

從宇宙圖像論未完成圖像

台灣藝術大學當代視覺文化與實踐碩士班 陳珮寧

摘要

人類透過視覺認知的天空從來不是它的全貌。從史前時代到文明開端，人們透過觀察，發現天體在天空中的移動方式是規律的類圓形狀態，形成人們對天空初步的想像。當時尚未產生宇宙圖像，對宇宙的概念只涉及頂上的天空，人們將太陽、月亮擬人化為神，而星星是動物形象或是妖怪的延伸，此時的宇宙圖像是以擬人化或擬物化的方式呈現。

希臘文明對宇宙圖像的想像是天球觀，在天球模型中地球位居中心。直至16世紀哥白尼和伽利略等人建立了日心說，地球從宇宙的中心被挪開，科學革命的集大成者牛頓的力學定律開啟了對宇宙的進一步研究，宇宙圖像變成了一組複雜的數學公式，視覺圖像難以完整呈現。望遠鏡的發明讓人們可以看到天空中更多的星體，但似乎沒有一個圖像可以完整表述宇宙的形象。

人類對宇宙的了解更加深入，卻更難以產生可視的表達方式，因為物理現象難以被具象化，當代的宇宙圖像最後是以各種公式做為呈現方式。若將宇宙圖像視為符號，在人類未能完全掌握宇宙知識的前提之下，宇宙圖像的表徵是動態的，因符號的形體或代表物尚未形成圖像，故無法產生一組可用的圖像說明宇宙真正的狀態，本文試以宇宙圖像論未完成圖像的詮釋方式。

關鍵字：宇宙圖像、未完成圖像、圖像學、科學圖像

一、前言

人類對宇宙的了解始於對天空的觀察，我們對宇宙圖像的想像大多建立於天文望遠鏡的觀測之上，但人類仍有其極限而無法看清宇宙的全貌。天文學家尼爾·泰森（Neil deGrasse Tyson, 1958—）在《宇宙必修課：給大忙人的天文物理學入門攻略》中提到「宇宙沒有義務讓你覺得有道理」，¹ 宇宙的奧妙之處在於當人們以為自己離它更進一步時，它又會對拋出更多的問題。

人類對天文的著迷從史前時代即已開始，當時人們用巨石作為工具記下天體運行的軌跡，為星空編造浪漫的神話，這些神話顯示了古人的宇宙觀及世界觀。例如在印度神話中，蘇摩（Soma）是一種乳白色的液體，需要從生長在山上的某種植物中榨取，而榨取蘇摩的儀式造就了宇宙：用來過濾榨好的汁液的羊毛象徵天，汁液象徵雨水，蘇摩於是就成為水神。某天，蘇摩將月神旃陀羅（Candra）吞下，旃陀羅於是成了水神的另一個名字。月亮掌管水，同時也與植物相關，許多地區的人們會在新月時播種，讓植物的生長與月亮轉盈的過程同步；在月缺的時候收割或砍樹，因為人們擔心在月亮變圓時收割會破壞植物的生長活動。²

有趣的是從現代科學的角度來看，可以發現對於人類起源的說法有些相似：關於宇宙，無論是透過神話、神秘學或者現代科學，人類花了數百個世紀繪製世界的輪廓，而宇宙總是不斷以一種新形象顯現在人們面前，而這個形象介於實證與臆測之間。本文欲從視覺文化的研究方法探究宇宙圖像的表述方式，分成三部分討論，第一部分將梳理宇宙圖像發展的脈絡，探究過去人們如何面對宇宙圖像及其詮釋方式；第二部分將進一步分析當代宇宙圖像的描述方式及其如何被運用與觀看；第三部分將從無法被全面描述的宇宙圖像探究未完成圖像之於當代社會具有何種意義及其如何被闡述與應用。

二、宇宙圖像發展脈絡

（一）、史前時代的天文觀測

人類對宇宙圖像的認識源自於觀測天空，從創世神話開始談起，其體現了宗教與天象結合的世界觀，例如描寫天地開闢與大洪水等相關紀錄，在《巴比倫創造史詩》（*Enuma Elish*）中，地球是個平坦的圓盤，周邊上下都是一片水域，蒼天頂住大水使陸地不被洪水淹沒，且讓雨水得以滲透，而泛湧的雨水形成大海與河川。³ 史前時代人們認為天空之外的世界就是神話的天地，天空仿若

¹ 尼爾·泰森（Neil deGrasse Tyson），蘇漢宗譯，《宇宙必修課：給大忙人的天文物理學入門攻略》（台北：遠見天下，2017），頁 15。

² 尚·皮耶·韋爾戴（Jean-Pierre Verdet），徐和瑾譯，《星空：諸神的花園》（台北：時報文化，1994），頁 64-66。

³ 克里斯多福·波特（Christopher Potter），蔡承志譯，《一本就通宇宙史》（台北：聯經，2011），

劇場一般上演著諸神之間的故事，不論颶風、覆雲、狂風、閃電、暴雨或雷擊，任何失序的天象都是諸神引發來的。天象的變化牽動著人們的日常生活，太陽的升起影響四季變遷，牽引著農耕與狩獵時節，更進一步影響宗教祭祀，能掌握天象的人，往往被視為能與神溝通的人，成為部落中的祭司或掌權者，於此，瞭解天的變化在古人們的日常生活中更顯重要。

太陽的光線為地球帶來能量，是生物得以生存不可或缺的條件，月相的變化與潮汐起落相關，太陽的運行決定時間的長短，影響曆法的制定，從而確立農作物播種及收成的時間。在還沒有文字紀錄的史前時期，人們透過長久累積的觀察經驗學習對天文的認知，並運用於日常生活當中。

天文學隨著文明的發展，人們得以逐步趨向宇宙的真面目，已先的紀錄在如今成為天文考古學，考察位於不同地方的遺址，有的被推測為古天文觀測之地，有的仍充滿待解之謎，而這些遺址又巧妙地以圓的形狀作為排列依據。以英國巨石陣（stonehenge）為例【圖 1】，巨石陣位於索爾斯堡平原（Salisbury Plain），天文考古學已證實此為古代人用來觀測太陽和月亮的天文台。巨石陣的範圍以最外圍的圓狀土堆為界，主要的結構由外到內分別為：沿著最外圍土堆排列的奧布黎洞（Aubrey hole）、以最外圍的圓狀土堆的中心為圓心，距圓心半徑約 15 公尺處的沙鹿仙石、距離圓心半徑約 11.4 公尺的藍石，以及最內側的托黎利遜（Trilithon）。⁴

在奧布黎洞排列出的圓圈上有兩個石與兩個土堆，若依順時針方向將四個點連線，可得出一個長方形，長方形的長與東北方開口的林蔭路（avenue）之延伸大略垂直，長方形中各點之間的連線被視為對日出及日落觀測的紀錄。英國的天文考古學家傑拉德·霍金斯（Gerald S. Hawkins, 1928—2003）在 1964 年 6 月 27 日於「自然（Nature）雜誌」上發表《史前巨石柱—新石器時代的計算機》（*Stonehenge: A Neolithic Computer*）一文，使用當時最新的電腦進行計算，算出冬至、夏至、春分、秋分時日出日落及月初月落的方向。⁵

