาย เช่น แสงจะเดินทางเป็นเส้นโค้ง เมื่อเคลื่อนที่เข้าใกล้ผ่านวัตถุที่มีมวลมากๆ แรงโน้มถ่วงมีผลต่อการเดินของเวลา วงโคจรของดาวพุธไม่ได้เป็นวงรีตายตัว ความเป็นไปได้ของหลุมดำ การกำเนิดและความเป็นไปของจักรวาล รวมถึงคลื่นความโน้มถ่วง ซึ่งถูกทำนายว่ามีอยู่หลังจากไอน์สไตน์ได้เสนอทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไปแล้ว 1 ปี



รูปที่ 3 ภาพกราฟฟิกแสดงดวงอาทิตย์และโลก ทำให้เกิดการโค้งงอของกาลอวกาศเป็นรอยบุ๋มลึกในบริเวณใกล้ๆ [เครดิตภาพ LIGO/T.Pyle]

คลื่นความโน้มถ่วงคือคลื่นที่เกิดจากการรบกวนกาลอวกาศโดยมวล เมื่อมีวัตถุที่มีมวลมากเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง เช่น การโคจรรอบกันและกันของมวลสองมวล เช่น ดาวนิวตรอนคู่โคจรรอบกัน หลุมดำคู่โคจรรอบกัน เป็นต้น หรือเกิดจากการมีกิจกรรมที่รุนแรงเกิดขึ้นในกาลอวกาศ เช่น การรวมตัวกันของวัตถุขนาดใหญ่ การยุบตัวลงของมวลอย่างรวดเร็ว อย่างเช่นหลุมดำสองหลุม ที่กล่าวมาทั้งหมดล้วนทำให้กาลอวกาศเกิดการกระเพื่อมเป็นระลอกคลื่นความโน้มถ่วงแผ่ออกไปได้และเดินทางด้วยความเร็วแสง

สำหรับในกรณีของวัตถุที่มีมวลมากโคจรรอบกันและกัน สมมติว่าวัตถุทั้งสองนั้นเป็นดาวนิวตรอน ดาวนิวตรอนทั้งสองจะโคจรรอบกันและกันเร็วมาก คาบการโคจรนั้นจะค่อยๆ ลดลง ทำให้ดาวนิวตรอนทั้งสองเคลื่อนที่เข้ามาหากัน และในขณะที่โคจรรอบกันและกันนั้นมีการปล่อยคลื่นความโน้มถ่วงออกมา ทำให้เกิดการโค้งงอของผืนผ้าใบอวกาศมีลักษณะคล้ายกับการกระเพื่อมของน้ำ แต่คลื่นความโน้มถ่วงที่เกิดขึ้นนั้นมีแอมพลิจูดของคลื่นขนาดเล็กมาก และมีกำลังอ่อนมาก

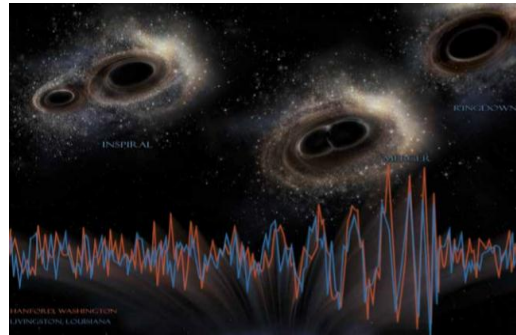


รูปที่ 4 ภาพกราฟฟิกแสดงดาวนิวตรอนคู่โคจรรอบกันและกันอย่างรวดเร็ว มีการปล่อยคลื่นความโน้มถ่วงออกมา [เครดิตภาพ Universe Today]

จินตภาพไม่น่าจะตรวจวัดได้ เมื่อคลื่นความโน้มถ่วงเคลื่อนที่ผ่านวัตถุใด คลื่นความโน้มถ่วงจะทำให้วัตถุนั้นเกิดการยืดออกและหดเข้า สลับกันไปตามเวลา ซึ่งทั้งหมดนี้เป็นเพียงผลจากการคำนวณเชิงทฤษฎีเท่านั้น นักวิทยาศาสตร์จึงพยายามค้นหาคลื่นความโน้มถ่วงเพื่อทดสอบความถูกต้องของทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไป

