近未來宇宙探索計畫

登陸月球×火星移居×太空旅行，人類星際活動全圖解！



InfoVisual研究所 著
陳識中 譯

目　次

近未來宇宙探索計畫

登陸月球×火星移居×太空旅行，
人類星際活動全圖解！

前言
太空旅行和移居火星已不再是夢想…… 4

Part 1 **太空月曆 從2019年到近未來**

1 加速迎向新時代，各國的太空發展競賽……6
2 2021年2月前仆後繼的火星探查任務……8
3 民間人士陸續飛向太空，太空旅行時代的起點…… 10
4 「阿波羅計畫」結束後半世紀，人類再次前往月球…… 12
5 國際合作在月球軌道上建造太空站…… 14
6 月球之後是火星，人類終於要登陸火星…… 16
7 太空旅行伸手可及，移居火星也不再是夢!? …… 18
8 全球的宇宙相關組織、企業，其中之一或許就是你未來工作的地方…… 20
9 閱讀本書前需要知道的宇宙相關基本詞彙…… 22

Part 2 **離開地球 前往宇宙**

1 幾乎不存在空氣，從高空100公里處開始就是太空 …… 24
2 體驗太空的第一步就是前往100公里的高空…… 26
3 讓笨重的火箭飛上天，擺脫地球引力的原理…… 28
4 次世代民間火箭靠重複使用減少太空運輸的成本…… 30
5 繞著地球轉的最大太空基地，民用太空船首次抵達ISS …… 32
6 逐漸老化的ISS繼承者將是民間太空站？…… 34
7 ISS的研究解開謎團，微重力對人體的影響…… 36

Part 3 **再次登月吧**

1 距今半世紀前站上月球的12個人 …… 38
2 載人月球探查計畫的第二階段，阿提米絲計畫開始了…… 40
3 日本的JAXA和年輕的太空新創陸續將探測器送向月球…… 42
4 打造月球和火星的入口，「月球門戶」太空站…… 44
5 人類終於再次前往月球，目標是建立月球基地…… 46
6 人類在太空生存必須掌握的5項技術 …… 48
7 日本隊將在2029年發射載人月面探測車…… 50
8 月球基地在2100年將發展為有1萬人在上面工作的城市 … 52

Part 4 航向太陽系的更遠處

1 飛向紅色行星火星！半世紀無人探測的軌跡…… 54

2 載人火星旅行的有力候補，民間火箭「SpaceX星艦」… 56

3 移居火星的人類將住在模擬地球環境的圓頂都市…… 58

4 人類為解開太陽之謎而發射的觀測衛星和探測器… 60

5 太陽靠核融合燃燒，並不斷吹出高熱的太陽風…… 62

6 最接近太陽的水星是還沒探測完的小行星…… 64

7 被厚雲覆蓋的金星，冷戰下美蘇的探測競賽…… 65

8 即使是灼熱地獄的金星，在雲層底下也能住人…… 66

9 沒能成為太陽的巨大氣體行星，連衛星都充滿個性的木星…… 68

10 擁有美麗星環的土星，衛星上可能存在生命…… 70

11 由冰和氣體構成的藍色行星，躺著自轉的天王星…… 72

12 離太陽最遠的海王星，暴風吹襲的極寒世界…… 73

13 跨越冥王星和太陽系邊界，離開太陽系的航海家號…… 74

14 乘載來自地球的訊息，航海家號向銀河系啟程…… 76

Part 5 航海家號飛向宇宙之謎

1 離開銀河系後滿是謎團的宇宙…… 78

2 為什麼銀河的中心有黑洞？下一個大謎團…… 80

3 宇宙充滿未知的物質，暗物質也是其一…… 82

4 宇宙的膨脹正在加速，未知的暗能量…… 84

5 來自深空的宇宙微波證明了大霹靂…… 86

6 宇宙是從一無所有的空間像吹泡泡一樣冒出來的!? … 88

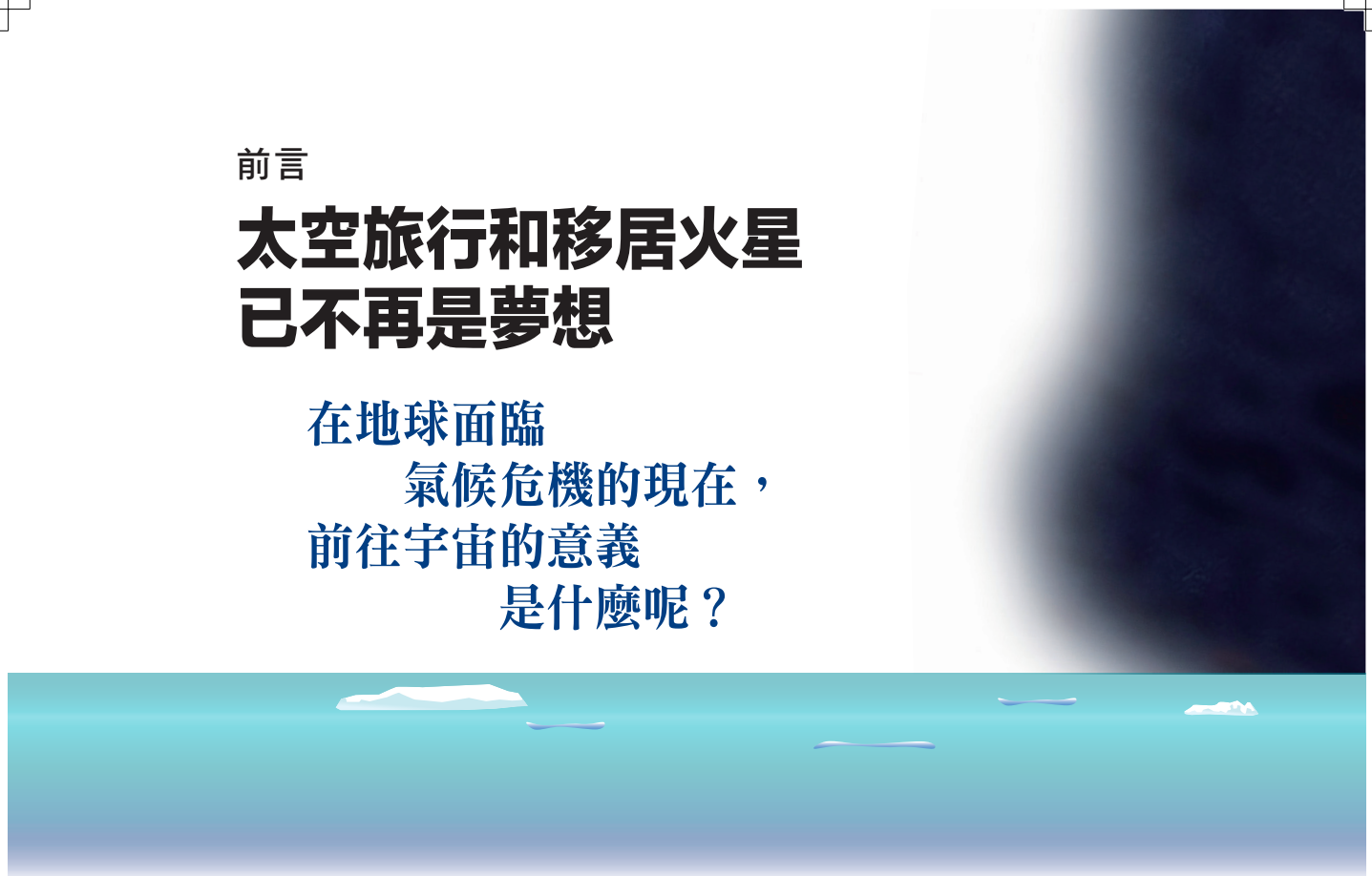
結語
為了人類和地球的未來，我們將繼續向宇宙學習…… 90

參考文獻、參考網站…… 91

索 引 …… 92

＊本書刊載之圖版除有特殊標註者外，皆由編輯部根據公開資料製作。

＊本誌刊載之太空發展計畫等資訊乃2021年9月之資料，可能因各種原因而發生變化。



前言

太空旅行和移居火星已不再是夢想

在地球面臨氣候危機的現在，前往宇宙的意義是什麼呢？

2050年代，人類將開始移民火星。有位民間航太公司的CEO（首席執行官）如此宣言。為了實現這個目標，他現在正全力推動太空船的研發，我們則可以在YouTube上欣賞到那艘名為「星艦」的巨大銀色太空船，在自動駕駛下平安地於升空後再次著陸的實驗影像。

過去只存在於科幻小說和未來學中的太空探險和宇宙旅行，已不再只是單純的夢想或虛構的冒險故事，如今它正漸漸走向我們的日常生活，成為再真實也不過的現實事件。

如果正在閱讀本書的你現在14歲，那麼到了2050年時也才43歲，仍是年輕氣盛的年紀。說不定你會成為第一批移民火星的人類。假如按照預想，2040年時平民已能輕鬆地到月球旅行，那麼屆時才30多歲的你，說不定會豁出去帶著家人一起到環繞月球軌道的飯店上玩個三天兩夜。不，也許你就在那間飯店上工作。

不過在2050年這個節點，我們除了宇宙發展的目標外，還有另一個重要的目標。為了將全球暖化導致的氣候變遷負面影響減至最低，全球必須努力在2050年將二氧化碳排放量降至淨零。假如沒能達成這項目標，科學家預測未來地球的氣候將威脅人類的生存。比起前往宇宙，我們應該集中所有智慧和資源，迴避這場攸關人類存亡的危機。會有人提出這樣的見解也是理所當然的。

其中更有些人不留情地批評，說2050年的火星移民計劃只不過是那些有能力離開地球的富翁用來逃避地球氣候變遷的計畫。2021年7月，美國Amazon公司的創辦人傑夫·貝佐斯搭乘自己公司研發的火箭飛上宇宙時，社群網路上很多人如此說道：



「一路順風，然後永遠別回來了。」

人類文明向宇宙發展，只是一個有天可能會成真，全人類共通的天真夢想——這樣的時代已然終結，一如太空競賽被當成國家和意識形態代理戰爭的時代已經結束，太空事業逐漸成為人類現實生活的一部分，存在意義開始受到質疑。

