

麻雀虽小“四性”俱全

科学家毕生奉献鸟类染色体研究

在过去 25 年间,每到夏季,生物学家 Rusty Gonsler 都会与妻子 Elaina Tuttle 到阿第伦达克山脉克兰伯里湖的野外台站。

现在, 当把船系在摇摇晃晃的木码头后, Gonsler 听到了熟悉的鸟鸣声。这是白喉带鹀在唱求偶歌。但 Gonsler 却再也听不到妻子的笑声了,这是数十年来,他第一次独自来到克兰伯里湖。就在几周前,Tuttle 因乳腺癌去世了。

而他们将几乎整个职业生涯都奉献给了白喉带鹀生物学研究。就在 52 岁的 Tuttle 死前 6 个月,这对夫妻和他们的团队发表了一篇论文,而这也是其研究的顶峰。它解释了偶然的基因突变如何将一个物种置于不寻常的进化路径上。

突变使 2 号染色体的大部分发生倒置,使其不能与等位染色体配对并交换遗传信息。倒置后 1100 多个基因作为一个巨大“超基因”被遗传下去,并最终导致两个不同的“变体”,即不同的鸟类亚型,它们的颜色和行为均不同,而这些都与倒置的演变有关。

而 Tuttle 和 Gonsler 的成绩在于揭示这个过程与人类 X 和 Y 染色体等某些性染色体的早期进化几乎相同。研究人员意识到,除了两条已有的性染色体外,鸟类还进化出了另外两条类似性染色体的染色体。

美国东卡罗来纳大学进化生物学家 Christopher Balakrishnan 说,“这种鸟表现得好像有 4 种性别。一只鸟只能与 1/4 的种群交配。而有两个以上性别的性系统非常罕见。”他和 Gonsler,Tuttle 一起工作。

这项工作也有助于解释一个长期存在的生物学难题。它展示了两条相同的染色体如何演变成不同的亚型,而这可以定义一个物种的性别,以及它们不同的行为。“这些鸟组成了一个令人惊讶的系统,能够窥探其性染色体进化具有巨大意义。”瑞士伯尔尼大学进化生态学家 Catherine Peichel 说。

更不寻常的是,Gonsler 和 Tuttle 的项目积累了近三十年的数据。“这在生物学界几乎‘前无古人’。”亚利桑那州立大学计算生物学家 Melissa Wilson Sayres 说。

痛失爱妻后,Gonsler 仍决定继续该项目。去年夏天,他回到田间工作站,并利用这种庭园鸟类了解性染色体如何演变。

灵感迸发

1991 年,Tuttle 和 Gonsler 在纽约州立大学初次见面,彼时他们都是生态学博士生。Gonsler 在纽约五指湖研究波多黎各蛙,而 Tuttle 也在这里研究鱼类生态。也是在这里,她对白喉带鹀产生了深深的好奇。

这种鸟在北美东部比较常见。乍一看,它相当平淡,所有的鸟都有棕褐色和灰色的羽毛,除了下巴的白色斑块以及眼睛和喙之间明亮的黄斑。但仔细观察后,他们发现有两种不同的类型:一些头上有白色条纹,一些则是褐色条纹。而且,鸟类学家和自然主义者早已知道,这两个

“这些鸟类还有更多的信息,我想 Elaina 希望我们努力揭开它们的秘密。”

白喉带鹀

图片来源:Michael Stubblefield

变体的行为方式不同。

棕褐色条纹的鸟似乎不爱唱歌,一夫一妻,且努力保护幼鸟不受捕食者攻击。而白条纹的鸟似乎更有攻击性、对后代关心不多。而且,Gonsler 提到,白纹鸟只与棕褐纹鸟交配。这是一种相对不寻常的现象,被称为异型配种。而 Tuttle 感兴趣的是:为什么两个变体会有一种行为方式?

当时,文献已经提供了很多线索。1966 年,鸟类学家 H.T.Thornycroft 在《科学》上发表论文,指出了这种鸟不寻常的染色体对。棕褐色鸟携带两个相同的 2 号染色体副本,但在白鸟中,一个副本发生了倒置。这好像有人用剪刀剪掉了大部分染色体,然后又倒置放回去。

Thornycroft 还指出,在脊椎动物中,这种大的染色体倒置是罕见的。异型配种似乎是为了保持两个变体在种群中的比例相等,因为孟德尔遗传定律确保了白色和棕褐色的后代各有一半,以便保证染色体倒置的遗传。但这需要更多研究加以证明。

