

文/ 徐麗婷

阿提米絲計畫是NASA與國際合作的新一代登月計畫，在1972年阿波羅任務結束後50年，阿提米絲計畫將再次帶人類重返月球。這個任務預計在2025年把第一批太空人送上月球，目標是在月球上建造長期的研究基地，並且為人類未來登陸火星作準備。

Artemis program

阿提米絲計畫



NASA 載人重返月球的計畫在2000年代初期就開始規畫，原本計畫名稱為「星座計畫」(Constellation program)，預計在2020年登月。但是後來因為資金不足，這個計畫在美國前總統歐巴馬執政時期被取消。2017年美國前總統川普上任之後，重啟了載人的太空計畫，這個計畫保留了先前太空計畫中所規劃的商業載人任務、商業貨物補給服務、獵戶座太空船、月球門戶太空站和太空發射系統，同時也加入新的研發項目，例如「人類著陸系統」。

2019年，NASA 署長 Jim Bridenstine 將計畫命名為「阿提米絲」(Artemis)。阿提米絲是希臘神話中的月亮女神，也是太陽神阿波羅的孿生姐妹，因此阿提米絲計畫在命名上也有著承接上一代阿波羅登月任務的意涵。

阿提米絲計畫由 NASA、歐洲太空總署 (ESA)、日本宇宙航空研發機構 (JAXA)、與其他多國共同合作，預計在2022年的夏天發射阿提米絲1號 (Artemis I)，作為首次的無人飛行測試 (圖1)。接著2024年會發射阿提米絲2號 (Artemis II)，將載人至月球軌道繞行再返回地球；2025年將會發射的阿提米絲3號 (Artemis