現在，當我們腳下的地球正在著火的時刻，推動太空計畫的意義何在？愈來愈多人開始產生本質性的疑問。

本書首先將關注以2019為起點，全球太空發展相關事件的一大變化。那就是民間企業開始進入過去由國家主導的太空事業，使太空事業成為民間經濟活動的一部分。開頭提到的2050年火星移民計劃也是源自這波浪潮。諸如此類的新太空計畫，已經一直規劃到了2100年。

首先請大家跟著本書，一起來看看未來80年的人們究竟想在太空做什麼。並一起在這個過程中思考看看，人類的宇宙發展究竟有什麼樣的意義，又或是完全沒有意義。

假如你以後想在太空工作的話，相信本書可以幫助你模擬想像一下，自己可以從人類至2100年的宇宙事業中找到什麼東西。

無論如何，讓我們開始吧。

Part 1
太空月曆 從2019年到近未來 ①

加速迎向新時代 各國的太空發展競賽

2019



A 2019年1月3日　中國　CNSA
月球探測器「嫦娥4號」成為全球首個在月球背面登陸的探測器。

B 2019年5月23日　美國　SpaceX公司
一次將60個通信衛星射上低地軌道。

C 2019年5月10日　美國　藍色起源公司
公佈登月艇「藍月（Blue Moon）」的詳細資訊。

〈12歲〉



2019

A

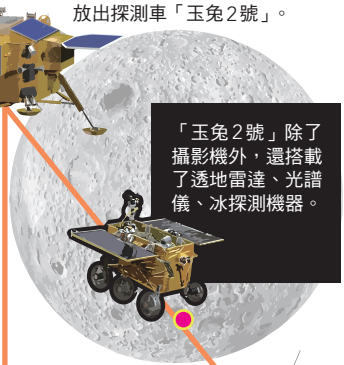


2019年1月3日
中國的月球探測器「嫦娥4號」成為全球首個成功登陸月球背面的探測器。

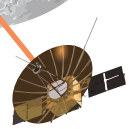
2018年12月8日
CNSA（中國國家航天局）在西昌衛星發射中心發射「長征3號B」火箭。



「嫦娥4號」在月球的南極-艾特肯盆地登陸，並在月面放出探測車「玉兔2號」。

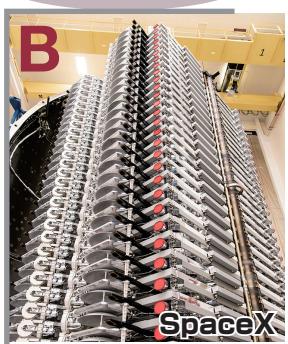


「玉兔2號」除了攝影機外，還搭載了透地雷達、光譜儀、冰探測機器。



為了從月球背面收發電波，中國事先在月球軌道上部署了通訊衛星。

B



SpaceX的「星鏈（Starlink）計畫」試圖用小型通訊衛星建立全球網路。目前已發射了1600個衛星。

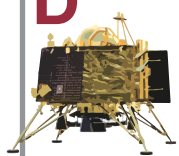
C **Blue Origin**
藍色起源公司

公開了登月艇「藍月」的詳細資料。這是一台從無人探測到載人登月兩用的多用途登陸器。目前正與SpaceX競爭NASA的合約。

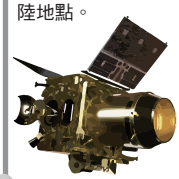


藍色起源是間由Amazon創辦人貝佐斯成立的航太公司。

D



探測器「維克拉姆（Vikram）」在登陸月面後就失去聯繫，但已確認了登陸地點。





印度用獨立研發的火箭GSLV-MKIII發射了月面探測器「月船2號」。

揭開太空發展的序幕

人類首次成功的載人太空飛行是在1961年。在那60年後的今天，太空發展迎來了新的時代。本章我們按照年代順序，看看近年的大事和到2100年代為止已規劃好的主要太空計畫。

2019年到2020年這兩年，陸續發生了幾件堪稱揭開太空發展新時代序幕的大事。2019年1月，中國的月球探測器「嫦娥4號」成為世界首架登陸月球背面的探測器。長久以來，太空發展領域一直由美國和俄羅斯（過去是蘇聯）領導，但近年中國的成長顯著，存在感大幅提升。

另一方面，NASA（美國太空總署）在2020年7月發射了火星探測器「毅力號」，

激烈競爭的中美兩國，以及來自民間的新玩家

2019~2020

人物下方的年齡代表若在2019年時為12歲，則到該年分時為幾歲。



D 2019年7月22日　印度　ISRO
月球探測器「月船2號（Chandrayaan-2）」在降落月球的途中失聯。

2020

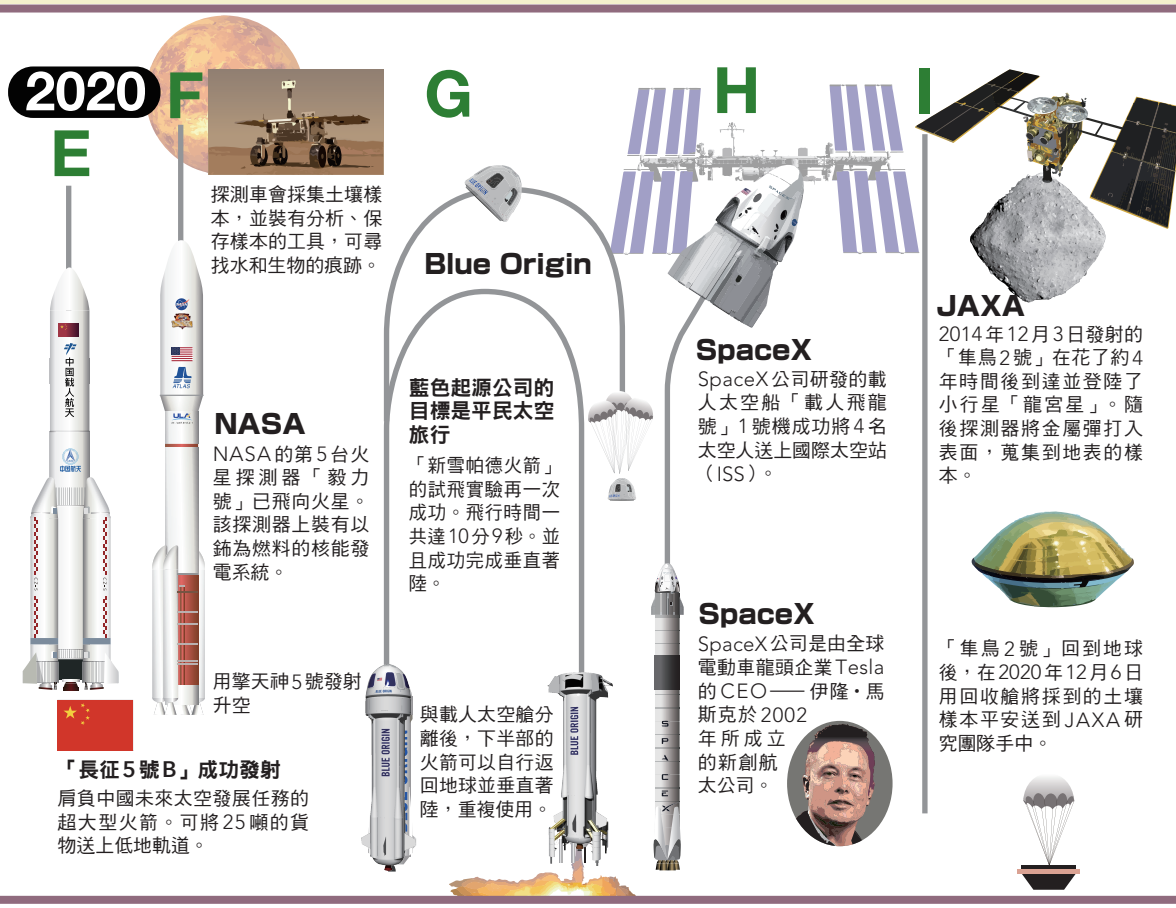
E 2020年5月5日　中國　CNSA
超大型火箭「長征5號B」和新型載人太空船首次升空。

F 2020年7月30日　美國　NASA
〈13歲〉火星探測任務「火星2020」開始。發射探測器。

G 2020年10月13日　美國　藍色起源公司
「新雪帕德火箭」的無人試射實驗成功。

H 2020年11月16日　美國　SpaceX公司
商用載人太空船「載人飛龍號（Crew Dragon）」將太空人送上國際太空站。

I 2020年12月6日　日本　JAXA
小行星探測器「隼鳥2號」成功從小行星「龍宮星」取回樣本。



展開以調查火星生物蹤跡為目的的「火星2020」任務。

而更近一步象徵新時代的大事，則是民間航太企業的崛起。網路購物平台龍頭Amazon公司的創辦人貝佐斯，在2000年成立了藍色起源（Blue Origin）公司。這間公司的目的是實現太空旅行，並在2020年10月成功完成了「新雪帕德火箭（New Shepard）」的無人試飛。

