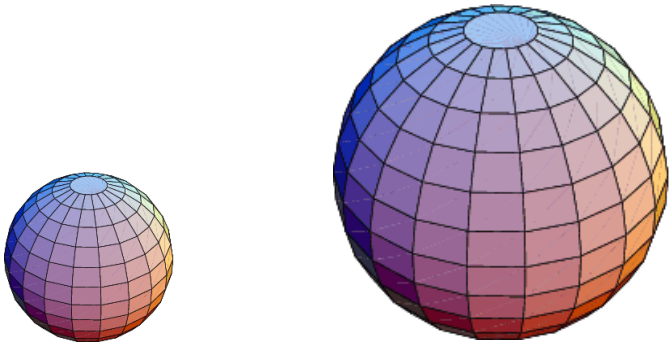
大小有什麼差別？

陳文屏
中央大學天文所、物理系

本文無關男生在乎的大小問題，而在討論天體大小如何影響恆星誕生的時候是否難產，也決定了成年後的光度明暗、壽命長短，以及大限到來會是壽終正寢還是英年壯烈早逝。天體的大小也影響其形狀，就連生物的外觀也跟大小有關。文中除了定性說理，也定量敘述，希望可以略讀，也有實際數字能參考。讓我們一起體會大小到底差別在哪裡。

長度、面積與體積的幾何關係



當左圖的球體直徑放大 2 倍成為右圖，表面積成了 4 倍，而體積成了 8 倍

讓我們先複習簡單的幾何關係。如果某物體半徑是R，那麼表面積是$4\pi R^2$，而體積則是$4\pi R^3/3$。這個「面積正比於直徑平方，而體積則正比於直徑立方」的簡單道理，產生很多有趣現象。上圖所示兩個圓球形狀類似，但是右邊的直徑是左邊的兩倍，也就是說表面積是四倍，而體積則是八倍；體積增加的倍數超過面積。

科幻電影當中有種放大縮小槍，有些把螞蟻放大如馬匹般怪獸，有些把人縮小像細菌般，可以進入人體。想像一下，平常就怕蟑螂的人，要是看到 2～3 公分的蟑螂放大了 10 倍，有如鞋子般大小，要是還會飛，那就真嚇人了。讓我們看看實際情況如何。

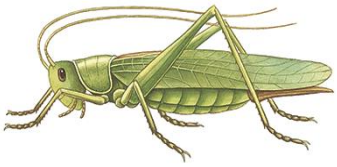
把剛才半徑為R的東西分成兩半，由於總體積沒有變，所以現在每半個的體積為原來的一半，成為 $2\pi R^3/3$。如果把半個揉成球形，其半徑將是 r，體積為 $4\pi r^3/3 = 2\pi R^3/3$，所以$r = R/\sqrt[3]{2}$，面積為$4\pi r^2 = 4\pi\ R^2/\sqrt[3]{4}$，總表面積為此兩倍，也就是分成兩半後面積增加為原來的$\sqrt[3]{2}$倍。如果等分成N分，最後總表面積增加成為$\sqrt[3]{N}$倍。

也就是說，把東西分成小塊，總體積沒有變，因此內含的質量、熱量也都沒有改變，但是總面積會增加，切得越小塊，總面積增加越多，因此越容易散熱。日常生活中，把熱牛奶分成數小杯冷卻比較快；烤肉的時候利用小樹枝比較容易引火，都是增加表面積的原理。

生物體的大小

生物的外觀跟大小也有關係。大象、犀牛體積大，需要粗壯的腿才能支撐，而老鼠只有相對細長的腿就能跑得很快。至於跳蚤、蚱猛以其細長的腿，能跳得比身高高得多。能夠靈活跳躍或是飛行的生物，必須有「超過比例」的輕盈骨架或強壯的驅動肌肉才行。

所以蟑螂被放大槍照射後，雖然張牙舞爪看得清楚，樣子嚇人，但是如果「照比例」放大 N 倍，體積（重量）成了 N^3 倍，但是腿的截面積只增加 N^2 倍，以相對細長的腿應該是飛不起來了；放大越多倍，情形越嚴重。所以看到這樣的放大蟑螂跑過來，沈著點，調高放大槍倍數，再補一槍，讓它連站都站不起來！



