



สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)
National Astronomical Research Institute
of Thailand (Public Organization)

กล้องโทรทรรศน์วิทยุ Radio Telescope



เรียบเรียงโดย : ศูนย์บริการวิชาการและสื่อสารทางดาราศาสตร์
www.narit.or.th

Radio Telescope



2

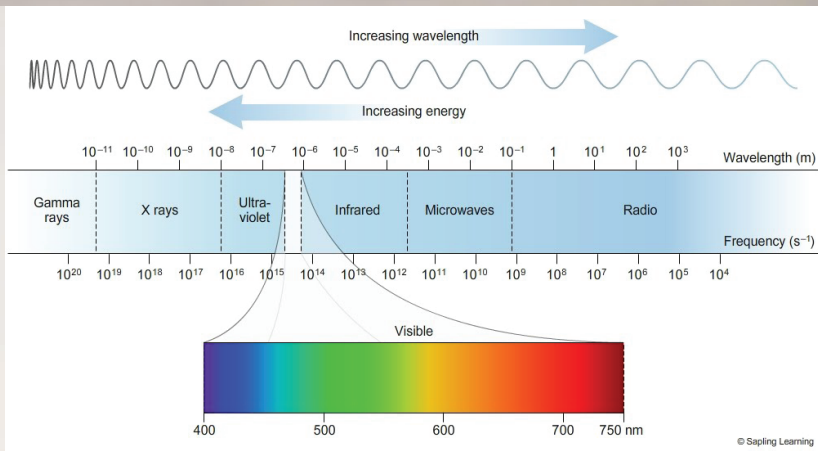
Radio Telescope
กล้องโทรทรรศน์วิทยุ



วิทยาศาสตร์ของกล้องโทรทรรศน์วิทยุ

คลื่นวิทยุคืออะไร? และเกี่ยวข้องกับอย่างไรกับดาราศาสตร์?

คลื่นวิทยุ (Radio Wave) คือ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นตั้งแต่ไม่กี่มิลลิเมตรจนถึงหลายร้อยเมตรโดยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าคือสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้าที่สั่นไหวและเคลื่อนที่ไปในลักษณะของคลื่นด้วยความเร็วเท่ากับแสง

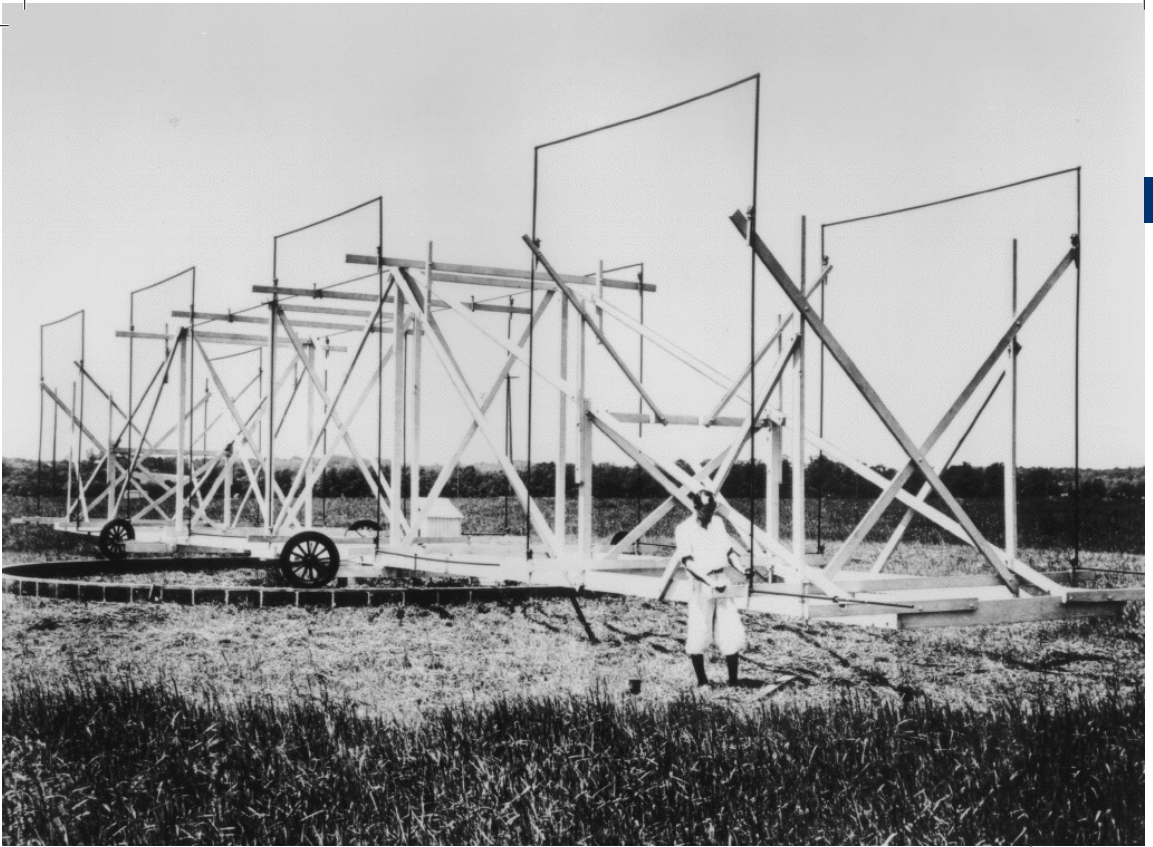


ในปี ค.ศ. 1888 ไฮน์ริช เฮิร์ตซ์ (Heinrich Hertz) นักฟิสิกส์ชาวเยอรมันทำการทดลองสร้างเครื่องรับส่งคลื่นวิทยุที่มีความยาวคลื่นอยู่ในระดับเซนติเมตรซึ่งยาวกว่าความยาวคลื่นของรังสีอินฟราเรดได้เป็นครั้งแรก การค้นพบคลื่นวิทยุทำให้นักฟิสิกส์ตื่นตัวจนก่อให้เกิดการทดลองมากมายที่นำมาสู่การประยุกต์เป็นเทคโนโลยีการส่งสัญญาณแบบไร้สายที่กลายมาเป็นวิทยุโทรทัศน์ และโทรศัพท์ในปัจจุบัน

อย่างไรก็ตาม ในยุคที่ไฮน์ริช เฮิร์ตซ์ เพิ่งค้นพบคลื่นวิทยุนั้น ไม่มีใครตระหนักเลยว่าวัตถุท้องฟ้ามากมายก็มีการปลดปล่อยคลื่นวิทยุออกมาด้วยเนื่องจากในเวลานั้นนักดาราศาสตร์สังเกตวัตถุต่างๆในเอกภพด้วยแสงที่ตามองเห็นเพียงอย่างเดียว แต่ในปี ค.ศ. 1931 คาร์ล จานสกี (Karl Jansky) วิศวกรชาวอเมริกันทำการทดลองที่เป็นเหมือนการเปิดดวงตาดวงใหม่ให้กับวงการดาราศาสตร์และการศึกษาเอกภพ

คาร์ล จานสกี (Karl Jansky) ทำงานเป็นวิศวกรด้านวิทยุให้กับเบลล์แล็บส์ (Bell Labs) ซึ่งเป็นศูนย์วิจัยชั้นนำของโลกที่สร้างเทคโนโลยีสำคัญๆให้กับโลกมากมาย เขาได้รับมอบหมายให้ศึกษาคลื่นวิทยุที่เกิดจากจากฝนฟ้าคะนองเพื่อนำความรู้มาออกแบบเสารับส่งสัญญาณที่สามารถลดสัญญาณรบกวนจากฝนฟ้าคะนองในขณะที่มีการส่งสัญญาณคลื่นวิทยุเพื่อการสื่อสาร





แจนสกีสร้างอุปกรณ์ขนาดใหญ่มีลักษณะเป็นโครงเสาที่วางอยู่บนล้อรถยนต์เก่าๆซึ่งจะหมุนเป็นวงกลมเพื่อทำหน้าที่รับสัญญาณวิทยุ โดยจะหมุนครบรอบทุกๆ 20 นาที อุปกรณ์ดังกล่าวถูกปรับให้รับสัญญาณวิทยุที่มีความยาวคลื่น 14.6 เมตรแล้วนำสัญญาณที่ได้มาบันทึกไว้

