



## 中研院參加的國際天文計畫

阿塔卡馬大型毫米及次毫米波陣列	宇宙微波背景輻射陣列	次毫米波陣列望遠鏡
Atacama Large Millimeter/sub-millimeter Array, ALMA	The Yuan Tseh Lee Array for Microwave Background Anisotropy, AMIBA	Sub-Millimeter Array, SMA
智利北部阿塔卡馬沙漠，海拔5千多公尺	夏威夷毛納洛峰，海拔3千多公尺	位於美國夏威夷大島，毛納基山天文台
大型毫米及次毫米波望遠鏡陣列，有54座直徑寬12公尺的天線以及12座7公尺的天線	13座1點2公尺鏡面組成的干涉儀	8座直徑6公尺的天線組成的干涉儀
觀測目標	觀測目標	觀測目標
星雲、宇宙的形成	宇宙微波	星雲
附註	附註	附註
目前全球最大的天文研究計畫	亞洲首座研究宇宙學的儀器，也是唯一一座	全世界第一座次毫米波干涉陣列



# 拍下大霹靂清晰殘跡 宇宙嬰兒照現身

### 斷定宇宙高齡138億多歲 找到星系、地球、人類的出現原因

本報記者張錦弘、劉盈慧

宇宙在「大霹靂」之後誕生，爆炸後第38萬年產生的光，隨著宇宙不斷擴張，慢慢降溫到約攝氏零下270度，變成看不見的「宇宙微波背景」，在宇宙流浪了138億多年後，如今被歐洲太空中心的普朗克衛星 (Planck) 拍下歷來最清晰的畫面，形同宇宙混沌初始的嬰兒照片，更能印證「大霹靂」的宇宙學模型。

普朗克升空3年之後，歐洲太空中心3月23日在巴黎首次發表其研究成果，台大「梁次震宇宙學與粒子天體物理學中心」美籍研究員高提耶參與研究計畫，台大當天特別連線轉播巴黎舉行的記者會，向國人介紹「宇宙微波背景」(cosmic microwave background, CMB) 的奧秘。

這就是宇宙微波背景，為大霹靂理論，提供有力證據，兩人因此獲諾貝爾物理獎。

美國太空總署1989年發射人造衛星「COBE」，首次拍到CMB的畫面，更加鞏固大霹靂理論。學者馬瑟和史穆斯在1992年發現CMB從各個不同方向測量，溫度有10萬分之一的些微差異，因為這種溫度的不平均，星系、地球、人類才得以出現。兩人在2006年獲諾貝爾物理獎。

方，重力較強，會吸引其他能量，集結成星球、星系；而能量低者，弱者越弱，最後化為一無所有的太空。

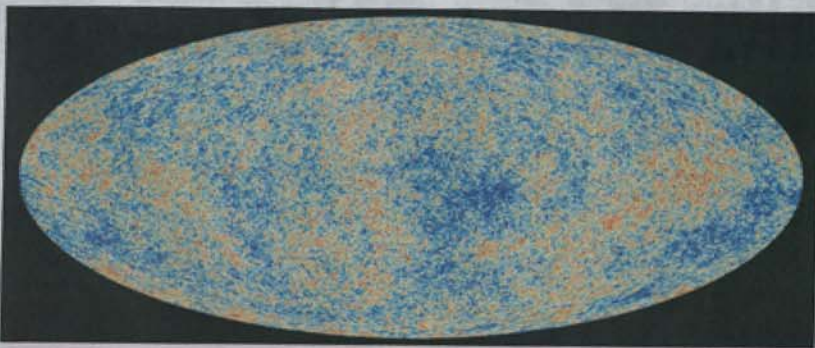
2009年5月，歐洲太空中心發射觀測CMB的第三代人造衛星普朗克，溫度精確10倍，拍到更精確的CMB影像。陳丕榮說，透過3月23日發表的相關數據分析，可斷定宇宙的年紀約138億8200萬年；也可推估，組成所有星球及星系的常態物質，僅占宇宙的5%，「暗質」約占25%，被視為加速宇宙膨脹的神秘力量「暗能」，則占70%。

梁次震宇宙學中心主任陳丕榮指出，1929年，美國天文學家哈伯首次發現，遠方的星系正離地球加速遠去，推測宇宙仍不斷在膨脹，為大霹靂的理論奠定基礎。後續天文物理學家發展出更完整的學說，認為宇宙最初只是一個小小的點，經過一場「大霹靂」才誕生。

陳丕榮說，宇宙誕生的一刹那，瞬間「暴脹」到10的32次方倍，打個比方，相當於在10的負35次方秒內，101大樓由0.5公分大小的模型，膨脹到實體建築那麼大。

初始的宇宙，像一個高溫高熱的爐子，充滿了活躍的質子、電子，和光交換能量。隨著宇宙不斷膨脹、降溫，到了宇宙誕生後的第38萬年，質子和電子結合成氦原子，能量減弱的光，不足以拆散質子、電子，就在宇宙各處流浪，持續減能、降溫、波長也越來越長，變成肉眼看不到的「宇宙微波背景」。

