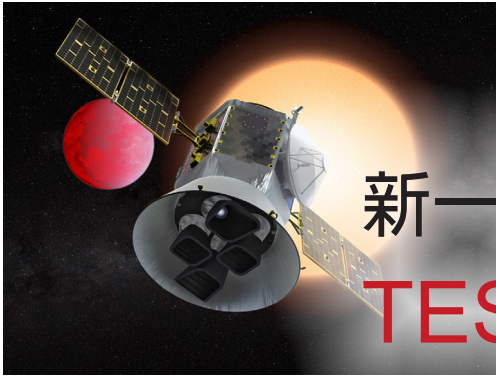




文/ 林建爭

新一代「行星獵人」 TESS的第一年成果

隨著2019年10月諾貝爾物理學獎的公布，「系外行星」一詞在那之後的一兩個月內，網路熱搜上的關鍵詞一度成長好幾倍。雖然第一顆系外行星被人類發現距今已經超過二十年，科學家們仍致力於發展更前沿的觀測技術以尋找更多的系外行星、適合人類居住的星球、甚至是系外生命。

相信有在關注系外行星的粉絲們，對於2018年4月下旬 NASA 於美國加州發射成功的新一代「行星獵人」凌日系外行星巡天望遠鏡 (Transiting Exoplanet Survey Satellite, 簡稱 TESS) 應該不太陌生，TESS 任務是由麻省理工學院主導，美國太空總署 (NASA) 資助的太空計畫。(詳見《[臺北星空84期](#)》[新聞追蹤](#))

不同於之前克卜勒 (Kepler) 任務僅將望遠鏡固定觀測某小部份天區，TESS 計畫的目標是在全天中搜尋系外行星，雖然目標源的距離大約300光年內的亮星，沒克卜勒望遠鏡看得遠，然而其尋找範圍卻是克卜勒任務約350倍。在為期兩年的任務結束時，TESS 將會觀測超過85%的天

空，並對成千上萬顆系外行星進行分類，可以預期 TESS 望遠鏡將會發現更多太陽系外的類地行星或類木行星。

TESS 發射至今超過一年半，截至2019年7月已經觀測完整個南半球天區，如圖1所示，TESS 團隊將南天區分為13部分，每部分天區都會被觀測至少27天以上，而南天頂附近由於天區重複因此能被觀測超過三百多天，在2019年7月中旬之後 TESS 已轉向北天球觀測。

TESS 自從發射以後博得不少新聞版面，不僅發現許多不同種類的系外行星，還觀察到在距離太陽約63光年的 Beta Pictoris (繪架座 β) 恆星光線的波動，之後被天文學家認為有可能是三顆系外彗星在母恆星前經過的凌日現象 (詳見《[臺北星空90期](#)》[新聞追蹤](#))。當然 TESS 也有觀測到太陽系裡的彗星，正常的彗星表面活動是由於接近太陽時，陽光照射使彗核表面附近的冰蒸發產生的，這些蒸發的氣體順便將塵埃一起從彗核中噴發出來形成了彗髮。然而也有彗星在尚未接近太陽時，在表面出現

有自發性的噴發氣體及塵埃，目前尚不清楚是什麼機制導致彗星有此自發性的噴發現象，但科學家們認為應該與彗星表面條件有一定的關係。例如 Comet 46P/Wirtanen，科學家們原本預期它於2018年12月16日離地球最近時會有氣體噴發現象，然而此彗星的表面氣體噴發時間卻提早發生於2018年9月26日。幸運的是此彗星剛好在 TESS 的觀測天區裡，由於 TESS 每30分鐘就有一次合成影像輸出，剛好讓天文學家們能夠仔細研究此彗星表面活動每個階段的細節，詳細研究由 Tony Farnham 博士等人在2019年11月發表於《天文物理學雜誌快報》中。

2019年4月，TESS發現並確認了第十顆系外行星，但特別的是它是第一個TESS發現到地球大小的系外行星名為 HD21749c，距離地球約52光年。該行星的軌道離其母恆星相當近，公轉週期約為8個地球日，因此極有可能因為表面太熱讓生命無法生存。這個發現令TESS團隊最振奮的是TESS有能力找到在母恆星附近運行的類地行星。此後 TESS 更發現了幾個多重系外