在上世纪 90 年代,测序鸟类基因是昂贵且耗时的。于是,Tuttle 最初专注于收集更多关于白喉带鹀行为的细节,例如如何选择配偶,在哪里建立巢穴。为了了解什么可能影响其后代的生存,她捕捉和标记鸟,抽取血液样本,完善精液采集工作。

Gonsler 也很快参与了工作。2000 年他们的儿子 Caleb 出生后,一家人开始在克兰伯里湖度过夏天。他们开始慢慢地了解更多关于麻雀的事情。

初得成果

在 2003 年的论文中,Tuttle 使用雏鸟的遗

传分析量化两个变体之间不同的生殖策略。结果表明,白纹鸟中近 1/3 的雄性产生的后代不是由共享巢穴的雌性所生。而相比之下,雄性棕褐色鸟会花费更少精力寻找额外伴侣,并且花更多的时间守卫巢穴,所以它们更有可能是自己养育的雏鸟的父亲。虽然这两个变体繁殖方式不同,但都获得了成功。

六年后,该团队获得了美国国立卫生研究院的资助进而开始进行遗传分析。他们详细定位了 2 号染色体,发现这些变化并不像 Thornycroft 所指出的是单一的倒置,而是一系列染色体倒置。他们确定了几个可能与羽毛颜色和行为相关的基因,这可能有助于解释两个变体间的差异。

2011 年,Tuttle 被查出患有乳腺癌,但手术和药物似乎控制住了她的病情。Tuttle 决定继续研究。

这时,他们提出鸟类正在进化第二套性染色体的概念。“这是一个奇特的想法,但数据上讲得通。”弗吉尼亚大学遗传学家 Alan Bergland 说。

Gonsler 和 Tuttle 需要测序更多鸟类基因组以证明褐色鸟和白色鸟进行了异型交配,同时找出亲子关系,并与基因组剩余部分的倒置进行比较。

但 2013 年,Tuttle 得了支气管炎,她知道自己的癌细胞扩散到肺部,于是不得不接受化疗。

最后的旅行

到 2015 年夏天,该团队收集到所需的生态



和遗传数据,并对大数据进行最后整理。而 Tuttle 的肿瘤也在缓慢生长,不过她仍坚持工作。“我们都知道她病了,但不知道有多严重。”研究生 Lindsay Forrette 说。

2016 年 1 月,论文最终在《当代生物学》发表,明确指出 2 号染色体像一个性染色体一样进化。而白色和棕褐色白喉带鹀的交配是非常罕见的。在分析了 50 只鸟的全基因组序列后,该研究小组证明,倒置的基因比基因组中其他基因获得突变的速度快得多,这种模式与人类和鸟类的性染色体进化相吻合。

在新闻稿中,Tuttle 说:“这可能是我研究的顶峰。”而这也是她的最后一篇论文。春天,她的健康状况急剧下降。就在去世的 5 天前,她还在病床上忙碌,写论文、指导研究生。

Tuttle 留下了丰富的研究遗产,提出了进一步的问题,包括这个染色体系统最终是否消失。Balakrishnan 认为这是不可持续的。“我们从来没有看到有 4 种性别的系统,说明它的进化是不稳定的,其中一个等位基因最终将会灭绝。”因为在四性别系统中,每只鸟更难找到伴侣,白色雌鸟不只寻找一只雄鸟,还需要一只棕褐色雄鸟。

而 Gonsler 选择继续回到克兰伯里湖。他和团队想更好地了解哪些基因控制着麻雀的行为——从配偶选择到育儿,以及这些特征如何受到染色体倒置的影响。他们使用数字地图和卫星数据绘制白喉带鹀巢穴位置,跟踪标记鸟类,并构建更丰富的行为数据集。

“这些鸟类还有更多的信息,我想 Elaina 希望我们努力揭开它们的秘密。”Gonsler 说。

(张章编译)

科学线人

全球科技政策新闻与解析

脱欧让英国学者选择离开



图片来源:百度图片

一项对 1000 多名英国学者进行的调查表明,该国投票脱离欧盟将导致大批科研人员离去。

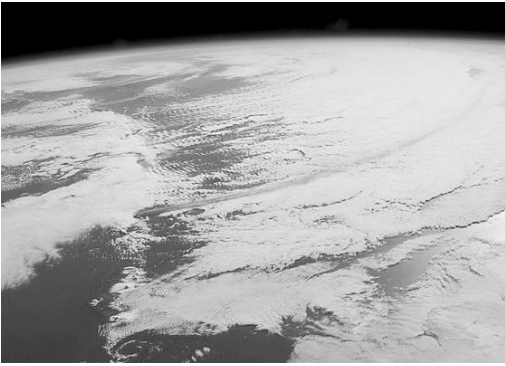
在调查中,42%的受访讲师和教授表示在公投结果出现后,他们会更多地考虑离开英国高等教育部门。英国大学学院工会(这家位于伦敦的机构代表了数万名学者)委任的这次调查还显示,这一比例在非英国欧盟居民中甚至更高,达到 76%。

