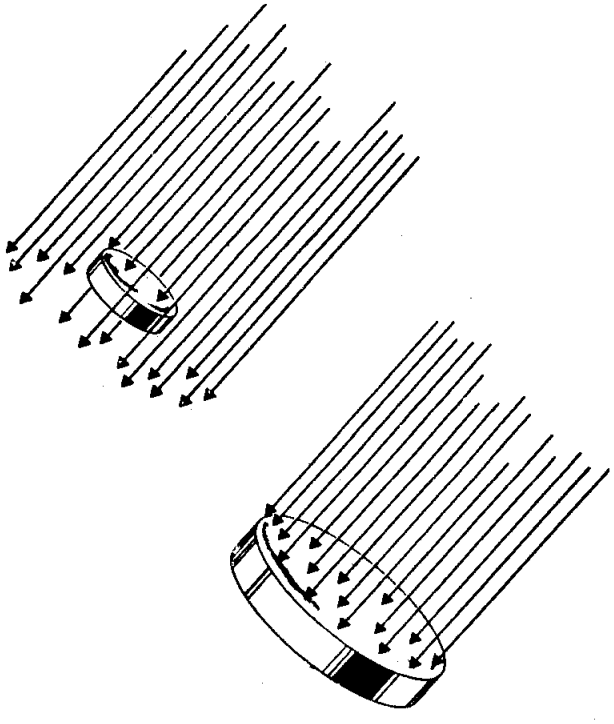
บทที่ 7
ทัศนอุปกรณ์ทางดาราศาสตร์

7.1 บทนำ

อุปกรณ์ทางด้านดาราศาสตร์มีความสำคัญมากที่ทำให้ความรู้ทางด้านดาราศาสตร์มีความเจริญก้าวหน้ามาก นับตั้งแต่ปี ค.ศ. 1910 ซึ่งเป็นปีที่ **เกลิเลโอ** (Galileo) ใช้กล้องโทรทรรศน์ส่องดูวัตถุต่าง ๆ บนท้องฟ้า พบหลุม (craters) และภูเขาบนดวงจันทร์, จุดบนดวงอาทิตย์ (sun spot), ดาวบริวาร 4 ดวงของดาวพฤหัส และการขึ้น-แรม (phase) ของดาวศุกร์ที่มองเห็นจากโลก จากการค้นพบของเกลิเลโอทำให้ความรู้ทางด้านดาราศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงใหม่นับตั้งแต่เกือบสองพันปีล่วงมาแล้ว

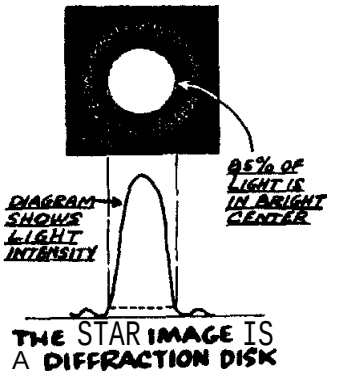
จุดประสงค์ของกล้องโทรทรรศน์มี 3 อย่าง คือ 1. ขนาดของภาพ 2. กำลังการรวมแสงของกล้องโทรทรรศน์ (gathering power) 3. กำลังการแยกภาพของกล้องโทรทรรศน์ (resolution power)



รูปที่ 7.1 กำลังรวมแสงของกล้องโทรทรรศน์ขึ้นอยู่กับขนาดของเลนส์หรือกระจกรับภาพปฐมภูมิ กล้องโทรทรรศน์ที่มีขนาดใหญ่จะรับแสงได้มาก และทำให้ภาพสว่างกว่า

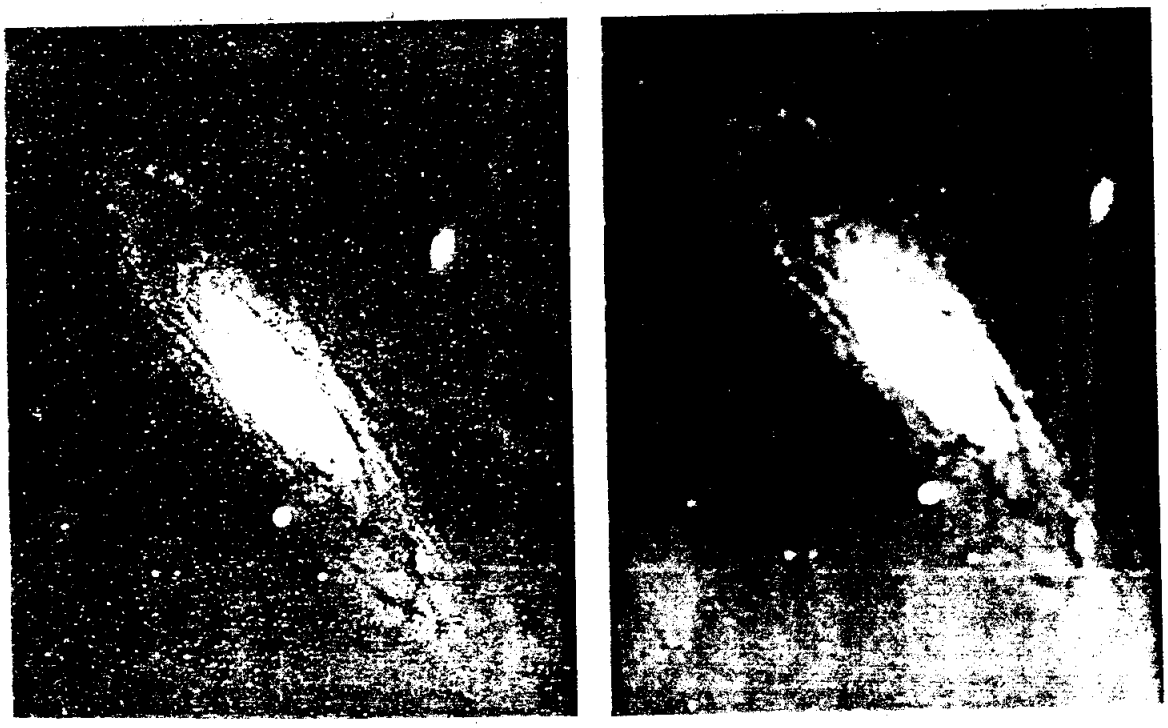
ขนาดของภาพแสดงถึงกำลังขยายของกล้องโทรทรรศน์ ภาพที่ปรากฏบนกล้องโทรทรรศน์จะมีขนาดใหญ่เป็นกี่เท่าของภาพที่มองด้วยตาเปล่า กำลังขยายของกล้องโทรทรรศน์ขึ้นอยู่กับทางยาวโฟกัสของเลนส์ใกล้วัตถุและเลนส์ใกล้ตา ภาพจะมีขนาดใหญ่ขึ้นเมื่อทางยาวโฟกัสของเลนส์ใกล้วัตถุเพิ่มขึ้นหรือทางยาวโฟกัสของเลนส์ใกล้ตาสั้นลง

