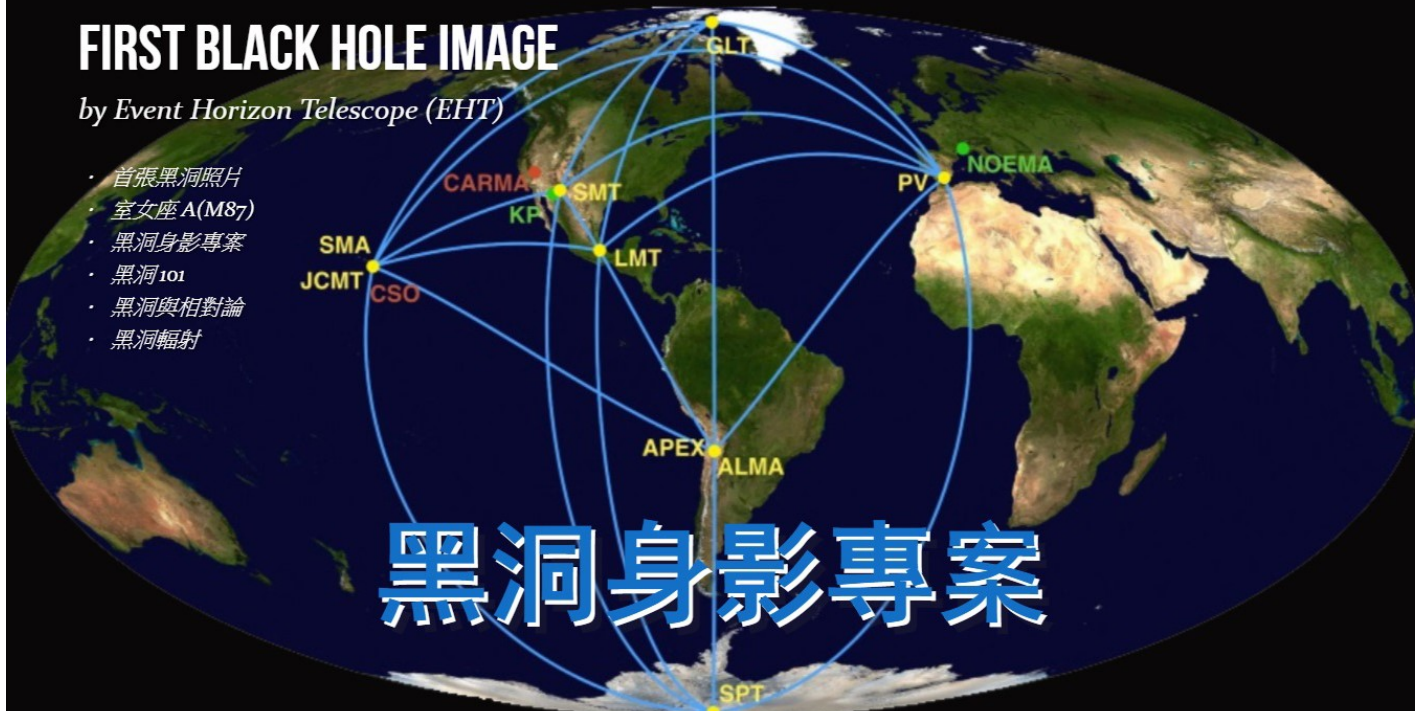


# FIRST BLACK HOLE IMAGE

by Event Horizon Telescope (EHT)

