

圍攻霍金宇宙學：論華人基督教界的一些回應

屈思宏

（本中心研究團成員、漢語網絡神學院教授）

引言

自史蒂芬·霍金 (Stephen Hawking) 的暢銷科普著作《時間簡史》(以下簡稱《簡史》) 在上世紀八十年代末問世以來，至今天二十一世紀，華人基督教界就他宇宙無起點的論述仍有相當之評論，但可惜對相關評論未有綜合分析。評論者因寫作目的，也甚少交代霍金宇宙學的來龍去脈。故本文嘗試略述霍金宇宙學的歷史背景及發展經過，繼而舉出華人基督教界的評論，帶出其獨特性，並提出值得商榷的地方，以反省未來可行路向。

一、宇宙學與霍金簡史

宇宙起源是近代宇宙學的一個熱門課題。天文學家維斯托·斯里弗 (Vesto Slipher) 於 1917 年已發現不少星雲光譜表示它們正飛離銀河系而去。¹ 往後，科學家便稱這光譜現象為「紅移」現象。與此發現頗為一致的理論，要說是愛因斯坦的推算。他早於 1914 年 11 月起陸續發表廣義相對論的推演，至 1916 年已大致成形。² 但不久便發現這理論能得出宇宙之不穩定狀態：根據廣義相對論推算，宇宙應向內收縮或向外膨脹。換言之，星系在宇宙中不能固定在一個位置，星系之間的距離不是越來越接近，就是越來越遠。這種富動態的宇宙模型，正與斯里弗的星雲光譜研究結果相一致。可惜愛因斯坦那時未能接受這個宇宙模型，於是他在公式中加上一項宇宙常數，以保存一個靜止的宇宙，並恰恰就在斯里弗發現星雲光譜現象的那年 2 月發表。³ 可是，宇宙的狀態如何，總不能因加上一項宇宙常數而蓋棺論定。因為這論文發表後，物理學家亞力山大·費里德曼 (Alexander Friedmann) 在拆解廣義相對論的公式時，竟得出宇宙膨脹的模型，並在 1922 及 1924 年發表。⁴ 天文學家佐治·勒梅特 (Georges Lemaître) 在短篇討論中也指出宇宙之不穩定狀

¹ Vesto M. Slipher, "Nebulae," *Proceedings of the American Philosophical Society* 56:5 (1917), pp.403-409, 尤其第 407 頁, https://www.jstor.org/stable/984028?refreqid=excelsior%3A312608caa67fc3deb27c81d2c2c22671&seq=1#metadata_inf_o_tab_contents (2021 年 2 月 21 日讀取)。對 Slipher 於這一發現，Malcolm Longair 有很扼要的說明，請參閱他的 *The Cosmic Century: A History of Astrophysics and Cosmology* (Cambridge: Cambridge University Press, 2006), p.109。

² 其中比較決定性的論文有 Albert Einstein, "Die formale Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie" (The Formal Foundation of the General Theory of Relativity), *Königlich Preussische Akademie der Wissenschaften* (Berlin): *Sitzungsberichte* (1914), pp.1030-1085, "Zur allgemeinen Relativitätstheorie" (On the General Theory of Relativity), *Königlich Preussische Akademie der Wissenschaften* (Berlin): *Sitzungsberichte* (1915), pp.778-786, "Die Feldgleichungen der Gravitation" (The Field Equations of Gravitation), *Königlich Preussische Akademie der Wissenschaften* (Berlin): *Sitzungsberichte II* (1915), pp.844-847 及 "Die Grundlage der Allgemeinen Relativitätstheorie" (The Foundation of the General Theory of Relativity), *Annalen der Physik* 49 (1916), pp.769-822。論文也收錄於 *The Collected Papers of Albert Einstein, vol. 6: The Berlin Years: Writings, 1914-1917* (tr. Alfred Engel; Princeton: Princeton University Press, 1997)。

³ Albert Einstein, "Kosmologische Betrachtungen zur Allgemeinen Relativitätstheorie" (Cosmological considerations in the general theory of relativity), *Königlich Preussische Akademie der Wissenschaften* (Berlin): *Sitzungsberichte I* (1917), pp.142-152。

⁴ Alexander Friedmann, "Über die Krümmung des Raumes" (On the curvature of space), *Zeitschrift für Physik*. 10:1 (1922), pp.377-386 及 "Über die Möglichkeit einer Welt mit konstanter negativer Krümmung des Raumes" (On the Possibility of a World with Constant Negative Curvature of Space), *Zeitschrift für Physik*. 21:1 (1924), pp.326-332。

