



中国科大揭示光感知调控血糖代谢的神经机制

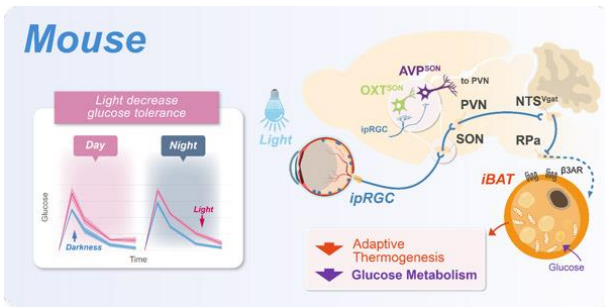


图1: 在小鼠上, 光激活ipRGC-SON^{OXT}-SON^{AVP}-PVN-NTS^{Vgat}, 压抑RPa和支配脂肪的交感神经, 进而压抑棕色脂肪产热降低血糖耐受性。

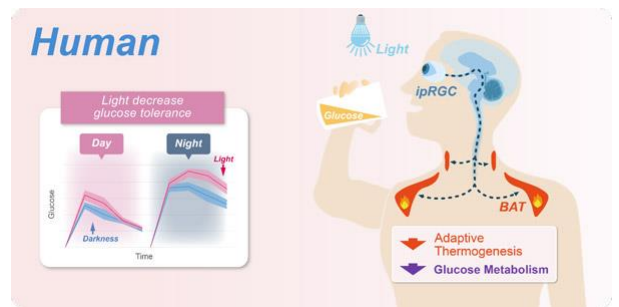


图2: 在人上, 光可能通过同样的神经环路机制压抑棕色脂肪产热降低血糖耐受性。相较于白天, 夜晚人的血糖耐受性更低。

2023年1月, 中国科学技术大学薛天教授研究团队在《Cell》在线发表题为“Light modulates glucose metabolism by a retina-hypothalamus-brown adipose tissue axis”的研究成果。该工作发现了光直接通过激活视网膜上特殊的感光细胞, 经视神经至下丘脑和延髓的系列神经核团传递信号, 最终通过交感神经作用于外周的棕色脂肪组织, 直接压抑了机体的血糖代谢能力。值得指出的是, 这项工作不但在小鼠动物模型上系统回答了光调节血糖代谢的生物学机理, 在人体试验上也发现了同样的现象, 显示光调节血糖代谢可能广泛存在于哺乳动物界。

研究人员首先对小鼠和人执行葡萄糖耐受性检测 (GTT), 发现数个小时的光暴露显著降低了人和鼠的血糖耐受性。接着研究人员进一步探究视网膜至脑内的哪些核团参与光调节糖代谢。结合大量神经环路示踪和操控手段, 研究人员进一步发现ipRGC→SON^{OXT} (视上核内催产素(Oxytocin)能神经元)→SON^{AVP} (SON内抗利尿激素(Vasopressin)能神经元)→PVN (下丘脑室旁核)→NTS^{Vgat} (孤束核的GABA能抑制性神经元)→RPa (中缝苍白核) 这样一条脑内六级长程神经环路介导光降低血糖耐受性 (图1)。

夜行性的小鼠和昼行性的人类在诸多光调控的生理过程中表现既有相反也有相同的效应。光是否同样降低人的血糖耐受? 研究人员分别使用ipRGC敏感的蓝光与ipRGC不敏感的红光, 测试人在不同波长光线照射下的血糖耐受性。结果显示在蓝光照射下人的血糖耐受性显著下降。进一步研究人员将被试者处于热中性温度环境中 (热中性温度下棕色脂肪组织活性被压抑) 进行了血糖耐受性测试, 结果显示光不再压抑血糖耐受。上述实验提示光降低人的血糖耐受性可能也是由ipRGC感知光线且通过影响棕色脂肪组织的活性所介导 (图2)。

这项光调节血糖代谢的机制研究, 提示现代人健康生活应关注光线环境的健康, 针对夜间光污染造成的罹患代谢疾病风险提高, 应考虑生活环境中夜间人造光线的波长、强度和暴露时长。这项工作发现的感光细胞、神经环路和外周靶器官可为将来干预此过程提供潜在靶点。