很多外籍研究人员说,在英国脱欧投票之后,他们感到在英国的受欢迎度降低了,或者他们在英国之外看到了更好的机会。最新调查结果是英国学术界广泛存在的感受的最明显体现。

该调查还揭示了对英国政府改革高等教育(HE)和研究的争议性计划的强烈反对。超过一半学者认为,该计划将 9 家英国研究资助机构合并为一家(目前正在议会讨论)的目标会带来负面影响。仅有 9%的人认为它可能是正面的行动,甚至还有更大比例的人认为,还会有来自其他改变的负面影响,这些改变包括更便捷地成立新高校的计

划。“员工之间对草案计划的顾虑水平一定要引起警觉。”该工会秘书长 Sally Hunt 在一份声明中说,“政府必须集中全部注意力解决英国脱欧的影响并搁置分裂性的 HE 草案。”(冯维维)

美科学家首次呼吁坚持地质工程研究



监督联邦资助气候研究的美国政府办公室建议进行两个领域的地质工程研究,这是行政部门的科学家首次正式为有争议性的研究领域进行呼吁。这一举动是 1 月 9 日提交给该国国会的一项气候科学计划报告的一部分,它可能会进一步导致修补大气层冷却地球和直接从空中捕集碳的讨论正常化,这两个话题一度在气候科学界被禁止。然而,对于已当选总统唐纳德·特朗普的新政府来说,对地质工程研究的新支持却处于气候研究方向存在极大不确定性的背景下。

在这个长达 119 页的计划中,地质工程的讨论仅有两个段落,该计划旨在建立到 2021 年的研究路线图。报告称,该计划的研究项目将提供“对理解气候干预或地质工程的潜在通道以及任何类似措施的可能结果,包括有意和无意的结果”。报告表示,研究人员应该采取的一个短期步骤是对地质工程技术“界定观察的规模 and 范围,以及对探测未来任何领域实验的信号具备建模能力”,还有建立方法“评估它们的结果。类似的研究也将设定干预实验的最小规模,这将会产生有意义的科学理解”。

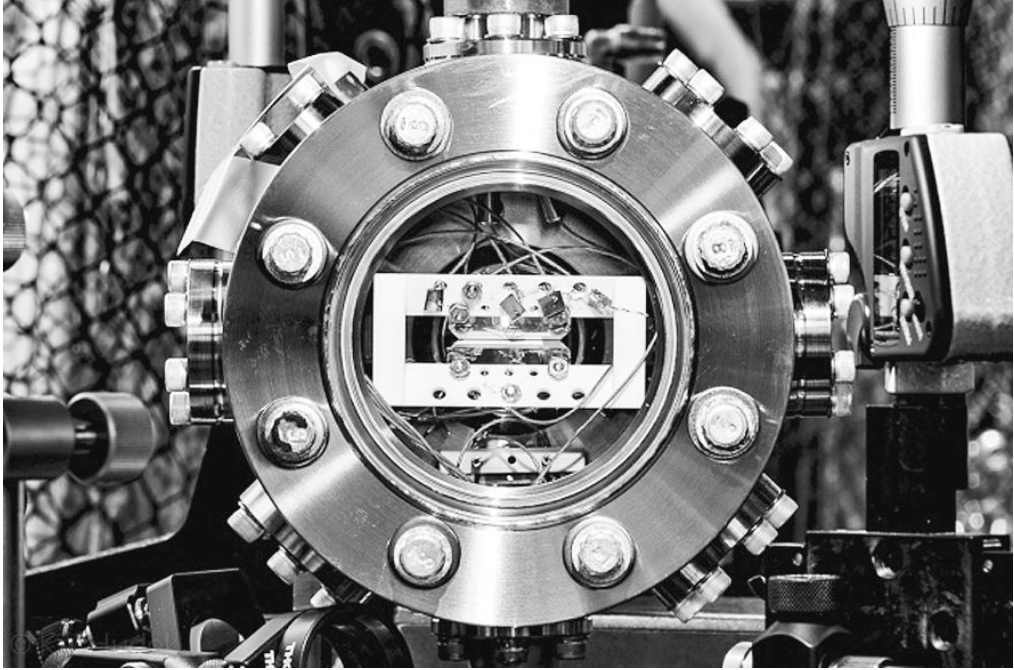
该报告还表示“气候干预不能取代减少温室气体排放和适应出现的气候变化,一些有意的气候干预种类有一天可能会成为管理气候变化时使用的工具包”。

