

# 虚拟科学：科学研究的第五范式

刘益东

(中国科学院自然科学史研究所 北京 100190)

**摘要：**该文基于把世界划分为现实世界和虚拟现实世界，考虑虚拟现实技术、电子游戏、网络游戏在科研中的应用，并借鉴吉姆·格雷的四种研究范式的界定，提出“虚拟科学”或“虚实科学”、“游戏科学”作为科学研究的第五范式，并对这一新的研究范式的定义、要素、功能及其与其他范式的关系进行了初步探讨。虚拟科学的核心特点是使想象力成为受控的想象力、精确的想象力，实现对想象与情景的有效预测、控制和评价。指出虚拟科学具有平台性和通用性，与之结合可提升其他研究范式的能力与适用范围。强调虚拟科学的兴起是云科学革命的重要组成部分，并为迎接虚拟科学时代的到来提出政策建议。

**关键词：**虚拟科学 虚实科学 游戏科学 第五范式 科学4.0 想象受控实验 创本位 泛虚拟社会 创本家 泛虚拟云科学 泛虚拟产业 跳高理论

中图分类号：N03

文献标识码：A

文章编号：1674-098X(2015)10(b)-0007-07

## Virtual Science : The Fifth Paradigm of Scientific Research

Liu Yidong

(The Institute for the History of Natural Science, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100190 China)

**Abstract :**Based on the division of the world into real and virtual ones, and considers the use of virtual technology, electronic games and cyber games in scientific research, the paper proposes the concept of "Virtual Science" or "Virtual & Reality Science" or "Game Science" and views it as "The Fifth Paradigm" in borrowing the idea of "The Fourth Paradigm" from Jim Gray. Further, it makes a preliminary discussion on the definition, elements, function of The Fifth Paradigm, and its relation with other four research paradigms. The paper points out that the virtual science can be used as a platform and it has the property of generality, so if the other four research paradigms can combine it within themselves, then the capability and application scope of them will be enhanced and expanded, it also emphasizes that the rise of virtual science is an important part of the Cloud Science Revolution. Finally, some policy recommendations are proposed in this paper to meet the arrival of the Virtual Science era.

**Key Words :**Virtual science; Virtual & reality science; Game science; The fifth paradigm; Science 4.0; Controlled experiment of Imagine; Creativity-Oriented; Pan-virtual society; Creativity capitalist; Pan-virtual reality; Cloud science; Pan-virtual industry; High jump theory

关于世界可以有各种划分，比如：波普尔的三个世界理论（物理世界、精神世界、产品世界），笔者认为从科学研究对象的角度可以把世界一分为二：现实世界和虚拟现实世界（虚拟现实包括想象中的和未来可能发生的情况以及各种符号系统等），波普尔的三个世界基本都是现实世界（尽管精神世界中有想象的成分，但是这种想象不是受控的精确想象，与虚拟现实中的想象不能相提并论），所以他的划分是不周严的。科学自诞生之日起，研究的对象主要是现实世界的问题，虚拟现实技术的出现改变了这一状况，以虚拟现实为研究对象使科学发展进入了新的历史阶段，但是迄今为止，人们还没有明确提出与之相应的研究范式。以现实世界和虚拟现实世界这两个世界划分为基础，考虑虚拟现实技术、电子游戏、网络游戏在科研中的应用，并借鉴吉姆·格雷的4种研究范式的界定，笔者提出“虚拟科学”或“虚实科

学”、“游戏科学”作为科学研究的第五范式这一新的研究范式<sup>[1]</sup>。按照吉姆·格雷的划分，近代科学以来研究范式共出现了“实验科学、理论科学、计算科学”三种，他提出“数据科学”作为第4种研究范式，目前大数据和数据科学已经风靡世界，成为蓬勃兴起的朝阳学术。“虚拟科学”则比“数据科学”更能反映出当代科学研究的最新方式与最新进展，因为“虚拟科学”是首次将虚拟现实世界作为科学研究的对象，加上以往的研究范式，使得科学研究终于完成了对现实世界和虚拟现实世界的全覆盖。而包括“数据科学”在内的四种研究范式基本上还都属于面对现实世界的研究，所以“数据科学”仍然主要局限于对现实世界的研究（尽管并没有明确这种限制），当然只要它与虚拟科学结合也可以服务于虚拟现实的研究。该文通过三部分来分别论述这些内容：一是何谓作为第五范式的虚拟科学；二是分析第五范式与

**作者简介：**刘益东(1961—)，男，北京人，中国科学院自然科学史研究所研究员，博士生导师，研究领域为科技战略、人才战略、科技与社会、科技史。

其他范式的关系;三是探讨第五范式的兴起与云科学革命的发生。

## 1 作为科学研究第五范式的虚拟科学

虚拟科学内容丰富,游戏是其中非常重要的组成部分,所以虚拟科学也可以称之为游戏科学,游戏包括现实中的游戏和虚拟现实中的游戏,以及虚实结合的游戏。游戏与科学的关系密切,利用游戏开展研究也有较长的历史了。

