

“小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

【细胞】

环 CMP 和环 UMP 介导细菌对噬菌体免疫

以色列魏茨曼科学研究所 Rotem Sorek、美国哈佛大学 Philip J. Kranzusch 等研究人员合作发现,环 CMP 和环 UMP 介导细菌对噬菌体的免疫。该研究成果近日在线发表于《细胞》。

研究人员表示,环嘧啶 3',5'-环胞苷单磷酸(cCMP)和 3',5'-环尿苷单磷酸(cUMP)已在多种生物体和细胞类型中被报道。环核苷酸 3',5'-环腺苷单磷酸和 3',5'-环鸟苷单磷酸是第二信使分子,在所有的生命领域都有公认的调节作用,与之相反,环嘧啶的生物学作用仍然不清楚。

研究人员发现,cCMP 和 cUMP 是在细菌对病毒的免疫中发挥作用的第二信使。

研究人员发现了一个细菌嘧啶环化酶家族,它们在噬菌体感染后专门合成 cCMP 和 cUMP,并证明这些分子激活了执行抗病毒反应的免疫效应器。该家族的一种尿苷环化酶的晶体结构解释了对嘧啶作为环化底物的选择性的分子机制。编码嘧啶环化酶的防御系统,表示为 Pycsar(抗噬菌体的嘧啶环化酶系统),在原核生物中广泛存在。

这项研究结果赋予了 cCMP 和 cUMP 作为细菌免疫信号分子的明确生物功能。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1016/j.cell.2021.09.031>

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

“把问题底层原理搞清楚”就是基础研究

(上接第 1 版)

某种程度上,相较于原型系统,平台/材料/试剂/设备/仪器等科研基础设施是更重要的输出。只有具备这些,才能不断深入探索各种现象的底层原理,才能支持后续的迭代优化,同时才能持续培养人才。

基础研究与工程开发相互交融

基础研究和工程技术并不是简单的二元对立。相反,在很多领域基础研究和工程开发是交融在一起的。出现这种交融是因为很多研究所需要的科研基础设施,如新平台、新设备、新流程都需要工程投入。即使是探测引力波、希格斯粒子这样的基础研究,也需要工程投入研制仪器设备。一旦有了这类科研基础设施,其他人开展科研就会容易很多。

美国基础研究很强,其中一个原因在于有不少学者在和企业研究院共建这些科研基础设施。比如在 CPU 芯片设计领域,有 GEM5 模拟器、CACTI 模型、FireSim 仿真平台等一系列基础设施,这可以让其他大学的学者更容易开展研究。因此,有一些学者认为基础研究不需要工程,主要还是因为有人已经帮他们把底层的科研基础设施搭建完善,让他们可以更容易地去做优化,更容易发表论文。

美国的很多科技企业内部也会构建一套和学术界总体上打通的科研基础设施(有开源共享的,有内部自研的)。将业务需求和内部数据导入到企业的科研基础设施中,能很容易消化学术界产生的新想法,集成到企业的产品中。因此,打通的基础设施加上人才流通,这是美国学术界—产业界形成“创新想法—得到应用—收集反馈—新的创新想法—得到新的应用”这个闭环的重要原因。

中国的学术界—产业界之间尚未形成这种高效的闭环,大多数企业还没有和学术界打通的科研基础设施。所以对于中国学术界来说,更需要参与科研基础设施的建设,尤其是和企业一起来补科研基础设施的这一课。

基础研究也需要管理与组织

虽然很多基础研究是纯理论探索,几个人的小团队甚至一个人便可开展,但也有很多基础研究需要大团队、需要管理与组织,例如探测希格斯粒子、观测引力波等。

美国国防部高级研究计划局(DARPA)资助了很多颠覆性创新项目。观察 DARPA 项目的立项与执行过程,我们可以看到一些共性特征:首先会畅想未来,设立激进的目标;科学地把激进目标分解为一系列子任务;制订具体子任务的实施计划,包括目标、时间节点等;子任务最后要集成到一个原型系统中。

“项目主管”会负责上述 4 个任务,具有绝对的项目决策权,同时也对项目负责,相当于抓总。大量实践证明,这种科研组织管理模式具有很高的效率。

这种模式对基础研究也有效。以清华大学类脑计算研究中心为例,该中心于 2014 年成立,成员来自清华大学不同院系。他们的研究模式类似 DARPA,整个团队围绕“天机”类脑芯片开展全栈研究,并集成到自动驾驶自行车系统中,形成具有很好显示度的科研成果,同时也把清华的类脑计算学科建立了起来。

回到本文开头的问题:AlphaFold 算基础研究吗?

