“小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

《科学》

碲化锰中的手性交替磁振子

美国 SLAC 国家加速器实验室的 Daniel Jost 团队指出，在交替磁体候选材料碲化锰中存在一种手性磁振子，其自旋极化随动量的变化规律与该材料的交替磁对称性相符，为交替磁性提供了直接的实验证据。相关研究成果近日发表于《科学》。

交替磁性已被确认为一种兼具铁磁性与反铁磁性特征的磁相。这类材料中观察到的动量依赖自旋分裂反映了它们独特的对称性特征，而这种对称性为手性磁振子的出现奠定了基础。

研究团队利用圆二色共振非弹性 X 射线散射，为交替磁体候选材料碲化锰中的手性磁振子提供了直接实验证据。该模式被命名为“手性交替磁振子”，其自旋极化的动量依赖性与碲化锰的交替磁 g 波对称性一致。研究团队的自旋极化分辨数据证实了一类离散磁激发的存在，展示了交替磁序如何塑造自旋动力学，并为自旋电子学和量子技术的进步开辟了道路。

相关论文信息：

https://doi.org/10.1126/science.adv3196

快速跨经度飞行造成时相偏移与太阳罗盘误差

英国牛津大学的 Tim Guilford 团队研究发现曼岛鳽在归巢途中快速跨越经度时会经历时相偏移，由此产生可预测的太阳罗盘定向误差。即使能够获得不依赖罗盘的线索，它们仍会持续使用太阳罗盘，表明内在生物钟对导航构成实质性约束。相关研究成果近日发表于《科学》。

许多动物利用太阳罗盘指引自身的移动，有时要跨越数千公里。太阳罗盘的使用依赖于内源生物钟追踪太阳的视运动弧线，然而东西向行进的动物会经历时相偏移，可能导致其内部时钟与当地时间不匹配。

研究团队利用 GPS 揭示曼岛鳽在归巢飞行中会经历这样的偏移，从而产生可预测的太阳罗盘定向误差。即便在沿岸跟随飞行期间能够获得不依赖罗盘的线索，它们对太阳罗盘的使用依然持续。

研究团队的发现为野外时间生物学研究提供了新途径，提示快速跨经度移动可能影响其他由内源生物钟调控的过程，并表明保守的时间生物学机制对导航构成实质性限制。

相关论文信息：

https://doi.org/10.1126/science.adz2542

催化金属表面化学键的离域本质

德国马克斯·普朗克多学科科学研究所和哥廷根大学的 Alec M. Wodtke 团队揭示了分子在金属表面吸附时参与的电子波函数可远远超出吸附位点本身，因此金属表面在远处的结构变化也能改变分子－金属键的强度。这一离域效应为理解铂等金属催化剂的表面吸附与反应提供了新的图像。相关研究成果近日发表于《科学》。

吸附物在金属表面的成键，需要局域分子轨道与金属的离域电子能带发生杂化，因此参与成键的电子波函数可能远远延伸到吸附位点之外。研究团队通过确定金属表面结构变化影响分子－金属键强度的距离，揭示了这种离域的后果。速度分辨动力学测量给出了 3 种分子在铂原子台阶上的吸附能，当台阶－台阶间距在 100 埃范围内变化时，每种分子的键强度变化幅度可达 0.2 电子伏。研究团队观察到分子特异的行为，反映了分子特异轨道与金属中对称性选择的轨道能带之间的杂化，而这些能带对固体结构变化的响应各不相同。

研究团队分析了这些观察结果对铂纳米颗粒吸附的意义。

相关论文信息：

https://doi.org/10.1126/science.aei5255

《自然》

果蝇行走的中枢模式发生器

美国华盛顿大学的 John C. Tuthill 和 Bingni W. Brunton 团队通过果蝇腹神经索连接组的动态模拟，在真实神经网络的尺度上追踪出驱动行走节律的极简环路，从而首次给出一种动物行走中枢模式发生器的细胞与突触构成。相关研究成果近日发表于《自然》。

动物运动依赖由中枢模式发生器驱动的节律性身体运动——这类神经环路能在输入不振荡的情况下产生振荡输出。然而，任何一种动物行走中枢模式发生器的环路结构此前均属未知。

为识别行走中果蝇节律性腿部运动所依赖的细胞与突触，研究团队构建了果蝇腹神经索连接组的动态模拟。对来自中央脑的下行神经元进行计算激活筛选，识别出 DNg100—— 一个已知的行走指令神经元，是节律性腿部运动最强的驱动者。模拟网络剪枝分离出一个由 1 个抑制性和 2 个兴奋性中间神经元组成的最小节律生成环路；这一三神经元环路在全部六条腿以及四套连接组数据中对运动节律都是必要且充分的。模拟还预测，另一条独立的下行通路同样驱动节律性腿部运动，研究团队用光遗传学在行走中的果蝇身上对这一预测进行了实验验证。