ผลปรากฏว่าเขาพบสัญญาณรบกวนจากฝนฟ้าคะนองทั้งที่อยู่ใกล้และไกลออกไป แต่มีบางส่วนที่เขาไม่ทราบแหล่งที่มา เขาสังเกตว่าแหล่งกำเนิดคลื่นวิทยุกลับนี้มีความเปลี่ยนแปลงที่ละน้อยและจะเปลี่ยนแปลงจนมีลักษณะเหมือนเดิมในระยะเวลาเกือบ 24 ชั่วโมง ช่วงเวลาดังกล่าวตรงกับระยะเวลาที่โลกหมุนรอบตัวเอง ทำให้เขาคาดการณ์ว่าคลื่นวิทยุกลับนี้อาจมาจากนอกโลก

เมื่อเขาทำการศึกษาเพิ่มขึ้นก็ได้ข้อสรุปว่าแหล่งกำเนิดคลื่นวิทยุกลับนี้คือ กาแล็กซีทางช้างเผือกที่พาดผ่านท้องฟ้าและตีพิมพ์การค้นพบนี้ในปี ค.ศ. 1933 ความสำเร็จนี้ทำให้เขาต้องการศึกษาคลื่นวิทยุจากทางช้างเผือกให้ละเอียดกว่าเดิมจึงเขียนโครงการเพื่อขอทุนสร้างงานรับสัญญาณขนาด 30 เมตรกับเบลแลบส์ แต่ทางเบลแลบส์ปฏิเสธเพราะรู้สึกว่าคุณรู้เรื่องนี่ไม่สำคัญกับการพัฒนาระบบสื่อสารเท่าใดนัก ที่น่าเศร้ากว่านั้นคือ คาร์ล แจนสกี ถูกมอบหมายให้ทำงานอื่นที่ไม่เกี่ยวข้องกับดาราศาสตร์อีก

ปัจจุบัน คาร์ล แจนสกี ได้รับการยอมรับว่าเป็นนักวิทยาศาสตร์คนแรกที่บุกเบิกสาขาใหม่ของดาราศาสตร์ด้านคลื่นวิทยุ





คลื่นวิทยุแบ่งออกเป็นกี่ช่วง?

นักวิทยาศาสตร์แบ่งคลื่นวิทยุออกเป็นช่วงความถี่ต่างๆเรียกว่า แบนด์ (Band) โดยการแบ่งแบนด์ออกเป็นช่วงความยาวคลื่นต่างๆแสดงไว้ดังตารางข้างล่าง

Range of		
Band	Wavelengths (cm)	Frequency (GHz)
L	30-15	1-2
S	15-7.5	2-4
C	7.5-3.75	4-8
X	3.75-2.4	8-12
K	2.4-0.75	12-40
Q	0.9-0.6	33-50
W	0.4-0.27	75-110

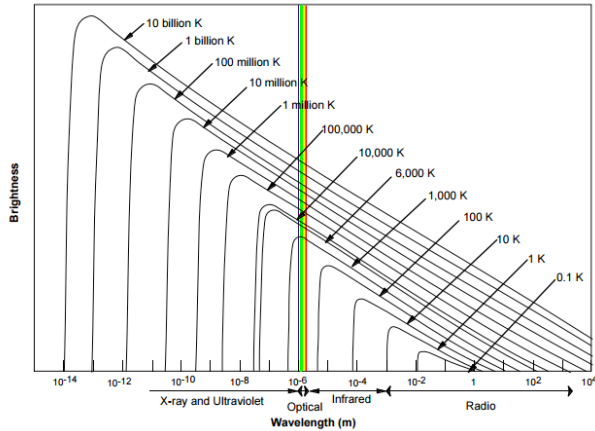
คลื่นวิทยุเกิดจากอะไร?

คลื่นวิทยุในธรรมชาติเกิดได้จากกระบวนการหลักๆ 2 อย่าง คือ

1. การแผ่รังสีเนื่องจากอุณหภูมิ (Thermal radiation)

โดยทฤษฎีการแผ่รังสีของวัตถุดำ (Blackbody radiation) ระบุว่าสสารต่างๆในเอกภพล้วนมีการปลดปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเนื่องจากอุณหภูมิของตัวมัน



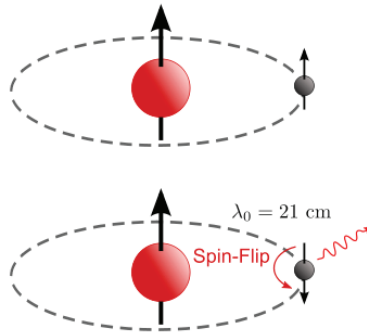


จากกราฟจะเห็นได้ว่าความเข้มของคลื่นวิทยุจะลดลงตามความถี่ ดังนั้นหากนักดาราศาสตร์พบว่าคลื่นวิทยุที่ตรวจจับได้มีความเข้มลดลงตามความถี่ถึงกราฟก็จะสามารถคาดการณ์ได้ว่าคลื่นวิทยุนั้นเกิดจากอุณหภูมิของวัตถุนั้นๆ ซึ่งจะนำไปสู่การวิเคราะห์หาอุณหภูมิของวัตถุดังกล่าวได้ในทางดาราศาสตร์คลื่นวิทยุที่เกิดจากอุณหภูมินั้นมาจากแหล่งกำเนิดสองแหล่ง ได้แก่

- การปลดปล่อยคลื่นวิทยุจากแก๊สที่อุณหภูมิสูงจนอยู่ในสถานะพลาสมา อะตอมในแก๊สที่ร้อนจัดจะพุ่งเข้าชนอีกอะตอมหนึ่งจนจนอิเล็กตรอนหลุดออกและเคลื่อนไหวยได้อย่างอิสระจากนั้นอิเล็กตรอนอิสระจะเข้าชนกับนิวเคลียสอื่นแล้วรวมกันเป็นอะตอมและปลดปล่อยคลื่นวิทยุออกมา

- การปลดปล่อยคลื่นวิทยุจากอะตอมของไฮโดรเจนโปรตอนและอิเล็กตรอนมีสมบัติพื้นฐานหนึ่งที่เรียกว่า สปิน (Spin) ทำให้โปรตอนและอิเล็กตรอนมีสมบัติเหมือนแท่งแม่เหล็กเล็กๆสองแท่ง หากอะตอมไฮโดรเจนมีอุณหภูมิไม่สูงนักอะตอมของไฮโดรเจนจะอยู่ในสถานะพื้น (Ground state) ซึ่งโปรตอนและอิเล็กตรอนมีสปิน (Spin) อยู่ในทิศทางตรงข้ามกัน แต่เมื่ออะตอมของไฮโดรเจนพุ่งเข้าชนกันทำให้มันมีพลังงานสูงขึ้นเล็กน้อย เนื่องจากอุณหภูมิของมันไม่สูงนัก การชนจึงไม่รุนแรงพอจะทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกมา แต่จะทำให้สปินของโปรตอนและอิเล็กตรอนหันมาอยู่ในทิศทางเดียวกันซึ่งเป็นสถานะกระตุ้นเมื่ออะตอมของไฮโดรเจนกลับสู่สถานะพื้นอีกครั้งจะเกิดการปลดปล่อยคลื่นวิทยุความยาวคลื่น 21.11 เซนติเมตรออกมาซึ่งความยาวคลื่นดังกล่าวเป็นเอกลักษณ์ของธาตุไฮโดรเจน นักดาราศาสตร์เรียกว่า เส้นสเปกตรัมของธาตุไฮโดรเจน (Hydrogen line)

