

# 知識天地

## 星系間的吞併

林俐暉助研究員(天文及天文物理研究所籌備處)

現今我們所觀測到的星系概略可分為兩大類：一種為年齡較老、恆星形成率極低、顏色偏紅的橢圓星系；另一類為年輕、高恆星形成率、以及顏色偏藍的盤狀星系。這兩類星系的形成機制以及其演化之間的相互關係仍為目前研究星系的主要課題。根據目前廣為天文界接受的階層式大尺度結構演化模型(hierarchical structure formation scenario)，宇宙中的大結構例如重質量的星系(massive galaxies)、星系群(group of galaxies)、星系團(cluster of galaxies)乃經由早期一連串的合併(merger)所成長，而這種星系合併的過程在理論上被視為重質量橢圓星系形成的一種可能機制。

目前觀測上發現在宇宙晚期星系間正在交互作用或是合併階段的比例並不多，因此星系合併是否在星系演化過程中扮演重要的角色仍缺乏確切的證據，然而由於宇宙膨脹的緣故，一般認為在宇宙早期密度較大的情況下，星系間的交互作用應較為頻繁。為了量化星系合併的頻率隨著宇宙年齡的變化以及星系交互作用對於星系本身性質的改變，我們使用目前全世界在紅移 (redshift) = 1(也就是約宇宙年齡一半時)最大樣本的光學觀測計畫DEEP2來進行星系合併的詳細研究。DEEP2使用位於夏威夷毛納基山上的凱克(Keck)望遠鏡以及台灣參與合作的加法夏(CFHT)望遠鏡來觀測宇宙中期的星系性質，其觀測資料的光譜解析度約為50km/s，足以用來過濾前景與背景在不同紅移的星系，進而篩選出正在進行交互作用的成對星系。

從三萬多個星系中我們一共找到了一百多組星系對，其中第一項有趣的發現是這些成對星系可根據其組成星系被分為三大類(參見圖一)：濕合併(wet merger)、乾合併(dry merger)、以及混合合併(mixed merger)。濕合併指的是兩個參與合併的星系皆為氣體含量高的星系；乾合併指的是兩個參與合併的星系皆為氣體含量低的星系；混合合併顧名思義為一氣體含量高與另一氣體含量低的星系作用。我們進一步研究濕合併的紅外線亮度，發現其恆星形成率與合併的階段有相關性，當兩星系愈靠近，其恆星形成率愈高，平均來講整個過程的恆星形成率是單獨星系的兩倍，我們並首度發現這種由於相互作用而引起的恆星形成機制，不僅僅發生在宇宙晚期，類似的情形亦發生在宇宙中期。如此一來，濕合併不單只是結合兩星系的過程，並且會藉由此種增強恆星形成的效應而增加其星系質量。

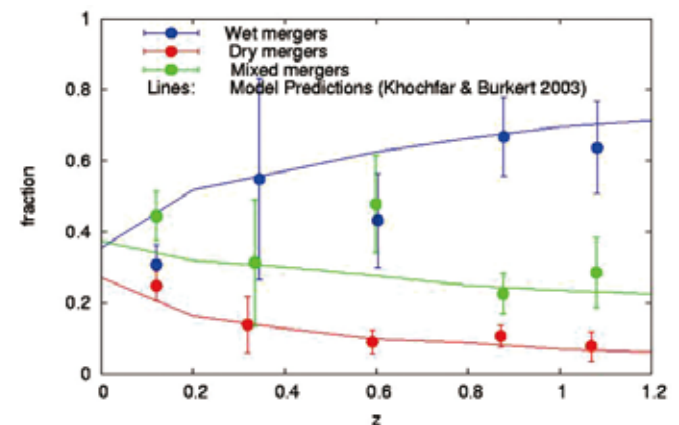
此外，這項研究計畫另一項重要的成果是我們首度發現三種合併機制隨著宇宙年齡而有不同的變化(參見圖二)：濕合併在早期占所有合併樣本的絕大部分，但隨著宇宙年齡增大，其相對數量逐漸減少；反之，乾合併與混合合併在早期數量並不多，但越到宇宙晚期，其重要性明顯增加。主要的原因是因為早期宇宙的星系多為氣體含量高的星系，使得濕合併發生機率較高，而濕合併很可能導致星系轉為氣體含量低的星系，因此隨著時間改變，宇宙間氣體含量低的星系數量漸增，使得乾合併在宇宙晚期的機率也逐漸增加。我們的此項結果強烈建議星系的合併乃為重質量星系的重要演化過程。

未來關於星系合併的研究方向將著重於推向更高紅移的探索，尤其在紅移約等於二時，一般普遍相信星系合併的頻率將達到最高峰，為形成重質量星系的重要時期。目前世上幾個十米級望遠鏡均正在投入近紅外光譜儀的發展與製作，此波段將有助於大量偵測紅移二的星系。目前本所所參與合作的Subaru望遠鏡擁有前端的近紅外光譜儀，將使我們有機會深入探討星系合併在宇宙更早期所扮演的角色。

關於本文更詳盡的內容請參閱筆者出版於 The Astrophysical Journal Letters 以及The Astrophysical Journal 的兩篇文章(Lin et al. 2007, ApJL, 660, 51 ; Lin et al. 2008, ApJ, 681, 232)。



圖一為三種星系合併方式的影像，由左而右分別為濕合併(wet merger)、乾合併(dry merger)、以及混合合併(mixed merger)。



圖二為三種星系合併相對機率隨著宇宙紅移的變化，藍色、紅色、綠色符號分別代表濕合併、乾合併、以及混合合併的結果(取自2008年林俐暉等人的研究成果於ApJ, 681, 232)。