

他们提供了一个逾百年化学谜题的解答

■本报记者 张楠 冯丽妃 刁雯蕙 高雅丽 江庆龄 见习记者 侯慧静

北京时间 10 月 7 日,2026 年诺贝尔化学奖授予法国巴黎南大学的亨利·B·卡甘(Henri B. Kagan)和日本东京理科大学的硇合宪三(Kenso Soai),以表彰他们“在不对称有机合成中发现非线性效应和自催化现象”。

瑞典皇家科学院表示,两位获奖者的发现使化学家得以驱动反应朝单一手性方向进行,打破了此前实验室中始终生成等量镜像分子的僵局。诺贝尔化学委员会主席 Heiner Linke 评价称,两人“提供了一个逾百年化学谜题的解答,他们所发展的化学反应令人叹为观止”。

这一发现在制药、香料及农用化学品行业具有直接现实意义。

为后续研究提供起点

《中国科学报》:你如何看待今年诺贝尔化学奖的获奖成果?

清华大学基础分子科学中心主任罗三中:业内学者都非常惊喜。卡甘不仅最早观察到非线性效应,还提出了多种解释机制和理论模型,是后续研究不断修正、演化的起点。

硇合宪三发现的 Soai 反应则实现了卓越的不对称自催化放大。他几乎把能找到的所有手性物质都作为添加剂测试放大效应,从陨石、空气、尘埃到碳 12 与碳 13 之间的微小差异,都能在反应体系中产生显著放大。

当然,Soai 反应体系非常独特,通常怕空气、怕潮气,与生命环境要求的常温、常压、空气和水不完全兼容。因此,寻找更适配生命环境的自催化体系仍是该领域的重要挑战。但无论如何,Soai 反应是划时代发现,提供了一个起点,也体现了经典化学之美与长期坚持之美。

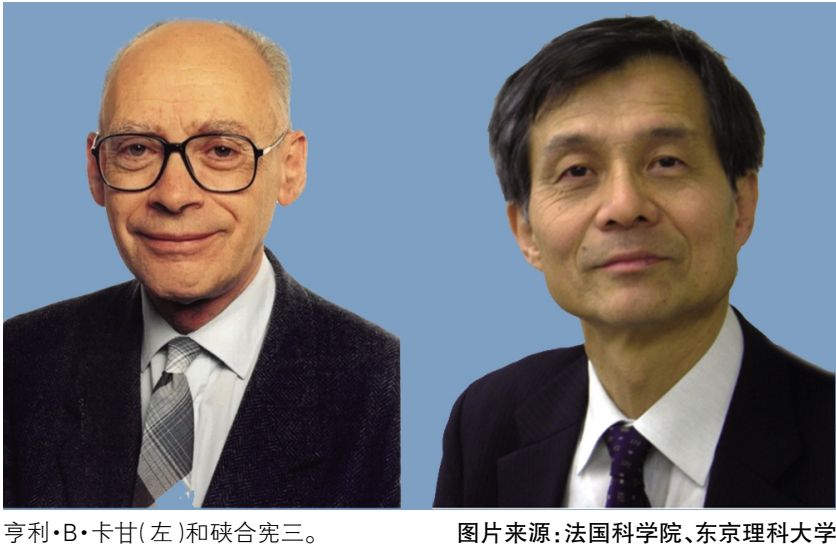
浙江大学生命科学研究院研究员林世贤:常有人说“上帝是左撇子”,造出来的物种都是有特定手性的”。如果手性搞错了,是非常麻烦的。历史上有的一种叫“反应停”的药物,在欧洲等地造成约 1 万名四肢严重残缺的海豹肢畸形儿。后来知道该药物的两种镜像作用不同,但在体内它们会互相转化,只给其中一种并不能避免毒性,所以药物分子的手性一定要搞得非常清楚。

清华大学深圳国际研究生院副教授陈傑:自催化现象在生物体系可以解释一些手性起源,但在化学领域相关研究其实非常少,算是相对冷门。能够获奖,是诺奖评委会对这个原创成果的认可。

上海交通大学化学化工学院院长聘副教授袁乾家:不对称合成的目的是获得手性化合物,这次获奖进一步说明了手性对日常生活的影响,以及通过不对称催化合成手性化合物的重要性。

95 岁的卡甘曾与诺奖擦肩而过

《中国科学报》:你是否与两位获



亨利·B·卡甘(左)和硇合宪三。

图片来源:法国科学院、东京理科大学

奖者有过接触?对他们是什么印象?

