

· 科学论坛 ·

## 科学基金与创新性研究

——美国国家科学基金会支持变革性研究的相关政策分析

龚 旭

(国家自然科学基金委员会政策局,北京 100085)

**[摘要]** 本文从“范式”概念出发,区分了科学研究中的两种创新方式,即累积式渐进和革命性突破,指出科学资助机构在依靠以寻求共识为特点的同行评议机制来遴选具有非共识特征的革命性创新研究项目中所面临的内在困境。美国国家科学基金会从设立小额探索性研究项目到支持变革性研究的政策变迁表明,科学资助机构不仅要进一步改进同行评议机制以有效甄别创新性研究项目,而且应鼓励科学家敢于提出创新性想法,并通过设立多学科联合资助项目和组织“采砂坑”研讨会机制等方式来系统地培育和支持创新性研究。

**[关键词]** 美国国家科学基金会,变革性研究,资助政策,同行评议

创新性研究是推动科学发展的重要动力,无论科学的累积式渐进发展还是革命性突飞猛进,都取决于创新性研究所导致的科学理论、方法、技术及其应用的进步。这不仅被科学史上的无数事例所证明,而且也由科学研究自身的制度化目标所决定——因为科研活动的目的即创造新知识。因此,就资助科学研究的政府科学基金机构而言,其宗旨当为支持最具创新性的科研人员开展最具创新性的科学研究,以此来最大限度地促进知识的增长。然而,科学研究本身又具有相当大的不确定性,创新性越强的研究难以成功的风险越大,因而运用公共财政来资助科学活动的科学基金机构不得不在促进知识增长和控制投资风险之间寻求适当的平衡,这也使得其资助活动不可能像私人基金会所声称的那样纯然是对科研的“风险投资”<sup>[1]</sup>,更不可能是不计成本地“豪赌”科学“突破”,其资助必须建立在科学合理的决策系统与管理模式的基础之上。

美国国家科学基金会(以下简称 NSF)是世界最负盛名的政府科学资助机构。自 1950 年成立以来,其支持的许多研究在推动科学技术进步和促进国家经济社会发展等多方面发挥了重要作用,截至 2010 年底,NSF 所资助的科学家中已有 191 人获得

诺贝尔科学奖(包括 43 位经济学奖得主)<sup>[2]</sup>,这充分表明了 NSF 的角色确如其在简介中所指出的那样——NSF 自豪地称自己是科学“发现开始的地方”<sup>[3]</sup>。同时,还有大量的 NSF 受资助项目为美国的技术创新、人力资源开发以及经济社会发展做出了重要贡献——在成立 60 周年之际,NSF 遴选出了 60 项其资助的代表性成果,包括从黑洞证实到深海钻探,从暗能量发现到生物燃料开发,从光纤时代开启到互网络建立,从推动全球变化研究到促进经济学研究转化为经济政策,从人才培养到国际合作等诸多案例,这些“激动人心”的成果足以证明 NSF 通过其资助活动使美国整个社会得到了切实的利益<sup>[4]</sup>。之所以能够取得这样的成就,其原因之一离不开 NSF 对创新性研究的不懈支持。那么,NSF 在半个多世纪的历史中对创新性研究的支持经历了怎样的发展与演变? NSF 近年来特别推崇的变革性研究有何特点? NSF 在其核心资助机制同行评议的共识性本质与变革性研究的非共识性特征之间如何寻求平衡? 其经验对我们有何借鉴意义? 为了回答上述问题,本文将从探讨创新性研究的内涵开始,分析在同行评议制度与具有科学突破意义的科研项目之间所存在的内在冲突,考察 NSF