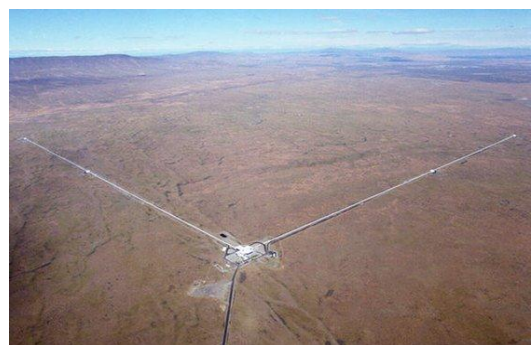
3. คลื่นความโน้มถ่วงที่ค้นพบเกิดขึ้นจากอะไร

การค้นพบคลื่นความโน้มถ่วงเป็นครั้งแรกของโลกโดยหอสังเกตการณ์คลื่นความโน้มถ่วงด้วยเลเซอร์อินเตอร์เฟอโรมิเตอร์ (Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory หรือ LIGO) ทีมงานของ LIGO ประกาศเมื่อวันที่ 14 กันยายน 2558 เวลา 9 นาฬิกา 50 นาที 45 วินาที ตามเวลาสากล UTC ได้มีการตรวจพบคลื่นความโน้มถ่วง ที่เกิดจากหลุมดำสองหลุมที่อยู่ห่างไกลจากโลกราว 1,300 ล้านปีแสง โดยหลุมดำทั้งสองหลุมนี้นี้มีมวล 29 และ 36 เท่าของดวงอาทิตย์ในระบบสุริยะ มีการโคจรรอบกันและกัน หมุนวนเข้าหากัน



รูปที่ 5 ภาพจำลองแสดงหลุมดำสองหลุมโคจรรอบกันและกันและหลอมรวมกันกับสัญญาณคลื่นความโน้มถ่วง [เครดิตภาพ LIGO]

จนเกิดการชนกันที่สุดในที่สุดและ หลอมรวมกันเป็นหลุมดำเดี่ยวที่มีมวล 62 เท่าของดวงอาทิตย์ ปลดปล่อยพลังงานในรูปของคลื่น ความโน้มถ่วงกระจายออกมาเป็นระลอก คลื่นที่ตรวจวัดได้โดยเครื่องตรวจวัดคลื่นความโน้มถ่วงที่หอสังเกตการณ์ LIGO ทั้งสองแห่งที่ตั้งอยู่ แชนฟอร์ด รัฐเวอร์จิเนีย และที่ลิฟวิงตัน ลอสแอนเจลิส รัฐแคลิฟอร์เนีย ซึ่งทั้งสองแห่งอยู่ห่างกันถึง 4,000 กิโลเมตร และสัญญาณตรวจวัดได้ในเวลาต่างกันเพียง 7 มิลลิวินาที เรียกคลื่นความโน้มถ่วงนี้ว่า GW150914 (Gravitational wave 2015-09-14)

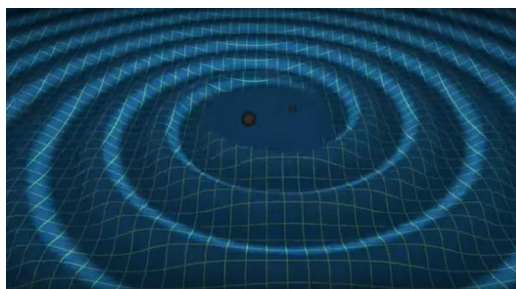


รูปที่ 6 หอสังเกตการณ์ LIGO ที่ตั้งอยู่ เมืองแชนฟอร์ด รัฐเวอร์จิเนีย แขนของเครื่องตรวจวัดแต่ละข้างยาวถึง 4 กิโลเมตร [เครดิตภาพ Caltech/LIGO Laboratory]