態，⁵ 並於 1927 年發表詳細分析，斷定宇宙膨脹的理論。⁶ 兩年後，天文學家哈勃 (Edwin Hubble) 便發表天文學史上舉世聞名的研究報告。他改良斯里弗的星雲光譜研究，並發現離地球越遠的星雲，飛離地球的速度就越快。⁷ 在他公開了這個發現以後，雖就這課題不住有公開演說和出版講義，⁸ 並在著述中承認宇宙膨脹的可能性，但作為觀測天文學家(observational astronomer)，他覺得數據仍未充分足以支持宇宙膨脹理論，因而對此仍有保留。⁹ 但在一些理論天文學家心中——如費里德曼和勒梅特——宇宙膨脹確是不爭的事實。如果宇宙真的正在膨脹，那麼宇宙必有一個開始，然後漸漸擴大。可惜愛因斯坦那時仍未能接受如此理論，並向勒梅特提出種種方法，嘗試排除這可能性。¹⁰ 但勒梅特越深究膨脹理論，便越發現不能逃避宇宙有一開始。因此，他嘗試跨出一步，大膽假設宇宙是從一個原始的原子(original quantum 或 original atom) 開始，並像「煙花」(primeval fireworks)一般的散開。¹¹「煙花」意味著宇宙是爆出來的。從爆炸的一剎那起，它就在極高溫的狀態下向外膨脹。但這在當時來說近乎天馬行空的構思，要在十多年後才開始證實。阿爾菲 (R. A. Alpher)、伽莫夫 (George Gamow)及貝特 (H. Bethe)於 1948 年發表論文，計算宇宙起初時物質的高溫狀態。¹² 同年，阿爾菲及赫爾曼 (Robert Herman)發表另一篇文章，推算出宇宙高溫開始之後逐漸冷卻，時至現代所留下之溫度，用開爾文(Kelvin)溫度單位計算約 5K (約零下 268°C)，¹³ 但這推算還要等至 60 年代才被更準確校正，證實宇宙開始的情況：物理學家彭齊亞斯 (Arno Allan Penzias) 及天文學家威爾遜 (Robert Woodrow Wilson)測到天空充滿著恆溫的微波，約 2.7K，¹⁴ 後來才證實這是宇宙爆炸後遺留至今天的溫度。科學界便漸漸接受「宇宙大爆炸」(cosmic big bang)為解釋宇宙起源的理論。

科學界雖在 60 年代大致接受宇宙大爆炸理論，證實勒梅特當初的「煙花」假設。但宇宙是否從一粒原子開始爆炸，科學界還未有定論。而在宇宙學發展得如火如荼之時，霍金正在劍橋大學修讀應用數學及理論物理學博士，主修宇宙學。那時他正研究宇宙起源的問題。如果宇宙由大爆炸開始，那麼這是否也意味著時間與空間也有開始？這種開始應如何瞭解？正當他尋找適合的數學模型來解釋這一切時，便遇上數學家潘洛斯 (Roger Penrose)。¹⁵ 潘洛斯的研究啟發了他，不

⁵ Georges Lemaître, "Note on De Sitter's Universe," *Journal of Mathematics and Physics* 4 (January, 1925), p.192.

⁶ Georges Lemaître, "Un Univers homogène de masse constante et de rayon croissant, rendant compte de la vitesse radiale des nébuleuses extra-galactiques" (Republication of: A Homogeneous Universe of Constant Mass and Increasing Radius Accounting for the Radial Velocity of Extragalactic Nebulae), *Annales de la Société Scientifique de Bruxelles* 47A (1927); trans. Jean-Pierre Luminet in *General Relativity and Gravitation* 45 (June, 2013), p.1647.

⁷ Edwin Hubble, "A Relation Between Distance and Radical Velocity among Extra-Galactic Nebulae," *Proceedings of the National Academy of Sciences* 15:3 (March, 1929).

⁸ Edwin Hubble, *Red-Shifts in the Spectra of Nebulae* (Oxford: The Clarendon Press, 1934); *Our Sample of the Universe* (Washington: Carnegie Institution of Washington, 1937).

⁹ Edwin Hubble, *The Realm of the Nebulae* (New Haven: Yale University Press, 1936), p.122; *The Observational Approach to Cosmology* (Oxford: The Clarendon Press, 1937), pp.46-55.

¹⁰ John Farrell, *The Day Without Yesterday: Lemaître, Einstein, and the Birth of Modern Cosmology* (New York: Thunder's Mouth Press, 2005), p.101.

¹¹ Georges Lemaître, "The Beginning of the World from the Point of View of Quantum Theory," *Nature* 127 (May, 1931), p.706; "Contributions to a British Association Discussion on the Evolution of the Universe" (Special Supplement on the Origin of the Universe, or Cosmology), *Nature* 128 (October, 1931), p.704.

¹² R. A. Alpher, H. Bethe, and G. Gamow, "The Origin of Chemical Elements," *Physical Review* 73(April, 1948), p.803.

¹³ R. A. Alpher and R. Herman, "Evolution of the Universe," *Nature* 162 (November, 1948), 774. K (Kelvin)是物理學和化學常用的溫度單位，0K 等於 -273.15°C。

¹⁴ Arno Penzias and Robert Wilson, "A Measurement of Excess Antenna Temperature at 4080 Mc/s," *Astrophysical Journal* 142 (July, 1965), p.419.

