

看「粒子世界的蜕变」——二〇一五年诺贝尔物理学奖解读

本报记者 张梦然

日本岐阜县一个深达1000米的废弃铀矿中，超级神冈探测器盛了5万吨超纯水，正寻觅着来自太阳、地球大气和超新星爆发产生的中微子。1998年，物理学家梶田隆章率先发现，中微子在抵达超级神冈探测器的过程中似乎存在转化的现象，即中微子形式发生了某种改变。

与此同时，在地球另一端，加拿大萨德伯里中微子天文台在2000多米深的镍矿中展开了他们的研究。2001年，该机构下由阿瑟·麦克唐纳领导的团队发现，太阳中微子也存在相似的转变现象。

这两项实验结果导致一种新现象被发现——中微子振荡。它产生了更深刻的结论：长期以来被认为是没有质量的中微子，竟然是有质量的。这对于粒子物理学本身，还是我们正尝试理解的宇宙，这一结论都具有极其重要的意义。

不露面，它却无处不在

人类生活在一个中微子充斥其间的世界。每一秒，都会有无数的中微子穿过我们的身体，而我们无视、无知、无觉。

这种粒子以接近光的速度在宇宙中肆意冲撞，却几乎不与任何物质发生反应。它到底是何方神圣？

目前，我们知道它们一部分来自那场久远的宇宙大爆炸，其余的则源源不断地产生于各种发生在空间包括地球中的反应过程，大到超新星爆发、恒星消亡，小到核设施内的核反应，或者自然界中的放射性衰变，甚至我们体内一个同位素钾的衰变都将释放出约5000个中微子——当然了，大部分来到地球的中微子，基本上都是太阳的“馈赠”。它也是整个宇宙中数量第二多的粒子，仅次于光子。

然而一直以来，对于中微子的存在与否，始终存有争议。1930年它就被预言，但预言者自己都将信将疑。直到1956年，美国物理学家才成功监测到了中微子运动轨迹，宣告了这一“鬼影”粒子真实存在。

三重奏，修正标准模型

但在证实存在之后，另一个严重问题砸下来：我们数不对中微子的总数。彼时科学家已经能够在理论上计算出太阳产生的中微子数量，然而相对于此，似乎有多达三分之二的中微子在到达地球前“失踪”。

科学家一度怀疑是计算太阳中微子数量的理论公式有问题，但另一种意见开始浮上水面，那就是中微子能够改变自己的“身份”。

依照粒子物理学标准模型，中微子有“三重奏”：电子中微子、μ(缪子)中微子和τ(陶子)中微子。太阳只产生电子中微子，因而在前往地球的途中，电子中微子“改头换面”为其他两种，才造成了数量统计上的差池。

正是梶田隆章与阿瑟·麦克唐纳的实验向我们证明，这些中微子“身份”确实转变了。这种改变需要中微子有质量，虽然质量极小，但对粒子物理学来说，却是一个历史性的发现。

原因无他，标准模型关于物质内部运作的描述一度非常成功，在20多年的时间里成功抵制住了所有实验的挑战，而新的观察结果已经清楚地表明，标准模型不能完成关于宇宙基本组成的理论描述。

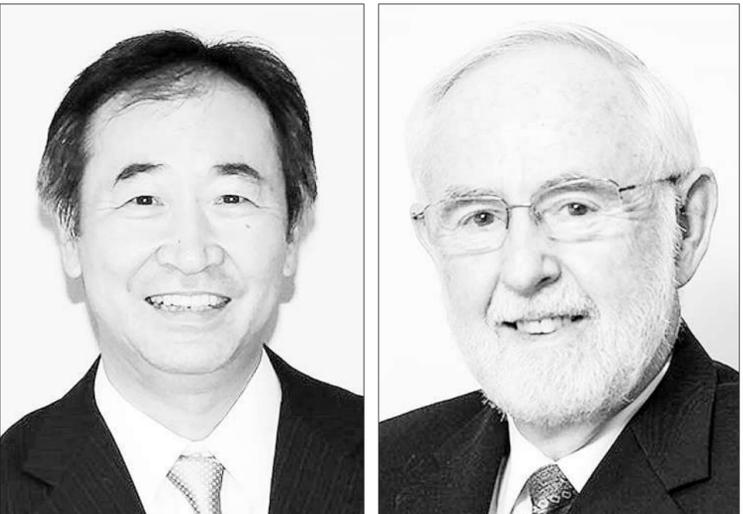
这是中微子发现之初谁也不曾见过的，如此微小的粒子，会同时颠覆了粒子物理学与宇宙学。