另外，電動車龍頭大廠Tesla的老闆馬斯克也在2002年成立了SpaceX公司。該公司在2020年11月成為第一家將太空人送上國際太空站（ISS）的民間企業。



2021年2月前仆後繼的火星探查任務



〈14歲〉

2021

A 2021年1月18日　英國　維珍軌道公司
在空中發射「發射者一號」火箭，成功將人造衛星射入地球軌道。

B 2021年1月15日　美國　藍色起源公司
成功完成載人太空船「新雪帕德火箭」的無人升空、回收、與著陸。

C 2021年2月9日　阿拉伯聯合大公國
火星探測器希望號抵達火星軌道。希望號是用日本的H-IIA火箭在種子島發射的。

D 2021年2月10日　中國　CNSA
火星探測器「天問1號」抵達火星軌道。

E 2021年2月19日　美國　NASA
火星探測任務「火星2020」的探測器「毅力號」登陸火星。

2021

A Virgin ORBIT

維珍軌道公司用獨特的方法成功發射衛星

維珍公司將火箭裝在波音747的機翼下，從高空發射火箭，成功將衛星射上低地軌道。此方法可降低成本，且從任何機場都能發射火箭。



釋放了10顆衛星

理查・布蘭森的挑戰

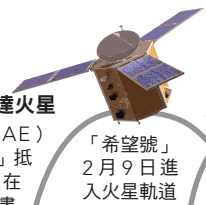
維珍軌道是英國創業家理查・布蘭森領導的太空發展公司，是維珍集團的子公司。



C

UAE的火星探測器抵達火星

阿拉伯聯合大公國（UAE）發射的探測器「希望號」抵達火星軌道。這是UAE在2117年建立火星都市計畫的第一步。



「希望號」2月9日進入火星軌道



「天問1號」2月10日進入火星軌道

「毅力號」2月19日登陸火星

2021年是火星探測的爆發年

B



Blue Origin

藍色起源公司的「新雪帕德火箭」成功升空並著陸

朝載人飛行邁出一大步。



JAXA

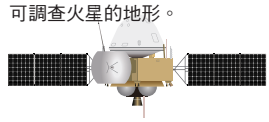
「希望號」是用日本的H-IIA火箭在種子島發射升空的。



D

中國探測器「天問1號」也抵達火星

「天問1號」搭載了登陸器和探測車「祝融號」。擁有各種測量器和透地雷達與磁場檢測器，可調查火星的地形。



「天問1號」是用長征5號發射升空的。長征5號經過數次開發推延後終於實用化，是中國製的大型火箭。



已有三個國家向火星發射探測器

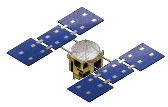
2021年2月，前一年7月各國從地球發射的火星任務探測器，紛紛在此時抵達火星。

打頭陣的，是企圖建立火星都市的阿拉伯聯合大公國（UAE）。2月9日，中東第一架火星探測器「希望號」成功進入火星的軌道。隔天2月10日，中國首架火星探測器「天問1號」也到達火星軌道。接著在2月19日，NASA的火星探測器「毅力號」登陸火星。搭載其上的小型直升機「機智號」則在4月19日成功於火星上飛行。

火星探測任務集中在這個時期並非偶然，而是因為那時火星和地球的距離變短，可以用最少的燃料到達火星。



日本的太空新創公司也在各自的領域活躍



2021

F 2021年3月4日　美國　SpaceX公司
可重複利用的載人太空船「星艦」成功完成升空和著陸，但隨後發生爆炸。

G 2021年3月22日　日本　Axelspace公司
成功發射4台量產型超小型衛星「GRUS」。

H 2021年3月22日　日本　Astroscale公司
成功用聯盟號運載火箭將首個太空垃圾回收衛星射入地球軌道。

I 2021年3月25日　英國　OneWeb公司
用聯盟2號運載火箭發射網路用衛星。該衛星於2020年2月開始升空，預計將發射4萬8000個。

J 2021年4月7日　美國　SpaceX公司
將60個星鏈衛星射入低地軌道。

K 2021年4月19日　美國　NASA
火星探測器上的小型直升機「機智號」成功在火星上飛行。

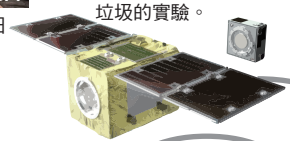


「毅力號」於2月18日在火星的耶澤羅撞擊坑

H Astroscale

發射回收太空垃圾的衛星

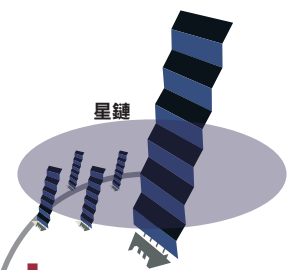
日本的新創企業Astroscale公司發射了用於清除軌道上太空垃圾的衛星「ELSA-d」，進行清除太空垃圾的實驗。



K NASA

火星探測器上搭載的直升機「機智號」首次成功飛行。火星的大氣濃度相當於地球高空1萬2000公尺的地方，過去曾被認為不可能飛行。





J SpaceX

SpaceX公司

成功在短短一個月內發射了300顆小型通訊衛星。使用的火箭是自家的獵鷹9號運載火箭。

E



NASA

NASA的火星探測任務「火星2020」啟動

「火星2020」是NASA主導的火星探測任務。其目標是探測、驗證火星是否曾有生命存在，或是否曾存在適合生物生存的環境。該任務由登陸車「毅力號」和小型直升機「機智號」組成。

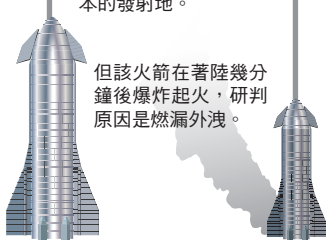


F SpaceX

SpaceX「星艦」成功發射和著陸

可重複使用的大型太空船「星艦」在升空10公里後，自己控制姿勢下降著陸，成功回到原本的發射地。

但該火箭在著陸幾分鐘後爆炸起火，研判原因是燃漏外洩。



G Axelspace

日本的新創企業成功發射地球觀測衛星

Axelspace公司的目標是用可量產的超小型衛星開創全新的地球探測事業。

「ELSA-d」是用俄國的聯盟號運載火箭發射升空的。





成功完成空中發射的維珍公司

2021年也是民間航太公司躍進的一年。與藍色起源、SpaceX齊名，同樣受到國際關注的還有另一家公司，那就是由英國企業家布蘭森在2004年成立的維珍銀河（Virgin Galactic）。同屬維珍集團的子公司維珍軌道（Virgin Orbit）在同年1月18日成功完成「發射者一號（LauncherOne）」火箭的空中發射。該公司用從飛機機翼下發射火箭的劃時代方法，將人造衛星發射到地球軌道上，證明了就算沒有發射基地也能夠發射火箭。

Part 1
太空月曆
從2019年
到近未來
③

民間人士陸續飛向太空
太空旅行時代的起點

2021



〈14歲〉

A 2021年4月23日　美國　NASA
SpaceX公司的載人飛龍號將4名太空人送上國際太空站。

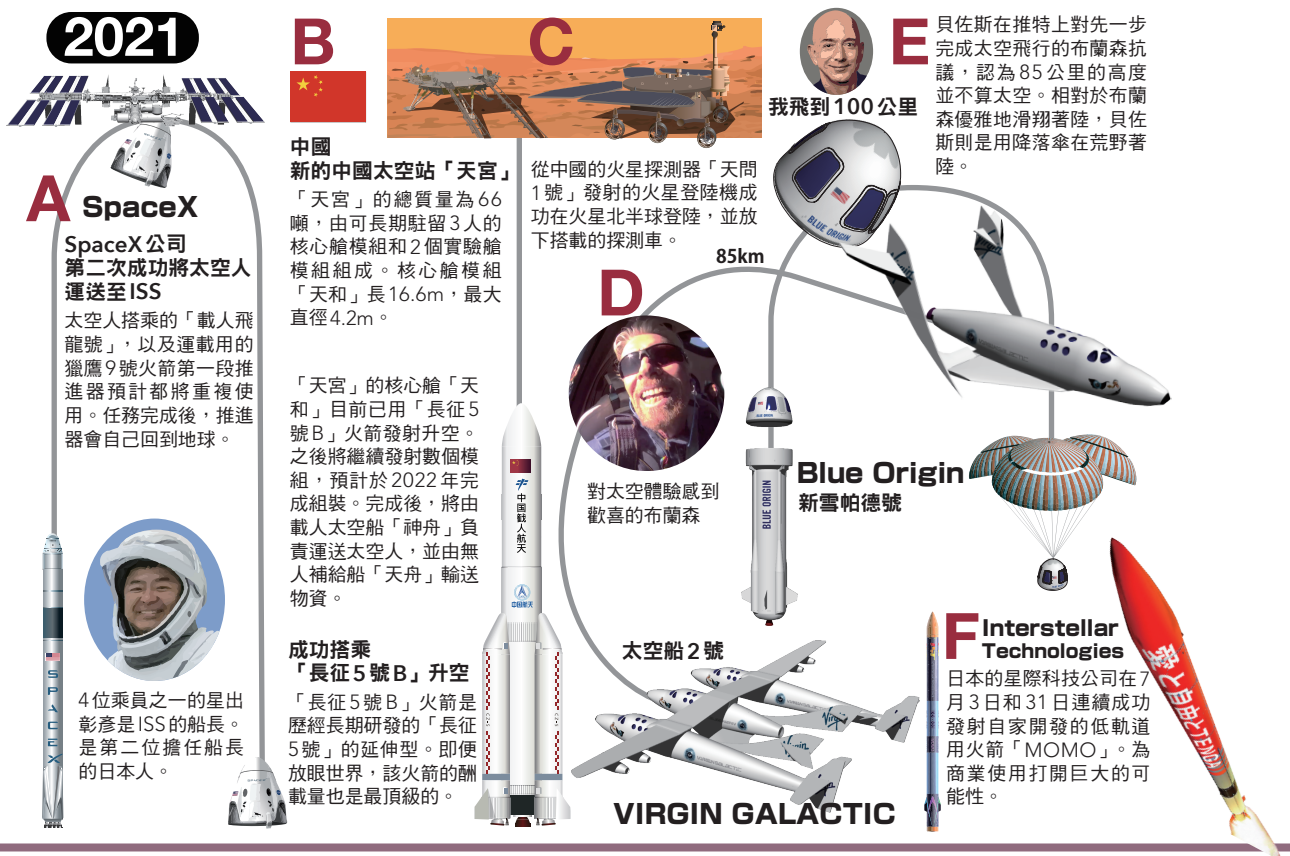
B 2021年4月29日　中國　CNSA
太空站「天宮」開始建造，首塊模組發射升空。

C 2021年5月15日　中國　CNSA
登陸器從火星探測器「天問1號」分離，成功登陸火星。

D 2021年7月12日　英國
維珍銀河公司的創辦人理查·布蘭森搭乘自家公司的太空船飛上太空。

E 2021年7月20日　美國
藍色起源公司的創辦人傑夫·貝佐斯搭乘自家公司的太空船新雪帕德號完成首次太空飛行。

F 2021年7月3日、31日　日本
太空火箭開發新創的星際科技（Interstellar Technologies）公司的低軌道用火箭成功發射。



漸成現實的太空旅行

2021年7月，2名實業家的動向引起全球注目。美國藍色起源公司的老闆貝佐斯和英國維珍銀河的老闆理查·布蘭森，分別宣佈將搭乘自家公司的太空船前往宇宙。這兩人究竟誰會先飛上宇宙，引起全球熱烈的關注。