根据本文的讨论,我们可以得出如下结论:第一,AlphaFold 研发过程中面临很多未知的问题,把“问题的底层原理搞清楚”,需要基础研究;第二,AlphaFold 是蛋白质结构预测领域的科研基础设施,它本身就属于蛋白质结构预测领域基础研究的一部分。

(作者系中国科学院计算技术研究所副所长、研究员)

偷猎象牙助推无牙大象进化

本报讯 在非洲莫桑比克 1977~1992 年的内战期间,人们贩卖象牙补充军费,其间,约 90% 的大象因此被猎杀。一场人类的战争却给大象带来了严重的影响。此后,象牙偷猎也屡见不鲜。

10 月 22 日,一项在线发表于《科学》的研究指出,这种极端捕猎行为让那里的主要大象种群产生了极大改变——象群更倾向于生下没有象牙的雌象。

但是,这种适应是有代价的,相关基因突变会导致雄性大象在出生前死亡,但是这种新特征可能有助于拯救该种群。

当人类捕猎时,通常会瞄准具有特定特征的个体,如大鱼或长角的绵羊,这会促使猎物进化。但很少有人弄清楚这一人为引起的进化背后的基因表现。

美国普林斯顿大学进化生物学家 Shane Campbell-Staton 对莫桑比克戈龙戈萨国家公园的大象很好奇,在那里,雌性无牙大象(非洲象体形较大,且雄象和雌象都长有象牙)非常常见。

首先,Campbell-Staton 要确定莫桑比克无

牙大象的比例是否确实发生了变化。他和同事分析了内战前拍摄的该国家公园内大象的视频。当时,约 18% 的雌象天生没有象牙。但根据非营利保护组织 ElephantVoices 数十年的观察,内战后出生的这一代大象中,天生无牙的雌象比例上升至 33%。

这种转变也许是由于种群数量瓶颈期的随机或近亲繁殖造成的,但研究小组用计算机模拟有牙和无牙雌象在战争中幸存可能性的研究表明,无牙雌象比例的增加更可能是由选择造成的。

接下来,研究人员想弄清无牙雌象诞生背后的遗传机制。因为象群中没有无牙雄性,所以研究人员怀疑这种特征可能是由 X 染色体上的基因突变引起的,包括一个显性的无牙基因和一个隐性的只对雄性致命的基因。

ElephantVoices 数据库中的象牙继承模式支持了上述假设。例如,如果一头无牙雌象携带有一个来自母亲的显性无牙基因,那么其子代中有牙和无牙的雌性小象的数量是相同的。此外,其子代中雌象数量是雄象的两倍。之所

以会产生这样的性别比例,可能是由一个隐性基因造成的——当子代雌象继承该基因后便会死亡。

为了找到上述基因,研究小组从戈龙戈萨国家公园的 18 头雌象身上采集了血液,并进行了基因测序,发现有两个基因很突出——MEP1a 和 AMELX(它们在其他哺乳动物的牙齿发育中很活跃)。两者在 7 头有牙大象中表达,但在 11 头无牙大象中产生了突变。

在人类中,AMELX 的突变与男性出生前死亡有关;在雌性动物身上,这种类型的突变则会阻碍上门牙生长,而上门牙正是大象的长牙。

目前,研究人员尚不清楚为什么位于 X 染色体上的突变型 AMELX 对雌性来说是致命的。

总之,研究结果表明,偷猎者通过捕杀大象获取象牙的行为,对变异的 AMELX 和 MEP1a 产生了选择,使得这两种基因在象群中传播,最终导致无牙大象变得更加常见。

如今,戈龙戈萨国家公园的偷猎现象已经不再出现,大象种群数量正在恢复。但要想使长牙雌



无牙大象在象牙偷猎盛行的地区具有优势。

图片来源:Peter Chadwick/Getty

象数量恢复到从前那样,可能需要很长时间。

“这是人类印记造成的阴影,需要几代人才能抹去。”研究论文作者之一、普林斯顿大学生态学家 Robert Pringle 总结道。

(徐锐)

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1126/science.abe7389>

■ 科学此刻 ■

加热磁铁“冷冻”时间

磁体可以用短激光脉冲迅速退磁,目前市场上已经有了根据这一原理运行的所谓辅助磁记录(HAMR)存储器。然而,超快退磁的微观机制仍然不清楚。

现在,德国亥姆霍兹国家研究中心联合会(HZB)的一个团队在 BESSY II 储存环上开发了一种新方法,用来量化这些机制。他们将其应用于稀土元素钆,其磁性是由 4f 和 5d 壳层上的电子引起的。这项研究由该团队对镍和镍铁合金进行的一系列实验组成,了解相关机制有助于开发超快数据存储设备。相关成果近日发表于《应用物理快报》。

新材料应该使信息处理更有效,例如通过超快自旋电子设备,以更少的能量输入存储数据。但到目前为止,超快退磁的微观机制尚未被完全理解。通常,为了研究退磁过程,科学家会向样品发送一个超短激光脉冲来加热它,然后分析系统在之后的第一皮秒内的演变。

