นิทัศน์ ลิ้มผ่องใส
สาขาวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนปลาย

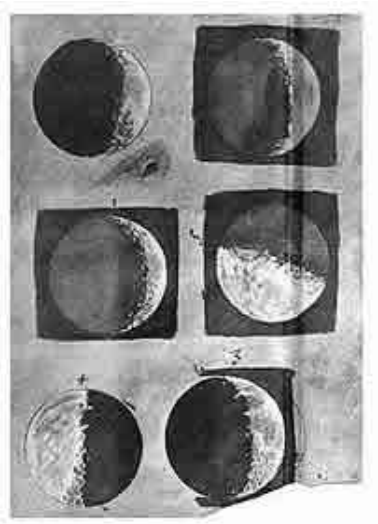
เรื่องราวของกล้องโทรทรรศน์

เรื่องราวของกล้องโทรทรรศน์เริ่มต้นจากช่างทำแว่นตาชาวดัตช์ ชื่อ ฮันซ์ ลิเปอร์ฮาย (Hans Lippershy) หรือที่รู้จักกันในนาม ฮานส์ ลิพเพอร์ซี โดยในวันหนึ่งเขาได้สังเกตเด็กสองคนในร้านของเขาหยิบเลนส์สองชิ้นขึ้นมาอยู่ในแนวเดียวกันทำให้เขาสังเกตเห็นวัตถุใกล้เข้ามา เมื่อเห็นดังนั้นเขาจึงได้ลองนำเลนส์สองชิ้นมาติดบนปลายท่อทั้งสองด้านเมื่อมองผ่านเข้าไปในท่อจะทำให้มองเห็นสิ่งของที่อยู่ไกลได้ราวกับสิ่งของนั้นเข้ามาอยู่ใกล้ ๆ เขาจึงตั้งชื่อสิ่งประดิษฐ์นี้ว่า กล้องโทรทรรศน์ (Telescope)

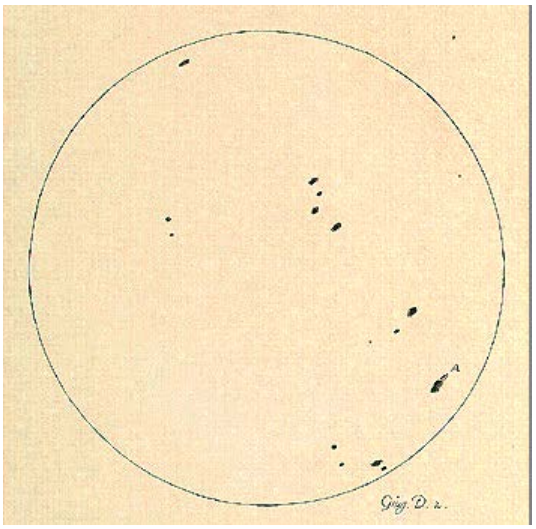
รูปที่ 1 ฮานส์ ลิพเพอร์ซี (1570-1619)
www.space.com/21950-who-invented-the-telescope.html

รูปที่ 2 กล้องโทรทรรศน์ที่ฮานส์ ลิพเพอร์ซี ประดิษฐ์ขึ้น
http://alchetron.com/Hans-Lippershey-1064790-W#-

เมื่อกาลิเลโอ กาลิเลอี ทราบว่ามีสิ่งประดิษฐ์ที่ทำให้สามารถมองสิ่งของที่อยู่ไกลได้ราวกับว่าสิ่งของนั้นเข้ามาอยู่ใกล้ ๆ เขาจึงประดิษฐ์กล้องโทรทรรศน์และส่องมองขึ้นไปยังท้องฟ้า การสังเกตวัตถุท้องฟ้าด้วยกล้องโทรทรรศน์ทำให้เขาพบว่าพื้นผิวของดวงจันทร์เต็มไปด้วยหลุมบ่อมากมาย และเมื่อเค้ามองไปยังดวงอาทิตย์ก็เห็นจุดบนดวงอาทิตย์ (sun spot) จุดเหล่านี้มีการเปลี่ยนตำแหน่งไปเรื่อย ๆ ทำให้เค้าพบว่าดวงอาทิตย์หมุนรอบตัวเอง แต่สิ่งสำคัญจากการค้นพบครั้งนี้คือการเปลี่ยนแปลงความเชื่อที่ว่าวัตถุท้องฟ้าเป็นทรงกลมที่มีพื้นผิวราบเรียบโดยสมบูรณ์



