



《2024 研究前沿》报告在京发布

本报讯(记者王一鸣)11月27日,由中国科学院科技战略咨询研究院、中国科学院文献情报中心与科睿唯安联合举办的“2024 研究前沿发布暨研讨会”在北京举行。会上,《2024 研究前沿》报告和《2024 研究前沿热度指数》报告向全球发布。

中国科学院副院长、党组副书记吴朝晖在致辞中指出,中国科学院深入开展面向未来前沿的战略研究,自2014年起,中国科学院战略情报团队与科睿唯安合作,持续十几年来发布《研究前沿》系列报告,从世界科技前沿出发,前瞻性地分析了未来可能影响世界发展格局的重大前沿科学突破,服务于国家科技创新战略,有力地支撑了重大前沿领域、重大科学问题的研究和国际科技创新中心的建设等工作。

吴朝晖表示,中国科学院将恪守国家科学技术最高咨询机构的定位,秉持率先建成国家高水平智库的方针,紧紧围绕未来发展的趋势和制高点,进一步加强科技战略研究,持续推动重大原创成果的产出,为共同推动全球科技进步、人类社会进步,应对时代挑战,构建人类命运共同体作出更大贡献。

《2024 研究前沿》报告遴选展示了 2024 年在农业科学、植物学和动物学、生态与环境科学、地球科学、临床医学、生物科学、化学与材料科学、物理学、天文学与天体物理学、数学、信息科学、经济学、心理学及其他社会科学等 11 个高度聚合的学科领域中较为活跃或发展迅速的 110 个热点前沿和 15 个新兴前沿。

《2024 研究前沿热度指数》在《2024 研究前沿》基础上,评估了中国、美国、英国、德国、法国和日本等国家/地区在研究前沿中的表现。报告显示,综合 11 大学科领域整体表现,美国整体排名继续位列首位,在超过一半的研究前沿上排名第一;中国稳居第二,在超过 30% 的研究前沿上排名第二;英国、德国、法国保持前五。中国有 4 个领域研究前沿热度指数得分排名世界第一,美国有 7 个领域研究前沿热度指数得分排名世界第一。中国相对于美国,在化学与材料科学领域优势突出,农业科学、生态环境有望形成新高地,物理学、信息科学竞争激烈,地球科学、社会科学差距拉大,数学、生物科学、临床医学、天文学与天体物理学差距较大但呈稳步提升态势。

黑暗中,植物感光的“眼睛”有用吗

■本报记者 刁雯蕙

因为一次偶然的发现,曾德圣开始了长达 6 年的科研“长跑”。近日,付出终于有了回报。在导师刘宏涛教授的带领下,在深圳大学从事博士后研究工作的曾德圣,以第一作者的身份在《细胞》发表研究。

从 2017 年进入中国科学院大学硕博连读到在深圳大学深造,这是曾德圣 7 年研究生涯里发表的第一篇文章。该研究揭示了植物中蓝光受体隐花色素 CRY2 在黑暗条件下可以与互作蛋白结合,抑制植物根的生长。这一发现挑战了传统观念,提供了对植物光受体功能的全新见解。

挑战传统观念

2018 年 11 月 21 日,一个寻常的午后,曾德圣像往常一样在实验室开展实验。一个奇怪的现象引起了他的注意。他发现,植物感知蓝光信号的“眼睛”——蓝光受体隐花色素 CRY 蛋白在黑暗中并不像以往研究提到的“不具备功能”,其功能缺失突变体与对照组存在不同。

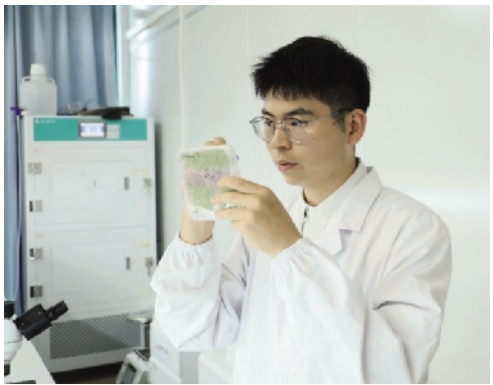
科学家于 1993 年首次发现拟南芥蓝光受体 CRY 蛋白。此后,科学家大多聚焦于 CRY 蛋白蓝光响应后的活动,并找到了多个蓝光受体如 CRY1 蛋白、CRY2 蛋白和 CRY3 蛋白等,它们具有不同的功能和特性。其中,CRY2 蛋白在蓝光下可以促进植物开花。