圖1. 圖為正準備進行濕式演練 (wet dress rehearsal) 的 SLS 發射火箭。

III)，會搭載4名太空人執行任務，其中有2名太空人會登陸月球表面。

往返地球與月球的主要運輸系統

阿提米絲計畫的運輸系統主要包含：SLS發射火箭、獵戶座太空船、人類著陸系統、地面探勘系統、和太空港口 (即通往月球的門戶)。

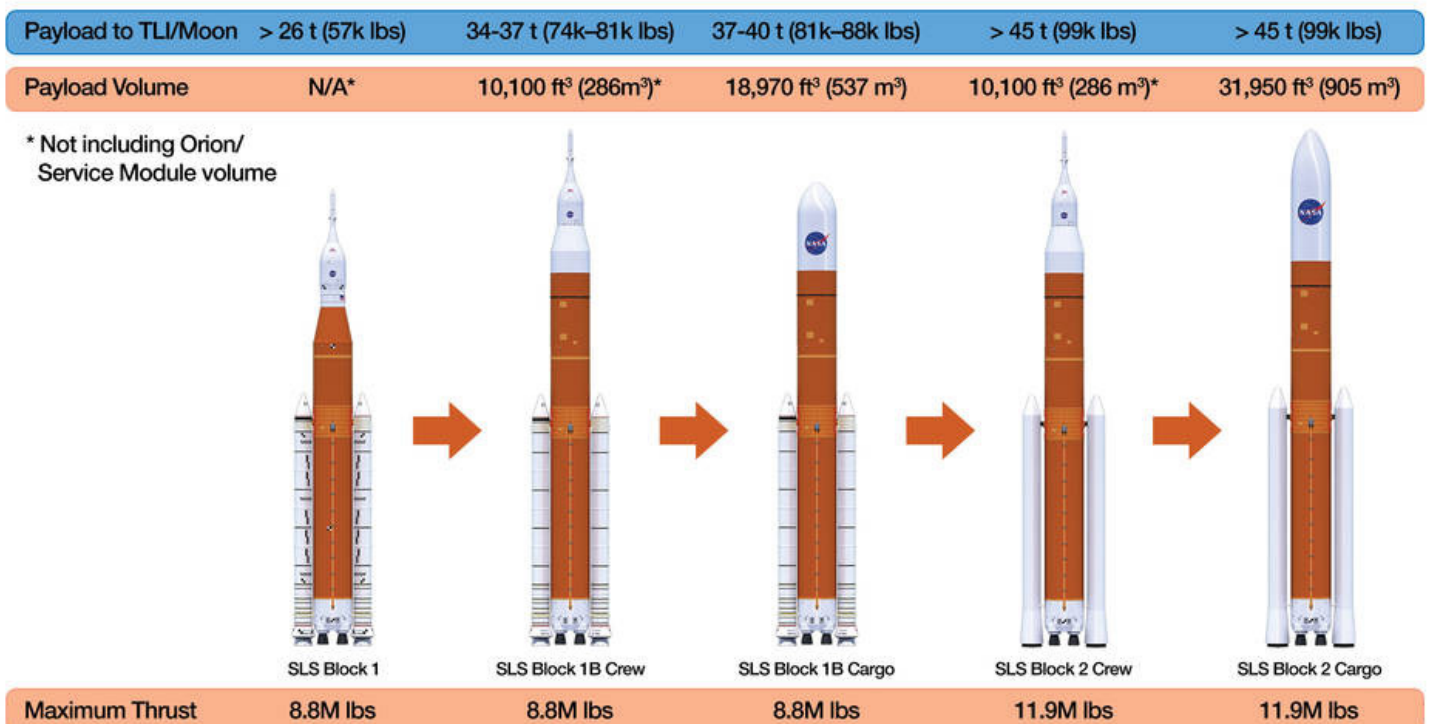


圖2. 根據任務需求而有不同載重能力的SLS發射火箭。今年夏天即將發射的阿提米絲1號使用的是最左邊的「SLS Block 1」火箭。

- SLS 發射火箭（Space Launch System，簡稱SLS火箭）：SLS火箭是由NASA所設計，主要是為了取代已經退役的太空梭（Space Shuttle），未來會負責運送獵戶座太空船、太空人、太空港口組件，和其他貨物至月球軌道及月球表面。SLS火箭能夠承載龐大的重量，像是阿提米絲1號的火箭（SLS Block 1）就可運送26公噸貨物，未來的載重能力會根據任務需求而增加至45公噸（圖2）。



圖3. 獵戶座太空船（Orion spacecraft）。

- 獵戶座太空船（Orion spacecraft）：獵戶座太空船能夠攜帶4名機組人員，並且維持21天的太空生活（取決於太空船上用以維生的消耗品存量）。獵戶座太空船內具有獨立的導航系統、通訊系統、發電系統和溫度控制系統。同時也設置了太空人的生活空間，和維生系統（The Environmental Control and Life Support System，簡稱為ECLSS）（圖3）。

- 地面探勘系統（Exploration Ground Systems，簡稱EGS）：EGS位於佛羅里達州的甘迺迪太空中心。這個系統主要是提供火箭和太空船在組裝、運輸和發射過程中，所需要的運作設備與人員，目的是讓SLS火箭與獵戶座太空船能順利升空，並且讓太空人在任務完成後能安全回到地球。

- 人類著陸系統（Human Landing Systems，

簡稱 HLS）：HLS是能夠帶著太空人登陸月球表面的著陸系統，而且在太空人執行完任務之後，能夠送太空人回到月球軌道上並返回地球。HLS具有通訊系統、發電系統和溫度控制系統，也設置了太空人的生活空間和維生系統（ECLSS），這些系統可以支援太空人在月亮表面執行大約7天的任務。

- 月球門戶（Gateway）：月球門戶是位於月球軌道上的小型太空站，目前還在開發中，預計2024年會開始組裝。月球門戶的主要功能，是作為與地球通訊的樞紐、科學實驗室、太空人短期的居住艙，以及登月艇和漫遊機器人的存放區。這個計畫是由NASA、加拿大太空總署（CSA）、歐洲太空總署（ESA）、日本宇宙航空研究開發機構（JAXA）與其他商業夥伴共同合作開發，用以提供國際太空任務的發展與服務（圖4）。