¹⁵ 霍金於 1962 年進劍橋大學攻讀博士研究，同年不幸患上肌萎縮性脊髓側索硬化症(amyotrophic lateral sclerosis)，使他日後下半身癱瘓，並且不能說話。他在 1965 年完成博士論文。參 Michael White and John Gribbin, *Stephen Hawking: A Life in Science* (London: Viking, 1992), pp.56-73.

但使他完成博士論文，並有機會與他合寫論文，運用愛因斯坦的廣義相對論，證明時間與空間起源於一點，稱為時空奇點(space-time singularity)。¹⁶ 因為宇宙是從這一點開始爆炸而成，這時空奇點又稱為宇宙奇點(cosmological singularity)或大爆炸奇點(big bang singularity)。根據物理數學家尼布 (Gregory Naber)的解釋，在宇宙奇點，一切物理定律都不能成立。¹⁷ 既然宇宙不像勒梅特所假設是從一粒原子出來，而是從一點出來，那麼，物質和時空就有起點。換言之，宇宙沒有無邊無際的過去。可是在似乎問題解決之後，不久霍金又重新思考宇宙起源問題。與過去的結論剛好相反，他致力研究宇宙無起點之可能。自 1981 年起，他大抵掌握了這個新理論的數學基礎，¹⁸ 並兩年後與物理學家赫爾道 (James Hartle) 合撰論文發表。¹⁹

有關他這個新宇宙學理論，最為大眾所知的，可說是他 1988 年出版的科學普及著作《簡史》。²⁰ 書中明言，這個理論只是一個提議("a proposal")，並不能從其他原理推演出來。²¹ 但提議中卻引入量子力學，發展所謂量子宇宙學，不再純粹採用廣義相對論。可是，這樣運算卻得出「虛數時間」(簡稱「虛時」, imaginary time) 的宇宙模型，便得到前所未有的結論。今天我們在宇宙間所能經歷到的事情，都是在時間和三度空間裡發生的：時間只有一度，再加上三度空間，這就是所謂四度時空。可是，「虛時」所得出的初期宇宙卻不是這樣。根據霍金的運算，初期宇宙的那一度時間是「虛時」，「虛時」沒有時間的作用，它就像空間座標一樣。換言之，初期宇宙並不是處於四度時空，而是處於四度空間的狀態。因此，原初的宇宙是沒有時間，只有空間。²² 但如果宇宙原初沒有時間，它哪裡有比原初更早的起始點呢？這樣，宇宙便沒有開始、沒有奇點。霍金指出，既然宇宙初時沒有時間和空間之分，而只有空間，那麼，它就像一個體積有限的圓球，球面上每一點都是一樣，沒有分別，那就再沒有獨特一點可分別出來作為起始點了。²³ 但如果宇宙沒有起始點，它就是一個自給自足的宇宙、一個有限而自有的宇宙。因此，霍金坦言，如此一直存在的宇宙，又何來需要創造者呢？²⁴

二、華人基督教學者的評論

梁斐生

霍金由科學的結論引申至神學的問題，自然引起基督教界的關注，但本文以華人基督教界為研究對象。早期回應霍金的神學問題，可說是梁斐生的《真金不怕洪爐火》(1992)。文中簡單指出，既然霍金也強調這個提議並不能從其他原理推演出來，「虛時」便是「無中生有，假想出的虛數時空境界」。²⁵ 但於同一頁，梁斐生卻回過來肯定廣義相對論的成就，繼而肯定霍金與潘洛斯當初在六十年代的貢獻，運用廣義相對論證明宇宙奇點的存在，宇宙確是有一開始。但既然在宇宙奇點中一切物理定律不能成立，那麼今天霍金的虛時宇宙模型，也就當然如他說不能從其他原

¹⁶ Stephen Hawking and Roger Penrose, "The Singularities of Gravitational Collapse and Cosmology," *Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical & Engineering Sciences* 314, no.1519 (January, 1970), pp.529-548.

¹⁷ Gregory L. Naber, *Spacetime and Singularities: An Introduction* (Cambridge: Cambridge University Press, 1988), vii.

¹⁸ White and Gribbin, Stephen Hawking, p.180.

¹⁹ James Hartle and Stephen Hawking, "Wave function of the Universe," *Physical Review D* 28, no. 12 (December, 1983), pp.2960-2975.

²⁰ Stephen Hawking, *A Brief History of Time: From The Big Bang to Black Holes* (New York: Bantam Books, 1988).

²¹ Hawking, *A Brief History of Time*, p.136.

²² Ibid, pp.134-135.

²³ Hawking, *A Brief History of Time*, pp.137-139.

²⁴ Hawking, *A Brief History of Time*, p.141.