中微子，继续改变世界

随着大型精密观测设施的投入使用，人们已能观测中微子三种类型间的互相变化。如今，这些为了屏蔽宇宙辐射以及自然衰变等噪音干扰而深埋地下的科学仪器，夜以继日地运转着，将微小又多变的粒子，从无数其他粒子中准确地甄别出来。这个过程非常不容易，仅有一丝微小的干扰，都会影响观测的准确性。

10月6日，瑞典皇家科学院将2015年诺贝尔物理学奖授予了梶田隆章及阿瑟·麦克唐纳，不仅由于他们对物理学领域所作的学术贡献，还在于他们领导的团队，克服重重困难后成功揭开了中微子这只“变色龙”的变身奥秘。

诺贝尔奖评选委员会在声明中称，该研究为“粒子世界的蜕变”。梶田隆章与阿瑟·麦克唐纳的发现同时改变了人类对物质内层运作的看法，并将验证我们对于宇宙的理解。他们帮助人们打开了中微子神秘世界的大门，目前，全世界围绕中微子展开的种种实验与研究，得以继续热烈地进行下去。逐渐涌现的成果让我们相信，中微子即将带来的发现，将改变人类对于历史、科学乃至整个宇宙未来命运的认识。



梶田隆章

阿瑟·麦克唐纳

中微子未来仍将是诺奖热门

——访中科院高能物理所研究员曹俊

本报记者 高博

“发现中微子振荡拿诺奖，大家都不意外，但我没想到是今年。”中科院高能物理所研究员曹俊说，“这方面作出重要贡献的人比较多，谁都有可能，我觉得诺奖不太好发，不过这两位也确实该拿奖。”

“麦克唐纳很好。”曹俊说，“今年一次会议上，我们介绍了江门实验室用到很大的有机玻璃球。会后他找到我们，说他做过这种玻璃球，说有什么样的困难，主动给我们传授经验。梶田隆章是小柴昌俊的学生，小柴昌俊也研究中微子，拿过2002年的诺奖。”

发布会上，瑞典皇家科学院说，发现中微子振荡改变了人类对宇宙的历史、结构和未来的认识。曹俊认为的确如此——如果中微子的规律不清楚，就无法搞清楚宇宙的演化。事实上，此次已经是中微子研究第四次拿到诺奖了。

“现在中微子是唯一反常的标准模型粒子，所以中微子研究可能取得基础物理学的突破。”曹俊说，“美国高能物理的研究力量已经全部转到中微子上了。”

“宇宙大爆炸后第一秒就产生了大量中微子，这些中微子一直存留到现在。如果我们能够探测到中微子，就可以看到第一秒的宇宙。而我们可观测的光线，直到大爆炸后第38万年才射出来。”曹俊说。

未来，中微子仍是基础物理学最热门的方向之一。这一领域有几个问题关系到物理学的基础。曹俊说，除了探测宇宙初始中微子外，验证中微子是否是马约拉纳粒子，以及中微子在正反物质不对称现象中的角色都惹人猜想。

高能物理所科学家在2012年率先发现中微子第三种振荡，而且很显著，这就为研究中微子的CP破坏和质量顺序奠定了基础。目前，中国的江门实验、美国的JUNO实验以及其他国家的竞争小组都在瞄准这一目标建设。

细胞修复DNA有“工具箱”

——2015年诺贝尔化学奖解读

本报记者 刘园园



托马斯·林达尔

从一个细胞到另一个细胞，从这一代人到下一代人，决定人类生长的基因信息在我们体内流淌了千万年。它们每天都会遭到紫外线辐射、自由基和其他致癌物质的伤害，并不断地发生自发的变化，然而却神奇地完好无缺。

