

“小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

《细胞》

腹内侧前额叶皮层价值导向选择的认知图

英国牛津大学的 Steven W. Kennerley 团队绘制了腹内侧前额叶皮层(vmPFC)价值导向选择的认知图。相关研究成果 4 月 21 日发表于《细胞》。

前额叶皮层(PFC)在经济决策中起着至关重要的作用。然而,PFC 中的价值表征如何促进灵活决策目前仍不清楚。研究人员将经济决策重新定义为通过选择价值的认知地图进行导航的过程,发现恒河猴在价值空间中使用类似网格编码的方式将选择表示为导航轨迹。这种现象出现在两组数据中 vmPFC 局部场电位的 θ 频段振荡中。vmPFC 神经元同样使用类似的网格编码,并对所选价值进行编码。然而,这两种信号都依赖于 θ 相位,即它们出现在 θ 波谷,但位于不同的 θ 周期中。此外,研究还在 vmPFC 中发现了尖波涟漪,这是规划和灵活行为的关键特征。

该研究指出,vmPFC 利用基于认知地图的计算来组织和比较价值,这为 PFC 中的经济选择提供了一种新的架构解释。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1016/j.cell.2025.03.038>

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

这架“混血风筝”发现宇宙“婴儿时期”伽马暴(上接第 1 版)

在新发现中,最令人兴奋的是来自宇宙“婴儿时期”的伽马暴。3 月 14 日,ECLAIRs 望远镜监测到一次强度较弱的伽马暴,SVOM 任务机制随即启动。软 X 射线望远镜和光学望远镜的联合观测显示,此次爆发可能来自宇宙边缘。基于 SVOM 提供的坐标指引,位于智利的 VLT 对目标源进行了光谱分析,显示该爆发源存在 7.3 的红移值,打破了保持近 12 年的国际纪录。

这一发现意味着,这个宇宙事件发生于宇宙诞生仅 7 亿年的极早期,其光线在宇宙中传播了约 130 亿年才被 SVOM 捕获。随着观测和研究的不断深入,科学家们有望揭开宇宙大爆炸早期发展历程的神秘面纱,进一步拓展宇宙认知边界。

构建一套快速便捷的观测系统

SVOM 目前的发现不仅验证了卫星的卓越性能,更为研究宇宙早期恒星形成、黑洞诞生、致密天体并合等前沿课题提供了全新视角。卫星预计将在轨工作至少 3 年,继续搜寻宇宙中的高能爆发现象。

伽马暴探测就像一场接力赛,需要全球空间、地面观测设备的参与,环环相扣,链路中的任何一个节点的信息延迟,都可能使后续观测设备难以发挥作用。“SVOM 将向全球科学家开放,描绘宇宙早期阶段的演化画卷。”张永合透露。

魏建彦介绍,中法联合团队目前正优化科学任务响应机制,确保其在重要任务中反应迅速。当前,对于已在前期建立信任的用户,从任务申请到指令上行,最快 20 分钟即可完成。

“我们的目标不仅仅是研制一颗高性能伽马暴观测卫星,更要构建一套复杂、快速而便捷的伽马暴观测系统,让科学家用喝一杯咖啡的工夫,就能向 SVOM 传送一次观测指令,并获得观测结果,这样才能不错失任何一个可能蕴含科学发现的机会。”张永合表示。

而中法两国在航天领域的合作,也将持续推进。“通过前期合作,我们已经勾勒出下一代伽马暴观测系统的优化路径,也就是‘全变源追踪猎人生星(CATCH)’计划。CATCH 项目计划初期构建由 8 至 10 颗卫星组成的星座网络,每颗卫星都搭载独立观测设备,通过协同运作实现对瞬变天区的无间断监测。如果项目推进顺利,首个卫星星座有望在 5 年内实现首次观测。”科尔迪耶说。

癌症暴瘦为何不可逆?

(上接第 1 版)

有望改善临床症状

癌症恶病质是一个复杂的病理过程。除了 MIF-ACKR3 通路外,研究团队接下来将继续寻找其他的关键因子和通路,如脂肪微环境中免疫细胞的作用等。

此外,肥胖和糖尿病等代谢疾病也与脂肪的异常代谢密切相关。未来,探索 MIF-ACKR3 通路在这类非癌症代谢疾病中的作用也是研究人员重点关注的方向。

目前,人们对癌症的关注大多集中在肿瘤本身,而对恶病质等并发症的了解还非常少,甚至普遍误解癌症患者的消瘦仅仅是因为代谢速度变快了。

肖瑞平指出,团队用研究成果证明了针对癌症恶液质的治疗应针对其发病的分子机制,而不是简单的热量补充,“这有助于提高大众对癌症恶液质的重视程度”。

早在 2018 年,这支科研团队就开始正式聚焦于癌症恶病质领域,除了相关机制研究外,改善临床症状也是他们心之所系。

“此次 MIF-ACKR3 通路的发现,无疑为新的治疗药物提供了明确靶点。”肖瑞平告诉记者。她表示,不久的将来,这些药物或可与传统的抗癌治疗联合使用,在治疗肿瘤的同时,改善患者的身体状况和生活质量,从而实现更有效的综合癌症治疗。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1016/j.cmet.2025.01.018>