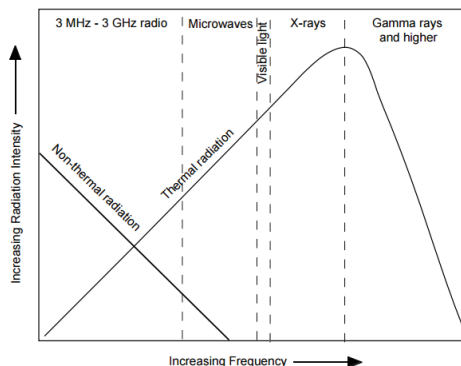




2. การแผ่รังสีจากปัจจัยอื่นๆ ที่ไม่ใช่อุณหภูมิ (Non-thermal radiation)

ตัวอย่างหนึ่งของปรากฏการณ์ในลักษณะนี้คือ การแผ่รังสีซินโครตรอน (Synchrotron radiation) ซึ่งเกิดจากการที่อนุภาคมีประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่เข้าสู่สนามแม่เหล็กสนามแม่เหล็กจะทำให้ อนุภาคนั้นเคลื่อนที่เป็นวงกลมหรือเป็นเกลียวเหมือนสปริงแล้วปลดปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกมา ในกรณีที่อนุภาคมีความเร็วต่ำมากเมื่อเทียบกับความเร็วแสง การแผ่รังสีจะเรียกว่า cyclotron radiation ซึ่งไม่ได้นับรวมจะส่งผลเชิงดาราศาสตร์ แต่ถ้าอนุภาคเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงมาก เมื่อเทียบกับความเร็วแสง จะเกิดการปลดปล่อยพลังงานที่รุนแรงกว่ามาก เรียกว่า Synchrotron radiation ซึ่งวัตถุทางดาราศาสตร์หลายอย่างเช่น ควาซาร์ ปลดปล่อยคลื่นวิทยุออกมาด้วย

Relative Variation of Thermal and Non-thermal Radiation Emissions



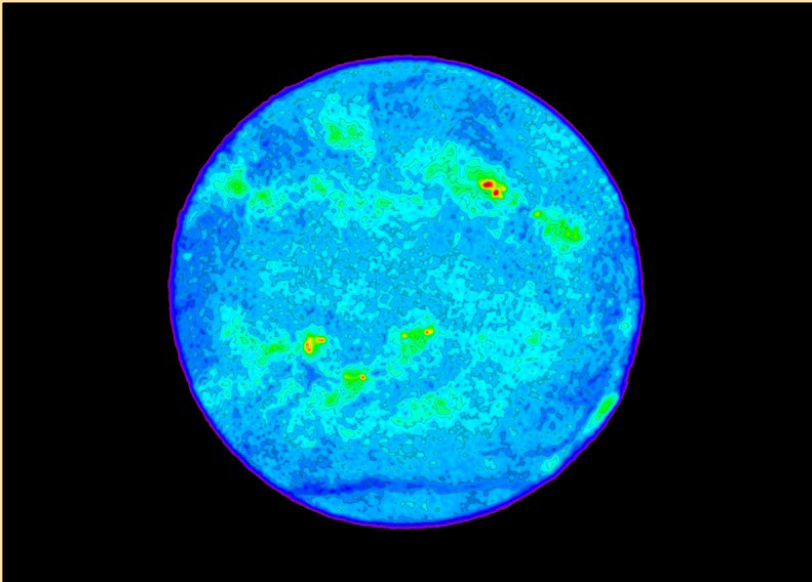
คลื่นวิทยุที่ไม่ได้เกิดจากอุณหภูมิของวัตถุนั้นมีลักษณะเฉพาะคือความเข้มของพลังงาน มักจะลดลงตามความถี่ซึ่งตรงกันข้ามกับปรากฏการณ์ปลดปล่อยคลื่นวิทยุที่เกิดจากอุณหภูมิซึ่ง ความเข้มพลังงานมักจะเพิ่มขึ้นตามความถี่



แหล่งกำเนิดคลื่นวิทยุทางดาราศาสตร์มีอะไรบ้าง?

วัตถุท้องฟ้าที่เป็นแหล่งกำเนิดคลื่นวิทยุนั้นมีมากมายหลายอย่างซึ่งแบ่งได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. แหล่งกำเนิดคลื่นวิทยุในระบบสุริยะ
2. แหล่งกำเนิดคลื่นวิทยุในกาแล็กซีทางช้างเผือก
3. แหล่งกำเนิดคลื่นวิทยุนอกกาแล็กซีทางช้างเผือก



ดวงอาทิตย์ในช่วงคลื่นวิทยุ

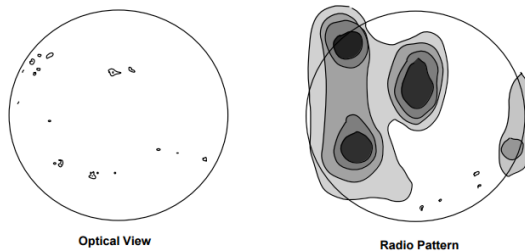
1. แหล่งกำเนิดคลื่นวิทยุในระบบสุริยะ

ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดคลื่นวิทยุที่รุนแรงที่สุดที่นักดาราศาสตร์สามารถตรวจจับได้ โดยชั้นโฟโตสเฟียร์จะปลดปล่อยคลื่นวิทยุความยาวคลื่น 1 เซนติเมตรออกมา ส่วนบรรยากาศชั้นโคโรนาจะปลดปล่อยคลื่นวิทยุความยาวคลื่น 1 เมตรออกมา การลุกจ้า (Solar flare) จะปลดปล่อยคลื่นวิทยุออกมาในช่วงสั้นๆ ที่ความยาวคลื่น 1-60 เมตร

ความน่าสนใจคือ บริเวณที่ดวงอาทิตย์ปลดปล่อยคลื่นวิทยุจะปรากฏใหญ่กว่าคลื่นแสงที่ตามองเห็น



Comparison of Optical and Radio Solar Flares



นอกจากนี้ดาวเคราะห์ในระบบสุริยะและดวงจันทร์บางดวงก็มีการปลดปล่อยคลื่นวิทยุให้ตรวจจับได้ ยกตัวอย่างเช่น ดวงจันทร์ไอโอของดาวพฤหัสบดี

ภูเขาไฟบนดวงจันทร์ไอโอมีการระเบิดอย่างรุนแรงและพ่นอนุภาคปริมาณมหาศาลออกสู่อวกาศ อนุภาคบางส่วนจะสูญเสียอิเล็กตรอนกลายเป็นไอออนและถูกกักไว้โดยสนามแม่เหล็กของดาวพฤหัสบดีจนก่อตัวเป็นรูปร่างคล้ายๆโดนัทรอบดาวพฤหัสบดีเรียกว่า ไอโอทอรัส (Io Torus) ดวงจันทร์ไอโอมีชั้นบรรยากาศบางๆซึ่งสามารถนำไฟฟ้าได้เมื่อไอโอโคจรตัดผ่านสนามแม่เหล็กของดาวพฤหัสบดีจะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้ามากถึง 5 ล้านแอมแปร์ ระหว่างดวงจันทร์ไอโอกับดาวพฤหัสบดีกระแสไฟฟ้านี้เองทำให้เกิดคลื่นวิทยุออกมาโดยคลื่นวิทยุดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับตำแหน่งของดวงจันทร์ไอโอ

นอกจากนี้อนุภาคมีประจุอย่างอิเล็กตรอนและโปรตอนที่เคลื่อนที่ผ่านสนามแม่เหล็กอันรุนแรงของดาวพฤหัสบดีจะหมุนเป็นเกลียวเข้าสู่ขั้วของดาวพฤหัสบดี แล้วปลดปล่อยคลื่นวิทยุออกมาในช่วง ตั้งแต่ 10 – 40 เมกะเฮิรตซ์ ด้วย



2. แหล่งกำเนิดคลื่นวิทยุในกาแล็กซีทางช้างเผือก

ดาวฤกษ์

นักดาราศาสตร์พบว่าดาวฤกษ์หลายพันดวงปลดปล่อยคลื่นวิทยุออกมาอย่างรุนแรง มันจึงถูกเรียกว่า radio stars การศึกษาดาวฤกษ์ในช่วงคลื่นวิทยุช่วยให้นักดาราศาสตร์ได้เพิ่มความเข้าใจเรื่องวิวัฒนาการดาวฤกษ์ได้

