

外太空的有機化學反應機制

文／陳輝樺

美國太空總署天文學家 Lou Allamandola 研究團隊從太空偵測到從氨基酸醇類到複雜的多環芳香碳氫化合物(PAHs)，確認出星際間這些來路不明的紅外光譜(UIBs)所呈現的光穗，正如同實驗室中合成的多環芳香碳氫化合物。現在我們進一步探究其他天文化學家的新發現。

Murchison 隕石和 Tagish 湖的隕石揭露的奧秘

2001 年研究人員在 Murchison 隕石內部新發現，地球化學家 George Cooper 研究團隊利用氣體色譜分析法(Gas Chromatography)和質譜儀(Mass Spectroscopy)，分析生成有 46 億年之久而於 1969 年落到澳大利亞的「Murchison 隕石」，和約同樣是在 46 億年前生成而於 1864 年墜落在法國的「Orgueil 隕石」，發現了多糖體與醇類的存在。這些從早期來到地球，相信至今仍未被污染的隕石中擷取獲得的有機物，包涵著早期生物所需的所有核酸，不但種類繁多且是早期地球大氣無法找到的。它們含有組成我們基因所需要的氨基化合物和其他生物所必須的重要化合成份，如酮、羧基酸、氨基化物和奎寧等維持生命生化反應不可或缺的多樣性有機物。並且清晰地顯示出隕石中所含的多糖體與多數醇類，它們的濃度和分析出來的氨基酸濃度相當。研究人員也發現在多糖體中 C_{13}/C_{12} 、氘/氫等分子同位素的比率，這些來到地球的隕石中未被污染的分同位素比率，顯示原始生物所需的多糖體與醇類，在星際間產生的機率遠比地球上形成的機會來得大。

美國 Arizona 州立大學化學家 Sandra Pizzarello 領導的研究群，曾經檢驗一顆 2000 年 1 月 18 日才於哥倫比亞上空碎裂成五百多塊而掉落入 Tagish 湖的隕石樣本。他們從 Tagish 湖隕石上發現全新的生物重要分子種類，如苯基雙羧基酸和類似芳香族的吡啶(pyridine)衍生物如菸鹼酸(nicotinic acids)等。歷經過碳同位素的分析，確認出這些分子是在太空中形成的，而不是在地球上生成的。這 Tagish 湖隕石似乎保存著太陽系早期聚積和逐漸產生的有機物質，包括由 60 個碳原子組成的泡狀大碳分子(C_{60} , Fullerenes 或稱為 buckyballs)，以及包含惰性氣體氦和氬，其存在的比率在地球上的任何材質內是未曾見過的，但是相對的比率值在星際氣體和塵埃雲中都可發現。也就是說，上述的複雜碳化合物的早期發展極可能是在太空中進行，而不是在地球表面。Pizzarello 又指出，發現 Tagish 湖隕石上的化學性質極明顯地和 Murchison 隕石或是我們曾經研究過的任何一塊隕石不同，這個發現實際上是極為重要的事。他們推測 Tagish 湖隕石和那些其他的隕石應該是在不同的星際環境中形成的，推論在太空不同的星際環境中形成這樣不同的化學性質是非常普遍的。這些化學反應的環境可能發生在巨大的星際塵埃雲氣中，也可能是在新恆星誕生的鄰近處發生。

冰冷的太空中有機化學反應的機制

在 1953 年，兩位芝加哥大學化學家 Stanley Miller 和 Harold Urey 推測原始地球生物的有機化學分子組成，可能是來自在閃電過程中的產物。Stanley Miller 裝設一個封閉的反應裝置模擬如此的原始大氣，以沸騰水模擬早期的地球海洋，經以數日的電子閃電，結果液體呈暗褐色，分析發現僅呈大量的氨基酸湯水。但行星科學家開始質疑在早期地球時期，閃電現象並不很普遍。所以另一組類似 Miller - Urey 實驗，在美國太空總署的 Jason Dworkin 研究團隊靈巧地以紫外光照射替代閃電的過程，進一步的實驗得到了生物分子結構，如多糖體、核酸和 Porphyrins (血液中攜氧蛋白質血紅素的一種主要成份)。近代行星天文學家表示，星際之間冰冷的環境下憑藉著高能量頻率的紫外光照射，可促使化學反應的順利進行；這種情形和地面上適於加溫式的化學反應過程相似。由此可見，恆星熱融合反應過程所輻射的紫外光，可能是冰冷的太空中有機化學反應的機制。眾所皆知，在所有的環境裡，導致化學反應進行的必須條件，是要有足夠能量的供應。在地面上的實驗室裡，大多數化學反應依賴於加熱；但在冰冷的太空中則紫外輻射提供相同甚至更佳的效果，因為紫外光本身就是高能量的輻射。美國太空總署太空化學家 Jason Dworkin 和他的研究伙伴成功地顯示出紫外光促成一系列化學反應驚人的產物。他們在約 15 °K(約為-431 °F 或是-257 °C)溫度下，混合了水、甲醇、氨和一氧化碳，經紫外光照射 2 天而造出了一堆相似於彗星中發現的星際冰。由此可見，恆星熱融合反應過程所輻射的紫外光，可能是冰冷的太空中有機化學反應的機制。到底 Jason Dworkin 研究團隊對於所合成的這些生物分子結構有何進一步的發現呢？

Jason Dworkin 實驗的驚奇發現

依據科學結論是可以多次驗證的角度來看，Jason Dworkin 和他的研究伙伴們所得出的有機黏糊狀東西，也應該能在其他實驗室裡以相同的方式得到。這些有機黏糊狀混合物到底有何奇特之處呢？Jason Dworkin 進一步將殘留物溶於水中，發現有不尋常的滴狀物，他仔細地分析這些小圓滴狀物分子組成，發現是仿如生物(除了病毒)的細胞薄膜之構成分子。本質上，NASA 的這組研究者顯示地球上生命的基本構成薄膜可能來自於冰冷的星際化學反應。Jason Dworkin 的研究同事 Sandford 說，這是一件值得注意的結果，這些研究清楚地呈現在星際太空環境中，簡單的基礎素材混合物可能反應出上百種新的化學元素。NASA - Goddard 的 Hugh Hill 和 Joe Nuth 兩位天文化學家，也曾經在家中混合水、甲醇、氨和一氧化碳，利用類似於古老星球中冰冷大氣凝結微塵的模擬過程，製作出類似於星際塵埃粒的結晶。