兰州大学化学化工学院教授樊春安:我 2004 年博士毕业后,于当年 10 月加入卡甘课题组,在巴黎第十一大学(现为巴黎萨克雷大学)跟随卡甘进行了为期一年的科研训练。在我印象中,卡甘个子很高,性格内向,几乎每天都穿西装,是一个理性又儒雅的学者。

2004 年,我落地戴高乐机场,沿着他给的详细交通路线乘车到了巴黎奥赛,在他家中第一次拜访了他。后来,我住的房子是卡甘夫人帮忙联系的。我们这些博士后生活上的许多问题常由他夫人处理。

他对化学研究非常专注。我在课题组时,他已是巴黎第十一大学的荣誉退休教授,学校为他保留了办公室,并配有一位秘书。他家离学校很近,因此常步行到校,中午回家与夫人一起吃饭。

当时他只带了 3 位博士后,只要没有出差,每天早上都会来办公室询问科研进展、讨论化学问题,接下来投入自己的研究中。

卡甘做研究更多是出于对未知的好奇,以及不断追求新的发现,关注的问题往往不是简单追随已有方向,而是希望“求异”,探索不同的可能性。

卡甘一直关注中国的变化,偶尔会与我谈及中国的发展情况。2008 年,我们专门邀请他来兰州大学进行学术交流。卡甘连续作了多场学术报告,分享不对称催化、非线性效应、二碘化钿化学等内容。我们还一起吃了很多次中国菜。他在饮食方面包容度非常高,是一个开放、兼容并蓄的人。

华东师范大学化学与分子科学学院教授姜雪峰:卡甘和我在美国的导师 K·C·尼古劳(K. C. Nicolaou)私交甚好。我也多次在国际学术会议上见到卡甘。2001 年错失诺奖后,加上年龄增长、经费受限,他的实验室逐渐收缩,近 20 年慢慢淡出了一线

学术视野,但真正伟大的科学成果从不会被埋没。95 岁的他终于在今年等来了属于自己的那通“来自斯德哥尔摩的电话”。

(编者注:2001 年 1 月,卡甘与野依良治、巴里·夏普莱斯共同获得沃尔夫化学奖;同年 10 月,诺贝尔化学奖颁给不对称催化,得主却是诺尔斯、野依良治和夏普莱斯。卡甘因此与诺奖擦肩而过。)

罗三中:我与他们的私人交往不多,主要通过学术会议、学术访问等场合有所接触。总体来看,两位科学家在科学上非常有追求,平时却比较低调、不张扬。

与卡甘的交集主要在 2005 年前后。当时卡甘访问中国科学院化学研究所,我参与接待。他是一位谦谦君子,待人温和,但温和背后是坚持。2001 年诺贝尔化学奖未授予卡甘,对他打击较大,当时一度消沉;但到 2005 年前后,他已经比较坦然。我认为,卡甘的重要贡献不仅是发现非线性效应,还包括在手性配体设计方面的开拓性贡献,为后续手性配体的发展奠定了坚实基础。

与硇合宪三则在学术会议上接触过。我印象中,硇合宪三与卡甘个性相似:不追求热点,不追求文章数量,几十年如一日在一个方向上深度耕耘。

结合 AI 是研究热点

《中国科学报》:目前,中国在手性化学和不对称催化领域发展如何?