²⁵ 梁斐生，《真金不怕洪爐火》（多倫多：加拿大證主，1992 年），第 8 頁。

理推演出來。換言之，對梁斐生而言，霍金以為他今天的成果可以推翻他昨天的奇點理論，但這卻反過來證實奇點的存在。不論用什麼方法研究宇宙起源，霍金仍是逃不過宇宙有開始的鐵證！

關啟文

如果說梁斐生是從宇宙學角度指出霍金的漏洞，那麼，關啟文就是要從神學角度出發。他的《我信故我思——真理路上的摯誠探索》(1999)主要探討在信仰成長中理性探索的各個範疇。論到霍金，不是討論那熱談中的量子宇宙學，反而以科學哲學為主要回應課題，這與他的學術背景有關。²⁶ 但正文後，在末後兩頁的「進深部分」裡，關啟文始終逃不了回應《簡史》，內容雖短，但仍反映其獨特見解。首先，與梁斐生一樣，他認為「虛時」只是霍金的假設。況且，既然「他的模型中時間是不真實的」，那就不合於人們共同的時間具體經驗。²⁷ 之後，他嘗試越過最引學界關注的宇宙起始點問題，闡明就算不設定宇宙有起始點，霍金的神學仍有漏洞，因為霍金也承認宇宙是有限的，但只要是有限，它仍時刻需要倚賴上帝。因此，霍金對「上帝為創造者」的反證就算成立，都不能推翻宇宙跟上帝的關係。²⁸ 關啟文所關注的是更闊的神學範疇，我們相信上帝是創造主，但創造論總不會限於討論創造而已。

江丕盛

對霍金宇宙論比較深入和學術的探討，是江丕盛的〈科學與神學對談的認識論：以霍金宇宙論為例〉(2001)。題目顧名思義，主要不是回應霍金宇宙論，而是以他為例，探討科學和宗教對談所能引申出的知識論問題。²⁹ 可是，選上霍金宇宙論為例，也不是無的放矢，正如江丕盛指出，《簡史》「屢屢提及上帝，連正文的最後一個字也是上帝」，³⁰ 這無疑是科學和宗教對談的一個重要例子。而且霍金正以他的科學知識挑戰神學知識：既然宇宙自給自足，何以需要創造者？誠然科學與宗教對談，兩方都不能以終極真理自居而抹殺他方知識。但霍金之論斷卻顯然違背這原則，陷入了科學知識論霸權，以為科學知識可以凌駕一切，誰知科學也有它的範疇與求證方法，「縱使科學理論在邏輯上無瑕，事實上卻未必可行」。³¹ 江丕盛便進而指出，連霍金也承認這量子宇宙論數學模型難以實證，因而他的量子宇宙學只限於一個數學模型，而且數學模型所得出的無始宇宙，最終只能歸於形上學和哲學問題多於科學問題。³² 難怪江丕盛的反問帶有哲學的意味，指出霍金在七十年代證明奇點的存在和八十年代否定奇點的存在，「實質上是『今日之霍金』與『昨日之霍金』的衝突。如果『真理最終是科學的』，究竟『誰的科學、哪個霍金呢』？」

³³ 況且，霍金的宇宙無奇點理論建於量子力學，但量子力學在現實中亦無意義可言。因此，理

²⁶ 關啟文主要回應霍金的科學決定論，但這與本文內容無關宏旨，所以不再加描述。參關啟文，《我信故我思——真理路上的摯誠探索》（香港：學生福音團契，1999年），第209-213頁。有關他的學術背景，參第79-85頁。

²⁷ 關啟文《我信故我思》，第213-214頁。

²⁸ 同上，第214頁。

²⁹ 江丕盛，〈科學與神學對談的認識論：以霍金宇宙論為例〉，《基督教文化學刊》，第6輯（2001年），第65頁。

³⁰ 江丕盛，〈科學與神學對談的認識論〉，第71頁。可是讀者不要誤以為「上帝」遍佈《簡史》整本書。霍金提及上帝只在最後三章，其中第8和10章，當論及宇宙奇點問題和自然定律的統一問題時提及上帝最多。參Hawking, *A Brief History of Time*, p.116, 122, 136, 140, 166.

