

1

00:00:05,240 --> 00:00:08,840

เป็นเวลาหลายพันปีที่มนุษย์ได้เฝ้ามองดูดาวบนท้องฟ้ายามค่ำคืน

2

00:00:08,920 --> 00:00:13,200

ด้วยความหลงใหล และ ตูตตี๋ม โดยไม่ทราบว่ กล้องโทรทรรศน์เป็นเครื่องมือวิเศษที่ช่วยเปิดทางให้เรามองเห็นได้ไกลกว่า

3

00:00:13,280 --> 00:00:17,240

บรรพบุรุษของเรา มาก เราน์ เติสคาร์ กล่าวไว้เมื่อ ค.ศ. 1637

4

00:00:17,760 --> 00:00:22,560

เป็นการเปิดทางไปสู่ห้วงอวกาศลึก และ เข้าใจธรรมชาติสมบูรณ์มากขึ้น

5

00:00:22,640 --> 00:00:28,320

โดยไม่สามารถทราบว่ดาวทั้งหลายในกาแล็กซี่ทางช้างเผือกเป็นดาวฤกษ์คล้าย ๆ ดวงอาทิตย์ของเรา

6

00:00:28,400 --> 00:00:33,400

หรือ กาแล็กซี่ทั้งหลายประกอบกันเป็นเอกภพ

7

00:00:35,440 --> 00:00:38,800

หรือเราเป็นเพียงจุดหนึ่งในชีวิต

8

00:00:38,880 --> 00:00:42,520

ที่ยาวนาน 13,700 ล้านปีของเอกภพ

9

00:00:42,600 --> 00:00:46,080

ถ้าเรามีเพียงตาเปล่าในการสังเกตดวงดาวบนท้องฟ้า เราไม่มีทางจะค้นพบ

10

00:00:46,160 --> 00:00:50,120

ดาวเคราะห์ในระบบดาวฤกษ์อื่น

11

00:00:50,200 --> 00:00:55,000

หรือค้นหาชีวิตบนดาวดวงอื่นในอวกาศได้เพราะ เป็นระยะ เวลาอันน่าตื่นเต้นที่สุด

12

00:00:58,080 --> 00:01:00,320

แห่งการค้นพบทางดาราศาสตร์

13

00:01:00,400 --> 00:01:03,560

ดร. เจ จะพาท่านไปรู้จักกับกล้องโทรทรรศน์

14

00:01:03,640 --> 00:01:05,960

อุปกรณ์ที่นำอัจฉริยะซึ่งทุกคนยอมรับแล้วว่า

15

00:01:05,960 --> 00:01:08,960

เป็นประตูนำไปสู่เอกภพ

16

00:01:09,040 --> 00:01:11,880

มองดูท้องฟ้า การค้นพบโดยกล้องโทรทรรศน์ในช่วงเวลา 400 ปี

17

00:01:11,960 --> 00:01:15,520

ภาพใหม่ ๆ จากอวกาศ

18

00:01:17,960 --> 00:01:21,880

เมื่อ ค.ศ. 1609 หรือเมื่อ 400 ปี มาแล้ว ชายผู้หนึ่งเดินไป

19

00:01:22,200 --> 00:01:26,960

ที่สนามใกล้บ้านของเขา

20

00:01:28,960 --> 00:01:32,120

แล้วเล็งกล้องโทรทรรศน์ที่เขาเพิ่งสร้างเสร็จ ไปที่ดวงจันทร์ และดวงดาวอื่น ๆ บนท้องฟ้า

21

00:01:32,240 --> 00:01:34,640

ชายผู้นี้ คือ กาลิเลโอ กาลิเลอี

22

00:01:34,720 --> 00:01:39,000

การศึกษาดาราศาสตร์จึงไม่เหมือนเดิมอีกต่อไป

23

00:01:39,080 --> 00:01:42,600

เป็นเวลา 400 ปี ภายหลังจาก กาลิเลโอ ส่งกล้องดูดาว

24

00:01:44,040 --> 00:01:47,280

นักดาราศาสตร์ใช้กล้องโทรทรรศน์ใหญ่ของหอดูดาวที่ตั้งอยู่บนภูเขาในดินแดนห่างไกลจากตัวเมือง

25

00:02:07,440 --> 00:02:12,400

กล้องโทรทรรศน์วิทยุรับสัญญาณอันแผ่วเบาและเสียงกระซิบจากห้วงอวกาศลึก

26

00:02:12,640 --> 00:02:18,280

นักวิทยาศาสตร์ได้ส่งกล้องโทรทรรศน์จำนวนหลายกล้องขึ้นไปโคจรรอบโลก

27

00:02:18,360 --> 00:02:23,520

ในระดับที่ปราศจากการรบกวนของบรรยากาศ

28

00:02:23,600 --> 00:02:27,680

และภาพที่ได้สวยงามน่าตื่นตะลึงอย่างยิ่ง

29

00:02:27,760 --> 00:02:31,960

อย่างไรก็ตาม โดยข้อเท็จจริงแล้ว กาลิเลโอ ไม่ได้เป็นผู้ประดิษฐ์กล้องโทรทรรศน์เป็นคนแรก

30

00:02:33,440 --> 00:02:38,680

ผู้ได้รับเกียรติว่าเป็นคนประดิษฐ์กล้องโทรทรรศน์ ชื่อ ฮานส์ ลิบเพอร์เฮย์

31

00:02:42,960 --> 00:02:46,640

เชื้อสาย ดัช-เยอรมัน ผู้ไม่ค่อยเปิดเผยตัว

32

00:02:46,720 --> 00:02:49,760

แต่ ฮานส์ ลิบเพอร์เฮย์ ก็ไม่เคยใช้กล้องโทรทรรศน์ส่องดูดวงดาว

33

00:02:49,840 --> 00:02:53,400

สิ่งประดิษฐ์ใหม่ของเขาส่วนใหญ่เป็นประโยชน์แก่

34

00:02:53,520 --> 00:02:57,880

นักเดินเรือ และ ทหาร เพื่อใช้ส่องทางไกล

35

00:02:57,960 --> 00:03:00,840

ลิบเพอร์เฮย์ มาจาก มิทเทลเบิร์ก เป็นเมืองใหญ่ศูนย์กลางการค้าขาย

36

00:03:00,920 --> 00:03:03,640

ในประเทศสาธารณรัฐ ดัช ที่เพิ่งเกิดใหม่

37

00:03:03,800 --> 00:03:07,240

ใน ค.ศ. 1608 ลิบเพอร์เฮย์ พบว่า เมื่อส่องดูวัตถุไกล ๆ

38

00:03:07,320 --> 00:03:10,440

ผ่านเลนส์นูน และ เลนส์เว้า จะเห็นวัตถุนั้นใหญ่ขึ้น ถ้าวาง

39

00:03:13,960 --> 00:03:18,040

เลนส์ทั้งสองให้ห่างกันในระยะที่พอเหมาะ

40

00:03:18,120 --> 00:03:24,000

นี่คือกำเนิดของกล้องโทรทรรศน์

41

00:03:24,080 --> 00:03:29,640

ในเดือน กันยายน ค.ศ. 1608 ลิบเพอร์เฮย์ นำสิ่งประดิษฐ์ใหม่นี้ไปสาธิตถวาย

42

00:03:29,720 --> 00:03:33,800

เจ้าชาย มอริตส์ แห่ง เนเธอร์แลนด์

43

00:03:33,880 --> 00:03:37,520

นับว่าเขาเลือกเวลาได้เหมาะสมอย่างยิ่ง เพราะขณะนั้น

44

00:03:37,600 --> 00:03:39,880

เนเธอร์แลนด์ มีสงครามที่ยืดเยื้อกับ

45

00:03:39,960 --> 00:03:42,840

สเปน มาเป็นเวลา 80 ปี

46

00:03:42,920 --> 00:03:45,880

กล้องโทรทรรศน์สามารถขยายให้เห็นวัตถุใหญ่ขึ้นจึงใช้

47

00:03:45,960 --> 00:03:49,320

ส่องดูเรือข้ามศึก และกองทหารที่อยู่ไกล ซึ่งมองไม่เห็น

48

00:03:55,320 --> 00:03:59,080

ได้ด้วยตาเปล่า

49

00:03:59,160 --> 00:04:02,280

นับว่าเป็นสิ่งประดิษฐ์ที่เป็นประโยชน์มากจริง ๆ

50

00:04:02,360 --> 00:04:04,360

แต่รัฐบาล ดัช ก็ไม่เคยให้สิทธิบัตรในการประดิษฐ์กล้องโทรทรรศน์แก่ ลิบเพอร์เฮย์

51

00:04:04,440 --> 00:04:07,440

เหตุผล คือ มีพ่อค้าคนอื่น อ้างว่าเป็นผู้ประดิษฐ์

52

00:04:07,560 --> 00:04:12,000

โดยเฉพาะ คู่แข่งของ ลิบเพอร์เฮย์ นามว่า แซค คารีเอล แจนส์เซน

53

00:04:12,080 --> 00:04:15,400

ข้อพิพาทนี้ ไม่ได้รับการสะสางเลย

54

00:04:15,520 --> 00:04:19,200

จนถึงทุกวันนี้ ต้นกำเนิดของกล้องโทรทรรศน์ ก็ยังอยู่ภายใต้ความลึกลับ

55

00:04:19,280 --> 00:04:21,520

กาลิเลโอ กาลิเลอี, นักดาราศาสตร์ชาวอิตาลี ผู้ซึ่งเป็นบิดาของฟิสิกส์ยุคใหม่

56

00:04:21,600 --> 00:04:27,920

ได้ข่าวเกี่ยวกับกล้องโทรทรรศน์ จึงตัดสินใจสร้างกล้องขึ้นมาด้วยตนเอง

57

00:04:28,920 --> 00:04:32,720

ก่อนหน้านี้ ประมาณ 10 เดือน ข้าพเจ้าได้ข่าวว่าชาวเบลเยียมคนหนึ่ง

58

00:04:32,800 --> 00:04:37,640

สร้างกล้องส่องทางไกลซึ่งสามารถเห็นวัตถุไกล ๆ

59

00:04:38,320 --> 00:04:42,360

จากผู้สังเกตได้ชัดเจน

60

00:04:42,440 --> 00:04:48,200

ราวกับว่าวัตถุนั้นอยู่ใกล้ ๆ

61

00:04:48,280 --> 00:04:52,960

กาลิเลโอ เป็นนักวิทยาศาสตร์ผู้ใหญ่ในยุคนั้น

62

00:04:53,040 --> 00:04:56,120

เขาเป็นผู้สนับสนุน นิโคลัส โคเพอร์นิคัส อย่างเข้มแข็ง ผู้มีความคิดใหม่เกี่ยวกับโลก

63

00:04:56,520 --> 00:04:59,440

นิโคลัส โคเพอร์นิคัส เป็น นักดาราศาสตร์ ชาวโปแลนด์ เสนอทฤษฎีใหม่

64

00:04:59,560 --> 00:05:02,600

โลกโคจรรอบดวงอาทิตย์ ไม่ใช่ดวงอาทิตย์เคลื่อนรอบโลก

65

00:05:02,680 --> 00:05:06,160

จากที่ได้ข่าว การสร้างกล้องโทรทรรศน์ของชาว ดัช กาลิเลโอ

66

00:05:06,240 --> 00:05:10,440

ได้สร้างกล้องโทรทรรศน์ขึ้นมาหลายกล้อง

67

00:05:11,560 --> 00:05:14,240

แต่ละกล้องมีคุณภาพดีกว่าของชาว ดัช มาก

68

00:05:14,320 --> 00:05:16,600

ในที่สุด ข้าพเจ้าพร้อมจะออกแรงและค่าใช้จ่ายจึงประสบความสำเร็จ

69

00:05:16,680 --> 00:05:19,160

ในการสร้างเครื่องมือที่ยอดเยี่ยมด้วยตนเอง เป็นกล้องที่ส่องดูวัตถุ

70

00:05:20,560 --> 00:05:25,320

และเห็นวัตถุนั้นใหญ่ขึ้นเกือบ 1000 เท่า

71

00:05:25,400 --> 00:05:29,680

เมื่อเทียบกับการมองด้วยตาเปล่า

72

00:05:29,760 --> 00:05:33,920

บัดนี้ ถึงเวลาที่จะใช้กล้องส่องดูวัตถุท้องฟ้า

73

00:05:33,960 --> 00:05:38,840

ข้าพเจ้า ถูกชักนำให้เชื่อว่าพื้นผิวดวงจันทร์

74

00:05:39,720 --> 00:05:43,640

ไม่ราบเรียบ สม่ำเสมอ และ เป็นทรงกลมสมบูรณ์

75

00:05:45,920 --> 00:05:49,680

ตามความเชื่อของนักปรัชญาหลายคน

76

00:05:49,800 --> 00:05:53,520

แต่ไม่สม่ำเสมอ ขรุขระ และเต็มไปด้วยหลุม บ่อ มากมาย

77

00:05:53,760 --> 00:05:57,440

รวมทั้งเนิน และ ที่ราบสูง คล้ายพื้นผิวโลก

78

00:05:57,560 --> 00:06:01,720

พื้นผิวดวงจันทร์ เป็นภูมิประเทศที่เต็มไปด้วยหลุมบ่อ จำนวนมาก ยังมีภูเขาหลายแห่ง

79

00:06:01,800 --> 00:06:06,240

และหุบเหว คล้ายโลกของเรา

80

00:06:11,640 --> 00:06:15,320

สองสามสัปดาห์ต่อมา ในเดือนมกราคม ค.ศ. 1610 กาลิเลโอ ได้ใช้กล้องส่องดูดาวพฤหัสบดี

81

00:06:15,400 --> 00:06:18,320

เขาเห็นจุดสว่าง 4 จุด ข้าง ๆ ดาวพฤหัสบดี

82

00:06:19,600 --> 00:06:24,040

จุดทั้ง 4 เปลี่ยนตำแหน่งทุกคืน

83

00:06:24,120 --> 00:06:28,600

เปรียบดั่งนักเดินบัลเลต์ 4 คน ที่เดินซ้ำ ๆ รอบดาวพฤหัสบดี

84

00:06:28,720 --> 00:06:32,960

จุดสว่าง 4 ดวงนี้ คือ

85

00:06:33,040 --> 00:06:37,920

บริวารของดาวพฤหัสบดี

86

00:06:37,960 --> 00:06:40,760

กาลิเลโอค้นพบอะไรอีก

87

00:06:40,840 --> 00:06:43,600

การปรากฏเป็นเส้นของดาวศุกร์

88

00:06:43,720 --> 00:06:46,240

ดาวศุกร์ปรากฏว่า แห้ง เป็นเส้นที่ได้คล้าย ๆ ดวงจันทร์

89

00:06:46,320 --> 00:06:48,400

มีข้างขึ้น ข้างแรม

90

00:06:48,560 --> 00:06:51,920

ดาวเสาร์มีหู 2 ข้าง ซึ่งก็คือวงแหวนรอบดาวเสาร์

91

00:06:51,960 --> 00:06:54,200

จุดดำบนพื้นผิวดวงอาทิตย์

92

00:06:54,280 --> 00:06:58,600

และดาวฤกษ์จำนวนมาก

93

00:06:58,720 --> 00:07:01,160

ดาวฤกษ์หลายพันดวง หรืออาจเป็นหลายล้านดวง

94

00:07:01,280 --> 00:07:03,440

ดาวฤกษ์ส่วนมากริบหรี่ มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า

95

00:07:03,560 --> 00:07:06,400

นี่คือช่วงเวลาที่มีมนุษย์ได้ตั้งผ้าปิดตาออก โดยทันทีทันใด

96

00:07:06,520 --> 00:07:09,320

ไกลออกไปในอวกาศ มีสรรพสิ่งที่รอคอยการสำรวจ

97

00:07:09,440 --> 00:07:13,920

ข่าวเกี่ยวกับกล้องโทรทรรศน์ แพร่กระจายไปทั่วยุโรป รวากับไฟไหม้ป่า

98

00:07:13,960 --> 00:07:18,000

ณ พระราชวังของกษัตริย์ รูดอล์ฟ ที่ 2 ในกรุงปราก โจฮันเนส เคปเลอร์

99

00:07:23,440 --> 00:07:27,760

ได้ปรับปรุงแบบของกล้องโทรทรรศน์ให้ดีขึ้น

100

00:07:27,880 --> 00:07:32,080

ที่แอนท์เวิร์ป นักทำแผนที่ชาวดัช ชื่อ ไมเคิล แวน ลางเกรน

101

00:07:32,200 --> 00:07:34,800

ได้ทำแผนที่ดวงจันทร์ที่เชื่อถือได้เป็นคนแรก โดยระบุบริเวณที่เป็น

102

00:07:34,880 --> 00:07:38,840

ทวีปและมหาสมุทร ตามที่เขาเชื่อ

103

00:07:38,960 --> 00:07:41,920

โจฮันเนส เฮเวเลียส เจ้าของโรงเบียร์ผู้มั่งคั่งในโปแลนด์ ได้ลงทุนสร้าง

104

00:07:41,960 --> 00:07:44,400

กล้องโทรทรรศน์ขนาดใหญ่โต ณ หอดูดาวของเขาในเมือง ดานซิก

105

00:07:44,560 --> 00:07:49,680

หอดูดาวแห่งนี้ใหญ่โตมาก ครอบคลุมเนื้อที่ขนาด 3 หลังคาบ้าน

106

00:07:49,760 --> 00:07:53,200

แต่กล้องที่ดีที่สุดขณะนั้นอาจจะ เป็นกล้อง

107

00:07:53,280 --> 00:07:57,880

ของ คริสเตียน ฮอยเกนส์ ในประเทศเนเธอร์แลนด์

108

00:07:59,200 --> 00:08:02,240

ใน ค.ศ. 1655 ฮอยเกนส์ ได้ค้นพบ ไททัน ซึ่งเป็นบริวารดวงใหญ่ที่สุดของดาวเสาร์

109

00:08:02,320 --> 00:08:05,360

2-3 ปีต่อมา การสังเกตของเขานำไปสู่การค้นพบระบวงแหวนของดาวเสาร์โดยสมบูรณ

110

00:08:05,440 --> 00:08:11,080

เป็นสิ่งที่ กาลิเลโอ ไม่เคยเข้าใจเลย

111

00:08:11,160 --> 00:08:15,160

และในที่สุด ฮอยเกนส์ ก็ค้นพบรอยมีดต่าง ๆ บนดาวอังคาร

112

00:08:15,240 --> 00:08:20,320

รวมทั้งขั้วสีขาวทั้ง 2 ด้วย

113

00:08:20,400 --> 00:08:24,640

น่าจะมีสิ่งมีชีวิตบนดาวเคราะห์ ที่อยู่แสงไกล และ แปลกประหลาดดวงนี้หรือไม่?

