



在孩子們心中播下科學的種子

2019年大年初三，我和愛人帶着兩個女兒去戲院觀看口碑爆棚的國產科幻電影《流浪地球》。回到家後，意猶未盡的我和女兒討論起電影情節，卻發現女兒其實並沒有看懂，主要原因是其中大量的科學知識、專業術語她都不了解，於是我開始一邊給她講解，一邊把結構關係畫在紙上，並寫下了一些主要資訊。這6幅在不經意間而成的手繪圖隨後被朋友發到了網上，意外地受到了極大的關注，不僅上了微博熱搜，還先後被100餘家媒體轉發，被報道約220,000次。更引發數萬人參與熱議，微博總閱讀量超過1.5億人次，以此為主題的微信公眾號文章3,000餘篇，多篇閱讀量超過100,000人次。國內10多家電視台做了報道和專訪，手繪圖甚至被海外媒體翻譯成英文報道。我也因此被網友稱為「手繪《流浪地球》知識講解圖的硬核科學家奶爸」。

這些數字令我深受觸動。作為一名大數據領域的科研工作者，我在中國電腦領域的代表性期刊《電腦學報》上發表的學術論文《網路大資料：現狀與展望》以70,000餘次的網路下載量成為該期刊1978年創刊以來網路下載量最高的論文，這一數字的形成歷時近7年。而我的科普手繪實現過億的閱讀量，只用了7天的時間。這讓我深切意識到大眾對科學知識的需求和對科研人員參與科普工作的認可。基於此，我決定選擇多部經典的科幻電影，集中宇宙空間、人工智慧

和機器人3個領域的知識點，以手繪的形式為大家講解更多有趣的科學知識。

經過網友推薦和我的反覆斟酌，本書選擇了《流浪地球》（2019）、《星際啟示錄》（*Interstellar*，2014）和《火星任務》（*The Martian*，2015）3部具代表性的經典科幻電影，共同組成本書的知識架構。

此後，我又得到了由北京市中關村第三小學30多位小朋友組成的科學助手團的幫助，通過多次調研和問卷，選出了每部電影中孩子們最關心的10個問題。看到孩子們對科學知識的渴望和天馬行空的思考，也讓我更加堅定了把科普進行下去的決心。希望這本書能夠成為既滿足孩子們的需求又能受到廣大成年讀者喜歡的科普讀物。

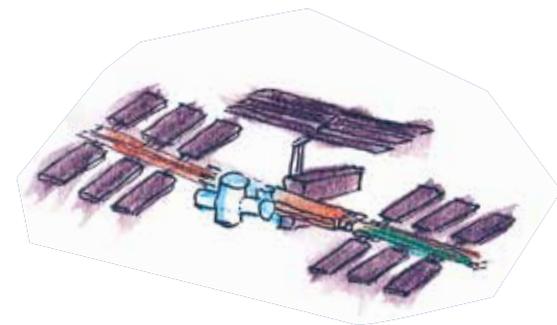
從科學的視角講科普，這個「度」如何把握，一度成了困擾我的大問題。太簡單會有失專業性，稍微複雜些又怕嚇跑讀者。最終，我找到了一個定位，那就是：**如果你是小學生，那這套書就是科學家；如果你是科學家，那這套書就是小學生。**自開始這項工作以來，我常對自己說一句話：「做科普的回報，就是讓更多的人知道。用心做科普，希望能夠在每個人心中都能種下一顆科學的種子。」





目錄

Contents



序 / P.2
前言 / P.4

Chapter one

《流浪地球》中的科學

- * 01 太陽系和生命存在的條件 / P.16
- * 02 太陽和太陽的演變 / P.19
- * 03 地球和地球的運動 / P.21
- * 04 地下城的生活和危險 / P.24
- * 05 速度和空間距離 / P.27
- * 06 銀河系和比鄰星 / P.30
- * 07 流浪地球計劃的可行性 / P.33
- * 08 宇宙太空站和星際探測器 / P.36
- * 09 無線通訊和超級基站 / P.39
- * 10 宇航級通訊 / P.43