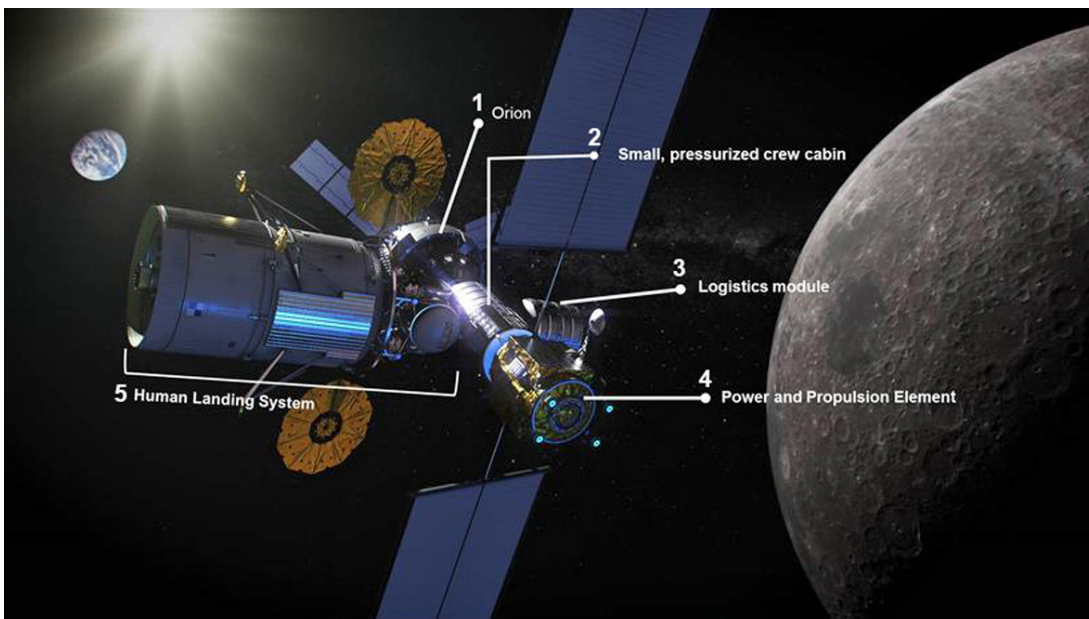


圖4. 月球門戶（Gateway）與獵戶座太空船（圖中的1號儀器）和人類著陸系統（圖中的5號儀器）對接的想像圖。

阿提米絲登月任務的發射進程

- 阿提米絲1號 (Artemis I, 2022年發射)：這是SLS火箭和獵戶座太空船的無人飛行測試，任務將會耗時26至42天。這個任務將會把獵戶座太空船送入月球軌道，做完測試後再返回地球，預定於今年6月發射。從今年4月開始，阿提米絲1號已經如火如荼地在甘迺迪太空中心進行發射前的濕式演練 (wet dress rehearsal)。在演練中，除了正式的點火發射以外，其他所有的發射流程都會預演一遍，包括為火箭裝填液態燃料 (超過265萬公升的

液態氫和液態氧) 和模擬倒數流程。

此次任務中，獵戶座太空船會飛到距離月球表面約100公里的月球軌道上，並在軌道上執行6天的測試工作。當獵戶座太空船完成任務後，會回到地球軌道，在進入地球大氣層時，再對隔熱罩性能進行測試 (圖5)。

- 阿提米絲2號 (Artemis II, 2024年發射) 將會進行SLS火箭和獵戶座太空船的首次載人飛行測試。4名機組人員會先在地球軌道上進行測試，然後再飛到月球軌道上進行測試，最後返回地球。