该研究揭示了果蝇行走及其他节律性腿部运动的推定中枢模式发生器环路的细胞身份与突触结构。

相关论文信息：

https://doi.org/10.1038/s41586-026-11195-y

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

今年化石燃料碳排放预计下降 0.4%

本报讯 “全球碳计划”(GCP)国际项目最新发布的 2026 年全球碳预算评估报告显示，受太阳能、风电扩张等的影响，2026 年全球化石燃料产生的碳排放预计将下降 0.4%。相关研究的预印本 11 月 10 日公布于《地球系统科学数据》。

该报告由全球 90 多家机构的 140 多位科学家组成的国际团队撰写，每年更新一次。今年的报告指出，2026 年化石燃料产生的二氧化碳排放量达 382 亿吨。全球能源需求仍在持续增长，但其中 2/3 的增量已由太阳能、风电等满足。然而，清洁能源的增速不足以使全球碳排放持续下降。此外，土地利用变化，如森林砍伐等造成的碳排放今年预计略有增加。2026 年二氧化碳总排放量预计达 433 亿吨，高于去年的 428 亿吨。剩余碳预算，即升温控制在 1.5℃内可排放的二氧化碳量，目前只剩 1500 亿吨，按当前排放速度，不到 4 年就会耗尽。随着二氧化碳的快速积累，气候变化的危害影响将持续加剧。

报告还评估了陆地和海洋这两个天然“碳汇”。陆地碳汇主要靠森林、草原和湿地等生态系统通过光合作用吸收碳，在经历了 2023—2024 年厄尔尼诺期间的减弱后，如今已恢复到原有水平，但 2026 年强厄尔尼诺预计在明年将对陆地碳汇造成显著影响。

主持该研究报告的英国埃克塞特大学全球碳预算办公室主任 Pierre Friedlingstein 表示，化石燃料排放下降令人鼓舞，但很难持续。长远出路仍在于加快部署清洁能源技术。

“清洁能源技术的全球减排成效显著。发展再快一点，全球排放有望在几年内迎来拐点。”英国东英吉利大学教授 Corinne Le Quere 说。

“太阳能、风电和电动汽车的加速部署推动数十个国家减排并使更多国家排放增速放缓，但单年排放量下降不等于达峰，除非背后有结构性变化。”挪威国际气候研究中心教授 Glen Peters 指出。

德国慕尼黑大学教授 Julia Pongratz 说：“减排之外，我们还需扩大二氧化碳移除规模，才能实现净零排放。造林和再造林已移除了大量二氧化碳，但仍抵不过森林砍伐导致的碳排放。减排必须‘多管齐下’。” **（侯慧静）**

相关论文信息：

https://doi.org/10.5194/essd-2026-895



图片来源：pixabay



黑猩猩梳理毛发时会发出嘟噜声。 图片来源：Antoine Valet

■ 科学此刻 ■

黑猩猩“嘟噜”和“长辈”学的

长期以来，人们认为野生黑猩猩的发声完全由遗传决定，无需学习。近日一项发表于美国《国家科学院院刊》的研究挑战了这一观点，首次发现野生黑猩猩中存在任意性、习得性发声惯例的证据。该发现缩小了黑猩猩交流与人类交流之间的差距。

词语在人类语言中具有任意性和习得性。这里的任意性指一个词语在不同背景或领域里含义可能完全不同。词语在使用过程中的任意性，最终形成了因社群而异的语言惯例。一个人之所以遵循这些惯例，是因为同伴都这样做；如果同伴改变了用法，个体也会遵循这些改变。以“狗”这个词为例，假如英语使用者在历史上某个时刻开始用德语词“Hund”或法语词“chien”来代替“dog”，那么前者很可能就此流行开来。

此前，人们一直认为野生黑猩猩的发声是固定的，完全由遗传决定，缺少像人类一样的灵活性。如果发声不是习得的，它就不具有任意性，因为使用者无法将一种叫声用于表达不同目的。

然而，法国国家科学研究中心(CNRS)认知科学研究所与科特迪瓦塔伊黑猩猩项目研究人员共同领导的新研究挑战了上述假设。

研究人员分析了野生黑猩猩和圈养黑猩猩都会发出的嘟噜声的使用情况。研究涵盖了 91 只年龄在 0 到 55 岁的黑猩猩，其中一部分是科特迪瓦塔伊国家公园的野生黑猩猩，另一部分是塞拉利昂塔库加马黑猩猩保护区中与同龄伙伴一起长大的孤儿黑猩猩。