พัลซาร์ (pulsar)

พัลซาร์คือวัตถุที่หมุนรอบตัวเองด้วยความเร็วสูงมากและปลดปล่อยคลื่นวิทยุออกมาเป็นจังหวะอย่างสม่ำเสมอ ถูกค้นพบครั้งแรกโดย โจเซลีน เบลล์ เบอร์เนลล์ (Jocelyn Bell Burnell) และแอนโทนี เฮวิช (Antony Hewish) อาจารย์ที่ปรึกษาของเธอ



ปัจจุบันนักฟิสิกส์รู้ว่าพัลซาร์คือดาวนิวตรอนซึ่งเป็นแกนดาวฤกษ์ที่สูญสิ้นเชื้อเพลิงและระเบิดเปลือกชั้นนอกออกไปแล้ว อย่างไรก็ตามดาวนิวตรอนบางประเภทก็ปลดปล่อยคลื่นวิทยุออกมาอย่างมากเรียกว่า Radio-quiet neutron star

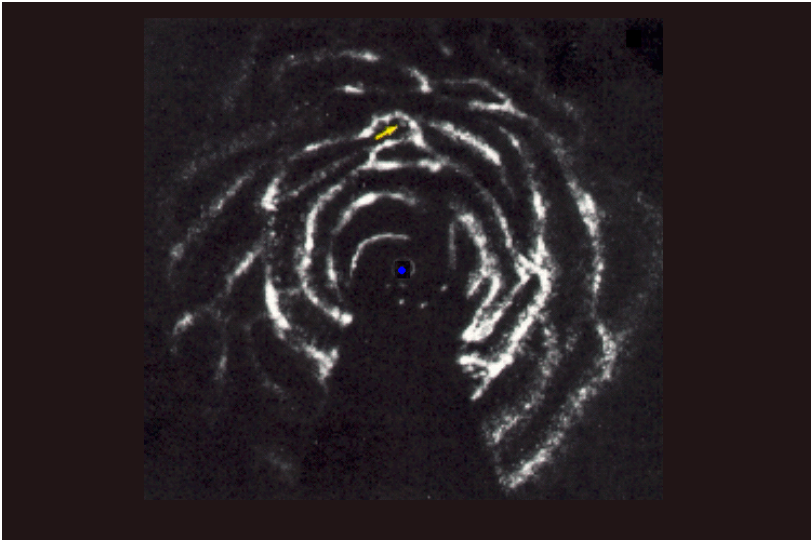
กาแล็กซีทางช้างเผือก (Milky way galaxy)

วิธีหนึ่งที่นักดาราศาสตร์ใช้ศึกษากาแล็กซีทางช้างเผือกคือการสังเกตคลื่นวิทยุจากธาตุไฮโดรเจนที่กระจายตัวอยู่ทั่วไปในทางช้างเผือกซึ่งคลื่นวิทยุเหล่านี้ไม่ถูกระเจิงโดยฝุ่นในอวกาศเนื่องจากความยาวคลื่นของมันมีขนาดมากกว่าขนาดของฝุ่นอย่างมาก



การศึกษาทางช้างเผือกด้วยคลื่นวิทยุนี้สำคัญมากเพราะมันช่วยให้นักดาราศาสตร์พิสูจน์ได้ว่ากาแล็กซีทางช้างเผือกมีโครงสร้างที่เรียกว่า แขนเกลียวซึ่งเป็นองค์ประกอบของกาแล็กซีรูปก้นหอย (spiral galaxy)

เมื่อนักดาราศาสตร์ตรวจจับสัญญาณวิทยุจากทางช้างเผือก แล้วนำมารวมกับผลที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของแก๊สเหล่านี้ (Doppler effect) ทำให้สามารถสร้างภาพการกระจายตัวของธาตุไฮโดรเจนที่เย็นตัวและปล่อยคลื่นวิทยุออกมาได้



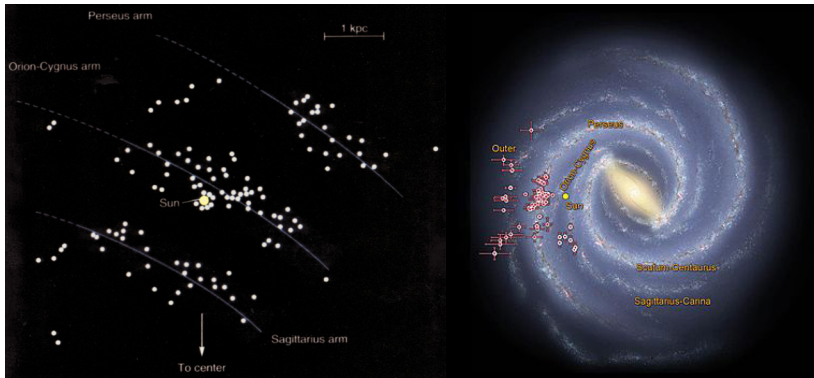
นี่คือภาพแผนที่การกระจายตัวของแก๊สไฮโดรเจนในกาแล็กซีทางช้างเผือกซึ่งเป็นหลักฐาน ยืนยันว่ากาแล็กซีเรามีโครงสร้างแขนเกลียว จุดสีน้ำเงินคือใจกลางกาแล็กซี ส่วนปลายลูกศรสีเหลืองคือ ตำแหน่งของระบบสุริยะของเรา

อย่างไรก็ตาม การจะหาความเร็วของแก๊สที่ตำแหน่งต่างๆ อย่างแม่นยำนั้นเป็นเรื่องยาก และเมื่อประกอบกับความปั่นป่วนจากการไหลของแก๊สทำให้นักดาราศาสตร์ไม่สามารถสังเกตเห็นรูปแบบของแขนเกลียวในช่วงคลื่นวิทยุได้อย่างชัดเจน แต่เมื่อพิจารณาประกอบกับแสงในช่วงที่ตามองเห็นทำให้นักดาราศาสตร์มั่นใจว่ากาแล็กซีทางช้างเผือกมีแขนเกลียวอย่างแน่นอน

นอกจากนี้นักดาราศาสตร์พบว่าดาวฤกษ์เกิดใหม่ (ชนิด O และ B) ที่มีอุณหภูมิสูงและเปล่งแสงสีน้ำเงินออกมานั้นไม่ได้กระจายตัวแบบสม่ำเสมอแต่เรียงตัวอยู่เป็นแถวในตำแหน่งแขนเกลียวของทางช้างเผือก (กาแล็กซีอื่นๆ ที่มีโครงสร้างแขนเกลียวก็มีดาวฤกษ์เกิดใหม่อยู่อย่างหนาแน่นเช่นกัน)



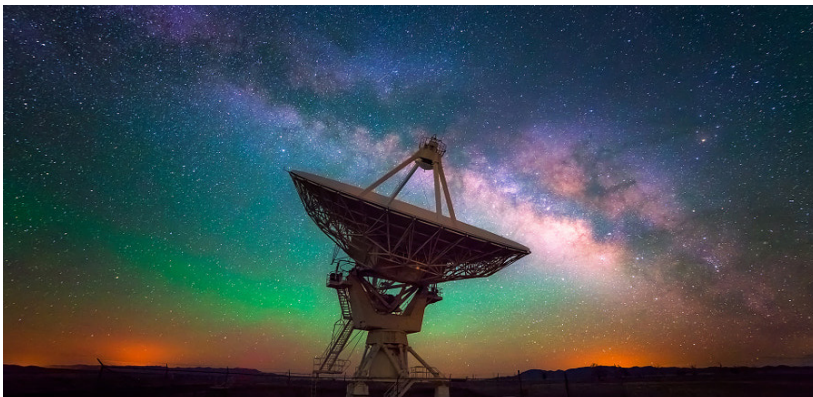
กล่าวโดยสรุปได้ว่า การทำแผนที่คลื่นวิทยุและการศึกษาตำแหน่งของดาวฤกษ์เกิดใหม่ ช่วยให้นักดาราศาสตร์สรุปได้ว่ากาแล็กซีทางช้างเผือกเป็นกาแล็กซีรูปก้นหอย (Spiral Galaxy) ที่มีโครงสร้างแขนเกลียว (Spiral Arms)

