

系列 3：現代天文學與佛教的宇宙觀



與談人 |

郭政育 教授

現職：國立中山大學物理系副教授、中央研究院天文及天文物理研究所訪問研究學者

學歷：美國維吉尼亞大學天文物理博士

專業：電波天文學、長基線干涉術、宇宙學、黑洞物理

榮譽：基礎物理突破獎(2020年，與 EHT 事件視界望遠鏡團隊共同獲得)、愛因斯坦獎章(2020年，與 ETH 事件視界望遠鏡團隊共同獲得)；

獲獎原因：參與人類史上第一張黑洞照的拍攝

郭政育教授：

陳董事長、在座各位法師、貴賓，大家午安，今天主要是從天文學的角度，論述現代科學與佛法的對比，再就如此對比，探索對我們的生命及佛法的修學會有的啟發？而今天的對比中，將聚焦在宇宙觀的概念上。

什麼是宇宙觀？宇宙觀基本上就是人們看待宇宙的方式。對宇宙的了解，從人類有文化以來，東、西方看待宇宙及我們世界的方式很不一樣，而現代科學看待宇宙觀的方式，在最核心之處，從過去 2,000 年到現在，基本上沒太大改變。

宇宙在英文中有兩個字，一是 universe，另一是 cosmos。universe 這個字的含義較廣，包含

所有時間和空間中的一切事物。

另外天文學當中，則常用 cosmos 的字眼來稱呼宇宙，而天文學當中的宇宙學則稱 cosmology。這個字非常有趣，因為它隱含了從古希臘到現在西方科學看待宇宙的方式，怎麼說呢？cosmos 這個字，來自於古希臘語言文字，在古希臘文中它的意思，基本上包含了三個層面：第一是美，第二是秩序，第三是規律，所以美、秩序、規律，就是古希臘人看待宇宙的方式。他們相信，在這個千變萬化宇宙的背後以及最深處，一切的事物，都是依著井然有序的規律在運行。當人們看到宇宙深處這一份規律之時，感到震撼、感到美，並將這份美感稱之為宇宙，所以古希臘人的



宇宙觀，包含了非常深的美學概念。

而古希臘的宇宙這個字，也衍伸出了我們現代日常生活中與美學有關的字眼，比如美容術（cosmetology）或化妝品（cosmetics），都是從 COSM 這個字根而來。由此可見，像化妝品或美容術等，包含美的概念的現代日常生活英文常用語，基本上都源自於古希臘人對宇宙的看法，都包含美的概念，而這個美就是宇宙背後的秩序。並將宇宙這份信念，延續到了現代，變成現代物理學的基礎。然而現代物理學中，基本上相信宇宙的背後，是透過井然有序的物理定律來運作。

物理學家對天文學的核心研究，就是探索、發現宇宙背後最深處的物理定律。因此現代天文學在研究宇宙學中，主要探討的問題有：第一、宇宙是怎麼誕生的？第二、宇宙的組成結構是什麼？第三、宇宙如何隨時間改變？第四、宇宙的終極命運是什麼？

現代天文學在探索這些深奧的宇宙學時，主要依據的理論，就是 20 世紀以來物理學的兩大基礎，即愛因斯坦的廣義相對論及量子力學。現在的天文力學，基本上就是根據這兩大理論試圖了解宇宙。

宇宙學探討這些問題，是非常深

奧有趣的，特別是宇宙誕生的議題。宇宙誕生在人類古代的文化中，基本上是屬於宗教與哲學的範疇，但現在科學中，宇宙的創世紀，變成是可以非常嚴謹探索的課題。根據相對論與量子力學所開創的宇宙學，可以從宇宙大爆炸那一刻起，分分秒秒宇宙發生的事情，都可以用數學精準的預測出來。但光是預測還是不夠，因為科學是一門實證的學問，所以需要透過實際觀察來檢驗所提出的理論。

