

“小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

【国家科学院刊】 基于观测的地球有效辐射强迫估算

美国科罗拉多州立大学的 Senne Van Loon 团队估算了基于观测的地球有效辐射强迫。近日,相关研究论文发表于美国《国家科学院院刊》。

人类排放的温室气体持续影响地球气候。有效辐射强迫用于量化人为排放和自然因素共同作用对地球能量平衡的影响。然而,由于该参数无法直接观测,故准确评估有效辐射强迫的变化速率是一项具有挑战性的工作。目前,对其估算通常依赖于气候模型。

研究人员提出了一种充分利用观测数据的有效辐射强迫估计方法。他们利用机器学习技术,在多模式集合中了解内部气候变率引起的地表温度与辐射之间的关系。结合地表温度观测数据以及地球净辐射平衡的观测结果,研究预测,2001年至2024年间,有效辐射强迫的年增长趋势为每十年 0.71 ± 0.21 W/m²。研究还显示,自2021年以来,有效辐射强迫显著上升,直到2024年仍未被强烈的负辐射响应所抵消,这一趋势与2023年和2024年出现的异常高温现象一致。

相关论文信息: https://doi.org/10.1073/pnas.2425445122

【免疫学】 ILC3 通过 STING 感知肠道微生物

美国康奈尔大学的 Gregory F. Sonnenberg 团队揭示了第3组天然淋巴细胞(ILC3)通过STING感知肠道微生物群,以启动免疫耐受。6月16日,相关研究论文发表于《免疫学》。

对肠道微生物群的免疫耐受是维持健康所必需的,但其启动机制尚不清楚。研究人员利用单细胞分辨率对来自大鼠的MHC II<sup>+</sup>细胞进行了系统分析。研究显示,在肝螺杆菌定植后,ILC3被鉴定为一种关键的RORγt<sup>+</sup>抗原呈递细胞。这类细胞表达的MHC II<sup>+</sup>受体水平较低,但显著上调了与抗原呈递和STING信号通路相关的基因特征。研究人员发现,ILC3内的STING信号通路使其能够直接感知微生物成分,且ILC3内在的STING信号可促进菌群特异性调节T细胞的分化,并抑制慢性炎症。然而,肠道炎症会诱导STING过度激活,导致ILC3发生细胞死亡。

研究表明,STING是ILC3感知肠道微生物的关键传感器。在稳定状态下,它赋予ILC3启动免疫耐受的能力,但在炎症刺激下,过度的STING激活则具有破坏性,会清除ILC3这一具有组织保护作用的细胞类型。

相关论文信息: https://doi.org/10.1016/j.immuni.2025.05.016

【自然—方法学】 利用诱捕实验评估错误发现率控制效果

美国西雅图华盛顿大学的 William S. Noble 团队利用诱捕数据库对串联质谱分析中的错误发现率(FDR)控制进行了评估。6月16日,相关研究论文发表于《自然—方法学》。

在质谱蛋白质组学中,一个关键挑战是准确评估误差控制水平,因为不同软件工具采用差异化的错误报告方式,许多工具又为闭源软件且缺少说明,造成验证策略不一致。

这项研究识别出3种常见的用于验证FDR控制的方法:一种无效方法、一种仅提供下限估计的方法,以及一种有效但统计功效较低的方法。研究发现它们对实际FDR控制效果的了解非常有限,尤其是在数据非依赖采集(DIA)分析中。

研究人员提出了一个诱捕实验的理论框架,从而能够严格刻画和比较不同分析方法,并引入一种更具统计功效的评估方法,将其与现有技术相结合,用于评估当前常用的分析工具。在一个较为成熟的数据依赖采集(DDA)实验设置中,该分析方法得到了验证。随后对DIA数据进行的分析表明,在所有测试的DIA搜索工具中,没有一种工具能够稳定控制FDR,尤其在单细胞数据集中。

相关论文信息: https://doi.org/10.1038/s41592-025-02719-x

【物理评论A】 基于约瑟夫森参量振荡器的超导量子比特四体耦合器

日本国家先进工业科学技术研究所的 Tsuyoshi Yamamoto 团队提出了一种基于约瑟夫森参量振荡器(JPO)的超导量子比特四体耦合器。日前,相关研究论文发表于《物理评论A》。

研究人员从理论上提出了一种基于JPO的四体耦合器电路,用于实现超导量子比特之间的四体相互作用。该四体耦合器包含一个类似于容性分流磁通量子比特的超导环结构,并在其中施加半个磁通量子的外磁场。

