

“小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

《国家科学院院刊》 最小物理系统中的进化特征

法国巴黎文理研究大学的 Olivier Rivoire 团队研究了最小物理系统中的进化特征。相关论文近日发表于美国《国家科学院院刊》。

研究团队提出了一个简单的物理模型,仅基于热驱动基本构建块的附着和分离,即可概括生物进化的几个特征。通过其动态,该模型在独立轨迹内部和之间采样了大量不同的非平衡稳态。这些动态表现出一定的方向性,其数量随时间、选择和特定状态的优先空间扩展而增加,并以连续状态之间相关成分的形式遗传,能产生依赖环境的适应。

该模型挑战了关于类生命属性需求的常见概念:它不涉及代谢、复制和区分的单独机制,能存储和传输数字信息,且无需模板复制或大分子组装;无论是否复制增殖,它都表现出选择,并在无自催化作用的情况下生长。由于该模型基于一般物理原理构建,因此适用于各种实验操作。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1073/pnas.2425753122>

《自然－地球科学》 干旱区降雨引起的土壤碳排放被普遍低估

美国加州大学伯克利分校的 Trevor F. Keenan 团队揭示了全球干旱区雨水引起的土壤碳排放被普遍低估。相关论文近日发表于《自然－地球科学》。

研究团队量化了降雨脉冲事件对全球干旱区碳平衡的影响,并阐明了其时空控制因子。利用对全球 34 个干旱区涡旋协方差站点的碳、水和能量通量观测数据,研究团队编制了一份超过 1800 个由人工确定的降雨引起的二氧化碳脉冲事件的清单。基于此清单,他们开发了一种机器学习算法来自动检测降雨引起的二氧化碳脉冲事件。

结果表明,在降雨脉冲事件期间,现有划分方法对生态系统呼吸和光合作用的低估达 30%,而这些因素每年贡献了 $16.9 \pm 2.8\%$ 的生态系统呼吸和 $9.6 \pm 2.2\%$ 的净生态系统生产力。研究表明,碳损失强度与年生产力、干旱程度和土壤 pH 值相关性最强。研究人员确定了降雨引起的二氧化碳脉冲的普遍衰减率,并用其校正呼吸估计的偏差。

研究强调了降雨引起的碳排放对全球干旱区碳平衡的重要性,并提出生态系统模型可能在很大程度上低估了降雨脉冲对干旱区碳循环的影响。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1038/s41561-025-01754-9>

《自然－免疫学》 研究揭示 CD8⁺ T 细胞调控的抗癌免疫机制

澳大利亚墨尔本大学的 Axel Kallies 团队发现,淋巴结来源的干细胞样的 CD8⁺ T 细胞可促进抗癌免疫,而肿瘤组织驻留细胞作用有限。相关论文近日发表于《自然－免疫学》。

CD8⁺ T 细胞在调控抗癌免疫方面具有重要作用,其衰竭 T 细胞(T_{rex})和组织驻留记忆 T 细胞的前体与免疫检查点阻断(ICB)的有效性有关。然而,二者的关系及其对抗癌免疫的相对影响尚不清楚。

研究人员利用单细胞 RNA 测序和遗传小鼠模型,系统解剖了肿瘤和肿瘤引流淋巴结(tdLNs)中细胞毒性 T 细胞的异质性和功能。团队发现,肿瘤内 TCF1⁺ T_{rex} 细胞及后代获得了组织驻留程序,限制了它们对肿瘤控制和 ICB 反应的影响。相比之下,MYB 依赖的干细胞样 T_{rex} 细胞驻留在 tdLNs 中,维持 CD8⁺ T 细胞浸润肿瘤并介导 ICB 反应。

TGFβ 是这一过程的核心因子,它促进肿瘤内 CD8⁺ T 细胞驻留,并限制 tdLNs 中的干细胞样 T_{rex} 细胞丰度,从而抑制肿瘤控制。在人类癌症中也发现了类似的网络,由具有前体和驻留特征的 TGFβ 抑制瘤内和瘤外 CD8⁺ T 细胞。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1038/s41590-025-02219-2>

《美国医学会杂志》 结构化的高强度干预有效延缓老人认知下降

美国维克森林大学医学院的 Laura D. Baker 团队研究了针对整体认知功能的有组织与自我引导式多领域生活方式干预对患者预后的影响。相关论文近日发表于《美国医学会杂志》。