กำลังการรวมแสงของกล้องโทรทรรศน์ ขึ้นอยู่กับความสามารถของกล้องโทรทรรศน์ในการรับแสงจากวัตถุ ดังนั้นความสว่างของภาพเป็นปฏิภาคโดยตรงกับพื้นที่ผิว (หรือรัศมียกกำลังสอง หรือเส้นผ่าศูนย์กลางยกกำลังสอง) ของเลนส์ใกล้วัตถุ ดังแสดงในรูปที่ 7.1 ตัวอย่างเช่นกล้องโทรทรรศน์ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว ความสามารถในการรวมแสงจากวัตถุของกล้องโทรทรรศน์จะเป็น 4 เท่าของกล้องโทรทรรศน์ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว และจะเป็น 16 เท่าของกล้องโทรทรรศน์ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว เนื่องจากดาวฤกษ์อยู่ห่างจากโลกมาก จนเราถือว่ามันเป็นจุดกำเนิดแสงสว่างดวงเล็ก ๆ ภาพที่เกิดจากกล้องโทรทรรศน์เป็นแบบที่เรียกว่า ลวดลายดิฟแฟรกชัน (diffraction patten) ดังแสดงในรูปที่ 7.2 ภาพที่ได้ตรงกลางสว่าง (ประมาณ 85% ของแสงทั้งหมด) ล้อมรอบด้วยวงมืดและวงมัวสลับกันไป ขนาดของลวดลายดิฟแฟรกชันขึ้นอยู่กับเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์ใกล้วัตถุและความยาวคลื่นของแสง และไม่ขึ้นกับความสว่างของดาวฤกษ์



รูปที่ 7.2 แสดงภาพลวดลายดิฟแฟรกชัน

ความสามารถของกล้องโทรทรรศน์ในการแยกดาวฤกษ์สองดวงที่อยู่ใกล้กันมาก ๆ ให้แยกออกจากกัน หรือความสามารถของกล้องโทรทรรศน์ในการแยกลวดลายดิฟแฟรกชันของดาวฤกษ์ที่อยู่ใกล้กันมาก ๆ ให้ออกจากกัน ลักษณะเช่นนี้เรียกว่า กำลังการแยกภาพของกล้องโทรทรรศน์ ถ้ากล้องโทรทรรศน์ที่มีกำลังการแยกภาพต่ำ ดาวฤกษ์ที่อยู่ใกล้กันสองดวง กล้องโทรทรรศน์อันนี้จะไม่สามารถแยกดาวฤกษ์ทั้งสองออกจากกันได้ ภาพที่ปรากฏจะเป็นภาพของดาวฤกษ์ดวงเดียวกันที่มีลวดลายดิฟแฟรกชันซ้อนกัน ค่ากำลังการแยกภาพของกล้องโทรทรรศน์เพิ่มขึ้น ขนาดของลวดลายดิฟแฟรกชันจะลดลง ค่ากำลังการแยกภาพของกล้องโทรทรรศน์สามารถเขียนในรูปสมการง่าย ๆ ได้ดังนี้



(ก) (ข)

รูปที่ 7.3 (ก) ภาพที่ถ่ายจากกล้องโทรทรรศน์กำลังการแยกภาพต่ำ
(ข) ภาพที่ถ่ายจากกล้องโทรทรรศน์กำลังการแยกภาพสูง

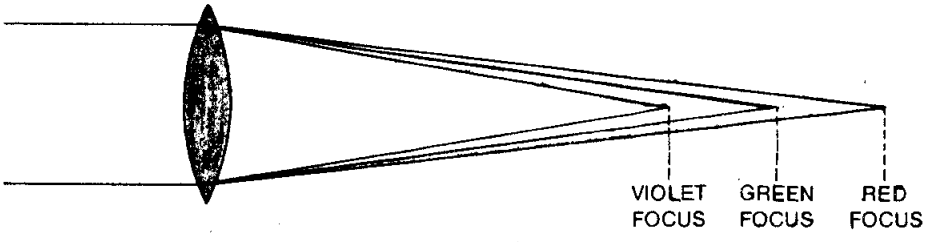
$$d = 4.56/a \qquad \text{.....(7.1)}$$

เมื่อ d = ระยะทางเชิงมุมที่เล็กที่สุดของดาวฤกษ์สองดวงที่กล้องโทรทรรศน์สามารถแยกออกจากกันได้ หน่วย วิลิปดา

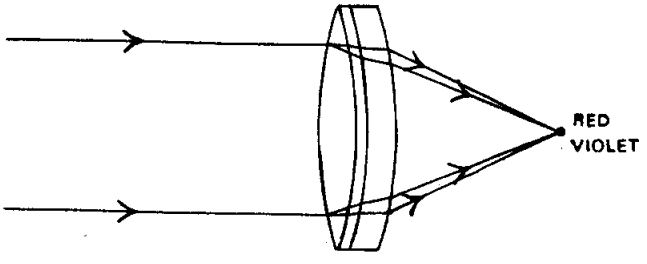
a = เส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์ใกล้วัตถุ หน่วย นิ้ว

ตัวอย่างเช่น กล้องโทรทรรศน์อันหนึ่งมีเลนส์ใกล้วัตถุขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 นิ้ว สามารถแยกภาพดาวฤกษ์สองดวงที่อยู่ห่างกัน = 4.56/10 = 0.456 วิลิปดา ในขณะที่กล้องโทรทรรศน์เฮลซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 200 นิ้ว สามารถแยกภาพดาวฤกษ์สองดวงที่อยู่ห่างกัน = 4.56/200 = 0.023 วิลิปดา ค่าที่คำนวณได้จากสมการที่ (7.1) เป็นค่าที่ได้จากการคำนวณทางทฤษฎีเท่านั้น เนื่องจากค่ากำลังการแยกภาพของกล้องโทรทรรศน์ที่แท้จริงจะมีค่าต่ำกว่าที่คำนวณได้จากทฤษฎี ทั้งนี้เนื่องมาจากสาเหตุของสภาพบรรยากาศของโลก

ความผิดปกติของภาพที่เกิดจากเลนส์หรือกระจกโค้งมีหลายชนิด ที่สำคัญที่สุดสำหรับเลนส์นูน คือ ความคลาดสี (chromatic aberration) และสำหรับกระจกโค้งเว้าคือ ความคลาดทรงกลม (spherical aberration) ภาพที่ปรากฏจะเพี้ยนไปจากธรรมชาติ



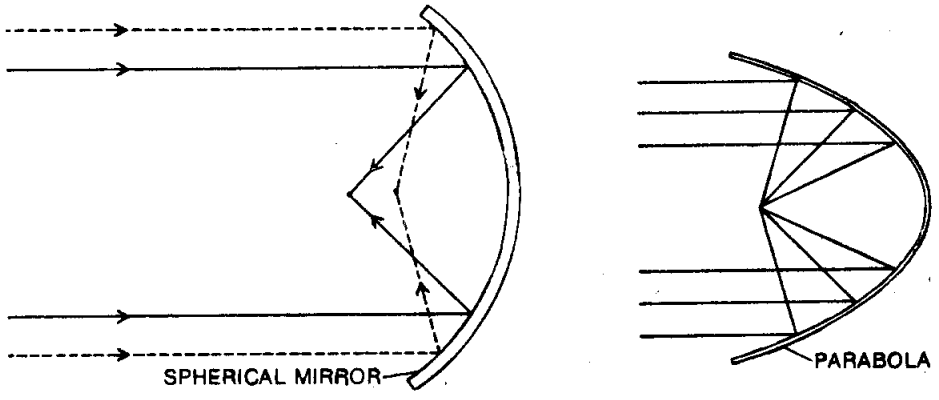
รูปที่ 7.4 ถ้าเลนส์มีความยาวโฟกัสขึ้นอยู่กับความยาวคลื่นของแสง จะทำให้เลนส์นั้นเกิดความคลาดสีได้



