

## 臺灣主導格陵蘭望遠鏡計畫 可望今年啟動觀測黑洞

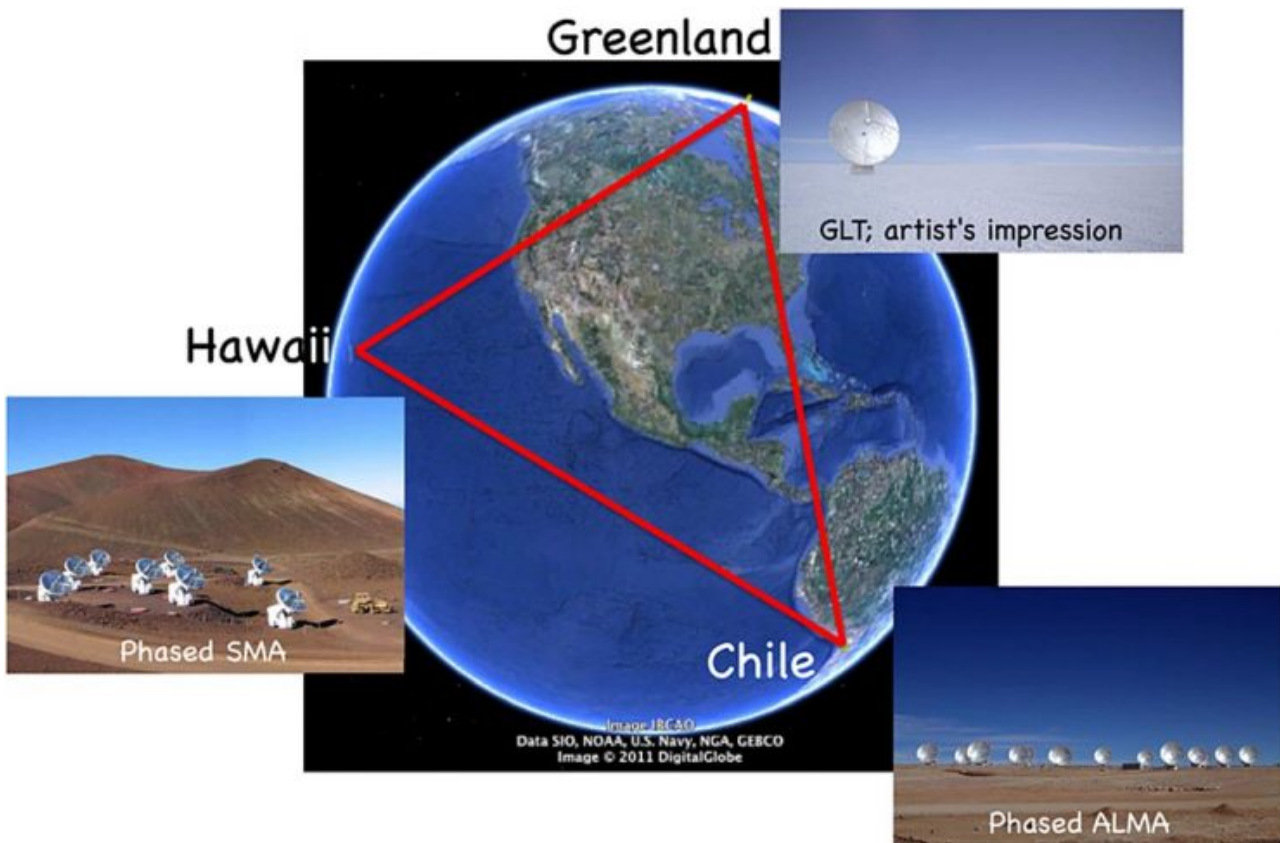
2017-01-25

黑洞向來是天文學家亟欲觀測的目標之一，然而若要看到黑洞事件視界的陰影、進一步檢驗愛因斯坦的廣義相對論，必須要有足夠高的角分辨率才能達成。為了追求這項目標，一座望遠鏡將於今年秋天在格陵蘭正式啟動，就是關鍵的一著棋：這架由 ALMA ( Atacama Large Millimeter/submillimeter Array，阿塔卡瑪大型毫米波及次毫米波陣列 ) 北美團隊興建、閒置數年的12米電波望遠鏡原型機，在美國國家科學基金會 ( National Science Foundation，NSF ) 2010年公告開放認領後，經各路人馬的爭取，最後由中央研究院天文及天文物理研究所 ( ASIAA ) 與哈佛-史密松天體物理中心 ( Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics ) 的合作提案脫穎而出，成功把它「娶」回家。



由中研院天文所主導的團隊與中科院工程技師團協同合作，天線(即望遠鏡)拆解後將運往格陵蘭，於該地再重新組裝，以特長基線干涉的方法做次毫米波段的天文研究觀測。在那之前，需將這座天線調整到能適應北極地區的嚴峻氣候，並能在酷寒霜雪中運作。

這項「格陵蘭望遠鏡計畫」(GLT, Greenland Telescope)是把這座電波望遠鏡原型機置於海拔3,200公尺高的格陵蘭峰頂站基地(Summit Station)，與位於夏威夷的次毫米波陣列(SMA, Submillimeter Array)，以及智利的ALMA，連成一個超級大三角——次毫米波特長基線干涉儀(Submillimeter VLBI)系統。



未來預定觀測M87的sub-mm VLBI成員：格陵蘭望遠鏡（GLT）、阿塔卡瑪大型毫米波及次毫米波陣列（ALMA）和次毫米波陣列望遠鏡（SMA）將形成主要的基線。