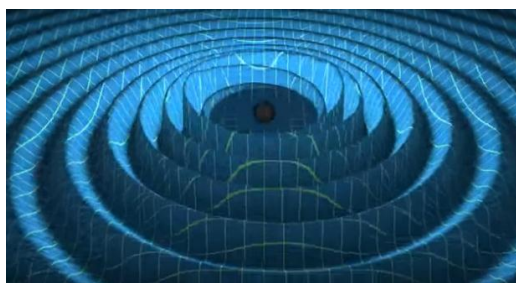


รูปที่ 7 หอสังเกตการณ์ LIGO ที่ตั้งอยู่ ลิฟวิงตัน ลอสแอนเจลิส รัฐหลุยเซียนา [เครดิตภาพ Caltech/LIGO Laboratory]

หลังจากที่ LIGO ได้ตรวจวัดคลื่นความโน้มถ่วงครั้งแรกในประวัติศาสตร์ อีกไม่กี่เดือนต่อมา LIGO ก็ตรวจวัดคลื่นความโน้มถ่วงจากการรวมตัวของหลุมดำได้อีกเป็นครั้งที่สอง เมื่อวันที่ 26 ธันวาคม 2558 เวลา 3 นาฬิกา 38 นาที 58 วินาที ตามเวลาสากล UCT เมื่อตรวจสอบความถูกต้องทั้งหมดได้ประกาศการค้นพบเป็นครั้งที่สอง ในวันที่ 15 มิถุนายน 2559 คลื่นความโน้มถ่วงที่ค้นพบครั้งนี้เกิดจากการรวมตัวกันของหลุมดำ 2 หลุมที่อยู่ห่างออกไปจากโลก 1,500 ล้านปีแสง โดยหลุมดำทั้งสองมีมวลเป็น 14.2 และ 7.5 เท่าของดวงอาทิตย์ของระบบสุริยะ ซึ่งเบากว่าเมื่อเทียบกับครั้งแรก จึงมีการโคจรรอบกันและกัน หมุนวนเข้าหากันนานกว่า เมื่อชนกันและหลอมรวมกันเป็นหลุมดำเดี่ยวที่มีมวล 21 เท่าของดวงอาทิตย์ เหตุการณ์การรวมตัวกันของหลุมดำที่ทำให้เกิดคลื่นความโน้มถ่วงครั้งนี้เรียกว่า GW 151226 (Gravitational wave 2015-12-26)



รูปที่ 8 ภาพกราฟฟิกแสดงหลุมดำสองหลุมเคลื่อนที่โคจรรอบกันและกัน แผ่กระจายระลอกคลื่นความโน้มถ่วงออกมา [เครดิตภาพ LIGO]



รูปที่ 9 ภาพกราฟฟิกแสดงการหลอมรวมกันของหลุมดำสองหลุม แผ่กระจายระลอกคลื่นความโน้มถ่วงออกมา [เครดิตภาพ LIGO]