本文于 2010 年 12 月 7 日收到。

提出变革性研究的背景及其探索全方位促进变革性创新的最新实践,并指出 NSF 的做法对我国科学基金机构的启示。

## 1 累积式渐进与革命性突破:创新性研究的两种类型

科学研究在本质上是一种创造性活动,因此“创新”一词往往与科学研究及其相关活动紧密相连,如科学中的“原始创新”、以科学为基础的“技术创新”、具有强大科学技术实力的“创新型国家”等等。然而,科学中“创新性”研究的含义到底是什么?有哪些指标可以帮助人们描述或判断“创新性”研究?对于此类问题,不同的个人在认识和理解上有相当大的主观性,即使在科学界也没有一个统一的认识。实际上,人们有时使用不同的概念来指称此类研究。例如,在美国 NSF,先后有“创新性”(innovative)研究、“高风险”(high-risk)研究、“大胆的”(bold)研究、“变革性”(transformative)研究等概念<sup>[5]</sup>,而在我国则有“创新性”研究、“原始创新(性)”研究、“源头创新”研究、“自主创新”研究等说法。这些概念都从不同的侧面揭示或涉及了创新性研究的特点,但要给创新性研究下一个全面且权威的定义却并非易事。不过,借助科学史和科学社会学的相关研究,或许可以帮助我们厘清这一问题。

从科学史家托马斯·库恩(Thomas Kuhn)的“范式”概念出发,来分析创新性研究的含义,可以将创新性研究分为两种类型,即常规科学中的创新性研究与导致科学革命的创新性研究。前一类创新是在现有研究范式下对已有研究的补充和发展,推动科学的累积式渐进;而后一类创新通常是对原有研究范式的“颠覆”,属于具有革命性的科学突破,促成科学革命的发生<sup>[6]</sup>。这种划分方式表明,创新性研究可以因其创新程度的不同而分为不同类型。导致科学革命的突破性研究的作用当然极为关键,此类研究不仅会改变科学面貌,而且往往会推动技术进步和经济发展,甚至改变人类生活;但与此同时,科学的累积式渐进也很重要,正如科学社会学家史蒂芬·科尔(Stephen Cole)所强调的那样,库恩的常规科学并不“意味着不重要或琐屑的科学”,许多获得诺贝尔科学奖的工作都属于常规科学<sup>[7]</sup>。

尽管 NSF 曾用不同的概念来表述创新性研究,从近年来的政策指向来看,其极力推崇的创新性研究,应当是指创新程度相当高的、能够产生科学突破的研究。在 2004 年之前的文件中,NSF 多用“高风

险性研究”一词来指创新性研究;2004 年 9 月 22—23 日 NSF 在圣塔菲研究所(Santa Fe Institute)举办了题为“甄别、评议与资助变革性研究”的研讨会,与会专家认为,“高风险”一词往往与“失败”相连,似有负面的含义,不足以刻画创新性研究对科学发展的积极作用。相比之下,“变革性”一词能够更准确地体现 NSF 所指的“创新性”的含义——变革性研究系“能够使现有领域产生革命性变化、创立新的子领域或在思想上引发范式改变的研究”<sup>[8]</sup>。其实,采用 transformative 一词就已经表明,NSF 所称的变革性研究是改变科学面貌、导致科学革命的创新性研究,因为该词的前缀 trans- 表示“改变”,词根 form- 的含义为“形状或形态”,二者合并起来即指对形状或形态的改变。因此,现在 NSF 多用“变革性研究”来指“创新性研究”。

## 2 同行评议的共识性与科学突破的非共识性:科学基金机构的两难困境

众所周知,科学基金机构的核心资助机制是同行评议,即由科学共同体来帮助其遴选和决定所资助的项目。从某种意义上说,同行评议就是研究共同体寻求共识的过程——科学家将个人的研究方案或研究结果交与同行接受检验,无论同行对此最终形成的共识是同意还是反对,个人的研究行为都将由此而成为科学共同体集体努力的一部分,亦即人类科学事业的一部分。对于前面所指出的常规科学中的创新性研究而言,由于其建立在前人研究的基础之上,所要解决的也是研究共同体所熟悉的难题,因而同行专家很容易认识到其价值,视之为值得资助的研究(事实上,科学基金机构受理与支持的研究多属此类),这也是同行评议制度能够在整体上保证科学发展的重要原因;而对于可能导致科学革命的变革性研究而言,由于其向现有的研究范式发起挑战,甚至颠覆研究共同体所遵循的基本理论和方法,因此很难得到同行的认同与接受,在同行评议中也不易得到肯定性的评价。

