

我們去 觀星

PK-CHEN 著／攝影

沼澤茂美／繪圖

東方出版社





在未來的科學教育中，視覺的圖像將占有非常重要的地位，
它可以將生硬的理論知識，轉化為易於吸收及瞭解的「常識」；
PK的這本《我們去觀星》就是這樣的嘗試。
《我們去觀星》的閱讀對象不僅僅是小朋友，
它同時也是獻給所有「有星」的家長及老師。
藉著它，書本本身不再是靜態地躺在那兒被「閱讀」。
《我們去觀星》是可以帶到教室當「教材」，也可以帶到野外實際去「觀星」。

當我們仰望這萬籟俱靜的星空時，請試想一千兩百年前
漢代天文學家張衡所描述
宇之表無極 宙之端無窮

這本《我們去觀星》正是帶領您打開宇宙之門的鑰匙。

劉北宇

私が P.K. と出会ったのは、おそらく 1990 年より前だろう。彼は日本の天文雑誌に「台湾の若きアマチュア天文家」として紹介され、その後しばしば天文雑誌の最も華やかなページを担当することになった。彼のアグレッシブで好奇心旺盛な性格は、新しい地平線を私たちに紹介してくれた。日本の読者が目にできない海外の様々な天文台やそこで見る美しい星空を皆が羨望のまなざしで注目した。

そのような実績は彼の普段の多くの努力の積み重ねであることを、わたしは幾度となく目にしてきた。彼はしばしば私のオフィスを訪れた。あるときは私の撮影に同行し、あるときは私の会社の暗室で一晩中プリント作業を行った。台湾から電話をして 1 時間以上写真や観測機器の技術的な議論を行うこともしばしばであった。彼が本やテレにて紹介する言動は彼の大きなバックグラウンドがあればこそなのだ。

しかし、彼の活躍を支える最も大きな力は彼の生まれ持った人間性にあると思う。彼は誰とでも物怖じせず友好的に接し、親切で義理堅い。それを示すエピソードをひとつ紹介したい。

1991 年 7 月 11 日メキシコのラパスで皆既日食が見られた。そして偶然にも同じホテルに私達と P.K. は滞在したのだった。彼は私達日本人グループとは別のグループだったにもかかわらず、私達のために早朝から最良の観測場所の確保に努力してくれた。その日食観測は大きな成功を収めたが、その立役者の一人は P.K. である。

この 10 年で世界は大きく変化した。フィルムカメラが衰退し、デジタルカメラになって天体写真のスタイルも大きく変わった。しかし、彼は新しい技術を巧みに取り入れて活動の場を拡大している。私も可能な限り彼の活動を応援してきたが、彼はさらに自分の能力を広げてゆくにちがいない。

長い年月は彼を若き天文少年から天文少年を育てる先生に変貌させただろう。台湾の人達は幸せである。多くの経験と知識と柔軟な思考を持った先駆者がいるからだ。本書は天文の広大な世界の中の楽しみをまとめたものだ。中には P.K. ならではのテイストもふんだんに盛り込まれている。より多くの人達が本書によって夜空に目を向け、その深い楽しみを見出してくれることを心から願っている。

2012 年 3 月 1 日

沼澤さん

我第一次見到 P K 大約是 1990 年之前的時候吧！（註 1）當時他是以「來自台灣青年天文攝影家」而被日本天文雜誌所介紹，此後他在日本天文雜誌開闢專欄，多次刊登在最醒目的部份上，（註 2）他那積極又好奇心旺盛的性格，為我們開啟了新的視野，讓無法親臨世界各大天文台的日本天文迷們，透過 P K 的鏡頭及報導，觀察到美麗的星空，（意指各天文台背後許多有趣的故事及發現）所以許多人開始以羨慕的眼光注視著他。

我親眼目睹看著他努力毫不懈怠而有所成就，他多次造訪我的工作室，有時又和我的攝影隊同行，有時又通宵地在工作室的暗房內沖洗底片，更多次地接到他從台灣打來的國際電話，長達數小時地討論攝影和天文觀測儀器的技術問題，為了求證他在媒體所發表的言論文章，表現出他有著專業執著的態度，但是支持他這樣活躍的表現，應該是他與生俱來的天賦個性，尤其是他面對各種問題困難都毫不畏懼，對任何人都以友好親切的態度接觸，並且重情義重公理，在此我和各位分享一個小故事：

那是 1991 年 7 月 11 日在墨西哥拉巴茲小鎮觀測日全食，很偶然地我們的團隊和 P K 下榻在同一個旅館，雖然他和我們日本團隊分屬不同的隊伍（註 3）但是他為確保我們有個良好的觀測場地，徹夜守候地點到天亮並四處奔走安排，後來那次日食觀測確實非常成功，當然 P K 是不為人知的「功勞者」，我銘記在心中！

近十年來攝影世界有了巨大的變化，「化學底片」已經衰退，取而代之是「數位影像」，天文攝影的形態也改朝換代，但他不斷進取新的技術，並動腦筋嘗試不一樣的角度，更擴大了活動範圍，我一直盡可能地協助他的工作，我知道他一定會靠自己的能力更上一層樓，隨著時光飛逝 P K 已由天文少年，變成引領天文迷入門的導師，在台灣的人非常的幸運，有位像他這樣豐富的經驗及知識，並具備創造性的思考力，他是帶領時代前進的先驅者，P K 的這本書嘗試地將浩瀚的天文世界，轉換成無窮的樂趣，我由衷地希望透過這本書，讓更多的人仰望夜空而有所體會領悟。

（註 1）P K 與沼澤是在 1989 年暑假的胎內星祭認識，

（註 2）P K 在日本天文指南月刊－Tenmon Guide 自 1993 年起開闢有 PK's Special Report 專欄介紹世界各大天文台

（註 3）當時 P K 屬於美國天空與望遠鏡 (Sky & Telescope) 雜誌的日全食觀測團隊

沼澤さん



對焦太陽系

太陽系家族	010
內行星	012
外行星	014
瞭解太陽的結構	016
看一個月的月亮	018
月坑洞與海	020
月食、日食	022
火星——寄望生命的新天地	024
探測外行星	026

漫遊星際間

銀河系面貌	030
銀河系和宇宙	032
星星的一生	034
星空萬花筒	036
星星身分證	038
星座和行星的觀測	040
黃道十二星座	042
奇異浪漫的天象使者	044
天使的彩帶——極光	046

008

010

012

014

016

018

020

022

024

026

028

030

032

034

036

038

040

042

044

046



賞星初體驗

觀星所要準備的工具	050
認識天文望遠鏡	052
今夜讓我們觀星去	054
運用想像力飛翔在星空中	056
春季星空	057
夏季星空	060
秋季星空	063
冬季星空	066
觀星記錄表	069

048

050

052

054

056

057

060

063

066

069

天文大寫真

天文攝影—基礎篇	072
天文攝影—主題篇	074
天文攝影—數位篇	076
世界天文台	079
世界天文古蹟	082
中國觀星地介紹	085
台灣最佳觀星地	088
世界觀星地—北半球	091
世界觀星地—南半球	094

