

配分子之钥，锁生命最初偏爱

——二〇二六年诺贝尔化学奖成果解读

想配一把钥匙，锁匠却给你两把：一把能开锁，另一把看着相似但开不了锁。化学家也会面临类似难题：想合成某一种药物分子，却生成两种镜像分子，一种能发挥所需疗效，另一种可能没用、甚至有害。

2026年诺贝尔化学奖得主亨利·B·卡甘和硃合宪三，不仅找到了让化学反应更偏向生成所需分子的办法，还实现了让产物接着当“帮手”的自催化反应——不仅找对“钥匙”，还能帮助配出更多“同款”。这些发现不仅有助于制造药物，也为解答化学界的谜题提供了线索：在分子的镜像世界里，生命体系的某些关键分子，为何偏爱其中一种模样？



10月7日在瑞典斯德哥尔摩举行的2026年诺贝尔化学奖公布现场。新华社记者 吕优 摄

① 当我们把双手合拢，两只手的轮廓可以贴在一起，但无论如何翻转，两只手都不能完全重合。一些分子也有这样的“左右之分”，两者互为镜像却不能翻转重合，化学家把这种性质称为手性。这里的“左”和“右”是帮助理解空间形状的比喻。

分子「钥匙」有「左右」

分子世界的镜像之别，有时就藏在一缕气味里。比如香芹酮的一种镜像异构体闻起来像牙膏里的薄荷味，另一种则像葛缕子。它们的原子组成相同，空间排列却不能重合。在10月7日举行的诺贝尔化学奖新闻发布会上，诺贝尔化学委员会主席海

纳·林克解释说，鼻子能闻出这种差别，是因为识别气味的受体本身也有手性，对两种镜像分子的识别不同。

这点空间差别，有什么大不了？诺贝尔化学委员会委员邹晓冬接受记者采访时解释说，这就好比右手戴左手手套会很别扭，药物分子与人体蛋白质相互作用，同样需要考虑空间结构的匹配。

氨基酸等生命体系的关键分子也呈现出鲜明的手性偏向。生命的这种“偏爱”从何而来？与此同时，化学家还有一个实际目标：尽量多制造需要的那一种镜像分子，而不是先得到两种，再费力区分。于是，他们请来了手性催化剂当“帮手”——不仅能促进反应，还能让其中一种镜像分子生成更多。

可如果“帮手”也“左右混杂”怎么办？

② 起初，科学家们认为，催化剂的手性纯度与产物的手性纯度存在线性关系。因此，为了得到手性纯度尽可能高的“钥匙”，研究人员通常会选用手性纯度高的“帮手”。

让「帮手」放大偏好

但卡甘却开始检验一种不同的思路：催化剂手性分子的相互作用会不会带来出乎意料的结果？

卡甘研究的一类催化剂，由金属和手性分子共同组成。他假设当金属结合互为镜像的两种手性分子时，可能形成“左左”“右右”和“左右”三种组合。如果“左左”组合倾向于生成“左”产物，“右右”组合倾向于生成“右”产物，“左右”组合会如何发生作用？

实验结果显示，“左右”组合催化剂驱动化学反应的速度远慢于“右右”或“左左”组合。因此，即使一开始“右”只比“左”多一点，“右右”组合的优势也会被明显放大，这意味着产物会“放大”催化剂中的偏向。

1986年，卡甘与同事报告了催化剂手性成分与产物手性纯度之间的“非线性效应”。这一发现成为重要突破，吸引更多化学家探索这种现象，也为改进不对称反应打开思路。诺贝尔化学委员会委员彼得·绍姆福伊接受采访时说，在开发合成手性药物分子所需方法时，这些发现是“设计和分析这类反应的基本工具”。

③ 不过，放大一次差别与让差别不断扩大还不是一回事。接下来，硃合宪三想要寻找一种更特别的反应：让刚刚生成的分子也成为“帮手”加入生产线。

让微小优势越积越深

这就是自催化的基本思路：让生成的物质又能促进原料变成更多同类物质。如果新生成的“右”分子更善于帮助生产“右”分子，原本微小的占比优势会不会越滚越大？

早在1953年，物理学家查尔斯·弗兰克就提出过一个模型：如果一种镜像分子既能促进自身生成，又能抑制另一种镜像分子生成，那么，起初微小的优势就可能不断扩大。

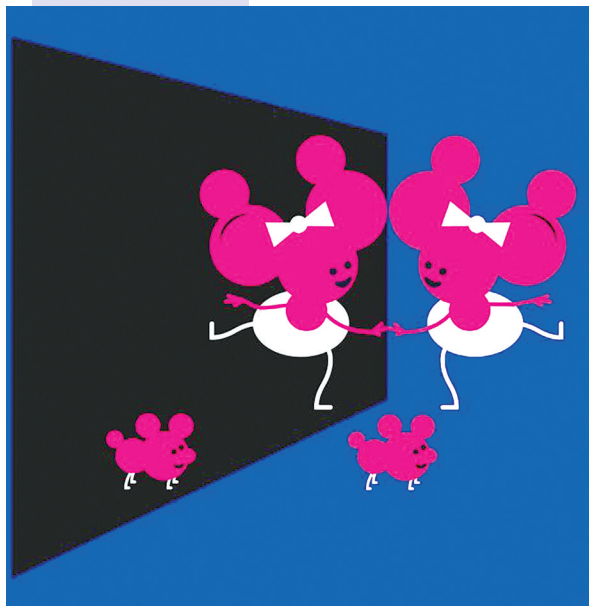
1990年，硃合宪三已经实现让产物参与催化自身生成，但产物手性纯度反而下降。1995年，他与同事取得关键突破：产物不仅接着当“帮手”，还能让原本略占上风的那一种镜像分子占比进一步提高。

2003年，他进一步做出了后来被称为“最酷的有机化学实验”——“硃合反应”：从没有手性的反应物出发，在反应中生成两种手性分子，无论其中哪一种最初偶然占据微弱优势，最终都会在产物中占据高达99.99%的比例。

如今，两位获奖者的发现已成为理解和设计不对称合成反应的重要工具，广泛应用于有机合成和药物研发。但这并不意味着生命形成手性偏向的谜题已经解开，正如硃合宪三所说，“这当然不是最终答案”。

从不能完全重合的双手，到鼻尖的一缕气味，再到试管里的小小差别被不断放大，分子的“左右”连接着日常生活，也连接着关于生命的古老疑问。生命的“偏爱”由何而来，答案正从这些细微之处展开。

新华社记者 郭爽 朱昊晨 张馨文



手性示意图。新华社发