最後拔得頭籌的是布蘭森。7月12日，布蘭森搭乘的「太空船2號」爬升到約85公里的高空，順利完成了約70分鐘的飛行。該公司將火箭裝在噴射機上在空中分離發射的獨特方式也引起不少話題。

另一方面，貝佐斯搭乘的太空船「新雪帕德號」則在7月20日由火箭發射升空，來到離地約100公里的高空。這艘全自動化的



G 2021年10月31日　NASA、ESA、CSA
哈伯太空望遠鏡的後繼者詹姆斯・韋伯太空望遠鏡預定將由亞利安5號火箭發射升空。

H 美國　SpaceX公司
實施「Inspiration4」計畫。用「載人飛龍號」載送4位平民環繞地球軌道一圈。

I 日本　JAXA
預定將在2021年內試射次世代主力火箭H3。

J 美國　公理太空公司
計畫運送4位平民前往ISS進行太空旅行。

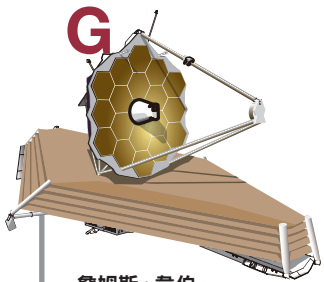

〈15歲〉

2022

K ESA、NASA、JAXA
預定將向木衛三發射木星冰月探測器「JUICE」。

L 中國
新太空站預計將完工。

G



詹姆斯・韋伯太空望遠鏡預計將進入太陽軌道

NASA ESA CSA

詹姆斯・韋伯太空望遠鏡
六角形的鏡面組合成蜂巢狀，使反射鏡面的面積最大化，擁有史上最高的解析度。該望遠鏡備受期待可解開早期銀河的形成過程。



用「亞利安5號」發射
雖然一度因事故而延遲開發，但該型火箭擁有全球最頂級的酬載量。

H 民間太空旅行的起點

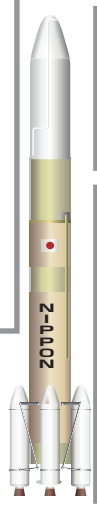


首次只有平民的太空飛行Inspiration4
由美國支付系統公司的CEO贊助進行的太空旅行。該計畫搭乘「載人飛龍號」在低地軌道環繞地球三天。使用的「載人飛龍號」在4月時也曾運送太空人前往ISS。

4名乘員除主辦者兼船長的賈里德・艾薩克曼外，都是基於慈善理念挑選出來的。

JAXA

日本JAXA的H3將要發射
經歷漫長延期的H3火箭預定將在2021年年內發射。



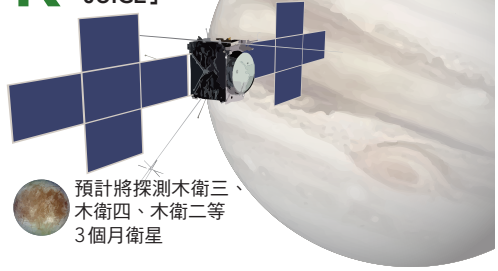
I

2022

J 平民在國際太空站駐留

公理太空公司的太空旅行。預定將送4位平民到ISS停留8天。

K 木星冰月探測計畫「JUICE」



預計將探測木衛三、木衛四、木衛二等3個月衛星

ESA JAXA NASA

由ESA、JAXA、NASA合作的木星探測任務「JUICE」正式啟動。

這是一項由歐洲太空總署（ESA）主持，日本和美國從旁協助的國際任務。預計將探索被科學家推測在冰層下存在海洋的三個木星衛星。由於到達木星需要依靠25次的重力助推，因此需要高度的軌道航行技術。日本為該計畫提供了4個觀測機器。

L 中國的太空站「天宮」將完工，開始使用

這座太空站將開放國際科學研究使用，目前有來自27個國家的42個研究計畫報名。



2024年，預計將發射哈伯太空望遠鏡等級的望遠鏡，與太空站結合使用。

太空船在完成約10分鐘的飛行後，平安回到地表。

太空發展公司的創業者相繼成功完成太空飛行，讓平民太空旅行又朝現實邁進了一步。不論是維珍銀河還是藍色起源，兩家公司皆已開放大眾預約可體驗無重力環境的微太空旅行。

除此之外，美國的SpaceX公司也在2021年9月實施只限民間人士乘坐的太空旅行計畫「Inspiration4」。美國的公理太空公司預計將在2022年1月前將民間人士送上國際太空站（ISS）。各家公司都競相要實現太空旅遊的商業化。

Part 1
太空月曆
從2019年
到近未來
④

「阿波羅計畫」結束後半世紀 人類再次前往月球



〈15歲〉

2022

A 日本　JAXA
預計發射X光天文衛星「XRISM」。

B 日本　JAXA
預計發射無人月球探測機「SLIM」。

C 日本　ispace公司
啟動月球探測任務「HAKUTO-R」。目標是讓月球探測器登陸月球。



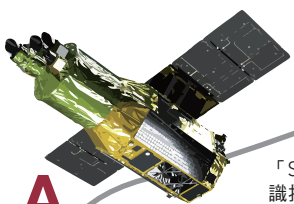
〈16歲〉

2023

D 日本　JAXA
第三代導航衛星系統「準天頂」增加到7顆。

E 美國　NASA
預計將在2023年到2025年間發射木衛二探測器「木衛二快船（Europa Clipper）」。

F 美國　SpaceX公司
正在規劃用星艦環繞月球軌道的太空旅行。預計將有日本人參加。



B 無人登月艇「SLIM」發射升空

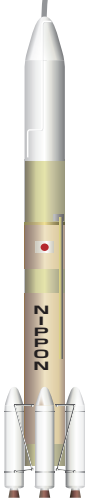
「SLIM」應用了人臉辨識技術，目標是用誤差100公尺內的高精度登陸月球。

A

JAXA
NASA
ESA
銀河X光分光攝像衛星「XRISM」

NASA和ESA的合作任務。目的是解析銀河系的結構、銀河系的演化、以及宇宙中的能量流動，可用X光光譜照片捕捉宇宙中的高溫電漿。

該衛星可能會使用H3火箭發射。



日本向宇宙的新挑戰開始了

C **ispace**

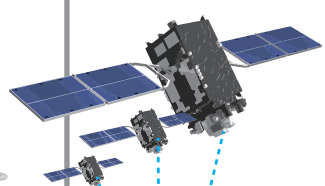


日本的太空新創ispace公司的「HAKUTO-R」計畫，打算向月球發射無人月球探測器。「HAKUTO-R」計畫是一項以人類將建立月面都市為前提的項目。目的是用ispace自己研發的探測器探勘月球的資源。此探測器由小型登陸器和探測車組成，將用於驗證未來在地月間運送和探勘資源的技術。

D

定位衛星系統「準天頂」將增加到7顆衛星

「準天頂」可以跟既有的GPS衛星一起使用。預期可實現高精度和穩定的定位。

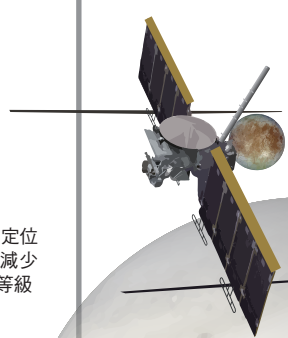




將GPS定位的誤差減少到公分等級

E **NASA**
發射木衛二探測器「木衛二快船」

此探測器的目的是詳細探測木衛二內部的海洋等結構。

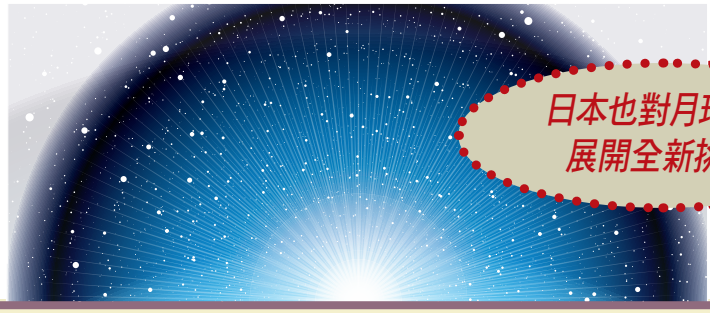


以NASA為中心重啟月球探勘

從本節開始，將介紹不遠的將來已規劃好的太空發展計畫。

自人類首次踏上月球的1969年以來，美國的「阿波羅」計畫已六度成功送人登陸月球。之後，探月計畫中斷了很長一段時間。但過了半世紀左右，美國又啟動了要將太空人再次送上月球的「阿提米絲計畫」。

這項計劃的目標是讓太空人再次登陸月面，然後建立橋接月球和火星的中繼基地，建立月球軌道平台「月球門戶」太空站，最終探勘火星。這是一項以NASA為中心的國際項目，包含日本在內的許多國家都有參加。



日本也對月球探測展開全新挑戰

2022~2024



〈17歲〉

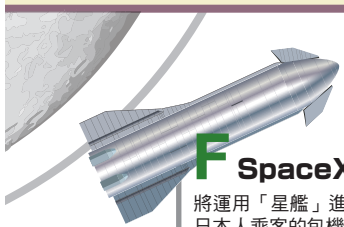
2024

G 日本、法國、德國
預計發射火星探測器「MMX」。

H 美國　NASA
啟動「阿提米絲計畫」。與載人登陸月球的「阿提米絲」計畫一併推動的還有建造月球軌道平台「月球門戶」的計畫。相關物資將由SpaceX負責發射升空。