研究进展

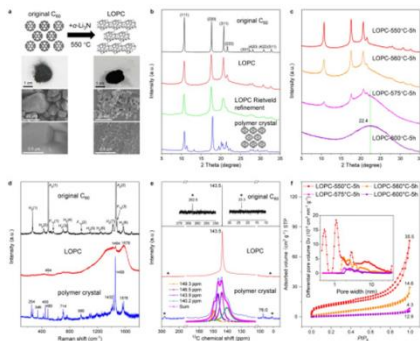
中国科大在新型碳基晶体研究方面取得重要进展

2023年1月，中国科学技术大学化学与材料科学学院材料科学与工程系、合肥微尺度物质科学国家研究中心朱彦武教授团队在《自然》杂志上发表题为“Long-Range Ordered Porous Carbons Produced from C₆₀”的研究论文，报道了在常压条件下通过化学电荷注入技术，将富勒烯C₆₀分子晶体转变为聚合物晶体和长程有序多孔碳（LOPC）晶体的相关进展。LOPC晶体是由C₆₀分子之间通过共价键连接而成的新型人工碳晶体，既具有多孔特性又保留了C₆₀分子晶体的长程有序特征。在该研究中，研究人员实现了上述材料的克量级制备，系统表征了其微观结构、谱学特征、结构衍化和电学性质；发展了电荷注入方法辅助实现C₆₀分子间界面的原子级精度调控，为碳基晶体材料研究提供了一种“拼乐高”式的制备技术。

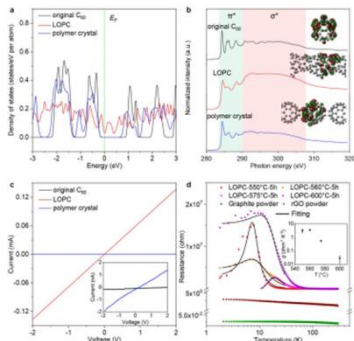
朱彦武教授团队长期致力于发展碳材料规模化制备技术，特别集中于从石墨烯、富勒烯等纳米碳基单元出发、通过调控单元界面得到新型碳材料的研究。该团队曾利用氢氧化钾对微波剥离的还原氧化石墨烯进行活化处理，将石墨烯片层重构为兼具高比表面积和高电导率、具有负曲率结构特征的“活化石墨烯”，作为超级电容器电极材料体现出优异性能（Science 2011, 332, 1537），并实现了对活化产物结构的进一步精细调控（Adv. Mater. 2016, 28, 5222；Adv. Mater. 2017, 29, 1603414）。团队近期研究发现，将氮化锂（a-Li₃N）和石墨接触时，其部分电子会转移至石墨的π电子云，导致石墨层间距异常增大、层间滑移能垒降低，从而使得3R相（ABC堆叠）石墨可在比此前报道低得多的温度下转变为2H相（AB堆叠）（Nano Lett. 2021, 21, 5648）。

在上述研究基础上，团队利用氮化锂对富勒烯C₆₀分子晶体进行电荷注入，在常压条件下和440-600 °C范围内将面心立方堆积的C₆₀分子晶体转变为聚合物晶体及LOPC晶体，实现了其克量级制备。在来自东南大学、中国散裂中子源、国家同步辐射实验室、南方科技大学、中国科学院半导体研究所、韩国基础科学研究所等研究团队的合作帮助下，系统地表征了其微观结构、谱学特征、电子结构和电学性质。研究表明，电荷注入C₆₀分子导致的电偶极矩可在邻近的分子间传递，降低了在反应过程中C₆₀笼间的加成反应势垒；更进一步的反应（更高处理温度、更多电荷注入量、更长反应时间）使得笼间连接部分转变为弯曲的sp²结构，但分子主体位置仍保持良好的长程有序特性。从分子晶体到聚合物晶体和LOPC晶体的结构转变过程中，其室温电导率逐渐升高；电子从局域在单个分子上逐渐发展为远程离域特性。值得注意的是，该团队通过基于机器学习和神经网络的结构搜索进一步研究发现，长程有序多孔碳晶体代表了一大类从富勒烯分子晶体到石墨类碳晶体转变过程中的亚稳态晶体结构，其具体结构种类可能是一个非常庞大的数目（Adv. Funct. Mater. 2022, 32, 2203894）。

综上，该研究利用化学电荷注入技术，基于结构明确的C₆₀分子晶体，实现了包含巨大数量碳原子体系的热力学状态和动力学过程的精确调控，在常压条件下获得了克量级的长程有序多孔碳晶体，系统地表征了其微观结构和相关性质，为新型碳基晶体结构构建、性质研究及应用探索提供了新的视野。