รูปที่ 7.5 ความคลาดสีสามารถแก้ไขได้ง่าย ๆ โดยการวางเลนส์อีกอันหนึ่งที่มีค่าดัชนีของการหักเหต่างกัน วางประกบกับเลนส์อันแรกเป็นเลนส์อันเดียวกัน

ความคลาดสีเกิดจากการที่แก้วที่ทำเป็นเลนส์มีเนื้อของแก้วไม่เป็นเอกพันธุ์ (หรือเนื้อเดียวกันตลอดทั้งเลนส์) ทำให้แก้วชนิดนี้มีค่าดัชนีหักเหแตกต่างกันไป ดังนั้น เมื่อแสงที่มีความยาวคลื่นแตกต่างกัน (เช่น แสงแดดประกอบด้วยสีต่าง ๆ 7 สี) ผ่านเข้าไปในเลนส์ จะทำให้แสงสีเหล่านี้กระจายออกจากเลนส์ ทำให้จุดโฟกัสของเลนส์มีหลายจุด โดยแสงที่มีความยาวคลื่นสั้น (ได้แก่ แสงสีม่วงและแสงสีน้ำเงิน) จะหักเหมากกว่าจะไปรวมกันที่จุดใกล้เลนส์ ส่วนแสงที่มีความยาวคลื่นยาว (ได้แก่ แสงสีแดง) จะหักเหน้อยกว่าและจะไปรวมกันที่จุดไกลเลนส์ออกไป *(ดูรูปที่ 7.4 ประกอบ)* ภาพที่ปรากฏจากการที่กล้องโทรทรรศน์ประกอบด้วยเลนส์ชนิดนี้คือ รอบ ๆ ภาพของวัตถุปรากฏเป็นสีรุ้ง เราสามารถแก้ไขความคลาดสีที่เกิดจากเลนส์ชนิดนี้ได้อย่างง่าย ๆ โดยการใช้เลนส์เว้าอีกอันหนึ่งที่มีค่าดัชนีหักเหต่างจากเลนส์อันแรกประกบกับเลนส์อันแรกให้เป็นเลนส์อันเดียวกัน

ความคลาดทรงกลมมักจะเกิดกับกล้องโทรทรรศน์ชนิดสะท้อนแสงซึ่งใช้กระจกโค้งเว้าเป็นกระจกใกล้วัตถุ ถ้าความโค้งของกระจกไม่เป็นรูปพาราโบลาอย่างแท้จริง จะทำให้แสงที่สะท้อนจากกระจกไม่ไปรวมกันที่จุดเดียวกัน ดังแสดงในรูปที่ 7.6 ภาพที่ปรากฏออกมาจะพร่าไม่ชัด เราไม่สามารถปรับโฟกัสให้ภาพชัดเจนได้ สำหรับกล้องโทรทรรศน์ที่ใช้เลนส์นูนเป็นเลนส์ใกล้วัตถุอาจจะเกิดความคลาดทรงกลมได้

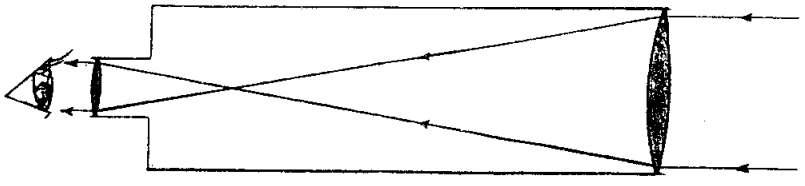


รูปที่ 7.6 ความคลาดทรงกลมเกิดเนื่องจากจุดโฟกัสของกระจกไม่ได้อยู่ที่เดียวกัน แก้ไขได้โดยการทำกระจกให้มีรูปลักษณะเป็นพาราโบลาอย่างแท้จริง

7.2 ชนิดของกล้องโทรทรรศน์

กล้องโทรทรรศน์แบ่งแบบพื้นฐานได้สองอย่างตามลักษณะของวัตถุที่ใช้เป็นเลนส์ใกล้วัตถุ คือ 1. กล้องโทรทรรศน์ชนิดหักเหแสง 2. กล้องโทรทรรศน์ชนิดสะท้อนแสง

กล้องโทรทรรศน์ชนิดหักเหแสง อาจจะเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า กล้องโทรทรรศน์เกลิเลียน (galilian telescope) เนื่องจากเกลิเลโอเป็นคนแรกที่ประดิษฐ์กล้องโทรทรรศน์ชนิดนี้ กล้องโทรทรรศน์ชนิดหักเหแสงประกอบด้วยเลนส์นูนสองอัน อันที่อยู่ใกล้วัตถุจะมีขนาดใหญ่และมีความยาวโฟกัสมาก ในขณะที่เลนส์นูนใกล้ตามีความยาวโฟกัสสั้นมาก **ความยาวของกล้องโทรทรรศน์ชนิดนี้ยาวเท่ากับความยาวโฟกัสของเลนส์ทั้งสองรวมกัน** แสงที่มาจากวัตถุจะเป็นแสงขนานเข้าสู่ตัวกล้องทางเลนส์ใกล้วัตถุ ภาพของวัตถุปรากฏที่จุดโฟกัส เลนส์นูนใกล้ตาจะ



รูปที่ 7.7 กล้องโทรทรรศน์ชนิดหักเหแสง แสดงความยาวของกล้องโทรทรรศน์ชนิดนี้เท่ากับผลบวกของความยาวโฟกัสของเลนส์ใกล้ตากับเลนส์ใกล้วัตถุ

ทำหน้าที่ขยายภาพจากวัตถุซึ่งเป็นภาพจริงหัวกลับที่มีขนาดใหญ่กว่าวัตถุ สูตรการคำนวณหากำลังขยายของกล้องโทรทรรศน์สามารถหาได้ง่าย ๆ ดังนี้

$$\text{กำลังขยายของกล้องโทรทรรศน์} = \frac{\text{ความยาวโฟกัสของเลนส์ใกล้วัตถุ}}{\text{ความยาวโฟกัสของเลนส์ใกล้ตา}} \quad \ldots\ldots (7.2)$$

