

公众参与科研的影响及引发的转变

师蔚群, 李捷*, 李晟

江苏省农业科学院畜牧研究所, 南京 210014

摘要 公众参与科研的形式正在科学领域形成一定的影响, 这种影响表现在科学理论和科学方法两个层面: 在理论层面, 公众参与科研扩大了科学理论的应用范围、拓展了科学理论的传播途径、丰富了科学理论的创新形式; 在方法层面, 公众参与科研拓宽了科学方法的实践路径、减少了科学方法的操作成本以及普及了科学方法的研究规范。这些影响进而引发了科学研究的对象、层次、类型发生了转变。

关键词 科学研究活动; 科研工作主体; 公众参与科研

1 公众参与科研与传统科研的比较

1.1 公众角色的变化

从科学史的角度看“公众”这个词, 可以发现其在科学的不同发展阶段有着不同的含义。在自然科学发展初始阶段, 公众是科学研究的“局外人”, 是科研成果的检验者和目击者。此时, 公众个体的知识和价值被忽略, 他们对于科学家的科研工作几乎没有发言权。在自然科学的加速度发展阶段, 科技应用的推广和普及使得科学技术从实验室渗透到人们的日常生活中, 因为科学要发展, 必须要有社会的支持, 只有让公众在科学的使用中看到科学家研究的真正价值, 他们才会心甘情愿地为科学家

的科研工作提供财力物力支持。于是, 科学家开始向公众传播科学技术, 这时候的科学技术被简化为科学知识, 公众成为了科学技术的“被教育者”, 他们可以通过接受科普教育的形式参与到科学技术活动中去。因为只有当公众认识到科学知识对于他们的重要性时, 他们才会心甘情愿地为科学提供更多的支持。在自然科学的发展进入到成熟阶段, 科学家的工作成果就要离开实验室被物化成产品, 投入应用市场, 此时公众作为“消费者”的接收程度就直接决定着科学技术的成败与否, 市场化的严峻考验让不少科学家倍感压力, 不得不加快研发的速度, 也更重视公众的消费者需求。可以说, 科学技术的发展与变化在影响公众, 与此同时, 公众的需

收稿日期: 2018-12-25; 修回日期: 2019-03-21

作者简介: 师蔚群, 副研究员, 研究方向为科技服务与科技管理, 电子信箱: 113847911@qq.com; 李捷(通信作者), 硕士, 研究方向为科技服务与科技管理, 电子信箱: lijie_3@yeah.net

引用格式: 师蔚群, 李捷, 李晟. 公众参与科研的影响及引发的转变[J]. 科技导报, 2019, 37(16): 83-94; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2019.16.010

求和渴望也在引领科学技术的发展。

从“局外人”到“被教育者”再到“消费者”，公众的个体价值与重要性逐步凸显。但从公众角度出发，这些角色的存在正意味着公众始终被科学共同体所拒斥在科学的大门之外，尽管公众对于科学家的研究工作有了更多的话语权，可在科学系统内却始终没有他们的一席之地。直到公众参与科研形式的出现，这是公众在具有了参与科研工作的能力和条件后，第一次以“参与者”的身份进入复杂科学系统内部参与科研活动的内部过程。公众从知识和产品的终端使用者转化为生产者，他们帮助科学家收集、整理和分析数据，帮助科研人员解决问题。在这种科研关系中，公众是研究的重要参与者，是传统科学家的同事和伙伴，公众直接参与新的科学知识的产生。在不同的科研项目中，公众的角色也不一样，他们可以是咨询契约者，即公众希望专家帮助回答某些具体的问题；也可以是数据贡献者，即公众在专家的指导下，参与数据收集、分析，还可以是创意贡献者，公众参与到问题研究的各个方面，针对问题提出解决方案或创新研究方法促使问题的解决。

1.2 科研形式的变化

一个完整的科研过程，从开始到结束，必须具备科研主体、科研主题、研究方法3个要素，这3个因素共同决定科研的形式。目前，中国科研的主体主要集中在各高校和研究院所，由遵守同一科学规范的职业科学家所组成的科学共同体构成。科研主题一般由科研主体根据学科本身的发展、社会实践、国家政治、经济、军事以及社会生活其他方面的需要，自由选择或接受指派委托。科研方法由科研主体根据科研主题决定，传统的科研方法有演绎法、归纳法和唯物辩证法等，现代科研方法有科学实验、数学方法和系统科学方法等。

而与之相比，公众参与科研与传统科研的不同主要体现在两方面：①科研主体不同。公众参与科研的主体除了包含传统科学的科学共同体成员之外，还包括非职业科学家、科学爱好者和志愿者等组成的公众，公众和科学共同体成员平等合作，共同参与到规范的科学研究中。②科研任务不同。

公众参与科研完全以目标为驱动，这也就意味着公众参与科研的研究课题大多以满足公共利益或以解决地区问题为目的，公众参与科研的项目大多和公众生活息息相关，例如动植物监测和水文气象调查等。所以，公众参与科研在除担任科研角色之外，相较于其他科研模式，还担任了社会公益事业的角色。

以自然科学为例，过去的常规科研过程通常按照以下主要步骤进行：提出问题—定义问题—提出解决方案—制定研究计划—获取研究资源—组建专业团队和建立实验室—收集相关信息—提出研究假设—进行实验—收集数据—分析数据—解释数据—理论技术检验—出版研究结果或保护知识产权。一个完整的科研过程需有专业的科技队伍，国家或企业赞助的大量科研经费、完善的科研技术装备以及科技试验场所等。

现在公众参与科研的过程通常按照以下主要步骤进行：选择或定义问题—收集信息和资源—提出假设或解释—设计数据收集方法—收集样品—记录数据—分析样品、分析数据—解释数据—得出结论—宣传研究结果或转换科研结果到实践—讨论研究结果、提出新问题。理论上，公众可以从上述任何一个步骤开始参与，即公众既可以参与整个过程，也可以参与部分环节，但在现实环境中，公众参与最多的是在收集数据和分析数据环节。一个完整的科研过程可以不需要大量的科研经费、完善的科研技术装备和科技试验场所。