感謝本書的另一位作者，我的學生陸源，他的加入讓我可以花更多精力在整體的構思和重點的創作上，也讓我的很多想法得以快速實現。他是確保本書如期完成的重要支撐。

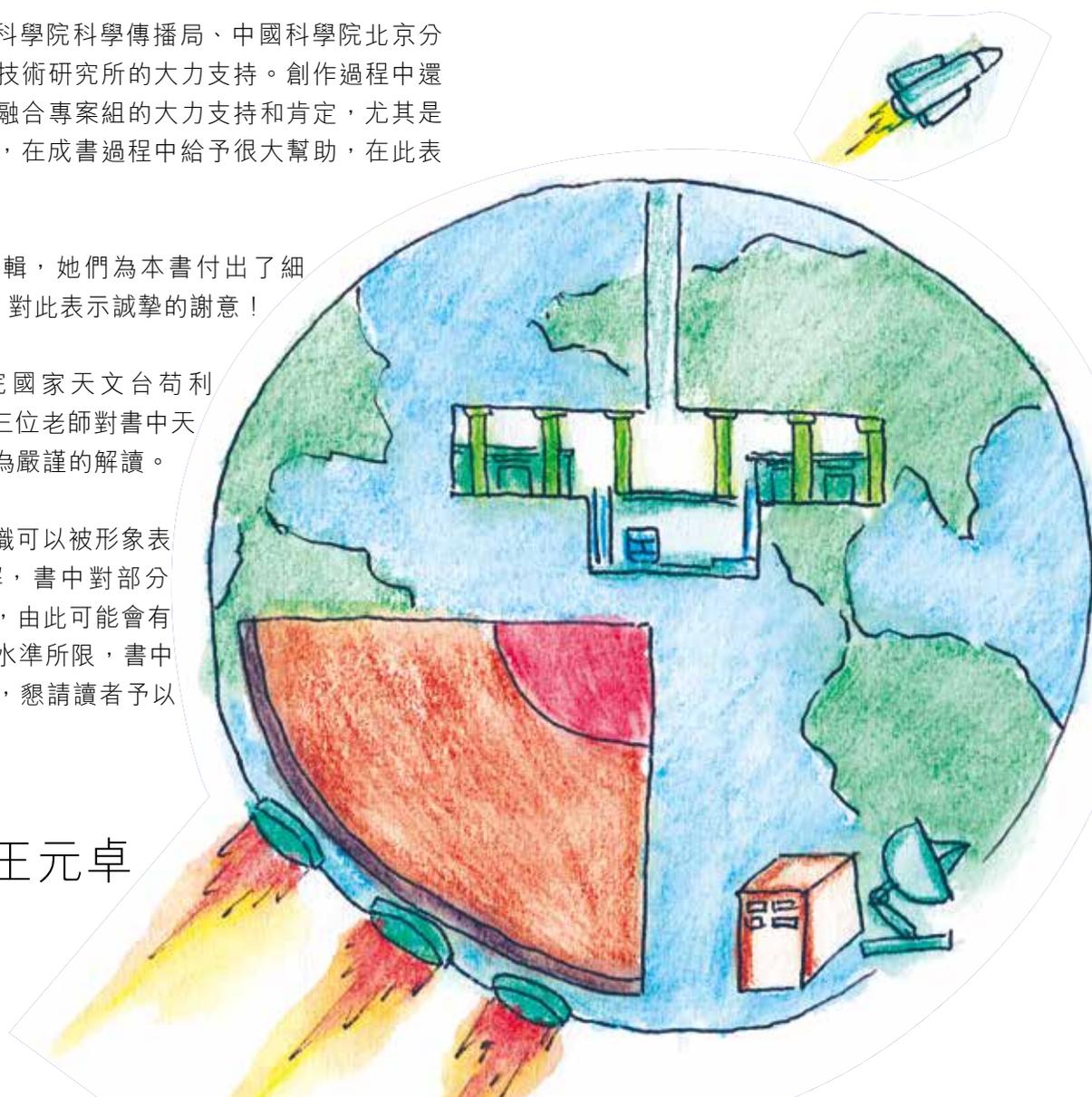
本書得到了中國科學院科學傳播局、中國科學院北京分院和中國科學院計算技術研究所的大力支持。創作過程中還得到中國科技與影視融合專案組的大力支持和肯定，尤其是專案發起人王姝老師，在成書過程中給予很大幫助，在此表示深深的謝意！

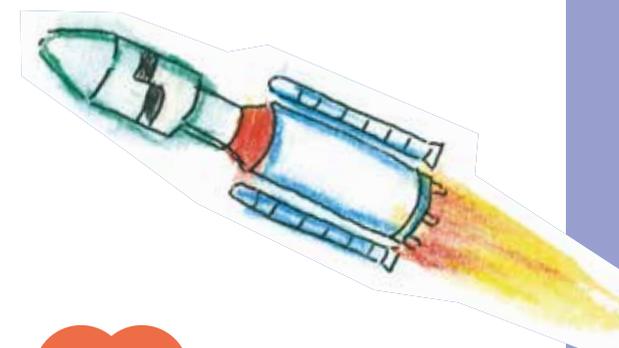
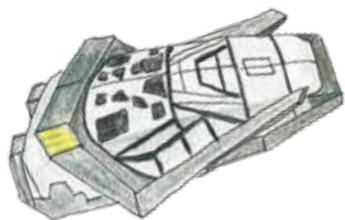
感謝出版社的編輯，她們為本書付出了細緻、辛勤的編輯工作，對此表示誠摯的謝意！

感謝中國科學院國家天文台苟利軍、李海甯、陸由俊三位老師對書中天文科學知識進行了更為嚴謹的解讀。

為了讓複雜的知識可以被形象表達，易於小讀者理解，書中對部分知識進行了簡化處理，由此可能會有不當之處，加之作者水準所限，書中如有錯誤和不足之處，懇請讀者予以指正。

王元卓

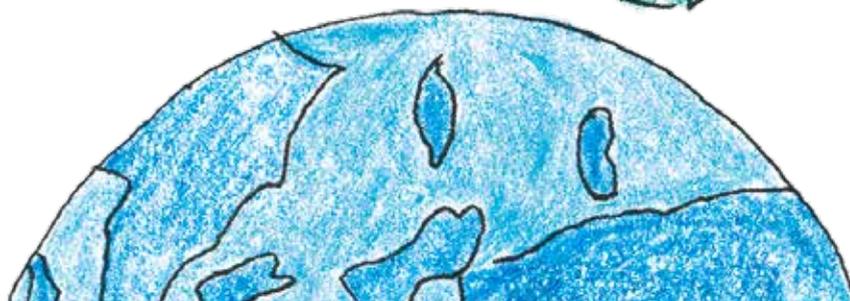
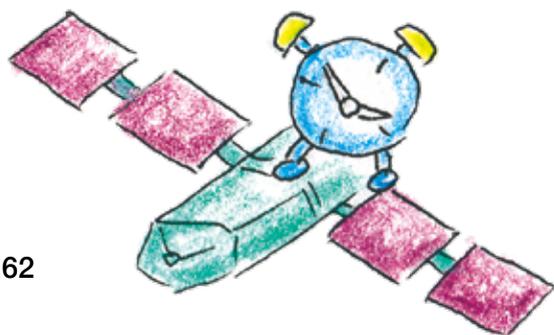




