**中央研究院及科技部聯合記者會**

**新聞資料**

**目錄**

|  |  |
| --- | --- |
| 內容 | 頁次 |
| 記者會流程 | 2 |
| 摘要 | 3 |
| 新聞稿 | 6 |

**主持人：中央研究院廖院長俊智及**

**科技部謝政務次長達斌**

**報告人：中央研究院天文及天文物理所**

**淺田圭一副研究員、中村雅德博士**

**2019年4月10日**

**記者會流程**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **時間** | **內容** | **備註** |
| 20:00 - 20:30 | 中研院參與國際天文計畫展示 | （海報架展示於活動中心二樓迴廊） |
| 20:30 - 20:40 | 記者會開場—  介紹與會者及貴賓 | （引言人:天文所王祥宇副所長） |
| 20:40 - 20:45 | 中研院廖俊智院長致詞 |  |
| 20:45 – 20:50 | 科技部謝達斌次長致詞 |  |
| 20:50 - 21:00 | 與丹麥記者會現場連線 | （丹麥現場:天文所賀曾樸院士） |
| 21:00 - 21:12 | 與華盛頓特區現場連線 | （現場有專人同步翻譯）新聞稿預計將在臺北時間21時07分後正式發布，並提供多種語言之新聞稿及相關影音資料 |
| 21:00 - 21:05事件視界望遠鏡(EHT)主席致詞  **21:05 - 21:12公布重大科學發現** |
| 21:12 - 21:25 | 天文所淺田圭一副研究員、中村雅德博士簡報—  說明重大科學發現的重要性、臺灣的貢獻及未來計畫 | （現場有專人同步翻譯） |
| 21:25 - 21:30 | 研究團隊合照 |  |
| 21:30~ | Q & A |  |

**看到了！中研院參與國際計畫 發表史上首張黑洞影像**

**摘要**

中央研究院天文及天文物理所參與的「事件視界望遠鏡（Event Horizon Telescope，EHT）」國際合作計畫，於本（2019）年4月10日舉行全球同步記者會，公布第一張超大黑洞及黑洞陰影的視覺影像。

事件視界望遠鏡以獲取黑洞影像為首要目標，由8座散落各地的電波望遠鏡所組成，由於橫跨地球各處，它們形成了與地球一樣大的虛擬陣列式望遠鏡，形成前所未有的解析力。廖俊智院長表示：「8座望遠鏡中，有3座是由中研院支援運轉（SMA、ALMA及JCMT），臺灣因此活躍於EHT合作之中。在本次突破性發現中臺灣扮演關鍵的角色，為首次觀測成像的四個團隊之一。」

本次公布的影像顯示了一個位於M87星系中心的黑洞[[1]](#footnote-1)。M87星系黑洞與地球相距5,500萬光年，質量為太陽的65億倍。EHT計畫主持人，哈佛-史密松天文物理中心Shep Doeleman表示：「我們讓人類首次看見了宇宙的單向門──黑洞，這項前所未有的科學成就，由200多位科學家共同取得。」

中研院天文所賀曾樸院士表示，透過比較觀測結果與計算模型，我們發現這些影像有許多特徵皆與理論預測非常符合，這讓我們對觀測的解釋非常有信心，包括黑洞質量的估計。賀院士長期投入天文觀測的工作，目前是EHT董事會成員及東亞天文臺臺長。

黑洞是宇宙中極度壓縮的物體，在極小區域內含有極大質量。黑洞的存在會影響其周圍環境，使時空變形並加熱周圍物質而發光。廣義相對論預測，這種高熱物質將「照亮」遭時空強烈扭曲的區域─導致「暗影」出現。

EHT透過多次調校和成像方法，每次結果都顯現著中心有一黑暗區域的環狀結構：即「黑洞陰影」。Heino Falcke，EHT科學委員會主席，荷蘭Radboud大學教授解釋：「如果周圍明亮，我們預期黑洞會形成一個黑暗區域，類似陰影，這是愛因斯坦廣義相對論預測過會出現的東西，但過去從沒有人見過。」