这些遗传物质之所以没有乱成一团，是因为大量的分子系统在持续不断地监测并修复着我们的DNA。托马斯·林达尔、保罗·莫德里奇和阿齐兹·桑贾尔因描绘并解释了DNA的修复机制而荣获2015年诺贝尔化学奖。

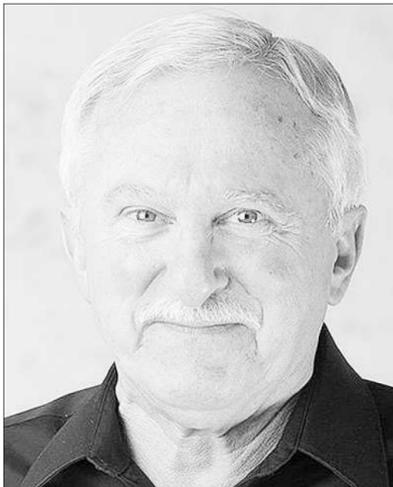
托马斯·林达尔与碱基切除修复机制

“DNA到底有多稳定？”林达尔在上世纪60年代末就发出了这样的疑问。那个时候，科学界相信DNA分子是极其稳定的。

但林达尔通过开创性的实验证明，DNA在经历着缓慢但十分明显的衰老。他认为，基因组每天都会遭遇成千上万灾难性的伤害，而这种伤害的频繁程度无法解释细胞一定有蛋白来抵消这一过程，后来他发现了DNA缺陷的分子机制。

在这种想法的指引下，林达尔开始从细菌的DNA中寻找修复酶。DNA的一种缺陷是，胞核啶很容易就失去一个氨基，这会导致基因信息的改变。在DNA的双螺旋中，胞核啶和鸟嘌呤往往成对出现，但是当氨基消失时，受损的胞核啶会与腺嘌呤配对，因此如果这种缺陷得以持续，DNA在进行复制时就会出现变异。林达尔意识到，细胞一定有蛋白来抵消这一过程，后来他发现了一种可以移除受损的胞核啶的细菌酶。

这一发现成为35年的科研工作的开始。此后，林达尔检测了细胞“工具箱”中多种用来进行DNA修复的蛋



保罗·莫德里奇

白，并一点一点地拼出了“碱基切除修复”机制的全景图。1996年，林达尔成功地在试管内重现了人体内的DNA修复过程。

保罗·莫德里奇与DNA错配修复机制

“你应该研究一下关于DNA的东西。”1963年，詹姆斯·沃森和弗朗西斯·克里克因发现DNA双螺旋结构而荣获诺贝尔奖后，莫德里奇的父亲、一位生物化学老师对他说了。几年后，“关于DNA的东西”成为莫德里奇人生的核心。

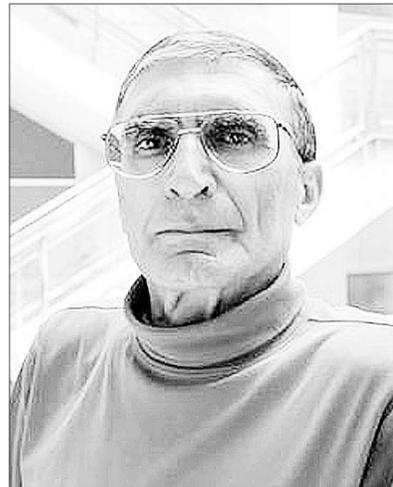
上世纪70年代末，莫德里奇对DAM甲基化酶发生兴趣。DAM甲基化酶可以将甲基原子团连接到DNA上。他发现，这些甲基原子团扮演着“路标”的作用，帮助一种特殊的限制性内切酶在DNA链的准确位置划出切口。

几年后，另一位叫做马修·梅塞尔的科学家发现，甲基原子团可能还有另一种指示功能：当DNA出现错配的碱基时，甲基原子团可以帮助细胞识别在纠正错误时应该以哪条DNA链为模板。莫德里奇与梅塞尔的科研领域自此交汇，他们通过共同研究发现，当DNA出现碱基错配时，会不断纠正没有甲基原子团的那条链。他们总结，DNA错配修复是DNA发生复制时一种自然的过程。

对莫德里奇来说，这一发现开启了大约10年的系统性研究，他研究了一个又一个参与DNA错配修复的酶。上世纪80年代末期，莫德里奇成功地在试管中展示了复杂的分子修复机制，并深入研究了人体内的DNA修复机制。

