

科学洞察未来

英国皇家学会

0 开篇辞

回首 350 年,从启蒙运动到工业革命,直至今天的信息时代,在人类发展的每个方面,科学无不举足轻重,而皇家学会无不引领科学前沿。

值此皇家学会 350 年华诞之 2010 年,学会首先开通“拓荒”网站(trailblazing.royalsociety.org),通过回顾过去 3 个半世纪科学成就和文明快速发展的历程,拉开了纪念活动的序幕。临近岁末,我们展望未来,这个世界变化的脚步依然迅捷!

这个世纪,我们面临史无前例的挑战,即单一的物种(人)可能酿成全面的灾难——整个星球的环境面临不可逆转的退化的风险!气温在升高,人口在增长且日益老龄化,资源需求的压力在增大,伴随传染病通过变异继续肆虐而来的恐惧在上升……人类健康和地球可持续发展的重大问题已成为科学研究的重中之重,风险要评估,危险要制服。

当然,这个时代虽然危机四伏,挑战丛生,但也是科学发展的大好时机。在未来的岁月里,为了发展清洁能源,研制新的疫苗,发展优质资源,需要科学家和皇家学会等国家级科研机构担当重任。

这个时代也需要技术进步和深入理解。互联网的发展、人类基因组图谱的绘制、人脑研究等进展无不表明,研究深入之日,就是扩大探索之时。在人类发展的十字路口,我们必须小心谨慎,绝不能忽视报告科学发展状况的重要价值——公众对科学的认识和信任攸关科学的未来,会影响到科研的资助、政府对科学的支持乃至下一代潜在的科学家对科学的兴趣。

对人类的发展乃至人类的生存而言,科学举足轻重。今后几年如此,未来也如此。本人的会长任期将尽,350 周年庆祝活动也接近尾声,此时推出前瞻性的《科学洞察未来》报告,这无疑是个圆满的句号。借此机会,我们可以探讨当今世界和未来发展所面临的重大科学问题。

(英国皇家学会会长 Martin Rees)

1 地外生命的探测及其科学与社会后果

在接近地球表面的这个薄层里,富含千姿百态的生命——微生物、动植物、直至智慧生物。迄今为止,这个薄层是宇宙生命的唯一已知样本。学界迄今普遍认为,物理、化学

的概念和规律应普适于苍穹。那么,有无宇宙普适的生物学?有无地外生命?

繁星闪烁的夜空可能总在激发人类对其他世界的种种遐想,但证明在太阳之外的恒星的确存在行星的现实,也就是最近 15 年的事情。迄今已知的 450 多颗日外行星中,虽然绝大多数是类似木星、土星的气态庞然大物,但我们也发现了大约 20 颗质量小于 10 个地球的行星。这似乎表明,宇宙之中适合生命的岩性行星可能普遍存在。

一个大的未知疑问是:一旦生命条件俱备,出现生命的概率有多大?宇宙之中,构筑生命大厦的“积木”并不缺乏。人们发现,构成地球生物化学的各种基本分子,数量惊人地大量存在于星际介质和行星大气中,以及彗星、小行星、陨石和行星际尘粒的表面。宇宙中存在着合成复杂分子的巨型“工厂”,这似乎使含碳化合物遍布宇宙。如果生命的确是高概率地产生于化学变化,那么应该有理由设想:这一过程在地球上可能不止发生了一次,使地球上存在具有独特生命进化树的另类的“影子生物圈”。此外,太阳系内也有几个有希望的生命载体——火星、木卫二、土卫二以及土卫六(因其生化特征基于非水液体)。生命证据的搜集殊非易事,生命的任何化学“指纹”必须具有生命的铁证,并排除生命的无机起源。对生命起源最有力的探索,就是将上述生命载体的样本带回地球实验室,进行实验并分析结果。

搜索其他文明的无线电信号,2010 年是这一活动的第 50 个年头。“地外文明搜索计划”(SETI)的所有实验迄今尚无任何进展,但人们搜索的只是地外 200 光年的范围,而银河系的中心距离地球有 25000 光年之遥。即便银河系中没有其他智慧生命,智慧生命也可能存在于迄今尚在的数以千亿计的其他恒星系的某一个中。进一步探索太阳系以及探测日外行星大气中的生物标志,这方面的前沿研究正在规划或已实施。随着下一代射电望远镜的部署,对地外文明的信号探测也迈入了一个新的时代。

探测地外生命,在技术上日渐可行。需要三思的是,我们是因其会对人类社会带来好处而应该探测?还是因为这种努力可能到头来会威胁到我们自己的生存而不该探测?

从地球生物进化史中,我们可以看到进化的趋同,这可能意味着,由于生命体解决感官问题和社会组织问题的方法有限,所以与地球进化类似阶段的天外文明似乎应该与地球文

明的差异不会太大。历史上的实例表明,接触类似文明,可能会酿成灾难。当然,考虑到太阳只是走过了其生命历程的大约一半,且我们目前所了解的人类可能只是泱泱大戏中一幕转瞬即逝的小小插曲而已,先进天外生命的复杂精深对我们而言可能是不可思议的——它们之于我们,就好比我们之于简单而原始的阿米巴虫。

外星人入侵地球只是天方夜谭而已,探测文明的现实可能是:微生物和/或地外生命之间并不进行物理接触,只在安全距离之外相互观察。探测其他生命形式,在策略上必须排除文明之间的生物污染,这不仅是为了保护我们自己,也是为了维护宇宙的生物多样性。迄今尚无这方面的法定程序来进行“与地外生命的社会交流”,我们应该开展广泛对话,以形成相应的交流指南。

探索域外生命,其实就是探究我们自己。我们从何而来?我们为何在此?我们向何处去?诸如此类的许多乃至全部的基本问题,不但涉及生物、物理和化学,也触及哲学、心理学与宗教以及人与环境和人与人之间相互作用的方式。我们是不是宇宙中的孤独者?这个问题依然没有答案,是或否,都还没有科学证据的支持。如果地外生命的确存在,那么就会兴起一个探索文明的新时代,那个时代的芸芸众生就能好好见证地外探索!

(Martin Dominik 博士和 John Zarnecki 教授)

2 地球系统的温室气体:制定未来 20 年的行动纲要

半个世纪之前,Charles David Keeling 开始测量南极和夏威夷的莫纳罗亚山(Mauna Loa)大气中的温室气体,测量得出了惊人的结论:地球时刻在“呼吸”——植物吸入 CO_2 ,春夏枝叶茂盛;秋冬正好相反,叶子凋零、分解,释放 CO_2 。这种呼吸作用在远离实际发生地(如太平洋中部的莫纳罗亚火山地区)的大气中也可观测到。北半球对这一循环的影响占据主导地位,基林因此认为,在碳的这种季节性吐纳循环中,其主角不是海洋浮游生物,而是陆生植物。在 CO_2 浓度的升降上,夏威夷和南极之间在时间上存在对应关系,基林认为,从南极到北极的广大地区,大气的混合大约一年一循环。

