

AMiBA

Array for **M**icrowave **B**ackground
Anisotropy

物96乙 鄭翌笛 492412279

主持 團隊 廠商

組織上目前由賀曾樸教授擔任計畫主持人
台大物理系關志鴻教授為共同主持人
儀器研發小組由中研院天文所的陳明堂研究員負責
科研小組由關志鴻教授負責
提供行政支援協調的計畫管理辦公室由蕭仰台研究技師負責

澳洲國家天文台的資深天文學家Michael Kesteven 負責整個系統的規劃

參與人員包括中研院天文所的工程師及天文研究人員，和台灣大學物理系及電機系師生。

國際上的合作單位則包括澳洲國家天文台、美國國家電波天文、美國卡內基美倫大學、美國國家噴射推進器實驗室等。

主要合作廠商包括磁震、Vertex、CMA、TRW 等公司。

緣始

自從1990年初起，COBE衛星的觀測結果將宇宙學推進一個嶄新的境界，近幾年台灣科學界及工程技術界的全面進展，也讓台灣能適時進入宇宙學這個蓬勃發展的領域。台大物理系結合台大電機系及中研院天文所因此提出了一個別具匠心的實驗計劃-AMIBA。

動機

近幾年宇宙學已成為一個迅速發展的科學領域。宇宙學可說是人類文明探索大自然最基本，並且最重要的範疇之一。測量宇宙背景輻射的微擾，藉以瞭解初期宇宙的產生及演化，使台灣能即時趕上這個學術潮流，甚至於在此領域到達世界領導地位，為此計劃的動機。

所以自從民國90年開始，中央院天文所即著手建造兩名原型機。原型機的主要目的是測試與驗證此設計。從實際操作所獲得的寶貴資料，而發展完整的AMiBA望遠鏡。預計於民國93年底可完成建造計畫。

原型機



AMIBA實驗的科學目標

- (一)應用 S Z (Sunnyaev Zeldovich)效應科學理論搜尋高紅移星系團, 研究宇宙結構形成的歷史, 星系團與星系演化過程。
- (二)應用 S Z 效應科學理論研究無蹤重子, 探討星系團間介質、星系團外圍、超星系團與絲線狀結構。
- (三)研究宇宙微波背景輻射之偏極化, 更清楚的勘察宇宙初始微擾遺跡, 逐一推求各宇宙參數, 求出再遊離之時間。

計劃總體目標

- 除上述科學目標之外，AMiBA 另有六個一般性目標：
 - (1) 讓實驗宇宙學在台灣成爲一個卓越發展空間的領域；
 - (2) 使中央研究院天文所及台灣的研究能保持卓越的國際水準；
 - (3) 著重於與國立臺灣大學的研究合作，以培養臺灣本土下一代的天文學家及物理學家；
 - (4) 促進並提昇與工程技術單位、學術界及工業界之間的研究合作；
 - (5) 增強中央研究院天文所的技術能力，讓天文所的技術能力帶來國際聲譽，帶動未來發展；
 - (6) 增廣台灣天文學研究的基礎。

Site

- 夏威夷大島上毛納洛峰(Mauna Loa) (活火山) 由於受到氣候因素的限制，包括大氣中的水氣、光害等臺灣並沒有適合AMiBA 觀測的台址。

#: 世和同學偷偷告訴我 會建在活火山上 是因為那邊有很多天文觀測站 台灣沒有搶到好位子...