需说明的是，公众参与科研与民间科学等边缘科学有显著不同，因为它是被传统科学和主流科学所承认的一种科学研究活动和科学研究组织模式。

2 公众参与科研的内容和实现过程

2.1 公众参与科研的形式

2.1.1 公众参与科学观察

科学观察作为一种基本的认识活动，贯穿于整个科学研究过程中，科学技术史上的重大科学发现最初几乎都源于用心的认真观察。因此，观察法作为科学研究的基础研究方法，也是公众在参与科研

的过程中必不可少的研究方法之一。所谓观察法,即研究者根据相应的研究目的、研究提纲或观察表,并使用辅助工具或自己的感官对研究对象进行直接观察,从而获得第一手观察数据或资料的方法^[1]。通常,观察主要使用耳朵、眼睛这样的感觉器官去对对象进行观察,但人的感官免不了出现偏差,有一定的局限性。因此公众参与科研更鼓励公众借助辅助工具进行观察,借助照相机、显微录像机等现代化仪器进行辅助观察,最后形成相应的数据记录。

2.1.2 公众参与数据收集

科研数据是观察和试验中最重要的实证之一,也是科学研究客观性和真理性的基础,但科研数据的收集自古以来就是一个相当不易的过程,特别是在信息爆炸的今天,如何能高效率、低成本地收集有价值的科研数据成为制约科研工作进程的关键。而公众参与科研让公众在网络平台上完成对海量数据的保存、共享,公众对研究数据的收集与管理大大减轻了传统科研人员的工作负担。一般的公众在参与数据收集前将受到专业科学家的培训,在参与过程中公众的数据收集行为也会一直受到具体行为规范,因此可以保证公众搜集、计算和贡献数据的质量。

2.1.3 公众参与研究分析

除科学观察和收集数据外,公众还可以参与研究分析。数字革命的到来冲击了传统的学术交流形式,使得公众完全可以在没有专业科研人员现场指导的情况下自主进行一些科研工作,如基本的分类、寻找额外数据、进行复杂计算和重要性评估等。基于公众的能力水平以及科研目的不同可将公众参与的研究分析分为4类:①对文献材料

的探索性研究分析,即对与研究对象有关的文字材料进行查找、汇总和编辑,以获得对研究对象的初步认识,并为日后周密而深入的研究工作提供基础和方向。②对数据材料的描述性研究分析,公众可以依照研究目的对所收集到的原始数据进行科学的分类、汇总和显示,使之系统化、条理化并能够直观呈现研究对象或问题的特征和规律。③对研究对象的解释性研究分析,即在文献整理和数据统计等基础上进行更进一步的分析研究工作,通过因果分析、归纳分析、比较分析以及系统分析等逻辑分析方法对研究对象进行深层次的思维加工,从而对现象背后的原因进行探究,形成对研究对象的本质认识,并揭示现象发生或变化的内在规律。④对研究对象的创造性分析,即在研究对象的已有认知基础上对研究对象进行经验总结和再造,找到经验事实与理论事实的相容性,凭借知识和经验预测研究对象的活动轨迹;找到经验事实与理论事实的相斥性,对研究对象进行持续挖掘,以问题为导向建立新的科学模型或提出新的概念、假说或创造性地提出解决方案。

2.2 公众参与科研的实现过程

尽管目前公众参与科研具有不同的参与形式,但几乎所有的形式都要依托具体的项目才能实现。对国内外大量公众参与科研的项目和案例分析后发现:一个高质量的公众参与科研项目必须具备筹备、实施、输出和评价4个阶段,并在项目运行的整个过程中配之以有效的反馈机制。据此,总结出图1所示的公众参与科研的一般框架,即一个完整的公众参与科研项目从投入到评价的全过程。

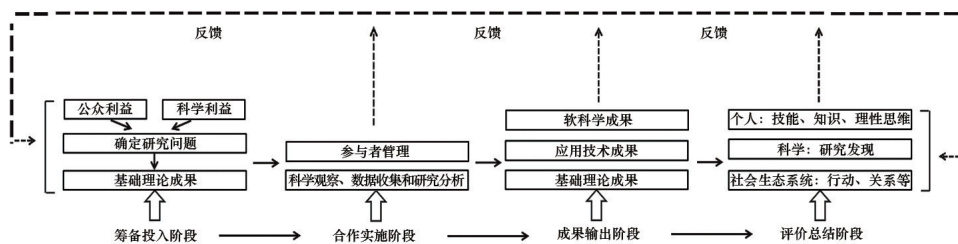


图1 公众参与科研的一般项目框架

Fig.1 General project framework for public participation in scientific research

2.2.1 筹备投入阶段

公众参与科研的项目投入阶段包括项目运行的顶层设计和运行前的准备工作两部分。公众参与科研的顶层设计并非一个简单的任务,公众与传统科研人员之间需要在设计之初就建立起良好畅通的沟通渠道,共同协作完成对项目的顶层设计。首先要由公众和传统科研人员共同决定项目的研究问题和主要关注点,一个高质量的科研项目必然是在科学利益和公众利益之间寻求平衡。其中,需要纳入考量的公众利益包括科学发现和为科学知识发展作贡献、收集和传播信息、实现自我价值、满足个人好奇心或提升个人能力等希望、需求、目标和期望。此阶段对公众利益的充分重视和对问题的清晰界定既是项目后续设计的基础,也决定了后阶段的公众参与质量。设计者可针对传统科研人员 and 公众在发展和深化研究项目时的兴趣点对投入目录进行构建,对不同的利益进行预设、表达、承认和权衡并据此分析和讨论解决方案,然后依次打通从数据收集到数据分析、再到结果评价以及从开始到结束的沟通反馈等所有环节,并进行项目的具体框架设计^[2]。例如,设计样本收集策略,起草培训材料和数据收集,确定完成科研目标所需的数据要求和收集数据所需要的技术要求,发展如微博、微信公众号等方便公众之间及公众与专家之间就项目展开交流的辅助支撑体系。一旦顶层设计完成,下一步就可以着手项目的准备工作,根据项目内容招募所需要的研究人员组成科研团队,同时筹集项目运作的资金支持。由于在项目的运行过程中,传统科研人员与公众的界限将变得模糊,因而有必要明确公众与传统科研人员的具体分工,并据此规范公众和传统科研人员的活动框架。