早在上世纪 70 年代曾专门针对 NSF 的同行评议开展过调查研究的史蒂芬·科尔观察到,在科学前沿领域要达成共识并非易事,只有少数前沿知识能够最终达成一致、获得共识<sup>[7]</sup>。由于科学资助机构要求专家评议的多为前沿领域的科研项目申请,因此在针对这些研究的评议中,同行评议的共识性本质与前沿研究的非共识性特点之间存在着根本性的冲突。科学家以朴素的语言描述了这种现象:“对

于多数前沿科学家而言,只有少数甚或根本没有同行。在他们所探索的研究新领域里,常常需要特殊的技艺和方法。因此,他们的项目申请所涉及的一个或几个方面,很有可能得不到进行评判的‘准同行’的认可<sup>[9]</sup>。”同行评议往往也因此而被视为具有保守倾向。人们认为,挑战传统的变革性研究以及其过程或结果高度不确定的创新性研究,或由于其高风险性或由于其早期考虑还不够成熟,特别是由研究业绩较少的年轻人提出的此类研究,通常不容易被同行所接受;况且对于科学基金机构来说,同行所评议的还不是已经形成的知识,而是关于产生新知识的想法及其研究方案,因而对于挑战传统的研究更难做出积极的评判。特别是在资助经费紧张、竞争过于激烈的情况下,这样的倾向还会更加突出<sup>[10]</sup>。最糟糕的是,出于对同行评议系统“保守”倾向的不信任,一些科学家甚至根本不向资助机构提交具有高度创新性的研究申请<sup>[11]</sup>。一旦出现这种情况,科学家就无法顺利开展此类研究,因而对于新知识进展的不利影响甚至更大。于是我们看到,科学基金机构一方面要依靠同行评议来帮助其遴选绝大多数值得资助的项目,另一方面又担心变革性研究难以通过同行评议制度而得到资助,这的确是一个两难困境。

早在成立之初,NSF的管理者就注意到了同行评议与创新性研究之间的冲突,尽管他们并不认为二者间的冲突不可调和。在1952年NSF年度报告的前言中,NSF的决策组织国家科学委员会(NSB)主席巴纳德(Chester I. Barnard)指出,“‘评议’一词对许多人来说,意味着指导或控制——二者对于有效地开展基础科学研究都被认为是有害的。人们也普遍认为,……科学中有创造性和有想象力的研究必须是个人性的,不能以组织的方式进行。……尽管这一思想在很大程度上往往是正确的,但是,我们[现在]已经处于这样一个社会发展阶段,专家有意识地合作以及不同思想的协作发展,不仅是必要的,也是可能的。……不过,本基金会应当维护科学不受[评议活动]间接控制的威胁,避免科学家的研究受到科学‘正统’过于严格的限制……<sup>[12]</sup>。”这段文字有两个隐含的前提:一是巴纳德和其他科学家一样,相信“科学中有创造性和有想象力的研究”是至关重要的,不应受到同行评议的“限制”或“控制”;二是评议活动有可能会对创新性研究有负面的影响。然而,他特别指出,自“二战”结束后,科学已不再仅

仅是以个人研究为特征的“小科学”,科学家合作进行知识生产乃至“以组织的方式”开展研究,“不仅是必要的,也是可能的”。到了21世纪,NSF仍然在变革性研究和同行评议的潜在冲突之间努力寻求平衡。NSF前主任丽塔·柯薇尔(Rita Colwell)在2003年8月发布的题为《NSF的高风险研究》的报告中指出,“我们所支持的一切研究都有风险。可以假定,[风险的]潜在收益与风险[本身]相当。我们是依靠评议人和我们的计划官员,来完成这些有时是非常棘手的工作<sup>[13]</sup>。”