- 首張黑洞照片
- 室女座A(M87)
- 黑洞身影專案
- 黑洞101
- 黑洞與相對論
- 黑洞輻射



# 黑洞身影專案

ALMA - CHILE

SMA - HAWAII

SPT - SOUTH POLE

SMT - ARIZONA



PV - SPAIN

JCMT - HAWAII









LMT - MEXICO

APEX - CHILE

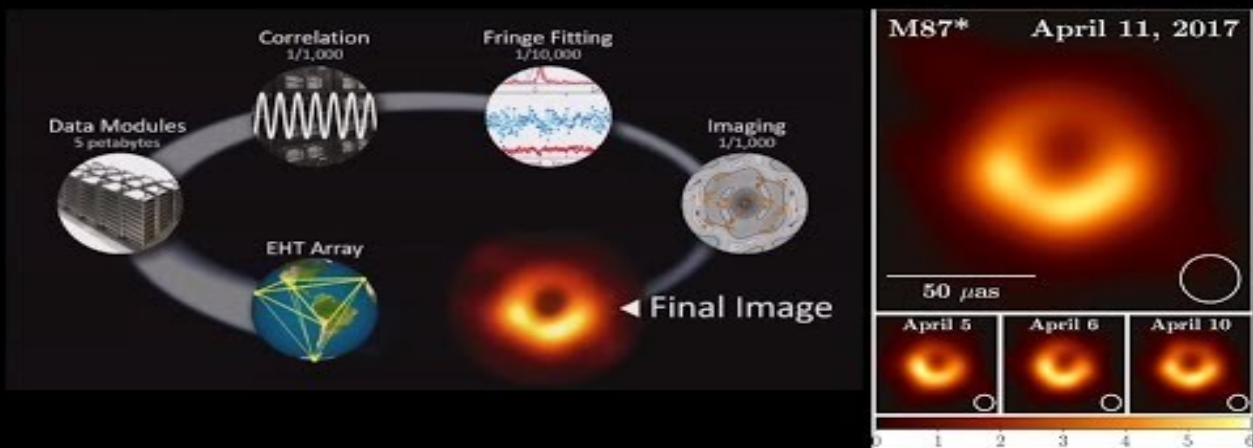
- 沒有一個單獨的望遠鏡有足夠的解析度觀察宇宙深處的黑洞並拍攝照片，但跨洲8組巨型天文望遠鏡連成的網絡，組成地球大小的望遠鏡：事件視界望遠鏡 - Event Horizon Telescope (EHT)，提供了足夠的觀測解析度。

- Atacama Large Millimeter Array
- Atacama Pathfinder Experiment
- Heinrich Hertz Submillimeter Telescope
- IRAM 30m telescope
- James Clerk Maxwell Telescope
- Large Millimeter Telescope
- South Pole Telescope
- Submillimeter Array

# 事件视界望远镜 Event Horizon Telescope (官网)

	Submillimeter Telescope (SMT), part of the <a href="#">Arizona Radio Observatory (ARO)</a>		<a href="#">Large Millimeter Telescope "Alfonso Serrano" (LMT)</a>
	<a href="#">IRAM 30-meter telescope</a>		<a href="#">Atacama Large Millimeter/Submillimeter Array (ALMA)</a>
	<a href="#">James Clerk Maxwell Telescope (JCMT)</a>		<a href="#">South Pole Telescope (SPT)</a>
	<a href="#">Atacama Pathfinder Experiment (APEX)</a>		<a href="#">Submillimeter Array (SMA)</a>

## The Event Horizon Image



## 黑洞身影專案

來自荷蘭的 Heino Falcke 教授在 1993 (還是博士生時) 開始這個黑洞攝影的構想, 當時沒有人覺得可行。當他知道黑洞四周有強大無線電波圍繞, 又回想 1973 有篇論文提到, 由於黑洞周圍強大的重力效應, 黑洞看起來會是實際大小的 2.5 倍, 連結這兩個因素, 使得黑洞攝影的構想似乎成為可能。花了 20 年的時間, 終於說服了歐洲研究委員會 (European Research Council), 加上美國國家科學基金會和東亞相關機構投入黑洞攝影的構想。

執行部分, 由 MIT 兼哈佛史密松天體物理中心 (Harvard-Smithsonian Centre for Astrophysics) 的杜樂曼 (Sheperd Doeleman) 教授主導, 網絡世界各地 8 個天文觀測站及其中的 200

多位科學家組成了虛擬 (地球大小) 的超級望遠鏡, 這就是事件視界望遠鏡 (Event Horizon Telescope - EHT)。超過 60 個電波望遠鏡對準 M87 中心進行 7 天同步掃描。收集的資料集中儲存在幾百個硬碟, 送往美國波士頓 (Boston) 和德國波恩 (Bonn), 再由 MIT 的 Katherine Bouman (博士生及博士後時期) 的計算機程式解析並轉成影像。

宇宙間幾乎所有大型星系的中心都有超級黑洞。我們的銀河系中心也有個超級黑洞 - 人馬座 A\* (Sagittarius A\*), 雖然距離近 (1/1000), 由於事件視界 (黑洞質量) 小 (不到 M87 的 1/1000), 因此噴流和吸積盤輻射強度也相對低, 加上噴流方向等其他因素, 得到黑洞影像需要更高解析和敏銳度。

