

关于自然科学方法用于社会科学的思考

张 红

内容摘要 自然科学和社会科学的交叉,为自然科学方法用于社会科学提供了广阔的前景。自然科学和社会科学特点的不同,决定了在选择自然科学方法用于社会科学时要考虑其可能性和有效性。针对在自然科学中普遍应用的实验方法在社会科学中用得极少的现状,分析了社会实验困难的原因,并说明社会科学中的困难并不是不可逾越的。为克服社会实验介入操作的困难,介绍了相应的自然科学方法——模型方法。由于社会对象具有高度复杂性,还侧重讨论了处理复杂现象的自然科学方法及在社会科学中的应用。

关键词 社会实验 介入操作 模型方法 随机过程 概率分布 非线性关系

自然科学研究自然界,社会科学则以人类社会作为研究的对象。由于研究的对象不同,研究方法也不同,从而形成了两门科学各自独立的体系。20世纪以来,自然科学的发展取得了许多划时代的重大成果,也产生了许多行之有效的研究方法。但是,由于社会科学的研究对象具有高度的复杂性,社会科学的研究远比自然科学困难。要想在社会科学研究方面取得实质性的进展,其研究方法尤其需要突破。现代科学的发展,使自然科学和社会科学呈现出显著的交叉发展趋势。科学间的交叉融合,在其研究方法上必将得到充分的体现。“他山之石,可以攻玉”。自然科学方法可以为研究社会现象提供有益的启示。随着改革开放,国际间交流合作的增多,世界先进国家自然科学方法用于社会科学的最新成就迅速进入中国。自然科学方法用于社会科学必将形成不可逆转的时代潮流。

一 自然科学方法用于社会科学的可能性和有效性

自然科学方法是用来探求自然现象及其本质和规律的手段、途径、程序和技巧,主要包括四方面的内容:一是自然科学工作者所自觉遵循的一般研究程序,二是在自然科学研究过程中普遍采用的科学实验方法,三是自然科学的各门具体学科在其发展过程中形成的一套针对自己特点的特殊研究方法和实验方法,四是自然科学理论中广泛采用的形式化和数学化方法。

数学方法在社会科学中是应用得最早和最多的一种方法。数学方法是定量地发现、论证和描述客观规律的方法。数学方法的运用是一门科学由定性走向定量发展的标志。但实际上数学方法的应用,是从低级运动形式向高级运动形式逐步发展的。本世纪以来,数学方法发展成了各门自然科学不可或缺的一般方法。数学的发展最早是和天文学和力学联系在一起的。本世纪现代物理学的非凡创造更说明了物理学中应用数学方法的重要。在中学中所学的几何都是欧氏几