对于科学基金机构来说,一方面,对科学家提出的项目申请而开展的同行评议就是一种有组织的行为,属于针对科研而开展的“有组织的怀疑”活动——实际上,在科学社会学家看来,“有组织的怀疑”不仅是促进常规科学中创新性研究发展所必需的,更与普遍主义、公有主义和无私利性一道,共同构成了现代科学所特有的规范结构,形成了科学制度有别于经济等其他制度的重要标志之一<sup>[14]</sup>;另一方面,除了同行评议寻求共识的内在特征所表现出来的保守性之外,同行评议的组织大体上是以学科为单元来进行的,亦即,同行通常是在某个学科范围内的专家,这就使得同行评议在一定程度上所形成的学科壁垒不利于创新性研究、尤其是变革性研究的产生,因为突破性科学发现往往就恰恰产生于学科交叉或跨越学科边界的研究领域。由此可见,同行评议的学科性和变革性研究的跨学科性之间的内在冲突,是科学基金机构面临的另一个两难困境。

### 3 从设立小额预研项目到支持变革性研究: NSF的新探索

为了克服同行评议的上述局限,过去的60年里NSF先后采取了不少政策措施,探索了多种支持创新性研究的资助模式。例如,从上世纪70年代设立以问题为导向的、跨学科的应用研究资助计划,到上世纪80年代建立多学科交叉、集科研和教育于一体的工程研究中心(ERC),再到上世纪90年代修改同行评议准则以及设立小额探索性研究项目(SGER),等等。其中既有不断改进同行评议的工作,也不乏在同行评议程序之外探索支持创新性研究、特别是跨学科创新性研究的机制。改进同行评议的工作包括在评议准则以及其他面向科学共同体的文件(如项目申请征集书等)中进一步强

调对创新性研究的重视与支持,引导申请人或评议人明确表达自己或他人申请项目中的创新之处。与世界其他政府科学基金机构相比,NSF于1990年率先设立的SGER是很具特色的,值得略作详述。

SGER是NSF支持创新性研究的一种特别资助机制,其申请和资助的渠道与其他常规性项目均有不同。最为特殊的是,NSF的计划官员可以不通过同行评议程序,自行决定对此类申请项目的资助。在设立SGER之初,NSF规定该类项目的资助期限为一年,资助经费最高可达10万美元。NSF规定了SGER研究应当符合以下5个特征之一:(1)对未经检验的新思想开展初步研究;(2)冒险进入正在形成的研究领域;(3)将新的技术或方法应用到“已定型的”研究领域;(4)为了促进有效使用已有设备或特殊装置以及获得已有数据而进行的研究,包括对自然灾害及类似突发事件的快速响应研究;(5)推动研究迅速取得创新性进展或具有类似特征的工作<sup>[15]</sup>。

2003年10月,NSF对SGER申请做出了新的规定,并加大了支持力度。在SGER研究特征的描述方面,NSF增加了新的内容,在第2点中除了“正在形成的研究领域”又增加了“或有可能带来变革的”研究领域,在第4点中除了“自然灾害”又增加了“或人为造成的灾害”;在SGER的资助强度和期限方面,NSF规定,SGER的项目经费由原来的最高为10万美元增至20万美元,但一般不会超过其一般性项目的平均资助强度。项目的期限通常仍是一年,但若有必要,可以延长至两年。

尽管与NSF常规竞争性项目的资助率相比,SGER的资助率高出了许多(见表1),但SGER的资助经费占各科学部资助总额的比例仍然很低,即使在比例最高的2007年,也仅为0.7%,远低于各计划官员可以支配的计划资助经费5%的比例。这一方面说明申请人对于提出此类项目的申请还不够积极(这也正是NSF最为担忧的);另一方面也说明NSF的计划官员对自己手中权力的运用以及对SGER项目的资助都是相当慎重的。不过,也有研究指出,NSF对SGER资助机制的运用是不充分的,而且有时还会受到应急研究活动的冲击(如支持相关突发自然灾害的研究),而这些应急研究往往并不是真正的“变革性”研究<sup>[11]</sup>。