070

072

074

076

079

082

085

088

091

094



對焦太陽系

大約在 50 幾億年前

銀河系當中有一顆超新星發生爆炸

附近的星雲受到波及

開始和爆炸後噴出的物質一起收縮聚集

因而形成原始太陽、原始太陽系星雲

後來，以恆星太陽為中心

所構成的太陽系

就在宇宙中誕生了

太陽系的直徑至少有 120 億公里

假使以每秒 30 萬公里的光速前進

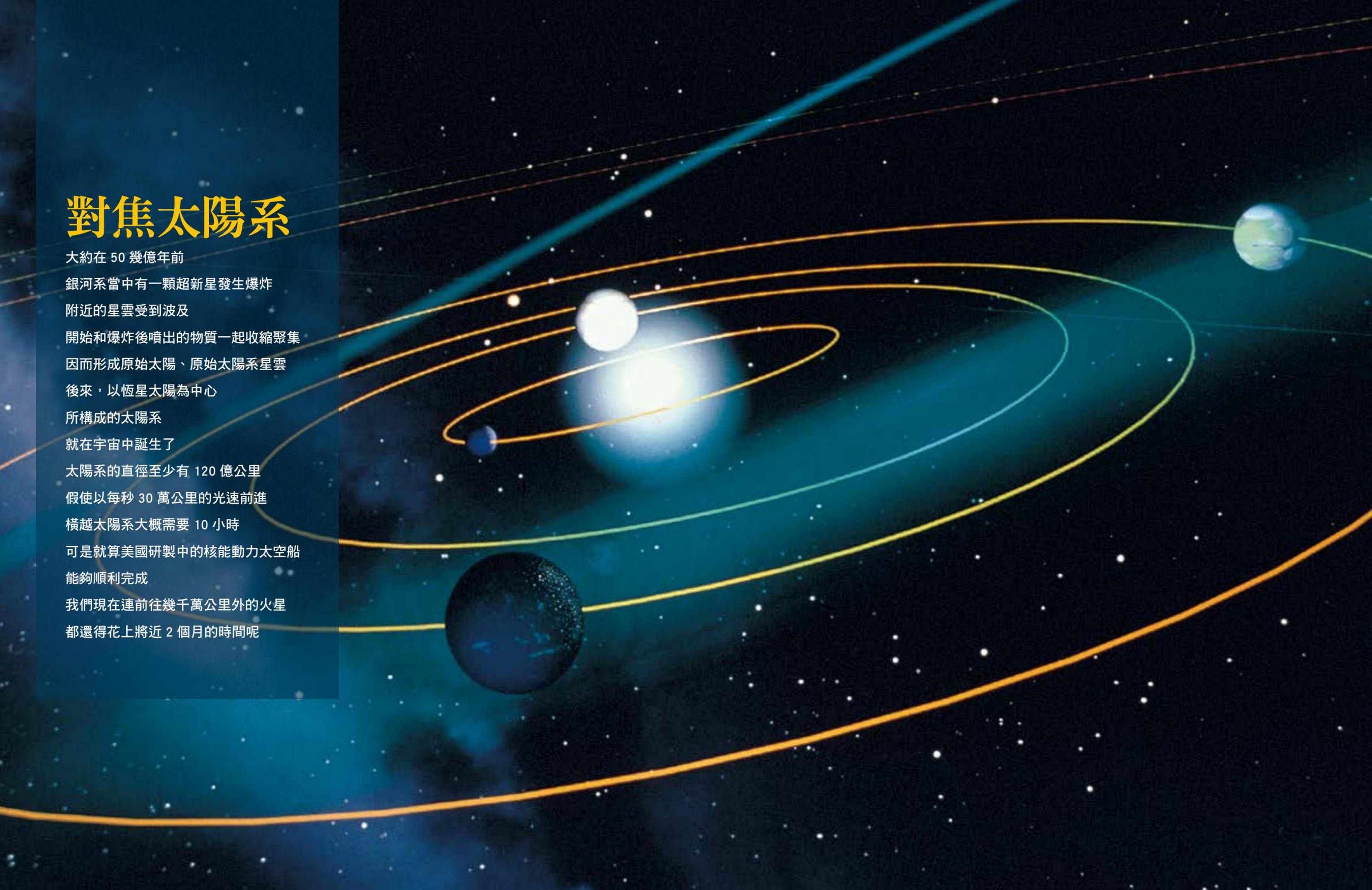
橫越太陽系大概需要 10 小時

可是就算美國研製中的核能動力太空船

能夠順利完成

我們現在連前往幾千萬公里外的火星

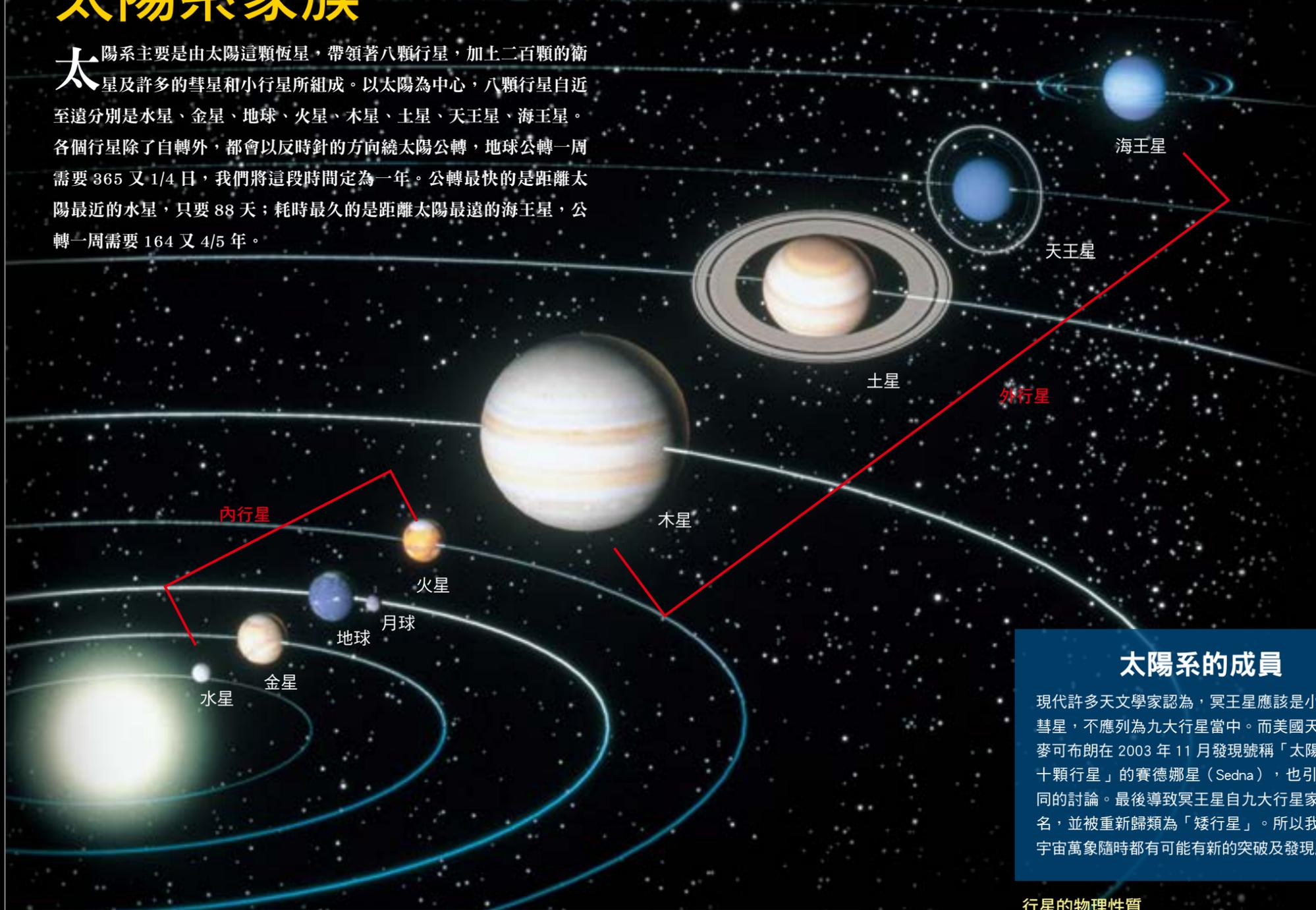
都還得花上將近 2 個月的時間呢





太陽系家族

太陽系主要是由太陽這顆恆星，帶領著八顆行星，加上二百顆的衛星及許多的彗星和小行星所組成。以太陽為中心，八顆行星自近至遠分別是水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星。各個行星除了自轉外，都會以反時針的方向繞太陽公轉，地球公轉一周需要 365 又 1/4 日，我們將這段時間定為一年。公轉最快的是距離太陽最近的水星，只要 88 天；耗時最久的是距離太陽最遠的海王星，公轉一周需要 164 又 4/5 年。



