

觀測遠古星系 探尋宇宙形成歷史

科學講堂

我們的宇宙是如何演化成現今的模樣的？有證據顯示，宇宙中的氫氣曾經由普遍不帶電荷的狀態，變成現在電離的形式，這樣的轉變又是如何進行的？近日，科學家觀測到遠古的星系，為這些問題提供了更多的提示。

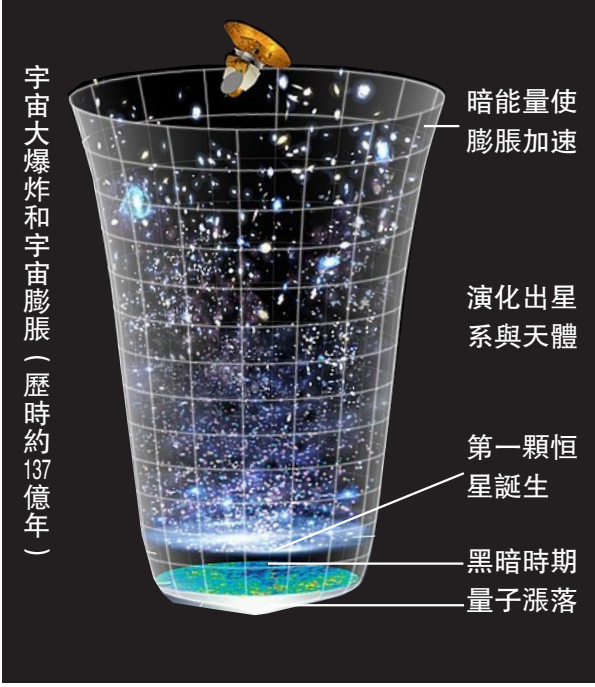
宇宙曾有「黑暗時代」

根據現在的科學理解，我們的宇宙大約在138億年以前從大爆炸中出現。此後經過大概30萬年，宇宙中最主要的成分——氫氣，大多變成了不帶電荷的狀態，而大爆炸時的光芒亦在此時向四面八方釋放出來，被現今的我們觀測到，即所謂的「宇宙微波背景輻射（Cosmic Microwave Background Radiation）」。

宇宙微波背景輻射也是現今我們研究大自然所需的重要訊息之一，能夠幫助我們客觀地認識宇宙剛出現之後的狀況。

說回宇宙的演變，之後又進入了「黑暗時代」，當時氫氣還在受萬有引力而緩慢聚集，最終將形成星星、黑洞等等天體。所以基本來說，宇宙在這個階段應該是一片漆黑的，以致我們對這個時期的宇宙也認識不多。而當時間來到大爆炸後大約300萬年，第一批星星形成，宇宙中才有了第一點星光。

近日科學家運用詹士韋伯太空望遠鏡（James Webb Space Telescope），觀察到大爆炸後大約三百三十萬年時候的星系，還在這個星系的光譜中測量到萊曼α（Lyman-alpha）這種輻射。



從輻射推測再電離情況

萊曼是氫原子的光譜線（按：元素受熱或電離時會發出特定顏色的光，形成不連續的亮線），而萊曼α線是這個系列中的第一條，對應的是電子從第二能級躍遷到第一能級時釋放的光子，它的波長範圍為121.6納米（紫外線），地球大氣會吸收此波段。不帶電荷的氫氣原子在釋放額外能量時經常發出萊曼α輻射。

不過，要觀測到萊曼α輻射，也需要一些適合的條件：萊曼α輻射易被不帶電荷的氫原子吸收，因此，我們能夠觀察到這種輻射，代表星系已被一定範圍的氫離子包圍。

宇宙年表

階段	時間範圍（大爆炸後）	主要特徵
夸克時期	10 ⁻⁶ 秒 - 1 秒	夸克束縛形成強子（質子和中子）
輕子時期	1 秒 - 10 秒	輕子和反輕子主導宇宙，大部分輕子和反輕子湮滅
光子時期	10 秒 - 380,000 年	光子主導宇宙，光子與帶電粒子交互作用，持續到 380,000 年
核合成	3 分鐘 - 20 分鐘	質子和中子進行核融合，形成更重的原子核
物質主導	380,000 年 - 70,000 年	物質與輻射在密度上相等，暗物質開始主導宇宙
複合	377,000 年	氫和氦原子形成，宇宙變得透明
退耦	380,000 年	光子與物質分離，形成宇宙微波背景輻射（CMB）
再電離	1 億 5 千萬年至 10 億年	恒星和類星體發出強烈輻射，使周圍宇宙再電離
恒星形成	5 億 6 千萬年至 10 億年	第一代恒星形成，形成更重元素
太陽系形成	90 億年	由分子雲碎片形成以太陽為中心的大球體和其周圍的盤面
現在	138 億年	宇宙繼續膨脹，形成大尺度結構