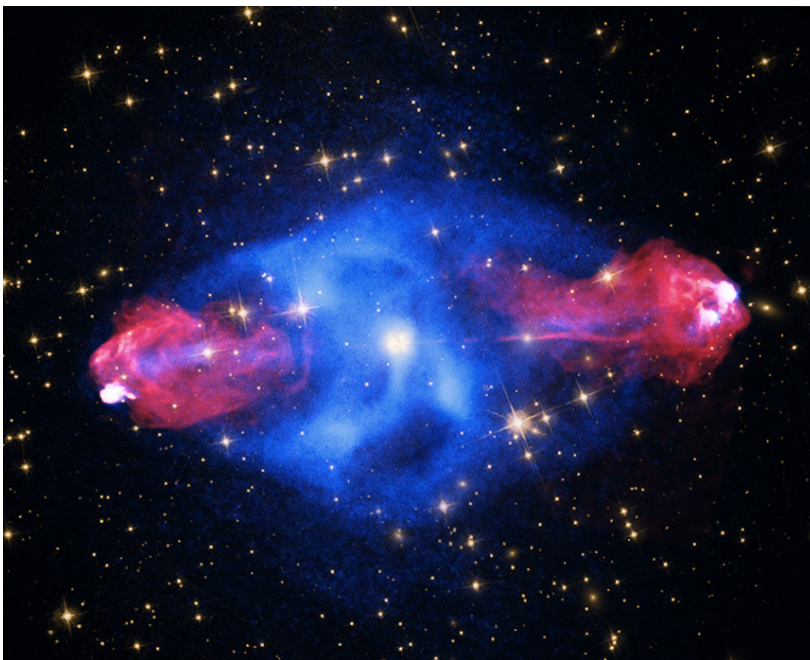


3. แหล่งกำเนิดคลื่นวิทยุนอกกาแล็กซีทางช้างเผือก

กาแล็กซี

กาแล็กซีต่างๆมีการปลดปล่อยคลื่นวิทยุออกมาด้วยอัตราไม่เท่ากันนักดาราศาสตร์สามารถแบ่งประเภทของกาแล็กซีตามความเข้มของคลื่นวิทยุที่ปลดปล่อยออกมาได้เป็นกาแล็กซีปกติ (Normal) ที่ปลดปล่อยคลื่นวิทยุออกมาไม่รุนแรงนัก ได้แก่ กาแล็กซีแอนโดรเมดาซึ่งเป็นกาแล็กซีที่มีขนาดใหญ่มากแต่ปลดปล่อยคลื่นวิทยุออกมาเพียง 10^{32} วัตต์ และ Radio galaxy เป็นกาแล็กซีที่มีการปลดปล่อยคลื่นวิทยุออกมาอย่างรุนแรง เช่น ซิกนัสเอ (Cygnus A) ซึ่งปลดปล่อยคลื่นวิทยุออกมาถึง 10^{38} วัตต์ซึ่งมากกว่ากาแล็กซีแอนโดรเมดาถึงล้านเท่า





ภาพซีกนีสเอ

ควาซาร์ (Quasars)

ช่วงปี ค.ศ. 1960 นักดาราศาสตร์ตรวจจับแหล่งกำเนิดคลื่นวิทยุที่มีขนาดเล็กเสียจนปรากฏเป็นจุดเหมือนดาวฤกษ์ แต่สเปกตรัมของมันไม่เหมือนดาวฤกษ์เลย

นักดาราศาสตร์จึงเรียกวัตถุประหลาดนี้ว่า quasi-stellar object หรือ ควาซาร์ (Quasars) หลังจากมีการค้นพบควาซาร์ได้ไม่นานนัก ในปี ค.ศ. 1963 Maarten Schmidt นักดาราศาสตร์แห่งหอดูดาวปาโลมาร์ (Palomar Observatory) พยายามจับคู่สเปกตรัมของควาซาร์กับเส้นสเปกตรัมบาลเมอร์ของไฮโดรเจนปรากฏว่าตรงกันแต่มีการเลื่อนออกไปทางสีแดงซึ่งบ่งชี้ว่าควาซาร์มีการเคลื่อนที่ในทิศทางออกจากโลกด้วยอัตราเร็วสูงมากจากกฎของฮับเบิลทำให้นักดาราศาสตร์รู้ว่าควาซาร์อยู่ไกลจากโลกของเราอย่างยิ่ง กล่าวคือมันเป็นหนึ่งในวัตถุที่ไกลที่สุดเท่าที่นักดาราศาสตร์สามารถตรวจจับได้

ควาซาร์บางดวงอย่าง ULAS J1120+0641 อยู่ห่างจากโลกมากเกือบ 29,000 ล้านปีแสง แสดงด้วยจุดสีแดงเล็กๆตรงกลางภาพ





บลาสาร์ (Blasars)

บลาสาร์ (Blasars) คือวัตถุที่ปลดปล่อยพลังงานออกมาคล้ายกับควาซาร์ แต่ความเข้มของพลังงานมีการเปลี่ยนแปลงด้วยความถี่สูงกว่าควาซาร์ นอกจากนี้คลื่นแสงและคลื่นวิทยุที่ปลดปล่อยออกมายังเป็นคลื่นแบบโพลาไรซ์มากกว่าควาซาร์ด้วย

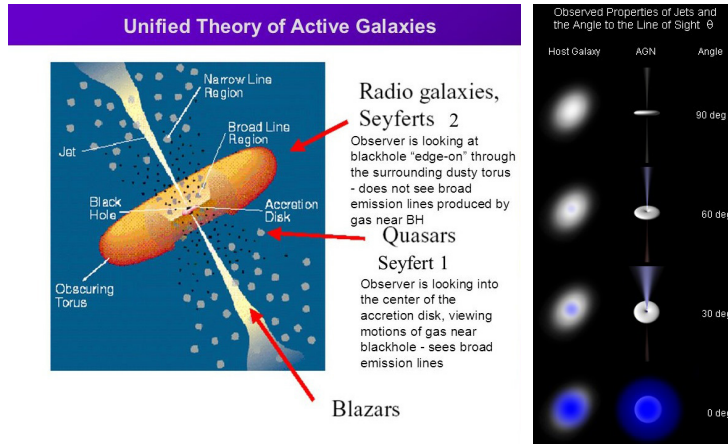


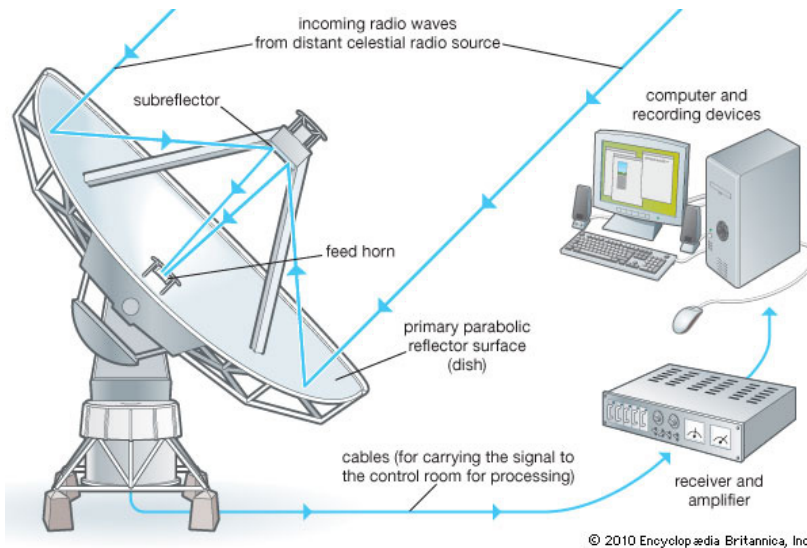
กาแล็กซีเซย์เฟิร์ต (Seyfert galaxy)