從史前時代到文明開端，人們透過觀察天象形成對宇宙初步的想像。當時尚未產生宇宙圖像，對宇宙的概念只涉及頂上的天空，人們只要瞭解天象就足以應付日常生活，雖然尚存在許多未知，但這些遺址與研究都建立了「想像宇宙」的脈絡，更對宇宙這個命題提供諸多可能性。而神話便是一種將有系統的結構，加諸在「想像宇宙」上的神秘學問。

頁 66。

⁴ 蔡章獻審定，《天文考古學入門》（台北：銀禾文化，1990），頁 42-53。

⁵ 蔡章獻審定，《天文考古學入門》，頁 42-53。

（二）、天空中的神話

月亮與太陽雖然分別在黑夜與白天出現，但在古代文明中皆象徵著變化的時間，分別被賦予不同的意涵：人們透過太陽的運行確立曆法、掌握季節。而月相有圓缺，會消失也會再現，反映出人類生命的有限，通常作為太陽的對立，帶給人們的意象常是光線下的陰影，具負面的、與死亡聯繫的意義。

除了太陽和月亮，天空中還有眾多閃爍的星星，人們對星星的觀察展現在對星座的想像之上，透過星座形塑人們關心的事物，並成為神話之中的諸多角色。拿破崙於 1799 年遠征埃及時，他的部下在丹德拉（Dendera）神廟群中的哈索爾（Hathor）神廟裡發現一幅巨大的星座圖，稱為丹德拉黃道圖（The Zodiac of Dendera）【圖 2】，畫面中描繪了沿著黃道的 36 個星座。⁶

黃道指太陽繞行地球運轉的軌跡。人們認為太陽在繞行的途中會經過不同星座，繞完一圈總共會經過十二個星座，故稱黃道十二宮。黃道的拉丁文為「zodiacus」指的是「生物」，人們相信星座裡面住著動物，十二宮也被稱為「天屋」或「阿波羅每月的住所」。⁷ 不同於十二宮，古埃及人將黃道分為 36 個星座，以此觀測太陽的運行方式：太陽在每一個星座大約停留 10 日，故將一年定為 365 天，⁸ 從丹德拉黃道圖中可以發現埃及的星座與希臘神話中星座相當不同，但也可以發現一些相似的圖像，例如魚、獅子、牛等。

星晷（star clock）是記錄星座升空時間的圖表，是古埃及人利用星座計算時間的一種方式。一個晚上可以觀測到 12 個星座移動，⁹ 於是將夜間劃分為 12 個小時。從星晷中可發現古埃及人將每 10 天區分成 36 個期間，由此推測星軌是將星座與太陽運行之間的關係進行計算後得知時間的方法。¹⁰ 除了運用星星來計時，古埃及人也透過天狼星在夏至那天早於太陽升起的特性，來修正太陽曆的誤差。天狼星是北半球中最亮的星星之一，在希臘神話中位於大熊星座之中，在丹德拉黃道圖中，天狼星位於中偏左下，一艘小船上的牛角附近。古埃及人對天狼星的崇拜，不僅因為天狼星可以用來修正太陽曆，夏至那天也是尼羅河開始氾濫之時。¹¹

無論是天文考古遺址，或是天空中的神話與星座，都體現了人類的觀測與想像兩者的結合，一方面在實證之下，增添了幾分神秘，另一方面也為各種想像加強了真實性，此時的宇宙圖像是以擬人化或擬物化的方式，人們將太陽、月亮擬人化為神，而星星是動物形象或是妖怪的延伸，天上是神靈的居住之地，

⁶“Napoleon and the science expedition to Egypt,” *The Zodiac of Dendera*, January 6, 2024, https://napoleon.lindahall.org/zodiac_dendera.shtml (accessed January 6, 2024).

⁷ 尚-皮耶·韋爾戴（Jean-Pierre Verdet），《星空：諸神的花園》，頁 38。

⁸ 尚-皮耶·韋爾戴（Jean-Pierre Verdet），《星空：諸神的花園》，頁 71

⁹ 一個晚上：指的是從傍晚看得見星星開始，到翌日黎明太陽升起，看不見星星之間的時間。

¹⁰ 尚-皮耶·韋爾戴（Jean-Pierre Verdet），《星空：諸神的花園》，頁 73-74。

¹¹ 蔡章獻審定，《天文考古學入門》，頁 72-75。

人們將地上世界的態樣、人類的七情六慾、社會組織模式移至天上，做為無法用知識理解的天象解釋方式，同時也因對天的恐懼與未知，產生了敬畏與信仰。

（三）、從地心說到科學革命中的宇宙觀

西元前 6 世紀左右，世界不同文明皆在相似的時間點上發生思想上的突破，稱之為「哲學突破」(Philosophical Breakthrough)，希臘文明的哲學突破在於從神本中心的思想轉變為以理性為主的世界觀。當時的希臘學者提出對萬物根本的假設，畢達哥拉斯 (Pythagoras, 570—495 B.C.E.) 認為數學是萬物的根本，而圓形是自然中最完美的形狀，並將宇宙視為球狀，將地球擺放在球心的位置；德模克利特 (Democritus, 460—370 B.C.E. or 356 B.C.E.) 提出原子論，認為原子是組成世界的根本，不同的原子會有不同的組合方式，因而產生了不同的質地，他率先指出宇宙中的其他部分還有其他世界，在那裡有著其他的太陽和月亮。¹²

畢達哥拉斯的論點影響了柏拉圖 (Plátōn, 429—347 B.C.E.) 的思想，柏拉圖提出理型論 (theory of Forms, theory of Ideas)，認為物質世界終將會腐壞，而存在物質之上有一個永恆的理想形式，是世間萬物性質最純粹而完美的形式，理型存在於神所創造的純粹世界 (pure land) 之中。¹³ 柏拉圖將圓形視為存有最完美、最理想化的幾何形狀，故天體應呈現出球型，運行的軌道也應為球形。柏拉圖是最早詢問究竟為什麼會有宇宙的人，他認為宇宙屬於上帝的領域，不同於自然是不完美的，宇宙是有靈魂、絕對純淨且充滿秩序之至善的所在，宇宙必須透過智慧和理性來推知。柏拉圖心目中的宇宙圖像是一套層疊的球形【圖 3】，中央是地球，在地球之外圍繞著七層，分別是月球、太陽、水星、金星、火星、木星、土星，上帝就位於這七層天球的外側。¹⁴

具體對天空提出較完整論述的是亞里斯多德 (Aristotélēs, 384—322 B.C.E.)，他在《論天》(拉丁文：*De Caelo*，英文：*On the Heavens*) 中提出地球是球體，並延續柏拉圖對宇宙的想像，但更著重於對天球內外運行的觀察。在亞里斯多德的理論之中，地球是宇宙的中心且是不動的，而其他星體則繞著地球旋轉，繞行的軌跡是完美的正圓。除此之外，亞里斯多德提出了構成天球和天體的第五個元素：以太 (quintessence)。¹⁵ 他的思想在西元 2 世紀被托勒密 (Claudius Ptolemy, 100—170) 製成宇宙圖像模型，在最外層的天球上鑲嵌著固定的恆星，它們在天空中雖然會移動，但相對位置卻不會改變，在這一層天球之外的世界是人類無法觀測得到的宇宙。¹⁶

