

地球，可爱的家园

章德海

我们的宇宙与生命系列讲座已经进行了七讲，涉及宇宙与生命的问题何止千万，但我们谈及的问题不足万一。这个问题太广阔了，有太多有趣的问题我们来不及探讨，不能不抱有遗憾。我们仅从一个很狭窄的视角来看待宇宙与生命之间的关系，这七讲的一个主要线索是物理世界的构造和常数与高级生命的存在密切相关。有如下四方面要点：1) 物理的规律（对称性）是基本的，各个参数的分别选取看似带有一定任意性。2) 要使自然界的结构和演变成为一个整体并达到一定目标，各个参数的总体选取必须有相当的精巧性和配合性。3) 物理参数一经选定，就难以改变，仅容许重整化带来的较小对数跑动。宇宙却是诞生和演化的，于是物理参数的初值要在宇宙诞生之初就被选定。4) 宇宙最终演化出了高级生命，因此宇宙最初为什么会选取这套精巧配合的参数，就令人费解了。

科技的发展，使人认识了世界。从微观到宏观分划 15 等级，跨越从夸克与轻子、核子与核、氨基酸与核苷酸、DNA、蛋白质、细胞、生物、人类、海洋、地球、太阳、星团、银河、星系团，直到宇宙。仔细研究发现，很多事情很巧妙。世界的这种等级结构主要取决于引力能标和核子质量之比。世界复杂性的根基在于核结构，而核结构的存在却命悬一线，严重依赖于上下夸克质量的精细调节。宇宙视界的大小是被宇宙学常数所调节。要使宇宙视界足够大，宇宙学常数必须足够小。宇宙之所以变得足够大是因为宇宙年龄足够的长。宇宙之所以年龄足够长，是因为这才允许高级生命的进化获得成功。至于高级生命的进化为什么需要 137 亿年这个特殊时间，这个数字就太难计算了。可以肯定 137 亿年这个特殊时间是有一定道理的。短了或许不够，长了或许多余，或许高级生命已经结束。

宇宙就这样从结构到历史因果相连，环环相扣。虽然我们知道了不少，但远远没有深入理解。很多事物我们只知其然不知其所以然。对于参数间的精巧配合我们仅仅略有所窥，可能大量的配合我们还没有发现。

举个有趣的例子，地球有月球这样一颗特殊的卫星。月球质量为地球质量的八十分之一，显得特别巨大，它给了古今诗人以多大的想象和激情。除了月球的浪漫外，是否月球对地球有实质性意义？月球对地球生命的起源和发展有什么不可替代的特殊作用吗？一种意见认为：虽然月球很特殊，但它对地球生命并没有特殊意义。无论地球有没有月球，地球照样能拥有生命。着迷的月亮圆缺和震撼的日食或许仅为古人认识宇宙提供了启蒙线索而已。仅此而已？可能不那么简单。还有另一派主张：月球对地球拥有生命其实至关重要，地球的汪洋之水可能来自月球。这听起来有些怪异，让我解释一下。

为了保持地球表面的水是液态，地球应距离太阳既不能太远又不能太近，这样一个范围叫作“生存带”，此带远于金星近于火星。但是，在这个太阳生存带上，虽然对于使地球表面的水为液态是适合了，但对于形成地球之前的星云或微粒的水却不适合。太阳星云微粒因为表面积小，加之真空压强小，在太阳星云早期压缩加热及初期太阳热核点燃所发射的辐射下水分易于升华丢失，于是地球位置附近的太阳星云微粒维持所含水分就很困难了。因此在太阳系中使星云或微粒能保持水冰状态的距离比生存带要远，可能比火星还远。这个称为“太阳系雪线”的起点大约在现今小行星带中后部。雪线比生存带远，这种想法很自然，因为地球当然比微粒或陨石大。但是地球是生存带附近的尘埃微粒逐级聚合而成的。生存带附近的尘埃微粒缺水，于是原始地球缺水是难免的了。地球有较大的地核，那里铁镍成分很高，就是显示原始地球可能缺水的一条线索。那么我们地球上的水从哪来？一种可能说法是，原来地球刚诞生不久，就有一颗质量大约是地球质量十几分之一的巨大小行星胚偏心撞击了地球。这颗叫做 Theia 的比火星略小的巨大小行星胚可能来自雪线附近的小行星带，至少富含结晶水分，甚至可以高达 5%。撞击中两星体物质剧烈熔融交换，飞溅物质重新在绕地轨道上凝聚就形成当今月球。外来小行星胚的总水量哪怕有 90% 蒸发散失于太空，但