I 美國　公理太空公司
發射ISS的商用模組。

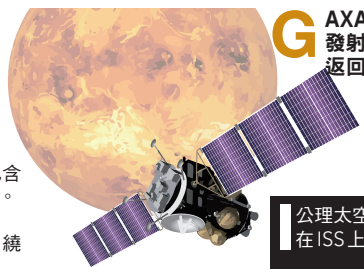
J 美國　NASA
2018年升空的太陽探測器「派克號（Parker Solar Probe）」將到達最接近太陽的距離。



F SpaceX

將運用「星艦」進行包含日本人乘客的包機旅行。

約10人左右的乘客將繞著月球軌道旅行6天。



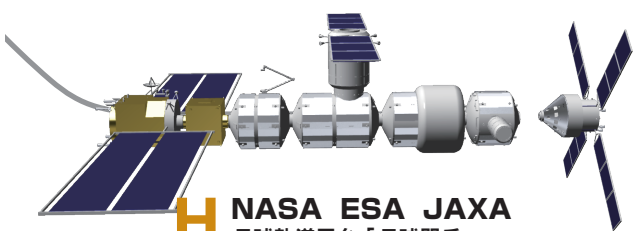
G AXA、CNES、DLR 發射火星探測器、返回器「MMX」

JAXA CNES DLR

「MMX」的任務是登陸火衛一或火衛二，並採集地表樣本帶回地球。若此任務成功的話，將是人類第一次取得火星系統的物質樣本。預期此任務有助於發展往返地球和火星的航行技術、先進採樣技術、深空通訊技術等未來探勘行星不可或缺的技術。



公理太空公司
在ISS上建造自家公司的商用模組



H NASA ESA JAXA
月球軌道平台「月球門戶」

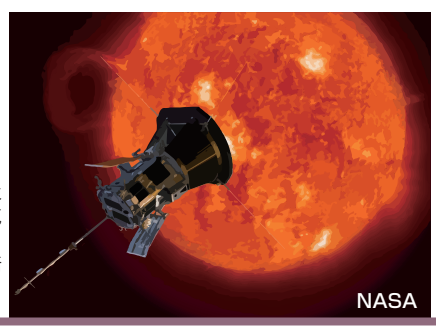
以美國為中心，跟日本、歐洲、加拿大等國合作建造的太空站。此太空站將成為往來月球、建造月面基地、以及載人火星旅行的基地。

「阿提米絲計畫」重啟

2019年開始的「阿提米絲計畫」的目標是送人類抵達火星。其第一步是再次讓太空人登陸月球，以及在月球軌道上建立太空站平台。

J NASA

2018年8月12日發射的NASA太陽探測器「派克號」將闖入日冕，接近至只有8.5倍太陽半徑的距離。



日本獨立開發的探測器也將前往月球

扮演日本太空發展中心角色的是國立研究機構JAXA（宇宙航空研究開發機構）。JAXA預定要在2022年發射獨立研發的小型月面登陸實驗機「SLIM」。目標是精準地降落在設定好的地點，實現低誤差的高精度登陸。

另外，日本的太空新創企業ispace公司也計劃在2022年登陸月球我。這是日本首個民間月球探測計畫「HAKUTO-R」的第一個任務，而隔年的第二個任務預定為月面探勘。

Part 1
太空月曆
從2019年
到近未來
⑤

國際合作在月球軌道上建造太空站



〈18~19歲〉

2025

A 日本、法國、德國
火星探測器「MMX」抵達火星

2026

B 美國　NASA
土星探測計畫「新疆界計畫（New Frontiers Program）」。預計發射探測器「蜻蜓號」。



〈20歲〉

2027

C ESA、加拿大、日本
月球探測計畫「HERACLES」啟動。日本負責開發登陸器本體。

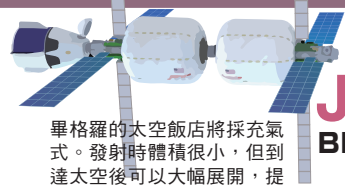


〈21歲〉

2028

D 美國　NASA
月球軌道平台「月球門戶」預計完工。

E 美國　NASA
經由月球軌道平台「月球門戶」，2名太空人將久違59年登陸月球。

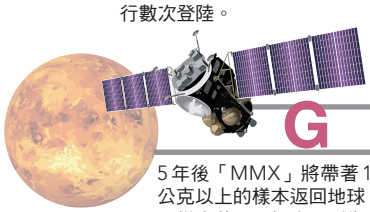


J 畢格羅宇航公司的民間商用太空站（太空飯店）升空。

BIGELOW AEROSPACE

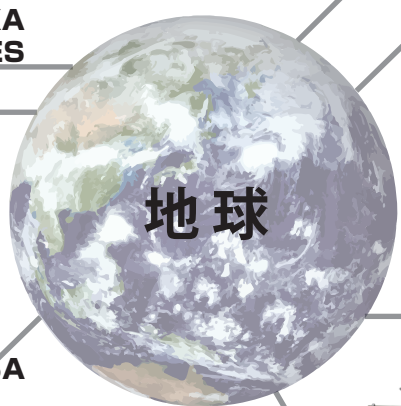
畢格羅的太空飯店將採充氣式。發射時體積很小，但到達太空後可以大幅展開，提供舒適的居住空間。

JAXA・CNES・DLR **A**
「MMX」到達火星
用1年的時間抵達火星衛星，再花3年時間繞行觀測，並進行數次登陸。



JAXA
CNES
DLR
G

5年後「MMX」將帶著10公克以上的樣本返回地球。此樣本將是了解火星型衛星起源的寶貴材料。



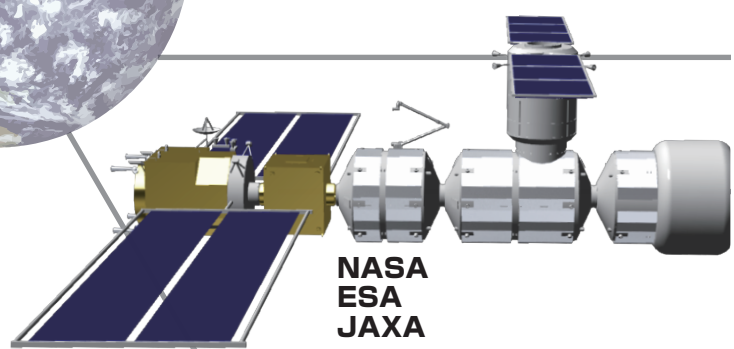
「月球門戶」完工 **D**
建造在月球軌道上的月球門戶太空站有多種角色：作為月球和地球的中繼基地，同時具有通訊中繼站、通往月球的發射據點、用實驗艙提供科學觀測和實驗空間、以及載人火星旅行的基地等功能。同時還是將來建造月面基地的中繼基地。

B
土衛六探測器「蜻蜓號」升空
土衛六的環境類似早期地球。或可在此找到地球生命起源的線索。

NASA



9年後的2035年，「蜻蜓號」到達土衛六。之後再花2年8個月的時間派無人探測器飛向土衛六，持續探測環境。



NASA
ESA
JAXA

探測月球的據點「月球門戶」

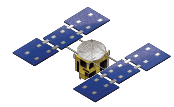
由NASA主導的「阿提米絲計畫」的其中一個重點項目，就是在月球軌道上建造名為「月球門戶」的太空站。這座太空站預計將成為地球和月球的中繼基地，繼而成為前往火星的跳板基地。

跟國際太空站（ISS）一樣，月球門戶預定將由國際合作建造，日本的JAXA將跟NASA和歐洲太空總署（ESA）合作，負責建造國際居住艙的部分。

按照原定計畫，首先將在2024年送男女各2名太空人登陸月球，並同時開始建造月球門戶，然而目前基於某些原因可能會延期。但不論如何，一旦月球門戶完工，月球探勘的進度無疑會大幅向前推進。