2.2.2 合作实施阶段

合作实施阶段首先是参与者管理,包括就项目研究内容对参与者进行项目培训,以及对项目过程畅通沟通渠道等进行组织认同工作。为了保证项目的有序进行,传统科研人员要帮助公众对自身当地知识进行挖掘和利用,也要定期举办研讨会及其他深化交流的活动以培养公众与传统科研人员的熟悉感和默契度。同时,参与者管理还需建立起公

众与传统科研的彼此认同感,由于公众参与科研的项目宗旨是公众和传统科学家这2个过去二元对立的群体在项目运作过程中进行有效的融合与协作,携手走向科学的殿堂,也就意味着需要在具体项目的组织进程中建立起参与项目的社会公众对于同属一个科研组织的传统科研人员的认同,以及参与项目的传统科研人员对公众的认同。这种认同,既是一种个体与组织一致或个体归属于群体的知觉^[3],也是个体对组织自豪感、归属感等方面流露出的一种情感归依^[4]。组织认同不仅能够缓解公众个体心理上的不适,快速消除疏离感,建立起在公众参与科研项目中积极贡献的信心;也有助于传统科研人员尽快摆脱其社会身份带来的约束,克服心理上的优越感,重新认识和肯定公众的价值^[5]。公众在接受完培训也顺利建立了组织认同感后,就进入正式的科研项目工作也是公众参与科研的重点,即参与科学观察、数据收集和科研分析,包括公众借助照相机、录音显微录像机等各种现代观测工具来辅助观察并根据项目的要求的数据类型和质量标准对数据进行收集、记录和保存,分析与使用数据研究结果,以及对文献材料的探索性研究分析、对数据材料的描述性研究分析、对研究对象的解释性研究分析和对研究对象的创造性分析等工作,其中公众参与科学观察和数据收集需强调公众在数据收集的规范性,不能随意加工或篡改数据,只有保证数据收集的来源真实可靠,才能保证科研应用和分析的准确性。

2.2.3 成果输出阶段

获取科研成果是所有科学研究项目的首要目标,公众参与科研当然也不会例外,一旦公众参与科研的项目涉及初级产品输出即进入项目的成果输出阶段。公众参与科研的项目产出首先是产生可以一定量化的初级产品,包括参与者的观察结果、数据记录、分析观察测量结果等。数据库中贡献数据的人数和次数、参与者的实践数量等数据是参与者贡献的原始数据,海量数据需要通过审核和分析才能变得具有科研价值,而且这些数据的有效性会因不同成员对环境的反应速度以及对观察结果的重要程度判读等不同而存在差异,所以项目

的组织和设计者需要再根据项目的阶段性要求通过后台运用大数据的算法对这些原始数据进行“二次筛选”以满足科研项目对数据深度的要求。随后,参与者再在这些初级产品的基础之上进行后续的研究分析活动,并形成公众参与科研项目的“最终成果”,这些最终成果根据其性质可分为三大类型成果:①基础理论成果,是指在研究过程中新取得的理论学说,这种理论成果主要以科学论文、科学著作、原理性模型或发明专利等形式呈现出来。②应用技术成果,是指在科学研究和技术开发取得的成果,包含在应用中取得的新技术、新工艺、新材料等技术性成果,以及计算机软件、生物、矿产等领域的新品种。③软科学成果,是指对科技政策、科技管理和科技活动的研究所取得的理论、方法和观点,其成果的主要形式为研究报告。为了保证研究成果的可靠性,项目的组织者有时也会邀请同行业的科学家对这些科研成果的质量进行评审。但除了坦然接受“经同行评审而发表”这条刻意低效的途径之外,目前很多公众参与科研项目还有另一种趋势,即把他们的发现直接贴到 ArXiv 这样的未正式发表文章的在线数据库上,在线接受更多公众的检阅。

2.2.4 评价总结阶段

科研团队将科研成果发表并分享,向项目投资者和公众参与者汇报项目完成情况及相关发现后即可根据项目的结果对项目进行评价总结。评价总结主要从个人、科学、社会生态系统3个层面的影响展开。

2.2.4.1 个人

此处的个人影响包括公众和传统科研人员两个角色,个人评价的标准是个人从该项目中得到的技能、能力和知识,如对公众个人而言,公众参与科研可以让其认识自我价值并将之贡献到相关项目或社会情境中、收获新的技能和学科知识、提高科学素养、加深对科研流程的理解等。传统科研人员不仅有以上的收获,还包括地方管理意识的增强以及增加与自然和他人深入接触的机会等影响。有研究表明,公众参与科研的形式可以促使科研人员从传统工作中脱离出来,从公众视角审视科学议

题,并针对公众关心的话题开展研究的意识,甚至有科研人员表示公众的加入使得他们对科学议题多了更多的人文认识,增强了他们使用社会资本和将知识转化为行动和社会资源的能力。

2.2.4.2 科学

衡量和评价公众参与科研项目中科学层面的影响即站在完全客观的立场下,通过文献分析及计量技术,利用各种科学评价指标来分析和描绘公众参与科研项目的影响力。主要参考的指标有:项目进行过程中收集的数据量及数据被引次数,项目中科学发现的数量及描述这些新发现或最终发表新问题的论文的数量,论文发表后的影响因子、被引次数、H指数等。以美国 Ebird 项目为例,目前已经有7篇顶级论文发表,而用“星际动物园”所收集的数据写成的学术论文有35篇。