³¹ 江丕盛，〈科學與神學對談的認識論〉，第81頁。

³² 同上，第82頁。

³³ 同注[31]，第83頁。

論總歸理論，並不能確定所謂「虛時」的宇宙模型真實與否，「更遑論上帝可否介入宇宙了」。³⁴ 回應至此，江丕盛也承認，縱使霍金以科學論斷神學，他也不全是唯科學獨尊的，他也明白宇宙終極問題是需要各方人士參與，只不過科學必然居領導地位而已。³⁵ 可是，江丕盛卻不以為然，他糾正霍金說，其實科學家應與神學家攜手合作，才能邁向真正的對談。³⁶

溫偉耀

溫偉耀的「基督教信仰探索系列」以簡易淺白的筆觸探討基督教關鍵問題，但對於要求嚴格的讀者，正文之後亦給補上較嚴格的深入討論。所以，這系列中的《是否真有神的存在》(2012)，在正文討論宇宙學之後，末後在「注釋及補充參考」裡，便詳細評論霍金理論。³⁷ 溫偉耀追問霍金理論是否有「足夠的肯定可靠性」，以支持宇宙開始不必上帝介入。他便回到《簡史》，討論「虛時」問題。³⁸ 可是，他不從其他回應者的路線，直截了當否定「虛時」的真實性。反之，他承認「虛時」出現所帶來宇宙無起點的結論，確是「對上帝作為宇宙的創造者發出了嚴峻的挑戰」。³⁹ 他便從物理學與邏輯學兩方面指出霍金理論的困難。他指出「虛時」所引致宇宙沒有開始，只不過是宇宙早期在量子重力效應影響下所發生之事，但宇宙大爆炸後的歷史卻不再受這些效應所影響。大爆炸之後至今天的宇宙，所經歷的一段歷史是「現實的歷史」(“chronological history”)，現實的歷史當然有一開始，這樣，既然今天的宇宙有一個開始，霍金又憑什麼排除宇宙需要創造者？⁴⁰ 而且，霍金仍未回應更基本的因果律問題：在大爆炸前後，宇宙是如何從沒有定律轉折成有定律的？⁴¹ 宇宙在沒有定律時，當然自己不能憑定律使自己由沒有定律轉折成有定律的宇宙，這樣，它又憑什麼產生這一轉折？霍金當時未能回答這問題，他所聲稱宇宙不需有上帝創造，仍是「過於自信、言過其實」。⁴²

三、四位學者的回應方法

綜觀以上回應，華人基督教學界始終如一，都指出霍金宇宙學的盲點與困難。可是在同一方向裡，卻能帶出不同層次的回應方法，可說是百花齊放。梁斐生嘗試**從對方的角度尋找信仰的要素**：他指出霍金始終都逃不過宇宙有開始的鐵證，這就顯明上帝是創造之主。這樣便無形中反映了一個重要真理：正因為天地都是上帝造的，一個誠實作科學研究的人，不論他信上帝與否，其結論都不會與創造相違背。霍金企圖用量子力學再深入研究宇宙起源問題，他以為這樣便可以否定宇宙有開始，可是他的量子宇宙學是不能從其他定律推演出來的，誰知這正就是奇點的本質，在奇點裡一切定律也一樣無效，奇點本身正就是不能從其他定律推演出來的。霍金深入的研究，反而支持宇宙有開始！關啟文嘗試**從神學的核心帶出對方的局限**：信徒有時會看對方的挑

³⁴ 江丕盛，〈科學與神學對談的認識論〉，第 87 頁。梁燕城在〈檢視霍金的科學形而上學 — 評霍金關於宇宙起源與上帝存在的理論〉回應霍金的量子宇宙論時，主要批評他的數學模型和「虛時」沒有檢證性、「不具經驗性」和「只是哲學的玄思」，與江丕盛和關啟文的立論大同小異，故正文將不論述梁燕城文章。詳細內容，參梁燕城：〈檢視霍金的科學形而上學 — 評霍金關於宇宙起源與上帝存在的理論〉，《文化中國》第 67 期（加拿大：文化更新研究中心，2010 年），第 109-110 頁。

³⁵ 同注[31]，第 89 頁。

³⁶ 同注[31]，第 90 頁。

³⁷ 溫偉耀，《是否真有神的存在？》（香港：明風出版，2012 年），第 178-181 頁。

³⁸ 同上，第 178 頁。

³⁹ 同注[37]，第 179 頁。

⁴⁰ 同注[37]，第 179-180 頁。

⁴¹ 同注[37]，第 180 頁。

⁴² 同注[37]，第 181 頁。

戰過大，以為這就是核心問題，因而往往被這些挑戰牽著鼻子走。關啟文卻帶讀者回歸創造的核心教義，創造論不在乎能否證明宇宙有一開始，乃在乎上帝與創造界的關係。霍金試圖運用科學理論挑戰神學，以為創造者的工作只在乎創造，所以宇宙無起點必然排除創造者。誰知創造論正反映霍金這種狹隘的神學思想。江丕盛嘗試**以對方為借鑒，提醒教會要以更闊的眼界看信仰與科學的關係**：他回應霍金，目的是要闡明科學霸權所導致的自我封閉，藉此鼓勵教會在回應科學時不只在護教，也應放開眼界，邀請對方為對話伙伴，共同尋找宇宙終極問題。江丕盛看出《簡史》背後的意識形態，就是以科學為一切知識的標準。霍金雖邀請各界人士參與討論宇宙終極問題，但骨子裡，仍覺得所有問題應根據科學的研究成果來討論。誰知科學也有知識的規限，數學理論始終不能完全代表真實世界。霍金的科學觀可說是一種知識霸權。溫偉耀則**直接面對挑戰**：他嘗試正面處理「虛時」宇宙及今天宇宙之區別，以道出「虛時」宇宙不能妨礙今天宇宙有開始之說。這提醒信徒，凡來自學術根據的科學挑戰，總不能單以哲學、神學或邏輯旁敲側擊。直接瞭解科學理論，也往往找到其中局限的地方。溫偉耀因探討「虛時」的量子論基礎，而明白到就算它真的存在，它都只是局限在某極端的物理環境下才適用。所以，哪怕霍金的計算是對的，能排拒創造者於這個含極端物理環境的宇宙之外，但都不能因此而排拒創造者於今天含正常物理環境的宇宙之外。這又再一次證實霍金神學論述之失當。