中南大学化学化工学院教授张翼:就我个人的了解,国内不少深耕催化的同行和团队在开展相关研究。目前比较活跃的方向之一是人工智能(AI)与手性自催化、手性放大技术的结合。AlphaFold 等工具已经广泛应用于生物、化学领域,国内多家课题组也在尝试把 AI 用于这类反应体系的筛选与设计。

这类研究的意义是借助手性放

大效应降低反应对底物手性纯度的要求,简化合成流程、提升效率,让手性催化更接近工业化落地。

姜雪峰:目前我国手性化学研究已经走在世界前列,涌现出一大批顶尖学者和落地成果。四川大学冯小明院士的氮氧配体,攻克了诸多传统反应的适配难题;上海交通大学丁奎岭院士通过组合不对称催化技术,实现亚胺的高效不对称氢化;中国科学院上海有机化学研究所唐勇院士的边臂效应、游书力院士的去芳构化手性;上海交通大学张万斌院士的手性催化体系已实现全面工业化落地。我们熟知的青蒿素合成、大宗香料薄荷醇量产,都是依托国内自主研发的手性催化技术打通的产业链。

《应用化学》和《化学电化学》副主编魏延泽:中国学者在这一领域的研究态势非常好,比如南开大学周其林院士已经发展了手性螺旋配体,在不对称氢化反应方面达到世界领先水平,很多成果已经实现工业化。可以说在高效属性催化层面,中国已经从跟跑、并跑到实现了局部领跑。

有助于对外星生命的探索

《中国科学报》:诺奖成果有哪些相关的应用前景?给我们的启示是什么?

南方科技大学理学院副教授邓敏:我认为主要有两方面。第一,此次获奖成果进一步推动了有机化学研究的发展,推动大家对有机催化、自催化和手性放大的深入理解。第二,对生命起源研究有启示。为什么生命最终选择了左旋氨基酸、右旋糖,而没有选择完全镜像的另一种世界?卡甘的模型和 Soai 反应的揭示提供了重要线索。

甚至进一步说,这有助于人类对外星生命的探索和思考——如果某个环境中分子的手性逐渐放大,是否意味着它正在朝生命演化?手性富集程度或许能成为判断生命存在与演化的工具。

林世贤:如果最早的手性不平衡能被非线性和自催化放大,生命起源就多了一条可以检验的路。同时,不对称反应对于医药合成特别重要。现在上市的药物分子大多是有手性的,有的还相当复杂。工业上用的是手性催化剂和酶,把手性药物分子直接做出来。今年获诺奖的两种效应,是理解手性如何被放大的重要基础。

张翼:手性是自然界非常神奇的一个底层规律,值得持续深耕。除了药物,手性催化在农药、香料、食品添加剂中都是核心技术;手性物质对圆偏振光有旋光和圆二色响应,手性与磁场的耦合还会产生磁手性效应。如今手性研究已经延伸到能源、催化、新材料等多个方向。它的应用边界比很多人想象中的宽。

(本报记者叶满山对本文亦有贡献)

2026 年诺贝尔自然科学奖揭晓

本报讯(记者冯丽妃)北京时间 10 月 5 日至 7 日,2026 年诺贝尔自然科学奖相继揭晓。

10 月 5 日,诺贝尔生理学或医学奖授予美国科学家卡尔·戴塞罗思(Karl Deisseroth)和德国科学家彼得·黑格曼(Peter Hegemann)、格奥尔格·内格尔(Georg Nagel),以表彰他们“在光门控离子通道和光遗传学方面的发现”。

10 月 6 日,诺贝尔物理学奖授予美国科学家弗朗西斯·哈尔岑(Francis Halzen),以表彰其“对冰立方中微子天文台的决定性贡献以及发现具有天体物理起源的高能中微子”。

10 月 7 日,诺贝尔化学奖授予法国科学家亨利·B·卡甘(Henri B. Kagan)和日本科学家硇合宪三(Kenso Soai),以表彰他们“在不对称有机合成中发现非线性效应和自催化现象”。

2026 年的诺贝尔奖单项奖金为 1200 万瑞典克朗,相比 2025 年增加 100 万瑞典克朗,合人民币 803 万元。

癌症患者硬脑膜转移治疗找到新思路和潜在靶点

本报讯(记者江庆龄)复旦大学脑科学转化研究院研究员迟喻丹团队联合复旦大学附属华山医院教授陈亮团队、华东师范大学研究员赵加旭团队,解析了硬脑膜转移的肿瘤微环境特征,揭示了肿瘤相关破骨细胞通过分泌血管生成素-2(ANG2)破坏脑膜淋巴管、驱动免疫逃逸的新机制,为硬脑膜转移的治疗提供了新思路和潜在靶点。相关研究成果近日发表于《自然》。