### 1.1 游戏与科学的关系

游戏与科学的关系早有不少学者进行了研究,维特根斯坦是对游戏有深刻理解的哲学家,他于1953年分析了游戏和语言的关系,指出“我还将把语言和活动—那些和语言编织成一片的活动—所组成的整体称为‘语言游戏’”<sup>[2]</sup>。“库恩范式学说的哲学依据是维特根斯坦的家庭形似说和语言游戏说<sup>[3]</sup>。”库恩后期特别强调科学语言的重要性,把科学革命看作是科学语言尤其是科学词汇表或词典的变化与更替。他认为“科学知识像语言一样,本质上是一个团体的共同财产,舍此什么也不是。为了解它,我们必须认清那些创造和使用它的团体的特征<sup>[4]</sup>。”波普尔则指出方法论类似于经验科学的游戏规则,他指出:“对科学游戏—即科学发现—的规则的研究结果,可以称作‘科学发现的逻辑’<sup>[5]</sup>。”

Gerhard Lenski和Jean Lenski明确指出通过各种意义上的“游戏”能够获得理解和解决实际问题的能力<sup>[3]</sup>。这些大学者都敏锐地发现了游戏、语言、科学之间的关系。科学家在前沿探索时也对游戏与科学的关系有直接的感悟,例如:W.B.贝弗里奇指出:当我问起弗莱明爵士对研究工作的观点时,他回答说:他不是在做研究,而是在做游戏的时候发现了青霉素。这种态度代表了不少细菌学家,他们把自己的研究说成是“戏弄”这个或那个有机体。弗莱明爵士相信,正是做游戏的人做出了最初的发现,而更按部就班的科学家发展了这些发现。“游戏”一词很有意义,因为它意味着科学家的工作是为了怡情,是为了满足自己的好奇心<sup>[6]</sup>。

有学者指出,大量案例表明许多科学家都是在把科学当作一种高级的游戏,从而揭示了大自然的奥秘和真理,许多理论的产生都是“从某些不相关的活动,例如游戏开始的。游戏的一方面结果就是使得那些没有被认识的现实问题的解释在后来得到发展<sup>[7]</sup>。”此外,科学虚构成为一种流行的科学研究方法和建构方式。科学虚构是指有关科学理论、科学对象、科学活动、科学成果和科学技术的虚构。虚拟城市、虚拟地球、虚拟地理环境也都是科学虚构、科学想象或科幻小说的产物。科学虚构可以作为一种特殊的有关空间形式或空间结构的虚构,虚拟现实等都可能构成这种虚构故事的核心内容<sup>[7]</sup>。

显然,上述观点主要是从本质上阐明游戏与科学的关系,笔者提出的虚拟科学、游戏科学则不仅从本质上,而更是从形式上、技术上、方法上、体制机制上来阐明虚拟科学、游戏科学是一种新的研究范式。

### 1.2 虚拟科学:基于物、人、语境、情景、想象受控实验的新研究范式

人与动物最大的区别是人能够想象没在眼前发生的事情,包括发生但是没有亲临其境、没有看见、听见、接触到的事情,也包括还未发生的事情。但是这种想象并非精准的、可检验的想象,尚未达到受控想象的程度,以往的科学,包括实验科学、理论科学、计算科学、数据科学,都不能有效解决这个问题。也就是说,科学的两组功能,说明、解释和预测、控制,前一组比较成功,后一组则还没有真正实现。笔者提出作为科学研究第五范式的虚拟科学可以解决这一重大难题。这里所说的第五范式是指科学研究的第五范式,而不是数据库设计的第五范式(5NF)。

“虚拟技术”非常普遍,“虚拟科学”也不是什么新术语了,笔者则赋予它特定的新含义,使之成为科学研究的第五范式。基于虚拟现实和电子游戏在科研中的应用,笔者提出“虚拟科学”或“虚实科学”、“游戏科学”作为科学研究的第五范式,“虚拟科学”在研究方式上和在与其它研究范式的关系上明显区别于其它四大范式。在研究方式上第五范式解决的是在“物的受控”基础上的“参与人员受控实验”(人员包括人和机器人等)、“语境受控实验”、“情景受控实验”、“想象受控实验”和“受控评价”问题,是从传统的受控实验——参与物受控实验——扩展到参与人受控实验、语境(context)受控实验、情景受控实验、想象受控实验和评价受控,实现物、人、语境、情景、想象、评价的受控,也就是系统受控,这里的“物”包括仪器、设备、设施,也包括参量、符号、数据等,其中想象受控最具特色,把思想实验科学化。在与其他4个研究范式的关系上,第五范式具有通用性和平台性,与第一、二、三、四范式均可以结合,全面提升每一个范式的效率与品质,这是第四范式(数据科学)及前三个范式所不具备的。笔者给出的定义是:虚拟科学(虚实科学、游戏科学)是利用虚拟现实技术和电子游戏、网络游戏等有关技术和方法,实现参与物、人、语境、情景、想象的受控实验和受控评价,是全方位、全工况、全覆盖的系统受控实验,并在此基础上利用各种理论、方法和工具开展研究,可以解决科学研究中有关说明、解释、预测、控制、评价等问题。不言而喻,想象的范围广泛,包括对符号等各种要素的想象,也包括对物、人、语境、情景的想象,之所以把想象单独列出是为了强调想象的重要性,“想象”中最困难的是对人的行为、关系、观念和想法的想象,虚拟科学解决了这一难题,因此,虚