Keeling 发现,空气中的 CO_2 逐年递增,原因在于化石燃料的使用。如今尽人皆知的是:人类活动加重了大气中温室气体的负担,后者又改变地球的气候。

现在,世界各地有众多观测站在长期采集和记录大气中 CO_2 的数据,有些站点还监测其他温室气体和相关示踪物,如甲烷、氧气及所监测元素的稳定同位素。对海洋,我们有大规模的合作监测计划;在陆地,各种生态系统研究则监测全球 CO_2 的流动。美国的“碳追踪器”(Carbon Tracker)为区域性研究提供珍贵的资料,欧盟即将投入使用的“碳观察综合系统”(ICOS)可望解决许多问题。我们也研发了不少建模工具,有些采用观测数据,有些则致力于模拟地球系统,提供预报能力。飞机采样和卫星观测很好地配合了地面的研究。

当然,依然存在不少问题,即测量站点的疏密严重不均,尤其是热带地区这个生物圈的心脏地带还是个空白。南亚这个生物圈和经济的关键地区鲜有监测,非洲和南美的大部分地区也是如此。一些重点国家(如英国,它的某些地区位置关键,如远离英国本土的大西洋上的阿松森岛和印度洋上的查戈斯群岛)对联合国全球大气监测网的 CO_2 监测贡献甚微。可有效探明含碳气体来源的同位素监测少之又少。氧气作为 CO_2 的生物逆过程的产物,其监测网建设尚在起步阶段。氧化亚氮(N_2O)的排放作为温室气体重要减排目标,人们对它的认识相当贫乏。海洋因吸纳 CO_2 而在酸化,因有机物的分解而损失氧气,但这些方面的观测网和研究都很少。很少有飞机在中对流层取样。卫星观测方面,欧洲的环境卫星即 Envisat 搭载的大气成分遥感仪器(SCIAMACHY)日渐老化,美国的轨道碳观测卫星(OCO)发射失败,只有日本的温室气体观测卫星(GOSAT)传回优质数据。因此,今后 20 年的行动计划中,改进从地表至太空各垂直高度上的观测,应成为当务之急。

按照《联合国气候变化框架公约》之《京都议定书》的规定,“附件一国家”(发达国家和向发达过渡的经济体)必须公布其温室气体排放量,这些以很高精度发表的排放量数据是“自下而上”计算出来的,如计算出某个国家烧了多少石油、多少煤?牛、垃圾填埋场和燃气泄漏共排放了多少甲烷?但大气实测表明:许多工业化国家温室气体的排放一般都要比公布的自下而上测算的排放高出 2 倍或更多,这不仅严重地影响了碳交易等减排活动,而且对各国减排承诺的有效性构成了普遍的挑战。

这个问题有望得到解决,方法是必须进行大气测量以核实排放量。实测核算正变得可行,可能会在未来气候变化的国际公约中发挥重要作用。正在研发精确计算的新方法,这类方法采用各监测站精确采集的温室气体数据,有望从“全球排放规模的粗略估算”迈上“区域级和国家级排放规模估算”的新台阶。欧盟委员会主管研究的委员已经意识到,对排放量的核实,有必要采用更为精确的“自上而下”法,美国国家研究理事会下设的温室气体排放估算法委员会也提出了类似的建议。

对于地球生物圈,我们所知渐多。我们已能追踪地球上大规模的碳流动,关于生物圈的“呼吸”机理及人类对它的影响,研究也在积极开展。关于温室气体在地球系统中的运行方式,科学家也在空中、地上和海里进行全方位的研究。

地球正在发生重大变化,这些变化可能会对气候产生深刻的影响,但对这些变化,我们所知尚少。海洋的酸化和去氧化会不会造成大片的热带海域成为“生命的沙漠”? CO_2 浓度的升高会加速植物的生长吗?诸如此类的问题都摆上了我们的研究日程,通过解答这些问题,我们能更多地了解我们的家园,以及它对变化的顽强适应性和脆弱性。

(Euan Nisbet 教授、英国皇家学会会员 Peter Liss 教授、
Andrew Manning 博士和 Ralph Keeling 教授)

3 处理好科学中的不确定性

科学方法的特点之一就是承认不确定性,可以从不同的角度(数学、哲学或统计)看待这种不确定性。政府及各行各业进行重大决策时,都会参考包含不确定性的科学建议,但我们很少对各学科评估和讨论不确定性各自所采用的方法加以比较。实际上,对各学科表述和讨论不确定性的思路加以通盘考虑,对于我们理解周遭的一切——从经济学到健康和气候变化——大有裨益。

最近公众对气候变化的辩论无疑表明,科学中的不确定性需要更有效的解释。虽然有越来越多的声音认为,有关气候变化的科学研究的不确定性越来越大,但实际上,对复杂的非线性系统演变中的不确定性,科学家已在采用一些新颖的技术加以评估,这方面的认识也变得更有信心。然而,与各行各业、政府、媒体及公众交流时,对这种不确定性在认识上积累和发展起来的科学价值观,我们并未加以充分利用。

不确定性是个复杂的现象,其定义宽泛,种类较多,各学科的方法各异。关于不确定性,有个简单而实用的区分:一种是因为或然、随机或者不可预测而产生的不确定性;另一种是因为不太了解甚至忽视或者缺少掌握的事实而产生的不确定性。

随机性是博弈中的一个自然现象,也是物理学的一个基本规律,如量子力学中的几个公理。其实,即便在经典物理学中,虽然一般而言其规律是确定的且精确可知的,但洛伦兹混沌理论的原始模型表明,对许多非线性系统进行长期预测是不可能的。洛伦兹理论更为重要的普遍意义可能在于,初值不确定性虽然有时相对而言并不重要,但在某些情况下,却能迅速破坏预测的精度。研究天气和气候变化的学者正可以从这个角度入手,针对复杂非线性系统演变过程中的不确定性来探索新颖的技术,以更好地预报并与公众交流这种不确定性。

至于因缺乏知识而导致的不确定性,例如宇宙学中就存在此类问题,这门独特的学科充斥着各种特定类型的不确定性。关于某种“暗宇宙”的形成,迄今无法解释。我们的宇宙是不是一个超级庞大的所谓“多重宇宙”的一部分?这些问号使我们在理解物理学基本理论时对其不确定性提出了一些基本问题。

政府为制定政策而与公众分享信息时,传统的“告知最坏可能性以防万一”式的策略可能应该让位于概率方法。例如,最近政府针对某种流感大流行的预测、政策制定和信息交流,都采用了“以防万一”法,结果最坏的情况并未发生,这招致了人们对相关决策的广泛批评。虽然有些人认为概率性的预测太复杂,公众难以理解,其实人们对这种预测的理解可能并没有什么大问题。他们知道,赛马时 2:1 的胜出率并不表示肯定会赢,但与“100:1 的淘汰率”还是有很大区别的。如果在面向公众的诸多学科中采用更为统一的概率预测,那么公众会更普遍地接受这种方式。比方说,假如公众更多地将天气预报看作是概率性预测的问题,那么这样可能会帮助他

们打消错误的二分法,即对待气候变化问题要么“相信”要么“怀疑”的态度。

然而,重要的政治和商务决策都是在不确定性的科学知识背景下做出的。对不确定性进行了适当量化估算后的预测,要比没有对不确定性进行估算而过于自信的预测反而更有利于成为更好决策的基础。当然,决策的前提是:能够对不同概率下的各种方案进行价值评估。在许多商务活动中,这也许只是个相对简单的经济问题。在其他情况下,就没有这么简单了。例如,我们应该如何评估亚马逊雨林的可持续生存?如何评估非洲荒漠化边缘的“萨希尔带(Sahel)”的可持续生存?这种具有普遍性意义的价值评估无疑对我们是个极大的挑战。估算不确定性的各种方法论发展到一定阶段,必然要求我们面对这些棘手的问题。