这项研究阐明了电路参数在四体相互作用中的作用机制,并指出了通过调节耦合器的电容或其中约瑟夫森结的面积比例,可以在电路中显著增强四体耦合强度。这一特性为实现可调的多体相互作用提供了新的设计思路,有望在量子信息处理和量子模拟中发挥重要作用。

相关论文信息: https://doi.org/10.1103/PhysRevA.111.062612

飞蛾借星光完成史诗般迁徙

为迄今第一种用夜空导航的无脊椎动物

本报讯 每年春天,在南半球夜空的指引下,数十亿只布冈夜蛾会向南迁徙1000公里,到达澳大利亚的阿尔卑斯山脉。6月18日,一篇发表于《自然》的论文指出,这一发现使这种飞蛾成为已知第一种能够利用天体导航进行长距离迁徙的无脊椎动物。

“当第一次看到它们在没有其他线索的夜空中朝着正确的方向飞行时,我们激动万分。”论文共同通讯作者、瑞典隆德大学的 Eric Warrant 说。

布冈夜蛾在澳大利亚东南部和新西兰的一些地区破茧而出,开始长途旅行,飞往它们从未去过的山区洞穴。次年秋天,这些飞蛾会踏上返程的路,并在繁殖后死去。“它们究竟是如何知道该往哪里飞的?”Warrant 疑惑道。

Warrant 团队猜测,布冈夜蛾可能是通过观

察星辰导航的。这种能力此前仅在人类、鸟类,或许还有海豹中被发现。

为验证这一假设,研究人员捕捉了野生布冈夜蛾,并将其放入一个“飞行模拟器”中。这是一个透明的圆柱形盒子,昆虫被拴在里面。研究人员在里面投射了星空的影像,同时记录了飞蛾的运动轨迹。

研究人员还操控了模拟器中的电磁场,观察布冈夜蛾能否在失去这种提示的情况下导航。他们还记录了昆虫大脑中视觉神经元的活动,以研究其是否拥有针对星空的内部表征。

当布冈夜蛾无法获取星空投影或电磁场信息时,它们完全失去了导航能力。但只要能获得星辰的视觉线索,这些飞蛾就能按照季节对应的正确方向飞行。此外,在仅有电磁场而没有可见星辰

的情况下,它们也能朝着正确方向飞行。

研究人员称,拥有这两套内部“罗盘”,使得布冈夜蛾能够在星辰被遮蔽的多云夜空或磁暴等恶劣条件下继续导航。

研究团队还在布冈夜蛾大脑中发现了能够对包括银河形状在内的天空特征作出反应的视觉神经元。“令人兴奋的是,这些神经元不仅会作出反应,而且是我们此前从未见过的。”论文共同通讯作者、英国弗朗西斯·克里克研究所的 Andrea Adden 说。她希望进一步了解这种导航行为背后的神经机制。

德国奥尔登堡大学的 Basil el Jundi 表示:“一只大脑比一粒米还小的昆虫竟能做到这一点,实在令人惊讶。”

未来研究将进一步探索布冈夜蛾如何整合视觉和电磁线索。“即使是非常小的神经系统,



布冈夜蛾是第一种利用星辰导航的无脊椎动物。图片来源: Ajay Narendra

也能做出惊人的事情。”Warrant 说。(王方) 相关论文信息: https://doi.org/10.1038/s41586-025-09135-3

科学此刻

恐龙为爱起舞

大约1亿年前,在今天的美国丹佛以西23公里处,一大群雄性霸王龙聚集在一起跳舞、摇摆和踢腿,这可能是远古地球最复杂的交配仪式之一。作为对美国科罗拉多州恐龙岭的一项不寻常发现的解释,相关成果近日发表于《白垩纪研究》。

