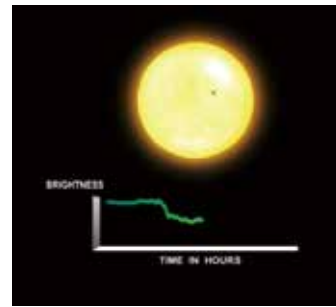


< 之五 >

尋找系外類地行星的利器 克卜勒太空船

探尋地球之外的生命是目前人類很迫切的期待，礙於太空旅行的技術，間接的探測成為現今科學家主要採取的方式，而其中一種方式就是探尋系外行星(exoplanet)。從1990年代證實有系外行星開始，到現在為止已經發現了5百多顆，但絕大部分均為大質量或是公轉軌道非常靠近母恆星的行星。因此，美國航太總署(NASA)發射了克卜勒太空船(Kepler spacecraft)，主要任務就是尋找「系外地球」。探尋太陽系外，是否存在類似地球大小(Earth-size)體積，且位於適居區(habitable zone)範圍內並環繞其恆星公轉之行星。所謂的適居區是指行星與其恆星的距離，使得行星表面的水可以液態形式存在，而液態水是已知生命存在之基本要素。

克卜勒太空船設計為施密特(Schmidt)式望遠鏡，透鏡口徑為95公分，主反射鏡為1.4公尺，重



天文學家藉由所觀測的恆星光度曲線(light curve)變化而發現行星的存在，並可經由計算得知行星的軌道週期、行星的體積及溫度、恆星的質量及溫度，以及確認該行星是否位於適居區。

量約1公噸。其所使用之觀測方法，是利用行星從其恆星正面穿越時，導致恆星亮度發生些微的變化來觀測行星的大小，此方法稱為凌日法(transit)。但凌日法在觀測上卻有不小的限制，那就是亮度變化太小。當類地行星(Earth-like planet)經過其恆星時，將造成恆星的亮度發生約1/10,000的變化。以太陽系為例，發生類地行星從類日恆星(Solar-like star)經過之機率為0.5%。為了達到尋找「系外地球」的目標，克卜勒任務有幾項獨特的巧思來協助它完成任務。與一般人造衛星不同，它的軌道並不是環繞地球，而是尾隨運行於地球的公轉軌道上。如此一來，觀測儀器將不會被地球遮蔽而能持續的觀測，也不會受到來自大氣層與光害的影響。在任務期間，克卜勒太空船將固定針對天琴座與天鵝座附近，涵蓋約105平方度的觀測區域以同時監控十五萬顆恆星，每30分鐘測量一次的方式進行光度變化的觀測。其主要目的是為提高測定恆星光度變化之穩定度，以及簡化太空船設計時之複雜度。但由於



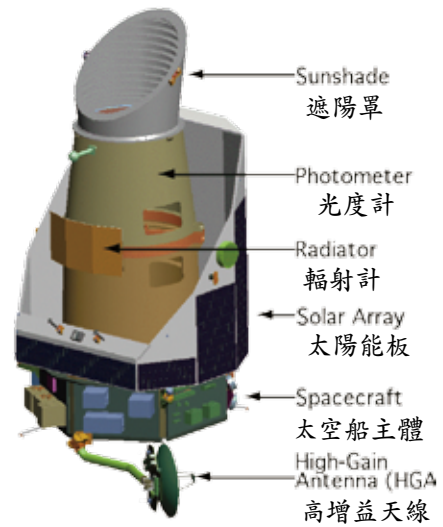
由於克卜勒太空船的軌道與地球繞日軌道相同，因此每三個月需調整太陽能板方向，使得太陽能板充分受光以提供能源。(來源:http://zh.wikipedia.org/wiki/File:Kepler_orbit.png)



