

“小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

《光:科学与应用》

科学家研制出高通量超灵敏光学微谐振器

美国圣路易斯华盛顿大学的杨兰团队研制出一种可通过光声特征检测并分类自由流动纳米颗粒与细胞的“低语走廊模式”谐振器。相关研究成果近日发表于《光:科学与应用》。

微纳尺度粒子在生物医学成像、环境监测及早期疾病诊断等诸多领域发挥着关键作用。这些粒子的独特性质对精确检测、表征与识别提出了要求。然而,传统用于微纳物体表征的光谱与显微技术,通常依赖大型设备及复杂耗时的样品制备流程;光学微传感器的广泛应用,则受限于选择性传感所需的表面结合条件,以及不同传感目标的区分难题。

研究团队设计并展示了一种光流体高通量超灵敏光学微谐振器。该器件可捕获由脉冲光能吸收产生的微弱声信号——微纳粒子在吸收脉冲光能后,会产生具有特征性的声信号,从而为扩展传感体积内原始溶液环境中的粒子与细胞提供实时、无标记的光声光谱检测与表征。

研究团队展示了存在其他细胞成分及多种蛋白质的情况下,该技术对不同几何构型的金纳米粒子及多种红细胞的检测能力。通过包含粒子形状、组成、分子特性与形态特征的数据,这些粒子实现了有效识别与分类。

该研究为临床及工业应用中实现快速、可靠、高通量的粒子与细胞识别开辟了新途径,为理解复杂生物与环境系统提供了重要工具。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1038/s41377-025-01978-9>

《细胞》

黑色素瘤细胞诱导细胞毒性 T 细胞实现免疫逃逸

以色列特拉维夫大学的 Shivang Parikh 团队发现,黑色素瘤细胞可通过“诱骗”细胞毒性 T 细胞实现免疫逃逸。相关研究成果近日发表于《细胞》。

尽管黑色素瘤细胞经常表达大量突变蛋白,但反应性 T 细胞的渗透,却很少引发根除肿瘤的免疫反应。

研究团队发现,黑色素瘤细胞会分泌大型细胞外囊泡,即黑素小体被主要组织相容性复合体(MHC)分子修饰,这些分子通过 T 细胞受体(TCR)刺激 CD8⁺ T 细胞,引导 T 细胞功能障碍和凋亡。免疫肽组学和 T 细胞受体测序分析显示,这些黑素小体携带与 MHC 结合的肿瘤相关抗原,这些抗原具有更高的亲和力与免疫原性,它们与肿瘤细胞竞争,并直接同 TCR-MHC 相互作用。对黑色素瘤患者的活检分析证实,黑素小体可诱捕浸润淋巴细胞,诱导其部分活化,并降低 CD8⁺ T 细胞的细胞毒性。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1016/j.cell.2025.11.020>

《科学进展》

火积云气溶胶颗粒增强辐射冷却

美国哈佛大学的 Frank N. Keutsch 团队发现,由野火驱动的雪雷所产生的气溶胶颗粒,可增强辐射冷却。相关研究成果近日发表于《科学进展》。

大型野火能催生火积云,将巨量烟尘气溶胶喷射至上对流层/下平流层区域,这些气溶胶能在该区域存留数月。然而,由于直接观测数据有限,人们对火积云气溶胶的辐射效应认知仍很匮乏。此外,随着火积云事件日益频繁,气候模型若仍沿用较小气溶胶尺寸假设,可能会严重低估火积云烟尘的冷却效应。

研究团队通过飞机原位观测,获取了生成 5 日后的火积云烟尘数据,填补了从新排放到数周乃至数月龄期气溶胶演化过程的关键观测空白。采样结果显示,这些烟尘主要包含通过云内过程及上对流层/下平流层高层聚集并作用形成的超大尺寸气溶胶颗粒,直径达 500 至 600 纳米。与典型非火积云烟尘中较小颗粒相比,这些大颗粒使向外辐射增加 30%至 36%,显著增强大气辐射冷却效应。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1038/s41377-025-01978-9>

《自然—神经科学》

人类血脑屏障 3D 模型可用于探索神经血管疾病

德国慕尼黑大学的 Dominik Paquet 团队提出一种完全由人类诱导多能干细胞(iPS)衍生的人类血脑屏障 3D 模型,可用于探索神经血管疾病机制和治疗干预。相关研究成果近日发表于《自然—神经科学》。

