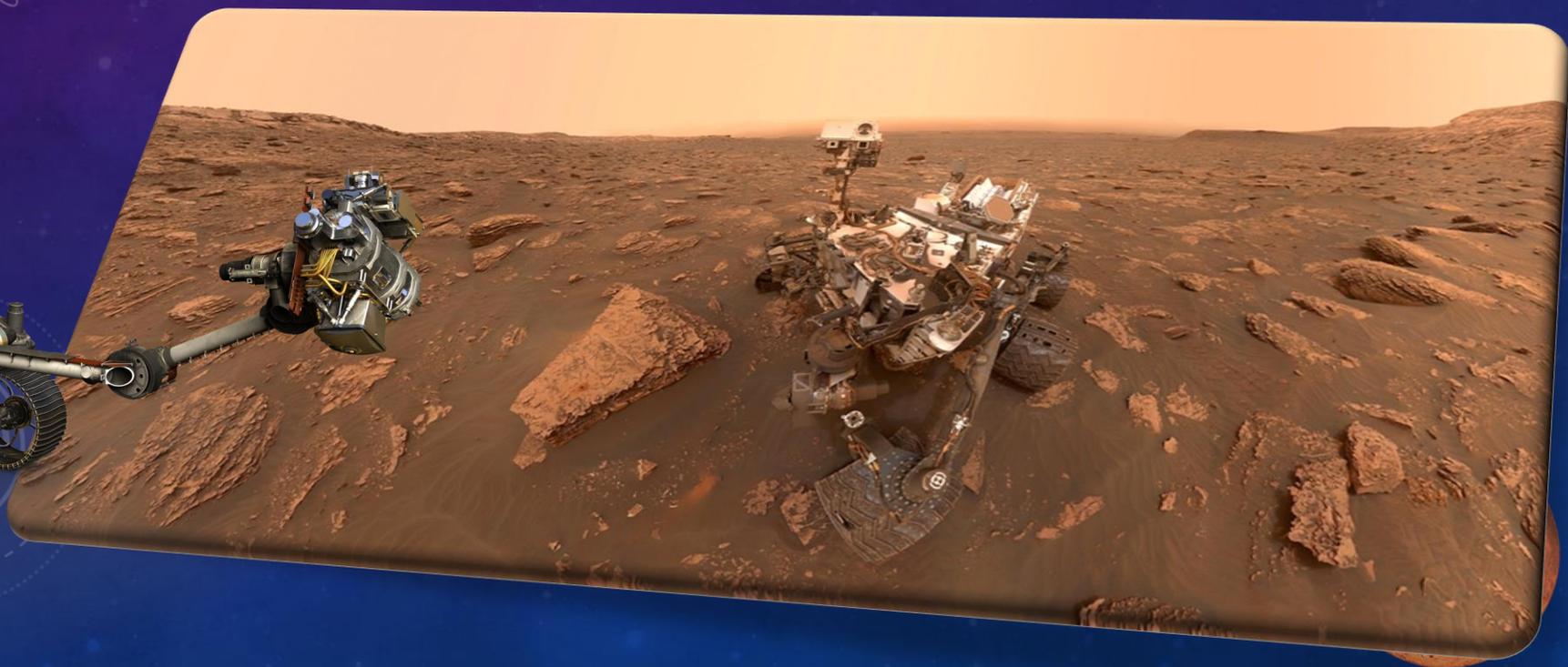


Journey To Mars

航向火星時代



2018.11 初稿
2020.10 續編

大綱

✧ 太陽系中的火星

✧ 火星基本數據

✧ 火星地貌大觀：極冠與水冰/水手號峽谷/奧林帕斯火山

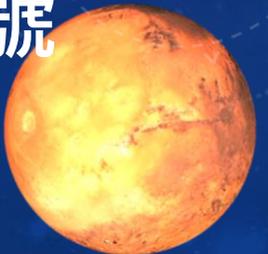
✧ 火星運動與觀測：火星衝/火星大接近/火星逆行

✧ 火星與傳說：Mars/熒惑守心

✧ 航向火星時代

水手號計畫/維京號/拓荒者計畫/機會號 精神號/好奇號

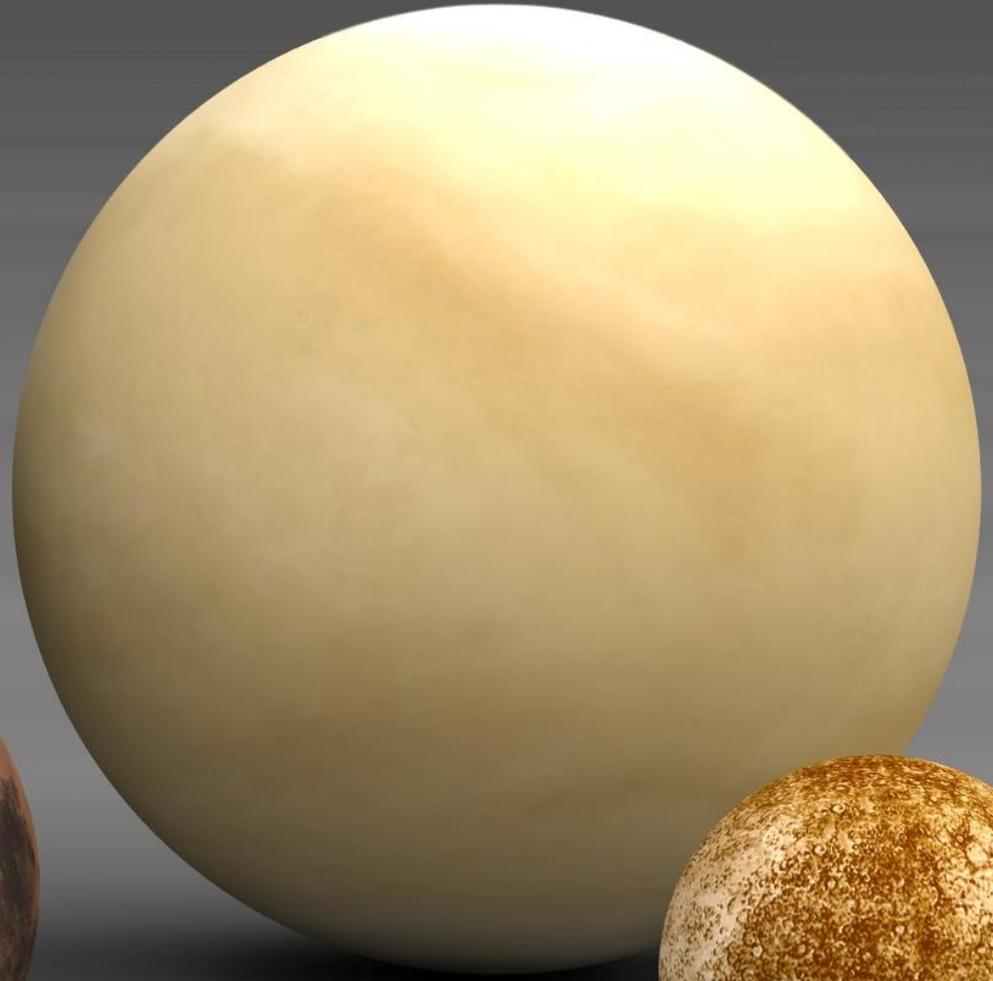
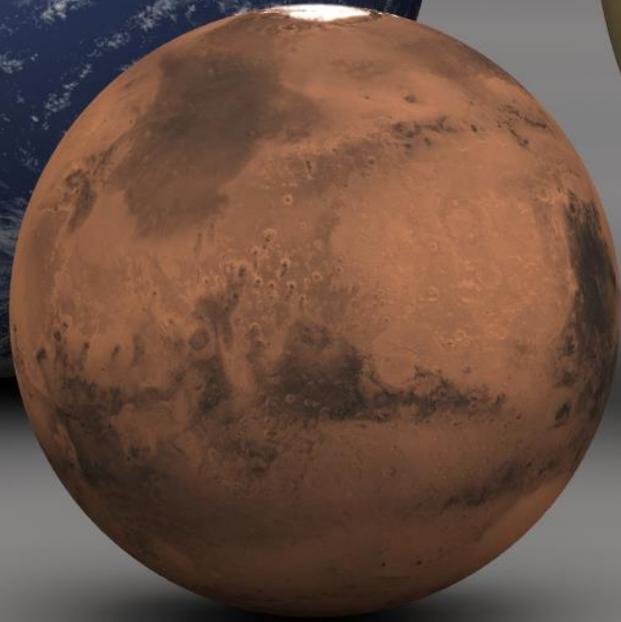
火星軌道衛星/洞察號/毅力號

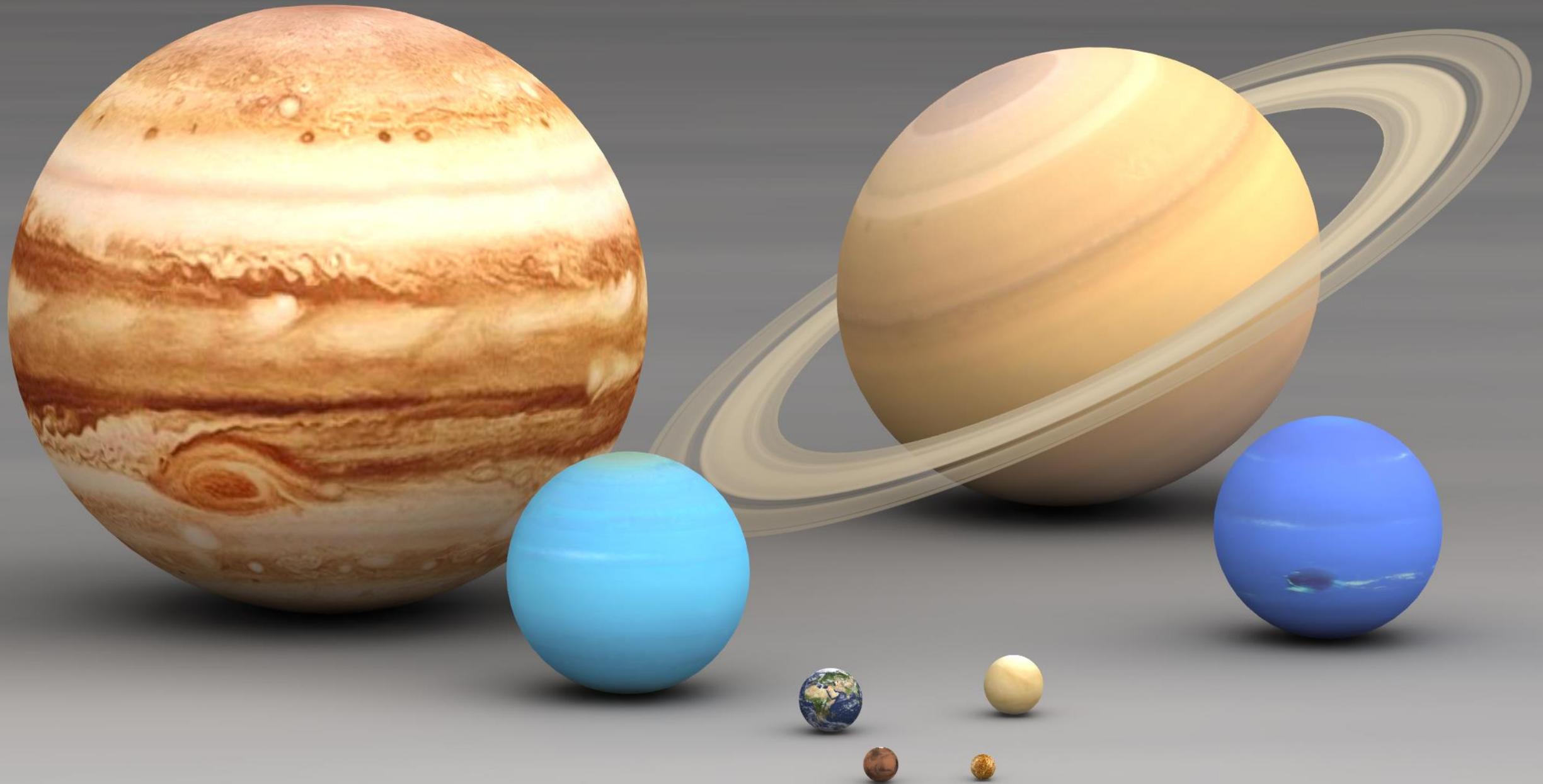


太陽系中的火星

太陽系的家族成員

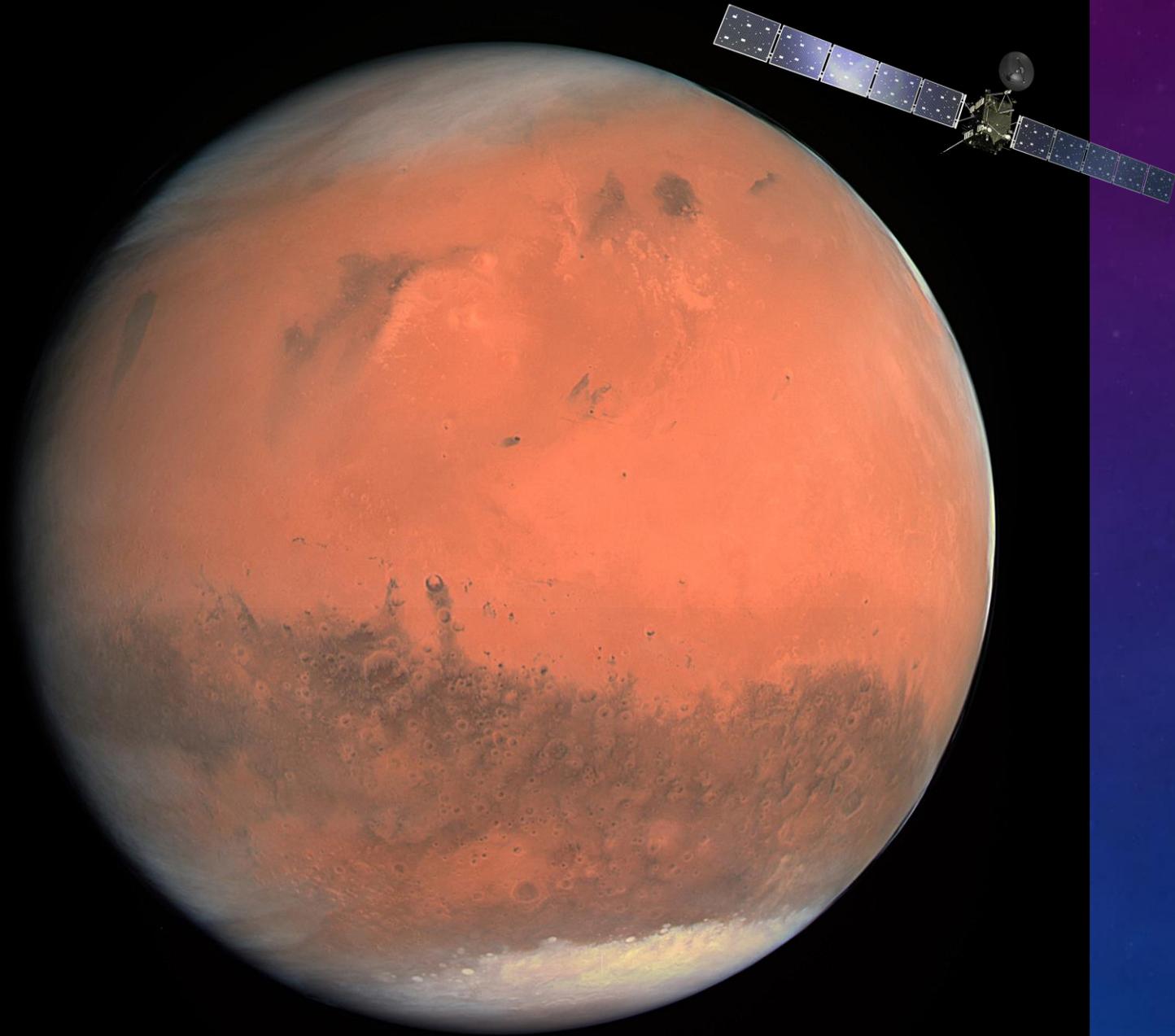








火星基本數據



距離太陽距離：1.5AU

平均直徑：6780公里

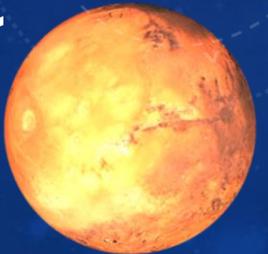
公轉週期：687地球日

自轉週期：24.6小時

最低溫度：-143°C

最高溫度：35 °C

衛星數量：2



圖：羅賽塔號攝 ESA

MARS FACTS / DISTANCE



Average distance from the Sun to the orbit paths of Earth and Mars

#JOURNEYTOMARS
mars.nasa.gov

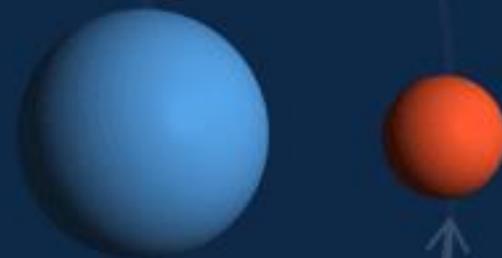
MARS FACTS / YEAR

365 DAYS

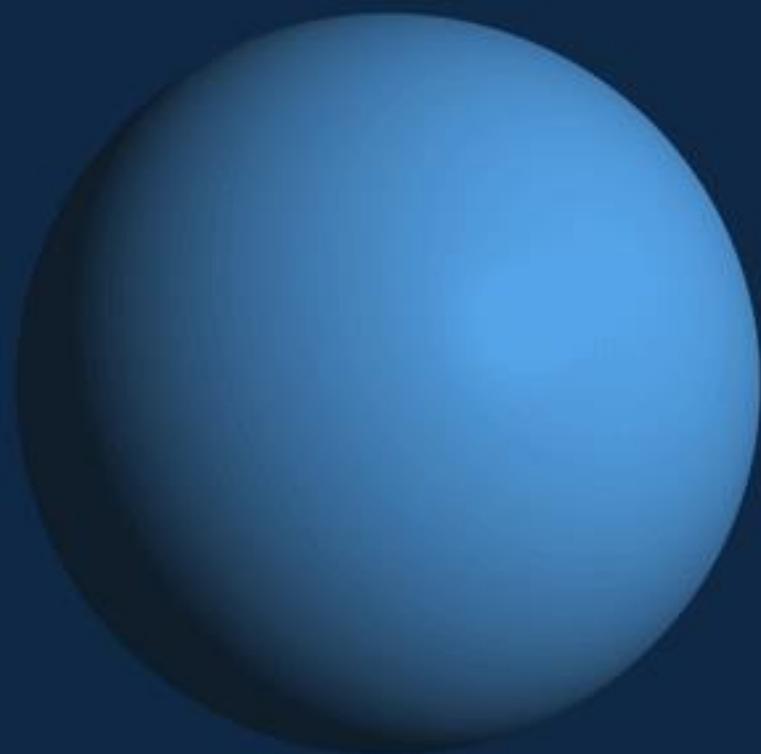
687 DAYS

A year on Mars is almost twice as long as a year on Earth.

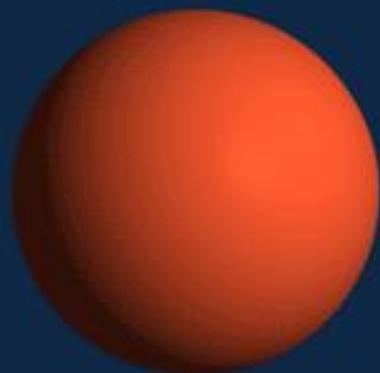
#JOURNEYTOMARS
mars.nasa.gov



MARS FACTS / SIZE



EARTH
7926 miles



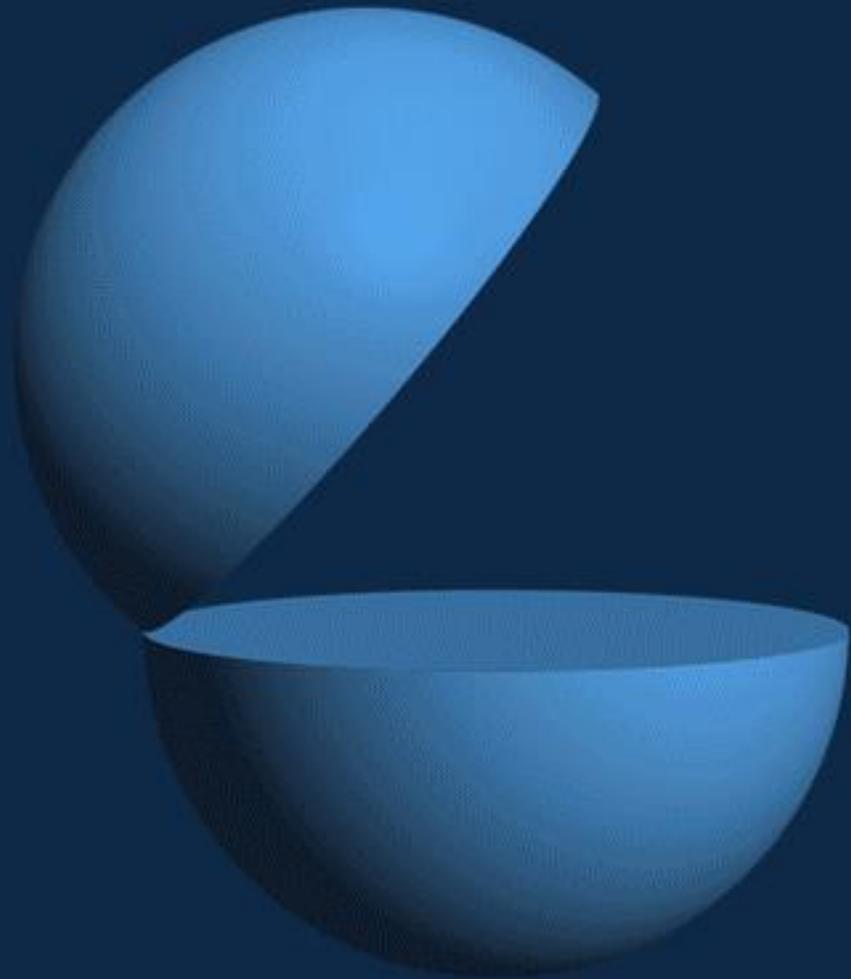
MARS
4220 miles



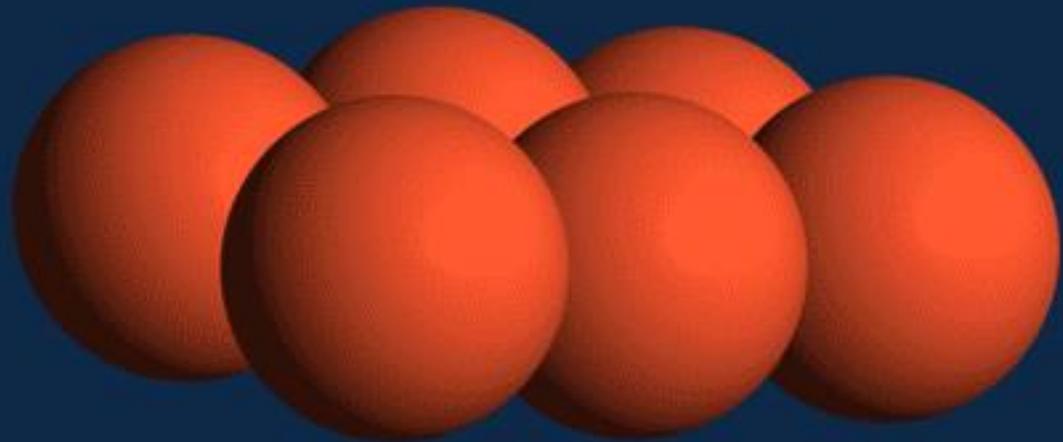
MOON
2159 miles

#JOURNEYTOMARS
mars.nasa.gov

MARS FACTS / VOLUME

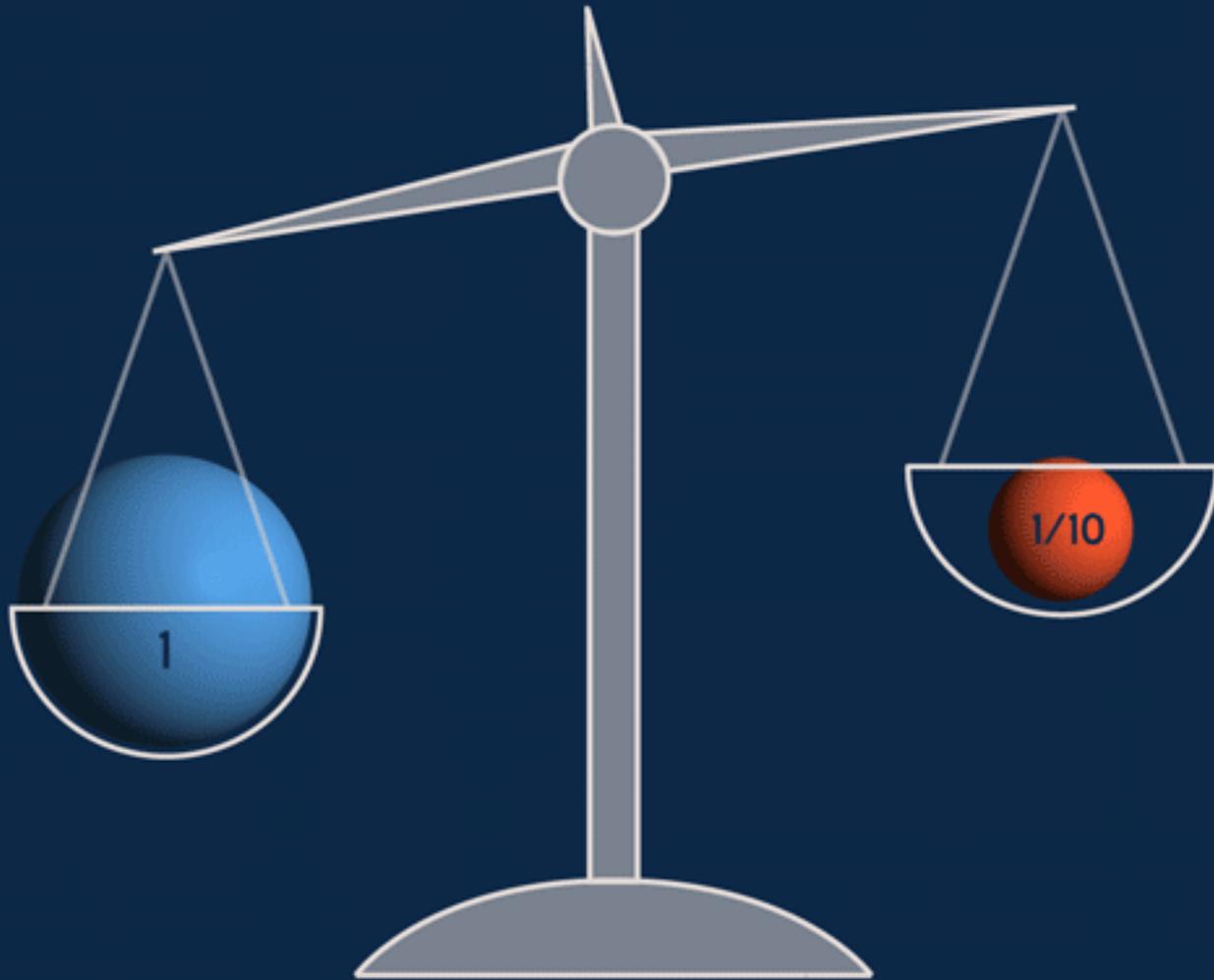


It would take more than six of Mars to fill the volume of Earth.



#JOURNEYTOMARS
mars.nasa.gov

MARS FACTS / MASS



Mars has about
one tenth of the
mass of Earth.

#JOURNEYTOMARS
mars.nasa.gov

MARS FACTS / GRAVITY

On Mars, you'd experience 62.5% less gravity than you're used to.