即便各学科对不确定性的表述方式差别很大,但处理好不确定性却是所有学科的共同问题。在这方面,自然科学界可能需要与社会科学界更紧密地合作。一直用于评估不确定性的案例研究(既有定量的也有定性的)方法以及面对这些不确定性而做出的决策,将对所有希望评估和交流不确定性的科学家有所帮助。

(英国皇家学会会员 Tim Palmer 教授)

4 衰老学——新兴科学

分子、细胞和组织损伤的积累导致衰老,衰老导致人体功能的衰减和死亡风险的增大。疾患的主要负担落在老年人身上,因此,找到使老年人变得更健康的方法至关重要。

衰老似乎一直是个难解之谜:多种损伤发生于人体各个部分,衰老应该不是一个单一的过程,而是多种问题并行出现。能否通过实验研究衰老且以医学手段干预衰老?许多人对此表示悲观。

动物实验的发现改变了衰老研究,不仅单个基因的变异和诸如食谱这样简单的环境干预就能大大延长寿命,而且同样的干预在彼此远亲的物种上(如酵母菌、蛔虫、果蝇、老鼠和灵长类动物)也可以产生同样的效果。衰老机制在进化过程中得以保留,这一革命性的发现意味着:我们可以利用简单、短寿的生物体来认识人类衰老的各个方面。此外,动物的延寿是通过保持健康、延长青春实现的,而不仅仅通过延长衰亡期。这样一来,动物的健康也会受到保护,免受与衰老相关的疾病的侵袭,如癌症、心血管疾病和神经退化。

最近,人们开始研究人群中自然的基因变异对衰老速度的各种影响。如上所述,动物中的某些基因若产生变异可延寿。人体中与之相当的基因已被识别出来,然后确定这些基因某些特定形式的变异是否与人的寿命有关。研究结果令人鼓舞,也进一步证明:的确可以利用动物模式来揭示人的衰老机制。

弄清复杂的衰老过程殊非易事。衰老过程中,身体各组织之间可能存在很强的相互作用,如肾功能的衰退可能是另外几个组织出现问题的一个风险因素。另外,有必要更好地

理解不同生物体的基因组与基因表达的控制之间的关系。总之,衰老研究仍是个相对年轻的领域,目前远未达到这样的水平——即定量地详细描述衰老过程,或描述通过干预实现延寿的可能机制。

衰老过程的许多方面衰减了某些特定组织的功能,从而降低了人的生活质量。例如,肌肉功能的衰减(肌肉衰减综合症)降低人的机动性,增大了摔倒的可能;神经功能的衰减以及神经本身的衰减(神经退化)会降低认知功能和运动控制。衰老研究的一个重大挑战是:要弄清增寿干预是如何改进上述组织的功能的,又是如何减缓不同组织的衰老效应的。这需要分子层面、细胞层面和全组织层面上的详细研究,以及将这些信息综合成衰老过程中组织功能改善性变化的全景。

若干已被证明非常重要的延寿通道的通常作用方式是:将生长、代谢、生殖等生物体的高消耗活动与营养素的摄入相联系。这些通道中的许多分子是“可用药”的——整个通道的活性可通过药物加以改善。这一领域的研究在转向下述思路:未来可能会研制出一种广谱地预防衰老性疾病的药物。

这与目前的医学形成了鲜明的对比,目前的医学无论是研究还是治疗都是一病一处理,与衰老相关的疾病也与老年保健(主要是非研究性的特殊门诊类别)分开处理。确定可能的用药目标不同于科学研究,因而不必掌握整个系统的全部情况。不久的将来,我们面临一个可能易于掌控的主要挑战——确定并证明动物身上可用于治疗人体疾病的潜在用药目标,这就需要弄清相关通道的进化保留究竟渗透到多深的程度。

研究衰老主要是为了改善人后半生的健康,在发达国家,人们后半生的疾患负担目前已在减轻。随着后半生健康的改善,寿命也会有所延长,但这种延长与我们所看到的始于19世纪中期、目前有增无减地继续着的人类预期寿命每10年增长2—5年的幅度相比,是微不足道的。

(英国皇家学会会员 Dame Linda Partridge 教授)

5 文化的演进

文化可宽泛地定义为:从其他个体学到的长期存在的用以形成习俗和传统的一切。文化塑造了我们生活的许多方面,并使人类主宰地球。在各种生灵中,我们的“文化能力”似乎相当与众不同,常被视为将我们这种“文化之躯”与大自然、与达尔文学说所描述的那些形成大自然的力量区别开来的一个标准。

与文化相关的学科以往各自为营,如今展开彼此关联的研究,得出的结论与上述观点相反。

人类文化的所谓“非连续性”(不与其他现象关联),这种观点受到两方面的挑战:一是人们日益在越来越多的非人物种中,追踪社会学习(social learning)、传统和文化之根;二是人们也在阐释文化演进之路,使我们对形成生物圈及其人类在该圈中地位的进化过程和其他过程的理解因此而变得更广泛和丰富。文化这个以往几乎被社会科学家所垄断的领

地,如今已日益成为科学方法要解决的问题之一,涉及复杂的数值和建模技术、野外试验和实验室实验等各种方法。

将以往数十年对海豚、狐獴、猿、猴等众多哺乳动物的研究集中起来,可以宏观地看出,在不同的野外,有时候存在着多达数十种公认的地方传统。就黑猩猩和猩猩而言,这些传统所涉及的行为模式包括觅食技术、工具使用、求偶技巧和社交习俗,此类行为关乎保持复杂的多传统文化的能力,这种一度认为是人类所独有的能力似乎源远流长。这些长期观察最近被一些实验研究所印证,这些研究表明:从猿到黑猩猩等各种哺乳动物,无论是圈养还是野生,都能将后天习得的觅食技术保留下来并遗传下去。

广而言之,研究表明社会学习在动物界得到广泛传播,已延伸至昆虫等无脊椎动物。一些“确有传统”的强有力证据目前已见诸鸟类和鱼类:鸟类通过蛋的转移可相对容易地实现交叉抚育,这显示了“向父母学习”的作用;通过对鱼类的各种实验性操控,已观察到不少现象,如社会学习对保持传统洄游路线的强大作用。一门“文化生态学”正在形成,例如已在各种捕食性动物中记录到类似于“传授”的行为:幼仔必须快速实现从“不擅捕获”到“擅长捕获”的艰难跨越,这种跨越在人类的近亲灵长类中却很少见到,因为后者的食源大都为植物性的,即便需要使用工具的技巧也可以慢慢学。

新的发现将人类积累文化的能力之根追溯至更久远的年代,石器工具制造的最古老记录目前已回溯至260万年前,对于“3—4万年前发生了文化‘革命’”这一传统观点,随着洞穴壁画的美学成就等证据的发现,目前也出现了更久远的回溯。一系列令人激动的证据(如非洲先民使用贝壳珠和大量赫石)将人类文化的这个方面至少回溯了10万年。