รูปที่ 3 หลุมบ่อบนดวงจันทร์
จากการสังเกตของกาลิเลโอ
www.nasa.gov/audience/forstudents/9-12/features/telescope_feature_912.html



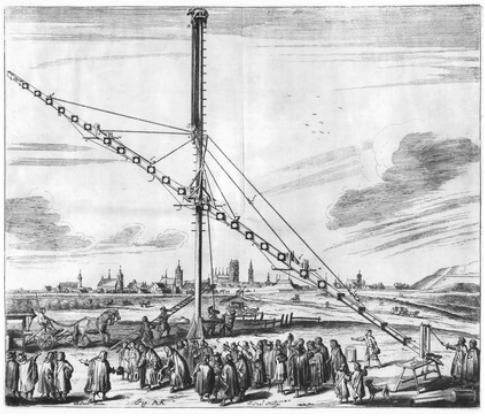
รูปที่ 4 ข้อมูลจุดบนดวงอาทิตย์จากการสังเกตของกาลิเลโอ
http://galileo.rice.edu/sci/observations/sunspot_drawings.html

ถึงแม้ว่ากล้องโทรทรรศน์จะช่วยให้เขาสามารถสังเกตวัตถุท้องฟ้าได้ดีขึ้น แต่กำลังขยายของกล้องโทรทรรศน์ก็ยังไม่มากนัก อีกทั้งบริเวณขอบของภาพเกิดความคลาดทรงกลม (spherical abberation) และที่บริเวณขอบของวัตถุเกิดความคลาดสี (chromatic abberation)

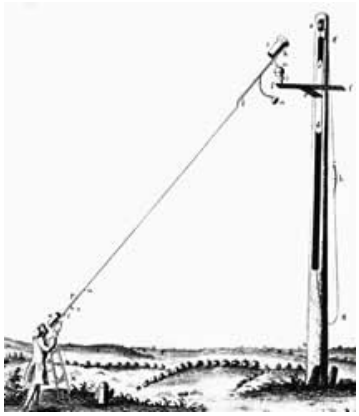
รูปที่ 5 ขอบภาพที่เกิดความคลาดทรงกลม
http://image.dhgate.com/0x0/f2/albu/g3/M01/40/A3/rBVaHFXT5DCAJTJRAAMPdEYx8QQ547.jpg

รูปที่ 6 ขอบวัตถุที่เกิดความคลาดสี
http://forums.crackberry.com/attachments/blackberry-q10-f272/256069d1395135111t-moon-d-just-took-my-q10-img_20140318_052156.jpg

ต่อมานักดาราศาสตร์ออกแบบกล้องโทรทรรศน์ให้ยาวขึ้นเพื่อเพิ่มกำลังขยาย ลดปัญหาเรื่องความคลาดทรงกลมและความคลาดสีลง โดยกล้องโทรทรรศน์ที่ยาวที่สุดมีความยาวมากถึง 45 เมตร แต่มีเส้นผ่านศูนย์กลางของหน้าเลนส์เพียง 5.08 เซนติเมตร เนื่องจากข้อจำกัดของการผลิตเลนส์ในสมัยนั้น



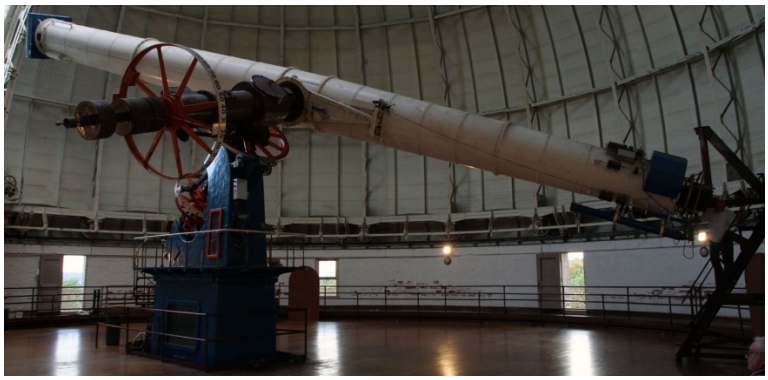
รูปที่ 7 กล้องโทรทรรศ์ที่มีความยาว 45 เมตร
www.ssplprints.com/image/129993/long-aerial-telescope-on-a-stand-ready-for-use-1673