何,在欧氏几何和牛顿力学那里,空间和时间都是绝对的。非欧几何的创立,为爱因斯坦的相对论准备了理论基础。相对论的建立,突破了欧几里德和牛顿的绝对时空观。1926年,奥地利杰出的科学家薛定谔决定根据德布洛依的物质波学说,用数学方式更加美妙地描述电子的运动。薛定谔对原子和电子运动的数学描述被称为波动力学,其波动方程是把电子的波粒二象性完美地统一起来的数学方程式。因其理论和实验的完美吻合,薛定谔获得了1933年度的诺贝尔物理学奖。生物学中的数学应用在恩格斯时代是“等于零”的,但本世纪分子生物学的发展使生物学中的问题成为了数学中几何问题的源泉之一。1969年,怀特在波尔指导下得到一个公式,称为怀特公式。很快,一些生物学家意识到这个公式可以描述DNA(脱氧核糖核酸)的现象,进而要求拓扑学家富勒从数学上研究这一公式。1971年,富勒重新研究怀特公式,并给出这一公式的一系列简单推论。1976年,克拉克著文解释这个公式并研究出特殊的生物学应用,克拉克和华特松因阐明DNA的结构而荣获本年度的诺贝尔生物学奖。不仅如此,数学方法在社会科学领域也得到了推广应用。当代西方主流经济学派之间的争论,不仅表现在哲学上,而且表现在使用的数学方法上。正是清晰的数学逻辑比语言描述更为尖锐地刻划出内在机制的对立。二次大战后,系统科学方法(包括信息论和控制论方法)和交叉科学方法(指一门自然科学方法与一门社会科学杂交形成的新理论和相应的研究方法,如生态经济学、地理文学、计量史学等)相继进入社会科学领域。在我国,应用最多的也是这三种方法。近年来,模型方法越来越引起了社会科学家们的注意。在史学中,由于史料记载的缺漏、不连贯和真伪混杂等原因,给运用数学方法带来了困难。于是,史学工作者引入灰色系统方法,用在一定范围内变化的灰色量对原始数据进行处理,然后将灰色数转换成生成数和生成函数,在这个基础上,利用分布在不同点上的白色数量,建立起时间连续的动态模型。用这种方法对唐朝前期的人口问题进行研究,取得了比较满意的结果。同样,用这种方法对清代顺治到咸丰年间的经济发展可以逆推测算,也可以进一步算出同治和光绪年间的经济增长指数。文艺研究中,学科交叉产生的影响也是不可忽视的,如引进数理统计的方法。在法学中,开展综合研究,从社会学、人类学、生物学、经济学等不同角度、不同层面上探讨犯罪原因,进行综合治理,既有助于克服传统研究方法的片面性,也有助于提高法制工作的预见性。此外,在社会科学中,具体的自然科学方法特别是科学概念的移植和借用,更是日益增多,只是在自然科学中普遍应用的实验方法在社会科学中还较为少见。

虽然,自然科学方法在社会科学研究中得到了普遍的应用。但是,自然科学方法用于社会科学各学科的范围和程度是有差别的,也是要遵循一定的原则的。以文学、史学、哲学、经济学、法学为例,据统计,在以上五门学科中都有一种使用频率最高的、占优势的方法。文学中是交叉学科方法,史学中是系统方法,哲学中是科学概念的移植,经济学中是数学方法,法学中是比较方法(将比较方法视为自然科学方法,其原因在于这一方法从进入社会科学之日起就不断受到自然科学中比较方法的影响)。值得注意的是,在自然科学方法用于社会科学时,有一种贴标签式的运用是我们所不赞同的。因文害义或削足适履当属这种类型。还有些文章,作者虽然在主观上企图运用科学方法,但客观上却是有名无实,这类文章也在此列。例如在运用系统方法时,除了行文中提到几个“系统”之类的名词之外,对系统的结构、系统的功能和动态行为毫无定量分析;用控制论方法时不说反馈;用耗散结构理论时只是把“和谐”换成“有序”,把“文学创作”当作“开放

系统”,仅此而已。造成这种现象有诸多原因。如社会科学工作者的知识结构及应用自然科学方法的自觉性、各门社会科学学科本身的成熟程度和它的历史等等。然而,最重要的原因还是各门学科自身的特点即它们的研究对象和研究方法的特殊性。从研究对象看,虽然社会现象的复杂性是共同的,但是研究现实生活的学科比研究历史的学科更容易实证化,研究物质生产活动比研究精神生活更容易观测和测量,研究人的行为比研究人的心理更容易观察和控制。从研究方法看,使用逻辑方法、分析方法的学科更容易规范化、程式化,因而也容易吸取自然科学方法的精确性和可操作性,但是对那些主要依赖于直觉、想象等方法创造出的文学艺术作品的研究来说,自然科学方法的引进就要困难得多,用得不好就会损害了它的人情味和审美感。王蒙在一篇文章中曾举过这样的例子:如果为一个正在热恋中的小伙子提供心爱的姑娘的全部档案、体格检查表、X光片等等,那一定是大煞风景的。在一些侧重于价值观念、情感活动、意境体验的研究领域中,应把更多更大的审美空间留给欣赏者主体去再创造。由于研究对象和研究方法的差别,社会科学中引进自然科学方法的可能性和有效性是有差别的,因而社会科学的不同学科在向精确化和科学化迈进的过程中不可能是同步的,也不可能达到同一水平。我们没有必要用一个尺度要求不同的学科,更不应该以使用自然科学方法的多少,特别是数学化的程度,作为衡量社会科学成熟性的统一标志。