因此在現代的天文學當中，從 20 世紀開始到現在，逐漸發展出了各式各樣非常強大的天文望遠鏡。這些天文望遠鏡，有些是從可見光的波段，乃至把望遠鏡放到太空觀察宇宙；有些放在地面上，如智利 5,000 公尺高的山上大型毫米及次毫米陣列 ALMA（Atacama Large Millimeter Array）望遠鏡，是目前地表上最強大的電波望遠鏡；有些利用可見光波段，如史隆可見光望遠鏡、哈伯太空望遠鏡，而目前科普非常流行的韋伯太空望遠鏡，是美國國家航空暨太空總署 NASA（National Aeronautics and Space Administration），最新發射到太空的望遠鏡，功能極其強大。透過這些望遠鏡，使我們能夠窺探的宇宙，遠遠超過前人能夠想像的程度。

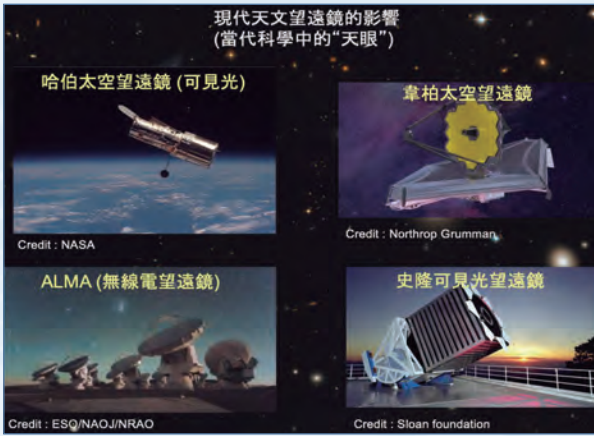


圖1：現代天文學的利器：望遠鏡

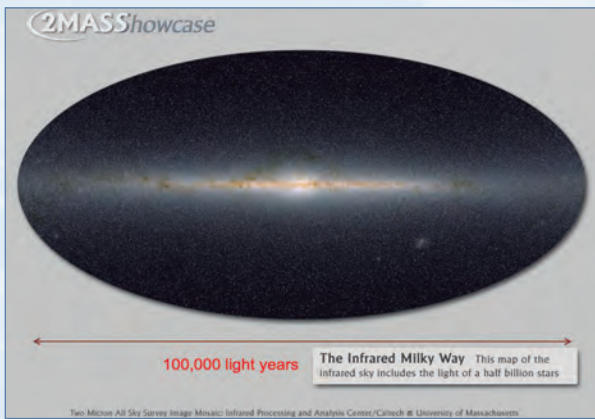


圖2：2微米全天巡天2MASS望遠鏡看到的銀河系

圖2 這張照片，是透過美國加州理工學院的2微米全天巡天2MASS (Two Micron All-Sky Survey) 望遠鏡，針對銀河系所拍攝的。

什麼是銀河系？銀河就是在夏天非常晴朗的夜晚，看到一條白色劃過天空帶狀結構的星系，也是我們所居住的星系。在天文學中所謂的星系，指的是由上千億顆星球，彼此透過萬有引力而聚集在一起的系統。這張照片就是銀河系，太陽是在銀河系的外圍一顆小星球而已。整個銀河系包含

眾多的星球，若搭乘太空船，從銀河系的一端走到另一端，距離非常遙遠，需要10萬光年左右才能完成。

另外，透過現代的太空望遠鏡，比如哈伯太空望遠鏡，除了可以觀察銀河系外，還可以看得更遠，看到鄰近銀河系的宇宙及遙遠宇宙各式各樣的星系。

如圖3 這張是由哈伯太空望遠鏡所拍攝的M83星系照片。這個星系跟我們銀河系一樣，有上千億顆星球聚成，距離地球大概是1500萬光年，也就是光要走1500萬年才能到達，是非常大的距離，而宇宙中就是有這些各式各樣的星系。這張圖中看到的每一個亮點，都代表一個星球，可見一個星系中星球數量之大。

除了星球數量外，這些看似廣大、絢麗，乃至永恆的宇宙天體，就像佛法提到器世間的成、住、壞、空一樣，現在的天文學可以觀察到這些星球、星系的成住壞空，它們都不是永恆的存在。

比如，照片中許多藍、白色的亮點，這些亮點代表正在誕生的恆星。在星系中當一個恆星從氣體裡慢慢誕生出來時，它的周圍都會發出紅、藍色亮光，所以這些區塊代表有大量的



星球正在誕生。

可是從天文學中知道，這些正在誕生的大質量星球，壽命不會很長。它們發的光越亮、質量越大，壽命越短。以照片中發出藍、白色光的星球為例，它們的壽命大約只有1千萬年，這在天文學當中是非常短的時間。它們在某個時刻誕生，存在1千萬年以後，最後會膨脹，然後整個炸掉變成中子或黑洞。它們都不是永恆的存在，會經歷佛法所說的成住壞空四個階段。