“过去,大家都认为,CRY2 可以在蓝光下调控植物开花,在黑暗中则没有这一功能。然而,我发现并非如此。”曾德圣说,在敲除了 CRY2 蛋白的突变体植物中,尽管突变体植物的下胚轴长度与野生型没有差异,但在其他方面却存在差异。

“那是我在中国科学院大学硕博连读的第二年,还是一个‘科研小白’。最开始发现这一差异时,第一反应是自我怀疑,我想是不是实验设计或实验操作出了差错。”曾德圣回忆道。但在多次重复实验后,这一现象依然存在。

“这个现象如果能得到解释,绝对是领域内的重大突破。”听完曾德圣的汇报后,时任中国科学院分子植物学卓越创新中心研究员刘宏涛难掩兴奋。

正是这一偶然的发现,让曾德圣开启了一场长达 6 年的科研“长跑”。



曾德圣在实验室观察拟南芥幼苗生长状态。受访者供图

在重复实验中找到关键证据

研究初期,曾德圣面临诸多挑战。“这项研究从确定大体研究框架到发表,花费了 5 年时间。其中,实验阶段最困难的是寻找 CRY2 在黑暗中的互作蛋白。”曾德圣说,研究初期,由于对该领域的理解不够深刻,将近一年的时间他都处于迷茫中。

直到硕博连读的第三年,随着知识的积累,曾德圣对实验操作越来越熟练,才利用课题组建立的酵母双杂交筛选互作蛋白的实验体系,成功筛选出目标蛋白 FL1 和 FL3。这两个蛋白在黑暗中能和 CRY2 相互作用,在蓝光下则不能。

“公开研究显示,这两个蛋白的同源蛋白 FFKD1 与叶脉调控功能有关。由于起初我认为 CRY2 与叶脉调控功能没有关系,所以当时我并不认为这两个蛋白会参与‘CRY2 在黑暗中的功能’。”曾德圣告诉《中国科学报》,但在进一步的蛋白相互作用验证实验中,他发现尝试过的所有候选蛋白中,仅有 FL1 和 FL3 同 CRY2 的相互作用会被蓝光抑制。

“这说明,做实验不能被主观判断绊住脚,得勇敢尝试其他可能性。要是当时依靠主观判断忽略掉 FL1 和 FL3,这个课题可能仍无法确定前进的方向。”曾德圣总结道。

光形态建成和暗形态建成是植物生长发育

过程中两种重要形态变化,它们分别对应植物在光照和黑暗环境下的不同生长状态。

“CRY2 在黑暗中能同 FL 蛋白相互作用,抑制其功能活性从而抑制植物的主根伸长,这是暗形态建成中植物根较短的原因。而蓝光下由于 CRY2 切换为光激发状态,不再和 FL 蛋白相互作用,抑制解除,功能被释放的 FL 蛋白此时可以促进根伸长,这便是光形态建成中植物根较长的原因。”曾德圣解释。

寻找“偏差值”以外的正确答案

“比起听到论文发表的消息,更让我兴奋的是得到第一轮审稿人意见。”曾德圣说,“从 6 月中旬投稿到文章上线,总共只花了 5 个月的时间。”

在第一轮审稿环节,审稿人便对研究给予了高度评价。他们认为,CRY 黑暗中的功能发现在光信号领域具有里程碑式的意义,也让人们重新思考受体的功能模型,起到了引领性作用。

