

歐幾里得任務 (Euclid Mission)，是歐洲太空總署 (ESA) 2015-2025 宇宙願景計劃中的一項中型任務 (參考《臺北星空115期》：太空望遠鏡歐幾里得)。歐幾里得太空望遠鏡 (圖1) 提供了高解析度的光學影像、近紅外影像及光譜觀測，覆蓋了約16,000平方度的天區。該任務旨在於六年間繪製銀河系外宇宙的詳細星圖，從而提供獨特的數據，幫助天文學家深入了解暗能量和暗物質在宇宙中的分布。

歐幾里得 太空望遠鏡 的首批科學成果

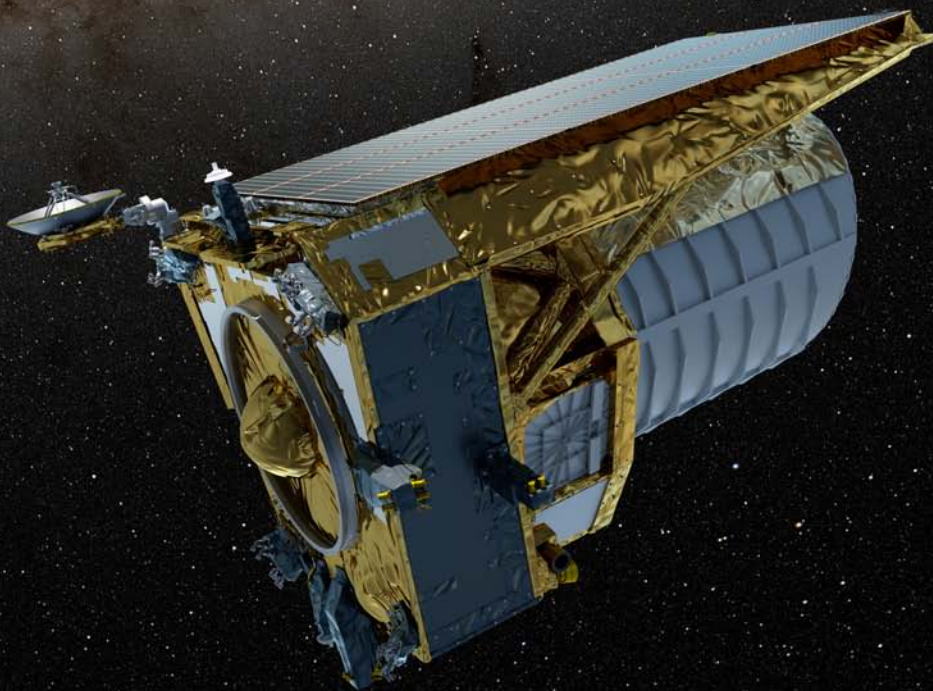


圖1. 歐幾里得太空望遠鏡模擬圖，背景左邊是銀河系盤面，右邊是大小麥哲倫星系。圖片來源：ESA

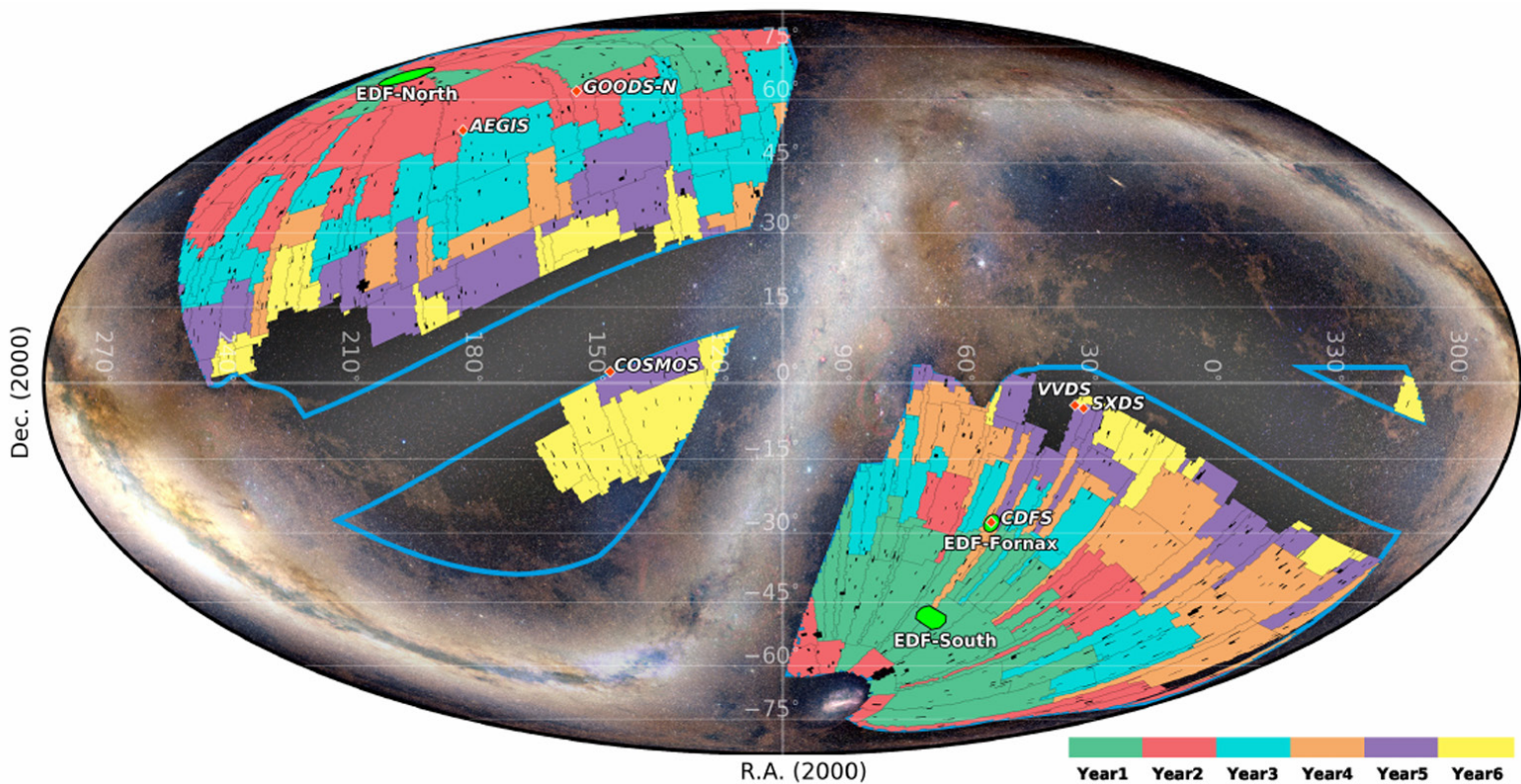


圖2. 歐幾里得巡天計畫，該任務避開銀河盘面及黃道面，框區域涵蓋約16,000平方度，預計觀測約13,416平方度，不同顏色表示不同年份的觀測目標。淺綠色顯示歐幾里得深空巡天計畫，深紅色標示深空巡天的輔助觀測目標（未按比例）。圖片來源：<https://arxiv.org/pdf/2405.13491>

歐幾里得太空望遠鏡於2023年7月1日成功發射，經過半年多的調整與測試，於2024年2月14日正式啟動對銀河系外宇宙的巡天觀測。2024年5月，歐幾里得聯盟發表了基於歐幾里得太空望遠鏡的初期成果論文，其中五篇文章描述了歐幾里得任務的概述、科學儀器及其性能，另外十篇則展示了根據初期公布的觀測（Early Release Observation, ERO）資料所進行的研究成果。