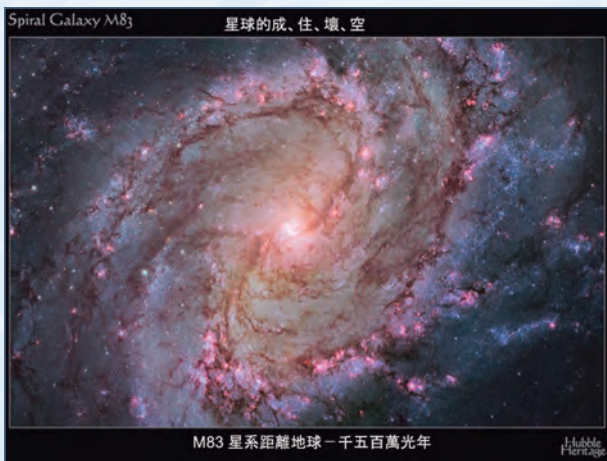


圖3：星球的成、住、壞、空，M83星系距離地球一千五百萬光年

哈伯太空望遠鏡除了能看鄰近宇宙外，還可以帶領我們看到更深入的宇宙。圖4從哈伯太空望遠鏡所拍的照片中，可以看到宇宙中有各式各樣形態的星系，有螺旋狀，有橢圓形的橢圓星系，也有兩個星系彼此互撞在一起，扭成一團，還有一種叫星系團

的結構，就是由上千個星系聚集而成，所以當我們越往宇宙深處去看時，仍然難以找到宇宙的邊際。



圖4：宇宙中各式各樣形態的星系

因為光束是有限的緣故，天文望遠鏡能看到的範圍有它的極限，目前為止仍然無法看到宇宙的邊際。現在天文學角度稱能夠觀察到的範圍，為可觀察的宇宙（Observable Universe），超過此範圍就無法看到了。這可觀察的宇宙，其實範圍極其廣大，大概是940億光年，即光要走940億年才能走到的距離。在這張示意圖中，每一個點代表的不只是一個星系，而是一個天文區中的超星系團。

什麼是超星系團？超星系團當中大概都包含了1萬到5萬個星系。而可觀察宇宙中包含約 10^{12} （一兆）個星系，每一個星系包含約1,000億顆星

球，因此可觀察宇宙中星球數量大約 10^{23} 個星球。

光是可觀察的宇宙就如此龐大，這讓我聯想到佛經中常談到宇宙中有非常多的世界系統，比如說三千大千世界。大家所熟知的大乘經典，包括《阿彌陀經》、《法華經》、《金剛經》、《華嚴經》等，都提到三千大千世界的概念，而世界數量最大的是《華嚴經》中所說有「不可說不可說轉三千大千世界」之數。

這數量到底有多少？在佛法裡面，所謂的三千大千世界，是三種世界集合而成，即小千世界、中千世界及大千世界。佛教中一個小世界，包括一個日月系統，小世界中心的須彌山，而須彌山周圍有四大部州，如此構成一個小世界。1,000 個小世界集合，稱為一小千世界；1,000 個小千世界集合起來，就構成一中千世界；1,000 個中千世界集合，構成一大千世界；總合起來稱為一個三千大千世界，大概有 10^9 個小世界之多。

《金剛經》裡提到「恆河沙數三千大千世界」，到底有多少？用現代的物理學做大概估算，恆河裡的沙大概有 10^{18} 個沙數，恆河沙數三千大千世界即有 10^{27} 小世界。如此大約是

天文學中所說，可觀察宇宙所包含的所有星球數目，也就是現在能看到的星球，就是恆河沙數三千大千世界。

而《華嚴經》當中提到的世界數量，就更不可思議了。經中說有「不可說不可說轉三千大千世界」。若根據八十《華嚴》第 45 卷中「阿僧祇品」的數學算法，這個數字是目前科學上完全不可能處理的超大數字，即便目前最強電腦也沒法處理。所以如果《華嚴經》所說的宇宙是正確的，我們現在天文學看到的宇宙雖然廣大，但只是整個宇宙中的極小一部分而已。