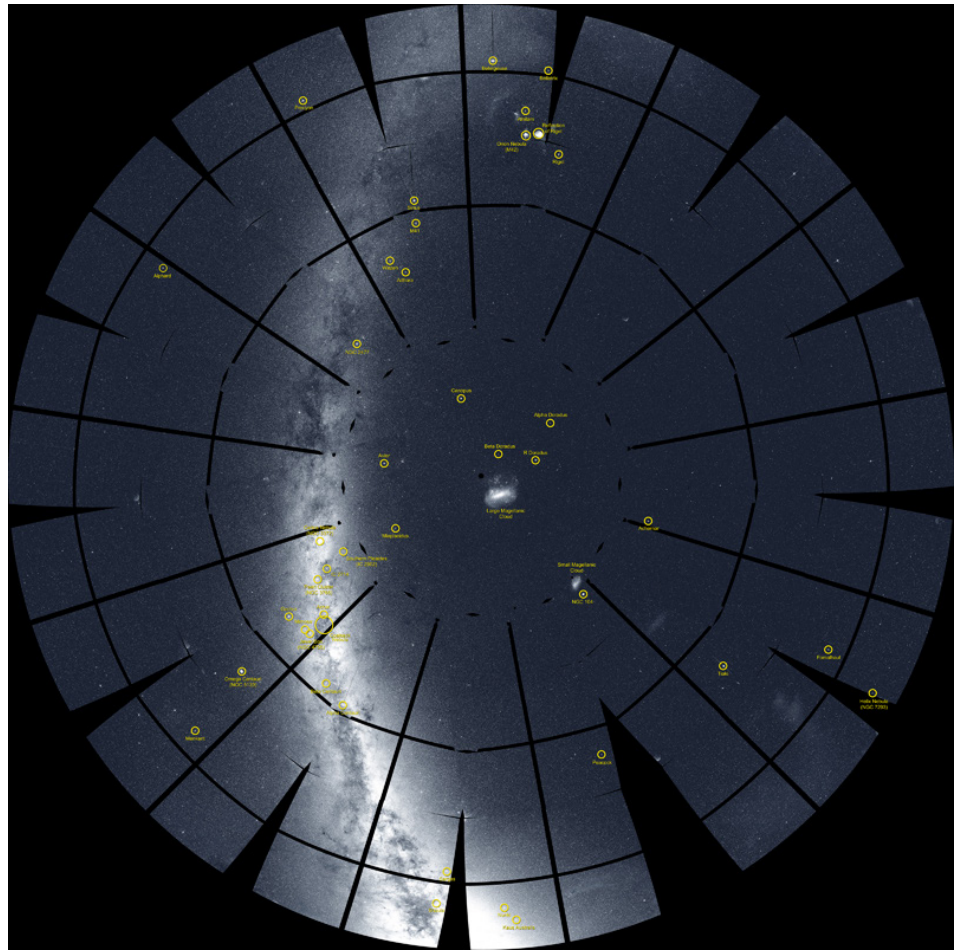
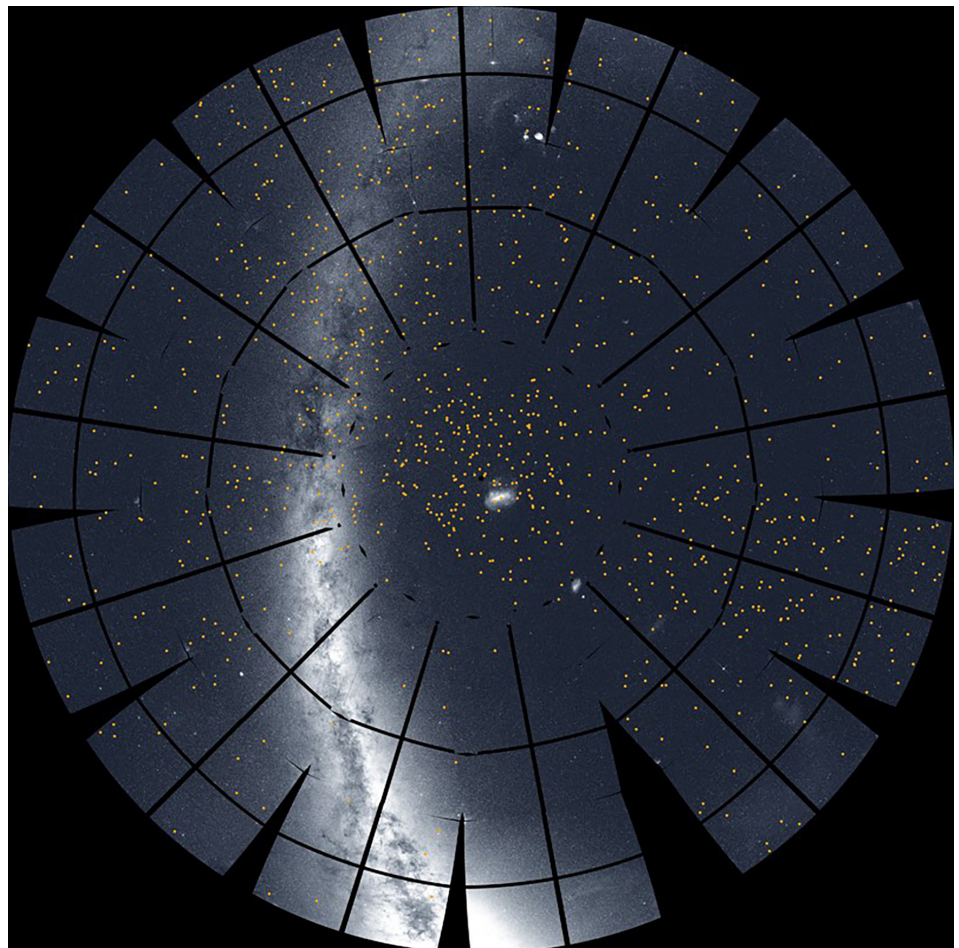