#JOURNEYTOMARS

mars.nasa.gov

MARS FACTS / WEIGHT

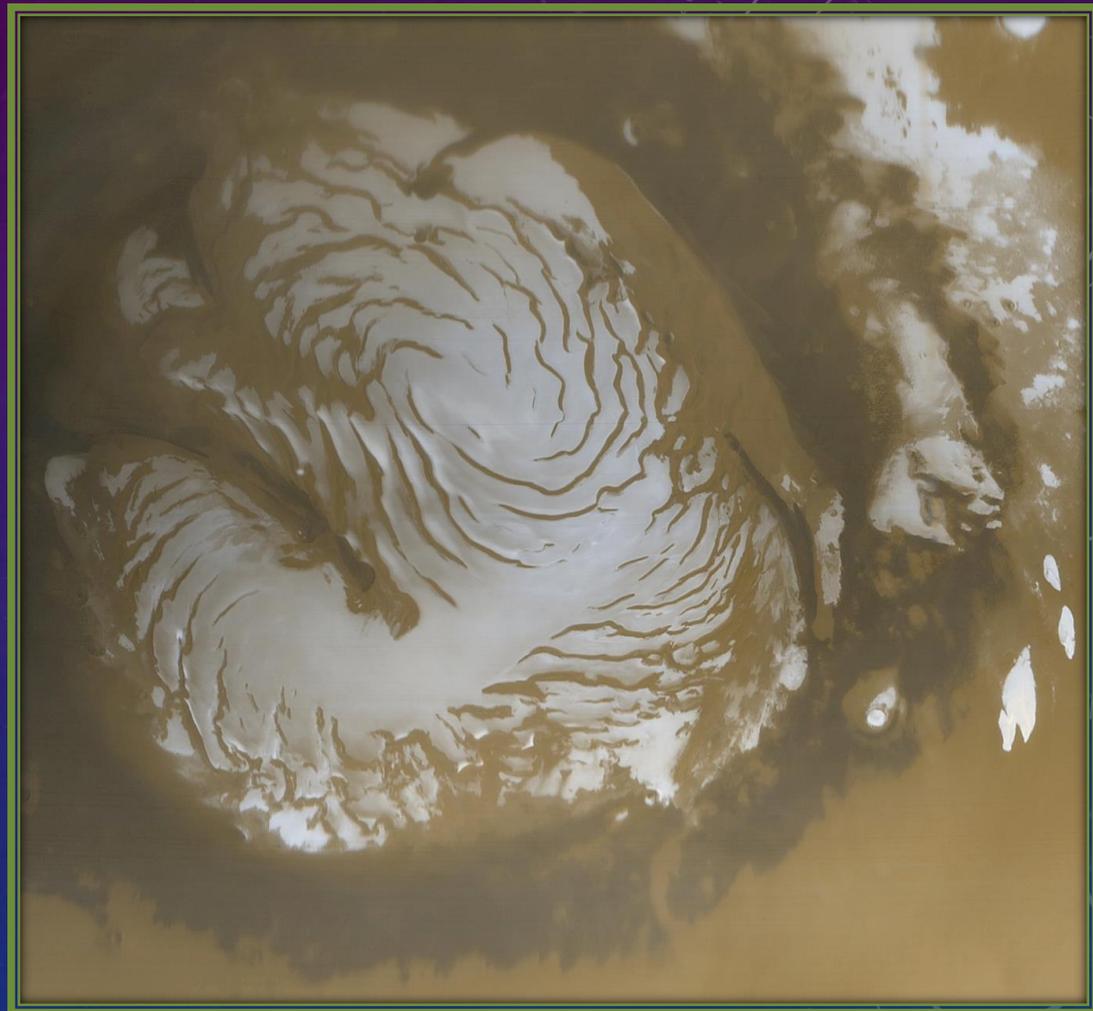
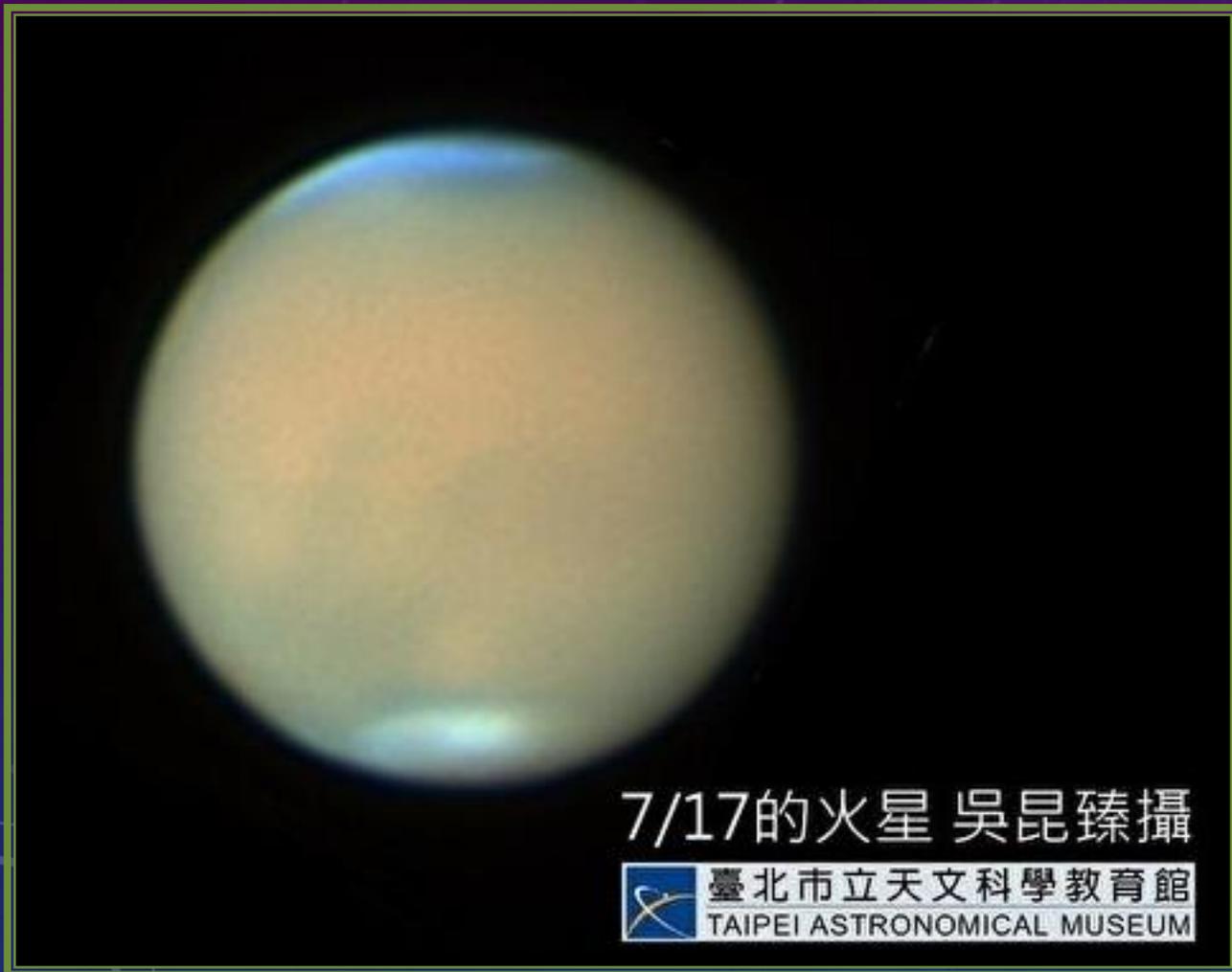


If you weighed 100 lbs on Earth,
you would weigh only 38 lbs on Mars!

#JOURNEYTOMARS
mars.nasa.gov

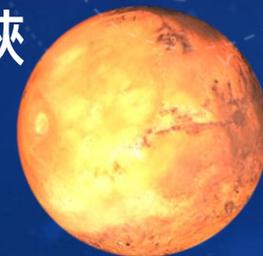
火星地貌大觀

火星的極冠



極地風吹蝕形成巨大的北極峽谷，在極冠形成明顯的缺口

✦左圖：2018.7.17火星大衝
因為沙塵暴看不出細節



MARS FACTS / ATMOSPHERE

OVER 100 TIMES DENSER THAN MARS' ATMOSPHERE



- 78% NITROGEN
- 21% OXYGEN
- 1% OTHER

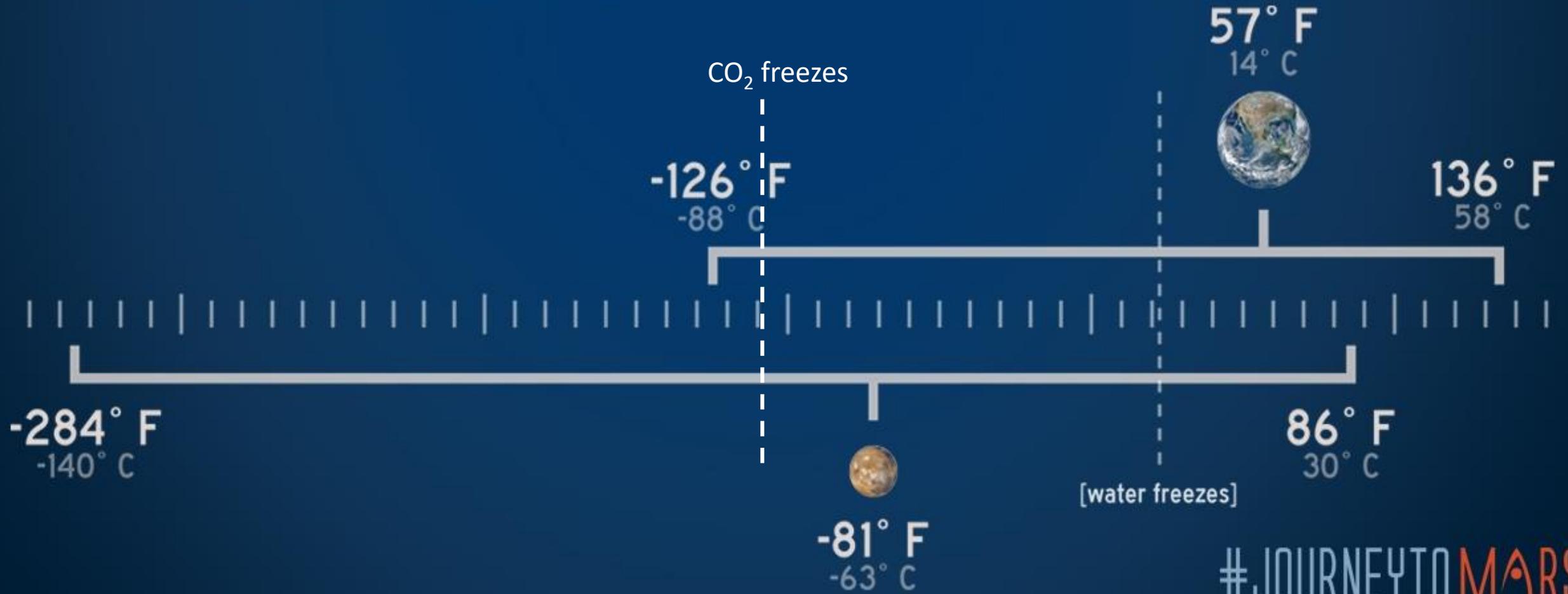
- 96% CARBON DIOXIDE
- <2% ARGON
- <2% NITROGEN
- <1% OTHER



mars.nasa.gov

#JOURNEYTOMARS

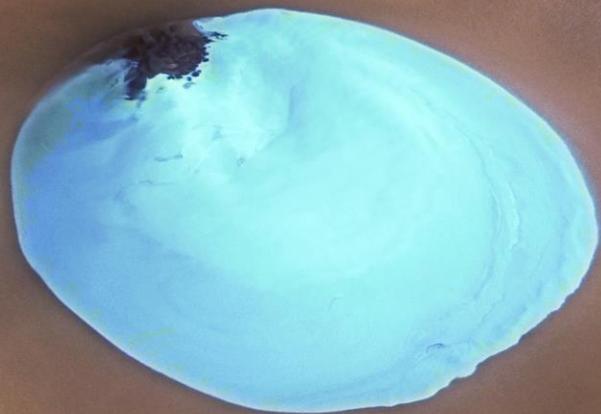
MARS FACTS / TEMPERATURE



#JOURNEYTOMARS
mars.nasa.gov

火星地貌大觀

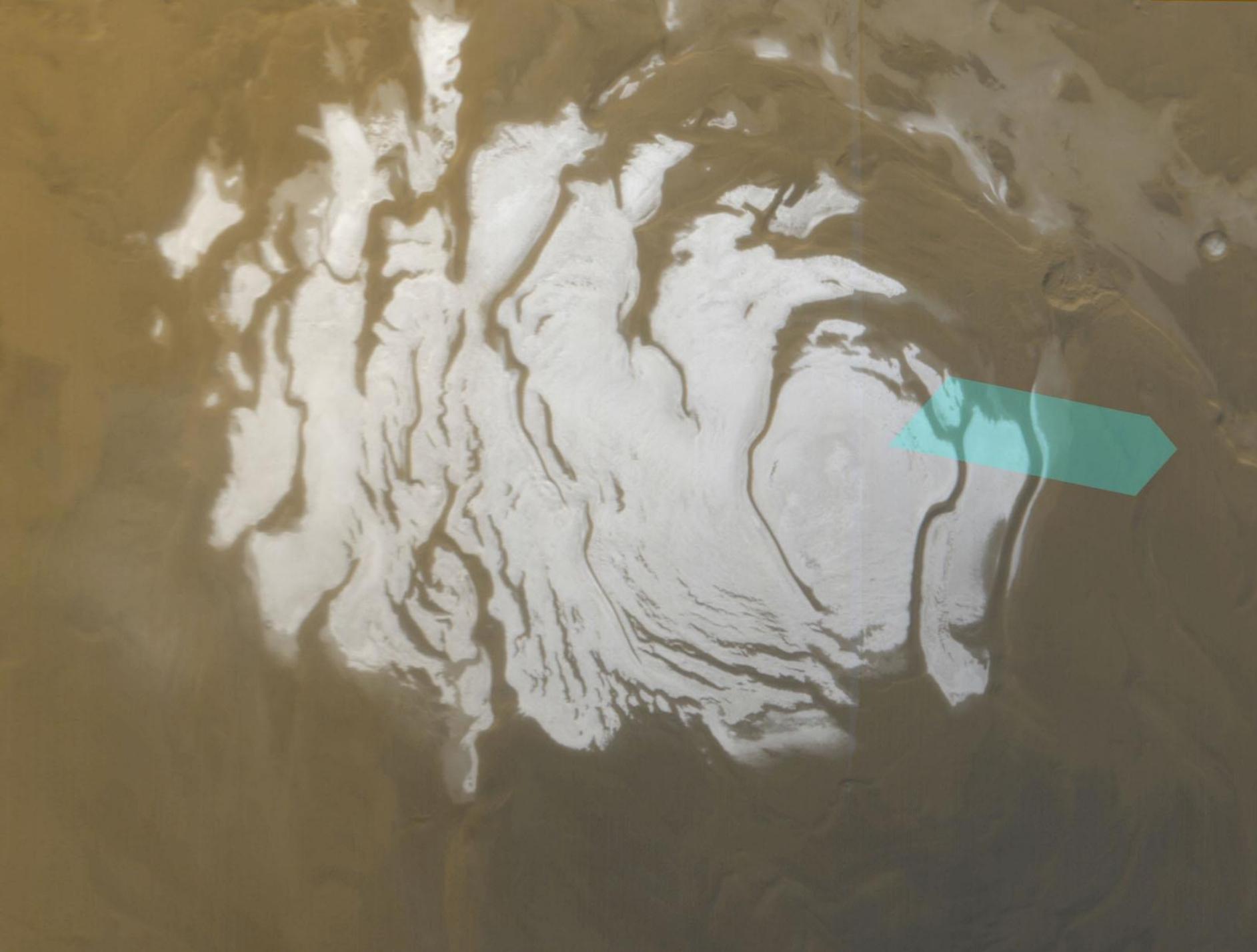
水冰+乾冰的極冠



左圖是2005.火星快車號所攝。為北極附近的撞擊坑，寬約15公里，圖中沙丘上與坑壁邊緣可見固態的水冰。

下圖(維基)為乾冰
CO₂凝固點-78.5°C

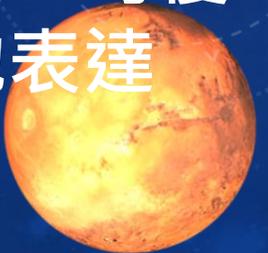




2000.4火星南極
厚厚的水冰蓋上
面是一層薄薄的
乾冰覆蓋物。

THEMIS在淺藍綠
色的區域內發現
了地下的水冰。

據火星快車號雷
達探測儀發現：
若南極冠凍土層
的冰融化，可覆
蓋火星地表達
11M深。

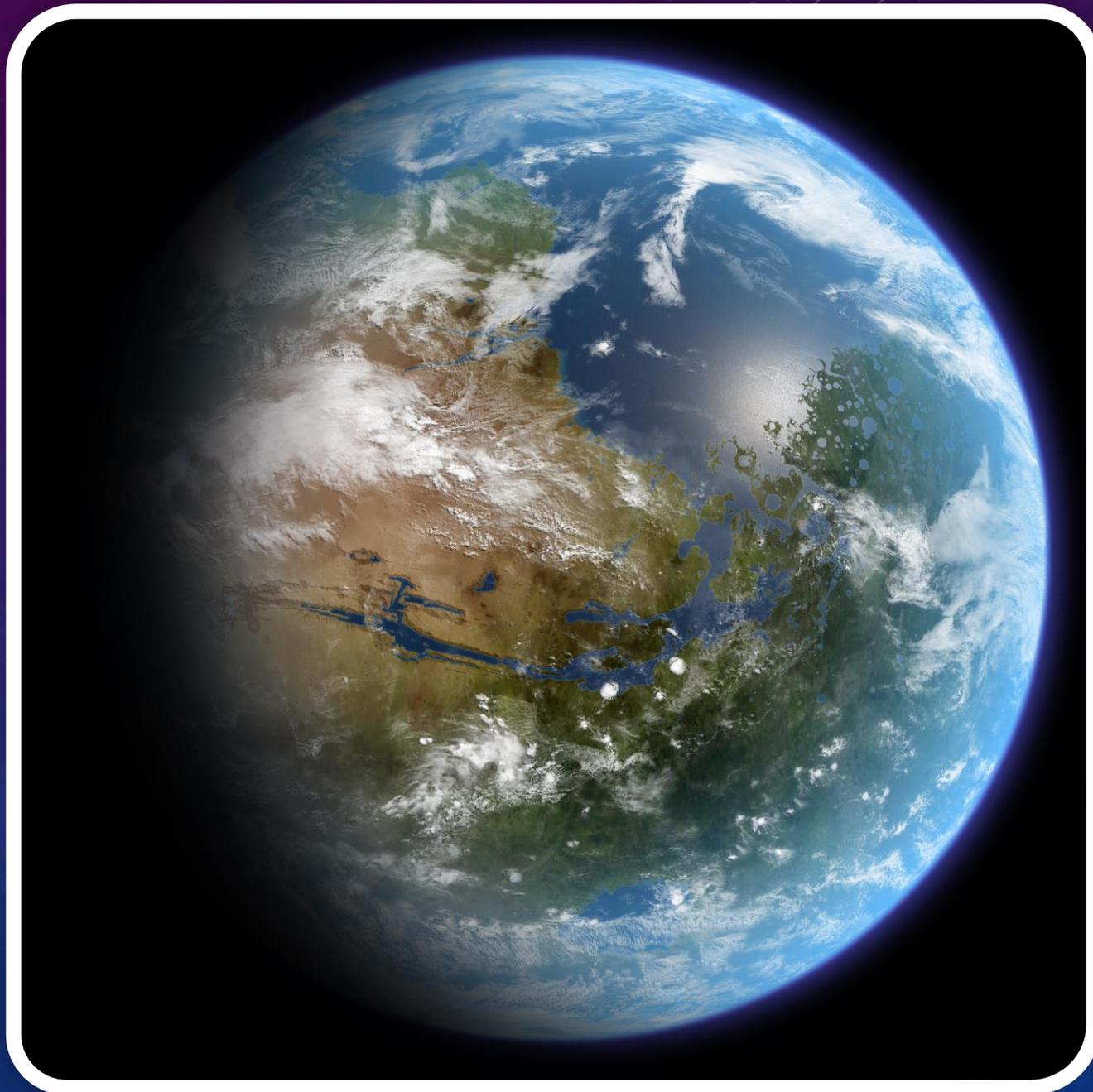


火星地貌大觀

火星的水

數十億年前的火星是一顆溫暖有大洪水氾濫的星球(右圖為想像圖)，並留下卡賽谷的溢流水道。

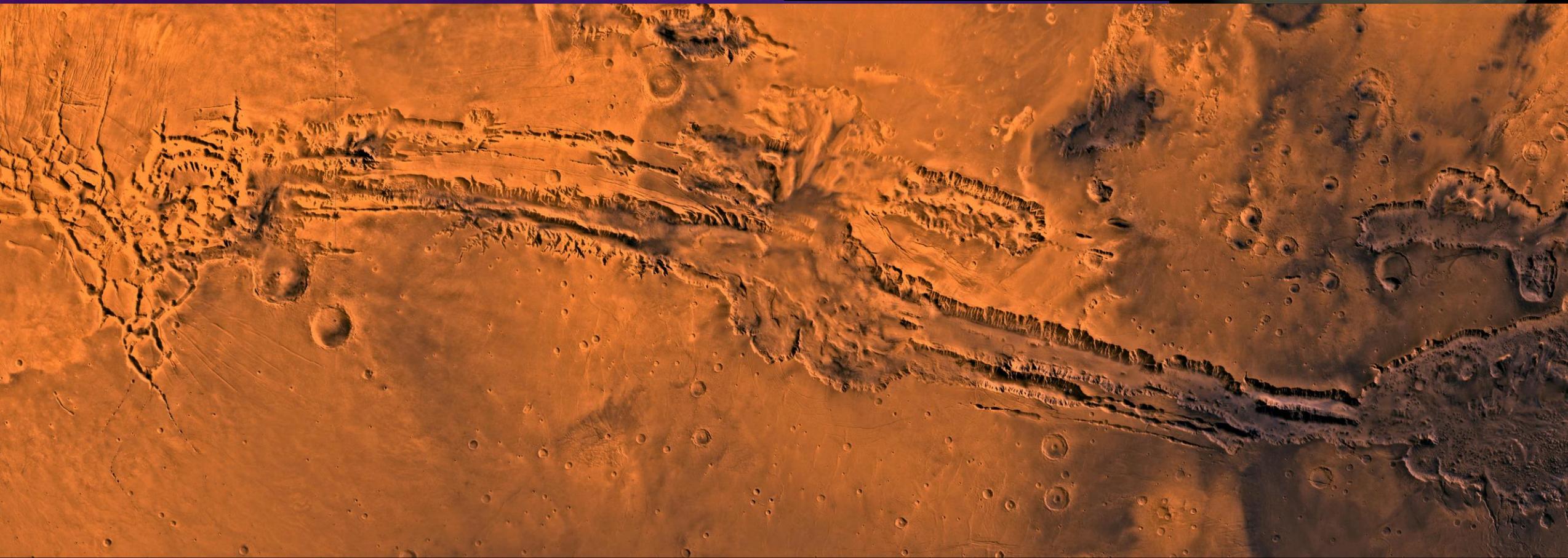
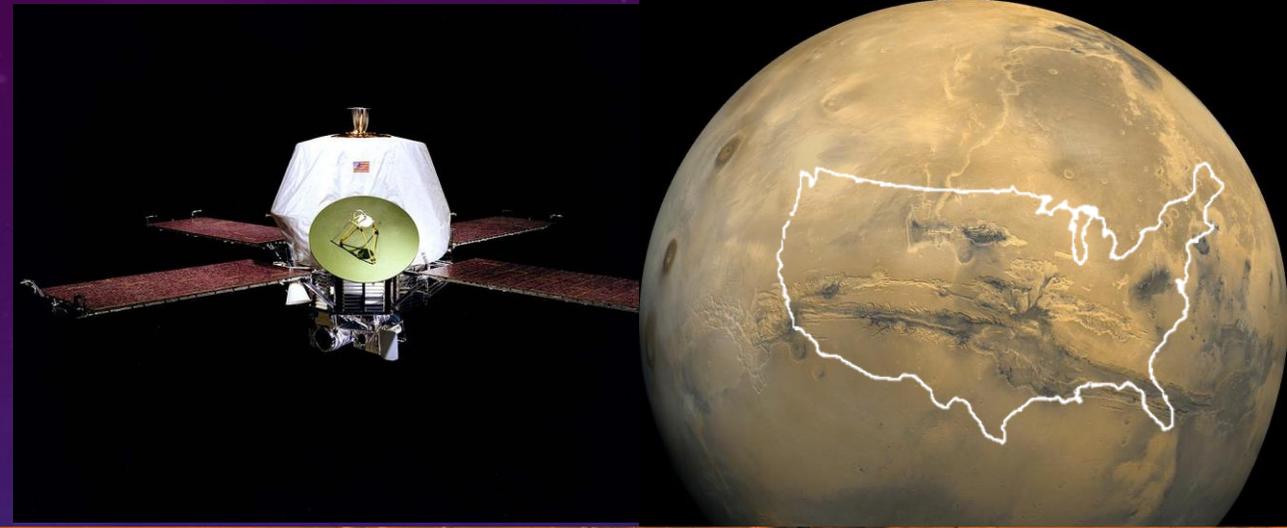
右-維基 左下-NASA

