

科研进展 *

发现源于纳米天线效应的新电光现象

中国科技大学合肥微尺度物质科学国家实验室单分子物理化学研究团队的研究发现,当无线电通信天线尖端尺寸减少到纳米量级,并非常接近另一金属表面而形成一个纳米腔室时,就可以利用局域等离激元共振模式的调控来对腔内荧光体的发光特性进行有效控制,在光频区实现新奇的电光效应:电致热荧光、上转换发光和“彩色”频谱调控。这一研究成果发表在 2010 年 1 月出版的国际学术期刊 *Nature Photonics* 上,同时 *Nature China* 以《光子学:禁止之光》为题介绍了该项工作。审稿者一致认为,该工作是纳米光子学领域的一个重要新进展,将引起光子学领域研究人员的广泛关注。

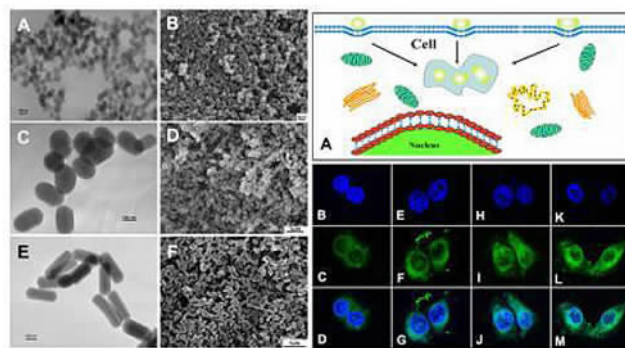
多色纳米信标研究获得进展

分子信标 (Molecular beacon) 是一种基因检测的重要方法。上海应用物理所物理生物学实验室的研究人员构建了一种“多色纳米信标 (Multicolor nanobeacon)”,并应用该探针实现多种肿瘤基因标志物的同步检测。该研究展示了应用“多色纳米信标”对 P16、P21 和 P53 三种肿瘤抑制基因进行同时荧光检测,结果表现出很好的灵敏度和特异性,能够检测低至 pM 的基因并可以很好地区分单碱基变异。由于此前研究表明,纳米金和 DNA 的复合物能够高效透过细胞膜,因此这一“多色纳米探针”有望用于细胞内多事件的同时探测。相关论文以 Frontpiece 形式发表在近期 *Angew. Chem. Int. Ed.* 上。*Nature China* 在研究亮点中对该工作进行了报道。

多色纳米信标的原理还可用于构建基于核酸适配体的多色纳米生物传感器。研究人员将核酸适配体与靶分子的高特异性识别行为与纳米金对荧光的超强淬灭能力结合起来,制备了可同时灵敏检测可卡因、腺苷和钾离子的多色纳米金探针,相关工作发表在 *Small* 上。此外,研究人员还发展了一种基于氧化石墨烯的多色荧光探针,用于多种基因的同时快速灵敏检测,研究结果发表在 *Advanced Functional Materials* 上。

纳米材料的生物学效应研究取得新进展

理化技术所唐芳琼研究组,设计合成了一系列形貌可控的介孔二氧化硅纳米载体作为模型,系统地研究了它们所产生的一系列细胞效应。该研究集中探讨了细胞对不同形貌的纳米颗粒在内吞上的差异,在细胞内吞的过程中或过程后会引起细胞功能上的变化,



* 收稿日期 2010 年 3 月 5 日

包括细胞骨架的形成、细胞粘附、细胞迁移和细胞活力等,这些功能上的变化可能是由纳米颗粒引起的细胞内分子行为的改变所导致,以上这些细胞功能和分子行为的改变都不同程度地受形貌的调控。研究表明,纳米材料不仅仅是起着载体的作用,它还会主动地通过调控细胞的分子行为导致细胞功能上的变化。因此,这项科研成果对于全面了解纳米材料的生物安全性和建立纳米安全性防御体系具有重要的指导意义。研究成果近期发表在 *Biomaterials* 上。

