

“小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

《自然-神经科学》

科学家找到精确定位病理分子工具

美国麻省理工学院 Xiao Wang 等研究人员合作，实现阿尔茨海默病小鼠模型中单细胞转录状态和组织病理学的综合原位定位。相关论文2月2日在线发表于《自然-神经科学》。

复杂疾病的特征是细胞和分子的时空变化难以全面捕捉。而了解病理背后的时空动态可以揭示疾病的机制和进展。

研究人员报道了 STARmap PLUS，这是一种高分辨率空间转录组学，与同一组织切片中蛋白质检测相结合的方法。作为原理证明，研究人员分析了8个月和13个月大的阿尔茨海默病小鼠模型的脑组织。该方法提供了疾病进展的全面细胞地图，揭示了一种核壳结构，其中与疾病相关的小胶质细胞(DAM)密切接触淀粉样β斑块，而与疾病相关的星形胶质细胞样细胞和少突胶质细胞前体富集在斑块-DAM复合物周围的外壳中。过度磷酸化的蛋白主要出现在兴奋性神经元中，并与少突胶质细胞亚型的局部富集相关。STARmap PLUS 方法在亚细胞分辨率下将单细胞基因表达谱与组织病理学连接起来，提供了一种精确定位病理基础的工具和细胞学工具。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41593-022-01251-x>

科学家用建模“读出”视觉输入

美国麻省理工学院 Elly Nedivi 研究组将丘脑神经支配映射到单个2/3层(L2/3)锥体神经元并通过建模“读出”视觉输入。相关论文2月2日在线发表于《自然-神经科学》。

丘脑是感觉信息从外周到哺乳动物大脑皮层的主要通道。作为进入新皮层的主要前馈投射系统，丘脑的核心作用与丘脑皮层突触的疏密相关。

研究人员采用新方法，结合遗传工具和可伸缩的组织扩展显微镜进行全细胞突触映射，揭示了主视觉皮层的L2/3锥体细胞(PC)上的丘脑和皮质兴奋性突触的数量、密度和大小。研究人员发现丘脑的输入不仅稀疏，而且在单个树突和神经元之间的数量和密度上也存在显著的异质性。最令人惊讶的是，尽管L2/3 PC上的丘脑突触稀疏，但它们比皮层上的突触要小。研究人员将这些发现纳入精细尺度、解剖学上可靠的L2/3 PC生物物理模型，揭示了整合在小的异质神经元集合中的具有稀疏和微弱丘脑皮层突触的单个神经元可靠地“读出”视觉驱动的丘脑输入。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41593-022-01253-9>

《自然-物理学》

液态 VASP 凝聚体驱动肌动蛋白聚合和动态捆绑

美国加州大学圣地亚哥分校的 Padmini Rangamani 和得克萨斯大学奥斯汀分校的 Jeanne C. Stachowiak 小组的一项最新研究，揭示了液态 VASP 凝聚体驱动肌动蛋白聚合和动态捆绑。相关成果发表于《自然-物理学》。

肌动蛋白丝成束的组织是细胞运动、形态发生和细胞分裂等过程所必需的。肌动蛋白结合蛋白的网络，其中一些可以进行液-液相分离，控制丝束。然而，目前还不清楚这些液体状凝析物是如何促进纤维束形成的。

该小组展示了加工肌动蛋白聚合酶和捆扎蛋白 VASP 在生理条件下形成液体液滴。当肌动蛋白在 VASP 液滴内聚合时，伸长的细丝分配到液滴边缘以最小化细丝弯曲，在液滴内形成富含肌动蛋白的环。这个环的刚性由液滴的表面张力来平衡。

然而，随着环变厚，其刚性增加，最终克服表面张力变成线性束。液滴的流体性质对捆扎至关重要，因为更多的固液液滴会抵抗变形，以此防止细丝重新排列成束。这种基于液滴的捆绑机制可能与富含捆扎肌动蛋白丝的细胞的结构组装有关，如丝状体、应力纤维和焦点黏附。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41567-022-01924-1>