四、對四位學者的商榷

一直以來，在科學領域上勇於守護信仰，是華人教會的傳統。頗矚目的可說是創造論與進化論之戰。早於上世紀七十年代末，已有亨利莫瑞士 (Henry Morris) 的《科學創造論》中譯本面世，⁴³ 八十年代就有潘柏滔一枝獨秀的作品深入詳盡評析進化論，⁴⁴ 乃至九十年代到本世紀，翻譯與普及著作不絕。⁴⁵ 從本文分析亦不難看見，面對宇宙學的挑戰，華人教會繼續朝向這優良傳統出發，竭力為真道而戰，不論是普及著作還是學術回應皆有嘗試。但與進化論長年累月的挑戰相比，霍金宇宙學近數十年的挑戰可說是新，再加上在回應的過程中不免觸及抽象數學及現代理論物理學，其中必要經過消化、融會貫通，才可有確當回應。因此，在看見主內華人學界再踏上這優良傳統步履之同時，我們亦不難找到可商榷之處。其一問題在於四位學者的回應主要根據《簡史》。可是，這本普及著作又可有多少代表霍金真實的理論基礎和研究成果？一般學界對《簡史》的回應又有多少能反映宇宙學學界的討論？如果這兩個問題未能妥善處理，又怎知這些回應真的能成功對應霍金宇宙學的問題？下文就這些問題試說明之。

訴諸形而上學多於科學？

首先，理論未有實驗證實，量子宇宙學是否只能訴諸形而上學多於科學？在物理學領域裡，實驗並不是唯一的求證指標。一個理論的價值與功能，也可在乎它能否解釋一些已證實的物理現象。霍金雖然承認量子宇宙學是一個難以實證的理論，但在一次與潘洛斯的學術辯論中，他也指出他的理論能解釋現今觀察所得的宇宙。⁴⁶ 而且，他還宣稱這理論能提供「可以從觀察來驗

⁴³ 莫瑞士著、韓偉等譯：《科學創造論》（東賓士域：更新傳道會，1979年）。

⁴⁴ 潘柏滔：《進化論：科學與聖經衝突嗎？》（台北：更新傳道會，1984年）。

⁴⁵ 著作如吳國安，《從〈聖經〉、科學和理性角度看「達爾文進化論」》（香港：種籽出版社，2010年）。譯作如詹腓力著、錢銀等譯：《審判達爾文》（香港：中信出版社，1994年）及鄧勃斯基著、盧風譯：《智慧設計論》（香港：天道書樓，2004年）。

⁴⁶ Stephen Hawking and Roger Penrose, *The Nature of Space and Time* (Princeton: Princeton University Press, 1996), p.79. 辯論於1994年，在劍橋大學的牛頓數學科學協會(Isaac Newton Institute for Mathematical Sciences)舉行，其後內容編成此文集 *The Nature of Space and Time*.

證的預測」(“observationally testable predictions”)。⁴⁷ 在霍金的六十歲紀念論文中，宇宙學家 Don Page 也稱許霍金這理論在一定範圍內確能提供「矚目的預測」(“remarkable predictions”)。⁴⁸ 如此看來，只以霍金的科普著作來衡量他的理論，可能會容易引起誤解，以為他承認理論難以獲得實驗證實，就必然訴諸形上學多於科學範疇，甚至可以置之不理，只要顧及現實的宇宙和歷史，問題便可解決。怎知霍金也自稱是一個實證論者，他反稱與他針鋒相對的潘洛斯為柏拉圖主義者。⁴⁹ 自霍金的理論發表二十多年後，物理學家仍繼續討論這理論在科學上的貢獻，甚至在他六十歲壽辰出版有關紀念文集，便知他的理論並不只是一種數學遊戲而已。

