

在銀河系周圍許多個衛星星系如圖1，其中一些較為著名的包括大小麥哲倫星系（Large/Small Magellanic Cloud）以及人馬座矮橢球星系（Sagittarius Dwarf Spheroidal Galaxy）。儘管目前已經探測到超過60個衛星星系，但天文學家相信仍存在許多太暗以至於尚未被發現的衛星星系。最近，一個由國際合作的天文學家團隊利用紫外線近紅外線光學北天巡天（The Ultraviolet Near Infrared Optical Northern Survey, UNIONS）的資料進行研究，成功發現了一個新的銀河系衛星星系，即大熊座III（或稱UNIONS 1）。這項研究的結果顯示，該恆星系統是目前已知的衛星星系中最暗且最密集的一個。這一發現拓展了我們對銀河系周邊衛星星系的認識，同時也強化了天文學家對於尚未被發現的暗淡星系存在的推測。

銀河系最暗的衛星星系

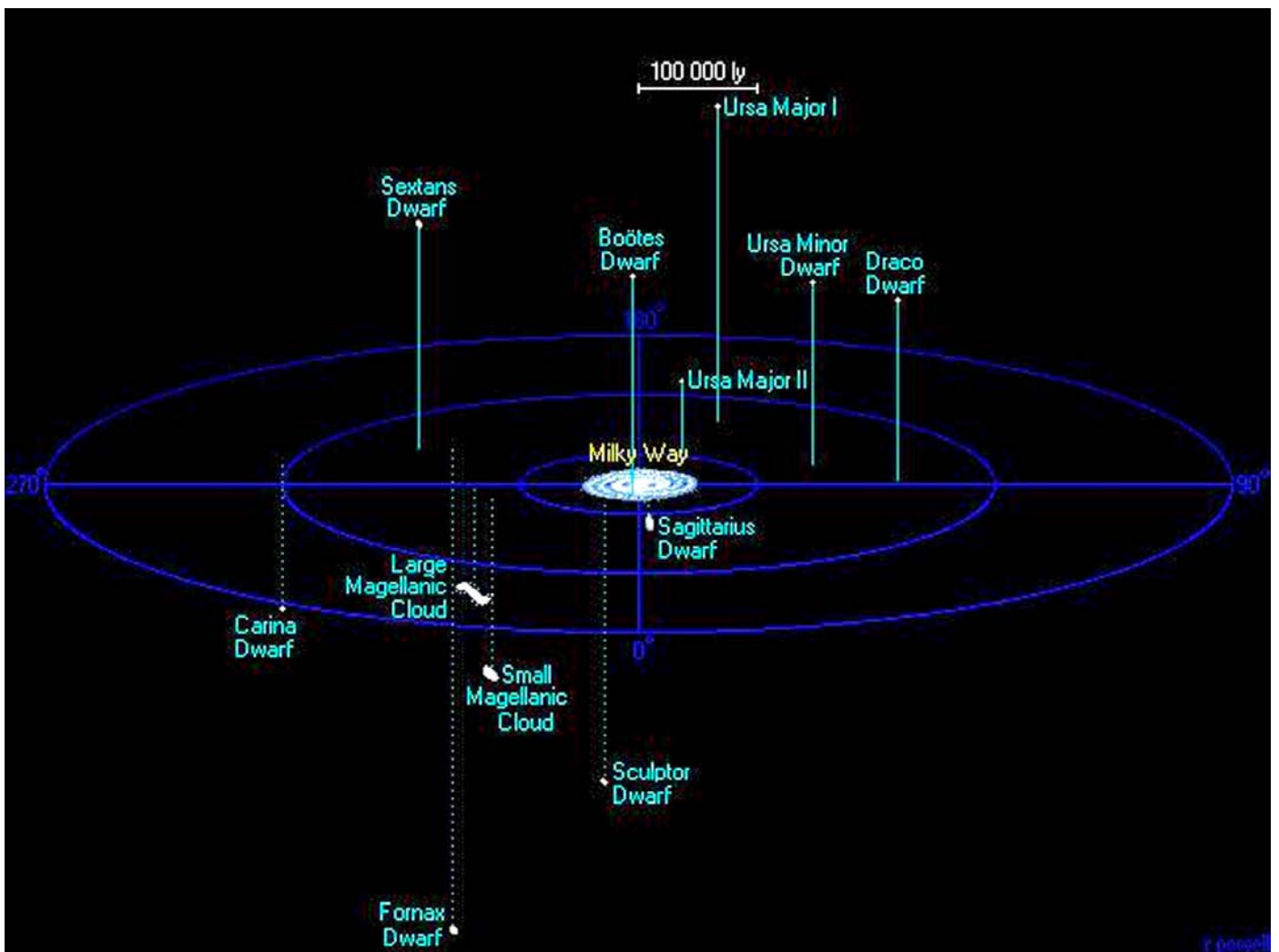
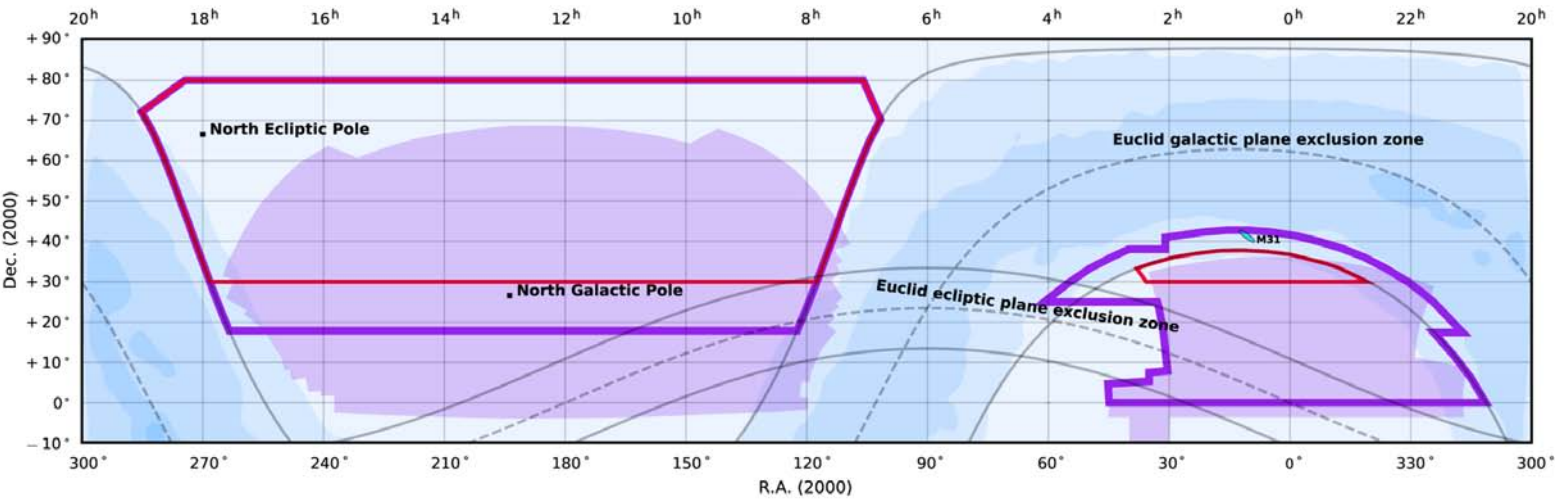