左圖的蚱猛長度只有數公分，比右圖超過兩公尺的大象小得多。
大象腿徑粗大才能支撐龐大身軀，而蚱猛以纖細的腿能靈活跑跳

體會了環境如何影響生物演化，就可以想像在不同條件下，生物可能的外觀。地球上無論地面、土壤內、空氣中，水裡面，生物無所不在。即使在極端條件下，像是沙漠極度乾熱，極地酷寒，深海不見天日，或是酸鹼異常之處，仍存在適應了環境的生物，例如在高溫環境的生物，需要大量散熱，低溫環境則需要保溫，紫外線強烈需要甲殼保護等。注意這些是不同物種，同樣的生物只能在有限條件內生存。像人類這樣的溫體動物，體溫高低一兩度我們就很不舒服了。

太陽系天體的性質

太陽系當中的天體，如果距離太陽近，溫度高，只有耐高熱的物質，如岩石、金屬化合物能夠存在。所以水星、金星、地球與火星都有固體表面。這當中水星距離最近，溫度高加上體積小，萬有引力無法抓住高速的氣體，所以沒有大氣。

金星大小跟地球差不多，但由於距離太陽比較近，接收到較多輻射，水無法以液態存在，與行星形成時火山活動與岩石擠壓出來的二氧化碳氣體構成厚重的大氣，因此造成失控的溫室效應，表面溫度達攝氏 462 度，沒有太大日夜的差異。相比之下，水星雖然比較靠近太陽，但是向陽的白天赤道上也達到攝氏 4 百多度，而背陽的夜晚只有攝氏零下 170 多度，平均溫度低於金星。

地球與太陽的距離使得水得以三態存在。地表紀錄最高溫約攝氏 70 度，最低溫約攝氏零下 90 度，但都侷限在很小的區域。地球整體平均溫度為攝氏 16 度，這表示液態水是常態。跟金星相比，地球因為有大量液態水，早年大氣中的二氧化碳溶入水中（像汽水一般），目前大氣只有金星百分之一，因此溫室效應適中，成為生物蓬勃發展的重要原因。

拿月球來對照，它距離太陽與地球幾乎一樣，照理有同樣的溫度。然而因為體積

小，引力無法抓住氣體，少了大氣調節，而有極端的日夜溫差，白天超過攝氏 100 度，夜晚冷到攝氏零下 170 度。沒有了大氣，液態水在表面無法長期存在，只有彗星、小行星偶爾撞擊，在陽光照射不到的南北兩極的坑洞內，可能存在少許冰霜。

地球與月球跟太陽距離相當，但環境條件迥異的主要原因，就是大小不同（NASA 伽利略衛星所拍攝）

除了金星與月球，還可以拿火星來對照。火星的直徑約為地球一半，但距離太陽遠些。以地球與太陽的平均距離為標準，稱為「天文單位」，火星的平均軌道距離為 1.5 天文單位。火星擁有稀薄的大氣，主要成分為二氧化碳，地表氣壓不到地球百分之一，但有大氣活動，

木星是太陽系最大的行星，距離太陽最遠與最近分別為 5.5 與 5.0 天文單位，平均為 5.2 天文單位，陽光強度因此只有地球大約卅分之一，溫度低使得氣體運動速度慢些，能夠被引力抓住，而由於形成太陽系的雲氣主要成分為氫與氦，木星能夠抓住這兩種輕量而含量豐富的氣體，造就其龐大身軀。木星直徑是地球 10 倍，所以體積約為地球一千倍，但質量為地球的 318 倍。木星內部受到引力壓縮，處於高溫高壓狀態，溫度可達數萬度，但仍不足以進行核融合反應，所以雖然成分與太陽類似，主要是氫氣與氦氣，但因為不夠大，只能屈居為行星。比木星更遠的土星也是氣態行星。至於更遠的天王星與海王星，大氣主要成分為氫分子與氦氣，另外有百分之二、三的甲烷，因為吸收紅光，導致偏藍綠的外觀顏色。

以上的敘述，重點不在於記憶個別數字，而在說明天體之各自特性，有其道理可循。目前已經發現上千個「系外行星」，這些行星繞行在別的恆星周圍，就好像太陽系當中的行星，要是恆星比較明亮，周圍的行星就比較炎熱。依此推論，即使我們目前的望遠鏡還無法直接看到這些行星，也可以依據系外行星的大小，以及與恆星的距離，推測哪些系外行星可能有大氣，哪些可能有海洋。