高维化学反应势能面和原子水平微观动力学机理研究取得重要进展

化学所分子反应动力学国家重点实验室研究人员经过多年努力,构建了 $\text{H}+\text{SiH}_4$ 反应的 12 维高精度从头算势能面(BCLWS 势能面),进一步在 BCLWS 势能面上开展了大规模态-态动力学计算研究,揭示了该反应重要的微观动力学特征和多种原子水平的机理,其中提出了多原子交换反应的两种新的机理,并命名为 torsion-tilt 和 side-inversion,这些发现有助于对多原子交换和抽取反应本质的深入理解,对建立多原子反应理论模型、探讨立体动态学效应等具有重要意义。研究成果发表在 *PNAS* 上,得到审稿人的高度评价。这种精细的研究也从分子基元反应的层次上深化了对化学反应的认识,为大气化学等研究提供了基本参数,将会对从基础化学动力学到大气和有机化学等多个领域产生影响,例如上述新机理表明过渡态理论模型需要改进,而过渡态理论在生物和溶液体系也有广泛的应用。

不对称催化研究取得新进展

高效不对称催化剂体系的设计和构建作为不对称催化领域的一个重要研究方向,一直受到人们的广泛关注。兰州化学物理所羰基合成与选择氧化国家重点实验室黄汉民研究组根据质子能够加速某些有机反应的原理,设计了一种全新的多功能化不对称催化剂体系,在该体系中既有活化底物的路易斯酸活性位点,又有活化亲核试剂的布朗斯特碱活性位点,通过引入手性磷酸将所有反应物都同时固定在一个手性环境中,且该催化体系中存在能够加速反应的游离质子源以提高反应的化学转化效率,游离质子源可以通过手性布朗斯特酸和金属路易斯酸之间简单的离子交换得到。这一全新的催化剂设计理念已经成功应用于吡啶与 β -芳基- α' -羟基不饱和酮的加成反应中,取得了较好的反应结果。研究成果发表在 *Chem. Eur. J.* 上,研究结果发表后引起了国际同行的广泛关注。



率,游离质子源可以通过手性布朗斯特酸和金属路易斯酸之间简单的离子交换得到。这一全新的催化剂设计理念已经成功应用于吡啶与 β -芳基- α' -羟基不饱和酮的加成反应中,取得了较好的反应结果。研究成果发表在 *Chem. Eur. J.* 上,研究结果发表后引起了国际同行的广泛关注。

以高清图像揭示诞生大质量恒星的云核四胞胎

国家天文台致密天体和弥漫介质研究组博士生石惠,在美国哈佛斯密松天体物理中心赵军辉博士和国家天文台韩金林研究员的指导下,处理了位于美国夏威夷岛上的亚毫米波天线阵(SMA)在 354 和 230GHz 频段(波长 0.85 和 1.3 毫米)对著名大质量恒星形成区 W51 的观测数据,成功地获得了致密云核 W51e2 内部 1 500AU(天文单位)尺度的精细结构图像(分辨率高达 0.3 个角秒)。这是迄今为止大质量恒星形成区在亚毫米波段最高分辨率

的成像测量。观测发现 W51e2 有 4 个云核。多个波段的数据联合研究表明,这 4 个云核处于大质量恒星形成的不同阶段:一个已经形成大质量恒星,一个正在形成原恒星,其它两个云核可能是处于恒星形成的更早阶段。这项工作揭示,大质量恒星虽成团诞生,但形成和演化的阶段有明显的差异。研究论文发表在最近出版的 *Astrophysical Journal* 上。