二 社会实验面临的困难及模型方法在社会科学中的应用

实践是检验真理的标准。无论是自然科学还是社会科学,都是以追求真理作为自己的目标,无一例外地都应把实践作为检验其真理性的标准。“科学所以叫做科学,正是因为它不承认偶像,不怕推翻过时旧物,却很仔细倾听实践经验底呼声”。实验是一种重要的实践形式,它之于科学的重要性已毋庸置疑。实验方法的建立,使古代的肉眼观察和近代的仪器观察这种单纯的观察发展到了实验中的观察,为近代自然科学的诞生准备了条件。牛顿以实验为基础,吸取和发展了其他科学方法,建立了经典力学理论,开创了物理学上的“牛顿时代”。其他自然科学领域的研究工作,也都在实验基础上,先后获得了长足的进步。然而,将实验方法用于社会科学却面临着困难。社会实验按其规模可分为两类:在整个社会范围内进行的大型实验和在局部范围内进行的小型实验。一般而言,大型实验因其代价高、周期长而极少采用,小型实验则比较容易进行,但也存在如下问题。首先是小型实验取样的代表性。小型实验的理论依据是统计分析中的抽样调查,其对样本的最基本的要求是具有代表性。对于自给自足的农业社会,社会生产和管理模式是单一的,与外界联系很少,有条件保证社会实验取样的代表性。但在工业社会甚至信息社会中,由于社会分工的细化,行业门类的增多,带来社会生产和管理模式的多样性,难以保证样本选取的代表性,所以,由一些试点类型得出的经验不一定具有普适性。其次是小型实验取样的独立性。抽样调查对样本还有独立性的要求。现代工业社会和信息社会各部分形成了一个复杂的社会网络,牵一发而动全身,所以,社会实验中将对象与环境隔绝面临重重困难。在隔绝的环境下进行试点,无法顾及外部联系因素,所获得的实验结果必然无法反映真实结果。而且,社会越发达,联系越密切,这种小型实验的失真也就越甚。更重要的是,研究主体和被研究对象之间存在相通性和可介入性,因而在研究客体中渗入的主体意识不仅比自然科学更难避免,而且又会因人而异,更难把握。

科学实验按其操作方式可分为两类:一是观测统计,二是介入操作。前者虽然在样本选取上遇到了困难,但统计方法的改造,使样本选取的困难得到了部分克服,从而使之在社会科学研究中占有重要的一席之地。实验方法用于社会科学面临的更大困难是介入操作的困难。所谓介入操作,是指直接介入研究对象实地操作获取信息的一种方法。如医学中对可疑病变组织实行的穿刺和活检就属于介入操作。在此,不涉及信息载体的转换。如果是借助仪器对患处进行扫描,绘出剖面图或截面图,就不需要介入操作。在此,通过仪器实现了信息载体的多次转换,但仍可获得可靠的结果。介入操作只是一种手段,目的是为了获取正确的信息。在实验中绕过介入操作,取得成功的例子在自然科学中早有先例。实际上,爱因斯坦在半个多世纪以前提出的“理想实验”就与传统的实验不同。它避免了介入操作,但同样对物理学的发展作出了重大贡献。在“升降机实验”中,爱因斯坦以形式化的方式来阐明引力与惯性力等效的原理,该原理成为了广义相对论的基石。和爱因斯坦的“理想实验”一样,自然科学中的模型方法也不需要介入操作,只须建立对象的模型,进行模拟实验,从而为社会科学避免介入操作提供了有力的工具。在社会实验中,首先根据研究对象的信息,经反复修正后建立可靠的数学模型,然后将要进行的社会实验在该模型上进行模拟实验,用于解释理论和预测走向,并进行不同方案的比较。由于复杂现象组成的系统涉及的变量可多达千计,甚至万计,所以,现代模型方法的应用是以计算机的使用作为前提条件的。