中學的「地球科學」課程時數少，常不受到重視，說到考試與補習不外國英數理化。但是這個科目所討論的地、海、氣，是我們安身立命的環境。靜如地質、湖海、空氣，動如地震、颱風、降雨、潮浪、氣候等現象，來自於物理、化學、數學與生物因果關係的推敲。這些知識現在進一步用來認識太陽系別的天體，甚至別的恆星周圍的環境。探討「我們在哪？」，是廣義的地理（空間）問題，而「我們從哪來？」則是歷史（時間）課題，不管文史理工法商醫農哪個領域，每個地球人都該認識地球這個家園。

撞擊與天體起源

太陽系起源於一團星際雲氣，萬有引力收縮後，中央形成太陽。持續收縮的雲氣越轉越快，成為扁平形狀，當中的塵埃聚集成為塵粒、塵塊。當大小差不多一公里時，它們的萬有引力足以吸引周遭的塵埃而變大，因此有了更大的引力，吸引更多物質。這些微行星彼此碰撞，有些破裂成小天體，也有少數繼續相吸累積，形成衛星與行星。

吸聚過程可能非常劇烈。想像要是打賭輸了，是願意走路撞上路邊停放的卡車，還是挨一槍子彈？我們來些物理。走路撞上 2 公噸卡車，由於速度慢（每秒 1~2 公尺），損害不大。但要是被 200 公克的子彈打到，秒速以 300 公尺計（相當於時速 1080 公里，比一般噴射客機還快），則破壞力十足，主要原因是速度快。子彈雖然小，但速率卻有更大影響，所以子彈的動能（正比於質量乘以速率的平方）轉變成熱能與進入體內（壓力穿透）的破壞力更大。

天體受到彼此引力接近，速率越來越快。撞擊地球的天體速率有多快呢？地球繞行太陽的軌道速率大約為每秒 30 公里，這可比子彈快多了。依照天體運動方向不同，相對速率可以接近零（跟我們方向相同），也可以每秒高達數十公里。我們在地表向上丟東西，它越跑越高，所受的地心引力也逐漸變小，也就是讓東西減慢的力量越小，它到達某個高度後，會停下來，然後掉回地面。但是如果初速超過每秒 11 公里，東西越跑越高、越慢，但是引力不足以讓它完全停止，這東西就一去不回了。這就是中學物理學到的「逃脫速率」，以地球來說是每秒 11 公里。若某物體以這個速率離開地表，到了無限遠，速率趨近與零。火箭除了發射時具備龐大推力，還要持續向上的動力，就是要脫離地球引力。反過來說，某個東西即使離我們很遠時相對速率為零，當它被地球吸引過來，在撞擊地面之前，速率就是每秒 11 公里。不要小看這個速率，乘上 3600 秒成了時速將近四萬公里。以這樣的速率，繞地球一圈只要一個鐘頭。

假想有個小行星，大小約十層大樓。假設撞擊速率v為每秒 30 公里。大樓近似為 30 公尺直徑的球體，密度取一般岩石 2.5 $\mathrm{g/cm^3}$，總質量 M便是 3500 萬公斤。這樣撞擊前的動能為$^1/_2 Mv^2 = 1.6\times10^{16}$焦耳，相當於 44 億千瓦小時 (kWH)，也就是全台北市三個月的總用電量。如果以用電量表達不夠暴力，可以換種說法，這樣的能量相當於 380 萬公噸 TNT 爆發，將近二次大戰在日本廣島爆發原子彈 200 倍的能量，破壞力著實驚人。