EHT不僅是一個國際合作多年的結果，也為科學家提供一種研究愛因斯坦[廣義相對論](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%BB%A3%E7%BE%A9%E7%9B%B8%E5%B0%8D%E8%AB%96)的方法，今年適逢人類首度以實驗印證廣義相對論滿一百週年，本次發表深具歷史意義。《天文物理期刊通訊》（*The Astrophysical Journal*）亦以6篇論文特刊宣告此突破。

參與完成這項創舉的望遠鏡共有：[阿塔卡瑪大型毫米及次毫米波陣列望遠鏡](https://www.almaobservatory.org/en/home/)（ALMA），[阿塔卡瑪探路者實驗](https://www.eso.org/public/teles-instr/apex/)（APEX），[IRAM 30米望遠鏡](http://www.iram-institute.org/EN/30-meter-telescope.php)（IRAM），[詹姆士克拉克麥克斯威爾望遠鏡](https://www.eaobservatory.org/jcmt/)（JCMT），[大型毫米波望遠鏡](http://www.lmtgtm.org/?lang=en)（LMT），[次毫米波陣列望遠鏡](https://www.cfa.harvard.edu/sma/)（SMA），[次毫米波望遠鏡](http://aro.as.arizona.edu/)（ARO）、[南極望遠鏡](https://pole.uchicago.edu/)（SPT）（詳如附表），其中，由中研院支援的有SMA、ALMA、JCMT。而SMA、ALMA和最新加入的格陵蘭望遠鏡（GLT），中研院更是從最初即參與建造。

EHT今天宣布的黑洞影像觀測成果，是幾十年來觀測和理論工作的結晶，也是全球攜手合作的經典範例。中研院天文所表示，眾多科學/工程研究員及職員的努力，使我們能建造望遠鏡和相關硬體系統，因而得以加入EHT。新加入EHT的格陵蘭望遠鏡（GLT），其計畫成員均對EHT有所貢獻。最重要是感謝中央研究院、科技部，以及我們長久的合作夥伴中山科學研究院 （NCSIST）長期大力支援SMA、ALMA及GLT的建造及維護。

**表：EHT觀測黑洞的八座天文望遠鏡**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **望遠鏡** | **簡稱** | **英文全名** | **所在地點** |
| [阿塔卡瑪大型毫米及次毫米波陣列望遠鏡](https://www.almaobservatory.org/en/home/) | ALMA | Atacama Large Millimeter/submillimeter Array | 智利 |
| [阿塔卡瑪探路者實驗](https://www.eso.org/public/teles-instr/apex/) | APEX | Atacama Pathfinder Experiment | 智利 |
| [IRAM 30米望遠鏡](http://www.iram-institute.org/EN/30-meter-telescope.php) | IRAM | IRAM 30m millimeter radio telescope | 西班牙 |
| [詹姆士克拉克麥克斯威爾望遠鏡](https://www.eaobservatory.org/jcmt/) | JCMT | James Clerk Maxwell telescope | 美國夏威夷 |
| [大型毫米波望遠鏡](http://www.lmtgtm.org/?lang=en) | LMT | Large Millimeter Telescope | 墨西哥 |
| [次毫米波陣列望遠鏡](https://www.cfa.harvard.edu/sma/) | SMA | Sub-Millimeter Array | 美國夏威夷 |
| [次毫米波望遠鏡](http://aro.as.arizona.edu/) | ARO | Arizona Radio Observatory | 美國亞利桑那 |
| [南極望遠鏡](https://pole.uchicago.edu/) | SPT | South Pole Telescope | 南極 |