复合费米子高度相关拓扑泡相

美国普渡大学 Gabor A. Csathy 团队提出复合费米子的高度相关拓扑泡相。相关成果2月2日发表于《自然-物理学》。

强相互作用和拓扑驱动了各种各样的相关基态。其中一些最有趣的基态，如分数量子霍尔态和分数陈绝缘体，具有分数带电的准粒子。这些相之间的相关性是通过电子和旋涡合成被称为复合费米子的新型粒子来捕捉的。复合费米子准粒子随机定位于高无序水平，当系统中没有太多无序时可能表现出电荷顺序。然而，当复合费米子准粒子进入气泡，这些气泡在晶格上有序时，可以预测更复杂的相关性。这种高度相关的基态被称为复合费米子的气泡相。

研究团队报告了对这种复合费米子的气泡相的观察，证明了分数量子霍尔效应的重新进入，小组将其与气泡相联系，每个气泡有两个复合费米子准粒子。他们的结果证明了一类新的强相关拓扑相的存在，这种拓扑相是由涌现准粒子的杂散和电荷顺序驱动的。

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41567-023-01939-2>

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

3.19 亿年化石保存最古老脊椎动物大脑

本报讯 近日，科学家通过扫描3.19亿年前的鱼化石，发现了最古老的脊椎动物完整大脑。该大脑及其脑神经约1英寸长，属于一种已经灭绝的蓝鳃鱼。美国密歇根大学的这项最新发现，为摸清当今主要鱼类“鳍鱼”的神经解剖和早期进化打开了一扇窗。相关研究2月1日发表于《自然》。这一意外发现也为脊椎动物化石中软组织的保存提供了新见解。

博物馆收藏的大多数动物化石都由骨骼、牙齿和贝壳等坚硬的身体部位形成。而通过计算机断层扫描(CT)技术发现的大脑，属于一种名为 *Coccocephalus wildi* 的物种，这是一种早期的鳍鱼纲鱼类，多以小型甲壳类动物、水生昆虫和头足类动物为食。

当鱼死后，其大脑和脑神经的软组织在石化过程中被一种致密的矿物质取代，这种矿物

质以精致的细节保存了它们的三维结构。

这项新研究的资深作者、古生物博物馆馆长、密歇根大学古生物学家 Matt Friedman 说：“一个重要的结论是，这些柔软的部分可以保存下来，而且是保存在一块化石中。”

“这一不起眼的小化石，不仅向我们展示了最古老的脊椎动物大脑化石，而且还表明，我们对人类大脑进化的许多想法都需要修改。”该论文第一作者、密歇根大学博士生 Rodrigo Figueroa 说。

这块头骨化石是该物种唯一已知的标本，所以在这项研究中只能使用非破坏性技术。

研究人员使用 CT 观察了早期鳍鱼类的头骨内部。更大规模研究的目标是获得内部解剖细节，为进化关系提供证据。在 CT 图像上，一个不明斑点比头骨或周围岩石更亮，因其密度

可能更大。

“在化石中看到无定形矿物生长是很常见的，但它具有明确的结构。”Friedman 说。这个神秘物体显示出脊椎动物大脑的几个特征：它是双侧对称的，包含与脑室外观相似的中空空间，有多个丝状体伸向脑壳的开口处，在外观上类似于脑神经。

当这条鱼死亡时，科学家怀疑它很快就被埋在了缺氧的沉积物中。这样的环境可以减缓身体柔软部位的分解。Figueroa 说，此外，头骨内的化学微环境可能有助于保存脆弱的脑组织，并将其替换为致密的矿物质，可能是黄铁矿。

对化石的详细分析以及与该校动物博物馆收藏的现代鱼类标本进行的大脑比较显示，*Coccocephalus* 的大脑有一个葡萄干大小

的中央体，有3个主要区域，大致对应于现存鱼类的前脑、中脑和后脑。根据作者的说法，该大脑结构表明了一种比现有物种更复杂的鱼脑进化模式。

例如，所有活的鳍鱼都有外翻的大脑，这意味着胚胎鱼的大脑是通过从胚胎内部向外折叠组织发育的，就像一只袜子从内向外翻转一样。所有其他脊椎动物都有外翻的大脑，这意味着发育中的大脑神经组织向内折叠。