Chapter two

《星際啟示錄》中的科學

- * 01 枯萎病 / P.54
- * 02 黑洞 / P.57
- * 03 蟲洞 / P.60
- * 04 星際移民計劃 / P.62
- * 05 米勒星球 / P.64
- * 06 多維空間 / P.67
- * 07 引力彈弓 / P.70
- * 08 引力異常和引力波 / P.73
- * 09 時間膨脹 / P.76
- * 10 平行宇宙和時間旅行 / P.79

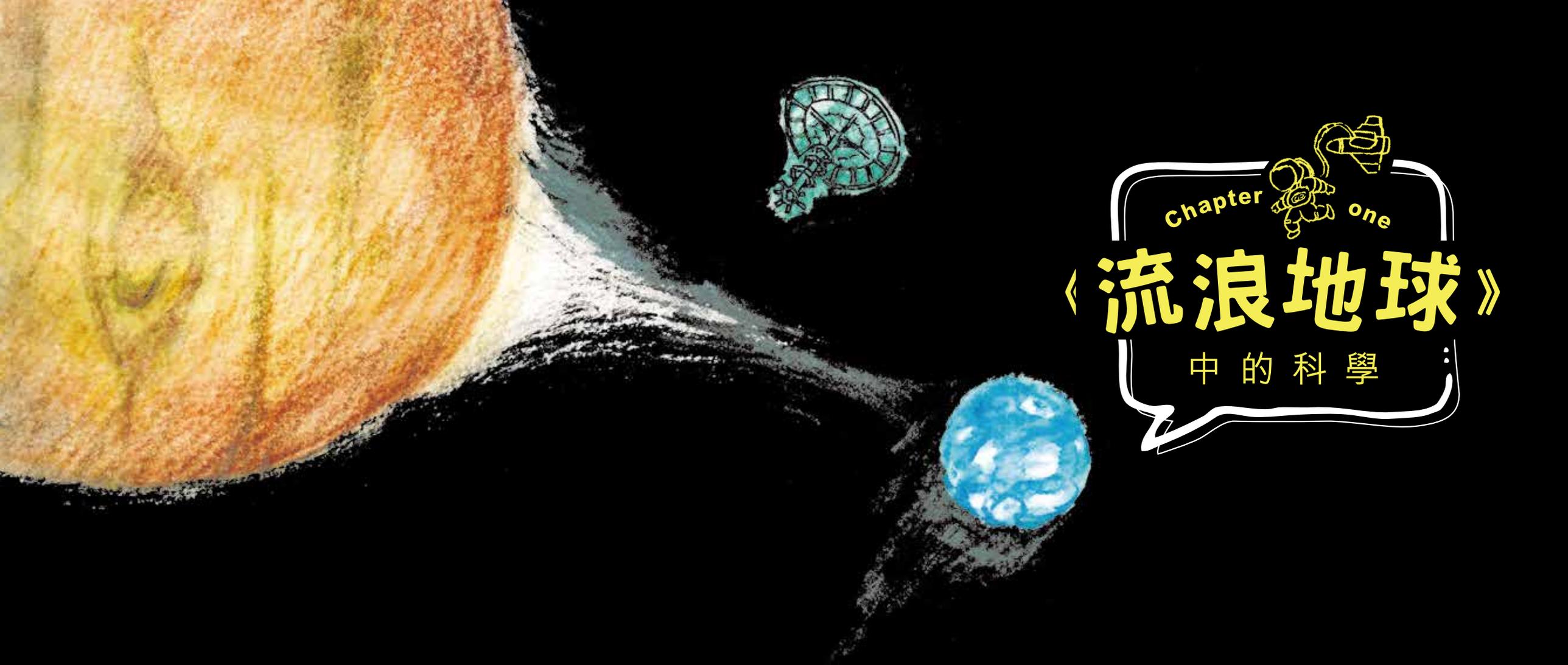


Chapter three

《火星任務》中的科學

- * 01 火星結構與地貌 / P.90
- * 02 火星登陸 / P.93
- * 03 火星居住艙 / P.96
- * 04 核電池 / P.99
- * 05 火星種植 / P.102
- * 06 太空衣 / P.105
- * 07 火箭飛行器 / P.108
- * 08 火星探測器 / P.111
- * 09 火星通訊 / P.114
- * 10 太空對接 / P.116