註：這些望遠鏡之間，透過一種稱為特長基線干涉（VLBI）的技術來協同彼此工作。這使世界各地的設備同步，並利用我們地球的自轉來形成一個巨大如地球的望遠鏡。VLBI這種方法使EHT達到20微角秒的解析力–這樣的視力，相當於能在巴黎路邊的咖啡館閱讀一份紐約的報紙，未來，在IRAM NOEMA天文台，格陵蘭望遠鏡和基特峰望遠鏡的參與下，EHT的觀測靈敏度將顯著提高。

**新聞聯絡人：**

松下聰樹研究員（Dr. Satoki Matsushita），中央研究院天文及天文物理研究所

(Tel) 02-2366-5475，[satoki@asiaa.sinica.edu.tw](mailto:satoki@asiaa.sinica.edu.tw)

周美吟博士，中央研究院天文及天文物理研究所

(Tel) 02-2366-5415，[cmy@asiaa.sinica.edu.tw](mailto:cmy@asiaa.sinica.edu.tw)

陳昶宏，中央研究院秘書處媒體小組

(Tel) 02-2789-8059，[changhung@gate.sinica.edu.tw](mailto:changhung@gate.sinica.edu.tw)

徐愛佳，科技部自然科學及永續研究發展司助理研究員

(Tel) 02-2737-7985，[achsu@most.gov.tw](mailto:achsu@most.gov.tw)

**天文學家獵取首張黑洞影像**

**— 中央研究院天文及天文物理所參與「事件視界望遠鏡」觀測遙遠M87星系中心超大黑洞，獲劃時代意義重大結果**

 事件視界望遠鏡（Event Horizon Telescope，以下簡稱EHT）為獲取黑洞影像而量身設計，由國際合作建構與地球尺度相當的陣列式望遠鏡。今天在全球同步記者說明會中，EHT研究者展示由8座電波望遠鏡觀測結果，證實他們已成功首度揭露超大質量黑洞及其陰影的直接視覺證據。

這個重大突破今天宣布在天文物理期刊通訊特刊上，共有六篇論文。影像顯示了一個位於M87星系中心的黑洞 [1]。M87星系是巨大星系，屬於與銀河系鄰近的室女星系團。M87星系黑洞與地球相距5,500萬光年，質量為太陽質量65億倍 [2]。

EHT將全球各望遠鏡相連，形成一座如地球大小的虛擬望遠鏡，並具有前所未見的靈敏度和解析力 [3]。EHT是多年國際合作的成果，為科學家提供一種新方式去研究愛因斯坦[廣義相對論](https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%BB%A3%E7%BE%A9%E7%9B%B8%E5%B0%8D%E8%AB%96)所預測，宇宙中最極端的物體。今年正是史上首度以實驗證明廣義相對論的第一百週年 [4]。

「我們已經拍到首張黑洞影像，」 EHT計畫主持人，哈佛－史密松天文物理中心 Sheperd S. Doeleman 說：「這是一項非凡的科學成就，由200多位科學家共同實現。」

黑洞是宇宙中非常特異的物體，在極緻密的尺寸中卻含有極大質量。這種物體的存在，會以極端方式影響其周圍環境，繞曲時空並極度加熱周圍任何物質。

「黑洞如果沉浸在一個明亮區域裡面，譬如在發光的碟形氣體中，我們預期黑洞會形成一個類似陰影的黑暗區域，這是愛因斯坦廣義相對論所預測但從未有人見過的東西，」EHT科學委員會主席、荷蘭Radboud大學Heino Falcke教授解釋：「這個陰影，因光在事件視界周圍被重力彎曲捕捉而產生，能揭露很多這些驚奇天體的本質，也讓我們能測量M87黑洞質量究竟有多巨大。」

嘗試多種校正及成像方法，一致呈現一種中心區黑暗的環狀結構－此即黑洞陰影。在觀測期中也有數個互不關連的觀測日持續出現。

「一旦確定陰影成像，我們可將觀測結果和大量電腦模型比對，其中考慮了彎曲空間物理、極度加熱物質、強磁場等。結果發現，觀測影像有許多特徵都令人驚訝地與我們的理論預測相符。」，中研院天文所特聘研究員、EHT董事會成員、東亞天文台台長 [5] 賀曾樸表示。「這使我們對觀測的詮釋非常有信心，包括我們對黑洞質量的估計。」