生物质催化转化研究取得重要进展

纤维素作为自然界中最丰富的生物质资源,其催化转化制能源化学品是学术界研究的热点。大连化物所张涛研究组利用碳化钨在涉氢反应中的类贵金属性质,首次尝试将廉价的碳化钨催化剂应用于纤维素的催化转化,发现活性炭负载的碳化钨催化剂能够将纤维素高效转化为乙二醇,尤其是在少量 Ni 的促进下,乙二醇的收率高达 61%。与具有微孔结构的活性炭相比,使用具有较大比表面积和孔容积的介孔炭作为催化剂载体,不仅可以提高活性组分碳化钨的分散度,同时也有利于反应物和产物分子的传质和扩散,进而可提高其催化性能。为此,研究组采用廉价易得的商品化二氧化硅作为硬模板制备了一种具有三维连通孔结构的介孔炭,以此作为碳化钨催化剂的载体,大大提高了碳化钨的分散度,在纤维素的催化转化反应中表现了更高的活性、选择性以及稳定性,即使在不添加 Ni 的情况下乙二醇的收率已达到 70%以上,在循环使用 4 次以后乙二醇的收率仍接近 60%。以上研究为设计合成新型高效实用纤维素转化催化剂提供了新的借鉴和思路。研究论文作为内封面文章发表在近期出版的 *Chemical Communications* 上。



凋亡细胞清除机制研究取得重要突破

遗传与发育生物学所杨崇林研究组以秀丽线虫为模式,揭示了凋亡细胞清除过程中吞噬受体的调控机制。他们发现吞噬受体从吞噬小体上的释放需要一个在细胞内部负责蛋白质逆向运输的复合体——retromer 的参与。当 retromer 复合体的各个亚基发生突变后,线虫体内凋亡细胞存在清除障碍。进一步研究发现,retromer 复合体主要通过吞噬受体 CED-1 发挥作用。retromer 复合体可能通过与 CED-1 的蛋白质直接相互作用,使 CED-1 从吞噬小体上释放并重新回到吞噬细胞的细胞膜上,从而使该受体得以循环利用。当 retromer 发生功能缺失性突变时,CED-1 将与吞噬小体一起被运送到溶酶体而被降解,造成吞噬细胞上的受体缺乏并引起凋亡细胞的清除障碍。该研究有助于加深对细胞凋亡调控机制的认识,并为通过调控细胞凋亡途径来治疗自身免疫疾病、神经退行性疾病以及抗肿瘤等提供新靶点,具有重要理论意义及潜在应用价值。该成果已在线发表于 2010 年 2 月 4 日 *Science* 上。

发现听觉皮层的调频声音方向选择性的突触机制

上海生科院神经科学所章晓辉研究组、蒲慕明研究组和加利福尼亚大学伯克利分校丹扬教授合作,发现了关于听皮层的调频声音方向选择性形成的突触机制。其博士研究生叶昌泉通过对大鼠初级听皮层的在体膜片钳电生理研究,揭示初级听皮层的调频方向选择性



中国科学院

建立的多重突触机制：包括声音激活的兴奋性突触输入的时间延迟在声音频率象限上有规律的变化；兴奋性和抑制性输入的感受野在声音频段上的差异分布，即不同频段声音差异性地激活抑制性和兴奋性输入。这项研究直接地验证了存

在已久的感觉神经元方向性特征建立的通用突触机制模型，也为了解大脑感觉处理信息的工作机制提供了实验基础。该成果发表在 2 月 3 日出版的 *The Journal of Neuroscience* 上。

FM sound direction selectivity in primary auditory cortex



抗禽流感药物扎那米韦获得新药证书和药品批准文号

上海药物所自 2005 年起,与南京先声东元制药有限公司、南京一方药物研发中心有限公司协作攻关,快速研制了扎那米韦原料药,获得了葛兰素史克制药公司(GSK)授权;并开发出“吸入用扎那米韦胶囊”新剂型。扎那米韦是有效的流感病毒唾液酸抑制剂,通过抑制流感病毒的神经氨酸酶,从而改变了流感病毒在感染细胞内的聚集和释放,用以治疗因甲型流感病毒引起的流行性感冒。目前,世界卫生组织推荐的抗禽流感最有效的预防药物为扎那米韦和达菲,但这两类进口药物较为昂贵,成为限制其广泛使用的最大障碍。国产扎那米韦药物的研发成功,降低了患者治疗成本,扩大了使用范围,为应对高致病性流感提供了有力保障。扎那米韦是继磷酸奥司他韦(Oseltamivir)之后上海药物所研发成功的第二个抗流感新药,丰富和强化了我国抗流感化学药物的战略储备。