Chapter one

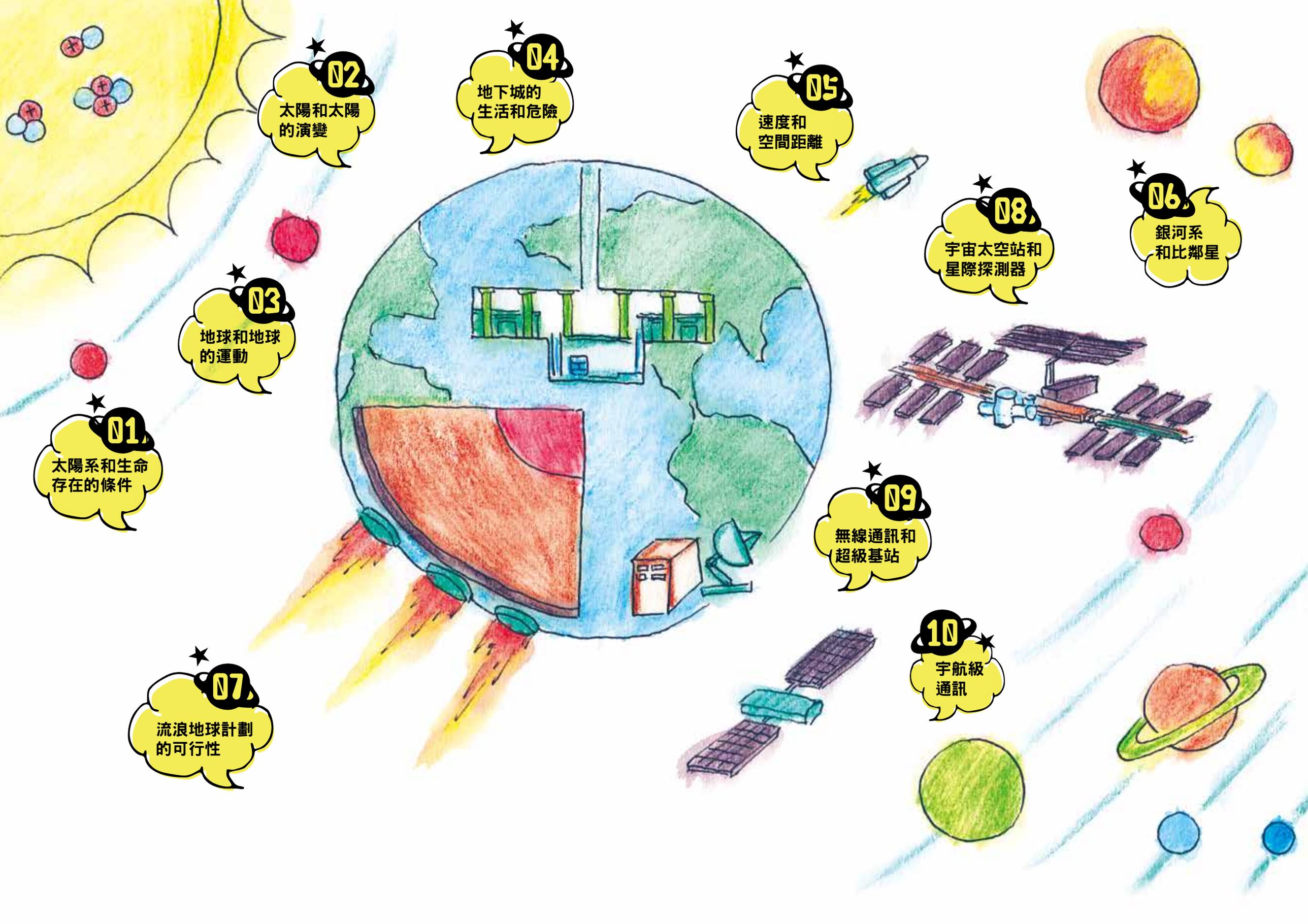
《流浪地球》

中的科學

影片《流浪地球》一改往日災難片中乘坐太空船逃離的情節，展現了傳統中國人的家園故土情懷，帶着地球逃離災難，突出了中國人強調的愚公精神和人定勝天的理念，打開了一個新的科幻維度空間。

《流浪地球》展現了富有科學依據的災難背景、符合科學原理的避難措施，描繪了一個全新的地下避難救災的宏大場景。

*《流浪地球》（2019）是由劉慈欣監製，郭帆導演，屈楚蕭、吳京和吳孟達等主演，並由中國電影股份有限公司、北京京西文化旅遊股份有限公司、北京登峰國際文化傳播有限公司、郭帆文化傳媒有限公司出品的科幻電影。