那麼，在這麼多的世界系統中，有沒有可能其他星球有生命的存在？有沒有可能有外星人存在？有沒有類似地球一樣的行星？如果是外星生命的話，目前的天文學是沒辦法直接探討，而天文學可探討的是，有沒有類似地球一樣的行星系統存在，可孕育生命的存在，這點在科學上是可以探討的。

在現代的宇宙觀中，天文學家相信宇宙是在 137 億年前開始誕生，然後整個宇宙慢慢膨脹擴張。到了宇宙誕生後，大概 4 億年左右，開始有第一代的星球以及行星誕生。

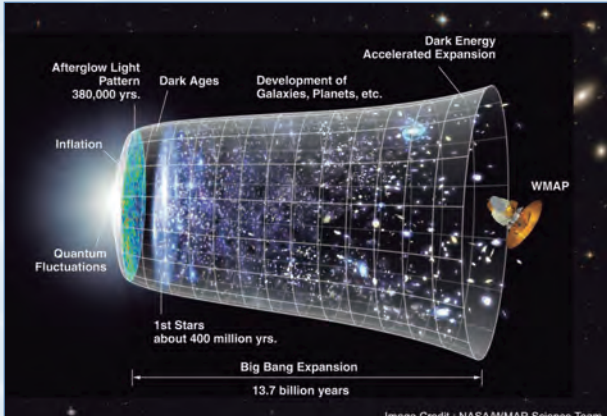


圖5：宇宙與世界系統的創生

而早先天文學望遠鏡沒有那麼強大，還很難去探索其他星球旁邊有沒有類似地球的行星存在，但現在的太空望遠鏡，卻開啟這個探索的可能性。在智利，有地表最強大的電波望遠鏡 ALMA。最近幾年，直接拍攝到正在誕生的恆星，以及旁邊正在誕生的行星，如圖 6 照片中所有的星圖，大部分是由 ALMA 拍攝的。

這些星圖是什麼東西呢？最簡單地說，太陽系在 46 億年前形成時，就是這個樣貌。每個圖案的正中心，都是正在誕生的恆星，在它周圍一環一環結構的旁邊，將會有行星的誕生。

ALMA 不只拍到行星誕生而已，還直接拍到已誕生的行星，並拍到旁邊正在形成的月球。(圖 7) 所以現在的天文望遠鏡，已經可以直接看到恆星旁邊的行星，乃至衛星的誕生。相

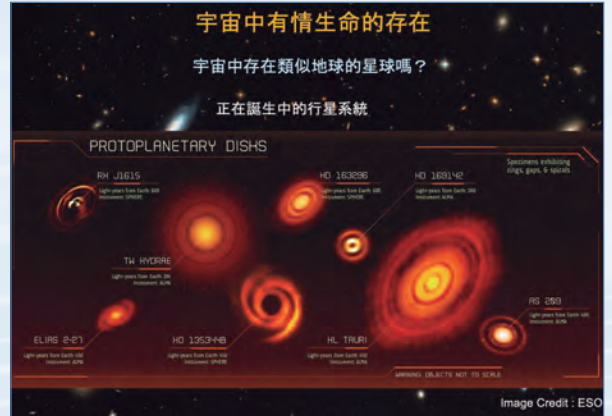


圖6：宇宙中有情生命的存在



圖7：ALMA補捉到正在誕生的「月球」

信不久的幾年後，很有可能可以拍攝到類似地球的行星。在那麼廣大的宇宙中，要找到像地球一樣的行星，機率是非常大的。就隱含著宇宙中有可能像佛經所說，有非常大量的生命，存在於這些世界當中。

天文學過去幾年最大的突破，就是直接拍攝到了黑洞，這是我的研究工作中最重要的一部分。

什麼是黑洞？黑洞基本上有非常強大的萬有引力，可以把周遭的任何

東西全部都吸進去，是全宇宙最強的力量之一。

愛因斯坦在 100 年前的理論，就預測出了黑洞的存在，可是人們一直都沒有辦法找到。直到 2019 年 4 月，由事件視界望遠鏡團隊，正式公布了人類史上的第一張黑洞照片。（圖 8）