为比较两种生活方式干预对有认知能力下降和痴呆风险的老年人认知轨迹的影响,研究团队在美国 5 个临床机构进行了一项单盲多中心随机临床试验,纳入 2111 名参与者。参与者纳入标准增加了认知能力下降的风险,包括年龄、生活方式和饮食,以及记忆障碍家族史等额外标准。研究团队将参与者以相同的概率随机分配到结构化或自我引导干预中。两种干预措施都鼓励增加身体和认知活动、健康饮食、社会参与和心血管健康监测,但在结构、强度和责任方面有所不同。

研究结果表明,在有认知能力下降和痴呆风险的老年人中,与非结构化自我引导的干预相比,结构化的高强度干预在整体认知方面具有统计学上的更大益处。对功能预后、生物标志物的进一步研究和持续的延长随访,将有助于确定所观察到的认知益处的临床相关性和可持续性。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1001/jama.2025.12923>

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

微型中微子探测器有望检验物理定律

本报讯 物理学家利用一种仅几千克重的装置从核反应堆中捕获了中微子,这种装置的重量的中微子探测器小几个数量级。这项技术可以对已知的物理定律进行压力测试,并探测暗物质恒星中心产生的大量中微子。这项名为 CONUS+ 的实验结果 7 月 30 日发表于《自然》。

“他们终于做到了,而且得到了非常漂亮的结果。”美国杜克大学的 Kate Scholberg 说。

中微子是不带电荷的基本粒子,通常不与其他物质相互作用,这使其极难被探测到。大多数中微子实验通过观测中微子与电子、质子或中子碰撞时产生的闪光捕获这些难以捉摸的粒子。这种碰撞极其罕见,因此此类探测器通常重达数吨或数千吨,以提供足够多的靶物质来捕获足够数量的中微子。

Scholberg 与合作者在 2017 年首次展示了这种微型探测器技术,用它捕获了美国橡树岭国家实验室加速器产生的中微子。该实验室产生的中微子能量略高于反应堆产生的中微子。因此,探测反应堆中微子更具挑战性。但较低能量的中微子能够对物理学标准模型进行更精确

的测试。

Scholberg 的 COHERENT 探测器首次利用了一种名为相干散射的现象,即中微子与整个原子核发生“散射”,而不是与构成原子的粒子发生散射。

CONUS 合作项目的负责人之一、德国马克斯·普朗克核物理研究所的 Christian Buck 表示,相干散射利用了物质粒子可以表现为波这一事实——粒子能量越低,其波长越长。如果中微子的波长与原子核的直径相当,那么中微子会将原子核视为一个整体。中微子不与任何亚原子粒子相互作用,但确实会引起原子核反冲,从而在探测器中沉积少量能量。

相干散射发生的频率比其他探测器利用的相互作用高出 100 倍以上。在其他探测器中,中微子将原子核视为一堆较小的粒子,它们中间有空隙。这种更高的效率意味着探测器可以做得更小,却仍能在相同时间内探测到相近数量的粒子。

“其缺点是,中微子在原子核上沉积的能量少得多。”Buck 说,中微子诱导原子核产生的反冲,其程度好比乒乓球撞击一艘船产生的反冲。

■ 科学此刻 ■

“超级闪电”刷新纪录

闪电往往转瞬即逝,但在 2017 年 10 月,美国大平原地区上空出现了一道“超级闪电”。其距离达 829 公里,持续时间超过 7 秒,已被确认为有记录以来最长的闪电。这次闪电跨越了 5 个州,从得克萨斯州东部延伸至密苏里州。

然而,当时的地基闪电探测系统未能记录其全过程。如今,关于这道“超级闪电”的研究已有进展,相关成果 7 月 31 日发表于《美国气象学会公报》。

这类“超级闪电”,即持续时间极长或距离极远的放电现象,通常出现在美国大平原地区及其他闪电高发区形成的巨大雷暴群中。但为何有些雷暴会产生“超级闪电”而另一些不会,仍是一个未解之谜。“我们尚不清楚具体原因。”论文第一作者、美国佐治亚理工学院的 Michael Peterson 表示。