2.2.4.3 社会生态系统

社会生态系统的影响是公众参与科研的一个显著特色。公众和传统科研人员共同形成了以参与者为核心并向非参与者辐射的社会生态系统,公众参与科研的社会生态系统影响包括:①改进社团与管理中介的关系。如完善野生动物栖息地建设,解决环境退化问题,提高参与者生存环境的条件等;②完善资源管理策略。目前而言,许多社区在其环境保护或监测项目的投入阶段就采取一系列方法或手段以确保项目成果的得出;通过环境监测项目的互相协作为前提,管理实践提供反馈信息为途径来调整实践活动;通过自适应管理实践的嵌入合作与社会学系的参与式检测以提高社会生态系统的弹性。因此,对公共或私有土地上进行自适应管理监测或对环境问题快速监测,或对其进行针对性的战略干预,都能够对资源管理战略的完善有利。

2.2.5 反馈机制

为了保证项目的有效运行,公众参与科研的全过程要引入反馈机制,图1中的反馈箭头是贯穿在项目运行的全过程中的。公众参与科研因为本身有大量公众的参与,所以科研项目从运行之初就是一种带有不确定性的非线性运动,由于项目的开放性,项目的参与者、参与者与组织者之间构成一个

与外界环境随时随地进行各种交流和反馈的动态系统,信息流在这个动态系统中运动、传递,再回到项目设计端。如此一来,项目进程中的评估信息将与科研原计划所预定的目标进行对照,一旦出现偏差,不管是反馈信息超越还是未达到原始指标,反馈机制都能确保信息既准确又快速地反馈到项目设计端,让项目的负责人和设计者正确评估项目的运行进度,同时根据需要及时修正研究目标或调整研究方法、技术路线等,以使整个公众参与科研的项目达到新的平衡或称为新的稳态,保证项目在框架内正常持续性运行。

3 公众参与科研对传统科研的影响

3.1 公众参与科研在科学理论层面的影响

科学理论指经过实践检验的客观真理,是对某种自然现象的系统说明。它是由一系列特定的概念、原理(命题)以及对这些概念、原理(命题)的严密论证组成的知识体系^[6]。科学理论作为指导科学实践的基础,不仅为科研人员审视或界定问题提供了可选择的背景知识,还为其提供了学习理论和相互交流的确切手段。因此,一个科学理论或学说往往有其特定的应用范围、传播途径,而应用范围和传播途径又影响着科学理论的创新。公众参与科研正是在科学研究的应用范围、传播途径以及创新形式这三方面影响了科学研究的科学理论层面。

3.1.1 公众参与科研扩大了科学理论的应用范围

恩格斯指出:“当人们深思熟虑地考察自然界或人类历史或人们自己的精神活动的时候,首先呈现在人们眼前的,是一幅由种种联系和相互作用无穷无尽地交织起来的画面。”^[7]这意味着世界万物都不是孤立存在的,如果能够找到彼此间互通的桥梁,那么以前在单个领域里的科学理论解决不了的“疑难杂症”,借助其他领域的科学理论或许可以得到有效解决,或有了不一样的解。然而,传统的科研形式却始终没能打破科学内外的藩篱。首先是传统科研内部“隔行如隔山”的现象,由于各领域之间数据和资源的不流通以及缺乏交流合作机会的机会,使得科学内部不同研究领域彼此间被割裂,

研究过程产生的数据资源共享无法实现,不同领域间的经验和成果的共享难以实现,科学理论在科学内部的应用范围更难以被突破。其次是科研内部与外部社会“隔窗望佳人”的现象,由于传统科研形式和过程的不透明性造成了科学与社会内外部的封闭性。如今,公众参与科研就是实现复杂科学领域内部互通合作的桥梁和纽带,公众的参与和数据的共享不仅打破了传统科学领域间的壁垒,还扩大了原有科学理论的应用范围。

首先,公众参与促使传统科研人员更注重培养大数据思维——将复杂的世界看成是一个相互联系又时刻处在动态变化中的有机系统,通过对科研数据的搜集和分析,找到不同科学理论间的相关关系,实现不同学科间的互联互通。其次,研究人员的流动性使得研究组织也更具有开放性和灵活性,科学理论将因此更易于在不同学科边界流动,而且科学家通过跨学科、跨领域的思想交流来突破思维限制,也有利于研究领域的理论深入和促进学科交叉、融合^[8];最后,开放包容的组织环境氛围又能极大地促进公众提高科学素养和加强对科研理论的认识和学习,并引导公众主动将科学理论直接应用到日常生活中的方方面面,从而真正实现“科学理论服务社会实践”的目的。

3.1.2 公众参与科研拓展了科学理论的传播途径

科学理论是系统化的科学知识。1953年,经济学家肯尼思·鲍尔丁提出组织是由传播系统构成的观点;1995年,“知识创造理论之父”野中郁次郎在英国哲学家迈克尔·波兰尼的基础上提出了隐性知识与显性知识之间的相互转换模式,认为知识的创新和人的成长一样,都是处在社会交往的群体与情境中来实现和完成的。以上两种理论都表明,正是社会的存在,才有文化的传播活动,任何人的成长、任何理论的创新都不可能脱离社会的群体、集体的智慧。传统科研模式下的科学理论的传播通常以科学家向公众输送科学知识为主,这就意味着传统科研下的科学理论有且仅有一条传播途径,即从科学家到公众,从实验室到社会。但公众参与科研打破了原有单向度的传播途径,拓展了由公众向科学家传播的新途径。