太陽系的成員

現代許多天文學家認為，冥王星應該是小行星或彗星，不應列為九大行星當中。而美國天文學家麥可布朗在 2003 年 11 月發現號稱「太陽系的第十顆行星」的賽德娜星 (Sedna)，也引發了相同的討論。最後導致冥王星自九大行星家族中除名，並被重新歸類為「矮行星」。所以我們了解宇宙萬象隨時都有可能新的突破及發現產生。

行星的物理性質

八大行星中，水星、金星、地球、火星為固態行星，所以我們又把它們叫做類地行星；而木星、土星、天王星和海王星為氣體行星，又稱為類木行星，整理列表如左。

名稱	成員	平均密度	主要組成	自轉	固態表面	衛星數	行星環
類地行星或岩石行星	水、金、地、火	較大	岩石外層、金屬核心	較慢	有	沒有或極少	沒有
類木行星或氣體行星	木、土、天、海	較小	氫與氦	較快	沒有	多	有

西方的天文學家

多年來是這些西方的天文學家引領我們正確的認識我們身處的太陽系及宇宙。



哥白尼 Nicolaus Copernicus 1473 ~ 1543
發表《天體運行論》，推翻了自托勒密以來長達 1400 年的地心說——「地球為宇宙中心」的信仰。



第谷 Tycho Brahe 1546 ~ 1601
發現超新星，也是望遠鏡發明前，精確觀測行星位置的第一人。他將畢生苦心觀測所獲得的行星觀測紀錄留給他的弟子刻卜勒，後者並且發明了行星運動定律。



伽利略 Galileo Galilei 1564 ~ 1642
改良望遠鏡，使其放大倍率可達 32 倍，以便於觀測天文。發現金星盈虧、木星有四大衛星、火星是太陽照亮的行星等，證實了「地心說」的錯誤。



刻卜勒 Johannes Kepler 1571 ~ 1630
繼承第谷的研究，發現火星的繞日軌道不是正圓，而是橢圓。並導出行星三大運動定律。該定律首次精確的描述行星軌道，建立了近代的太陽系模型。



卡西尼 Giovanni Domenico Cassini 1625 ~ 1712
發現土星的四顆衛星，又觀測火星、木星的自轉及土星環的結構，並指出土星環中的一道暗縫，後世的人將其取名為「卡西尼縫」(Cassini's Division)。另外，他還計算出地球跟火星間、地球與太陽間的距離，讓我們對太陽系有更深的認識。



牛頓 Isaac Newton 1642 ~ 1727
發明微積分，導出了影響深遠的「萬有引力定律」。並發明了反射式望遠鏡，大幅提昇天文觀測的品質。



赫協爾 William Herschel 1738 ~ 1822
原先是音樂家，後來對觀測天文有極大的熱中，和妹妹卡洛琳一同研究。在不斷的努力之下發現天王星，突破了往日眾人對太陽系行星的認識。

內行星

在太陽系的行星當中，有幾顆比較接近太陽，有著固態表面、密度高和體積小的共通特徵，我們稱之為「內行星」，也叫做「類地行星」。因為地球就是此類行星的最佳代表。「類地行星」的成員有水星、金星、地球和火星，其中唯一有生命跡象的，即是人類所存在的地球。也許你對於地球的環境已經很了解，但是其他的類地行星，又有什麼樣的特殊環境及構造？和地球有什麼不一樣呢？讓我們一起看看。

金星 (Venus) —— 熱情的維納斯女神

金星的大小和地球差不多，要 1.2 顆金星才等於 1 顆地球，因此又被稱為姊妹行星。金星的中國古名為太白金星或啟明星。

雖然金星也有濃厚的大氣層，但金星表面的大氣卻含有有毒的硫酸雲和人類無法呼吸的二氧化碳，這些高壓白色的毒氣雲無法繁衍生命，而且會造成可怕悶熱的溫室效應，溫度可高達攝氏 450 度，加上大氣壓力是地球的 90 倍，太空船即使登陸金星也只能「活」幾個小時。

在夜空中金星是僅次於月球第二亮的星體，平均亮度達到負 4 等，經常在西方日落後的黃昏或東方日出前的凌晨出現。



水星 (Mercury) —— 阿波羅的信差

水星平均距離太陽 5800 萬公里，是最接近太陽的行星，只有在天氣很好的時候，才能見到水星在東方或西方地平線上，所以中國的古人又稱水星為晨星、昏星。水星表面溫度高達攝氏 360 度，如果把雞蛋放在水星上，不用水煮就立即熟了喔。

水星直徑只有 4880 公里，和月球的直徑 3476 公里相差不多。水星公轉太陽一周為 88 天，自轉周期為 58.65 天，換句話說，如果小朋友在地球上過一次生日，在水星就可以過四次生日呢！當年愛因斯坦曾利用對水星運行軌道的推論，來驗證廣義的相對論，使得天文學的研究，更向前拓展了一大步。



地球 (Earth) —— 搭載生命的宇宙方舟

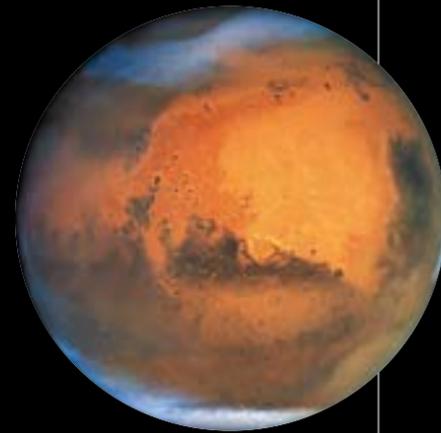
地球表面約有 3/4 都是水，從太空看起來是一顆美麗的藍色行星。地球的大氣層阻擋了有害的宇宙射線，並含有生命需要的氮和氧，以及藉海洋蒸發的水蒸氣及降雨的水氣循環，形成各種氣象和天候，而地軸傾斜 23.5 度使得地球有四季的變化。再加上與太陽保持適當的距離，讓生命得以在良好的溫度範圍內生存。綜合這些條件，使得地球成為太陽系唯一擁有生命的行星。

月球 (The Moon) 地球的衛星

月球是地球的衛星，只有地球的 1/4 大小，平均距離地球 38 萬公里。而月球繞地球的公轉周期與自轉周期剛好一樣是 27.3 日，所以不管你在何時看，都只會看到月球的同一面。