01
太陽系和生命
存在的條件

03
地球和地球
的運動

02
太陽和太陽
的演變

04
地下城的
生活和危險

05
速度和
空間距離

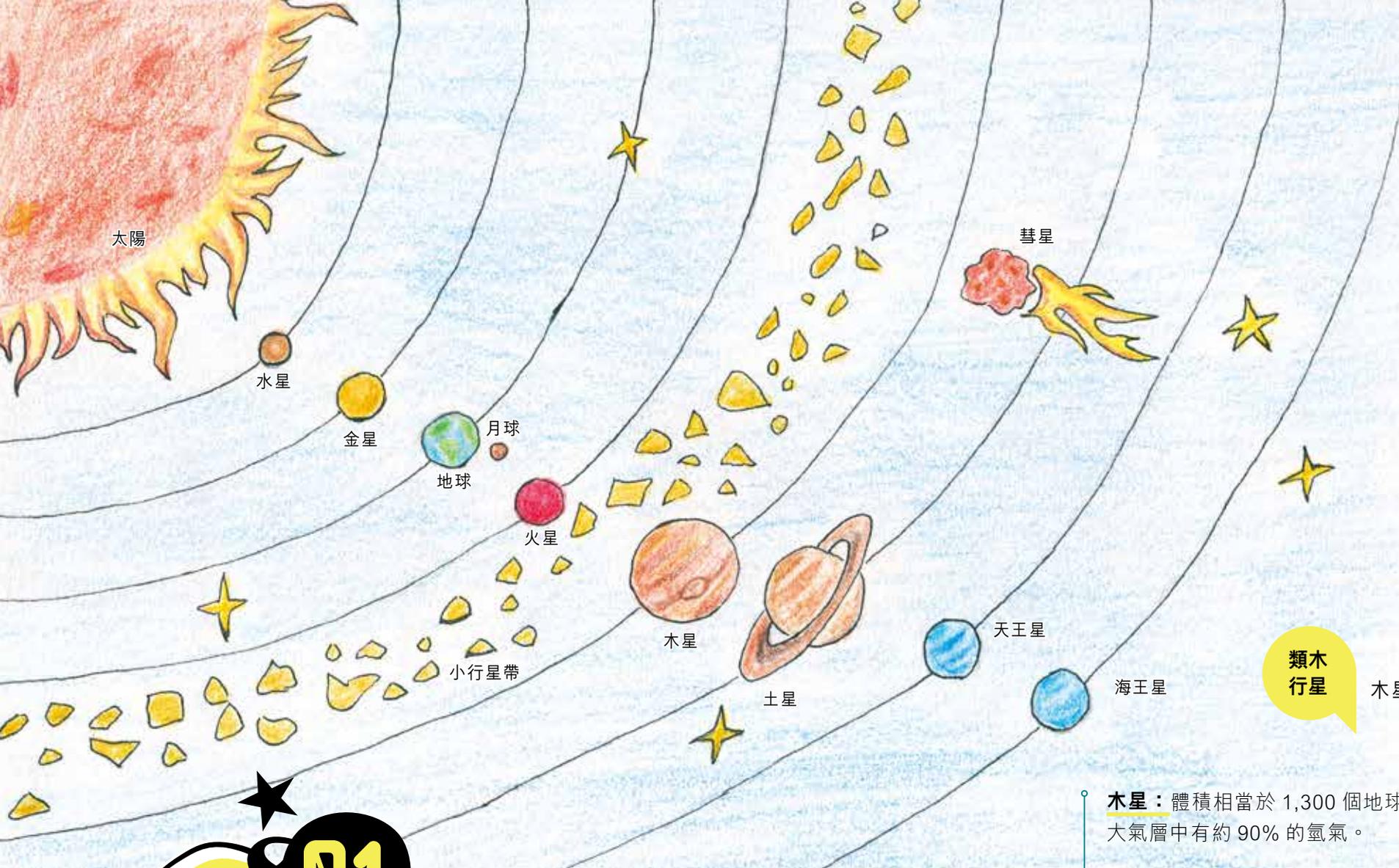
08
宇宙太空站和
星際探測器

06
銀河系
和比鄰星

09
無線通訊和
超級基站

07
流浪地球計劃
的可行性

10
宇航級
通訊



太陽

水星

金星

地球
月球

火星

木星

土星

天王星

海王星

彗星

小行星帶

類地行星

水星、金星、地球、火星。



金星：大小與地球相若，是太陽系中表面溫度最高的行星。

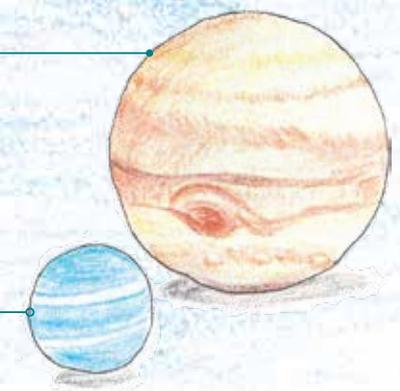
水星：太陽系中最小的行星。

類木行星

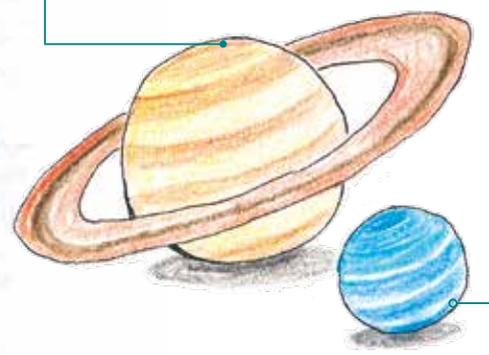
木星、土星、天王星、海王星。

木星：體積相當於 1,300 個地球，大氣層中有約 90% 的氫氣。

土星：體積相當於 830 個地球，被稱為「光環行星」或「草帽行星」。



天王星：體積有 65 個地球大，是人類肉眼能看到的最遠的行星。



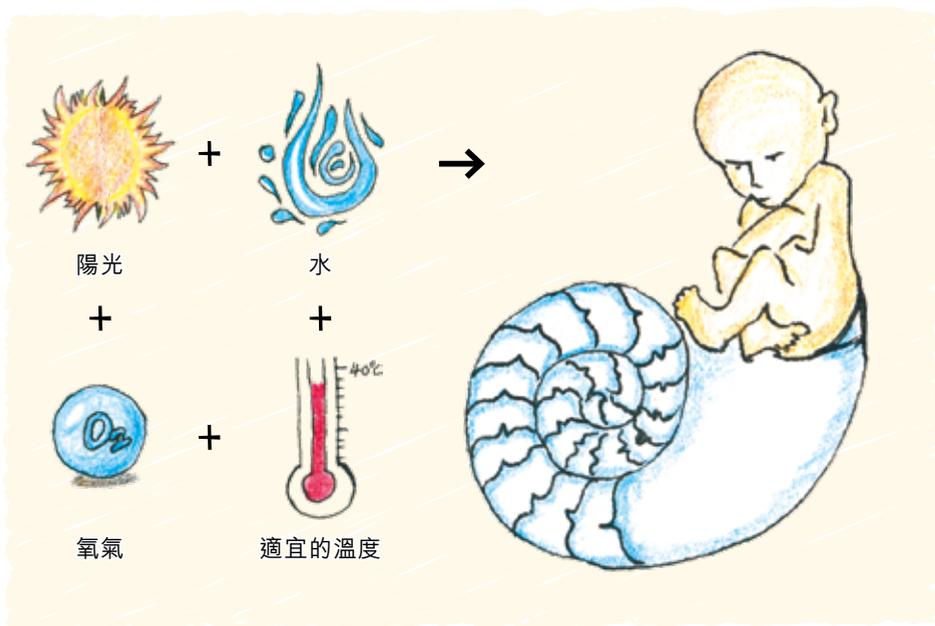
海王星：體積有 58 個地球大，是離太陽最遠的行星。

01
太陽系和生命存在的條件