由美国全球变化研究项目(USGCRP)完成的这份报告协调了 13 个部门和机构的气候研究。尽管联邦气候科学办公室已经在悄然评估奥巴马政府的全部相关观点,但目前尚没有哪个部门表示支持地质工程研究。2009 年,在参议院对其就任白宫科学顾问一职作出肯定之后,John Holdren 在首次接受公众访问时曾说,他在担任新职位后曾讨论过这个争议性的观点。然而对白官是否“考虑”地质工程研究却产生了混乱。随后,尽管诸如英国皇家学会、美国国家科学院、工程院和医学院以及众议院科学委员会等有影响力的机构都呼吁政府资助地质工程研究,但极少有科学家公开提到这个话题。

在两种主要地质工程学方法(改变地球的反射率或反射性以及去除大气中的碳)中,包括若干家公司的工作在内,更多的现实实验都与去除碳相关。2016 年 11 月公布的一份联邦报告列出了到 2050 年美国“深入消除碳素”的策略,并表示研究二氧化碳去除技术“长期来看可能是必要的,可以限制全球平均气温升高在 2℃以内”。(晋楠)

量子霸业或可期

量子计算机有望今年走出实验室



图片来源:Kai Hudek

位分享量子状态的能力(纠缠),能够让计算机立刻执行任何形式的计算。而且,从理论上说,计算的数字是每一个增加的量子位的两倍,这会带来计算速度的指数级增长。

这种速度能让量子计算机执行任何具体的任务,例如在大型的数据库中进行搜索,这些在速度较慢的传统计算机中可能无法实现。量子计算机也可以变成一个研究工具:演示量子模拟,让化学家使用此前没有预料到的细节理解反应,或者让物理学设计出能够在室温下实现超导的材料。

而关于如何建造量子位,目前有许多建议。

不过,两个主要的方法逐渐脱颖而出,这要归功于其储存信息的能力和不断增长的持续时间。虽然它们的量子状态还很容易受到外部条件的干扰,并且在量子逻辑门运算上也有困难。

其中一个方法是 Schoelkopf 参与提倡的,得到谷歌、IBM、Rigetti 和 Quantum Circuits 的采用。该方法涉及在超导循环中,把量子状态当成振荡波流进行编码。另一个方法是 IonQ 和一些主要实验室青睐的,即把量子位编码为单一的离子,并将其置于真空聚集槽的电磁场中。

在 2014 年带领团队一起加入谷歌的加利福尼亚大学圣塔芭芭拉分校的 John Martinis 说,

超导技术的成熟让他的团队可以对量子霸业设置一个大胆的目标。

Martinis 团队计划使用一个“混乱的”量子算法实现这一目标。这一算法的产出看起来像一个随机的输出。但如果该算法在一个由相对较少的量子位组成的量子计算机上运行,则一个传统的机器也能预测最后的输出,而一旦量子机器的量子位接近 50,即使是大型的传统超级计算机也难以企及。

这一计算的结果可能没什么用,但是他们的尝试说明了,现在有一些任务是量子计算机无法攻克。Martinis 说:“我们想,这会是一个对未来有重要意义的实验。”

但 Schoelkopf 并没有把量子霸业看成是一个“非常有趣或者有用的目标”,部分原因是它避开了纠错的挑战:系统在外部的环境对量子位轻微扰动后恢复其信息流动的能力,这一过程随着量子位数量的增加而变得越来越难。反之,Quantum Circuits 从一开始就打造能纠错的机器。这要求建立更多的量子位,机器也能够运行更加复杂的量子算法。

Monroe 则希望能尽快实现量子霸业,但这并不是 IonQ 的主要目标。这家初创企业的目标是建造拥有 32 或者 64 个量子位的计算机,相对超导电流技术,其离子阱技术也会让设计变得更灵活、更可扩展。

同时,微软的拓扑量子计算依赖于物质间的刺激,即通过量子位之间的纠缠进行信息编码。储存在这些量子位中的信息对外部的干扰会有更强的抵抗力,同时也能让纠错变得更容易。

但没有人能够创造出这种刺激所需的物质状态,更不用说拓扑量子比特。但微软已经雇用到该领域 4 位领军人物,包括荷兰代尔夫特大学的 Leo Kouwenhoven,他创造出似乎是正确的刺激类型。

“我跟我的学生说,2017 年是转折之年。”Kouwenhoven 说。(张章编译)