¹² 克里斯多福·波特 (Christopher Potter)，《一本就通宇宙史》，頁 68-71。

¹³ 朱家安，〈柏拉圖的理型論〉，《哲學哲學雞蛋糕》(2008.2.27)，網址，〈https://phiphicake.blogspot.com/2008/05/blog-post_4164.html〉(2024年1月4日檢索)。

¹⁴ 克里斯多福·波特 (Christopher Potter)，《一本就通宇宙史》，頁 72。

¹⁵ 希臘學者認為組成地球的四個元素為土、氣、火、水。

¹⁶ 史蒂芬·霍金 (Hawking, Stephen W.)，許明賢、吳忠超合譯，《時間簡史》(A Brief History of

西元 1543 年，哥白尼（波蘭語：Mikołaj Kopernik, 1473—1543）的著作《論天體之運行》（*De Revolutionibus Orbium Coelestium*）出版，提出了較托勒密的地心說模型更為簡單的假設：將太陽放置於中心，地球和其他行星則是繞著太陽運行。伽利略（Galileo Galilei, 1564—1642）是當時少數公開支持哥白尼的天文學家，他用自製的望遠鏡觀測夜空，1609 年發現木星的衛星會繞著木星運行，說明了不是所有的星體都會繞行地球，¹⁷ 正式將地心說淘汰。《論天體之運行》出版的那年被認為是現代科學的起點，不僅是因為人類將地球從宇宙中心的位置移開，更是因為日心說的成立引發後續一連串對運動與宇宙的討論。

地球並非靜止狀態的思想擺脫了過去宇宙有自然邊界的想像，日心說建立了行星繞行恆星運轉的模型，原本被認為是鑲嵌在天球最外層的「固定星星」並不會因為地球自轉或繞行太陽運轉而改變位置，故可推測出這些星星是與太陽類似的物體，只是距離地球非常遙遠，¹⁸ 於此引發了宇宙範圍的問題，而這也是日心說不被教會所接受的原因之一，宇宙的邊界若是超出地心說的模型，那麼在人類原本的想像中，宇宙之外為神的領域，以及天堂和地獄的存在意義皆受到極大的挑戰。

除此之外，科學家也關心力學上的問題：試想若是地球並非固定不動，而是時刻在運動，為何地球表面看起來是靜止的，又如何解釋重物會朝向地面墜落。有關物體運動的理論，亞里斯多德對於運動的描述為人們普遍接受，他認為運動與時間密不可分，只有當人們掌握運動時，才能領悟到時間。亞里斯多德對於運動的描述有以下兩點：其一、物體運動是受到外力的作用，當沒有外力影響時，物體始終保持靜止狀態。其二、重的物體落下的速度會比輕的物體快。¹⁹ 伽利略透過將不同重量的球從光滑的斜面上滾下，類似於重物垂直落下的實驗來檢驗亞里斯多德的說法。實驗結果證明不論物體重量為多少，其速度增加的速率都是固定的，²⁰ 進而推導出在沒有外力的情況下物體會保持運動狀態。回到地心說對物體運動造成的挑戰，亞里斯多德的說法無法解釋沒有受到外力干擾的地球為何會持續運行，於此，伽利略對物體運動提出新的解釋，他認為所有運動都是相對的，換言之，若是缺乏絕對的指標物，人們就無法確定在不同時間發生的兩件事情是否發生在空間中的同一個位置。²¹ 在動態的地球上，除非能在宇宙中找到固定的物件作為指標，否則我們必須以相對性來描述運動。²²

Time) (台北：譯文印書館，1990)，頁 1-2。

¹⁷ 史蒂芬·霍金 (Hawking, Stephen W.)，〈時間簡史〉(A Brief History of Time)，頁 3-4。

¹⁸ 史蒂芬·霍金 (Hawking, Stephen W.)，〈時間簡史〉(A Brief History of Time)，頁 5。

¹⁹ 沈零 (Dr. Shen)，〈全彩圖解：3 分鐘讀懂霍金·時間簡史〉(新北：新文創文化事業，2018)，頁 42。

²⁰ 史蒂芬·霍金 (Hawking, Stephen W.)，〈時間簡史〉(A Brief History of Time)，頁 15。

²¹ 史蒂芬·霍金 (Hawking, Stephen W.)，〈時間簡史〉(A Brief History of Time)，頁 17。

²² 克里斯多福·波特 (Christopher Potter)，〈一本就通宇宙史〉，頁 86。

西元 1687 年，牛頓（Sir Isaac Newton, 1642—1727）出版了《自然哲學的數學原理》（拉丁語：*Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*）將伽利略的觀念用數學原理表示，提出運動三大定律：慣性定律、加速度運動、作用力與反作用力以及萬有引力，解釋物體如何在空間和時間中進行運動。牛頓用數學公式表達宇宙中萬物運行的法則，自此「自然是用數學語言寫成的」這個觀點影響延續至今。自然的法則是依循一定的規律，只要能掌握規律就能理解宇宙中的一切奧秘。

牛頓所說的萬有引力，即指重力（gravity），他認為只要有質量的東西都會互相吸引，地球上重物會朝向地面墜落的原因即是受地球的引力引響，牛頓認為地球的引力可以把地球上的事物束縛在一起，宇宙的結構也是靠著存在於不同尺度上的引力將其拘束在一起，形成行星系統、星系、星系團等。²³ 牛頓認為時間有其絕對性，不受外界的影響而獨立存在，即使宇宙消失，時間仍舊存在，絕對的時間與空間是相互分立的。²⁴ 除了時間是絕對的，在牛頓的觀點中空間也是絕對的，他認為空間是平直的，如同三度空間中有長、寬、高一般，時間則是獨立於空間而存在。²⁵ 絕對的時間與絕對的空間建立出一個靜止宇宙模型，如同座標系統，不論在宇宙中的任何一個位置都能有一個明確的定位。

宇宙圖像從純粹神之領域的天球觀，到科學革命時期透過數學與物理可理解的自然語法，要將其呈現越來越困難，一方面在於抽象觀念難以被具象化，另一方面在於宇宙存在過多待解的謎團，人們無法憑藉肉眼看重整體，也無從知曉其中的規則。

（四）、近代物理對宇宙的研究

牛頓的《自然哲學的數學原理》讓人們相信萬物運行有其規律，解釋了星體繞行的問題，更重要的是提出「重力」的觀點。但牛頓的觀點卻有其相互矛盾性，他承續伽利略對相對運動的看法，但卻與靜止的宇宙模型相背：若地球是靜止的，則可將地球視為宇宙中的指標物，藉此觀測其他星體的運行。在運動中的地球上，若是人們無法在宇宙中找到一個可以提供絕對性的指標物，就如同無法確定宇宙中的座標軸，即無法確定發生在不同時間的兩個事件是否存在於同一個空間之中，便無法給事物指定一個絕對的位置，於此，宇宙間不存在絕對的空間，代表宇宙也非靜止的狀態；再者，萬有引力提出有質量的物體會彼此吸引，依照理論所示，宇宙中的恆星之間會彼此相互吸引，導致恆星聚集，又因此而吸引更多的恆星，最終落在一起造成塌陷，但事實上並未發生。