血脑屏障的完整性对大脑稳态至关重要,其功能障碍会导致神经血管和神经退行性疾病。目前,关于血脑屏障功能的机制研究主要在啮齿动物和体外模型中开展,这些模型虽能概括一些疾病特征,但对人类的可译性有限,并对药物发现造成阻碍。

研究团队报道的人类血脑屏障 3D 模型,完全由人类 iPS 衍生,包含内皮细胞(EC)、壁细胞和星形胶质细胞。该模型表达了典型的命运标记,在血管状管道中形成屏障,并实现了包括人类血液在内的完美结合。在 EC 中,FOXF2 是脑血管疾病的主要风险基因,其缺失可诱导血脑屏障功能障碍的关键特征,包括细胞连接完整性受损与小泡形成增强。而基于脂质纳米颗粒的 FOXF2 mRNA 疗法,可修复血脑屏障缺陷,显示出相关药物开发的潜力。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1038/s41593-025-02123-w>

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

海底光缆变身巨型地震探测器

本报讯 一个由诺基亚贝尔实验室牵头的团队将一条连接夏威夷与加利福尼亚的 4400 公里海底光缆,改造成每两个间距 100 米的 4.4 万个地震监测站。12 月 15 日,这项突破性技术在美国地球物理联合会年会上公布,有望开启地球内部成像和海底监测的新时代。

在广阔而遥远的海底,地震监测站分布极少。这种稀缺性意味着,研究人员无法探测到引发海啸的地震的最初震动,也难以捕捉像 X 射线一样穿透地球深部的地震波——这些地震波承载着地幔与地核结构的信息。但深海还存在另一种技术设施:承担全球互联网数据传输任务的光纤电缆。

近年来,研究人员一直尝试利用这些光缆实现海底地震仪的功能,即通过监测光纤传输的光信号变化探测地震。如今,诺基亚贝尔实验室成功将海底光缆变成巨型地震探测器。“这是我们一直期待的探测设备。”冰岛雷克雅未克大学的地球物理学家 Vala Hjorleifsdóttir 表示。

在今年早些时候的测试中,这条太平洋光缆不仅捕捉到 7 月下旬发生在堪察加半岛的 8.8 级地震信号,还记录了随后发生的海啸波的微弱信号。“我们已经探测到多个地质事件。”项目负责人、该实验室的光学传感工程师

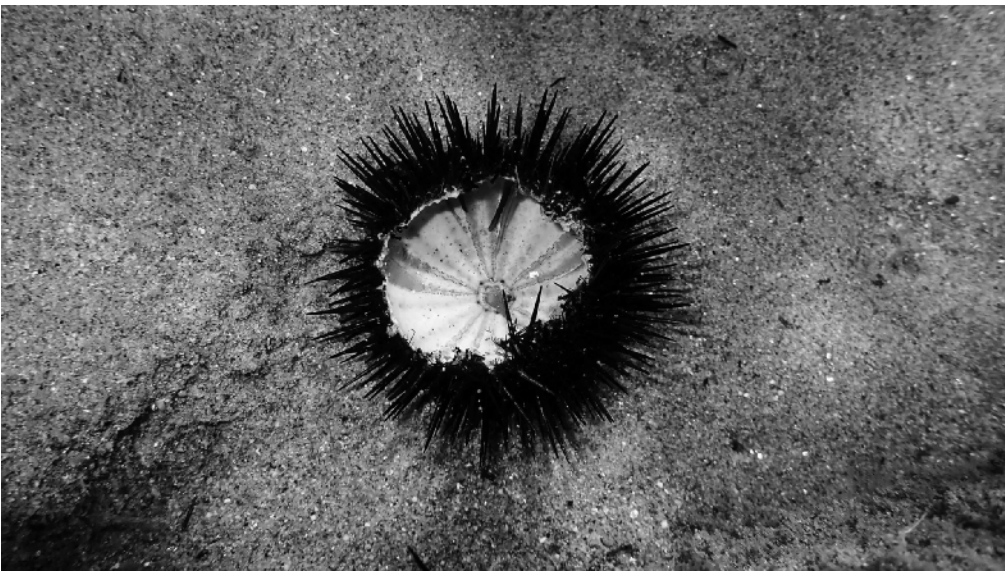
Mikael Mazur 指出。9 月,研究团队将早期探测成果以预印本形式公布在 arXiv 平台。

这项新技术基于英国国家物理实验室计量学家 Giuseppe Marra 开发的方法。他设计了一种让激光脉冲与互联网数据传输共存的技术。不过,瑞士苏黎世联邦理工学院的地震学家 Andreas Fichtner 认为,该方法灵敏度如何、能否产出可用数据,仍有待验证。