图注：形貌和结构表征。

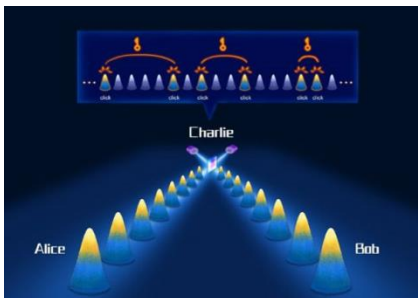


图注：电子态密度、X射线吸收精细结构谱和电学性质测试。



研究进展

中国科大实现模式匹配量子密钥分发



图注：模式匹配量子密钥分发协议示意图

近日，中国科学技术大学潘建伟、陈腾云等与清华大学马雄峰合作，首次在实验上实现了模式匹配量子密钥分发(Mode-pairing QKD)，相关研究成果发表在《物理评论快报》(Physical Review Letters)上。

量子密钥分发(QKD)基于量子力学基本原理，可以实现理论上无条件安全的保密通信，因此在近几十年来一直是学术界的研究热点。模式匹配量子密钥分发协议(MP-QKD)是由清华大学马雄峰研究组于2022年提出的一种新型测量设备无关量子密钥分发协议，要求通信双方首先将信息编码在单个光学模式中，基于探测响应结果，通信双方按照一定规则进行配对，再根据配对情况进行基矢比对、参数估计等后处理操作来产生最终的安全密钥。相较于原始的测量设备无关协议(MDI-QKD)，MP-QKD可以将更多的探测事件用于成码，可以很大程度提高成码率；相较于双场量子密钥分发协议(TF-QKD)和相位匹配协议(PM-QKD)，MP-QKD无需复杂的激光器锁频锁相技术，节省成本且降低了实际应用难度，同时对环境噪声有更好的抗干扰能力。

潘建伟、陈腾云研究组基于清华大学马雄峰研究组提出的模式匹配量子密钥分发(MP-QKD)协议，利用极大似然估计的数据后处理方法精确地估算出两个独立激光器的频率差用于参数估计，并结合中科院上海微系统所尤立星团队研制的高效率单光子探测器，实现了实验室标准光纤百公里级、两百公里级、三百公里级以及超低损光纤四百公里级的安全成码，相较于之前的原始MDI实验，成码率有明显提升，并且在三百公里和四百公里距离上较之前实验成码率提升了3个数量级。

上述研究成果表明，MP-QKD在不需激光器锁频锁相的条件下可以实现远距离安全成码且在城域距离有较高成码率，极大地降低了协议实现难度，对未来量子通信网络构建具有重要意义。



国家研究中心简讯

◆中心合作研究成果入选2022年度“中国十大科技进展新闻”

2023年1月12日，由中国科学院、中国工程院主办，中国科学院学部工作局、中国工程院办公厅、中国科学报社承办，中国科学院院士和中国工程院院士投票评选的2022年中国、世界十大科技进展新闻在京揭晓。合肥微尺度物质科学国家研究中心曾杰团队合作取得的研究成果“我国科学家将二氧化碳人工合成葡萄糖和脂肪酸”入选2022年度“中国十大科技进展新闻”。自2003年以来，中心共有18项成果入选中国十大科技进展新闻。

将二氧化碳人工转化为高附加值化合物，“变废为宝”，是科技界持续攻关的重要领域。我国科学家此前在国际上首次实现了二氧化碳到淀粉的从头合成。电子科技大学夏川课题组、中国科学院深圳先进技术研究院于涛课题组和我中心曾杰课题组共同创建了一种二氧化碳转化新路径，通过电催化与生物合成相结合，成功以二氧化碳和水为原料合成了葡萄糖和脂肪酸，为人工和半人工合成“粮食”提供了新路径。该研究开辟了电化学结合活细胞催化制备葡萄糖等粮食产物的新策略，为进一步发展基于电力驱动的新型农业与生物制造业提供了新范例，是二氧化碳利用的重要发展方向。该成果4月28日以封面文章形式在《自然·催化》发表。

中国十大科技进展新闻年度评选活动至今已举办了29次，在社会上产生了强烈反响，使公众进一步了解国内外科技发展的动态，对普及科学技术起到了积极作用。

◆中心4位老师获首期腾讯“新基石研究员项目”资助

1月13日，腾讯新基石科学基金会公布了首期“新基石研究员项目”资助名单，合肥微尺度物质科学国家研究中心俞书宏、封东来、王兵、陆朝阳4位老师入选资助名单，获奖人数并列全国高校第三。

“新基石研究员项目”是一项聚焦原始创新、鼓励自由探索、公益属性的新型基础研究资助项目，重在“选人不选项目”，支持富有创造力的科学家开展探索性与风险性强的基础研究，期待他们提出重要科学问题、开拓学科前沿，推动原创突破。2022年首期“新基石研究员项目”共资助58人。