为全面了解闪电的范围,Peterson 团队重新调取了地球同步卫星的数据,这类卫星搭载的相机可实时监测闪电活动。他们利用新开发的

低成本、高强度的新型 3D 打印钛合金问世

本报讯 澳大利亚皇家墨尔本理工大学的一个工程师团队开发出一种突破性的 3D 打印钛合金。它比传统标准合金强度更高、延展性更好,且生产成本降低近 30%。他们使用廉价易得的材料替代了日渐昂贵的钕,并就此种创新方法提交了临时专利申请。该团队正考虑在航空航天和医疗器械行业寻找应用它的商业机会。相关研究近日发表于《自然－通讯》。

论文第一作者、皇家墨尔本理工大学的 Ryan Brooke 称,测试表明他们开发的合金在强度和性能上都优于标准 3D 打印钛合金(Ti-6Al-4V),“3D 打印钛合金领域的创新时机已到”。

“3D 打印可以实现速度更快、浪费更少、定



美国季风暴雨中的闪电。

图片来源:Edward Mitchell/ 世界气象组织

软件梳理了数百万个独立光脉冲,追踪闪电在风暴中各个分支的轨迹。

“每次捕捉到新的脉冲,我们就能了解该闪电如何随时间扩展。”Peterson 说,“通过将这些点进行连接,我们基本绘制出整个闪电的结构。”

研究发现,沿直线测量时,闪电最近的点距离为 829 公里,误差约 8 公里。这大致相当于英国伦敦与瑞士苏黎世之间的距离。沿闪电本身轨迹测量的总长度则远超 1000 公里。“一道‘超级闪电’

真的可以达到百万米级的规模。”Peterson 说。

世界气象组织认证此次闪电为有记录以来最长的闪电,比原纪录保持者超出约 61 公里。

“我们从这一次闪电中观察到超过 100 次云对地的放电。”Peterson 补充说,“尽管这些‘超级闪电’非常罕见,但每次发生时都极具破坏力。”

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1175/BAMS-D-25-0037.1>



瑞士莱布施塔特核电站是 CONUS+ 中微子探测器所在地。 图片来源:KietzmannBjorn

研究人员表示,相干散射可能不会完全取代任何现有的中微子探测技术。但它可以在低能量下探测到所有 3 种已知类型的中微子及其对应的反粒子,而其他一些技术只能捕获一种类型的中微子。这种能力意味着它可以作为探测更高能量中微子的大型探测器的补充。

(李木子)

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1038/s41586-025-09322-2>

研究显示一种真菌可助小麦提升锌铁含量

据新华社电 澳大利亚一项新研究说,在麦田中施用一种有益真菌,可以显著提升小麦籽粒中锌和铁的含量。这有助于解决全球许多地方的人存在的缺锌和缺铁问题。

澳大利亚阿德莱德大学等机构研究人员近日在国际学术期刊《植物、人与行星》上发表论文说,他们使用 8 种在澳大利亚广泛种植的小麦品种进行了实验,结果显示,在麦田中施用一种名为异形根胞囊霉的真菌,可以在不改变常规施肥方案的情况下,增加小麦籽粒中锌和铁的含量。

阿德莱德大学的研究负责人斯特凡妮·沃茨-威廉姆斯表示,缺锌和缺铁是广泛存在的营养问题,分别影响约 30% 和 60% 的全球人口,人体缺乏这两种元素会导致发育障碍、免疫功能减弱等问题。小麦作为重要的粮食作物,为全球人们提供了约 17% 的膳食锌和铁。上述技术通过增加小麦中的锌和铁含量,有助于改善相关营养健康问题。

(章建华)

俄“拉佐夫”自然保护区老虎种群密度处于良好水平

据新华社电 近日,俄罗斯“拉佐夫”自然保护区主任弗拉基米尔·阿拉米列夫表示,该保护区是俄境内老虎的主要繁衍栖息地,每年有 12 至 14 只成年虎和 3 到 5 只幼虎在这里生活,老虎种群密度处于良好水平。

“拉佐夫”自然保护区位于俄远东地区的滨海边疆区东部,总面积约 12 万公顷。据阿拉米列夫介绍,考察人员根据老虎在雪地上留下的痕迹和野外相机拍摄的资料评估“拉佐夫”保护区内的老虎数量,该种群数量多年来保持稳定。