19 世紀的天文學家在觀測火星時，發現它有四季的變化及類似運河的條紋，因而猜測火星上有生命存在。



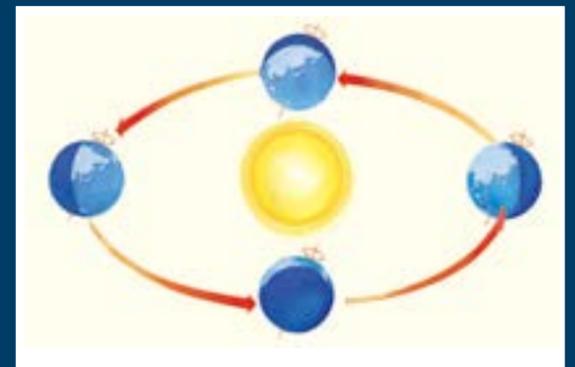
火星 (Mars) —— 火紅戰神的象徵

在古代，中國人稱火星為「熒惑」，因為它在夜空閃爍「熒熒如火」。而且在天上一下子「順行」，一會兒又「逆行」，真是令人困惑。而西方人則因火星顏色如鮮血般火紅，認為它是戰神的化身，意味著戰爭的爆發。

真實的火星，是顆寒冷的行星，火星表面的平均溫度為攝氏零下 53 度，稀薄的大氣層不到地球的 1/100，加上火星約只有地球的 1/2 大小，引力不足，使得早期形成的水和氣層慢慢的消逝，只剩南北兩極還有二氧化碳的乾冰層存留著。

地球為什麼會有四季？

夏熱冬冷這是大家都知道的事情，但不管夏季或冬季，太陽傳來的光和熱都是相同的，那為何地球上四季變化呢？那是因為地球自轉軸傾斜 23.5 度，因此太陽照射地球的角度會改變，陽光會變成直射或斜射。如北半球的夏季，太陽直射北半球，此時南半球就變成冬季。到了南半球被太陽直射時，北半球則因太陽斜射而成為冬季了。





外行星

在介紹完內行星之後，接著我們要介紹外行星。我們知道內、外行星是以火星和木星之間的小行星帶做為分界，小行星帶之外的木星、土星、天王星、海王星、即為外行星。這些外行星，也叫做類木行星，主要由氣體組成，共同特徵是體積大、密度小、衛星多、有行星環等。其中以土星的密度最小，假如能將土星放在大水盆的話，可是會浮起來喔！

小行星群 (Asteroids)

在 1801 年 1 月的第一天，第一個小行星被發現了，被命名為穀神星。後來科學家不斷的發現小行星，至 2012 年初小行星編號已到超過 13 萬顆。據估計在火星和木星之間的小行星，約有 50 萬顆以上，形成了一個帶狀的小行星帶。而小行星群全部的質量，加起來還不及月球，可見它在宇宙中的渺小。



木星的四大衛星

第一位使用望遠鏡觀測木星的人，是 400 年前的天文學家伽利略。他在觀測時意外發現木星旁竟有四顆「月亮」，也就是木星的四大衛星
木衛 1——艾歐 木衛 2——歐羅巴
木衛 3——加利美得 木衛 4——卡利斯托
這項發現成為他繼續提倡哥白尼「日心說」的動力，也促成現代天文學的發展。

木星 (Jupiter) ——不只有兩條氣層帶

木星是八大行星中最大的一顆，中國古代又稱木星為太歲星。木星的赤道半徑為 714000 公里，是地球的 11.2 倍，體積是地球的 1316 倍。

木衛 4——卡利斯托 (Callisto)
同樣也是結冰的的岩石衛星，表面充滿了被隕石撞擊後的裂痕。

性能良好的小天文望遠鏡都可看到木星表面的雲層帶，較大口徑的天文望遠鏡還能看到大紅斑。



木衛 1——艾歐 (Io)
不可思議的火山衛星，有許多活火山。黃黃的顏色代表它含有豐富的硫磺。

木衛 2——歐羅巴 (Europa)
有裂縫的表面冰層，代表薄脆冰層表面下有可能有液態水，也許會有生命存在。

木衛 3——加利美得 (Ganymede)
太陽系中最大的衛星，甚至比月球還大，是一顆結冰的岩石星球。

土星 (Saturn) ——有美麗星環的大氣球

土星組成的成分和木星相似，充滿了氫和氦，土星密度很低，甚至可以漂浮在水上。土星外形呈橢圓形，兩極扁扁，肚子胖胖的，這是因為它的自轉速率高達 10.6 小時（木星為 10 小時），由氣體組成的土星在高速轉動之下，就變成扁扁胖胖的模樣。

土星環是全太陽系最令人難以忘懷的美景。土星環由冰和石塊所組成，環寬 250000 公里，厚度僅為幾公里。因為傾斜角的關係，它每隔 15 年會消失一次，下次消失的時間是 2024 年。從今天起請各位每年都要觀察土星環，就像 400 年前的伽利略一樣。

天王星 (Uranus) ——躺在太空旋轉的行星

天王星的自轉軸完全和其他行星不同，例如地球是以 23.5 度的傾斜角自轉，而天王星竟然是以約 98 度橫躺著自轉。所以在天王星漫長的 84 年公轉周期中，有 42 年陽光照射北極，42 年照射南極，是一個奇特的天文現象。而天王星是在 1781 年由英國的業餘天文學家赫協爾發現的，所以只要肯努力，也許你會發現下一個宇宙中的天體喔！

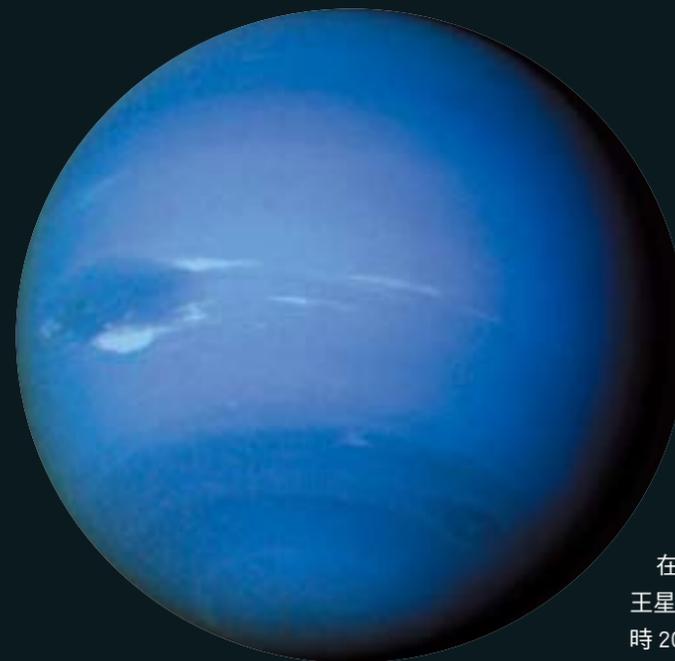


行星環

早期的天文學家以為只有土星才有環。但隨著觀測技術日漸發展，首先是天王星環因掩星而意外的被發現。後來太空船行經木星、天王星和海王星的時候，都發現有行星環的存在，這樣一來，所有的類木行星都有行星環。但只有明亮的土星環可以透過小型天文望遠鏡觀察到。

海王星 (Neptune) ——刮著超大風暴的藍色星球

天王星被發現後，天文學家感到很奇怪，它在天空的運行時快時慢，並不符合牛頓運動定律，可能有另一個行星在牽引著它，果然到了 1846 年的時候，在德國柏林的天文學家加勒發現了海王星。海王星和天王星各方面都滿相似的，特別的是，海王星表面吹著每小時 2000 公里的超音速大風暴，是目前太陽系最快的風暴。