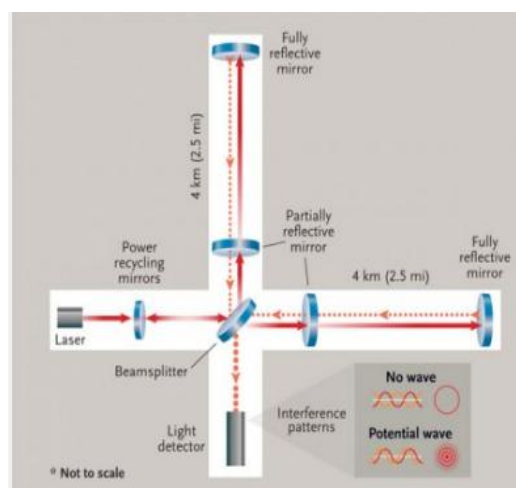
4. คลื่นความโน้มถ่วงตรวจวัดได้อย่างไร

เมื่อกล่าวถึงการค้นพบคลื่นความโน้มถ่วงนั้น อาจกล่าวได้ว่าเคยตรวจพบมาครั้งหนึ่งซึ่งเป็นการตรวจพบโดยทางอ้อม กล่าวคือเมื่อ พ.ศ. 2517 นักฟิสิกส์จากมหาวิทยาลัยพรินซ์ตันในสหรัฐอเมริกา 2 คน คือ รัสเซลส์ ฮัลส์ (Russell Alan Hulse) และ โจเซฟ เทย์เลอร์ (Joseph Hootan Taylor) สังเกตคาบการโคจรของระบบดาวคู่หนึ่ง ซึ่งมีดาวดวงหนึ่งเป็นดาวพัลซาร์ มีชื่อรหัสว่า PSR 1913 + 16 เอกลักษณ์ที่สำคัญของดาวพัลซาร์คือสามารถแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าได้ ส่วนดาวอีกดวงเป็นดาวนิวตรอน

ถึงแม้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ดาวพัลซาร์ส่งออกมานี้จะสม่ำเสมอก็ตาม แต่ฮัลล์และเทย์เลอร์ตรวจพบการกระเพื่อมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่วัดได้จากระบบดาวคู่นี้ที่โคจรรอบกันและกันด้วยความเร็วสูง และยังพบว่าดาวทั้งสองนี้จะโคจรเข้ากันตลอดเวลา และจะชนกันอีก 300 ล้านปี แต่สิ่งที่ฮัลล์และเทย์เลอร์ตรวจพบแล้วเป็นหลักฐานยืนยันว่าคลื่นความโน้มถ่วงมีจริงโดยทางอ้อม ไม่ได้เป็นการตรวจพบคลื่นความโน้มถ่วงโดยตรง โดยสังเกตพบว่าวิถีการโคจรของดาวพัลซาร์ที่เป็นเกลียวกันหอย มีคาบการโคจรลดลงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งการลดลงสอดคล้องกับการคำนวณตามทฤษฎีสัมพัทธภาพ และอธิบายว่าเกิดจากการที่ดาวพัลซาร์แผ่คลื่นความโน้มถ่วงออกมาความสำเร็จของการศึกษานี้ทำให้ฮัลล์และเทย์เลอร์ได้รับรางวัลโนเบลสาขาฟิสิกส์ประจำปี พ.ศ.2536

แม้ที่ผ่านมามีการตรวจวัดคลื่นความโน้มถ่วงนั้นเป็นเรื่องที่ยากมาก แต่ในที่สุดนักวิทยาศาสตร์ก็สามารถตรวจวัดได้โดยหอสังเกตการณ์คลื่นความโน้มถ่วงที่มีชื่อเรียกว่า LIGO ซึ่งได้รับการสนับสนุนจากมูลนิธิวิทยาศาสตร์แห่งชาติ(National Science Foundation : NSF) และดำเนินการโดยทีมวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีแมสซาชูเซตส์ หรือ เอ็มไอที(MIT) และสถาบันเทคโนโลยีแคลิฟอร์เนีย หรือ แคลเทค (Caltech) ร่วมมือกัน สร้างหอสังเกตการณ์นี้ขึ้นมาโครงสร้างหลักของ LIGO คล้ายกับการทดลองของไมเคิลสัน-มอร์เลย์ (Michelson-Morley experiment) ที่ทดลองเพื่อพิสูจน์ว่าอีเทอร์นั้นไม่มีอยู่จริง โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า ไมเคิลสัน อินเตอร์เฟอโรมิเตอร์ (Michelson Interferometer) ซึ่งอาศัยหลักการการแทรกสอดของคลื่นแสงเลเซอร์ หอสังเกตการณ์ LIGO มีลักษณะคล้ายตัวแอล ขนาดใหญ่ มีสถานีอยู่ตรงกลาง มีแขน 2 ข้างที่เป็นท่อสุญญากาศยาวกว่า 2.5 ไมล์ (ประมาณ 4 กิโลเมตร) ตั้งฉากกัน ซึ่งที่ปลายแขนจะมีกระจกเงาอยู่ ประกอบด้วยกระจกบานใหญ่ 4 บาน หน้า 40