ในปี ค.ศ. 1943 คาร์ล เค เซย์เฟิร์ต (Carl K. Seyfert) นักดาราศาสตร์ชาวอเมริกันตีพิมพ์เผยแพร่การศึกษาเกี่ยวกับกาแล็กซีแบบก้นหอยในช่วงคลื่นแสงที่ตามองเห็น เขาพบว่ากาแล็กซีก้นหอยบางกาแล็กซีมีนิวเคลียสขนาดเล็ก แต่ปลดปล่อยพลังงานออกมามหาศาลและมีสเปกตรัมที่แปลกไปจากกาแล็กซีก้นหอยอื่นๆ

ทุกวันนี้ นักดาราศาสตร์เรียกกาแล็กซีที่เขาศึกษาว่า กาแล็กซีเซย์เฟิร์ต (Seyfert Galaxy) ราวๆ 2% ของกาแล็กซีแบบก้นหอยจะเป็นกาแล็กซีเซย์เฟิร์ต

ทุกวันนี้แบบจำลอง Unified model of active galactic nuclei ทำให้นักดาราศาสตร์ รู้ว่าทั้งควอซาร์ บลาซาร์ และกาแล็กซีเซย์เฟิร์ต ต่างก็เป็นนิวเคลียสกาแล็กซีที่ใจกลางมีหลุมดำมวล ยิ่งยวดและปลดปล่อยพลังงานออกมาอย่างรุนแรง ซึ่งเรียกว่ากาแล็กซีแบบแอคทีฟ สาเหตุที่ควอซาร์ บลาซาร์ และกาแล็กซีเซย์เฟิร์ต ปรากฏแตกต่างกันเพราะนักดาราศาสตร์สังเกตพวกมันในมุมที่แตกต่างกันนั่นเอง





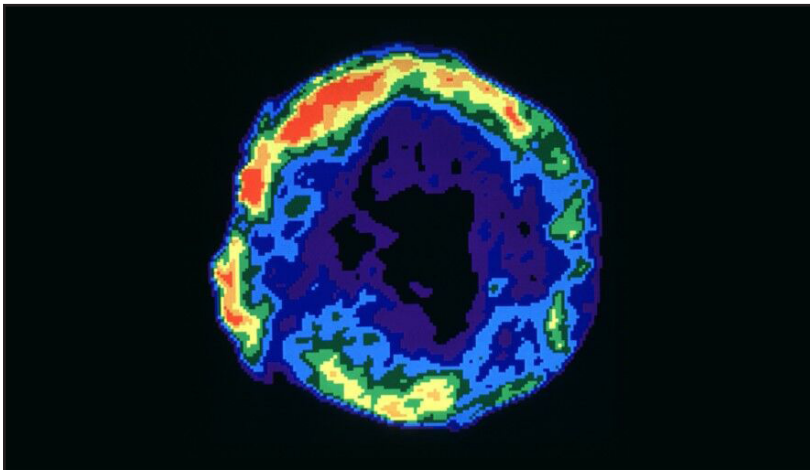
กล้องโทรทรรศน์วิทยุมีองค์ประกอบหลักๆ 4 ส่วน ได้แก่ จานสะท้อน (Reflector) ตัวรับสัญญาณ (Antenna) ตัวขยายสัญญาณ (Amplifier) และตัวบันทึก (Recorder)

จานสะท้อนจะทำหน้าที่รับคลื่นวิทยุแล้วสะท้อนมันไปยังจุดโฟกัสเช่นเดียวกับกระจกในกล้องโทรทรรศน์แบบใช้แสง แต่เนื่องจากคลื่นวิทยุมีความยาวคลื่นมากกว่าแสงมาก จานสะท้อนจึงไม่จำเป็นต้องเรียบอย่างกระจก แต่ต้องมีขนาดใหญ่มาก

ที่จุดโฟกัสจะมีตัวรับสัญญาณเล็กๆซึ่งทำหน้าที่ไม่ต่างจากหลอดแก้วหรือเสาอากาศของโทรทัศน์โดยคลื่นวิทยุที่ถูกรวมเป็นจุดเดียวจะเหนี่ยวนำให้เกิดกระแสไฟฟ้าอ่อนๆขึ้นในตัวรับสัญญาณได้ จากนั้นสัญญาณไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะถูกส่งไปยังตัวขยายสัญญาณ

ตัวขยายสัญญาณจะทำการขยายสัญญาณแล้วส่งข้อมูลไปยังตัวบันทึกซึ่งจะเป็นอุปกรณ์คอมพิวเตอร์

เนื่องจากตามนุษย์ไม่สามารถมองเห็นคลื่นวิทยุได้นักดาราศาสตร์มักแสดงผลของสัญญาณวิทยุที่ตรวจจับได้ออกมาในรูป contour map ซึ่งจะแสดงความเข้มของคลื่นวิทยุด้วยสีต่างๆกัน



ในภาพเป็นแก๊สที่กระจายออกมารอบๆซากซูเปอร์โนวาไทโค (Tycho's supernova remnant) ซึ่งถูกถ่ายในช่วงคลื่นวิทยุ สีแดงคือบริเวณที่คลื่นวิทยุที่มีความเข้มสูงที่สุด ส่วนสีม่วงความเข้มต่ำที่สุด

กล้องโทรทรรศน์วิทยุที่มีความสำคัญกับการศึกษาดาราศาสตร์อย่างมากเพราะมันช่วยให้นักดาราศาสตร์สามารถศึกษาอะตอมไฮโดรเจนที่เย็นตัวและกระจายอยู่ระหว่างดาวฤกษ์ได้เป็นอย่างดี เนื่องจากแก๊สเหล่านี้ไม่ได้เปล่งแสงและสะท้อนแสงมากพอที่กล้องโทรทรรศน์อื่นๆจะทำการตรวจจับได้ แต่มันจะเปล่งคลื่นวิทยุที่มีความยาวคลื่น 21 เซนติเมตรออกมา ไม่เพียงแต่ไฮโดรเจนเท่านั้น แต่ยังรวมถึงโมเลกุลอื่นๆหลายโมเลกุลที่กระจายตัวอยู่ในอวกาศก็มีการปลดปล่อยคลื่นวิทยุออกมาให้ทำการศึกษาได้

ที่สำคัญปรากฏการณ์ต่างๆที่มีพลังงานสูงๆ เช่น แก๊สร้อนจัดที่ถูกกักไว้ในสนามแม่เหล็กก็ปลดปล่อยสัญญาณวิทยุออกมาดังนั้นการศึกษาในช่วงคลื่นวิทยุทำให้นักดาราศาสตร์สามารถศึกษาปรากฏการณ์พลังงานสูงอย่าง ดาวฤกษ์ที่ระเบิดหรือกาแล็กซีที่ปลดปล่อยพลังงานได้ด้วย อีกทั้งคลื่นวิทยุยังเป็นคลื่นที่มีความยาวคลื่นยาวกว่าคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าช่วงอื่นๆทำให้มันสามารถทะลุผ่านละอองต่างๆในอวกาศได้ดีกว่าคลื่นในช่วงอื่นๆ