在曾德圣看来,这项科学研究最关键的“驱动力”是有再次向难题发起挑战的勇气。“如果我们将为探索真理所做的实验看作统计学正态分布的各个样本,那么失败的实验就是与真理存在过大偏差的样本。但我认为,即使偏差巨大,只要通过不断尝试,增加样本量,理论上还是有可能会逐步找到正确道路的。”

“我一直提醒学生不能有惯性思维,认为过去大家都是这么想的,我也该这么想,这样可能不会有创新发现。”论文通讯作者刘宏涛说。

除了在人工气候室设置黑暗条件外,大自然中,埋藏在土壤深处的植物根部,生物不透光的组织细胞、地球生命经历的黑夜等都可以作为“黑暗资源”。这项研究通过揭示 CRY2 在黑暗中的功能,为以后利用“黑暗资源”调控农作物生长发育提供了理论指导。

“从应用层面讲,植物要高产,不仅要有强光合作用,还要‘营养高效’,植物在地下吸收营养、吸收水分的能力更强。利用这一成果,通过调控改造植物的根系,我们可以让植物更好地吸收营养。”刘宏涛表示。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1016/j.cell.2024.10.031>

我国计划 2035 年建成下一代北斗系统

据新华社电 记者 11 月 28 日从纪念北斗卫星导航系统工程建设三十周年座谈会上了解到,我国将建设技术更先进、功能更强大、服务更优质的下一代北斗系统,计划 2029 年左右开始发射组网卫星,2035 年完成系统建设。

28 日上午,中国卫星导航系统管理办公室在京组织召开纪念北斗卫星导航系统工程建设三十周年座谈会,发布《北斗卫星导航系统 2035 年前发展规划》,明确在确保北斗三号系统稳定运行基础上,我国将建设技术更先进、功能更强大、服务更优质的下一代北斗系统。

据北斗卫星导航系统工程总设计师、中国工程院院士杨长风介绍,下一代北斗系统以“精准可信、无缝接入、智能化、网络化、柔性化”为代际特征,将为全球用户和其他定位导航授时系统提供覆盖地壳空间及近地空间的米级至分米级实时高精度、高完好度的导航定位授时服务。

“计划 2025 年完成下一代北斗系统关键技术攻关;2027 年左右发射 3 颗先导试验卫星,开展下一代新技术体制组网;2029 年左右开始发射下一代北斗系统组网卫星;2035 年完成下一代北斗系统建设。”杨长风表示。

北斗系统是我国自主建设、独立运行的全球卫星导航系统,与其他全球卫星导航系统采取单一轨道星座构型相比,“混合式”星座是独树一帜的“中国方案”。

“下一代北斗系统将优化星座架构,形成高中低轨混合星座,全面提升时空基准维持精度和自主运行能力,持续提升服务能力。”航天科技集团有限公司研究员、北斗卫星导航系统工程副总设计师谢军说。

此外,下一代北斗系统还将建设集成高效的一体化地面系统,实现资源弹性调度、数据共享使用、业务连续运行;覆盖地壳至深空的各类用户终端,以及其他不依赖卫星的定位导航授时手段融合的各类用户终端,实现用户多场景、高精度、智能化使用。(李国利 武中奇)

“靶控自闪烁”荧光探针实现活细胞内动态单分子成像

本报讯(记者孙丹宁)中国科学院大连化学物理研究所研究员徐兆超、副研究员乔庆龙团队研发出一种“靶控自闪烁”荧光探针。该探针只有在识别靶标后才会激活自闪烁荧光开关性能,并且排除了非靶向单分子定位的干扰,提升了单分子超分辨成像的定位准确性,实现了活细胞内免洗动态单分子超分辨成像。相关研究成果近日发表于《德国应用化学》和《中国化学快报》。

单分子定位显微镜(SMLM)作为重要超分辨成像技术之一,其突破纳米成像极限的核心在于荧光开关分子在荧光“亮”态和“暗”态之间转换的能力,以保证单个分子的荧光信号在不同时间点被区分,并进行精确定位。传统的发光调控策略虽然能获取稀疏的荧光闪烁信号,却因生物兼容性难以在活细胞内实现原位、动态的超分辨成像。同时,由于缺乏准确的靶点识别能力,SMLM 成像技术会受单分子定位时的错误信号干扰。