表1 2000年以来NSF的SGER申请与资助情况

财年	申请数 (项)	资助数 (项)	资助率 (%)	平均资助 强度 (美元)	经费所占 比例 (%)	竞争性项目 平均资助率 (%)
2009	119	102	86	91 000	0.1	32
2008	438	389	89	88 000	0.6	25
2007	469	410	87	84 952	0.6	26
2006	697	472	68	84 794	0.7	25
2005	504	387	77	69 716	0.5	23
2004	640	382	60	77 209	0.5	24
2003	435	344	79	68 094	0.4	27
2002	323	278	86	60 052	0.4	30
2001	300	255	85	60 246	0.4	31
2000	317	272	86	57 813	0.6	33

注:(1)2009年度SGER的资助经费所占比例仅为0.1%,其原因是NSF又增设了支持变革性研究的其他项目类型,对SGER的资助起到了一定的分流作用。(2)各年份资助率的数据是笔者根据申请数和资助数计算出来的。

资料来源:2000年度至2009年度各年度的NSF价值评议报告。

尽管NSF在2003年改进了SGER的资助工作,科学界对其资助变革性研究的力度和决心仍有忧虑,这导致了NSB于2004年底启动专题调研,以全面评估NSF在征集、甄别、培育、评议和资助具有潜在变革性研究的状况。经过两年多时间的深入调研,NSB于2007年5月发布了题为《加强国家科学基金会支持变革性研究的报告》,明确界定了NSF所指的变革性研究的概念内涵,评估了NSF以往开展的促进与支持潜在的变革性研究所做的努力,展示了NSF始终高度重视变革性研究的立场与决心,分析了NSF在资助变革性研究方面的缺陷与不足,提出了NSF加强对变革性研究的支持的建议<sup>[16]</sup>。该报告出台以来,NSF支持变革性研究的努力得到进一步拓展。总体来看,这一努力主要集中在对变革性研究的甄别与评议、资助以及培育等三个方面<sup>[17]</sup>。

(1)改进对变革性研究项目申请的甄别和评议工作。一方面,NSF加强对计划官员和评议人的培训,以提高其辨别潜在的变革性研究项目的能力。例如:在对所有新来的计划官员进行培训的几天日程中,专门安排相关时间段来研讨如何甄别变革性研究项目的方法;在对项目进行集中评议的会评期间,由计划官员就甄别变革性研究项目的问题向评审专家做专题报告。另一方面,NSF积极探索改善评议程序的途径,以帮助甄别变革性研究项目。例如:有的学科在设立评审组的同时,还设立了“影子评审组”,后者的主要任务就是甄别变革性研究项目;有的学科在常规性会评程序中增加了所谓“第二维度”方法,即对项目申请的变革性研究方面进行评议,为项目申请的综合评议提供一个独立的变革性