迄今最全面人类世代遗传变异图谱问世

本报讯 了解人类 DNA 的代际变化对于评估遗传疾病风险、理解人类进化至关重要。但直到现在,研究人员一直难以涉足人类 DNA 中变异最频繁的区域。

在一项研究中,美国犹他大学、华盛顿大学、太平洋生物科学公司等机构的研究人员利用多种 DNA 测序技术,绘制出迄今最全面的世代遗传变异图谱。研究显示,一部分人类基因组的变异速度比以前认为的快得多,这为深入了解人类进化和疾病根源奠定了基础。4 月 23 日,相关论文发表于《自然》。

“正是突变最终将我们与其他物种分开。”论文作者之一、犹他大学斯宾塞·福克斯·埃克尔斯医学院的 Lynn Jorde 表示,“我们正在探寻人类的一个非常基本的属性。”

通过对比父母和子女的基因组,研究人员可以检测出新突变发生和遗传的频率。Jorde 解释说,这种频率对于理解人类生物学,就像光速

对于理解物理学一样重要。

“我们看到的个体之间的所有遗传变异都是这些突变的结果。”Jorde 说。随着时间推移,这些变异造成了从眼睛的颜色到消化乳糖的能力,再到罕见遗传疾病等方面面的不同。

研究人员估计,每个人都有近 200 个不同于父母的新的基因变化。其中许多变化发生在特别难以研究的 DNA 区域。

论文作者之一、犹他大学斯宾塞·福克斯·埃克尔斯医学院的 Aaron Quinlan 表示,以前的研究仅限于基因组中变异最少的部分,但这项研究采用先进的测序技术,揭示了人类 DNA 中变异最快且“以前无法触及的”区域。

“我们发现人类基因组的某些部分具有疯狂的变异性,几乎每一代都会发生一次突变。而其他的 DNA 片段则更为稳定。”Quinlan 说。

Jorde 认为,研究结果可为遗传咨询提供重要支持,帮助回答“如果你的孩子患有某种疾

病,它可能遗传自父母,还是一个新突变所致”这类问题。

由“突变热点”区域的变异引起的疾病更有可能是孩子特有的,而不是从父母那里遗传的。这意味着父母的其他孩子患同样疾病的风险较低。但如果基因变化是从父母那里遗传的,那么他们的下一代患这种疾病的风险就较高了。

新发现与美国犹他州的一个家庭有关。自上世纪 80 年代以来,该家庭一直与遗传学家合作,作为人类多态性研究中心联盟的一部分,为人类基因组计划提供极为宝贵的帮助。该家庭四代人都捐赠了 DNA,并同意对其进行分析。这使遗传学家能够极其深入地研究新变异是如何产生的,以及如何由父母遗传给子女。

“一个拥有如此广度和深度的大家族是一种非常独特、宝贵的资源。”论文作者之一、犹他大学斯宾塞·福克斯·埃克尔斯医学院的 Debrah Neklason 说,“它帮助我们细致了解了基因

组在世代间的变化。”

为了获得关于遗传变异随时间变化的完整、高分辨率图谱,研究团队利用多种技术对每个人的 DNA 进行了测序。有些技术最适合检测 DNA 可能发生的最小变化;有些则可以一次扫描大片段 DNA,以发现较大变化,并观察基因组中其他难以测序的部分。由此,研究在小尺度和大尺度上都实现了准确性。

在未来的工作中,研究人员希望将全面测序技术扩展到更多人身上,以了解不同家庭的遗传变异速度是否不同。“下一个问题是,当试图预测疾病风险或基因组如何进化时,这些发现能在多大程度上适用于不同的家庭?”Quinlan 说。

这些测序结果将免费公开,以便其他研究人员在自己的工作中使用这些数据,从而为进一步了解人类进化和遗传疾病打开大门。(王方)

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1038/s41586-025-08922-2>

■ 科学此刻 ■

恐鳄与短吻鳄

不是“亲戚”