该技术的核心是分布式声传感(DAS)。这是一种光纤传感技术,科学家已在陆地上用它来探测火山与冰川的震动。当光在玻璃光纤中传播时,会被光纤内随机分布的缺陷反射;当声波或压力波穿过光纤时,会挤压或拉伸这些缺陷,导致其反射回光缆源头的光产生相位偏移。通过测量这些偏移,可以将光纤转化为密集的应变监测阵列。

目前来看,原理虽已成熟,但存在一个难题:海底光缆每隔约 75 公里就设有一个中继器。中继器的作用是放大光信号,确保跨洋长距离传输,但同时也会削弱光纤沿途微弱的反射光信号。

Mazur 团队发现,每条光缆中的光纤束就像分开的高速公路;光在一些光纤中传播,在另一些光纤中返回。而每个中继器都设有一个监



一种神秘疾病导致全球海胆数量锐减。

图片来源:Shutterstock

种群得以恢复,且速度较快;而 2022 年疫情暴发后,海胆种群未见恢复迹象。雪上加霜的是,2023 年加那利群岛的海胆又遭遇第二拨大规模死亡。大约在同一时期,加勒比海、地中海、红海、阿曼湾和西印度洋等海域的海胆也相继出现大量死亡的情况。

为了解这一事件的严重程度,Cano 等人于 2022 年夏季至 2025 年夏季,在加那利群岛 7 座主要岛屿的 76 个地点开展了实地调查,统计非洲海胆数量,并将其与历史记录进行对比。他们还向专业潜水员收集信息,获取 2023 年及 2018 年至 2021 年间潜水地点的非洲海胆相对数量。

为研究非洲海胆繁殖和早期生命阶段,团队于 2023 年 9 月的海胆产卵高峰期,在特内里费岛东部的 4 个地点设置陷阱,统计漂浮的海

测光纤健康状况的“环路”,用于让光信号“跨越车道中线”,在返回方向的光纤中传输。

团队意识到,这些内置的“绕行通道”能让研究人员沿着返回的光纤发送每一段缺陷反射,使它们被中继器放大,而不是被输出的光纤阻挡。团队表示,借助复杂的计算,即便是光缆最远端的反射信号也能被捕捉到。这实际上相当于构建了一个跨洋的密集二维地震监测阵列。

对于迫切需要这类数据的科学家而言,他们无需专用光缆,只需一台以高于互联网数据传输频率“搭载”于商用光缆上的激光设备。“这项技术的精妙之处在于,它能在现有老旧光缆上运行,无需投入数亿美元资金。”研究合著者、美国 Seismics Unusual 公司的地球科学家 Martin Karrenbach 指出。

不过 Fichtner 担心,向科学界推广这项技术并非易事。军方可能会反对,因为光纤传感器可能探测到潜艇活动;出于安全考虑,电信公司或许不愿向科学家透露光缆的精确位置。若研究人员必须签署保密协议才能知晓光缆位置,其他科学家将难以复现相关研究成果。“些后勤与政策层面的问题,可能比技术问题更难解决。”



一项新技术有望使交错于海底的光缆变成地震探测器。

图片来源:REUTERS

尽管如此,德国地学科学研究中心的地球物理学家 Verónica Rodríguez Tribaldos 认为,这项技术有望为长期被忽视的区域提供高分辨率监测数据,潜力十分诱人。这类传感器不仅能追踪鲸的活动、监测洋流,还能观测大洋中板块的分裂过程,有望进一步厘清大洋热点区域的上升岩浆柱与地幔底部的连接方式。

(李木子)

古安第斯人驯的是什么驼

本报讯 一项研究显示,古代安第斯社会曾依赖一种现已灭绝的骆驼获取食物和运输货物。该研究为搞清当时骆驼的驯化用途提供了新证据。该研究 12 月 17 日发表于《自然—通讯》。

此前研究显示,骆驼在公元前 3000 年已被驯化。但由于野生和驯化物种有着相似的骨骼,人们一直很难通过身体证据确定具体细节。

丹麦哥本哈根大学的 Michael Westbury 和同事分析了智利 Tulán 峡谷考古遗址出土的、可追溯到 3300—2300 年前的 75 头骆驼科动物残骸的古 DNA。对其 中 26 个个体的研究发现,只有一头雄美洲驼可能是现存驯养美洲驼的祖先,其余的属于已灭绝的骆驼科支系。对现代与古代骆驼物种关系的分析显示,其余的古代个体可能曾属于两个已灭绝的种群,一个种群与原驼的亲缘关系最近,另一个与骆马的亲缘关系最近,它们分别被认为是美洲驼和羊驼的祖先。