26

²³ 克里斯多福·波特（Christopher Potter），《一本就通宇宙史》，頁 87-88。

²⁴ 沈零（Dr. Shen），《全彩圖解：3 分鐘讀懂霍金·時間簡史》，頁 44。

²⁵ 沈零（Dr. Shen），《全彩圖解：3 分鐘讀懂霍金·時間簡史》，頁 52。

²⁶ 史蒂芬·霍金（Hawking, Stephen W.），《時間簡史》（A Brief History of Time），頁 5。

1865年，詹姆士·克拉克·馬克士（James Clerk Maxwell, 1831—1879）成功將電力和磁力統合成電磁場，發表《電磁場的動力學理論》（*A Dynamical Theory of the Electromagnetic Field*），提出「電磁波」的概念，馬克士認為：「隨著時間變化的電場產生了磁場，反之亦然。因此，一個震盪的電場能夠產生震盪的磁場，而一個震盪中的磁場又能產生一個震盪中的電場。」²⁷ 電磁波的傳播速度可以透過波長和頻率進行計算，而計算的結果約與當時已計算出的光速相同，這項發現導出了光是一種電磁波的結論。²⁸ 馬克士提出電磁場有固定速度的觀點，說明若光是一種電磁波，則光速應該以固定速度運動，但在牛頓的理論中卻否決了有絕對運動存在的可能，除非能找到說明這個固定的光速是相對於何物而來。²⁹ 馬克士認為「傳播速度取決於傳播介質」，科學家們將光傳播的介質視為相對的參考點，而在牛頓的理論中宇宙是一個絕對的空間，這個絕對空間中充滿著「以太」。

1887年的邁克生（Albert Michelson, 1852—1931）和莫雷（Edward Morley, 1838—1923）合作進行實驗，試圖驗證牛頓宇宙觀的說法。實驗是讓同一光源發出的光分別走順風和逆風兩種路徑，最終讓兩束光相會，藉由兩者相會產生的干涉現象進行觀察。依據牛頓的運動定律，順風和逆風狀態下光速會有不同，產生的干涉條紋（interference fringe）也會有所不同，如此便可以證明以太是存在的，宇宙也存在著絕對的空間。³⁰ 但實驗結果證明光速是固定的，干涉條紋並沒有產生任何的不同，這個結果讓科學界如臨大敵，牛頓屹立不搖近兩百年的理論遭受前所未有的挑戰。

直到西元 1905 年，愛因斯坦（德語：Albert Einstein, 1879—1955）在一篇論文中提出一個跨時代的想法：拋棄絕對時間的看法。愛因斯坦的相對論建立在「光速不變」的討論基礎之上，他提出兩個觀點：一、狹義相對論指出時間與空間並非獨立存在、也並非絕對；二、廣義相對論則對萬有引力（重力）提出新的見解。愛因斯坦認為在真空中的光速對任何參考系來說都是相同的，於此，勢必重新定義絕對的時間。在狹義相對論中因為光速不變，致使任何參考系中擁有不同的時空，即為時間和空間的相對性。³¹ 根據馬克士提出的電磁波觀點，光為一種電磁波會隨著時間向外散開【圖 4】，如同將石子投進池中會泛起漣漪，時間與空間則並非獨立存在，兩者必須結合起來作為「時空」進行討論，與三維空間形成四維模型。又因光速固定，無論觀察者運動多快，都能觀察到一樣的光速，愛因斯坦由此提出質能守恆定律： $E=mc^2$ 的公式，並認為沒有任何物體運動的速度可以大於光速。³² 狹義相對論中提出，在時空中發生

²⁷ 汪潔，《時間的形狀：相對論史話》（台北：經濟新潮社，2017），頁 55。

²⁸ 汪潔，《時間的形狀：相對論史話》，頁 55。

²⁹ 史蒂芬·霍金（Hawking, Stephen W.），《時間簡史》（*A Brief History of Time*），頁 19。

³⁰ 史蒂芬·霍金（Hawking, Stephen W.），《時間簡史》（*A Brief History of Time*），頁 58-63。

³¹ 沈零（Dr. Shen），《全彩圖解：3分鐘讀懂霍金·時間簡史》，頁 50。

³² 從 $E=mc^2$ 中可知，若一個物體以接近光速運動，質量就會急遽上升到接近無限大，又因質量與能等價的原則，也會需要無限大的能量才能達成。於此，相對論限制了所有物體以大於光速

一件事情所開展的光會依照馬克士的電磁波模型散開，再傳達到人們的視野中，所以我們現在看到的宇宙圖像實際上來自於宇宙的過去【圖 5】。

狹義相對論與牛頓提出的引力相違，牛頓認為物體之間的運動會影響彼此的吸引力，換言之，引力是以超越光速的方式來傳遞，但這個觀點與 $E=mc^2$ 公式中得出的結論：光速是最快的速度相背，於是，愛因斯坦的廣義相對論對引力提出新的看法，他認為引力不是彼此之間相互吸引的力，而是因為重力造成時空不平坦的結果，³³ 源於受到星體的重量而產生彎曲，這個彎曲的空間稱作重力場。當形成重力場之後，物體運動時會使周圍時空隨時間變化產生扭曲，而重力波就是因為時空扭曲變化而傳播出來的波。³⁴ 在彎曲空間運動的物體會繞行著空間中最短的直線距離運動，這個距離在四維空間中是直線，但在三維空間中看起來曲線，³⁵ 也就形成我們看地球繞行太陽的軌跡是圓形，但若是從四維空間中觀看，地球的軌跡是直線【圖 6】。

物體會沿著彎曲做最短路徑的運動，光行進的軌跡也會受影響，質量越大，重力越大，會形成較大的重力場，使得光傳播的速度變慢，讓時間也變慢，再一次說明了時間的相對性。愛因斯坦認為宇宙靜止的，他提出「有限無界的靜態宇宙模型」，宇宙處於一個相對平靜的狀態，並且是無邊無際的。

1924 年，哈伯（Edwin Powell Hubble, 1889–1953）用威爾遜天文台的望遠鏡發現了位於銀河系以外的星體，證明宇宙中不只有一個星系，除此之外，哈伯還運用都普勒效應發現恆星出現紅移現象，連續觀察幾顆恆星之後都有相同的現象，並且離地球越遠的恆星，遠離地球的速度越快，這項發現導出宇宙膨脹的結論，廣義相對論說明人們眼見的宇宙是來自於過去，兩者結合之後便產生了「宇宙大爆炸的理論」開端，認為宇宙有開始，亦可能有終結。