圖8：宇宙中的超大質量黑洞

這張黑洞照跟佛法有關嗎？有間接的關連。在佛法中沒有任何佛經直接提到黑洞的存在，但有提到時間的相對性。時間的相對性，基本上是愛因斯坦廣義相對論的核心。

愛因斯坦相對論告訴我們，時間跟空間都是相對的，特別是在 2014 年好萊塢的一部著名電影《星際效應》中，就很深刻地描述在黑洞附近 1 小時，是地球上的 7 年。所以片中主角在黑洞附近探索一下，他在地

球上的女兒，就已經活到了 120 歲。這表示天文學中目前的共識是，全宇宙當中時間不是絕對的。在宇宙中的每一個地方，時間流逝的速率不盡相同，特別是重力場越強的地方，時間則過得越慢。這跟古典牛頓物理學，有截然不同的地方，某種程度上，他否認了時間的絕對性，而成立時間的相對性；而這與龍樹菩薩《中論》的第二品有互通之處，在此沒有辦法詳說。

時間的相對性，我們也可以在佛典中看到，特別是佛教在談到天界與人間的時間。基本上，不同的天界時間的流逝速率不一樣，例如，欲界天中的四天王天一晝夜是人間的 50 年，忉利天一晝夜是人間 100 年，夜摩天一晝夜是人間 200 年，兜率天一晝夜是人間 400 年，化樂天一晝夜是人間 800 年，他化自在天一晝夜是人間 1,600 年。這樣的時間相對性，在佛教經典中是明顯看得到的。

最後我的結語是，現在天文學對佛教的修學，可以有什麼啟發？我認為可以有很大的啟發。

我們知道修學大乘佛法有兩大面向：慈悲與智慧，藏傳佛教中稱為甚深見與廣大行。今天前兩位老師的引言，



比較強調甚深見的部分，即空性與無我；而在天文學中所說，也許可以與廣大行的菩提心連接在一起。

怎麼說呢？就是佛典中提到宇宙有無數世界的存在，透過現在天文學，可以直接將這個可能性體現出來，讓我們直接看到。這樣的看到有什麼用呢？看到這點，其實就可以更加認識到，宇宙中確實存在無量世界，而無量世界中可能也存在無量的眾生。

在《華嚴經·入法界品》中，善財童子參訪休捨優婆夷善知識時，休捨優婆夷教導善財童子發菩提心的方法，提到：休捨優婆夷勸發善財童子，不為教化三千大千世界微塵數眾生發菩提心，乃至不為教化不可說不可說轉三千大千世界微塵數世界眾生發菩提心，而是要教化盡法界、盡虛空界一切眾生悉無餘而發菩提心。

所以發菩提心，就是涵蓋整個法界、宇宙所有世界中的眾生。因此《華嚴經》教導我們，發菩提心的目的，是為了教化、調伏與饒益，無盡世界中的一切有情眾生。

通過現代天文學，我們看到了宇宙之浩瀚與無盡。當我們觀察到遙遠星系的壯麗景象時，可以想到這正是我

們發心利益的無盡眾生居住地。願我們以後每當看到天文學的影像時，都能促使我們發起菩提心，利益一切眾生。

越建東教授：

非常感謝郭老師。他引言的重點是，宇宙浩瀚星球眾多，相信與地球條件一樣的星球亦不少，所以宇宙中應有如佛經所述的無量眾生，因此修學菩提心時，可以對照天文學所拍的宇宙星系，如此發菩提心會更有力，聽起來非常地感動！

我們看到今天三位學者，在他們科學專業都有頂尖的成就，而對佛經的引述也朗朗上口，這是我非常佩服他們的地方。為什麼他們能如此呢？因為他們都是大專學佛青年。像陳岳男老師大學時是參加交大鐘鐸社，郭政育老師則是參加台大晨曦社並當過社長，而我是參加師大中道社，然後謝伯讓老師比我們更厲害，他母親從他小時候就教他唸佛經，一直唸到現在，難怪會當上玉山學者。而關心服務大專學佛青年，就是主辦單位慧炬機構的宗旨與長期目標。可見佛學學得好，世間各行業也能做到專精，因此歡迎大家多參與慧炬為大專青年所辦的活動。🕉