114

00:08:24,720 --> 00:08:27,360

เป็นคำถามที่นักดาราศาสตร์พยายามหาคำตอบจนถึงทุกวันนี้

115

00:08:27,440 --> 00:08:31,080

กล้องโทรทรรศน์รุ่นแรก ๆ ล้วนเป็นกล้องหักเหแสงโดยใช่

116

00:08:31,160 --> 00:08:35,240

เลนส์เพื่อรวบรวมแสงจากดวงดาว

117

00:08:35,920 --> 00:08:39,520

ต่อมา จึงใช้กระจกสะท้อนแสงแทนเลนส์

118

00:08:39,600 --> 00:08:42,680

เรียกว่า กล้องโทรทรรศน์แบบสะท้อนแสง ผู้ประดิษฐ์คนแรกคือ นิโคโล ซุ๊กกี

119

00:08:42,760 --> 00:08:45,440

และผู้ปรับปรุงให้ดีขึ้นกว่าเดิม คือ ไอแซก นิวตัน

120

00:08:45,560 --> 00:08:49,080

ผู้สร้างกระจกสะท้อนแสงที่ใหญ่ที่สุดในตอนปลายคริสต์ศตวรรษที่ 18 คือ

121

00:08:49,160 --> 00:08:52,000

วิลเลียม เฮอร์เชล นักดนตรีผู้หันมาสนใจดาราศาสตร์

122

00:08:52,080 --> 00:08:55,760

โดยมีน้องสาวชื่อ แคโรลีน เป็นผู้ร่วมงาน สองพี่น้อง ตระกูล เฮอร์เชล

123

00:08:55,840 --> 00:08:59,600

ได้ทะเลาะเถียงที่ร้อนแรง ลงไปในบ้ำ ทำที่บ้านของเขาในเมืองบาร ประเทศสหราชอาณาจักร

124

00:08:59,680 --> 00:09:02,520

เมื่อโลหะเย็นตัวลงแล้วจึงนำมาขัดผิวโค้งด้านเว้า

125

00:09:02,600 --> 00:09:06,200

เพื่อใช้เป็นกระจกเงาของกล้องโทรทรรศน์

126

00:09:06,280 --> 00:09:09,880

ตลอดชีวิตของเขา เฮอริเชล ได้สร้างกล้องโทรทรรศน์มากกว่า 400 กล้อง

127

00:09:09,960 --> 00:09:15,440

กล้องใหญ่ที่สุดมีขนาดมทึมา ต้องให้คนใช้ 4 คนมาช่วยตั้งเชือก

128

00:09:15,560 --> 00:09:20,320

เพื่อให้ล้อและรอกเคลื่อนที่

129

00:09:24,520 --> 00:09:28,360

ในระหว่างการติดตามดาว

130

00:09:28,440 --> 00:09:31,600

ซึ่งเกิดจากการหมุนรอบตัวเองของโลก

131

00:09:31,680 --> 00:09:36,000

ตอนนี้ เฮอริเชล ก็เหมือนนักสำรวจคนหนึ่ง เขากวาดกล้องไปทั่วท้องฟ้า

132

00:09:36,080 --> 00:09:39,440

ทำแคตตาล็อกของเนบิวลา และ ดาวคู่

133

00:09:39,560 --> 00:09:43,080

ที่ค้นพบใหม่หลายร้อยแห่ง เขาพบว่ากาแลกซีทางช้างเผือกต้องมีรูปร่างเหมือนจานบาง ๆ

134

00:09:43,160 --> 00:09:46,720

นอกจากนี้ยังทำการวัดการเคลื่อนที่ของระบบสุริยะในอวกาศ

135

00:09:46,800 --> 00:09:50,280

โดยสังเกตการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ของดาวฤกษ์ และ ดาวเคราะห์

136

00:09:50,360 --> 00:09:54,120

ในที่สุด เขาก็ค้นพบดาวยูเรนัส ในวันที่ 13 มีนาคม ค.ศ. 1781

137

00:09:54,200 --> 00:09:58,840

เป็นเวลากว่า 200 ปี หลังการค้นพบ องค์การนาซา จึงส่งยานวอยเอเจอร์ 2

138

00:09:58,920 --> 00:10:06,360

ไปเฉียดดาวยูเรนัส พร้อมส่งภาพระยะใกล้มายังโลก

139

00:10:06,440 --> 00:10:10,680

วิลเลียม พาร์สันส์

140

00:10:10,760 --> 00:10:15,880

ซึ่งเป็น เอิร์ล แห่ง รอสเซ องค์ที่ 3 ได้สร้างกล้องโทรทรรศน์ใหญ่ที่สุดในคริสต์ศตวรรษที่ 19

141

00:10:16,800 --> 00:10:21,240

กล้องโทรทรรศน์กล้องนี้เป็นกล้องสะท้อนแสงที่ใช้โลหะเป็นกระจกเว้า เส้นผ่านศูนย์กลาง 1.8 เมตร

142

00:10:21,320 --> 00:10:26,560

เป็นที่รู้จักกันในชื่อว่า “กล้องยักษ์แห่งเมืองพาร์สัน”

143

00:10:26,640 --> 00:10:30,560

ในคืนที่ปลอดโปร่ง ไม่มีแสงจันทร์รบกวน ท่านเอิร์ล จะนั่งดูดาวผ่านอายุพิชของกล้องซึ่งเลี้ยงจากที่หนึ่ง

144

00:10:30,640 --> 00:10:35,240

ไปยังแห่งอื่น ๆ ทั่วท้องฟ้า

145

00:10:35,320 --> 00:10:39,320

ดูเนบิวลา สว่างใหญ่ในกลุ่มดาวนายพราน ซึ่งปัจจุบันพบว่าเป็นแหล่งกำเนิดดาวฤกษ์รุ่นใหม่

146

00:10:39,440 --> 00:10:44,400

ดูเนบิวลา ปู ที่ลึกลับ ปัจจุบันนักดาราศาสตร์พบว่า เป็นซากที่เหลืออยู่จากการระเบิดของดาวฤกษ์

147

00:10:45,280 --> 00:10:50,160

ดูเนบิวลา เวิร์ลพูล ซึ่งเป็นกาแล็กซี่แห่งหนึ่ง?

148

00:10:50,280 --> 00:10:55,920

ลอร์ด รอสเซ เป็นคนแรกที่สังเกตรูปร่างสไปรัล อันสง่างามของกาแล็กซี่เวิร์ลพูล

149

00:10:55,960 --> 00:10:57,920

เป็นกาแล็กซี่ คล้ายกาแล็กซี่ของเรา ที่มีแถบมืดของฝุ่นและบริเวณสว่างของแก๊ส ตลอดทั้งดวง

150

00:10:57,960 --> 00:11:02,560

ดาวฤกษ์หลายแสนล้านดวง

151

00:11:02,640 --> 00:11:08,400

ซึ่งอาจมีดาวเคราะห์คล้ายโลก

152

00:11:08,520 --> 00:11:12,400

กล้องโทรทรรศน์ได้กลายเป็นเรือในการเดินทางสำรวจอวกาศ

153

00:11:12,520 --> 00:11:16,560

154

00:11:18,920 --> 00:11:24,920

155

00:11:29,720 --> 00:11:34,080

2. ใหญ่กว่าย่อมดีกว่า

156

00:11:36,080 --> 00:11:38,480

ในเวลากลางคืน ดาวของท่านจะปรับตัวเข้ากับควมมืด

157

00:11:38,560 --> 00:11:42,640

ม่านตาของท่านจะเปิดกว้างเพื่อให้แสงเข้าตามากขึ้น

158

00:11:42,720 --> 00:11:47,880

ผลก็คือ ท่านสามารถมองเห็นสิ่งสลัวๆ และดาวที่ริบหรี่มากขึ้น

159

00:11:47,960 --> 00:11:51,720

ตอนนี้ลองคิดว่าถ้าท่านมีม่านตาเปิดได้ถึง 1 เมตร

160

00:11:51,800 --> 00:11:55,960

ท่านจะดูเป็นสัตว์ประหลาด และมีสายตาไกลเหนือธรรมชาติ

161

00:11:56,000 --> 00:11:59,400

และนี่คือสิ่งที่กล้องโทรทรรศน์ทำได้

162

00:12:01,880 --> 00:12:04,640

กล้องโทรทรรศน์ก็เหมือนกับกรวยร่อนน้ำที่มีปากกว้างปลายแคบ

163

00:12:04,720 --> 00:12:10,240

เลนส์หลักหรือกระจุกสะท้อนแสง ทำหน้าที่รวมแสงจากดาวมาสู่ตาของท่าน

164

00:12:13,080 --> 00:12:17,800

เลนส์หลักหรือกระจุกยิ่งใหญ่อีกยิ่งยวดสามารถส่องเห็นดาวริบหรี่มากๆ ได้

165

00:12:17,880 --> 00:12:20,720

ดังนั้น จึงเห็นขนาดได้ทุกอย่าง

166

00:12:20,800 --> 00:12:23,400

แต่ท่านจะสามารถสร้างกล้องโทรทรรศน์ใหญ่ที่สุดได้ขนาดไหน

167

00:12:23,480 --> 00:12:26,400

เรื่องนี้ถ้าเป็นกล้องหักเหแสงจะไม่ใหญ่มากนัก

168

00:12:29,480 --> 00:12:32,720

แสงดาวจะต้องผ่านเลนส์หน้ากล้อง

169

00:12:32,800 --> 00:12:36,080

และท่านจะขีดเลนส์ได้เฉพาะตรงขอบ

170

00:12:36,160 --> 00:12:41,880

ถ้าเป็นเลนส์ขนาดใหญ่มาก เลนส์จะมีน้ำหนักมากจนทำให้ลำกล้องโค้งได้

171

00:12:41,960 --> 00:12:45,640

เมื่อเป็นเช่นนั้น ภาพที่ได้จะเบี้ยว

172

00:12:47,400 --> 00:12:54,320

กล้องหักเหแสงใหญ่ที่สุดในโลกสร้างเสร็จเมื่อ ค.ศ. 1897 ตั้งอยู่ ณ หอดูดาว เยอร์คัส นอกเมือง ซิดาโก

173

00:12:54,400 --> 00:12:57,480

เลนส์หลักมีเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 1 เมตรเล็กน้อย

174

00:12:57,560 --> 00:13:02,080

แต่ลำกล้องยาวมากถึง 18 เมตร

175

00:13:02,160 --> 00:13:08,720

เมื่อสร้างกล้องหักเหแสงที่หอดูดาวเยอร์คัสเรียบร้อยแล้ว ผู้สร้างกล้องตระหนักว่า ได้มาถึงขีดจำกัดแล้ว

176

00:13:08,800 --> 00:13:10,880

ท่านต้องการกล้องที่ใหญ่กว่าหรือไม่ ?

177

00:13:10,960 --> 00:13:12,800

ถ้าเป็นกล้องที่ใหญ่กว่า

178

00:13:17,080 --> 00:13:23,080

ต้องนึกถึงกระจกเงาสะท้อนแสงในกล้องสะท้อนแสง แสงจากดวงดาวจะสะท้อนกลับแทนที่จะทะลุผ่านเลนส์

179

00:13:23,160 --> 00:13:29,400

นั่นหมายความว่า ท่านสามารถสร้างกระจกให้บางมากกว่าเลนส์ และยึดกระจกจากด้านหลังได้

180

00:13:29,480 --> 00:13:34,640

ผลคือทำสามารถสร้างกล้องสะท้อนแสงให้มีขนาดใหญ่เป็นหลายเท่าของกล้องหักเหแสงได้

181

00:13:35,640 --> 00:13:39,720

กล้องสะท้อนแสงขนาดใหญ่เกิดขึ้นที่แคลิฟอร์เนียตอนใต้เมื่อหนึ่งศตวรรษที่ผ่านมา

182

00:13:39,800 --> 00:13:44,880

ตอนนั้น เมาทิวลิป เป็นยอดเขาที่อยู่ห่างไกลในเทือกเขา ซาน กาเบรียล ที่รกร้างว่างเปล่า

183

00:13:44,960 --> 00:13:49,080

ห้องฟ้าแจ่มใส และกลางคืนมืดสนิท

184

00:13:49,160 --> 00:13:53,640

ณ ที่นี้เองที่ จอร์จ เอลเลอร์ เฮล สร้างกล้องสะท้อนแสงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.5 เมตรเป็นกล้องแรก

185

00:13:53,720 --> 00:13:58,400

กล้องมีขนาดเล็กกว่า กล้องยักษ์

186

00:13:58,480 --> 00:14:02,160

มาก และอยู่ในทำเลที่ดีกว่ามากด้วย

187

00:14:02,240 --> 00:14:07,640

เฮลได้สนทนากับ จอห์น ฮุกเกอร์ ซึ่งเป็นนักธุรกิจท้องถิ่นให้เป็นผู้อุปถัมภ์ด้านการเงินในการสร้างกล้องสะท้อนแสงขนาด 2.5 เมตร

188

00:14:07,720 --> 00:14:12,560

กระจกหน้าต่างหลายตันพร้อมเหล็กยึด ถูกเคลื่อนไปยังเมทิวิลสัน

189

00:14:12,640 --> 00:14:16,000

กล้องโทรทรรศน์ อุกเกอร์ ถูกสร้างสำเร็จใน ปี ค.ศ. 1917

190

00:14:16,080 --> 00:14:20,240

เป็นกล้องที่มีความใหญ่ที่สุดในโลกมาเป็นเวลา 30 ปี

191

00:14:20,320 --> 00:14:25,400

กล้องใหม่นี้เปรียบเสมือนปืนใหญ่ที่เล็งไปสู่อวกาศ พร้อมทั้งจะโจมตีเอกภพ

192

00:14:28,480 --> 00:14:31,080

และก็โจมตีจริง ๆ

193

00:14:31,160 --> 00:14:34,240

กล้องใหม่ขนาดใหญ่อันเหลือเชื่อเกิดขึ้น

194

00:14:34,280 --> 00:14:37,240

พร้อมมีการเปลี่ยนวิธีสังเกตดาว

195

00:14:37,280 --> 00:14:40,800

นักดาราศาสตร์ไม่ต้องมองทะลุสายพิชของกล้องอีกต่อไป

196

00:14:40,880 --> 00:14:45,960

แต่ให้ฟิล์มถ่ายรูปทำหน้าที่บันทึกนานเป็นชั่วโมงแทน

197

00:14:46,000 --> 00:14:50,800

ยังไม่เคยมีใครที่จะเห็นได้ไกลมากกว่ากล้อง 2.5 เมตร

198

00:14:50,880 --> 00:14:55,160

นักดาราศาสตร์ค้นพบจากกล้องนี้ว่า เนบิวลา แบบสไปรัล เป็นที่รวมของดาวฤกษ์จำนวนมาก

199

00:14:55,240 --> 00:14:59,560

เป็นไปได้หรือไม่ที่เนบิวลา สไปรัล เหมือนกาแล็กซีของเรา

200

00:14:59,640 --> 00:15:03,800

ในเนบิวลา แอนดรอเมดา เอ็ดวิน ฮับเบิล ค้นพบดาวฤกษ์บางประเภท

201

00:15:03,880 --> 00:15:07,400

ที่เปลี่ยนแปลงความสว่างอย่างเป็นจังหวะ

202

00:15:07,480 --> 00:15:11,720

ฮับเบิลสังเกตดาวเหล่านี้จนสามารถนำมาคำนวณระยะห่างของเนบิวลา แอนดรอเมดา ได้ว่าอยู่ห่าง

203

00:15:11,800 --> 00:15:15,960

เกือบ 1 ล้านปีแสง

204

00:15:16,080 --> 00:15:22,720

เนบิวลาแบบ สปาร์ล อย่างเช่น เนบิวลาแอนดรอเมดา ต่างเป็นกาแล็กซีแยกจากกัน

205

00:15:24,480 --> 00:15:27,320

แต่นั้นไม่ใช่สิ่งที่เหลือเชื่อเพียงอย่างเดียว ยังพบด้วยว่า

206

00:15:27,400 --> 00:15:32,000

กาแล็กซีเหล่านี้กำลัง เคลื่อนที่ออกจากกาแล็กซีของเรา

207

00:15:32,080 --> 00:15:37,640

ฮับเบิลค้นพบที่เมฆที่วิลสันว่า กาแล็กซีที่อยู่ใกล้เคลื่อนที่ห่างออกไปด้วยความเร็วช้าๆ ในขณะที่กาแล็กซีที่อยู่ไกล ๆ เคลื่อนที่ห่างออกไปด้วยความเร็วที่มากกว่า