太陽系

太陽系是由太陽、八大行星、行星的衛星、矮行星、小行星，還有柯伊伯帶天體、彗星、流星體以至行星物質構成的天體系統。

生命存在的條件



以下三個星體，是目前太陽系內最有可能具備生命存在的條件：



火星：半徑是地球的一半，已在火星發現地下儲冰，火星可能具備支持現有生命的條件。



木衛二：木星的天然衛星之一，按編號稱作木衛二。體積與月球相約，表面極厚冰殼下有液態水層，受木星潮汐作用加熱，基本能滿足生命所需的條件。



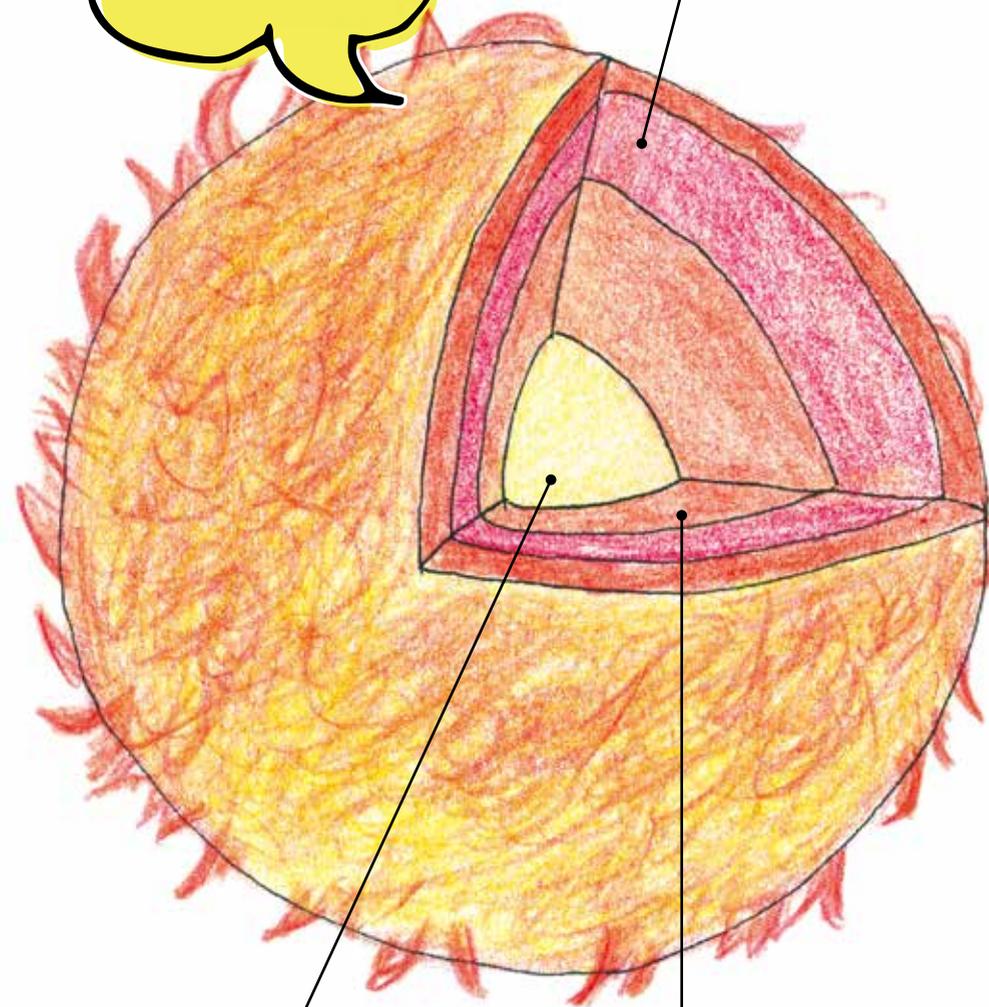
土衛六：土星的天然衛星之一，按編號稱作土衛六。體積比水星還大，濃密的含氮大氣層下是一個與古地球非常相似的由碳氫物質組成的有機物表面。

太陽和太陽的演變

02

太陽構造

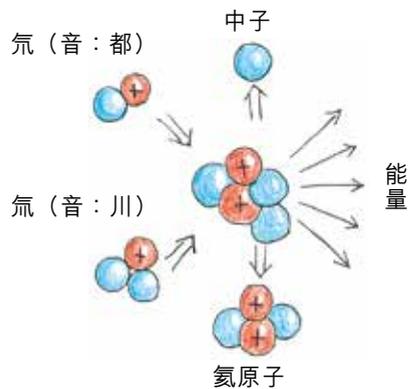
對流層：厚約 150,000 公里，輻射層傳來的能量在這裏以對流的形式傳出去。



日核：佔太陽半徑的 1/4，質量達到太陽質量的一半。溫度達 15,000,000℃，隨時都在進行着四個氫核聚變成一個氦核的核聚變反應。

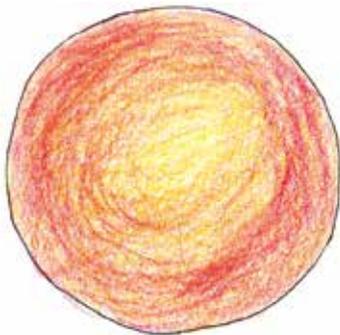
輻射層：從日核到 0.71 個太陽半徑的區域。日核聚變產生的能量在這裏以電磁波的形式傳向太陽外層。