研究“维度”。

(2) 发展支持变革性研究项目的多种专门资助机制。NSF 在原有的 SGER 的基础上,又设立了早期概念探索性研究项目(EAGER)、快速响应研究项目(RAPID)以及创新延续项目和绩效追加项目,试图以多种资助方式来推动变革性研究。除了前述的 SGER 之外,2009 年新设立的 EAGER 侧重于支持对尚处于未检验的早期阶段、但具有潜在变革性的研究思想与方法,RAPID 旨在支持在数据、设备或专门仪器使用方面具有迫切需求(包括对自然灾害或人为灾难以及类似突发事件的快速响应)的研究。创新延续项目和绩效追加项目虽然都是对已有研究的连续支持,但前者重在对人的支持,而后者重在研究本身的支持:创新延续项目由计划官员从在研两年的项目中发现最具创新性的项目负责人,支持其在同一领域(但不限于申请书中的具体方向)开展变革性研究(期限 1—2 年);绩效追加项目是在已完成的项目研究基础上提出的项目申请,申请人在提交一般性项目申请材料的同时,还要提交不超过 4 页的项目概要,另附过去 3—5 年间承担 NSF 项目(或由其他机构支持的、与 NSF 所支持的研究密切相关的研究项目)所产生的成果(最多 6 篇论文)的复印件。在上述 5 类项目中,只有绩效追加项目要通过传统的同行评议程序进行遴选,而其他几类项目都无需外部专家评议,仅由 NSF 计划官员决定即可。这不仅是对同行评议方式的补充,也是对计划官员学术判断力的充分信任。此外,NSF 对相关计划官员共同建议资助的变革性研究项目申请设有联合支持机制,2010 年 NSF 还给每个学科处提供了明确的经费预算,用于继续探索有助于支持变革性研究的方法与机制。

(3) 探索变革性研究领域和主题方向的培育及遴选制度。科学基金机构甄别与资助具体的变革性研究项目固然重要,但培育和辨识变革性研究领域同样关键。培育和辨识推动科学突破产生的变革性研究,无疑需要依靠广泛的科学共同体。例如,NSF 工程学部设立的科研与创新新兴前沿办公室(EFRI)通过举办专题研讨会、专业性学会会议和咨询会议等方式,每年在变革性领域向研究共同体征集具有创意的思想;再在这些工作的基础上,EFRI 列出各研究主题的优先顺序,通过发布资助指南而在选定的领域征集项目申请。又如,NSF 的一些科学部通过举办被称为“点子工厂采沙坑”(Ideas Factory Sandpit)的专题研讨会来遴选变革性研究方

向。在此类研讨会上,与会者推选一位战略科学家作为“顾问”主持“采沙坑”会议,共同探讨所选研究领域面临的严峻挑战,提出解决这些挑战可采取的在科学上具有变革性的研究方法途径,再从中遴选出可资助的主要方向(生物科学部曾就合成生物学领域的发展举办过“采沙坑”会议)。

NSF 的上述工作表明,其近年来对变革性研究的支持更加明确、系统、全面且有针对性和更加重视资助工作的前端,即对变革性研究的培育、鼓励、甄别和评议等环节的进一步改善。这是值得我们重视和借鉴的。在科学发展的历史上,真正的变革性研究总是最激动人心的部分,不仅是科学家个人孜孜以求的,也是科学基金机构最希望鼎力支持的。随着改革开放以来我国科学研究水平的整体提升,以及 21 世纪以来国家对科学研究投入的大幅度增加,越来越多在科学前沿探索的中国科学家必将不断产生具有潜在变革性意义的研究,因而如何有效培育、鼓励和支持我国科学家开展变革性研究,同样是国家自然科学基金委员会(以下简称 NSFC)所面临的一个重要课题。从上世纪 90 年代提出同行评议中的“非共识项目”概念,到本世纪初实施“小额预研项目”,再到《国家自然科学基金条例》中明确对通讯评议中的“非共识项目”可以实行评审会专家“署名推荐制”,以及科学基金“十二五”发展规划中拟强调的对变革性研究的支持,NSFC 的这些政策措施显然既借鉴了美国 NSF 的经验,也有自己的探索。通过分析美国 NSF 相关政策的演变可以看到,NSFC 似应向科学基金的申请人、评议人以及管理者等有关各方进一步明确其大力支持创新性研究的定义及内涵,加大对跨学科或学科交叉项目的支持力度,更加重视组织专家研讨科学前沿,采取更加灵活多样的方式与机制,切实推进我国科学家开展更多具有科学突破作用创新性研究。

## 参 考 文 献

- [1] 龚旭. 美国私人基金会及其支持科学事业的考察. 自然辩证法通讯, 2003(4): 45—54.
- [2] National Science Foundation. NSF-Funded Nobel Prize Winners in Science Through 2010, October 12, 2010. [http://www.nsf.gov/news/news\\_summ.jsp?cntn\\_id=100683](http://www.nsf.gov/news/news_summ.jsp?cntn_id=100683), 2010 年 11 月 2 日.
- [3] National Science Foundation. NSF at a Glance, 2010 年 12 月 2 日.
- [4] National Science Foundation. NSF Sensational 60, 2010. <http://www.nsf.gov/about/history/sensational60.pdf>, 2010 年 11 月 9 日.

