



听《中国科学报》《中国科学报》官微



科学网 App



科学网官微

人类 5 亿年前的祖先,大脑长啥样

我国科学家绘制首个无颌类脊椎动物全脑三维图谱

■本报记者 张楠

如果你看过科幻巨制《沙丘》,一定对形体巨大的“沙虫”穿梭沙漠的画面印象深刻。很多人认为,“沙虫”原型来自一种真实存在的生物——七鳃鳗。自中世纪以来,七鳃鳗便是欧洲贵族餐桌上的珍馐。英国王室更有一个延续 800 多年的传统——在加冕典礼、周年庆典等特殊场合,要吃一种特殊的“七鳃鳗派”。

如今,这种“皇室名菜”中的食材,正为现代科学提供一把解开人类演化之谜的钥匙。

中国科学院昆明动物研究所(以下简称昆明动物所)研究员宿兵团队与合作者首次构建了无颌类脊椎动物七鳃鳗的全脑三维空间单细胞图谱,最大程度重建了脊椎动物脑的祖先状态,揭示了神经元在 5 亿年演化中的奇妙转变。6 月 19 日,相关成果以封面论文形式在线发表于《科学》。



《科学》当期封面。昆明动物所供图

“活化石”藏着惊人保守性

要寻找脊椎动物大脑的雏形,必须找到合适的“时间胶囊”。七鳃鳗在约 4.5 亿年前与包括人类在内的有颌类脊椎动物分化,其核心形态特征在化石记录中保持了长达 3.6 亿年的高度稳定,是公认的“活化石”。

论文共同第一作者、昆明动物所博士研究生吴海旭介绍:“我们研究使用的雷氏七鳃鳗,以及国内现存的东北七鳃鳗、日本七鳃鳗,都被列为国家二级保护动物了。”

雷氏七鳃鳗的长度仅 20 厘米左右,自由生活,不像其他寄生生活的七鳃鳗那样,吸食其他鱼类的血液。体形小,意味着其脑结构更微小,这对空间转录组分析提出了极高的操作要求。

论文共同通讯作者宿兵介绍,过去的研究面临两难境地——经典神经解剖学能看清形态,却读不出分子身份;传统单细胞测序能识别细胞类型,却丢失了空间位置。

针对这一问题,研究团队创新性地

将高精度空间转录组技术和单细胞核转录组测序技术相结合,试图绘制一幅“高清细胞身份地图”。

然而,获取高质量样本的过程堪称一场“极限挑战”。吴海旭回忆了实验中最紧张的时刻:“七鳃鳗死亡后,脑组织中的 RNA 会快速降解。为了得到高质量数据,从连续切片到染色、拍照确认,必须在 3 小时内完成且不能出错。”

为此,他们与华大生命科学研究院和辽宁师范大学合作团队进行了充分筹划和反复演练。

“实验时,技术娴熟的操作员在操作,我们五六个人在他周围屏着呼吸盯着看:每切一张,就要尽快贴到芯片上开展后续实验,之后立马再切一张去做染色,其间还要拿摄像机记录切片在脑组织中的位置。但凡其中一张切片出现一点失误,整个三维图谱的重构就不完整了。”提起当时的实验场景,吴海旭仍历历在目。

当 3 小时的极限操作顺利完成,大家不禁欢呼了起来。“我们完成了超过 200

张连续不断的切片,选取其中质量最高的 40 张继续开展分析研究。”吴海旭说。

这份来之不易的图谱覆盖了 46 万余个细胞,精确划分出 14 个主要脑区。令人震惊的是,当团队将七鳃鳗与小鼠的三维数据进行比较时,发现两者在脑区水平上的转录组保守性远超预期。

“七鳃鳗脑中的神经元为百万级别,而小鼠是上亿个,看似差别很大,但两者原始脑区的空间分布非常接近。”宿兵说。例如,七鳃鳗嗅球与小鼠嗅球同样具备典型的分层结构,菱脑也保留了与有颌类一致的分层框架。

这说明,脊椎动物脑的主体框架在过去 5 亿年演化中几乎没怎么改变,这些“不变”的“祖先蓝图”,支撑了脊椎动物最基本的神经环路与生存功能。

“兼职”与“专职”神经元

在广泛保守的背景下,演化也带来了持续的创新。

研究团队整合了七鳃鳗、斑马鱼以及小鼠、猕猴等 8 个代表性脊椎动物的数据,揭示了一个出人意料的神经元演化图谱。

在哺乳动物大脑中,兴奋性神经元和抑制性神经元分子表达截然不同,并且在功能上相互拮抗。但在七鳃鳗和斑马鱼等非膜类动物中,团队发现一类特殊的神经元同时共表达兴奋性和抑制性标记基因。