7500 万年前的北美白垩纪湿地中,一种超大型的爬行动物正在幽暗水域中巡游。这种名为恐鳄的史前生物以大型恐龙为食,体长可能达到 12 米。长久以来,它被认为是现代短吻鳄的近亲。但《通讯生物学》4 月 23 日发表的一项最新研究,通过修订“家谱”,将这种顶级掠食者完全排除在短吻鳄家族之外。

研究发现,恐鳄的实际体形可能比先前估计的稍小,且具有耐盐水特性,使其能够穿越横贯古代北美大陆的内陆海道。研究还揭示了类似恐鳄的巨型物种在全球范围内的进化比之前认为的更有规律。

“这表明巨鳄在特定时期似乎是一种常见物种,并不是什么特别的东西。”德国图宾根大学的古生物学家 Márton Rabi 表示。

为追溯巨型鳄形物种的进化轨迹,Rabi 团队建立了包含 219 种解剖特征的数据集,涵盖 128 种现存及灭绝鳄形动物,包括鳄鱼、凯门鳄和短吻鳄。通过化石记录分析,研究团队构建了进化树,表明在过去的 1.3 亿年间,体长超过 7 米的巨型鳄形动物与特定的时期或气候条件无关,只要存在足够维持其生存的海洋/湿地生态系统,它们便会持续涌现。

研究显示,从白垩纪开始,不同鳄类群体中反复进化出巨型物种。数百万年前,南美洲曾栖息着两倍于皮卡重量的巨型凯门鳄,东南亚水域游弋着公交车长度的长吻鳄。直到 200 万年



白垩纪晚期北美生态复原图。

图片来源:MARTON SZABO

前,在现在的肯尼亚,我们的祖先仍与头骨近 1 米长的巨鳄生活在一起。

关于恐鳄,新研究将其定位于鳄形动物家谱基部的一个独立分支,与先前被认定为“亲戚”的短吻鳄相去甚远。由于现代短吻鳄及其近亲难以适应盐水环境,因此科学家对在作为咸水交界线的内陆海道两侧发现恐鳄化石感到很困惑。但新研究表明,正如对鳄形动物共同祖先的预测,恐鳄可能具有耐盐水特性,能够横渡海域。

“这是令人振奋的研究。”英国伦敦大学学院的古脊椎动物学家 Paul Burke 评论说。他建议未来对恐鳄头骨进行 CT 扫描,或可发现类似现代湾鳄的盐排泄腺结构,这将为科学家的假说提供佐证。

美国纽约理工学院的古脊椎动物学家 Adam

Cossette 认为,恐鳄的重新定位“比预期更为激进”,但认可其头骨特征与家谱架构的合理性。

除了将恐鳄移出短吻鳄谱系,新研究对现代短吻鳄的演化也提出新见解:其祖先可能具备耐盐水能力,但在后继演化中丧失。Rabi 认为,这或许解释了短吻鳄和凯门鳄在进化史上长期保持较小体形的原因——淡水环境可能限制了它们的体形。

与先前 8 至 12 米的体长估算不同,新研究认为恐鳄最大体长约 7.7 米,与现存最大鳄鱼体形相当。Rabi 指出,某种意义上,恐鳄这样的巨型鳄鱼可能是进化史上的常见物种。“当今世界或许仍潜藏着某些巨鳄。”(李木子)

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1038/s42003-025-07653-4>

高糖高脂食物可能让你“迷路”



实验参与者在虚拟现实迷宫中导航 6 次并寻找“宝箱”。

图片来源:悉尼大学

本报讯 对于热衷高脂肪、高糖(HFHS)饮食的人来说,其大脑可能正在悄悄失去记路的能力。科学家首次将不健康饮食与位置记忆受损联系起来,表明高脂肪、HFHS 饮食对人类大脑功能有负面影响。相关研究论文 4 月 17 日发

科学快讯

(选自 Science 杂志,2025 年 4 月 18 日出版)

适应反复利用的基因组复杂结构变异

结构变异在基因组中广泛存在,但它们的复杂性及其在反复驱动局部适应中的作用尚不明确。在这项研究中,研究人员利用单倍型基因组组装技术,揭示了一种竹节虫隐性模式的适应性分化是由反复出现的结构变异,而非简单染色体倒位所驱动的。

研究人员发现,两座山上的竹节虫种群的颜色模式差异与易位-倒位复合变异相关。两地的易位片段在大小和起源上存在差异,但部分重叠涉及相同基因区域。同时,该结构变异受歧化选择作用,且无需物种间基因渗入。

这些结果阐明了结构变异的起源如何为适应性进化重复发生提供分子机制。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1126/science.adp3745>

深层组织转录组学与亚细胞成像

荧光显微镜有限的颜色通道长期制约生物样本的空间分析。研究人员引入了周期杂交链反应(cycleHCR),通过将多循环 DNA 条形码编码与 HCR 系统相结合突破了这一技术瓶颈。cycleHCR 利用统一条形码系统实现了 RNA 与蛋白质的高度多重成像。