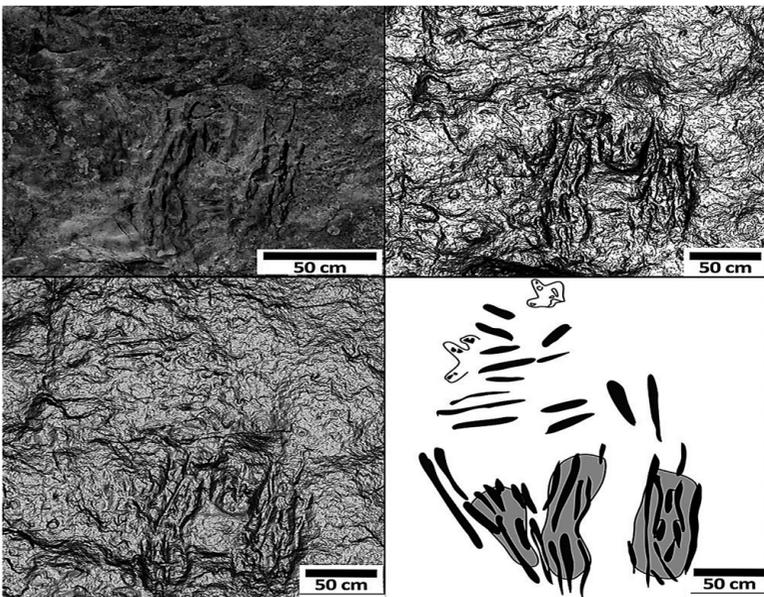
尽管此前可能发现过一些恐龙的“求偶”场所,但恐龙岭教育项目主任 Erin LaCount 指出:“恐龙岭的这个遗迹表明,这不是在一个特定地点发现的行为,也不是一次性的偶然事件。从之前两到三处‘求偶’痕迹,到这项研究中的30多处,足以让恐龙岭遗址成为世界上最大的求偶场所。”

恐龙岭最初因“化石战争”而闻名——19世纪末,两位古生物学家 Edward Drinker Cope 和 Othniel Charles Marsh 进行了一系列具有竞争性的发掘活动。在这里,他们发现了许多标志性的恐龙化石,包括第一只剑龙。

新发现来自一片曾被淹没的潮滩。大约1亿年前,包括鸭嘴龙和类似鸵鸟的植食动物在内的许多物种在这片潮湿的地带跋涉,偶尔会在泥泞的地面上留下脚印并被保存下来。2023年,研究人员在这里发现了5个化石刮痕。这些坚硬岩石上的痕迹化石,来自中等大小的两足恐龙,据信与建筑巢穴行为有关。

为获得更深入的了解,美国欧道明大学的古生物学家 Caldwell Buntin 从2019年美国地质调查局的分析中获得了高分辨率的无人机图像,并在2024年拍摄了后续的航拍图像。这些图像显示了比之前记录更多的痕迹化石,总共有35个不同形状和大小的痕迹。

总的来说,这些痕迹可分为两大类。第一类呈碗状,形状模糊不清;第二类占大多数,它们更长、更薄,有时还会相互重叠。Buntin 和同事发现,这些刮痕密集且出现在不同地层中,表明同一种类的恐龙曾多次光顾该地点。



在恐龙岭发现的恐龙求偶痕迹。

图片来源: CALDWELL BUNTIN

这些痕迹呈现出独特的模式。“它们是由左右脚重复向后踢形成的。”Buntin 说。一些印记显示,恐龙在用爪子刮擦地面时可能顺时针转弯,表明它们在跳一种独特而重复的舞蹈。圆形的凹痕则表明,这些凹痕后来可能被改造成了巢穴,这一行为在某些现代鸟类中很常见。

Buntin 表示,新发现表明,该地点是一个大型求偶展示场,而非此前认为的小型筑巢区。求偶场在现代许多鸟群中很常见。在那里,雄鸟会聚集在一起,扬起尘土,试图吸引雌鸟关注。通常,求偶会以一两只地位较高的雄鸟为主,地位较低的雌鸟则处于外围。

为确认这些痕迹确实是由求偶行为造成的,Buntin 和同事将这些痕迹与化石记录中其他疑似恐龙求偶的痕迹进行了比较。这类遗迹极为罕见,研究人员在全球仅发现了三处类似

的地点。“这一发现让我们得以一窥恐龙的行为。”恐龙岭古生物学主任 Amy Atwater 表示,“这是目前关于白垩纪恐龙求偶场所的最清晰例子,你甚至可以亲眼看到它。”

Buntin 推测,这些跳舞的恐龙可能是似鸟龙——一种类似鸵鸟的植食动物,或者是棘龙——一种类似霸王龙的恐龙。

在未来的研究中,Buntin 希望能亲眼看看这些刮痕,因为在这项研究完成之前,科罗拉多州实施了一项法律,禁止任何人进入化石区域。他希望科罗拉多州能放宽该限制,这样他和他的古生物学家就能更清楚地了解恐龙曾经如何跳舞了。