拟,科学最大的特点是使想象力成为受控的想象力、精确的想象力,实现对想象的精确描述、有效预测和控制及评价。广义上讲虚拟科学是研究虚拟现实的科学,是研究虚拟实践的科学,虚拟技术则是实现虚拟现实和虚拟实践的技术,这是不言而喻的,笔者提出的“虚拟科学”是狭义的,它是广义“虚拟科学”的核心与独特之处,只有具备这一核心,“虚拟科学”才称得上是科学研究的第五范式。可见,虚拟科学与虚拟技术不是一回事,也不能简单地理解为通常意义上的科学与技术的关系。

与传统的受控实验只包括参与物(科学仪器和温度、时间、体积、距离、压强等有关实验参数及条件)相比,虚拟科学把控制的范围扩大到包括参与物、参与人、语境、情景、想象和评价在内的各种情况,把科学研究提升到一个全新高度。当然,虚拟科学作为研究范式刚开始步入科学殿堂,甚至可以说只是初具雏形,其发展前景不可限量。

众所周知,受控实验在科学研究中居于核心地位,伽利略因首倡并实践受控实验和数学化而成为现代科学之父。但迄今为止,受控实验的控制对象是科学仪器与温度、时间、压强等有关实验参数及条件,而对于涉及人员、语境、情景、想象、评价的实验却一直无法实现有效控制,在研究人的行为活动及相关问题的实验时,只能通过选择恰当的历史案例来解决,在研究未来情景和预测时则更是力不从心。虚拟科学则可以通过虚拟现实、游戏、在线或离线游戏,对人数众多的参与者进行有效控制(遵循游戏规则的活动即为受控,否则出局或无效),从而完成参与人的受控实验。语境、情景、想象受控则是通过参与人在“如果-则”集合的引导下,提出各种可能的情景,并严格控制该情景出现及演变的各种条件。受控评价则是笔者提出的“开放-受控式评价<sup>[8-9]</sup>”,参与人可以通过虚拟现实、虚实结合与游戏的方式开展评价,从而产生“方案-价值”集合(对每种方案进行价值评估,进行方案优选和排序)。开放-受控式评价不仅实现了评价的客观化(评价结果可重复),而且尤其适用于精准甄选前沿学者,高标准严要求,要求网上公开规范展示学者的前沿突破性成果及其突破点四要素,因为突破点四要素明确具体,因为只有想到做到才能说的清楚周到,因为上网面对包括同行在内的广大学界及社会,所以难以假冒伪劣;因为好问题、巧思路、新结论具有难得易懂、高难易懂(高难动作易出破绽)、突破易鉴(突破性工作的进展幅度大、特征显著)等特点,眼高手低、对比易鉴(同类比较降低判断难度)等特点又使得更多人可以胜任评鉴,笔者还提出“跳高理论”(跳多高取决于跳得最高的一次。跳过10次2米20,不如跳过1次2米30;对于团队而言,则如特曼所说“一个人能够跳过七英尺,比人人都能跳过六英尺有意义”)来说明长板效应,这种反木

桶理论适合解释拔尖人才的作用,即在创新领域、科学领域“十个二流人才抵不上一个一流人才”(康南特语)。这些可以很好解决了高端人才与学术带头人的甄选问题,有助于实现公众理解科学、公众监督科学。