“我们的方法有所不同。”该研究主要作者 Regis Decker 解释说,“在范围识别过程中,我们将样品保持在一定温度,并在许多温度下开展



测量过程中使样品保持恒定温度的发光灯丝。
图片来源:HZB

了实验,比如从 -120°C 到 450°C 下对钆的实验,以及更高的温度下(1000°C)对镍和镍铁合金的实验。这让我们能够量化不同温度下,声子对超快退磁的影响,其中晶格、电子和自旋子系统的温度随时间而变化。换句话说,通过将系统置于一定温度下,我们在超短激光脉冲后的给定时间捕获晶格条件,并在那里进行测量。”

元素钆有 4f 和 5d 的电子轨道,这有助于实现它的铁磁性。温度越高,结晶样品振动越多。正如物理学家所说,声子的数量越多,由电子与声子从晶格中散射而产生的自旋翻转就越有可能发生。

利用非弹性 X 射线散射(RIXS)方法,物理学家不仅能够确定在给定温度下声子的数量,而且还能够区分声子与 4f 电子和 5d 电子之间

的相互作用。他们使用严格的 X 射线光谱对称选择规则,成功区分了 4f 和 5d 电子的散射率。

数据表明,局域 4f 电子与声子之间几乎没有散射,散射过程大多发生在 5d 电子与声子之间,只有在这样的场合会发生自旋翻转。“众所周知,电子—声子散射是超快退磁的主要触发因素之一,我们的方法证明,这只适用于 5d 电子。有趣的是,它还显示存在一个温度阈值,这取决于材料——低于这个阈值就不会发生这种机制。正如理论预测的那样,这表明在较低温度下存在另一种微观机制。”

Decker 说。(冯维维)

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1063/5.0063404>

恐龙两亿年前就群居



巴塔哥尼亚鼠龙的艺术复原图。

图片来源:Jorge Gonzalez

本报讯 一项新研究发现,蜥脚亚目——一种生活在中生代的长颈大型植食恐龙的化石,

自然要览

(选自 Nature 杂志,2021 年 10 月 21 日出版)

年轻星系内部巨大碰撞产生一氧化碳

类地行星形成的模型预测,行星组合的最后阶段(年轻的原行星盘扩散之后持续的数千万年间)主要发生行星碰撞。正是通过这些巨大的撞击,像年轻的地球这样的行星才能成长到最终质量,并实现长期稳定的轨道结构。

研究人员对此的一个关键预测是这些撞击会产生碎片。目前,关于撞击后碎片最令人信服的理论证据来自于年龄约为 2300 万年的 A 型恒星 HD172555 周围的行星系。该星系显示大量细尘,具有异常陡峭的粒度分布和非典型的尘埃组成,此前将其归因于超高速撞击或巨大的小行星带。

研究组报道了一个与 HD172555 周围的尘埃碎片共轨的一氧化碳气体环的光谱分辨率探测结果,气体环与 HD172555 相距大约 6 到 9 个天文单位,类似于太阳系的外类地行星区域。

尘埃和一氧化碳检测结果表明有助于理解大型、易挥发性天体之间的巨大碰撞。这表明行星级的碰撞类似于月球形成的碰撞,可释放大量的气体和碎片,并且这种气体是可观测的,为了解年轻行星的组成提供了一个窗口。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1038/s41586-021-03872-x>

上新世赤道太平洋温度和 pH 梯度的解耦

赤道太平洋的海洋动力学驱动热带气候模式,影响全球海洋和陆地生态系统。该地区如何响应全球变暖对全球经济稳定和生态系统健康具有深远影响。因此,许多研究调查了上新世(530 万年前—260 万年前)和中中新世晚期(约 600 万年前)期间的赤道太平洋动力学,作为该地区在全球变暖下未来行为的模拟。

这一时期的古海洋学记录提出了一个明显的悖论,即沿着赤道太平洋东西向的海面温度梯度降低表明风驱动的上升流减少,这与东太平洋生物生产力增强的证据相冲突,后者通常由更强的上升流引起。

研究组通过提供新的证据,证明上新世早期/中中新世晚期与现代环流体制完全不同,导致更古老、更酸性和更富营养的水到达赤道太平洋,从而调和了这些观察结果。这些结果为上新世早期/中中新世晚期东太平洋生产力的提高提供了一种新机制。

该发现为赤道太平洋动力学提供了新线索,并有助于限制它们在不久的将来可能发生的变化,因为预计下个世纪地球将达到上新世那样的温度水平。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1038/s41586-021-03884-7>