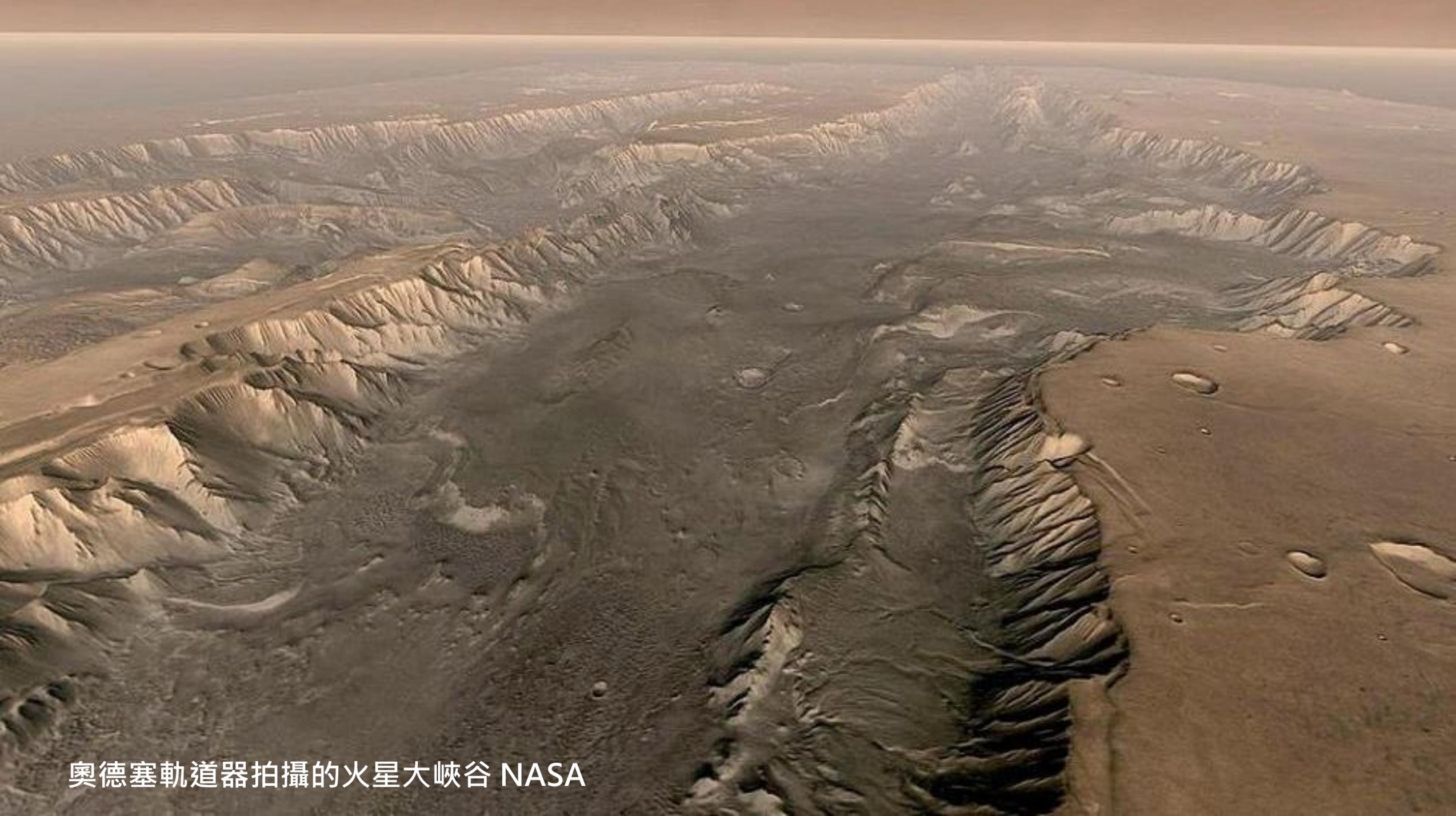


火星地貌大觀 水手號峽谷

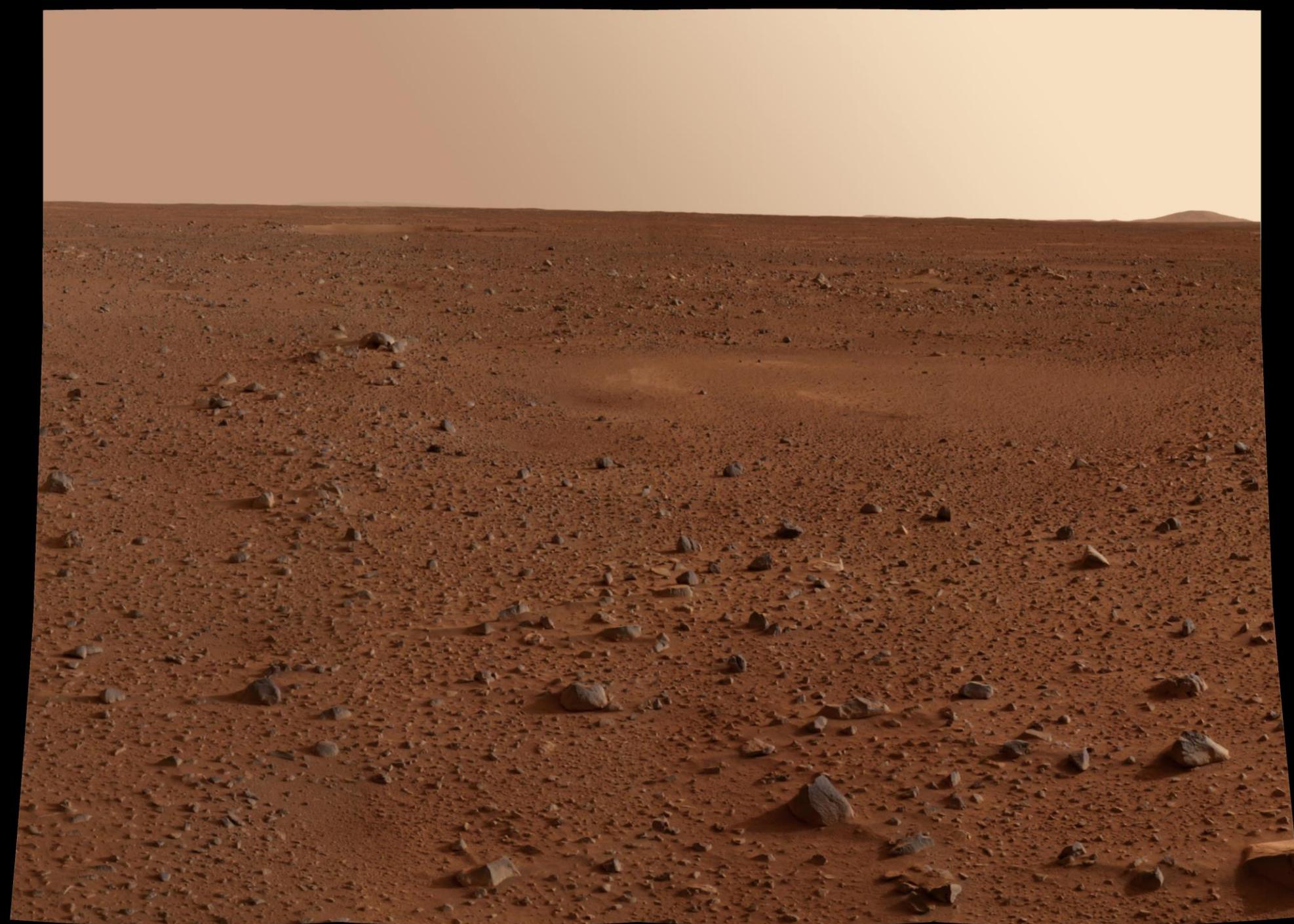
4000 km × 250 km × 10 km

下圖是維京號拍攝影像所拼接成的 水手號谷全圖





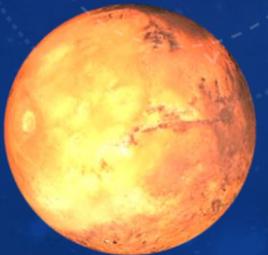
奧德塞軌道器拍攝的火星大峽谷 NASA



古瑟夫撞擊
坑充滿沙石
的地表。

由於土中富
含鐵質，故
其表面呈現
銹紅色。

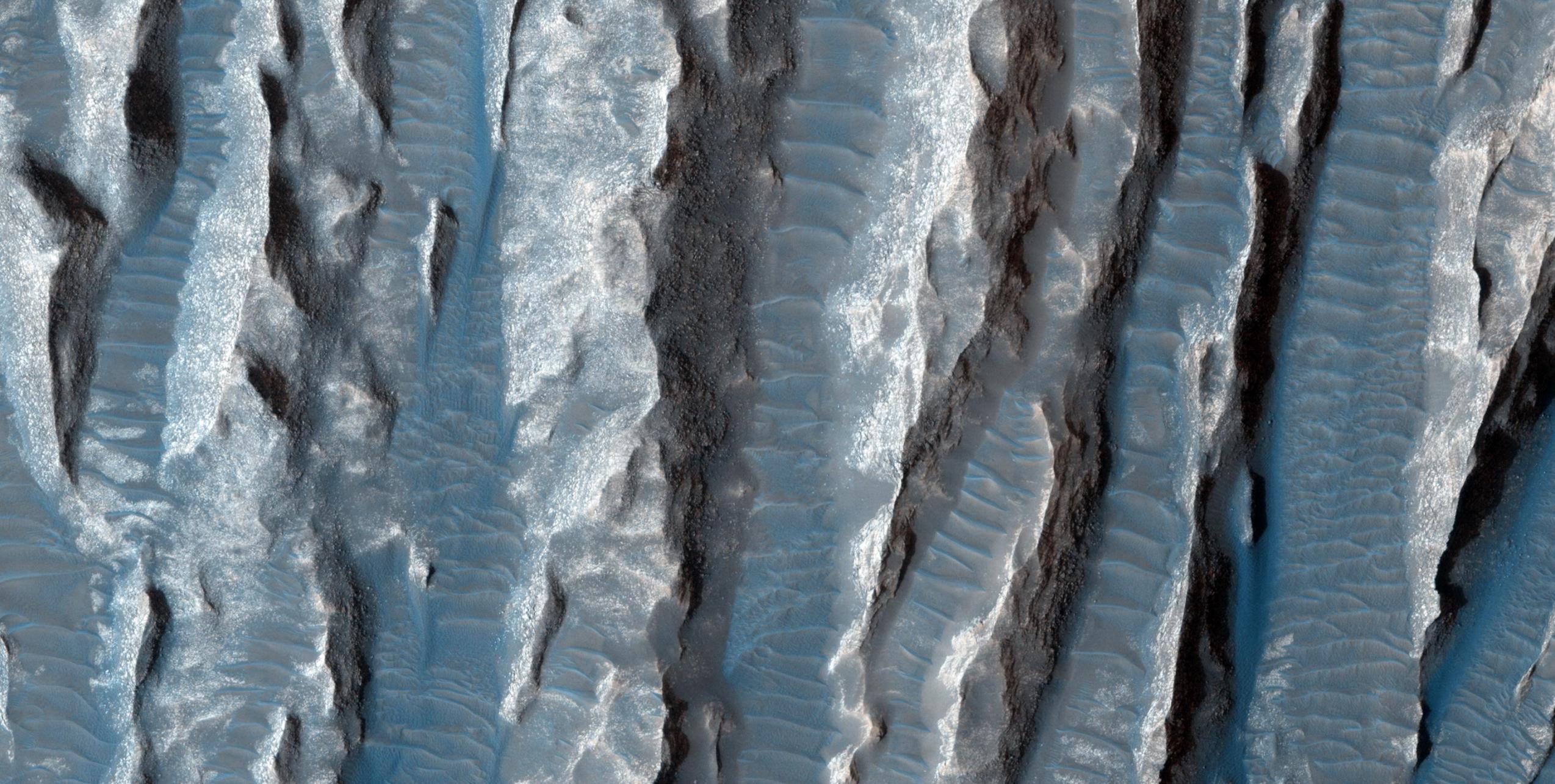
精神號拍攝
NASA



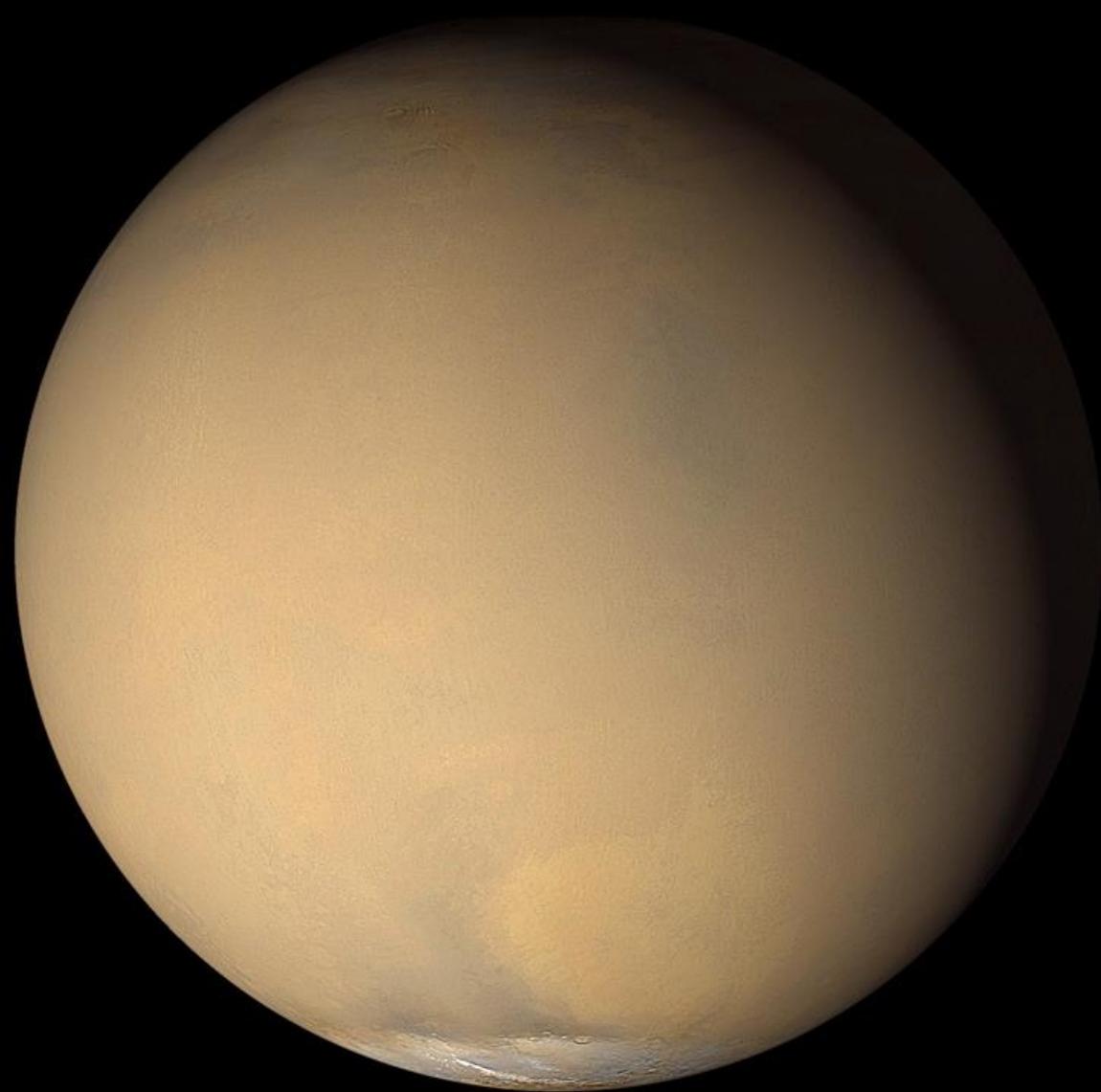
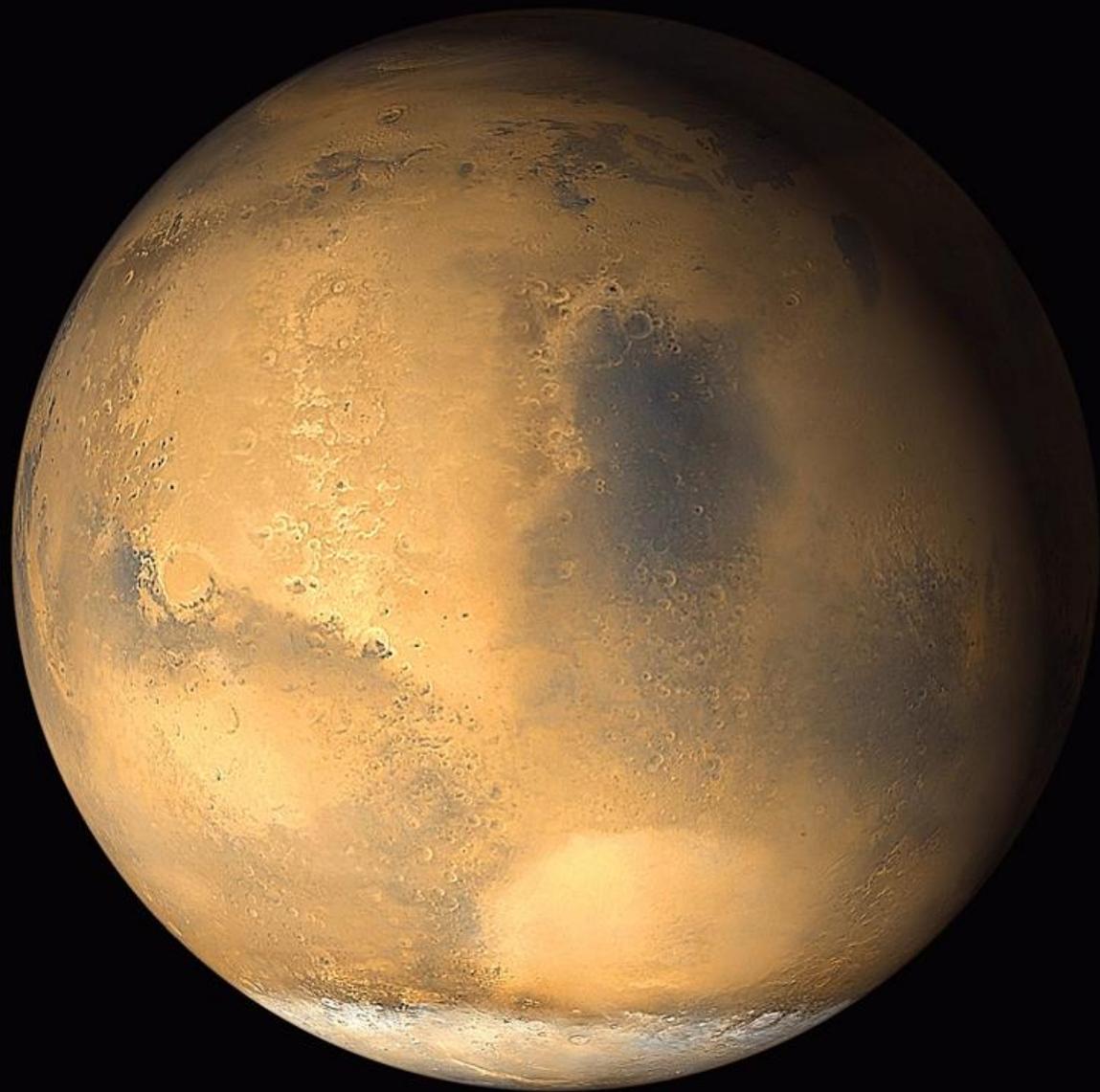
火星地貌大觀

接近真實顏色的火星地表。機會號拍攝NASA





火星軌道衛星所拍攝的沙丘 位於水手號峽谷。圖為假色影像NASA

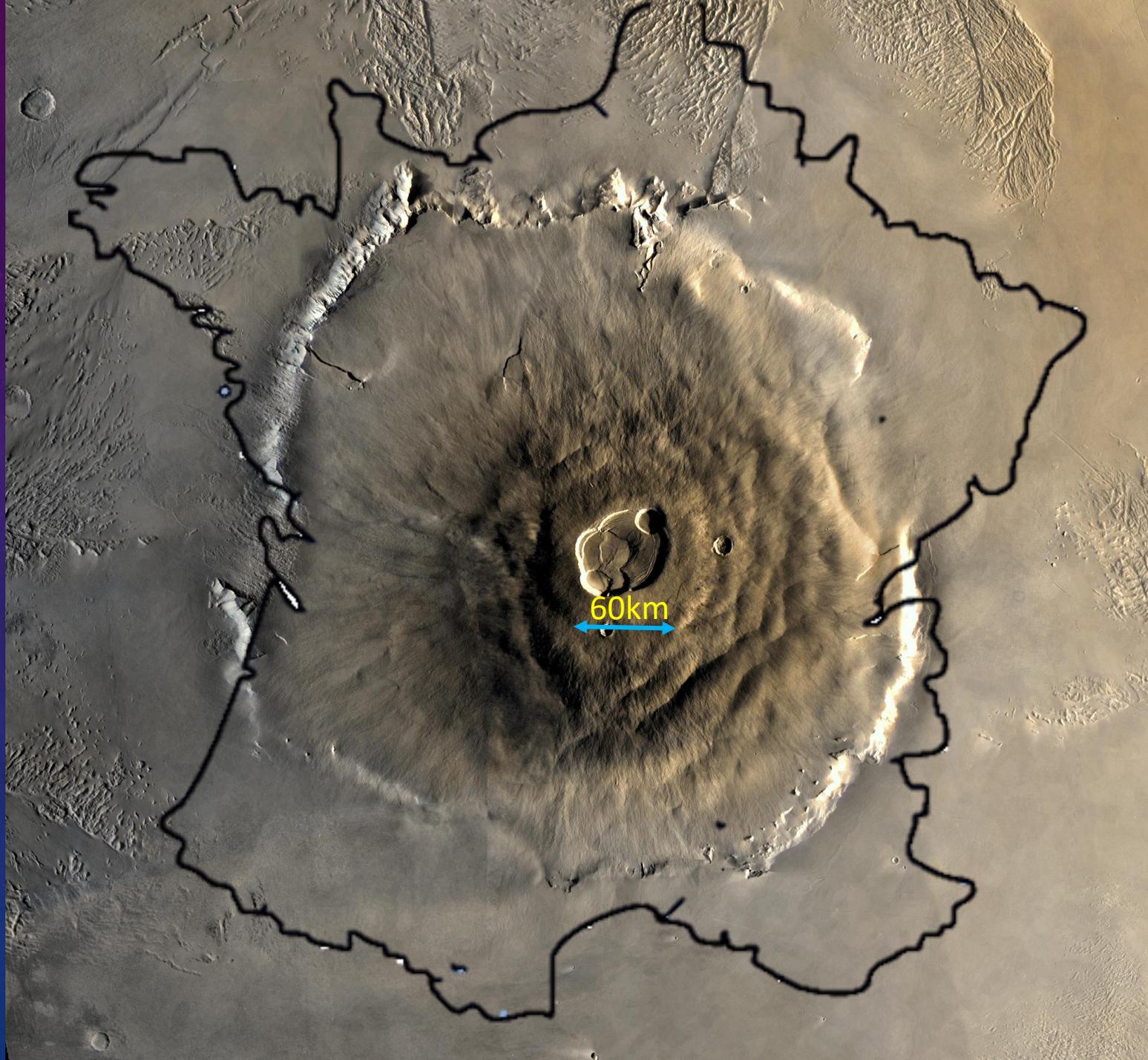


NASA火星全球勘察者號(MGS)於2001年所拍攝火星發生全球性塵暴前後一個月間的影像

火星地貌大觀

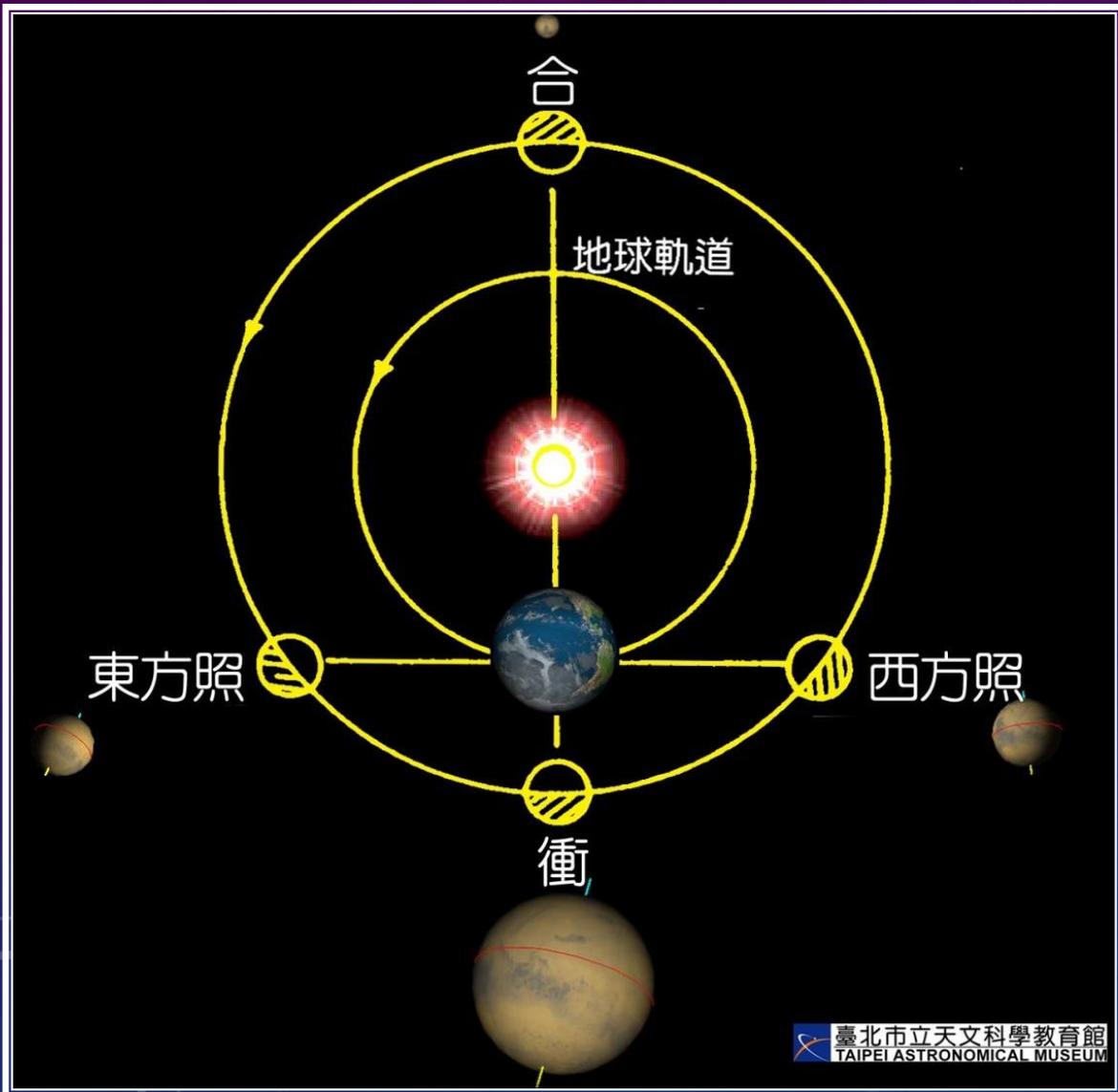
奧林帕斯火山

寬610 km 高21 km

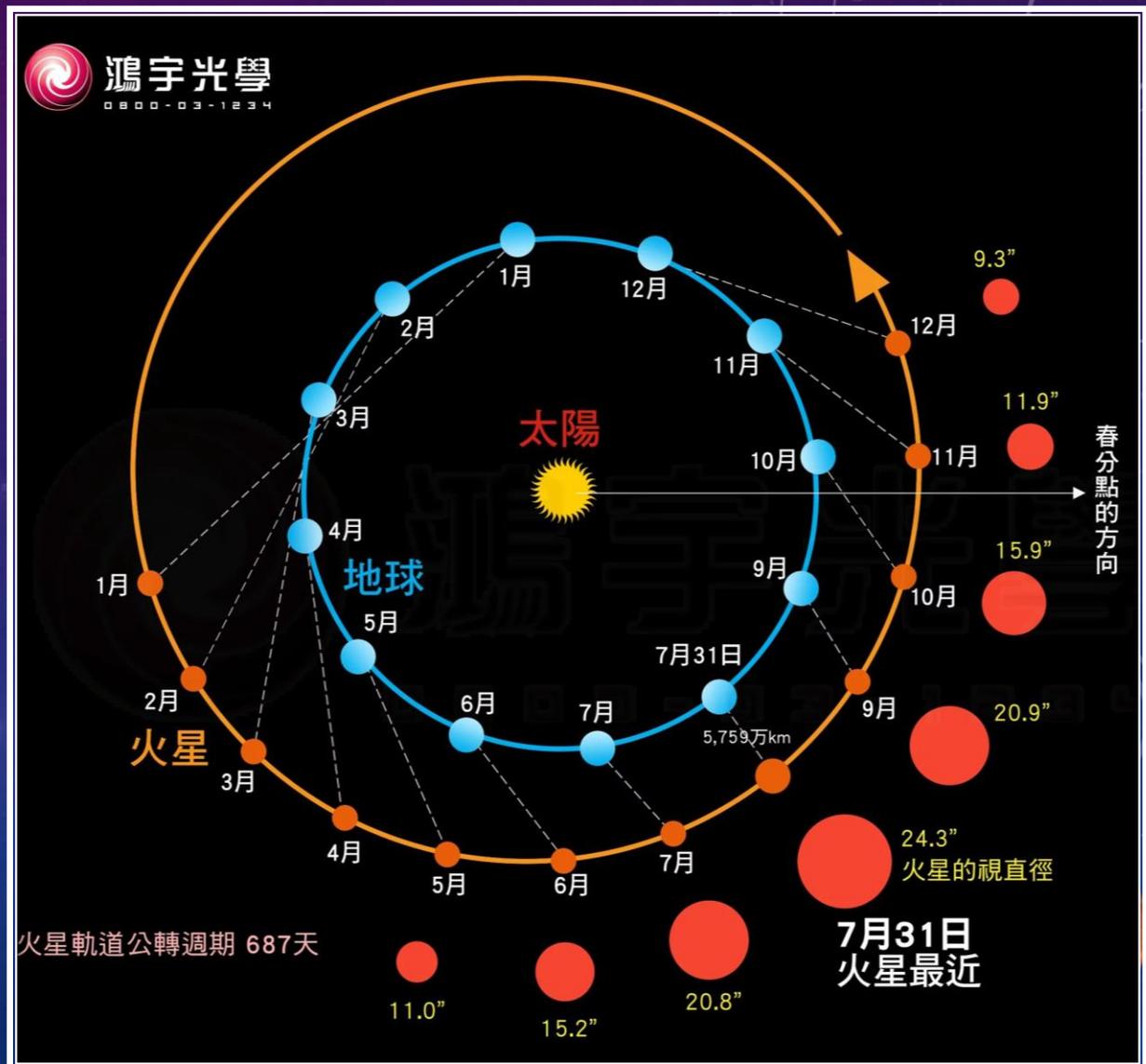


火星運動與觀測

火星衝與大接近



臺北市立天文科學教育館
TAIPEI ASTRONOMICAL MUSEUM



火星軌道公轉週期 687天

7月31日
火星最近

24.3''
火星的視直徑



Mars in 2018

Apparent brightness increases as Mars gets closer to Earth



May

apparent
magnitude
-0.5



July 31 (closest to Earth)

apparent
magnitude
-2.7 (much brighter)