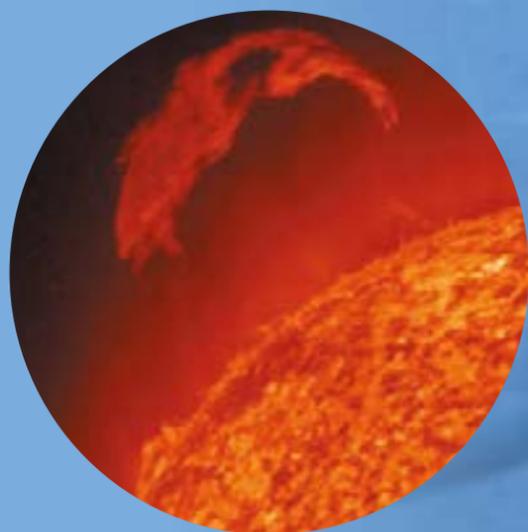




瞭解太陽的結構

太陽是最接近我們的恆星，由內部核心放出大量的光和熱，使地球上的生命萬物繁衍生長。太陽的質量占了太陽系的 99%，並以巨大的吸引力，使得八大行星圍繞著它公轉。太陽的直徑是 139.2 萬公里，是地球的 109 倍，質量是地球的 33 萬倍。

太陽主要由 75% 的氫和 25% 的氦所組成，它的中心是一個核反應區，每秒鐘所釋放的能量，相當於 1000 億顆氫彈同時爆炸，威力十分可怕，但這麼多能量會不會用完呢？不用擔心，太陽的光和熱，大約還要再過 50 億年，才會消耗完畢。太陽的大氣層由內至外可分為光球層、色球層和日冕，太陽光是從光球層發出來的，我們平常也只能看見光球層。接著我們還會介紹米粒組織、日珥和太陽黑子等現象。



太陽噴射日珥的高度有時比地球還大，其實整個太陽系的行星都會受到太陽風吹襲，甚至連土星都會產生極光呢！

黑子為什麼看起來黑黑的？

光球層的溫度為攝氏 6000 度左右，而太陽黑子的溫度是攝氏 4000 度左右。請將一個 100 瓦的燈泡和一個 40 瓦燈泡放在一起，40 瓦的燈泡看起來是不是比較「暗」呢？



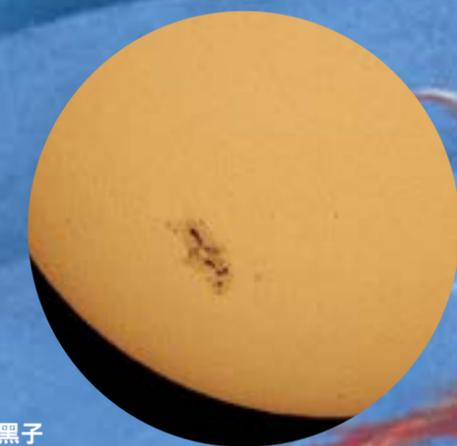
日冕

太陽大氣的最外層，溫度竟然可高達攝氏 200 萬度，只有在日全食才可以看到像太陽羽翼的日冕。



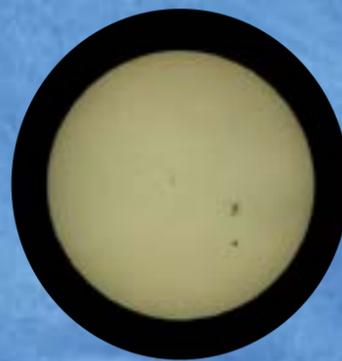
日珥

太陽表面噴射出的氣體，有各種不同的形狀。平常被太陽強光遮掩，只有在日全食發生時，才可以在太陽邊緣美麗的紅色日珥火焰。



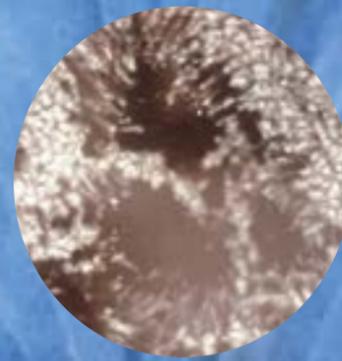
太陽黑子

太陽的磁力線會隨著太陽的自轉扭曲、糾結而突出於太陽表面，並使該處的溫度下降形成黑子。



光球層

太陽大氣最低的一層，厚度約 500 公里。實際上我們看到的太陽就是光球層，而光球層上有米粒組織和黑子。



米粒組織

太陽表面看來像白色米粒的東西，它是太陽表面氣體對流的現象，直徑可由幾千到幾萬公里。太陽並沒有硬硬的表面，只有平均溫度高達攝氏 6000 度的沸騰氣體。照片中黑色部分為太陽黑子。

色球層

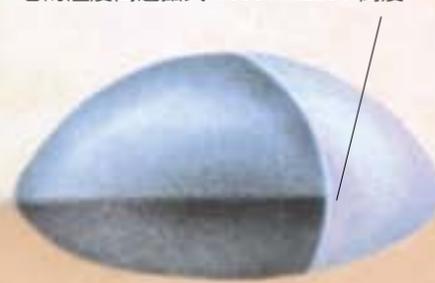
太陽大氣中間的一層，就在光球層的上面，只有在日全食的時候才可以看到呈現玫瑰色的色球層。日珥即是發生在色球層的現象。

對流層

太陽光球層下冷熱對流的現象，它將高熱自內部帶出，溫度下降後又下沉。

核心

太陽內部核融合的區域，也是能量產生的地方，它的溫度高達攝氏 1600 ~ 2000 萬度。



磁力線

磁力線會隨著太陽的自轉扭曲、糾結而突出於太陽表面，並使該處的溫度下降形成黑子。



看一個月的月亮

月球是繞著地球公轉的天然岩石衛星，它只有地球的 1/4 大小，平均距離地球 38 萬公里。月球表面有沙漠般的平原（古人誤以為是海）、高山低谷和隕石坑。千萬年來受到地球引力的影響，它的自轉速度變慢，與公轉一致，所以看起來永遠以同一面來面對我們。月球引力很小，沒有大氣層，因此沒有空氣可調節溫度，是一個極冷與極熱的世界，並沒有生命存在。