登陸月球後就是正式的月球探勘工作

2025~2029





F 中國
預計將用載人登月艇「嫦娥」送太空人登陸月球。

2029

G 日本、法國、德國
火星探測器「MMX」返回地球，帶回各種樣本。

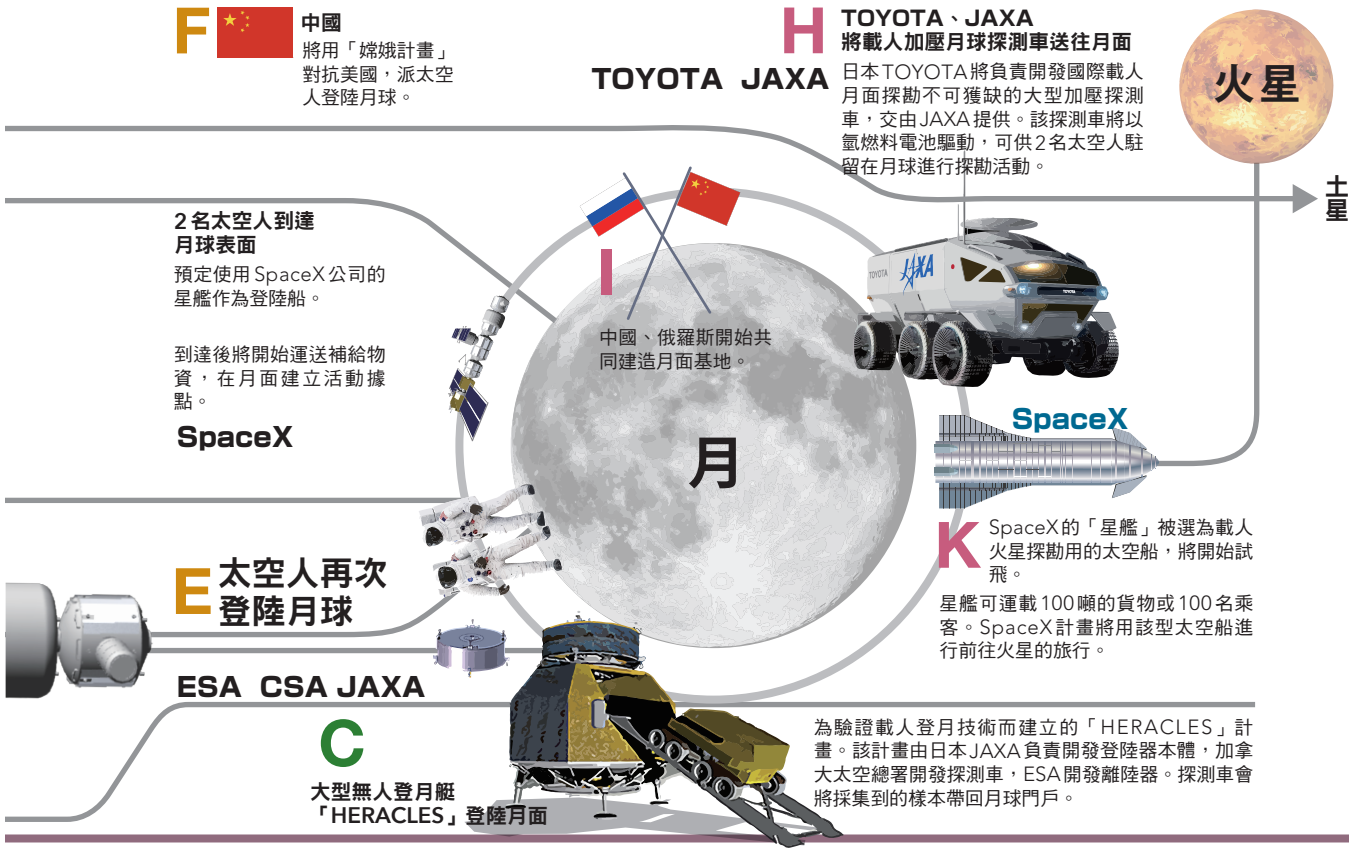
〈22歲〉

H 日本　TOYOTA、JAXA
月球探測用載人加壓探測車抵達月球。

I 俄羅斯、中國
開始共同在月球軌道或月面上建造基地。

J 美國　畢格羅宇航（Bigelow Aerospace）公司
在月球軌道上建造太空飯店，開始營業。

K 美國　NASA
開始測試讓星艦從月球軌道平台「月球門戶」出發航向火星。



現在各國都為建造月球門戶和載人登月計畫而展開無人登月器的驗證實驗。而在登月實驗結束後，下個階段就是為載人月面探勘熱身的無人月面探測。

ESA、加拿大太空總署（CSA）、日本的JAXA共同推動了「HERACLES計畫」。而該計畫的內容，就是利用無人月球探測車（rover）採集月面樣本帶回月球門戶，再用載人太空船加以回收，預計將在2026年時發射升空。



月球之後是火星
人類終於要登陸火星



〈23歲〉

2030

A 日本　JAXA
日本太空人首次登陸月球。

B 美國　NASA
「阿提米絲計畫」朝火星前進。

C ESA、NASA、JAXA
木星探測器「JUICE」到達木星系統。

D 中國　CNSA
可從地表飛入地球軌道的「太空飛機」問世。

E 公理太空公司等ISS的民用活動正規化。

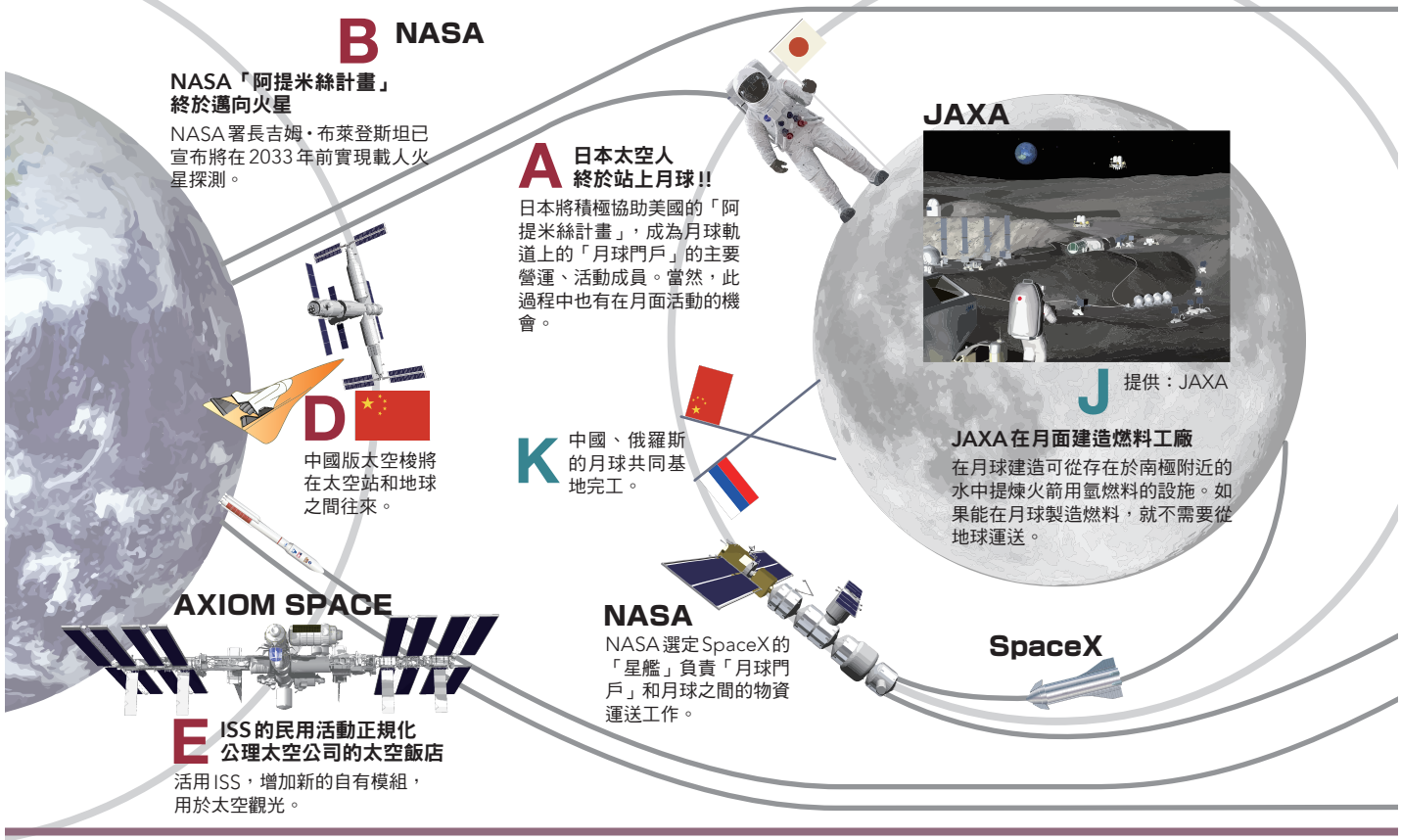


〈24歲〉

2031

F 美國　NASA
火星無人探測器「毅力號」將火星樣本帶回地球。

G ESA、NASA、JAXA
木星探測器「JUICE」展開探測活動。

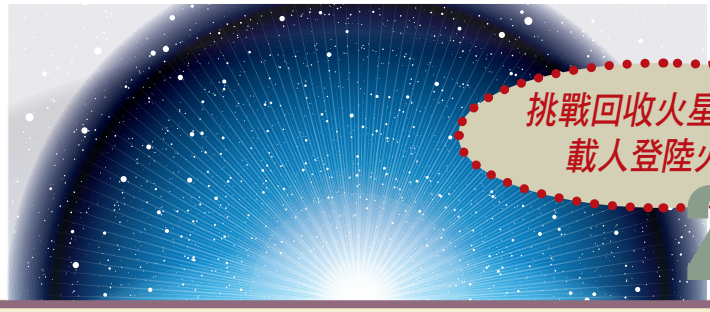


正規化的火星探索

在月球之後，人類的下個目標就是被認為過去可能存在生命的火星。到了2030年代，正規的火星探索活動將正式啟動。

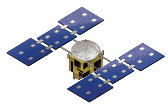
火星的無人探測過去已進行過很多次，且都成功將照片和觀測資料傳回地球；而下一步則是將樣本（岩石等研究材料）帶回地球。而負責挑戰這項課題的，是由NASA和歐洲太空總署（ESA）聯手組成的「火星樣本取回任務」計畫。2021年登陸火星的NASA探測器「毅力號」會蒐集樣本，而ESA的探測車負責回收樣本。預計將在2031年將樣本送回地球。

NASA阿提米絲計畫的最終目標是在2033年前送人類前往火星，若樣本取回任務



挑戰回收火星樣本和載人登陸火星

2030~2035





2033

H 美國　NASA

人類首次到達火星。開始建設火星基地。

〈26歲〉



2034

I 美國　NASA

土星探測器「蜻蜓號」登陸土衛六。

〈27歲〉



2035

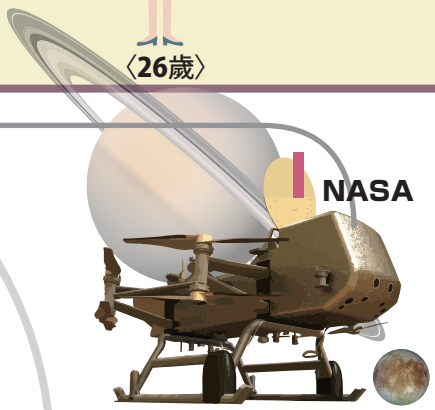
J 日本　JAXA

建造以月球的水為原料的火箭燃料工廠。

K 中國、俄羅斯

中俄合作的月面基地完工。

〈28歲〉



I NASA

「蜻蜓號」到達土衛六

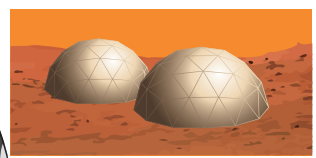
土衛六是太陽系中唯一存在大氣層的衛星，預計將花2年8個月的時間探測。

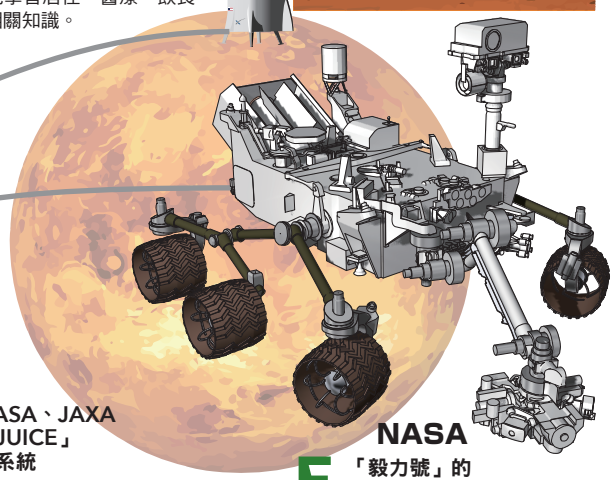
H NASA

人類首次降落火星

從地球前往火星預計將花7個月。太空人到達火星後將停留15個月，等待下次地球與火星的距離再次靠近。期間為了在火星上生存，必須預先學習居住、醫療、飲食、能源等相關知識。