在人們將地球從宇宙的中心移開之後，宇宙圖像便不再以地球做為視野的中心來繪製圖像，人們探索宇宙的過程建立在不斷的猜測與驗證之上，從絕對的時空到相對的時空觀念，從平坦的宇宙空間到彎曲重力場，從平靜的宇宙到不斷擴張的宇宙，從三維到四維模型的討論，皆顯示在二維平面上描繪多維度的宇宙圖像越發困難。加上宇宙中存在許多的未知使其圖像在近代科學研究的積累下，與其說是視覺上的圖像，更像是數學公式在物理世界的驗證，宇宙的概念已從想像過渡到的模型實驗，所謂的圖像似乎更趨於示意圖的呈現。然而，宇宙無法被描繪卻使得宇宙圖像有了比功能性的科學附圖更具有文化與心理學等主觀知覺與詩意聯想的特性，擴大了宇宙做為圖像被呈現出來意義。

的速度運動。資料來源：史蒂芬·霍金（Hawking, Stephen W.），《時間簡史》（A Brief History of Time），頁 20。

³³ 史蒂芬·霍金（Hawking, Stephen W.），《時間簡史》（A Brief History of Time），頁 30。

³⁴ 〈重力波とその観測の歴史〉，《東京大学 大学理学系研究所 物理学専攻 安東研究室》，網址，〈<https://granite.phys.s.u-tokyo.ac.jp/ja/?GWHHistory>〉（2024 年 1 月 5 日檢索）。

³⁵ 沈零（Dr. Shen），《全彩圖解：3 分鐘讀懂霍金·時間簡史》，頁 54。

三、宇宙圖像分析

視覺文化學家米契爾（W.J.T Mitchell, 1942－）將形象（image）視為一門科學研究，在〈形象的科學〉（*Image Science*）一文中，米契爾解釋這形象科學的研究重點：人們會透過言詞與視覺意象作為對物質世界現實描述的媒介，尤其在抽象的邏輯與數學當中，各式各樣的模型、示意圖、照片、素描等，成為描述觀念的方法。形象科學的研究試圖進行內外翻轉，當形象不再只是做為描述其它學科知識的媒介，就其本身的特殊性而言，形象帶給了人們怎麼樣的思考方式，或受制於那些既定印象，以形象為討論對象出發的，對於其他學科可能產生哪些影響。³⁶

人們對宇宙的研究證實了人類至今為止對其的掌握尚未全面，宇宙中可能存在著多維度與無法以肉眼觀看的物質皆挑戰著宇宙圖像如何被描繪出來，科學上每一項新的發現都建立了宇宙圖像拼圖中的一部分，這些拼圖皆代表一種對於宇宙的觀看方式，如同一幅無法被繪製的圖像，每一項發現不僅是對於科學上的挑戰，亦是對形象轉譯的挑戰，宇宙圖像不僅是在科學的領域中做為數理邏輯解說與傳遞的媒介，更在視覺文化領域中被廣泛應用，例如科幻電影中使用的宇宙模型，透過宇宙的神秘回應了當代人文社會的情況，當代的宇宙圖像延續了過去人們對天空無所不能的想像，並作為人文與科學交匯之所在，在未完成的圖像中延續並創造其意義。以下將就宇宙圖像的不同面貌進行分析。

（一）、方程式中的宇宙圖像

圖像科學是一門視光科學（optical science），光線做為視覺不可或缺的要素亦體現在圖像研究上。然而，根據宇宙大爆炸的理論，宇宙起源於宇宙奇點（singularity of the universe）是指宇宙大爆炸所誕生，處於零度空間的點，奇點是一個密度無限大、熱量無限大、壓力無限大、時空曲率無限大、溫度無限高，體積無限小的點。³⁷ 宇宙在奇點當中誕生，經歷大爆炸之後，宇宙像一鍋滾燙的熱水，由粒子構成，初期的宇宙一片漆黑，因為溫度太高粒子的移動速度非常快，光子尚未走遠就會撞到電子，直到宇宙逐漸降溫，帶正電的質子與中子結合，抓住帶負電的電子，光子才得以衝出去，穿行在宇宙裡，於是宇宙才有了光。

光子在不斷的穿梭過程中能量會逐漸降低，在光譜上它的波長向紅色移動，產生紅移現象。在紅外光之下，則會逐漸向微波移動，宇宙擴張至今，光子的能量越來越小，目前觀測到的宇宙微波背景（cosmic microwave background）

³⁶ W.J.T. 米契爾（Mitchell, W.J.T.），石武耕譯，〈形象的科學〉，《形象科學》（*Image Science*）（台北：馬可孛羅文化，2020），頁 51-58。

³⁷ 沈零（Dr. Shen），《全彩圖解：3分鐘讀懂霍金·時間簡史》，頁 69。

【圖 7】為大爆炸後約 38 萬年後的宇宙圖像。³⁸ 從這張宇宙圖像中發現宇宙並非平滑，不同顏色代表著溫度的差異，便可以由此推測出星系、星系群和超星系團形成的位置。這是人類首次對宇宙圖像有更為準確的認知。

人類對宇宙圖像的描繪必須建立在光之上，宇宙的歷史假設是從大爆炸開始，從紅移現象推論出宇宙起源於 138 億年前，但人類目前觀察到最早的宇宙圖像是光子從宇宙混沌的電漿狀態發散出去之後形成的宇宙微波背景輻射，距大爆炸約 38 萬年。在 138 億年前到大爆炸期間，光子尚未發散出來，看不見圖像是否就表示沒有圖像？

從理論中可以發現在人類無法觀測到的範圍之中，宇宙仍然不斷作用，每一個作用都會誕生出新的圖像，這些圖像在數理公式當中誕生，皮爾斯用邏輯方法定義符號，將符號模式分為三種不同的詮釋類型，³⁹ 而代數方程式在皮爾斯的定義中是像似符號（icon）於米契爾的論述中也曾提及這是皮爾斯最深刻的洞見 – 如同在圖面上以圖解呈現某一個物理現象的形象。⁴⁰

以愛因斯坦的質能守恆定律（mass-energy equivalence）為例，其提出的公式為 $E=mc^2$ ，E 代表能量（energy，單位為焦耳），m 代表質量（mass，⁴¹ 單位為公斤），c 代表光速（經測試結果光速為常數質，29979245.8 公尺／秒），方程式中的 E、m、c、2 是象徵符號（symbol），而等號為指示符號（index），數學或物理公式是像似符號，因其所表述的是一個現象，與指涉物有直接相關性，縱使它是由指示符號和象徵符號所組成，它也在某種程度上「接近」一種現象的樣貌，物理現象在此成為一種視覺圖像，而宇宙圖像就建立在這些非視覺媒介的公式之上，不僅愛因斯坦的質能守恆定律可以用來描述宇宙中的相對論，馬克士的電磁場可以用來描述光的電磁效應如何影響宇宙時空變化、哈伯定理可以透過紅移描述宇宙膨脹、量子力學可以用來討論宇宙誕生初期的現象、弦理論地景模型可以描述多重宇宙、霍金的黑洞輻射可以用來描述宇宙黑洞……此時，宇宙的圖像比起觀察更多的是理論的假說與演算，再透過各種高科技望遠鏡來應證，畢竟宇宙中看不見的物質遠比可見得多多了。

³⁸ James Webb Space Telescope (Goddard Space Flight Center), <https://jwst.nasa.gov/content/features/bigBangQandA.html> (accessed Jan 13, 2024).