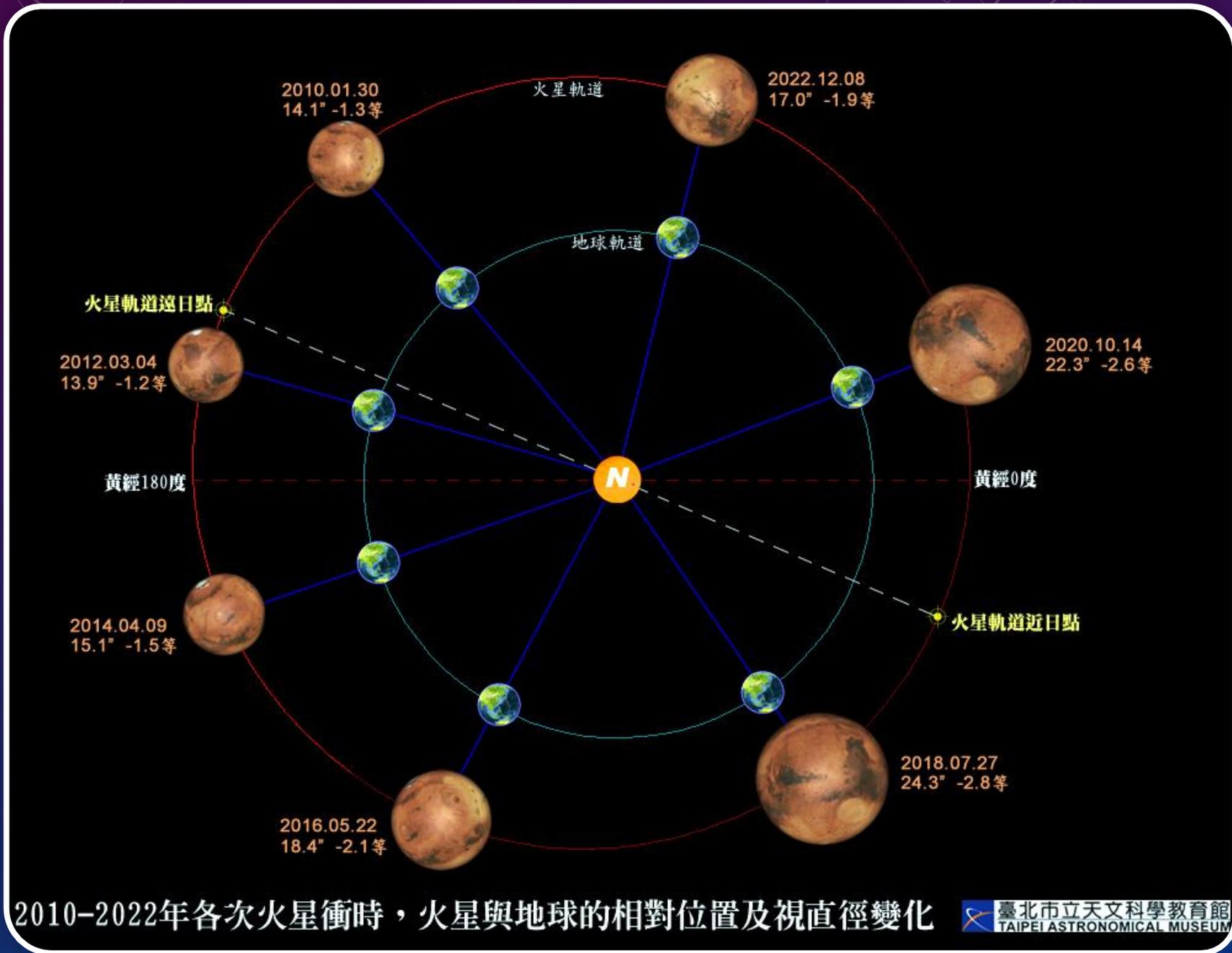
2018年火星大接近
大約為5759萬公里

圖片
NASA



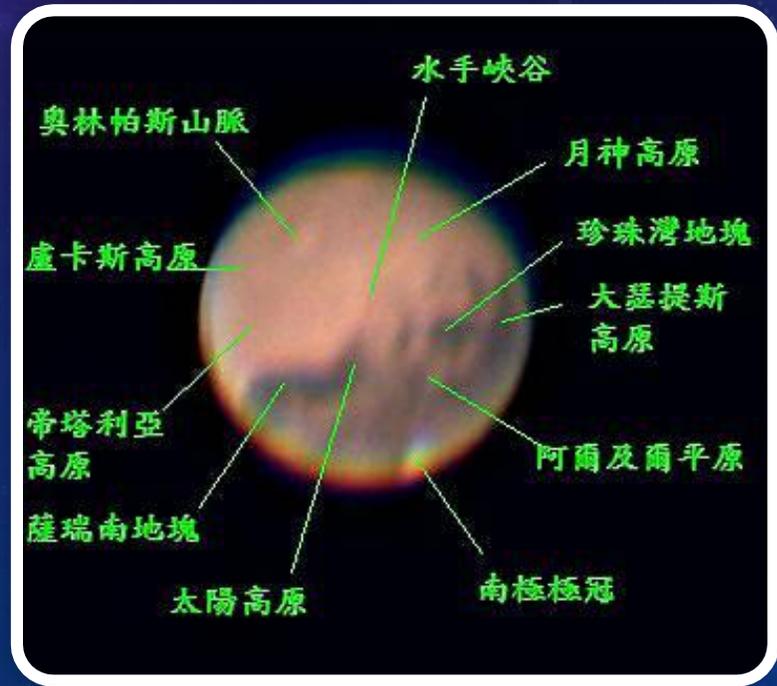
火星運動與觀測

火星衝 的視直徑大小



火星運動與觀測

火星觀測與攝影



左、右上2020.10.03 新竹 右下趙偉光攝影製作
天文大紅+加倍鏡+ZWO290行星相機



火星運動與觀測

火星的逆行

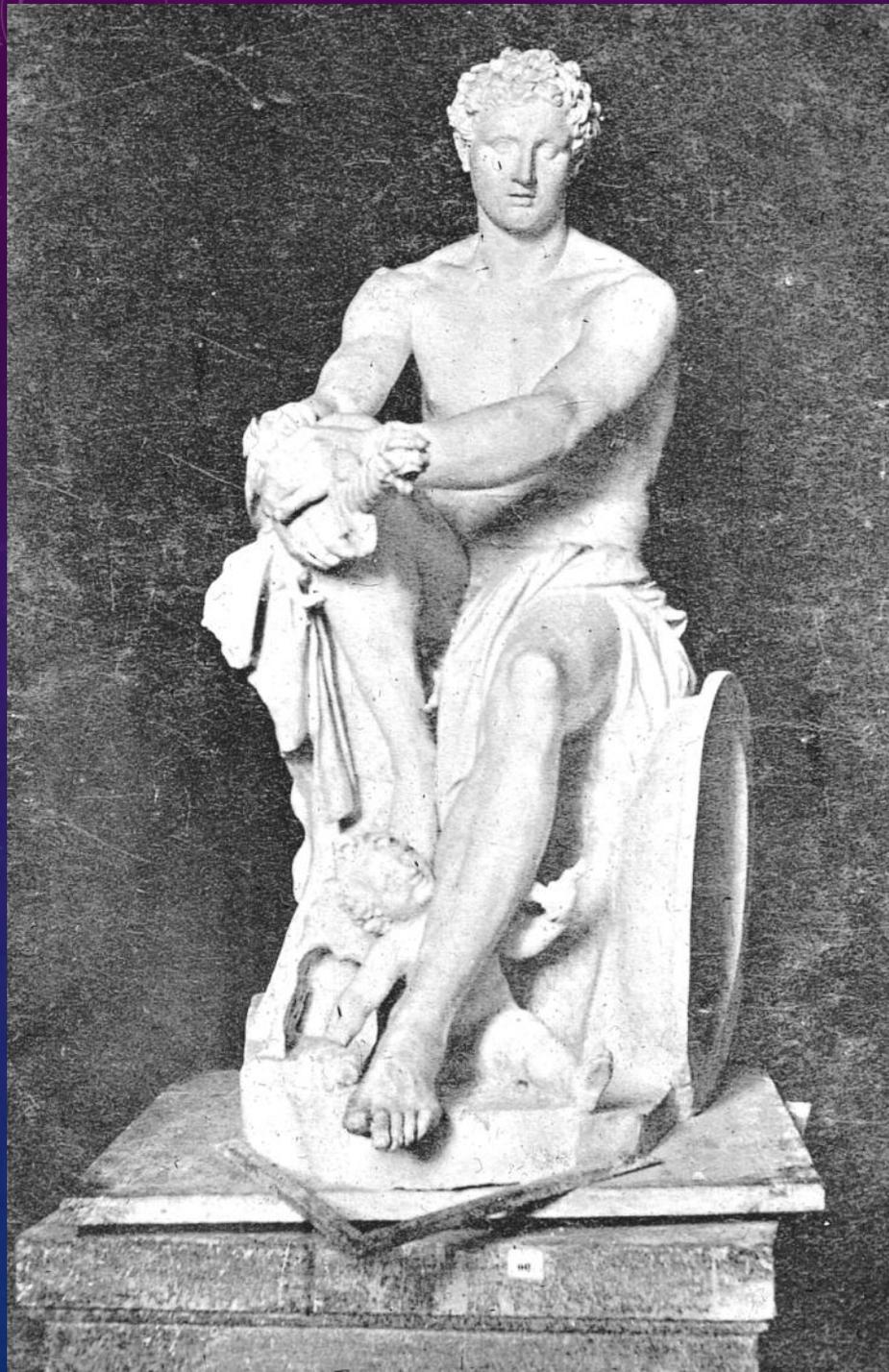


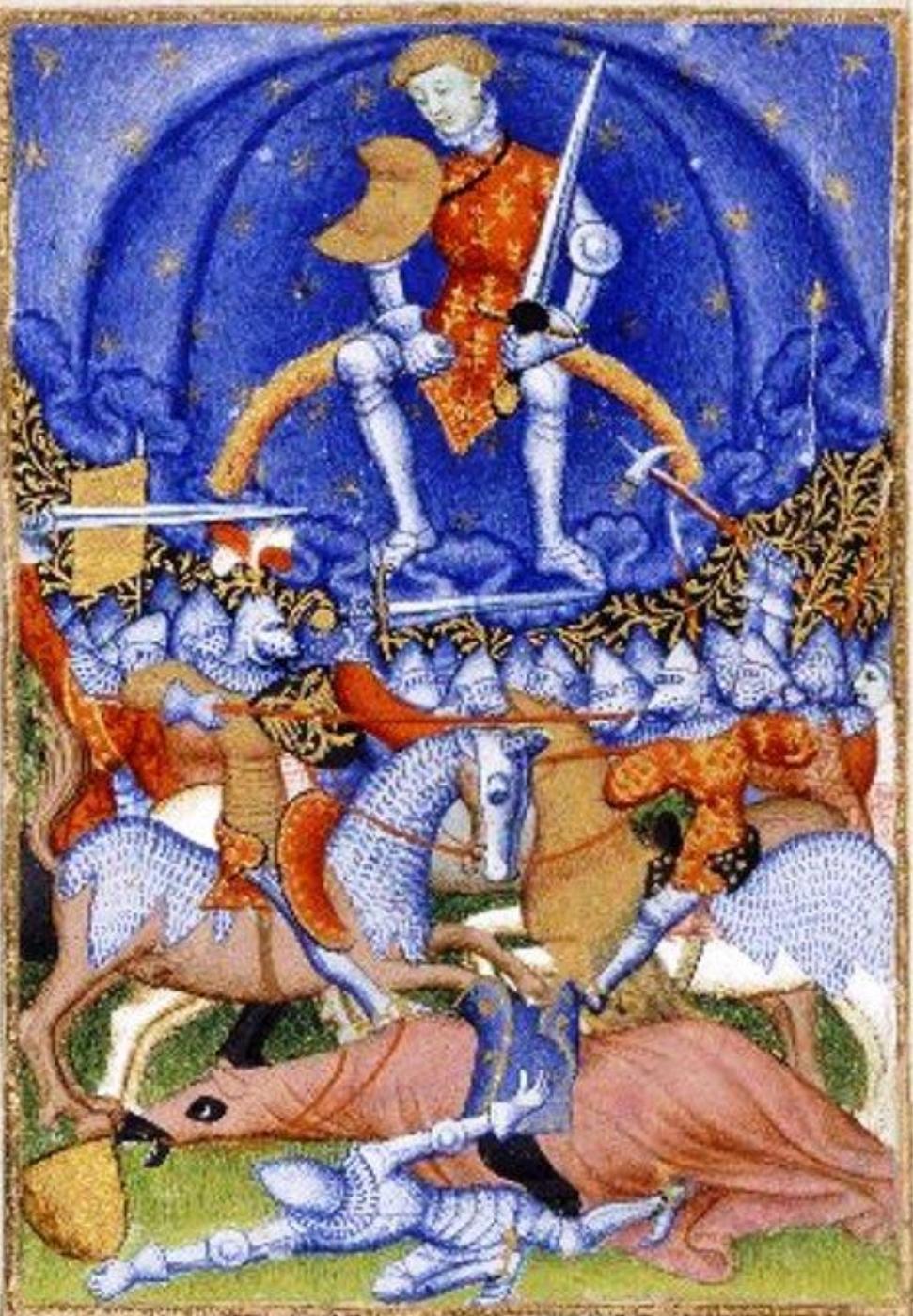
火星與傳說

戰神 Mars

Ares(阿瑞斯) 左
為希臘時代的戰神造型

Mars(瑪爾斯) 右
1世紀羅馬馬爾斯雕塑





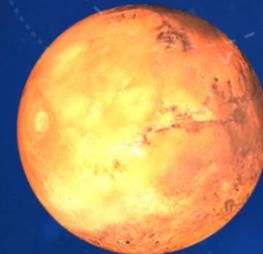
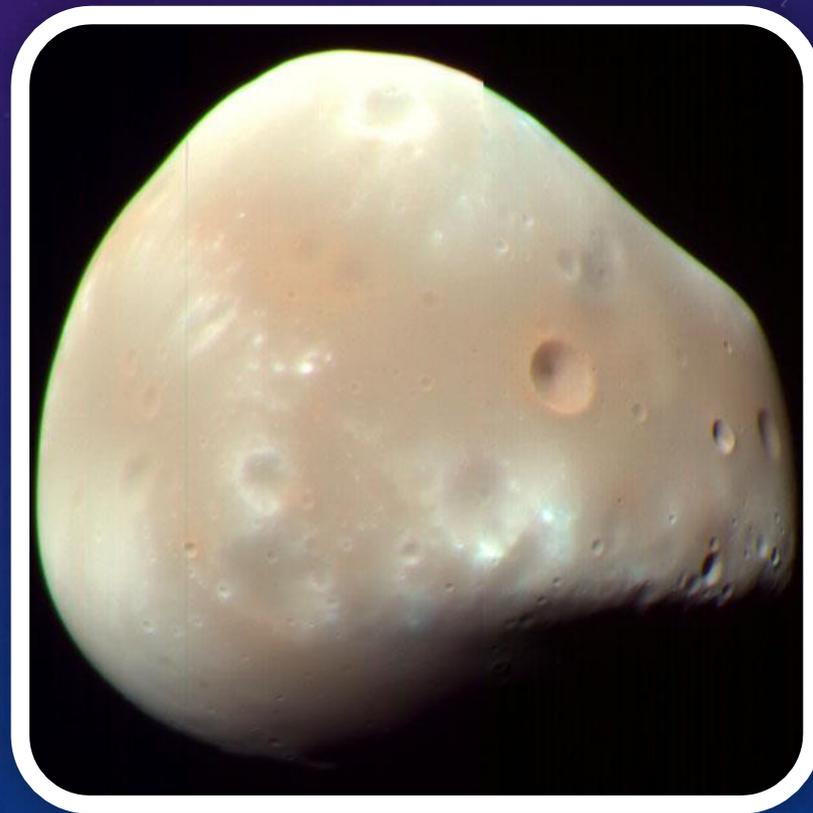
左-中世紀作品 右-龐貝城中美神與戰神壁畫

火星與傳說

戰神 Mars 的兒子



火衛一 Phobos (敗逃) 最長處 27km
火衛二 Deimos (恐懼) 最長處 15km



火星與傳說

熒熒如火，令人困惑的火星—熒惑

唐·李淳風，《乙巳占》：

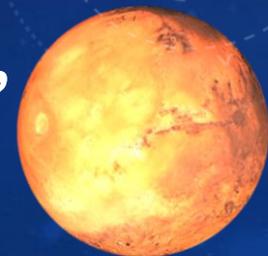
熒惑，火星也。火性炎上，而為禮察觀政焉。

人君視正，明察教令，決斷清審，則分別賢愚，敬禮明哲，以應天心，則熒惑明而小，光而不怒，炎暑之氣長養萬物，百殃息矣。

人君若佚豫驕怠，獄訟不止，賢人在野，小人在位，視聽不明，賢愚莫辨，則熒惑大而明，怒而芒角，以告罰焉，則災旱疾疫，非時失宜，反罰俱作矣。

是故熒惑所在，伺察人君國分主者得失，以罰之也。

其示罰，則災旱凶禍並至，怒動芒角，為大兵起，盜賊不止，國將死亡。



火星與傳說

星占學上最凶的天象~熒惑守心之謎



火星與傳說

宋景公37年 480 B.C.



右圖為唐代《開元占經·卷31》的紀錄

天下民饑 郝萌曰熒惑與心鬪天下暴喪期三年
 洛書曰熒惑守心成鈞已不言王命凶 春秋緯曰熒
 惑守心海內哭 案班固天文志曰漢高帝十二年春熒惑守心四月宮車晏駕幸昭曰凡初崩為晏
 駕者臣子之心猶謂宮車當駕而出也 宋書天文志曰
 晉武帝太康八年三月熒惑守心永熙元年四月乙酉
 武帝薨光熙元年九月丁未 石氏曰熒惑守心大人
 熒惑守心十一月惠帝崩

易政主去其宮 案史記曰宋景公時熒惑守心子韋曰禍當君雖然可移於宰相公曰相吾之
 股肱所與治國家曰可移於民公曰民死寡人將誰為
 君子韋曰可移於歲饑公曰歲饑民困民誰以我為君
 子韋曰天居高而聽卑君有至德之言天必三賞君熒
 惑果徙三舍行七星星當一年君壽延二十一年

《史記·秦始皇本紀》

三十六年，熒惑守心。有墜星下東郡，至地為石，黔首或刻其石曰「始皇帝死而地分」。始皇聞之，遣御史逐問，莫服，盡取石旁居人誅之，因燔銷其石。



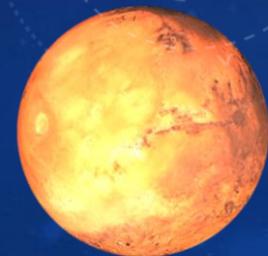
火星與傳說

熒惑守心3-漢高祖12年 195 B.C.



班固《漢書·天文志第六》

高祖十二年春，熒惑守心。
四月，宮車晏駕。



熒惑守心4-漢成帝綏和2年 7 B.C.



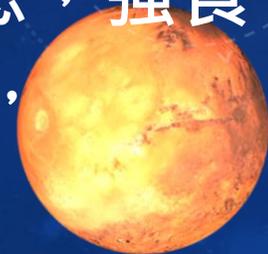
※ 《漢書·天文志第六》

二年春，熒惑守心。二月乙丑，丞相翟方進欲塞災異，自殺。三月丙戌，宮車晏駕。

※ 李尋：上無惻怛濟世之功，下無推讓避賢之效，今火守舍，欲當大位，難矣。

※ 貢麗：大臣宜當之。

※ 成帝：惟君登位於今十年，災害並臻，民被饑饉，加以疾疫溺死……朕既不明，隨奏許可。……朕既已改，君其自思，強食慎職。使尚書令賜君上尊酒十石，養牛一，君審處焉。

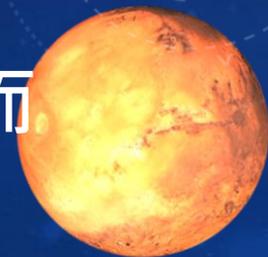


火星與傳說

干寶《搜神記》中的火星人

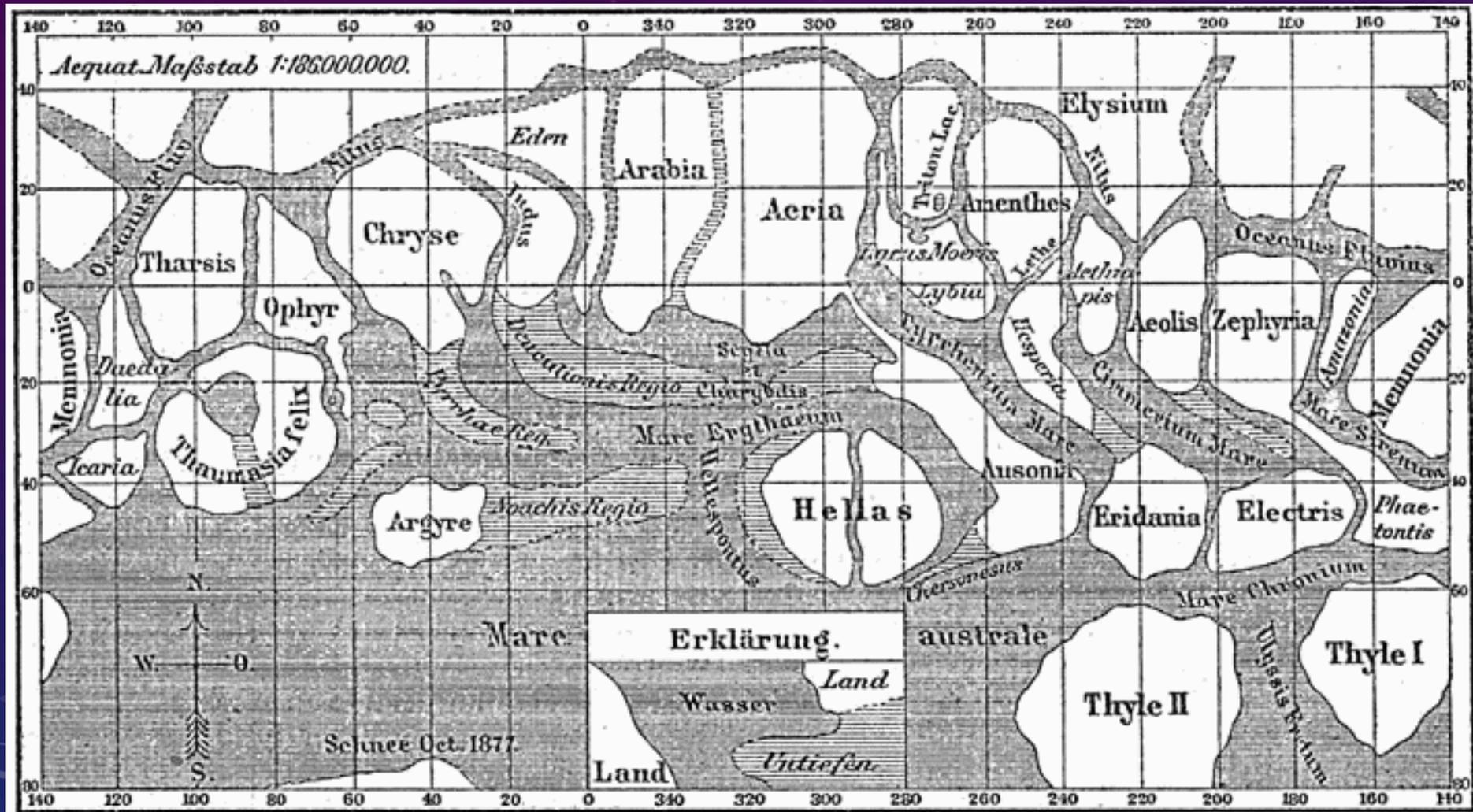
吳以草創之國，信不堅固，邊屯守將，皆質其妻子，名曰：「保質童子。」少年以類相與娛遊者，日有十數。

永安三年(260年)二月，有一異兒，長四尺餘，年可六七歲，衣青衣，忽來從群兒戲。諸兒莫之識也，皆問曰：「爾誰家小兒，今日忽來？」答曰：「見爾群戲樂，故來耳！」詳而視之，眼有光芒，爚爚外射。諸兒畏之重問其故。兒乃答曰：「爾恐我乎？我非人也，乃熒惑星也，將有以告爾。三公歸於司馬。」諸兒大驚，或走告大人，大人馳往觀之。兒曰：「舍爾去乎！」聳身而躍，即以化矣。仰而視之，若曳一疋練以登天。大人來者，猶及見焉。飄飄漸高，有頃而沒。時吳政峻急，莫敢宣也。後四年而蜀亡，六年而魏廢，二十一年而吳平：是歸於司馬也。



航向火星

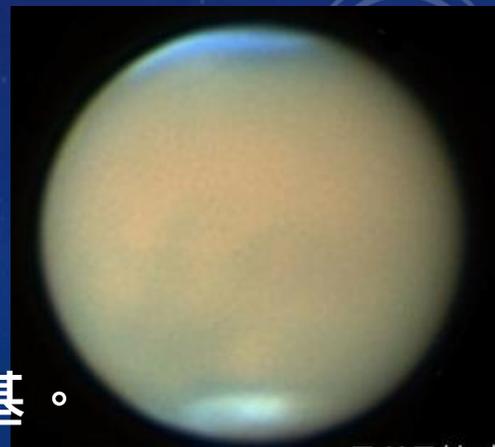
火星文明熱——一切都是翻譯惹的禍



Canali河道
(義大利)

Canals運河
(英文)

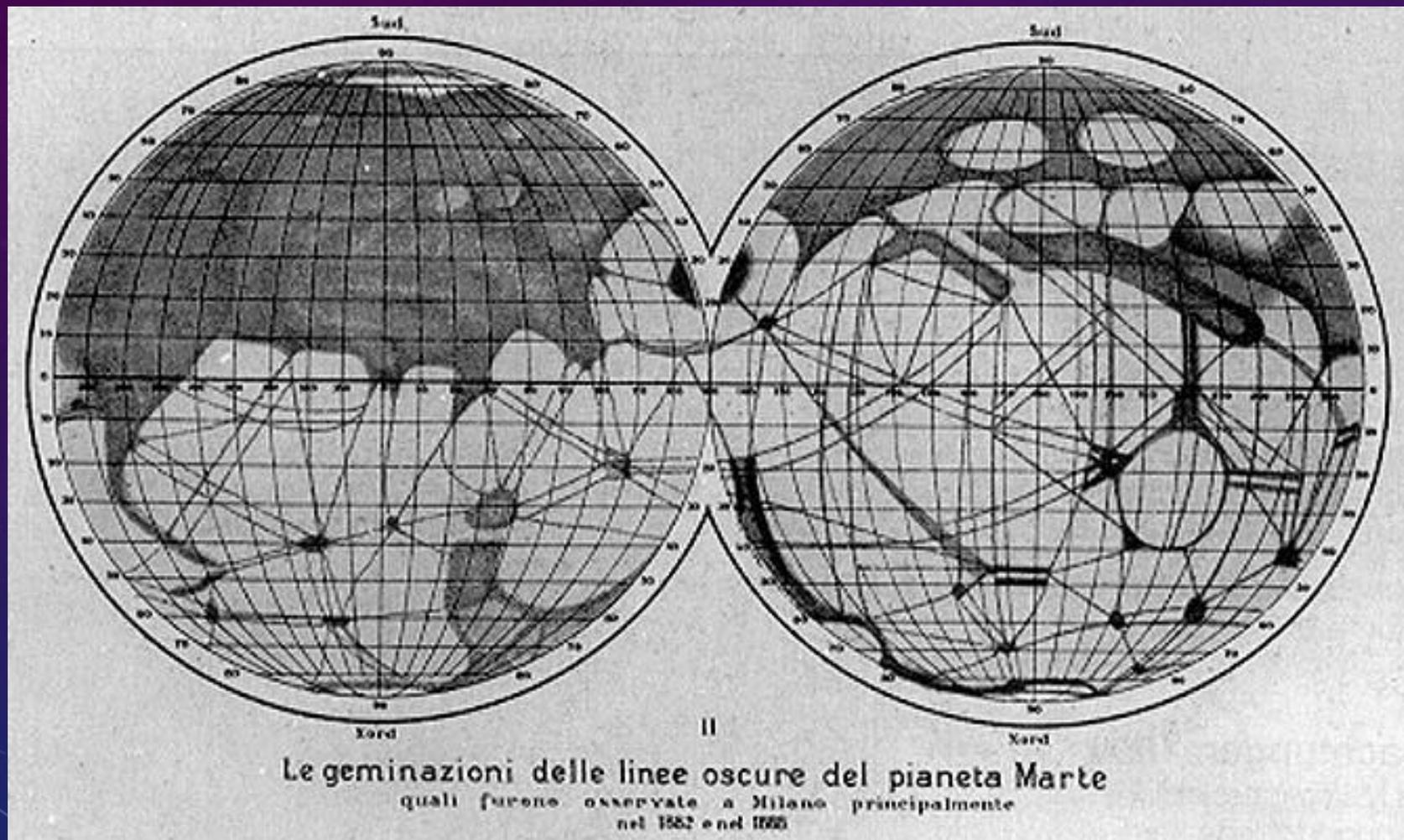
下圖-吳昆臻拍



1877年義大利天文學家喬范尼·夏帕雷利出版的火星地圖，引自維基。

航向火星

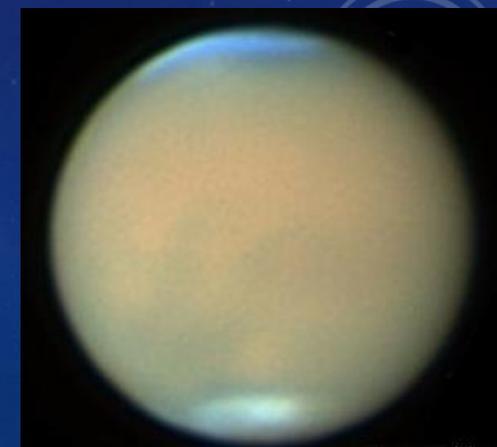
火星文明熱——一切都是翻譯惹的禍



Canali河道
(義大利)

Canals運河
(英文)

下圖-吳昆臻拍

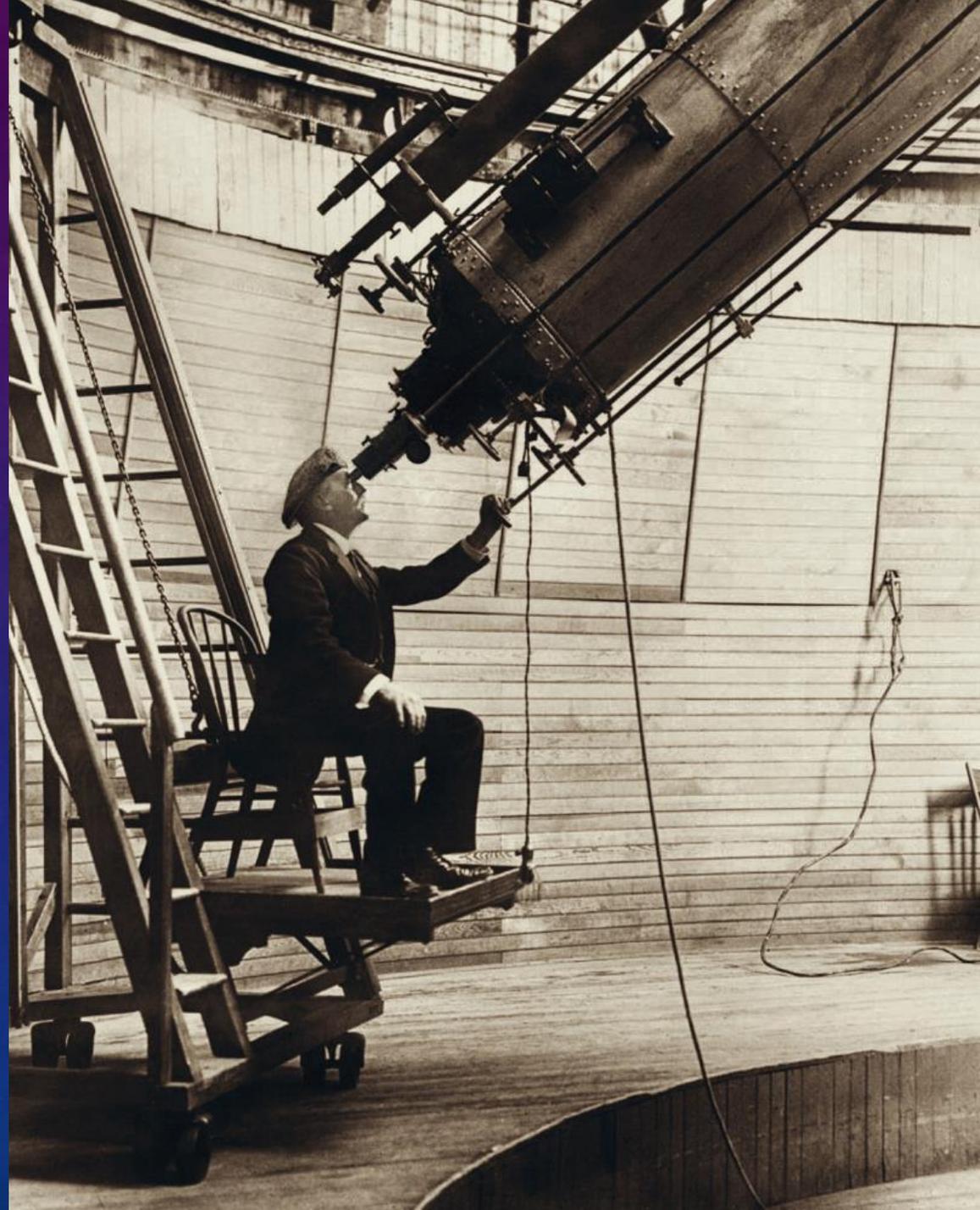
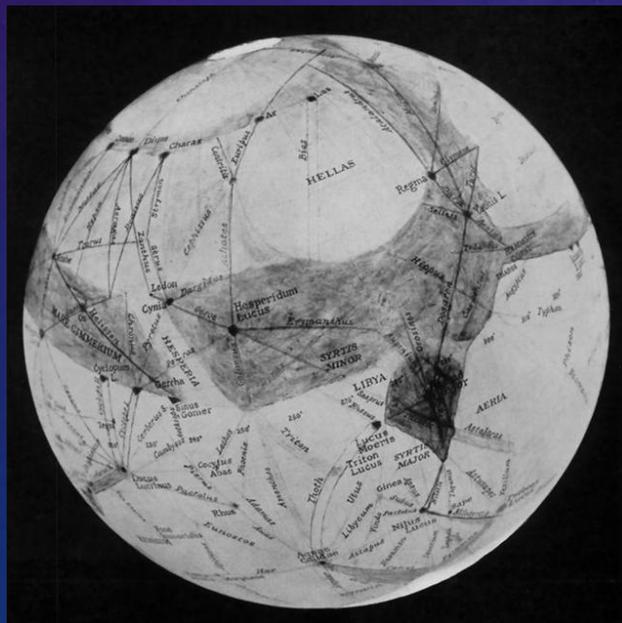