“我们可以将其理解为兼具双重分子特征的‘兼职’(AEN)神经元。”吴海旭介绍,这类神经元在七鳃鳗脑中占据主导地位,占比约 94%。而在后续演化中,从斑马鱼开始,有颌类脑中逐渐出现了功能特化的“专职”神经元;到了羊膜动物中,“兼职”的 AEN 神经元显著减少甚至几乎消失。

是什么驱动了神经元从“兼职”到“专职”的转变?宿兵解释说:“这就好比计算机的发展。早期的单板机,输入、输出和数据处理全在一个硬件里完成;而后

期演化出了中央处理器、图形处理器、内存等分工更明确的部件。人有 1000 亿个神经元,正是有了明确的分工,才能提供高效的神经信号传导。”

研究团队推断,这一转变可能与脊椎动物演化中的第二轮全基因组复制事件有关。基因拷贝的冗余为细胞类型的空间特化奠定了遗传基础。例如,七鳃鳗中相关基因是单拷贝并广泛表达,而哺乳动物的旁系同源拷贝则呈现明显的空间分化。

“抽丝剥茧”寻找原始小脑雏形

小脑究竟何时起源?这是比较神经解剖学界长期争论的焦点。所有现存有颌类均呈现保守的层状小脑,那七鳃鳗有没有小脑?

为解答这一问题,团队在七鳃鳗脑中识别出一个推定的“小脑样区域”,并与斑马鱼进行系统比较。

“这个过程非常折磨人。”吴海旭坦言,“我们一度找不到该从哪一个角度切入,反复调参数和分析方法,折腾了好几个月。后来我们通过实验补充了斑马鱼的数据,经过不断积累,才有了更准确的解读。”

在形态学层面,七鳃鳗的小脑样区域缺乏明显的细胞分层组织模式,但在分子层面,结果却令人意外。研究团队识别出一个特异细胞簇,其转录组特征与斑马鱼小脑中间神经元高度相似。同时,成体七鳃鳗小脑样区域显示出与小脑小脑早期发育的转录组相似性。

这表明,七鳃鳗并非完全没有小脑,而是可能存在一个弥散分布的、以小脑中间神经元为主导的“原始小脑雏形”,代表了脊椎动物祖先的小脑状态。

目前,该研究构建的七鳃鳗脑三维可视化图谱数据已正式上线 CNGB 数据库,向全球开源,以期为未来解析人类复杂认知起源与脑疾病机制提供依据。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1126/science.aea2535>

中国科学院党组传达学习全国党建工作座谈会精神

研究部署学习宣传贯彻习近平党建工作

本报讯 近日,中国科学院党组召开专题会议,传达学习全国党建工作座谈会精神,深入学习贯彻习近平党建工作。中国科学院院长、党组书记侯建国主持会议,交流学习体会并对全院学习宣传贯彻工作作出部署。副院长、党组副书记吴朝晖等党组成员出席会议。

与会人员围绕充分认识习近平党建思想的重大意义,深刻认识这一思想鲜明的理论原创性、强大的实践引领力、系统的科学方法论,紧密结合中国科学院党建工作实际,引领保障抢占科技制高点核心任务等,结合工作职责谈思考、谈体会。

会议认为,在中国共产党成立 105 周年之际召开全国党建工作座谈会,对学习贯彻习近平党建工作作出工作部署,正当其时、意义重大。作为习近平新时代中国特色社会主义思想的重要组成部分,习近平党建思想内涵丰富、体系严密,鲜明提出“四个坚持”,是对习近平总书记关于新时代党的建设具有标志性引领性的新理念新思想新战略的集中概括,彰显出独特的理论品格。习近平党建思想凝结着党和人民的实践经验和集体智慧,是加强新时代党的建设的根本遵循,为推动全党改革创新提供了重要指导、指明了前进方向。

侯建国对抓好习近平党建思想的贯彻落实工作提出三点要求。一是提

高政治站位,把学习贯彻习近平党建工作思想作为当前和今后一个时期的重要政治任务,积极推动全院各级党组织系统开展学习工作,迅速掀起学习热潮,引导全院党员干部深刻领悟“两个确立”的决定性意义,坚决做到“两个维护”。二是对标部署新要求,自觉运用习近平党建工作思想谋划和推进全院党建工作,坚决扛起管党治党政治责任,推动党建与科技创新深度融合,推动学习贯彻习近平党建工作思想走深走实,以更高标准、更实举措抓好全面从严治党各项工作。三是紧密结合工作实际,以及正在开展的树立和践行正确政绩观学习教育,突出重点抓好制度规定的落实执行和突出问题的整改整治,进一步提升组织战斗力,切实将理论学习成果转化为改革创新发展的实际成效,为实现高水平科技自立自强和建设科技强国作出新的更大贡献。