³⁹ 皮爾斯認為符號透過三種方式表現對象物，分別為像似符號（icon）、指示符號（index）、象徵符號（symbol）：像似符號：表徵與指涉對象有某種程度相似，或是有所關連，像似符號指涉的對象不一定要實際存在。指示符號：表徵與指涉對象有物理上或邏輯上的因果關係，只要與對象物的聯繫為事實，皆可視為指示符號。象徵符號：表徵與指涉對象並無相似之處，必須透過學習才能掌握，由社會所賦予的特殊意義。資料來源：金彥良，〈圖標（ICON）與符號學：為何這個圖示這樣被解讀〉，《友讀 YOTTA》（2019.8.2），網址，〈<https://www.yottau.com.tw/article/347>〉（2024 年 1 月 14 日檢索）。

⁴⁰ W.J.T. 米契爾（W.J.T Mitchell），〈形象的科學〉，《形象科學》（Image Science），頁 61。

⁴¹ Mass：指大量、大批、加總。物理學上用來表示質量，指物體在不同形式的狀態之下的物質含量（the amount of matter in any solid object or in any volume of liquid or gas）。資料來源：Cambridge Dictionary, <https://dictionary.cambridge.org/zht/%E8%A9%9E%E5%85%B8/%E8%8B%B1%E8%AA%9E-%E6%BC%A2%E8%AA%9E-%E7%B9%81%E9%AB%94/mass> (accessed Jan14, 2024)。

（二）、宇宙圖像做為媒介

建立在公式上的宇宙圖像，雖然較為精確但不容易理解，就像我們熟悉繪畫中用透視法來表現空間，若將繪畫中的空間改成為用向量方程式表示，一樣是做為象徵符號表示，但卻不容易被觀者理解，原因在於符號的表徵（representamen）不同。繪畫起源於模仿，模仿再現（represent，亦有描繪、代表之意）了對象（object），被再現的對象存在於尋常的日常之中，與人們認知中的形象有所關聯，但方程式的表徵並非現實的再現，而是立基於需要透過邏輯推演才能夠理解的指示符號之上。

為使宇宙圖像更為人所理解，科學家們嘗試將公式以圖像化的方式呈現，將客觀的資料或數據具象化成圖像表示，或用像似圖像說明理論。米契爾認為具有指示性的數學符號必須透過邏輯進行推理，因此是作為一種表示關係的標誌存在，包括了同一（identity）、等價（equivalence）、相似與差異等不同關係，而這些關係也存在於圖像與圖解及語言之中，所以有「言詞符像」（verbal icons）的說法，表示既是物件的名稱與描述，也是一物與另一物的具象比較。

42

以弦理論為例，弦理論表示一個粒子世界可能產生的情況，同時也隱喻理論的作用方式如同弦一般，將之與琴弦的震動做對照。若是將弦理論以形象表示，則形象具有超越自身之指意關係（signifying relation），看見圖像中的某物，與超越圖像自身的相似之物，兩者賦予了圖像雙重符號性（double sign），⁴³一方面有助於我們認識圖像，但一方面又容易使我們產生誤解。弦理論圖像【圖8】展現了基本粒子內佈滿一根根細狀的絲線，這些絲線的震動會決定粒子的特性。圖像中展現出粒子在不同的兩個宇宙中運動，如果我們相信這個圖像的內容，就有可能會被圖像誤導，因為圖像中展現的是粒子以弦的方式作用之下的模型，這些特徵可以用完全不同的其他模型去呈現。⁴⁴

圖像本身並不能視為其他圖像的代表物，圖像僅是作為一個媒介存在，形象是一種知覺層次上的交換價值，可視為一種意識交換的媒介，故人們無法判讀其為何物，這也會使圖像的符號意義消失。米契爾認為人類不可能憑空創造一個圖像，因為「無法辨識」違背了形象作為某事物的形象（image of something）存在的意義。於此，形象所屬的事物必然會存在於形象產生之前。

即使宇宙中存在著諸多人們未曾見過的圖像，例如宇宙大爆炸、暗物質、暗能量、時間與空間、重力波等，我們仍會將其以可以理解、類似於它者形象的某種變形進行描述，米契爾為這類創新的圖像提出說明：

⁴² W.J.T. 米契爾（W.J.T Mitchell），〈形象的科學〉，《形象科學》（*Image Science*），頁 61。

⁴³ W.J.T. 米契爾（W.J.T Mitchell），〈形象的科學〉，《形象科學》（*Image Science*），頁 61。

⁴⁴ W.J.T. 米契爾（W.J.T Mitchell），〈形象的科學〉，《形象科學》（*Image Science*），頁 62。

如果某個形象（或是字詞）是全然新生的，我們又如何能辨識出來呢？就是辨識這一刻，既使得形象變得如是可讀，又提供了連續性的思路，並附以變體（variation）、偏離（deviation）與差異（difference）……從一個身分變成另一個身分。……或許，唯有在某個複合（composite）或合成（synthetic）或過渡的形式之中，新形象才得以顯現。⁴⁵

宇宙圖像的特殊之處在於形象所屬的事物固然存在於形象產生之前，但這些真實存有物卻難以被描述，以暗物質為例，暗物質佔據宇宙組成的一大部分，它的存在穩定了星系的總質量，讓不管離星系中心多遠的恆星都能維持同樣的速度運行，也使宇宙間的膨脹力量和讓物質相距的重力得以抗衡，暗物質不釋放也不吸收光或其他電磁輻射，⁴⁶ 而人類發現暗物質是因為理論推算的結果推導而出。

暗物質雖然存在但卻看不見，無法用圖像表示，唯一可以知道的是它遍布宇宙各處，讓宇宙得以以穩定的方式運行。從早期宇宙到今天的暗物質結構形成的模擬圖【圖 9】中可見暗物質不均勻的佈滿空間，狀似蜘蛛絲，暗物質的形象以蜘蛛絲作為變體，其中包含有部分可見的星系，兩者揉合成一種新的示意圖像，與人們的認知在某種程度上取得聯繫，同時也表現了暗物質可能的狀態，此時的圖像意義作為一個意識交換的媒介，使一個不可見之形象得以被認知。

（三）、視覺媒體中的宇宙圖像

電影導演克里斯多福·諾蘭（Christopher Nolan, 1970—）執導，於 2014 年上映的電影《星際效應》（Interstellar）中一幕呈現當男主角進入黑洞之後，他進入了更高維度的空間。這一幕的場景發生在超立方體（Tesseract）當中，呈現的四維空間，時間做為第四個維度，打破了線性時間的概念，人類可以自由的穿梭在過去與未來。超立方體指呈現為幾何立方體的四維空間，在立方體的每一個面之上都再有一個正方體。諾蘭在電影中將四維時空中時間這項維度以電影的動態視覺表現，呈現一種只有在高於四維時空之中才能看見的圖像。