1877年義大利天文學家喬范尼·夏帕雷利出版的的火星圖。

航向火星

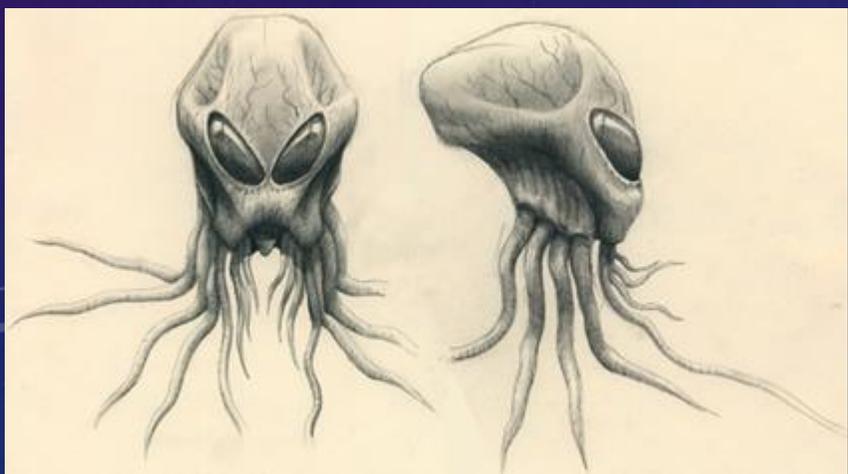
火星文明熱：羅威爾火星夢

羅威爾利用60公分的望遠鏡觀察火星，並繪製地圖。他也影響了冥王星發現。左下為2015年新視野號所攝冥王星影像。

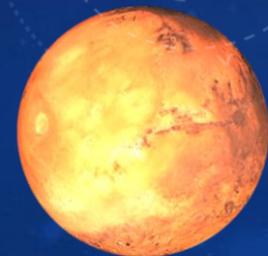


航向火星

火星文明熱—火星人入侵地球！



1898 《世界大戰》
1938年威爾斯以
新聞播報方式呈
現的《世界大戰》
電台廣播劇，讓
民眾誤以為真。



航向火星

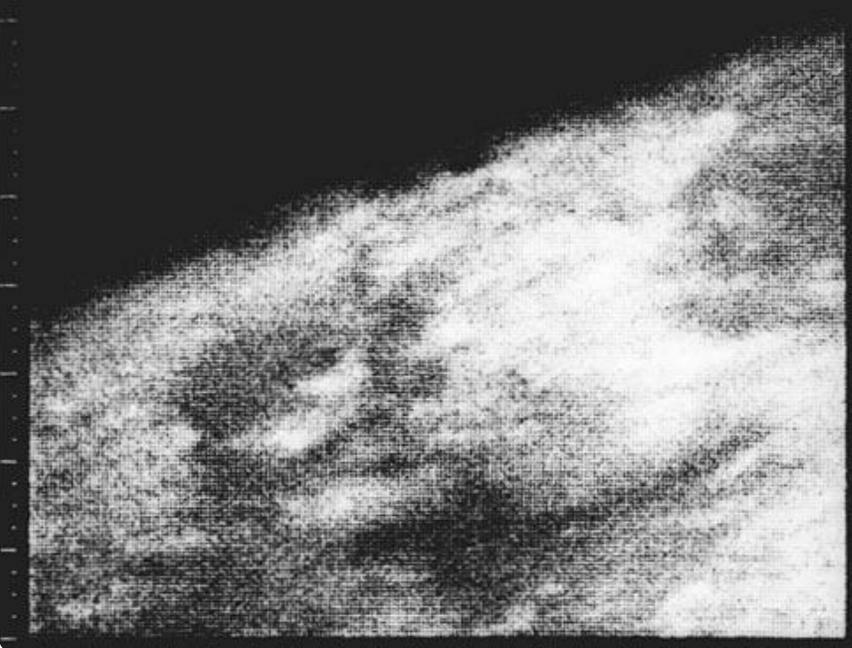
水手號計畫-1964起(3 4 6-9號)

水手4號總花費約為8230萬美元。整個水手號太空船系列(從水手1號至水手10號)的總研究、開發、發射及支援花費接近5億5400萬美元。



水手4號太空船

水手4號太空船所拍史上第一張火星近地照片



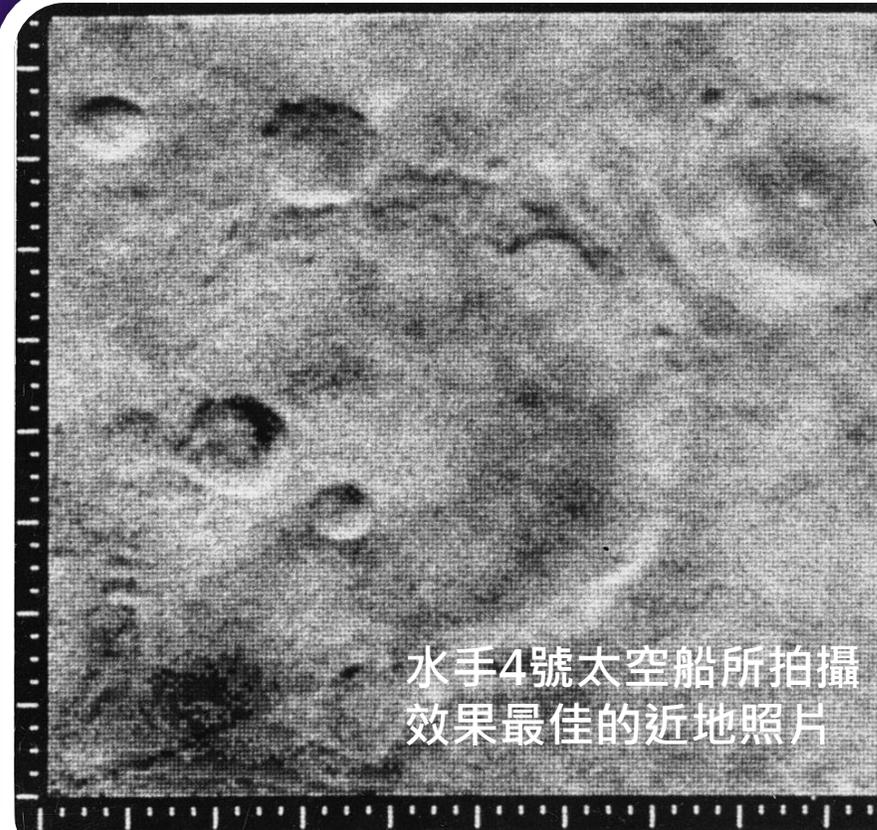
航向火星

水手號計畫-1964起(3 4 6-9號)

水手4號總花費約為8230萬美元。整個水手號太空船系列(從水手1號至水手10號)的總研究、開發、發射及支援花費接近5億5400萬美元。



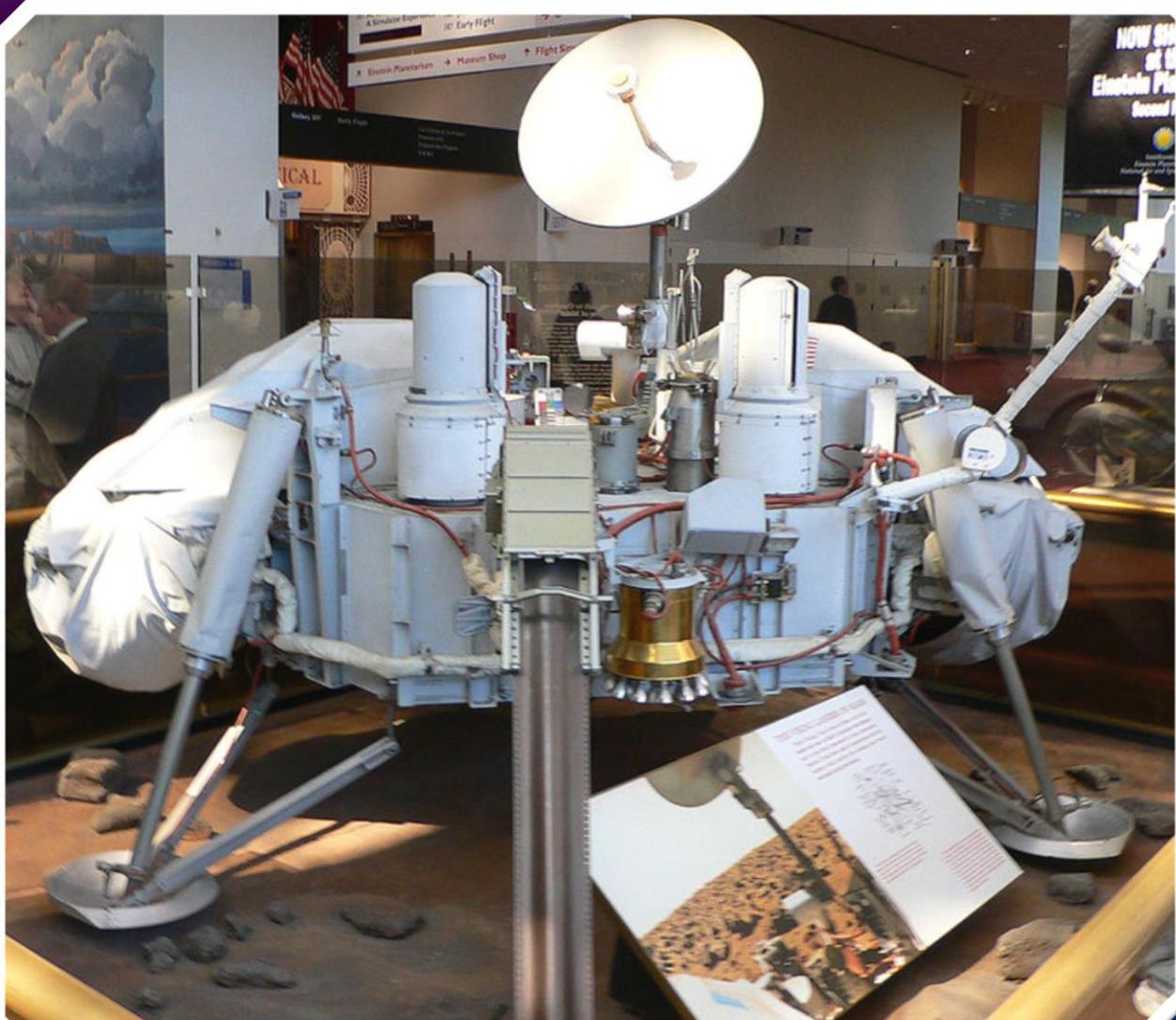
水手4號太空船



水手4號太空船所拍攝
效果最佳的近地照片

航向火星

維京號計畫-軌道器、著陸器 (1975)



維京1號與其所拍攝的火星地表



航向火星

維京號計畫-軌道器、著陸器(1975)



Viking 1拍塞東尼亞區照片(1976.7.25日公開)

火星偵察軌道器(2005)拍攝的高解析度火星人臉影像，和右下角維京號影像相比較



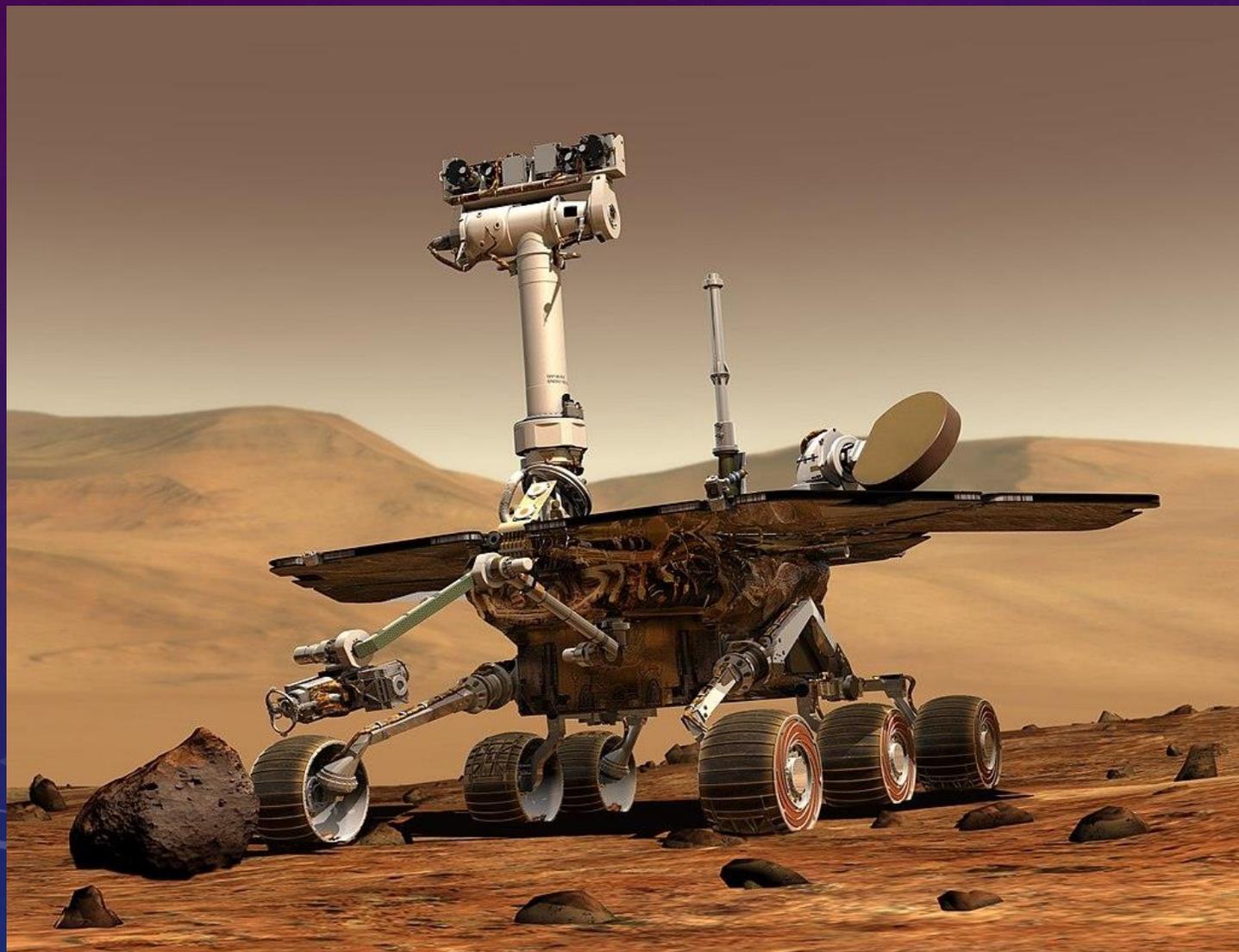
航向火星

拓荒者號 + 旅居者號探測車 (1996)

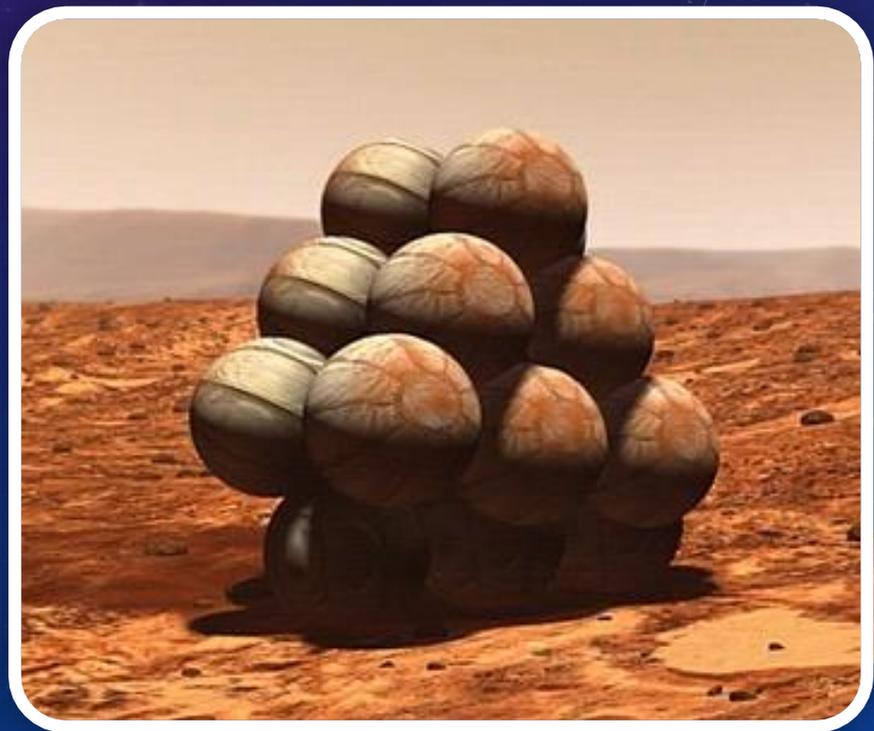


航向火星

精神號、機會號探測車 (2003-2018)

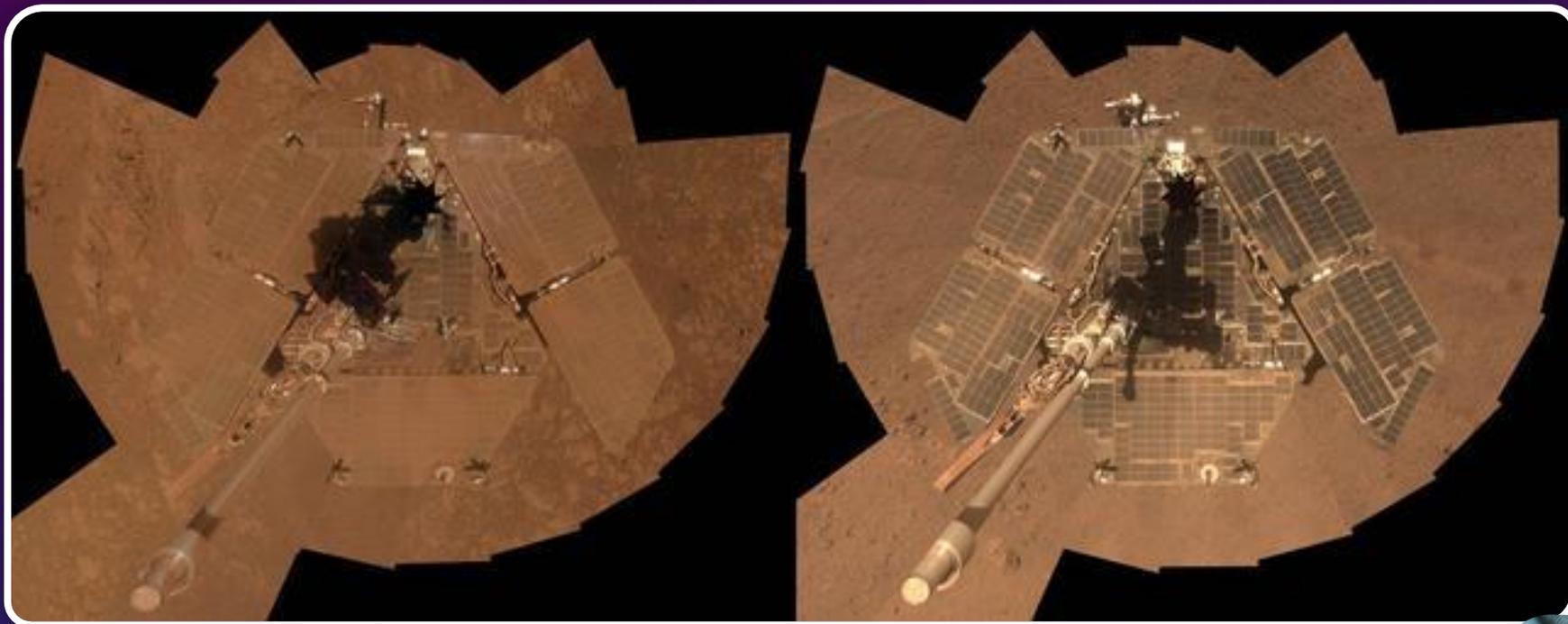


精神號的主要任務是探測火星上是否存在水和生命，並分析其物質成份，評估火星上的環境是否有益於生命。

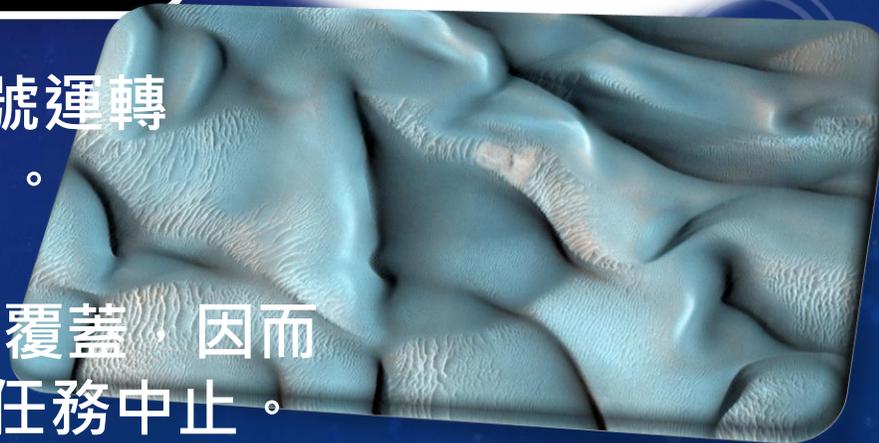


航向火星

精神號、機會號探測車 (2003-2018)



- * 探測車的速率約1cm/s，設計目標運轉3個月，但精神號運轉7.7公里。機會號更是成功運轉14年，行走距離45公里。
- * 成就：發現火星曾經存在液態水的證據。
- * 機會號在2018.6遇上火星沙塵暴(右上)，太陽能電池被覆蓋，因而在2019年宣告終止任務。精神號則是陷入沙地而宣告任務中止。



航向火星

鳳凰號火星探測器 (2008)



Sol 20

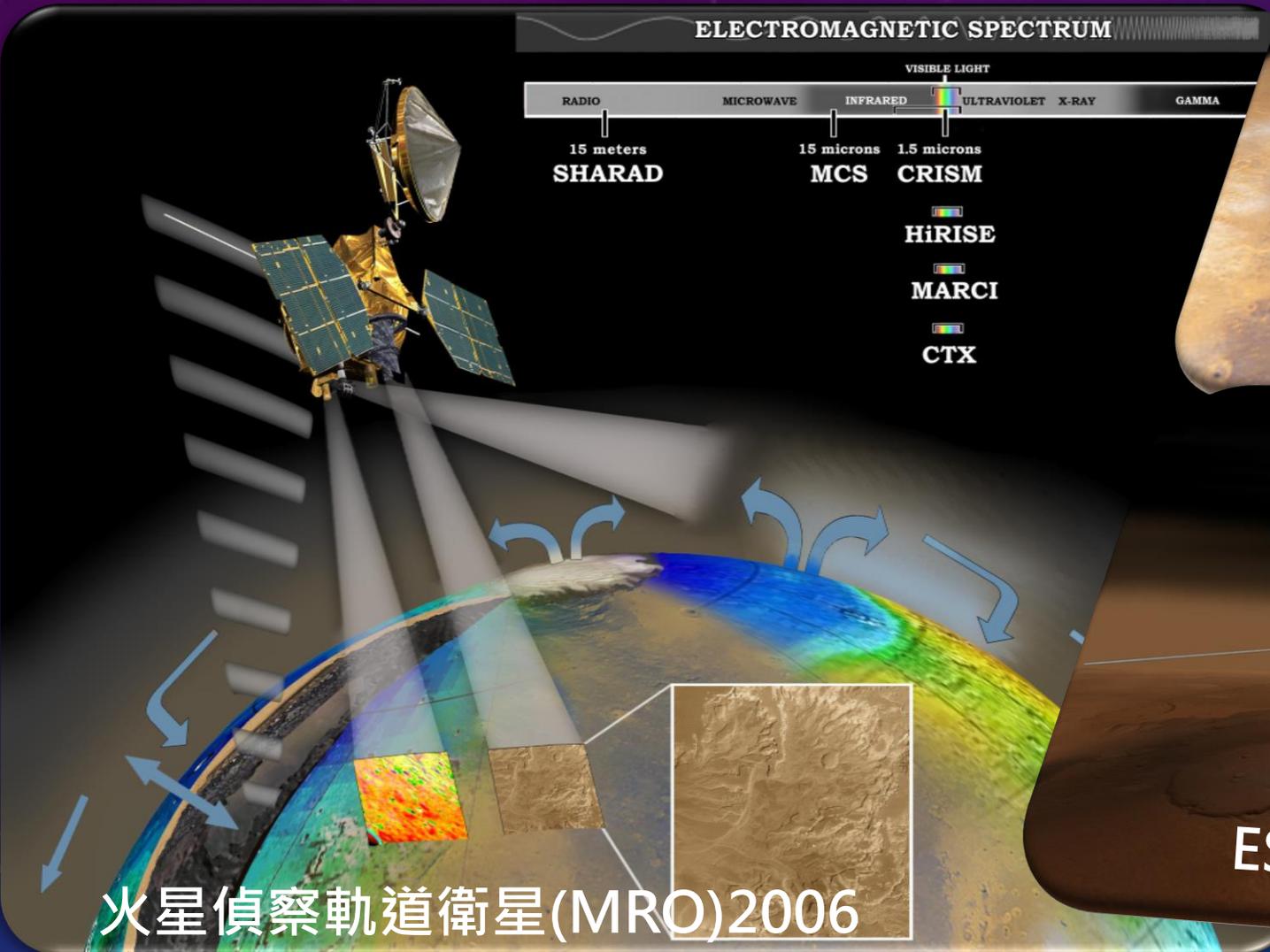


Sol 24



航向火星

火星軌道衛星計畫



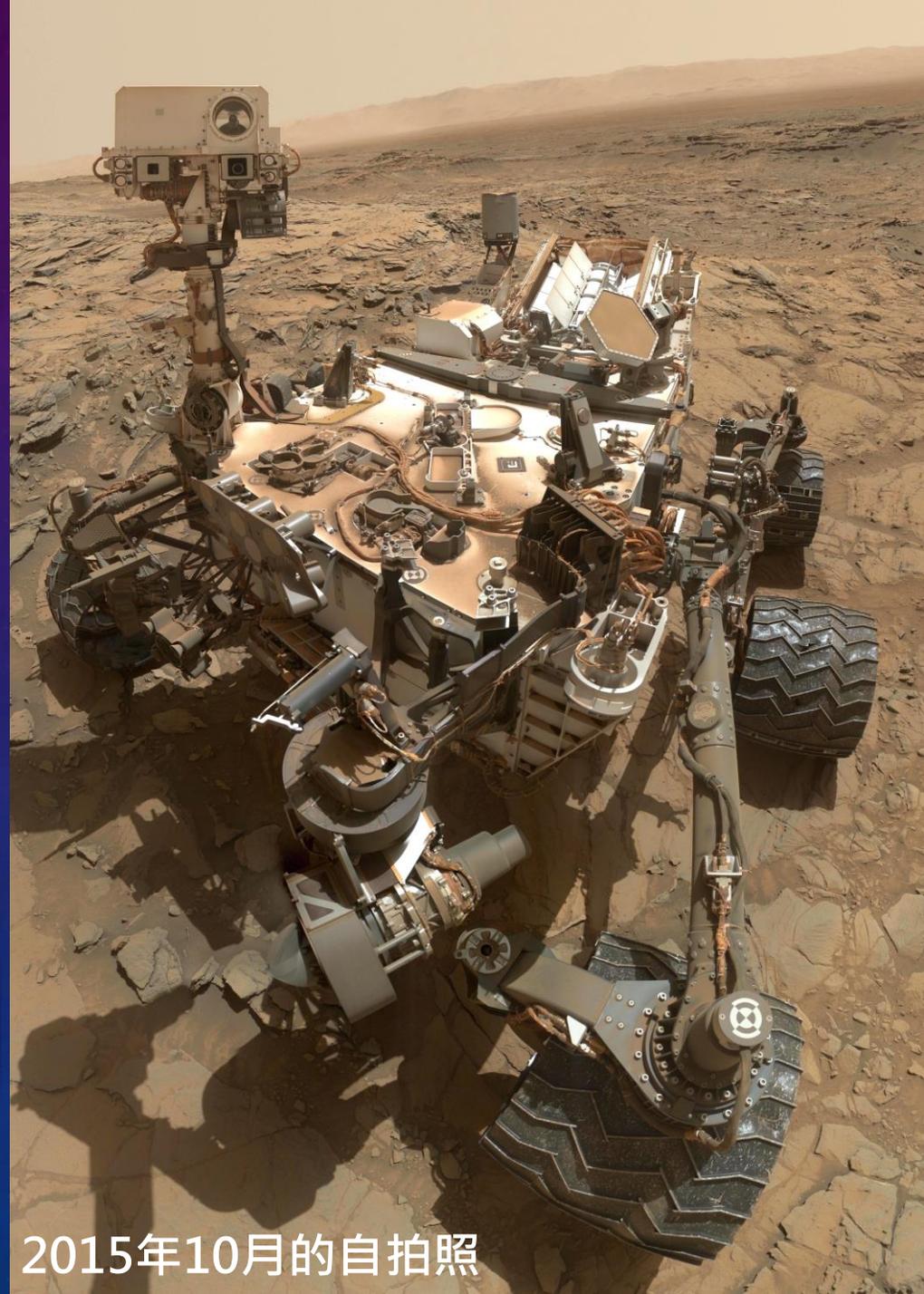
火星奧德賽號(MRO)2001

ESA火星快車號2003

航向火星

好奇號探測車 (2012) (Curiosity)

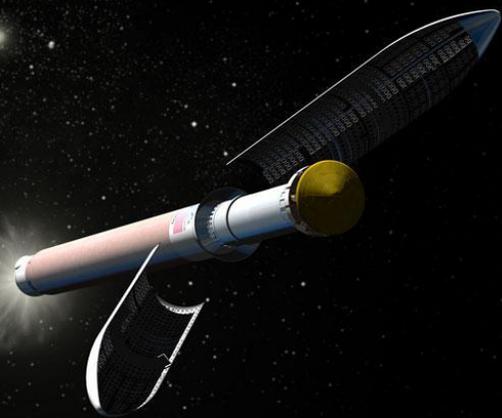
- * 探測器重達907公斤 NO1.
- * 總經費高達25億美元 NO1.
- * 首次使用空中起重機著陸系統
- * 使用放射性同位素熱電機(鈾)
- * 華裔女生馬天琪命名
- * 任務：2012.8.5~
分析火星的地形和礦物
探尋火星上的生命元素
測量飛航中受到的總輻射強度