网络传播的时代,科学研究的交流已经进入由信息流模式而不是科研实体环境本身决定科学家与公众互动的本质阶段。如果说,当今的社会环境是一个信息系统,那么网络传播新媒体已然早已将公众在科学研究中的角色改变了。以英国公众参与科研项目“星系动物园”为例,该项目在“数字现实”领域中,通过与传统实验设置完全不一样的远距离传播,创造出团队尽管位置不同却团队共存的真实研究空间。这种公众参与真正意义上实现了新型科学传播系统由陌生走向熟悉、由传播主体代替原来传播客体地位的过程。社会公众通过认同科研项目以及参与、学习研究科研项目内容,使其赋予了参与科学生产事物的权利,从而使参与其中的社会公众产生积极的自我能力发展意识,使其对所参与的科研项目产生分析、批评性的理解和认识,获得了参与科学生产的权利,进而促进了参与科研的社会公众的积极性,他们不仅积极主动地提升自我能力,同时对参与的科研项目产生批判性的认识,进而有更深入的理解,这在增强参与者自身科研能力的同时也扩大了科研组织的资源。在此基础上,公众主动走向传播者的角色, Twitter、Facebook、微信、微博、博客、论坛以及手机移动社区等新媒体成为公众之间、公众和科学家之间的科学理论传播的新途径。公众参与科研的另一重意义,是其形成了科学理论传播的闭环效应^[9]。长期以来,科学研究一直是公众和科学家各自站在科学传播过程的两端,由一方发出声音,另一方相应发出微弱的回应。但公众参与科研的反馈机制确保公众可以在项目过程中不受时间、地域的限制,及时将立场和要求反馈给科学家。项目设计者也通过对公众利益和科学利益的平衡使科学生产过程本身,成为一个新的起点。正是在这种双向的反馈—接收过程中,公众和传统科研人员相互促进,达成共识,共同为科学理论的传播拓展新的途径。

3.1.3 公众参与科研丰富了科学理论的创新形式

个体的思维始终具有局限性,但是通过人与人之间的相互交流,往往能产生思想的火花,创造出更多的知识。通过不断地沟通和交流,个人和组织才能对已有理论进行修改或重建新的理论框架,创

造出更有价值的创新知识。在科技史上,最初知识的创新都来源于独立的科学家个体,然后发展到团队或者有组织的群体之间共同交流合作,到今天,公众参与到科研中,将科学理论的产生带到新的阶段——现在科学理论创新最大的困难在于创新型人才的不足,一些项目过度研究,占用了大量的科研人力资源,而另一些与公众生活息息相关的基础科研项目却门可罗雀甚至无人问津,科研人员的缺失导致这些“冷门”科研项目整体效率低下,但如果将公众参与科研的过程视为一种培养公众学习理论、解决实际问题的思路与方法的过程,那么从客观上说,公众参与科研丰富了科学理论的创新形式。尽管目前科学家和实验室是产出科学理论的主要来源,但随着学科之间交流的日益频繁,一个科研项目经常由不同背景的参与者共同完成,在互联网提供的平台上,这种跨专业、跨区域的合作节省了大量的交流成本,进一步加剧不同领域之间的思想碰撞,最大化地激发公众和传统科研人员的创造力,达到公众参与科研项目足以顺利完成所需要的人数阈值,在科研项目发起方的需求和公民科学家的行动之间建立快速有效的响应。

公众参与科研本质上也是一种思想扩散的过程,在这个过程中,各种创意在公众和传统科研人员之间进行传播。以美国公众参与科研项目 Foldit 为例,公众利用所提供的工具通过虚拟现实技术折叠蛋白质结构在短短 3 周内便确定了一种与猴类艾滋病有关的酶的晶体结构,此前,这一难题悬而未决已有 15 年之久。涓涓细流汇成江河,集合了公众创新力量的公众参与科研突破了传统科研人员 and 业余科学家之间的明确界限,为有能力参与科研的公众提供一个发挥自己智力和能力的平台,让业余科学家有机会参与到真实的知识创造中,成为科学理论创新的中坚力量。

3.2 公众参与科研在科学方法层面的影响

科学方法是人们为获得科学认识所采用的规则和手段系统^[10]。在科学的研究过程中,主体与客体、人与自然界之间具有能动的反映关系。在这种反映关系中,科研人员要顺利展开科学研究不仅需要明确的实践路径,还需要在利用科学仪器等物质

手段上耗费一定的成本,在研究过程中,科学人员的行为和活动,既受科学发展规律的支配,也受科学共同体的规范和制约,而公众参与科研正是在科学方法的实践路径、操作成本和研究规范3个方面影响科学研究的科学方法层面。

3.2.1 公众参与科研拓宽了科学方法的实践路径

公众参与科研帮助科研工作者拓展了科学研究的新路径,这种研究方式改变了假说驱动型和原理驱动型的传统科研方法,进而转向了数据探索实践型的方法。

从科学史的角度看,一般学科特别是自然学科的早期研究几乎都是从大量的实验现象的观测和罗列开始的,尽管研究者在这一领域内可能开了历史研究之先河,但受制于当时的客观条件,研究者对整个学科的系统认识并不充分,甚至也会出现在同一时间段内,不同研究者从各自的研究角度出发发现的自然现象与其他研究者的有冲突或矛盾。由于大家都在“管中窥豹”,所以单个研究者的认识往往离“豹子”的本来面目大相径庭。此时的科学研究被称为假说驱动型研究,即用诸多实验现象来验证某一个科学假设,此时期的科学研究对实验现象的客观性描述较多,且带有较强的实证主义研究风格。在此阶段中,即使科研人员对实验现象的分析和解释哪怕不是完全无误,也可以做出被认为具有重要意义科研成果。当某一学科经过了长时间的假设驱动型的研究之后,各种各样的假设被提出和验证,众多的实验现象被观察和分析,最终就会导致此学科中的基本规律被发现。当研究者试图去发现此学科中的基本规律的时候,此学科的研究就进入到原理驱动阶段。此阶段的研究在大量实验现象的基础上,借助相对复杂的数学建立定量的模型来做深入的分析。往往可以把复杂多变的实验现象总结归纳为若干简单的数学模型,这些数学模型将定量地描述、解释甚至预测各种客观实验现象。例如,经典的力学学科就是进入原理驱动时期的学科之一,力学领域基本上重要的基本原理都已经建立和完善,整个研究领域活跃度比较低,这个结论可以通过国际期刊中力学期刊和论文的数量和比重相对其他学科较低的事实得到证实。由