空气微塑料的直接辐射效应

微塑料被认为是大气中广泛存在的污染物,由于其体积小、密度低,可以随风绕地球传播。大气气溶胶,如矿物粉尘和其他类型的空气悬浮颗粒物,通过吸收和散射辐射(直接辐射效应)影响地球气候,其影响通常用有效辐射强迫(ERF)度量进行量化。然而,空气中微塑料的辐射效应及其对全球气候的影响尚不清楚。

研究组计算了空气中微塑料的光学性质和直接辐射效应(不包括气溶胶—云相互作用)。假设平均表面浓度为 1 个微塑料颗粒 /m³,且垂直分布在 10 公里高空,则计算出当今大气中空气微塑料的 ERF 为 0.044 ± 0.399 mW/m²。

然而,微塑料的地理和垂直分布存在很大的不确定性。假设它们局限于边界层,短波效应占主导地位,微塑料 ERF 约为 0.746 ± 0.553 mW/m²。与气溶胶—辐射相互作用引起的总 ERF 相比(0.71 至 0.14 W/m²),微塑料 ERF 很小。

塑料产量在过去 70 年中迅速增长;如果不认真改善塑料生产和废物管理实践,空气中微

日本发布第六版能源计划 可再生能源“最优先”

据新华社电 日本政府 10 月 22 日正式发布第六版能源基本计划,首次提出“最优先”发展可再生能源,并将 2030 年可再生能源发电所占比例,从此前的 22% 至 24% 提高到 36% 至 38%。

2019 年日本的电力生产结构中,可再生能源发电占比约为 18%。上述新版计划意味着,到 2030 年日本可再生能源发电占比将是 2019 年的约 2 倍。

与 2018 年发布的日本第五版能源基本计划相比,新版计划未提出增设核电站,该计划中的核电占比目标没有变化,核电到 2030 年仍将维持 20% 至 22% 的占比。2011 年福岛核事故前,日本核电发电占比曾达约 1/3。近些年来,日本核电占比大幅下降,2019 年该比例约为 6%。

此前第五版能源基本计划为化石能源发电设定的目标是到 2030 年占比 56%,主要包括天然气发电占比 27%,煤炭发电占比 26%。新版能源基本计划提出的目标是到 2030 年天然气和煤炭发电占比分别降至 20% 和 19%。2020 年日本煤炭发电占比为 27.6%。

日本政府 2020 年 10 月宣布该国到 2050 年实现碳中和的目标。今年 4 月日本政府表示,该国力争 2030 年度温室气体排放量比 2013 年度减少 46%。日本经济产业省发布的资料显示,目前在日本的二氧化碳排放量中,发电站等能源行业的排放占比为 37%,远远超过其他行业,因此能源行业的减排至关重要。

能源基本计划是日本中长期能源政策指导方针,最初在 2003 年发布,此后历经多次修订。(华义)

英国卫生安全局调查 德尔塔毒株的一种新亚型

据新华社电 英国卫生安全局 10 月 22 日说,新冠变异病毒德尔塔毒株的亚型变异株 AY.4.2 近几个月来在英国的传播变得越来越普遍,已被该局认定为“正在调查的变异毒株”,并正式命名为 VUI-21OCT-01。

英国卫生安全局说,初步证据表明,与原有的德尔塔毒株相比,在英国感染该亚型的病例增长率可能更高。数据显示,自这一亚型今年 7 月被首次发现以来至 10 月 21 日,英格兰已有 15120 人感染这一亚型。

英国卫生安全局正在密切监测这一亚型的传播情况,并通过实验室和流行病学研究来更好地理解其特性。到目前为止还没有迹象表明它会导致更多重症病例,或降低新冠疫苗的有效性。与原有德尔塔毒株相比,VUI-21OCT-01 的基因组没有太多突变。但该局表示,在某些情况下,一个小的变化可能足以导致病毒特性的差异。

这表明疫情仍未结束,因此民众需要继续保持警惕,在人多的地方戴口罩,并积极接种疫苗。(郭爽)

塑料的丰度和 ERF 将继续增加。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1038/s41586-021-03864-x>

导电非磁性物体的灵巧磁操控

科学家已经实现对铁磁物体的灵巧磁操控,根据物体的几何结构,可能有 3 到 6 个自由度。有些物体需要非接触式灵巧操作,它们不含有大量的铁磁性材料,但含有导电材料。

时变磁场在导电材料中产生涡流,涡流与磁场相互作用产生力和力矩。这种现象曾被用于诱导阻力,以减少物体通过静态场时的运动,或使用动态场在单个方向上对物体施加力,但尚未被用于对导电物体进行如铁磁物体那样的灵活操控。

研究组描述了在旋转磁偶极子场中导电球体上产生的力和力矩。利用该模型,研究组在仿真和物理实验中实现了灵活操控。

相关论文信息:

<https://doi.org/10.1038/s41586-021-03966-6>

(未玖编译)