这种模拟实验已在经济领域中有所应用。美国从80年代起就聘请数学物理专家,从事股票、公债及证券市场的电脑数值模拟,以预测其走向。他们不仅采用人工智能、神经网络、专家系统、模糊逻辑等自然科学的方法进行经济行为的模拟,而且还借助自然科学中的概念以拓宽思路。例如,在训练神经网络使之构成正确的经济模型时,利用了“最适者生存”的生物竞争机制,让被训练的神经网络在各种条件下进行运作,通过评价其结果以选出“最适者”作为最佳模型。目前,这些电脑模拟实验已进入了实用阶段,并取得了一定成效。在中国,电脑模拟实验也在人口控制、经济增长模式及货币政策研究等方面有所作用,有些也取得显著成效。另外,在一些先进国家,模型方法已进入军事领域。军事上传统的沙盘作业已由电脑模拟所取代,电脑战术模拟比沙盘作业更灵活逼真,而且能计及更多的实战因素。“运筹于帷幄之中,决胜于千里之外”,对电脑已不是梦想。据报载,美国政府最近已决定拨出经费,支持每秒达100万亿次超高速电子计算机及相应软件的研究,以用来模拟核实验。

三 研究复杂事物的自然科学方法及在社会科学中的应用

社会现象的复杂性普遍存在,所以,在社会科学方法的探索中,特别应着眼于自然科学中研究不确定性、不稳定性引发的复杂性现象的方法。这不仅具有理论意义,也有重大的现实意义。不确定性是指因果关系的破缺。在自然界,噪声、湍流、分子热运动、气象变化、放射性元素之衰变、地震之爆发、生物遗传之变异等均包含不确定性和不稳定性因素。为此,自然科学中引入了许多描述不确定特性的概念。如随机变量、随机过程、概率分布、熵、焓、信息量、信道容量、自相关、互相关、马尔科夫链等,并建立了概率论、数理统计、统计力学、湍流理论、耗散结构理论、信息论、控制论、运筹学、模糊数学、线性与非线性预测理论、随机微分方程等处理不确定性的理论,取得了很大成功。

随机过程的性质完全决定于其随机变量的概率分布。按概率分布随时间变化情况将随机过程分为:平稳随机过程,似稳随机过程和非稳随机过程。概率分布不随时间变化的称为平稳随机过程。对社会现象中平稳随机过程的处理,基本上可以沿用线性与非线性预测理论。然而,在社会现象中大量存在的是似稳随机过程,其随机过程具有缓变的概率分布。对这类问题,尤需深入探讨。

在似稳随机过程中,由于概率分布的变化不是太快,使得监测系统来得及发现并作出反应。所以,似稳随机过程可以用类似于平稳随机过程的方法处理,只是需要实时监测和适时调整。那么,造成概率分布发生变化的原因是什么呢?我们知道,因果关系都是有条件的,甚至有互为因果的互动关系。比如战场上敌我双方的关系就是互动关系。因此严格地说,一切概率均为条件概率,条件变化,概率也将随之变化。一个复杂系统包含有诸多因素,选择其一作为随机变量研究,其余就构成条件组。如果条件组中因素的变化是随机的,则整个过程就可以当作一个单纯随机过程来处理。如果条件组中因素的变化是确定性的,服从某种规律,则整个随机过程就属于随机与兼有的混合型。比较明显的例子是:市场经济中除包含大量的不确定性(随机性)外,确也存在价值规律这样的确定关系。自然科学的经验表明,处理混合型现象远比纯随机现象困难。在物质的三态中,气态分子运动是完全随机的,固态分子运动是确定的,而液态分子运动是二者兼有的混合型。事实证明,最后建立起来的也是最难的是液体理论。另一例子是湍流,它既遵循流体力学的定律,同时也具有随机性,由于它具有混合性,也成了力学中最著名的难题。处理这类混合现象较有潜力的理论是随机微分(积分)方程。本来,微分方程用来描述完全确定的现象。如宏观电磁现象就由麦克斯韦尔方程组完全确定。它也可以用来科学预测,如天文学上海王星的发现就利用了万有引力定律和牛顿第二定律组成的微分方程组。但如果在微分方程中引入了某种概率分布,以代表不确定性,则微分方程就成为随机微分方程,可用来解决兼具随机性与确定性的混合型问题。事实上,这种方法已在证券衍生市场“期权理论”中得到成功应用。哈佛大学的默顿和麻省理工学院的斯科而顿因此而获得1997年度诺贝尔经济学奖。