于这一学科已经走向了原理驱动型研究的后期,大量的概念和理论体系已经坚固地建立起来,因此,科研人员只能在科学方法的实践操作层面找到新的突破口,而基于数据的探索实践型方法就是出路之一。

公众参与科研使得科学主义的思维方式、验证方式以及确立合法性的方式变得更加丰富,传统科研人员现在要想取得科研成果,除了可以思考如何设计实验来验证某一假说外,还可以思考如何与公众合作,从公众收集到的数据中发现有价值的重要信息。公众参与数据收集提高了数据收集效率,公众参与数据分析避免了海量原始数据的积压,传统科研人员只要掌握简单的数据分析方法就能在公众参与的基础上做出基于数据研究的科学论证。

3.2.2 公众参与科研减少了科学方法的操作成本

任何一种组织模式的科学研究项目所消耗的活劳动和物化劳动绝大部分都要归集到科学方法的操作成本中,而公众参与科研的模式则大大减少了科学方法的操作成本。一方面,公众参与科研将大量无偿劳动的公众引入科学研究的项目中,减少了传统科学方法的操作成本。表1以收集一个瓢虫捕捉器为例,对传统科学、验证式公众科学项目和直接式公众科学项目的费用进行比较。可以明显看出,尽管保证一个正常的公众参与科研项目的有效运行,需要一定数目的资金经费支持设计与运营、志愿参与者的招募与培训、活动宣传、数据处理与管理、平台建设和科学知识传播等运营,但是这些花费加起来的成本仅是传统科研的1/4不到,更远低于那些仅仅以传统科研人员为科研主体的科学研究项目的成本。以美国著名的公众参与科研项目——康奈尔大学鸟类学实验室为例,政府每年用于管理公众科学项目的花费将近100万美元,然而在过去,同一类型的传统科学研究政府需要耗资3000万美元才能达到同样的效果。

另一方面,公众参与科研不仅可以发挥民智降低科学研发的成本,还可以筹集民资解决科研经费短缺的难题。过去传统的科研项目大多依靠国家政府提供充足的经费支持才得以保证其长久发展,但国家的财政预算用于科研经费的支出毕竟是有

表1 以收集1个瓢虫捕捉器为例对3种不同科研形式费用的比较

Table 1 Comparison of the costs of three different forms of scientific research by collecting a ladybug trap as an example

| 费用类型 | 费用/美元 | | |
|----------------|--------|---------------|---------------|
| | 传统科学 | 验证式 PPSR 科研项目 | 直接式 PPSR 科研项目 |
| 实验材料费用 | 4.17 | 4.17 | 4.17 |
| 旅行费用 | 85.46 | 0.00 | 0.00 |
| 参与者收集捕捉器的工资 | 34.00 | 0.00 | 0.00 |
| 参与者收集数据的工资 | 0.00 | 4.25 | 0.00 |
| 科学家帮助参与者培训的工资 | 2.99 | 2.99 | 0.00 |
| 调查者邮寄数据给科学家的费用 | 0.00 | 1.61 | 0.00 |
| 举行培训班的费用 | 0.00 | 9.89 | 9.89 |
| 网站开发和维护 | 0.00 | 17.38 | 17.38 |
| 平均每个捕捉器的总花费 | 126.62 | 40.29 | 31.44 |

限的,高尖端的科研项目往往占据较大份额,很多基础性科学研究的科研经费几乎处于捉襟见肘的状态。但公众参与科研却能吸引大量社会资本注入其中,例如麻省理工学院媒体实验室总监向伊藤穰2011年在日本福岛核泄漏事故后筹划了一个名为 Safecast 的公民科学项目,该项目旨在将公民纳入核辐射监测和数据研究工作中以发现核辐射的实际影响和潜在风险。尽管参与该项目的普通公众并不是核物理领域的专家,但他们不仅自行研发出低成本的开源硬件 Geiger 计数器解决了监测设备的问题(Geiger 的所有设计图纸都是开源的,参与公众可以在家低成本地自行制造这些设备),还通过 KickStarter 进行网络众包筹资解决了科研经费的问题。通过与 International Medcom、日本庆应大学、John S-James L K 基金会和 GlobalGiving 的共同协作,Safecast 成功地在福岛灾区和日本全境布署了定点和移动传感器网络监测辐射,这是任何一个传统科研团队都难以做到的。

3.2.3 公众参与科研普及了科学方法的研究规范

为什么要强调科学规范?1942年,默顿在《科学的规范结构》中第一次从科学精神特质的角度提出了调节科学活动方式和科学家行为准则的4条基本规范,即普遍主义、公有主义、无私利性和有条理的怀疑主义^[1],一个合乎规范的科研人员会自觉将上述4条规范融入自己的血液里。为了得出一个数据和结论,他们严以律己,大胆假设,小心求

证。缺乏这些科学规范,也就意味着科学家可以随意修改数据,篡改报告,科学就会完全沦为科学家投机取巧的工具。民科为什么在国内受到质疑,正是因为民科所代表的一类民间科学爱好者主动割裂了自己与传统科研的联系,他们希望在科学研究领域有所成就,但却没有也无意接受正规的科学训练,不了解也不接受科学共同体的基本范式。与民科不同,公众参与科研在项目运行初始就向公众普及科学规范的重要性,每一位参与项目的公众不仅需要在前接受正式完整的“业务训练”,还要在参与过程中主动接受参与者管理,可以说科学方法的研究规范既是他们的行动指导准则,也是他们的行动框架。