“与所有活的鳍鱼不同，*Coccocephalus* 的大脑向内折叠。”Friedman 说，“因此，这一化石反映了鳍鱼脑特征进化前的情况。这给我们提供了一些关于这种特征何时进化的限制条件。” (李木子)

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1038/s41586-022-05666-1>

科学此刻

海豚与人类“携手”捕鱼

在巴西西南部拉古纳的海岸线上，有一座与众不同的墓地：这里的每个十字架都代表着一只海豚。这些海豚会与当地渔民合作捕鱼。

宽吻海豚和人类在该地的合作关系已经存在了一个多世纪。一项研究表明，和那些不与人类合作的海豚相比，这些海豚的存活率更高。相关成果1月30日发表于美国《国家科学院院刊》。

俄勒冈州立大学的 Mauricio Cantor 团队进行了长达12年的研究，他们用水下摄像机和麦克风研究海豚的这种合作行为。Cantor 表示，虽然与人类合作的海豚似乎能捕到更多的鱼，但真正的生存优势是避免了被沿海的渔网捕获。

每年5月至8月，海豚会将迁徙的鲷鱼群驱赶到海岸边，而渔民正在那里等待。当海豚进行最后一次深潜，将鲷鱼推向岸边时，渔民就会撒网——他们必须在正确的时间采取行动，否则就会失去机会。

渔民在等待海豚弓起背，因为这表明它们即将深潜。这些动物似乎用头或尾巴拍打水面向人类发出信号。Cantor 说：“渔民和海豚都需



巴西拉古纳的宽吻海豚和渔民合作捕捞。

图片来源: Mauricio Cantor, 俄勒冈州立大学

要学习正确的合作方式。对未经训练的渔民来说，明白海豚的信号很难。”

研究人员发现，如果渔民在海豚的提示下撒网，则捕获鲷鱼的可能性是其他时候的17倍。

Cantor 说，很难弄清楚这种合作使海豚在捕鱼方面取得了多大成功。但当当地人报告说，海豚经常潜入他们的渔网捞走一些鱼，渔网还可以帮助海豚形成一道屏障，阻止鲷鱼逃跑。

在60只海豚中，约有10只会与人类合作捕鱼。研究小组计算出，与人类合作的海豚在研究期间存活的可能性比未合作的海豚高13%。

Cantor 表示，有些海豚可能不得不在没有人类帮助的情况下捕鱼，因为该海岸附近只有

少数地方可以通过合作捕鱼。而之前与人类合作的海豚数量更多，在12至18只之间，这可能因为最近鲷鱼的数量下降了。

渔民可以通过海豚的背鳍和行为识别它们。海豚背鳍上有独特的标记。去年，当一只捕鱼技术非常高超的海豚 Caroba 死亡时，社区曾对此表示哀悼。人们认为它大约活了60岁。

西班牙加利西亚瓶鼻海豚研究所的 Bruno Diaz Lopez 表示，海豚是少数具有独特文化的动物之一。在这种文化中，行为只由特定群体表现，并在个体之间共享。“它们需要互相教导。” (王见卓)

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1073/pnas.2207739120>

全球“头号杀手”的致病基因敲定

本报讯 冠状动脉疾病是全球第一大死亡原因。美国研究人员确定了在冠状动脉疾病发展中发挥关键作用的基因。相关论文近日发表于《循环研究》。

该研究从一系列潜在基因候选中，挑选出冠状动脉疾病的“罪魁祸首”，从而给科学家寻找更好的疗法带来希望。

冠状动脉疾病是最常见的心脏病，影响了2000多万美国人。据估计，美国每年每4人中就有1人因此死亡。这种疾病由向心脏供血的动脉壁上堆积的脂肪斑块引起，但导致其发展的遗传因素仍不清楚。

弗吉尼亚大学公共卫生基因组学中心和生物医学工程系高级研究员 Mete Civelek 说：“在过去15年里，对100多万人进行的基因研究，

确定了人类染色体上数百个增加心脏病发作风险的位点。现在我们进一步确定了在这些位点上导致这种风险的基因。”