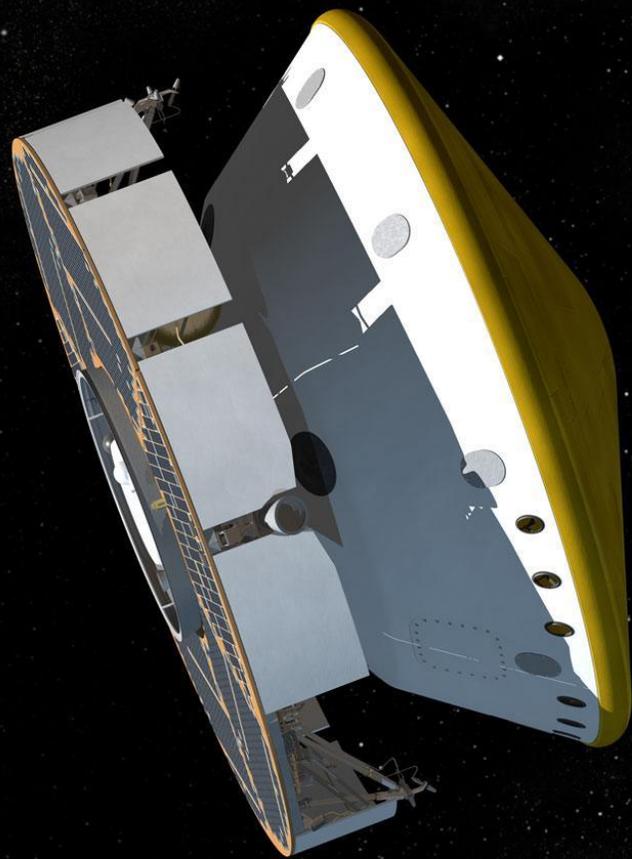
2015年10月的自拍照

航向火星

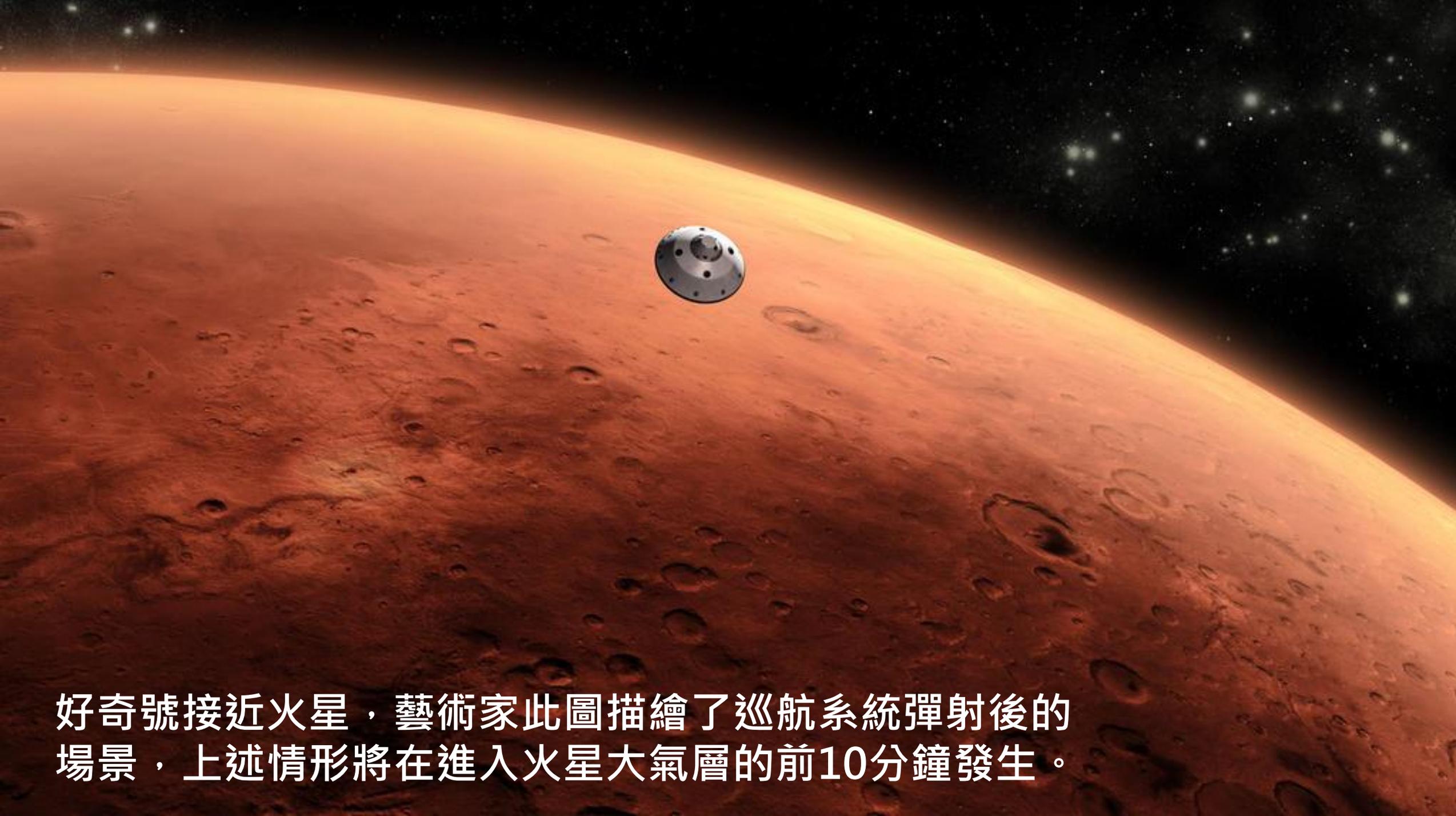
登陸火星的恐怖7分鐘



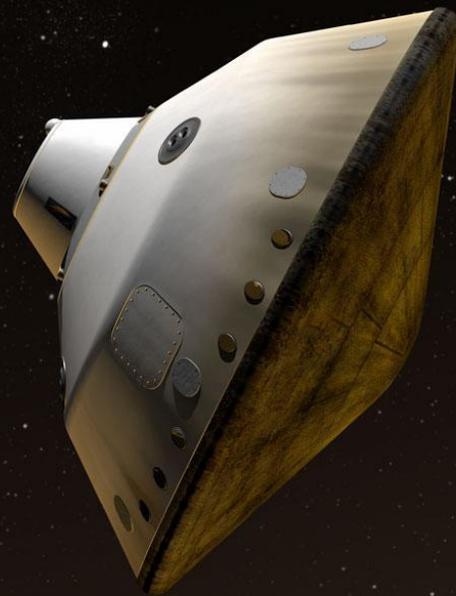
整個【進入、下降和著陸】需7分鐘，但是好奇號與火星相距2.4億公里，指揮訊號會延遲14分鐘。



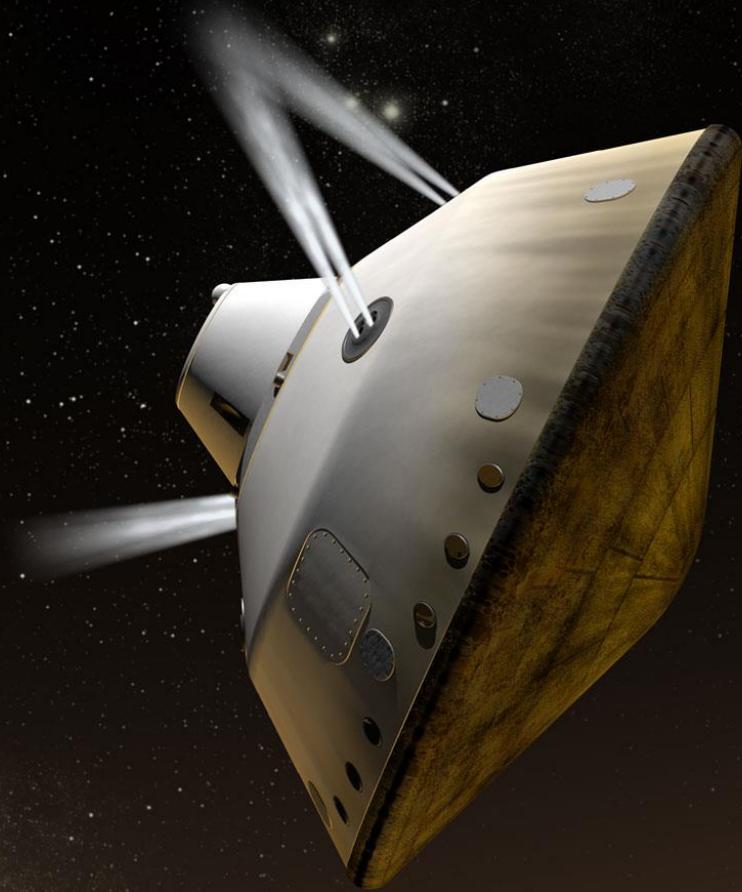
巡航系統與外殼即將分離，準備開始恐怖7分鐘的進入、下降和著陸



好奇號接近火星，藝術家此圖描繪了巡航系統彈射後的場景，上述情形將在進入火星大氣層的前10分鐘發生。

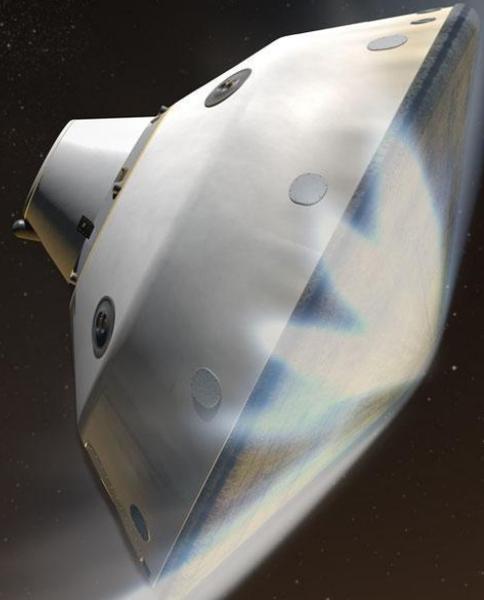


此時的高度約為1600km ，時速約為18360km

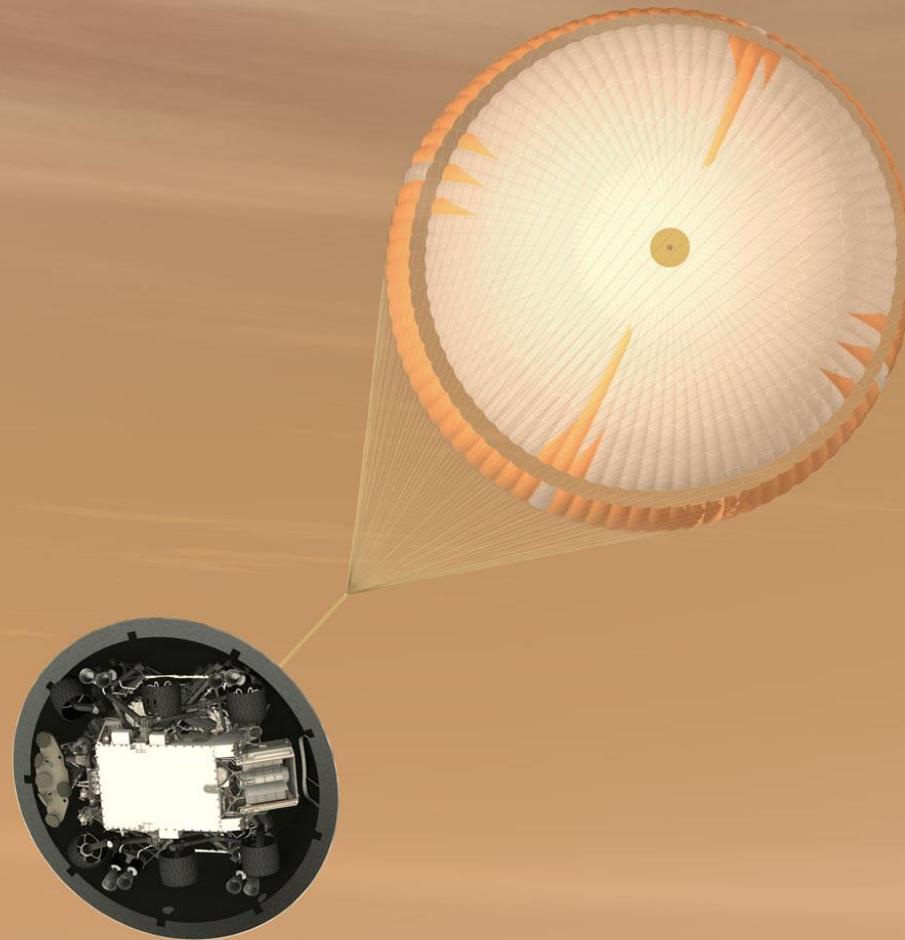


火星科學實驗室引導好奇號進入火星，高度由1600km持續下降至離地80km左右，速度受火星引力作用，加速至時速21000km

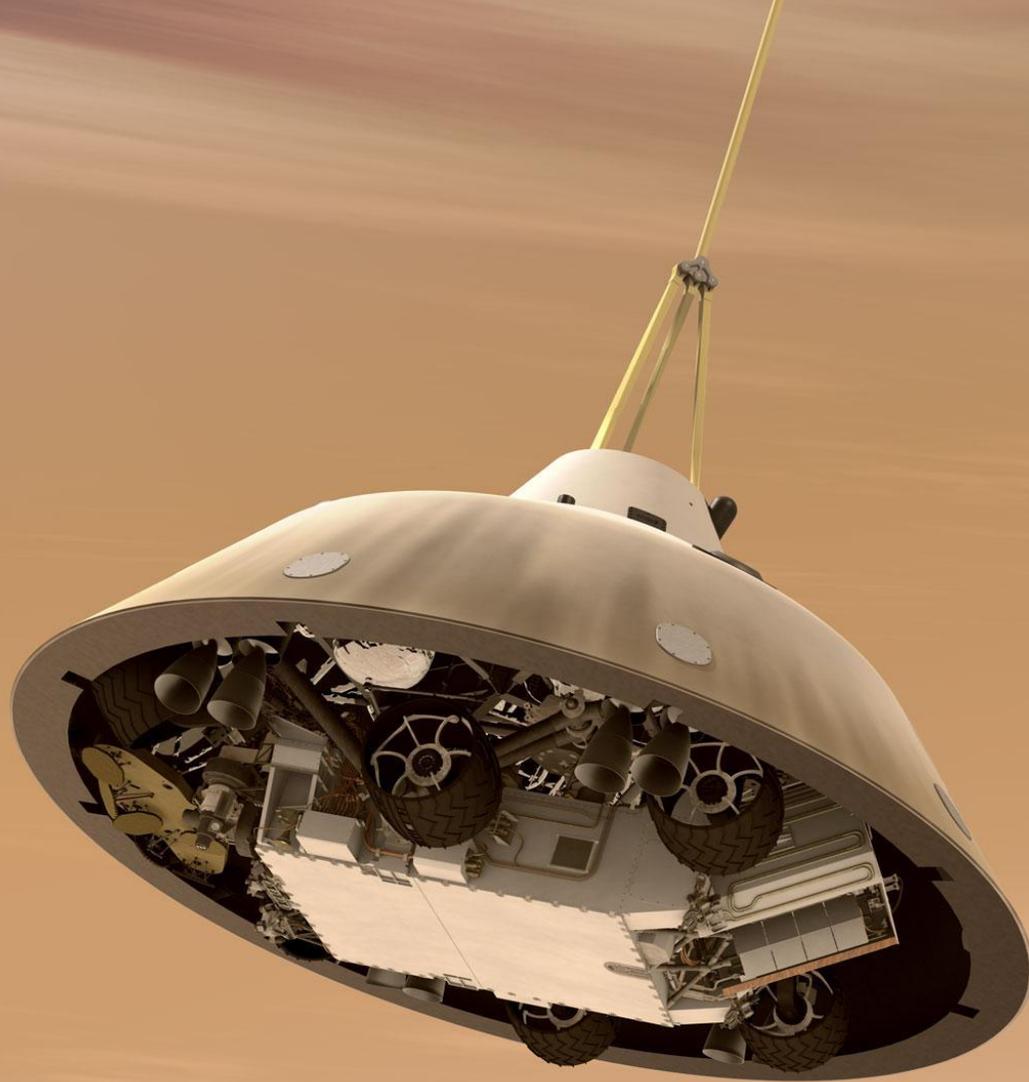
好奇號利用火星大氣層減速，隔熱盾在降落過程中，可將外面高達 2100°C 的高溫隔離。從 80-11km 的高度為止，都由隔熱盾產生的阻力來減速。



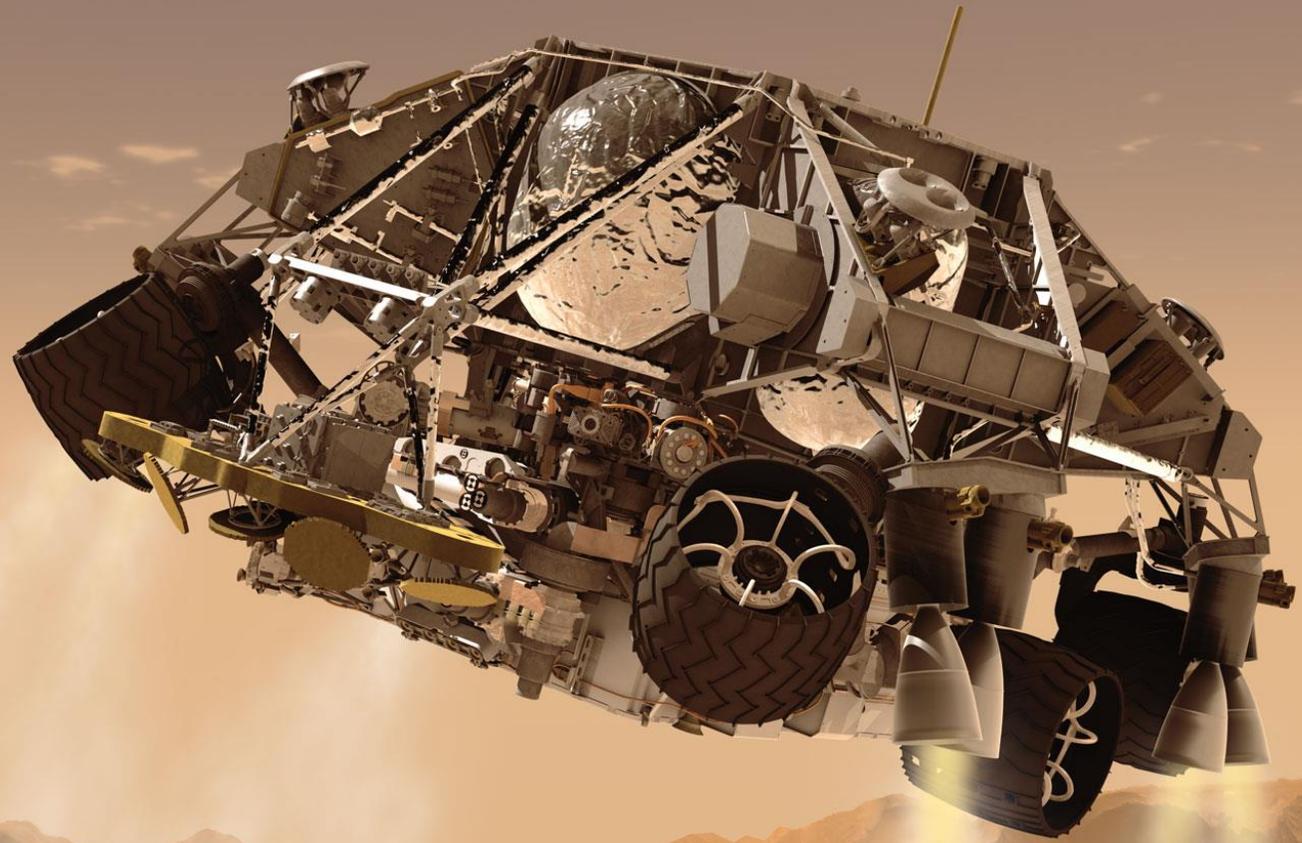




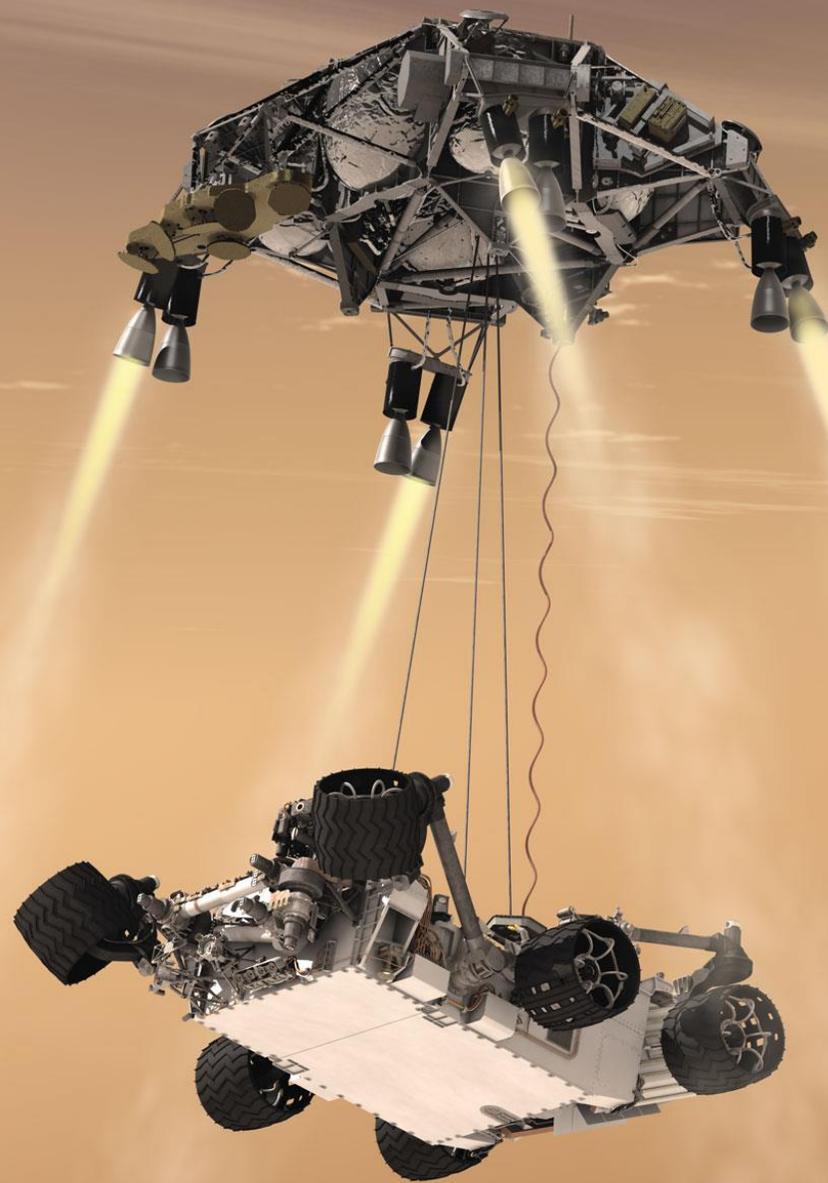
距離地面約11km，速度已驟降至2600km/h。此時，隔熱罩會被彈射拋棄，連接在飛行器外殼體頂部的超音速降落傘會自動開啟，接手減速工作。



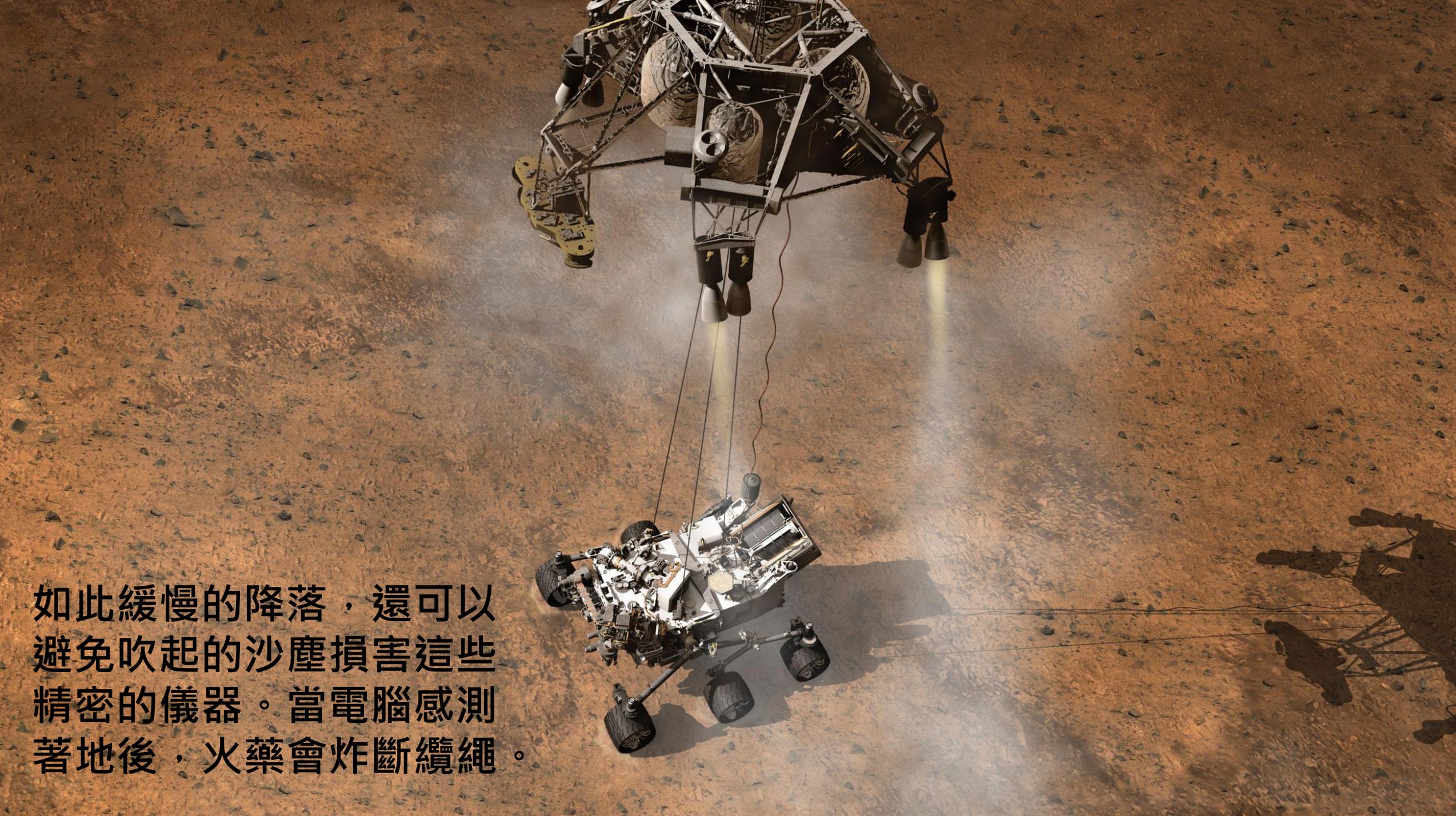
電腦能夠利用雷達偵測自身高度，大約是隔熱盾分離後80秒，電腦會解開降落傘。此時離地高度1.6km，速度270km/h。



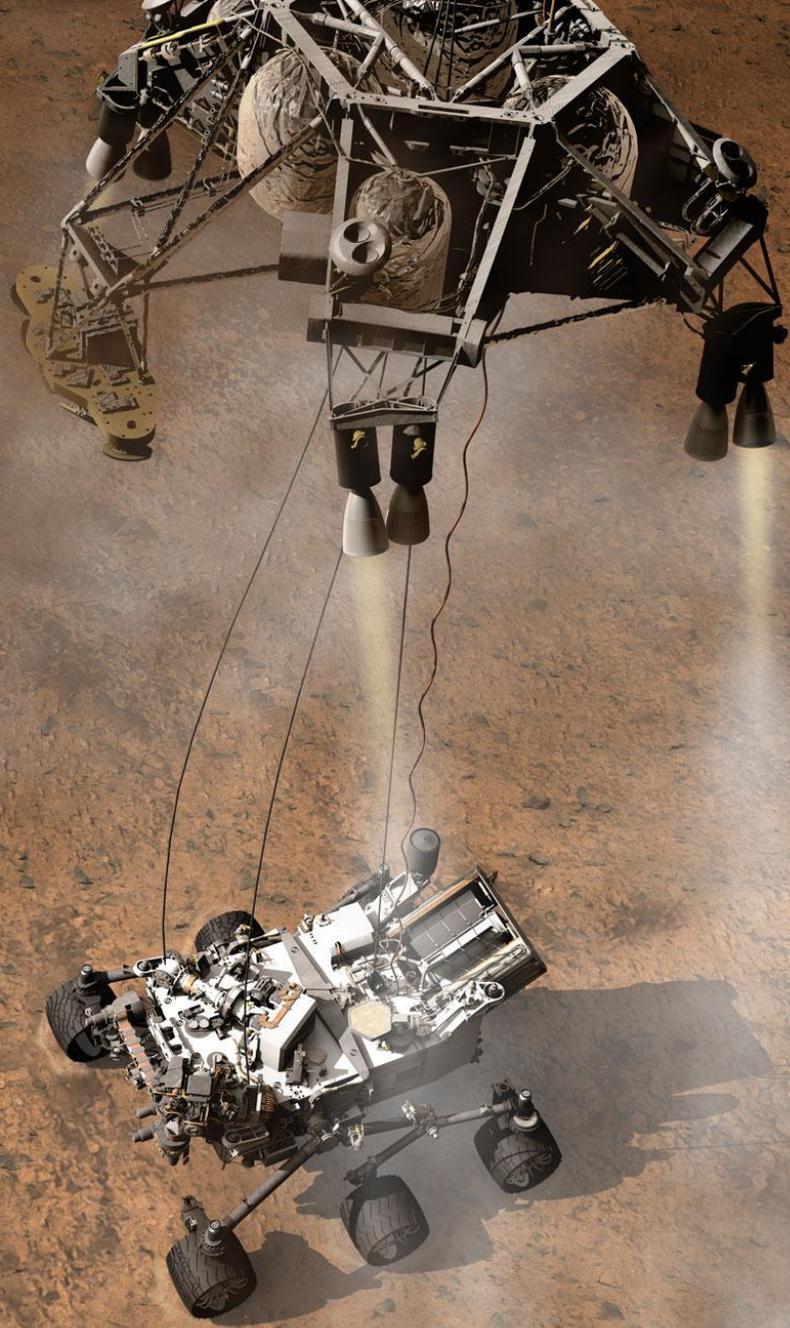
NASA首次利用空中起重機，加上反向火箭減速，維持平衡的著陸系統。大約在離地240公尺，速度仍有50 km/h時，起重機會釋放出好奇號。