科學家們估計，這個氫離子範圍的半徑可能長達650光年，才有足夠的空間讓萊曼α輻射擴散出去，並隨宇宙的膨脹而增長波長，不會再被其他氫氣吸收。

與大爆炸後六億到八億年出現的星系相比，這次量度到的星系光譜有較多的萊曼α輻射，更有一連串波長很短的輻射，波長很短的輻射帶有高能量，因此代表了溫度很高的天文物體。

對此，研究人員有兩個猜想：**第一種猜想**是，星系中有一個超級黑洞，而物體在掉進這個黑洞的時候慢慢加熱；**另一個可能**，這個星系有特別較大的星星（例如質量是太陽一百至三百倍、溫度是太陽十五倍的星星）。

然而，這些猜想同時亦帶出更深一層的問題，比如說黑洞是如何在宇宙的早期形成？而物體又是如何流進黑洞的？大量的巨大星星又是如何形成的？這些都是仍需深入研究的課題。

小結

這次觀察到的星系不多，所以難以估算這類星系在宇宙中的數量有多少。不過詹士韋伯太空望遠鏡在近期已有了不少驚人的發現，驅使我們去更進一步研究宇宙早期天體的演化。

●杜子航 教育工作者
早年學習理工科目，一直致力推動科學教育與科普工作，近年開始關注電腦發展對社會的影響。

孤雄小鼠繁殖成功 基因工程再進一步



繼由雌性個體誕生的孤雌小鼠之後，中國科學家又成功繁殖具有兩個父系基因組的孤雄小鼠，是人類在哺乳動物基因工程領域的又一重大成果。

在哺乳動物中，基因印記（Genomic imprinting）是一種特殊的表觀遺傳現象，指只有來自特定親代（即父本或母本）的等位基因得以表達。

此現象已知可見於昆蟲、哺乳動物及開花植物。這種基因印記對胚胎發育、胎盤形成和後天行為起着關鍵作用，但其異常表達常導致胚胎發育失敗。如何糾正基因印記的異常表達，是再生醫學和動物克隆領域的重要挑戰。

基因印記修復技術 實現單性生殖

中國科學院動物研究所、北京幹細胞與再生醫學研究院與中山大學的研究團隊聯合發表了一項突破性的研究成果，論文發表於《細胞—幹細胞》（Cell Stem Cell）雜誌，研究通過創新性的基因印記修復技術，成功培育出一隻所有遺傳物質來自父本且能夠健康存活至成年的孤雄小鼠。

這一成果不僅為深入理解哺乳動物的單性生殖障礙提供了新的視角，也為再生醫學領域的研究開闢了潛在的新途徑。研究者對小鼠胚胎的20個關鍵印記基因區域進行編輯，包括基因缺失、移碼突變和調控區域的修改，以糾正雙父系胚胎中因基因印記異常導致的發育缺陷。

其後，從精子中誘導產生單倍體胚胎幹細胞（ahESCs），並利用基因編輯後的ahESCs與精子共同注入去核的卵母細胞中，構建出雙父系胚胎，將編輯後的雙父系胚胎移植到代孕母鼠體內，觀察其發育情況。

基因編輯應用前景廣、潛力大

經過基因編輯的雙父系胚胎能夠成功發育至成年小鼠，儘管存活率較低，但呼吸功能和內臟器官大小上表現正常，不過仍存在吸吮能力不足和生長過快等問題。成年雙父系小鼠在曠場實驗中表現出焦慮行為減少，且生長速度加快和顱骨早閉等特徵。分析發現，基因編輯對基因表達調控有顯著影響。

這項研究為理解基因印記在胚胎發育中的作用提供了新的視角，也為再生醫學和動物克隆技術的發展提供了技術支持。該技術在生殖醫學、幹細胞療法和遺傳疾病治療等領域展現了巨大的應用潛力，為未來的生育方式開闢了新的可能性。

儘管這項技術具有重要的科學意義和應用價值，但基因編輯技術的應用需要謹慎對待，尤其是在涉及生殖細胞和胚胎時。倫理和安全問題需要在技術進步的同時被充分考慮。雖然這項技術在小鼠中取得了成功，但將其應用於人類仍面臨諸多挑戰，包括技術、倫理和法律等方面的問題。目前，這項技術仍處於初步階段，距離實際應用還有很長的路要走。

●文鯉



●科學家成功培育出一隻所有遺傳物質來自父本，且能夠健康存活至成年的孤雄小鼠。 網上圖片

AI浪潮席捲教界 教學環境隨之改變

介紹：本欄由教大校長李子建領銜，教大資深教授輪流執筆，分享對教育熱點議題、教育趨勢研究，以及教育政策解讀的觀察與思考。



當下，高等教育領域正經歷着一場深刻變革。各學科不再獨自為戰，而是攜手開啟了交叉融合的新局面。人工智能（AI）作為這股變革浪潮中的先鋒力量，正以驚人的速度滲透各個學科，重塑學科發展的軌跡。「AI+」的概念應運而生，並迅速席捲各個領域，孕育出如AI4Science這般充滿想像力的創新概念，構建起自然科學發展的全新範式。