กิโลกรัม และเส้นผ่านศูนย์กลาง 34 เซนติเมตร โดยแขวนไว้กับที่ยึดด้านบนตรงส่วนปลายแขนของเครื่องมือ ตัวสถานีจะมีอุปกรณ์ยิงแสงเลเซอร์และอุปกรณ์ตรวจวัดแสงเลเซอร์

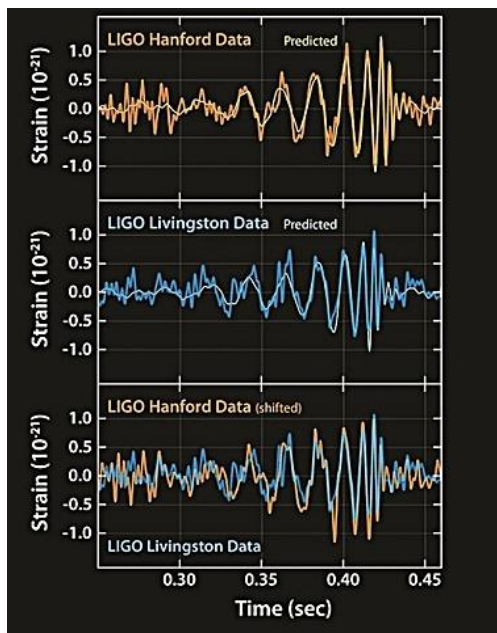


รูปที่ 10 แสดงแผนผังโครงสร้างหลักของ LIGO คล้ายกับการทดลองของไมเคิลสัน-มอร์เลย์ (Michelson-Morley experiment) ที่ใช้เครื่องมือที่เรียกว่าไมเคิลสันอินเตอร์เฟอโรมิเตอร์(Michelson Interferometer) [เครดิตภาพ LIGO]

เมื่อทำการยิงแสงเลเซอร์ออกไปจะผ่านตัวแยกลำแสง (Beam Splitter) เพื่อแยกลำแสงไปยังแต่ละแขน และจะสะท้อนกับกระจกกลับมาที่เครื่องตรวจวัดแสงเลเซอร์ เมื่อไม่มีคลื่นความโน้มถ่วงผ่านมากลื่นแสงเลเซอร์ทั้งสองที่สะท้อนกระจกของแต่ละแขนจะเดินทางด้วยระยะทางเท่ากัน แต่มีเฟส(Phase) ต่างกัน 180 องศา เมื่อมาพบกันจะหักล้างกันพอดี และไม่เกิดสัญญาณบอกว่ามีคลื่นความโน้มถ่วงผ่านมา แต่ถ้าหากมีคลื่นความโน้มถ่วงเคลื่อนที่ผ่านมา มันจะทำให้เกิดการโค้งงอของกาลอวกาศ จะทำให้ความยาวของแขนแต่ละข้างเปลี่ยนไปเล็กน้อยมาก ๆ เมื่อเปรียบเทียบกับโปรตอน ความยาวที่เปลี่ยนไปน้อยกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของโปรตอน ทำให้ความต่างเฟสของคลื่นแสงเลเซอร์

เปลี่ยนไปและไม่เกิดการหักล้างกันอย่างพอดี และเกิดสัญญาณบอกว่ามีคลื่นความโน้มถ่วงผ่านมา

นักวิทยาศาสตร์แปลงคลื่นความโน้มถ่วงที่ตรวจจับได้ให้เป็นคลื่นเสียงที่มีความถี่เท่ากันได้ ความถี่ประมาณ 30-260 เฮิรตซ์ อยู่ในช่วงความถี่ที่มนุษย์สามารถได้ยินได้คือ 20-20,000 เฮิรตซ์ นับเป็นครั้งแรกที่มนุษยชาติได้ยินเสียงจากจักรวาล