长期以来,科学与游戏就有千丝万缕的关系,虚拟科学、游戏科学的雏形可以追溯到心理学、管理学的研究,计算科学(计算物理、计算化学、计算生物学等)也已经有了游戏科学的影子<sup>[10]</sup>。在社会科学领域,心理学、管理学、实验经济学、行为经济学中大量使用游戏和电子游戏来进行研究,例如麻省理工学院斯隆管理学院在1960年代设计的“啤酒游戏”成功解释了与库存管理有关的“牛鞭效应”。在自然科学领域,有科研机构借助游戏的概念完成了一篇关于癌症产生原因的学术论文,并发表在《自然》杂志上,署名为gamer。另一个广为人知的案例是斯坦福大学科学家为研究蛋白质折叠结构而设计了第一个对全世界玩家的分布式计划Folding@home,《折叠》游戏推出18个月就吸引了超过11万名玩家注册。该计划的主持人指出:“我们希望改变通往科学的道路,改变科学的实践者。我们的终极目标是让普通人玩游戏,并最终变成诺贝尔生物学、化学或医学奖的有力竞争者。”2010年8月,他们在《自然》上发表论文称实现了第一个重大突破:在一系列的挑战赛中,玩家5次击败了世界上最成熟的蛋白质折叠算法。可见玩家的直觉可以和超级计算机媲美。<sup>[11]</sup>这一探索的成功表明参与者可以不懂科学,只要遵守游戏规则就可以成为研究者。显然,如果全面遵守各项科研游戏规则就可以成为科学家<sup>[1]</sup>。此外,游戏用于教学和教育也比较普遍,寓教于游戏,游戏案例和“轻游戏”正在兴起<sup>[12]</sup>。此外,利用虚拟技术进行科学研究的例子则不胜枚举,在此不再赘述。

### 1.3 虚拟科学的八个要素

作为科学研究范式,“虚拟科学”扩大了受控对象的范围,在仪器及各种参数的基础上,又增加了参与人、语境、情景、想象,突破了以往科学研究的瓶颈和僵局。参与人的受控包括三种情况,一是研究对象就是人,控制人是为了研究人;二是研究对象是物,控制人是为了研究物,三是这两种情况的混合。语境、情景、想象的受控则是包括物、人、时间、空间的系统受控。尽管预测学、未来学开展了数十年的研究,却因研究对象尚未实际存在、尚未实际发生,超出了实证科学的适用范围,而至今没有取得突破性进展,虚拟科学则可以做出新突破。笔者指出,虚拟科学包括八个要素:

研究平台。为研究虚拟现实而设计、建立的研究平台,包括基本假设、分析框架、研究方法、研究工具、游戏规则、研究范例等,这些要素构成了虚拟科学研究范式,以支持、启发和约束专家学者开展虚拟科学的研究,开展虚拟科学的研发

(R&D),这些内容包括通用和专用的两种,专用的如上述蛋白质结构的折叠程序,通用的则有各种平台,游戏平台是其中一类,用于科研的游戏及用于科研与教学的游戏分别可称之为“研游戏”和“科教游戏”。此外,在研究平台上还能实现现实与虚拟的互动,以解决更复杂的问题,所以“虚拟科学”也称之为“虚实科学”(V&R Science)。需要强调的是,尽管利用虚拟技术开展科学研究早已屡见不鲜,但是严格地讲这些研究还不能称之为虚拟科学研究,就像利用计算机仿真研究经济问题还不能称之为实验经济学,除非遵循了实验经济学特有的研究范式; 活动平台。为使虚拟科学行之有效而建立起相应的体制机制、实验室和网络平台及网络社区,网络平台/社区之于虚拟科学就像实验室之于实验科学。例如包括虚拟学术社区、虚拟科研组织、虚拟大学等; 问题研究。利用虚拟科学开展自然科学、社会科学与交叉科学研究,解决预测和未来研究等各种复杂问题; 范式融合。虚拟科学与实验科学、理论科学、计算科学、数据科学等进行交叉、结合,全面扩展和提升科研的范围与能力,开展跨学科、多学科、跨范式、多范式的研究; 自主开放。研究对象和研究者都不受场地、机构、地域的限制,研究对象为虚拟现实,当然也可以包括现实,包括半虚拟现实、半现实的虚实结合的现实,因此研究范围极为广泛,而且不受场地、机构和地域的限制,研究者同样也不受这些限制而能够自由自在地工作,上网就等于上班、等于进入了办公室、工作室、实验室。开放性还表现为虚拟科学不仅涉及自然科学、人文社会科学、未来学、软科学、交叉科学等学术研究、研发(R&D),还涉及设计、策划、编剧导演、艺术创作等各种知识创造与创意创新活动,以及传媒与新闻报道活动等,开展众包与众研活动,与产业(如文化创意产业、工业4.0)有更紧密的结合,例如创建“虚拟历史学”、“虚拟科技史”,极大地开发历史资源,不仅提升史学和科技史的研究能力与适用范围,也为文创产业提供丰富的资源支持,通过重演历史上的科学发现、技术发明及科技创新的过程来支持学习、研究与创新; 创新本位。也称之为“创本位”(creativity Oriented),包括创造本位、创意本位、创新本位、创业本位等,人类历史至今经历了“官本位”(官权等级社会)、“钱本位”(钱权商业社会)社会,即将进入“智本位”或“创本位”(智权知识社会)社会,“创本位”更能突出作为智慧核心的创造力的决定性作用,因何谓智慧难以说清,有权、有钱者显然自认为智慧超群,而有无创造力却客观明确得多。虚拟科学具有可预演性和高整合性,可以预演成果-传播-应用-评价-反馈,预演决策的制定与实施及评价反馈等整个过程,互联网已经开始比较方便地整合线上和线下资源,虚拟科学与互联网结合则更进一步,这些都使得管理、获取和