科学家利用所开发的生物进化研究工具来研究文化的传播和多样化。在将这些数值方法用于构建文化的“系统发生树”方面,语言的演化已证明是个特别有效的领域。研究表明,随着太平洋岛屿逐渐有人居住而发生的语言演化,与通过研究幽门螺杆菌这种肠道寄生菌的分布变化所获得的有关跨岛迁移的独立证据之间,存在着惊人的对应关系。这类“系统发生树”的研究方法正日益应用于文化的其他领域,如技术发展、政治结构等。

进化怎样影响个体的心智发育,以协助文化的同化作用?目前该领域的跨学科研究(涉及行为学、心理学、考古学、人类学等)又增添了发育心理学。我们原以为自己对人类的幼体所知甚详,而实际上这方面正在发生令人惊叹的认识革命。别出心裁的实验揭示出的可能是神奇的认知马赛克(cognitive mosaic):既有引导幼体优化学习的复杂规则,也有趋于统一和“过度模仿”的显著趋势——这种趋势十分强大,能使儿童不时陷入激进的、当然也是可复原的“错误信念”状态。

将文化演进的各种思路汇集起来,是构建现代文化学的一个有效步骤。研究表明:动物界文化传播的广泛程度比数十年前的设想要广泛得多。作为“第二传承系统”,文化传播

对进化生物学具有重要意义,可发展为遗传-文化的共同演进。文化传播对人类进化过程影响的广度和深度比原先预计的要大;令人激动的是,事实证明,文化传播适用于严密而富于想象的系统化的科学研究。对于“文化演进机制”的认识,这样的研究正在取得真正的进展。

(英国学术院院士 Andrew Whiten 教授、
英国学术院院士、英国皇家学会会员 Robert Hinde 教授、
英国皇家学会会员 Chris Stringer 教授和 Kevin Laland 教授)

6 可持续地球:科技与社会的机遇与挑战

我们人类(被称为“智人”)出现于大约 20 万年前。我们获得技能,发展技术,提升文明。古往今来,这个过程险象环生:挑战我们生存、发展和取得成就的有气候变化、疾病肆虐,还有食物、材料和能源的短缺。人类学研究发现,由于灾难性的气候变化,地球总人口一度锐减至约 1 万 5 千人,假如当时的那场火山爆发灾难的威力稍微再大一点,那么人类之钟将永远停止摆动。

此后,虽然我们人类这个物种在科学、医学、技术和创建复杂的城市社会方面取得了长足的进步,但没有什么东西可以确保人类的生存。气候波动,人口增长,资源日渐匮乏,难以捉摸的新型疾病接二连三地出现——面对这样的地球,它的未来我们该如何应对?是只能束手就擒?还是竭尽全力地考虑:怎样利用预报和风险研究的新进展以及物理、生物、医学等跨学科研究的新成就来克服上述困难?我们是否具有应对最坏情形所需要的经济与社会模式、态度以及行为方式?

讨论地球可持续性时,气候变化是个心腹大患。科学家对今后百年将发生什么做不到精确预测,甚至对今后 10 年发生的事情也无法精确预测,科学家能做到的,只是给出一个可能结果的范围。对这种预测该如何解读?政府官员及其委托开展研究的科学家有时会不会将气候的短期波动与长期趋势相混淆?在过去许多年里,国际领先的气象服务机构已积累了足够的数据,并据此研发了一系列能表述预测精确性(成功概率)的建模工具。

但这方面仍存在问题。模型之间常有冲突,尤其是在应输入哪些类型的数据间。此外,对于科学预测的不确定性,公众一直深感失望,甚至悲观绝望。无论如何,有一点可以肯定:如果碳排放和其他排放继续以现有速度增长,必将带来巨大而迅速的变化,其负效应将在世界各地迅速超越某些局部的好处。

随着人类对水、能源、营养和医疗需求的日益增长,我们需要认真考虑规划未来的数学建模。这方面讨论的一个要点是能源规划,即现在 we 不但必须平衡可再生能源、核能及碳基能源,而且对消费能源的模式,每个人都必须加以调整。就人类整体而言,我们必须通过新能源来满足部分需求——以先进的催化化学储能,以高效生物能源和低成本、改进型的太阳能电池来产能。

随着恶劣天气的常态化和新型作物病虫害的出现,人类

的食品安全也受到威胁。我们日益依赖于动物蛋白,导致用地增多,排放增大。怎么办?一种可能的解决之道是种植转基因作物,以新的基因组工具来分离和布局抗病基因。在这方面,公众的态度举足轻重,公众的广泛参与至关重要。

令人惊讶的是,城市的快速发展对于医疗服务和节能是有好处的。随着社区群的日益密集,供应链缩短了,专家服务也更加集中,但城市化发展会带给贫困地区最大的负面影响,这样的情况太多了。气候变化、缺水和人口增长都可能使疾病丛生或卷土重来,如美洲锥虫病、西尼罗河病毒性疾病、埃博拉病毒性疾病、肺结核和登革热。怎样才能利用简单的科学工具来战胜这些疾病?另外,怎样才能让干细胞治疗等尖端疗法能应用于发展中国家?最后还有一个问题是:制药业是否具有有可能建立在基因组学和系统生物学基础上的合适的模式和机理,来为日益增长的治疗需求提供解决方案?

要想成功,其关键在于要在更广泛的社会、经济和族群的基础之上,将人类面临的各种挑战与潜在的科技解决方法对应起来。面对巨变要想推进解决之道,悲观气馁显然不行。我们需要的是科学、工程和临床医学界的持续努力,以保持公众参与,启迪公众思想,传播公众知识,并发展明智的国内国际政策,使之能真正改变人们的生活方式,普惠人类并确保人类的持续生存,而非“仅凭运气而偷生”。

(英国皇家学会会员 Judith Howard 教授和
Martyn Chamberlain 教授)

7 认知、计算与意识

人脑约有 1 千亿(10^{11})个神经元和 1 千万亿(10^{15})个神经联结,常被称为“已知世界上最复杂的东西”。

基因组学和功能遗传学在过去几十年中的革命性进展影响了我们对人脑等生物学各领域的认识,如果我们不仅考虑各种神经细胞的大小、形状和神经细胞所包含的分子混合物,而且考虑神经细胞通过其轴突(神经细胞的突起)所指向的那些特定目标,以及接触这些目标的轴突丛,那么我们会发现,各类分化的神经元的数量一定多达数千个。人脑中大约 2 万 5 千个基因是如何调控人脑细胞的发育、分化、功能和适应的?现阐释如下。

人脑除了相对较大(也可能正因如此)以外,还具有惊人的认知能力。考古发现,人脑容量的进化经历了一个先慢后快的过程:先前的 4 百多万年里,增长非常缓慢;随着 20 万年前非洲智人的出现,增容明显加快。人体发育过程中,有基因调节细胞的生死速度,以此我们容易想象人脑大小骤增的方式。至于这种容量大、代谢消耗大的脑如何被自然选择所保留,则是当今科学需要面对的一个棘手而基本的认识问题。

关于人类特有的认知能力,已有了不少发现。实际上,除了“使用完全的句法语言”这一点以外,其他所有的所谓“人类特有”的能力都在某些脑容量小得多、组织结构显然简单得多的低等动物身上找到了对应性的行为技能。例如,灌丛鸦这种接近于乌鸦、擅长隐藏成千上万份食物的鸟,甚至似