空中起重機有三條20公尺纜繩與一條通訊電纜，緩緩地(約3km/h)放下好奇號，如此可避免儀器受到損害。

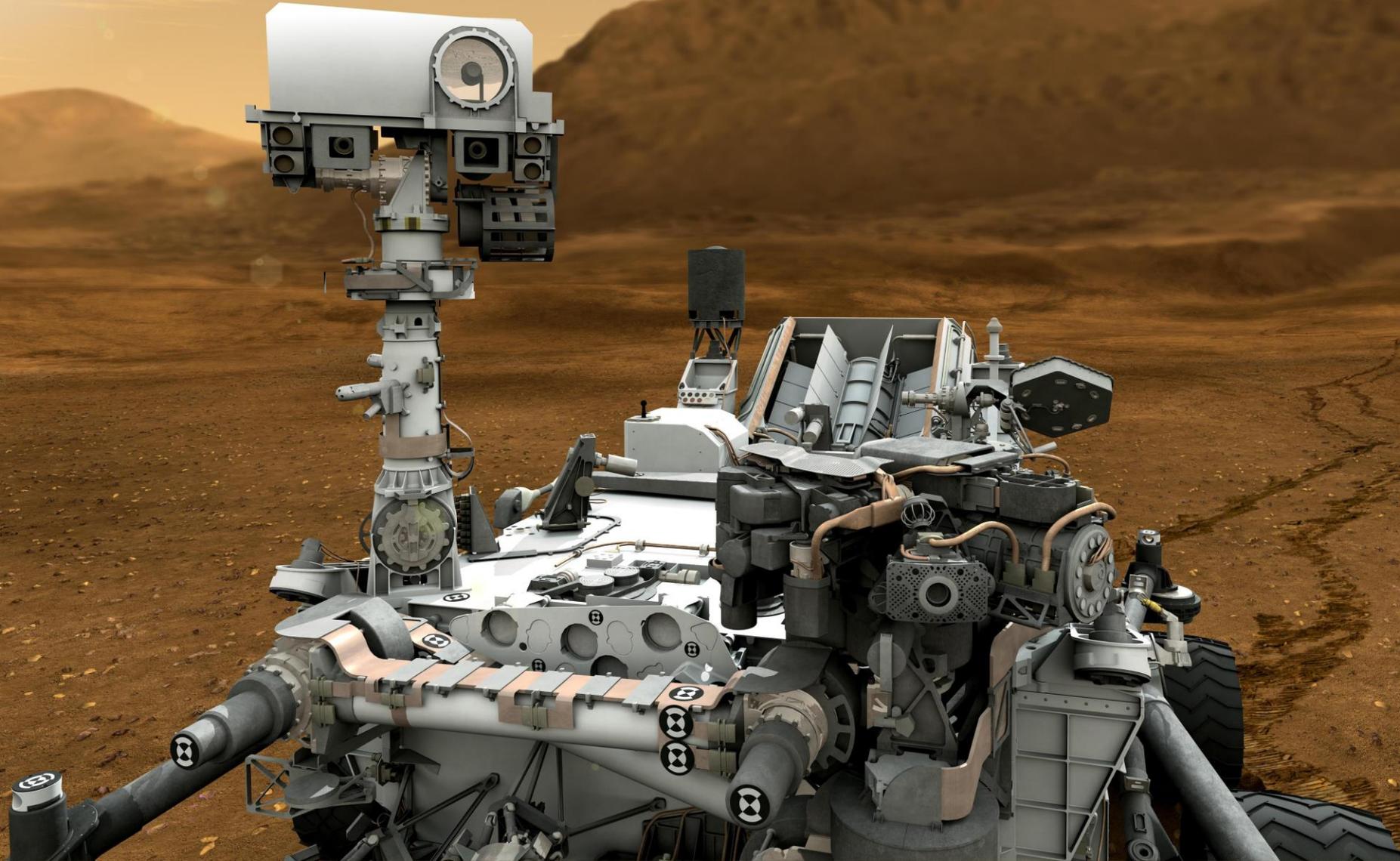


如此緩慢的降落，還可以避免吹起的沙塵損害這些精密的儀器。當電腦感測著地後，火藥會炸斷纜繩。

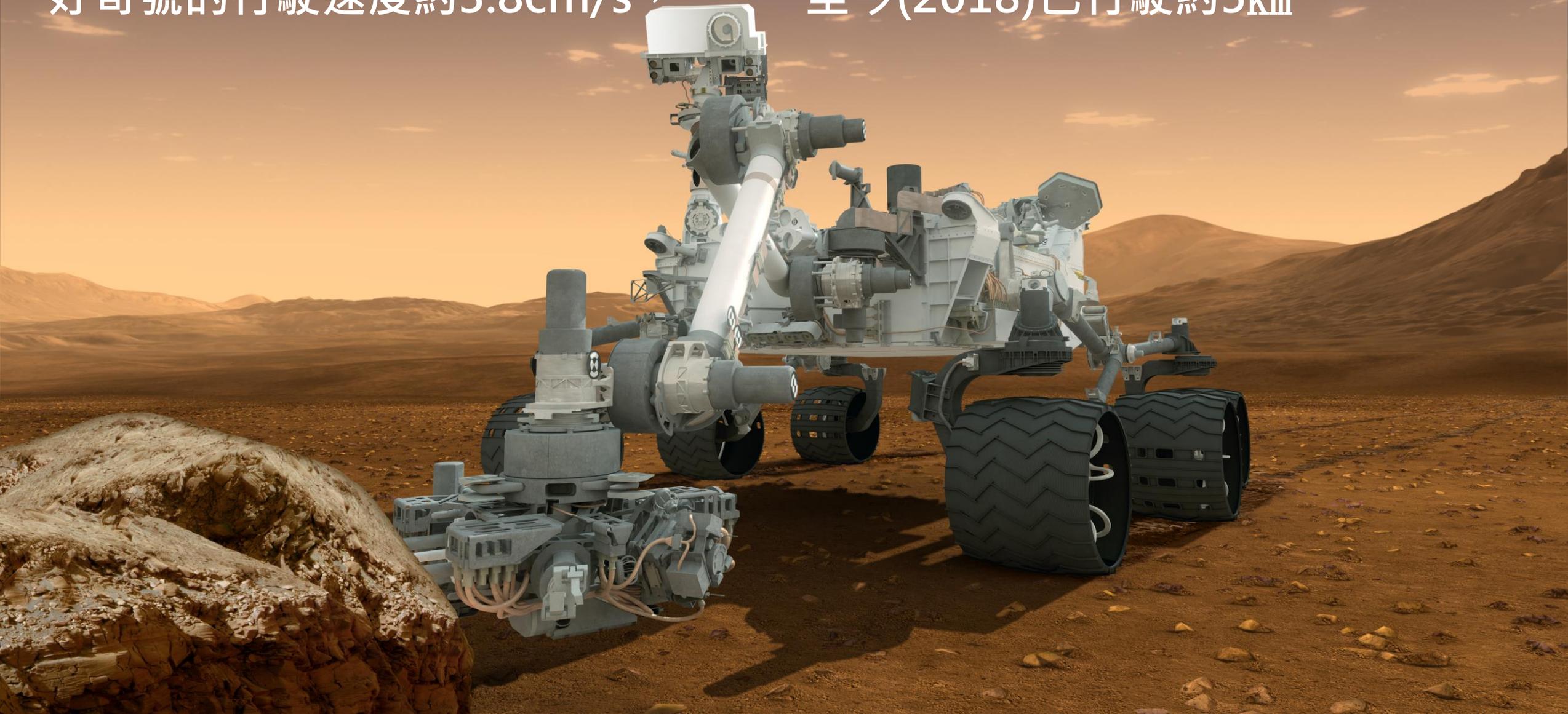


火藥炸斷纜繩後，
起重機的推進器會
高速飛離，在遠離
好奇號之處墜毀。

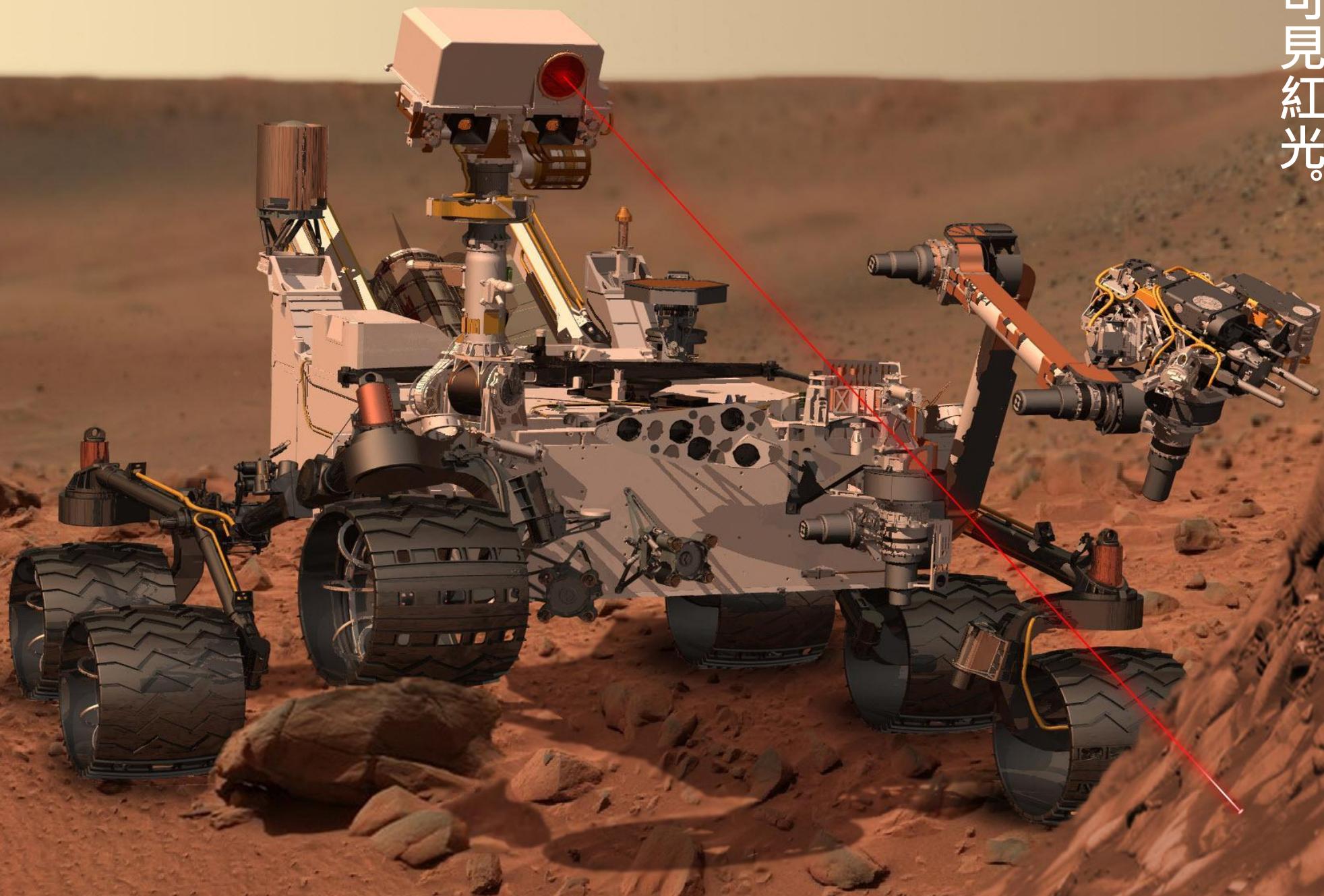
安全降落之後，再將電腦從降落模式
切換成地表模式，就大功告成啦！



好奇號車臂可延伸約2m，上有兩個儀器可近距離研究地表。鑽頭鑽取岩石、鏟子採集土壤，這些樣本細粉末將被送到車上儀器進行徹底分析。好奇號的行駛速度約3.8cm/s，至今(2018)已行駛約5km

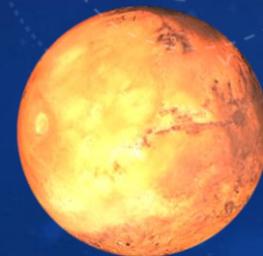


好奇號配備有鐳射光譜儀。鐳射在七公尺外氣化目標，並用光譜儀觀察產生的火花，以識別化學元素。雷射光實際上屬於不可見的紅外波長，但為了說明，這裡顯示為可見紅光。



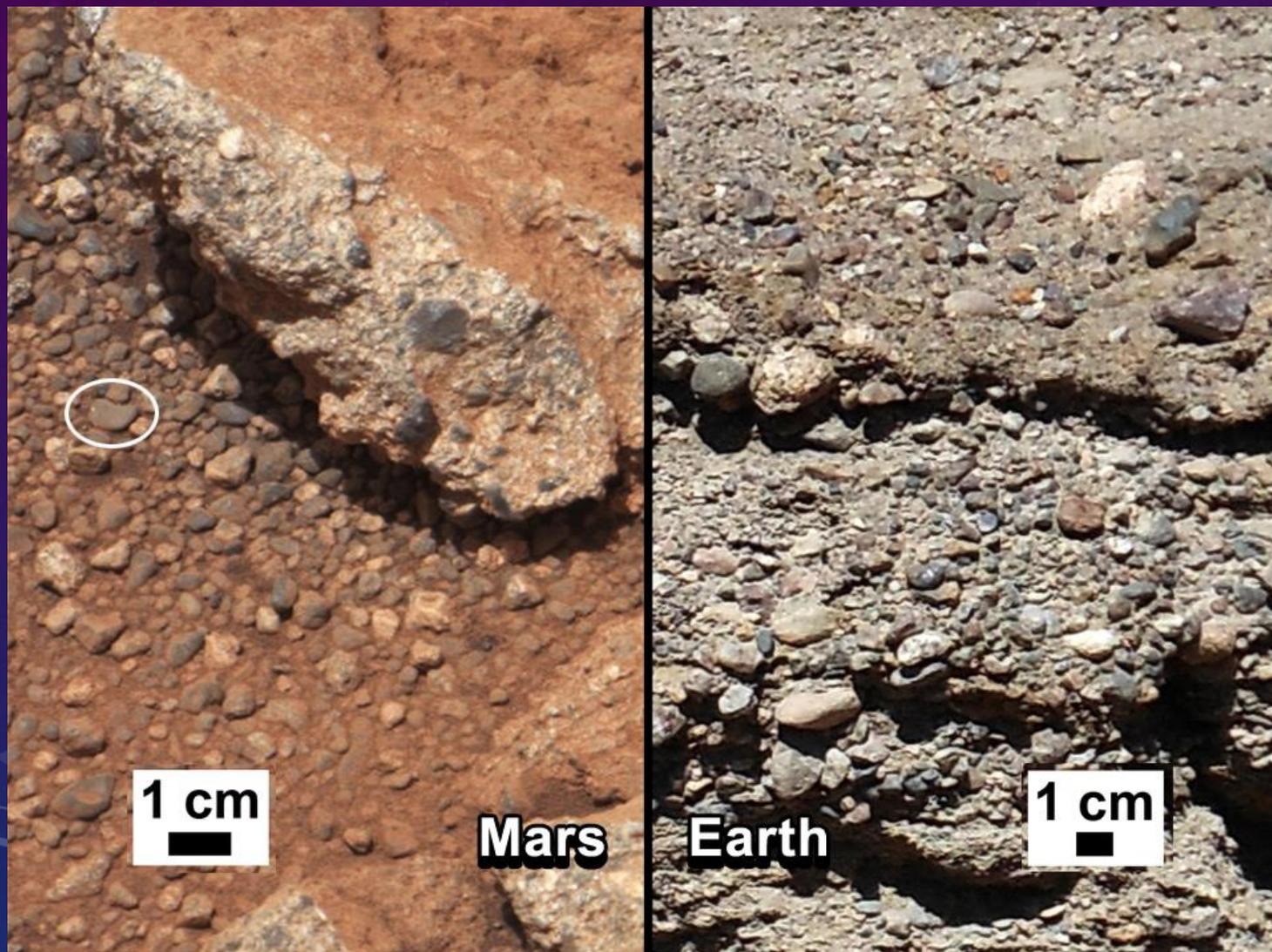


恐怖七分鐘 - 敢為壯舉 NASA 好奇號(Curiosity)火星探測車著陸過程 (中文字幕)



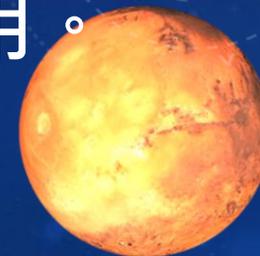
航向火星

2012好奇號探測車(Curiosity)



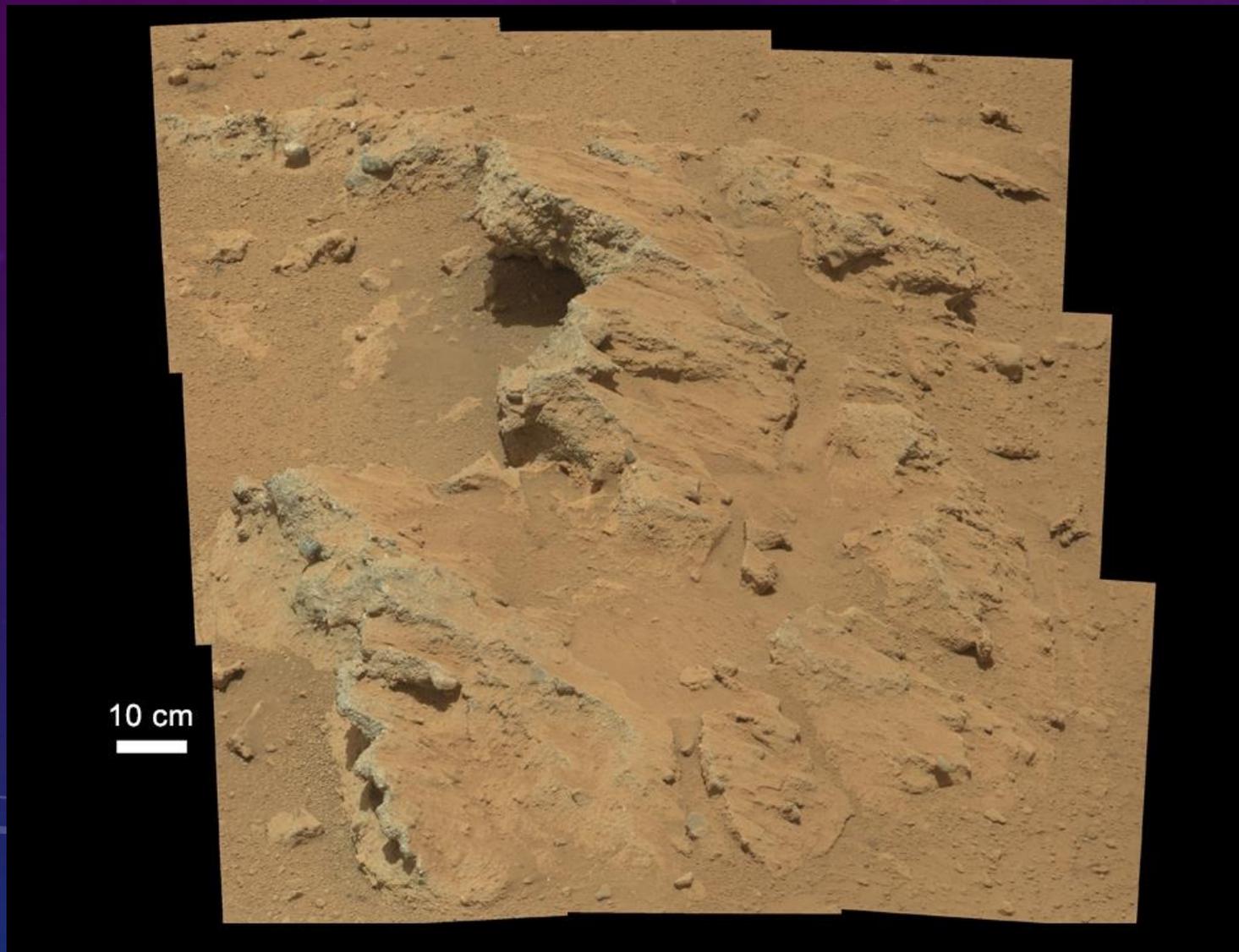
火星探測車好奇號證實火星過去長時間曾經存在著液態水(圖中為好奇號所拍攝的圖片)。好奇號發現火星土壤含有豐富水分，大約為1.5至3重量百分比，顯示火星有足夠的水資源供給未來移民使用。

圖-NASA



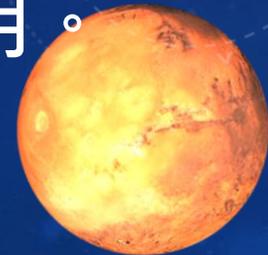
航向火星

2012好奇號探測車(Curiosity)



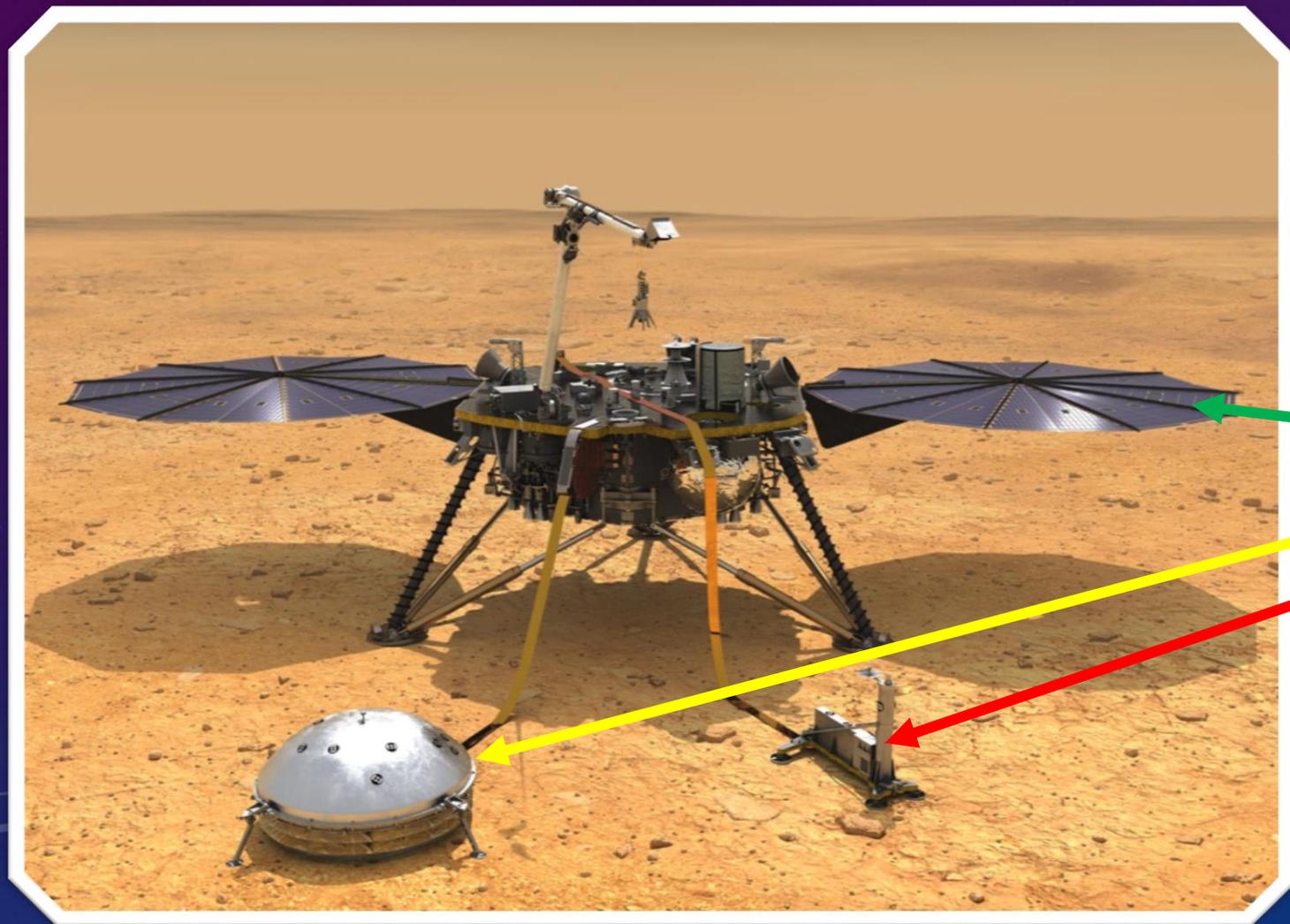
火星探測車好奇號證實火星過去長時間曾經存在著液態水(圖中為好奇號所拍攝的圖片)。好奇號發現火星土壤含有豐富水分，大約為1.5至3重量百分比，顯示火星有足夠的水資源供給未來移民使用。

圖-[NASA](#)

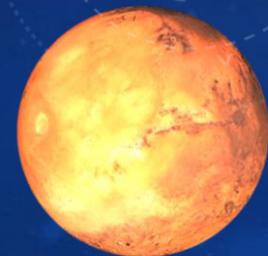


航向火星

2018洞察號 (InSight)

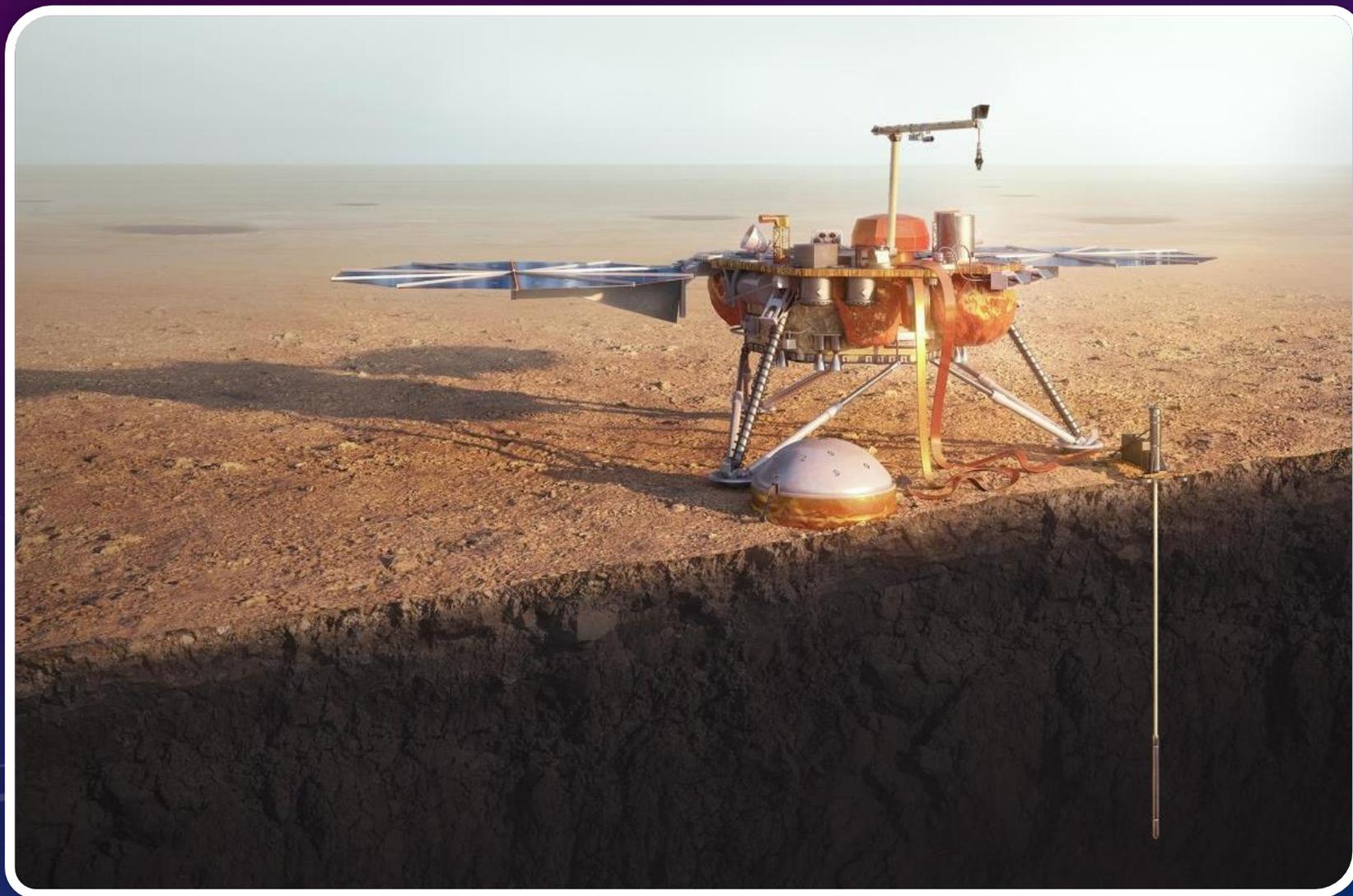


- * 2018.5.5發射，11.26著陸
- * 研究火星地殼內部地質
證實火星有頻繁的火星震
- * 攜帶儀器
 - RISE定位天線
 - 地震儀
 - 熱流偵測器-能深入5m地底下
- * 動力：太陽能
- * 鳳凰號的著陸系統



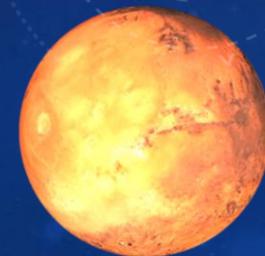
航向火星

2018洞察號 (InSight)



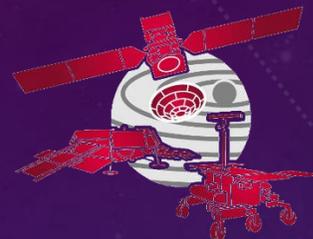
在這張藝術家所繪製的想像圖中，美國航太總署的洞察號火星登陸器往下鑽探紅色星球。

JASON TREAT, NGM STAFF. ART: TOMAŠ MUŠLER. SOURCE: BRUCE BANERDT, NASA



航向火星

2020火星探險馬拉松



RACE TO MARS

Three rival missions leave Earth this month to explore Mars

USA | JULY 30

NASA's Perseverance mission to search for past life on Mars.