รูปที่ 8 กล้องโทรทรรศ์แบบไร้ลำกล้อง
https://amazing-space.stsci.edu/resources/explorations/groundup/lesson/scopes/huygens/index.php

การเพิ่มความยาวของลำกล้องช่วยทำให้ได้ภาพที่มีคุณภาพดีขึ้น แต่ผลเสียที่ตามมาคือลำกล้องแกว่งไปมาได้ง่ายเมื่อมีลมพัดทำให้การสังเกตวัตถุท้องฟ้าทำได้ยาก จึงมีการพัฒนากล้องโทรทรรศน์แบบใหม่ที่เรียกว่า กล้องโทรทรรศน์แบบไร้ลำกล้อง (tubeless telescope) โดยกล้องโทรทรรศน์ดังกล่าวไม่มีลำกล้องเหมือนกล้องโทรทรรศน์ทั่วไป แต่จะใช้เชือกผูกติดกับเลนส์ใกล้วัตถุที่ติดอยู่บนเสาอากาศและเชื่อมมายังเลนส์ใกล้ตาบริเวณผู้สังเกตทำให้กล้องโทรทรรศน์แกว่งไปมาน้อยลงเมื่อถูกลมพัด

หลังจากนั้นกล้องโทรทรรศน์แบบหักเหแสงก็ได้ถูกพัฒนาเรื่อยมา โดยกล้องโทรทรรศน์แบบหักเหแสงที่มีขนาดใหญ่สุดคือกล้องโทรทรรศน์ที่หอดูดาวเยอร์คิส์ (Yerkes observatory) ตัวลำกล้องมีความยาว 18.3 เมตร ติดตั้งอยู่บนฐานแบบเส้นศูนย์สูตรฟ้า เลนส์ใกล้วัตถุมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เมตร มีน้ำหนักมากถึง 500 กิโลกรัม และสร้างเสร็จในปี ค.ศ. 1897 ปัจจุบันกล้องโทรทรรศน์ตัวนี้ยังคงเป็นกล้องโทรทรรศน์แบบหักเหที่มีขนาดใหญ่ที่สุด เนื่องจากกล้องโทรทรรศน์ชนิดนี้ไม่เป็นที่นิยมในการสร้างให้มีขนาดใหญ่ด้วยเหตุผลหลายอย่าง เช่น การฝนเลนส์ขนาดใหญ่ทำได้ยาก ตัวเลนส์มีน้ำหนักมาก และเลนส์ทำให้เกิดความคลาดสี

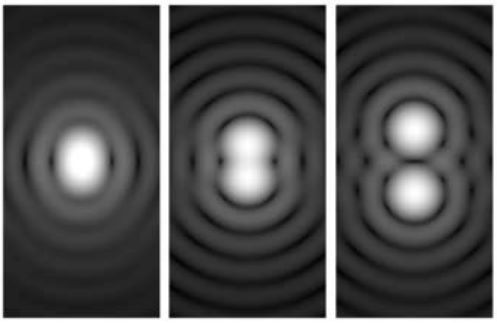


รูปที่ 9 กล้องโทรทรรศ์แบบหักเหแสง ณ หอดูดาวเยอร์คิส์
ที่มา : www.theskyscrapers.org