通常意義的核聚變反應

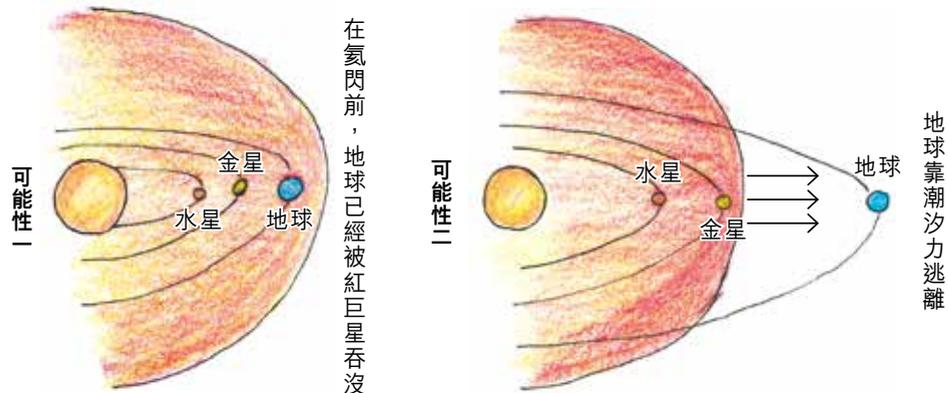


54 億年後的太陽：紅巨星

今天的太陽

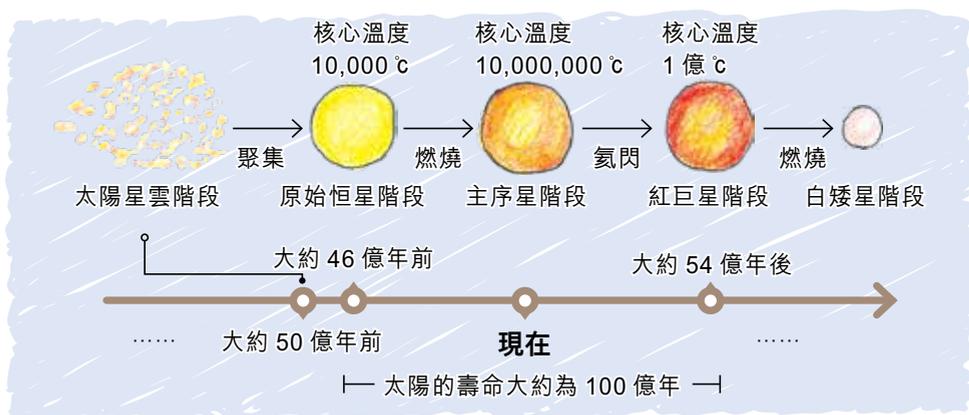


太陽演變為紅巨星，地球的命運將怎樣？



由於潮汐力的存在，目前地球正在以 15 厘米 / 年的速度遠離太陽。

太陽的演變

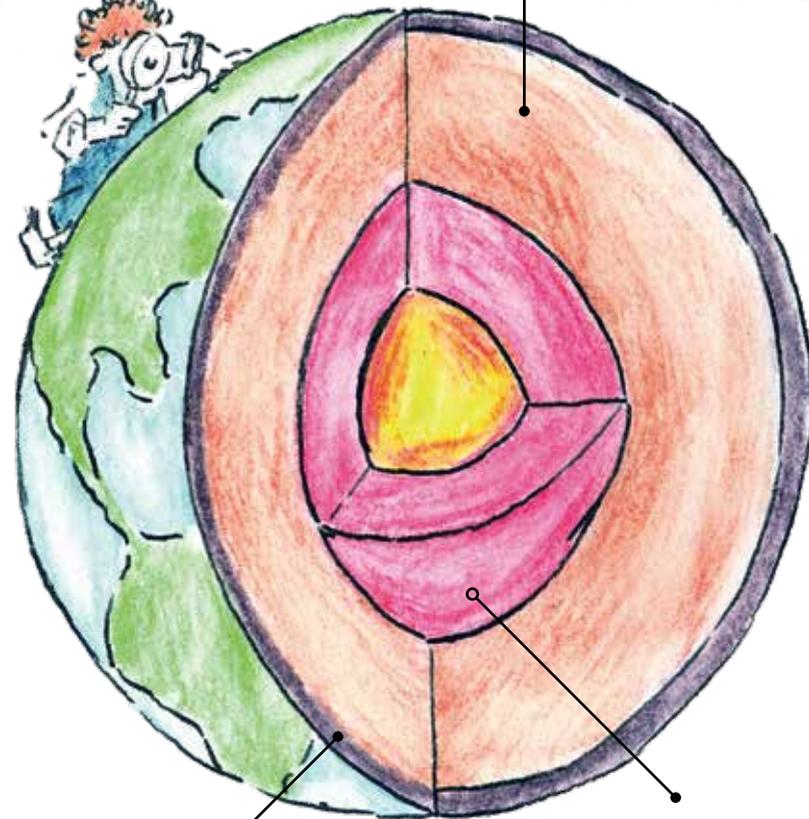


03

地球和地球的運動

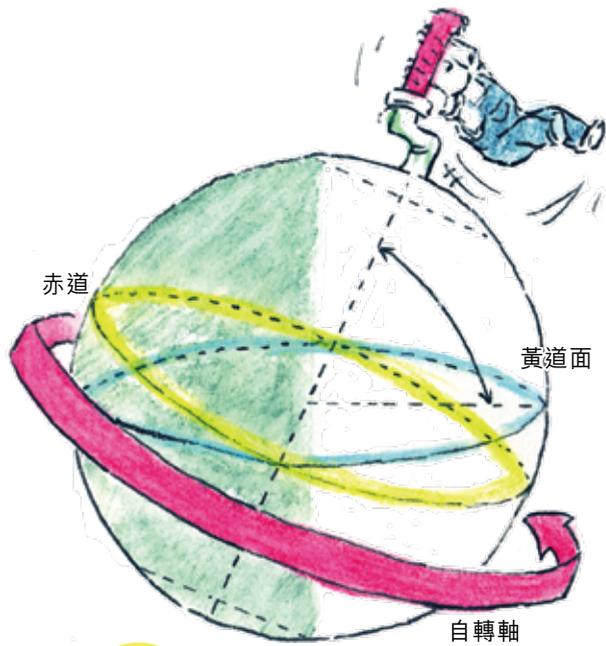
地球構造

地幔：是地球體積最大、質量最大的一層，平均厚度 2,865 公里。分為上地幔和下地幔。上地幔頂部存在一個軟流層，可能是岩漿發源地。



地核：分為三層，外地核厚約 2,080 公里，呈液態，可流動；過渡層厚約 140 公里；內地核是半徑為 1,250 公里的球心，呈固態。

地殼：由岩層構成，是地球最薄的一層，平均厚度 17 公里。



地球的運動

地球自轉

地球繞自轉軸自西向東轉動，從北極點上看呈逆時針旋轉。地球自轉軸與黃道面成 66.34 度夾角，與赤道面垂直。地球自轉一週用時 23 小時 56 分 4 秒。

轉速變化

一方面風的季節性變化導致地球的自轉在春天轉得慢，在秋天轉得快。另一方面潮汐作用導致地球的自轉愈轉愈慢。據推算，2 億年後，一年僅有 300 天，一天會有 30 小時！