分析结果表明，野生黑猩猩只在相互梳理毛发时才使用这种叫声，而保护区里的孤儿黑猩猩则在多种社交互动中使用它。这表明该叫声的用法需要习得，而非遗传决定。

为了进一步证明该结论，研究人员在第二阶段的实验中将一只成年黑猩猩引入其中一个孤儿黑猩猩群体。结果随着时间推移，该群体使用嘟噜声的方式明显趋于一致，并向成年黑猩猩的用法靠近。这表明幼年黑猩猩会像人类一样，向年长者学习叫声的功能。

上述发现表明，黑猩猩的声音交流比此前认为的更接近人类。

那么，为什么所有野生黑猩猩群体都以完全相同的方式使用这种叫声，而没有像人类语言那样表现出种种差异？研究人员认为，一种可能的解释是嘟噜声还有一个非交流性的起源，使它在梳理毛发的情境中被采用。例如，黑猩猩从毛发上清除寄生虫的口部动作——嘴唇前凸或吹气把毛发分开，只要加上声音就很容易演变成一种交流信号。不同的黑猩猩群体可能独立发现了这一有用的特性，并随时间推移形成了一种通用的使用模式。

近期研究还观察到，不同黑猩猩群体在构造叫声组合方面存在差异，表明有关黑猩猩声音交流变化与习得的问题尚未被完全揭示。“即便是黑猩猩声音交流中那些看似固定且无需学习的方面，也可能被习得塑造。关于黑猩猩的发声库，还有太多东西有待挖掘。”论文第一作者 Antoine Valet 说。 **（徐锐）**

相关论文信息：

https://doi.org/10.1073/pnas.2606837123

韩国高考将有专人查 AI 眼镜

据新华社电 今年的韩国大学修学能力考试(即高考)定于 11 月 19 日举行。韩国教育部近日发布“考生注意事项指南”，明确禁止考生携带任何电子设备进入考场，尤其是出现在近期多起作弊丑闻的人工智能(AI)眼镜。

指南显示，禁带物品包括手机、平板电脑、AI 眼镜、智能手表、具备蓝牙通信功能的耳机和电子烟。考生若误将电子设备带入考场，须在第一场考试开始前按监考人员要求上交，所有科目考完后方可领回；若未按要求上交，一经发现将按作弊处理，考试成绩作废。

每个考点将安排一名工作人员专门检查 AI 眼镜。据韩联社报道，考生若佩戴 AI 眼镜，即使没有使用，也将被取消当年考试成绩和下一年度报考资格。考试期间，考生可使用普通指针式手表，不得使用具备支付、通信功能或电子显示屏的电子表。

今年以来，韩国查处多起考生佩戴 AI 眼镜作弊事件，涉案场景覆盖各类等级考试。韩国教育部今年 7 月把 AI 眼镜列入高考禁带物品清单。 **（李明睿）**

新疗法有望增强大脑清除废物能力

据新华社电 芬兰奥卢大学研究团队开发出一种新疗法，有望在人体清醒状态下增强大脑的废物清除能力，促进有害蛋白质的排出。这为防治阿尔茨海默病等神经退行性疾病提供了新思路。

奥卢大学近日发布公报说，大脑可通过脑内液体循环机制清除代谢废物，这一过程在睡眠期间尤为活跃。随着年龄增长，大脑对废物的清除能力逐渐下降；而阿尔茨海默病等神经退行性疾病的一个重要特征，是 β－淀粉样蛋白等有害蛋白质在大脑中长期积累。如何增强大脑的清除能力，成为相关疾病研究的重要方向。

此前动物实验表明，暂时降低血压有助于促进脑脊液及其中大分子物质的排出。基于这一发现，研究团队开发出一种新型血管力学疗法，将降血压药物与全身节律性振动刺激相结合，尝试在人体清醒状态下增强大脑的清除机制。

研究人员招募了 29 名健康成年志愿者，通过磁共振成像、生理指标监测和血液检测等方法评估该疗法效果。结果显示，接受干预后，受试者血液中 β－淀粉样蛋白等与神经退行性疾病相关的蛋白质浓度显著升高。同时，脑内液体循环发生明显变化。研究人员认为，这提示干预措施可能增强了大脑中一些有害蛋白质向外周循环的排出。

研究人员解释，人在入睡后，血压通常下降，脑内的慢速血管运动增强，这有助于增强脑脊液流动，促进脑内废物排出。此次研究中，药物引起的短暂血管扩张能够产生类似生理变化，全身振动刺激则有助于调节血管活动。

研究人员认为，如果未来能够在人们仍然健康时安全地增强大脑的清除能力，就有可能预防阿尔茨海默病等神经退行性疾病，或至少延缓其进展。不过，目前这一疗法仅在健康成年人中进行了初步评估，尚无法证实其疗效。