研究团队在前期工作中设计了特定开环比例的罗丹明开关分子,以此高效开发出多颜色自闪烁荧光探针,并将其用于活细胞内的动态单分子定位超分辨成像。尽管自闪烁荧光探针在超分辨成像中展现出重要应用潜力,但仍面临不少挑战。

在此次研究中,研究团队开发的“靶控自闪烁”荧光探针,可在与靶标结合前保持“沉默”状态,即不产生闪烁,而一旦与靶标结合,

其自闪烁性能立即被激活,从而实现精确的单分子定位,有效避免了非特异性标记产生的闪烁背景。为了量化这一特性,研究人员引入了新的参数“RDC”,定义为自闪烁激活前后的占空比比值,其中占空比为荧光探针在一定时间内的荧光“亮”态占比。当 RDC 值大于 1 时,表明荧光探针在识别靶标后发生了自闪烁激活现象。利用这一探针,研究团队实现了细胞内动态 SMLM 成像,包括线粒体分裂和接触、细胞迁移和伪足生长等过程。此外,利用该探针,研究人员能够精确追踪活细胞中各种伪足结构,如丝状伪足、片状伪足和隧道纳米管。

“靶控自闪烁”荧光探针示意图。中国科学院大连化学物理研究所供图

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1002/anie.202417469>
<https://doi.org/10.1016/j.ccl.2024.110643>

我国最大沙漠实现 3046 公里生态屏障全面锁边“合龙”

11 月 28 日上午,在塔克拉玛干沙漠南缘的新疆于田县,随着最后宽 50 米、长 100 米沙地栽上胡杨、梭梭、红柳等固沙苗木,环绕塔克拉玛干沙漠边缘全长 3046 公里的绿色阻沙防护带实现全面锁边“合龙”。这将强化当地生态屏障功能,保障农业生产稳定性,改善城镇人居环境,促进区域经济社会发展。

塔克拉玛干沙漠是我国面积最大的沙漠,也是世界第二大流动沙漠,总面积 33.76 万平方公里,环绕一圈达 3046 公里。新疆因地制宜、分类施策,综合采用工程固沙、生物治沙、光伏治沙等科学治沙技术,在固沙阻沙的同时,大力发展具有地方特色的沙产业,助力惠民、富民。

图为工作人员在安装由木杆、芦苇等材料制成的绿色屏障。图片来源:视觉中国



留学生人数下降,英加澳大学“压力山大”



本报讯 一些国家限制留学生人数的政策给大学带来了压力。英国、加拿大、澳大利亚的一些大学均表示,这些限制造成国际学生入学人数大幅下降,严重影响了它们的预算、全球声誉和为全球科学作贡献的能力。

由荷兰教育选择平台 Studyportals 牵头开展的一项针对 66 个国家/地区 365 所大学的调查显示,41% 的大学报告称,与去年相比,今年的研究生人数有所下降;31% 的大学报告称,今年的本科生人数有所下降。这些大学表示,限制性政策和签证问题是导致学生人数下降的主要原因。调查显示,入学人数平均降幅最大的是英

国和加拿大。在英国,研究生入学人数下降了 18%,本科生入学人数下降了 4%。而在加拿大,研究生入学人数下降了 27%,本科生入学人数下降了 30%。

今年早些时候,英国政府收紧了移民政策,包括提高技术签证的工资门槛,将家庭成员排除在本科学生签证申请之外,以及提高签证费用。加拿大政府则于今年 1 月给该国的留学生数量设定了上限。9 月,政府宣布明年的国际学生数量将进一步缩减 10%,降至 43.7 万人,并将这一限制范围扩大至硕士研究生和博士研究生。

此外,澳大利亚也对留学生进行了限制。例如,在过去一年里,该国政府提高了学生的签证费用和英语要求。

代表近 100 所大学的加拿大大学联合会主席 Gabriel Miller 表示,对国际学生的限制损害了加拿大的声誉。他说,这对大学来说,意味着“不可持续的预算赤字激增”。澳大利亚阿德莱