搭配各种要素变得容易,而只有一个要素依然稀缺,且无法代替,那就是创造力,也就是说,创本位是指“除了创造力,其他都不是问题”,可谓“干事易得,一创难求”,实验室经济就是明证。互联网实现了“货比多家”、精准甄选、精准对接,使得需要创造性解决问题的用户“用人唯创”、“唯创是举”,供方的核心能力只有一个,就是创造力,其他都变得不再重要,互联网与虚拟科学结合使这一情形得以进一步推广和强化。“知本家”应该有一个升级版,创造力才是核心资源,“创本家”(creativity capitalist)才是创意时代的弄潮儿; 教育培训。开设虚拟科学专业和培训,培养虚拟科学的专业人才,迎接虚拟科学时代的来临,如同面对大数据时代的来临要设置数据科学专业一样; 文化建设。开展“虚拟科学文化”建设,这种人人参与、万众创新、寓教于乐、寓研于乐的新型研究活动与文化现象,有助于实现公众理解科学、公众监督科学<sup>[13]</sup>,有助于弥合C.P.斯诺在《两种文化》演讲中指出的科技与人文之间的割裂,实现人文社科学者参与科研,实现STS参与进路所希望的“STS研究者的角色从外在于‘科学技术’的观察者到内在于‘科学知识生产’的参与者的转变”<sup>[14]</sup>,有助于弥合现实世界与虚拟世界之间的界沟,更好地解决复杂问题,让公众更好地理解并接受合理的新成果、新思想,更好地理解愿景和对未来的展望及预见,最终形成公平正义、以理服人、以仁为本、永续发展的理性文化。虚拟科学覆盖面广,作用巨大,因此也可以简称为“大虚拟”、“泛虚拟”,就像数据科学简称为“大数据”一样。对于当下而言,最紧迫的工作是虚拟科学可以用于受控的预演研究,把未来作为实证研究的对象,从而解决了长期以来困扰未来学和预测学领域的这一世界难题,全面提升预测学、未来学、技术预见、情景规划、影视未来学、科学预演可视化、政策模拟、社会计算、平行管理、复杂性科学等领域的研究水平,解决各种亟待解决的难题,造福社会<sup>[15]</sup>。

## 2 作为第五范式的虚拟科学与其他范式的关系

### 2.1 虚拟科学具有平台性和通用性,与之结合可提升其他研究范式的能力与适用范围

虚拟科学的平台性和通用性体现在两个方面:一是虚拟科学的技术条件是大IT,大IT系统主要包括计算机、通信、网络、数字、智能、物联网、虚拟、云计算、大数据、软科技(简称“计、通、网、数、智、物、虚、云、大、软”,CCNDIIVCBS)<sup>[15]</sup>。大IT具有平台性和通用性的特点,虚拟科学也具有这些特点;二是虚拟科学主要是实现了参与人、语境、情景和想象的受控化,在研究对象、基本假设、分析框架、研究方法、研究工具、主要结论等都有所变化,而这些要素同样存在或应该存在于实验科学、理论科学、计算科

学、数据科学之中,这四项研究范式与虚拟科学的融合,使这些要素及其关系发生变化,可以全面扩展、提升其研究范围、效率与品质。例如,实验科学与虚拟科学结合,可以把现实中的实验扩展到虚拟现实,各种参数更容易准确实现,过去一些困难的实验也容易完成,无论是实验对象还是实验手段和方法都有所扩大、新增和提升;理论科学与虚拟科学结合,把遵从游戏规则的参与者(参与人、参与的机器人等)考虑进去,从基本假设到分析框架和研究方法等都要做相应的调整和扩展,以覆盖更广泛的研究领域;计算科学覆盖基础研究、应用研究和实验发展,覆盖理工农医、人文社科等各个领域,也是交叉学科发展的重要工具和支撑,计算科学与虚拟科学相结合,对虚拟科学的帮助和支撑是显而易见的,虚拟科学则是通过对计算科学的发展提出新的挑战与动力,对人及人群的行为和集体行为的研究扩大了计算科学的研究领域,虚拟现实技术也使得计算科学在发挥支撑作用时可以进行事先的预演;数据科学与虚拟科学的结合,通过把虚拟现实的各种信息、游戏规则与游戏过程的各种信息进行计算机编码而变成数据,从而扩大了数据科学的适用范围,同时也提升了虚拟科学的能力。虚拟科学因与大IT的全面融合、因与其他研究范式的结合,不仅提升了自然科学、交叉科学研究的能力与适用范围,更重要的是对人文社会科学、未来学、软科学等产生革命性的巨大影响,如果说受控实验与数字化使自然科学成为现代科学,那么,与虚拟科学结合使人文社会科学、未来学、软科学等达到精确科学、受控科学的水平,从而成为真正意义上的科学,乃至实现自然科学、人文社会科学、交叉科学等的统一,形成以虚拟科学为基础的泛虚拟社会。