圖1

上圖：TESS 第一年的南天全景影像。影像疊加截至2019年7月，主要有十三個天區，每個天區連續觀測約一個月，全景影像上標示著幾個比較常見的星體，包括中間偏左帶狀發亮的銀河系盤面、正上方的充滿新生恆星的獵戶座星雲、中間部分離銀河系約16萬光年遠的大麥哲倫星系等其他南天星體，另外還有好幾顆星由於過亮而產生星芒。

下圖：圖中標示著目前TESS發現到約1000個系外行星的候選源，正由其他科學家進一步分析確認，目前已經有29個確認是系外行星。© NASA/MIT/TESS and Ethan Kruse (USRA)



行星系統，其中也有幾個是類地行星緊緊繞著母恆星運行。雖然目前 TESS 發現到的系外行星大多不在適居區，但是更多類型的系外行星也能讓科學家們更能深入了解其形成與演化。同年7月，當天文學家們在爭先發表GJ357發現有行星繞轉時，TESS 團隊更是額外地發現了另外兩顆行星。GJ 357 是一顆M型矮星，距離地球約31光年，質量及大小約是太陽的三分之一，圖2是此恆星系統示意圖。此恆星系統主要引人注意的是其行星 GJ 357d，它繞母恆星旋轉一週約56天，從母恆星接收的能量與太陽系中火星從太陽接收到的能量一樣多，假設它是一顆類地行星，那麼它可能會是地球的兩倍大，質量約是地球的6倍；甚至如果它有岩石表面和足夠厚的大

氣層，液態水便有可能存在於此行星中。GJ 357d 距離母恆星夠遠又處於適居區，也因此目前天文學家們正積極的想辦法觀測此系外行星是否有大氣層，因為這很有可能是一顆可以孕育生命的系外行星。

另外 TESS 也捕捉到不少超新星爆發的影像，也有其他星體在幾天或幾週內亮度劇烈變化的過程，甚至能在地面望遠鏡確認其天文事件前的影像，提供天文學家不少彌足珍貴的研究資料。例如 ASASSN-19bt，是黑洞的潮汐力瓦解 (Tidal disruption event) 恆星產生的光變現象，見圖3示意圖，當地面望遠鏡發現這光變現象時，其實 TESS 早已經凝視這顆星從暗到亮好一陣子了，詳細研究結果已經由 Holoien 博

士等人發表在2019年9月27日的《天文物理學雜誌》上。黑洞潮汐瓦解恆星是極為罕見的天文現象，在與我們銀河系大小相當的星系中，大約一萬至十萬年才發生一次。相比之下超新星爆發頻率較高，約每百年左右就會發生一次。到目前為止，天文學家總共觀察到約40次潮汐瓦解現象，科學家們估計 TESS 在最初的兩年任務中大概只會看到一、兩個此現象。TESS 同時也監測了約800個恆星的耀斑，研究這些耀斑可以幫助我們更認識我們的太陽表面活動，因為他們與太陽表面上的太陽風暴類似，而有時候太陽風暴的電磁波會造成地球上不少電子產品的問題。