想讓地球停止轉動需要多大力氣？

電影中每個行星「發動機」通過重核聚變能夠產生 1,500,000 億噸的推力，產生的加速度是 0.000000025 米 / 秒。在赤道附近的轉動速度大約就是 460 米 / 秒。對於一個「發動機」而言，需要 218,569 天（大約 600 年）的時間才能夠讓地球停止轉動。

地球不轉了會發生甚麼事？

每個白天和黑夜將持續半年，甚至會因為被太陽引力鎖定，所以一個半球永遠是白天，另一個半球永遠是黑夜。



大氣層會繼續運動，產生強烈颶風。

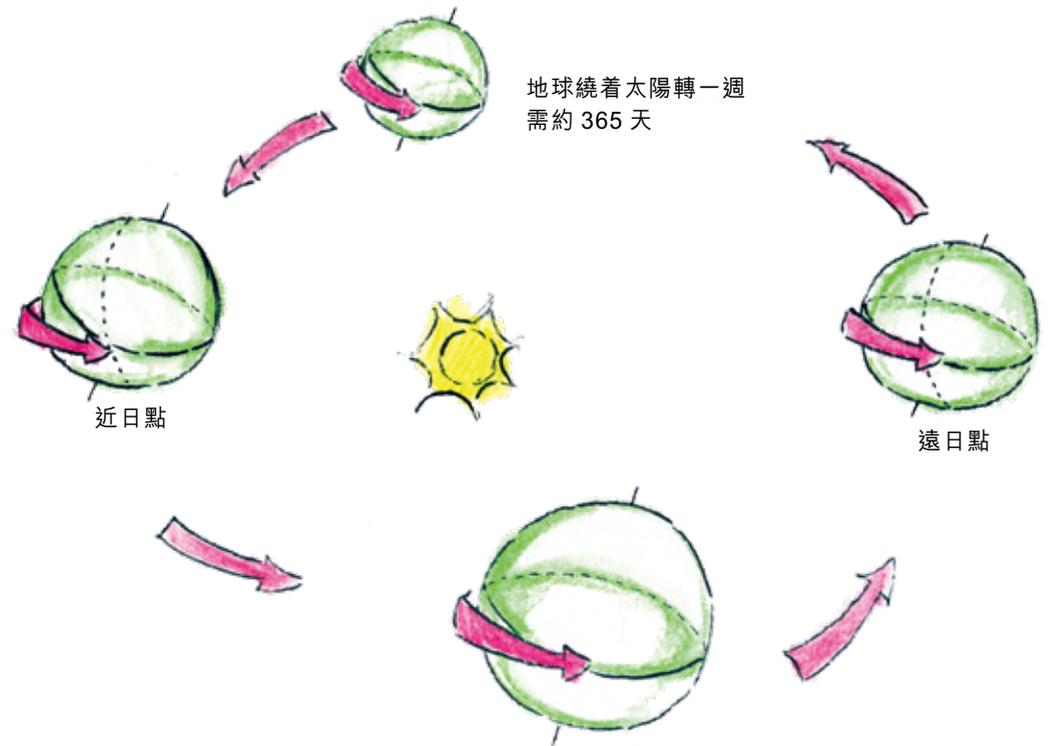


引力導致海水上漲，帶來巨大潮汐。



繞日公轉

地球目前以 29.79 公里 / 秒的速度繞着太陽公轉，轉一週需 365 天 5 小時 48 分 46 秒。地球離太陽平均 1.5 億公里。在每年 1 月初到達近日點的時候，地球會「跑」得快一些；在 7 月初到達遠日點的時候，地球會「跑」得慢一些。



地球繞着太陽轉一週需約 365 天

一年四季不一樣長

在北半球由春天到秋天的季節裏，地球公轉速度較慢，大約需要 186 天「跑」完全程。這段時間是北半球的夏半年和南半球的冬半年。在北半球由秋天過渡到春天的季節裏，地球公轉速度較快，大約需要 179 天「跑」完全程。這段時間是北半球的冬半年和南半球的夏半年。