208

00:15:37,640 --> 00:15:42,480

ในขณะที่ กาแล็กซี ที่อยู่ไกลๆ เคลื่อนที่ห่างออกไปด้วยความเร็วที่มากกว่า

209

00:15:42,560 --> 00:15:43,720

ข้อสรุปคืออะไร

210

00:15:43,800 --> 00:15:46,560

ข้อสรุป คือ เอกภพกำลังขยายตัว

211

00:15:46,640 --> 00:15:53,400

นักดาราศาสตร์ได้ใช้กล้องโทรทรรศน์สุกเกอร์ในการค้นพบทางดาราศาสตร์ที่สำคัญมากในคริสต์ศตวรรษที่ 20

212

00:15:56,080 --> 00:16:00,640

ต้องขอบคุณกล้องโทรทรรศน์ที่สามารถพานักดาราศาสตร์ย้อนกลับไปประวัติศาสตร์ของเอกภพ

213

00:16:00,720 --> 00:16:04,880

เอกภพ เกิดเมื่อประมาณ 14,000 ล้านปีมาแล้ว

214

00:16:04,960 --> 00:16:09,240

โดยการระเบิดใหญ่ของเวลา อวกาศ มวล และพลังงาน หรือ เรียกว่า

215

00:16:09,280 --> 00:16:11,560

บิกแบง

216

00:16:11,640 --> 00:16:17,480

การกระเพื่อมแบบควอนตัมเล็ก ๆ จำนวนมากก่อกำเนิดเป็นหย่อม ๆ ของมวลสาร

217

00:16:17,560 --> 00:16:20,160

ซึ่งกลายเป็นกาแล็กซีที่มี

218

00:16:20,240 --> 00:16:23,800

ขนาดและรูปร่างต่าง ๆ กัน

219

00:16:26,560 --> 00:16:30,400

ดาวฤกษ์ เกิดขึ้นภายในกาแล็กซี่ โดยปฏิกิริยาเทอร์โมนิวเคลียร์ หลอมธาตุเบาเป็นธาตุที่มีมวลมากกว่า เกิดอะตอมใหม่ ๆ ขึ้น

220

00:16:30,480 --> 00:16:34,880

คาร์บอน , ออกซิเจน, เหล็ก และ ทองคำ

221

00:16:34,960 --> 00:16:39,640

ดาวระเบิดเป็นซูเปอร์โนวา สาดกระจายธาตุต่าง ๆ ออกสู่อวกาศ

222

00:16:39,720 --> 00:16:43,080

กลายเป็นวัตถุดิบในการสร้างดาวฤกษ์ดวงใหม่ ๆ ต่อไป

223

00:16:43,160 --> 00:16:44,800

และอาจก่อกำเนิดดาวเคราะห์ด้วย

224

00:16:46,880 --> 00:16:54,880

ณ เวลานั้น ในที่ใดที่หนึ่ง โมเลกุลอินทรีย์อย่างง่าย ๆ อาจมีวิวัฒนาการไปเป็นอวัยวะต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต

225

00:16:54,960 --> 00:17:00,560

ชีวิตเป็นปฏิกิริยาอย่างหนึ่งในวิวัฒนาการของเอกภพ

226

00:17:00,640 --> 00:17:02,880

เราเป็นลูกของดาวฤกษ์

227

00:17:02,960 --> 00:17:07,000

มันเป็นภาพที่ยิ่งใหญ่และ เรื่องราวที่ครอบคลุมทุกด้าน

228

00:17:07,080 --> 00:17:11,160

เราได้รับสิ่งเหล่านี้จากการสังเกตผ่านกล้องโทรทรรศน์

229

00:17:11,240 --> 00:17:15,640

ถ้าไม่มีกล้องโทรทรรศน์ เราจะรู้จักดาวเคราะห์เพียง 6 ดวง

230

00:17:15,720 --> 00:17:18,160

ดวงจันทร์ 1 ดวง, และดาวฤกษ์ หลายพันดวง

231

00:17:18,240 --> 00:17:22,400

ดาราศาสตร์จะยังอยู่ในขั้นต้น ๆ เท่านั้น

232

00:17:23,640 --> 00:17:27,480

วัตถุท้องฟ้าที่อยู่ห่างไกลในเอกภพ ก็เหมือนทรัพย์สินสมบัติที่ถูกฝังไว้ ได้ร้องเรียกให้

233

00:17:27,560 --> 00:17:30,000

เข้าสู่การผจญภัยตั้งแต่ยุคต้น ๆ

234

00:17:30,080 --> 00:17:35,480

ผู้มีอำนาจทั้งหลาย ทั้งทางการเมือง, การอุตสาหกรรม, พอ ๆ กับผู้ที่อยู่ในวงการวิทยาศาสตร์

235

00:17:35,560 --> 00:17:40,240

รู้สึกได้ถึงสิ่งที่เชื่อมโยงไปยังดินแดนอันลึกภายในอวกาศ และเสริมด้วย

236

00:17:40,280 --> 00:17:45,400

เครื่องมือต่าง ๆ ทำให้การสำรวจอวกาศรอบด้านขยายตัวขึ้นอย่างรวดเร็ว

237

00:17:59,800 --> 00:18:02,640

จอร์จ เอลเลอร์ เฮล มีความผันผวนอย่างหนึ่ง นั่นคือ

238

00:18:02,720 --> 00:18:06,960

สร้างกล้องโทรทรรศน์ใหญ่เป็น 2 เท่าของกล้องที่ครองความยิ่งใหญ่อยู่ก่อน

239

00:18:07,000 --> 00:18:10,880

ขอแนะนำให้รู้จักสภาพสตรีสูงวัยผู้ยิ่งใหญ่แห่งดาราศาสตร์ในคริสต์ศตวรรษที่ 20 นั่นคือ

240

00:18:10,960 --> 00:18:15,880

กล้องโทรทรรศน์ เฮล ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เมตร บนเทือกเขา พาโลมาร์

241

00:18:15,960 --> 00:18:20,560

ส่วนที่เคลื่อนที่ของกล้องหนักถึง 500 ตัน แต่พื้นเพื่องสมดุลง่ายอย่างแม่นยำมาก

242

00:18:20,640 --> 00:18:24,640

จึงหมุนได้อย่างสวยงามราวกับสาวเดินบัลเลต์

243

00:18:24,720 --> 00:18:30,240

กระจกโค้งหนัก 40 ตัน ของกล้อง เฮล ส่องเห็นดาวริบหรี่ กว่าดาวที่เห็นด้วยตาเปล่า 40 ล้านเท่า

244

00:18:30,280 --> 00:18:35,240

สร้างเสร็จเมื่อปี ค.ศ. 1948 หลังจากนั้นกล้อง เฮล สามารถถ่ายภาพ เทห์ฟ้า ได้อย่างละเอียดชัดเจน กว่าที่เคยเห็นมาก่อน เช่น

245

00:18:35,280 --> 00:18:38,800

ดาวเคราะห์, กระจุกดาวฤกษ์, เนบิวลา และกาแล็กซี่

246

00:18:41,080 --> 00:18:44,960

นอกจากนี้ ยังมี ภาพดาวพฤหัสบดี พร้อมบริวารหลายดวง

247

00:18:45,080 --> 00:18:49,080

ภาพเนบิวลา เปลวไฟที่น่าทึ่ง

248

00:18:49,160 --> 00:18:54,240

ภาพแถบสีสว่าง ๆ ของ แก๊สในเนบิวลาสว่างใหญ่

249

00:18:59,880 --> 00:19:02,080

แต่เรายังจะสร้างให้ใหญ่กว่านี้อีก

250

00:19:02,160 --> 00:19:06,240

ในปลายทศวรรษ 1970 นักดาราศาสตร์ โซเวียต พยายามสร้างกล้องที่ใหญ่กว่า

251

00:19:06,280 --> 00:19:10,640

ชื่อ กล้อง “โบลชอย เทเลสคอป อาซิมีวทอล” บนเทือกเขา คอเคซัส

252

00:19:10,720 --> 00:19:14,880

พวกเขาสร้างกล้อง 6 เมตร

253

00:19:14,960 --> 00:19:17,640

แต่ยังไม่เคยมีผลงานดังที่ฝันไว้

254

00:19:17,720 --> 00:19:21,720

เหตุผลง่าย ๆ คือ ใหญ่เกินไป แพงเกินไป และยุ่งยากมาก

255

00:19:21,800 --> 00:19:24,960

ถ้าเป็นเช่นนั้นนักสร้างกล้องโทรทรรศน์ต้องยอมแพ้หรือ?

256

00:19:25,080 --> 00:19:28,480

พวกเขาต้องล้มความฝันที่จะสร้างกล้องใหญ่กว่านี้แล้วหรือ?

257

00:19:28,560 --> 00:19:31,960

ประวัติศาสตร์ของกล้องโทรทรรศน์ต้องมาถึงจุดจบก่อนเวลาอันควรหรือ?

258

00:19:32,080 --> 00:19:33,400

ไม่เลย

259

00:19:33,480 --> 00:19:36,480

ทุกวันนี้เรามีก้องขนาด 10 เมตร กำลังใช้งานอยู่

260

00:19:36,560 --> 00:19:39,160

และกล้องที่ใหญ่กว่านี้อยู่ในระหว่างการเขียนแบบ

261

00:19:39,240 --> 00:19:40,720

แล้วคำตอบคืออะไร

262

00:19:40,800 --> 00:19:42,640

คำตอบ คือ ต้องใช้เทคโนโลยีใหม่

263

00:19:44,000 --> 00:19:48,760

3. เทคโนโลยีจะช่วยหาคำตอบ

264

00:19:48,960 --> 00:19:52,800

ก็เหมือนรถยนต์สมัยใหม่ จะไม่เหมือนรถฟอร์ด รุ่น T

265

00:19:52,880 --> 00:19:56,280

กล้องโทรทรรศน์ทุกวันนี้ ก็ไม่เหมือนกล้องรุ่นเก่า ๆ

266

00:19:56,360 --> 00:19:58,680

เช่น กล้องเฮล 5 เมตร

267

00:19:58,760 --> 00:20:01,880

สิ่งหนึ่งที่แตกต่างกันคือ ระบบยึดกล้องมีขนาดเล็กกว่ามาก

268

00:20:01,960 --> 00:20:05,840

กล้องรุ่นเก่ามีระบบยึดแบบ อิควิเตอร์เรียล ซึ่งมีแกนหมุนแกนหนึ่ง

269

00:20:05,920 --> 00:20:09,720

ขนานกับแกนหมุนของโลกเสมอ

270

00:20:09,800 --> 00:20:13,480

เพื่อที่จะให้ตามดาวได้ กล้องจะต้องหมุนรอบแกนนี้

271

00:20:13,560 --> 00:20:18,200

ด้วยอัตราเดียวกันกับอัตราการหมุนของโลก

272

00:20:18,280 --> 00:20:21,160

ง่ายแต่ต้องใช้เนื้อที่มาก

273

00:20:21,240 --> 00:20:26,040

ปัจจุบัน ระบบยึดกล้องแบบ อัลตาซิมุส มีขนาดเล็กกะทัดรัด

274

00:20:26,080 --> 00:20:30,440

ขายึดกล้องแบบนี้กล้องจะ เล็งไปยังท้องฟ้าแบบเดียวกันกับการ เล็งกระบอกปืนใหญ่

275

00:20:30,480 --> 00:20:35,240

เราเพียงเล็งทิศก่อนแล้วเพิ่มระดับกล้องก็จะ เล็งไปยังดาวที่ต้องการได้

276

00:20:35,320 --> 00:20:38,640

ปัญหาคือ ต้องเล็งตามดาวให้ได้ตลอดเวลา

277

00:20:38,720 --> 00:20:44,240

วิธีแก้คือ กล้องต้องหมุนรอบทั้ง 2 แกน ด้วยอัตราการหมุนที่แตกต่างกัน

278

00:20:44,320 --> 00:20:50,720

วิธีนี้จำเป็นต้องอาศัยเครื่องคอมพิวเตอร์ควบคุม จึงจะตามดาวได้

279

00:20:50,800 --> 00:20:52,840

ระบบยึดขนาดเล็กก็สร้างได้ด้วยราคาที่ถูกลงกว่า

280

00:20:52,920 --> 00:20:57,520

นอกจากนี้ ยังอยู่ในโตมที่เล็กกว่าได้ ช่วยให้การก่อสร้างถูกลงไปอีก

281

00:20:57,600 --> 00:21:00,320
และให้ภาพดาวที่มีคุณภาพดีกว่า

282

00:21:00,400 --> 00:21:03,800
ตัวอย่าง กล้องโทรทรรศน์ เค็ก แผลด ที่เกาะฮาวาย

283

00:21:03,880 --> 00:21:06,600
แม้ว่ากระจกจะมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เมตร ซึ่งยาวกว่ากล้องเฮล 2 เท่า

284

00:21:06,680 --> 00:21:10,440
แต่ตั้งอยู่ในโดมที่เล็กกว่า โดมของกล้องเฮล ที่ตั้งอยู่

285

00:21:10,520 --> 00:21:13,240
ที่เม้าท์พาโลมาร์

286

00:21:15,080 --> 00:21:17,440
กระจกของกล้องก็มีการเปลี่ยนแปลงด้วย

287

00:21:17,520 --> 00:21:19,120
กระจกของกล้องรุ่นก่อนจะหนักและหนา

288

00:21:19,200 --> 00:21:21,840
ปัจจุบันกระจกจะบาง และ น้ำหนักน้อยลง

289

00:21:21,920 --> 00:21:26,800
กระจกที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางหลายเมตร หล่อในเตาหลอมขนาดใหญ่ และหมุนตลอดเวลา

290

00:21:26,880 --> 00:21:30,320
หล่อได้บางน้อยกว่า 20 เซนติเมตร

291

00:21:30,400 --> 00:21:32,960
โครงสร้างสำหรับยึดกระจกมีความละเอียดมั่นคง เพื่อป้องกันไม่ให้กระจกร้า

292

00:21:33,080 --> 00:21:35,200
ด้วยน้ำหนักของกระจกเอง

293

00:21:35,280 --> 00:21:39,120
ลูกสูบและเครื่องมือที่บังคับโดยคอมพิวเตอร์ช่วยให้กระจก

294

00:21:39,200 --> 00:21:40,840
อยู่ในรูปร่างที่สมบูรณ์

295

00:21:43,400 --> 00:21:45,520
ระบบนี้เรียกว่า ระบบแสงแบบแอ็กทีฟ

296

00:21:45,600 --> 00:21:49,840
วัตถุประสงค์ เพื่อแก้ความไม่สมบูรณ์ของกระจกรับแสง

297

00:21:49,920 --> 00:21:54,560

อันเนื่องมาจากแรงโน้มถ่วงของโลก, แรงลม, หรือการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ

298

00:21:54,640 --> 00:21:58,240

ตอนนี้ จะเห็นว่ากระจกบางมีน้ำหนักน้อยกว่ามาก

299

00:21:58,320 --> 00:22:01,440

นั่นหมายความว่า โครงสร้างที่ใช้ยึดกระจกรวมทั้งระบบตามดาว

300

00:22:01,560 --> 00:22:03,440

จะลดลง และ เบาลง

301

00:22:03,520 --> 00:22:05,560

และราคาถูกลงกว่า

302

00:22:05,640 --> 00:22:08,360

นี่คือ กล้อง 3.6 เมตร กล้องที่ใช้เทคโนโลยียุคใหม่

303

00:22:08,440 --> 00:22:11,760

สร้างโดยนักดาราศาสตร์ในยุโรป เมื่อปลายทศวรรษที่ 1980

304

00:22:11,840 --> 00:22:14,840

เป็นกล้องที่ใช้เพื่อการทดสอบ เทคโนโลยีใหม่ ๆ

305

00:22:14,920 --> 00:22:16,120

ในการสร้างกล้องโทรทรรศน์

306

00:22:16,200 --> 00:22:20,960

และโตมก็ไม่เหมือนกับโตมในยุคเก่า

307

00:22:21,080 --> 00:22:24,240

กล้องที่ใช้เทคโนโลยีใหม่ จึงประสบความสำเร็จอย่างมาก

308

00:22:24,320 --> 00:22:27,280

ถึงเวลาที่เราจะก้าวข้ามกล้องขนาด 6 เมตร ได้แล้ว

309

00:22:27,600 --> 00:22:31,400

หอดูดาว มาอูนา คีอา ตั้งอยู่บนจุดสูงสุดในมหาสมุทรแปซิฟิก

310

00:22:31,480 --> 00:22:34,960

โดยอยู่สูงกว่าระดับน้ำทะเล ถึง 4200 เมตร

311

00:22:36,960 --> 00:22:41,120

นักท่องเที่ยวมีความสุขกับแสงแดด และ ค่ำคืนบนหาดทรายของฮาวาย

312

00:22:41,200 --> 00:22:44,520

แต่สูงขึ้นไปบนยอดเขา นักดาราศาสตร์อยู่ภายใต้ความหนาวเย็น

313

00:22:44,600 --> 00:22:51,160

และเจ็บป่วย เพราะความสูง กำลังค้นหาความจริงเพื่อเปิดเผยความลึกกลับของเอกภพ

314

00:22:51,240 --> 00:22:54,120

กล้องโทรทรรศน์ เค็ก เป็นกล้องหนึ่งที่ใหญ่ที่สุดในโลก

315

00:22:54,200 --> 00:22:59,120

กระจกแต่ละกล้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เมตร แต่บางมาก

316

00:22:59,200 --> 00:23:04,040

คล้ายกระเบื้องปูพื้นห้องน้ำ ประกอบด้วยกระจกเล็ก 6 เหลี่ยม จำนวน 36 ชั้น

317

00:23:04,120 --> 00:23:07,480

มีความแม่นยำถึงระดับนาโนเมตร

318

00:23:07,560 --> 00:23:11,200

กล้องเค็ก เป็นกล้องยักษ์ตัวจริง ที่สร้างขึ้นเพื่อสังเกตท้องฟ้า

319

00:23:11,280 --> 00:23:14,120

เป็นโบสถ์ใหญ่ทางวิทยาศาสตร์

320

00:23:14,200 --> 00:23:16,600

และนี่เป็นคำค้นบนยอดเขา มาอูนา คีอา

321

00:23:16,680 --> 00:23:21,720

กล้องเค็ก เริ่มรับโฟตอนจากเทพีฟ้าที่อยู่แสนไกล

322

00:23:21,800 --> 00:23:24,520

กระจกคูของกล้องทั้งสองทำงานร่วมกันกลายเป็นกล้องที่ใหญ่กว่า

323

00:23:24,600 --> 00:23:27,440

กล้องรุ่นก่อน ๆ

324

00:23:27,520 --> 00:23:30,360

แล้วจะศึกษาอะไรในคืนนี้?