乎还能进行“冥想之旅”——回忆过去,计划未来。至于人类,研究证明,人是出色的多面手,能适应从深海到月球表面的各种环境,这要部分归因于人与人之间可共享智能。

在“定义各种认知技能”和“以脑功能解释这些技能”之间,仍有鸿沟。一种解释的方法被有些人称之为神经联结组学(connectomics),即对脑中的每个微小单元(如老鼠大脑皮层中的一“柱”神经元)详尽地定义其联结架构和功能特性,以此将所在区域的全部数据整合为一个计算模型。使这种方法变得更复杂的是,神经细胞的联结可因神经脉冲的通过(一种构成地方记忆和个人体验记忆的基础的过程)而被快速修改。

另一种理解认知功能的好方法是:记录猴子执行任务时大脑皮层中各神经元的电脉冲。通过此类研究,我们了解了许多脑处理视觉信息方面的情况。目前,通过对顶叶脑上神经元的记录,研究者发现,动物为完成非常复杂的选择型任务而做出决定时,会激发相关的脉冲变化。

利用“活体人脑活动的可视化”这种神奇技术(尤其是功能型的磁共振成像)所获得的大量证据表明,人类的大脑皮层和猴子一样,由一片一片的功能区组成。研究表明,在各分片存在的区域和各高级认知功能及各感觉过程之间,似乎有某种对应关系。当然,这种解释绝非没有争议。

利用脑成像分析技术,也凸显出认知过程中的情感问题。即便大脑皮层中那些基本感觉区,也显示出情感状态对脑活动和互联性产生了各种影响。脑杏仁核体这一与前脑其余部分广泛联结的微小区域,可能在将感觉体验转化为情感响应及其后的脑功能调节方面,居于核心地位。

最后,还有意识,这个以往只属于哲学的问题。Francis Crick 出版于 1995 年的书《惊人的假说》鼓励研究“意识关联神经元”,该书有助于将主观性(subjectivity)纳入神经科学的研究范畴。对脑损伤的行为后果研究、对“主观决策的时机选择”与“行动之前的脑活动”之间关系的研究表明,人脑包含一个“执行”机制,该机制与优势半脑(通常为左半脑)的额叶有关,自我意识的某些方面从中迸发出来。仍有不少未解之谜:自我、思想和意愿的主观感受与某些哲学家称为“现象的意识”的那种生动的意识感觉体验之间,是一种什么关系?为什么人脑的许多活动无法到达意识?假如意识状态只是简单地由神经活动产生,那么意识状态的作用有哪些?其进化的原因何在?

(英国皇家学会会员 Colin Blakemore 教授)

8 互联网学——新的前沿

过去 20 年间,人类建立起了空前巨大的信息架构。革命性的 3W 网成为人们生活的核心,用以购物、约会、买卖、交流。现在,人们对互联网已熟视无睹,但近些年来,越来越多的有识之士意识到,网络生态系统应该成为一个各个部分彼此协调的重要研究领域——互联网科学,即互联网学。

在此,“科学”取其本义和引申义——为了更好地认识我

们所生活的这个世界的某个基本方面而探索建立一个有机的知识体,既要涉及工程(互联网是个工程性的结构,体现为一系列的协议),也要涉及人文和社会科学(互联网是个产生变革性行为的社会现象)。互联网,说白了就是个民建、民用、民享的空间。研究时如果去掉人的因素而只留下技术部分,是无法理解互联网的。

“涌现”是互联网的一个要素,从“博客圈”的诞生到维基百科的问世,从科研数据的互联到社交网的形成,莫不如此——复杂的结构产自相当简单的原则。其实,对工程解决方案、方案之应用、应用导致的新行为之间的反馈环,我们应该及时理解;目前,这些都还是事后的反思。

当然,还是有一些重要发现的。过去 10 年,人们研究网络的互联性从而发现,网上无论哪里,无论取样的尺度有多大,都有一个共性,即有些网页的链接要远远多于其他网页。由于网络是“尺度无限”的,即便大部分网页被删除,某个网页到任何其他网页的通道还是有可能存在的。当然,对那些高度链接的内容,只要删除相对较小的一部分,就会导致整个网络的瓦解。

我们还发现,虽然只要点击 20 来次鼠标就可以在数十亿个网页之间转换,但互联网其实是个“小小世界”——人们组成社群,这种行为使互联网具有“短通道”的结构优点。为了理解这一点,我们需要社会学和心理学的真知灼见。

随着互联网的增长、变化和扩张,研究者在寻找搜索和浏览内容的新方法。这方面的进展会让我们理解人们在线搜寻信息和展现“集体智能”的行为,这一研究尚在起步阶段。正是集体行为催生了维基百科这样大规模的资源,这一挑战既有在技术上如何实现大规模的集体资源,也有在心理上弄清人们在线合作的动因。我们试图理解:怎样充分利用人们的在线参与,来解决从天体的分类到模糊文本和模糊手稿的解读等一系列庞大且复杂的计算问题。

互联网看起来好像是当代生活的一个永久特征,但其实并没有任何必然因素能确保其继续存在。有些研究者在寻求某种方式,以确保互联网能保持其分布性,且稳定、开放而安全。支撑互联网基本协议的原则是格式开放、自由访问。这些格式或内容的可访问性一旦发生变化,会导致意义深远的后果。

随着互联网的演变,人们开始谈论“体验网”,这涉及人们的日常活动,对这些活动加以编码,然后通过各种媒体重现这些体验。在这种互联网上,大量的物体(从冰箱到巴士,从服饰到科研传感器)都有其网络存在。在互联网世界,我们应该如何考虑隐私权?随着链接数据量的增加和链接数据网的出现,会出现新的机会,也会带来新的问题。

互联网具有深远的社会影响,全球有 20 亿人在享受上网的乐趣,但就全球总人口而言,多数人还没有接触互联网。随着互联网在发展中国家的生根开花,我们在见证许多新的、令人激动的行为。

理解互联网,意义深远,与认识气候、认识人类的生物学

本质和认识更大的宇宙等挑战重大科学问题的意义相当。对互联网的认识必须是跨学科的, 吸取众多学科的深刻认识, 不仅包括数学、物理学、计算机科学、心理学、生态学和社会学, 也涉及法律、政治学、经济学等学科。

要想预测互联网的发展趋势, 就必须深刻认识人性以及世界各地的互联网政策和实践的发展规律。互联网学不仅是一个新的前沿, 也是一种将新一代人的求知欲汇集起来的不懈努力。

(英国皇家工程学会会员 Nigel Shadbolt 教授、
英国皇家学会会员 Dame Wendy Hall 教授、
James Hendler 教授和 William Dutton 教授)

9 干细胞生物学: 下一步如何发展?