只要有 10% 的水分滂沱降雨留在地球上就足以形成覆盖全球三千余米深的原始海洋。如果没有这次形成月球的大撞击，那么地球上的水或许不足有现有水量的百分之一，这样小的总水量可能早就使地球像火星那样干涸了。月球的诞生为地球带来了海洋，地球有了海洋才能维持和发展生命。如果太阳是地球生命之父，那么月球就是地球生命之母了？因此月球对地球生命也就至关重要了，不是仅仅潮涨潮落、让我们吟诗作画或启发我们得知地球是球形的而已。当然刚才描述的情景只是众多矛盾假说中的一个。总之月球的形成需要一次大撞击，撞击肯定带来地球的种种变化。在大撞击中地球的水分如果不是变多了，那么就是变少了，不大可能一成不变。因此地球的现实状况的形成是有很大偶然性的。这本身说明地球在宇宙中可能不是普遍存在的，不是每个恒星系都可能生成生命条件那么好的地球。

事实上，太阳系在恒星系中就非常特殊。由于观察技术的进步，人类在太阳周边数百光年范围内已经观测到数百个带有行星的恒星系。可是这些恒星系的行星往往跟木星一样或更大。更糟的是这些行星距离中心恒星往往很近，特别是这些行星的轨道偏心率往往很大，近星点大大靠近中心恒星。这样一来，使得这些恒星系几乎没有容纳类地行星的余地，没有了生存带。这对生命行星可不是一个好消息。尽管从康德算起，太阳系起源学说已经有了两百多年历史，我们当今又收集到虽然不多但也不少的太阳系陨石标本，对木星、土星及其卫星发回那么多高清晰照片和成分实测，但似乎我们对太阳系起源的细节了解得还是太少太少。以致假说太多难辨真伪。我们不知道月球撞击是怎么发生的，是否木星启动了这发炮弹？果真如此那么适当位置的木星又成了地球生命的关键，难道它是地球生命的产婆？难怪古人对七曜（日，月，金、木、水、火、土星，就是一周七日的来历）如此崇拜。

我们的地球太特殊了，它的大气不多不少，海洋陆地七三开。全球海水的总质量只有地球质量的 0.023%，这是个精巧的数字。人们会问，地球之水从何而来？也许来自月球，来自彗星，或来自聚集地球物质本身的结晶水，通过火山爆发除气过程释放出水汽而凝聚。那么这个水量为什么不是千分之二？或者是十万分之二？水量多一倍少一倍，可能是轻而易举的，但这样一来地球的海陆地貌就会大不相同。如

果地球的海陆比例不是七三开，对生命的进化可能影响不大，但却可能会对人类文明进化产生不良影响。试想如果地球陆地面积过大，那么大陆性气候就非常强烈，于是干旱少雨，出现严重的沙漠化，压缩了人类生存空间。如果陆地面积过小，那么被海洋分隔得过于细的文明区域就会缺乏竞争，人类可能像新几内亚岛上的古老部族那样长期过着原始生活而不得开化。正是不大不小的欧亚大陆引发的内部和之间的竞争，才促进了文明的发展和科学的出现。

地球的生命史也有其独特和偶然的一面。没有六千万年前的陨星撞击地球，恐龙的绝对统治不会让位于哺乳动物。本来南北美洲大陆间畅行无阻的洋流，数百万年前突然被巴拿马陆桥的抬升所阻断，于是才有全球气候的突变，造成非洲干旱、森林退化，于是才有古猿的下树，从而逐步进化为猿人。由于地球的冷暖变迁或不明原因，非洲古人分数次向欧亚扩散。约十万年前最后的一次向全球迁徙发生在第四纪大冰期之末，标志现代人类的产生。各人种在各自大陆繁衍生息，本可相安无事，代代相传。但是地球偏偏有磁场可供探测，中国又发明了指南针，于是哥伦布得以跨洋航海、发现新大陆，使得全球一体，人类得以推进文明到科学诞生。科学技术的进步并非一切皆顺，随之却带来征服和大战，以致环境恶化、核武悬空，使人类面临危机。

我们不知道是否地球在宇宙中是普遍还是孤独；我们也不知道例如粒子有三代此数是否与生命密切相关；我们亦不知道上帝要安排个顶夸克有什么用处，或许它促使了弱电的辐射自发破缺，或许只有三代粒子才能使引力能标与核子质量有恰当的量级分离。今天我们观测到的事物和参数究竟内在有何联系，更有待发现和揭露。

我们还要举出一些例子。太阳系的碳氧比 $1/2$ 也是一个比较精巧的数字。我们知道，太阳系 75% 的物质是氢，23% 的物质是氦，只有 2% 的物质才是比氦重的物质。如果氧少了，所有的氧与碳会结合成 CO ，于是就很少有水。如果氧多了，才有富余的氧与氢结合为水。由于太阳系的碳氧比为 $1/2$ ，因此我们的太阳系是富水的。但是碳也不能太少了，否则原始有机物就会供应不足。碳氧比极敏感于碳核与氧核的核能级精细安排。太阳系的碳氧比与太阳原始星云的产生和周边超新星爆发所带来的污染有很大关系，于是又与太阳在银河系的特殊位置相关。银河