ด้วยข้อจำกัดของกล้องโทรทรรศน์แบบหักเหแสงจึงไม่สามารถสร้างให้หน้ากล้องมีขนาดใหญ่ได้ อย่างไรก็ตามกล้องโทรทรรศน์ที่มีขนาดหน้ากล้องใหญ่จะช่วยให้นักดาราศาสตร์สามารถศึกษารายละเอียดของวัตถุต่าง ๆ ได้มากกว่า จึงมีการพัฒนากล้องโทรทรรศน์แบบสะท้อนแสงซึ่งสามารถสร้างให้มีหน้ากล้องขนาดใหญ่ได้ โดยกล้องโทรทรรศน์ชนิดนี้มีข้อดีหลายประการ เช่น ต้นทุนในการสร้างกระจกถูกกว่าเมื่อเทียบกับเลนส์ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากัน สามารถใช้โครงสร้างรองรับด้านหลังกระจกได้ และกระจกไม่ทำให้เกิดความคลาดสี

การสร้างกระจกรวมแสงที่มีขนาดใหญ่ทำให้กล้องโทรทรรศน์สามารถรวมแสงได้มากขึ้น ส่งผลให้สามารถเก็บข้อมูลแสงที่ริบหรี่ของวัตถุท้องฟ้าได้มากกว่ากล้องโทรทรรศน์ที่มีกระจกรวมแสงขนาดเล็ก นอกจากนี้ขนาดหน้ากล้องที่ใหญ่ยังช่วยให้สามารถแยกวัตถุที่อยู่ใกล้กันออกจากกันได้ โดยปกติแล้วหากเราสังเกตวัตถุที่ปรากฏอยู่ใกล้วยตาเปล่าหรือกล้องโทรทรรศน์ขนาดเล็กก็จะมองเห็นวัตถุนั้นเป็นจุดแสงจุดเดียวกัน แต่หากสังเกตวัตถุนั้นด้วยกล้องโทรทรรศน์ที่มีหน้ากล้องขนาดใหญ่กว่าก็จะสามารถมองเห็นวัตถุนั้นแยกออกจากกันได้ ดังรูปที่ 11

รูปที่ 10 การเปรียบเทียบระหว่างภาพที่ได้จากกล้องโทรทรรศน์ขนาดเล็ก (ซ้าย) กับกล้องโทรทรรศน์ขนาดใหญ่ (ขวา)
ที่มา : www.public.asu.edu/~atpcs/atpcs/Univ10e/Images/6268_fig06_06.jpg

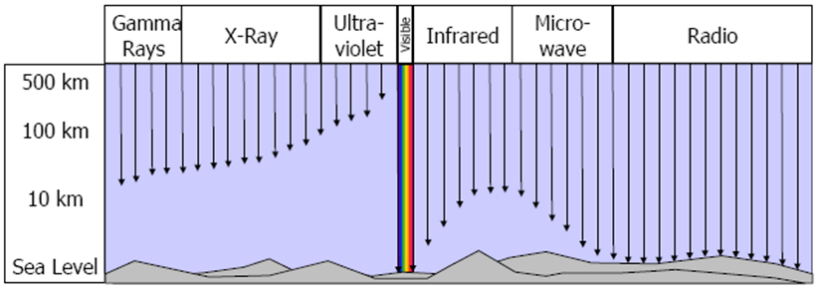


รูปที่ 11 ภาพจำลองการมองเห็นวัตถุจากกล้องโทรทรรศน์ที่มีกำลังการแยกภาพต่ำ (ซ้าย)
ไปยังภาพที่ได้จากกล้องโทรทรรศน์ที่มีกำลังการแยกภาพสูง (ขวา)
ที่มา : https://en.wikipedia.org/wiki/Angular_resolution

ถึงแม้ว่ากล้องโทรทรรศน์ที่มีขนาดใหญ่จะมีศักยภาพสูงในการสำรวจทางดาราศาสตร์ แต่อุปสรรคสำคัญอีกประการที่สร้างปัญหาให้กับนักดาราศาสตร์อย่างมากก็คือชั้นบรรยากาศของโลกซึ่งทำให้ภาพถ่ายเกิดความไม่ชัดเจน เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหานั้นจึงมีการสร้างกล้องโทรทรรศน์และส่งออกไปยังนอกชั้นบรรยากาศของโลก

รูปที่ 12 กล้องโทรทรรศน์อวกาศฮับเบิล
www.nasa.gov/press-release/nasa-extends-hubble-space-telescope-science-operations-contract