建構EHT這樣一座望遠鏡是項艱鉅的挑戰，需要讓參與EHT的望遠鏡擁有相容的接收機，並互相連結成全球網絡。而這些望遠鏡均座落在多種險峻的高海拔地點，包括：夏威夷和墨西哥的火山，美國亞利桑那州和西班牙內華達山群，智利的阿塔卡瑪沙漠和南極。

EHT使用一種稱為特長基線干涉（VLBI）的技術進行觀測，該技術讓世界各地的望遠鏡設備同步，並利用地球的自轉，形成一個巨大如地球的望遠鏡，觀測波長是1.3毫米。VLBI技術使EHT達到20微角秒的高解析力─相當於能在巴黎路邊的咖啡館閱讀一份位在紐約的報紙 [6]。

參與貢獻這次結果的望遠鏡共有：[阿塔卡瑪大型毫米及次毫米波陣列望遠鏡](https://www.almaobservatory.org/en/home/)（ALMA），[阿塔卡瑪探路者實驗](https://www.eso.org/public/teles-instr/apex/)（APEX），[IRAM 30米望遠鏡](http://www.iram-institute.org/EN/30-meter-telescope.php)，[詹姆士克拉克麥克斯威爾望遠鏡](https://www.eaobservatory.org/jcmt/)，[大型毫米波望遠鏡](http://www.lmtgtm.org/?lang=en)，[次毫米波陣列望遠鏡](https://www.cfa.harvard.edu/sma/)，[次毫米波望遠鏡](http://aro.as.arizona.edu/)、[南極望遠鏡](https://pole.uchicago.edu/) [7]。各望遠鏡獲得的PB級巨量原始數據使用高度特製的超級電腦運算結合，由德國[馬克思普朗克電波天文研究所](http://www.mpifr-bonn.mpg.de/)和美國[麻省理工學院的海斯塔克天文台](https://www.haystack.mit.edu/)提供。

EHT的建構及今天宣布的觀測成果，是數十年來觀測、科技、理論工作的結晶。這項全球攜手合作的經典範例，因為有世界各地研究者的密切合作才得以實現。共同創建EHT的共有13個合作機構（包含中央研究院天文所），既運用現有的基礎設施，也動用來自多方機構的支援。主要資金由美國的國家科學基金會（NSF），歐盟的研究科學創新執行委員會（ERC），和東亞的資金機構提供。

EHT計畫主持人Doleman總結表示：「我們達成了一個世代前還認為不可能的成就。科技大幅突破，世界頂尖電波望遠鏡互相連結，演算法取得創新，匯集一起，我們開啟了探索黑洞和事件視界的全新領域。」

**附註**

[1] 黑洞身為光也無法逃離的全暗物體，黑洞陰影是我們所能夠攝得最接近黑洞本身的圖像。黑洞的邊界叫做「事件視界」－「事件視界望遠鏡」因此命名－視界大小約僅本身所投射陰影五分之二而已，直徑不到400億公里。

[2] 超大質量黑洞，在天體之中其實相對微小，因此此前一直無法直接觀測。黑洞的大小和其質量相關，質量越大，陰影也越大。由於M87星系的黑洞質量非常大，且與地球相對較近，預估是從地球上能看到的最大黑洞，這使它成為EHT最佳觀測目標。

[3] 望遠鏡雖非實體連接在一起，但能透過[氫邁射](https://en.wikipedia.org/wiki/Hydrogen_maser)原子鐘同步觀測資料，其功能是對觀測時間精確地計時。2017年的全球觀測收集了波長為1.3毫米的電波訊號。EHT的每個望遠鏡觀測時都會產生大量數據 – 增加速度約為每天350TB – 這些資料被儲存在填充氦氣的高效能硬碟中，然後用飛機送到位於[馬克斯普朗克電波天文研究所](https://www.mpifr-bonn.mpg.de/2169/en)和[麻省理工學院海斯塔克天文台](https://www.haystack.mit.edu/)的高度特製化超級電腦（又名「相關器」）加以合成。這些資料使用EHT成員開發的創新計算工具，費一番功夫方能成像。