จากสูตรการคำนวณหากำลังขยายของกล้องโทรทรรศน์จะเห็นได้ว่า เราสามารถเพิ่มกำลังขยายของกล้องโทรทรรศน์ได้โดยการเปลี่ยนความยาวโฟกัสของเลนส์ใกล้ตาให้สั้นลง เช่น กล้องโทรทรรศน์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว เลนส์ใกล้วัตถุมีความยาวโฟกัส 100 เซนติเมตร เลนส์ใกล้ตามีความยาวโฟกัส 2 เซนติเมตร

$$\text{กำลังขยายของกล้องโทรทรรศน์} = \frac{100 \text{ เซนติเมตร}}{2 \text{ เซนติเมตร}}$$

$$= 50 \text{ เท่า}$$

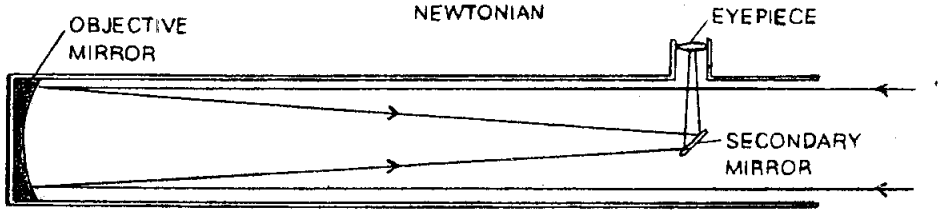
ถ้าเปลี่ยนความยาวโฟกัสของเลนส์ใกล้ตาเป็น 2 มิลลิเมตร (หรือเท่ากับ 0.2 เซนติเมตร)

$$\text{กำลังขยายของกล้องโทรทรรศน์} = \frac{100}{2}\ \frac{\text{เซนติเมตร}}{\text{มิลลิเมตร}}$$

$$= \frac{100}{0.2}\ \frac{\text{เซนติเมตร}}{\text{เซนติเมตร}}$$

$$= 500 \text{ เท่า}$$

สรุปได้ว่า กำลังขยายภาพของกล้องโทรทรรศน์เป็นปฏิภาคผกผันกับความยาวโฟกัสของเลนส์ใกล้ตา นั่นคือ ถ้าเลนส์ใกล้ตามีความยาวโฟกัสสั้นมาก ๆ กำลังขยายภาพของกล้องโทรทรรศน์ก็จะเพิ่มขึ้นมาก ๆ ด้วย



รูปที่ 7.8 แสดงกล้องโทรทรรศน์ชนิดสะท้อนแสงหรือกล้องโทรทรรศน์ชนิดนิวโตเนียน

กล้องโทรทรรศน์ชนิดสะท้อนแสง หรือมีชื่อเรียกว่า กล้องโทรทรรศน์สะท้อนแสงนิวโตเนียน (Newtonian reflector) กล้องโทรทรรศน์ชนิดนี้ประกอบด้วยกระจกโค้งเว้ารูปพาราโบลา แสงจากดาวฤกษ์จะถูกสะท้อนด้วยกระจกโค้งนี้เกิดภาพที่จุดโฟกัส ถ้านักดาราศาสตร์สังเกตภาพที่จุดโฟกัสโดยตรงจากปากกล้องโทรทรรศน์ศีรษะของเขาจะบังแสงจากดาวฤกษ์หมด เพื่อแก้ปัญหานี้และเพื่อความสะดวกในการมองภาพ นักดาราศาสตร์จึงได้วางกระจกเงาราบอันที่ 2 *(ดูรูปที่ 7.8)* ไว้ข้างหน้าจุดโฟกัส เพื่อทำหน้าที่สะท้อนแสง (หรือภาพ) ไปยังด้านข้างของกล้องโทรทรรศน์ กระจกอันนี้มีชื่อเรียกว่า กระจกไดแอกโกนัล (diagonal mirror) **ความยาวของกล้องโทรทรรศน์ชนิดนี้จะยาวเท่ากับความยาวโฟกัสของกระจกโค้งเว้า** กำลังขยายของกล้องโทรทรรศน์สามารถคำนวณได้จาก

$$\text{กำลังขยายของกล้องโทรทรรศน์} = \frac{\text{ความยาวโฟกัสของกระจกโค้งเว้า}}{\text{ความยาวโฟกัสของเลนส์ใกล้ตา}}$$

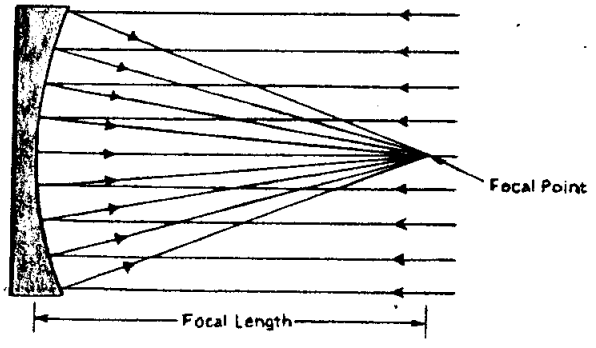
หรือ
$$\text{กำลังขยายของกล้องโทรทรรศน์} = \frac{\text{ความยาวของกล้องโทรทรรศน์}}{\text{ความยาวโฟกัสของเลนส์ใกล้ตา}} \quad \ldots\ldots (7.3)$$

ตัวอย่างเช่น กล้องโทรทรรศน์สะท้อนแสงนิวโตเนียน มีความยาว 1 เมตร ความยาวของเลนส์ใกล้ตามีค่า 20 มิลลิเมตร

$$\text{กำลังขยายของกล้องโทรทรรศน์} = \frac{1}{20} \quad \frac{\text{เมตร}}{\text{มิลลิเมตร}}$$

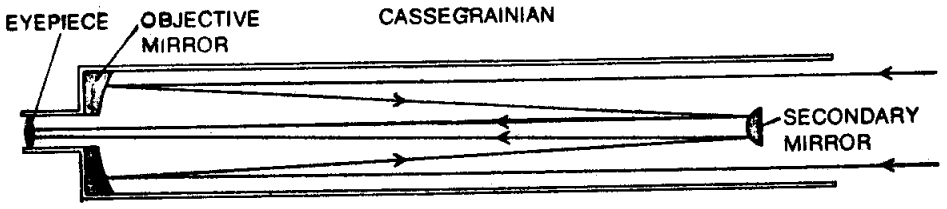
$$= \frac{1000}{20} \quad \frac{\text{มิลลิเมตร}}{\text{มิลลิเมตร}}$$

$$= 50 \quad \text{เท่า}$$



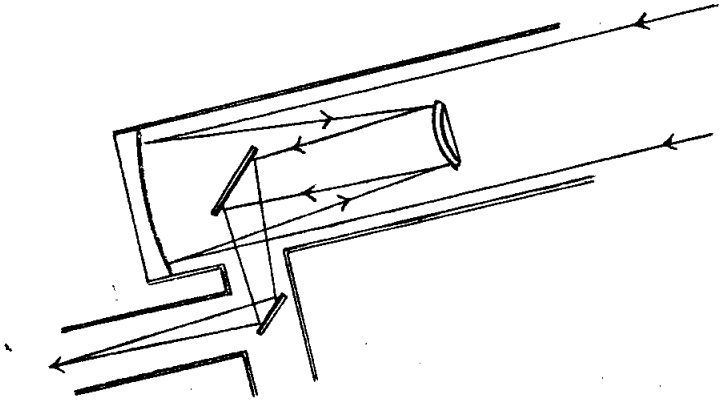
รูปที่ 7.9 กระจกเงาโค้ง (กระจกเว้า) สามารถรวมแสงได้เช่นเดียวกับเลนส์ ระยะทางจากกระจกถึงจุดโฟกัสเรียกความยาวโฟกัส