อย่างไรก็ตามนักดาราศาสตร์วิทยุต้องทำงานภายใต้ข้อจำกัดหลักๆสามอย่าง





1. กำลังแยกภาพของกล้องโทรทรรศน์วิทยุค่อนข้างต่ำ

เนื่องจากคลื่นวิทยุมีความยาวคลื่นที่มีค่ามากทำให้การแทรกสอดมีขนาดใหญ่และภาพเบลอดังนั้นงานสะท้อนของกล้องโทรทรรศน์วิทยุจึงต้องสร้างให้มีขนาดใหญ่ขึ้นไปอีกเพื่อลดการแทรกสอด แต่ถึงแม้งานรับสัญญาณจะมีเส้นผ่านศูนย์กลางถึง 30 เมตร เพื่อรับสัญญาณวิทยุความยาวคลื่น 21 เซนติเมตรก็ยังมีกำลังแยกภาพเพียง 0.5 องศาเท่านั้น นั่นหมายความว่าแม้กล้องโทรทรรศน์จะมีขนาดใหญ่ถึง 30 เมตรนักดาราศาสตร์ก็ยังไม่สามารถสังเกตรายละเอียดของวัตถุท้องฟ้าที่เล็กกว่าดวงจันทร์ได้ดังนั้นนักดาราศาสตร์จึงแก้ปัญหานี้ด้วยการเชื่อมต่อก้องโทรทรรศน์วิทยุจำนวนมากเข้าด้วยกัน เรียกว่า radio interferometer ซึ่งจะช่วยให้กำลังแยกภาพตัวอย่างเช่น Very Large Array (VLA) เป็นชุดกล้องโทรทรรศน์วิทยุที่ประกอบไปด้วยกล้องโทรทรรศน์ 27 ตัวเรียงเป็นรูปอักษร Y ตั้งอยู่ในทะเลทรายของนิวเม็กซิโก ประเทศสหรัฐอเมริกาเทคนิคดังกล่าวทำให้ชุดกล้องโทรทรรศน์วิทยุเหล่านี้มีกำลังแยกภาพเสมือนเป็นกล้องโทรทรรศน์วิทยุที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 36 กิโลเมตร! ซึ่งแยกภาพได้ในระดับ 1 อาร์กเซก (1 ใน 3,600 องศา)



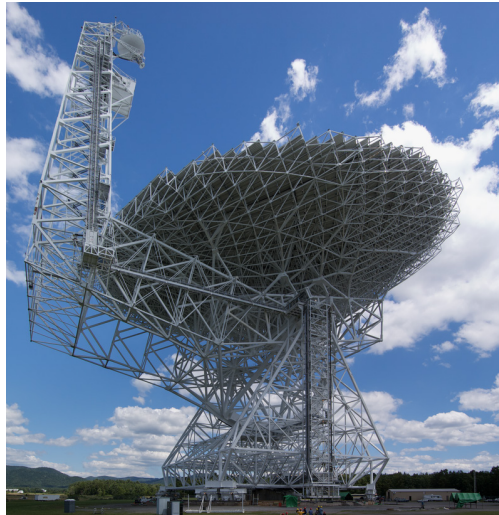
อีกตัวอย่างคือ Very Long Baseline Array (VLBA) ซึ่งเป็นเครือข่ายกล้องโทรทรรศน์วิทยุที่กระจายตัวตั้งแต่ทั่วโลกได้ มาয়งฮาวาย และยุโรป ทำให้ได้กำลังแยกภาพเทียบเท่ากับกล้องโทรทรรศน์วิทยุขนาดใหญ่เท่าเส้นผ่านศูนย์กลางของโลก





2. สัญญาณวิทยุมีค่าอ่อนมากเมื่อเทียบกับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงอื่นๆ

เนื่องจากพลังงานของโฟตอน (อนุภาคของแสง) นั้นแปรผกผันกับความยาวคลื่น ดังนั้น คลื่นวิทยุที่มีความยาวคลื่นมากจึงส่งผลให้โฟตอนแต่ละอนุภาคมีพลังงานต่ำ ดังนั้นนักดาราศาสตร์จึงต้องสร้างจานสะท้อนขนาดใหญ่เพื่อรวมโฟตอนให้มีพลังงานมากพอที่ส่วนรับสัญญาณจะตรวจจับได้



กล้องโทรทรรศน์วิทยุแบบปรับมุมได้ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในโลกคือ Green Bank Telescope ตั้งอยู่ที่เวอร์จิเนียตะวันตก จานสะท้อนมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 เมตร! ใหญ่พอๆกับสนามฟุตบอล และสามารถปรับมุมให้สังเกตตำแหน่งบนท้องฟ้าที่ต้องการได้ ผิวหน้าของจานสะท้อนเชื่อมต่อกับส่วนควบคุมซึ่งประกอบด้วยคอมพิวเตอร์ 2,004 เครื่องทำให้สามารถปรับผิวหน้าของจานให้เป็นไปตามที่ต้องการได้

ส่วนกล้องโทรทรรศน์วิทยุที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในโลกชื่อ FAST เป็นของประเทศจีน มีจานสะท้อนสัญญาณเส้นผ่านศูนย์กลาง 500 เมตร ด้วยขนาดที่ใหญ่มหาศาลทำให้มันไม่สามารถวางอยู่บนโครงสร้างที่ปรับมุมได้อย่างอิสระ แต่วางอยู่บนโครงสร้างที่ใช้พื้นดินช่วยรับน้ำหนักอีกที แม้จานสะท้อนจะมีขนาด 500 เมตร แต่มันมีพื้นที่ใช้งานจริง 300 เมตร เนื่องจากตัวรับสัญญาณที่แขวนอยู่ตรงกลางถูกออกแบบให้ปรับมุมได้บ้าง





3. สัญญาณรบกวน

เนื่องจากตัวรับสัญญาณวิทยุถูกออกแบบให้มีความไวสูงมากสัญญาณวิทยุที่อ่อนกว่าสัญญาณโทรทัศน์นับพันเท่าก็ยังตรวจจับได้ดังนั้นปัญหาสำคัญของการศึกษาดาราศาสตร์เชิงวิทยุคือสัญญาณรบกวน (Noise) ซึ่งนักดาราศาสตร์ต้องแยกมันออกจากสัญญาณวิทยุให้ได้ โดยสัญญาณเหล่านี้มาจาก

- แหล่งกำเนิดที่มีตามธรรมชาติ ได้แก่ คลื่นวิทยุจากดวงอาทิตย์ ฝนฟ้าคะนอง และอนุภาคมีประจุไฟฟ้าที่ชั้นบรรยากาศโลกในระดับสูงๆ
- สัญญาณที่มนุษย์สร้างขึ้นจากแหล่งกำเนิดต่างๆ เช่น เครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้าและหม้อแปลงไฟฟ้า เรดาร์ที่ใช้ในทางอากาศยาน เครื่องส่งสัญญาณวิทยุและโทรทัศน์ ดาวเทียมที่โคจรรอบโลกรวมทั้ง GPS และโทรศัพท์มือถือ

ส่วนมากสัญญาณวิทยุที่มนุษย์สร้างขึ้นจะแผ่จากพื้นดินออกไปและพุ่งขึ้นสู่ระดับความสูงมากมาย ดังนั้นสัญญาณรบกวนคลื่นวิทยุจึงเพิ่มขึ้นตามระดับความสูง กล้องโทรทรรศน์วิทยุส่วนมากมักติดตั้งไว้ในที่ห่างไกลเมือง และติดตั้งในพื้นที่ต่ำๆ อย่างหุบเขา ในขณะที่กล้องโทรทรรศน์แบบใช้แสงมักจะติดตั้งไว้ในที่สูงๆ อย่างภูเขา

อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันสัญญาณรบกวนที่มนุษย์สร้างขึ้นมีเพิ่มมากขึ้นและเริ่มกลายเป็นปัญหาแม้กล้องโทรทรรศน์จะอยู่ในที่ต่ำ ดังนั้น World Administrative Radio Conference ซึ่งเป็นงานประชุมดาราศาสตร์วิทยุระดับนานาชาติจึงมีการกำหนดคลื่นวิทยุความถี่เฉพาะสำหรับดาราศาสตร์ แต่ในบางประเทศก็ไม่ได้มีการประกาศบังคับใช้ที่ชัดเจน





กล้องโทรทรรศน์วิทยุของประเทศไทยมีจานรับสัญญาณขนาด 40 เมตร สามารถรับความถี่ของคลื่นวิทยุได้ตั้งแต่ 67-116 กิกะเฮิรตซ์ โดยความถี่ในช่วงนี้มีชื่อว่า ‘ช่วง 100 กิกะเฮิรตซ์’ (หรืออาจเรียกว่า ช่วง 3 มิลลิเมตร)