## 2.2 虚拟科学与其他范式结合可实现从平面科学向立体科学的转型

迄今为止包括实验科学、理论科学、计算科学、数据科学在内的科学都是只有现象维和分析维的“平面”科学,借鉴董光壁<sup>[16]</sup>和霍耳顿(Gerald J. Holton)的观点,笔者将价值理性引入科学,提出包括现象维、分析维和价值维的“立体”科学。现在的“平面”科学只有一套纠错机制,只能纠正理论与事实(观察、实验)不符合的错,纠正理论内部逻辑不自洽、理论之间不协调的错,但是不能纠正科学不合理应用的错,不能纠正不合理创新的错,在以往科学技术负面效应还不普遍严重的情况下,这一缺陷尚可承受,但随着科技能力与创新平台的提升、致毁知识增长和积累的加速,缺少关于科学是否合理应用的纠错机制已经成为制约科学发展的首要因素。“立体”科学就是增加了一套纠错机制,以纠正科学不合理应用的错<sup>[17]</sup>。虚拟科学具有多学科、多方人员参与的特点,不仅有科学家、科技专家、研发人员,还包括人文社

科学者、市场专家、经营者、用户等,容易把科学应用、科技创新也纳入到研究内部来考虑,可以预演科学研究的每个下一步环节,可以预演科研成果应用带来的风险与负面作用,从而在立项之初或研究伊始就提前终止有潜在风险的研究项目。创新理论从单向、双向、环形、网络等不断发展,直到虚拟科学的出现与实施才真正实现全方位、全工况、全覆盖的创新研究。

## 3 虚拟科学的兴起与云科学革命的发生

借用管理学大师德鲁克的名言“预测未来最好的方式就是创造未来”,笔者可以说“预测科学革命最好的方式就是发动一场科学革命”。历史上大大小小的科学革命、技术革命都发生在西方,以至于在提及科学革命、技术革命时,国人已经习惯于这些知识革命是舶来品,所以用“迎接”二字来表明态度,诸如“迎接新技术革命”、“迎接新一轮科学革命”等等。笔者从科技发展的内在动力与外在动力的角度,即从科学家、专家学者(以下简称“学者”)的需要及其实现这一主体驱动力,和科技与经济社会结合越来越紧密这一外在驱动力的角度,来考察科学技术发展的历程,发现了一条明显的线索,就是从学术评价、经费资助与分配、学术组织方式、科研体制机制到科技与社会的关系,都变得越来越适应和满足学者的需要,能够及时充分地调动学者的积极性和创造性,并通过自组织等方式把学者的聪明才智组织地越来越有的放矢、高效合理。同时,学者及科技事业与经济社会发展也结合的日益密切,双方的需要对接、耦合的越来越紧密深入,实现了科技经济一体化。<sup>[1]</sup>笔者据此进路,把科技发展史分为科学1.0、科学2.0、科学3.0三个阶段,并预言即将发生云科学革命,即从科学3.0到科学4.0的跃升。作为第四范式的数据科学和作为第五范式的虚拟科学的加入成为科学4.0区别于科学3.0的一个重要特征。作为科学4.0的云科学(也称为网络科学)是以大IT及e-Science为基础、网络/平台为体制、开放式评价与前沿学者负责制为核心、充分发挥创新人才的积极性与创造性从而更好造福社会为根本<sup>[1]</sup>。

学者主要有四项需要:(1)获得优先权和学术自由、成果和能力获得及时承认、获得声望和归属共同体的需要;(2)获得工作条件、研究经费、合作者与学生弟子的需要,组建并主持自己的实验室、工作室、研究团队的需要;(3)研究成果得到传播、传授、传承、引用、转让和应用及赢取回报的需要;(4)学者报效国家、担负社会责任、实现人生抱负和天下情怀的需要。云科学平台能够充分及时地满足学者的各项需要,是学者的桃源宝地,使优秀学者大有用武之地<sup>[18]</sup>。从上述虚拟科学的八个要素看,虚拟科学的实施可以更有效地满