延伸閱讀：

- <https://eventhorizontelescope.org/>
  - <http://news.mit.edu/2019/mit-haystack-first-image-black-hole-0410>
  - <https://www.jpl.nasa.gov/edu/news/2019/4/19/how-scientists-captured-the-first-image-of-a-black-hole/>
  - <https://interestingengineering.com/how-was-the-first-picture-of-a-black-hole-taken>
  - <https://www.eso.org/public/usa/news/eso1907/>
  - <https://www.nytimes.com/2019/04/10/science/black-hole-picture.html>
  - <https://iopscience.iop.org/article/10.3847/2041-8213/ab1141/meta>
  - 科學人-黑洞奇想：<https://www.facebook.com/ylib.sa/posts/2172843919432160/>
- 黑洞剪影：<http://sa.ylib.com/MagArticle.aspx?Unit=featurearticles&id=3267>
- 黑洞大考驗：<http://sa.ylib.com/MagArticle.aspx?Unit=featurearticles&id=4307>

## 事件視界望遠鏡 (EHT)

廣義相對論預測了黑洞的存在，天文學家也已觀測到宇宙中存在質量極大的緻密天體，然而目前尚無法確定其即為黑洞。另外，雖然黑洞已是個被科學界與人們廣為接受的概念，其性質及引發諸多現象的機制也仍待釐清。事件視界望遠鏡即是在此一背景下開始的計畫。有別於其他研究黑洞的方法，如透過重力波觀測、分析其周圍繞行恆星的行為等，EHT的目標為直接取得事件視界尺度的影像進行分析。

### 主要目標

1. **檢驗廣義相對論**：EHT利用VLBI技術能觀測重力場極強的超大質量黑洞邊緣（事件視界尺度）的結構，直接測試廣義相對論在極強重力場下的預測。

2. **直接觀測事件視界**：存在與否，及輻射區域的結構。

3. **檢測黑洞吸積盤**：物質繞著黑洞打轉、最終落入其中，繞行時形成的盤狀結構稱為吸積盤。EHT專案檢驗吸積盤的理論預測。

4. **檢測黑洞噴流**：超大質量黑洞的超相對論性噴流，以近乎光速的速度跨越了數個星系距離。其成因推測和黑洞的磁場有關。

### 觀測對象

1. **人馬座 A\***：離地球最近的大質量黑洞為距離地球約 26,000 光年、位於銀河系中央的超大質量黑洞人馬座 A\*，其具有約四百萬太陽質量、30 倍太陽體積，已知黑洞中佔天空視面積最大。然而，即使其觀測大小已因自身重力產生的重力透鏡效應而放大了兩倍以上，它的事件視界看起來仍僅有 55 微角秒，相當於從地球看一顆放在月球上的高爾夫球。位於南半天球。

2. **M87**：室女 A 星系 (M87) 中心的黑洞為另一個理想的觀測目標。M87 的黑洞距離地球 5,500 萬光年，估計擁有 64 億倍太陽質量，因此在天空中看起來只比人馬座 A\* 小一些。它擁有一道橫跨 5,000 光年的噴流，若能辨識出噴發的起點，可讓理論學家更了解相對論性噴發物的性質。觀測 M87 相對人馬座 A\* 有許多優點，如：位在北半球的天空，有更多現成的天文台可進行觀測；質量為人馬座 A\* 的 2,000 倍，因此動態變化時間較長，較易取得進行中事件的影像；並且，觀測 M87 的黑洞較不會受其星系盤面的物質影響。

3. **活躍星系核**：活躍星系核 (AGN) 為具有高紅移、在部分至全部波段輻射出強烈電磁波的遙遠天體。EHT 的高角解析度適合研究 AGN 細部結構，且觀測波長可以看得更深入噴流內部、研究其準直性，高頻寬則適合測量噴射源的高旋轉量。這方面的觀測能力目前只有俄羅斯的太空望遠鏡 Spektr-R 可能超過 EHT，前者以最高頻率 (22 吉赫)、單一方向觀測的情況下才會發生。

### 台灣團隊

中研院團隊和科技部支援夏威夷、東亞和 ALMA (智利) 的陣列天文台，做成像處理和黑洞模型電腦模擬 (ALMA 的加入使 EHT 的分辨能力提高 10 倍)。又花七年時間建立格林蘭望遠鏡，2018 年四月起與夏威夷、智利連線，收集 M87 黑洞資料。

1. 人類史上首度看到黑洞
2. 史上首張黑洞照片
3. 事件視界望遠鏡全球記者會
4. EHT/GLT：中研院設計維護格林蘭望遠鏡
5. EHT/GLT 官網
6. 首拍黑洞照片 再證愛因斯坦廣義相對論
7. 聚焦格陵蘭

# 中研院與格林蘭望遠鏡 — 2020 展望