最初的基地將用小型圓頂模組建造。





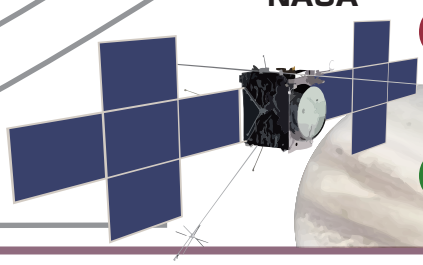
NASA

F **「毅力號」的火星樣本回到地球**

ESA派遣的回收用探測車將回收「毅力號」蒐集到的火星樣本，搭乘返回器回到地球，帶回史上首批火星樣本。

ESA JAXA NASA

C ESA、NASA、JAXA合作的「JUICE」到達木星系統



G **「JUICE」展開探測活動**

成功的話，這項計畫將往前邁進一大步。

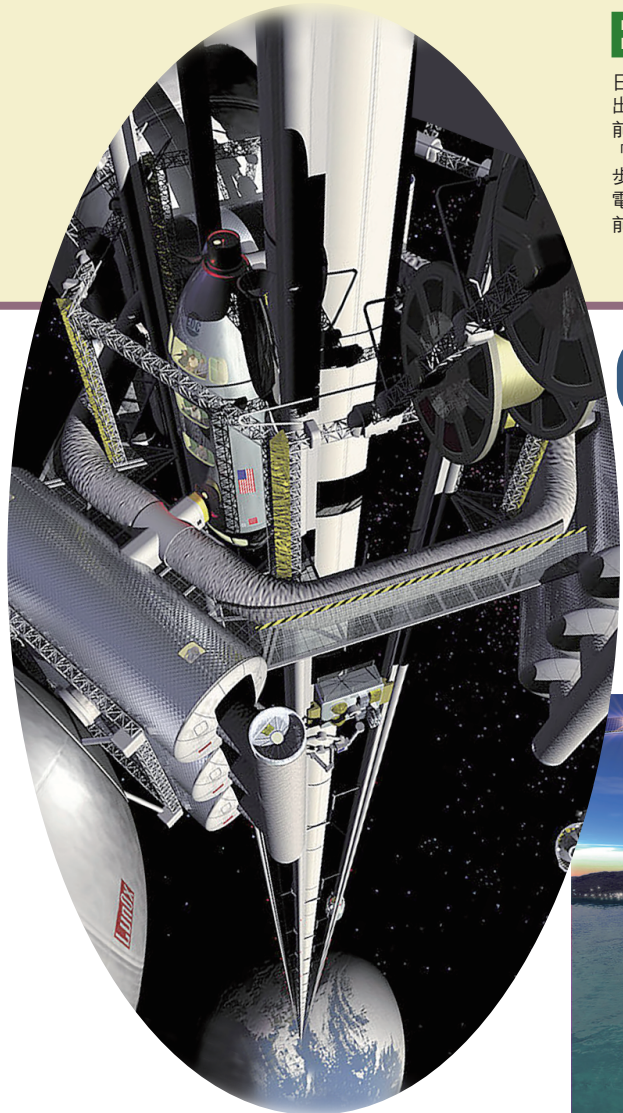
也將到達木星和土星的衛星

2030年代人類的目標不只有火星而已。

由ESA主持，日本和美國都有參加的國際木星冰月探測計畫「JUICE」也預計將在2030年左右到達木星系統，展開探測活動。另外，NASA的無人探測機「蜻蜓號」也預計將在2030年代中期抵達可能和地球有著相似環境的土衛六。

Part 1
太空月曆
從2019年
到近未來
⑦

太空旅行伸手可及
移居火星也不再是夢!?



E 大林組
太空電梯開始運作

日本的建設公司大林組提出的計畫。概念是使用目前人類能創造的最強物質「碳奈米管」，從地球同步軌道降下一條纜線當作電梯軌道，像坐電梯那樣前往太空。

2040年代

A NASA、ESA合作擴大火星的活動據點

B 俄羅斯、中國、NASA打造用核能驅動的行星際火箭引擎。

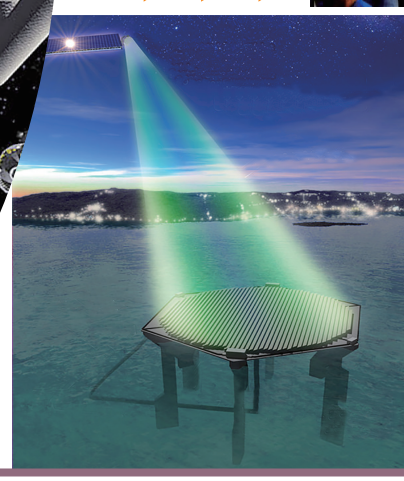
C 地球軌道上的太陽能發電廠開始運作。

太空旅行的費用大幅降低

F 太空觀光成為庶民大眾的娛樂

太空電梯可以輕鬆把人運送到同步軌道，讓成本大幅降低。太空旅行的費用將至百萬元的時代將會來臨。





C 太空太陽能發電廠開始運轉

在地球的衛星軌道上建立太陽能發電設施，然後把電力轉換成微波或雷射光發射至地面的接收站，再次轉換回電力。如此一來地球上就有365天全日無休的無限電力可用。

※本頁的圖片皆為想像圖。

太空旅行將變得更親民

上面的插圖是人類對2040年代以後的太空發展進度想像。未來的人類究竟能多接近宇宙呢？

到了21世紀後半葉，也許太空旅行將不再是夢想。隨著更多玩家進入市場和火箭重複使用技術的進步，相信太空旅行的費用將會下降，讓一般人也能體驗到太空旅行的樂趣。

說不定到時連接太空與地表的夢幻載具——太空電梯也將進入實用階段。所謂的太空電梯，就是一條從地表連到太空的纜繩，可讓升降器如電梯般在纜繩上移動，運送人或物資。若太空電梯能夠成真，人類就能用比火箭更便宜、安全的方式前往太空。



在月球或火星打造
與地球相同的環境

2040~2100

2050年代

D 美國　SpaceX公司
開始運送第一批移民，以建造火星都市。

E 日本　大林組
太空電梯進入實用階段。

F 地球軌道上出現各種民用設施。同時，針對一般消費者的太空旅行大受歡迎。

2100年代左右

G 美國　SpaceX公司
在火星建造1萬人規模的都市。

H 阿拉伯聯合大公國（UAE）
在2117年前建立火星都市

2050年代會是月球和火星的宇宙殖民時代嗎

B 俄羅斯、中國、NASA
核能引擎實用化

想實現行星際甚至恆星際旅行，靠現在的化學火箭引擎是辦不到的。目前各國正在開發用核能推進的火箭引擎。也許2040年就能實用化。

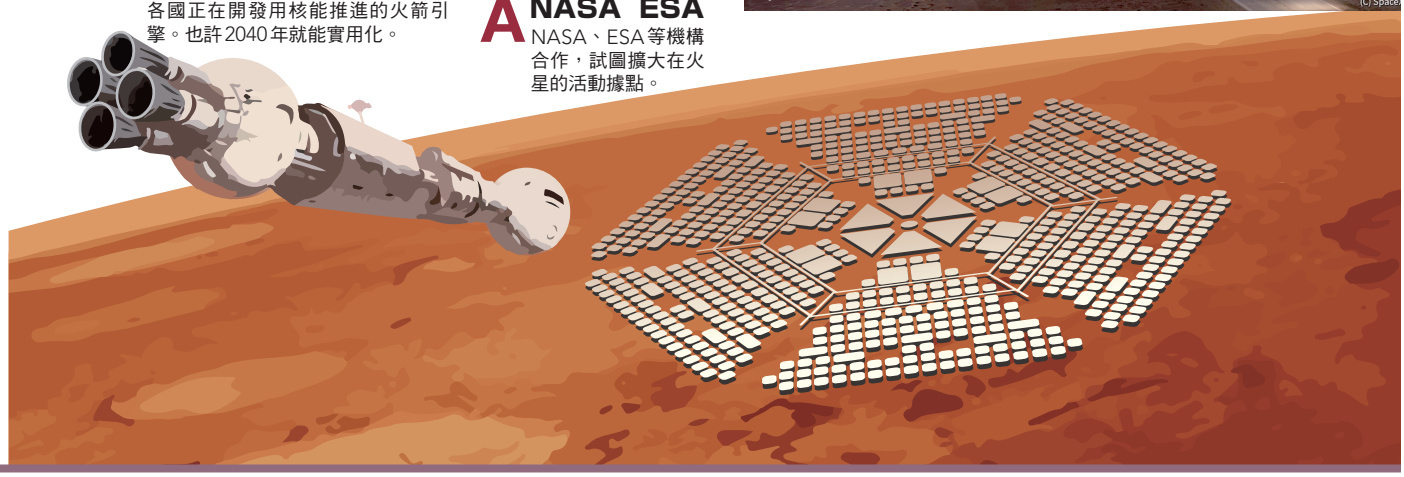
D SpaceX
在火星建立新的人類社會

SpaceX公司的伊隆・馬斯克提出要在2050年代移民火星的計畫。他主張為迴避地球環境破壞、戰爭、疾病等人類危機，應該在火星建立可獨立運作的社會，當作地球文明的避難所。

A NASA　ESA
NASA、ESA等機構合作，試圖擴大在火星的活動據點。

G 火星都市的想像圖





22世紀將是太空移民的時代？

在太空旅行之後，人類的下個目標就是殖民宇宙。美國SpaceX公司的老闆馬斯克已公布了他雄壯的火星移民計劃；阿拉伯聯合大公國也計畫在2117年前建立火星都市，送去移民。