ความยาวของกล้องโทรทรรศน์สะท้อนแสงนิวโตเนียนมีขอบเขตจำกัด กล่าวคือ ถ้ากล้องโทรทรรศน์ชนิดนี้มีขนาดใหญ่มาก ๆ ความยาวโฟกัสจะมีค่ามาก ดังนั้นจุดโฟกัสจะอยู่สูงจากพื้นดินมาก ในกรณีเช่นนี้กล้องโทรทรรศน์แบบนี้จึงไม่สะดวกในการใช้ นักดาราศาสตร์ได้ดัดแปลงกล้องโทรทรรศน์สะท้อนแสงนิวโตเนียนใหม่เพื่อให้มีความสะดวกในการใช้งาน ชนิดที่นิยมชนิดหนึ่งมีชื่อเรียกว่า กล้องโทรทรรศน์สะท้อนแสงคัสซีเกรน (Cassegrain reflector) ดังรูปที่ 7.10 กล้องโทรทรรศน์ชนิดนี้เจาะรูเล็ก ๆ ตรงกลางกระจกเว้าและใช้กระจกนูนวางแทนกระจกเงาไดแอกโกนัล กระจกนี้จะทำหน้าที่สะท้อนแสงจากกระจกโค้งเว้าอันใหญ่ผ่านรู

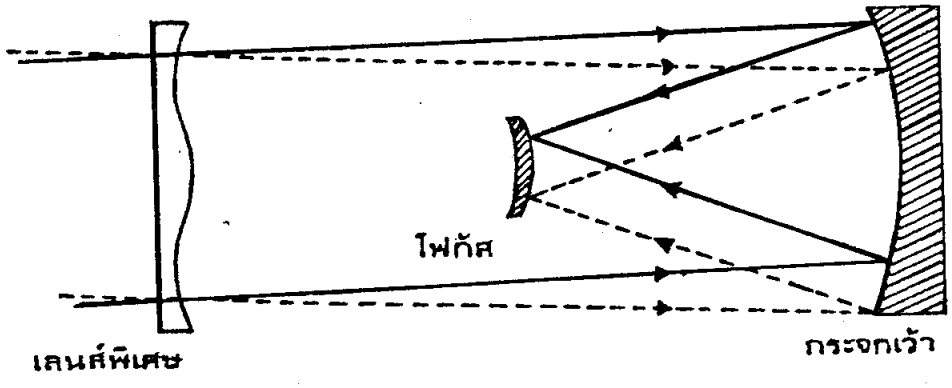


รูปที่ 7.10 กล้องโทรทรรศน์แบบคัสซีเกรน

ที่เจาะไว้ไปยังจุดโฟกัสที่หลังกระจกโค้งเว้า กล้องโทรทรรศน์อีกแบบหนึ่งมีชื่อเรียกว่า กล้องโทรทรรศน์โฟกัสดูเด (Coudé focus telescope) กล้องโทรทรรศน์แบบนี้เพิ่มกระจกเงาอีก 2 บาน และวางตำแหน่งกระจกเงาสองบานในตำแหน่งที่พอเหมาะ จะทำให้แสงสะท้อนออกมาตามแกนหมุนที่ติดตั้งตัวกล้อง และจะสะท้อนออกไปยังฐานที่ติดตั้ง ดังรูปที่ 7.11