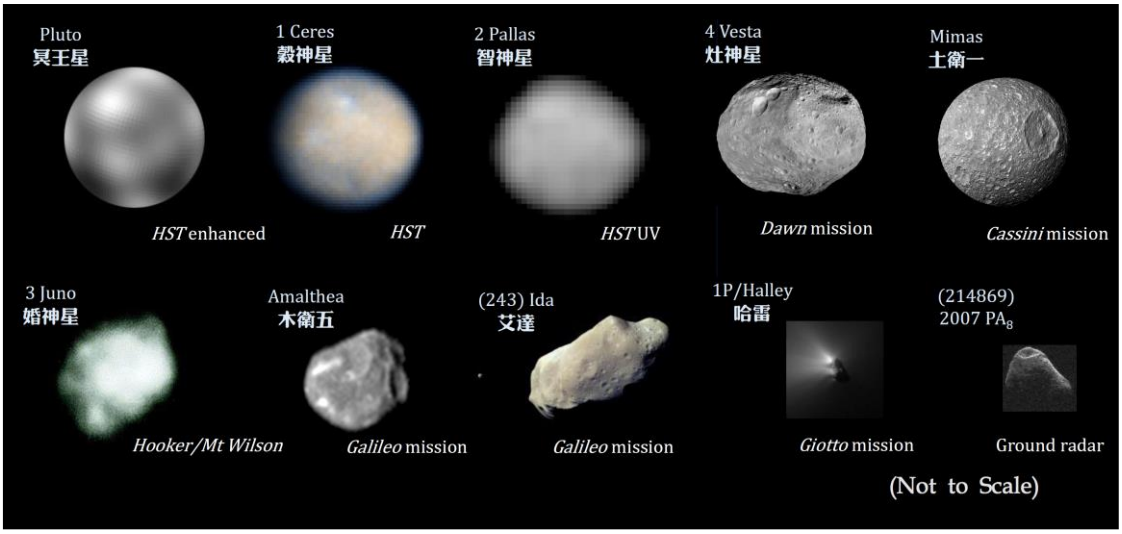
直徑 30 公尺的小行星撞到地面，動能轉換成熱能到地面與空氣，部分讓岩石氣化，之後冷卻再結晶，部分加熱空氣達數千度，造成起碼數十公里方圓內一片火海。撞擊同時產生震波，所形成的坑洞，差不多是撞擊物數倍大小，也就是約 200 公尺直徑。隕石坑由震波形成，解釋了為何撞擊的天體有各種形狀，也可能從不同角度落下，但所造成的坑洞（例如月球以及其他小天體表面）絕大多數為圓形。如果小行星更大，例如 6500 萬年前撞擊墨西哥灣尤加敦半島的小行星，估計直徑達數十公里，後果就是全球毀滅性災難了。

天體的大小與形狀

天體撞擊能量驚人，但這跟天體形狀有何關係呢？首先地球從小是打大的，我常開玩笑說天體形成過程沒有所謂愛的教育。太陽系當中的行星、衛星既然都是「由小而大」吸聚而成，過程釋放出巨大能量，那麼剛誕生時撞擊頻繁，天體處於熔融狀態，等到撞擊稍歇，才冷卻成固態。以地球來說，大約 45 億 6700 萬年前形成，當時處於槍林彈雨的環境，尤其 38 億到 41 億年前更有大量轟擊，之後才固化。

天體的大小影響了熔融之後再固化的快慢。前面說過，體積較大的天體表面積相對

較小，所以散熱較慢，有足夠時間以引力拉成球體。相對來說，小型天體冷卻快速，尚未拉成球形就已經凝固。這是為什麼太陽、地球、木星、火星，甚至月球都是球體。而小行星、彗星核心等小天體則形狀不規則。但是怎麼樣才「夠大」呢？



太陽系小型天體的外觀，大小未照比例顯示

上圖照片顯示部分天體的形狀，按照大小順序由左而右，由上而下排列，各自標明了天體的名稱與取得影像所使用的儀器或方法。它們各自的尺寸整理在下表中。

圖中上排左邊兩個分別是冥王星以及穀神星，都屬於矮行星，其中冥王星直徑約為 2300 公里，而穀神星的赤道與兩極直徑不一樣，平均直徑約 952 公里，但照片仍略呈圓形。伽利略發現的木星四大衛星，直徑都在三千到五千多公里，另外土星的最大衛星泰坦（土衛六），直徑也超過五千公里，它們也都近乎球形。

照片中的智神星、灶神星，以及婚神星都在小行星帶中。NASA 於 2007 年發射的「曙光號」(*Dawn*) 太空船在 2011 年飛抵灶神星，環繞研究了 14 個月之後，繼續飛往穀神星，預計於 2015 年 3 月 6 日抵達，提供有關這顆矮行星更多的資料。