作者指出,现代驯化与野生骆驼间的杂交现象给野生祖先的鉴定带来了不确定性。他们还发现雄性与雌性比例相似,说明这些个体或是被人类猎捕的野生物种,或是被驯养的畜群。

研究结果表明,古代人类可能通过捕猎和放牧相结合的形式管理 Tulán 峡谷的骆驼科动物。作者认为仍需开展更多研究以明确现存美洲驼和羊驼的祖先。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1038/s41467-025-66343-1>

40 万年前人类就学会生火

本报讯 考古学家发现了早期人类有意识生火的证据,该行为可追溯到 40 万年前。他们在英国东部一处废弃黏土坑中,发现了烤过的沉积物、受热碎裂的燧石斧和黄铁矿碎片。这些发现早于此前约 35 万年前的有意识生火证据,表明了人类行为的转变。这种转变可能促进了脑体积和认知能力的增长。相关研究 12 月 11 日发表于《自然》。

英国大英博物馆的 Nick Ashton 和同事提出,萨福克郡巴恩汉姆 40 万年前可能就出现了生火行为。他们在约 41.5 万年前的古代土壤中发现了加热过的沉积物,伴有火烧裂痕的燧石斧。这些特征意味着一个人类聚居地已能控制火,但第三项发现才表明生火行为的刻意性。此处遗址发现了两个用于制造火花以点燃引火物的黄铁矿碎片;然而这一矿物在该地区很罕见,作者据此推测黄铁矿是特地带到此地用于生火的。

这些发现表明巴恩汉姆遗址的人类在 40 万年前具有复杂的行为。例如,这些人类可能理解了黄铁矿作为一种生火工具的性质。发展这种技能会带来很多好处,包括烹饪食物,这对人脑的演化可能有重要作用;同时潜在推动了有柄工具所需的粘胶工艺的发展,这可能促进了人类行为的显著进展。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1038/s41586-025-09855-6>

科学此刻

全球海胆遭遇灭顶之灾

一项近日发表于《海洋科学前沿》的研究指出,过去 4 年里,一种此前未知的危及全球海胆的流行病袭击了西班牙加那利群岛,造成当地海胆大规模死亡。科学家估计,该事件将给海洋生态系统带来巨大影响。

海胆如同陆地上的大型食草动物,扮演着海洋生态系统“工程师”的角色。它们以海藻和海草为食,能保护生长缓慢的珊瑚及部分钙化藻类。同时,海胆也是许多海洋哺乳动物、鱼类、甲壳动物的重要食物来源。

2022 年至 2023 年,一场突如其来的海洋疫情,使加那利群岛的非洲海胆数量锐减。2022 年 2 月,论文作者、西班牙拉古纳大学的 Ivan Cano 和同事注意到,加那利群岛的非洲海胆正在大量死亡。他们发现,这些受感染的海胆变得不活跃、行为异常,对外界刺激毫无反应,随后逐渐失去了肉和刺,直至死亡。

这并非该地区海胆种群首次发生大规模死亡。2008 年初和 2018 年初,疫情曾分别导致生活在加那利群岛的特内里费岛和拉帕尔玛岛附近的 93%的非洲海胆死亡。然而,2022 年的疫情存在一个不同之处。2008 年疫情后,许多海胆

黑巧克力成分可延缓衰老

本报讯 你爱吃黑巧克力吗?科学家发现,黑巧克力与延缓衰老之间存在关联。这项 12 月 10 日发表于《老龄化》的研究显示,那些生理年龄比实际年龄更年轻的人,体内的可可碱含量较高。

食物中的许多植物化合物可通过“开启”或“关闭”基因影响其功能。这类被称为生物碱的化合物,能与调控基因活性的细胞系统相互作用,从而促进长期健康。可可碱正是这样一种生物碱。尽管它因对狗具有毒性而广为人知,但对人类却有潜在的健康益处,如降低心脏病风险。不过,此前科学界对可可碱的关注相对有限。

在这项研究中,科学家分析了两个欧洲人群项目的数据,包括英国“双胞胎研究”(Twin-sUK)的 509 人,以及德国 KORA 项目的 1160 人。他们检测了这些人体液中的可可碱浓度,并将其与血样测得的生理年龄进行了比较。