揭示调控胚胎干细胞神经分化的一种重要分子机制

上海生科院生化与细胞所陈德桂研究组与景乃禾研究组合作,发现了一个新的含有 JmjC 结构域的蛋白质 KIAA1718 (KDM7A),该蛋白能够特异地去除组蛋白 3 尾部的第 9 位和第 27 位赖氨酸上的二甲基(H3K9me₂,H3K27me₂)。进一步的研究发现,在所有已知的组蛋白去甲基化酶中,KDM7A 的表达在胚胎干细胞向神经干细胞分化过程中有最明显的上调。这一研究成果不仅加深了人们对组蛋白去甲基化酶生物学功能的认识,也为胚胎干细胞分化过程表观遗传调控机制的研究提供了重要线索。研究成果发表在 *Cell Research* 上,论文受到 Connexon Creative 公司出版的 *Neural Cell News* 当期论文推荐。

发现原核生物中亮氨酰-tRNA 合成酶依赖 tRNA 的转移前编校

上海生科院生化与细胞所王恩多研究组继 2000 年和 2009 年证明了亮氨酰-tRNA 合成酶(LeuRS)具有转移后和不依赖 tRNA 转移前的编校功能后,最近该研究组的谭敏、朱斌和周小龙,利用点突变和新开发的 LeuRS 的小分子抑制剂 AN2690,证明了大肠杆菌(*E. coli*)和嗜嗜热菌(*A. aeolicus*)的 LeuRS 具有依赖 tRNA 的转移前编校,分析了不同的编校途径在编校过程中发挥的具体作用。对 LeuRS 的编校途径的系统研究表明,aaRS 在催化反应的每一步都具有检查点(Check point)去除错误氨基酸,进行质量控制,保证蛋白质生物合成的精确性。研究成果发表在 *J Biol Chem* 上。

中美科学家将鸟类起源时间前推 6 000 万年

古脊椎动物与古人类所研究员徐星和美国乔治华盛顿大学教授科拉克领导的国际研究小组,从 2000 年开始对新疆准噶尔盆地暴露于地面的侏罗纪中晚期地层,进行了细致的地质古生物学调查,取得了大量地质资料并采集了一批重要的化石标本,使得这一地区成为世界上最重要的侏罗纪中晚期陆生动物群产地之一。该项目的重要目标之一就是通过对更早期的兽脚类恐龙来复原恐龙向鸟类演化的这一过程。自 2002 年以来,课题组在包括 *Nature* 在内的国内外学术刊物上发表了一系列成果。在 2010 年 1 月 29



日出版的 *Science* 上,研究小组报道了 Choiniere 等人发现于准噶尔盆地上侏罗统石树沟组,约 1.6 亿年前形成的沉积物中的 1 件小型兽脚类恐龙标本。这一标本代表兽脚类恐龙当中的阿尔瓦兹龙类中的 1 个新物种,研究人员将其命名为灵巧简手龙。灵巧简手龙把阿尔瓦兹龙的化石记录提前了至少 6 000 万年,改写了兽脚类恐龙的分异时间,也就是改写了鸟类起源的时间。

研究小组通过定量分析,发现现有的化石记录和系统发育假说的吻合度相当高,驳斥了似鸟恐龙出现太晚不能作为鸟类祖先类群的假说。认为,似鸟恐龙在 1.6 亿年前开始分化,其中一支演化出鸟类。该研究成果进一步丰富了人们对于恐龙向鸟类演化过程的理解。