大脑外包装着一层名为硬脑膜的保护膜。不少晚期乳腺癌、肺癌、前列腺癌患者的癌细胞会扩散种植到这层膜上,也就是硬脑膜转移。研究团队发现,肿瘤病灶周边的颅骨出现被溶蚀、变薄的现象,而脑实质转移、软脑膜转移、良性脑膜瘤患者均没有这类明显的骨质损伤表现。团队基于自主构建的特异性小鼠硬脑膜转移模型发现,肿瘤集中生长在脑膜部位,几乎不侵入大脑实质和颅外组织。此外,同样是颅内病变,脑膜淋巴管的改变会“因疾病而异”。

研究团队进一步观察到病灶内部涌入了大量免疫杀伤细胞 CD8⁺T,但这些免疫细胞在持续抗原刺激与病灶微环境的共同作用下陷入“疲惫耗竭”状态,杀伤肿瘤的能力大幅下降。同时,实验组的硬脑膜转移病灶里大量

聚集破骨细胞,而对照组的正常硬脑膜、软脑膜转移病灶组织中几乎找不到这类细胞。

研究团队锁定了关键的“肇事分子”——ANG2。在硬脑膜转移病灶中的破骨细胞会表达 ANG2,但生理状态下骨头里普通的破骨细胞并不会产生该蛋白。值得关注的是,ANG2 在胰腺癌等其他肿瘤中会促进淋巴管生长,在硬脑膜转移环境下却起到破坏淋巴管的作用。转录组分析提示,ANG2 可能通过扰乱淋巴管内皮细胞的核苷酸代谢,造成淋巴管结构崩解、功能失效。

研究团队还厘清了一类重要区别。具体而言,普通骨转移中的破骨细胞主要负责溶解骨头,但硬脑膜转移病灶中的破骨细胞核心危害并不只是侵蚀颅骨,还会分泌 ANG2 扰乱脑膜淋巴系统,实现免疫调控。

在此基础上,研究团队尝试利用啮来磷酸干预硬脑膜转移模型小鼠。实验结果提示,已在临床应用的破骨细胞抑制剂啮来磷酸,具备拓展用于硬脑膜转移治疗的潜力,为后续临床转化研究提供了候选药物与干预靶点。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1038/s41586-026-11082-6>

科学家首次观测到共振荧光中的多光子纠缠

本报讯(记者王敏)中国科学技术大学郭光灿院士团队的李传锋、王健等人揭示了共振荧光中的多光子散射过程,提出并实现了一种基于单个二能级原子制备多光子纠缠态的新方法,拓展了对共振荧光物理过程的认识,为多光子纠缠在量子计算和量子网络等领域的应用提供了新途径。相关成果近日在线发表于《自然-光子学》。

研究团队利用单个 ⁸⁷Rb 原子与光纤微腔构成的腔量子电动力学系统,增强原子与光场的相互作用并提高光子的收集效率,同时利用窄带光学腔有效抑制强烈的相干背景,提取出其中的量子涨落成分。实验中,研究团队观测到明显的三光子和四光子聚束现象,直接揭示了共振荧光中的高阶多光子散射过程。

进一步研究表明,这些多光子散射过程不仅表现出高阶光子关联,还能够产生多光子纠缠。研究团队对三光子量子态进行实验检验,结果显示其已超过三个标准差违背 Svetlichny 不等式,由此验证了三光子之间的真

正三体能量-时间纠缠。在此基础上,研究团队利用所制备的三光子纠缠态演示了量子秘密共享协议。实验表明,只有至少两名参与者协同利用各自的测量结果,才能完整恢复共享信息,验证了该多光子纠缠光源在多方量子通信中的应用潜力。