以電影視覺作為媒介，將超立方體宇宙的圖像巢套（nesting）進去，做為一個後設圖像（metapictures），呈現出導演對空間與時間的想像，空間在不同的向量之間無限開展，時間也非認知上具備連續性，人們可以在任何一個時間點駐足、觀看不同時期的人生經歷。劇情設定超立方的空間出現在黑洞裡面，

⁴⁵ W.J.T. 米契爾（W.J.T Mitchell），〈形象的科學〉，《形象科學》（Image Science），頁 67-68

⁴⁶ 詹姆斯·特雷菲爾（James Trefil），姚若潔、李昫岱譯，《圖解太空》（台北：大石國際文化，2016），頁 248。

黑洞是另一個人類看不到的圖像，在恆星能量燃燒殆盡之後形成，如果恆星本身的質量非常大，自身的引力也會極大，當內部的能量耗盡後，恆星的引力會導致其逐漸收縮，使密度不斷增加，相當於在非常小的空間中有著非常大的密度，黑洞的引力大到連光速都無法逃離，⁴⁷ 在黑洞中的時空是扭曲的，時間相對來說非常緩慢。

黑洞是一個所有物理定律都失效的地方，在一切都非常理的情況之下，沒有光線得以出逃的黑洞，故人們對黑洞裡面有什麼一無所知，只知黑洞中的時空是扭曲的，在黑洞中，所有宇宙中的現象都有可能發生，例如宇宙奇點、多重宇宙、平行時空、蟲洞等，沒有圖像的黑洞反而讓圖像在此解放，誕生出更多的圖像。圖像挑戰了人們的認知，諾蘭在三度空間中搭建四維空間的想像場景，電影則是以二維平面展現，縱使圖像呈現的並非全然的真實，但諾蘭在場景中想表達的並非是展現宇宙理論的奧秘，而是將圖像視為引子，透過男主角與女兒之間的交流傳遞出愛足以跨越時間與空間，在每一個當下因為愛而留下的痕跡會在時間軸上畫下刻痕，成為永恆。

（四）、當代藝術中的宇宙圖像

人類對宇宙的好奇根本上源自於對生命起源的好奇，但在宇宙圖像中人類應被放置於何處？過去的地心說反映人們將自身視為宇宙的中心，但這樣的觀點被近代物理研究推翻，宇宙中生命的存在是一種偶然令圖像中人類所代表的角色變得難以定位，甚至被移除。然而，圖像代表一種觀看的視角，每一種觀看方式造就的符號意義皆不相同，圖像中包含各種被呈現的對象，同時也包含了作者的主體，當主體透過符號將自我表現在圖像當中，同時也成為了宇宙圖像的一部份。

若從科學的角度論述，如同量子研究中，維爾納·海森堡（Werner Heisenberg, 1901–1976）發現在觀測粒子時，沒有辦法準確觀測出粒子的速度和位置，依據觀測的方式不同兩者只能觀測出其一，即為「不確定原理」，研究粒子的運動取決於概率，即使在基本的量子方程式當中，顯示出一個粒子可能佔據許多位置，但當我們觀察粒子的位置時，只會發現它在一個地方。不確定理論認為：當觀察發生時，系統不再是狀態的疊加，而是變成其中之一。⁴⁸ 以光線為例，光具有波粒二象性，依照不確定理論，粒子本身的不確定性會依據觀測結果而有不同，那是否人類至今為止對宇宙的觀測都不是客觀的，宇宙對人類所展性出來的面貌只是按照人類所希望的方式呈現出來的樣態？1957年，休·埃弗里特（Hugh Everett, 1930–1982）提出量子力學的多世界（many-worlds interpretation，

⁴⁷ 沈零 (Dr. Shen), 《全彩圖解：3分鐘讀懂霍金·時間簡史》，頁 100。

⁴⁸ Michael Sandberg, "Quantum Computers and Schrödinger's cat," *Michael Sandberg's Data Visualization Blog*, February 25, 2014, <https://datavizblog.com/2014/02/25/quantum-computers-and-schrodingers-cat/> (accessed 13 Jan, 2024) .

MWI)，認為每當「隨機」事件發生，宇宙就會分裂，創造出一個能涵蓋不同版本結果的世界，因為宇宙中的時間並非我們認知中的連續時間線。⁴⁹

平行宇宙的概念看似構成了一幅無法被概括論之的宇宙圖像，實則是讓圖像先於宇宙被呈現出來，圖像呈現給宇宙自己的世界觀，讓宇宙變成一幅圖像。以古巴藝術家里卡多·布雷（Ricardo Brey, 1955—）在 2002 至 2006 創作《宇宙》（Universe）【圖 10、11】為例，作品共由 1,004 張圖畫組成，描繪藝術家認知中的整個宇宙，呈現出魚類、鳥類、植物、洪水、昆蟲和月亮等，但沒有包括人類、牲畜和房舍。⁵⁰ 圖像展現中的宇宙並非由科學與物理組成，而是根植於藝術家的觀察和信仰，呈現出彷彿如動植物百科全書般的世界，表現出藝術家高度個性化與獨特性的個人宇宙。在《宇宙》中，人的視角決定了一個宇宙樣態，當宇宙成為圖像，被攤平並展示在眼前，這些作品便將自己呈現給宇宙，作為一種宇宙的形態構成圖像，描述在數理之外的宇宙觀，1,004 幅畫橫貫了布雷的思想，總括性的描述演化過程中的片段，代表著一個過渡階段，圖像沒有終點，作品將隨著時間走向連作者都未能預見的未知，宇宙的生命在圖像中開啟、延展並走向無限。

不確定原理中的宇宙圖像是一幅無限延伸的圖像，觀看視角的不同會呈現出不同的面貌，在此之下的每一個特定物件、每一個特殊舉動，都將開啟另一個無限宇宙的通路，反之亦然，圖像將這個宇宙、這個世界、這些他者納進了自身當中，人的位置就成為宇宙圖像中的一部分。

四、結論

順著本研究的整理脈絡，宇宙圖像會依據觀者觀察的方式產生不同的意義，它是變動且多義的，如同符號作為表意的載體，再經過文化性做為基礎的詮釋之下，成就出不同意義的宇宙圖像，產生出無止境的語境，每一種詮釋都形塑出一個差異的宇宙觀。宇宙彷彿告訴我們，每一種思維模式都有出路值得探尋。

形象科學探究形象的不同面向，每一個宇宙圖像都是一種可能的模型，引導人們在物理研究上更進一步，也影響人們的思維方式。將未完成的宇宙圖像作為心理符號來看，未完成代表一種開放性，如同米契爾提到的「形象文本」（*imagetext*），指出這是一個結合形象與文本的複合式概念，形象文本是感官通道（*sensory channel*）與符號語體（*semiotic register*）的交會之處，⁵¹ 而更多的「圖像」將於焉誕生。若將宇宙視為文本，文本與形象之間呈現補足與增添

⁴⁹ Andrew Zimmerman Jones, "The Many Worlds Interpretation of Quantum Physics," *ThoughtCo*, January 31, 2018, <https://www.thoughtco.com/many-worlds-interpretation-of-quantum-physics-2699358> (accessed Jan 13, 2024).