全胚胎转录组成像在约 310 μm 深度内完成了三维基因表达与细胞命运图谱的精确构建。结合膨胀显微术后,cycleHCR 能成功解析小鼠胚胎神经纤维细胞中 10 种亚细胞结构的互作网络。

对海马组织切片的多重成像,揭示了基因表达梯度和细胞类型特异性核结构变异的复杂关联。cycleHCR 为深层组织空间调控机制研究建立了定量分析框架,具有临床诊断应用价值。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1126/science.adq2084>

研究表明古代火星存在碳循环

古代火星曾存在地表液态水和富含二氧化碳的稠密大气层。这种大气会与地壳岩石相互作用,可能留下矿物学证据。研究人员利用“好奇号”火星车收集的数据,分析了盖尔陨石坑 89 米厚地层剖面的组成。

研究发现,碳酸铁矿物菱铁矿的含量达 4.8wt%~10.5wt%,且与高水溶性盐类共生。研究人员推测,菱铁矿形成于水受限环境,由水-岩反应和蒸发作用驱动。与轨道数据的对比显示,全球类似地层封存了相当于 2.6~36 毫巴大气压的二氧化碳。

沉积物中羟基氧化铁的存在表明,古代火星存在部分闭合的碳循环,能将一些先前封存的二氧化碳重新释放回大气中。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1126/science.ad09966>

特朗普关税让贸易模型“失灵”

本报讯 4 月初,就在美国总统特朗普宣布对大多数贸易伙伴征收关税前不久,英国剑桥大学的一个研究团队正在辩论其全球供应链计算机模型能否准确预测贸易壁垒的影响。

研究负责人 Alexandra Brintrup 回忆说,团队必须“等待一个真实实验”验证模型的预测。然而“就在 4 月 2 日晚上,实验开始了”。

据《科学》报道,许多经济学家谴责特朗普政府的关税政策。他们认为,这将给世界大部分地区造成混乱,带来经济困难。然而,它也为研究人员提供了一个前所未有的机会,用来检验理论并启动新的研究项目。

在特朗普宣布这一计划后的几天里,法国图卢兹经济学院的 César Hidalgo 利用一个国际贸易模型对此进行了研究。该模型跟踪数千种不同产品的流动,并通过可视化手段将其描绘成一个网状结构。

“我们基于特朗普关税政策进行了一次模拟,发现全球贸易基本上以一种不再以美国为中心的方式重新进行连接。”Hidalgo 说。在计算机生成的贸易网络中,美国和其他国家的联系减弱了。与此同时,法国的飞机出口、墨西哥和中美洲的鞋类出口都有所增长。

Brintrup 也开展了类似实验,通过团队的工业供应链模型模拟了特朗普关税政策实施后的情景。初步结果显示,企业最终会从更多供应商那里采购产品,导致成本增加。

未来几个月或几年,现实世界的经济数据在理论上可以验证这些预测,或者揭示每个模型的弱点。然而,现实中这可能很困难。因为特朗普政府总是不断改变主意,因此许多变化也在同时发生。

“这实际上是一个糟糕的自然实验。”美国旧金山大学的 Jesse Anttila-Hughes 说,“特朗普在实施关税政策的同时,还在摧毁主要的联邦机构,冲击法治和重组地缘政治。”因此,导致任何特定结果的因素都很模糊。

而不确定性日益成为经济研究的焦点。“这是一个极端的确定性事例。”美国乔治敦大学的 Nuno Limao 表示。他和同事正考虑更新他们过去关于不确定性对经济影响的模型。

“在特朗普政府管理下,贸易协议实际上没有任何意义。”Limao 补充说,新出现的全球贸易冲突造成的不确定性可能会重创全球贸易。(王方)



一辆卡车将货物从墨西哥运往美国。

图片来源:《科学》

激子绝缘体中的完美库仑阻力与激子输运

强耦合电子-空穴双层体系可承载层间激子的量子态,比如零磁场下的高温激子凝聚态。这一量子态应具有完美库仑阻力特征——当一层通电时,另一层会产生大小相等、方向相反的电流。

基于 MoSe₂/hBN/WSe₂ 异质结体系,科研人员采用光学探测技术研究了关联电子-空穴双层的输运特性,在低温激子绝缘体相中观测到完美库仑拖曳效应,层间激子逆流电阻保持有限值。

这些结果表明,该体系形成了一种未凝聚为超流的激子气体。研究证明,动态光谱技术是研究关联电子-空穴流体中激子输运行为的强有力工具。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1126/science.adf1839>
(李言编译)