

药名多个“左”字，价格就差好几倍

2026年诺奖化学奖得主的最新研究，未来能让“手性药物”大幅降价

氧氟沙星和左氧氟沙星，两种疗效差不多的常用消炎药，名字只差一个“左”字，价格却差出好几倍。为什么多一个“左”字就这么贵？这便要说到制药中的“手性药物”的学术价值了。

10月7日，2026年诺贝尔化学奖揭晓，瑞典皇家科学院将这一奖项授予法国化学家亨利·B·卡甘与日本化学家硇合宪三，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。记者采访了南京大学和中国药科大学的专家，对这一研究的来源和应用进行解读。

扬子晚报/紫牛新闻记者 杨甜子

生命镜像谜题

生命分子为何偏爱单一构型

手性，通俗理解类似人的左右手：互为镜像，却无法完全重合。化学中将这种镜像不重合的特性称之为手性。构成生命的核心物质，氨基酸、糖类等都属于手性分子。

一个特别的生命现象是，地球上生命体保持严格的同手性：构成蛋白质的氨基酸几乎全部为L-构型，组成核酸的核糖则均为D-构型。南京大学化学学院俞寿云教授介绍，长久以来，化学家面临两大核心追问：原始地球上，生命这套统一的手性从何而来？人类又该如何高效制备单一手性的功能分子？这两大问题，一直是手性化学领域萦绕多年的重要谜题。

回溯学术史，不对称催化早已是诺贝尔化学奖的“常客”。2001年，诺贝尔化学奖颁给不

对称氢化、氧化方向的研究者，奠定现代手性合成的发展基石。

人体本身就是一套精密的手性识别系统，一对镜像手性分子进入人体，往往会产生截然不同的生理效果。上世纪的反应停事件给全球医药行业敲响警钟：该药物当初是以两种构型混合的消旋体上市，两种镜像异构体分别体现镇静止吐、致畸的不同作用。

值得注意的是，该药物两种构型在人体内还会发生相互转化，即便分离出单一构型，也无法完全规避安全风险。这一惨痛教训推动全球医药界形成共识，药物研发必须高度重视手性分子差异，尽可能对不同手性异构体开展单独评价、制备单一手性活性分子。这也正是产业的现实需求，不断倒逼不对称合成技术迭代升级。

同手性如何产生？卡甘终获诺奖肯定

在不少同行学者看来，卡甘作为现代不对称催化的奠基人之一，2001年就该站上诺贝尔化学奖领奖台。当年法国科研部长还曾致信诺贝尔基金会表达遗憾与不解。时隔25年，96岁的他，凭借在非线性效应领域的重大发现终获诺奖肯定。

瑞典皇家科学院指出，2026年诺贝尔化学奖表彰的发现，让化学家可以驱动化学反应走向形成同手性。诺贝尔化学奖委员会主席海纳·林克评价：“同手性如何自发产生，是一个已有百余年历史的化学谜题。卡甘和硇合宪三为它提供了解答。他们开发的化学反应令人惊叹。”

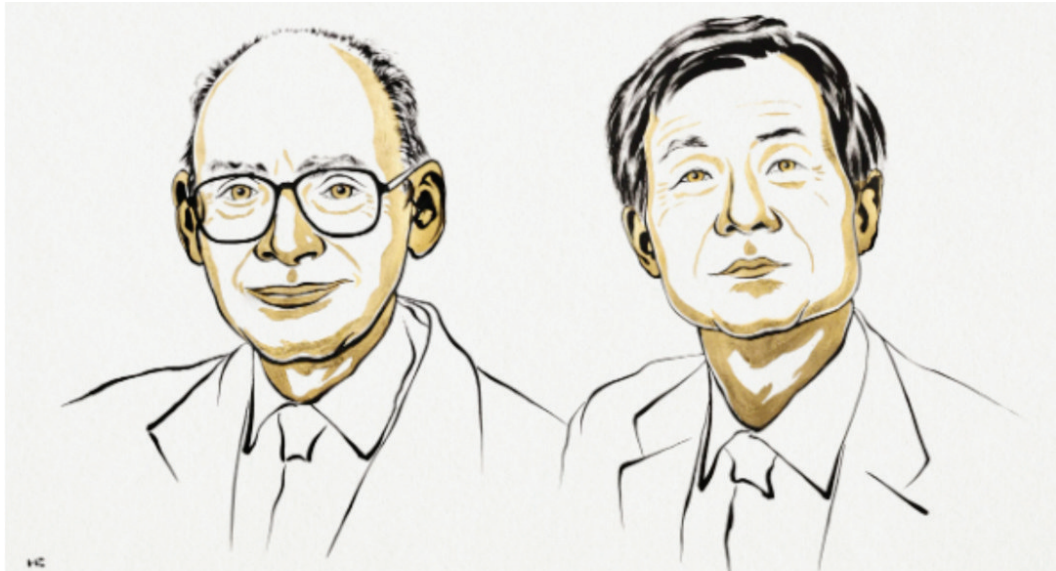
卡甘长期任教于巴黎南大学，早年间开发出DIOP等具有C₂对称性的手性配体，为金属催化构建手性分子打下重要基础，1986年提出的不对称催化非线性效应，刷新了人类对于催化反应运行规律的传统认知。