รูปที่ 11 แสดงสัญญาณของคลื่นความโน้มถ่วงที่ตรวจจับได้ครั้งแรกจากหอสังเกตการณ์ LIGO ทั้งสองแห่ง [เครดิตภาพ LIGO]

5. เราได้อะไรจากการค้นพบคลื่นความโน้มถ่วง

สิ่งที่ได้จากการค้นพบคลื่นความโน้มถ่วงนั้นพอสรุปได้หลายประการด้วยกัน กล่าวคือเป็นการค้นพบที่พิสูจน์ยืนยันทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไปของไอน์สไตน์ว่าเป็นจริง ซึ่งเป็นการยืนยันการมีอยู่ของคลื่นความโน้มถ่วงในจักรวาล พิสูจน์ในสิ่งที่เราเชื่อว่ามีแต่ผ่านมาร้อยกว่าปีไม่มีหลักฐานยืนยัน และเป็นการยืนยันการมีของหลุมดำคู่(binary black hole) หรือหลุมดำสองหลุมที่โคจรรอบกัน นับได้ว่าเป็นครั้งแรกที่พบหลุมดำ 2 หลุมรวมเป็นหลุมเดียว

จักรวาลจะเป็นองค์รวมของกาลอวกาศจริงตามที่ไอน์สไตน์ได้กล่าวไว้ จะทำให้สามารถตอบปัญหาข้อสงสัยในหลาย ๆ อย่าง การต่อยอดความรู้ด้านจักรวาลจะมีมากขึ้น จะเป็นการเปิดยุคใหม่แห่งการสำรวจด้านดาราศาสตร์ ที่ผ่านมารเราได้ศึกษาสังเกตโดย “การมองเห็น” ตอนนี้เราสามารถศึกษาสังเกตโดย “การได้ยิน” ได้ด้วย และเมื่อมีสถานีตรวจจับมากขึ้น เราสามารถตรวจจับการชนกันของหลุมดำได้มากขึ้น และสามารถรู้ตำแหน่งและทิศทางของมันได้ชัดเจนขึ้น การศึกษากลิ่นความโน้มถ่วงอาจทำให้เราสามารถเข้าใจธรรมชาติของแรงโน้มถ่วงได้มากขึ้น อนาคตการพัฒนาเครื่องมืออุปกรณ์ตรวจจับให้ละเอียดขึ้น จะเป็นจุดเริ่มต้นของการค้นพบสิ่งใหม่ ๆ อีกมากมายในจักรวาล ข้อมูลจากคลื่นความโน้มถ่วงที่ตรวจจับได้จะทำให้เราเข้าใจจักรวาลได้มากขึ้น

6. มิติใหม่ของการศึกษาจักรวาล

การค้นพบคลื่นความโน้มถ่วงที่สามารถตรวจวัดได้โดยตรง ทำให้องค์ความรู้ด้านอวกาศของมนุษยชาติเปลี่ยนไปอย่างสิ้นเชิง การค้นพบคลื่นความโน้มถ่วงนี้ จะเป็นจุดเริ่มต้นของการค้นพบอื่น ๆ ที่ยิ่งใหญ่ต่อไปในภายหน้า เมื่อเราสามารถค้นพบคลื่นความโน้มถ่วงได้แล้ว เราจะสามารถยืนยันปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทางดาราศาสตร์ อีกมากมาย ที่คาดการณ์เอาไว้ได้เช่น การยุบตัวของซูเปอร์โนวา ดาวนิวตรอน คอสมิคสตริง รวมไปถึงการกำเนิดจักรวาล วงการดาราศาสตร์จะมีเครื่องมือใหม่ในการศึกษาจักรวาล รวมถึงการศึกษาทุกสิ่งทุกอย่างรอบตัวเรา เปรียบเทียบกับในอดีตสมัยที่มนุษย์ค้นพบคลื่นวิทยุได้เป็นครั้งแรก ในช่วงนั้นการศึกษาดวงดาว อวกาศ หรือจักรวาล ศึกษาโดยใช้กล้องโทรทรรศน์แบบแสงเป็นหลัก แต่เมื่อค้นพบคลื่นวิทยุซึ่งเป็นช่วงคลื่นหนึ่งของสเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เราสามารถใช้คลื่นวิทยุนี้ไปศึกษา