CHINA | JULY 23

Tianwen-1. Long will transport China's first rover to Mars.

UAE | JULY 20

Hope Probe is the first Arab space mission to orbit Mars.

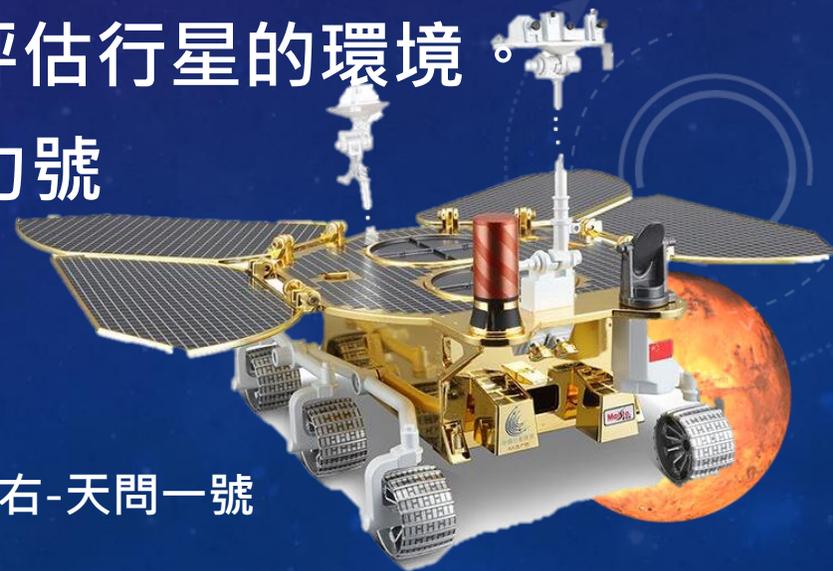


<https://www.facebook.com/photo.php?fbid=10158339723239043&set=p.10158339723239043&type=3>

* 希望號-火星人造衛星，目標是研究火星大氣，紀錄火星季節的天氣變化，探究火星大氣為何逐漸逸散至太空。

* 天問一號-尋找去生命的證據，並評估行星的環境。

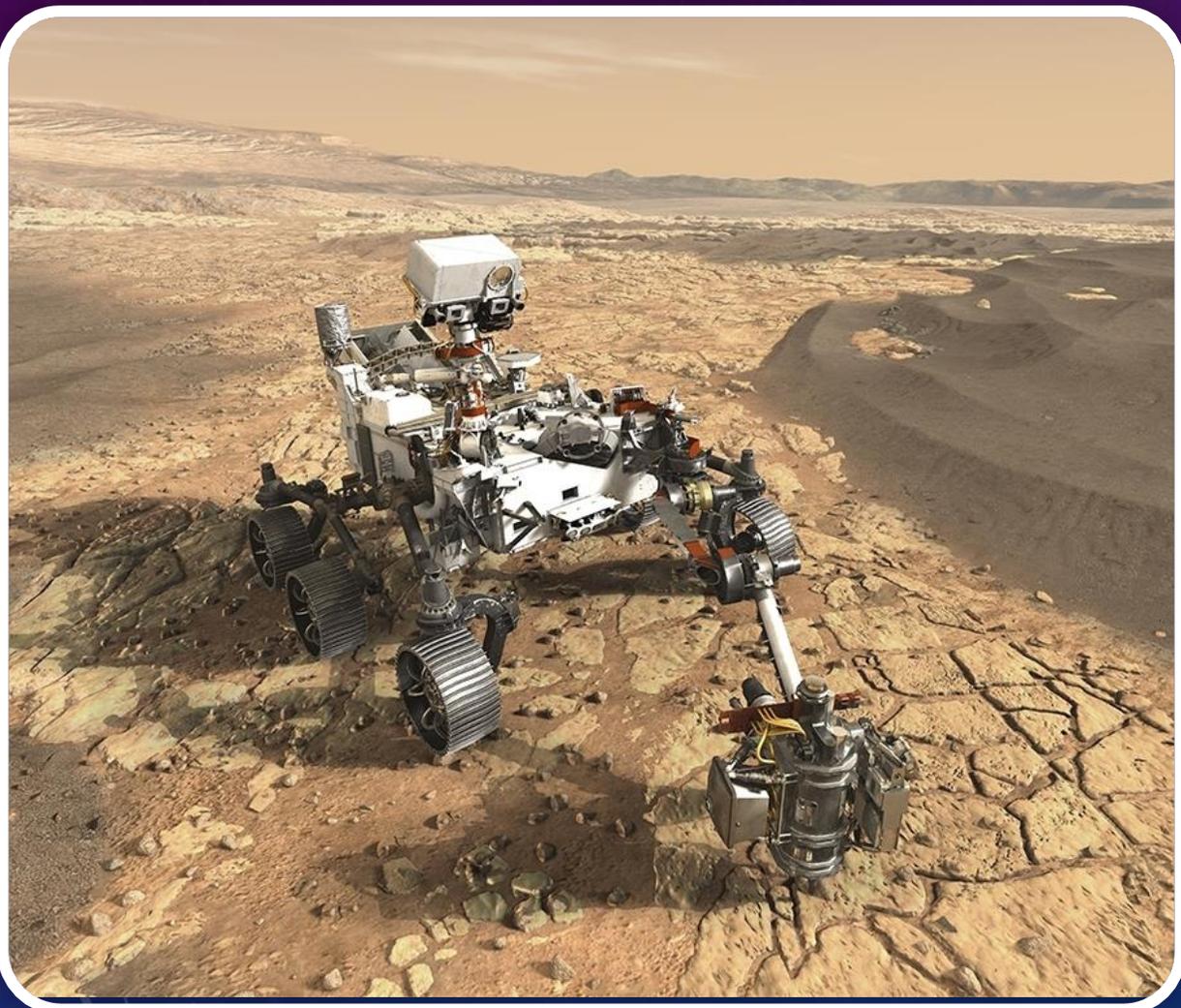
* 毅力號



右-天問一號

航向火星

2020毅力號 (Perseverance Rover)



* 2020.7.30發射，2021.2.18登陸

* 重達1050公斤

* 任務目標

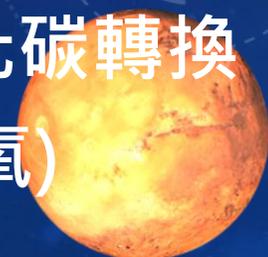
→ 研究火星的可居住性(氧、水)

→ 尋求過去微生物生命的跡象

→ 收集帶回火星岩石土壤樣本

→ 為未來的人類任務做準備：

測試MOXIE(將二氧化碳轉換
為氧氣的裝置⇒液態氧)

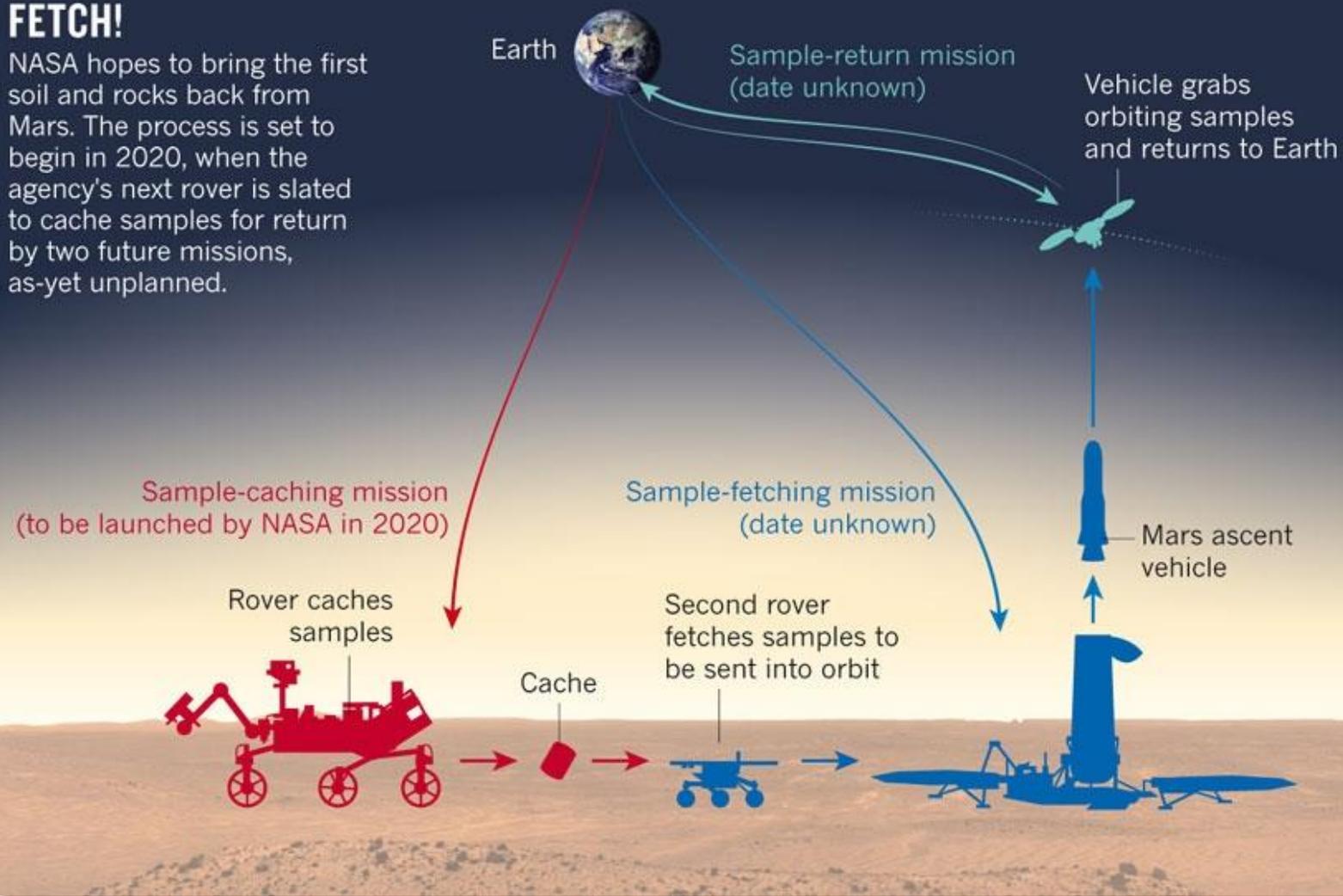


航向火星

2020毅力號 (Perseverance Rover)

FETCH!

NASA hopes to bring the first soil and rocks back from Mars. The process is set to begin in 2020, when the agency's next rover is slated to cache samples for return by two future missions, as-yet unplanned.

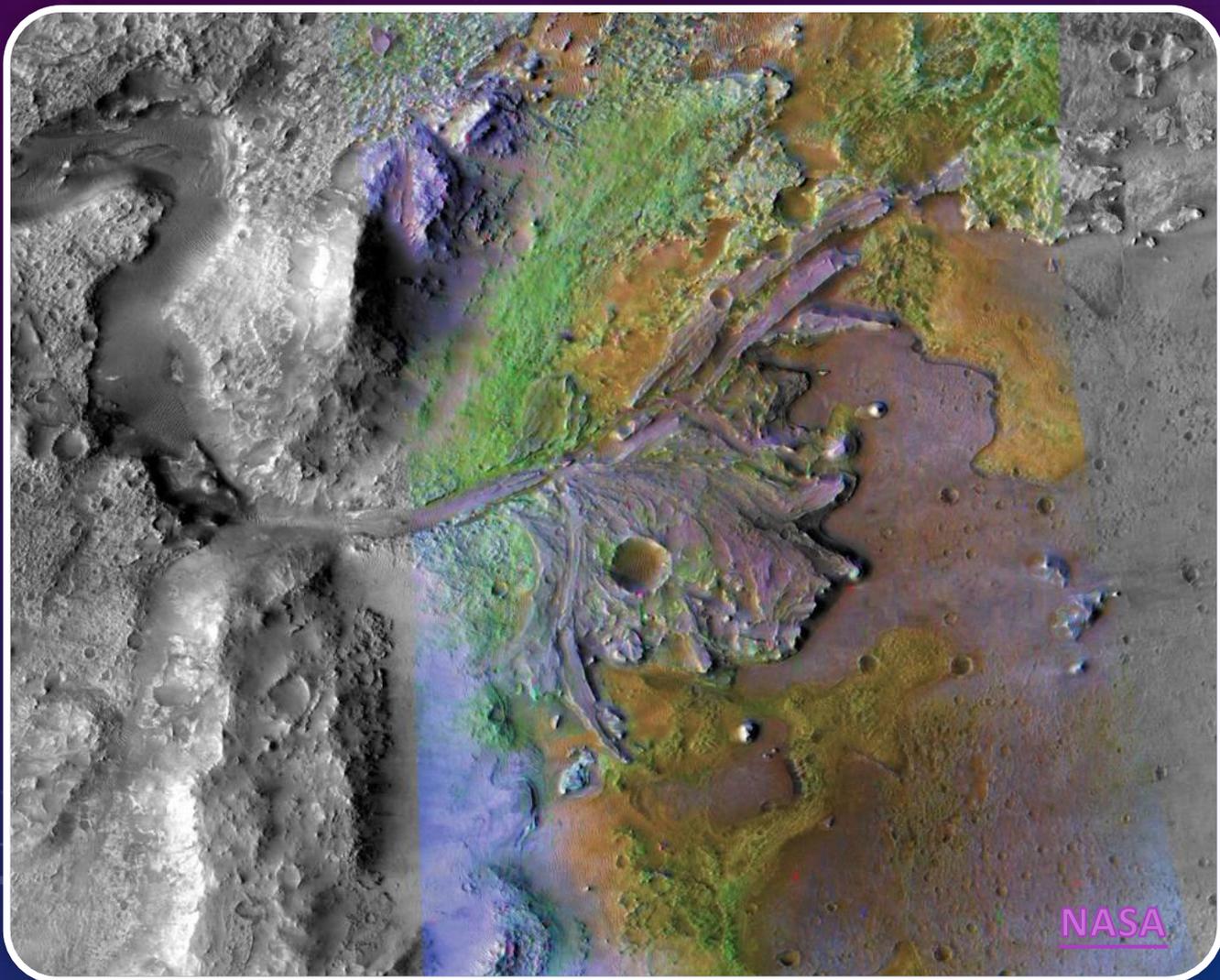


✳️火星 2020 探測車任務的第二步是將載著另一枚小火箭的大火箭從地球發射後，再讓小火箭自行從火星發射。實際上靠著人類目前的現代科技，最多也只能將 100 公克的樣本送回地球而已。

[引自泛科學/NSAS](#)

航向火星

2020毅力號 (Perseverance Rover)



- ✦ 海拔高度低於 500 公尺
⇒ 足夠的大氣讓降落傘可以張開
- ✦ 緯度在火星赤道 30 度以內
⇒ 足夠溫度讓機器度過火星冬天
- ✦ 需要大約 10 公里寬的平坦地面
⇒ 才能讓毅力號順利降落
- ✦ 樣本要夠古老，才能分析火星過去的環境變化，得到更多資訊。
傑澤羅隕石坑非常古老，此坑曾經是個充滿水的湖，隕石坑的一旁，有因河川流入湖泊後流速降低、河川中物質沉積所形成的三角洲。

航向火星

2020毅力號～機智號 (Ingenuity)



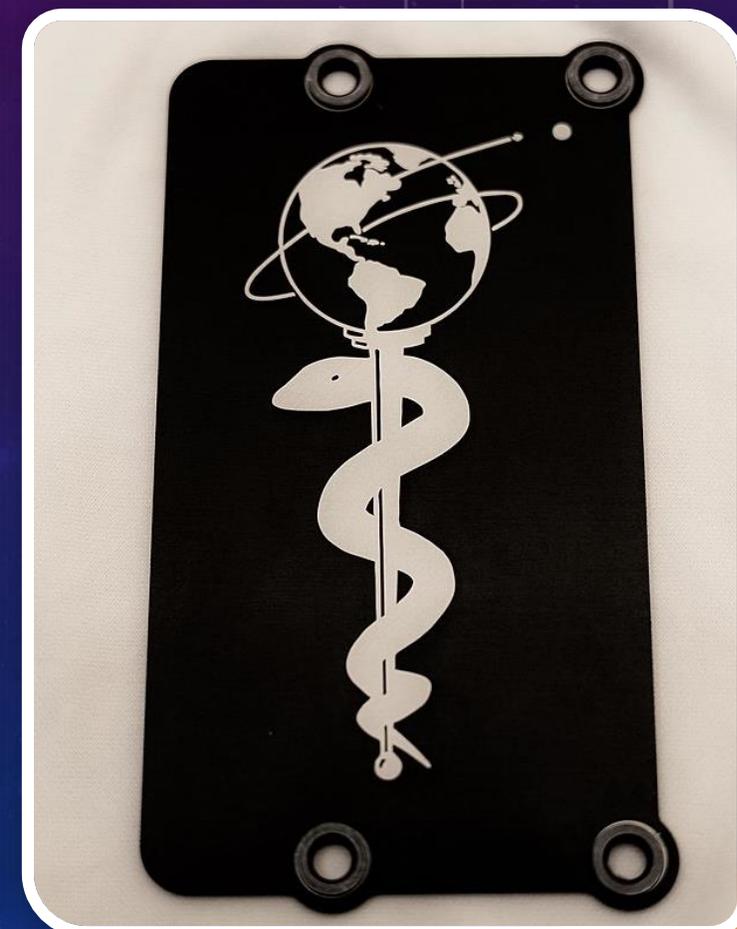
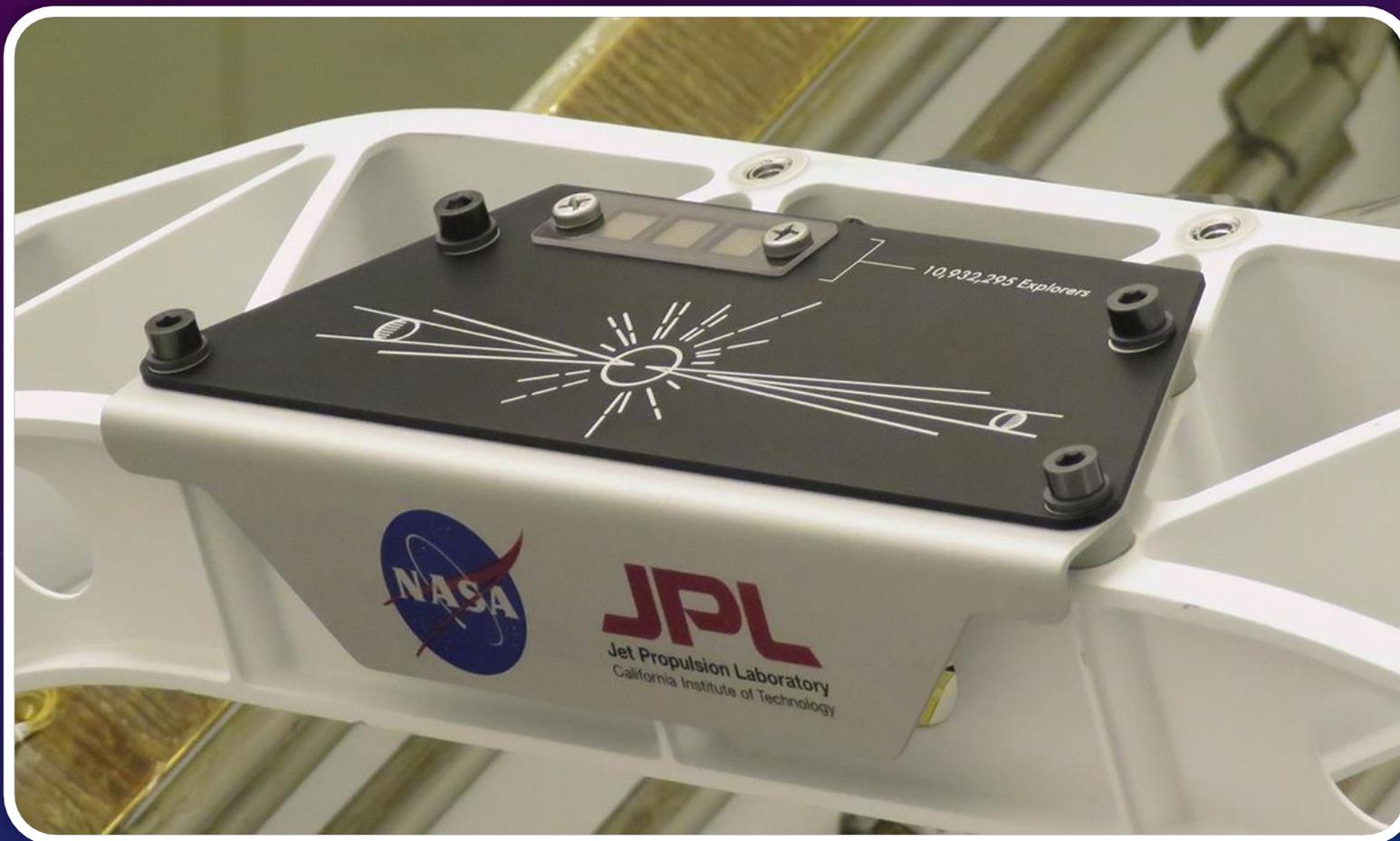
圖：維基

- ✦ 火星大氣稀薄，僅約地球的1%，所以，機身(1.8公斤)需特殊設計。
- ✦ 機智號與毅力號分離後將開展為期30天的自主飛行測試，飛行高度距地面3至10M，飛行距離可達300M，每次飛行不超過三分鐘，最多飛行五次。這將是人類首次實現飛行器在其他星球的受控飛行。



航向火星

2020毅力號 (Perseverance Rover)

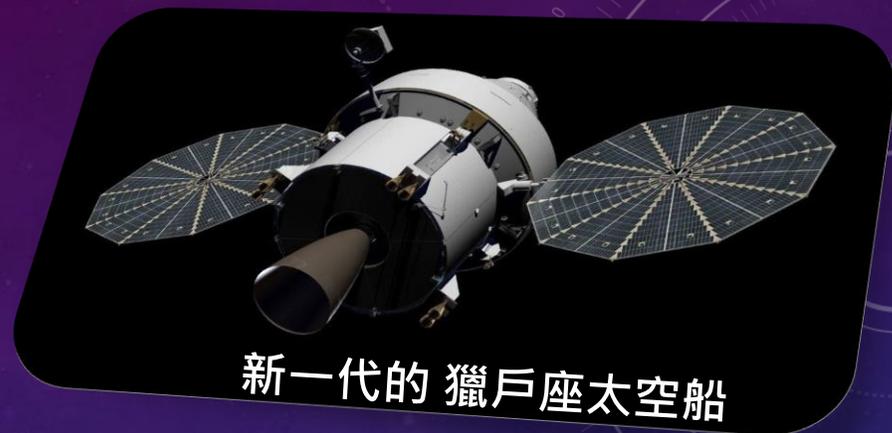
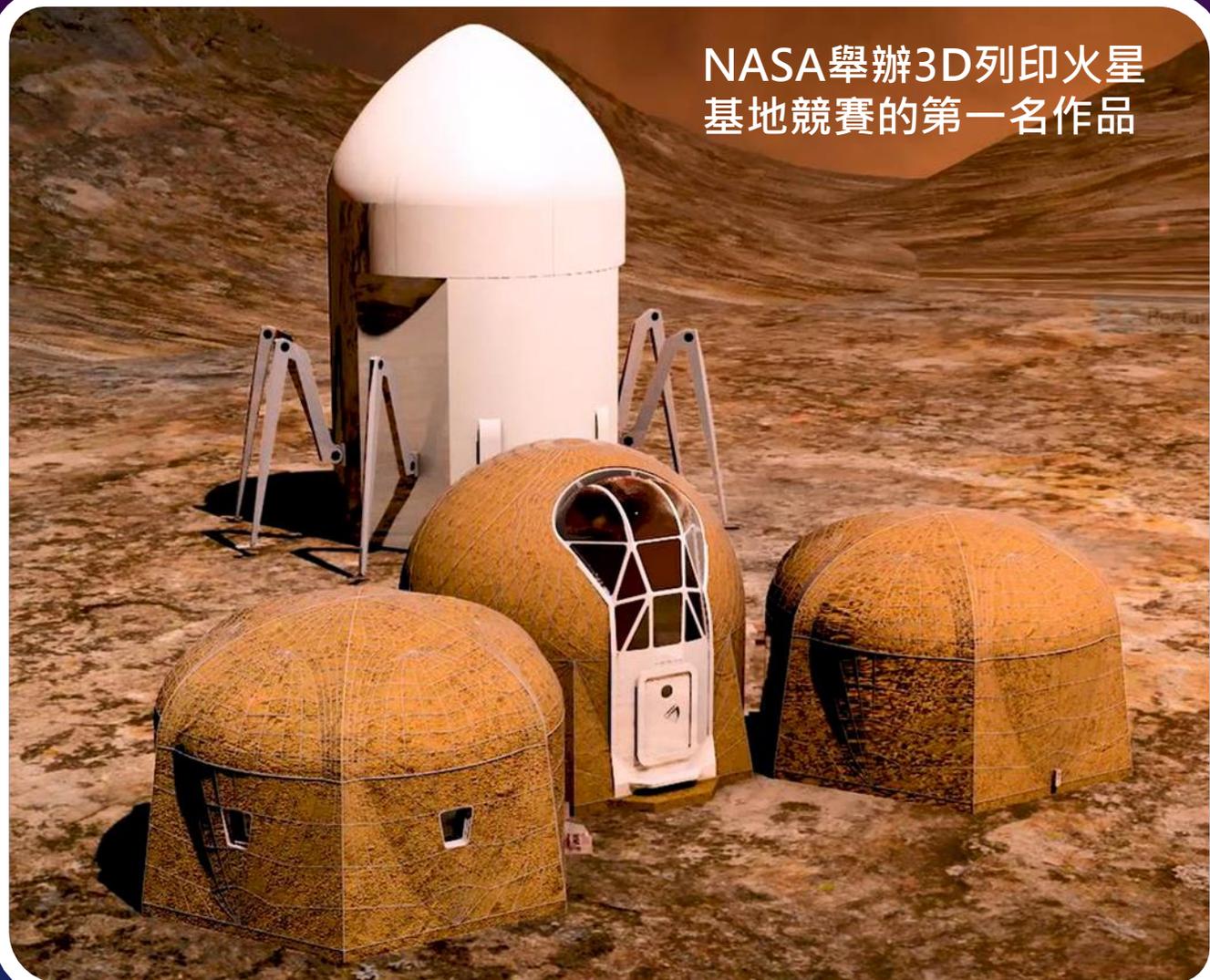


左-NASA舉辦「把你的名字送上火星」活動，圖中刻有1000多萬個人名的晶片。
右-為了向2020新冠肺炎的醫護人員致敬，毅力號刻上象徵醫療之神的權杖。

航向火星

2030航向火星

NASA舉辦3D列印火星
基地競賽的第一名作品



新一代的 獵戶座太空船

✦ NASA太空計畫2018.09.30

2023年重回月球

2030年登上火星

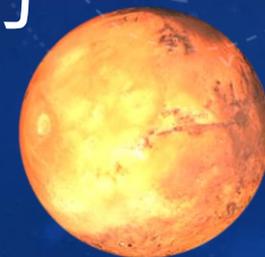
✦ 困難點

低重力影響-骨骼 肌肉 視力

封閉空間的心理壓力

宇宙輻射的影響

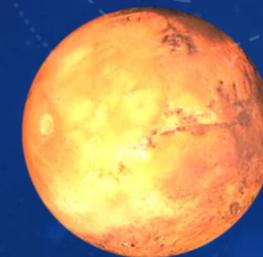
飲水與食物



航向火星

2030航向火星-SpaceX

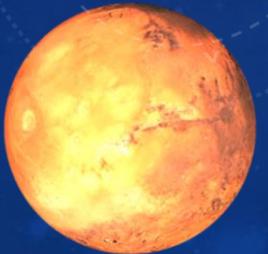
SPACEX



左-藝術家想像中星艦一二級分離時的場景。右-馬斯克 圖-維基

【引用資料來源】

- *美國太空總署 NASA：<https://www.nasa.gov/>
- *NASA JPL噴射推進實驗室：https://www.youtube.com/watch?v=Ki_Af_o9Q9s
- *NSAS火星科學實驗室(好奇號任務)：<https://mars.nasa.gov/msl/>
- *APOD：<https://apod.nasa.gov/apod/ap141028.html>
- *歐洲太空總署 ESA：<https://alexandergerst.esa.int/ESA>
- *維基百科：<https://zh.wikipedia.org/>
- *日本國立天文台Youtube：<https://www.youtube.com/channel/UCe3kXT130jqchQseJe3qmvq>
- *台北市立天文館：http://www.tam.museum/astronomy/forecast_detail.php?lang=tw&id=109
- *鴻宇光學：<https://www.galuxe.com.tw/>
- *希瑟·庫柏，《圖解太陽系》(台北市：大石國際，2017)。
- *陳久金，《中國星座神話》(台北市：台灣古籍，2005)。
- *南西·阿特金森，《NASA 9大太空任務》(新北市：聯經，2018)。
- *藤井旭，《火星的奧秘》(台北市：台灣東販，2019)。



THE END