中外科学家首次发现恐龙羽毛颜色的证据

由中国、英国和爱尔兰三国科学家(张福成,Stuart L Kearns,Patrick J Orr,Michael J Benton,周忠和,Diane Johnson,徐星,汪筱林)共同完成的一项研究成果,刊登在最近出版的 *Nature* 上。报道了他们在热河生物群的鸟类和带毛的恐龙中发现的两种黑色素体。这一工作代表了古鸟类和恐龙研究取得的一项最新进展,为科学复原古生物的颜色提供了依据,也为羽毛起源、鸟类起源及鸟类与恐龙的系统关系的研究提供了新的证据。该研究主要的科学意义包括:第一,首次科学验证了一些恐龙(如中华龙鸟、中国鸟龙等)的纤维状“毛”状结构与鸟类羽毛的同源性,即同属皮肤衍生物,而不是皮肤内的纤维;这一发现倾向支持鸟类起源于恐龙的假说;第二,首次为复原带毛恐龙身体的颜色提供了科学根据,同时也是第一次对热河生物群的鸟类的羽毛颜色复原提供了证据;第三,为从微观的层次研究羽毛的起源和演化开辟了新的途径;也为依靠电子显微镜技术、地球化学手段以及通过古生物学与现代细胞生物学及现代生物化学的学科交叉,研究当时的古环境及埋藏学等探索了新的途径。张福成、周忠和、徐星、汪筱林为古脊椎所研究员。



张福成、周忠和、徐星、汪筱林为古脊椎所研究员。

瓮安生物群研究取得新进展

包括人类在内的复杂多细胞动物的始祖究竟是什么时候开始出现在地球上的呢?这是

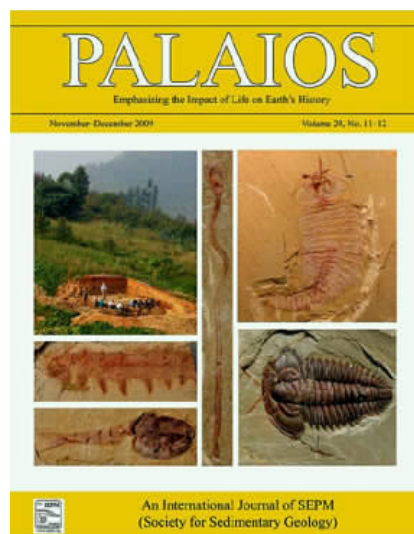


中国科学院

目前科学界最引人入胜同样也是人们知之甚少的重大科学问题之一。南京地质古生物所陈均远研究员领导的国际科学小组使用目前最先进的同步辐射 X 射线相衬显微 CT 技术,对新发现的两颗胚胎化石进行了三维结构重建。三维重建结果显示这两颗胚胎化石已经开始了细胞的迁移和分化,并在此基础上产生了极性,即出现了前后轴、背腹轴和左右轴。这些显著生物学特征表明它们与两侧对称动物有着十分密切的亲缘关系。值得指出的是,这两颗胚胎化石在细胞迁移和重排的过程中采用了完全不同的机制,暗示两者可能来自不同的分类群,说明两侧对称动物不仅仅在新元古代就已经崛起,而且有了相当程度的分化,这为了解寒武纪大爆发之前后生动物的演化历程提供了重要线索。相关成果发表在 *PNAS* 上。这是该科学小组继 2004 年和 2006 年在 *Science* 上分别报道最古老的“两侧对称动物小春虫化石”和“具极叶的动物胚胎化石”以来,为论证 5.8 亿年前的瓮安生物群中已经存在两侧对称动物添加的又一力证。

澄江动物群和寒武纪大爆发研究取得新成果

南京地质古生物所赵方臣博士等,针对澄江动物群的埋藏机制和生态群落特征问题,打破传统的化石采样方法,首次在国内采用定量统计方法,对澄江生物群埋藏的核心区域进行了系统采样发掘。在获得近 12 000 块标本的基础上,对含化石地层沉积学和化石组合进行了定量化对比分析研究,不仅定量论证了节肢动物是澄江动物群的优势类群,还识别了两个重要的化石埋藏相,证实了同一群落经过不同埋藏过程是导致两种埋藏相内化石群落差异的主要原因。该研究不仅为揭示寒武纪大爆发时期生物群落面貌和多样性提供了新的证据,也为探讨埋藏偏差对化石群落影响,以及为开展不同埋藏相、不同区域化石群对比研究提供的新研究思路。澄江动物群和寒武纪大爆发研究取得新成果,该成果以封面文章形式发表在 *Palaaios* 上,这也是 *Palaaios* 首次发表中国学者的封面文章。