系本身在所有星系中是非常特殊的,银河系庞大而平静。宇宙的原始密度涨落 10^{-5} 可能是个精巧的数字,大了可能我们的星系过于庞大,小了可能星系过于矮小。宇宙的重子非对称数 6×10^{-10} 也可能是个精巧的数字,它必须与暗物质、暗能量等数字相配合。因此,宇宙的精巧性需要不断地揭示和发现。

最突出的是宇宙学常数。仅仅一个宇宙学常数 $10^{-123} M_{pl}^4$ 就可能暗藏太多的信息。它联系了宇宙年龄 137 亿年,于是联系了宇宙大小和宇宙视界内总物质量;进一步又联系了太阳寿命和太阳年龄,联系了核反应速度,联系了弱、电、强相互作用对恒星寿命的控制;另一方面也联系了 DNA 和蛋白质的构形数以及实现复杂构形所需的演化时间,联系了原子运动、一般化学及特殊催化反应的时标。所有这些联系,我们今天只能猜测个大概,它们之间的定量联系可能要相当长时间后才能被细化和认识。

可见我们的宇宙是一部精巧的机器,每一部分,从微观到宏观,都必须精密配合,才有最终的目标产物——高级生命。而且只有考虑到我们的宇宙确实存在着高级生命,才能理解宇宙物理参数取值的

精巧和配合。于是我们的宇宙就显得太特别了。要么我们相信宇宙是唯一的,相信宇宙就该如此特创,宇宙创生的目的就是要最终诞生高级生命。要么我们相信其实在我们的宇宙外还有无数个各种各样的宇宙,但绝大多数宇宙按我们的标准就是废品。我们只不过是生活在适合我们生存的宇宙中,因此我们宇宙的物理参数才有如此精妙的配合。虽然我们无法到达额外的那些宇宙,但必定要想办法找出额外宇宙存在的蛛丝马迹来。如果今天人们没有办法认识这些,那么将来我们也必须研究出探测额外宇宙存在迹象的办法来,否则多宇宙论的想法就不能被认真当作科学而沦为可供嘲弄的信仰。多宇宙论其实也多种多样,其中数“量子多宇宙论”最为疯狂。多宇宙论也并非缺乏想象力,有的可能想象力丰富得过了头。目前多宇宙论在概念上是相当混乱的,在数学上没有精确的描写方式。多宇宙论要想被接纳为科学,还有漫长的道路要走。往后,我们的“宇宙与生命”讲座将转入不定期补充方式,继续探讨相关的有趣问题和进展。

(中国科学院研究生院 100049)



碳纳米管制成的新型扬声器

科苑快讯 北京清华大学的姜开利与同事发现,当碳纳米管薄膜通以交流电时会发出声音。这源自一种热声效应,交变电流会周期性地加热薄膜产生温度变化,随即在空气中出现周期性压力变化,发出响声。他们用碳纳米管制成的新型扬声器,仅有几十纳米厚,具有透明度高、耐弯折、可拉伸、无磁等优点,并可任意裁剪,悬空或平铺于任意形状的绝缘基底,如房顶、柱子、旗帜、衣服等等。其结构和制备工艺非常简单,将彻底改变传统音响设备的设计思路,开创了碳纳米管新的应用前景。

美国伊利诺伊大学香槟分校的材料学教授罗杰斯(John A. Rogers)评价说:“该成果是一年内碳纳米管技术进展的封顶之作。而几年前对碳纳米管的研究,还仅仅集中在单个的手工器件上。尽管仍难预料碳纳米管何时能与已确立的电子材料相抗衡,但至少现在我们可以开始现实的估计了。”

(高凌云编译自《欧洲核子研究中心快报》2009年第1期)

用冷冻脑组织细胞克隆健康小鼠

日本理化学研究所(RIKEN)发育生物学中心的若山彩香(Sayaka Wakayama 音译)与同事用 -20°C 下冷冻 16 年的脑细胞克隆出健康小鼠。以前曾有人用经过预处理的组织样品进行此类实验,而这是首次以未经预处理的冷冻小鼠脑细胞克隆成功。以前认为脑组织相对来说比较脆弱,冷冻细胞中的冰晶将破坏 DNA 以及细胞本身,因此之前还无人尝试。此次实验的成功说明脑中的糖类物质可保护 DNA 免受冻害。

他们从脑组织的死亡细胞中收集细胞核注入一个空细胞产生克隆胚胎,然后用克隆胚胎培育出胚胎干细胞系,克隆出健康小鼠。从其他冷冻器官中提取的细胞核也可用于培育可存活的胚胎,但比脑组织细胞核的成功率低得多。由于不需要完整的供体细胞,因此他们的技术将可能用于猛犸象和其他已灭绝哺乳动物冷冻残骸的研究。

(高凌云编译自《欧洲核子研究中心快报》2009年第1期)