阿齐兹·桑贾尔与核苷酸切除修复机制

在科研生涯的早期，桑贾尔对一种现象尤其感到困惑：当细菌暴露在致命的紫外线辐射下时，如果用可见蓝



阿齐兹·桑贾尔

光照射它们，它们会突然恢复。他非常好奇：在这一神奇的效应背后，有什么样的化学机制？

1976年，桑贾尔发现了可以修复紫外线伤害的酶——光裂合酶，并让细菌产生足够的光裂合酶。这一研究结果呈现在他的博士论文中，然而并没有引起人们的注意。

后来，其他科学家又发现了一种在黑暗环境中起作用的系统，也就是说，细菌有两种修复紫外线伤害的机制。之后桑贾尔开始研究这种系统的分子机制，并在几年后成功地识别出了在这种系统中起作用的uvrA、uvrB和uvrC酶。

桑贾尔运用开拓性的试管实验发现，这些酶可以识别紫外线伤害并在DNA链上划出两个切口——分别位于受损部位的两端，之后一个包括受损部位在内的12到13个核苷酸就会被移除。

由此，桑贾尔发现了“核苷酸切除修复”机制，这一发现完全改变了该研究领域。此后，桑贾尔对人体的“核苷酸切除修复”机制进行了研究，并发现人体内存有与光裂合酶类似的酶来帮助调节生物钟。

我们体内有个修复DNA错误的“工具箱”：有很多蛋白在不断监测和校对这些基因，并修复它们出现的缺陷。托马斯·林达尔、保罗·莫德里奇和阿齐兹·桑贾尔都发现了这个“工具箱”，并分别独立地找出了我们体内不同的DNA修复“工具”。“这三位科学家在分子水平上描绘了这些基本机制，他们的系统性研究对理解细胞的工作机制作出了决定性贡献。”与此同时，也让我们理解了遗传性疾病的成因，以及癌症和衰老背后的机制。”瑞典皇家科学院诺贝尔奖评审委员会在解释他们获奖原因时评价道。

DNA修复是维护生命健康的根本

——访中科院基因组研究所研究员杨运桂

本报记者 付毅飞

“这是很重要的工作。”得知2015年诺贝尔化学奖颁给了三位从分子层面上研究DNA修复机制的科学家——托马斯·林达尔、保罗·莫德里奇和阿齐兹·桑贾尔，中科院基因组研究所研究员杨运桂对科技日报记者说，DNA修复机制是维持生命遗传物质DNA稳定性和健康的根本。

20世纪70年代以前，科学界一直认为DNA的双螺旋结构极其稳定，但是林达尔对此产生了怀疑。他把DNA单独提取出来，发现它自身并没有那么稳定，如果不被修复，基因组每天都会遭受成千上万的严重损伤，所有的生物都将不复存在。这意味着一定有别的机制阻挡了DNA的衰败。接下来几十年里，他找到了“碱基切除修复”——细胞里有一种蛋白质专门寻找特定的碱基错误，把它从DNA链

上切掉。杨运桂说，托马斯的贡献是率先观察到了DNA的降解和损伤，在此基础上又发现了DNA存在修复的机制。

与此同时，桑贾尔发现了核苷酸切除修复机制，该机制帮助细胞修复紫外线对DNA产生的影响。该机制天生缺陷的人一旦暴露在阳光下就会得皮肤癌。同时该机制还能用来纠正由其他诱变因素带来的缺陷。莫德里奇则发现了细胞纠正DNA复制过程的错配修复机制，它可以纠正DNA复制过程中的出错频率减少到千分之一。在错配修复机制上有先天缺陷会导致一种遗传性的结肠癌。

杨运桂表示，在临床应用方面，DNA修复机制的理论很早就延伸到癌症治疗中，为其提供了理论基础支撑。他介绍，在靶向治疗问世之前，肿瘤治疗普遍采取放

■环球短讯

屠呦呦获奖提名和选定过程解答

科技日报北京10月7日电（记者房琳琳）微信朋友圈里转载了一条《屠呦呦获奖提名 这个人的推荐功不可没》，里面提到了时任北京大学生命科学学院院院长饶毅的一篇介绍屠呦呦重大贡献的科普文章。但诺贝尔奖的提名和选定过程究竟是怎样的？官方网站公布的相关程序或给关心诺贝尔奖的读者答疑解惑。