2024年，諾貝爾物理學獎和化學獎的相關研究成果均與AI深度交融、緊密相連，這無疑為「AI+」在推動自然科學發展中起到的關鍵作用提供了例證。

在教育舞臺上，AI引發的變革引人注目。AI技術的浪潮給現代高等院校的教學改革、人才培養、大學治理都帶來了前所未有的挑戰：（一）如何在人才培養體系中突出AI通識教育的重要性和实操性，培養新一代學生熟練運用AI技術進行自主學習，解決問題，開拓創新？（二）如何在學科知識建構、教師備課、選取並應用教學策略、評估回饋等各個學與教環節中全方位融入AI技術，推動教學創新？（三）為了推動AI與教育的深度融合，如何提供充足的算力及完備的



●圖為教大人工智能(AI)教育實驗室。 教大供圖

AI技術服務？

人才需求層次化、多維化

隨着生成式人工智能（GenAI）技術的崛起，特別是像ChatGPT這類工具的出現，讓學生化身為知識海洋中的自主探索者，隨時隨地開啟學習之旅，並依據自身的節奏和興趣，自由地遨遊在知識的廣袤天地間。

教師借助AI，讓備課更高效、角度更全面，同時亦有助於處理學習者差異（Learner Difference）。學生獲取學習資料變得輕而易舉，內容的更新迭代更是如同閃電般迅速。

此外，教學環境也隨之發生了變化，課堂實體教學與線上虛擬學習相結合的混合模式逐漸成為主流。與此同時，AI時代下人才需求的層次化、多維化和差異化也促使人才培養的評價體系日益綜合化、個性化、多元化、精準化。

教大一直以來專注於教育、人文、社會

玩數學遊戲 鍛煉邏輯推理

問題：在右方的算式中，不同英文字母代表不同數字，F不是0，求最小的四位數FOUR。

答案：明顯F是1，而O不是0，否則R是0。

由於O也不是1，嘗試2，則T為6，R為4，這時個位沒進位，十位兩個W加起來，個位是U，因此U是雙數，餘下數字只有0或8，皆無可能。故此O不是2。

考慮O為3，則T為6，R亦為6，矛盾。

考慮O為4，則T為7，R為8，雙數U可試0、2或6，當中只有6可以得出W為3，符合條件。

故此答案為1468，全式為734+734=1468。

$$\begin{array}{r} \text{TWO} \\ + \text{TWO} \\ \hline \text{FOUR} \end{array}$$

奧數揭秘

題解中，由於是要求最小和，確定千位的F後由小至大依次選取O的值，看結果如何。當中，減少嘗試次數提高效率的竅門，是關注到個位、十位分別是兩個O及W相加，沒進位的情況下R及U是雙數。篩選已使用的雙數後運算量就少了，很快就能收窄範圍。

這次的題目給小學生做也是可以的，學生做起來可能都是試數字，雖然通常沒那麼有系統，但做得久些也有可能解得出。對初中生來說作為競賽入門也可以，能令他們對平

常的直式多觀察和反省，知道直式各個位置存在怎樣的算術關係。

平常填算式，大都要求答案唯一，學生若果對自己要求較高，就無需假設答案是否唯一，而是要求自己能解出所有答案來（要是最後發現答案確實唯一是另一回事）。

另外，做題目時，逐個數字嘗試的想法盡量放到最後，開始探索的階段是要收窄可能的範圍，考慮各個數之間的關係，比如奇偶性、整除性之類來提升篩選的效率。

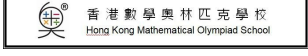
填算式題型需要的數學基礎極少，鍛煉的都是邏輯推理能力，思考的重點在抽絲剝

繭，洞察部分數字。由於所需知識基礎少，具有一些數學遊戲的性質，有點像數獨，即使在畢業或工作後仍然可以在閒時找幾道填算式的題目做一做，享受推理的樂趣。

數學裏的邏輯推理能力有些抽象，多是配合數學知識使用，有需要記憶的知識以及需要操練的算術，而遊戲需要的知識基礎少，所以數學跟數學遊戲始終有差異。

平常生活中的推理通常會參入一些常識性的、純粹的邏輯推理，或者數理上的運算，不特意關注未必會察覺；而計算填算式題目或玩數學遊戲時則比較容易意識到什麼是純粹的邏輯推導，更有鍛煉的效果。

填算式的問題在小學奧數練習裏也有不少，不過類似數獨的推理遊戲，未必需要專門找書，利用人工智能助理創作就可以了。



●張志基

簡介：奧校於1995年成立，為香港首間提供奧數培訓之註冊慈善機構(編號：91/4924)，每年均舉辦「香港小學數學奧林匹克比賽」，旨在發掘在數學方面有潛質的學生。學員有機會選拔成為香港代表隊，獲免費培訓並參加海內外重要大賽。詳情可瀏覽：www.hkmos.org。