「虛時」是假設？是無中生有？

其次，如果他的理論並不只是一種數學遊戲，那麼，「虛時」又是什麼一回事？它是否代表不真實的時間？它是否由霍金假想出來？其實霍金八十年代的宇宙無奇點理論是他七十年代黑洞輻射(Hawking black hole radiation)研究的延伸。黑洞輻射是一個很成功的研究成果，於是他把這理論應用於宇宙奇點上。⁵⁰ 因此，無奇點理論也有相當的科學基礎。至於虛數時間，是因為在應用黑洞的研究成果時，必須考慮量子力學，因而導致在分解方程式時，為了保持宇宙的一致性，霍金使用上了一種數學的運算方法，稱為「威克轉動」(Wick rotation)，把真值時間(real time)轉換成虛數時間。⁵¹ 因此，虛數時間並不是一個假想，「威克轉動」是量子論所供應的數學方法，不只限於應用在宇宙學上。⁵²

關啟文曾舉出過一本可進深參考的書：R. E. Peacocke, *A Brief History of Eternity*。⁵³ 其實那本書也討論過虛數在物理學的運用。但既要淺白又能詳細解釋「虛時」的，應首推 Victor J. Stenger 的 *The Fallacy of Fine-Tuning: Why the Universe is not Designed for Us*。Stenger 是粒子物理學家。這本書雖寫給一般讀者看，但在討論「虛時」那部分也不免列舉數學公式。然而在文字解釋方面，它不失為一本好書。⁵⁴ 其實「虛時」(τ) 只是把「實時」(t) 乘上一個虛數 i ，即

$$\tau = i \cdot t \quad \text{而} \quad i = \sqrt{-1} \quad (1)$$

但「虛時」一詞常引起誤解，以為時間是虛的，怎會有什麼真實的具體意義？事實上，「虛時」是一個數學概念，它與一般慣用語所指的「虛」字不同。「虛時」在物理學上不是一個獨立的理

⁴⁷ Hawking and Penrose, *The Nature of Space and Time*, pp.123-124.

⁴⁸ Don Page, “Quantum Cosmology” in *The Future of Theoretical Physics and Cosmology: Celebrating Stephen Hawking’s Contributions to Physics*. eds. G. W. Gibbons, E. P. S. Shellard and S. J. Rankin (Cambridge: Cambridge University Press, 2003), p.646.

⁴⁹ Hawking and Penrose, *The Nature of Space and Time*, p.121.

⁵⁰ White and Gribbin. *Stephen Hawking: A Life in Science* (London: VIKING, 1992), pp.173-186.

⁵¹ Hawking and Penrose, *The Nature of Space and Time*, pp.82-86, pp.121-122.

⁵² 例子可參考 Ying Zhang, Haozhao Liang and Jie Meng, “Imaginary Time Step Method to Solve the Dirac Equation with Nonlocal Potential,” *AIP Conference Preceedings* 1165 (2009), pp.279-282, Sophya Garashchuk, James Mazzuca, and Tijo Vazhappilly, “Efficient quantum trajectory representation of wavefunctions evolving in imaginary time,” *The Journal of Chemical Physics* 135, no. 034104 (July, 2011), aip.scitation.org/doi/10.1063/1.3610165 (2017年1月23日讀取) 及 Francesco D’Andrea, Maxim A. Kurkov, and Fedele Lizzi, “Wick rotation and fermion doubling in noncommutative geometry,” *Physical Review D* 94 (July 2016), <https://arxiv.org/pdf/1605.03231.pdf> (2017年1月23日讀取)。

⁵³ 關啟文《我信故我思》，第 214 頁。

⁵⁴ Victor J. Stenger. *The Fallacy of Fine-Tuning: Why the Universe is not Designed for Us* (New York: Prometheus Books, 2011), pp.115-147。

念。它只能運用於數學算式裡，使算式整體構成一個物理意義。在霍金量子宇宙學裡，這個物理意義就是歐幾里德的四度空間 (4 dimensional Euclidean space)。物理學家常把三度空間和時間寫成為一個時空向量 (space-time vector)，以代表時空裡的某一點： (ct, x, y, z) 。其中 c 就是光速。而兩點時空的區間, S , 可列成以下公式：

$$S^2 = -(c \delta t)^2 + \delta x^2 + \delta y^2 + \delta z^2 \quad (2)$$

但在運用「威克轉動」時，把真值時間轉換成虛數時間。這樣，運用 (1) 便有

$$\delta \tau = i \delta t \quad \text{即} \quad -i \delta \tau = \delta t$$

因此，轉換後的新區間， S' ，就可以有如下的演算：

$$\begin{aligned} S'^2 &= -(c \delta t)^2 + \delta x^2 + \delta y^2 + \delta z^2 \\ &= -c^2 (-i \delta \tau)^2 + \delta x^2 + \delta y^2 + \delta z^2 \\ &= (c \delta \tau)^2 + \delta x^2 + \delta y^2 + \delta z^2 \end{aligned} \quad (3)$$