相关论文信息: https://doi.org/10.1016/j.cretres.2025.106176

植树很难抵消化石燃料碳排放



图片来源: Pixabay

本报讯 《通讯—地球与环境》6月19日发表的一项研究认为,要抵消全球200家最大化石燃料公司的化石燃料储备产生的二氧化碳排

放,需要种植的新的森林面积将超过北美洲的陆地面积。这项研究还指出,如果将抵消全部储备的成本从这些公司当前的估值中扣除,那么大多数公司的市场估值将变为负值。

未来碳排放场景通常包括减少二氧化碳排放,以及对已有碳排放的抵消。大多数场景假定,在向清洁能源过渡期间,会使用到化石燃料公司目前储备的1820亿吨碳,因此抵消是有必要的。而造林,即通过种植树木建立新的森林区域,因成本较低,常被视为一种抵消方案。但造林作为大规模抵消方案的可行性尚不明确。

在这项研究中,法国 ESSEC 商学院的 Alain Naef 和同事评估了到2050年,使用造林手段抵消世界上最大的200家化石燃料公司当前储备的总潜在碳排放量的可行性。

研究人员发现,要抵消现有储量,造林面积需

大于2475万平方公里,这比北美洲的陆地面积还大。要将这么大的区域转化成森林,只能迁移现有社区和耕地,并破坏现有的关键自然栖息地。

研究人员还估计了所研究公司的“净环境价值”。他们将这一概念定义为:从当前市场估值中扣除抵消现有化石燃料潜在排放所需的成本后,公司剩余的财务价值。研究人员发现,以2022年欧洲平均碳排放抵消成本每吨二氧化碳83美元计,95%的公司的净环境价值为负值。

研究人员总结称,尽管他们的分析存在一些简化,但结果表明,对公司而言,与开采并抵消化石燃料相比,停止开采化石燃料在经济上更为有利,且造林并非抵消所有二氧化碳排放的可行方法。(赵熙熙)

相关论文信息: https://doi.org/10.1038/s43247-025-02394-y

自然要览

(选自 Nature 杂志,2025年6月12日出版)

基于光学显微镜的脑组织连接重建

光学显微镜虽能特异性观测分子,但受分辨率、对比度和三维成像能力的限制,其在密集突触级神经环路重构中的应用一直难以实现。

研究人员描述了基于光学显微镜的连接组学(LICONN)。他们将专门设计的水凝胶嵌入和扩展技术与全面的基于深度学习分割和连接分析相结合,从而将分子信息直接纳入脑组织突触水平的重建。LICONN 将有助于在生物学实验中对脑组织进行突触水平的表型分析。

相关论文信息: https://doi.org/10.1038/s41586-025-08985-1

原位 X 射线衍射解析液态碳结构

研究人员通过 X 射线自由电子激光器的原位 X 射线衍射,在约100万个大气压下对液态碳进行了精确的结构测量。

研究结果显示了一个具有瞬态键、平均约有4个近邻的复杂液体,与量子分子动力学模拟结果一致。

研究数据证实了对宇宙中最丰富元素之一碳的液态的理解。其中展示的实验能力为在极端条件下对由轻元素组成的液体结构进行类似研究开辟了道路。

相关论文信息: https://doi.org/10.1038/s41586-025-09035-6

炎症性肠病在流行病学阶段的全球演变

在20世纪,炎症性肠病(IBD)被认为是北美、欧洲和大洋洲早期工业化地区流行的一种疾病。21世纪之交,IBD 发病率在非洲、亚洲和拉丁美洲这些新兴工业化区域有所增加,同时,早期工业化区域的患病率也继续稳步增长。

研究人员通过使用涵盖全球82个地区、跨越一个多世纪(1920至2024年)的522项人口研究的真实世界数据,展示了IBD第一至第三阶段的时空变化,并模拟了第四阶段的发展。

相关论文信息: https://doi.org/10.1038/s41586-025-08940-0

制备中性分子氮同素异形体

研究人员展示了通过氯或溴与叠氮化银的气相反应在室温下制备中性氮分子(N<sub>4</sub>),然后在10K时将其捕获在氩气基质中。他们还在液氮温度下制备了N<sub>4</sub>薄膜,并进一步证明了其稳定性。

红外和紫外-可见光谱、<sup>15</sup>N 同位素标记和理论计算都支持了这一结果。亚稳态分子氮同素异形体的制备有助于丰富基础科学知识,并可能为未来的储能提供新机遇。

相关论文信息: https://doi.org/10.1038/s41586-025-09032-9 (李青编译)

更多内容详见科学网小柯机器人频道: http://paper.sciencenet.cn/Alnews/