รูปที่ 7.11 กล้องโทรทรรศน์โฟกัสดูเด



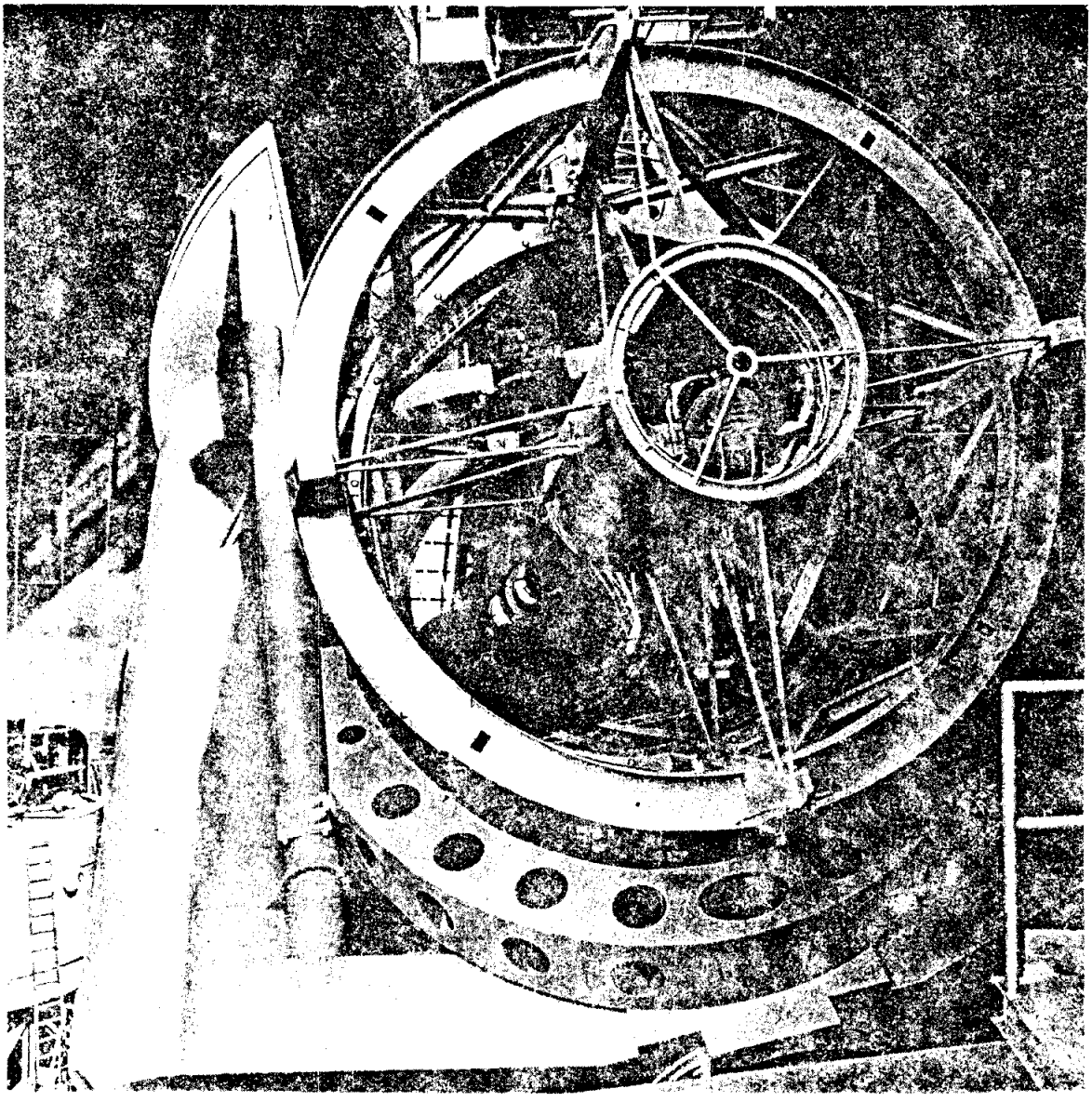
รูปที่ 7.12 แสดงกล้องโทรทรรศน์ชมิดท์

กล้องโทรทรรศน์อีกชนิดหนึ่งซึ่งมีประโยชน์มากทางด้านดาราศาสตร์ มีชื่อเรียกว่า กล้องโทรทรรศน์ชมิดท์ (Schmidt telescope) กล้องโทรทรรศน์ชนิดนี้เป็นประเภทสะท้อนแสงและหักเหแสงผสมกัน ประดิษฐ์โดยนักดาราศาสตร์ชาวเยอรมันชื่อ **เบอร์นฮาร์ด ชมิดท์** (Bernhard Schmidt) ในปี ค.ศ. 1930 กล้องโทรทรรศน์ระบบนี้ประกอบด้วยกระจกรับแสงเป็นกระจกโค้งเว้า มีความโค้งเป็นส่วนโค้งของทรงกลม เพื่อแก้ภาพที่เกิดจากความคลาดทรงกลม (Spherical aberation) วางแผ่นแก้วบางชนิดพิเศษ เรียกเลนส์พิเศษ มีรูปร่างดังภาพที่ 7.12 ไว้ข้างหน้ากระจกโค้งเว้า กล้องโทรทรรศน์ชมิดท์นี้สามารถถ่ายภาพเทห์ฟากฟ้าต่าง ๆ ในมุมที่กว้างกว่ากล้องโทรทรรศน์ชนิดสะท้อนแสงมากและมีความยาวโฟกัสสั้นมาก ดังนั้นจึงใช้เวลาในการถ่ายภาพน้อย ขนาดของกล้องโทรทรรศน์หมายถึงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเลนส์พิเศษ

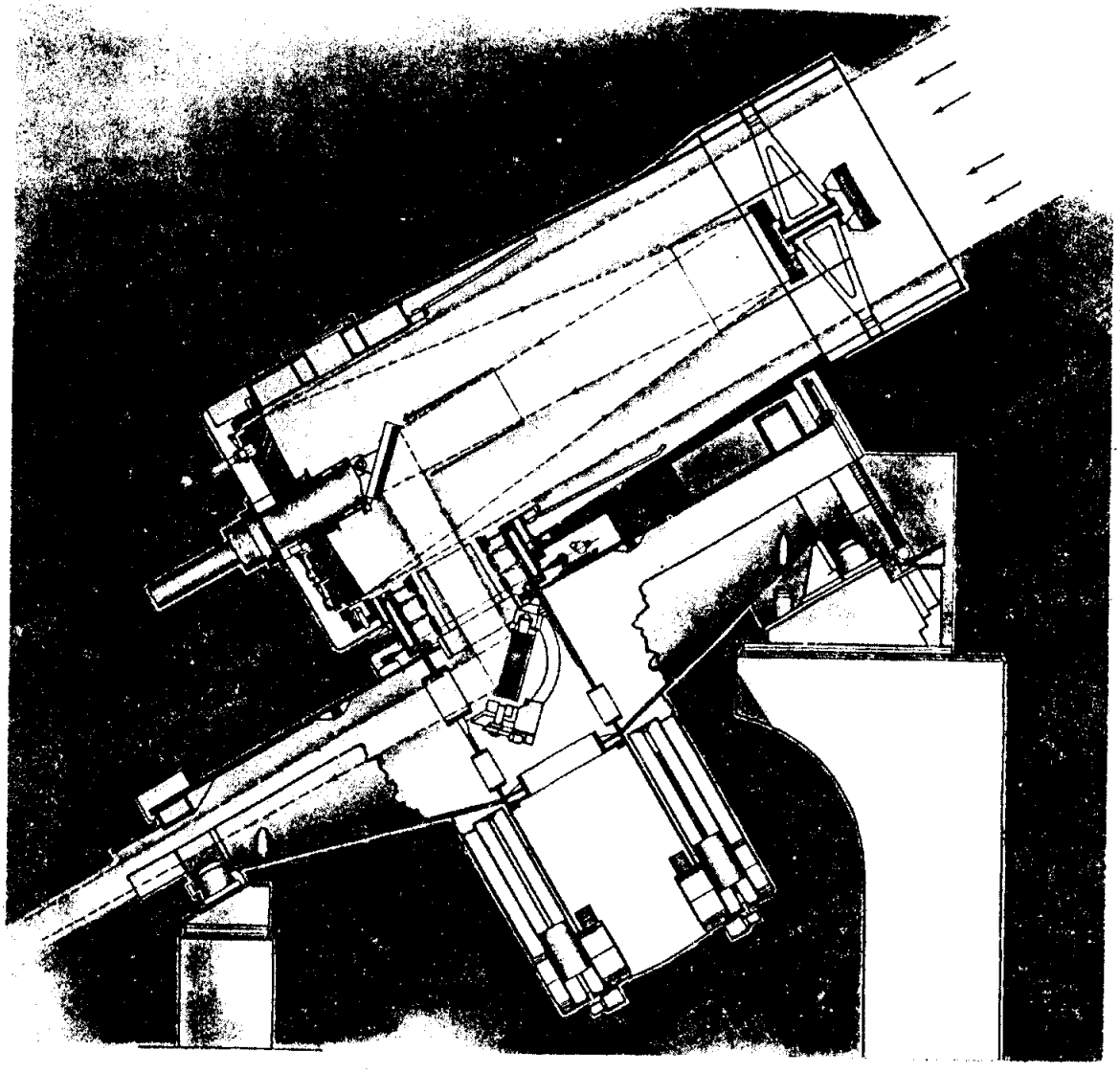
7.3 โทรทรรศน์วิทยุ

ก่อนปี ค.ศ. 1931 มนุษย์ศึกษาเทห์ฟากฟ้าต่าง ๆ โดยอาศัยอุปกรณ์ทัศนโทรทรรศน์เพียงอย่างเดียว แสงจากดาวฤกษ์ที่เราเห็นนั้นเป็นเพียงส่วนน้อยของรังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ดาวฤกษ์ส่งออกมาทั้งหมด ยังมีแสงอื่น ๆ อีกมากมายที่ตาของเรามองไม่เห็น ความยาวคลื่นของแสงเหล่านี้บางช่วงก็สั้นกว่าแสงที่เราเห็น บางช่วงก็ยาวกว่าแสงที่เรามองเห็น

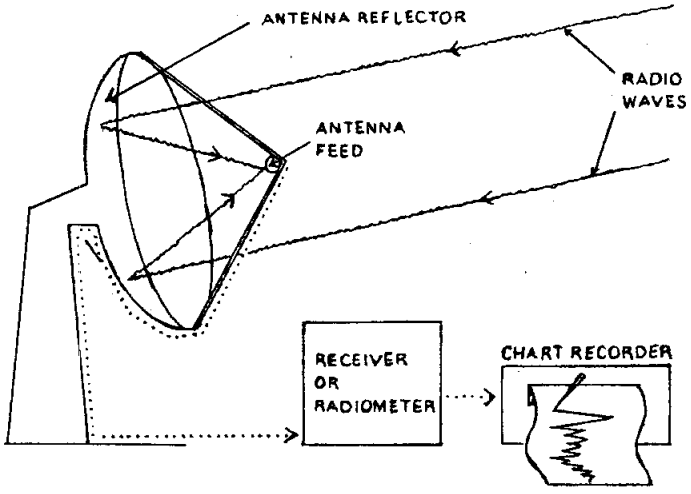
ในปี ค.ศ. 1931 **คาร์ล แจนสกี้** (Karl Jansky) เป็นวิศวกรทำงานที่บริษัทโทรศัพท์เบลล์ แห่งสหรัฐอเมริกา ได้พบคลื่นวิทยุจากทางช้างเผือกด้วยความบังเอิญ โดยพบว่าคลื่นวิทยุเหล่านี้มีการเคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันตกด้วยอัตราความเร็ววันละประมาณ 4 นาที (หมายถึงสัญญาณที่รับได้จะเร็วขึ้นประมาณ 4 นาทีต่อวัน) เช่นเดียวกับการขึ้นของดาวฤกษ์ทั้งหลาย จากการที่คาร์ล แจนสกี้ ค้นพบปรากฏการณ์นี้ ทำให้วงการดาราศาสตร์เกิดสาขาวิชาใหม่ขึ้นมา เรียกว่า ดาราศาสตร์วิทยุ (Radio astronomy)