与会同志一致表示,要深入学习贯彻习近平党建工作思想,认真履行全面从严治党政治责任,全力抓好全院党建各项工作落地落实,紧密围绕抢占科技制高点核心任务,切实把党的政治优势和组织优势转化为全面实现“四个率先”、建设科技强国的强大动能,以高质量党建工作推动全院各项事业高质量发展。

中国科学院办公厅、机关党委负责人列席会议。(柯讯)

科学家提出用污染物净化水策略

本报讯(见习记者江庆)华东理工大学教授邢明阳、田程程与副教授张亚运等,提出一种相变驱动型自催化处理策略,可将水体中的金属污染物原位转化为活性催化剂,同步实现水体净化与污染物资源化。相关研究成果近日发表于《德国应用化学》。

复杂废水中金属离子和有机污染物的集成去除,是水污染控制与资源化利用领域的研究热点和难点。针对此问题,研究团队以镍离子(Ni²⁺)/苯酚体系为研究对象,通过加入碱性物质与一硫酸镍启动体系自催化演化过程,生成关键活性中间体羟基氧化镍(NiOOH),实现苯酚聚合去除与 Ni²⁺ 沉淀去除耦合。

研究团队系统表征了相变过程生成的中间产物与终产物,探讨了可加快污染物降解的协同作用机制。此外,他们验证了该工艺在工业废水实际处理中的稳定性,探究了后处理过程的实现与概念化模型,论证了该技术具有良好的实际应用前景。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1002/anie.5490783>

以正确政绩观引领地球宜居性研究 抢占人与自然和谐共生科技制高点

■孙有斌

正确政绩观是干事创业的“总开关”,也是检验初心使命的“试金石”。我深知,真正的政绩必须经得起历史和实践的检验。在“十五五”规划开局起步的关键节点,中国科学院地球环境研究所(以下简称地球环境所)必须以正确政绩观为指引,直面全球变化给地球宜居性带来的严峻挑战,抢占人与自然和谐共生科技制高点,在实现高水平科技自立自强的征程上交出一份无愧于时代的答卷。

把准政治方向,在“顶天立地”中校准政绩坐标

对地球环境所而言,树立和践行正确政绩观,核心在于处理好“顶天”和“立地”之间的关系,既要瞄准世界前沿,又要解决实际科学问题;既要肯坐“冷板凳”打好基础,又要奋力出成果见实效。

我们清醒认识到,地球环境科学领域的政绩,绝非论文与项目的简单堆砌,而是在全球变化背景下,回答好“人与自然如何和谐共生”这一时代命题。我们必须始终坚持为民造福的正确政绩观,坚决摒弃急功近利、追逐热点的错误政绩观,踏踏实实走好以解决国家重大战略需求为导向、以引领科技前沿为目标的科技创新之路。“十五五”期间,地球环境所将锚定“抢占人与自然和谐共生科技制高点”这一核心目标,既要提出引领地球宜居性建设的理论体系,又要提供支撑美丽中国建设的硬核成果,真正把科技论文写在我国西部生态文明建设生动的实践中。

聚焦主责主业,在“三大突破”中彰显担当作为

对标国家关于黄河流域生态环境保护和高质量发展的重大需求,地球环境所将聚焦以下三个维度,力争作出实质性科学贡献。

一是抢占理论制高点,引领地球系统科学研究变革。正确政绩观体现在“坚持从实际出发、按规律办事”上,我们要直面气候变化带来的全球共性挑战,深化自然与人类反馈机制研究,构建具有中国特色的地球宜居理论体系,形成具有中国特色的全球变化研究范式。

二是攻克技术难关,服务我国生态及核环境安全重大需求。正确政绩观体现在满足国家重大需求的能力上,我们要聚焦放射性核素高精度甄别与黄土高原生态韧性提升,大力攻坚核素精准示踪与水-生态协同修复的关键技术,服务国家“环境外交”紧迫需求与黄河流域高质量发展战略。

三是打造创新高地,构建世界一流的创新生态。正确政绩观体现在体制机制的创新和各类人才的集聚上,我们要发扬“如履薄冰、奋发图强”的黄土精神,深化国际合作,建成世界一流的地球环境研究机构。