觀測月亮

每天固定時間在樓頂看月亮，幾天下來你就可了解月球繞著地球公轉的原理了。別忘了畫圖做記錄喔！



二十八或二十九
月亮移到恰好處於地球與太陽之間，這時我們稱之為「朔」。

二十三到二十七
月亮愈變愈細，最後會細得像眉毛一樣，愈來愈接近日出前的東方位置。換言之，月亮愈來愈接近太陽。

十七到二十二
月亮的形狀每天會不斷的改變，從圓形變成半圓。

初八到十三
每天在晚飯後的 7 點看月亮，會發現它的臉愈變愈圓，而且出現的位置會愈來愈往東邊跑。

初四到初五
黃昏後的 6 點，一樣可以看到彎彎的月亮在西方地平線上，但是角度已經昇高了。

十四到十六
這 3 天是圓圓臉的滿月日子，晚飯後的 7 點滿月「望」會出現在東方的地平線上。

初七
黃昏後的 6 點在夜空中看到半圓的上弦月，月亮的亮部對著西方（那正是太陽的所在）。

初一
黃昏後的 6 點，在西方地平線上我們看到細細的眉月。



★本圖月亮海與陰影的特徵，為肉眼觀察所見；如使用天文望遠鏡，所觀察到的景象會成上下左右相反。

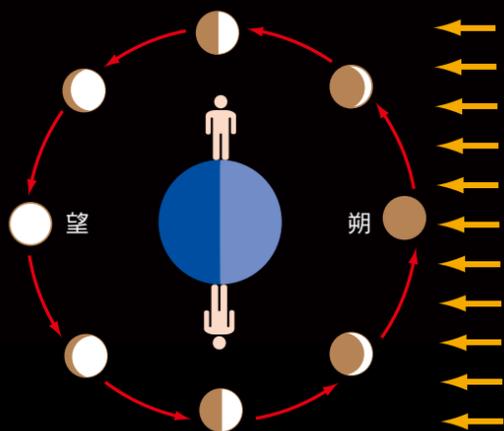
中國的農曆

中國的農曆是以月球繞行地球一周為一「月」，是古人觀察月相圓缺變化的周期而訂定的。然而中國的農曆又會配合地球繞太陽的日數來調整，導致有閏月的發生，所以中國的農曆其實是「陰陽合曆」。而過去中國農業社會中，根據數千年對氣象氣候觀察累積下來的經驗所訂定出的二十四節氣，其實就是按照太陽在天球運行（以古代人類的觀察而言）而細分成二十四個段落，以便利於農耕的各種運作。古代的中國人在訂定曆法時，無意間將太陽化為「生命之母」，因為有農耕獲得的食物，人類生命才能延續，文化才能發展。月亮的週期變化成為時間計量的單位，太陽在天空中的運動，則告訴農民、社會該做什麼事，你說中國的農曆是不是很有趣呢？

★本圖白色部分為月球亮面。

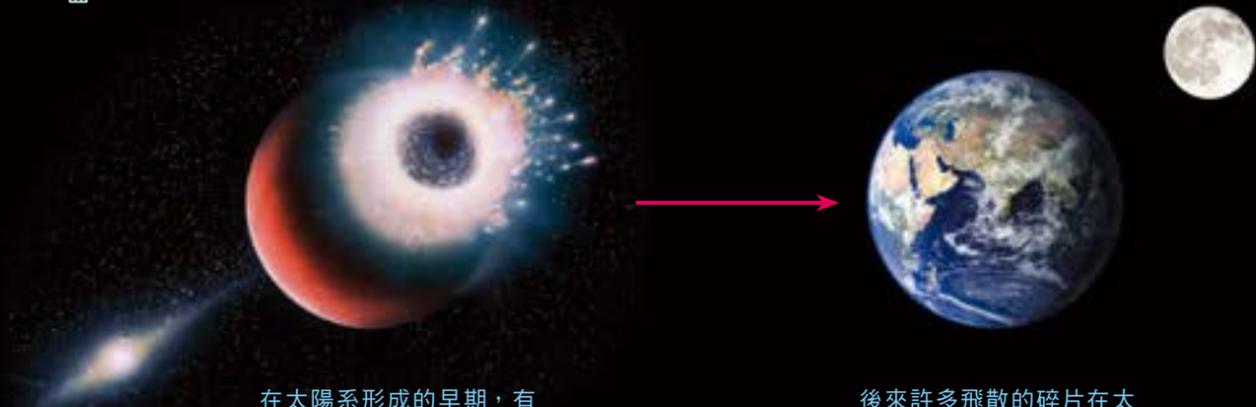
月相的變化

月亮是夜空中最醒目的天體，古中國稱之為「太陰」，恰與白天的「太陽」成一對比。月面因為繞地球公轉的關係，每天形狀都會產生變化，月面的圓缺是以 27.3 天為周期，以其形狀分有上弦、滿月（望），下弦、新月（朔）等。



月球的形成

對於月球的形成，根據目前最可信的理論是「撞擊說」。月球繞地球的公轉周期與自轉周期剛好一樣是 27.3 日，所以無論你在何時看，都只會看到月球的同一面。



在太陽系形成的早期，有一顆像火星大小的超巨大隕石撞上地球。

後來許多飛散的碎片在太空聚集，歷經千萬年後便形成了月球。

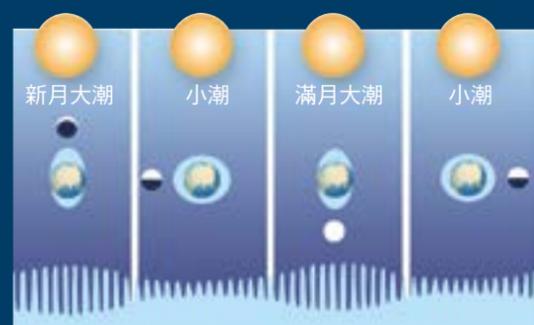


月坑洞與海

中國的古人曾對月亮賦予許多的傳奇故事，有嫦娥奔月、吳剛伐桂，還有玉兔和廣寒宮。可惜這些幻想，都在 1969 年，美國太空人阿姆斯壯登陸月球的「寧靜海」後破滅了。我們看到衛星傳回來的月球畫面，除了荒蕪還是荒蕪，充滿了坑洞和所謂的「海」。接著，我們就來看看它的真面目吧！

月球與地球的潮汐

月球的引力會拉扯地球表面與海水，造成地表海水水位的變化，也就是海水的漲潮、退潮。這種高低水位的變化就稱為潮汐現象。



千百萬年不變的月坑

月球表面的坑洞，因為沒有空氣吹起的風沙與冷熱對流所產生的雨水侵蝕，因此原有的坑洞幾乎不會有變化，只有不斷因隕石撞擊而增加的新坑洞。

巨大的隕石撞擊月面，造成又大又深的坑洞。

月球內部的劇烈活動，噴發出許多熱熔漿。

玄武熔岩布滿地勢較低的地區，將原先的坑洞覆蓋，冷卻後即成為「海」。



如何看月亮

月面是最適合初學者觀察的目標。請挑選農曆初三以後的日子，每天黃昏後在樓頂陽台用小型天文望遠鏡觀察，並可使用作者的《月面觀測教室》一書，參照比對月面坑洞與平原海的名稱。相信每晚耐心看月亮的朋友，一定能有所收穫。

準備好你的望遠鏡與書籍，一起來看看月亮吧！

翻閱書中的頁面，找尋你想觀測的月坑與海。

望遠鏡對準月亮後，找到目標開始觀測。

最值得觀測的是明暗交界處的坑與各種特徵。



本頁附圖的月面特別依照望遠鏡所觀察的情況，上下左右顛倒轉過來，你可以直接使用本書對照看月亮。



月食、日食

日食和月食是特殊的天文現象。古人非常害怕日食，認為是「天狗吞日」，代表一種惡兆。但現在我們知道，日月食的發生，是因為太陽、月亮和地球三者在宇宙中的運行軌道，相互重疊所形成的，現在就讓我們來看看這難得的奇景吧！

初虧：地球的影子開始接觸到月面。

食既：月球表面完全進入地球本影時的剎那。

食甚：月球進入地球本影最接近中心的狀態，此刻月色應最深沉。

生光：月球剛剛脫離地球本影，此後可看見白色月面逐漸回復。



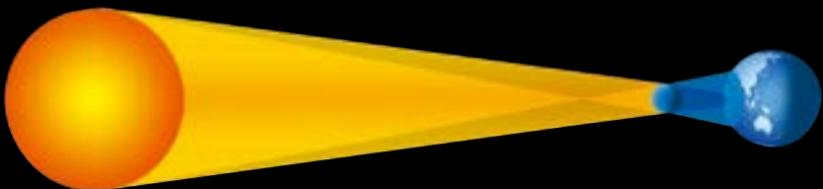
月食成因圖



月食

月食的成因是月亮恰好跑進地球的影子內。和日食不同的地方是，只要在地球入夜的地方，都可看見月食。月全食發生時，月面會變成紅色，這是因為太陽光穿透大氣層時，只有長波的紅光才能歷經千辛萬苦，不被地球大氣層吸收掉而照到月面上，然後再反射到地面上。