中研院天文所院士賀曾樸表示，會相中格陵蘭，除了極端乾燥的氣候、大氣透明度極佳外，還能與現有兩處次毫米波望遠鏡（即ALMA與SMA）之間形成三角形，使基線延長至9千公里，構成一個相當於地球大小的虛擬望遠鏡。三角陣列完成後，可提供20微角秒的解析度，相當於可以從地球看到月球上一個小籠包的解析度，也是目前天文望遠鏡中，次毫米波段能取得的最高解析度；這是僅使用由SMA及ALMA組成之單一基線所辦不到的。

## 直擊黑洞陰影

目前宇宙中已知最大質量黑洞約為數百億太陽質量，有太陽系那麼大。已知有兩個超大質量黑洞，尺寸大到足以使用次毫米波段VLBI進行解析，一個位在南天球，為銀河系中心的SgrA\*，另一個位在北天球，為M87星系核心。受限於地理位置的關係，在地球南半球的天文台比較適合看位在南天球的天體；反之，位在北半球的比較適合看位在北天球的天體。由於銀河系中心位於南天球，除了南極望遠鏡，還有許多國際天文台設在智利以便觀測；相較南邊的「人多勢眾」，GLT則是第一個落腳在北極的主要望遠鏡設施。而GLT的目標，就是取得M87核中心超大質量黑洞陰影的影像，對黑洞的存在取得

直接證據，並能提供十億赫茲 ( Tera-hertz ) 頻段的單碟望遠鏡功能。

這個次毫米波段特長基線，計畫將觀測350GHz波段。特長基線有9千公里長，幾乎和地球一樣大，將取得20微角秒高解析力，足以解析比M87星系中心黑洞略大數倍的空間區域。在M87星系中心，有個超大質量黑洞，那是格陵蘭望遠鏡計畫的重要觀測目標之一。

「如果想要觀察更多地球上無法看到的物理現象，黑洞邊緣就會是最好的實驗室。」賀曾樸解釋，物質被強大的重力吸引到黑洞時，因為角動量的作用，這些物質會在黑洞外圍形成吸積盤，吸積盤內的物質汽化後會摩擦生熱、放出X光，從而襯托出黑洞本體的陰影。藉由黑洞陰影的圖像，可得知黑洞的質量與自旋等參數；此外，還能觀測到黑洞附近區域的強重力場如何作用，藉此驗證愛因斯坦的廣義相對論。

## 迢迢長路

這座望遠鏡原位於新墨西哥州的沙漠氣候區，先行過大半個美國，抵達維吉尼亞州的諾福克 ( Norfolk ) 美國海軍基地附近，然後趁著夏季走海路順利進到格陵蘭的圖勒 ( Thule ) 空軍基地旁的港口 ( 港口冬天結冰無法行駛船隻，錯過只能再等一年 )，確認設備調整、升級至能適應極地氣候的狀態。今年春天主鏡面將安裝上底座，目標是秋季開始實際運作。



施工的"大動作"經縮時攝影為13秒影片

由於這座望遠鏡為原型機，製作之初不夠完善，不少結構部份做工粗糙，需把不同元件拆下改建或更新。「例如次鏡支架，我們接收望遠鏡時被告知這個部分曾經摔壞，雖然對方說有修理過，但也不清楚是不是真的有修好，為了安全起見只好整個重新換過。或其他碳纖維製成的部分發現有孔洞得補起來，不然有水跑進去，萬一結冰會導致碳纖維裂開。」

賀曾樸表示，九成以上的設備調整安裝工夫都出自於臺灣團隊之手。因為有了先前參與ALMA和SMA的經驗，因此在技術操作上並不陌生。然而在極圈觀測站的生活並不好過，就如同一小撮人長期在太空船中共事、起居的相處問題，每兩個月便得替換一批人；其次是低溫酷寒環境下的電熱能源供應，有賴綠能產業支持，而非靠柴油或燃煤解決；而地偏人稀之處，當然也需要設備齊全與完善的後勤補給。幸好格陵蘭島站臺上已有NSF為極地研究而建的基礎設施，而不是空空如也，「如果沒有NSF的基礎建設和團隊在先，我們可能沒辦法過去。」賀曾樸說。



天線底座部分的組裝，直接在戶外進行：地面先鋪一層瀝青、瀝青上製作木頭底座、木座上再放置鋼製底座（白色），鋼座上堆疊錐形底座（灰色，裡面是空心的，外面包覆的是鋁板，裡面的東西有纜線、旋轉軸軸心等）、水平承軸、接收機室及垂直旋轉臂（看起來像U型的叉子，從左右兩端固夾著一個有門可以進去的機房，即接收機室）。

## 臺灣主導

GLT計畫的幕後功臣便是甫獲得德國宏博研究獎 ( Humboldt Research Award ) 殊榮的賀曾樸。曾經擔任中研院天文所籌備處主任及首任所長的他，強調臺灣也有能力提出重要的天文計畫案，與國際團隊競爭，不僅限於參與角色：「我希望可以推一部份是臺灣可以去領導、發動的，無須都跟著人家的腳步。」

除了GLT，中研院天文所進行中的計畫還包括掩星計畫 ( TAOS/TAOS II )、李遠哲宇宙背景輻射陣列 ( AMiBA ) 等。特別重視研發尖端天文觀測儀器的賀曾樸，發想有朝一日能把人造衛星安置在地球公轉軌道外圍或月球附近，延長基線以觀測重力波跟黑洞現象。

撰文：吳靖雯

影像：中央研究院天文及天文物理研究所