“诺贝尔生理学或医学奖的提名只能是由个人提交，被提名人的名字和其他提名相关信息以及选定的过程要在50年之后才能揭晓。”由此可见，究竟谁提名的屠呦呦，官方解释要等半个世纪以后才能知道了。

关于提名和选定获奖者的流程通常是这样的——首先，由诺贝尔生理学或医学奖委员会将机密邀请函发送到那些有资格提名候选人的提名人名单上。2015年，有327位科学家被提名，其中有57人是第一次被提名。2015年的提名截止日期是1月31日，最终的候选人名单会在10月由在瑞典的卡罗琳医学院召开的诺贝尔奖大会决定。该大会由50名成员组成，他们负责从诺贝尔生理学或医学奖委员会推荐的这个最终名单中选出当年的获奖者。

屠呦呦获奖是对青年学者的莫大鼓励

科技日报伦敦10月7日电（记者郑煊斌）英国诺森比亚大学纽卡斯尔商学院终身讲席教授、英商商务创新技术部中英创新合作专家组成员熊瀚接受科技日报记者电话采访时表示，屠呦呦教授获得诺贝尔奖，为全球华人都带来了光彩，尤其对年轻一代学者是莫大的鼓励。

他说，老一辈研究人员能在环境极其艰苦的情况下做出如此杰出的成绩，而我们这一辈研究人员却还看不到能接过重担的趋势。纵观屠呦呦以及之前的华罗庚、钱学森、邓稼先等大师级人物，他们是为着自己内心的兴趣和理想而拼搏，绝非为了优秀的工作待遇。当今社会物质极大丰富，外界荣誉众多，获得物质与荣誉成了很多科研人员的动力源泉，而一旦科研人员不再关注个人内心兴趣和理想，就再难做出真正伟大的研究。

加拿大专家高度评价屠呦呦获奖

科技日报多伦多10月7日电（记者冯卫东）加拿大分子寄生虫生物学领域研究主席、多伦多大学医学教授凯文·凯恩表示，疟疾的全球死亡率和发病率甚高，青蒿素化合物的发现是人类治疗和预防这种疾病的革命性进步，其对挽救生命的影响是非常显著的，对人类健康事业作出了重大贡献，该研究成果被授予诺贝尔奖实至名归。

多伦多玛嘉烈公主癌症中心资深科学家、多伦多大学医学物理学教授郑岗博士认为，虽然青蒿素的发明是集体智慧的结晶，但如果没有屠呦呦的原发性发现，青蒿素研究要取得最终的成功是不可能的。因此，屠呦呦获得诺贝尔生理学或医学奖的最大启示或在于尊重科学研究的原创性(Originality)。在“大众创业、万众创新”成为中国国家战略的大背景下，科研工作应改变片面追求论文数量、跟随抄袭国外研究思路的现状，力争在原创性和应用成果两方面取得重大突破。

韩国科学界“反思”未获诺奖原因

科技日报首尔10月7日电（记者薛严）2015年诺贝尔科学领域3大奖陆续揭晓后，韩国相关领域的专家和媒体表示，看到邻国中国和日本接连获奖的消息，韩国科学界再次陷入“集体反思”中。

韩国首尔大学物理天文系教授金秀峰表示，自己的研究领域与此次获得诺贝尔物理学奖的韩国物理学家梶田隆章一样。从日本和韩国在该领域的比较看，日本在科学领域的投资和积累已经超过100年，而韩国只有30年，两国在量上的积累有很大的差异是不争的事实。对于韩国来说，全面追赶日本是不现实的事情，必须在一些新领域创造弯道超车的条件。

韩国首尔市立大学物理学教授朴仁圭表示，在高能物理领域，中国的中科院高能物理研究所(IHEP)和日本的高能研究所(KEK)于20世纪70年代初成立，而韩国时至今日依然没有一个国立高能物理研究所。韩国想在基础科学领域赢得诺贝尔奖任重道远。