足学者的需要,例如,虚拟科学可以摆脱场地、机构和地域的限制,更容易实现学术自由和自主开放;虚拟科学形成的学术社区能够适应互联网时代的学者归属共同体的需要;能够有效满足双向选择合作者与学生弟子的需要;能够预演成果传播与应用效果从而加快成果转让、加快赢取回报;能够预演和展示对未来发展的预测,凝聚共识和愿景,更有利于报效国家和担负社会责任。虚拟科学面向学术界和社会开放,有助于实现开放式评价,虚拟科学强调参与人的重要性,强调以参与人为本,有助于把价值理性引入科学,以实现科学从“平面”到“立体”的转型,这也是科学4.0的重要新内涵。由于我国科研经费已经多年位居世界第二,互联网等信息基础设施也较为发达,而科研绩效不如人意,不能有效支撑国家安全和经济发展,因此有极强的动力率先发动云科学革命,以完成深化科技体制改革,作为云科学重要组成部分的虚拟科学必将发挥重要作用。

#### 4 主要结论与政策建议

笔者从科学研究对象的角度把世界划分为现实世界和虚拟现实世界,指出迄今为止科学研究的对象主要是现实世界的问题,而虚拟现实技术的出现使得虚拟现实成为研究对象,科学发展进入了新的历史阶段,但至今没有明确提出与之相应的研究范式。基于现实世界和虚拟现实世界的划分,考虑虚拟现实技术、电子游戏、网络游戏在科研中的应用,并借鉴吉姆·格雷的四种研究范式的界定,笔者提出“虚拟科学”或“虚实科学”、“游戏科学”作为科学研究的第五范式,并对这一新的研究范式进行了初步探讨。得出三项主要结论:

(1)作为第五研究范式的虚拟科学。以往有不少从本质上阐述游戏与科学关系的研究,笔者则不仅从本质上,更是从形式上、技术上、方法上、体制机制上来阐明虚拟科学、游戏科学是一种新的研究范式,给出的定义是:虚拟科学(虚实科学、游戏科学)是利用虚拟现实技术和电子游戏、网络游戏等有关技术和方法,实现参与物、人、语境、情景、想象的受控实验和受控评价,是全方位、全工况、全覆盖的系统受控实验,并在此基础上利用各种理论、方法和工具开展研究,可以解决科学研究中有关说明、解释、预测、控制、评价等问题。虚拟科学最大的特点是使想象力成为受控的想象力、精确的想象力,实现想象的有效预测、控制和评价。虚拟科学包括八大要素:研究平台、活动平台、问题研究、范式融合、自主开放、创新本位、教育培训和文化建设。强调利用虚拟技术开展科学研究还不能称之为虚拟科学研究,只有遵循虚拟科学研究范式的研究才称之为虚拟科学研究。

(2)关于作为第五范式的虚拟科学与其他范式关系的

讨论。第一,从虚拟科学具有平台性和通用性的角度看,这种关系体现在两个方面:一是虚拟科学的技术条件是大IT,大IT具有平台性和通用性的特点,虚拟科学也具有这些特点;二是虚拟科学主要是实现了参与人、语境、情景和想象的受控化,在研究对象、基本假设、游戏规则、分析框架、研究方法、研究工具、主要结论等都所有变化,而这些要素同样存在或应该存在于实验科学、理论科学、计算科学、数据科学之中,这四项研究范式与虚拟科学的融合,使这些要素及其关系发生变化,可以全面扩展、提升其研究范围、效率与品质。也就是说,与虚拟科学结合可提升、扩展其他研究范式的能力与适用范围,不仅提升自然科学、交叉科学的能力和适用范围,更能对人文社会科学、未来学、软科学产生革命性影响,使之成为真正意义上的科学,乃至实现自然科学、人文社会科学、交叉科学等的统一。第二,虚拟科学与其他范式结合可实现从平面科学向立体科学的转型。迄今为止包括实验科学、理论科学、计算科学、数据科学在内的科学都是只有现象维和分析维的“平面”科学,借鉴董光璧和霍耳顿的观点,笔者将价值理性引入科学,提出包括现象维、分析维和价值维的“立体”科学。虚拟科学具有多学科、多方人员参与的特点,容易把科学应用、科技创新也纳入到研究内部来考虑,可以预演科学研究的每个下一步环节,可以预演科研成果应用带来的风险与负面作用,可在立项之初或研究伊始就提前终止有潜在风险的研究项目。创新理论从单向、双向、环形、网络等不断发展,虚拟科学可真正实现全方位、全工况、全覆盖的创新研究。

(3)虚拟科学的兴起是云科学革命的重要组成部分。笔者从科技发展的内在动力(学者的需要及其实现这一主体驱动力)与外在动力(科技与经济社会结合越来越紧密这一外在驱动力)的角度,把科技发展史分为科学1.0、科学2.0、科学3.0三个阶段,并预言即将发生云科学革命,即从科学3.0到科学4.0的跃升。作为第五范式的虚拟科学和作为第四范式的数据科学的加入成为科学4.0区别于科学3.0的一个重要特征。虚拟科学所具有的范式融合、自主开放和强调以参与人为本等特征,有助于把价值理性引入科学,实现科学从“平面”向“立体”转型,而成为云科学(也称为网络科学)革命的重要组成部分。