歐幾里得任務參考文獻包括：該任務概述文章，總結了歐幾里得任務的各方面資訊，包括科學目標、太空船狀況、巡天計畫（圖2）、資料產出及分析計畫等。這份文件將成為整個任務期間，對於有興趣分析歐幾里得資料和科學成果的廣泛科學社群的重要參考。儀器與儀器校正文獻詳細描述了歐幾里得各項儀器的規格、設計、開發及在任務中的功能。可見光相機擁有六億像素，用於光學影像觀測；而近紅外線相機及光譜儀則是一個多波段光學相機，具備無狹縫光譜測量功能。這些儀器提供精緻的資料，用於繪製宇宙的大尺度結構，以界定暗能量的性質和廣義相對論在宇宙尺度上的有效

性。經過數月的測試，這兩個儀器的運行完全符合預期。另外一篇文章介紹了基於宇宙學模擬的星系模擬目錄，它幫助科學家和工程師測量、校準和修正系統性偏差，確保地面系統在處理和分析來自歐幾里得任務的資料時能夠準確可靠。

在歐幾里得任務啓航的最初幾個月，進行了一項初期釋出的觀測計畫，目的是要初步展示歐幾里得太空望遠鏡能夠提供的科學深度和多樣性。歐幾里得聯盟選擇決定以呈現令人驚艷的影像，也同時對科學研究具有重要意義的觀測目標，總共累積觀測一天的時間。其中五張圖像於2023年11月發表，其餘五張則在2024年5月23日由 ESA 發表，包括以下：

Dorado 星系群：展示了正在演化和合併的星系群，顯示了潮汐尾和殼層，這些都是星系相互作用的結果。科學家們利用這些資料研究星系的演化，改進宇宙歷史模型，並了解星系如何在暗物質光暈中形成。歐幾里得儀器的廣角視野和高解析力，使得各種星系的特徵得以在同一畫面中顯現，包括細

微的（如星團）、寬廣的（如星系核心）和擴展的（如潮汐尾）等特徵。



圖3. Dorado星系群。

M78星雲：這是一個充滿星際塵埃的恆星形成區。歐幾里得使用紅外相機深入觀察，首次揭示了隱藏的恆星形成區域，詳細描繪了氣體和塵埃的複雜絲狀結構，並發現了新形成的恆星和行星。歐幾里得的儀器能夠探測到質量僅為木星幾倍的星體，並在這一視場內發現了超過30萬個新星體。科學家們利用這些資料研究恆星和亞恆星的數量和比例，對理解恆星族群的形成和演變至關重要。