325

00:23:34,680 --> 00:23:39,520

ดูกาแล็กซีที่กำลังชน ณ ที่ห่างไกลออกไปหลายพันล้านปีแสงไหม?

326

00:23:39,600 --> 00:23:45,320

หรือถ่ายภาพดาวฤกษ์ที่กำลังจะถึงจุดจบ โดยทิ้งลมหายใจเฮือกสุดท้ายไว้เป็นเนบิวลาดาวเคราะห์?

327

00:23:45,400 --> 00:23:51,040

หรือค้นหาดาวเคราะห์ที่อาจจะมีสิ่งมีชีวิตในดาวฤกษ์อื่น?

328

00:23:51,120 --> 00:23:55,920

ที่ เซอร์โร พارانัล ในทะเลทรายอะตาคามาตาของประเทศชิลี สถานที่แห้งแล้งที่สุดในโลก

329

00:23:55,960 --> 00:24:00,040

เราพบเครื่องจักรทางดาราศาสตร์ที่ใหญ่ที่สุดเท่าที่มนุษย์เคยสร้างมาแล้ว

330

00:24:00,120 --> 00:24:03,560

นั่น คือ กล้อง วิแอลที ของทวีปยุโรป ที่ใหญ่มาก

331

00:24:16,200 --> 00:24:19,520

กล้อง วิแอลที เป็นระบบกล้อง 4 กล้อง

332

00:24:19,600 --> 00:24:22,760

แต่ละกล้องมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 8.2 เมตร

333

00:24:22,840 --> 00:24:24,120

อันตู

334

00:24:24,200 --> 00:24:25,240

คุยเยน

335

00:24:25,320 --> 00:24:26,320

เมลีพัล

336

00:24:26,400 --> 00:24:27,760

เยปูน

337

00:24:27,840 --> 00:24:33,440

เป็นภาษาของคนพื้นเมือง เผ่ามาปรูช หมายถึง ดวงอาทิตย์, ดวงจันทร์, กลุ่มดาวกาเรนใต้ และดาวศุกร์

338

00:24:33,520 --> 00:24:37,800

กระจกขนาดใหญ่ทั้ง 4 หล่อขึ้นในเยอรมัน ชัดให้ได้รูปที่ต้องการในฝรั่งเศส เดินทางโดยเรือไปยัง ชิลี

339

00:24:37,880 --> 00:24:41,240

ก่อนขึ้นบกแล้วเคลื่อนย้ายไปช้า ๆ ข้ามทะเลทราย

340

00:24:41,320 --> 00:24:44,960

เมื่อดวงอาทิตย์ตก หอดูดาวเปิด

341

00:24:45,040 --> 00:24:48,560

แสงดาวส่องมาถึงกล้อง วิแอลที

342

00:24:49,280 --> 00:24:52,080

มีการค้นพบสิ่งใหม่ ๆ

343

00:24:55,920 --> 00:24:58,160

แสงเลเซอร์ส่องขึ้นไปบนท้องฟ้าในเวลากลางคืน

344

00:24:58,240 --> 00:25:00,680

ฉายดาวฤกษ์จำลองชั้นสุบรรยาภาค

345

00:25:00,760 --> 00:25:03,840

ที่ความสูง 90 กิโลเมตร เหนือศีรษะ

346

00:25:03,920 --> 00:25:06,920

เครื่องมือตรวจคลื่นตรวจวัดดาวจำลองว่าบุตเบี้ยวไปอย่างไร

347

00:25:06,960 --> 00:25:09,120

เนื่องจากบรรยาภาคที่ไม่สม่ำเสมอ

348

00:25:09,200 --> 00:25:12,960

เครื่องคอมพิวเตอร์จะส่งสัญญาณไปยังกระจกที่เปลี่ยนรูปได้

349

00:25:13,040 --> 00:25:15,800

เพื่อให้กระจกแก้ไขความบิดเบี้ยวของภาพ

350

00:25:15,880 --> 00:25:18,960

ผลก็คือ ได้ภาพดาวที่ไม่กระพริบแสง

351

00:25:19,040 --> 00:25:22,600

ที่เรียกว่า “ระบบปรับตามสภาพแสง” และเป็นมายากลสำคัญ

352

00:25:22,680 --> 00:25:24,320

ในดาราศาสตร์ยุคปัจจุบัน

353

00:25:24,400 --> 00:25:28,840

ถ้าไม่มีระบบปรับตามสภาพแสง ภาพเทพีฟ้าทั้งหลายจะไม่ชัดเพราะบรรยาภาค

354

00:25:28,920 --> 00:25:32,880

แต่เมื่อกล้องมีระบบนี้ จะได้ภาพที่คมชัดมาก

355

00:25:35,480 --> 00:25:39,480

มายากลทางแสงอีกอย่างหนึ่ง ที่เรียกว่า “อินเตอร์เฟอเมตริ”

356

00:25:39,560 --> 00:25:43,360

หลักการคือ รวมแสงจากกล้องโทรทรรศน์ 2 กล้อง

357

00:25:43,440 --> 00:25:46,640

แล้วให้แสงจาก 2 กล้องไปรวมกัน ณ จุด ๆ หนึ่ง

358

00:25:46,720 --> 00:25:49,320

รักษาความดั้งเดิมของแสงไว้

359

00:25:49,400 --> 00:25:53,160

ถ้าทำได้อย่างแม่นยำ ผลที่ได้จากกล้องทั้งสอง

360

00:25:53,240 --> 00:25:56,600

จะเหมือนกับได้กล้องขนาดยักษ์เส้นผ่านศูนย์กลาง

361

00:25:56,680 --> 00:25:59,920

เท่ากับระยะห่างระหว่างกล้องทั้งสอง

362

00:25:59,960 --> 00:26:04,040

อินเตอร์เฟอโรเมตรี ทำให้กล้องโทรทรรศน์ของท่านเห็นภาพไกล ๆ ประดุจตาเหยี่ยว

363

00:26:04,120 --> 00:26:07,600

ระบบนี้ช่วยให้กล้องขนาดเล็กได้รายละเอียดของดาว

364

00:26:07,680 --> 00:26:12,440

เท่ากับที่ได้จากกล้องขนาดใหญ่มาก ๆ

365

00:26:12,520 --> 00:26:15,600

กล้อง เค็กแฝด บนเทือกเขา มาอูนา คีอา ปฏิบัติงาน

366

00:26:15,680 --> 00:26:17,520

ร่วมกันเป็นอินเตอร์เฟอโรเมเตอร์อยู่บ่อย ๆ

367

00:26:17,600 --> 00:26:21,440

ในกรณีของกล้อง วีแอลที กล้องทั้ง 4 สามารถปฏิบัติงานร่วมกันได้

368

00:26:21,520 --> 00:26:24,760

นอกจากนี้กล้องขนาดเล็กหลายกล้องสามารถ

369

00:26:24,840 --> 00:26:28,880

ทำงานร่วมกันและยกฐานะให้เป็นอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพได้เช่นเดียวกัน

370

00:26:29,840 --> 00:26:33,400

กล้องโทรทรรศน์ขนาดใหญ่ตั้งอยู่ในทุกส่วนของโลก

371

00:26:33,480 --> 00:26:37,480

กล้องซูบารุ และ กล้องแมกเจลแลน บนเทือกเขา มาอูนา คีอา

372

00:26:37,560 --> 00:26:42,240

กล้องเจมินี เซาท์ และกล้องแมกเจลแลน อยู่ในประเทศ ชิลี

373

00:26:42,320 --> 00:26:46,280

กล้องสองตาขนาดใหญ่ อยู่ในรัฐอะริโซนา สหรัฐอเมริกา

374

00:26:48,200 --> 00:26:50,800

กล้องเหล่านี้ตั้งอยู่ในสถานที่ที่ดีที่สุด

375

00:26:50,840 --> 00:26:53,720
อยู่ในที่สูง อากาศแห้ง ท้องฟ้าแจ่มใสและมีตมิด

376
00:26:53,840 --> 00:26:56,640
ตาของกล้องใหญ่ ๆ มีขนาดมที่มาเท่ากับขนาดของสรวายน้ำ

377
00:26:56,760 --> 00:27:00,400
ทุกกล้องมีระบบปรับตามสภาพแสงเพื่อมิให้เกิดภาพที่ไม่ชัด

378
00:27:00,440 --> 00:27:02,080
อันเนื่องมาจากบรรยากาศโลก

379
00:27:02,200 --> 00:27:05,960
และบางครั้งกล้องเหล่านี้ยังสามารถทำให้ภาพได้อย่างละเอียด

380
00:27:06,040 --> 00:27:08,640
ขอบคุณ ระบบอินเตอร์เฟอโรเมตรี

381
00:27:09,680 --> 00:27:11,800
ต่อไปเป็นผลงานของกล้องต่าง ๆ

382
00:27:11,920 --> 00:27:13,400
ภาพดาวเคราะห์

383
00:27:16,600 --> 00:27:18,240
ภาพเนบิวลา

384
00:27:19,360 --> 00:27:23,960
ขนาดที่แท้จริงของดาวฤกษ์ บางดวง

385
00:27:23,960 --> 00:27:27,160
ดาวเคราะห์อ้อมหภูมิดำโคจรรอบดาวเคราะห์แคระน้ำตาล

386
00:27:27,200 --> 00:27:31,480
ดาวยักษ์ใหญ่เคลื่อนรอบศูนย์กลางของกาแล็กซีทางช้างเผือก

387
00:27:31,600 --> 00:27:36,720
ซึ่งเป็นที่สถิตของหลุมดำ

388
00:27:36,840 --> 00:27:40,400
เราได้เดินทางมาไกลมากนับตั้งแต่สมัยของ กาลิเลโอ

389
00:27:40,000 --> 00:27:44,760
4. จากเงินเป็นซิลิกอน

390
00:27:45,840 --> 00:27:49,000
เมื่อเวลา 400 ปีมาแล้ว ถ้ากาลิเลโอต้องการแสดงสิ่งที่เขาเห็น

391

00:27:49,120 --> 00:27:53,000

ผ่านกล้องโทรทรรศน์ เขาต้องวาดรูปให้ดู

392

00:27:53,120 --> 00:27:56,240

ไม่จะเป็นหลุมบ่อบนดวงจันทร์

393

00:27:56,360 --> 00:28:00,400

บริวารของดาวพฤหัสบดีที่เปลี่ยนตำแหน่งอยู่ตลอดเวลา

394

00:28:00,520 --> 00:28:02,160

จุดมืดดวงอาทิตย์

395

00:28:02,280 --> 00:28:04,160

หรือดาวฤกษ์ในกลุ่มดาวนายพราน

396

00:28:04,280 --> 00:28:06,720

กาลิเลโอ ได้วาดรูปต่าง ๆ เหล่านี้แล้วรวบรวมนำไปพิมพ์ในหนังสือเล่มเล็ก ๆ

397

00:28:06,760 --> 00:28:08,400

ชื่อ Starry Messenger

398

00:28:08,440 --> 00:28:10,800

นั่นเป็นวิธีเดียวที่ กาลิเลโอ สามารถเปิดเผยการค้นพบของเขา

399

00:28:10,920 --> 00:28:12,400

ต่อผู้อื่นได้

400

00:28:12,440 --> 00:28:16,640

เป็นเวลากว่า 200 ปี ที่นักดาราศาสตร์ต้องทำหน้าที่เป็นศิลปิน

401

00:28:16,760 --> 00:28:19,000

ขณะที่มองทะลุสายพิซของกล้องโทรทรรศน์พวกเขาจะใช้

402

00:28:19,120 --> 00:28:20,960

วิธีวาดรูปแสดงรายละเอียดของสิ่งที่เห็น

403

00:28:21,040 --> 00:28:23,080

เช่น ภูมิภาคที่อ้างว้างของดวงจันทร์

404

00:28:23,200 --> 00:28:25,960

พายุในเมฆของดาวพฤหัสบดี

405

00:28:26,040 --> 00:28:29,000

รูปผ้าคลุมไหล่ที่ละเอียดอ่อนของฝุ่นและแก๊สในเนบิวลาที่อยู่แสนไกล

406

00:28:29,120 --> 00:28:32,320

และบางครั้งก็ตีความหมายเกินสิ่งที่เห็น

407

00:28:32,440 --> 00:28:36,560

รัวรอยสีตลับบนพื้นผิวดาวอังคารเคยให้ความหมายว่าเป็นคลอง

408

00:28:36,680 --> 00:28:39,880

ที่สร้างโดยผู้มีอารยธรรมของดาวเคราะห์แดง

409

00:28:39,960 --> 00:28:43,480

ปัจจุบันเราทราบว่าคลองต่าง ๆ นั้นเป็นภาพลวงตา

410

00:28:43,600 --> 00:28:47,160

สิ่งที่นักดาราศาสตร์ต้องการอย่างยิ่งคือสิ่งที่เป็นรูปธรรม

411

00:28:47,280 --> 00:28:51,480

ซึ่งสามารถบันทึกภาพผ่านกล้องโทรทรรศน์โดย

412

00:28:51,520 --> 00:28:54,480

ไม่ต้องผ่านสมอและการวาดรูปของพวกเขา

413

00:28:54,600 --> 00:28:57,400

คำตอบคือการถ่ายภาพ

414

00:28:58,760 --> 00:29:01,160

การถ่ายภาพแบบโบราณครั้งแรกเป็นภาพดวงจันทร์

415

00:29:01,200 --> 00:29:03,880

เป็นภาพที่ เฮนรี เดรเพอร์ ถ่ายเมื่อ ค.ศ. 1840

416

00:29:03,920 --> 00:29:07,240

การถ่ายรูปเกิดขึ้นมาไม่ถึง 15 ปี แต่นักดาราศาสตร์

417

00:29:07,360 --> 00:29:10,880

ก็เห็นความเป็นไปได้สำหรับงานดาราศาสตร์

418

00:29:10,920 --> 00:29:13,080

การถ่ายรูปทำอย่างไร ?

419

00:29:13,120 --> 00:29:17,160

แผ่นฟิล์มที่ติดบนกระจกมีความไวต่อแสงเพราะเป็น

420

00:29:17,280 --> 00:29:19,400

เม็ดละอองของ ซิลเวอร์ เฮไลด์

421

00:29:19,440 --> 00:29:22,160

ถ้าปล่อยให้โดนแสง ฟิล์มจะเปลี่ยนเป็นสีดำ

422

00:29:22,200 --> 00:29:24,800

นั่นคือได้รูปเนกะทีฟของท้องฟ้า

423

00:29:24,920 --> 00:29:28,080

โดยภาพจะมีสีดำ ส่วนฉากเป็นสีขาว

424

00:29:28,200 --> 00:29:31,560

แต่สิ่งที่วิเศษมากกว่าคือแผ่นฟิล์มถ่ายรูปนี้

425

00:29:31,680 --> 00:29:33,960

สามารถที่จะรับแสงจากดาวได้เป็นเวลาหลายชั่วโมง

426

00:29:34,040 --> 00:29:36,720

เมื่อเรามองดูดาวในเวลากลางคืน เมื่อเราชิน

427

00:29:36,760 --> 00:29:39,640

กับความมืดแล้ว เราก็จะเห็นดาวที่สว่างเท่าที่จะเห็นได้

428

00:29:39,680 --> 00:29:42,320

เห็นมากขึ้นตามเวลาที่ดู

429

00:29:42,440 --> 00:29:45,240

แต่สำหรับแผ่นฟิล์มจะบันทึกเองได้

430

00:29:45,360 --> 00:29:48,480

เมื่อเปิดหน้ากล้องนานขึ้น

431

00:29:48,600 --> 00:29:52,880

จะเห็นดาวมากขึ้น

432

00:29:52,920 --> 00:29:54,160

มากขึ้น

433

00:29:54,200 --> 00:29:55,240

มากขึ้น

434

00:29:55,360 --> 00:29:57,320

และมากขึ้น

435

00:29:58,360 --> 00:30:02,000

ในปี ค.ศ. 1950 นักดาราศาสตร์ใช้กล้อง Schmidt ที่หอดูดาว พาโลมาร์

436

00:30:02,120 --> 00:30:05,160

ถ่ายรูปท้องฟ้าด้านทิศเหนือทั้งหมด

437

00:30:05,280 --> 00:30:10,080

ใช้แผ่นฟิล์มที่เป็นกระจกเกือบ 2000 แผ่น แต่ละแผ่นเปิดรับแสงเกือบ 1 ชั่วโมง

438

00:30:10,120 --> 00:30:12,960
เป็นขุมทรัพย์แห่งการค้นพบ

439

00:30:12,960 --> 00:30:17,080

การถ่ายรูปลดเปลี่ยนแปลงดาราศาสตร์ภาคสังเกตุการณ์ ไปเป็นวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง

440

00:30:17,200 --> 00:30:21,480

มีวัตถุประสงค วัตได้ และ ทำซ้ำได้

441

00:30:21,600 --> 00:30:23,240

แต่ซิลเวอร์เฮโลได้รับแสงได้ซ้ำ

442

00:30:23,280 --> 00:30:25,480

นักดาราศาสตร์ต้องอดทน

443

00:30:27,120 --> 00:30:29,880

อย่างไรก็ตามการปฏิวัติทางดิจิตอลได้เปลี่ยนวิธีการถ่ายภาพเหล่านี้

444

00:30:29,920 --> 00:30:31,640

โดยใช้ ซิลิกอนเข้ามาแทนที่ เงิน

445

00:30:31,760 --> 00:30:34,480

พิกเซลแทนเม็ดละเอียด

446

00:30:36,360 --> 00:30:40,000

แม้แต่กล้องถ่ายรูปทั่วไปก็ไม่ใช่ฟิล์มถ่ายรูปอีกแล้ว

447

00:30:40,120 --> 00:30:43,560

สิ่งที่มาแทน คือ การบันทึกภาพด้วยชิพที่ไวต่อแสง

448

00:30:43,600 --> 00:30:47,800

ชื่อว่า ชาร์จ ดับเบิล ดีไวซ์ หรือเรียกสั้น ๆ ว่า ซีซีดี

449

00:30:47,920 --> 00:30:51,560

ซีซีดี ของมืออาชีพมีประสิทธิภาพมาก

450

00:30:51,680 --> 00:30:54,640

ถ้าต้องการให้ไวกว่านี้ ซีซีดี ต้องอยู่ต่ำกว่าอุณหภูมิ

451

00:30:54,680 --> 00:30:57,960

ของจุดเยือกแข็งของไนโตรเจน

452

00:30:58,040 --> 00:31:00,720

โฟตอนเกือบทุกตัวถูกบันทึกไว้จนหมด

453

00:31:00,760 --> 00:31:05,640

ผลที่ได้คือช่วยลดเวลาเปิดหน้ากล้อง

454

00:31:05,760 --> 00:31:09,480

ภาพสกายเซอร์เวย์ ของหอดูดาวพาโลมาร์ ที่ใช้ถ่าย เปิดหน้ากล้องนาน 1 ชั่วโมง

455

00:31:09,600 --> 00:31:13,160

หากเป็น ซีซีดี จะใช้เวลาเพียง 2-3 นาที

456

00:31:13,200 --> 00:31:15,560

ใช้กล้องโทรทรรศน์ขนาดเล็กได้

457

00:31:15,600 --> 00:31:18,080

การปฏิบัติของชิกอนเกิดขึ้นและจะดำเนินการต่อไป

458

00:31:18,200 --> 00:31:21,080

นักดาราศาสตร์ได้ประดิษฐ์กล้อง ซีซีดีขนาดใหญ่

459

00:31:21,200 --> 00:31:23,560

ที่ประกอบด้วยชิพหลายร้อยล้านพิกเซล

460

00:31:23,600 --> 00:31:26,320

และยังจะมีอีก

461

00:31:28,120 --> 00:31:32,560

ข้อได้เปรียบของภาพในระบบดิจิทัล

462

00:31:32,600 --> 00:31:35,800

ภาพดิจิทัลจะให้ภาพโดยคอมพิวเตอร์

463

00:31:35,840 --> 00:31:38,800

นักดาราศาสตร์ใช้ซอฟต์แวร์พิเศษเพื่อแปลและ

464

00:31:38,840 --> 00:31:40,880

วิเคราะห์การสังเกตท้องฟ้า

465

00:31:40,880 --> 00:31:45,080

การขยายภาพหรือเพิ่มคอนทราสต์จะทำให้ค้นพบ

466

00:31:45,200 --> 00:31:47,640

รายละเอียดของเนบิวลา หรือ กาแล็กซีได้

467

00:31:47,760 --> 00:31:51,240

การให้รหัสของสีช่วยให้เห็นโครงสร้างดีขึ้น

468

00:31:51,280 --> 00:31:53,640

ซึ่งปกติจะมองไม่เห็นหรือเห็นยากมาก

469

00:31:53,680 --> 00:31:57,880

นอกจากนี้หากเอาภาพของวัตถุเดียวกันที่

470

00:31:57,920 --> 00:32:00,400

ใช้ฟิลเตอร์สีต่าง ๆ กัน มารวมกัน

471

00:32:00,520 --> 00:32:04,320

จะได้ภาพใหม่ที่สวยงามน่าตื่นตะลึง จนไม่มีรอยต่อที่ชัดเจน

472

00:32:04,440 --> 00:32:06,720

ระหว่างวิทยาศาสตร์กับศิลป์

473

00:32:06,840 --> 00:32:09,880

ท่านก็สามารถหาประโยชน์จากดาราศาสตร์แบบดิจิทัลได้

474

00:32:09,960 --> 00:32:13,960

ยังไม่เคยมีสมัยใดที่ท่านสามารถทำได้ง่าย ๆ ในการชูดั้งและมีความสุข

475

00:32:13,960 --> 00:32:15,800

อยู่กับภาพดวงดาวอย่างเช่นปัจจุบัน

476

00:32:15,920 --> 00:32:20,080

เพียงแค่ใช้เมาส์แล้วคลิก เท่านั้น ก็ได้ภาพเทพีฟ้า

477

00:32:20,680 --> 00:32:24,160

ขณะนี้ มีกล้องโทรทรรศน์หุ่นยนต์ที่ติดตั้งระบบตรวจสอบแบบอิเล็กทรอนิกส์ที่ไว

478

00:32:24,280 --> 00:32:27,800

กำลังเฝ้าสังเกตท้องฟ้าอยู่ตลอดเวลา

479

00:32:27,920 --> 00:32:30,880

กล้องโทรทรรศน์สไลนในรัฐนิวเม็กซิโกได้ถ่ายรูป

480

00:32:30,960 --> 00:32:34,000

และทำแคตาล็อกเทพีฟ้าจำนวนไม่น้อยกว่าหนึ่งร้อยล้านแห่ง

481

00:32:34,120 --> 00:32:38,160

ได้วัดระยะห่างของกาแล็กซีหนึ่งล้านกาแล็กซี และได้ค้นพบ

482

00:32:38,280 --> 00:32:41,480

ควอซาร์ใหม่หนึ่งแสนควอซาร์

483

00:32:41,520 --> 00:32:44,000

แต่การสำรวจจากกล้องโทรทรรศน์เพียง 1 กล้อง ยังไม่พอ

484

00:32:44,120 --> 00:32:47,400

สิ่งที่อยู่บนอวกาศจะเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา

485

00:32:47,520 --> 00:32:51,240

ดาวหางซึ่งเป็นก้อนน้ำแข็งสกปรก เข้ามาแล้วก็จากไป

486

00:32:51,280 --> 00:32:53,640

เหลือไว้แต่ขยะ

487

00:32:53,760 --> 00:32:56,720

เกิดขึ้นแทนที่

488

00:32:56,840 --> 00:33:00,560

ดาวเคราะห์น้อยเคลื่อนที่ผ่านไปอย่างรวดเร็ว

489

00:33:00,680 --> 00:33:02,880

บังแสงดาวฤกษ์อย่างเป็นจังหวะ การเกิด

490

00:33:02,960 --> 00:33:08,800

ซูเปอร์โนวาตรงนี้ ในขณะที่แห่งอื่น ๆ มีดาวฤกษ์กำลังเกิดใหม่

491

00:33:08,840 --> 00:33:17,960

พัลซาร์ส่งสัญญาณเป็นจังหวะ แหล่งกำหนดรังสีแกมมาระเบิด

492

00:33:18,040 --> 00:33:21,720

เกิดการพอกพูนมวลสารรอบหลุมดำ

493

00:33:21,840 --> 00:33:25,240

นักดาราศาสตร์ต้องการติดตามปรากฏการณ์ทั้งหลายเหล่านี้ทุกปี

494

00:33:25,360 --> 00:33:26,840

หรือทุกเดือน

495

00:33:26,920 --> 00:33:28,640

หรือทุก 2 สัปดาห์

496

00:33:28,680 --> 00:33:33,800

นี่คือความมุ่งหวังของกล้องสำรวจขนาดใหญ่ที่มีชื่อว่า LSST

497

00:33:33,920 --> 00:33:39,400

ถ้าสร้างเสร็จในปี ค.ศ. 2015 กล้องถ่ายภาพขนาด 3 กิกะไบท์ จะเปิด

498

00:33:39,440 --> 00:33:42,080

เว็บแคมในการสำรวจอวกาศ

499

00:33:42,200 --> 00:33:45,960

ไม่เพียงแต่ทำให้ความหวังของนักดาราศาสตร์สมัครใจ กล้องโทรทรรศน์สะท้อนแสงกล้องนี้

500

00:33:46,040 --> 00:33:51,080

ยังสามารถถ่ายภาพทั่วท้องฟ้าได้ในทุก ๆ 3 คืน

501

00:33:56,000 --> 00:34:00,760

5. การเห็นสิ่งที่ปกติที่มองไม่เห็น

502

00:34:02,360 --> 00:34:05,080

เมื่อท่านฟังดนตรีที่ชอบ หูของท่านจะรับเสียง

503

00:34:05,160 --> 00:34:08,800

หลายความถี่ ตั้งแต่เสียงความถี่ต่ำ

504

00:34:08,920 --> 00:34:12,120

ไปถึงความถี่สูง

505

00:34:12,200 --> 00:34:14,960

ตอนนี้ลองคิดว่าหูของท่านไวต่อความถี่ของเสียง

506

00:34:15,360 --> 00:34:16,920

เพียงช่วงหนึ่งเท่านั้น

507

00:34:16,960 --> 00:34:19,520

ท่านจึงพลาดเสียงที่ดีไปหมด

508

00:34:19,600 --> 00:34:23,000

สถานการณ์เช่นนี้เกิดขึ้นในทางดาราศาสตร์

509

00:34:23,080 --> 00:34:26,160

ตาของเรามีความไวต่อความถี่ช่วงแคบ ๆ ของ

510

00:34:26,240 --> 00:34:29,000

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

511

00:34:29,080 --> 00:34:31,560

นั่นคือ เฉพาะความถี่ของแสงคลื่นความถี่อื่น ๆ

512

00:34:31,640 --> 00:34:33,600

ของคลื่นแสงแม่เหล็กไฟฟ้า

513

00:34:33,680 --> 00:34:36,640

ถ้ามองไม่เห็นในเอกภพมีเทพีฟ้ามากมาย

514

00:34:36,720 --> 00:34:39,960

ที่แผ่พลังงานในช่วงคลื่นอื่น

515

00:34:40,040 --> 00:34:43,760

ตัวอย่างเช่น ในช่วงทศวรรษ ค.ศ. 1930 นักดาราศาสตร์ค้นพบ

516

00:34:43,840 --> 00:34:47,240

แหล่งกำเนิดคลื่นวิทยุจากห้วงอวกาศลึกโดยบังเอิญ

517

00:34:47,320 --> 00:34:49,960

คลื่นวิทยุบางคลื่นมีความถี่เดียวกันกับคลื่นวิทยุที่ท่านได้รับ

518

00:34:50,040 --> 00:34:53,160

จากสถานีวิทยุท้องถิ่น แต่สัญญาณอ่อนมาก

519

00:34:53,240 --> 00:34:55,280

และไม่มีรายการ

520

00:34:56,520 --> 00:34:59,960

เพลงอย่างบนโลก จำเป็นต้องมีเครื่องรับซึ่งก็คือ

521

00:35:00,040 --> 00:35:02,560

สายอากาศของกล่องโทรทรรศน์วิทยุ นั่นเอง

522

00:35:02,680 --> 00:35:06,960

ในการรับสัญญาณอันแผ่วเบาจากอวกาศ

523

00:35:07,040 --> 00:35:10,080

จำเป็นต้องมีเครื่องรับซึ่งก็คือ สายอากาศของกล่องโทรทรรศน์วิทยุ นั่นเอง

524

00:35:10,200 --> 00:35:14,400

แต่ความยาวคลื่นของวิทยุ ยาวกว่าคลื่นของแสงมาก งานสายอากาศของกล่องโทรทรรศน์วิทยุ

525

00:35:14,440 --> 00:35:17,240

จึงไม่ต้องราบเรียบ สม่ำเสมอ

526

00:35:17,360 --> 00:35:19,000

ดังนั้นกระจกของกล่องโทรทรรศน์

527

00:35:19,120 --> 00:35:21,640

ดังนั้นกระจกของกล่องโทรทรรศน์

528

00:35:21,680 --> 00:35:26,800

การสร้างกล่องโทรทรรศน์แสงขนาดใหญ่

529

00:35:26,840 --> 00:35:30,960

นอกจากนี้กล่องโทรทรรศน์วิทยุ 2 เครื่อง ยังทำงานร่วมกันได้ง่ายกว่ากล่องแสง

530

00:35:30,960 --> 00:35:34,080

นั่นคือถ้าจะเพิ่มความละเอียดของภาพ

531

00:35:34,120 --> 00:35:37,960

อาจใช้กล่องโทรทรรศน์ 2 กล่องที่อยู่ห่างกันหลายกิโลเมตร ทำหน้าที่เป็น อินเตอร์เฟอโรมิเตอร์

532

00:35:38,040 --> 00:35:41,560

เช่น กล่องโทรทรรศน์วิทยุใหญ่มากมาย

533

00:35:41,600 --> 00:35:44,640

ตั้งเรียงเป็นแถวในรัศมีนิวเม็กซ์โก ประกอบด้วย

534

00:35:44,680 --> 00:35:49,720

สายอากาศรูปจานเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 เมตร จำนวน 27 จาน

535

00:35:49,760 --> 00:35:52,960

จานตั้งเรียงกันเป็นแถวยาว โดยแต่ละจานหมุนได้รอบตัวอย่างอิสระ

536

00:35:53,040 --> 00:35:56,400

และถ้าปฏิบัติงานร่วมกัน จะเหมือนกับกล้องโทรทรรศน์วิทยุที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง

537

00:35:56,520 --> 00:36:00,800

เท่ากับ 36 กิโลเมตร

538

00:36:00,920 --> 00:36:03,560

เอกภพมีรูปร่างอย่างไรในช่วงคลื่นวิทยุ?

539

00:36:03,680 --> 00:36:08,000

เริ่มที่ดวงอาทิตย์ซึ่งแผ่คลื่นวิทยุออกมาไม่แพ้แสงสว่าง

540

00:36:08,120 --> 00:36:10,720

ศูนย์กลางของกาแล็กซีทางช้างเผือกก็ให้คลื่นวิทยุเช่นเดียวกัน

541

00:36:10,760 --> 00:36:12,400

ยังไม่หมดเท่านั้น

542

00:36:12,520 --> 00:36:16,480

พัลซาร์ ซึ่งเป็นศพดาวฤกษ์มีความหนาแน่นสูงมาก พัลซาร์ให้คลื่นวิทยุออกมาในช่วงแคบ ๆ

543

00:36:16,520 --> 00:36:18,640

ที่เป็นรูปกรวยปลายบาน

544

00:36:18,680 --> 00:36:21,800

และหมุนรอบตัวเองด้วยความเร็วสูง

545

00:36:21,840 --> 00:36:23,720

หลายร้อยรอบต่อวินาที

546

00:36:23,760 --> 00:36:27,800

ดังนั้น พัลซาร์ จึงมีหน้าตาคล้ายประภาคารส่งคลื่นวิทยุที่กำลังหมุน

547

00:36:27,920 --> 00:36:31,320

และสิ่งที่เราได้รับคือ สัญญาณวิทยุที่เป็นจังหวะ

548

00:36:31,360 --> 00:36:34,320

ที่ส่ม่าเสมอ และ ถี่มาก เรียกว่าพัลส์

549

00:36:34,440 --> 00:36:36,640

ชื่อแหล่งกำเนิดคลื่นวิทยุ

550

00:36:36,680 --> 00:36:39,320

มีชื่อเรียกว่า แคลสซีโอเปีย เอ เป็นซาก

551

00:36:39,440 --> 00:36:43,640

ของซูเปอร์โนวาที่ระเบิดในคริสต์ศตวรรษที่ 17

552

00:36:43,680 --> 00:36:48,240

เซนเทลลอส เอ, ซิกนัส เอ และ เวอร์ริโก เอ ต่างเป็นกาแล็กซีขนาดใหญ่

553

00:36:48,280 --> 00:36:50,640

ที่ให้คลื่นวิทยุออกมา

554

00:36:50,680 --> 00:36:55,960

แต่ละกาแล็กซีมีหลุมดำอยู่ที่ศูนย์กลาง

555

00:36:56,040 --> 00:37:00,000

กาแล็กซีและควาซาร์ ต้นกำเนิดคลื่นวิทยุบางแห่งให้คลื่นพลังงานสูง

556

00:37:00,120 --> 00:37:05,320

จนสามารถรับสัญญาณได้จากระยะไกล ถึงหนึ่งหมื่นล้านปีแสง

557

00:37:05,360 --> 00:37:08,880

และแล้วยังมีสัญญาณวิทยุที่แผ่เบาเหมือนเสียงรบกวน “ฮิส”

558

00:37:08,960 --> 00:37:11,320

อยู่ทั่วไปในเอกภพ

559

00:37:11,360 --> 00:37:14,160

นี่คือ ซีเอ็มบี หรือพลังงานพื้นหลังช่องไมโครเวฟของเอกภพ

560

00:37:14,200 --> 00:37:16,400

เสียงสะท้อนของบิกแบง

561

00:37:16,440 --> 00:37:20,560

อุณหภูมิของเอกภพในปัจจุบันที่เริ่มต้นด้วยอุณหภูมิสูงมาก ณ จุดบิกแบง

562

00:37:22,120 --> 00:37:26,400

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแต่ละช่วงคลื่นมีความสำคัญเป็นของตัวเอง