จักรวาลได้ มีการสร้างกล้องโทรทรรศน์วิทยุขึ้น ศึกษาจักรวาลในส่วนที่คลื่นแสงไม่สามารถมองเห็น หรือสำรวจไม่ได้ ทำให้เกิดการสรรหาความรู้ เกิดการพัฒนาชนิดก้าวกระโดดครั้งใหญ่ในอดีต ซึ่งการค้นพบคลื่นความโน้มถ่วงครั้งนี้เช่นกัน จะทำให้วงการวิทยาศาสตร์ปัจจุบันพัฒนาก้าวหน้าอย่างชนิดก้าวกระโดดได้คล้ายๆกัน นักวิทยาศาสตร์คาดว่าด้วยเทคนิคใหม่นี้ จะทำให้การเรียนรู้จักรวาลในมุมที่คลื่นแสงหรือคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าไม่สามารถศึกษาได้ การตรวจวัดคลื่นความโน้มถ่วงจะทำให้เราทราบว่า หลุมดำก่อตัวขึ้นได้อย่างไร หรือได้ดูดกลืนเข้าไปในซูเปอร์โนวา หรือสามารถศึกษาคลื่นความโน้มถ่วงที่เกิดจากดวงดาว ซึ่งกำลังจะระเบิดได้ ก่อนที่แสงจากมันจะเคลื่อนมาถึงโลกเสียอีก หรือแม้แต่จะย้อนไปศึกษาถึงตอนเกิดบิกแบง(big bang) ขึ้นได้ เพราะถ้าใช้คลื่นแสง จะศึกษาได้แค่ 4 แสนปี หลังการเกิดบิกแบงเท่านั้น ซึ่งโดยรวมแล้วน่าจะช่วยให้เปลี่ยนมุมมองในการศึกษาและทำความเข้าใจจักรวาลนี้ไปอย่างสิ้นเชิง สิ่งสำคัญคือการนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์แก่นมนุษยชาติให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ อย่างไรก็ตาม การพัฒนาเครื่องมืออุปกรณ์ตรวจจับให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น มีความถูกต้องละเอียดมากยิ่งขึ้น จะเป็นจุดเริ่มต้นของการค้นหาสิ่งอื่น ๆ ที่ยังมองไม่เห็นในอวกาศ ยังมีสิ่งลึกลับรอการพิสูจน์อีกมากมายในจักรวาล จากการที่ได้มีการค้นพบถึงสองครั้งในเวลาไม่ห่างกัน อาจหมายความว่าในจักรวาลมีหลุมดำเป็นจำนวนมากกว่าที่เราเคยคิดไว้และแปลความได้อีกว่าบ่อยครั้งที่หลุมดำเกิดเป็นคู่ การจัดทำแผนที่ประชากรหลุมดำในจักรวาลคงเกิดขึ้นอย่างแน่นอน เป็นการเปิดหน้าต่างบานใหม่ของการศึกษาจักรวาลในอีกมิติหนึ่ง

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] สิทธิชัย โกโกลยอุดม, **ทฤษฎีสัมพันธภาพพิเศษของไอน์สไตน์เบื้องต้น**. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร, 2558.
- [2] B.P.Abbott *et al.* (LIGO Scientific Collaboration and Virgo Collaboration), Phys. Rev. Lett. 116, 061102, 2016.
- [3] Kevin McLin, Carolyn Peruta and Lynn Cominsky. Direct Observation of Gravitational Waves, Educator's Guide, <http://www.ligo.org> สืบค้นเมื่อ 9 สิงหาคม 2559.
- [4] LIGO , <http://www.ligo.caltech.edu/> สืบค้นเมื่อ 9 สิงหาคม 2559.
- [5] W.Thomas Griffith. **The Physics of Everyday Phenomena**, McGaw-Hill, 2007.