土星的月亮土衛一 (Mimas) 長約 400 公里，跟台灣南北跨距相當，表面有個大型坑洞，但整體略呈球形。更小的天體形狀就明顯不規則了。伽利略號太空船抵達木星時拍攝了木衛五 (Amalthea) 的影像。途中經過編號 243 的艾達 (Ida) 小行星，也順便拍了清晰的影像，除了看出形狀不規則，同時發現旁邊居然還有個小月亮（照片中在艾達左方）Dactyl，大小為1.6 × 1.4 × 1.2 公里，表面也充滿隕石坑。

彗星跟小行星屬於同類型小型天體，小行星成分多為岩石與金屬化合物，彗星則富含冰體與塵埃。距離遠的時候，兩者從地球上看起來差不多，都是微弱的光點，相對於恆星位置都有明顯移動。然而一旦接近太陽，彗星的冰體受熱氣化，受到太陽風（磁場）以及輻射壓力影響，氣體伴隨著塵埃，迤邐出千萬里的彗星尾巴。有名的哈雷彗星每隔約 75 年回歸一次，這裡所示是上次 1986 年接近太陽（也就是接近地球）時，歐洲太空總署 ESA 發射的喬陶 (*Giotto*) 太空船穿越籠罩的塵氣所拍攝的彗核影像，形狀像個蕃薯，有些部位還噴發氣體，大小相當於一座城市，。

圖片中編號為 214869 的小行星，由於軌道接近地球軌道，屬於可能危害到地球的天

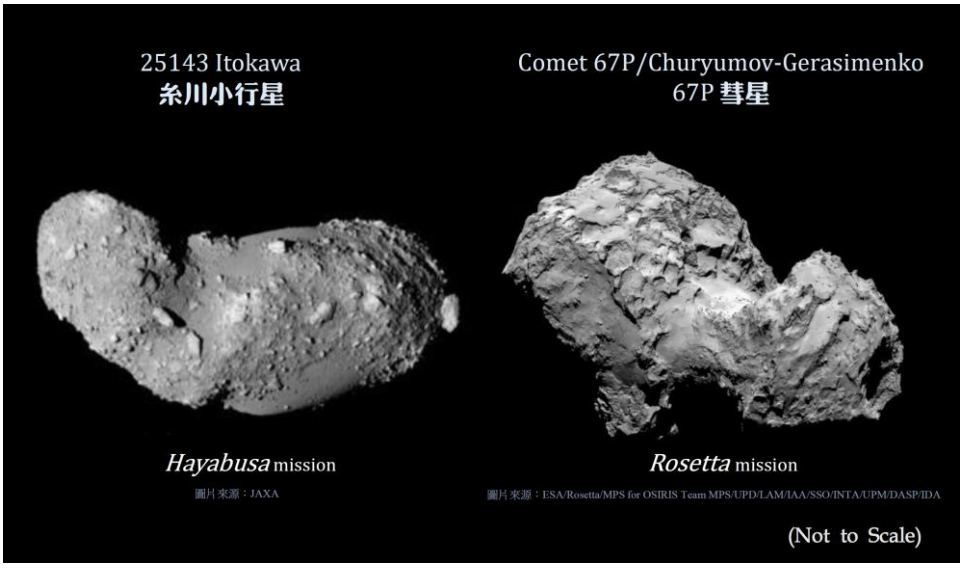
體，當它 2012 年接近地球時使用雷達回波研究，顯示形狀也非球體，大小不到兩公里，相當於一座村莊。另外的例子是小行星 2004 BL86，在 2015 年 1 月 26 日最接近地球時，NASA 以雷達回波觀察，測量出直徑為 325 公尺，這比大安公園還小，另外發現旁邊有顆小月亮，直徑約 70 公尺，尺度只相當於小學操場。

天體名稱	天體大小
冥王星 (Pluto)	平均直徑 2323 km（不含大氣）
穀神星 (1 Ceres)	赤道直徑 975 km；兩極直徑 909 km
智神星 (2 Pallas)	582 × 556 × 500 km
灶神星 (4 Vesta)	578 × 560 × 458 km
土衛一 (Mimas)	416 × 393 × 381 km
婚神星 (3 Juno)	320 × 267 × 200 km
木衛五 (Amalthea)	250 × 146 × 128 km
艾達小行星 (243 Ida)	54 × 24 × 15 km
哈雷彗星 (1P/Halley)	15 × 8 × 8 km
(214869) 2007 PA_8 小行星	~1.6 km