德大学副校长 Peter Hoj 表示,减少学生人数将削弱大学资助高质量研究的能力。

研究人员指出,减少外国学生人数将加剧大学现有的经费问题。一个关键点在于,政府资助对大学运营设施和支付期刊订阅等间接成本的贡献较小,大学主要通过留学生缴纳的学费来弥补这一缺口。

一些大学已经在为留学生学费的减少做打算。Hoj 说,这意味着员工离职后,大学不会招人补齐空缺。

澳大利亚昆士兰科技大学副校长 Margaret Sheil 表示,在风险较高或探索性较强的领域工作的研究人员将受到影响,因为他们往往受大学资助。

Miller 表示:“对于设置上限这样的做法我非常谨慎,因为它们的影响可能会比预期的更广泛,并给高等教育和整个国家的经济带来持久损害。”(文乐乐)

超大型光学神经网络架构来了

本报讯(记者朱汉斌)中山大学教授蔡鑫伦团队与加拿大不列颠哥伦比亚大学教授 Lukas Chrostowski 团队合作,基于铌酸锂薄膜光电集成技术,创新性地把光的波动性和电子的粒子性结合起来,在光学神经网络芯片领域取得新进展。相关研究成果近日发表于《自然-通讯》。

人工智能(AI)正以惊人的速度发展,其所消耗的计算资源每 3 至 4 个月翻一番,计算芯片的性能提升速度已难以跟上算力需求的增长速度。在此背景下,多种框架结构的张量核心应运而生,其中光学神经网络芯片可以弥补传统微电子计算芯片在速度、延迟和能效等关键指标上的短板,被认为是提升 AI 算力的重要发展方向。

论文第一作者、中山大学副教授林忠劲表示,近年来,虽然光学神经网络芯片领域不断有新的技术突破,但是受光损耗、单元器件密度、波长通道数等因素的限制,人们对光学神经网络芯片能否高效地处理大型数据以及能否在模型训练方面具有优势一直不确定。

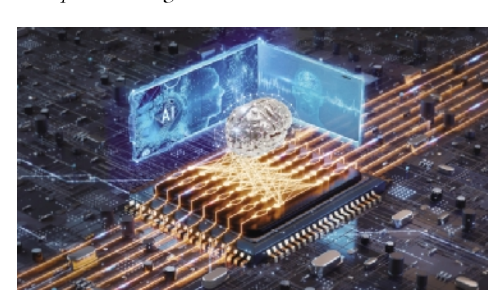
研究人员提出了一种简洁的光学神经网络芯片架构,实现了一整层的神经网络,计算速度达到 120 GOPS,同时输入和输出的数量能够被灵活调整以应对多种 AI 任务。该光学神经网络芯片还支持快速原位训练,权重的刷新速度达到 60 GHz。研究人员首次在光上实现了负数与负数的乘法,为聚类 AI 任务的训练提供了新方案。

该研究突破了铌酸锂薄膜光芯片的光子引线键合封装工艺,实现了铌酸锂薄膜光芯片和激光器的混合集成。激光器和铌酸锂薄膜光芯片之间通过聚合物三维光波导连接。由于光探测器不能直接在铌酸锂薄膜材料平台上制备,因此通过倒装焊的方式实现铌酸锂薄膜光芯片和光探测器之间的连接。

基于上述光学神经网络芯片,该研究还提出了首个端到端、纳秒级延迟、无须数字处理器辅助的超大型光学神经网络架构。理论上,该光学神经网络可以实现 500TOPS 的计算速度,并且能在纳秒级完成高维度数据的处理。

利用该光学神经网络芯片,研究人员实现了 AI 系统性能的提升,以原位模型训练的方式,实现了 112x112 像素的数字图像识别(监督学习)和聚类(无监督学习)AI 任务。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1038/s41467-024-53261-x>



超大型光学神经网络架构概念图。研究团队供图