นักดาราศาสตร์พบว่าความถี่ตั้งแต่ 50- 67 กิกะเฮิรตซ์ จะถูกโมเลกุลของแก๊สออกซิเจนในชั้นบรรยากาศโลกดูดกลืนไปทำให้กล้องโทรทรรศน์วิทยุบนพื้นโลกไม่สามารถทำการสังเกตการณ์ได้ ดังนั้นความถี่ต่ำกว่า 67 กิกะเฮิรตซ์ จึงไม่มีความจำเป็นสำหรับการสังเกตการณ์

ส่วนบริเวณความถี่สูงสุดที่กล้องโทรทรรศน์ตรงจับได้คือ 115.5 กิกะเฮิรตซ์ เป็นคลื่นวิทยุที่เกิดจากการเปลี่ยนสถานะของโมเลกุลคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) ซึ่งการเปลี่ยนสถานะดังกล่าวเป็นปรากฏการณ์สำคัญที่ช่วยในการศึกษาทางดาราศาสตร์การศึกษาคลื่นวิทยุความถี่นี้จะช่วยให้นักดาราศาสตร์เข้าใจภาพรวมของสสารระหว่างดาวฤกษ์ (Interstellar matter) ทั้งภายในและภายนอกกาแล็กซีทางช้างเผือกได้



ส่วนคลื่นวิทยุช่วงความถี่ในระหว่าง 67-116 กิกะเฮิรตซ์ เกิดจากการเปลี่ยนสถานะของโมเลกุลอื่นๆมากมายซึ่งจะช่วยให้ นักดาราศาสตร์ศึกษาสสารระหว่างดาวฤกษ์ที่เพิ่งถือกำเนิดขึ้นและอยู่กันอย่างหนาแน่นได้

ประเทศไทยมีสภาพภูมิศาสตร์ที่เหมาะสมอย่างยิ่งในการเพิ่มประสิทธิภาพของเครือข่ายกล้องโทรทรรศน์วิทยุ (VLBI) ในแถบภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก



ตำแหน่งที่ตั้งของกล้องโทรทรรศน์ตัวนี้ทำให้มันเป็นกล้องโทรทรรศน์แบบจานเดี่ยวที่สามารถรับคลื่นวิทยุในช่วง 100 กิกะเฮิรตซ์ ไม่กี่ตัวบนโลกที่สามารถศึกษาแกนหลักชี้ทางช้างเผือกได้ ถ้วนทั่ว ที่สำคัญ ในอนาคตกล้องโทรทรรศน์วิทยุดังกล่าวอาจเข้าร่วมกับเครือข่ายกล้องโทรทรรศน์วิทยุระดับโลกอย่าง VLBI ซึ่งเป็นเครือข่ายกล้องโทรทรรศน์วิทยุทั่วโลกที่มีการเชื่อมต่อกันเพื่อให้ได้กำลังแยกภาพที่เพิ่มขึ้นอย่างมหาศาล ความถี่หนึ่งที่เครือข่ายกล้องโทรทรรศน์วิทยุ VLBI ให้ความสนใจศึกษาคือ 86 กิกะเฮิรตซ์ ซึ่งอยู่ในช่วงที่กล้องโทรทรรศน์วิทยุของประเทศไทยจะสามารถเข้าร่วมได้

กล้องโทรทรรศน์ตัวนี้เป็นสุดยอดเครื่องมือและเทคโนโลยีที่ใช้ในการศึกษาลึกลับวิทยุ ซึ่งสร้างองค์ความรู้ใหม่ๆ และผลักดันขอบเขตการวิจัยไปสู่ช่วงความยาวคลื่นที่กว้างขึ้นในอนาคต รวมทั้งก่อให้เกิดนักวิจัยไทยที่มีศักยภาพสูงตามมาอีกมากมายด้วย



ประโยชน์อีกด้านที่คาดว่าจะได้รับกล้องโทรทรรศน์วิทยุแห่งชาติคือการศึกษาวิจัยด้านธรณีวิทยา โดยการวัดตำแหน่งของแผ่นเปลือกโลกด้วยความแม่นยำสูง ข้อมูลดังกล่าวจะเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานทางการสำรวจให้กับหน่วยงานภาครัฐและเอกชน รวมถึงการศึกษาดังกล่าวจะเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของเปลือกโลกซึ่งมีผลกระทบต่อการเกิดภัยพิบัติบนพื้นโลก เช่น การเกิดแผ่นดินไหว การศึกษาเหล่านี้จะนำมาซึ่งความร่วมมือกับภาควิชาธรณีวิทยา และวิศวกรรมสำรวจในมหาวิทยาลัยและหน่วยงานของประเทศด้วย

เนื่องจากการวิจัยดาราศาสตร์และฟิสิกส์ระดับรากฐานจำเป็นต้องมีเครื่องมือที่ใช้เทคโนโลยีระดับสูง การพัฒนาเทคโนโลยีด้วยตนเอง จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง



ปัจจุบันข้อจำกัดส่วนมากสำหรับงานวิจัยทางวิศวกรรม คือ ไม่มีโจทย์ที่ท้าทายและเวทีสำหรับการนำไปใช้งานจริง กล้องโทรทรรศน์วิทยุ จะเปิดโอกาสให้เทคโนโลยีขั้นสูงได้รับการพัฒนาขึ้นจากบุคลากรที่เป็นชาวไทยหลายสาขา เช่น วิศวกรรม โทรมคมนาคม อิเล็กทรอนิกส์ คอมพิวเตอร์ และสาขาอื่นๆ เกิดเป็นศูนย์การเรียนรู้และศูนย์วิศวกรรมขั้นสูง ซึ่งจะเป็นจุดเริ่มต้นในการผลักดันให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีและความร่วมมือด้านเทคนิคขั้นสูงระหว่างหลายหน่วยงานเช่น ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) ศูนย์ทดสอบผลิตภัณฑ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (PTEC) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) มหาวิทยาลัยหลายแห่งในไทย เครือข่ายกล้องโทรทรรศน์วิทยุ ของจีน เกาหลี ญี่ปุ่น และสถาบันแมกซ์พลังค์ดาราศาสตร์วิทยุสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมัน

องค์ความรู้และความเชี่ยวชาญที่เกิดขึ้นไม่ได้จำกัดอยู่เฉพาะงานด้านดาราศาสตร์เท่านั้นยังสามารถนำไปต่อยอดประยุกต์สำหรับงานเทคโนโลยีขั้นสูงสาขาวิชาอื่น และภาคอุตสาหกรรมต่อไปในอนาคต



NARIT



Radio
www.narit.or.th

Telescope

Disaster or Natural Phenomenon

สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)

NATIONAL ASTRONOMICAL RESEARCH INSTITUTE OF THAILAND (PUBLIC ORGANIZATION)

www.narit.or.th • E-mail : info@narit.or.th

▶ สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)

อุทยานดาราศาสตร์สิรินธร เลขที่ 260 หมู่ 4 ต.ดอนแก้ว อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่ 50180
โทรศัพท์ : 0-5312-1268-9 โทรสาร : 0-5312-1250

▶ สำนักงานประสานงาน กรุงเทพฯ สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)

ชั้น 2 สำนักงานปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อาคารพระจอมเกล้า กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ถนนพระรามที่ 6 เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400 โทรศัพท์ : 0-2354-6852 โทรสาร : 0-2354-7013

▶ หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบ พระชนมพรรษา ฉะเชิงเทรา

เลขที่ 999 หมู่ 3 ต.วังเย็น อ.แปลงยาว จ.ฉะเชิงเทรา 24190 โทรศัพท์ : 0-3858-9396 โทรสาร : 0-3858-9395

▶ หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบ พระชนมพรรษา นครราชสีมา

เลขที่ 111 อ.มหาวิทยาลัย ต.สุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000 โทรศัพท์ : 0-4421-6254 โทรสาร : 0-4421-6255

▶ หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ 7 รอบ พระชนมพรรษา สงขลา

เลขที่ 79/4 หมู่ 4 ต.นาทวี อ.เมือง จ.สงขลา 90000 โทรศัพท์ : 0-7430-0868 โทรสาร : 0-7430-0867