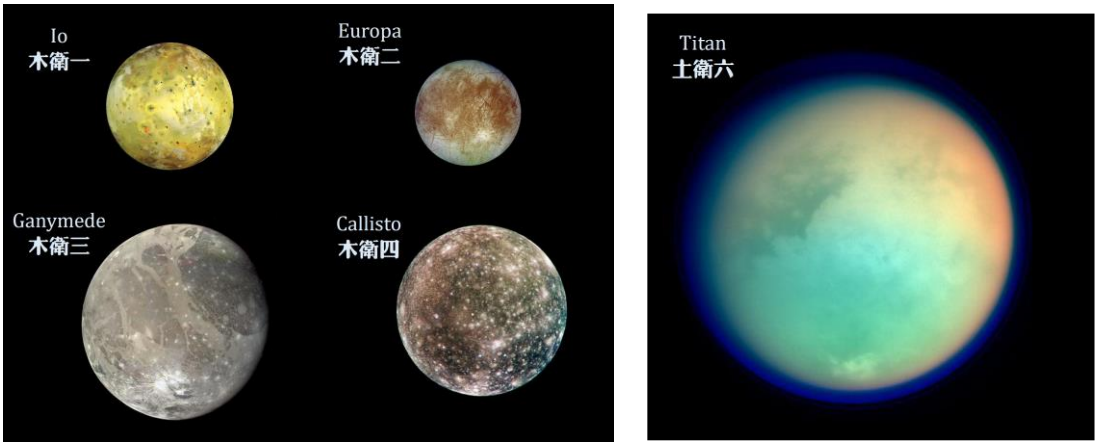
人類已經拜訪過太陽系當中每顆行星。有名者如 1970 年代航海家一號與二號，分別飛越木星、土星、天王星與海王星，也順便探訪了它們周圍的衛星。卡西尼─惠更斯號 (Cassini-Huygens) 由美國與歐洲主導，於 1997 年發射，經過漫長的 7 年航行，之間還經過地球、金星與木星，甩盪加速，於 2004 年抵達土星。除了研究土星，更重要是登陸泰坦（土衛六）。這個土星最大的衛星，直徑超過 5000 公里，外觀為球形，擁有濃厚大氣層（表面大氣壓 146 kPa，稍微大於地球表面的 101 kPa），成分絕大部分為氮氣，也有少數甲烷。相比之下，火星直徑將近 7000 公里，但是因為離太陽近，平均溫度高些，氣體分子運動較快，引力比較不容易抓住，大氣也就稀薄得多（0.6 kPa），約略是地球的百分之一。

這樣的比較讓我們體會，影響某天體的環境條件，除了本身大小，還有它與太陽的距離。人說商業開店有三大要件：地點、地點，還是地點。看來天體亦然！

這幾年的太空探測都集中在比較小的天體。例如 2004 年發射的信使號（Messenger）前往繞行水星，探索這個光禿而熾熱的世界，途中也經過金星。另外還有一些前往其他天體的太空任務，順道經過金星。1989 年的麥哲倫號則專程前往金星，一邊繞行，一邊以雷達聲納描繪金星的表面地形。



太空探險更具挑戰的是小型天體，因為它們在太空中跑得快，引力卻很小，太空船不易繞行或著陸。日本於 2003 年發射隼鳥號太空船，於 2005 年成功登陸編號 25143 的糸川小行星，在表面所採取的樣本於 2010 年成功返回地球。上圖左邊是太空船就近拍攝的照片，小行星的大小為 0.54×0.29×0.21 km，也就是只有數百公尺，由形狀與其他性質判斷可能來自於兩個小行星相撞結合，而表面隕石坑不多，顯示年輕地質年齡。更近的例子是歐洲的羅賽塔號太空船 (Rosetta) ，飛行超過十年，飛掠火星與兩顆小行星後，於 2014 年 11 月成功釋放登陸器，著陸在第 67 號週期彗星 (67P)。太空船貼近彗星時，降到每秒一公尺，接近走路的速率。上圖右邊為傳回之彗星影像，遠看分成兩部分，尺度 2 到 4 公里，可能就是聚合而成。近看彗星表面崎嶇，可能是熔融固化與冷熱變形的結果，但缺乏隕石坑。這些任務展現了尖端太空技術，讓我們在數億公里之遙，對這些天體的細節嘆為觀止。