รูปที่ 7.13 กล้องโทรทรรศน์ชนิดสะท้อนแสงขนาด 200 นิ้ว ที่หอดูดาวเฮล นักดาราศาสตร์ศึกษาและถ่ายภาพของเทห์ฟากฟ้าที่จุดโฟกัสของกล้องโทรทรรศน์นี้



รูปที่ 7.14 กล้องโทรทรรศน์โฟกัสคูเด ขนาด 2.7 เมตร ที่หอดูดาวแมกโดแนล



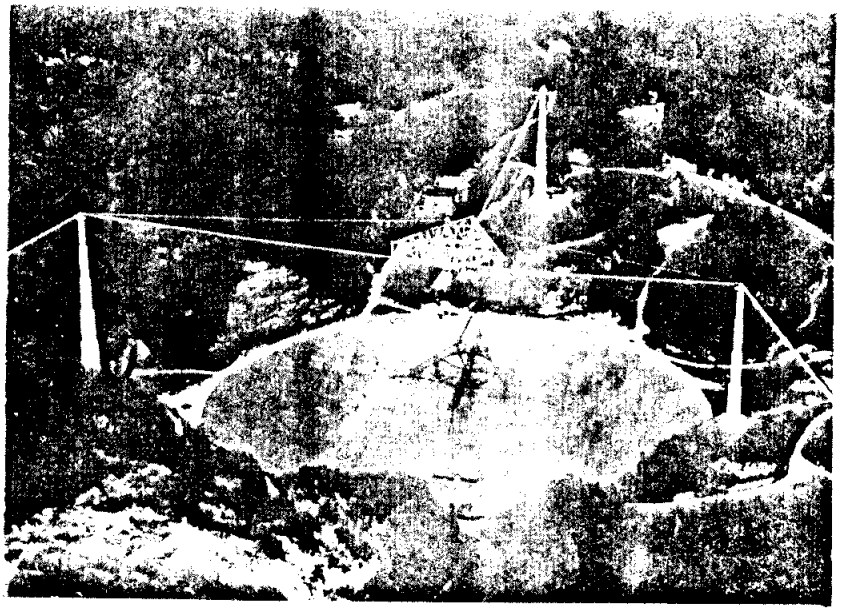
รูปที่ 7.15 แสดงโทรทรรศน์วิทยุ

โทรทรรศน์วิทยุประกอบด้วย 2 ส่วน คือ 1. ตัวสะท้อนคลื่น ประกอบด้วยจานรับสัญญาณที่มีขนาดใหญ่ ลักษณะของจานรับสัญญาณเป็นแบบพาราโบลา เมื่อสัญญาณคลื่นวิทยุที่มาจากนอกโลกสะท้อนจากตัวจานนี้ สัญญาณวิทยุมีความเข้มมากขึ้นที่จุดโฟกัส 2. ตัวรับคลื่นวิทยุ อยู่ที่จุดโฟกัสของจานรับสัญญาณพาราโบลา แต่เนื่องจากจานรับสัญญาณไม่เป็นรูปพาราโบลาสมบูรณ์ ดังนั้นตัวรับวิทยุ (หรือเสาอากาศ) จึงเป็นรูปเข็มยาว ดังแสดงในรูปที่ 7.16 เพื่อแก้ความคลาดทรงกลม ตัวรับคลื่นวิทยุทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณวิทยุให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า จากสัญญาณไฟฟ้าจะเข้าสู่วงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อทำหน้าที่ขยายสัญญาณนี้ (สัญญาณที่รับได้มีกำลังอ่อนมาก) และบันทึกผลต่อไป

ขนาดของความยาวคลื่นวิทยุมีขนาดประมาณตั้งแต่ 1/10 นิ้ว จนถึงหลายพันไมล์ แต่บรรยากาศของโลกได้ดูดกลืนคลื่นวิทยุบางส่วน ดังนั้น จะมีบางส่วนที่ทะลุมาถึงพื้นผิวโลกได้ **ช่วงความยาวคลื่นของดาราศาสตร์วิทยุที่นักดาราศาสตร์ศึกษา จึงมีความยาวคลื่นตั้งแต่ 1/10 นิ้ว จนถึงประมาณ 100 ฟุต**

โทรทรรศน์วิทยุมีขนาดใหญ่กว่าทัศนโทรทรรศน์มาก (ทัศนโทรทรรศน์ที่ใหญ่ที่สุดในโลกมีเส้นผ่านศูนย์กลางเพียง 200 นิ้ว ในขณะที่โทรทรรศน์วิทยุที่ใหญ่ที่สุดในโลกนั้น จานสะท้อนคลื่นมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1,000 ฟุต) เนื่องจาก 1. การสร้างโทรทรรศน์วิทยุขนาดใหญ่ง่ายกว่าการสร้างทัศนโทรทรรศน์ขนาดใหญ่มาก เพราะความยาวคลื่นวิทยุมีขนาดยาว

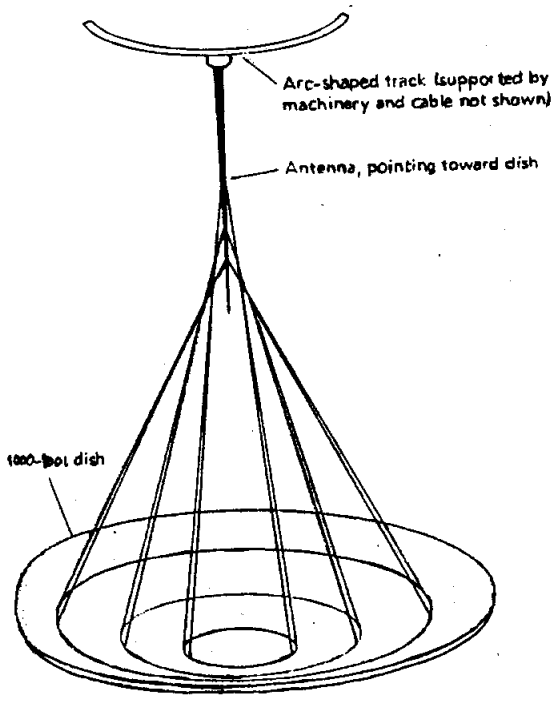
มากกว่าคลื่นแสง (ที่มองเห็น) มาก ดังนั้นผลจากการสร้างจานพาราโบลา (ไม่ได้ตามรูปที่ออกแบบ 100%) ก็ไม่ค่อยมีผลสำคัญมากนัก 2. พลังงานของคลื่นวิทยุมีค่าน้อยกว่าพลังงานของคลื่นแสง (ที่มองเห็น) มาก ดังนั้นจานที่รับคลื่นวิทยุจึงต้องมีขนาดใหญ่มาก ๆ เพื่อรวบรวมพลังงานของคลื่นวิทยุที่มาจากนอกโลกให้เกิดสัญญาณเข้มขึ้น