位於毛納克亞峰上的 SMA 望遠鏡



位於毛納洛峰上的 AMiBA 望遠鏡

座落SMA附近

- 中研院天文所擁有部份SMA的使用權，因此台大與中研院合作共同維護AMIBA及SMA，將省去重覆的費用。第二，AMIBA觀測時將會受到點光源(亮星系)的污染，有些點光源AMIBA可自行校正除去，但有些則不能。在此情況下，可利用大面積陣列的SMA將點光源一一清除。

配置七座天線的AMiBA 陣列望遠鏡主要規格

- Observing frequency: 86-102 GHz (wavelength ~ 3 mm)
- Number of channels: 2 channels
- Number of antennas: 7
- Number of baselines: 21
- Receivers: HEMT amplifiers, cooled to 15 K
- Correlator: 49 analog 4-lag correlators
- Antenna: Cassegrain, 0.60 m diameter
- Primary beam: FWHM 23 arcmin
- Minimum baseline: 0.6 m ($l \sim 1100$)
- Maximum baseline¹: 1.2 m ($l \sim 2500$)
- Synthesized beamwidth: FWHM 2 – 9 arcmin
- System temperature²: 95 K
- Noise in visibility measurements³:
- 6 Jy s^{-1/2} rms in each channel
- Noise in image from a single pointing:
- 21 mJy/beam rms in 1 hour, 1 channel, 1 polarization, at center of primary beam
- Polarization: Dual, Linear
- ¹for close-packed
- ²assuming 80% antenna efficiency
- ³assuming 13 GHz effective bandwidth

■ AMiBA 的外觀



- 此外，AMIBA的天線將座於可上下左右旋轉的平台上。此設計採新型的機械人操控方式，其優點在於輕便且無觀測死角，可做全天區觀測。目前世界上尚無電波望遠鏡採取此種設計。
- AMIBA的表現比起其他國際著名的陣列更為突出，尤其是在1.4至19角分的範圍內。

AMiBA 計畫重要里程碑

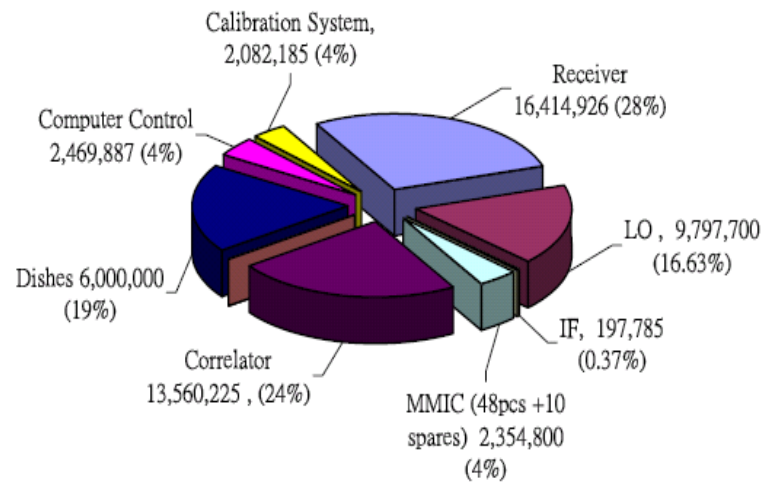
- 1999.8 中央研究院天文所與台大物理系合作共同提出計畫書
- 2000.4. 獲得教育部卓越計畫經費
- 2001.6. AMiBA 暨第八屆台灣天文物理研討會
- 2002.10.完成原型機製造並進行觀測
- 2002.12 計畫設計規範暨成本時程審查會確認望遠鏡系統規格
- 2003.7.與美國國家海洋暨大氣管理機構(NOAA)簽訂合約取得在毛納基峰上建造AMiBA 陣列望遠鏡及科學觀測權利
- 2004.1.4 獲得中央研究院主題計畫經費及國科會後卓越計畫經費
- 2004.4.望遠鏡基地破土開工
- 2004.12.望遠鏡機座運抵基地安裝
- 2005.8.望遠鏡機座與平台組合測試
- 2005.9. 計畫科學目標暨發展策略研
- 2006.10.3 正式啓用