（左圖）伽利略發現的四個木星衛星，木衛一（直徑 3642 公里）、木衛二（直徑 3122 公里）、木衛三（直徑 5268 公里）、木衛四（直徑 4820 公里），以及（右圖）土星的衛星泰坦（木衛六，直徑 5152 公里）都呈現圓形。泰坦有明顯的大氣

從以上討論可以得出結論：天體大小的分界大約是 500 公里，超過的呈現球形，小的則比較不規則。

恆星大小的影響

以上所說是太陽系當中天體的大小，那麼太陽本身呢？如前所述，木星的直徑大約為地球 10 倍，而太陽又是木星的 10 倍，依此太陽的體積就是地球百萬倍了。實際數字太陽體積為地球 130 萬倍，成分以氫氣與氦氣為主，質量為地球 33 萬倍。太陽龐大的引力使得中心溫度達到 1500 萬度，氫原子核融合成氦原子核，釋放出能量讓氣體快速運動，彼此碰撞產生膨脹的熱壓力，平衡內縮的引力，部分能量則從表面輻射而出。太陽處於這樣的平衡狀態已經 50 億年，持續發光發熱。

所以天體大小還真有影響：行星太小，不能自行發光；太陽夠大，能進行核反應而自行發光，成為恆星。怎麼樣才算「夠大」呢？

在高溫環境原子都游離了，帶正電的氫原子核（也就是質子）很難彼此接近，因為靠得越近，相互的庫侖排斥力就越大。只有當溫度夠高，原子核運動越快，才有機會克服排斥力，加上量子效應，讓原子核彼此接近。當距離與原子核大小相當時，原子核的強作用吸引力強過排斥電力，因此原子核結合成新的核種，釋放出的能量其實就是原子核的束縛能。

氫的融合反應並非一步到位，而是鏈鎖反應。先是兩個質子結合成氘，然後與另個質子反應形成氦三，之後有不同可能，最終消耗掉四個氫原子核，產生一個氦原子核。這整個完整反應的起始溫度大約是 500 萬 K，根據恆星結構理論，質量必須大於太陽的 8%左右，中央的溫度才高到足以進行氫的鏈鎖反應。

氘是氫的同位素，原子核由一個質子與一個中子構成，在比較低的溫度，大約 1 百萬度，氘原子核就可以跟質子融合。接著氫與氦，週期表下個元素是鋰，也有類似性質，融合反應的溫度比氫元素來得低，大約為 3 百萬度。這表示太陽在點燃完整的氫反應之前，如果有氘與鋰存在，就已經進行核反應了，但是因為氘與鋰含量少，一下就消耗光了。

所以小於 0.08 倍太陽質量的天體並非一輩子黯淡。它們雖然無法點燃氫核反應，因此無法成為恆星，但如果質量大於太陽 0.01 倍，仍能短暫發光，這些介於恆星與行星之間的天體，稱為「棕矮星」。

大自然真是奇妙，天體大者成為恆星，以豐富的氫元素長期發光；中者如棕矮星，藉由氘與鋰反應，短暫發光；而小如行星者，則一輩子完全不識核反應為何物。你我這種生物，生活在行星上，距離恆星適中，大小本身也適中，植物經由光合作用吸收陽光，把能量儲存起來，動物吃植物經由呼吸等作用取出能量，另外有些動物則吃這些動物。整個生物界的生產者、消耗者與分解者構成的食物鏈，其實應該把太陽也包括在內，因為太陽也有生老病死。地球生物以巧妙的方式，直接或間接取得源於太陽核心的核能，這使得生物得以宇宙天體的時間尺度演化。太陽有百億年的壽命，給了地球生物充裕時間演化出複雜的型態。

要是比太陽更大呢？這樣的恆星中央密度稍微低些，但溫度高些，由於核融合對溫度極度敏感，意思是溫度稍微高一點，反應速率就會快很多，核燃料的消耗也快得多。因此越大的恆星，光度強得多，但壽命也短得多。

恆星只在核心進行核反應，以太陽為例，在半徑四分之一以內屬於核子反應區。一旦核心的氫氣用完，失去了支撐的熱壓力，核心便開始收縮，溫度上升，恰好位於核心之外的氫氣得以融合，所產生的能量使得外層氣體向外膨脹，外表溫度下降，直徑則增加數百倍，成為紅巨星。金牛座的主星畢宿五（Aldebaran, α Tauri）就是有名的紅巨星。