[4] 100年前曾有兩支探險隊前往非洲海岸的普林西比和巴西的索布拉，觀察[1919年的日全食](https://en.wikipedia.org/wiki/Solar_eclipse_of_May_29,_1919)，目的是要檢驗廣義相對論，看星光是否如愛因斯坦所預測，在太陽邊緣彎曲。呼應那次歷史性的觀測，EHT同樣也派遣其團隊成員前往世界上最高、最為邊境的電波望遠鏡站點，再度檢驗人類對重力的理解。

[5] 參與EHT計畫的東亞天文臺（EAO）成員代表亞洲許多地區的參與，包括中國，日本，韓國，臺灣，越南，泰國，馬來西亞，印度，印尼。

[6] 未來加入[IRAM NOEMA天文台](http://iram-institute.org/EN/noema-project.php)，[格陵蘭望遠鏡](http://vlbi.asiaa.sinica.edu.tw/project.php)和[基特峰望遠鏡](https://en.wikipedia.org/wiki/Kitt_Peak_National_Observatory)後，EHT的觀測靈敏度將顯著提高。

[7] [ALMA](https://www.almaobservatory.org/en/home/)的合作成員為：歐洲南天天文台（ESO；代表其歐洲成員諸國），美國國家科學基金會（NSF），日本國家自然科學研究院（NINS），國家研究委員會（加拿大），科技部（MOST；臺灣），中央研究院天文及天文物理研究所（ASIAA；臺灣），韓國天文及太空科學研究院（KASI；大韓民國），及智利共和國。[APEX](https://www.eso.org/public/teles-instr/apex/)由[ESO](https://www.eso.org/)運營，IRAM [30米望遠鏡](http://www.iram-institute.org/EN/30-meter-telescope.php)由[IRAM](http://www.iram-institute.org/)運營，[詹姆士克拉克麥克斯威爾望遠鏡](https://www.eaobservatory.org/jcmt/)由[EAO](https://www.eaobservatory.org/)運營，[大型毫米波望遠鏡](http://www.lmtgtm.org/?lang=en)由[INAOE](https://www.inaoep.mx/)和[UMass](https://www.umass.edu/)運營，[次毫米波陣列望遠鏡](https://www.cfa.harvard.edu/sma/)由[史密松天文台](https://www.cfa.harvard.edu/sao)和[中研院天文所](http://www.asiaa.sinica.edu.tw)共同運營，[次毫米波望遠鏡](http://aro.as.arizona.edu/)由亞利桑那州電波觀測站（ARO）運營。[南極望遠鏡](https://pole.uchicago.edu/)由[芝加哥大學](https://www.uchicago.edu/)運營並由[亞利桑那大學](https://www.arizona.edu/)提供EHT專用儀器。

**補充資料**

天文物理期刊通訊今天將以特刊方式刊登六篇論文發表此研究突破。

EHT有來自非洲，亞洲，歐洲，北美和南美200餘位研究學者參與。 這項國際合作致力於構建一座相當於地球大小的虛擬望遠鏡，藉以獲取史上細節最豐富的黑洞圖像。EHT 在各國大量資金支持下，用新穎系統串連現有望遠鏡，創造了一種具備前所未有之高角解析力的新型天文儀器。

參與 EHT 計畫的望遠鏡是：ALMA、APEX、IRAM 30米望遠鏡、IRAM NOEMA天文台、詹姆士克拉克麥克斯威爾望遠鏡 (JCMT)、大型毫米波望遠鏡 (LMT)、次毫米波陣列望遠鏡 (SMA)、次毫米波望遠鏡 (SMT)、南極望遠鏡 (SPT)、基特峰望遠鏡、格陵蘭望遠鏡 (GLT)。