克卜勒太空船主要是搜尋距離太陽3,000光年內之行星，指向太陽系繞行銀河系中心的軌道方向，因此觀測的目標恆星與銀河系中心的距離與太陽系類似。在與銀河系中心的距離相近的條件下，此範圍內的恆星系統形成歷程有可能與太陽系類似，使得觀測到「系外地球」的機率增加。(來原：<http://en.wikipedia.org/wiki/File:LombergA1024.jpg>)



克卜勒太空望遠鏡選擇天鵝座附近進行觀測天區，是因為這個天區遠離黃道，可以避免陽光的干擾，也可以避免古柏帶天體對目標恆星的遮擋；此外，天鵝座也靠近銀河盤面的方向，盤面聚集的眾多恆星正好可以成為監控的目標。(來原:http://zh.wikipedia.org/wiki/File:Milkyway_keplerfovbyCROberts.jpg)



克卜勒太空船結構圖

亮度變化不大，因此克卜勒必須至少連續觀察到3次行星遮擋母恆星的現象，才確認為行星候選人。由於大行星所造成的亮度變化較大，將比較容易被檢測出來，因此科學家預期在克卜勒任務的前期（大約數個月內），所發現的目標將會以木星或是更大的行星為主。而較小和距離母恆星較遠的行星則需要花費較多的時間，預期要找到像地球這樣的行星需要三年或更長的時間。

2010年1月4日美國航太總署宣佈克卜勒太空船已發現5顆太陽系外行星，分別被命名為Kepler 4b、5b、6b、7b、8b，因此顯示出克卜勒太空船功能運作正常，並且符合計劃之科學目標。這5顆熱木星(hot Jupiter)擁有巨大質量、極端溫度的環境，體積約介於海王星與木星之間，且環繞其恆星公轉週期至多為5天，NASA推斷行星表面溫度大約介於攝氏溫度1,200度至1,650度之間，遠超過目前已知地球生命存活之溫度。此外，5顆行星已透過地面天文台經由觀測其恆星之都卜勒效應來加以確認。簡而言之，行星環繞其恆星公轉，由於彼此的重力作用，造成恆星發生週期性位置的偏移，因此可藉由觀測恆星光譜的位移得以確認行星之存在。截至2011年2月2日，克卜勒太空船已發現1,235顆可能的系外行星，其中可能是1~2倍地球大小的有356顆，海王星大小的有662顆，木星大小的有165顆，比木星還大的有19顆，未知大小的有33顆。位於適居區域的有54顆，其中類似地球大小的有5顆，其餘49顆體積分布於2倍地球大小到大於木星。另外擁有

多顆行星的恆星多達170個以上，其中的Kepler-11是離地球約2000光年的黃色矮星，根據最新的觀測結果，可能是一擁有6顆行星的系統，這6顆行星的公轉軌道估計皆小於金星軌道，其中五顆軌道可能比水星軌道更小。與主星的距離最小可達0.1AU，僅有地球到太陽距離的1/10，公轉周期10天，最大的也僅有0.5AU周期118天，雖然目前為止已被克卜勒發現且確認的系外行星只有15顆，假以時日，相信它會成為群找系外行星的利器。

參考資料：

<http://www.nasa.gov/centers/ames/news/releases/2009/09-19AR.html>

<http://www.nasa.gov/centers/ames/news/releases/2009/09-19AR.html>

http://www.nasa.gov/mission_pages/kepler/main/index.html

<http://kepler.nasa.gov/>

<http://kepler.nasa.gov/news/nasakeplernews/index.cfm?FuseAction=ShowNews&NewsID=16>

<http://kepler.nasa.gov/Mission/QuickGuide/>

<http://astrobiology.nasa.gov/articles/first-super-earths-discovered-around-sun-like-stars/>

<http://archive.stsci.edu/kepler/>

<http://www.spacenews.com/civil/091106-kepler-search-hampered-noisy-electronics.html>

http://www.spacedaily.com/reports/How_Do_We_Know_That_Planets_Exist_Outside_Our_Solar_System_999.html

江培文:臺北市立天文科學教育館第三中隊志工