TESS的第一年已經獲得不少成果，麻省理工學院TESS首席

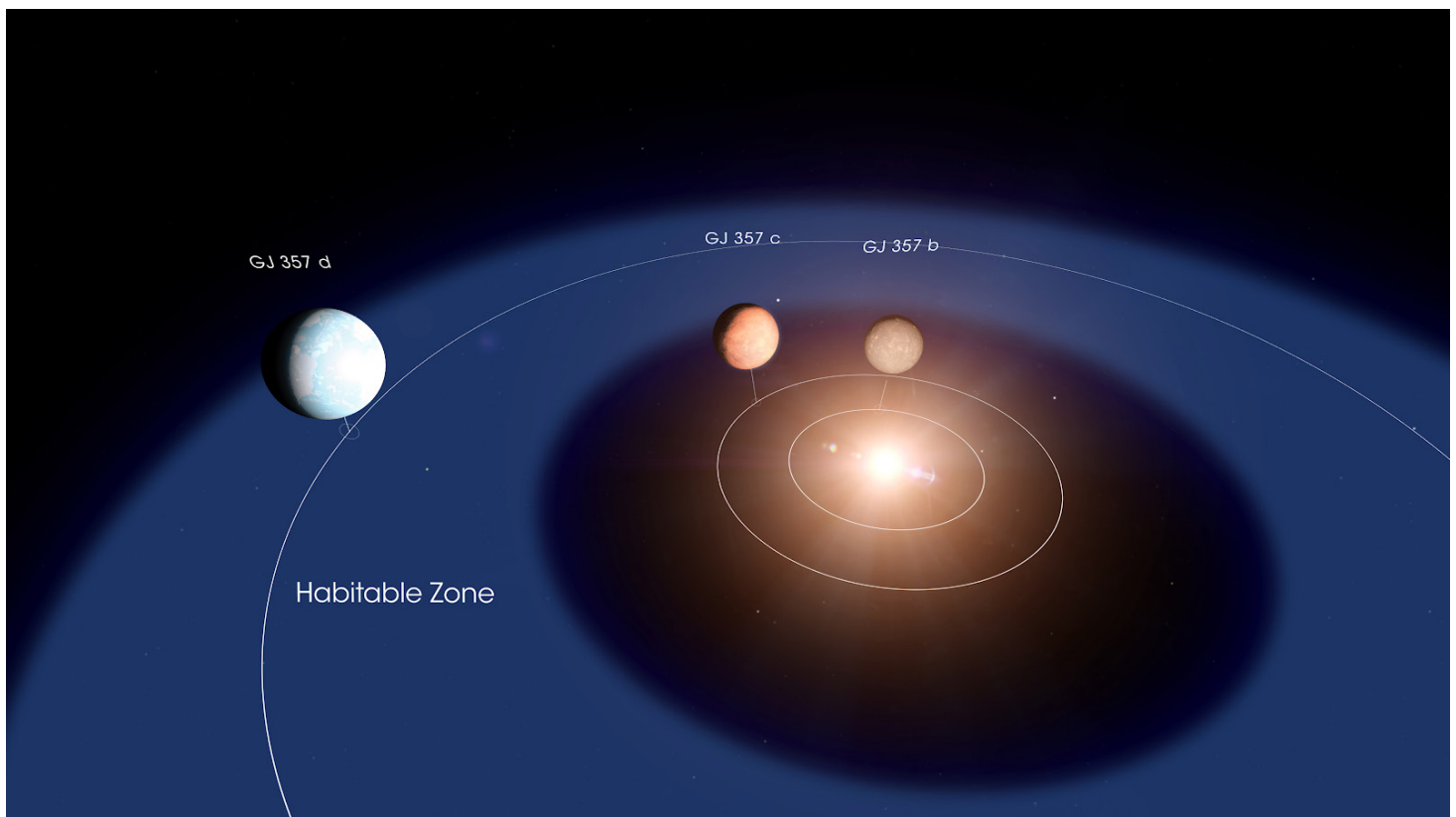


圖2. GJ 357系統的示意圖。GJ 357d在母恆星的適居區內運行，在該區域內液態水可以存在於類地行星的表面。未來的研究將是確認GJ 357d是否有足夠厚的大氣層防止熱量逃逸使液態水得以存在於此行星表面。© NASA's Goddard Space Flight Center/Chris Smith

研究員 George Ricker 博士於7月下旬的 TESS 科學會議中表示：『 TESS 第一年的觀測速度和資料產量已經遠遠超出了我們最初保守的估計。』他並補充說：『除了發現各式各樣的系外行星外，TESS 也像發現了天文現象的寶庫，其中包含成千上萬種光度劇烈變化的星體。』目前 TESS 太空任務已被 NASA 評估可延長至2022年，於此之後還有延長的可能，也因此原本主要目標除了搜尋系外行星之外，還會包括更多的任務，例如研究有關長周期系外行星以及指認更多適居區的系外行星和多行星系統的資訊。TESS 的科學家們也同時與使用地面望遠鏡的天文學家合作進行後續觀測研究。George Ricker 研究員也希望能吸引更多科學家，並將 TESS 的發現與當前和未來執行的任務（例如 CHEOPS 和 JWST）一起合作。