圖1. 銀河系與其周圍較著名的衛星星系。圖片來源：An Atlas of The Universe



The Ultraviolet Near Infrared Optical Northern Survey : sky areas

- Galactic plane
- BOSS
- ▭ UNIONS ugriz : 4,861 deg.² (CFIS / Pan-STARRS / WISHES)
- ▭ Extended UNIONS u-band survey : 8,988 deg.²



圖2. UNIONS巡天的觀測範圍，紅色線是主要觀測範圍，紫色線是u波段額外的觀測範圍。圖片來源：UNIONS

UNIONS計畫主要是夏威夷望遠鏡的聯合合作，共同致力於觀測北半球廣大的天區。該計畫包含四個獨立的觀測執行：加法夏望遠鏡（CFHT）負責u和r波段的觀測，泛星望遠鏡（Pan-STARRS）專注於i和z波段的觀測，昴星團望遠鏡（Subaru）則提供z波段以及g波段的影像。

該計畫預計觀測約5000平方度的天區如圖2，主要包括赤緯30度以北以及超過銀河緯度±30度以上的天區。UNIONS的目標是提供ugriz五個波段深達24.3、25.2、24.9、24.3、24.1星等的影像，這相當於薇拉·魯賓天文臺（LSST）首年觀測的深度，使其成為未來十年北天的測光巡天標準。