- [5] National Science Board. Overview of Approaches for Identifying, Reviewing, and Supporting Transformative Research, Working Paper of the National Science Board, September, 2004.
- [6] 托马斯·库恩著,李宝恒,纪树立译.科学革命的结构.上海:上海科学技术出版社,1980年.
- [7] 史蒂芬·科尔著,林建成,王毅译.科学的制造.上海:上海人民出版社,2001年.
- [8] National Science Board. Summary of National Science Board Workshop: Identifying, Reviewing and Funding Transformative Research, September, 2004.
- [9] Walter E. Stumph. "Peer" Review. *Science*, 22 February, 1980, 207, 822—823. 转引自 Daryl E Chubin and Edward J Hackett. *Peerless Science: Peer Review and U. S. Science Policy*. New York: State University of New York Press, 1990.
- [10] Alexander A Berezin. Discouragement of innovation by over-competitive research funding. *Interdisciplinary Science Reviews*, 2001, 26(2): 97—102.
- [11] National Science Board. Enhancing Support of Transformative Research at the National Science Foundation. Draft for Public Comment, February 8, 2007.
- [12] National Science Foundation. The Second Annual Report of the National Science Foundation; Fiscal Year 1952. U S Government Printing Office, Washington 25, D C, 1952i.
- [13] National Academy of Public Administration. National Science Foundation; Governance and Management for the Future, April 2004.
- [14] R K 默顿著,鲁旭东,林聚任译.科学社会学.北京:商务印书馆,2003.
- [15] National Science Board. Report of the National Science Board on the National Science Foundation's Merit Review System, NSB-05-119, September 30, 2005.
- [16] National Science Board. Enhancing Support of Transformative Research at the National Science Foundation, NSB-0732, May 7, 2007.
- [17] National Science Board. FY 2009 Report on the NSF's Merit Review Process, NSB-1027, May 2010.

**PUBLIC FUNDING AND INNOVATIVE RESEARCH**  
**—An Analysis on the Policy of Supporting Transformative Research**  
**at National Science Foundation of U. S.**

Gong Xu

(Policy Bureau, National Natural Science Foundation of China, Beijing 100085)

**Abstract** Using the concept of Kuhn's "paradigm", the paper defines two kinds of innovation research, i. e. , accumulative progress and revolutionary breakthrough, and points out the inevitable dilemma that a research funding agency has to face when using its peer review system, which aims to seek for consensus, to identify innovative research proposals, which usually get contradictive comments from reviewers. Based on the analysis on the policy changes from setting up "Small Grant for Exploratory Research" to supporting transformative research at National Science Foundation of U. S. , it suggests that a funding agency should not only improve its peer review system to identify potentially transformative research, but also encourage scientists to submit their innovative ideas, and develop more measurements, such as multi-disciplinary joint funding project and workshops called "Ideas Factory Sandpit", to promote the support of transformative research.

**Key words** NSF, transformative research, research policy, peer review

(接第 128 页)

**ANALYSIS OF IMPORTANT FACTORS FOR FUNDING FROM**  
**THE NATIONAL NATURAL SCIENCE FOUNDATION**  
**OF CHINA BY THE METHOD BASED ON PATTERN RECOGNITION**

Guo Song<sup>1</sup>    Li Enzhong<sup>2</sup>

(1 Harbin Medical University, Harbin 150081; 2 Department of Health Sciences, NSFC, Beijing 100085)