EHT聯盟由13個主要機構組成：中央研究院天文及天文物理研究所，亞利桑那大學，芝加哥大學，東亞天文台，法蘭克福歌德大學，電波天文毫米波研究所，大型毫米望遠鏡，馬克斯普朗克電波天文研究所，麻省理工學院海斯塔克天文台，日本國立天文台，圓周理論物理研究所，拉堡德大學和史密松天文台。

**臺灣對EHT的貢獻**

中央研究院天文及天文物理所 (ASIAA) 是EHT聯盟13個會員之一，亦是另一個會員，東亞天文台 (EAO) 的合作夥伴。

EHT聯盟於2017年創立。賀曾樸博士 (中研院院士及天文所特聘研究員) 及井上允博士 (中研院天文所訪問學者及前特聘研究員) 為EHT董事，監督EHT的管理和走向。浅田圭一博士 (中研院副研究員) 及Geoffrey Bower博士 (中研院兼任研究員及研究科學家) 為EHT科學委員會成員。

「2017年的EHT觀測，共有八座望遠鏡加入。自始即以M87黑洞為主要觀測目標的格陵蘭望遠鏡 (GLT) ，從2018年開始也成為了EHT重要的一員。」井上博士說。「中研院天文所支援了EHT四座關鍵望遠鏡，即SMA、ALMA、JCMT及GLT。自望遠鏡建造之初便參與了SMA、ALMA和GLT的營運。」

「JCMT自2015年開始成為東亞天文台 (EAO) 的一員。」EAO創始台長及JCMT台長，賀院士提到。「EAO一直推動透過JCMT作為VLBI站點，將東亞的VLBI社群整合進EHT計畫中。」他也曾領導SMA GLT的興建，及臺灣在ALMA計畫的參與。SMA和JCMT的間距提供EHT最短基線，同時也作為EHT最長的東西向基線的端點。ALMA是最重要的台柱，因為其大集光面積能增強其它每一座望遠鏡的靈敏度。GLT則是EHT最極北的站點。

「2009年井上允在天文所成立了VLBI科學小組，之後浅田圭一和我便領導這個小組進行M87的研究，從低頻 (毫米和釐米) 開始。」GLT/VLBI計畫研究科學家，中村雅德博士說。「我們之前的研究成果加上EHT 2017的結果，會是未來了解M87黑洞自旋的關鍵。我們小組已是國際公認傑出的M87研究團隊之一。」

許多GLT計畫成員皆為EHT貢獻 [8]，眾多科學/工程研究員及職員的努力使我們能建造望遠鏡和相關硬體系統 [9] 以加入EHT。此外，SMA、ALMA及GLT的建立欣獲中央研究院、科技部，以及我們長久的合作夥伴中山科學研究院 (NCSIST) [10] 的大力支援。臺灣因此活躍於EHT協作之中，且在今天我們展示的突破中扮演關鍵的角色。

**格陵蘭望遠鏡的下一步**

望遠鏡能用更大的鏡面和更短的波長得到更佳的角解析度。藉由增加格陵蘭望遠鏡 (GLT) [11] 這個站點，EHT的「鏡面」大小 (由「基線」，或相互最遠站點間的距離度量) 達到約九千公里，使得角解析度顯著地改善。

「根據EHT 2017年的觀測結果，我們現在知道來自長基線的訊號大致是固定的，但來自短基線的則在七天觀測中的四天，快速隨時間變化。」首先建議在格陵蘭設置望遠鏡的浅田圭一博士指出。「就如我們沒預料到超大質量黑洞的質量和自旋竟隨時間快速變化，長基線 (顯示精細結構) 可能告訴我們，在極接近事件視界處，廣義相對論的新特性。一旦GLT成為最長基線的端點，未來測試廣義相對論它將扮演不可或缺的角色。」