太陽再過 50 到 70 億年，將會演化成為紅巨星，屆時體積膨脹到連地球都被包括在內。

於此同時，核心有不同演化。核心要是不夠大，收縮後就剩個氦核心。要是夠大（又是大小！），收縮後溫度達到一億度，就能點燃氦元素的核反應，產生碳元素，依此類推，直到鐵元素為止。鐵原子核的束縛能最強，再與別的原子核結合需要提供能量，而不會釋放能量。一般核能發電採用核分裂，也就是撞擊鈾、鈽等重元素使得原子核分解，藉以獲得能量，這與恆星內部的核融合反應不同。

一旦星球核反應最終停止，熾熱的核心逐漸冷卻，光度也越來越暗，成為太空中恆星的屍體。這段時期星球的對流活動混合了核子反應區的核廢料（比較複雜的元素），隨著紅巨星外層散往太空，逐漸消散，成為下一代製造恆星的原料。

比太陽大的恆星更是死得轟轟烈烈。這些恆星在演化末期核心由鐵元素組成，突然沒有了核反應，急速收縮下去之後劇烈反彈，把外圍氣體以爆發方式噴出，成為耀眼的「超新星」。這些大質量恆星壽命短暫，但生前光芒畢露，死前的迴光反照更是無比耀眼，死訊在數億光年之外都看得到。

總而言之，無所不在的萬有引力主宰了宇宙天體，而質量決定了引力強弱。太空中一團雲氣要是質量不夠大，氣體運動、磁場或自轉讓雲氣無法收縮，就一輩子是雲。要是質量大些，以致能夠收縮，密度將大為增加，雖然無法點燃任何核子反應，但仍會發熱，成為類似行星的天體。質量再大些，足以進行氘或鋰核反應，就成為棕矮星。要是質量更大，便能夠點燃氫元素的核反應，就成為恆星了。所以「大小」影響了天體是否發光、如何發光、發光多久，也決定了以何種方式走向衰亡。

最小的天體如衛星、小行星或彗星等，我們只在太陽系內看得到，其他的太遠。這些小天體不完全受引力影響，但體積也造就了它們的形狀。

其他的因素

以上討論限於孤立天體的引力影響。但實際情形天體會自轉。對於流體，例如恆星、氣態行星，以及尚未凝固的小天體，自轉會讓形狀扁平。地球自轉一圈需時 24 小時，而龐大的木星卻只要 10 小時，造成木星明顯呈現扁平形狀，扁平率（長軸與短軸的差除以長軸）達到 1/16，相當於百分之六。土星同樣是氣態行星，扁平率則為 1/10。相比之下，地球雖然也有扁平現象，以致赤道直徑比兩極直徑多了 42 公里，但是扁平率只有千分之三，比木星小得多。太陽這團巨大氣體，扁平率只有 1/1000。

天體自我的萬有引力趨向於拉成球體，而快速自轉則導致成扁平形狀，太陽系的行星軌道，銀河系的恆星與雲氣分布，還有造成土星光環的塵埃冰塊，都呈扁平分布。所以天文學家戲稱天體不是球形就是扁形。我們以上討論，不過細究圓球形到底有多圓罷了。

在不孤立的環境裡，來自其他天體的撞擊或引力拉扯，也會影響天體形狀。例如兩顆恆星繞得很近，引力相互拉扯，甚至物質交流，形狀就不再是球體了；兩個星系互撞，雲氣與塵土飛揚，也不再是原來單獨星系的樣子。太陽系中的小天體，明顯展示了拉扯、碰撞的後果。

不過是個大小問題，居然扯出這麼多學問。詢問中學生怎麼知道地球是圓形，回答可能是遠方船隻接近時先看到頂層，表示有曲面。這是很好的答案，畢竟「天圓地方」以致於「世界有盡頭」的概念在古代流傳了很久。月亮明顯看起來是圓形，但是怎麼知

道是球體呢？為什麼月亮不像個鐵餅，只不過圓的那一面恰好永遠對著我們呢（月亮的確以同一面對著我們哩）？同樣問題，小學生的回答是因為叫地「球」、月「球」嘛。好吧，找個名稱沒有「球」這個字的天體。怎麼知道太陽是個球體呢？這些就留給大家當作功課吧，看自己的答案屬於小、中、大學哪個層面。

看來不管男生怎麼想，對於天體來說，大小真的差很多。