以创新的思路利用干细胞, 可为人类疾病提供新的疗法, 如: 有史以来第一批可有效治疗帕金森氏病、运动神经元病等退行性疾病的药物的问世, 以及组织死亡区和功能丧失区的细胞移植。

英国皇家学会会员 John Gurdon 爵士教授当年的青蛙试验首次表明, 细胞命运的可调整性比人们以往想象的要大得多。此后, 人们一直在研发细胞从一种状态直接变成另一种状态的所谓“重编程”方法。绵羊“多利”的克隆进一步表明, 利用这种重编程策略, 可成功培育成年哺乳动物。这种崭新的技术带来了革命性机遇, 如我们可将病人的皮肤细胞转化为其他组织, 用于研究或治疗。

干细胞的神奇之处在于, 细胞分裂时, 既可不分化, 也可分化成不同类型的细胞。在动物发育的许多不同阶段, 从早期胚胎直至成年体的组织中, 都发现了干细胞。实验室利用早期胚胎恢复的干细胞可多次分裂, 成年动物身上所有不同组织所需的各种特化细胞, 都能利用干细胞分化而成。这些类型的干细胞称为多潜能细胞, 研究中十分有用。而那些成年组织中的干细胞分裂能力有限, 且只能形成所在组织需要的那几类细胞。

前些年, 干细胞的来源只有上述两种。到了 2005 年, 日本的研究者高桥和利与山中伸弥的实验取得了突破性的进展——他们建立的一套程序可提取成年动物的细胞并将其转化为非常类似于胚胎干细胞的所谓“诱导多能干细胞”。

细胞的特性受控于一组调节基因表达的蛋白质。山中的实验表明, 只要引入 4 种选定的所谓“转录因子”, 就有可能将普通细胞转化为多潜能细胞。研究者起初设计的程序有一些局限性, 速度慢, 转化率低, 而且要用到潜在诱变的逆转录病毒和已知致癌基因。

后续研究发现了一些能促进上述转化的附加转录因子, 实验技术也作了一些改进, 即避免使用致癌基因, 即使要用, 也确保这种基因适时从被处理细胞中安全去除。Marius Wernig 用类似方法将皮肤细胞转化为神经细胞, 他认为, 引入的转录因子使产生的新细胞发挥神经元的正常功能。尽管取得了大量进展, 在考虑用于细胞疗法之前, 以这种方式转

化细胞的方法仍有不清楚的地方。

既然可从遗传病患者的细胞产生诱导多能细胞, 我们就可以在实验室里研究与发病早期病变组织细胞相当的细胞。这种方法目前已被用于研究各种疾病, 如运动神经元病、失明、帕金森氏病、肌营养不良、亨廷顿舞蹈症以及心力衰竭。

来自合格捐献者的诱导多能干细胞(iPS cell)将来可形成一个细胞系之库, 用于细胞疗法, 特别是用于治疗退行性疾病和遗传病。异体细胞转入病人时, 必须确保免疫系统的排异反应不会导致植入细胞的死亡。Craig Taylor 估计, 数量相对较少的精选细胞系也许就可以为绝大部分患者提供有效的治疗。一旦我们能以安全且可复制的方法常规性地生产 iPS 细胞, 就可以建立这样的公共资源库。

细胞疗法的应用, 除了技术挑战, 还有体制上的问题, 即这种疗法并不现成地适合于制药企业、私营医疗机构或国营医疗组织。以糖尿病的治疗为例, 生物学家致力于产生用以治疗糖尿病的细胞。目前, I 型糖尿病通过注射胰岛素来治疗, 该法有若干重大缺陷——长期治疗不但费用高, 而且治疗几年后, 患者可能会失明或肾衰。如采用合适的细胞移植法, 许多上述临床缺陷应可避免。当然, 细胞疗法的研究与应用需要大量的启动资金, 应努力确保新疗法与长期胰岛素疗法的费用相当。

显然, 以干细胞改善人类健康有着光明的前景, 但在细胞疗法大规模应用之前, 必须克服一些科学和资源保障方面的障碍。

(英国皇家学会会员、爵士 Ian Wilmut 教授、
Ian Chambers 博士和 Gareth Sullivan 博士)

10 多变世界中的生物多样性

关于生物多样性, 虽有前几个世纪科学家的不懈努力, 但我们迄今获得的记录依然不完整。哺乳动物和鸟类的记录较为翔实, 但植物、两栖类、爬行类和鱼类就没有那么完整了。目前, 许多无脊椎动物尚待记录, 微生物基本上是个未曾探索的领域。现存物种共有多少种? 一般认为在 5 百万至 1 千万之间, 但也可能少至 3 百万, 或多达 1 亿种。

其实, 计数只是记录生物多样性的一种方法而已。最近这些年, 研究者利用分子方法的进展, 直接检查 DNA 和 RNA, 以推断生物体及其功能之间的进化关系。虽然我们对微生物的多样性依然所知不详, 但目前研究者正在利用分子技术的快速发展来描绘这个“隐蔽生物圈”的图景。现在我们知道, 微生物不仅占据了目前地球生物多样性的最大块, 而且是生物地球化学循环的基础, 也能调节养分循环, 可能还是我们探索其他“太阳系”生命的一条最佳思路。

生物多样性的模式以及“稀有物种的数量超过普通物种”的事实, 对那些记录自然世界的先锋探索者来说是显而易见的, 但为了解释这些关系, 生态学家一直在努力研究。利用野外探索和新的数学模型, 研究者建立起生物间相互作

用、进化史以及偶发事件对决定不同栖息地物种的数量和相对丰度之影响的分析框架,不少长期研究也有助于量化生物多样性随时间的变化。这些研究和其他研究发现,环境的变迁、物种的持续定居和当地物种的灭绝,这三者的共同作用使生态群落自然地改变。许多人以为,物种保护很像美术馆里的馆藏画管理。其实不然,物种的某些变化,包括当地物种的消失,是一种完全自然的现象,需要纳入综合性保护管理。正像达尔文首先意识到的那样,生物多样性不是个静态的概念,即长期而言,新的物种不断登场、谢幕;短期来看,有些物种的丰度有增有减并定居新区,另一些则会在当地消失。更为困难的是,要将人类活动导致的物种调整与物种发生的自然变化区别开来。这方面今年的示范项目研究的是生物群落随时间变化的机理、这种变异性涉及的各种过程以及变化所产生的影响。

显然,生物多样性目前遭遇空前的威胁。回顾 18 世纪初,当时的世界人口约 7 亿,技术对环境的影响也不大,探险家仍可探索一些人迹罕至的地区甚至大陆。对比当今世界,的确有天壤之别。如今,人类涉足自然的脚印比比皆是:冰原之外的区域 75% 以上已被人类活动所改造,余下的区区自然之地也已受到人类活动的影响。海洋的状况也不容乐观:过度捕捞、污染、气候变化、CO₂ 浓度的相应升高等斑斑“劣迹”,使海洋发生了不可逆转的变化。人类对地球的巨大影响使另一轮物种大灭绝似乎不可避免,除非我们立即行动,力挽狂澜!

生物多样性的丧失绝不仅仅是学界之忧,人类在各个方面都要仰仗这种多样性。在提供自然界的收获、碳的捕获和储存、授粉和土壤形成等生态系统的服务方面,生物多样性举足轻重。我们依靠与人类共享地球的形形色色的物种,来循环处理掉我们的废弃物,提供清新的空气和关键的养分。环境变迁自古有之,并协助形成了今日生物多样性的模式,但由单个物种搅动整个星球的栖息地和气候,此等“手笔”,未之有也!