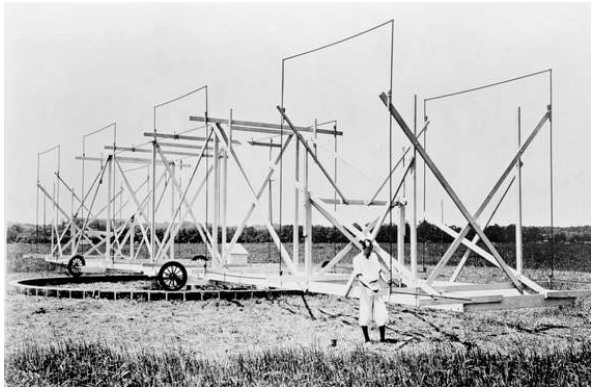
หากสังเกตคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความยาวคลื่นต่าง ๆ (รูปที่ 13) จะเห็นว่ามีแถบของคลื่นเพียง 2 ช่วงเท่านั้นที่สามารถทะลุผ่านชั้นบรรยากาศลงมายังพื้นผิวโลกได้ คลื่นช่วงแรกที่ทะลุผ่านชั้นบรรยากาศลงมาได้คือคลื่นแสงที่ตามนุษย์มองเห็นได้ ส่วนคลื่นอีกช่วงหนึ่งก็คือคลื่นวิทยุซึ่งเป็นที่มีลักษณะเดียวกับคลื่นวิทยุที่เราใช้ในการสื่อสารนั่นเอง



รูปที่ 13 ความสามารถในการทะลุผ่านชั้นบรรยากาศของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความยาวคลื่นต่าง ๆ
ที่มา : www.harrisgeospatial.com

นักดาราศาสตร์คนแรกที่ทำการศึกษาดาราศาสตร์ในช่วงคลื่นวิทยุมีชื่อว่า คาร์ล แจนสกี โดยในปี ค.ศ. 1931 เขาได้รับมอบหมายจากบริษัทที่เขาทำงานอยู่ให้ทำการศึกษาสัญญาณวิทยุรบกวนต่าง ๆ ในธรรมชาติเพื่อนำความรู้ที่ได้มาปรับปรุงการสื่อสารในช่วงคลื่นวิทยุ เขาได้ออกแบบอุปกรณ์รับสัญญาณวิทยุเป็นเสาโลหะที่สามารถหมุนรับสัญญาณได้รอบ

ทิศทาง หลังจากการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์แหล่งที่มาของสัญญาณก็ทำให้พบว่าคลื่นวิทยุในธรรมชาติมีแหล่งที่มาจากพายุฝนฟ้าคะนองและบริเวณใจกลางทางช้างเผือก หลังจากเผยแพร่การค้นพบนี้ก็ทำให้ดาราศาสตร์วิทยุได้ความสนใจอย่างมาก จนนับได้ว่าเป็นจุดเริ่มต้นของดาราศาสตร์วิทยุ



รูปที่ 14 เครื่องรับสัญญาณวิทยุที่ประดิษฐ์ขึ้นโดย คาร์ล แจนสกี
ที่มา : https://media-bell-labs-com.s3.amazonaws.com

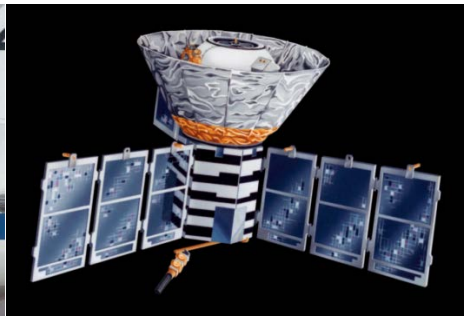
การศึกษาดาราศาสตร์ในช่วงคลื่นวิทยุช่วยพัฒนาองค์ความรู้หลายอย่าง เช่น ทำให้เราสามารถศึกษาวัตถุที่ถูกกลุ่มฝุ่นในอวกาศบดบัง และช่วยทำให้เรารู้รูปร่างของกาแล็กทางช้างเผือก แต่ปัญหาหนึ่งของดาราศาสตร์วิทยุก็คือกำลังการแยกภาพของกล้องโทรทรรศน์วิทยุค่อนข้างต่ำทำให้ภาพที่ได้มีรายละเอียดต่ำจนดูเหมือนเป็นภาพถ่ายที่ไม่ได้โฟกัส นอกจากนี้สัญญาณวิทยุจากวัตถุท้องฟ้ามีค่าอ่อนมากทำให้ถูกรบกวนจากสัญญาณวิทยุจากแหล่งอื่นได้ง่าย การแก้ปัญหาดังกล่าวมีสองวิธีหลัก ๆ ด้วยกัน คือการสร้างจานรับสัญญาณให้มีขนาดใหญ่ และการเชื่อมต่อกล้องโทรทรรศน์วิทยุหลายตัวเข้าด้วยกัน