更重要的,公众参与科研的科研规范是面向所有参与者的,既包括公众,也包括传统科研人员。当前传统科研领域的学术不端和科研失范行为较多,还存在一个非常不好的风气,即许多科研人员在申请科研项目的时候喜欢拉上有资历、有名气的科研人员以增加项目的中标概率,一旦项目申请成功、科研经费到手之后,就“原形毕露”当起了甩手掌柜,尽情享受却无心研究,具体的项目操作和研究都是一些经验不足的研究生和博士生完成,甚至在整个科研过程中都不涉及这些知名研究人员的指导和贡献。正因为传统科研项目缺乏公众实时有效的监督,才使得这些过程空洞、效率低下的科研项目存在。纵容这股歪风邪气继续下去不仅于

科学无益,更是对科研经费和科研资源的严重浪费。要想竭力遏制这样的不正之风,仅仅依靠道德规范约束传统科研人员远远不够,必须让公众以参与者的身份监督科学家的科学行为,普及和规范科学家的科研行为,重振科学家的精神气质。

4 公众参与科研引发的科学研究的转变

公众参与科研分别从科学理论层面和科学方法层面影响了传统的科学研究,也促使科学研究在研究对象、研究层次及研究类型3方面发生转变。

4.1 研究对象的转变——从理论世界到实践世界

公众参与科研的工具支撑使得过去很多不可观测、不可实践的现象或原本停留在书本理论层面的东西对于公众来说变得可观测和可实践,而公众的加入又使得可供科学研究的经验世界变得更加丰富。

1953年,沃森和克里克发现DNA的双链双螺旋结构;1965年世界上首套基因密码的破译工作完成,从此分子生物学便像雨后春笋般蓬勃发展。可是,DNA、遗传信息对于很多公众来说都仅仅是概念上的理论认识。2005年开始,美国一项名为Do-it-yourself Biology (<https://diybio.org>)的公众参与科研项目让普通公众不需要依靠大学实验室也能进行更为深入的生物学研究和实验,生命科学领域的专家走进社区告诉人们如何利用简单的实验仪器进行从简单到复杂的基因工程,最初人们只能做到从水、酒精、菠萝等生物里提取基因,但随着时间的推移,公众不仅可以独立制造由微生物、细菌组成的生物过滤器来生产饮用水,还撰写科研论文探讨利用智库开发永久性基因疗法治疗乳糖不耐受症的可能性。该项目让公众意识到生物世界不再是书本上的一个简单理论世界,而是真实复杂世界中可观测和可实践的对象。研究对象的直接可观测或简单可实践刺激了公众在不同环境下创新发展生物技术的兴趣并形成公众与科学之间的良性循环,即公众参与科研让公众直接面对科研对象,由公众参与又会带来更多经验层面的可观测和

可实践,这又必然促使科学不再局限于理论世界中的单一研究对象,而是快速转向实践世界中的复杂研究对象。

在部分科学领域,很多传统科学家在处理复杂现实问题的时候,习惯在现有的理论知识框架下依托实验室通过建构模型模拟问题,可一旦把这些看似完美的模型放在复杂的真实世界中,现实的诸多变量不仅会让模型失效,还会让原本简单的研究问题变得更加复杂化。其实,科学研究不仅仅是一套普遍命题的陈述,其在本质上更是一种实践活动。在大数据等技术的支撑下,公众参与科研拓展了研究对象,科研对象的可观测让公众和科学家直面复杂的世界,这可能形成一个更加贴近生活、更加实用的科研模型,使科学研究从实验室的简单模型走向更加复杂多变的实践世界。

4.2 研究层次的转变——从分散独立到聚合协同

公众参与科研的知识支撑使公众在科研过程中贡献甚至创造知识,促使公众知识伴随着项目的进行实现跨地域、跨领域的共享,并由此带来了科学研究层次的转变。未来,科学进步不能只依靠小团体秘而不宣地分散独立研究,而应该充分发挥公众和科学家聚合协同研究的力量。在平面坐标系中,如果只有1个点,那么就无法确定函数的形式;有2个点时,只能确定线性函数而无法得出二次函数的形式;但是,当坐标系中的点足够多时,就可以确定任意连续的函数。同样地,公众的力量或许微小如平面坐标系上的一个点,但当科学知识并不完善的时候,公众参与科研就是聚合公众一个个小点的力量,让广大公众联合科学家在科学的平面坐标系上共同绘制科学事业的蓝图。

就目前公众参与科研的项目而言,公众参与科研主要包含了2种科学类型的聚合:①不同学科领域间的聚合。一个公众参与科研的项目,往往会吸引包括文化学者、技术人才、艺术工作者等不同社会群体的参与,社会因素和智力因素的融合使得他们和科学家组成的科研团队成为一个知识聚合体,在物理通道上从来就不会交叉的组群体之间能够在新型的知识联系中互相交叉整合,这里面有许多成功的案例(例如Safecast项目)。可以说,利用大

型数据网络,突破物理上的限制,整合当地知识,进行科学研究,是公众参与科研优于其他科研模式之处。^②同一学科领域的聚合,过去传统科研在同一学科领域内的知识交流或合作主要借助于发表文章或学术会议等正式文献系统,即知识生产者把自己的成果以图书、期刊等文献形式正式出版发行或通过学术研讨会这样的形式把知识传递给最终的使用者,再由使用者反馈给知识生产者的过程。此过程中由于科研人员是彼此独立的研究主体,知识交流耗时较长,知识传播的滞后性也相对延长。而在一个公众参与科研项目中,知识交流更多地表现为交流双方不必经过正式文献系统直接完成协同合作,公众参与科研项目中的“反馈”机制保证了公众作为知识生产者可以直接就科学研究提出意见和建议。同一项目的参与者不仅交流更直接、速度更快、反馈更及时、针对性更强,还能进行连续的聚合交流,这种聚合也有益于同一领域内不便公开的、敏感的知识交流。