困扰化学家百年的，正是同手性的自发起源问题。自然界生

命天然实现同手性，但在普通实验室化学反应中，往往生成等量的两种镜像分子。原始地球环境，几乎不可能一开始就存在高纯度手性物质，只可能通过矿物、偏振光等外界条件产生极其微弱的手性偏向。

俞寿云介绍，在传统认知下，不对称催化反应遵循线性效应规律：催化剂的手性纯度，决定最终产物的手性纯度，二者呈正向对应关系。过去化学家普遍认为，如果催化剂本身手性纯度很低，就很难得到高光学活性的产物。而卡甘的非线性效应理论打破了固有认知，证明体系内微弱的初始手性信号，可通过特殊反应机制持续放大、富集，最终形成单一手性构型，从理论上破解了生命同手性的起源难题。

日本化学家硇合宪三的核心贡献，是通过手性自催化反应，从实验层面验证了卡甘的理论，证实手性自放大过程可自发发生，为生命手性起源提供了直观化学实验支撑，完善了整套体系。



法国科学家

亨利·B·卡甘



日本科学家

硇合宪三

成果应用

吃药有时会头晕，就是“手性分子”在“搞事情”

人有左手和右手，两只手合在一起就像“镜”和“像”的关系，但你没法把左手手套套到右手手。药物分子也有这种“手性”。中国药科大学尤启冬教授曾用一个通俗的比喻解释过：蛋白质在形成时会折叠成一个“小口袋”，用来“兜住”不同的分子。看上去是同样的口袋，

但有的分子能完全装进去，有的却怎么都塞不进去。如果“兜不住”的那个镜像分子跑去和别的蛋白结合了，就可能“坏了大事”，有时候是副作用，有时候甚至是毒性。

比如，我们吃药会头晕，有的时候就是“手性分子”在捣蛋。而在上世纪60年代，手性

分子甚至出过大危险。20世纪60年代，一种叫“沙利度胺”的镇静药物被用于减轻孕妇的妊娠反应，结果导致上万例畸形婴儿出生。后来科学家才发现，沙利度胺分子中有一对镜像结构：R体有镇静作用，而S体是一种强力致畸剂。那个“捣蛋”的S体，就是悲剧的罪魁祸首。

“手性兄弟”价格还不低

日常消炎药里，就有大家最熟悉的例子。你熟悉的氧氟沙星和左氧氟沙星就是一对“手性兄弟”。左氧氟沙星是氧氟沙星的左旋体，多了一个“左”字，就意味着在合成过程中专门选择了“左边的那只手”。两者的化学分子式完全相同，但左氧氟沙星的抗菌活性是氧氟沙星的2倍，水溶性是氧氟沙星的8倍，更适合制成注射剂。临床数据显示，左氧氟沙星的不良反应发生率也

明显低于氧氟沙星。但左氧氟沙星的价格，却远高于氧氟沙星。多了一个“左”字，价格甚至翻了好几倍。

为什么左氧氟沙星这么贵？中国药科大学药学院副院长江程教授解释，单一手性的药物价格高昂主要源于合成过程中手性砌块的生产成本高、工艺复杂。用到手性催化剂是其中很重要的一个原因。要“挑出左边那只手套”，成本很高。最早的办法是“先造再

拆”：把左右手分子都造出来，然后用结晶等方法把需要的那一半挑出来，另一半直接“扔掉”。这意味着原料的一半白白浪费了。后来有了催化方法，可以让反应“偏向”只生成想要的那只手。但传统的手性催化剂本身就很昂贵，有的还依赖稀有金属，对氧气和水敏感，工业生产中很难大规模使用。更关键的是，催化剂本身需要被制造、被回收、被处理。每用一次，成本就叠加一次。

今年诺奖得主的研究，能让“手性药物”大幅降价

在给药物降低副作用和降价的道路上，一代代的科学家前赴后继。2021年，诺贝尔化学奖就颁给了“不对称有机催化”。化学家本亚明·利斯特和大卫·麦克米伦在不对称有机催化方面的研究，大大降低了药物中的不良反应，让吃药头晕、嗜睡等副作用大大减少。

今年获奖的两位科学家法国教授卡甘和日本教授硇合宪三，解决的是一个更根本的问题。卡甘早在1986年就发现，催化剂的光学活性与产物的光学活性可以不成正比。微小的

手性偏好，可以在反应中被“放大”。而硇合宪三在2003年做到了前人从未做到的事：他设计了一个反应，让产物自己催化自己，只生成一种手性分子，另一种几乎不产生。

江程表示，这就像“链式反应”，只要产生一点点想要的那种手性分子，它就会催化出更多跟自己一样的分子，产物越来越多，最终基本上全是想要的那一种。产物本身就是催化剂，不需要额外加昂贵的手性催化剂进去。这相当于从源头上实现了自我提纯。

“目前两位诺奖得主的成果还没有在原料药的工业化生产中使用。但它打开了一条新的降本路径：让产物自己催化产生更多的自己，从源头上只生成想要的那一种手性分子，同时减少对外部昂贵手性催化剂的依赖。”江程说。

现有的很多药物，以及正在研究中的创新药，常常会包含手性中心。江程教授判断，该技术如果能用于药物生产，会使得手性药物的生产成本大大下降。未来，手性药物的价格甚至有望和非手性药物价格相当。