算式 (3) 明顯不是時空的區間，因為時空區間算式 (2) 的四項中，只有時間一項連於負值。但轉換後，時間一項卻連於正值，宇宙最初期所謂「時間」，就不再是我們日常生活中所經驗到的實時 t 。 τ 與其餘三度空間沒有分別，因為正如 (3) 所示， τ 與 x, y 和 z 組成了四度空間的畢達哥拉斯定理算式 (the equation of the Pythagoras theorem)。換言之，宇宙極初期是沒有時間而只有空間。

今天的霍金打倒昨天的霍金？

再者，在七十年代霍金與潘洛斯之所以能夠證明宇宙是由一個奇點開始，是因為那時他們只運用純粹的廣義相對論來研究宇宙起源。然而，宇宙在更早期的時候是處於量子狀態裡，那我們就不能單憑廣義相對論來計算。因此，在八十年代，霍金引進量子學來計算，比廣義相對論更細緻。所以，八十年代的努力不過是把七十年代的研究更推進一步。其實科學就是要這樣的不住改進。而且，當他以量子力學研究清楚宇宙初期時，便發現奇點其實不存在。因此，這並不像溫偉耀這樣把宇宙截然分開兩個斷裂的階段，一個屬極端量子重力效應無奇點的階段，一個屬現實時空有奇點的階段，而只要後者有奇點就了事。霍金研究出來的，不論在什麼階段的宇宙，其實都是同一個宇宙，要解釋它起源的真相，就是沒有起點。⁵⁵ 正如一支直的飲管半浸於水裡，從外觀觀察，明顯看見那飲管折曲了，這在觀察者的角度來看是不能否定的現象。然而那飲管實質上沒有折曲，它仍是直的，我們不能硬把飲管曲折了的狀態和直的狀態截然分開，因為我們都是處理同一支飲管。彎曲的現象只是光學折射的作用所致。同樣，單以廣義相對論來看，宇宙奇點的存在是不能否定的現象。可是，根據霍金後來的計算，量子力學卻找出宇宙實質上是沒有奇點的。因此，八十年代的研究，實質是要更清楚瞭解宇宙的真相。這就是霍金何以指出虛數時間比

⁵⁵ 如要簡單瞭解霍金在運算過程中，從虛時到真值時間，所牽涉的都是同一個連貫的宇宙，沒有「無開始」和「有開始」之分，可參考 Victor J. Stenger, *The Fallacy of Fine-tuning: Why the Universe is not Designed for Us* (New York: Prometheus Books, 2011), pp.132-142。詳細的運算，除霍金原本的論文外，也可參考 David Atkatz 的簡化推演，"Quantum Cosmology for Pedestrians," *American Journal of Physics* 62 no.7 (1994), pp.619-627。其實修讀量子物理學的人都知道，在計算波動函數 (wave function) 時，連貫性是必要的考慮因素。

真值時間更基本的原因。⁵⁶

五、一點反省

我們欣賞華人基督教學者勇於回應霍金挑戰，四位回應者都有獨特的進路可供信徒學習。但他們因過於倚賴《簡史》，因而在瞭解霍金理論上與宇宙學學界的瞭解有明顯落差。這便不禁要問，我們一直以來所評論的霍金宇宙論真是他的宇宙論嗎？還是我們只創造了一個虛假的對手，除了肯定那一句挑戰基督教的說話真是出自霍金本人的意思外，對他的科學理論就一無所知？筆者贊同江丕盛論文結語的提醒：科學家與神學家應攜手合作。不論護教還是探討宇宙終極問題，缺少一方發言都容易使另一方淪為自說自話、自圓其說。加上宇宙學特有的知識體系，華人教會更需要持開放的態度，邀請宇宙學界來對話，耐心聆聽和瞭解，甚至毫不吝嗇的賦予科學界高度評價。上文所提及的物理學家 Don Page 也是一位福音派信徒，他曾是霍金的學生，也曾與他一起共事。在霍金六十壽辰紀念論文中，他指出霍金宇宙學種種困難，並提出改良方法。然而，在致謝中，他卻感激霍金所發展的物理學使他獲益良多：

〔霍金〕應對身體障礙的決心一度啟發我個人，他應對物理學挑戰的決心至今還啟發學術界。他亦曾在物理學及宇宙學上開啟了全新方法找尋宇宙的量子狀態，我也肯定他所開啟的進路將構成了我們瞭解世界的其中一個組成部分。⁵⁷

畢竟批評往往比欣賞容易，但獨到的批評往往來自真正的欣賞，而真正的欣賞卻又往往建基在深入瞭解之上。所以，筆者也贊同溫偉耀直接面對挑戰，嘗試瞭解其中理論。但我們畢竟也需要有信徒從事宇宙學研究，進入宇宙學理論的殿堂，才能帶領華人教會有效聆聽和瞭解宇宙學。這樣，假以時日，宇宙學界便可與神學界攜手合作，使華人教會在回應宇宙學的挑戰上再踏進一步。

⁵⁶ Hawking, *A Brief History of Time*, p.139.

⁵⁷ Page, 'Quantum Cosmology', p.646.