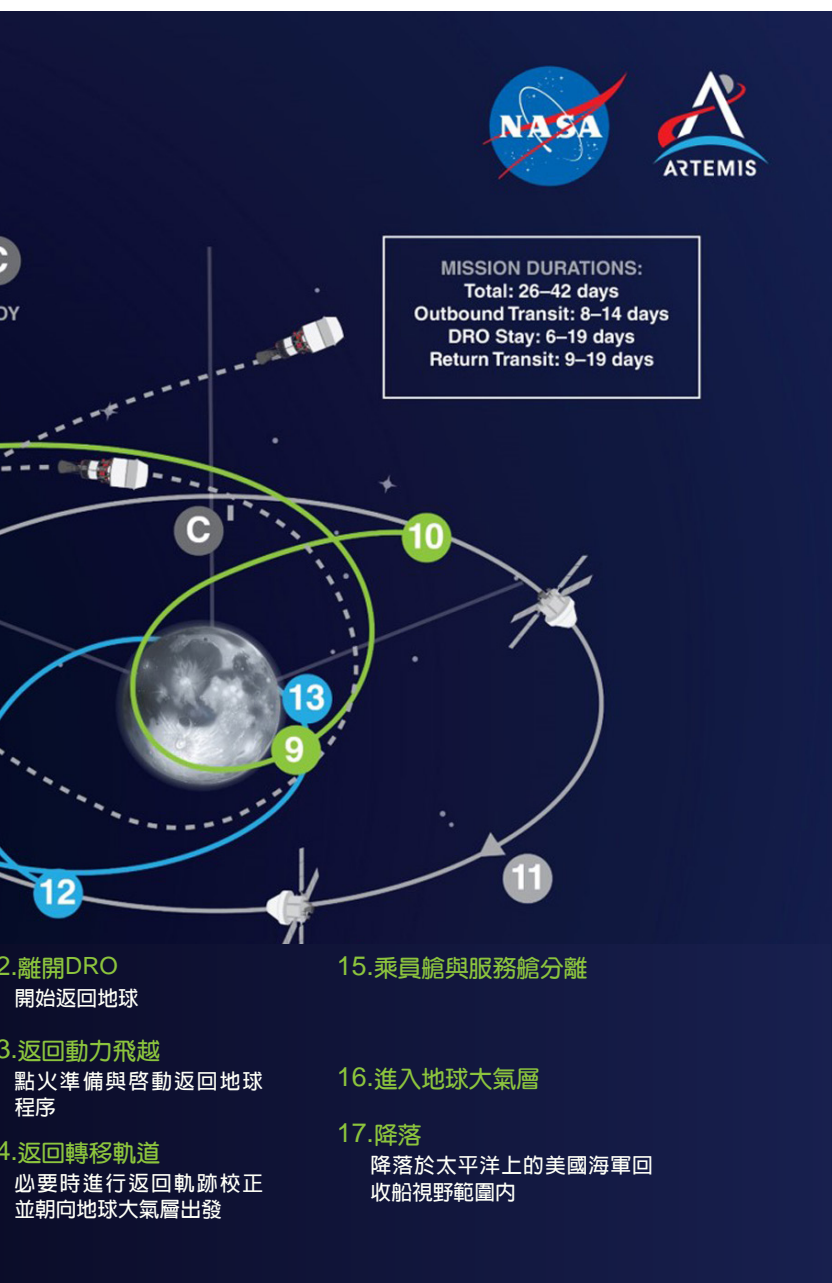
- 阿提米絲3號 (Artemis III, 2025年發射)



圖5. 阿提米絲1號的無人飛行測試路徑。



圖6. 可居住式的移動平臺（Habitable Mobility Platform）想像圖。



射）將會是1972年後首次帶人類重返月球的任務。獵戶座太空船上會搭載4名太空人（其中包含第一位登陸月球的女性和第一位有色人種）。當到達月球軌道之後，會有兩名太空人從獵戶座太空船轉移到人類著陸系統（HLS）上，接著以HLS登陸到月球表面，之後兩名太空人會在月球表面上停留約7天以執行任務。在完成月球表面的任務後，HLS會把太空人送回月球軌道上與獵戶座太空船會合，最後由獵戶座太空船將把4名太空人送回地球。