日食成因圖



日食

日食是最令人類震撼的天象，一瞬間大地突然陷入黑暗，一瞬間又重復光明。因為日食只出現在「食帶」上，所以許多天文迷會千里迢迢的跑到世界各地去看日全食奇景。日食的成因是月亮移動到太陽與地球之間，恰好將太陽遮蔽了。日食還可分為全食、環食、偏食三種。請注意日食只有在「朔」的時候才會發生。

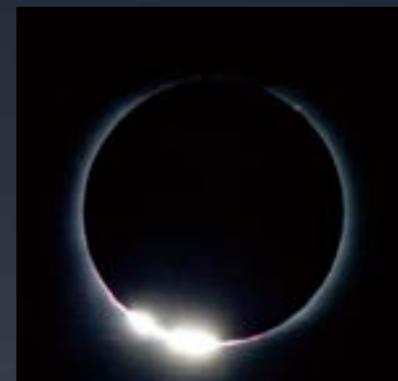


日環食

日環食的成因是月面不能完全遮蓋太陽而造成的。當日環食食甚時，天空還是亮的，和日全食食甚時，天昏地暗的景象有所不同。
(2005年中美洲金環日食)

鑽石環

日全食開始和結束時，可以看見像戒指上鑲了鑽石般的奇景，稱為鑽石戒效應，但時間僅能維持數秒而已。



2008年嘉峪關日全蝕 JPL/SN



火星——寄望生命的新天地

從古至今，火星人的傳說不曾停過。2008 年美國鳳凰號火星探測器證實水冰的存在。我們用望遠鏡也發現火星上有四季的變化（火星的自轉軸約為 25 度，和地球 23.5 度的自轉軸最為接近），夏季時極冠縮小，冬季時極冠變大，赤道的溫度最高可達到攝氏 20 度。綜合以上數據，科學家認為火星可能有過某種形態的生命。

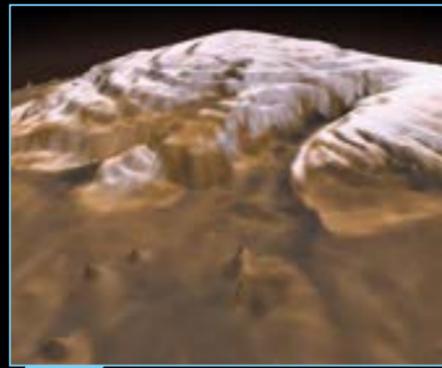
但火星的大氣壓力只有地球的 1/200，大氣層非常稀薄，卻常發生超大型風暴；主要的成分是二氧化碳和氮氣，缺乏生命所需的氧氣，這些因素皆不利生命存在。直到 1976 年登陸火星的海盜 1、2 號，為我們解開了這個謎——火星上並無任何生命跡象。但在廣大的宇宙中尋找其他生命，仍是許多科學家努力的目標。



（左）火星上的奧林帕斯火山高達 21229 公尺，是地球表面最高山聖母峰的 2 倍多。而直徑達 624 公里，將近有台灣的 2 倍長，是目前所知內行星最巨大的火山。不過它的坡度非常平緩，爬起來很輕鬆，這和夏威夷的冒納基亞山非常相似。

火星表面山谷（右）

火星上的烏托邦平原到了冬天地面也會結霜，大約會維持 110 天後才因季節變換而消失。



有火星人的嗎？

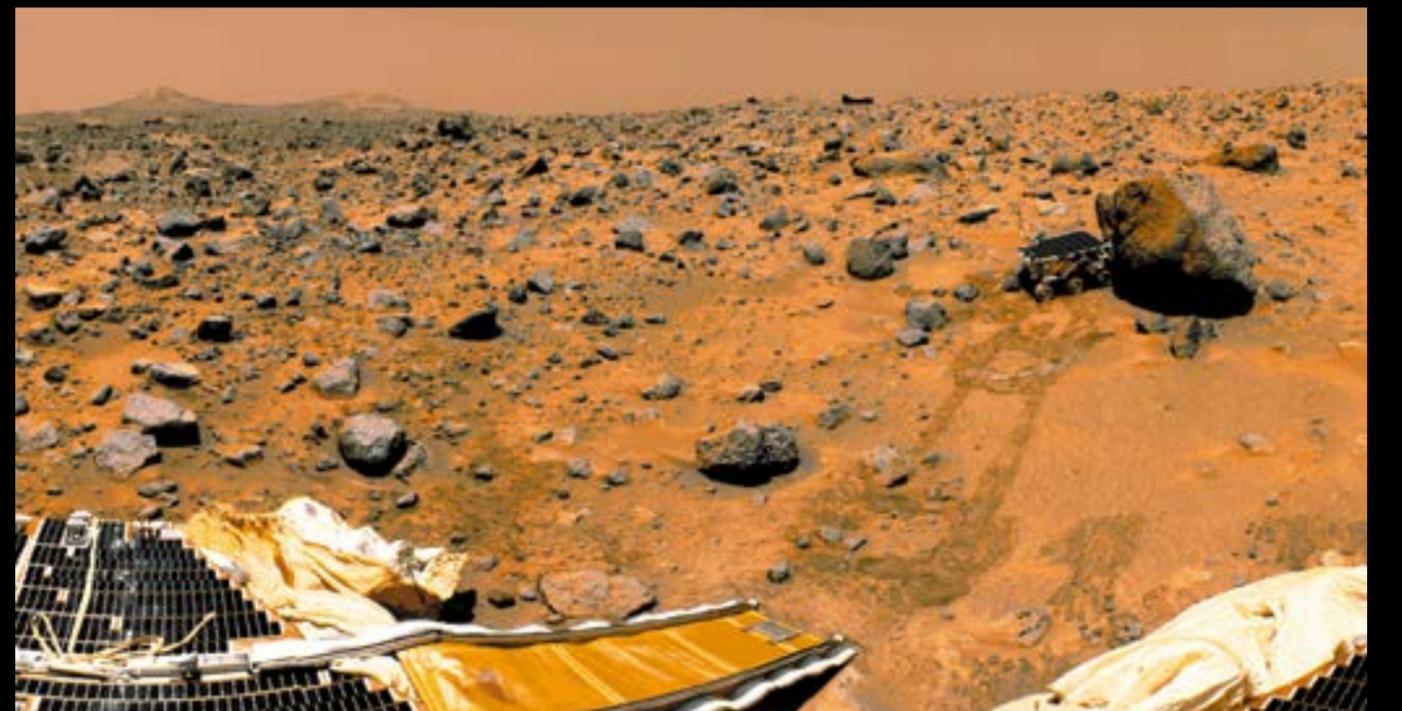
液態水是生命存在最重要的指標。所以科學家不停的找尋：火星上是否有水？透過 1970 年代海盜號的探測，科學家已知在火星北極的乾冰層下有水冰存在，除此之外，在水手谷和奧林帕斯山附近也都有大量的水冰。但和生命相關的是液態水，不是堅硬冰冷、生命物質難以生存的冰塊，找尋火星水冰和液態水之間的關連，將是科學家未來努力的目標。