为深入了解导致冠状动脉疾病发展的重要基因，Civelek 及其团队检查了采集自151名不同种族和民族背景的人的健康心脏移植供体细胞。这为科学家提供了大量有关平滑肌细胞基因活性的信息。利用基因活性数据，他们对导致平滑肌细胞有害变化的特定基因变异进行了三角定位。

这些细胞天然排列在人类动脉上，它们是脂肪斑块在动脉内堆积的基础。掌握这些变化有助于了解斑块的形成——这一过程被称为动脉粥样硬化，并最终揭示导致冠状动脉疾病的分子机制。

“我们需要确定针对疾病发展部位的药物。这就是为什么在动脉中找到导致疾病发展的基因很重要，因为这是斑块形成的地方。”Civelek 说。

这项新研究为冠状动脉疾病提供了许多重要见解。例如，研究人员发现，男性和女性平滑肌细胞的基因活性存在显著差异。他们还发现了正在增殖的平滑肌细胞与没有增殖的平滑肌细胞之间存在重要差异。

“我们希望为心血管领域未来几年的研究提供丰富的基因目录，以此作为新的治疗靶点。开发出的药物可以靶向动脉斑块发展，从而造福数千万患者。”Civelek 表示。 (王方)

相关论文信息：
<https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.122.321586>

激光聚变“点火”成功是人类迈向聚变能时代里程碑

(上接第1版)

10多年前，科学界、国家科技决策层经过共同讨论，最终达成了我国加入国际热核聚变实验堆计划(ITER)的共识。从目前看，中国对ITER的贡献已远远超过了预期，这足以说明我国对磁约束核聚变路线的重视。不管是ITER还是东方超环，这种已经形成广泛共识的项目都不会因为NIF这次成果而停下来。当然，我国对惯性约束聚变研究的努力一定会因此得到激励。

聚变输出能量或可非线性提高

《中国科学报》：关于输入能量，之前NIF一直输入的是1.9兆焦，但这次提升到了2.05兆焦。2.05兆焦是否是目前全世界能输出的最大激光能量？

张杰：NIF是目前世界上最大和最复杂的激光光学系统，长215米、宽120米，大约相当于3个足球场的面积。从1997年开工到2009年正式落成，其总计投入在35亿美元以上，如果加上过去10多年在相关研究上的投入，总经

费达数十亿美元之多。

由于这次实验的重要性，NIF这一轮实验中使用的驱动激光能量从1.9兆焦提高到2.05兆焦，看似提高不多，但其实已经逼近NIF激光能量的最大输出极限。未来，他们还会进一步努力提高驱动激光的能量，希望在更高的驱动激光能量下获得更好的结果。

《中国科学报》：发布会上提到，NIF在2022年9月进行了不同的设计。据您所知，他们在设计上做了怎样的调整？

张杰：这次NIF实验将2.05兆焦的激光能量通过192路激光束聚焦到2毫米的重金属腔内，把激光能量转化为均匀的X射线辐射，X射线再对氘氚靶丸进行压缩和加热，从而将燃料靶丸压缩到太阳内核的温度和压力，实现聚变点火。

在2021年8月8日之前，他们的设计方向主要是对靶进行优化，包括空腔、氘氚靶丸及烧蚀层等。优化的结果是8月8日取得了破纪录的聚变反应——产生了1.35兆焦耳的能量，约为输入激光能量的70%，是世界上最接近净能量增益的一次。

此后，他们将优化设计的方向调整到了辐射场的均匀度上，并取得了新进展。激光束和激光束之间的能量转移原本是一个副作用，现在他们掌握了把副作用变成有利效应的方法，可以让内部辐射场均匀化且均匀度好于1%，这应该是他们这次取得的最大技术进步。同时，经过对激光能量的进一步提高以及对靶丸烧蚀层厚度的微调，2022年12月5日，NIF终于实现了净能量增益的聚变“点火”。

《中国科学报》：按照NIF目前的技术设计，有没有可能进一步提高能量增益？

张杰：在这次新闻发布会上，他们提到“要进一步提高驱动激光的能量，希望能够获得更大的聚变能”。从这句话里能够感觉到，他们对于用同样激光能量获得更大聚变能量输出是有所保留的。