相关研究论文已发表在英国《自然－通讯》杂志上。 **（朱昊晨 徐谦）**

落户西南山间，这座大科学设施迎来新起点

（上接第 1 版）

刘书目前正在开发一套人工智能系统，用以自动评估猕猴在自然社交场景下的行为模式。“单只实验猴的行为分析相对容易，但猴是群居动物，一个笼舍里往往生活着一个家族，视频画面中还经常存在相互遮挡的情况，要同时对多个个体持续追踪，难度大幅增加。”目前，这套系统已经能够从视频中自动识别猕猴的轮廓，团队正在进一步攻关关键点检测和多目标持续追踪等技术，以提高对复杂社交行为的识别精度。

刘书介绍，信息系统正在开展数据治理工作，制定标准的操作规范和数据规范，实现“一猴一档”的全生命周期数据贯通。“我们掌握并挖掘好这些数据，就有了国际话语权。”

姚永刚把灵长类设施未来的发展规划概括为“三部曲”：解码动物、数字动物、智造动物。第一步，全面采集实验猴的组学数据、行为表型数据、生理生化指标、脑影像数据等，并尝试破译这些数据；第二步，利用解码的大数据制作“数字猴”，经人工智能赋能，尝试对猴的生命状态进行实时监控与预测；第三步，在此基础上实现动物模型的智造，精准模拟疾病发生过程，寻找干预手段与方法。

猴哥的福祉

在灵长类设施内，实验猴生活在精心设计的环境中。

秋千、不锈钢镜、觅食器、玩具等一应俱全；空调与过滤新风系统全天候运行；区域内还配备电视和音乐播放系统——上午播放欢快音乐，下午播放舒缓轻音乐，午间休息时则停止播放。饲养笼采用圆角设计，既便于高压水枪冲洗，又能避免伤猴；笼舍有左右打通、上下打通两种，几只猴子可以同笼群居、增加互动；而相对而设的笼位之间，猴群还能通过声音和气味“交流”。

模式动物生产与培育系统负责人、国家非人灵长类实验动物资源库主任吕龙宝表示：“实验猴的动物福利要求比大鼠和小鼠更高，因为它有智商，认知能力更强。”

昆明动物所灵长类研究中心自 2008 年起连续获得国际实验动物评估和认可委员会(AAALAC)认证，2018 年成为国内第一家通过中国合格评定国家认可委员会(CNAS)认证的实验动物机构，在实验动物管理方面始终走在前列。

在伦理层面，灵长类设施严格遵守“3R”原则：替代、减少、优化。所有实验项目必须经过实验动物伦理福利委员会审查，如果不通过，实验就不能开展。

吕龙宝说：“我们守着的不仅是实验猴群，更是国家的战略资源。它们为人类健康作出贡献，我们必须以最负责任、最尊重的态度对待它们。”

重“剑”出鞘，静待“侠客”

2016 年，《自然》曾发表文章指出“中国灵长类研究有望领先世界”。今天，灵长类设施已成为国际规模最大、体系最完备的对灵长类动物进行全面研究的平台之一，综合性能达到国际先进水平。德国灵长类中心研究人员来访时曾评价：“这是我们见过的世界上最好的灵长类设施。”

在毛炳宇看来，灵长类设施的核心优势在于全链条能力。“你可以带着项目和资源来，哪怕没有专业背景，依托设施也能够完成实验。”

灵长类设施也在持续服务国家战略。灵长类动物模型在突发传染病疫苗研发和药物评价中具有不可替代的作用，灵长类设施与国家昆明高等级生物安全灵长类动物实验中心等平台协同，形成了从模型构建到病原研究再到疫苗评价的完整技术能力支撑体系。

在区域层面，云南拥有全国约 60%的灵长类物种。灵长类设施将这一资源优势与国家战略需求紧密结合，推动云南从“资源输出地”转变为“科技创新策源地”。

此次验收时，国家验收委员会认为，项目建成了目前国际先进、系统完备、特色鲜明的大型模式动物表型与遗传研究设施，实现了大动物研究的标准化、规模化、自动化、智能化、精准化深度融合与技术范式革新。

如今，灵长类设施已全面投入运行。“过去觉得建设难，现在觉得运行好更难。这把磨了十几年的‘剑’已经出鞘，接下来，需要一批武艺高强的‘侠客’，把它的潜力发挥到极致。”姚永刚希望灵长类设施成为灵长类实验动物和动物实验的国际基地，期待多年后“有‘上书架’的理论突破，也有‘上货架’的经济效益”。

山间的音乐每天照常响起。“大师兄”们在这里吃着水果与专供饲料，玩着觅食器。在“国之重器”的加持下，它们将协助科学家不断破译疾病真相，护佑人类生命健康。