生理年龄反映的是人体机能的实际状态,而非日历年龄。该指标基于 DNA 甲基化而计算,这是附着在 DNA 上的微小化学标记,会随年龄增长而变化。为估算生理年龄,研究人员采用了两种方法:一是分析反映衰老速度的 DNA 变化,二是测量端粒长度。端粒是染色体末端的保护性结构,会随年龄增长自然缩短,其长度与多种衰老疾病密切相关。

结果显示,血液中可可碱水平较高的人,其生理年龄普遍低于实际年龄,表明可可碱可能在减缓某些生物衰老迹象方面发挥了作用。

论文作者、英国伦敦国王学院的 Jordana Bell 表示:“我们的研究发现黑巧克力的一种关键成分与长寿存在关联。我们并非建议人们多吃黑巧克力,但这项研究有助于我们理解日常食物中可能蕴藏更健康、更长寿的线索。”

研究团队还考察了其他可可或咖啡代谢物是否具有类似效果。结果表明,可可碱是唯一表现出这种特定关联的化合物。

伦敦国王学院的 Ramy Saad 表示,接下来的关键问题是搞清这种关联背后的机制是什么,以及我们如何进一步探索饮食代谢物与人类表观基因组之间的相互作用。

研究人员同时强调,增加黑巧克力摄入量并不一定有益。巧克力中含有糖、脂肪及其他成分,未来需要全面了解可可碱如何在体内发挥作用及其对衰老的具体影响。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.18632/aging.206344>

吴旻:医之大者,为国为民

(上接第 1 版)

参与人类的生命“阿波罗计划”

早在国际上人类基因组计划刚刚启动时,我国现代遗传学奠基人谈家桢、吴旻等遗传学家,就以战略科学家的睿智意识到这一研究的深远意义。他们在不同的场合呼吁在中国建立人类基因组计划。然而,人类基因组研究在相当长一段时间内未能获得国家立项。

但吴旻没有放弃,继续利用各种机会介绍人类基因组计划的重要性,希望引起相关领导的关心和科学界的注意。

1991 年 5 月,吴旻被国家自然科学基金委员会(以下简称自然科学基金委)任命为生命科学部主任,同年当选为中国科学院生物学部副

主任。

吴旻认为,我国人口占世界人口的 22%以上,人类基因组没有中国各民族基因组的数据便不能代表全人类。为此,吴旻把“在任期内推动人类基因组计划立项成功”定为第一努力目标;中国必须参与这项全人类的生命“阿波罗计划”,与世界先进国家齐头并进。

1992 年,吴旻与中国科学院学术咨询委员会学部委员强伯勤联名撰写了“国家自然科学基金重大项目建议书——中国的人类基因组项目”。同年 10 月,自然科学基金委在北京香山召开全委会,吴旻针对建议书向与会人员进行宣传并答辩。

吴旻表示,经济的发展、社会的进步,归根结底是为了人类的健康,人类基因组计划的重要性毋庸置疑。我国已具备组织人类基因组项

目的人力和设备。中国应不失时机地参与本次国际大协作。只有中国参与协作、贡献力量,才能分享国际研究成果。

经过充分讨论,自然科学基金委全委会通过了人类基因组计划作为自然科学基金重大课题的建议书,并采纳了吴旻的意见。

为把问题讨论得更透彻,自然科学基金委生命科学部决定由吴旻主持,遗传学学科、临床医学和基础学科主任组织,于 1993 年 3 月 29 日至 31 日在江苏无锡市召开全委会评审会,研讨人类基因组研究重大项目开展的优势、困难和实施细节。研讨会得出结论,中国一定要实施自己的人类基因组计划。这次会议标志着中国人类基因组研究正式启动。

最终,我国科学家保质、保量、按时完成了预定任务,向国际人类基因组数据库提交了全

部数据,得到了国际同行的一致肯定和尊重,标志着我国人类基因组研究进入国际先进行列。

吴旻毕生致力于细胞生物学、细胞遗传学和肿瘤学方面研究,开创了我国人体细胞遗传学新领域,创建第一个医学细胞遗传学教研组;通过对优生学全面介绍与宣传,突破了我国优生优育研究的禁区,推动了我国医学遗传学发展;首先提出在我国食管癌高发区通过检出易感个体进行规模预防的策略;在国内首先倡导癌症的基因治疗,开展基因治疗研究;积极推动我国人类基因组计划实施,推动我国生物信息学研究开展。

2017 年 10 月 16 日,吴旻在北京逝世,享年 92 岁。回顾他的一生,苦难而坚韧,璀璨又伟大。他不朽的业绩已载入中国医学史册,千古流芳。