⁵⁰ "Ricardo Brey", *Alexander Gray Associates*, <https://www.alexandergray.com/series-projects/ricardo-brey?view=slider#18> (accessed Aug 15, 2024).

⁵¹ W.J.T. 米契爾 (W.J.T Mitchell), 〈形象x文本〉, 《形象科學》(Image Science), 頁 80。

的關係，宇宙是一個未完成的文本，人類透過對宇宙的觀察與研究，以物理及數學邏輯撰寫宇宙文本，當形象顯現於文本之中，作為符號與感知的交會處，這種態樣即是宇宙文本所要傳達的核心概念，宇宙告訴人類的觀看視角。

參考資料

專書

蔡章獻審定，《天文考古學入門》，台北：銀禾文化，1990。

汪潔，《時間的形狀：相對論史話》，台北：經濟新潮社，2017。

張天蓉，《宇宙零時：從太陽系到流回大霹靂，宇宙謎團的解答之書》，台北：清文華泉，2021。

尚-皮耶·韋爾戴（Jean-Pierre Verdet），徐和瑾譯，《星空：諸神的花園》，台北：時報文化，1994。

史蒂芬·霍金（Hawking, Stephen W.），許明賢、吳忠超合譯，《時間簡史》（A Brief History of Time），台北：譯文印書館，1990。

麥可·霍斯金（Michael Hoskin），江曉原、關增建、鈕衛星、楊澤忠譯，《劍橋插圖天文史》，台北：如果出版社，2008。

尼爾·泰森（Neil deGrasse Tyson），蘇漢宗譯，《宇宙必修課：給大忙人的天文物理學入門攻略》，台北：遠見天下，2017。

克里斯多福·波特（Christopher Potter），蔡承志譯，《一本就通宇宙史》（You are Here），台北：聯經，2011。

詹姆斯·特雷菲爾（James Trefil），姚若潔、李昉岱譯，《圖解太空》，台北：大石國際文化，2016。

史蒂芬·霍金（Hawking, Stephen W.），蔡坤憲譯，《霍金大見解：留給世人的十個大哉問與解答》，台北：遠見天下，2019。

沈零（Dr. Shen），《全彩圖解：3分鐘讀懂霍金·時間簡史》，新北：新文創文化事業，2018。

W.J.T. 米契爾（W.J.T Mitchell），石武耕譯，〈形象的科學〉，《形象科學》（Image Science），台北：馬可孛羅文化，2020。

網路資源

朱家安，〈柏拉圖的理型論〉，《哲學哲學雞蛋糕》（2008.2.27），網址，〈https://phiphicake.blogspot.com/2008/05/blog-post_4164.html〉（2024年1月4日檢索）。

金彥良，〈圖標（ICON）與符號學：為何這個圖示這樣被解讀〉，《友讀 YOTTA》（2019.8.2），網址，〈<https://www.yottau.com.tw/article/347>〉（2024年1月14日檢索）。

Andrew Zimmerman Jones, “The Many Worlds Interpretation of Quantum Physics,” *ThoughtCo*, January 31, 2018, <https://www.thoughtco.com/many-worlds-interpretation-of-quantum-physics-2699358> (accessed Jan 13, 2024).

James Webb Space Telescope (*Goddard Space Flight Center*), <https://jwst.nasa.gov/content/features/bigBangQandA.html> (accessed Jan 13, 2024) .

Michael Sandberg, “Quantum Computers and Schrödinger's cat,” *Michael Sandberg's Data Visualization Blog*, February 25, 2014, <https://datavizblog.com/2014/02/25/quantum-computers-and-schrodingers-cat/> (accessed 13 Jan, 2024) .

“Napoleon and the science expedition to Egypt”, *The Zodiac of Dendera*, https://napoleon.lindahall.org/zodiac_dendera.shtml (accessed Jan 6, 2024) .

圖版目錄

- 【圖 1】英國巨石陣示意圖。圖片來源：本研究自行繪製。
- 【圖 2】德曼（Vivant Denon）繪製的丹德拉黃道圖。圖片來源：“Napoleon and the science expedition to Egypt,” *The Zodiac of Dendera*, https://napoleon.lindahall.org/zodiac_dendera.shtml (accessed Jan 6, 2024)
- 【圖 3】亞里斯多德與托勒密的天球宇宙。圖片來源：史蒂芬·霍金（Hawking, Stephen W.），許明賢、吳忠超合譯，《時間簡史》（A Brief History of Time），台北：譯文印書館，1990，頁 3。
- 【圖 4】光為一種電磁波示意圖。圖片來源：史蒂芬·霍金（Hawking, Stephen W.），許明賢、吳忠超合譯，《時間簡史》（A Brief History of Time），台北：譯文印書館，1990，頁 25。
- 【圖 5】事件光錐示意圖。圖片來源：史蒂芬·霍金（Hawking, Stephen W.），許明賢、吳忠超合譯，《時間簡史》（A Brief History of Time），台北：譯文印書館，1990，頁 26。
- 【圖 6】重力場示意圖。圖片來源：〈「重力はどうして最弱なのか？」「重いものと軽いものが同時に落ちる？」重力の性質は謎ばかり〉，《nazology》（2022.9.27），網址，〈<https://nazology.net/>〉（2024 年 1 月 5 日檢索）
- 【圖 7】宇宙微波背景輻射圖。圖片來源：“JAMES WEBB SPACE TELESCOPE (GODDARD SPACE FLIGHT CENTER)”，<https://jwst.nasa.gov/content/features/bigBangQandA.html> (accessed Jan 13, 2024).
- 【圖 8】弦理論示意圖。圖片來源：Andrew Zimmerman Jones, “The Many Worlds Interpretation of Quantum Physics”, *ThoughtCo*, January 31, 2018, <https://www.thoughtco.com/many-worlds-interpretation-of-quantum-physics-2699358> (accessed Jan 13, 2024).
- 【圖 9】早期宇宙到今天的暗物質結構形成的模擬圖。圖片來源：“Dark Matter”, *NASA*, <https://science.nasa.gov/mission/roman-space-telescope/dark-matter/> (accessed Jan 13, 2024).
- 【圖 10】里卡多·布雷，《宇宙》，2002-2006。2006 年於比利時城市當代藝術博物館（Stedelijk Museum voor Actuele Kunst (S.M.A.K.)）展示現場。圖片來源：“Ricardo Brey”，*Alexander Gray Associates*, <https://www.alexandergray.com/series-projects/ricardo-brey?view=slider#18> (accessed Aug15, 2024)。
- 【圖 11】里卡多·布雷，《宇宙》，2002-2006。作品被收錄成冊。圖片來源：“Ricardo Brey - Universe - SMAK/MER. 2006”，*Saint Martin Bookshop*, <https://saint-martin-bookshop.com/products/ricardo-brey-universe-smak-mer-2006> (accessed Nov15, 2024)。