阿拉米列夫说,“拉佐夫”保护区内少有供人车通行的道路,洞穴、坑穴等则有很多,适合老虎自然繁育和幼虎成长。老虎常猎食有蹄类动物,虎穴所在区域的猎物多寡决定着老虎能否顺利繁衍。“拉佐夫”保护区内的老虎还常把洞穴选在有较多獾分布的区域,雌虎不远离幼虎,就在獾洞口等候,狩猎更易得手。

据今日俄罗斯通讯社报道,2020 年和 2021 年暴发的非洲猪瘟疫情导致滨海边疆区的野猪数量大幅下降,难以捕到野猪的老虎只能猎捕野鹿,往往要花费更多时间,这也影响到老虎种群数量增长。阿拉米列夫指出,如果未来几年滨海边疆区的野猪数量无法恢复,当地的老虎数量难以增长。

俄方调查显示,目前分布于俄远东地区的老虎约有 750 只,主要栖息在滨海边疆区、哈巴罗夫斯克边疆区、阿穆尔州和犹太自治州。

(栾海)

澳大利亚有毒藻华暴发致数千海龙死亡

本报讯 自今年 3 月以来,澳大利亚南澳大利亚州(以下简称南澳)暴发的藻华已导致大量海洋生物死亡。研究人员警告,叶海龙和草海龙正面临灭绝威胁。

这场席卷澳大利亚南部海岸的有毒藻华,可能使全球最珍稀的鱼类之一濒临灭绝。叶海龙与海马、尖嘴鱼同属海龙科,其周身覆盖的叶状突起使其能完美隐匿于海藻森林中。

如今,在绵延数百公里的南澳海岸线上,人们发现了数以千计的叶海龙及其近亲草海龙的尸体。近年来,这些生物屡遭重创。2022 年 4 月,仅悉尼地区就有数百条草海龙因拉尼娜现象引发的风暴死亡。

今年 3 月起,南澳阿德莱德附近的圣文森特湾出现了米氏凯伦藻的大规模滋生现象,致使鱼类及其他海洋生物大量死亡,海豚、海狮甚至大白鲨的尸体被冲上海岸。冲浪者和游泳者出现中

毒症状,多个生蚝养殖区被迫关闭数月。专家担忧藻华可能继续沿澳大利亚南部海岸双向扩散。

南澳政府表示,藻华成因可追溯至 2024 年 9 月开始的海洋热浪事件,其间海水温度较常年高出 2.5℃,即便冬季来临仍处于异常。2022 至 2023 年墨累河洪水将过量营养物质冲入海湾,叠加 2023 至 2024 年史无前例的富营养海水涌入,进一步加剧了危机。近日,澳大利亚联邦与州政府已拨款 2800 万澳元应对这场生态灾难。

领导科学调查的海洋生态学家 Janine Baker 指出,藻华暴发以来已有数千条海龙死亡,其中叶海龙占比更高。虽然海龙尸检尚未得出毒理学结果,但其搁浅区域与有害藻类分布高度重合。“海龙的鳃孔狭小,容易被藻类堵塞,且无法快速逃离高密度藻华区域。”Baker 说。

大量成年海龙死亡将导致 2025 年末至 2026 年初繁殖季的育种群体锐减。Baker 强调:“这不仅

意味着两种海龙(繁殖期可达 10 年)成年个体的损失,更将造成后代断层式减少。在藻华重灾区,2025 年底至 2026 年初将有数千幼体无法降生。”

澳大利亚悉尼科技大学的 David Booth 表示,目前尚难评估本次事件是否会导致物种灭绝,但“海龙核心栖息区出现如此大规模的搁浅现象极其令人担忧”。草海龙近期刚被列为易危物种。“加上南澳事件及新南威尔士州疑似损失,该物种前景堪忧,但需待藻华结束后对主要栖息地开展系统调查才能定论。”

澳大利亚阿德莱德大学的 Christopher Kennally 指出,海岸毒泡沫、致人中毒的藻类气溶胶与遍布海滩的海洋生物尸体,“让这场环境灾难的严重性显露无遗”。他警告称:“随着未来海表温度持续上升及气候变化加剧,全球或将出现更多难以预料生态危机。”

“当前藻华中的许多藻细胞可能沉积至底



叶海龙依靠伪装逃避捕食。 图片来源:Getty Images

泥,待条件适宜时再度暴发。明年夏季我们可能还将见证藻华的延续或复发。”Kennally 补充说。

(张晴丹)