Cost

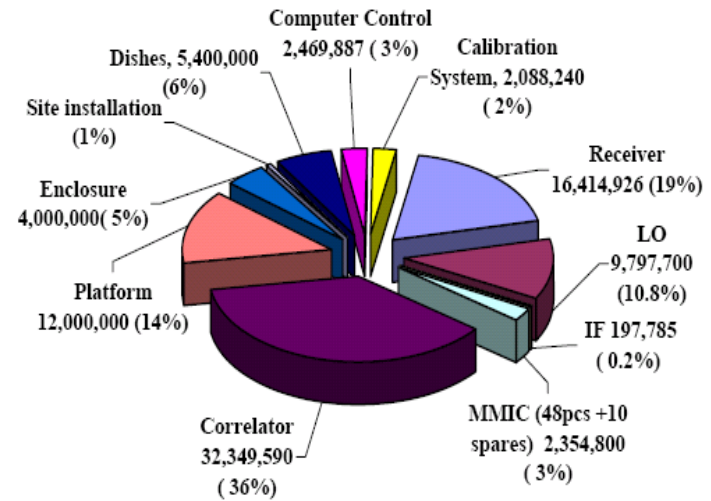
- AMiBA 計畫硬體設備建構經費主要來自教育部卓越計畫，建造期間所需經費主要來自中央研究院主題計畫及國科會後卓越計畫 合計參億捌千萬元
- 擴建至13 座及 19 座天線陣列望遠鏡分別需要增加設備費用分別為伍千參百萬元及捌千捌百萬元
13 及 19 座天線陣列望遠鏡建造及觀測期間所需運轉費用平均每年約為兩千參百萬元

費用分部圖

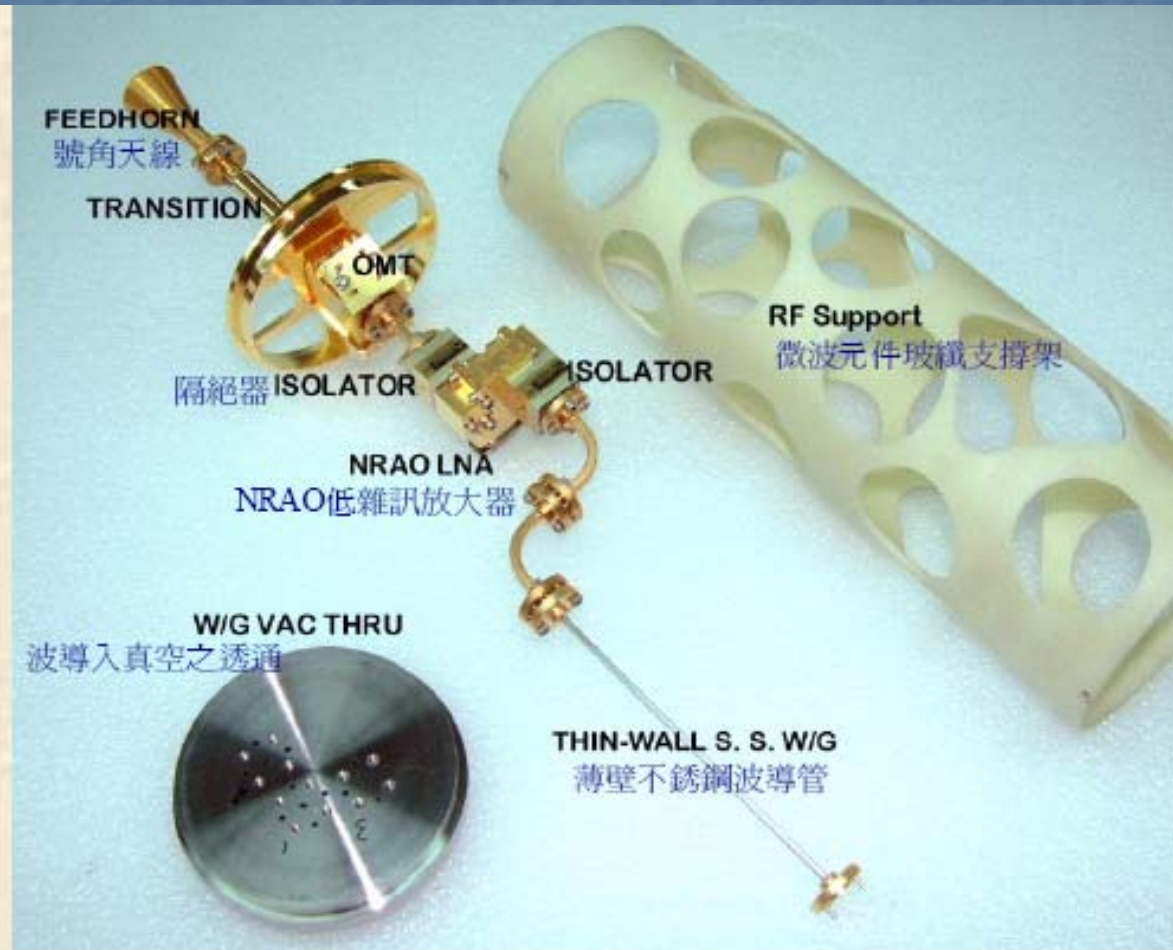
capital cost for expansion to 13 elements