รูปที่ 15 กล้องโทรทรรศน์วิทยุ FAST
ที่มา : https://images.futurezone.at/223088533-46-86092886/626x352/223.088.541?.jpg

รูปที่ 16 เครือยข่ายกล้องโทรทรรศน์วิทยุ VLBA
ที่มา : www.nasa.gov

นอกจากแสงที่ตามนุษย์มองเห็นและคลื่นวิทยุ ยังมีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าอีกช่วงหนึ่งที่สามารถทะลุผ่านชั้นบรรยากาศของโลกลงมาได้บ้างนั่นคือคลื่นในช่วงอินฟราเรด ไมโครเวฟ และยูวี ทำให้มีการสร้างกล้องโทรทรรศน์เพื่อรับคลื่นนั้น แต่การตรวจวัดคลื่นบนพื้นโลกเป็นไปได้ยากเนื่องจากคลื่นในช่วงนี้จะถูกดูดซับโดยชั้นบรรยากาศของโลกทำให้นักดาราศาสตร์นำกล้องโทรทรรศน์ขึ้นไปบนเครื่องบินเพื่อตรวจวัดคลื่นอินฟราเรดที่ระดับความสูงประมาณ 12 กิโลเมตร เหนือพื้นดิน

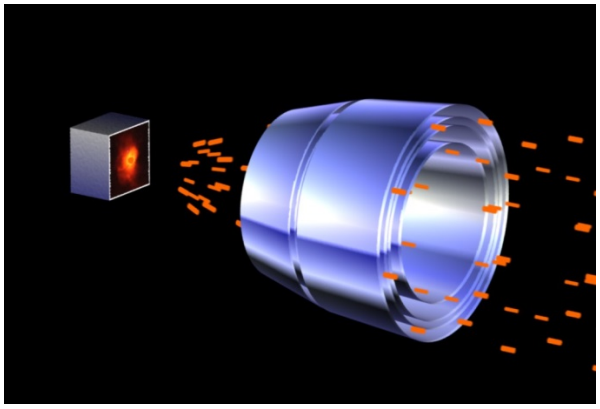
รูปที่ 17 กล้องโทรทรรศน์ที่ติดตั้งบนเครื่องบิน
ที่มา : www.nasa.gov



รูปที่ 18 ดาวเทียมโคบี
ที่มา : http://wmap.gsfc.nasa.gov

แต่การตรวจวัดคลื่นอินฟราเรดหรือแม้แต่คลื่นไมโครเวฟในชั้นบรรยากาศของโลกก็ยังคงตรวจวัดข้อมูลได้ไม่ดีนัก เนื่องจากข้อจำกัดเรื่องชั้นบรรยากาศของโลกจึงมีการสร้างดาวเทียมและส่งขึ้นไปเก็บข้อมูลในอวกาศ โดยดาวเทียมที่เก็บข้อมูลคลื่นไมโครเวฟที่มีชื่อเสียงตัวหนึ่งก็คือดาวเทียมโคบี (COBE) ดาวเทียมดวงนี้ได้ตรวจพบคลื่นไมโครเวฟพื้นหลังซึ่งเป็นหลักฐานสำคัญที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบง ส่วนคลื่นในช่วงยูวีได้มีการสร้างกล้องโทรทรรศน์หลายตัวขึ้นไปเก็บข้อมูลในอวกาศ เช่น กล้อง HUT (Hopkins Ultraviolet Telescope) ซึ่งถูกพัฒนาโดยมหาวิทยาลัยจอนส์ฮอปกินส์ ดาราศาสตร์ในช่วงคลื่นยูวีช่วยให้เราสามารถศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและอุณหภูมิของดาวฤกษ์ การกระจายตัวของดาวฤกษ์เกิดใหม่ที่มีมวลมาก