根据聚合程度的不同可以将公共参与科研分为数据聚合和本体聚合两类。数据聚合是指不同的项目共享海量数据,本体聚合是指不同项目共享知识本体。知识本体是指一种知识体系,这种知识体系主要是通过对术语、概念以及对二者关系进行机器编码。例如,不同国家、不同语种的人都可以对NASA开普勒太空望远镜产生的千万亿字节的数据进行研究分析,还可以利用美国国家生物技术信息中心创建的生命科学搜索引擎Entrez搜索整个PubMed Central数据库,搜索的对象包括文献、系统发育数据、核酸序列数据、蛋白序列、基因数据等,公众甚至可以根据文献找到相关的基因数据,再根据基因数据找到相关疾病的数据,之后还可以继续链接下去。前者仅仅是数据在学科内的共享,但后者则是知识本体的共享。知识本体便是由搜索引擎与数据库共同组成的^[12]。公众参与科研不仅仅是知识的共享,还是知识的聚合。不同领域的知识聚合可以产生新的知识,同一领域的知识聚合可以产生新的知识本体,知识共享带来了新的知识,也促使科学研究从分散独立走向了聚合协同。

4.3 研究类型的转变——从基础研究到应用研究

科学研究的对象从理论世界变成了实践世界,科学研究的层次又从分散独立变成了聚合协同,科学研究随着从基础走向应用。基础研究主要侧重于实验性或理论性的工作,主要是为了得出新原理,获得新知识,基础研究并不重视新应用的研发。应用研究也是为了获取新知识而进行的创造性研究,但它主要是针对某一特定的实际目的或目标^[13]。公众参与科研则涉及领域范围广,包括生物科学、海洋科学、地学、社会公共健康、环境科学等,从学科归类来看,这些都属于应用学科的范畴,但是从研究角度看,公众参与科研之前,这些学科却恰恰是以基础研究为主。如今,科研数据的可分析为这些学科提供了一条新的研究路径,这种研究路径具有2个特点:①不追求基本原理。公众参与科研的研究方法并不是传统的假说驱动型研究方法,而是基于数据的探索型研究方法,这也就意味着公众和科学家只需携手从海量的数据中挖掘出潜在的模型即可,而且构建这样一个模型的目的不是为了解释问题、说明问题而是为了解决问题,因而并不涉及基本原理知识,只需符合其相应的海量数据。②可以解决实际问题。公众参与科学观察、数据收集和数据分析使得解复杂的经验世界变得可观测、可实践,这将有助于实际问题的解决。

公众参与科研模式出现之前,在一些科学领域中尽管有非常精致的模型,但是现实的经验世界往往非常复杂,而且瞬息万变,模型失去了它的作用。公众的参与可以为实际问题的解决提供可行的方案,例如现在许多地区都在致力于发展所谓的智慧城市,这种互联城市将信息技术与通信技术相结合以解决道路规划、土地利用等城市治理难题,而公众参与科研则可通过公众参与数据消费与分析、反馈环路和项目测试对公众生活的社区和城市规划产生直接影响。数据分析为公众参与科研开拓出一条新的研究路径,这条路径引领科学研究走向应用研究的方向,从这个意义上讲,公众参与科研促进了科学研究类型的转变。

5 结论

发展公众参与科研项目,并不是要取代传统科研形式,而是借助公众的力量为传统科研锦上添花。因此,中国科研人员应抓住这一新的趋势,借鉴国外先进经验,结合中国的科研特色,争取在新的机遇中努力发展公众参与科研,借助公众的力量发展科学技术,为中国社会主义现代化建设出力。

参考文献(References)

- [1] 李松柏. 社会调查方法[M]. 咸阳: 西北农林科技大学出版社, 2011: 28.
- [2] 门伟莉, 张志强. 公众参与科研: 一种快速发展的科研模式[J]. 科技进步与对策, 2014(8): 16-21.
- [3] Mael F, Ashforth B E. A partial test of the reformulated model of organizational identification [J]. Journal of Organizational Behavior, 1992(13): 103-123.
- [4] Ellemers N, Kortekaas P, Ouwerkerk J W. Self-categorisation, commitment to the group and group self-esteem as related but distinct aspects of social identity[J]. European Journal of Social Psychology, 1999, 29(2/3): 371-389.
- [5] 胡昭阳. 众包科学: 网络传播语境下的公众参与创新[D]. 合肥: 中国科学技术大学, 2015.
- [6] 房迈菀, 任海. 科研与科普有效结合促进公众科学素养提高——以英国皇家邱植物园和爱丁堡植物园为例[J]. 科技管理研究, 2016(3): 252-255.
- [7] 徐长山, 王德胜. 科学研究艺术[M]. 北京: 解放军出版社, 1994: 174-190.
- [8] 马克思, 恩格斯. 马克思恩格斯选集(第3卷)[M]. 北京: 人民出版社, 2012: 60.
- [9] 胡昭阳, 汤书昆. 众包科学: 网络时代公众参与科学的全新尝试——基于英国“星系动物园”众包科学组织与传播过程的讨论[J]. 科普研究, 2015, 10(4): 12-20.
- [10] 金炳华. 马克思主义哲学大辞典[Z]. 上海: 上海辞书出版社, 2013: 146.
- [11] 默顿 R. 科学的规范结构[J]. 哲学译丛, 2000(3): 56-60.
- [12] 张晓强. 大数据引起的科学研究转变[D]. 北京: 清华大学, 2013.
- [13] OECD. 弗拉斯卡蒂手册[M]. 张玉勤, 译. 北京: 科学技术文献出版社, 2010: 224.

Public participation in scientific research and the related transformation

SHI Weiqun, LI Jie*, LI Sheng

Institute of Animal Science, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing 210014, China

Abstract Public participation in scientific research helps the scientific research in general, with its influence manifested in two aspects: the scientific theory and the scientific methods. In the first aspect, it expands the application and the promulgation of scientific theories and enriches the innovation methods of scientific theories. In the second aspect, it broadens the practical applications of scientific methods, reduces its operational cost and popularizes the research paradigm. Moreover, it influences the shift of scientific research's objects, levels and types.

Keywords scientific research activities; subject of scientific research; public participation in scientific research



(责任编辑 陈广仁)