capital cost for expansion to 19 elements



接收機



W波段雙極化接收機

對手

- DASI (Degree Angular Scale Interferometer)
- CBI (Cosmic Background Imager)
- VSA (Very Small Array)

DASI

- Degree Angular Scale Interferometer
- **13-element interferometric array**
- designed to measure temperature and polarization anisotropy of the Cosmic Microwave Background (CMB) Radiation over a large range of scales with high sensitivity
- determine its angular power spectrum over the range $140 < l < 920$
- 主要由芝加哥大學的John Crerar Library所領導
<http://www.lib.uchicago.edu/e/crerar/exhibits/dasi.html> 現在在南極



- In 2002 the DASI team announced the first detection of the polarization of the CMB, a critical expectation of most cosmological theories.
- A paper describing final 3 season polarization results was submitted to astro-ph on 15 Sept 2004

CBI

- Cosmic Background Imager
- a 13-element interferometer perched at an elevation of 5,000 metres at Llano de Chajnantor Observatory in the Chilean Andes (智利 安地斯山脈)

團隊

- The CBI Project is a collaboration between the [California Institute of Technology](#), [Canadian Institute for Theoretical Astrophysics](#), [University of Chicago](#), [National Radio Astronomy Observatory](#), [Max-Planck-Institut für Radioastronomie \(Bonn\)](#), [Oxford University](#), [University of Manchester](#), [Universidad de Chile](#), [Universidad de Concepción](#)

很多大學和科學機構...



VSA

- Very Small Array
- 14-element radio telescope
- designed expressly to make high resolution observations on angular scales around and below one degree
- 位於 [Observatorio del Teide, Tenerife](#)
加納利群島中的特內利費

CBI 在這



團隊

- The project is a collaboration between the
 - 1: Astrophysics Group at the Cavendish Laboratories (Cambridge University)
 - 2: Nuffield Radio Astronomy Laboratories (Jodrell Bank, Manchester University)
 - * 英國曼徹斯特大學的Jodrell Bank無線電波天文台
 - 3: Instituto de Astrofisica de Canarias (Tenerife).



http://www.setileague.org/vsa/qst_0209.pdf

參考資料

- <http://www.mrao.cam.ac.uk/telescopes/vsa/>
- http://en.wikipedia.org/wiki/Very_Small_Array
- <http://www.lib.uchicago.edu/e/crerar/exhibits/dasi.html>
- <http://astro.uchicago.edu/dasi/>
- <http://astro.uchicago.edu/cara/research/cnbr/dasi.html>
- http://arxiv.org/PS_cache/astro-ph/pdf/0409/0409357v1.pdf
- http://en.wikipedia.org/wiki/Cosmic_Background_Imager
- <http://amiba.asiaa.sinica.edu.tw/introd.pdf>
- http://www.asiaa.sinica.edu.tw/news/newspaper/AMiBAdedication/index_ch.html
- <http://newsletter.sinica.edu.tw/file/file/9/943.pdf>