大熊座III是由加拿大維多利亞大學的Simon Smith的研究團隊在分析UNIONS的資料意外發現的。他們原本是要用這些資料尋找新的本地星系群成員，結果發現有一個區域的恆星數量的密度比較高，於是申請凱克天文臺（Keck Observatory）的望遠

鏡觀測這區域的恆星得到徑向速度，加上歐洲太空總署蓋亞衛星的自行運動，他們推估出這些恆星的運動有別於銀河系，但是屬於同一個恆星系統，圖3是大熊座III的動力學成員及它們在銀河座標上的相對空間分佈。

大熊座III的V波段絕對星等為2.2星等，這使其成為迄今

為止發現到的銀河系最微弱的衛星星系，而在這之前的前兩名紀錄保持者分別是2016年被發現的Kim 3球狀星團及2023年被發現的DELVE 5球狀星團，它們的V波段絕對星等為0.7及0.4星等。他們的研究指出大熊座III非常緻密，因為它在半徑約10光年的範圍內，包含有約

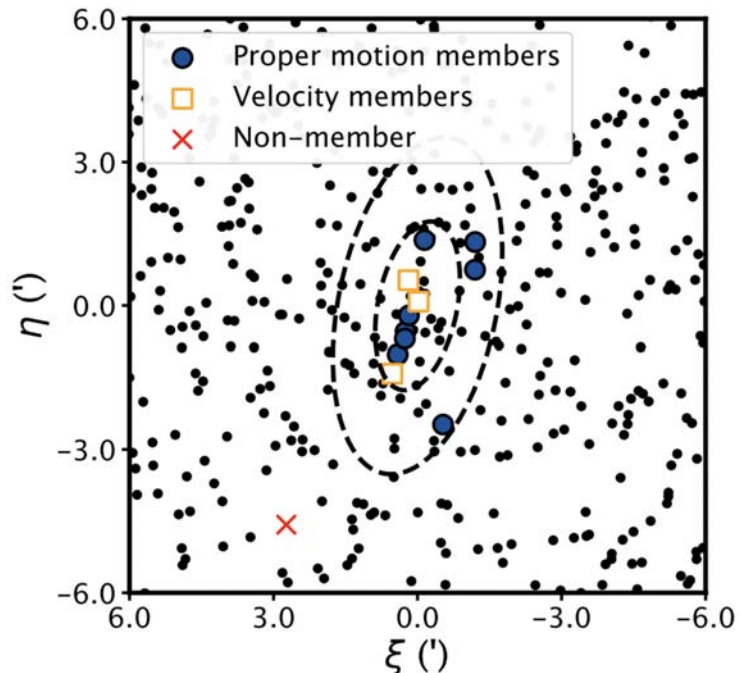


圖3. 大熊座III的動力學成員（藍圈及黃框）及它們在銀河座標上的相對空間分佈。（圖片來源：arXiv 圖3）

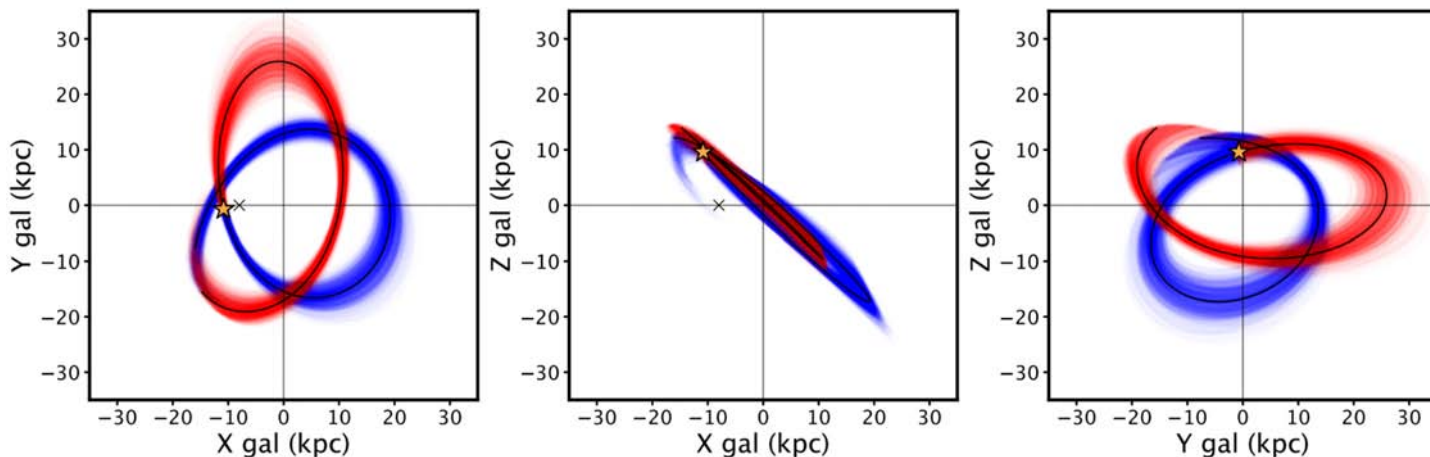


圖4. 大熊座Ⅲ在銀河系上的軌道運動，藍色是過去的軌道、紅色是未來預估的軌道、x是太陽位置。左圖是從銀河盤面上Z方位俯瞰大熊座Ⅲ的軌道運動、中圖及右圖是從銀河盤面側面Y方位及X方位模擬大熊座Ⅲ的軌道運動。
圖片來源：arXiv 圖7

50-60顆恆星，總質量約16個太陽質量。另外，根據觀測到的運動，他們估算出該恆星系統在銀河系中的軌道近銀心點約四萬光年，它穿越過銀河系盤面且目前離銀河系中心約五萬光年遠，年齡約110億年，圖4是大熊座Ⅲ在銀河系周圍的軌道運動。

大熊座Ⅲ究竟是星團還是星系？星系和星團都是由重力束縛在一起的恆星系統。雖然兩者都可能包含年輕或年老的恆星，但星系所包含的恆星擁有更廣泛的質量、大小和形態，天文學家認為星系和星團根本上的差異主要與它們的暗物質含量有關。

