

试谈基础研究中的前沿与创新

沈允钢

(中国科学院上海植物生理研究所)

自然科学基础研究的任务是探讨自然界多种运动的规律和机理。它可提高人们的认识并有助于人们更好地利用和改造自然,意义非常重大,其成果一般均为公开发表,为人类所共享。因此,基础研究重在创新。

创新是发现和阐明前人未知的现象、规律和机理。它必须了解前人已获得的知识并加以分析,找出可进一步发展和突破的方向,必须拚博于科学研究的前沿。

如何抓住前沿去得到创新的成果是大家十分关心的。有些人把利用新出现的技术、设备和从事热门的研究都当作站到了国际研究的前沿,其实,这还不等于科研前沿的全部,而且也不一定得到好的结果。诚然,把新的研究手段引入新开辟的领域常常是进一步突破的重要来源。但是,并非拥向这方面的科研都会得到重大成就,一般只有少数研究真正掌握了这新开辟领域的生长点而迅猛前进,其余大部分工作仅仅是表面上热闹一阵,过后留下的东西很有限。相反,往往有人异军突起,从一个未受人注意的角落打开了新局面,将一个比较隐蔽的有巨大意义的科研前沿暴露在人们面前,引起大家的重视,产生深远的影响。

现在,试以光合作用研究发展的历史中的一些事例来分析一下抓住“冷”“热”前沿与创新的关系。

人们通过实验发现光合作用已有二百多年,知道植物的绿色部分可利用太阳光将二氧化碳和水等合成有机物和放出氧气。但是,对于它如何利用光能的机理,直到20世纪初几乎一点也不知道。这时,在物理研究方面确立了光的量子学说,生物学家 Warburg 就将它联系到光合作用问题,试测光合作用每同化一个二氧化碳或释放出一个氧分子的量子需要量,接着引起了研究热潮,从其最低量子需要量究竟是多少之争,进而到 Emerson 测定光合作用的作用光谱,发现红降现象(对远红光有吸收,但利用效率大大降低)和双光增益效应(红光和远红光同时照时,远红光的利用效率显著增加)。60年代初人们终于肯定了光合作用中包含两种光化学反应:光系统 II 只能利用波长短于红光的量子才能引起反应;光系统 I 则可利用波长较长的远红光引起反应。而这两个反应是串联在一起的,必须均衡地引起反应才能使光合作用有效地进行,这就吸引了许多实验室来追究这两种光化学反应的关系和两个光化学反应的实质。一直到1988年,Deisenhofer 等阐明了细菌光合作用反应中心的机构功能而得到了诺贝尔化学奖,这些都可以说是 Warburg 开创的光合作用量子需要量研究的深入发展。Warburg 把物理学上的新进展结合到生物学的光合作用研究中来是重要的创新,而其打开新局面的生长点却被 Emerson 掌握,但其它不少工作者仅仅一般地去测定光合作用最低量子需要量是多少的研究,他们的结果逐渐被人们所遗忘。

光合作用能量转换研究的另一个里程碑是在30年代由 Hill 建立的。当时,呼吸作用已开

始将细胞打碎了进行生化研究,而光合作用尚无法了解,细胞打碎后,光合作用就终止了。Hill 将呼吸作用研究所获得的有关氧化还原反应的知识和技术应用到光合作用研究中来,成功地使离体叶绿体在光下能还原一些氧化剂而同时释放出氧气来。氧气释放是光合作用独有的反应,因此引起了人们的重视。虽然有人怀疑这样用外加氧化剂所做的实验是否反映活体内的真实过程,可是大量工作表明,这氧气确实是从水中释放的,且其许多反应的特性和光合作用的氧释放过程相符,从而使人们认识到光合作用的许多能量转换反应和二氧化碳同化并不直接联系在一起,可以把光合作用过程分阶段地研究。这导致在 50 年代中,人们在叶绿体内找到了可催化天然电子受体辅酶 II 还原的可溶性电子传递体铁氧还蛋白,使大家确信 Hill 反应是光合作用能量转换的重要部分反应,逐渐探知参与其电子传递的一些电子传递体和它们之间的相互关系,并且也大大促进了 Arnon 等发现与电子传递密切相关的光合磷酸化反应。而光合磷酸化的研究又给 Mitchell 的化学渗透假说提供了有力的证据,有助于他在 70 年代末得到了诺贝尔奖。现在人们已可制备完整的叶绿体来进行包括电子传递、光合磷酸化和二氧化碳同化在内的光合作用全过程了。如果没有通过离体叶绿体各部分反应的研究,那么很难想象人们能掌握这些知识。因此,创新突破光合作用离体研究的是 Hill 反应的发现,而一系列阐明能量转换机理的成就的获得是相继抓住此前沿,深入发展的结果。回顾这错综复杂的研究历程,可以看出在已发表的有关能量转换研究的几千篇论文中,值得一提的不到十分之一,很多不注意利用离体实验优点和忽略其局限性的工作,常常得不到有意义的结果。