阿提米絲4號到9號還在開發與規劃當中，這些任務都將會送太空人登陸月球表面，並且逐次增加太空人停留在月球上的時間（從數十天到數個月）。太空人將在月球表面上建立基礎設施，包括太空人的居住空間、漫遊車、科學儀器、實驗室和資源開採等設備。

阿提米絲在月球表面上的重要設備與科學目標

未來月球上的居住與實驗基地將會位於南極地區（由月球軌道器偵測到有水冰存在的地區），除了駐點的科學實驗室之外，還有三個非常重要的移動式探勘設備：

- 可居住式的移動平臺（Habitable Mobility Platform）：這是一個概念類似露營巴士的移動工具，可以支援太空人離開月球基地，以遠距離工作長達14天。車體目前是由NASA、日本的JAXA和豐田汽車（Toyota）合作開發。（圖6）
- 月球地形車（Lunar Terrain Vehicle）的任務將會用於在勘探周圍環境，它的功能與阿波羅任務的月球車類似，主要是用來運送在月球表面執行工作的太空人，幫助他們移動、採集樣本和通訊。（圖7）



圖7. 月球地形車（Lunar Terrain Vehicle）想像圖。

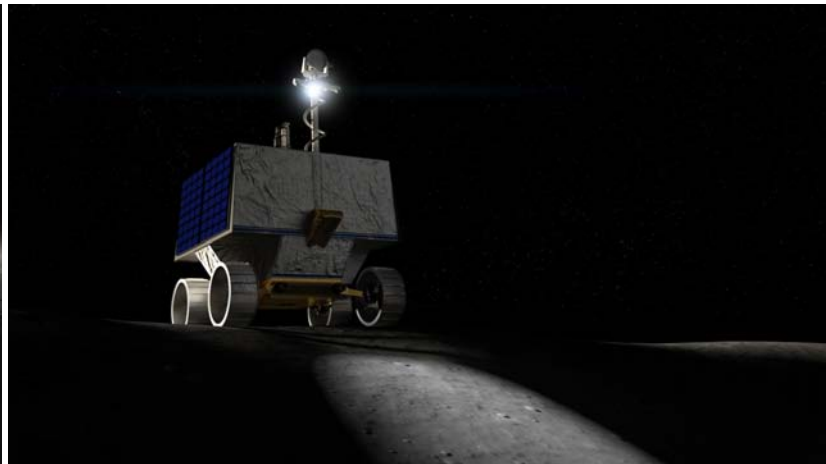


圖8. VIPER漫遊車想像圖。

• VIPER 漫遊車：VIPER（Volatiles Investigating Polar Exploration Rover）漫遊車的任務是在月球南極地區探勘資源，尤其是繪製水冰的分佈和濃度圖。（見圖8）

阿提米絲的科學目標主要是要了解太陽系與行星形成的過程、月球形成的歷史、月球表面物質的研究，並且在太空中建立一個具有獨特視野的科學實驗室。同時，阿提米絲任務也是人類前往火星的前哨站，未來阿提米絲任務的太空人將會在月球上進行人類太空旅行的風險測試與評估，以降低人類未來登陸火星的危險。

參考資料：

1. NASA's Lunar Exploration Program Overview
https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/artemis_plan-20200921.pdf
2. Artemis program wiki
https://en.wikipedia.org/wiki/Artemis_program#Orion

徐麗婷：政大應用物理所兼任助理教授

YouTube相關影片：



阿提米絲1號的飛行測試路徑
<https://youtu.be/d7jqz7lFz-Y>



How We Are Going to the Moon
https://youtu.be/_T8cn2J13-4



NASA Explores the Moon and Beyond
<https://youtu.be/KnuBJyiFfIY>