為了以短波長 (高頻率) 觀測，必須將望遠鏡移至格陵蘭峰頂。即便圖勒空軍基地是個好地點，但它位在海平面，要穿過較厚的大氣。格陵蘭峰頂站台海拔3200米，大氣較薄所以水氣較少，對高頻率觀測有極大助益。

格陵蘭峰頂站台十分寒冷 (零下60度)，水氣幾乎全部凝結。低水氣含量能讓多數來自天體的高頻電波訊號能被望遠鏡接收到。如此優越的地點相當稀少，僅有夏威夷毛納基山頂，即JCMT和SMA所在處；智利的阿塔卡瑪沙漠，即ALMA座落處；南極望遠鏡所在的南極點，以及格陵蘭峰頂。這少數幾個望遠鏡連線，當以高頻率觀測時將能提供最大角解析度。我們預期能以十倍優於現有成果的更佳解析度獲取黑洞陰影的圖像。

「我們正在研究如何將望遠鏡移至格陵蘭峰頂，及如何在峰頂建造望遠鏡基地。」天文所研究員及夏威夷分部主管，陳明堂博士解釋。「峰頂站台非常偏僻且氣候嚴峻，僅有極少基礎建設。在目前的圖勒站點，我們正在測試天線及元件，以增強它們的可靠度。」

丹麥已經表達他們加入的意願。我們將與資深的丹麥研究者共同合作，如何移動且在偏僻處建造望遠鏡及其支援設施。我們也會與丹麥天文學家一同合作GLT的科研。

**附註**

[8] 許多GLT計畫成員也分擔EHT的工作，如黑洞噴流及吸積流理論 (中村雅德博士)、ALMA陣列同相化以等同一座88米望遠鏡 (井上允博士、國立中山大學郭正育教授)、EHT科學提案 (浅田圭一博士、中村雅德博士)、EHT觀測執行 (松下聰樹博士、浅田圭一博士)，以及資料校正和成像 (博士後研究員郭駿毅博士、小山翔子博士，及臺灣大學博士生羅文斌)。他們是首先實際看見黑洞陰影的人之一。部分成員也領導EHT論文小組發布此次論文 (Geoffrey Bower博士、浅田圭一博士)。

[9] 許多科學/工程研究員及職員的付出讓我們建造了很多望遠鏡和硬體系統 (如陳明堂博士、黃智威博士、Patrick M. Koch博士、松下聰樹博士、Ramprasad Rao博士、王明杰博士，及張書豪、陳重誠、Ryan Chilson、韓之強、黃耀德、江宏明、Derek Kubo、李昭德、劉冠宇、Pierre Martin-Cocher、George Nystrom、Peter Oshiro、Philippe Raffin、蕭仰台、Ranjani Srinivasan、魏大順、游晨佑)。

[10] 中山科學院與我們一同打造了具世界級水準的天線和接收機 （包括：韓國璋博士、張志成、張松助、荊溪暠博士、劉慶堂、呂理銘等人）。

[11] 格陵蘭望遠鏡 (GLT) 由臺灣倡議，是臺灣投資在ALMA北美 (ALMA-NA) 合作的再利用。中研院天文所，連同史密松天文台，於2013年獲得ALMA北美12米原型天線。此望遠鏡經改裝以適應極地條件，接著佈署在格陵蘭，以提供ALMA基線之最高角解析度，並成為第一座北極天文台。2016年GLT在格陵蘭西岸的圖勒空軍基地設立完成。它在2017年冬天接收到第一道訊號，並在2018年四月開始加入EHT (第二季) 觀測。

1. 黑洞是個全暗的物體，光線不能從黑洞逃離。黑洞的邊界叫做「事件視界」，事件視界大小約僅本身所投陰影五分之一，直徑不到400億公里。這次的黑洞陰影影像，是人類能取得最接近黑洞本身的圖像。 [↑](#footnote-ref-1)