此外,还有一类随机过程是具有快变或突变的概率分布,称为非稳随机过程。对此,概率分布已失去意义,建立在概率分布上的预测理论将完全失效。在社会科学中,也有不少社会现象中原因与结果是呈非线性关系的,即原因与结果是不成比例的。比如,在选举中离通过只差一票时,这一票的赞成与否造成的结果是相差甚远的。又如,病人的休克、人的精神分裂也是突变现象。经济领域中也不乏其例,如1987年10月黑色星期一美国股市的巨跌及1997年下半年东南亚金融危机所触发的亚洲许多股市的崩盘。对于这类非线性(突变)现象的处理,所有基于线性叠加的方法将完全不适用。在物理学家的建议下,从80年代起一些经济学家开始引入简单的混沌模型来讨论经济学的理论问题。作为替代线性随机方程的一种数学方法,和自然科学相比,社会混沌的观察要困难得多,不仅有技术上的困难也有方法上的困难。无论如何,建立在混沌现象之上的非线性经济学对经济学基础的挑战是不容忽视的。经济是一个国家赖以存在的基础。经济现象中由不确定性、不稳定性带来的高度复杂性是经济学研究中的拦路虎。有人说:我国的经济学是政策学。这或许有些偏激,但要由经验决策走向科学决策,的确还有很长一段路要走。倘若能够让未来的经济工作者和现在的经济工作者了解国际上经济学的最新进展,明白自己使用

方法的缺陷或努力的方向,也算达到了本文的部分目的。

在社会科学中自觉和有效地采用自然科学方法,关键是造就具有(甚至精通)自然科学理论和方法的社会科学工作者。社会生产和科学技术的发展,更需要培养综合性和包容性人才。体现在教育思想上,要求由传统的分门别类的教育转向整合教育。具体在课程设置和教学内容上,要求打破学科和专业的界限。如美国一流大学中,诸如“科学、技术与社会”一类的文理交叉、理工交叉的专业和课程在不断涌现。甚至有些大学本身无论从体制还是结构上,都是跨学科综合性的。如日本的筑波大学、美国兰德公司的研究生院等等。所以,从长远利益考虑,在中国,中学不应该提倡文理分科,大学更应提倡文理互补。起码,综合性大学(包括师范大学)可从人文学科、社会科学、自然科学、数学中设置一些可供外专业学生选修的学科课程。这也是我们今天进一步搞好素质教育的需要。应当鼓励未来的建设者和接班人能看得远一些,看得宽一些,想得深一些。我们希望并祝愿社会科学在吸收、借鉴和发展自然科学方法的基础上,乘风破浪,昂首阔步走向新时代。

参考文献

1. 斯大林《列宁主义问题》,人民出版社1955年版。
2. 孙小礼、李慎主编《方法的比较——研究自然与研究社会》,北京大学出版社1991年版。
3. 沈致远《自然科学方法用于社会科学浅议》,《科学》1998年第3期。
4. 全吾伦主编《跨学科研究引论》,中央编译出版社1997年版。
5. 史树中《数学与经济》,湖南教育出版社1990年版。
6. 胡作玄《数学与社会》,湖南教育出版社1991年版。
7. 张楚廷《数学与创造》,湖南教育出版社1990年版。

(张红:四川师范大学数学系,讲师,四川成都610068)