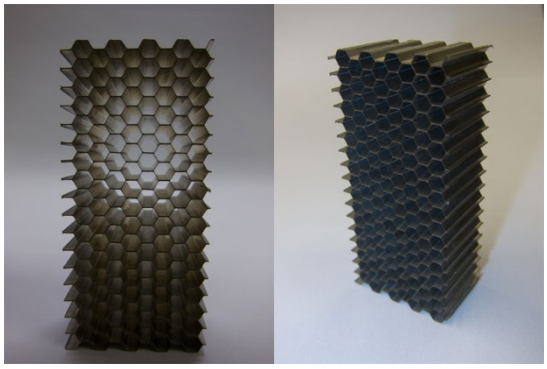
คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าอีกสองช่วงที่เหลือ ได้แก่ รังสีแกมมา และรังสีเอกซ์ ไม่สามารถทะลุผ่านชั้นบรรยากาศได้เลย นักดาราศาสตร์จึงจำเป็นต้องสร้างกล้องโทรทรรศน์และส่งขึ้นไปบนอวกาศเพื่อเก็บข้อมูลคลื่นในช่วงนั้น สำหรับการเก็บข้อมูลในช่วงรังสีเอกซ์มีปัญหาเกี่ยวกับการโฟกัสรังสีให้ตกลงบนอุปกรณ์เก็บข้อมูล เนื่องจากรังสีเอกซ์สามารถทะลุผ่านกระจกได้เกือบทั้งหมด จึงจำเป็นต้องออกแบบกระจกให้มีลักษณะเป็นท่อทรงกระบอกซ้อนกันหลายชั้นเพื่อให้รังสีเอกซ์แฉลบไปบนผิวกระจกและไปรวมกันบนอุปกรณ์เก็บข้อมูลทำให้นักดาราศาสตร์สามารถโฟกัสรังสีเอกซ์ได้



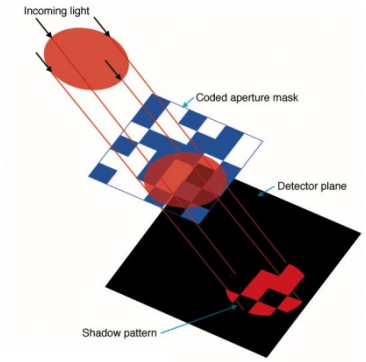
รูปที่ 19 การโฟกัสรังสีเอกซ์โดยการออกแบบ
กระจกทรงกระบอกซ้อนกันหลายชั้น
ที่มา : http://chandra.harvard.edu/resources/illustrations/teleSchem.html

สำหรับการศึกษาดาราศาสตร์ในช่วงรังสีแกมมาก็มีปัญหาในลักษณะคล้ายกับรังเอกซ์ เนื่องจากรังสีแกมมาสามารถทะลุลวงผ่านวัสดุต่าง ๆ ได้ดีมาก ทำให้ไม่สามารถตรวจสอบแหล่งกำเนิดของรังสีแกมมาได้เลย นักดาราจึงออกแบบวิธีการหาแหล่งกำเนิดรังสีแกมมาด้วยวิธีต่าง ๆ เช่น วิธี Coded Aperture Masks และวิธี Collimators

1. Coded Aperture Masks มีหลักการทำงานเช่นเดียวกับการเกิดเงาเมื่อแสงบางส่วนถูกบดบังด้วยวัสดุทึบแสง ซึ่งเมื่อสังเกตลักษณะของเงาเทียบกับวัสดุทึบแสงก็จะทราบแหล่งที่มาของแสงนั่นเอง
2. Collimators เป็นการใช้วัสดุที่รังสีแกมมาไม่สามารถทะลุผ่านได้มาทำเป็นท่อทรงกระบอกและนำเครื่องตรวจวัดรังสีแกมมาติดไว้ที่ปลายท่อ เมื่อหันปลายท่ออีกด้านไปยังบริเวณที่เป็นแหล่งกำเนิดรังสีแกมมาเครื่องตรวจวัดก็จะตรวจพบรังสีแกมมาและทำให้นักดาราศาสตร์ทราบแหล่งที่มาของรังสี