563

00:37:26,440 --> 00:37:29,960

ในช่วงความยาวคลื่นเป็นมิลลิเมตร และต่ำกว่า นักดาราศาสตร์ใช้ศึกษา

564

00:37:29,960 --> 00:37:33,080

การเกิดกาแล็กซีในเอกภพยุคต้น ๆ

565

00:37:33,200 --> 00:37:37,240

กำเนิดของดาวฤกษ์รวมมทั้งดาวเคราะห์ในกาแล็กซีของเรา

566

00:37:37,280 --> 00:37:41,400

แต่คลื่นเหล่านี้ถูกกั้นด้วยไอน้ำในบรรยากาศโลก

567

00:37:41,520 --> 00:37:44,400

ดังนั้น จึงต้องขึ้นไปสังเกตในที่สูงและอากาศแห้ง

568

00:37:44,440 --> 00:37:47,320

เช่น ที่ ลลาโน เดอ ซัจนานเตอร์

569

00:37:47,440 --> 00:37:50,960

สูงกว่าระดับน้ำทะเล 5 กิโลเมตร เป็นที่ราบสูงเกินจริงอยู่ในประเทศชิลี

570

00:37:50,960 --> 00:37:53,960

นี่คือ ที่ตั้งของ อัลมา หรือ

571

00:37:54,040 --> 00:37:56,880

กล้องโทรทรรศน์วิทยุขนาดใหญ่ช่วงคลื่นมิลลิเมตรที่เรียงเป็นแถว ณ อะตาคา

572

00:37:56,920 --> 00:38:01,880

เมื่อสร้างเสร็จในปี 2014 อัลมา จะเป็นกล้องที่ใหญ่ที่สุดในโลก

573

00:38:01,920 --> 00:38:04,320

ประกอบด้วย

574

00:38:04,840 --> 00:38:09,960

จานสายอากาศ 64 จาน แต่ละจาน หนัก 100 ตัน ทุกจานทำงานประสานกัน

575

00:38:09,960 --> 00:38:13,880

รถบรรทุกขนาดใหญ่หลายคันจะ เลื่อนสายอากาศแต่ละจานให้ออกห่างจากกัน คลุมพื้นที่กว้างใหญ่เท่ากับขนาดของกรุงลอนดอน

576

00:38:13,960 --> 00:38:16,800

ถ้าต้องการให้เห็นภาพในมุมกว้าง รถบรรทุกจะ เลื่อนจานเข้าหากัน

577

00:38:16,880 --> 00:38:19,000

การเคลื่อนที่

578

00:38:19,120 --> 00:38:23,240

แต่ตัวอย่างจะมีความถูกต้องในระดับมิลลิเมตร

579

00:38:24,680 --> 00:38:28,160

เทพีฟ้า หลายแห่งในเอกภพ แม่รังสีในช่วงคลื่นอินฟราเรด

580

00:38:28,280 --> 00:38:31,960

วิลเลียม เฮอร์เชล ค้นพบว่าการแผ่รังสีในช่วงคลื่นอินฟราเรด คือ

581

00:38:32,040 --> 00:38:36,720

“การแผ่รังสีของคลื่นความร้อน” เพราะออกมาจากวัตถุที่ร้อนแทบทุกชนิด

582

00:38:36,760 --> 00:38:39,080

รวมทั้งร่างกายของมนุษย์ด้วย

583

00:38:41,840 --> 00:38:45,240

ท่านอาจจะคุ้นเคยกับรังสีอินฟราเรด มากกว่าที่คิด

584

00:38:45,360 --> 00:38:48,240

เพราะว่าเราใช้รังสีชนิดนี้ในการดูเป้า

585

00:38:48,360 --> 00:38:51,160

ในเวลากลางคืนและผ่านแว่นตากันลม และกล้องถ่ายรูป

586

00:38:51,280 --> 00:38:55,160

แต่การตรวจสอบแหล่งกำเนิดรังสี อินฟราเรด ที่อยู่ไกล นักดาราศาสตร์

587

00:38:55,280 --> 00:38:58,960

ต้องอาศัยเครื่องตรวจที่มีความไวมาก ๆ โดยให้เครื่องตรวจอยู่ภายใต้อุณหภูมิต่ำเพียง 2-3 เคลวิน

588

00:38:59,040 --> 00:39:04,000

ทั้งนี้เพื่อลดการแผ่รังสีอินฟราเรดจากตัวเครื่องเอง

589

00:39:06,920 --> 00:39:11,720

ปัจจุบัน กล้องแสงขนาดใหญ่ส่วนมากจะวัดกล้องอินฟราเรดด้วย

590

00:39:11,760 --> 00:39:15,320

คลื่นอินฟราเรดช่วยให้ท่านมองเห็นทะลุผ่านฝุ่นในอวกาศ ทำให้

591

00:39:15,440 --> 00:39:20,240

ได้ภาพดาวฤกษ์ที่กำลังเกิดใหม่ ซึ่งไม่สามารถเห็นได้ในช่วงคลื่นแสงสว่าง

592

00:39:20,280 --> 00:39:25,080

ตัวอย่างเช่น ลองดูภาพในช่วงคลื่นแสงสว่างของ เนบิวลาสว่างใหญ่ในกลุ่มดาวนายพราน เปรียบเทียบ

593

00:39:25,200 --> 00:39:27,400

กับภาพถ่ายโดยใช้กล้องอินฟราเรด จะเห็นว่าแตกต่างกัน

594

00:39:27,520 --> 00:39:30,080

การถ่ายภาพในช่วงคลื่นอินฟราเรด

595

00:39:30,200 --> 00:39:33,320

จะเป็นประโยชน์มากกับการศึกษา

596

00:39:33,360 --> 00:39:35,960

กาแล็กซีที่อยู่ไกลมาก ๆ

597

00:39:35,960 --> 00:39:41,000

ดาวฤกษ์เกิดใหม่ ในกาแล็กซีอายุน้อย จะส่องแสงสว่างในช่วงคลื่น อัลตราไวโอเล็ต

598

00:39:41,120 --> 00:39:45,000

แต่แสง อัลตราไวโอเล็ต นี้ต้องเดินทางเป็นเวลานับหมื่นปี

599

00:39:45,120 --> 00:39:46,640

ในเอกภพที่กำลังขยายตัว

600

00:39:46,760 --> 00:39:50,560

การขยายตัวทำให้ความยาวคลื่นของแสงยาวมากขึ้น

601

00:39:50,600 --> 00:39:55,240

โดยเฉพาะเมื่อเรารับสัญญาณคลื่นจะเลื่อนไปทางสีแดงกลายเป็นรังสี อินฟราเรดใกล้

602

00:39:56,600 --> 00:40:00,240

เครื่องมือที่ถ่ายภาพได้ในลักษณะนี้ คือ กล้องโทรทรรศน์ เมจิก บนเทือกเขา ลา พาลมา

603

00:40:00,360 --> 00:40:02,960

เป็นกล้องที่สำรวจท้องฟ้าในช่วงรังสีแกมมา

604

00:40:02,960 --> 00:40:06,800

ซึ่งเป็นรังสีที่มีพลังงานสูงสุดในธรรมชาติ

605

00:40:08,360 --> 00:40:10,960

โชคดีสำหรับคนบนพื้นโลก ที่รังสีอันตรายนี้ถูกบรรยากาศโลกดูดกลืนไว้จึงมาถึง

606

00:40:10,960 --> 00:40:12,320

ผิวโลกไม่ได้

607

00:40:12,360 --> 00:40:16,000

แต่รังสี แกมมา ได้ทิ้งร่องรอยเอาไว้ให้นักดาราศาสตร์ศึกษาได้

608

00:40:16,120 --> 00:40:19,000

ขณะวิ่ง เข้าชนโมเลกุลของแก๊สในบรรยากาศโลกนั้นจะ เกิดอนุภาคพลังงานสูงจำนวนมาก

609

00:40:19,120 --> 00:40:20,640

อนุภาคเหล่านี้ ทำให้เกิด

610

00:40:20,760 --> 00:40:25,320

การเรืองแสง ซึ่งกล้องเมจิกสังเกตุได้

611

00:40:26,920 --> 00:40:30,640
และนี่คือ หอดูดาว ปีแอร์ ออเกอร์ ในประเทศ อาร์เจนตินา

612
00:40:30,680 --> 00:40:33,080
ดูไม่เหมือนกล้องโทรทรรศน์เลย

613
00:40:33,120 --> 00:40:38,960
หอดูดาวปีแอร์ ออเกอร์ ประกอบด้วยเครื่องตรวจจับสัญญาณ 1600 เครื่อง กระจายอยู่บนพื้นที่ 3000

614
00:40:38,960 --> 00:40:40,240
ตารางกิโลเมตร

615
00:40:40,360 --> 00:40:44,560
เครื่องมือเหล่านี้จับอนุภาคที่เกิดจากการชนของรังสีคอสมิก ซึ่งมาจากซูเปอร์โนวาไกล ๆ

616
00:40:44,600 --> 00:40:46,480
และหลุมดำ

617
00:40:47,680 --> 00:40:52,400
แล้วเครื่องวัดนิวทริโนที่สร้างอยู่ในเหมืองลึก

618
00:40:52,520 --> 00:40:55,720
หรือใต้ผิวน้ำสมุทร หรือที่ แอนตาร์กติกา

619
00:40:55,840 --> 00:40:57,880
เรียกว่าเป็นกล้องโทรทรรศน์หรือไม่

620
00:40:57,960 --> 00:40:59,400
ทำไมจะเรียกไม่ได้

621
00:40:59,520 --> 00:41:03,800
เพราะอุปกรณ์เหล่านี้ช่วยสังเกตุเกี่ยวกับเอกภพ แม้ว่าจะเป็นพลังงานที่ไม่ใช่

622
00:41:03,840 --> 00:41:06,080
คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

623
00:41:06,120 --> 00:41:09,880
นิวทริโน เป็นอนุภาคที่เข้าใจยากเกิดจากการระเบิดที่แก่นกลางของดวงอาทิตย์

624
00:41:09,960 --> 00:41:12,240
และการระเบิดของซูเปอร์โนวา

625
00:41:12,360 --> 00:41:15,800
และเกิด ณ จุด บิกแบง ด้วย

626
00:41:15,920 --> 00:41:20,640
นิวทริโน เหมือนอนุภาคอื่น ๆ เพราะสามารถเคลื่อนที่ผ่านวัตถุธรรมดา

627

00:41:20,680 --> 00:41:25,640

หรือโลกทั้งโลก ได้ด้วยความเร็วของแสง และไม่มีประจุไฟฟ้า

628

00:41:25,760 --> 00:41:30,240

แม้ว่าจะมีความยุ่งยากในการศึกษา นิวทริโน แต่มีนิวทริโนจำนวนมหาศาล

629

00:41:30,280 --> 00:41:34,160

ในแต่ละวินาที จะมีนิวทริโนจำนวน 50 ล้านล้านตัว

630

00:41:34,200 --> 00:41:36,560

เคลื่อนที่ผ่านท่าน

631

00:41:36,680 --> 00:41:40,800

สุดท้าย นักดาราศาสตร์ และนักฟิสิกส์ได้ร่วมมือกันสร้างเครื่องวัด

632

00:41:40,920 --> 00:41:42,640

คลื่นแรงโน้มถ่วง

633

00:41:42,680 --> 00:41:46,640

“กล้องโทรทรรศน์” เหล่านี้ ไม่ได้ตรวจสอบการแผ่รังสีหรือจับอนุภาค

634

00:41:46,680 --> 00:41:51,240

แต่วัดขนาดการกระเพื่อมเพียงเล็กน้อยในโครงสร้างของ ปริภูมิ - เวลา

635

00:41:51,280 --> 00:41:56,960

ซึ่งทำนายโดยทฤษฎีสัมพัทธภาพของ ไอน์สไตน์

636

00:41:57,040 --> 00:42:01,160

นักดาราศาสตร์ใช้เครื่องมือที่นำทั้งประเภทต่าง ๆ

637

00:42:01,200 --> 00:42:06,960

เพื่อเปิดรับรังสีในทุกสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

638

00:42:07,040 --> 00:42:11,240

แต่การสังเกตบางช่วงคลื่นไม่อาจทำได้จากพื้นโลก

639

00:42:11,280 --> 00:42:12,800

คำตอบ คือ

640

00:42:12,920 --> 00:42:15,240

ต้องใช้กล้องโทรทรรศน์อวกาศ

641

00:42:22,000 --> 00:42:26,560

6. ไกลจากโลก

642

00:42:28,560 --> 00:42:30,400

กล้องโทรทรรศน์อวกาศฮับเบิล

643

00:42:30,480 --> 00:42:33,360

เท่าที่ผ่านมา กล้องโทรทรรศน์อวกาศ ฮับเบิลเป็นกล้องโทรทรรศน์ที่มีชื่อเสียงมากที่สุดในประวัติศาสตร์

644

00:42:33,440 --> 00:42:34,800

ด้วยเหตุผลที่ดี คือ

645

00:42:34,880 --> 00:42:38,560

กล้องฮับเบิลได้ปฏิวัติหลายสาขาทางดาราศาสตร์

646

00:42:38,640 --> 00:42:42,040

เมื่อเทียบกับมาตรฐานในยุคปัจจุบัน กระจกของกล้องฮับเบิลมีขนาดเล็ก

647

00:42:42,120 --> 00:42:45,040

โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางเพียง 2.4 เมตร

648

00:42:45,120 --> 00:42:48,640

แต่ตำแหน่งที่ตั้งอยู่นอกโลก

649

00:42:48,720 --> 00:42:52,360

อยู่เหนือบรรยากาศโลกซึ่งทำให้ภาพไม่ชัด กล้องฮับเบิลจึงทำให้

650

00:42:52,440 --> 00:42:54,600

ภาพดวงดาวที่คมชัดโดยไม่มีกล้องใดเสมอเหมือน

651

00:42:54,680 --> 00:42:59,360

นอกจากนี้ยังสังเกตได้ในช่วงคลื่นอัลตราไวโอเล็ต และ อินฟราเรดไกล

652

00:42:59,440 --> 00:43:02,480

รังสีในช่วงคลื่นดังกล่าวไม่อาจสังเกตได้จากผิวโลก

653

00:43:02,560 --> 00:43:05,880

เพราะบรรยากาศโลกกั้นไว้

654

00:43:05,960 --> 00:43:09,880

กล้องถ่ายรูปและสเปกโตรกราฟ บางเครื่องใหญ่เท่าตู้โทรศัพท์

655

00:43:09,960 --> 00:43:14,600

ทำหน้าที่แบ่งและบันทึกแสงจากต้นกำเนิด ซึ่งอยู่ห่างไกลในอวกาศ

656

00:43:14,680 --> 00:43:19,320

กล้องฮับเบิล ได้ปรับปรุงให้มีคุณภาพดีขึ้นเป็นช่วง ๆ คล้ายการปรับปรุงกล้องบนโลก

657

00:43:19,400 --> 00:43:22,760

นักบินอวกาศออกไปนอกยาน เพื่อตรวจสอบซ่อมแซมและ

658

00:43:22,840 --> 00:43:24,440

เปลี่ยนชั้นส่วนที่ชำรุด

659

00:43:24,520 --> 00:43:27,000

ด้วยชั้นส่วนใหม่

660

00:43:27,080 --> 00:43:29,800

ที่พัฒนาตามเทคโนโลยีปัจจุบัน

661

00:43:29,880 --> 00:43:33,280

กล้องโทรทรรศน์อวกาศฮับเบิล กลายเป็นแหล่งข้อมูลของดาราศาสตร์ภาคสังเกต

662

00:43:33,360 --> 00:43:37,240

และได้เปลี่ยนความคิดความเข้าใจของเราเกี่ยวกับเอกภพ

663

00:43:39,840 --> 00:43:44,800

กล้องฮับเบิล ได้ถ่ายภาพดาวอังคารที่เปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล

664

00:43:45,920 --> 00:43:48,800

ถ่ายภาพดาวหางชเวตนิค-บราเฮอวีก

665

00:43:50,520 --> 00:43:53,880

และถ่ายภาพวงแหวนดาวเสาร์จากด้านขอบ

666

00:43:56,920 --> 00:44:00,400

ถ่ายภาพพื้นผิวดาวพลูโต

667

00:44:00,480 --> 00:44:06,320

กล้องฮับเบิล ได้บันทึกข้อมูลจำนวนมากจนทำให้เราเข้าใจวัฏจักรของดาวฤกษ์

668

00:44:06,600 --> 00:44:12,560

จากเมฆฝุ่น และ แก๊ส ที่เป็นต้นกำเนิด

669

00:44:12,640 --> 00:44:17,800

ไปจนถึงวาระสุดท้ายเป็นเนบิวลา ที่ขยายตัวออกสู่อวกาศอีก

670

00:44:17,920 --> 00:44:24,960

หรือเกิดเป็นซูเปอร์โนวา ที่สว่างกว่ากาแล็กซีของดาวดวงนั้น

671

00:44:25,040 --> 00:44:28,960

ลึกเข้าไปในเนบิวลาสว่างใหญ่ กล้องฮับเบิล ได้บันทึกภาพ

672

00:44:29,040 --> 00:44:34,080

ระบบสุริยะที่กำลังเกิดใหม่ โดยเห็นจานฝุ่นและแก๊สที่หมุนวนรอบดาวฤกษ์เกิดใหม่ ในไม่ช้าฝุ่นและแก๊สรอบดาวฤกษ์