要實現宇宙殖民的夢想，就必須在太空建立跟地球相同的環境，而以NASA為首的各國太空總署和民間太空公司都在設法解決這個問題。究竟當22世紀到來時，人類能否成功移民月球或火星呢？

全球的宇宙相關組織、企業

其中之一或許就是你未來工作的地方

世界主要國家的航太機構

NASA　美國太空總署
（National Aeronautics and Space Administration）
策劃過水星計畫、雙子座計畫、阿波羅計畫，長期領導人類太空發展的美國政府機構。現正執行阿提米絲計畫，目標是登上月球和火星。

Roscosmos　俄羅斯航太（Роскосмос）
前蘇聯解體後，1992年俄羅斯太空局成立。後經改組成為現在的俄羅斯航太公司。在月球探勘基地計畫中與中國合作。

CNSA　中國國家航天局
中國負責航太活動的國家組織。軍事開發和發射中心的管理等工作則由人民解放軍管轄。

JAXA　國立研究開發法人宇宙航空研究開發機構
2003年由宇宙科學研究所、航空宇宙技術研究所、宇宙開發事業團合併而成。在火箭開發、人造衛星、以及無人宇宙探索等領域對全球的宇宙研究有所貢獻。擁有調布、筑波、種子島等10多個設施。

ESA　歐洲太空總署（European Space Agency）
前身是歐洲發射裝置發展組織。1975年ESA成立。現在是由22加盟國組成的歐州航太機構。加拿大也以準成員國的身分參與其中。總部設於巴黎。與亞利安太空公司合作，提供商業發射服務。

ISRO　印度太空研究組織
（Indian Space Research Organization）
第一任署長是印度的太空發展之父維克拉姆·薩拉巴伊。現致力於月球、火星、金星等行星的探索任務。開發了PSLV、GSLV等主力火箭。

CSA　加拿大太空總署（Canadian Space Agency）
加拿大的航太機構。與NASA和歐洲太空總署有密切合作。ISS上使用的機器人手臂就是由CSA獨立研發的。

UAESA　阿聯國家航空暨太空總署
（United Arab Emirates Space Agency）
2014年成立的阿拉伯聯合大公國航太研究機構。在阿聯航空火星任務中成功將觀測衛星發射到火星軌道上。

CNES　法國國家太空研究中心
（Centre National d'Études Spatiales）
法國負責航太發展與研究的政府機構。是歐洲太空總署（ESA）的核心貢獻者。

DLR　德國航空太空中心
（Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt）
德國負責航空技術與太空發展的政府機構。與法國一同扮演ESA的領頭羊角色，也有跟JAXA進行共同研究。總部在科隆。

全球與太空相關的民間企業

提供火箭製造、發射服務



★大型火箭製造商

【美國】

洛克希德·馬丁
美國的老牌航空、航太製造商。製造了「擎天神」火箭和「獵戶座」太空船等產品。

波音
世界最大的航天航空器研發公司。開發有軍事和商用的火箭。現負責阿提米絲計畫用的火箭「太空發射系統」的研發製造。

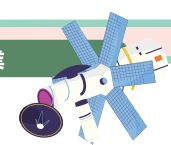
SpaceX
伊隆·馬斯克成立的航太開發商，提供火箭發射服務。開發了「獵鷹9號」火箭，同時正在研發史上最大型的發射系統「星艦」和「超重型（Super Heavy）」下級火箭。製造了「載人飛龍號」太空船，並提供到國際太空站的運輸服務。

Aerojet洛克達因
美國第一的老牌火箭引擎製造商。開發了阿波羅計畫使用的「農神5號」和「太空梭」、「太空發射系統」等火箭的引擎。

聯合發射聯盟（ULA）
洛克希德·馬丁和波音的發射部門合併而成的發射服務公司。使用了兩家公司製造的「擎天神5號」、「三角洲4號」、「火神（Vulcan）」火箭。

藍色起源
由Amazon創辦人傑夫·貝佐斯成立。開發了超大型火箭「新雪帕德號」和登月器。

人造衛星製造、運用、服務相關企業



〈人造衛星開發、製造企業〉

★大型衛星開發、製造

【美國】

洛克希德·馬丁
製造將人造衛星基本功能標準化的通用衛星平台（Satellite bus）系列。

波音
製造早期預警衛星、GPS衛星、通訊衛星等。

Space Systems/Loral
開發了世界最早的通訊衛星「Courier 1B」。

【歐洲】

空中巴士國防與太空
製造放置在同步軌道的通訊衛星等產品。

泰雷茲阿萊尼亞航太公司（Thales Alenia Space）
從通訊衛星到探測衛星都有製造的航太綜合開發商。

【日本】

三菱電機
製造了太陽觀測衛星「日出號」和準天頂衛星系統「引路號」等許多觀測衛星。

NEC
製造了氣候變遷觀測衛星「色彩」、同步軌道衛星「向日葵」等許多衛星。

★小型衛星開發、製造

【美國】

York Space Systems
開發了使小型衛星得以大量生產的獨特衛星平台。

雷神技術公司（Raytheon Technologies）
涉足人造衛星研發的巨型軍事企業。旗下有知名的航空引擎開發商普萊特和惠特尼公司。

【英國】

Surrey Satellite Technology
開發小型衛星和太空垃圾清除衛星。

【俄羅斯】

GKNPTs Khrunichev　開發了「Proton」、「Angara」火箭。

NPO Energomash　開發了「聯盟號飛船」的引擎。

【中國】

中國航天科技集團有限公司（CASC）

1999年從中國國家航天局獨立出來的中國國有企業。旗下的研究所和公司負責開發製造火箭、太空船、衛星、飛彈等產品，由CASC統合管理。

【日本】

三菱重工業

日本火箭開發的統合製造商。

火箭元件的主要企業

IHI、IHI AEROSPACE、川崎重工、日本航空電子工業、NEC Space Technologies、三菱Precision。

【歐洲】

空中巴士國防與太空

發射亞利安火箭的專門公司。靠著亞利安4號火箭的商業發射取得成功。也替人發射聯盟號火箭。

【印度】

過去由印度太空研究組織負責全部開發工作，但近年開始有Agnikul Cosmos、Slyroot Aerospace、Vesta Space Technology等新企業加入。

【丹麥】

GomSpace

開發與販賣超小型衛星系統。

【日本】

佳能電子

販賣運用佳能光學技術的超小型衛星。

Axelspace

販賣超小型衛星並提供地球遙測服務。

★提供衛星零件的主要企業

Honeywell、Raytheon Sodern、ThrustMe、MDA（Maxar Technologies）
Berlin Space Technologies、日本飛行機公司、IHI AEROSPACE、多摩川精機

★衛星地上運用系統企業

L3、Kratos Defence and Security Solutions、NEC

★通訊服務的主要企業

SoftBank、KDDI、Globalstar、EchoStar、Intelsat S.A.、BeepTool、MEASAT

★通訊衛星星系相關企業

Intelsat、SpaceX、O3b、Orbcomm、Amazon、完美天空JSAT、OneWeb、Eutelsat

★衛星圖像資料服務

Orbital Insight、Descartes Labs、SpaceKnow、Ursa Space Systems、Maxar、日立電力解決方案、JSI、e-GEOS、Geocento

★定位資訊提供業者

Caterpillar、小松製作所、久保田株式會社、野馬控股、日立造船、Magellan Systems

★遙測

Orbital Insight、CapeAnalytics、Descartes Labs、SpaceKnow、TellusLabs、Ursa Space Systems、Rezatec、RS Metrics、Bird.i、ESRI、RESTEC、PASCO、天地人

★小型火箭製造、供應商

【美國】

火箭實驗室（Rocket Lab）

經營用小型火箭「Electron」替客戶發射衛星的事業。運用3D列印技術開發了低成本的火箭引擎。

維珍軌道

隸屬理查·布蘭森領導的維珍集團，用小型火箭「發射者一號」替客戶射衛星。「發射者一號」是掛載在飛機機翼下從空中發射的。

【中國】

零壹空間

2015年成立的新創公司。成功發射了「OS-X」火箭後，正加速開發小型火箭。

星際榮耀

開發了由3段固體燃料火箭和1段液體燃料火箭組成的「雙曲線一號S」，目標是成功發射衛星。

ExPace

中國航天科工集團所設立的新創公司，成功開發了固體動力火箭「快舟」。

藍箭航天

源自清華大學的航太新創。正在開發使用液體燃料的中型火箭「朱雀2號」。

【日本】

星際科技

新創創業家堀江貴文成立的小型火箭研發新創。開發並成功發射了低軌道火箭「MOMO」。



宇宙探索、太空生活、觀光相關企業

宇宙探索

Planetary Resources、Deep Space Industries、ispace、株式會社Dymon

太空食品相關

UTC Aerospace systems、Honeywell Aerospace、Argotec、Goldwin、Euglena

太空旅行

維珍銀河、藍色起源、PD AeroSpace、HIS、ANA控股

太空飯店

公理太空、畢格羅宇航、Orbital Assembly

日本的各種航太相關企業

豐田汽車、大林組、SUBARU、PERSOL R&D、三國公司、伊格爾工業、住友精密工業、中菱工程、TAMADIC、IHI Jet Service、多摩川精機、宇宙技術開發、竹田設計工業、株式會社CRE、第一系統工程、Ryoei Technica、旭金屬工業、AES、Sangikyo EOS、MITSU精機、有人宇宙系統、寺內製作所、高千穗電氣、菱計裝、玉川工業、株式會社Amil、HIREC

★農園管理、生育資訊

Planet、FarmShots、Dacom、Satellogic、Astro Digital、eLEAF、珈和科技、日立電力解決方案、VisionTech、Farmship、At Vision、青森縣產業技術中心

★地圖資訊相關企業

UrtheCast、株式會社善鄰、arbonaut、AABSyS、日立電力解決方案、宇部興產顧問公司、AdIn研究所、PASCO

★天氣預報相關企業

GeoOptics、Spire、PlanetOS、Tempus Global Data、IBM、株式會社Weather Map、氣象新聞公司