右為 1976 年海盜號太空船拍攝的「火星人」面孔地形。左為最近由火星全球探勘者號 (MGS) 拍攝的同一位置地形，才知道這原來是場美麗的誤會。

探路者號和火星表面

這是 1997 年 7 月 4 日，美國探路者無人太空船拍攝的火星表面。我們可以看到地表多礫石，且呈現紅色，這是因為火星土壤的含鐵量是地球的 3 倍，鐵氧化之後即會變成紅色。再者火星岩石內硫磺成分比地球多 100 倍，這表示過去火星表面的火山活動非常頻繁，直到 2000 萬年前才逐漸冷卻。由於火星大氣非常稀薄，因此表面岩層被水與風化的侵蝕影響較小，也比較能保持當初的原樣。不像地球表面的地形只要幾千年就會有所變化，請注意大小石塊向同一方向的傾斜角度，這代表過去曾有大洪水出現。



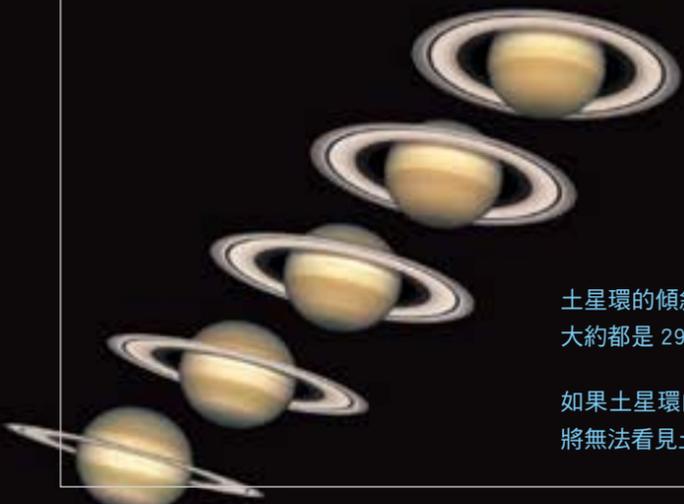


探測外行星

人類的好奇心，永遠是天文研究的最佳動力，在 4 百多年前，伽俐略試著將望遠鏡對準星空，為天文學展開新的里程碑。當時他發現了木星和它的四大衛星，也發現土星的光環，但是因為影像模糊，看起來像人的耳朵。到了 1970 年代以後，科學家研發出旅行家、伽俐略號和卡西尼號等多艘無人太空船與哈伯太空望遠鏡，為人類揭開了外行星神秘的面貌，也讓我們更瞭解太陽系的結構。期待你多用自己的小望遠鏡看看外行星，試想當年的天文學家，就是從這裡改變了人類對宇宙的看法。

土星環的變化

1610 年當伽俐略首次用望遠鏡觀察土星時，誤以為土星環是土星的耳朵，這是因為望遠鏡解像力不夠的結果。其實土星環寬達 25 萬公里，是由太空中漂浮的冰、石塊所組成。你可以用 6 公分口徑以上的小望遠鏡觀察土星環傾斜角的變化。上次土星環消失是 2009 年，下次消失將在 2023 年，敬請拭目以待。



土星環的傾斜變化周期與繞日公轉的周期相同，大約都是 29.5 年。

如果土星環的傾斜角度恰好與地球平行，我們將無法看見土星環。

泰坦新發現——行星海洋學的誕生

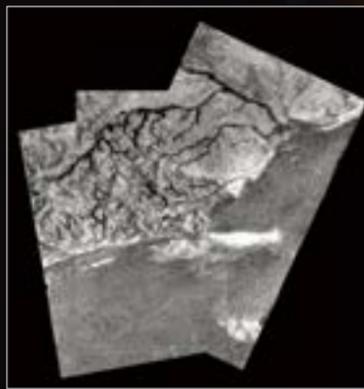
人類第一次在其他星球上聽到「風聲」、「雷鳴」的聲音，看到「海岸線」、「河流」的影像，甚至當太空船著陸時，還有陷入「泥沼」的感覺。這是 2005 年 1 月 14 日，由歐洲太空總署發射的卡西尼-惠更斯號探測小艇，登陸土星最大的衛星「泰坦」，所傳回的訊息，甚至在泰坦表面還有濃厚的大氣。這些重大的發現，證明了地球以外還有其他星球有「水」，雖然泰坦的表面溫度低於攝氏零下 180 度，可能不會有生命存在。



←從惠更斯號傳回的泰坦真實面貌。

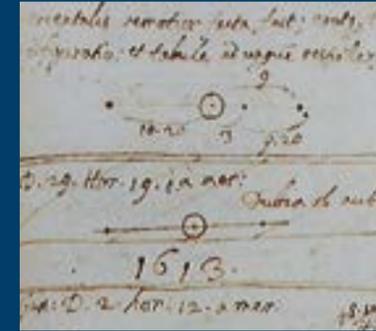
↙這就是泰坦類似泥沼的鬆軟地表。

↓從惠更斯號傳回的泰坦照片，發現了類似河流的影像畫面。



不要小看了這支望遠鏡

伽俐略自製的小望遠鏡口徑只有 3 公分，倍率僅 32 倍左右，但是卻有許多重大發現，例如：木星的四大衛星、金星的圓缺、月面的坑洞、土星的耳朵和太陽黑子等，經由他實際的觀察佐證，哥白尼的日心說終於獲得世人的認可。讀者可以從每晚實際觀察記錄繪畫大紅斑的位置與四大衛星的移動，了解木星的自轉與四顆衛星繞木星公轉的意義。

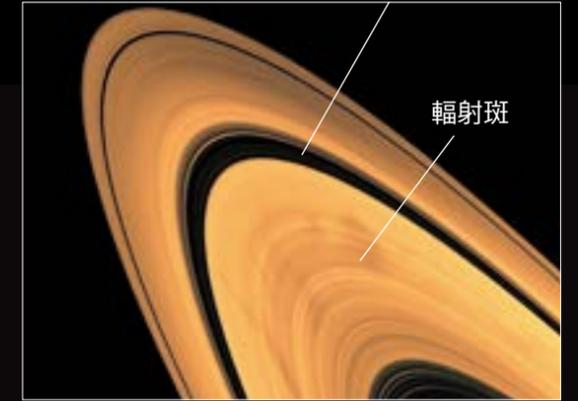


當年伽俐略觀測木星與其四大衛星的手稿。

透過小型望遠鏡也可以看到美麗的土星環，在卡西尼縫內側的 B 環上可以看見輻射狀的暗斑，當你在觀測時可要特別注意一下喔。

卡西尼縫

輻射斑



17 世紀的天文學家卡西尼在觀測土星環時，發現有一條縫隙，將土星環分為內外二個部分，為了紀念他的發現，我們就把這條縫隙命名為「卡西尼縫」。後來美國發射探測土星的太空船，也命名為「卡西尼號」。卡西尼號歷經 7 年的飛行，終於在 2004 年抵達土星軌道，並傳回土星最新的影像，是天文學的一大突破。

2004 年 7 月 1 日，卡西尼號太空船準備進入繞土星運行的軌道。卡西尼號所搭載的惠更斯號探測器，已於 2005 年 1 月進入土星的衛星——泰坦，這是首度有人造物體踏上外太空的衛星表面，也是一項史無前例的外星任務。

土星

卡西尼-惠更斯號