673

00:44:34,120 --> 00:44:36,080

จะวิวัฒนาการไปเป็นดาวเคราะห์

674

00:44:36,200 --> 00:44:40,320

กล้องโทรทรรศน์อวกาศฮับเบิลได้ถ่ายภาพและศึกษาดาวฤกษ์จำนวนมากหลายพันดวง

675

00:44:40,440 --> 00:44:45,960

ในกระจุกดาวทรงกลมขนาดใหญ่ เชื่อว่าประกอบด้วยดาวฤกษ์อายุมากที่สุดในเอกภพ

676

00:44:46,040 --> 00:44:48,320

และถ่ายภาพกาแล็กซีจำนวนมาก

677

00:44:48,440 --> 00:44:51,960

นักดาราศาสตร์ไม่เคยเห็นภาพที่ละเอียดชัดเจน เช่นนั้นมาก่อน

678

00:44:51,960 --> 00:44:58,800

เช่น สไปรัลขนาดใหญ่, รอยมืดเป็นทางยาวของฝุ่นที่บังแสงดาวฤกษ์, การชนกันอย่างรุนแรงระหว่างกาแล็กซี

679

00:45:01,040 --> 00:45:05,480

ภาพถ่ายที่เล็งกล้องไปยังบริเวณว่างเปล่า แต่เปิดหน้าต่างไว้

680

00:45:05,520 --> 00:45:10,080

จะเห็นกาแล็กซีจำนวนมากที่อยู่ห่างไกลหลายพันล้านปีแสง

681

00:45:10,120 --> 00:45:13,960

แสงที่ได้รับเป็นแสงต้นกำเนิดขณะที่เอกภพยังมีอายุน้อย

682

00:45:14,040 --> 00:45:18,400

หน้าต่างที่เปิดสู่อืดเมื่อนานมาแล้ว จึงนำไปสู่ความเข้าใจ

683

00:45:18,440 --> 00:45:21,560

วิวัฒนาการของเอกภพ

684

00:45:22,200 --> 00:45:24,880

ฮับเบิล ไม่ใช่เป็นกล้องโทรทรรศน์กล้องเดียวในอวกาศ

685

00:45:24,920 --> 00:45:29,800

นี่คือ กล้องโทรทรรศน์อวกาศ สปีดเซอรัของนาซา ซึ่งขึ้นสู่อวกาศเมื่อเดือน สิงหาคม ค.ศ. 2003

686

00:45:29,920 --> 00:45:33,720

ในมุมหนึ่ง, กล้องสปีดเซอรัก็เหมือนกล้องฮับเบิลในช่วงคลื่นอินฟราเรด

687

00:45:33,760 --> 00:45:37,960

กล้องสปีดเซอรั มีกระจกสะท้อนแสงเส้นผ่านศูนย์กลางเพียง 85 เซนติเมตร

688

00:45:37,960 --> 00:45:41,080

แต่กล้องมีโล่หุ้มเพื่อป้องกัน

689

00:45:41,200 --> 00:45:42,480

แสงแดด

690

00:45:42,520 --> 00:45:47,160

ส่วนระบบตรวจสอบทั้งหลายอยู่ในตัวถึงกันความร้อนที่บรรจุด้วยฮีเลียมเหลว

691

00:45:47,200 --> 00:45:50,080

ดังนั้น เครื่องมือจึงอยู่ภายใต้อุณหภูมิ 2-3 เคลวิน เท่านั้น

692

00:45:50,200 --> 00:45:51,800

ทำให้เป็นระบบตรวจสอบ

693

00:45:51,920 --> 00:45:55,560

ที่มีความไวมาก ๆ

694

00:45:55,680 --> 00:45:58,720

กล้องสปีดเซอร์เปิดเผยให้ทราบว่า เอกภพเต็มไปด้วยฝุ่น

695

00:45:58,760 --> 00:46:02,560

เมฆของฝุ่นที่มืด และไม่โปร่งแสง เกิดเรื่องแสงออกมาในช่วงคลื่นอินฟราเรดเพราะความร้อน

696

00:46:02,680 --> 00:46:04,560

เกิดจากภายในเมฆฝุ่น

697

00:46:04,600 --> 00:46:08,720

คลื่นปะทะจากการชนกันระหว่างกาแล็กซี ได้กวาดฝุ่นไปรวมกัน ณ ที่แห่งใหม่

698

00:46:08,760 --> 00:46:13,480

เกิดเป็นดาวฤกษ์ทุกหนทุกแห่ง

699

00:46:15,520 --> 00:46:19,080

ฝุ่นเกิดจากวาระสุดท้ายของดาวฤกษ์เหมือนกัน

700

00:46:19,200 --> 00:46:23,080

กล้องสปีดเซอร์ตรวจพบว่า เนบิวลาดาวเคราะห์ และ ซากซูเปอร์โนวา มีฝุ่นอยู่เป็นจำนวนมาก

701

00:46:23,200 --> 00:46:28,320

นี่คือส่วนที่จะกลายเป็นดาวเคราะห์ในโอกาสต่อไป

702

00:46:28,440 --> 00:46:32,080

กล้องสปีดเซอร์ในช่วงคลื่นอินฟราเรดอื่น สามารถมองเห็น เมฆฝุ่น

703

00:46:32,200 --> 00:46:37,720

จนเห็นดาวฤกษ์อยู่ภายใน

704

00:46:37,840 --> 00:46:40,960

เครื่องสเปกโทรกราฟของกล้องสปีดเซอร์สามารถตรวจศึกษา

705

00:46:40,960 --> 00:46:44,880

บรรยากาศของดาวเคราะห์ในระบบดาวฤกษ์อื่น ส่วนมากเป็นดาวเคราะห์ยักษ์ อย่างเช่น ดาวพฤหัสบดี

706

00:46:44,920 --> 00:46:48,880

ซึ่งเคลื่อนที่รอบดาวฤกษ์ รอบละเพียง 2-3 วัน

707

00:46:50,680 --> 00:46:52,880

แล้วพลังงานในช่วงคลื่นรังสีเอกซ์ และรังสีแกมมา เป็นอย่างไร?

708

00:46:52,920 --> 00:46:55,560

รังสีทั้งสองถูกบรรยากาศโลกกั้นไว้ไม่ให้ลงถึงผิวโลก

709

00:46:55,680 --> 00:46:59,160

ด้วยเหตุนี้ ถ้าไม่มีกล้องโทรทรรศน์อวกาศ นักดาราศาสตร์ก็จะมีข้อมูลของดวงดาว

710

00:46:59,200 --> 00:47:02,080

ในช่วงคลื่นที่มีพลังงานสูงเหล่านี้

711

00:47:03,680 --> 00:47:07,080

กล้องโทรทรรศน์อวกาศในช่วงคลื่นรังสีเอกซ์ และ รังสีแกมมา

712

00:47:07,120 --> 00:47:11,800

จะเปิดเผยกระจุกกาแล็กซีที่ร้อน มีพลังงานสูง และปั่นป่วน รวมทั้งหลุมดำ

713

00:47:11,840 --> 00:47:16,080

การระเบิดของซูเปอร์โนวาตลอดทั้งการชนกันระหว่างกาแล็กซี

714

00:47:18,760 --> 00:47:20,840

กล้องเหล่านี้สร้างยากมาก

715

00:47:20,920 --> 00:47:24,440

รังสีที่มีพลังงานสูงสามารถผ่านทะลุกระจกของกล้องโทรทรรศน์ได้เลย

716

00:47:24,520 --> 00:47:29,680

เราจะโฟกัสรังสีเอกซ์ได้โดยกระจกที่ทำด้วยทองคำบริสุทธิ์

717

00:47:29,760 --> 00:47:33,120

ส่วนรังสีแกมมาใช้กล้องรูเข็มที่ละเอียดและสลักซับซ้อน

718

00:47:33,200 --> 00:47:36,560

หรือชุดเครื่องมือพิเศษที่เปล่งแสงออกมา

719

00:47:36,640 --> 00:47:39,680

เมื่อโคจรรังสีแกมมาชน

720

00:47:40,960 --> 00:47:45,120

ในทศวรรษ ค.ศ. 1990 องค์การนาซาได้ส่งหอสังเกตการณ์ในช่วงคลื่นรังสีแกมมา ชื่อ คอมพตัน ชั้นสู่อวกาศ

721

00:47:45,200 --> 00:47:48,280

ขณะนั้น หอสังเกตการณ์ คอมพิวเตอร์ เป็นดาวเทียม

722

00:47:48,360 --> 00:47:49,880

วิทยาศาสตร์ใหญ่ที่สุด เป็นห้องปฏิบัติการ

723

00:47:49,960 --> 00:47:53,120

ทางฟิสิกส์ที่เพิ่งจะบินได้ในอวกาศ

724

00:47:53,200 --> 00:47:56,480

ใน ค.ศ. 2008 กล้องโทรทรรศน์อวกาศ กลาสท์ ก็ขึ้นไปแทนที่กล้อง คอมพิวเตอร์

725

00:47:56,560 --> 00:48:00,520

กลาสท์ เป็นกล้องโทรทรรศน์อวกาศในช่วงคลื่นรังสีแกมมา มีพื้นที่ขนาดใหญ่

726

00:48:00,600 --> 00:48:04,120

กล้องกลาสท์ จะศึกษาทุกอย่างที่ให้พลังงานสูงในเอกภพ ตั้งแต่วัตถุมืด

727

00:48:04,200 --> 00:48:06,520

ไปถึงพัลซาร์

728

00:48:08,440 --> 00:48:12,360

ในขณะที่เดียวกัน นักดาราศาสตร์ก็มีกล้องโทรทรรศน์อวกาศในช่วงคลื่นรังสีเอกซ์ 2 กล้อง

729

00:48:12,440 --> 00:48:17,400

ได้แก่ หอสังเกตการณ์ รังสีเอกซ์ จันทราของนาซา และหอสังเกตการณ์ เอกซ์เอ็มเอ็ม นิวตัน ขององค์การอวกาศยุโรป

730

00:48:17,480 --> 00:48:21,480

ทั้งคู่ศึกษาแหล่งที่ร้อนที่สุดในเอกภพ

731

00:48:23,960 --> 00:48:27,680

นี่คือภาพท้องฟ้าในช่วงคลื่นรังสีเอกซ์

732

00:48:27,760 --> 00:48:32,160

ร่องรอยที่เห็นต่อเนื่องกันเป็นเมฆของแก๊สที่ได้รับพลังงาน ทำให้แก๊สมีอุณหภูมิสูงเป็นล้านองศา

733

00:48:32,240 --> 00:48:35,680

จากคลื่นปะทะของซูเปอร์โนวา

734

00:48:35,760 --> 00:48:39,960

จุดกำเนิดแสงต่าง ๆ เป็นดาวคู่เอกซ์เรย์ หรือดาวนิวตรอน หรือ

735

00:48:39,960 --> 00:48:43,640

หลุมดำที่ดึงดูดเนื้อสารจากคู่ที่เป็นดาวฤกษ์

736

00:48:43,720 --> 00:48:47,280

แก๊สร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่หลุมดำก่อกำเนิดรังสีเอกซ์ที่แผ่กระจายออกสู่อวกาศ

737

00:48:47,360 --> 00:48:51,560
กล้องโทรทรรศน์รังสีเอกซ์ยังเปิดเผยหลุมดำ

738
00:48:51,640 --> 00:48:53,760
ณ ใจกลางของกาแล็กซีที่อยู่ไกล ๆ

739
00:48:53,840 --> 00:48:57,800
มวลสารที่เคลื่อนที่ควงส่ววนเข้าหาหลุมดำจะร้อนมากจนเปล่งรังสีเอกซ์ ออกมา

740
00:48:57,880 --> 00:49:02,160
ก่อนที่จะจบลงไปในหลุมดำ ซึ่งเรามองไม่เห็น

741
00:49:02,240 --> 00:49:06,840
แก๊สร้อนแต่เบาบางอยู่ในอวกาศระหว่างกาแล็กซี

742
00:49:06,920 --> 00:49:08,320
ที่เป็นกระจุกด้วย

743
00:49:08,400 --> 00:49:12,240
บางครั้ง แก๊ส ที่อยู่ระหว่างกาแล็กซีนี้ได้รับความร้อน และคลื่นปะทะ

744
00:49:12,320 --> 00:49:16,480
เกิดจากการชนระหว่างกาแล็กซี

745
00:49:16,560 --> 00:49:20,760
ที่น่าตื่นเต้นมากกว่านี้ คือ การระเบิดของรังสีแกมมา ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่ให้พลังงาน

746
00:49:20,840 --> 00:49:22,600
สูงสุดในเอกภพ

747
00:49:22,680 --> 00:49:26,920
การระเบิดนี้เป็นการระเบิดของดาวฤกษ์มวลมาก

748
00:49:26,960 --> 00:49:28,760
หมุนรอบตัวเองเร็ว

749
00:49:28,840 --> 00:49:32,760
ในเวลาน้อยกว่า 1 วินาที การระเบิดจะให้พลังงานมากกว่าที่ดวงอาทิตย์ผลิตได้ในเวลา

750
00:49:32,840 --> 00:49:35,760
หมื่นล้านปี

751
00:49:38,200 --> 00:49:42,160
กล้องฮับเบิล, กล้องสปิตเซอร์, กล้องจันทรา, กล้อง เอ็กเอ็มเอ็ม นิวตัน และ กล้องกาลาสี

752
00:49:42,240 --> 00:49:44,600
ต่างเป็นกล้องขนาดใหญ่ในอวกาศ

753

00:49:44,680 --> 00:49:47,640

แต่มีกล้องโทรทรรศน์อวกาศที่มีขนาดเล็กกว่า

754

00:49:47,720 --> 00:49:49,240

และทำหน้าที่เฉพาะอย่าง

755

00:49:49,320 --> 00:49:51,280

เช่น กล้อง คอรอด

756

00:49:51,360 --> 00:49:54,880

เป็นของฝรั่งเศสที่ศึกษาการไหลภายในของดาวฤกษ์ และศึกษาดาวเคราะห์

757

00:49:54,960 --> 00:49:56,880

ในระบบดาวฤกษ์อื่น

758

00:49:56,960 --> 00:50:01,240

ดาวเทียม สวิฟต์ ของ นาซา เป็นส่วนผสมของหอสังเกตการณ์ในช่วงคลื่นรังสีเอกซ์ และรังสีแกมมา

759

00:50:01,320 --> 00:50:05,720

เพื่อเปิดเผยความลึกลับของแหล่งกำเนิดรังสีแกมมา

760

00:50:05,800 --> 00:50:10,160

ดาวเทียม ดับเบิลยู แม็ป

761

00:50:10,240 --> 00:50:13,840

ภายในเวลามากกว่า 2 ปี เล็กน้อย ดาวเทียมดวงนี้ได้ทำแผนที่รังสีที่เป็นอนุกรม

762

00:50:13,920 --> 00:50:17,280

พื้นหลังของอวกาศได้อย่างละเอียด

763

00:50:17,360 --> 00:50:21,200

ดาวเทียม ดับเบิลยู แม็ป ได้ให้ข้อมูลที่ เป็นแผนที่

764

00:50:21,280 --> 00:50:26,680

ของเอกภพในยุคต้น ๆ เมื่อกว่า 13,000 ล้านปีมาแล้ว

765

00:50:26,760 --> 00:50:29,640

การเปิดประตูสู่อวกาศ เป็นพัฒนาการที่น่าตื่นเต้นมากที่สุด

766

00:50:29,720 --> 00:50:32,240

ในประวัติศาสตร์ของกล้องโทรทรรศน์

767

00:50:32,320 --> 00:50:34,760

แล้วมีอะไรอีกหรือไม่?