光合作用中将二氧化碳等无机物同化成有机物的过程是很早就受人重视的大问题,可是直到 20 世纪 40 年代初对其机理依旧毫无所知,当时教科书上完全是错误的猜测,以为是通过甲醛聚合而成。人工制备放射性同位素¹⁴C 技术的成功,为人们研究二氧化碳同化途径提供了重要示踪手段,因而很快就明确了磷酸甘油酸是二氧化碳同化的最早产物,可是接着就有几个标记的中间产物同时出现,使人们难于进一步了解。Calvin 等将当时新发展的纸层析技术和放射自显影相结合,大大简化了分离和研究微量标记中间产物的手段,终于在十几年的时间里阐明了光合碳循环,而在 1962 年获得了诺贝尔化学奖。这为光合碳代谢研究开拓了广阔的道路,掀起了巨大的研究热潮。曾经有不少实验室观察到有的植物中二氧化碳固定的最初产物不是磷酸甘油酸,但是没有深入研究下去,只有 Hatch 等了解清楚了它的转化途径及其和光合碳循环的关系,并且将它和具有这种途径的植物的生理特性联系起来,使人们认识到四碳途径能起 CO₂ 泵的作用,可提高强光下的光合速率,从而又暴露出新的引人入胜的科研前沿。

从以上的一些事例来看,科学研究使人类对自然的认识在不断地深化,而创新的探讨是在已获得的成就上找到生长点而发展的。因此,我们必须经常了解科研多方面的发展,它使我们增加了哪些知识,同时以为我们探索新的未知提供了哪些可能性。在一些问题突破后,总有许多工作可做,可是这种热前沿的竞争必然很剧烈,挤进去不一定能占先。虽然“学费”总是要付一些,以便增加感性认识,培养人才,为进一步工作打下基础,但我们不能总是去凑热闹,所以必须尽量结合我们自己的优势、特点去参与,这样获得“出人头地”成果的希望就大一些。在工作中,看到有意义的新苗头,要像前面提到的 Emerson, Deisenhover, Calvin, Hatch 等那样努力设法深追下去,否则,浅尝辄止,即使开始早一步,也难免被别人的工作所淹没。

非常值得注意的是,科研已提供的新的探讨可能性的那些尚未被人们所重视的“冷”前沿。之所以“冷”的原因可以是多方面的,包括需要较远学科的交叉虽已有人触及却不得要领就知

难而退,或受传统概念束缚而不想到可去突破等等。如果我们能独具慧眼又能结合自己的优势和特点,则往往可以别开生面,为人类认识自然打出一个新天地来,前面所提到的 Warburg, Hill, Arnon 等工作就是这样的例子。

总之,创新是从原有基础或前沿出发进一步深入或突破。这前沿是漫长而曲折的,有的部分是新开辟出来,暴露出较多的缺口,众所追逐,竞争很激烈的;有的则需经分析、发掘,才能看到可攀登之处,有希望出奇制胜的。无论是前者或后者,我们要结合自己的优势、特点和需求来考虑,这样就能有所建树,为我国的科学事业的发展做出较好的贡献。

A TENTATIVE TALK ON FRONTIERS AND BLAZING NEW TRAILS IN BASIC RESEARCH

Shen Yungang

基础研究贵在创新

盛祖嘉

(复旦大学遗传学研究所)

生活水平的提高包括物质文明和精神文明两个方面。物质文明来源于科学技术,科学技术来源于对自然的认识,后者来源于基础研究。认识自然是一个永无止境的不深化的过程,也是自然科学研究中不断创新的过程。没有创新就不能加深对自然的认识,从长远来看也就没有生活水平的提高。创新是基础研究的灵魂,基础研究贵在创新,基础研究中应该鼓励创新。

中华民族是一个富于创新精神的民族,这一点从李约瑟所写的中国科学技术史中可见一斑。创造性的发挥有时代特点,春秋战国是一个百家争鸣,百花齐放的时代,在那摩尔根学派被斥为反动和言必称恩格斯、马克思的时代,创造性便难得发挥。现在这一枷锁已经打破,可是又出现了新的问题。不少富有创造性的青年不是出国便是下海。下海固然是主战场的需要,可是基础研究却后继乏人了。在这种情况下怎样在基础研究中鼓励创新呢?

基础研究中的创新并不是灵机一动得来的。创新的学术思想往往是长期研究工作中深思熟虑的结果,这里面也包含同行之间的相互启发。所以创新性是多数人的长期工作积累的结果,这就是所谓有量才有质。现在自然科学基金的资助率已由 $\frac{1}{3}$ 、 $\frac{1}{4}$ 下降到 $\frac{1}{5}$ 、 $\frac{1}{6}$,在这种情况下又怎样在基础研究中鼓励创新呢?

在这种无可奈何的情况下,探讨一下在基础研究中创新性的意义以及创新性作为基础研究成果评价的标准不无现实意义,因为它不失为学术水平宏观控制的一个环节。

经常可以看到有关研究成果的评价有国际水平、国际先进、国际领先、国内先进、国内领先、填补国内空白等等。什么是国际水平呢?它可以理解为国际一般水平。那么什么是国际一