为了发展确保可持续未来的措施和政策,有必要深刻理解生物多样性中的自然变化以及生态系统以往(如距今最近的冰川期)是如何应对变化的。生物多样性所遭遇的挑战,可能是人类有史以来面对的最大挑战。面对挑战,我们必须人人有责,紧密合作,否则,这个世界将失去大量我们赖以生存和发展的生物多样性,我们连“一端详那些正在失去的物种”的机会都没有。

(Anne Magurran 教授和 Maria Domelas 博士)

11 以地球工程掌控气候

有意识地操控星球的气候,这一思路常见于科幻作品。这种被称为“外星环境地球化”(terraforming)的过程涉及暖化火星甚至月球等寒冷星球,使之适于人类居住。实现的方式是增加大气中的温室气体,或以太空巨型反光镜来增大太阳辐射。对金星等酷热行星,则去除过多的温室气体,并以遮阳棚来削减太阳辐射的强度。我们对自己所在星球变暖的潜在

严重后果日益忧虑,因而对以宜居化来改造地球(即所谓“地球工程”)的兴趣忽然大增——有意改造地球气候,以消解全球变暖和气候变化。2009 年 9 月,皇家学会发表了一份意义深远的报告《以地球工程改造气候:原理、操控与不确定性》,其中描述了地球工程这一崭新的领域。

其实,地球工程的历史要早于科幻中的地球化。英国皇家学会外籍院士、瑞典科学家 Svante Arrhenius (1859—1927 年)第一个意识到 CO₂ 与温室效应之间的重要联系,并研究了工业活动和煤炭的燃烧对气候的影响。瑞典的冬季天寒地冻,所以他就考虑能否通过多烧煤来增强温室效应,以暖化气候。地球工程的首次认真考虑也就是 20 世纪 60—70 年代冷战高峰时的事情,当时的苏联在考虑暖化冻土的方法,希望将其广袤而寒冷的冻土带转化为肥沃的耕地。如今,研究者和各国政府都在认真评估利用地球工程改造地球气候系统的可行性和必要性,以减缓持续的 CO₂ 排放所导致的全球暖化对气候的影响。

地球工程涉及众多计划和理念,有些成本虽不高却实用,有些则几近科幻。所有旨在减少全球暖化的方案,对气候系统的调控归根结蒂只有两类方法:要么去掉一些空气中的 CO₂,以限制温室效应的强度;要么直接降低地球对太阳能的吸收量。不同的干预,其影响的规模和强度也不同,从区域性、季节性地降低热浪和干旱的强度,到俘获所有化石燃料迄今排放的所有 CO₂,直至完全扭转近些年全球表面的暖化。随着越来越多的国内、国际辩论涉及地球工程,各种干预在规模和强度上的上述区别可能变得非常关键。碳俘获抓住了问题的根源——大气中有过多的 CO₂,而辐射平衡法的确可能降低地球温度,但治标不治本。所谓“CO₂ 的另一个问题”就是海洋的酸化,酸化可能会持续,且强度不减。这样一来,目前海洋生态系统和资源的多样性和经济价值可能都会受到损害。我们认为,全球辐射平衡计划只能用于全球气温快速上升时的应急措施,而小规模区域性辐射平衡计划成本要低得多,或许可在平时自然地作为减缓气候变化综合治理的一部分,如 Lee Lane 在美国众议院科技委员会 2009 年报告中所描述的渐进部署法。

一些地球工程的反对者认为,研究这些计划会使我们分心,因而无法专注于减排和经济的低碳能源化。

显然,每个计划的影响、好处、不确定性和成本都必须全面评估,仔细权衡。这些计划中的许多甚至全部,或许都有意想不到的副作用,其有效性和影响也应大力研究,所需技术应充分评估,然后再作决定。虽然说我们向大气排入大量 CO₂ 的行为也是在逐渐改变气候系统,但直接干预气候系统或实施某种形式的大规模地球工程,这样的决策不可轻率做出,因为它们与千秋万代的福祉和生态系统的稳定性息息相关。利用地球工程,在短期内是能降低地球表面温度,但长期而言可能会升高 CO₂ 的浓度,也可能会使子子孙孙因信守先辈承诺而不得不继续进行耗资巨大的地球工程。

为了给人工操控腾出最大的空间,应尽快减排。如认定

确有必要实施地球工程,那么 CO_2 浓度较低时的干预,其负面后果和风险要远低于高浓度时的干预。需要反复强调的是,阻止全球变暖绝不能依靠地球工程,关键还是减排。但我们不能在一棵树上吊死,还是要制定“B 计划”,还是要推进地球工程的科学技术。如果政策制定者不能认识到这一问题的紧迫性,在今后的几十年将被迫采取紧急行动。

(Andy Ridgwell 教授、
Chris Freeman 教授和 Richard Lampitt 教授)

12 新型疫苗健康全球

全球健康干预中影响最大的恐怕就是接种疫苗和提供清洁水。1796 年,Edward Jenner 首创疫苗接种,自那以来,疫苗拯救了数以百万计的生命。

以一种无害的(“弱毒的”)生物保护人类免受一种与之相关的危险生物的危害,Jenner 发展的这一方法奠定了我们今日成功地以疫苗抵御结核病(卡介苗 BCG)、麻疹和脊髓灰质炎的基础。

细菌的发现以及细菌在导致结核病、白喉、破伤风、伤寒等许多主要疾病中所扮演角色的发现,使研究者研制出几种新的疫苗,方法是对这些细菌所产毒素进行化学灭活,或采用以某种方式被杀死或弱化的全菌。

至于脊髓灰质炎、麻疹等主要的病毒性疾病,其疫苗的研制是在发现了“怎样在细胞培养基中培育病毒”之后才得以进行的,因为只有这样才能提供足够数量的病毒来制备足以保护全球儿童的疫苗。

原先,只有工业化富国的儿童才有机会接种疫苗。即便到了 20 世纪 60 年代,在许多发展中国家,也有一半儿童死于 5 岁之前,其中经常是死于疫苗可防的疾病。到了 70 年代,世界卫生组织开始致力于可普惠全球儿童的疫苗项目。这个项目相当成功,目前全球 75% 的儿童接种了所需基本疫苗。最近的成就包括:乙肝疫苗的接种,这种疫苗或许可以预防肝细胞癌——乙肝感染的一种并发症。还有人乳头瘤病毒 (HPV) 疫苗,它的引入为预防宫颈癌开辟了广阔的前景。

牲畜的疫苗接种也对全球健康做出了重要贡献。越来越多的人意识到,人、畜健康,息息相关(所谓“同一屋檐,一种健康”)。最近的一个重大成就是消灭了牛瘟,这一种严重的牛传染病,与人的麻疹密切相关。

虽有上述成就,但在多数发展中国家,传染病依然是儿童的主要杀手。儿童死因的前两位是肺炎和儿童腹泻,然后是疟疾、结核病和艾滋病。预防儿童腹泻和肺炎的疫苗接种,情况比较复杂,因为多种不同的细菌和病毒都能传染这两种疾病。虽然如此,还是成功研制出了两种疫苗,分别用以有效抵御肺炎链球菌这种最易引发幼儿重症肺炎的细菌,以及轮状病毒这种最易引发儿童腹泻的病毒。