參考資料

https://spic.org/news/tess_one-year-out?SSO=1

<https://svs.gsfc.nasa.gov/13237>

<https://www.nasa.gov/feature/goddard/2019/nasa-s-tess-mission-spots-its-1st-star-shredding-black-hole>

<https://svs.gsfc.nasa.gov/13266>

<https://www.nasa.gov/feature/goddard/2019/confirmation-of-toasty-tess-planet-leads-to-surprising-find-of-promising-world>

<https://www.nasa.gov/feature/goddard/2019/nasa-s-exoplanet-hunting-mission-catches-a-natural-comet-outburst-in-unprecedented-detail>

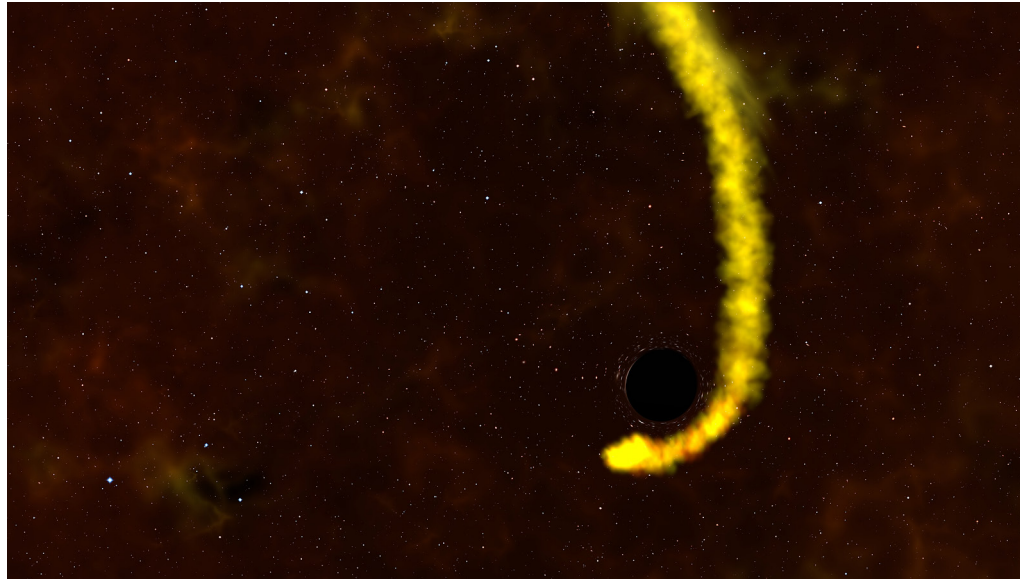
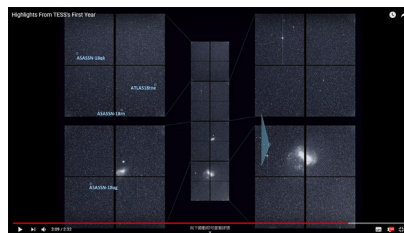


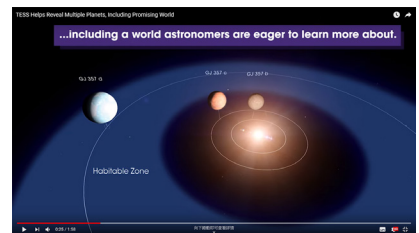
圖3. ASASSN-19bt的潮汐力瓦解恆星示意圖。當恆星靠近黑洞時，強烈的潮汐力會將其撕裂成長條狀。後端的尾部會逃離黑洞，而前端被撕裂的部分會圍繞著黑洞。© NASA's Goddard Space Flight Center

YouTube相關影片：



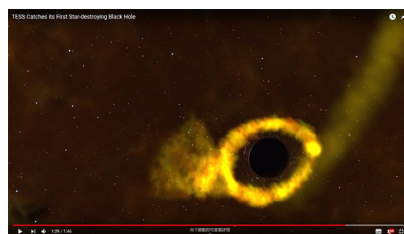
TESS的第一年精華介紹

<https://www.youtube.com/watch?v=7LLyFFsY7ZY>



TESS發現了多行星系統，含適居區

<https://www.youtube.com/watch?v=6bWra2Wvudk>



TESS第一次捕捉到恆星被黑洞破壞現象

<https://www.youtube.com/watch?v=85tdoDt1Qh0>



TESS觀察彗星的影像

<https://www.youtube.com/watch?v=RnhKBdDanFw>

林建爭：美國夏威夷大學天文研究所 泛星計畫博士後研究員