离轴三反光学系统技术获重大突破

由长春光机所承担的“离轴三反光学系统先进制造技术”项目最近通过了中科院组织的成果鉴定,鉴定委员会认为:该项目成果完整系统,理论成果丰富,技术创新显著,具有完全自主知识产权并经过工程实践检验。成果属国内最高水平、国际先进,多项关键技术国际领先。该项目包含了加工设备、工艺技术、光学检测及系统装调等一系列创新性关键技术,其成功完成标志着我国突破了 1m 量级 SiC 高精度离轴非球面等关键光学元件及可用于新一代高分辨率空间遥感器的离轴三反光学系统的制造技术,使我国成为继美、法之后世界上第三个独立、系统掌握天基大口径离轴三反系统及其核心光学元件制造技术的国家,为我国空间光学遥感器的跨越式发展打下了坚实的基础。

吨级中国低活化马氏体钢制备成功

金属所杨柯研究员和单以银研究员课题组自 2004 年以来,一直与等离子物理所合作,

开展中国低活化马氏体 (China Low Activation Martensite, CLAM) 钢的制备和研究工作。相继完成了 10 余炉 25 公斤级 CLAM 钢的实验室规模冶炼, 在 CLAM 钢的主合金化元素和活化元素的控制以及钢的纯净化方面积累了丰富的研究经验, 2006 年进一步完成了 500 公斤级 CLAM 钢的冶炼, 其成分控制和力学性能均达到同期国外同类钢种的先进水平。通过对前期工作的积累和总结, 2009 年 11 月, 课题组与国内特钢企业成功地完成了 CLAM 钢的吨级规模冶炼, 吨级 CLAM 钢铸锭的化学成分均匀性好, 铸锭中对 Ni、Cu、Al 等活化元素均较好地控制在 0.01% 以下的低水平。锻造和热处理后, 钢的力学性能达到设计指标要求。目前, 吨级 CLAM 钢已被加工成各类尺寸型材, 用于进行未来核聚变反应堆用先进包层结构材料的模拟实验研究。吨级 CLAM 钢的制备成功, 使我国在核聚变堆用低活化钢方面的研究真正达到了国际先进水平, 可大大地推动中国核聚变堆的研究进程, 增强我国在国际热核聚变反应堆 (ITER 计划) 研究中的竞争优势。



子午工程专用高性能计算平台——12 万亿次刀片式超级计算机建成

国家重大科技基础设施子午工程专用高性能计算平台——12 万亿次刀片式超级计算机建成。该平台是子午工程研究与预报系统的核心硬件设备, 可为子午工程运行计划的制定、工程物理与应用预报模式的大规模计算以及空间环境数据的三维可视化提供支撑。

该平台经过半年的试运行, 已有效集成子午工程 LI- 磁层 - 电离层因果链物理模式、数值磁层库软件及地磁暴预报模式、电离层预报模式、多站点中层大气气候模式等 5 个空间天气物理与应用预报模式, 使得 240*160*160 网格规模下的地球磁层准稳态解的模拟计算时间由过去的 3 个月缩短为 3 天, 模式计算数据与空间环境监测数据的展示实现了由二维平面向三维立体的本质转变, 极大提升了系统开展子午链模式与基于子午链的空间天气预报方法的综合研究能力, 在两种主要的行星际扰动 (动压脉冲、激波) 与地球磁层相互作用、太阳高能粒子传播与加热机制及磁层电流体系研究方面取得了一些非常重要的阶段性成果, 特别是发现在 IMF 南向时, 弓激波和磁层顶均对越尾电流供电的创新结果引起了国际同行的高度关注。这样一个资源共享、信息交互的协同工作平台的建成有助于进一步充分利用子午工程空间环境监测系统的观测能力和产出, 开展和组织灾害性空间天气事件的连锁过程、时变模式及空间天气变化规律的系统研究, 直接服务于子午工程整体建设目标的实现。



中国科学院