陳丕榮指出，1964年，美國貝爾實驗室的工程師阿諾·彭齊亞斯和羅伯特·威爾遜架用天線接收人造衛星微波信號時，發現一種無法消除的雜訊，進而確



### 宇宙「初始」照

歐洲太空中心2009年發射普朗克人造衛星 (左圖)，拍到比以往更清晰、精確的「宇宙微波背景」畫面 (右圖)。此微波輻射在宇宙流浪138億年，是在大霹靂之後產生、遺留至今而成。

圖/取自NASA網站

## 全球最大天文計畫 台灣有分

台灣在國際天文研究領域中逐漸嶄露頭角，參與的大型國際合作觀測計畫有7個。其中包括目前全球最大的天文計畫—阿塔卡馬大型毫米及次毫米波陣列 (Atacama Large Millimeter/sub-millimeter Array, ALMA)。

林凱揚指出，宇宙太大了，天文研究無法一個國家悶著頭自己做，要與全球各國合作才行；並且要做最新的天文研究，觀測儀器也要盡可能自己蓋，才能掌握一定的研究權，不會凡事都需要別人幫忙。

林凱揚說，ALMA計畫在智利北部設置了66座天線，其中54座的直徑達12公尺寬，「非常巨大」；科學家透過這些天線，把宇宙的訊號截取下來，再把訊號拿給超級電腦運算，一張張觀測星雲的圖就能顯像出來。

林凱揚表示，有17國參與ALMA計畫，美國、日本、歐盟國家都是成員，台灣的經費貢獻約占總計畫5%，但在科學觀測及科研成果上，卻能拿到7%的研究，可見台灣的天文研究越來越受肯定。

(劉盈慧)

## 微波妙用多 生熱能、做通訊

微波是電磁波的一種，波長1公尺至1公釐，比可見光或紅外光的波長還長，但比無線電或電視的波長短。中研院天文所計畫科學家林凱揚表示，通訊用的微波及微波爐用的微波，都是同一種，只不過是波長不同，像手機用的微波波長約在30公分，微波爐的微波是12.2公分，而人造衛星的微波波長僅1至3公釐。

微波爐是怎麼讓食物變熱？林凱揚表

示，微波爐的微波波長是12.2公分，對應頻率是2450MHz，這種波長與頻率，對於水的加熱效率最高。

微波爐產生的微波能穿透絕緣體，當這些微波遇上水份的食物，微波會與水分子以相同的頻率激烈振盪，振盪中，分子與分子互相摩擦，便產生了熱能。水分子在微波間每秒約振盪24億次，這種極高速度振盪能在短時間內，替食物

均勻加熱。

微波通訊也是微波的另一大應用。林凱揚說，微波能將信號以3000到30000MHz的微波作為載體傳輸，把資訊裝在這個波殼裡，讓手機跟基地台之間通訊。最大的優點是微波能用最小的頻寬服務大量的用戶，而且訊號穩定、不易斷訊，適合用來做短程的通訊。

(劉盈慧)

## 和宇宙一樣會發熱 人體也有電磁波

中央大學天文研究所教授陳文屏表示，人眼只能看得到可見光，但除可見光外，大自然還有X光、紅外線、紫外線、伽馬射線等眼睛看不到、必須用特殊的儀器才能照出的電磁波。

他解釋，物質散發熱度時會發出電磁波，溫度越高會發出越高能電磁波，溫度越低會發出越低能電磁波。「人體會發熱，就會放出電磁波」，陳文屏說，只是因人體不會發出可見光，所以大家不容易查覺到，但只要透過特殊儀器，電磁波一樣無所遁形。例如消防隊員或警察要救人或攻擊時，會用紅外線透視鏡，查看有無發出熱能的物體存在，用來判斷敵人或受困者所在的位置。

看得更遠一點，我們存在的宇宙會發熱，也有電磁波，這要從「宇宙大爆炸」說起。

陳文屏表示，根據大爆炸理論，宇

宙一開始是個密度極高、溫度極熱的「點」，約138億8200萬年前大爆炸後，散發出很高能量的光和熱，且宇宙體積持續不斷地膨脹。

不過，因宇宙的能量是固定的，當宇宙不斷膨脹的過程，溫度就會降下來。從大爆炸初期，無法以數字描述的高溫，到後來慢慢降溫，現在已減弱到3度絕對溫度。而3度絕對溫度散發出的電磁波，就屬於微波的波長。

宇宙輻射是一種熱輻射，也是大爆炸留下的痕跡，這份殘存在宇宙間的能量，以微波的形式存在著。

歐洲太空總署的普朗克人造衛星上，也有能感應微波的裝備，「兩方就這樣對上線」，普朗克的儀器具有極高的靈敏度及解析度，才能把收集到的宇宙微波，繪製成宇宙大爆炸38萬年後的「宇宙嬰兒照」。(劉盈慧)

### 必學單字大閱兵

- 宇宙微波背景 cosmic microwave background
- 大霹靂 Big Bang
- 暴脹 inflation
- 暗質 dark matter
- 暗能 dark energy