圖4. M78星雲。

NGC 6744螺旋星系：一個與我們銀河系相似的螺旋星系。歐幾里得的廣角視野捕捉了整個星系，不僅展示了螺旋結構的大尺度，還清晰顯示了小尺度上的細節，包括從螺旋臂伸出的羽毛狀塵埃帶。這些資料幫助科學家們理解塵埃和氣體如何與恆星形成相關聯，並分析不同恆星群在星系中的分布和形成位置，探索螺旋星系結構的物理原理。



圖5. NGC 6744螺旋星系。

Abell 2390星系團：影像顯示了超過50,000個星系，以及重力透鏡效應，其中一些彎曲弧線實際上是同一遙遠星體的多重視角。歐幾里得利用重力透鏡效應技術探索暗宇宙，通過測量暗物質的數量和分布，幫助我們了解星系團及其他地方的暗物質。科學家們還研究了星系團質量和數量隨時間的變化情形，以揭示宇宙的歷史和演化。



圖6. Abell 2390星系團。

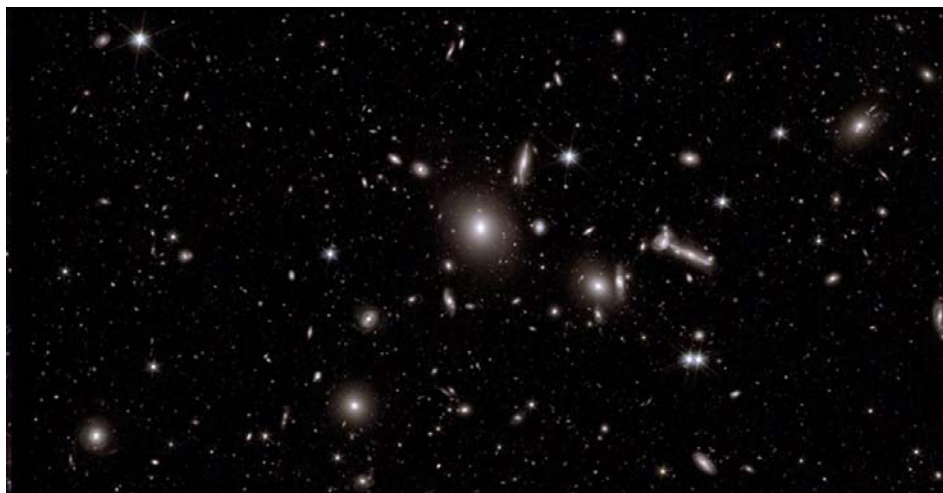


圖7. Abell 2764星系團。

Abell 2764星系團：包含數百個星系，分布在一個廣闊的暗物質光暈中。歐幾里得捕捉了星系團中的背景星系、遙遠星系團及星系交互作用的現象。這些觀測幫助科學家探索遙遠宇宙暗時期的星系，類似於對Abell 2390星系團的研究。

這些令人驚嘆的結果僅僅是冰山一角，因為歐幾里得太空望遠鏡觀測這些目標的時間尚未達到預計巡天時間的0.1%。這些科學成果展示了歐幾里得太空望遠鏡的優異性能以及對各種目標達成預期精度的能力，並顯示出歐幾里得聯盟內部的資料分析過程順利有效，為未來的任務奠定了良好的基礎。歐幾里得任務的下一個資料發布將包括正式的巡天內容，預計2025年3月會有首次快速發布（Quick Euclid release 1, Q1）的資料，而更大範圍的第一期資料則預定於2026年6月公開。在2031年之前，預計將有至少三次快速發布資料和兩期正式觀測資料公開。

參考資料：

<https://www.euclid-ec.org/public/press-releases/first-science-results-and-exclusive-ero-data/>

https://www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/Euclid/Euclid_s_first_images_the_dazzling_edge_of_darkness

https://www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/Euclid/ESA_s_Euclid_celebrates_first_science_with_sparkling_cosmic_views

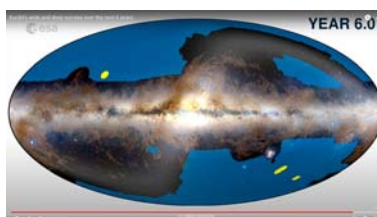
YouTube相關影片：



Five new stunning images from Euclid's Telescope
<https://reurl.cc/myv8nY>



Euclid celebrates first science with sparkling new images
<https://reurl.cc/bYnQYo>



Euclid's wide and deep surveys over the next 6 years
<https://reurl.cc/345gM8>



Euclid | ESA's mission into the unknown
<https://reurl.cc/OrkZ6r>

林建爭：美國夏威夷大學天文研所泛星計畫博士後研究員，王品方校稿：美國夏威夷專案文物修復師