强化履职尽责,在“三个狠抓”中推动落地见效

业绩都是干出来的,目标已定,关键在于怎么落实。地球环境所将从三个方面推动各项任务落到实处。

一是狠抓顶层设计。以落实“十五五”规划作为重要抓手,建立“一事一议”的资源配置机制,确保优势人力和资源向国家最急需的领域集中。二是狠抓改革赋能。深化体制机制改革,建立“专委会谋篇布局、研究团队协同作战”的科研组织模式,以任务为导向完善“稳定支持+竞争分配”的资源配置方式,制定“能力、影响、贡献”相结合的科技评价标准和薪酬制度,大力激发科研人员创造力和提升研究所科技治理能力。三是狠抓党建引领。在全所深入开展作风学风建设,坚决反对科研浮躁之风,引导科研人员树立正确的名利观,鼓励大家甘坐“冷板凳”,聚焦国家迫切的重大需求潜心钻研、久久为功。

站在新的历史起点上,地球环境所将深入学习贯彻习近平总书记关于科技创新的重要论述和对中国科学院的重要指示批示精神,牢固树立和践行正确的政绩观,以“功成不必在我”的精神境界和“功成必定有我”的责任担当,奋力书写地球环境所高质量发展的新篇章!

(作者系中国科学院地球环境研究所所长、党委书记)

我国首座海运电动船舶 充换电站正式运营

6 月 20 日,山东滨州无棣县,我国首座海运电动船舶充换电站在无棣魏桥创业港口码头正式投入运营。

该充换电站设计容量高达 16000 千瓦安,可同时满足 5 艘新能源船舶、共计 40 块集装箱式电源的充换电需求。其运营填补了我国沿海电动货船规模化应用的基础设施空白。图为工作人员用岸桥向新能源散货船上吊装完成充电的集装箱式电源组。

图片来源:视觉中国



雨燕要坠落? NASA 机器人紧急上天救援



本报 6 月底,一艘机器人航天器将执行一项前所未有的太空救援任务,目标是美国国家航空航天局(NASA)运营的尼尔·格雷厄斯·雨燕空间天文台(以下简称雨燕)。雨燕已服役 22 年,若得不到救援,今年底可能坠入地球大气层。

据《科学》报道,雨燕能够捕捉恒星爆发及各类天体释放的伽马射线暴、X 射线与紫外辐射,科研价值极高。2024 年,科研人员发现雨燕轨道衰减速度远超预期,NASA 随即委托美国初创企业 Catalyst 航天技术公司在一年内造出救

援飞行器。此前,人类从未尝试依靠机器人捕获在轨科学卫星并抬升其轨道。未来几周,科研人员将验证这次高风险尝试能否成功。英国利物浦约翰摩尔斯大学的 Daniel Perley 表示:“整个天文界都盼着这次救援顺利完成。”

NASA 于 2004 年发射雨燕,初始轨道高度 600 公里。历经 20 多年运行,轨道高度已衰减至 370 公里。NASA 预估其能稳定运行至本世纪 30 年代初,但剧烈的太阳活动大幅增加了它受到的阻力。任务团队研判,雨燕仅剩数月在轨寿命,而非数年。

2025 年 9 月,NASA 与 Catalyst 签订价值 3000 万美元的合同。仅 7 个月, Catalyst 就将救援飞行器交付 NASA 艾达德太空飞行中心。该机器人飞行器名为

LINK,重 400 公斤,外形近似一台冰箱,5 月 4 日测试完毕,现已进入发射筹备阶段。雨燕项目首席研究员 Brad Cenko 说:“按常规流程,我们绝不可能在这么短的周期内完成整套任务。”

LINK 发射后,需要花一到两周时间追上雨燕。在接近过程中,LINK 会从多个角度拍摄雨燕,地面控制人员将借此检查雨燕是否存在由太空碎片、微流星体撞击造成的损伤,并规划捕获操作流程。LINK 将依靠 3 根机械臂锁定雨燕,随后开启推进器并持续 6 周,逐步将其轨道抬升回 600 公里高度后,再将其释放。

NASA 希望这次任务能够验证航天器在轨抬升、加注燃料、维修延寿技术的可行性。Cenko 表示:“这项技术将为科学研究和商业航天打开全新的发展空间。”

“没有任何其他空间天文台拥有雨燕这样灵活的调度能力、高频次的观测节奏与极快的响应速度。为让它再多服役数年,这场冒险值得一试。”Perley 说。

(王方)



LINK(左)发射升空后,将追上雨燕(右),随后完成捕获并抬升其运行轨道。图片来源:Catalyst