大熊座Ⅲ的內在速度瀰散值（intrinsic velocity dispersion）為3.7 km/s，這數值是星系的特徵。而Simon Smith的研究團隊認為這是因為該恆星系統周圍有大量暗物質存在所造成的影響。不過，他們也指出這個瀰散速度主要受到他們所選的11個成員中2顆星的影響，如果扣除這兩個成員星，大熊

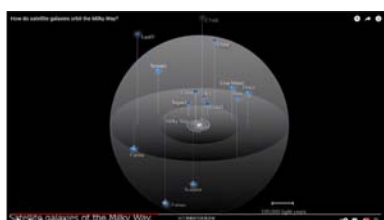
座Ⅲ的特徵就會落在星團與星系之間模糊不定。儘管如此，有另外一組天文學家Raphaël Errani用N-body 模擬該系統在銀河系的演化，他們認為如果這個系統僅由恆星的重力來束縛住，該恆星系統可能無法在銀河系的潮汐力場中生存超過一個軌道週期（大約4億年），因此他們認為這系統應該存在大量的暗物質，將部分成員星束縛到現在的年齡。這表示大熊座Ⅲ很有可能是銀河系中目前發現最暗淡且最緻密的矮星系，而其存在可能挑戰或促使科學家必須重新評估對於星系形成所需的最少暗物質的理解。

參考資料：

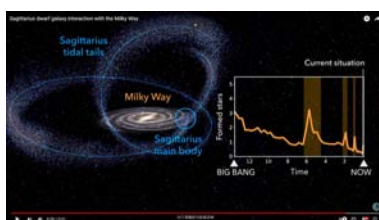
- <https://arxiv.org/pdf/2311.10147.pdf>
- https://en.wikipedia.org/wiki/Satellite_galaxy
- <https://phys.org/news/2023-11-astronomers-milky-faintest-satellite.html>

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

YouTube相關影片：



How do satellite galaxies orbit the Milky Way?
https://www.youtube.com/watch?v=9Hbpu_N9FTU



Sagittarius dwarf galaxy interaction with the Milky Way
<https://www.youtube.com/watch?v=i2gR72eXbok>



Milky Way and Andromeda Galaxies Collision Simulated
<https://www.youtube.com/watch?v=4disyKG7XtU>