该研究揭示了共振荧光中此前未被直接观测到的高阶多光子散射现象,并建立了一种带宽兼容物质系统的多光子纠缠态的制备新方法。与依赖复杂能级结构或人为设计相互作用的多光子纠缠制备方案不同,该方法利用量子发射体共振荧光中内禀的多光子散射过程产生纠缠,具有物理机制简单、对量子发射体结构要求较低等特点,并可推广至量子点、囚禁离子、固体色心和超导量子系统等不同量子平台,为多光子纠缠的制备及其在量子计算和量子网络中的应用提供了新途径。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1038/s41566-026-02022-x>

日本学术理事会将面临更严格的政府监管



本报讯 近日,一项 2025 年通过的日本法律正式生效。从 10 月 1 日起,日本学术理事会(Science Council of Japan,SCJ)的法律地位将由一个自主管理的特殊组织转变为受政府监管的公共法人。批评人士认为,此举将削弱该机构维护科学家利益、为国家提供独立建议的自主权。

据《科学》报道,日本政府表示,这一改革将确保 SCJ 的运作更加透明,并提供更具相关性的建议。但许多学者对此感到失望。“我认为这会削弱 SCJ 的独立性和自主性,使其更有可能根据政府政策发布建议。”日本东京大学的 Odanaka Naoki 说。

关于 SCJ 独立性的争议始于 2020 年,时任日本首相菅义伟拒绝 6 名法律和人文学者参加 SCJ 的总会。通常情况下,首相只需在形式上任命由 SCJ 提名的候选人即可。日本早稻田大学

的 Masanori Okada 表示,“这 6 人被拒绝迄今无任何解释说明”,而他就是其中一名被拒绝的学者。

此后,执政的日本自民党以需要提高透明度并提供更切合实际的政策建议为由,决定改革 SCJ。这使得 2025 年 6 月通过的新法案改变了 SCJ 的法律地位。

根据新法案,SCJ 今后可以在没有政府干预的情况下,自行选举理事会新成员,理事会是 SCJ 的决策机构。但该法案还设立了一个新的评估委员会,负责就 SCJ 的学术活动提供建议,包括提出政策建议、促进学术研究和推动国际合作。评估委员会还将审查 SCJ 的工作,并提出改进建议,理事会必须予以考虑。

评估委员会由 5 至 7 名成员组成,任期 3 年,由首相任命。这意味着首任委员会成员将由 2025 年 10 月上任的高市早苗负责遴选。

“如果评估委员会的建议能让 SCJ 决策更具影响力,那将是受欢迎的。”诺贝尔奖得主、东京大学的 Takaaki Kajita 表示,但如果该委员会试图干预 SCJ 的讨论,“可能会带来严重问题”。

(李木子)

“微笑”卫星发布首批观测图像与探测数据

本报讯(记者倪思洁)9 月 30 日,由中国科学院与欧洲空间局联合研制的太阳风-磁层相互作用全景成像卫星(以下简称“微笑”卫星),正式发布首批观测图像及探测数据。该卫星于 5 月 19 日发射,现已通过在轨测试总结评审,转入科学运行阶段。

“微笑”卫星中方首席科学家、中国科学院国家空间科学中心主任王赤院士介绍,此次发布的首批在轨观测图像及探测数据来自卫星配置的 4 台有效载荷,其中包括紫外极光成像仪(UVI)在国际上首次获取的不间断北半球极光全景及精细结构影像,软 X 射线成像仪(SXI)拍摄的大麦哲伦星云超新星遗迹图像,以及磁强计(MAG)和低能离子分析仪(LIA)

在国际上首次获得的地球极高空高分辨率在轨探测数据。

王赤表示,“微笑”卫星将利用最先进的成像技术提供磁层顶、极尖区和极光卵的同步观测,结合地基和地基的太阳风和磁层原位探测结果,提供影响整个空间天气链条的太阳风-磁层相互作用的首次全景成像观测。该任务将为空间物理学研究带来新的观测视角,并在预测及减轻空间天气灾害方面发挥直接推动作用。

►UVI 获得的极光卵图像,拍摄时间 2026 年 8 月 4 日(原始图像,未做处理)。

图片来源:中国科学院、欧洲空间局