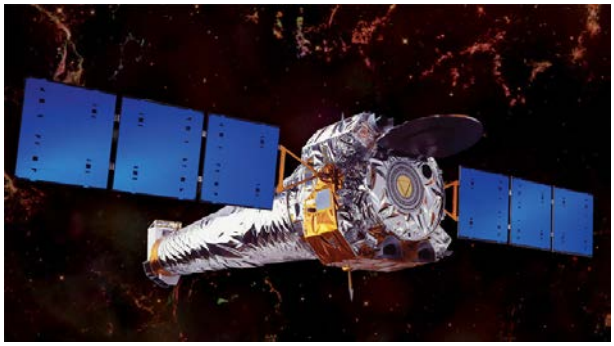


รูปที่ 20 หลักการทำงานของ Coded Aperture Masks
ที่มา : http://imagine.gsfc.nasa.gov/science/tool box/ gamma_telescopes1.html

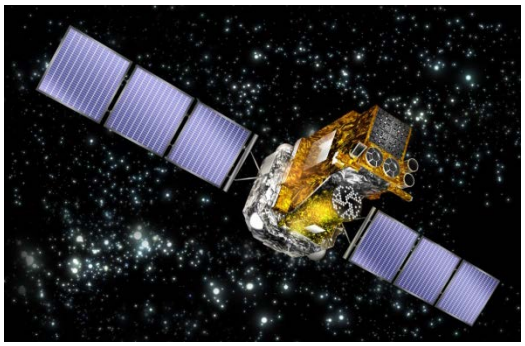


รูปที่ 21 ท่อทรงกระบอกสำหรับวิธี Collimators
ที่มา : http://imagine.gsfc.nasa.gov/science/toolbox/ gamma_telescopes1.html

กล้องโทรทรรศน์ที่ออกแบบมาเพื่อเก็บข้อมูลรังสีเอกซ์และรังสีแกมมามีหลายตัว เช่น กล้องโทรทรรศน์อวกาศจันทรา และกล้องโทรทรรศน์อวกาศอินทิกรัล การเก็บข้อมูลในช่วงรังสีเอกซ์และรังสีแกมมามีประโยชน์อย่างมากสำหรับการศึกษาวัตถุหรือปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ที่ปลดปล่อยพลังงานสูง ๆ ออกมา เช่น หลุมดำ และซูปเปอร์โนวา ซึ่งช่วยนักดาราศาสตร์ในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับกาแล็กซีและดาวฤกษ์อย่างมาก



รูปที่ 22 กล้องโทรทรรศน์อวกาศจันทราซึ่งทำการเก็บข้อมูลคลื่นในช่วงรังสีเอกซ์
ที่มา : www.space.com/18669-chandra-x-ray-observatory.html



รูปที่ 23 กล้องโทรทรรศน์อวกาศอินทิกรัลซึ่งทำการเก็บข้อมูลในช่วงรังสีแกมมา รังสีเอกซ์ และแสงที่ตามนุษย์มองเห็น
ที่มา : http://www.isdc.unige.ch/integral/images/hi-res/integralStars.jpg

อ้างอิง

Michael A. Seed, Dana E. Backman, 2013, Foundation of Astronomy 12th edition, Canada : BROOKS/COLE CENGAGE

กรกมล ศรีบุญเรือง, 2015, 400 ปี วิวัฒนาการกล้องโทรทรรศน์ : 400 year of the telescope, สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)

ศูนย์บริการวิชาการและสื่อสารทางดาราศาสตร์, 2017, กล้องโทรทรรศน์วิทยุ : Radio Telescope, สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)

National Radio Astronomy Observatory, Karl Jansky and the Discovery of Cosmic Radio Waves, [Online] Available : www.nrao.edu/whatisra/hist_jansky.shtml [2017, Jul 28]