但可以确认的是，假如这个结果可以重复的话，之后如果他们进一步提高驱动激光能量，我相信聚变输出的能量会进一步提高，而且很有可能不是线性提高，而是非线性提高。

日本研发出促进脑损伤修复材料

据新华社电 日本自然科学研究机构生理学研究所近日发表公报说，该所研究人员参与团队研发出一种生物材料，该材料在动物实验中被观察到能促进脑部受损的实验鼠新生神经元的迁移，并能改善脑损伤造成的运动功能障碍。

公报说，哺乳动物出生后，其大脑特定部位仍不断有新的神经元产生。如果发生脑损伤，新生神经元能够迁移到受损部位，促进大脑功能修复。然而由于缺少足够的发挥“脚手架”功能的细胞来引导新生神经元高效迁移，自然发生的新生神经元迁移在改善脑损伤导致的功能障碍方面效果并不理想。

日本生理学研究所研究人员参与团队研发出一种超分子生物材料，这种人工材料含有促进新生神经元迁移的细胞黏附分子——神经糖蛋白的胞外结构域。这种液态材料被注入大脑受损部位后，其分子会在注射部位附近聚集，形成纤维状结构，并变成凝胶状。

研究人员通过小鼠实验观察到，这种新型生物材料不仅能促进新生神经元向大脑表面受损部位迁移，还能促进它们向大脑深处受损部位迁移。研究人员认为，这种生物材料能在一段时间内为脑内新生神经元持续迁移提供支撑点。

在脑损伤小鼠被注射生物材料一个月后，研究人员对损伤修复情况进行评估发现，注入的生物材料已经分解，在损伤严重的靠近小鼠大脑表面部位有很多由新生神经元分化而来的成熟的神经元。 (钱铮)

欧委会发布“绿色协议产业计划”

据新华社电 欧盟委员会2月1日发布“绿色协议产业计划”，以对抗美国《通胀削减法案》给欧洲带来的不利影响。

欧委会主席冯德莱恩当日发表讲话说，在应对气候变化的斗争中，零碳产业最为重要。如今主要国家都在加大零碳产业投资，未来几年将决定零碳经济的形态和定位，欧洲在这一领域应拥有一席之地。

“绿色协议产业计划”包含四项核心内容：一是建设可预测和简洁高效的管理体系，二是加快获取欧盟及欧盟各国资金的速度，三是提升适用于绿色转型的技能，四是推进有助于供应链韧性的开放性贸易举措。

为使零碳产业更便捷、更迅速得到国家资助，欧委会计划放宽对国家援助的限制，鼓励私人资金流向欧盟清洁技术。欧委会将与欧盟国家代表协商，修订目前的国家援助框架。

去年8月，美国总统拜登签署《通胀削减法案》，出台包括高额补贴在内的大量激励措施，以推动电动汽车和其他绿色技术在美本土的生产应用。美国称该法案旨在重振深受持续高通胀困扰的美国经济，欧盟则认为法案部分内容涉嫌贸易保护主义。 (李骥志)

与美国不同的激光聚变实验正在进行中

《中国科学报》：目前我国在可控核聚变方面的整体研究布局情况如何？

张杰：在磁约束核聚变方面，早在上世纪70年代，中科院合肥物质科学研究院等离子体物理研究所就开始了核聚变相关研究，并于上世纪90年代启动磁约束核聚变技术——超导体托卡马克的研究。

2006年，被誉为“人造太阳”的东方超环正式建成，成为我国自行设计研制的国际首个全超导托卡马克装置。同年，以中科院为主导的中国团队加入ITER，成为全球探索“人造太阳”新能源队伍中的重要一员。

在惯性约束核聚变研究方面，上世纪60年代，我国科研人员就在王淦昌先生的倡议下在中科院上海光学精密机械研究所开启了激光惯性约束核聚变研究。上世纪80年代，该所开启了大型综合性激光装置——“神光”的预研工作。该装置于1986年建成，被称为“神光I”。2000年和2015年，我国又先后建成神光II激光装置和神光III主机激光装置并投入使用。

2020年，中科院启动了新型激光聚变方案的前沿专项研究，采用与美国完全不同的激光聚变方案，希望大幅度提高激光聚变点火能量转换效率。目前相关理论与实验研究正在进行中。