至于艾滋病毒和疟疾,其致病生物体都能把关键抗原的结构改变,而关键抗原正是接种疫苗产生的保护性免疫反应的目标。这说明可抵御某一类病原体的疫苗未必能抵御其他

类。艾滋病毒特别擅长迅速将其自身多样化,抗疟疫苗的研制也很复杂,因为病原寄生体有着复杂的生命循环,在不同阶段分别涉及蚊子、人的肝脏和血液。

疫苗学最新研究的范围扩大了,人们试图研制治疗性的疫苗,用于防治癌症、慢性感染等非传染性疾病。例如,正在研制的候选疫苗的目标是老年痴呆症、高血压,乃至于烟瘾。

近几年的科学发展可能会加速新型疫苗的研制,人类和动物的许多重要病原体(包括最重要病原体的若干菌株/病毒株)的基因组目前已经得以测序。利用现代基因方法,可将遗传物质从一个生物转移至另一个生物。这样一来,疫苗针对的毒性病原体,其遗传物质可转移至某种无害的载体细菌或载体病毒中,再将载体用作疫苗,产生需要的免疫反应。

目前使用的许多疫苗需要冷藏保存,这是发展中国家疫苗接种计划中的一个问题。如能研制出可保存于较高环境温度的疫苗,将是个重要进展。最近的研究表明,制备热稳定性疫苗是有可能的,其方法是将疫苗与稳定化合物混合保存于玻纤膜内。

目前,多数疫苗都是以针头注射进行接种的,这个过程不但麻烦,而且有风险。假如注射器重复使用,就有可能传播血液性传染病,如肝炎和艾滋病。其他接种方法有口服(目前用于脊髓灰质炎的疫苗接种),还有鼻喷(用于某些流感的疫苗接种),但有些疫苗仍需注射,所以目前正在研究采用皮肤贴片给药,贴片内含有无痛微针。

随着未来几年的技术进展,应能研制出几种新型疫苗,但可能较为昂贵。因此,国际社会必须采取加大资助等措施,确保新疫苗能惠及最需要它们的发展中国家的芸芸众生。

(Adrian Hill 教授和英国皇家学会会员
Brian Greenwood 教授)

13 公众的科学意识——调查与思考

日常生活无不涉及科学。科学之重要,以当今为甚:不仅带来机遇,而且解决问题——对瘟疫、老龄化和气候变化等人类面临的巨大挑战,科学能提供潜在的解决之道。

攸关科学未来的是公众对科学的信任和意识。公众的意见不仅会影响科研的资助和政府的支持,还会影响成长为潜在科学家的下一代人的科学兴趣。本学会在研讨一些当今重大科学问题的同时,也很重视评估公众对某些问题的看法。

调查表明,公众对许多领域的研究持积极的态度。七成受访者相信,风能(70%的受访者)、太阳能(71%)等可再生技术将在未来 20 年发挥主要作用。即便是电动汽车等消费者接受度相对较低的概念,也有不少人(58%)视之为未来几年的关键。

对科学家是否有能力在 21 世纪研制出针对疟疾、艾滋病(毒)和结核病等主要疾病的疫苗,70% 的人有信心。令人担忧的是,公众对疫苗接种仍有一些疑虑,这很可能与有关麻疹、腮腺炎和风疹的联合疫苗(MMR)的一些“恐怖”报道有关。多达 10% 的受访者不愿接种疫苗,稍稍令人宽慰的是,家中有

孩子的受访者一般情况下不愿意让孩子接种疫苗的只占6%。

在延年益寿方面,只有一半多一点的人(53%)希望延长寿命,只有 1/3 的人(33%)允许科学家为了延缓衰老的影响而改变人的基因。这些调查说明,对科学的某些领域,公众依然心存疑虑,具体态度上男女差别明显——男性中希望延寿的占 60%,认为科学家可以为了延长人的寿命而改变其基因的占 46%;而在女性中这两个比例分别为 45%和 21%。

关于公众对科学的理解和信任,2010 年进行了许多讨论。2/5 的人(40%)不相信科学家会诚实地对待健康和气候变化等领域科学建议的局限性。可能与之密切相关的调查是,接近 3/4 的受访者认为,在对科学研究的把握上科学家面临压力——他们其实并没有像自己所表现出来的那么有把握。此外,相信科学家的观点在媒体上得到准确反映的只有不到 1/4 的人(23%)。

哪些领域的研究最应得到资助?对此,公众的倾向较为一致。接近 3/4 的人(78%)认为,最应资助针对乳腺癌、肠癌或皮肤癌等抗癌疫苗的研制。在“优先资助”的医学研究方面,艾滋病(毒)的研究仍然是个重点(60%的受访者),然后是脑膜炎(42%)和疟疾(37%)。至于高血压这一西方国家的主要杀手和腹泻性疾病这一发展中国家的主要杀手,则优先资

助的支持度相对较低,分别只有 11%和 9%的受访者认为急需研制疫苗。

就更广的领域科研而言,公众认为健康问题是重中之重。哪些领域应该优先资助? 2/3 的人(66%)支持对疾病的控制和根除,57%的人支持研究新型疗法(如新药、基因疗法等),支持气候变化的监测与应对和生物多样性研究的人分别为 36%和 31%。1/3 的人(33%)支持应对老龄化,“认识人脑”的支持率只有 13%,而认为“太空探索”、“发展通信技术和互联网”是头等大事的分别只有 8%和 6%。

在太空探索领域,44%的受访者相信地外生命的存在,超过 1/4 的人(28%)则不置可否。在地外生命的相信率上,存在着明显的性别差异,男性(55%)明显高于女性(34%)。认为科学家应积极寻找并努力接触外星人的只有 36%的受访者,这说明人们更关注眼前的事务。

在科研重点的选择上,存在显著的年龄差异。18—24 岁的年轻人更关注气候变化(44%的年轻人视之为最优先的领域,而全国的支持率为 36%),而 55 岁(含)以上的老年人则更多地“健康相关研究和应对老龄化”视为优先研究领域。

本次民调虽然只是对公众科学意识的一个表面性的调查,但也能说明一点——对于科学,公众既重视和参与,又保持一种健康的怀疑精神。

· 学术动态 ·



“2012 年智能检测与高端装备国际研讨会”征文

中国人工智能学会将于 2012 年 3 月 17—19 日在北京举办“2012 年智能检测与高端装备国际研讨会”。

征文范围:

智能控制(自适应控制系统,学习控制系统,混合智能系统,智能过程控制,智能运动控制,模糊控制与神经网络控制,智能过程规划,专家控制系统,智能控制理论与应用,智能管理);

自动化技术(自动检测技术,自动识别技术,工业现场总线技术,伺服控制与无轴传动,DCS 与 CIMS 系统,自动化生产技术,自动套准技术,印品质量在线检测技术,墨色遥控与闭环控制技术,远程故障诊断,机电系统动态检测与稳定性研究,防伪印刷与信息隐藏,数字图像处理,新能源变换技术,建模与仿真);

高端装备与智能制造(高端装备设计理论与方法,绿色制造,智能制造,数控机床和基础制造装备,关键的基础设施组件、部件和通用部件,数字印刷与印刷数字化技术,印刷电子装备及工艺,绿色印刷包装装备,虚拟现实技术)。

论文截止日期:2011 年 9 月 15 日。

通信地址:北京邮电大学 287 信箱(100876)。

联系电话:010-62222430;电子信箱:ida@leaderstudio.net, service@leaderstudio.net。

会议网站:www.leaderstudio.net。