รูปที่ 7.16 โทรทรรศน์วิทยุอาร์ซิโบ ในประเทศเปอร์โตริโก จานมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1,000 ฟุต หรือ 305 เมตร

โทรทรรศน์วิทยุใหญ่ที่สุดในโลกอยู่ที่อาร์ซิโบ (Arecibo) ในประเทศเปอร์โตริโก โทรทรรศน์วิทยุนี้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1,000 ฟุต (หรือ 305 เมตร) สามารถรับคลื่นวิทยุสั้นมากเท่ากับ 7 เซนติเมตร จานของโทรทรรศน์วิทยุนี้ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ เนื่องจากมันถูกสร้างอยู่ระหว่างหุบเขา

โทรทรรศน์วิทยุอาร์ซิโบสามารถศึกษาเทห์ฟากฟ้าที่อยู่ในช่วง 20° จากจุดเซนิท การหมุนของโลกทำให้สามารถศึกษาเทห์ฟากฟ้าที่อยู่ในแถบกว้าง 40° บนท้องฟ้า ประโยชน์ของโทรทรรศน์วิทยุฯ อีกประการหนึ่งคือ การศึกษาบรรยากาศของโลกและการสำรวจพื้นผิวของดาวเคราะห์ด้วยคลื่นเรดาร์



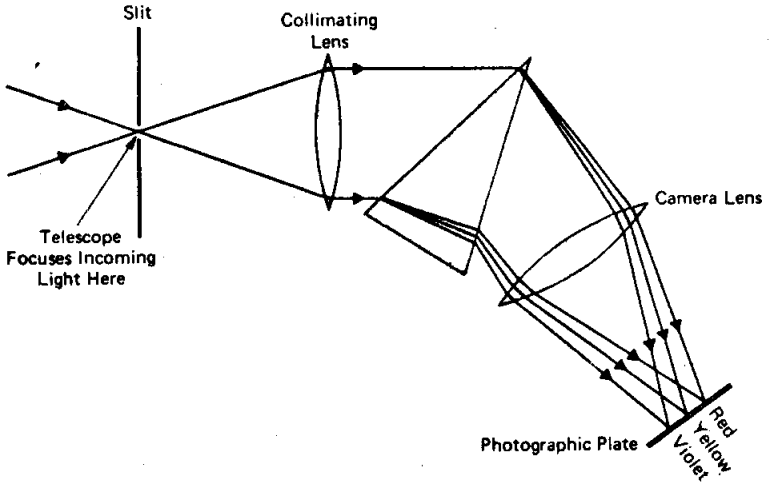
รูปที่ 7.17 เนื่องจากพื้นผิวของจานโทรทรรศน์เป็นรูปทรงกลม เมื่อคลื่นวิทยุสะท้อนจากจานนี้จะทำให้เกิดความคลาดทรงกลม ดังนั้นเพื่อแก้ไขความคลาดทรงกลม เสาอากาศรับสัญญาณวิทยุจึงถูกออกแบบเป็นรูปเข็ม

ค่ากำลังการแยกคลื่นวิทยุของโทรทรรศน์วิทยุเป็นค่าความสามารถของโทรทรรศน์-วิทยุในการแยกแหล่งกำเนิดคลื่นวิทยุสองแหล่งกำเนิดออกจากกัน ค่ากำลังการแยกคลื่นวิทยุเป็นปฏิภาคผกผันกับความยาวคลื่นของคลื่นวิทยุ และเป็นปฏิภาคโดยตรงกับเส้นผ่านศูนย์กลางของจานสะท้อนคลื่น

ข้อเปรียบเทียบระหว่างทัศนโทรทรรศน์กับโทรทรรศน์วิทยุ

กล้องทัศนโทรทรรศน์	กล้องโทรทรรศน์วิทยุ
1. ต้องใช้เลนส์นูนหรือกระจกโค้งเว้ารับแสงสว่างจากเทห์ฟากฟ้า	1. ใช้จานโลหะ (อาจจะเป็นโลหะหรือโลหะสานเป็นตาข่าย) รูปร่างพาราโบลาขนาดใหญ่รับคลื่นวิทยุ
2. รับคลื่นแสงเฉพาะที่ตามองเห็นเท่านั้น (มี (มีความยาวคลื่นสั้นกว่าคลื่นวิทยุมาก) และต้องเป็นคืนเดือนมืดท้องฟ้าแจ่มใสจึงจะมองเทห์ฟากฟ้าได้	2. ใช้ในช่วงคลื่นวิทยุตั้งแต่ความยาวคลื่นประมาณ 1/10 นิ้ว จนถึงประมาณ 100 ฟุต ใช้ได้ทั้งกลางวันและกลางคืน เมฆหมอกไม่มีผลต่อการรับสัญญาณ
3. เป็นกล้องฯ ขนาดเล็ก	3. เป็นกล้องฯ ขนาดใหญ่
4. ใช้ส่องดูเทห์ฟากฟ้าที่อยู่ไกลมาก ๆ ไม่ได้	4. สามารถรับคลื่นวิทยุจากเทห์ฟากฟ้าที่อยู่ไกลมากกว่าที่กล้องทัศนโทรทรรศน์จะรับแสงจากเทห์ฟากฟ้า
5. ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องมีความรู้ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์	5. ผู้ใช้ต้องมีความรู้ ความชำนาญทางด้านอิเล็กทรอนิกส์เป็นอย่างดี

7.4 สเปกโทรสโคป



รูปที่ 7.18 โครงสร้างของสเปกโทรสโคปชนิดปริซึม

กล้องสเปกโทรสโคป (Spectroscope) เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญในบรรดาเครื่องมือทางด้านดาราศาสตร์ กล้องสเปกโทรสโคปใช้วิเคราะห์แสงที่มาจากเทห์ฟากฟ้าต่าง ๆ ส่วนประกอบที่สำคัญของกล้องสเปกโทรสโคปมีดังรูปที่ 7.18 แสงจากเทห์ฟากฟ้าต่าง ๆ จะถูกบีบโดยช่องเล็ก ๆ แสงที่ผ่านช่องเล็ก ๆ นี้จะผ่านไปยังเลนส์นูนเพื่อทำให้เกิดลำแสงขนานเล็ก ๆ ผ่านปริซึมหรือเกรตติง (grating) แสงที่ผ่านปริซึมหรือเกรตติงจะถูกแยกออกเป็นเจ็ดสีและจะเข้าสู่กล้องถ่ายภาพเพื่อถ่ายเส้นสเปกตรัมของแสงจากเทห์ฟากฟ้าลงสู่แผ่นฟิล์ม

ในการศึกษาแสงจากเทห์ฟากฟ้า นักดาราศาสตร์ใช้วิธีถ่ายภาพแสงที่ผ่านจากสเปกโทรสโคป เพื่อวิเคราะห์ภาพถ่ายว่าเป็นเส้นสเปกตรัมชนิดใด เครื่องสเปกโทรสโคปที่มีอุปกรณ์ประกอบให้ถ่ายภาพเส้นสเปกตรัมได้ เรียกว่า สเปกโทรกราฟ (spectrograph)