基于以上研究和结论,提出三点建议:一是根据虚拟科学的八个要素开展相应的工作,以引领虚拟科学时代的到来,引领以虚拟科学为基础的泛虚拟社会的到来;二是不仅从产业的角度发展电子游戏和网络游戏,更应该从学术的角度开展电子与网络游戏的研究,从实现参与人(游戏玩家)的受控实验,发展到语境、情景、想象的受控实验;三是运用虚拟科学重点开展受控的预演研究,把未来作为实证研究

的对象,从而解决了长期以来困扰未来学和预测学领域的这一世界难题,全面提升技术预见、战略管理、情景规划、“编导研”学、影视未来学、科学预演可视化、政策模拟、社会计算、平行管理、复杂性科学等领域的研究水平,探讨虚拟科学在科学4.0与工业4.0、工业5.0中的作用,探讨虚拟科学与泛虚拟产业、大数据与泛虚拟等的关系,解决各种紧迫的难题,造福社会。

### 参考文献

- [1] 刘益东.云科学革命:从科学3.0到科学4.0的跃升[J].科技资讯,2015(20):50-59.
- [2] 路德维希·维特根斯坦(著),陈嘉映(译).哲学研究[M].上海:上海人民出版社,2005:7.
- [3] 张祥龙.范式、家族相似和文化间性——库恩与维特根斯坦及儒家的比较[J].世界哲学,2013(5):5-22,160.
- [4] 托马斯·库恩(著),金吾伦,胡新和(译)科学革命的结构[M].北京:北京大学出版社,2003:210.
- [5] K·R·波珀(著),查汝强,邱仁宗(译).科学发现的逻辑[M].北京:科学出版社,1986:34.
- [6] W·I·B·贝弗里奇(著),陈捷(译).科学研究的艺术[M].北京:科学出版社,1979:157.
- [7] 张之沧.论科技创新与思维革命[J].山东科技大学学报:社会科学版,2005(1):9-13.
- [8] 刘益东.开放式评价与前沿学者负责制:胜出机制变革引发的云科学革命[J].未来与发展,2013(12):2-11.
- [9] 刘益东.开放式评价:替代同行评议的新方案[J].甘肃社会科学,2015(4):27-31.
- [10] 邱锐浩.计算科学的乐趣[N].光明日报,2012-11-26(13).
- [11] 潘津,孙志敏.美国互联网科普案例研究及对我国的启示[J].科普研究,2014(1):46-53.
- [12] 尚俊杰,李芳乐,李浩文.“轻游戏”:教育游戏的希望和未来[J].电化教育研究,2005(1):24-26.
- [13] 刘益东.智业革命:致毁知识不可逆增长逼迫下的科技转型产业转型与社会转型[M].北京:当代中国出版社,2007:342.
- [14] 高璐,李正风.构建STS参与进路:从人类基因组计划到英国基因组学网络[J].科学与社会,2014(1):65-79.
- [15] 刘益东.大IT革命初论[J].科技资讯,2014(24):32-34.
- [16] 董光璧,静悄悄的革命:科学的今天和明天[M].武汉:武汉出版社,1998.
- [17] 刘益东.人类面临的巨大挑战与科学转型[J].自然辩证法研究,2000(4):50-55,75.
- [18] 刘益东.从山科学到云科学:即将发生的科学革命与人才革命[J].科技资讯,2011(14):11-13.

## 《科技创新导报》稿件要求及投稿说明

### 稿件要求

1. 稿件应具有科学性、先进性和实用性,论点明确、论据可靠、数据准确、逻辑严谨、文字通顺。
2. 计量单位以国家法定计量单位为准;统计学符号须按国家标准《统计学名词及符号》的规定书写。
3. 所有文章标题字符数在20字以内。
4. 参考文献按引用的先后顺序列于文末。
5. 正确使用标点符号,表格设计要合理,推荐使用三线表。
6. 图片要清晰,注明图号。

### 投稿说明

1. 来稿一律使用Word排版且具有一定的学术水平,以2700字左右为宜,并保证文章版权的独立性,严禁抄袭,文责自负,请勿一稿多投,欢迎投稿。
2. 本刊已加入《中国学术期刊(光盘版)》《中文科技期刊数据库》《万方数据数字化期刊群》等网络媒体,本刊发表的文章将在网络媒体上全文发布。
3. 本刊编辑部对来稿有修改权,不愿改动者请事先说明。自收稿之日起1个月内未收到刊用通知,作者可自行处理。
4. 来稿请注明作者姓名、单位、通讯地址、邮编、联系电话及电子信箱。
5. 本刊发表周期为10天,出刊后5天内邮寄样刊。
6. 如有一稿多投、剽窃或抄袭行为者,一切后果由作者本人负责。