768

00:50:37,800 --> 00:50:40,680

7. ต่อไปเป็นอะไร

769

00:50:42,680 --> 00:50:45,480

ที่รัฐอะริโซนา มีการหล่อกระจกบานแรกสำหรับ

770

00:50:45,560 --> 00:50:47,400

กล้องโทรทรรศน์แมเจลแลนขนาดยักษ์

771

00:50:47,480 --> 00:50:50,680

กล้องขนาดยักษ์นี้จะไปตั้งที่หอดูดาวลาสแคมปานาส

772

00:50:50,760 --> 00:50:52,360

ในประเทศชิลี

773

00:50:52,440 --> 00:50:56,040

กล้องยักษ์นี้ประกอบด้วยกระจกใหญ่ 7 บานเรียงกัน

774

00:50:56,120 --> 00:50:59,200

คล้ายกลีบดอกไม้ แต่ละบานมีเส้นผ่านศูนย์กลางกว่า 8 เมตร

775

00:50:59,280 --> 00:51:02,200

เมื่อสำเร็จจะสามารถรับแสงได้

776

00:51:02,280 --> 00:51:05,799

มากกว่ากล้องใหญ่ที่สุด ในเวลานี้กว่า 4 เท่า

777

00:51:05,880 --> 00:51:10,240

กล้องโทรทรรศน์แคลิฟอร์เนียสามสิบเมตรจะเกิดขึ้น

778

00:51:10,320 --> 00:51:13,080

ใน ค.ศ.2015 เป็นกล้องแบบเดียวกันกับกล้องเล็ก

779

00:51:13,160 --> 00:51:16,360

จะประกอบด้วยชิ้นเล็กหลายร้อยชิ้น

780

00:51:16,440 --> 00:51:20,520

กระจกขนาดใหญ่สูงเท่าตึก 6 ชั้น

781

00:51:20,600 --> 00:51:25,320

ในทวีปยุโรปมีแผนการสร้างกล้องโทรทรรศน์ขนาดใหญ่มาก

782

00:51:25,799 --> 00:51:29,160

เส้นผ่านศูนย์กลางของกระจก 42 เมตร ใหญ่เท่าสระว่ายน้ำ

783

00:51:29,240 --> 00:51:32,640

ใหญ่เท่าสระว่ายน้ำโอลิมปิก กระจกมีพื้นที่มากกว่า 2 เท่า

784

00:51:32,720 --> 00:51:34,840

ของกล่อง 30 เมตร

785

00:51:34,920 --> 00:51:39,400

กล่องยักษ์ในอนาคตที่สองปฏิบัติงานในช่วงคลื่นอินฟราเรด

786

00:51:39,480 --> 00:51:44,160

จะเป็นกล่องที่เปิดเผยความเป็นมาของ

787

00:51:44,240 --> 00:51:46,840

กาแล็กซีและดาวฤกษ์ในยุคต้น ๆ

788

00:51:46,920 --> 00:51:50,120

ของเอกภพ

789

00:51:50,200 --> 00:51:53,120

นอกจากนี้อาจเป็นกล่องที่ ให้ภาพ

790

00:51:53,200 --> 00:51:56,160

ดาวเคราะห์ในระบบดาวฤกษ์อื่น

791

00:51:56,240 --> 00:52:00,000

สำหรับนักดาราศาสตร์ที่ใช้กล้องโทรทรรศน์ เช่นวิทยุ

792

00:52:00,080 --> 00:52:02,720

ถือว่า 42 เมตรเป็นขนาดที่เล็กมาก กล้องโทรทรรศน์วิทยุขนาดเล็กที่ต่อเชื่อมกันทำ

793

00:52:02,799 --> 00:52:05,080

ให้กลายเป็นกล่องขนาดใหญ่ได้

794

00:52:05,160 --> 00:52:08,799

ในประเทศเนเธอร์แลนด์นักวิทยาศาสตร์กำลังก่อสร้าง

795

00:52:08,880 --> 00:52:10,520

กล่องวิทยุโทรทรรศน์โลฟาร์ ซึ่งเป็นแถวของกล่องที่ปฏิบัติงาน ณ ความถี่ต่ำ

796

00:52:10,600 --> 00:52:15,840

เส้นไฟเบอร์ออปติกจะเชื่อมโยงสายอากาศ 30,000 จานเข้ากับซูเปอร์คอมพิวเตอร์ แต่ละกล่องจะไม่

797

00:52:15,920 --> 00:52:19,440

แต่ละกล่องจะไม่เคลื่อนที่

798

00:52:19,520 --> 00:52:22,840

แต่สามารถส่งเหตุเทห์ฟ้าใน 8 ทิศทางได้พร้อม ๆ กัน

799

00:52:22,920 --> 00:52:26,120

แต่สามารถส่งเหตุเทห์ฟ้าใน 8 ทิศทางได้พร้อม ๆ กัน

800

00:52:26,200 --> 00:52:28,600
ในการสร้างกล้องที่เรียงแถวใน 1 ตารางกิโลเมตรได้

801
00:52:28,680 --> 00:52:30,560
กล้อง 1 ตารางกิโลเมตรเป็นที่นักดาราศาสตร์วิทยุกำลังรอคอย

802
00:52:30,640 --> 00:52:34,640
กล้องที่เรียงเป็นแถวในระดับนานาชาติจะสร้างในประเทศออสเตรเลียหรือไม่กี่ที่แอฟริกาใต้

803
00:52:34,720 --> 00:52:38,560
จานสายอากาศขนาดใหญ่และเครื่องรับขนาดเล็กจำนวนมาก

804
00:52:38,640 --> 00:52:42,920
จะปฏิบัติการร่วมกันเพื่อให้ได้ภาพที่ละเอียดของท้องฟ้าในช่วงคลื่นวิทยุ

805
00:52:43,000 --> 00:52:46,720
และถ้ารวมพื้นที่รับสัญญาณทั้งหมดของกล้อง 1 ตารางกิโลเมตร

806
00:52:46,799 --> 00:52:50,440
ก็จะได้กล้องโทรทรรศน์วิทยุใหม่ที่มีความไวที่สุด

807
00:52:50,520 --> 00:52:52,920
เท่าที่เคยมีมาก่อน

808
00:52:53,000 --> 00:52:58,040
ไม่ว่าจะเป็น วิศวกรรมของกาแล็กซี เคอซาร์พลังสูง หรือพัลซาร์กำลังกระพริบ

809
00:52:58,160 --> 00:53:01,799
ไม่มีสิ่งใดที่จะพ้นจากการสังเกตของกล้องนี้ได้

810
00:53:01,880 --> 00:53:04,760
1 ตารางกิโลเมตร

811
00:53:04,799 --> 00:53:08,280
เครื่องมือที่ละเอียดนี้จะค้นหาแหล่งกำเนิดคลื่นวิทยุที่อาจสร้าง

812
00:53:08,360 --> 00:53:11,840
โดยผู้มีอารยธรรมนอกโลก

813
00:53:11,920 --> 00:53:15,160
แล้วกล้องโทรทรรศน์อวกาศจะพัฒนาไปอย่างไร

814
00:53:15,240 --> 00:53:19,040
ภายหลังการซ่อมแซมครั้งที่ 5 ซึ่งเป็นครั้งสุดท้ายกล้องโทรทรรศน์อวกาศฮับเบิล

815
00:53:19,120 --> 00:53:24,480
จะปฏิบัติการต่อไปจนถึง ค.ศ. 2013

816

00:53:24,560 --> 00:53:28,720

ในระหว่างนั้นจะส่งกล้องใหม่ขึ้นไปแทน

817

00:53:30,760 --> 00:53:34,720

นั่นคือกล้องโทรทรรศน์อวกาศ เจมส์ เวบ์ เป็นกล้อง

818

00:53:34,799 --> 00:53:40,480

ในช่วงคลื่นอินฟราเรด ตั้งตามชื่อผู้บริหารระดับสูงคนหนึ่งของนาซา

819

00:53:40,560 --> 00:53:44,840

เมื่ออยู่ในอวกาศแล้วส่วนต่าง ๆ ของกระจก 6 - 5 เมตรจะ

820

00:53:44,920 --> 00:53:48,480

กางออกเหมือนดอกไม้กำลังบาน มีความไวมากกว่ากล้อง

821

00:53:48,560 --> 00:53:51,360

ฮับเบิล 7 เท่า

822

00:53:51,440 --> 00:53:54,520

รมกันแดดขนาดใหญ่จะช่วยให้ระบบทัศนอุปกรณ์

823

00:53:54,600 --> 00:53:57,960

ละเครื่องมือต่าง ๆ อยู่ในร่มอย่างถาวร โดยสามารถปฏิบัติ

824

00:53:58,040 --> 00:54:03,000

งานใต้ภายใต้อุณหภูมิต่ำ -233 องศาเซลเซียส

825

00:54:04,200 --> 00:54:07,880

กล้องเจมส์เวบบ์จะไม่โคจรรอบโลก แต่จะจอดอยู่ ณ ตำแหน่ง

826

00:54:07,960 --> 00:54:11,640

ห่าง 1.5 ล้านกิโลเมตรจากโลก

827

00:54:11,720 --> 00:54:15,880

และเครื่องรอบดวงอาทิตย์ เป็นวงกว้าง

828

00:54:15,960 --> 00:54:19,080

ครึ่งศตวรรษที่แล้วกล้องโทรทรรศน์เฮลซันเมทท์ฟาโลมาร์

829

00:54:19,160 --> 00:54:20,960

เป็นกล้องที่ใหญ่ที่สุดในโลก

830

00:54:21,000 --> 00:54:25,120

บดนี้มีกล้องที่ใหญ่กว่าจะไปอยู่ในอวกาศเพื่อโคจร รอบดวงอาทิตย์

831

00:54:25,160 --> 00:54:29,440

เราอาจฝันถึงสิ่งที่น่าตื่นเต้นขึ้นกลิ้งจะค้นพบในอนาคต

832

00:54:29,520 --> 00:54:31,680

อย่าลืมติดตาม

833

00:54:32,160 --> 00:54:34,880

ในระหว่างนี้ วิศวกรผู้มีความคิดสร้างสรรค์

834

00:54:34,960 --> 00:54:37,720

กำลังปฏิบัติการออกแบบกล้องโทรทรรศน์อยู่ตลอดเวลา

835

00:54:37,799 --> 00:54:42,040

ในแคนาดา นักวิทยาศาสตร์ได้สร้างสิ่งที่เรียกว่า กล้องโทรทรรศน์ที่ใช้ของเหลวทำหน้าที่เป็นกระจก

836

00:54:42,120 --> 00:54:45,200

ในกล้องประเภทนี้แสงดาวไม่ถูกสะท้อนโดยกระจกที่เป็น

837

00:54:45,280 --> 00:54:49,360

ของแข็ง แต่สะท้อนโดยพื้นผิวของ

838

00:54:49,440 --> 00:54:52,600

ปรอท ซึ่งอยู่ในอ่างที่กำลังหมุน

839

00:54:52,680 --> 00:54:56,360

เมื่อออกแบบเช่นนี้กล้องโทรทรรศน์ปรอทจึงสะท้อนแสง ที่มาตรงจากข้างบนเท่านั้น

840

00:54:56,440 --> 00:54:59,120

แต่กล้องนี้ได้เปรียบกล้องอื่นที่ว่าราคาถูก

841

00:54:59,200 --> 00:55:01,360

และสร้างง่าย

842

00:55:01,440 --> 00:55:04,440

นักดาราศาสตร์วิทยุต้องการติดตั้งกล้องโทรทรรศน์วิทยุ

843

00:55:04,520 --> 00:55:07,360

คล้ายกล้องโลฟาร์เป็นแถวยาวบนดวงจันทร์ ใให้อยู่ไกลมากที่สุด

844

00:55:07,440 --> 00:55:10,880

เท่าที่จะไกลได้จากสัญญาณรบกวนจากโลก

845

00:55:10,960 --> 00:55:13,520

วันหนึ่งข้างหน้าอาจมีกล้องโทรทรรศน์แสงตั้งอยู่

846

00:55:13,600 --> 00:55:16,360

บนดวงจันทร์ด้านไกลจากโลก

847

00:55:16,440 --> 00:55:19,360

นักดาราศาสตร์ที่ใช้กล้องในช่วงคลื่นรังสี เอกซ์ อาจอาศัยกล้องโทรทรรศน์อวกาศและแผ่นบังดาวเพื่อให้เห็นได้ไกลขึ้น

848

00:55:19,440 --> 00:55:21,960

นักดาราศาสตร์อาจจะประสบความสำเร็จในการได้มา

849

00:55:22,040 --> 00:55:23,040

ในอนาคต

850

00:55:23,120 --> 00:55:25,720

นักดาราศาสตร์อาจจะประสบความสำเร็จในการได้มา

851

00:55:25,799 --> 00:55:27,760

ของภาพขอบหลุมดำ

852

00:55:29,560 --> 00:55:32,560

วันหนึ่งกล้องโทรทรรศน์อาจตอบคำถาม

853

00:55:32,640 --> 00:55:38,840

ที่สำคัญและน่าฉงนได้ว่าเราอยู่โดดเดี่ยวในเอกภพหรือไม่ ?

854

00:55:42,480 --> 00:55:45,800

เราทราบว่ามีการมีระบบสุริยะอื่นในอวกาศ

855

00:55:45,920 --> 00:55:48,280

เราสงสัยว่าจะมีดาวเคราะห์เหมือนโลก

856

00:55:48,400 --> 00:55:50,200

ที่เต็มไปด้วยน้ำ

857

00:55:50,320 --> 00:55:51,200

แต่

858

00:55:51,320 --> 00:55:53,440

มีชีวิตอยู่ที่นั่นหรือไม่

859

00:55:54,320 --> 00:55:58,120

การหาตำแหน่งดาวเคราะห์ลักษณะนี้นอกกระบบสุริยะ เป็นเรื่องที่ยากมาก

860

00:55:58,240 --> 00:56:00,680

แสงจากดาวฤกษ์ที่ดาวเคราะห์เคลื่อนรอบสว่างจ้า

861

00:56:00,720 --> 00:56:03,960

จนสังเกตเห็นดาวเคราะห์

862

00:56:04,920 --> 00:56:08,040

เครื่องอินเตอร์เฟอโรมิเตอร์ที่จะถูกส่งขึ้นสู่อวกาศ

863

00:56:08,160 --> 00:56:10,760

อาจช่วยตอบคำถามข้อนี้

864

00:56:10,799 --> 00:56:13,520

ขณะที่องค์การนาซากำลังพิจารณาโครงการ

865

00:56:13,560 --> 00:56:16,120

หาคาวเคราะห์แบบโลก

866

00:56:16,240 --> 00:56:20,680

ในยุโรปนักวิทยาศาสตร์กำลังออกแบบกล้องดาววินที่เรียงเป็นแถว

867

00:56:20,799 --> 00:56:24,360

กล้องโทรทรรศน์อวกาศ 6 กล้อง เกาะกลุ่มกันและเคลื่อนรอบดวงอาทิตย์

868

00:56:24,480 --> 00:56:28,520

แสงเลเซอร์จะควบคุมระยะระหว่างกันให้ถูกต้องในระดับนาโนเมตร

869

00:56:28,560 --> 00:56:32,200

ระบบกล้องนี้จะให้กำลังแม่ภาพละเอียดมาอย่างไม่น่าเชื่อ

870

00:56:32,240 --> 00:56:36,040

ตัดแสงจากดาวแม่ ดังนั้นนักดาราศาสตร์

871

00:56:36,160 --> 00:56:39,800

จะสังเกตเห็นดาวเคราะห์คล้ายโลกรอบดาวฤกษ์ดวงอื่น

872

00:56:40,640 --> 00:56:44,880

ต่อไปนักดาราศาสตร์ต้องศึกษาแสงที่ดาวเคราะห์สะท้อนออกมา

873

00:56:45,000 --> 00:56:49,960

เป็นแสงที่มีสเปกตรัมบ่งบอกถึงบรรยากาศของดาวเคราะห์

874

00:56:50,000 --> 00:56:53,280

ภายในเวลา 15 ปี เราอาจพบสเปกตรัม

875

00:56:53,320 --> 00:56:55,600

ของออกซิเจน มีเทน และโอโซน

876

00:56:55,720 --> 00:56:58,800

เป็นสัญญาณของสิ่งมีชีวิต

877

00:57:01,000 --> 00:57:03,520

เอกภพจึงเต็มไปด้วยความน่าตื่นเต้น

878

00:57:03,640 --> 00:57:05,960

ห้องฟ้าไม่เคยขาดสิ่งประทับใจ

879

00:57:06,080 --> 00:57:08,960

จึงไม่เป็นที่แปลกใจว่าทำไม นักดาราศาสตร์สมัครเล่นจำนวนหลายล้านคนทั่วโลก

880

00:57:09,000 --> 00:57:11,520

จึงออกไปดูดาวทุกคนที่ห้องฟ้าแจ่มใส

881

00:57:11,640 --> 00:57:13,200

เพื่อชื่นชมความมหัศจรรย์ของจักรวาล

882

00:57:13,240 --> 00:57:15,520

กล้องโทรทรรศน์ของพวกเขาดีกว่ากล้อง

883

00:57:15,640 --> 00:57:16,960

ที่กาลิเลโอเคยใช้

884

00:57:17,000 --> 00:57:20,600

ภาพดาวที่เป็นดิจิทัลมีคุณภาพดีกว่าภาพถ่าย

885

00:57:20,640 --> 00:57:23,760

โดยนักดาราศาสตร์อาชีพเมื่อ 20 - 30 ปีมาแล้ว

886

00:57:23,880 --> 00:57:27,200

การค้นหาเพื่อความเข้าใจสรรพสิ่งในเอกภพของนักดาราศาสตร์

887

00:57:27,240 --> 00:57:30,760

การสำรวจโดยใช้กล้องโทรทรรศน์ดำเนินมาเป็นเวลาเพียง 400 ปี

888

00:57:30,799 --> 00:57:35,040

แต่มีดินแดนที่ยังไม่ได้สำรวจอีกเป็นจำนวนมาก

889

00:57:35,560 --> 00:57:38,880

เราเดินทางมาเป็นระยะเวลาที่ไกลมากตั้งแต่สมัยของกาลิเลโอ

890

00:57:39,000 --> 00:57:42,200

ที่เริ่มสำรวจท้องฟ้าด้วยกล้องของเขาเมื่อ 400 ปีมาแล้ว

891

00:57:42,240 --> 00:57:45,440

ปัจจุบันเรายังสำรวจท้องฟ้าด้วยกล้องโทรทรรศน์

892

00:57:45,480 --> 00:57:50,800

ไม่เพียงแต่จากดินแดนในอวกาศที่ไม่มีขอบเขต

893

00:57:50,920 --> 00:57:54,520

เมล็ดพันธุ์ความเป็นมนุษย์ตั้งอยู่บนความเฉลียว

894

00:57:54,640 --> 00:57:57,680

ในการแก้ปัญหาและความอยากรู้อยากเห็น

895

00:57:57,799 --> 00:58:00,360

เราเพิ่งเริ่มมาตอบ

896

00:58:00,400 --> 00:58:02,440

คำถามที่ยิ่งใหญ่ที่สุด

897

00:58:02,480 --> 00:58:05,120

เราได้ลงตำแหน่งดาวเคราะห์กว่า 300 ดวงรอบดาวฤกษ์

898

00:58:05,160 --> 00:58:09,200

ดวงอื่น ๆ ในกาแล็กซีทางช้างเผือกและพบอินทรีโมเลกุลบนดาวเคราะห์

899

00:58:09,240 --> 00:58:12,760

รอบดาวฤกษ์ที่อยู่ไกล

900

00:58:12,799 --> 00:58:17,440

การค้นพบอย่างไม่น่าเชื่อเหล่านี้อาจเป็นจุดยอดของการค้นพบของมนุษย์

901

00:58:17,520 --> 00:58:21,520

แต่การค้นพบที่ดีที่สุดยังรออยู่

902

00:58:21,640 --> 00:58:24,440

ท่านสามารถร่วมเป็นผู้ค้นพบด้วย

903

00:58:24,480 --> 00:58:29,200

จงมองขึ้นไปและเกิดความสงสัย